

## 제2장

# 자료수집 및 분석

---

2.1 자료수집 현황

2.2 건설 관련자료 검토결과 요약

2.3 기존 점검 및 진단 실시결과 요약

2.4 보수·보강 이력

2.5 시설물의 내진설계 여부

2.6 자료분석 결과 요약



## 제2장 자료수집 및 분석

### 2.1 자료수집 현황

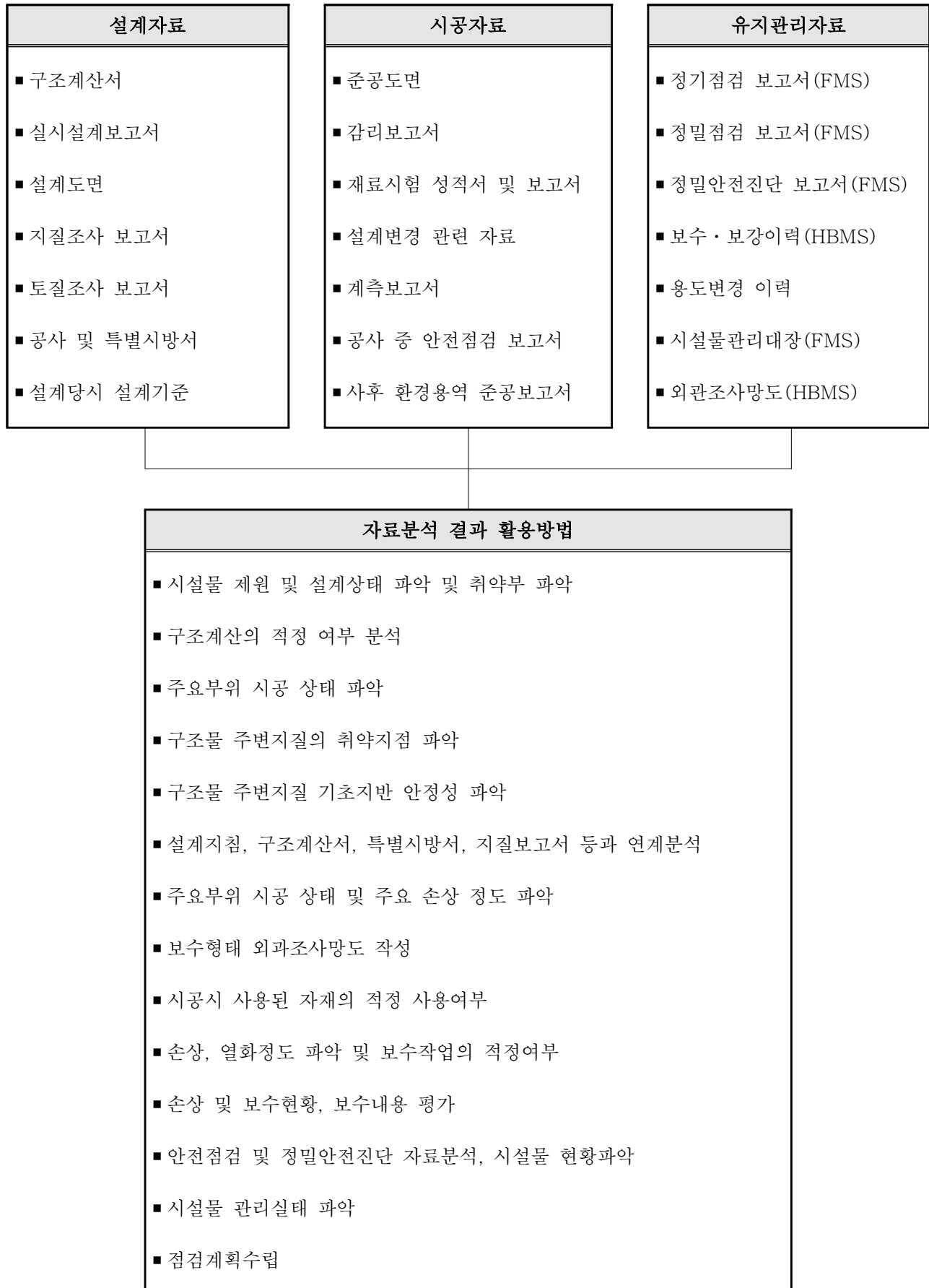
본 과업에 대한 자료조사는 주변현황 자료와 시설물의 설계, 시공 및 유지관리 관련자료로 대별되며, 자료 분석을 통하여 과업 수행의 추진방향과 세부계획을 수립하였다.

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

본 구조물에 관련된 자료는 주로 설계 및 시공과 관련된 건설당시 자료와 구조물 준공 이후의 유지관리와 관련된 자료 등이며, 관리주체의 유지관리자료 보유 현황은 다음과 같다.

【표 2-1】 자료수집 현황

| 보존대상 목록  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 관리주체 보유현황                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 설계도서     | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 공통               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 준공내역서 - 공사시방서</li> <li>- 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서</li> <li>- 기타 특이사항 보고서</li> </ul> </li> <li>◦ 설계도면               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교량 위치도, 평면도, 단면도(중·횡), 상부·하부 구조물도, 신축이음·교량받침 상세도</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 중부내륙고속도로(충주~여주간) 시험주로 건설공사(제1공구:가남~감곡)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 일반보고서(2002.12)</li> <li>- 토질조사보고서(2002.12)</li> <li>- 구조 및 수리계산서(2002.12)</li> <li>- 준공도면(2002.12)</li> </ul> </li> </ul> |
| 시설물 관리대장 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 기본현황 및 상세제원</li> <li>◦ 점검 및 진단 이력</li> <li>◦ 보수보강 이력 및 유지관리 이력</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 한국도로공사 시스템 내 관리대장</li> </ul>                                                                                                                                                                                            |
| 시공관련 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>- 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록</li> <li>- 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료</li> </ul> </li> <li>◦ 사고기록</li> </ul>                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 중부내륙 고속도로               <ul style="list-style-type: none"> <li>여주~충주간 건설공사(제1공구) 시공기록보고서(2002.12)</li> <li>- 시공관련 자료</li> <li>- 품질시험기록</li> <li>- 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록</li> </ul> </li> </ul>                        |
| 안전점검 자료  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 중부내륙 고속도로               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 여주~충주간 건설공사(제1공구) 정기안전점검보고서(2002.12)</li> <li>- 정밀안전진단보고서(2012.12)</li> </ul> </li> </ul>                                                              |



【그림 2-1】 자료수집 및 분석 흐름도

## 2.2 건설 관련자료 검토결과 요약

### 2.2.1 구조 및 수리계산서 검토

중부내륙고속도로(여주~충주간) 건설공사 1공구 실시설계의 과업기간은 1996년 2월 29일 ~1997년 4월 1일이며, 설계시 적용한 표준시방서 및 설계기준은 다음과 같다.

- 콘크리트 표준시방서(1996. 건설교통부)
- 철근콘크리트 설계편람(Ⅰ, Ⅱ) (1990. 건설교통부)
- 도로교 표준 시방서 (1996. 건설교통부)
- 도로설계요령 (1992. 한국도로공사)
- 기타 설계 기준 (한국도로공사)

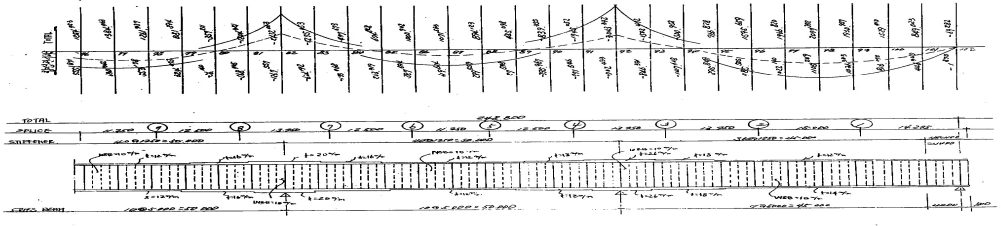
【표 2-2】 시설물 설계시 적용한 물성치 및 하중조건

| 구 분   |       | 내 용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 설계 방법 |       | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 강도설계법               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철근 콘크리트를 탄성체로 보고 재료에 적합한 안전을 고려한 허용응력을 사용하여 설계하는 방법</li> <li>- RC 구조물에 적용</li> </ul> </li> <li>◦ 허용응력설계법               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실제 하중이 작용하여 부재가 파괴될 때에 콘크리트의 압축응력분포를 알아내어 이에 맞도록 적합한 하중 (LOAD FACTOR)을 갖고 설계하는 방법</li> <li>- PSC 구조물에 적용</li> </ul> </li> </ul> |
| 하 중   | 고정 하중 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 철근콘크리트 : <math>W_c = 2.5t/m^3</math></li> <li>◦ 아스팔트 : <math>W_a = 2.3t/m^3</math></li> <li>◦ 강재 : <math>W_s = 7.85t/m^3</math></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                   |
|       | 활하중   | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ DB-24</li> <li>◦ DL-24</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 사용 재료 |       | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 콘크리트 : <math>\sigma_{ck} = 270kg/cm^2</math>, <math>\sigma_{ck} = 240kg/cm^2</math></li> <li>◦ 철근 : <math>\sigma_{sa} = 1800kg/cm^2</math>, <math>\sigma_{sa} = 1500kg/cm^2</math></li> <li>◦ 강재 : SWS490C, SWS400B</li> </ul>                                                                                                                               |

주) 중부내륙고속도로(충주~여주간) 건설공사(제1공구) 구조 및 수리계산서(2002. 12 한국도로공사)

# 가. 구조해석 결과 요약

## 1) 상부구조

| 구 간     | 계 산 내 용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 비 고 |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 개 요     | <ul style="list-style-type: none"> <li>상부구조형식 : Steel Box Girder교</li> <li>교량연장 : <math>L = 5@50.0m + 4@50.0m = 450.0m</math></li> <li>교량폭원 : <math>B = 12.145m</math></li> <li>설계하중 : 1등급 (DB-24, DL-24)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |
| 재 료 특 성 | <ul style="list-style-type: none"> <li>콘크리트 : <math>\sigma_{ck} = 270kg/cm^2</math> (콘크리트), <math>E_c = 277,000 kg/cm^2</math></li> <li>강 재 : 주부재 SWS 490, 보강재 SWS 400, <math>E_s = 2,100,000 kg/cm^2</math></li> <li>철 근 : <math>\sigma_y = 4,000kg/cm^2</math>, <math>E_s = 2,040,000 kg/cm^2</math></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |
| 바닥판     | <ul style="list-style-type: none"> <li><math>L=250m</math>구간 (<math>5@50.0m</math>)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>① 중앙슬래브 : <math>M_u = 7.742 t \cdot m \rightarrow H16@125 (A_s = 15.888cm^2)</math><br/>(배력근 산정 : <math>H16@150, A_s = 13.24cm^2 &gt; 10.645cm^2</math>)</li> <li>② 캔틸레버부 : <math>M_u = 10.910 t \cdot m \rightarrow H16@125 (A_s = 15.888cm^2)</math><br/>(배력근 산정 : <math>H16@150, A_s = 13.24cm^2 &gt; 10.645cm^2</math>)</li> </ul> </li> <li><math>L=200m</math>구간 (<math>4@50.0m</math>)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>① 중앙슬래브 : <math>M_u = 7.742 t \cdot m \rightarrow H16@125 (A_s = 15.888cm^2)</math><br/>(배력근 산정 : <math>H16@150, A_s = 13.24cm^2 &gt; 10.645cm^2</math>)</li> <li>② 캔틸레버부 : <math>M_u = 10.910 t \cdot m \rightarrow H16@125 (A_s = 15.888cm^2)</math><br/>(배력근 산정 : <math>H16@150, A_s = 13.24cm^2 &gt; 10.645cm^2</math>)</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                            |     |
| 거 더 해 석 | <ul style="list-style-type: none"> <li>B.M.D                              </li> <li>합성응력검토                             <ul style="list-style-type: none"> <li>① <math>L=250m</math>구간 (<math>5@50.0m</math>)                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 설계응력검토 : <math>Max \left[ \left( \frac{\sigma}{\sigma_a} \right)^2 + \left( \frac{\tau}{\tau_a} \right)^2 \right] = 0.871 &lt; 1.2 \rightarrow O.K</math></li> <li>- 피로응력검토 : <math>\Delta\sigma_l = 465.821 kg/cm^2 &lt; \Delta\sigma_{st} = 1610 kg/cm^2 \rightarrow O.K</math></li> </ul> </li> <li>② <math>L=200m</math>구간 (<math>4@50.0m</math>)                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 설계응력검토 : <math>Max \left[ \left( \frac{\sigma}{\sigma_a} \right)^2 + \left( \frac{\tau}{\tau_a} \right)^2 \right] = 0.872 &lt; 1.2 \rightarrow O.K</math></li> <li>- 피로응력검토 : <math>\Delta\sigma_l = 481.484 kg/cm^2 &lt; \Delta\sigma_{st} = 1610 kg/cm^2 \rightarrow O.K</math></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |     |

※ 기존 구조계산서 정리시 단위계 및 강재 종류 표기는 원구조계산서와 동일하게 표기하였음.

