

## 제9장 종합결론

9.1 개 요

9.2 점검결과

9.3 종합결론 및 건의사항

# 제9장 종합결론

## 9.1 개 요

송탄교(하행선)는 경기도 평택시 지제동에 위치한 교량으로써, 2005년에 준공되어 약 11년의 공용기간이 경과되었고, 국도 45호선에 위치하고 있다. 교량의 연장은 423.3m의 9경간 1종 시설물으로써, 상부구조는 강박스 거더(STB)형식 3~4련으로 시공되어 있으며, 하부구조는 교각 8기(라멘식형, 다주식형)와 교대 2기(역T형)로 구성되어 있다.

## 9.2 점검결과

### 9.2.1 외관조사 결과

송탄교(하행선) 외관조사 결과 발생 손상 및 물량, 보수방안은 다음과 같다.

| 구 분    | 결함 및 손상현황      |         | 손상물량    | 대 책 방 안 | 보 수<br>우선순위 |
|--------|----------------|---------|---------|---------|-------------|
| 교면포장   | 아스콘 균열         |         | 129.2m  | 주의관찰    | 3           |
|        | 아스콘 망상균열       |         | 2824.0㎡ | 주의관찰    | 3           |
|        | 아스콘 소성변형       |         | 34.0㎡   | 재포장     | 1           |
|        | 아스콘 패임         |         | 0.09㎡   | 아스콘 패칭  | 1           |
|        | 포트홀, 파손        |         | 0.3㎡    | 아스콘 패칭  | 1           |
|        | 토사퇴적           |         | 47.2㎡   | 청소      | 3           |
| 방호벽    | 균 열            | 0.3mm미만 | 48.0m   | 표면처리    | 3           |
|        |                | 0.3mm이상 | 6.0m    | 주입보수    | 3           |
|        | 텔레네이터 파손       |         | 10개소    | 교체      | 3           |
|        | 파손, 박리, 박락, 열화 |         | 181.85㎡ | 단면보수    | 3           |
|        | 균열 백태          |         | 105.3m  | 습식균열보수  | 3           |
|        | 망상균열           |         | 0.72㎡   | 표면처리    | 3           |
|        | 교명판 유실         |         | 2개소     | 교체      | 3           |
|        |                |         |         |         |             |
| 배수시설   | 배수관 탈락         |         | 1개소     | 교체      | 3           |
|        | 그레이팅 유실        |         | 1개소     | 교체      | 3           |
|        | 배수구 막힘         |         | 15개소    | 청소      | 3           |
| 바닥판 하면 | 균 열            | 0.3mm미만 | 11.25㎡  | 표면처리    | 2           |
|        | 표면열화           |         | 1.2㎡    | 단면보수    | 2           |
|        | 데크플레이트 부식      |         | 1.8㎡    | 재도장     | 2           |
|        | 백태             |         | 1.08㎡   | 표면처리    | 2           |

