

# 연호고가교 정밀안전진단 과업요약문

## 1. 과업의 목적

본 용역은 『시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법』 제12조 및 동법 시행령 제10조에 따라 정기적으로 실시하는 정밀안전진단으로써, 정밀한 외관조사와 시험·측정장비 및 기기를 사용하여 시설물의 물리적·기능적 결함을 발견하고 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 하기 위하여 구조적 안전성 및 결함의 원인 등을 검토·분석·평가하여 적절한 보수·보강방법을 제시함으로써 재해 및 재난을 예방하며, 시설물의 안전성 및 사용성을 보완·보전케 함으로써 시설물의 효용성을 증진시킴과 더불어 과학적 유지관리를 체계화 하는데 그 목적이 있다.

## 2. 과업수행 내용

| 과업항목           | 과업 내용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 자료수집 및 분석      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 준공도면, 구조계산서, 특별시방서</li> <li>• 실시설계 종합보고서</li> <li>• 지반조사 보고서</li> <li>• 시설물관리대장</li> <li>• 기존 안전점검·정밀안전진단 실시결과 검토·분석</li> <li>• 보수·보강이력 검토·분석</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 현장조사 및 시험      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 교량의 제원 및 시공상태 조사</li> <li>• 전체부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 콘크리트 구조물 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등</li> <li>- 강재 구조물 : 균열, 도장상태, 부식 및 접합(연결부) 상태 등</li> <li>- 신축이음, 교량받침 등 기능상태 조사</li> </ul> </li> <li>• 현장재료시험 등               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 콘크리트 시험 : 비파괴강도(반발경도시험, 초음파전달 속도시험 등), 철근탐사 시험, 탄산화 깊이측정, 균열깊이 측정, 염화물함유량 시험(제설재에 의한 손상부 건전도 평가)</li> <li>- 강재 시험 : 강재 비파괴시험(도막두께 조사, 초음파 탐상시험) 등</li> </ul> </li> </ul> |
| 상태평가           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 외관조사 결과분석</li> <li>• 현장시험 및 재료시험 결과분석</li> <li>• 콘크리트 및 강재 등의 내구성 평가</li> <li>• 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 소견</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 안전성평가 및 내진성능평가 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 조사, 시험, 측정결과의 분석</li> <li>• 기존의 구조계산서 또는 안전성평가 자료 검토·분석</li> <li>• 내하력 및 구조 안전성평가</li> <li>• 내진성능평가</li> <li>• 시설물의 안전성평가 및 내진성능평가 결과에 대한 소견</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 종합평가           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 시설물의 종합평가 결과에 대한 소견</li> <li>• 안전등급 지정</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 보수·보강 방법       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 보수·보강 방법 제시</li> <li>• 시설물 유지관리 방안 제시</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 보고서 작성         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 관리주체 협의(자문위원회 심의 등)</li> <li>• CAD 도면 작성 및 보고서 작성</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

### 3. 과업수행 기간

2020.03.24 ~ 2020.12.18 (270일간)

### 4. 자료수집 및 분석

#### 1) 주요 점검 및 진단 이력사항

| 번호 | 구분             | 일시         | 결과  | 수행기관         |
|----|----------------|------------|-----|--------------|
| 1  | 정밀안전점검         | 2003.04.25 | A등급 | (주)한국건설안전기술단 |
| 2  | 정밀안전점검         | 2005.07.05 | A등급 | (주)혜성안전기술원   |
| 3  | 정밀안전점검         | 2007.05.31 | A등급 | 부계기술단(주)     |
| 4  | 정밀안전점검         | 2009.06.30 | A등급 | (주)동화엔지니어링   |
| 5  | 정밀안전진단<br>(하자) | 2012.06.30 | B등급 | (주)아워브레인     |
| 6  | 정밀안전점검         | 2014.04.05 | B등급 | (주)삼우기술      |
| 7  | 정밀안전점검         | 2016.04.03 | B등급 | (주)우림종합엔지니어링 |
| 8  | 정밀안전진단         | 2017.06.09 | B등급 | (주)우림종합엔지니어링 |
| 9  | 정밀안전점검         | 2019.06.09 | B등급 | (주)명성엔지니어링   |
| 10 | 정밀안전점검         | 2021.06.09 | B등급 | 주식회사 다인기술단   |

#### 2) 보수·보강 이력사항

| 구분 | 일자        | 내용                                                                                | 비고       |
|----|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1  | 2011년 03월 | 교면포장 재포장(오버레이 등, 227300천원)                                                        | (주)협우건설  |
| 2  | 2012년 12월 | 연호고가교 아래 배수로 보수공사(40,760천원)                                                       | (주)삼우케미칼 |
| 3  | 2013년 05월 | 중분대 및 난간 콘크리트 중성화 방지공사(125,000천원)                                                 | (주)일송테크  |
| 4  | 2015년 11월 | 거더 도장공사(840,718천원)                                                                | (주)합동건설  |
| 5  | 2016년 04월 | 교면포장 재포장(절삭후 재포장, 10,000천원)                                                       | 대익건설(주)  |
| 6  | 2017년 07월 | 신축이음 교체(A1 : 팽거조인트, A2 : 저소음 내진형) (231,375천원)                                     | (주)새움씨앤씨 |
| 7  | 2018년 05월 | 중조인트부 유도배수관 탈락 및 변형으로 인한 재설치(S7~S8)(9,680천원)                                      | (주)천수    |
| 8  | 2018년 12월 | 포장 절삭, 교면방수(BAS 교량복합방수공법) 후 아스콘포장 및 시설물 설치(441,334천원)                             | (주)대남건설  |
| 9  | 2019년 09월 | 거더외부, 교량받침, 바닥판, 교대, 교각 균열 표면처리, 단면보수, 재도장 등(11,545천원)                            | (주)천수    |
| 10 | 2020년 08월 | 방호벽 균열 백태 표면처리, 중분대 단면파손 보수, 배수관 길이부족 연장, 바닥판 백태 표면처리, 거더 외부 도장박리 재도장 등(14,916천원) | (주)천수    |