## 2) 하부구조

## ① 교대

| 구 간    | 계 산 내 용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 비 고 |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 시점(A1) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 연직벽의 단면검토<br/> <math>M_u = 7727657.5 \text{ kg} \cdot \text{cm} &lt; \phi M_n = 14997413.0 \text{ kg} \cdot \text{cm}</math><br/> (사용철근량 <math>A_s = D22 @ 12.5 = 31.00 \text{ cm}^2</math>)</li> <li>• 확대기초 단면검토 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 뒷굽판<br/> <math>M_u = 3960569.8 \text{ kg} \cdot \text{cm} &lt; \phi M_n = 9305812.0 \text{ kg} \cdot \text{cm}</math><br/> (사용철근량 <math>A_s = D22 @ 12.5 = 31.00 \text{ cm}^2</math>)</li> <li>① 앞굽판<br/> <math>M_u = 5409827.0 \text{ kg} \cdot \text{cm} &lt; \phi M_n = 2981812.5 \text{ kg} \cdot \text{cm}</math><br/> (사용철근량 <math>A_s = D22 @ 12.5 = 31.00 \text{ cm}^2</math>)</li> </ul> </li> <li>• 홍벽 단면검토<br/> <math>M_u = 330881.3 \text{ kg} \cdot \text{cm} &lt; \phi M_n = 14997413.0 \text{ kg} \cdot \text{cm}</math><br/> (사용철근량 <math>A_s = D22 @ 12.5 = 31.00 \text{ cm}^2</math>)</li> <li>• 날개벽 단면검토<br/> <math>M_u = 2657157.5 \text{ kg} \cdot \text{cm} &lt; \phi M_n = 2744662.5 \text{ kg} \cdot \text{cm}</math><br/> (사용철근량 <math>A_s = D22 @ 12.5 = 31.00 \text{ cm}^2</math>)</li> <li>• 말뚝본체의 응력검토 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 평상시<br/> <math>\sigma = 902.323 \text{ kg/cm}^2 &lt; \sigma_a = 1400 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{O.K}</math></li> <li>② 지진시<br/> <math>\sigma = 1094.894 \text{ kg/cm}^2 &lt; \sigma_a = 2100 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{O.K}</math></li> </ul> </li> </ul> |     |
| 중점(A2) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 연직벽의 단면검토<br/> <math>M_u = 7727657.5 \text{ kg} \cdot \text{cm} &lt; \phi M_n = 14997413.0 \text{ kg} \cdot \text{cm}</math><br/> (사용철근량 <math>A_s = D22 @ 12.5 = 31.00 \text{ cm}^2</math>)</li> <li>• 확대기초 단면검토 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 뒷굽판<br/> <math>M_u = 3960569.8 \text{ kg} \cdot \text{cm} &lt; \phi M_n = 9305812.0 \text{ kg} \cdot \text{cm}</math><br/> (사용철근량 <math>A_s = D22 @ 12.5 = 31.00 \text{ cm}^2</math>)</li> <li>① 앞굽판<br/> <math>M_u = 5409827.0 \text{ kg} \cdot \text{cm} &lt; \phi M_n = 2981812.5 \text{ kg} \cdot \text{cm}</math><br/> (사용철근량 <math>A_s = D22 @ 12.5 = 31.00 \text{ cm}^2</math>)</li> </ul> </li> <li>• 홍벽 단면검토<br/> <math>M_u = 330881.3 \text{ kg} \cdot \text{cm} &lt; \phi M_n = 14997413.0 \text{ kg} \cdot \text{cm}</math><br/> (사용철근량 <math>A_s = D22 @ 12.5 = 31.00 \text{ cm}^2</math>)</li> <li>• 날개벽 단면검토<br/> <math>M_u = 2657157.5 \text{ kg} \cdot \text{cm} &lt; \phi M_n = 2744662.5 \text{ kg} \cdot \text{cm}</math><br/> (사용철근량 <math>A_s = D22 @ 12.5 = 31.00 \text{ cm}^2</math>)</li> <li>• 말뚝본체의 응력검토 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 평상시<br/> <math>\sigma = 902.323 \text{ kg/cm}^2 &lt; \sigma_a = 1400 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{O.K}</math></li> <li>② 지진시<br/> <math>\sigma = 1094.894 \text{ kg/cm}^2 &lt; \sigma_a = 2100 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{O.K}</math></li> </ul> </li> </ul> |     |

## ② 교각

| 구 간    |                        | 계 산 내 용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                | 비 고 |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |               |                  |  |            |                |             |  |           |               |        |         |           |              |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|--------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----|-------|--|-----|-------|--|-------------|-------|--|-------------|-----|--------|--|---------------|------------------|--|------------|----------------|-------------|--|-----------|---------------|--------|---------|-----------|--------------|----------|-----------|--------------|------------------------|--|------------|--|--|---------------|--------|--|-------------|
| 개 요    |                        | <ul style="list-style-type: none"><li>교각형식 : T형교각</li><li>설계하중 : DB-24, DL-24</li><li>설계방법 : 강도설계법</li><li>재료의 강도<br/><math>\sigma_{ck} = 240\text{kg/cm}^2</math>(콘크리트) , <math>\sigma_y = 3,000\text{kg/cm}^2</math>(철근)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |     |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |               |                  |  |            |                |             |  |           |               |        |         |           |              |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
| 기둥 검토  | P3                     | <ul style="list-style-type: none"><li>작용하중</li></ul> <table><thead><tr><th colspan="2">하중 종류</th><th>하중값</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2">사 하 중</td><td>873.882 ton</td></tr><tr><td colspan="2">활 하 중</td><td>414.354 ton</td></tr><tr><td rowspan="10">풍하중</td><td colspan="2">상부에 작용</td><td>1309.034 kg/m</td></tr><tr><td colspan="2" rowspan="2">Girder 및 방호벽에 작용</td><td>65.450 ton</td></tr><tr><td>1010.548 t · m</td></tr><tr><td colspan="2" rowspan="2">교면상 활하중에 작용</td><td>7.500 ton</td></tr><tr><td>135.600 t · m</td></tr><tr><td rowspan="4">하부에 작용</td><td rowspan="2">활하중 재하시</td><td>3.038 ton</td></tr><tr><td>20.507 t · m</td></tr><tr><td rowspan="2">활하중 비재하시</td><td>6.075 ton</td></tr><tr><td>41.006 t · m</td></tr><tr><td colspan="2">교좌장치 마찰력에 의한 수평력(교축방향)</td><td>43.604 ton</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td>589.869 t · m</td></tr><tr><td colspan="2">교각의 자중</td><td>347.127 ton</td></tr></tbody></table> <ul style="list-style-type: none"><li>장주영향 검토<br/><math>k \cdot lu/r = 45.00 &gt; 22 \rightarrow</math> 장주영향 고려</li><li>단면검토<ul style="list-style-type: none"><li>① 평상시<br/>Use As D32 X 44.000 = 349.448 cm<sup>2</sup><br/>As D32 X 41.000 = 325.622 cm<sup>2</sup> Total As = 675.070 cm<sup>2</sup><br/>As ‘ D32 X 82.000 = 651.244 cm<sup>2</sup><br/>Mu=923.252 t · m &lt; <math>\varphi</math> Mn=2202.834 t · m <math>\rightarrow</math> O.K<br/>Nu=3504.666 ton &lt; <math>\varphi</math> Pn=8361.961 ton <math>\rightarrow</math> O.K</li><li>② 지진시<br/>Use As D32 X 44.000 = 349.448 cm<sup>2</sup><br/>As D32 X 41.000 = 325.622 cm<sup>2</sup> Total As = 675.070 cm<sup>2</sup><br/>As ‘ D32 X 82.000 = 651.244 cm<sup>2</sup><br/>Mu=3871.700 t · m &lt; <math>\varphi</math> Mn=4231.658 t · m <math>\rightarrow</math> O.K<br/>Nu=1726.767 ton &lt; <math>\varphi</math> Pn=1887.307 ton <math>\rightarrow</math> O.K</li></ul></li></ul> |                |     | 하중 종류 |  | 하중값 | 사 하 중 |  | 873.882 ton | 활 하 중 |  | 414.354 ton | 풍하중 | 상부에 작용 |  | 1309.034 kg/m | Girder 및 방호벽에 작용 |  | 65.450 ton | 1010.548 t · m | 교면상 활하중에 작용 |  | 7.500 ton | 135.600 t · m | 하부에 작용 | 활하중 재하시 | 3.038 ton | 20.507 t · m | 활하중 비재하시 | 6.075 ton | 41.006 t · m | 교좌장치 마찰력에 의한 수평력(교축방향) |  | 43.604 ton |  |  | 589.869 t · m | 교각의 자중 |  | 347.127 ton |
|        |                        | 하중 종류                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                | 하중값 |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |               |                  |  |            |                |             |  |           |               |        |         |           |              |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
| 사 하 중  |                        | 873.882 ton                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |     |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |               |                  |  |            |                |             |  |           |               |        |         |           |              |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
| 활 하 중  |                        | 414.354 ton                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |     |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |               |                  |  |            |                |             |  |           |               |        |         |           |              |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
| 풍하중    | 상부에 작용                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1309.034 kg/m  |     |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |               |                  |  |            |                |             |  |           |               |        |         |           |              |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|        | Girder 및 방호벽에 작용       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 65.450 ton     |     |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |               |                  |  |            |                |             |  |           |               |        |         |           |              |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|        |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1010.548 t · m |     |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |               |                  |  |            |                |             |  |           |               |        |         |           |              |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|        | 교면상 활하중에 작용            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 7.500 ton      |     |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |               |                  |  |            |                |             |  |           |               |        |         |           |              |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|        |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 135.600 t · m  |     |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |               |                  |  |            |                |             |  |           |               |        |         |           |              |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|        | 하부에 작용                 | 활하중 재하시                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3.038 ton      |     |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |               |                  |  |            |                |             |  |           |               |        |         |           |              |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|        |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 20.507 t · m   |     |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |               |                  |  |            |                |             |  |           |               |        |         |           |              |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|        |                        | 활하중 비재하시                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6.075 ton      |     |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |               |                  |  |            |                |             |  |           |               |        |         |           |              |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|        |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 41.006 t · m   |     |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |               |                  |  |            |                |             |  |           |               |        |         |           |              |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|        | 교좌장치 마찰력에 의한 수평력(교축방향) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 43.604 ton     |     |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |               |                  |  |            |                |             |  |           |               |        |         |           |              |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|        |                        | 589.869 t · m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |     |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |               |                  |  |            |                |             |  |           |               |        |         |           |              |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
| 교각의 자중 |                        | 347.127 ton                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |     |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |               |                  |  |            |                |             |  |           |               |        |         |           |              |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |

| 구 간                                                                          |    | 계 산 내 용                                                                      |                        | 비 고         |                |              |  |
|------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|----------------|--------------|--|
| 기둥<br>검토                                                                     | P5 | • 작용하중                                                                       |                        |             |                |              |  |
|                                                                              |    |                                                                              |                        |             |                |              |  |
|                                                                              |    | 하중 종류                                                                        |                        | 하중값         |                |              |  |
|                                                                              |    | 사 하 중                                                                        |                        | 606.604 ton |                |              |  |
|                                                                              |    | 활 하 중                                                                        |                        | 332.181 ton |                |              |  |
|                                                                              |    | 풍하중                                                                          | 상부에 작용                 |             | 1309.034 kg/m  |              |  |
|                                                                              |    |                                                                              | Girder 및 방호벽에 작용       |             | 65.450 ton     |              |  |
|                                                                              |    |                                                                              |                        |             | 1082.543 t · m |              |  |
|                                                                              |    |                                                                              | 교면상 활하중에 작용            |             | 7.500 ton      |              |  |
|                                                                              |    |                                                                              |                        |             | 143.850 t · m  |              |  |
|                                                                              |    |                                                                              | 하부에 작용                 | 활하중 재하시     |                | 3.285 ton    |  |
|                                                                              |    |                                                                              |                        |             |                | 23.981 t · m |  |
|                                                                              |    |                                                                              |                        | 활하중 비재하시    |                | 47.961 ton   |  |
|                                                                              |    |                                                                              |                        |             |                | 41.006 t · m |  |
|                                                                              |    |                                                                              | 교좌장치 마찰력에 의한 수평력(교축방향) |             | 30.330 ton     |              |  |
|                                                                              |    | 442.821 t · m                                                                |                        |             |                |              |  |
|                                                                              |    | 교각의 자중                                                                       |                        | 399.589 ton |                |              |  |
|                                                                              |    | • 장주영향 검토                                                                    |                        |             |                |              |  |
|                                                                              |    | k · lu/r = 48.67 > 22 → 장주영향 고려                                              |                        |             |                |              |  |
|                                                                              |    | • 단면검토                                                                       |                        |             |                |              |  |
|                                                                              |    | ① 평상시                                                                        |                        |             |                |              |  |
|                                                                              |    | Use As D32 X 44.000 = 349.448 cm <sup>2</sup>                                |                        |             |                |              |  |
|                                                                              |    | As D32 X 41.000 = 325.622 cm <sup>2</sup> Total As = 675.070 cm <sup>2</sup> |                        |             |                |              |  |
|                                                                              |    | As ‘ D32 X 82.000 = 651.244 cm <sup>2</sup>                                  |                        |             |                |              |  |
|                                                                              |    | Mu=706.167 t · m < ϕ Mn=2095.783 t · m → O.K                                 |                        |             |                |              |  |
| Nu=2859.879 ton < ϕ Pn=8487.634 ton → O.K                                    |    |                                                                              |                        |             |                |              |  |
| ② 지진시                                                                        |    |                                                                              |                        |             |                |              |  |
| Use As D32 X 44.000 = 349.448 cm <sup>2</sup>                                |    |                                                                              |                        |             |                |              |  |
| As D32 X 41.000 = 325.622 cm <sup>2</sup> Total As = 675.070 cm <sup>2</sup> |    |                                                                              |                        |             |                |              |  |
| As ‘ D32 X 82.000 = 651.244 cm <sup>2</sup>                                  |    |                                                                              |                        |             |                |              |  |
| Mu=1724.598 t · m < ϕ Mn=4728.969 t · m → O.K                                |    |                                                                              |                        |             |                |              |  |
| Nu=1327.642 ton < ϕ Pn=3682.058 ton → O.K                                    |    |                                                                              |                        |             |                |              |  |