<표 9.1> 외관조사 결과

| 구 분        |               | 결합 및 손상현황        | 손상물량      | 대 책 방 안 | 보 수<br>우선순위 |
|------------|---------------|------------------|-----------|---------|-------------|
| 거더         | 외부            | 도장탈락, 박리, 손상, 굽힘 | 0.59㎡     | 재도장     | 3           |
|            |               | 점부식, 부식          | 5.08㎡     | 재도장     | 3           |
|            |               | 시건장치 미체결         | 8개소       | 시건장치 설치 | 2           |
|            | 내부            | 도장손상 및 부식        | 0.8㎡      | 재도장     | 3           |
|            |               | 환기구 볼트 체결 불량     | 28개소      | 볼트 재체결  | 3           |
|            |               | 환기구 망 탈락         | 4개소       | 교체      | 3           |
|            |               | 누수흔적 썰링제 미설치     | 250개소     | 실란트 충전  | 3           |
|            |               | 이물질퇴적, 토사퇴적      | 172.25㎡   | 청소      | 3           |
|            |               | 누수흔적             | 0.12㎡     | 청소      | 3           |
|            |               | 재하시험 게이지 미제거     | 13개소      | 청소      | 3           |
| 교 대<br>교 각 | 균열            | 0.3mm미만          | 167.65m   | 표면처리    | 2           |
|            |               | 0.3mm이상          | 5.0m      | 주입보수    | 2           |
|            | 범면 침하         |                  | 0.5㎡      | 주의관찰    | 3           |
|            | 망상균열          |                  | 2,980.18㎡ | 표면처리    | 2           |
|            | 철근노출 박락, 파손   |                  | 0.01㎡     | 단면보수    | 2           |
|            | 재료분리          |                  | 3.0㎡      | 표면처리    | 2           |
|            | 표면열화          |                  | 5.64㎡     | 단면보수    | 2           |
|            | 실란트 파손        |                  | 6.0m      | 실란트 충전  | 2           |
|            | 하단 방호벽 밀림     |                  | 0.1m      | 주의관찰    | 3           |
|            | 후타재 균열        |                  | 46.67㎡    | 주의관찰    | 3           |
| 신축이음장치     | 유간 토사퇴적       |                  | 81.5m     | 청소      | 3           |
|            | 차수판 볼트 탈락     |                  | 2개소       | 교체      | 3           |
|            | 본체 부식         |                  | 5.0m      | 주의관찰    | 3           |
|            | 후타재 균열        |                  | 46.67㎡    | 주의관찰    | 3           |
| 받침장치       | cw=0.3mm미만 균열 |                  | 11.15m    | 표면처리    | 2           |
|            | cw=0.3mm이상 균열 |                  | 0.6m      | 주입보수    | 2           |
|            | 도장박리, 탈락, 부식  |                  | 0.69㎡     | 재도장     | 3           |
|            | 낙교방지장치 볼트길이부족 |                  | 224개소     | 주의관찰    | 3           |
|            | 들뜸, 파손, 탈락    |                  | 0.5㎡      | 단면보수    | 3           |
|            | 볼트 부식         |                  | 19개소      | 재도장     | 3           |
|            | 본체 고무재 탈락     |                  | 2개소       | 주의관찰    | 3           |

<표 9.1> 외관조사 결과 (계속)

## 9.2.2 외관조사 결과분석

### 가. 교면포장 및 보도부

외관조사결과 아스콘 균열, 소성변형, 포트홀, 파손, 패임, 토사퇴적 등이 발생한 것으로 조사되었다. 2015년 정밀점검 이후 포트홀 구간이 국부적인 보수가 실시된 것으로 추정되며, 정밀 시공이 이루어지지 않아 보수상태는 미흡한 것으로 판단된다. 바닥판하면에 포장 부 누수로 인한 손상(균열부 백태)은 진전이 없는 것으로 판단되며, 교면포장에 발생한 기 손상부는 지속적인 관찰 후 진전시 아스콘 패칭, 실링 등의 조치가 필요하다.

### 나. 난간 및 연석

외관조사결과 방호벽 균열 및 망상균열, 균열/백태, 박리 및 파손, 교명판 유실 등의 손상이 조사되었고, 발생한 균열/백태 구간은 전차와 비교하여 신규손상이 일부 추가 발생하였다. 균열은 건조수축 및 수화열에 의한 비구조적 균열이며 0.3mm이상 균열은 주입보수 등의 조치가 필요하며, 0.3mm미만 균열 구간 및 균열/백태는 그 정도가 경미한 미세균열이므로, 즉각적인 보수조치 보다는 향후 손상의 진전 정도에 따라 일괄적인 표면보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 텔리네이트, 교명판 유실은 외부 충격 등에 의한 것으로 사용성 확보를 위하여 교체 등의 조치가 필요하다. 기존 손상인 박리 및 파손은 외부 충격으로 인하여 발생한 손상으로 단면보수 등의 조치가 필요하다.

