

## **제 3 장    신 계 1 교**

**3.1 시설물 현황**

**3.2 자료수집 및 분석**

**3.3 외관조사**

**3.4 내구성조사 및 시험**

**3.5 상태평가**

**3.6 구조해석 및 안전성 평가**

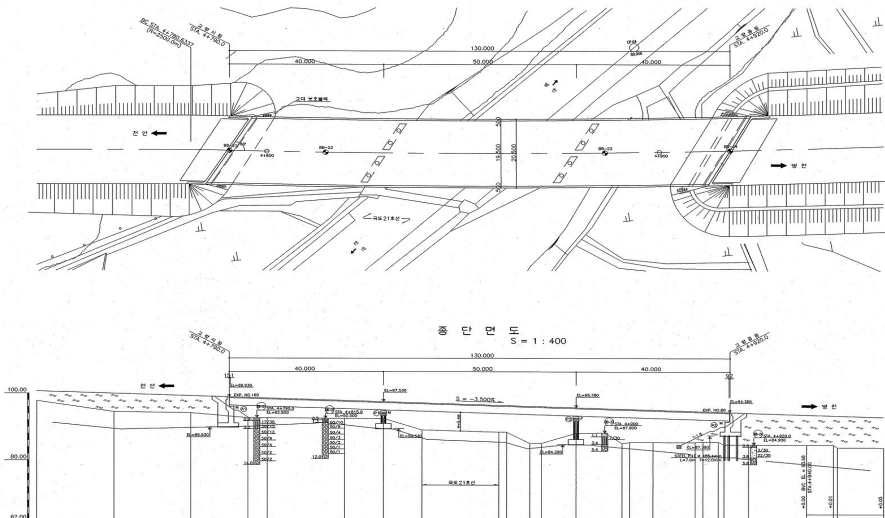
**3.7 종합평가 및 안전등급 지정**

**3.8 보수보강 및 유지관리방안**

**3.9 종합결론**

# 제3장 신계1교

## 3.1 시설물 현황

| 구 분                 |    | 내 용                                                                                  |  | 구 분      |    | 내 용            |  |
|---------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------|--|----------|----|----------------|--|
| 시설물명                |    | 신계1교                                                                                 |  | 시설물번호    |    | BR2004-0001954 |  |
| 준공년월일               |    | 2004년 08월 13일                                                                        |  | 관리번호     |    | -              |  |
| 시설물위치               |    | 충청남도 천안시 목천읍 신계리                                                                     |  |          |    |                |  |
| 설계하중                |    | DB-24                                                                                |  | 노선명      |    | 일반국도21호선       |  |
| 제원                  | 연장 | L = 130.0m (40+50+40)                                                                |  |          |    |                |  |
|                     | 폭  | B = 20.5m(차도:20.5m), 상행:2차로, 하행:2차로                                                  |  |          |    |                |  |
| 구조<br>형식            | 상부 | Steel Box Girder                                                                     |  | 기초<br>형식 | 교대 | 말뚝기초           |  |
|                     | 하부 | 교대 : 중력식<br>교각 : 라멘식                                                                 |  |          | 교각 | 직접기초           |  |
| 교량받침                |    | 포트받침                                                                                 |  | 신축이음     |    | Rail Joint     |  |
| 교차시설물<br>(도로,철도,하천) |    | 충절로                                                                                  |  | 통과높이     |    | 4.8m           |  |
| 부착시설 내용             |    | -                                                                                    |  |          |    |                |  |
| 일반도                 |    |  |  |          |    |                |  |

## 3.2 자료수집 및 분석

### 3.2.1 자료 보유 현황

| 보존대상 목록        |                                                                                                                                                                                        | 관리주체 보유현황           | 비고            |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------|
| 설계<br>도서       | <ul style="list-style-type: none"><li>◦ 공 통<ul style="list-style-type: none"><li>- 준공 내역서, 실시설계 보고서</li><li>- 각종 계산서</li><li>- 토질 및 지반조사 보고서</li><li>- 기타 특이사항 보고서</li></ul></li></ul> | 보 유<br>열람불가<br>열람불가 | FMS           |
|                | <ul style="list-style-type: none"><li>◦ 설계도면<ul style="list-style-type: none"><li>- 교량</li><li>- 위치도, 평면도, 단면도(종·횡), 상부·하부<br/>구조물도, 신축이음, 받침상세도</li></ul></li></ul>                   | 보 유<br>보 유          | FMS           |
| 시설물<br>관리대장    | <ul style="list-style-type: none"><li>◦ 기본 현황</li><li>◦ 상제 제원</li><li>◦ 유지관리 이력</li></ul>                                                                                              | 보 유<br>보 유<br>보 유   | FMS 및<br>관리주체 |
| 시공관련<br>자료     | <ul style="list-style-type: none"><li>◦ 시공관련 자료</li><li>◦ 품질관리 관련자료<ul style="list-style-type: none"><li>- 재료증명서 , 품질시험기록</li><li>- 각종 시험 기록</li></ul></li><li>◦ 사고기록</li></ul>        | 보 유<br>미보유          | FMS           |
|                |                                                                                                                                                                                        | 미보유                 |               |
| 안전점검 및 정밀점검 자료 |                                                                                                                                                                                        | 보 유                 | FMS 및<br>관리주체 |

※ FMS : 시설물 종합관리 시스템

### 3.2.2 보수 · 보강 이력사항

| 번호 | 기간                        | 시공사           | 보수사항/공사명                  | 금액<br>(천원) |
|----|---------------------------|---------------|---------------------------|------------|
| 1  | 2014.06.05<br>-2014.09.02 | (주)가원         | 국도21호선 신계1교 등 2개교 교면보수공사  | 128,700    |
| 2  | 2013.04.18<br>-2013.06.21 | 거북건설산업<br>(주) | 국도1호선 제3소사교 등 3개교 교면보수공사  | 81,610     |
| 3  | 2011.06.14<br>-2011.09.09 | (주)충일산업<br>개발 | 국도1호선 안성천교 등 6개소 시설물 보수공사 | 259,200    |
| 4  | 2009.07.14<br>-2009.10.09 | (주)유진건설       | 국도1호선 홍경교 보수공사            | 179,135    |

## 3.2.3 전차 점검 및 진단 이력사항

| 번호 | 기간<br>(구분)        | 점검·<br>진단기관명     | 상태<br>등급 | 주요 내용                                                                                                                                                                                       | 비고 |
|----|-------------------|------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | 2004.08<br>(초기점검) | (주)윤성ENG         | A        | - 교량 상태는 매우 양호                                                                                                                                                                              |    |
| 2  | 2005.05<br>(정기점검) | 자체수행             | 양호       | - 특이사항 없음                                                                                                                                                                                   |    |
| 3  | 2005.10<br>(정기점검) | 자체수행             | 양호       | - 특이사항 없음                                                                                                                                                                                   |    |
| 4  | 2006.05<br>(정밀점검) | 비엔티엔지니<br>어링(주)  | A        | - 시설물 대체로 양호한 상태로 국부적인 손상에<br>보수가 요구됨                                                                                                                                                       |    |
| 5  | 2006.10<br>(정기점검) | 자체수행             | 양호       | - 양호한 것으로 조사됨                                                                                                                                                                               |    |
| 6  | 2007.05<br>(정기점검) | 자체수행             | 양호       | - 양호한 것으로 조사됨                                                                                                                                                                               |    |
| 7  | 2007.10<br>(정기점검) | 자체수행             | 양호       | - 양호한 것으로 조사됨                                                                                                                                                                               |    |
| 8  | 2008.05<br>(정기점검) | 자체수행             | 양호       | - 전반적으로 양호함                                                                                                                                                                                 |    |
| 9  | 2008.08<br>(정밀점검) | (주)양지엔지니<br>어링   | B        | - 구조적인 손상, 안전성에 영향을 미칠만한 손상은<br>발생하지 않았으며 국부적인 배수관 탈락과 포장<br>포트홀 등의 경미한 공용중 손상과 시공초기 비<br>구조적 결함인 콘크리트방호벽의 건조수축균열,<br>바닥판슬래브의 건조수축균열, 바닥판슬래브<br>Deck plate부식, 교각 및 교대에 건조수축균열 등<br>이 조사되었다. |    |
| 10 | 2009.05<br>(정기점검) | 자체수행             | 양호       | - 전반적으로 양호함                                                                                                                                                                                 |    |
| 11 | 2009.10<br>(정기점검) | 자체수행             | 양호       | - 전반적으로 양호함                                                                                                                                                                                 |    |
| 12 | 2010.05<br>(정기점검) | 자체수행             | 양호       | - 전반적으로 양호함                                                                                                                                                                                 |    |
| 13 | 2010.08<br>(정밀점검) | (주)한길종합엔<br>지니어링 | B        | - 균열보수, 배수구 청소 및 배수관 재설치, 받침장<br>치 재도장 등의 보수가 필요함                                                                                                                                           |    |
| 14 | 2011.05<br>(정기점검) | 자체수행             | 양호       | - 전반적으로 양호함                                                                                                                                                                                 |    |
| 15 | 2011.10<br>(정기점검) | 자체수행             | 양호       | - 비교적 양호함                                                                                                                                                                                   |    |
| 16 | 2012.05<br>(정기점검) | 자체수행             | 양호       | - 비교적 양호함                                                                                                                                                                                   |    |

