# 제 출 문

신대구부산고속도로 주식회사 귀중

귀 사와 2015년 8월 5일자로 계약을 체결한 “2015년 하반기 시설물 안전점검 용역(2구간 정밀안전진단)” 을 성실히 수행하고 금시교(대구, 부산)의 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2015년 12월

㈜ 동 우 기 술 단

고 중 호 (인)

# 금시교(대구) 정밀안전진단 결과표

## 가. 일반현황

| 용 역 명 | 2015년 하반기 시설물 안전점검 용역(2구간 정밀안전진단) | 진단기간 | 2015. 08. 11 ~ 2015. 12. 31 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 관리주체명 | 신대구부산고속도로(주) | 대 표 자 | 정 상 호 | | |
| 공동수급 | 독자수행 | 계약방법 | 일반경쟁 | | |
| 시설물 구분 | 교 량 | 종 류 | 도로교량 | 종 별 | 1종 |
| 준 공 일 | 2006년 02월 10일 | 진단금액 (천원) | 35,483 | 안전등급 | B |
| 시설물 위치 | 경상남도 밀양시 활성동 (부산기점 43.840~44.670km) | 시설물 규모 | L=40+15@50+40=830m B=12.145m(2차로) | | |

## 나. 진단 실시결과 현황

| 중대결함 | ■ 없음 |
|---|---|
| 진 단 주요결과 | ■ 바닥판하면 폭 0.1㎜균열, 폭 0.2㎜균열, 파손, 백태<br>■ PSC BOX거더 폭 0.1㎜균열, 폭 0.2㎜균열, 망상균열, 백태, 재료분리 발생<br>■ 교대/교각 폭 0.2㎜이하 균열, 폭 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 체수/누수흔적, 백태 그을음, 파손 발생<br>■ 교량받침 Plate 도장박리/녹발생, 상부 Plate/고무재 들뜸, 볼트 체결불량, 몰탈 파손 발생<br>■ 신축이음 본체 녹발생, 유간부 토사퇴적, 후타재 폭 0.3㎜이상 균열, 망상균열 발생<br>■ 교면포장 라벨링, 아스콘 망상균열, 아스콘 패임, 아스콘 균열 발생<br>■ 배수구 막힘, 배수관 파손 발생<br>■ 방호벽 폭 0.2㎜이하 균열, 폭 0.3㎜이상 균열, 균열/백태, 망상균열, 파손, 철근노출 발생 |
| 주 요 보수·보강 | ■ 콘크리트 : 표면처리, 주입보수, 단면보수, 방청 후 단면보수<br>■ 강재 : 녹제거 후 재도장, 볼트 재체결<br>■ 신축이음 : 주입보수, 청소, 유도배수관 설치<br>■ 배수시설 : 배수구 청소, 배수관 재설치 |

## 다. 책임(참여)기술자 현황

| 구 분 | 성 명 | 과업 참여기간 | 기술등급 |
|---|---|---|---|
| 사업책임 | 방 기 섭 | 2015. 08. 11 ~ 2015. 12. 31 | 특급기술자 |
| 분야별책임 (현장조사 및 측정) | 권 태 완 | 2015. 08. 11 ~ 2015. 12. 31 | 특급기술자 |
| 분야별책임 (분석 및 평가) | 김 상 현 | 2015. 08. 11 ~ 2015. 12. 31 | 고급기술자 |
| 참여기술자 (현장조사 및 측정) | 이홍재외 7명 | 2015. 08. 11 ~ 2015. 12. 31 | 특급기술자 |
| 참여기술자 (현장조사결과 분석) | 정재희외 6명 | 2015. 08. 11 ~ 2015. 12. 31 | 특급기술자 |
| 참여기술자 (안전성 평가) | 장석진외 6명 | 2015. 08. 11 ~ 2015. 12. 31 | 특급기술자 |

## 라. 참고사항

# 금시교(대구) 정밀안전진단 실시결과 요약표

| 책임기술자 종합의견 |
|---|
| ■ 금시교(대구)는 약 10년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사결과, 전반적으로 양호한 상태이나 일부 보수를 요하는 손상인 콘크리트 부재의 균열 및 망상균열, 국부적인 단면손상, 누수오염, 교량받침Plate 녹발생, 받침볼트 체결불량, 신축이음 유간부 토사퇴적, 아스콘 패임, 배수구 및 배수관 막힘 등의 손상이 일부 조사되었다.<br>■ 본 교량의 상태평가 및 안전성 평가 결과를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양호)』로 평가되었으며, PSC BOX 구조물은 작용하중에 대해 강선 긴장력에 의해 저항하는 구조물로 균열 및 기타 손상에 대해 지속적인 지속관찰 및 적절한 유지관리가 이루어져야 하므로, 결함 및 손상 부위에 대하여 금회 진단 보고서에 제시된 보수를 시행하고 중점유지관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등교(DB-24)로서의 기능을 유지 할 수 있을 것으로 판단된다.<br>책임기술자 : 방 기 섭 (서명) |

## 가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

| 상태평가 결과 및 보수·보강 | | | | 상태평가 결과 : B |
|---|---|---|---|---|
| 결함발생 부재 | | 상태평가 결과 | 결함종류 | 보수·보강(안) |
| 상부구조 | PSC Box Upper Flange | b | - 균열(Cw:0.1㎜)<br>- 균열(Cw:0.2㎜)<br>- 파손, 재료분리, 백태 | - 지속관찰<br>- 지속관찰<br>- 지속관찰 |
| | PSC Box Lower Flange, Web | c | - 균열(Cw:0.1㎜), 망상균열, 백태, 누수오염<br>- 균열(Cw:0.2㎜)<br>- 박리, 파손 | - 지속관찰<br>- 지속관찰<br>- 지속관찰 |
| 2차부재 | 격벽 | b | - 균열(Cw:0.2㎜이하)<br>- 균열(Cw:0.3㎜이상) | - 지속관찰<br>- 지속관찰 |
| 하부구조 | 교대/교각 | c | - 균열(Cw:0.2㎜이하), 망상균열, 체수/누수흔적, 백태, 그을음<br>- 균열(Cw:0.3㎜이상)<br>- 파손 | - 지속관찰<br>- 지속관찰<br>- 지속관찰 |
| 교량받침 | | b | - Plate 도장박리, 녹발생<br>- 상부 Plate/고무재 들뜸<br>- 받침 볼트 체결불량<br>- 받침 몰탈 균열(Cw:0.2㎜이하)<br>- 받침 몰탈 파손 | - 녹제거 후 재도장<br>- 지속관찰<br>- 볼트 재체결<br>- 지속관찰<br>- 지속관찰 |

## 가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항(계속)

| 상태평가 결과 및 보수·보강 | | | | 상태평가 결과 : B |
|---|---|---|---|---|
| 결함발생 부재 | | 상태평가 결과 | 결함종류 | 보수·보강(안) |
| 기타부재 | 신축이음장치 | c | - 본체 녹발생<br>- 유간부 토사퇴적<br>- 후타재 균열(Cw:0.2㎜이하), 망상균열<br>- 후타재 균열(Cw:0.3㎜이상)<br>- 차수판 변형, 앵커볼트 탈락 | - 녹제거 후 재도장<br>- 정비<br>- 지속관찰<br><br>- 주입보수<br>- 재설치 |
| | 교면포장 | b | - 라벨링, 망상균열, 아스콘균열<br>- 아스콘 패임 | - 지속관찰<br>- 팻칭보수 |
| | 배수 | b | - 배수구 막힘<br>- 배수관 파손 | - 정비<br>- 배수관 재설치 |
| | 난간 및 연석(방호벽) | c | - 균열(Cw:0.2㎜이하), 망상균열<br>- 균열(Cw:0.3㎜이상), 균열/백태<br>- 파손<br>- 철근노출 | - 지속관찰<br>- 지속관찰<br>- 지속관찰<br>- 지속관찰 |

## 나. 안전성평가 결과

| 안전성평가 수행 부재 | 해석방법 | 안전성평가 결과 요약 | 안전율 | 안전성평가 결과 |
|---|---|---|---|---|
| 바닥판 | 강도설계법 | 최소 안전율 1.600으로 양호 | 1.0이상 | A |
| 거더 | 강도설계법 | 최소 안전율 1.550으로 양호 | 1.0이상 | |
| 교각 | 강도설계법 | 최소 안전율 4.637으로 양호 | 1.0이상 | |

## 다. 내진성능 검토 수행 여부

| 검토대상 부재 | 설계적용여부 | 결과 | 검토결과 요약 |
|---|---|---|---|
| - | 적용 | - | - |

## 라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

| 시 험 명 | 시험부위 | | | 시험 결과 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 비파괴 강도 (㎫) | 상부 구조 | | 반발경도 | 41.1~44.7 | ■ 설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨. |
| | | | 초음파 | 40.5~45.7 | |
| | 하부 구조 | | 반발경도 | 27.6~28.5 | |
| | | | 초음파 | 27.3~27.9 | |
| 철근탐사 (㎜) | PSC Box Girder | 상·하부 플랜지 | 배근간격 | 118~127 | ■ 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함. |
| | | | 피복두께 | 42~69 | |
| | | 복부 | 배근간격 | 119~126 | |
| | | | 피복두께 | 41~59 | |
| | 교대 | | 배근간격 | 95 | |
| | | | 피복두께 | 55 | |
| | 교각 | 코핑부 | 배근간격 | 149~157 | |
| | | | 피복두께 | 86~96 | |
| | | 기둥부 | 배근간격 | 98~108 | |
| | | | 피복두께 | 81~125 | |
| 탄산화 잔여깊이 (㎜) | 상부구조 | | | 35.3~64.9 | ■ 잔여깊이가 30㎜이상 'a등급'으로 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨. |
| | 하부구조 | | | 49.7~90.2 | |
| 염화물 함유량시험 (kg/㎥) | 상부구조 | | | 0.221~0.601 | ■ 염화물이 함유되어 있으나, 부식발생 가능성이 낮은 상태인 'a~b'로 평가됨. |
| | 하부구조 | | | 0.162~0.409 | |
| 균열 깊이 | 상부구조 | | | 42.7~56.5 | ■ 균열심도가 철근피복두께를 초과하거나 근접한 것으로 측정되었으며, 내구성확보 차원의 보수가 필요한 것으로 판단됨. |
| | 하부구조 | | | 77.6~91.0 | |

# 금시교(부산) 정밀안전진단 결과표

## 가. 일반현황

| 용 역 명 | 2015년 하반기 시설물 안전점검 용역(2구간 정밀안전진단) | 진단기간 | 2015. 08. 11 ~ 2015. 12. 31 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 관리주체명 | 신대구부산고속도로(주) | 대 표 자 | 정 상 호 | | |
| 공동수급 | 독자수행 | 계약방법 | 일반경쟁 | | |
| 시설물 구분 | 교 량 | 종 류 | 도로교량 | 종 별 | 1종 |
| 준 공 일 | 2006년 02월 10일 | 진단금액 (천원) | 35,483 | 안전등급 | B |
| 시설물 위치 | 경상남도 밀양시 활성동 (부산기점 43.840~44.670km) | 시설물 규모 | L=40+15@50+40=830m B=12.145m(2차로) | | |

## 나. 진단 실시결과 현황

| 중대결함 | ■ 없음 |
|---|---|
| 진 단 주요결과 | ■ 바닥판하면 폭 0.1㎜ 균열, 폭 0.2㎜ 균열, 망상균열<br>■ PSC BOX거더 폭 0.1㎜ 균열, 폭 0.2㎜ 균열, 들뜸<br>■ 교대/교각 폭 0.2㎜이하 균열, 폭 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 백태, 들뜸/박락/파손, 재료분리 발생<br>■ 교량받침 Plate 도장박리/녹발생, 상부 Plate 들뜸, 고무재 들뜸/파손, 받침 몰탈 균열 발생<br>■ 신축이음 본체 녹발생, 유간부 이물질 퇴적, 후타재 망상균열, 파손 발생<br>■ 교면포장 라벨링, 아스콘 패임, 접속부 이격 발생<br>■ 배수구 막힘, 배수관 설치불량, 배수관 고정불량/길이부족, 배수관 탈락/매립 발생<br>■ 방호벽 폭 0.2㎜이하 균열, 폭 0.3㎜이상 균열, 균열/백태, 망상균열, 보수재 박리/파손 발생 |
| 주 요 보수·보강 | ■ 콘크리트 : 표면처리, 주입보수, 단면보수, 방청 후 단면보수<br>■ 강재 : 녹제거 후 재도장, 볼트 재체결, 청소<br>■ 신축이음 : 주입보수, 청소, 유도배수관 설치<br>■ 배수시설 : 청소, 배수관 길이연장, 연결고리 재설치 |

## 다. 책임(참여)기술자 현황

| 구 분 | 성 명 | 과업 참여기간 | 기술등급 |
|---|---|---|---|
| 사업책임 | 방 기 섭 | 2015. 08. 11 ~ 2015. 12. 31 | 특급기술자 |
| 분야별책임 (현장조사 및 측정) | 권 태 완 | 2015. 08. 11 ~ 2015. 12. 31 | 특급기술자 |
| 분야별책임 (분석 및 평가) | 김 상 현 | 2015. 08. 11 ~ 2015. 12. 31 | 고급기술자 |
| 참여기술자 (현장조사 및 측정) | 이홍재외 7명 | 2015. 08. 11 ~ 2015. 12. 31 | 특급기술자 |
| 참여기술자 (현장조사결과 분석) | 정재희외 6명 | 2015. 08. 11 ~ 2015. 12. 31 | 특급기술자 |
| 참여기술자 (안전성 평가) | 장석진외 6명 | 2015. 08. 11 ~ 2015. 12. 31 | 특급기술자 |

## 라. 참고사항

# 금시교(부산) 정밀안전진단 실시결과 요약표

| 책임기술자 종합의견 |
|---|
| ■ 금시교(부산)는 약 10년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사결과, 전반적으로 양호한 상태이나 일부 보수를 요하는 손상인 콘크리트 부재의 균열 및 망상균열, 국부적인 단면손상, 누수오염, 교량받침Plate 녹발생, 신축이음 유간부 토사퇴적, 후타재 파손, 아스콘 패임, 배수구 막힘, 배수관 고정불량/길이부족 등의 손상이 일부 조사되었다.<br>■ 본 교량의 상태평가 및 안전성 평가 결과를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양호)』로 평가되었으며, PSC BOX 구조물은 작용하중에 대해 강선 긴장력에 의해 저항하는 구조물로 균열 및 기타 손상에 대해 지속적인 지속관찰 및 적절한 유지관리가 이루어져야 하므로, 결함 및 손상 부위에 대하여 금회 진단 보고서에 제시된 보수를 시행하고 중점유지관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등교(DB-24)로서의 기능을 유지 할 수 있을 것으로 판단된다.<br><br>책임기술자 : 방 기 섭 (서명) |

## 가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

| 상태평가 결과 및 보수·보강 | | | | 상태평가 결과 : B |
|---|---|---|---|---|
| 결함발생 부재 | | 상태평가 결과 | 결함종류 | 보수·보강(안) |
| 상부구조 | PSC Box Upper Flange | c | - 균열(Cw:0.1㎜), 망상균열<br>- 균열(Cw:0.2㎜) | - 지속관찰<br>- 지속관찰 |
| | PSC Box Lower Flange, Web | c | - 균열(Cw:0.1㎜), 백태, 망상균열<br>- 균열(Cw:0.2㎜)<br>- 들뜸 | - 지속관찰<br>- 지속관찰<br>- 지속관찰 |
| 2차부재 | 격벽 | b | - 균열(Cw:0.2㎜이하)<br>- 균열(Cw:0.3㎜이상) | - 지속관찰<br>- 지속관찰 |
| 하부구조 | 교대/교각 | b | - 균열(Cw:0.2㎜이하), 망상균열, 백태<br>- 균열(Cw:0.3㎜이상)<br>- 들뜸/박락/파손, 재료분리 | - 지속관찰<br>- 지속관찰<br>- 지속관찰 |
| 교량받침 | | b | - Plate 도장박리/녹발생<br>- 상부 Plate 들뜸, 고무재 들뜸/파손<br>- 받침 몰탈 균열(Cw:0.2㎜이하)<br>- 받침 몰탈 균열(Cw:0.3㎜이상)<br>- 받침 몰탈 파손 | - 녹제거 후 재도장<br>- 지속관찰<br>- 지속관찰<br>- 지속관찰<br>- 지속관찰 |

## 가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항(계속)

| 상태평가 결과 및 보수·보강 | | | | 상태평가 결과 : B |
|---|---|---|---|---|
| 결함발생 부재 | | 상태평가 결과 | 결함종류 | 보수·보강(안) |
| 기타부재 | 신축이음장치 | c | - 본체 녹발생<br>- 유간부 이물질 퇴적<br>- 신축이음 하부 볼트 탈락<br>- 후타재 망상균열<br>- 후타재 파손<br>- 차수판 파손, 앵커볼트 탈락 | - 녹제거 후 재도장<br>- 정비<br>- 지속관찰<br>- 지속관찰<br>- 단면보수<br>- 재설치 |
| | 교면포장 | b | - 라벨링, 접속부 이격<br>- 아스콘 패임 | - 지속관찰<br>- 팻칭보수 |
| | 배수 | b | - 배수구 막힘<br>- 배수관 탈락/매립/연결고리 탈락<br>- 배수관 고정불량/길이부족 | - 정비<br>- 배수관 절단 및 재설치<br>- 지속관찰 |
| | 난간 및 연석 (방호벽) | c | - 균열(Cw:0.2㎜이하), 망상균열<br>- 균열(Cw:0.3㎜이상), 균열/백태<br>- 보수재 박리/파손 | - 지속관찰<br>- 지속관찰<br>- 지속관찰 |

## 나. 안전성평가 결과

| 안전성평가 수행 부재 | 해석방법 | 안전성평가 결과 요약 | 안전율 | 안전성평가 결과 |
|---|---|---|---|---|
| 바닥판 | 강도설계법 | 최소 안전율 1.600으로 양호 | 1.0이상 | A |
| 거더 | 강도설계법 | 최소 안전율 1.550으로 양호 | 1.0이상 | |
| 교각 | 강도설계법 | 최소 안전율 4.637으로 양호 | 1.0이상 | |

## 다. 내진성능 검토 수행 여부

| 검토대상 부재 | 설계적용여부 | 결과 | 검토결과 요약 |
|---|---|---|---|
| - | 적용 | - | - |

## 라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

| 시 험 명 | 시험부위 | | | 시험 결과 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 비파괴 강도 (㎫) | 상부 구조 | | 반발경도 | 41.5~45.0 | ■ 설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨. |
| | | | 초음파 | 41.0~45.2 | |
| | 하부 구조 | | 반발경도 | 26.7~27.8 | |
| | | | 초음파 | 26.3~27.4 | |
| 철근탐사 (㎜) | PSC Box Girder | 상·하부 플랜지 | 배근간격 | 119~126 | ■ 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함. |
| | | | 피복두께 | 34~47 | |
| | | 복부 | 배근간격 | 123~128 | |
| | | | 피복두께 | 44~69 | |
| | 교대 | | 배근간격 | 100 | |
| | | | 피복두께 | 61 | |
| | 교각 | 코핑부 | 배근간격 | 150~300 | |
| | | | 피복두께 | 83~113 | |
| | | 기둥부 | 배근간격 | 94~109 | |
| | | | 피복두께 | 69~131 | |
| 탄산화 잔여깊이 (㎜) | 상부구조 | | | 40.4~49.1 | ■ 잔여깊이가 30㎜이상 'a등급' 으로 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨. |
| | 하부구조 | | | 55.3~107.1 | |
| 염화물 함유량시험 (kg/㎥) | 상부구조 | | | 0.276~0.382 | ■ 염화물이 함유되어 있으나, 부식발생 가능성이 낮은 상태인 'a~b' 로 평가됨. |
| | 하부구조 | | | 0.405~0.491 | |
| 균열 깊이 | 상부구조 | | | 52.7~60.6 | ■ 균열심도가 철근피복두께를 초과하거나 근접한 것으로 측정되었으며, 내구성확보 차원의 보수가 필요한 것으로 판단됨. |
| | 하부구조 | | | 97.1 | |

# 금시교 현황표

※ 작성일 : 2015년 12월 31일

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">교 량 명</td><td>금시교</td><td colspan="2">설계하중</td><td>DB-24</td></tr>
<tr><td rowspan="2">위치</td><td>공사이정</td><td>STA. 8+815.8 ~ 7+985.1</td><td rowspan="2">종별구분</td><td rowspan="2" colspan="2">1종 시설물</td></tr>
<tr><td>관리이정</td><td>부산기점 43.840 ~ 44.670km</td></tr>
<tr><td colspan="2">시 설 물<br>관리번호</td><td>dbw BR. 18</td><td>시설물번호</td><td colspan="2">상행선 : BR2006-0001036<br>하행선 : BR2006-0001037</td></tr>
<tr><td rowspan="2">상부<br>구조</td><td>형식</td><td colspan="4">PSC BOX GIRDER</td></tr>
<tr><td>연장</td><td>40+15@50+40=830m</td><td>교 폭</td><td colspan="2">상행선 : 12.145m<br>하행선 : 12.145m</td></tr>
<tr><td rowspan="2">하부<br>구조</td><td>교각</td><td>T형</td><td rowspan="2">기초<br>형식</td><td>교 각</td><td>현장타설말뚝기초</td></tr>
<tr><td>교대</td><td>역T형식</td><td>교 대</td><td>강관 PILE 기초</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>납면진 받침</td><td colspan="2">신축이음</td><td>RAIL JOINT</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차조건</td><td>밀양강</td><td colspan="2">교 고</td><td>5.1 m</td></tr>
<tr><td colspan="2">설 계 사</td><td>내경 ENG</td><td colspan="2">시 행 자</td><td>신대구부산고속도로(주)</td></tr>
<tr><td colspan="2">감 리 사</td><td>한국건설관리공사,<br>㈜용마엔지니어링, 동일기술공사</td><td colspan="2">시 공 자</td><td>현대산업개발(주)</td></tr>
<tr><td colspan="2">관리주체</td><td>신대구부산고속도로(주)</td><td colspan="2">준공년도</td><td>2006년 2월 10일</td></tr>
<tr><td colspan="2">종단구배</td><td>-0.3%</td><td colspan="2">횡단구배</td><td>-2.0%</td></tr>
</table>

# 정밀안전진단 참여기술진

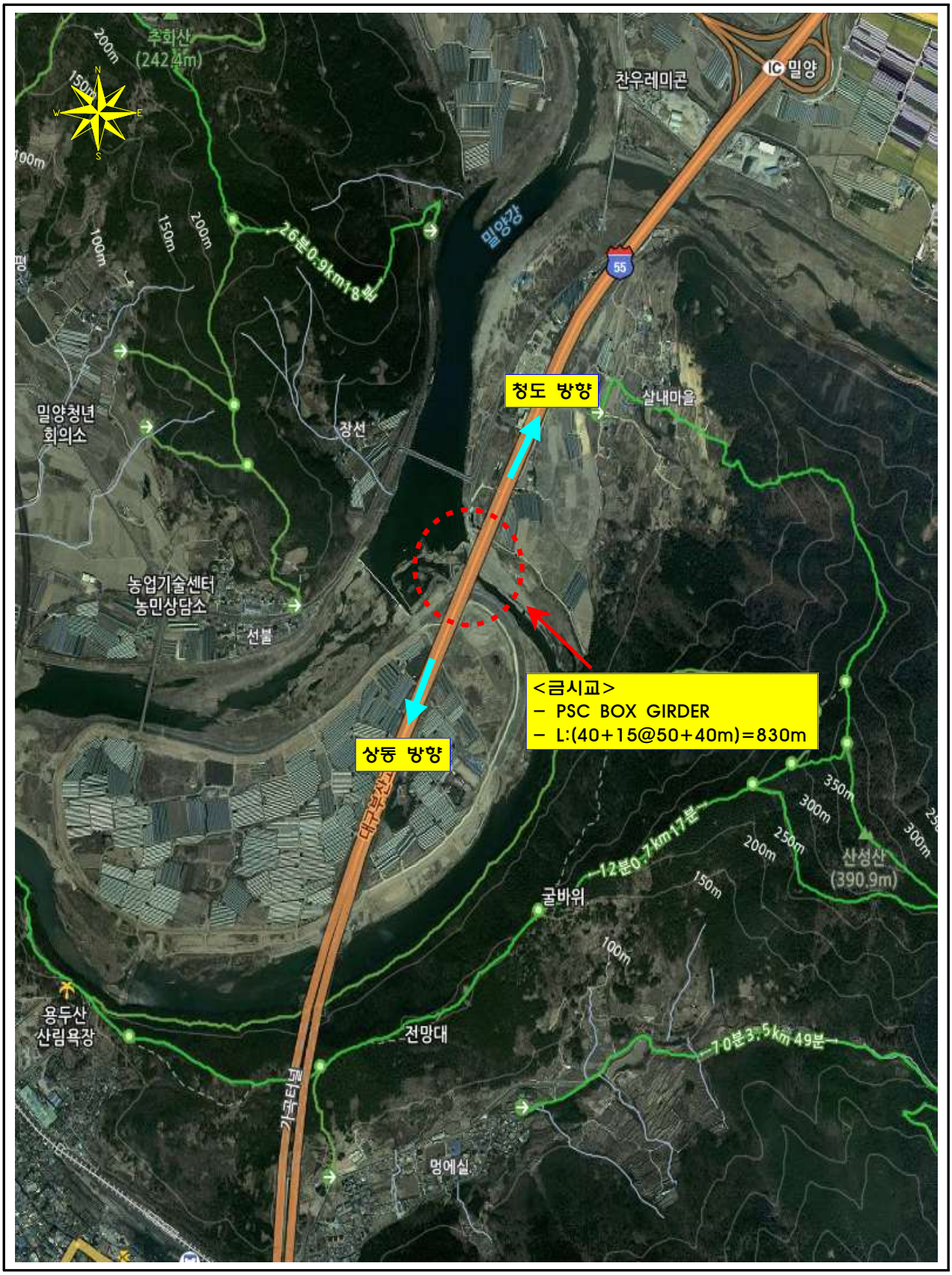
※ 과업기간 : 2015년 8월 11일 ~ 2015년 12월 31일 (143일간)

| 참여구분 | 참여분야 | 직 위 | 성 명 | 서 명 |
|---|---|---|---|---|
| 책임기술자 | 사업책임기술자 | 이 사 | 방 기 섭 | |
| 분야별 참여기술자 | 현장조사 및 측정 | 부 장 | 권 태 완 | |
| | 분석 및 평가 | 차 장 | 김 상 현 | |
| 참여기술자 | 현장조사 및 측정 | 부회장 | 이 홍 재 | |
| | | 상 무 | 홍 왕 선 | |
| | | 부 장 | 이 강 호 | |
| | | 차 장 | 엄 규 식 | |
| | | 차 장 | 유 재 웅 | |
| | | 대 리 | 호 근 | |
| | | 대 리 | 강 덕 운 | |
| | | 대 리 | 김 용 수 | |
| | 현장조사 분석 및 평가 | 상 무 | 정 재 희 | |
| | | 이 사 | 문 원 덕 | |
| | | 과 장 | 윤자비나 | |
| | | 대 리 | 전 민 철 | |
| | | 대 리 | 이 재 윤 | |
| | | 대 리 | 마 권 동 | |
| | | 주 임 | 정 문 용 | |
| | 안전선 평가 및 보고서 작성 | 회 장 | 장 석 진 | |
| | | 과 장 | 백 운 빈 | |
| | | 과 장 | 안 휘 순 | |
| | | 대 리 | 방 준 영 | |
| | | 대 리 | 김 두 겸 | |
| | | 주 임 | 최 지 선 | 최지선 |
| | | 주 임 | 박 민 지 | |

# 시설물 위치도(1)


고정2터널
L=1,060m
고정1터널
L=1,142m(대구)
L=1,118m(부산)
월연교
L=400.0m
금시교
L=840m
용평1교
L=300.0m
옥산리
고정리
도곡리
상동면
낙화산
(625.7m)
안인리
가곡리
금곡리
용지리
기회송림공원
밀양부북특별
농공단지
밀양시청
추화산
(242.4m)
IC 밀양
다죽리
산외면
금천리
영남루
산성산
(390.9m)
밀양역
리더스CC
전사포리
예림리
숲진리

# 시설물 위치도(2)


청도 방향
상동 방향
<금시교>
– PSC BOX GIRDER
– L:(40+15@50+40m)=830m
주회산
(242.4m)
찬우레미콘
IC 밀양
밀양강
밀양청년
회의소
장선
살내마을
농업기술센터
농민상담소
선불
굴바위
산성산
(390.9m)
용두산
산림욕장
전망대
멍에실
대구부산선
가곡터널
26분0.9km18분
12분0.7km17분
70분3.5km49분

# 시설물의 전경사진(1)



상부전경




측면전경

# 시설물의 전경사진(2)




PSC BOX 외부 전경



PSC BOX 내부 전경

# 시설물의 전경사진(3)



교대 전경(A1)



교대 전경(A2)

# 시설물의 전경사진(4)




교각 전경(P3)




교각 전경(P6)

# 시설물의 전경사진(5)



받침장치 전경 (Type-1)

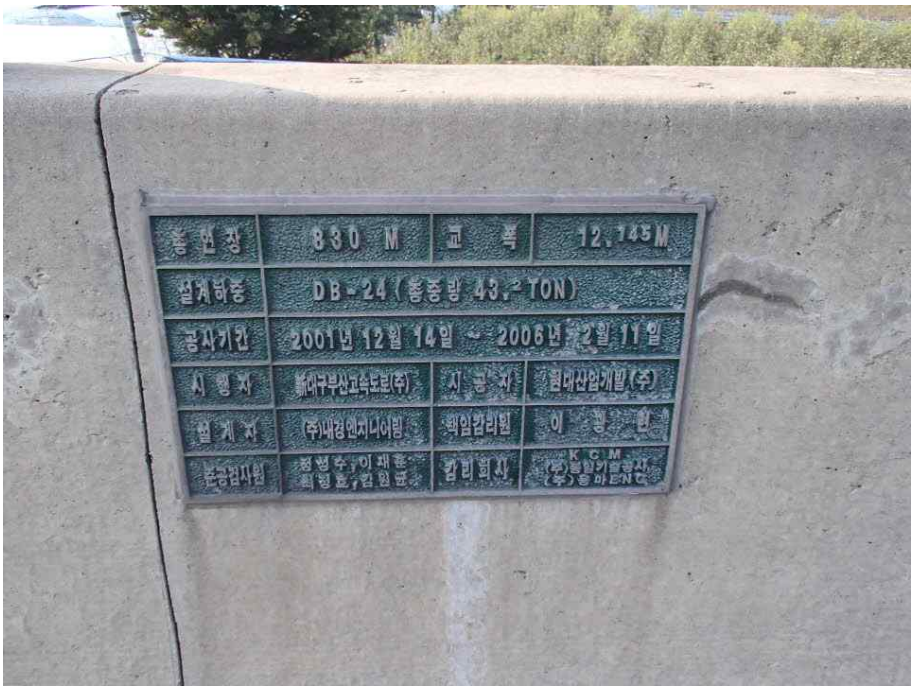


받침장치 전경 (Type-2)

# 시설물의 전경사진(6)

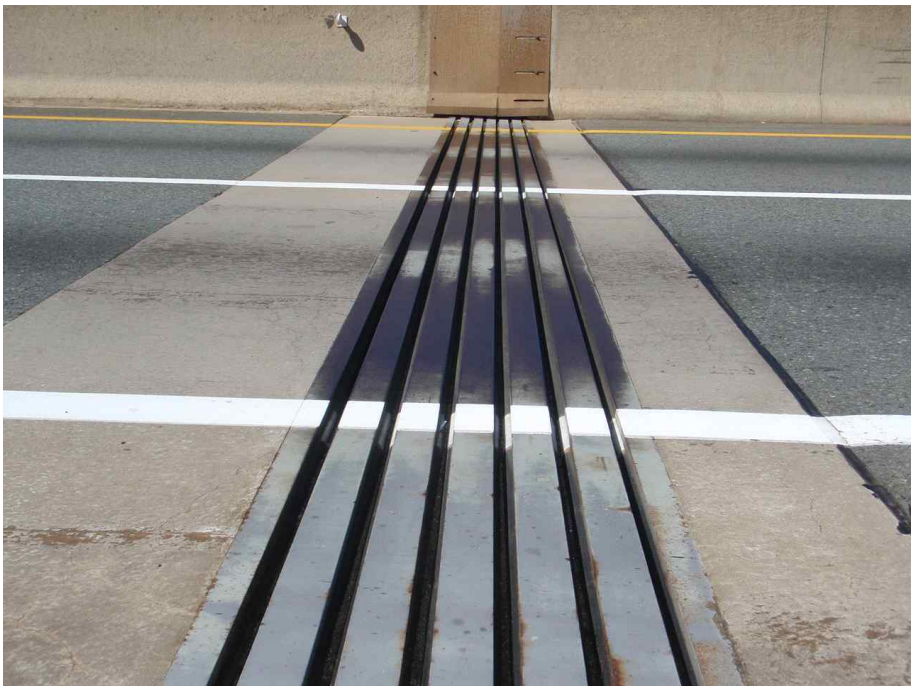



교 명 판

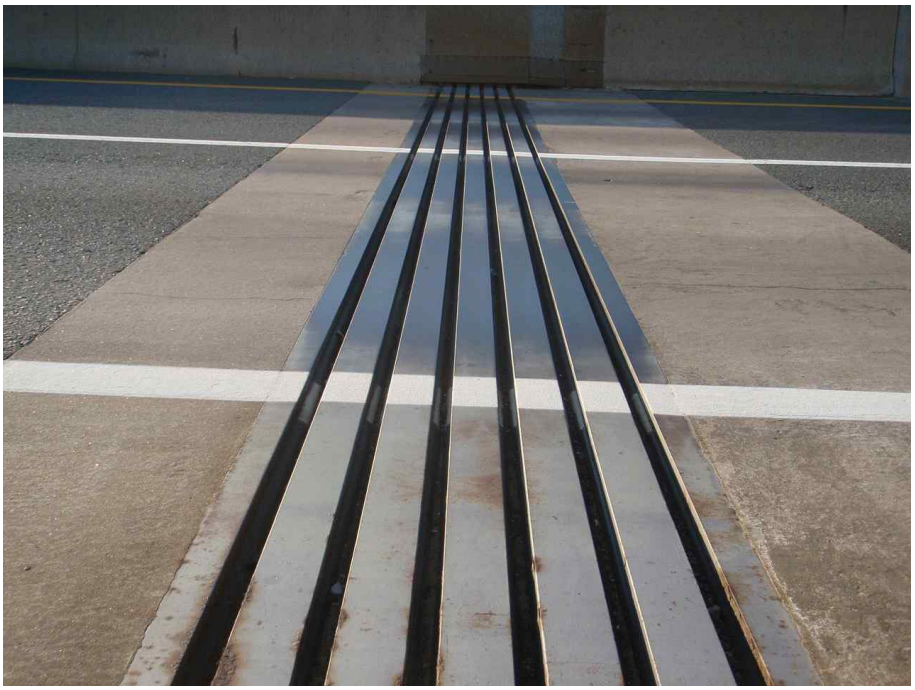



설 명 판

# 시설물의 전경사진(7)



신축이음장치 전경(A1)



신축이음장치 전경(A2)

# 시설물의 전경사진(8)



차량방호벽 전경



중앙분리대 전경

# 정밀안전진단 결과 요약문

## 1. 과업의 개요

### 1.1 과업의 목적

본 과업은 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”(이하 ” 시특법 “이라 한다.) 제7조 및 동법 시행령 제9조에 의한 정밀안전진단으로서 시설물의 물리적·기능적 결함과 손상을 조사·측정하고 원인을 분석하여 신속하고 적절한 조치를 취하며, 상태 및 구조적 안전성, 사용성을 종합적으로 검토·평가하여 적절한 보수·보강방법 및 유지관리방안을 수립하여, 고속도로 시설물의 재난예방과 안전성 확보를 통해 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

### 1.2 과업의 범위

1) 자료수집 및 분석

2) 현장조사 및 시험

3) 상태평가

4) 안전성 평가

5) 종합평가 및 안전등급 지정

6) 보수·보강방법 및 유지관리방안 제시

7) 보고서 작성

8) 신축이음장치 및 슈 점검(사진, 신축량 등)은 별도 시행방안에 따라 결과물 작성 및 제출

9) 하자보고서 작성

### 1.3 과업기간

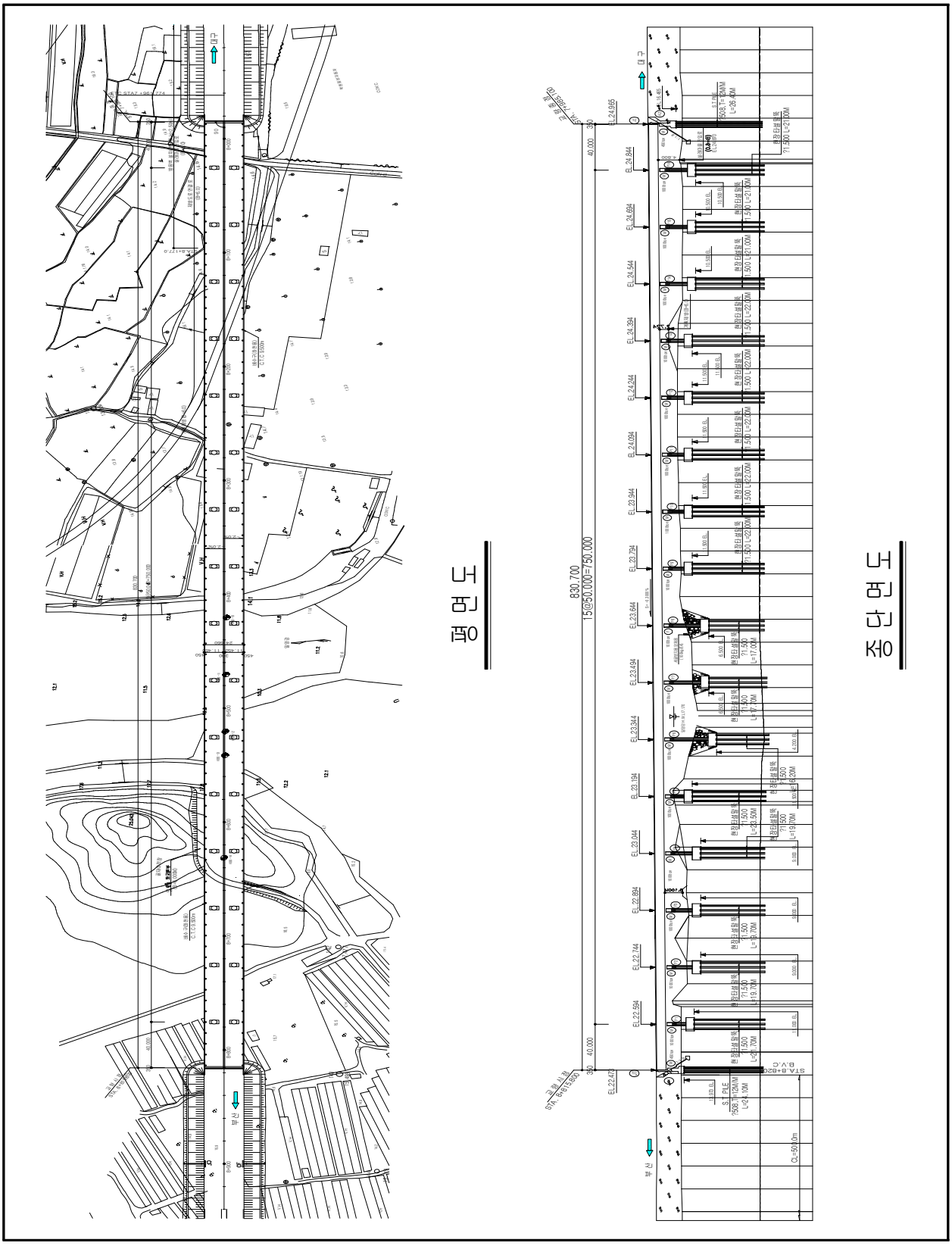
2015. 08. 11 ~ 2015. 12. 31 (착수일로부터 143일간)

## 1.3 시설물의 개요

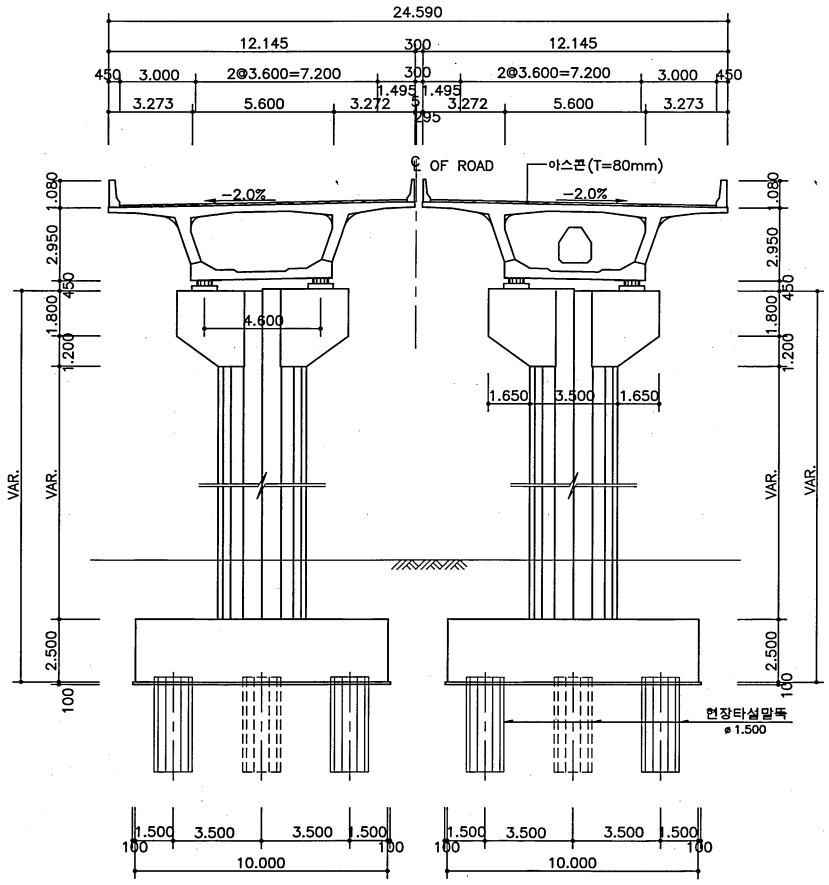
1) 시설물의 현황

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">교 량 명</td><td>금시교</td><td colspan="2">설계하중</td><td>DB-24</td></tr>
<tr><td rowspan="2">위치</td><td>공사이정</td><td>STA. 8+815.8 ~ 7+985.1</td><td colspan="2" rowspan="2">종별구분</td><td rowspan="2">1종 시설물</td></tr>
<tr><td>관리이정</td><td>부산기점 43.840 ~ 44.670km</td></tr>
<tr><td colspan="2">시 설 물<br>관리번호</td><td>dbw BR. 18</td><td colspan="2">시설물번호</td><td>상행선 : BR2006-0001036<br>하행선 : BR2006-0001037</td></tr>
<tr><td rowspan="2">상부<br>구조</td><td>형식</td><td colspan="4">PSC BOX GIRDER</td></tr>
<tr><td>연장</td><td>40+15@50+40=830m</td><td colspan="2">교 폭</td><td>상행선 : 12.145m<br>하행선 : 12.145m</td></tr>
<tr><td rowspan="2">하부<br>구조</td><td>교각</td><td>T형</td><td rowspan="2">기초<br>형식</td><td>교 각</td><td>현장타설말뚝기초</td></tr>
<tr><td>교대</td><td>역T형식</td><td>교 대</td><td>강관 PILE 기초</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>납면진 받침</td><td colspan="2">신축이음</td><td>RAIL JOINT</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차조건</td><td>밀양강</td><td colspan="2">교 고</td><td>5.1 m</td></tr>
<tr><td colspan="2">설 계 사</td><td>내경 ENG</td><td colspan="2">시 행 자</td><td>신대구부산고속도로(주)</td></tr>
<tr><td colspan="2">감 리 사</td><td>한국건설관리공사<br>(주)용마엔지니어링<br>동일기술공사</td><td colspan="2">시 공 자</td><td>현대산업개발(주)</td></tr>
<tr><td colspan="2">관리주체</td><td>신대구부산고속도로(주)</td><td colspan="2">준공년도</td><td>2006년 2월 10일</td></tr>
<tr><td colspan="2">종단구배</td><td>-0.3%</td><td colspan="2">횡단구배</td><td>-2.0%</td></tr>
</table>

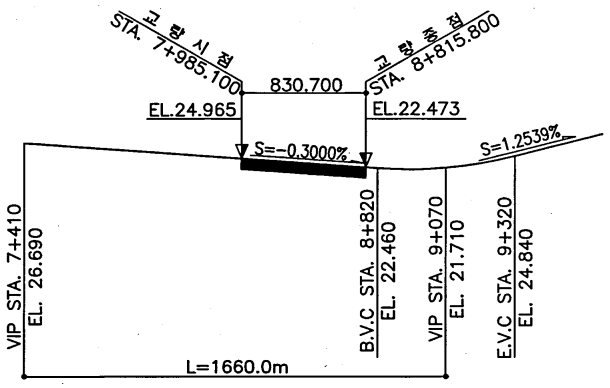
2) 시설물 주요 도면




【 종·평면도 】




〈횡단면도〉




〈종구배도〉

【 횡단면도 및 종구배도 】

# 2. 자료수집 및 분석

## 2.1 보수・보강 이력

| 구분 | 공사기간 | 설계자 | 시공자 | 보수·보강공법/내용 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 보수 | '06.05 | - | 현대산업개발㈜ | 받침 재도장 | - |
| 보수 | '07.03 | - | 현대산업개발㈜ | 주형/받침 표면처리, 수지주입, 배수관 정비 | - |
| 보수 | '08.03 | - | 현대산업개발㈜ | 주형 에폭시주입, 배수관 정비 | - |
| 보수 | '08.09 | - | 현대산업개발㈜ | 교면포장 팻칭보수 | - |
| 보수 | '09.05 | - | 현대산업개발㈜ | 방호벽/배수관 정비 | - |
| 보수 | '10.06 | - | 현대산업개발㈜ | 방호벽/교대 및 교각 표면처리 | - |
| 보수 | '10.08 | - | 현대산업개발㈜ | 배수관 정비 | - |
| 보수 | '10.12 | - | 현대산업개발㈜ | 신축이음(A2대구) 정비 | - |
| 보수 | '11.03 | - | 현대산업개발㈜ | 주형 출입구 설치 | - |
| 보수 | '11.04 | - | 현대산업개발㈜ | 주형 수지주입, 표면처리, 받침 재도장 | - |
| 보수 | '11.08 | - | 현대산업개발㈜ | 교대/교각 표면처리 | - |
| 보수 | '11.10 | - | 현대산업개발㈜ | 화재구간 복구,정비 | - |
| 보수 | '12.05 | - | 현대산업개발㈜ | 교대/교각 표면처리 | - |
| 보수 | '12.06 | - | 현대산업개발㈜ | 신축이음 보수, 바닥판하면 정비 | - |
| 보수 | '13.04 | - | 현대산업개발㈜ | 신축이음(A2대구) 부품교체 | - |
| 보수 | '13.04 | - | 현대산업개발㈜ | 유도배수관 개선(상・하A1) | - |
| 보수 | '13.07 | - | 현대산업개발㈜ | 교대/교각 표면처리, 이물질청소 | - |
| 보수 | '14.06 | - | 현대산업개발㈜ | 배수시설 정비 | - |
| 보수 | '14.11 | - | 현대산업개발㈜ | 신축이음 정비 | - |

## 2.2 자료수집 및 분석 결과요약

| 구 분 | 수집 자료 | 자료분석 결과 | 진단과업 진행방향 |
|---|---|---|---|
| 건 설 관 련 자 료 | ◇ 준공도면 및 구조계산서<br>: 대구-부산간 고속도로 민간투자사업 준공도서<br>- 실시설계 종합보고서<br>- 토질 및 지반보고서<br>- 준공내역서, 수량산출서<br>- 구조 및 수리계산서<br>- 토질조사보고서<br>- 설계도면 | ◇ 구조계산서 및 구조물도, 일반보고서는 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨<br>◇ 구조계산서 및 구조물도의 구조물 치수는 동일한 것으로 확인됨<br>◇ 주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 확인됨 | ◇ 본 검토 자료는 교량 내구성 시험 및 구조물 발생 손상의 원인분석에 기초자료로 활용<br><br>⇒ 현장 조사자료와 수집자료가 상이할 경우 현장조사 자료를 기준으로 과업진행 |
| 유 지 관 리 자 료 | ◇ 정밀점검 보고서 (2013.12)<br>◇ 정기점검 보고서 (2015.06) | ◇ 신축이음 지지대 탈락, 간격조절재 볼트 탈락<br>◇ 유도배수관 길이 부족, 배수관 위치 부적절<br>◇ 교량받침 Plate 들뜸, 고무재 들뜸, 무수축몰탈 사방향 균열<br>◇ 교각 점검로 파손<br><br>◇ 내구성 조사결과, 설계기준 이상으로 양호한 상태임<br><br>◇ 안전성평가결과 구조물에 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가됨 | ◇ 전회 점검결과와 금회 진단결과를 비교·검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련<br><br>◇ 전회 점검결과와 비교·검토하여 내구성 저하 여부 확인<br><br>◇ 구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 상세구조해석을 실시하여 안정성 확보 여부 확인 |
| | ◇ 보수·보강 이력<br>- 시설물 관리대장<br>- 시설물정보관리종합시스템 보수 및 점검이력 | ◇ 배수시설 정비<br>◇ 신축이음 정비 | ◇ 보수부 상태 확인 |

# 3. 현장조사 및 시험

## 3.1 대구방향

### 가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

| 구 분 | | 주요결함 및 외관조사 결과 | 검토의견 |
|---|---|---|---|
| PSC BOX 거더 | 내부 | •상부 바닥판에 종균열이 다수 발생되었으며, 벽체부에 간헐적인 수평 및 경사균열, 격벽부 균열 및 망상균열 | •시공적, 환경적 요인에 의한 손상으로 장기 공용에 따라 Tendon이나 철근 부식, Con'c 내구성에 영향을 미칠 수 있어 0.2㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 0.1㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직함 |
| | | •백태, 재료분리 | •작업구 메움부의 정밀시공 미흡에 의한 손상으로 손상확대 방지를 위해 단면보수가 바람직함<br>•External Tendon Block부 백태 손상은 시공 초기 손상으로 손상 진행이 수렴된 것으로 판단되어 표면처리 및 주의관찰이 필요하고 향후, 지속적인 백태 발생시 누수부에 대한 단면보수가 필요함 |
| | | •파손 및 이물질 퇴적 등의 손상이 조사됨 | •파손 및 이물질 퇴적 손상은 경미한 손상이나 원활한 유지관리를 위해 단면보수 및 청소/제거가 바람직함 |
| | 외부 | •하부 바닥판에 종균열이 간헐적으로 발생되었으며, 벽체부에 수평 및 경사균열이 조사됨 | •시공적, 환경적 요인에 의한 손상으로 장기 공용에 따라 Tendon이나 철근 부식, Con'c 내구성에 영향을 미칠 수 있어 0.2㎜이상 균열 손상은 주입보수를 실시하고, 0.1㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직함 |
| | | •표면부 백태 및 누수오염 | •백태는 표면부에 시공초기 발생한 경미한 손상으로 미관 및 내구성 확보를 위해 표면처리가 바람직함<br>•누수오염은 내구성 확보를 위해 표면처리가 바람직하고 향후, 신축이음장치 재설치시 방호벽 단부측에 대한 정밀 마감시공이 필요함 |
| | | •파손, 박리 | •장기 공용시 손상확대가 우려되므로 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요함 |
| | | •유도배수관 길이부족 등의 손상이 조사됨 | •교면수 유출로 하부구조의 열화 가능성이 있는 것으로 열화방지를 위해 지면부까지 배수관 길이 연장이 바람직하다. |

| 구 분 | 주요결함 및 외관조사 결과 | 검토의견 |
|---|---|---|
| 교대 | •균열 및 망상균열 | •교대 및 통로BOX에 발생된 균열은 비구조적 균열로 구조물의 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 0.2㎜이하 균열은 표면처리가 바람직함 |
| | •교좌면 체수흔적 및 누수오염 | •신축이음 마감 미흡에 따른 누수가 원인으로 내구성 확보를 위해 표면처리가 바람직하고 향후, 신축이음장치 재설치시 방호벽 단부측에 대한 정밀 마감시공이 필요함 |
| | •통로 BOX Joint부 누수 등의 손상이 조사됨 | •신축 Joint부의 정밀시공 미흡에 따른 손상으로 지속적인 누수가 우려되므로 방수용 발포우레탄 보수가 바람직함 |
| 교각 | •망상균열, 균열 등 | •조사된 균열은 비구조적 균열로 구조물의 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 0.2㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직함 |
| | •파손 및 백태 | •파손 손상은 외부 충격에 의해 발생된 손상이며, 백태는 시공초기 발생된 경미한 표면부 손상이나 내구성 확보를 위해 단면보수 및 표면처리가 필요함 |
| | •그을음 등의 손상이 조사됨 | •밀양강 주변 이용자들의 쓰레기 소각에 의해 발생된 손상으로 그을음 이외의 추가 손상은 없는 상태로 손상도가 경미하나 미관 및 내구성 확보를 위해 표면처리가를 실시하는 것이 바람직함 |
| 교량받침 | •받침장치 플레이트 도장박리/녹발생, 볼트 체결불량 | •공용기간 증가 및 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 및 건전성 확보를 위해 재도장 및 볼트 재체결이 필요함 |
| | •받침 몰탈 균열 | •온도 및 건조수축에 의한 0.2㎜이하 균열로 표면처리가 바람직함 |
| | •받침몰탈 파손 | •받침몰탈 파손은 외적 요인에 의한 모서리부 손상으로 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요함 |
| | •받침Plate 들뜸 및 고무재 들뜸 등의 손상이 조사됨 | •받침Plate 들뜸은 받침Plate 끝단부에 국한하여 발생된 경미한 손상이며, 고무재 들뜸 손상은 받침장치 보호를 위한 피복 고무재 들뜸 손상으로 받침기능 발휘에는 전혀 문제가 없고 손상정도가 경미하여 주의관찰이 바람직함 |
| 신축이음 | •신축이음 본체 녹발생, 유간부 토사퇴적 등 | •본체 녹발생은 내구성 확보를 위해 도장 실시가 바람직하며, 유간부 토사퇴적은 신축거동 제한으로 구조물에 영향을 미칠 수 있어 주기적인 청소가 바람직함 |
| | •차수판 변형, 앵커볼트 탈락 및 풀림 | •차수판의 건전성 확보를 위해 재설치가 바람직함 |
| | •후타재 균열 등의 손상이 조사됨 | •급속시공 및 조기차량 통행 등 제한적 시공여건에 의해 발생된 손상으로 후타재의 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 망상균열 및 0.2㎜이하 균열은 주의관찰이 바람직함 |

| 구 분 | 주요결함 및 외관조사 결과 | 검토의견 |
|---|---|---|
| 교면포장 | •아스콘 균열, 망상균열, 라벨링 등 | •주기적인 보수작업으로 주행성을 크게 저해할 만한 손상은 조사되지 않았음<br>•손상확대 여부를 관찰하고 포장 보수 계획 수립 후 적절한 시기에 보수 실시가 바람직함 |
| | •아스콘 패임 등의 손상이 조사됨 | •차량하중 작용으로 손상확대가 우려되고, 포장층내 우수 침투로 구조물의 내구성 저하를 유발할 수 있으므로 주행성을 고려하여 보수 실시가 바람직함 |
| 배수시설 | •전반적으로 양호한 상태이나, 일부 개소에서 배수관 막힘 및 배수관 파손 등의 손상이 조사됨 | •배수처리 미흡 및 누수 발생으로 하부구조 열화 등 주변부에 대해 2차 손상발생 가능성이 있으므로 주기적인 청소가 바람직하며, 배수관 파손은 하부구조의 열화방지를 위해 재설치가 바람직함 |
| 난간<br>(방호벽) | •수평 및 수직균열 | •온도 및 건조수축에 의한 수직균열과 타설시 차량진동에 의한 표면부 수평 트임 균열로 기능 및 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열 및 균열부 백태 손상은 주입보수, 0.2㎜이하 균열 및 망상균열은 표면처리 실시가 바람직함 |
| | •방호벽 접속부 단차 | •접속슬래브와 토공 접속부에 구조물과 토공부의 압축성 차이에 발생된 손상으로 공용년수를 고려할 때 손상 진행이 수렴된 것으로 판단되므로 현 상태에 대해 주의관찰하고 향후, 추가 손상 및 손상확대시 대책수립이 바람직함 |
| | •철근노출 | •시공시 피복부족에 의한 철근노출 손상은 철근부식으로 단면손상 확대가 우려되므로 단면보수가 필요할 것으로 판단됨 |
| | •차량방호책 변형 및 방호벽에 국부적으로 발생한 박락/파손 등의 손상이 조사됨 | •차량충돌 등 외부충격에 의한 손상으로 손상 정도가 경미하여 현 상태에서 보수는 필요치 않음 |
| 기타시설 | •점검로 난간 변형, 중간난간대 탈락 및 교각 표지판 탈락 | •외부 충격에 의한 점검로 난간변형부는 손상정도가 경미하여 주의관찰이 바람직하나, 점검로 중간난간대 탈락 및 교각표지판 탈락은 점검자의 안전 및 원활한 점검을 위해 재설치가 바람직함 |
| | •델리네이터 파손 | •방호벽의 부착된 델리네이터 파손은 공용중 차량 및 작업자에 의한 손상으로 운전자의 시선유도하여 사고방지를 위해 재설치가 바람직함 |

2) 기 정밀점검(2013년) 결과와의 비교

| 구 분 | | 2013년 정밀점검 결과 | 금회 진단결과 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|
| PSC BOX 거더 | 내부 | •균열(0.2㎜ 미만), 망상균열, 백태, 철근노출 등 | •기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나, 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜미만 미세균열이 다수 조사됨 | |
| | 외부 | •균열(0.2㎜ 미만), 망상균열, 백태 등 | •기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나 금회 진단시 점검장비 등을 이용한 근접조사에 의해 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜미만의 미세균열이 다수 조사됨 | |
| 교대 | | •균열(0.3㎜ 미만), 누수흔적, 실런트 파손, 이물질 적치 등 | •기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나, PSC BOX거더 출입 통로BOX 내부에서 0.1~0.3㎜ 횡방향 균열이 다소 증가된 것으로 조사됨 | |
| 교각 | | •균열(0.3㎜ 미만), 균열(0.3㎜ 이상), 망상균열, 파손 등 | •기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나, 금회 진단시 점검장비 등을 이용한 근접조사에 의해 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜이하의 미세균열 및 망상균열 등의 손상이 증가된 것으로 조사됨 | |
| 교량받침 | | •무수축몰탈 균열(0.3㎜ 미만), Plate 녹발생 등<br><br>•교량받침의 신축여유량에는 문제가 없는 것으로 평가됨 | •공용기간 증가에 의해 받침Plate 녹발생은 다소 증가된 것으로 조사되었으며, 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜이하 받침몰탈 균열이 추가로 조사됨<br><br>•교량받침의 가동여유량은 설계기준온도에 따른 최대 신장여유량 및 동절기 최대 신축여유량을 확보하고 있는 것으로 평가됨<br>•연단거리 측정 결과, 시방규정을 만족하고 있는 것으로 검토됨 | |

| 구 분 | 2013년 정밀점검 결과 | 금회 진단결과 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 신축이음 | •하부 볼트 파단 및 탈락, 하부 지지대 탈락, 접속부 이격, 차수판 앵커볼트 탈락 등<br><br>•신축이음은 모두 신장여유량을 확보하고 있는 것으로 평가됨 | •대부분 기 조사된 손상이며, 일부 공용중 후타재 균열, 망상균열 등의 손상이 증가한 것으로 조사됨<br><br>•신축이음은 모두 신장여유량을 확보하고 있는 것으로 평가됨 | |
| 교면포장 | •아스콘 패임, 라벨링 등 | •기 점검시 조사된 아스콘 손상에 대해 일부 보수가 실시된 상태이나, 공용기간 증대, 빈번한 중차량 통행 등에 의해 포장부 손상이 추가로 조사됨 | |
| 기타부재 | •배수시설<br>: 유도배수관 길이부족, 배수관 연결고리 탈락 등<br><br>•방호벽<br>: 균열(0.3㎜ 미만), 균열(0.3㎜ 이상), 백태 등 | •배수시설<br>: 기점검 손상은 일부 보수가 되었으나 일부 구간에 배수관 파손, 배수구 막힘 등의 손상이 추가로 조사됨<br><br>•방호벽<br>: 기 점검 시 조사된 손상에 대해 일부 보수가 이루어졌으나 일부 미보수된 손상과 공용중 일부 손상이 증가하였으며, 일부 철근노출, 파손, 차량방호책 변형 등의 손상이 추가로 조사됨 | |
| 검토의견 | •기 점검(2013년)과 비교 결과, PSC BOX 거더, 교대, 교각, 교면포장, 방호벽, 배수시설 등의 부재에 발생한 손상은 일부 보수가 이루어진 것으로 확인되었으나, 공용기간 증가 및 금회 근접조사에 의해 기 점검(2013년) 대비 PSC BOX 거더, 교각부 등의 균열, 포장면 손상 등이 추가로 다수 조사됨 | | |

## 나. 내구성조사 결과요약

1) 금회 진단 현장시험 결과 요약

<table>
<tr><th>시험명</th><th colspan="2">시 험 위 치</th><th colspan="5">시 험 결 과</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td rowspan="6">비파괴<br>강도<br>(㎫)</td><td>부재</td><td>시험종류</td><td>추정강도(A)</td><td colspan="2">설계기준강도(B)</td><td>A/B×100(%)</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">상부구조<br>(PSC BOX)</td><td>반발경도법</td><td>41.1～44.7</td><td colspan="2" rowspan="2">40.0</td><td>103～112</td></tr>
<tr><td>초음파속도법</td><td>40.5～45.7</td><td>101～114</td></tr>
<tr><td rowspan="2">하부구조<br>(교대, 교각)</td><td>반발경도법</td><td>27.6～28.5</td><td colspan="2" rowspan="2">24.0</td><td>115～119</td></tr>
<tr><td>초음파속도법</td><td>27.3～27.9</td><td>114～116</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="5">■ 설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="11">철근탐사<br>(㎜)</td><td colspan="2" rowspan="2">부재</td><td rowspan="2">철근종류</td><td colspan="2">측정치</td><td colspan="2">설계치</td><td rowspan="11"></td></tr>
<tr><td>배근간격</td><td>피복두께</td><td>배근간격</td><td>피복두께</td></tr>
<tr><td rowspan="4">상부구조<br>(PSC BOX)</td><td rowspan="2">상 · 하부<br>플랜지</td><td>횡방향철근</td><td>118～127</td><td>42～69</td><td>125</td><td>40.5</td></tr>
<tr><td>종방향철근</td><td>185～227</td><td>54～105</td><td>200</td><td>59.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">복부</td><td>수직철근</td><td>119～126</td><td>41～59</td><td>125</td><td>37.5</td></tr>
<tr><td>수평철근</td><td>198～23</td><td>60～92</td><td>200</td><td>62.5</td></tr>
<tr><td rowspan="6">하부구조<br>(교대, 교각)</td><td rowspan="2">교대</td><td>수직철근</td><td>95</td><td>55</td><td>100</td><td>40.5</td></tr>
<tr><td>수평철근</td><td>121</td><td>74</td><td>125</td><td>59.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">교각<br>코핑부</td><td>수직철근</td><td>149～157</td><td>86～96</td><td>150</td><td>87.5</td></tr>
<tr><td>수평철근</td><td>300～312</td><td>101～105</td><td>300</td><td>112.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">교각<br>기둥부</td><td>수직철근</td><td>98～108</td><td>81～125</td><td>100</td><td>109.5</td></tr>
<tr><td>띠철근</td><td>145～153</td><td>57～90</td><td>150</td><td>90.5</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="6">■ 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계치과 근사함.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">탄산화<br>잔여깊이<br>(㎜)</td><td colspan="2">부재</td><td>탄산화깊이</td><td>피복두께</td><td>잔여깊이</td><td>평가</td><td>잔존수명</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>상부구조</td><td>PSC BOX</td><td>1.4～5.7</td><td>40～69</td><td>35.3～64.9</td><td>a</td><td>100년 이상</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td>교대, 교각</td><td>5.3～6.8</td><td>55～96</td><td>49.7～90.2</td><td>a</td><td>100년 이상</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="5">■ 탄산화 잔여깊이가 30㎜이상인 “a” 로 평가되며, 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">염화물<br>함유량</td><td colspan="2">부재</td><td>$Cl^-$(%)</td><td colspan="2">$Cl^-$(kg/㎥)</td><td>평가</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>상부구조</td><td>PSC BOX</td><td>0.0098～0.0266</td><td colspan="2">0.221～0.601</td><td>a～b</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td>교대, 교각</td><td>0.0072～0.0181</td><td colspan="2">0.162～0.409</td><td>a～b</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="5">■ 염화물이 함유되어 있으나, 부식발생 가능성 낮은 상태인 “a~b” 로 평가됨</td></tr>
<tr><td rowspan="4">균열<br>깊이<br>(㎜)</td><td colspan="2">부재</td><td>균열폭</td><td colspan="2">균열깊이</td><td>피복두께</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>상부구조</td><td>PSC BOX</td><td>0.2</td><td colspan="2">42.7～56.5</td><td>37.5</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td>교각</td><td>0.3</td><td colspan="2">77.6～91.0</td><td>87.5</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="5">■ 균열심도가 철근피복두께를 초과하거나 근접한 것으로 측정되었으며, 내구성확보 차원의 보수가 필요한 것으로 판단됨</td></tr>
</table>

2) 기 정밀점검(2013년)결과 비교

<table>
<tr><th>시험명</th><th colspan="2">시 험 위 치</th><th colspan="3">시 험 결 과</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td rowspan="4">비파괴 강도 (㎫)</td><td>시험종류</td><td>부재</td><td>'13년 정밀점검</td><td>금회('15년) 정밀안전진단</td><td>설계기준강도</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">반발경도법</td><td>상부구조</td><td>41.7～43.9</td><td>41.1～44.7</td><td>40.0</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td>24.5～27.2</td><td>27.6～28.5</td><td>24.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="3">■ 설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.<br>■ 기 정밀점검('13년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 콘크리트 구조물에 강도저하는 없는 것으로 판단됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">탄산화 잔여깊이 (㎜)</td><td colspan="2">부재</td><td>'13년 정밀점검</td><td>금회('15년) 정밀안전진단</td><td>평가</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">상부구조</td><td>2.0～5.0</td><td>1.4～5.7</td><td>a</td></tr>
<tr><td colspan="2">하부구조</td><td>4.0～7.0</td><td>5.3～6.8</td><td>a</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="3">■ 탄산화 잔여깊이가 30㎜이상인 “a” 로 평가되며, 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨.<br>■ 기 정밀점검('13년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 탄산화의 급격한 진전은 없는 것으로 판단됨.</td></tr>
</table>

## 3.2 부산방향

### 가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

| 구 분 | | 주요결함 및 외관조사 결과 | 검토의견 |
|---|---|---|---|
| PSC BOX 거더 | 내부 | •상부 바닥판에 종균열이 다수 발생되었으며, 벽체부에 간헐적인 수평 및 경사균열, 격벽부 균열 및 망상균열 | •시공적, 환경적 요인에 의한 손상으로 장기 공용에 따라 Tendon이나 철근 부식, Con'c 내구성에 영향을 미칠 수 있어 0.2㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 0.1㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직함 |
| | | •백태 | •External Tendon Block부 백태 손상은 시공 초기 손상으로 손상 진행이 수렴된 것으로 판단되어 표면처리 및 주의관찰이 필요하고 향후, 지속적인 백태 발생시 누수부에 대한 단면보수가 필요함 |
| | | •보수부 망상균열 및 들뜸 | •보수시 정밀시공 미흡에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 표면처리 및 단면보수 실시가 바람직함 |
| | 외부 | •하부 바닥판에 종균열이 간헐적으로 발생되었으며, 벽체부에 수평 및 경사균열이 조사됨 | •시공적, 환경적 요인에 의한 손상으로 장기 공용에 따라 Tendon이나 철근 부식, Con'c 내구성에 영향을 미칠 수 있어 0.2㎜이상 균열 손상은 주입보수를 실시하고, 0.1㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직함 |
| | | •누수, 누수오염/백태 | •포장층내로 유입된 우수가 바닥슬래브 및 방호벽 이음부의 접속 불량부를 통해 발생된 손상으로 지속적인 손상 증대가 우려되므로 상부 포장층 일부 구간 절개 후 충진 및 주입보수가 필요하며, 손상부에 대한 표면처리가 바람직함 |
| | | •들뜸 및 파손 | •장기 공용시 손상확대가 우려되므로 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요함 |
| 교대 | | •균열 및 망상균열 | •교대 및 통로BOX에 발생된 균열은 비구조적 균열로 구조물의 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 0.2㎜이하 균열은 표면처리가 바람직함 |
| | | •실런트 이격/노후화 | •공용증가에 따른 노후화로 실런트 이격이 발생되었으나, 기능발휘에 문제가 없으므로 주의관찰 후 향후, 손상 확대시 보수가 바람직함 |
| | | •교좌면 체수흔적 및 누수오염 | •신축이음 마감 미흡에 따른 누수가 원인으로 내구성 확보를 위해 표면처리가 바람직하고 향후, 신축이음장치 재설치시 방호벽 단부측에 대한 정밀 마감시공이 필요함 |
| | | •통로 BOX 이격, 누수, 백태 등의 손상이 조사됨 | •구조물 기초 지지층 상이에 따른 손상으로 공용년수를 고려할 때 손상 진행은 수렴된 것으로 판단되어 이격부 손상에 대해 주의관찰이 바람직하고, Joint 누수, 백태 손상은 내구성 확보를 위해 방수용 발포우레탄 보수 및 표면처리가 바람직함 |

| 구 분 | 주요결함 및 외관조사 결과 | 검토의견 |
|---|---|---|
| 교각 | •망상균열, 균열 등 | •조사된 균열은 비구조적 균열로 구조물의 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 0.2㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직함 |
| | •백태 | •시공초기 발생된 경미한 표면부 손상으로 손상정도가 경미하나 미관 및 내구성 확보를 위해 표면처리가 바람직함 |
| | •들뜸, 박락, 파손 | •외부 충격 및 정밀 시공미흡에 의한 보수부 손상으로 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요함 |
| | •재료분리 및 거푸집 미제거 | •시공 및 마무리 미흡에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 단면보수와 원활한 유지관리를 위해 거푸집 제거가 필요함 |
| | •그을음 등의 손상이 조사됨 | •밀양강 주변 이용자들의 쓰레기 소각에 의해 발생된 손상으로 그을음 이외의 추가 손상은 없는 상태로 손상도가 경미하나 미관 및 내구성 확보를 위해 표면처리가를 실시하는 것이 바람직함 |
| 교량받침 | •받침장치 플레이트 도장박리/녹발생, 볼트 체결불량 | •받침장치 플레이트 도장박리/녹발생, 볼트 체결불량은 공용기간 증가 및 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 및 건전성 확보를 위해 재도장 및 볼트 재체결이 필요함 |
| | •받침 몰탈 균열 | •온도 및 건조수축에 의한 0.2㎜이하 균열로 표면처리가 바람직함 |
| | •받침몰탈 파손 | •받침몰탈 파손은 외적 요인에 의한 모서리부 손상으로 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요함 |
| | •받침Plate 들뜸 및 고무재 들뜸 등의 손상이 조사됨 | •받침Plate 들뜸은 받침Plate 끝단부에 국한하여 발생된 경미한 손상이며, 고무재 파손/들뜸 손상은 받침장치 보호를 위한 피복 고무재의 표면부 긁힘, 들뜸 손상으로 손상정도가 경미하고 2013년 정밀점검시와 비교할 때, 손상진행이 발생되지 않고 받침기능 발휘에 전혀 문제가 없어 주의관찰이 바람직함 |
| 신축이음 | •신축이음 본체 녹발생, 유간부 토사퇴적 등 | •본체 녹발생은 내구성 확보를 위해 도장 실시가 바람직하며, 유간부 토사퇴적은 신축거동 제한으로 구조물에 영향을 미칠 수 있어 주기적인 청소가 바람직함 |
| | •차수판 파손, 앵커볼트 탈락 | •차수판의 건전성 확보를 위해 재설치가 바람직함 |
| | •후타재 파손 및 균열/망상균열 | •후타재의 국부적인 파손은 빈번한 차량통과에 따라 손상확대가 우려되므로 단면보수를 실시하고, 망상균열 및 0.2㎜이하 균열은 급속시공 및 조기차량 통행 등 제한적 시공여건에 의해 발생된 손상으로 손상정도가 경미하여 주의관찰이 바람직하며 향후, 손상 확대시 보수가 필요함 |
| | •유간조절장치 고정 볼트 탈락 등의 손상이 조사됨 | •신축이음장치의 기능발휘에는 문제가 없고, 차량하중에 의한 신축이음장치의 변형 등으로 볼트체결이 어려워 주의관찰이 바람직함 |

| 구 분 | 주요결함 및 외관조사 결과 | 검토의견 |
|---|---|---|
| 교면포장 | •아스콘 균열, 망상균열, 라벨링 및 접속부 이격/단차 등 | •주기적인 보수작업으로 주행성을 크게 저해할 만한 손상은 조사되지 않았음<br>•손상확대 여부를 관찰하고 포장 보수 계획 수립 후 적절한 시기에 보수 실시가 바람직함 |
| | •아스콘 패임 등의 손상이 조사됨 | •차량하중 작용으로 손상확대가 우려되고, 포장층내 우수 침투로 구조물의 내구성 저하를 유발할 수 있으므로 주행성을 고려하여 보수 실시가 바람직함 |
| 배수시설 | •일부 개소에서 배수구 초기 이물질 퇴적 | •교면부의 원활한 배수처리를 위해 주기적인 배수구 청소가 필요함 |
| | •P10 배수관매립/연결고리 탈락 | •시공미흡에 의한 손상으로 원활한 배수처리를 위해 배수관 하단부 절단 및 연결고리 재설치가 바람직함 |
| | •배수관 고정불량 | •일자 형태의 연결핀 시공으로 흔들림이 발생하나 낙하의 위험이 없고 기능발휘에 문제가 없어 연결핀 상태에 대해 주의관찰이 필요함 |
| | •배수관 길이부족 | •배수관이 교대 보호블록 법면부에 인접 위치하여 법면으로 우수가 유입되는 것으로 조사되었으나 점검시 법면부 상태가 양호하고 특이한 손상이 발생되지 않아 향후 점검시 법면부 손상발생에 대해 주기적인 주의관찰이 필요함 |
| 난간<br>(방호벽) | •수평 및 수직균열 | •온도 및 건조수축에 의한 수직균열과 타설시 차량진동에 의한 표면부 수평 트임 균열로 기능 및 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열 및 균열부 백태 손상은 주입보수, 0.2㎜이하 균열 및 망상균열은 표면처리 실시가 바람직함 |
| | •방호벽 접속부 단차 및 실런트 파손 | •접속슬래브와 토공 접속부에 구조물과 토공부의 압축성 차이에 발생된 손상으로 공용년수를 고려할 때 손상 진행이 수렴된 것으로 판단되며, 기능발휘에는 문제가 없으므로 주의관찰 후 향후, 손상확대시 보수가 바람직함 |
| | •보수재 박리/파손 및 국부적인 콘크리트 박락/파손 | •공용년수 증가 및 차량충돌 등 외부충격에 의한 손상으로 손상 정도가 경미하여 현 상태에서 보수는 필요하지 않을 것으로 판단됨 |
| 기타시설 | •점검로 난간 변형/파손, 중간난간대 탈락 및 미설치, 점검사다리 고정핀 탈락 및 점검로 이물질 퇴적 등 | •점검자의 안전 및 원활한 점검을 위해 재설치와 청소가 바람직함 |
| | •방음벽 파손 | •공용중 차량에 의한 손상으로 손상정도가 경미하여 주의관찰이 바람직함 |

2) 기 정밀점검(2013년) 결과와의 비교

| 구 분 | | 2013년 정밀점검 결과 | 금회 진단결과 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|
| PSC BOX 거더 | 내부 | •균열(0.2㎜ 미만), 망상균열, 백태, 철근노출 등 | •기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나, 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜이하의 미세균열이 다수 조사됨 | |
| | 외부 | •균열(0.2㎜ 미만), 망상균열, 누수흔적, 백태 등 | •기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나 금회 진단시 점검장비 등을 이용한 근접조사에 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜이하의 미세균열 및 망상균열 등의 손상이 다수 조사됨 | |
| 교대 | | •균열(0.3㎜ 미만), 파손, 보수부 박리, 실런트 파손, 누수흔적, 이물질 적치 등 | •기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나, PSC BOX거더 출입 통로BOX 내부에서 0.1~0.3㎜ 횡방향 균열이 다소 증가된 것으로 조사됨 | |
| 교각 | | •균열(0.3㎜ 미만), 망상균열, 파손, 그을음 등 | •기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나, 금회 진단시 점검장비 등을 이용한 근접조사에 의해 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜이하의 미세균열 및 망상균열 등의 손상이 증가된 것으로 조사됨 | |
| 교량받침 | | •Plate 도장손상 및 녹발생, 무수축몰탈 파손, 고무재 들뜸/열상, 볼트 체결불량 등<br><br>•교량받침의 신축여유량에는 문제가 없는 것으로 평가됨 | •공용기간 증가에 의해 받침Plate 녹발생은 다소 증가된 것으로 조사되었으며, 받침몰탈은 기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나, 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜이하 미세균열이 추가로 조사됨<br><br>•교량받침의 가동여유량은 설계기준온도에 따른 최대 신장여유량 및 동절기 최대 신축여유량을 확보하고 있는 것으로 평가됨<br>•연단거리 측정 결과, 시방규정을 만족하고 있는 것으로 검토됨 | |

| 구 분 | 2013년 정밀점검 결과 | 금회 진단결과 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 신축이음 | •본체 녹발생, 하부 볼트 탈락, 접속부 이격, 차수판 앵커볼트 탈락 등<br><br>•신축이음은 모두 신장여유량을 확보하고 있는 것으로 평가됨 | •대부분 기 조사된 손상으로 일부 공용중 후타재 균열, 망상균열 등의 손상이 증가하였으며, 일부 후타재 파손이 추가로 조사됨<br><br>•신축이음은 모두 신장여유량을 확보하고 있는 것으로 평가됨 | |
| 교면포장 | •아스콘 패임, 라벨링 등 | •기 점검시 조사된 아스콘 손상에 대해 일부 보수가 실시된 상태이나, 공용기간 증대, 빈번한 중차량 통행 등에 의해 포장부 손상이 증가한 것으로 조사됨 | |
| 기타부재 | •배수시설<br>: 상태양호<br><br>•방호벽<br>: 균열(0.3㎜ 미만), 균열(0.3㎜ 이상), 파손, 백태 등 | •배수시설<br>: 공용기간 증대와 근접조사로 배수관 설치불량, 고정불량, 배수구 막힘 등의 손상이 추가로 조사됨<br><br>•방호벽<br>: 대부분 기 손상이나 공용중 일부 손상이 증가하였으며, 기 보수부의 재손상이 추가로 조사됨 | |
| 검토의견 | •기 점검(2013년)과 비교 결과, PSC BOX 거더, 교대, 교각, 교면포장, 방호벽, 배수시설 등의 부재에 발생한 손상은 일부 보수가 이루어진 것으로 확인되었으나, 공용기간 증가 및 금회 근접조사에 의해 기 점검(2013년) 대비 PSC BOX 거더, 교각부 등의 균열, 포장면 손상 등이 추가로 다수 조사됨 | | |

## 나. 내구성조사 결과요약

1) 금회 진단 현장시험 결과 요약

<table>
<tr><th>시험명</th><th colspan="2">시 험 위 치</th><th colspan="5">시 험 결 과</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td rowspan="6">비파괴<br>강도<br>(㎫)</td><td>부재</td><td>시험종류</td><td>추정강도(A)</td><td colspan="2">설계기준강도(B)</td><td>A/B×100(%)</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">상부구조<br>(PSC BOX)</td><td>반발경도법</td><td>41.5～45.0</td><td colspan="2" rowspan="2">40.0</td><td>104～113</td></tr>
<tr><td>초음파속도법</td><td>41.0～45.2</td><td>103～113</td></tr>
<tr><td rowspan="2">하부구조<br>(교대, 교각)</td><td>반발경도법</td><td>26.7～27.8</td><td colspan="2" rowspan="2">24.0</td><td>111～116</td></tr>
<tr><td>초음파속도법</td><td>26.3～27.4</td><td>110～114</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="5">■ 설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="12">철근탐사<br>(㎜)</td><td colspan="2" rowspan="2">부재</td><td rowspan="2">철근종류</td><td colspan="2">측정치</td><td colspan="2">설계치</td><td rowspan="12"></td></tr>
<tr><td>배근간격</td><td>피복두께</td><td>배근간격</td><td>피복두께</td></tr>
<tr><td rowspan="4">상부구조<br>(PSC BOX)</td><td rowspan="2">상 · 하부<br>플랜지</td><td>횡방향철근</td><td>119～126</td><td>35～47</td><td>125</td><td>40.5</td></tr>
<tr><td>종방향철근</td><td>195～218</td><td>59～85</td><td>200</td><td>59.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">복부</td><td>수직철근</td><td>123～128</td><td>44～69</td><td>125</td><td>37.5</td></tr>
<tr><td>수평철근</td><td>193～223</td><td>61～92</td><td>200</td><td>62.5</td></tr>
<tr><td rowspan="6">하부구조<br>(교대, 교각)</td><td rowspan="2">교대</td><td>수직철근</td><td>100</td><td>61</td><td>100</td><td>40.5</td></tr>
<tr><td>수평철근</td><td>125</td><td>79</td><td>125</td><td>59.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">교각<br>코핑부</td><td>수직철근</td><td>150～300</td><td>83～113</td><td>150, 300</td><td>87.5</td></tr>
<tr><td>수평철근</td><td>298～303</td><td>121～134</td><td>300</td><td>112.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">교각<br>기둥부</td><td>수직철근</td><td>94～109</td><td>69～131</td><td>100</td><td>109.5</td></tr>
<tr><td>띠철근</td><td>144～158</td><td>53～100</td><td>150</td><td>90.5</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="6">■ 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계치과 근사함.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">탄산화<br>잔여깊이<br>(㎜)</td><td colspan="2">부재</td><td>탄산화깊이</td><td>피복두께</td><td>잔여깊이</td><td>평가</td><td>잔존수명</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>상부구조</td><td>PSC BOX</td><td>1.5～6.6</td><td>45～53</td><td>40.4～49.1</td><td>a</td><td>100년 이상</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td>교대, 교각</td><td>5.7～7.3</td><td>61～113</td><td>55.3～107.1</td><td>a</td><td>100년 이상</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="5">■ 탄산화 잔여깊이가 30㎜이상인 “a”로 평가되며, 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">염화물<br>함유량</td><td colspan="2">부재</td><td>Cl⁻(%)</td><td colspan="2">Cl⁻(kg/㎥)</td><td>평가</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>상부구조</td><td>PSC BOX</td><td>0.0122～0.0169</td><td colspan="2">0.276～0.382</td><td>a~b</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td>교대, 교각</td><td>0.0179～0.0217</td><td colspan="2">0.405～0.491</td><td>b</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="5">■ 염화물이 함유되어 있으나, 부식발생 가능성 낮은 상태인 “a~b”로 평가됨</td></tr>
<tr><td rowspan="4">균열<br>깊이<br>(㎜)</td><td colspan="2">부재</td><td>균열폭</td><td colspan="2">균열깊이</td><td>피복두께</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>상부구조</td><td>PSC BOX</td><td>0.2～0.3</td><td colspan="2">52.7～60.6</td><td>37.5～45</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td>교각</td><td>0.3</td><td colspan="2">97.1</td><td>87.5</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="5">■ 균열심도가 철근피복두께를 초과하거나 근접한 것으로 측정되었으며, 내구성확보 차원의 보수가 필요한 것으로 판단됨</td></tr>
</table>

2) 기 정밀점검(2013년)결과 비교

<table>
<tr><th>시험명</th><th colspan="2">시 험 위 치</th><th colspan="3">시 험 결 과</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td rowspan="4">비파괴<br>강도<br>(㎫)</td><td>시험종류</td><td>부재</td><td>'13년 정밀점검</td><td>금회('15년)<br>정밀안전진단</td><td>설계기준강도</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">반발경도법</td><td>상부구조</td><td>41.7～44.8</td><td>41.5～45.0</td><td>40.0</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td>24.5～27.2</td><td>26.7～27.8</td><td>24.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="3">■ 설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.<br>■ 기 정밀점검('13년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 콘크리트 구조물에 강도저하는 없는 것으로 판단됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">탄산화<br>잔여깊이<br>(㎜)</td><td colspan="2">부재</td><td>'13년 정밀점검</td><td>금회('15년)<br>정밀안전진단</td><td>평가</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">상부구조</td><td>3.0～4.0</td><td>1.5～6.6</td><td>a</td></tr>
<tr><td colspan="2">하부구조</td><td>5.0～8.0</td><td>5.7～7.3</td><td>a</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="3">■ 탄산화 잔여깊이가 30㎜이상인 “a”로 평가되며, 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨.<br>■ 기 정밀점검('13년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 탄산화의 급격한 진전은 없는 것으로 판단됨.</td></tr>
</table>

# 4. 시설물의 상태평가

## 4.1 대구방향

### 가. 시설물 전체 상태평가 결과

| 부재의 분류 | | 상부구조 | | 2차 부재 | 기타부재 | | | | 받침 | 하부구조 | | 탄산화 | | 염화물 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 번호 | 구조 형식 | 바닥판 | 거더 | 가로보 | 포장 | 배수 | 난간 /연석 | 신축 이음 | 교량 받침 | 하부 | 기초 | 상부 | 하부 | 상부 | 하부 |
| 1 | PSCB | c | b | b | b | d | b | c | c | b | q | a | a | x | x |
| 2 | PSCB | b | c | b | b | a | c | x | c | c | q | a | x | x | x |
| 3 | PSCB | b | b | b | b | a | c | x | b | c | q | x | x | x | x |
| 4 | PSCB | b | b | b | b | a | b | x | a | c | q | x | x | x | x |
| 5 | PSCB | b | b | b | b | b | c | x | a | b | q | x | x | x | x |
| 6 | PSCB | b | b | b | b | b | c | x | b | b | q | x | a | x | x |
| 7 | PSCB | b | b | c | b | a | c | x | b | b | q | x | x | b | x |
| 8 | PSCB | b | b | b | b | a | c | x | b | b | q | x | a | x | x |
| 9 | PSCB | b | c | b | b | b | c | x | b | b | q | x | x | x | x |
| 10 | PSCB | b | c | b | b | b | c | x | b | b | q | x | x | x | x |
| 11 | PSCB | b | b | b | a | a | a | x | b | c | q | x | a | x | x |
| 12 | PSCB | b | c | b | b | a | b | x | b | b | q | a | x | x | x |
| 13 | PSCB | b | b | a | b | a | b | x | b | b | q | x | x | x | b |
| 14 | PSCB | b | b | b | b | a | c | x | b | b | q | a | x | x | x |
| 15 | PSCB | b | c | b | b | a | c | x | b | c | q | x | x | x | x |
| 16 | PSCB | c | c | b | b | a | b | x | c | b | q | x | a | x | x |
| 17 | PSCB | c | c | b | b | c | c | x | c | b | q | x | x | b | x |
| | | | | | | | | c | c | c | q | | x | | b |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 평균 | | 0.235 | 0.282 | 0.206 | 0.194 | 0.176 | 0.324 | 0.400 | 0.244 | 0.267 | N/A | 0.100 | 0.100 | 0.200 | 0.200 |
| 가중치 | | 20 | 20 | 3 | 7 | 3 | 2 | 9 | 9 | 20 | N/A | 2 | 2 | 2 | 1 |
| (평균X가중치) /가중치합 | | 0.047 | 0.056 | 0.006 | 0.014 | 0.005 | 0.006 | 0.036 | 0.022 | 0.053 | N/A | 0.002 | 0.002 | 0.004 | 0.002 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 0.256 |
| | | | | | | | | | | | | | | | B |

■ 결함도 범위 : 0.130 ≤ **결함도 지수(0.256)** < 0.260

## 나. 기 점검('13년) 결과와의 비교, 분석

- 최종 상태평가 결과, 상태기준은 "B"로 평가되었으며, '13년 정밀점검 이후 구조적 영향을 미칠만한 손상에 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 상·하부구조의 기 손상들은 국부적으로 보수가 되었으나, 공용 경과에 따른 손상이 증가되었으며, 일부 미보수된 손상 및 보수부 재손상이 발생되었다.
- 공용기간 경과에 따른 손상증가 (바닥판/거더/격벽, 균열, 교면포장 아스콘패임, 라벨링, 배수시설 배수구 막힘, 배수관 파손, 난간/연석, 균열, 균열/백태, 파손, 철근노출, 교대/교각, 균열, 파손 등)로 인하여 환산결함도 점수가 0.196 ⇨ 0.256으로 증가한 것으로 분석되었다.

| 구 분 | | '13년 정밀점검 | | 금회('15년) 진단 | | 결함도 지수 변화요인 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 등급 | 부재별 결함도 지수 | 등급 | 부재별 결함도 지수 | |
| 상부 구조 | 바닥판 (상부플랜지) | a | 0.129 | b | 0.235 | ◇균열 증가 |
| | 거더 (복부,하부플랜지) | b | 0.188 | c | 0.282 | ◇균열 증가 |
| 2차 부재 | 격벽 | q | N/A | b | 0.206 | ◇균열 증가 |
| 기타 부재 | 포장 | b | 0.176 | b | 0.194 | ◇아스콘 패임, 라벨링 증가 |
| | 배수 | b | 0.171 | b | 0.176 | ◇배수구 막힘, 배수관 파손 증가 |
| | 난간, 연석 | c | 0.265 | c | 0.324 | ◇균열, 균열/백태, 파손, 철근노출 증가 |
| | 신축이음 | c | 0.400 | c | 0.400 | ◇거의 변화 없음 |
| 받침 | 교량받침 | b | 0.178 | b | 0.244 | ◇공용중 손상증가 |
| 하부 구조 | 하부 | b | 0.233 | c | 0.267 | ◇균열, 그을음, 파손 증가 |
| | 기초 | q | N/A | q | N/A | ◇조사불가 |
| 내구성 요소 | 탄산화(상부) | a | 0.100 | a | 0.100 | ◇공용기간 경과에 따른 탄산화의 급격한 진전은 없음<br>◇잔여깊이가 30㎜ 이상 |
| | 탄산화(하부) | a | 0.100 | a | 0.100 | |
| | 염화물(상부) | q | N/A | b | 0.200 | ◇염화물함유량이 낮아 부식발생 가능성 낮은 상태 |
| | 염화물(하부) | q | N/A | b | 0.200 | |
| **합 계** | | **B** | **0.196** | **B** | **0.256** | |

## 4.2 부산방향

### 가. 시설물 전체 상태평가 결과

| 부재의 분류 | | 상부구조 | | 2차 부재 | 기타부재 | | | | 받침 | 하부구조 | | 탄산화 | | 염화물 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 번호 | 구조 형식 | 바닥판 | 거더 | 가로보 | 포장 | 배수 | 난간 /연석 | 신축 이음 | 교량 받침 | 하부 | 기초 | 상부 | 하부 | 상부 | 하부 |
| 1 | PSCB | c | c | a | b | c | c | c | b | b | q | a | a | b | b |
| 2 | PSCB | c | b | c | b | b | c | x | a | b | q | a | x | x | x |
| 3 | PSCB | c | b | b | b | a | b | x | a | c | q | x | x | x | x |
| 4 | PSCB | b | b | b | b | a | c | x | c | b | q | x | a | x | x |
| 5 | PSCB | b | b | b | b | b | c | x | c | b | q | x | x | x | x |
| 6 | PSCB | b | b | b | a | b | c | x | c | b | q | x | a | x | x |
| 7 | PSCB | c | b | b | a | a | c | x | b | b | q | x | x | x | x |
| 8 | PSCB | b | c | b | b | a | c | x | b | b | q | x | x | b | x |
| 9 | PSCB | c | c | b | a | a | c | x | c | b | q | x | x | x | b |
| 10 | PSCB | b | c | b | a | c | c | x | b | b | q | x | x | x | x |
| 11 | PSCB | b | c | b | b | b | c | x | b | b | q | x | a | x | x |
| 12 | PSCB | b | b | b | a | b | c | x | b | b | q | a | a | x | x |
| 13 | PSCB | b | b | a | b | b | c | x | b | b | q | x | x | x | x |
| 14 | PSCB | c | c | a | b | a | c | x | c | b | q | a | x | x | x |
| 15 | PSCB | b | b | b | b | b | c | x | b | c | q | x | x | x | x |
| 16 | PSCB | b | b | a | b | a | c | x | b | b | q | x | x | x | x |
| 17 | PSCB | c | c | b | b | b | c | x | b | b | q | x | x | x | x |
| | | | | | | | | c | c | c | q | | x | | x |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 평균 | | 0.271 | 0.282 | 0.188 | 0.171 | 0.182 | 0.388 | 0.400 | 0.256 | 0.233 | N/A | 0.100 | 0.100 | 0.200 | 0.200 |
| 가중치 | | 20 | 20 | 3 | 7 | 3 | 2 | 9 | 9 | 20 | N/A | 2 | 2 | 2 | 1 |
| (평균X가중치) /가중치합 | | 0.054 | 0.056 | 0.006 | 0.012 | 0.005 | 0.008 | 0.036 | 0.023 | 0.047 | N/A | 0.002 | 0.002 | 0.004 | 0.002 |
| | | | | | | | | | | | | | | 0.257 | |
| | | | | | | | | | | | | | | B | |

■ 결함도 범위 : 0.130 ≤ **결함도 지수(0.257)** < 0.260

## 나. 기 점검('13년) 결과와의 비교, 분석

- 최종 상태평가 결과, 상태기준은 "B"로 평가되었으며, '13년 정밀점검 이후 구조적 영향을 미칠만한 손상에 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 상·하부구조의 기 손상들은 국부적으로 보수가 되었으나, 공용 경과에 따른 손상이 증가되었으며, 일부 미보수된 손상 및 보수부 재손상이 발생되었다.
- 공용기간 경과에 따른 손상증가 (바닥판/거더/격벽 균열, 배수시설 배수구 막힘, 배수관 상태불량, 난간/연석 균열/백태, 보수재 박리/파손, 신축이음 본체 녹발생, 교대/교각 균열, 백태, 들뜸/박락/파손, 재료분리 등)로 인하여 환산결함도 점수가 0.181 ⇨ 0.257으로 증가한 것으로 분석되었다.

| 구 분 | | '13년 정밀점검 | | 금회('15년) 진단 | | 결함도 지수 변화요인 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 등급 | 부재별 결함도 지수 | 등급 | 부재별 결함도 지수 | |
| 상부 구조 | 바닥판 (상부플랜지) | b | 0.135 | c | 0.271 | ◇균열 증가 |
| | 거더 (복부,하부플랜지) | b | 0.194 | c | 0.282 | ◇균열 증가 |
| 2차 부재 | 격벽 | q | N/A | b | 0.188 | ◇균열 증가 |
| 기타 부재 | 포장 | b | 0.165 | b | 0.171 | ◇공용중 손상 증가 |
| | 배수 | b | 0.135 | b | 0.182 | ◇배수구 막힘, 배수관 상태불량 증가 |
| | 난간, 연석 | b | 0.224 | c | 0.388 | ◇균열/백태, 보수재 박리/파손 증가 |
| | 신축이음 | c | 0.300 | c | 0.400 | ◇본체 녹발생 증가 |
| 받침 | 교량받침 | b | 0.189 | b | 0.256 | ◇거의 변화 없음 |
| 하부 구조 | 하부 | b | 0.200 | b | 0.233 | ◇균열, 백태, 들뜸/박락/파손, 재료분리 증가 |
| | 기초 | q | N/A | q | N/A | ◇조사 불가 |
| 내구성 요소 | 탄산화(상부) | a | 0.100 | a | 0.100 | ◇공용기간 경과에 따른 탄산화의 급격한 진전은 없음<br>◇잔여깊이가 30㎜ 이상 |
| | 탄산화(하부) | a | 0.100 | a | 0.100 | |
| | 염화물(상부) | q | N/A | b | 0.200 | ◇염화물함유량이 낮아 부식발생 가능성 낮은 상태 |
| | 염화물(하부) | q | N/A | b | 0.200 | |
| **합 계** | | **B** | **0.181** | **B** | **0.257** | |

# 5. 안전성평가

## 5.1 안전성평가 결과

### 가. 상부구조

1) 종방향 검토

- 허용응력법에 의한 안전율 산정 (단위 : kN/㎡)

| 조합 Case | 허용 응력 | 측경간 중앙부 | | 측경간 지점부 | | 중앙경간 중앙부 | | 중앙경간 지점부 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 조합응력 | S.F | 조합응력 | S.F | 조합응력 | S.F | 조합응력 | S.F |
| 1 | 18,400 | 7,000 | 2.62 | 10,200 | 1.80 | 7,180 | 2.56 | 10,800 | 1.70 |
| 2 | 18,400 | 7,845 | 2.34 | 9,255 | 1.98 | 8,095 | 2.27 | 11,840 | 1.55 |
| 3 | 18,400 | 7,250 | 2.53 | 11,200 | 1.64 | 7,770 | 2.36 | 11,600 | 1.58 |
| 최소 안전율 | | | 2.34 | | 1.64 | | 2.27 | | 1.55 |

| 안전성평가등급 | A |
|---|---|

- 설계하중 작용시 검토단면의 최대 단면력

| 위 치 | Mu (kN·m) | ∅Mn (kN·m) | 안전성 |
|---|---|---|---|
| 측경간 중앙부 | 30,272.4 | 153,651.0 | O.K. |
| 측경간 지점부 | 59,697,0 | 166,133.0 | O.K. |
| 중앙경간 중앙부 | 34,096.1 | 153,651.0 | O.K. |
| 중앙경간 지점부 | 63,825.3 | 166,133.0 | O.K. |

| 안전성평가등급 | A |
|---|---|

2) 횡방향 검토하

- 중조합에 따른 위치별 단면력 모멘트검토

| 부 재 | 사용철근량(As) | 휨 검 토 | | 안전율 |
|---|---|---|---|---|
| | | Mu (kN·m) | ∅Mn (kN·m) | |
| 캔틸레버부 단부 | H29@250 + H25@250 | 305.50 | 567.23 | 1.85 |
| 중간 지점부 | H29@250 + H25@250 | 382.00 | 707.88 | 1.85 |
| 내부슬래브 중앙부 | H19 @125 | 95.20 | 153.14 | 1.60 |

| 안전성평가등급 | A |
|---|---|

## 나. 하부구조

| 단면위치 | | Puse | Pu(kN) | ϕPn(kN) | 안전도 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 교축방향 | 축력최대 | 0.012 | 27596.924 | 127967.651 | 4.637 | O.K |
| | 모멘트최대 | 0.012 | 21486.725 | 134842.401 | 6.276 | O.K |
| | 편심최대 | 0.012 | 16329.911 | 120473.833 | 7.377 | O.K |
| 교축직각방향 | 축력최대 | 0.012 | 27596.924 | 127967.651 | 4.637 | O.K |
| | 모멘트최대 | 0.012 | 22346.194 | 117391.378 | 5.253 | O.K |
| | 편심최대 | 0.012 | 15470.442 | 99408.335 | 6.426 | O.K |
| 합성부재력 | 축력최대 | 0.012 | 27596.924 | 127967.651 | 4.637 | O.K |
| | 모멘트최대 | 0.012 | 21486.725 | 104438.391 | 4.861 | O.K |
| | 편심최대 | 0.012 | 16329.911 | 86065.063 | 5.270 | O.K |
| | 모멘트최대 | 0.012 | 22346.194 | 117326.725 | 5.250 | O.K |
| | 편심최대 | 0.012 | 15470.442 | 99336.064 | 6.421 | O.K |

## 5.2 기본내하력 평가결과

1) 허용응력법에 의한 거더의 종방향 내하율 및 내하력평가

| 위 치 | 내하율 계산 | 내하율(RH) | 기본내하력 |
|---|---|---|---|
| 측경간 중앙부 | $\frac{18,400 - (7,000)}{1,250}$ | 9.12 | DB-24 이상 |
| 측경간 지점부 | $\frac{18,400 - (10,200)}{1,430}$ | 5.73 | DB-24 이상 |
| 중앙경간 중앙부 | $\frac{18,400 - (7,180)}{1,350}$ | 8.31 | DB-24 이상 |
| 중앙경간 지점부 | $\frac{18,400 - (10,800)}{1,580}$ | 4.80 | DB-24 이상 |

2) 강도설계법에 의한 거더의 종방향 내하율 및 내하력 평가

| 위치 | 내하율 계산 | 내하율(RH) | 기본내하력 |
|---|---|---|---|
| 측경간 중앙부 | $\frac{153,651 - (1.3 \times 29,878 + 21,767)}{2.15 \times (8,813)}$ | 4.91 | DB-24 이상 |
| 측경간 지점부 | $\frac{166,133 - (1.3 \times 60,464 + 31,773)}{2.15 \times (9,918)}$ | 2.61 | DB-24 이상 |
| 중앙경간 중앙부 | $\frac{153,651 - (1.3 \times 27,450 + 17,764)}{2.15 \times (9,544)}$ | 4.88 | DB-24 이상 |
| 중앙경간 지점부 | $\frac{166,133 - (1.3 \times 59,808 + 29,045)}{2.15 \times (10,948)}$ | 2.52 | DB-24 이상 |

3) 횡방향 각 단면에 대한 내하력 평가

| 위 치 | 내하율 계산 | 내하율(RH) | 기본 내하력 |
|---|---|---|---|
| 캔틸레버부 단부 | $\frac{567.23 - 1.3 \times 52.0}{2.15 \times 102.0}$ | 2.27 | DB-24 이상 |
| 중간 지점부 | $\frac{707.88 - 1.3 \times 81.0}{2.15 \times 151.0}$ | 1.85 | DB-24 이상 |
| 내부슬래브 중앙부 | $\frac{153.14 - 1.3 \times 6.0}{2.15 \times 40.0}$ | 1.69 | DB-24 이상 |

## 5.3 안전성평가 결언

상부구조에 대한 구조검토결과, 바닥판 및 거더에 대해서 최소안전율이 각각 1.60 및 1.55으로 안전율 1.0을 상회하고 교각 P1의 하부구조에 대한 구조검토결과, 기둥은 P-M상관도 해석에 의한 최소안전율 4.637로서 안전율 1.0을 초과하며 내하력 평가결과, 기본내하력이 설계활하중인 DB-24를 상회하여 구조물이 전반적으로 구조적 안전성을 확보한 것으로 판단되며 최종적인 안전성 평가등급은 A등급이다.