### 다. 배수시설

외관조사결과 배수구 막힘, 배수관 탈락, 그레이팅 유실 등이 조사되었으며, 배수구 막힘은 전구간에 걸쳐 발생한 손상으로, 공용 중 반복적인 통행 차량에 의한 토사퇴적으로 이는 우천시 체수를 유발하여 차량 주행성 및 사용성에 문제가 될 수 있으므로 주기적인 배수구 청소가 필요한 상태이다. A1에 발생한 배수관 탈락은 강우시 교대 법면으로 우수가 유입되어 법면 토사유실 등의 손상의 발생 가능성이 존재하므로, 배수관 교체 등의 조치가 요구된다.

#### 라. 신축이음장치

외관조사결과 후타재 균열, 본체 부식, 본체 유간부 토사퇴적, 차수판 볼트 탈락 등이 발생한 상태로 조사되었다. 후타재 균열은 건조수축에 의한 시공초기 균열로서 그 정도가 경미한 상태이므로 현 상태에서의 보수조치 보다는 지속적 관찰을 실시한 후, 손상 진전시 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단되며, 토사퇴적 및 부식 구간은 장기공용에 인한 손상으로 청소 및 지속적인 관찰이 필요하다.

#### 마. 바닥판

외관조사결과, 0.3mm미만 균열, 표면열화, 백태, 데크플레이트 부식 등이 발생한 상태로 조사되었다.

0.3mm미만 균열은 기존 점검시 누락된 손상으로 판단되며, 기손상부는 시공초기 건조수축에 의해 발생한 균열로 지속적인 관찰 후 진전시 표면처리 등의 조치가 필요하다. 콘크리트 표면열화 구간은 시공불량 및 장기 공용에 의한 손상으로 표면처리 등의 조치가 필요하며, 콘크리트 백태 구간은 손상이 경미하므로 지속적인 관찰 후 진전시 조치가 요구된다. 데크플레이트 부식 구간은 현재 경미한 상태로 주의관찰을 요한다.

#### 바. 거더 및 가로보, 세로보

외관조사결과, 가로보 및 세로보는 손상이 없는 양호한 상태이며, 거더외부에 도장 긁힘, 점부식 등이 조사되었고, 거더내부 이물질퇴적, 노숙흔적, 화재흔적, 도장불량, 우수유입흔적, 도장들뜸 및 부식 등이 조사되었다. 기 발생한 도장손상(도장긁힘, 도장부식, 도장들뜸, 도장탈락)은 시공미흡 및 외부충격에 의한 손상으로 지속적인 관찰 후 진전시 재도장이 필요하며, 거더내부에 발생한 스플라이스부를 통한 우수유입은 청소 등의 정비가 필요하다. 이물질퇴적 및 화재흔적은 외부인 출입에 의한 손상으로 시건장치 체결을 통한 유지관리가 요망된다.

### 사. 받침장치

외관조사결과 본체 파손, 편기 등의 손상은 조사되지 않았으나, A1에서 신장량 다소 부족이 발생하였고, 국부적인 받침장치 부식, 받침콘크리트 및 무수축물탈 균열, 콘크리트 파손 등이 조사되었다. 기 손상부는 공용기간 증가 및 건조수축에 의한 손상으로 주의관찰 후 손상의 진전시 표면처리, 재도장 등의 조치가 요망되며, 특히, P6-SH1 무수축물탈 탈락 구간은 원심 작용시 파손 형태와 다른 형상으로, 시공 미흡으로 인한 손상으로 추정되며, 단면보수 등의 조치가 요구된다. A1의 이동량 부족은 받침장치 관리대장 등을 만들어 지속적인 진전여부 확인 후 무수축물탈 파손 등의 손상이 발생할 시, 받침장치 프리셋팅, 교체 등의 조치가 요구된다.

받침장치의 이동량 검토결과, A1을 제외한 모든 받침에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다. A1의 SH1~SH8은 신장시 여유량이 부족하나, 여유량 부족으로 인한 손상(무수축물탈 파손) 등의 손상은 현재 없는 것으로 판단된다. A1의 받침장치 관리대장 등을 만들어 지속적인 확인 후, 무수축물탈 파손 등의 손상이 발생할 시, 받침장치 프리셋팅, 교체 등의 조치가 요구된다.