| 구 간                                                                          |    | 제 산 내 용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                        | 비 고            |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------|--------------|-------|--|-----|-------|--|-------------|-------|--|-------------|-----|--------|--|-------------|------------------|-------------|----------------|-------------|-----------|--------------|--------|---------|-----------|--|-------------|----------|-----------|--------------|------------------------|--|------------|--|--|---------------|--------|--|-------------|
| 기둥<br>검토                                                                     | P8 | • 작용하중                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                        |                |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    | <table><tr><th colspan="2">하중 종류</th><th>하중값</th></tr><tr><td colspan="2">사 하 중</td><td>873.882 ton</td></tr><tr><td colspan="2">활 하 중</td><td>414.354 ton</td></tr><tr><td rowspan="10">풍하중</td><td colspan="2">상부에 작용</td><td>2007.3 kg/m</td></tr><tr><td rowspan="2">Girder 및 방호벽에 작용</td><td>100.350 ton</td></tr><tr><td>1458.086 t · m</td></tr><tr><td rowspan="2">교면상 활하중에 작용</td><td>7.500 ton</td></tr><tr><td>99.225 t · m</td></tr><tr><td rowspan="4">하부에 작용</td><td>활하중 재하시</td><td>1.946 ton</td></tr><tr><td></td><td>8.416 t · m</td></tr><tr><td rowspan="2">활하중 비재하시</td><td>3.892 ton</td></tr><tr><td>16.835 t · m</td></tr><tr><td colspan="2">교좌장치 마찰력에 의한 수평력(교축방향)</td><td>43.694 ton</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td>371.399 t · m</td></tr><tr><td colspan="2">교각의 자중</td><td>261.420 ton</td></tr></table> |                        |                |              | 하중 종류 |  | 하중값 | 사 하 중 |  | 873.882 ton | 활 하 중 |  | 414.354 ton | 풍하중 | 상부에 작용 |  | 2007.3 kg/m | Girder 및 방호벽에 작용 | 100.350 ton | 1458.086 t · m | 교면상 활하중에 작용 | 7.500 ton | 99.225 t · m | 하부에 작용 | 활하중 재하시 | 1.946 ton |  | 8.416 t · m | 활하중 비재하시 | 3.892 ton | 16.835 t · m | 교좌장치 마찰력에 의한 수평력(교축방향) |  | 43.694 ton |  |  | 371.399 t · m | 교각의 자중 |  | 261.420 ton |
|                                                                              |    | 하중 종류                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        | 하중값            |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    | 사 하 중                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        | 873.882 ton    |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    | 활 하 중                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        | 414.354 ton    |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    | 풍하중                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 상부에 작용                 |                | 2007.3 kg/m  |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Girder 및 방호벽에 작용       | 100.350 ton    |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        | 1458.086 t · m |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 교면상 활하중에 작용            | 7.500 ton      |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        | 99.225 t · m   |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 하부에 작용                 | 활하중 재하시        | 1.946 ton    |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        |                | 8.416 t · m  |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        | 활하중 비재하시       | 3.892 ton    |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        |                | 16.835 t · m |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 교좌장치 마찰력에 의한 수평력(교축방향) |                | 43.694 ton   |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        | 371.399 t · m  |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    | 교각의 자중                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                        | 261.420 ton    |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    | • 장주영향 검토                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                        |                |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    | $k \cdot lu/r = 28.83 > 22 \rightarrow$ 장주영향 고려                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        |                |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    | • 단면검토                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                        |                |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    | ① 평상시                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    | Use As D32 X 44.000 = 349.448 cm <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                        |                |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    | As D32 X 41.000 = 325.622 cm <sup>2</sup> Total As = 675.070 cm <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                        |                |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    | As ‘ D32 X 82.000 = 651.244 cm <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                        |                |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
|                                                                              |    | Mu=720.205 t · m < ϕ Mn=1879.453 t · m → O.K                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                        |                |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
| Nu=3347.096 ton < ϕ Pn=8734.607 ton → O.K                                    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        |                |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
| ② 지진시                                                                        |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        |                |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
| Use As D32 X 44.000 = 349.448 cm <sup>2</sup>                                |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        |                |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
| As D32 X 41.000 = 325.622 cm <sup>2</sup> Total As = 675.070 cm <sup>2</sup> |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        |                |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
| As ‘ D32 X 82.000 = 651.244 cm <sup>2</sup>                                  |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        |                |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
| Mu=2155.442 t · m < ϕ Mn=4335.374 t · m → O.K                                |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        |                |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |
| Nu=2624.964 ton < ϕ Pn=5279.753 ton → O.K                                    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        |                |              |       |  |     |       |  |             |       |  |             |     |        |  |             |                  |             |                |             |           |              |        |         |           |  |             |          |           |              |                        |  |            |  |  |               |        |  |             |

| 구 간       | 계 산 내 용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 비 고 |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 코평부<br>검토 | <div data-bbox="367 369 829 728"> </div> <p>• 판별식</p> $G_{11} = \frac{a}{b} = 1.150 > 1.0 \rightarrow \text{일반보 검토}$ $G_{12} = \frac{a}{b} = 0.550 < 1.0 \rightarrow \text{브라켓 검토}$ <p>• 철근량 검토</p> <p>① 하중 G11</p> $\text{Req'd } A_s = 233.738 \text{ cm}^2$ $\text{소요철근량 } A_s = 311.651 \text{ cm}^2$ <p>② 하중 G12 + 자중</p> $\text{Req'd } A_s = 133.316 \text{ cm}^2$ $\text{소요철근량 } A_s = 177.750 \text{ cm}^2$ $M_u = 2861.513 \text{ t} \cdot \text{m} < \phi M_n = 4129.217 \text{ t} \cdot \text{m} \rightarrow \text{O.K}$ $(\text{Use } A_s = D32 \times 72.000 = 571.824 \text{ cm}^2)$ <p>• 전단마찰설계 : <math>A_v = 255.931 \text{ cm}^2</math></p> <p>• 인장철근설계 : <math>A_n = 255.931 \text{ cm}^2</math></p> <p>• Use <math>A_s = D32</math> 3단 24열 = <math>571.824 \text{ cm}^2</math></p> <p>• Stirrup 검토</p> $M_u = M_{11} + M_{12} = 2861.513 \text{ t} \cdot \text{m}$ $S_u = S_{11} + S_{12} = 1144.293 \text{ ton}$ <p>• 휨검토</p> $M_u = 2861.513 \text{ t} \cdot \text{m} < \phi M_n = 4129.217 \text{ t} \cdot \text{m} \rightarrow \text{O.K}$ <p>• 전단검토</p> $S_s = 1547.100 \text{ ton} < 2.1 \sqrt{\sigma_{ck}} \cdot b \cdot d = 2439.979 \text{ ton} \rightarrow \text{O.K}$ |     |

| 구 간       | 계 산 내 용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 비 고 |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 코핑부<br>검토 | <div data-bbox="367 369 829 728"> </div> <p>• 판별식</p> $G_{11} = \frac{a}{b} = 1.150 > 1.0 \rightarrow \text{일반보 검토}$ $G_{12} = \frac{a}{b} = 0.550 < 1.0 \rightarrow \text{브라켓 검토}$ <p>• 철근량 검토</p> <p>① 하중 G11</p> $\text{Req'd } A_s = 175.271 \text{ cm}^2$ $\text{소요철근량 } A_s = 233.695 \text{ cm}^2$ <p>② 하중 G12 + 자중</p> $\text{Req'd } A_s = 111.744 \text{ cm}^2$ $\text{소요철근량 } A_s = 148.995 \text{ cm}^2$ $M_u = 2861.513 \text{ t} \cdot \text{m} < \phi M_n = 4129.217 \text{ t} \cdot \text{m} \rightarrow \text{O.K}$ $(\text{Use } A_s = D32 \times 72.000 = 571.824 \text{ cm}^2)$ <p>• 전단마찰설계 : <math>A_v = 206.337 \text{ cm}^2</math></p> <p>• 인장철근설계 : <math>A_n = 41.267 \text{ cm}^2</math></p> <p>• Use <math>A_s = D32</math> 3단 29열 = <math>190.954 \text{ cm}^2</math></p> <p>• Stirrup 검토</p> $M_u = M_{11} + M_{12} = 2222.680 \text{ t} \cdot \text{m}$ $S_u = S_{11} + S_{12} = 889.416 \text{ ton}$ <p>• 휨검토</p> $M_u = 2222.680 \text{ t} \cdot \text{m} < \phi M_n = 4987.412 \text{ t} \cdot \text{m} \rightarrow \text{O.K}$ <p>• 전단검토</p> $S_s = 1547.100 \text{ ton} < 2.1 \sqrt{\sigma_{ck}} \cdot b \cdot d = 2927.975 \text{ ton} \rightarrow \text{O.K}$ |     |

| 구 간       | 계 산 내 용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 비 고 |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 코평부<br>검토 | <div data-bbox="367 369 829 728"> </div> <p>• 판별식</p> $G_{11} = \frac{a}{b} = 1.150 > 1.0 \rightarrow \text{일반보 검토}$ $G_{12} = \frac{a}{b} = 0.550 < 1.0 \rightarrow \text{브라켓 검토}$ <p>• 철근량 검토</p> <p>① 하중 G11</p> $\text{Req'd } A_s = 233.738 \text{ cm}^2$ $\text{소요철근량 } A_s = 311.651 \text{ cm}^2$ <p>② 하중 G12 + 자중</p> $\text{Req'd } A_s = 133.316 \text{ cm}^2$ $\text{소요철근량 } A_s = 177.750 \text{ cm}^2$ $M_u = 2861.513 \text{ t} \cdot \text{m} < \phi M_n = 4129.217 \text{ t} \cdot \text{m} \rightarrow \text{O.K}$ $(\text{Use } A_s = D32 \times 72.000 = 571.824 \text{ cm}^2)$ <p>• 전단마찰설계 : <math>A_v = 255.931 \text{ cm}^2</math></p> <p>• 인장철근설계 : <math>A_n = 255.931 \text{ cm}^2</math></p> <p>• Use <math>A_s = D32</math> 3단 24열 = <math>571.824 \text{ cm}^2</math></p> <p>• Stirrup 검토</p> $M_u = M_{11} + M_{12} = 2861.513 \text{ t} \cdot \text{m}$ $S_u = S_{11} + S_{12} = 1144.293 \text{ ton}$ <p>• 휨검토</p> $M_u = 2861.513 \text{ t} \cdot \text{m} < \phi M_n = 4129.217 \text{ t} \cdot \text{m} \rightarrow \text{O.K}$ <p>• 전단검토</p> $S_s = 1547.100 \text{ ton} < 2.1 \sqrt{\sigma_{ck}} \cdot b \cdot d = 2439.979 \text{ ton} \rightarrow \text{O.K}$ |     |

## 2.2.2 설계도면 검토

본 교량은 총연장 450.0m[5@50.0m + 4@50m] 상부구조는 9경간의 STB형식으로 교각의 주형식은 T형, 기초는 직접기초(P1~P7)와 강관파일기초(P8)로 이루어져 있으며, 교대의 형식은 역T형이고 기초는 강관파일기초로 시공되어 있다.

교량에 대한 현황조사 결과, 주요부재(Steel Box Girder, 강재두께, 폭, 연장 등)는 설계도면과 대부분 일치하는 것으로 확인되었다.

