

제3장 현장조사 및 시험



- 3.1 대상 교량의 개요
- 3.2 외관조사 결과
- 3.3 재료시험 결과

제3장 현장조사 및 시험

3.1 대상 교량의 개요

장암교는 1995년 12월 30일에 준공되어 현재까지 약 25년이 경과한 총 연장 280.0m의 6경간으로 3주형식 강박스거더(STB) 교량으로 교각은 II형식(5기), 교대는 역T-형(2기)으로 시공되었다. 교면포장은 아스팔트 콘크리트 포장이며, 신축이음은 A1 굴절조인트(Refraction Joint), A2 핑거조인트(Finger Type Joint), 교량받침은 포트받침으로 구성되어 있으며, 일반국도 32호선상 충청남도 공주시 석장리동 일원에 위치한 시설물이다.



- 총연장: 280.0m(40+4@50+40)
- 6경간(STB)
- 교대: 역T-형(2기)
- 교각: II형식(5기)
- 교면포장: 아스팔트 콘크리트 포장
- 신축이음: 굴절조인트(A1), 핑거조인트(A2)
- 교량받침: 포트받침

3.2 외관조사 결과



장암교는 교량 점검차를 사용하여 정밀한 외관조사와 비파괴 시험을 실시한 결과 보수·보강이 시급한 손상은 조사되지 않았으며 내구성 유지차원의 보수가 필요한 손상들이 조사된 바, 이에 대한 조치가 필요하겠다.

조사된 열화, 손상들을 엄밀히 구분하면 손상 정도에 따라 보수 우선시기가 다를 수 있겠으나 공용 년 수가 약 25년이 경과한 현재 상태와 향후 유지관리 효율성을 고려해 볼 때 부재별 열화 손상들은 일시에 보수하는 것이 효율적일 것으로 판단되며 이에 조사된 외관조사 내용과 그에 따른 적절한 대책은 “3.2.1 부재 및 구조 요소별 외관조사 결과”에 상세하게 서술하였다.

주요 외관조사 내용

- 교면포장 ----- 아스팔트 균열, 망상균열, 포트홀, 패임/마모 등
- 방호울타리 ---- 균열(0.3mm미만, 0.3mm이상), 파손/철근노출, 난간변형 등
- 신축이음장치 -- 후타재 균열(0.3mm미만), 차수판 탈락, 신축하부 누수 등
- 배수시설 ----- 배수구 막힘,
- 바닥판 하면 --- 균열(0.3mm미만), 망상균열, 박락, 재료분리, 철근노출 등
- STB 거더 ---- 부식, 점부식, 도장박리/박락, 실링재 탈락, 리브변형 등
- 2차부재 ----- 가로부 부식, 가로보 변형, 세로보 변형
- 교량받침 ----- 부식, 상부 플레이트 부식, 몰탈 균열, 먼지막이링 탈락 등
- 하부구조 ----- 균열(0.3mm미만), 균열/백태(0.3mm미만), 박리/박락, 철근노출 등
- 점검시설 ----- 상태양호

□ 구조적으로 문제가 될 만한 손상, 열화, 결함은 조사되지 않았음.

□ 부재별로 내구성 유지를 위한 보수가 필요함.

- 교면 포장 =====> 전면 재 포장(방수층 포함)
- 방호울타리, 신축이음 =====> 단면(방청)보수, 유도배수로 설치, 주의관찰 등
- 바닥판하면 =====> 균열표면보수, 단면(방청)보수, 주의관찰 등
- 배수 시설 =====> 주의관찰
- 거더, 2차부재 =====> 실링재 주입, 주의관찰 등
- 교량받침 =====> 주의관찰
- 하부구조 =====> 균열표면보수, 표면보수, 단면보수, 단면(방청)보수 등
- 점검시설 =====> 주의관찰

□ 외관조사에 따른 교량의 상태등급은 B등급(결함지수=0.232)이다.

3.2.1 부재 및 구조 요소별 외관조사 결과

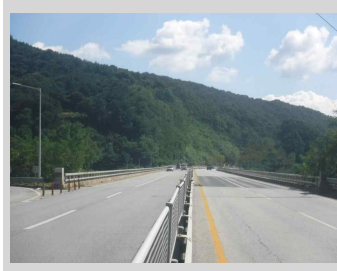
가. 교면포장

아스팔트 콘크리트 포장의 손상은 차륜하중과 교통량, 온도 및 기상여건에 따라 또한 포설당시 배합, 다짐, 온도 등의 상태에 따라 여러 가지 형태로 발생하지만 손상이 심화되면 대부분 포트홀로 진전되어 승차감 저하와 함께 바닥판 하면에 누수, 백태를 발생시킨다.

이러한 교면포장의 손상은 바닥판하면에 까지 영향을 미칠 수 있으며 포장면을 제거하고 근본적인 보수를 하지 않고는 보수효과를 기대 할 수 없기 때문에 교면포장과 바닥판의 손상은 상호 연계하여 조사하여야 하고 미소한 결함의 조기발견 시 예방적 유지보수를 통해 준공 시 기능을 유지해주는 것이 효율적이다.

본 구조물의 교면포장부는 아스팔트 포장형식으로서 전회 점검 이후 특별한 보수이력 없이 기존손상이 유지되고 있는 것으로 확인되었으며, 금번 점검 시 아스팔트 패임, 패임/마모, 포트홀 등의 신규 손상이 조사되었다.

조사된 아스팔트 균열, 망상균열, 패임, 패임/마모, 포트홀 등의 손상들은 공용 중 빈번한 차량통행 및 노후화, 중차량 통행 시 충격, 시공 시 전압부족 등이 원인으로, 차량의 주행성에 직접적인 영향을 미치지 않는 것으로 판단되나, 손상 범위를 고려할 때, 우천 시 손상부를 통한 지속적인 우수 유입으로 방수층 파손을 유발하여, 바닥판 하면 우수유입으로 콘크리트 백태 및 데크플레이트 부식 등의 2차손상 발생이 우려되므로, 전면 재포장을 통해 구조물의 내구성을 확보해야 할 것으로 요구된다.



교면포장부 전경-1



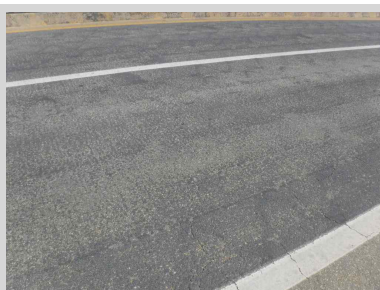
교면포장부 전경-2

교면포장 손상

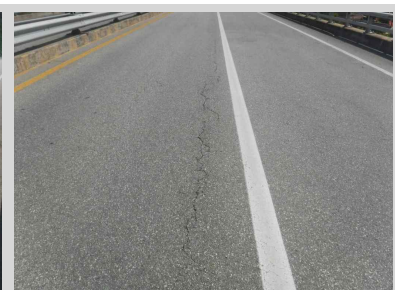
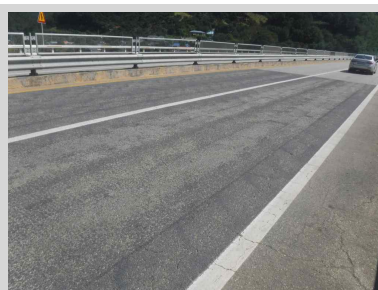
- 아스팔트 균열, 망상균열
- 아스팔트 패임, 패임/마모
- 포트홀

원인 추정

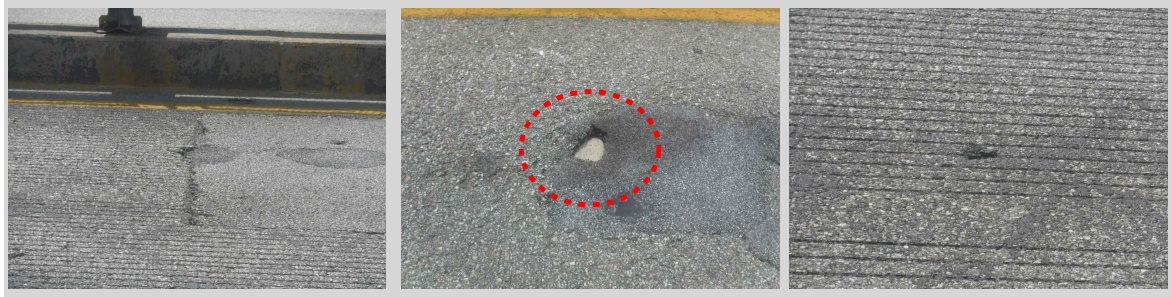
- 공용 중 빈번한 차량통행 등
- 중차량 통행 시 충격 등
- 시공 시 전압부족 등



- 현 황: 아스팔트 망상균열
- 원 인: 공용 중 노후화 등
- 대 책: 전면 재포장



- 현 황: 아스팔트 균열
- 원 인: 공용 중 노후화
- 대 책: 전면 재포장



- 현 황: 아스팔트 패임
□ 원 인: 빈번한 차량통행 등
□ 대 책: 전면 재포장

- 현 황: 포트홀
□ 원 인: 시공시 전압부족 등
□ 대 책: 전면 재포장

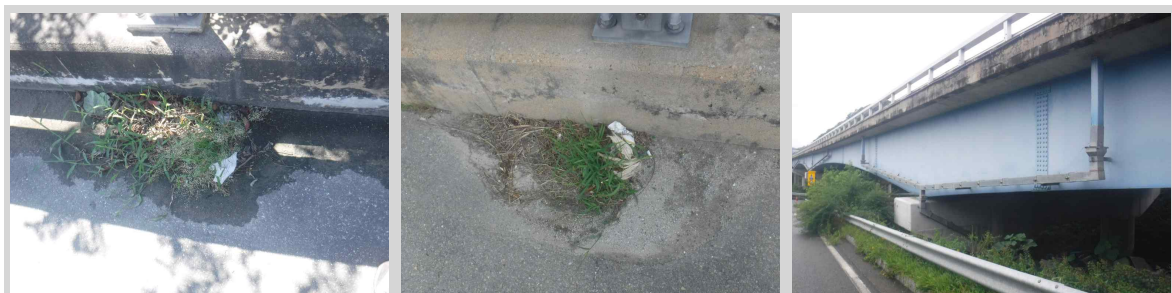
나. 배수시설

본 구조물의 배수시설은 교면상부 외측으로 대전방향 18개소, 공주방향 13개소로 총 31개소가 시공되어 있으며, 교량 하부측으로 유도배수관(130x160)이 시공되었다.

금번 외관조사 결과, 상부 배수구 막힘 15개소가 조사되었으며, 하부 유도배수관은 특이손상 없이 양호한 상태로 확인되었다.

금번 조사된 배수구 막힘은 공용 중 빈번한 차량통행으로 토사 및 이물질 등이 퇴적되어 발생한 손상으로서, 우천 시 포장부 체수 및 방수층 손상을 유발하여 차량의 주행성에 영향을 미칠 수 있으므로 주기적인 청소를 통해 원활한 배수환경을 도모해야 할 것으로 판단되나, 교면포장 재 포장시 일괄적인 보수가 시행될 것으로 사료되므로 주의관찰이 요구된다.

배수시설 현황
· 배수구 막힘
원인추정
· 빈번한 차량통행 등



- 현 황: 배수구 막힘
□ 원 인: 빈번한 차량통행으로 토사 및 이물질 퇴적
□ 대 책: 주의관찰

- 현 황: 유도배수관
□ 원 인: 상태양호

다. 난간 및 연석

본 교량은 차량의 이탈 방지, 사고 시 완충작용, 2차 사고 억제 등의 역할을 위해 콘크리트 연석 및 연석 상면으로 강재난간이 시공되어 있으며, 교면 중앙부에 콘크리트 중앙분리대 및 중앙분리대 상면으로 가드레일이 시공되어 있다.

금번 외관조사 결과, 전회 점검 이후 난간변형 2개소가 보수된 상태로 확인되었으며, 그 외 손상은 유지되고 있는 상태로서, 금번 외관조사 시 연석 균열(0.3mm이상), 보수부 망상균열, 난간 변형, 교명주 파손, 교명주 기초파손 등의 신규 손상이 조사되었다.



난간 및 연석 전경



중앙분리대 전경

금번 조사된 균열(0.3mm미만, 0.3mm이상), 망상균열, 보수부 망상균열은 건조수축 및 온도변화, 공용기간에 따른 재 손상이 원인으로 판단되며, 손상 정도는 경미하나, 우천 시 우수유입으로 인한 손상증대 방지 차원에서 손상에 따른 균열표면보수, 표면보수, 주입보수가 필요할 것으로 판단된다.