# 6. 종합평가 및 안전등급의 지정

## 6.1 종합평가 결과

<table>
<tr><th rowspan="2">구조물명</th><th colspan="2">상태평가 결과</th><th colspan="2">안전성 평가 결과</th><th rowspan="2">종합평가 결과</th></tr>
<tr><th>환산결함도점수</th><th>기준</th><th>S・F</th><th>기준</th></tr>
<tr><td>금시교(대구)</td><td>0.256</td><td>B</td><td rowspan="2">1.550(거더)<br>1.600(바닥판)<br>4.637(교각 P1)</td><td rowspan="2">A</td><td>B</td></tr>
<tr><td>금시교(부산)</td><td>0.257</td><td>B</td><td>B</td></tr>
<tr><td>종합평가</td><td colspan="5">•금시교(대구, 부산)의 외관조사 및 내구성 조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 확보를 위해 일부 보수가 필요한 “B” 로 평가됨<br>•안전성 평가 결과, 최소 안전율 1.0이상으로 “A” 로 평가됨<br>•상태평가 및 안전성 평가 결과를 통한 종합평가 결과, 금시교(대구, 부산)는 “B” 로 평가됨</td></tr>
</table>

## 6.2 안전등급 지정

| | 구조물명 | 안전등급 |
|---|---|---|
| 안전등급 | 금시교(대구) | B등급(양호) |
| | 금시교(부산) | B등급(양호) |

# 7. 보수·보강 및 유지관리방안

## 7.1 보수·보강 및 개략공사비

### 가. 대구방향

| 구 분 | 손상내용 | 보수방안 | 손상 물량 | 보수 물량 | 단위 | 단가 (천원) | 개략 공사비 (천원) | 우선 순위 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PSC Box 거더 내부 | 균열(0.1㎜) | 지속관찰 | 4365.8 | 1091.45 | ㎡ | 49 | 53,481 | - | 표면처리 |
| | 균열(0.2㎜) | 지속관찰 | 29.8 | 29.80 | m | 130 | 3,874 | - | 주입보수 |
| | 망상균열 | 지속관찰 | 0.6 | 0.60 | ㎡ | 49 | 29 | - | 표면처리 |
| | 백태 | 지속관찰 | 0.23 | 0.35 | ㎡ | 215 | 74 | - | 단면보수 |
| | 재료분리 | 지속관찰 | 0.06 | 0.09 | ㎡ | 215 | 19 | - | 단면보수 |
| | 파손 | 지속관찰 | 0.01 | 0.02 | ㎡ | 215 | 3 | - | 단면보수 |
| | 이물질퇴적 | 정비 | 1.01 | 1.52 | ㎡ | 5 | 7 | 3 | - |
| PSC Box 거더 외부 | 균열(0.1㎜) | 지속관찰 | 339.2 | 84.80 | ㎡ | 49 | 4,155 | - | 표면처리 |
| | 균열(0.2㎜) | 지속관찰 | 48.3 | 48.30 | m | 130 | 6,279 | - | 주입보수 |
| | 망상균열 | 지속관찰 | 143.76 | 143.76 | ㎡ | 49 | 7,044 | - | 표면처리 |
| | 누수오염/백태 | 지속관찰 | 0.92 | 1.38 | ㎡ | 49 | 67 | - | 표면처리 |
| | 박리 | 지속관찰 | 0.6 | 0.90 | ㎡ | 215 | 193 | - | 단면보수 |
| | 파손 | 지속관찰 | 0.71 | 1.07 | ㎡ | 215 | 228 | - | 단면보수 |
| | 유도배수관 길이부족 | 유도배수관 연장 | 1 | 1.00 | 개소 | 30 | 30 | 3 | - |
| 교대 | 균열(0.2㎜이하) | 지속관찰 | 4.2 | 1.05 | ㎡ | 49 | 51 | - | 표면처리 |
| | 균열(0.3㎜이상) | 지속관찰 | 7.1 | 7.10 | m | 130 | 923 | - | 주입보수 |
| | 망상균열 | 지속관찰 | 5.84 | 5.84 | ㎡ | 49 | 286 | - | 표면처리 |
| | 체수흔적 | 지속관찰 | 4 | 4.00 | ㎡ | 49 | 196 | - | 표면처리 |
| | 누수오염 | 지속관찰 | 1.12 | 1.68 | ㎡ | 49 | 82 | - | 표면처리 |
| | 통로BOX Joint부 누수 | 지속관찰 | 0.5 | 0.50 | m | 100 | 50 | - | 방수용 발포우레탄 보수 |
| 교각 | 균열(0.2㎜이하) | 지속관찰 | 242.6 | 60.65 | ㎡ | 49 | 2,971 | - | 표면처리 |
| | 균열(0.3㎜이상) | 지속관찰 | 6.8 | 6.80 | m | 130 | 884 | - | 주입보수 |
| | 망상균열 | 지속관찰 | 90.48 | 90.48 | ㎡ | 49 | 4,433 | - | 표면처리 |
| | 백태 | 지속관찰 | 0.3 | 0.45 | ㎡ | 49 | 22 | - | 표면처리 |
| | 그을음 | 지속관찰 | 0.4 | 0.60 | ㎡ | 49 | 29 | - | 표면처리 |
| | 파손 | 지속관찰 | 0.04 | 0.06 | ㎡ | 215 | 12 | - | 단면보수 |
| 교량받침 | 받침Plate 도장박리 | 재도장 | 1 | 1.00 | 개소 | 4 | 4 | 3 | - |
| | 받침Plate 녹발생 | 재도장 | 19 | 19.00 | 개소 | 5 | 95 | 3 | - |
| | 받침 볼트 체결불량 | 재체결 | 1 | 1.00 | 개소 | 5 | 5 | 3 | - |
| | 받침 볼트 녹발생 | 재도장 | 10 | 10.00 | 개소 | 4 | 40 | 3 | - |
| | 받침 몰탈 균열(0.2㎜이하) | 지속관찰 | 24 | 6.00 | ㎡ | 49 | 294 | - | 표면처리 |
| | 받침 몰탈 파손 | 지속관찰 | 0.08 | 0.12 | ㎡ | 215 | 25 | - | 단면보수 |

| 구 분 | 손상내용 | 보수방안 | 손상 물량 | 보수 물량 | 단위 | 단가 (천원) | 개략 공사비 (천원) | 우선 순위 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 신축이음 | 신축이음 본체 녹발생 | 본체 재도장 | 5 | 5.00 | m | 4 | 20 | 3 | - |
| | 신축이음 본체 유간부 토사퇴적 | 정비 | 4 | 4.00 | m | 15 | 60 | 3 | - |
| | 차수판 변형 | 재설치 | 2 | 2.00 | 개소 | 120 | 240 | 3 | - |
| | 차수판 앵커볼트 탈락 | 재설치 | 14 | 14.00 | 개소 | 5 | 70 | 3 | - |
| | 후타재 균열(0.3㎜이상) | 주입보수 | 5.1 | 5.10 | m | 130 | 663 | 3 | - |
| 교면포장 | 아스콘 패임 | 아스팔트 팻칭 | 16.16 | 24.24 | ㎡ | 55 | 1,333 | 3 | - |
| 배수시설 | 배수구 막힘 | 정비 | 12 | 12.00 | 개소 | 5 | 60 | 3 | - |
| | 배수관 파손 | 재설치 | 1 | 1.00 | 개소 | 150 | 150 | 3 | - |
| 방호벽 및 중앙분리대 | 균열(0.2㎜이하) | 지속관찰 | 353 | 88.25 | ㎡ | 49 | 4,324 | - | 표면처리 |
| | 균열(0.3㎜이상) | 지속관찰 | 96.3 | 96.30 | m | 130 | 12,519 | - | 주입보수 |
| | 균열/백태 | 지속관찰 | 304.2 | 304.20 | m | 130 | 39,546 | - | 주입보수 |
| | 망상균열/백태 | 지속관찰 | 0.73 | 0.73 | ㎡ | 49 | 35 | - | 표면처리 |
| | 철근노출 | 지속관찰 | 0.08 | 0.12 | ㎡ | 232 | 27 | - | 단면보수(방청) |
| | 점검로 중간난간대 탈락 | 재설치 | 6.1 | 6.10 | m | 15 | 91 | 3 | - |
| | 델리네이터 파손 | 재설치 | 2 | 2.00 | 개소 | 15 | 30 | 3 | - |
| | 교각표지판 탈락 | 재설치 | 3 | 3.00 | 개소 | 30 | 90 | 3 | - |
| 순공사비 합계(천원) | | | | | | | 145,143 | | |
| 제경비(순공사비×50%) | | | | | | | 72,572 | | |
| 순위별 공사비 (제경비 포함) | | 1순위 | | | | | - | | |
| | | 2순위 | | | | | - | | |
| | | 3순위 | | | | | 4,482 | | |
| | | 지속관찰 | | | | | 213,233 | | |
| **유지보수 개략공사비 총계** | | | | | | | 217,715 | | |

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.
※ 철근노출 단면복구 → 30㎜(잡철물 제외)
※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.
※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.
※ 상기 개략공사비는 2015년 하반기 현장조사시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

## 나. 부산방향

| 구 분 | 손상내용 | 보수방안 | 손상 물량 | 보수 물량 | 단위 | 단가 (천원) | 개략 공사비 (천원) | 우선 순위 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PSC Box 거더 내부 | 균열(0.1㎜이하) | 지속관찰 | 2476.3 | 619.08 | ㎡ | 49 | 30,334 | - | 표면처리 |
| | 균열(0.2㎜이상) | 지속관찰 | 34.1 | 34.10 | m | 130 | 4,433 | - | 주입보수 |
| | 망상균열 | 지속관찰 | 2.25 | 2.25 | ㎡ | 49 | 110 | - | 표면처리 |
| | 백태 | 지속관찰 | 0.21 | 0.32 | ㎡ | 49 | 15 | - | 표면처리 |
| | 들뜸 | 지속관찰 | 0.4 | 0.60 | ㎡ | 215 | 129 | - | 단면보수 |
| PSC Box 거더 외부 | 균열(0.1㎜이하) | 지속관찰 | 198.1 | 49.53 | ㎡ | 49 | 2,426 | - | 표면처리 |
| | 균열(0.2㎜이상) | 지속관찰 | 57.8 | 57.80 | m | 130 | 7,514 | - | 주입보수 |
| | 망상균열 | 지속관찰 | 54.15 | 54.15 | ㎡ | 49 | 2,653 | - | 표면처리 |
| | 누수오염/백태 | 지속관찰 | 0.4 | 0.60 | ㎡ | 49 | 29 | - | 표면처리 |
| | 들뜸 | 지속관찰 | 0.2 | 0.30 | ㎡ | 215 | 64 | - | 단면보수 |
| | 파손(긁힘) | 지속관찰 | 0.21 | 0.32 | ㎡ | 215 | 67 | - | 단면보수 |
| | 슬래브/방호벽 접합부 누수 | 지속관찰 | 2 | 2.00 | m | 100 | 200 | - | 충진 및 주입보수 |
| 교대 | 균열(0.2㎜이하) | 지속관찰 | 28.3 | 7.08 | ㎡ | 49 | 346 | - | 표면처리 |
| | 균열(0.3㎜이상) | 지속관찰 | 3.8 | 3.80 | m | 130 | 494 | - | 주입보수 |
| | 망상균열 | 지속관찰 | 19.18 | 19.18 | ㎡ | 49 | 939 | - | 표면처리 |
| | 백태 | 지속관찰 | 0.18 | 0.27 | ㎡ | 49 | 13 | - | 표면처리 |
| | Joint부 누수 | 지속관찰 | 8.9 | 8.90 | m | 100 | 890 | - | 방수용 발포우레탄 보수 |
| 교각 | 균열(0.2㎜이하) | 지속관찰 | 227 | 56.75 | ㎡ | 49 | 2,780 | - | 표면처리 |
| | 균열(0.3㎜이상) | 지속관찰 | 1.4 | 1.40 | m | 130 | 182 | - | 주입보수 |
| | 망상균열 | 지속관찰 | 86.4 | 86.40 | ㎡ | 49 | 4,233 | - | 표면처리 |
| | 백태 | 지속관찰 | 0.04 | 0.06 | ㎡ | 49 | 2 | - | 표면처리 |
| | 들뜸/박락/파손 | 지속관찰 | 0.52 | 0.78 | ㎡ | 215 | 167 | - | 단면보수 |
| | 재료분리 | 지속관찰 | 8.38 | 12.57 | ㎡ | 215 | 2,702 | - | 단면보수 |
| | 그을음 | 지속관찰 | 1.64 | 2.46 | ㎡ | 49 | 120 | - | 표면처리 |
| | 거푸집 미제거 | 정비 | 0.3 | 0.30 | ㎡ | 15 | 4 | 3 | - |
| 교량받침 | 받침Plate 도장박리 녹발생 | 재도장 | 8 | 8.00 | 개소 | 5 | 40 | 3 | - |
| | 받침볼트 채결불량 | 볼트 재체결 | 1 | 1.00 | 개소 | 5 | 5 | 3 | - |
| | 받침몰탈균열 (0.2㎜이하) | 지속관찰 | 17 | 4.25 | ㎡ | 49 | 208 | - | 표면처리 |
| | 받침몰탈균열 (0.3㎜이상) | 지속관찰 | 7.8 | 7.80 | m | 130 | 1,014 | - | 주입보수 |
| | 받침몰탈 파손 | 지속관찰 | 24.6 | 36.90 | ㎡ | 215 | 7,933 | - | 단면보수 |

## 【표 7.3.2】 보수・보강 개략공사비(부산방향, 계속)

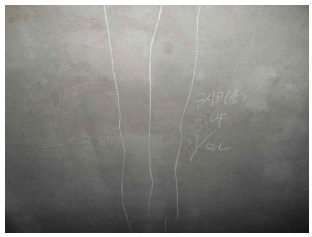
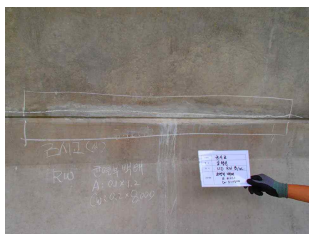
| 구 분 | 손상내용 | 보수방안 | 손상 물량 | 보수 물량 | 단위 | 단가 (천원) | 개략 공사비 (천원) | 우선 순위 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 신축이음 | 신축이음 본체 녹발생 | 본체 재도장 | 6 | 6.00 | m | 4 | 24 | 3 | - |
| | 신축이음 본체 유간부 토사퇴적 | 정비 | 4.5 | 4.50 | m | 15 | 67 | 3 | - |
| | 차수판 파손 | 재설치 | 1 | 1.00 | 개소 | 120 | 120 | 3 | - |
| | 차수판 앵커볼트 탈락 | 재설치 | 1 | 1.00 | 개소 | 5 | 5 | 3 | - |
| | 후타재 파손 | 단면보수 | 0.01 | 0.02 | ㎡ | 215 | 3 | 3 | - |
| 교면포장 | 아스콘 패임 | 아스팔트 팻칭 | 6.98 | 10.47 | ㎡ | 55 | 575 | 3 | - |
| 배수시설 | 배수구 막힘 | 정비 | 28 | 28.00 | 개소 | 5 | 140 | 3 | - |
| | 배수관 매립/탈락 | 절단 및 재설치 | 1 | 1.00 | 개소 | 200 | 200 | 3 | - |
| 방호벽 및 중앙분리대 | 균열(0.2㎜이하) | 지속관찰 | 127.9 | 127.90 | ㎡ | 49 | 6,267 | - | 표면처리 |
| | 균열(0.3㎜이상) | 지속관찰 | 22.3 | 22.30 | m | 130 | 2,899 | - | 주입보수 |
| | 균열/백태 | 지속관찰 | 302.5 | 302.50 | m | 130 | 39,325 | - | 주입보수 |
| | 망상균열 | 지속관찰 | 7 | 7.00 | ㎡ | 49 | 343 | - | 표면처리 |
| | 점검로 중간난간대 탈락 | 재설치 | 6 | 6.00 | m | 15 | 90 | 3 | - |
| | 점검로 난간 변형/파손 | 재설치 | 0.8 | 0.80 | m | 15 | 12 | 3 | - |
| | 점검로 난간 미설치 | 점검로 난간 설치 | 2 | 2.00 | m | 100 | 200 | 3 | - |
| | 점검사다리 고정핀 탈락 | 재설치 | 1 | 1.00 | 개소 | 5 | 5 | 3 | - |
| | 점검로 이물질 퇴적 | 정비 | 1.2 | 1.20 | ㎡ | 5 | 6 | 3 | - |

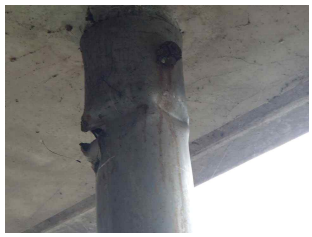
| | | |
|---|---|---|
| 순공사비 합계(천원) | | 120,327 |
| 제경비(순공사비×50%) | | 60,164 |
| 순위별 공사비 (제경비 포함) | 1순위 | - |
| | 2순위 | - |
| | 3순위 | 2,244 |
| | 지속관찰 | 178,247 |
| **유지보수 개략공사비 총계** | | 180,491 |

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.
※ 철근노출 단면복구 → 30㎜(잡철물 제외)
※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.
※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.
※ 상기 개략공사비는 2015년 하반기 현장조사시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

## 7.2 유지관리방안

### 가. 부재별 중점유지관리 사항

| 부재구분 | 중 점 점 검 내 용 | 관련사진 |
|---|---|---|
| 바닥판 | • 균열/백태 진전 여부 |  <br>내부 슬래브 균열 |
| 거더 및 격벽 | • 균열 진전여부<br>• 백태 진전여부 |  <br>시공이음균열/백태 |
| 하부구조 | • 교대 균열의 진전여부<br>• 교각 코핑부 및 기둥부 균열 진전여부<br>• 수중부 교각의 침식 및 파손 여부 |  <br>코핑부 균열 |
| 교량받침 | • 받침Plate 도장박리/녹발생 여부<br>• 받침볼트 체결 상태<br>• 받침 고무재(피복고무재) 손상진행여부<br>• 받침몰탈 및 받침콘크리트의 균열<br>- 미세균열 진전여부 및 추가손상발생 여부 |  <br>받침콘크리트 균열 |

| 부재구분 | 중 점 점 검 내 용 | 관련사진 |
|---|---|---|
| 신축이음장치 | • 신축이음장치 가동상태 확인<br>- 본체 유간부 이물질 퇴적에 대해 주기적인 청소 필요<br>- 유간확보여부 주기적 점검<br>- Rail Joint 본체 하부 베어링 및 유간조절장치 볼트 탈락 여부<br>• 후타재 균열 진전여부<br>- 손상진전 여부 점검 |  <br>유간부 이물질 퇴적<br>  <br>후타재 균열 |
| 교면포장 | • 공용기간 증대 및 빈번한 중차량 통행에 의한 손상 진전여부 (패임, 라벨링 등) |  <br>포장 라벨링 |
| 배수시설 | • 배수구 막힘<br>• 배수관 파손<br>• 배수관 연결재, 연결고리 손상<br>• 집수관 및 배수관 연결핀 손상 |  <br>배수구 파손 |
| 방호벽 및 중앙분리대 | • 0.2㎜~0.3㎜균열(백태동반)<br>- 손상진전 여부 점검<br>• 이음부 파손 |  <br>균열/백태 |

# 8. 종합결론

금시교(대구, 부산)는 경상남도 밀양시 활성동(부산기점 43.840 ~ 44.670km) 일원에 위치하고 있으며, 활성로, 용평로, 밀양강을 횡단하고 있다.

교량은 I.L.M(Incremental Launching Method)가설공법으로 시공된 P.S.C BOX 거더교로 총연장은 830.00m(40+15@50+40=830m), 폭원은 상・하행선 각각 12.15m(2차로)이며 상부구조는 17경간 연속으로 이루어져 있다.

하부구조는 교대 : 역T형, 교각 : T형으로 시공되어져 있으며, 기초는 교대 강관말뚝기초, 교각 현장타설말뚝기초로 시공되어져 있다.

본 과업은 준공 후 최초로 실시하는 정밀안전진단이며, 설계 및 시공자료와 유지관리자료를 분석한 후 과업수행계획에 따라 외관조사, 내구성 조사 및 시험 등의 현장조사를 실시하였고, 설계도서와 현장조사의 결과를 토대로 구조안전성을 평가하였으며, 정밀안전진단결과를 요약・정리하면 다음과 같다.

## 가. 외관조사 결과

1) PSC BOX 거더

- PSC BOX 거더 내부의 상부 바닥판에 종균열이 다수 발생되었으며, 벽체부에 간헐적인 수평 및 경사균열, 격벽부의 망상균열 및 균열, 보수부 망상균열, 백태, 재료분리, 파손, 들뜸, 이물질 퇴적 등의 손상이 조사되었다. 거더 외부의 하부 바닥판에는 종균열이 간헐적으로 발생되었으며, 벽체부에 수평 및 경사균열, 일부 개소에 백태, 파손, 들뜸, 박리, 누수오염, 유도배수관 길이부족, 슬래브 및 방호벽 접합부 누수 손상 등의 손상이 조사되었다.
- PSC BOX 거더에 발생된 균열은 시공적, 환경적 요인에 의한 손상으로 장기 공용에 따라 Tendon이나 철근 부식, Con'c 내구성에 영향을 미칠 수 있어 0.2㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 0.1㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직하다.
- 재료분리 손상은 작업구 메움부의 정밀시공 미흡에 의한 손상으로 손상확대 방지를 위해 단면보수가 바람직하며, 백태 손상은 시공 초기 손상으로 표면처리토록 한다.
- 들뜸, 파손, 박리 및 누수오염 등의 손상은 경미한 손상이나 원활한 유지관리를 위해 단면보수 및 표면처리가 바람직하며, 이물질 퇴적 손상은 원활한 유지관리를 위해 청소/제거가 바람직하다.
- 유도배수관 길이부족은 하부구조의 열화방지를 위해 지면부까지 배수관 길이 연장이 바람직하며, 슬래브 및 방호벽 접합부 누수는 포장층내로 유입된 우수가 바닥슬래브 및

방호벽 이음부의 접속 불량부를 통해 발생된 손상으로 상부 포장층 일부 구간 절개 후 충진 및 주입보수 후 손상부에 대한 표면보수가 바람직하다.

- 보수부 망상 균열은 보수시 정밀시공 미흡에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 표면보수 및 단면보수 실시가 바람직하다.

2) 교대

- 외관조사 결과, 망상균열, 균열, 교좌면 체수 흔적, 누수오염, 실런트 이격/노후화, 점검계단 파손, 통로 BOX Joint부 누수, 망상균열, 균열, 이격, 백태 등의 손상이 조사되었고, 조사된 균열은 비구조적 균열로 구조물의 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열은 주입보수, 0.2㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직하다.
- 방호벽측 신축이음 마감 미흡으로 인한 누수에 의한 교대부의 체수흔적/누수오염은 흔적은 내구성 확보를 위해 표면보수가 바람직하고, 통로 BOX Joint부 이격, 누수, 백태는 구조물 기초 지지층 상이에 따른 손상으로 공용년수를 고려할 때 손상 진행은 수렴된 것으로 판단되어 이격부에 대해서는 주의관찰하고, Joint 누수, 백태 손상은 내구성 확보를 위해 방수용 발포우레탄 보수 및 표면보수가 바람직하다.
- 상・하행선 유간부 실런트 이격이 발생되었으나, 기능발휘에 문제가 없으므로 주의관찰하고, 점검계단 파손은 지반침하에 의한 경미한 손상으로 주의관찰이 바람직하다.

3) 교각

- 교각의 외관조사 결과, 망상균열, 균열, 들뜸/박락/파손, 재료분리. 백태, 거푸집 미제거, 그을음 등의 손상이 조사되었으며, 조사된 균열은 비구조적 균열로 구조물의 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 0.2㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직하다.
- 들뜸/박락/파손, 재료분리 손상은 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요하며, 백태, 그을음 손상은 손상도가 경미하나, 미관 및 내구성 확보를 위해 표면보수가 바람직하다.
- 거푸집 미제거는 원활한 유지관리를 위해 거푸집 제거가 필요하다.
- 금시교는 밀양강을 횡단하는 교각으로 교각 P6~P8가 하천상에 위치하고 있으며, 수중부 교각의 외관상태는 유수 흐름에 의한 손상이 조사되지 않았으며, 교각 주변 하상상태도 세굴이 발생되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.

4) 교량받침

- 교량받침은 납면진받침(원형 L.R.B)으로 설치되어 있으며, 받침Plate 도장박리 및 녹발생, 받침 상부 Plate 들뜸, 고무재 들뜸/파손, 볼트 체결불량 및 녹발생, 받침 몰탈 균열 및 파손 등의 손상이 조사되었으나, 받침 가동에 유해한 영향을 미칠만한 손상은 확인되지 않았다.
- 받침Plate 도장박리/녹발생, 받침볼트 체결불량은 내구성 및 건전성 확보를 위해 재도장 및 볼트 재체결이 필요하며, 0.2㎜이하 받침몰탈 균열은 표면처리, 받침몰탈 파손은 단면보수가 바람직하다.
- 받침Plate 들뜸은 받침Plate 끝단부에 국한하여 발생된 경미한 손상이며, 고무재 들뜸/파손 손상은 받침장치 보호를 위한 피복 고무재 손상으로 받침기능 발휘에는 전혀 문제가 없고 손상정도가 경미하여 주의관찰이 바람직하다.
- 연단거리 측정 결과, 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 시방규정을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 교량받침의 가동여유량을 검토한 결과, 설계기준온도에 따른 하절기 최대 신장여유량 및 동절기 최대 신축여유량을 받침장치 모두 충분히 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

6) 신축이음

- 신축이음장치는 A1, A2에 Rail Joint로 시공되어져 있고 외관조사 결과, 전반적으로 신축거동은 원활하나, 신축이음 본체 녹발생, 유간부 토사퇴적, 차수판 변형 및 앵커볼트 탈락, 후타재 균열/망상균열, 후타재 파손, 신축이음 하부 볼트 탈락 등의 손상이 조사되었다.
- 신축이음 본체 녹발생은 내구성 확보를 위해 도장 실시가 바람직하며, 유간부 토사퇴적은 신축거동 제한으로 구조물에 영향을 미칠 수 있어 주기적인 청소가 바람직하다.
- 차수판 변형 및 앵커볼트 탈락 등의 손상이 조사되었으므로 차수판의 건전성 확보를 위해 보수가 바람직하다.
- 후타재에 발생된 균열은 급속시공 및 조기차량 통행 등 제한적 시공여건에 의해 발생된 손상으로 후타재의 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 망상균열 및 0.2㎜이하 균열은 주의관찰이 바람직하며, 국부적인 파손은 빈번한 차량통과에 따라 손상확대가 우려되므로 단면보수를 실시토록 한다.
- Rail Joint 유간조절장치 고정을 위한 볼트가 탈락된 것으로 조사되었으나, 신축이음장치의 기능발휘에는 문제가 없고, 차량하중에 의한 신축이음장치의 변형 등으로 볼트체결이 어려워 주위관찰이 바람직하다.

- 금회 신축이음 유간을 검토한 결과, 신축이음 모두 신장여유량을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

7) 교면포장

- 교면은 아스팔트로 포장되어 있으며, 균열, 망상균열, 라벨링, 아스콘 패임, 접속부 이격/단차 등의 손상이 조사되었으며, 아스콘 패임의 손상정도는 경미하나, 차량하중 작용으로 손상확대가 우려되고, 포장층내 우수 침투로 구조물의 내구성 저하를 유발할 수 있어 보수가 필요하며, 기타 손상은 손상확대 여부를 관찰하고 포장 보수 계획 수립 후 적절한 시기에 보수 실시가 바람직하다.

8) 배수시설

- 배수시설은 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 개소에서 배수구 막힘, 배수관 막힘, 배수관 파손, 배수관 설치불량(매립/연결고리 탈락), 배수관 고정불량/길이부족 등이 조사되었다.
- 배수구 막힘, 배수관 막힘 및 배수관 파손은 배수처리 미흡 및 누수 발생으로 하부구조 열화 등 주변부에 대해 2차 손상발생 가능성이 있어 청소 및 재설치가 바람직하다.
- 배수관 연결부 탈락/매립은 인접 하천 제방공사시 발생된 것으로 추정되며, 원활한 배수처리를 위해 배수관 하단부 절단 및 탈락부 재설치가 바람직하다.
- 배수관 고정불량은 일자 형태의 연결핀 시공으로 흔들림이 발생하나 낙하의 위험이 없고 기능발휘에는 문제가 없는 것으로 조사되었으며, 배수관 길이부족으로 교대 보호블록 법면부에 우수가 유입되고 있으나 점검시 법면부 상태가 양호하고 특이한 손상이 발생되지 않아 주의관찰토록 한다.

9) 방호벽 및 중앙분리대

- 전 경간에서 수평 및 수직균열, 망상균열/백태, 박락/파손, 철근노출, 보수재 박리/파손, 방호벽 접속부 단차, 실란트 파손, 차량방호책 변형 등이 조사되었으므로, 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열 및 균열부 백태 손상은 주입보수, 0.2㎜이하 균열 및 망상균열은 표면보수 실시가 바람직하다.
- 시공시 피복부족에 의한 철근노출 손상은 철근부식으로 단면손상 확대가 우려되므로 단면보수가 필요하고, 국부적으로 발생한 박락/파손, 보수재 박리/파손, 방호벽 유간부 실란트 파손 등은 손상 정도가 경미하며, 방호벽 단차는 진행이 수렴된 것으로 판단되므로 주의관찰이 바람직하다.

## 나. 내구성 시험 및 측정 결과

- 콘크리트의 내구성 시험결과 콘크리트의 강도는 설계기준강도(상부구조 40MPa, 하부구조 24MPa)를 상회하며, 철근배근상태는 설계치에 근사한 것으로 조사되었다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 탄산화 잔여깊이가 30.0㎜이상으로 측정되어 탄산화에 의한 철근부식발생의 우려가 없는 “a” 로 평가되었다.
- 염화물함유량 시험결과 염화물함유량이 낮아 부식발생 가능성 낮은 상태인 “a～b” 로 평가되었다.
- 균열깊이 측정결과, 측정 대상 균열심도는 철근피복두께를 초과하거나 근접한 것으로 측정되어 내구성확보 차원의 보수가 필요한 것으로 판단된다.

## 다. 상태평가 결과

- 상태평가결과, 바닥판, 구조물의 영향을 미칠만한 손상이 조사되지 않은 상태로서 내구성 확보를 위해 일부 보수가 필요한 “B” (대구방향 0.256, 부산방향 0.257)로 평가되었다.

## 라. 안전성 평가 결과

- 상부구조에 대한 구조검토결과, 바닥판 및 거더에 대해서 최소안전율이 각각 1.60 및 1.55으로 안전율 1.0을 상회하고 교각 P1의 하부구조에 대한 구조검토결과, 기둥은 P-M상관도 해석에 의한 최소안전율 4.637로서 안전율 1.0을 초과하며 내하력 평가결과, 기본내하력이 설계활하중인 DB-24를 상회하여 구조물이 전반적으로 구조적 안전성을 확보한 것으로 판단되며 최종적인 안전성 평가등급은 A등급이다.

## 마. 결 언

- 금시교는 약 10년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사결과, 전반적으로 양호한 상태이나 일부 보수를 요하는 손상인 콘크리트 부재의 균열 및 망상균열, 국부적인 단면손상, 누수오염, 교량받침Plate 녹발생, 받침볼트 체결불량, 신축이음 유간부 토사퇴적, 후타재 파손, 아스콘 패임, 배수구 및 배수관 막힘 등의 손상이 일부 조사되었다.
- 본 교량의 상태평가 및 안전성 평가 결과를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양호)』로 평가되었으며, PSC BOX 구조물은 작용하중에 대해 강선 긴장력에 의해 저항하는 구조물로 균열 및 기타 손상에 대해 지속적인 주의관찰 및 적절한 유지관리가 이루어져야 하므로, 결함 및 손상 부위에 대하여 금회 진단 보고서에 제시된 보수를 시행하고 중점유지관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등교(DB-24)로서의 기능을 유지 할 수 있을 것으로 판단된다.

# 보고서 목차

## ◉정밀안전진단 결과 요약문


**제 1장 정밀안전진단 개요 ····· 1**

1.1 과업의 목적 ····· 3

1.2 과업의 범위 및 내용 ····· 3

1.2.1 과업의 범위 ····· 3

1.2.2 과업수행기간 ····· 3

1.2.3 과업의 내용 ····· 4

1.3 과업수행 절차 및 일정 ····· 5

1.3.1 과업수행 절차 ····· 5

1.3.2 과업수행 일정 ····· 6

1.4 대상교량의 현황 ····· 7

1.4.1 시설물 현황 ····· 7

1.4.2 교량 주요도면 ····· 8

1.5 사용장비 및 시험기기의 현황 ····· 16

1.6 교량기호의 정의 ····· 17

1.6.1 교량기호 ····· 17

1.6.2 일련번호(n) ····· 18

**제 2장 자료수집 및 분석 ····· 19**

2.1 자료수집 현황 ····· 21

2.1.1 자료수집 현황 ····· 21

2.2 건설 관련자료 검토결과 요약 ····· 22

2.2.1 설계기준 검토 ····· 22

2.2.2 실시설계 보고서 검토 ····· 24

2.2.3 구조 및 수리계산서 검토 ····· 27

2.2.4 설계도면 검토 ····· 30

2.2.5 토질 및 지반조사 자료검토 ····· 30
2.2.6 시공관련 자료검토 ····· 32
2.3 기 점검 실시결과 요약 ····· 33
2.3.1 기 점검이력 ····· 33
2.3.2 기 정밀점검 실시결과(2013년 12월) ····· 35
2.4 보수·보강 이력 ····· 40
2.5 내진설계 여부 ····· 41
2.6 자료분석 결과요약 ····· 42

**제 3장 현장조사 및 시험 ····· 43**
3.1 개 요 ····· 45
3.2 외관조사 결과(대구방향) ····· 47
3.2.1 상부구조 ····· 47
3.2.2 하부구조 ····· 54
3.2.3 교량받침 ····· 60
3.2.4 신축이음장치 ····· 69
3.2.5 교면포장 ····· 73
3.2.6 기타부재 ····· 76
3.3 외관조사 결과(부산방향) ····· 82
3.3.1 상부구조 ····· 82
3.3.2 하부구조 ····· 88
3.3.3 교량받침 ····· 95
3.3.4 신축이음장치 ····· 104
3.3.5 교면포장 ····· 108
3.3.6 기타부재 ····· 110
3.4 콘크리트 내구성조사 ····· 118
3.4.1 개 요 ····· 118
3.4.2 시험내용 및 평가기준 ····· 122
3.4.3 시험결과 및 분석 ····· 136
3.5 현장조사 및 시험 결과요약 ····· 154
3.5.1 외관조사 결과요약 ····· 154

3.5.2 현장시험 결과 요약 ····· 164

**제 4장 시설물의 상태평가 ····· 169**

4.1 개요 ····· 171

4.2 상태평가 항목 및 기준 ····· 171

4.2.1 부재별 상태평가 적용범위 ····· 171

4.2.2 구조형식에 따른 부재별 가중치 ····· 172

4.2.3 상태평가 결과 결정 ····· 173

4.3 상태평가 결과 ····· 174

4.3.1 대구방향 ····· 174

4.3.2 부산방향 ····· 188

**제 5장 시설물의 안전성 평가 ····· 203**

5.1 개 요 ····· 205

5.2 상부구조 안전성 평가 ····· 206

5.2.1 교량 제원 ····· 206

5.2.2 재료의 물성치 및 허용응력 ····· 206

5.2.3 하중조건 ····· 207

5.2.4 종방향 구조해석 ····· 210

5.2.5 허용응력에 의한 안전성 평가 ····· 210

5.2.6 강도설계법에 의한 안전성 평가 ····· 214

5.2.7 횡방향 구조해석 ····· 218

5.3 내하력 평가 ····· 221

5.3.1 개요 ····· 221

5.3.2 종방향 평가 ····· 222

5.3.3 횡방향 평가 ····· 223

5.4 하부구조 안전성평가 ····· 224

5.4.1 교각(P1) 구조검토 ····· 224

5.5 안전성평가 결과요약 ····· 235

5.5.1 안전성 평가결과 ····· 235

5.5.2 기본내하력 평가결과 ····· 237

5.5.3 안전성평가 종합결론 ····· 238

**제 6장 종합평가 및 안전등급의 지정 ····· 239**

6.1 종합평가 ····· 241

6.1.1 종합평가 결과 산정방법 ····· 241

6.1.2 종합평가 결과 ····· 242

6.2 안전등급 ····· 243

6.2.1 안전등급기준 ····· 243

6.2.2 안전등급 지정 ····· 243

**제 7장 보수·보강 및 유지관리방안 ····· 245**

7.1 개 요 ····· 247

7.2 보수·보강 방안 ····· 249

7.2.1 보수·보강 추진방향 및 우선순위의 선정 ····· 249

7.2.2 결함내용별 보수·보강방안 ····· 252

7.2.3 보수·보강 방안 ····· 256

7.2.4 보수 후 성능평가 방법 ····· 270

7.3 보수·보강 개략공사비 ····· 273

7.4 유지관리 방안 ····· 277

7.4.1 유지관리 일반 ····· 277

7.4.2 점검주기 및 주요 조사항목 ····· 280

7.4.3 진단결과에 따른 중점유지관리 사항 ····· 281

7.4.4 유지관리시 점검요령 ····· 283

**제 8장 종합결론 ····· 291**

## ◉ 부 록

1. 과업지시서
2. 측정, 시험 성과표
3. 상태평가 결과 자료
4. 안전성 평가 결과 자료
5. 시설물 관리대장 사본
6. 사용장비 및 기기의 사진
7. 현환조사 및 외관조사 사진첩
8. 사전조사 자료 일체

# 표 목 차

【표 1.2.1】 과업의 내용 ····· 4
【표 1.3.1】 정밀안전진단 과업수행 일정 ····· 6
【표 1.4.1】 금시교 현황표 ····· 7
【표 1.5.1】 주요 사용장비 및 시험기기 일반사항 ····· 16
【표 1.6.1】 교량기호의 정의 ····· 17
【표 2.1.1】 자료수집 현황 ····· 21
【표 2.2.1】 금시교 구조검토 조건 ····· 27
【표 2.2.2】 금시교 상부구조 구조검토 결과요약 ····· 28
【표 2.2.3】 금시교 하부구조 구조검토 결과요약 ····· 29
【표 2.2.4】 금시교 시추조사 위치 ····· 30
【표 2.2.5】 금시교 지반조사 결과(토질조사보고서, 2001) ····· 31
【표 2.3.1】 금시교 기 점검이력 ····· 33
【표 2.4.1】 금시교 보수·보강 이력 ····· 40
【표 2.6.1】 자료분석 결과요약 ····· 42
【표 3.1.1】 부재별 조사항목 ····· 46
【표 3.2.1】 PSC BOX 거더 내부 외관조사 결과(대구) ····· 48
【표 3.2.2】 PSC BOX 거더 내부 기 점검 결과 비교(대구) ····· 49
【표 3.2.3】 PSC BOX 거더 외부 외관조사 결과(대구) ····· 51
【표 3.2.4】 PSC BOX 거더 외부 기 점검 결과 비교(대구) ····· 53
【표 3.2.5】 교대 외관조사 결과(대구) ····· 54
【표 3.2.6】 교대 기 점검 결과 비교(대구) ····· 55
【표 3.2.7】 교각 외관조사 결과(대구) ····· 57
【표 3.2.8】 교각 기 점검 결과 비교(대구) ····· 59
【표 3.2.9】 교량받침 외관조사 결과(대구) ····· 61
【표 3.2.10】 연단거리 측정 결과(대구) ····· 64
【표 3.2.11】 교량받침 가동상태 검토결과(대구) ····· 65
【표 3.2.12】 교량받침 이동량 산정(대구) ····· 66
【표 3.2.13】 교량받침 이동량 검토결과(대구) ····· 67
【표 3.2.14】 교량받침 기 점검 결과 비교(대구) ····· 68
【표 3.2.15】 신축이음장치 외관조사 결과(대구) ····· 69
【표 3.2.16】 신축이음 유간 측정결과(대구) ····· 71

【표 3.2.17】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과(대구)····· 71
【표 3.2.18】 신축이음 신축이동량 산정(대구)····· 72
【표 3.2.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과(대구)····· 72
【표 3.2.20】 교면포장 외관조사 결과(대구)····· 74
【표 3.2.21】 배수시설 외관조사 결과(대구)····· 76
【표 3.2.22】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과(대구)····· 78
【표 3.2.23】 기타 시설 외관조사 결과(대구)····· 80
【표 3.3.1】 PSC BOX 거더 내부 외관조사 결과(부산)····· 83
【표 3.3.2】 PSC BOX 거더 내부 기 점검 결과 비교(부산)····· 84
【표 3.3.3】 PSC BOX 거더 외부 외관조사 결과(부산)····· 86
【표 3.3.4】 PSC BOX 거더 외부 기 점검 결과 비교(부산)····· 87
【표 3.3.5】 교대 외관조사 결과(부산)····· 89
【표 3.3.6】 교대 기 점검 결과 비교(부산)····· 90
【표 3.3.7】 교각 외관조사 결과(부산)····· 92
【표 3.3.8】 교각 기 점검 결과 비교(부산)····· 94
【표 3.3.9】 교량받침 외관조사 결과(부산)····· 96
【표 3.3.10】 연단거리 측정 결과(부산)····· 99
【표 3.3.11】 교량받침 가동상태 검토결과(부산)····· 100
【표 3.3.12】 교량받침 이동량 산정(부산)····· 101
【표 3.3.13】 교량받침 이동량 검토결과(부산)····· 102
【표 3.3.14】 교량받침 기 점검 결과 비교(부산)····· 103
【표 3.3.15】 신축이음장치 외관조사 결과(부산)····· 104
【표 3.3.16】 신축이음 유간 측정결과(부산)····· 106
【표 3.3.17】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과(부산)····· 107
【표 3.3.18】 신축이음 신축이동량 산정(부산)····· 107
【표 3.3.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과(부산)····· 107
【표 3.3.20】 교면포장 외관조사 결과(부산)····· 109
【표 3.3.21】 배수시설 외관조사 결과(부산)····· 111
【표 3.3.22】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과(부산)····· 113
【표 3.3.23】 기타 시설 외관조사 결과(부산)····· 116
【표 3.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황(대구)····· 118
【표 3.4.2】 콘크리트 비파괴시험 현황(부산)····· 119
【표 3.4.3】 보정반발경도(Ro)····· 123
【표 3.4.4】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(반발경도시험)····· 124
【표 3.4.5】 재령계수 $\alpha$ 값····· 124
【표 3.4.6】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(초음파전달속도시험)····· 127

【표 3.4.7】탄산화 속도에 영향을 미치는 요인 ····· 131
【표 3.4.8】탄산화 상태평가 기준 ····· 133
【표 3.4.9】염화물 평가기준(콘크리트 구조설계기준(2007)) ····· 134
【표 3.4.10】염화물 상태평가 기준(안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010.12)) ····· 135
【표 3.4.11】상부구조(PSC BOX) 비파괴강도 시험결과(대구) ····· 136
【표 3.4.12】하부구조(교대, 교각) 비파괴강도 시험결과(대구) ····· 137
【표 3.4.13】비파괴강도시험 결과분석(대구) ····· 138
【표 3.4.14】비파괴강도 기 점검결과와의 비교(부산) ····· 138
【표 3.4.15】철근탐사시험 결과(대구) ····· 139
【표 3.4.16】철근탐사시험 결과분석(대구) ····· 141
【표 3.4.17】탄산화 깊이 측정결과 및 평가(대구) ····· 141
【표 3.4.18】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교(대구) ····· 142
【표 3.4.19】염화물함유량 시험결과 및 평가(대구) ····· 143
【표 3.4.20】균열깊이 측정결과(대구) ····· 144
【표 3.4.21】상부구조(PSC BOX) 비파괴강도 시험결과(부산) ····· 145
【표 3.4.22】하부구조(교대, 교각) 비파괴강도 시험결과(부산) ····· 146
【표 3.4.23】비파괴강도시험 결과분석(부산) ····· 147
【표 3.4.24】비파괴강도 기 점검결과와의 비교(부산) ····· 147
【표 3.4.25】철근탐사시험 결과(부산) ····· 148
【표 3.4.26】철근탐사시험 결과분석(부산) ····· 150
【표 3.4.27】탄산화 깊이 측정결과 및 평가(부산) ····· 150
【표 3.4.28】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교(부산) ····· 151
【표 3.4.29】염화물함유량 시험결과 및 평가(부산) ····· 152
【표 3.4.30】균열깊이 측정결과(부산) ····· 153
【표 3.5.1】외관조사 결과요약(대구) ····· 154
【표 3.5.2】외관조사 기 정밀점검(2013년) 결과와의 비교(대구) ····· 157
【표 3.5.3】외관조사 결과요약(부산) ····· 159
【표 3.5.4】외관조사 기 정밀점검(2013년) 결과와의 비교(부산) ····· 162
【표 3.5.5】금회 진단 현장시험 결과 요약(대구) ····· 164
【표 3.5.6】현장시험 기 정밀점검(2013년)결과 비교(대구) ····· 165
【표 3.5.7】금회 진단 현장시험 결과 요약(부산) ····· 166
【표 3.5.8】현장시험 기 정밀점검(2013년)결과 비교(부산) ····· 167
【표 4.2.1】부재별 상태평가 적용 범위 ····· 171
【표 4.2.2】구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치 ····· 172
【표 4.2.3】결함도 점수 범위에 따른 기준 ····· 173
【표 4.3.1】콘크리트 바닥판 상태평가 결과(대구) ····· 174

【표 4.3.2】 프리스트레스 거더(복부, 하부플랜지) 상태평가 결과(대구)····· 175
【표 4.3.3】 콘크리트 가로보(격벽) 상태평가 결과(대구)····· 176
【표 4.3.4】 콘크리트 교대 상태평가 결과(대구)····· 177
【표 4.3.5】 콘크리트 교각 상태평가 결과(대구)····· 177
【표 4.3.6】 기초 상태평가 결과(대구)····· 178
【표 4.3.7】 교량받침 상태평가 결과(대구)····· 179
【표 4.3.8】 신축이음 상태평가 결과(대구)····· 180
【표 4.3.9】 교면포장 상태평가 결과(대구)····· 181
【표 4.3.10】 배수시설 상태평가 결과(대구)····· 182
【표 4.3.11】 난간 및 연석 상태평가 결과(대구)····· 183
【표 4.3.12】 탄산화 상태평가 결과(대구)····· 184
【표 4.3.13】 염화물 상태평가 결과(대구)····· 184
【표 4.3.14】 상태평가 결과표(대구)····· 185
【표 4.3.15】 기 진단 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(대구)····· 186
【표 4.3.16】 콘크리트 바닥판(상부플랜지) 상태평가 결과(부산)····· 188
【표 4.3.17】 프리스트레스 거더(복부,하부플랜지) 상태평가 결과(부산)····· 189
【표 4.3.18】 콘크리트 가로보(격벽) 상태평가 결과(부산)····· 190
【표 4.3.19】 콘크리트 교대 상태평가 결과(부산)····· 191
【표 4.3.20】 콘크리트 교각 상태평가 결과(부산)····· 191
【표 4.3.21】 기초 상태평가 결과(부산)····· 192
【표 4.3.22】 교량받침 상태평가 결과(부산)····· 193
【표 4.3.23】 신축이음 상태평가 결과(대구)····· 194
【표 4.3.24】 교면포장 상태평가 결과(부산)····· 195
【표 4.3.25】 배수시설 상태평가 결과(부산)····· 196
【표 4.3.26】 난간 및 연석 상태평가 결과(부산)····· 197
【표 4.3.27】 탄산화 상태평가 결과(부산)····· 198
【표 4.3.28】 염화물 상태평가 결과(부산)····· 198
【표 4.3.29】 상태평가 결과표(부산)····· 199
【표 4.3.30】 기 진단 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(부산)····· 200
【표 5.2.1】 시공단계 PSC Box 상·하연 발생응력 결과····· 211
【표 5.2.2】 허용응력법에 의한 안전율 산정····· 214
【표 5.2.3】 설계하중 작용시 검토단면의 최대 단면력····· 216
【표 5.2.4】 반력 집계결과····· 217
【표 5.2.5】 횡방향 구조해석 하중조합····· 219
【표 5.2.6】 하중조합에 따른 위치별 단면력 모멘트검토····· 220
【표 5.3.1】 허용응력법에 의한 거더의 종방향 내하율 및 내하력평가····· 222

【표 5.3.2】강도설계법에 의한 거더의 종방향 내하율 및 내하력 평가 ····· 222
【표 5.3.3】횡방향 각 단면에 대한 내하력 평가 ····· 223
【표 5.4.1】부재력 산정결과 ····· 230
【표 5.4.2】기둥 단면검토 결과(P1) ····· 231
【표 5.5.1】허용응력법에 의한 안전율 산정 ····· 235
【표 5.5.2】설계하중 작용시 검토단면의 최대 단면력 ····· 235
【표 5.5.3】하중조합에 따른 위치별 단면력 모멘트검토 ····· 235
【표 5.5.4】하부구조 안전성 평가결과 ····· 236
【표 5.5.5】허용응력법에 의한 거더의 종방향 내하율 및 내하력평가 ····· 237
【표 5.5.6】강도설계법에 의한 거더의 종방향 내하율 및 내하력 평가 ····· 237
【표 5.5.7】횡방향 각 단면에 대한 내하력 평가 ····· 237
【표 6.1.1】종합평가 결과 ····· 242
【표 6.2.1】시설물의 안전등급 ····· 243
【표 7.1.1】시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 검토사항 ····· 248
【표 7.2.1】보수・보강 우선순위 결정 기준 ····· 249
【표 7.2.2】보수・보강 일람표(대구) ····· 252
【표 7.2.3】보수・보강 일람표(부산) ····· 254
【표 7.2.4】표면보수 재료목록 ····· 256
【표 7.2.5】KS F 4923(콘크리트 구조물 보수용 에폭시 수지) ····· 258
【표 7.2.6】저압・저속식 주입방법 ····· 259
【표 7.2.7】균열폭에 알맞은 수지의 점성도 ····· 259
【표 7.2.8】일반적인 주입파이프의 간격 ····· 259
【표 7.2.9】균열주입공법 비교 ····· 260
【표 7.2.10】콘크리트 단면보수 공법 비교 ····· 263
【표 7.3.1】보수・보강 개략공사비(대구방향) ····· 273
【표 7.3.2】보수・보강 개략공사비(부산방향) ····· 275
【표 7.4.1】점검주기 및 주요 조사항목 ····· 280
【표 7.4.2】등급별 실시주기 ····· 280
【표 7.4.3】부재별 유지관리 중점사항 ····· 281

# 그 림 목 차

【그림 1.3.1】정밀안전진단 과업수행 흐름도 ····· 5
【그림 1.4.1】금시교 종·평면도 ····· 8
【그림 1.4.2】금시교(대구,부산) 횡단면도 및 종구배도 ····· 9
【그림 1.4.3】금시교 PSC BOX(중앙부) 단면도 ····· 10
【그림 1.4.4】금시교 PSC BOX(지점부) 단면도 ····· 11
【그림 1.4.5】금시교 PSC BOX 강선배치도 ····· 12
【그림 1.4.6】금시교(부산) 교대 A1 일반도 ····· 13
【그림 1.4.7】금시교(부산) 교대 A2 일반도 ····· 14
【그림 1.4.8】금시교 교각 일반도 ····· 15
【그림 3.2.1】PSC BOX 거더 내부 기 점검 결과 비교(대구) ····· 50
【그림 3.2.2】PSC BOX 거더 외부 기 점검 결과 비교(대구) ····· 53
【그림 3.2.3】교대 기 점검 결과 비교(대구) ····· 56
【그림 3.2.4】교각 기 점검 결과 비교(대구) ····· 59
【그림 3.2.5】교량받침 배치도(대구) ····· 60
【그림 3.2.6】도로교설계기준 연단거리 산출방법 ····· 63
【그림 3.2.7】교량받침 기 점검결과 비교(대구) ····· 68
【그림 3.2.8】신축이음장치 전경 및 배치도(대구) ····· 69
【그림 3.3.1】PSC BOX 거더 내부 기 점검 결과 비교(부산) ····· 85
【그림 3.3.2】PSC BOX 거더 외부 기 점검 결과 비교(부산) ····· 87
【그림 3.3.3】교대 기 점검 결과 비교(부산) ····· 90
【그림 3.3.4】교각 기 점검 결과 비교(부산) ····· 94
【그림 3.3.5】교량받침 배치도(부산) ····· 95
【그림 3.3.6】도로교설계기준 연단거리 산출방법 ····· 98
【그림 3.3.7】교량받침 기 점검결과 비교(부산) ····· 103
【그림 3.3.8】신축이음장치 전경 및 배치도(부산) ····· 104
【그림 3.4.1】콘크리트 내구성조사 위치도(대구) ····· 120
【그림 3.4.2】콘크리트 내구성조사 위치도(부산) ····· 121
【그림 3.4.3】반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차 ····· 122
【그림 3.4.4】초음파전달속도시험 및 측정기 점검 등의 절차 ····· 125
【그림 3.4.5】초음파전달속도시험을 위한 탐촉자 배치방법 ····· 126
【그림 3.4.6】표면법에 의한 초음파전달속도의 측정 ····· 126

【그림 3.4.7】 철근탐사 측정원리 ····· 128
【그림 3.4.8】 철근탐사시험 및 장비 점검 등의 절차 ····· 129
【그림 3.4.9】 탄산화에 의한 콘크리트 성능저하 ····· 131
【그림 3.4.10】 Tc-To법에 의한 탐촉자 배치 및 균열깊이 측정방법 ····· 135
【그림 3.4.11】 상부구조(PSC BOX) 평균압축강도 추정결과(대구) ····· 137
【그림 3.4.12】 하부구조(교대, 교각) 평균압축강도 추정결과(대구) ····· 137
【그림 3.4.13】 탄산화 깊이 측정결과(대구) ····· 142
【그림 3.4.14】 염화물시험 측정결과(대구) ····· 143
【그림 3.4.15】 상부구조(PSC BOX) 평균압축강도 추정결과(부산) ····· 146
【그림 3.4.16】 하부구조(교대, 교각) 평균압축강도 추정결과(부산) ····· 146
【그림 3.4.17】 탄산화 깊이 측정결과(부산) ····· 151
【그림 3.4.18】 염화물시험 측정결과(부산) ····· 152
【그림 4.2.1】 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법 ····· 173
【그림 4.3.1】 기 점검 결과와의 부재별 상태평가 결과 비교(대구) ····· 187
【그림 4.3.2】 기 점검 결과와의 부재별 상태평가 결과 비교(부산) ····· 201
【그림 5.2.1】 시공 단계별 상·하연 최대·최소 응력 ····· 211
【그림 5.2.2】 처짐도 ····· 218
【그림 5.2.3】 모델링 ····· 218
【그림 5.2.4】 계수하중에 의한 휨모멘트도 ····· 219
【그림 5.2.5】 사용하중에 의한 휨모멘트도 ····· 220
【그림 5.2.6】 해석단면(P1) ····· 225
【그림 5.2.7】 해석모델링(P1) ····· 228
【그림 5.2.8】 P-M 상관도(교축직각방향) ····· 232
【그림 5.2.9】 P-M 상관도(교축방향) ····· 233
【그림 5.2.10】 P-M 상관도(합성부재력) ····· 234
【그림 6.1.1】 종합평가 결과 산정절차 ····· 241
【그림 7.2.1】 보수·보강방안 추진방향(대구) ····· 250
【그림 7.2.2】 보수·보강방안 추진방향(부산) ····· 251
【그림 7.2.3】 철근노출부 단면복구 개요도 ····· 261
【그림 7.2.4】 재료분리, 파손 단면복구 개요도 ····· 262
【그림 7.2.5】 방호벽 및 슬래브 접속부 보수 개요도 ····· 265
【그림 7.4.1】 유지관리 흐름도 ····· 278

# 사 진 목 차

【사진 3.1.1】 점검차를 이용한 근접 육안조사 ····· 46
【사진 3.2.1】 PSC BOX거더 전경(대구) ····· 47
【사진 3.2.2】 PSC BOX 거더 내부 손상현황(대구) ····· 49
【사진 3.2.3】 PSC BOX 거더 외부 손상현황(대구) ····· 52
【사진 3.2.4】 교대 전경(대구) ····· 54
【사진 3.2.5】 교대 손상현황(대구) ····· 55
【사진 3.2.6】 교각 전경(대구) ····· 56
【사진 3.2.7】 교각 손상현황(대구) ····· 58
【사진 3.2.8】 교각 수중부 조사 현황(대구) ····· 58
【사진 3.2.9】 교량받침 전경(대구) ····· 60
【사진 3.2.10】 교량받침 손상현황(대구) ····· 61
【사진 3.2.11】 연단거리 측정 전경 ····· 63
【사진 3.2.12】 신축이음장치 손상현황(대구) ····· 70
【사진 3.2.13】 신축이음 유간 측정방법(대구) ····· 71
【사진 3.2.14】 교면포장 전경(대구) ····· 73
【사진 3.2.15】 교면포장 손상현황(대구) ····· 74
【사진 3.2.16】 배수구 및 배수관 전경(대구) ····· 76
【사진 3.2.17】 배수시설 손상현황(대구) ····· 77
【사진 3.2.18】 방호벽 및 중앙분리대 전경(대구) ····· 77
【사진 3.2.19】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황(대구) ····· 79
【사진 3.2.20】 기타 시설 손상현황(대구) ····· 81
【사진 3.3.1】 PSC BOX 거더 전경(부산) ····· 82
【사진 3.3.2】 PSC BOX 거더 내부 손상현황(부산) ····· 84
【사진 3.3.3】 PSC BOX 거더 외부 손상현황(부산) ····· 86
【사진 3.3.4】 교대 전경(부산) ····· 88
【사진 3.3.5】 교대 손상현황(부산) ····· 89
【사진 3.3.6】 교각 전경(부산) ····· 91
【사진 3.3.7】 교각 손상현황(부산) ····· 93
【사진 3.3.8】 교각 수중부 조사 현황(부산) ····· 94
【사진 3.3.9】 교량받침 전경(부산) ····· 95
【사진 3.3.10】 교량받침 손상현황(부산) ····· 97

【사진 3.3.11】 연단거리 측정 전경 ····· 99
【사진 3.3.12】 신축이음장치 손상현황(부산) ····· 105
【사진 3.3.13】 신축이음 유간 측정방법(부산) ····· 106
【사진 3.3.14】 교면포장 전경(부산) ····· 108
【사진 3.3.15】 교면포장 손상현황(부산) ····· 110
【사진 3.3.16】 배수구 및 배수관 전경(부산) ····· 111
【사진 3.3.17】 배수시설 손상현황 ····· 112
【사진 3.3.18】 방호벽 및 중앙분리대 전경(부산) ····· 113
【사진 3.3.19】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황(부산) ····· 114
【사진 3.3.20】 기타 시설 손상현황(부산) ····· 116
【사진 3.4.1】 콘크리트 내구성조사 전경 ····· 119

# 제 1장 정밀안전진단 개요

1.1 과업의 목적

1.2 과업의 범위 및 내용

1.3 과업수행 절차 및 일정

1.4 대상교량의 현황

1.5 사용장비 및 시험기기의 현황

1.6 교량기호의 정의

# 제 1장 정밀안전진단 개요

## 1.1 과업의 목적

본 과업은 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”(이하 ” 시특법 “이라 한다.) 제7조 및 동법 시행령 제9조에 의한 정밀안전진단으로서 시설물의 물리적·기능적 결함과 손상을 조사·측정하고 원인을 분석하여 신속하고 적절한 조치를 취하며, 상태 및 구조적 안전성, 사용성을 종합적으로 검토·평가하여 적절한 보수·보강방법 및 유지관리방안을 수립하여, 고속도로 시설물의 재난예방과 안전성 확보를 통해 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

## 1.2 과업의 범위 및 내용

### 1.2.1 과업의 범위

1) 자료수집 및 분석

2) 현장조사 및 시험

3) 상태평가

4) 안전성 평가

5) 종합평가 및 안전등급 지정

6) 보수·보강방법 및 유지관리방안 제시

7) 보고서 작성

8) 신축이음장치 및 슈 점검(사진, 신축량 등)은 별도 시행방안에 따라 결과물 작성 및 제출

9) 하자보고서 작성

### 1.2.2 과업수행기간

2015. 08. 11 ~ 2015. 12. 31 (착수일로부터 143일간)

## 1.2.3 과업의 내용

본 과업은 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010. 12, 국토해양부/한국시설안전공단)』에 의거 수행하였으며, 과업의 내용에 대한 세부사항은 다음과 같다.

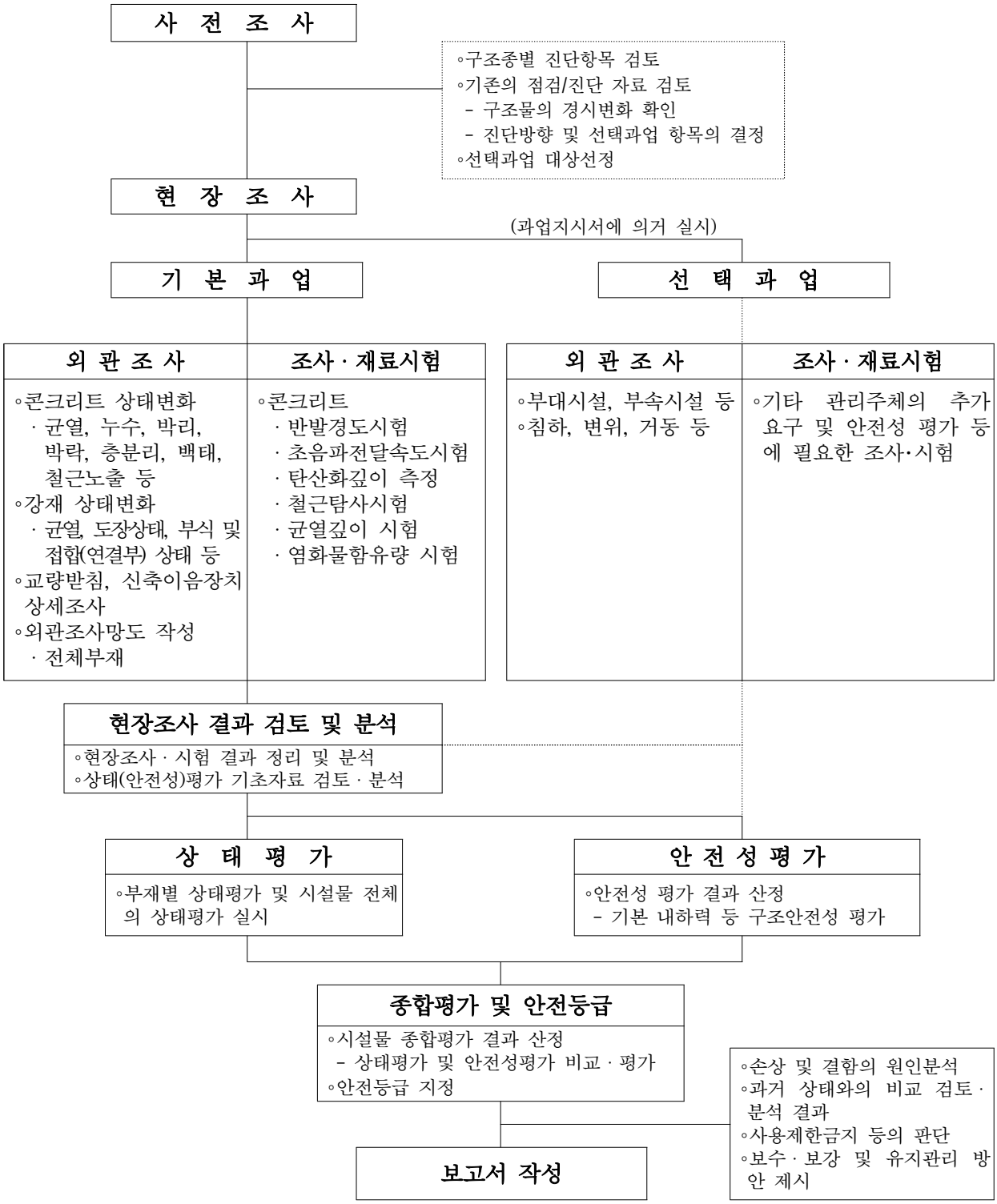
**【표 1.2.1】 과업의 내용**

| 과 업 의 범 위 | | 과 업 의 내 용 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 설계도서 및 관련자료 수집·검토 | | 1) 설계자료 검토(준공도면, 구조계산서, 특별시방서)<br>2) 시설물관리대장, 시공관련자료<br>3) 기존 안전점검 실시결과 및 보수·보강 이력 검토 | 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 (2010.12) 적용 |
| 현장 조사 및 시험 | 외관 조사 | 1) 교량의 제원 및 시공상태 조사<br>2) 상·하부구조 외관 결함 및 손상 등 외관조사<br>3) 신축이음, 교량받침 등 기능상태 조사<br>4) 부재별 기 점검결과와의 비교 | |
| | 내구성 조사 | 1) 콘크리트 강도 조사 : 반발경도시험, 초음파전달속도시험<br>2) 철근탐사시험 : 배근 간격, 피복두께<br>3) 탄산화 깊이 측정<br>4) 균열깊이 조사<br>5) 염화물 함유량 시험 | |
| 상태평가 | | 1) 부재별 상태평가 결과 산정 후 부재별 가중치를 고려한 시설물 전체에 대한 상태평가 결과 산정<br>2) 탄산화 및 염화물 함유량에 대한 평가 후 상태평가 항목으로 반영<br>3) 기 점검결과와의 비교 | |
| 안전성 평가 | | 1) 조사, 시험, 측정결과의 분석<br>2) 기존의 구조계산서, 안전성평가 자료 검토·분석<br>3) 내하력 및 구조 안전성 평가<br>4) 시설물의 안전성평가 결과에 대한 소견 | |
| 종합평가 및 안전등급 지정 | | 1) 상태평가 및 안전성평가 결과를 이용하여 안전등급 지정 | |
| 보수 및 보강대책 수립 | | 1) 결함 및 손상부위에 대한 원인 분석 및 평가<br>2) 기능 회복 및 향상을 위한 보수·보강 공법 제시<br>3) 보수·보강 물량 및 보수·보강 우선순위 제시 | |
| 유지관리 대책 수립 | | 1) 유지 관리상 문제점과 지침 기준 작성<br>2) 효율적인 유지관리를 위한 방안 제시 | |
| 보고서 작성 | | 1) 최종보고서 작성 및 제출 | |

# 1.3 과업수행 절차 및 일정

## 1.3.1 과업수행 절차

본 교량의 정밀안전진단 과업수행 흐름도는 다음과 같다.




【그림 1.3.1】 정밀안전진단 과업수행 흐름도

## 1.3.2 과업수행 일정

본 과업을 위해 수행한 정밀안전진단 과업 일정은 다음과 같다.

【표 1.3.1】정밀안전진단 과업수행 일정

| 공 종 | | 8월 | | | 9월 | | | 10월 | | | 11월 | | | 12월 | | | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 11 | 20 | 30 | 10 | 20 | 30 | 10 | 20 | 31 | 10 | 20 | 30 | 10 | 20 | 31 | |
| 1. 사전조사<br>■ 착수 및 예비답사<br>■ 관계도서 수집 및 분석<br>■ 점검, 보수이력자료 수집 및 검토<br>■ 현장조사 계획수립 | | 착수 | | | | | | | | | | | | | | | - 8/5 : 계약<br>- 8/11 : 착수 |
| 2. 현장조사, 상태조사<br>■ 외관조사<br>■ 비파괴조사(콘크리트)<br>■ 상태평가 | | | | | | | | | | | | | | | | | - 8월 ~ 10월 (1차 조사)<br>- 9/15 ~ 10/12 (4주) 본선 교통 통제<br>- 11월 (추가조사) |
| 3. 시설물의 내하력, 안전성 평가<br>■ 내하력 평가<br>■ 안전성 평가 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. 보수보강 및 유지관리 방안 제시<br>■ 보수·보강방안 제시<br>■ 종합평가<br>■ 유지관리방안 제시<br>■ 관리주체 협의 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. 보고서 작성<br>■ 최종보고서 작성<br>■ 준공 | | | | | | | | | | | | | | | | 준공 | - 12/31 준공 |
| 공정율(%) | 금 회 | 15 | | | 20 | | | 25 | | | 25 | | | 15 | | | |
| | 누 계 | 15 | | | 35 | | | 60 | | | 85 | | | 100 | | | |

# 1.4 대상교량의 현황

## 1.4.1 시설물 현황

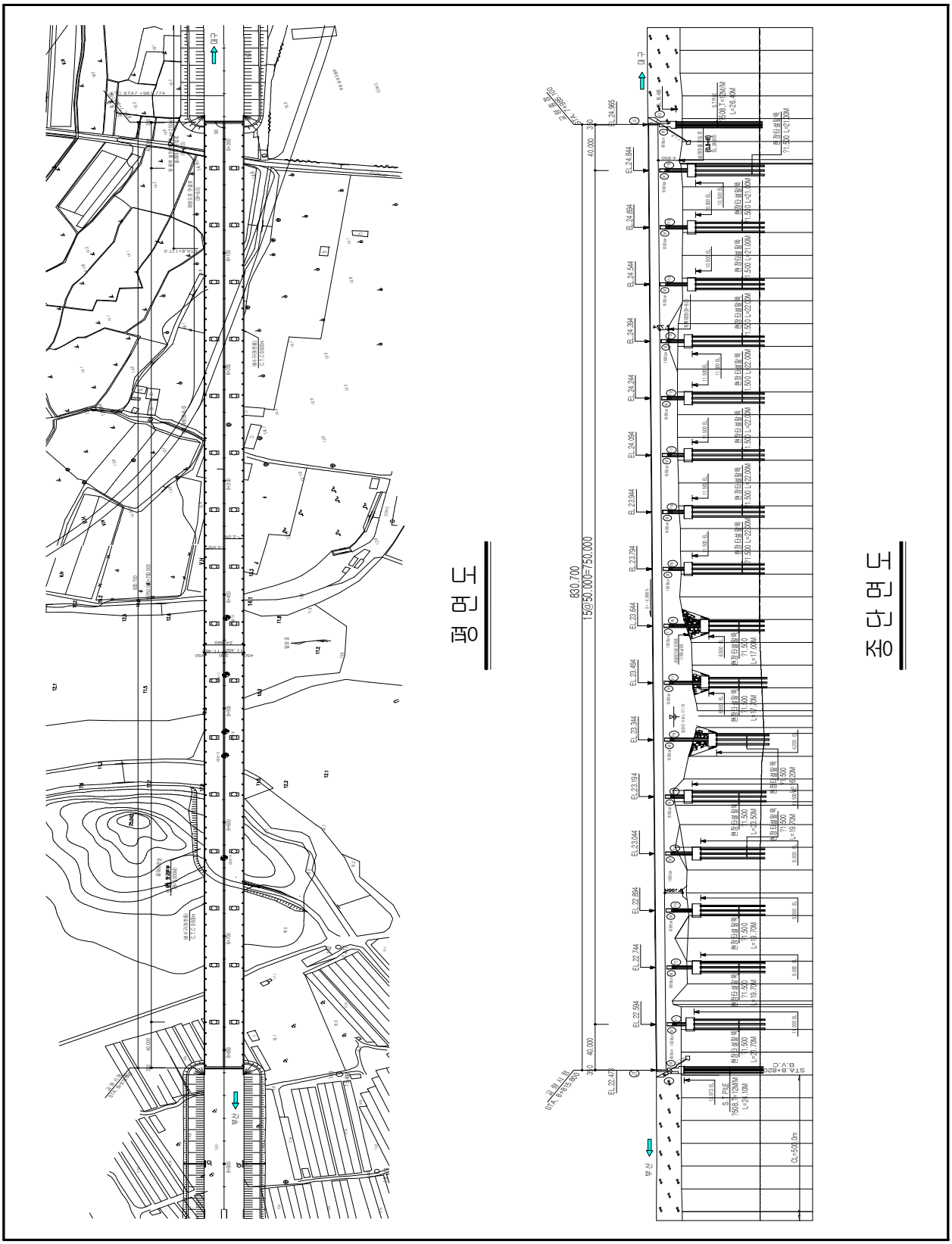
본 과업의 대상시설물인 금시교(대구,부산)의 현황은 다음과 같다.

**【표 1.4.1】 금시교 현황표**

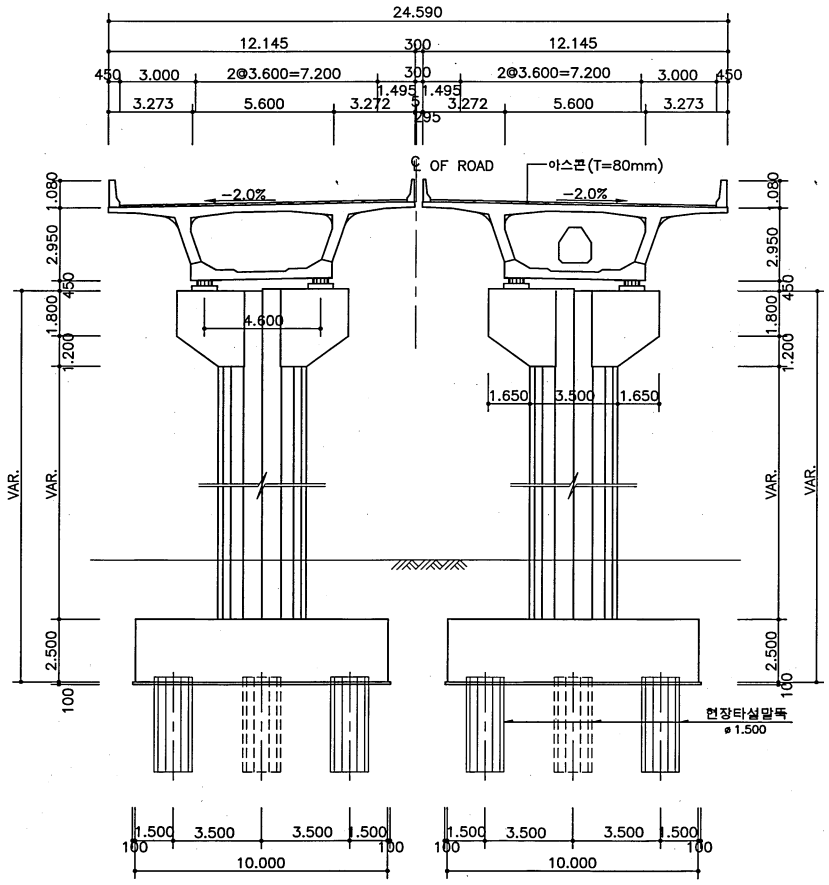
작성일 : 2015년 12월 31일

| 구 분 | | 내 용 | 구 분 | | 내 용 |
|---|---|---|---|---|---|
| 교 량 명 | | 금시교 | 설계하중 | | DB-24 |
| 위치 | 공사이정 | STA. 8+815.8 ~ 7+985.1 | 종별구분 | | 1종 시설물 |
| | 관리이정 | 부산기점 43.840 ~ 44.670km | | | |
| 시 설 물 관리번호 | | dbw BR. 18 | 시설물번호 | | 상행선 : BR2006-0001036<br>하행선 : BR2006-0001037 |
| 상부 구조 | 형식 | PSC BOX GIRDER | | | |
| | 연장 | 40+15@50+40=830m | 교 폭 | | 상행선 : 12.145m<br>하행선 : 12.145m |
| 하부 구조 | 교각 | T형 | 기초 형식 | 교 각 | 현장타설말뚝기초 |
| | 교대 | 역T형식 | | 교 대 | 강관 PILE 기초 |
| 교량받침 | | 납면진 받침 | 신축이음 | | RAIL JOINT |
| 교차조건 | | 밀양강 | 교 고 | | 5.1 m |
| 설 계 사 | | 내경 ENG | 시 행 자 | | 신대구부산고속도로(주) |
| 감 리 사 | | 한국건설관리공사<br>(주)용마엔지니어링<br>동일기술공사 | 시 공 자 | | 현대산업개발(주) |
| 관리주체 | | 신대구부산고속도로(주) | 준공년도 | | 2006년 2월 10일 |
| 종단구배 | | -0.3% | 횡단구배 | | -2.0% |

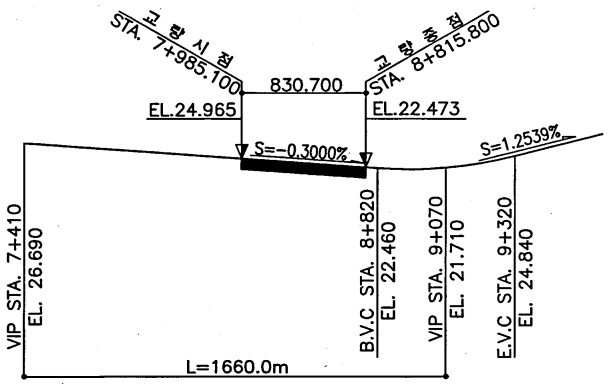
## 1.4.2 교량 주요도면




【그림 1.4.1】 금시교 종·평면도

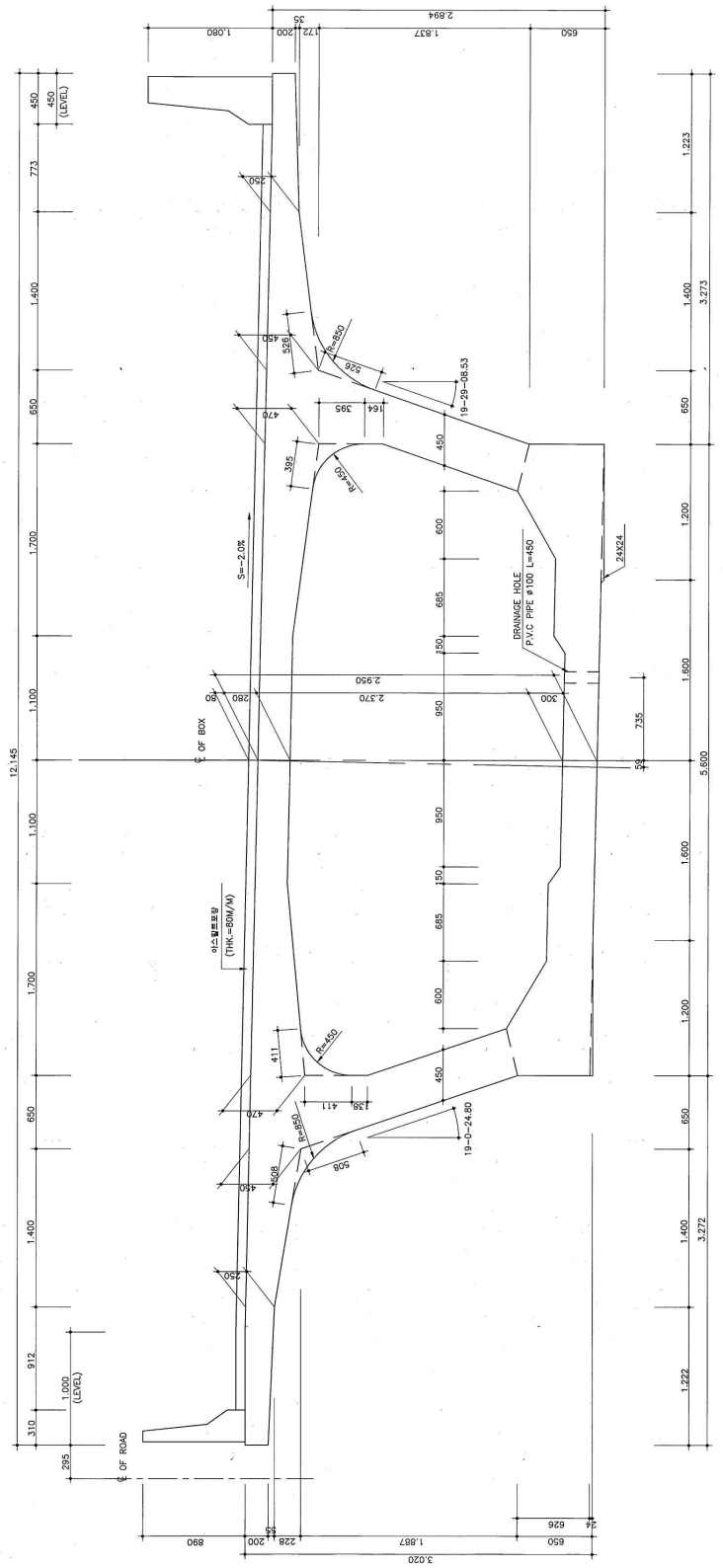



〈횡단면도〉

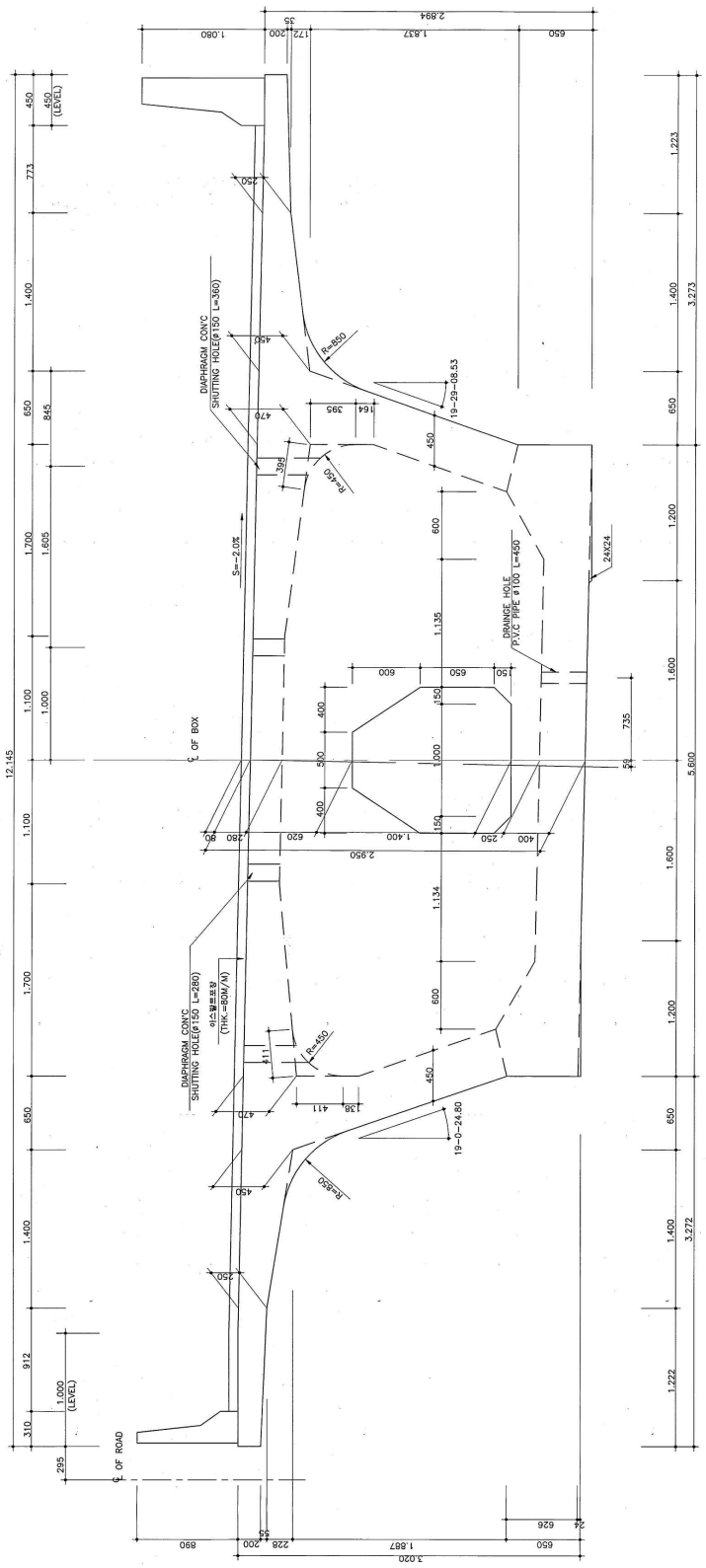



〈종구배도〉

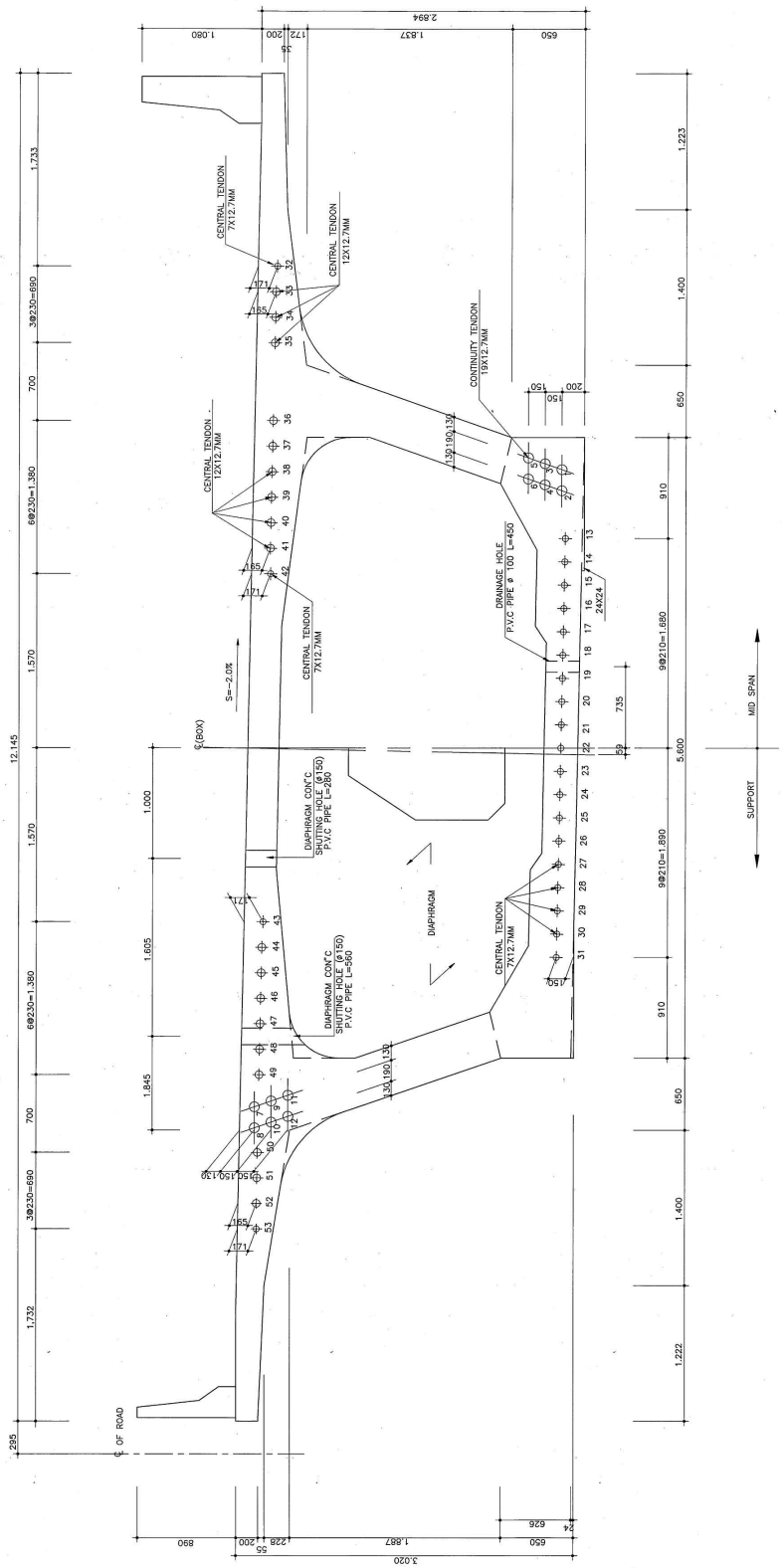
【그림 1.4.2】 금시교(대구,부산) 횡단면도 및 종구배도



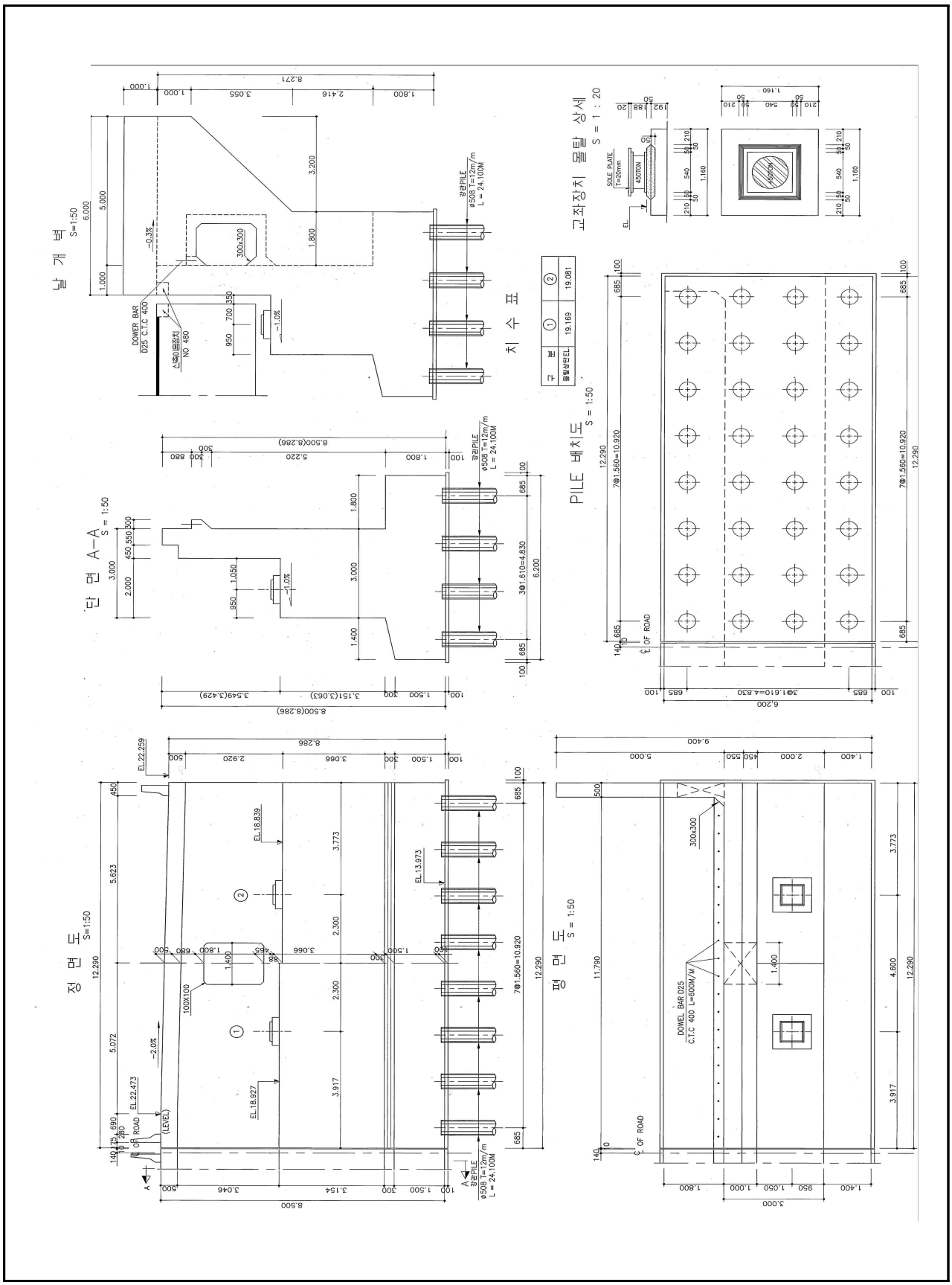

【그림 1.4.3】 금시교 PSC BOX(중앙부) 단면도



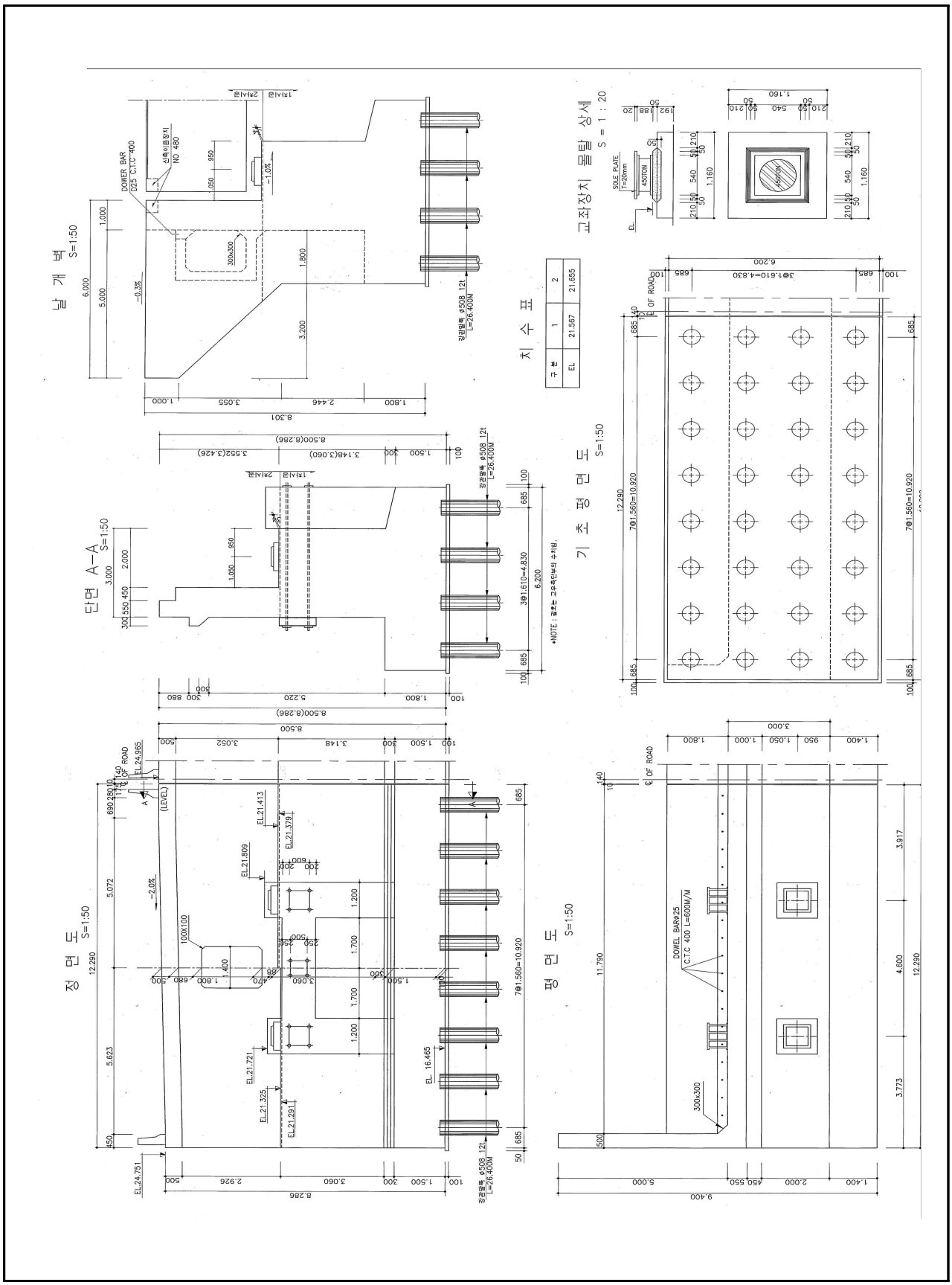

【그림 1.4.4】 금시교 PSC BOX(지점부) 단면도



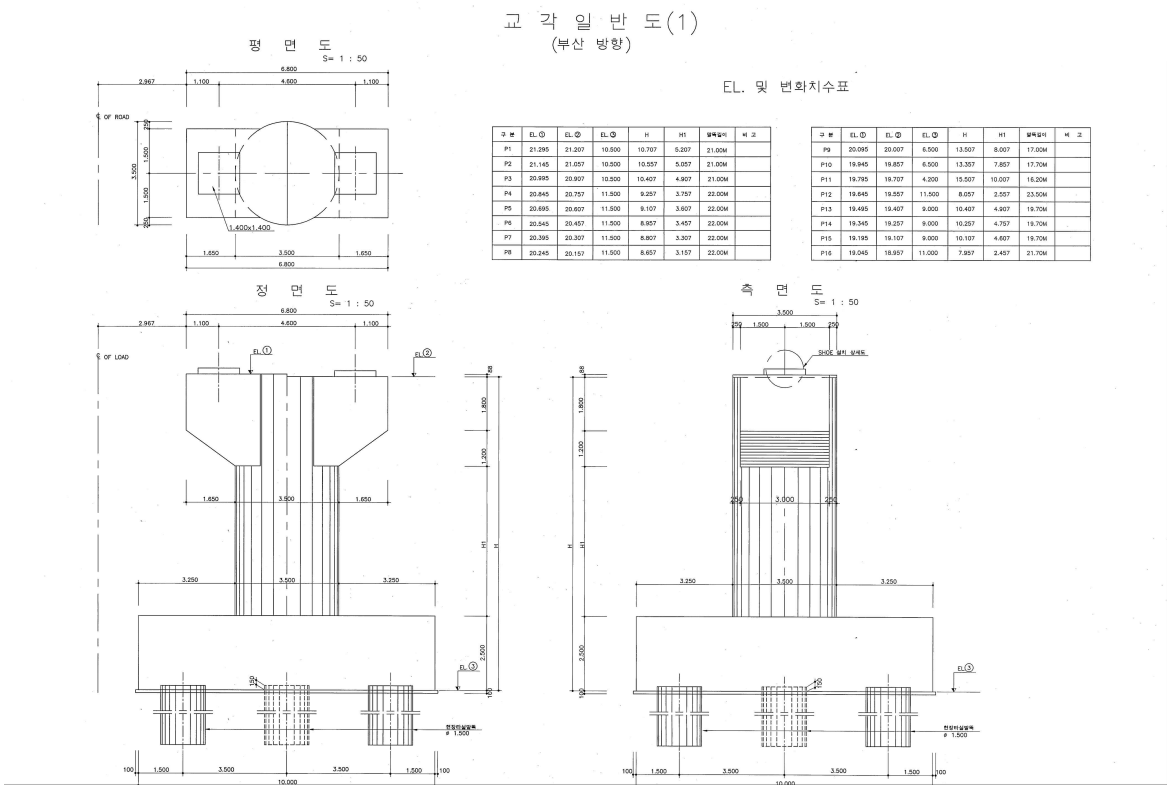

【그림 1.4.5】 금시교 PSC BOX 강선배치도




【그림 1.4.6】 금시교(부산) 교대 A1 일반도

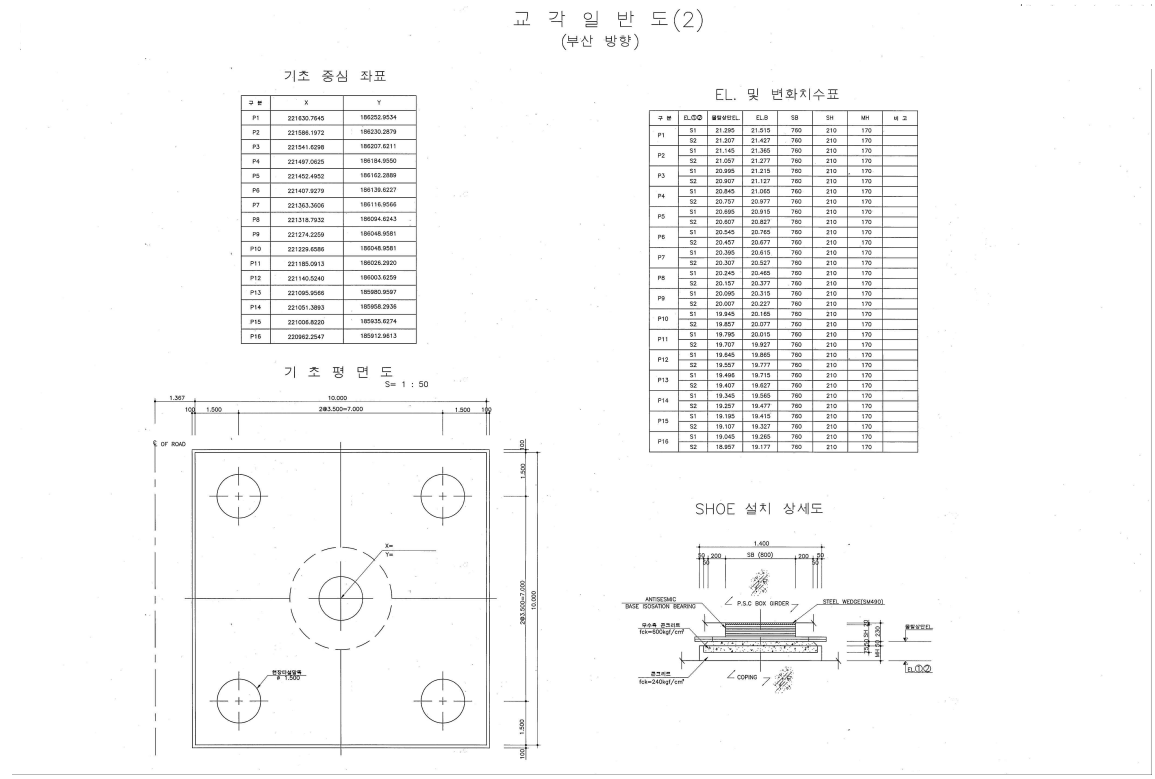



【그림 1.4.7】 금시교(부산) 교대 A2 일반도




| 구 분 | EL.① | EL.② | EL.③ | H | H1 | 설계길이 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P1 | 21.295 | 21.207 | 10.500 | 10.707 | 5.207 | 21.00M | |
| P2 | 21.145 | 21.057 | 10.500 | 10.557 | 5.057 | 21.00M | |
| P3 | 20.995 | 20.907 | 10.500 | 10.407 | 4.907 | 21.00M | |
| P4 | 20.845 | 20.757 | 11.500 | 9.257 | 3.757 | 22.00M | |
| P5 | 20.695 | 20.607 | 11.500 | 9.107 | 3.607 | 22.00M | |
| P6 | 20.545 | 20.457 | 11.500 | 8.957 | 3.457 | 22.00M | |
| P7 | 20.395 | 20.307 | 11.500 | 8.807 | 3.307 | 22.00M | |
| P8 | 20.245 | 20.157 | 11.500 | 8.657 | 3.157 | 22.00M | |

| 구 분 | EL.① | EL.② | EL.③ | H | H1 | 설계길이 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P9 | 20.095 | 20.007 | 6.500 | 13.507 | 8.007 | 17.00M | |
| P10 | 19.945 | 19.857 | 6.500 | 13.357 | 7.857 | 17.70M | |
| P11 | 19.795 | 19.707 | 4.200 | 15.507 | 10.007 | 16.20M | |
| P12 | 19.645 | 19.557 | 11.500 | 8.057 | 2.557 | 23.50M | |
| P13 | 19.495 | 19.407 | 9.000 | 10.407 | 4.907 | 19.70M | |
| P14 | 19.345 | 19.257 | 9.000 | 10.257 | 4.757 | 19.70M | |
| P15 | 19.195 | 19.107 | 9.000 | 10.107 | 4.607 | 19.70M | |
| P16 | 19.045 | 18.957 | 11.000 | 7.957 | 2.457 | 21.70M | |




| 구 분 | X | Y |
|---|---|---|
| P1 | 221630.7645 | 186252.9534 |
| P2 | 221586.1972 | 186230.2879 |
| P3 | 221541.6298 | 186207.6211 |
| P4 | 221497.0625 | 186184.9550 |
| P5 | 221452.4952 | 186162.2889 |
| P6 | 221407.9279 | 186139.6227 |
| P7 | 221363.3606 | 186116.9566 |
| P8 | 221318.7932 | 186094.6243 |
| P9 | 221274.2259 | 186048.9581 |
| P10 | 221229.6586 | 186048.9581 |
| P11 | 221185.0913 | 186026.2920 |
| P12 | 221140.5240 | 186003.6259 |
| P13 | 221095.9566 | 185980.9597 |
| P14 | 221051.3893 | 185958.2936 |
| P15 | 221006.8220 | 185935.6274 |
| P16 | 220962.2547 | 185912.9613 |

| 구 분 | EL.①② | 설계상단EL. | EL.B | SB | SH | MH | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P1 | S1 | 21.295 | 21.515 | 760 | 210 | 170 | |
| | S2 | 21.207 | 21.427 | 760 | 210 | 170 | |
| P2 | S1 | 21.145 | 21.365 | 760 | 210 | 170 | |
| | S2 | 21.057 | 21.277 | 760 | 210 | 170 | |
| P3 | S1 | 20.995 | 21.215 | 760 | 210 | 170 | |
| | S2 | 20.907 | 21.127 | 760 | 210 | 170 | |
| P4 | S1 | 20.845 | 21.065 | 760 | 210 | 170 | |
| | S2 | 20.757 | 20.977 | 760 | 210 | 170 | |
| P5 | S1 | 20.695 | 20.915 | 760 | 210 | 170 | |
| | S2 | 20.607 | 20.827 | 760 | 210 | 170 | |
| P6 | S1 | 20.545 | 20.765 | 760 | 210 | 170 | |
| | S2 | 20.457 | 20.677 | 760 | 210 | 170 | |
| P7 | S1 | 20.395 | 20.615 | 760 | 210 | 170 | |
| | S2 | 20.307 | 20.527 | 760 | 210 | 170 | |
| P8 | S1 | 20.245 | 20.465 | 760 | 210 | 170 | |
| | S2 | 20.157 | 20.377 | 760 | 210 | 170 | |
| P9 | S1 | 20.095 | 20.315 | 760 | 210 | 170 | |
| | S2 | 20.007 | 20.227 | 760 | 210 | 170 | |
| P10 | S1 | 19.945 | 20.165 | 760 | 210 | 170 | |
| | S2 | 19.857 | 20.077 | 760 | 210 | 170 | |
| P11 | S1 | 19.795 | 20.015 | 760 | 210 | 170 | |
| | S2 | 19.707 | 19.927 | 760 | 210 | 170 | |
| P12 | S1 | 19.645 | 19.865 | 760 | 210 | 170 | |
| | S2 | 19.557 | 19.777 | 760 | 210 | 170 | |
| P13 | S1 | 19.495 | 19.715 | 760 | 210 | 170 | |
| | S2 | 19.407 | 19.627 | 760 | 210 | 170 | |
| P14 | S1 | 19.345 | 19.565 | 760 | 210 | 170 | |
| | S2 | 19.257 | 19.477 | 760 | 210 | 170 | |
| P15 | S1 | 19.195 | 19.415 | 760 | 210 | 170 | |
| | S2 | 19.107 | 19.327 | 760 | 210 | 170 | |
| P16 | S1 | 19.045 | 19.265 | 760 | 210 | 170 | |
| | S2 | 18.957 | 19.177 | 760 | 210 | 170 | |

【그림 1.4.8】금시교 교각 일반도

# 1.5 사용장비 및 시험기기의 현황

본 과업을 수행하기 위하여 사용한 주요 진단장비는 다음과 같다.

**【표 1.5.1】주요 사용장비 및 시험기기 일반사항**

| 장 비 명 | | 규 격 | 용 도 | 활 용 방 법 |
|---|---|---|---|---|
| 반발경도 측 정 기 | Schmidt hammer | NR형 | CON'C 강도추정 | 약 3㎝간격에 20회 정도 타격하여 그 값의 평균치를 구함 |
| 초음파 측정기 | Pundit | - | CON'C 강도추정 및 균열깊이 추정 | 송신자와 수신자를 통해 건전부와 불건전부의 초음파 진행 속도의 차이로 측정 |
| 철 근 탐지기 | RC-Radar | NJJ-95B | 철근배근 및 피복두께 측정 | 본체와 연결된 스케너를 통해 한쪽 방향으로 이동하여 철근의 위치를 액정화면을 통해 측정 |
| 탄산화 시험기 | | Conkit | CON'C 내부 탄산화 깊이측정 | 체크하고자 하는 면을 채취하여 페놀프탈레인 용액1%를 분사하여 대비되는 색깔로 PH양을 측정 |
| 보조 기구 | 균열폭 현미경, 그라인더, 카메라, 배터리 충전기, 무전기, 줄자, 거리측정기(Disto), 사다리, 망치 등 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| 반발경도 측정기 | 초음파 측정기(Pundit) | 철근 탐지기 | 탄산화 시험기 |
|  |  |  |  |
| 균열폭 현미경 | 카메라 | 거리측정기 | 그라인더 |

# 1.6 교량기호의 정의

## 1.6.1 교량기호

본 보고서의 교량 각 부재의 표현의 통일성을 기하기 위하여 【표 1.6.1】와 같이 각 위치별, 부재별 기호를 부여하였다.

【표 1.6.1】교량기호의 정의

| 부 재 구 분 | | 사용기호 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 공 통 | 경 간 | S | Span(시점에서 종점으로 순번) |
| | 거 더 | G | Main Girder |
| | 바 닥 판 | SL | Slab |
| | 교량받침 | Sh | Shoe |
| | 신축이음 | EXP. J | Expansion Joint(시점에서 종점으로 순번) |
| 상부구조 (PSC 박스거더) | 상부플랜지 | UF | Upper Flange |
| | 하부플랜지 | LF | Lower Flange |
| | 좌측복부판 | LW | Left-Web |
| | 우측복부판 | RW | Right-Web |
| | 격벽 | D | Diaphram |
| | 가설단위 | Seg. | Segment |
| 하부구조 | 교 대 | A | Abutment(시점에서 종점으로 순번) |
| | 교 각 | P | Pier(시점에서 종점으로 순번) |

EX) S1 G1 P1

- P1 : 시점에서 종점을 바라볼 때 첫 번째 교각
- G1 : 시점에서 종점을 바라볼 때 좌측에서 우측으로 첫 번째 거더
- S1 : 시점에서 종점을 바라볼 때 첫 번째 경간

※ 교량받침장치 및 거더의 표시는 시점에서 종점을 바라볼 때 교량형식이 분리형인 경우내측(중앙분리대)에서 외측(방호벽)으로, 일체형인 경우 좌측에서 우측으로 번호를 부여함.

※ 격벽 및 현장이음부의 표시는 신축이음부를 기준으로 하여 구분하였으며, 시점에서 종점을 바라볼 때 순차적으로 번호를 부여함.

## 1.6.2 일련번호(n)

교량의 일련번호 n은 부재 ID의 뒤에 아래첨자로 교량시점(A1)에서 교량종점(A2) 방향으로 순차적으로 증가하면서 부여한다.

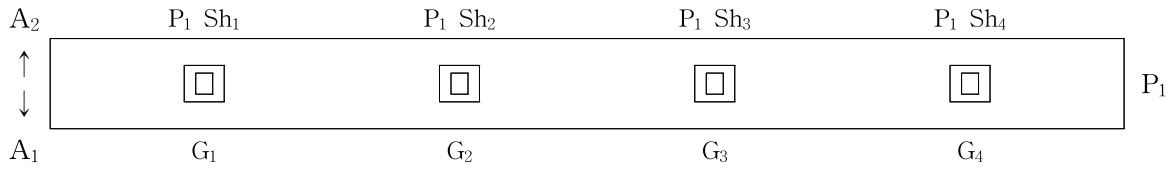
작성 예)

- ▸ 경간 : S1, S2
- ▸ 교각 : P1
- ▸ 교대 : A1, A2

교량시점(A1)에서 교량종점(A2) 방향으로 바라보았을 때 좌측에서 우측으로 일련번호를 정한다.