【표 2-3】 설계도면 검토 결과

| 구 분              |        | 검토 내용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 제 원              |        | ◦ 형식 : Steel Box Girder<br>◦ 길이 : 450.0m<br>◦ 폭 : 12.15m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 구 배              | 종구배    | -0.914%(A2방향)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                  | 횡구배    | -2.000%(우측방향)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 방호벽              |        | ◦ H=1.08m<br>◦ B=0.45m/0.23m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 중분대              |        | ◦ H=0.89m<br>◦ B=0.275m/0.09m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 배수구              | 제 원    | ◦ D=0.15m<br>◦ H=Steel Box Girder에서 밑으로 0.1m이상, 슈위치는 0.3m이상                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 아스팔트 포장두께        |        | t=80mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 배수구              | 배수구 개소 | ◦ S1 : 3개소, S2 : 4개소, S3 : 3개소, S4 : 4개소, S4 : 3개소                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Steel Box Girder | 강재두께   | ◦ 강상형 본체 : 12~22mm<br>◦ 강상형 리브 : 12~20mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 교좌장치 배치          |        | <div><div><div><div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>-</div><div>A1</div></div><div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>-</div><div>P1</div></div><div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>-</div><div>P2</div></div><div><div> </div><div> </div><div> </div><div>.</div><div>P3</div></div><div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>-</div><div>P4</div></div><div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>-</div><div>P5</div></div><div><div> </div><div> </div><div> </div><div>.</div><div>P6</div></div><div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>-</div><div>P7</div></div><div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>-</div><div>P8</div></div><div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>-</div><div>A2</div></div></div><div>&lt;양평방향&gt;</div><div><div><div>-</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>A1</div></div><div><div>-</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>P1</div></div><div><div>-</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>P2</div></div><div><div>.</div><div> </div><div> </div><div> </div><div>P3</div></div><div><div>-</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>P4</div></div><div><div>-</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>P5</div></div><div><div>-</div><div> </div><div> </div><div> </div><div>P6</div></div><div><div>-</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>P7</div></div><div><div>-</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>P8</div></div><div><div>-</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>A2</div></div></div><div>&lt;마산방향&gt;</div></div></div> |

### 2.2.3 토질 및 지반조사 자료검토

기 실시된 실시설계 자료 중 지반에 대한 토질조사보고서(2002.12)를 발췌하여 대상시설물에 대한 기초검토 및 유지관리시 참고가 되도록 수록하였다.

#### 가. 지형

중부내륙 고속도로(여주-충주간) 시험주로 건설공사 과업구간중 제1공구의 시점은 행정구역상 경기도 여주군 가남면 안금리이며, 종점은 경기도 여주군 점동면 원부리까지 약 7.57km 정도이다. 본 노선이 통과하는 지역은 경기도 남단의 여주군 일대로서 태백산맥으로부터 남-남-서로 뻗어 내려온 차령산맥의 중앙부에 해당한다.

본 지역의 지형을 지배하고 있는 방향성은 현저하지 않으나 산계와 수계는 대체로 남-북 방향을 취하고 있다.

- 산계 : 철갑산(225.1m)-연대산(226.8m)-운승리고개(159.2m)-돌마래미고개(215.4m)를 잇는 산계는 화강암이 분포하고 있다. 본역의 대부분을 지배하는 이들 암상은 풍화가 발달하여 지형이 완만하나 구릉성 산지로 나타나며 이들 사이에는 충적평야가 분포하고 있다.
- 수계 : 본 조사지역의 대표적인 수계로는 상부에 북서방향으로 흐르는 남한강과 그 지류인 청미천이 있으며, 북에서 시작하여 남류하는 금당천, 금당천 서남에서 북류하는 양화천 등이 분포한다. 농업용수에 이용되는 인공적인 수로망이 발달되어 있으며, 산계에 의한 소규모 지류들이 수지상으로 발달하고 있다.

위에서 기술한 바와 같이 본 지역의 지형적 상황인 산계와 수계를 종합적으로 판단하여 보면 주로 화강암층이 분포하는 본 조사지역의 산지는 만장년기적 지형발달 단계의 대표적인 형태를 이루고 있다.

#### 나. 지질

##### 1) 지질개요

본 노선에 분포되어 있는 지질은 중생대 쥐라기의 화강암층이 분포하고 있으며, 이를 신생대 제 4기의 충적층이 부정합으로 피복하고 있다.

본 노선의 시추조사 결과 및 기 발간된 한국지질도 여주도폭(한국자원연구소,1975년), 장호원도폭(한국자원연구소,1989년)등을 참고하여 지질계통을 살펴보면 본 노선 주변의 지질분포도는 【표 2-4】와 같다.

【표 2-4】 본 조사지역 지질계통도

| 지질시대    |         | 지층명                                       |
|---------|---------|-------------------------------------------|
| 신생대     | 제4기     | 충적층(Alluvium)                             |
|         |         | 고기하성층(Old River Deposit)                  |
| － 부정합 － |         |                                           |
| 중생대     | 백악기     | 산성암맥(Acidic Dike rock)                    |
|         |         | 거정화강암(Pegmatite)                          |
|         |         | 규장암(Felsite)                              |
|         |         | 화강반암(Granite Porphyry)                    |
|         | － 관 입 － |                                           |
|         | จู라기    | 섬장암질화강암(Syenitic Granite)                 |
|         |         | 복운모화강암(Two mica Granite)                  |
|         |         | 흑운모화강암(Biolite Granite)                   |
|         |         | 중립질흑운모화강암(Medium－grained Biolite Granite) |
|         | 시대미상    |                                           |
| － 관 입 － |         |                                           |
| 선캄브리아기  |         | 호상편마암(Banded Gneiss)                      |

## 2) 지질각론

## ① 화강암류

중생대 쥬라기에 형성된 화강암층으로서 선캄브리아기의 호상편마암을 관입한 양상으로 나타나며, 공사시점부터 종점에 걸쳐 가장 넓은 분포를 보이고 있다. 구성암석은 편마암질 흑운모화강암, 중립질 흑운모화강암, 복운모화강암, 백운모화강암 등으로 조직과 조암광물의 차이에 따라 크게 4대분 된다.

편마암질 흑운모화강암은 전반적으로 잔상조직을 보여주며 1-2cm정도 크기의 알칼리 장석류로 이루어진 반정을 함유하고 있다. 또한 여러크기의 유색광물로 구성되어 있으며, 다른 종류의 화강암들보다는 전기에 관입한 것으로 보여지나 그 관계는 점이적이다. 중립질 흑운모화강암은 조직에 있어 거의 등립질이며, 유색광물의 양이 편마암질 흑운모화강암보다는 훨씬 적다. 복운모화강암은 중립질 흑운모화강암과 그 조직에 있어 큰 차이가 없으나 백운모의 양이 흑운모에 견줄만큼 많아지므로 그 구별이 가능하다. 백운모화강암은 산출상태에 있어서도 편마암체내에 소규모의 맥상으로 나타나고 흑운모의 함량도 극히 적어지므로 타화강암들과 구분된다.

## ② 충적층

남한강을 비롯하여 청미천, 양화천, 금당천 등의 하상 주변에 유수의 영향으로 인한 하천 범람시 퇴적된 충적층이 넓게 분포하고 있으며, 대부분이 점토, 실트, 모래, 각력, 역 등으로 구성되어 있다. 식생이 가능한 부분과 특히 저구릉 상이의 작은 하천 주변에 좁은 불포를 보이는 충적층은 대부분이 경작지로 이용되고 있다.

## 다. 지층상태

본 교량은 국도 37호선 및 청미천을 횡단하는 교량으로 시추조사 결과 전답토층, 매립토층, 퇴적토층, 풍화토층, 풍화암층, 연암 및 경암층의 순으로 지층구성이 이루어져 있다.

【표 2-5】 본 지역의 지층구성 상태

| 지 층  | 통일분류                 | 두께(m)    | N-치               | 비고                    |
|------|----------------------|----------|-------------------|-----------------------|
| 표토층  | CL.SP.SM             | 0.3~4.6  | 10~35             | 시추공 BB-44,45,48       |
| 전답토층 | SM                   | 0.1~0.9  | -                 | 시추공 BB-42,52,53,60,61 |
| 매립토층 | SM                   | 2.3~2.6  | 3~9               | 시추공 BB-43,54          |
| 퇴적토층 | CL.ML                | 0.5~5.0  | 3~9               | 시추공 BB-44,54          |
|      | SM.SP.SW.GP.GM       | 2.2~7.7  | 3~50 <sup>+</sup> | 시추공 BB-42,43 제외한 전지점  |
| 풍화토층 | SM.SP.SW             | 0.7~3.2  | 40~49             | 시추공 BB-44,50,60       |
| 풍화암층 | W.R                  | 0.2~10.0 | 50 <sup>+</sup>   | 시추공 BB-57 제외한 전지점     |
| 기반암층 | 중생대 쥐라기 화강암(Granite) |          |                   | 시추공 BB-51 제외한 전지점     |

## 1) 표토층, 전답토층, 매립토층, 퇴적토층

본 지층들은 이 지역의 지표면을 형성하고 있는 지층들로서 교량의 양쪽 Abut부근은 표토층, 전답토층이 분포되어 있고, 제방과 도로부근에는 매립토층이 청미천 하상부에는 퇴적토층이 분포되어 있다. 이 중 표토층, 전답토층 및 매립토층은 대부분 실트질 모래로 구성되어 있으며, 느슨함 내지 보통의 상대밀도를 나타내고 있다. 한편 하천지역 전반에 걸쳐 분포되어 있는 퇴적토층은 회갈색의 실트질 점토(CL), 회색의 모래질 실트(ML)층과 실트질 모래(SM), 자갈을 함유한 세립 내질 중립모래(SW), 실트 및 모래섞인 자갈(GM)층으로 대별할 수 있다. CL, ML로 분류되는 점성토층의 표준관입시험 N치는 3/30~4/30범위로 연약한 경도를 보이며, 사질토 및 사력토층의 표준관입시험 N치는 3/30~50/11 범위로 매우 느슨함 내지 매우 조밀한 상대밀도를 나타낸다.

## 2) 풍화토층

0.7~3.2m정도의 두께로 분포되어 있는 풍화토층은 실트질 모래(SM), 자갈을 함유한 모

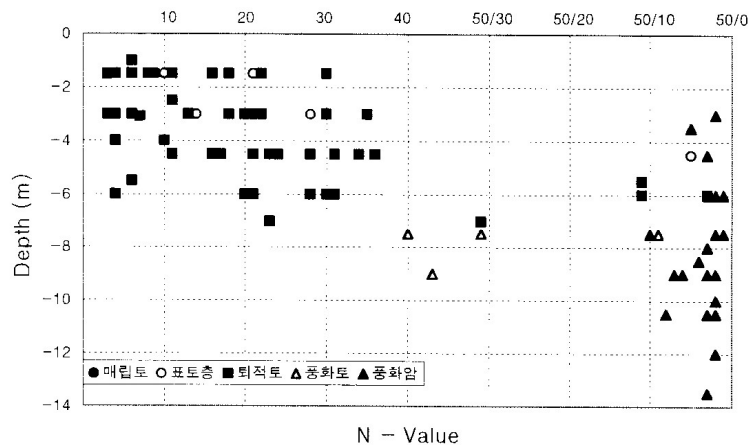
래(SP-SW)로 이루어져 있으며, 표준관입시험치  $N=40/30 \sim 49/30$ 으로 조밀한 상태이다.

### 3) 풍화암층

풍화암층의 출현심도는 교량 시점부 Abut지역은 지표하 약 0.9~3.3m지점에 분포되어 있으며, 교량의 각 Pier지점에 해당하는 청미천 하상부근에서는 지표하 4.2~10.2m지점에 분포되어 있다. 대부분이 타격에 의해 암편이 함유된 실트질 모래로 분해되며, 원지반에서는 매우 치밀하고 견고한 지층이다.

### 4) 기반암층

본 지역에 발달되어 있는 기반암인 연암층 및 경암층은 현 지표하 5.0~14.8m에서 분포되어 있는데, 보통풍화(MW) 내지 약간풍화(SW) 상태를 나타내며 보통강함 내지 강함의 강도를 지니고 있다.



【그림 2-2】 심도에 따른 표준관입시험 N-치

## 2.3 기존 정기 및 정밀점검 실시결과

본 교량은 2003~2016년까지 한국도로공사에서 자체점검을 실시하였고, 2012년 (재)한국건설품질연구원에서 최초 정밀안전진단을 실시하였다. 또한, 시설물정보관리종합시스템(FMS)를 참고하여 정리하였다.

