

부 록

- 1 . 과업지시서
- 2 . 외관조사망도
- 3 . 측정, 시험, 계측 성과표
- 4 . 안전성능 평가 결과 자료
- 5 . 내구성능 평가 결과 자료
- 6 . 사용성능 평가 결과 자료
- 7 . 시설물관리대장 사본
- 8 . 현황조사 및 외관조사 사진첩
- 9 . 사용장비 및 기기의 사진
- 10 . 사전조사 자료 일체

1. 과업지시서

2025년 장암교 정밀안전진단용역 [성능평가 포함]

2025. 07.



공 주 시

목 차

I.	용	역	설	명	서
II.	과	업	내	용	서
III.	예	정	공	정	표
IV.	설	계	예	산	서
V.	위		치		도

I. 용역 설명서

1. 용역 설명서

1. 용역명 : 2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)

2. 용역의 목적

본 과업은 장암교에 대하여 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」 제12조에 의거 시행하는 정밀안전진단, 제40조 및 동법 시행령 제28조에 규정에 따른 제1종 성능평가로서 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물 기능 및 성능저하, 상태 등을 신속·정확하게 조사·평가하고, 그에 대한 적절한 성능확보를 취하여 재해 및 재난을 예방하는데 그 목적이 있다.

3. 용역 대상시설물

교량명	위치	준공연도	연장(m)	폭원(m)	형식	비 고
장암교	충남 공주시 석장리동 110-1	1995년	280.0	18.0	STB	4차로

4. 용역의 범위

- (1) 자료수집 및 분석
- (2) 현장조사 및 시험(선택과업 : 구조해석)
- (3) 상태평가
- (4) 안전성평가
- (5) 종합평가
- (6) 보수·보강 방법 및 보고서 작성
- (7) 결과보고

5. 용역 기간

- (1) 본 과업은 착수일로부터 180일로 한다.(공휴일등 휴지일수 포함)
- (2) 과업은 공정계획에 따라 차질없이 수행하여야하며, 다음의 한하여 "발주기관"의 승인을 얻어 과업기간을 변경(조정) 할 수 있다.
 - ① 천재지변으로 과업수행에 차질이 있을 때.
 - ② "발주기관"의 계획변경 등 방침에 따라 과업의 중단 또는 내용의 현저한 변경이나 증, 감이 있을 때.
 - ③ 과업수행 계획단계에서 예상치 못했던 일로 변경이 불가피한 경우.

Ⅱ. 과업내용서

제1장 일반사항

1. 과업의 명칭

본 과업의 명칭은 “2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)”이라 하고 충청남도 공주시를 “발주기관”, 수급자인 용역사를 “계약상대자”로 칭한다.

2. 과업의 목적

본 과업은 검상교 시설물에 대해 “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법” 제12조(정밀안전진단의 실시) 규정에 의한 정밀안전진단을 실시함으로써, 물리적, 기능적 결함 및 손상상태를 파악하여 구조적 안정성, 내구성 및 사용성을 증진시키고 사용수명을 연장시킬 수 있는 적절한 보수·보강 대책과 향후 유지관리방안을 제시, 시설물 유지관리에 만전을 기하여 공사 전 재해예방 및 안전성 확보에 그 목적이 있다.

3. 과업의 개요

가. 대상시설물

교량명	위치	준공연도	연장(m)	폭원(m)	형식	비 고
장암교	충남 공주시 석장리동 110-1	1995년	280.0	18.0	STB	4차로

나. 과업 범위(정밀안전진단)

- (1) 자료수집 및 분석 (전차용역 보고서 제공(CAD파일포함))
- (2) 현장조사 및 시험 (선택과업 : 구조해석) (교량점검차 미제공-별도 대여)
- (3) 상태평가
- (4) 안전성평가

- (5) 종합평가
- (6) 보수·보강 방법 및 보고서 작성
- (7) 결과보고

다. 과업 범위(제1종 성능평가)

- (1) 자료수집 및 분석
- (2) 현장조사 및 시험
- (3) 안전성능 평가
- (4) 내구성능 평가
- (5) 사용성능 평가
- (6) 종합평가
- (7) 유지관리 전략 제안
- (8) 보고서 작성

라. 과업기간

- (1) 본 과업은 착수일로부터 180일로 한다.(공휴일등 휴지일수 포함)
- (2) 과업은 공정계획에 따라 차질 없이 수행하여야하며, 다음의 한하여 "발주기관"의 승인을 얻어 과업기간을 변경(조정) 할 수 있다.
 - ① 천재지변으로 과업수행에 차질이 있을 때.
 - ② "발주기관"의 계획변경 등 방침에 따라 과업의 중단 또는 내용의 현저한 변경이나 증, 감이 있을 때.
 - ③ 과업수행 계획단계에서 예상치 못했던 일로 변경이 불가피한 경우.

4. 과업의 사전승인

가. "계약상대자"는 다음 사항을 사전에 "발주기관"과 협의하여 과업을 수행하여야 한다.

- (1) 과업수행계획서 및 착수신고서의 내용변경
- (2) 관련기관과의 협의사항
- (3) 기타 감독원의 지시나 "계약상대자"의 판단에 따라 승인받아야 할 사항

나. 과업 수행 중 "발주기관" 계획 또는 방침 변경 등의 사유로 과업변경이 필요할 때에는 "발주기관"은 "계약상대자"와 사전 협의. 결정하며, 결정사항은 "계약상대자"가 지체 없이 이행하여야 한다.

5. 과업수행 및 공정관리

가. 과업수행 방법

- (1) "계약상대자"는 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」 제11조 및 동법 시행령 제8조, 시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침(2025. 4.), 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침_안전점검·진단/성능평가 편(2024. 12.)에 의거 본 용역을 성실히 수행하여야 한다.
- (2) "계약상대자"는 본 과업내용서와 관계법령, 규칙, 규정 및 지침에 따라 제반사항을 성실하게 이행하여야 한다.
- (3) 본 과업내용에 명시되지 않은 사항이라도 필요하다고 판단될 경우 "발주기관"과 상호 협의하여 처리하여야 한다.

나. 착수신고서 제출

"계약상대자"는 계약문서에 정하는 바에 따라 과업을 착수하여야 하며, 관계법령에 정한 서류 및 다음 각호의 사항이 포함된 착수 신고서를 "발주기관"에 제출하여야 한다.

- (1) 기술용역 예정공정표
- (2) 사업책임기술자 선임계 및 이력서
 - ① 본 용역에 모든 참여기술자는 기술자자격수첩 및 건설기술인협회 경력증명서
 - ② 본 과업수행의 사업책임기술자 자격은 시특법 시행령 제9조에 의하고 안전점검 및 정밀안전진단 교육(교량 및 터널분야)을 이수 한 후 그 분야의 정밀안전점검 또는 정밀안전진단업무를 실제로 수행한 기간이 2년 이상일 것
- (3) 보안대책 및 각서

(4) 사업책임기술자의 사용인감 또는 서명

(5) 기타 "발주기관"이 지정한 사항

다. 사전검토보고서 및 과업수행계획서 제출

(1) 사전검토보고서 : 계약상대자는 당해 시설물의 설계도서등 유지관리 자료와 과업내용서 등이 법령 및 지침, 본 세부지침 등에 부합되는지의 여부를 검토하여 용역 착수일로부터 7일 이내에 "발주기관"에 서면으로 보고 후 승인을 받아 과업을 진행하여야 한다.

① 사전검토의 주요내용은 다음과 같다

- 대상시설물의 정밀안전진단 실시범위
- 유지관리 자료 보유현황

② 과업의 범위

- 기본과업 항목, 선택과업 항목

③ 기본과업 재료시험 수량

④ 기타법령, 지침 및 세부지침과의 부합여부

(2) 과업수행계획서 : "계약상대자"는 사전검토보고서 승인 후 5일 이내에 과업수행계획서를 제출하여야 한다.

① 과업의 목적

② 과업의 개요

- 대상 시설물 현황
- 과업범위
- 과업기간

③ 과업 수행방법

- 조사 및 시험·측정(선택과업 : 구조해석)
- 상태 평가
- 안전성 평가

- 종합평가

- ④ 보수·보강 및 유지관리 방안
- ⑤ 조사·시험관련 점검 측정 장비
- ⑥ 과업수행 일정
- ⑦ 과업수행 조직
 - 과업수행 조직체계
 - 인원투입 계획
- ⑧ 안전관리 계획
- ⑨ 사전검토 보고서 내용

※ 설계도서 등의 사전검토 보고서와 과업수행계획서의 일체 서류는 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과 보고서에 수록하여야 한다.

6. 과업수행자의 책임한계

- 가. "계약상대자"는 본 과업수행 전반에 대한 모든 책임을 진다.
- 나. 본 과업의 부분성과 및 최종성과의 내용의 미비, 과오, 기술상의 오류 등의 결함에 대한 "계약상대자"의 책임이 면제될 수 없으며, "계약상대자"이외 제3자에 의해 작성된 각종 문서가 용역성과에 첨부자료로 사용된 경우도 "계약상대자"의 책임한계는 동일하다.
- 다. 본 과업수행에 따른 안전관리 및 교통정리 등의 미흡으로 발생하는 모든 민, 형사상의 책임은 "계약상대자"이 진다.
- 라. "계약상대자"가 제출한 과업성과상 하자로 시비손실 또는 인명피해, 기타 공사진행상 지장을 초래하였을 때에는 원인자 전액 부담으로 원인을 파악하여 보완제시해야 하며 "발주기관"이 결정하는 책임범위에 대하여는 과업의 재이행 및 모든 손해배상을 해야한다.
- 마. "계약상대자"는 과업의 안전관리계획을 제출해야하며, 본 과업수행 미흡으로 발생하는 모든 민.형사상 책임은 "계약상대자"가 진다.

7. 관련기관 협의 및 인.허가

본 과업 수행시 교통통제는 교통관련 기관과 협의 후 "발주기관"에 승인을 득한 후, 교통관련 규정에 적합한 안내간판 및 교통유도 시설 등을 설치하고, 교통정리원을 배치한 후 과업을 수행하여야 한다.

- (1) 교통통제 시간 및 기간
- (2) 교통소통대책(차선운영, 작업장점용, 우회도로 등) 에 관한 사항
- (3) 교통정리원 배치계획(인원 및 위치 표시)
- (4) 교통통제 전방 각종 안내판 설치 계획 등

8. 보안 및 비밀유지

- 가. "계약상대자"는 과업기간 중 모든 과업에 대한 보안책임이 있으며, 보안규정을 준수하여야 한다.
- 나. "계약상대자"는 보안대책을 수립하고 대표자와 모든 참여기술자의 보안각서를 착수계 제출시 "발주기관"에 제출하여야 한다.
- 다. 성과품은 "발주기관"의 허락 없이 임의로 소유하거나 복사 또는 외부로 유출 할 수 없다.
- 라. 과업 수행 시 발생한 폐기물은 소각 처리하여야 하며, 작업용 보안사진은 용역감독자 입회하에 폐기 처리하여야 한다.
- 마. 기타 규정 불이행으로 발생하는 모든 책임은 "계약상대자"가 진다.

9. 과업수행자의 교체 및 책임기술자 자격

- 가. 과업수행을 위하여 투입된 기술자는 과업기간중에 "계약상대자"가 임의로 교체할 수 없으며 교체가 불가피한 경우에는 "발주기관"의 사전동의를 받아야하고 "발주기관"이 과업수행에 부적합하다고 판단한 기술자에 대해서는 발주청의 요구에 의거, 즉시 교체하여야 하며, 본 과업수행에 참여하는 기술자 투입지연에 따른 모든 책임은 "계약상대자"에게 있다.
- 나. 본 과업의 사업책임기술자는 시특법 시행령 제9조 제1항의 별표5에 책임기술자격자로서 시특법 시행규칙 제10조에 따른 교육기관에서 해당분야의 안전점검 및 정밀안전진단 교육과정을 70시간이상 이수한 사람으로 그 분야의 정밀안전점검 또는 정밀안전진단업무를 실제로 수행한 기간이 2년 이상인 책임기술자로 하여금 안전진단을 실시하도록 하여야 한다.

10. 과업 수행 시 준수사항

- 가. 본 과업은 예정공정에 맞추어 계약기간 내에 착오 없이 수행되어야 한다. 다만, 불가항력적인 사유 및 통념상으로 인정되는 부득이한 사유가 발생되었을 경우, "발주기관"의 승인을 얻어 과업기간을 연기 또는 단축할 수 있다.
- 나. 본 과업에 명시되지 않은 사항이나 과업 수행 중 과업내용 및 정책 등의 변경이 불가피한 경우와 내용해석에 의견차가 있을 경우에는 상호 협의.조정하여 처리하며 협의가 성립되지 않을 경우에는 기술용역계약일반조건 제37조 제2항에 따른다.
- 다. 본 과업 중 결함 원인이 공사 후 하자기간 내에 결함은 시설물 부위별로 하자발생 내용 및 범위를 별도 작성.제출하여 하자 만료 전 보수에 차질이 없도록 하여야 한다.

11. 안전점검 실시결과 평가

- 가. 과업수행 결과는 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법 시행령 제14조의 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과에 대한 평가규정(국토부 고시 제2013-553호, '13. 10. 4. 개정)에 의거 평가 의뢰한다.
- 나. 본 과업 평가의뢰는 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과에 대한 평가규정에 의거 평가 업무를 위탁받은 한국시설안전공단에서 실시한다.
- 다. 평가대상은 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법 시행령 제14조 제1항의 평가대상과 같다.
 - (1) 안전점검을 성실하게 실시하지 아니함으로써 중대한 파손이나 공중의 안전에 위험을 발생시킬 우려가 있다고 인정되는 경우.

- (2) 안전점검 실시결과에 대하여 부실 점검·진단의 우려가 있다고 인정하여 평가 의뢰하는 경우.
- (3) 안전점검등의 대행에 필요한 비용의 산정기준에 따라 산출한 금액이 현저하게 미달하는 금액 도급계약을 체결한 경우.
- (4) 관리주체, 한국시설안전공단, 안전진단전문기관 또는 유지관리업자가 법 또는 법에 따른 명령을 위반하여 실시하여 부실 점검·진단의 우려가 있다고 인정되는 경우
- (5) 그 밖에 국토교통부장관이 정하여 고시하는 사항에 해당하는 경우

제2장 과업수행

1. 현황조사 및 자료수집과 분석

- 가. 모든 과업수행은 시설물 및 부대시설물을 포함하여 실시한다.
- 나. 시설물 관리부서의 안전점검기록, 보수이력, 설계도서, 시방서, 구조계산서, 준공도서 등 관련 자료를 수집하여 분석·확인하여야 한다.
- 다. 시설물 내구성 조사 시 콘크리트 강도(반발경도법) 및 콘크리트 탄산화시험을 통한 탄산화 깊이를 조사한다.
- 라. 시설물의 결함부위에 대한 외관조사망도 작성 등 조사결과를 도면으로 상세하게 기록하여야 한다.
- 마. 결함이 공중에 위험을 끼칠 수 있거나 또는 안전에 위험이 존재하는 경우에는 즉시 “발주기관”에 보고하여 신속하고 적절한 조치를 취해야 한다.
- 바. 이전점검 기록(안전점검, 외부전문가점검)을 “발주기관”으로부터 인수받아 시설물의 구간별, 부재별 지적사항, 조치내용, 향후계획 등을 상세히 기록하여 작성해야한다.
- 사. 측정장비는 공인기관 검정에 합격된 기기를 사용한다.

2. 시설물의 상태조사 및 평가

- 가. 시설물유지관리 담당부서에서 보관중인 유지관리 관련자료(시설물도면, 기수행한 점검 및 진단보고서, 보수·보강 이력 등)의 수집, 분석해야 한다.

- 나. 시설물 전반적인 외관상태의 현장조사로서 점검부위 및 점검사항은「안전점검 및 정밀안전진단 지침」에 의거 시행한다.
- 다. 콘크리트 강도시험은 반발경도법을 시행하고, 시험결과는 그 분야 경험자의 해석에 따라 평가해야하고, 이전에 같은 시험이 실시된 경우는 시험결과를 비교하여 차이점을 비교 분석해야 한다.
- 라. 현장조사 자료를 종합·검토하여 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태등급에 대한 소견을 제시하여야 하고 정밀안전진단 필요성 여부를 판단하여야 한다.
- 마. 선택과업을 시행하여 그 결과를 분석하여 보고서에 수록하여야 한다.
 - 구조해석

3. 시설물의 안전성 평가

- 가. 시설물 손상부위 조사 및 손상원인을 정확히 분석하고, 근거자료를 제시해야 한다.
- 나. 과업수행 중 구조물의 안전에 심각한 이상이 발견되어 긴급보수를 필요로 할 경우 “계약상대자”는 즉시 “발주기관”에 보고하고 보수·보강 방안을 제시해야 한다.
- 다. 구조해석, 안정성평가 및 보수·보강공법 등을 선정 시는 전문기술자의 자문을 구해야 한다.
- 라. 사업책임기술자는 시설물의 상태평가, 안전성평가 및 종합평가에의한 시설물의 안전등급을 시특법 제16조의1 및 영 제12조에 의거 실시한다.
- 마. 시설물의 점검결과 추가적인 조사가 필요할 시 발주청과 협의하여 추가조사(시험)을 실시하여야 한다.
 - 수중조사, 재하시험 등

4. 시설물의 보수·보강대상 및 공법제시

- 가. 시설물의 손상부위에 대한 보수·보강공법, 부위별 우선순위를 부여하고, 개략공사비를 산출 제시하여야 한다.
- 나. 시설물의 부위별 손상에 대한 장·단기별 조치방안을 제시하여야 한다.
- 다. 보수·보강공법의 채택은 실용사례 등을 비교, 분석하여 적정성이 확보되어야 하고 보수, 보강에 대한 문제점 및 유의사항을 제시하여야 한다.

5. 보수·보강 우선순위 및 보강방안 수립

- 가. 보강대상별 보강시기, 보강 우선순위, 보강대책은 도로상 작업 여건을 감안, 교통 불편을 최소화할 수 있는 방안으로 각 구조물 별로 작성하여야 한다.
- 나. 단기(부분)보수 대책은 전면보강 시까지 구조물의 기능을 유지하기 위하여 필요한 사항(보강대상, 공법, 소요공사비 등)을 작성 제시하여야 한다.

6. 시설물의 효율적인 유지관리 방안 제시

- 가. 본 과업수행 중 파악한 유지관리상 문제점은 적절한 보완대책을 작성하여 유지관리 개선방안을 제시하여야 한다.

7. 안전점검 실적 제출

- 가. “계약상대자”는 시특법 제11조의2에따라 안전점검 실적을 해당실적이 발생한 날부터 30일 이내에 시특법 시행규칙 제29조 별지 20호서식에 따라 한국시설안전공단 시설물통합정보관리시스템(FMS)을 이용하여 제출해야 한다.
- 나. 본 과업 성과품은 FMS 시스템상 제출하고, 점검·진단 시설물이 FMS 시스템 상 설계도서가 존재하지 않는 경우 외관 조사망도는 설계도서 항목에 반드시 제출하여야 함.(각각 최종 승인 시까지 과업 수행)

※ 적용기준

- 1) 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법령
- 2) 도로교 표준시방서 및 도로교 설계기준
- 3) 콘크리트 표준시방서
- 4) 도로의 구조 및 시설기준에 관한 규정
- 5) 시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침
- 6) 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검·진단 편)

제3장 성과품 제출

1. e-보고서 작성

가. 일반사항

- 1) 안전점검 e-보고서는 시설물 관리주체의 유지관리업무에 효율적이며 체계적으로 활용할 수 있도록 전자매체에 의한 전자보고서 형태(CD)로 작성하여 제출하여야 한다
- 2) 보고서는 참여기술자의 점검 및 조사내용, 결과분석 등을 사진, 동영상으로 열람 할 수 있도록 파일형식으로 작성하여야 한다
- 3) 완성된 전자보고서는 기간이 경과한 후에도 결함에 해석이 가능하도록 상세하고 명확해야 한다.
- 4) 현장 사진 및 동영상을 촬영하여 결함을 구체적으로 확인 할 수 있도록 하여야 하며 여러 가지 결함이 언급된 경우에는 보고서와 서식에서 상호 참조할 수 있도록 하여야 한다.
- 5) 개략도와 사진은 결함의 위치와 특성에 관한 설명을 보충하기 위한 수단으로 사용하여야 한다. 노후화된 부재에 대한 간단한 단면도와 평면도 및 사진을 사용하여 결함의 형태와 치수를 명확히 이해할 수 있게 하여야 한다.
- 6) 전자보고서의 모든 자료 근거를 명확히 해야 하고 점검일시와 기타 자료의 근거도 기록하여야 한다.

2. e-보고서에 포함되어야 할 사항

가) 서두

보고서의 표지 다음에 정밀안전진단 개요를 쉽게 알 수 있도록 다음의 서류를 붙인다.

- 제출문(정밀안전진단전문기관의 장)
- 참여 기술진 명단
- 시설물의 위치도, 시설물의 전경사진, 부위별 사진
- 정밀안전진단 실시결과 요약문
- 보고서 목차

나) 정밀안전진단의 개요

정밀안전진단의 범위와 과업내용, 점검계획 및 실시와 관련된 주요사항을 기술한다.

- 정밀안전진단의 목적

- 시설물의 개요 및 이력사항
- 점검의 범위 및 과업내용
- 사용장비 및 기기(사진)
- 점검 수행일정

(다) 시설물의 상태평가

과업내용에 의거 실시한 조사, 시험 및 측정의 결과분석과 시설물 상태평가 결과를 작성한다.

- 주요부재별 외관조사 결과분석 및 외관조사 현황조사 사진
- 측정결과와 재료시험 결과의 분석, 측정과정 및 재료시험 과정을 촬영한 동영상
- 주요한 결함의 발생원인 분석 및 결함 발생부위의 사진
- 시설물의 내진설계 여부 확인
- 주요 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가등급 결정

(라) 시설물의 안전성 평가(필요한 경우 추가로 실시)

(마) 종합 결론 및 건의

- 정밀안전진단 결과의 종합결론
- 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항
- 기타 필요한 사항

(바) 부록

- 참여기술진 현황 (정밀안전진단에 참여한 전체기술자의 사진, 자격증 사본, 교육이수증 사본)
- 육안검사 사진
- 외관 조사망도
- 측정, 시험 성과표와 작업사진
- 시설물관리대장 사본
- 기타 참고자료(정밀안전진단 결과와 관련되는 설계도서, 감리보고서, 이전의 안전점검 및 정밀안전진단보고서 등 관련자료 포함)

3. 성과품 작성 시 주의사항

- 가. 본 과업 수행중 제출하는 각종 성과(보고)에는 참여기술자 연명으로 서명 날인하여야 한다.
- 나. 과업수행에 사용한 공식자료 및 통계는 그 근거와 발행 년도를 제시하여야 한다.
- 다. 성과품 작성은 한글사용을 원칙으로 하되, 필요한 경우 영어를 사용할 수 있으며 단위는 CGS 단위계를 사용한다.
- 라. 기술 분야의 성과는 상호 연관성을 표시하여 색인, 판독, 검색 등이 용이하도록 작성하여야 하며, 부록작성시의 관계 자료는 산출근거를 명시하고 색인(Index) 등을 작성하여 삽입시켜야 한다.
- 마. "계약상대자"는 과업종료 7일 이전에 납품목록 및 성과품을 감독관에게 제출하여 사전검사를 받아야 하며, 여기에서 지적되는 미비사항을 보완하여 본 성과품을 작성한 후 인쇄하여야 한다.
- 바. 본 과업수행 중 관계법령의 개정 또는 입법예고 등 개정이 확실시되는 경우 이를 감안하여 용역성과가 작성되어야 한다.

4. 성과품 제출 목록

- 1) 종합보고서(정밀안전진단, 성능평가) 각 3부
 - 외관조사망도, 각종사진 등 포함
- 2) 요약보고서(정밀안전진단, 성능평가) 각 3부
- 3) 성과품 CD-ROM(종합보고서, 사진첩 등 일체 수록) 3SET

5. 안전점검 결과 보고

- 가. 본 과업 수행중 '발주기관'에서 실시하는 결과보고(1회)를 실시하여야 한다.
- 나. 안전점검 결과를 보고시 보고한 후 별도의 지시가 있을 경우 수정하여야 한다.

위 치 도

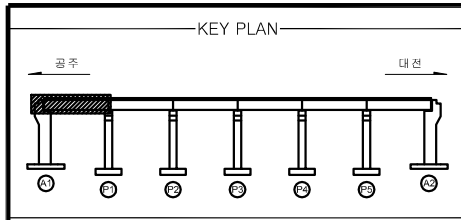
□ 위치도

○ 장암교 / 충청남도 공주시 석장리동 110-1 일원

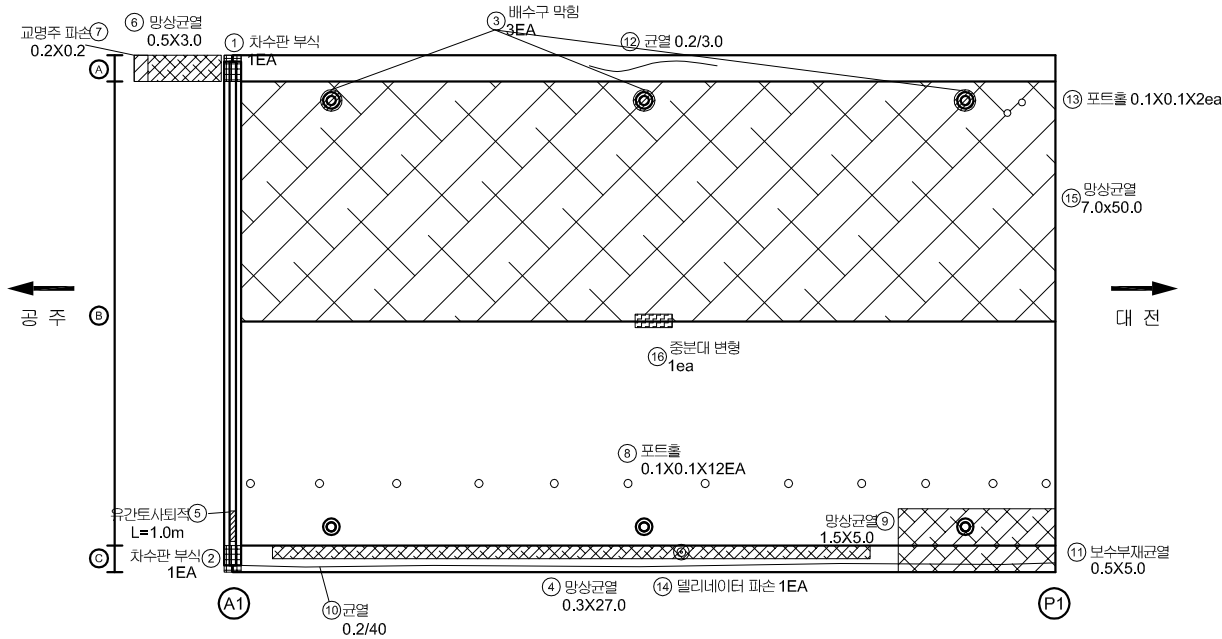
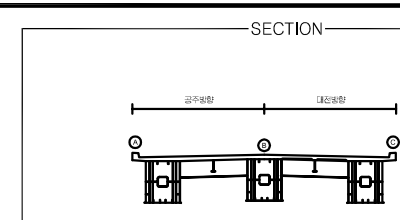


설 계 예 산 서

2. 외관조사망도

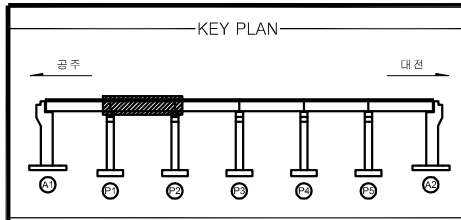


장암교 교면포장 S1

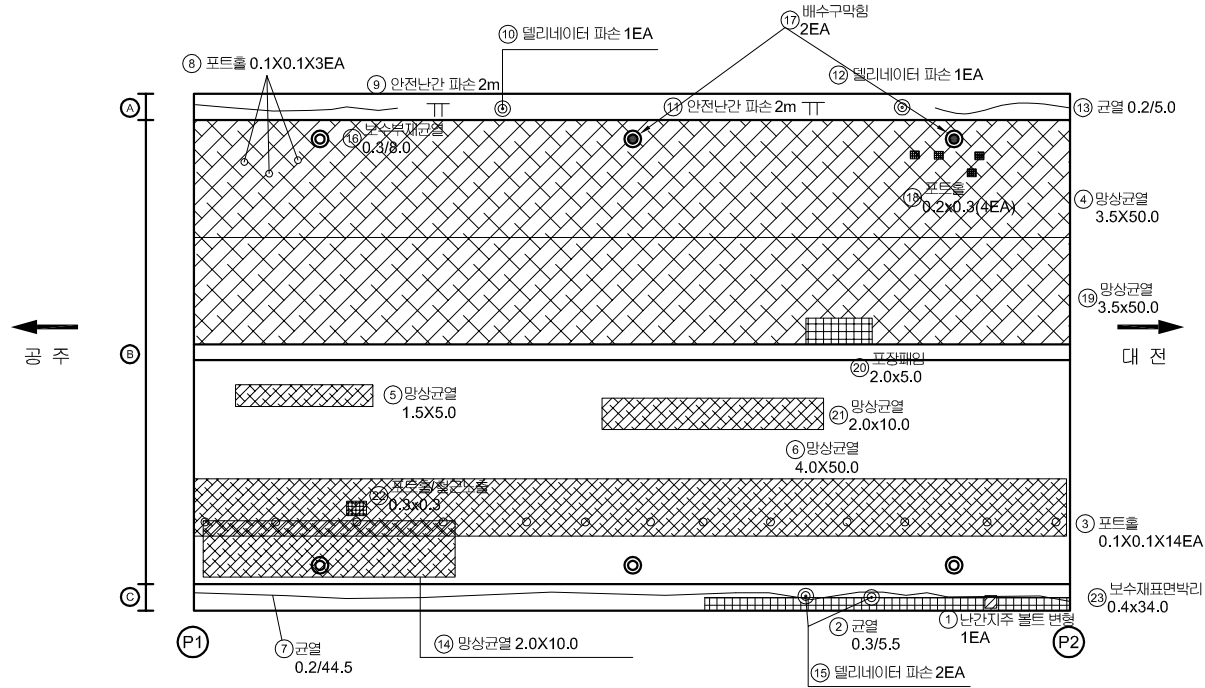
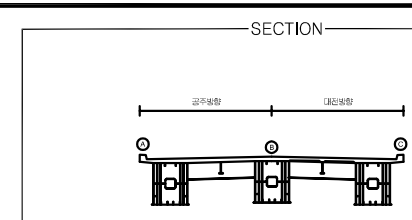