단면손상으로 조사된 콘크리트 파손/철근노출은 신축이음 보수 후 마감불량 등이 원인으로 판단되며, 구조물의 내구성 확보를 위해 단면(방청)보수가 요구된다.

난간에서 조사된 변형, 지주 볼트변형, 체결불량 등의 손상은 공용 중 통행 차량 충돌 및 시공미흡 등이 원인으로 판단되며, 현재 그로인한 문제점은 없을 것으로 판단되며, 추 후 손상 증대 시 일괄 보수조치 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

난간 및 연석 손상

- 균열(0.3mm미만, 0.3mm이상), 망상균열, 보수부 망상균열
- 콘크리트 파손/철근노출
- 교명주 파손, 교명주 기초 파손
- 난간 변형, 지주볼트 변형, 체결불량

원인 추정

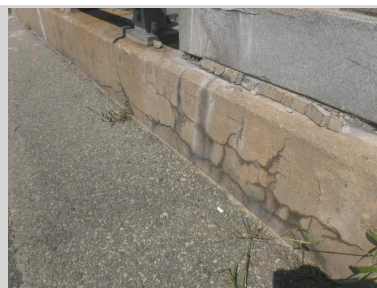
- 건조수축 및 온도변화 등
- 신축이음 보수 후 마감불량 등
- 공용 중 외부충격 등
- 통행 차량 충돌 등



□ 현황: 연석 균열(0.3mm이상)

□ 원인: 건조수축 및 온도변화 등

□ 대책: 주입보수



□ 현황: 연석 망상균열

□ 원인: 건조수축 및 온도변화 등

□ 대책: 표면보수



□ 현황: 연석 파손/철근노출

□ 원인: 보수 후 마감불량 등

□ 대책: 단면(방청)보수



□ 현황: 교명주 기초콘크리트 파손

□ 원인: 공용 중 외부충격 등

□ 대책: 단면보수



□ 현황: 난간 변형

□ 원인: 통행차량 충돌 등

□ 대책: 주의관찰

라. 신축이음장치

신축이음장치는 교량받침과 연동되어 상부구조의 신축거동을 수렴하는 중요한 장치 중의 하나이며 시공의 품질여하에 따라 단차, 누수 등의 결함이 많이 발생하여 교량받침과 지점부 거더 및 바닥판 선단부의 열화를 유발, 가속시키는 주원인이 된다.

신축이음본체가 교량의 신축 거동을 수렴한다면 후타재는 신축이음장치가 상부구조와 일체가 되어 같이 거동하도록 하기위해 설치하는 것으로 통상 무수축 콘크리트로 타설하는데 품질불량과 시공미흡 등에 따른 하자가 많고 차륜하중과 외기 환경(체수) 등으로 인해 손상 발생률이 높은 것이 현실이며 후타재의 손상은 다양한 방법(주입, 면, 충전보수 등)으로 보수해 보아도 큰 보수효과를 기대하기 어려운 특성이 있어 시공초기 밀실하게 시공하는 것이 내구성 유지에 매우 중요하며, 보수해 보아도 큰 보수효과를 기대하기 어려운 특성이 있어 시공초기 밀실하게 시공하는 것이 내구성 유지에 매우 중요하다.

이러한 후타재의 손상을 조사하고 대책을 수립 할 때 현장에서 파악해야 할 내용은 크게 세 가지로서

첫째 후타재의 손상이 신축이음장치 본체의 문제인가!

둘째 타설, 양생 등 시공미흡에 따른 품질확보의 불량인가!

셋째 공용에 따른 노후인가! 아니면 설치환경(선형, 구매 등)의 문제인가! 이다.

본 구조물의 신축이음은 A1 굴절조인트(Refraction Joint), A2 핑거조인트(Finger Type Joint)로 총 2개소가 시공되어 있으며, 전회 점검 이후 특별한 보수이력 없이 기존손상이 유지되고 있는 상태로서, 금번 외관조사 시 유간 이물질 퇴적, 후타재 균열(0.2mm이하), 신축하부 누수, 차수판 유실 등의 신규 손상이 조사되었다.

금번 조사된 후타재 균열(0.2mm)은 시공초기 타설불량 등이 원인으로 손상이 정도가 경미하여 주의관찰 하고, 유간 이물질 퇴적은 공용 중 빈번한 차량통행 등이 원인으로 판단되며, 신축이음의 원활한 기능성 확보를 위해 주기적인 청소가 요구된다.

또한, 차수판 부식, 탈락 등의 손상은 공용기간 증가에 따른 노후화, 공용 중 탈락 등이 원인으로 탈락 손상은 하부구조로의 우수유입 차단을 위해 재 설치하고, 부식은 그로인한 문제점은 없을 것으로 판단되며, 주의관찰이 요구된다.

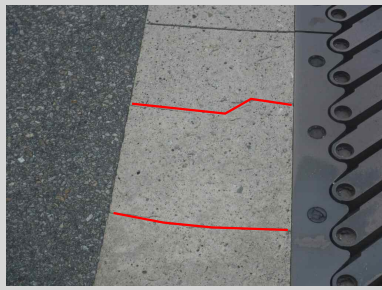
특히, A1, A2 신축이음에서 조사된 하부누수는 중앙분리대측 신축이음 이음부를 통해 우수가 유입되어, 주형 내부 체수, 부식, 교대 상면 체수 및 전면 백태를 유발하고 있는 실정으로서, 신축이음 하부에 유도배수로를 설치하여 운용하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

신축이음 손상

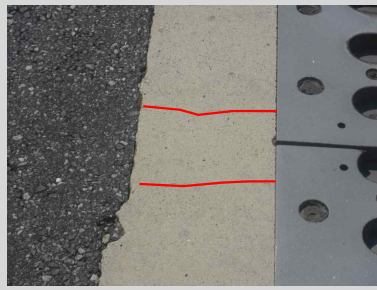
- 유간 이물질 퇴적
- 후타재 균열(0.2mm이하)
- 차수판 탈락
- 신축하부 누수

원인추정

- 빈번한 차량통행 등
- 시공초기 타설불량 등
- 공용 중 탈락
- 중분대측 이음부 누수 등



- 현황: 후타재 균열
- 원인: 시공초기 손상 타설불량 등
- 대책: 주의관찰



- 현황: 유간 이물질 퇴적
- 원인: 빈번한 차량통행 등
- 대책: 주기적인 청소



- 현황: 신축하부 누수
- 원인: 중분대 측 이음부 누수
- 대책: 유도배수관 설치

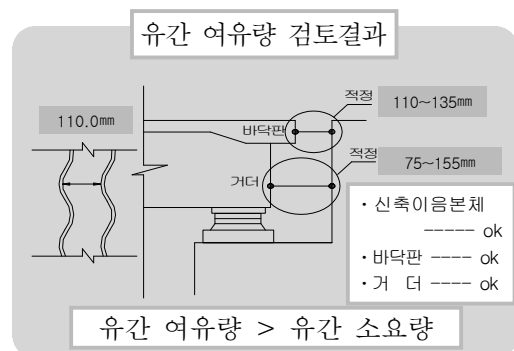


- 현황: 차수판 부식
- 원인: 공용 중 노후화 등
- 대책: 주의관찰



- 현황: 차수판 탈락
- 원인: 공용 중 탈락
- 대책: 재 설치

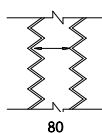
장암교에 적용된 신축이음부의 온도 변화에 따른 신축거동 시 유간부족 등을 파악하고 협착 등의 손상발생을 방지하기 위하여 신축이음장치 유간측정을 실시하였으며, 측정결과 전 개소 계산여유량 이상의 유간을 확보하고 있는 것으로 측정되어 신축거동에 장애가 없는 것으로 분석되었다.



□ 신축유간 검토 개요

- 도면참조 -

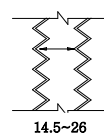
신축용량



80

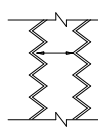
- 현장측정 -

현장실측

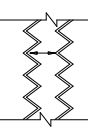


14.5~26

동절기



하절기



- 검토항목 -

- 하절기 온도상승으로 인해 상부구조가 늘어(신장) 나면 신축이음의 유간은 수축한다.
- 반대로 동절기 온도가 하강하면 상부구조는 줄어(수축)들면서 신축이음의 유간은 신장한다.
- 이에 온도에 따라 신장, 수축하는 신축이음의 이동용량에 대한 적정성을 검토하였다.

- $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L$ ----- 계산식(이론)

여기서 Δl_t = 온도변화에 대한 이동량

α = 선팽창계수 강재(STB교)---- 1.2×10^{-5} 적용

L = 신축거더 길이, ΔT = 온도변화(보통지방): $-10^\circ\text{C} \sim +40^\circ\text{C}$ 적용
온도변화에 대한 이동량(도설·해 2008, 86~94p)

□ 신축유간 검토 개요

- 신축들보 길이 = Exp.J1 (A1) : 140.0m (A1~P3)
Exp.J2 (A2) : 140.0m (P3~A2)
- 측정 시 일평균 온도 = 19.5℃ (2020년 09월 12일)

□ 신축유간 조사현황



장암교 신축이음 : A1 굴절조인트, A2 팽거조인트

【표 3-1】 계산 신장량 및 수축량

계산 신장량	
• Exp.J1 (A1) : $\Delta l_t = \Delta T_c \times \alpha_c \times L = 18.0 \times (1.2 \times 10^{-5}) \times 140,000 = 30.2\text{mm}$	
• Exp.J2 (A2) : $\Delta l_t = \Delta T_c \times \alpha_c \times L = 18.0 \times (1.2 \times 10^{-5}) \times 140,000 = 30.2\text{mm}$	
계산 수축량	
• Exp.J1 (A1) : $\Delta l_t = \Delta T_c \times \alpha_c \times L = 42.0 \times (1.2 \times 10^{-5}) \times 140,000 = 70.6\text{mm}$	
• Exp.J2 (A2) : $\Delta l_t = \Delta T_c \times \alpha_c \times L = 42.0 \times (1.2 \times 10^{-5}) \times 140,000 = 70.6\text{mm}$	

【표 3-2】 온도변화에 의한 신축 여유량 검토(단위:mm)

위치	① 신축 용량	측정시 온도	② 실축 유간	신장 잔유량 (②)	판별	하절기 신장 소요량(이론)	수축 잔유량 (①-②)	판별	동절기 수축 소요량(이론)
Exp.J1(A1)	160	22.0℃	100.0	100.0	>..ok	34.4	60.0	>..ok	49.6
Exp.J2(A2)	160	22.0℃	102.0	102.0	>..ok	34.4	58.0	>..ok	49.6

※ 세부 계산식 --- 부록 참조

마. 바닥판 하면

장암교의 바닥판 하면은 총 6경간으로 교량 내 · 외측 철타레버는 콘크리트 바닥판이 노출되어있으나 바닥판은 데크플레이트로 시공되어 직접적인 콘크리트의 외관조사가 불가능하므로 데크플레이트 상태를 점검하였다.

금번 외관조사 결과, 철타레버는 전회 점검 이후 일부 균열 및 단면손상에 대한 보수가 시행되었으며, 데크플레이트는 특별한 보수이력 없이 기존 손상이 유지되고 있는 상태로서, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 재료분리, 박락, 철근노출, 데크플레이트 부식, 보호덮개 파손, 신축하부 누수 등의 기존, 신규 및 누락 손상이 조사되었다.

- | 바닥판 손상 | |
|---------------------|-----------------|
| • 균열(0.3mm미만), 망상균열 | 원인추정 |
| • 박락, 재료분리 | |
| • 철근노출 | • 건조수축 및 온도변화 등 |
| • 데크플레이트 부식 | • 타설불량 등 |
| | • 피복두께 부족 등 |
| | • 외기환경적 영향 등 |

철타레버부에서 조사된 균열, 망상균열은 건조수축 및 온도변화 등이 원인으로 판단되며, 단면손상으로 조사된 박락, 재료분리, 철근노출은 타설불량, 피복두께 부족 등이 원인으로 손상이 정도는 경미하나 구조물의 내구성 확보 및 장기적인 유지관리 차원에서 손상에 따른 균열표면보수, 표면보수, 단면보수, 단면(방청)보수가 요구된다.

데크플레이트에서 조사된 부식은 도장 미흡, 외기환경적 영향 등이 원인으로 판단되며, 손상이 정도가 경미하여 주의관찰하고, S6경간 측면에서 조사된 통신관로 보호덮개 파손은 현재 그로인한 문제점은 없을 것으로 판단되며 주의관찰이 요구된다.