작성 예)

- ▸ 거더 : G1, G2, ....
- ▸ 교량받침 : Sh1, Sh2, ....




- 신축이음(Expension Joint) 및 교량받침은 교각 ID에 첨부시켜 지정한다.

작성 예)

- ▸ 신축이음 : A1-Exp.J, A2-Exp.J

# 제 2장 자료수집 및 분석

2.1 자료수집 현황

2.2 건설 관련자료 검토결과 요약

2.3 기 점검 실시결과 요약

2.4 보수·보강 이력

2.5 내진설계 여부

2.6 자료분석 결과요약

# 제 2장 자료수집 및 분석

## 2.1 자료수집 현황

본 과업에 대한 자료조사는 주변현황 자료와 시설물의 설계, 시공 및 유지관리 관련자료로 대별되며, 자료 분석을 통하여 과업 수행의 추진방향과 세부계획을 수립하였다.

또한, 본 과업 대상구조물의 관련자료를 수집·분석하여 구조물의 이력 확인, 결함 및 손상의 원인 분석, 손상의 변화 및 진행성 여부, 보수·보강대책 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

### 2.1.1 자료수집 현황

본 구조물에 관련된 자료는 주로 설계 및 시공과 관련된 건설당시 자료와 구조물 준공 이후의 유지관리와 관련된 자료 등이며, 관리주체의 유지관리자료 보유 현황은 다음 【표 2.1.1】과 같다.

**【표 2.1.1】 자료수집 현황**

| 보존대상 목록 | | 관리주체 보유현황 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 설계 도서 | ◇ 공통<br>- 준공내역서 - 공사시방서<br>- 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서<br>- 기타 특이사항 보고서 | ○ | ◇ 대구-부산간 고속도로 민간투자 사업 준공도서<br>- 실시설계 종합보고서<br>- 토질 및 지반보고서<br>- 준공내역서, 수량산출서<br>- 구조 및 수리계산서<br>- 토질조사보고서<br>- 설계도면 |
| | ◇ 설계도면<br>- 위치도, 평면도, 단면도(종·횡), 상·하부 구조물도, 빔 상세도, 신축이음·교량받침 상세도 | ○ | |
| 시설물 관 리 대 장 | ◇ 기본현황<br>◇ 상세제원<br>◇ 유지관리 이력 | ○ | ◇ 시설물 관리대장 |
| 시공 관련 자료 | ◇ 시공관련 자료<br>◇ 품질관리 관련자료<br>- 재료증명서 - 품질시험기록<br>- 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록<br>- 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측 관련자료<br>◇ 사고기록 | ○ | ◇ 시공기록 보고서<br>◇ 품질시험 검사총괄표 |
| 안전점검 및 정밀안전진단 자료 | | ○ | ◇ 시설물정보관리종합시스템 보수 및 점검이력 |
| 보수·보강 자료 | | ○ | |

# 2.2 건설 관련자료 검토결과 요약

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “대구-부산간 고속도로 건설공사 민간투자사업 실시설계 종합보고서”의 구조 및 수리계산서와 준공도면, 일반보고서, 토질조사 보고서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

## 2.2.1 설계기준 검토

### 가. 설계속도 : 120km/hr

### 나. 폭원 구성

1) 폭원

| 구 분 | | 단 위 | 적 용 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|
| 차로수 | | 차 로 | 4 | 양방향 |
| 도로 폭원 | 총폭원 | m | 23.4 | |
| | 차 선 | m | 14.4 | 4@3.6 |
| | 중앙분리대 | m | 3.0 | |
| | 길어깨 | m | 6.0 | 2@3.0 |
| | 측대 | m | 0.5 | 길어께측 |
| | | m | 0.5 | 중분대측 |
| | 성토부보호길어깨 | m | 1.0 | 2@0.5 |

2) 횡단구배

① 차도부

경산~삼랑진간 직선구간의 표준횡단구배는 2%로 하며, 곡선부의 최대편구배는 8%를 적용함.

㉠ 곡선반경별 편구배 기준

| 편구배 | 본선곡선반경(m)_120km/hr 적용 | 비 고 |
|---|---|---|
| 8% | - | |
| 7% | - | |
| 6% | 860미만 | |
| 5% | 860이상 ~ 1,070미만 | |
| 4% | 1,070이상 ~ 1,400미만 | |
| 3% | 1,400이상 ~ 1,990미만 | |
| 2% | 1,990 ~ 7,500미만 | |

㉡ 접속설치율 및 접속설치 길이

- 경산~삼랑진 구간

| 차도폭 (m) | 설계속도 (km/hr) | 접속 설치율 (mm) | 편구배별 접속설치 길이(m) | | | | | | | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 2% | 3% | 4% | 5% | 6% | 7% | 8% | |
| 8.2 | 120 | 1/200 | 66 | 82 | 98 | 115 | 131 | - | - | |
| 4.6 | 60 | 1/125 | 23 | 29 | 35 | 40 | 46 | 52 | 58 | |
| | 50 | 1/115 | 21 | 27 | 32 | 37 | 42 | 48 | 53 | |
| | 40 | 1/105 | 19 | 24 | 29 | 34 | 39 | 43 | 48 | |

② 길어깨부

직선구간의 길어깨부 횡단구배는 4%로 하며, 곡선부에서는 길어깨부 편구배를 내측은 본선구배와 동일하게 하고 외측은 본선의 경우 차도와의 구배차를 7%로 연결로의 경우 차도와의 구배차를 8%로 적용함.

- 곡선부 길어깨 횡단구배

| 내측 차도 | 내측 길어깨 | 외측 차도 | 외측 길어깨 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|
| -2 | -4 | +2 | -4 | |
| -3 | -4 | +3 | -4 | |
| -4 | -4 | +4 | -3(-4) | ( )는 연결로 |
| -5 | -5 | +5 | -2(-3) | ( )는 연결로 |
| -6 | -6 | +6 | -1(-2) | ( )는 연결로 |
| -7 | -7 | +7 | -1 | 경산~삼랑진구간 연결로 적용 |
| -8 | -8 | +8 | 0 | |

## 다. 본선 기하구조기준

| 구 분 | | 단 위 | 기 준 치 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|
| 설계속도 | | km/hr | 120 | |
| 최소 평면곡선반경 | | m | 710 | |
| 최소 곡선장 | 교각 5° 이상 | m | 700/$\theta$ | |
| | 교각 5° 미만 | m | 140 | |
| 종단구배 | 평 지 | % | 3 | |
| | 산 지 | % | 4 | |
| 최소 종단곡선 변화비율 | 볼록형 | m/% | 190 | |
| | 오목형 | m/% | 70 | |
| 최소 종단곡선길이 | | m | 100 | |
| 최소 정지시거 | | m | 280 | |
| 최소 완화곡선장 | | m | 70 | |
| 표준 횡단구배 | | % | 2 | |
| 최대 편구배 | | % | 6 | |
| 완화곡선 파라미터 | | m | R/3≤A≤R | |

## 2.2.2 실시설계 보고서 검토

### 가. 개요

본 고속도로는 부산에서 대구(동대구 I.C)를 연결하는 4차선 연결도로로서 기존의 경부고속도로의 노선이 언양, 경주, 영천을 경유하여 대구에 연결되므로 운행거리가 길고 운행시간이 많이 소요되며 선형이 불량하여 대구-밀양-부산간의 직선화된 고속도로를 신설하여 기존 경부고속도로의 보강기능과 분담효과를 기대하는데 목적이 있다.

본 설계구간(7공구)은 경남 밀양시 상동면 고정리에서 경남 밀양시 가곡동까지의 연장 10.261km 의 4차선 고속도로로서 대상교량 3개소는 밀양강 및 밀양강지류인 동천강을 횡단하고 있다.

### 나. 교량 규모 및 현황

1) 교량 폭원 : 대구방향 2차로(유효폭원 11.7m), 부산방향 2차로(유효폭원 11.7m)

2) 교면포장 : 아스팔트 콘크리트(두께 8.0㎝)포장

3) 교량현황 및 규모

| 교량명 | 측 점 (공사이정) | 연장 (m) | 폭원 (m) | 사각 | 교량형식 | | | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 상 부 | 하 부 | 기 초 | |
| 금시교 | STA.7+985.000 ~ 8+815.000 | 830 | 24.30 | 90° | P.C Box Girder | 교각 : T형<br>교대 : 역T형 | PILE | 밀양강 횡단 |

### 다. 설계기준

1) 적용기준

① 도로교 표준시방서(1996, 건교부)
② 콘크리트 표준시방서(1998, 건교부)
③ 철근콘크리트 설계편람(1990, 건교부)
④ 터널 표준시방서(건교부)
⑤ 도로설계요령(1992, 한국도로공사)
⑥ 기타 건설교통부에서 제정한 관련 시방서

2) 설계 방법 적용 기준

① W.S.D(허용응력설계법) : 강합성구조물
② U.S.D(강도설계법) : R.C구조물(슬래브, 교각, 교대, 옹벽, BOX)

3) 설계하중

① 사하중

사용재료의 단위중량은 다음 표를 기준으로 하되 실하중이 명백한 경우는 그 값을 사용할 수 있다.

• 재료의 단위 중량

| 재 료 | 단위중량(kg/㎥) | 재 료 | | 단위중량(kg/㎥) |
|---|---|---|---|---|
| 강재, 주강, 단철 | 7,850 | 목 재 | | 800 |
| 주 철 | 7,250 | 역청재(방수용) | | 1,100 |
| 알미늄 | 2,800 | 아스팔트포장 | | 2,300 |
| 철근콘크리트 | 2,500 | 흙 | 지하수위이상 | 1,800 |
| 프리스트레스콘크리트 | 2,500 | | 지하수위이하 | 1,000 |
| 콘크리트 | 2,350 | | 뒷채움(∅=35 °) | 2,000 |
| 시멘트모르터 | 2,150 | | 뒷채움(∅=30 °) | 1,900 |

② 활하중

- 1등급(DB24, DL24)

4) 주요재료 사용기준

① 콘크리트

| 종 류 | 기준강도(kg/㎠) | 골재 최대치수(㎜) | 적용 구조물 |
|---|---|---|---|
| PS | $f_{ck}$ = 400 | 19 | PC구조물, Preflex 하부플랜지, 신축이음장치 후타재 |
| 1종 | $f_{ck}$ = 270 | 25 | 슬래브, 라멘교, Preflex(복부, 가로보), 현장제작 철근콘크리트, 콘크리트포장 접속 완충슬래브 |
| 2종 | $f_{ck}$ = 240 | 25 | 필요시 |
| | | 32 | 터널라이닝 콘크리트 및 입출구시설, 교량 하부구조, 교량 날개벽, 옹벽, 아스콘 포장용 접속슬래브 |
| | | 40 | 강관이음용 철근콘크리트 |
| 2종 수중 | $f_{ck}$ = 240 | 25 | 수중 콘크리트 |
| 3종 | $f_{ck}$ = 210 | 25 | 도수로, 도수로 집수거, 측구 |
| | | 40 | 중력식 옹벽, MASS 콘크리트, 부대시설 기초, 암거 및 배수관, APPROACH 바닥콘크리트, 배수관 기초 |
| 5종 | $f_{ck}$ = 150 | 50 | 레벨링 콘크리트, 속채움 콘크리트(우물통) |

② 철근 : KSD 3504에 적합한 재료 사용

| 종 류 | 허용응력(kg/㎠) | 적용 콘크리트 |
|---|---|---|
| SD 40 | $f_y$ = 4,000<br>$f_{sa}$ = 1,800 | · 1종 콘크리트<br>· 일반적인 부재, 라멘의 구체 |
| | $f_y$ = 4,000<br>$f_{sa}$ = 1,600 | · 1종 콘크리트<br>· 바닥판 및 지간 10m 이하의 슬래브교<br>· 수중 혹은 지하수위 이하에 설치 |
| SD 30 | $f_y$ = 3,000<br>$f_{sa}$ = 1,500 | · 2종 콘크리트 |

③ 일반강재

㉠ 주부재 : SWS 490

㉡ 부부재 : SWS 400

5) 구조물 설계기준(강도설계법)

① 주요 하중조합의 하중계수

㉠ U = 1.3D+2.15(L+I)+1.3CF+1.7H+1.3Q

㉡ U = 1.3D+1.7H+1.3Q+1.3W

㉢ U = 1.3D+1.3(L+I)+1.3CF+1.7H+1.3Q+1.3(0.5W+WL+BK)

㉣ U = 1.3D+1.3(L+I)+1.3CF+1.7H+1.3Q+1.3G

㉤ U = 1.25D+1.65H+1.25Q+1.25W+1.25G

㉥ U = 1.25D+1.25(L+I)+1.25CF+1.65H+1.25Q+1.25(0.5W+WL+BK)+1.25G

㉦ U = 1.3D+1.7H+1.3Q+1.3E

㉧ U = 1.3D+1.3(L+I)+1.3CF+1.7H+1.3Q+1.3CO

㉨ U = 1.2D+1.55H+1.2Q+1.2W+1.2CO

여기서, D = 사하중 WL = 차량활하중에 작용하는 풍하중

L = 활하중 BK = 제동하중

I = 충격 E = 지진의 영향

H = 토압 CF = 원심하중

W = 풍하중 CO = 충돌하중

G = 부등침하, 크리프, 건조수축, 제작 또는 시공 시 치수의 착오, 습도변화 또는 온도변화 등으로 인한 팽창 또는 수축변형으로 유발되는 변형력

Q = 부력 또는 양압력, 수압, 파압

② 설계강도

㉠ 설계강도는 단면의 공칭강도에 강도감소계수 $\phi$를 곱한다.

㉡ 강도감소계수($\phi$)

| 부 재 | | 강도감소계수 |
|---|---|---|
| 휨, 휨+축방향인장 | 보통 철근콘크리트 | 0.85 |
| | 프리스트레스트 콘크리트 | 0.85 |
| 축방향인장 | | 0.85 |
| 축방향압축, 휨+축방향압축 | 나선철근으로 보강된 철근콘크리트 | 0.70 |
| | 그 이외의 철근콘크리트 | 0.65 |
| 전단, 비틀림 | | 0.70 |
| 콘크리트 지압 | | 0.60 |
| 압축부재의 안정 | | 0.65 |
| 무근콘크리트 | | 0.55 |

## 2.2.3 구조 및 수리계산서 검토

### 가. 구조검토 조건

【표 2.2.1】금시교 구조검토 조건

<table>
<tr><th>구 분</th><th>주요 검토내용</th></tr>
<tr><td>설계기준</td><td>• 도로교설계기준(2000)<br>• 콘크리트 구조설계기준(1999)</td></tr>
<tr><td>사용재료</td><td>
<table>
<tr><th>구 분</th><th>주요 검토내용</th></tr>
<tr><td>설 계<br>강 도</td><td>• 콘크리트 : $\sigma_{ck}$=400kg/㎠(상부거더), 240kg/㎠(하부구조)<br>• 철 근 : $\sigma_y$=4,000kg/㎠(상부거더, SD40), 3,000kg/㎠하부(하부구조, SD30)</td></tr>
<tr><td>탄 성<br>계 수</td><td>• 콘크리트 : 280,000kg/㎠(상부거더), 235,000kg/㎠(하부구조)<br>• 철 근 : 2,040,000kg/㎠<br>• PS 강재 : 2,100,000kg/㎠</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>상부구조</td><td>• 적용하중
<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>하중종류별 주요 고려사항</th></tr>
<tr><td rowspan="8">PSC<br>BOX<br>거 더</td><td>고정하중</td><td>• 철근콘크리트 $\gamma_c$ = 2,500kg/㎥, 아스팔트포장 $\gamma_a$ = 2,300kg/㎥</td></tr>
<tr><td>활 하 중</td><td>• DB-24, DL-24<br>• 충격계수 : I = 15 / (40 + L)<br>• 상부구조 전폭을 기준</td></tr>
<tr><td>크 리 프</td><td>• 재령에 따른 크리프 계수 적용</td></tr>
<tr><td>건조수축</td><td>• 재령에 따른 건조수축계수 적용<br>• 부정정해석시 건조수축율 : $15\times10^{-5}$</td></tr>
<tr><td>온 도 차</td><td>• 온도차 : ±10℃, 선팽창계수 : $10\times10^{-6}$</td></tr>
<tr><td>2차<br>고정하중</td><td>• 방호벽 제원 : 450㎜(B)×1,080㎜(H)<br>• 중분대 제원 : 310㎜(B)×890㎜(H)<br>• 포장두께 : 설계도면 및 현 상태 : 80㎜(아스콘)</td></tr>
<tr><td>충돌하중</td><td>• 설계속도 : V = 120km/hr<br>• 작용높이 : H = 1.0m(방호벽측, 중분대측)<br>• 충돌하중 : $(V/60)^2 \times 0.750 + 0.250$</td></tr>
<tr><td>풍 하 중</td><td>• 적용 풍하중 : 300kg/㎡</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

【표 2.2.1】 금시교 구조검토 조건(계속)

<table>
<tr><th>구 분</th><th>주요 검토내용</th></tr>
<tr><td>하부구조<br>(교각)</td><td>• 적용하중
<table>
<tr><th>구 분</th><th>하중종류별 주요 고려사항</th></tr>
<tr><td>상부구조 반력</td><td>• 상부구조에 작용하는 고정하중 및 활하중</td></tr>
<tr><td>하부구조 고정하중</td><td>• 철근콘크리트 $\gamma_c$ = 2,500kg/㎥</td></tr>
<tr><td>Shoe 마찰력(교축방향)</td><td>• 마찰계수 : 0.10 적용</td></tr>
<tr><td>풍 하 중</td><td>• 상부구조에 작용하는 풍하중(각형)<br>- P = 400-20×(B/D)×D<br>• 하부구조에 작용하는 풍하중(각형)<br>- 활하중 재하시 : 150kg/㎡<br>- 활하중 비재하시 : 300kg/㎡</td></tr>
<tr><td>지진하중</td><td>• “도로교설계기준 (2000, 건설교통부) 6.3.1 “ 참조.</td></tr>
</table>
• 하중조합
<table>
<tr><th>구 분</th><th>하 중 조 합</th></tr>
<tr><td>하부구조<br>(교 각)</td><td>• 활하중 재하시와 비재하시로 구분<br>⇨ 하중조합은 “도로교설계기준 (2000, 건설교통부) 2.2.3” 참조.</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

## 나. 구조검토 결과요약

1) 상부구조

【표 2.2.2】 금시교 상부구조 구조검토 결과요약

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>주요 검토내용</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td>PSC<br>BOX<br>거 더<br>검 토</td><td>- 17경간<br>연속</td><td>- 연장 : 40+ 15@150 + 40 = 830.0m<br>- 폭원 : 12.145m(부산방향), 12.145m(대구방향)<br><br>• 하중조합<br>- CASE 1 : 프리스트레싱(T) + 자중(G1)<br>- CASE 2 : T + G1 + 고정하중(G2)<br>- CASE 3 : T + G1 + G2 + 활하중(P-max)<br>- CASE 4 : T + G1 + G2 + 활하중(P-min)<br>- CASE 5 : T + G1 + G2 + P-max + 온도하중(ADD-max)<br>- CASE 6 : T + G1 + G2 + P-max + 온도하중(ADD-min)<br><br>• 응력 검토
<table>
<tr><th>구 분</th><th>상,하연</th><th>작용응력(kg/㎠)</th><th>허용응력(kg/㎠)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">외측경간<br>정모멘트부</td><td>상 연</td><td>106.3</td><td>160.0</td></tr>
<tr><td>하 연</td><td>104.0</td><td>160.0</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th>구 분</th><th>상,하연</th><th>작용응력(kg/㎠)</th><th>허용응력(kg/㎠)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">부모멘트부</td><td>상 연</td><td>105.3</td><td>160.0</td></tr>
<tr><td>하 연</td><td>150.9</td><td>160.0</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th>구 분</th><th>상,하연</th><th>작용응력(kg/㎠)</th><th>허용응력(kg/㎠)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">내측경간<br>정모멘트부</td><td>상 연</td><td>98.5</td><td>160.0</td></tr>
<tr><td>하 연</td><td>111.8</td><td>160.0</td></tr>
</table></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">주) 기존 구조계산서 결과 요약시 기호 및 단위계는 원구조계산서와 동일하게 표기함.</td></tr>
</table>

2) 하부구조

**【표 2.2.3】 금시교 하부구조 구조검토 결과요약**

| 구 분 | | | 주요 검토내용 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|
| 교각 P1 (P2~P8, P12~P16) | 코핑부 | | • 검토조건<br>- 단면폭 b = 300.0㎝, 높이 h = 300.0㎝<br>- 철근 피복두께 $d_c$ = 15.0㎝, 유효깊이 d = 285.0㎝<br>• 단면검토<br>- $M_u$ = 584.641t·m < $\Phi M_n$ = 2621.050t·m → ∴ O.K | |
| | 기둥 | 축력 최대 | • 검토조건<br>- 지름 $D_d$ = 350.0㎝, 피복두께 $d_c$ = 15.0㎝<br>• 단면검토<br>- $M_u$ = 1614.559t·m < $\Phi M_n$ = 6984.389t·m → ∴ O.K<br>- $P_u$ = 2091.441t < $\Phi P_n$ = 8276.112t → ∴ O.K | |
| | | 모멘트 최대 | • 검토조건<br>- 지름 $D_d$ = 350.0㎝, 피복두께 $d_c$ = 15.0㎝<br>• 단면검토<br>- $M_u$ = 2046.441t·m < $\Phi M_n$ = 7235.289t·m → ∴ O.K<br>- $P_u$ = 1608.801t < $\Phi P_n$ = 5687.992t → ∴ O.K | |
| 교각 P9 | 코핑부 | | • 검토조건<br>- 단면폭 b = 300.0㎝, 높이 h = 300.0㎝<br>- 철근 피복두께 $d_c$ = 15.0㎝, 유효깊이 d = 285.0㎝<br>• 단면검토<br>- $M_u$ = 651.172t·m < $\Phi M_n$ = 2621.050t·m → ∴ O.K | |
| | 기둥 | 축력 최대 | • 검토조건<br>- 지름 $D_d$ = 350.0㎝, 피복두께 $d_c$ = 15.0㎝<br>• 단면검토<br>- $M_u$ = 1407.605t·m < $\Phi M_n$ = 7038.585t·m → ∴ O.K<br>- $P_u$ = 2141.424t < $\Phi P_n$ = 8276.112t → ∴ O.K | |
| | | 모멘트 최대 | • 검토조건<br>- 지름 $D_d$ = 350.0㎝, 피복두께 $d_c$ = 15.0㎝<br>• 단면검토<br>- $M_u$ = 2646.961t·m < $\Phi M_n$ = 7149.714t·m → ∴ O.K<br>- $P_u$ = 1647.249t < $\Phi P_n$ = 4371.325t → ∴ O.K | |
| 교대 | 시점부 | 흉벽 | • 검토조건<br>- 단면폭 b = 100.0㎝, 유효깊이 d = 92.0㎝<br>- 철근 피복두께 $d_c$ = 8.0㎝<br>• 단면검토 : $M_u$ = 25.984t·m < $\Phi M_n$ = 65.670t·m → ∴ O.K | |
| | | 벽체 | • 검토조건<br>- 단면폭 b = 100.0㎝, 유효깊이 d = 290.0㎝<br>- 철근 피복두께 $d_c$ = 10.0㎝<br>• 단면검토 : $M_u$ = 79.692t·m < $\Phi M_n$ = 369.890t·m → ∴ O.K | |
| | 종점부 | 흉벽 | • 검토조건<br>- 단면폭 b = 100.0㎝, 유효깊이 d = 92.0㎝<br>- 철근 피복두께 $d_c$ = 8.0㎝<br>• 단면검토 : $M_u$ = 25.949t·m < $\Phi M_n$ = 65.670t·m → ∴ O.K | |
| | | 벽체 | • 검토조건<br>- 단면폭 b = 100.0㎝, 유효깊이 d = 290.0㎝<br>- 철근 피복두께 $d_c$ = 10.0㎝<br>• 단면검토 : $M_u$ = 79.419t·m < $\Phi M_n$ = 369.890t·m → ∴ O.K | |
| 주) 기존 구조계산서 결과 요약시 기호 및 단위계는 원구조계산서와 동일하게 표기함.<br>주) 시, 종점 및 부재 No.는 준공도면과 동일하게 표기함. | | | | |

## 2.2.4 설계도면 검토

본 교량에 대한 제원 및 현황조사 결과와 설계도면을 비교한 결과, 준공이후 주요부재 제원, 포장종류 및 두께, 난간 및 연석, 받침장치 등의 주요현황은 변동이 없는 상태이다.

## 2.2.5 토질 및 지반조사 자료검토

### 가. 개요

1) 현장조사 : 2001년 2월 ~ 2001년 3월

2) 실내시험 및 성과분석 : 2001년 3월

3) 성과분석 및 보고서 작성 : 2001년 3월 ~ 2001년 4월

4) 조사위치 : 금시교 STA. 7+985.1 ~ 8+815.0 (토질조사보고서 참조)

【표 2.2.4】 금시교 시추조사 위치

| 공 번 | 시 추 위 치 | | | E.L(m) |
|---|---|---|---|---|
| BB - 28 | Abut 1 | 7+985.1 | 우 05.0m(부산방향) | 14.473 |
| BB - 29 | Abut 1 | 7+985.1 | 좌 05.0m(대구방향) | 14.473 |
| BB - 30 | Pier 1 | 8+025.0 | 우 06.0m(부산방향) | 14.446 |
| BB - 31 | Pier 2 | 8+075.0 | 좌 06.0m(대구방향) | 14.468 |
| BB - 32 | Pier 3 | 8+125.0 | 우 06.0m(부산방향) | 14.476 |
| BB - 33 | Pier 4 | 8+175.0 | 좌 06.0m(대구방향) | 15.913 |
| BB - 35 | Pier 6 | 8+275.0 | 우 06.0m(부산방향) | 15.790 |
| BB - 36 | Pier 7 | 8+325.0 | 좌 06.0m(대구방향) | 15.557 |
| BB - 37 | Pier 8 | 8+375.0 | 우 06.0m(부산방향) | 14.895 |
| BB - 38 | Pier12 | 8+575.0 | 우 06.0m(부산방향) | 17.260 |
| BB - 39 | Pier13 | 8+675.0 | 좌 06.0m(대구방향) | 13.620 |
| BB - 40 | Pier14 | 8+725.0 | 우 06.0m(부산방향) | 13.600 |
| BB - 41 | Pier15 | 8+775.0 | 좌 06.0m(대구방향) | 14.600 |
| BB - 42 | Abut 2 | 8+815.0 | 우 05.0m(부산방향) | 14.870 |
| BB - 43 | Abut 2 | 8+815.0 | 좌 05.0m(대구방향) | 15.000 |

## 나. 조사결과

【표 2.2.5】금시교 지반조사 결과(토질조사보고서, 2001)

| 지층 | | 공번 | 층후(m) | N치(회수/cm) | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 매립층 | | BB-38 | 5.0 | 29/30~50/14 | 실트질모래, 자갈 |
| 충적층 | 실츠질 모래층 | BB-36,37<br>BB-41~43 | 1.0~3.7 | 9/30~13/30 | 자갈, 실트질모래 |
| | 모래 자갈층 | BB-28~33<br>BB-35~43 | 3.6~20.3 | 10/30~50/1 | 실트질모래, 호박돌, 자갈 |
| | 호박돌층 | BB-28~33<br>BB-35~37<br>BB-39~43 | 4.9~20.1 | 50/20~50/1 | 실트질모래, 자갈, 호박돌 |
| 기반암층 | 염안층 | BB-28~33<br>BB-35~43 | 3.0이상 | - | 밀양안산암 |

1) 매립층(Fill)

일반적으로 부지정지를 위해 인위적으로 매립하는 본 지층의 경우 본 조사지역에서는 하천의 범람 예방을 위한 제방축조를 목적으로 인위적으로 만들어진 지층이다. 본 지층은 BB-38번 조사공에서 확인되었으며 암갈색의 실트질모래와 자갈로 구성되어 있다.

표준관입시험 결과 확인된 N값은 29/30~50/14로 나타났으나 50이 넘은 값은 자갈에 의한 영향이라 사료되어 분석에서 제외하면 29/30~42/30으로 중간조밀(Medium Dense)~조밀(Dense)한 상대밀도(Relative Density)로 나타났고 층후는 5.0m로 확인되었다.

2) 충적층(Alluvium)

본 지층은 신생대 제4기의 퇴적지반으로 하상지의 유수의 작용에 의해 퇴적물이 운반, 퇴적되어 형성되었으며, 구성 성분에 따라 모래자갈(Sand & Gravel)층, 호박돌(Boulder)층으로 구분되며 각 지층을 상술하면 다음과 같다.

① 실트질모래(Silty Sand)층

본 지층은 BB-36, 37, 41, 42, 43번의 조사공에서 확인된 각 시추공의 최상부 지층으로 암갈색을 띠는 세립~조립질의 자갈 섞인 실트질모래로 구성되어 있고, 표준관입시험 결과 N값은 9/30~13/30으로 느슨(Loose)~중간조밀(Medium Dense)한 상대밀도(Relative Density)로 나타났으며 층후는 1.0~3.7m로 확인되었다.

② 모래자갈(Sand & Gravel)층

본 지층은 BB-28~33, BB-35~43번 조사공에서 확인된 지층으로 암갈색을 띠는 세립~조립질의 실트질모래, 소량의 호박돌 섞인 자갈로 구성되어 있고 지표면(G.L ±0.0m 기준)으로

부터 -0.0m~ -5.0m(E.L 기준 10.900m~15.913m)의 심도에 분포한다. 표준관입시험 결과 N값은 10/30~50/1로 나타났으나 50이 넘는 값은 자갈 및 호박돌에 의한 영향으로 값이 커졌으리라 사료되므로 분석에서 제외하면 10/30~48/30으로 느슨(Loose)~조밀(Dense)한 상대밀도(Relative Density)로 나타났다. 그러나 분석결과 또한 본 지층에 대한 대표 값으로 적용하기에는 적절하지 않은 것으로 사료된다. 본 지층의 층후는 3.6m~20.3m로 확인되었다.

③ 호박돌(Boulder)층

본 지층은 BB-28~33, BB-35~3, BB-39~43번 조사공에서 확인된 지층으로 암갈색을 띠는 중립~조립질의 실트질모래와 자갈 섞인 호박돌(직경≒10mm~300mm)로 구성되어 있으며 지표면(G.L ±0.0m 기준)으로부터 -3.6m~ -18.3m(E.L 기준 -4.700m~12.190m)의 심도에 분포한다. 표준관입시험 결과 N값은 50/20~50/1로 나타났으나 자갈 및 호박돌에 의한 영향으로 그 값이 커진 것으로 사료되어 분석에서 제외한다. 본 지층의 층후는 4.9m~20.1m로 확인되었다.

3) 기반암(Bed Rock)층

일반적으로 기반암은 차별풍화작용에 의한 풍화정도에 따라 풍화대 즉, 풍화토, 풍화암과 연암, 경암으로 구분된다. 본 조사지역의 기반암인 밀양안산암도 마찬가지로 구분되며 본 조사지역의 경우 풍화대는 유수의 작용에 의해 삭박되어 박층으로 존재하거나 존재하지 않아 확인할 수 없었고 연암까지 확인되었다.

① 연암(Soft Rock)층

본 지층은 BB-28~33, BB-35~43번 전체 조사공에서 확인된 지층으로 청회색의 밀양안산암이며, 지표면(G.L ±0.0m 기준)으로부터 -21.2m~ -25.7m(E.L -6.754m~ 10.700m)의 심도에 분포한다. 본 지층의 풍화정도는 약간풍화(Slightly Weathered)~심한풍화(Highly Weathered)상태로 조사지역에 따라 풍화정도를 달리하고 있다. 절리 및 균열 등 기계적, 화학적 풍화가 동시에 이루어져 상부 연암은 비교적 파쇄구간이 폭 넓게 분포하여 대부분의 입자들이 변색되어 절리면으로부터 상당히 깊은 곳까지 변질되어 있으며, 코아회수율(TCR : Total Core Recovery)의 경우 16%~70%로 나타났고 암질계수(RQD : Rock Quality Designation)의 경우 0%~30%로 나타났으며, 층후는 3.0m 이상으로 확인하였다.

## 2.2.6 시공관련 자료검토

- 관련자료(대구-부산간 고속도로 민간투자사업 준공도서/시공기록 보고서)를 확인한 결과, 시공관련 자료, 품질관리 관련자료(재료증명서, 품질시험기록, 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록), 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측 관련자료 등이 확인되었으며, 시공 중 특이사항이나 사고이력은 없는 것으로 확인되었다.

# 2.3 기 점검 실시결과 요약

본 교량은 2005년 10월 실시한 초기점검을 시작으로 2015년 3월 정기점검(상반기)까지 공용기간 중 초기점검 1회, 정밀점검 4회, 정기점검 14회 등을 실시하였으며, 주요 점검이력은 다음과 같다.

## 2.3.1 기 점검이력

【표 2.3.1】 금시교 기 점검이력

| 번호 | 구 분 | 점검기간 | 점검기관 | 주요점검결과 | 상태 등급 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 초기점검 | '05.10.28 ~ '06.04.25 | 한국시설안전기술공단 | •교대/교각 균열, 받침몰탈 균열, 임시고정장치 미제거 및 부식 등이 조사됨 | A |
| 2 | 하반기 정기점검 | '06.09.19 ~ '06.12.31 | ㈜아워브레인 | •PSC BOX 거더 내부의 종방향균열 및 격벽의 사방향 균열과 신축장치 후타재에 발생한 폭 0.3mm의 균열 등이 조사됨 | |
| 3 | 상반기 정기점검 | '07.05.10 ~ '07.06.30 | ㈜아워브레인 | •PSC BOX 거더 내부의 종 방향균열 및 격벽의 사방향 균열과 신축장치 후타재에 발생한 폭 0.4mm의 균열 및 지점부 체수, 받침몰탈의 균열 및 파손 등이 조사됨 | |
| 4 | 정밀점검 | '07.08.22 ~ '07.12.20 | ㈜아워브레인 | •포트홀, 방호벽 균열, 교좌장치 도장부식 및 손상, 받침부 균열 및 파손, 교대 및 교각부 균열, 콘크리트 파손, 일부구간 점검로 미설치, 배수관 유도장치 미설치 및 길이부족(A1) 등이 조사됨 | B |
| 5 | 상반기 정기점검 | '08.03.10 ~ '08.06.30 | ㈜아워브레인 | •신축이음 후타재에 발생된 폭 0.4mm의 균열 및 지점부 체수 등이 조사됨 | |
| 6 | 하반기 정기점검 | '08.09.30 ~ '08.12.31 | ㈜아워브레인 | •후타재 박리, 배수관 이음부 불량 및 길이부족, 교좌장치 plate에 발생한 부식 등이 조사됨 | |
| 7 | 상반기 정기점검 | '09.03.31 ~ '09.06.30 | ㈜아워브레인 | •공용 중 손상의 진전이 우려될 수 있는 사항으로써, 배수시설에 발생된 손상은 하부부재에 손상을 증진 시킬 수 있는 것으로 배수시설 손상에 적합한 보수가 필요하며, 교좌장치에 발생한 손상은 내구성 증진을 위해서 손상에 적합한 보수가 필요함 | |
| 8 | 정밀점검 | '09.10.01 ~ '09.12.31 | ㈜아워브레인 | •배수시설 설치불량으로 하부구조 상부 체수 및 이물질 퇴적 등의 손상은 교량받침부식, 받침장치 이동으로 인한 고무재 들뜸 등이 조사됨 | B |
| 9 | 상반기 정기점검 | '10.03.08 ~ '10.60.30 | ㈜아워브레인 | •일부 구간 화재 발생으로 인한 방호벽, 난간, 중분대 손상 발생, (배수구, 배수관, 유도배수관) 불량 등이 조사됨 | |
| 10 | 하반기 정기점검 | '10.09.06 ~ '10.12.31 | ㈜아워브레인 | •접속구간 교면포장 패임, 방호벽 차량사고에 의한 화재흔적 및 파손, 강재난간 파손, 유도배수관 길이부족(탈락) 등이 조사됨 | |

## 【표 2.3.1】 금시교 기 점검이력(계속)

| 번호 | 구 분 | 점검기간 | 점검기관 | 주요점검결과 | 상태 등급 |
|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 상반기 정기점검 | '11.02.10 ~ '11.06.30 | ㈜아워브레인 | ●아스콘 패임, 배수관련 손상, 교량받침 Plate 부식 및 들뜸, 방호벽 및 방음벽 파손, 유도배수관 망실 등이 조사됨 | |
| 12 | 정밀점검 | '11.07.29 ~ '11.12.31 | ㈜아워브레인 | ●교면포장 아스팔트 패임, 교각 폭 0.3㎜의 균열, 유도배수관 길이부족 등이 조사됨 | B |
| 13 | 상반기 정기점검 | '12.02.20 ~ '12.06.30 | ㈜아워브레인 | ●교면포장 라벨링, 유도배수관 길이부족 및 배수관 연결재 탈락, 난간 균열 및 백태, 신축이음 접속도로 이격 및 단차, 교량받침 고무재 들뜸, 교대 및 교각 균열(폭 0.1~0.3㎜) 등이 조사됨 | |
| 14 | 하반기 정기점검 | '12.08.20 ~ '12.12.31 | ㈜아워브레인 | ●미보수된 교면포장 손상, 주형 내·외부 균열, 유도배수관 길이부족 및 배수관 연결재 탈락, 난간 균열 및 백태, 신축이음 접속도로 이격 및 단차, 교량받침 고무재 들뜸, 교대 및 교각 균열(폭 0.1~0.3㎜) 등이 조사됨 | |
| 15 | 상반기 정기점검 | '13.02.25 ~ '13.06.30 | ㈜아워브레인 | ●미보수된 교면포장 손상, 주형 내·외부 균열, 유도배수관 길이부족 및 연결재 탈락, 방호벽 단차, 신축이음 접속도로 이격 및 단차, 교량받침 고무재 들뜸, 교대 및 교각 균열, Support Beam 지지대 및 고정볼트 탈락(A1,A2) 등이 조사됨 | |
| 16 | 정밀점검 | '13.09.09 ~ '13.12.31 | ㈜아워브레인 | ●주형 균열, 박리 및 파손, 교대 및 교각 균열, 보수부 재균열, 받침장치 몰탈 균열, 녹발생, 신축장치 지지대 탈락, 간격조절재 볼트 탈락, 후타재 접속부 이격 및 단차, 방호벽 균열 및 백태, 배수관 유도배수관 길이부족, 교각 점검로 파손 등이 조사됨 | B |
| 17 | 상반기 정기점검 | '14.02.24 ~ '14.06.30 | ㈜아워브레인 | ●교면포장 라벨링, 패임, 포트홀, 난간 및 주형 균열, 백태, 신축이음 하부 고무재 파손, 교량받침 고무재 들뜸(일부 내부 녹발생) 등이 조사됨 | |
| 18 | 하반기 정기점검 | '14.08.18 ~ '14.12.31 | ㈜아워브레인 | ●일부 구간 교면포장 패임, 라벨링, 아스콘 균열, 난간 균열, 신축이음 간격조절재 볼트 탈락, 주형 외부 균열, 교대 상면 누수흔적 및 체수 등이 조사됨 | |
| 19 | 상반기 정기점검 | '15.03.02 ~ '15.06.30 | ㈜아워브레인 | ●일부 구간 교면포장 패임, 하부구조 경미한 균열 등이 조사됨 | |

## 2.3.2 기 정밀점검 실시결과(2013년 12월)

### 가. 대구방향

1) 외관조사

| 위 치 | | 손 상 내 용 | 개 소 | 수 량 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 금시교(대구) | 주 형 | 균열(cw=0.3미만) | 94 | 140.30 | m |
| | | 망상균열 | 2 | 1.50 | ㎡ |
| | | 백 태 | 6 | 1.36 | ㎡ |
| | | 철근노출 | 2 | 2.00 | ㎡ |
| | | 누수흔적 | 1 | 0.80 | ㎡ |
| | 교대 및 교각 | 균열(cw=0.3미만) | 167 | 140.70 | m |
| | | 균열(cw=0.3이상) | 2 | 0.90 | m |
| | | 망상균열 | 5 | 51.40 | ㎡ |
| | | 백태 | 1 | 0.30 | ㎡ |
| | | 누수흔적 | 1 | 2.25 | ㎡ |
| | | 이물질적치 | 1 | 1 | 개소 |
| | | 파손,박리,긁힘 | 2 | 0.02 | ㎡ |
| | | 실란트 파손 | 1 | 1 | 개소 |
| | 교량받침 | 균열(cw=0.3미만) | 19 | 5.80 | m |
| | | 균열(cw=0.3이상) | 66 | 16.70 | m |
| | | Plate 부식 | 10 | 10 | 개소 |
| | | Plate 들뜸 | 3 | 3 | 개소 |
| | | 몰탈 파손 | 1 | 0.05 | ㎡ |
| | 신축이음 | 고무재파손, 들뜸 | 2 | 2 | 개소 |
| | | 이물질 퇴적 | 2 | 4.00 | m |
| | | 접속부 이격 | 1 | 2.50 | m |
| | 교면포장 | 차수판 볼트탈락 | 6 | 6 | 개소 |
| | | 포트홀, 패임 | 20 | 60.70 | ㎡ |
| | 배수시설 | 라벨링 | 4 | 1.16 | ㎡ |
| | | 배수관 고정고리탈락 | 4 | 4 | 개소 |
| | 난 간 | 유도 배수관 길이부족 | 2 | 2 | 개소 |
| | | 균열(cw=0.3미만) | 82 | 265.50 | m |
| | | 균열(cw=0.3이상) | 40 | 81.90 | m |
| | | 백 태 | 16 | 12.67 | ㎡ |
| | 기타 | 교각 표지판 탈락 | 3 | 3 | 개소 |
| | | 점검로 난간파손 | 1 | 1 | 개소 |

2) 비파괴시험

| 구 분 | 위 치 | 시험결과 | 비 고 | 검 토 |
|---|---|---|---|---|
| 콘크리트 강도시험 | BOX 내부 | ·반발경도법 : 41.1~43.8㎫ | ·설계강도 : 40.0㎫ | 양호 |
| | 교대 | ·반발경도법 : 25.5~27.0㎫ | ·설계강도 : 24.0㎫ | 양호 |
| | 교각 | ·반발경도법 : 24.5~27.5㎫ | ·설계강도 : 24.0㎫ | 양호 |
| 탄산화시험 | BOX 내부 | ·탄산화깊이 : 2~5㎜<br>·피복두께 : 40㎜<br>·평가등급 : a | · a등급 : 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 | 양호 |
| | 교대 | ·탄산화깊이 : 4㎜<br>·피복두께 : 100㎜<br>·평가등급 : a | | |
| | 교각 | ·탄산화깊이 : 5~7㎜<br>·피복두께 : 100㎜<br>·평가등급 : a | | |

3) 상태평가

| 부재의 분류 | | 상부구조 | | 기타부재 | | | | 받침 | 하부구조 | | 내구성 요소 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 경간 | 구조형식 | 바닥판 | 거더 | 포장 | 배수 | 난간 연석 | 신축 이음 | 교량 받침 | 하부 | 기초 | 탄산화 (상) | 탄산화 (하) |
| 1 | PSC Box교 | b | b | b | c | b | c | b | b | Q | a | a |
| 2 | PSC Box교 | a | b | b | a | a | - | b | c | Q | a | a |
| 3 | PSC Box교 | a | a | b | a | b | - | a | c | Q | a | a |
| 4 | PSC Box교 | a | b | b | a | b | - | a | c | Q | a | a |
| 5 | PSC Box교 | a | b | b | c | b | - | a | b | Q | a | a |
| 6 | PSC Box교 | a | b | b | c | c | - | a | b | Q | a | a |
| 7 | PSC Box교 | b | b | b | a | c | - | b | b | Q | a | a |
| 8 | PSC Box교 | b | b | b | a | c | - | b | b | Q | a | a |
| 9 | PSC Box교 | a | b | b | a | c | - | b | b | Q | a | a |
| 10 | PSC Box교 | a | b | b | a | c | - | b | b | Q | a | a |
| 11 | PSC Box교 | a | b | a | a | b | - | b | b | Q | a | a |
| 12 | PSC Box교 | a | b | b | a | b | - | b | b | Q | a | a |
| 13 | PSC Box교 | a | b | a | a | b | - | b | b | Q | a | a |
| 14 | PSC Box교 | a | b | b | a | c | - | b | b | Q | a | a |
| 15 | PSC Box교 | a | a | a | a | b | - | b | b | Q | a | a |
| 16 | PSC Box교 | b | b | a | a | b | - | b | b | Q | a | a |
| 17 | PSC Box교 | b | b | b | c | b | - | b | b | Q | a | a |
| 18 | PSC Box교 | - | - | - | - | - | c | b | b | Q | a | a |
| | | | | | | | | | | | | |
| 평균 | | 0.129 | 0.188 | 0.176 | 0.171 | 0.265 | 0.400 | 0.178 | 0.233 | - | 0.100 | 0.100 |
| 가중치 | | 23 | 20 | 7 | 3 | 2 | 9 | 9 | 20 | - | 4 | 3 |
| 평균x가중치 /가중치합 | | 0.030 | 0.038 | 0.012 | 0.005 | 0.005 | 0.036 | 0.016 | 0.047 | - | 0.004 | 0.003 |

| 결함도 점수 | 0.196 |
|---|---|
| 상태 등급 | B |

4) 종합결론

금시교(대구)에 대한 정밀점검 결과 본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B“ 등급의 양호한 상태로 평가되었다.

전회점검 이후 일부 손상에 대한 보수가 시행되었으며, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으나, 미보수 손상에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수와 지속적인 점검을 통한 주의관찰 및 유지관리가 필요하다.

주요 손상으로는 주형 균열, 박리 및 파손, 교대 및 교각 균열, 보수부 재균열, 받침장치 몰탈 균열, 녹발생, 신축장치 지지대 탈락, 간격조절재 볼트 탈락, 후타재 접속부 이격 및 단차, 방호벽 균열 및 백태, 배수관 유도배수관 길이부족, 교각 점검로 파손 등이 발생된 상태이다.

특히 신축이음장치 본체 하부 손상의 경우 공용기간 증가와 지속적인 차량 통행으로 인해 추가 손상 발생이 예상되므로 보수후에도 지속적인 주의관찰 필요하다.

## 나. 부산방향

1) 외관조사

| 위 치 | | 손 상 내 용 | 개 소 | 수 량 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 금시교 (부산) | 주 형 | 균열(cw=0.3미만) | 52 | 159.90 | m |
| | | 망상균열 | 2 | 3.25 | ㎡ |
| | | 보수부 망상균열 | 6 | 13.00 | ㎡ |
| | | 백 태 | 3 | 0.72 | ㎡ |
| | | 철근노출 | 2 | 0.02 | ㎡ |
| | | 누수흔적 | 1 | 0.30 | ㎡ |
| | 교대 및 교각 | 균열(cw=0.3미만) | 162 | 152.50 | m |
| | | 망상균열 | 21 | 52.79 | ㎡ |
| | | 누수흔적 | 4 | 4.60 | ㎡ |
| | | 파 손 | 2 | 0.015 | ㎡ |
| | | 실란트파손 | 2 | 2.00 | m |
| | | 거푸집 미제거 | 1 | 1 | 개소 |
| | | 이물질 퇴적 | 2 | 8.00 | ㎡ |
| | | 화재오염 | 2 | 0.89 | ㎡ |
| | 교량받침 | 균열(cw=0.3미만) | 110 | 22.70 | m |
| | | Plate 부식 | 3 | 3 | 개소 |
| | | 볼트이완 | 5 | 5 | 개소 |
| | | 고무재 파손, 들뜸 | 3 | 3 | 개소 |
| | | 몰탈파손 | 5 | 0.05 | ㎡ |
| | | Plate 들뜸 | 1 | 1 | 개소 |
| | | 보수부 박리 | 2 | 0.33 | ㎡ |
| | 신축이음 | 이물질 퇴적 | 2 | 3.00 | m |
| | | 접속부 이격 및 단차 | 2 | 5.00 | m |

1) 외관조사(계속)

| 위 치 | | 손 상 내 용 | 개 소 | 수 량 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 금시교(부산) | 교면포장 | 포트홀, 패임 | 6 | 1.30 | ㎡ |
| | | 라벨링 | 17 | 52.18 | ㎡ |
| | 배수시설 | 유도배수관 길이부족 | 1 | 1 | 개소 |
| | 난 간 | 균열(cw=0.3미만) | 60 | 112.20 | m |
| | | 균열(cw=0.3이상) | 12 | 22.50 | m |
| | | 백 태 | 10 | 9.40 | ㎡ |
| | | 파 손 | 7 | 0.07 | ㎡ |
| | | 방호벽 단차 | 1 | 1.00 | m |
| | | 표면탈락 | 2 | 56.00 | ㎡ |
| | | 난간손상 | 1 | 35.00 | m |
| | 기타 | 점검로 탈락 | 1 | 1 | 개소 |
| | | 점검 난간 설치불량 | 4 | 4 | 개소 |

2) 비파괴시험

| 구 분 | 위 치 | 시험결과 | 비 고 | 검 토 |
|---|---|---|---|---|
| 콘크리트 강도시험 | BOX 내부 | ·반발경도법 : 41.7~44.8㎫ | ·설계강도 : 40.0㎫ | 양호 |
| | 교대 | ·반발경도법 : 24.8~26.2㎫ | ·설계강도 : 24.0㎫ | 양호 |
| | 교각 | ·반발경도법 : 24.5~27.2㎫ | ·설계강도 : 24.0㎫ | 양호 |
| 탄산화시험 | BOX 내부 | ·탄산화깊이 : 3~4㎜<br>·피복두께 : 40㎜<br>·평가등급 : a | · a등급 : 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 | 양호 |
| | 교대 | ·탄산화깊이 : 5㎜<br>·피복두께 : 100㎜<br>·평가등급 : a | | |
| | 교각 | ·탄산화깊이 : 7~8㎜<br>·피복두께 : 100㎜<br>·평가등급 : a | | |

3) 상태평가

| 부재의 분류 | | 상부구조 | | 기타부재 | | | | 받침 | 하부구조 | | 내구성 요소 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 경간 | 구조형식 | 바닥판 | 거더 | 포장 | 배수 | 난간 연석 | 신축 이음 | 교량 받침 | 하부 | 기초 | 탄산화 (상) | 탄산화 (하) |
| 1 | PSC Box교 | b | b | b | c | b | c | b | b | Q | a | a |
| 2 | PSC Box교 | a | b | b | a | b | - | a | b | Q | a | a |
| 3 | PSC Box교 | b | b | b | a | b | - | a | b | Q | a | a |
| 4 | PSC Box교 | a | a | b | a | b | - | b | b | Q | a | a |
| 5 | PSC Box교 | a | b | b | a | b | - | b | b | Q | a | a |
| 6 | PSC Box교 | b | b | a | a | b | - | b | b | Q | a | a |
| 7 | PSC Box교 | b | b | b | a | b | - | b | b | Q | a | a |

(계속)

| 부재의 분류 | | 상부구조 | | 기타부재 | | | | 받침 | 하부구조 | | 내구성 요소 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 경간 | 구조형식 | 바닥판 | 거더 | 포장 | 배수 | 난간 연석 | 신축 이음 | 교량 받침 | 하부 | 기초 | 탄산화 (상) | 탄산화 (하) |
| 8 | PSC Box교 | b | b | b | a | b | - | b | b | Q | a | a |
| 9 | PSC Box교 | a | b | a | a | b | - | b | b | Q | a | a |
| 10 | PSC Box교 | a | b | a | a | b | - | b | b | Q | a | a |
| 11 | PSC Box교 | a | b | b | a | b | - | b | b | Q | a | a |
| 12 | PSC Box교 | a | b | a | a | c | - | b | b | Q | a | a |
| 13 | PSC Box교 | a | b | b | a | b | - | b | b | Q | a | a |
| 14 | PSC Box교 | a | b | a | a | c | - | b | b | Q | a | a |
| 15 | PSC Box교 | a | b | b | a | b | - | b | b | Q | a | a |
| 16 | PSC Box교 | a | b | b | a | b | - | b | b | Q | a | a |
| 17 | PSC Box교 | b | c | a | c | b | - | b | b | Q | a | a |
| 18 | PSC Box교 | - | - | - | - | - | b | b | b | Q | - | a |
| | | | | | | | | | | | | |
| 평균 | | 0.135 | 0.194 | 0.165 | 0.135 | 0.224 | 0.300 | 0.189 | 0.200 | - | 0.100 | 0.100 |
| 가중치 | | 23 | 20 | 7 | 3 | 2 | 9 | 9 | 20 | - | 4 | 3 |
| 평균x가중치 /가중치합 | | 0.031 | 0.039 | 0.012 | 0.004 | 0.004 | 0.027 | 0.017 | 0.040 | - | 0.004 | 0.003 |

| 결함도 점수 | 0.181 |
|---|---|
| 상태 등급 | B |

4) 종합결론

금시교(부산)에 대한 정밀점검 결과 본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B“ 등급의 양호한 상태로 평가되었다.

전회점검 이후 일부 손상에 대한 보수가 시행되었으며, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으나, 미보수 손상에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수와 지속적인 점검을 통한 주의관찰 및 유지관리가 필요하다.

주요 손상으로는 주형 균열, 박리 및 파손, 교대 및 교각 균열, 보수부 재균열, 받침장치 몰탈 균열, 녹발생, 신축장치 지지대 탈락, 간격조절재 볼트 탈락, 후타재 접속부 이격 및 단차, 방호벽 균열 및 백태, 배수관 유도배수관 길이부족, 교각 점검로 파손 등이 발생된 상태이다.

특히 신축이음장치 본체 하부 손상의 경우 공용기간 증가와 지속적인 차량 통행으로 인해 추가 손상 발생이 예상되므로 보수후에도 지속적인 주의관찰 필요하다.

# 2.4 보수·보강 이력

【표 2.4.1】 금시교 보수·보강 이력

| 구분 | 공사기간 | 설계자 | 시공자 | 보수·보강공법/내용 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 보수 | '06.05 | - | 현대산업개발(주) | 받침 재도장 | - |
| 보수 | '07.03 | - | 현대산업개발(주) | 주형/받침 표면처리, 수지주입, 배수관 정비 | - |
| 보수 | '08.03 | - | 현대산업개발(주) | 주형 에폭시주입, 배수관 정비 | - |
| 보수 | '08.09 | - | 현대산업개발(주) | 교면포장 팻칭보수 | - |
| 보수 | '09.05 | - | 현대산업개발(주) | 방호벽/배수관 정비 | - |
| 보수 | '10.06 | - | 현대산업개발(주) | 방호벽/교대 및 교각 표면처리 | - |
| 보수 | '10.08 | - | 현대산업개발(주) | 배수관 정비 | - |
| 보수 | '10.12 | - | 현대산업개발(주) | 신축이음(A2대구) 정비 | - |
| 보수 | '11.03 | - | 현대산업개발(주) | 주형 출입구 설치 | - |
| 보수 | '11.04 | - | 현대산업개발(주) | 주형 수지주입, 표면처리, 받침 재도장 | - |
| 보수 | '11.08 | - | 현대산업개발(주) | 교대/교각 표면처리 | - |
| 보수 | '11.10 | - | 현대산업개발(주) | 화재구간 복구,정비 | - |
| 보수 | '12.05 | - | 현대산업개발(주) | 교대/교각 표면처리 | - |
| 보수 | '12.06 | - | 현대산업개발(주) | 신축이음 보수, 바닥판하면 정비 | - |
| 보수 | '13.04 | - | 현대산업개발(주) | 신축이음(A2대구) 부품교체 | - |
| 보수 | '13.04 | - | 현대산업개발(주) | 유도배수관 개선(상・하A1) | - |
| 보수 | '13.07 | - | 현대산업개발(주) | 교대/교각 표면처리, 이물질청소 | - |
| 보수 | '14.06 | - | 현대산업개발(주) | 배수시설 정비 | - |
| 보수 | '14.11 | - | 현대산업개발(주) | 신축이음 정비 | - |

# 2.5 내진설계 여부

자료검토 결과 “교량구조물에 대한 내진보완설계(2001년)”를 실시하여 내진설계가 적용된 것으로 확인되었다.

## 가. 설계 개요 및 조건

1) 내진해석방법 : 시간이력 해석법

2) 지진 구역계수 = 0.11

3) 내진 1등급 → 위험도계수(I) : 1.4

4) 가속도계수(A) = 0.154

5) 지반계수(S) = 1.2

6) 사용프로그램 : SAP 2000 Nonlinear

## 나. 내진해석 결과 요약

| 구 분 | 연결부(mm) | | | 받침용량(tonf) (수직력) | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 작용변위 | 허용변위 | 판정 | | |
| 교대 A1 | 19.90 | 32.76 | O.K | 500 | |
| 교각 P1 | 17.70 | 28.50 | O.K | 1,000 | |
| 교각 P2 | 16.00 | 28.50 | O.K | 1,000 | |
| 교각 P3 | 14.20 | 28.50 | O.K | 1,000 | |
| 교각 P4 | 12.50 | 21.34 | O.K | 1,000 | |
| 교각 P5 | 10.70 | 21.34 | O.K | 1,000 | |
| 교각 P6 | 9.00 | 21.34 | O.K | 1,000 | |
| 교각 P7 | 7.20 | 21.34 | O.K | 1,000 | |
| 교각 P8 | 5.30 | 21.34 | O.K | 1,000 | |
| 교각 P9 | 5.20 | 21.34 | O.K | 1,000 | |
| 교각 P10 | 7.00 | 21.34 | O.K | 1,000 | |
| 교각 P11 | 8.60 | 21.34 | O.K | 1,000 | |
| 교각 P12 | 10.70 | 21.34 | O.K | 1,000 | |
| 교각 P13 | 14.50 | 21.34 | O.K | 1,000 | |
| 교각 P14 | 14.20 | 28.50 | O.K | 1,000 | |
| 교각 P15 | 16.00 | 28.50 | O.K | 1,000 | |
| 교각 P16 | 17.80 | 28.50 | O.K | 1,000 | |
| 교대 A2 | 19.90 | 32.78 | O.K | 500 | |

※ 대구, 부산방향

## 2.6 자료분석 결과요약

본 과업의 효과적인 용역 수행을 위하여 건설관련 자료(대구~부산간 고속도로 민간투자사업(7공구))와 유지관리 자료(기 정밀점검 결과, 보수・보강자료 등) 등을 입수하였으며, 수집 자료를 검토한 결과 및 진단과업 진행방향은 다음 【표 2.6.1】와 같다.

**【표 2.6.1】자료분석 결과요약**

| 구 분 | 수집 자료 | 자료분석 결과 | 진단과업 진행방향 |
|---|---|---|---|
| 건 설 관 련 자 료 | ◇준공도면 및 구조계산서<br>: 대구-부산간 고속도로 민간투자사업 준공도서<br>- 실시설계 종합보고서<br>- 토질 및 지반보고서<br>- 준공내역서, 수량산출서<br>- 구조 및 수리계산서<br>- 토질조사보고서<br>- 설계도면 | ◇구조계산서 및 구조물도, 일반보고서는 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨<br>◇구조계산서 및 구조물도의 구조물 치수는 동일한 것으로 확인됨<br>◇주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 확인됨 | ◇본 검토 자료는 교량 내구성 시험 및 구조물 발생 손상의 원인분석에 기초자료로 활용<br><br>⇒현장 조사자료와 수집자료가 상이할 경우 현장조사 자료를 기준으로 과업진행 |
| 유 지 관 리 자 료 | ◇정밀점검 보고서 (2013.12)<br>◇정기점검 보고서 (2015.06) | ◇신축이음 지지대 탈락, 간격조절재 볼트 탈락<br>◇유도배수관 길이 부족, 배수관 위치 부적절<br>◇교량받침 Plate 들뜸, 고무재 들뜸, 무수축몰탈 사방향 균열<br>◇교각 점검로 파손<br><br>◇내구성 조사결과, 설계기준 이상으로 양호한 상태임<br><br>◇안전성평가결과 구조물에 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가됨 | ◇전회 점검결과와 금회 진단결과를 비교·검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련<br><br>◇전회 점검결과와 비교·검토하여 내구성 저하 여부 확인<br><br>◇구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 상세 구조해석을 실시하여 안정성 확보여부 확인 |
| | ◇보수·보강 이력<br>- 시설물 관리대장<br>- 시설물정보관리종합시스템 보수 및 점검이력 | ◇배수시설 정비<br>◇신축이음 정비 | ◇보수부 상태 확인 |

# 제 3장 현장조사 및 시험

3.1 개 요

3.2 외관조사 결과(대구방향)

3.3 외관조사 결과(부산방향)

3.4 콘크리트 내구성조사

3.5 현장조사 및 시험 결과요약

# 제 3장 현장조사 및 시험

## 3.1 개 요

금시교(대구, 부산)는 경상남도 밀양시 활성동(부산기점 43.840 ~ 44.670km) 일원에 위치하고 있으며, 2006년 2월에 준공된 교량으로 활성로, 용평로, 밀양강을 횡단하고 있다.

교량은 I.L.M(Incremental Launching Method)가설공법으로 시공된 P.S.C BOX 거더교로 총연장은 830.00m(40+15@50+40=830m), 폭원은 상・하행선 각각 12.15m(2차로)이며 상부구조는 17경간 연속으로 이루어져 있다.

하부구조는 교대 : 역T형, 교각 : T형으로 시공되어져 있으며, 기초는 교대 강관말뚝기초, 교각 현장타설말뚝기초로 시공되어져 있다.

본 시설물에 대한 외관조사는 대상교량의 물리적, 기능적 결함을 발견하고 안전성을 판단함을 목적으로 교량부재 전체에 대하여 가능한 한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였다. 따라서, 사전 현장답사를 통해 주변 여건을 파악하여 현장 접근에 필요한 접근방법 및 장비 동원과 그에 따른 일정계획을 수립하고, 기초자료의 수집 및 분석을 통한 주요 손상을 파악하는 등의 사전검토를 통하여 주요 손상을 파악한 후 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침_교량편(2010.12, 국토해양부/한국시설안전공단)』의 실시요령에 따라 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물의 기능 및 성능 저하, 상태 등을 신속·정확하게 검사·평가하는 데 주안점을 두고 외관조사 방향을 결정하였다.

본 교량의 하천구간의 외관조사는 교량점검차를 이용하였으며, 하천 외 구간은 고소점검차를 이용하여 하부도로에서 구조물에 최대한 근접하여 외관조사를 실시하였다.

본 장에서는 외관조사 결과 확인된 결함과 손상 상태에 대하여 교량의 구성 부재별로 사진을 첨부하여 설명하고 발생 원인을 분석하여 보수·보강 및 유지관리 방안을 마련하는 데 참고할 수 있도록 하였으며, 전체 부재에 대한 외관조사망도를 작성하여 향후, 교량의 점검 및 유지관리시 효율적으로 활용할 수 있도록 하였다.

【표 3.1.1】 부재별 조사항목

| 구 분 | | 조 사 항 목 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 상부 구조 | 바닥판 | • 콘크리트 균열, 철근부식, 철근노출, 박락, 파손, 재료분리<br>• 누수, 백태, 표면오염 | |
| | PSC BOX | • 균열, 백태, 재료분리, 파손, 철근노출, 박리, 박락, 보수부 재손상 | |
| 하부 구조 | 교대 | • 콘크리트 균열, 철근부식, 철근노출, 누수, 백태, 박락, 파손, 재료분리<br>• 교대의 이동 및 회전 유무<br>• 거더 또는 바닥판과 협착 유무 | |
| | 교각 | • 콘크리트 균열, 철근부식, 철근노출, 박락, 파손, 재료분리 | |
| | 기초 | • 세굴, 침하, 파손, 침식 | |
| 교면포장 | | • 균열, 요철, 단차, 포트홀, 물고임(체수) | |
| 배수시설 | | • 파손, 배수관 길이 부족, 배수관 주변 및 연결부 누수, 배수구 위치불량 | |
| 연석 및 난간 | | • 균열, 철근부식, 철근노출, 박락, 파손, 백태 | |
| 교량 받침 | 강재 받침 | • 균열, 부식, 변형, 파손 | |
| | 기타 | • 유간 부족, 편기, 수평불량, 가동불량, 교량받침 설치오류, 앵커볼트 파손 | |
| 신축이음 | | • 본체의 파손, 부식, 누수, 이상음 및 진동, 유간 부족<br>• 후타재의 균열, 파손, 단차<br>• 후타재와 포장면 사이 이격 | |



교량점검차를 이용한 조사



고소점검차를 이용한 조사

【사진 3.1.1】 점검차를 이용한 근접 육안조사

# 3.2 외관조사 결과(대구방향)

## 3.2.1 상부구조

### 가. 부재의 개요

- 금시교(대구)의 상부구조는 I.L.M(Incremental Launching Method)가설공법으로 시공된 PSC BOX 거더교로 강선 정착부 균열/파손, 정·부 모멘트 구간의 균열, 강선 배치 구간의 균열/파손 등 구조적 손상 발생여부에 대해 중점점검을 실시하였으며, 그 외 파손, 철근노출, 백태, 시공이음부 누수 등 내구성과 사용성에 영향을 미치는 손상에 대해 점검하였다.
- PSC BOX거더 외부는 근접조사를 위해 교량점검차 및 고소점검차를 이용하여 조사하였으며, 내부는 도보에 의해 외관조사를 실시하였다.




PSC BOX거더 외부 전경



PSC BOX거더 내부 전경

【사진 3.2.1】PSC BOX거더 전경(대구)

### 나. PSC BOX거더 내부

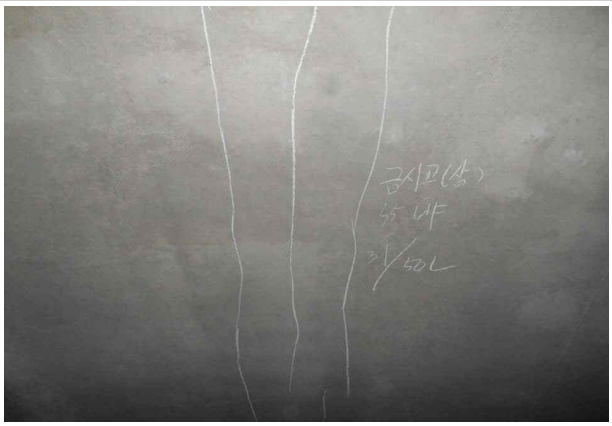
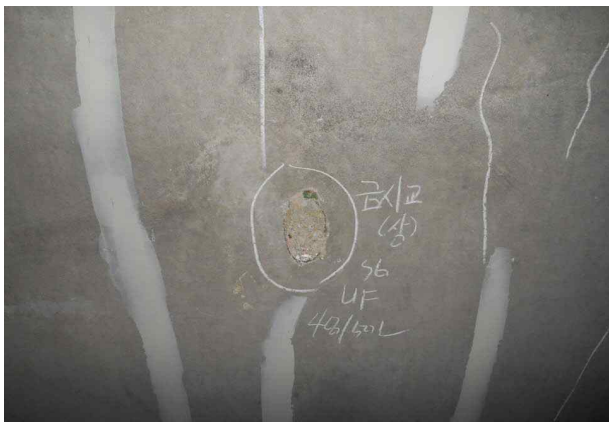
1) 외관조사 결과

- PSC BOX 거더 내부에 대한 외관조사 결과, 상부 바닥판에 종균열이 다수 발생되었으며, 벽체부에 간헐적인 수평 및 경사균열, 격벽부의 망상균열 및 균열, 백태, 재료분리, 파손 이물질 퇴적 손상이 조사되었다.
- 상부 바닥판에 발생된 균열은 0.1㎜ 이하의 종방향균열로 Seg별 시공에 따른 신·구 콘크리트 재령일 차이에 의한 수축과 구속, 습윤양생후 거푸집 제거시 단면 내부와 외부의 상대습도 차에 의한 내부 구속 등 여러 시공적, 환경적 요인에 의해 복합적으로 발생된 전형적인 균열로 조사되었다.

- 벽체부에 발생된 균열은 대부분 시공이음부에서 발생된 0.1㎜ 이하의 수평 및 경사균열로 Seg별 시공에 따른 신·구 콘크리트 재령일 차이에 의한 수축과 구속, 건조수축에 의해 발생된 균열로 조사되었다.
- 격벽부 균열은 0.3㎜ 이하의 균열로 조사되었으며, 발생원인은 상자형 박스 완성후 박스내에 massive하게 시공하기 때문에 콘크리트 내부 수화열로 표면부와의 온도차에 따른 수축변형에 대한 내부구속, 콘크리트 자체의 건조수축변형에 대한 내부철근의 구속, 기 시공된 상자형 박스 구조물에 의한 구속 등에 따라 발생된 균열로 대부분 시공초기 발생하여 수렴되는 손상으로 조사되었다.
- 상부 슬래브 하면의 백태 손상은 격벽, External Tendon Block 시공을 위해 절개 후 보수한 부위의 정밀시공미흡에 의해 절개면을 따라 발생된 손상으로 조사되었으며, External Tendon Block부 백태는 시공초기 양생과정에서 발생된 손상으로 추정된다.
- 재료분리(상부슬래브 하면)는 격벽, External Tendon Block 시공을 위해 절개 후 보수한 부위의 손상으로 조사되었으며, 파손, 이물질퇴적 손상은 외부 충격, 작업자의 마무리 미흡에 의한 경미한 손상으로 조사되었다.

**【표 3.2.1】PSC BOX 거더 내부 외관조사 결과(대구)**

| 구 분 | 균열(0.1㎜) (m/개소) | 균열(0.2㎜) (m/개소) | 망상균열 (㎡/개소) | 백태 (㎡/개소) | 재료분리 (㎡/개소) | 파손 (㎡/개소) | 이물질퇴적 (㎡/개소) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 307.5/14 | - | - | - | - | - | 0.01/1 |
| S2 | 316.1/13 | - | - | - | - | - | 1.00/1 |
| S3 | 311.0/7 | 0.5/1 | - | - | - | - | - |
| S4 | 441.3/7 | 0.3/1 | - | - | - | - | - |
| S5 | 331.1/10 | 0.9/1 | - | 0.20/1 | - | - | - |
| S6 | 377.7/10 | - | - | - | 0.06/1 | 0.01/1 | - |
| S7 | 347.1/4 | 2.3/4 | 0.60/1 | - | - | - | - |
| S8 | 280.7/7 | 2.3/1 | - | - | - | - | - |
| S9 | 203.2/11 | - | - | - | - | - | - |
| S10 | 214.1/6 | - | - | 0.03/1 | - | - | - |
| S11 | 211.2/6 | - | - | - | - | - | - |
| S12 | 252.2/7 | 0.5/1 | - | - | - | - | - |
| S13 | 228.5/7 | - | - | - | - | - | - |
| S14 | 183.5/9 | - | - | - | - | - | - |
| S15 | 85.9/7 | - | - | - | - | - | - |
| S16 | 126.6/7 | 3.0/1 | - | - | - | - | - |
| S17 | 148.1/6 | 20.0/2 | - | - | - | - | - |
| **합 계** | **4365.8/138** | **29.8/12** | **0.60/1** | **0.23/2** | **0.06/1** | **0.01/1** | **1.01/2** |

| | |
|---|---|
|  |  |
| 0.1㎜ 균열(S5, 상부슬래브) | 백태(S8, External Tendon Block) |
|  |  |
| 재료분리(S6, 상부슬래브) | 백태(S10, 상부슬래브) |

【사진 3.2.2】PSC BOX 거더 내부 손상현황(대구)

3) 기 점검(2013년 정밀점검) 결과와 비교

- PSC BOX 거더 내부에 대하여 기 점검 결과를 토대로 주요 손상의 진전여부를 검토한 결과, 기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나, 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜이하 미세균열이 다수 조사되었다.

【표 3.2.2】PSC BOX 거더 내부 기 점검 결과 비교(대구)

| 구 분 | 2013년 정밀점검 | 2015년 정밀안전진단 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 균열(0.2㎜이하) | 116.8m | 4,395.6m | |



금시교




【그림 3.2.1】PSC BOX 거더 내부 기 점검 결과 비교(대구)

3) 검토의견

- 박스 내부의 발생된 손상은 시공적, 환경적 요인에 의한 손상으로 장기 공용에 따라 Tendon이나 철근 부식, Con'c 내구성에 영향을 미칠 수 있어 0.2㎜이상 균열은 주입 보수를 실시하고, 0.1㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직하다.
- 상부 슬래브 하면의 백태, 재료분리 손상은 작업구 메움부의 정밀시공 미흡에 의한 손상으로 손상확대 방지를 위해 단면보수가 바람직하며, External Tendon Block부 백태 손상은 시공 초기 손상으로 손상 진행이 수렴된 것으로 판단되어 표면처리 및 주의관찰이 필요하고 향후, 지속적인 백태 발생시 누수부에 대한 단면보수가 필요하다.
- 파손 및 이물질 퇴적 손상은 경미한 손상이나 원활한 유지관리를 위해 단면보수 및 청소/제거가 바람직하다.

## 다. PSC BOX 거더 외부

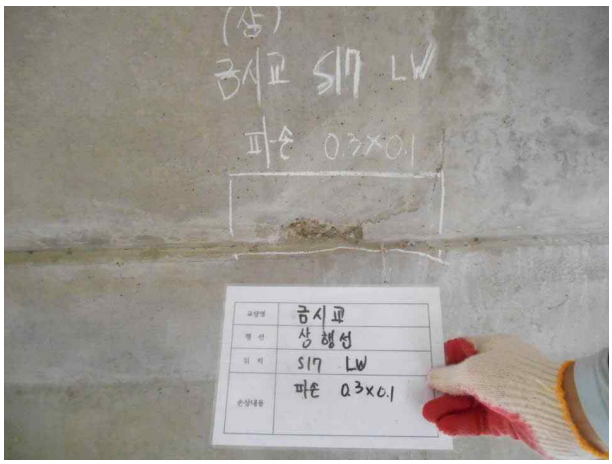
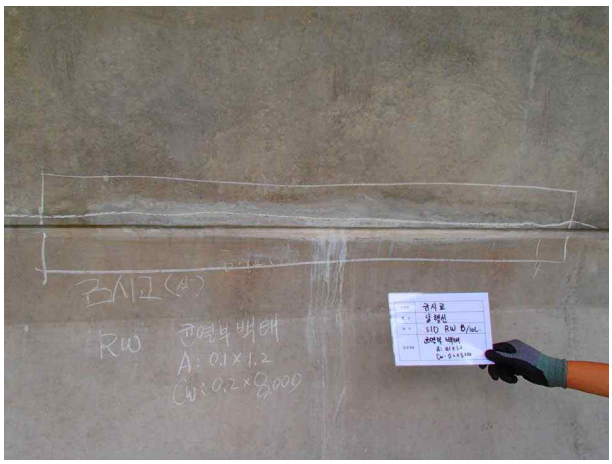
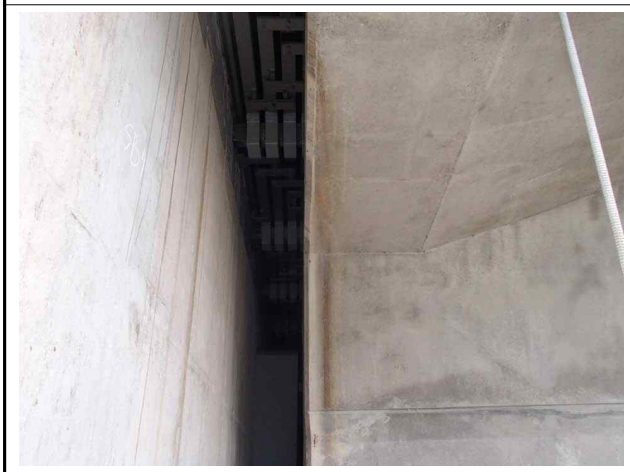
1) 외관조사 결과

- PSC BOX 거더 외부에 대한 외관조사 결과, 하부 바닥판에 종균열이 간헐적으로 발생되었으며, 벽체부에 수평 및 경사균열, 일부 개소에 백태, 파손, 박리, 누수오염. 유도배수관길이부족 손상이 조사되었다.
- 하부 바닥판 균열은 Seg별 시공에 따른 신·구 콘크리트 재령일 차이에 의한 수축과 구속에 의해 발생된 0.2㎜이하 균열로 조사되었다.
- 벽체부 균열은 압출시 고정하중, 상부의 작업하중, 압출을 위한 Lift하중, 온도하중 및 건조수축, 크리프 영향 등에 영향을 받고 압출과정에서 교각 지점부 통과로 정·부 모멘트 교차 발생, Seg별 시공에 따른 신·구 콘크리트 재령일 차이에 의한 수축과 구속 등 다수의 균열 발생 인자로 인해 시공중에 발생되어 시공완료 후 수렴되는 손상으로 조사되었다.

- 백태 손상은 표면부 손상으로 손상 정도가 경미하여 시공초기 발생된 손상으로 판단되며, 파손은 슬래브 및 벽체 접속부 발생된 손상으로 접속부 품질불량 개소에 발생된 손상으로 조사되었다.
- 박리 손상은 콘크리트 모서리부 손상으로 시공초기 여러 원인에 의해 발생된 손상이 공용증가에 따라 확대·진행된 손상이며, 누수오염은 신축이음 외측 방호벽 마감시공 미흡에 의한 누수에 의해 발생된 손상으로 조사되었다.
- 유도배수관 길이 부족은 공용중 손상으로 유도배수관을 통한 교면수 유출로 하부구조의 열화 가능성이 있는 것으로 조사되었다.

【표 3.2.3】PSC BOX 거더 외부 외관조사 결과(대구)

| 구 분 | 균열(0.1㎜) (m/개소) | 균열(0.2㎜) (m/개소) | 망상균열 (㎡/개소) | 누수오염/백태 (㎡/개소) | 박리 (㎡/개소) | 파손 (㎡/개소) | 유도배수관 길이부족(개소) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 7.4/6 | 4.5/1 | | 0.80/1 | - | - | - |
| S2 | 10.4/6 | 0.3/1 | | - | - | - | - |
| S3 | 10.3/10 | - | | - | - | - | - |
| S4 | 9.4/5 | - | | - | - | - | - |
| S5 | 6.4/5 | - | | - | - | - | - |
| S6 | 23.8/25 | - | 16.02/6 | - | - | - | - |
| S7 | 60.3/22 | - | 61.51/7 | - | - | - | - |
| S8 | 34.0/14 | - | 62.45/3 | - | - | - | - |
| S9 | 48.8/36 | 13.3/4 | | - | - | - | - |
| S10 | 7.5/7 | 16.0/3 | | 0.12/1 | - | - | - |
| S11 | 24.8/17 | - | | - | - | - | - |
| S12 | 1.7/2 | 0.2/1 | | - | - | - | - |
| S13 | 2.3/2 | - | | - | - | - | - |
| S14 | 16.4/10 | - | 1.89/1 | - | - | - | - |
| S15 | 19.7/10 | 4.9/3 | | - | - | - | - |
| S16 | 15.5/9 | 1.1/1 | | - | - | 0.68/1 | - |
| S17 | 40.5/27 | 8.0/3 | 1.89/1 | - | 0.60/2 | 0.03/1 | - |
| **합 계** | **339.2/213** | **48.3/17** | **143.76/18** | **0.92/2** | **0.60/2** | **0.71/2** | **1** |

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>0.1㎜ 균열(S11 상행선)</td><td>콘크리트 박리(S17 단부측)</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>파손(S17 바닥슬래브 및 벽체 접속부)</td><td>백태/시공이음균열(S10 바닥슬래브 및 벽체 접속부)</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>누수오염(A1 단부측)</td><td>유도배수관 길이부족(S17 단부측)</td></tr>
</table>

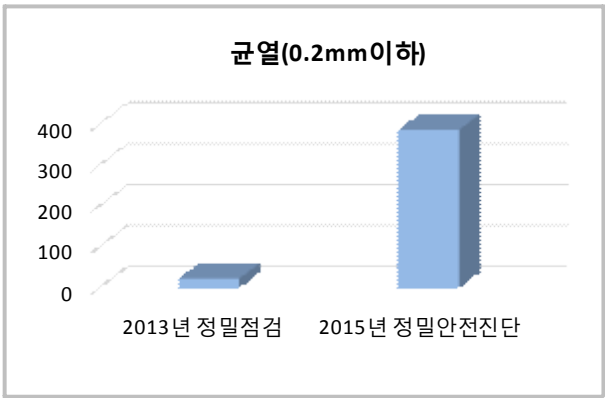
【사진 3.2.3】 PSC BOX 거더 외부 손상현황(대구)

2) 기 점검(2013년 정밀점검) 결과와 비교

- PSC BOX거더 외부에 대하여 기 점검 결과를 토대로 주요 손상의 진전여부를 검토한 결과, 기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나 금회 진단시 점검장비 등을 이용한 근접조사에 의해 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜이하의 미세균열이 다수 조사되었다.

【표 3.2.4】PSC BOX 거더 외부 기 점검 결과 비교(대구)

| 구 분 | 2013년 정밀점검 | 2015년 정밀안전진단 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 균열(0.2㎜이하) | 23.5m | 387.5m | |




【그림 3.2.2】PSC BOX 거더 외부 기 점검 결과 비교(대구)

3) 검토의견

- 박스 외부의 발생된 손상은 시공적, 환경적 요인에 의한 손상으로 장기 공용에 따라 Tendon이나 철근 부식, Con'c 내구성에 영향을 미칠 수 있어 0.2㎜이상 균열 손상은 주입보수를 실시하고, 0.1㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직하며, 백태손상은 미관 및 내구성 확보를 위해 표면처리가 바람직하다.
- 파손, 박리 손상은 장기 공용시 손상확대가 우려되므로 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요하며, 누수오염은 내구성 확보를 위해 표면처리가 바람직하고 향후, 신축이음장치 재설치시 방호벽 단부측에 대한 정밀 마감시공이 필요하다.
- 유도배수관 길이부족은 하부구조의 열화방지를 위해 지면부까지 배수관 길이 연장이 바람직하다.
- PSC BOX 구조물은 작용하중에 대해 강선 긴장력에 의한 저항하는 구조물로 균열 및 기타 손상에 대해 지속적인 주의관찰 및 적절한 유지관리가 이루어져야 할 것이다.

## 3.2.2 하부구조

### 가. 교대

1) 부재의 개요

- 금시교(대구)의 교대 형식은 역T형이며, 기초는 강관말뚝기초로 시공되어져 있고, 교대에 대한 외관조사는 도보로 근접하여 조사를 실시하였다.



교대 전경(A1)



교대 전경(A2)

【사진 3.2.4】교대 전경(대구)

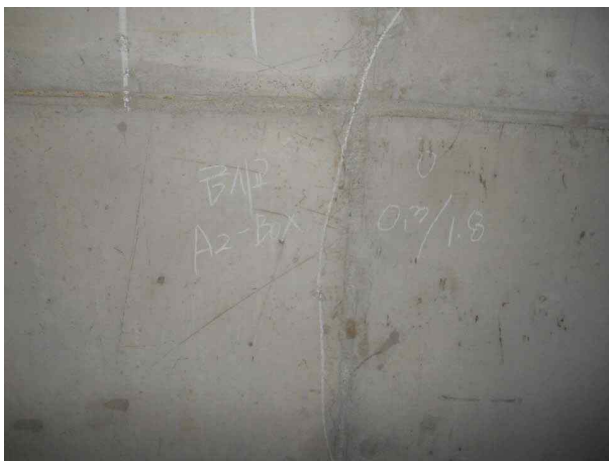
2) 외관조사 결과

- 교대의 외관조사 결과, 망상균열, 균열, 교좌면 체수 흔적, 누수오염 , 통로 BOX Joint부 누수 등의 손상이 조사되었다.
- 교대부에 발생된 균열은 흉벽부 점검통로 위치의 입출구 모서리에 발생된 비구조적 균열로 조사되었으며, 교좌면 체수 흔적 및 누수오염은 방호벽측 신축이음 마감 미흡으로 인한 누수에 의해 발생된 손상으로 조사되었다.
- 통로BOX에 발생된 균열은 수직형태의 비구조적 균열로 조사되었으며, Joint부 누수는 신축 Joint부의 정밀시공 미흡에 의한 누수로 조사되었다.

【표 3.2.5】교대 외관조사 결과(대구)

| 구 분 | 균열(0.2㎜이하) (m/개소) | 균열(0.3㎜이상) (m/개소) | 망상균열 (㎡/개소) | 체수흔적 (㎡/개소) | 누수오염 (㎡/개소) | Joint부 누수 (m/개소) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A1 | 1.0/1 | - | 3.16/3 | 4.00/1 | 1.12/1 | - |
| A2 | 3.2/4 | 7.1/5 | 2.68/1 | - | - | 0.5/1 |
| **합 계** | **4.2/5** | **7.1/5** | **5.84/4** | **4.00/1** | **1.12/1** | **0.5/1** |

※ PSC BOX거더 출입 통로BOX 포함

| | |
|---|---|
|  |  |
| 망상균열(A1 벽체부) | 체수흔적(A1 교좌면) |
|  |  |
| 0.3㎜ 균열(통로 BOX A2측 벽체부) | Joint부 누수(통로 BOX A2측 상부슬래브) |

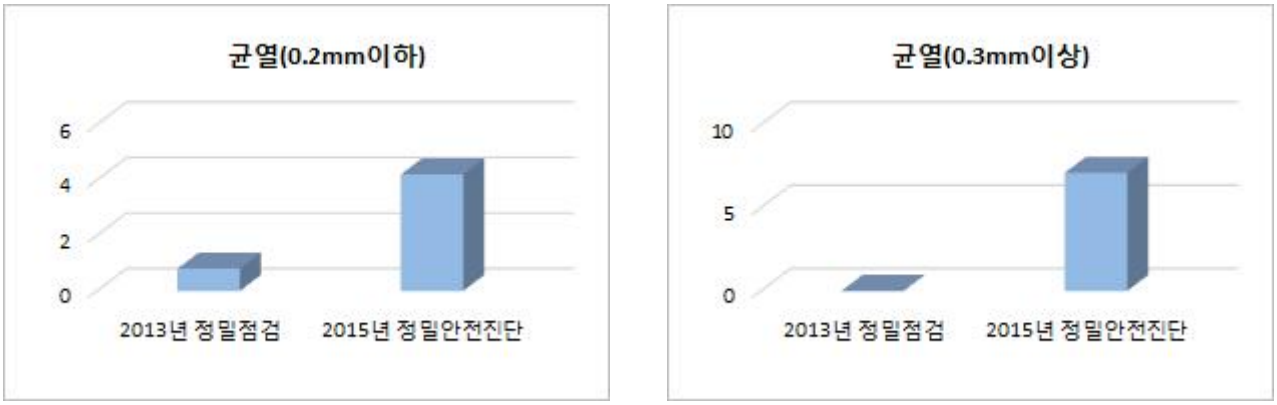
【사진 3.2.5】교대 손상현황(대구)

3) 기 점검(2013년 정밀점검) 결과와 비교

- 교대에 대하여 기 점검 결과를 토대로 주요 손상의 진전여부를 검토한 결과, 기 점검 시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나, PSC BOX거더 출입 통로BOX 내부에서 0.1~0.3㎜ 횡방향 균열이 다소 증가된 것으로 조사되었다.

【표 3.2.6】교대 기 점검 결과 비교(대구)

| 구 분 | 2013년 정밀점검 | 2015년 정밀안전진단 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 균열(0.2㎜이하) | 0.8m | 4.2m | |
| 균열(0.3㎜이상) | - | 7.1m | |




【그림 3.2.3】교대 기 점검 결과 비교(대구)

4) 검토의견

- 교대 및 통로BOX에 발생된 균열은 비구조적 균열로 구조물의 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 0.2㎜이하 균열은 표면처리가 바람직하다.
- 교대부의 체수흔적/누수오염은 흔적은 내구성 확보를 위해 표면처리가 바람직하고 향후, 신축이음장치 재설치시 방호벽 단부측에 대한 정밀 마감시공이 필요하며, 통로 BOX Joint부 누수는 지속적인 누수가 우려되므로 방수용 발포우레탄 보수가 바람직하다.

## 나. 교각

1) 부재의 개요

- 금시교(대구)의 교각 형식은 T형이며, 기초는 현장타설말뚝기초로 시공되어 있고, 교각에 대한 외관조사는 도보 및 교량점검차를 이용하여 근접 조사를 실시하였다.
- 본 교량은 밀양강을 횡단하는 교량으로 교각 P6~P8이 하천상에 위치하나 갈수기로 인해 하상이 노출되어 도보로 하상부를 점검하였다.




교각 전경(P3)



교각 전경(P6)

【사진 3.2.6】교각 전경(대구)

2) 외관조사 결과

- 교각의 외관조사 결과, 망상균열, 균열, 파손, 백태, 그을음 등의 손상이 조사되었다.
- 발생균열은 대부분 코핑부, 기둥부에 발생된 0.3㎜이하의 수직 및 망상균열로 균열폭, 균열 형태 및 위치 등을 고려 할 때, 온도 및 건조수축에 의해 발생된 비구조적 균열로 판단된다.
- 파손 손상은 외부 충격에 의해 발생된 손상이며, 백태는 시공초기 발생된 경미한 표면부 손상으로 조사되었다.
- 그을음은 밀양강 주변 이용자들의 쓰레기 소각에 의해 발생된 손상으로 조사되었으며, 그을음 이외의 추가 손상은 조사되지 않았다.

【표 3.2.7】교각 외관조사 결과(대구)

| 구 분 | 균열(0.2㎜이하) (m/개소) | 균열(0.3㎜이상) (m/개소) | 망상균열 (㎡/개소) | 백태 (㎡/개소) | 그을음 (㎡/개소) | 파손 (㎡/개소) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| P1 | 8.6/8 | 1.3/1 | - | - | - | 0.01/1 |
| P2 | 24.3/20 | 2.0/1 | 3.31/2 | - | - | 0.01/1 |
| P3 | 25.9/25 | 1.9/2 | 6.75/1 | - | - | - |
| P4 | 22.3/13 | - | 14.20/6 | - | - | - |
| P5 | 10.7/13 | - | - | - | - | - |
| P6 | 19.1/19 | - | 5.10/5 | - | - | 0.01/1 |
| P7 | 24.6/23 | - | - | 0.30/1 | - | 0.01/1 |
| P8 | 30.6/20 | - | 35.97/3 | - | 0.40/1 | - |
| P9 | 5.5/7 | - | - | - | - | - |
| P10 | 6.4/7 | 0.5/1 | 1.50/1 | - | - | - |
| P11 | 3.4/4 | - | 1.70/2 | - | - | - |
| P12 | 14.2/13 | - | 0.75/1 | - | - | - |
| P13 | 11.1/10 | - | - | - | - | - |
| P14 | 12.4/9 | 1.1/1 | 6.00/4 | - | - | - |
| P15 | 17.3/16 | - | 3.95/3 | - | - | - |
| P16 | 6.2/4 | - | 11.25/3 | - | - | - |
| **합 계** | **242.6/211** | **6.8/6** | **90.48/31** | **0.30/1** | **0.40/1** | **0.04/4** |



0.3㎜ 균열(P14 코핑부)



파손(P1 코핑부)



백태(P7 기둥부)



그을음(P8, 기둥부)

【사진 3.2.7】교각 손상현황(대구)

3) 수중부 교각 점검

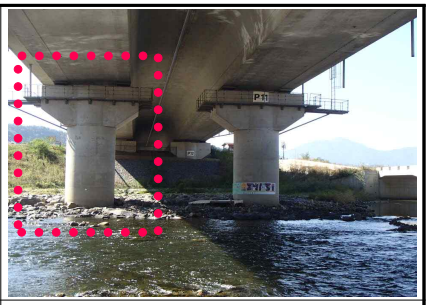
- 금시교는 밀양강을 횡단하는 교량으로 교각 P6~P8가 하천상에 위치하고 있으며, 점검시 갈수기로 인해 하상이 노출된 상태로 수중부 교각에 대해 도보 점검을 실시하였다.
- 수중부 교각의 외관상태는 유수 흐름에 의한 손상이 조사되지 않고, 교각 주변 하상 상태도 세굴이 발생되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.




수중부 교각 상태양호(P7)




수중부 교각 상태양호(P8)



수중부 교각 상태양호(P9)

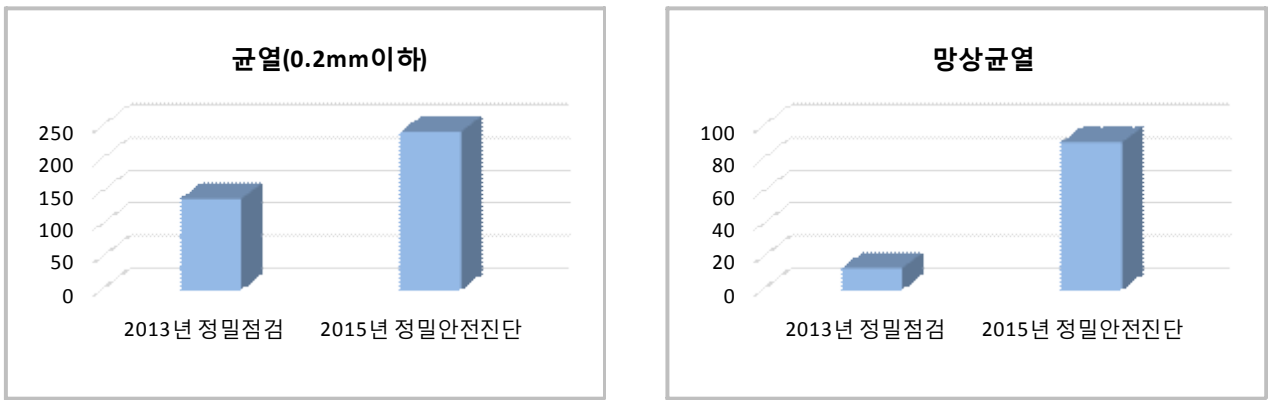
【사진 3.2.8】교각 수중부 조사 현황(대구)

3) 기 점검(2013년 정밀점검) 결과와 비교

- 교각에 대하여 기 점검 결과를 토대로 주요 손상의 진전여부를 검토한 결과, 기 점검 시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나, 금회 진단시 점검장비 등을 이용한 근접조사에 의해 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜이하의 미세균열 및 망상균열 등의 손상이 증가된 것으로 조사되었다.

【표 3.2.8】교각 기 점검 결과 비교(대구)

| 구 분 | 2013년 정밀점검 | 2015년 정밀안전진단 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 균열(0.2㎜이하) | 139.8m | 242.6m | |
| 망상균열 | 13.60㎡ | 90.48㎡ | |




【그림 3.2.4】교각 기 점검 결과 비교(대구)

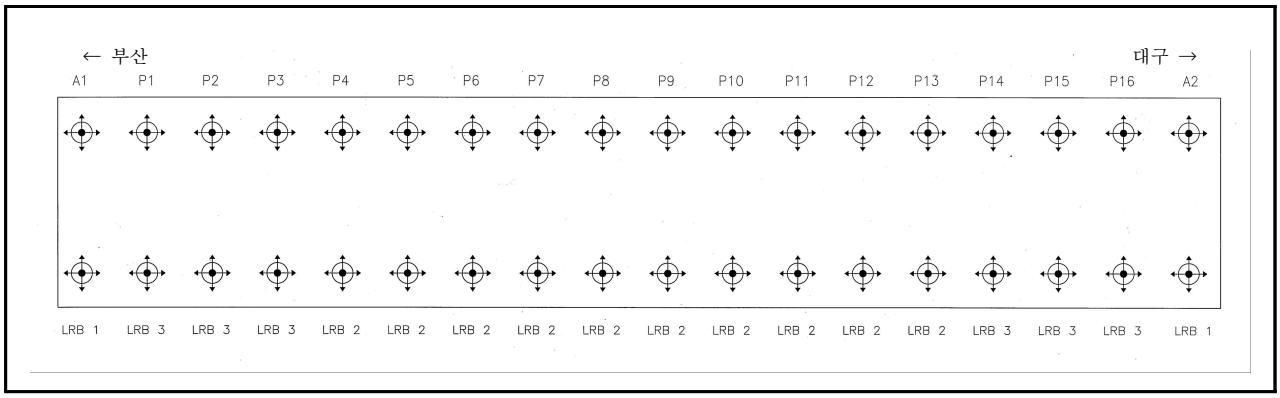
4) 검토의견

- 조사된 균열은 비구조적 균열로 구조물의 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 0.2㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직하며, 파손 손상은 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요하다.
- 백태, 그을음 손상은 손상도가 경미하나, 미관 및 내구성 확보를 위해 표면처리가 바람직하다.

## 3.2.3 교량받침

### 가. 부재의 개요

■ 본 교량의 교량받침은 납면진받침(원형 L.R.B)으로 17경간 연속교로 교대부에 2개소, 교각부에 2개소가 설치되어 있으며 받침장치 총 개소는 36개소이다.




【그림 3.2.5】교량받침 배치도(대구)



납면진받침(원형LRB) Type-1



납면진받침(원형LRB) Type-2



납면진받침(원형LRB) Type-3

【사진 3.2.9】교량받침 전경(대구)

### 나. 외관조사 결과

■ 교량 받침장치는 상부구조에서 발생된 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 부재이며, 본 조사에서는 과반력 및 부반력 발생 여부, 온도변화 및 활하중에 의한 신축거동 여부뿐만 아니라 강재 부식, 콘크리트 손상 여부 등 내구성, 기능성, 사용성 등에 대한 현장조사를 시행하였으며, 그 결과는 다음 【표 3.2.9】와 같다.

■ 받침장치의 외관조사 결과, 받침Plate 도장박리 및 녹발생, 받침 상부 Plate 들뜸, 고무재 들뜸, 볼트 체결불량 및 녹발생, 받침 몰탈 균열 및 파손 등의 손상이 조사되었으나, 받침 가동에 유해한 영향을 미칠만한 손상은 확인되지 않았다.

【표 3.2.9】교량받침 외관조사 결과(대구)

| 구 분 | 받침Plate 도장박리 (개소) | 받침Plate 녹발생 (개소) | 받침 상부 Plate들뜸 (개소) | 받침 고무재 (피복고무재) 들뜸 (개소) | 받침 볼트 체결불량 (개소) | 받침 볼트 녹발생 (개소) | 받침 몰탈 균열(0.2㎜이하) (m/개소) | 받침 몰탈 파손 (㎡/개소) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1 | - | 2 | - | 1 | - | - | - | - |
| P1 | - | 1 | - | 1 | - | - | 0.5/2 | 0.04/2 |
| P2 | - | 2 | 1 | - | - | - | - | - |
| P3 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| P4 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| P5 | - | 1 | - | - | - | 10 | - | - |
| P6 | 1 | - | - | - | 1 | - | 1.2/6 | - |
| P7 | - | 2 | 1 | - | - | - | 6.3/21 | - |
| P8 | - | 2 | 1 | - | - | - | 8.1/27 | - |
| P9 | - | 1 | 1 | - | - | - | - | - |
| P10 | - | 2 | 1 | - | - | - | 0.2/1 | - |
| P11 | - | - | 2 | - | - | - | 0.9/3 | - |
| P12 | - | - | 1 | - | - | - | 4.6/10 | - |
| P13 | - | 2 | 1 | - | - | - | - | - |
| P14 | - | - | 1 | - | - | - | 0.6/1 | - |
| P15 | - | 2 | 1 | 1 | - | - | 1.4/14 | - |
| P16 | - | 1 | - | 1 | - | - | - | - |
| A2 | - | 1 | | 1 | - | - | 0.2/1 | 0.04/1 |
| **합 계** | **1** | **19** | **11** | **5** | **1** | **10** | **24.0/86** | **0.08/3** |



받침 Plate 도장박리(P6-Sh2)



받침 Plate 녹발생(A1-Sh2)

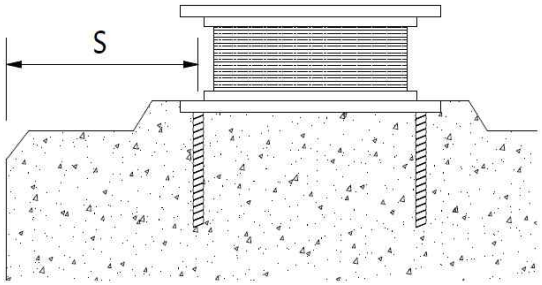
【사진 3.2.10】교량받침 손상현황(대구)

| | |
|---|---|
|  |  |
| 받침 상부 Plate 들뜸(P7-Sh2) | 받침 고무재(피복고무재) 들뜸(P1-Sh1) |
|  |  |
| 받침 볼트 체결불량(P6-Sh1) | 받침 볼트 녹발생(P5-Sh1) |
|  |  |
| 받침 몰탈 0.2㎜이하 균열(P8-Sh1) | 받침 몰탈 파손(P1-Sh1) |

【사진 3.2.10】 교량받침 손상현황(대구, 계속)

## 다. 연단거리 검토

- 교대 및 교각의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위이고, 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트 구체 또는 교량받침이 파손될 수 있고, 가동단에서는 최악의 경우 받침이 벗어나 거더가 낙하할 수도 있다.
- 상부구조의 길이에 따라 '도로교설계기준(2010, 국토해양부)'에서는 최소값을 규정하고 있다.




- 거더의 경간길이 100m 이하
  : S(㎜) = 200 + 5L
- 거더의 경간길이 100m 이상
  : S(㎜) = 300 + 4L
  여기서, L은 경간길이(m)

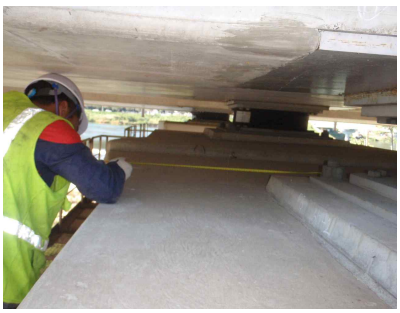
【그림 3.2.6】 도로교설계기준 연단거리 산출방법

1) 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=40.0m) : 200+5×40.0 = 400.0(㎜)
- 거더 경간길이(L=50.0m) : 200+5×50.0 = 450.0(㎜)

2) 연단거리 측정 결과

- 연단거리 측정 결과, 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 시방규정을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| 연단거리 측정 전경(A1교대) | 연단거리 측정 전경(A2교대) | 연단거리 측정 전경(교각) |

【사진 3.2.11】 연단거리 측정 전경

【표 3.2.10】연단거리 측정 결과(대구)

| 구 분 | | 계산 연단거리 (㎜) | 실측 연단거리(㎜) | | 검토 결과 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Sh1 | Sh2 | |
| A1 | | 400 | 560 | 560 | O.K |
| P1 | A1측 | 400 | 890 | 890 | O.K |
| | A2측 | 450 | 890 | 890 | O.K |
| P2 | A1측 | 450 | 890 | 870 | O.K |
| | A2측 | 450 | 890 | 910 | O.K |
| P3 | A1측 | 450 | 880 | 870 | O.K |
| | A2측 | 450 | 880 | 890 | O.K |
| P4 | A1측 | 450 | 920 | 910 | O.K |
| | A2측 | 450 | 920 | 930 | O.K |
| P5 | A1측 | 450 | 910 | 950 | O.K |
| | A2측 | 450 | 910 | 950 | O.K |
| P6 | A1측 | 450 | 940 | 960 | O.K |
| | A2측 | 450 | 920 | 900 | O.K |
| P7 | A1측 | 450 | 930 | 960 | O.K |
| | A2측 | 450 | 920 | 890 | O.K |
| P8 | A1측 | 450 | 940 | 900 | O.K |
| | A2측 | 450 | 910 | 950 | O.K |
| P9 | A1측 | 450 | 910 | 920 | O.K |
| | A2측 | 450 | 930 | 910 | O.K |
| P10 | A1측 | 450 | 910 | 920 | O.K |
| | A2측 | 450 | 930 | 920 | O.K |
| P11 | A1측 | 450 | 950 | 940 | O.K |
| | A2측 | 450 | 890 | 900 | O.K |
| P12 | A1측 | 450 | 940 | 930 | O.K |
| | A2측 | 450 | 900 | 920 | O.K |
| P13 | A1측 | 450 | 910 | 920 | O.K |
| | A2측 | 450 | 920 | 920 | O.K |
| P14 | A1측 | 450 | 890 | 880 | O.K |
| | A2측 | 450 | 850 | 860 | O.K |
| P15 | A1측 | 450 | 860 | 880 | O.K |
| | A2측 | 450 | 890 | 890 | O.K |
| P16 | A1측 | 450 | 880 | 870 | O.K |
| | A2측 | 400 | 860 | 870 | O.K |
| A2 | | 400 | 550 | 550 | O.K |

## 라. 교량받침 신축거동상태 검토

1) 온도변화에 따른 가동상태 검토

- 교량받침은 납면진받침(원형 L.R.B)으로 현재 여유량을 실측함으로써 온도 변화에 따른 신축시 이동량 부족으로 인한 받침의 기능 저하 여부를 검토하고자 하였다.
- 교량받침의 이동량은 2회(1차 : 25.7℃(8월19일), 2차 : 13.4℃(10월13일))에 걸쳐 측정하였으며, 온도 변화에 따른 변동량 측정결과, 전반적으로 이론 변동량과 유사한 것으로 측정되어 본 교량에 설치된 받침장치의 가동상태는 양호한 것으로 판단된다.