연단거리 분석결과, 전 구간 모두 실측 연단거리가 도로교 설계기준 최소 연단거리 이상으로 측정되어, 연단거리에 따른 구조물의 안전성의 문제는 없을 것으로 판단된다.

### 아. 교대 및 교각

교대 및 교각은 0.3mm미만 균열, 0.3mm이상 균열 및 망상균열, 콘크리트 파손, 철근노출, 재료분리, 범면침하, 범면 하단부 밀림 등이 발생한 상태로 확인되었다. 균열 및 망상균열은 시공초기 건조수축에 의한 비구조적 균열로 주의관찰이 요망되나, 폭 0.3mm이상의 균열은 주입보수 등의 조치가 필요하다. 기존 손상인 철근노출, 재료분리 등의 손상은 주기적인 관찰이 필요하며, 손상부 규모가 미미하므로 현 상태에서의 보수조치 보다는 향후 손상의 진전시 단면보수, 표면처리 등의 조치가 요구된다. 금회 조사된 범면유실 및 범면 하단부 밀림 구간은 우수유입 및 시공시 정밀시공이 시행되지 않은 것으로 판단되며, 주기적인 관찰로 진행여부 확인 후 되메우기 등의 조치가 필요하다.

### 자. 부대시설

부대시설 외관조사 결과, 휨스는 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었고, S1 가로등 기울음이 발생하였다. 가로등 기울음 손상은 시공불량에 의한 손상으로 진전시 교면포장으로 전도되어 주행차량에 사고 발생 가능성이 존재하므로, 재설치 등의 정비가 필요하다.

### 9.2.3 내구성시험 결과

| 구 분        | 내구성 조사 결과   |               |                     |           |              | 평가의견                               |                                                                                                   |
|------------|-------------|---------------|---------------------|-----------|--------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 콘크리트 압축 강도 | 시험 종류       |               | 측정결과 (MPa)          |           |              | · 설계기준강도 상회                        |                                                                                                   |
|            |             |               | 상부구조                |           | 하부구조         |                                    |                                                                                                   |
|            | 반발경도        |               | 28.8~32.0           | 24.5~28.1 |              |                                    |                                                                                                   |
|            | 초음파 강도      |               | 28.0~29.5           | 24.2~27.7 |              |                                    |                                                                                                   |
|            | 설계기준강도      |               | 27.0                | 24.0      |              |                                    |                                                                                                   |
| 철근 탐사      | 철근종류        |               | 측정 (mm)             |           | 설계 (mm)      |                                    | · 배근간격은 설계간격과 유사<br>설계간격 대비<br>91%~125%(평균:104%)<br>· 피복두께 일부구간 부족<br>설계피복 대비<br>51%~120%(평균:87%) |
|            |             |               | 배근                  | 피복        | 배근           | 피복                                 |                                                                                                   |
|            | 바닥판         | 주철근           | 130~165             | 34~60     | 150          | 56                                 |                                                                                                   |
|            |             | 배력근           | 102~130             | 32~48     | 125          | 40                                 |                                                                                                   |
|            | 교 대<br>홍 벽  | 수평근           | 100                 | 100       | 100          | 117                                |                                                                                                   |
|            |             | 수직근           | 133                 | 80        | 125          | 100                                |                                                                                                   |
|            | 교 각<br>코 평  | 주철근           | 100                 | 112~114   | 100          | 128                                |                                                                                                   |
|            |             | 배력근           | 141~153             | 76~91     | 150          | 100                                |                                                                                                   |
|            | 교 각<br>기 동  | 주철근           | 95~100              | 80~106    | 100          | 124                                |                                                                                                   |
| 띠철근        |             | 135~155       | 51~95               | 150       | 100          |                                    |                                                                                                   |
| 탄산화 시험     | 부 재         | 탄산화깊이 (mm)    | 실측피복두께 (mm)         |           | 탄산화 잔여깊이(mm) | · a등급으로 탄산화에 의한 부식 발생 우려 없음        |                                                                                                   |
|            | 상부구조        | 5.5~7.2       | 44.0~57.0           |           | 38.2~50.9    |                                    |                                                                                                   |
|            | 하부구조        | 5.9~6.5       | 102.0~109.0         |           | 96.3~102.9   |                                    |                                                                                                   |
| 염화물 함유량 시험 | 부 재         | 측정결과 (kgf/m³) | 평가기준(kgf/m³)        |           |              | · a등급 6개소<br>염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없음 |                                                                                                   |
|            | 상부구조        | 0.138~0.154   | a등급<br>염화물≤0.3kg/m³ |           |              |                                    |                                                                                                   |
|            | 하부구조        | 0.129~0.165   |                     |           |              |                                    |                                                                                                   |
| 균열깊이       | 부 재         | 균열 깊이 (mm)    | 피복두께 (mm)           | 균열폭 (mm)  |              | · 균열 깊이가 피복두께 이하로 측정되어 양호함         |                                                                                                   |
|            | 상부구조        | 20.1          | 38.0                | 0.2       |              |                                    |                                                                                                   |
|            | 하부구조        | 19.7          | 89.0                | 0.3       |              |                                    |                                                                                                   |
| 강재초음파탐상    | 부 재         |               | 검사개소                |           | 등급           | · 1등급으로 양호함                        |                                                                                                   |
|            | 상부구조 (거더내부) |               | 66                  |           | I            |                                    |                                                                                                   |