### 2.3.1 점검 이력

【표 2-6】 청미천교(양평) 점검 이력

| 번호 | 구분          | 점검기간       | 점검/<br>진단기관 | 주요점검/진단결과                 | 안전등급 |
|----|-------------|------------|-------------|---------------------------|------|
| 1  | 초기점검        | 2003.03.24 | 자체수행        | ◦ 『A』 등급양호                | A    |
| 2  | 후반기<br>정밀점검 | 2003.09.26 | 자체수행        | ◦ 전반적으로 양호                | A    |
| 3  | 전반기<br>정기점검 | 2004.04.27 | 자체수행        | ◦ 전반적으로 양호                | 양호   |
| 4  | 후반기<br>정밀점검 | 2004.12.10 | 자체수행        | ◦ 양호                      | A    |
| 5  | 전반기<br>정기점검 | 2005.04.27 | 자체수행        | ◦ 양호                      | 양호   |
| 6  | 후반기<br>정기점검 | 2005.10.10 | 자체수행        | ◦ 양호                      | 양호   |
| 7  | 전반기<br>정기점검 | 2006.04.07 | 자체수행        | ◦ 양호                      | 양호   |
| 8  | 후반기<br>정밀점검 | 2006.10.27 | 자체수행        | ◦ 양호                      | A    |
| 9  | 전반기<br>정기점검 | 2007.06.11 | 자체수행        | ◦ 양호                      | 양호   |
| 10 | 후반기<br>정기점검 | 2007.11.19 | 자체수행        | ◦ 양호                      | 양호   |
| 11 | 긴급점검        | 2007.08.06 | 자체수행        | —                         | 양호   |
| 12 | 전반기<br>정밀점검 | 2008.04.11 | 자체수행        | ◦ 교대상면 물고임                | A    |
| 13 | 후반기<br>정기점검 | 2008.11.14 | 자체수행        | ◦ 양호                      | 양호   |
| 14 | 전반기<br>정기점검 | 2009.06.10 | 자체수행        | ◦ 교대벽체열록(부속시설물 점검 이상무)    | 양호   |
| 15 | 후반기<br>정기점검 | 2009.09.30 | 자체수행        | ◦ 양호(부속시설물 점검 이상무)        | 양호   |
| 16 | 전반기<br>정밀점검 | 2010.07.23 | 자체수행        | ◦ 신축 이음덮개 파손, 후타 콘크리트 파손  | A    |
| 17 | 후반기<br>정기점검 | 2010.10.21 | 자체수행        | ◦ A1교대조인트청소, 교량부속시설물 이상없음 | 양호   |

【표 2-6】 청미천교(양평) 점검 이력(계속)

| 번호 | 구분          | 점검기간                           | 점검/<br>진단기관          | 주요점검/진단결과                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 안전등급 |
|----|-------------|--------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 18 | 전반기<br>정기점검 | 2011.04.11                     | 자체수행                 | ◦ 양호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 양호   |
| 19 | 후반기<br>정기점검 | 2011.07.25                     | 자체수행                 | ◦ 내부침투수 발생                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 양호   |
| 21 | 전반기<br>정기점검 | 2012.04.18                     | 자체수행                 | ◦ 양호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 양호   |
| 22 | 후반기<br>정기점검 | 2012.09.04                     | 자체수행                 | ◦ 양호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 양호   |
| 23 | 정밀<br>안전진단  | 2012.04.16.<br>~<br>2012.12.21 | (재)한국<br>건설품질<br>연구원 | ◦ 바닥판 하면 균열, 균열 및 백태, 망상균열, 누수흔<br>적, 파손, 녹발생, 고무재 탈락 등<br>◦ STB 거더 도장박리 및 부식, 볼트부식, 용접결함,<br>실링누락, 오물퇴적, 케이블 도난 등<br>◦ 교대/교각 균열, 누수흔적 및 체수, 콘크리트 손상,<br>전단키/점검로 부식 및 볼트부식 등<br>◦ 교량받침 소울플레이트 도장박리 및 부식, 몰탈/콘<br>크리트 균열, 잡철노출, 파손, 재료분리 등<br>◦ 신축이음장치 본체 이물질 퇴적, 후타재 균열<br>(cw=0.3mm미만), 충격음 및 지지대파손 등<br>◦ 유도배수관 설치필요, 배수파이프 길이부족 및 곡<br>관설치 누락 등 | B    |
| 24 | 전반기<br>정기점검 | 2013.03.27                     | 자체수행                 | ◦ 교대 열화, 신축이음부 누수                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 양호   |
| 25 | 후반기<br>정기점검 | 2013.09.05                     | 자체수행                 | ◦ 점검결과 거더[도장탈락],교량받침[부식,러버패드<br>이탈],하부구조[열화,망상균열],신축이음[후타균열]<br>이 발견되었음                                                                                                                                                                                                                                                                            | 양호   |
| 26 | 전반기<br>정기점검 | 2014.03.28                     | 자체수행                 | ◦ 거더<br>- 도장탈락 : S6G1 (0.025㎡, 1개소)<br>◦ 교량받침<br>- 부식 : A1-sh1, A2-sh1,4 (0.20㎡, 3개소)<br>◦ 하부구조<br>- 균열(0.3mm 이상) : A1 (0.3mm/2.3m, 3개소)<br>- 열화 : A1 (1.2㎡, 1개소)                                                                                                                                                                                  | 양호   |
| 27 | 후반기<br>정밀점검 | 2014.08.26                     | 자체수행                 | ◦ 양호함                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | B    |
| 28 | 전반기<br>정기점검 | 2015.04.21                     | 자체수행                 | ◦ 신축이음 - 후타재 균열<br>◦ 난간/중분대 - 난간방호벽 박락                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 양호   |
| 28 | 후반기<br>정기점검 | 2015.10.01                     | 자체수행                 | ◦ 거더 - 도장박리<br>◦ 교량받침 - 교량받침 부식<br>◦ 하부구조 - 열화, 균열(0.3mm이상), 망상균열                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 양호   |
| 29 | 전반기<br>정기점검 | 2016.04.29                     | 자체수행                 | ◦ 거더 : 도장 탈리<br>◦ 교량받침 : 부식,들뜸<br>◦ 하부구조 : 균열<br>◦ 신축이음 : 균열,누수                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 양호   |

【표 2-7】 청미천교(마산) 점검 이력

| 번호 | 구분          | 점검기간       | 점검/<br>진단기관 | 주요점검/진단결과                                                                                                    | 안전등급 |
|----|-------------|------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1  | 초기점검        | 2003.03.24 | 자체수행        | ◦ 『A』 등급양호                                                                                                   | A    |
| 2  | 후반기<br>정밀점검 | 2003.09.26 | 자체수행        | ◦ 전반적으로 양호                                                                                                   | A    |
| 3  | 전반기<br>정기점검 | 2004.04.27 | 자체수행        | ◦ 전반적으로 양호, 교면포장밀림발생                                                                                         | 양호   |
| 4  | 후반기<br>정밀점검 | 2004.12.10 | 자체수행        | ◦ 양호                                                                                                         | A    |
| 5  | 전반기<br>정기점검 | 2005.04.27 | 자체수행        | ◦ 양호                                                                                                         | 양호   |
| 6  | 후반기<br>정기점검 | 2005.10.10 | 자체수행        | ◦ A2 거푸집 철선자리 녹발생                                                                                            | 양호   |
| 7  | 전반기<br>정기점검 | 2006.04.07 | 자체수행        | ◦ 양호                                                                                                         | 양호   |
| 8  | 후반기<br>정밀점검 | 2006.10.27 | 자체수행        | ◦ 양호                                                                                                         | A    |
| 9  | 전반기<br>정기점검 | 2007.06.11 | 자체수행        | ◦ 양호                                                                                                         | 양호   |
| 10 | 후반기<br>정기점검 | 2007.11.19 | 자체수행        | ◦ 양호                                                                                                         | 양호   |
| 11 | 긴급점검        | 2007.08.06 | 자체수행        | —                                                                                                            | 양호   |
| 12 | 전반기<br>정밀점검 | 2008.04.11 | 자체수행        | ◦ 교대상면 물고임, 배수파이프 연결 부족, 코핑 균열 발생, 교각점검로 콘크리트 정리미흡, 캔틸레버 하부 철근노출, 코핑 단부 녹발생, 코핑 전면 셋트 앵커 미 제거, 캔틸레버 하부 면끼 제거 | A    |
| 13 | 후반기<br>정기점검 | 2008.11.14 | 자체수행        | ◦ 양호                                                                                                         | 양호   |
| 14 | 전반기<br>정기점검 | 2009.06.10 | 자체수행        | ◦ 교대벽체얼룩(부속시설물 점검 이상무)                                                                                       | 양호   |
| 15 | 후반기<br>정기점검 | 2009.09.30 | 자체수행        | ◦ 양호(부속시설물 점검 이상무)                                                                                           | 양호   |
| 16 | 전반기<br>정밀점검 | 2010.07.23 | 자체수행        | ◦ 슈 녹발생                                                                                                      | A    |
| 17 | 후반기<br>정기점검 | 2010.09.08 | 자체수행        | ◦ 양호,교량부속시설물 이상없음                                                                                            | 양호   |
| 18 | 전반기<br>정기점검 | 2011.04.11 | 자체수행        | ◦ 양호                                                                                                         | 양호   |
| 19 | 후반기<br>정기점검 | 2011.07.25 | 자체수행        | ◦ 내부침투수 발생                                                                                                   | 양호   |
| 21 | 전반기<br>정기점검 | 2012.04.18 | 자체수행        | ◦ 양호                                                                                                         | 양호   |
| 22 | 후반기<br>정기점검 | 2012.09.04 | 자체수행        | ◦ 교면포장 파손,바닥판 파손                                                                                             | 양호   |

【표 2-7】 청미천교(마산) 점검 이력(계속)

| 번호 | 구분          | 점검기간                           | 점검/<br>진단기관           | 주요점검/진단결과                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 안전등급 |
|----|-------------|--------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 23 | 정밀<br>안전진단  | 2012.04.16.<br>~<br>2012.12.21 | (재) 한국<br>건설품질<br>연구원 | <ul style="list-style-type: none"> <li>바닥판 하면 균열, 균열 및 백태, 망상균열, 누수흔적, 파손, 녹발생, 고무재 탈락 등</li> <li>STB 거더 도장박리 및 부식, 볼트부식, 용접결함, 실링누락, 오물퇴적, 케이블 도난 등</li> <li>교대/교각 균열(cw=0.1~0.3mm), 누수흔적 및 체수, 파손, 열화, 압성도 침하 등</li> <li>교량받침 소울플레이트 도장박리 및 부식, 몰탈/콘크리트 균열, 잡철노출, 재료분리 등</li> <li>신축이음장치 본체 부식, 후타재 균열(cw=0.3mm 미만), 파손, 충격음 등</li> <li>유도배수관 설치필요, 배수파이프 길이부족, 곡관 설치 누락 등</li> </ul>                                                                                                            | C    |
| 24 | 전반기<br>정밀점검 | 2013.06.28                     | 자체수행                  | 교량받침:슈녹발생, 하부구조:구체및 구체 하부 열화 2개소                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | C    |
| 25 | 후반기<br>정기점검 | 2013.10.31                     | 자체수행                  | 교량받침:슈녹발생, 하부구조:구체및 구체 하부 열화 2개소                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 양호   |
| 26 | 전반기<br>정기점검 | 2014.05.19                     | 자체수행                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>받침도장박리,부식:A1-sh4,P2-sh4,P3-sh1 (0.21m2,3개소)</li> <li>하부구조                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-누수흔적 : A1(중분대측, 갓길측)</li> <li>-균열(0.3mm이상):P1(갓길측)코핑(0.3mm/0.6m,1개소)</li> <li>-균열(0.3mm미만) : P2G1 코핑(0.2mm/1.5m, 2개소)</li> <li>-박리 : P3(갓길측) 코핑측면(0.8㎡, 1개소)</li> </ul> </li> <li>신축이음                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-후타재파손:A1(갓길),A2(갓길),P5(2차로,갓길) (0.76m2,3개소)</li> </ul> </li> </ul> | 양호   |
| 27 | 후반기<br>정기점검 | 2014.09.17                     | 자체수행                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>받침도장박리,부식:A1-sh4,P2-sh4,P3-sh1 (0.21m2,3개소)</li> <li>하부구조                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-누수흔적 : A1(중분대측, 갓길측)</li> <li>-균열(0.3mm이상):P1(갓길측)코핑(0.3mm/0.6m,1개소)</li> <li>-균열(0.3mm미만) : P2G1 코핑(0.2mm/1.5m, 2개소)</li> <li>-박리 : P3(갓길측) 코핑측면(0.8㎡, 1개소)</li> </ul> </li> <li>신축이음                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-후타재파손:A1(갓길),A2(갓길),P5(2차로,갓길) (0.76m2,3개소)</li> </ul> </li> </ul> | 양호   |
| 28 | 전반기<br>정기점검 | 2015.04.21                     | 자체수행                  | 양호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 양호   |
| 28 | 후반기<br>정기점검 | 2015.12.17                     | 자체수행                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>교량받침 : 교량받침 부식</li> <li>하부구조 : 열화, 파손</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 양호   |
| 29 | 전반기<br>정기점검 | 2016.06.13                     | 자체수행                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>교량받침 : 부식, 균열</li> <li>신축이음 : 열화, 누수</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 양호   |

## 2.3.2 기존 진단 실시결과

기존 정밀안전진단은 2012년12월 (재)한국건설품질연구원에서 실시하였으며, 정밀안전진단 결과는 아래와 같다.