【표 3.2.11】 교량받침 가동상태 검토결과(대구)

| 구 분 | | 실측 이동량(㎜) | | | | 변동량(㎜) | | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1차 | | 2차 | | 실측치 | 이론치 | |
| A1 | Sh1 | -15.0 | (A2) | -50.0 | (A2) | -35.0 | -51.0 | |
| | Sh2 | -15.0 | (A2) | -50.0 | (A2) | -35.0 | | |
| P1 | Sh1 | -15.0 | (A2) | -50.0 | (A2) | -35.0 | -46.1 | |
| | Sh2 | -15.0 | (A2) | -50.0 | (A2) | -35.0 | | |
| P2 | Sh1 | -15.0 | (A2) | -45.0 | (A2) | -30.0 | -40.0 | |
| | Sh2 | -15.0 | (A2) | -45.0 | (A2) | -30.0 | | |
| P3 | Sh1 | -20.0 | (A2) | -45.0 | (A2) | -25.0 | -33.8 | |
| | Sh2 | -20.0 | (A2) | -45.0 | (A2) | -25.0 | | |
| P4 | Sh1 | -20.0 | (A2) | -40.0 | (A2) | -20.0 | -27.7 | |
| | Sh2 | -20.0 | (A2) | -40.0 | (A2) | -20.0 | | |
| P5 | Sh1 | -30.0 | (A2) | -45.0 | (A2) | -15.0 | -21.5 | |
| | Sh2 | -30.0 | (A2) | -45.0 | (A2) | -15.0 | | |
| P6 | Sh1 | -30.0 | (A2) | -40.0 | (A2) | -10.0 | -15.4 | |
| | Sh2 | -30.0 | (A2) | -40.0 | (A2) | -10.0 | | |
| P7 | Sh1 | -20.0 | (A2) | -30.0 | (A2) | -10.0 | -9.2 | |
| | Sh2 | -20.0 | (A2) | -30.0 | (A2) | -10.0 | | |
| P8 | Sh1 | -5.0 | (A2) | -10.0 | (A2) | -5.0 | -3.1 | |
| | Sh2 | -5.0 | (A2) | -10.0 | (A2) | -5.0 | | |
| P9 | Sh1 | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | -3.1 | |
| | Sh2 | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | | |
| P10 | Sh1 | -5.0 | (A1) | -10.0 | (A1) | -5.0 | -9.2 | |
| | Sh2 | -5.0 | (A1) | -10.0 | (A1) | -5.0 | | |
| P11 | Sh1 | -20.0 | (A1) | -30.0 | (A1) | -10.0 | -15.4 | |
| | Sh2 | -20.0 | (A1) | -30.0 | (A1) | -10.0 | | |
| P12 | Sh1 | -35.0 | (A1) | -45.0 | (A1) | -10.0 | -21.5 | |
| | Sh2 | -35.0 | (A1) | -45.0 | (A1) | -10.0 | | |
| P13 | Sh1 | -25.0 | (A1) | -40.0 | (A1) | -15.0 | -27.7 | |
| | Sh2 | -25.0 | (A1) | -40.0 | (A1) | -15.0 | | |
| P14 | Sh1 | -20.0 | (A1) | -40.0 | (A1) | -20.0 | -33.8 | |
| | Sh2 | -20.0 | (A1) | -40.0 | (A1) | -20.0 | | |
| P15 | Sh1 | -15.0 | (A1) | -40.0 | (A1) | -25.0 | -40.0 | |
| | Sh2 | -15.0 | (A1) | -40.0 | (A1) | -25.0 | | |
| P16 | Sh1 | -5.0 | (A1) | -30.0 | (A1) | -25.0 | -46.1 | |
| | Sh2 | -5.0 | (A1) | -30.0 | (A1) | -25.0 | | |
| A2 | Sh1 | 10.0 | (A2) | -20.0 | (A1) | -30.0 | -51.0 | |
| | Sh2 | 10.0 | (A2) | -20.0 | (A1) | -30.0 | | |

2) 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

- 교량받침의 이동량을 검토한 결과, 대부분 충분한 가동여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

【표 3.2.12】교량받침 이동량 산정(대구)

| 구 분 | 온도변화 (ΔT, ℃) | | 선팽창 계수 (α) | 신축거더길이 (L, m) | 온도 변화에 의한 이동량(㎜) | | 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (㎜) | 계산 이동량(㎜) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 동절기 | 하절기 | | | 동절기 | 하절기 | | 동절기 (최대 수축시) | 하절기 (최대 신장시) |
| A1 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 415 | -127.4 | 38.6 | - | -127.4 | 38.6 |
| P1 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 375 | -115.1 | 34.9 | - | -115.1 | 34.9 |
| P2 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 325 | -99.8 | 30.2 | - | -99.8 | 30.2 |
| P3 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 275 | -84.4 | 25.6 | - | -84.4 | 25.6 |
| P4 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 225 | -69.1 | 20.9 | - | -69.1 | 20.9 |
| P5 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 175 | -53.7 | 16.3 | - | -53.7 | 16.3 |
| P6 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 125 | -38.4 | 11.6 | - | -38.4 | 11.6 |
| P7 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 75 | -23 | 7 | - | -23 | 7 |
| P8 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 25 | -7.7 | 2.3 | - | -7.7 | 2.3 |
| P9 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 25 | -7.7 | 2.3 | - | -7.7 | 2.3 |
| P10 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 75 | -23 | 7 | - | -23 | 7 |
| P11 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 125 | -38.4 | 11.6 | - | -38.4 | 11.6 |
| P12 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 175 | -53.7 | 16.3 | - | -53.7 | 16.3 |
| P13 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 225 | -69.1 | 20.9 | - | -69.1 | 20.9 |
| P14 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 275 | -84.4 | 25.6 | - | -84.4 | 25.6 |
| P15 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 325 | -99.8 | 30.2 | - | -99.8 | 30.2 |
| P16 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 375 | -115.1 | 34.9 | - | -115.1 | 34.9 |
| A2 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 415 | -127.4 | 38.6 | - | -127.4 | 38.6 |

1) 조사당시 온도 : 25.7℃(조사일 : 2015년 8월 19일, 평균온도, 지점 : 밀양)
2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)
3) (+)값 신장량, (-)값 수축량

## 【표 3.2.13】 교량받침 이동량 검토결과(대구)

| 구 분 | | 점검당시 실측이동량(㎜) | 최대 받침 이동량(㎜) | | 실측 받침 가동여유량(㎜) | | 허용이동량 (㎜) | 검토 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 최대 수축 이동량 | 최대 신장 이동량 | 수축 여유량 | 신장 여유량 | | |
| A1 | Sh1 | -15.0 (A2) | -127.4 | 38.6 | -138.0 | 168.0 | ±153 | O.K |
| | Sh2 | -15.0 (A2) | | | -138.0 | 168.0 | ±153 | O.K |
| P1 | Sh1 | -15.0 (A2) | -115.1 | 34.9 | -118.0 | 148.0 | ±133 | O.K |
| | Sh2 | -15.0 (A2) | | | -118.0 | 148.0 | ±133 | O.K |
| P2 | Sh1 | -15.0 (A2) | -99.8 | 30.2 | -118.0 | 148.0 | ±133 | O.K |
| | Sh2 | -15.0 (A2) | | | -118.0 | 148.0 | ±133 | O.K |
| P3 | Sh1 | -20.0 (A2) | -84.4 | 25.6 | -113.0 | 153.0 | ±133 | O.K |
| | Sh2 | -20.0 (A2) | | | -113.0 | 153.0 | ±133 | O.K |
| P4 | Sh1 | -20.0 (A2) | -69.1 | 20.9 | -80.0 | 120.0 | ±100 | O.K |
| | Sh2 | -20.0 (A2) | | | -80.0 | 120.0 | ±100 | O.K |
| P5 | Sh1 | -30.0 (A2) | -53.7 | 16.3 | -70.0 | 130.0 | ±100 | O.K |
| | Sh2 | -30.0 (A2) | | | -70.0 | 130.0 | ±100 | O.K |
| P6 | Sh1 | -30.0 (A2) | -38.4 | 11.6 | -70.0 | 130.0 | ±100 | O.K |
| | Sh2 | -30.0 (A2) | | | -70.0 | 130.0 | ±100 | O.K |
| P7 | Sh1 | -20.0 (A2) | -23.0 | 7.0 | -80.0 | 120.0 | ±100 | O.K |
| | Sh2 | -20.0 (A2) | | | -80.0 | 120.0 | ±100 | O.K |
| P8 | Sh1 | -5.0 (A2) | -7.7 | 2.3 | -95.0 | 105.0 | ±100 | O.K |
| | Sh2 | -5.0 (A2) | | | -95.0 | 105.0 | ±100 | O.K |
| P9 | Sh1 | 0.0 | -23.0 | 7.0 | -100.0 | 100.0 | ±100 | O.K |
| | Sh2 | 0.0 | | | -100.0 | 100.0 | ±100 | O.K |
| P10 | Sh1 | -5.0 (A1) | -23.0 | 7.0 | -95.0 | 105.0 | ±100 | O.K |
| | Sh2 | -5.0 (A1) | | | -95.0 | 105.0 | ±100 | O.K |
| P11 | Sh1 | -20.0 (A1) | -38.4 | 11.6 | -80.0 | 120.0 | ±100 | O.K |
| | Sh2 | -20.0 (A1) | | | -80.0 | 120.0 | ±100 | O.K |
| P12 | Sh1 | -35.0 (A1) | -53.7 | 16.3 | -65.0 | 135.0 | ±100 | O.K |
| | Sh2 | -35.0 (A1) | | | -65.0 | 135.0 | ±100 | O.K |
| P13 | Sh1 | -25.0 (A1) | -69.1 | 20.9 | -75.0 | 125.0 | ±100 | O.K |
| | Sh2 | -25.0 (A1) | | | -75.0 | 125.0 | ±100 | O.K |
| P14 | Sh1 | -20.0 (A1) | -84.4 | 25.6 | -113.0 | 153.0 | ±133 | O.K |
| | Sh2 | -20.0 (A1) | | | -113.0 | 153.0 | ±133 | O.K |
| P15 | Sh1 | -15.0 (A1) | -99.8 | 30.2 | -118.0 | 148.0 | ±133 | O.K |
| | Sh2 | -15.0 (A1) | | | -118.0 | 148.0 | ±133 | O.K |
| P16 | Sh1 | -5.0 | -115.1 | 34.9 | -128.0 | 138.0 | ±133 | O.K |
| | Sh2 | -5.0 | | | -128.0 | 138.0 | ±133 | O.K |
| A2 | Sh1 | 10.0 (A2) | -127.4 | 38.6 | -163.0 | 143.0 | ±153 | O.K |
| | Sh2 | 10.0 (A2) | | | -163.0 | 143.0 | ±153 | O.K |

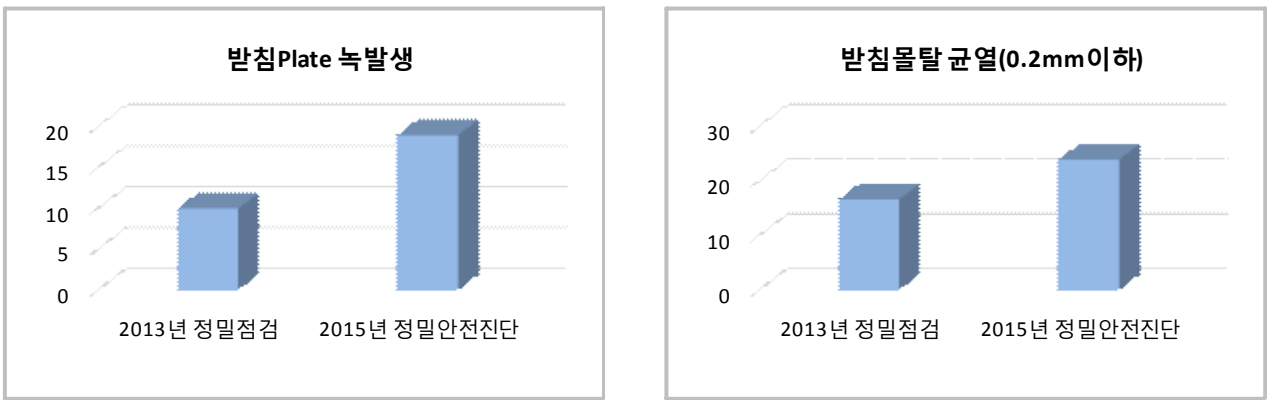
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K

## 마. 기 점검(2013년 정밀점검) 결과와 비교

- 교량받침부에 대하여 기 점검 결과를 토대로 주요 손상의 진전여부를 검토한 결과, 공용기간 증가에 의해 받침Plate 녹발생은 다소 증가된 것으로 조사되었으며, 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜이하 받침몰탈 균열이 추가로 조사되었다.

【표 3.2.14】교량받침 기 점검 결과 비교(대구)

| 구 분 | 2013년 정밀점검 | 2015년 정밀안전진단 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 받침Plate 녹발생 | 10개소 | 19개소 | |
| 받침몰탈 균열(0.2㎜이하) | 16.7m | 24.0m | |




【그림 3.2.7】교량받침 기 점검결과 비교(대구)

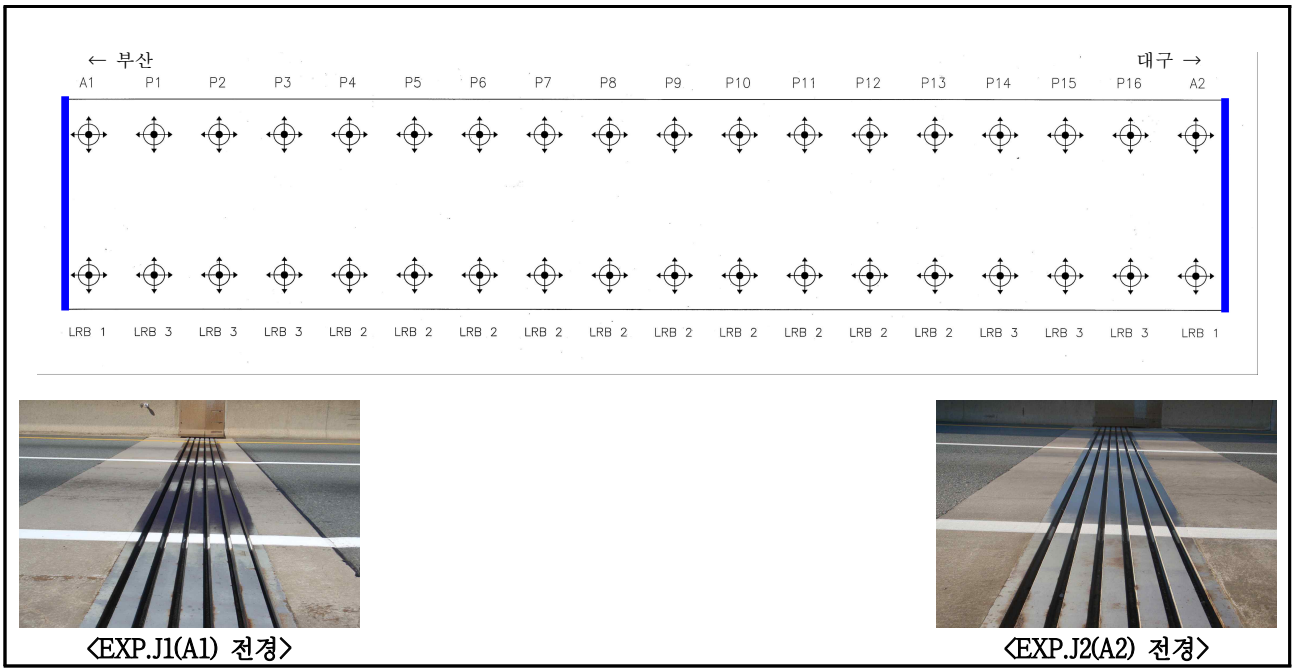
## 바. 검토의견

- 받침장치Plate 도장박리/녹발생, 볼트 체결불량은 공용기간 증가 및 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 및 건전성 확보를 위해 재도장 및 볼트 재체결이 필요하고, 받침 몰탈 균열은 온도 및 건조수축에 의한 0.2㎜이하 균열로 표면처리가 바람직하다.
- 받침몰탈 파손은 외적 요인에 의한 모서리부 손상으로 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요하다.
- 받침Plate 들뜸은 받침Plate 끝단부에 국한하여 발생된 경미한 손상이며, 고무재 들뜸 손상은 받침장치 보호를 위한 피복 고무재 들뜸 손상으로 받침기능 발휘에는 전혀 문제가 없고 손상정도가 경미하여 주의관찰이 바람직하다.

## 3.2.4 신축이음장치

### 가. 부재의 개요

■ 신축이음장치는 17경간 연속교로 A1, A2에 설치되어 있으며 전 개소에 Rail Joint가 시공되어져 있다.




<EXP.J1(A1) 전경>

<EXP.J2(A2) 전경>

【그림 3.2.8】 신축이음장치 전경 및 배치도(대구)

### 나. 외관조사 결과

■ 신축이음장치에 대한 외관조사 결과, 전반적으로 신축거동은 원활하나, 신축이음 본체 녹발생, 유간부 토사퇴적, 차수판 변형 및 앵커볼트 탈락, 후타재 균열/망상균열 등의 손상이 발생된 것으로 조사되었다.

【표 3.2.15】 신축이음장치 외관조사 결과(대구)

| 위 치 | 구 분 | 손상내용 | 비고 |
|---|---|---|---|
| A1 | Rail Joint (No.480) | ■ 신축이음 본체 녹발생(L=2.0m)<br>■ 신축이음 본체 유간부 토사퇴적(L=2.0m)<br>■ 차수판 앵커볼트 탈락(14개소)<br>■ 후타재 균열(0.2㎜이하, L=3.0m)<br>■ 후타재 균열(0.3㎜이상, L=3.1m)<br>■ 후타재 망상균열(A=5.20㎡) | |

【표 3.2.15】 신축이음장치 외관조사 결과(대구, 계속)

| 위 치 | 구 분 | 손상내용 | 비고 |
|---|---|---|---|
| A2 | Rail Joint (No.480) | ■ 신축이음 본체 녹발생(L=3.0m)<br>■ 신축이음 본체 유간부 토사퇴적(L=2.0m)<br>■ 차수판 변형(2개소)<br>■ 후타재 균열(0.3㎜이상, L=2.0m)<br>■ 후타재 망상균열(A=3.50㎡) | |



후타재 망상균열(A1)



0.3㎜ 후타재 균열(A2)




차수판 앵커볼트 탈락(A1)



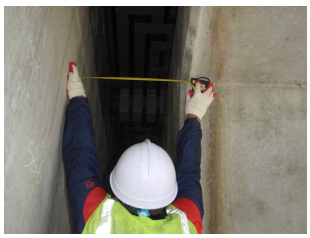
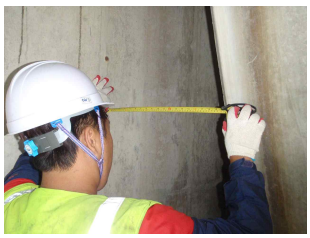
신축유간 이물질 퇴적(A1)

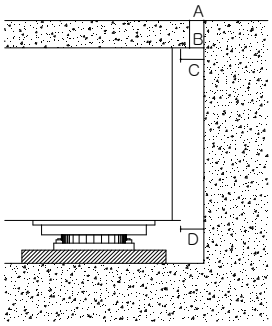
【사진 3.2.12】 신축이음장치 손상현황(대구)

## 다. 신축이음 신축거동상태 검토

1) 온도변화에 따른 가동상태 검토

■ 본 교량의 신축거동상태를 확인하기 위해 2회(1차 : 23.6℃(9월1일), 2차 : 15.8℃(10월 23일)에 걸쳐 신축이음장치, 바닥판 거더 상·하부에 대한 유간을 측정하였고, 이론 변동량과의 비교를 통해 신축거동상태를 검토하였다. 또한, 측정된 유간으로부터 최대 온도 상승시 신장량과 최저 온도 하강시 수축량을 계산하여 유간확보 여부를 검토하였다.

| 신축이음장치 유간(A) | 바닥판 유간(B) | 거더 상부 유간(C) | 거더 하부 유간(D) |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |




< 측정 개요도 >

【사진 3.2.13】 신축이음 유간 측정방법(대구)

【표 3.2.16】 신축이음 유간 측정결과(대구)

| 측정위치 | 측 정 값(㎜) | | | | | | | | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 신축이음장치(A) | | 바닥판(B) | | 거더 상부(C) | | 거더 하부(D) | | |
| | 1차 | 2차 | 1차 | 2차 | 1차 | 2차 | 1차 | 2차 | |
| EXP.J1(A1) | 205 | 232 | 465 | 490 | 465 | 490 | 475 | 495 | Rail Joint(No.480) |
| EXP.J2(A2) | 217 | 242 | 455 | 480 | 455 | 480 | 465 | 485 | Rail Joint(No.480) |

■ 9월(23.6℃)과 10월(15.8℃)의 온도 변화에 따른 변동량 측정결과, 이론 변동량과 유사한 것으로 나타나 교량의 신축거동상태는 양호한 것으로 판단된다.

【표 3.2.17】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과(대구)

| 측정위치 | | 측정유간(㎜) | | 변동량(㎜) | | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1차 | 2차 | 실측치 | 이론치 | |
| EXP.J1(A1) | 신축이음장치 | 205.0 | 232.0 | -27.0 | -32.4 | |
| | 바닥판 단부 | 465.0 | 490.0 | -25.0 | | |
| EXP.J2(A2) | 신축이음장치 | 217.0 | 242.0 | -25.0 | -32.4 | |
| | 바닥판 단부 | 455.0 | 480.0 | -25.0 | | |

2) 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

- 금회 신축이음 유간을 검토한 결과, 신축이음 모두 신장여유량을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

【표 3.2.18】 신축이음 신축이동량 산정(대구)

| 구 분 | 온도변화 (ΔT, ℃) | | 선팽창 계수 (α) | 신축거더 길이(L, m) | 온도 변화에 의한 이동량(㎜) | | 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (㎜) | 계산 이동량(㎜) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 동절기 | 하절기 | | | 동절기 | 하절기 | | 동절기 (최대 수축시) | 하절기 (최대 신장시) |
| EXP.J1 (A1) | -28.6℃ | 11.4℃ | 1×10^-5 | 415 | -118.7 | 47.3 | 6.5 | -125.2 | 47.3 |
| EXP.J2 (A2) | -28.6℃ | 11.4℃ | 1×10^-5 | 415 | -118.7 | 47.3 | 6.5 | -125.2 | 47.3 |

1) 조사당시 온도 : 23.6℃(조사일 : 2015년 9월 1일, 평균온도, 지점 : 밀양)
2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)
3) 활하중에 의한 거더의 처짐 이동량 : 신축장 100m 이상인 경우 동절기 최대 수축시 적용(도로설계요령, 2009)
4) (+)값 신장량, (-)값 수축량

【표 3.2.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과(대구)

| 구 분 | | 계산 이동량(㎜) | | 점검당시 실측유간(㎜) ③ | 허용량(㎜) ④ | 신축 여유량(㎜) | | 검토 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 최대 수축시 ① | 최대 신장시 ② | | | 최대 수축시 ④+(①-③) | 최대 신장시 ③-② | |
| EXP.J1 (A1) | 신축이음장치 | -125.2 | 47.3 | 205 | 480 | 149.8 | 157.7 | O.K |
| | 바닥판 단부 | -125.2 | 47.3 | 465 | 480 | | 417.7 | O.K |
| EXP.J2 (A2) | 신축이음장치 | -125.2 | 47.3 | 217 | 480 | 137.8 | 169.7 | O.K |
| | 바닥판 단부 | -125.2 | 47.3 | 455 | 480 | | 407.7 | O.K |

주) 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K

## 마. 검토 결과

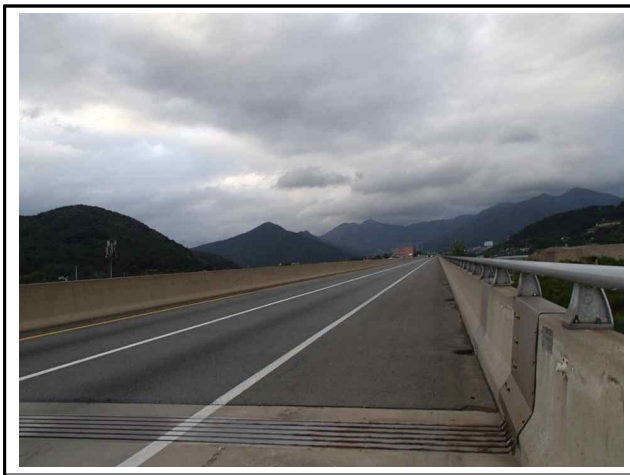
- 본체 녹발생은 차도 외측부의 신축이음장치 본체에 외부 환경적 요인에 의해 발생된 손상으로 내구성 확보를 위해 도장 실시가 바람직하며, 유간부 토사퇴적은 신축거동 제한으로 구조물에 영향을 미칠 수 있어 주기적인 청소가 바람직하다.
- 차수판은 방호벽의 신축이음 유간부를 통해 교량 하부로 우수가 유입되는 것을 방지하기 위해 설치하는 시설물로 점검시 차량충돌, 지속적인 바람 및 차량진동, 시공미흡에 의해 변형 및 앵커볼트 탈락이 조사되어 차수판의 건전성 확보를 위해 보수가 바람직하다.

■ 후타재에 발생된 균열은 급속시공 및 조기차량 통행 등 제한적 시공여건에 의해 발생된 손상으로 후타재의 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 망상균열 및 0.2㎜이하 균열은 주의관찰이 바람직하다.

### 3.2.5 교면포장

#### 가. 부재의 개요

■ 본 교량의 교면은 아스팔트로 포장되어 있으며, 총 2차로로 이루어져 있고 외측에 폭 3.0m의 갓길이 위치하고 있다.




교면포장 전경

【사진 3.2.14】교면포장 전경(대구)

#### 나. 외관조사 결과

■ 교면포장에 대한 외관조사 결과, 균열, 망상균열, 라벨링, 아스콘 패임 등의 손상이 조사되었다.

■ 포장부의 균열, 망상균열, 라벨링, 아스콘 패임은 포장시공시 차량 통행에 따른 제한적 시공여건, 고속도로의 빈번한 중차량 통행, 공용기간 증가에 따른 마모 등 여러 복합적인 원인에 의해 일반적으로 발생되는 손상으로 주행차량의 주행성을 크게 저해할 만한 손상은 조사되지 않았다.

【표 3.2.20】교면포장 외관조사 결과(대구)

| 구 분 | 라벨링 (㎡/개소) | 망상균열/라벨링 (㎡/개소) | 아스콘 패임 (㎡/개소) | 아스콘 균열 (m/개소) |
|---|---|---|---|---|
| S1 | - | - | 0.02/2 | 10.0/1(접속부 포장) |
| S2 | 20.00/1 | - | 0.05/2 | - |
| S3 | 28.00/1 | - | 0.10/1 | - |
| S4 | 1.00/1 | - | 2.37/7 | - |
| S5 | - | - | 2.27/6 | - |
| S6 | - | - | 10.50/3 | - |
| S7 | 1.00/1 | - | - | - |
| S8 | 9.00/2 | - | - | - |
| S9 | 44.00/2 | - | - | - |
| S10 | 60.00/2 | - | - | - |
| S11 | - | - | - | - |
| S12 | - | - | 0.44/5 | 20.0/2 |
| S13 | - | - | 0.41/3 | 27.0/2 |
| S14 | 160.00/1 | - | - | 10.0/1 |
| S15 | - | - | - | 25.0/2 |
| S16 | - | 400.00/1 | - | 50.0/1 |
| S17 | - | 320.00/1 | - | - |
| **합 계** | **323.00/11** | **720.00/2** | **16.16/29** | **134.0/9** |



ASP 라벨링(S1)



ASP 라벨링/망상균열(S16)

【사진 3.2.15】교면포장 손상현황(대구)

| | |
|---|---|
|  |  |
| ASP 패임(S2) | ASP 패임(S4) |
|  |  |
| 접속부 ASP 균열/패임 (A2측 접속슬래브) | ASP 균열 (S13) |

【사진 3.2.15】교면포장 손상현황(대구, 계속)

## 다. 검토 의견

- 본 교량의 교면포장은 주기적인 보수작업으로 주행성을 크게 저해할 만한 손상은 조사되지 않았으나, 점검시 발생된 손상은 차량하중 작용으로 손상확대가 우려되고, 포장층내 우수 침투로 구조물의 내구성 저하를 유발할 수 있어 패임은 손상정도가 경미하나, 주행성을 고려하여 보수 실시가 바람직하며, 기타 손상은 손상확대 여부를 관찰하고 포장 보수 계획 수립 후 적절한 시기에 보수 실시가 바람직하다.

## 3.2.6 기타부재

### 가. 배수시설

1) 부재의 개요

- 금시교(대구)는 도로 및 하천횡단 교량으로 직선구간에 위치하여 우측 캔틸레버에 배수구가 위치하고 있으며, 총 78개소가 설치되어 있다. 배수관의 설치형태는 S2, S4~S6, S9, S17은 하부에 도로 및 진입로가 위치하여 육교용으로 설치되어 있고, 그 외 구간은 하천형으로 설치된 것으로 조사되었다.




| 배수구 전경 | 배수관 전경 |
|---|---|

【사진 3.2.16】 배수구 및 배수관 전경(대구)

2) 외관조사 결과

- 배수시설에 대한 외관조사 결과, 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 개소에서 배수관 막힘, 배수관 파손 손상이 조사되었다.
- 배수시설에 발생된 배수구 막힘 손상은 공용증가에 따른 이물질 퇴적에 의한 손상이며, 배수관 파손은 외부충격에 의한 손상으로 조사되었다.

【표 3.2.21】 배수시설 외관조사 결과(대구)

| 구 분 | 배수구 막힘(개소) | 배수관 파손(개소) |
|---|---|---|
| S1 | - | 1 |
| S5 | 2 | - |
| S6 | 1 | - |
| S9 | 3 | - |
| S10 | 2 | - |
| S17 | 4 | - |
| **합 계** | **12** | **1** |

| | |
|---|---|
|  |  |
| 배수구 막힘(S5, 초기퇴적)) | 배수관 파손(S1) |

【사진 3.2.17】 배수시설 손상현황(대구)

3) 검토 의견

- 배수 시설은 교면의 우수를 원활히 배수처리하여 주행차량의 안전성을 확보하고 구조물의 내구성을 확보하기 위한 시설로 원활할 배수처리가 이루어져야 하나, 배수구 막힘은 배수처리 미흡 및 누수 발생으로 하부구조 열화 등 주변부에 대해 2차 손상발생 가능성이 있어 주기적인 청소가 바람직하며, 배수관 파손은 하부구조의 열화방지를 위해 재설치가 바람직하다.

## 나. 난간 및 연석(방호벽, 중앙분리대)

1) 부재의 개요

- 대상교량의 방호벽 및 중앙분리대는 철근콘크리트로 시공된 상태이며, 중앙분리대는 분리형 중앙분리대가 설치되어 있고 S11~S17경간 방호벽 상단에 방음벽이 설치되어 있다.

| | |
|---|---|
|  |  |
| 차량방호벽 전경 | 중앙분리대 전경 |

【사진 3.2.18】 방호벽 및 중앙분리대 전경(대구)

2) 외관조사 결과

- 방호벽에 대한 외관조사 결과, 수평 및 수직균열, 망상균열/백태, 파손, 철근노출, 방호벽 접속부 단차, 차량방호책 변형 등이 발생된 것으로 조사되었다.
- 방호벽 및 중앙분리대의 발생균열은 대부분 온도 및 건조수축에 의한 수직균열과 타설시 차량 진동에 의한 표면부 수평 트임 균열이 발생되었으나, 교량의 안전성에 미치는 영향은 없는 상태로 조사되었다.
- 방호벽 접속부 단차는 접속슬래브와 토공 접속부 발생된 손상으로 구조물과 토공부의 압축성 차이에 발생된 손상으로 조사되었다.

**【표 3.2.22】방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과(대구)**

| 구 분 | 균열(m/개소) | | 균열/백태 (m/개소) | 망상균열/백태 (㎡/개소) | 파손 (㎡/개소) | 철근노출 (㎡/개소) | 방호벽 접속부 단차(m/개소) | 차량방호책 변형(m/개소) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.2㎜ 이하 | 0.3㎜ 이상 | | | | | | |
| S1 | 10.5/2 | - | 1.5/1 | - | - | - | - | - |
| S2 | 2.5/3 | - | - | - | - | 0.04/1 | - | - |
| S3 | 33.2/10 | - | - | - | 0.06/1 | 0.04/1 | - | - |
| S4 | 74.0/3 | - | - | - | 0.60/1 | - | - | 3.0/1 |
| S5 | 44.0/2 | 16.0/6 | 40.0/1 | - | - | - | - | - |
| S6 | 27.0/5 | 10.0/4 | 28.0/1 | - | - | - | - | - |
| S7 | 12.0/3 | 15.0/6 | 51.0/11 | - | - | - | - | - |
| S8 | 74.0/4 | 5.0/2 | - | - | - | - | - | - |
| S9 | 15.5/5 | 23.0/8 | 30.0/2 | - | - | - | - | - |
| S10 | 22.5/3 | 15.0/6 | 50.0/1 | - | - | - | - | - |
| S11 | - | - | 50.0/1 | 0.70/1 | - | - | - | - |
| S12 | 6.5/6 | - | 12.0/1 | 0.03/1 | - | - | - | - |
| S13 | 5.0/3 | - | 12.0/2 | - | - | - | - | - |
| S14 | 2.0/2 | 8.0/1 | 18.0/2 | - | - | - | - | - |
| S15 | 7.8/9 | 1.0/1 | 5.7/2 | - | - | - | - | - |
| S16 | 10.8/10 | - | 6.0/2 | - | - | - | - | - |
| S17 | 5.7/5 | 3.3/3 | - | - | - | - | 1 | - |
| **합 계** | **353.0/75** | **96.3/37** | **304.2/30** | **0.73/1** | **0.66/2** | **0.08/2** | **1** | **3.0/1** |

| | |
|---|---|
|  |  |
| 방호벽 균열(S3) | 방호벽 철근노출(S3) |
|  |  |
| 방호벽 파손(S4) | 차량방호책 변형(S4) |
|  |  |
| 방호벽 균열/백태(S7) | 방호벽 균열/백태(S11) |

【사진 3.2.19】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황(대구)

3) 검토 의견

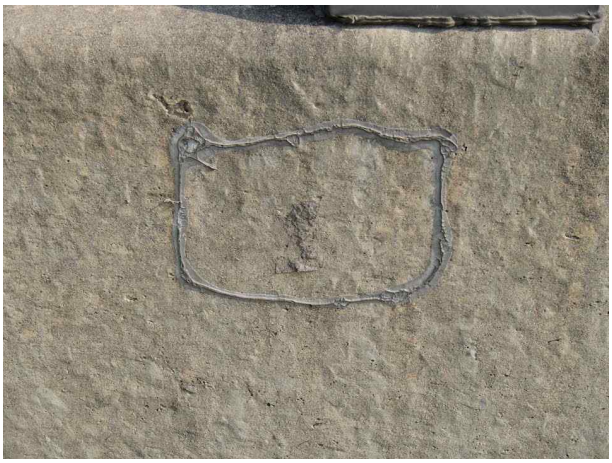
- 방호벽 및 중앙분리대는 사고시 차량의 낙하 방지 및 차량 교행에 따른 안전 확보를 위해 설치된 시설물로 기능 및 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열 및 균열부 백태 손상은 주입보수, 0.2㎜이하 균열 및 망상균열은 표면처리 실시가 바람직하다.
- 방호벽 접속부 단차는 공용년수를 고려할 때 손상 진행이 수렴된 것으로 판단되므로 현 상태에 대해 주의관찰하고 향후, 추가 손상 및 손상확대시 대책수립이 바람직하다.
- 차량방호책 변형 및 방호벽에 국부적으로 발생한 파손은 차량충돌 등 외부충격에 의한 손상으로 손상 정도가 경미하여 현 상태에서 보수는 필요하지 않으며, 시공시 피복부족에 의한 철근노출 손상은 철근부식으로 단면손상 확대가 우려되므로 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.

## 다. 기타 시설(점검로 등)

- 교량 구조물에 이정표지 및 운전자의 안전을 위한 시선유도표지, 방음벽, 하부 구조물 점검을 위한 점검사다리 및 점검로가 설치되어 있으며, 기타 시설물에 대한 점검 결과, 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나, 점검로 난간변형 및 중간난간대 탈락 등이 조사되었고, 일부 개소에 델리네이터 파손 2개소, 교각표지판 탈락이 조사되었다.

**【표 3.2.23】 기타 시설 외관조사 결과(대구)**

| 구 분 | 점검로 난간 변형 (m/개소) | 점검로 중간난간대 탈락 (m/개소) | 델리네이터 파손 (개소) | 교각표지판 탈락 (개소) |
|---|---|---|---|---|
| S2 | - | - | 1 | - |
| S3 | - | - | 1 | - |
| P3 | - | 1.3/1 | - | - |
| P6 | - | 1.2/1 | - | - |
| S8 | - | - | - | 1 |
| S9 | - | - | - | 1 |
| P9 | 4.6/1 | 1.1/1 | - | - |
| S10 | - | - | - | 1 |
| P11 | - | 1.3/1 | - | - |
| P12 | - | 1.2/1 | - | - |
| **합 계** | **4.6/1** | **6.1/5** | **2** | **3** |

| | |
|---|---|
|  |  |
| 점검로 중간난간대 변형(P9) | 점검로 중간난간대 탈락(P9) |
|  |  |
| 델리네이터 파손(S6) | 교각표지판 탈락(S6) |

【사진 3.2.20】기타 시설 손상현황(대구)

2) 검토 의견

- 외부 충격에 의한 점검로 난간변형부는 손상정도가 경미하여 주의관찰이 바람직하나, 점검로 중간난간대 탈락 및 교각표지판 탈락은 점검자의 안전 및 원활한 점검을 위해 재설치가 바람직하다.
- 방호벽의 부착된 시선유도 표지 손상은 공용중 차량 및 작업자에 의한 손상으로 델리네이터 파손은 운전자의 시선유도로 사고방지를 위해 재설치가 바람직하다.

# 3.3 외관조사 결과(부산방향)

## 3.3.1 상부구조

### 가. 부재의 개요

- 금시교(부산)의 상부구조는 I.L.M(Incremental Launching Method)가설공법으로 시공된 PSC BOX 거더교로 강선 정착부 균열/파손, 정·부 모멘트 구간의 균열, 강선 배치 구간의 균열/파손 등 구조적 손상 발생여부에 대해 중점점검을 실시하였으며, 그 외 파손, 철근노출, 백태, 시공이음부 누수 등 내구성과 사용성에 영향을 미치는 손상에 대해 점검하였다.
- PSC BOX거더 외부는 근접조사를 위해 교량점검차 및 고소점검차를 이용하여 조사하였으며, 내부는 도보에 의해 외관조사를 실시하였다.

| | |
|---|---|
|  |  |
| PSC BOX 거더 외부 전경 | PSC BOX 거더 내부 전경 |

【사진 3.3.1】PSC BOX 거더 전경(부산)

### 나. PSC BOX 거더 내부

1) 외관조사 결과

- PSC BOX 거더 내부에 대한 외관조사 결과, 상부 바닥판에 종균열이 다수 발생되었으며, 벽체부에 간헐적인 수평 및 경사균열, 격벽부 균열, 보수부 망상균열, 백태, 들뜸 등의 손상이 조사되었다.
- 상부 바닥판에 발생된 균열은 0.1㎜ 이하의 종방향균열로, Seg별 시공에 따른 신·구 콘크리트 재령일 차이에 의한 수축과 구속, 습윤양생후 거푸집 제거시 단면 내부와 외부의 상대습도 차에 의한 내부 구속 등 여러 시공적, 환경적 요인에 의해 복합적으로 발생된 전형적인 균열로 조사되었다.
- 벽체부에 발생된 균열은 대부분 시공이음부에서 발생된 0.1㎜ 이하의 수평 및 경사균

열로 Seg별 시공에 따른 신·구 콘크리트 재령일 차이에 의한 수축과 구속, 건조수축에 의해 발생된 균열로 조사되었다.

- 격벽부 균열은 0.3㎜ 이하의 균열로 조사되었으며, 발생원인은 상자형 박스 완성후 박스내에 massive하게 시공하기 때문에 콘크리트 내부 수화열로 표면부와의 온도차에 따른 수축변형에 대한 내부구속, 콘크리트 자체의 건조수축변형에 대한 내부철근의 구속, 기 시공된 상자형 박스 구조물에 의한 구속 등에 따라 발생된 균열로 대부분 시공초기 발생하여 수렴되는 손상으로 조사되었다.
- External Tendon Block부 백태는 발생 규모 등을 고려할 때, 시공초기 양생과정에서 발생된 손상으로 추정되며, 보수부 망상균열, 들뜸 손상은 정밀시공미흡에 의한 손상으로 조사되었다.

【표 3.3.1】PSC BOX 거더 내부 외관조사 결과(부산)

| 구 분 | 균열(0.1㎜) (m/개소) | 균열(0.2㎜) (m/개소) | 망상균열 (㎡/개소) | 백태 (㎡/개소) | 들뜸 (㎡/개소) |
|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 71.5/4 | - | - | - | - |
| S2 | 105.1/5 | 6.8/4 | - | - | - |
| S3 | 316.2/13 | 12.0/5 | - | - | - |
| S4 | 244.4/11 | 0.3/1 | - | - | - |
| S5 | 312.2/20 | 1.6/2 | - | - | - |
| S6 | 276.0/12 | - | 2.25/2 | 0.21/1 | - |
| S7 | 292.8/14 | 5.5/2 | - | - | - |
| S8 | 120.9/6 | 0.9/2 | - | - | - |
| S9 | 63.8/14 | - | - | - | - |
| S10 | 76.8/14 | 1.0/2 | - | - | 0.40/2 |
| S11 | 66.0/9 | 0.3/1 | - | - | - |
| S12 | 107.9/17 | 0.7/1 | - | - | - |
| S13 | 33.5/4 | - | - | - | - |
| S14 | 78.1/3 | 5.0/1 | - | - | - |
| S15 | 108.7/6 | - | - | - | - |
| S16 | 107.0/4 | - | - | - | - |
| S17 | 95.4/7 | - | - | - | - |
| **합 계** | **2476.3/163** | **34.1/21** | **2.25/2** | **0.21/1** | **0.40/2** |



금시교

| | |
|---|---|
|  |  |
| 0.1㎜ 균열(S5 상부슬래브) | 0.1㎜ 격벽 균열(S12) |
|  |  |
| 백태(S6 External Tendon Block) | 보수부 들뜸(S10 좌측벽체) |

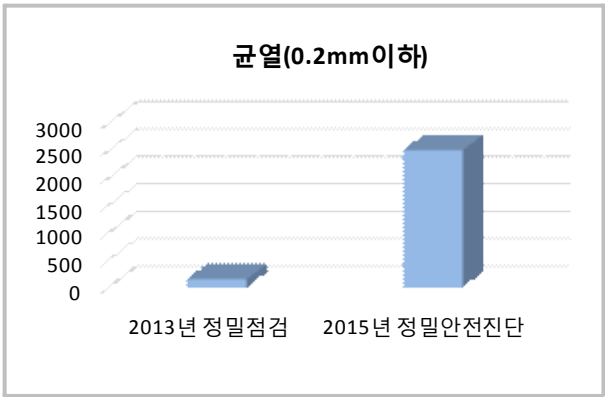
【사진 3.3.2】PSC BOX 거더 내부 손상현황(부산)

3) 기 점검(2013년 정밀점검) 결과와 비교

- PSC BOX거더 내부에 대하여 기 점검 결과를 토대로 주요 손상의 진전여부를 검토한 결과, 기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나, 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜이하의 미세균열이 다수 조사되었다.

【표 3.3.2】PSC BOX 거더 내부 기 점검 결과 비교(부산)

| 구 분 | 2013년 정밀점검 | 2015년 정밀안전진단 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 균열(0.2㎜이하) | 150.4m | 2,510.4m | |




【그림 3.3.1】PSC BOX 거더 내부 기 점검 결과 비교(부산)

3) 검토의견

- 박스 내부의 발생된 손상은 시공적, 환경적 요인에 의한 손상으로 장기 공용에 따라 Tendon이나 철근 부식, Con'c 내구성에 영향을 미칠 수 있어 0.2㎜이상 균열은 주입 보수를 실시하고, 0.1㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직하다.
- External Tendon Block부 백태 손상은 시공 초기 손상으로 손상 진행이 수렴된 것으로 판단되어 표면처리 및 주의관찰이 필요하고 향후, 지속적인 백태 발생시 누수부에 대한 단면보수가 필요하다.
- 보수부 망상 균열 및 들뜸 손상은 보수시 정밀시공 미흡에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 표면처리 및 단면보수 실시가 바람직하다.

## 다. PSC BOX 거더 외부

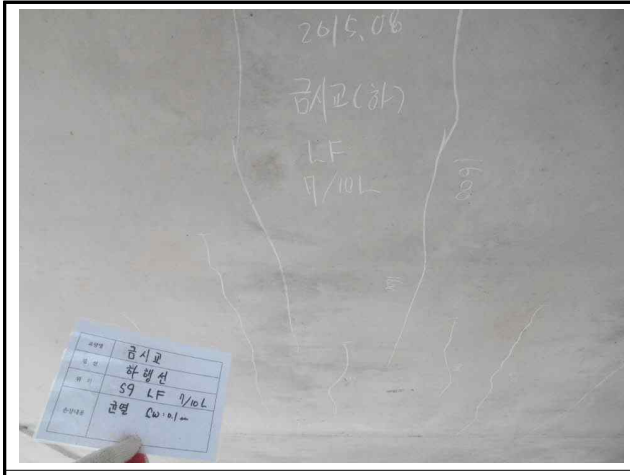
1) 외관조사 결과

- PSC BOX 거더 외부에 대한 외관조사 결과, 하부 바닥판에 종균열. 망상균열이 간헐적으로 발생되었으며, 벽체부에 수평 및 경사균열, 일부 개소에 들뜸, 파손, 누수흔적/백태, 슬래브 및 방호벽 접합부 누수 손상이 조사되었다.
- 하부 바닥판 균열은 Seg별 시공에 따른 신·구 콘크리트 재령일 차이에 의한 수축과 구속에 의해 발생된 0.2㎜이하 균열로 조사되었다.
- 벽체부 균열은 압출시 고정하중, 상부의 작업하중, 압출을 위한 Lift하중, 온도하중 및 건조수축, 크리프 영향 등에 영향을 받고 압출과정에서 교각 지점부 통과로 정·부 모멘트 교차 발생, Seg별 시공에 따른 신·구 콘크리트 재령일 차이에 의한 수축과 구속 등 다수의 균열 발생 인자로 인해 시공중에 발생되어 시공완료 후 수렴되는 손상으로 조사되었다.
- 0.3㎜이상 균열은 슬래브 단부, 바닥슬래브 및 방호벽 접속부에 발생된 비구조적 균열로 조사되었다.

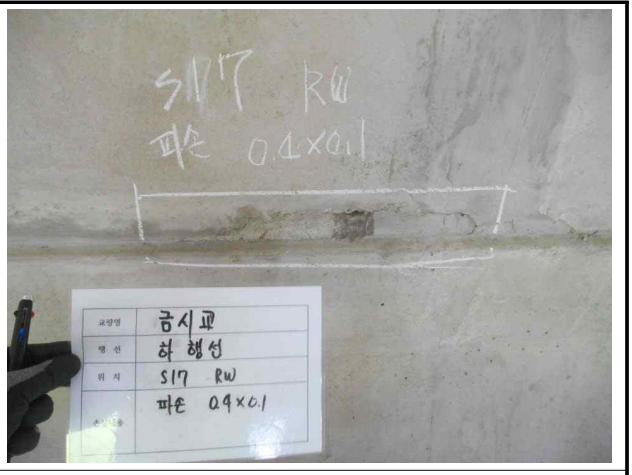
■ 들뜸, 파손 손상은 바닥슬래브 및 방호벽 접속부 품질불량 개소 및 하부 차량 통과시 긁힘에 의한 손상으로 조사되었으며, 누수, 누수오염/백태 손상은 바닥슬래브 및 방호벽 접속부에 시공미흡에 의한 누수로 인해 발생된 손상으로 조사되었다.

【표 3.3.3】PSC BOX 거더 외부 외관조사 결과(부산)

| 구 분 | 균열(0.1㎜) (m/개소) | 균열(0.2㎜) (m/개소) | 망상균열 (㎡/개소) | 누수오염/백태 (㎡/개소) | 들뜸 (㎡/개소) | 파손(긁힘) (㎡/개소) | 슬래브/방호벽 접합부 누수 (m/개소) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 8.1/8 | 9.3/5 | - | - | - | - | - |
| S2 | 5.0/6 | - | - | - | - | - | - |
| S3 | 16.3/9 | - | - | - | - | - | - |
| S4 | 4.0/1 | 0.2/1 | - | - | - | - | - |
| S5 | 21.0/12 | - | 6.30/3 | 0.40/1 | 0.18/1 | 0.13/4 | 2.0/1 |
| S6 | 13.5/12 | - | 8.27/5 | - | - | - | - |
| S7 | 20.7/19 | - | 6.55/3 | - | - | - | - |
| S8 | 35.5/19 | 14.1/3 | 8.75/1 | - | - | - | - |
| S9 | 29.8/25 | 8.5/1 | 21.82/4 | - | - | - | - |
| S10 | 22.7/23 | 2.5/1 | 1.20/1 | - | - | - | - |
| S11 | - | 8.7/2 | - | - | 0.02/1 | - | - |
| S12 | 1.9/2 | - | - | - | - | - | - |
| S13 | - | 0.6/1 | - | - | - | - | - |
| S14 | - | 0.4/1 | - | - | - | - | - |
| S15 | 1.0/2 | - | - | - | - | - | - |
| S16 | 12.7/11 | - | - | - | - | - | - |
| S17 | 5.9/5 | 13.5/5 | 1.26/1 | - | - | 0.08/1 | - |
| **합 계** | **198.1/154** | **57.8/20** | **54.15/18** | **0.40/1** | **0.20/2** | **0.21/5** | **2.0/1** |




0.1㎜ 균열(S9 바닥슬래브)




파손(S17 바닥슬래브 및 벽체접속부)

【사진 3.3.3】PSC BOX 거더 외부 손상현황(부산)

| | |
|---|---|
|  |  |
| 들뜸(S5 바닥 슬래브 및 벽체 접속부) | 슬래브 및 방호벽 접합부 누수, 누수오염/백태(S5) |

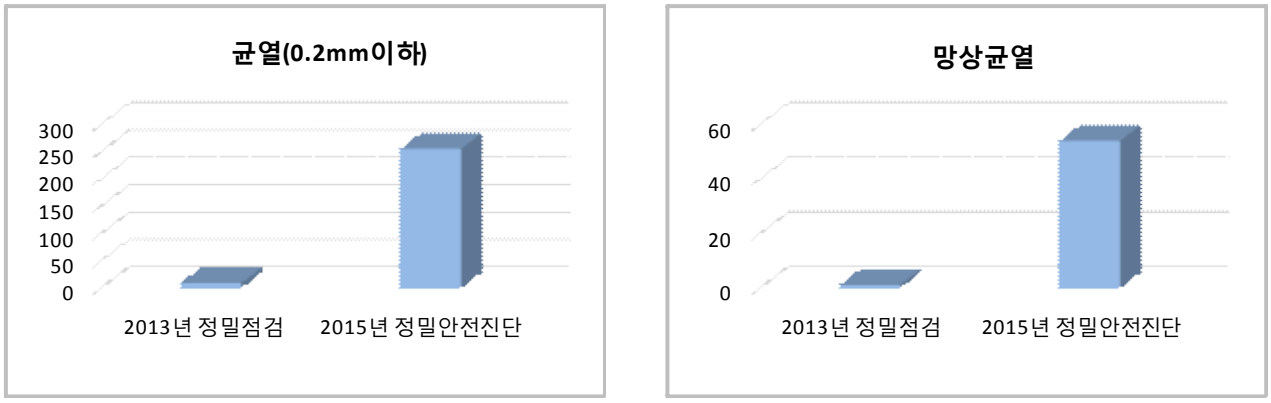
【사진 3.3.3】PSC BOX 거더 외부 손상현황(부산, 계속)

2) 기 점검(2013년 정밀점검) 결과와 비교

- PSC BOX거더 외부에 대하여 기 점검 결과를 토대로 주요 손상의 진전여부를 검토한 결과, 기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나 금회 진단시 점검장비 등을 이용한 근접조사에 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜이하의 미세균열 및 망상균열 등의 손상이 다수 조사되었다.

【표 3.3.4】PSC BOX 거더 외부 기 점검 결과 비교(부산)

| 구 분 | 2013년 정밀점검 | 2015년 정밀안전진단 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 균열(0.2㎜이하) | 9.5m | 255.9m | |
| 망상균열 | 1.25㎡ | 54.15㎡ | |




【그림 3.3.2】PSC BOX 거더 외부 기 점검 결과 비교(부산)

3) 검토의견

- 박스 외부의 발생된 손상은 시공적, 환경적 요인에 의한 손상으로 장기 공용에 따라 Tendon이나 철근 부식, Con'c 내구성에 영향을 미칠 수 있어 0.2㎜이상 균열 손상은 주입보수를 실시하고, 0.1㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직하다.
- 들뜸, 파손 손상은 장기 공용시 손상확대가 우려되므로 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요하며, 누수, 누수오염/백태 손상은 포장층내로 유입된 우수가 바닥슬래브 및 방호벽 이음부의 접속 불량부를 통해 발생된 손상으로 지속적인 손상 증대가 우려되므로 상부 포장층 일부 구간 절개 후 충진 및 주입보수가 필요하며, 손상부에 대한 표면처리가 바람직하다.
- PSC BOX 구조물은 작용하중에 대해 강선 긴장력에 의한 저항하는 구조물로 균열 및 기타 손상에 대해 지속적인 주의관찰 및 적절한 유지관리가 이루어져야 할 것이다.

## 3.3.2 하부구조

### 가. 교대

1) 부재의 개요

- 금시교(부산)의 교대 형식은 역T형이며, 기초는 강관말뚝기초로 시공되어져 있고, 교대에 대한 외관조사는 도보로 근접하여 조사를 실시하였다.



교대 전경(A1)



교대 전경(A2)

【사진 3.3.4】교대 전경(부산)

2) 외관조사 결과

- 교대의 외관조사 결과, 균열, 실런트 이격/노후화, 누수오염, 점검계단 파손이 조사되었고, 통로 BOX 구간에 망상균열, 균열, 이격, 누수, 백태 등의 손상이 조사되었다.
- 교대부에 발생된 균열은 흉벽부 점검통로 위치의 입출구 모서리 균열, 벽체에 발생된 수직 형태의 비구조적 균열로 조사되었으며, 실런트 이격/노후화는 공용증가에 따른

손상으로 조사되었다.

- 누수오염은 방호벽측 신축이음 마감 미흡으로 인한 누수에 의해 발생된 손상이며 점검계단 파손은 앞성토 다짐한계에 따른 지반침하에 의한 손상으로 조사되었다.
- 통로BOX에 발생 손상은 수직형태의 비구조적 균열, 날개벽과 통로BOX의 기초지반 상이에 따른 접속부 이격, 누수, 백태 손상이 조사되었다

【표 3.3.5】교대 외관조사 결과(부산)

| 구 분 | 균열(0.2㎜이하) (m/개소) | 균열(0.3㎜이상) (m/개소) | 망상균열 (㎡/개소) | 백태 (㎡/개소) | 실런트 이격 (m/개소) | Joint부 누수 (m/개소) | 점검계단 파손(㎡/개소) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1 | 7.4/9 | - | 17.68/1 | - | - | 4.8/2 | - |
| A2 | 20.9/20 | 3.8/2 | 1.50/1 | 0.18/1 | 4.0/1 | 4.1/2 | 0.30/1 |
| **합 계** | **28.3/29** | **3.8/2** | **19.18/2** | **0.18/1** | **4.0/1** | **8.9/4** | **0.30/1** |

※ PSC BOX거더 출입 통로BOX 포함



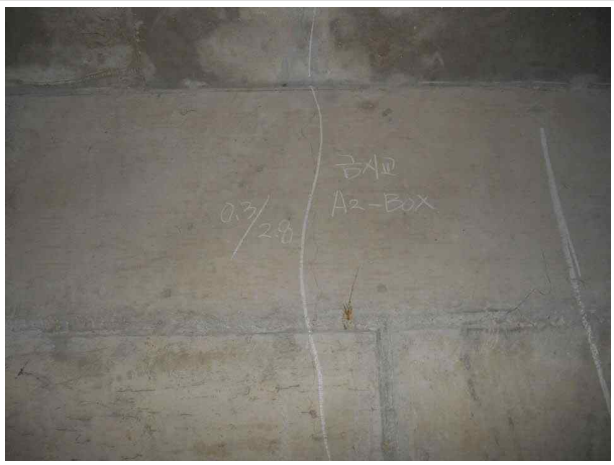
0.2㎜ 균열(A2 벽체)



누수오염(A1 흉벽)



점검계단 파손(A2 점검계단)




균열(통로BOX 벽체부)

【사진 3.3.5】교대 손상현황(부산)

| | |
|---|---|
|  |  |
| 백태(통로BOX A2측 날개벽 접속부) | 이격(통로BOX A2측 날개벽 접속부) |

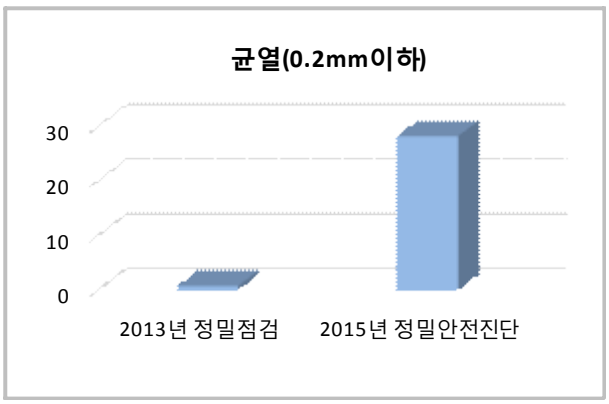
【사진 3.3.5】교대 손상현황(부산, 계속)

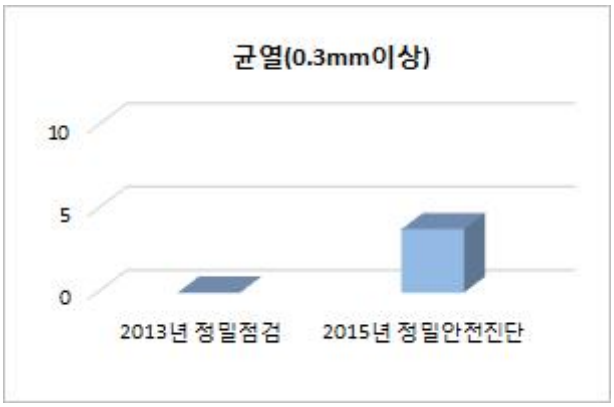
3) 기 점검(2013년 정밀점검) 결과와 비교

- 교대에 대하여 기 점검 결과를 토대로 주요 손상의 진전여부를 검토한 결과, 기 점검 시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나, PSC BOX거더 출입 통로BOX 내부에서 0.1~0.3㎜ 횡방향 균열이 다소 증가된 것으로 조사되었다.

【표 3.3.6】교대 기 점검 결과 비교(부산)

| 구 분 | 2013년 정밀점검 | 2015년 정밀안전진단 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 균열(0.2㎜이하) | 0.8m | 28.3m | |
| 균열(0.3㎜이상) | - | 3.8m | |




【그림 3.3.3】교대 기 점검 결과 비교(부산)

4) 검토의견

- 교대 및 통로BOX에 발생된 균열은 비구조적 균열로 구조물의 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 0.2㎜이하 균열은 표면처리가 바람직하다.
- 교대 상·하행선 유간부 실런트는 신축 거동을 위한 유간부의 이물질 퇴적 방지를 위해 설치하는 것으로 노후화로 인해 실런트 이격이 발생되었으나, 기능발휘에 문제가 없으므로 주의관찰 실시하고 향후, 손상 확대시 보수가 바람직하다.
- 교대부의 체수흔적/누수오염은 흔적은 내구성 확보를 위해 표면처리가 바람직하고 향후 신축이음장치 재설치시 방호벽 단부측에 대한 정밀 마감시공이 필요하며, 점검계단 파손은 지반침하에 의한 경미한 손상으로 주의관찰이 바람직하다.
- 통로 BOX 이격, 누수, 백태는 구조물 기초 지지층 상이에 따른 손상으로 공용년수를 고려할 때 손상 진행은 수렴된 것으로 판단되어 이격부 손상에 대해 주의관찰이 바람직하고, Joint 누수, 백태 손상은 내구성 확보를 위해 방수용 발포우레탄 보수 및 표면처리가 바람직하다.

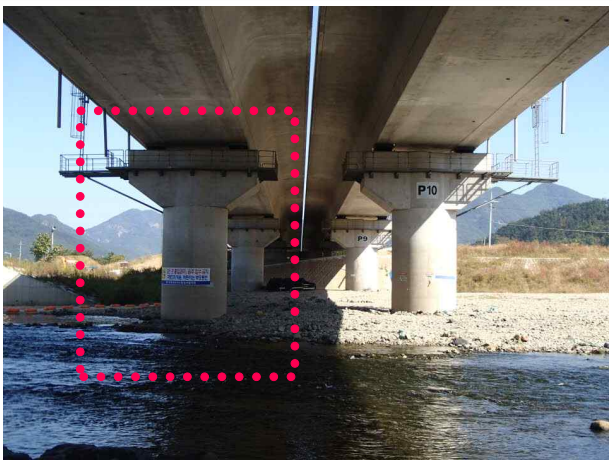
## 나. 교각

1) 부재의 개요

- 금시교(부산)의 교각 형식은 T형이며, 기초는 현장타설말뚝기초로 시공되어 있고, 교각에 대한 외관조사는 도보 및 교량점검차를 이용하여 근접 조사를 실시하였다.
- 본 교량은 밀양강을 횡단하는 교각으로 교각 P6~P8이 하천상에 위치하나 갈수기로 인해 하상이 노출되어 도보로 하상부를 점검하였다.




교각 전경(P1)




교각 전경(P7)

【사진 3.3.6】 교각 전경(부산)

2) 외관조사 결과

- 본 교량은 교각의 외관조사 결과, 망상균열, 균열, 들뜸/박락/파손, 백태, 재료분리. 거푸집 미제거, 그을음 등의 손상이 조사되었다.
- 발생균열은 대부분 코핑부, 기둥부에 발생된 0.3㎜이하의 수직 및 망상균열로 균열폭, 균열 형태 및 위치 등을 고려 할 때, 온도 및 건조수축에 의해 발생된 비구조적 균열로 판단된다.
- 들뜸/박락/파손 손상은 외부 충격 및 정밀 시공미흡에 의한 보수부 손상으로 조사되었으며, 백태는 시공초기 발생된 경미한 표면부 손상으로 조사되었다.
- 재료분리, 거푸집 미제거는 시공 및 마무리 미흡에 의한 손상이며 그을음은 밀양강 주변 이용자들의 쓰레기 소각에 의해 발생된 손상으로 그을음 이외의 추가 손상은 조사되지 않았다.

**【표 3.3.7】교각 외관조사 결과(부산)**

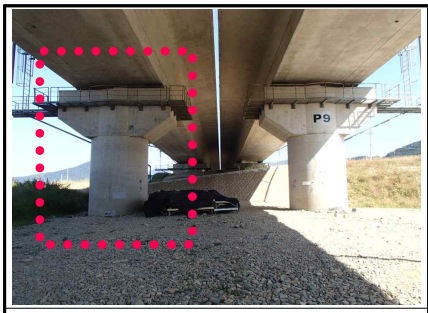
| 구 분 | 균열 (0.2㎜이하) (m/개소) | 균열 (0.3㎜이상) (m/개소) | 망상균열 (㎡/개소) | 백태 (㎡/개소) | 들뜸/박락/파손 (㎡/개소) | 재료분리 (㎡/개소) | 그을음 (㎡/개소) | 거푸집 미제거 (㎡/개소) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P1 | 17.6/10 | - | 8.00/4 | - | 0.02/2 | - | - | - |
| P2 | 20.1/17 | 1.4/1 | 13.66/8 | - | - | - | - | - |
| P3 | 11.5/15 | - | 6.25/7 | - | - | - | - | - |
| P4 | 14.1/14 | - | 8.00/4 | - | - | - | 0.89/2 | - |
| P5 | 21.3/11 | - | - | - | - | - | - | - |
| P6 | 22.4/13 | - | 1.60/1 | - | - | - | 0.50/1 | - |
| P7 | 23.9/18 | - | - | - | - | - | - | - |
| P8 | 23.8/11 | - | 36.60/5 | - | 0.01/1 | - | 0.25/1 | - |
| P9 | 7.4/7 | - | - | - | - | - | - | - |
| P10 | 2.0/2 | - | 0.39/2 | - | - | - | - | - |
| P11 | 2.8/5 | - | - | - | - | - | - | - |
| P12 | 3.9/5 | - | 0.40/1 | - | - | - | - | - |
| P13 | 10.9/9 | - | - | - | 0.01/1 | - | - | - |
| P14 | 23.2/17 | - | 5.50/3 | 0.04/1 | - | 6.98/4 | - | 0.30/1 |
| P15 | 15.6/7 | - | - | - | 0.48/1 | 1.40/1 | - | - |
| P16 | 6.5/6 | - | 6.00/2 | - | - | - | - | - |
| **합 계** | **227.0/167** | **1.4/1** | **86.40/37** | **0.04/1** | **0.52/5** | **8.38/5** | **1.64/4** | **0.30/1** |

| | |
|---|---|
|  |  |
| 0.3㎜ 균열(P2 코핑부) | 파손(P1 코핑부) |
|  |  |
| 그을음(P4 기둥부) | 백태(P14 기둥부) |
|  |  |
| 재료분리(P14 코핑부) | 거푸집 미제거(P14 코핑 교좌면) |

【사진 3.3.7】 교각 손상현황(부산)

3) 수중부 교각 점검

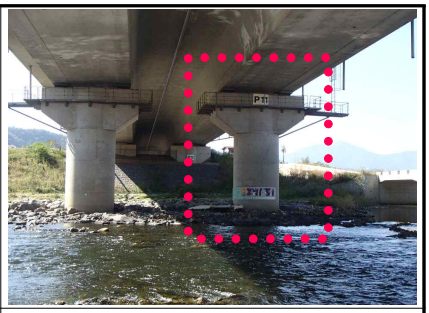
- 금시교는 밀양강을 횡단하는 교각으로 교각 P6~P8가 하천상에 위치하고 있으며 점검 시 갈수기로 인해 하상이 노출된 상태로 수중부 교각에 대해 도보 점검을 실시하였다.
- 수중부 교각의 외관상태는 유수 흐름에 의한 손상이 조사되지 않았으며, 교각 주변 하상 상태도 세굴이 발생되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.



수중부 교각 상태양호(P6)



수중부 교각 상태양호(P7)



수중부 교각 상태양호(P8)

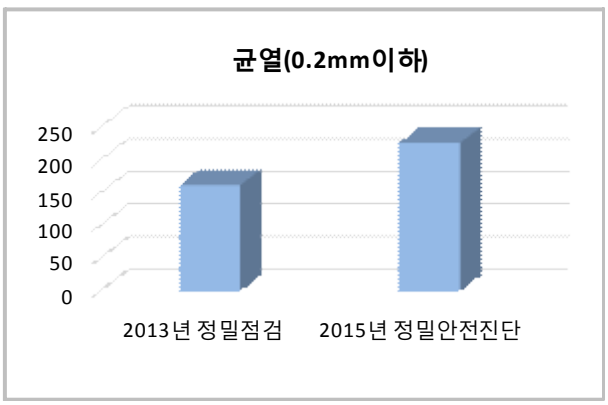
【사진 3.3.8】교각 수중부 조사 현황(부산)

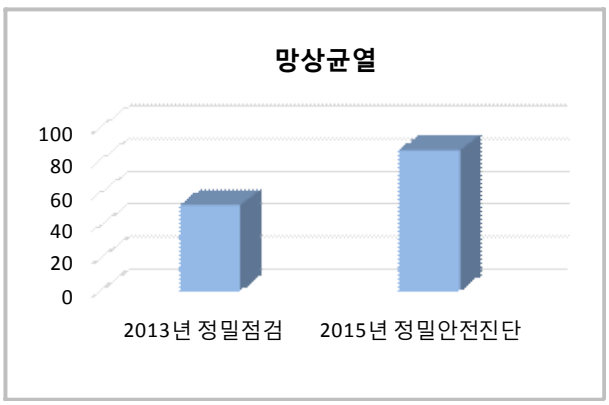
4) 기 점검(2013년 정밀점검) 결과와 비교

- 교각에 대하여 기 점검 결과를 토대로 주요 손상의 진전여부를 검토한 결과, 기 점검 시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나, 금회 진단시 점검장비 등을 이용한 근접조사에 의해 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜이하의 미세균열 및 망상균열 등의 손상이 증가된 것으로 조사되었다.

【표 3.3.8】교각 기 점검 결과 비교(부산)

| 구 분 | 2013년 정밀점검 | 2015년 정밀안전진단 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 균열(0.2㎜이하) | 162.5m | 227.0m | |
| 망상균열 | 52.79㎡ | 86.40㎡ | |




【그림 3.3.4】교각 기 점검 결과 비교(부산)

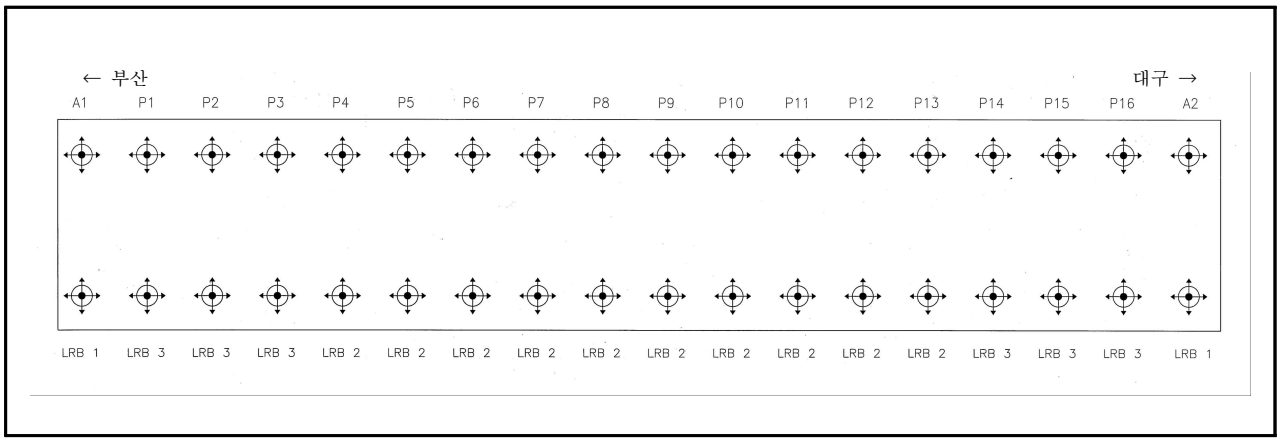
4) 검토의견

- 조사된 균열은 비구조적 균열로 구조물의 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 0.2㎜이하 균열은 표면처리 바람직하며, 들뜸/박락/파손, 재료분리 손상은 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요하다.
- 백태, 그을음 손상은 손상정도가 경미하나 미관 및 내구성 확보를 위해 표면처리가 바람직하고, 거푸집 미제거는 원활한 유지관리를 위해 거푸집 제거가 필요하다.

## 3.3.3 교량받침

### 가. 부재의 개요

- 본 교량의 교량받침은 납면진받침(원형 L.R.B)으로 17경간 연속교로 교대부에 2개소, 교각부에 2개소가 설치되어 있으며 받침장치 총 개소는 36개소이다.




【그림 3.3.5】교량받침 배치도(부산)



납면진받침(원형LRB) Type-1



납면진받침(원형LRB) Type-2



납면진받침(원형LRB) Type-3

【사진 3.3.9】교량받침 전경(부산)

## 나. 외관조사 결과

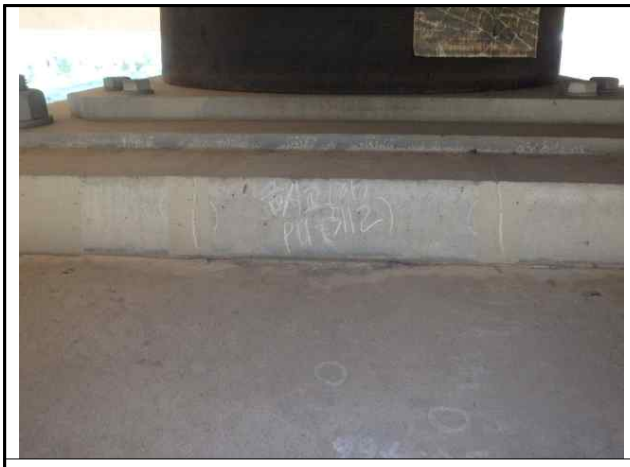
- 교량 받침장치는 상부구조에서 발생된 하중을 하부구조로 전달하고, 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 부재이며, 본 조사에서는 과반력 및 부반력 발생 여부, 온도변화 및 활하중에 의한 신축거동 여부뿐만 아니라 강재 부식, 콘크리트 손상 여부 등 내구성, 기능성, 사용성 등에 대한 현장조사를 시행하였으며, 그 결과는 다음 【표 3.3.9】과 같다.
- 받침장치의 외관조사 결과, 받침Plate 도장박리 및 녹발생, 받침 상부 Plate 들뜸, 고무재 들뜸/파손, 볼트 체결불량, 받침 몰탈 균열 및 파손 등의 손상이 조사되었으나, 받침 가동에 유해한 영향을 미칠만한 손상은 확인되지 않았다.

**【표 3.3.9】교량받침 외관조사 결과(부산)**

| 구 분 | 받침Plate 도장박리 녹발생 (개소) | 받침 상부 Plate들뜸 (개소) | 받침볼트 채결불량 (개소) | 받침 고무재 | | 받침몰탈균열 (0.2㎜이하) (m/개소) | 받침몰탈균열 (0.3㎜이상) (m/개소) | 받침몰탈 파손 (㎡/개소) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 피복고무재 들뜸(개소) | 파손(개소) | | | |
| A1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - |
| P1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| P2 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| P3 | 1 | - | - | 1 | - | - | - | - |
| P4 | - | - | - | - | 1 | 0.6/3 | - | 0.40/2 |
| P5 | - | - | - | 1 | - | - | - | - |
| P6 | 2 | 1 | - | - | - | 2.8/14 | - | 2.80/14 |
| P7 | - | 2 | - | - | - | 6.0/20 | - | 6.00/20 |
| P8 | 2 | - | - | - | 1 | 0.6/3 | - | 0.60/3 |
| P9 | - | 1 | - | - | - | - | - | - |
| P10 | - | 1 | - | - | - | - | - | - |
| P11 | - | 1 | - | - | - | - | 0.4/1 | 0.40/1 |
| P12 | - | 1 | - | - | 1 | 0.8/8 | - | 0.80/8 |
| P13 | - | 1 | - | - | - | - | - | - |
| P14 | - | 1 | - | - | - | - | 7.4/22 | 7.40/22 |
| P15 | - | 1 | - | - | - | 4.6/23 | - | 4.60/23 |
| P16 | - | - | - | - | - | 1.2/9 | - | 1.20/9 |
| A2 | 1 | - | 1 | 1 | - | 0.4/1 | - | 0.40/1 |
| **합 계** | **8** | **10** | **1** | **3** | **3** | **17.0/81** | **7.8/23** | **24.60/103** |

| | |
|---|---|
|  |  |
| 받침 Plate 도장박리/녹발생(P3-Sh1) | 받침 상부 Plate 들뜸(P6-Sh1) |
|  |  |
| 받침볼트 체결불량(A2-Sh1) | 받침 고무재(피복고무재) 들뜸(A2-Sh1) |
|  |  |
| 받침 고무재 파손(P4-Sh1) | 받침 몰탈 0.2㎜이하 균열(P7-Sh2) |

【사진 3.3.10】교량받침 손상현황(부산)



받침 몰탈 0.3㎜이상 균열(P11-Sh2)

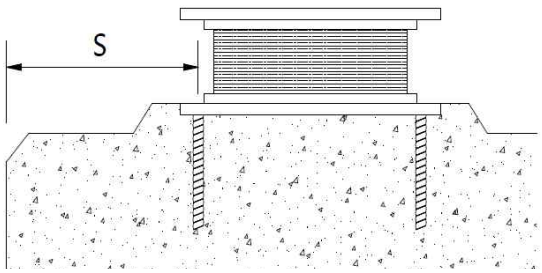


받침 몰탈 파손(P4-Sh2)

【사진 3.3.10】교량받침 손상현황(부산, 계속)

## 다. 연단거리 검토

- 교대 및 교각의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위이고, 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트 구체 또는 교량받침이 파손될 수 있고, 가동단에서는 최악의 경우 받침이 벗어나 거더가 낙하할 수도 있다.
- 상부구조의 길이에 따라 '도로교설계기준(2010, 국토해양부)'에서는 최소값을 규정하고 있다.




- 거더의 경간길이 100m 이하
  : S(㎜) = 200 + 5L
- 거더의 경간길이 100m 이상
  : S(㎜) = 300 + 4L
  여기서, L은 경간길이(m)

【그림 3.3.6】도로교설계기준 연단거리 산출방법

1) 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=40.0m) : 200+5×40.0 = 400.0(㎜)
- 거더 경간길이(L=50.0m) : 200+5×50.0 = 450.0(㎜)

2) 연단거리 측정 결과

- 연단거리 측정 결과, 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 시방규정을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| 연단거리 측정 전경(A1교대) | 연단거리 측정 전경(A2교대) | 연단거리 측정 전경(교각) |

【사진 3.3.11】연단거리 측정 전경

【표 3.3.10】연단거리 측정 결과(부산)

| 구 분 | | 계산 연단거리 (㎜) | 실측 연단거리(㎜) | | 검토 결과 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Sh1 | Sh2 | |
| A1 | | 400 | 560 | 560 | O.K |
| P1 | A1측 | 400 | 890 | 890 | O.K |
| | A2측 | 450 | 890 | 890 | O.K |
| P2 | A1측 | 450 | 890 | 870 | O.K |
| | A2측 | 450 | 890 | 910 | O.K |
| P3 | A1측 | 450 | 880 | 870 | O.K |
| | A2측 | 450 | 880 | 890 | O.K |
| P4 | A1측 | 450 | 920 | 910 | O.K |
| | A2측 | 450 | 920 | 930 | O.K |
| P5 | A1측 | 450 | 910 | 950 | O.K |
| | A2측 | 450 | 910 | 950 | O.K |
| P6 | A1측 | 450 | 940 | 960 | O.K |
| | A2측 | 450 | 920 | 900 | O.K |
| P7 | A1측 | 450 | 930 | 960 | O.K |
| | A2측 | 450 | 920 | 890 | O.K |
| P8 | A1측 | 450 | 940 | 900 | O.K |
| | A2측 | 450 | 910 | 950 | O.K |
| P9 | A1측 | 450 | 910 | 920 | O.K |
| | A2측 | 450 | 930 | 910 | O.K |
| P10 | A1측 | 450 | 910 | 920 | O.K |
| | A2측 | 450 | 930 | 920 | O.K |
| P11 | A1측 | 450 | 950 | 940 | O.K |
| | A2측 | 450 | 890 | 900 | O.K |
| P12 | A1측 | 450 | 940 | 930 | O.K |
| | A2측 | 450 | 900 | 920 | O.K |
| P13 | A1측 | 450 | 910 | 920 | O.K |
| | A2측 | 450 | 920 | 920 | O.K |
| P14 | A1측 | 450 | 890 | 880 | O.K |
| | A2측 | 450 | 850 | 860 | O.K |
| P15 | A1측 | 450 | 860 | 880 | O.K |
| | A2측 | 450 | 890 | 890 | O.K |
| P16 | A1측 | 450 | 880 | 870 | O.K |
| | A2측 | 400 | 860 | 870 | O.K |
| A2 | | 400 | 550 | 550 | O.K |

## 라. 교량받침 신축거동상태 검토

1) 온도변화에 따른 가동상태 검토

- 교량받침은 납면진받침(원형 L.R.B)으로 현재 여유량을 실측함으로써 온도 변화에 따른 신축시 이동량 부족으로 인한 받침의 기능 저하 여부를 검토하고자 하였다.
- 교량받침의 이동량은 2회(1차 : 25.7℃(8월19일), 2차 : 13.4℃(10월13일))에 걸쳐 측정하였으며, 온도 변화에 따른 변동량 측정결과, 전반적으로 이론 변동량과 유사한 것으로 측정되어 본 교량에 설치된 받침장치의 가동상태는 양호한 것으로 판단된다.

**【표 3.3.11】교량받침 가동상태 검토결과(부산)**

| 구 분 | | 실측 이동량(㎜) | | | | 변동량(㎜) | | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1차 | | 2차 | | 실측치 | 이론치 | |
| A1 | Sh1 | -10.0 | (A2) | -40.0 | (A2) | -30.0 | -51.0 | |
| | Sh2 | -10.0 | (A2) | -40.0 | (A2) | -30.0 | | |
| P1 | Sh1 | -10.0 | (A2) | -40.0 | (A2) | -30.0 | -46.1 | |
| | Sh2 | -10.0 | (A2) | -40.0 | (A2) | -30.0 | | |
| P2 | Sh1 | -15.0 | (A2) | -45.0 | (A2) | -30.0 | -40.0 | |
| | Sh2 | -15.0 | (A2) | -45.0 | (A2) | -30.0 | | |
| P3 | Sh1 | -15.0 | (A2) | -45.0 | (A2) | -30.0 | -33.8 | |
| | Sh2 | -15.0 | (A2) | -45.0 | (A2) | -30.0 | | |
| P4 | Sh1 | -10.0 | (A2) | -35.0 | (A2) | -25.0 | -27.7 | |
| | Sh2 | -10.0 | (A2) | -35.0 | (A2) | -25.0 | | |
| P5 | Sh1 | -10.0 | (A2) | -30.0 | (A2) | -20.0 | -21.5 | |
| | Sh2 | -10.0 | (A2) | -30.0 | (A2) | -20.0 | | |
| P6 | Sh1 | -15.0 | (A2) | -30.0 | (A2) | -15.0 | -15.4 | |
| | Sh2 | -15.0 | (A2) | -30.0 | (A2) | -15.0 | | |
| P7 | Sh1 | -10.0 | (A2) | -15.0 | (A2) | -5.0 | -9.2 | |
| | Sh2 | -10.0 | (A2) | -15.0 | (A2) | -5.0 | | |
| P8 | Sh1 | -5.0 | (A2) | -10.0 | (A2) | -5.0 | -3.1 | |
| | Sh2 | -5.0 | (A2) | -10.0 | (A2) | -5.0 | | |
| P9 | Sh1 | 0.0 | - | 0.0 | - | 0.0 | -3.1 | |
| | Sh2 | 0.0 | - | 0.0 | - | 0.0 | | |
| P10 | Sh1 | -15.0 | (A1) | -20.0 | (A1) | -5.0 | -9.2 | |
| | Sh2 | -15.0 | (A1) | -20.0 | (A1) | -5.0 | | |
| P11 | Sh1 | -25.0 | (A1) | -35.0 | (A1) | -10.0 | -15.4 | |
| | Sh2 | -25.0 | (A1) | -35.0 | (A1) | -10.0 | | |
| P12 | Sh1 | -25.0 | (A1) | -40.0 | (A1) | -15.0 | -21.5 | |
| | Sh2 | -25.0 | (A1) | -40.0 | (A1) | -15.0 | | |
| P13 | Sh1 | -20.0 | (A1) | -40.0 | (A1) | -20.0 | -27.7 | |
| | Sh2 | -20.0 | (A1) | -40.0 | (A1) | -20.0 | | |
| P14 | Sh1 | -15.0 | (A1) | -40.0 | (A1) | -25.0 | -33.8 | |
| | Sh2 | -15.0 | (A1) | -40.0 | (A1) | -25.0 | | |
| P15 | Sh1 | -25.0 | (A1) | -50.0 | (A1) | -25.0 | -40.0 | |
| | Sh2 | -25.0 | (A1) | -50.0 | (A1) | -25.0 | | |
| P16 | Sh1 | -5.0 | (A1) | -30.0 | (A1) | -25.0 | -46.1 | |
| | Sh2 | -5.0 | (A1) | -30.0 | (A1) | -25.0 | | |
| A2 | Sh1 | 10.0 | (A2) | -20.0 | (A1) | -30.0 | -51.0 | |
| | Sh2 | 10.0 | (A2) | -20.0 | (A1) | -30.0 | | |

2) 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

- 교량받침의 가동여유량을 검토한 결과, 설계기준온도에 따른 하절기 최대 신장여유량 및 동절기 최대 신축여유량을 받침장치 모두 충분히 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

**【표 3.3.12】교량받침 이동량 산정(부산)**

| 구 분 | 온도변화 (ΔT, ℃) | | 선팽창 계수 (α) | 신축거더길이 (L, m) | 온도 변화에 의한 이동량(㎜) | | 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (㎜) | 계산 이동량(㎜) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 동절기 | 하절기 | | | 동절기 | 하절기 | | 동절기 (최대 수축시) | 하절기 (최대 신장시) |
| A1 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 415 | -127.4 | 38.6 | - | -127.4 | 38.6 |
| P1 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 375 | -115.1 | 34.9 | - | -115.1 | 34.9 |
| P2 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 325 | -99.8 | 30.2 | - | -99.8 | 30.2 |
| P3 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 275 | -84.4 | 25.6 | - | -84.4 | 25.6 |
| P4 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 225 | -69.1 | 20.9 | - | -69.1 | 20.9 |
| P5 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 175 | -53.7 | 16.3 | - | -53.7 | 16.3 |
| P6 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 125 | -38.4 | 11.6 | - | -38.4 | 11.6 |
| P7 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 75 | -23.0 | 7.0 | - | -23 | 7.0 |
| P8 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 25 | -7.7 | 2.3 | - | -7.7 | 2.3 |
| P9 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 25 | -7.7 | 2.3 | - | -7.7 | 2.3 |
| P10 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 75 | -23.0 | 7.0 | - | -23 | 7.0 |
| P11 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 125 | -38.4 | 11.6 | - | -38.4 | 11.6 |
| P12 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 175 | -53.7 | 16.3 | - | -53.7 | 16.3 |
| P13 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 225 | -69.1 | 20.9 | - | -69.1 | 20.9 |
| P14 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 275 | -84.4 | 25.6 | - | -84.4 | 25.6 |
| P15 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 325 | -99.8 | 30.2 | - | -99.8 | 30.2 |
| P16 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 375 | -115.1 | 34.9 | - | -115.1 | 34.9 |
| A2 | -30.7℃ | 9.3℃ | 1×10^-5 | 415 | -127.4 | 38.6 | - | -127.4 | 38.6 |

1) 조사당시 온도 : 25.7℃(조사일 : 2015년 8월 19일, 평균온도, 지점 : 밀양)
2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)
3) (+)값 신장량, (-)값 수축량

## 【표 3.3.13】 교량받침 이동량 검토결과(부산)

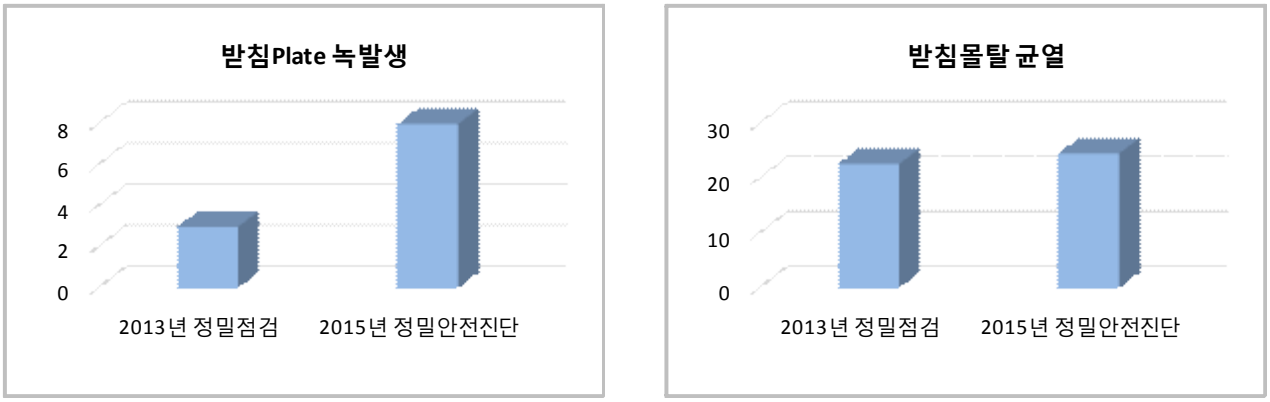
| 구 분 | | 점검당시 실측이동량(㎜) | 최대 받침 이동량(㎜) | | 실측 받침 가동여유량(㎜) | | 허용이동량 (㎜) | 검토 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 최대 수축 이동량 | 최대 신장 이동량 | 수축 여유량 | 신장 여유량 | | |
| A1 | Sh1 | -10.0 (A2) | -127.4 | 38.6 | -143.0 | 163.0 | ±153 | O.K |
| | Sh2 | -10.0 (A2) | | | -143.0 | 163.0 | ±153 | O.K |
| P1 | Sh1 | -10.0 (A2) | -115.1 | 34.9 | -123.0 | 143.0 | ±133 | O.K |
| | Sh2 | -10.0 (A2) | | | -123.0 | 143.0 | ±133 | O.K |
| P2 | Sh1 | -15.0 (A2) | -99.8 | 30.2 | -118.0 | 148.0 | ±133 | O.K |
| | Sh2 | -15.0 (A2) | | | -118.0 | 148.0 | ±133 | O.K |
| P3 | Sh1 | -15.0 (A2) | -84.4 | 25.6 | -118.0 | 148.0 | ±133 | O.K |
| | Sh2 | -15.0 (A2) | | | -118.0 | 148.0 | ±133 | O.K |
| P4 | Sh1 | -10.0 (A2) | -69.1 | 20.9 | -90.0 | 110.0 | ±100 | O.K |
| | Sh2 | -10.0 (A2) | | | -90.0 | 110.0 | ±100 | O.K |
| P5 | Sh1 | -10.0 (A2) | -53.7 | 16.3 | -90.0 | 110.0 | ±100 | O.K |
| | Sh2 | -10.0 (A2) | | | -90.0 | 110.0 | ±100 | O.K |
| P6 | Sh1 | -15.0 (A2) | -38.4 | 11.6 | -85.0 | 115.0 | ±100 | O.K |
| | Sh2 | -15.0 (A2) | | | -85.0 | 115.0 | ±100 | O.K |
| P7 | Sh1 | -10.0 (A2) | -23.0 | 7.0 | -90.0 | 110.0 | ±100 | O.K |
| | Sh2 | -10.0 (A2) | | | -90.0 | 110.0 | ±100 | O.K |
| P8 | Sh1 | -5.0 (A2) | -7.7 | 2.3 | -95.0 | 105.0 | ±100 | O.K |
| | Sh2 | -5.0 (A2) | | | -95.0 | 105.0 | ±100 | O.K |
| P9 | Sh1 | 0.0 - | -7.7 | 2.3 | -100.0 | 100.0 | ±100 | O.K |
| | Sh2 | 0.0 - | | | -100.0 | 100.0 | ±100 | O.K |
| P10 | Sh1 | -15.0 (A1) | -23.0 | 7.0 | -85.0 | 115.0 | ±100 | O.K |
| | Sh2 | -15.0 (A1) | | | -85.0 | 115.0 | ±100 | O.K |
| P11 | Sh1 | -25.0 (A1) | -38.4 | 11.6 | -75.0 | 125.0 | ±100 | O.K |
| | Sh2 | -25.0 (A1) | | | -75.0 | 125.0 | ±100 | O.K |
| P12 | Sh1 | -25.0 (A1) | -53.7 | 16.3 | -75.0 | 125.0 | ±100 | O.K |
| | Sh2 | -25.0 (A1) | | | -75.0 | 125.0 | ±100 | O.K |
| P13 | Sh1 | -20.0 (A1) | -69.1 | 20.9 | -80.0 | 120.0 | ±100 | O.K |
| | Sh2 | -20.0 (A1) | | | -80.0 | 120.0 | ±100 | O.K |
| P14 | Sh1 | -15.0 (A1) | -84.4 | 25.6 | -118.0 | 148.0 | ±133 | O.K |
| | Sh2 | -15.0 (A1) | | | -118.0 | 148.0 | ±133 | O.K |
| P15 | Sh1 | -25.0 (A1) | -99.8 | 30.2 | -108.0 | 158.0 | ±133 | O.K |
| | Sh2 | -25.0 (A1) | | | -108.0 | 158.0 | ±133 | O.K |
| P16 | Sh1 | -5.0 (A1) | -115.1 | 34.9 | -128.0 | 138.0 | ±133 | O.K |
| | Sh2 | -5.0 (A1) | | | -128.0 | 138.0 | ±133 | O.K |
| A2 | Sh1 | 10.0 (A2) | -127.4 | 38.6 | -163.0 | 143.0 | ±153 | O.K |
| | Sh2 | 10.0 (A2) | | | -163.0 | 143.0 | ±153 | O.K |
| 주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K | | | | | | | | |

## 마. 기 점검(2013년 정밀점검) 결과와 비교

- 교량받침부에 대하여 기 점검 결과를 토대로 주요 손상의 진전여부를 검토한 결과, 공용기간 증가에 의해 받침Plate 녹발생은 다소 증가된 것으로 조사되었다.
- 받침몰탈은 기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나, 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜이하 미세균열이 추가로 조사되었다.

【표 3.3.14】 교량받침 기 점검 결과 비교(부산)

| 구 분 | 2013년 정밀점검 | 2015년 정밀안전진단 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 받침Plate 녹발생 | 3개소 | 8개소 | |
| 받침몰탈 균열 | 22.7m | 24.6m | |




【그림 3.3.7】 교량받침 기 점검결과 비교(부산)

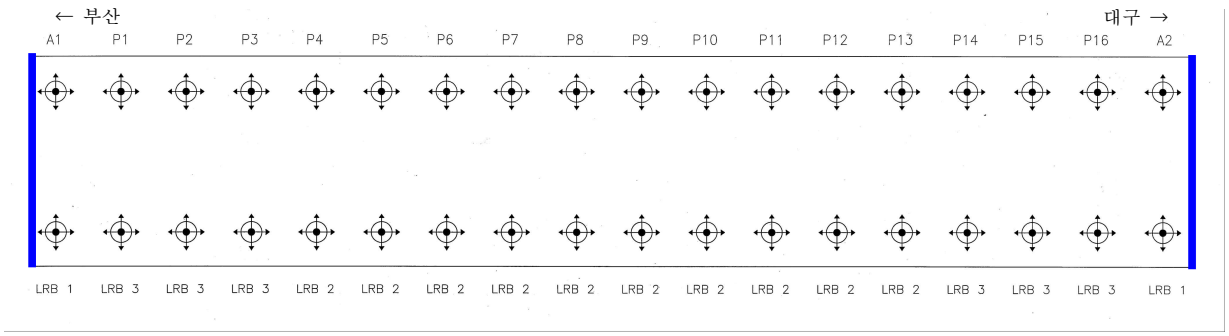
## 바. 검토의견

- 받침Plate 도장박리/녹발생, 볼트 체결불량은 공용기간 증가 및 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 및 건전성 확보를 위해 재도장 및 볼트 재체결이 필요하고, 받침 몰탈 균열은 온도 및 건조수축에 의한 0.2㎜이하 균열로 표면처리가 바람직하다.
- 받침몰탈 파손은 외적 요인에 의한 모서리부 손상으로 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요하다.
- 받침Plate 들뜸은 받침Plate 끝단부에 국한하여 발생된 경미한 손상이며, 고무재 파손/들뜸 손상은 받침장치 보호를 위한 피복 고무재의 표면부 긁힘, 들뜸 손상으로 손상정도가 경미하고 2013년 정밀점검시와 비교할 때, 손상진행이 발생되지 않고 받침기능 발휘에 전혀 문제가 없어 주의관찰이 바람직하다.

## 3.3.4 신축이음장치

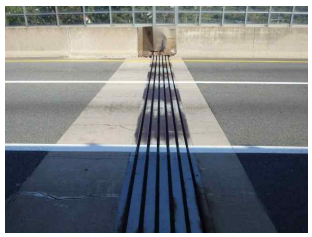
### 가. 부재의 개요

■ 신축이음장치는 17경간 연속교로 A1, A2에 설치되어 있으며 전 개소에 Rail Joint가 시공되어져 있다.






〈EXP.J1(A1) 전경〉



〈EXP.J2(A2) 전경〉

【그림 3.3.8】 신축이음장치 전경 및 배치도(부산)

### 나. 외관조사 결과

■ 신축이음장치에 대한 외관조사 결과, 전반적으로 신축거동은 원활하나, 신축이음 본체 녹발생, 유간부 토사퇴적, 차수판 파손 및 앵커볼트 탈락, 후타재 균열/망상균열, 후타재 파손, 신축이음 하부 볼트 탈락 등의 손상이 발생된 것으로 조사되었다.

【표 3.3.15】 신축이음장치 외관조사 결과(부산)

| 위 치 | 구 분 | 손상내용 | 비고 |
|---|---|---|---|
| A1 | Rail Joint (No.480) | ■ 신축이음 본체 녹발생(L=3.0m)<br>■ 신축이음 본체 유간부 토사퇴적(L=1.5m)<br>■ 차수판 앵커볼트 탈락(1개소)<br>■ 후타재 망상균열(4.00㎡)<br>■ 후타재 파손(A=0.01㎡) | |

【표 3.3.15】 신축이음장치 외관조사 결과(부산, 계속)

| 위 치 | 구 분 | 손상내용 | 비고 |
|---|---|---|---|
| A2 | Rail Joint (No.480) | ■ 신축이음 본체 녹발생(L=3.0m)<br>■ 신축이음 본체 유간부 토사퇴적(L=3.0m)<br>■ 차수판 파손(1개소)<br>■ 신축이음 하부 볼트 탈락(4개소)<br>■ 후타재 망상균열(A=18.00㎡) | |



후타재 파손(A1)



0.2㎜ 후타재 균열(A2)




차수판 파손(A2)



신축이음하부 유간조절장치 볼트탈락(A2)

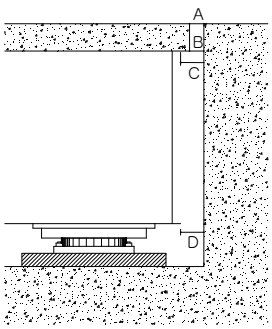
【사진 3.3.12】 신축이음장치 손상현황(부산)

## 다. 신축이음 신축거동상태 검토

1) 온도변화에 따른 가동상태 검토

■ 본 교량의 신축거동상태를 확인하기 위해 2회(1차 : 23.6℃(9월1일), 2차 : 15.8℃(10월 23일)에 걸쳐 신축이음장치, 바닥판 거더 상·하부에 대한 유간을 측정하였고, 이론 변동량과의 비교를 통해 신축거동상태를 검토하였다. 또한, 측정된 유간으로부터 최대 온도 상승시 신장량과 최저 온도 하강시 수축량을 계산하여 유간확보 여부를 검토하였다.

| 신축이음장치 유간(A) | 바닥판 유간(B) | 거더 상부 유간(C) | 거더 하부 유간(D) |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |




< 측정 개요도 >

【사진 3.3.13】 신축이음 유간 측정방법(부산)

【표 3.3.16】 신축이음 유간 측정결과(부산)

| 측정위치 | 측 정 값(㎜) | | | | | | | | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 신축이음장치(A) | | 바닥판(B) | | 거더 상부(C) | | 거더 하부(D) | | |
| | 1차 | 2차 | 1차 | 2차 | 1차 | 2차 | 1차 | 2차 | |
| EXP.J1(A1) | 195 | 220 | 475 | 500 | 475 | 500 | 475 | 500 | Rail Joint(No.480) |
| EXP.J2(A2) | 185 | 210 | 485 | 510 | 485 | 510 | 485 | 510 | Rail Joint(No.480) |

■ 9월(23.6℃)과 10월(15.8℃)의 온도 변화에 따른 변동량 측정결과, 이론 변동량과 유사한 것으로 나타나 교량의 신축거동상태는 양호한 것으로 판단된다.

【표 3.3.17】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과(부산)

| 측정위치 | | 측정유간(㎜) | | 변동량(㎜) | | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1차 | 2차 | 실측치 | 이론치 | |
| EXP.J1(A1) | 신축이음장치 | 195.0 | 220.0 | -25.0 | -32.4 | |
| | 바닥판 단부 | 475.0 | 500.0 | -25.0 | | |
| EXP.J2(A2) | 신축이음장치 | 185.0 | 210.0 | -25.0 | -32.4 | |
| | 바닥판 단부 | 485.0 | 510.0 | -25.0 | | |

2) 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

■ 금회 신축이음 유간을 검토한 결과, 신축이음 모두 신장여유량을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

【표 3.3.18】 신축이음 신축이동량 산정(부산)

| 구 분 | 온도변화 (ΔT, ℃) | | 선팽창 계수 (α) | 신축거더 길이(L, m) | 온도 변화에 의한 이동량(㎜) | | 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (㎜) | 계산 이동량(㎜) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 동절기 | 하절기 | | | 동절기 | 하절기 | | 동절기 (최대 수축시) | 하절기 (최대 신장시) |
| EXP.J1 (A1) | -28.6℃ | 11.4℃ | 1×10^-5 | 415 | -118.7 | 47.3 | 6.5 | -125.2 | 47.3 |
| EXP.J2 (A2) | -28.6℃ | 11.4℃ | 1×10^-5 | 415 | -118.7 | 47.3 | 6.5 | -125.2 | 47.3 |

1) 조사당시 온도 : 23.6℃(조사일 : 2015년 9월 1일, 평균온도)
2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)
3) 활하중에 의한 거더의 처짐 이동량 : 신축장 100m 이상인 경우 동절기 최대 수축시 적용(도로설계요령, 2009)
4) (+)값 신장량, (-)값 수축량

【표 3.3.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과(부산)

| 구 분 | | 계산 이동량(㎜) | | 점검당시 실측유간(㎜) ③ | 허용량(㎜) ④ | 신축 여유량(㎜) | | 검토 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 최대 수축시 ① | 최대 신장시 ② | | | 최대 수축시 ④+(①-③) | 최대 신장시 ③-② | |
| EXP.J1 (A1) | 신축이음장치 | -125.2 | 47.3 | 195 | 480 | 159.8 | 147.7 | O.K |
| | 바닥판 단부 | -125.2 | 47.3 | 475 | 480 | | 427.7 | O.K |
| EXP.J2 (A2) | 신축이음장치 | -125.2 | 47.3 | 185 | 480 | 169.8 | 137.7 | O.K |
| | 바닥판 단부 | -125.2 | 47.3 | 485 | 480 | | 437.7 | O.K |

주) 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K

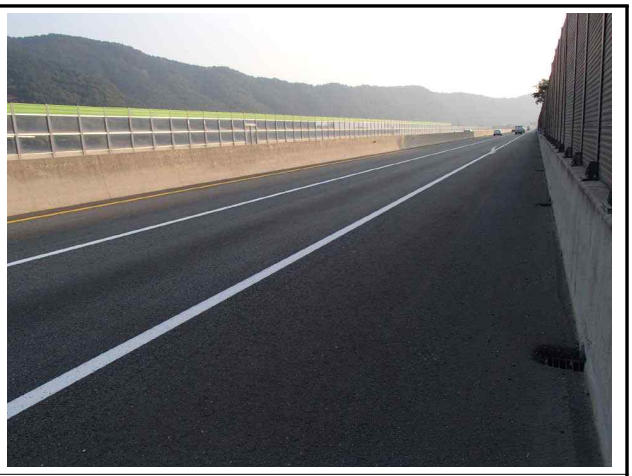
### 다. 검토 결과

- 본체 녹발생은 차도 외측부의 신축이음장치 본체에 외부 환경적 요인에 의해 발생된 손상으로 내구성 확보를 위해 도장 실시가 바람직하며, 유간부 토사퇴적은 신축거동 제한으로 구조물에 영향을 미칠 수 있어 주기적인 청소가 바람직하다.
- 차수판은 방호벽의 신축이음 유간부를 통해 교량 하부로 우수가 유입되는 것을 방지하기 위해 설치하는 시설물로 점검시 차량충돌, 지속적인 바람 및 차량진동, 시공미흡에 의해 파손 및 앵커볼트 탈락이 조사되어 차수판의 건전성 확보를 위해 보수가 바람직하다.
- 후타재의 국부적인 파손은 빈번한 차량통과에 따라 손상확대가 우려되므로 단면보수를 실시하고, 망상균열 및 0.2㎜이하 균열은 급속시공 및 조기차량 통행 등 제한적 시공여건에 의해 발생된 손상으로 손상정도가 경미하여 주의관찰이 바람직하며 향후, 손상 확대시 보수가 필요하다.
- Rail Joint 유간조절장치 고정을 위한 볼트가 탈락된 것으로 조사되었으나, 신축이음장치의 기능발휘에는 문제가 없고, 차량하중에 의한 신축이음장치의 변형 등으로 볼트체결이 어려워 주의관찰이 바람직하다.

## 3.3.5 교면포장

### 가. 부재의 개요

- 본 교량의 교면은 아스팔트로 포장되어 있으며, 총 2차로로 이루어져 있고 외측에 폭 3.0m의 갓길이 위치하고 있다.

교면포장 전경

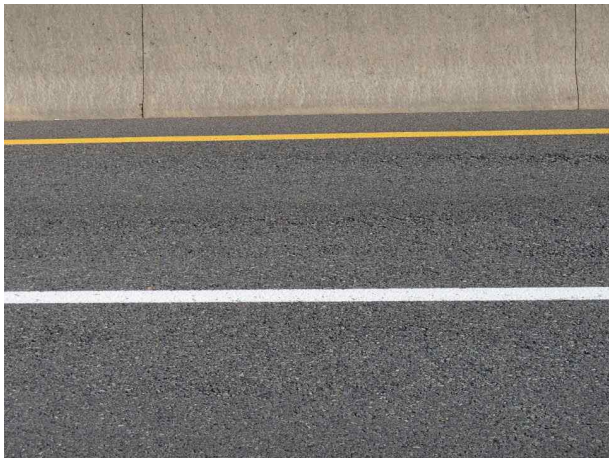
【사진 3.3.14】 교면포장 전경(부산)

## 나. 외관조사 결과

- 교면포장에 대한 외관조사 결과, 라벨링, 아스콘 패임, 접속부 이격/단차 등의 손상이 조사되었다.
- 포장부의 라벨링, 아스콘 패임은 포장시공시 차량 통행에 따른 제한적 시공여건, 고속도로의 빈번한 중차량 통행, 공용기간 증가에 따른 마모 등 여러 복합적인 원인에 의해 일반적으로 발생되는 손상으로 주행차량의 주행성을 크게 저해할 만한 손상은 조사되지 않았다.

【표 3.3.20】 교면포장 외관조사 결과(부산)

| 구 분 | 라벨링(㎡/개소) | 아스콘 패임(㎡/개소) | 포장/후타재<br>접속부 이격/단차(m개소) |
|---|---|---|---|
| S1 | 160.00/1 | - | 6.0/1 |
| S2 | 187.00 | 0.06/1 | - |
| S3 | 80.00 | - | - |
| S4 | - | 0.40/1 | - |
| S5 | - | 1.92/3 | - |
| S6 | - | - | - |
| S7 | - | - | - |
| S8 | 23.00 | - | - |
| S9 | - | - | - |
| S10 | - | - | - |
| S11 | 0.40/1 | - | - |
| S12 | - | - | - |
| S13 | 1.45/2 | - | - |
| S14 | 24.00/1 | - | - |
| S15 | 100.00/1 | - | - |
| S16 | 50.00/1 | - | - |
| S17 | 40.00/1 | 4.60/1 | 9.0/1 |
| **합 계** | **665.85/13** | **6.98/6** | **15.0/2** |

| | |
|---|---|
|  |  |
| ASP 라벨링(S1) | ASP 라벨링(S2) |
|  |  |
| ASP 패임(S4) | ASP 패임(A2측 접속슬래브구간) |

【사진 3.3.15】교면포장 손상현황(부산)

### 다. 검토 의견

- 본 교량의 교면포장은 주기적인 보수작업으로 주행성을 크게 저해할 만한 손상은 조사되지 않았으나, 점검시 발생된 손상은 차량하중 작용으로 손상확대가 우려되고, 포장층내 우수 침투로 구조물의 내구성 저하를 유발할 수 있어 패임은 손상정도가 경미하나 주행성을 고려하여 보수 실시가 바람직하며, 기타 손상은 손상확대 여부를 관찰하고 포장 보수 계획 수립 후 적절한 시기에 보수 실시가 바람직하다.

## 3.3.6 기타부재

### 가. 배수시설

1) 부재의 개요

- 금시교(부산)는 도로 및 하천횡단 교량으로 직선구간에 위치하여 우측 캔틸레버에 배수구가 위치하고 있으며 총 78개소가 설치되어 있다. 배수관의 설치형태는 S2, S5~S6,

S9~S13, S17은 하부에 도로 및 진입로가 위치하여 육교용으로 설치되어 있고, 그 외 구간은 하천형으로 설치된 것으로 조사되었다.



배수구 전경



배수관 전경

【사진 3.3.16】 배수구 및 배수관 전경(부산)

2) 외관조사 결과

- 배수시설에 대한 외관조사 결과, 전반적으로 양호한 상태이나 일부 개소에서 배수구 막힘, 배수관 설치불량(매립/연결고리 탈락), 배수관 고정불량/길이부족 등이 조사되었다.