## 3) 자료분석 결과요약

| 구 분               | 수집 자료                                                                                                                                                                                | 자료분석 결과                                                                                                                                                                                  | 진단과업 진행방향                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 건 설<br>관 련<br>자 료 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 대구광역시 4차 순환도로 (고산국도~안심국도)건설 실시설계               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 구조 및 수리계산서</li> <li>- 구조물도 등</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 구조계산서 및 구조물도는 당시 설계기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨</li> <li>◇ 설계도면과 실측 제원 비교시 주요 부재에 대하여 전반적으로 동일함</li> </ul>                                               |                                                                                                                                                                                                                                         |
| 유 지<br>관 리<br>자 료 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 정밀안전점검 및 정밀안전진단 보고서</li> </ul>                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 공사중 및 준공후 20년간 공용하면서 안전성에 문제가 없는 양호한 상태로 검토됨</li> <li>◇ 2018년 전구간 재포장, 유도배수관 재설치 등의 보수가 실시되었음</li> <li>◇ 일부 기발생된 손상에 대하여 보수가 필요한 상태임</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 2018년 전구간 재포장 실시되었으므로 보수이후 신규손상 발생 여부에 대한 검토가 필요함</li> <li>◇ 유도배수관 재설치이후 신규손상 발생에 대한 검토가 필요함</li> <li>◇ 구조계산서 등을 검토한 결과 내진설계가 적용된 것으로 확인되었으나 준공후 내진성능평가가 미 실시되어 급회 내진성능평가를 수행하여야 함.</li> </ul> |
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 보수·보강 이력</li> </ul>                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 보수 및 보강 이력은 관리주체에 제공받아 검토하였으며 대체로 내구성 저하방지를 위한 보수가 실시됨</li> </ul>                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                         |

## 5. 외관조사

| 구분   |    | 주요 결함 및 외관조사 결과                                                                                                            | 검토 의견                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 거더   | 외부 | <ul style="list-style-type: none"> <li>강재 거더 외부는 기 발생한 박리에 대한 보수가 일부 실시되었으며, 국부적인 도장박리 등이 일부 발생한 상태이다.</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>도장박리 - 약 20년의 공용기간중 외기노출 및 경년열화에 의해 발생한 것으로 판단되며, 내구성 확보 및 도장손상에 따른 부식을 방지하기 위한 도장보수를 실시하는 것이 필요하다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|      | 내부 | <ul style="list-style-type: none"> <li>강재 거더 내부는 도장들뜸 및 박락, 표면오염, 볼트부식, 실링처리미흡, 점검등 덮개탈락, 파손, 불량, 기공 등이 조사되었다.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>도장들뜸, 박락 - 공용기간 경과, 우수유입, 보수미흡, 시공미흡 등에 의한 손상으로 내구성 확보 차원의 도장보수가 필요하며, 보수시 기존 도장 제거, 도로 품질관리 등을 통하여 재손상 발생을 방지하여야 한다.</li> <li>표면오염 - 현장 이음부 틈을 통해서 유입된 누수흔적으로 판단되며, 우천시 우수유입에 따른 2차손상 발생 우려가 있으므로 현장 이음부 실란트 충전을 통한 보수가 필요하다.</li> <li>실링처리미흡 - 우수유입 방지를 위한 실란트 충전이 요구된다.</li> <li>점검등 덮개탈락, 파손, 불량 - 시공미흡 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 정비를 통한 유지관리가 필요하다.</li> <li>기공 - 시공미흡 등에 의한 것으로 손상의 정도가 경미하므로 주의관찰이 요구된다.</li> </ul>                               |
| 2차부재 |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>가로보는 전반적으로 양호하나 이물질 퇴적(조류서식)이 1개소 조사되었다.</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>이물질퇴적(조류서식) - 정비를 통한 보수가 필요하며, 기 손상외에 전반적으로 양호한 것으로 확인되었다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 바닥판  |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>데크플레이트 구간은 전반적으로 양호한 상태이며, 캔틸레러부에 균열(0.3mm 미만), 백태, 박리, 종조인트부 누수가 조사되었다.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>균열(0.3mm미만) - 대체로 초기 건조수축에 의해 발생한 방향성이 없는 표면균열로 판단되며, 비구조적인 손상이나 우수유입, 온도변화 등에 의해 손상이 진전될 우려가 있으므로 내구성 확보 차원에서 표면처리 보수를 실시하는 것이 필요하다.</li> <li>백태 - 손상부를 통한 우수유입, 수분접촉, 종조인트 누수 등의 원인에 의해 발생한 것으로 판단되며, 표면처리를 통해 구조물의 내구성 저하를 방지하는 것이 바람직하다.</li> <li>박리 - 시공시 다짐불량, 외부충격, 우수유입, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도는 경미하나 내구성 확보차원의 보수를 실시하는 것이 필요하다.</li> <li>종조인트 누수 - 종조인트부로 침투된 노면수 등에 의한 것으로 판단되며, 손상에 대한 주의관찰을 실시하고 누수에 대한 대책 수립이 요구된다.</li> </ul> |

| 구분   | 주요 결함 및 외관조사 결과                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 검토 의견                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 하부구조 | <ul style="list-style-type: none"> <li>기 발생한 교각 코핑부 파손에 대한 보수가 실시되었으며, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 파손, 누수흔적, 표면오염(녹물) 등이 조사되었다.</li> </ul>                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>균열(0.3mm미만), 망상균열 - 건조수축 및 구속응력, 온도변화 등에 의해 발생된 것으로 판단되며, 장기간 우수 및 외기에 의한 수분접촉시 표면열화에 따른 박리 또는 내부 철근의 부식 팽창 등에 의해 박락이 발생할 수 있으므로 내구성 확보를 위한 보수를 실시하는 것이 필요하다.</li> <li>백태 - 신축이음부 우수유입, 외기노출, 온도변화 등에 의해 발생된 것으로 판단되며, 표면처리를 통해 구조물의 내구성 저하를 방지하는 것이 바람직하다.</li> <li>표면오염(녹물), 누수흔적 - 신축이음부 우수유입, 외기노출 등에 의한 것으로 판단되며, 진전여부에 대한 주의관찰을 실시하는 것이 요구된다. 보수시 신축이음부와 연계된 보수가 필요하다.</li> <li>파손 - 시공미흡, 우수유입, 온도변화 등에 의한 것으로 내구성 확보 차원의 단면보수가 필요하다.</li> </ul> |
| 교량받침 | <ul style="list-style-type: none"> <li>전반적인 가동상태는 양호하며 외관조사 결과, 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)에 대한 보수가 일부 실시되었으며, 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 플레이트 도장박리 등이 조사되었다.</li> <li>교대 및 교각의 교량받침 연단거리는 설계기준을 만족하고 연단거리 부족으로 인한 이상 징후가 발견되지 않는 양호한 상태임.</li> <li>받침장치 가동 여유량 검토 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 가동여유량을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>균열(0.3mm미만) - 건조수축 및 온도변화 등에 의해 발생된 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리를 실시하는 것이 필요하고, 보수시 표면정리, 적합한 보수재 사용 등에 대해 주의를 기울여야 한다.</li> <li>도장박리 - 시공미흡, 우수유입, 외기노출, 공용기간 경과 등에 의해 발생한 손상으로 장기적인 내구성 확보를 위하여 도장보수가 필요하다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                   |
| 신축이음 | <ul style="list-style-type: none"> <li>본체는 전반적으로 작동상태는 양호하며, 차수관 손상(차수커버 볼트탈락, 철판절단)에 대한 보수가 실시되었으며, 후타재 균열(0.3mm미만), 파손, 신축이음 하부 흡음재 탈락, 접속부 포장균열, 이격이 조사되었다.</li> <li>신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.</li> </ul>                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>후타재 균열(0.3mm미만), 파손 - 건조수축, 차량의 반복적인 윤하중, 온도변화, 공용기간 경과에 의한 것으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하므로 보수보다는 주의관찰을 실시하고, 추후 손상의 증가 및 확대시 일괄보수를 실시하는 것이 요구된다.</li> <li>흡음재 탈락 - 시공미흡 등에 의해 발생된 것으로 차량 통행시 소음 등의 영향이 크지않은 바 주의관찰이 요구된다.</li> <li>접속부 포장균열, 이격 - 차량의 반복적인 윤하중, 다짐미흡, 시공미흡 등에 의해 발생된 것으로 판단되며, 주행성에 영향이 없는 상태로 주의관찰 후 보수시기를 결정하는 것이 바람직하다.</li> </ul>                                                                                                          |