【표 2-8】 청미천교(양평) 정밀안전진단 결과분석

| 구 분                        |      | 외관조사 요약 및 검토의견                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 비고 |
|----------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 외<br>관<br>조<br>사<br>결<br>과 | 상부구조 | <ul style="list-style-type: none"> <li>바닥판 하면에 발생된 횡방향균열(cw=미세~0.3mm)과 망상균열(cw=0.1mm)은 시공초기 건조수축으로 인하여 발생된 균열로 판단되며, cw=0.3mm이상 균열은 주입보수를 실시하고, cw=0.3mm미만 균열은 표면보수가 요망된다.</li> <li>바닥판 하면 지점부와 캔틸레버부에 유공관 및 종조인트부를 통한 우수유입으로 인한 균열 및 백태(cw=0.1~0.2mm), 누수흔적, 백태, 파손, 녹발생이 일부 조사되었으며, 표면보수가 요망된다.</li> <li>거더 내·외부에 발생된 도장박리 및 부식은 도장 전처리 불량과 우수유입, 작업 간 인위적 충격과 굽힘이 주요 원인으로 판단되며, 녹제거 후 재도장을 실시함이 바람직할 것으로 판단된다.</li> <li>거더 내부 전반에 걸쳐 Splice부 실링처리가 누락되어 우수유입 방지를 위한 실링처리가 요망된다.</li> <li>거더 내부에 설치되어 있는 케이블이 망실되어 재설치가 요망된다.</li> <li>S1-G1/2-ST9와 S6-G1/2-ST51 세로보에 시공 중 충격 및 굽힘으로 인한 도장박리 및 부식이 조사되어 녹제거 후 재도장이 요망된다.</li> </ul>                                                                                             |    |
|                            | 하부구조 | <ul style="list-style-type: none"> <li>교대 구체 및 홍벽, 날개벽에 건조수축과 단면변화부 응력집중, 시공이음으로 인한 수직·수평균열(cw=0.1~0.3mm) 및 망상균열(cw=미세~0.1mm)이 발생되어, cw=0.3mm이상은 주입보수를 실시하고, cw=0.3mm미만 균열은 표면보수가 요망된다.</li> <li>교대 홍벽 및 구체에 누수흔적과 체수가 조사되었으며, 이는 신축이음부를 통한 우수유입이 원인으로, A1/A2 교대 상면 유도배수로 설치와 측면 홈통설치가 필요할 것으로 판단된다.</li> <li>홍벽과 구체에 파손과 철근노출(잡철근), 녹발생이 조사되었으며, 이는 신축이음부 철재 지지대 시공 후 마감불량, 거푸집 제거 시 잡철근 미제거 등으로 인해 발생된 손상으로, 단면보수가 요망된다.</li> <li>코핑부 및 기둥부에 발생된 수직·수평균열(cw=0.1~0.2mm)과 망상균열(cw=미세~0.2mm)은 건조수축과 단면변화부 응력집중, 시공이음으로 인하여 발생된 손상으로 판단되어 cw=0.3mm이상은 주입보수를 실시하고, cw=0.3mm미만 균열은 표면보수가 요망된다.</li> <li>교각 상면에서 전단키의 부식과 앵커볼트 부식, 코핑부 안전점검통로 앵커볼트 부식 등이 조사되었으며, 이는 공용 중 수분접촉, 조임불량 등으로 인하여 발생된 손상으로 판단되어 녹제거 후 도장처리가 요망된다.</li> </ul> |    |
|                            | 기타부재 | <ul style="list-style-type: none"> <li>소울플레이트에 도장박리 및 부식이 조사되었으며, 이는 신축이음부와 외측면을 통한 우수유입이 가장 주요한 원인으로 판단되어, 녹제거 후 재도장이 요망된다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |

【표 2-8】 청미천교(양평) 정밀안전진단 결과분석(계속)

| 구 분                            |              | 외관조사 요약 및 검토의견                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 비고 |
|--------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 외<br>관<br>조<br>사<br><br>결<br>과 | 기타부재         | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 받침콘크리트에 시공미흡으로 인한 철근노출(잡철노출)이 조사되었으나, 보수의 필요성은 없을 것으로 판단되어 지속관찰 한다.</li> <li>◦ 받침의 가동상태는 교대 A1, A2 받침장치의 가동여유량이 허용변위를 초과한 상태로 조사되었으나, 실측한 서스팬여유량이 계산 필요가동량을 만족하고 있는 상태이므로 차후 지속적인 지속관찰이 필요할 것으로 판단되며, 필요 연단거리는 허용기준을 만족하는 것으로 조사되었다.</li> <li>◦ 본 교량은 필요 연단거리를 만족하는 양호한 상태이다.</li> <li>◦ 신축이음장치(J3)에 도로의 구배로 인한 갯길측의 이물질 퇴적이 조사되었으며, 이에 신축이음장치의 주기적인 청소가 필요할 것으로 판단된다.</li> <li>◦ 신축이음장치 유간을 종합적으로 비교·분석한 결과, 모든 측정 부재에서 이론신축 가동량을 확보하고 있는 것으로 조사되었다.</li> <li>◦ 차량 통행 시 신축이음장치 하부에 충격음이 발생되어 상부 육안조사와 하부 내시경 조사를 실시한 결과, 신축이음장치 미소 단차(최대 5mm)와 지지대 하단 탄성받침 균열, 용접부 부식 등이 조사되어 차량통과 시 충격음과 진동이 발생되어 신축이음장치 교체가 요망된다.</li> <li>◦ 포장면의 코어상태조사 결과, 포장부(T=75mm)와 방수층(T=5mm)의 상태는 양호한 것으로 조사되었다.</li> <li>◦ 교면포장 상면에서 대형차교통이 많은 2차로 상에 소성변형이 조사되었으나, 손상정도가 경미하여 보수의 필요성은 없을 것으로 판단되어 지속관찰이 요망된다.</li> <li>◦ 유공관 주변 백태와 우수유입을 통한 거더 외부와 배수파이프, 교각 상면에 2차 손상을 초래할 수 있는 상태로, 유도배수관 설치가 요망된다.</li> <li>◦ 하부 배수파이프 길이가 짧거나 곡관설치가 누락되어 마산방향 교각 코평부 안전점검통로 오염과 교각 기둥부 하단 오염 및 세굴, 압성토 블럭 파손을 유발시키고 있는 상태이며, A1/A2 교대의 배수파이프 시공 상태는 양호하나 일부 곡관설치가 누락된 것으로 조사되어, 이에 배수파이프 연장 및 곡관 설치가 필요할 것을 판단된다.</li> <li>◦ 방호벽에 발생된 수직 및 수평균열(cw=0.1 ~ 0.3mm)과 망상균열(cw=미세 ~ 0.2mm)은 건조수축 및 온도변화에 따른 콘크리트 신축으로 인하여 발생된 손상으로 판단되며, cw=0.3mm 이상 균열에 대해 주입보수가 요망된다.</li> <li>◦ 방호벽에서 차량 충돌 등으로 인한 덮개탈락이 조사되어, 재설치가 필요할 것으로 판단된다.</li> </ul> |    |
| 내구성<br>시험<br>결과                | 압축강도<br>조사   | ◦ 반발경도법 및 초음파법에 의한 콘크리트 강도조사 결과는 모두 모두 설계강도의 90%를 상회하는 것으로 조사되었음.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|                                | 철근배근<br>탐사조사 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 대부분 설계도와 일치하여 철근배근상태 양호</li> <li>◦ 일부 피복부족 및 배근간격의 차이는 있으나 시공 및 진단장비의 오차에 의하여 국부적으로 발생됨.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |

【표 2-8】 청미천교(양평) 정밀안전진단 결과분석(계속)

| 구 분         |           | 외관조사 요약 및 검토의견                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                           |       |          | 비고 |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                           |       |   |    |          |                                                     |       |       |    |                   |                                  |       |    |                                 |       |  |
|-------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------|----------|----|-------------|--|------|-------------|-----|----------|-------|-----|-------|-----------------------------------------------------------|-------|---|----|----------|-----------------------------------------------------|-------|-------|----|-------------------|----------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|--|
| 내구성 시험 결과   | 탄산화 시험    | ◦ 탄산화로 인한 콘크리트 내의 철근부식 가능성은 없는 것으로 조사되었다.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                           |       |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                           |       |   |    |          |                                                     |       |       |    |                   |                                  |       |    |                                 |       |  |
|             | 염화물함 유량시험 | ◦ 염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없는 것으로 분석되었다.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                           |       |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                           |       |   |    |          |                                                     |       |       |    |                   |                                  |       |    |                                 |       |  |
|             | 균열깊이 조사   | ◦ 균열깊이 조사 결과 측정 깊이가 설계 피복두께를 초과하여 균열부에 대한 적절한 보수가 필요한 것으로 판단됨.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                           |       |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                           |       |   |    |          |                                                     |       |       |    |                   |                                  |       |    |                                 |       |  |
| 강재 시험 결과    | 초음파 탐상시험  | ◦ 구조물의 용접 상태는 양호한 것으로 평가되었다.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                           |       |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                           |       |   |    |          |                                                     |       |       |    |                   |                                  |       |    |                                 |       |  |
|             | 도막 두께 측정  | ◦ 도막두께 측정값은 모든 위치에서 도로교 표준시방서 기준값을 상회하는 것으로 조사되어 양호한 상태로 평가되었다.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                           |       |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                           |       |   |    |          |                                                     |       |       |    |                   |                                  |       |    |                                 |       |  |
| 상태평가 결과     |           | ◦ B등급(환산점수 : 0.245)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                           |       |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                           |       |   |    |          |                                                     |       |       |    |                   |                                  |       |    |                                 |       |  |
| 안전성평가 결과    |           | <table><tr><th colspan="2">안전성평가 수행 부재</th><th>해석방법</th><th>안전성평가 결과 요약</th><th>안전율</th><th>안전성 평가결과</th></tr><tr><td rowspan="2">상부 구조</td><td>바닥판</td><td>강도설계법</td><td>◦ <math>\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{121.568}{86.100} = 1.448</math></td><td>1.0이상</td><td rowspan="4">A</td></tr><tr><td>거더</td><td>허용응력 설계법</td><td>◦ <math>\frac{f_a}{f} = \frac{190.000}{143.396} = 1.325</math></td><td>1.0이상</td></tr><tr><td rowspan="2">하부 구조</td><td>교대</td><td rowspan="2">강도설계법<br/>허용응력 설계법</td><td>◦ 단면 휨 설계검토 양호<br/>◦ 말뚝 및 기초검토 양호</td><td>1.0이상</td></tr><tr><td>교각</td><td>◦ 기둥의 단면검토 양호<br/>◦ 말뚝 및 기초검토 양호</td><td>1.0이상</td></tr></table> |                                                           |       |          |    | 안전성평가 수행 부재 |  | 해석방법 | 안전성평가 결과 요약 | 안전율 | 안전성 평가결과 | 상부 구조 | 바닥판 | 강도설계법 | ◦ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{121.568}{86.100} = 1.448$ | 1.0이상 | A | 거더 | 허용응력 설계법 | ◦ $\frac{f_a}{f} = \frac{190.000}{143.396} = 1.325$ | 1.0이상 | 하부 구조 | 교대 | 강도설계법<br>허용응력 설계법 | ◦ 단면 휨 설계검토 양호<br>◦ 말뚝 및 기초검토 양호 | 1.0이상 | 교각 | ◦ 기둥의 단면검토 양호<br>◦ 말뚝 및 기초검토 양호 | 1.0이상 |  |
| 안전성평가 수행 부재 |           | 해석방법                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 안전성평가 결과 요약                                               | 안전율   | 안전성 평가결과 |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                           |       |   |    |          |                                                     |       |       |    |                   |                                  |       |    |                                 |       |  |
| 상부 구조       | 바닥판       | 강도설계법                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ◦ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{121.568}{86.100} = 1.448$ | 1.0이상 | A        |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                           |       |   |    |          |                                                     |       |       |    |                   |                                  |       |    |                                 |       |  |
|             | 거더        | 허용응력 설계법                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ◦ $\frac{f_a}{f} = \frac{190.000}{143.396} = 1.325$       | 1.0이상 |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                           |       |   |    |          |                                                     |       |       |    |                   |                                  |       |    |                                 |       |  |
| 하부 구조       | 교대        | 강도설계법<br>허용응력 설계법                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ◦ 단면 휨 설계검토 양호<br>◦ 말뚝 및 기초검토 양호                          | 1.0이상 |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                           |       |   |    |          |                                                     |       |       |    |                   |                                  |       |    |                                 |       |  |
|             | 교각        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ◦ 기둥의 단면검토 양호<br>◦ 말뚝 및 기초검토 양호                           | 1.0이상 |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                           |       |   |    |          |                                                     |       |       |    |                   |                                  |       |    |                                 |       |  |
| 보수 · 보강방안   |           | ◦ 내구성 저하방지를 위해 균열보수 및 단면보수, 표면보수 실시<br>◦ 도장박리, 녹발생 등의 손상 발생 부위에 대해 방청 및 도장보수 실시<br>◦ 신축이음장치 교체, 유도배수관 설치 등                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                           |       |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                           |       |   |    |          |                                                     |       |       |    |                   |                                  |       |    |                                 |       |  |
| 종합결론        |           | ◦ 청미천교(양평)는 고속국도 45호선(중부내륙선, 이정 256.010km)으로 경기도 여주군 점동면 원부리에 위치하며, 2002년 12월 20일에 준공되었으며, 내진 1등급으로 설계된 1종 교량이다.<br>◦ 본 과업은 2002년도 준공 이후 금회 10년이 경과된 구조물에 대하여 최초로 실시하는 정밀안전진단 용역으로써 하자만료전 정밀점검을 겸하고 있으며 외관조사 및 내구성 조사, 구조해석 결과를 토대로 종합적으로 평가해 볼 때, 구조물의 안전성에는 문제가 없는 것으로 평가되었으며, 발생한 손상은 공용중의 안전성은 확보되나 시설물의 사용성 및 내구성 확보를 위한 보수가 필요하다.<br>◦ 본 교량에 대한 정밀안전진단 결과, 현장조사 및 시험을 통한 상태평가 결과는 『B』, 구조해석 및 내하력 평가를 통한 안전성평가 결과는 『A』로 평가되어, 종합평가 결과는 『B』로 산정되었다.<br>◦ 청미천교(양평)에 대한 안전등급은 ‘B등급(양호)’으로 평가되어, 조사된 일부 손상에 대해 앞서 제시한 보수방안과 유지관리방안을 충실히 수행한다면 1등교로서의 기능을 유지하는데 이상이 없을 것으로 판단된다.                                                                      |                                                           |       |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                           |       |   |    |          |                                                     |       |       |    |                   |                                  |       |    |                                 |       |  |