【표 3.3.21】 배수시설 외관조사 결과(부산)

| 구 분 | 배수구 막힘 (개소) | 배수관 설치불량 (배수관 매립/연결고리 탈락),(개소) | 배수관 고정불량 /길이 부족(개소) |
|---|---|---|---|
| S1 | - | - | 1 |
| S2 | 4 | - | - |
| S5 | 2 | - | - |
| S6 | 1 | - | - |
| S10 | 2 | - | - |
| P10 | - | 1 | - |
| S11 | 4 | - | - |
| S12 | 5 | - | - |
| S13 | 5 | - | - |
| S15 | 1 | - | - |
| S17 | 4 | - | - |
| **합 계** | **28** | **1** | **1** |



배수구 막힘(S2, 초기퇴적)



배수구 막힘(S12, 초기퇴적)



배수관 연결부 탈락/매립(P10)



배수관 고정불량/길이부족(S1)

【사진 3.3.17】 배수시설 손상현황

3) 검토 의견

- 본 교량의 배수구는 일부 개소에 초기 이물질 퇴적이 발생되고 있는 것으로 조사되어 교면부의 원활한 배수처리를 위해 주기적인 배수구 청소가 필요한 것으로 조시되었다.
- 배수관 연결부 탈락/매립은 인접 하천 제방공사시 발생된 것으로 추정되며, 원활한 배수처리를 위해 배수관 하단부 절단 및 탈락부 재설치가 바람직하다.
- 배수관 고정불량은 일자 형태의 연결핀 시공으로 흔들림이 발생하나 낙하의 위험이 없고 기능발휘에 문제가 없어 연결핀 상태에 대해 주의관찰이 필요하고 배수관 길이 부족은 배수관이 교대 보호블록 법면부에 인접 위치하여 법면으로 우수가 유입되는 것으로 조사되었으나 점검시 법면부 상태가 양호하고 특이한 손상이 발생되지 않아 향후 점검시 법면부 손상발생에 대해 주기적인 주의관찰이 필요하다.

## 나. 난간 및 연석(방호벽, 중앙분리대)

1) 부재의 개요

- 대상교량의 방호벽 및 중앙분리대는 철근콘크리트로 시공된 상태이며, 중앙분리대는 분리형 중앙분리대가 설치되어 있고 S13~S17경간 방호벽 상단에 방음벽이 설치되어 있다.



차량방호벽 전경



중앙분리대 전경

【사진 3.3.18】 방호벽 및 중앙분리대 전경(부산)

2) 외관조사 결과

- 방호벽에 대한 외관조사 결과, 수평 및 수직균열, 망상균열, 보수재 박리/파손, 방호벽 접속부 단차, 실런트 파손 등이 발생된 것으로 조사되었다.
- 방호벽 및 중앙분리대의 발생균열은 대부분 온도 및 건조수축에 의한 수직균열과 타설시 차량 진동에 의한 표면부 수평 트임 균열이 발생되었으나, 교량의 안전성에 미치는 영향은 없는 상태로 조사되었다.
- 방호벽 접속부 단차는 접속슬래브와 토공 접속부 발생된 손상으로 구조물과 토공부의 압축성 차이에 발생된 손상으로 조사되었다.

【표 3.3.22】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과(부산)

| 구 분 | 균열(m/개소) | | 균열/백태 (m/개소) | 망상균열 (㎡/개소) | 보수재 박리/파손 (㎡/개소) | 방호벽 접속부 단차(m/개소) | 실런트 파손 (m/개소) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.2㎜ 이하 | 0.3㎜ 이상 | | | | | |
| S1 | 3.0/1 | 2.0/2 | 22.0/2 | - | - | - | - |
| S2 | 5.4/4 | 2.0/2 | 3.0/1 | - | - | - | - |
| S3 | 22.2/12 | - | - | - | - | - | - |
| S4 | - | - | 25.0/1 | - | 3.00/1 | - | - |

| 구 분 | 균열(m/개소) | | 균열/백태 (m/개소) | 망상균열 (㎡/개소) | 보수재 박리/파손 (㎡/개소) | 방호벽 접속부 단차(m/개소) | 실런트 파손 (m/개소) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.2㎜ 이하 | 0.3㎜ 이상 | | | | | |
| S5 | 4.1/5 | - | 6.5/2 | - | 11.06/4 | - | - |
| S6 | 15.0/9 | - | 15.0/1 | - | - | - | - |
| S7 | 6.8/5 | 3.5/2 | 30.0/1 | - | - | - | - |
| S8 | 4.0/2 | 1.5/1 | 38.0/8 | - | - | - | - |
| S9 | 12.7/11 | - | 3.0/2 | - | - | - | - |
| S10 | 4.5/2 | 3.1/2 | 18.5/3 | - | - | - | - |
| S11 | - | - | 24.0/2 | - | - | - | - |
| S12 | 1.0/1 | - | 19.0/5 | - | - | - | - |
| S13 | 9.4/7 | 1.0/1 | 7.5/2 | 1.00/1 | - | - | - |
| S14 | 6.5/5 | 7.0/4 | 25.5/2 | - | - | - | - |
| S15 | 13.1/8 | - | 27.5/4 | - | - | - | - |
| S16 | 16.2/7 | 2.2/2 | 23.0/3 | - | - | - | - |
| S17 | 4.0/2 | - | 15.0/1 | 6.00/1 | - | 1 | 1 |
| **합 계** | **127.9/81** | **22.3/16** | **302.5/40** | **7.00/2** | **14.06/5** | **1** | **1** |



방호벽 균열/백태(S1)



방호벽 0.3㎜ 균열(S8)



방호벽 파손(S5)



보수재 박리(S4)

【사진 3.3.19】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황(부산)

| | |
|---|---|
|  |  |
| 보수재 박리(S5) | 망상균열(S13) |

【사진 3.3.19】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황(부산, 계속)

3) 검토 의견

- 방호벽 및 중앙분리대는 사고시 차량의 낙하 방지 및 차량 교행에 따른 안전 확보를 위해 설치된 시설물로 기능 및 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열 및 균열부 백태 손상은 주입보수, 0.2㎜이하 균열 및 망상균열은 표면처리 실시가 바람직하다.
- 방호벽 접속부 단차는 공용년수를 고려할 때, 손상 진행이 수렴된 것으로 판단되므로 현 상태에 대해 주의관찰하고 향후, 추가 손상 및 손상확대시 대책수립이 바람직하다.
- 방호벽에 보수재 박리/파손, 국부적으로 발생한 박락/파손은 공용년수 증가 및 차량충돌 등 외부충격에 의한 손상으로 손상 정도가 경미하여 현 상태에서 보수는 필요하지 않을 것으로 판단된다.
- 구조물과 토공부 방호벽 유간부 실런트는 신축 거동을 위한 유간부의 이물질 퇴적 방지를 위해 설치하는 것으로 노후화로 인해 실런트 이격이 발생되었으나, 기능발휘에 문제가 없으므로 주의관찰을 실시하고 향후, 손상 확대시 보수가 바람직하다.

## 다. 기타 시설(점검로 등)

- 교량 구조물에 이정표지 및 운전자의 안전을 위한 시선유도표지, 방음벽, 하부 구조물 점검을 위한 점검사다리 및 점검로가 설치되어 있으며, 기타 시설물에 대한 점검 결과, 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나, 방음판 파손, 점검로 난간변형/파손, 점검로 중간 난간대 탈락 및 미설치 등이 조사되었고, 점검사다리 고정핀 탈락, 점검로 이물질 퇴적 등이 조사되었다.

【표 3.3.23】기타 시설 외관조사 결과(부산)

| 구 분 | 방음판 파손 (㎡/개소) | 점검로 중간난간대 탈락(m/개소) | 점검로 난간 변형/파손(m/개소) | 점검로 난간 미설치(m/개소) | 점검사다리 고정핀 탈락(개소) | 점검로 이물질 퇴적(㎡/개소) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| P1 | - | 2.7/3 | - | - | - | - |
| P2 | - | 1.1/1 | - | - | - | - |
| P3 | - | 2.2/2 | - | - | - | - |
| P9 | - | - | 0.8/1 | - | - | - |
| P10 | - | - | - | - | - | 1.20/1 |
| P12 | - | - | - | - | 1 | - |
| S14 | 0.03/1 | - | - | - | - | - |
| P16 | - | - | - | 2.0/2 | - | - |
| **합 계** | **0.03/1** | **6.0/6** | **0.8/1** | **2.0/2** | **1** | **1.20/1** |



방음판 파손(S14)



점검로 난간 변형/파손(P9)



점검로 이물질 퇴적(P10)



점검로 난간 미설치(P16)

【사진 3.3.20】기타 시설 손상현황(부산)

3) 검토 의견

- 외부 충격에 의한 점검로 난간변형/파손, 점검로 중간 난간대 탈락 및 미설치, 점검사다리 고정핀 탈락, 점검로 이물질 퇴적 등은 점검자의 안전 및 원활한 점검을 위해 재설치와 청소가 바람직하다.
- 방음벽 파손 손상은 공용중 차량에 의한 손상으로 손상정도가 경미하여 주의관찰이 바람직하다.

# 3.4 콘크리트 내구성조사

## 3.4.1 개 요

### 가. 개 요

콘크리트 내구성조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부를 판정하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

본 과업의 내구성조사는 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010. 12, 국토해양부/한국시설안전공단)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

### 나. 조사 현황 및 위치

1) 조사 현황

본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험(반발경도시험, 초음파전달속도시험), 철근탐사시험, 탄산화깊이 측정, 염화물함유량시험, 균열깊이 조사 등을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

**【표 3.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황(대구)**

| 항 목 | 기준수량 | | 수 량(개소) | | | | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 상부구조 | 하부구조 | 기준 | | 실시 | | |
| | | | 상부 | 하부 | 상부 | 하부 | |
| 반발경도 시 험 | • 철근콘크리트: 2개소/50m<br>• 강합성교: 1개소/50m | • 1개소/연장50m<br>• 교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상) | 24 | 11 | 24 | 11 | 동일부위 시험 |
| 초음파 전달속도시험 | • 철근콘크리트: 2개소/50m<br>• 강합성교: 1개소/50m | • 1개소/연장50m<br>• 교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상) | 24 | 11 | 24 | 11 | |
| 철근탐사 시 험 | • 철근콘크리트: 2개소/50m<br>• 강합성교: 1개소/50m | • 1개소/연장50m<br>• 교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상) | 24 | 11 | 24 | 11 | |
| 탄산화 깊이 측정 | • 5경간 이내: 4~6개소[1)]<br>• 5경간 이상: 6~9개소[2)] | | 6 ~ 9 | | 4 | 5 | |
| 염화물 함유량시험 | • 3개소 이상[3)] | | 3 | | 2 | 2 | |
| 균열깊이 조 사 | • 부재의 중요도를 고려하여 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정 | | - | | 2 | 2 | 고강도:0.2㎜<br>보통:0.3㎜ |

주1) 철근콘크리트 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시
주2) 철근콘크리트 상부구조에서 최소 3개소 이상 실시
주3) 철근콘크리트 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시
※ 직선보간에 의한 연장조정비 : 300m 미만 → 100% 적용 (금시교(대구) : L=830m → 67%적용)

【표 3.4.2】 콘크리트 비파괴시험 현황(부산)

| 항 목 | 기준수량 | | 수 량(개소) | | | | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 상부구조(STEEL BOX) | 하부구조 | 기준 | | 실시 | | |
| | | | 상부 | 하부 | 상부 | 하부 | |
| 반발경도 시 험 | • 철근콘크리트: 2개소/50m<br>• 강합성교: 1개소/50m | • 1개소/연장50m<br>• 교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상) | 24 | 11 | 24 | 11 | 동일부위 시험 |
| 초음파 전달속도시험 | • 철근콘크리트: 2개소/50m<br>• 강합성교: 1개소/50m | • 1개소/연장50m<br>• 교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상) | 24 | 11 | 24 | 11 | |
| 철근탐사 시 험 | • 철근콘크리트: 2개소/50m<br>• 강합성교: 1개소/50m | • 1개소/연장50m<br>• 교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상) | 24 | 11 | 24 | 11 | |
| 탄산화 깊이 측정 | • 5경간 이내: 4~6개소[1)]<br>• 5경간 이상: 6~9개소[2)] | | 6 ~ 9 | | 4 | 5 | |
| 염화물 함유량시험 | • 3개소 이상[3)] | | 3 | | 2 | 2 | |
| 균열깊이 조 사 | • 부재의 중요도를 고려하여 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정 | | - | | 2 | 1 | 고강도:0.2㎜<br>보통:0.3㎜ |

주1) 철근콘크리트 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시
주2) 철근콘크리트 상부구조에서 최소 3개소 이상 실시
주3) 철근콘크리트 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시
※ 직선보간에 의한 연장조정비 : 300m 미만 → 100% 적용 (금시교(부산) : L=830m → 67%적용)

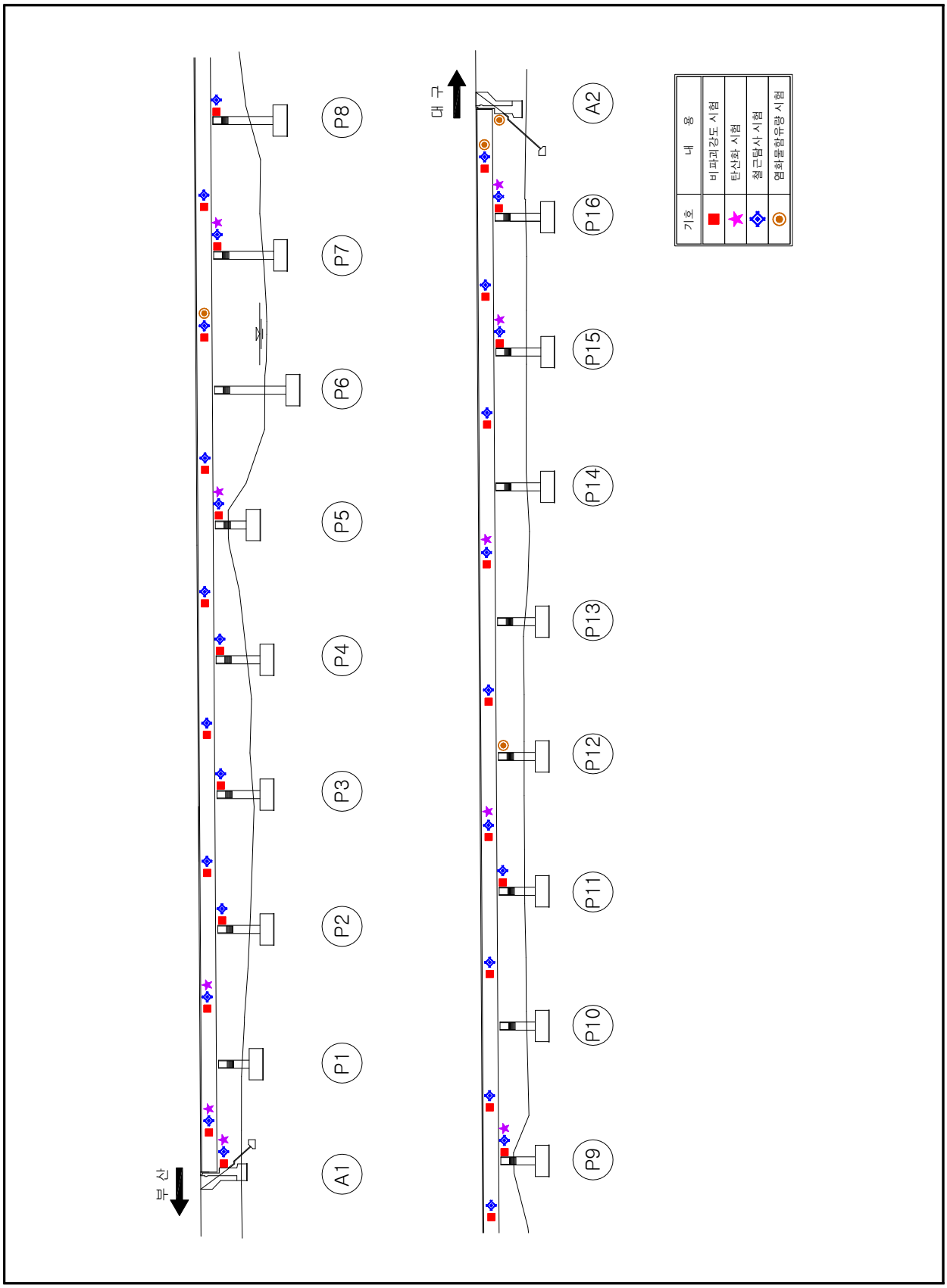
2) 조사 사진



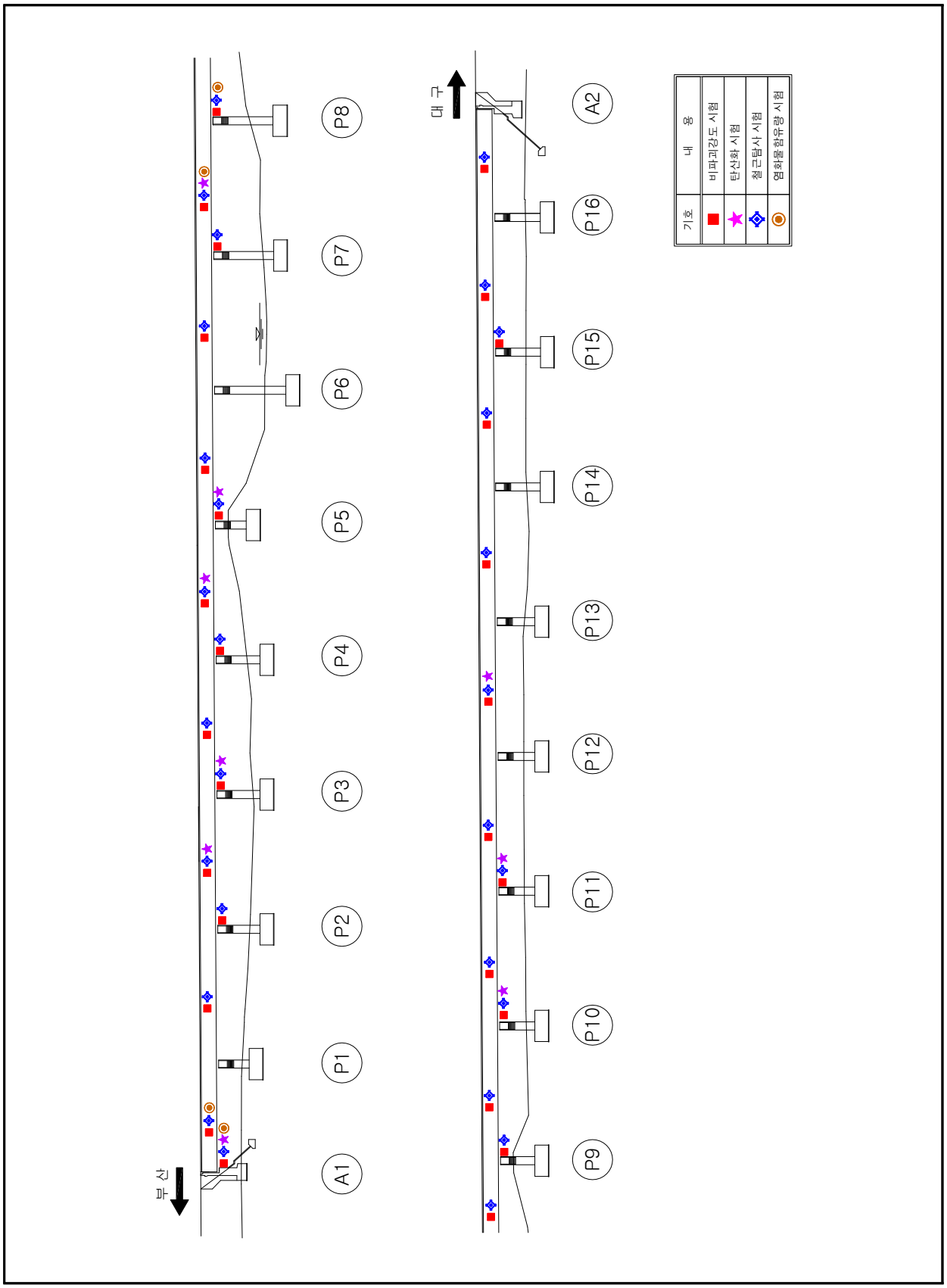
| 반발경도시험 | 초음파전달속도시험 | 탄산화 깊이 측정 | 철근탐사시험 |
|---|---|---|---|

【사진 3.4.1】 콘크리트 내구성조사 전경

3) 콘크리트 내구성조사 위치도




【그림 3.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도(대구)




【그림 3.4.2】 콘크리트 내구성조사 위치도(부산)

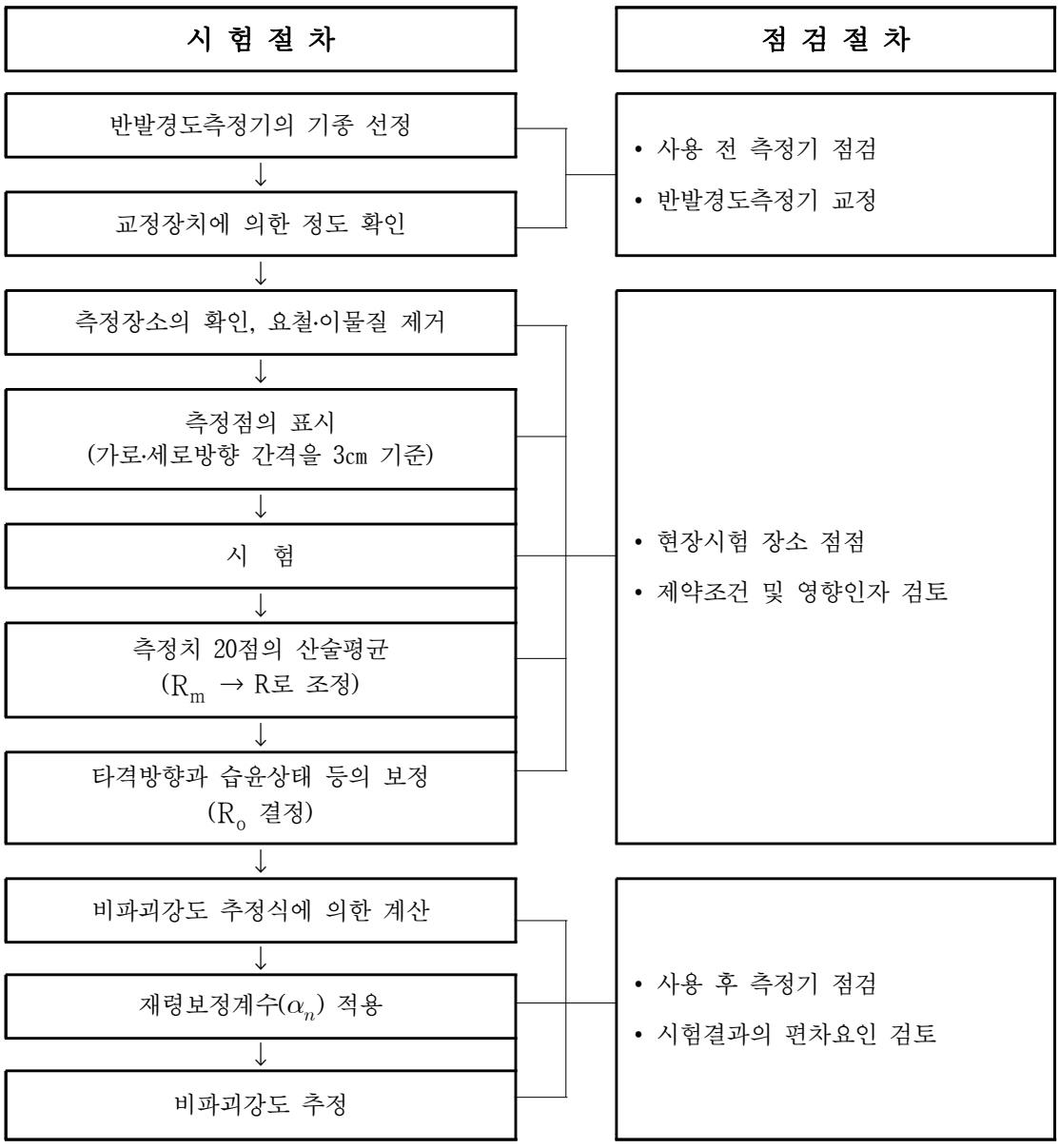
## 3.4.2 시험내용 및 평가기준

### 가. 콘크리트 강도시험

1) 반발경도시험

콘크리트의 표면 경도를 측정하여, 이 측정치로부터 콘크리트의 압축강도를 비파괴로 추정하는 검사방법이다. 반발경도를 구하는 방법으로는 슈미트 해머(Schmidt Hammer)법이 가장 널리 사용된다. 슈미트 해머로 경화된 콘크리트 표면을 타격시, 반발경도(R)와 콘크리트의 압축강도($F_c$)와의 사이에 특정 상관관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 한다.

① 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차




【그림 3.4.3】 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차

외관조사 결과에 의해 결정된 측정개소에 대해서 타격점 상호간의 간격은 3㎝를 표준으로 종으로 5열, 횡으로 4열의 선을 그어 직교되는 20점을 타격하여 반발경도 값의 산술평균값($R_m$)을 구한다. 산술평균값($R_m$)에 대해서는 릴렘(RILEM) 규정에 따라 각 반발경도의 값이 $R_m \pm 20\%$의 범위를 벗어나는 값들은 제외시키고 나머지 값들을 다시 산술평균하여 반발경도 R을 결정한다.

② 보정반발경도($R_o$)

**【표 3.4.3】 보정반발경도(Ro)**

◈ 보정반발경도 : $R_o = R + \Delta R_1 + \Delta R_2$

여기서, R : 반발경도

$\Delta R_1$ : 타격방향에 따른 보정값

$\Delta R_2$ : 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값

㉠ 타격방향에 따른 보정값($\Delta R_1$)

- 수평방향의 타격에 의한 측정치가 안정된 값을 나타내지만 타격방향이 다른 경우에는 반발치를 보정해 주어야 함

⇒ 하향 타격(-90° )의 경우 : (+)값으로 보정

상향 타격(+90° )의 경우 : (-)값으로 보정

| R \ α | 보 정 값 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | +90° | +45° | -45° | -90° |
| 10 | - | - | +2.4 | +3.2 |
| 20 | -5.4 | -3.5 | +2.5 | +3.4 |
| 30 | -4.7 | -3.1 | +2.3 | +3.1 |
| 40 | -3.9 | -2.6 | +2.0 | +2.7 |
| 50 | -3.1 | -2.1 | +1.5 | +2.2 |
| 60 | -2.2 | -1.6 | +1.3 | +1.7 |

㉡ 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값($\Delta R_2$)

- 콘크리트는 함수율이 증가함에 따라 반발경도가 저하됨

⇒ 측정위치가 습하고 타격의 흔적이 보이는 경우 : $\Delta R_2$ = +3으로 보정

측정위치가 완전히 젖어 있는 경우 : $\Delta R_2$ = +5로 보정

③ 압축강도의 추정

보정반발경도($R_o$)로부터 압축강도($F_c$)의 상관관계를 도출한 제안식들은 다음과 같으며, 제안식의 적용은 시험방법 및 조건에 맞는 제안식을 선정하는 것이 중요하다.

【표 3.4.4】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(반발경도시험)

| 구 분 | | 추 정 식(MPa) | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 보통 콘크리트 | 일본재료학회 | $F_c = -18.0 + 1.27R_o$ | 금회 적용(식①) |
| | 동경 건축재료 검사소 | $F_c = (10R_o - 110) \times 0.098$ | - |
| | 일본건축학회 | $F_c = (7.3R_o + 100) \times 0.098$ | 금회 적용(식②) |
| | U.S Army | $F_c = (-120.6 + 8.0R_o + 0.0932R_o^2) \times 0.098$ | - |
| 고강도 콘크리트 | 과학기술부 | $F_c = (15.2R_o - 112.8) \times 0.098$ | 금회 적용(식③) |
| | 고속철도공단 | $F_c = (13.3R_o - 124) \times 0.098$ | - |
| | 권영웅 외 제안식 | $F_c = 2.304R_o - 38.8$ | - |
| ※ 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010. 12, 국토해양부/한국시설안전공단) | | | |

④ 28일 강도의 추정

시일이 경과할수록 콘크리트 구조물은 표면경도가 높아지므로 아래 식과 같이 재령 28일 강도($F_{28}'$)로 환산하여 압축강도를 추정한다. 콘크리트의 재령에 따른 압축강도 보정계수 $\alpha$는 아래【표 3.4.5】과 같으며, 3,000일 이상의 재령에 대해서는 0.63을 적용한다.

$$F_{28}' = \alpha \cdot F_c$$

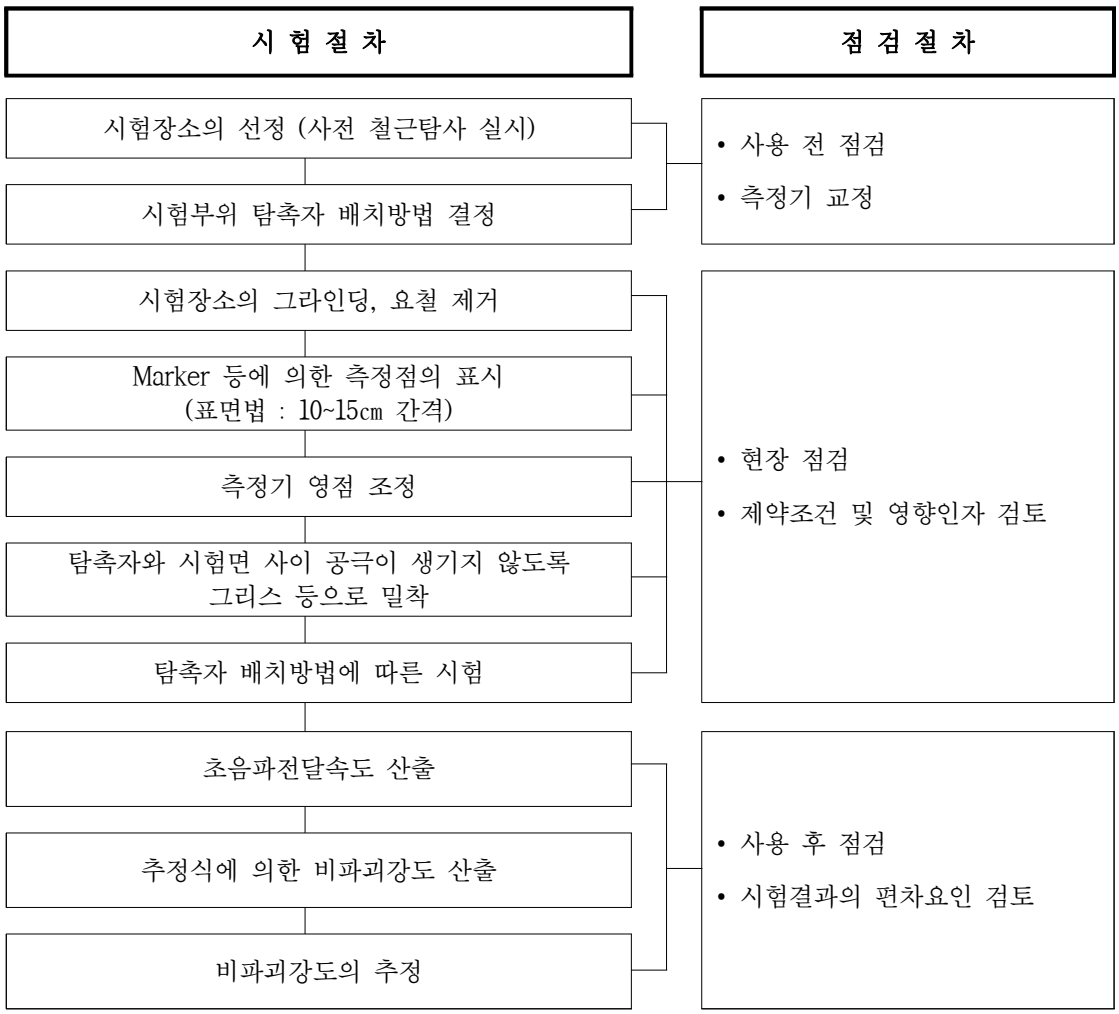
【표 3.4.5】 재령계수 $\alpha$ 값

| 재령(일) | 10 | 20 | 28 | 50 | 100 | 150 | 200 | 300 | 500 | 1000 | 3000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| α | 1.55 | 1.12 | 1.00 | 0.87 | 0.78 | 0.74 | 0.72 | 0.70 | 0.67 | 0.65 | 0.63 |

2) 초음파전달속도시험

초음파의 투과속도가 콘크리트의 밀도 및 탄성계수에 따라서 변화하는 것을 이용하며, 이 투과속도로부터 콘크리트의 동적 특성, 강도, 균열상태 등을 추정하는 방법이다. 그러나, 강도 추정의 정확도는 높지 않으며, 일반적으로 콘크리트의 강도 및 품질 비교 또는 균열깊이를 판정하는 수단으로서 이 방법을 사용하고 있다.

① 초음파전달속도시험 및 측정기 점검 등의 절차



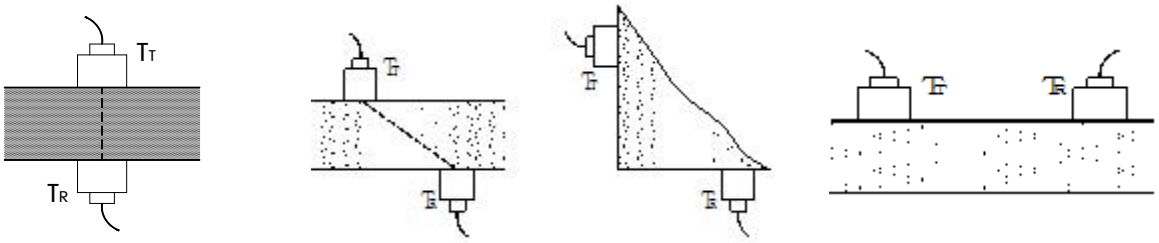

**【그림 3.4.4】초음파전달속도시험 및 측정기 점검 등의 절차**

② 초음파전달속도시험에 의한 전달속도 분석

초음파전달속도를 결정하기 위해서는 재료에서 초음파가 전달되는 거리를 미리 측정하고 장비상에 나타난 초음파 전달시간을 측정한 후 아래 식에 의해서 구한다.

$$\text{전달속도(Velocity)} = \frac{\text{전달길이(Path Length)}}{\text{전달시간(Transit Time)}}$$

초음파전달속도시험을 위한 탐촉자의 배치방법으로는 직접법, 간접법 및 표면법이 있다.




(a)직접법 (b)간접법 (C)표면법

【그림 3.4.5】초음파전달속도시험을 위한 탐촉자 배치방법

표면법과 직접법에서 구한 초음파전달속도는 근사적으로 아래 식과 같은 관계가 있다.

$$V_d \approx 1.05 V_i$$

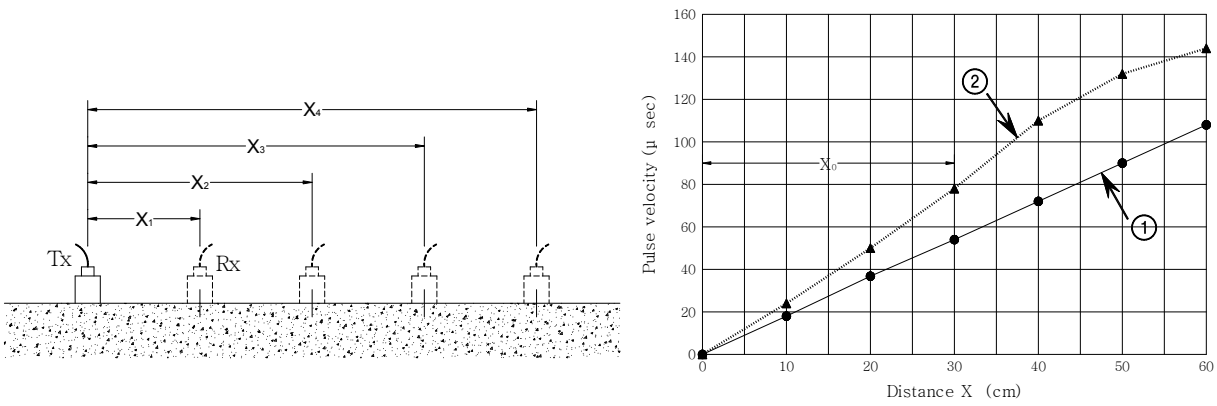
여기서, $V_d$ : 직접법에 의한 초음파 속도

$V_i$ : 표면법에 의한 초음파 속도

직접법과 표면법의 초음파전달속도는 재료의 종류, 배합, 함수율 등 여러 가지 원인으로 변동을 나타내고 있으며, 보편적으로 현장 콘크리트의 초음파전달속도 관계는 $V_d \approx 1.05 \sim 1.15 V_i$의 사이에 있다고 경험적으로 보고되고 있다.

보다 정확한 직접법과 표면법의 초음파전달속도의 관계를 파악하기 위해서는 표면법을 수행한 동일 조건의 구조물이나, 동일한 부위에서 채취한 코어의 종파(직접법) 속도를 측정하여 상관관계에 의해 환산하여 이용하는 방법이 바람직하다.

표면법은 등간격(100~150㎜)으로 5점 이상의 측점을 정하고 초음파의 전달거리($X_i$)에 따른 전달시간($T_i$)을 측정하고, 최소자승법에 의해서 회귀직선식을 구하여 그 기울기를 전달속도($V_i$)로 한다.




【그림 3.4.6】표면법에 의한 초음파전달속도의 측정

회귀직선의 적정성 여부를 판단하기 위해서 회귀직선의 유의성(有意性)검정에 사용되는 결정계수(Coefficient of determination)를 다음 식에 의해서 계산한다.

$$r^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{(\Sigma(X_i - \overline{X})(T_i - \overline{T}))^2}{\Sigma(X_i - \overline{X})^2 \Sigma(T_i - \overline{T})^2}$$

여기서, $\overline{X}$, $\overline{T}$는 거리 및 전달시간의 평균값

③ 비파괴강도의 추정

본 과업에서는 $r^2$값이 99% 이상이 되는 회귀직선식만을 사용하여 전달속도 $V_i$를 계산하였다. 전달속도에 따른 콘크리트 압축강도의 추정을 위하여 초음파전달속도와 압축강도의 상관관계를 도출한 다음 식을 사용하였다.

**【표 3.4.6】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(초음파전달속도시험)**

| 구 분 | | 추 정 식(㎫) | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 보통 콘크리트 | 일본건축학회 | $F_c = (215\,V_d - 620) \times 0.098$ | 금회 적용(식④) |
| | 일본재료학회 | $F_c = (102\,V_d - 117) \times 0.098$ | 금회 적용(식⑤) |
| | 한전기술연구원 | $F_c = (339.1\,V_d - 1107) \times 0.098$ | - |
| | 谷川의 제안식 | $F_c = (172.5\,V_d - 499.6) \times 0.098$ | - |
| 고강도 콘크리트 | 대한건축학회논문집 | $F_c = (33.53\,V_d - 103.38)$ | 금회 적용(식⑥) |
| | 가을학술논문집 | $F_c = (-99.65\,V_d^2 + 841.49\,V_d - 1708.57)$ | - |

※ $V_d$ : 직접법에 의한 초음파전달속도(㎞/s)
※ 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010. 12, 국토해양부/한국시설안전공단) 참조
※ 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼(2006. 12, 한국시설안전기술공단) 참조

## 나. 철근탐사시험

1) 개 요

본 시험은 전자파레이더를 이용한 철근탐사 시험기(RC Radar)를 활용하여 철근콘크리트 구조물에 배근된 철근간격, 콘크리트 피복을 측정하기 위해 실시한다.

철근콘크리트 구조물의 부재 내부에 배근되어 있는 철근의 피복두께가 지나치게 작은 경우에는 콘크리트의 탄산화 등에 따른 열화손상에 대한 저항성이 저하되어 내구성이 감소할 가능성이 있으며, 피복두께가 지나치게 큰 경우에는 강도감소 등을 수반할 우려가 있으므로 철근탐사는 설계 당시와 같이 콘크리트 내에 배근되어 있는 철근의 배근상태 및 피복두께를 파악하기 위하여 실시한다.

2) 측정원리

전자파레이더의 원리는 현재 널리 사용되고 있는 레이더와 동일하다. 즉, 콘크리트용 전자파레이더는 임펄스 상의 전자파를 송신안테나로부터 콘크리트 내로 방사하면 그 전자파가 콘크리트와 전기적 성질(비유전율, 도전율)이 다른 물체(철근, 매설관, 공동 등)와의 경계에서 반사한다. 이를 수신안테나로 수신하고, 그에 소요되는 왕복전파시간으로부터 반사물체까지의 거리를 계산하면 그 위치를 구할 수 있다. 원리를 아래【그림 3.4.7】에 나타내었고, 콘크리트 중의 전자파 속도는 다음 식과 같다.

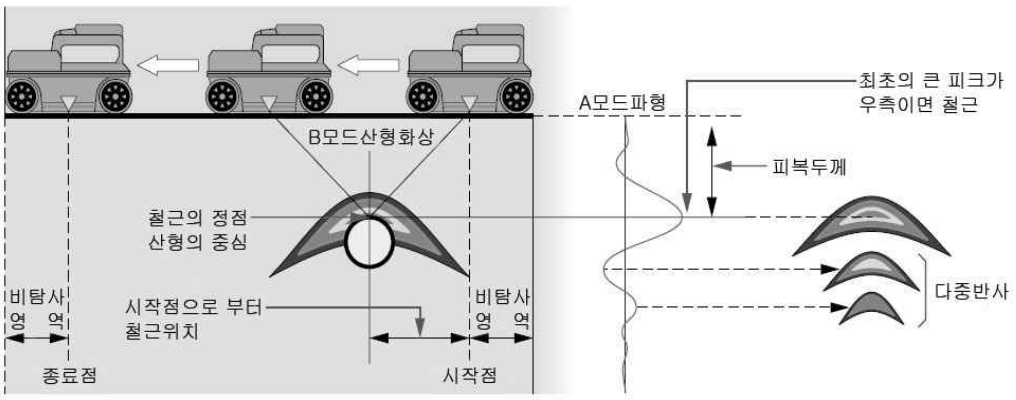
$$V = \frac{C}{\sqrt{\varepsilon_r}} \quad (m/sec)$$

여기서, C : 진공 중에서 전자파의 속도($3\times10^8$ m/sec)

$\varepsilon_r$ : 콘크리트의 상대유전율(6~10)

또한, 반사물체까지의 거리(D)는 송신 시각으로부터 수신 시각까지의 시간차(T)의 측정치와 콘크리트 내부의 전파속도(V)로부터 구할 수 있다.

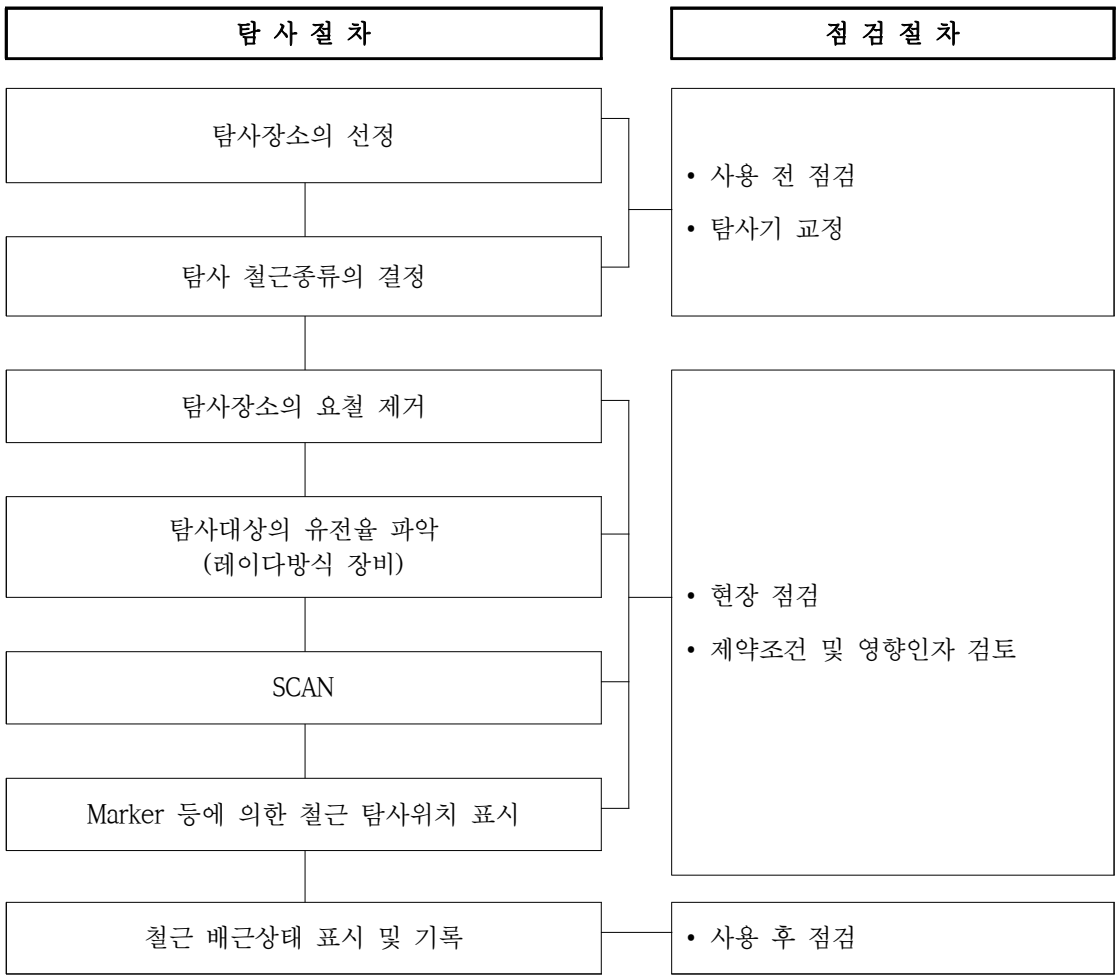
$$D = \frac{1}{2} V T \quad (m)$$




【그림 3.4.7】 철근탐사 측정원리

3) 철근탐사시험 및 장비 점검 등의 절차

철근탐사시험 방법에 대한 절차는 KS F 2734 및 KS F 2735의 규정에 준한다.




**【그림 3.4.8】 철근탐사시험 및 장비 점검 등의 절차**

4) 탐사조건 및 적용한계(RC Radar의 경우)

① 탐사조건

- 적용 가능한 조건
  - 탐사심도 200㎜이내
  - 탐사대상 철근지름이 ø6㎜이상
  - 콘크리트의 질이 균일한 곳
  - 철근이 안테나 진행방향과 직교인 경우
- 적용 곤란한 조건
  - 표면에 금속 등 전파를 반사하는 것이 있고, 그 밑의 철근 등을 탐사하는 경우
  - 100㎜이하의 피치로 배근되어 있는 경우
  - 철근이 안테나의 진행방향과 평행인 경우

② 적용한계

- 탐사대상 물체의 표면에 금속 등 전파를 반사하는 것이 있고, 그 밑의 철근 등을 탐사하는 경우
- 철근이 안테나의 진행방향과 평행인 경우
- 비유전율에 따라 피복두께의 차이가 있으므로 탐사 대상물의 비유전율을 추정하기 어려움
- 철근직경과 복철근 및 경사철근의 판독 불가능
- 탐사대상 표면에 요철이 많은 장소는 탐사결과의 신뢰성 저하
- 안테나의 사용으로 좁고, 짧은 위치의 탐사 불편

## 다. 탄산화깊이 측정

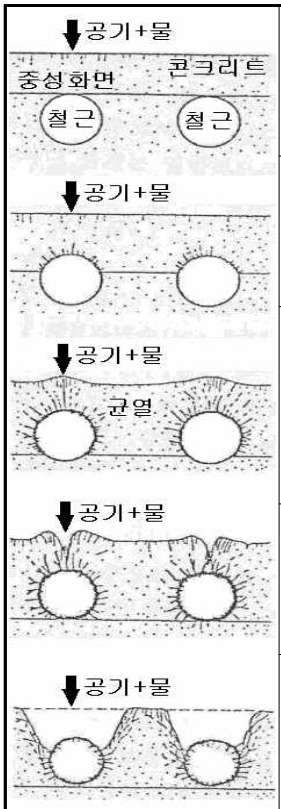
1) 개 요

탄산화란 콘크리트의 탄산화(Carbonation) 과정에서 나타나는 현상으로 탄산화에 의해서 문제가 발생되는 것은 콘크리트 자체에서 생기는 것이 아니고, 콘크리트 중의 철근에 녹이 발생함으로써 문제를 일으키는 것이다.

$$\underset{\text{수산화칼슘}}{Ca(OH)_2} + \underset{\text{탄산가스}}{CO_2} \rightarrow \underset{\text{탄산칼슘}}{CaCo_3} + \underset{\text{물}}{H_2O}$$

(pH 12~13) (대기 중에 존재) (pH 8.5~10)

탄산화가 일어나는 메카니즘을 보면 시멘트의 수화반응에서 생성되는 수산화칼슘($Ca(OH)_2$)은 pH 12~13정도의 강알칼리성을 나타내지만 대기 중에 포함되어 있는 약산성의 탄산가스(약 0.03%)와 접촉하면 탄산칼슘과 물로 변화하고 탄산칼슘으로 변화한 부분의 pH가 8.5~10 정도로 낮아지게 된다. 따라서, 콘크리트의 탄산화는 일반환경 하에서도 확실하게 진행되기 때문에 매입된 철근의 부식에 따른 문제가 가장 기본적이며 중요하다. 콘크리트 내부의 pH가 11이상에서 철근은 표면에 $1\times10^{-6}$㎜ 두께의 수산화물($\gamma-Fe_2O_3\cdot nH_2O$) 부동태막을 형성하므로 산소 침입을 막아 철근의 부식을 방지하지만 탄산화에 의하여 pH가 11보다 낮아지면 부동태막이 파괴되면서 철근에 녹이 발생하게 된다. 이러한 녹은 원래 부피의 약 2.5배에서 최대 7배까지 팽창하고 녹의 팽창압력에 의해 콘크리트 내부에는 균열이 발생하게 되며 철근의 부착강도 저하, 피복 콘크리트의 탈락, 철근 단면적의 감소 등 구조물의 내구성 저하를 초래하게 된다. 이러한 원인으로 녹의 진행과 함께 콘크리트 구조물의 내구성면에서 탄산화를 파악하는 것이 중요하다.

| | |
|---|---|
|  | STEP 1<br>• 정상, 재료 및 강도상의 변화는 거의 없음<br>(약간의 건조수축에 의한 균열)<br>STEP 2<br>• 녹의 발생에 의한 팽창압이 콘크리트 내부에 발생하여 미세한 균열이 발생<br>STEP 3<br>• 철근의 윗면이 팽창함<br>• 균열이 표면까지 연장되어 공기와 수분의 침입이 격화되어 동해 등의 다른 열화도 유발시키며 녹물이 보임<br>STEP 4<br>• 철근 윗면의 피복이 떨어지고, 철근의 노출이 시작됨<br>• 철근단면적이 감소함<br>STEP 5<br>• 철근 윗면이 거의 없어지고 철근은 공기 중에 직접 노출됨<br>• 내구성능은 없음 |

**【그림 3.4.9】탄산화에 의한 콘크리트 성능저하**

2) 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인

탄산화 속도에 영향을 미치는 요인으로는 환경조건(대기 중의 탄산가스 농도, 온도, 습도, 마감재 등)을 주원인으로 하는 외적요인 및 콘크리트 자체의 성능·품질(함수율, 강도, 시멘트의 종류, 배합조건, 시공조건 등)을 주원인으로 하는 내적요인에 의해 복합적인 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 대표적인 원인을 정리하면 다음과 같다.

**【표 3.4.7】탄산화 속도에 영향을 미치는 요인**

| 구분 | 영향인자 | 탄산화 속도 |
|---|---|---|
| 내적 요인 | 시멘트의 종류 | • 수화반응이 느릴수록 탄산화 속도가 빠름<br>• 조강 포틀랜드시멘트 < 보통 포틀랜드시멘트 < 중용열 포틀랜드시멘트 |
| | 골재의 종류 | • 투기성이 큰 골재일수록 탄산화 속도가 빠름 |
| | 계면활성제 종류 | • 동일 물-시멘트비, 동일 슬럼프라면 탄산화 속도와 무관함 |
| | 압축강도 | • 압축강도가 낮을수록 탄산화 속도가 빠름 |
| | 물-시멘트비 | • 물-시멘트비가 증가하면 탄산화 속도가 빠름 |

【표 3.4.7】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인(계속)

| 구분 | 영향인자 | 탄산화 속도 |
|---|---|---|
| 내적 요인 | 시공 정밀도 | • 다짐이 불충분할수록 탄산화 속도가 빠름 |
| | 콘크리트 결함부 | • 균열부위, 이음부, 손상부위 등에서 탄산화 속도가 빠름 |
| 외적 요인 | 온도 | • 온도 상승시 탄산화 속도가 빠름<br>• 20~50 °C 사이에서는 영향이 크지 않음 |
| | 이산화탄소 농도 | • 농도가 클수록 탄산화 속도가 빠름<br>• 탄산가스 농도 3~10% 사이에서 상승비율이 큼 |
| | 습도 | • 상대습도 50~70% 에서 탄산화 속도가 최대 |
| | 실내, 실외 | • 실내의 탄산화 속도가 빠름 |

3) 탄산화깊이의 측정

본 과업에서는 일반적으로 현장에서 간편하게 이용되는 페놀프탈레인법(페놀프탈레인은 pH 지시약의 일종으로 1% 알칼리용액)을 이용하여 콘크리트의 탄산화 진행 정도를 측정한다.

콘크리트 파단면에 1% 페놀프탈레인 용액을 도포한 후 색의 변화를 관찰하는 방법으로 강알칼리성일수록 짙은 보라색을 띠며 pH 9이하에서는 무색을 나타낸다. 탄산화 진행 깊이의 측정은 콘크리트 표면에서 발색점까지의 깊이를 버니어캘리퍼스 등으로 측정한다.

4) 탄산화를 고려한 잔존수명 예측

탄산화 속도는 경과시간(t)의 평방근에 비례하여 진행한다고 하는 $\sqrt{t}$법으로 표현된다. 탄산화(C)는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$C = A \times \sqrt{t}$$

여기서, C : 탄산화깊이(㎜)

A : 탄산화 속도계수(㎜/ $\sqrt{년}$)

t : 재령(년)

여기서 구해진 탄산화 속도계수(A)를 실제 탄산화깊이와 경과년수를 이용하여 역추적으로 구한 후 탄산화가 철근에 도달하는 시간을 계산하면 콘크리트의 탄산화에 의한 잔존수명을 예측할 수 있다.

수명예측(년) = (철근피복 / 탄산화 속도계수)$^2$

잔존수명예측(년) = 수명예측년수 - 경과년수

5) 평가기준

탄산화 상태평가 기준은 다음과 같다.

【표 3.4.8】탄산화 상태평가 기준

| 기 준 | 탄산화 잔여 깊이 | 철근부식의 가능성 |
|---|---|---|
| a | • 30㎜이상 | • 탄산화에 의한 부식발생 우려 없음 |
| b | • 10㎜이상 ~ 30㎜미만 | • 향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음 |
| c | • 0㎜이상 ~ 10㎜미만 | • 탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음 |
| d | • 0㎜미만 | • 철근부식 발생 |
| e | - | - |

## 라. 염화물함유량시험

1) 콘크리트 속의 염분에 대한 일반적 사항

염화물의 콘크리트 침투를 구분해 보면 일반적으로 두가지로 크게 구분할 수 있다.

하나는 이미 건립된 구조물에 해풍, 해수 및 염화물을 함유한 외부 환경조건에 의해 염화물이 침투 축적되는 경우이고, 다른 하나는 방동대책으로서 염화칼슘($CaCl_2$)과 염화나트륨(NaCl)의 살포에 의해 염화물이 침투하는 경우이다.

다음은 콘크리트 제조시에 배합재료로부터 직접 콘크리트에 침투하는 경우, 특히 아직 굳지 않은 프레쉬 상태일 때 혼입하는 경우인데 이의 예로서는 ① 깨끗이 세척하지 않은 바다 모래의 사용, ② 경화 촉진제로서 염화칼슘($CaCl_2$)의 사용, ③ 염화칼슘($CaCl_2$)을 주체로 한 조강형 AE제의 사용, ④ 혼화수로서 해수의 사용 등을 들 수 있다. 이 중 미세정 바다모래에 의한 염분(염화나트륨(NaCl)을 주로 함유한 것)의 혼입에 의한 것이 염해 원인의 대부분을 차지하고 있다.

콘크리트 중에 함유하는 염화물은 ① 가용성 염화물(수용성 염화물), ② 전 염화물(산 용해성 염화물)의 2종류로 분류할 수 있다. ①의 가용성 염화물로는 콘크리트에서 물에 의해 유출되는 염화물이고, ②의 전 염화물은 콘크리트를 강한 산으로 용해함으로써 유출되는 염화물이다. 가용성 염화물의 측정은 콘크리트의 세공용액 속에 용해되어 있는 유리 염화물의 양을 구하는 경우로 측정할 수 있고 유출온도 등 시험방법의 자세한 내용은 제안되고 있는 각 방법에 따라 약간 차이가 있다. 일본 콘크리트공학협회(JCI)에서는 가용성 염화물을 「경화콘크리트 중에 함유된 50℃의 온수에 녹는 염화물」이라 정의하여 측정방법을 정하고 있다.

전 염화물량과 가용성 염화물량과의 차이는 시멘트 수화물에 고정되어 있는 염화물로써 판정되어진다.

강재 위치에 대한 염화물 이온의 강재 부식발생 한계농도는 콘크리트 단위용적당 양으로서 0.3~1.2kg/m³ 정도이고 이 값은 구조물의 설치 환경조건이나 강재부식 허용량 등의 조건에 따라서 다르다. 예를 들면, 미리 염화물을 혼입한 공시체에 의한 촉진시험 등에서는 0.3~0.6kg/m³ 정도이고 실제 환경의 노출실험에서는 1.2~2.4kg/m³ 정도로 되어 있다. 촉진시험과 실제 환경에서 얻어지는 한계농도의 차이는 시험 공시체와 실제 구조물의 덮개나 물-시멘트비의 차이 그리고 촉진시험 시에 설정되는 고온환경 등 온도의 영향이라고 생각된다.

안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010.12) 및 콘크리트 표준시방서 내구성조사편에서는 경화콘크리트의 경우 전염화물 기준으로 실제 환경의 노출실험 결과 하한치인 1.2kg/m³ 을 강재 부식발생 한계농도로서 정하고 있다. 비록, 부식환경에 따른 전염화물량이 1.2kg/m³ 를 넘더라도 부식이 발생하지 않을 가능성이 있지만 잠재적으로 부식 가능성이 높을 것으로 평가되므로 부식방지를 위한 조치가 검토되어야 할 것이다.

2) 평가기준

① 국내 콘크리트 표준시방서 기준

굳지않은 콘크리트의 경우는 철근의 부식을 방지하기 위하여 0.3kg/㎥이하로 규정하며, 책임기술자의 승인이 있는 경우 0.6kg/㎥까지 허용

② 콘크리트 구조설계기준(2007년)

**【표 3.4.9】염화물 평가기준(콘크리트 구조설계기준(2007))**

| 부재의 종류 | 최대 수용성 염소이온(Cl-), 시멘트의 중량에 대한 비(%) |
|---|---|
| 프리스트레스트 콘크리트 | 0.06 |
| 염화물에 노출된 철근콘크리트 | 0.15 |
| 건조상태 또는 습기로부터 차단된 철근콘크리트 | 1.00 |
| 기타 철근콘크리트 | 0.30 |



금시교

③ 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010. 12)

【표 3.4.10】염화물 상태평가 기준(안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010.12))

| 기 준 | 전염화물 이온량(kg/m³ ) | 철근부식의 가능성 |
|---|---|---|
| a | • 염화물 ≤ 0.3kg/m³ | • 염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없음 |
| b | • 0.3kg/m³ < 염화물 ≤ 1.2kg/m³ | • 염화물이 함유되어 있으나, 부식발생 가능성 낮음 |
| c | • 1.2kg/m³ < 염화물 ≤ 2.5kg/m³ | • 향후 염화물에 의한 부식발생 가능성 높음 |
| d | • 염화물 ≥ 2.5kg/m³ | • 철근 부식발생 |
| e | - | - |

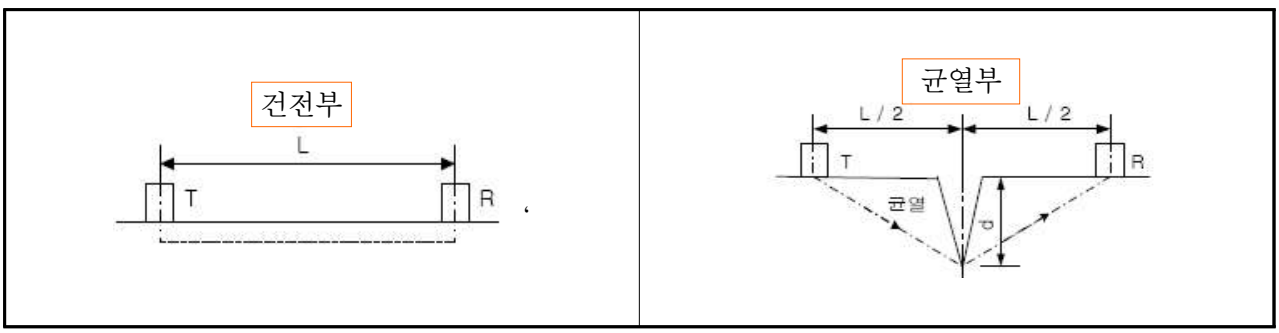
## 마. 균열깊이 조사

콘크리트 표면의 균열깊이는 일반적으로 $T_c$-$T_o$법으로 구한다.

$T_c$-$T_o$법은 콘크리트 부재의 균열부와 건전부에서 아래【그림 3.4.10】과 같이 각각 측정하고, 양자의 데이터 비교에 의해 균열깊이를 산출하는 것이다. 본 방법에서는 균열부분을 중심으로 하여 송신탐촉자와 수신탐촉자를 등간격으로 배치한다. 송신탐촉자(T)로부터 발신된 종파초음파가 그림 중의 점선과 같이 콘크리트 내를 전파하고 균열 선단부를 경유해서 수신탐촉자(R)에 도달하기까지의 시간 $T_c$를 구한다.

비교용으로서 같은 콘크리트 부재에서 균열이 없는 부분을 대상으로 송신탐촉자와 수신탐촉자의 거리 L과 초음파가 전파하는 시간 $T_o$를 구해 다음 식을 적용하여 균열깊이를 구한다. 본 과업에서는 X=10㎝를 적용하였다.

$$d = \frac{L}{2}\sqrt{\frac{(T_c^2)}{(T_o^2)} - 1}$$




【그림 3.4.10】Tc-To법에 의한 탐촉자 배치 및 균열깊이 측정방법

## 3.4.3 시험결과 및 분석

### 가. 대구방향

1) 콘크리트 강도시험

금시교(대구)의 콘크리트 비파괴강도시험은 반발경도법 및 초음파속도법를 이용하여 상부구조 24개소, 하부구조 11개소 등 총 35개소의 비파괴강도 시험을 실시하였으며, 측정결과는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 3.4.11】 상부구조(PSC BOX) 비파괴강도 시험결과(대구)

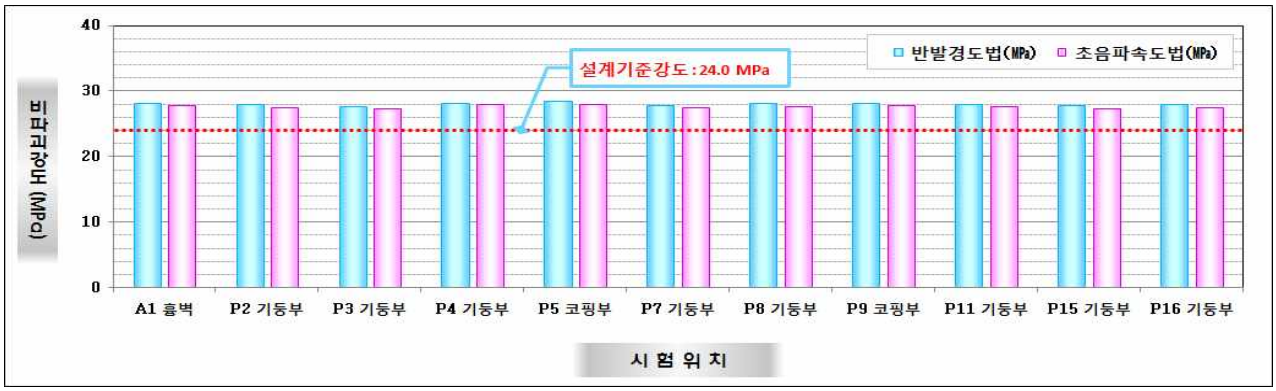
| 시험위치 | | 비파괴시험 | | 반발경도법(MPa) | 초음파속도법(MPa) | 설계기준강도(MPa) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 반발경도 ($R_o$) | 초음파속도 ($V_d$) | 삭③ | 식⑥ | |
| PSC BOX 내부 | 우측복부 S1 | 60.8 | 4.324 | 42.3 | 41.6 | 40.0 |
| | 상부플랜지 S2 | 61.5 | 4.337 | 42.8 | 42.0 | |
| | 좌측복부 S2 | 62.3 | 4.405 | 43.5 | 44.3 | |
| | 우측복부 S3 | 61.5 | 4.316 | 42.8 | 41.3 | |
| | 상부플랜지 S3 | 63.8 | 4.445 | 44.7 | 45.7 | |
| | 우측복부 S4 | 62.7 | 4.345 | 43.8 | 42.3 | |
| | 좌측복부 S5 | 63.6 | 4.386 | 44.6 | 43.7 | |
| | 좌측복부 S6 | 60 | 4.362 | 41.6 | 42.9 | |
| | 우측복부 S7 | 62.3 | 4.352 | 43.5 | 42.5 | |
| | 좌측복부 S8 | 61 | 4.415 | 42.4 | 44.7 | |
| | 상부플랜지 S9 | 60.9 | 4.307 | 42.4 | 41.0 | |
| | 좌측복부 S9 | 60.3 | 4.36 | 41.9 | 42.8 | |
| | 좌측복부 S10 | 60.7 | 4.328 | 42.2 | 41.7 | |
| | 좌측복부 S11 | 60.3 | 4.296 | 41.9 | 40.7 | |
| | 상부플랜지 S12 | 61 | 4.377 | 42.4 | 43.4 | |
| | 우측복부 S12 | 60.2 | 4.29 | 41.8 | 40.5 | |
| | 하부플랜지 S12 | 63.6 | 4.367 | 44.6 | 43.0 | |
| | 우측복부 S13 | 60.2 | 4.313 | 41.8 | 41.2 | |
| | 상부플랜지 S14 | 59.4 | 4.322 | 41.1 | 41.5 | |
| | 우측복부 S14 | 60.9 | 4.362 | 42.4 | 42.9 | |
| | 좌측복부 S15 | 60 | 4.333 | 41.6 | 41.9 | |
| | 좌측복부 S16 | 61.1 | 4.383 | 42.5 | 43.6 | |
| | 우측복부 S17 | 61.2 | 4.333 | 42.6 | 41.9 | |
| | 상부플랜지 S17 | 60.9 | 4.306 | 42.4 | 41.0 | |
| 평 균 | | | | 42.7 | 42.4 | |
| 표 준 편 차 | | | | 1.0 | 1.3 | |
| 변 동 계 수 | | | | 2.3 | 3.1 | |




【그림 3.4.11】 상부구조(PSC BOX) 평균압축강도 추정결과(대구)

【표 3.4.12】 하부구조(교대, 교각) 비파괴강도 시험결과(대구)

| 시험위치 | | | 비파괴시험 | | 반발경도법(MPa) | | | 초음파속도법(MPa) | | | 설계기준강도(MPa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 반발경도($R_o$) | 초음파속도($V_d$) | 식① | 식② | 평균 | 식④ | 식⑤ | 평균 | |
| 하부구조 | 교대 | A1 흉벽 | 49.1 | 4.112 | 27.9 | 28.3 | 28.1 | 25.9 | 29.6 | 27.8 | 24.0 |
| | 교각 | P2 기둥부 | 48.9 | 4.096 | 27.8 | 28.2 | 28.0 | 25.5 | 29.5 | 27.5 | |
| | | P3 기둥부 | 48.3 | 4.083 | 27.3 | 27.9 | 27.6 | 25.3 | 29.3 | 27.3 | |
| | | P4 기둥부 | 49.2 | 4.119 | 28.0 | 28.3 | 28.2 | 26.0 | 29.7 | 27.9 | |
| | | P5 코핑부 | 49.7 | 4.122 | 28.4 | 28.6 | 28.5 | 26.1 | 29.7 | 27.9 | |
| | | P7 기둥부 | 48.6 | 4.092 | 27.5 | 28.1 | 27.8 | 25.5 | 29.4 | 27.5 | |
| | | P8 기둥부 | 49.2 | 4.099 | 28.0 | 28.3 | 28.2 | 25.6 | 29.5 | 27.6 | |
| | | P9 코핑부 | 49.0 | 4.113 | 27.9 | 28.3 | 28.1 | 25.9 | 29.6 | 27.8 | |
| | | P11 기둥부 | 48.8 | 4.106 | 27.7 | 28.2 | 28.0 | 25.8 | 29.6 | 27.7 | |
| | | P15 기둥부 | 48.6 | 4.078 | 27.5 | 28.1 | 27.8 | 25.2 | 29.3 | 27.3 | |
| | | P16 기둥부 | 48.9 | 4.096 | 27.8 | 28.2 | 28.0 | 25.5 | 29.5 | 27.5 | |
| 평 균 | | | | | 27.8 | 28.2 | 28.0 | 25.7 | 29.5 | 27.6 | |
| 표 준 편 차 | | | | | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | |
| 변 동 계 수 | | | | | 1.1 | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 0.5 | 0.8 | |




【그림 3.4.12】 하부구조(교대, 교각) 평균압축강도 추정결과(대구)

- 각 시험법에 의한 비파괴강도 검토결과, 설계기준 대비 상부구조 101~114%, 하부구조 114~119%로 반발경도법 및 초음파속도법에 의한 비파괴 추정강도는 모두 100% 이상을 상회하는 값으로 분석되었다.
- 비파괴 추정식에 의해 평가된 강도는 설계기준강도의 100%이상을 만족하면 적정한 것으로 판단함(일본 국토개발기술연구센터)에 따라 전구간 강도가 설계강도에 100%이상으로 조사되어 상·하부구조의 콘크리트 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 따라서, 금회 시험을 실시한 금시교(대구) 상·하부구조에 대한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하는 없는 것으로 판단된다.

**【표 3.4.13】 비파괴강도시험 결과분석(대구)**

| 구 분 | 시험방법 | 평균강도(A) | 설계기준강도(B) | A/B×100(%) |
|---|---|---|---|---|
| 상부구조 (PSC BOX) | 반발경도법 | 41.1~44.7 | 40.0 | 103~112 |
| | 초음파속도법 | 40.5~45.7 | 40.0 | 101~114 |
| 하부구조 (교대, 교각) | 반발경도법 | 27.6~28.5 | 24.0 | 115~119 |
| | 초음파속도법 | 27.3~27.9 | 24.0 | 114~116 |

② 기 점검결과와의 비교

**【표 3.4.14】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교(부산)**

| 구 분 | | '13년 정밀점검 | 금회('15년) 정밀안전진단 | 설계기준강도 |
|---|---|---|---|---|
| 반발경도법 | 상부구조 (PSC BOX) | 41.7~43.9 | 41.1~44.7 | 40.0 |
| | 하부구조 (교대, 교각) | 24.5~27.2 | 27.6~28.5 | 24.0 |
| 검토의견 | | ■ 기 정밀점검('13년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 콘크리트 구조물에 강도저하는 없는 것으로 판단됨. | | |

2) 철근탐사시험

철근탐사기(RC-Radar)를 이용한 철근탐사시험은 상부구조 24개소, 하부구조 11개소 등 총 35개소에 대하여 철근배근간격 및 피복두께 측정을 실시하였으며, 측정결과는 다음과 같다.

① 철근탐사시험 결과

【표 3.4.15】 철근탐사시험 결과(대구)

| 시험위치 | | 철근종류 | 측정치(㎜) | | 설계치(㎜) | | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 배근간격 | 피복두께 | 배근간격 | 피복두께 | |
| 상부 구조 PSC BOX | 우측복부 S1 | 횡방향철근 | 124 | 41 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 218 | 75 | 200 | 62.5 | |
| | 상부플랜지 S2 | 횡방향철근 | 127 | 42 | 125 | 40.5 | |
| | | 종방향철근 | 198 | 79 | 200 | 59.5 | |
| | 좌측복부 S2 | 횡방향철근 | 124 | 42 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 198 | 88 | 200 | 62.5 | |
| | 우측복부 S3 | 횡방향철근 | 125 | 41 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 220 | 86 | 200 | 62.5 | |
| | 상부플랜지 S3 | 횡방향철근 | 123 | 43 | 125 | 40.5 | |
| | | 종방향철근 | 227 | 61 | 200 | 59.5 | |
| | 우측복부 S4 | 횡방향철근 | 122 | 49 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 218 | 80 | 200 | 62.5 | |
| | 좌측복부 S5 | 횡방향철근 | 126 | 49 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 219 | 79 | 200 | 62.5 | |
| | 좌측복부 S6 | 횡방향철근 | 125 | 48 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 202 | 77 | 200 | 62.5 | |
| | 우측복부 S7 | 횡방향철근 | 124 | 52 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 212 | 77 | 200 | 62.5 | |
| | 좌측복부 S8 | 횡방향철근 | 123 | 43 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 223 | 66 | 200 | 62.5 | |
| | 상부플랜지 S9 | 횡방향철근 | 125 | 48 | 125 | 40.5 | |
| | | 종방향철근 | 185 | 66 | 200 | 59.5 | |
| | 좌측복부 S9 | 횡방향철근 | 126 | 59 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 205 | 82 | 200 | 62.5 | |
| | 좌측복부 S10 | 횡방향철근 | 122 | 50 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 215 | 75 | 200 | 62.5 | |
| | 좌측복부 S11 | 횡방향철근 | 126 | 40 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 205 | 65 | 200 | 62.5 | |
| | 상부플랜지 S12 | 횡방향철근 | 118 | 45 | 125 | 40.5 | |
| | | 종방향철근 | 190 | 54 | 200 | 59.5 | |
| | 우측복부 S12 | 횡방향철근 | 125 | 51 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 205 | 83 | 200 | 62.5 | |

【표 3.4.15】 철근탐사시험 결과(대구, 계속)

| 시험위치 | | | 철근종류 | 측정치(㎜) | | 설계치(㎜) | | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 배근간격 | 피복두께 | 배근간격 | 피복두께 | |
| 상부 구조 PSC BOX | 하부플랜지 S12 | | 횡방향철근 | 127 | 40 | 125 | 40.5 | |
| | | | 종방향철근 | 199 | 50 | 200 | 59.5 | |
| | 우측복부 S13 | | 횡방향철근 | 122 | 41 | 125 | 37.5 | |
| | | | 종방향철근 | 215 | 69 | 200 | 62.5 | |
| | 우측복부 S14 | | 횡방향철근 | 126 | 69 | 125 | 40.5 | |
| | | | 종방향철근 | 210 | 105 | 200 | 59.5 | |
| | 상부플랜지 S14 | | 횡방향철근 | 124 | 46 | 125 | 37.5 | |
| | | | 종방향철근 | 208 | 60 | 200 | 62.5 | |
| | 좌측복부 S15 | | 횡방향철근 | 124 | 52 | 125 | 37.5 | |
| | | | 종방향철근 | 210 | 92 | 200 | 62.5 | |
| | 좌측복부 S16 | | 횡방향철근 | 124 | 47 | 125 | 37.5 | |
| | | | 종방향철근 | 213 | 85 | 200 | 62.5 | |
| | 우측복부 S17 | | 횡방향철근 | 119 | 58 | 125 | 37.5 | |
| | | | 종방향철근 | 218 | 85 | 200 | 62.5 | |
| | 상부플랜지 S17 | | 횡방향철근 | 124 | 47 | 125 | 40.5 | |
| | | | 종방향철근 | 200 | 62 | 200 | 59.5 | |
| 하부 구조 | 교대 | A1 흉벽 | 수직철근 | 95 | 55 | 100 | 40.5 | |
| | | | 수평철근 | 121 | 74 | 125 | 59.5 | |
| | 교각 | P2 기둥부 | 수직철근 | 103 | 85 | 100 | 109.5 | |
| | | | 띠철근 | 149 | 72 | 150 | 90.5 | |
| | | P3 기둥부 | 수직철근 | 98 | 125 | 100 | 109.5 | |
| | | | 띠철근 | 148 | 78 | 150 | 90.5 | |
| | | P4 기둥부 | 수직철근 | 105 | 109 | 100 | 109.5 | |
| | | | 띠철근 | 146 | 86 | 150 | 90.5 | |
| | | P5 코핑부 | 수직철근 | 149 | 96 | 150 | 87.5 | |
| | | | 수평철근 | 300 | 105 | 300 | 112.5 | |
| | | P7 기둥부 | 수직철근 | 108 | 86 | 100 | 109.5 | |
| | | | 띠철근 | 153 | 73 | 150 | 90.5 | |
| | | P8 기둥부 | 수직철근 | 103 | 110 | 100 | 109.5 | |
| | | | 띠철근 | 147 | 81 | 150 | 90.5 | |
| | | P9 코핑부 | 수직철근 | 157 | 86 | 150 | 87.5 | |
| | | | 수평철근 | 312 | 101 | 300 | 112.5 | |
| | | P11 기둥부 | 수직철근 | 100 | 81 | 100 | 109.5 | |
| | | | 띠철근 | 147 | 57 | 150 | 90.5 | |
| | | P15 기둥부 | 수직철근 | 103 | 115 | 100 | 109.5 | |
| | | | 띠철근 | 148 | 69 | 150 | 90.5 | |
| | | P16 기둥부 | 수직철근 | 108 | 103 | 100 | 109.5 | |
| | | | 띠철근 | 145 | 90 | 150 | 90.5 | |

【표 3.4.16】 철근탐사시험 결과분석(대구)

| 구 분 | 부재 | 철근종류 | 측정치(㎜) | | 설계치(㎜) | | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 배근간격 | 피복두께 | 배근간격 | 피복두께 | |
| 상부구조 (PSC BOX) | 상 · 하부 플랜지 | 횡방향철근 | 118~127 | 42~69 | 125 | 40.5 | |
| | | 종방향철근 | 185~227 | 54~105 | 200 | 59.5 | |
| | 복부 | 횡방향철근 | 119~126 | 41~59 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 198~23 | 60~92 | 200 | 62.5 | |
| 하부구조 (교대, 교각) | 교대 | 수직철근 | 95 | 55 | 100 | 40.5 | |
| | | 수평철근 | 121 | 74 | 125 | 59.5 | |
| | 교각 코핑부 | 수직철근 | 149~157 | 86~96 | 150 | 87.5 | |
| | | 수평철근 | 300~312 | 101~105 | 300 | 112.5 | |
| | 교각 기둥부 | 수직철근 | 98~108 | 81~125 | 100 | 109.5 | |
| | | 띠철근 | 145~153 | 57~90 | 150 | 90.5 | |

본 과업대상 교량에 대하여 철근탐사 수행결과, 측정된 철근배근 간격 및 피복두께는 부재별로 설계도서과 비교시 일부 구간에서 미소한 편차는 있으나 대부분의 측정 부재에서 근사한 것으로 측정되었으며, 지속적인 점검 및 관찰을 실시한다면 문제는 없을 것으로 판단된다.

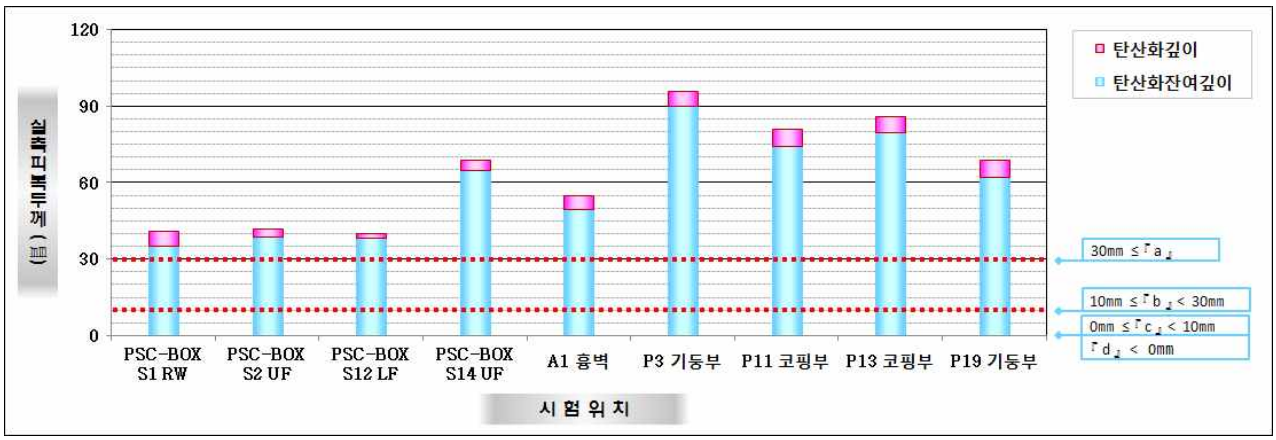
3) 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 상부구조 4개소, 하부구조 5개소 등 총 9개소에 대하여 탄산화 잔여깊이를 측정하였고, 실측 최소 피복두께를 적용하기 위해 철근탐사시험과 동일한 위치를 선정하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 3.4.17】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가(대구)

| 시험위치 | | 탄산화 깊이 (㎜) | 실측 피복두께 (㎜) | 탄산화 잔여깊이 (㎜) | 평가 결과 | 탄산화 속도계수 (A) | 잔존 수명 (년) | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 상부 구조 | PSC-BOX S1 RW | 5.7 | 41.0 | 35.3 | a | 1.849 | 482 | 100년이상 |
| | PSC-BOX S2 UF | 3.2 | 42.0 | 38.8 | a | 1.038 | 1,628 | |
| | PSC-BOX S12 LF | 1.4 | 40.0 | 38.6 | a | 0.454 | 7,753 | |
| | PSC-BOX S14 UF | 4.1 | 69.0 | 64.9 | a | 1.330 | 2,682 | |
| 하부 구조 | 교대 A1 흉벽 | 5.3 | 55.0 | 49.7 | a | 1.702 | 1,035 | 100년이상 |
| | 교각 P3 기둥부 | 5.8 | 96.0 | 90.2 | a | 1.862 | 2,648 | |
| | 교각 P11 코핑부 | 6.6 | 81.0 | 74.4 | a | 2.119 | 1,451 | |
| | 교각 P13 코핑부 | 6.1 | 86.0 | 79.9 | a | 1.959 | 1,918 | |
| | 교각 P19 기둥부 | 6.8 | 69.0 | 62.2 | a | 2.183 | 989 | |




【그림 3.4.13】 탄산화 깊이 측정결과(대구)

콘크리트 부재에 대한 탄산화 깊이 측정결과, 실측 피복두께와 비교시 탄산화 잔여깊이가 30.0㎜ 이상으로 측정되어 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2012. 10)』의 건전성 평가 기준에 의거 "a"로 평가되었으며, 철근까지의 탄산화 도달시간은 시험개소 모두 100년 이상으로 측정되어 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성이 없는 양호한 상태로 분석되었다.

② 기 점검결과와의 비교

【표 3.4.18】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교(대구)

| 구 분 | | '13년 정밀점검 | 금회('15년) 정밀안전진단 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|
| 탄산화 진행깊이 (㎜) | 상부구조 | 2.0~5.0 | 1.4~5.7 | |
| | 하부구조 | 4.0~7.0 | 5.3~6.8 | |
| 검토의견 | | ■ 기 정밀점검('13년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 탄산화의 급격한 진전은 없는 것으로 판단됨. | | |

4) 염화물함유량 시험

염화물함유량 시험은 상부구조 2개소, 하부구조 2개소 등 총 4개소에 대하여 깊이별 시료를 채취하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

① 염화물 함유량 시험결과

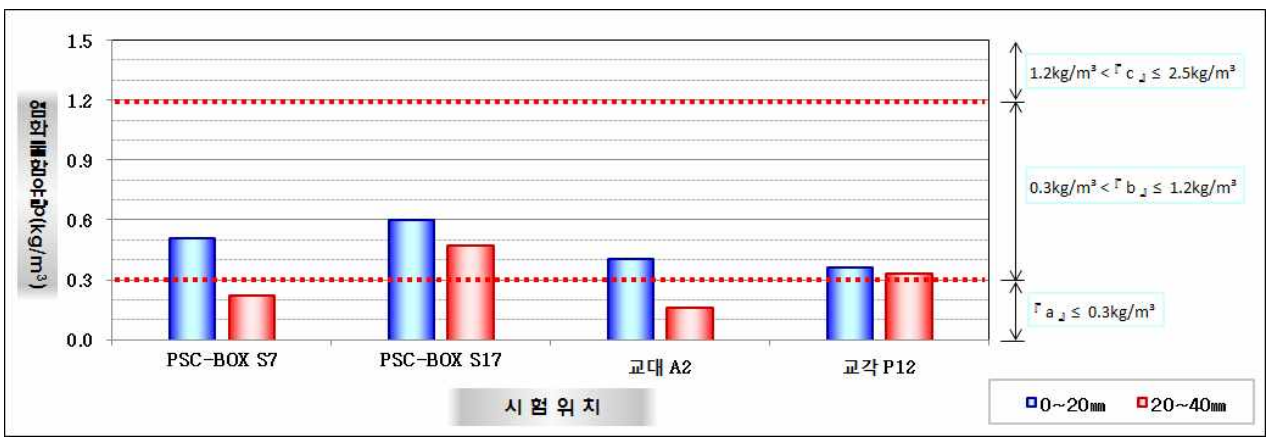
【표 3.4.19】염화물함유량 시험결과 및 평가(대구)

| 시험위치 | | 측정 깊이 | 염화물 함유량 | | 평가 결과 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $Cl^-$(%) | $Cl^-$(kg/㎥) | | |
| 상부 구조 | PSC BOX S7 | 0~20㎜ | 0.0225 | 0.509 | b | |
| | | 20~40㎜ | 0.0098 | 0.221 | a | |
| | PSC BOX S17 | 0~20㎜ | 0.0266 | 0.601 | b | |
| | | 20~40㎜ | 0.0211 | 0.477 | b | |
| 하부 구조 | 교대 A2 | 0~20㎜ | 0.0181 | 0.409 | b | |
| | | 20~40㎜ | 0.0072 | 0.162 | a | |
| | 교각 P12 | 0~20㎜ | 0.0161 | 0.364 | b | |
| | | 20~40㎜ | 0.0147 | 0.332 | b | |

※ 콘크리트 환산 염화물 함유량(kg/㎥) = 전 염화물 함유량($Cl^-$)% / 100 × 콘크리트 단위중량(2,263kg/㎥)

콘크리트 시료의 염화물함유량 평가는 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010. 12)” 평가기준에 의거하여 수행하였으며, 깊이별 분석결과 염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없는 상태인 “a~b”로 평가되었다.

다만, 바닥판상면, 신축이음 인접부재 등은 동절기 제설작업을 위해 살포한 염화칼슘의 영향으로 염화물함유량이 높아져 철근부식 등의 내구성 저하를 야기할 수 있으므로 향후 염화물함유량에 대한 주기적인 측정이 필요하다.




【그림 3.4.14】염화물시험 측정결과(대구)

5) 균열깊이 측정결과

외관조사시 PSC-BOX(고강도) 및 하부 콘크리트에 국부적으로 조사된 균열폭 0.2㎜이상 균열 중 임의로 대표손상을 선정하였으며, 초음파속도를 이용하여 균열깊이 측정을 실시하였다.

【표 3.4.20】 균열깊이 측정결과(대구)

| 시험위치 | | 균열폭 (㎜) | 전달거리 (㎜) | 초음파 전달시간 ($\times 10^{-6}$sec) | | 균열깊이 (㎜) | 피복두께 (㎜) | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 건전부 (To) | 균열부 (Tc) | | | |
| 상부 구조 | PSC-BOX 내부 S13 UF | 0.2 | 200 | 48.5 | 55.7 | 56.5 | 37.5 | |
| | PSC-BOX 외부 S15 LW | 0.2 | 200 | 51.9 | 56.4 | 42.5 | 37.5 | |
| 하부 구조 | 교각 P3 코핑부 | 0.3 | 200 | 53.8 | 68.1 | 77.6 | 87.5 | |
| | 교각 P10 코핑부 | 0.3 | 200 | 55.1 | 74.5 | 91.0 | 87.5 | |

균열깊이 측정결과, 측정 대상 균열심도가 철근피복두께를 초과하거나 근접한 것으로 측정되었으며, 내구성확보 차원의 보수가 필요한 것으로 판단된다.

## 나. 부산방향

1) 콘크리트 강도시험

금시교(부산)의 콘크리트 비파괴강도시험은 반발경도법 및 초음파속도법를 이용하여 상부구조 24개소, 하부구조 11개소 등 총 35개소의 비파괴강도 시험을 실시하였으며, 측정결과는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 3.4.21】 상부구조(PSC BOX) 비파괴강도 시험결과(부산)

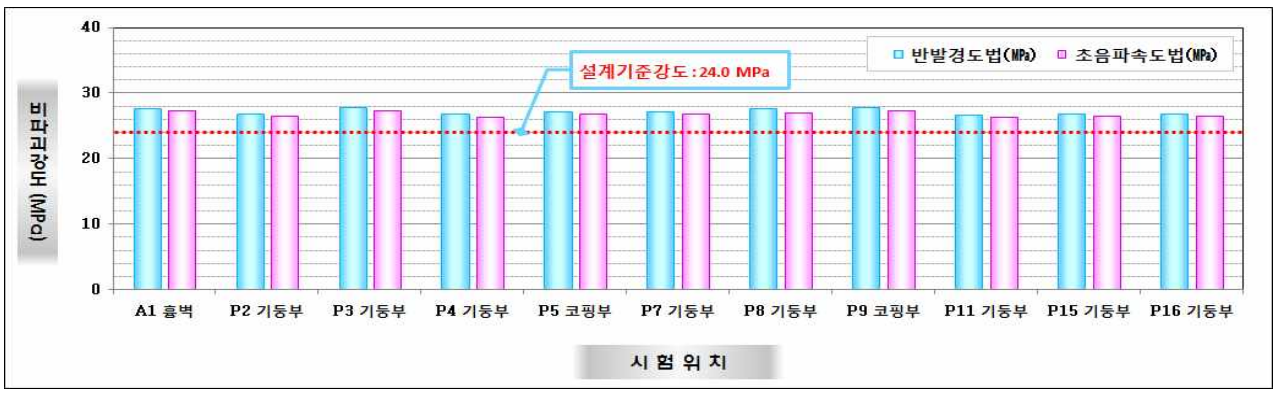
| 시험위치 | | 비파괴시험 | | 반발경도법(MPa) | 초음파속도법(MPa) | 설계기준강도(MPa) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 반발경도 ($R_o$) | 초음파속도 ($V_d$) | 삭③ | 식⑥ | |
| PSC BOX 내부 | 우측복부 S1 | 61.2 | 4.348 | 42.6 | 42.4 | 40.0 |
| | 좌측복부 S2 | 60.4 | 4.312 | 41.9 | 41.2 | |
| | 하부플랜지 S3 | 64.1 | 4.392 | 45.0 | 43.9 | |
| | 우측복부 S3 | 61 | 4.337 | 42.4 | 42.0 | |
| | 좌측복부 S4 | 62.1 | 4.328 | 43.3 | 41.7 | |
| | 상부플랜지 S5 | 63.7 | 4.351 | 44.7 | 42.5 | |
| | 우측복부 S5 | 60.3 | 4.337 | 41.9 | 42.0 | |
| | 좌측복부 S6 | 61.3 | 4.347 | 42.7 | 42.4 | |
| | 좌측복부 S7 | 62.1 | 4.33 | 43.3 | 41.8 | |
| | 우측복부 S8 | 60.4 | 4.36 | 41.9 | 42.8 | |
| | 우측복부 S9 | 62.4 | 4.344 | 43.6 | 42.3 | |
| | 상부플랜지 S9 | 60.7 | 4.381 | 42.2 | 43.5 | |
| | 좌측복부 S10 | 61.1 | 4.373 | 42.5 | 43.2 | |
| | 좌측복부 S11 | 61.8 | 4.305 | 43.1 | 41.0 | |
| | 상부플랜지 S11 | 60.9 | 4.405 | 42.4 | 44.3 | |
| | 우측복부 S12 | 61.7 | 4.31 | 43.0 | 41.1 | |
| | 좌측복부 S13 | 60.1 | 4.332 | 41.7 | 41.9 | |
| | 상부플랜지 S13 | 60.5 | 4.324 | 42.0 | 41.6 | |
| | 좌측복부 S14 | 59.9 | 4.364 | 41.5 | 42.9 | |
| | 우측복부 S15 | 61.4 | 4.432 | 42.8 | 45.2 | |
| | 상부플랜지 S15 | 60.5 | 4.34 | 42.0 | 42.1 | |
| | 우측복부 S16 | 61.1 | 4.387 | 42.5 | 43.7 | |
| | 상부플랜지 S16 | 60.6 | 4.332 | 42.1 | 41.9 | |
| | 우측복부 S17 | 60.6 | 4.324 | 42.1 | 41.6 | |
| 평 균 | | | | 42.6 | 42.5 | |
| 표 준 편 차 | | | | 0.9 | 1.1 | |
| 변 동 계 수 | | | | 2.1 | 2.5 | |




【그림 3.4.15】 상부구조(PSC BOX) 평균압축강도 추정결과(부산)

【표 3.4.22】 하부구조(교대, 교각) 비파괴강도 시험결과(부산)

| 시험위치 | | | 비파괴시험 | | 반발경도법(MPa) | | | 초음파속도법(MPa) | | | 설계기준강도(MPa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 반발경도($R_o$) | 초음파속도($V_d$) | 식① | 식② | 평균 | 식④ | 식⑤ | 평균 | |
| 하부구조 | 교대 | A1 흉벽 | 48.4 | 4.081 | 27.4 | 28.0 | 27.7 | 25.2 | 29.3 | 27.3 | 24.0 |
| | 교각 | P2 기둥부 | 47.1 | 4.031 | 26.3 | 27.4 | 26.9 | 24.2 | 28.8 | 26.5 | |
| | | P3 기둥부 | 48.6 | 4.079 | 27.5 | 28.1 | 27.8 | 25.2 | 29.3 | 27.3 | |
| | | P4 기둥부 | 46.9 | 4.025 | 26.2 | 27.3 | 26.8 | 24.0 | 28.8 | 26.4 | |
| | | P5 코핑부 | 47.4 | 4.047 | 26.6 | 27.5 | 27.1 | 24.5 | 29.0 | 26.8 | |
| | | P7 기둥부 | 47.6 | 4.046 | 26.7 | 27.6 | 27.2 | 24.5 | 29.0 | 26.8 | |
| | | P8 기둥부 | 48.2 | 4.059 | 27.2 | 27.9 | 27.6 | 24.8 | 29.1 | 27.0 | |
| | | P9 코핑부 | 48.5 | 4.085 | 27.5 | 28.0 | 27.8 | 25.3 | 29.4 | 27.4 | |
| | | P11 기둥부 | 46.8 | 4.018 | 26.1 | 27.3 | 26.7 | 23.9 | 28.7 | 26.3 | |
| | | P15 기둥부 | 47.1 | 4.030 | 26.3 | 27.4 | 26.9 | 24.2 | 28.8 | 26.5 | |
| | | P16 기둥부 | 47.0 | 4.030 | 26.3 | 27.4 | 26.9 | 24.2 | 28.8 | 26.5 | |
| 평 균 | | | | | 26.7 | 27.6 | 27.2 | 24.5 | 29.0 | 26.8 | |
| 표 준 편 차 | | | | | 0.6 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.2 | 0.4 | |
| 변 동 계 수 | | | | | 2.1 | 1.1 | 1.6 | 2.1 | 0.8 | 1.5 | |




【그림 3.4.16】 하부구조(교대, 교각) 평균압축강도 추정결과(부산)

- 각 시험법에 의한 비파괴강도 검토결과, 설계기준 대비 상부구조 104～113%, 하부구조 110～114%로 반발경도법 및 초음파속도법에 의한 비파괴 추정강도는 모두 100% 이상을 상회하는 값으로 분석되었다.
- 비파괴 추정식에 의해 평가된 강도는 설계기준강도의 100%이상을 만족하면 적정한 것으로 판단함(일본 국토개발기술연구센터)에 따라 전구간 강도가 설계강도에 100%이상으로 조사되어 상・하부구조의 콘크리트 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 따라서, 금회 시험을 실시한 금시교(부산) 상・하부구조에 대한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하는 없는 것으로 판단된다.

**【표 3.4.23】비파괴강도시험 결과분석(부산)**

| 구 분 | 시험방법 | 평균강도(A) | 설계기준강도(B) | A/B×100(%) |
|---|---|---|---|---|
| 상부구조 (PSC BOX) | 반발경도법 | 41.5～45.0 | 40.0 | 104～113 |
| | 초음파속도법 | 41.0～45.2 | 40.0 | 103～113 |
| 하부구조 (교대, 교각) | 반발경도법 | 26.7～27.8 | 24.0 | 111～116 |
| | 초음파속도법 | 26.3～27.4 | 24.0 | 110～114 |

② 기 점검결과와의 비교

**【표 3.4.24】비파괴강도 기 점검결과와의 비교(부산)**

| 구 분 | | '13년 정밀점검 | 금회('15년) 정밀안전진단 | 설계기준강도 |
|---|---|---|---|---|
| 반발경도법 | 상부구조 (PSC BOX) | 41.7～44.8 | 41.5～45.0 | 40.0 |
| | 하부구조 (교대, 교각) | 24.5～27.2 | 26.7～27.8 | 24.0 |
| 검토의견 | | ■ 기 정밀점검('13년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 콘크리트 구조물에 강도저하는 없는 것으로 판단됨. | | |

2) 철근탐사시험

철근탐사기(RC-Radar)를 이용한 철근탐사시험은 상부구조 24개소, 하부구조 11개소 등 총 35개소에 대하여 철근배근간격 및 피복두께 측정을 실시하였으며, 측정결과는 다음과 같다.

① 철근탐사시험 결과

【표 3.4.25】 철근탐사시험 결과(부산)

| 시험위치 | | 철근종류 | 측정치(㎜) | | 설계치(㎜) | | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 배근간격 | 피복두께 | 배근간격 | 피복두께 | |
| 상부 구조 PSC BOX | 우측복부 S1 | 횡방향철근 | 124 | 47 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 219 | 80 | 200 | 62.5 | |
| | 좌측복부 S2 | 횡방향철근 | 127 | 45 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 223 | 72 | 200 | 62.5 | |
| | 하부플랜지 S3 | 횡방향철근 | 126 | 45 | 125 | 40.5 | |
| | | 종방향철근 | 200 | 68 | 200 | 59.5 | |
| | 우측복부 S3 | 횡방향철근 | 125 | 43 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 205 | 75 | 200 | 62.5 | |
| | 좌측복부 S4 | 횡방향철근 | 124 | 42 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 210 | 70 | 200 | 62.5 | |
| | 상부플랜지 S5 | 횡방향철근 | 119 | 41 | 125 | 40.5 | |
| | | 종방향철근 | 205 | 59 | 200 | 59.5 | |
| | 우측복부 S5 | 횡방향철근 | 127 | 50 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 205 | 92 | 200 | 62.5 | |
| | 좌측복부 S6 | 횡방향철근 | 123 | 50 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 210 | 87 | 200 | 62.5 | |
| | 좌측복부 S7 | 횡방향철근 | 124 | 51 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 213 | 77 | 200 | 62.5 | |
| | 우측복부 S8 | 횡방향철근 | 126 | 47 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 218 | 90 | 200 | 62.5 | |
| | 우측복부 S9 | 횡방향철근 | 125 | 46 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 220 | 83 | 200 | 62.5 | |
| | 상부플랜지 S9 | 횡방향철근 | 125 | 47 | 125 | 40.5 | |
| | | 종방향철근 | 195 | 69 | 200 | 59.5 | |
| | 좌측복부 S10 | 횡방향철근 | 127 | 45 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 208 | 85 | 200 | 62.5 | |
| | 좌측복부 S11 | 횡방향철근 | 123 | 46 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 193 | 77 | 200 | 62.5 | |
| | 상부플랜지 S11 | 횡방향철근 | 120 | 40 | 125 | 40.5 | |
| | | 종방향철근 | 203 | 64 | 200 | 59.5 | |
| | 우측복부 S12 | 횡방향철근 | 123 | 44 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 225 | 85 | 200 | 62.5 | |

【표 3.4.25】 철근탐사시험 결과(부산, 계속)

| 시험위치 | | | 철근종류 | 측정치(㎜) | | 설계치(㎜) | | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 배근간격 | 피복두께 | 배근간격 | 피복두께 | |
| 상부 구조 PSC BOX | 좌측복부 S13 | | 횡방향철근 | 127 | 53 | 125 | 37.5 | |
| | | | 종방향철근 | 198 | 80 | 200 | 62.5 | |
| | 상부플랜지 S13 | | 횡방향철근 | 119 | 35 | 125 | 40.5 | |
| | | | 종방향철근 | 200 | 59 | 200 | 59.5 | |
| | 좌측복부 S14 | | 횡방향철근 | 124 | 49 | 125 | 37.5 | |
| | | | 종방향철근 | 213 | 81 | 200 | 62.5 | |
| | 우측복부 S15 | | 횡방향철근 | 123 | 50 | 125 | 37.5 | |
| | | | 종방향철근 | 200 | 78 | 200 | 62.5 | |
| | 상부플랜지 S15 | | 횡방향철근 | 126 | 41 | 125 | 40.5 | |
| | | | 종방향철근 | 198 | 69 | 200 | 59.5 | |
| | 우측복부 S16 | | 횡방향철근 | 128 | 47 | 125 | 37.5 | |
| | | | 종방향철근 | 198 | 61 | 200 | 62.5 | |
| | 상부플랜지 S16 | | 횡방향철근 | 125 | 41 | 125 | 40.5 | |
| | | | 종방향철근 | 218 | 85 | 200 | 59.5 | |
| | 우측복부 S17 | | 횡방향철근 | 123 | 69 | 125 | 37.5 | |
| | | | 종방향철근 | 212 | 88 | 200 | 62.5 | |
| 하부 구조 | 교대 | A1 흉벽 | 수직철근 | 100 | 61 | 100 | 40.5 | |
| | | | 수평철근 | 125 | 79 | 125 | 59.5 | |
| | 교각 | P2 기둥부 | 수직철근 | 107 | 112 | 100 | 109.5 | |
| | | | 띠철근 | 145 | 76 | 150 | 90.5 | |
| | | P3 기둥부 | 수직철근 | 105 | 118 | 100 | 109.5 | |
| | | | 띠철근 | 156 | 75 | 150 | 90.5 | |
| | | P4 기둥부 | 수직철근 | 105 | 113 | 100 | 109.5 | |
| | | | 띠철근 | 150 | 100 | 150 | 90.5 | |
| | | P5 코핑부 | 수직철근 | 150 | 83 | 150 | 87.5 | |
| | | | 수평철근 | 303 | 125 | 300 | 112.5 | |
| | | P7 기둥부 | 수직철근 | 104 | 91 | 100 | 109.5 | |
| | | | 띠철근 | 158 | 80 | 150 | 90.5 | |
| | | P8 기둥부 | 수직철근 | 94 | 69 | 100 | 109.5 | |
| | | | 띠철근 | 144 | 53 | 150 | 90.5 | |
| | | P9 코핑부 | 수직철근 | 300 | 113 | 300 | 87.5 | |
| | | | 수평철근 | 298 | 121 | 300 | 112.5 | |
| | | P10 코핑부 | 수직철근 | 150 | 113 | 150 | 87.5 | |
| | | | 띠철근 | 303 | 134 | 300 | 112.5 | |
| | | P11 기둥부 | 수직철근 | 104 | 131 | 100 | 109.5 | |
| | | | 띠철근 | 145 | 93 | 150 | 90.5 | |
| | | P15 기둥부 | 수직철근 | 109 | 121 | 100 | 109.5 | |
| | | | 띠철근 | 148 | 92 | 150 | 90.5 | |

【표 3.4.26】 철근탐사시험 결과분석(부산)

| 구 분 | 부재 | 철근종류 | 측정치(㎜) | | 설계치(㎜) | | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 배근간격 | 피복두께 | 배근간격 | 피복두께 | |
| 상부구조 (PSC BOX) | 상 · 하부 플랜지 | 횡방향철근 | 119~126 | 35~47 | 125 | 40.5 | |
| | | 종방향철근 | 195~218 | 59~85 | 200 | 59.5 | |
| | 복부 | 횡방향철근 | 123~128 | 44~69 | 125 | 37.5 | |
| | | 종방향철근 | 193~223 | 61~92 | 200 | 62.5 | |
| 하부구조 (교대, 교각) | 교대 | 수직철근 | 100 | 61 | 100 | 40.5 | |
| | | 수평철근 | 125 | 79 | 125 | 59.5 | |
| | 교각 코핑부 | 수직철근 | 150~300 | 83~113 | 150, 300 | 87.5 | |
| | | 수평철근 | 298~303 | 121~134 | 300 | 112.5 | |
| | 교각 기둥부 | 수직철근 | 94~109 | 69~131 | 100 | 109.5 | |
| | | 띠철근 | 144~158 | 53~100 | 150 | 90.5 | |

본 과업대상 교량에 대하여 철근탐사 수행결과, 측정된 철근배근 간격 및 피복두께는 부재별로 설계도서과 비교시 일부 구간에서 미소한 편차는 있으나 대부분의 측정 부재에서 근사한 것으로 측정되었으며, 지속적인 점검 및 관찰을 실시한다면 문제는 없을 것으로 판단된다.