| 번호 | 기간<br>(구분)        | 점검·<br>진단기관명 | 상태<br>등급 | 주요 내용                                                                                                                                                                                                                              | 비고 |
|----|-------------------|--------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 17 | 2012.06<br>(정밀점검) | (주)장맥엔지니어링   | B        | - 교면포장-포장마모및파손, 토사퇴적/배수시설-막힘/방호벽-균열, 중분대-박락및철근노출/신축이음-유간토사퇴적, 후타재 균열( $C.W \leq 0.2$ ), 후타재 균열( $C.W > 0.2$ )/바닥판-균열( $C.W \leq 0.2$ ), DECK PLATE 부식/STEEL BOX-도장균형, 이물질퇴적, 누수흔적/받침장치-부식및도장불량, 받침콘크리트 균열( $C.W \leq 0.2$ ), 전단키접촉 |    |
| 18 | 2013.05<br>(정기점검) | 자체수행         | 양호       | - 비교적 양호함                                                                                                                                                                                                                          |    |
| 19 | 2013.11<br>(정기점검) | 자체수행         | 양호       | - 비교적 양호함                                                                                                                                                                                                                          |    |
| 20 | 2014.06<br>(정기점검) | 자체수행         | 양호       | - 비교적 양호함                                                                                                                                                                                                                          |    |
| 21 | 2014.10<br>(정밀점검) | (주)중부구조안전기술단 | B        | - 주요부재인 바닥판, 교대, 교각, 주형 등 구조부재 및 부속 구조물의 상태는 전반적으로 양호한 상태이나, 비구조적 요인 및 공용기간 증가에 따른 부분적인 포장마모 및 파손, 토사퇴적, 배수구 막힘, 배수관 길이부족, 방호벽 보수부 재균열( $cw:0.3mm$ 미만), 중앙분리대 박락, 철근노출 등의 손상이 조사되었다.                                               |    |
| 22 | 2015.06<br>(정기점검) | 자체수행         | 양호       | - 비교적 상태가 양호함                                                                                                                                                                                                                      |    |

### 3.3 외관조사

신계1교는 충청남도 천안시 목천읍 신계리에 위치한 교량으로 2004년 8월에 준공되어 약 11년의 공용기간이 경과되었고, 일반국도 21호선에 위치하고 있다. 교량의 연장은 130m의 3경간의 1종 시설물로써, 상부구조는 강박스 거더(STB)형식이 4련 시공되어 있다. 하부구조는 교각 2기(라멘식)와 교대 2기(중력식)로 구성되어 있다.

#### 3.3.1 교면포장 및 보도부

신계1교는 3경간의 왕복 4차선 교량으로 총 연장 130.0m, 전체 폭 20.5m의 교량이다.

|                                                                                    |         |                                                                                     |        |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|  |         |  |        |
| 현황                                                                                 | 교면포장 전경 | 현황                                                                                  | 교명판 전경 |

본 교량의 교면은 아스콘 포장으로 시공되었으며, 외관조사결과 아스콘 균열, 아스콘 함몰, 패임 등이 발생된 것으로 조사되었다.

2014년 정밀점검 이후 일부 재포장이 실시된 것으로 추정되며, 현재 발생된 손상부는 재포장시 충분한 다짐이 시행되지 않은 것으로 손상은 경미한 정도이며, 지속적인 관찰 후 진전시 아스콘 팻칭 등의 조치가 필요하다.

바닥판하면에 포장부 누수로 인한 손상(균열부 백태) 등의 손상은 없는 것으로 보아, 재포장시 방수층 등이 양호하게 시공 되어진 것으로 판단된다.

### 3.3.2 난간 및 연석

난간은 콘크리트 방호벽으로 교량 좌·우측에 시공되어 있으며, 중앙에는 가드레일로서 중앙분리대가 설치되어 있는 상태이다.



외관조사결과 방호벽 균열 및 재균열, 텔리네이트 파손이 조사되었고, 중분대 차광판 파손 및 철근노출, 박락이 조사되었다.

발생된 균열은 전차에 비해 신규손상이 일부 발생하였다. 균열 구간은 건조수축 및 수화열에 의해 시공초기에 발생한 비구조적 균열이며 그 정도가 경미한 미세균열이므로, 즉각적인 보수조치 보다는 향후 손상 진전 정도에 따라 일괄적인 표면보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 텔리네이트 파손은 외부충격에 의한 것으로 사용성 확보를 위하여 교체가 필요하다. 중분대에 발생한 기존 손상인 철근노출 구간은 피복두께 부족, 외부충격으로 인하여 발생한 손상으로 단면보수 등의 조치가 필요하며, 차광판 파손은 교체가 요망된다.

### 3.3.3 배수시설

배수시설은 7개소가 설치되어 있으며, 상부 집수구는 이물질 침투 방지를 위해 그레이팅이 설치되어 있고, 하부 배수관은 하천형(직립)으로 시공되어 있는 상태이다.



외관조사결과 배수구 막힘과 배수관 길이부족이 조사되었으며, 배수구 막힘(전개소)은 공용중 토사퇴적에 의한 것으로 이는 우천시 체수를 유발하여 차량 주행성 및 사용성을 저하시키므로 주기적인 배수구 청소가 필요한 상태이고, 시공불량에 의한 배수관 길이부족은 하부구조의 콘크리트 열화를 유발시킬 수 있으므로, 길이연장이 필요한 상태이다.

### 3.3.4 신축이음장치

신계1교의 신축이음은 A1(NO.160), A2(NO.80) 2개소 Rail Joint 형식으로 설치되어 있다.



외관조사결과 후타재 균열이 발생된 상태로 조사되었다.

후타재 균열은 건조수축에 의한 시공초기 균열로서 그 정도가 경미한 상태이므로 현 상태에서의 보수조치 보다는 지속적 관찰을 실시한 후, 손상의 진전시 표면처리 등 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.



| 위 치                               | 측정 결과 (mm) |     |     | 이론 계산량 (mm) |        | 허용 이동량 (mm) | 평가  |
|-----------------------------------|------------|-----|-----|-------------|--------|-------------|-----|
|                                   | S          | G1  | G2  | 최대 신장시      | 최대 수축시 |             |     |
| A1                                | 70         | 130 | 180 | 22.68       | 31.32  | 160         | O.K |
| A2                                | 30         | 70  | 70  | 10.08       | 13.92  | 80          | O.K |
| - 2015년 10월 14일 15시, 측정시 온도 : 19℃ |            |     |     |             |        |             |     |

※ 유간 S=신축이음, G1=바닥판, G2=거더

◎ 측정 유간 > 최대 신장시 이론 계산량 ⇒ 양호

◎ 측정 유간(신축이음=S) + 최대 수축시 이론 계산량 < 허용 이동량 ⇒ 양호

유간(신축이음, 슬래브, 거더) 측정결과를 토대로 온도변화에 따른 유간 변화량 검토결과, 하절기 최대 신장시 유간 여유량이 충분한 상태였으며, 동절기 최대 수축시 역시 허용 이동량 범위 내로 유간에 따른 교량의 안전성의 문제는 없을 것으로 판단된다.

### 3.3.5 바닥판

바닥판 하면은 3경간으로 S1, S3은 STB거더 사이와 외측 캔틸레버부 모두 콘크리트면으로 S2는 Deck Plate가 설치된 상태이다.



외관조사결과, 균열 및 망상균열, 백태, 콘크리트 박락 등이 발생한 상태로 조사되었다.

균열 및 망상균열은 기존 점검시 누락된 손상으로 시공초기 건조수축에 의해 발생한 미세균열로 지속적인 관찰 후 진전시 표면처리 등의 조치가 요망되며, 콘크리트 박락 구간은 시공불량에 의한 손상으로 단면보수가 필요하다.

콘크리트 백태는 캔틸레버 측면과 방호벽 사이에 발생한 손상으로 강우시 우수유입에 의하여 발생하였고, 손상이 미미하므로 지속적인 관찰 후 표면처리 등의 조치가 요망된다.

### 3.3.6 거더 및 가로보

신계1교의 거더는 4련의 Steel Box형식으로 시공되어 있으며, 가로보의 경우 경간당 8~10행이 시공되어 있다.



외관조사결과 거더외부 도장긁힘, 도장탈락, 부식이 조사되었으며, 거더내부 이물질퇴적, 도장불량, 우수유입흔적이 조사되었다.