- | | | |
|---------------------|---------------------|-----------------|
| □ 현황: 균열(0.3mm미만) | □ 현황: 망상균열 | □ 현황: 철근노출 |
| □ 원인: 건조수축 및 온도변화 등 | □ 원인: 건조수축 및 온도변화 등 | □ 원인: 피복두께 부족 등 |
| □ 대책: 균열표면보수 | □ 대책: 표면보수 | □ 대책: 단면(방청)보수 |



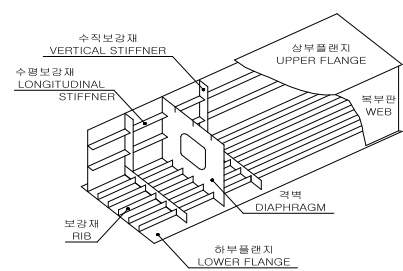
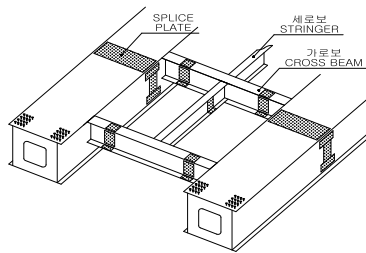
- | | | |
|---------------|------------------|--------------------|
| □ 현황: 콘크리트 박락 | □ 현황: 데크플레이트 부식 | □ 현황: 통신관로 보호덮개 파손 |
| □ 원인: 타설불량 등 | □ 원인: 외기환경적 영향 등 | □ 원인: 공용 중 노후화 등 |
| □ 대책: 단면보수 | □ 대책: 주의관찰 | □ 대책: 주의관찰 |

바. 주형, 가로보 및 세로보

강 박스 주형, 가로보 및 세로보는 강재로 구성된 모재와 부재들이 용접과 볼트로 접합되어 형성된 구조로서 이에 대한 구조특성과 제반 이력들을 숙지하고 현장조사에 임하는 것이 중요하다. 이에 교량의 기능유지와 내구성에 문제가 될 만한 결함, 손상, 열화 등을 면밀하게 조사하였다.



강박스 거더 3주형, 6경간



1) 주형 내부

금번 주형 내부 외관조사 결과, 전회 점검 이후 일부 손상에 대한 재 도장 보수가 시행되어 보수상태는 대체로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 확인되었으며, 금번 조사시 도장박리, 박락, 박리/부식, 부식, 들뜸, 용접부 부식, 실링재 탈락, 볼트 체결불량, 볼트부식, 리브변형, 조명파손, 덮개탈락 등의 손상이 조사되었다.

금번 조사된 도장 손상들은 도장 미흡, 공용 중 노후화, 외기환경적 영향, 실링재 탈락 및 신축하부 누수 등이 원인으로 판단되며, 조명파손, 덮개탈락은 공용 중 외부충격, 시공미흡 등이 원인으로 손실 정도가 경미하여 주의관찰이 요구되나, 이음부 실링재 탈락은 실링재를 재 주입하여 우수유입을 차단해야 할 것으로 판단된다.

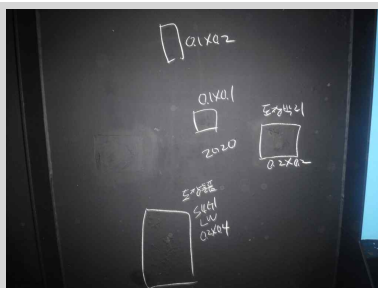
그 외 조사된 용접누락, 리브변형, 볼트체결 불량 등의 손상은 이전 점검 및 진단 보고서들을 확인 한 결과, 금회 점검과 동일한 양상을 보이고 있어 비진행성 손상으로 보여지며, 보수조치가 요구되는 사항은 아니나, 주기적인 점검을 통해 손상의 진행성 및 신규손상 발생 여부 등의 주의관찰이 요구된다.

주형 내부 손상

- 도장박리, 박락, 들뜸, 부식
- 실링재 탈락
- 리브변형
- 볼트체결불량

원인추정

- 외기환경적 영향 등
- 시공미흡 등
- 시공초기 손상 등
- 시공미흡 등



- 현 황: 도장박리/박락
- 원 인: 도장미흡 등
- 대 책: 주의관찰



- 현 황: 이음부 실링재 탈락
- 원 인: 공용 중 노후화 등
- 대 책: 실링재 주입



- 현 황: 용접누락
- 원 인: 시공미흡 등
- 대 책: 주의관찰



- 현 황: 리브변형
- 원 인: 시공미흡 등
- 대 책: 주의관찰



- 현 황: 볼트 체결불량
- 원 인: 시공미흡 등
- 대 책: 주의관찰



- 현 황: 용접부 부식
- 원 인: 시공미흡 등
- 대 책: 주의관찰

2) 주형 외부

주형 외부 외관조사 결과, 전회 점검 이후 특별한 보수이력 없이 기존손상이 유지되고 있는 상태로서, 금번 외관조사 시 대체로 양호한 상태로 도장박리/박락, 부식, 볼트부식 등의 경미한 손상이 조사되었다.

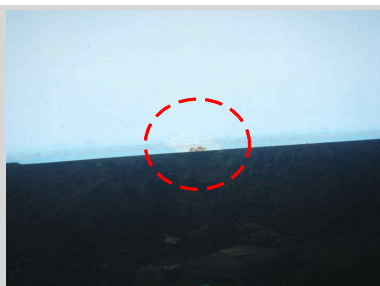
금번 조사된 주형 외부 손상들은 공용 중 노후화 및 외기 환경적 영향 등이 원인으로서는 구조물의 안전성에 직접적인 영향을 미치지 않는 경미한 손상으로 판단되며, 조속한 보수 조치 보다는 주의관찰 후 손상 증대 시 일괄 보수조치 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

- 주형 외부 손상

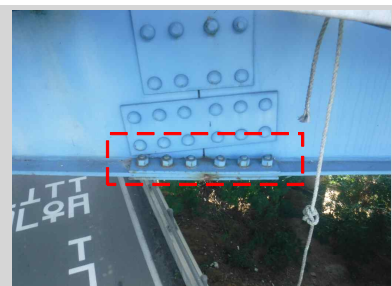
 - 도장박리/박락, 부식

원인추정

 - 외기환경적 영향 등



- 현 황: 부식
- 원 인: 외기환경적 영향 등
- 대 책: 주의관찰



- 현 황: 볼트 부식
- 원 인: 외기환경적 영향 등
- 대 책: 주의관찰

3) 2차부재(가로보 및 세로보)

가로보 및 세로보 외관조사 결과, 전회 점검 이후 특별한 보수이력 없이 기존손상이 유지되고 있으며, 대체로 양호한 상태로 확인되었으나 일부 부재에서 가로보 변형, 부식 등의 손상이 조사되었다.

금번 외관조사 결과, 기존 및 신규 손상으로 변형이 조사되었으며, 신규로 조사된 손상부는 전회 점검 시 누락 손상으로서 전회 점검 및 진단 보고서 확인결과, 금회 점검과 동일

- 가로보 손상

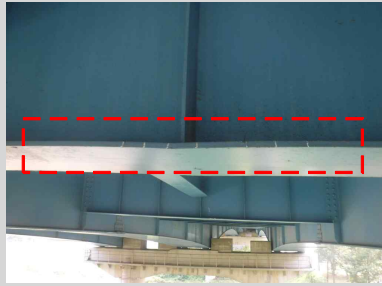
 - 변형
 - 부식

원인추정

 - 시공초기 및 공용 중 손상 등
 - 신축하부 누수 등

한 양상으로 확인되어 비진행성 손상으로 판단되나, 주기적인 점검을 통해 진행성 여부를 판단해야 할 것으로 요구된다.

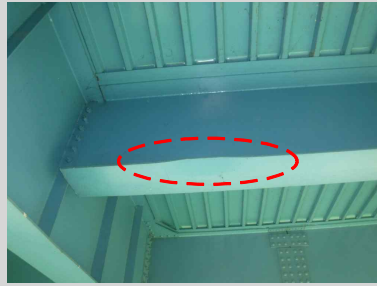
그 외 조사된 가로보 부식은 신축하부 누수로 인한 우수 유입 등이 원인으로 판단되며, 조속한 보수조치 보다는 추후 점검을 통해 손상 증대 시 보수시기를 결정하여 일괄 보수조치 하는 것이 바람직할 것으로 요구된다.



□ 현 황: 가로보 및 세로보 변형

□ 원 인: 시공초기 및 공용 중 손상 등

□ 대 책: 주의관찰



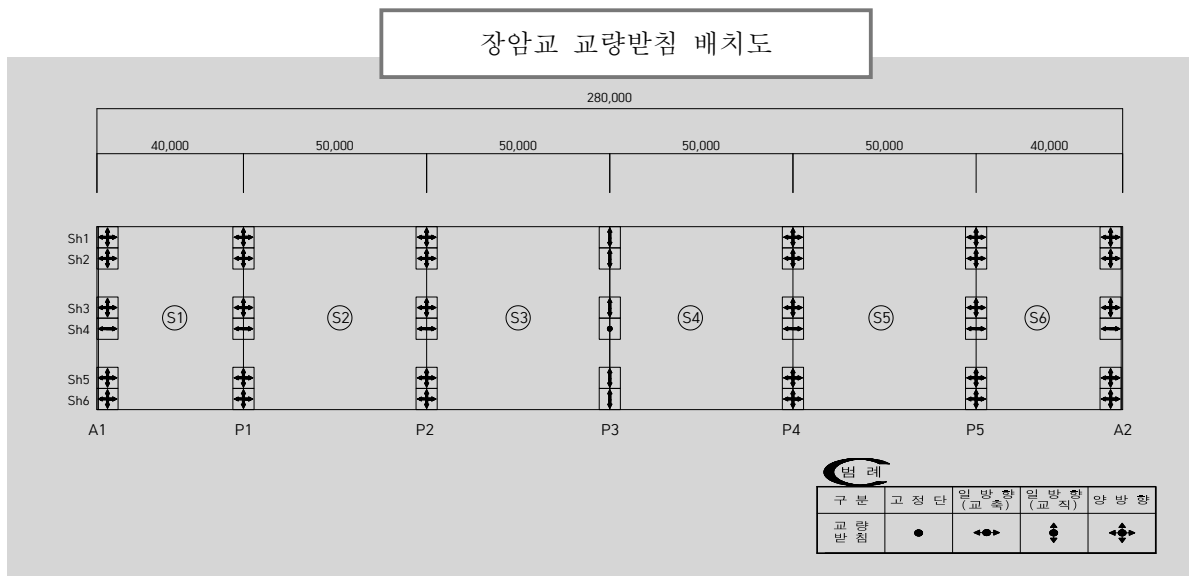
□ 현 황: 가로보 부식

□ 원 인: 신축하부 누수 등

□ 대 책: 주의관찰

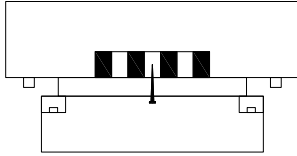
사. 교량받침

본 교량의 교량받침은 포트받침으로 교대 6개소 2기, 교각 6개소 5기로 총 42개소(고정단 : 6개소, 가동단 : 36개소)가 시공되어 있으며, 2001년 내진보강(전단키 설치) 이력이 확인되었다. 금번 온도에 따른 교량받침의 이동량 조사결과, A1, P2, P4 교량받침에서 계산 이동량 대비 여유량이 부족한 것으로 조사되었으며, 이는 받침 시공 미흡 등이 원인으로서는 전회 정밀 및 진단 시에도 확인되었다. 금번 조사된 여유량 부족은 전단키 시공 및 6경간 연속교인 점과, 2016년 진단 이후 약 5년동안 공용 된 점을 고려할 때, 그로인한 문제점은 없을 것으로 판단되나, 추 후 받침손상 발생 여부 등의 지속적인 주의관찰을 통해 손상 증대 시 받침 교체를 고려해야 할 것으로 사료된다.