| 구분           | 주요 결함 및 외관조사 결과                                                                                                                                             | 검토 의견                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 교면포장         | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 재포장된 이후 차량 주행성저하, 침하, 변형 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.</li> </ul>                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 현재 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며, 향후 공용기간 경과, 차량의 윤하중, 온도변화, 우수유입 등에 의해 신규 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 배수시설         | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 배수구 막힘, 퇴적, 배수관 및 고정철물 손상 등의 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.</li> </ul>                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 현재 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며, 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 난간, 연석       | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 기 발생한 균열(0.3mm미만), 파손, 보수부 들뜸, 텔리네이터 파손에 대한 보수가 일부 실시되었으며, 금회 미보수 및 추가된 균열(0.3mm미만)이 조사되었다.</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 균열(0.3mm미만) - 건조수축 및 구속응력, 온도변화, 수화열 등에 의해 발생된 것으로 내구성 및 미관 확보 차원의 보수를 실시하는 것이 요구되며, 보수시 철저한 시공관리를 통해 재손상이 발생하지 않도록 하는 것이 필요하다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                    |
| 교량 점검시설      | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 연호고가교의 점검시설은 미설치된 상태이다.</li> </ul>                                                                                 | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 램프구간 포장      | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 기 발생한 포트홀에 대한 보수가 실시되었으며, 미 보수 및 추가 조사된 아스콘 균열, 파손, 포트홀이 조사되었다.</li> </ul>                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 아스콘 균열, 파손, 포트홀 - 차량의 반복적인 윤하중, 공용기간 경과, 시공 초기 다짐불량, 배합불량, 시공미흡 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 조사된 손상은 차량통행에 중대한 영향을 미치는 손상이 아닌 바 지속적인 주의관찰을 실시하고 향후 손상의 진전시 보수대책 수립이 요구된다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                  |
| 램프구간 난간 및 연석 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 기 발생한 균열, 파손, 보수부들뜸, 박리에 대한 보수가 실시되었으며, 미 보수 및 추가 조사된 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열, 파손, 재료분리, 철근노출, 단차가 조사되었다.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열 - 건조수축 및 구속응력, 온도변화, 수화열 등에 의해 발생된 것으로 내구성 및 미관 확보 차원의 표면보수, 주입보수를 실시하는 것이 요구되며, 보수시 철저한 시공관리를 통해 재손상이 발생하지 않도록 하는 것이 필요하다.</li> <li>▪ 파손, 재료분리, 철근노출 - 차량 충격, 다짐미흡, 시공미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 및 미관확보를 위해 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.</li> <li>▪ 단차 - 시공초기 옹벽 시공 이후 잔류침하에 의한 손상으로 추정되며, 현재 균열모니터를 통해 유지관리중인 것으로 확인되고, 진전여부에 대한 지속적인 계측 및 주의관찰이 요구된다.</li> </ul> |
| 하중조사         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 본 교량에 대한 준공도면과 현재 부재의 상태를 확인한 결과, 준공도면과 일치하는 것으로 확인되었다.</li> </ul>                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

## 6. 내구성 조사

| 시험명                    | 시험부위                   |          | 시험 결과                    |         | 검토 의견                                                                    |                                                                                             |
|------------------------|------------------------|----------|--------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 비파괴 강도 (MPa)           | 보정 코어강도                |          | 상부 24.3,<br>하부 36.7~36.8 |         | 설계기준 대비 상부구조는 105.9~118.5%, 하부구조는 101.9~108.5%로 콘크리트 강도에는 문제가 없는 것으로 판단됨 |                                                                                             |
|                        | 보정계수의 결정               |          | 반발경도법(1.0506)            |         |                                                                          |                                                                                             |
|                        | 상부구조<br>(설계기준 : 27MPa) |          | 28.6~32.0                |         |                                                                          |                                                                                             |
|                        | 하부구조<br>(설계기준 : 24MPa) |          | 27.5~29.3                |         |                                                                          |                                                                                             |
| 탄산화 깊이 (mm)            | 상부구조                   | 진행깊이     | 9.0~12.0                 |         | 실측 피복두께 대비 탄산화 잔여 깊이가 30mm 이상으로 측정되어 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 없는 'a'등급으로 평가됨 |                                                                                             |
|                        |                        | 잔여깊이     | 30.0~33.0                |         |                                                                          |                                                                                             |
|                        | 하부구조                   | 진행깊이     | 10.0~12.0                |         |                                                                          |                                                                                             |
|                        |                        | 잔여깊이     | 75.0~84.5                |         |                                                                          |                                                                                             |
| 철근탐사 (배근간격/ 피복두께) (mm) | 상부 구조                  | 바닥판      | 주근                       | 117~259 | 41~52                                                                    | 배근간격은 대체로 설계값과 일치하는 양호한 상태로 측정되었으며, 피복두께는 대체로 설계값을 만족하고 있으나 일부 구간의 경우 실측 피복이 다소 부족한 것으로 조사됨 |
|                        |                        |          | 배력근                      | 100~118 | 44~57                                                                    |                                                                                             |
|                        | 하부 구조                  | 교대       | 수직철근                     | 127~128 | 55~56                                                                    |                                                                                             |
|                        |                        |          | 수평철근                     | 250     | 52~86                                                                    |                                                                                             |
|                        |                        | 교각 (기둥)  | 수직철근                     | 134~143 | 117~119                                                                  |                                                                                             |
|                        |                        |          | 수평철근                     | 150~307 | 84~119                                                                   |                                                                                             |
|                        |                        | 교각 (코핑)  | 수직철근                     | 182~217 | 86~101                                                                   |                                                                                             |
|                        |                        |          | 수평철근                     | 243~300 | 89~100                                                                   |                                                                                             |
| 염화물 함유량시험 (kg/m³)      | 상부구조                   |          | 0.0226~0.0339            |         | 'a'등급으로 평가되어 염화물에 의한 철근 부식이 발생할 우려가 없는 것으로 판단됨                           |                                                                                             |
|                        | 하부구조                   |          | 0.0339                   |         |                                                                          |                                                                                             |
| 균열깊이 측정                | 상부구조                   | Cw=0.1mm | 14.1                     |         | 실측 피복두께 초과하지 않음                                                          |                                                                                             |
|                        | 하부구조                   | Cw=0.2mm | 17.2                     |         |                                                                          |                                                                                             |
| 초음파 탐상시험               | 거더 내부                  |          | 96개소 양호                  |         | 판정기준에 의거 불합격 결함은 조사되지 않았음                                                |                                                                                             |
| 도막두께 측정 (μm)           | 거더 내부                  |          | 175~209                  |         | 전반적으로 기준 이상의 두께를 확보하고 있는 상태임                                             |                                                                                             |
|                        | 거더 외부                  |          | 194~303                  |         |                                                                          |                                                                                             |