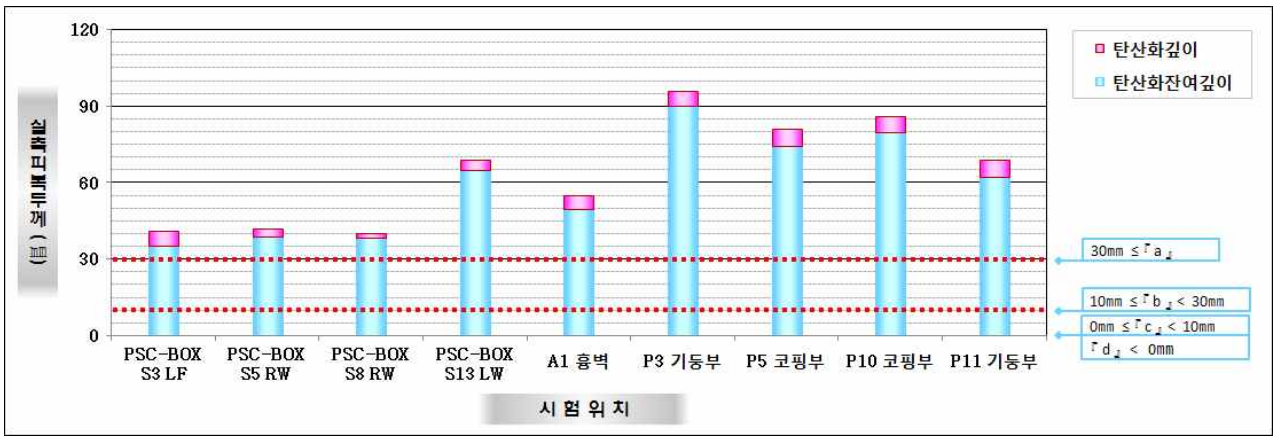
3) 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 상부구조 4개소, 하부구조 5개소 등 총 9개소에 대하여 탄산화 잔여깊이를 측정하였고, 실측 최소 피복두께를 적용하기 위해 철근탐사시험과 동일한 위치를 선정하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 3.4.27】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가(부산)

| 시험위치 | | 탄산화 깊이 (㎜) | 실측 피복두께 (㎜) | 탄산화 잔여깊이 (㎜) | 평가 결과 | 탄산화 속도계수 (A) | 잔존 수명 (년) | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 상부 구조 | PSC-BOX S3 LF | 1.5 | 45.0 | 43.5 | a | 1.849 | 482 | 100년이상 |
| | PSC-BOX S5 RW | 4.4 | 50.0 | 45.6 | a | 1.038 | 1,628 | |
| | PSC-BOX S8 RW | 6.6 | 47.0 | 40.4 | a | 0.454 | 7,753 | |
| | PSC-BOX S13 LW | 3.9 | 53.0 | 49.1 | a | 1.330 | 2,682 | |
| 하부 구조 | 교대 A1 흉벽 | 5.7 | 61.0 | 55.3 | a | 1.702 | 1,035 | 100년이상 |
| | 교각 P3 기둥부 | 7.3 | 75.0 | 67.7 | a | 1.862 | 2,648 | |
| | 교각 P5 코핑부 | 6.4 | 83.0 | 76.6 | a | 2.119 | 1,451 | |
| | 교각 P10 코핑부 | 5.9 | 113.0 | 107.1 | a | 1.959 | 1,918 | |
| | 교각 P11 기둥부 | 6.2 | 93.0 | 86.8 | a | 2.183 | 989 | |




【그림 3.4.17】탄산화 깊이 측정결과(부산)

콘크리트 부재에 대한 탄산화 깊이 측정결과, 실측 피복두께와 비교시 탄산화 잔여깊이가 30.0㎜ 이상으로 측정되어 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2012. 10)』의 건전성 평가 기준에 의거 "a"로 평가되었으며, 철근까지의 탄산화 도달시간은 시험개소 모두 100년 이상으로 측정되어 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성이 없는 양호한 상태로 분석되었다.

② 기 점검결과와의 비교

【표 3.4.28】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교(부산)

| 구 분 | | '13년 정밀점검 | 금회('15년) 정밀안전진단 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|
| 탄산화 진행깊이 (㎜) | 상부구조 | 3.0~4.0 | 1.5~6.6 | |
| | 하부구조 | 5.0~8.0 | 5.7~7.3 | |
| 검토의견 | | ■ 기 정밀점검('13년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 탄산화의 급격한 진전은 없는 것으로 판단됨. | | |

4) 염화물함유량 시험

염화물함유량 시험은 상부구조 2개소, 하부구조 2개소 등 총 4개소에 대하여 깊이별 시료를 채취하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

① 염화물 함유량 시험결과

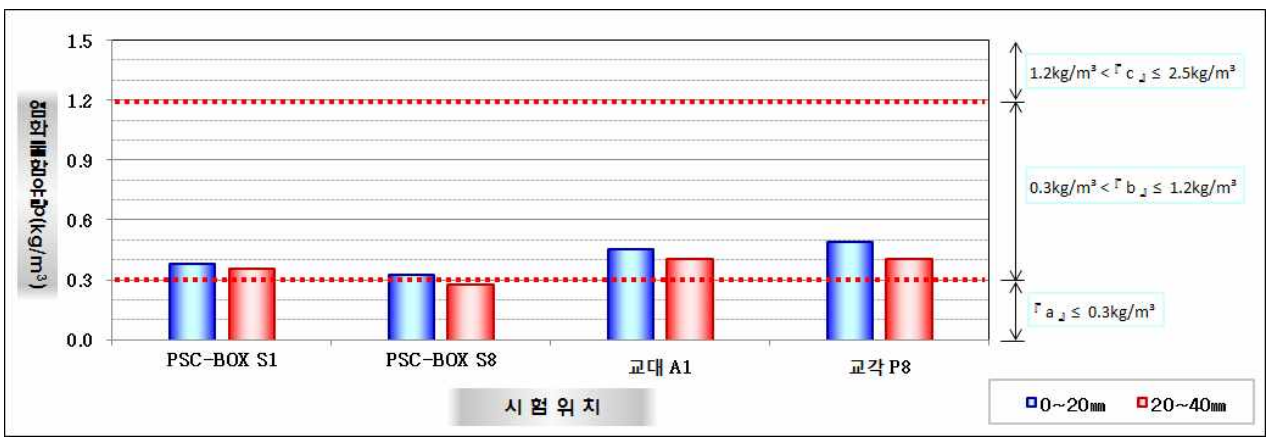
【표 3.4.29】염화물함유량 시험결과 및 평가(부산)

| 시험위치 | | 측정 깊이 | 염화물 함유량 | | 평가 결과 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $Cl^-$(%) | $Cl^-$(kg/m³) | | |
| 상부 구조 | PSC BOX S1 | 0~20㎜ | 0.0169 | 0.382 | b | |
| | | 20~40㎜ | 0.0159 | 0.359 | b | |
| | PSC BOX S8 | 0~20㎜ | 0.0144 | 0.325 | b | |
| | | 20~40㎜ | 0.0122 | 0.276 | a | |
| 하부 구조 | 교대 A1 | 0~20㎜ | 0.0201 | 0.454 | b | |
| | | 20~40㎜ | 0.0181 | 0.409 | b | |
| | 교각 P8 | 0~20㎜ | 0.0217 | 0.491 | b | |
| | | 20~40㎜ | 0.0179 | 0.405 | b | |

※ 콘크리트 환산 염화물 함유량(kg/㎥) = 전 염화물 함유량($Cl^-$)% / 100 × 콘크리트 단위중량(2,263kg/㎥)

콘크리트 시료의 염화물함유량 평가는 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010. 12)” 평가기준에 의거하여 수행하였으며, 깊이별 분석결과 염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없는 상태인 “a~b”로 평가되었다.

다만, 바닥판상면, 신축이음 인접부재 등은 동절기 제설작업을 위해 살포한 염화칼슘의 영향으로 염화물함유량이 높아져 철근부식 등의 내구성 저하를 야기할 수 있으므로 향후 염화물함유량에 대한 주기적인 측정이 필요하다.




【그림 3.4.18】염화물시험 측정결과(부산)

5) 균열깊이 측정결과

외관조사시 PSC-BOX(고강도) 및 하부 콘크리트에 국부적으로 조사된 균열폭 0.2㎜이상 균열 중 임의로 대표손상을 선정하였으며, 초음파속도를 이용하여 균열깊이 측정을 실시하였다.

【표 3.4.30】 균열깊이 측정결과(부산)

| 시험위치 | | 균열폭 (㎜) | 전달거리 (㎜) | 초음파 전달시간 ($\times 10^{-6}$sec) | | 균열깊이 (㎜) | 피복두께 (㎜) | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 건전부 (To) | 균열부 (Tc) | | | |
| 상부 구조 | PSC-BOX 내부 S10 LW | 0.2 | 200 | 50.8 | 59.4 | 60.6 | 45 | |
| | PSC-BOX 외부 S17 UF | 0.3 | 200 | 53.7 | 60.7 | 52.7 | 37.5 | |
| 하부 구조 | 교각 P2 코핑부 | 0.3 | 200 | 55.1 | 76.8 | 97.1 | 87.5 | |

균열깊이 측정결과, 측정 대상 균열심도가 철근피복두께를 초과한 것으로 측정되었으며, 내구성확보 차원의 보수가 필요한 것으로 판단된다.

# 3.5 현장조사 및 시험 결과요약

## 3.5.1 외관조사 결과요약

### 가. 대구방향

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

【표 3.5.1】 외관조사 결과요약(대구)

| 구 분 | | 주요결함 및 외관조사 결과 | 검토의견 |
|---|---|---|---|
| PSC BOX 거더 | 내부 | •상부 바닥판에 종균열이 다수 발생되었으며, 벽체부에 간헐적인 수평 및 경사균열, 격벽부 균열 및 망상균열 | •시공적, 환경적 요인에 의한 손상으로 장기 공용에 따라 Tendon이나 철근 부식, Con'c 내구성에 영향을 미칠 수 있어 0.2㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 0.1㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직함 |
| | | •백태, 재료분리 | •작업구 메움부의 정밀시공 미흡에 의한 손상으로 손상확대 방지를 위해 단면보수가 바람직함<br>•External Tendon Block부 백태 손상은 시공 초기 손상으로 손상 진행이 수렴된 것으로 판단되어 표면처리 및 주의관찰이 필요하고 향후, 지속적인 백태 발생시 누수부에 대한 단면보수가 필요함 |
| | | •파손 및 이물질 퇴적 등의 손상이 조사됨 | •파손 및 이물질 퇴적 손상은 경미한 손상이나 원활한 유지관리를 위해 단면보수 및 청소/제거가 바람직함 |
| | 외부 | •하부 바닥판에 종균열이 간헐적으로 발생되었으며, 벽체부에 수평 및 경사 균열이 조사됨 | •시공적, 환경적 요인에 의한 손상으로 장기 공용에 따라 Tendon이나 철근 부식, Con'c 내구성에 영향을 미칠 수 있어 0.2㎜이상 균열 손상은 주입보수를 실시하고, 0.1㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직함 |
| | | •표면부 백태 및 누수오염 | •백태는 표면부에 시공초기 발생한 경미한 손상으로 미관 및 내구성 확보를 위해 표면처리가 바람직함<br>•누수오염은 내구성 확보를 위해 표면처리가 바람직하고 향후, 신축이음장치 재설치시 방호벽 단부측에 대한 정밀 마감시공이 필요함 |
| | | •파손, 박리 | •장기 공용시 손상확대가 우려되므로 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요함 |
| | | •유도배수관 길이부족 등의 손상이 조사됨 | •교면수 유출로 하부구조의 열화 가능성이 있는 것으로 열화방지를 위해 지면부까지 배수관 길이 연장이 바람직하다. |

【표 3.5.1】 외관조사 결과요약(대구, 계속)

| 구 분 | 주요결함 및 외관조사 결과 | 검토의견 |
|---|---|---|
| 교대 | •균열 및 망상균열 | •교대 및 통로BOX에 발생된 균열은 비구조적 균열로 구조물의 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 0.2㎜이하 균열은 표면처리가 바람직함 |
| | •교좌면 체수흔적 및 누수오염 | •신축이음 마감 미흡에 따른 누수가 원인으로 내구성 확보를 위해 표면처리가 바람직하고 향후, 신축이음장치 재설치시 방호벽 단부측에 대한 정밀 마감시공이 필요함 |
| | •통로 BOX Joint부 누수 등의 손상이 조사됨 | •신축 Joint부의 정밀시공 미흡에 따른 손상으로 지속적인 누수가 우려되므로 방수용 발포우레탄 보수가 바람직함 |
| 교각 | •망상균열, 균열 등 | •조사된 균열은 비구조적 균열로 구조물의 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 0.2㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직함 |
| | •파손 및 백태 | •파손 손상은 외부 충격에 의해 발생된 손상이며, 백태는 시공초기 발생된 경미한 표면부 손상이나 내구성 확보를 위해 단면보수 및 표면처리가 필요함 |
| | •그을음 등의 손상이 조사됨 | •밀양강 주변 이용자들의 쓰레기 소각에 의해 발생된 손상으로 그을음 이외의 추가 손상은 없는 상태로 손상도가 경미하나 미관 및 내구성 확보를 위해 표면처리가를 실시하는 것이 바람직함 |
| 교량받침 | •받침장치 플레이트 도장박리/녹발생, 볼트 체결불량 | •공용기간 증가 및 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 및 건전성 확보를 위해 재도장 및 볼트 재체결이 필요함 |
| | •받침 몰탈 균열 | •온도 및 건조수축에 의한 0.2㎜이하 균열로 표면처리가 바람직함 |
| | •받침몰탈 파손 | •받침몰탈 파손은 외적 요인에 의한 모서리부 손상으로 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요함 |
| | •받침Plate 들뜸 및 고무재 들뜸 등의 손상이 조사됨 | •받침Plate 들뜸은 받침Plate 끝단부에 국한하여 발생된 경미한 손상이며, 고무재 들뜸 손상은 받침장치 보호를 위한 피복 고무재 들뜸 손상으로 받침기능 발휘에는 전혀 문제가 없고 손상정도가 경미하여 주의관찰이 바람직함 |
| 신축이음 | •신축이음 본체 녹발생, 유간부 토사퇴적 등 | •본체 녹발생은 내구성 확보를 위해 도장 실시가 바람직하며, 유간부 토사퇴적은 신축거동 제한으로 구조물에 영향을 미칠 수 있어 주기적인 청소가 바람직함 |
| | •차수판 변형, 앵커볼트 탈락 및 풀림 | •차수판의 건전성 확보를 위해 재설치가 바람직함 |
| | •후타재 균열 등의 손상이 조사됨 | •급속시공 및 조기차량 통행 등 제한적 시공여건에 의해 발생된 손상으로 후타재의 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 망상균열 및 0.2㎜이하 균열은 주의관찰이 바람직함 |

【표 3.5.1】 외관조사 결과요약(대구, 계속)

| 구 분 | 주요결함 및 외관조사 결과 | 검토의견 |
|---|---|---|
| 교면포장 | •아스콘 균열, 망상균열, 라벨링 등 | •주기적인 보수작업으로 주행성을 크게 저해할 만한 손상은 조사되지 않았음<br>•손상확대 여부를 관찰하고 포장 보수 계획 수립 후 적절한 시기에 보수 실시가 바람직함 |
| | •아스콘 패임 등의 손상이 조사됨 | •차량하중 작용으로 손상확대가 우려되고, 포장층내 우수 침투로 구조물의 내구성 저하를 유발할 수 있으므로 주행성을 고려하여 보수 실시가 바람직함 |
| 배수시설 | •전반적으로 양호한 상태이나, 일부 개소에서 배수관 막힘 및 배수관 파손 등의 손상이 조사됨 | •배수처리 미흡 및 누수 발생으로 하부구조 열화 등 주변부에 대해 2차 손상발생 가능성이 있으므로 주기적인 청소가 바람직하며, 배수관 파손은 하부구조의 열화방지를 위해 재설치가 바람직함 |
| 난간<br>(방호벽) | •수평 및 수직균열 | •온도 및 건조수축에 의한 수직균열과 타설시 차량 진동에 의한 표면부 수평 트임 균열로 기능 및 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열 및 균열부 백태 손상은 주입보수, 0.2㎜이하 균열 및 망상균열은 표면처리 실시가 바람직함 |
| | •방호벽 접속부 단차 | •접속슬래브와 토공 접속부에 구조물과 토공부의 압축성 차이에 발생된 손상으로 공용년수를 고려할 때 손상 진행이 수렴된 것으로 판단되므로 현 상태에 대해 주의관찰하고 향후, 추가 손상 및 손상확대시 대책수립이 바람직함 |
| | •철근노출 | •시공시 피복부족에 의한 철근노출 손상은 철근부식으로 단면손상 확대가 우려되므로 단면보수가 필요할 것으로 판단됨 |
| | •차량방호책 변형 및 방호벽에 국부적으로 발생한 박락/파손 등의 손상이 조사됨 | •차량충돌 등 외부충격에 의한 손상으로 손상 정도가 경미하여 현 상태에서 보수는 필요치 않음 |
| 기타시설 | •점검로 난간 변형, 중간난간대 탈락 및 교각 표지판 탈락 | •외부 충격에 의한 점검로 난간변형부는 손상정도가 경미하여 주의관찰이 바람직하나, 점검로 중간난간대 탈락 및 교각표지판 탈락은 점검자의 안전 및 원활한 점검을 위해 재설치가 바람직함 |
| | •델리네이터 파손 | •방호벽의 부착된 델리네이터 파손은 공용중 차량 및 작업자에 의한 손상으로 운전자의 시선유도하여 사고방지를 위해 재설치가 바람직함 |

2) 기 정밀점검(2013년) 결과와의 비교

**【표 3.5.2】외관조사 기 정밀점검(2013년) 결과와의 비교(대구)**

| 구 분 | | 2013년 정밀점검 결과 | 금회 진단결과 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|
| PSC BOX 거더 | 내부 | •균열(0.2㎜ 미만), 망상균열, 백태, 철근노출 등 | •기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나, 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜미만 미세균열이 다수 조사됨 | |
| | 외부 | •균열(0.2㎜ 미만), 망상균열, 백태 등 | •기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나 금회 진단시 점검장비 등을 이용한 근접조사에 의해 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜미만의 미세균열이 다수 조사됨 | |
| 교대 | | •균열(0.3㎜ 미만), 누수흔적, 실런트 파손, 이물질 적치 등 | •기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나, PSC BOX거더 출입 통로BOX 내부에서 0.1~0.3㎜ 횡방향 균열이 다소 증가된 것으로 조사됨 | |
| 교각 | | •균열(0.3㎜ 미만), 균열(0.3㎜ 이상), 망상균열, 파손 등 | •기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나, 금회 진단시 점검장비 등을 이용한 근접조사에 의해 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜이하의 미세균열 및 망상균열 등의 손상이 증가된 것으로 조사됨 | |
| 교량받침 | | •무수축몰탈 균열(0.3㎜ 미만), Plate 녹발생 등<br>•교량받침의 신축여유량에는 문제가 없는 것으로 평가됨 | •공용기간 증가에 의해 받침Plate 녹발생은 다소 증가된 것으로 조사되었으며, 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜이하 받침몰탈 균열이 추가로 조사됨<br>•교량받침의 가동여유량은 설계기준온도에 따른 최대 신장여유량 및 동절기 최대 신축여유량을 확보하고 있는 것으로 평가됨<br>•연단거리 측정 결과, 시방규정을 만족하고 있는 것으로 검토됨 | |

【표 3.5.2】 외관조사 기 정밀점검(2013년) 결과와의 비교(대구, 계속)

| 구 분 | 2013년 정밀점검 결과 | 금회 진단결과 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 신축이음 | •하부 볼트 파단 및 탈락, 하부 지지대 탈락, 접속부 이격, 차수판 앵커볼트 탈락 등<br><br>•신축이음은 모두 신장여유량을 확보하고 있는 것으로 평가됨 | •대부분 기 조사된 손상이며, 일부 공용중 후타재 균열, 망상균열 등의 손상이 증가한 것으로 조사됨<br><br>•신축이음은 모두 신장여유량을 확보하고 있는 것으로 평가됨 | |
| 교면포장 | •아스콘 패임, 라벨링 등 | •기 점검시 조사된 아스콘 손상에 대해 일부 보수가 실시된 상태이나, 공용기간 증대, 빈번한 중차량 통행 등에 의해 포장부 손상이 추가로 조사됨 | |
| 기타부재 | •배수시설<br>: 유도배수관 길이부족, 배수관 연결고리 탈락 등<br><br>•방호벽<br>: 균열(0.3㎜ 미만), 균열(0.3㎜ 이상), 백태 등 | •배수시설<br>: 기점검 손상은 일부 보수가 되었으나 일부 구간에 배수관 파손, 배수구 막힘 등의 손상이 추가로 조사됨<br><br>•방호벽<br>: 기 점검시 조사된 손상에 대해 일부 보수가 이루어졌으나 일부 미보수된 손상과 공용중 일부 손상이 증가하였으며, 일부 철근노출, 파손, 차량방호책 변형 등의 손상이 추가로 조사됨 | |
| 검토의견 | •기 점검(2013년)과 비교 결과, PSC BOX 거더, 교대, 교각, 교면포장, 방호벽, 배수시설 등의 부재에 발생한 손상은 일부 보수가 이루어진 것으로 확인되었으나, 공용기간 증가 및 금회 근접조사에 의해 기 점검(2013년) 대비 PSC BOX 거더, 교각부 등의 균열, 포장면 손상 등이 추가로 다수 조사됨 | | |

## 나. 부산방향

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

**【표 3.5.3】 외관조사 결과요약(부산)**

| 구 분 | | 주요결함 및 외관조사 결과 | 검토의견 |
|---|---|---|---|
| PSC BOX 거더 | 내부 | •상부 바닥판에 종균열이 다수 발생되었으며, 벽체부에 간헐적인 수평 및 경사균열, 격벽부 균열 및 망상균열 | •시공적, 환경적 요인에 의한 손상으로 장기 공용에 따라 Tendon이나 철근 부식, Con'c 내구성에 영향을 미칠 수 있어 0.2㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 0.1㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직함 |
| | | •백태 | •External Tendon Block부 백태 손상은 시공 초기 손상으로 손상 진행이 수렴된 것으로 판단되어 표면처리 및 주의관찰이 필요하고 향후, 지속적인 백태 발생시 누수부에 대한 단면보수가 필요함 |
| | | •보수부 망상균열 및 들뜸 | •보수시 정밀시공 미흡에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 표면처리 및 단면보수 실시가 바람직함 |
| | 외부 | •하부 바닥판에 종균열이 간헐적으로 발생되었으며, 벽체부에 수평 및 경사균열이 조사됨 | •시공적, 환경적 요인에 의한 손상으로 장기 공용에 따라 Tendon이나 철근 부식, Con'c 내구성에 영향을 미칠 수 있어 0.2㎜이상 균열 손상은 주입보수를 실시하고, 0.1㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직함 |
| | | •누수, 누수오염/백태 | •포장층내로 유입된 우수가 바닥슬래브 및 방호벽 이음부의 접속 불량부를 통해 발생된 손상으로 지속적인 손상 증대가 우려되므로 상부 포장층 일부 구간 절개 후 충진 및 주입보수가 필요하며, 손상부에 대한 표면처리가 바람직함 |
| | | •들뜸 및 파손 | •장기 공용시 손상확대가 우려되므로 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요함 |
| 교대 | | •균열 및 망상균열 | •교대 및 통로BOX에 발생된 균열은 비구조적 균열로 구조물의 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 0.2㎜이하 균열은 표면처리가 바람직함 |
| | | •실런트 이격/노후화 | •공용증가에 따른 노후화로 실런트 이격이 발생되었으나, 기능발휘에 문제가 없으므로 주의관찰 후 향후, 손상 확대시 보수가 바람직함 |
| | | •교좌면 체수흔적 및 누수오염 | •신축이음 마감 미흡에 따른 누수가 원인으로 내구성 확보를 위해 표면처리가 바람직하고 향후, 신축이음장치 재설치시 방호벽 단부측에 대한 정밀 마감시공이 필요함 |
| | | •통로 BOX 이격, 누수, 백태 등의 손상이 조사됨 | •구조물 기초 지지층 상이에 따른 손상으로 공용년수를 고려할 때 손상 진행은 수렴된 것으로 판단되어 이격부 손상에 대해 주의관찰이 바람직하고, Joint 누수, 백태 손상은 내구성 확보를 위해 방수용 발포우레탄 보수 및 표면처리가 바람직함 |

## 【표 3.5.3】 외관조사 결과요약(부산, 계속)

| 구 분 | 주요결함 및 외관조사 결과 | 검토의견 |
|---|---|---|
| 교각 | •망상균열, 균열 등 | •조사된 균열은 비구조적 균열로 구조물의 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 0.2㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직함 |
| | •백태 | •시공초기 발생된 경미한 표면부 손상으로 손상정도가 경미하나 미관 및 내구성 확보를 위해 표면처리가 바람직함 |
| | •들뜸, 박락, 파손 | •외부 충격 및 정밀 시공미흡에 의한 보수부 손상으로 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요함 |
| | •재료분리 및 거푸집 미제거 | •시공 및 마무리 미흡에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 단면보수와 원활한 유지관리를 위해 거푸집 제거가 필요함 |
| | •그을음 등의 손상이 조사됨 | •밀양강 주변 이용자들의 쓰레기 소각에 의해 발생된 손상으로 그을음 이외의 추가 손상은 없는 상태로 손상도가 경미하나 미관 및 내구성 확보를 위해 표면처리가를 실시하는 것이 바람직함 |
| 교량받침 | •받침장치 플레이트 도장박리/녹발생, 볼트 체결불량 | •받침장치 플레이트 도장박리/녹발생, 볼트 체결불량은 공용기간 증가 및 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 및 건전성 확보를 위해 재도장 및 볼트 재체결이 필요함 |
| | •받침 몰탈 균열 | •온도 및 건조수축에 의한 0.2㎜이하 균열로 표면처리가 바람직함 |
| | •받침몰탈 파손 | •받침몰탈 파손은 외적 요인에 의한 모서리부 손상으로 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요함 |
| | •받침Plate 들뜸 및 고무재 들뜸 등의 손상이 조사됨 | •받침Plate 들뜸은 받침Plate 끝단부에 국한하여 발생된 경미한 손상이며, 고무재 파손/들뜸 손상은 받침장치 보호를 위한 피복 고무재의 표면부 긁힘, 들뜸 손상으로 손상정도가 경미하고 2013년 정밀점검시와 비교할 때, 손상진행이 발생되지 않고 받침기능 발휘에 전혀 문제가 없어 주의관찰이 바람직함 |
| 신축이음 | •신축이음 본체 녹발생, 유간부 토사퇴적 등 | •본체 녹발생은 내구성 확보를 위해 도장 실시가 바람직하며, 유간부 토사퇴적은 신축거동 제한으로 구조물에 영향을 미칠 수 있어 주기적인 청소가 바람직함 |
| | •차수판 파손, 앵커볼트 탈락 | •차수판의 건전성 확보를 위해 재설치가 바람직함 |
| | •후타재 파손 및 균열/망상균열 | •후타재의 국부적인 파손은 빈번한 차량통과에 따라 손상확대가 우려되므로 단면보수를 실시하고, 망상균열 및 0.2㎜이하 균열은 급속시공 및 조기차량 통행 등 제한적 시공여건에 의해 발생된 손상으로 손상정도가 경미하여 주의관찰이 바람직하며 향후, 손상 확대시 보수가 필요함 |
| | •유간조절장치 고정 볼트 탈락 등의 손상이 조사됨 | •신축이음장치의 기능발휘에는 문제가 없고, 차량하중에 의한 신축이음장치의 변형 등으로 볼트체결이 어려워 주의관찰이 바람직함 |

【표 3.5.3】 외관조사 결과요약(부산, 계속)

| 구 분 | 주요결함 및 외관조사 결과 | 검토의견 |
|---|---|---|
| 교면포장 | •아스콘 균열, 망상균열, 라벨링 및 접속부 이격/단차 등 | •주기적인 보수작업으로 주행성을 크게 저해할 만한 손상은 조사되지 않았음<br>•손상확대 여부를 관찰하고 포장 보수 계획 수립 후 적절한 시기에 보수 실시가 바람직함 |
| | •아스콘 패임 등의 손상이 조사됨 | •차량하중 작용으로 손상확대가 우려되고, 포장층내 우수 침투로 구조물의 내구성 저하를 유발할 수 있으므로 주행성을 고려하여 보수 실시가 바람직함 |
| 배수시설 | •일부 개소에서 배수구 초기 이물질 퇴적 | •교면부의 원활한 배수처리를 위해 주기적인 배수구 청소가 필요함 |
| | •P10 배수관매립/연결고리 탈락 | •시공미흡에 의한 손상으로 원활한 배수처리를 위해 배수관 하단부 절단 및 연결고리 재설치가 바람직함 |
| | •배수관 고정불량 | •일자 형태의 연결핀 시공으로 흔들림이 발생하나 낙하의 위험이 없고 기능발휘에 문제가 없어 연결핀 상태에 대해 주의관찰이 필요함 |
| | •배수관 길이부족 | •배수관이 교대 보호블록 법면부에 인접 위치하여 법면으로 우수가 유입되는 것으로 조사되었으나 점검시 법면부 상태가 양호하고 특이한 손상이 발생되지 않아 향후 점검시 법면부 손상발생에 대해 주기적인 주의관찰이 필요함 |
| 난간<br>(방호벽) | •수평 및 수직균열 | •온도 및 건조수축에 의한 수직균열과 타설시 차량진동에 의한 표면부 수평 트임 균열로 기능 및 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열 및 균열부 백태 손상은 주입보수, 0.2㎜이하 균열 및 망상균열은 표면처리 실시가 바람직함 |
| | •방호벽 접속부 단차 및 실런트 파손 | •접속슬래브와 토공 접속부에 구조물과 토공부의 압축성 차이에 발생된 손상으로 공용년수를 고려할 때 손상 진행이 수렴된 것으로 판단되며, 기능발휘에는 문제가 없으므로 주의관찰 후 향후, 손상 확대시 보수가 바람직함 |
| | •보수재 박리/파손 및 국부적인 콘크리트 박락/파손 | •공용년수 증가 및 차량충돌 등 외부충격에 의한 손상으로 손상 정도가 경미하여 현 상태에서 보수는 필요하지 않을 것으로 판단됨 |
| 기타시설 | •점검로 난간 변형/파손, 중간난간대 탈락 및 미설치, 점검사디리 고정핀 탈락 및 점검로 이물질 퇴적 등 | •점검자의 안전 및 원활한 점검을 위해 재설치와 청소가 바람직함 |
| | •방음벽 파손 | •공용중 차량에 의한 손상으로 손상정도가 경미하여 주의관찰이 바람직함 |

2) 기 정밀점검(2013년) 결과와의 비교

**【표 3.5.4】외관조사 기 정밀점검(2013년) 결과와의 비교(부산)**

| 구 분 | | 2013년 정밀점검 결과 | 금회 진단결과 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|
| PSC BOX 거더 | 내부 | •균열(0.2㎜ 미만), 망상균열, 백태, 철근노출 등 | •기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나, 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜이하의 미세균열이 다수 조사됨 | |
| | 외부 | •균열(0.2㎜ 미만), 망상균열, 누수흔적, 백태 등 | •기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나 금회 진단시 점검장비 등을 이용한 근접조사에 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜이하의 미세균열 및 망상균열 등의 손상이 다수 조사됨 | |
| 교대 | | •균열(0.3㎜ 미만), 파손, 보수부 박리, 실런트 파손, 누수흔적, 이물질 적치 등 | •기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나, PSC BOX거더 출입 통로BOX 내부에서 0.1~0.3㎜ 횡방향 균열이 다소 증가된 것으로 조사됨 | |
| 교각 | | •균열(0.3㎜ 미만), 망상균열, 파손, 그을음 등 | •기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나, 금회 진단시 점검장비 등을 이용한 근접조사에 의해 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜이하의 미세균열 및 망상균열 등의 손상이 증가된 것으로 조사됨 | |
| 교량받침 | | •Plate 도장손상 및 녹발생, 무수축몰탈 파손, 고무재 들뜸/열상, 볼트 체결불량 등<br>•교량받침의 신축여유량에는 문제가 없는 것으로 평가됨 | •공용기간 증가에 의해 받침Plate 녹발생은 다소 증가된 것으로 조사되었으며, 받침몰탈은 기 점검시 조사된 균열에 대해 일부 보수가 이루어졌으나, 시공초기 발생된 것으로 판단되는 0.2㎜이하 미세균열이 추가로 조사됨<br>•교량받침의 가동여유량은 설계기준온도에 따른 최대 신장여유량 및 동절기 최대 신축여유량을 확보하고 있는 것으로 평가됨<br>•연단거리 측정 결과, 시방규정을 만족하고 있는 것으로 검토됨 | |

【표 3.5.4】 외관조사 기 정밀점검(2013년) 결과와의 비교(부산, 계속)

| 구 분 | 2013년 정밀점검 결과 | 금회 진단결과 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 신축이음 | •본체 녹발생, 하부 볼트 탈락, 접속부 이격, 차수판 앵커볼트 탈락 등<br><br>•신축이음은 모두 신장여유량을 확보하고 있는 것으로 평가됨 | •대부분 기 조사된 손상으로 일부 공용중 후타재 균열, 망상균열 등의 손상이 증가하였으며, 일부 후타재 파손이 추가로 조사됨<br><br>•신축이음은 모두 신장여유량을 확보하고 있는 것으로 평가됨 | |
| 교면포장 | •아스콘 패임, 라벨링 등 | •기 점검시 조사된 아스콘 손상에 대해 일부 보수가 실시된 상태이나, 공용기간 증대, 빈번한 중차량 통행 등에 의해 포장부 손상이 증가한 것으로 조사됨 | |
| 기타부재 | •배수시설<br>: 상태양호<br><br>•방호벽<br>: 균열(0.3㎜ 미만), 균열(0.3㎜ 이상), 파손, 백태 등 | •배수시설<br>: 공용기간 증대와 근접조사로 배수관 설치불량, 고정불량, 배수구 막힘 등의 손상이 추가로 조사됨<br><br>•방호벽<br>: 대부분 기 손상이나 공용중 일부 손상이 증가하였으며, 기 보수부의 재손상이 추가로 조사됨 | |
| 검토의견 | •기 점검(2013년)과 비교 결과, PSC BOX 거더, 교대, 교각, 교면포장, 방호벽, 배수시설 등의 부재에 발생한 손상은 일부 보수가 이루어진 것으로 확인되었으나, 공용기간 증가 및 금회 근접조사에 의해 기 점검(2013년) 대비 PSC BOX 거더, 교각부 등의 균열, 포장면 손상 등이 추가로 다수 조사됨 | | |

## 3.5.2 현장시험 결과 요약

### 가. 대구방향

1) 금회 진단 현장시험 결과 요약

【표 3.5.5】 금회 진단 현장시험 결과 요약(대구)

<table>
<tr><th>시험명</th><th colspan="2">시 험 위 치</th><th colspan="5">시 험 결 과</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td rowspan="6">비파괴<br>강도<br>(㎫)</td><td>부재</td><td>시험종류</td><td>추정강도(A)</td><td colspan="2">설계기준강도(B)</td><td>A/B×100(%)</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">상부구조<br>(PSC BOX)</td><td>반발경도법</td><td>41.1~44.7</td><td colspan="2" rowspan="2">40.0</td><td>103~112</td></tr>
<tr><td>초음파속도법</td><td>40.5~45.7</td><td>101~114</td></tr>
<tr><td rowspan="2">하부구조<br>(교대, 교각)</td><td>반발경도법</td><td>27.6~28.5</td><td colspan="2" rowspan="2">24.0</td><td>115~119</td></tr>
<tr><td>초음파속도법</td><td>27.3~27.9</td><td>114~116</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="5">■ 설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="11">철근탐사<br>(㎜)</td><td colspan="2" rowspan="2">부재</td><td rowspan="2">철근종류</td><td colspan="2">측정치</td><td colspan="2">설계치</td><td rowspan="11"></td></tr>
<tr><td>배근간격</td><td>피복두께</td><td>배근간격</td><td>피복두께</td></tr>
<tr><td rowspan="4">상부구조<br>(PSC BOX)</td><td rowspan="2">상 · 하부<br>플랜지</td><td>횡방향철근</td><td>118~127</td><td>42~69</td><td>125</td><td>40.5</td></tr>
<tr><td>종방향철근</td><td>185~227</td><td>54~105</td><td>200</td><td>59.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">복부</td><td>수직철근</td><td>119~126</td><td>41~59</td><td>125</td><td>37.5</td></tr>
<tr><td>수평철근</td><td>198~23</td><td>60~92</td><td>200</td><td>62.5</td></tr>
<tr><td rowspan="6">하부구조<br>(교대, 교각)</td><td rowspan="2">교대</td><td>수직철근</td><td>95</td><td>55</td><td>100</td><td>40.5</td></tr>
<tr><td>수평철근</td><td>121</td><td>74</td><td>125</td><td>59.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">교각<br>코핑부</td><td>수직철근</td><td>149~157</td><td>86~96</td><td>150</td><td>87.5</td></tr>
<tr><td>수평철근</td><td>300~312</td><td>101~105</td><td>300</td><td>112.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">교각<br>기둥부</td><td>수직철근</td><td>98~108</td><td>81~125</td><td>100</td><td>109.5</td></tr>
<tr><td>띠철근</td><td>145~153</td><td>57~90</td><td>150</td><td>90.5</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="6">■ 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계치과 근사함.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">탄산화<br>잔여깊이<br>(㎜)</td><td colspan="2">부재</td><td>탄산화깊이</td><td>피복두께</td><td>잔여깊이</td><td>평가</td><td>잔존수명</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>상부구조</td><td>PSC BOX</td><td>1.4~5.7</td><td>40~69</td><td>35.3~64.9</td><td>a</td><td>100년 이상</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td>교대, 교각</td><td>5.3~6.8</td><td>55~96</td><td>49.7~90.2</td><td>a</td><td>100년 이상</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="5">■ 탄산화 잔여깊이가 30㎜이상인 “a” 로 평가되며, 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">염화물<br>함유량</td><td colspan="2">부재</td><td>$Cl^-$(%)</td><td colspan="2">$Cl^-$(kg/㎥)</td><td>평가</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>상부구조</td><td>PSC BOX</td><td>0.0098~0.0266</td><td colspan="2">0.221~0.601</td><td>a~b</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td>교대, 교각</td><td>0.0072~0.0181</td><td colspan="2">0.162~0.409</td><td>a~b</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="5">■ 염화물이 함유되어 있으나, 부식발생 가능성 낮은 상태인 “a~b” 로 평가됨</td></tr>
<tr><td rowspan="4">균열<br>깊이<br>(㎜)</td><td colspan="2">부재</td><td>균열폭</td><td colspan="2">균열깊이</td><td>피복두께</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>상부구조</td><td>PSC BOX</td><td>0.2</td><td colspan="2">42.7~56.5</td><td>37.5</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td>교각</td><td>0.3</td><td colspan="2">77.6~91.0</td><td>87.5</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="5">■ 균열심도가 철근피복두께를 초과하거나 근접한 것으로 측정되었으며, 내구성확보 차원의 보수가 필요한 것으로 판단됨</td></tr>
</table>

2) 기 정밀점검(2013년)결과 비교

**【표 3.5.6】현장시험 기 정밀점검(2013년)결과 비교(대구)**

<table>
<tr><th>시험명</th><th colspan="2">시 험 위 치</th><th colspan="3">시 험 결 과</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td rowspan="4">비파괴 강도 (㎫)</td><td>시험종류</td><td>부재</td><td>'13년 정밀점검</td><td>금회('15년) 정밀안전진단</td><td>설계기준강도</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">반발경도법</td><td>상부구조</td><td>41.7~43.9</td><td>41.1~44.7</td><td>40.0</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td>24.5~27.2</td><td>27.6~28.5</td><td>24.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="3">■ 설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.<br>■ 기 정밀점검('13년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 콘크리트 구조물에 강도저하는 없는 것으로 판단됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">탄산화 잔여깊이 (㎜)</td><td colspan="2">부재</td><td>'13년 정밀점검</td><td>금회('15년) 정밀안전진단</td><td>평가</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">상부구조</td><td>2.0~5.0</td><td>1.4~5.7</td><td>a</td></tr>
<tr><td colspan="2">하부구조</td><td>4.0~7.0</td><td>5.3~6.8</td><td>a</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="3">■ 탄산화 잔여깊이가 30㎜이상인 “a”로 평가되며, 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨.<br>■ 기 정밀점검('13년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 탄산화의 급격한 진전은 없는 것으로 판단됨.</td></tr>
</table>

## 나. 부산방향

1) 금회 진단 현장시험 결과 요약

【표 3.5.7】 금회 진단 현장시험 결과 요약(부산)

<table>
<tr><th>시험명</th><th colspan="2">시 험 위 치</th><th colspan="5">시 험 결 과</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td rowspan="6">비파괴 강도 (㎫)</td><td>부재</td><td>시험종류</td><td>추정강도(A)</td><td colspan="2">설계기준강도(B)</td><td colspan="2">A/B×100(%)</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">상부구조 (PSC BOX)</td><td>반발경도법</td><td>41.5~45.0</td><td colspan="2" rowspan="2">40.0</td><td colspan="2">104~113</td></tr>
<tr><td>초음파속도법</td><td>41.0~45.2</td><td colspan="2">103~113</td></tr>
<tr><td rowspan="2">하부구조 (교대, 교각)</td><td>반발경도법</td><td>26.7~27.8</td><td colspan="2" rowspan="2">24.0</td><td colspan="2">111~116</td></tr>
<tr><td>초음파속도법</td><td>26.3~27.4</td><td colspan="2">110~114</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="5">■ 설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="11">철근탐사 (㎜)</td><td colspan="2" rowspan="2">부재</td><td rowspan="2">철근종류</td><td colspan="2">측정치</td><td colspan="2">설계치</td><td rowspan="11"></td></tr>
<tr><td>배근간격</td><td>피복두께</td><td>배근간격</td><td>피복두께</td></tr>
<tr><td rowspan="4">상부구조 (PSC BOX)</td><td rowspan="2">상 · 하부 플랜지</td><td>횡방향철근</td><td>119~126</td><td>35~47</td><td>125</td><td>40.5</td></tr>
<tr><td>종방향철근</td><td>195~218</td><td>59~85</td><td>200</td><td>59.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">복부</td><td>수직철근</td><td>123~128</td><td>44~69</td><td>125</td><td>37.5</td></tr>
<tr><td>수평철근</td><td>193~223</td><td>61~92</td><td>200</td><td>62.5</td></tr>
<tr><td rowspan="6">하부구조 (교대, 교각)</td><td rowspan="2">교대</td><td>수직철근</td><td>100</td><td>61</td><td>100</td><td>40.5</td></tr>
<tr><td>수평철근</td><td>125</td><td>79</td><td>125</td><td>59.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">교각 코핑부</td><td>수직철근</td><td>150~300</td><td>83~113</td><td>150, 300</td><td>87.5</td></tr>
<tr><td>수평철근</td><td>298~303</td><td>121~134</td><td>300</td><td>112.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">교각 기둥부</td><td>수직철근</td><td>94~109</td><td>69~131</td><td>100</td><td>109.5</td></tr>
<tr><td>띠철근</td><td>144~158</td><td>53~100</td><td>150</td><td>90.5</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="6">■ 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계치과 근사함.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">탄산화 잔여깊이 (㎜)</td><td colspan="2">부재</td><td>탄산화깊이</td><td>피복두께</td><td>잔여깊이</td><td>평가</td><td>잔존수명</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>상부구조</td><td>PSC BOX</td><td>1.5~6.6</td><td>45~53</td><td>40.4~49.1</td><td>a</td><td>100년 이상</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td>교대, 교각</td><td>5.7~7.3</td><td>61~113</td><td>55.3~107.1</td><td>a</td><td>100년 이상</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="5">■ 탄산화 잔여깊이가 30㎜이상인 “a” 로 평가되며, 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">염화물 함유량</td><td colspan="2">부재</td><td>Cl⁻(%)</td><td colspan="2">Cl⁻(kg/㎥)</td><td>평가</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>상부구조</td><td>PSC BOX</td><td>0.0122~0.0169</td><td colspan="2">0.276~0.382</td><td>a~b</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td>교대, 교각</td><td>0.0179~0.0217</td><td colspan="2">0.405~0.491</td><td>b</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="5">■ 염화물이 함유되어 있으나, 부식발생 가능성 낮은 상태인 “a~b” 로 평가됨</td></tr>
<tr><td rowspan="4">균열 깊이 (㎜)</td><td colspan="2">부재</td><td>균열폭</td><td colspan="2">균열깊이</td><td>피복두께</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>상부구조</td><td>PSC BOX</td><td>0.2~0.3</td><td colspan="2">52.7~60.6</td><td>37.5~45</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td>교각</td><td>0.3</td><td colspan="2">97.1</td><td>87.5</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="5">■ 균열심도가 철근피복두께를 초과하거나 근접한 것으로 측정되었으며, 내구성확보 차원의 보수가 필요한 것으로 판단됨</td></tr>
</table>

2) 기 정밀점검(2013년)결과 비교

**【표 3.5.8】현장시험 기 정밀점검(2013년)결과 비교(부산)**

<table>
<tr><th>시험명</th><th colspan="2">시 험 위 치</th><th colspan="3">시 험 결 과</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td rowspan="4">비파괴 강도 (㎫)</td><td>시험종류</td><td>부재</td><td>'13년 정밀점검</td><td>금회('15년) 정밀안전진단</td><td>설계기준강도</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">반발경도법</td><td>상부구조</td><td>41.7～44.8</td><td>41.5～45.0</td><td>40.0</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td>24.5～27.2</td><td>26.7～27.8</td><td>24.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="3">■ 설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.<br>■ 기 정밀점검('13년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 콘크리트 구조물에 강도저하는 없는 것으로 판단됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">탄산화 잔여깊이 (㎜)</td><td colspan="2">부재</td><td>'13년 정밀점검</td><td>금회('15년) 정밀안전진단</td><td>평가</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">상부구조</td><td>3.0～4.0</td><td>1.5～6.6</td><td>a</td></tr>
<tr><td colspan="2">하부구조</td><td>5.0～8.0</td><td>5.7～7.3</td><td>a</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토의견</td><td colspan="3">■ 탄산화 잔여깊이가 30㎜이상인 “a”로 평가되며, 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨.<br>■ 기 정밀점검('13년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 탄산화의 급격한 진전은 없는 것으로 판단됨.</td></tr>
</table>

# 제 4장 시설물의 상태평가

4.1 개 요

4.2 상태평가 항목 및 기준

4.3 상태평가 결과

# 제 4장 시설물의 상태평가

## 4.1 개요

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 2010. 12」의 상태평가 기준에 따라 실시한다.

정밀안전진단의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

## 4.2 상태평가 항목 및 기준

### 4.2.1 부재별 상태평가 적용범위

부재별 상태평가 기준은 교량의 거더와 가로보를 분리하고, 콘크리트의 탄산화와 염화물에 대한 평가항목을 포함하여 세분화하였으며, 아래의 표와 같이 부재별 상태평가 기준을 부재의 중요도를 감안하여 차등화 함으로써 가능한 한 전체 상태평가 기준과 부합하도록 조정하였다. 교량의 안전에 직접적인 영향을 미치는 바닥판, 거더, 하부구조 및 받침은 평가기준을 a~e로 범위를 적용하고, 내구성에 영향을 미치는 신축이음, 배수시설, 교면포장과 2차부재인 가로보와 세로보는 a~d로 범위를 조정하였다.

**【표 4.2.1】부재별 상태평가 적용 범위**

| 부재의 분류 | | 차등 적용범위 |
|---|---|---|
| 상부구조 | 바닥판, 거더, 케이블 | a, b, c, d, e |
| | 2차부재 (가로보 및 세로보) | a, b, c, d |
| 하부구조 | 교대 및 교각, 기초, 주탑 | a, b, c, d, e |
| 받침 | 교량받침 | a, b, c, d, e |
| 기타부재 | 신축이음, 난간 및 연석,<br>배수시설, 교면포장 | a, b, c, d |
| 콘크리트 재료 | 탄산화, 염화물 | a, b, c, d |

부재별 상태평가는 전체 수량에 대한 손상수량의 비율에 의해 평가하는 정량적 평가와 시설물의 상태에 대한 점검자의 주관적인 의견에 의한 정성적 평가를 동시에 수행하며 정성적 평가 시 점검자에 의한 편차를 줄이기 위해 손상수량 및 손상현황에 대한 정도를 정확히 파악하여야 한다.

## 4.2.2 구조형식에 따른 부재별 가중치

【표 4.2.2】구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치

| 구분 | 결함도 평가항목 | | 슬래브 교량 | 거더교량 | | | | | | | 라멘교 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 일반 거더교 | | | 바닥판·거더 일체형 | | 아치,트러스 | | 거더 없음 | 거더있음 (복개구조물) | |
| | | | | 일반 | 2차부재 없음 | 바닥판 없음 | 강 바닥판 | PSC 박스 | 콘크리트 바닥판 | 강 바닥판 | | | |
| 상부 | 바닥판 | | 34 | 18 | 18 | - | 20 | 20 | 15 | | 34 | 20 | 21 |
| | 주 형 | | - | 20 | 25 | 37 | 18 | 20 | 23 | | - | 21 | 23 |
| | 2차부재 | | - | 5 | - | 11 | 5 | 3 | 5 | | - | 5 | - |
| 하부 | 교대/교각 | | 20 | 13 | 13 | 18 | 13 | | 13 | | 34 | 22 | 24 |
| | 기초 | | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | | 7 | | 7 | 7 | 7 |
| 받침 | 교량받침 | | 10 | 9 | 9 | 14 | 9 | | 9 | | 3 | 3 | 3 |
| 기타 | 신축이음 | | 10 | 9 | 9 | - | 9 | | 9 | | 3 | 3 | 3 |
| | 교면포장 | | 7 | 7 | 7 | - | 7 | | 7 | | 7 | 7 | 7 |
| | 배수시설 | | 3 | 3 | 3 | - | 3 | | 3 | | 3 | 3 | 3 |
| | 난간/연석 | | 2 | 2 | 2 | 6 | 2 | | 2 | | 2 | 2 | 2 |
| 콘크리트 | 탄산화 | 상부 | 2 | 2 | | - | - | 2 | 2 | - | 4 | | |
| | | 하부 | 2 | 2 | | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | | | |
| | 염화물 | 상부 | 2 | 2 | | - | - | 2 | 2 | - | 3 | | |
| | | 하부 | 1 | 1 | | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | | | |

〈해 설〉

- 하부구조물이 무근콘크리트로 시공된 경우, 하부구조물의 탄산화 및 염화물항목에 할당된 가중치를 상부구조물의 탄산화 및 염화물항목의 가중치에 포함시킨다.
- 하부구조물은 무근콘크리트, 상부구조물은 강재로 시공된 경우, 상부구조물의 탄산화 및 염화물 항목에 할당된 가중치는 상부구조물의 상태평가항목(바닥판, 거더)의 가중치에 균등배분하고 하부구조물의 탄산화 및 염화물항목에 할당된 가중치는 하부구조물(교대/교각)의 가중치에 포함시킨다.
- 기타시설물(신축이음, 교면포장, 배수시설, 난간/연석)이 없는 경우, 기타시설물에 할당된 가중치는 바닥판의 가중치에 포함시킨다.
- 기초에 대한평가가 수행되지 않았을 경우, 기초에 할당된 가중치는 교대/교각의 가중치에 포함시킨다.

## 4.2.3 상태평가 결과 결정

### 가. 경간(지점)별 부재 상태평가 산정

1) 개별부재에서 발견된 결함 및 손상에 대하여 평가한 후 각 상태평가 결과 중 최젓값을 개별부재 상태평가 결과로 산정한다.

2) 한 경간 내에서 여러 부재가 있을 경우는 각 부재의 상태평가 기준 중 최젓값을 경간(지점) 상태평가 결과로 산정한다.

3) 복개구조물은 바닥판의 장변방향으로 경간을 구분하고, 1경간의 길이는 약50m 범위 또는 신축이음부를 경계로 경간을 구분하는 것으로 한다.

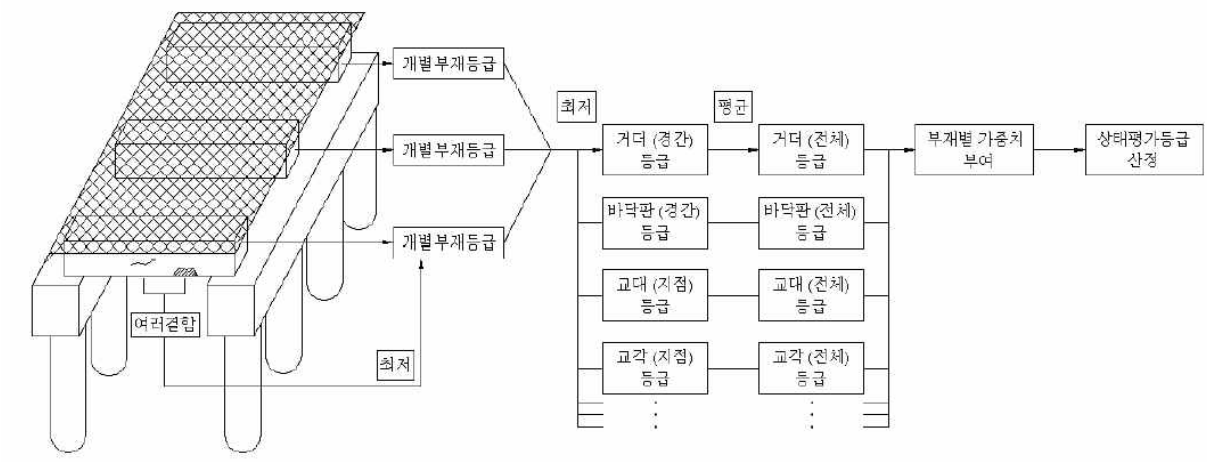
### 나. 전체 시설물의 상태평가 결과 결정

구조형식이 같은 부재에 대해 부재별로 평균하여 부재 상태평가를 결정한 후 구조형식에 따른 부재별 가중치를 적용하여 환산 결함도 점수를 구한다.

환산 결함도 점수는 시설물 전체의 상태평가 결과를 산정하기 위한 기준 값이며, 【표 4.2.3】의 결함도 점수 범위에 따른 기준을 적용하여 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 구한다.

**【표 4.2.3】결함도 점수 범위에 따른 기준**

| 기준 | A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|
| 결함도 지수 | 0.10 | 0.20 | 0.40 | 0.70 | 1.00 |
| 결함도 범위 | $0 \leq \chi < 0.13$ | $0.13 \leq \chi < 0.26$ | $0.26 \leq \chi < 0.49$ | $0.49 \leq \chi < 0.79$ | $0.79 \leq \chi$ |




**【그림 4.2.1】전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법**

# 4.3 상태평가 결과

## 4.3.1 대구방향

### 가. 각 부재별 상태평가 결과

1) 콘크리트 바닥판(PSC BOX 상부플랜지)

- 콘크리트 바닥판에 대한 상태평가 결과 'b~c'로 평가되었다.
- 경간별 평가내용 분석결과 전 경간에 걸쳐 폭 0.1㎜균열이 발생되어 'b', 일부구간에 폭 0.2㎜ 균열이 발생되어 'c'로 평가되었다. 열화 및 손상은 일부구간에서 표면손상 면적이 2%미만으로 조사되어 'b'로 평가되었다.

【표 4.3.1】 콘크리트 바닥판 상태평가 결과(대구)

| 구분 | 부재 면적 (㎡) | 1방향 균열 | | | | 2방향 균열 | | | | 열화 및 손상 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 균열폭 (㎜) | | 균열율 (%) | | 균열폭 (㎜) | | 균열율 (%) | | 표면 손상면적 (%) | | 철근부식 손상면적 (%) | | |
| S1 | 485.80 | 0.2이하 | c | 0.23 | b | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S2 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S3 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S4 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S5 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S6 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 0.01 | b | 없음 | a | b |
| S7 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S8 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S9 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S10 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 0.01 | b | 없음 | a | b |
| S11 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S12 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S13 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S14 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S15 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S16 | 607.25 | 0.2이하 | c | 0.12 | b | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S17 | 485.80 | 0.2이하 | c | 0.15 | b | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | c |



금시교

2) 프리스트레스 콘크리트 거더(PSC BOX 복부, 하부플랜지)

- 프리스트레스 콘크리트 거더 내·외부에 대한 상태평가 결과 'b~c' 로 평가되었다.
- 분석결과 S1, S3~S8, S11, S13, S14 경간에 폭 0.1㎜이하 균열이 발생되어 'b' , S2, S9, S10, S12, S15~S17경간에 폭 0.2㎜균열이 발생되어 'c' 로 평가하였다.
- 일부구간에 열화 및 손상이 발생되었으며, 표면손상면적이 2%미만으로 조사되어 'b' 로 평가되었다.

**【표 4.3.2】프리스트레스 거더(복부, 하부플랜지) 상태평가 결과(대구)**

| 구분 | 부재 면적 (㎡) | 균열 | | | | 열화 및 손상 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 균열폭 (㎜) | | 휨균열 (㎜) | | 표면 손상면적 (%) | | 철근부식 손상면적 (%) | | |
| S1 | 993.20 | 0.1이하 | b | - | a | 0.08 | b | 없음 | a | b |
| S2 | 1241.50 | 0.2이하 | c | - | a | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S3 | 1241.50 | 0.1이하 | b | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S4 | 1241.50 | 0.1이하 | b | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S5 | 1241.50 | 0.1이하 | b | - | a | 0.02 | b | 없음 | a | b |
| S6 | 1241.50 | 0.1이하 | b | - | a | 0.01 | b | 없음 | a | b |
| S7 | 1241.50 | 0.1이하 | b | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S8 | 1241.50 | 0.1이하 | b | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S9 | 1241.50 | 0.2이하 | c | - | a | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S10 | 1241.50 | 0.2이하 | c | - | a | 0.01 | b | 없음 | a | c |
| S11 | 1241.50 | 0.1이하 | b | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S12 | 1241.50 | 0.2이하 | c | - | a | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S13 | 1241.50 | 0.1이하 | b | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S14 | 1241.50 | 0.1이하 | b | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S15 | 1241.50 | 0.2이하 | c | - | a | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S16 | 1241.50 | 0.2이하 | c | - | a | 0.05 | b | 없음 | a | c |
| S17 | 993.20 | 0.2이하 | c | - | a | 0.06 | b | 없음 | a | c |

3) 콘크리트 가로보(격벽)

- 콘크리트 가로보(격벽)에 대한 상태평가 결과, 전구간에 균열폭 0.2㎜이하 균열이 발생되어 'b' 로 평가되었으나, S7경간 폭 0.3㎜이상의 균열이 발생되어 'c' 로 평가되었다.

**【표 4.3.3】 콘크리트 가로보(격벽) 상태평가 결과(대구)**

| 구분 | 부재 면적 (㎡) | 균열 | | 열화 및 손상 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 균열폭 (㎜) | | 표면 손상면적 (%) | | 철근부식 손상면적 (%) | | |
| S1 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S2 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S3 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S4 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S5 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S6 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S7 | 19.46 | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S8 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S9 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S10 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S11 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S12 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S13 | 19.46 | - | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S14 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S15 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S16 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S17 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |

4) 교대 및 교각

① 콘크리트 교대

- 교대에 대한 상태평가 결과 'b~c'로 평가되었다.
- 지점별 평가내용 분석결과 교대 A1에 폭 0.2㎜이하 균열이 발생되어 'b'로 평가하였으며, 교대 A2에 폭 0.3㎜균열이 발생되어 'c'로 평가하였다.
- 교대 A1, A2의 열화 및 손상은 표면손상 면적이 2%미만으로 'b'로 평가하였다.

【표 4.3.4】 콘크리트 교대 상태평가 결과(대구)

| 구분 | 부재 면적 (㎡) | 균열, 변위 | | | | 열화 및 손상 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 균열폭 (㎜) | | 변위 | | 표면 손상면적 (%) | | 철근부식 손상면적 (%) | | |
| A1 | 328.9 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 1.56 | b | 없음 | a | b |
| A2 | 328.9 | 0.3이하 | c | 없음 | a | 0.04 | b | 없음 | a | c |

② 콘크리트 교각

- 교각에 대한 상태평가 결과 'b~c'로 평가되었다.
- 분석결과 P1~P3, P10, P14 교각에 폭 0.3㎜의 균열이 발생되어 'c' P4~P9, P11~P13, P15, P16 교각은 폭 0.2㎜이하로 'b'로 평가되었으며, 일부구간 교각에서 표면손상면적이 2%미만으로 발생되어 'b'로 평가되었다.

【표 4.3.5】 콘크리트 교각 상태평가 결과(대구)

| 구분 | 부재 면적 (㎡) | 균열, 변위 | | | | 열화 및 손상 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 균열폭 (㎜) | | 변위 | | 표면 손상면적 (%) | | 철근부식 손상면적 (%) | | |
| P1 | 106.67 | 0.3이하 | c | 없음 | a | 0.01 | b | 없음 | a | c |
| P2 | 130.86 | 0.3이하 | c | 없음 | a | 0.01 | b | 없음 | a | c |
| P3 | 131.96 | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | c |
| P4 | 134.16 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| P5 | 107.77 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| P6 | 190.23 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 0.01 | b | 없음 | a | b |
| P7 | 166.04 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 0.19 | b | 없음 | a | b |

【표 4.3.5】 콘크리트 교각 상태평가 결과(대구, 계속)

| 구분 | 부재 면적 (㎡) | 균열, 변위 | | | | 열화 및 손상 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 균열폭 (㎜) | | 변위 | | 표면 손상면적 (%) | | 철근부식 손상면적 (%) | | |
| P8 | 175.94 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 0.23 | b | 없음 | a | b |
| P9 | 114.36 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| P10 | 116.56 | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | c |
| P11 | 117.66 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| P12 | 119.86 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| P13 | 120.96 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| P14 | 134.16 | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | c |
| P15 | 135.25 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| P16 | 137.45 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |

5) 기초

- 기초에 대한 상태평가 결과, 기초가 노출되어 있지 않는 상태로 점검불가인 'q' 로 평가되었다.

【표 4.3.6】 기초 상태평가 결과(대구)

| 구분 | 기초(직접, 말뚝, 케이슨) 손상 | | | | 지반의 안정성 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 균열폭 (㎜) | | 단면손상 (파손, 철근노출 등) | | 세굴 여부 | | 침하 (㎜) | | |
| P1 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P2 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P3 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P4 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P5 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P6 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P7 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P8 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |

【표 4.3.6】 기초 상태평가 결과(대구, 계속)

| 구분 | 기초(직접, 말뚝, 케이슨) 손상 | | | | 지반의 안정성 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 균열폭 (㎜) | | 단면손상 (파손, 철근노출 등) | | 세굴 여부 | | 침하 (㎜) | | |
| P9 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P10 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P11 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P12 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P13 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P14 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P15 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P16 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |

6) 교량받침

- 교량받침에 대한 상태평가 결과, ‘a~b’로 평가되었다.
- 받침 본체는 일부 개소에 Plate에 녹이 발생되어 ‘b’로 평가되었으며, 받침 콘크리트는 일부 폭 0.2㎜이하 균열 및 파손 등이 발생되어 ’b’로 평가되었다.
- 또한, 일부 받침의 경우 고무재 들뜸 및 상부 Plate의 들뜸이 조사되어 ‘d’로 평가하여야 하나 본 손상은 받침장치 보호를 위한 피복 고무재의 들뜸으로 받침 기능발휘에 문제가 없어 피복 고무재에 대한 지속적인 주의관찰이 이루어지도록 책임기술자의 판단하에 ‘c’로 상향하여 평가하였으며, 상부 Plate 들뜸은 최외측 끝단부에 국한된 경미한 결함으로 받침 기능 발휘에 전혀 문제가 없어 책임기술자의 판단하에 ‘b’로 상향하여 평가하였다.

【표 4.3.7】 교량받침 상태평가 결과(대구)

| 구분 | 받침 본체 | | 받침 콘크리트 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 면진받침 | | 균열폭(㎜) | | 박리, 탈락, 파손 등 | | |
| A1 | 녹발생, 고무재 들뜸 | c | - | a | 없음 | a | c |
| P1 | 녹발생, 고무재 들뜸 | c | 0.2이하 | b | 파손 | b | c |
| P2 | 녹발생, 상부 Plate 들뜸 | b | - | a | 없음 | a | b |
| P3 | 없음 | a | - | a | 없음 | a | a |
| P4 | 없음 | a | - | a | 없음 | a | a |

【표 4.3.7】교량받침 상태평가 결과(대구, 계속)

| 구분 | 받침 본체 | | 받침 콘크리트 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 면진받침 | | 균열폭(㎜) | | 박리, 탈락, 파손 등 | | |
| P5 | 녹발생 | b | - | a | 없음 | a | b |
| P6 | 도장박리 | b | 0.2이하 | b | 없음 | a | b |
| P7 | 녹발생, 상부 Plate 들뜸 | b | 0.2이하 | b | 없음 | a | b |
| P8 | 녹발생, 상부 Plate 들뜸 | b | 0.2이하 | b | 없음 | a | b |
| P9 | 녹발생, 상부 Plate 들뜸 | b | - | a | 없음 | a | b |
| P10 | 녹발생, 상부 Plate 들뜸 | b | 0.2이하 | b | 없음 | a | b |
| P11 | 없음, 상부 Plate 들뜸 | b | 0.2이하 | b | 없음 | a | b |
| P12 | 없음, 상부 Plate 들뜸 | b | 0.2이하 | b | 없음 | a | b |
| P13 | 녹발생, 상부 Plate 들뜸 | b | - | a | 없음 | a | b |
| P14 | 없음, 상부 Plate 들뜸 | b | 0.2이하 | b | 없음 | a | b |
| P15 | 녹발생, 상부 Plate 들뜸, 고무재 들뜸 | c | 0.2이하 | b | 없음 | a | c |
| P16 | 녹발생, 상부 Plate 들뜸, 고무재 들뜸 | c | - | a | 없음 | a | c |
| A2 | 녹발생, 상부 Plate 들뜸, 고무재 들뜸 | c | 0.2이하 | b | 파손 | b | c |

7) 신축이음

- 신축이음(A1, A2 총 2개소)에 대한 상태평가 결과 ‘c’로 평가되었다.
- 분석결과 신축이음 본체 이물질 퇴적, 녹발생, 고무재 파손이 발생되어 ‘c’로 평가하였으며, 후타재는 미세 균열이 발생되어 ‘b’로 평가하였다.

【표 4.3.8】신축이음 상태평가 결과(대구)

| 구분 | 본 체 | | 후타재 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 균열 | | 박리, 박락, 파손 등 | | |
| A1 | 본체 녹발생, 고무재 파손, 이물질 퇴적 | c | 미세 균열 발생 | b | 없음 | a | c |
| A2 | 본체 녹발생, 이물질 퇴적 | c | 미세 균열 발생 | b | 없음 | a | c |

8) 교면포장

- 교면포장에 대한 상태평가 결과, ‘b’ 로 평가되었다.
- 경간별 평가내용 분석결과 일부구간 포장불량이 10%이상으로 ’d’로 평가되어야 하나 손상이 미미하여 주행에 영향이 없고 배수기능에도 문제가 없으므로 책임기술자의 판단으로 ’b’로 상향하여 평가하였다.

**【표 4.3.9】교면포장 상태평가 결과(대구)**

| 구분 | 부재 면적 (㎡) | 포장불량 | | | | 배 수 | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 포장불량 면적 (%) | | 포장손상에 따른 주행성 및 통행성 | | | | |
| S1 | 464.0 | 0.54 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S2 | 580.0 | 3.46 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S3 | 580.0 | 4.84 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S4 | 580.0 | 0.58 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S5 | 580.0 | 0.39 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S6 | 580.0 | 1.81 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S7 | 580.0 | 0.17 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S8 | 580.0 | 1.55 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S9 | 580.0 | 7.59 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S10 | 580.0 | 10.34 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S11 | 580.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S12 | 580.0 | 0.94 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S13 | 580.0 | 1.23 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S14 | 580.0 | 28.02 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S15 | 580.0 | 1.08 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S16 | 580.0 | 71.12 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S17 | 464.0 | 68.97 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |

9) 배수시설

- 배수시설에 대한 상태평가 결과, ‘a~d’로 평가되었다.
- 배수시설에 대한 상태평가 결과, 일부 개소에 배수관 막힘이 발생되었으나 초기퇴적으로 배수에는 지장이 없어 ‘b’로 평가하였으며, S1경간 배수관 파손이 발생되어 ‘d’로 평가하였다.

【표 4.3.10】 배수시설 상태평가 결과(대구)

| 구분 | 토사/이물질 | | 상태불량 및 길이부족 | | 위치부적절 및 하부 통행위험 | | 누수 | | 파손/노후화 | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 파손 | d | d |
| S2 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S3 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S4 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S5 | 배수구 막힘 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S6 | 배수구 막힘 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S7 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S8 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S9 | 배수구 막힘 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S10 | 배수구 막힘 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S11 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S12 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S13 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S14 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S15 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S16 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S17 | 배수구 막힘 | b | 길이부족 | c | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | c |

10) 난간 및 연석

- 난간 및 연석(차량방호벽, 중앙분리대)에 대한 상태평가 결과, ‘b~c’ 로 평가되었다.
- 분석결과 S11경간을 제외한 방호벽 전면에 폭 0.2㎜이하 균열이 발생되어 ’b’로 평가되었으나, 일부구간에 폭 0.3㎜이하 균열이 발생되어 ‘c’ 로 평가 되었다.
- 일부 구간 표면손상이 2%미만으로 발생되어 ‘b’ 로 평가되었다.

**【표 4.3.11】 난간 및 연석 상태평가 결과(대구)**

| 구분 | 부재 면적 (㎡) | 강재 | | | | | | 콘크리트 | | | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 도장불량 및 부식 | | 파손 및 탈락 | | 기타손상 | | 균열폭 (㎜) | | 박리, 파손, 철근노출 (%) | | 철근부식 손상면적 (%) | | |
| S1 | 136.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S2 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.2이하 | b | 없음 | a | 0.01 | c | c |
| S3 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.2이하 | b | 없음 | a | 0.01 | c | c |
| S4 | 170.0 | 없음 | a | 변형 | b | 없음 | a | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S5 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S6 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S7 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S8 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S9 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S10 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S11 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S12 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S13 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S14 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S15 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 0.01 | c | 없음 | a | c |
| S16 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.2이하 | b | 0.01 | c | 없음 | a | b |
| S17 | 136.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |



금시교

11) 탄산화

- 탄산화 깊이 측정은 총 9개소(상부구조 4개소, 하부구조 5개소)에서 실시하였으며, 실측한 최소 피복두께와 탄산화 깊이를 비교한 결과, 전 개소의 탄산화 잔여깊이가 30.0㎜ 이상을 확보하고 있는 상태로 'a' 로 평가되었다.

**【표 4.3.12】탄산화 상태평가 결과(대구)**

| 구분 | | 탄산화 잔여 깊이(㎜) | 평가기준 | 평가결과 |
|---|---|---|---|---|
| 상부 구조 | S1 거더내부 RW | 35.3 | < 탄산화 잔여 깊이 ><br>· a : 30㎜이상<br>· b : 10㎜이상~30㎜미만<br>· c : 0㎜이상~10㎜미만<br>· d : 0㎜미만 | a |
| | S2 거더내부 UF | 38.8 | | a |
| | S12 거더외부 LF | 33.6 | | a |
| | S14 거더내부 UF | 41.9 | | a |
| 하부 구조 | A1 흉벽 | 46.7 | | a |
| | P5 코핑부 | 80.2 | | a |
| | P7 기둥부 | 75.4 | | a |
| | P9 코핑부 | 101.9 | | a |
| | P15 기둥부 | 106.2 | | a |

12) 염화물

- 염화물함유량 시험은 총 4개소(상부구조 2개소, 하부구조 2개소)에서 실시하여 깊이별 시험을 실시하였다.
- 염화물시험은 철근깊이에서의 염분함유량을 근거로 상태평가를 실시하였으며, 염화물이 함유되어 있으나, 부식발생 가능성이 낮은 'a~b' 로 평가되었다.

**【표 4.3.13】염화물 상태평가 결과(대구)**

| 구분 | | | 전염화물 이온량(kg/㎥) | 평가기준 | 평가결과 |
|---|---|---|---|---|---|
| 상부구조 | S7 | 0~20㎜ | 0.509 | < 전염화물 이온량 ><br>· a : 염화물 ≤ 0.3kg/㎥<br>· b : 0.3kg/㎥ < 염화물 < 1.2kg/㎥<br>· c : 1.2kg/㎥ ≤ 염화물 < 2.5kg/㎥<br>· d : 염화물 ≥ 2.5kg/㎥ | b |
| | | 20~40㎜ | 0.221 | | a |
| | S17 | 0~20㎜ | 0.601 | | b |
| | | 20~40㎜ | 0.477 | | b |
| 하부구조 | A2 | 0~20㎜ | 0.490 | | b |
| | | 20~40㎜ | 0.162 | | a |
| | P12 | 0~20㎜ | 0.364 | | b |
| | | 20~40㎜ | 0.332 | | b |

## 나. 시설물 전체 상태평가 결과

금시교(대구)의 외관조사 및 내구성 시험에 의한 상태평가결과, 구조물의 영향을 미칠만한 손상이 조사되지 않은 상태로서 전반적으로 양호한 상태인 “B” 로 산정되었다.

다만, 각 부재에 발생한 바닥판/거더/격벽, 균열, 교면포장 아스콘패임, 라벨링, 배수시설 배수구 막힘, 배수관 파손, 난간/연석, 균열, 균열/백태, 파손, 철근노출, 교대/교각, 균열, 파손 등이 확인되어 구조물의 내구성 확보를 위한 보수 및 유지관리가 요구된다.

【표 4.3.14】 상태평가 결과표(대구)

| 부재의 분류 | | 상부구조 | | 2차 부재 | 기타부재 | | | | 받침 | 하부구조 | | 탄산화 | | 염화물 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 번호 | 구조 형식 | 바닥판 | 거더 | 가로보 | 포장 | 배수 | 난간 /연석 | 신축 이음 | 교량 받침 | 하부 | 기초 | 상부 | 하부 | 상부 | 하부 |
| 1 | PSCB | c | b | b | b | d | b | c | c | b | q | a | a | x | x |
| 2 | PSCB | b | c | b | b | a | c | x | c | c | q | a | x | x | x |
| 3 | PSCB | b | b | b | b | a | c | x | b | c | q | x | x | x | x |
| 4 | PSCB | b | b | b | b | a | b | x | a | c | q | x | x | x | x |
| 5 | PSCB | b | b | b | b | b | c | x | a | b | q | x | x | x | x |
| 6 | PSCB | b | b | b | b | b | c | x | b | b | q | x | a | x | x |
| 7 | PSCB | b | b | c | b | a | c | x | b | b | q | x | x | b | x |
| 8 | PSCB | b | b | b | b | a | c | x | b | b | q | x | a | x | x |
| 9 | PSCB | b | c | b | b | b | c | x | b | b | q | x | x | x | x |
| 10 | PSCB | b | c | b | b | b | c | x | b | b | q | x | x | x | x |
| 11 | PSCB | b | b | b | a | a | a | x | b | c | q | x | a | x | x |
| 12 | PSCB | b | c | b | b | a | b | x | b | b | q | a | x | x | x |
| 13 | PSCB | b | b | a | b | a | b | x | b | b | q | x | x | x | b |
| 14 | PSCB | b | b | b | b | a | c | x | b | b | q | a | x | x | x |
| 15 | PSCB | b | c | b | b | a | c | x | b | c | q | x | x | x | x |
| 16 | PSCB | c | c | b | b | a | b | x | c | b | q | x | a | x | x |
| 17 | PSCB | c | c | b | b | c | c | x | c | b | q | x | x | b | x |
| | | | | | | | | c | c | c | q | | x | | b |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 평균 | | 0.235 | 0.282 | 0.206 | 0.194 | 0.176 | 0.324 | 0.400 | 0.244 | 0.267 | N/A | 0.100 | 0.100 | 0.200 | 0.200 |
| 가중치 | | 20 | 20 | 3 | 7 | 3 | 2 | 9 | 9 | 20 | N/A | 2 | 2 | 2 | 1 |
| (평균X가중치)/가중치합 | | 0.047 | 0.056 | 0.006 | 0.014 | 0.005 | 0.006 | 0.036 | 0.022 | 0.053 | N/A | 0.002 | 0.002 | 0.004 | 0.002 |
| | | | | | | | | | | | | | | 0.256 | |
| | | | | | | | | | | | | | | B | |

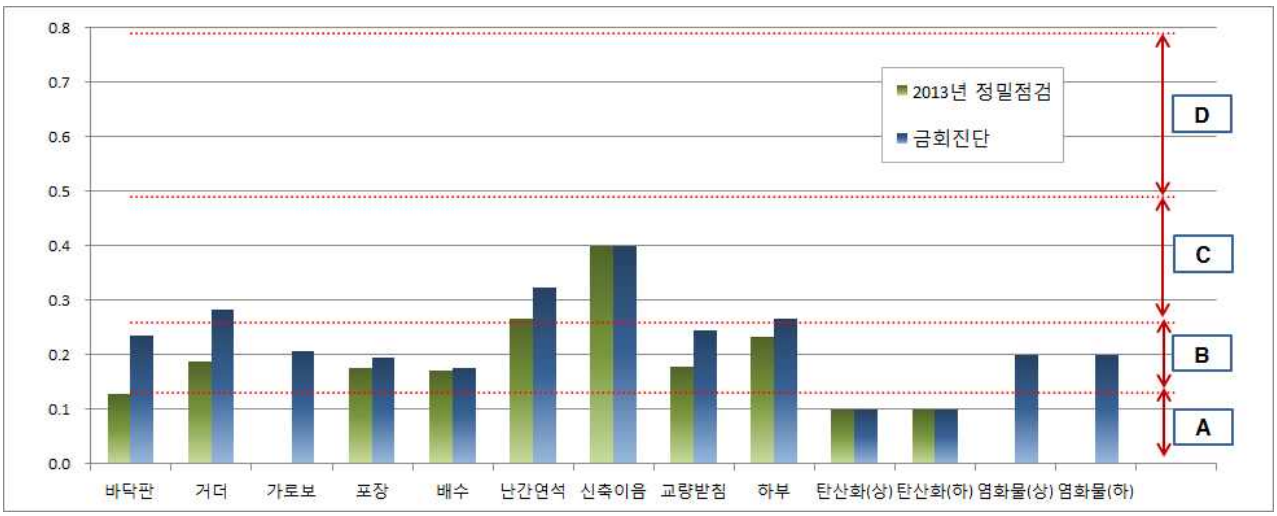
■ 결함도 범위 : 0.130 ≤ **결함도 지수(0.256)** < 0.260

## 다. 기 점검('13년) 결과와의 비교

- 최종 상태평가 결과, 상태기준은 "B"로 평가되었으며, '13년 정밀점검 이후 구조적 영향을 미칠만한 손상에 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 상·하부구조의 기 손상들은 국부적으로 보수가 되었으나, 공용 경과에 따른 손상이 증가되었으며, 일부 미보수된 손상 및 보수부 재손상이 발생되었다.
- 공용기간 경과에 따른 손상증가 (바닥판/거더/격벽, 균열, 교면포장 아스콘패임, 라벨링, 배수시설 배수구 막힘, 배수관 파손, 난간/연석, 균열, 균열/백태, 파손, 철근노출, 교대/교각, 균열, 파손 등)로 인하여 환산결함도 점수가 0.196 ⇨ 0.256으로 증가한 것으로 분석되었다.

【표 4.3.15】 기 진단 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(대구)

| 구 분 | | '13년 정밀점검 | | 금회('15년) 진단 | | 결함도 지수 변화요인 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 등급 | 부재별 결함도 지수 | 등급 | 부재별 결함도 지수 | |
| 상부 구조 | 바닥판 (상부플랜지) | a | 0.129 | b | 0.235 | · 균열 증가 |
| | 거더 (복부,하부플랜지) | b | 0.188 | c | 0.282 | · 균열 증가 |
| 2차 부재 | 격벽 | q | N/A | b | 0.206 | · 균열 증가 |
| 기타 부재 | 포장 | b | 0.176 | b | 0.194 | · 아스콘 패임, 라벨링 증가 |
| | 배수 | b | 0.171 | b | 0.176 | · 배수구 막힘, 배수관 파손 증가 |
| | 난간, 연석 | c | 0.265 | c | 0.324 | · 균열, 균열/백태, 파손, 철근노출 증가 |
| | 신축이음 | c | 0.400 | c | 0.400 | · 거의 변화 없음 |
| 받침 | 교량받침 | b | 0.178 | b | 0.244 | · 공용중 손상증가 |
| 하부 구조 | 하부 | b | 0.233 | c | 0.267 | · 균열, 그을음, 파손 증가 |
| | 기초 | q | N/A | q | N/A | · 조사불가 |
| 내구성 요소 | 탄산화(상부) | a | 0.100 | a | 0.100 | · 공용기간 경과에 따른 탄산화의 급격한 진전은 없음<br>· 잔여깊이가 30㎜ 이상 |
| | 탄산화(하부) | a | 0.100 | a | 0.100 | |
| | 염화물(상부) | q | N/A | b | 0.200 | · 염화물함유량이 낮아 부식발생 가능성 낮은 상태 |
| | 염화물(하부) | q | N/A | b | 0.200 | |
| 합 계 | | B | 0.196 | B | 0.256 | |




【그림 4.3.1】기 점검 결과와의 부재별 상태평가 결과 비교(대구)

## 4.3.2 부산방향

### 가. 각 부재별 상태평가 결과

1) 콘크리트 바닥판(PSC BOX 상부플랜지)

- 콘크리트 바닥판에 대한 상태평가 결과 'b~c' 로 평가되었다.
- 경간별 평가내용 분석결과 전 경간에 걸쳐 폭 0.1㎜ 균열이 발생되어 'b', 일부구간에 폭 0.2㎜ 균열이 발생되어 'c' 로 평가되었다.

【표 4.3.16】 콘크리트 바닥판(상부플랜지) 상태평가 결과(부산)

| 구분 | 부재 면적 (㎡) | 1방향 균열 | | | | 2방향 균열 | | | | 열화 및 손상 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 균열폭 (㎜) | | 균열율 (%) | | 균열폭 (㎜) | | 균열율 (%) | | 표면 손상면적 (%) | | 철근부식 손상면적 (%) | | |
| S1 | 485.8 | 0.2이하 | c | 0.36 | b | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S2 | 607.25 | 0.2이하 | c | 0.22 | b | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S3 | 607.25 | 0.2이하 | c | 0.43 | b | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S4 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S5 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S6 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | 0.1미만 | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S7 | 607.25 | 0.2이하 | c | 0.21 | b | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S8 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S9 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S10 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S11 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S12 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S13 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S14 | 607.25 | 0.2이하 | c | 0.21 | b | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S15 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S16 | 607.25 | 0.1이하 | b | - | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S17 | 485.8 | 0.2이하 | c | 0.39 | a | - | a | - | a | 없음 | a | 없음 | a | c |

2) 프리스트레스 콘크리트 거더(PSC BOX 복부, 하부플랜지)

- 프리스트레스 콘크리트 거더 내·외부에 대한 상태평가 결과 'b~c' 로 평가되었다.
- 분석결과 S2~S7, S12, S13, S15, S16경간에 0.1㎜이하 균열이 발생되어 'b', S1, S8~S11, S14, S17경간에 폭 0.2㎜ 균열이 발생되어 'c' 로 평가되었다.
- 일부구간에 열화 및 손상이 발생되었으며, 표면손상면적이 2%미만으로 조사되어 'b' 로 평가하였다.

**【표 4.3.17】 프리스트레스 거더(복부,하부플랜지) 상태평가 결과(부산)**

| 구분 | 부재 면적 (㎡) | 균열 | | | | 열화 및 손상 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 균열폭 (㎜) | | 휨균열 (㎜) | | 표면 손상면적 (%) | | 철근부식 손상면적 (%) | | |
| S1 | 993.2 | 0.2이하 | c | - | a | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S2 | 1241.5 | 0.1이하 | b | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S3 | 1241.5 | 0.1이하 | b | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S4 | 1241.5 | 0.1이하 | b | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S5 | 1241.5 | 0.1이하 | b | - | a | 0.07 | b | 없음 | a | b |
| S6 | 1241.5 | 0.1이하 | b | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S7 | 1241.5 | 0.1이하 | b | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S8 | 1241.5 | 0.2이하 | c | - | a | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S9 | 1241.5 | 0.2이하 | c | - | a | 0.03 | b | 없음 | a | c |
| S10 | 1241.5 | 0.2이하 | c | - | a | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S11 | 1241.5 | 0.2이하 | c | - | a | 0.01 | b | 없음 | a | c |
| S12 | 1241.5 | 0.1이하 | b | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S13 | 1241.5 | 0.1이하 | b | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S14 | 1241.5 | 0.2이하 | c | - | a | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S15 | 1241.5 | 0.1이하 | b | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S16 | 1241.5 | 0.1이하 | b | - | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S17 | 993.2 | 0.2이하 | c | - | a | 없음 | a | 없음 | a | c |

3) 콘크리트 가로보(격벽)

- 콘크리트 가로보(격벽)에 대한 상태평가 결과, 일부구간 폭 0.2㎜이하 균열이 발생되어 'b'로 평가되었으나, S2경간에서 폭 0.3㎜이상의 균열이 발생되어 'c'로 평가되었다.

**【표 4.3.18】 콘크리트 가로보(격벽) 상태평가 결과(부산)**

| 구분 | 부재 면적 (㎡) | 균열 | | 열화 및 손상 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 균열폭 (㎜) | | 표면 손상면적 (%) | | 철근부식 손상면적 (%) | | |
| S1 | 19.46 | - | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S2 | 19.46 | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S3 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S4 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S5 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S6 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S7 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S8 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S9 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S10 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S11 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S12 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S13 | 19.46 | - | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S14 | 19.46 | - | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S15 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S16 | 19.46 | - | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S17 | 19.46 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |

4) 교대 및 교각

① 콘크리트 교대

- 교대에 대한 상태평가 결과 'b' 로 평가되었다.
- 지점별 평가내용 분석결과 교대 A1, A2에 0.2㎜균열이 발생되어 'b' 로 평가하였으며, 교대 A1의 열화 및 손상은 표면손상 면적이 2%미만으로 'b' 로 평가되었다.

【표 4.3.19】 콘크리트 교대 상태평가 결과(부산)

| 구분 | 부재 면적 (㎡) | 균열, 변위 | | | | 열화 및 손상 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 균열폭 (㎜) | | 변위 | | 표면 손상면적 (%) | | 철근부식 손상면적 (%) | | |
| A1 | 328.89 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 0.36 | b | 없음 | a | b |
| A2 | 328.89 | 0.3이하 | c | 없음 | a | 0.37 | b | 없음 | a | c |

② 콘크리트 교각

- 교각에 대한 상태평가 결과 'b~c' 로 평가되었다.
- 분석결과 교각 P1, P7, P9, P11, P16, P18, P24에서 0.3㎜의 균열이 발생되어 'c' 교각 P2~P6, P10, P12~P15, P17, P19~P23에서 0.2㎜이하 균열이 발생되어 'b' 로 평가되었다.
- 교각 P14, P24에서 표면손상이 2%미만으로 발생되어 'b' 로 평가하였으며, P24는 폭 0.3㎜이상 균열이 발생되어 'c' 로 평가하였다.

【표 4.3.20】 콘크리트 교각 상태평가 결과(부산)

| 구분 | 부재 면적 (㎡) | 균열, 변위 | | | | 열화 및 손상 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 균열폭 (㎜) | | 변위 | | 표면 손상면적 (%) | | 철근부식 손상면적 (%) | | |
| P1 | 106.7 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 0.02 | b | 없음 | a | b |
| P2 | 130.9 | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | c |
| P3 | 132.0 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| P4 | 134.2 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 0.66 | b | 없음 | a | b |
| P5 | 107.8 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| P6 | 190.2 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 0.26 | b | 없음 | a | b |
| P7 | 166.0 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| P8 | 175.9 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 0.15 | b | 없음 | a | b |
| P9 | 114.4 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |

【표 4.3.20】 콘크리트 교각 상태평가 결과(부산, 계속)

| 구분 | 부재 면적 (㎡) | 균열, 변위 | | | | 열화 및 손상 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 균열폭 (㎜) | | 변위 | | 표면 손상면적 (%) | | 철근부식 손상면적 (%) | | |
| P10 | 116.6 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| P11 | 117.7 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| P12 | 119.9 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| P13 | 121.0 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 0.01 | b | 없음 | a | b |
| P14 | 134.2 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 5.46 | c | 없음 | a | c |
| P15 | 135.3 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 1.39 | b | 없음 | a | b |
| P16 | 137.5 | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |

5) 기초

- 기초에 대한 상태평가 결과, 기초가 노출되어 있지 않는 상태로 점검불가인 ‘q’로 평가되었다.

【표 4.3.21】 기초 상태평가 결과(부산)

| 구분 | 기초(직접, 말뚝, 케이슨) 손상 | | | | 지반의 안정성 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 균열폭 (㎜) | | 단면손상 (파손, 철근노출 등) | | 세굴 여부 | | 침하 (㎜) | | |
| P1 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P2 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P3 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P4 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P5 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P6 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P7 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P8 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |

【표 4.3.21】 기초 상태평가 결과(부산, 계속)

| 구분 | 기초(직접, 말뚝, 케이슨) 손상 | | | | 지반의 안정성 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 균열폭 (㎜) | | 단면손상 (파손, 철근노출 등) | | 세굴 여부 | | 침하 (㎜) | | |
| P9 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P10 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P11 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P12 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P13 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P14 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P15 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |
| P16 | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | 비노출 | q | q |

6) 교량받침

- 교량받침에 대한 상태평가 결과, ‘a~c’로 평가되었다.
- 받침 본체는 일부 개소에 Plate에 도장박리가 발생되어 ‘b’로 평가되었으며, 받침 콘크리트는 일부 폭 0.2㎜이하 균열 및 파손 등이 발생되어 ’b’로 평가되었다.
- 또한, 일부 받침의 경우 고무재 들뜸 및 상부 Plate의 들뜸이 조사되어 ‘d’로 평가하여야 하나 본 손상은 받침장치 보호를 위한 피복 고무재의 들뜸으로 받침 기능발휘에 문제가 없어 피복 고무재에 대한 지속적인 주의관찰이 이루어지도록 책임기술자의 판단하에 “c”로 상향하여 평가하였으며, 상부 Plate 들뜸은 최외측 끝단부에 국한된 경미한 결함으로 받침 기능 발휘에 전혀 문제가 없어 책임기술자의 판단하에 ‘b’로 상향하여 평가하였다.

【표 4.3.22】 교량받침 상태평가 결과(부산)

| 구분 | 받침 본체 | | 받침 콘크리트 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 면진받침 | | 균열폭(㎜) | | 박리, 탈락, 파손 등 | | |
| A1 | 도장박리 | b | - | a | - | a | b |
| P1 | 없음 | a | - | a | - | a | a |
| P2 | 없음 | a | - | a | - | a | a |
| P3 | 도장박리, 고무재 들뜸 | c | - | a | - | a | c |
| P4 | 없음, 고무재 파손 | c | 0.2이하 | b | 파손 | b | c |
| P5 | 없음, 고무재 들뜸 | c | - | a | - | a | c |
| P6 | 도장박리, 상부 Plate 들뜸 | b | 0.2이하 | b | 파손 | b | b |

【표 4.3.22】교량받침 상태평가 결과(부산, 계속)

| 구분 | 받침 본체 | | 받침 콘크리트 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 면진받침 | | 균열폭(㎜) | | 박리, 탈락, 파손 등 | | |
| P7 | 상부 Plate 들뜸 | b | 0.2이하 | b | 파손 | b | b |
| P8 | 도장박리, 고무재 파손 | c | 0.2이하 | b | 파손 | b | c |
| P9 | 상부 Plate 들뜸 | b | - | a | - | a | b |
| P10 | 상부 Plate 들뜸 | b | - | a | - | a | b |
| P11 | 상부 Plate 들뜸 | b | 0.3이하 | c | 파손 | b | b |
| P12 | 상부 Plate 들뜸 | b | 0.2이하 | b | 파손 | b | b |
| P13 | 상부 Plate 들뜸, 고무재 파손 | c | - | a | - | a | c |
| P14 | 상부 Plate 들뜸 | b | 0.3이하 | c | 파손 | b | b |
| P15 | 상부 Plate 들뜸 | b | 0.2이하 | b | 파손 | b | b |
| P16 | 없음 | a | 0.2이하 | b | 파손 | b | b |
| A2 | 도장박리, 고무재 들뜸 | c | 0.2이하 | b | 파손 | b | c |

7) 신축이음

- 신축이음(A1, A2 총 2개소)에 대한 상태평가 결과 ‘c’로 평가되었다.
- 분석결과 본체 유간 토사퇴적 및 후타재 일부 균열이 발생되어 ‘b’로 평가되었으나, 신축이음 녹발생 및 후타재 파손이 발생되어 ‘c’로 평가하였다.

【표 4.3.23】신축이음 상태평가 결과(대구)

| 구분 | 본 체 | | 후타재 | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 균열 | | 박리, 박락, 파손 등 | | |
| A1 | 본체 녹발생, 이물질 퇴적 | c | 미세 균열 발생 | b | 파손 | c | c |
| A2 | 본체 녹발생, 이물질 퇴적 | c | 미세 균열 발생 | b | 없음 | a | c |

8) 교면포장

- 교면포장에 대한 상태평가 결과, 전 구간 'b' 로 평가되었다.
- 경간별 평가내용 분석결과 일부구간 포장불량이 10%이상으로 'd' 로 평가되어야 하나 손상이 미미하여 주행에 영향이 없고 배수기능에도 문제가 없으므로 책임기술자의 판단으로 'b' 로 상향하여 평가하였다.

**【표 4.3.24】교면포장 상태평가 결과(부산)**

| 구분 | 부재 면적 (㎡) | 포장불량 | | | | 배 수 | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 포장불량 면적 (%) | | 포장손상에 따른 주행성 및 통행성 | | | | |
| S1 | 464.0 | 34.81 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S2 | 580.0 | 32.25 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S3 | 580.0 | 13.79 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S4 | 580.0 | 0.07 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S5 | 580.0 | 0.33 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S6 | 580.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S7 | 580.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S8 | 580.0 | 3.97 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S9 | 580.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S10 | 580.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S11 | 580.0 | 0.07 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S12 | 580.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S13 | 580.0 | 0.25 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S14 | 580.0 | 4.14 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S15 | 580.0 | 17.24 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S16 | 580.0 | 8.62 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S17 | 464.0 | 10.10 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |

9) 배수시설

- 배수시설에 대한 상태평가 결과 ‘a~c’ 로 평가되었다.
- 배수시설에 대한 상태평가 결과, 일부 개소에 배수관 막힘이 발생되었으나 초기퇴적으로 배수에는 지장이 없어 ‘b’ 로 평가하였으며, 배수관 고정불량/길이부족/연결고리 탈락이 발생되어 ‘c’ 로 평가하였다.

**【표 4.3.25】배수시설 상태평가 결과(부산)**

| 구분 | 토사/이물질 | | 상태불량 및 길이부족 | | 위치부적절 및 하부 통행위험 | | 누수 | | 파손/노후화 | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 없음 | a | 고정불량/길이부족 | c | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S2 | 배수구 막힘 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S3 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S4 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S5 | 배수구 막힘 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S6 | 배수구 막힘 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S7 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S8 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S9 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S10 | 배수구 막힘 | b | 연결고리 탈락 | c | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S11 | 배수구 막힘 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S12 | 배수구 막힘 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S13 | 배수구 막힘 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S14 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S15 | 배수구 막힘 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S16 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | a |
| S17 | 배수구 막힘 | b | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | b |

10) 난간 및 연석

- 난간 및 연석에 대한 상태평가 결과 'b~c' 로 평가되었다.
- 분석결과 방호벽 전면에 걸쳐 폭 0.2~0.3㎜이상 균열이 발생되어 'b~c' 로 평가되었으며, 일부구간에 표면손상이 경미하게 발생되어 'b' 로 평가되었다.

**【표 4.3.26】 난간 및 연석 상태평가 결과(부산)**

| 구분 | 부재 면적 (㎡) | 강재 | | | | | | 콘크리트 | | | | | | 평가 결과 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 도장불량 및 부식 | | 파손 및 탈락 | | 기타손상 | | 균열폭 (㎜) | | 박리, 파손, 철근노출 (%) | | 철근부식 손상면적 (%) | | |
| S1 | 136.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S2 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S3 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.2이하 | b | 없음 | a | 없음 | a | b |
| S4 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 0.02 | b | 없음 | a | c |
| S5 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 0.07 | b | 없음 | a | c |
| S6 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S7 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S8 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S9 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S10 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S11 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S12 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S13 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S14 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S15 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S16 | 170.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |
| S17 | 136.0 | 없음 | a | 없음 | a | 없음 | a | 0.3이하 | c | 없음 | a | 없음 | a | c |

11) 탄산화

- 탄산화 깊이 측정은 총 9개소(상부구조 4개소, 하부구조 5개소)에서 실시하였으며, 실측한 최소 피복두께와 탄산화 깊이를 비교한 결과, 전 개소의 탄산화 잔여깊이가 30.0㎜ 이상을 확보하고 있는 상태로 “a”로 평가되었다.

【표 4.3.27】탄산화 상태평가 결과(부산)

| 구분 | | 탄산화 잔여 깊이(㎜) | 평가기준 | 평가결과 |
|---|---|---|---|---|
| 상부구조 | S3 거더외부 LF | 43.5 | < 탄산화 잔여 깊이 ><br>· a : 30㎜이상<br>· b : 10㎜이상~30㎜미만<br>· c : 0㎜이상~10㎜미만<br>· d : 0㎜미만 | a |
| | S5 거더내부 RW | 36.6 | | a |
| | S8 거더내부 RW | 40.4 | | a |
| | S13 거더내부 LW | 49.1 | | a |
| 하부구조 | A1 흉벽 | 46.7 | | a |
| | P3 기둥부 | 86.0 | | a |
| | P5 코핑부 | 82.0 | | a |
| | P10 코핑부 | 108.0 | | a |
| | P11 기둥부 | 113.0 | | a |

12) 염화물

- 염화물함유량 시험은 총 4개소(상부구조 2개소, 하부구조 2개소)에서 실시하여 깊이별 시험을 실시하였다.
- 염화물시험은 철근깊이에서의 염분함유량을 근거로 상태평가를 실시하였으며, 염화물이 함유되어 있으나, 부식발생 가능성이 낮은 상태인 ‘a~b’로 평가되었다.

【표 4.3.28】염화물 상태평가 결과(부산)

| 구분 | | | 전염화물 이온량(kg/㎥) | 평가기준 | 평가결과 |
|---|---|---|---|---|---|
| 상부구조 | S1 | 0~20㎜ | 0.392 | < 전염화물 이온량 ><br>· a : 염화물 ≤ 0.3kg/㎥<br>· b : 0.3kg/㎥ < 염화물 < 1.2kg/㎥<br>· c : 1.2kg/㎥ ≤ 염화물 < 2.5kg/㎥<br>· d : 염화물 ≥ 2.5kg/㎥ | b |
| | | 20~40㎜ | 0.359 | | b |
| | S8 | 0~20㎜ | 0.325 | | b |
| | | 20~40㎜ | 0.276 | | a |
| 하부구조 | A1 | 0~20㎜ | 0.454 | | b |
| | | 20~40㎜ | 0.409 | | b |
| | P8 | 0~20㎜ | 0.491 | | b |
| | | 20~40㎜ | 0.405 | | b |

## 나. 시설물 전체 상태평가 결과

금시교(부산)의 외관조사 및 내구성 시험에 의한 상태평가결과, 구조물의 영향을 미칠만한 손상이 조사되지 않은 상태로서 전반적으로 양호한 상태인 “B” 로 산정되었다.

다만, 각 부재에 발생한 바닥판/거더/격벽 균열, 배수시설 배수구 막힘, 배수관 상태불량, 난간/연석 균열/백태, 보수재 박리/파손, 신축이음 본체 녹발생, 교대/교각 균열, 백태, 들뜸/박락/파손, 재료분리 등이 확인되어 구조물의 내구성 확보를 위한 보수 및 유지관리가 요구된다.

【표 4.3.29】 상태평가 결과표(부산)

| 부재의 분류 | | 상부구조 | | 2차 부재 | 기타부재 | | | | 받침 | 하부구조 | | 탄산화 | | 염화물 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 번호 | 구조 형식 | 바닥판 | 거더 | 가로보 | 포장 | 배수 | 난간 /연석 | 신축 이음 | 교량 받침 | 하부 | 기초 | 상부 | 하부 | 상부 | 하부 |
| 1 | PSCB | c | c | a | b | c | c | c | b | b | q | a | a | b | b |
| 2 | PSCB | c | b | c | b | b | c | x | a | b | q | a | x | x | x |
| 3 | PSCB | c | b | b | b | a | b | x | a | c | q | x | x | x | x |
| 4 | PSCB | b | b | b | b | a | c | x | c | b | q | x | a | x | x |
| 5 | PSCB | b | b | b | b | b | c | x | c | b | q | x | x | x | x |
| 6 | PSCB | b | b | b | a | b | c | x | c | b | q | x | a | x | x |
| 7 | PSCB | c | b | b | a | a | c | x | b | b | q | x | x | x | x |
| 8 | PSCB | b | c | b | b | a | c | x | b | b | q | x | x | b | x |
| 9 | PSCB | c | c | b | a | a | c | x | c | b | q | x | x | x | b |
| 10 | PSCB | b | c | b | a | c | c | x | b | b | q | x | x | x | x |
| 11 | PSCB | b | c | b | b | b | c | x | b | b | q | x | a | x | x |
| 12 | PSCB | b | b | b | a | b | c | x | b | b | q | a | a | x | x |
| 13 | PSCB | b | b | a | b | b | c | x | b | b | q | x | x | x | x |
| 14 | PSCB | c | c | a | b | a | c | x | c | b | q | a | x | x | x |
| 15 | PSCB | b | b | b | b | b | c | x | b | c | q | x | x | x | x |
| 16 | PSCB | b | b | a | b | a | c | x | b | b | q | x | x | x | x |
| 17 | PSCB | c | c | b | b | b | c | x | b | b | q | x | x | x | x |
| | | | | | | | | c | c | c | q | | x | | x |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 평균 | | 0.271 | 0.282 | 0.188 | 0.171 | 0.182 | 0.388 | 0.400 | 0.256 | 0.233 | N/A | 0.100 | 0.100 | 0.200 | 0.200 |
| 가중치 | | 20 | 20 | 3 | 7 | 3 | 2 | 9 | 9 | 20 | N/A | 2 | 2 | 2 | 1 |
| (평균X가중치)/가중치합 | | 0.054 | 0.056 | 0.006 | 0.012 | 0.005 | 0.008 | 0.036 | 0.023 | 0.047 | N/A | 0.002 | 0.002 | 0.004 | 0.002 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 0.257 |
| | | | | | | | | | | | | | | | B |

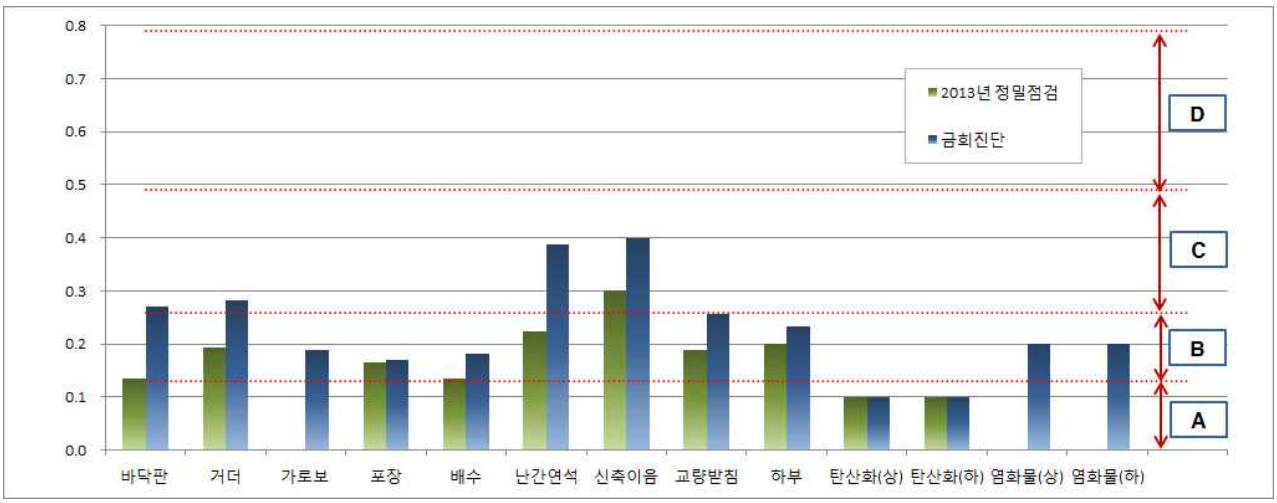
■ 결함도 범위 : 0.130 ≤ **결함도 지수(0.257)** < 0.260

## 다. 기 점검('13년) 결과와의 비교

- 최종 상태평가 결과, 상태기준은 "B"로 평가되었으며, '13년 정밀점검 이후 구조적 영향을 미칠만한 손상에 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 상·하부구조의 기 손상들은 국부적으로 보수가 되었으나, 공용 경과에 따른 손상이 증가되었으며, 일부 미보수된 손상 및 보수부 재손상이 발생되었다.
- 공용기간 경과에 따른 손상증가 (바닥판/거더/격벽 균열, 배수시설 배수구 막힘, 배수관 상태불량, 난간/연석 균열/백태, 보수재 박리/파손, 신축이음 본체 녹발생, 교대/교각 균열, 백태, 들뜸/박락/파손, 재료분리 등)로 인하여 환산결함도 점수가 0.181 ⇨ 0.257으로 증가한 것으로 분석되었다.

**【표 4.3.30】기 진단 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(부산)**

| 구 분 | | '13년 정밀점검 | | 금회('15년) 진단 | | 결함도 지수 변화요인 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 등급 | 부재별 결함도 지수 | 등급 | 부재별 결함도 지수 | |
| 상부 구조 | 바닥판 (상부플랜지) | b | 0.135 | c | 0.271 | · 균열 증가 |
| | 거더 (복부,하부플랜지) | b | 0.194 | c | 0.282 | · 균열 증가 |
| 2차 부재 | 격벽 | q | N/A | b | 0.188 | · 균열 증가 |
| 기타 부재 | 포장 | b | 0.165 | b | 0.171 | · 공용중 손상 증가 |
| | 배수 | b | 0.135 | b | 0.182 | · 배수구 막힘, 배수관 상태불량 증가 |
| | 난간, 연석 | b | 0.224 | c | 0.388 | · 균열/백태, 보수재 박리/파손 증가 |
| | 신축이음 | c | 0.300 | c | 0.400 | · 본체 녹발생 증가 |
| 받침 | 교량받침 | b | 0.189 | b | 0.256 | · 거의 변화 없음 |
| 하부 구조 | 하부 | b | 0.200 | b | 0.233 | · 균열, 백태, 들뜸/박락/파손, 재료분리 증가 |
| | 기초 | q | N/A | q | N/A | · 조사 불가 |
| 내구성 요소 | 탄산화(상부) | a | 0.100 | a | 0.100 | · 공용기간 경과에 따른 탄산화의 급격한 진전은 없음<br>· 잔여깊이가 30㎜ 이상 |
| | 탄산화(하부) | a | 0.100 | a | 0.100 | |
| | 염화물(상부) | q | N/A | b | 0.200 | · 염화물함유량이 낮아 부식발생 가능성 낮은 상태 |
| | 염화물(하부) | q | N/A | b | 0.200 | |
| 합 계 | | B | 0.181 | B | 0.257 | |




【그림 4.3.2】기 점검 결과와의 부재별 상태평가 결과 비교(부산)

# 제 5장 시설물의 안전성평가

5.1 개 요

5.2 상부구조 안전성평가

5.3 기본내하력 검토

5.4 하부구조 안전성평가

5.5 안전성평가 결과요약

# 제 5장 시설물의 안전성 평가

## 5.1 개 요

본교량은 17경간 연속 PSC 박스 거더교로 압출공법(Incremental Launching Method, ILM)으로 시공된 교량이다. 구조 안전성 검토 및 내하력 평가를 위한 구조해석은 고정하중 외 1등급의 DB-24(DL-24)의 활하중과 종방향 온도, 상·하연 온도차, 크리프 및 건조수축과 프리스트레스에 의한 부정정력 등에 대하여 사용하중 상태의 응력 검토와 극한상태에서의 구조안전성 검토를 수행하였다. 본 교량의 시공방법은 ILM(Incremental Launching Method)으로 교량의 경간을 통과할 수 있는 평형압축력을 포스트텐션 방식에 의하여 제작된 세그먼트에 도입시켜 기 제작된 주형과 일체화 시킨 후 압출장치에 의해 거더를 교축방향으로 밀어내는 공법이다. 압출공법에 의해 교량을 가설하는 경우 시공 중에 발생하는 거더의 응력이 완성된 후 발생하는 거더의 응력보다 크게 되는 수도 있다.