□ 교량받침 이동량 검토 개요

- 현장측정 -



- 검토항목 -

- 하절기 온도가 상승하면 고정단을 기준으로 상부구조는 교축 방향(좌, 우)으로 신장
- 반대로 동절기 온도가 하강하면 고정단을 중심으로 상부구조는 수축한다.
- 온도에 따라 신장, 수축하는 상부구조의 움직임에 따라 동일하게 거동하는 교량받침의 이동용량에 대한 적정성을 검토한다.

$$\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L + \Delta l_r \text{ --- 계산식(이론)}$$

여기서 Δl_t = 온도변화에 대한 이동량

ΔT = 온도변화: $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ 적용

α = 선팽창계수 -- 강거더교, 한랭지방 --- 1.2×10^{-5}

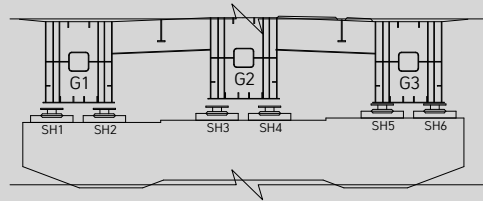
L = 신축거더 길이

Δl_r = 활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량($h_i \times \theta_i$)

h_i = 거더의 중립축으로부터 받침의 회전중심까지의 거리 --- 통상 거더높이의 2/3

θ_i = 받침 상부의 거더의 회전각 --- 강교=1/150

온도변화에 대한 이동량(도·설·해 2008, 86~94p)≤



【표 3-3】 온도변화에 의한 신축 여유량 검토(단위:mm)

위치		실측 여유량		측정 온도	실측 여유량 a(시점)	판별	동절기 수축 소요량(이론)	실측 여유량 b(종점)	판별	하절기 신장 소요량(이론)
		a(시점)	b(종점)							
A1	Sh1 ~ Sh6	170.0	30.0	225℃	170.0	>..ok	64.6	30.0	>..NG	39.4
P1	Sh1 ~ Sh6	165.0	35.0	225℃	165.0	>..ok	49.0	35.0	>..OK	31.0
P2	Sh1 ~ Sh6	90.0	10.0	225℃	90.0	>..ok	29.5	10.0	>..NG	20.5
P3	고 정 단(FIX)									
P4	Sh1 ~ Sh6	82.0	18.0	225℃	82.0	>..ok	20.5	18.0	>..NG	29.5
P5	Sh1 ~ Sh6	122.0	78.0	225℃	122.0	>..ok	31.0	78.0	>..OK	49.0
A2	Sh1 ~ Sh6	110.0	90.0	225℃	110.0	>..ok	39.4	90.0	>..OK	64.6

※ 세부 계산식 --- 부록 참조

교량받침 외관조사 결과, 전회 점검 이후 특별한 보수이력 없이 기존손상이 유지되고 있는 상태로 받침 편기가 일부 발생하였으나, 이는 전회 점검, 진단 보고서 확인 및 전단키가 시공되어 있는 점을 고려하여, 금번 과업 손상에서는 제외하였으며, 금번 외관조사 시 받침 부식, 플레이트 부식, 몰탈 균열(0.3mm미만), 몰탈 망상균열, 먼지막이 고무링 파손 등의 손상이 조사되었다.

금번 조사된 받침 부식, 플레이트 부식은 공용 중 외기환경적 영향, 신축하부 누수, 측면 우수유입 등의 원인으로 발생하였으며, 받침몰탈에서 조사된 균열, 망상균열은 타설불량, 양생불량 등이 원인으로 손실 정도가 경미하여 주의관찰 후 손상 증대 시 일괄 보수조치 하는 것이 바람직할 것으로 요구된다.

다만, 교량받침은 하절기 온도가 상승하면 고정단을 기준으로 상부구조는 교축 방향(좌, 우)으로 신장, 반대로 동절기 온도가 하강하면 고정단을 중심으로 상부구조는 수축하여야 하나, 금번 교량받침 가동량 조사 시 P4, P5, A2 교량받침에서 P3 고정단을 중심으로 수축하고 있는 양상으로 확인되었다. 이는 시공초기 받침 시공 미흡으로 인한 손상으로 판단되어 그로인한 문제점은 없을 것으로 사료되나, 추후 점검 시 받침 가동량 및 받침상태 등의 중점적인 점검이 필요할 것으로 요구된다.

교량받침 손상

- 받침 부식, 플레이트 부식
- 받침몰탈 균열, 망상균열
- 먼지막이 고무링 탈락

원인추정

- 외기환경적 영향 등
- 타설 및 양생불량 등
- 구조물의 신축거동 등



- 현 황: 받침 부식
- 원 인: 측면 우수유입 등
- 대 책: 주의관찰



- 현 황: 받침 플레이트 부식
- 원 인: 외기환경적 영향 등
- 대 책: 주의관찰



- 현 황: 받침몰탈 균열(0.3mm미만)
- 원 인: 타설불량 등
- 대 책: 주의관찰



- 현 황: 받침몰탈 망상균열
- 원 인: 타설불량 등
- 대 책: 주의관찰



- 현 황: 먼지막이 고무링 탈락
- 원 인: 구조물의 신축거동 등
- 대 책: 주의관찰



□ 현 황: 받침 전경(P1Sh6)

□ 원 인: -

□ 대 책: -

□ 현 황: 받침 전경(P2Sh2)

□ 원 인: -

□ 대 책: -

□ 현 황: 받침 전경(P4Sh5)

□ 원 인: -

□ 대 책: -

받침 연단거리 검토

받침 연단거리가 짧을 경우에는 연직력과 수평력에 의해 교량받침 주변 콘크리트가 파괴될 수 있으며 지진 시나 외력이 심한 경우 상부구조가 낙교 될 수도 있으므로 설계 시 검토되어야 할 부분이다.

도로교설계기준(2010) 받침 연단거리

① 거더의 경간길이 100m 이하 : $S(mm)=200 + 5L$

② 거더의 경간길이 100m 이상 : $S(mm)=300 + 4L$

여기서, S = 연단사이의 거리(mm)

L = 경간길이(m)



대상교량의 경간장은 100m 이하로 ①의 식을 적용하여 검토한 결과 교량받침의 연단거리는 기준에 모두 적절한 것으로 나타났다.

【표 3-4】 연단거리 검토 결과

위 치			경간장(m)	실 측 연단거리(mm)	판 정	계 산 연단거리(mm)	비 고
A1	Sh1~Sh6	중점측	40	560.0~575.0	>..ok	400.0	포트받침
P1	Sh1~Sh6	시점측	40	770.0~780.0	>..ok	400.0	포트받침
		중점측	50	760.0~780.0	>..ok	450.0	포트받침
P2	Sh1~Sh6	시점측	50	785.0~805.0	>..ok	450.0	포트받침
		중점측	50	780.0~805.0	>..ok	450.0	포트받침
P3	Sh1~Sh6	시점측	50	810.0~820.0	>..ok	450.0	포트받침
		중점측	50	745.0~755.0	>..ok	450.0	포트받침
P4	Sh1~Sh6	시점측	50	765.0~780.0	>..ok	450.0	포트받침
		중점측	50	755.0~785.0	>..ok	450.0	포트받침
P5	Sh1~Sh6	시점측	50	775.0~780.0	>..ok	450.0	포트받침
		중점측	40	755.0~775.0	>..ok	400.0	포트받침
A2	Sh1~Sh6	시점측	40	565.0~580.0	>..ok	400.0	포트받침

아. 하부구조



교대 A1



교각 P1



교각 P4

1) 교대

본 교량의 교대형식은 역T형식 2기로 시공되어 있으며, 전회 점검이후 일부 손상에 대한 보수가 시행된 상태로 확인되었으며, 금번 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상 균열, 백태, 균열/백태(0.3mm미만), 콘크리트 파손, 박리, 보수부 들뜸, 박리 누수흔적, 이물질퇴적/폐콘크리트 퇴적, 철근노출 등의 손상이 조사되었다.

금번 조사된 균열, 망상균열은 건조수축 및 온도변화 등이 원인으로 판단되며, 균열/백태, 백태는 건조수축 균열부 우수유입 등이 원인으로 손상에 따른 균열표면보수, 표면보수를 통해 구조물의 내구성을 확보해야 할 것으로 요구된다.

단면손상으로 조사된 파손, 박리, 보수부 박리 등의 손상은 공용 중 외부충격, 신축하부 누수 및 측면 지속적인 우수유입으로 인한 손상으로 판단되며, 흉벽 철근노출은 피복 두께 부족 등이 원인으로, 손상 정도는 경미하나 구조물의 내구성 확보 차원에서 손상에 따른 단면보수, 단면방청보수가 요구된다. 또한, 교대 상면에서 조사된, 이물질 및 폐콘크리트 퇴적 손상은 측면 우수유입을 유발 하여 콘크리트 단면손상 및 백태, 받침 부식 등을 유발하고 있는 실정으로서 청소하여 운용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

교대 손상

- 균열(0.3mm미만), 망상균열
- 균열/백태(0.3mm미만), 백태
- 파손, 박리, 보수부 들뜸

원인추정

- 건조수축 및 온도변화 등
- 균열부 우수유입 등
- 공용 중 외부충격, 보수미흡 등



□ 현황: 균열(0.3mm미만)

□ 원인: 건조수축 및 온도변화 등

□ 대책: 균열표면보수



□ 현황: 망상균열

□ 원인: 건조수축 및 온도변화 등

□ 대책: 표면보수



□ 현황: 균열/백태(0.3mm미만)

□ 원인: 균열부 우수유입 등

□ 대책: 균열표면보수



- 현황: 백태
□ 원인: 단면취약부 우수유입 등
□ 대책: 표면보수



- 현황: 콘크리트 박리
□ 원인: 신축하부 누수 등
□ 대책: 단면보수



- 현황: 보수부 박리
□ 원인: 보수미흡 등
□ 대책: 단면보수

2) 교각

상부구조를 지지하는 구조물인 교각은 II형식 5기로 구성되어 있으며, 금번 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만), 재료분리, 보수재 들뜸, 강판보강부 부식, 스토퍼 고무재 탈락 등의 손상이 조사되었다.

금번 조사된 균열은 건조수축 및 온도변화, 재료분리, 보수재 들뜸은 거푸집 조기탈형, 보수미흡 등이 원인으로 조사된 손상들은 손상 정도가 경미하여 주의관찰 후 손상 증대 시 일괄 보수하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

그 외 조사된 강판보강부 부식, 스토퍼 고무재 탈락 등의 손상은 시공미흡, 공용 중 외기환경적 영향 등이 원인으로, 그로인한 문제점은 없을 것으로 판단되며 주의관찰이 요구된다.

교각 손상
• 균열(0.3mm미만) • 재료분리 • 보수재 들뜸 • 보강부 부식, 고무재 탈락
원인추정
• 건조수축 및 온도변화 등 • 거푸집 조기탈형 등 • 보수미흡 등 • 외기환경적 영향, 시공미흡 등



- 현 황: 균열(0.3mm미만)
□ 원 인: 건조수축 및 온도변화 등
□ 대 책: 주의관찰



- 현 황: 강판보강부 부식
□ 원 인: 외기환경적 영향 등
□ 대 책: 주의관찰



- 현 황: 스토퍼 고무재 탈락
□ 원 인: 시공미흡 등
□ 대 책: 주의관찰

자. 점검시설

점검시설은 교량의 구조적 안전성에 영향을 미치지 않는 상태평가에 반영하지 않지만 교량점검시 점검자의 안전성, 편의성, 효율성을 확보하기 위하여 설치하는 시설물로 육안조사를 시행하도록 하였다.

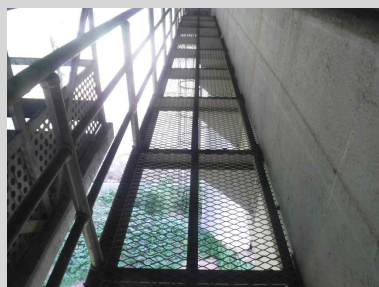
장암교의 점검시설은 점검사다리와 점검로로 교대측에는 시공되어 있지 않으며 교각 P2, P4 총 2개소에 시공이 되어있다. 점검로의 진입은 교각 기둥부 점검사다리를 통해 진입하도록 시공되어있으며, 흔들림, 파손, 부식 등의 손상 없이 대체로 양호한 상태로 확인되었다.