번호	위치	손상재원						비고
		손상명	폭	길이	개수	단위	수량	
1	신축이음	차수판부식			1	ea	1.00	구
2	신축이음	차수판부식			1	ea	1.00	구
3	배수시설	배수구막힘			3	ea	3.00	구
4	난간 및 연석	망상균열	0.30	27.00	1	m	8.10	구
5	신축이음	유간토사퇴적		1.00	1	m	1.00	구
6	난간 및 연석	망상균열	0.50	3.00	1	m	1.50	구
7	난간 및 연석	교명주파손	0.20	0.20	1	m	0.04	구
8	교면포장	포트홀	0.10	0.10	12	m	0.12	구
9	교면포장	망상균열	1.50	5.00	1	m	7.50	구
10	난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	0.20	40.00	1	m	40.00	구
11	난간 및 연석	보수부재균열(0.3mm이상)	0.50	5.00	1	m	5.00	구
12	난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	0.20	3.00	1	m	3.00	구
13	교면포장	포트홀	0.10	0.10	2	m	0.02	구
14	난간 및 연석	델리네이터 파손			1	ea	1.00	구
15	교면포장	망상균열	7.00	50.00	1	m	350.00	신
16	난간 및 연석	중분대 변형			1	ea	1.00	신
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

범례	 CW 0.2	 균열	 망상균열	 표면Honeycomb	 편침, 공동	 바리, 파손	 시공이음분리, 흠분리	 누수, 솟음	 벽태	 철근노출	 철근부식	 콘크리트변색, 녹물	 철판, 포장부	 포장요철	 기초시공	 좌굴, 변형	 연결상태	 강제표면 부식	 방침	 배수구	신축이음분리
관 리 기 관	충청남도 공주시					용 역 명	2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)					구 조 물 명		장암교		분 류		S1			
												도 면 명		교면포장 외관조사망도		도 면 번 호		001			

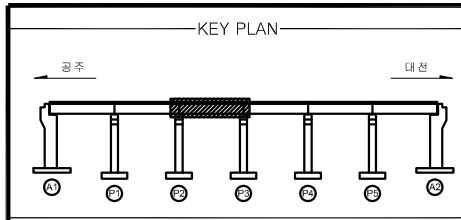


장암교 교면포장 S2

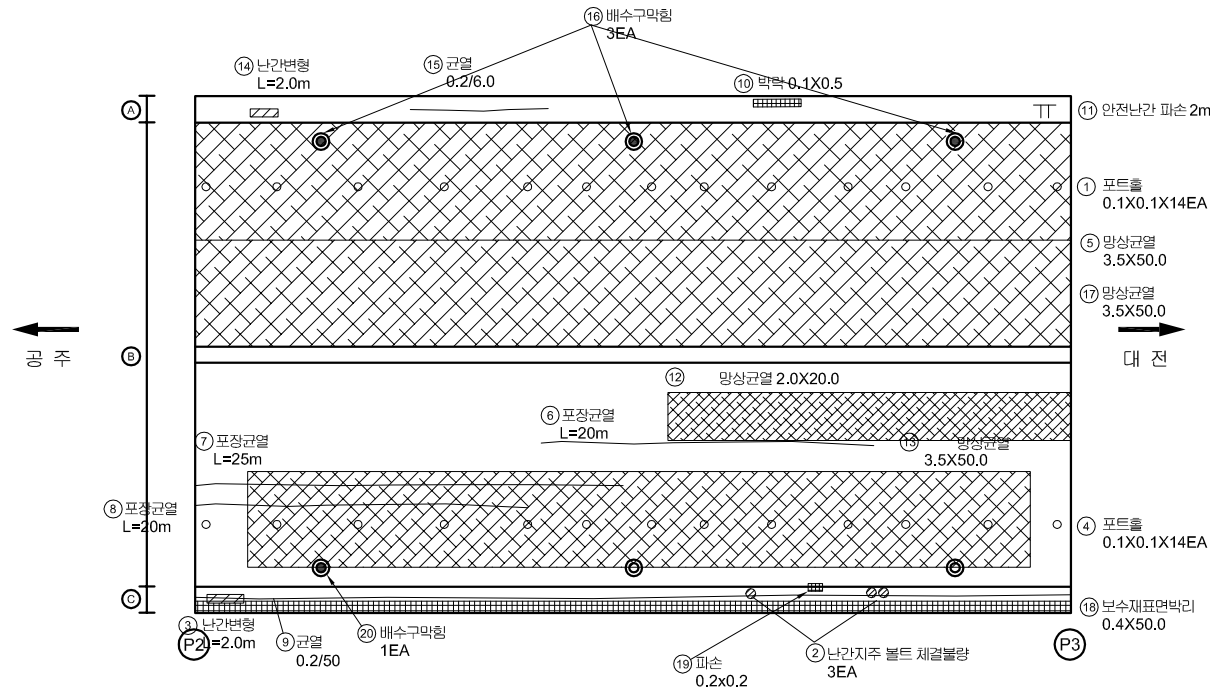
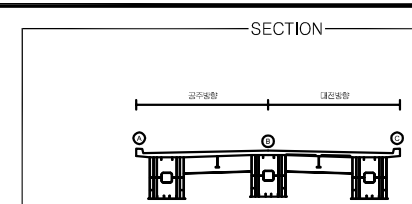


번호	위치	손상재원						비고
		손상명	폭	깊이	개수	단위	수량	
1	난간 및 연석	난간지주볼트변형			1	ea	1.00	구
2	난간 및 연석	균열(0.3mm이상)	0.30	5.50	1	m	5.50	구
3	교면포장	포트홀	0.10	0.10	14	㎡	0.14	구
4	교면포장	망상균열	3.50	50.00	1	㎡	175.00	구
5	교면포장	망상균열	1.50	5.00	1	㎡	7.50	구
6	교면포장	망상균열	4.00	50.00	1	㎡	200.00	구
7	난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	0.20	44.50	1	m	44.50	구
8	교면포장	포트홀	0.10	0.10	3	㎡	0.03	구
9	난간 및 연석	안전난간 파손		2.00	1	m	2.00	구
10	난간 및 연석	델리네이터 파손			1	ea	1.00	구
11	난간 및 연석	안전난간 파손		2.00	1	m	2.00	구
12	난간 및 연석	델리네이터 파손			1	ea	1.00	구
13	난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	0.20	5.00	1	m	5.00	구
14	교면포장	망상균열	2.00	10.00	1	㎡	20.00	구
15	난간 및 연석	델리네이터 파손			2	ea	2.00	구
16	난간 및 연석	보수부표균열(0.3mm이상)	0.30	8.00	1	m	8.00	신
17	배수시설	배수구막힘			2	ea	2.00	신
18	교면포장	포트홀	0.20	0.30	4	㎡	0.24	신
19	교면포장	망상균열	3.50	50.00	1	㎡	175.00	신
20	교면포장	표장패임	2.00	5.00	1	㎡	10.00	신
21	교면포장	망상균열	2.00	10.00	1	㎡	20.00	신
22	교면포장	포트홀/델리네이터	0.30	0.30	1	㎡	0.09	신
23	난간 및 연석	보수표면막리	0.40	34.00	1	㎡	13.60	신
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

범례	균열	망상균열	표면Honeycomb	편침, 공동	박리, 파손	시공이음분리, 흠분리	누수, 솟음	벽태	철근노출	철근부식	콘크리트면색, 녹물	철판, 포장부	포장요철	기호시공	좌굴, 변형	연결상태	강재표면 부식	방침	배수구	신축이음분리
관 리 기 관	충청남도 공주시					용역명		2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)			구조물명		장암교		분류		S2			
											도면명		교면포장 외관조사망도		도면번호		002			

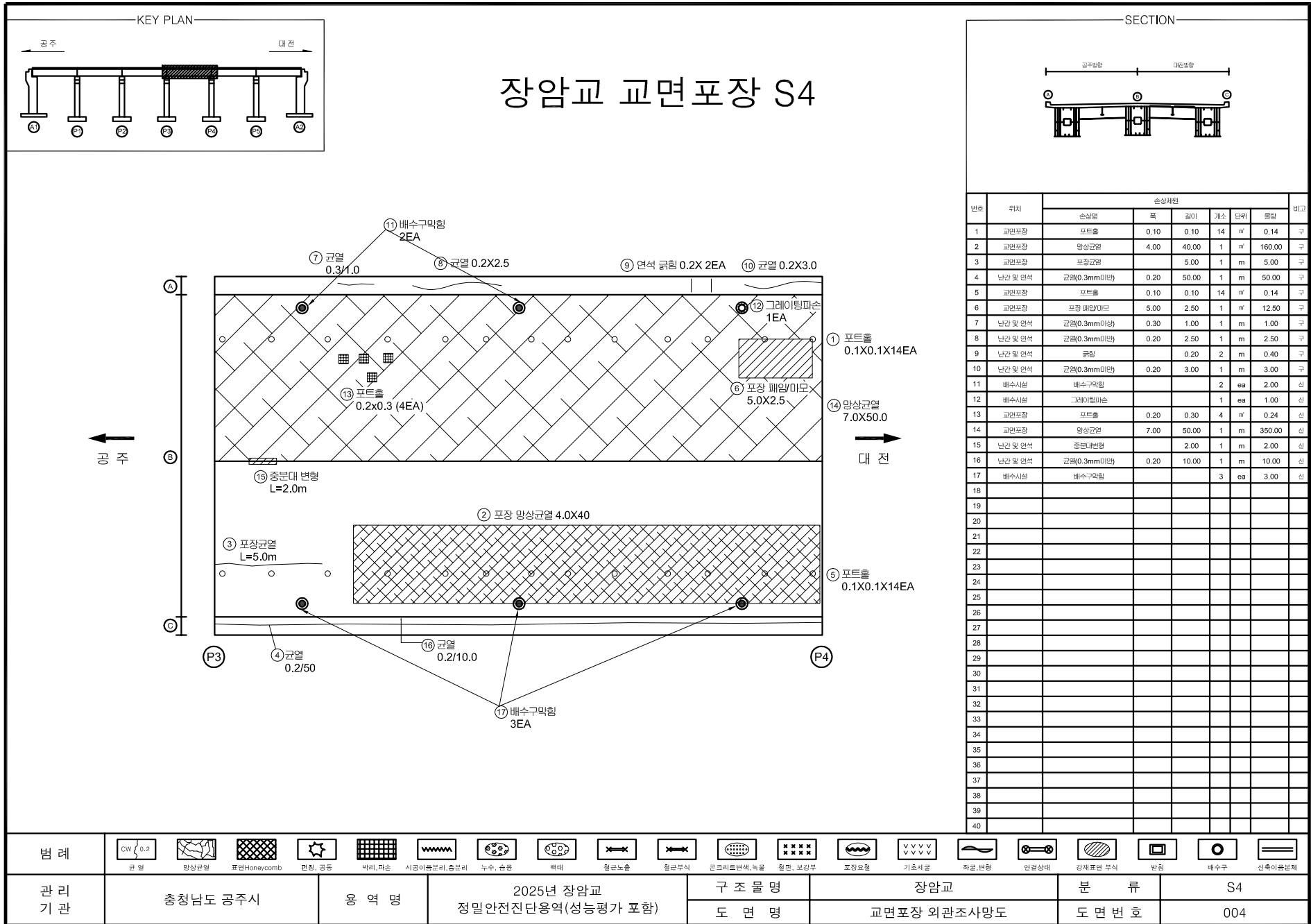


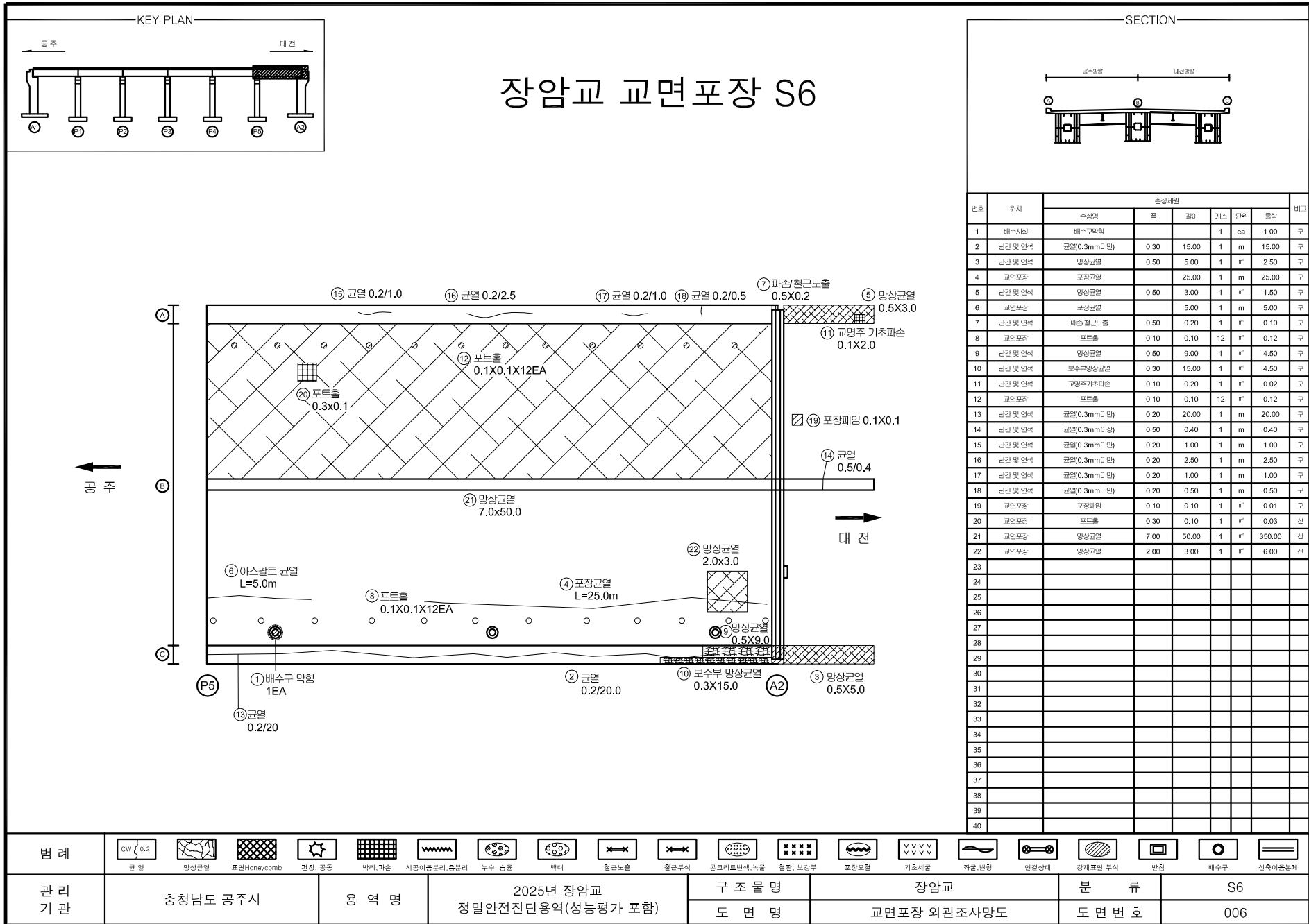
장암교 교면포장 S3



번호	위치	손상재원						비고
		손상명	폭	깊이	개수	단위	수량	
1	교면포장	포트홀	0.10	0.10	14	㎡	0.14	구
2	난간 및 연석	난간지주볼트변형			3	ea	3.00	구
3	난간 및 연석	난간변형		2.00	1	m	2.00	구
4	교면포장	포트홀	0.10	0.10	14	㎡	0.14	구
5	교면포장	망상균열	3.50	50.00	1	㎡	175.00	구
6	교면포장	포장균열		20.00	1	m	20.00	구
7	교면포장	포장균열		25.00	1	m	25.00	구
8	교면포장	포장균열		20.00	1	m	20.00	구
9	난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	0.20	50.00	1	㎡	50.00	구
10	난간 및 연석	박락	0.10	0.50	1	㎡	0.05	구
11	난간 및 연석	안전난간 파손		2.00	1	m	2.00	구
12	교면포장	망상균열	2.00	20.00	1	㎡	40.00	구
13	교면포장	망상균열	3.50	50.00	1	㎡	175.00	구
14	난간 및 연석	난간변형		2.00	1	m	2.00	신
15	난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	0.20	6.00	1	㎡	6.00	신
16	배수시설	배수구막힘			3	ea	3.00	신
17	교면포장	망상균열	3.50	50.00	1	㎡	175.00	신
18	난간 및 연석	보수재표면박리	0.40	50.00	1	㎡	20.00	신
19	난간 및 연석	파손	0.20	0.20	1	㎡	0.04	신
20	배수시설	배수구막힘			1	ea	1.00	신
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

범례	 균열	 망상균열	 표면Honeycomb	 편침, 공동	 박리, 파손	 시공이음분리, 흠분리	 누수, 솟음	 벽태	 철근노출	 철근부식	 콘크리트변색, 녹물	 철판, 보강부	 포장요철	 기초세굴	 좌굴, 변형	 연결상태	 강재표면 부식	 방침	 배수구	 신축이음분리			
관 리 기 관	충청남도 공주시					용역명					2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)					구조물명		장암교		분류		S3	
																도면명		교면포장 외관조사망도		도면번호		003	





K E Y P L A N

장암교 바닥판하면 S1

G1
G2
G3
A1P1

S E C T I O N

번호	위치	손상재현							비고
		손상명	폭	길이	개수	단위	중량		
1	바닥판하면	벽돌	0.10	0.10	1	m ²	0.01	구	
2	바닥판하면	균열(0.3mm이하)	0.20	1.00	1	m	1.00	구	
3	바닥판하면	균열(0.3mm이상)	0.20	0.80	1	m	0.80	신	
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

범례

CW 0.2
관 열

방향Honeycomb

표면Reinforce

팽창, 공동

바리, 파손

시공미충분리, 층 분리

누수, 습윤

배 배

철근노출

철근부식

콘크리트변색, 녹물

철면, 보강부

포장요철

기초세굴

좌굴, 변형

연결상태

강제표면 부식

파괴

배수구

신축이음장치

관리 기관

충청남도 공주시

용역 명

2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)

구조 물 명

장암교

분 류

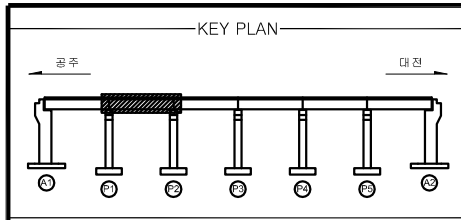
S1

도 면 명

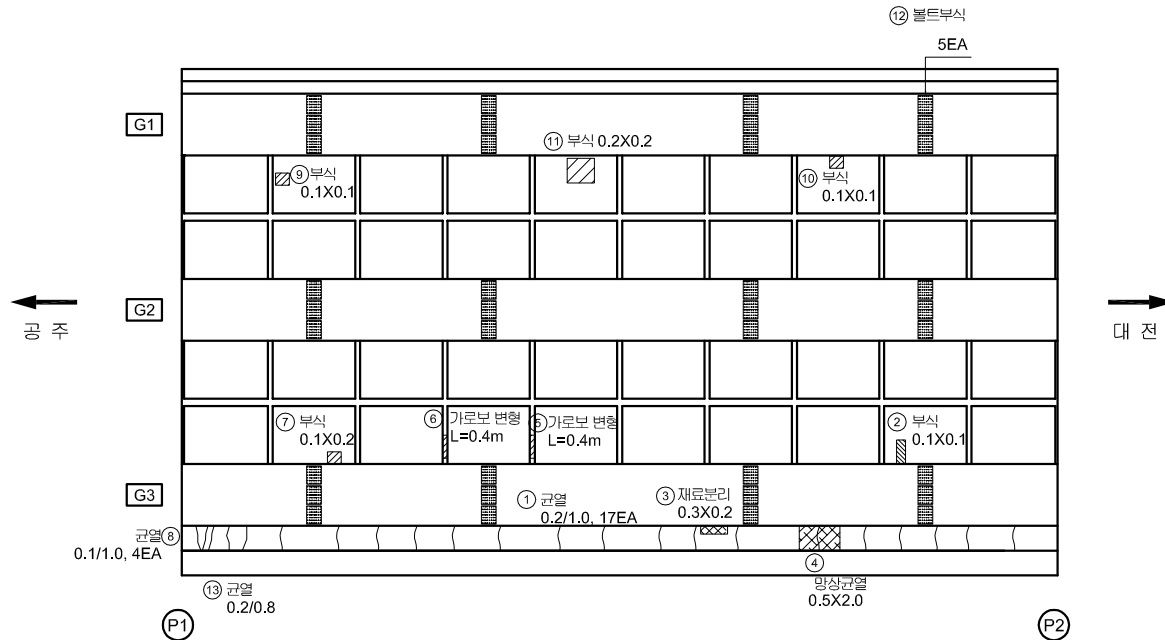
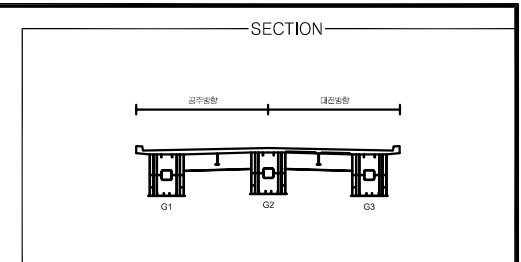
바닥판 하면 외관조사망도

도 면 번 호

007

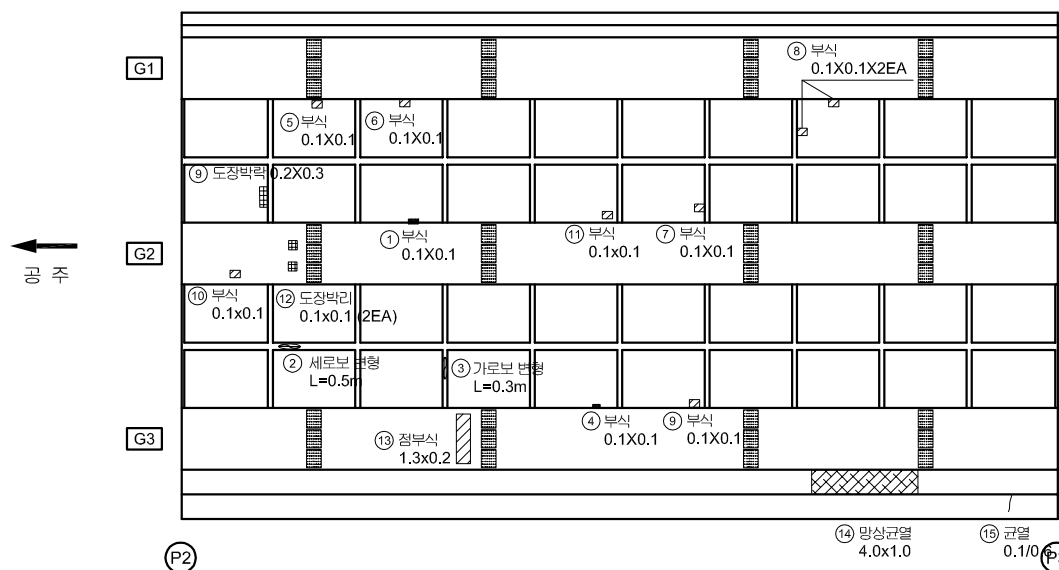
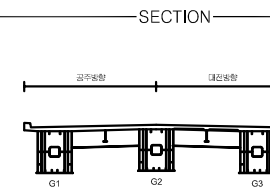
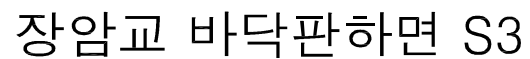


장암교 바닥판하면 S2



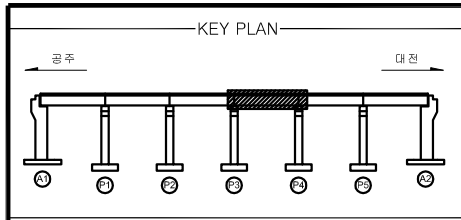
번호	위치	손상재원						비고
		손상명	폭	깊이	개수	단위	수량	
1	바닥판하면	균열(0.3mm미만)	0.20	1.00	17	m	17.00	구
2	바닥판하면	부식	0.10	0.10	1	m ²	0.01	구
3	바닥판하면	재료분리	0.30	0.20	1	m ²	0.06	구
4	바닥판하면	망상균열	0.50	2.00	1	m ²	1.00	구
5	가로보 및 세로보	가로보 변형		0.40	1	m	0.40	구
6	가로보 및 세로보	가로보 변형		0.40	1	m	0.40	구
7	바닥판하면	부식	0.10	0.20	1	m ²	0.02	구
8	바닥판하면	균열(0.3mm미만)	0.10	1.00	1	m	1.00	구
9	바닥판하면	부식	0.10	0.10	1	m ²	0.01	구
10	바닥판하면	부식	0.10	0.10	1	m ²	0.01	구
11	바닥판하면	부식	0.20	0.20	1	m ²	0.04	구
12	바닥판하면	볼트부식			5	ea	5.00	신
13	바닥판하면	균열(0.3mm미만)	0.20	0.80	1	m	0.80	신
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

범례	 CW 0.2  균열  망상균열  표면Honeycomb  편침, 공동  바리, 파손  시공이음분리, 흠분리  누수, 솟음  벽태  철근노출  철근부식  콘크리트변색, 녹물  철판, 보강부  포장요철  기초세굴  좌굴, 변형  연결상태  강재표면 부식  반침  배수구 신축이음분리															
관 리 기 관	충청남도 공주시	용 역 명	2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)	구 조 물 명	장암교		분 류	S2								
				도 면 명	바닥판 하면 외관조사망도		도 면 번 호	008								

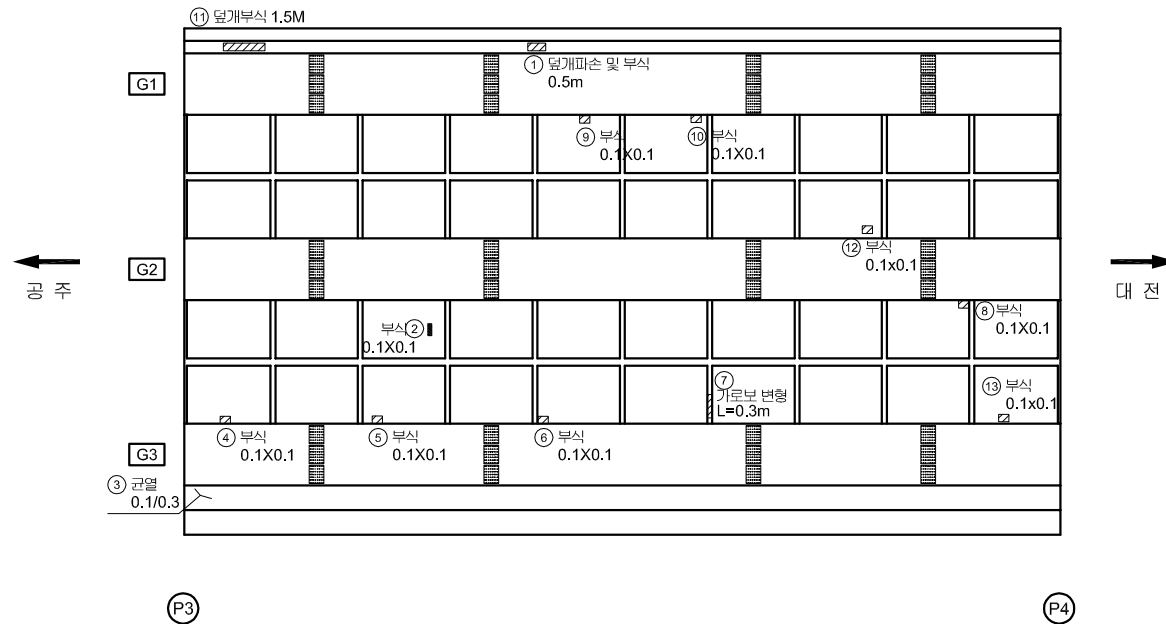
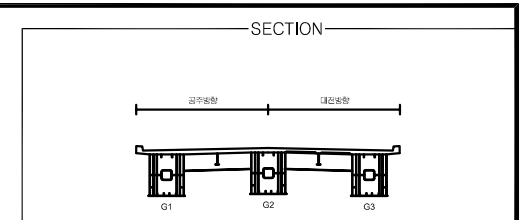