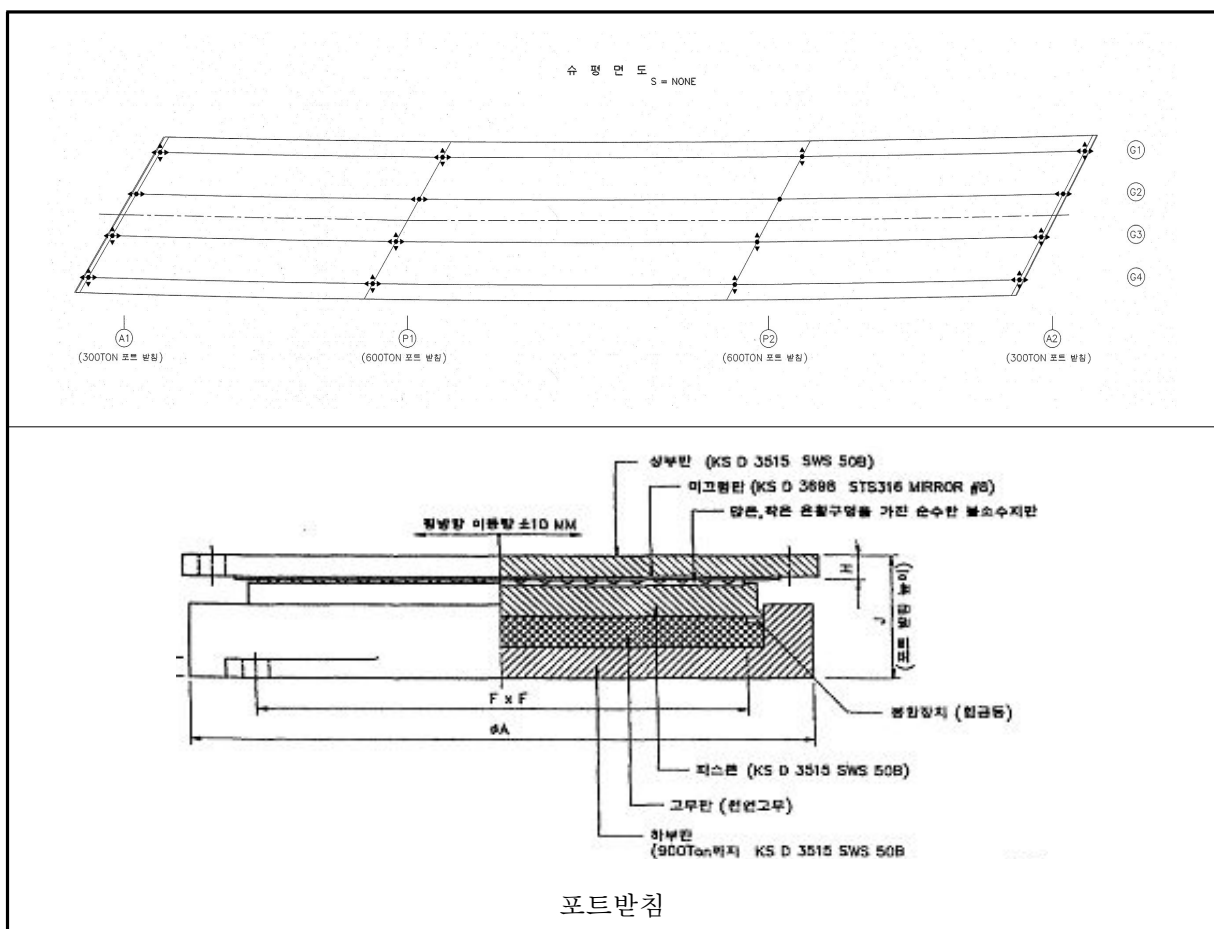
가로보 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

기 발생된 도장손상(도장긁힘, 도장부식, 도장탈락)은 시공미흡 및 외부 충격에 의한 손상 으로 지속적인 관찰 후 진전시 재도장을 실시하고, 거더내부에 발생한 우수유입흔적, 이물질퇴적은 청소 및 시건장치를 실시하여 유지관리를 하는 것이 바람직하다.

신계1교 하부에 시도(충절로)가 지나고 있으며, 도로에서 거더까지의 거리가 4.8m로 조사 되었다. 하부 중차량 통행이 잦아 높이제한 구조물 또는 높이제한 표지판 등의 설치가 필요할 것으로 사료된다.

### 3.3.7 받침장치

받침장치는 포트받침으로 각각 4개소씩 총 16개소에 시공되어 있으며, 고정 지점부는 P2로써 그 세부배치현황은 다음과 같다.



외관조사결과 본체 파손, 편기, 신축기능 불량 등 구조적 손상은 조사되지 않았으나, 국부적인 받침장치 부식, 받침콘크리트 균열 등이 조사되었다. 기 손상부는 공용기간 증가 및 시공초기 건조수축에 의한 손상으로 주의관찰 후 손상의 진전시 표면처리, 재도장을 실시하는 것이 바람직하다.

### 3.3.8 교대 및 교각

하부구조 형식은 본 교량의 교대는 중력식 2기가 법면보호를 위한 보호블럭이 시공되어 있으며, 교각은 라멘식으로 4기가 시공되어 있으며, 기초는 말뚝기초, 직접기초 형식으로 되어 있다.



교대 및 교각은 미세균열 및 망상균열, 누수흔적, 콘크리트 파손이 발생한 상태로, 균열 및 망상균열은 시공초기 건조수축에 의한 비구조적 균열로 현 상태에서의 보수조치 보다는 향후 일괄적인 균열 표면보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 교각 코핑부 하면에 발생한 균열은 휨균열로 판단되며, 주의관찰 후 손상의 진전시 주입보수 등의 조치가 필요하다.

기존 손상인 누수흔적, 콘크리트 파손은 경미하므로 주의관찰 후 보수가 요망된다.

## 3.3.9 전차 점검결과와 비교

본 과업대상 교량에 대한 전차 정밀점검(2014) 결과와 금회 정밀안전진단(2015) 결과를 비교 검토한 내용은 다음과 같다.

| 구 분        |               | 단위             | '14년 점검<br>수량/개소 | '15년 진단<br>수량/개소 | 증감          | 비고   |
|------------|---------------|----------------|------------------|------------------|-------------|------|
| 교면포장       | 아스콘균열         | m              | 4.0/1            | 4.0/1            | - -         | 증감없음 |
|            | 아스콘 함몰, 패임    | m <sup>2</sup> | 14.63/9          | 1.2/1            | ▼ -13.43/-8 | 보수실시 |
|            | 아스콘 마모        | m <sup>2</sup> | 120/2            | -                | ▼ -120/-2   | 보수실시 |
|            | 토사토적          | m <sup>2</sup> | 0.6/1            | -                | ▼ 0.6/1     | 보수실시 |
| 난간/<br>연석  | 방호벽 균열        | m              | 51.6/43          | 63.6/53          | ▲ 12.0/10   | 신규손상 |
|            | 텔레네이트 파손      | EA             | -                | 3                | ▲ 3         | 신규손상 |
|            | 차광판파손         | EA             | -                | 2                | ▲ 2         | 신규손상 |
|            | 박락 및 철근노출     | m <sup>2</sup> | 10.5/35          | 10.5/35          | - -         | 증감없음 |
| 바닥판<br>하 면 | cw=0.3mm미만 균열 | m              | -                | 16.5/11          | ▲ 16.5/11   | 신규손상 |
|            | 망상균열          | m <sup>2</sup> | -                | 0.2/2            | ▲ 0.2/2     | 신규손상 |
|            | 백태            | m <sup>2</sup> | -                | 0.3/1            | ▲ 0.3/1     | 신규손상 |
|            | 박락            | m <sup>2</sup> | -                | 1.5/1            | ▲ 1.5/1     | 신규손상 |
|            | 테크플레이트 부식     | m <sup>2</sup> | 0.3/1            | 0.3/1            | - -         | 증감없음 |
| 거 더<br>외 부 | 굽힘            | m <sup>2</sup> | 7.15/18          | 7.15/18          | - -         | 증감없음 |
|            | 도장탈락          | m <sup>2</sup> | 0.06/1           | 0.06/1           | - -         | 증감없음 |
|            | 부식            | m <sup>2</sup> | 0.02/1           | 0.02/1           | - -         | 증감없음 |
| 거 더<br>내 부 | 이물질퇴적         | m <sup>2</sup> | 37.0/10          | 33.5/10          | ▼ -3.5/0    | 물량조정 |
|            | 도장불량          | m <sup>2</sup> | 0.24/1           | 1.49/2           | ▲ 1.25/1    | 신규손상 |
|            | 우수유입흔적        | m <sup>2</sup> | 45               | 51               | ▲ 6         | 신규손상 |
| 교대,<br>교각  | 균열            | m <sup>2</sup> | 12.3/14          | 25.5/26          | ▲ 13.2/12   | 신규손상 |
|            | 망상균열          | m <sup>2</sup> | -                | 2.25/2           | ▲ 2.25/2    | 신규손상 |
|            | 누수흔적          | m <sup>2</sup> | 3.0/2            | 3.0/2            | - -         | 증감없음 |
|            | 파손            | m <sup>2</sup> | -                | 0.01/1           | ▲ 0.01/1    | 신규손상 |
| 받침장치       | 균열 cw=0.3mm미만 | m              | 0.8/4            | 2.4/12           | ▲ 1.6/8     | 신규손상 |
|            | 부식            | ea             | 1                | 1                | ▲ 1         | 신규손상 |
| 신 축<br>이 음 | 균열 cw=0.3mm이상 | m              | 16.25/36         | 16.25/36         | - -         | 증감없음 |
|            | 망상균열          | m <sup>2</sup> | 0.7/1            | 0.7/1            | - -         | 증감없음 |
|            | 토사퇴적          | m <sup>2</sup> | 8.5/4            | 5.5/8            | ▼ -3/4      | 물량조정 |
| 배수시설       | 배수구 막힘        | ea             | 6                | 7                | ▲ 1         | 신규손상 |
|            | 배수관 길이부족      | ea             | 1                | 1                | - -         | 증감없음 |