교량 점검시설 점검사항

- 점검시설 브라켓 및 앵커 상태조사 (✓)
- 점검시설 출입사다리 흔들림 및 파손, 변형 상태조사 (✓)
- 점검시설 안전난간 흔들림 상태조사 (✓)
- 점검시설 보강시설 유무, 변형 상태조사 (✓)
- 점검시설 바닥판 부식, 파손, 변형 상태조사 (✓)



□ P2 점검로 전경



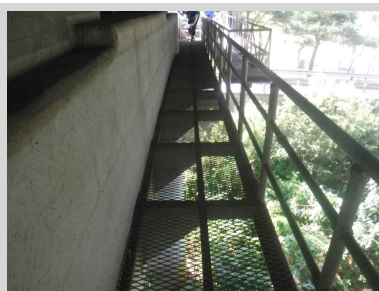
□ P2 점검로 바닥판 전경



□ P2 점검로 볼트 체결 전경



□ P4 점검로 전경



□ P4 점검로 바닥판 전경



□ P4 점검로 볼트 체결 전경

3.2.2 외관조사 물량 집계

가. 외관조사 물량 집계

【표 3-5】 외관조사 물량 집계표

위 치		손 상 내 용	손상 물량	단위	발생 개소	보수·보강 방안	비고
교면포장	S1	아스팔트 망상균열	326.0	m ²	3	전면 재 포장 (방수층 포함)	
		포트홀	0.12	m ²	1		
	S2	아스팔트 망상균열	600.0	m ²	2		
		포트홀	0.16	m ²	16		
		아스팔트 패임	0.03	m ²	1		
	S3	아스팔트 망상균열	350.0	m ²	1		
		포트홀	0.14	m ²	14		
	S4	아스팔트 균열	18.5	m	4		
		아스팔트 망상균열	382.9	m ²	4		
		포트홀	0.14	m ²	14		
		아스팔트 패임/마모	12.5	m ²	1		
	S5	아스팔트 망상균열	350.0	m ²	1		
		포트홀	0.28	m ²	28		
		아스팔트 패임	0.02	m ²	1		
	S6	아스팔트 균열	15.0	m	2		
		포트홀	0.12	m ²	1		
난간 및 연석	S1	망상균열	9.60	m ²	2	표면보수	
		측면 망상균열	24.00	m ²	1	표면보수	
		교명주파손	0.04	m ²	1	주의관찰	
	S2	균열(0.3mm이상)	5.5	m	1	주입보수	
		측면 망상균열	30.00	m ²	1	표면보수	
		난간변형	0.1	m	1	주의관찰	
		난간파손	0.6	m	1	주의관찰	
		난간지주 볼트 체결불량	1	EA	1	주의관찰	
	S3	난간변형	1.0	m	1	주의관찰	
		측면 망상균열	30.00	m ²	1	표면보수	
		난간지주 볼트 변형	3	EA	3	주의관찰	
		텔리네이트 파손	1	EA	1	주의관찰	
	S4	균열(0.3mm이상)	1.0	m	1	주입보수	
		측면 망상균열	30.00	m ²	1	표면보수	
	S5	균열(0.3mm이상)	3.0	m	1	주입보수	
		균열/백태(0.3mm미만)	5.2	m	9	균열표면보수	
		측면 망상균열	30.00	m ²	1	표면보수	
	S6	균열(0.3mm미만)	20.0	m	1	균열표면보수	
		망상균열	8.50	m	3	표면보수	
		측면 망상균열	21.18	m ²	2	표면보수	
		보수부 망상균열	4.50	m	1	표면보수	
		교명주 기초파손	0.20	m ²	1	단면보수	
		파손/철근노출	0.05	m ²	1	단면(방청)보수	

【표 3-5】 외관조사 물량 집계표(계속)

위 치			손 상 내 용	손상 물량	단위	발생 개소	보수·보강 방안	비고
신축이음	A1		후타재 균열(0.3mm미만)	12.0	m	40	주의관찰	
			후타재 접합부 이격	18.5	m	1	주의관찰	
			유간토사 퇴적	2.5	m	2	청소	
			신축하부 누수	0.2	m	1	유도배수관 설치	
			차수판 부식	2	EA	2	주의관찰	
	A2		후타재 균열(0.3mm미만)	1.6	m	8	주의관찰	
			유간토사 퇴적	4.0	m	3	청소	
			신축하부 누수	0.2	m	1	유도배수관 설치	
			차수판 탈락	1	EA	1	차수판 재 설치	
배수시설	S1		배수구 막힘	3	EA	3	주의관찰	
	S2		배수구 막힘	3	EA	3	주의관찰	
	S3		배수구 막힘	3	EA	3	주의관찰	
	S4		배수구 막힘	3	EA	3	주의관찰	
	S5		배수구 막힘	1	EA	1	주의관찰	
	S6		배수구 막힘	2	EA	2	주의관찰	
바닥판 하면	S1		균열(0.3mm미만)	1.0	m	1	균열표면보수	
			박락	0.01	m ²	1	단면보수	
	S2		균열(0.3mm미만)	21.0	m	21	균열표면보수	
			재료분리	0.06	m ²	1	단면보수	
			철근노출	0.02	m ²	1	단면(방청)보수	
			테크플레이트 부식	0.05	m ²	4	주의관찰	
	S3		테크플레이트 부식	0.08	m ²	8	주의관찰	
	S4		균열(0.3mm미만)	0.3	m	1	균열표면보수	
			테크플레이트 부식	0.07	m ²	7	주의관찰	
	S5		망상균열	5.00	m ²	1	표면보수	
			테크플레이트 부식	0.12	m ²	1	주의관찰	
	S6		보호덮개 파손	1.0	m	1	주의관찰	
가로보 및 세로보	S2		가로보 변형	0.8	m	2	주의관찰	
	S3		가로보 변형	0.3	m	1	주의관찰	
			세로보 변형	0.5	m	1	주의관찰	
	S4		가로보 변형	0.3	m	1	주의관찰	
	S6		가로보 부식	2.10	m ²	3	주의관찰	
거더외부	S1	G2	부식	0.30	m ²	1	주의관찰	
	S2	G1	부식	0.05	m ²	1	주의관찰	
			볼트부식	6	EA	6	주의관찰	
		G2	도장박리/박락	0.04	m ²	1	주의관찰	
			점부식	0.09	m ²	1	주의관찰	
			점부식	1.50	m ²	1	주의관찰	
			볼트부식	6	EA	6	주의관찰	
	S3	G1	부식	0.15	m ²	2	주의관찰	
			볼트부식	7	EA	7	주의관찰	
	S4	G1	부식	0.04	m ²	2	주의관찰	
			볼트부식	1	EA	1	주의관찰	
	S5	G1	볼트부식	10	EA	10	주의관찰	
	S6	G2	부식	0.30	m ²	3	주의관찰	
		G3	도장박리/박락	0.04	m ²	1	주의관찰	
		G3	볼트부식	6	EA	6	주의관찰	

【표 3-5】 외관조사 물량 집계표(계속)

위 치			손 상 내 용	손상 물량	단위	발생 개소	보수·보강 방안	비고
거더내부	S1	G1	부식	0.36	m ²	1	주의관찰	
			도장박리	0.27	m ²	7	주의관찰	
			도장박리/부식	0.09	m ²	1	주의관찰	
		G3	실링재 탈락	3	EA	3	실링재 주입	
			도장박리	0.04	m ²	1	주의관찰	
			실링재 탈락	3	EA	3	실링재 주입	
	S2	G1	조명파손	1	EA	1	주의관찰	
			부식	1.63	m ²	7	주의관찰	
			실링재 탈락	4	EA	4	실링재 주입	
			조명파손	3	EA	3	주의관찰	
		G2	리브변형	2.5	m	1	주의관찰	
			도장불량	0.17	m ²	16	주의관찰	
			용접부 부식	0.2	m	1	주의관찰	
			리브변형	2.0	m	2	주의관찰	
		G3	부식	0.64	m ²	2	주의관찰	
			실링재 탈락	4	EA	4	실링재 주입	
			도장박리	0.04	m ²	1	주의관찰	
			도장박락	0.09	m ²	1	주의관찰	
			조명파손	1	EA	1	주의관찰	
			리브변형	3.5	m	4	주의관찰	
	S3	G1	부식	0.56	m ²	4	주의관찰	
			실링재 탈락	4	EA	4	주의관찰	
			도장박리	1.00	m ²	1	주의관찰	
			리브변형	2.6	m	3	주의관찰	
		G2	도장박리	0.46	m ²	5	주의관찰	
			리브변형	2	m	0.6	주의관찰	
		G3	부식	0.64	m ²	2	주의관찰	
			실링재 탈락	4	EA	4	주의관찰	
			리브변형	1.5	m	3	주의관찰	
			부식	0.80	m ²	4	주의관찰	
	S4	G1	실링재 탈락	4	EA	4	주의관찰	
			도장박리	0.04	m ²	1	주의관찰	
			도장들뜸	0.11	m ²	3	주의관찰	
			볼트체결 불량	1	EA	1	주의관찰	
			리브변형	1.5	m	1	주의관찰	
			용접누락	22	EA	22	주의관찰	
		G2	도장박리	0.01	m ²	1	주의관찰	
			리브변형	1.3	m	1	주의관찰	
		G3	부식	0.60	m ²	1	주의관찰	
			실링재 탈락	4	EA	4	주의관찰	
			도장박리	0.30	m ²	7	주의관찰	
			조명파손	1	EA	1	주의관찰	
			리브변형	1.5	m	2	주의관찰	
			용접불량	1	EA	1	주의관찰	
			조명덮개 탈락	1	EA	1	주의관찰	

【표 3-5】 외관조사 물량 집계표(계속)

위 치			손 상 내 용	손상 물량	단위	발생 개소	보수·보강 방안	비고
거더내부	S5	G1	부식	0.55	m ²	4	주의관찰	
			실링재 탈락	4	EA	4	주의관찰	
			도장박리	1.28	m ²	5	주의관찰	
			볼트부식	1	EA	1	주의관찰	
			조명파손	2	EA	2	주의관찰	
		G2	리브변형	1.5	m	1	주의관찰	
			부식	0.40	m ²	2	주의관찰	
			실링재 탈락	4	EA	4	주의관찰	
			도장박리	0.18	m ²	4	주의관찰	
			리브변형	2.8	m	3	주의관찰	
	S6	G1	조명덮개 탈락	3	EA	3	주의관찰	
			실링재 탈락	3	EA	3	주의관찰	
			도장박리	4.59	m ²	3	주의관찰	
			조명파손	1	EA	1	주의관찰	
			볼트부식	1	EA	1	주의관찰	
		G2	부식	1.00	m ²	1	주의관찰	
			볼트부식	47	EA	47	주의관찰	
			부식	4.50	m ²	4	주의관찰	
			실링재 탈락	3	EA	3	주의관찰	
			도장박리	0.17	m ²	4	주의관찰	
받침장치	A1	A2	부식	6	EA	6	주의관찰	
			부식	6	EA	6	주의관찰	
			물탈파손	0.02	m ²	1	주의관찰	
	P1	P2	물탈 균열(0.3mm미만)	0.9	m	7	주의관찰	
			물탈파손	0.01	m ²	1	주의관찰	
			먼지막이링 탈락	1	EA	1	주의관찰	
	P3	P4	먼지막이링 탈락	1	EA	1	주의관찰	
			물탈 균열(0.3mm미만)	0.1	m	1	주의관찰	
			물탈 균열(0.3mm미만)	0.5	m	3	주의관찰	
	P4	P5	물탈 망상균열	0.05	m ²	1	주의관찰	
			상부 플레이트 부식	3	EA	3	주의관찰	
			먼지막이링 탈락	2	EA	2	주의관찰	
교대	A1	A2	물탈 균열(0.3mm미만)	0.4	m	4	주의관찰	
			균열(0.3mm미만)	2.7	m	4	균열표면보수	
			균열/백태(0.3mm미만)	0.6	m	1	균열표면보수	
			망상균열	2.00	m ²	1	표면보수	
			박리/박락	0.23	m ²	3	단면보수	
			백태	0.12	m ²	1	표면보수	
			누수흔적	11.25	m ²	5	주의관찰	
			보수부 들뜸	0.18	m ²	1	단면보수	
			이물질/폐콘크리트/토사퇴적	6.95	m ²	3	청소	
	A2	A3	균열(0.3mm미만)	3.0	m	2	균열표면보수	
			균열/백태(0.3mm미만)	4.0	m	4	균열표면보수	
			백태	0.87	m ²	3	표면보수	
			철근노출	0.06	m ²	1	단면방청보수	
			폐콘크리트 적치/토사퇴적	3.66	m ²	5	청소	

【표 3-5】 외관조사 물량 집계표(계속)

위 치		손 상 내 용	손상 물량	단위	발생 개소	보수·보강 방안	비고
교각	P1	균열(0.3mm미만)	11.3	m	11	주의관찰	
	P2	균열(0.3mm미만)	3.2	m	3	주의관찰	
	P3	균열(0.3mm미만)	5.5	m	6	주의관찰	
		재료분리	0.10	m ²	1	주의관찰	
		보수재 들뜸	0.08	m ²	1	주의관찰	
		강판보강부 부식	41.40	m ²	2	주의관찰	
		스토퍼 고무재 탈락	2	EA	2	주의관찰	
	P4	균열(0.3mm미만)	4.1	m	3	주의관찰	
		콘크리트 굽힘	0.02	m ²	1	주의관찰	
	P5	균열(0.3mm미만)	3.0	m	4	주의관찰	