번호	위치	손상재판					
		손상명	폭	깊이	개수	단위	총량
1	바닥판하면	부식	0.10	0.10	1	㎡	0.01
2	가랑보 및 새로보	새로보 변형		0.50	1	m	0.50
3	가랑보 및 새로보	가랑보 변형		0.30	1	m	0.30
4	바닥판하면	부식	0.10	0.10	1	㎡	0.01
5	바닥판하면	부식	0.10	0.10	1	㎡	0.01
6	바닥판하면	부식	0.10	0.10	1	㎡	0.01
7	바닥판하면	부식	0.10	0.10	1	㎡	0.01
8	바닥판하면	부식	0.10	0.10	1	㎡	0.01
9	바닥판하면	박락	0.20	0.30	1	㎡	0.06
10	바닥판하면	부식	0.10	0.10	1	㎡	0.01
11	바닥판하면	부식	0.10	0.10	1	㎡	0.01
12	바닥판하면	도장박리	0.10	0.10	2	㎡	0.02
13	바닥판하면	결부식	1.30	0.20	1	㎡	0.26
14	바닥판하면	양상균열	4.00	1.00	1	㎡	4.00
15	바닥판하면	균열(0.3mm이하)	0.20	0.60	1	m	0.60
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							

범례	CW 0.2 Honeycomb Grid Star Wavy line Dotted line Circle with dot Cross Arrow Egg X Wavy line V Wave Key Hatched Frame Circle Line														
관 리 기 관	충청남도 공주시			용역명	2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)			구조물명	장암교			분류	S3		
								도면명	바닥판 하면 외관조사상도			도면번호	009		

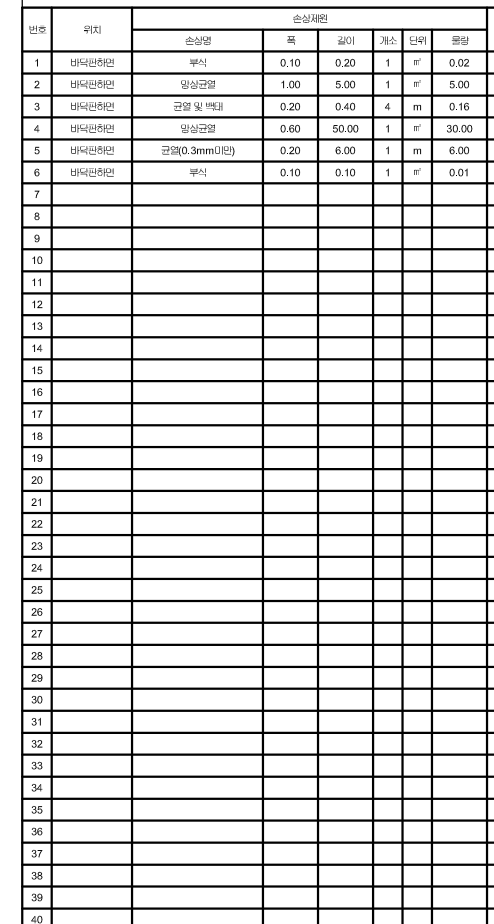
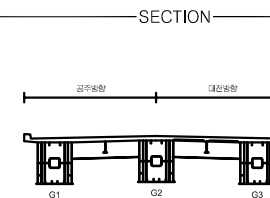
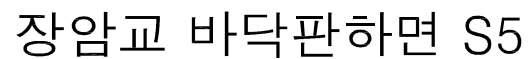


장암교 바닥판하면 S4

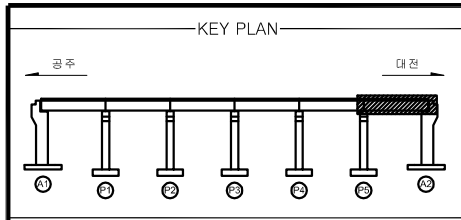


번호	위치	손상재원						비고
		손상명	폭	길이	개소	단위	수량	
1	바닥판하면	덮개파손 및 부식		0.50	1	m	0.50	구
2	바닥판하면	부식	0.10	0.10	1	m ²	0.01	구
3	바닥판하면	균열(0.3mm이하)	0.10	0.30	1	m	0.30	구
4	바닥판하면	부식	0.10	0.10	1	m ²	0.01	구
5	바닥판하면	부식	0.10	0.10	1	m ²	0.01	구
6	바닥판하면	부식	0.10	0.10	1	m ²	0.01	구
7	가로보 및 새발보	가로보 변형		0.30	1	m	0.30	구
8	바닥판하면	부식	0.10	0.10	1	m ²	0.01	구
9	바닥판하면	부식	0.10	0.10	1	m ²	0.01	구
10	바닥판하면	부식	0.10	0.10	1	m ²	0.01	구
11	바닥판하면	덮개부식		1.50	1	m	1.50	구
12	바닥판하면	부식	0.10	0.10	1	m ²	0.01	신
13	바닥판하면	부식	0.10	0.10	1	m ²	0.01	신
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

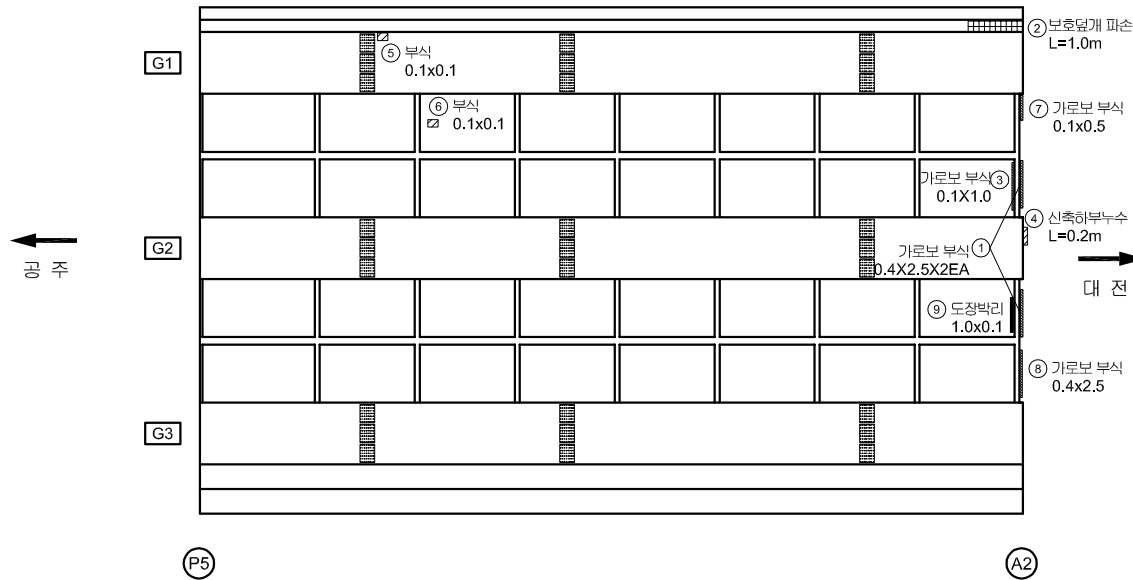
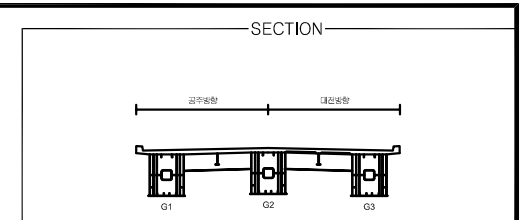
범례	CW 0.2 균열	Honeycomb 표면	Star 편심, 공동	Grid 바리, 파손	Wavy 시공이음분리, 흠분리	Fishbone 누수, 습윤	Circle 벽태	Arrow 철근노출	Cross 철근부식	Dotted 콘크리트변색, 녹물	X 철판, 보강부	Wavy 포장요철	V 기초세굴	Curve 좌굴, 변형	Key 연결상태	Hatched 강재표면 부식	Box 방침	Circle 배수구	Dotted 신축이음분리
관 리 기 관	충청남도 공주시				용역명		2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)				구조물명		장암교		분류		S4		
											도면명		바닥판 하면 외관조사망도		도면번호		010		



범례	CW 0.2	Honeycomb	Sun	Grid	Wavy line	Circle with dot	Circle with cross	Double arrow	Egg	Crosses	Wavy line	V symbols	Wave	Key	Hatched box	Square	Circle	Horizontal line		
관 령	관 령	향상관령	표면Honeycomb	편직, 공동	바라, 파손	시공이유분리, 층분리	누수, 습윤	백태	철근노출	철근부식	콘크리트박락, 노출	철문, 보강부	포장노출	기초노출	좌굴, 변형	면결상태	장제표면 부식	방화	배수구	신축이음부노출
관 리 기 관	충청남도 공주시				용역명	2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)				구조물명	장암교				분 류	S5				
										도면명	바닥판 하면 외관조사상도				도면번호	011				



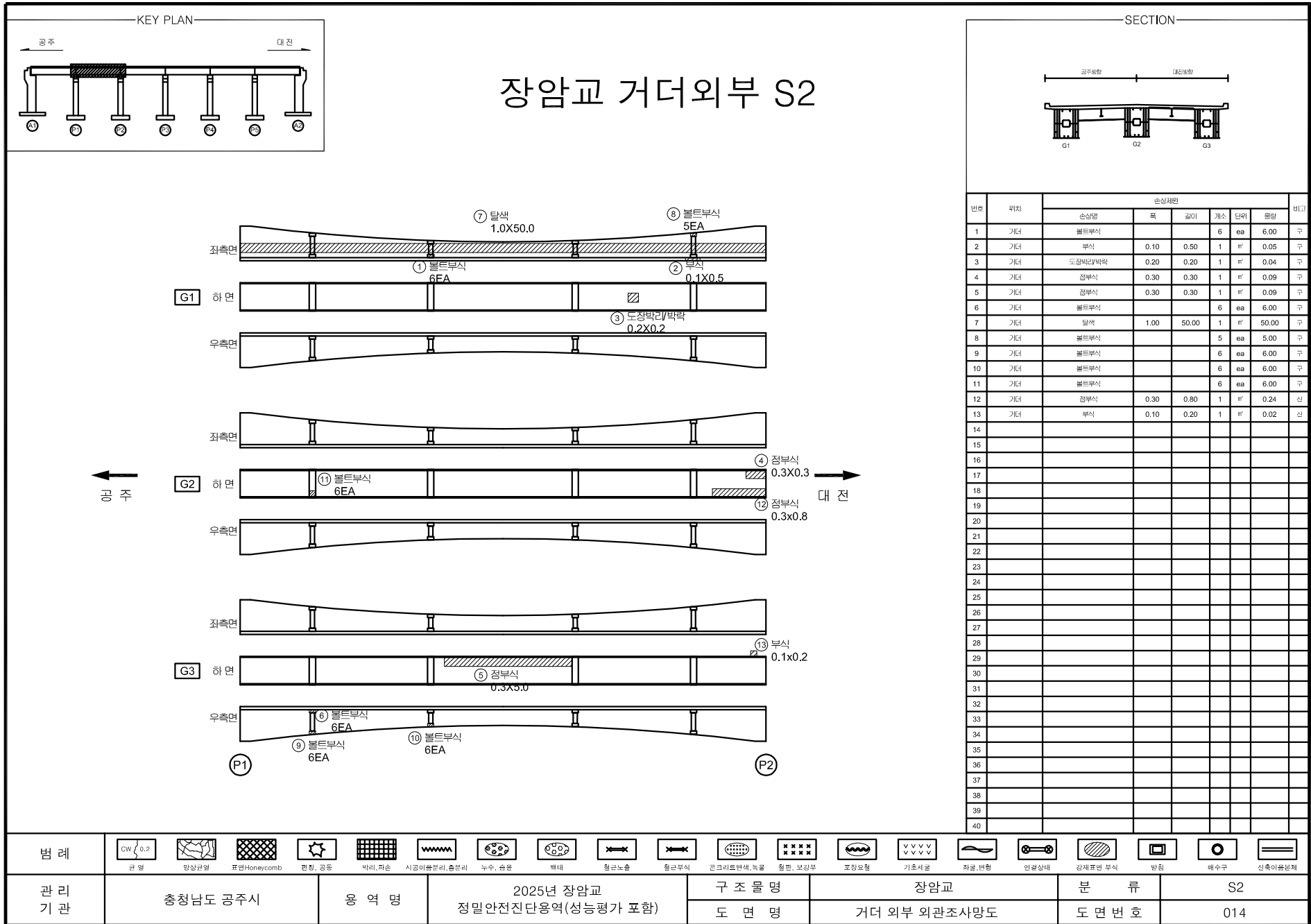
장암교 바닥판하면 S6

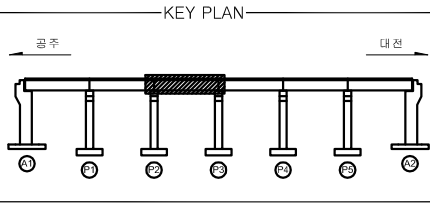


번호	위치	손상재원						비고
		손상명	폭	깊이	개소	단위	수량	
1	가로보 및 새워보	가로보 부식	0.40	2.50	2	m	2.00	구
2	바닥면하면	보호덮개 파손		1.00	1	m	1.00	구
3	가로보 및 새워보	가로보 부식	0.10	1.00	1	m	0.10	구
4	바닥면하면	신축하부누수		0.20	2	m	0.40	구
5	바닥면하면	부식	0.10	0.10	1	m	0.01	신
6	바닥면하면	부식	0.10	0.10	1	m	0.01	신
7	가로보 및 새워보	가로보 부식	0.10	0.50	1	m	0.05	신
8	가로보 및 새워보	가로보 부식	0.40	2.50	1	m	1.00	신
9	바닥면하면	도장박리	1.00	0.10	1	m	0.10	신
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

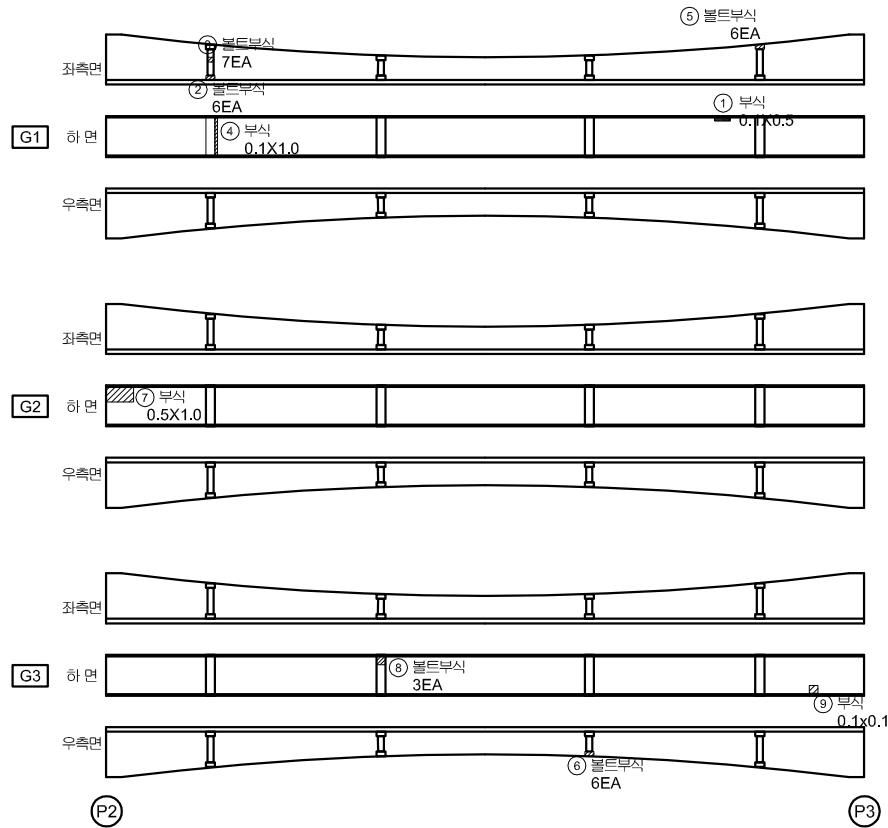
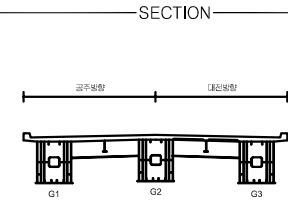
범례	CW 0.2 관 열	Honeycomb 향상강열	Honeycomb 표면	Star 편향, 공동	Grid 바리, 파손	Wavy 시공이음분리, 흠분리	Fish 누수, 솟음	Circle 벽태	Cross 철근노출	Arrow 철근부식	Dotted 콘크리트변색, 녹물	X 철판, 보강부	Wavy 포장요철	V 기초세굴	Wavy 좌굴, 변형	Key 연결상태	Hatched 강재표면 부식	Square 방청	Circle 배수구	Dotted 신축이음분리
관 리 기 관	충청남도 공주시			용역명		2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)				구조물명		장암교		분류		S6				
										도면명		바닥판 하면 외관조사망도		도면번호		012				

범례	CW 0.2	향상규명	표현Honeycomb	편지, 공동	바리, 파손	시공이유분석, 층관리	누수, 습윤	배터	철근노출	철근부식	콘크리트박락, 노출	열관, 보강부	포장노출	기초노출	좌굴, 변형	연결상태	강재표면 부식	방화	배수구	신축이음부
관 리 기 관	충청남도 공주시		용 역 명	2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)		구 조 물 명		장암교		분 류		S1								
						도 면 명		거더 외부 외관조사망도		도 면 번 호		013								



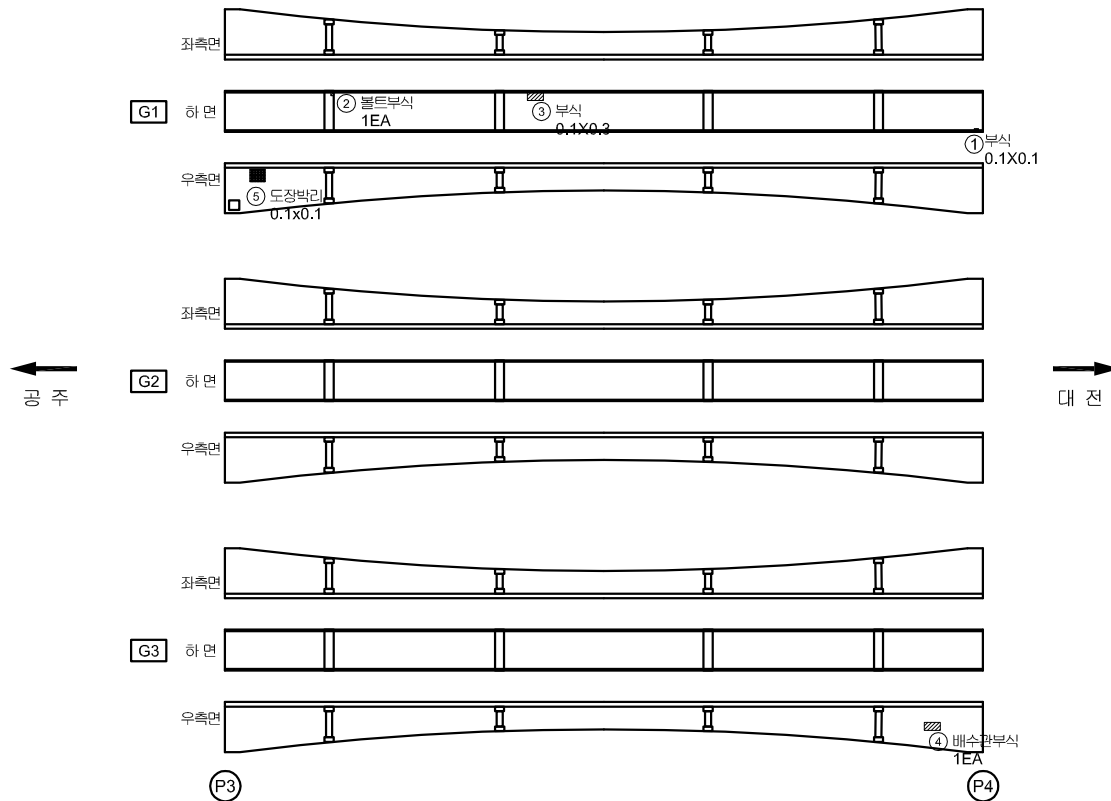
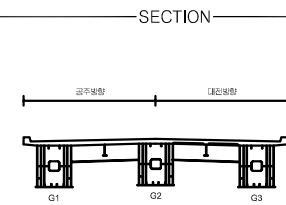
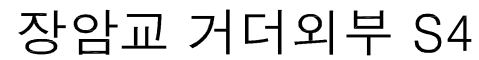


장암교 거더외부 S3



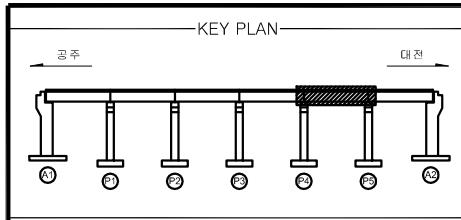
번호	위치	손상재원						비고
		손상명	폭	깊이	개소	단위	수량	
1	거더	부식	0.10	0.50	1	m	0.05	구
2	거더	볼트부식			6	ea	6.00	구
3	거더	볼트부식			7	ea	7.00	구
4	거더	부식	0.10	0.50	1	m	0.05	구
5	거더	볼트부식			6	ea	6.00	구
6	거더	볼트부식			6	ea	6.00	구
7	거더	부식	0.50	1.00	1	m	0.50	구
8	거더	볼트부식			3	ea	3.00	구
9	거더	부식	0.10	0.10	1	m	0.01	신
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

범례	0.2 관 열	만상관열	표면Honeycomb	편침, 공동	바리, 파손	시공이음분리, 흠분리	누수, 솟음	벽태	철근노출	철근부식	콘크리트변색, 녹물	철판, 보강부	포장요철	기초세굴	좌굴, 변형	연결상태	강재표면 부식	방침	배수구	신축이음분리			
관 리 기 관	충청남도 공주시					용역명					2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)					구 조 물 명		장암교		분 류		S3	
											도 면 명					거더 외부 외관조사망도					도 면 번 호		015

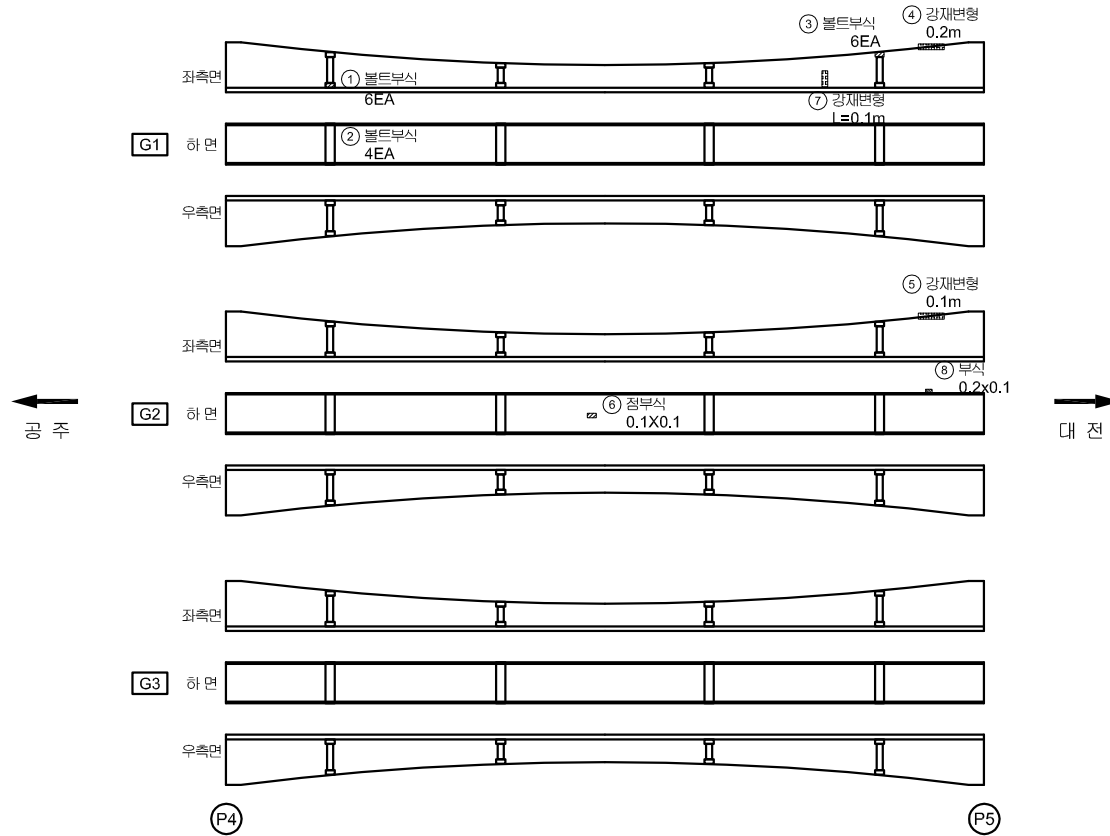
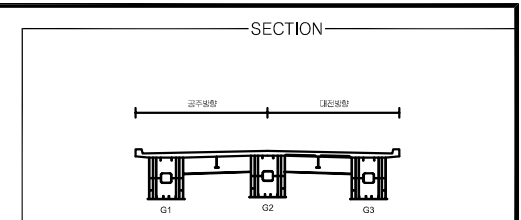


번호	위치	손상재원						비고
		손상영역	폭	깊이	개수	단위	총량	
1	가터	부식	0.10	0.10	1	㎡	0.01	구
2	가터	볼트부식			1	ea	1.00	구
3	가터	부식	0.10	0.30	1	㎡	0.03	구
4	배수시설	배수관부식			1	ea	1.00	구
5	가터	도장박리	0.10	0.10	1	㎡	0.01	신
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

범례	CW 0.2	향상강원	표면Honeycomb	편향, 공동	바리, 피손	시공이불면, 음반리	누수, 습윤	배태	혈관노출	혈관부식	콘크리트변형, 녹물	월면, 보강부	포장노출	기층노출	좌굴, 변형	연결상태	강재표면 부식	방침	배수구	신축이음장치			
관 리 기 관	충청남도 공주시					용역명					2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)					구조물명		장암교		분 류		S4	
											도 면 명		거더 외부 외관조사망도		도 면 번 호		016						

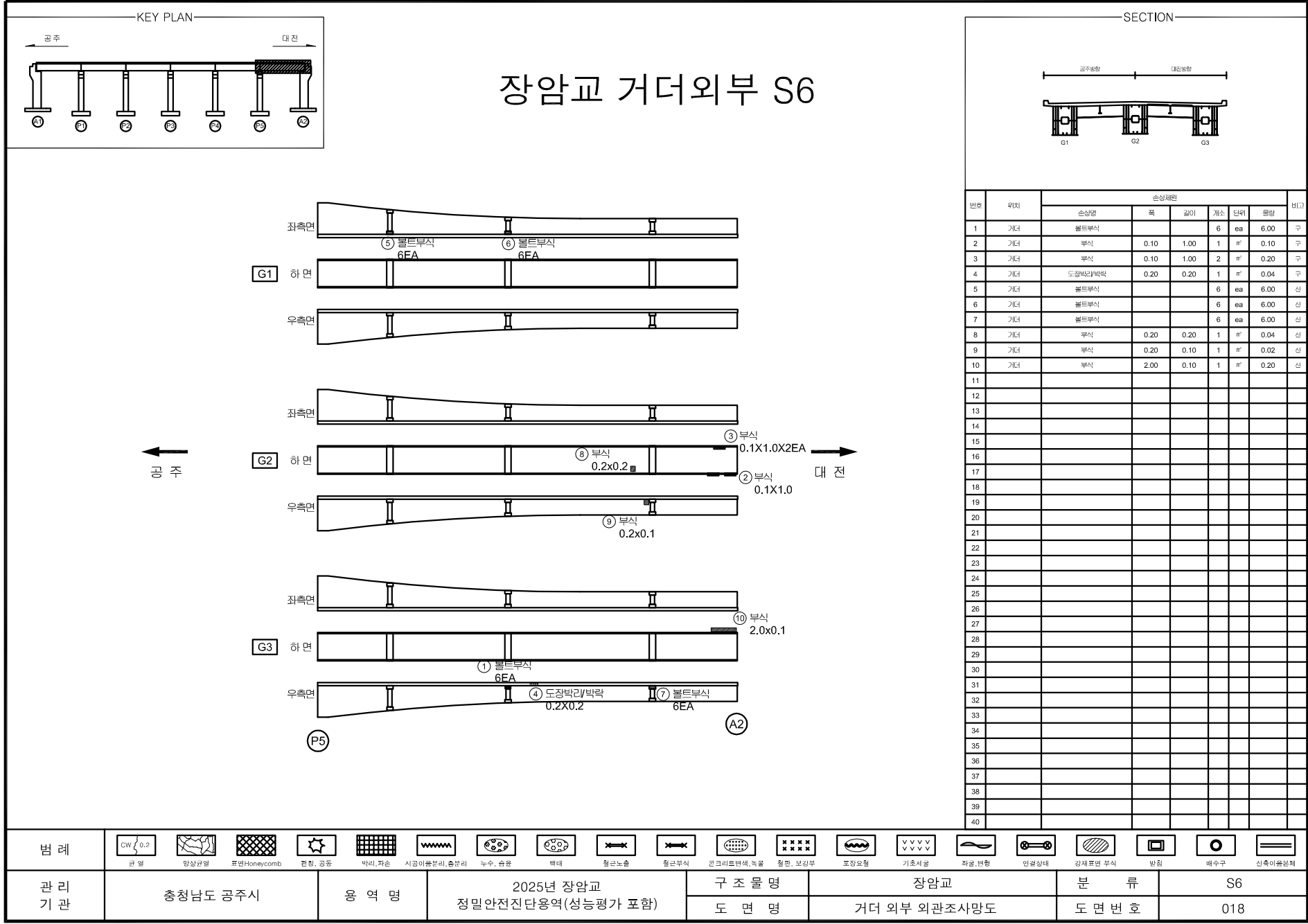


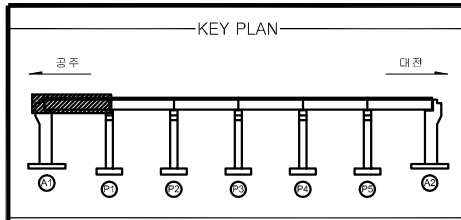
장암교 거더외부 S5



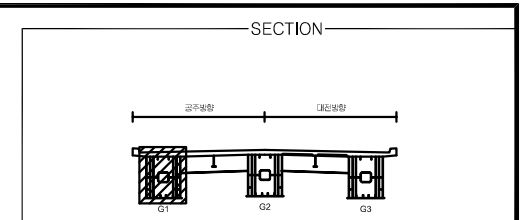
번호	위치	손상재원						비고
		손상명	폭	길이	개수	단위	수량	
1	거더	볼트부식			6	ea	6.00	구
2	거더	볼트부식			4	ea	4.00	구
3	거더	볼트부식			6	ea	6.00	구
4	거더	강재변형		0.20	1	m	0.20	구
5	거더	강재변형		0.10	1	m	0.10	구
6	거더	점부식	0.10	0.10	1	m	0.01	구
7	거더	강재변형		0.10	1	m	0.10	신
8	거더	부식	0.20	0.10	1	m	0.02	신
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