## 7. 상태평가

| 개별교량명 : 연호고가교 |     |       |       |          |       |       |          |          |          |          |       |       |            |            |            |            |
|---------------|-----|-------|-------|----------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|-------|-------|------------|------------|------------|------------|
| 부재의 분류        |     | 상부구조  |       | 2차<br>부재 | 기타부재  |       |          |          | 지점<br>번호 | 받침       | 하부구조  |       | 내구성요소      |            |            |            |
| 구분            | 형식  | 바닥판   | 거더    | 가로보      | 포장    | 배수    | 난간<br>연석 | 신축<br>이음 |          | 교량<br>받침 | 하부    | 기초    | 탄산화<br>(상) | 탄산화<br>(하) | 염화물<br>(상) | 염화물<br>(하) |
| S1            | STB | a     | b     | a        | a     | a     | b        | b        | A1       | a        | b     | q     | x          | x          | x          | x          |
| S2            | STB | b     | b     | a        | a     | a     | b        | x        | P1       | b        | b     | q     | a          | a          | x          | x          |
| S3            | STB | b     | b     | a        | a     | a     | b        | x        | P2       | b        | b     | q     | a          | a          | x          | a          |
| S4            | STB | b     | b     | a        | a     | a     | b        | x        | P3       | b        | b     | q     | a          | a          | x          | x          |
| S5            | STB | b     | b     | a        | a     | a     | b        | x        | P4       | b        | b     | q     | x          | x          | x          | x          |
| S6            | STB | a     | a     | a        | a     | a     | b        | x        | P5       | b        | b     | q     | a          | a          | a          | x          |
| S7            | STB | b     | b     | a        | a     | a     | b        | x        | P6       | b        | b     | q     | a          | x          | a          | x          |
| S8            | STB | b     | b     | a        | a     | a     | b        | x        | P7       | a        | b     | q     | x          | a          | x          | x          |
|               |     |       |       |          |       |       |          | c        | A2       | b        | b     | q     | x          | x          | x          | x          |
| 평균            |     | 0.18  | 0.19  | 0.10     | 0.10  | 0.10  | 0.20     | 0.30     |          | 0.18     | 0.20  | 0.00  | 0.10       | 0.10       | 0.10       | 0.10       |
| 가중치           |     | 18    | 20    | 5        | 7     | 3     | 2        | 9        |          | 9        | 20    | 0     | 2          | 2          | 2          | 1          |
| (평균×가중치)/가중치합 |     | 0.032 | 0.038 | 0.005    | 0.007 | 0.003 | 0.004    | 0.027    |          | 0.016    | 0.040 | 0.000 | 0.002      | 0.002      | 0.002      | 0.001      |
| 1. 환산결함도 점수 = |     |       |       |          |       |       |          |          |          |          |       |       |            |            | 0.178      |            |
| 2. 상태평가 결과 =  |     |       |       |          |       |       |          |          |          |          |       |       |            |            | B          |            |

## 8. 안전성평가

### 1) 안전성평가 결과

#### ① 강합성거더

| 구 분        |       |    | 허용응력설계법에 의한 안전성평가                                                                                                           | 안전성<br>평가등급 |
|------------|-------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| G1<br>(외측) | 정모멘트부 | 상연 | $SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{155.829}{85.845 + 41.613} = 1.223$          | A           |
|            |       | 하연 | $SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{78.387 + 37.998} = 1.633$              | A           |
|            | 부모멘트부 | 상연 | $SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190.000}{81.695 + 31.710} = 1.675$          | A           |
|            |       | 하연 | $SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{80.463 + 34.898} = 1.647$              | A           |
| G2<br>(내측) | 정모멘트부 | 상연 | $SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{155.829}{84.873 + 42.963} = \mathbf{1.219}$ | A           |
|            |       | 하연 | $SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{77.500 + 39.231} = 1.628$              | A           |
|            | 부모멘트부 | 상연 | $SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{81.090 + 36.071} = 1.622$              | A           |
|            |       | 하연 | $SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{78.264 + 36.681} = 1.653$              | A           |

#### ② 바닥판

| 구분           |                          | 바닥판    | S.F(안전율) | 안전성평가등급 |
|--------------|--------------------------|--------|----------|---------|
| 바닥판<br>캔틸레버부 | 공칭강도 $\phi M_n$ (kN · m) | 122.08 | 1.377    | A       |
|              | 극한강도 $M_u$ (kN · m)      | 88.63  |          |         |
| 바닥판<br>중앙부   | 공칭강도 $\phi M_n$ (kN · m) | 105.88 | 1.346    | A       |
|              | 극한강도 $M_u$ (kN · m)      | 78.66  |          |         |

### 2) 안전성평가 결론

연호고가교 상부구조에 대한 구조검토 결과, 바닥판의 경우 최소안전율이 1.346, 거더에 대한 검토결과 1.219로 안전율이 1.0을 상회하는 것으로 평가되었으며, 내하율에 의한 기본내하력 평가 결과 전구간에서 DB-24 이상을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

## 9. 내진성능 평가

연호고가교에 대한 내진성능 상세평가 결과 교각기둥, 교량받침부, 교각기초부, 지지길이를 평가하였으며 평가 결과, 교각 및 교대의 받침부에서 내진성능이 모두 만족한 것으로 검토되었다. 따라서 추후 보강방안은 필요 없을 것으로 판단된다.