### 3.4 내구성조사 및 시험

#### 3.4.1 콘크리트 반발강도조사

가. 측정결과

| 구 분      |        | 기준<br>경도<br>(Ro) | 재령<br>계수<br>( $\alpha$ ) | 재료<br>학회<br>(MPa) | 건축<br>학회<br>(MPa) | 측정강도<br>(MPa)<br>(A) | 설계강도<br>(MPa)<br>(B) | (A/B)*100<br>(%) | 비고 |
|----------|--------|------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|----------------------|----------------------|------------------|----|
| 상부<br>구조 | S1 바닥판 | 48.2             | 0.63                     | 27.2              | 27.9              | 27.6                 | 27.0                 | 102              |    |
|          | S2 바닥판 | 47.5             | 0.63                     | 26.6              | 27.6              | 27.1                 |                      | 100              |    |
|          | S3 바닥판 | 48.6             | 0.63                     | 27.5              | 28.1              | 27.8                 |                      | 102              |    |
| 하부<br>구조 | A1 전면  | 44.2             | 0.63                     | 24.0              | 26.1              | 25.1                 | 24.0                 | 104              |    |
|          | A2 전면  | 44.6             | 0.63                     | 24.3              | 26.3              | 25.3                 |                      | 105              |    |
|          | P2 전면  | 43.7             | 0.63                     | 23.6              | 25.8              | 24.7                 |                      | 102              |    |

나. 코어와 반발경도와의 비교

| 위치      | 반발경도 | 일본재료학회      |                | 일본건축학회      |                | 코어강도<br>(MPa) | 비고 |
|---------|------|-------------|----------------|-------------|----------------|---------------|----|
|         |      | 강도<br>(MPa) | 코어강도<br>/비파괴강도 | 강도<br>(MPa) | 코어강도<br>/비파괴강도 |               |    |
| A1      | 44.2 | 24.0        | 1.25           | 26.1        | 1.15           | 30.1          |    |
| P2      | 43.7 | 23.6        | 1.53           | 25.8        | 1.40           | 36.2          |    |
| S1      | 48.2 | 27.2        | 1.08           | 27.9        | 1.05           | 29.4          |    |
| 상관계수 평균 |      | -           | 1.29           | -           | 1.20           | -             |    |

분석결과 본 현장에서는 일본건축학회 추정식이 가장 적합한 것으로 나타났으며, 이에 따라 현장에서 획득한 반발경도를 일본건축학회식을 적용하되 상관계수 1.20을 곱하여 비파괴 강도를 추정하기로 하였다.

다. 콘크리트 압축강도 추정

| 구 분      |        | 기준<br>경도 | 재령<br>계수 | 건축<br>학회 | 상관계수 | 추정강도<br>(MPa) | 비고 |
|----------|--------|----------|----------|----------|------|---------------|----|
| 상부<br>구조 | S1 바닥판 | 48.2     | 0.63     | 27.9     | 1.20 | 33.5          |    |
|          | S2 바닥판 | 47.5     | 0.63     | 27.6     |      | 33.1          |    |
|          | S3 바닥판 | 48.6     | 0.63     | 28.1     |      | 33.7          |    |
| 하부<br>구조 | A1 홍벽  | 44.2     | 0.63     | 26.1     |      | 31.3          |    |
|          | A2 홍벽  | 44.6     | 0.63     | 26.3     |      | 31.6          |    |
|          | P1 기둥  | 43.7     | 0.63     | 25.8     |      | 31.0          |    |

반발경도 시험을 통한 콘크리트 압축강도 평가결과, 상부구조의 경우 각 27.1~27.8MPa, 하부구조의 경우 24.7~25.3MPa로 측정되었다. 이는 전회 정밀점검 결과인 상부구조 27.2~28.7MPa, 하부구조 24.7~26.1MPa와 유사한 상태로 전회와 비교시 강도의 저하 등의 열화는 없는 것으로 판단된다.

코어강도와 비교하여 상관계수를 곱하여 추정한 비파괴 강도는 상부구조의 경우 33.1~33.5MPa, 하부구조의 경우 31.0~31.6MPa로 측정되었다.

이는 부재별 설계기준 강도(27.0MPa, 24.0MPa)를 상회하는 것으로 반발경도법에 의한 콘크리트 품질은 양호한 것으로 분석되었다.

### 3.4.2 콘크리트 초음파강도조사

#### 가. 측정결과

| 구 분      |        | 전달속도<br>Vd<br>(km/s) | 측정강도<br>평균(MPa)<br>A | 설계<br>기준강도(MPa)<br>B | (A/B)*100<br>(%) | 비고 |
|----------|--------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|----|
| 상부<br>구조 | S1 바닥판 | 4.258                | 28.9                 | 27.0                 | 107              |    |
|          | S2 바닥판 | 4.431                | 32.7                 |                      | 121              |    |
|          | S3 바닥판 | 4.350                | 30.9                 |                      | 114              |    |
| 하부<br>구조 | A1 전면  | 4.043                | 24.4                 | 24.0                 | 101              |    |
|          | A2 전면  | 4.145                | 26.6                 |                      | 110              |    |
|          | P2 전면  | 4.039                | 24.3                 |                      | 101              |    |

#### 나. 코어와 초음파강도와의 비교

| 위치      | 초음파<br>전달속도 | 일본재료학회      |                 | 일본건축학회      |                 | 코어강도<br>(MPa) | 비고 |
|---------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|---------------|----|
|         |             | 강도<br>(MPa) | 초음파강도<br>/비파괴강도 | 강도<br>(MPa) | 초음파강도<br>/비파괴강도 |               |    |
| A1      | 4.043       | 28.9        | 1.04            | 24.4        | 1.23            | 30.1          |    |
| P2      | 4.039       | 28.9        | 1.25            | 24.3        | 1.49            | 36.2          |    |
| S1      | 4.258       | 31.1        | 0.95            | 29.0        | 1.01            | 29.4          |    |
| 상관계수 평균 |             | -           | 1.08            | -           | 1.24            | -             |    |

분석결과 본 현장에서는 일본재료학회 추정식이 가장 적합한 것으로 나타났으며, 이에 따라 현장에서 획득한 초음파강도를 재료학회식을 적용하되 상관계수 1.08을 곱하여 비파괴 강도를 추정하기로 하였다.

## 다. 콘크리트 압축강도 추정

| 구 분      |        | 전달속도<br>Vd<br>(km/s) | 재료학회<br>(MPa) | 상관계수 | 추정강도<br>(MPa) | 비고 |
|----------|--------|----------------------|---------------|------|---------------|----|
| 상부<br>구조 | S1 바닥판 | 4.258                | 31.1          | 1.08 | 33.6          |    |
|          | S2 바닥판 | 4.431                | 32.8          |      | 35.5          |    |
|          | S3 바닥판 | 4.350                | 32.0          |      | 34.6          |    |
| 하부<br>구조 | A1 홍벽  | 4.043                | 28.9          |      | 31.3          |    |
|          | A2 홍벽  | 4.145                | 30.0          |      | 32.4          |    |
|          | P2 기둥  | 4.039                | 28.9          |      | 31.2          |    |

본 과업대상 구조물의 초음파속도를 이용한 콘크리트 압축강도 추정결과 상부구조의 경우 28.9~32.7MPa, 하부구조의 경우 24.3~26.6MPa로 측정되었다.

코어강도와 비교하여 상관계수를 곱하여 추정한 비파괴 강도는 상부구조의 경우 33.6~35.5MPa, 하부구조의 경우 31.2~32.4MPa로 측정되었다.

각 설계기준 강도인 27MPa, 24MPa를 상회하여 초음파속도법에 따른 콘크리트 강도는 양호한 것으로 분석되었다.

## 3.4.3 콘크리트 코어압축강도시험

| 측정위치 | 압축강도<br>(MPa) | 설계기준<br>(MPa) | 비 고 |
|------|---------------|---------------|-----|
| A1   | 30.1          | 24.0          |     |
| P2   | 36.2          | 24.0          |     |
| S1   | 29.4          | 27.0          |     |

코어공시체에 의하여 강도를 측정한 결과, 상부구조는 29.4MPa, 하부구조 30.1~36.2MPa로 측정되었다. 이 결과 채취한 코어공시체는 상·하부구조 설계기준 강도 27MPa, 24MPa를 모두 만족시키는 양호한 상태로 판단되며, 건전부위로 평가 되었다.

## 3.4.4 철근탐사

| 연번 | 구 분      | 철근종류 | 측정 (mm) |      | 설계 (mm) |      | 배근상태 (%) |
|----|----------|------|---------|------|---------|------|----------|
|    |          |      | 배근간격    | 피복두께 | 배근간격    | 피복두께 |          |
| 1  | S1       | 주철근  | 140     | 57   | 120     | 55   | 86       |
|    |          | 배력근  | 122     | 47   | 125     | 40   | 102      |
| 2  | S2       | 주철근  | 135     | 52   | 120     | 55   | 89       |
|    |          | 배력근  | 127     | 46   | 125     | 40   | 98       |
| 3  | S3       | 주철근  | 125     | 57   | 120     | 55   | 96       |
|    |          | 배력근  | 126     | 48   | 125     | 40   | 99       |
| 4  | A1       | 수직근  | 140     | 55   | 100     | 67   | 71       |
|    |          | 수평근  | 142     | 67   | 150     | 50   | 106      |
| 5  | P1 기둥    | 주철근  | 104     | 105  | 100     | 122  | 96       |
|    |          | 띠철근  | 150     | 96   | 150     | 100  | 100      |
| 6  | P1 코핑 하면 | 주철근  | 114     | 100  | 125     | 120  | 110      |
|    |          | 배력근  | 127     | 86   | 150     | 100  | 118      |

상부 바닥판과 하부 교대 및 교각에 대하여 철근배근 탐사결과, 설계도면과 비교시 배근 간격은 설계 배근간격과 유사한 상태였으나, 실측 피복두께가 설계 피복두께를 만족하지 못한 구간이 일부 분석되었다.