범례	 CW 0.2	 관열	 망상관열	 표면Honeycomb	 편향, 공동	 바리, 파손	 시공이음분리, 흠분리	 누수, 습윤	 벽태	 철근노출	 철근부식	 콘크리트변색, 녹물	 철판, 보강부	 포장요철	 기초세굴	 좌굴, 변형	 연결상태	 강재표면 부식	 반침	 배수구	신축이음분리
관 리 기 관	충청남도 공주시	용 역 명	2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)	구 조 물 명	장암교	분 류	S5														
				도 면 명	거더 외부 외관조사망도	도 면 번 호	017														





장암교 거더내부 G1-S1



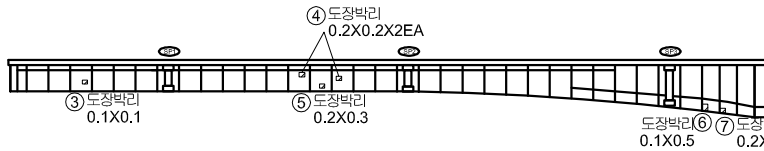
← 공 주

→ 대 전

상 면

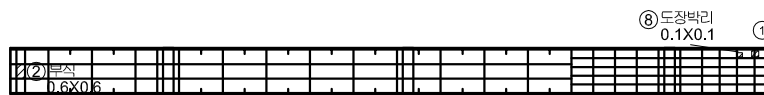


좌측면

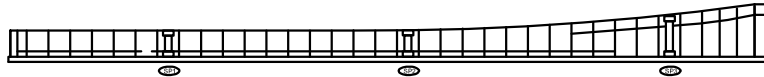


G1

하 면



우측면



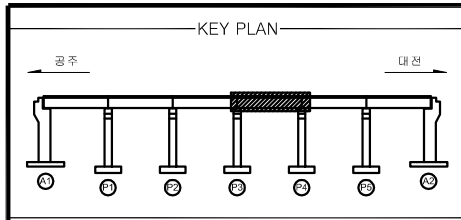
A1

P1

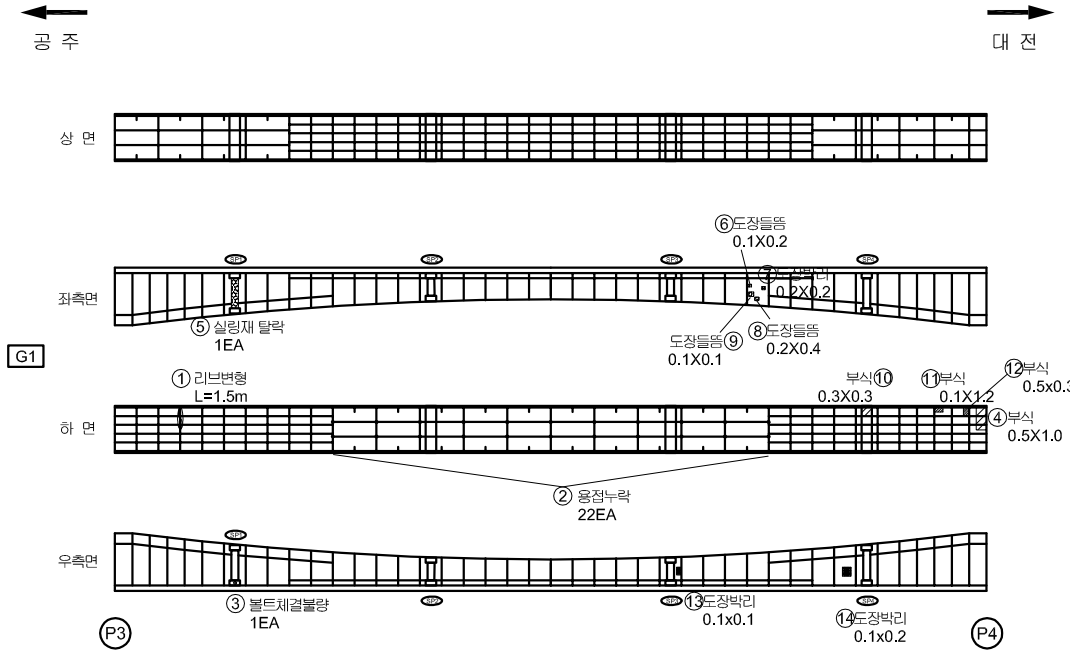
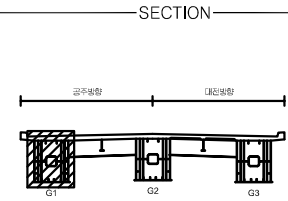
번호	위치	손상재원						비고
		손상명	폭	깊이	개소	단위	수량	
1	거더	도장박리및부식	0.30	0.30	1	m ²	0.09	구
2	거더	부식	0.60	0.60	1	m ²	0.36	구
3	거더	도장박리	0.10	0.10	1	m ²	0.01	구
4	거더	도장박리	0.20	0.20	2	m ²	0.08	구
5	거더	도장박리	0.20	0.30	1	m ²	0.06	구
6	거더	도장박리	0.10	0.50	1	m ²	0.05	구
7	거더	도장박리	0.20	0.30	1	m ²	0.06	구
8	거더	도장박리	0.10	0.10	1	m ²	0.01	구
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

범례	CW 0.2	균열	망상균열	표면Honeycomb	편침, 공동	바리, 파손	시공이음분리, 흠분리	누수, 습윤	벽태	철근노출	철근부식	콘크리트변색, 녹물	철판, 보강부	포장요철	기초세굴	좌굴, 변형	연결상태	강재표면 부식	반침	배수구	신축이음분리
관 리 기 관	충청남도 공주시		용역명		2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)		구조물명		장암교		분 류		G1-S1								
							도면명		거더 내부 외관조사망도		도면번호		019								

범례	CW 0.2	산악지역	표면Honeycomb	편광, 공포	바리, 파손	시굴이불러진, 흔들리	누수, 습윤	배터	철근노출	철근부식	인크리프텐스, 노출	철근, 보강부	포장노출	기초노출	좌굴, 변형	연결상태	강재표면 부식	방직	배수구	신축이불러진
관 리 기 관	충청남도 공주시				용역명	2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)				구 조 물 명		장암교		분 류		G1-S2				
										도 면 명		거더 내부 외관조사망도		도 면 번 호		020				

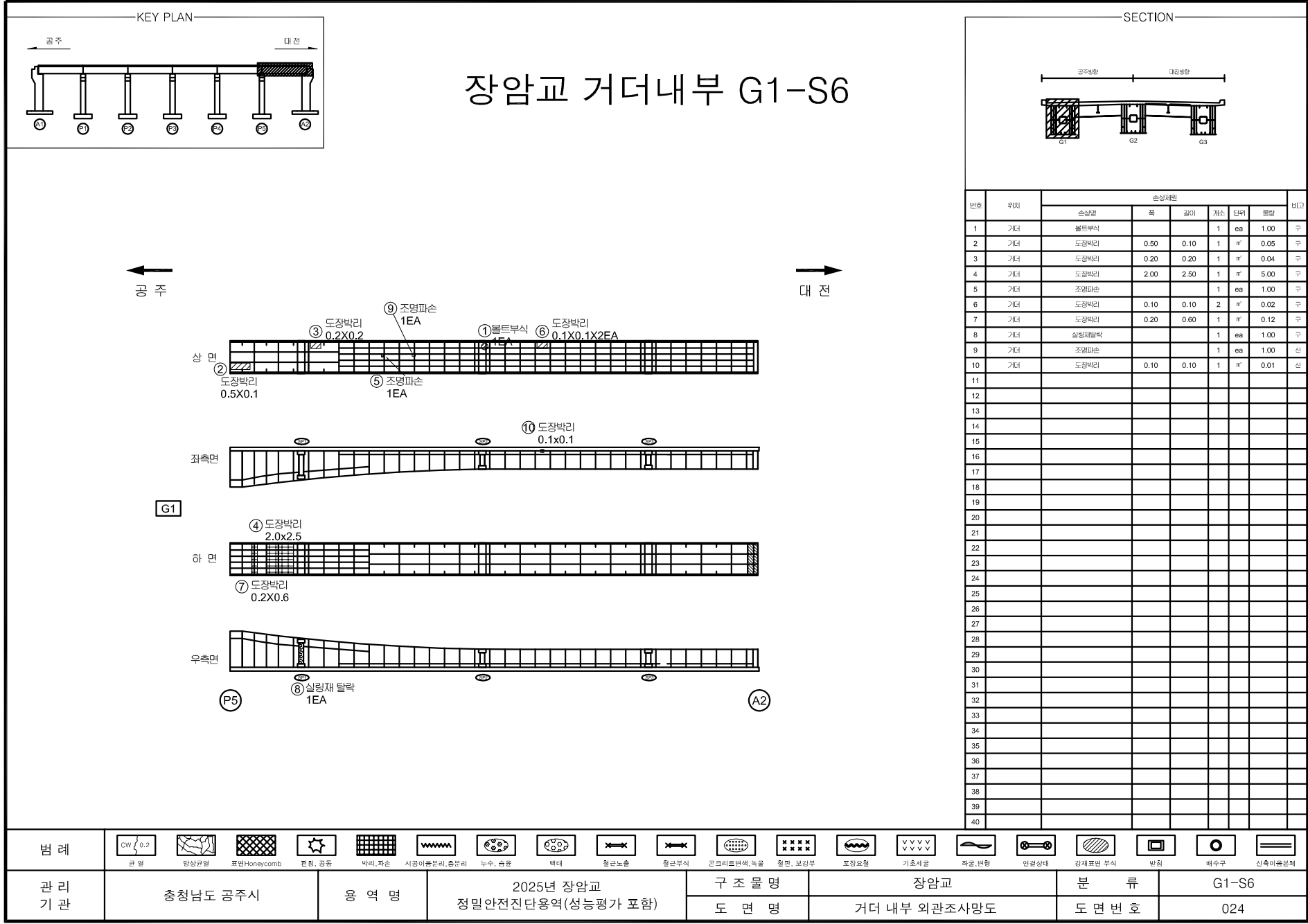


장암교 거더내부 G1-S4



번호	위치	손상재원						비고
		손상명	폭	깊이	개소	단위	수량	
1	거더	리브변형		1.50	1	m	1.50	구
2	거더	용접누락			22	ea	22.00	구
3	거더	볼트 체결불량			1	ea	1.00	구
4	거더	부식	0.50	1.00	1	m ²	0.50	구
5	거더	실링재탈락			1	ea	1.00	구
6	거더	도장들뜸	0.10	0.20	1	m ²	0.02	구
7	거더	도장박리	0.20	0.20	1	m ²	0.04	구
8	거더	도장들뜸	0.20	0.40	1	m ²	0.08	구
9	거더	도장들뜸	0.10	0.10	1	m ²	0.01	구
10	거더	부식	0.30	0.30	1	m ²	0.09	구
11	거더	부식	0.10	1.20	1	m ²	0.12	구
12	거더	부식	0.50	0.30	1	m ²	0.15	신
13	거더	도장박리	0.10	0.10	1	m ²	0.01	신
14	거더	도장박리	0.10	0.20	1	m ²	0.02	신
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

범례	 CW 0.2 균열	 만상균열	 표면Honeycomb	 편침, 공동	 바리, 파손	 시공이음분리, 흠분리	 누수, 습윤	 벽태	 철근노출	 철근부식	 콘크리트변색, 녹물	 철판, 보강부	 포장요철	 기초세굴	 좌굴, 변형	 연결상태	 강재표면 부식	 방침	 배수구	 신축이음분리
관 리 기 관	충청남도 공주시			용역명	2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)			구조물명		장암교		분 류		G1-S4						
								도면명		거더 내부 외관조사망도		도면번호		022						



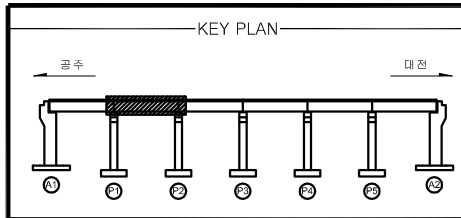
장암교 거더내부 G2-S1

← 공 주

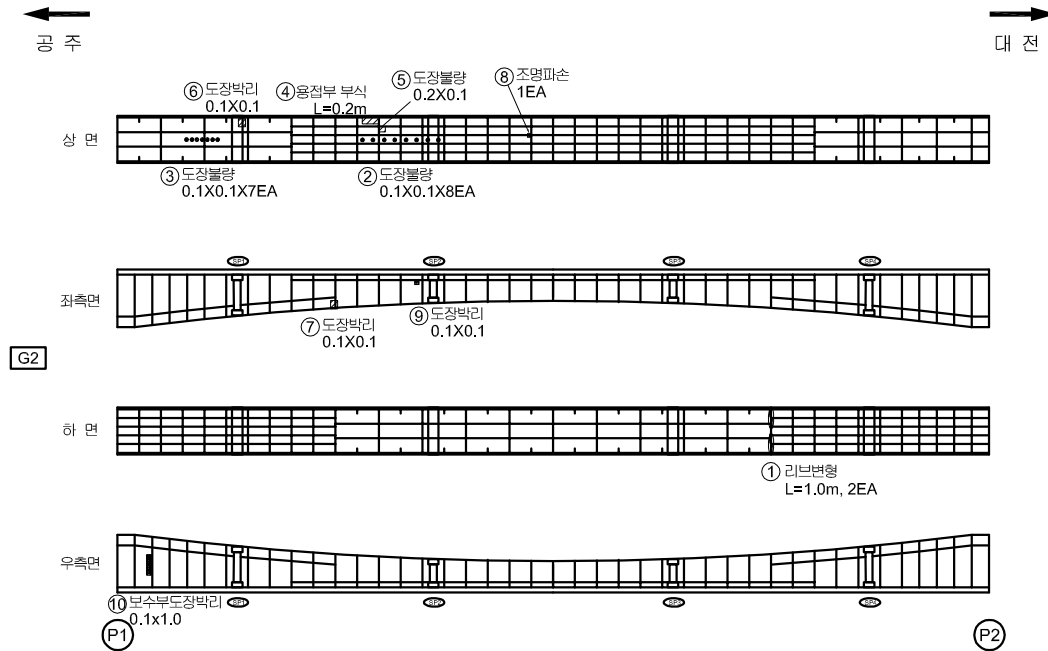
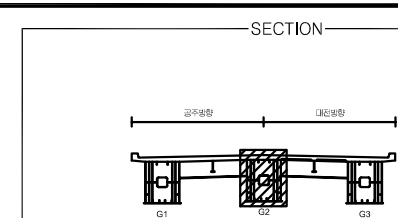
대 전 →

번호	위치	손상재판						비고
		손상명	폭	길이	개수	단위	수량	
1	거터	부식	0.10	2.00	1	m	0.20	구
2	거터	이물침투적	0.50	2.50	1	m	1.25	구
3	거터	출입로탈락			1	ea	1.00	신
4	거터	볼트탈락			3	ea	3.00	신
5	거터	이물침투적	0.50	1.00	2	m	1.00	신
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

범례	CW 0.2	망상강철	표면Honeycomb	관형, 강등	바리, 파손	시공이음분리, 층분리	누수, 습윤	벽대	철근부식	콘크리트변색, 녹물	철면, 보강부	포장요철	기초세굴	좌굴, 변형	연결상태	강제표면 부식	방침	배수구	신축이음단차
관리기관	충청남도 공주시			용역명			2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)			구조물명		장암교		분류		G2-S1			
										도면명		거터 내부 외관조사망도		도면번호		025			

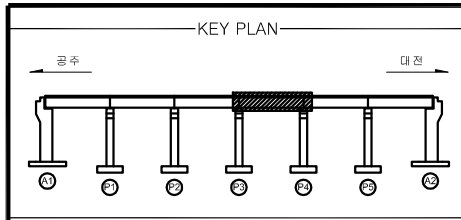


장암교 거더내부 G2-S2

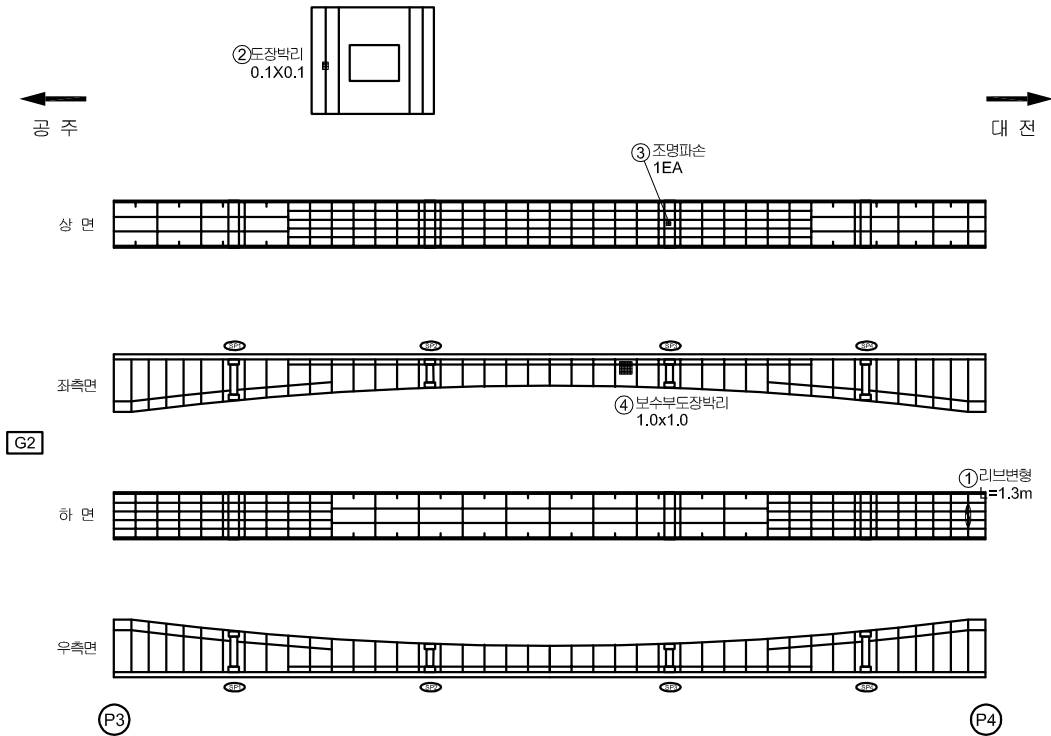
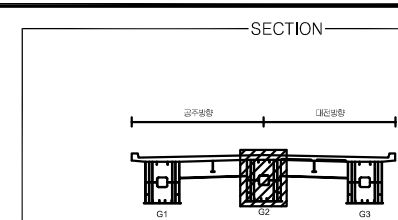


번호	위치	손상재원						비고
		손상명	폭	깊이	개소	단위	수량	
1	거더	리브변형		1.00	2	m	2.00	구
2	거더	도장불량	0.10	0.10	8	m ²	0.08	구
3	거더	도장불량	0.10	0.10	7	m ²	0.07	구
4	거더	용접부부식		0.20	1	m	0.20	구
5	거더	도장불량	0.20	0.10	1	m ²	0.02	구
6	거더	도장박리	0.10	0.10	1	m ²	0.01	구
7	거더	도장박리	0.10	0.10	1	m ²	0.01	구
8	거더	조명파손			1	ea	1.00	신
9	거더	도장박리	0.10	0.10	1	m ²	0.01	신
10	거더	보수부도장박리	0.10	1.00	1	m ²	0.10	신
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

범례	CW 0.2 관 열	Honeycomb 표면	Star 편향, 공동	Grid 바리, 파손	Wavy line 시공이음분리, 흠분리	Fishbone 누수, 송출	Circle with cross 벽태	Cross 철근노출	Cross 철근부식	Dotted circle 콘크리트변색, 녹출	Cross 철판, 보강부	Wavy line 포장요철	V 기호시공	Wavy line 좌굴, 변형	Key 연결상태	Hatched 강재표면 부식	Square 반침	Circle 배수구	Cross 신축이음분리
관리기관	충청남도 공주시		용역명		2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)		구조물명		장암교		분류		G2-S2						
							도면명		거더 내부 외관조사망도		도면번호		026						

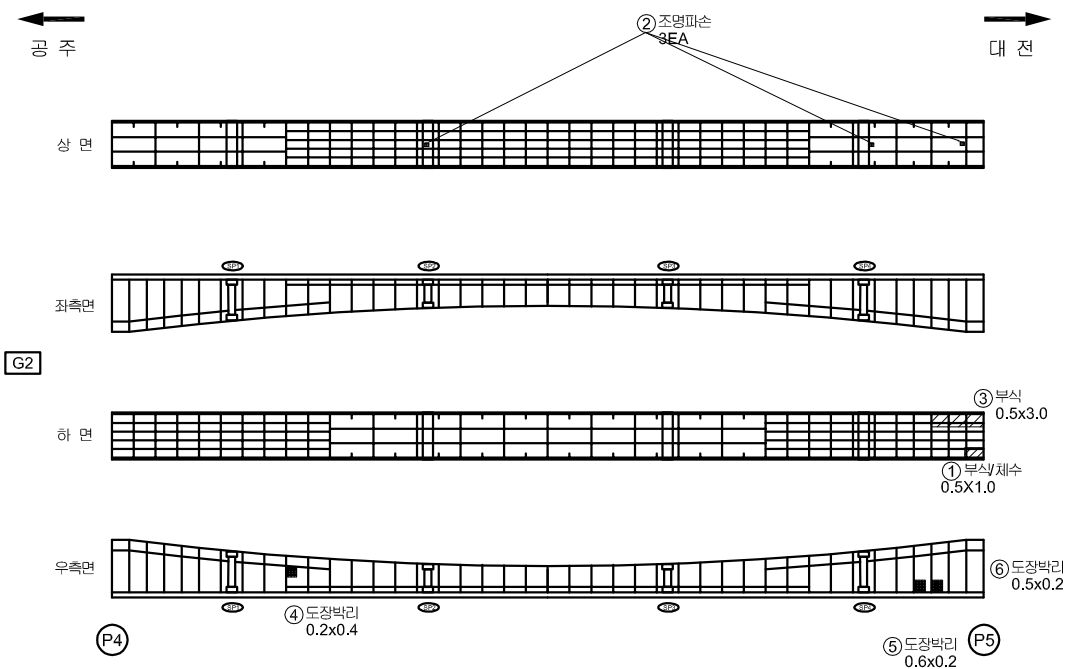
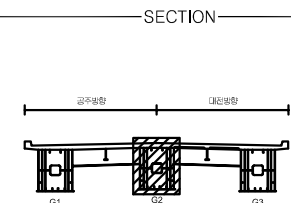


장암교 거더내부 G2-S4



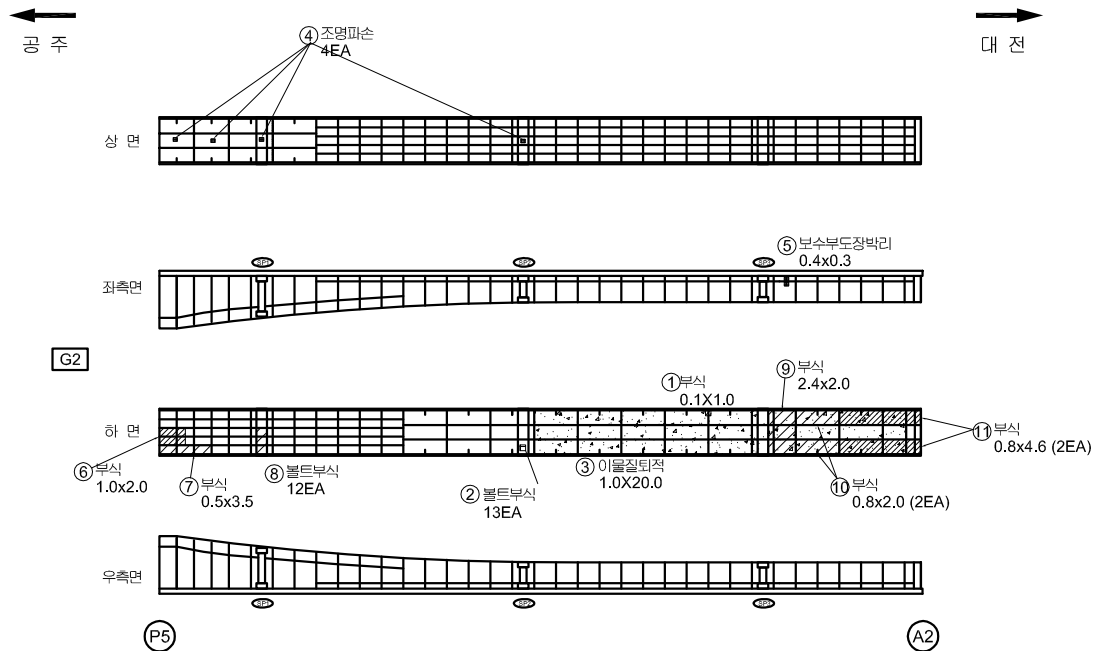
번호	위치	손상재원						비고
		손상명	폭	깊이	개소	단위	수량	
1	거더	리브변형		1.30	1	m	1.30	구
2	거더	도장박리	0.10	0.10	1	m ²	0.01	구
3	거더	조명파손			1	ea	1.00	신
4	거더	보수부도장박리	1.00	1.00	1	m ²	1.00	신
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

범례	CW 0.2 관 열	Honeycomb 표면	Star 편향, 공동	Grid 바리, 파손	Wavy line 시공이음분리, 흠분리	Fish scale 누수, 습윤	Circle with dot 벽태	Cross 철근노출	Cross 철근부식	Dotted circle 콘크리트변색, 녹물	Cross 철판, 보강부	Wavy line 포장요철	V 기초시공	Wavy line 좌굴, 변형	Key 연결상태	Hatched 강재표면 부식	Square 반침	Circle 배수구	Cross 신축이음분리
관 리 기 관	충청남도 공주시				용역명		2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)				구 조 물 명		장암교		분 류		G2-S4		
											도 면 명		거더 내부 외관조사망도		도 면 번 호		028		



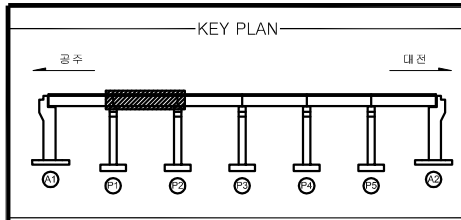
번호	위치	손상재원						비고
		손상명	폭	깊이	개수	단위	수량	
1	가터	부식/깨수	0.50	1.00	1	m ²	0.50	구
2	가터	조양파손			3	ea	3.00	신
3	가터	부식	0.50	3.00	1	m ²	1.50	신
4	가터	도장박리	0.20	0.40	1	m ²	0.08	신
5	가터	도장박리	0.60	0.20	1	m ²	0.12	신
6	가터	도장박리	0.50	0.20	1	m ²	0.10	신
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

범례	CW 0.2	항상결합	표면Honeycomb	편향, 공동	마비, 파손	시공이불균리, 혼분리	누수, 습윤	배터	철근노출	철근부식	인크리브렌스, 노출	철관, 보강부	포장노출	기초노출	좌굴, 변형	연골상태	강재표면 부식	방침	배수구	신축이불균리
관리기관	충청남도 공주시				용역명	2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)		구 조 물 명		장암교		분 류		G2-S5						
								도 면 명		거더 내부 외관조사망도		도 면 번 호		029						