### 9.2.4 상태평가 결과

|             |        |       |                        |                   |    |       |    |       |     |
|-------------|--------|-------|------------------------|-------------------|----|-------|----|-------|-----|
| 0           | 보수 불필요 | 0.13  | 부분 보수                  | 0.26              | 보수 | 0.49  | 보강 | 0.79  | 재가설 |
| A(최상)       |        | B(양호) |                        | C(보통)             |    | D(불량) |    | E(위험) |     |
| B등급 (0.197) |        |       |                        | 금회 정밀안전진단 상태평가 등급 |    |       |    |       |     |
| B등급 (0.176) |        |       | 전회(2015년 정밀점검) 상태평가 등급 |                   |    |       |    |       |     |

본 과업대상 구조물의 상태평가 등급 산정결과 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태 인 “B”(결함도 지수:0.197)인 상태로 평가되었다.

전회(2015년) 정밀점검 결과(결함도 지수:0.176)와 비교시 일부 부재에서 신규 손상(바닥판 하면, 교대 및 교각 손상 증가)에 따라 결함도 점수가 다소 상향된 것으로 평가되었다.

### 9.2.5 구조해석 및 안전성평가 결과

| 부 재      | SF(안전율) | 등 급 |
|----------|---------|-----|
| 강 거 더    | 1.301   | A   |
| 콘크리트 바닥판 | 1.834   | A   |

강박스 거더 형식의 송탄교(하행선)에 대한 구조검토 및 내하력 평가 결과, 전 부재에서 설계하중 DB-24에 대한 안전성을 확보하고 있으며 재하시험 결과를 고려한 기본 및 공용 내하력도 측정된 전 부재에서 설계 기준인 DB-24이상을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

### 9.2.6 종합평가 및 안전등급 지정

| 구 분        | 상태평가                                                                                                                                 |    | 안전성평가 |    |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|----|
|            | 평가지수                                                                                                                                 | 결과 | 안전율   | 결과 |
|            | 0.197                                                                                                                                | B  | 1.301 | A  |
| 종합평가<br>결과 | 1. 종합평가 결과 = Min(상태평가 결과, 안전성평가 결과)<br>2. 시설물의 종합평가 등급은 상태평가 등급과 안전성 검토에 근거한 안전성 평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가 등급으로 결정한다.<br>종합평가 결과 : B등급 |    |       |    |

### 9.3 종합결론 및 건의사항

송탄교(하행선)는 2005년 준공 후 지금까지 약 11년 동안 공용중인 구조물로써, 주요 손상으로는 교면포장 아스콘 파손, 배수시설 배수구 막힘, 신축이음 본체 부식, 거더내부 노숙흔적, 받침장치 콘크리트 파손 및 이동량 부족, 교대 법면 침하, 가로등 기울음 등이 확인되었으며, 구조적인 손상은 없는 것으로 조사되었다.

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

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