【표 3-6】 외관조사 물량 총괄표

위 치	손 상 내 용	손상 물량	단위	발생 개소	보수·보강 방안	비고
교면포장	아스팔트 균열	33.5	m	6	전면 재 포장 (방수층 포함)	
	아스팔트 망상균열	2008.9	m ²	11		
	포트홀	0.96	m ²	96		
	아스팔트 패임	0.05	m ²	2		
	아스팔트 패임/마모	12.50	m ²	1		
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	20.0	m	1	균열표면보수	
	균열(0.3mm이상)	9.5	m	3	주입보수	
	균열/백태(0.3mm미만)	5.2	m	9	균열표면보수	
	망상균열	22.60	m ²	6	표면보수	
	측면 망상균열	165.18	m ²	7	표면보수	
	파손/철근노출	0.05	m ²	1	단면(방청)보수	
	난간변형	1.1	m	2	주의관찰	
	난간파손	0.6	m	1	주의관찰	
	난간지주 볼트 변형	3	EA	3	주의관찰	
	난간지주 볼트 체결불량	1	EA	1	주의관찰	
	교명주 파손	0.04	m	1	주의관찰	
	교명주 기초 파손	0.20	m	1	단면보수	
	텔리네이트 파손	1	EA	1	주의관찰	
신축 이음	후타재 균열(0.3mm미만)	13.6	m	48	주의관찰	
	후타재 접합부 이격	18.5	m	1	주의관찰	
	유간토사 퇴적	6.5	m	5	청소	
	차수판 부식	2	EA	2	주의관찰	
	신축하부 누수	0.4	m	2	유도배수관 설치	
	차수판 탈락	1	EA	1	차수판 재 설치	
배수시설	배수구 막힘	15	EA	15	주의관찰	
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	22.3	m	23	균열표면보수	
	망상균열	5.0	m ²	1	표면보수	
	박락	0.01	m ²	1	단면보수	
	재료분리	0.06	m ²	1	단면보수	
	철근노출	0.02	m ²	1	단면(방청)보수	
	데크플레이트 부식	0.32	m ²	20	주의관찰	
	보호덮개 파손	1.0	m	1	주의관찰	
가로보 및 세로보	가로보 부식	2.10	m ²	3	주의관찰	
	가로보 변형	1.4	m	4	주의관찰	
	세로보 변형	0.5	m	1	주의관찰	
거더외부	부식	0.84	m ²	9	주의관찰	
	점부식	1.59	m ²	2	주의관찰	
	도장박리/박락	0.08	m ²	2	주의관찰	
	볼트부식	36	EA	36	주의관찰	

【표 3-6】 외관조사 물량 총괄표(계속)

위 치	손 상 내 용	손상 물량	단위	발생 개소	보수·보강 방안	비고
거더내부	부식	11.68	m ²	32	주의관찰	
	도장박리	8.38	m ²	40	주의관찰	
	도장박리/부식	0.09	m ²	1	주의관찰	
	도장박락	0.09	m ²	1	주의관찰	
	도장들뜸	0.11	m ²	3	주의관찰	
	도장불량	0.17	m ²	16	주의관찰	
	실링재 탈락	44	EA	44	주의관찰	
	용접부 부식	0.2	m	1	주의관찰	
	용접 누락	22	EA	22	주의관찰	
	용접 불량	1	EA	1	주의관찰	
	리브변형	21.3	m	23	주의관찰	
	조명파손	12	EA	12	주의관찰	
	조명덮개 탈락	4	EA	4	주의관찰	
	볼트부식	49	EA	49	주의관찰	
	볼트 체결 불량	1	EA	1	주의관찰	
받침장치	받침 부식	12	EA	12	주의관찰	
	상부 플레이트 부식	3	EA	3	주의관찰	
	몰탈 균열(0.3mm미만)	1.9	m	15	주의관찰	
	몰탈 망상균열	0.05	m ²	1	주의관찰	
	몰탈파손	0.03	m ²	2	주의관찰	
	먼지막이링 탈락	4	EA	4	주의관찰	
교대	균열(0.3mm미만)	5.7	m	6	균열표면보수	
	균열/백태(0.3mm미만)	4.6	m	5	균열표면보수	
	망상균열	2.00	m ²	1	표면보수	
	박리/박락	0.23	m ²	3	단면보수	
	백태	0.99	m ²	4	표면보수	
	철근노출	0.06	m ²	1	단면(방청)보수	
	누수흔적	11.25	m ²	5	주의관찰	
	보수부 들뜸	0.18	m ²	1	단면보수	
	이물질/폐콘크리트/토사퇴적	10.61	m ²	8	청소	
교각	균열(0.3mm미만)	27.1	m	27	주의관찰	
	재료분리	0.10	m ²	1	주의관찰	
	보수재 들뜸	0.08	m ²	1	주의관찰	
	강판보강부 부식	41.40	m ²	1	주의관찰	
	콘크리트 굽힘	0.02	m ²	1	주의관찰	
	스토퍼 고무재 탈락	2	EA	2	주의관찰	

3.2.3 기 정밀점검 결과와의 비교·분석

【표 3-1】 기 점검 손상물량 비교표

구 분	손 상 내 용	손 상 물 량		단 위	증 감
		2018년 점검	2020년 점검		
교면포장	아스팔트 균열	33.5	33.5	m	- -
	아스팔트 망상균열	2008.9	2008.9	m ²	- -
	아스팔트 패임/포트홀/마모	0.89	13.51	m ²	▲ 12.62
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	20.0	20.0	m	- -
	균열(0.3mm이상)	8.5	9.5	m	▲ 1.0
	균열/백태(0.3mm미만)	-	5.2	m	▲ 5.2
	망상균열	13.6	22.60	m ²	▲ 9.00
	측면 망상균열	-	165.18	m ²	▲ 165.2
	파손/철근노출	0.05	0.05	m ²	- -
	난간변형/파손	6.60	1.7	m	▼ 4.90
	볼트 미체결/변형	4	4	EA	- -
	교명주 파손	-	0.04	m	▲ 0.0
	교명주 기초 파손	-	0.20	m	▲ 0.2
	텔리네이트 파손	1	1	EA	- -
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	12.0	13.6	m	▲ 1.60
	후타재 접합부 이격	18.5	18.5	m	- -
	유간토사 퇴적	4.5	6.5	m	▲ 2.00
	차수판 부식	2	2	EA	- -
	차수판 탈락	-	1	EA	▲ 1
	신축하부 누수	-	0.4	m	▲ 0.4
배수시설	배수구 막힘	19	15	EA	▼ 4
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	32.0	22.3	m	▼ 9.7
	망상균열	-	5.0	m ²	▲ 5.00
	박락	-	0.01	m ²	▲ 0.01
	재료분리	0.06	0.06	m ²	- -
	철근노출	0.50	0.02	m ²	▼ 0.48
	데크플레이트 부식	0.08	0.32	m ²	▲ 0.24
가로보 및 세로보	가로보 부식	2.00	2.10	m ²	▲ 0.10
	가로보/세로보 변형	0.8	1.9	m	▲ 1.1

【표 3-7】 기 점검 손상물량 비교표(계속)

구 분	손 상 내 용	손 상 물 량		단 위	증 감
		2018년 점검	2020년 점검		
거더	부식	12.95	12.52	m ²	▼ 0.43
	점부식	-	1.59	m ²	▲ 1.59
	도장박리/박락/부식	15.50	8.81	m ²	▼ 6.69
	도장들뜸	-	0.11	m ²	▲ 0.11
	실링재 탈락	132	44	EA	▼ 88
	용접부 부식	-	0.2	m	▲ 0.2
	용접 누락/불량	23	23	EA	- -
	리브변형	21.3	21.3	m	- -
	조명파손	10	12	EA	▲ 2
	조명덮개 탈락	-	4	EA	▲ 4
	볼트부식	55	85	EA	▲ 30
	볼트체결 불량	1	1	EA	- -
받침장치	받침 부식	-	12	EA	▲ 12
	상부 플레이트 부식	3	3	EA	- -
	몰탈 균열(0.3mm미만)	1.0	1.9	m	▲ 0.9
	몰탈 망상균열	0.05	0.05	m ²	- -
	몰탈파손	0.02	0.03	m ²	▲ 0.01
	먼지막이링 탈락	2	4	EA	▲ 2
교대 및 교각	균열(0.3mm미만)	23.2	32.8	m	▲ 9.6
	균열/백태(0.3mm미만)	-	4.6	m	▲ 4.60
	망상균열	2.00	2.00	m ²	- -
	재료분리/철근노출	0.16	0.16	m ²	- -
	박리	0.21	0.13	m ²	▼ 0.08
	박락	-	0.10	m ²	▲ 0.10
	백태	1.89	0.99	m ²	▼ 0.90
	누수흔적	11.25	11.25	m ²	- -
	보수부 들뜸	-	0.18	m ²	▲ 0.18
	보수재 들뜸	0.08	0.08	m ²	- -
	강판보강부 부식	41.40	41.40	m ²	- -
	콘크리트 균열	-	0.02	m ²	▲ 0.02
	이물질/폐콘크리트/토사퇴적	10.61	10.61	m ²	- -

※ 금회 점검시 기술자 판단에 상이한 용어 통일 하여 표기하였음.

※ 일부 부재의 보수가 시행된 상태로 확인되었으며, 신규 손상이 조사되어 손상 증감이 다소 발생함.

【표 3-7】 기 점검결과 비교표

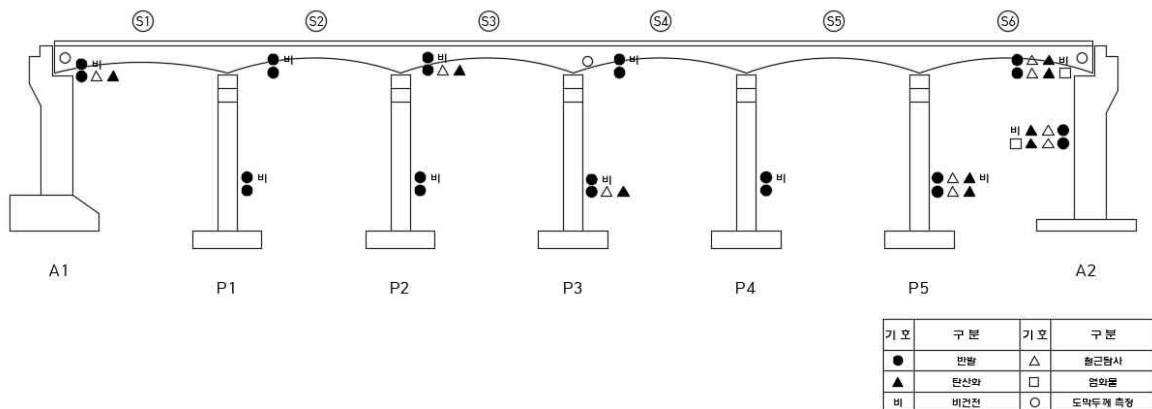
구 분	기(2018년) 정밀안전점검	금회(2020년) 정밀안전점검
용역명	장암교, 송선육교 정밀점검 용역	장암교 정밀안전점검 및 제2종 성능평가 용역
용역사	(주)재성기술단	우리기술(주)
용역기간	2018. 07. 03 ~ 2018. 08. 21	2020. 09. 04 ~ 2020. 10. 13
등급	B(0.225)	B(0.238)
종합결론	- 상태평가를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양호)』으로 평가되어, 별도의 정밀안전 진단 및 시설물의 사용제한의 필요성은 없는 상태이며, 금회 정밀점검보고서에 제시된 조치사항에 대해 보수를 시행하고 중점유지관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 관리가 수행된다면 1등급(DB-24)로서의 기능을 유지할 수 있을 것으로 판단된다. - 금회 정밀점검 결과, 전차(2016년) 진단결과에 따른 부분적인 유지보수(2018년)를 실시한 상태이며, 금회 점검시 대부분 공용 중 발생 가능한 일반적인 손상이 조사되어 내구성 확보 및 유지관리 차원에서의 보수가 필요한 상태이다.	- 본 시설물에 대한 상태평가 및 종합평가 안전등급은 “B” 등급으로 기능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 것으로 평가되었다. - 따라서, 금회 조사된 결함 및 손상 부위에 대하여 보고서에 제시된 보수와 병행하여 중점유지관리 항목들에 대한 주기적인 점검을 시행한다면 구조물의 안전성 및 사용성을 유지하는데 문제가 없을 것으로 판단된다.