| 구 분                |        | 공급역량   | 소요역량  | 평가  |
|--------------------|--------|--------|-------|-----|
| 교각부 평가(변위성능평가, m)  |        |        |       |     |
| P1                 | 교축방향   | 3.526  | 1.000 | O.K |
|                    | 교축직각방향 | 1.000  | 1.000 | O.K |
| P2                 | 교축방향   | 2.897  | 1.000 | O.K |
|                    | 교축직각방향 | 3.403  | 1.000 | O.K |
| 교각부 평가(전단성능평가, kN) |        |        |       |     |
| P1                 | 교축방향   | 9,357  | 1,751 | O.K |
|                    | 교축직각방향 | 11,501 | 1,273 | O.K |
| P2                 | 교축방향   | 9,021  | 1,812 | O.K |
|                    | 교축직각방향 | 9,565  | 2,233 | O.K |

| 구 분        |                |              | 공급역량   | 소요역량  | 공급/소요 | 평가  |
|------------|----------------|--------------|--------|-------|-------|-----|
| 받침부 평가(kN) |                |              |        |       |       |     |
| A1         | 교축<br>방향       | 받침본체         | 3,084  | 2,494 | 1.237 | O.K |
|            |                | 앵커볼트-앵커강재파괴  | 1,556  | 208   | 7.488 | O.K |
|            |                | 앵커볼트-콘크리트파괴  | 12,073 | 2,494 | 4.841 | O.K |
|            |                | 앵커볼트-프라이아웃파괴 | 1,001  | 208   | 4.817 | O.K |
|            | 교축<br>직각<br>방향 | 받침본체         | 3,084  | 2,057 | 1.499 | O.K |
|            |                | 앵커볼트-앵커강재파괴  | 1,556  | 171   | 9.080 | O.K |
|            |                | 앵커볼트-콘크리트파괴  | 1,063  | 171   | 6.203 | O.K |
|            |                | 앵커볼트-프라이아웃파괴 | 1,001  | 171   | 5.841 | O.K |
| P1         | 교축<br>방향       | 받침본체         | 5,400  | 5,151 | 1.048 | O.K |
|            |                | 앵커볼트-앵커강재파괴  | 3,501  | 429   | 8.158 | O.K |
|            |                | 앵커볼트-콘크리트파괴  | 13,083 | 5,151 | 2.540 | O.K |
|            |                | 앵커볼트-프라이아웃파괴 | 1,386  | 429   | 3.228 | O.K |
|            | 교축<br>직각<br>방향 | 받침본체         | 5,400  | 4,339 | 1.244 | O.K |
|            |                | 앵커볼트-앵커강재파괴  | 3,501  | 362   | 9.683 | O.K |
|            |                | 앵커볼트-콘크리트파괴  | 1,135  | 362   | 3.138 | O.K |
|            |                | 앵커볼트-프라이아웃파괴 | 1,386  | 362   | 3.832 | O.K |
| P4         | 교축<br>방향       | 받침본체         | 5,400  | 4,509 | 1.198 | O.K |
|            |                | 앵커볼트-앵커강재파괴  | 3,501  | 376   | 9.318 | O.K |
|            |                | 앵커볼트-콘크리트파괴  | 13,083 | 4,509 | 2.901 | O.K |
|            |                | 앵커볼트-프라이아웃파괴 | 1,386  | 376   | 3.687 | O.K |
|            | 교축<br>직각<br>방향 | 받침본체         | 5,400  | 4,792 | 1.127 | O.K |
|            |                | 앵커볼트-앵커강재파괴  | 3,501  | 399   | 8.768 | O.K |
|            |                | 앵커볼트-콘크리트파괴  | 1,135  | 399   | 2.842 | O.K |
|            |                | 앵커볼트-프라이아웃파괴 | 1,386  | 399   | 3.470 | O.K |

| 구 분       |             |              |      | 공급역량    | 소요역량   | 공급/소요  | 평가  |
|-----------|-------------|--------------|------|---------|--------|--------|-----|
| 기초부 평가    |             |              |      |         |        |        |     |
| P1        | 안전성<br>검토   | 수평 변위        | 교축   | 15.000  | 0.545  | 27.536 | O.K |
|           |             |              | 교축직각 | 15.000  | 0.174  | 86.428 | O.K |
|           |             | 연 직<br>압축지지력 | 교축   | 4,344.9 | 815.2  | 5.330  | O.K |
|           |             |              | 교축직각 | 4,344.9 | 520.6  | 8.346  | O.K |
|           |             | 연 직<br>인발지지력 | 교축   | 592.8   | 0.0    | —      | O.K |
|           |             |              | 교축직각 | 592.8   | 0.0    | —      | O.K |
|           | 말뚝 응<br>력검토 | 휨인장응력        | 교축   | 210.0   | 52.6   | 3.989  | O.K |
|           |             |              | 교축직각 | 210.0   | 22.2   | 9.478  | O.K |
|           |             | 휨압축응력        | 교축   | 210.0   | 78.1   | 2.687  | O.K |
|           |             |              | 교축직각 | 210.0   | 61.4   | 3.422  | O.K |
|           |             | 휨전단응력        | 교축   | 120.0   | 4.4    | 27.060 | O.K |
|           |             |              | 교축직각 | 120.0   | 3.2    | 37.203 | O.K |
|           | 단면검<br>토    | 휨            | 교축   | 66,552  | 18,169 | 3.663  | O.K |
|           |             |              | 교축직각 | 23,168  | 6,611  | 3.505  | O.K |
|           |             | 전단           | 교축   | 46,385  | 12,328 | 3.763  | O.K |
|           |             |              | 교축직각 | 12,207  | 3,612  | 3.379  | O.K |
| P4        | 안전성<br>검토   | 전도           | 교축   | 2.600   | 1.375  | 1.890  | O.K |
|           |             |              | 교직   | 9.880   | 0.809  | 12.217 | O.K |
|           |             | 지지력          | 교축   | 8.249   | 2.000  | 4.124  | O.K |
|           |             |              | 교직   | 46.179  | 2.000  | 23.089 | O.K |
|           |             | 활동           | 교축   | 5.406   | 1.200  | 4.505  | O.K |
|           |             |              | 교직   | 4.385   | 1.200  | 3.654  | O.K |
|           | 단면검<br>토    | 휨            | 교축   | 69,482  | 27,246 | 2.550  | O.K |
|           |             |              | 교직   | 24,193  | 11,164 | 2.167  | O.K |
|           |             | 전단           | 교축   | 48,402  | 11,897 | 4.069  | O.K |
|           |             |              | 교직   | 12,737  | 7,257  | 1.755  | O.K |
| 받침지지길이 평가 |             |              |      |         |        |        |     |
| A1        |             | 받침지지길이(mm)   |      | 1,485   | 315    | 4.715  | O.K |

## 10. 종합평가 및 안전등급의 지정

### 1) 종합평가 결과

| 구조물명  | 상태평가 결과                                                                                                                                                                                              |    | 안전성평가 결과                |    | 종합평가 결과 |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------|----|---------|
|       | 환산결함도점수                                                                                                                                                                                              | 기준 | S·F                     | 기준 |         |
| 연호고가교 | 0.178                                                                                                                                                                                                | B  | 1.219(거더)<br>1.346(바닥판) | A  | B       |
| 종합평가  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 연호고가교의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 “B”로 평가됨</li> <li>• 안전성평가 결과 양방향 최소 안전율 1.0이상으로 “A”로 평가됨</li> <li>• 상태평가 및 안전성평가 결과를 통한 종합평가 결과 연호고가교는 “B”로 평가됨</li> </ul> |    |                         |    |         |