【표 2-9】 청미천교(마산) 정밀안전진단 결과분석

| 구 분                        |      | 외관조사 요약 및 검토의견                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 비고 |
|----------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 외<br>관<br>조<br>사<br>결<br>과 | 상부구조 | <ul style="list-style-type: none"> <li>바닥판 하면 좌측 캔틸레버부에 국부적으로 종방향균열(<math>cw=0.5 \sim 1.0\text{mm}</math>)이 발생되었으며, 이는 시공초기 거푸집 처짐 등으로 인하여 국부적으로 발생된 비구조적 균열로 판단되어 충전보수가 요망된다.</li> <li>바닥판 하면 지점부와 캔틸레버부에 유공관 및 종조인트부를 통한 우수 유입으로 인한 균열 및 백태(<math>cw=0.1 \sim 0.2\text{mm}</math>), 누수흔적, 백태, 파손, 녹발생이 일부 조사되어 표면보수가 요망된다.</li> <li>거더 내·외부에 발생된 도장박리 및 부식은 도장 전처리 불량과 우수 유입, 작업 간 인위적 충격과 굽힘이 주요 원인으로 판단되며, 녹제거 후 재도장을 실시함이 바람직할 것으로 판단된다.</li> <li>거더 내부에 시공 시 임의 충격 등으로 인한 모재변형이 발생하였으나, 손상정도가 경미하여 지속관찰 한다.</li> <li>거더 내부 전반에 걸쳐 Splice부 실링처리가 누락되어 우수유입 방지를 위한 실링처리가 요망된다.</li> <li>거더 내부에 설치되어 있는 케이블은 인위적 도난이 발생되어, 재설치가 요망된다.</li> <li>S6-G1/2-CB57 가로보와 S6-G1/2-ST59 세로보에 시공 중 충격 및 굽힘으로 인한 도장박리 및 부식이 조사되어 녹제거 후 재도장이 요망된다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                           |    |
|                            | 하부구조 | <ul style="list-style-type: none"> <li>교대 구체 및 홍벽, 날개벽에 건조수축과 단면변화부 응력집중, 시공이음으로 인한 수직·수평균열(<math>cw=0.1 \sim 0.2\text{mm}</math>) 및 망상균열(<math>cw=0.1\text{mm}</math>)이 발생되어, 표면보수가 요망된다.</li> <li>교대 홍벽 및 구체에 누수흔적과 체수가 조사되었으며, 이는 신축이음부를 통한 우수유입이 원인으로, A1/A2 교대 상면 유도배수로 설치와 측면 홈통설치가 필요할 것으로 판단된다.</li> <li>A1/A2 압성토에 대한 외관조사 결과, 압성토 다짐불량과 배수파이프를 통한 우수유입 등으로 인해 A1측 전면 압성토 국부 침하와 A2측 좌측면 압성토 불룩파손이 조사되었으나, 일부 A1측 압성토 물고임 방지를 위하여 되메우기 및 블록교체가 요망된다.</li> <li>코핑부 및 기둥부에 발생된 수직·수평균열(<math>cw=0.1 \sim 0.3\text{mm}</math>)과 망상균열(<math>cw=0.1\text{mm}</math>)은 건조수축과 단면변화부 응력집중, 시공이음으로 인하여 발생된 손상으로 판단되어 <math>cw=0.3\text{mm}</math>이상은 주입보수를 실시하고, <math>cw=0.3\text{mm}</math>미만 균열은 표면보수가 요망된다.</li> <li>교각 코핑부에 설치되어 있는 전단키 몰탈 들뜸 및 파손 등이 조사되었으며, 이는 시공미흡으로 인해 발생한 손상으로 판단되며, 단면보수를 실시한다.</li> <li>P4 코핑부 상면에 철근노출, 파손, 녹발생, 백태가 조사되었으며, 이는 상부 유공관을 통한 우수가 철근노출부에 떨어져 철근부식으로 인해 발생한 손상으로 판단되어, 철근방청 후 단면보수가 요망된다.</li> </ul> |    |
|                            | 기타부재 | <ul style="list-style-type: none"> <li>소울플레이트에 도장박리 및 부식이 조사되었으며, 이는 신축이음부와 외측면을 통한 우수유입이 가장 주요한 원인으로 판단되어, 녹제거 후 재도장이 요망된다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |

【표 2-9】 청미천교(마산) 정밀안전진단 결과분석(계속)

| 구 분                            |              | 외관조사 요약 및 검토의견                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 비고 |
|--------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 외<br>관<br>조<br>사<br><br>결<br>과 | 기타부재         | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 받침콘크리트에 시공미흡으로 인한 철근노출(잡철노출)이 조사되었으며, 철근방청 후 단면보수가 요망된다.</li> <li>◦ 받침의 가동상태는 교대 A1, A2 받침장치의 가동여유량이 허용변위를 초과한 상태로 조사되었으나, 실측한 서스판여유량이 계산 필요가동량을 만족하고 있는 상태이므로 차후 지속적인 지속관찰이 필요할 것으로 판단되며, 필요 연단거리는 허용기준을 만족하는 것으로 조사되었다.</li> <li>◦ 본 교량은 필요 연단거리를 만족하는 양호한 상태이다.</li> <li>◦ 신축이음장치에 부식, 후타재 균열(<math>cw=0.1mm</math>) 및 파손 등이 조사되었으나, 보수의 필요성은 없을 것으로 판단되어 지속관찰 한다.</li> <li>◦ 신축이음장치 유간을 종합적으로 비교·분석한 결과, A1(J1),측의 신축유간이 부족한 것으로 측정되었으나, 바닥판 유간이 적정한 것으로 조사되어 프리세팅 오류로 판단된다.</li> <li>◦ 차량 통행 시 신축이음장치 하부에 충격음이 발생되어 상부 육안조사와 하부 내시경 조사를 실시한 결과, 신축이음장치 미소 단차(최대 8mm)와 지지대 하단 탄성받침 균열, 용접부 부식 및 균열 등이 조사되어 차량통과 시 충격음과 진동이 발생되어 신축이음장치 교체가 요망된다.</li> <li>◦ 포장면의 코어채취조사 결과, 공극이나 재료분리 등의 특이사항은 없으며 방수층 또한 공극이 없는 양호한 상태로 조사되었다.</li> <li>◦ 교면포장 상면에서 균열, 망상균열, 포트홀, 아스콘 파손 및 이물질 삼입 등이 조사되었으나, 손상정도가 경미하여 보수의 필요성은 없을 것으로 판단되어 지속관찰이 요망된다.</li> <li>◦ 유공관 주변 누수흔적 및 백태와 우수유입을 통한 교각 상면에 2차 손상을 초래하고 있는 상태로, 유도배수관 설치가 요망된다.</li> <li>◦ 배수파이프 길이부족 구간(P1/P2)에서 배수파이프 길이가 짧거나 곡관설치가 누락되어 기동부에 오염을 유발시키고 있는 상태이며, 배수파이프 연장 및 곡관 설치가 요망된다.</li> <li>◦ 방호벽에 발생한 수직 및 수평균열(<math>cw=0.1 \sim 0.3mm</math>)과 망상균열(<math>cw=0.1mm</math>)은 건조수축 및 온도변화에 따른 콘크리트 신축으로 인하여 발생한 손상으로 판단되며, 균열 폭 0.3mm 이상 균열에 대해 주입보수가 요망된다.</li> <li>◦ 방호벽에 설치되어 있는 방음벽 기동부 덮개에 외부 충격 및 온도변화에 따른 콘크리트 신축으로 인한 파손과 볼트 탈락이 발생되어 재설치가 요망된다.</li> <li>◦ 방음벽 형틀 부식이 일부 조사되어 외관을 저해하는 요인이 될 수 있으므로 적절한 보수가 요망된다.</li> </ul> |    |
| 내구성<br>시험<br>결과                | 압축강도<br>조사   | ◦ 반발경도법 및 초음파법에 의한 콘크리트 강도조사 결과는 모두 모두 설계강도의 90%를 상회하는 것으로 조사되었음.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|                                | 철근배근<br>탐사조사 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 대부분 설계도와 일치하여 철근배근상태 양호</li> <li>◦ 일부 피복부족 및 배근간격의 차이는 있으나 시공 및 진단장비의 오차에 의하여 국부적으로 발생됨.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |

【표 2-9】 청미천교(마산) 정밀안전진단 결과분석(계속)

| 구 분         |          | 외관조사 요약 및 검토의견                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                         |       |          | 비고 |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                         |       |   |    |          |                                                   |       |       |    |       |                                  |       |  |    |          |                                 |       |  |  |
|-------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------|----------|----|-------------|--|------|-------------|-----|----------|-------|-----|-------|---------------------------------------------------------|-------|---|----|----------|---------------------------------------------------|-------|-------|----|-------|----------------------------------|-------|--|----|----------|---------------------------------|-------|--|--|
| 내구성 시험 결과   | 탄산화 시험   | ◦ 탄산화로 인한 콘크리트 내의 철근부식 가능성은 없는 것으로 조사되었다.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                         |       |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                         |       |   |    |          |                                                   |       |       |    |       |                                  |       |  |    |          |                                 |       |  |  |
|             | 염화물함유량시험 | ◦ 염화물에 의한 부식발생 가능성이 낮은 것으로 분석됨.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                         |       |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                         |       |   |    |          |                                                   |       |       |    |       |                                  |       |  |    |          |                                 |       |  |  |
|             | 균열깊이 조사  | ◦ 균열깊이 조사 결과 측정 깊이가 설계 피복두께를 초과하여 균열부에 대한 적절한 보수가 필요한 것으로 판단됨.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                         |       |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                         |       |   |    |          |                                                   |       |       |    |       |                                  |       |  |    |          |                                 |       |  |  |
| 강재 시험 결과    | 초음파 탐상시험 | ◦ 구조물의 용접 상태는 양호한 것으로 평가되었다.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                         |       |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                         |       |   |    |          |                                                   |       |       |    |       |                                  |       |  |    |          |                                 |       |  |  |
|             | 도막 두께 측정 | ◦ 도막두께 측정값은 모든 위치에서 도로교 표준시방서 기준값을 상회하는 것으로 조사되어 양호한 상태로 평가되었다.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                         |       |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                         |       |   |    |          |                                                   |       |       |    |       |                                  |       |  |    |          |                                 |       |  |  |
| 상태평가 결과     |          | ◦ C등급(환산점수 : 0.332)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                         |       |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                         |       |   |    |          |                                                   |       |       |    |       |                                  |       |  |    |          |                                 |       |  |  |
| 안전성평가 결과    |          | <table><tr><th colspan="2">안전성평가 수행 부재</th><th>해석방법</th><th>안전성평가 결과 요약</th><th>안전율</th><th>안전성 평가결과</th></tr><tr><td rowspan="2">상부 구조</td><td>바닥판</td><td>강도설계법</td><td><math>\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{105.363}{69.592} = 1.514</math></td><td>1.0이상</td><td rowspan="4">A</td></tr><tr><td>거더</td><td>허용응력 설계법</td><td><math>\frac{f_a}{f} = \frac{190.000}{113.568} = 1.673</math></td><td>1.0이상</td></tr><tr><td rowspan="2">하부 구조</td><td>교대</td><td>강도설계법</td><td>◦ 단면 휨 설계검토 양호<br/>◦ 말뚝 및 기초검토 양호</td><td>1.0이상</td><td></td></tr><tr><td>교각</td><td>허용응력 설계법</td><td>◦ 기둥의 단면검토 양호<br/>◦ 말뚝 및 기초검토 양호</td><td>1.0이상</td><td></td></tr></table> |                                                         |       |          |    | 안전성평가 수행 부재 |  | 해석방법 | 안전성평가 결과 요약 | 안전율 | 안전성 평가결과 | 상부 구조 | 바닥판 | 강도설계법 | $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{105.363}{69.592} = 1.514$ | 1.0이상 | A | 거더 | 허용응력 설계법 | $\frac{f_a}{f} = \frac{190.000}{113.568} = 1.673$ | 1.0이상 | 하부 구조 | 교대 | 강도설계법 | ◦ 단면 휨 설계검토 양호<br>◦ 말뚝 및 기초검토 양호 | 1.0이상 |  | 교각 | 허용응력 설계법 | ◦ 기둥의 단면검토 양호<br>◦ 말뚝 및 기초검토 양호 | 1.0이상 |  |  |
| 안전성평가 수행 부재 |          | 해석방법                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 안전성평가 결과 요약                                             | 안전율   | 안전성 평가결과 |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                         |       |   |    |          |                                                   |       |       |    |       |                                  |       |  |    |          |                                 |       |  |  |
| 상부 구조       | 바닥판      | 강도설계법                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{105.363}{69.592} = 1.514$ | 1.0이상 | A        |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                         |       |   |    |          |                                                   |       |       |    |       |                                  |       |  |    |          |                                 |       |  |  |
|             | 거더       | 허용응력 설계법                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $\frac{f_a}{f} = \frac{190.000}{113.568} = 1.673$       | 1.0이상 |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                         |       |   |    |          |                                                   |       |       |    |       |                                  |       |  |    |          |                                 |       |  |  |
| 하부 구조       | 교대       | 강도설계법                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ◦ 단면 휨 설계검토 양호<br>◦ 말뚝 및 기초검토 양호                        | 1.0이상 |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                         |       |   |    |          |                                                   |       |       |    |       |                                  |       |  |    |          |                                 |       |  |  |
|             | 교각       | 허용응력 설계법                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ◦ 기둥의 단면검토 양호<br>◦ 말뚝 및 기초검토 양호                         | 1.0이상 |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                         |       |   |    |          |                                                   |       |       |    |       |                                  |       |  |    |          |                                 |       |  |  |
| 보수 · 보강방안   |          | ◦ 내구성 저하방지를 위해 균열보수 및 단면보수, 표면보수 실시<br>◦ 도장박리, 녹발생 등의 손상 발생 부위에 대해 방청 및 도장보수 실시<br>◦ 신축이음장치 교체, 유도배수관 설치 등                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                         |       |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                         |       |   |    |          |                                                   |       |       |    |       |                                  |       |  |    |          |                                 |       |  |  |
| 종합결론        |          | ◦ 청미천교(마산)는 고속국도 45호선(중부내륙선, 이점 256.010km)으로 경기도 여주군 점동면 원부리에 위치하며, 2002년 12월 20일에 준공되었으며, 내진 1등급으로 설계된 1종 교량이다.<br>◦ 본 과업은 2002년도 준공 이후 금회 10년이 경과된 구조물에 대하여 최초로 실시하는 정밀안전진단 용역으로써 하자만료전 정밀점검을 겸하고 있으며 외관조사 및 내구성 조사, 구조해석 결과를 토대로 종합적으로 평가해 볼 때, 구조물의 안전성에는 문제가 없는 것으로 평가되었으며, 발생한 손상은 공용중의 안전성은 확보되나 시설물의 사용성 및 내구성 확보를 위한 보수가 필요하다.<br>◦ 본 교량에 대한 정밀안전진단 결과, 현장조사 및 시험을 통한 상태평가 결과는 『C』, 구조해석 및 내하력 평가를 통한 안전성평가 결과는 『A』로 평가되어, 종합평가 결과는 『C』로 산정되었다.<br>◦ 청미천교(마산)에 대한 안전등급은 ‘C등급(보통)’으로 평가되어, 조사된 일부 손상에 대해 앞서 제시한 보수방안과 유지관리방안을 충실히 수행한다면 1등급교로서의 기능을 유지하는데 이상이 없을 것으로 판단된다.                                                                           |                                                         |       |          |    |             |  |      |             |     |          |       |     |       |                                                         |       |   |    |          |                                                   |       |       |    |       |                                  |       |  |    |          |                                 |       |  |  |