일반적으로 압출시공 중 고정하중 등에 의해 발생하는 교번응력에 대해서는 PS강재(Central Tendon)에 의해 프리스트레스를 도입해서 대처하고, 압출완료 후에는 부가적인 고정하중이나 활하중 등에 의해 발생하는 응력에 대해서는 2차 PS강재(Continuity Tendon)에 의해 프리스트레스를 도입해서 대처하고 있다. 단, 1차 PS강재라고 해서 반드시 시공중에만 필요한 PS강재를 배치하는 것에 한하지 않고, 경우에 따라서는 압출시공중에 뿐만 아니라 완성 후의 설계단면력을 고려해서 압출시공중에 필요한 PS강재를 미리 1차 PS강재로서 배치하는 경우도 있다.

본 교량의 압출시공시 주형에 발생하는 단면력을 저감시킬 목적과 거더의 압출이 원활하게 될 수 있도록 가이드 역할을 하게 할 목적으로 거더의 선단에 강재로 된 압출노즈(L=36m)를 설치하였다. 본 구조해석에서는 PSC Box 거더교의 시공단계 해석이 가능한 MIDAS CIVIL 범용 프로그램을 사용하여 설계하중에 대한 구조해석을 수행하였다.

# 5.2 상부구조 안전성평가

## 5.2.1 교량 제원

- 교량 형식 : PSC 박스 거더교
- 가설 공법 : Incremental Launching Method (ILM)
- 교 폭 : 12.145m
- 교량 등급 : 1등급(DB-24, DL-24)
- 경간 구성 : L= 40+ 15@50 + 40 = 830m

## 5.2.2 재료의 물성치 및 허용응력

### 가. 콘크리트

- 설계기준강도 : $f_{ck}$ = 40MPa
- 탄성계수 : $E_c$ = 28,000MPa
- 단위중량 : $\gamma_c$ = 25kN/㎥
- 프리스트레스 도입 시 콘크리트 압축강도 : $f_{ci}$ = 32MPa
- 허용응력

※ 크리프와 건조수축에 의한 손실이 일어나기 전의 일시적 응력

- 허용휨압축응력 : 0.55 $f_{ci}$ = 17.6MPa
- 허용휨인장응력 : 0.5$\sqrt{f_{ci}}$ = 2.83MPa (부착철근이 있는 경우)

1.4MPa 또는 0.25$\sqrt{f_{ci}}$ = 1.4MPa (부착철근이 없는 경우)

※ 모든 손실이 일어난 후 사용하중 상태에서의 응력

- 허용휨압축응력 : 0.40 $f_{ck}$ = 16MPa
- 허용휨인장응력 : 1.6$\sqrt{f_{ck}}$ = 3.20MPa

- 균열응력 : 0.63$\sqrt{f_{ck}}$ = 3.98MPa

※ 부가하중(크리프, 건조수축, 지점침하 등)고려시 허용응력 증가계수 1.15 적용

※ 가설시 하중고려시 허용응력 증가계수 1.25 적용

### 나. 철근(SD40)

■ 항복응력 : $f_y$ = 400MPa

■ 탄성계수 : $E_s$ = $2.0\times10^5$ MPa

### 다. PS 강연선

■ $f_{pu}$ = 1,900 MPa

■ Top : 12 - ø12.7㎜

■ Bottom : 7 - ø12.7㎜

■ Continuity : 19 - ø12.7㎜

■ P.S 강연선의 허용응력

- 정착직후 정착구에서의 응력 : $0.7f_{pu}$ = 1,330 MPa
- 손실이 일어난 후 설계하중 작용시 : $0.8f_{py}$ = 1,280 MPa

■ 마찰 계수 - 곡률 마찰계수 : $\mu$ = 0.25/rad

- 파상 마찰계수 : $k$ = 0.0066/m(금속쉬스)

■ Wedge slip량 : 6㎜

■ 릴렉세이션율 : 5%

## 5.2.3 하중조건

### 가. 고정하중

■ PSC BOX 및 격벽 자중(1차 고정하중) : $\gamma$ = 25 kN/㎥ 적용

■ 2차 고정하중

| | | | |
|---|---|---|---|
| ① | Asphalt : | 0.08 × 11.415 × 23.0 = | 21.000 kN/m |
| ② | 방호울타리 : | (0.335 + 0.152) × 25.0 = | 12.150 kN/m |
| ③ | 난간 등 기타하중 : | | 2.000 kN/m |
| | 합 계 : | | 35.150 kN/m |

### 나. 활하중

- DB-24 : $P_r$ = 96.0kN, $P_f$ = 24.0kN
- DL-24 : $P_m$ = 108.0kN, $P_s$ = 156.0kN, $w$ = 12.7 kN/m

- 충격계수 : $i = \frac{15}{40 + L} \leq 0.3$

DB-24(DL-24) 활하중 재하경우에 대하여 MIDAS CIVIL 프로그램은 이동하중을 자동 재하하여 최대/최소 단면력에 대한 활하중 포락선도를 계산함

- 설계 차로 : 3차로 (설계 차로폭 3.6m)
- 하중 재하 : 설계 차로폭을 고려한 중앙재하 및 편재하

## 다. 기타 하중

■ 온도 하중 : ·종방향 = ±Δ15℃ ·상하연온도차 = ±Δ5℃

■ 지점 침하 : Δ l = 10㎜

## 라. 크리프 및 건조수축

■ 시멘트 : 보통(1종) 시멘트

■ 지속하중 재하시 콘크리트 재령 : $t'$ = 7일

■ 콘크리트가 외기중에 노출되었을 때의 재령 : $t_s$ =3일

■ 상대습도 : 70% (가정)

■ 외기 또는 양생온도 : T = 20℃

■ 콘크리트의 크리프

$\varepsilon_{c\sigma}(t,t')$ : $t'$ 일에서 $f_c(t')$에 의한 콘크리트의 순간 변형 및 크리프변형을 함께 고려한 전체 크리프 변형율

$$\varepsilon_{c\sigma}(t,t') = f_c(t')\left[\frac{1}{E_{ci}(t')} + \frac{\phi(t,t')}{E_{ci}}\right]$$

$E_{ci}$ : 28일 재령 콘크리트의 초기 접선탄성계수(Mpa)

$$E_{ci} = 2.15 \times 10^4 \sqrt[3]{\frac{f_{cu}}{10}}$$

$\phi(t,t')$ : 크리프 계수 $\phi(t,t') = \phi_0 \beta_c(t-t')$

t : 콘크리트의 재령 (일)

$t'$ : 지속하중이 작용할 때의 콘크리트의 재령 (일)

$\phi_0$ : 콘크리트의 개념 크리프 계수 $\phi_0 = \phi_{RH} \beta_c(f_{cu}) \beta(t')$

$\phi_{RH}$ : 외기의 상대습도와 부재 두께에 의해 크리프에 미치는 영향 계수

$$\phi_{RH} = 1 + \frac{1 - 0.01RH}{0.1\sqrt[3]{h}}$$

$\beta_c(f_{cu})$ : 콘크리트 강도에 의해 크리프에 미치는 영향 함수

$$\beta(f_{cu}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cu}}}$$

$\beta(t')$ : 지속하중이 가해지는 시간$t'$에 의해 크리프에 미치는 영향 함수

$$\beta(t') = \frac{1}{0.1+(t')^{0.2}}$$

$\beta_c(t-t')$ : 재하시간에 따라 크리프에 미치는 영향 함수

$$\beta_c(t-t') = \left[\frac{(t-t')}{\beta_H+(t-t')}\right]^{0.3}$$

$\beta_H$ : 외기의 상대습도와 부재의 두께에 따른 계수

$$\beta_H = 15[1+(0.012RH)^{18}]h + 250 \le 1500 \text{ 일}$$

$h$ : 개념적인 부재치수(㎝), $h = \frac{2A_c}{u}$

$A_c$ : 단면적 (㎠)

$u$ : 외기와 접촉하는 단면 둘레(㎝)

$RH$ : 상대습도 (%)

$f_{cu}$ : 콘크리트의 28일 평균 압축강도(Mpa)

■ 콘크리트의 건조수축 변형율

$\varepsilon_{sh}(t,t')$ : $t_s$재령에서 외기에 노출된 콘크리트 재령, $t$에서의 전체 건조수축 변형율

$$\varepsilon_{sh}(t,t_s) = \varepsilon_{sh0}\beta_s(t-t_s)$$

$\varepsilon_{sh0}$ : 개념적인 건조수축 계수

$$\varepsilon_{sh0} = \varepsilon_s(f_{cu})\beta_{RH}$$

$\beta_s(t-t')$ : 건조 기간에 따른 건조수축 변형율 함수

$$\beta_s(t-t_s) = \sqrt{\frac{(t-t_s)}{0.035h^2+(t-t_s)}}$$

$t_s$ : 수축이 시작 될 때의 콘크리트의 재령 (일)

$$\varepsilon_s(f_{cu}) = \left[160+10\beta_{sc}\left(9-\frac{f_{cu}}{10}\right)\right]\times 10^{-6}$$

$\beta_{RH}$ : 외기습도에 따른 크리프와 건조수축에 미치는 영향 계수

$$\beta_{RH} = \begin{cases} -1.55\left[1-\left(\frac{RH}{100}\right)^3\right] & 40\% \le RH < 90\% \\ 0.25 & RH \ge 90\% \end{cases}$$

$h$ : 개념적인 부재치수(㎜), $h = \frac{2A_c}{u}$

### 5.2.4 종방향 구조해석

설계하중 DB/DL-24로 안전성 및 내하력 평가를 위하여 시공단계 및 현 구조물 상태에 따른 하중상태를 고려하여 허용응력 및 강도설계법에 의한 안전성 평가를 수행하고 이를 바탕으로 내하력 평가를 수행하고자 한다. 따라서, 내하력 평가를 위해 시공단계를 고려한 구조해석 및 기타 하중에 대한 정적해석을 수행한다.

단, 시공단계 구성은 설계도면에 근거하여 2.5m 기준으로 하여 압출 단계를 나누었고 압출노즈가 교각에 거치되기 전 단계 등을 고려하였으며 그에 따른 단면력에 대하여 시공단계에 대한 안전성검토를 수행하였다. 시공단계별 안전성 평가는 구조적으로 주요하게 생각되는 37단계에 대하여 제시하였다.

### 5.2.5 허용응력에 의한 안전성 평가

#### 가. 개 요

일반적으로 PSC 박스 거더에 적용되는 하중은 자중(1차 고정하중)과 2차 고정하중, 활하중, 크리프와 건조수축, 온도, 프리스트레싱 및 2차 부정정력 등이 고려되며 본 구조해석은 도로교 설계기준에 준용하여 실시하였다.

즉, 시공단계 해석을 통하여 PSC 박스 자중(1차 고정하중)과 2차 고정하중, 크리프와 건조수축에 대한 응력 집계를 수행하였고 이후 활하중에 대하여 최대·최소 단면력을 고려하여 각각에 대한 조합을 수행하였다.

#### 나. 종방향 응력 검토 결과

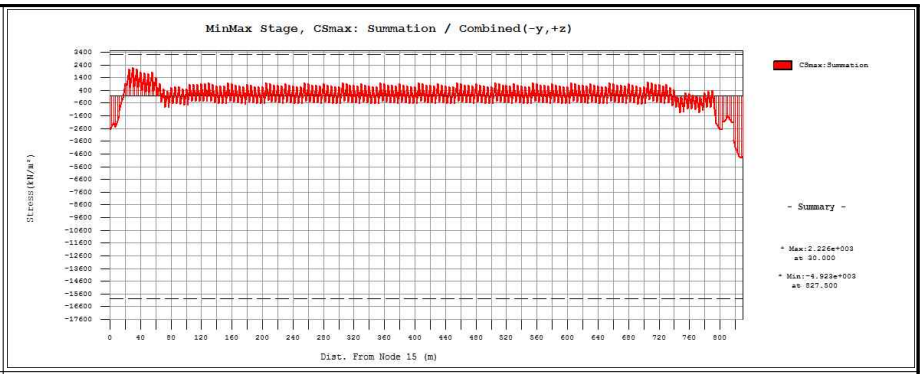
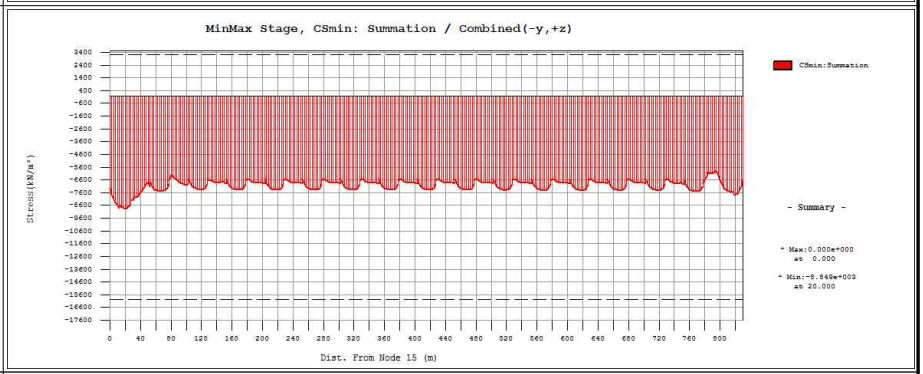
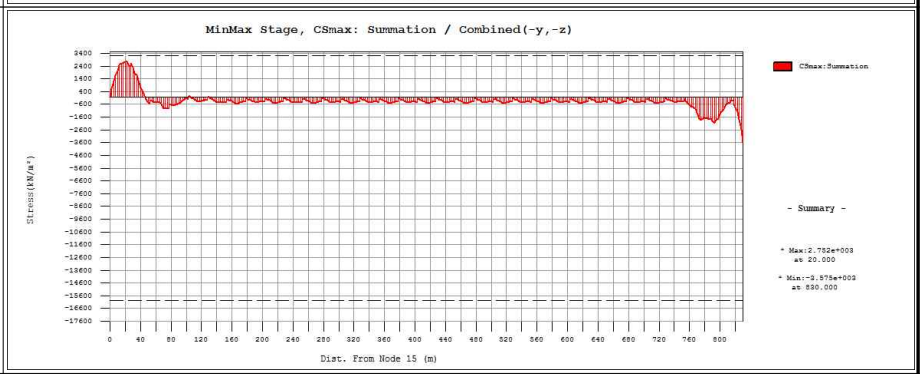
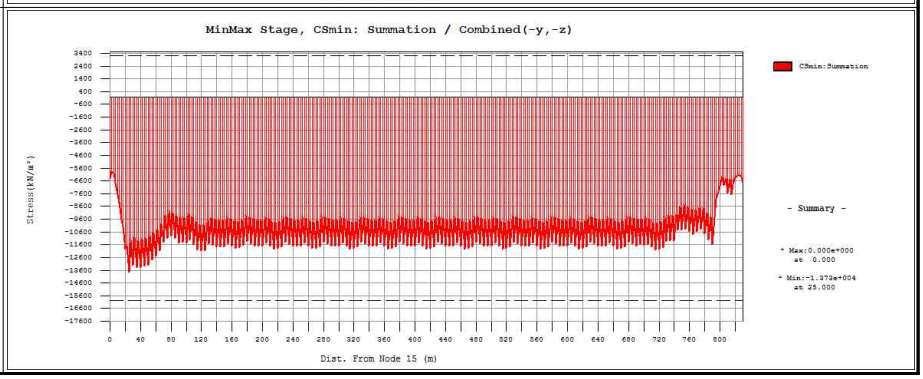
1) 시공단계별 발생응력

시공단계별 상·하연 발생응력은 다음과 같다. 여기서, 시공단계 해석에 대한 허용인장응력은 3,200kN/$m^2$이고, 허용압축응력은 16,000kN/$m^2$이다. 이후 그래프에서 X축 값은 시점으로의 거리를 의미한다.

검토 결과 시공단계별 최대 발생응력이 허용응력 이내로 안전성을 확보하는 것으로 나타났다. 시공단계별 최대·최소 응력을 나타낸 것이다.

【표 5.2.1】 시공단계 PSC Box 상·하연 발생응력 결과

| 구분 | 상 연 (kN/㎡) | | | 하 연 (kN/㎡) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 발생응력 | 허용응력 | 비고 | 발생응력 | 허용응력 | 비고 |
| 인장응력 | 2,226 | 3,200 | OK | 2,752 | 3,200 | O.K. |
| 압축응력 | 8,849 | 16,000 | OK | 13,730 | 16,000 | O.K. |

| | | |
|---|---|---|
| 시공 단계 상연 응력 발생도 | 최대응력 2,226 kN/㎡ (측경간) |  |
| | 최소응력 -8,849 kN/㎡ (측경간) |  |
| 시공 단계 하연 응력 발생도 | 최대응력 2,752 kN/㎡ (측경간) |  |
| | 최소응력 -13,730 kN/㎡ (측경간) |  |

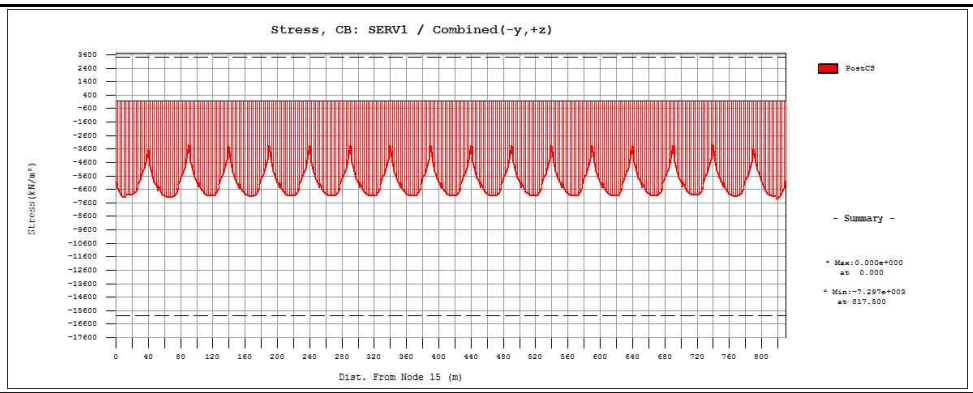
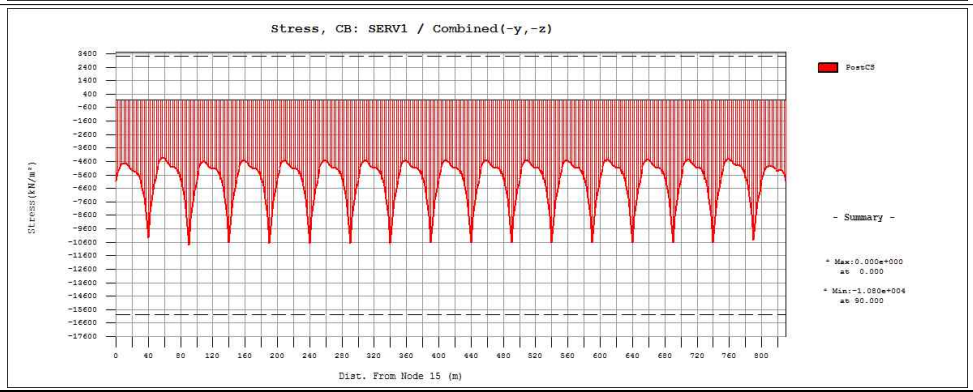
【그림 5.2.1】 시공 단계별 상·하연 최대·최소 응력

2) 공용 중 발생응력

시공단계 해석을 고려한 사용하중 조합에 따른 최대·최소 발생응력은 다음과 같다. 여기서, 공용 중 허용인장응력은 3,680kN/㎡이고 허용압축응력은 18,400kN/㎡이다.

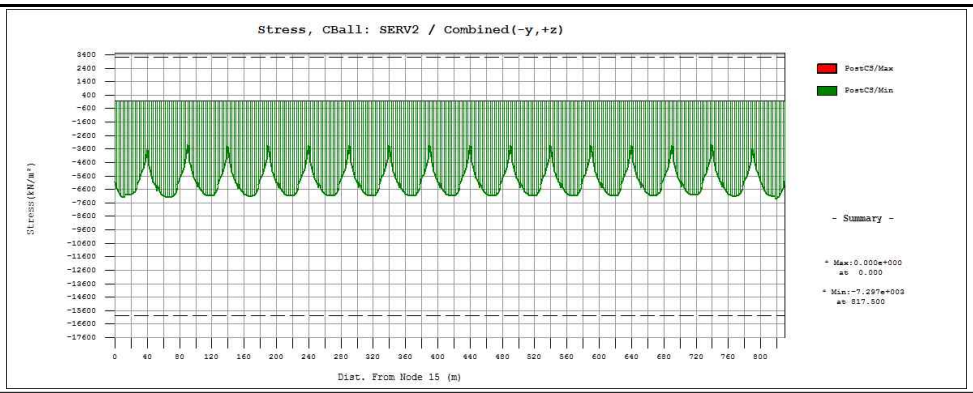
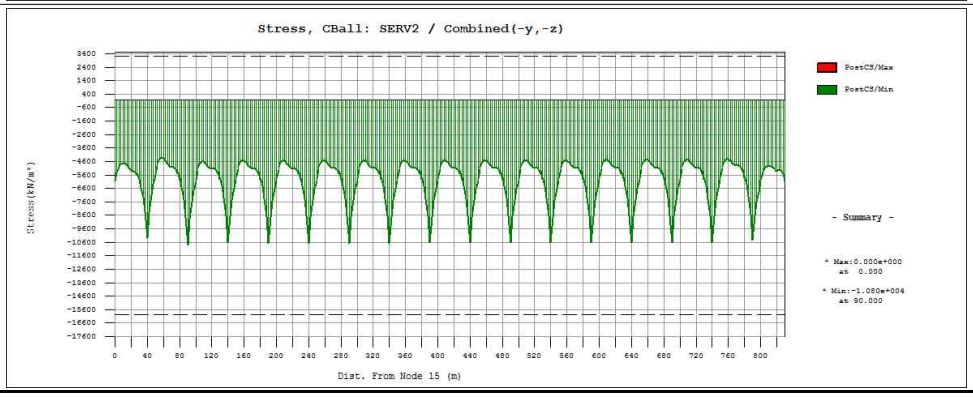
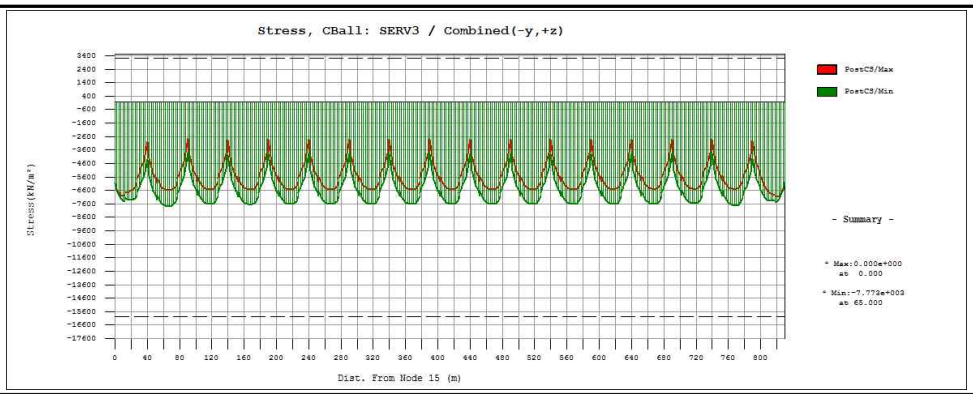
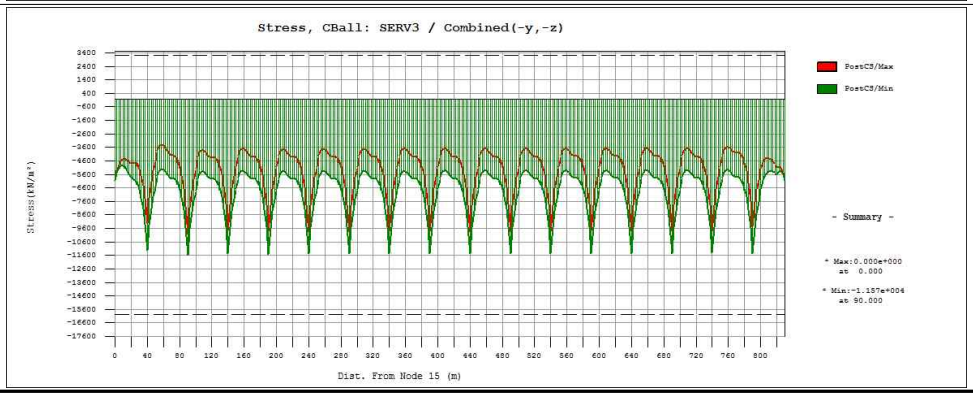
- 사용하중조합 Case 1 : Post-Tensioning + 자중 + 2차고정하중
- 사용하중조합 Case 2 : Post-Tensioning + 자중 + 2차고정하중 + 활하중
- 사용하중조합 Case 3 : Post-Tensioning + 자중 + 2차고정하중 + 활하중 + 온도하중

모든 하중조합을 고려한 발생응력과 허용응력을 각각 비교한 결과 공용 중의 발생응력은 허용응력 이내로 안전성을 확보하는 것으로 나타났다.

| | | |
|---|---|---|
| 사용하중조합 Case 1 | 상연응력 |  |
| | 하연응력 |  |



금시교

| | | |
|---|---|---|
| 사용하중 조합 Case 2 | 상연응력 |  |
| | 하연응력 |  |
| 사용하중 조합 Case 3 | 상연응력 |  |
| | 하연응력 |  |

3) 허용응력법에 의한 안전율 산정

**【표 5.2.2】허용응력법에 의한 안전율 산정** (단위 : kN/㎡)

| 조합 Case | 허용 응력 | 측경간 중앙부 | | 측경간 지점부 | | 중앙경간 중앙부 | | 중앙경간 지점부 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 조합응력 | S.F | 조합응력 | S.F | 조합응력 | S.F | 조합응력 | S.F |
| 1 | 18,400 | 7,000 | 2.62 | 10,200 | 1.80 | 7,180 | 2.56 | 10,800 | 1.70 |
| 2 | 18,400 | 7,845 | 2.34 | 9,255 | 1.98 | 8,095 | 2.27 | 11,840 | 1.55 |
| 3 | 18,400 | 7,250 | 2.53 | 11,200 | 1.64 | 7,770 | 2.36 | 11,600 | 1.58 |
| 최소 안전율 | | | 2.34 | | 1.64 | | 2.27 | | 1.55 |

| 안전성평가등급 | A |
|---|---|

## 5.2.6 강도설계법에 의한 안전성 평가

### 가. 단면력 검토

1) 설계 휨강도

① 중립축이 플랜지내에 있는 플랜지를 갖는 단면( 사각형 단면 )

$$\phi M_n = \phi\left[ A_{ps} f_{ps} d_p \left\{ 1 - 0.59\left( \frac{\rho_p f_{ps}}{f_{ck}} + \frac{d}{d_p}\frac{\rho f_y}{f_{ck}} \right) \right\} \right] + A_s \left\{ 1 - 0.59\left( \frac{d_p}{d}\frac{\rho_p f_{ps}}{f_{ck}} + \frac{\rho f_y}{f_{ck}} \right) \right\}$$

인장 또는 압축 측에 철근을 배치하지 않았거나, 배치했더라도 그 영향을 무시할 수 있는 경우는

$$\phi M_n = \phi\left[ A_{ps} f_{ps} d_p \left\{ 1 - 0.59\frac{\rho_p f_{ps}}{f_{ck}} \right\} \right]$$

② 중립측이 플랜지내에 있지 않는 플랜지를 갖는 단면

$$\phi M_n = \phi\left[ A_{pw} f_{ps} d_p \left\{ 1 - 0.59\frac{A_{pw} f_{ps}}{b_0 d_p f_{ck}} \right\} + A_s f_y (d - d_p) + 0.85 f_{ck} (b - b_0) t (d_p - 0.5t) \right]$$

인장 또는 압축 측에 철근을 배치하지 않았거나, 배치했더라도 그 영향을 무시할 수 있는 경우는

$$\phi M_n = \phi\left[ A_{pw} f_{ps} d_p \left\{ 1 - 0.59\frac{A_{pw} f_{ps}}{b_0 d_p f_{ck}} \right\} + 0.85 f_{ck} (b - b_0) t (d_p - 0.5t) \right]$$

여기서, $A_{pw} = A_p - A_{pf}$ (식(2)에 적용)

$A_{pw} = A_p + (A_s f_y / f_{ps}) - A_{pf}$ (식(1)에 적용)

$A_{pf} = 0.85 f_{ck}(b - b_0)t / f_{ps}$

$t$ : 압축플랜지 두께, 혹은 플랜지를 갖는 부재의 플랜지 평균두께

2) PS강재의 응력

$$f_{ps} = f_{pu}\left[1 - \frac{\gamma_p}{\beta 1}\left\{\rho_p \frac{f_{pu}}{f_{ck}} + \frac{d}{d_p}\left(\rho \frac{f_y}{f_{ck}} - \rho' \frac{f_y}{f_{ck}}\right)\right\}\right]$$

인장 또는 압축 측에 철근을 배치하지 않았거나, 배치했더라도 그 영향을 무시할 수 있는 경우는

$$f_{ps} = f_{pu}\left[1 - \frac{\gamma_p}{\beta 1} \cdot \frac{\rho_p f_{pu}}{f_{ck}}\right]$$

여기서, $\gamma_p$ : 0.4(응력제거 강재), 0.28(저 릴락세이션 강재), 0.55(강봉)

$f_{ps}$ : PS강재의 극한강도

$\rho_p$ : PS강재 비 = $A_{ps}/(b \times d_p)$

$\gamma_p$ : 강재의 종류에 따른 계수

$d_p$ : 압축측 연단에서 긴장내 도심까지의 거리

3) PS강재의 제한(연성 한계)

① 최대 PS강재량

■ 중립축이 플랜지내에 있는 플랜지를 갖는 단면

$$q_p = \rho_p \frac{f_{ps}}{f_{ck}} \le 0.36\beta_1$$

강재지수가 $0.36\beta_1$보다 큰 부재에서는 설계 휨강도를 다음 값보다 크지 않게 취해야 한다

$$\phi M_n = \phi\left[(0.36\beta_1 - 0.08\beta_1^2) f_{ck} b d_p^2\right]$$

■ 중립축이 플랜지내에 있니 않는 플랜지를 갖는 단면

$$q_p = A_{pw} \frac{f_{ps}}{b_w d_p f_{ck}} \le 0.36\beta_1$$

강재지수가 $0.36\beta_1$보다 큰 부재에서는 설계 휨강도를 다음 값보다 크지 않게 취해야 한다.

$$\phi M_n = \phi\left[(0.36\beta_1 - 0.08\beta_1^2) f_{ck} b_w d_p^2 + 0.85 f_{ck}(b - b_w) t(d_p - 0.5t)\right]$$

② 최소 PS강재량

$$\phi M_n \geq 1.2 M_{cr}^* \qquad f_{ru} = 0.5\sqrt{f_{ck}}$$

여기서, $f_{pe}$: 유효프리스트레스에 의한 콘크리트 압축응력

③ $f_{ck}$ = 40Mpa, $f_y$ = 1,900Mpa, $\beta_1$ = 0.4(응력제거 강재)

## 나. 휨강도 검토

1) 계수하중조합에 의한 단면력도

- 계수하중조합 Comb. 1 : 1.3×고정하중 + 2.15×활하중
- 계수하중조합 Comb. 2 : 1.3×고정하중 + 2.15×활하중 + 0.63×활하중 + 1.25×온도하중 + 1.25×지점침하

2) 휨강도 검토

**【표 5.2.3】설계하중 작용시 검토단면의 최대 단면력**

| 위 치 | Mu (kN·m) | ∅Mn (kN·m) | 안전성 |
|---|---|---|---|
| 측경간 중앙부 | 30,272.4 | 153,651.0 | O.K. |
| 측경간 지점부 | 59,697,0 | 166,133.0 | O.K. |
| 중앙경간 중앙부 | 34,096.1 | 153,651.0 | O.K. |
| 중앙경간 지점부 | 63,825.3 | 166,133.0 | O.K. |

| 안전성평가등급 | A |
|---|---|

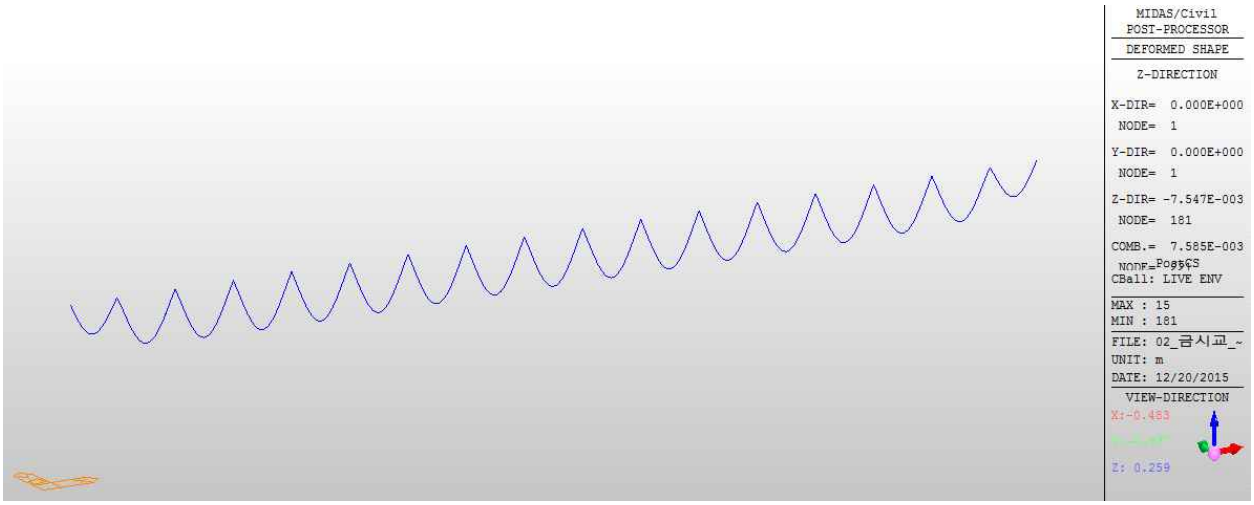
## 다. 받침용량검토

【표 5.2.4】 반력 집계결과

| 구 분 | | 1차고정(자중+POSTTENSIONING) | 활하중 재하시 | | 풍하중 | | 온도하중 | 지점침하 | 계 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | P (연직력) | M (torsion) | P (연직력) | M (torsion) | | | | |
| A1 | Rmax | 223.466 | 99.796 | 196.998 | 9.934 | 45.695 | 8.937 | 7.579 | 349.713 | 450tonf |
| | Rmin | 223.466 | 14.145 | | -9.934 | | 8.937 | 7.579 | 244.194 | |
| P1 | Rmax | 701.395 | 198.094 | 349.530 | 29.918 | 137.622 | 10.574 | -17.359 | 922.622 | 1000tonf |
| | Rmin | 701.395 | 46.124 | | -29.918 | | 10.574 | -17.359 | 710.816 | |
| P2 | Rmax | 719.798 | 210.560 | 380.048 | 30.878 | 142.040 | 2.055 | -19.211 | 944.081 | 1000tonf |
| | Rmin | 719.798 | 45.322 | | -30.878 | | 2.055 | -19.211 | 717.085 | |
| P3 | Rmax | 712.783 | 212.151 | 380.049 | 30.719 | 141.309 | 0.523 | -18.983 | 937.194 | 1000tonf |
| | Rmin | 712.783 | 46.913 | | -30.719 | | 0.523 | -18.983 | 710.517 | |
| P4 | Rmax | 715.112 | 212.689 | 380.049 | 30.757 | 141.482 | 0.133 | -18.968 | 939.724 | 1000tonf |
| | Rmin | 715.112 | 47.450 | | -30.757 | | 0.133 | -18.968 | 712.971 | |
| P5 | Rmax | 714.314 | 212.798 | 380.049 | 30.748 | 141.441 | 0.034 | -18.967 | 938.928 | 1000tonf |
| | Rmin | 714.314 | 47.560 | | -30.748 | | 0.034 | -18.967 | 712.193 | |
| P6 | Rmax | 714.565 | 212.834 | 380.049 | 30.750 | 141.451 | 0.009 | -18.967 | 939.191 | 1000tonf |
| | Rmin | 714.565 | 47.595 | | -30.750 | | 0.009 | -18.967 | 712.452 | |
| P7 | Rmax | 714.518 | 212.841 | 380.049 | 30.750 | 141.449 | 0.002 | -18.967 | 939.144 | 1000tonf |
| | Rmin | 714.518 | 47.602 | | -30.750 | | 0.002 | -18.967 | 712.406 | |
| P8 | Rmax | 714.478 | 212.843 | 380.049 | 30.750 | 141.449 | 0.000 | -18.967 | 939.105 | 1000tonf |
| | Rmin | 714.478 | 47.604 | | -30.750 | | 0.000 | -18.967 | 712.366 | |
| P9 | Rmax | 714.583 | 212.843 | 380.049 | 30.750 | 141.449 | 0.000 | -18.967 | 939.210 | 1000tonf |
| | Rmin | 714.583 | 47.604 | | -30.750 | | 0.000 | -18.967 | 712.471 | |
| P10 | Rmax | 714.419 | 212.841 | 380.049 | 30.750 | 141.449 | 0.002 | -18.967 | 939.045 | 1000tonf |
| | Rmin | 714.419 | 47.602 | | -30.750 | | 0.002 | -18.967 | 712.307 | |
| P11 | Rmax | 714.614 | 212.834 | 380.049 | 30.750 | 141.451 | 0.009 | -18.967 | 939.239 | 1000tonf |
| | Rmin | 714.614 | 47.595 | | -30.750 | | 0.009 | -18.967 | 712.500 | |
| P12 | Rmax | 714.434 | 212.798 | 380.049 | 30.748 | 141.441 | 0.034 | -18.967 | 939.048 | 1000tonf |
| | Rmin | 714.434 | 47.560 | | -30.748 | | 0.034 | -18.967 | 712.313 | |
| P13 | Rmax | 714.597 | 212.689 | 380.049 | 30.757 | 141.482 | 0.133 | -18.968 | 939.209 | 1000tonf |
| | Rmin | 714.597 | 47.450 | | -30.757 | | 0.133 | -18.968 | 712.456 | |
| P14 | Rmax | 714.011 | 212.151 | 380.049 | 30.719 | 141.309 | 0.523 | -18.983 | 938.423 | 1000tonf |
| | Rmin | 714.011 | 46.913 | | -30.719 | | 0.523 | -18.983 | 711.746 | |
| P15 | Rmax | 716.998 | 210.561 | 380.048 | 30.878 | 142.040 | 2.055 | -19.211 | 941.281 | 1000tonf |
| | Rmin | 716.998 | 45.322 | | -30.878 | | 2.055 | -19.211 | 714.286 | |
| P16 | Rmax | 705.357 | 198.094 | 349.530 | 29.918 | 137.622 | 10.574 | -17.359 | 926.584 | 1000tonf |
| | Rmin | 705.357 | 46.124 | | -29.918 | | 10.574 | -17.359 | 714.778 | |
| A2 | Rmax | 221.491 | 99.796 | 196.998 | 9.934 | 45.695 | 8.937 | 7.580 | 347.737 | 450tonf |
| | Rmin | 221.491 | 14.145 | | -9.934 | | 8.937 | 7.580 | 242.218 | |

받침 최대반력이 받침장치의 허용용량 미만으로 안전성을 확보하고 있음.

### 라. 처짐 검토



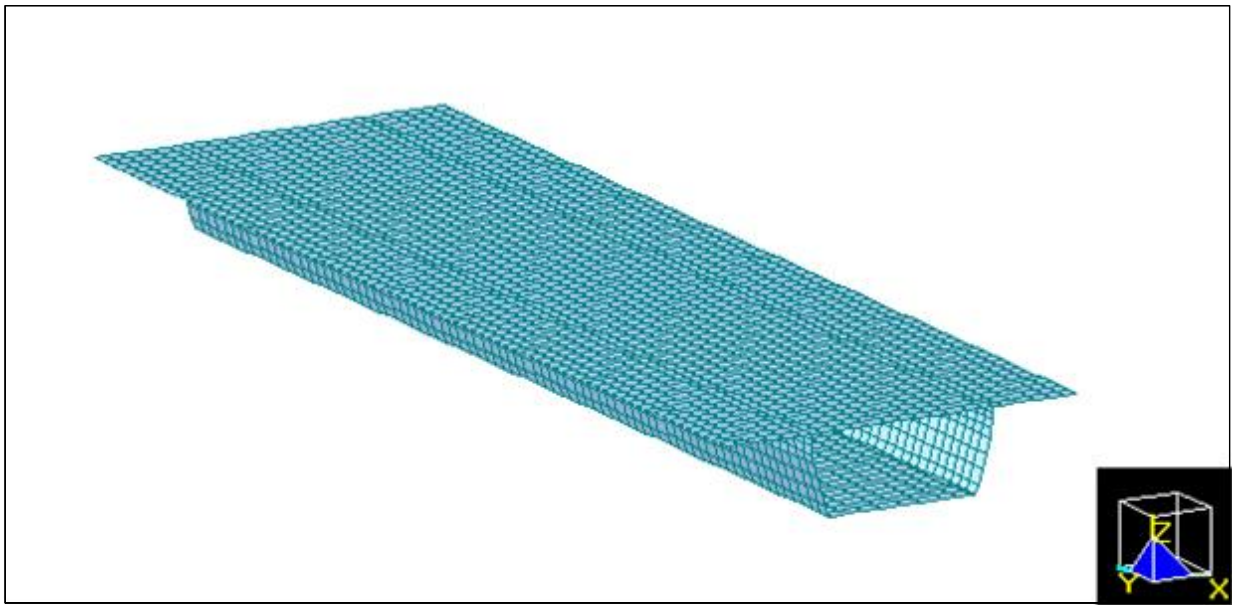

【그림 5.2.2】처짐도

■ 작용처짐량 = 7.54mm < 허용처짐량 = 62.5mm ( L/800 = 50,000/800 ) O.K.

## 5.2.7 횡방향 구조해석

횡방향 해석을 통한 구조 안전성 검토를 위해 철근콘크리트 구조로서 강도 설계법에 의한 극한 상태에서의 안전성 검토를 수행하였다.

### 가. 구조해석 모델링




【그림 5.2.3】모델링

• 유한요소로 해석으로 부터 계산한 횡방향 모멘트를 M이라하고,FRAME 해석으로부터 계산한 횡방향 모멘트를 M'라 하면 E = M'/M 으로 부터 윤하중 분포폭을 얻을 수 있음.

| 검토지점 | 하 중 경 우 | SHELL 해석(M) | | FRAME 해석(M') | | 윤하중 분포폭 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 정모멘트 | 부모멘트 | 정모멘트 | 부모멘트 | 정모멘트 | 부모멘트 |
| 캔틸레버부 | L.C.1 | - | -10.220 | - | -36.430 | - | 3.565 |
| 내측부 | L.C.2 | 2.879 | -10.998 | 6.780 | -43.340 | 2.355 | 3.941 |
| | L.C.3 | 4.049 | -8.214 | 8.750 | -32.690 | 2.161 | 3.980 |

※ 여기서, 윤하중 분포폭(E)는 M'/M 으로부터 산출.

## 나. 하중조합

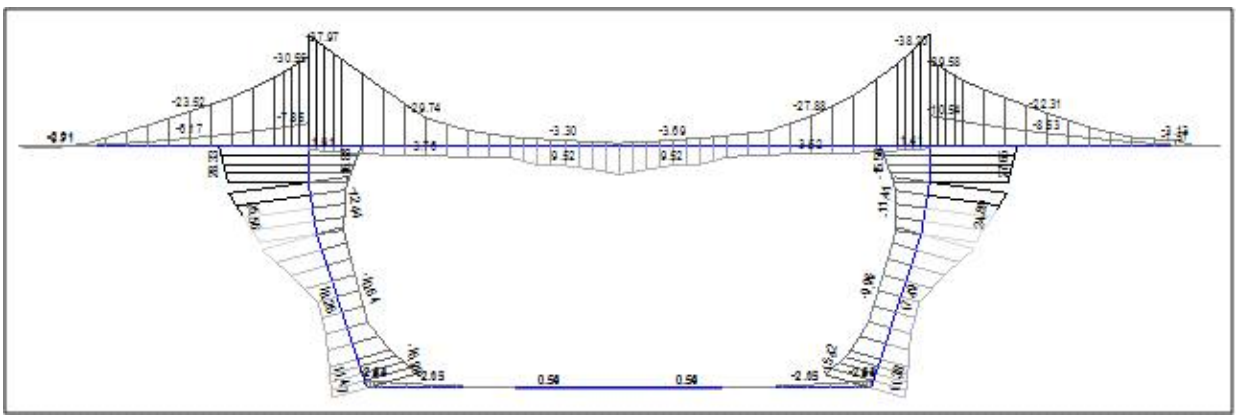
1) 하중조합

횡방향 단면검토를 위한 하중조합은 아래와 같다.

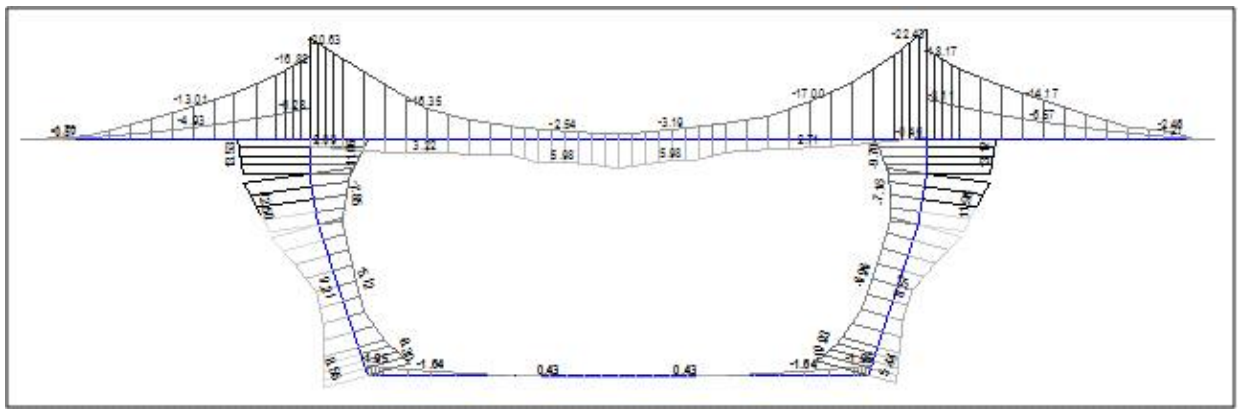
【표 5.2.5】횡방향 구조해석 하중조합

| 구 분 | 계수하중 | | | | 구 분 | 사용하중 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 고정하중 | 활하중 | 풍하중 | 온도변화 | | 고정하중 | 활하중 | 풍하중 | 온도변화 |
| COMB1 | 1.30 | 2.15 | | | COMB7 | 1.00 | 1.00 | | |
| COMB2 | 1.30 | | 1.30 | | COMB8 | 1.00 | | 1.00 | |
| COMB3 | 1.30 | 1.30 | 0.65 | | COMB9 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| COMB4 | 1.30 | 1.30 | | ±1.30 | COMB10 | 1.00 | 1.00 | | ±1.00 |
| COMB5 | 1.25 | | 1.25 | ±1.25 | COMB11 | 1.00 | | 1.00 | ±1.00 |
| COMB6 | 1.25 | 1.25 | 0.63 | ±1.25 | COMB12 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | ±1.00 |

2) 하중별 해석결과



【그림 5.2.4】계수하중에 의한 휨모멘트도



【그림 5.2.5】사용하중에 의한 휨모멘트도

## 다. 단면력 검토

횡방향 구조해석 결과에 대한 극한강도를 검토한 결과 발생 단면력이 공칭 휨강도를 만족하는 것으로 나타나 안전성에는 문제가 없는 것으로 확인되었다.

【표 5.2.6】하중조합에 따른 위치별 단면력 모멘트검토

| 부 재 | 사용철근량(As) | 휨 검 토 | | 안전율 |
|---|---|---|---|---|
| | | Mu (kN·m) | ΦMn (kN·m) | |
| 캔틸레버부 단부 | H29@250 + H25@250 | 305.50 | 567.23 | 1.85 |
| 중간 지점부 | H29@250 + H25@250 | 382.00 | 707.88 | 1.85 |
| 내부슬래브 중앙부 | H19 @125 | 95.20 | 153.14 | 1.60 |

| 안전성평가등급 | A |
|---|---|

# 5.3 기본내하력 검토

## 5.3.1 개요

본 교량의 안전성 평가는 시공중과 시공완료 후 공용하중에 대해 평가를 하였으며 시공 완료 후에 대해서는 현 시방기준에 입각하여 허용응력법과 강도설계법에 의해 평가를 하였다. 거더의 종방향 내하력 평가는 허용응력법과 강도설계법에 의한 기본내하율을 각각 구하였으며 횡방향에 대한 내하율은 강도설계법에 의하여 산정하였다.

- 허용응력법에 의한 내하율$(RF) = \dfrac{f_a - (f_d + f_{pt} + f_{cs})}{f_l(1+i)}$

여기서, $f_a$ = 허용응력

$f_d$ = 고정하중에 의한 발생응력

$f_{pt}$ = 프리스트레스력에 의한 발생응력

$f_{cs}$ = Creep, Shrinkage에 의한 발생응력

$f_l$ = 활하중에 의한 발생응력

- 강도설계법에 의한 내하율$(RF) = \dfrac{\phi M_n - (\gamma_d M_d + \gamma_{pt} M_{pt})}{\gamma_l M_l (1+i)}$

여기서, $\varnothing M_n$ = 극한 저항 모멘트 (RC·PC구조물의 휨부재 $\varnothing$=0.85)

$M_d$ = 고정하중 모멘트(증가계수 $\gamma_d$ = 1.3)

$M_{pt}$ = 프리스트레스력에 의한 모멘트(증가계수 $\gamma_{pt}$ = 1.0)

$M_l$ = 활하중에 의한 모멘트(증가계수 $\gamma_l$ = 2.15)

$i$ = 충격계수

## 5.3.2 종방향 평가

### 가. 허용응력법에 의한 거더의 내하율 산정

**【표 5.3.1】허용응력법에 의한 거더의 종방향 내하율 및 내하력평가** 단위 : kN/㎡

| 위 치 | 내하율 계산 | 내하율(RH) | 기본내하력 |
|---|---|---|---|
| 측경간 중앙부 | $\frac{18,400 - (7,000)}{1,250}$ | 9.12 | DB-24 이상 |
| 측경간 지점부 | $\frac{18,400 - (10,200)}{1,430}$ | 5.73 | DB-24 이상 |
| 중앙경간 중앙부 | $\frac{18,400 - (7,180)}{1,350}$ | 8.31 | DB-24 이상 |
| 중앙경간 지점부 | $\frac{18,400 - (10,800)}{1,580}$ | 4.80 | DB-24 이상 |

### 나. 강도설계법에 의한 거더의 내하율 산정

**【표 5.3.2】강도설계법에 의한 거더의 종방향 내하율 및 내하력 평가** 단위:kN・m

| 위치 | 내하율 계산 | 내하율(RH) | 기본내하력 |
|---|---|---|---|
| 측경간 중앙부 | $\frac{153,651 - (1.3 \times 29,878 + 21,767)}{2.15 \times (8,813)}$ | 4.91 | DB-24 이상 |
| 측경간 지점부 | $\frac{166,133 - (1.3 \times 60,464 + 31,773)}{2.15 \times (9,918)}$ | 2.61 | DB-24 이상 |
| 중앙경간 중앙부 | $\frac{153,651 - (1.3 \times 27,450 + 17,764)}{2.15 \times (9,544)}$ | 4.88 | DB-24 이상 |
| 중앙경간 지점부 | $\frac{166,133 - (1.3 \times 59,808 + 29,045)}{2.15 \times (10,948)}$ | 2.52 | DB-24 이상 |

평가 결과, 설계 활하중 DB-24(DL-24)에 대하여 충분한 내하력을 확보하는 것으로 나타났다.

## 5.3.3 횡방향 평가

**【표 5.3.3】횡방향 각 단면에 대한 내하력 평가** 단위:kN・m

| 위 치 | 내하율 계산 | 내하율(RH) | 기본 내하력 |
|---|---|---|---|
| 캔틸레버부 단부 | $\frac{567.23 - 1.3 \times 52.0}{2.15 \times 102.0}$ | 2.27 | DB-24 이상 |
| 중간 지점부 | $\frac{707.88 - 1.3 \times 81.0}{2.15 \times 151.0}$ | 1.85 | DB-24 이상 |
| 내부슬래브 중앙부 | $\frac{153.14 - 1.3 \times 6.0}{2.15 \times 40.0}$ | 1.69 | DB-24 이상 |

평가 결과, 설계 활하중 DB-24(DL-24)에 대하여 충분한 내하력을 확보하는 것으로 나타났다.

# 5.4 하부구조 안전성평가

## 5.4.1 교각(P1) 구조검토

### 가. 검토조건

1) 일반사항

① 하부구조형식 : T형 교각

② 상부구조형식 : PSC Box Girder

③ 교량등급 : 1등교(DB-24, DL-24)

④ 기초형식 : 말뚝기초

2) 하중

① 철근콘크리트의 단위중량 : $\gamma_c = 25.0 kN/m^3$

② 기초지반의 단위중량 : $\gamma_{s2} = 20.0 kN/m^3$

3) 사용재료

① 콘크리트

- 설계기준강도($f_{ck}$) : 24MPa(코핑부, 기둥)
- 탄성계수($E_c$) : 26,636.6MPa

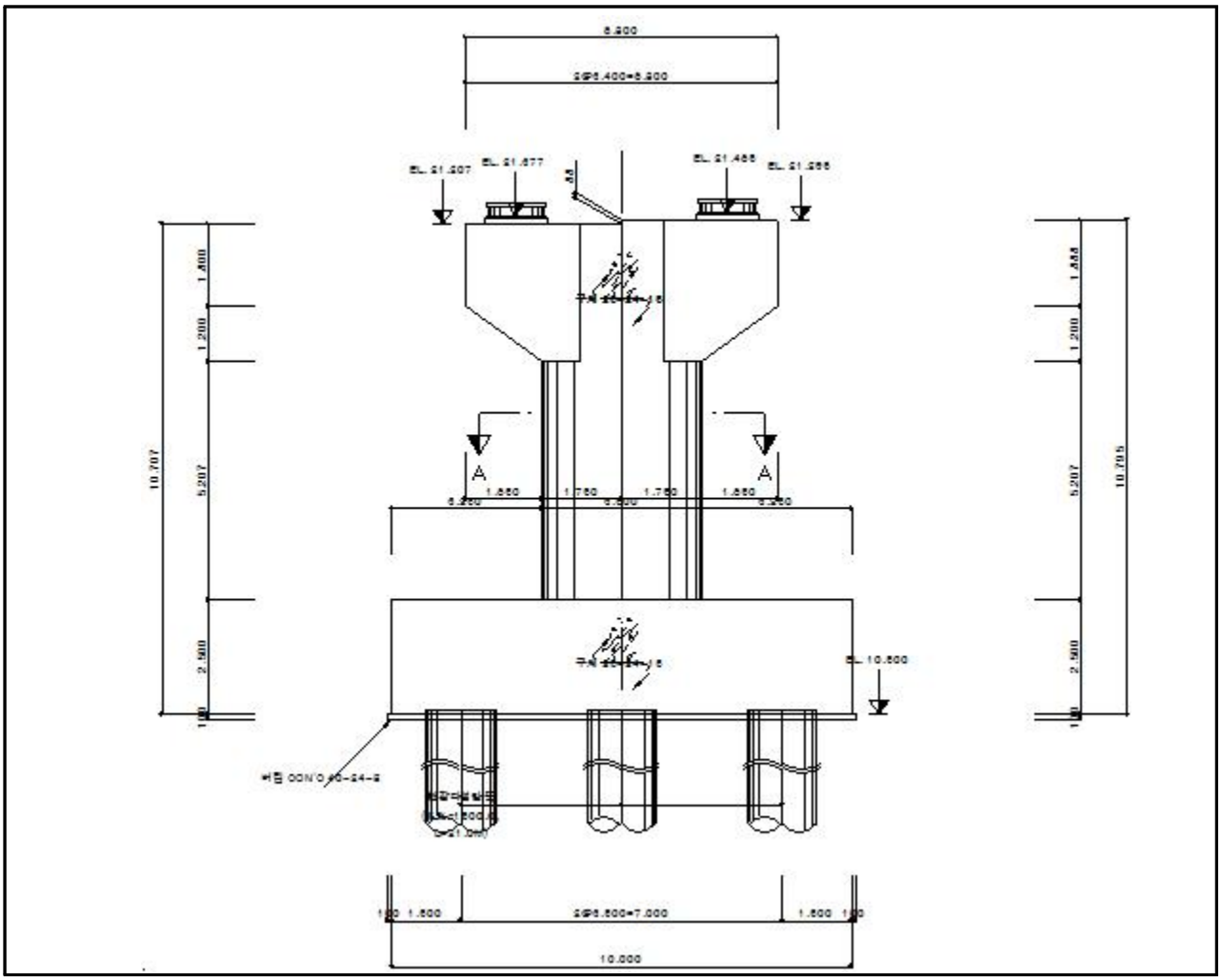
② 철근(SD300)

- 항복강도($f_y$) : 300MPa
- 탄성계수($E_s$) : 200,000MPa

4) 설계방법

극한강도설계법 적용

## 나. 해석단면



【그림 5.2.6】 해석단면(P1)

## 다. 하중산정

1) 상부반력 및 교각자중

| 교좌번호 | 고정하중(D) | 활하중(L) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 만재하시(L1) | 좌측편재하(L2) | 우측편재하(L3) |
| 1 | 7013.950 | 1221.100 | 1980.940 | 461.240 |
| 2 | 7013.950 | 1221.100 | 461.240 | 1980.940 |
| 계 | 14027.900 | 2442.200 | 2442.180 | 2442.180 |

※ 교각자중은 25.0 kN/$m^3$의 값을 프로그램에서 자동재하

2) 풍하중

① 상부구조에 작용하는 풍하중

$B/D = 12.450 / 5.450 = 2.228\ [1 \le B/D < 8]$

$W_1 = [4.0 - 0.2 \times 2.228] \times 5.450 = 19.371\,kN/m \ge 6.0$이므로

$= 19.371\,kN/m$

$P_1 = 19.371 \times (40.0+50.0)/2 \times \sin 90$

$= 871.695\,kN$

작용위치 $h = 5.450/2 + 0.45 + 0.900 = 4.075\,m$(거더중심 기준)

작용모멘트 $M_y = P_h \times h = 871.695 \times 4.075 = 3552.157\,kN\cdot m$

② 하부구조에 작용하는 풍하중

$W'copping = 27.000\,kN$

$W'column = 1.500 \times 3.5 = 5.25\,kN/m$(풍상측)

※ 활하중 재하시에는 계산된 하중의 1/2을 적용한다.

3) 온도하중

① 교축직각방향(G-TR)

연평균 온도변화차 △T = 10° C 적용한다.

② 교축방향(G-LO)

- 교각의 종방향 변위를 유발하는 수평력

$\delta = \alpha$ x $\Delta T$ x L = 0.000010 x 20.0 x 375.000 = 0.075m

$$\delta = \frac{P \times L^3}{3 \times E \times I}, \quad P_h = \frac{3 \times E \times I \times \delta}{L^3}$$

$P_h$ = 3 x 26636600 x 7.36618 x 1EA x 0.07500 / $8.207^3$ x sin90.0 = 79863.821kN

- 교량 받침에 의한 수평력

교량받침의 개수 : N = 2 EA

LRB받침의 고무강성계수 : kd = 4476.700 kN/m

LRB받침의 특성강도계수 : Qd = 249.000 kN

$P_h$ = (1/4 x Qd + kd x $\delta$) x N = (1/4 x 249.000 + 4476.700 x 0.07500) x 2x sin90.0

= 796.005

- 수평력은 ①,②중 작은값 796.005 kN를 적용한다.

- 작용모멘트

$M_h$ = 796.005 x ( 0.450 + 1.800/2 ) = 1074.607 kN·m

## 라. 하중조합

1) 계수하중 검토시

| 구분 | D | L1 | L2 | L3 | W | WL | G | GS | CO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ULB01 | 1.30 | 2.15 | | | | | | | |
| ULB02 | 1.30 | | 2.15 | | | | | | |
| ULB03 | 1.30 | | | 2.15 | | | | | |
| ULB04 | 1.30 | | | | 1.30 | | | | |
| ULB05 | 1.30 | 1.30 | | | 0.65 | 1.30 | | | |
| ULB06 | 1.30 | | 1.30 | | 0.65 | 1.30 | | | |
| ULB07 | 1.30 | | | 1.30 | 0.65 | 1.30 | | | |
| ULB08 | 1.30 | 1.30 | | | | | 1.30 | 1.30 | |
| ULB09 | 1.30 | 1.30 | | | | | -1.30 | 1.30 | |
| ULB10 | 1.30 | | 1.30 | | | | 1.30 | 1.30 | |
| ULB11 | 1.30 | | 1.30 | | | | -1.30 | 1.30 | |
| ULB12 | 1.30 | | | 1.30 | | | 1.30 | 1.30 | |
| ULB13 | 1.30 | | | 1.30 | | | -1.30 | 1.30 | |
| ULB14 | 1.25 | | | | 1.25 | | 1.25 | 1.25 | |
| ULB15 | 1.25 | | | | 1.25 | | -1.25 | 1.25 | |
| ULB16 | 1.25 | 1.25 | | | 0.63 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | |
| ULB17 | 1.25 | 1.25 | | | 0.63 | 1.25 | -1.25 | 1.25 | |
| ULB18 | 1.25 | | 1.25 | | 0.63 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | |
| ULB19 | 1.25 | | 1.25 | | 0.63 | 1.25 | -1.25 | 1.25 | |
| ULB20 | 1.25 | | | 1.25 | 0.63 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | |
| ULB21 | 1.25 | | | 1.25 | 0.63 | 1.25 | -1.25 | 1.25 | |
| ULB22 | 1.00 | | | | | | | | |
| ULB23 | 1.30 | 1.30 | | | | | | | 1.30 |
| ULB24 | 1.30 | | 1.30 | | | | | | 1.30 |
| ULB25 | 1.30 | | | 1.30 | | | | | 1.30 |
| ULB26 | 1.20 | | | | 1.20 | | | | 1.20 |

※ D : 고정하중 또는 이에 따른 단면력

L : 활하중 또는 이에 따른 단면력

W : 활하중 비재하시 풍하중에 따른 단면력

WL : 활하중 재하시 풍하중에 따른 단면력

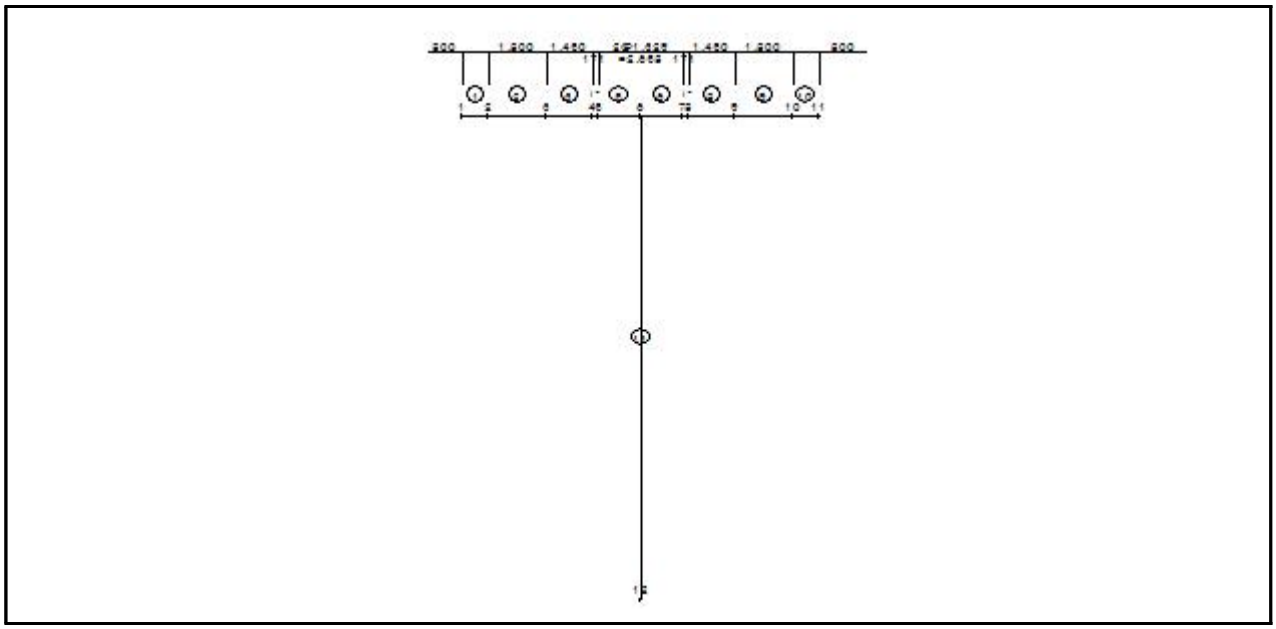
G : 부등침하, 크리프, 건조수축, 제작 또는 시공시 치수 착오, 습도변화 또는 온도변화 등으로 인한 팽창 또는 수축변형으로 유발된 변형력 또는 이에 따른 단면력

Q : 유수압 및 유목충돌에 의한 단면력

## 마. 구조해석

1) 해석모델링

상부 및 하부구조물의 상호작용을 고려하기 위하여 병합하여 모델링하였다.



【그림 5.2.7】 해석모델링(P1)

## 바. 코핑부 검토

1) 내민보 검토

① 내민길이의 산정

원형이나 정다각형 기둥인 경우 내민 길이는 정사각형 기둥단면으로 치환하여 구한다.

- 기둥의 단면적

$A = \pi \times 3.5^2/4 = 9.621 m^2$

- 치환단면의 한변길이

$L = \sqrt{9.621} = 3.102$ m

위험단면은 기둥 끝단으로부터 0.199m( = 1.75 - 3.102/2)에 위치한다.

② 브래킷 판정

- 위험단면에서의 작용력

$V_u = 13,821.464$ kN

$M_u = 10,394.104$ kN.m

$N_u = 0$ kN.m

- 브래킷 판정

a = 10,394.104 / 13,821.464 = 0.752 m

d = 3.000 - 0.150 = 2.850 m

a / d = 0.752 / 2.850 = 0.264 ≤ 1.0 ∴ 브래킷으로 검토

③ 브래킷 검토

- 단면제원 및 검토조건

fck=24MPa, fy=300MPa, $\Phi$=0.80, $\Phi$f=0.80, $\Phi$v=0.80

| B(mm) | H(mm) | d(mm) | 피복(mm) | 외단깊이(mm) | Vu(kN) |
|---|---|---|---|---|---|
| 3,000.0 | 3,000.0 | 2,850.0 | 100.0 | 2,597.8 | 13,821.5 |

㉠ 사용 철근량

ⓐ 주인장철근 : 2단 D29 - 29EA + 3단 D25 - 6EA (= 40,299.400 $mm^2$)

ⓑ 폐합스트럽 : 1단 D25 - 6EA (= 3,040.2 $mm^2$)

㉡ 최대전단강도

$V_{n1} = 0.2 f_{ck} bd$ = 0.2 x 24 x 3000.000 x 2850.000 = 41,040.000 kN

$V_{n2} = 5.6 bd$ = 5.6 x 3000.000 x 2850.000 = 47,880.000 kN

$\phi V_{\max} = 0.8 \times \min(V_{n1},\ V_{n2})$ = 32,832.0 kN

㉢ 철근량 산정

ⓐ 전단력에 저항할 전단철근

$$A_{vf} = \frac{S_u}{\phi \times \mu \times f_y}$$ = 41,135.31 ㎟

ⓑ 인장력에 저항할 철근

$$A_{vn} = \frac{N_u}{\phi \times f_y}$$ = 11,517.887 ㎟

ⓒ 모멘트에 저항할 철근

$$a = \frac{f_y \times A_f}{0.85 f_{ck} b} = 0.005 A_f$$

$$A_f = \frac{M_u}{\phi b f_y (d - a/2)}$$ = 41,135.310 ㎟

ⓓ 주인장철근량 검토

주인장철근의 단면적은 (Af + An)과 (2/3 Avf + An) 중 큰값을 취한다.

$\max(A_{s1} = A_f + A_n,\ A_{s2} = 2/3 A_{vf} + A_n)$ = 38,941.426 ㎟

$$A_{\min} = 0.04 \times \frac{f_{ck}}{f_y} \times b \times d$$ = 27,360.000 ㎟

$\max(A_{s1},\ A_{s2},\ A_{\min})$ = 38,941.426 ㎟ ≤ As(= 40,299.400 ㎟) O.K

ⓔ 폐합스트럽 검토

$A_h = 0.5(A_s - A_n) =$ 13711.770 ㎟ ≤ $A_{used}$(30402.000) ㎟ O.K

④ 깊은보 검토

상세과정은 부록 참조

| 구 분 | $\Phi V_n$ (kN) | $V_u$ (kN) | S.F | 검토 결과 |
|---|---|---|---|---|
| 깊은보 검토 | 16423.560 | 13714.931 | 1.20 | O.K |

## 사. 기둥 단면검토

1) 부재력 집계 : 기둥 하단

**【표 5.4.1】부재력 산정결과**

- 교축직각방향

| 구 분 | Pe(kN) | Pu(kN) | M1(kN.m) | M2(kN.m) | V(kN) | Δ(m) | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ULO01 | -22346.194 | -27596.924 | 49.592 | 49.592 | 0.000 | 0.00001 | 축력최대 |
| ULO04 | -22346.194 | -22346.194 | 7120.835 | 13296.706 | -1203.840 | 0.00198 | 모멘트최대 |
| UEO26 | -15470.442 | -15470.442 | 6561.634 | 12262.438 | -1111.237 | 0.00183 | 편심최대 |

- 교축방향

| 구 분 | Pe(kN) | Pu(kN) | M1(kN.m) | M2(kN.m) | V(kN) | Δ(m) | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ULB01 | -22346.194 | -27596.924 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00000 | 축력최대 |
| ULB14 | -21486.725 | -21486.725 | -3580.187 | -9215.670 | 1099.375 | 0.00129 | 모멘트최대 |
| UEB14 | -16329.911 | -16329.911 | -3580.187 | -9215.670 | 1099.375 | 0.00129 | 편심최대 |

- 합성부재력

| 구 분 | Pu(kN) | Mx(kN.m) | My(kN.m) | M2(kN.m) | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|
| UL01 | -27596.924 | 0.000 | 49.592 | 49.592 | 축력최대 |
| UL14 | -21486.725 | -9215.670 | 12785.294 | 15760.467 | 모멘트최대 |
| UE14 | -16329.911 | -9215.670 | 12773.850 | 15751.185 | 편심최대 |
| UL04 | -22346.194 | -625.968 | 13296.706 | 13311.432 | 모멘트최대 |
| UE26 | -15470.442 | -577.817 | 12262.438 | 12276.044 | 편심최대 |

※ $P_e$ : 장기지속축력( = 고정하중에 의한 축력 × 고정하중 계수 )

$P_u$ : 전체축력 , M1, M2 : Non-Sway모멘트, Sway모멘트

△ : 기둥 상단의 변위량

2) 기둥 단면검토

【표 5.4.2】 기둥 단면검토 결과(P1)

- 교축직각방향

| 구 분 | 철 근 비 | | | | 축방향력, 휨 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pmin | Puse | Pmax | 비고 | ΦPn | Pu | Mu | 안전도 | 비 고 |
| 축력최대 | 0.010 | 0.012 | 0.060 | O.K | 127967.65 | 27596.924 | 49.592 | 4.637 | O.K |
| 모멘트최대 | 0.010 | 0.012 | 0.060 | O.K | 117391.37 | 22346.194 | 13296.706 | 5.253 | O.K |
| 편심최대 | 0.010 | 0.012 | 0.060 | O.K | 99408.335 | 15470.442 | 12262.438 | 6.426 | O.K |

- 교축방향

| 구 분 | 철 근 비 | | | | 축방향력, 휨 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pmin | Puse | Pmax | 비고 | ΦPn | Pu | Mu | 안전도 | 비 고 |
| 축력최대 | 0.010 | 0.012 | 0.060 | O.K | 127967.65 | 27596.924 | 0.000 | 4.637 | O.K |
| 모멘트최대 | 0.010 | 0.012 | 0.060 | O.K | 134842.40 | 21486.725 | 9215.670 | 6.276 | O.K |
| 편심최대 | 0.010 | 0.012 | 0.060 | O.K | 120473.83 | 16329.911 | 9215.670 | 7.377 | O.K |

- 합성부재력

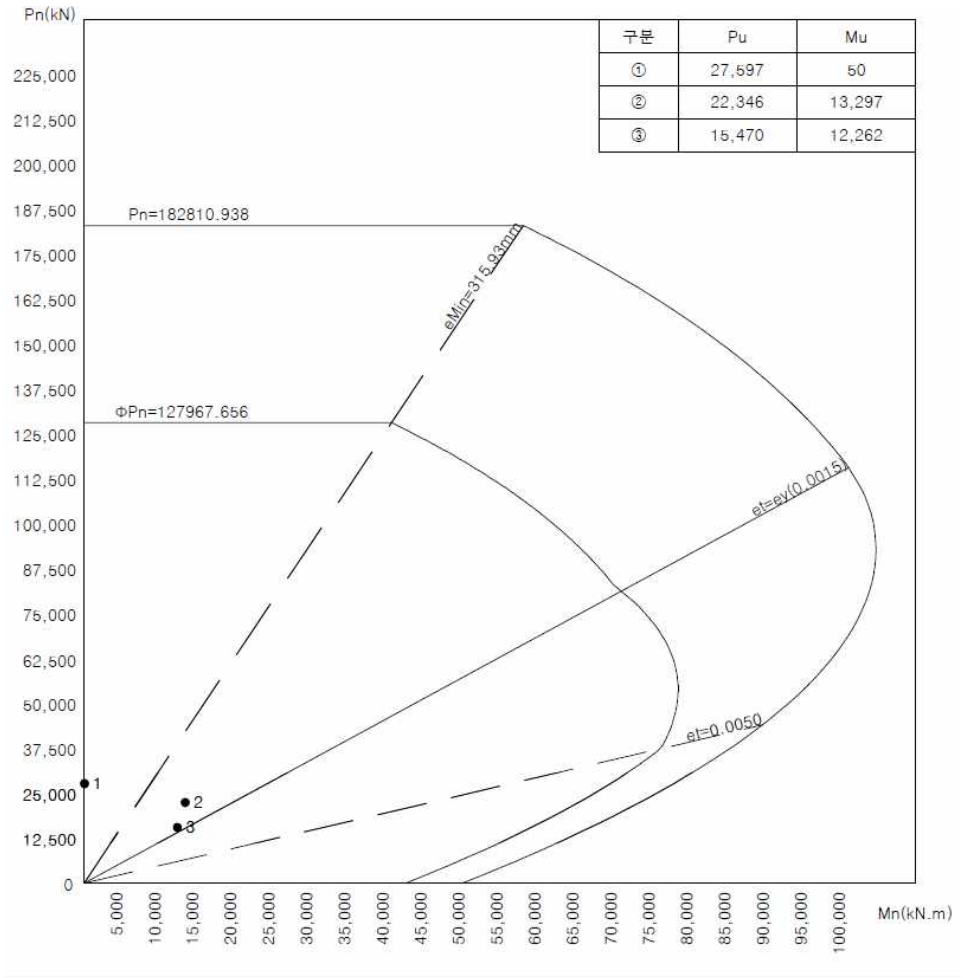
| 구 분 | 철 근 비 | | | | 축방향력, 휨 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pmin | Puse | Pmax | 비고 | ΦPn | Pu | Mu | 안전도 | 비 고 |
| 축력최대 | 0.010 | 0.012 | 0.060 | O.K | 127967.65 | 27596.924 | 49.592 | 4.637 | O.K |
| 모멘트최대 | 0.010 | 0.012 | 0.060 | O.K | 104438.39 | 21486.725 | 15760.467 | 4.861 | O.K |
| 편심최대 | 0.010 | 0.012 | 0.060 | O.K | 86065.063 | 16329.911 | 15751.185 | 5.270 | O.K |
| 모멘트최대 | 0.010 | 0.012 | 0.060 | O.K | 117326.72 | 22346.194 | 13311.432 | 5.250 | O.K |
| 편심최대 | 0.010 | 0.012 | 0.060 | O.K | 99336.064 | 15470.442 | 12276.044 | 6.421 | O.K |

※ 자세한 계산과정은 부록 참조

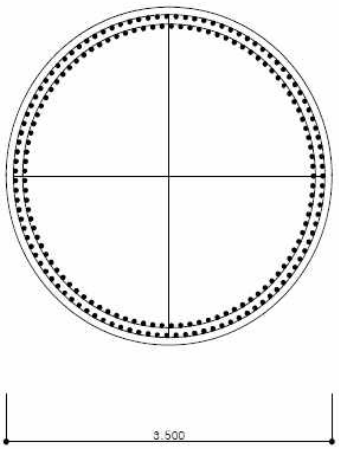
3) P-M 상관도

① 교축직각방향

교축직각방향




| 구분 | Pu | Mu |
|---|---|---|
| ① | 27,597 | 50 |
| ② | 22,346 | 13,297 |
| ③ | 15,470 | 12,262 |




▣ 단면제원

R = 1750.000 mm
D = 3355.843 mm
Ag = 9621127.502 mm²

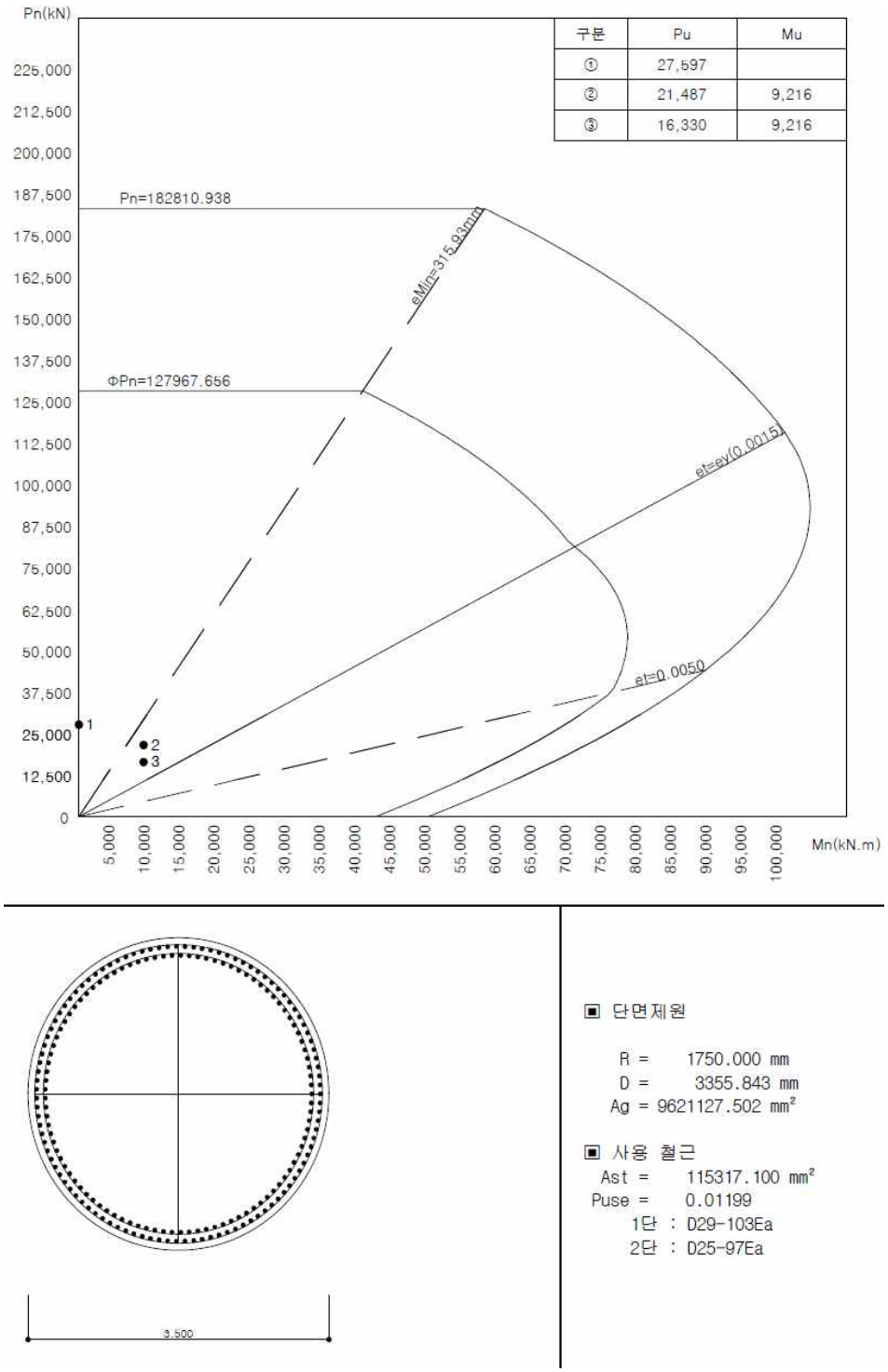
▣ 사용 철근

Ast = 115317.100 mm²
Puse = 0.01199
1단 : D29-103Ea
2단 : D25-97Ea

【그림 5.2.8】 P-M 상관도(교축직각방향)

② 교축방향

**교축방향**




| 구분 | Pu | Mu |
|---|---|---|
| ① | 27,597 | |
| ② | 21,487 | 9,216 |
| ③ | 16,330 | 9,216 |

▣ 단면제원

R = 1750.000 mm
D = 3355.843 mm
Ag = 9621127.502 mm²

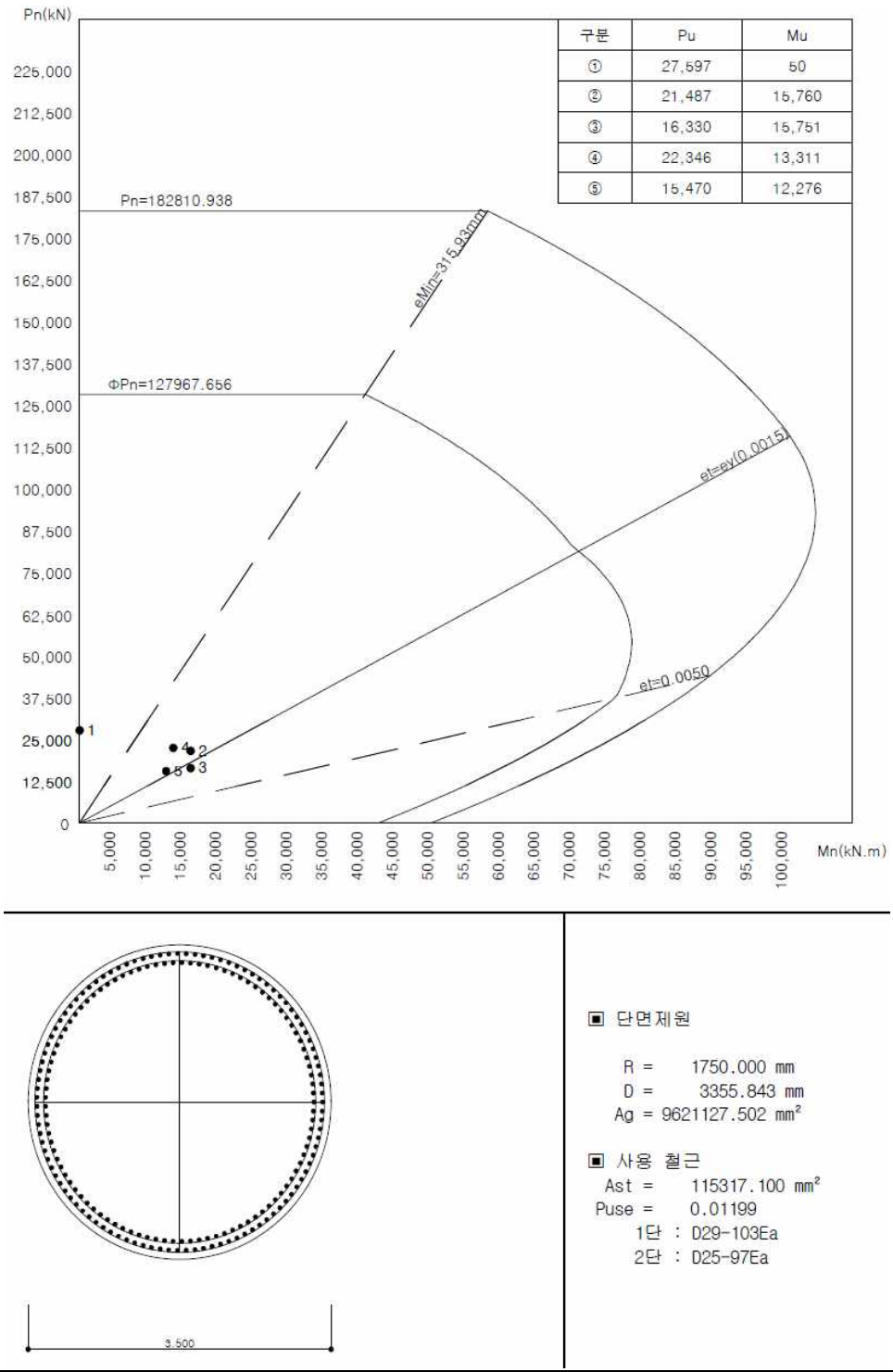
▣ 사용 철근

Ast = 115317.100 mm²
Puse = 0.01199
1단 : D29-103Ea
2단 : D25-97Ea

【그림 5.2.9】P-M 상관도(교축방향)

③ 합성부재력

**합성부재력**




| 구분 | Pu | Mu |
|---|---|---|
| ① | 27,597 | 50 |
| ② | 21,487 | 15,760 |
| ③ | 16,330 | 15,751 |
| ④ | 22,346 | 13,311 |
| ⑤ | 15,470 | 12,276 |

▣ 단면제원

R = 1750.000 mm
D = 3355.843 mm
Ag = 9621127.502 mm²

▣ 사용 철근

Ast = 115317.100 mm²
Puse = 0.01199
1단 : D29-103Ea
2단 : D25-97Ea

【그림 5.2.10】 P-M 상관도(합성부재력)

# 5.5 안전성평가 결과요약

## 5.5.1 안전성 평가결과

### 가. 상부구조

1) 종방향 검토

【표 5.5.1】허용응력법에 의한 안전율 산정 (단위 : kN/㎡)

| 조합 Case | 허용 응력 | 측경간 중앙부 | | 측경간 지점부 | | 중앙경간 중앙부 | | 중앙경간 지점부 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 조합응력 | S.F | 조합응력 | S.F | 조합응력 | S.F | 조합응력 | S.F |
| 1 | 18,400 | 7,000 | 2.62 | 10,200 | 1.80 | 7,180 | 2.56 | 10,800 | 1.70 |
| 2 | 18,400 | 7,845 | 2.34 | 9,255 | 1.98 | 8,095 | 2.27 | 11,840 | 1.55 |
| 3 | 18,400 | 7,250 | 2.53 | 11,200 | 1.64 | 7,770 | 2.36 | 11,600 | 1.58 |
| 최소 안전율 | | | 2.34 | | 1.64 | | 2.27 | | 1.55 |

| 안전성평가등급 | A |
|---|---|

【표 5.5.2】설계하중 작용시 검토단면의 최대 단면력

| 위 치 | Mu (kN·m) | ∅Mn (kN·m) | 안전성 |
|---|---|---|---|
| 측경간 중앙부 | 30,272.4 | 153,651.0 | O.K. |
| 측경간 지점부 | 59,697,0 | 166,133.0 | O.K. |
| 중앙경간 중앙부 | 34,096.1 | 153,651.0 | O.K. |
| 중앙경간 지점부 | 63,825.3 | 166,133.0 | O.K. |

| 안전성평가등급 | A |
|---|---|

2) 횡방향 검토

【표 5.5.3】하중조합에 따른 위치별 단면력 모멘트검토

| 부 재 | 사용철근량(As) | 휨 검 토 | | 안전율 |
|---|---|---|---|---|
| | | Mu (kN·m) | ∅Mn (kN·m) | |
| 캔틸레버부 단부 | H29@250 + H25@250 | 305.50 | 567.23 | 1.85 |
| 중간 지점부 | H29@250 + H25@250 | 382.00 | 707.88 | 1.85 |
| 내부슬래브 중앙부 | H19 @125 | 95.20 | 153.14 | 1.60 |

| 안전성평가등급 | A |
|---|---|

## 나. 하부구조

【표 5.5.4】하부구조 안전성 평가결과

| 단면위치 | | Puse | Pu(kN) | ϕPn(kN) | 안전도 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 교축방향 | 축력최대 | 0.012 | 27596.924 | 127967.651 | 4.637 | O.K |
| | 모멘트최대 | 0.012 | 21486.725 | 134842.401 | 6.276 | O.K |
| | 편심최대 | 0.012 | 16329.911 | 120473.833 | 7.377 | O.K |
| 교축직각방향 | 축력최대 | 0.012 | 27596.924 | 127967.651 | 4.637 | O.K |
| | 모멘트최대 | 0.012 | 22346.194 | 117391.378 | 5.253 | O.K |
| | 편심최대 | 0.012 | 15470.442 | 99408.335 | 6.426 | O.K |
| 합성부재력 | 축력최대 | 0.012 | 27596.924 | 127967.651 | 4.637 | O.K |
| | 모멘트최대 | 0.012 | 21486.725 | 104438.391 | 4.861 | O.K |
| | 편심최대 | 0.012 | 16329.911 | 86065.063 | 5.270 | O.K |
| | 모멘트최대 | 0.012 | 22346.194 | 117326.725 | 5.250 | O.K |
| | 편심최대 | 0.012 | 15470.442 | 99336.064 | 6.421 | O.K |

## 5.5.2 기본내하력 평가결과

**【표 5.5.5】허용응력법에 의한 거더의 종방향 내하율 및 내하력평가** 단위 : kN/㎡

| 위 치 | 내하율 계산 | 내하율(RH) | 기본내하력 |
|---|---|---|---|
| 측경간 중앙부 | $\frac{18,400 - (7,000)}{1,250}$ | 9.12 | DB-24 이상 |
| 측경간 지점부 | $\frac{18,400 - (10,200)}{1,430}$ | 5.73 | DB-24 이상 |
| 중앙경간 중앙부 | $\frac{18,400 - (7,180)}{1,350}$ | 8.31 | DB-24 이상 |
| 중앙경간 지점부 | $\frac{18,400 - (10,800)}{1,580}$ | 4.80 | DB-24 이상 |

**【표 5.5.6】강도설계법에 의한 거더의 종방향 내하율 및 내하력 평가** 단위:kN・m

| 위치 | 내하율 계산 | 내하율(RH) | 기본내하력 |
|---|---|---|---|
| 측경간 중앙부 | $\frac{153,651 - (1.3 \times 29,878 + 21,767)}{2.15 \times (8,813)}$ | 4.91 | DB-24 이상 |
| 측경간 지점부 | $\frac{166,133 - (1.3 \times 60,464 + 31,773)}{2.15 \times (9,918)}$ | 2.61 | DB-24 이상 |
| 중앙경간 중앙부 | $\frac{153,651 - (1.3 \times 27,450 + 17,764)}{2.15 \times (9,544)}$ | 4.88 | DB-24 이상 |
| 중앙경간 지점부 | $\frac{166,133 - (1.3 \times 59,808 + 29,045)}{2.15 \times (10,948)}$ | 2.52 | DB-24 이상 |

**【표 5.5.7】횡방향 각 단면에 대한 내하력 평가** 단위:kN・m

| 위 치 | 내하율 계산 | 내하율(RH) | 기본 내하력 |
|---|---|---|---|
| 캔틸레버부 단부 | $\frac{567.23 - 1.3 \times 52.0}{2.15 \times 102.0}$ | 2.27 | DB-24 이상 |
| 중간 지점부 | $\frac{707.88 - 1.3 \times 81.0}{2.15 \times 151.0}$ | 1.85 | DB-24 이상 |
| 내부슬래브 중앙부 | $\frac{153.14 - 1.3 \times 6.0}{2.15 \times 40.0}$ | 1.69 | DB-24 이상 |

### 5.5.3 안전성평가 종합결론

상부구조에 대한 구조검토결과, 바닥판 및 거더에 대해서 최소안전율이 각각 1.60 및 1.55으로 안전율 1.0을 상회하고 교각 P1의 하부구조에 대한 구조검토결과, 기둥은 P-M상관도 해석에 의한 최소안전율 4.637로서 안전율 1.0을 초과하며 내하력 평가결과, 기본내하력이 설계활하중인 DB-24를 상회하여 구조물이 전반적으로 구조적 안전성을 확보한 것으로 판단되며 최종적인 안전성 평가등급은 A등급이다.

# 제 6장 종합평가 및 안전등급의 지정

6.1 종합평가

6.2 안전등급

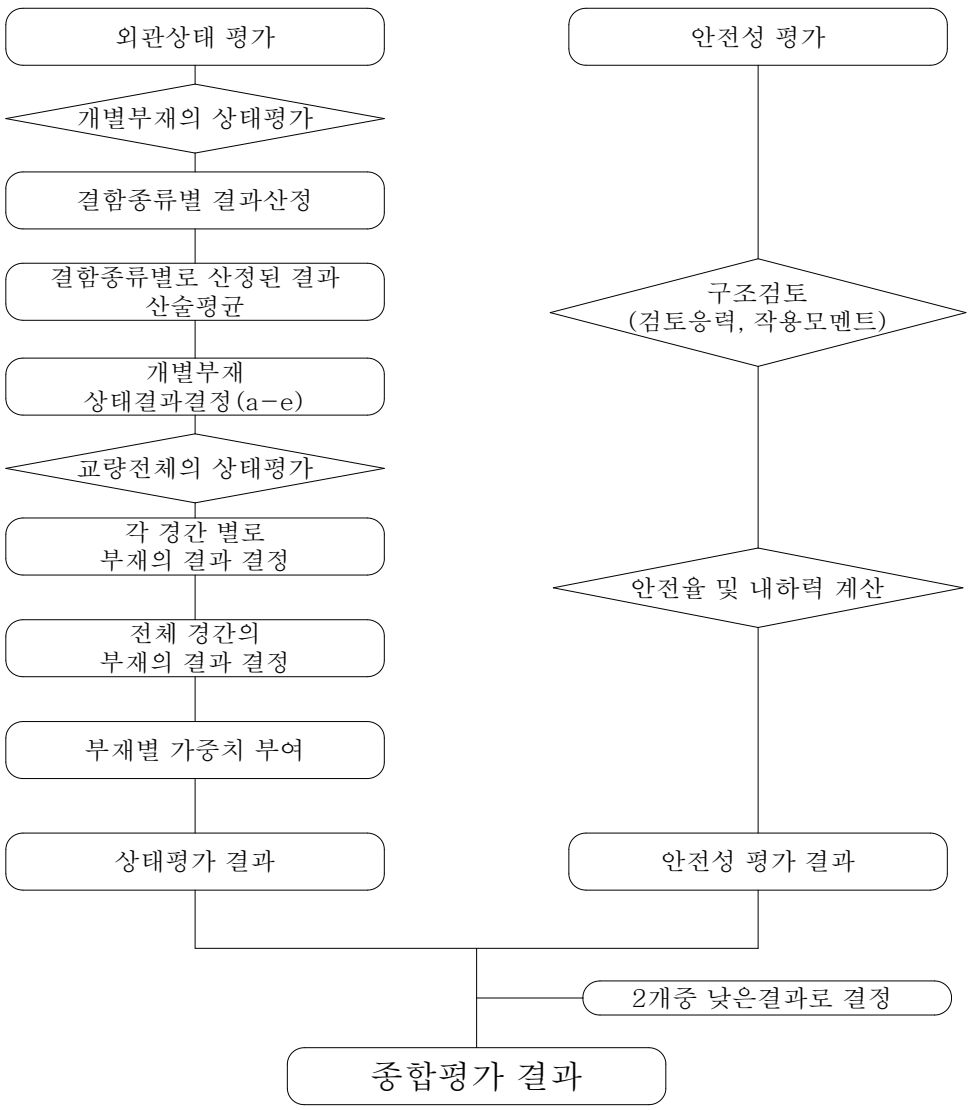
# 제 6장 종합평가 및 안전등급의 지정

## 6.1 종합평가

### 6.1.1 종합평가 결과 산정방법

외관조사에 따른 상태평가등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정한다.

■ **종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)**




【그림 6.1.1】종합평가 결과 산정절차

## 6.1.2 종합평가 결과

외관조사 및 시험에 의한 상태평가 결과와 구조검토에 의한 안전성 평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 금시교(대구, 부산)의 종합평가 결과는 “B” 로 평가되었다.

**【표 6.1.1】 종합평가 결과**

<table>
<tr><th rowspan="2">구조물명</th><th colspan="2">상태평가 결과</th><th colspan="2">안전성 평가 결과</th><th rowspan="2">종합평가 결과</th></tr>
<tr><th>환산결함도점수</th><th>기준</th><th>S·F</th><th>기준</th></tr>
<tr><td>금시교(대구)</td><td>0.256</td><td>B</td><td rowspan="2">1.550(거더)<br>1.600(바닥판)<br>4.637(교각 P1)</td><td rowspan="2">A</td><td>B</td></tr>
<tr><td>금시교(부산)</td><td>0.257</td><td>B</td><td>B</td></tr>
<tr><td>종합평가</td><td colspan="5">•금시교(대구, 부산)의 외관조사 및 내구성 조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 확보를 위해 일부 보수가 필요한 “B” 로 평가됨<br>•안전성 평가 결과, 최소 안전율 1.0이상으로 “A” 로 평가됨<br>•상태평가 및 안전성 평가 결과를 통한 종합평가 결과, 금시교(대구, 부산)는 “B” 로 평가됨</td></tr>
</table>

# 6.2 안전등급

## 6.2.1 안전등급기준

정밀안전진단을 실시하는 경우 상태평가 및 안전성평가 등을 종합적으로 평가하여「법」제10조의 2 및 「영」제11조의 5에 따라서 당해 시설물의 안전등급을 지정하여야 하고, 책임기술자는 당해 시설물에 대한 종합적으로 평가한 결과로부터 안전등급을 지정하여야 하며, 안전등급에 따른 시설물의 상태는 다음과 같다.

**【표 6.2.1】시설물의 안전등급**

| 안전등급 | 시설물의 상태 및 안전성 |
|---|---|
| A(우수) | • 문제점이 없는 최상의 상태 |
| B(양호) | • 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태 |
| C(보통) | • 주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태 |
| D(미흡) | • 주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태 |
| E(불량) | • 주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태 |

## 6.2.2 안전등급 지정

금시교(대구, 부산)에 대한 상태평가 및 안전성평가 결과 시설물의 상태는『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로 안전등급 B등급으로 평가되었다.

| | 구조물명 | 안전등급 |
|---|---|---|
| 안전등급 | 금시교(대구) | B등급(양호) |
| | 금시교(부산) | B등급(양호) |

# 제 7장 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 개 요

7.2 보수・보강 방안

7.3 보수・보강 개략공사비

7.4 유지관리방안

# 제 7장 보수·보강 및 유지관리방안

## 7.1 개 요

금시교(대구, 부산)는 경상남도 밀양시 활성동(부산기점 43.840 ~ 44.670km) 일원에 위치하고 있으며, 2006년 2월에 준공된 교량으로 활성로, 용평로, 밀양강을 횡단하고 있다.

교량은 I.L.M(Incremental Launching Method)가설공법으로 시공된 P.S.C BOX 거더교로 총연장은 830.00m(40+15@50+40=830m), 폭원은 상·하행선 각각 12.15m(2차로)이며 상부구조는 17경간 연속으로 이루어져 있다.

하부구조는 교대 : 역T형, 교각 : T형으로 시공되어져 있으며, 기초는 교대 강관말뚝기초, 교각 현장타설말뚝기초로 시공되어져 있다.

본 교량은 준공 이후 시설물 유지보수공사 및 하자보수공사 등을 통해 공용 중 발생된 손상에 대한 지속적인 유지관리가 시행되고 있는 시설물이다.

외관조사 결과, 전반적으로 양호한 상태이나 일부 보수를 요하는 손상인 균열, 백태, 망상균열, 국부적인 단면손상이 조사되었으며 신축이음장치 녹발생 및 유간부 이물질 퇴적, 받침장치 고무재(피복고무재) 들뜸, 받침장치 Plate 녹발생 및 볼트 체결불량, 배수구 파손 등의 손상이 조사되었다. 교량의 구조안전성 평가결과, 상·하행선 모두 1등교(DB-24)로서의 내하력을 확보하고 있으며, 하부구조 또한 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

본 장에서는 정밀안전진단 결과에 의한 결함 및 손상에 대한 원인을 검토하고 그 결과를 토대로 교량의 안전성과 건전성을 유지하기 위한 보수·보강방법을 제안하고자 한다. 이러한 보수·보강방법의 기본방향은 장기적으로 설계 내하력을 유지시키고 내구성 저하를 방지하는데 그 목적이 있다. 금시교(대구, 부산)의 보수·보강방안에 대한 검토사항은 기존자료의 검토를 통한 보수·보강 이력을 조사하고 진단 결과에 따른 보수·보강 범위를 선정하며, 이에 따른 공법선정, 재료의 선정 등을 검토하여 보수·보강 긴급우선순위에 따른 보수시기를 결정하여야 한다. 【표 7.1.1】은 시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 일반적인 검토사항을 언급하였다.

【표 7.1.1】 시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 검토사항

| 검 토 순 서 | 내 용 |
|---|---|
| 기존자료분석 | 기존 점검 및 진단자료 분석, 설계도서 조사 |
| 보수·보강 이력검토 | 사용기간중 시설물의 보수·보강이력검토 |
| 보수·보강의 범위 선정 | 손상규모에 따른 보수여부 결정<br>구조물의 사용년한을 고려한 보수·보강 범위 산정 |
| 공법의 선정 | 구조물의 기능에 따른 공법선정<br>구조물의 주변환경 및 형식을 고려하여 공법선정<br>공법의 시공성 및 경제성 고려하여 결정 |
| 보수재료의 선정 | 기존의 재료와 물성이 같은 보수재 선택<br>구조물의 종류 및 환경조건 고려<br>구조물의 사용년한을 고려한 보수재 선택 |
| 보수시기 결정 | 구조적인 안전성, 내구성, 사용성, 결함, 열화의 중요도에 따라 우선순위 부여 |

# 7.2 보수·보강 방안

## 7.2.1 보수·보강 추진방향 및 우선순위의 선정

금시교(대구, 부산)에 대한 정밀안전진단을 수행한 결과, 본 구조물은 시공 시 시공 정밀도의 저하로 인하여 발생된 구조물의 결함(Defect)과 공용 중 시간의 경과와 주변의 환경인자에 의한 재료의 열화에 의한 손상(Damage)이 발생하여 있는 것으로 조사되었다.

금회 진단은 준공 후 최초 진단으로서 하자대상(철근 콘크리트 및 철골 구조부 손상) 손상을 제외한 기타 손상에 대해서만 보수 우선순위를 부여하였다.

**【표 7.2.1】보수·보강 우선순위 결정 기준**

| 구분 | 순위 | 내 용 |
|---|---|---|
| 단기 | 1순위 | • 『시설물의 안전관리에 관한 특별법』 제12조(중대한 결함)의 "대통령이 정하는 중대한 결함"에 포함되는 손상 - 철근콘크리트 시설물의 염해 또는 탄산화에 따른 내력손실 등<br>• 주요부재에 발생된 결함 및 손상이 커 상태평가 기준 "d" 이하인 경우<br>• 철근부식에 의한 내하력 저하가 우려되거나, 부식가능성이 큰 경우 |
| 중장기 | 2순위 | • 보조부재에 발생된 결함 및 손상이 커 내구성에 영향을 미치는 경우<br>• 상부 차량 통행에 지장을 줄 수 있는 손상<br>• 즉각적인 보수는 요구되지 않지만 내구성, 기능성, 사용성 저하방지를 위한 보수가 필요한 경우 |
| | 3순위 | • 기능발휘에는 지장이 없으나, 방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성 증진을 위해 보수가 필요한 손상 |
| 지속관찰 | | • 1~3순위를 제외한 손상으로서 지속적인 관찰을 통해 향후 발전상태에 따라 보수·보강 여부를 판단할 수 있는 정도의 손상<br>- 콘크리트의 0.2mm이하의 비구조적 미세균열(단, 균열집중구간은 제외)<br>- 후타재 등의 보조부재에서의 주행에 지장을 주지 않는 균열 등의 손상(빈번한 차량통행으로 인한 보수효과가 없는 경우, 향후 교체가 시행될 부재 등)<br>- 기타 경미한 손상으로서 내구성 및 사용성에 지장을 주지 않은 경우 |

※ 금회 철근콘크리트 및 철골구조부재의 손상은 하자보수대상임.