## 3.4.5 탄산화시험

| 구 분 |        | 실측 탄산화<br>깊이(mm) | 실측<br>피복두께<br>(mm) | 탄산화<br>잔여깊이<br>(mm) | 평가<br>기준 | 경과<br>년수<br>(년) | 탄산화<br>속도계수<br>(mm/√년) | 잔존수명<br>(년) |
|-----|--------|------------------|--------------------|---------------------|----------|-----------------|------------------------|-------------|
| 상부  | S1 바닥판 | 0.2              | 89.0               | 88.8                | a        | 11              | 0.06                   | 50년 이상      |
|     | S3 바닥판 | 4.3              | 82.0               | 77.7                | a        | 11              | 1.30                   | 50년 이상      |
| 하부  | A1 전면  | 3.7              | 52.0               | 48.3                | a        | 11              | 1.12                   | 50년 이상      |
|     | A2 전면  | 7.3              | 62.0               | 54.7                | a        | 11              | 2.20                   | 50년 이상      |
|     | P1 전면  | 9.9              | 121.0              | 111.1               | a        | 11              | 2.98                   | 50년 이상      |
|     | P2 전면  | 6.2              | 93.0               | 86.8                | a        | 11              | 1.87                   | 50년 이상      |

탄산화 시험결과, 상부구조의 탄산화 깊이는 0.2mm~4.3mm, 하부구조의 경우 6.2mm~9.9mm로 측정되었다. 탄산화 잔여깊이 30mm이상으로 탄산화 상태등급 a등급으로 탄산화에 의한 철근부식 가능성이 없는 양호한 상태로 분석되었다.

전회 정밀점검과 탄산화 잔여깊이인 상부구조 38.3mm~42.5mm, 하부구조 57.5mm~97.5mm과 비교시 탄산화의 진행은 거의 없는 것으로 확인되었다.

## 3.4.6 염화물 함유량시험

| 구 분  |    |           | 전 염화물 (%)     | 환산 염화물 함량 (kgf/m <sup>3</sup> ) | 평가결과 |
|------|----|-----------|---------------|---------------------------------|------|
| 상부구조 | S1 | 0mm~20mm  | 0.0114        | 0.257                           | A    |
|      |    | 20mm~40mm | 0.0081        | 0.183                           |      |
|      |    | 40mm~60mm | <b>0.0071</b> | <b>0.16</b>                     |      |
| 하부구조 | A1 | 0mm~20mm  | 0.0137        | 0.31                            | A    |
|      |    | 20mm~40mm | 0.0131        | 0.296                           |      |
|      |    | 40mm~60mm | <b>0.0085</b> | <b>0.192</b>                    |      |
|      | P2 | 0mm~20mm  | 0.1316        | 2.978                           | B    |
|      |    | 20mm~40mm | 0.0909        | 2.057                           |      |
|      |    | 40mm~60mm | <b>0.0435</b> | <b>0.984</b>                    |      |

상부구조(바닥판 상면)와 하부구조(교대)에 대해서 시료를 채취하여 염화물함량 분석을 실시하였다. 시험결과, S1 바닥판상면과 A1 전면에서 A등급(염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없음), 그 외 P2 교각에서는 b등급(염화물이 함유되어 있으나, 부식발생 가능성 낮음)으로 분석되었다.

## 3.4.7 초음파속도법에 의한 균열깊이 평가

| 구 분      |       | 측정<br>거리<br>(mm) | 초음파 전달시간  |           | 균열 깊이<br>(mm) | 피복두께<br>(mm) | 균열폭<br>(mm) | 비고 |
|----------|-------|------------------|-----------|-----------|---------------|--------------|-------------|----|
|          |       |                  | 건전부<br>To | 균열부<br>Tc |               |              |             |    |
| 하부<br>구조 | A1 전면 | 150              | 59.0      | 90.3      | 8.7           | 52.0         | 0.2         |    |
|          | P2 전면 | 150              | 55.2      | 83.3      | 8.5           | 50.0         | 0.2         |    |
|          | A2 전면 | 150              | 54.7      | 102.2     | 11.8          | 50.0         | 0.2         |    |

균열 깊이 측정결과 총 3개소 피복두께 이상 균열깊이는 없는 것으로 나타났으며, 피복 두께 50% 미만으로 균열이 진행되지 않은 것으로 측정되어 지속적 관찰 후 진전시 표면처리 등의 조치가 필요 한 것으로 판단된다.

## 3.4.8 철근 부식도 조사

| 위치     | 철근부식도 | 평가               |
|--------|-------|------------------|
| A1 흥벽  |       | 90% 이상의 확률로 부식없음 |
| P1 코핑부 |       | 90% 이상의 확률로 부식없음 |
| P2 기둥부 |       | 90% 이상의 확률로 부식없음 |

측정결과, A1, P1, P2 전위차는  $-40\text{mV} \sim -150\text{mV}$  정도의 분포를 나타내고 있으며, 측정결과를 전위에 의한 철근부식 평가기준과 비교·검토할 때 현재 대상 구조물의 부식확률은 약 10% 이하로 콘크리트 단면이 건전한 구간에 대해서는 철근부식이 활성화 될 가능성은 크지 않은 것으로 판단된다.

## 3.4.9 강재 초음파탐상 (UT : Ultrasonic Testing)

| 번호 | 위치 |       | 수량  | 판정 |   | 등급 | 결함위치                     |      | 결함길이 | 깊이 | 비고 |
|----|----|-------|-----|----|---|----|--------------------------|------|------|----|----|
|    |    |       |     | 합  | 불 |    | From                     | From |      |    |    |
| 1  | G1 | A1~P1 | 2개소 | ✓  |   | I  | NO RECORDABLE INDICATION |      |      |    |    |
| 2  | G1 | P1~P2 | 2개소 | ✓  |   | I  | NO RECORDABLE INDICATION |      |      |    |    |
| 3  | G1 | P2~A2 | 2개소 | ✓  |   | I  | NO RECORDABLE INDICATION |      |      |    |    |
| 4  | G2 | A1~P1 | 2개소 | ✓  |   | I  | NO RECORDABLE INDICATION |      |      |    |    |
| 5  | G2 | P1~P2 | 2개소 | ✓  |   | I  | NO RECORDABLE INDICATION |      |      |    |    |
| 6  | G2 | P2~A2 | 2개소 | ✓  |   | I  | NO RECORDABLE INDICATION |      |      |    |    |
| 7  | G3 | A1~P1 | 2개소 | ✓  |   | I  | NO RECORDABLE INDICATION |      |      |    |    |
| 8  | G3 | P1~P2 | 2개소 | ✓  |   | I  | NO RECORDABLE INDICATION |      |      |    |    |
| 9  | G3 | P2~A2 | 2개소 | ✓  |   | I  | NO RECORDABLE INDICATION |      |      |    |    |
| 10 | G4 | A1~P1 | 2개소 | ✓  |   | I  | NO RECORDABLE INDICATION |      |      |    |    |
| 11 | G4 | P1~P2 | 2개소 | ✓  |   | I  | NO RECORDABLE INDICATION |      |      |    |    |
| 12 | G4 | P2~A2 | 2개소 | ✓  |   | I  | NO RECORDABLE INDICATION |      |      |    |    |

본 과업대상 구조물의 용접부 강재 초음파 탐상시험 결과, 결함 등급은 1등급으로 조사되어 양호한 것으로 판단된다.

## 3.4.10 자분탐상시험 (MT : Magnetic Particle Testing)

| 번호  | 거더 | 위치    | 검사개소 | 무결함 | 결함 | 비고 |
|-----|----|-------|------|-----|----|----|
| 1   | G1 | P2~A1 | 1    | 1   | 0  |    |
| 2   | G2 | A1~P1 | 1    | 1   | 0  |    |
| 3   | G4 | A1~P1 | 1    | 1   | 0  |    |
| 합 계 |    |       | 3    | 3   | 0  |    |

KS D 0213의 검사기준에 의거 시험대상 용접부 3개소에 대하여 자분탐상을 실시한 결과 기공 및 Under Cut등 표면결함이 검출되지 않은 양호한 상태로 평가 되었다.