### 2) 안전등급 지정

연호고가교에 대한 상태평가 및 안전성평가 결과 시설물의 상태는 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 안전등급 “B등급” 으로 평가되었다.

| 구조물명  | 안전등급    |
|-------|---------|
| 연호고가교 | B등급(양호) |

## 11. 보수·보강 및 유지관리 방안

## 1) 부재별 보수·보강 일람표

| 구 분                 |            | 손 상 현 황         | 단 위            | 손상물량  | 개소  | 보수 · 보강방안 | 우선<br>순위 |
|---------------------|------------|-----------------|----------------|-------|-----|-----------|----------|
| 거더외부<br>(STEEL BOX) |            | 도장박리            | m <sup>2</sup> | 4.40  | 57  | 도장보수      | 2        |
| 거더내부<br>(STEEL BOX) |            | 도장들뜸, 박락        | m <sup>2</sup> | 2.78  | 7   | 도장보수      | 2        |
|                     |            | 표면오염            | m <sup>2</sup> | 5.00  | 1   | 실란트충전     | 3        |
|                     |            | 볼트부식            | 개소             | 22    | 22  | 도장보수      | 2        |
|                     |            | 실링처리미흡          | 개소             | 2     | 2   | 실란트충전     | 3        |
|                     |            | 점검등덮개탈락, 파손, 불량 | 개소             | 17    | 17  | 정비        | 3        |
|                     |            | 기공              | 개소             | 1     | 1   | 주의관찰      | -        |
| 가로보                 |            | 이물질퇴적(조류서식)     | 개소             | 1     | 1   | 정비        | 3        |
| 바닥판하면               |            | 균열(0.3mm미만)     | m              | 7.50  | 9   | 표면처리      | 2        |
|                     |            | 백태              | m <sup>2</sup> | 1.66  | 11  | 표면처리      | 2        |
|                     |            | 박리              | m <sup>2</sup> | 0.09  | 9   | 단면보수      | 2        |
|                     |            | 종조인트 누수         | m              | 10.00 | 1   | 주의관찰      | -        |
| 하부<br>구조            | 교대         | 균열(0.3mm미만)     | m              | 4.90  | 4   | 표면처리      | 2        |
|                     |            | 백태              | m <sup>2</sup> | 0.04  | 1   | 표면처리      | 2        |
|                     |            | 누수흔적            | m <sup>2</sup> | 28.4  | 5   | 주의관찰      | -        |
|                     |            | 파손              | m <sup>2</sup> | 1.29  | 2   | 단면보수      | 2        |
|                     | 교각         | 균열(0.3mm미만)     | m              | 56.10 | 47  | 표면처리      | 2        |
|                     |            | 망상균열            | m <sup>2</sup> | 106.0 | 29  | 표면처리      | 2        |
|                     |            | 백태              | m <sup>2</sup> | 0.24  | 12  | 표면처리      | 2        |
|                     |            | 표면오염(녹물)        | m <sup>2</sup> | 5.00  | 1   | 주의관찰      | -        |
| 교량<br>받침            | 받침<br>콘크리트 | 균열(0.3mm미만)     | m              | 7.20  | 27  | 표면처리      | 2        |
|                     | 본체         | 도장박리            | m <sup>2</sup> | 1.97  | 19  | 도장보수      | 2        |
| 신축<br>이음            | 후타재        | 균열(0.3mm미만)     | m              | 21.5  | 67  | 주의관찰      | -        |
|                     |            | 파손              | m <sup>2</sup> | 0.02  | 2   | 주의관찰      | -        |
|                     | 하부,<br>접속부 | 흡음재탈락           | m              | 2.00  | 1   | 주의관찰      | -        |
|                     |            | 접속부 포장균열, 이격    | m              | 10.0  | 1   | 주의관찰      | -        |
| 난간 및 연석             |            | 균열(0.3mm미만)     | m              | 619.4 | 684 | 표면처리      | 2        |
| 램프<br>구간            | 포장         | 아스콘 균열          | m              | 23.60 | 7   | 주의관찰      | -        |
|                     |            | 아스콘 파손          | m <sup>2</sup> | 0.09  | 3   | 주의관찰      | -        |
|                     |            | 포트홀             | m <sup>2</sup> | 0.04  | 1   | 주의관찰      | -        |
|                     | 난간 및<br>연석 | 균열(0.3mm미만)     | m              | 20.00 | 21  | 표면처리      | 2        |
|                     |            | 균열(0.3mm이상)     | m              | 5.80  | 5   | 주입보수      | 2        |
|                     |            | 망상균열            | m <sup>2</sup> | 195.0 | 6   | 표면처리      | 2        |
|                     |            | 파손              | m <sup>2</sup> | 0.28  | 2   | 단면보수      | 2        |
|                     |            | 재료분리            | m <sup>2</sup> | 23.2  | 2   | 단면보수      | 2        |
|                     |            | 철근노출            | m <sup>2</sup> | 0.26  | 3   | 단면보수(방청)  | 2        |
|                     |            | 단차              | 개소             | 1     | 1   | 주의관찰      | -        |