**금시교(대구) 정밀안전진단 결과**

**상태평가결과**

- 상태평가결과 → "B" (0.256)

- PSC BOX 거더 : 폭 0.1㎜ 균열, 폭 0.2㎜ 균열, 망상균열, 파손, 백태, 재료분리 등
- 하부구조 : 폭 0.2㎜이하 균열, 폭 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 체수/누수흔적, 백태 그을음, 파손 등
- 교량받침 : 받침 Plate 도장박리/녹발생, 상부 Plate /고무재 들뜸, 볼트 체결불량, 몰탈 파손 등
- 신축이음 : 본체 녹발생, 유간부 토사퇴적, 후타재 폭 0.3㎜이상 균열, 후타재 망상균열, 차수판 변형, 앵커볼트 탈락 등
- 교면포장 : 라벨링, 아스콘 망상균열, 아스콘 패임, 아스콘 균열 등
- 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 파손 등
- 방호벽 : 폭 0.2㎜이하 균열, 폭 0.3㎜이상 균열, 균열/백태, 망상균열, 파손, 철근노출 등
- 기타시설 : 점검로 난간 변형, 중간난간대 탈락, 델리네이터 파손 등

**안전성 평가결과**

- 안전성 평가 결과 → "A"

- PSC BOX 거더
  - SF = 1.550

- PSC BOX 바닥판
  - SF = 1.600

- 하부구조
  - SF = 4.637

**보수 · 보강 방향**

| 1 순위 | 2 순위 | 3 순위 |
|---|---|---|
| - | - | • 이물질퇴적<br>• 유도배수관 길이부족<br>• 받침Plate/볼트 도장박리/녹발생<br>• 받침 볼트 체결불량<br>• 신축이음 본체 녹발생<br>• 신축이음 본체 유간부 토사퇴적<br>• 차수판 변형, 앵커볼트 탈락<br>• 후타재 균열(0.3㎜이상)<br>• 아스콘 패임<br>• 배수구 막힘, 배수관 파손 등 |

【그림 7.2.1】 보수·보강방안 추진방향(대구)

**금시교(부산) 정밀안전진단 결과**

**상태평가결과**

- 상태평가결과 → "B" (0.257)

- PSC BOX 거더 : 폭 0.1㎜ 균열, 폭 0.2㎜ 균열, 망상균열, 들뜸 등
- 하부구조 : 폭 0.2㎜이하 균열, 폭 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 백태, 들뜸/박락/파손, 재료분리 등
- 교량받침 : 받침 Plate 도장박리/녹발생, 상부 Plate 들뜸, 고무재 들뜸/파손, 받침몰탈 균열 등
- 신축이음 : 본체 녹발생, 유간부 이물질 퇴적, 후타재 망상균열, 파손, 차수판 파손, 앵커볼트 탈락 등
- 교면포장 : 라벨링, 아스콘 패임, 접속부 이격 등
- 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 설치불량, 배수관 고정불량/길이부족, 배수관 탈락/매립 등
- 방호벽 : 폭 0.2㎜이하 균열, 폭 0.3㎜이상 균열, 균열/백태, 망상균열, 보수재 박리/파손 등
- 기타시설 : 점검로 난간 변형, 미설치, 중간난간대 탈락, 점검사다리 고정핀 탈락, 점검로 이물질 퇴적 등

**안전성 평가결과**

- 안전성 평가 결과 → "A"

- PSC BOX 거더
  - SF = 1.550

- PSC BOX 바닥판
  - SF = 1.600

- 하부구조
  - SF = 4.637

**보수 · 보강 방향**

| 1 순위 | 2 순위 | 3 순위 |
|---|---|---|
| - | - | • 거푸집 미제거<br>• 받침Plate 도장박리/녹발생<br>• 받침볼트 채결불량<br>• 신축이음 본체 녹발생<br>• 신축이음 본체 유간부 토사퇴적<br>• 차수판 파손, 앵커볼트 탈락<br>• 후타재 파손<br>• 아스콘 패임<br>• 배수구 막힘, 배수관 설치불량, 탈락, 매립 등 |

【그림 7.2.2】 보수·보강방안 추진방향(부산)

## 7.2.2 결함내용별 보수·보강방안

### 가. 대구방향

【표 7.2.2】 보수·보강 일람표(대구)

| 구 분 | 손상내용 | 손상물량 | 단위 | 보수방안 | 우선순위 |
|---|---|---|---|---|---|
| PSC Box 거더(내부) | 균열(0.1㎜) | 4365.8 | m | 지속관찰 | - |
| | 균열(0.2㎜) | 29.8 | m | 지속관찰 | - |
| | 망상균열 | 0.6 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 백태 | 0.23 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 재료분리 | 0.06 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 파손 | 0.01 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 이물질퇴적 | 1.01 | ㎡ | 정비 | 3 |
| PSC Box 거더(외부) | 균열(0.1㎜) | 339.2 | m | 지속관찰 | - |
| | 균열(0.2㎜) | 48.3 | m | 지속관찰 | - |
| | 망상균열 | 143.76 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 누수오염/백태 | 0.92 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 박리 | 0.6 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 파손 | 0.71 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 유도배수관 길이부족 | 1 | 개소 | 유도배수관 연장 | 3 |
| 교대 | 균열(0.2㎜이하) | 4.2 | m | 지속관찰 | - |
| | 균열(0.3㎜이상) | 7.1 | m | 지속관찰 | - |
| | 망상균열 | 5.84 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 체수흔적 | 4 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 누수오염 | 1.12 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 통로BOX Joint부 누수 | 0.5 | m | 지속관찰 | - |
| 교각 | 균열(0.2㎜이하) | 242.6 | m | 지속관찰 | - |
| | 균열(0.3㎜이상) | 6.8 | m | 지속관찰 | - |
| | 망상균열 | 90.48 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 백태 | 0.3 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 그을음 | 0.4 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 파손 | 0.04 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| 교량받침 | 받침Plate 도장박리 | 1 | 개소 | 재도장 | 3 |
| | 받침Plate 녹발생 | 19 | 개소 | 재도장 | 3 |
| | 받침 상부 Plate들뜸 | 11 | 개소 | 지속관찰 | - |
| | 받침 피복고무재 들뜸 | 5 | 개소 | 지속관찰 | - |
| | 받침 볼트 체결불량 | 1 | 개소 | 재체결 | 3 |

## 【표 7.2.2】 보수·보강 일람표(대구, 계속)

| 구 분 | 손상내용 | 손상물량 | 단위 | 보수방안 | 우선순위 |
|---|---|---|---|---|---|
| 교량받침 | 받침 볼트 녹발생 | 10 | 개소 | 재도장 | 3 |
| | 받침 몰탈 균열(0.2㎜이하) | 24 | m | 지속관찰 | - |
| | 받침 몰탈 파손 | 0.08 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| 신축이음 | 신축이음 본체 녹발생 | 5 | m | 본체 재도장 | 3 |
| | 신축이음 본체 유간부 토사퇴적 | 4 | m | 정비 | 3 |
| | 차수판 변형 | 2 | 개소 | 재설치 | 3 |
| | 차수판 앵커볼트 탈락 | 14 | 개소 | 재설치 | 3 |
| | 후타재 균열(0.2㎜이하) | 3 | m | 지속관찰 | - |
| | 후타재 균열(0.3㎜이상) | 5.1 | m | 주입보수 | 3 |
| | 후타재 망상균열 | 8.7 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| 교면포장 | 라벨링 | 323 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 망상균열/라벨링 | 720 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 아스콘 패임 | 16.16 | ㎡ | 아스팔트 팻칭 | 3 |
| | 아스콘 균열 | 134 | m | 지속관찰 | - |
| 배수시설 | 배수구 막힘 | 12 | 개소 | 정비 | 3 |
| | 배수관 파손 | 1 | 개소 | 재설치 | 3 |
| 방호벽 및 중앙분리대 | 균열(0.2㎜이하) | 353 | m | 지속관찰 | - |
| | 균열(0.3㎜이상) | 96.3 | m | 지속관찰 | - |
| | 균열/백태 | 304.2 | m | 지속관찰 | - |
| | 망상균열/백태 | 0.73 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 파손 | 0.66 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 철근노출 | 0.08 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 방호벽 접속부 단차 | 1 | m | 지속관찰 | - |
| | 차량방호책 변형 | 3 | m | 지속관찰 | - |
| 기타시설 | 점검로 난간 변형 | 4.6 | m | 지속관찰 | - |
| | 점검로 중간난간대 탈락 | 6.1 | m | 재설치 | 3 |
| | 델리네이터 파손 | 2 | 개소 | 재설치 | 3 |
| | 교각표지판 탈락 | 3 | 개소 | 재설치 | 3 |

## 나. 부산방향

【표 7.2.3】 보수·보강 일람표(부산)

| 구 분 | 손상내용 | 손상물량 | 단위 | 보수방안 | 우선순위 |
|---|---|---|---|---|---|
| PSC Box 거더(내부) | 균열(0.1㎜이하) | 2476.3 | m | 지속관찰 | - |
| | 균열(0.2㎜이상) | 34.1 | m | 지속관찰 | - |
| | 망상균열 | 2.25 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 백태 | 0.21 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 들뜸 | 0.4 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| PSC Box 거더(외부) | 균열(0.1㎜이하) | 198.1 | m | 지속관찰 | - |
| | 균열(0.2㎜이상) | 57.8 | m | 지속관찰 | - |
| | 망상균열 | 54.15 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 누수오염/백태 | 0.4 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 들뜸 | 0.2 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 파손(긁힘) | 0.21 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 슬래브/방호벽 접합부 누수 | 2 | m | 지속관찰 | - |
| 교대 | 균열(0.2㎜이하) | 28.3 | m | 지속관찰 | - |
| | 균열(0.3㎜이상) | 3.8 | m | 지속관찰 | - |
| | 망상균열 | 19.18 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 백태 | 0.18 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 실런트 이격 | 4 | m | 지속관찰 | - |
| | Joint부 누수 | 8.9 | m | 지속관찰 | - |
| | 점검계단 파손 | 0.3 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| 교각 | 균열(0.2㎜이하) | 227 | m | 지속관찰 | - |
| | 균열(0.3㎜이상) | 1.4 | m | 지속관찰 | - |
| | 망상균열 | 86.4 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 백태 | 0.04 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 들뜸/박락/파손 | 0.52 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 재료분리 | 8.38 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 그을음 | 1.64 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 거푸집 미제거 | 0.3 | ㎡ | 정비 | 3 |
| 교량받침 | 받침Plate 도장박리 녹발생 | 8 | 개소 | 재도장 | 3 |
| | 받침 상부 Plate들뜸 | 10 | 개소 | 지속관찰 | - |
| | 받침볼트 채결불량 | 1 | 개소 | 볼트 재체결 | 3 |
| | 받침 고무재 들뜸 | 3 | 개소 | 지속관찰 | - |

## 【표 7.2.3】 보수·보강 일람표(부산, 계속)

| 구 분 | 손상내용 | 손상물량 | 단위 | 보수방안 | 우선순위 |
|---|---|---|---|---|---|
| 교량받침 | 받침 고무재 파손 | 3 | 개소 | 지속관찰 | - |
| | 받침몰탈균열 (0.2㎜이하) | 17 | m | 지속관찰 | - |
| | 받침몰탈균열 (0.3㎜이상) | 7.8 | m | 지속관찰 | - |
| | 받침몰탈 파손 | 24.6 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| 신축이음 | 신축이음 본체 녹발생 | 6 | m | 본체 재도장 | 3 |
| | 신축이음 본체 유간부 토사퇴적 | 4.5 | m | 정비 | 3 |
| | 차수판 파손 | 1 | 개소 | 재설치 | 3 |
| | 차수판 앵커볼트 탈락 | 1 | 개소 | 재설치 | 3 |
| | 후타재 망상균열 | 22 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 후타재 파손 | 0.01 | ㎡ | 단면보수 | 3 |
| | 신축이음 하부 볼트 탈락 | 4 | 개소 | 지속관찰 | - |
| 교면포장 | 라벨링 | 665.85 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 아스콘 패임 | 6.98 | ㎡ | 아스팔트 팻칭 | 3 |
| | 포장/후타재 접속부 이격/단차 | 15 | m | 지속관찰 | - |
| 배수시설 | 배수구 막힘 | 28 | 개소 | 정비 | 3 |
| | 배수관 매립/탈락 | 1 | 개소 | 절단 및 재설치 | 3 |
| | 배수관 고정불량/길이 부족 | 1 | 개소 | 지속관찰 | - |
| 방호벽 및 중앙분리대 | 균열(0.2㎜이하) | 127.9 | m | 지속관찰 | - |
| | 균열(0.3㎜이상) | 22.3 | m | 지속관찰 | - |
| | 균열/백태 | 302.5 | m | 지속관찰 | - |
| | 망상균열 | 7 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 보수재 박리/파손 | 14.06 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 방호벽 접속부 단차 | 1 | m | 지속관찰 | - |
| | 실란트 파손 | 1 | m | 지속관찰 | - |
| 기타시설 | 방음판 파손 | 0.03 | ㎡ | 지속관찰 | - |
| | 점검로 중간난간대 탈락 | 6 | m | 재설치 | 3 |
| | 점검로 난간 변형/파손 | 0.8 | m | 재설치 | 3 |
| | 점검로 난간 미설치 | 2 | m | 점검로 난간 설치 | 3 |
| | 점검사다리 고정핀 탈락 | 1 | 개소 | 재설치 | 3 |
| | 점검로 이물질 퇴적 | 1.2 | ㎡ | 정비 | 3 |

## 7.2.3 보수·보강 방안

### 가. 표면처리공법

1) 개요

시설물의 내구성 확보를 위해 폭 0.3mm미만 균열 및 균열백태에 대하여 실시하는 보수 방안으로 공법의 상세 내용은 다음과 같다.

2) 시공흐름도

| | |
|---|---|
| 표면처리, 치핑 | 콘크리트 열화부위, 균열부 바탕처리 |
| ↓ | |
| 표 면 청 소 | 콘크리트 표면처리후 고압살수기를 이용하여 표면을 고압세척한다.<br>(5,000 PSI(350kg/㎠)의 압력). |
| ↓ | |
| 표면보호제 도포 | 표면보호를 위하여 표면보호제를 도포한다.<br>제품 선정 후 표준 도포량을 확인한다. |

3) 보수재료의 선정

**【표 7.2.4】표면보수 재료목록**

| 구 분 | 방수성 향상 | 내구성 향 상 | 균 열 제 어 | 내하성 향 상 |
|---|---|---|---|---|
| 도막탄성방수재 | ◎ | ○ | × | × |
| 침투성방수제 | ○ | △ | × | × |
| 폴리머시멘트모르타르 | ○ | △ | × | × |
| 시멘트필라 | ○ | △ | × | × |
| 탄소섬유시트 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| 아라미드, 섬유시트 | ◎ | ○ | ◎ | ◎ |
| 유리섬유시트 | ◎ | ○ | △ | △ |
| ◎: 우수, ○:양호, △:가, ×:불가 | | | | |

## 나. 균열 주입보수

1) 개요

콘크리트 구조물에 0.3mm 이상의 균열이 발생한 경우 콘크리트 균열부분을 깨끗이 청소하고 지수성이 좋은 수지를 주입하여 균열을 충진하고 더 이상의 균열이 발생하지 않도록 하는 작업이다. 에폭시 수지 주입공법을 적용할 때에는 충분한 가사시간과 균열 폭에 적합한 점도를 가진 재료를 선정하는 것이 중요하며 점도는 용재를 넣어 조절 가능하지만 과다하면 접착력이 저하되므로 주의하고 진행 중인 균열의 경우 변형성이 작은 에폭시 수지를 사용하면 보수한 균열 부근에 새로운 균열이 발생하는 경우가 많으므로 주의를 요한다.

2) 에폭시 주입제의 특성

① 습기, 습윤, 수중에서도 시공이 가능하여야 한다.
② 방청효과가 뛰어나야 한다.
③ 오염이나 독성이 없어야 한다.
④ 내마모성이 뛰어나야 한다.
⑤ 콘크리트 탄산화방지가 있어야 한다.

3) 시공방법 및 유의사항

① 기존 콘크리트 표면의 균열부위를 공기압축기를 이용하여 이물질을 깨끗이 제거한다.
② 공기압축기 사용시 압력을 적절히 조절하면서 사용하고 분진 및 먼지 등이 발생되므로 보호안경을 착용하도록 한다.
③ 균열부위를 전동커터를 이용하여 V-CUTTING하며 커팅시 분진 및 파편이 발생되므로 보호안경을 착용하고 작업에 임한다.
④ 균열부위에 좌대 및 주입기를 20 ~ 30cm 간격으로 균열 폭에 맞추어 설치한다.
⑤ 균열부위에 틈이 없도록 수성폴리머 몰탈 또는 퍼티로 밀실하게 충전한다.
⑥ 기온이 5℃ 이하에서는 작업을 중지해야 한다.
⑦ 주입파이프를 통하여 저점도 에폭시 주입재를 주입한다.
⑧ 주입재 주입이 완료된 후 12시간이상 경화된 후 주입좌대를 제거한다.
⑨ 비가 예상되거나 습도가 80%이상일 경우, 안개가 심한 경우 작업을 중지하여야 한다.
⑩ 공사 완료 후 시공도구 및 배합통 등은 바로 세척한다.
⑪ 주입용 파이프 설치 시 균열의 교차점은 반드시 설치한다.
⑫ 균열의 중심부와 주입용 파이프의 중심부는 완전히 일치시켜 부착한다.

4) 보수 재료의 선정

【표 7.2.5】KS F 4923(콘크리트 구조물 보수용 에폭시 수지)

| 항 목 | 기준치 | 항 목 | | 기준치 | 시험방법 |
|---|---|---|---|---|---|
| 배합비 | 주제 : 경화제 (3:1 이상) | 접착 강도 | 표준조건 | 6.0N/㎟ 이상 | KS F 4923 |
| | | | 습윤시 | 3.0N/㎟ 이상 | |
| 외관색상 | 혼합시 투명 | 인장강도 | | 15.0N/㎟ 이상 | |
| 점도(mPs·s) | 130~260±50 | 경화수축율 | | 3% 이하 | |
| 가시시간 | 상온 60분±10 | 인장파단시 신장율 | | 10% 이하 | |
| 지속경화시 | 상온 14시간±5 | 완전 경화시간 | | 24~36시간 | - |
| - 경질에폭시 중에서 점도가 100~1000mPs·s인 에폭시를 저점도 에폭시라 함<br>- 초저점도 조건에서도 상기의 접착강도 및 인장강도를 만족하여야 함 | | | | | |

5) 시공흐름도



주입은 저압 저속의 주입공법이 주요하며, 저압·저속의 주입공법은 주입량 파악이 쉽고 균열 구석까지 주입할 수 있는 특징이 있다. 이 공법은 균열위에 주입수지가 들어 있는 용기를 설치하여 고무, 용수철, 공기압 등으로 서서히 수지를 주입하는 방식으로 압입하는 방식은 【표 7.2.6】과 같다.

**【표 7.2.6】저압·저속식 주입방법**

| 압입방식 | 용기의 형태 |
|---|---|
| 압축용기에서의 압축공기로 주입 | 플라스틱제의 실린더 |
| 압력탱크내의 압축된 압력으로 주입 | 플라스틱제의 압력탱크 |
| 고무시트의 복원력으로 주입 | 플라스틱제 틀에 고무시트를 고정 |
| 고무풍선압으로 주입 | 고무풍선 |
| 고무밴드의 복원력으로 주입 | 플라스틱제 실린더와 피스톤 |
| 캡슐내의 용수철로 주입 | 플라스틱제 캡슐 탱크 |

이 공법을 적용함에 있어서는 시공위치, 시공시기에 맞는 작업시간 및 균열폭에 대응한 점도의 재료를 선정하는 것이 중요하고, 균열폭에 알맞은 수지의 점성도는 【표 7.2.7】과 같으며, 일반적인 주입파이프의 간격은 【표 7.2.8】과 같다.

**【표 7.2.7】균열폭에 알맞은 수지의 점성도**

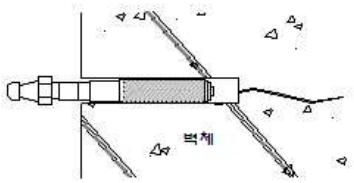
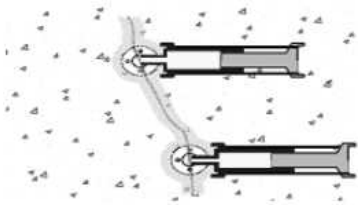
| 형 상 | | 점성도(20℃, cp) | 주입 가능한 균열폭 |
|---|---|---|---|
| 액 상 | 저점성도 | 500±200 | 0.1㎜ 전후 |
| | 고점성도 | 1,500±500 | 0.2㎜ 전후 |
| 겔 상태 | | 6,000±1,000 | 0.5~5㎜ 전후 |

**【표 7.2.8】일반적인 주입파이프의 간격**

| 균열폭 | 주입파이프 간격 |
|---|---|
| 0.3이하 | 50~100 |
| 0.3~0.5 | 100~200 |
| 0.5~1.0 | 150~250 |
| 1.0이상 | 200~300 |

이 공법은 다음과 같은 특징이 있다. 수지가 들어있는 용기를 균열위에 설치하므로 사람의 손을 필요로 하지 않고, 용기높이의 저압력에 의해 자동으로 주입 되므로 압력에 의한 실링부의 파손도 작아 시공관리가 용이하다. 그리고 주입되는 수지의 거동은 동심원상으로 확대되므로 주입압력에 의한 균열이나 들뜸이 방생되지 않는다. 주입압력은 4kg/㎠ 이하로 규정되어 있으나 실제로는 사용할 수 있어, 습윤환경에서 사용 가능하다. 반면, 주입기에 여분의 주입재료가 남아 재료의 손실이 큰 단점이 있다.

【표 7.2.9】 균열주입공법 비교

| 구분 | 고압주입공법 | 저압주입공법 |
|---|---|---|
| 공법개요 | • 균열부를 천공하여 팩커를 삽입한 후 주입펌프를 사용하여 균열 내부로 에폭시 수지를 강제로 주입하는 공법 | • 균열부에 좌대를 부착시키고 고무줄 또는 스프링 주사기에 에폭시를 주입한 후 균열 내부로 에폭시수지를 주입하는 공법 |
| 개요도 |  |  |
| 특징 | • 주입방법 : 패커에 의한 주입<br>• 주입압력 : 고압 | • 주입방법 : 좌대+고무줄 or 스프링<br>• 주입압력 : 저압 |
| 장점 | • 단기간 작업 가능<br>• 누수균열 보수 시 적합 | • 저압으로 균열 확장 없음<br>• 적용 실적이 많음 |
| 단점 | • 주입량 조절이 어려움<br>• 시공 부위에 제한을 받음<br>• 천공 시 균열 내부가 막힘<br>• 주입 시 균열이 확장될 수 있음<br>• 미세 균열 주입이 어려움 | • 주입량 조절이 어려움<br>• 주입재의 재주입이 어려움<br>• 다량의 폐기물이 발생됨<br>• 보수에 장시간이 소요<br>• 습윤부위 시공시 효과 떨어짐 |
| 경제성 | △ | ◉ |
| 시공성 | △ | ◉ |

## 다. 단면보수공법(철근 노출부)

1) 개요

이 공법은 콘크리트의 박리, 박락 등에 의하여 철근의 노출 및 부식에 대한 보수공법으로 녹을 제거하고 단면결손부를 회복시키는 공법이다.

2) 시공방법

① 청소 및 녹제거

- 콘크리트 건전부까지 치핑한다.
- 발청된 부분을 진동 블라스트 등으로 온전히 제거한다.
- 기타 이물질을 청소 제거한다.

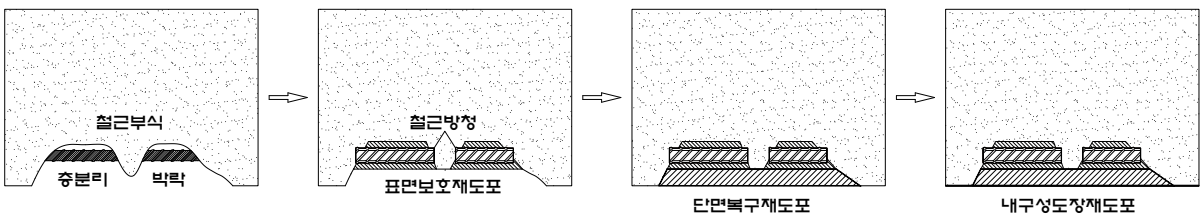
② 단면복구

- 건전부 콘크리트에 침투제를 도포한다.
- 철근에 방청 처리를 한다.
- 콘크리트 결손부위에 방청 페이스트를 충전한다.

③ 마감처리

- 주입 파이프 절단
- 그라인더 등을 이용한 면 정리

3) 개요도




【그림 7.2.3】 철근노출부 단면복구 개요도

4) 사용재료

녹전환형 방청제, 수지계 방청재, 몰탈, 시멘트, 팽창제

5) 주의사항

① 신, 구접착에 주의하여 2차 박락을 방지한다.

② 불량면을 확실하게 제거한다.

③ 침투제 및 방청제의 도포를 충분히 한다.

④ 필요시 형틀을 설치한다.

⑤ 주입 파이프의 간격을 일정하게 한다.

## 라. 단면보수공법(철근 비노출부)

1) 개요

이 공법은 열화 된 구체를 강화하고 단면결손부에 대하여 조강 무수축 몰탈로 단면을 수복시키는 일반적인 공법이다.

2) 시공방법

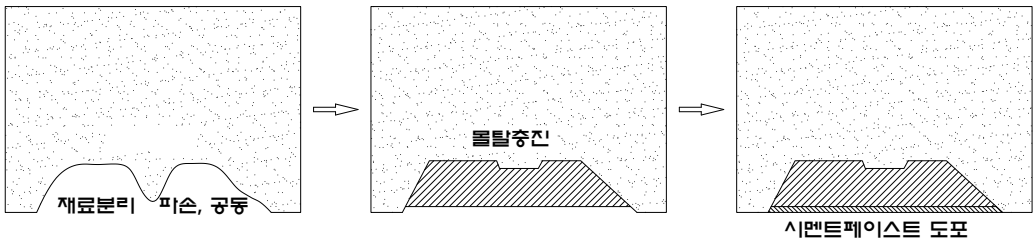
① 손상부 표면제거 - 콘크리트 건전부까지 치핑한다.

② 고압세척 및 콘크리트 접착제 도포 - 고압세정기 사용하여 이물질제거

③ 몰탈충진 - 몰탈로 단면복구

④ 표면처리 - 시멘트페이스트 등 도포

3) 개요도




【그림 7.2.4】 재료분리, 파손 단면복구 개요도

4) 결손 단면복구용 재료 성질

① 장시간 보관에도 재료의 성질 변화가 없을 것

② 부착력이 높은 재료

5) 주의사항

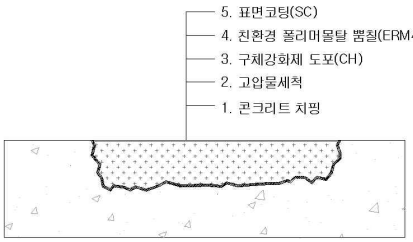
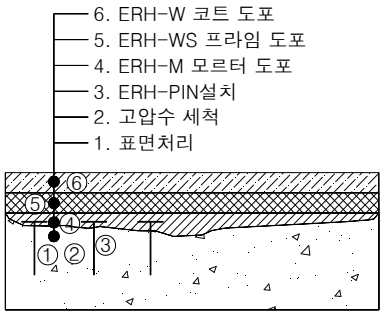
① 고압세정기의 용량은 50 ~ 150 kg/㎠를 사용

② 1회 도포시 두께는 10mm 정도로 한다.

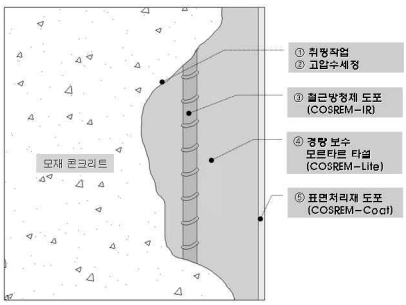
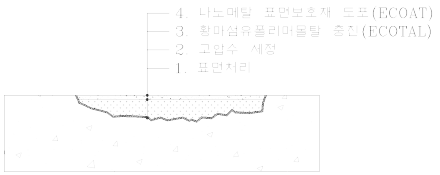
6) 콘크리트 충진

① 단면결손이 큰 공동에 대한 보수시 단면복구 재료는 일반 콘크리트를 단면복구재로 사용하여 충진시킨 후 단면을 복구한다.

## 【표 7.2.10】 콘크리트 단면보수 공법 비교

| 신기술 명칭 | E.R.M 공법 (신기술 제 576호) | 에코플래시공법 (신기술 제 577호) |
|---|---|---|
| 공 법 개 요 | • 친환경 모르타르와 급결제용 날개식 이중 분사장치 및 원추형 노즐로 구성된 스프레이 장비를 이용한 콘크리트 구조물 급속 보수공법 | • 접착보강핀을 설치하고 미세분말 플라이애시 및 삼산화규산칼슘 섬유가 혼입된 모르타르를 회전돌기형 믹싱샤프트건에 의해 건식분사하는 콘크리트 단면보수공법 |
| 시 공 순 서 |  |  |
| 시공성 | • 건설폐기물인 순환골재를 활용하여, 급결제 사용에 따른 초기강도의 감소현상을 저감시키기 위해서 알카리 무기염계를 이용한 친환경 모르타르를 사용하는 공법 | • 중성화, 염해, 동해 및 화학적 부식등의 열화원인에 대응하여 천연광물을 함유한 모르타르와 특수건식 스프레이를 이용하여 화학적, 물리적으로 개보수하고 접착보강핀을 추가하여 장기부착강도를 증진시킨 보수공법 |
| 장 점 | • 무기계 재료로 기존구체와의 일체화<br>• 급결제(필요시) 및 알칼리 무기염계 사용으로 초기부착강도 확보<br>• 스프레이시 리바운드가 적다<br>• 산업부산물 사용으로 친환경적<br>• 내구성능 우수<br>• 1회 최대 300mm 시공으로 작업시간 단축(요구시) | • 무기섬유 혼입에 의한 물리적 특성우수<br>• 화학적 부식 및 중성화에 저항성 우수<br>• 기계화(건식스프레이)시공을 통한 우수한 품질과 공기단축<br>• 천연재료의 사용으로 기존 콘크리트와 물리적 성질이 유사하여 시공 후 재손상 발생가능 적음<br>• 물리적 접착보강핀을 통한 장기부착 강도 확보<br>• 무기코트재료에 의한 표면피복 |
| 단 점 | • 5℃이하 작업어려움<br>• 기계화시공으로 숙련공이 필요 | • 공정이 다소 복잡하여 시공전문가 필요<br>• 기계화 시공시 습식스프레이에 비해 분진 발생이 많음 |

【표 7.2.10】 콘크리트 단면보수 공법 비교(계속)

| 신기술 명칭 | COSREM 공법 (신기술 제 596호) | 에코텍트 공법 (신기술 제 642호) |
|---|---|---|
| 공 법 개 요 | • 경량 보수모르타르와 통기성 경량 복합 보강 판넬을 활용한 콘크리트 구조물의 보수공법 | • 황마섬유 혼입 폴리머 모르타르와 나노메탈 함유 표면보호재를 항온정량배합 분사장비로 시공하는 보수공법 |
| 시 공 순 서 |  |  |
| 시공성 | • 천연재료인 황마섬유가 혼입된 폴리머 모르타르를 이용하여 단면을 보수하고, 콘크리트 구조물의 내구성 증진 및 유해물질 침투를 방지하기 위해 나노메탈 미분이 함유된 표면보호재를 항온 정량 배합 분사 장비로 균일하게 분사하여 내구성을 확보하는 콘크리트 보수공법 | • 몰탈 미세 기공에 1㎛이하의 칼슘실리케이트 수화물 형성으로 조직을 치밀하게 하며, 유리 전이온도가 낮은 에멀젼을 사용하여 유연성과 탄성을 유지하여, 장기 내구성을 유지하는 열화 콘크리트 보수 공법 |
| 장 점 | • 내화학성, 중성화 방지, 내후성 및 내염성이 우수, 부착력 및 내구성 우수<br>• 스프레이 장비와 인력 시공에 대한 현장구애를 받지 않으므로 시공성 향상<br>• 난연성1급 재료, 화재시 안전성 확보함<br>• 내굴곡성(신율)이 좋아 구조물 의 진동(거동) 변화에도 표면에 균열이 발생하지 않음<br>• 친환경 내후성 도료(ECOAT)임 | • 조직이 치밀하여 내구성 및 강도 우수<br>• 동절기에도 유연성과 탄성을 지녀, 내구성 유지<br>• 동결 융해의 피해 최소화<br>• 부착강도 우수<br>• 몰탈 경량화로 자재량 절감<br>• 시공절차가 간단하며, 경제성이 우수<br>• 친환경 표면보호재를 사용 |
| 단 점 | • 최신기술 적용공법으로 정밀시공 요함<br>• 실적 부족 | • 시공에 대한 기초 지식이 필요함 |

## 마. 충진 및 주입보수

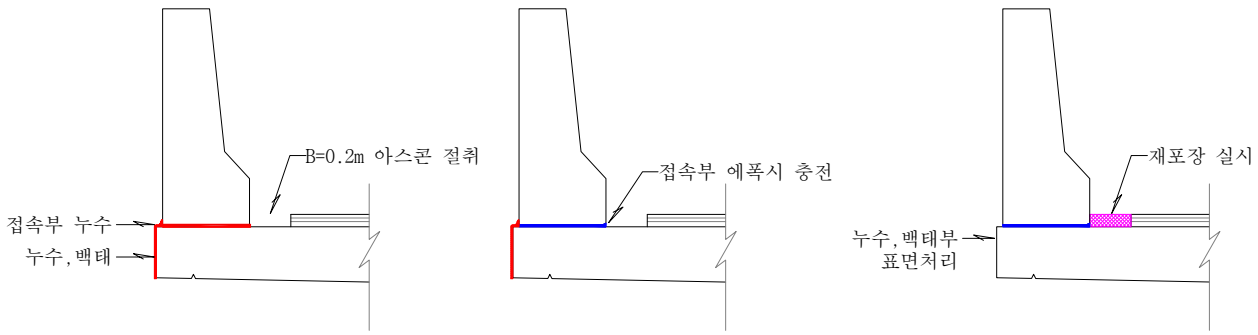
1) 개요

이 공법은 방호벽과 바닥판 접속부의 부착불량에 의한 누수 발생으로, 방호벽 기초부, 슬래브에 열화가 진행되고 있어, 건전성 확보를 위해 방호벽 및 바닥판 접속부의 부착불량구간에 대한 보수공법이다.

2) 시공방법

① 아스팔트 포장면 제거 - 보수공간 확보를 이해 0.2m정도 제거한다.
② 방호벽과 바닥판 접속부 V-CUT - 접속부 원활한 충진을 위해 V-CUT을 실시한다.
③ 이물질 제거 - 방호벽과 바닥판 접속부의 이물질을 깨끗이 제거한다.
④ 에폭시 충진 - 방호벽과 바닥판 접속부에 에폭시를 충진한다.
⑤ 포장면 재포장 - 제거부에 대한 재포장 실시로 마무리한다.

3) 개요도




① 아스콘 절취 ② 방호벽,바닥판 접속부 충진 ③ 파취구간 재포장 및 백태부 표면처리

**【그림 7.2.5】 방호벽 및 슬래브 접속부 보수 개요도**

4) 주의사항

① 접속부 보수전 표면부 청소로 이물질을 깨끗이 제거해야 한다.
② 접속 틈새부에 주입을 실시하고 컷팅부에 대해 밀실하게 충진한다.
③ 기온이 5℃ 이하에서는 작업을 중지해야 한다.
④ 비가 예상되거나 습도가 80%이상일 경우, 안개가 심한 경우 작업을 중지하여야 한다.

5) 에폭시 충진

① 접속 틈새부에 대해서는 저점도 에폭시를 사용하여 주입 보수하고 컷팅부에 대해서는 보수용 에폭시를 사용하여 마감한다.

## 바. 교량받침 도장보수

1) 개요

교량받침 철재면의 부식과 도장면이 불량하거나 벗겨진 경우에 진동브러쉬 등을 사용하여 발청부위를 완전 제거 후 재도장하는 방법이다.

2) 시공흐름도




3) 시공방법 및 유의사항

① 작업 전 충분한 시간동안 안전교육을 실시하고 개인안전장구 착용여부를 반드시 확인 점검한다.

② 교량받침에 사용되는 모든 재료와 배합 및 색채는 사전승인을 득하고 실시한다.

③ 상대습도가 85%이상이거나 도장 면이 굳기 전에 비가 내릴 염려가 있을 때에는 작업을 해서는 안 된다.

④ 기온이 5℃이하 일 때는 시공을 하지 않는다.

⑤ 강재의 온도가 높아서 도장작업 시 도장 면에 거품이 생길 우려가 있을 때와 강재의 온도가 대기의 온도보다 3℃ 낮을 때에는 도장을 하지 않는다.

⑥ 녹 제거 완료 후 3시간 이내에 하도도장을 실시한다.

⑦ 받침장치의 철재 면은 도장작업 전 녹, 유지, 먼지 기타 불순물을 완전히 제거 후 부

드러운 솔이나 압축공기로 깨끗이 청소한다.

⑧ 하도, 중도, 상도의 도장간격은 각각 충분히 건조된 후에 실시하여야 한다.

⑨ 모든 도료는 사용 전에 침전 및 덩어리가 없도록 충분히 교반해야 하며 혼합비율은 제조회사의 규정에 의한다.

⑩ 녹 등 잡물 제거 시에는 진동브러쉬나 연마지 등을 사용하고 유류는 휘발유나 벤졸을 사용한다.

⑪ 교량받침 청소 시 사전에 접근가능 장비(빔 리프트 카, 사다리, 비계 등)를 선정하여 작업에 임한다.

⑫ 접근장비를 이용하여 청소 시 빔 리프트 카는 붐대 이동시 거더에 상해를 입지 않도록 주의하고 사다리나 비계를 이용하여 접근 시는 떨어지지 않도록 주의해야 한다.

⑬ 스프레이 도장시 피도체와의 거리는 30cm 정도를 유지하고 항상 피도면에 직각이 되도록 하여야 한다.

⑭ 도장작업 시는 얼룩진 곳이 없도록 균일하게 도장하여야 한다.

⑮ 최종마무리 도장 후 미흡한 부위가 있는지 확인하고 표면을 깨끗이 유지한다.

## 사. 도장보수(신축이음부)

1) 개요

신축이음장치 외측의 부식부를 진동브러쉬 등을 사용하여 발청부위를 완전 제거 후 재도장하는 방법이다.

2) 자재

① 방청페인트 : KS M 5311에 적합한 것으로 한다.

② 조합페인트 : KS M 5312의 1급에 적합한 것으로 한다.

③ 희 석 제 : KS M 5319의 2종에 적합한 것으로 한다.

3) 시공방법 및 유의사항

① 오염, 먼지 등은 닦아내고 단조, 용접, 리벳접합부위 등에 부착된 불순물을 스크레이퍼, 와이어 브러시, 연마지 등으로 제거한다.

② 기름, 지방분 등의 부착물은 닦아낸 후 휘발유, 벤졸, 트리크렌, 솔벤트, 나프타 등이 용재나 비눗물로 씻고, 물로 다시 씻어 낸다.

③ 일반 구조재의 붉은 녹은 샌드 브라스트 및 와이어 브러시로 제거하고 청소한다.

④ 바탕처리 후에 철재면에 부착되어 있는 수분은 완전히 건조시킨다.

⑤ 하도로 철재 부식방지용인 방청페인트를 도장하고 상도는 조합페인트를 2회 도장하되 색상은 시행청과 협의 후 시공하여야 한다.

## 아. 아스팔트 팻칭공법

1) 개요

아스팔트 포장에 국부적으로 발생된 패임에 대해 아스팔트 팻칭으로 보수한다.

2) 시공방법 및 유의사항

① 안전관리 기준에 의거 안전시설 설치 후 교통통제를 실시한다.
② 제거부분을 양호한 포장면과 30cm 정도 겹쳐지게 페인트 등으로 표시한다.
③ 로드컷터기를 사용하여 차량진행 방향과 나란하게 직각 절단하고 브레이커로 파쇄한다.
④ 절삭구간은 바브켓을 이용하여 부산물을 모두 제거하고 특히 절삭면에 분리되어 있는 잔재는 인력으로 압축공기를 이용하여 가열, 건조시킨다.
⑤ 바닥면과 옆면에 수동살포기 및 인력을 이용하여 택코팅을 실시한다.
- 택코팅수량 : 40ℓ/㎡ (과다 코팅금지)
⑥ 아스팔트 혼합물 포설
- 최대입경 19mm이하 혼합물
- 포설온도가 120℃ 이상 유지
- 1층 포설두께 10cm 이내
- 마지막 층은 두께 5cm 이내로 포설
⑦ 탄댐로라(5 ~ 8TON)를 사용하여 충분히 다짐을 실시한다.
⑧ 팻칭부 가장자리를 유제 아스팔트로 실링하여 신·구 아스콘 접속을 견고히 함으로 우수의 침투를 예방한다.
⑨ 이음부 칩실시 유제가 많이 포설되었을 경우에는 모래를 뿌려 제거한다.
⑩ 포장보수 완료 후 시공 주위를 깨끗이 청소한다.
⑪ 교통통제 시설 철거 후 교통개방시 표면온도는 50℃이하가 되도록 한다.
⑫ 절삭된 폐아스팔트는 지정장소에 모아서 처리한다.

3) 시공흐름도


체크포인트
공 정
사용재료
시공장비
안전관리
교통통제
PE드럼, 라바콘
싸 인 카
작업개시
양호한 면과 30cm 중복
제거부분 표시
페 인 트
절삭두께
절 삭
로드컷터기
부산물 제거상태
청 소
바브켓 공기압축기
코팅량 (바닥, 옆면)
택 코 팅
혼합물온도 포설두께
아스콘포설
아 스 콘
평 탄 성
다 짐
탄뎀로라
유제과다 살포여부 (인력시공)
이음부 칩실
모 래
교통개방온도 50℃이하
양 생
작업종료
안전관리
교통개방
싸 인 카

## 7.2.4 보수 후 성능평가 방법

보수를 실시한 후 아래에서 제시하고 있는 방법으로 보수 후 성능평가를 실시하여 보수공사가 적합하게 이루어져 있는가를 검사하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

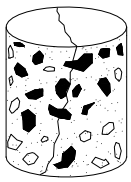
보수공사 후 평가는 구조상 문제가 되지 않는 부분에서 작은 지름의 코어를 채취하여 보수효과를 확인을 행하는 것이 좋다. 또는, 구조물에 대한 보수에 의한 방수효과를 비파괴적으로 확인하는 방법으로서는 가스압입 누수진단기나, 방식효과에 대해서는 전기 화학적인 방법인 분극저항 측정법 등이 제안되고 있다.

### 가. 코어채취에 의한 평가 방법

1) 콘크리트 코어강도

KS F 2422

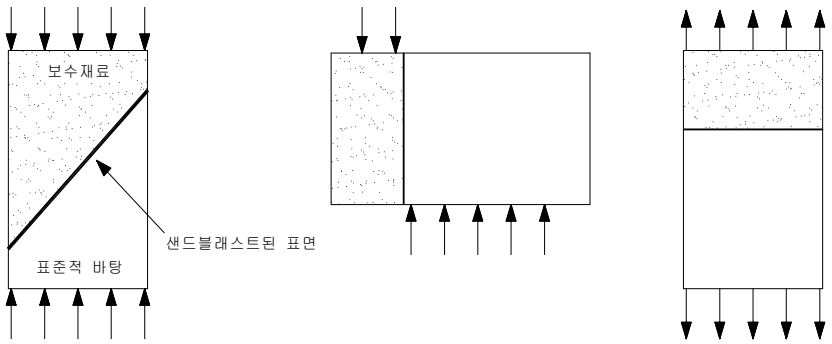
2) 육안에 의한 주입효과 평가



· 주입효과를 위해 채취된 콘크리트 코어

- 외국의 연구결과에 의하면 균열깊이 80% 주입만으로도 거의 완전한 주입효과를 나타낼 수 있다고 보고되고 있어 최소한 균열깊이의 80% 이상 주입이 권장된다.

3) 실내시험에 의한 평가




경사전단시험 직접 전단 시험 일축인장시험

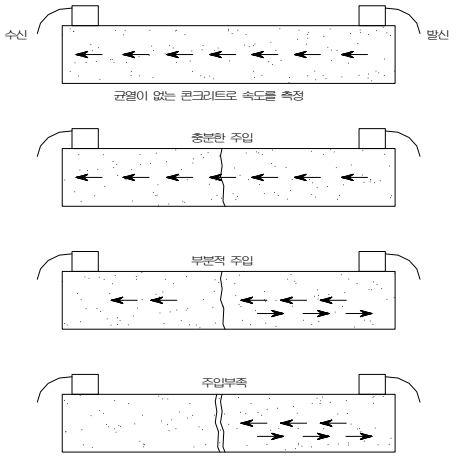
① 경사전단 시험 : 경제적이고 쉬움(부착강도=파괴하중/부착면적)관련 시험법
(ASTM C 881~884, ASTM C 1042, 1059)

② 직접전단 시험 : 시험실과 현장 어느 곳의 공시체도 측정가능관련 시험법
(BNL직접전단, IOWA 직접전단)

③ 일축인장 시험 : 현장의 콘크리트와 덧씌우기의 부착강도를 측정하는 시험방법
관련 시험법(BNL직접전단, IOWA 직접전단)

## 나. 초음파신호 속도(UPV) 시험

초음파 전달속도 측정에 의한 보수효과의 평가는 아래 그림과 같다.



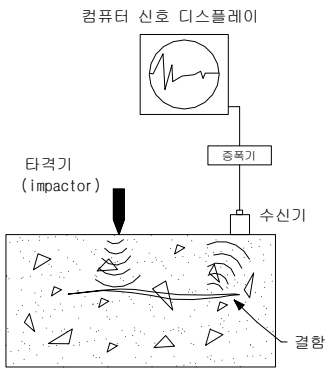

① 균열이 없는 콘크리트 단면에 초기화 (calibration)를 행한다.

② 송신 수신장치는 일정간격 고정한다.

③ 주입된 균열 콘크리트와 균열이 없는 콘크리트는 같은 전파속도를 갖는다.

④ 주입이 되지 않은 균열 부위는 작은 초음파 전파속도를 보인다.

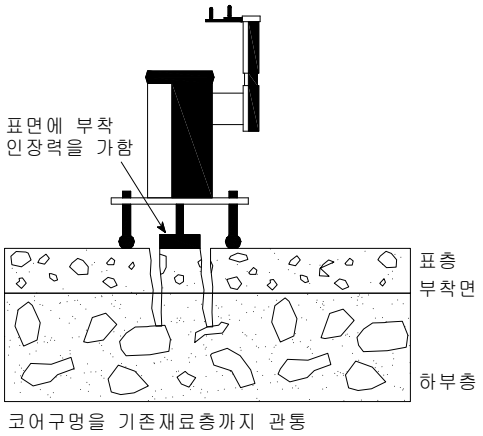
## 다. 충격음(Impact echo)법

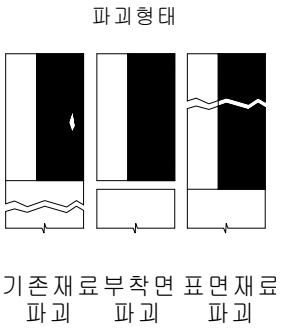



· 충격음법에서 콘크리트 표면은 응력을 만들기 위해 아래 그림과 같이 작은 충격기로 기계적인 방법으로 충격을 준다. 보수효과는 보수전과 후의 측정값의 차이와 건전면에서 측정된 값의 비교를 통하여 확인할 수 있다.

## 라. 현장 부착강도 시험

덧씌우기나 표면접착제의 부착강도는 인발시험(pull-off test)과 같은 현장시험으로 판정할 수 있다. 코어를 기존재료에 부착되어 있는 상태로 둔 채, 인장기구를 코어에 연결하여 파괴될 때까지 하중을 구한다. 보수한 부분을 바로 평가하여 보수공사를 조정할 수 있는 장점이 있다.



# 7.3 보수·보강 개략공사비

【표 7.3.1】 보수·보강 개략공사비(대구방향)

| 구 분 | 손상내용 | 보수방안 | 손상 물량 | 보수 물량 | 단위 | 단가 (천원) | 개략 공사비 (천원) | 우선 순위 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PSC Box 거더 내부 | 균열(0.1㎜) | 지속관찰 | 4365.8 | 1091.45 | ㎡ | 49 | 53,481 | - | 표면처리 |
| | 균열(0.2㎜) | 지속관찰 | 29.8 | 29.80 | m | 130 | 3,874 | - | 주입보수 |
| | 망상균열 | 지속관찰 | 0.6 | 0.60 | ㎡ | 49 | 29 | - | 표면처리 |
| | 백태 | 지속관찰 | 0.23 | 0.35 | ㎡ | 215 | 74 | - | 단면보수 |
| | 재료분리 | 지속관찰 | 0.06 | 0.09 | ㎡ | 215 | 19 | - | 단면보수 |
| | 파손 | 지속관찰 | 0.01 | 0.02 | ㎡ | 215 | 3 | - | 단면보수 |
| | 이물질퇴적 | 정비 | 1.01 | 1.52 | ㎡ | 5 | 7 | 3 | - |
| PSC Box 거더 외부 | 균열(0.1㎜) | 지속관찰 | 339.2 | 84.80 | ㎡ | 49 | 4,155 | - | 표면처리 |
| | 균열(0.2㎜) | 지속관찰 | 48.3 | 48.30 | m | 130 | 6,279 | - | 주입보수 |
| | 망상균열 | 지속관찰 | 143.76 | 143.76 | ㎡ | 49 | 7,044 | - | 표면처리 |
| | 누수오염/백태 | 지속관찰 | 0.92 | 1.38 | ㎡ | 49 | 67 | - | 표면처리 |
| | 박리 | 지속관찰 | 0.6 | 0.90 | ㎡ | 215 | 193 | - | 단면보수 |
| | 파손 | 지속관찰 | 0.71 | 1.07 | ㎡ | 215 | 228 | - | 단면보수 |
| | 유도배수관 길이부족 | 유도배수관 연장 | 1 | 1.00 | 개소 | 30 | 30 | 3 | - |
| 교대 | 균열(0.2㎜이하) | 지속관찰 | 4.2 | 1.05 | ㎡ | 49 | 51 | - | 표면처리 |
| | 균열(0.3㎜이상) | 지속관찰 | 7.1 | 7.10 | m | 130 | 923 | - | 주입보수 |
| | 망상균열 | 지속관찰 | 5.84 | 5.84 | ㎡ | 49 | 286 | - | 표면처리 |
| | 체수흔적 | 지속관찰 | 4 | 4.00 | ㎡ | 49 | 196 | - | 표면처리 |
| | 누수오염 | 지속관찰 | 1.12 | 1.68 | ㎡ | 49 | 82 | - | 표면처리 |
| | 통로BOX Joint부 누수 | 지속관찰 | 0.5 | 0.50 | m | 100 | 50 | - | 방수용 발포우레탄 보수 |
| 교각 | 균열(0.2㎜이하) | 지속관찰 | 242.6 | 60.65 | ㎡ | 49 | 2,971 | - | 표면처리 |
| | 균열(0.3㎜이상) | 지속관찰 | 6.8 | 6.80 | m | 130 | 884 | - | 주입보수 |
| | 망상균열 | 지속관찰 | 90.48 | 90.48 | ㎡ | 49 | 4,433 | - | 표면처리 |
| | 백태 | 지속관찰 | 0.3 | 0.45 | ㎡ | 49 | 22 | - | 표면처리 |
| | 그을음 | 지속관찰 | 0.4 | 0.60 | ㎡ | 49 | 29 | - | 표면처리 |
| | 파손 | 지속관찰 | 0.04 | 0.06 | ㎡ | 215 | 12 | - | 단면보수 |
| 교량받침 | 받침Plate 도장박리 | 재도장 | 1 | 1.00 | 개소 | 4 | 4 | 3 | - |
| | 받침Plate 녹발생 | 재도장 | 19 | 19.00 | 개소 | 5 | 95 | 3 | - |
| | 받침 볼트 체결불량 | 재체결 | 1 | 1.00 | 개소 | 5 | 5 | 3 | - |
| | 받침 볼트 녹발생 | 재도장 | 10 | 10.00 | 개소 | 4 | 40 | 3 | - |
| | 받침 몰탈 균열(0.2㎜이하) | 지속관찰 | 24 | 6.00 | ㎡ | 49 | 294 | - | 표면처리 |
| | 받침 몰탈 파손 | 지속관찰 | 0.08 | 0.12 | ㎡ | 215 | 25 | - | 단면보수 |

## 【표 7.3.1】 보수·보강 개략공사비(대구방향, 계속)

| 구 분 | 손상내용 | 보수방안 | 손상 물량 | 보수 물량 | 단위 | 단가 (천원) | 개략 공사비 (천원) | 우선 순위 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 신축이음 | 신축이음 본체 녹발생 | 본체 재도장 | 5 | 5.00 | m | 4 | 20 | 3 | - |
| | 신축이음 본체 유간부 토사퇴적 | 정비 | 4 | 4.00 | m | 15 | 60 | 3 | - |
| | 차수판 변형 | 재설치 | 2 | 2.00 | 개소 | 120 | 240 | 3 | - |
| | 차수판 앵커볼트 탈락 | 재설치 | 14 | 14.00 | 개소 | 5 | 70 | 3 | - |
| | 후타재 균열(0.3㎜이상) | 주입보수 | 5.1 | 5.10 | m | 130 | 663 | 3 | - |
| 교면포장 | 아스콘 패임 | 아스팔트 팻칭 | 16.16 | 24.24 | ㎡ | 55 | 1,333 | 3 | - |
| 배수시설 | 배수구 막힘 | 정비 | 12 | 12.00 | 개소 | 5 | 60 | 3 | - |
| | 배수관 파손 | 재설치 | 1 | 1.00 | 개소 | 150 | 150 | 3 | - |
| 방호벽 및 중앙분리대 | 균열(0.2㎜이하) | 지속관찰 | 353 | 88.25 | ㎡ | 49 | 4,324 | - | 표면처리 |
| | 균열(0.3㎜이상) | 지속관찰 | 96.3 | 96.30 | m | 130 | 12,519 | - | 주입보수 |
| | 균열/백태 | 지속관찰 | 304.2 | 304.20 | m | 130 | 39,546 | - | 주입보수 |
| | 망상균열/백태 | 지속관찰 | 0.73 | 0.73 | ㎡ | 49 | 35 | - | 표면처리 |
| | 철근노출 | 지속관찰 | 0.08 | 0.12 | ㎡ | 232 | 27 | - | 단면보수(방청) |
| | 점검로 중간난간대 탈락 | 재설치 | 6.1 | 6.10 | m | 15 | 91 | 3 | - |
| | 델리네이터 파손 | 재설치 | 2 | 2.00 | 개소 | 15 | 30 | 3 | - |
| | 교각표지판 탈락 | 재설치 | 3 | 3.00 | 개소 | 30 | 90 | 3 | - |
| 순공사비 합계(천원) | | | | | | | 145,143 | | |
| 제경비(순공사비×50%) | | | | | | | 72,572 | | |
| 순위별 공사비 (제경비 포함) | | 1순위 | | | | | - | | |
| | | 2순위 | | | | | - | | |
| | | 3순위 | | | | | 4,482 | | |
| | | 지속관찰 | | | | | 213,233 | | |
| **유지보수 개략공사비 총계** | | | | | | | 217,715 | | |

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.
※ 철근노출 단면복구 → 30㎜(잡철물 제외)
※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.
※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.
※ 상기 개략공사비는 2015년 하반기 현장조사시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

## 【표 7.3.2】 보수·보강 개략공사비(부산방향)

| 구 분 | 손상내용 | 보수방안 | 손상 물량 | 보수 물량 | 단위 | 단가 (천원) | 개략 공사비 (천원) | 우선 순위 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PSC Box 거더 내부 | 균열(0.1㎜이하) | 지속관찰 | 2476.3 | 619.08 | ㎡ | 49 | 30,334 | - | 표면처리 |
| | 균열(0.2㎜이상) | 지속관찰 | 34.1 | 34.10 | m | 130 | 4,433 | - | 주입보수 |
| | 망상균열 | 지속관찰 | 2.25 | 2.25 | ㎡ | 49 | 110 | - | 표면처리 |
| | 백태 | 지속관찰 | 0.21 | 0.32 | ㎡ | 49 | 15 | - | 표면처리 |
| | 들뜸 | 지속관찰 | 0.4 | 0.60 | ㎡ | 215 | 129 | - | 단면보수 |
| PSC Box 거더 외부 | 균열(0.1㎜이하) | 지속관찰 | 198.1 | 49.53 | ㎡ | 49 | 2,426 | - | 표면처리 |
| | 균열(0.2㎜이상) | 지속관찰 | 57.8 | 57.80 | m | 130 | 7,514 | - | 주입보수 |
| | 망상균열 | 지속관찰 | 54.15 | 54.15 | ㎡ | 49 | 2,653 | - | 표면처리 |
| | 누수오염/백태 | 지속관찰 | 0.4 | 0.60 | ㎡ | 49 | 29 | - | 표면처리 |
| | 들뜸 | 지속관찰 | 0.2 | 0.30 | ㎡ | 215 | 64 | - | 단면보수 |
| | 파손(긁힘) | 지속관찰 | 0.21 | 0.32 | ㎡ | 215 | 67 | - | 단면보수 |
| | 슬래브/방호벽 접합부 누수 | 지속관찰 | 2 | 2.00 | m | 100 | 200 | - | 충진 및 주입보수 |
| 교대 | 균열(0.2㎜이하) | 지속관찰 | 28.3 | 7.08 | ㎡ | 49 | 346 | - | 표면처리 |
| | 균열(0.3㎜이상) | 지속관찰 | 3.8 | 3.80 | m | 130 | 494 | - | 주입보수 |
| | 망상균열 | 지속관찰 | 19.18 | 19.18 | ㎡ | 49 | 939 | - | 표면처리 |
| | 백태 | 지속관찰 | 0.18 | 0.27 | ㎡ | 49 | 13 | - | 표면처리 |
| | Joint부 누수 | 지속관찰 | 8.9 | 8.90 | m | 100 | 890 | - | 방수용 발포우레탄 보수 |
| 교각 | 균열(0.2㎜이하) | 지속관찰 | 227 | 56.75 | ㎡ | 49 | 2,780 | - | 표면처리 |
| | 균열(0.3㎜이상) | 지속관찰 | 1.4 | 1.40 | m | 130 | 182 | - | 주입보수 |
| | 망상균열 | 지속관찰 | 86.4 | 86.40 | ㎡ | 49 | 4,233 | - | 표면처리 |
| | 백태 | 지속관찰 | 0.04 | 0.06 | ㎡ | 49 | 2 | - | 표면처리 |
| | 들뜸/박락/파손 | 지속관찰 | 0.52 | 0.78 | ㎡ | 215 | 167 | - | 단면보수 |
| | 재료분리 | 지속관찰 | 8.38 | 12.57 | ㎡ | 215 | 2,702 | - | 단면보수 |
| | 그을음 | 지속관찰 | 1.64 | 2.46 | ㎡ | 49 | 120 | - | 표면처리 |
| | 거푸집 미제거 | 정비 | 0.3 | 0.30 | ㎡ | 15 | 4 | 3 | - |
| 교량받침 | 받침Plate 도장박리 녹발생 | 재도장 | 8 | 8.00 | 개소 | 5 | 40 | 3 | - |
| | 받침볼트 채결불량 | 볼트 재체결 | 1 | 1.00 | 개소 | 5 | 5 | 3 | - |
| | 받침몰탈균열 (0.2㎜이하) | 지속관찰 | 17 | 4.25 | ㎡ | 49 | 208 | - | 표면처리 |
| | 받침몰탈균열 (0.3㎜이상) | 지속관찰 | 7.8 | 7.80 | m | 130 | 1,014 | - | 주입보수 |
| | 받침몰탈 파손 | 지속관찰 | 24.6 | 36.90 | ㎡ | 215 | 7,933 | - | 단면보수 |

## 【표 7.3.2】 보수·보강 개략공사비(부산방향, 계속)

| 구 분 | 손상내용 | 보수방안 | 손상 물량 | 보수 물량 | 단위 | 단가 (천원) | 개략 공사비 (천원) | 우선 순위 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 신축이음 | 신축이음 본체 녹발생 | 본체 재도장 | 6 | 6.00 | m | 4 | 24 | 3 | - |
| | 신축이음 본체 유간부 토사퇴적 | 정비 | 4.5 | 4.50 | m | 15 | 67 | 3 | - |
| | 차수판 파손 | 재설치 | 1 | 1.00 | 개소 | 120 | 120 | 3 | - |
| | 차수판 앵커볼트 탈락 | 재설치 | 1 | 1.00 | 개소 | 5 | 5 | 3 | - |
| | 후타재 파손 | 단면보수 | 0.01 | 0.02 | ㎡ | 215 | 3 | 3 | - |
| 교면포장 | 아스콘 패임 | 아스팔트 팻칭 | 6.98 | 10.47 | ㎡ | 55 | 575 | 3 | - |
| 배수시설 | 배수구 막힘 | 정비 | 28 | 28.00 | 개소 | 5 | 140 | 3 | - |
| | 배수관 매립/탈락 | 절단 및 재설치 | 1 | 1.00 | 개소 | 200 | 200 | 3 | - |
| 방호벽 및 중앙분리대 | 균열(0.2㎜이하) | 지속관찰 | 127.9 | 127.90 | ㎡ | 49 | 6,267 | - | 표면처리 |
| | 균열(0.3㎜이상) | 지속관찰 | 22.3 | 22.30 | m | 130 | 2,899 | - | 주입보수 |
| | 균열/백태 | 지속관찰 | 302.5 | 302.50 | m | 130 | 39,325 | - | 주입보수 |
| | 망상균열 | 지속관찰 | 7 | 7.00 | ㎡ | 49 | 343 | - | 표면처리 |
| | 점검로 중간난간대 탈락 | 재설치 | 6 | 6.00 | m | 15 | 90 | 3 | - |
| | 점검로 난간 변형/파손 | 재설치 | 0.8 | 0.80 | m | 15 | 12 | 3 | - |
| | 점검로 난간 미설치 | 점검로 난간 설치 | 2 | 2.00 | m | 100 | 200 | 3 | - |
| | 점검사다리 고정핀 탈락 | 재설치 | 1 | 1.00 | 개소 | 5 | 5 | 3 | - |
| | 점검로 이물질 퇴적 | 정비 | 1.2 | 1.20 | ㎡ | 5 | 6 | 3 | - |
| 순공사비 합계(천원) | | | | | | | | | 120,327 |
| 제경비(순공사비×50%) | | | | | | | | | 60,164 |
| 순위별 공사비 (제경비 포함) | 1순위 | | | | | | | | - |
| | 2순위 | | | | | | | | - |
| | 3순위 | | | | | | | | 2,244 |
| | 지속관찰 | | | | | | | | 178,247 |
| **유지보수 개략공사비 총계** | | | | | | | | | 180,491 |

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.
※ 철근노출 단면복구 → 30㎜(잡철물 제외)
※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.
※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.
※ 상기 개략공사비는 2015년 하반기 현장조사시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

# 7.4 유지관리 방안

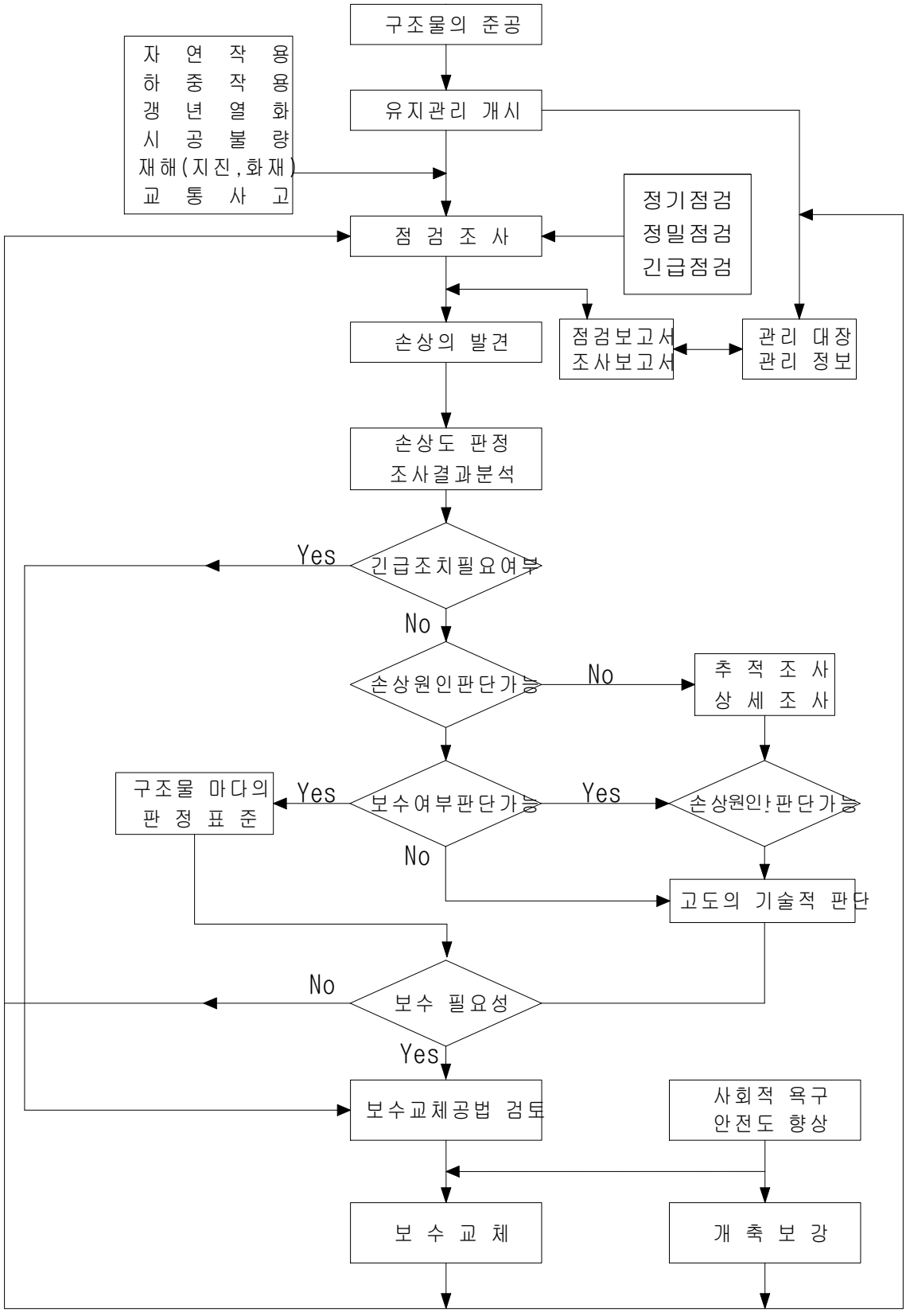
공용중인 시설물은 기능성과 안전성을 유지하기 위하여 일상점검 및 정밀점검을 통하여 구조물의 손상여부를 확인하고 그 결함정도에 따라 적정한 보수공법의 선정, 보수시기 등을 판단하여 신속한 보수가 이루어지도록 체계적인 유지관리가 필요하다. 시설물에 발견된 결함은 보수시기를 놓치면 손상 증대로 보수가 어려울 뿐만 아니라 보수비용 증대, 보수기간 장기화로 통행차량의 불편과 동시에 물류비 증액의 원인이 되어 지속적인 유지관리는 매우 중요하다.

따라서 유지관리를 통하여 손상된 부분을 원상복구하여야 하며, 시간 경과에 따라 시설물의 개량, 보수·보강을 실시하여 건전성을 유지토록 하여야 하며 교량의 각 부위별로 발생 가능한 손상에 대하여 정밀점검을 실시하여 그 원인을 미리 해소하는 예방활동에 목표를 두어야 한다.

## 7.4.1 유지관리 일반

시설물의 유지란 건설된 시설물이 제 기능을 유지하기 위하여 정기점검, 정밀점검, 긴급점검 및 정밀안전진단을 통하여 사전에 유해요인을 제거하고, 손상된 부분을 원상복구 하여 당초 건설된 상태를 유지함과 동시에 경과시간에 따라 요구되는 시설물의 개량과 시설을 추가함으로서 이용자의 편의와 안정을 도모하기 위한 목적으로 시행하는 것이다.

시설물 유지관리는 사후 유지관리와 예방 유지관리로 분류할 수 있다. 사후 유지관리는 문제가 발생된 후 보수 또는 보강하는 방식이고, 예방 유지관리는 문제발생의 징후 또는 그 원인을 사전에 발견해 적절한 조치를 취함으로써 문제발생을 예방하는 방식이다. 과거에는 보통 사후 유지관리가 대부분이었으나, 오늘날은 기술 및 장비의 발달로 예방 유지관리를 지향하고 있으며, 이를 통한 시설물의 안전성 및 사용성 확보에 그 목적이 있다. 유지관리를 효율적으로 하기 위해서는 아래의 항목에 대해서【그림 7.4.1】에 따라서 수행하는 것이 바람직하다.




【그림 7.4.1】 유지관리 흐름도

## 가. 자료관리

자료관리는 대상구조물이 처해있는 상황을 문서를 통하여 객관적으로 확인할 수 있도록 하기 위한 자료를 관리하는 업무를 말하며, 일반적으로 설계도서, 구조물대장, 보수·보강관리대장, 사고이력 등의 자료를 정리·관리하는 일을 말한다. 자료는 구조물의 점검, 보수·보강시마다 계속 증가하므로 수정이 편리하도록 작성되어야 하며, 이런 점에서 볼 때 관련 내용을 전산화하여 관리하면 효율적이다.

일반적으로 구조물의 유지관리시 필요한 관련 자료를 열거하면 다음과 같다.

◦ 설계도서(시공 및 보수 도면, 구조계산서 등)

◦ 공사내역서 및 시방서

◦ 보수·보강이력

◦ 사고기록, 점검 및 진단이력

◦ 사진 및 시험결과

◦ 시설물 관리대장

◦ 상태 및 안전성 평가기록

## 나. 일상관리

일상관리는 구조물의 내구적인 손상을 예방하는 차원에서 수행하는 작업을 말하는 것으로서 청소가 대표적인 경우이다. 또한 소모성 물품의 교환, 부착물의 정비 등 간단한 작업이 여기에 포함된다.

## 다. 점검 및 진단(예방 유지관리)

점검은 구조물의 현상을 파악하여 이상 및 손상을 조기에 발견함으로서 안전하고 원활한 기능을 확보하고 합리적인 유지관리 자료를 획득하기 위하여 실시한다. 또한 유지관리상 필요한 손상과 이상의 정도를 계속적으로 파악하기 위하여도 점검이 필요하다.

점검은 일상점검, 정기점검(초기점검 포함)및 긴급점검으로 나누며, 점검결과 이상의 정도가 심하거나 보수·보강에 대한 필요성이 있는 경우에는 상세조사를 실시한다.

또한 위의 조사를 통하여 유지관리 담당자가 대상구조물에 대한 전문적인 조사가 필요하다고 판단될 때에는 전문가에 의한 정밀안전진단을 실시한다.

## 라. 보수 및 보강(사후 유지관리)

점검이나 진단을 통하여 손상을 발견하였을 때는 손상의 원인을 정확히 파악하여 보수·보강 또는 신설이나 교체를 시행하여야 한다. 보수란 손상된 부위를 고쳐서 원래의 기능으로 회복시키는 작업을 의미하며, 보강은 현 상태의 손상방지는 물론 구조적 내하력 및 지지력을 현 상태 이상으로 향상시키는 것을 목적으로 실시하는 작업을 말한다.

## 7.4.2 점검주기 및 주요 조사항목

본 구조물의 공용기간 중에는 점검주기 및 주요 조사항목, 등급별 실시주기에 따른 지속적인 점검을 실시하여 시설물의 안전성과 내구성을 유지하여야 할 것으로 판단된다.

**【표 7.4.1】 점검주기 및 주요 조사항목**

| 점검종류 | 점검주기 | 주요 조사항목 |
|---|---|---|
| **정기점검** | 반기 1회 | ◦재료분리, 철근노출, 박리, 균열, 박락, 사용하중, 누수 등에 관하여 전회 점검 이후 변형, 변위 발달상태<br>◦손상의 지속유무 확인(누수, 균열, 변형 등) |
| **정밀점검** | 안전등급에 따라 차등실시 | ◦설계도서 검토<br>◦형상검사(규격, 변위, 변형, 침하 등)<br>◦상태검사(파열, 손상, 부식, 균열, 누수, 열화 등)<br>◦현장시험·측정(강도, 철근, 피복, 철근부식, 중성화 등)<br>◦전회의 정기점검 및 정밀점검시와 비교하여 손상의 진행여부 판단<br>◦보수, 보강시공 상태의 확인(필요시) |
| **긴급점검** | 필 요 시 | ◦손상의 정도, 보수의 긴급성, 보수작업의 규모, 주요 보조부재의 내하력, 사용제한 여부 등 |
| **정밀 안전진단** | 안전등급에 따라 차등실시 | ◦구조물의 노후화, 손상정도, 초기 및 점검 상태로부터의 변화 확인<br>◦구조해석 및 안정성 평가<br>◦정기점검 및 정밀점검 결과 분석 |

※ 정밀점검 및 정밀안전진단 실시주기
(안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 교량편 : 국토해양부, 한국시설안전공단. 2010.12)

**【표 7.4.2】 등급별 실시주기**

| 안전등급 | 정밀점검 | | 정밀안전진단 |
|---|---|---|---|
| | 건 축 물 | 그 외 시설물 | |
| A등급 | 4년에 1회 이상 | 3년에 1회 이상 | 6년에 1회 이상 |
| B, C등급 | 3년에 1회 이상 | 2년에 1회 이상 | 5년에 1회 이상 |
| D, E등급 | 2년에 1회 이상 | 1년에 1회 이상 | 4년에 1회 이상 |

※ 건축물에는 그 건축물의 부대시설인 옹벽과 절토사면을 포함하며, 항만시설물 중 썰물시 바닷물에 항상 잠겨있는 부분은 4년에 1회 이상 정밀점검을 하여야 한다.

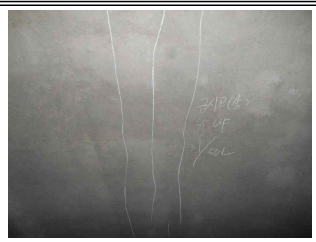
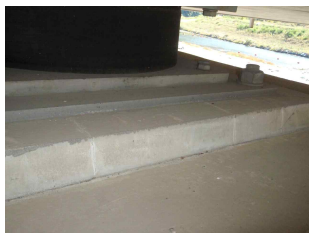
※ 최초로 실시하는 정밀점검은 시설물의 준공일 또는 사용승인일(임시 사용승인 포함)을 기준으로 3년이내(건축물은 4년 이내)에 실시하여야 한다.

※ 정밀점검 또는 정밀안전진단을 받은 경우 그 날(완료일)을 기준으로 정밀점검의 실시주기를 정한다. 또한 정밀안전진단 실시 기간과 중복되는 경우에는 생략할 수 있다.

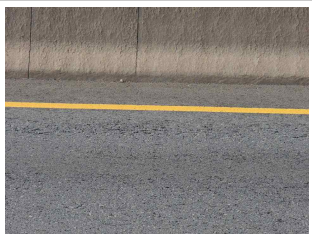
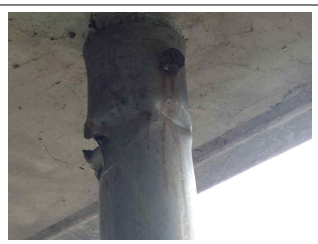
## 7.4.3 진단결과에 따른 중점유지관리 사항

금회 정밀안전진단 결과, 금시교(대구, 부산)는 구조물에 균열, 백태, 망상균열, 국부적인 단면손상이 조사되었으며 신축이음장치 녹발생 및 유간부 이물질 퇴적, 받침장치 고무재(피복고무재) 들뜸, 받침장치 Plate 녹발생 및 볼트 체결불량, 배수구 파손 등이 다수 조사된 상태이며, 손상진전을 방지하고 구조물의 내구성 확보를 위해 관리가 요구된다.

**【표 7.4.3】부재별 유지관리 중점사항**

| 부재구분 | 중 점 점 검 내 용 | 관련사진 |
|---|---|---|
| 바닥판 | • 균열/백태 진전 여부 |  <br>내부 슬래브 균열 |
| 거더 및 격벽 | • 균열 진전여부<br>• 백태 진전여부 |  <br>시공이음균열/백태 |
| 하부구조 | • 교대 균열의 진전여부<br>• 교각 코핑부 및 기둥부 균열 진전여부<br>• 수중부 교각의 침식 및 파손 여부 |  <br>코핑부 균열 |
| 교량받침 | • 받침Plate 도장박리/녹발생 여부<br>• 받침볼트 체결 상태<br>• 받침 고무재(피복고무재) 손상진행여부<br>• 받침몰탈 및 받침콘크리트의 균열<br>- 미세균열 진전여부 및 추가손상발생 여부 |  <br>받침콘크리트 균열 |

【표 7.4.3】 부재별 유지관리 중점사항(계속)

| 부재구분 | 중 점 점 검 내 용 | 관련사진 |
|---|---|---|
| 신축이음장치 | • 신축이음장치 가동상태 확인<br>- 본체 유간부 이물질 퇴적에 대해 주기적인 청소 필요<br>- 유간확보여부 주기적 점검<br>- Rail Joint 본체 하부 베어링 및 유간조절장치 볼트 탈락 여부<br>• 후타재 균열 진전여부<br>- 손상진전 여부 점검 |  <br>유간부 이물질 퇴적<br>  <br>후타재 균열 |
| 교면포장 | • 공용기간 증대 및 빈번한 중차량 통행에 의한 손상 진전여부 (패임, 라벨링 등) |  <br>포장 라벨링 |
| 배수시설 | • 배수구 막힘<br>• 배수관 파손<br>• 배수관 연결재, 연결고리 손상<br>• 집수관 및 배수관 연결핀 손상 |  <br>배수구 파손 |
| 방호벽 및 중앙분리대 | • 0.2㎜~0.3㎜균열(백태동반)<br>- 손상진전 여부 점검<br>• 이음부 파손 |  <br>균열/백태 |

## 7.4.4 유지관리시 점검요령

교량의 안전성과 기능성, 사용성 및 노후화 정도 등을 파악하여 재해를 사전에 예방하기 위해서 주기적이고 체계적인 정기점검, 정밀점검, 정밀안전진단 등을 통한 유지관리가 무엇보다도 중요하다. 따라서, 정밀안전진단 결과를 바탕으로 부재별 결함부위에 대한 원인분석과 사전에 예방하자는 유지관리차원에서 중점적으로 점검해야 하는 사항을 제시하고 필요한 점검항목 및 점검요령을 기술하였다.

### 가. PSC BOX 거더

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th colspan="2">점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td colspan="2">•박리, 박락(파손), 철근노출, 백태</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷받침부</td><td colspan="2">•부스러짐<br>•복부 사인장 균열<br>•연속교 상단 휨균열<br>•격벽 개구부 모서리 균열</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷중앙부</td><td colspan="2">•휨균열, 거더처짐<br>•쉬스관 노출 및 파손<br>•박스내부 플랜지 및 복부의 강선방향 균열<br>•시공이음부 균열 및 누수</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷강선정착부</td><td colspan="2">•정착부 균열 및 파손</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷누수노출부<br>- 신축이음 하부, 배수구 주변, 난간하부</td><td colspan="2">•누수, 물고임, 백태</td></tr>
<tr><td>주요<br>부위</td><td colspan="3"> 

〈거더 외부〉

〈거더 내부〉</td></tr>
<tr><td>점검<br>요령</td><td colspan="3">○ 접근장비를 이용하여 육안점검하되 구조적 균열의 발생위치를 미리 숙지하고 그 위치를 중점적으로 점검<br>○ 기존 균열의 연장성, 폭의 변화여부로써 이전상태로부터의 변화여부를 필히 확인할 것<br>○ 보수부위는 기존 거더와의 일체성을 육안 또는 점검망치를 두드리는 방법으로 확인<br>○ 하부슬래브 바닥은 쉬스관 배치로 인한 다짐부족으로 내부에 공동, 재료분리와 같은 손상이 존재할 가능성이 높으므로 점검망치를 활용함<br>○ 쉬스관 그라우팅이 불량할 때 균열이 발생하면 과도한 응력을 받고 있는 강선이 쉽게 부식환경에 노출되어 내하력 저하가 예상되므로 정밀한 점검이 필요함<br>○ 배수구 주변, 신축이음부 하면의 외측 거더 등은 열화에 취약한 부위이므로 백태 및 단면손실 등의 상황을 점검할 것<br>○ 균열은 밝은 날 낮 추운 날씨에 더 잘 보이며 대부분 교량은 좌우 대칭이므로 균열이 발생한 곳과 동일한 조건의 다른 부위에도 균열발생여부를 주의하여 살펴볼 것</td></tr>
<tr><td>점검<br>도구</td><td colspan="3">•사진기(망원렌즈)<br>•줄자(5m자)<br>•점검야장<br>•점검용 망치<br>•손전등(박스내부)<br>•필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)</td></tr>
</table>

## 나. 교대

| 점 검 부 위 | 점 검 항 목 |
|---|---|
| ▷ 공통 | •균열(시공이음부 횡방향 균열)<br>•박리, 박락, 층분리, 백태(유리석회), 파손, 철근노출<br>•교대 회전(기울음), 침하(연직이동) |
| ▷ 두부 | •두부 물고임<br>•두부와 흉벽 경계부 균열(후면으로 기울음)<br>•거더와 흉벽 신축유간 부족 |
| ▷ 벽체 | •균열(수직균열)<br>•벽체와 날개벽 분리(이동) |
| ▷ 날개벽 | •날개벽 이동, 전도 |

**주요부위**



〈교 대 A1〉



〈교 대 A2〉

**점검요령**

○ 점검방법
- 접근 장비에 의해 근접 육안점검
- 교대 입지조건이 성토부 혹은 연약지반에 위치한 경우 전후방으로 교대 벽체가 기울었는지 확인하고 의심스러울 경우 실을 매단 점검추를 늘어뜨리거나 측량기로 확인(날개벽, 옹벽 포함)
- 신축이음 하면에 위치하므로 누수 및 화학물질 등에 대한 열화 취약부위이므로 탄산화 시험에 의한 탄산화 깊이 확인

○ 점검시 유의사항
- 신축이음 유간이 벌어져 충격음이 발생하거나 닫혀 있을 경우 거더 상·하부와 흉벽 사이 간격이 서로 차이가 나는지 점검하고 교대 전도 여부도 확인
- 연약지반상의 교대는 뒷채움부의 침하로 인하여 접속슬래브 하부에 공동이 발생하여 흉벽이 교대 뒤쪽으로 전도되어 균열이 발생하기도 함
- 교대 뒷면과 날개벽 사이에 공동이 발생했거나 흙이 침하된 경우 날개벽의 전도를 의심하여 점검
- 벽체에 수직으로 발생하는 균열은 건조수축에 의한 비구조적 균열이므로 우려할 바는 아니지만 폭이 넓은 교대에서 균열폭이 1㎜ 이상이면 교대기초의 부등침하도 의심하여야 함

**점검도구**

| | |
|---|---|
| •사진기 | •점검추 - 기울음 측정 |
| •균열자 | •중성화 시험기 |
| •줄자(5m자) | •필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) |
| •점검용 망치 | •점검야장 |

## 다. 교각

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th colspan="2">점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷공통</td><td colspan="2">•균열, 박리, 철근노출, 파손<br>•침하</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷두부</td><td colspan="2">•두부 물고임<br>•받침 하부 균열 및 파손(박리, 박락)</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷구체</td><td colspan="2">•수직균열<br>•이동 또는 기울음</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷수면접촉부</td><td colspan="2">•수중구간의 경우 침식</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2">  <br>〈교 각 P3〉</td><td>  <br>〈교 각 P6〉</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="3">○ 점검방법<br>- 접근장비 및 점검로에서 점검<br>- 신축이음의 유간이 비정상적(크게 벌어짐 또는 닫힘)이거나 방호울타리선형이 불량한 경우에는 교각 침하가 의심스러우므로 교각 구체 상부와 하부를 측량기기로 측정하여 교각의 전도 여부를 확인하고 구체에 기준점을 표시하여 침하여부를 주기적으로 확인<br><br>○ 손상발생시 조치<br>- 교각두부 받침하부에 폭 0.3㎜이상 균열이 단부까지 진행된 경우에는 교량 안전과 직접적으로 관련이 있으므로 즉시 보고 및 대책수립<br><br>○ 점검시 유의사항<br>- 신축이음 유간이 크게 벌어지거나 닫힘, 방호울타리 선형불량은 교각 침하의 징후로 볼 수 있으므로 교각 점검 시 참고해야 할 항목임</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">•사진기<br>•균열자<br>•줄자(5m자)<br>•점검용 망치</td><td>•점검추 - 기울음 측정<br>•중성화 시험기<br>•필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)<br>•점검야장</td></tr>
</table>

## 라. 교량받침

| 점 검 부 위 | | 점 검 항 목 |
|---|---|---|
| ▷본체 | - 공통 | •부식(오물퇴적), 변형<br>•균열, 파손(균열발생으로 파손진행)<br>•가동받침의 유간부족 및 가동 장애요소<br>•받침과 거더의 밀착상태(분리)<br>•앵커볼트 파손(절단)<br>•가동방향 오류, 편기설치 |
| | - 강재받침 | •가동면 부식<br>•부속물 파손 |
| | - LRB받침 | •고무재 부풀음 및 갈라짐<br>•고무판의 과도한 변형 |
| ▷받침대 | | •균열, 파손(하부공동)<br>•부분 침하 |
| ▷이동제한장치 | | •용접부 균열<br>•파손 |

주요부위


<받침장치(Type-1)>


<받침장치(Type-2)>


<받침장치(Type-3)>

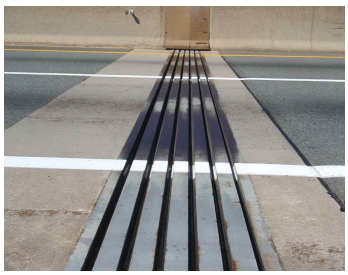
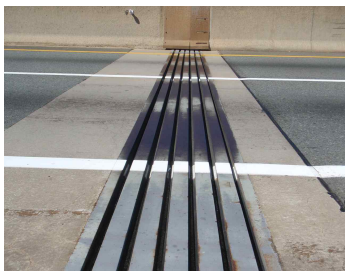
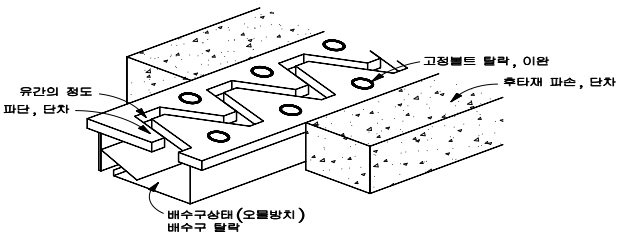
점검요령

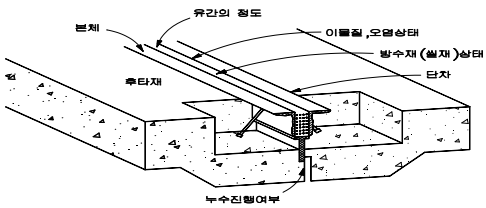
○ 점검방법
- 도보접근이 불가능한 부분은 접근장비를 이용하여 근접점검
- 가동받침의 가동여부는 가동면의 윤활재가 밀린 흔적이나 먼지 부착정도로 확인 가능함
- 눈금자가 설치되지 않은 받침은 측면을 깨끗한 헝겊으로 잘 닦고 유성펜으로 상부받침과 이동제한장치 끝부분에 수직으로 선을 그어 놓으면 다음 점검시 온도차에 따른 가동량을 측정할 수 있음
- 곡선교 내측 단부 혹은 사교의 예각부 단부의 부반력으로 인한 받침과 거더의 들뜸 상태 점검
- 경사교에서 받침 경사설치로 인한 상부가동받침과 하부받침 접촉 및 받침 부속품과의 접촉으로 인한 가동장애요소 점검
- 수직보강재와 받침이 10cm 이상 편기시 하부플랜지의 국부변형이나 거더 복부판의 좌굴 여부 확인
- 받침하부에 공동이 의심되면 긴드라이버 혹은 철사로 찔러서 확인하고, 침하흔적은 앵커볼트의 체결상태 및 인접받침의 상태를 참고하여 확인
- 받침부의 물고임 부분은 누수부위의 확인 및 물고임 원인분석

○ 손상발생시 조치
- 받침하부 교각 두부에 폭 0.3㎜ 이상의 균열이 단부까지 진행된 경우 즉시 보고하고, 안전성 검토 및 대책 수립 필요

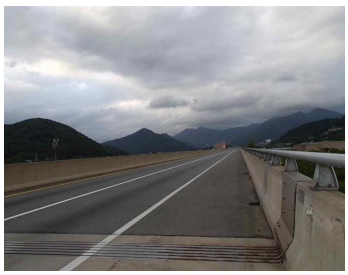
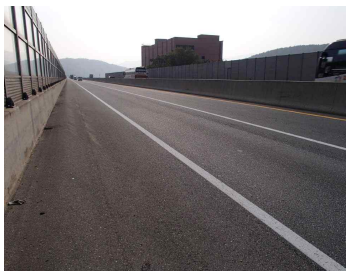
| 점검도구 | | |
|---|---|---|
| | •사진기<br>•줄자<br>•균열자<br>•온도계 | •유성펜(매직) 및 청소용 걸레<br>•점검용 망치<br>•드라이버(driver)<br>•필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)<br>•점검야장 |

## 마. 신축이음장치

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th colspan="2">점 검 항 목</th></tr>
<tr><td rowspan="3">▷ 본체</td><td>- 공통</td><td colspan="2">•누수, 오염(배수시설 누락, 유간의 오물퇴적)<br>•유간(부족 및 과다)<br>•이상진동(충격음)<br>•본체 유동 및 파손(충격음, 흔들림)</td></tr>
<tr><td>- 고무재</td><td colspan="2">•고무판 마모, 강판노출 및 부식</td></tr>
<tr><td>- 강재</td><td colspan="2">•방수재(씰링재) 파손 - 노면수 유입</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷ 후타재</td><td colspan="2">•균열, 파손(패임 및 요철)</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2">  <br><신축이음장치 A1></td><td colspan="2">  <br><신축이음장치 A2></td></tr>
<tr><td>주요내용</td><td colspan="4"> 


</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="4">○ 점검방법<br>- 보도에서 점검<br>- 신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격음 발생 여부 점검<br>- 고무재의 마모, 파손, 충진 씰링재 노출로 차량운행 저해 및 방수기능 저하상태를 점검하며 교각, 교대 위에서 신축이음 하부의 방수성 및 단부보강 슬래브상태 점검<br>- 방호울타리부 신축이음의 방수기능 점검<br>- 점검기간 내 온도차이가 큰 아침과 한낮에 신축 이동량을 조사하고 적정유간을 확보하고 있는지 확인 점검<br><br>○ 손상발생시 조치<br>- 신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격으로 타부재에 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립<br><br>○ 점검시 유의사항<br>- 차량 진행방향과 반대방향으로 점검을 진행하며 2인 1조로 점검수행<br>- 신축유간 점검시 차량에 유의</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">•사진기<br>•줄자<br>•점검용 망치</td><td colspan="2">•드라이버(driver) - 유간오물 확인<br>•필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)<br>•점검야장</td></tr>
</table>

## 바. 교면포장

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷ 공통</td><td>•균열, 요철, 단차, 포트홀, 소성변형</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷ 신축이음 전후, 구조물 경계부</td><td>•단차, 침하</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷ 배수구 주변</td><td>•물고임, 이물질 퇴적</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2">  <br>〈교면포장-1〉  <br>〈교면포장-2〉</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">◦점검방법<br>- 방호벽측 갓길에서 도보점검<br>- 중차량 통행이 많은 차선, 곡선부 외측, 급정지 구간 주변의 손상 점검<br>- 신축이음 전후 및 경계부의 단차 점검<br>- 교면위 물고임 및 포트홀 점검(가급적 비온 직후 점검)<br>- 포장의 노후화에 따른 종방향균열의 진전여부, 망상균열의 진전여부<br><br>◦손상발생시 조치<br>- 손상이 확연한 부분은 위치, 규모에 대하여 기록 후 사진 촬영<br>- 포트홀의 직경이 20㎝이상 혹은 종방향 단차가 30㎜이상 발생하여 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립<br><br>◦점검시 유의사항<br>- 갓길은 교통사고의 위험이 높으므로 2인 1조로 하여 차량 진행방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">•사진기<br>•줄자(5m)<br>•필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) 및 점검야장</td></tr>
</table>

## 사. 배수시설

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷ 배수관</td><td>•파손(연결 고정부 탈락)<br>•배수관 길이 부족(거더에 물 떨어짐)<br>•유출구 위치 부적절<br>(도로상이나 구조물 위에 위치)</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2">  <br>〈배수구〉  <br>〈배수관〉</td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">○ 점검방법<br>- 배수관<br>① 갓길 측에서 점검하며 접근이 어려운 부분은 접근장비를 이용<br>② 교량이 도로 위를 통과할 경우 배수관에서 유출된 물이 통행인이나 통행차량 위로 떨어지지 않는지 점검<br>③ 배수관의 물이 구조물의 부식을 유발할 수 있는 위치로 배수되는지 점검<br>④ 경사가 완만한 배수관은 점검용 망치로 두들겨 내부에 쓰레기로 막혀있는지 점검<br>⑤ 배수관 지지장치 및 연결부 상태는 흔들어 보거나 망치로 두들겨서 점검<br><br>○ 손상발생시 조치<br>- 배수구에 휴지나 나뭇잎 등으로 막혀있는 경우는 드라이버를 사용하여 제거<br><br>○ 점검시 유의사항<br>- 2인 1조로 하여 차량진행 방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검하며 차량운행에 주의<br>- 접근장비 사용시 차량운행 및 안전에 유의</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">•사진기<br>•줄자<br>•점검용 망치</td></tr>
</table>

## 아. 난간

| 점 검 부 위 | | 점 검 항 목 |
|---|---|---|
| ▷ 난간, 방음벽 | - 강재, 알루미늄 | •변형<br>•파손 |
| ▷ 보도 | | •신축이음 접촉부 부스러짐(파손)<br>•표면 부스러짐(동결융해) |
| ▷ 연석 | - 철근콘크리트 | •박리, 박락, 부스러짐, 파손 |

주요부위



<방호벽(우측)>



<중앙분리대 전경>

점검요령

○ 점검방법
- 교량 한쪽에서 눈을 난간높이 정도로 낮추어 난간의 전체 선형에 급격한 변화 부분이 있는지 점검
- 안전난간 및 방음벽의 경우 안전난간 및 방음벽의 기둥과 바닥판 접촉면의 부식 혹은 볼트 손상에 의해 전도 우려가 있는지 힘을 주어 밀거나 당겨서 흔들림 정도를 확인
- 연속 받침부 연석 및 자갈막이는 콘크리트의 경우 부모멘트에 의한 균열(일반적으로 폭 0.3㎜이상)을 점검

○ 손상발생시 조치
- 난간의 전체 선형에 급격한 변화부분이 있는 경우 받침이나 하부구조의 침하가 있을 수 있으므로 해당부재 점검시 참고할 수 있도록 기록 유지
- 외부의 강한 하중에 의한 손상일 경우 바닥판에도 영향을 줄 수 있으므로 바닥판 점검시 고려

○ 점검시 유의사항
- 난간의 큰 변형이나 파손된 부분으로 통행인 추락 위험이 있을 시 즉시 연락하여 추락 방지시설 등의 응급조치 필요

점검도구

•사진기
•솔(브러쉬)
•강재 부식부위 등 상세확인
•줄자
•필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
•점검야장

# 제 8장 종합결론

# 제 8장 종합결론

금시교(대구, 부산)는 경상남도 밀양시 활성동(부산기점 43.840 ~ 44.670km) 일원에 위치하고 있으며, 활성로, 용평로, 밀양강을 횡단하고 있다.

교량은 I.L.M(Incremental Launching Method)가설공법으로 시공된 P.S.C BOX 거더교로 총연장은 830.00m(40+15@50+40=830m), 폭원은 상・하행선 각각 12.15m(2차로)이며 상부구조는 17경간 연속으로 이루어져 있다.

하부구조는 교대 : 역T형, 교각 : T형으로 시공되어져 있으며, 기초는 교대 강관말뚝기초, 교각 현장타설말뚝기초로 시공되어져 있다.

본 과업은 준공 후 최초로 실시하는 정밀안전진단이며, 설계 및 시공자료와 유지관리자료를 분석한 후 과업수행계획에 따라 외관조사, 내구성 조사 및 시험 등의 현장조사를 실시하였고, 설계도서와 현장조사의 결과를 토대로 구조안전성을 평가하였으며, 정밀안전진단결과를 요약・정리하면 다음과 같다.

## 가. 외관조사 결과

1) PSC BOX 거더

- PSC BOX 거더 내부의 상부 바닥판에 종균열이 다수 발생되었으며, 벽체부에 간헐적인 수평 및 경사균열, 격벽부의 망상균열 및 균열, 보수부 망상균열, 백태, 재료분리, 파손, 들뜸, 이물질 퇴적 등의 손상이 조사되었다. 거더 외부의 하부 바닥판에는 종균열이 간헐적으로 발생되었으며, 벽체부에 수평 및 경사균열, 일부 개소에 백태, 파손, 들뜸, 박리, 누수오염, 유도배수관 길이부족, 슬래브 및 방호벽 접합부 누수 손상 등의 손상이 조사되었다.
- PSC BOX 거더에 발생된 균열은 시공적, 환경적 요인에 의한 손상으로 장기 공용에 따라 Tendon이나 철근 부식, Con'c 내구성에 영향을 미칠 수 있어 0.2㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 0.1㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직하다.
- 재료분리 손상은 작업구 메움부의 정밀시공 미흡에 의한 손상으로 손상확대 방지를 위해 단면보수가 바람직하며, 백태 손상은 시공 초기 손상으로 표면처리토록 한다.
- 들뜸, 파손, 박리 및 누수오염 등의 손상은 경미한 손상이나 원활한 유지관리를 위해 단면보수 및 표면처리가 바람직하며, 이물질 퇴적 손상은 원활한 유지관리를 위해 청소/제

거가 바람직하다.

- 유도배수관 길이부족은 하부구조의 열화방지를 위해 지면부까지 배수관 길이 연장이 바람직하며, 슬래브 및 방호벽 접합부 누수는 포장층내로 유입된 우수가 바닥슬래브 및 방호벽 이음부의 접속 불량부를 통해 발생된 손상으로 상부 포장층 일부 구간 절개 후 충진 및 주입보수 후 손상부에 대한 표면보수가 바람직하다.
- 보수부 망상 균열은 보수시 정밀시공 미흡에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 표면보수 및 단면보수 실시가 바람직하다.

2) 교대

- 외관조사 결과, 망상균열, 균열, 교좌면 체수 흔적, 누수오염, 실런트 이격/노후화, 점검계단 파손, 통로 BOX Joint부 누수, 망상균열, 균열, 이격, 백태 등의 손상이 조사되었고, 조사된 균열은 비구조적 균열로 구조물의 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열은 주입보수, 0.2㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직하다.
- 방호벽측 신축이음 마감 미흡으로 인한 누수에 의한 교대부의 체수흔적/누수오염은 흔적은 내구성 확보를 위해 표면보수가 바람직하고, 통로 BOX Joint부 이격, 누수, 백태는 구조물 기초 지지층 상이에 따른 손상으로 공용년수를 고려할 때 손상 진행은 수렴된 것으로 판단되어 이격부에 대해서는 주의관찰하고, Joint 누수, 백태 손상은 내구성 확보를 위해 방수용 발포우레탄 보수 및 표면보수가 바람직하다.
- 상·하행선 유간부 실런트 이격이 발생되었으나, 기능발휘에 문제가 없으므로 주의관찰하고, 점검계단 파손은 지반침하에 의한 경미한 손상으로 주의관찰이 바람직하다.

3) 교각

- 교각의 외관조사 결과, 망상균열, 균열, 들뜸/박락/파손, 재료분리. 백태, 거푸집 미제거, 그을음 등의 손상이 조사되었으며, 조사된 균열은 비구조적 균열로 구조물의 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 0.2㎜이하 균열은 표면처리 실시가 바람직하다.
- 들뜸/박락/파손, 재료분리 손상은 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요하며, 백태, 그을음 손상은 손상도가 경미하나, 미관 및 내구성 확보를 위해 표면보수가 바람직하다.
- 거푸집 미제거는 원활한 유지관리를 위해 거푸집 제거가 필요하다.
- 금시교는 밀양강을 횡단하는 교각으로 교각 P6~P8가 하천상에 위치하고 있으며, 수중부 교각의 외관상태는 유수 흐름에 의한 손상이 조사되지 않았으며, 교각 주변 하상상태도 세굴이 발생되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.

4) 교량받침

- 교량받침은 납면진받침(원형 L.R.B)으로 설치되어 있으며, 받침Plate 도장박리 및 녹발생, 받침 상부 Plate 들뜸, 고무재 들뜸/파손, 볼트 체결불량 및 녹발생, 받침 몰탈 균열 및 파손 등의 손상이 조사되었으나, 받침 가동에 유해한 영향을 미칠만한 손상은 확인되지 않았다.
- 받침Plate 도장박리/녹발생, 받침볼트 체결불량은 내구성 및 건전성 확보를 위해 재도장 및 볼트 재체결이 필요하며, 0.2㎜이하 받침몰탈 균열은 표면처리, 받침몰탈 파손은 단면보수가 바람직하다.
- 받침Plate 들뜸은 받침Plate 끝단부에 국한하여 발생된 경미한 손상이며, 고무재 들뜸/파손 손상은 받침장치 보호를 위한 피복 고무재 손상으로 받침기능 발휘에는 전혀 문제가 없고 손상정도가 경미하여 주의관찰이 바람직하다.
- 연단거리 측정 결과, 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 시방규정을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 교량받침의 가동여유량을 검토한 결과, 설계기준온도에 따른 하절기 최대 신장여유량 및 동절기 최대 신축여유량을 받침장치 모두 충분히 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

6) 신축이음

- 신축이음장치는 A1, A2에 Rail Joint로 시공되어져 있고 외관조사 결과, 전반적으로 신축거동은 원활하나, 신축이음 본체 녹발생, 유간부 토사퇴적, 차수판 변형 및 앵커볼트 탈락, 후타재 균열/망상균열, 후타재 파손, 신축이음 하부 볼트 탈락 등의 손상이 조사되었다.
- 신축이음 본체 녹발생은 내구성 확보를 위해 도장 실시가 바람직하며, 유간부 토사퇴적은 신축거동 제한으로 구조물에 영향을 미칠 수 있어 주기적인 청소가 바람직하다.
- 차수판 변형 및 앵커볼트 탈락 등의 손상이 조사되었으므로 차수판의 건전성 확보를 위해 보수가 바람직하다.
- 후타재에 발생된 균열은 급속시공 및 조기차량 통행 등 제한적 시공여건에 의해 발생된 손상으로 후타재의 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열은 주입보수를 실시하고, 망상균열 및 0.2㎜이하 균열은 주의관찰이 바람직하며, 국부적인 파손은 빈번한 차량통과에 따라 손상확대가 우려되므로 단면보수를 실시토록 한다.
- Rail Joint 유간조절장치 고정을 위한 볼트가 탈락된 것으로 조사되었으나, 신축이음장치의 기능발휘에는 문제가 없고, 차량하중에 의한 신축이음장치의 변형 등으로 볼트체결이 어려워 주위관찰이 바람직하다.

- 금회 신축이음 유간을 검토한 결과, 신축이음 모두 신장여유량을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

7) 교면포장

- 교면은 아스팔트로 포장되어 있으며, 균열, 망상균열, 라벨링, 아스콘 패임, 접속부 이격/단차 등의 손상이 조사되었으며, 아스콘 패임의 손상정도는 경미하나, 차량하중 작용으로 손상확대가 우려되고, 포장층내 우수 침투로 구조물의 내구성 저하를 유발할 수 있어 보수가 필요하며, 기타 손상은 손상확대 여부를 관찰하고 포장 보수 계획 수립 후 적절한 시기에 보수 실시가 바람직하다.

8) 배수시설

- 배수시설은 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 개소에서 배수구 막힘, 배수관 막힘, 배수관 파손, 배수관 설치불량(매립/연결고리 탈락), 배수관 고정불량/길이부족 등이 조사되었다.
- 배수구 막힘, 배수관 막힘 및 배수관 파손은 배수처리 미흡 및 누수 발생으로 하부구조 열화 등 주변부에 대해 2차 손상발생 가능성이 있어 청소 및 재설치가 바람직하다.
- 배수관 연결부 탈락/매립은 인접 하천 제방공사시 발생된 것으로 추정되며, 원활한 배수처리를 위해 배수관 하단부 절단 및 탈락부 재설치가 바람직하다.
- 배수관 고정불량은 일자 형태의 연결핀 시공으로 흔들림이 발생하나 낙하의 위험이 없고 기능발휘에는 문제가 없는 것으로 조사되었으며, 배수관 길이부족으로 교대 보호블록 법면부에 우수가 유입되고 있으나 점검시 법면부 상태가 양호하고 특이한 손상이 발생되지 않아 주의관찰토록 한다.

9) 방호벽 및 중앙분리대

- 전 경간에서 수평 및 수직균열, 망상균열/백태, 박락/파손, 철근노출, 보수재 박리/파손, 방호벽 접속부 단차, 실란트 파손, 차량방호책 변형 등이 조사되었으므로, 내구성 확보를 위해 0.3㎜이상 균열 및 균열부 백태 손상은 주입보수, 0.2㎜이하 균열 및 망상균열은 표면보수 실시가 바람직하다.
- 시공시 피복부족에 의한 철근노출 손상은 철근부식으로 단면손상 확대가 우려되므로 단면보수가 필요하고, 국부적으로 발생한 박락/파손, 보수재 박리/파손, 방호벽 유간부 실란트 파손 등은 손상 정도가 경미하며, 방호벽 단차는 진행이 수렴된 것으로 판단되므로 주의관찰이 바람직하다.

## 나. 내구성 시험 및 측정 결과

- 콘크리트의 내구성 시험결과 콘크리트의 강도는 설계기준강도(상부구조 40MPa, 하부구조 24MPa)를 상회하며, 철근배근상태는 설계치에 근사한 것으로 조사되었다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 탄산화 잔여깊이가 30.0㎜이상으로 측정되어 탄산화에 의한 철근부식발생의 우려가 없는 "a" 로 평가되었다.
- 염화물함유량 시험결과 염화물함유량이 낮아 부식발생 가능성 낮은 상태인 "a~b" 로 평가되었다.
- 균열깊이 측정결과, 측정 대상 균열심도는 철근피복두께를 초과하거나 근접한 것으로 측정되어 내구성확보 차원의 보수가 필요한 것으로 판단된다.

## 다. 상태평가 결과

- 상태평가결과, 바닥판, 구조물의 영향을 미칠만한 손상이 조사되지 않은 상태로서 내구성 확보를 위해 일부 보수가 필요한 "B" (대구방향 0.256, 부산방향 0.257)로 평가되었다.

## 라. 안전성 평가 결과

- 상부구조에 대한 구조검토결과, 바닥판 및 거더에 대해서 최소안전율이 각각 1.60 및 1.55으로 안전율 1.0을 상회하고 교각 P1의 하부구조에 대한 구조검토결과, 기둥은 P-M상관도 해석에 의한 최소안전율 4.637로서 안전율 1.0을 초과하며 내하력 평가결과, 기본내하력이 설계활하중인 DB-24를 상회하여 구조물이 전반적으로 구조적 안전성을 확보한 것으로 판단되며 최종적인 안전성 평가등급은 A등급이다.

## 마. 결 언

- 금시교는 약 10년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사결과, 전반적으로 양호한 상태이나 일부 보수를 요하는 손상인 콘크리트 부재의 균열 및 망상균열, 국부적인 단면손상, 누수오염, 교량받침Plate 녹발생, 받침볼트 체결불량, 신축이음 유간부 토사퇴적, 후타재 파손, 아스콘 패임, 배수구 및 배수관 막힘 등의 손상이 일부 조사되었다.
- 본 교량의 상태평가 및 안전성 평가 결과를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양호)』로 평가되었으며, PSC BOX 구조물은 작용하중에 대해 강선 긴장력에 의해 저항하는 구조물로 균열 및 기타 손상에 대해 지속적인 주의관찰 및 적절한 유지관리가 이루어져야 하므로, 결함 및 손상 부위에 대하여 금회 진단 보고서에 제시된 보수를 시행하고 중점유지관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등교(DB-24)로서의 기능을 유지 할 수 있을 것으로 판단된다.