## 3.4.11 내구성조사 및 시험 결과

| 구 분              | 내구성 조사 결과   |                  |                                                              |           |                 | 평가의견            |                                                                                                                                 |
|------------------|-------------|------------------|--------------------------------------------------------------|-----------|-----------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 콘크리트<br>압축<br>강도 | 시험 종류       |                  | 측정결과 (MPa)                                                   |           |                 | · 설계기준강도 상회     |                                                                                                                                 |
|                  |             |                  | 상부구조                                                         |           | 하부구조            |                 |                                                                                                                                 |
|                  | 반발경도        |                  | 27.1~27.8                                                    | 24.7~25.3 |                 |                 |                                                                                                                                 |
|                  | 초음파 강도      |                  | 28.9~32.7                                                    | 24.3~26.6 |                 |                 |                                                                                                                                 |
|                  | 설계기준강도      |                  | 27.0                                                         | 24.0      |                 |                 |                                                                                                                                 |
| 코어<br>강도         | 시험 종류       |                  | 측정결과 (MPa)                                                   |           |                 | · 설계기준강도 이상 건전함 |                                                                                                                                 |
|                  |             |                  | 상부구조                                                         |           | 하부구조            |                 |                                                                                                                                 |
|                  | 코어강도        |                  | 29.4                                                         | 30.1~36.2 |                 |                 |                                                                                                                                 |
|                  | 설계기준강도      |                  | 27.0                                                         | 24.0      |                 |                 |                                                                                                                                 |
| 철근<br>탐사         | 철근종류        |                  | 측정 (mm)                                                      |           | 설계 (mm)         |                 | · 배근간격<br>교대 수직근은 다소 부족(71%)<br>그 외 설계간격과 유사<br>설계간격 대비<br>86%~118%(평균:100%)<br>· 피복두께 설계피복과 유사<br>설계피복 대비<br>86%~142%(평균:116%) |
|                  |             |                  | 배근                                                           |           | 피복              |                 |                                                                                                                                 |
|                  | 바닥판         | 주철근              | 125~140                                                      | 52~57     | 120             | 55              |                                                                                                                                 |
|                  |             | 배력근              | 122~127                                                      | 46~48     | 125             | 40              |                                                                                                                                 |
|                  | 교 대<br>홍 벽  | 수직근              | 140                                                          | 55        | 100             | 67              |                                                                                                                                 |
|                  |             | 수평근              | 142                                                          | 67        | 150             | 50              |                                                                                                                                 |
|                  | 교 각<br>코 평  | 주철근              | 114                                                          | 100       | 125             | 120             |                                                                                                                                 |
|                  |             | 배력근              | 127                                                          | 86        | 150             | 100             |                                                                                                                                 |
|                  | 교 각<br>기 등  | 주철근              | 104                                                          | 105       | 100             | 122             |                                                                                                                                 |
|                  |             | 띠철근              | 150                                                          | 96        | 150             | 100             |                                                                                                                                 |
| 탄산화<br>시험        | 부 재         | 탄산화깊이<br>(mm)    | 실측피복두께<br>(mm)                                               |           | 탄산화<br>잔여깊이(mm) |                 | · a등급으로 탄산화에 의한<br>부식 발생 우려 없음                                                                                                  |
|                  | 상부구조        | 0.2~4.3          | 82.0~89.0                                                    |           | 77.7~88.8       |                 |                                                                                                                                 |
|                  | 하부구조        | 6.2~9.9          | 52.0~121.0                                                   |           | 48.3~111.1      |                 |                                                                                                                                 |
|                  |             |                  |                                                              |           |                 |                 |                                                                                                                                 |
| 염화물<br>함유량<br>시험 | 부 재         | 측정결과<br>(kgf/m³) | 평가기준(kgf/m³)                                                 |           |                 |                 | · a등급 2개소, b등급 1개소<br>로 부식발생 가능성 낮음                                                                                             |
|                  | 상부구조        | 0.160            | b등급<br>0.3kg/m³<염화물<1.2kg/m³<br>c등급<br>1.2kg/m³<염화물≤2.5kg/m³ |           |                 |                 |                                                                                                                                 |
|                  | 하부구조        | 0.192, 0.984     |                                                              |           |                 |                 |                                                                                                                                 |
| 균열깊이             | 부 재         | 균열 깊이<br>(mm)    | 피복두께<br>(mm)                                                 |           | 균열폭<br>(mm)     |                 | · 3개소 피복두께 이하                                                                                                                   |
|                  | 상부구조        | 8.7              | 52.0                                                         |           | 0.3             |                 |                                                                                                                                 |
|                  | 하부구조        | 8.5~11.8         | 50.0                                                         |           | 0.3             |                 |                                                                                                                                 |
| 철근부식<br>도조사      | 부 재         |                  | 검사개소                                                         |           | 등급              |                 | · 90%이상의 확률로 부식없음                                                                                                               |
|                  | 하부구조        |                  | 3                                                            |           | I               |                 |                                                                                                                                 |
| 강재초음<br>파탐상      | 부 재         |                  | 검사개소                                                         |           | 등급              |                 | · 1등급으로 양호함                                                                                                                     |
|                  | 상부구조 (거더내부) |                  | 24                                                           |           | I               |                 |                                                                                                                                 |
| 강재자분<br>탐상       | 부 재         |                  | 검사개소                                                         |           | 등급              |                 | · 1등급으로 양호함                                                                                                                     |
|                  | 상부구조 (거더내부) |                  | 3                                                            |           | 1 급             |                 |                                                                                                                                 |

### 3.5 상태평가

| 부재의 분류            |       | 상부구조  |       | 2차 부재 | 기타부재  |       |       |       | 받침    | 하부구조  |       | 내구성 요소 |       |       |       |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 번호                | 구조 형식 | 바닥판   | 거더    | 가로보   | 신축 이음 | 포장    | 배수 시설 | 난간 연석 | 교량 받침 | 교대 교각 | 기초    | 탄산화    |       | 염화물   |       |
|                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | (상)    | (하)   | (상)   | (하)   |
| S1,A1             | STB   | b     | b     | a     | c     | a     | c     | b     | b     | b     | q     | a      | a     | a     | a     |
| S2,P1             | STB   | b     | b     | a     | x     | b     | c     | c     | b     | b     | q     | x      | a     | x     | x     |
| S3,P2             | STB   | b     | b     | a     | x     | b     | c     | c     | b     | b     | q     | a      | a     | a     | b     |
| A2                | STB   |       |       |       | c     |       |       |       | c     | b     | q     |        | a     |       | x     |
| 평균                |       | 0.200 | 0.200 | 0.100 | 0.400 | 0.167 | 0.400 | 0.333 | 0.250 | 0.200 | 0.000 | 0.100  | 0.100 | 0.100 | 0.150 |
| 가중치               |       | 18    | 20    | 5     | 9     | 7     | 3     | 2     | 9     | 20    | 0     | 2      | 2     | 2     | 1     |
| (평균X가중치)<br>/가중치합 |       | 0.036 | 0.040 | 0.005 | 0.036 | 0.012 | 0.012 | 0.007 | 0.023 | 0.040 | 0.000 | 0.002  | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| 1. 환산 결함도 점수      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.217  |       |       |       |
| 2. 상태평가 결과        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | B      |       |       |       |

본 과업대상 구조물의 상태평가 등급 산정결과 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태 인 “B”(결함도 지수:0.217)인 상태로 평가되었다.

전회(2014년) 정밀점검 결과(결함도 지수:0.225)와 비교시 일부 부재(교면포장, 바닥판하면)에서 보수를 실시하여 결함도 점수가 다소 하향된 것으로 평가되었다.

### 3.6 구조해석 및 안전성 평가

| 구 분  |     | 발생응력(MPa)<br>/소요강도 | 허용응력( $f_a$ )<br>/설계강도 | 안전율   | 안전성<br>평가등급 |
|------|-----|--------------------|------------------------|-------|-------------|
| 허용응력 | 강거더 | 146.845            | 190.000                | 1.294 | A           |
| 허용응력 | 세로보 | 52.528             | 95.157                 | 1.812 | A           |
| 허용응력 | 가로보 | 26.503             | 118.277                | 4.463 | A           |
| 강도설계 | 바닥판 | 52.940             | 62.953                 | 1.189 | A           |

### 3.7 종합평가 및 안전등급지정

| 구분         | 상태평가                                                                                                                                        |    | 안전성평가 |    |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|----|
|            | 평가지수                                                                                                                                        | 결과 | 안전율   | 결과 |
|            | 0.217                                                                                                                                       | B  | 1.189 | A  |
| 종합평가<br>결과 | 1. 종합평가 결과 = Min(상태평가 결과, 안전성평가 결과)<br>2. 시설물의 종합평가 등급은 상태평가 등급과 안전성 검토에 근거한 안전성 평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가 등급으로 결정한다.<br><b>종합평가 결과 : B등급</b> |    |       |    |

본 과업대상 구조물의 상태평가 결과와 안전성 검토를 종합적으로 검토한 결과 ‘보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태’인 “B” 등급으로 평가되었다.