## 2.4 보수·보강 이력

【표 2-10】 청미천교(양평) 보수·보강 이력

| 구 분 | 공사기간       | 설계자 | 시공자 | 공사구간   | 보수·보강 공법 | 공사금액       |
|-----|------------|-----|-----|--------|----------|------------|
| 보수  | 2006.09.30 | —   | —   | 교면포장   | 팻칭보수     | 4,300,000  |
|     | 2009.12.31 | —   | —   | 하부구조   | 기타       | 700,000    |
|     | 2010.11.25 | —   | —   | 교면포장   | 절삭후 재포장  | 17,191,111 |
|     | 2010.12.31 | —   | —   | 교면포장   | 기타       | 500,000    |
|     |            | —   | —   | 신축이음장치 | 기타       | 1,000,000  |
|     |            | —   | —   | 난간연석   | 기타       | 500,000    |
|     | 2011.12.31 | —   | —   | 배수시설   | 배수시설보수   | —          |
|     | 2013.12.31 | —   | —   | 배수시설   | 배수시설보수   | 135,000    |
|     | 2013.09.30 | —   | —   | 신축이음장치 | 강핑거 조인트  | 47,477,318 |
|     | 2014.12.31 | —   | —   | 교면포장   | 팻칭보수     | 1,475,000  |
|     | 2014.11.13 | —   | —   | 신축이음장치 | 강핑거 조인트  | 27,535,804 |

【표 2-11】 청미천교(마산) 보수·보강 이력

| 구 분 | 공사기간       | 설계자 | 시공자 | 공사구간   | 보수·보강 공법 | 공사금액       |
|-----|------------|-----|-----|--------|----------|------------|
| 보수  | 2008.10.16 | —   | —   | 배수시설   | —        | 200,000    |
|     | 2009.12.31 | —   | —   | 하부구조   | 기타       | 700,000    |
|     | 2010.12.31 | —   | —   | 교량받침   | 도장       | 200,000    |
|     | 2011.12.31 | —   | —   | 배수시설   | 배수시설보수   | —          |
|     | 2014.11.13 | —   | —   | 신축이음장치 | 강핑거 조인트  | 27,535,804 |
|     | 2015.12.30 | —   | —   | 난간연석   | 난간보수     | 4,100,067  |

## 2.5 시설물의 내진설계 여부

국내에서는 1992년에 도로교에 대해 내진설계 기준을 최초로 도입하였으나 1999년 지진방재종합대책이 수립된 이후 전체 교량에 대해 본격적으로 내진설계를 반영하기 시작하였다.

“중부내륙 고속도로(여주~충주간) 건설공사 구조 및 수리계산서 제1공구(2002.12)” 보고서 검토결과 본 과업대상 교량인 청미천교(마산, 양평)는 내진 1등급으로 설계되어 있는 것으로 조사되었다.

【표 2-12】 내진설계 조건

| 구 분   |    | 내 용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 설계 방법 |    | 단일모드 스펙트럼 해석                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 지진등급  |    | 내진 1 급                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 참고문헌  |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 도로교 표준 시방서</li> <li>◦ 교량의 내진 설계</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 설계 조건 | 교대 | <p>■ 교대 하중조건</p> <p>1) 지진계수<br/> <math>Kh = A / 2 = 0.070</math> (변위를 허용한 독립교대)<br/>           ※도로교시방서 p.805<br/>           여기서, A : 가속도계수 = 0.14 (내진 1등급교)<br/>           ※도로교시방서 p.766</p> <p>2) 토압계수 (Coulomb의 토압공식 사용)<br/>           · 평상시<br/>           ※도로교시방서 p.51</p> $K_A = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta + \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \alpha)}{\cos(\theta + \delta) \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2}$ <p>여기서, <math>\phi</math> : 흙의 내부마찰각<br/> <math>\alpha</math> : 지표면과 수평면이 이루는 각<br/> <math>\theta</math> : 벽배면과 연직면이 이루는 각<br/> <math>\delta</math> : 벽배면과 흙 사이의 벽면 마찰각 ※도로교시방서 p.799<br/>           · 지진시</p> $K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \theta_0 - \theta)}{\cos\theta_0 \cos^2\theta \cos(\delta + \theta + \theta_0) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \alpha - \theta_0)}{\cos(\theta + \delta + \theta_0) \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2}$ <p>여기서, <math>\phi</math> : 흙의 내부마찰각<br/> <math>\alpha</math> : 지표면과 수평면이 이루는 각<br/> <math>\theta</math> : 벽배면과 연직면이 이루는 각<br/> <math>\delta</math> : 벽배면과 흙 사이의 벽면 마찰각 ※도로교시방서 p.799<br/> <math>\theta_0</math> : <math>\theta_0 = \tan^{-1}(Kh/1 - Kv)</math> ※연직가속도계수(Kv)는 고려하지 않음</p> <p>3) 토압계수의 계산: 지진시(<math>\phi=35.0^\circ</math>)</p> |

【표 2-12】 내진설계 조건(계속)

| 구 분      |    | 내 용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 설계<br>조건 | 교각 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 교각 지진하중 설계조건</li> <li>1) 가속도계수 : <math>A=0.14</math></li> <li>2) 내 진 등 급 : 내진 1등급</li> <li>3) 지반계수 : II 지역 (<math>S=1.20</math>)</li> <li>4) 응답수정계수               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교각 : <math>R = 3.0</math></li> <li>- 기초 : <math>R = 1.0</math></li> <li>- 상부구조와 교대 : <math>R = 0.8</math></li> </ul> </li> <li>5) 탄성계수 : <math>E_c = 2.35 \times 10^6 \text{ t/m}^2</math></li> <li>6) 해석방법 : 단일모드 스펙트럼 해석법</li> </ul> |
|          | 받침 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 교좌장치 용량 = 수평하중 <math>\times</math> 증가계수 1.35 적용</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

## 2.6 자료분석 결과

금회 진단에 필요한 수집 자료를 검토한 결과 향후 정밀안전진단 용역을 진행하면서 과업 방향은 아래와 같이 시행토록 한다.

【표 2-13】 자료분석 결과

| 구 분            | 수집 자료                                                                                                              | 자료 분석 결과                                                                                                                                                                           | 정밀안전진단 과업진행 방향                                                                                                                                                                                    |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 건설<br>관련<br>자료 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 일반보고서</li> <li>◦ 구조 및 수리계산서</li> <li>◦ 준공도면</li> <li>◦ 시공기록보고서</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 일반보고서 및 준공도면은 설계 당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨.</li> <li>◦ 일반보고서, 준공도면, 구조계산서의 구조물 치수는 동일한 것으로 확인됨.</li> <li>◦ 구조검토 시 1996년 설계기준을 적용함</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교, 검토 후 치수가 상이할 경우 안전측으로 구조계산토록 하고 도면을 재작성하며, 실측치와 동일할 경우는 준공도면을 기준으로 과업을 진행토록 함.</li> <li>◦ 현 설계기준을 적용하여 구조검토를 실시함.</li> </ul> |
|                | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 시공 중 안전점검</li> </ul>                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 시공 중 구조물에 대한 문제점은 없는 것으로 확인됨.</li> </ul>                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 구조물에 대한 문제점은 없는 상태였으나, 사용 중 손상이 발생되거나 조사가 누락된 면이 있을 수 있으니 상세외관조사 시 면밀히 조사함.</li> </ul>                                                                   |

【표 2-13】 자료분석 결과(계속)

| 구 분            | 수집 자료        | 자료 분석 결과                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 정밀안전진단 과업진행 방향                                                            |
|----------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 유지<br>관리<br>자료 | ◦ 점검 및 진단 이력 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 바닥판 하면 균열, 망상균열, 균열 및 녹발생, 박리, 누수흔적 및 백태</li> <li>◦ STB 거더 도장박리 및 부식, 용접결함, 실링불량</li> <li>◦ 교대/교각의 균열, 망상균열, 누수흔적, 철근노출 및 녹발생, 박리, 파손, 압성토 파손</li> <li>◦ 교량받침 소울플레이트 도장박리 및 부식, 몰탈/콘크리트 균열, 들뜸, 파손, 철근노출 및 녹발생</li> <li>◦ 신축이음장치 본체 부식, 후타재 균열, 후타재 파손, 유간부족</li> <li>◦ 교면포장 아스콘 균열 및 망상균열</li> <li>◦ 내구성조사 결과 설계 값 이상으로 양호한 상태임.</li> </ul> | ◦ 점검 시 조사된 손상에 대한 사항을 상세외관조사 시 면밀히 조사하고, 추가 손상 확인, 보수여부 및 대책방안 마련.        |
|                | ◦ 보수·보강 이력   | ◦ 보수·보강 이력을 검토한 결과, 본 교량은 지속적인 유지관리가 진행된 것으로 평가됨.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ◦ 보수·보강 이력사항에는 보수부에 대한 위치가 제시되어 있지 않으므로 보수된 손상명에 대한 사항을 상세외관조사 시 면밀히 조사함. |
|                | ◦ 기술과제 자료    | ◦ 기술자문 검토서를 통해 신축이음장치 유간 부족 및 협착, 바닥판 단부 균열 및 파손, 교대 파라펫부 누수, 신축이음 및 난간 방호벽 단차, 후타재 균열 및 파손에 대한 원인 분석과 대책수립 등이 검토됨.                                                                                                                                                                                                                                                                   | ◦ 기술자문 검토서를 참고자료로 활용하여 상세외관조사 시 면밀히 조사하고, 추가 손상확인, 보수여부 및 대책방안 마련.        |