3.3 재료시험 결과

시설물에 대한 상태 평가를 적절히 수행하기 위하여 정밀점검 목적에 부합하는 현장 재료시험을 실시하였으며 항목 및 수량은 “2019.09 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검·진단 편)” 과 “과업지시서”에 준하여 다음과 같은 재료시험을 실시하였다.

【표 3-8】 정밀안전점검 재료시험 실시수량

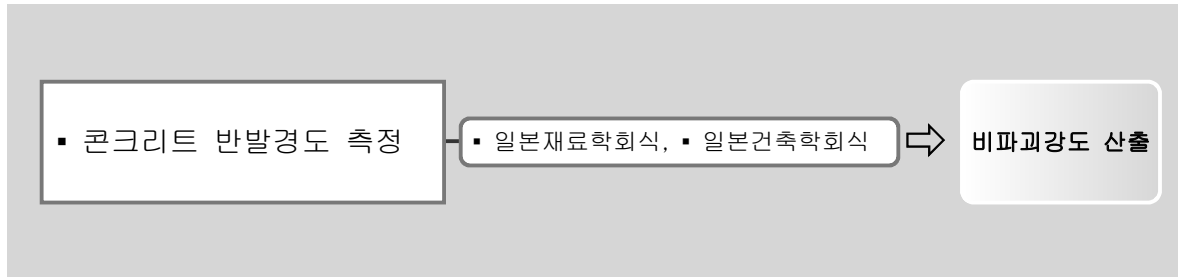
종 류	교량 세부지침 기준		실시수량
	상부구조	하부구조	
반발경도시험	•1개소/50m	•1개소/50m	상부 : 12 하부 : 12
탄산화깊이 조사	•5경간 이내 : 2~3개소(상부구조에서 최소 1개소 이상 실시) •5경간 이상 : 3~6개소(상부구조에서 최소 2개소 이상 실시)		상부 : 4 하부 : 5 (동일부위 실시)
철근탐사 시험	•과업 내용에의해 조사 및 수량 결정		



【그림 3-1】 정밀안전점검 재료시험 위치

3.3.1 콘크리트 강도 조사

콘크리트의 압축강도 추정을 위하여 반발경도법을 수행하였으며 각각의 비파괴 공식을 통하여 산출한 비파괴강도를 설계기준압축강도와 비교 할 수 있도록 정리하였다.



반발경도 측정



탄산화 깊이 측정



철근피복두께 측정

가. 반발경도 시험

콘크리트 표면의 경도를 측정하여 이 측정치로부터 콘크리트 압축강도를 추정하는 검사방법이다. 반발경도기(NR-Type)를 사용하여 콘크리트의 반발경도 값을 측정하였으며 아래 식을 적용함으로 비파괴 강도를 추정하였다.

◇ 일본재료학회식 ----- $f_c = \{-18.0 + 1.27 \cdot R_o\} \times \alpha$

◇ 일본건축학회식 ----- $f_c = \{(7.3R_o + 100) \times 0.098\} \times \alpha$

여기서, f_c ----- 추정강도(MPa)

R_o ----- 반발경도 값(타격 각도보정, 습윤보정)

20타 평균 $\times$ (상한치 1.2), (하한치 0.8).....상, 하한치 범위 내 값 재 평균

α ----- 재령보정계수(28일=1, 100일=0.78, 3000일 이상=0.63)

측정 시 주의사항

- 측정 전
테스트 엔빌 확인(80±2)
- 표면처리(그라인딩)
- Marking(가로, 세로 3cm)



반발경도 측정

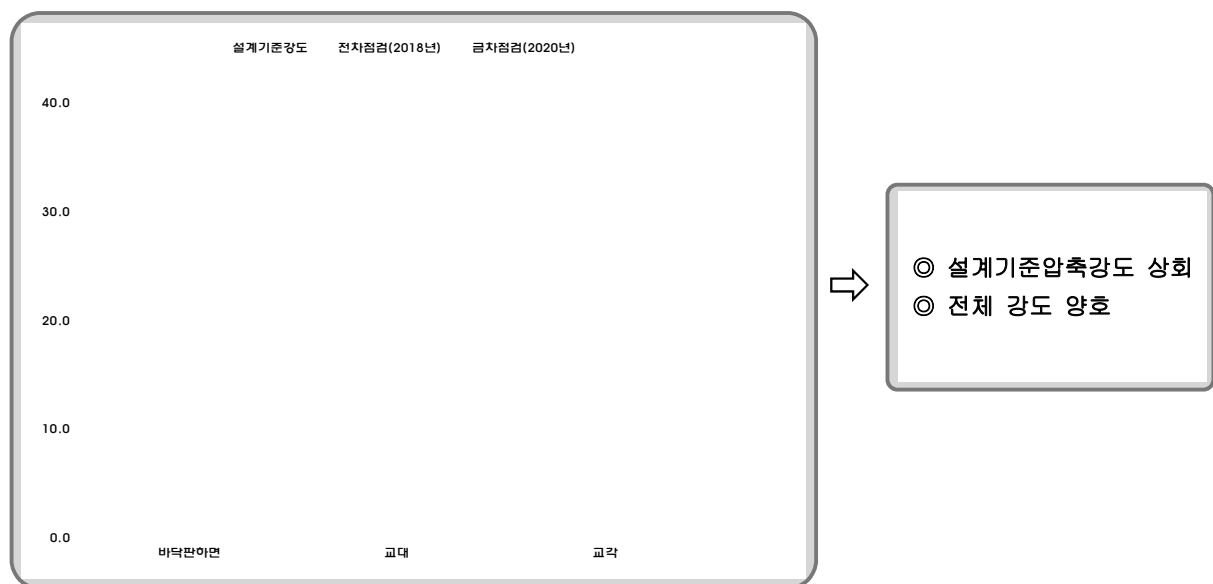
【표 3-9】 반발경도법에 의한 콘크리트 강도결과 (단위: 강도=MPa)

구분	반발경도 (R ₀)	재령 계수	강도측정 결과		설계기준 압축강도	비고
			일본재료학회	일본건축학회		
바닥판	48.1~53.5	0.63	27.1~31.4	27.8~30.3	27.0	—
교대	46.7~47.6	0.63	26.0~26.7	27.2~27.6	21.0	—
교각	48.0~53.3	0.63	27.0~31.3	27.8~30.2	24.0	

※ 반발경도법에 대한 상세자료는 부록 첨부

※ 설계기준 압축강도는 FMS 준공도서의 주요 설계 현황을 참고함.

반발경도법에 의한 비파괴 강도시험 결과, 상부구조는 일본재료학회 27.1~31.4MPa, 일본건축학회 27.8~30.3MPa로 설계기준압축강도 27.0MPa의 100.4~116.3%로 설계기준압축강도를 상회하는 것으로 측정되었다. 하부구조 교대는 일본재료학회 26.0~26.7MPa, 일본건축학회 27.2~27.6MPa로 설계기준압축강도 21.0MPa의 123.8~127.1%로 설계기준압축강도를 상회하였고, 교각 또한 일본재료학회 27.0~31.3MPa, 일본건축학회 27.8~30.2MPa로 설계기준압축강도 24.0MPa의 112.5~130.4%로 설계기준압축강도를 상회하는 것으로 측정되었다.



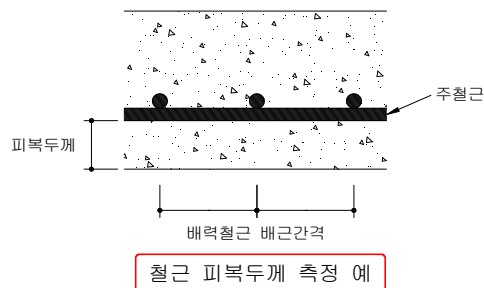
【그림 3-2】 반발경도법에 의한 비파괴강도와 설계기준압축강도의 비교

3.3.2 철근탐사 시험

철근탐사 시험은 콘크리트 탄산화 시험을 위해 철근의 실측 피복두께를 조사하는 방법으로, 탄산화 시험 전 구간에 대하여 RC-Radar(철근탐사기)를 사용하여 철근의 피복을 측정하였다.

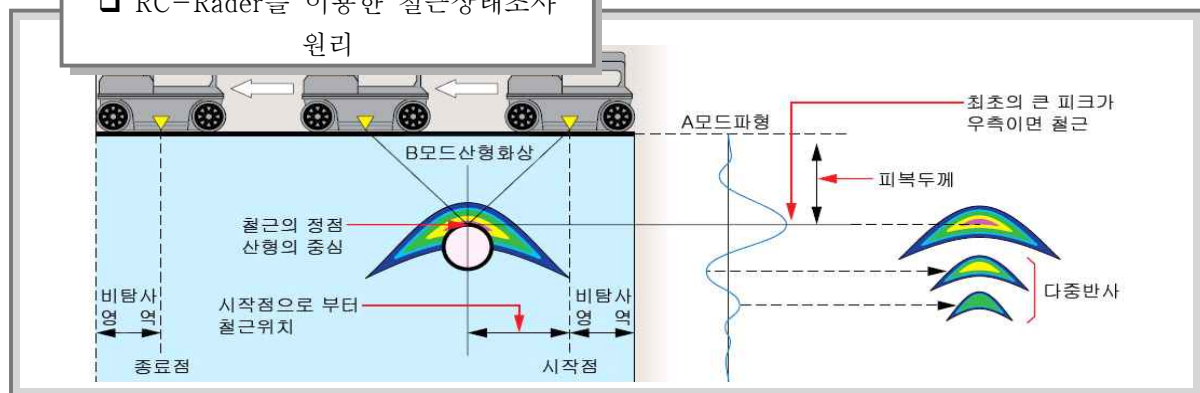


철근탐사 시험



RC-Rader 탐사조건

- 탐사심도200m이내
- 탐사대상 철근지름이 6mm이상
- 콘크리트의 질이 균일한 곳
- 철근이 안테나 진행방향에 직교하고 있는곳

□ RC-Rader를 이용한 철근상태조사
원리

【표 3-10】 철근탐사 결과

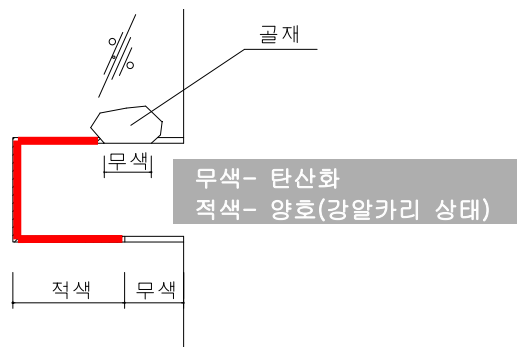
구 분	위 치	철근종류	배근간격(mm)		실측피복 (mm)	설계피복 (mm)	비 고
			실측값	설계값			
상부 구조	캔틸레버	주철근	124~258	125,250	67~83	32	
		배력철근	180~305	205,300	68~113	48	
하부 구조	교대	주철근	293~299	300	57~72	87.5	
		배력철근	308~312	300	78~113	112.5	
	교각	주철근	125~128	100	101~146	118	
		배력철근	298~313	300	75~133	89	

※ 철근탐사에 대한 상세자료는 부록 첨부

대상 시설물의 철근탐사 결과, 피복두께가 설계치와 다소 상이한 것으로 조사되었으나, 이는 콘크리트 타설시 철근의 유동 등에 의한 것으로서 이에 따른 손상은 발생하지 않았으며 탄산화 잔존 수명이 최소 100년 이상으로 측정되었으므로 피복두께에 따른 철근부식 가능성은 없을 것으로 판단된다.

3.3.3 콘크리트 탄산화시험

경화된 초기 콘크리트는 pH(水素指數)가 13.5 정도의 강알칼리성으로 매입된 철근에 부동태피막이 형성되어 철근의 부식을 방지해 주는 효과가 있다. 그러나 대기중의 이산화탄소로 pH가 저하(7~8)되면 알칼리성을 잃어 가는데 이것을 탄산화라 한다.