## 3.8 보수보강 및 유지관리방안

### 3.8.1 보수보강방안

| 부 재    | 손상 내용                  | 손상물량  | 단위             | 보수방안           | 우선 순위 |
|--------|------------------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 교면포장   | 아스콘 균열                 | 4     | m              | 아스콘 팻칭         | 2     |
|        | 아스콘 함몰, 패임             | 1.2   | m <sup>2</sup> | 아스콘 팻칭         | 2     |
| 방호벽    | 방호벽 균열                 | 63.6  | m              | 표면처리           | 2     |
|        | 텔리네이터 파손               | 3     | ea             | 정비(교체)         | 3     |
|        | 차광판파손                  | 2     | ea             | 정비(교체)         | 3     |
|        | 박락 및 철근노출              | 10.5  | m <sup>2</sup> | 단면보수(t=30)(방청) | 1     |
| 신축이음   | 후타재균열                  | 16.25 | m              | 표면처리           | 2     |
|        | 망상균열                   | 0.7   | m <sup>2</sup> | 표면처리           | 2     |
|        | 토사퇴적                   | 5.5   | m <sup>2</sup> | 정비(청소)         | 2     |
| 배수시설   | 배수구막힘                  | 7     | ea             | 정비(청소)         | 3     |
|        | 배수관길이부족                | 1     | ea             | 지속적관찰          | 3     |
| 바닥판 하면 | cw=0.3mm미만 균열          | 16.5  | m              | 표면처리           | 2     |
|        | Deck plate 부식          | 0.3   | m <sup>2</sup> | 재도장            | 3     |
|        | 박락                     | 1.5   | m <sup>2</sup> | 단면보수(t=20)(몰탈) | 1     |
|        | 망상균열                   | 0.2   | m <sup>2</sup> | 표면처리           | 2     |
|        | 백태                     | 0.3   | m <sup>2</sup> | 표면처리           | 2     |
| 거더 내부  | 이물질퇴적                  | 33.5  | m <sup>2</sup> | 정비(청소)         | 3     |
|        | 도장불량                   | 1.49  | m <sup>2</sup> | 재도장            | 2     |
|        | 우수유입흔적                 | 51    | m <sup>2</sup> | 정비(청소)         | 3     |
| 거더 외부  | 긁힘                     | 7.15  | m <sup>2</sup> | 재도장            | 2     |
|        | 도장탈락                   | 0.06  | m <sup>2</sup> | 재도장            | 2     |
|        | 부식                     | 0.02  | m <sup>2</sup> | 재도장            | 2     |
| 받침장치   | 받침콘크리트균열<br>cw=0.3mm미만 | 2.4   | m <sup>2</sup> | 표면처리           | 2     |
|        | PLATE 부식               | 1     | 개소             | 재도장            | 2     |
| 교대 교각  | 균열                     | 25.5  | m              | 표면처리           | 2     |
|        | 누수흔적                   | 3.0   | m <sup>2</sup> | 정비(청소)         | 3     |
|        | 망상균열                   | 2.25  | m <sup>2</sup> | 표면처리           | 2     |
|        | 파손                     | 0.01  | m <sup>2</sup> | 단면보수(t=10)(몰탈) | 2     |

## 3.8.2 개략공사비

## 가. 1순위 개략공사비

| 부 재               | 손상 내용     | 보수방안       | 손상<br>물량 | 단위             | 보수<br>물량 | 단위             | 단가<br>(천원) | 공사비<br>(천원) |
|-------------------|-----------|------------|----------|----------------|----------|----------------|------------|-------------|
| 방호벽               | 박락 및 철근노출 | 단면보수(t=30) | 10.5     | m <sup>2</sup> | 12.08    | m <sup>2</sup> | 250        | 3,019       |
| 바닥판<br>하면         | 박락        | 단면보수(t=20) | 1.5      | m <sup>2</sup> | 1.73     | m <sup>2</sup> | 212        | 366         |
| 순공사비              |           |            |          |                |          |                |            | 3,384       |
| 부대공 (순공사비 10% 이상) |           |            |          |                |          |                |            | 338         |
| 제경비 (순공사비 50% 이상) |           |            |          |                |          |                |            | 1,692       |
| 총공사비 (순공사비+제경비)   |           |            |          |                |          |                |            | ≒ 5,400     |

\*주) 보수물량은 손상물량의 할증 15%적용 = 위험할증15%

## 나. 2순위 개략공사비

| 부 재               | 손상 내용        | 보수방안       | 손상<br>물량 | 단위             | 보수<br>물량 | 단위             | 단가<br>(천원) | 공사비<br>(천원) |
|-------------------|--------------|------------|----------|----------------|----------|----------------|------------|-------------|
| 교면포장              | 아스콘 균열       | 아스콘 패칭     | 4        | m              | 4.60     | m              | 60         | 276         |
|                   | 아스콘함몰,패임     | 아스콘 패칭     | 1.2      | m <sup>2</sup> | 1.38     | m <sup>2</sup> | 60         | 83          |
| 방호벽               | 방호벽 균열       | 표면처리       | 63.6     | m              | 18.29    | m <sup>2</sup> | 32         | 585         |
| 신축이음              | 후타재균열        | 표면처리       | 16.25    | m              | 4.67     | m <sup>2</sup> | 32         | 150         |
|                   | 망상균열         | 표면처리       | 0.7      | m <sup>2</sup> | 0.81     | m <sup>2</sup> | 32         | 26          |
|                   | 토사퇴적         | 정비(청소)     | 5.5      | m <sup>2</sup> | 6.33     | m <sup>2</sup> | 10         | 63          |
| 바닥판<br>하면         | cw=0.3mm미만균열 | 표면처리       | 16.5     | m              | 4.74     | m <sup>2</sup> | 32         | 152         |
|                   | 망상균열         | 표면처리       | 0.2      | m <sup>2</sup> | 0.23     | m <sup>2</sup> | 32         | 7           |
|                   | 백태           | 표면처리       | 0.3      | m <sup>2</sup> | 0.35     | m <sup>2</sup> | 32         | 11          |
| 거더내부              | 도장불량         | 재도장        | 1.49     | m <sup>2</sup> | 1.71     | m <sup>2</sup> | 77         | 132         |
| 거더외부              | 굽힘           | 재도장        | 7.15     | m <sup>2</sup> | 8.22     | m <sup>2</sup> | 77         | 633         |
|                   | 도장탈락         | 재도장        | 0.06     | m <sup>2</sup> | 0.07     | m <sup>2</sup> | 77         | 5           |
|                   | 부식           | 재도장        | 0.02     | m <sup>2</sup> | 0.02     | m <sup>2</sup> | 77         | 2           |
|                   | 높이 제한장치      | 설치         | 1        | ea             | 1.15     | ea             | 식          | 2,000       |
| 받침장치              | 균열cw=0.3mm미만 | 표면처리       | 2.4      | m <sup>2</sup> | 0.69     | m <sup>2</sup> | 32         | 22          |
|                   | PLATE 부식     | 재도장        | 1        | 개소             | 1.15     | m <sup>2</sup> | 77         | 89          |
| 교대/교각             | 미세 균열        | 표면처리       | 25.5     | m              | 7.33     | m <sup>2</sup> | 32         | 235         |
|                   | 망상균열         | 표면처리       | 2.25     | m <sup>2</sup> | 2.59     | m <sup>2</sup> | 32         | 83          |
|                   | 파손           | 단면보수(t=10) | 0.01     | m <sup>2</sup> | 0.01     | m <sup>2</sup> | 150        | 2           |
| 순공사비              |              |            |          |                |          |                |            | 4,555       |
| 제경비 (순공사비 10% 이상) |              |            |          |                |          |                |            | 456         |
| 제경비 (순공사비 50% 이상) |              |            |          |                |          |                |            | 2,278       |
| 총공사비 (순공사비+제경비)   |              |            |          |                |          |                |            | ≒ 7,200     |

\*주) 보수물량은 손상물량의 할증 15%적용 = 위험할증15%

- 균열(표면처리) = 손상물량 × 1.15 × 0.25

## 다. 3순위 개략공사비

| 부 재               | 손상 내용         | 보수방안   | 손상<br>물량 | 단위             | 보수<br>물량 | 단위             | 단가<br>(천원) | 공사비<br>(천원) |
|-------------------|---------------|--------|----------|----------------|----------|----------------|------------|-------------|
| 교면포장              | 델리네이터 파손      | 정비(교체) | 3        | ea             | 3.00     | ea             | 80         | 240         |
|                   | 차광판파손         | 정비(교체) | 2        | ea             | 2.00     | ea             | 80         | 160         |
| 방호벽               | 배수구막힘         | 정비(청소) | 7        | ea             | 7.00     | ea             | 10         | 70          |
|                   | 배수관길이부족       | 지속적관찰  | 1        | ea             | 1.00     | ea             | -          | -           |
| 신축이음              | Deck plate 부식 | 채도장    | 0.3      | m <sup>2</sup> | 0.35     | m <sup>2</sup> | 77         | 27          |
| 거더내부              | 이물질퇴적         | 정비(청소) | 33.5     | m <sup>2</sup> | 38.53    | m <sup>2</sup> | 10         | 385         |
|                   | 우수유입흔적        | 정비(청소) | 51       | ea             | 5.87     | m <sup>2</sup> | 10         | 59          |
| 교대/교각             | 누수흔적          | 정비(청소) | 3        | m <sup>2</sup> | 3.45     | m <sup>2</sup> | 10         | 35          |
| 순공사비              |               |        | 975      |                |          |                |            |             |
| 제경비 (순공사비 10% 이상) |               |        | 97       |                |          |                |            |             |
| 제경비 (순공사비 50% 이상) |               |        | 487      |                |          |                |            |             |
| 총공사비 (순공사비+제경비)   |               |        | ≒ 1,500  |                |          |                |            |             |

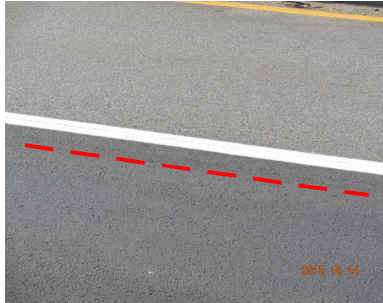
\*주) 보수물량은 손상물량의 할증 15%적용 = 위험할증15%

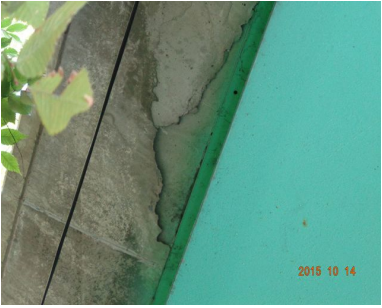
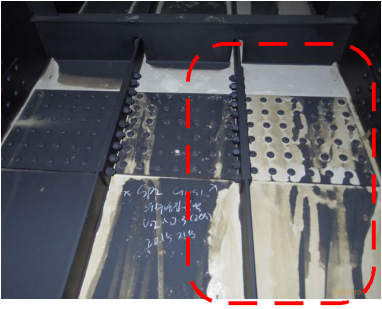
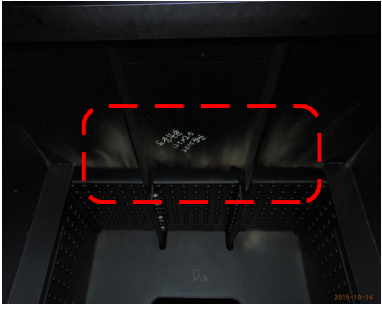
## 3.8.3 유지관리 방안