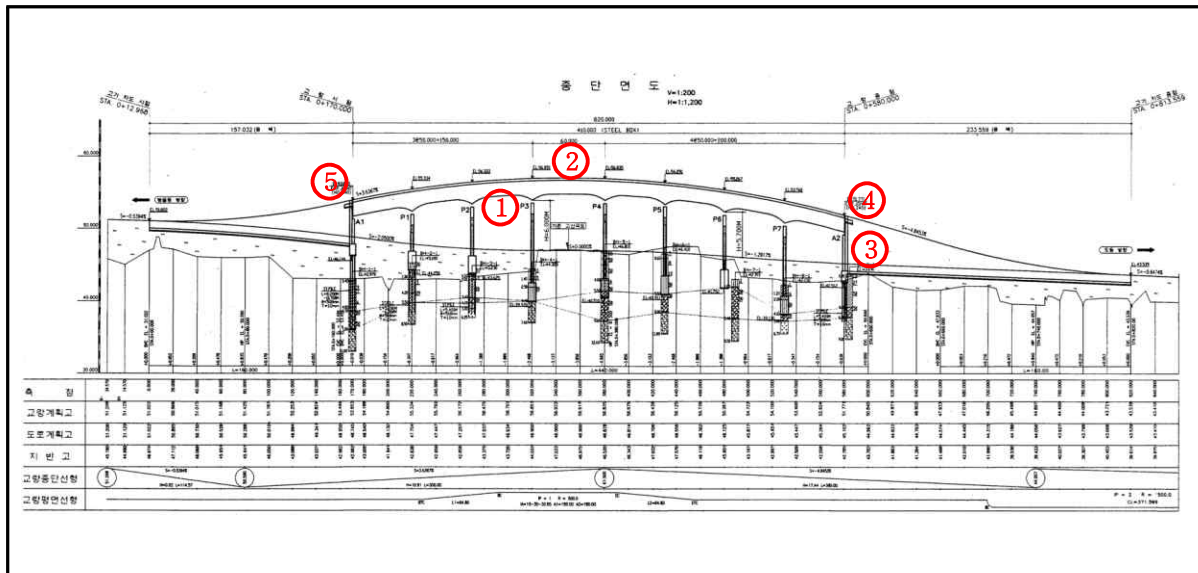
## 2) 보수 · 보강 개략공사비

| 구분                                                                                                |            | 손상내용               | 보수방안     | 손상<br>물량 | 보수<br>물량 | 단위             | 단가<br>(천원) | 개략<br>공사비<br>(천원) | 우선<br>순위 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------|----------|----------|----------|----------------|------------|-------------------|----------|
| 거더외부                                                                                              |            | 도장박리               | 도장보수     | 4.4      | 6.6      | m <sup>2</sup> | 110        | 726               | 2        |
| 거더내부                                                                                              |            | 도장들뜸, 박락           | 도장보수     | 2.78     | 4.17     | m <sup>2</sup> | 110        | 459               | 2        |
|                                                                                                   |            | 표면오염               | 실란트충전    | 5        | 6        | 개소             | 11         | 66                | 3        |
|                                                                                                   |            | 볼트부식               | 도장보수     | 22       | 2.2      | m <sup>2</sup> | 110        | 242               | 2        |
|                                                                                                   |            | 실링처리미흡             | 실란트충전    | 2        | 2        | 개소             | 11         | 22                | 3        |
|                                                                                                   |            | 점검등덮개탈락, 파손,<br>불량 | 정비       | 17       | 17       | 개소             | 32         | 544               | 3        |
| 가로보                                                                                               |            | 이물질퇴적(조류서식)        | 정비       | 1        | 1        | 개소             | 32         | 32                | 3        |
| 바닥판하면                                                                                             |            | 균열(0.3mm미만)        | 표면처리     | 7.5      | 2.81     | m <sup>2</sup> | 75         | 211               | 2        |
|                                                                                                   |            | 백태                 | 표면처리     | 1.66     | 2.49     | m <sup>2</sup> | 75         | 187               | 2        |
|                                                                                                   |            | 박리                 | 단면보수     | 0.09     | 0.14     | m <sup>2</sup> | 250        | 35                | 2        |
| 하<br>부<br>구<br>조                                                                                  | 교대         | 균열(0.3mm미만)        | 표면처리     | 4.9      | 1.84     | m <sup>2</sup> | 70         | 129               | 2        |
|                                                                                                   |            | 백태                 | 표면처리     | 0.04     | 0.06     | m <sup>2</sup> | 70         | 4                 | 2        |
|                                                                                                   |            | 파손                 | 단면보수     | 1.29     | 1.94     | m <sup>2</sup> | 250        | 485               | 2        |
|                                                                                                   | 교각         | 균열(0.3mm미만)        | 표면처리     | 56.1     | 21.04    | m <sup>2</sup> | 70         | 1,473             | 2        |
|                                                                                                   |            | 망상균열               | 표면처리     | 106      | 159      | m <sup>2</sup> | 70         | 11,130            | 2        |
|                                                                                                   |            | 백태                 | 표면처리     | 0.24     | 0.36     | m <sup>2</sup> | 70         | 25                | 2        |
| 교<br>량<br>받<br>침                                                                                  | 받침<br>콘크리트 | 균열(0.3mm미만)        | 표면처리     | 7.2      | 2.7      | m <sup>2</sup> | 70         | 189               | 2        |
|                                                                                                   | 본체         | 도장박리               | 도장보수     | 1.97     | 2.96     | m <sup>2</sup> | 55         | 163               | 2        |
| 난간 및 연석                                                                                           |            | 균열(0.3mm미만)        | 표면처리     | 619.4    | 232.28   | m <sup>2</sup> | 70         | 16,260            | 2        |
| 램<br>프<br>구<br>간                                                                                  | 난간 및<br>연석 | 균열(0.3mm미만)        | 표면처리     | 20       | 7.5      | m <sup>2</sup> | 70         | 525               | 2        |
|                                                                                                   |            | 균열(0.3mm이상)        | 주입보수     | 5.8      | 8.7      | m              | 64         | 557               | 2        |
|                                                                                                   |            | 망상균열               | 표면처리     | 195      | 292.5    | m <sup>2</sup> | 70         | 20,475            | 2        |
|                                                                                                   |            | 파손                 | 단면보수     | 0.28     | 0.42     | m <sup>2</sup> | 300        | 126               | 2        |
|                                                                                                   |            | 재료분리               | 단면보수     | 23.2     | 34.8     | m <sup>2</sup> | 300        | 10,440            | 2        |
|                                                                                                   |            | 철근노출               | 단면보수(방청) | 0.26     | 0.39     | m <sup>2</sup> | 400        | 156               | 2        |
| 순공사비 합계(천원)                                                                                       |            |                    |          |          |          |                | 64,661     |                   |          |
| 제경비(순공사비×50%, 천원)                                                                                 |            |                    |          |          |          |                | 32,331     |                   |          |
| 순위별 공사비<br>(제경비 포함)                                                                               |            |                    | 1순위      |          |          |                | -          |                   |          |
|                                                                                                   |            |                    | 2순위      |          |          |                | 95,996     |                   |          |
|                                                                                                   |            |                    | 3순위      |          |          |                | 996        |                   |          |
| 유지보수 개략공사비 총계                                                                                     |            |                    |          |          |          |                | 96,992     |                   |          |
| ※ 순공사비는 가시설, 접근장비, 교통통제 등 부대비용을 제외한 금액임.                                                          |            |                    |          |          |          |                |            |                   |          |
| ※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였으며 균열(폭 0.3mm 미만)의 표면처리는 손상 길이에 폭(0.25m)을 곱하여 보수 물량을 산출함. |            |                    |          |          |          |                |            |                   |          |