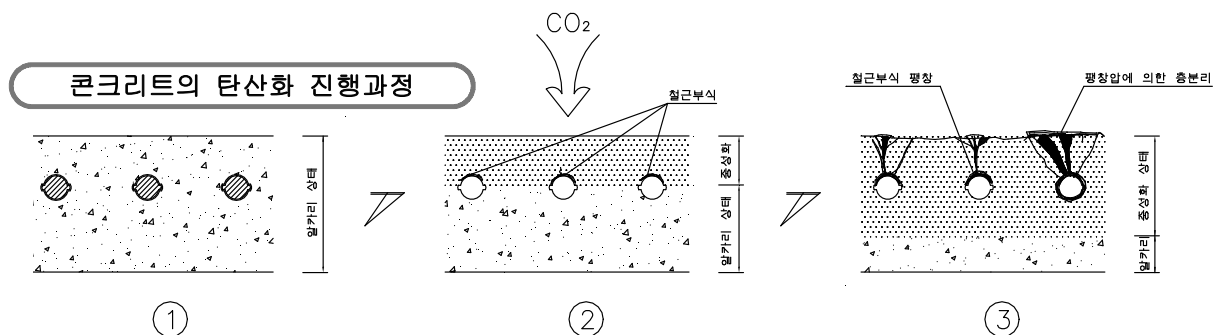


최초 강알칼리성이 있던 콘크리트가 환경(물, 산성비, 탄산가스...)에 의해 점진적으로 알칼리성이 소멸되어 중성화되어 가는 것을 “중성화”라하며 중성화의 가장 큰 요인이 대기중의 탄산가스이므로 “탄산화”라 한다.

강알칼리성 → 환경에 의해 알칼리성 저하 “중성화” → 지배적요인 탄산가스 → ∴ “탄산화”

콘크리트 탄산화가 매입 철근 위치까지 진전되면 철근에 형성되었던 부동태피막이 소멸되어 부식이 유발 될 수 있는 상태가 되므로 탄산화 깊이는 구조물의 내구성에 파악에 매우 중요한 인자이다.

이러한 콘크리트의 탄산화 깊이는 드릴링, 또는 코어 채취부에 페놀프탈레인1% 용액을 이용하여 측정한다.



【표 3-11】 탄산화깊이 측정결과 및 탄산화 분석

구 분	탄산화깊이 (mm)	실측피복두께 (mm)	잔존깊이 (mm)	평가 등급	탄산화 속도계수	잔존수명
상부구조	5.2~14.0	67.0~83.0	56.0~69.8	a	1.040~ 2.800	100년 이상
하부구조	5.5~12.3	57.0~133.0	50.0~120.7	a	1.100~ 2.460	100년 이상

※ 탄산화속도는 경과시간(t)의 평방근에 비례하여 진행한다고 하는 $\sqrt{t}$ 법으로 표현됨.

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

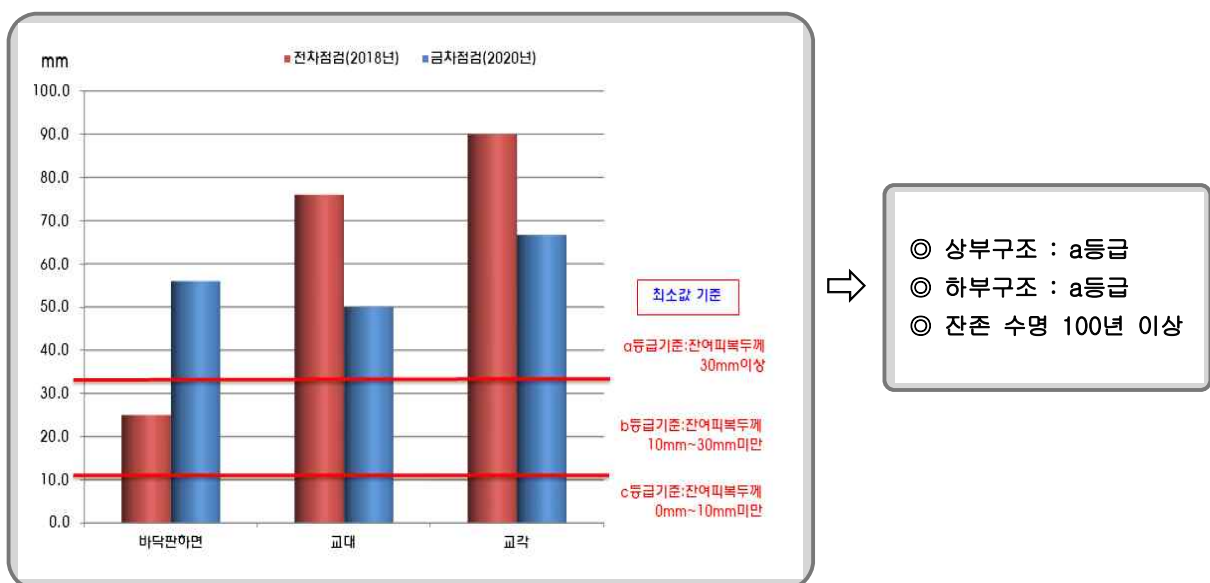
여기서, C: 탄산화깊이(mm)
A: 탄산화속도계수(mm $\sqrt{\text{년}}$)
t: 재령(년) 1995년 준공 ----- 25년 적용

※ 계산 예) ----- 탄산화 깊이(C)는 측정치 중 최대값(14.0mm 실측피복두께 : 83.0mm)을 적용

- 탄산화속도계수 ----- $A = \frac{C}{\sqrt{t}} = \frac{14.0}{\sqrt{25}} = 2.800$
- 콘크리트 탄산화 잔존수명 = (실측피복두께/탄산화속도계수)² - (재령년수)
= (83.0/2.800)² - (25) ≒ 853.7
= 약 100년 이상

※ 탄산화깊이에 대한 상세자료는 부록 첨부

콘크리트의 탄산화깊이 측정결과 탄산화깊이는 상부구조 : 5.2~14.0mm, 하부구조 : 5.5~12.3mm로 조사되었다. 또한 탄산화 잔여깊이가 상부구조 : 56.0~69.8mm로 a등급, 하부구조 : 50.0~120.7mm로 a등급으로 평가되었으며 전반적으로 양호한 상태이며, 피복두께에 따른 탄산화 잔존수명을 예측한 결과 최소 100년 이상인 것으로 분석되어 현재 철근부식 및 콘크리트 내구성 저하의 영향은 없는 것으로 판단된다.



【그림 3-3】 탄산화 잔여깊이 측정결과 비교그래프

3.3.4 도장두께 측정

도장 두께가 허용기준을 만족하지 못하는 경우, 균열 및 박리 또는 충격에 의한 깨짐 등과 같은 결함으로 이어질 수 있고, 이는 강재 내구성능 저하를 유발시킨다.

도장두께 측정 요령은 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(성능평가 편)” 2019.01 「교량」 편을 참고하였으며, 이에 대한 내용은 다음과 같다.

- 도장 최소두께 및 최대 두께

- 시방서 및 도장 제조업체에서는 요구 최소두께 및 최대두께를 제시하고 있다.
- 도장종류에 따라 최소 또는 최댓값이 명시되어 있지 않는 경우 일반적으로 규정두께의 80%를 최소 두께, 120%를 최대두께로 할 수 있다.

- 도장 허용두께(SSPC-PA2 참고)

- 측정 1개소내의 3개 지점값(직경 40mm의 1개소에서 3번의 측정 실시)은 값에 제한이 없으나, 3개 지점의 평균값 즉, 1개소의 평균값은 시방서 최솟값의 80% 이상이어야 하며, 최댓값의 120% 이내여야 한다.

- 도장 허용두께 미달 비율

- 대상 조사구역은 일정단위면적으로 나뉘질 수 있으며, 이러한 일정 단위면적을 조사 단위면적으로 정의한다.
- 등급분류기준표에 제시된 ‘허용두께 미달 비율’은 대상 조사구역 내의 도장허용두께 미달비율로 정의한다.

(조사구역내 몇 %의 조사단위면적에서 허용두께를 미달하였는지에 대한 비율)

대상 시설물은 6경간의 STB교량(3개 거더)으로 거더 내부에서 3경간, 5Point씩 12개소, 외부에서 3경간, 5Point씩 9개소, 2차부재 1개소에 대한 도장두께 실시하였다.

【표 3-12】 도장두께 측정 결과

거더 및 2차부재										
조사경간	거더번호	측정 도장두께(μm)						평균(μm)	분석	허용범위
S1	G2-외부	1개소	223	250	227	271	271	249.7	불만족	156~234
		2개소	252	248	260	254	239			
		3개소	247	249	262	247	246			
S4	G3-외부	1개소	222	234	224	226	242	227.2	만족	
		2개소	235	245	229	224	231			
		3개소	215	222	223	219	218			
S6	G1-외부	1개소	217	215	215	221	223	221.1	만족	
		2개소	232	234	229	223	228			
		3개소	215	213	211	209	234			

【표 3-13】 도장두께 측정 결과(계속)

거더 및 2차부재										
조사경간	거더번호	측정 도장두께(μm)						평균(μm)	분석	허용범위
S1	G2-내부	1개소	245	229	215	221	215	226.4	불만족	120~180
		2개소	222	223	229	223	234			
		3개소	235	245	217	215	213			
		4개소	215	222	232	234	245			
S4	G3-내부	1개소	215	222	210	214	219	210.4	불만족	
		2개소	208	201	198	211	210			
		3개소	201	206	211	215	201			
		4개소	219	215	216	211	206			
S6	G1-내부	1개소	208	206	206	213	211	214.2	불만족	
		2개소	211	210	208	201	198			
		3개소	214	235	245	206	211			
		4개소	211	215	222	222	232			
S4	2차부재	1개소	222	234	224	226	242	230.0	만족	156~234
		2개소	215	215	247	249	245			
		3개소	234	229	222	234	222			

※ 기준(μm)의 0의 숫자는 만족범위, 기준의 80%~120%의 범위이다.

도장두께 측정결과, S4G3-외부, S6G1-외부, S4 2차부재를 제외한 S1G2-내,외부, S4G3-내부, G6G1-내부는 허용범위 대비 불만족한 것으로 분석되었다. 이에 도장두께 측정에 대한 내구성능평가 결과는 “제 5장 시설물의 내구성능 평가” 편에 기재하였다.

3.3.5 재료시험 결과요약

시설물의 품질상태를 파악을 위한 제반 시험성과를 아래 표와 같이 요약하였다.

【표 3-13】 재료시험 결과요약

구 분			측정 결과			분석결과
콘크리트 강도 (MPa)	반발 경도	상부	일본재료학회	일본건축학회	설계기준 압축강도	설계 기준 압축 강 도 상회하는 양호 한 상태임.
			27.1~31.4	27.8~30.3	27.0	
		교대	26.0~26.7	27.2~27.6	21.0	
		교각	27.0~31.3	27.8~30.2	24.0	
탄산화 깊이 측정 (mm)	상부		탄산화 깊이	탄산화 속도계수	평가등급	탄산화 측정결과 상부구조 a등급, 하부구조 a등급 으로 측정되었음
			5.2~14.0	1.040~2.800	a	
	하부		5.5~12.3	1.100~2.460	a	
도장두께 측정	구분		측정도장두께 평균 (μm)	분석	허용범위 (μm)	실측한 거더의 도 장두께의 평균값 이 허용범위를 초 과하며, 2차부재 (가로보)는 허용범 위에 만족하는 것 으로 분석됨.
	거더외부		221.1~249.7	>..불만족	156~234	
	거더내부		210.4~226.4	>..불만족	120~180	
	2차부재		230.0	만족	156~234	

3.3.6 기 점검결과와 비교·분석

시설물의 기 점검결과와 비교·분석한 결과를 아래 표와 같이 요약하였다.

【표 3-14】 기 점검결과와의 비교·분석

구 분		시험결과					평가의견
콘크리트 강도 (MPa)	구분	일본재료학회		일본건축학회		설계강도 (MPa)	다소 편차는 있 으나 설계강도 압축강도를 상 회하는 양호한 상태임.
		18년 점검	금회 점검	18년 점검	금회 점검		
	바닥판 하면	26.4~29.3	27.1~31.4	28.0~29.7	27.8~30.3	27.0	
	교대	19.6~20.9	26.0~26.7	24.1~24.8	27.2~27.6	21.0	
	교각	22.5~25.1	27.0~31.3	25.7~27.3	27.8~30.2	24.0	
탄산화 깊이 측정 (mm)	구분	탄산화 깊이		평가 등급			탄산화에 의한 부식발생 우려 없는 “a” 로 평 가되었음.
		18년 점검	금회 점검	18년 점검	금회 점검		
	상부 구조	7.0~13.0	5.2~14.0	b	a		
	하부 구조	7.0~15.0	5.5~12.3	a	a		