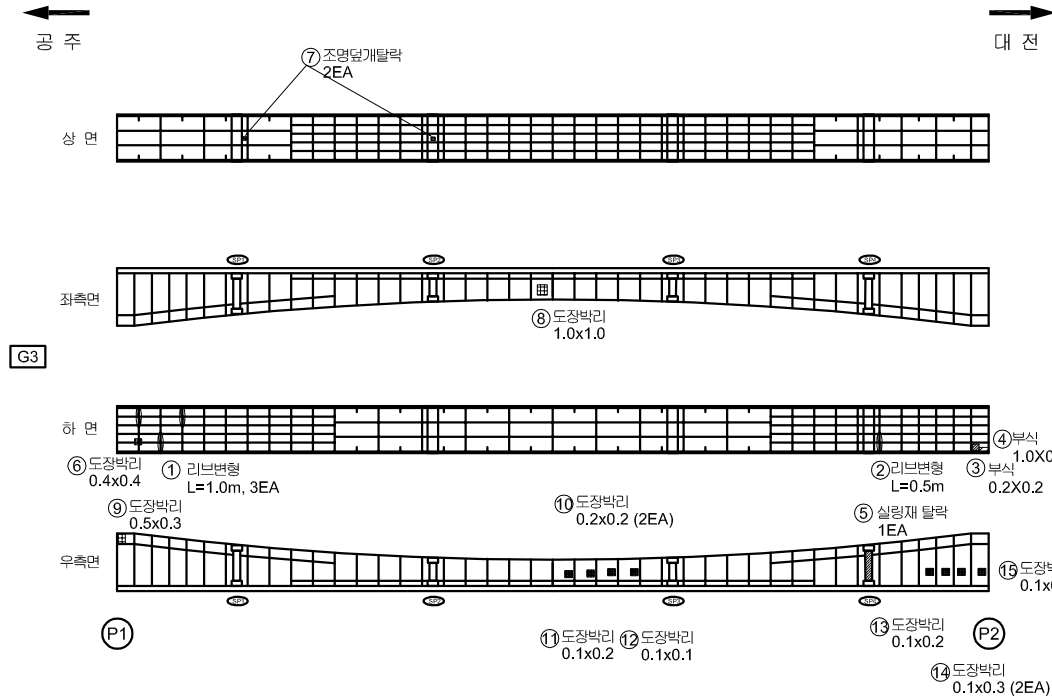
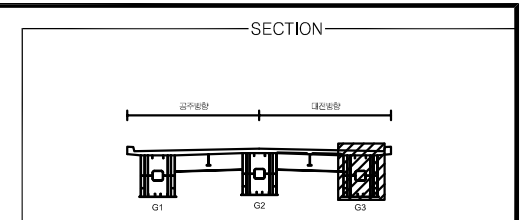


번호	위치	손상채원						비고
		손상영	폭	깊이	개수	단위	총량	
1	가터	부식	0.10	1.00	1	㎡	0.10	구
2	가터	볼트부식			13	ea	13.00	구
3	가터	이음장회석	1.00	20.00	1	㎡	20.00	구
4	가터	조명파손			4	ea	4.00	신
5	가터	변수부도장박리	0.40	0.30	1	㎡	0.12	신
6	가터	부식	1.00	2.00	1	㎡	2.00	신
7	가터	부식	0.50	3.50	1	㎡	1.75	신
8	가터	볼트부식			12	ea	12.00	신
9	가터	부식	2.40	2.00	1	㎡	4.80	신
10	가터	부식	0.80	2.00	2	㎡	3.20	신
11	가터	부식	0.80	4.60	2	㎡	7.36	신
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

범례	CW 0.2	향상강원	표면Honeycomb	편향, 강도	바리, 피손	시공이불면, 층관리	누수, 습윤	배태	철근노출	철근파괴	콘크리트변형, 녹물	월면, 보강부	포장노출	기층노출	좌굴, 변형	연결상태	강재표면 부식	방침	배수구	신축이음장치			
관 리 기 관	충청남도 공주시					용 역 명					2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)					구 조 물 명		장암교		분 류		G2-S6	
											도 면 명		거더 내부 외관조사망도		도 면 번 호		030						

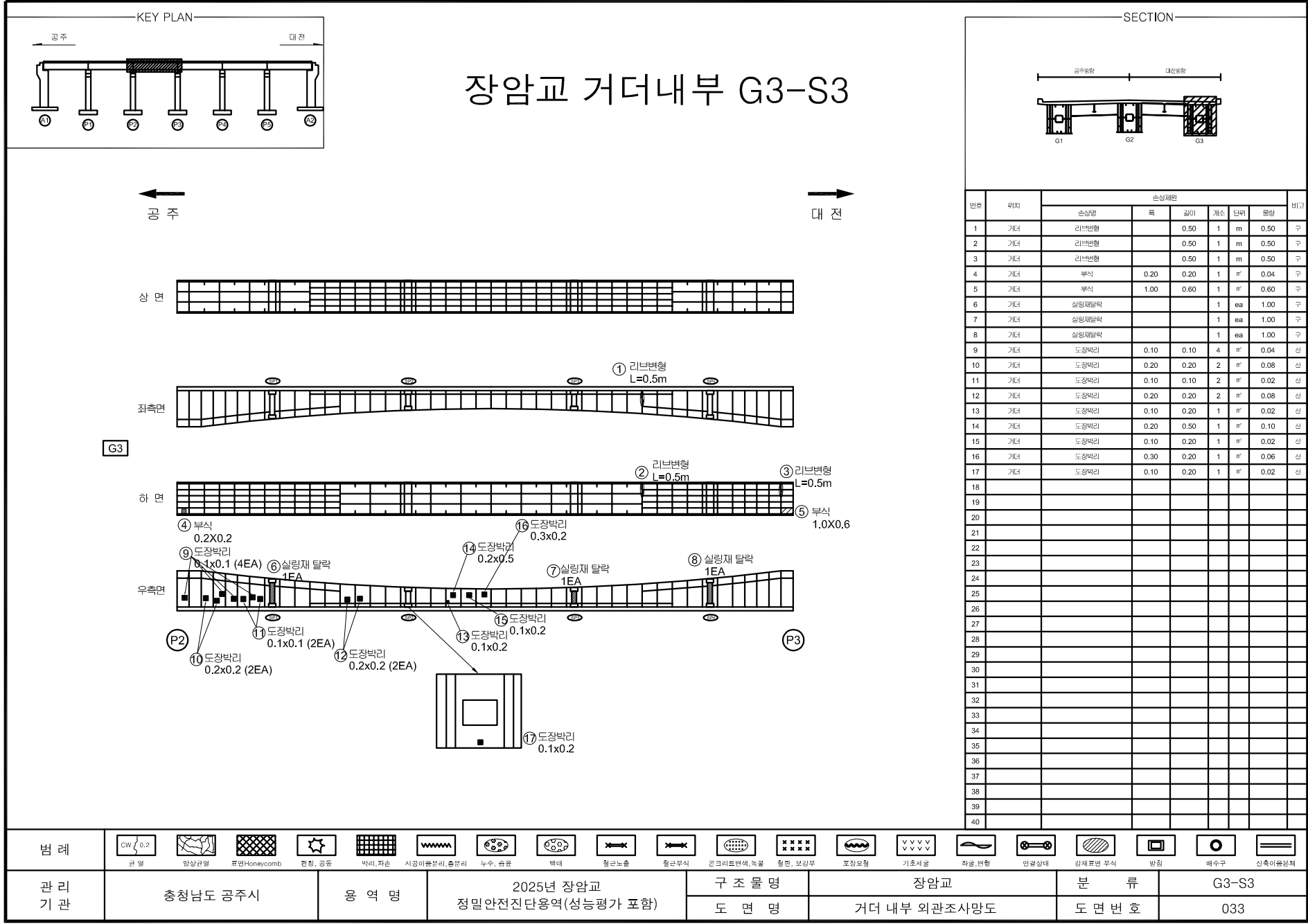


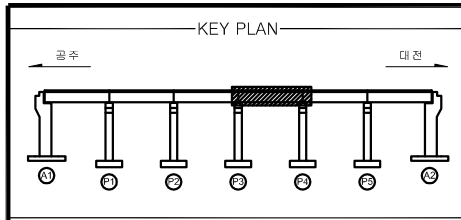
장암교 거더내부 G3-S2



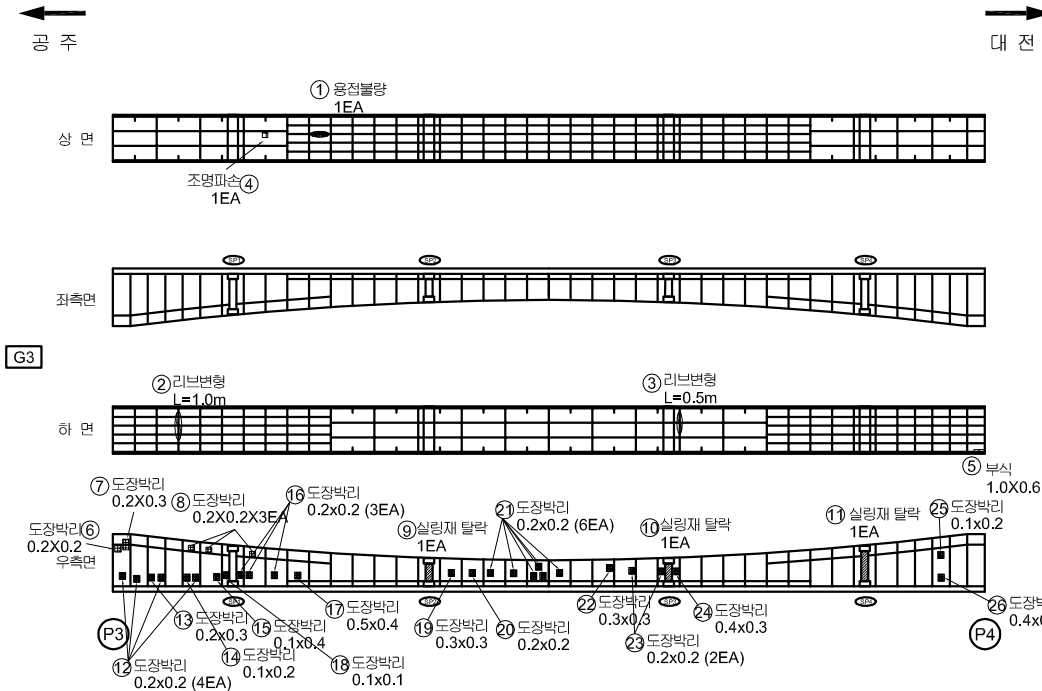
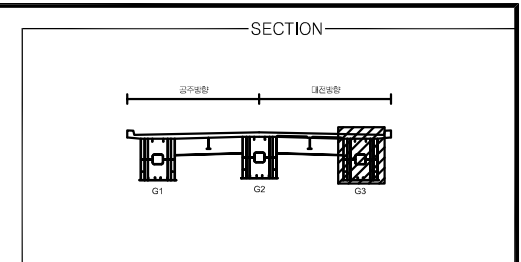
번호	위치	손상재원						비고
		손상명	폭	깊이	개소	단위	수량	
1	거더	리브변형		1.00	3	m	3.00	구
2	거더	리브변형		0.50	1	m	0.50	구
3	거더	부식	0.20	0.20	1	m	0.04	구
4	거더	부식	1.00	0.60	1	m	0.60	구
5	거더	실링재탈락			1	ea	1.00	구
6	거더	도장박리	0.40	0.40	1	m	0.16	구
7	거더	조명덮개달락			2	ea	2.00	신
8	거더	도장박리	1.00	1.00	1	m	1.00	신
9	거더	도장박리	0.50	0.30	1	m	0.15	신
10	거더	도장박리	0.20	0.20	2	m	0.08	신
11	거더	도장박리	0.10	0.20	1	m	0.02	신
12	거더	도장박리	0.10	0.10	1	m	0.01	신
13	거더	도장박리	0.10	0.20	1	m	0.02	신
14	거더	도장박리	0.10	0.30	2	m	0.06	신
15	거더	도장박리	0.10	0.10	1	m	0.01	신
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

범례	 CW 0.2	 균열	 망상균열	 표면Honeycomb	 편침, 공동	 바리, 파손	 시공이음분리, 층분리	 누수, 습윤	 벽태	 철근노출	 철근부식	 콘크리트변색, 녹물	 철판, 보강부	 포장요철	 기초세굴	 좌굴, 변형	 연결상태	 강재표면 부식	 반침	 배수구	신축이음분리
관 리 기 관	충청남도 공주시	용역명	2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)	구 조 물 명	장암교	분 류	G3-S2														
				도 면 명	거더 내부 외관조사망도	도 면 번 호	032														



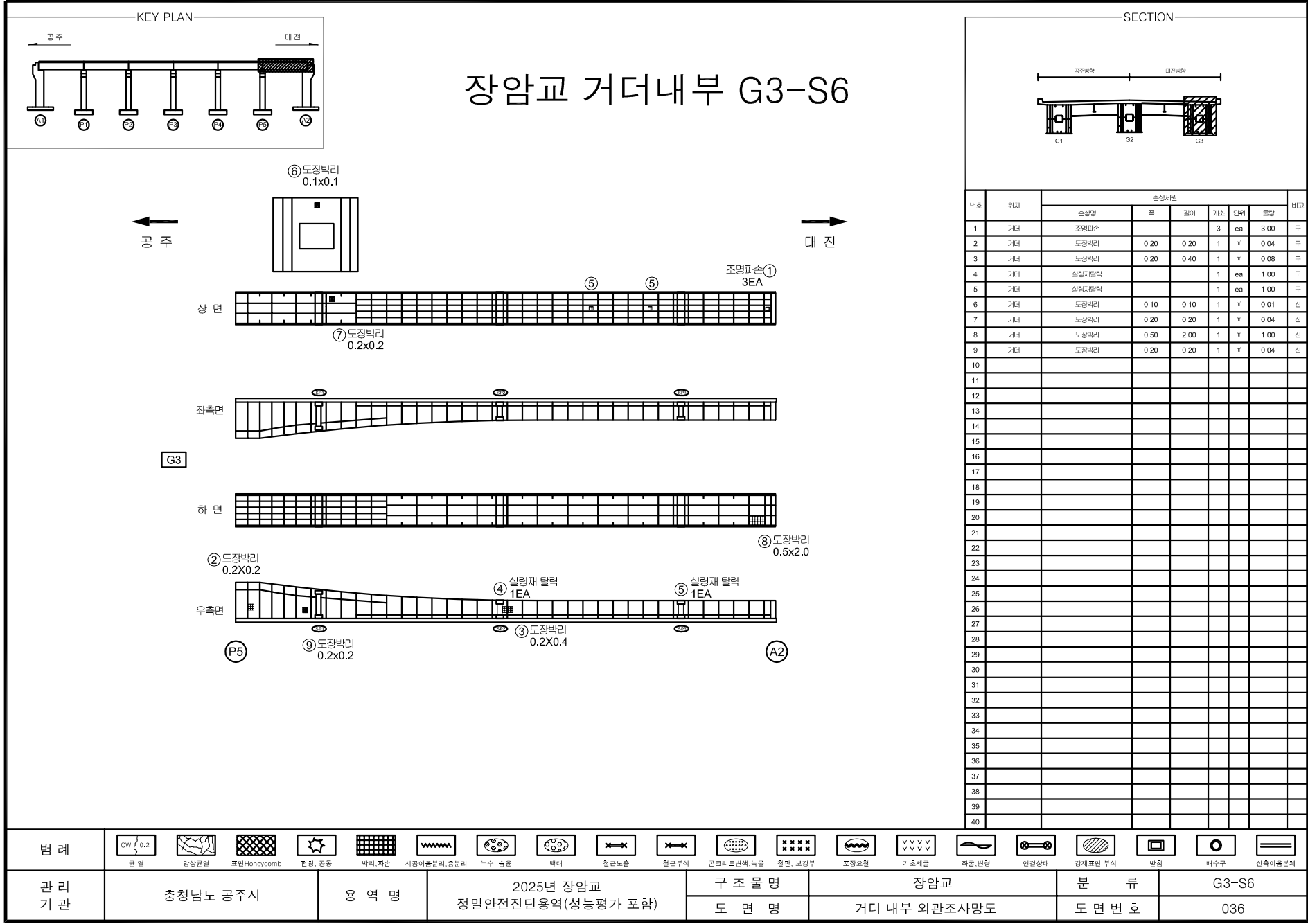


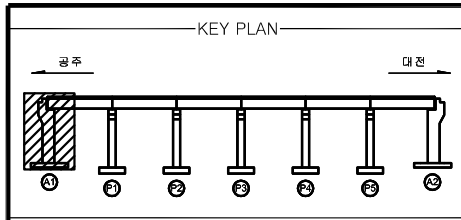
장암교 거더내부 G3-S4



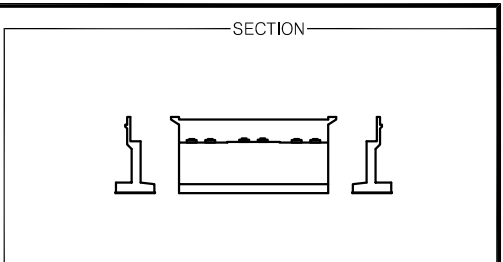
번호	위치	손상재원						비고
		손상명	폭	깊이	개수	단위	수량	
1	거터	용접볼량			1	ea	1.00	구
2	거터	리브변형		1.00	1	m	1.00	구
3	거터	리브변형		0.50	1	m	0.50	구
4	거터	조명파손			1	ea	1.00	구
5	거터	부식	1.00	0.60	1	m ²	0.60	구
6	거터	도장박리	0.20	0.20	1	m ²	0.04	구
7	거터	도장박리	0.20	0.30	1	m ²	0.06	구
8	거터	도장박리	0.20	0.20	3	m ²	0.12	구
9	거터	실링재탈락			1	ea	1.00	구
10	거터	실링재탈락			1	ea	1.00	구
11	거터	실링재탈락			1	ea	1.00	구
12	거터	도장박리	0.20	0.20	4	m ²	0.16	신
13	거터	도장박리	0.20	0.30	1	m ²	0.06	신
14	거터	도장박리	0.10	0.20	1	m ²	0.02	신
15	거터	도장박리	0.10	0.40	1	m ²	0.04	신
16	거터	도장박리	0.20	0.20	3	m ²	0.12	신
17	거터	도장박리	0.50	0.40	1	m ²	0.20	신
18	거터	도장박리	0.10	0.10	1	m ²	0.01	신
19	거터	도장박리	0.30	0.30	1	m ²	0.09	신
20	거터	도장박리	0.20	0.20	1	m ²	0.04	신
21	거터	도장박리	0.20	0.20	6	m ²	0.24	신
22	거터	도장박리	0.30	0.30	1	m ²	0.09	신
23	거터	도장박리	0.20	0.20	2	m ²	0.08	신
24	거터	도장박리	0.40	0.30	1	m ²	0.12	신
25	거터	도장박리	0.10	0.20	1	m ²	0.02	신
26	거터	도장박리	0.40	0.30	1	m ²	0.12	신
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

범례	CW 0.2 관 열	Honeycomb 향상개질	Honeycomb 표면	Star 관 열, 공동	Grid 바리, 파손	Wavy 시공이유분리, 흠분리	Spot 누수, 습윤	Spot 벽태	Spot 철근노출	Spot 철근부식	Spot 콘크리트변색, 녹물	Spot 철판, 보강부	Spot 포장요철	Spot 기초시공	Spot 좌굴, 변형	Spot 연결상태	Spot 강제표면 부식	Spot 반침	Spot 배수구	Spot 신축이음분체
관 리 기 관	충청남도 공주시					용역명		2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)			구조물명		장암교		분 류		G3-S4			
											도면명		거터 내부 외관조사망도		도면번호		034			

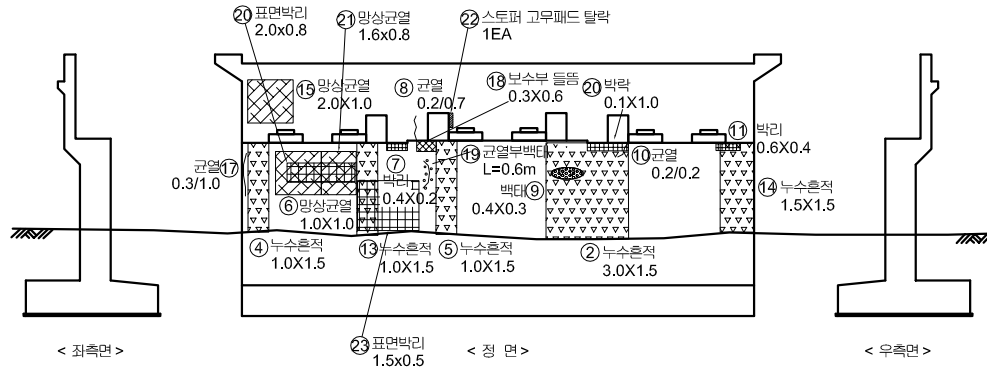




장암교 교대 A1

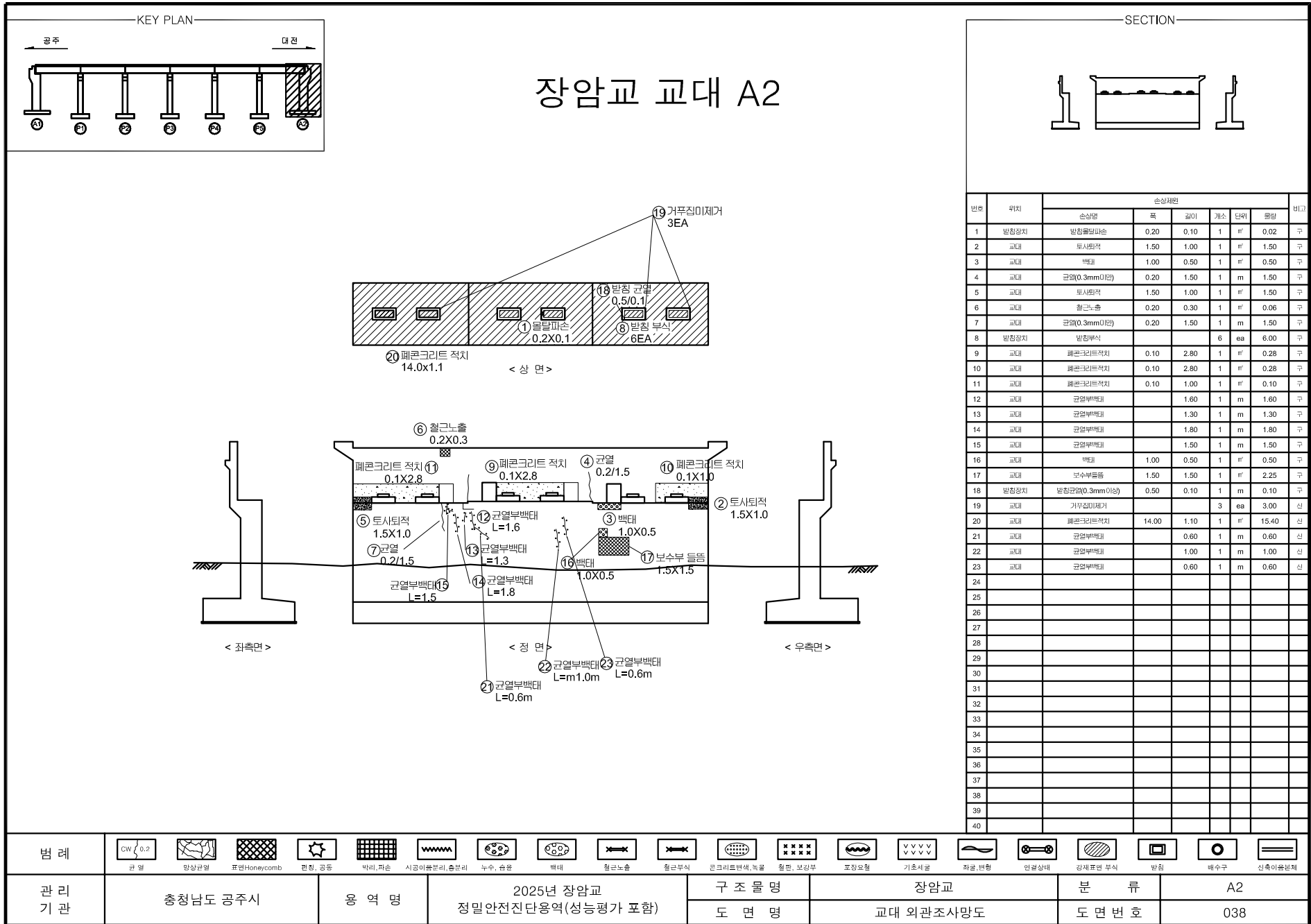


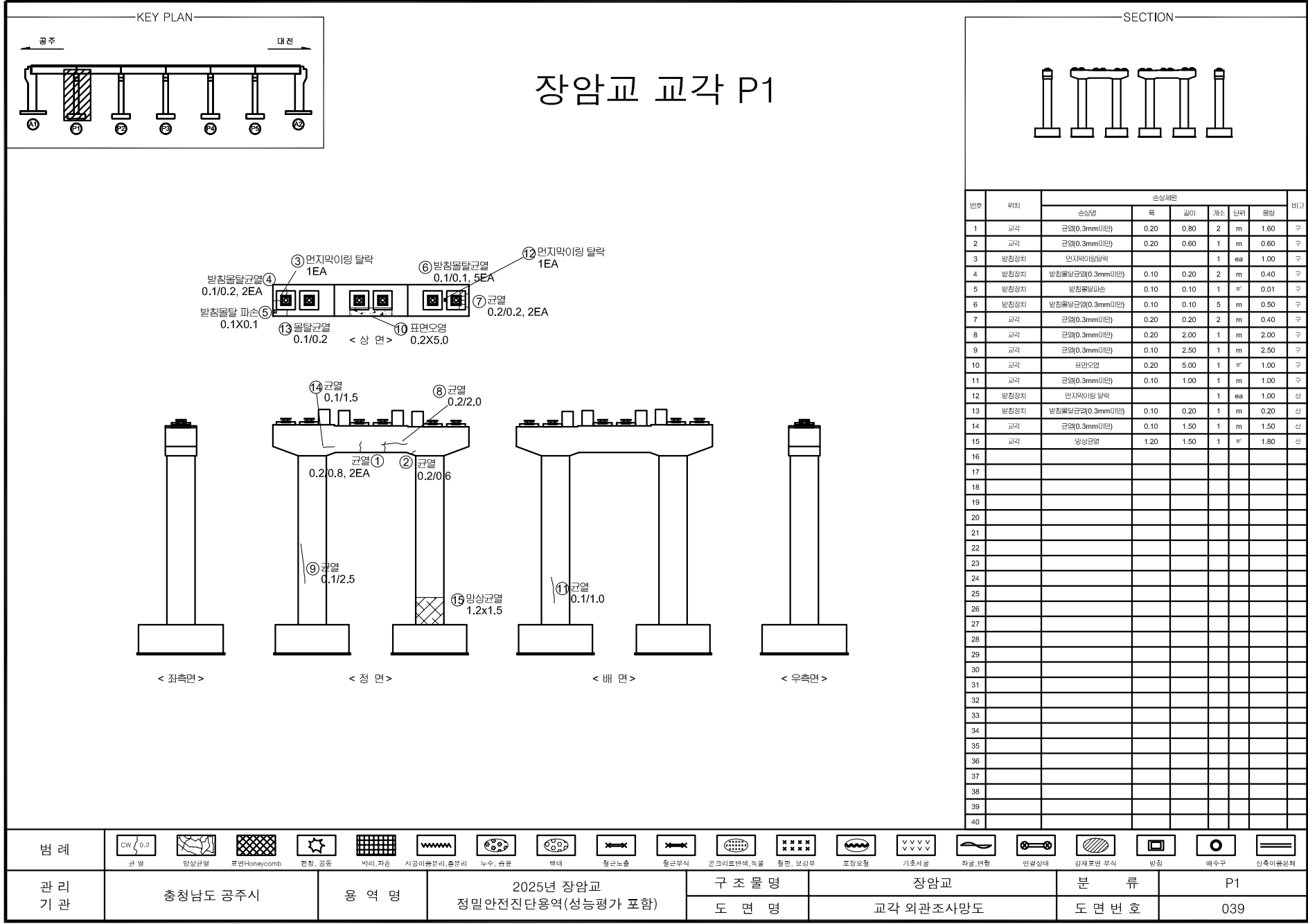
< 상 면 >

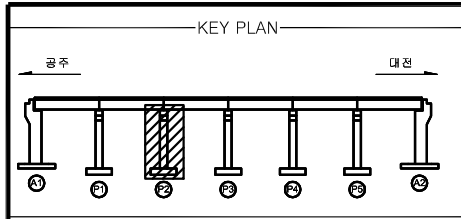


번호	위치	손상재원						비고
		손상명	폭	깊이	개수	단위	수량	
1	교대	이물질 및 페콘크리트 퇴적	5.50	0.50	1	m ²	2.75	구
2	교대	누수흔적	3.00	1.50	1	m ²	4.50	구
3	교대	이물질 및 페콘크리트 퇴적	5.50	0.60	1	m ²	3.30	구
4	교대	누수흔적	1.00	1.50	1	m ²	1.50	구
5	교대	누수흔적	1.00	1.50	1	m ²	1.50	구
6	교대	망상균열	1.00	1.00	1	m ²	1.00	구
7	교대	박리	0.40	0.20	1	m ²	0.08	구
8	교대	균열(0.3mm이하)	0.20	0.70	1	m	0.70	구
9	교대	백대	0.40	0.30	1	m ²	0.12	구
10	교대	균열(0.3mm이하)	0.20	0.20	1	m	0.20	구
11	교대	박리	0.60	0.40	1	m ²	0.24	구
12	교대	트사퇴적	1.50	0.60	1	m ²	0.90	구
13	교대	누수흔적	1.00	1.50	1	m ²	1.50	구
14	교대	누수흔적	1.50	1.50	1	m ²	2.25	구
15	교대	망상균열	2.00	1.00	1	m ²	2.00	구
16	발창장차	발창부식			6	ea	6.00	구
17	교대	균열(0.3mm이상)	0.30	1.00	1	m	1.00	구
18	교대	보수부들뜸	0.30	0.60	1	m ²	0.18	구
19	교대	균열부백		0.60	1	m	0.60	구
20	교대	표면박리	2.00	0.80	1	m ²	1.60	신
21	교대	망상균열	1.60	0.80	1	m ²	1.28	신
22	교대	스투퍼 고무패드 탈락			1	ea	1.00	신
23	교대	표면박리	1.50	0.50	1	m ²	0.75	신
24								신
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