## 3) 유지관리 방안

| 구 분        |          | 점 검 내 용                                                                                                                                                                                                |
|------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 강박스<br>거더  | 내부       | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 우수유입, 바닥 물고임 및 부식</li> <li>· 도장부식 및 현장이음부 볼트 손상</li> <li>· 보강재 변형 발생 여부</li> <li>· 출입구 방치</li> </ul>                                                          |
|            | 외부       | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 도장 손상 및 부식</li> <li>· 플랜지 변형 및 처짐</li> <li>· 복부판 부식 및 국부좌굴</li> <li>· 2차부재(가로보, 세로보, 브라켓) 도장손상 및 부식</li> </ul>                                                |
| 바닥판        |          | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 하면 균열의 진전 여부, 백태 및 누수 동반 여부</li> <li>· 하면 캔틸레버부 들뜸, 박락, 가로등 지주부 철근노출 등의 단면손상 진전여부</li> </ul>                                                                  |
| 신축이음       |          | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 신축이음부 누수 및 부식 정도</li> <li>· 후타재 이격, 단차 진전으로 충격이나 진동음이 심한 정도</li> <li>· 하절기 유간협착 유무, 유간 이물질 퇴적 여부</li> <li>· 후타재 균열, 박리, 박락 진전 여부</li> </ul>                   |
| 받침장치       |          | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 앵커볼트 손상여부</li> <li>· 받침장치 부식 유무</li> <li>· 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 재료분리 진전 여부</li> </ul>                                                                           |
| 교대         |          | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 균열의 진전 여부</li> <li>· 철근노출, 들뜸 발생부위 확대 여부</li> <li>· 교좌면 및 두부면의 물고임, 콘크리트 박리 발생 유무</li> <li>· 뒷채움부 침하 및 교대 기울음</li> <li>· 법면 배수로 균열, 파손 진전, 토사유실 유무</li> </ul> |
| 교각 및<br>기초 |          | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 균열의 진전 여부</li> <li>· 기초의 침하 여부</li> </ul>                                                                                                                     |
| 기타         | 교면<br>포장 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 아스콘 마모 진전, 표면 균열 여부</li> <li>· 신축이음 경계 아스콘 손상, 접속부 아스콘 침하 진전 여부</li> </ul>                                                                                    |
|            | 난간<br>연석 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 콘크리트 난간 균열 진전, 피복부족에 의한 들뜸, 박락 및 철근노출 진전 여부</li> <li>· 줄눈부 실란트 열화, 외측 누수로 인한 주변부재 열화 유발여부</li> </ul>                                                          |
|            | 배수<br>시설 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 배수구 막힘, 체수 등</li> <li>· 배수관 누수 여부, 배수관 유출구 주변 콘크리트 부재 열화 발생 유무</li> </ul>                                                                                     |

4) 중점 유지관리 사항



① 거더 도장손상, 볼트부식



S3-G3 도장들뜸(범물방향)



S3-G3 SP 볼트부식(범물방향)

② 바닥판하면 종조인트부 누수, 백태



S3 종조인트부 누수



S4 백태(범물방향)

## ③ 교대 홍벽 파손, 백태



A2 홍벽 파손



A2 홍벽 백태

## ④ 신축이음 접속부 포장균열, 이격



A2 접속부 포장균열, 이격(범물방향)

## ⑤ 난간 및 연석 방호벽 단차 등



램프구간 단차(시점)

## 12. 종합결론

연호고가교에 대한 준공후 3회차 정밀안전진단 결과, 안전등급 “B”로 평가되었다. 본 교량은 주부재 및 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 저하방지를 위하여 일부의 보수가 필요한 상태로 평가되었다.

외관조사, 내구성조사, 시설물의 상태평가 및 안전성평가, 내진성능 평가 등 본 과업의 결과를 요약·정리하면 다음과 같다.

### 1) 연호고가교

#### ① 현장조사, 시험 및 상태평가 결과

○ 외관조사 결과, 교량의 안전성을 저해할 만한 바닥판 및 거더 등의 주요부재에 중대한 결함이 되는 손상은 없으며 대체로 표면손상이 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생한 주요 손상으로는 각 부재의 전반적인 균열, 거더 도장손상, 부식, 교대 흙벽 파손, 백태, 교량받침 부식, 신축이음 후타재 파손, 접속부 포장균열, 이격, 방호벽 단차 등이 있으며 내구성 저하방지를 위한 보수 및 정비가 필요한 상태이다. 신축이음 및 교량받침에 발생한 경미한 손상은 교량의 신축거동에 대한 기능성과 주행차량 영향 등의 사용성에 문제가 없는 상태이다.

○ 콘크리트 비파괴시험 결과, 콘크리트 부재의 강도는 양호한 것으로 측정되었으며 철근탐사 시험결과 피복두께 및 배근간격은 전반적으로 양호한 것으로 측정되었다. 탄산화는 진행속도가 양호하여 철근부식의 우려는 없는 것으로 분석되었다. 염화물 함유량 시험결과 염분에 의한 철근부식 우려는 없는 것으로 검토되었다.

○ 강재 비파괴시험 결과, 거더 내부의 맞대기 용접부는 내부결함이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 도막두께는 거더 내, 외부 모든 구간에서 기준을 만족한 것으로 확인되었다.

○ 대상교량의 상태평가 결과, 환산결함도 점수가 0.178로 상태평가 등급은 ‘B’로 산정되었다.

## ② 구조 안전성평가 및 내진성능평가 결과

○ 구조해석을 통한 안전성평가 결과, 설계하중(DB-24)에 대한 바닥판 및 거더의 구조적인 안전율은 1.0 이상이며 기본내하력은 설계하중을 상회하고 있는바, 대상 교량의 안전성 평가 결과는 기준 'A'로 평가되었다.

○ 내진성능 상세평가 결과 교각기둥, 교량받침부, 교각기초부, 지지길이를 평가하였으며 평가 결과, 교각 및 교대의 받침부에서 내진성능이 모두 만족한 것으로 검토되었다. 따라서 추후 보강방안은 필요 없을 것으로 판단된다.

## ③ 정밀안전진단 실시결과의 종합결론

○ 연호고가교의 정밀안전진단 종합평가 결과, 기준 'B'로 평가되어 안전등급은 "B 등급(양호)"으로 지정되었다. 대상 교량은 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 판단되며 외관조사에서 나타난 부분적인 손상에 대하여 보수를 실시하고, 중점유지관리사항에 대한 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 교량의 원활한 기능 발휘와 더불어 건전한 상태를 유지하는데 문제가 없을 것으로 판단된다.

## ④ 시설물의 사용제한의 필요성 여부

○ 내구성능의 현저한 저하 또는 구조적 안전성에 문제가 될 만한 사항은 발생되지 않은 상태로서 시설물의 사용제한은 필요치 않은 것으로 검토되었다.

## ⑤ 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

○ 거더 도장손상은 공용기간 경과, 우수유입, 보수미흡, 시공미흡 등에 의한 손상으로 내구성 확보 차원의 도장보수가 필요하며, 보수시 기존 도장 제거, 도로 품질 관리 등을 통하여 재손상 발생을 방지하여야 한다. 바닥판하면 종조인트 누수, 백태 등의 경우 침투된 노면수 등에 의한 것으로 판단되며, 손상에 대한 표면처리, 주의관찰을 실시하고 누수에 대한 대책 수립이 요구된다. 교대 홍벽 파손, 백태의 경우 시공미흡, 우수유입 등에 의한 것으로 내구성 확보 차원의 단면보수, 표면처리가 필요하다. 신축이음 접속부 포장균열, 이격, 방호벽 단차 등의 경우 차량의 반복적인 윤하중, 다짐미흡, 시공미흡, 시공이후 잔류침하 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 주행성에 영향이 없는 상태로 주의관찰 후 보수시기를 결정하는 것이 바람직하다.