## 가. 점검 주기 및 주요 조사내용

| 점검 종류 | 점검 주기       | 주요 조사항목                                                                                        | 범위              |
|-------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 정기점검  | 반기1회        | · 세심한 육안검사 수준의 점검<br>· 중대한 결함의 가능성 발견                                                          | 테스트 해머<br>분필 등  |
| 정밀점검  | 2년 1회<br>이상 | · 육안검사와 간단한 측정, 시험장비를 이용하여<br>이전에 기록된 상태로부터의 변화를 확인하고<br>사용요건 만족 여부 판단<br>· 상태평가등급결정 및 안전등급 지정 | 점검 및<br>주변현지 답사 |
| 긴급점검  | 필요시         | · 손상점검과 특별점검으로 구분하여 재해나 사고<br>에 의해 비롯된 구조적 손상을 긴급하게 점검함                                        | 점검이 필요한<br>구간   |

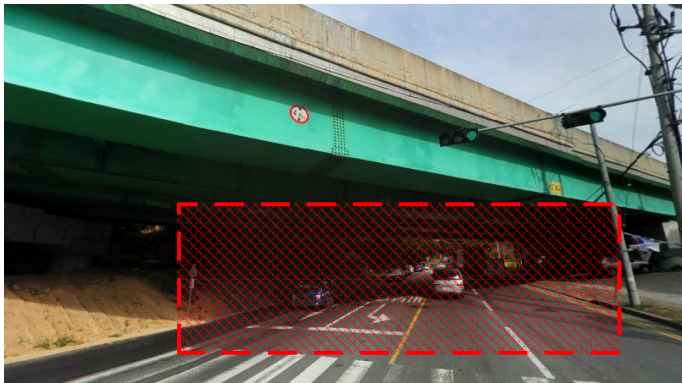
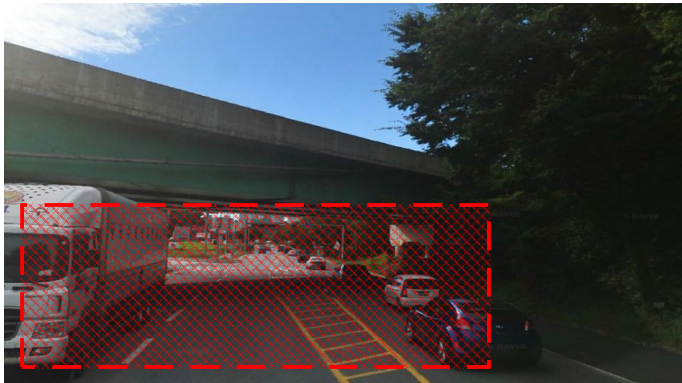
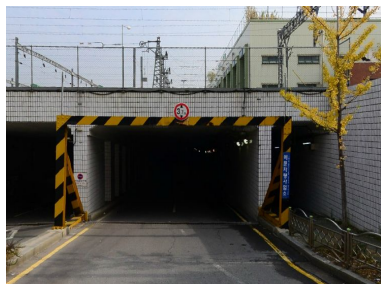
## 나. 유지관리시 점검항목

| 구 분      | 주요 손상내용                                                                                  | 점검 내용 및 현황 사진                                                                                                                                                                                                   |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 교면<br>포장 | <ul style="list-style-type: none"> <li>아스콘 균열</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>기 발생된 손상부 손상 진전 여부 확인</li> </ul>                                                                                                                                         |
|          |                                                                                          |  <p>(아스콘 균열)</p>                                                                                                              |
| 난간<br>연석 | <ul style="list-style-type: none"> <li>균열, 망상균열</li> <li>철근노출</li> <li>박리, 박락</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>기 발생된 손상부 손상 진전 여부 확인</li> <li>균열부 및 단면손상부 손상 진전 및 신규 발생 여부 확인</li> </ul>                                                                                                |
|          |                                                                                          |  <p>(박락)</p>  <p>(재균열)</p>                |
| 배수<br>시설 | <ul style="list-style-type: none"> <li>배수구 막힘</li> <li>배수관 길이부족</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>상부 이물질퇴적에 의한 체수(차량 주행성 확보)발생 여부 확인</li> <li>배수관 파손에 의한 구조물 열화 여부 확인</li> </ul>                                                                                           |
|          |                                                                                          |  <p>(하부 배수관 파손)</p>  <p>(상부 배수구 막힘)</p> |

| 구 분       | 주요 손상내용                                                                               | 점검 내용 및 현황 사진                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 신축<br>이음  | <ul style="list-style-type: none"> <li>후타재 균열</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>본체 및 후타재 손상에 의한 차량 주행성 확보 여부 확인</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                    |
|           |                                                                                       |  <p>(후타재 균열)</p>                                                                                                                                                                                                   |
| 바닥판<br>하면 | <ul style="list-style-type: none"> <li>균열</li> <li>박락</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>기 발생된 손상부 손상 진전 여부 확인</li> <li>균열부 및 단면손상부 손상 진전 여부 확인</li> <li>상부(교면,보도부) 손상에 따른 누수/백태 발생 여부 확인</li> </ul>                                                                                                                                                   |
|           |                                                                                       | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div>  <p>(콘크리트박락)</p> </div> <div>  <p>(균열)</p> </div> </div>   |
| 거더        | <ul style="list-style-type: none"> <li>도장손상</li> <li>이물질퇴적</li> <li>우수유입흔적</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>기 발생된 손상부 손상 진전 여부 확인</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                              |
|           |                                                                                       | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div>  <p>(우수유입흔적)</p> </div> <div>  <p>(도장불량)</p> </div> </div> |

| 구 분      | 주요 손상내용                                                                                                        | 점검 내용 및 현황 사진                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 받침<br>장치 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 받침 부식</li> <li>• 받침 몰탈 균열</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 과도한 변형, 부풀음 및 갈라짐 발생 여부 확인</li> <li>• 받침 이동 상태 및 연단 확보 여부 확인</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                             |
|          |                                                                                                                | <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <p>(받침 파손)</p> <p>(받침 몰탈 균열)</p> </div> |
| 교대<br>교각 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 균열, 균열/백태</li> <li>• 철근노출</li> <li>• 박리/박락</li> <li>• 누수흔적</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 균열 및 단면손상부 손상 진전 여부 확인</li> <li>• 신축이음 하부 누수에 의한 열화 발생 여부 확인</li> <li>• 유속에 의한 침식 발생 여부 및 정도 확인</li> </ul>                                                                                                                                                                                          |
|          |                                                                                                                | <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <p>(파손)</p> <p>(망상균열)</p> </div>      |

다. 제안사항

| 하부사진                                                                                                 |                                                                                     |                                  |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>목천IC<br/>방향</div>                                                                               |   |                                  |                                                                                       |
| <div>신계리<br/>방향</div>                                                                                |  |                                  |                                                                                       |
| <div>하부에 시도(충절로)가 지나고 있으며, 도로에서 거터까지의 거리가 4.8m로 조사되었다. 하부 중차량 통행이 잦아 높이제한 표지판, 제한봉 등의 설치가 필요하다</div> |                                                                                     |                                  |                                                                                       |
| 높이제한 장치 종류                                                                                           |                                                                                     |                                  |                                                                                       |
| <div>제한봉+표지판<br/>(추천안)</div>                                                                         |  | <div>높이제한 구조물<br/>(H빔+표지판)</div> |  |
| <div>높이제한<br/>구조물<br/>(봉+LED표지판)</div>                                                               |  | -                                | -                                                                                     |

### 3.9 종합결론

신계1교는 2004년 준공 후 지금까지 약 11년 동안 공용중인 구조물로써, 주요 손상으로는 바닥판하면의 망상균열, 백태, 주거더 도장손상, 하부구조 균열 등이 확인되었으며, 구조적인 손상은 없는 것으로 조사되었다.

금회 외관조사 및 내구성조사 결과를 기초한 상태평가의 B등급과 안전성평가 A등급으로 종합평가는 “본 시설물은 현재 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 안전등급 B등급”으로 지정됨. 손상에 대한 보수 및 유지관리가 지속된다면 시설물의 기능을 유지하는데 문제가 없을 것으로 판단됨

신계1교는 활하중 작용 등 외력에 의한 구조적 결함이나 손상이 없는 상태로서 국부적으로 발생한 손상·결함부에 대해 보수를 시행하면 사용재료의 건전성, 구조물의 기능성과 안전성을 더욱 확보할 수 있으므로 현재는 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한 등의 필요성이 없으며 향후 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”에 의한 정기점검, 정밀점검 등의 시행과 동절기와 해빙기를 전·후하여 특별점검 시행 등 지속적 유지관리를 행하면 설계시 의도한 내구연한을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.