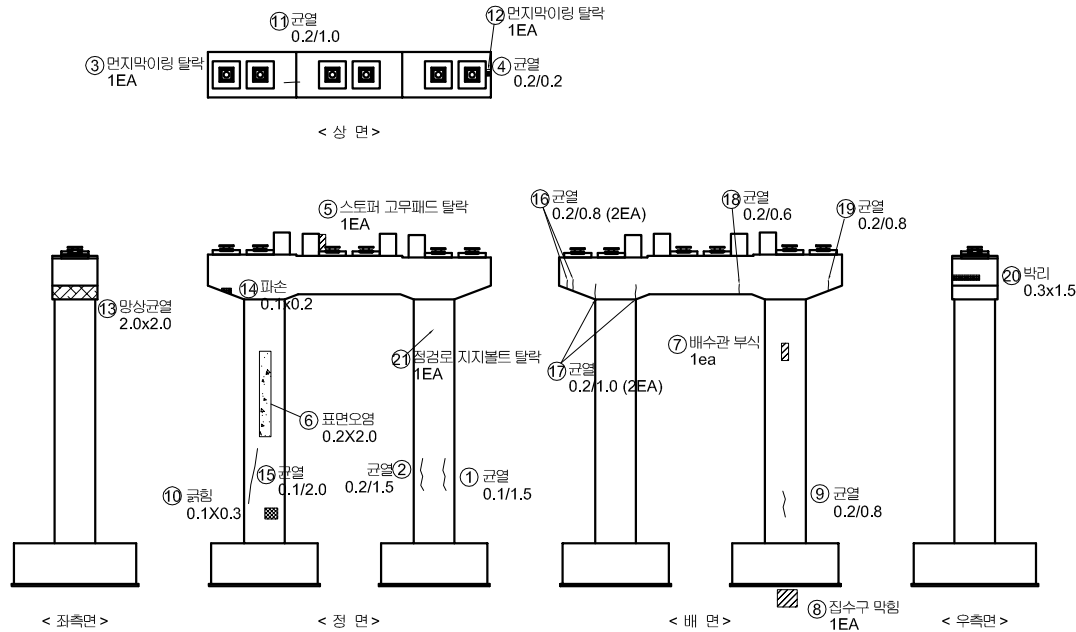
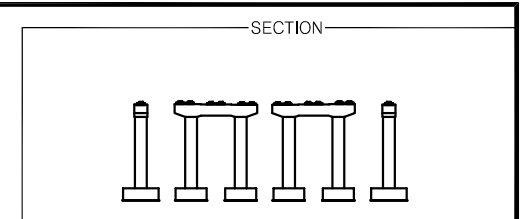
범례	균열	망상균열	표면Honeycomb	편침, 공동	바리, 파손	시공이음분리, 흠분리	누수, 솟음	백대	철근노출	철근부식	콘크리트변색, 녹물	철판, 보강부	포장요철	기초세굴	좌굴, 변형	연결상태	강제표면 부식	방침	배수구	신축이음분리			
관 리 기 관	충청남도 공주시					용역명					2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)					구 조 물 명		장암교		분 류		A1	
																도 면 명		교대 외관조사망도		도 면 번 호		037	





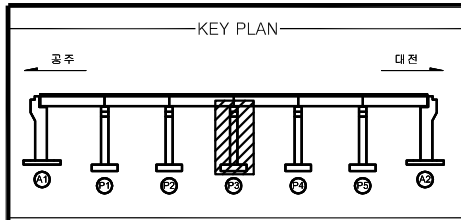


장암교 교각 P2

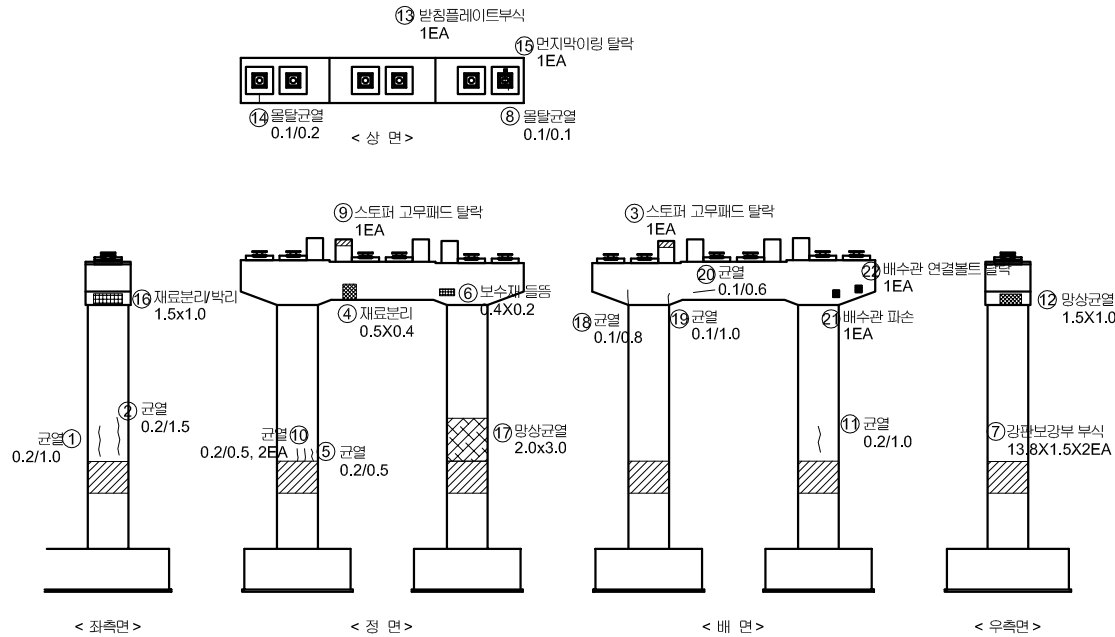
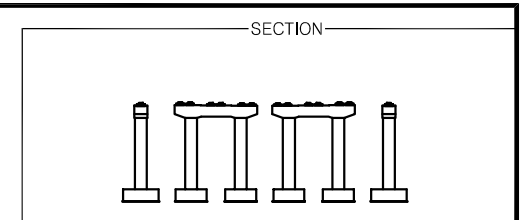


번호	위치	손상재원						비고
		손상명	폭	깊이	개수	단위	수량	
1	교각	균열(0.3mm미만)	0.10	1.50	1	m	1.50	구
2	교각	균열(0.3mm미만)	0.20	1.50	1	m	1.50	구
3	방침장치	면지막이랑탈락			1	ea	1.00	구
4	교각	균열(0.3mm미만)	0.20	0.20	1	m	0.20	구
5	교각	스톱퍼 고무패드 탈락			1	ea	1.00	구
6	교각	표면오염	0.20	2.00	1	m	0.40	구
7	배수시설	배수관부식			1	ea	1.00	구
8	배수시설	침수구막힘			1	ea	1.00	구
9	교각	균열(0.3mm미만)	0.20	0.80	1	m	0.80	구
10	교각	균열	0.10	0.30	1	m	0.03	구
11	교각	균열(0.3mm미만)	0.20	1.00	1	m	1.00	신
12	방침장치	면지막이랑 탈락			1	ea	1.00	신
13	교각	방향균열	2.00	2.00	1	m	4.00	신
14	교각	파손	0.10	0.20	1	m	0.02	신
15	교각	균열(0.3mm미만)	0.10	2.00	1	m	2.00	신
16	교각	균열(0.3mm미만)	0.20	0.80	2	m	1.60	신
17	교각	균열(0.3mm미만)	0.20	1.00	2	m	2.00	신
18	교각	균열(0.3mm미만)	0.20	0.60	1	m	0.60	신
19	교각	균열(0.3mm미만)	0.20	0.80	1	m	0.80	신
20	교각	박리	0.30	1.50	1	m	0.45	신
21	교각	침강로 지지볼트 탈락			1	ea	1.00	신
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

범례	균열	방향장결	표면Honeycomb	편침, 공동	박리, 파손	시공이용분리, 흙분리	누수, 솟음	벽태	침강노출	침수구 막힘	콘크리트변색, 녹물	침판, 보강부	포장오염	기초세굴	파손, 변형	연결상태	강재표면 부식	방침	배수구	신축이용분리			
관 리 기 관	충청남도 공주시					용역명					2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)					구 조 물 명		장암교		분 류		P2	
																도 면 명		교각 외관조사망도		도 면 번 호		040	

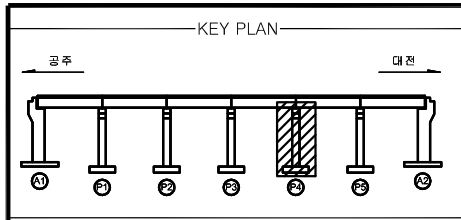


장암교 교각 P3

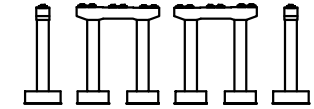
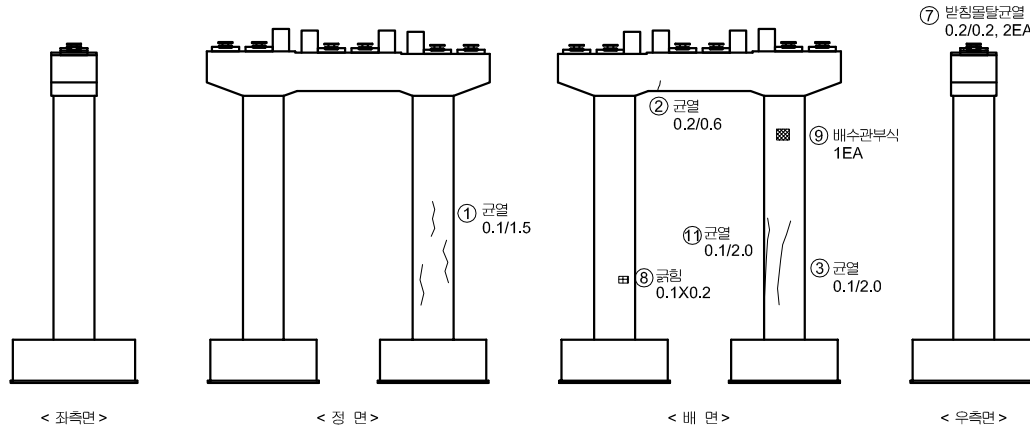
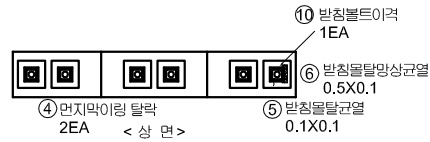


번호	위치	손상재원						비고
		손상명	폭	깊이	개수	단위	수량	
1	교각	균열(0.3mm미만)	0.20	1.00	1	m	1.00	구
2	교각	균열(0.3mm미만)	0.20	1.50	1	m	1.50	구
3	교각	스투퍼 고무패드 탈락			1	ea	1.00	구
4	교각	재료분리	0.50	0.40	1	m	0.20	구
5	교각	균열(0.3mm미만)	0.20	0.50	1	m	0.50	구
6	교각	배수관 들뜸	0.40	0.20	1	m	0.08	구
7	교각	강판보강부 부식	13.80	1.50	2	m	41.40	구
8	받침장치	받침몰탈균열(0.3mm미만)	0.10	0.10	1	m	0.10	구
9	교각	스투퍼 고무패드 탈락			1	ea	1.00	구
10	교각	균열(0.3mm미만)	0.20	0.50	2	m	1.00	구
11	교각	균열(0.3mm미만)	0.20	1.00	1	m	1.00	구
12	교각	망상균열	1.50	1.00	1	m	1.50	구
13	받침장치	받침플레이트부식			1	ea	1.00	구
14	받침장치	받침몰탈균열(0.3mm미만)	0.10	0.20	1	m	0.20	신
15	받침장치	먼지막이링 탈락			1	ea	1.00	신
16	교각	재료분리/박리	1.50	1.00	1	m	1.50	신
17	교각	망상균열	2.00	3.00	1	m	6.00	신
18	교각	균열(0.3mm미만)	0.10	0.80	1	m	0.80	신
19	교각	균열(0.3mm미만)	0.10	1.00	1	m	1.00	신
20	교각	균열(0.3mm미만)	0.10	0.60	1	m	0.60	신
21	배수시설	배수관 파손			1	ea	1.00	신
22	배수시설	배수관 연결볼트 탈락			1	ea	1.00	신
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

범례	 CW 0.2	 망상균열	 표면Honeycomb	 편심, 공동	 박리, 파손	 시공이용분리, 흠분리	 누수, 습윤	 백태	 철근노출	 철근부식	 콘크리트변색, 녹물	 철판, 보강부	 포장요철	 기초시공	 좌굴, 변형	 연결상태	 강재표면 부식	 받침	 배수구	 신축이용분리
관 리 기 관	충청남도 공주시					용역명		2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)					구조물명		장암교		분류		P3	
											도면명		교각 외관조사망도		도면번호		041			

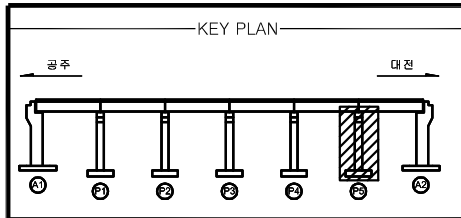


장암교 교각 P4

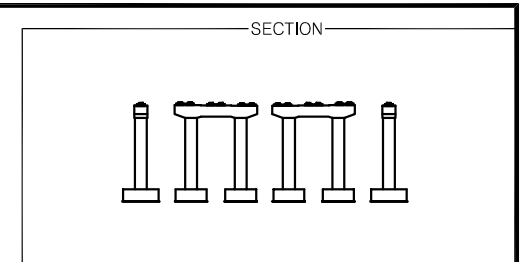


번호	위치	손상재원						비고
		손상명	폭	깊이	개소	단위	수량	
1	교각	균열(0.3mm미만)	0.10	1.50	1	m	1.50	구
2	교각	균열(0.3mm미만)	0.20	0.60	1	m	0.60	구
3	교각	균열(0.3mm미만)	0.10	2.00	1	m	2.00	구
4	받침장치	만지막이링탈락			2	ea	2.00	구
5	받침장치	받침물탈상균열(0.3mm미만)	0.10	0.10	1	m	0.10	구
6	받침장치	받침물탈상균열	0.50	0.10	1	m	0.05	구
7	받침장치	받침물탈상균열(0.3mm미만)	0.20	0.20	2	m	0.40	구
8	교각	균열	0.10	0.20	1	m	0.02	구
9	배수시설	배수관부식			1	ea	1.00	구
10	받침장치	받침볼트이격			1	ea	1.00	구
11	교각	균열(0.3mm미만)	0.10	2.00	1	m	2.00	신
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

범례	균열	만상균열	표면Honeycomb	편침, 공동	바리, 파손	시공이음분리, 흠분리	누수, 습윤	벽태	철근노출	철근부식	콘크리트변색, 녹물	철판, 보강부	포장요철	기초세굴	파손, 변형	연결상태	강재표면 부식	받침	배수구	신축이음분리			
관 리 기 관	충청남도 공주시					용역명					2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)					구조물명		장암교		분류		P4	
																도면명		교각 외관조사망도		도면번호		042	



장암교 교각 P5

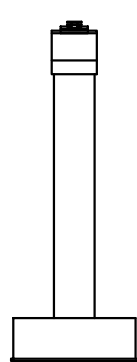


① 먼지막이링 달락
1EA

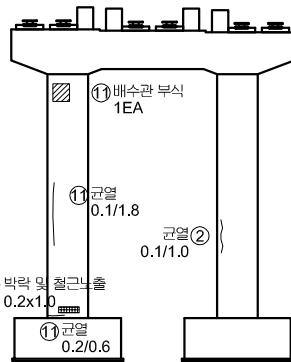


③ 받침물탈균열
0.1/0.1, 4EA

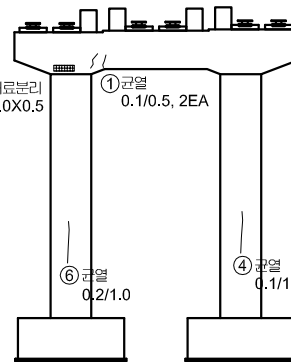
< 상 면 >



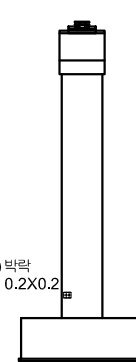
< 좌측면 >



< 정 면 >



< 배 면 >



< 우측면 >

번호	위치	손상재원						비고
		손상명	폭	깊이	개수	단위	수량	
1	교각	균열(0.3mm이하)	0.10	0.50	2	m	1.00	구
2	교각	균열(0.3mm이하)	0.10	1.00	1	m	1.00	구
3	받침장치	받침물탈균열(0.3mm이하)	0.10	0.10	4	m	0.40	구
4	교각	균열(0.3mm이하)	0.10	1.00	1	m	1.00	구
5	교각	박락및철근노출	0.20	1.00	1	m	0.20	구
6	교각	균열(0.3mm이하)	0.20	1.00	1	m	1.00	구
7	교각	재료분리	1.00	0.50	1	m	0.50	구
8	교각	박락	0.20	0.20	1	ea	0.04	구
9	받침장치	먼지막이링 달락			1	ea	1.00	신
10	배수시설	배수관 부식			1	ea	1.00	신
11	교각	균열(0.3mm이하)	0.10	1.80	1	m	1.80	신
12	교각	균열(0.3mm이하)	0.20	0.60	1	m	0.60	신
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

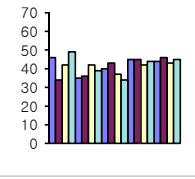
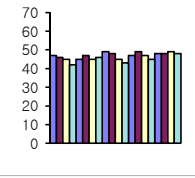
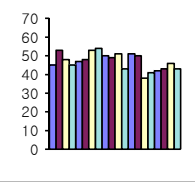
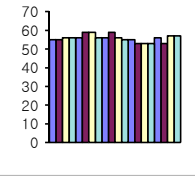
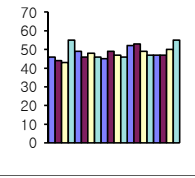
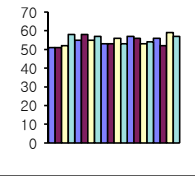
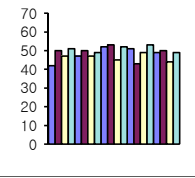
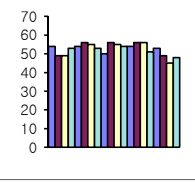
범례	균열	만상균열	표면Honeycomb	편침, 공동	박리, 파손	시공이음분리, 흠분리	누수, 솟음	벽태	철근노출	철근부식	콘크리트변색, 녹물	철판, 보강부	포장요철	기초세굴	좌굴, 변형	연결상태	강재표면 부식	방침	배수구	신축이음분리			
관 리 기 관	충청남도 공주시					용 역 명					2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)					구 조 물 명		장암교		분 류		P5	
																도 면 명		교각 외관조사망도		도 면 번 호		043	

3. 측정, 시험, 계측 성과표

반발경도시험

반발경도법에 의한 압축강도 추정결과_장암교_상부

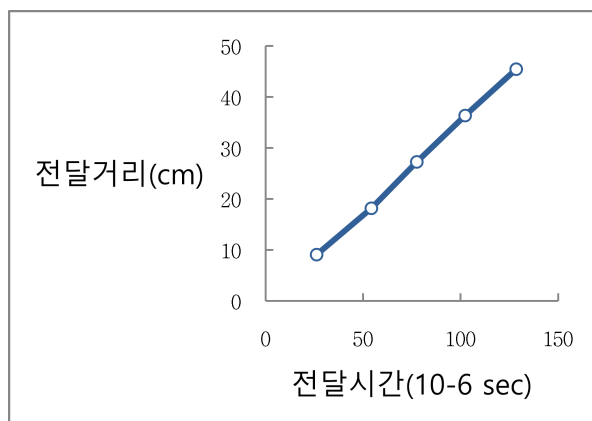
측정위치	측정반발경도					평균	각도 보정	습윤 보정	보정 경도	타격 방향	재형 계수	일본 재료학회	일본 건축학회	최소 추정강도	측정 Data
						R	∠R1	∠R2	Ro	a	α	MPa	MPa	MPa	
S1 캔틸레버 (우)	52 48 53 51 49	51.1	−3.02	0.00	48.0	90 °	0.63	27.1	27.8	27.1					
	51 53 55 48 47														
	47 51 53 55 54														
	52 49 48 50 55														
S2 캔틸레버 (우)	53 53 54 56 47	53.2	−2.86	0.00	50.3	90 °	0.63	28.9	28.8	28.8					
	52 53 55 52 55														
	51 53 51 55 54														
	55 51 55 54 55														
S3 캔틸레버 (우)	49 48 52 51 55	51.3	−3.02	0.00	48.2	90 °	0.63	27.2	27.9	27.2					
	53 53 52 53 44														
	53 50 59 47 46														
	49 47 55 58 51														
S4 캔틸레버 (우)	50 49 52 49 49	51.8	−3.02	0.00	48.7	90 °	0.63	27.6	28.1	27.6					
	51 49 53 56 51														
	55 52 50 55 50														
	50 53 51 57 53														
S5 캔틸레버 (우)	55 54 46 49 46	51.6	−3.02	0.00	48.6	90 °	0.63	27.5	28.1	27.5					
	55 51 53 52 52														
	53 57 53 55 54														
	57 49 51 53 48														
S6 캔틸레버 (우, 건전부)	63 51 57 57 60	58.5	−2.46	0.00	56.0	90 °	0.63	33.5	31.4	31.4					
	57 55 60 63 58														
	57 59 58 65 59														
	57 59 58 59 57														
S6 캔틸레버 (우, 비건전부)	57 58 59 52 55	56.2	−2.62	0.00	53.5	90 °	0.63	31.5	30.3	30.3					
	59 58 57 57 61														
	55 56 51 54 50														
	54 57 58 59 56														

반발경도법에 의한 압축강도 추정결과_장압교_하부															
측정위치	측정반발경도					평균	각도 보정	습윤 보정	보정 경도	타격 방향	제형 개수	일본 재료학회	일본 건축학회	최소 추정강도	측정 Data
						R	∠R1	∠R2	Ro	a	α	MPa	MPa	MPa	
A1 교대 홍벽	46 35 40 45 44	41.6	0.00	0.00	41.6	0 °	0.63	21.9	24.9	21.9					
	34 36 43 45 46														
	42 42 37 42 43														
	49 39 34 44 45														
A2 교대 구체 (비건전부)	47 45 49 47 48	46.5	0.00	0.00	46.5	0 °	0.63	25.9	27.1	25.9					
	46 47 48 49 48														
	45 45 45 47 49														
	42 46 43 45 48														
A2 교대 구체 (비건전부)	45 47 50 51 42	47.0	0.00	0.00	47.0	0 °	0.63	26.3	27.4	26.3					
	53 48 49 50 43														
	48 53 51 38 46														
	45 54 43 41 43														
P1 교각 코핑부	55 56 56 55 56	55.8	0.00	0.00	55.8	0 °	0.63	33.3	31.3	31.3					
	55 59 59 53 53														
	56 59 56 53 57														
	56 56 55 53 57														
P2 교각 코핑부	46 49 45 52 47	48.2	0.00	0.00	48.2	0 °	0.63	27.2	27.9	27.2					
	44 46 49 53 47														
	43 48 47 49 50														
	55 46 46 47 55														
P3 교각 코핑부	51 55 53 57 56	54.8	0.00	0.00	54.8	0 °	0.63	32.5	30.9	30.9					
	51 58 53 56 52														
	52 55 56 53 59														
	58 57 53 54 57														
P4 교각 코핑부	42 47 52 51 49	48.7	0.00	0.00	48.7	0 °	0.63	27.6	28.1	27.6					
	50 50 53 43 50														
	47 47 45 49 44														
	51 49 52 53 49														
P5 교각 가동	54 54 50 54 53	52.5	0.00	0.00	52.5	0 °	0.63	30.7	29.8	29.8					
	49 56 56 56 49														
	49 55 55 56 45														
	53 53 54 51 48														

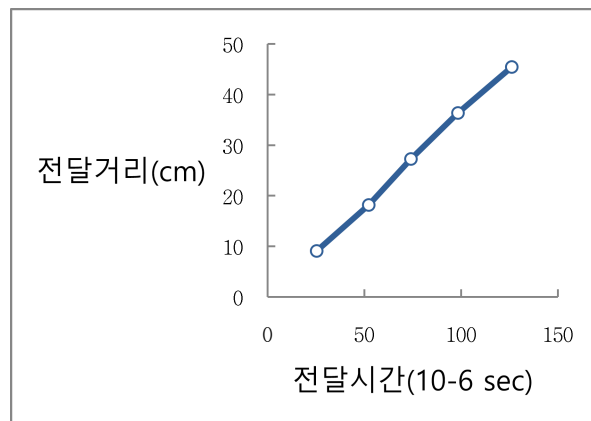
초음파 측정 자료

부재명	S1 켄틸레버(우)	부재명	S2 켄틸레버(우)
Y(전달거리,cm)	X(전달시간, μ s)	Y(전달거리,cm)	X(전달시간, μ s)
10	26.1	10	25.3
20	54.2	20	52.2
30	77.5	30	74
40	102.3	40	98.3
50	128.5	50	126.1

초음파속도 $V_i = 3.951$

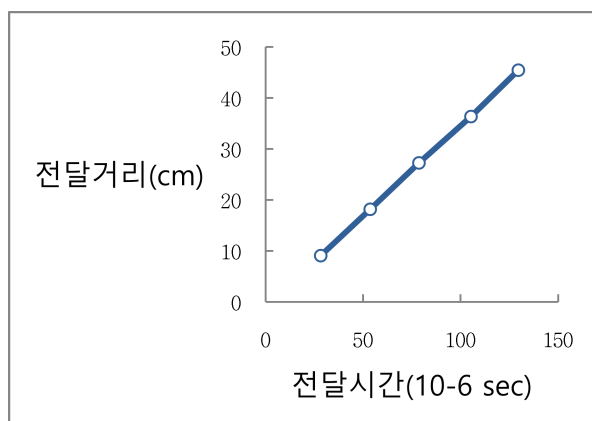


초음파속도 $V_i = 4.031$

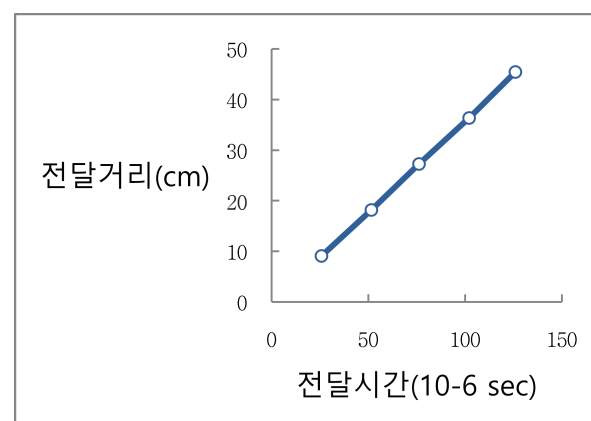


부재명	S3 켄틸레버(우)	부재명	S4 켄틸레버(우)
Y(전달거리,cm)	X(전달시간, μ s)	Y(전달거리,cm)	X(전달시간, μ s)
10	28.2	10	25.7
20	53.6	20	51.5
30	78.6	30	76.1
40	105.3	40	102.0
50	129.6	50	125.9

초음파속도 $V_i = 3.929$

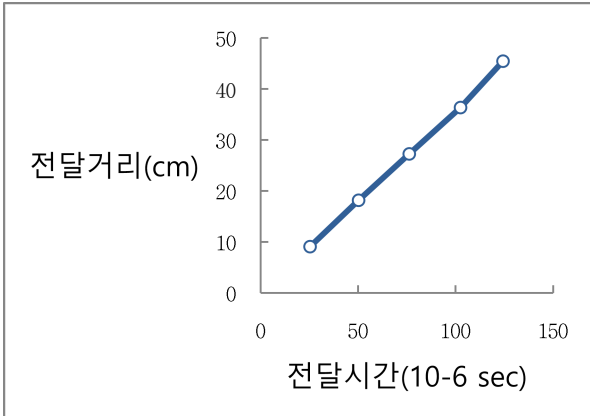
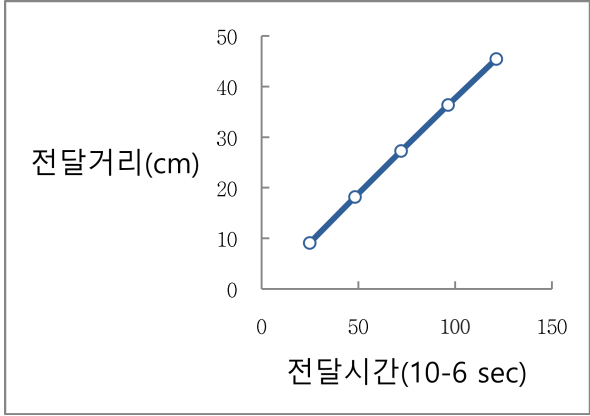
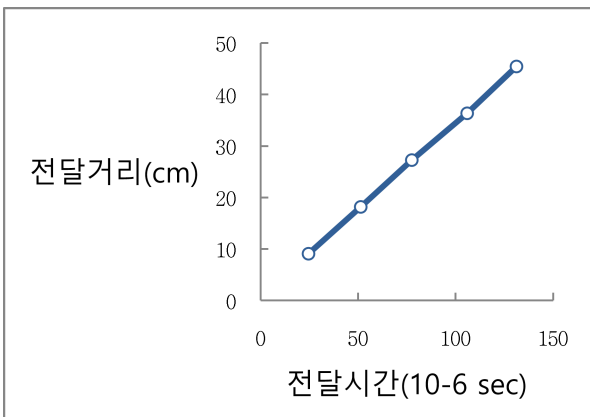
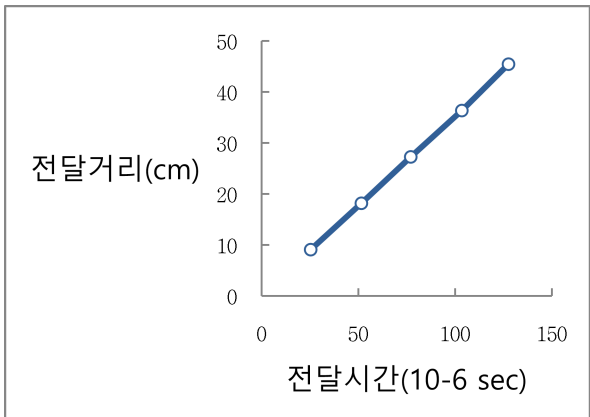


초음파속도 $V_i = 3.985$



부재명	S5 켄틸레버(우)	부재명	S6 켄틸레버(우)
-----	------------	-----	------------

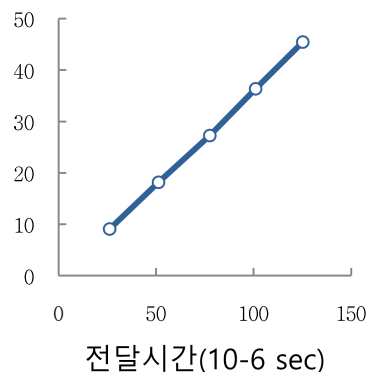
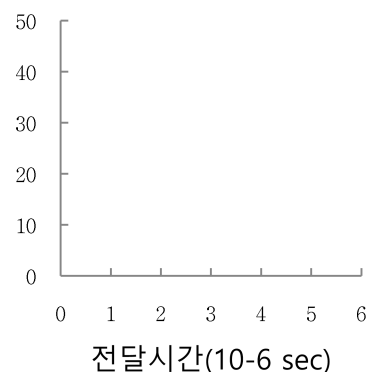
초음파 측정 자료

Y(전달거리,cm)		X(전달시간, μ s)	Y(전달거리,cm)		X(전달시간, μ s)
10		25.3	10		24.8
20		50.2	20		48.2
30		76.2	30		72
40		102.5	40		96.3
50		124.3	50		121.2
초음파속도 $V_i = 3.991$			초음파속도 $V_i = 4.150$		
					
부재명	A1 교대 홍벽		부재명	A2 교대 구체	
Y(전달거리,cm)		X(전달시간, μ s)	Y(전달거리,cm)		X(전달시간, μ s)
10		24.5	10		25.3
20		51.3	20		51.5
30		77.5	30		77
40		105.9	40		103.4
50		131.2	50		127.5
초음파속도 $V_i = 3.731$			초음파속도 $V_i = 3.901$		
					
부재명	P1 교각 코평부		부재명	P2 교각 코평부	
Y(전달거리,cm)		X(전달시간, μ s)	Y(전달거리,cm)		X(전달시간, μ s)
10		23.1	10		24.4

초음파 측정 자료

20		46.8	20		49.6
30		69.9	30		74.5
40		94.6	40		99.3
50		120.5	50		124.2
초음파속도 $V_i = 4.120$			초음파속도 $V_i = 4.011$		
전달거리(cm) 전달시간(10-6 sec)			전달거리(cm) 전달시간(10-6 sec)		
부재명	P3 교각 코평부		부재명	P4 교각 코평부	
Y(전달거리,cm)		X(전달시간, μs)	Y(전달거리,cm)		X(전달시간, μs)
10		25.9	10		27.2
20		49.7	20		53.6
30		75.1	30		78.6
40		101.2	40		105.3
50		122.5	50		129.6
초음파속도 $V_i = 4.083$			초음파속도 $V_i = 3.898$		
전달거리(cm) 전달시간(10-6 sec)			전달거리(cm) 전달시간(10-6 sec)		
부재명	P5 교각 기둥부		부재명		
Y(전달거리,cm)		X(전달시간, μs)	Y(전달거리,cm)		X(전달시간, μs)
10		26.1	10		0
20		51.2	20		0

초음파 측정 자료

30		77.5	30		0
40		101	40		0.0
50		125.2	50		0.0
초음파속도 $V_i = 4.031$			#DIV/0!		
전달거리(cm)  전달시간(10-6 sec)			전달거리(cm)  전달시간(10-6 sec)		

조합법

시 형 위 치	보정반발경도 (Ro)	초음파속도 (Vd) (km/sec)	반발경도법(MPa)			초음파속도법(MPa)			조합법(MPa)		추정강도 (Mpa)	설계기준 강도(Mpa)
			식3.1	식3.2	평균	식3.3	식3.4	평균	식3.11	식3.12		
S1 켄틸레버(우)	48.0	4.149	27.1	27.8	27.1	26.7	30.0	26.7	30.2	40.7	35.5	27.0
S2 켄틸레버(우)	50.3	4.233	28.9	28.8	28.8	28.4	30.8	28.4	34.5	44.8	39.6	27.0
S3 켄틸레버(우)	48.2	4.125	27.2	27.9	27.2	26.2	29.8	26.2	29.7	40.3	35.0	27.0
S4 켄틸레버(우)	48.7	4.184	27.6	28.1	27.6	27.4	30.4	27.4	31.7	42.2	37.0	27.0
S5 켄틸레버(우)	48.6	4.191	27.5	28.1	27.5	27.5	30.4	27.5	31.8	42.3	37.1	27.0
S6 켄틸레버(우)_건전부	56.0	4.358	33.5	31.4	31.4	31.1	32.1	31.1	44.7	52.7	48.7	27.0
S6 켄틸레버(우)_비건전부	53.5		31.5	30.3	30.3							27.0
평 균			29.0	28.9	28.6	27.9	30.6	27.9	33.8	43.8	38.8	
표 준 편 차			2.0	1.1	1.4	1.2	0.6	1.2	3.9	3.3	3.6	
변 동 계 수			6.7	3.8	4.8	4.5	1.9	4.5	11.6	7.5	9.2	
max			33.5	31.4	31.4	31.1	32.1	31.1	44.7	52.7	48.7	
min			27.1	27.8	27.1	26.2	29.8	26.2	29.7	40.3	35.0	

조합법												
시 험 위 치	보정반발경도 (Ro)	초음파속도 (Vd) (km/sec)	반발경도법(MPa)			초음파속도법(MPa)			조합법(MPa)		추정강도(Mpa)	설계기준 강도(Mpa)
			식3.1	식3.2	평균	식3.3	식3.4	평균	식3.5	식3.6		
A1 교대 흉벽	41.6	3.918	21.9	24.9	21.9	21.8	27.7	21.8	20.8	29.5	25.2	21.0
A2 교대 구체(건전부)	46.5	4.096	25.9	27.1	25.9	25.5	29.5	25.5	27.7	38.1	32.9	21.0
A2 교대 구체(비건전부)	47.0	—	26.3	27.4	26.3	—	—	—	—	—	—	21.0
P1 교각 코핑부	55.8	4.326	33.3	31.3	31.3	30.4	31.8	30.4	43.3	51.7	47.5	24.0
P2 교각 코핑부	48.2	4.212	27.2	27.9	27.2	28.0	30.6	28.0	32.0	42.6	37.3	24.0
P3 교각 코핑부	54.8	4.287	32.5	30.9	30.9	29.6	31.4	29.6	40.7	49.8	45.3	24.0
P4 교각 코핑부	48.7	4.093	27.6	28.1	27.6	25.5	29.4	25.5	29.3	39.8	34.5	24.0
P5 교각 기둥부	52.5	4.233	30.7	29.8	29.8	28.4	30.8	28.4	36.6	46.6	41.6	24.0
평 균			28.2	28.4	27.6	23.6	26.4	23.6	28.8	37.3	33.0	
표 준 편 차			3.0	1.7	2.3	0.0	0.0	2.4	0.0	5.8	6.0	
변 동 계 수			10.6	5.9	8.3	10.0	4.2	10.0	21.7	15.6	18.2	
max			33.3	31.3	31.3	30.4	31.8	30.4	43.3	51.7	47.5	
min			21.9	24.9	21.9	21.8	27.7	21.8	20.8	29.5	25.2	

탄산화깊이측정 시험

탄산화깊이 측정 보고서

1. 구조물의 명칭 : 장암교
2. 구조물의 경과년수 : 30년
3. 시험일자 : 2025.11
4. 측정면의 종류 : 드릴링에 의한 콘크리트 가루
5. 시약 : 페놀프탈레인 용액(KS M 8238)
6. 측정기구 : 버니어 캘리퍼스
7. 시약분무로부터 탄산화깊이 측정시간 : 직후
8. 연한 적자색으로 변색 유무 : 유

NO	측정위치	탄산화 깊이(mm)	경과 (년)	측정 최소피복 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수	철근도달 시간 (년)	상태등급
1	S1 캔틸레버(우)	3.5	30	84.0	80.5	0.639	17,250	a
2	S2 캔틸레버(우)	2.0	30	72.0	70.0	0.365	38,850	a
3	S3 캔틸레버(우)	5.0	30	59.0	54.0	0.913	4,147	a
4	S4 캔틸레버(우)	5.5	30	59.0	53.5	1.004	3,422	a
5	S5 캔틸레버(우)	5.0	30	42.0	37.0	0.913	2,087	a
6	S6 캔틸레버(우)	7.0	30	72.0	65.0	1.278	3,144	a

탄산화깊이 측정 보고서

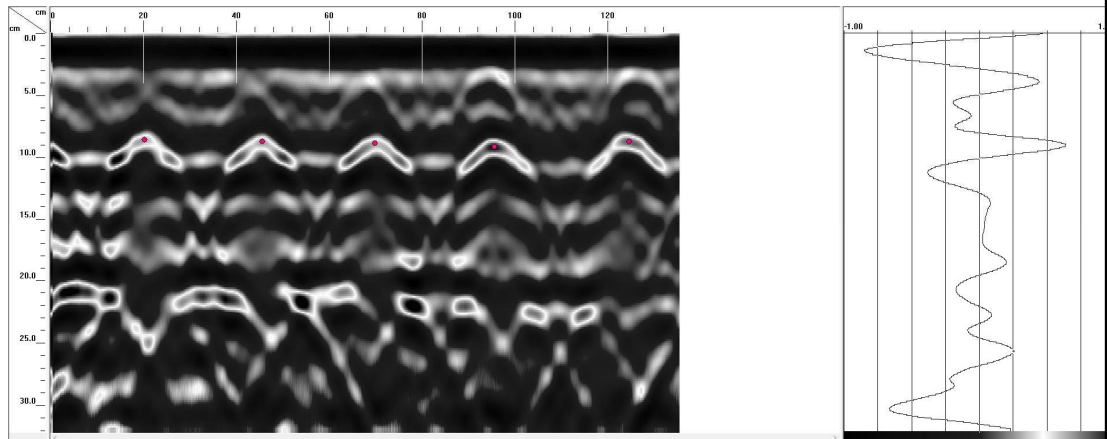
1. 구조물의 명칭 : 장암교
2. 구조물의 경과년수 : 30년
3. 시험일자 : 2025.11
4. 측정면의 종류 : 드릴링에 의한 콘크리트 가루
5. 시약 : 페놀프탈레인 용액(KS M 8238)
6. 측정기구 : 버니어 캘리퍼스
7. 시약분무로부터 탄산화깊이 측정시간 : 직후
8. 연한 적자색으로 변색 유무 : 유

NO	측정위치	탄산화 깊이(mm)	경과 (년)	측정 최소피복 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수	철근도달 시간 (년)	상태등급
1	A1 교대 홍벽	0.5	30	61.0	60.5	0.091	446,490	a
2	A2 교대 구체	3.0	30	94.0	91.0	0.548	29,423	a
3	P1 교각 코핑부	2.0	30	64.0	62.0	0.365	30,690	a
4	P2 교각 코핑부	2.5	30	70.0	67.5	0.456	23,490	a
5	P3 교각 코핑부	1.0	30	62.0	61.0	0.183	115,290	a
6	P4 교각 코핑부	1.0	30	57.0	56.0	0.183	97,440	a
7	P5 교각 기둥부	3.0	30	36.0	33.0	0.548	4,290	a

장암교 철근탐사시험 결과

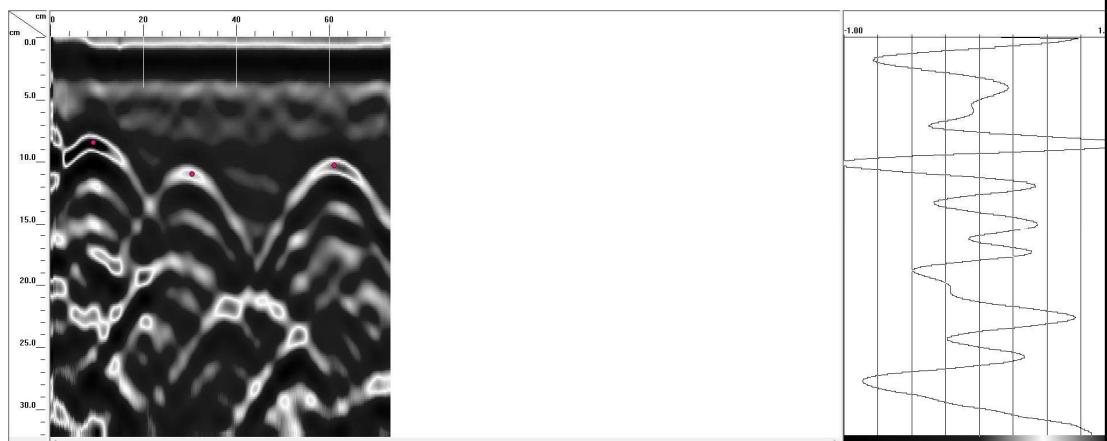
측정위치 : S1 캔틸레버(우)

주
철
근



구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
주철근	측정치	85 ~ 91	242 ~ 290

배
력
철
근

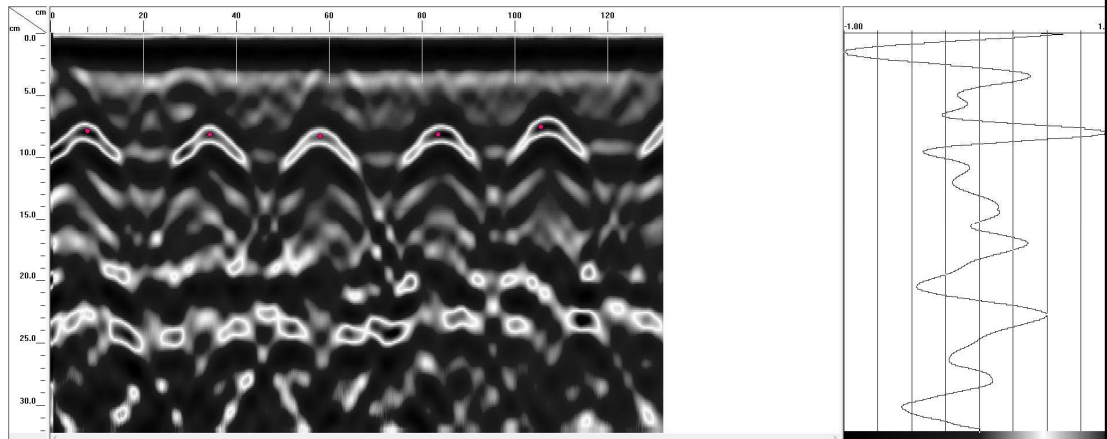


구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
배력철근	측정치	84 ~ 109	212 ~ 306

장암교 철근탐사시험 결과

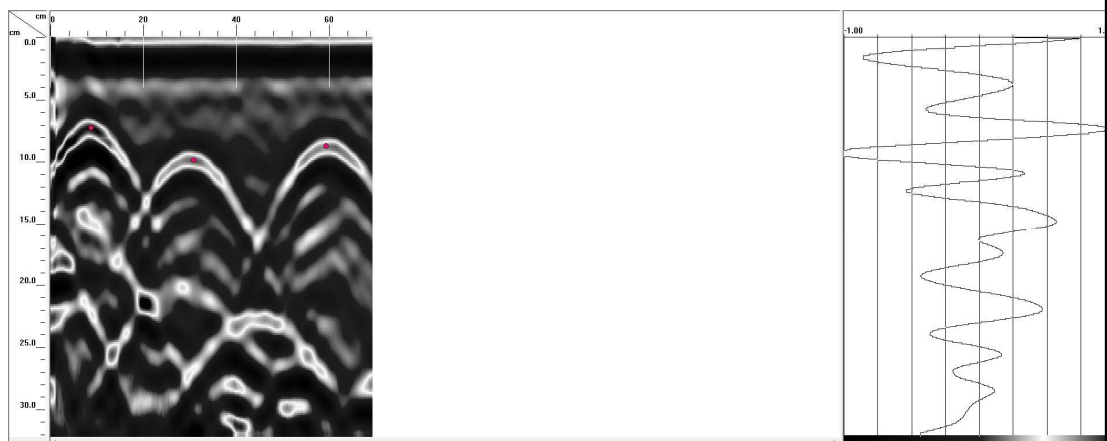
측정위치 : S2 캔틸레버(우)

주
철
근



구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
주철근	측정치	75 ~ 82	221 ~ 263

배
력
철
근

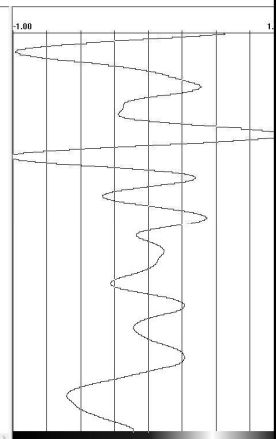
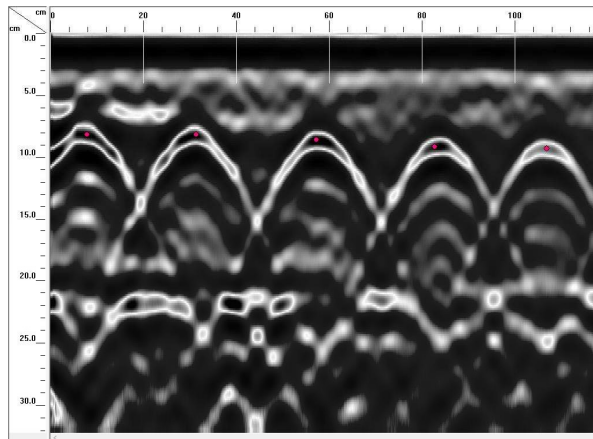


구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
배력철근	측정치	72 ~ 98	221 ~ 285

장암교 철근탐사시험 결과

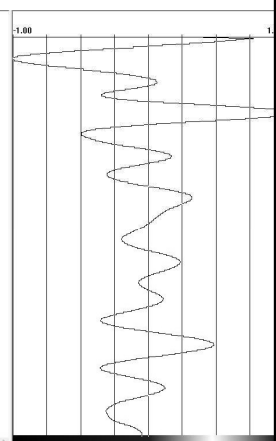
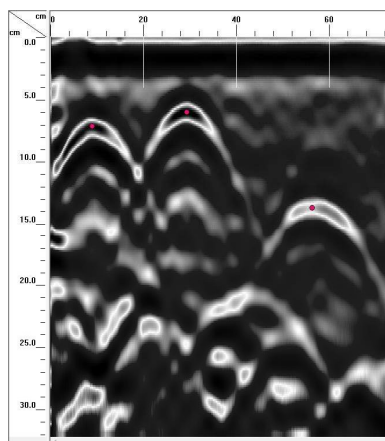
측정위치 : S3 캔틸레버(우)

주
철
근



구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
주철근	측정치	81 ~ 92	235 ~ 258

배
력
철
근

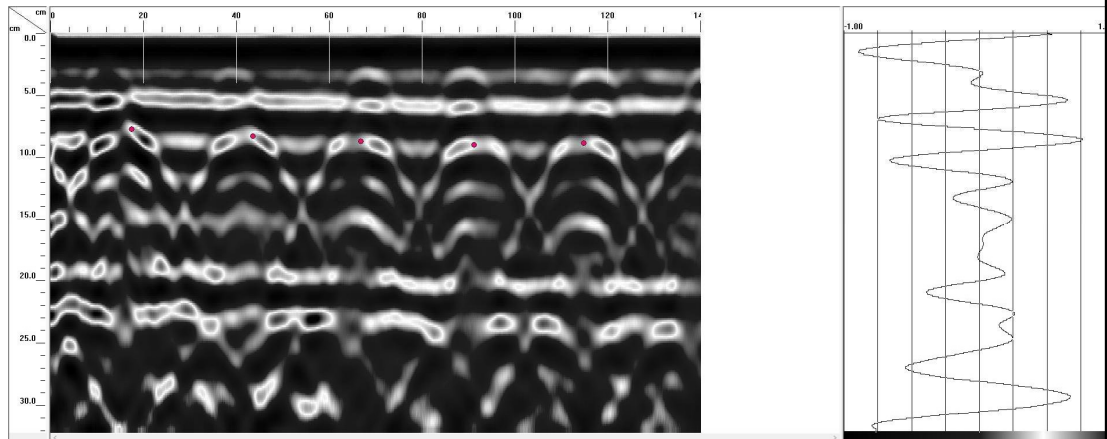


구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
배력철근	측정치	59 ~ 136	203 ~ 270

장암교 철근탐사시험 결과

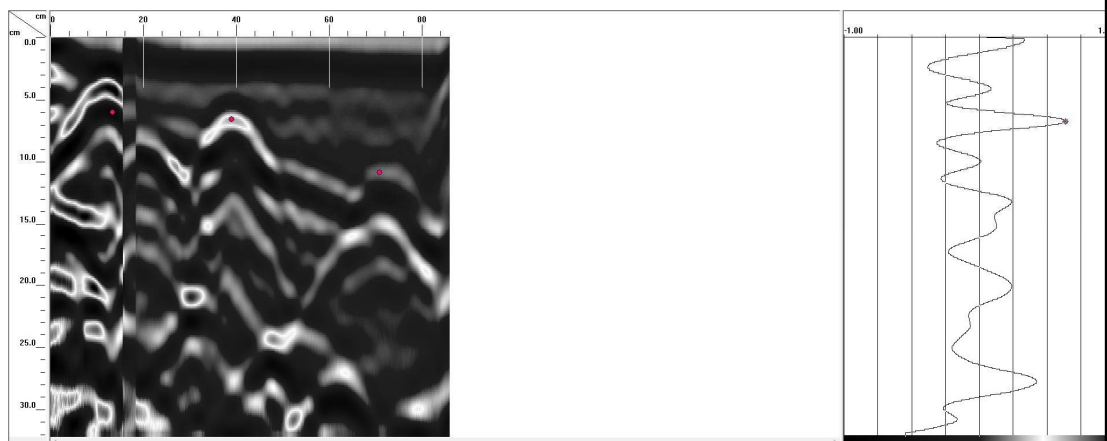
측정위치 : S4 캔틸레버(우)

주
철
근



구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
주철근	측정치	77 ~ 90	232 ~ 261

배
력
철
근

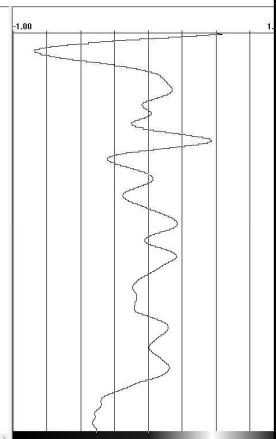
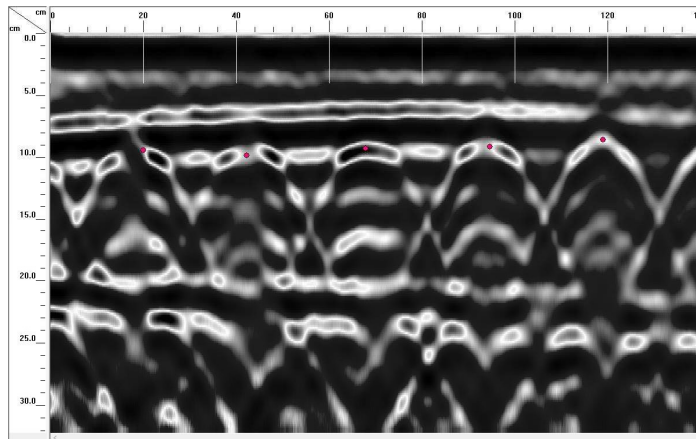


구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
배력철근	측정치	59 ~ 108	256 ~ 318

장암교 철근탐사시험 결과

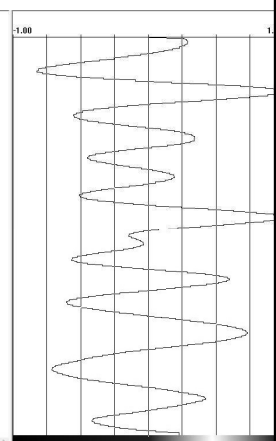
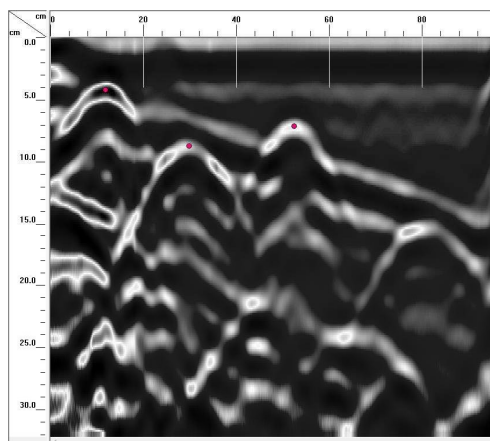
측정위치 : S5 캔틸레버(우)

주
철
근



구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
주철근	측정치	85 ~ 98	222 ~ 267

배
력
철
근

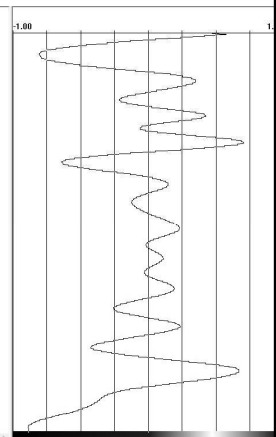
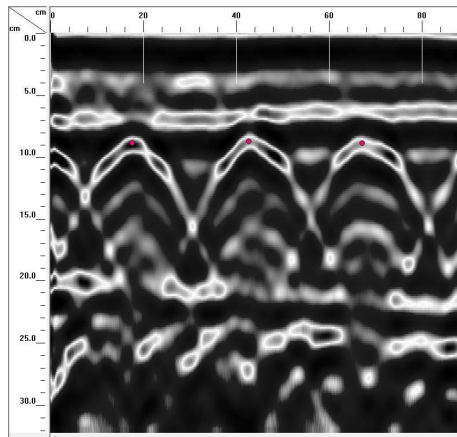


구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
배력철근	측정치	42 ~ 87	180 ~ 226

장암교 철근탐사시험 결과

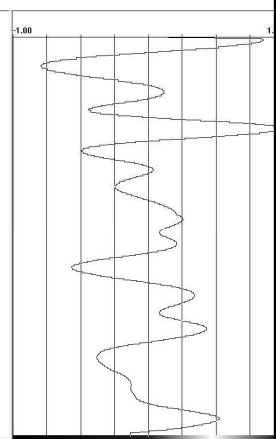
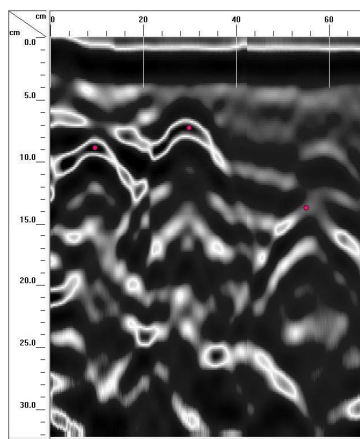
측정위치 : S6 캔틸레버(우)

주
철
근



구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
주철근	측정치	87 ~ 88	243 ~ 251

배
력
철
근

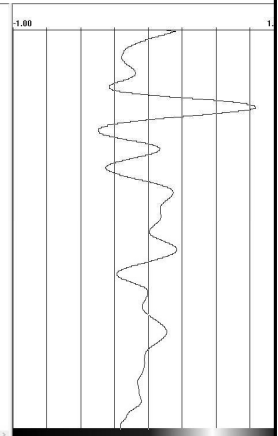
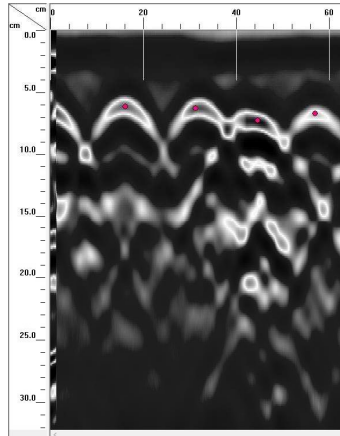


구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
배력철근	측정치	72 ~ 136	202 ~ 252

장암교 철근탐사시험 결과

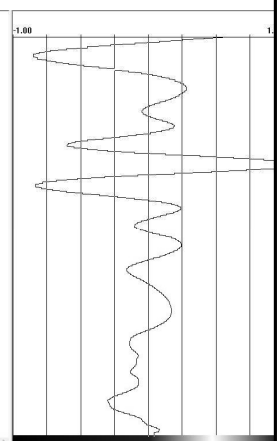
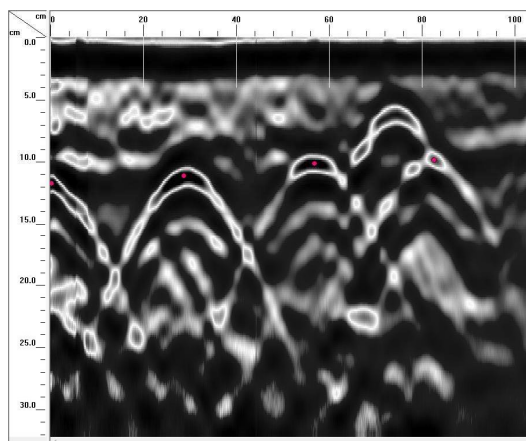
측정위치 : A1 교대 흥벽

주
철
근



구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
주철근	측정치	61 ~ 72	123 ~ 151

배
력
철
근

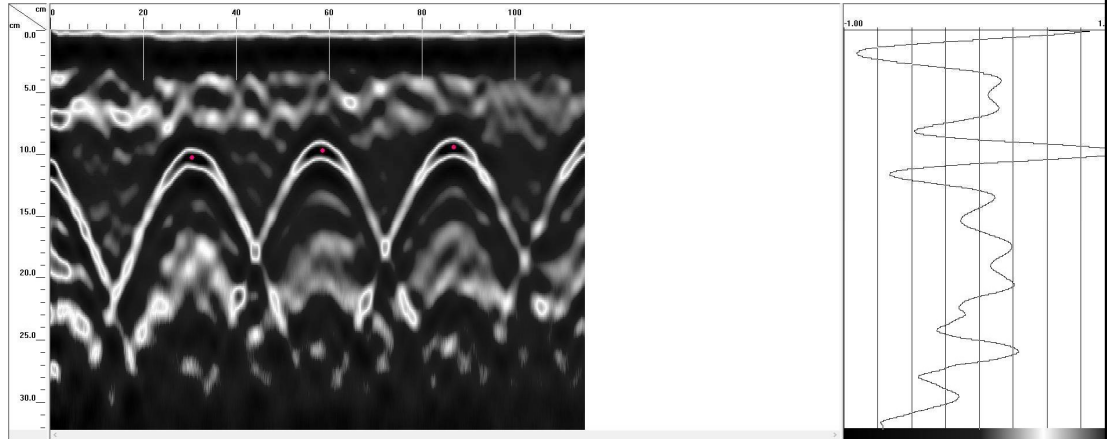


구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
배력철근	측정치	98 ~ 116	257 ~ 285

장암교 철근탐사시험 결과

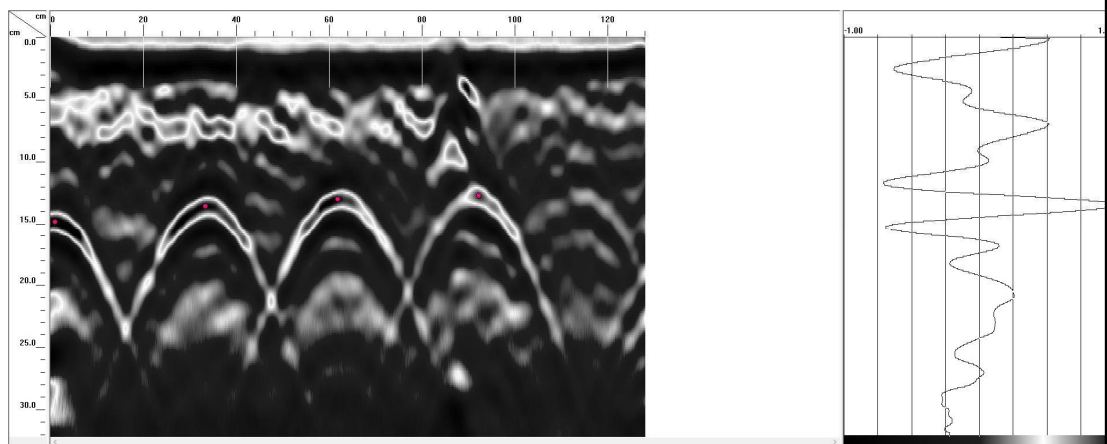
측정위치 : A2 교대 구체

주
철
근



구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
주철근	측정치	94 ~ 102	281 ~ 282

배
력
철
근

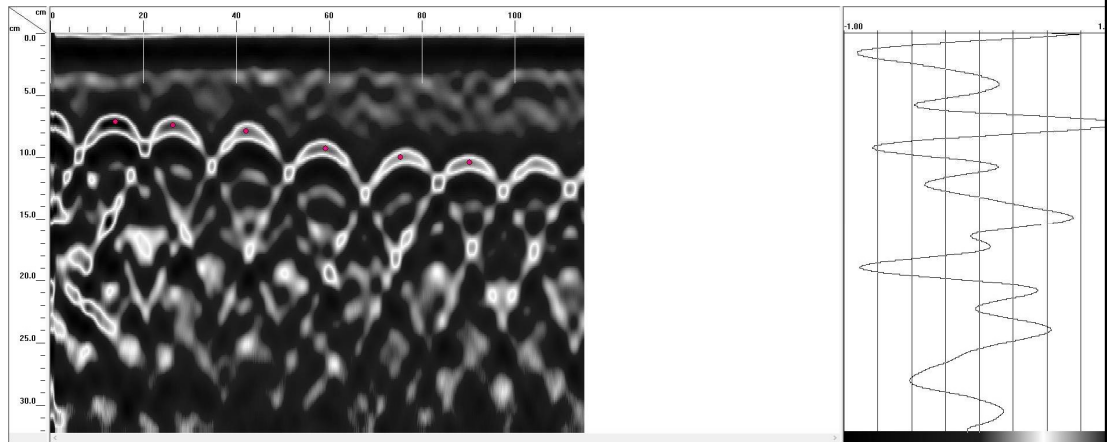


구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
배력철근	측정치	126 ~ 147	285 ~ 323

장암교 철근탐사시험 결과

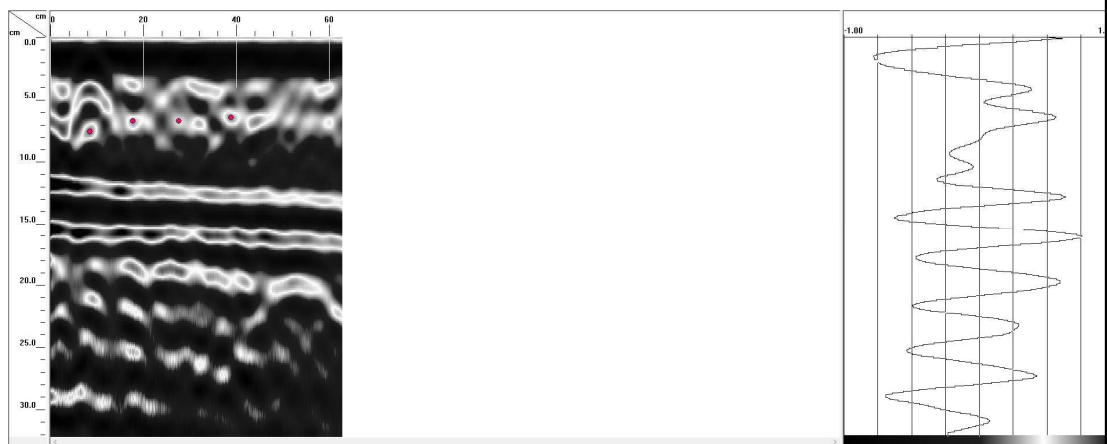
측정위치 : P1 교각 코핑부

주
철
근



구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
주철근	측정치	71 ~ 104	123 ~ 171

배
력
철
근

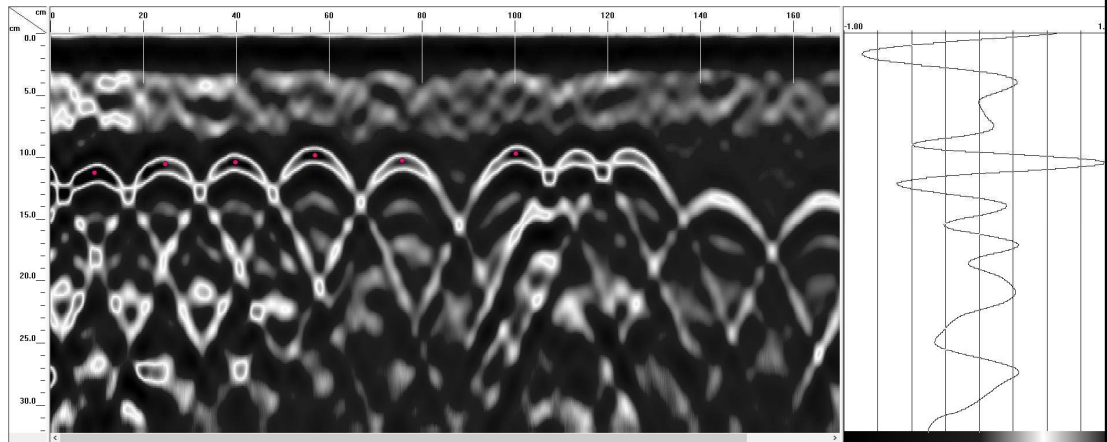


구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
배력철근	측정치	64 ~ 75	92 ~ 112

장암교 철근탐사시험 결과

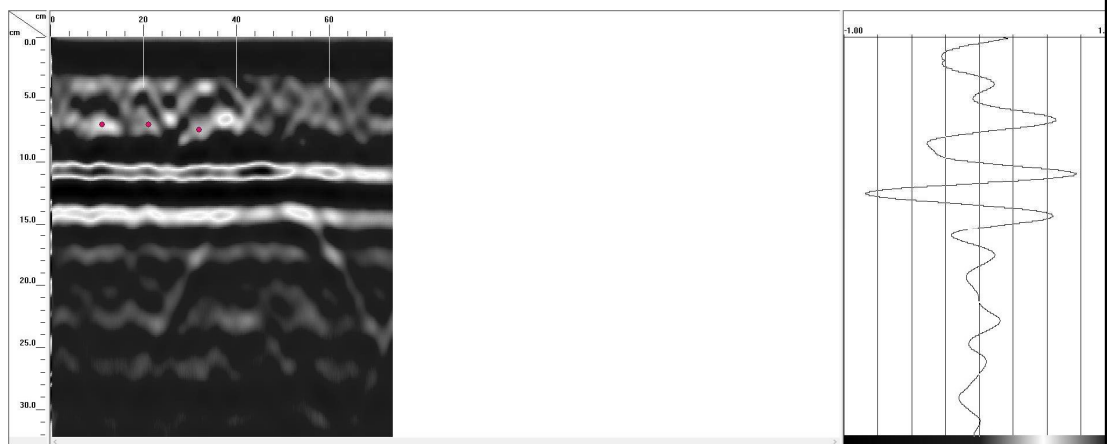
측정위치 : P2 교각 코핑부

주
철
근



구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
주철근	측정치	97 ~ 112	151 ~ 245

배
력
철
근

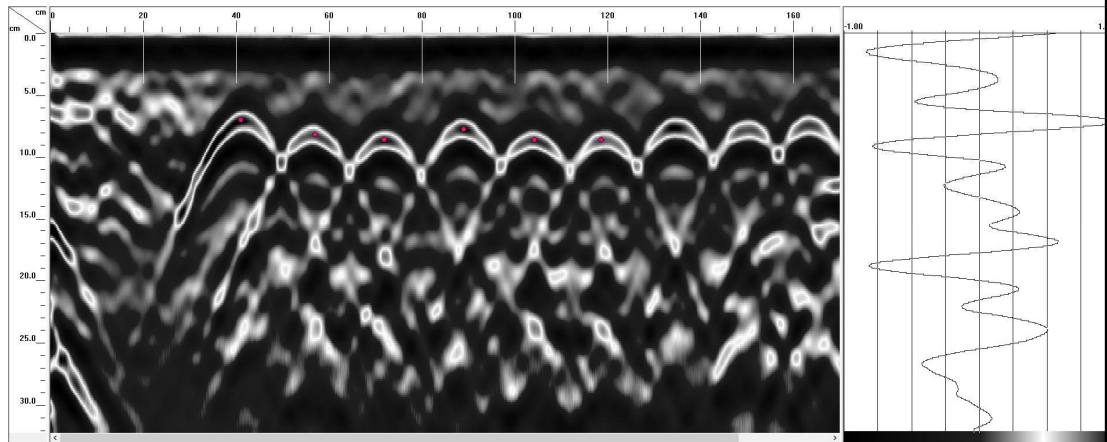


구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
배력철근	측정치	70 ~ 74	100 ~ 108

장암교 철근탐사시험 결과

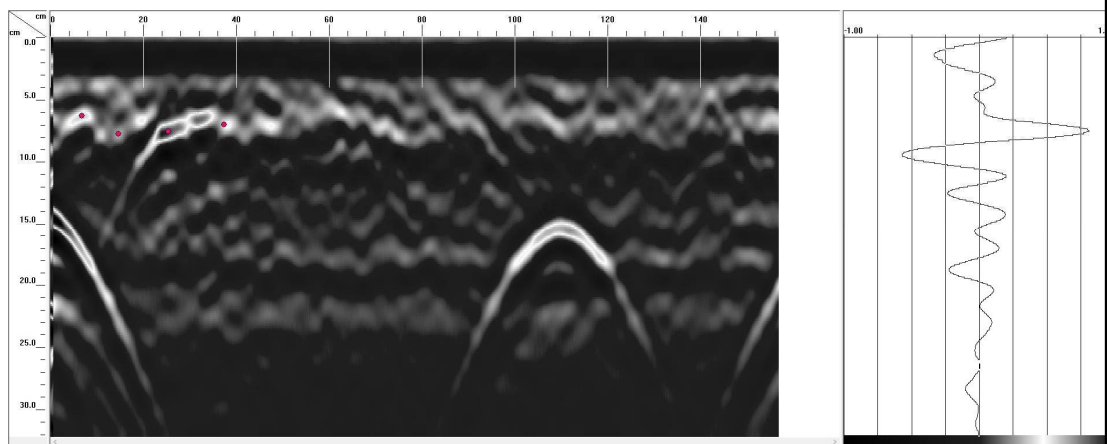
측정위치 : P3 교각 코핑부

주
철
근



구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
주철근	측정치	70 ~ 85	143 ~ 171

배
력
철
근

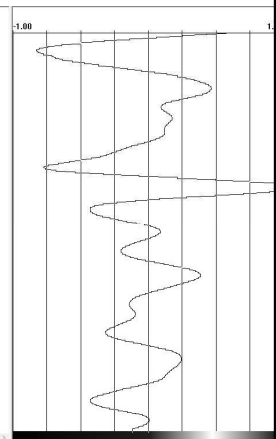
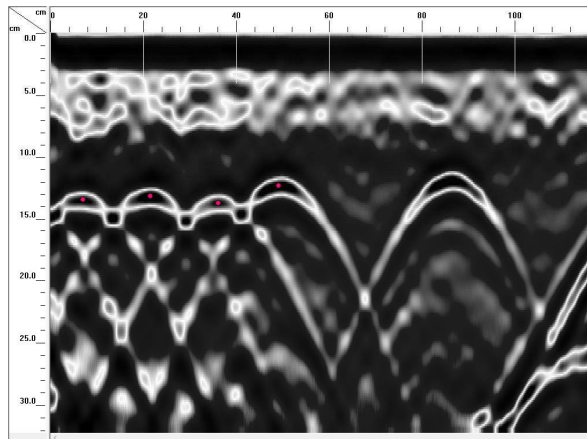


구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
배력철근	측정치	62 ~ 77	78 ~ 120

장암교 철근탐사시험 결과

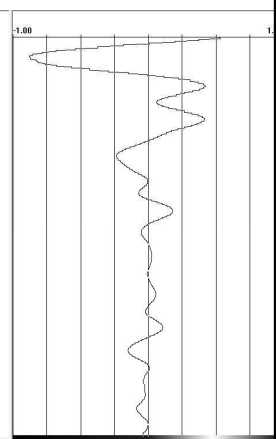
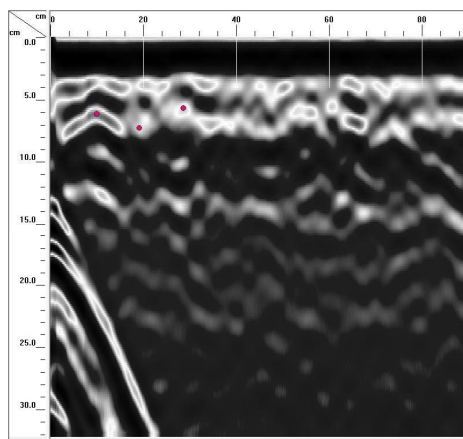
측정위치 : P4 교각 코핑부

주
철
근



구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
주철근	측정치	122 ~ 136	130 ~ 146

배
력
철
근

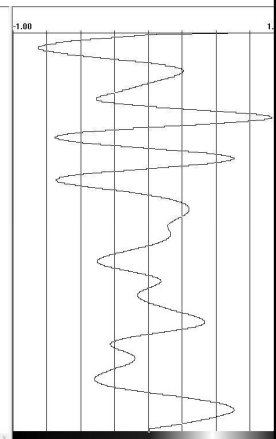
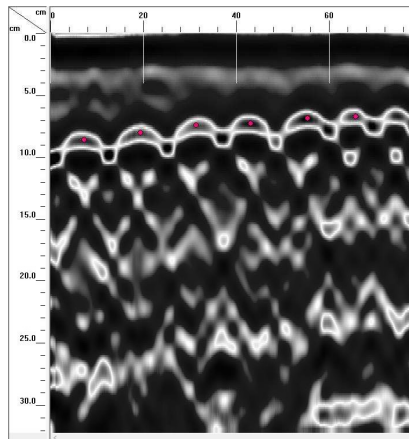


구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
배력철근	측정치	57 ~ 72	91 ~ 95

장암교 철근탐사시험 결과

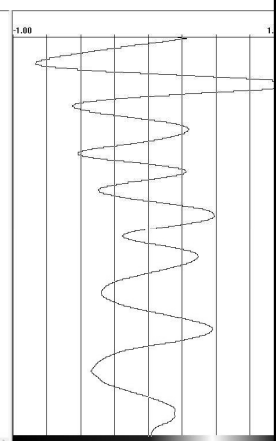
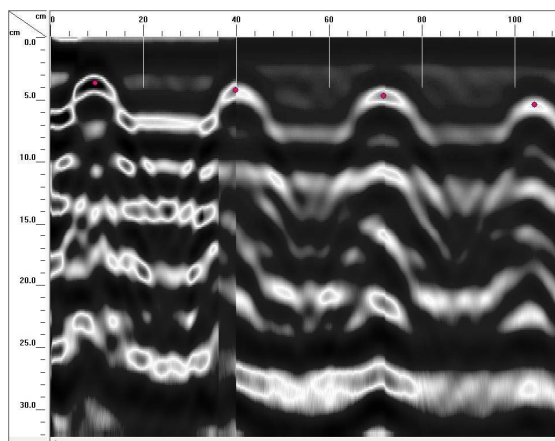
측정위치 : P5 교각 기둥부

주
철
근



구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
주철근	측정치	67 ~ 85	103 ~ 122

배
력
철
근



구 분		피복두께(mm)	배근간격(mm)
배력철근	측정치	36 ~ 54	302 ~ 325

염화물 함유량 시험

한국에스지이에스 주식회사 (건설시험연구원)

성적서 번호 : G-25-5812-R0
 진위확인용 랜덤번호 : SGS5oBvrYR

주소: 경기도 화성시 동탄산단 10길 20 및 동탄산단 10길 12
 전화: 031-669-0600 팩스:031-646-0888
<https://www.sgs.com/ko-kr>

1. 의뢰인

- 기 관 명 : ㈜양지
- 주 소 : 충청남도 공주시 대통2길 18(봉황동)
- 의뢰일자 : 2025년 11월 26일

2. 시험성적서의 용도 : 제출용

3. 시험대상품목 또는 물질, 시료명 : 콘크리트 분말

4. 시험기간 : 2025년 11월 26일 ~ 2025년 12월 11일

5. 시험장소 : ☒ 고정시험실 ☐ 현장시험

(주소 : 경기도 화성시 동탄산단 10길 20 및 동탄산단 10길 12)

6. 시험결과 : 2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)

- 다음 페이지 참조 -

실무자 : 임 성 혜

Tel : 031-669-0650

임성혜

기술책임자 : 김 호 진

Tel : 031-646-0804

김호진

- ※비 고 : 1. 이 시험성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인정과 관련이 없습니다.
 2. 이 성적서는 당초 의뢰자가 제출한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증 하지는 않습니다.
 3. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
 4. 이 성적서의 원본 진위확인용 한국에스지이에스 온라인 성적서 조회 홈페이지
 (<https://e-checking.kr.sgs.com/NewEchecking?pane=Construction>) 및 아래 QR코드로 접속하여 열람이 가능합니다.



위·변조 확인용 QR 코드

2025년 12월 15일

한국에스지이에스 주식회사 (건설시험연구원)



페이지 1 / 2

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

CQP-708-001-F08 (03)_2025.10.13.

SGS Korea Co., Ltd.

20, Dongtansandan 10-gil and 12, Dongtansandan 10-gil, Hwaseong-si, Gyeonggi-do, Korea, 18487 t +82(0)31 646 0800 f +82(0)31 646 0888 www.sgs.com

Member of SGS Group (Société Générale de Surveillance)

연 번	시 험 종 목		단 위	시 험 방 법	시 험 결 과	
1	S6 SLAB	전 염화물	%	KS F 2713 : 2017 (산-가용성 추출방법)	0-25 mm	0.0202
			%		25-50 mm	0.0182
			%		50-70 mm	0.0159
		환산 염화물함량	kg/m³		0-25 mm	0.457
			kg/m³		25-50 mm	0.411
			kg/m³		50-70 mm	0.359
2	A2 교대	전 염화물	%	KS F 2713 : 2017 (산-가용성 추출방법)	0-30 mm	0.0643
			%		30-60 mm	0.0436
			%		60-90 mm	0.0260
		환산 염화물함량	kg/m³		0-30 mm	1.455
			kg/m³		30-60 mm	0.987
			kg/m³		60-90 mm	0.589
3	P5 교각	전 염화물	%	KS F 2713 : 2017 (산-가용성 추출방법)	0-15 mm	0.0145
			%		15-30 mm	0.0125
			%		30-50 mm	0.0117
		환산 염화물함량	kg/m³		0-15 mm	0.329
			kg/m³		15-30 mm	0.284
			kg/m³		30-50 mm	0.265

※ 환산 염화물함량 산출시 기건 상태 건조 밀도는 2 263 kg/m³ 적용 : KS F 2714 : 2017

- 끝 -

보고서 번호 : KMI-UT-25-1127-01

초 음 파 탐 상 검 사
(ULTRASONIC TESTING)

보고서 번호 : KMI-UT-25-1127-01

공사명 : 충남 공주시 장암교 안전진단

발 주 처 : 공주시청

공 사 명 : 충남 공주시 장암교 안전진단

검사일자 : 2025년 11월 27일

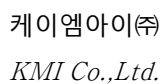
검사장소 : 장암교 현장

검사수량 : 36 POINTS

 케이엠아이 (주)



 케이엠아이(주) KMI Co.,Ltd.		ULTRASONIC EXAMINATION REPORT 초음파탐상검사보고서						Report No. 보고서 번호		KMI-UT-25-1127-01	
								Page No. 페이지 번호		1 of 5	
Customer 주문주 / Manufacturer 제작자 공주시청			Project Name/No. 공사명/공사번호 충남 공주시 장암교 안전진단					Item Name/No. 제품명/제품번호 STEEL BOX GIRDER			
Material 재질 / Heattreatment 열처리 N / A			Surface Condition 표면상태 ■ As Weld □ As Cast □ As M/C					Dwg.No/Rev No. 도면번호/개정번호 N / A			
Test Thickness 두께 10 ~ 32T			Procedure 절차서 / App.Spec. 적용규격 KS B 0896					Acceptance Criteria 합격기준 KMI-UTP-K01			
Welding Process 용접법 ■ FCAW □ SMAW □ SAW □ GMAW			Joint Type 이음부형상 / Groove Config. 개선편형상 ■ Butt ■ T-JOINT / ■ Single V					Cal. Block ID / No. 교정시험편 / 일련번호 ■ STB-A1 ■ A2 BLOCK			
Examination Method 검사방법 ■ Contact □ Immersion			Examination Technique 탐상기법 / Wave Mode 파형 ■ Angle □ Straight / □ Longitudinal □ Shear					Surface Temp. Diff. 표면온도차 : 1 °c Block : 16 °c Exam Part : 17 °c			
Std Sensitivity 표준 / Scan Sensitivity 주사감도 ■ DAC 100% / ■ DAC 100% + 6dB			Couplant 접촉매질 ■ CMC □ Oil □					Cable Type 케이블형태 / Cable Length 케이블 길이 ■ RG174U / MPKLL ■ PKLL / 2 m			
Flaw Detector 탐상기	Maker 제작사	Model 모델	Serial No. 일련번호		Calibration Due Date 교정유효일자		Reflector 반사원				
	SONATEST	D20+	I007687		25. 04. 22. ~ 26. 04. 21.		S. H. Linearity 스크린높이직선성		± 5 %FSH		
Probe 탐촉자	Model 모델	Serial No. 일련번호	Freq. 주파수	Elem. Size 진동자크기	Nomi. Ang. 공칭 굴절각	Actual Ang. 실 굴절각	Cal. Range 측정범위	Std Sen. 표준감도	T. C 전위보상	Scan Sen. 탐상감도	
	KA4-70	H6175	4 MHz	8X9 mm	70 °	70 °	125 mm	68 dB	0 dB	72 dB	
	KS4-10@	SH1265	4 MHz	10 Ø	0 °	0 °	50 mm	52 dB	0 dB	64 dB	
			MHZ	mm	°	°	mm				
Note 기록사항											
Identification No. 확인번호	Q'TY 수량	Result 결과		Evaluation 평가						Remarks 비고	
		Accept 합격	Reject 불합격	Location 위치 (mm)	Length 길이 (mm)	Width 폭 (mm)	Depth 깊이 (mm)	Max. Res 최대반사값 (DAC %)	REF' Level		Indication Type 지시종류
G1-S1-P1	1	V		N O N E							
G1-S1-P2	1	V		N O N E							
G1-S2-P3	1	V		N O N E							
G1-S2-P4	1	V		N O N E							
G1-S3-P5	1	V		N O N E							
G1-S3-P6	1		V	300	150	-10	9~11	100	4	LF	
G1-S4-P7	1	V		N O N E							
G1-S4-P8	1	V		N O N E							
G1-S5-P9	1	V		N O N E							
□ Sketch on dot line. If necessary or □ Attached. 필요시 점선안에 스케치 또는 첨부할 것.											
Examined by 이 상 엽				Date of Examination 검사일자				2025년 11월 27일			
검 사 자				Date of Report 보고서 작성일자				2025년 11월 28일			
Name				Maker QA Manager							
Signature				□ Witnessed by							
Level				□ Reviewed by							
Approved by 김 태 한				Class / Third party							
Name				□ Witnessed by							
Signature				□ Reviewed by							
Level				Customer							
승 인 자				□ Witnessed by							
Name				□ Reviewed by							
Signature											
Level											



초 음 파 탐 상 검 사 보 고 서

KMI-UT-25-1127-01

2 of 5

양식 QP-075-U-W1-B(Rev.0)



케이엠아이(주)
KMI Co.,Ltd.

ULTRASONIC EXAMINATION REPORT
초 음 파 탐 상 검 사 보 고 서

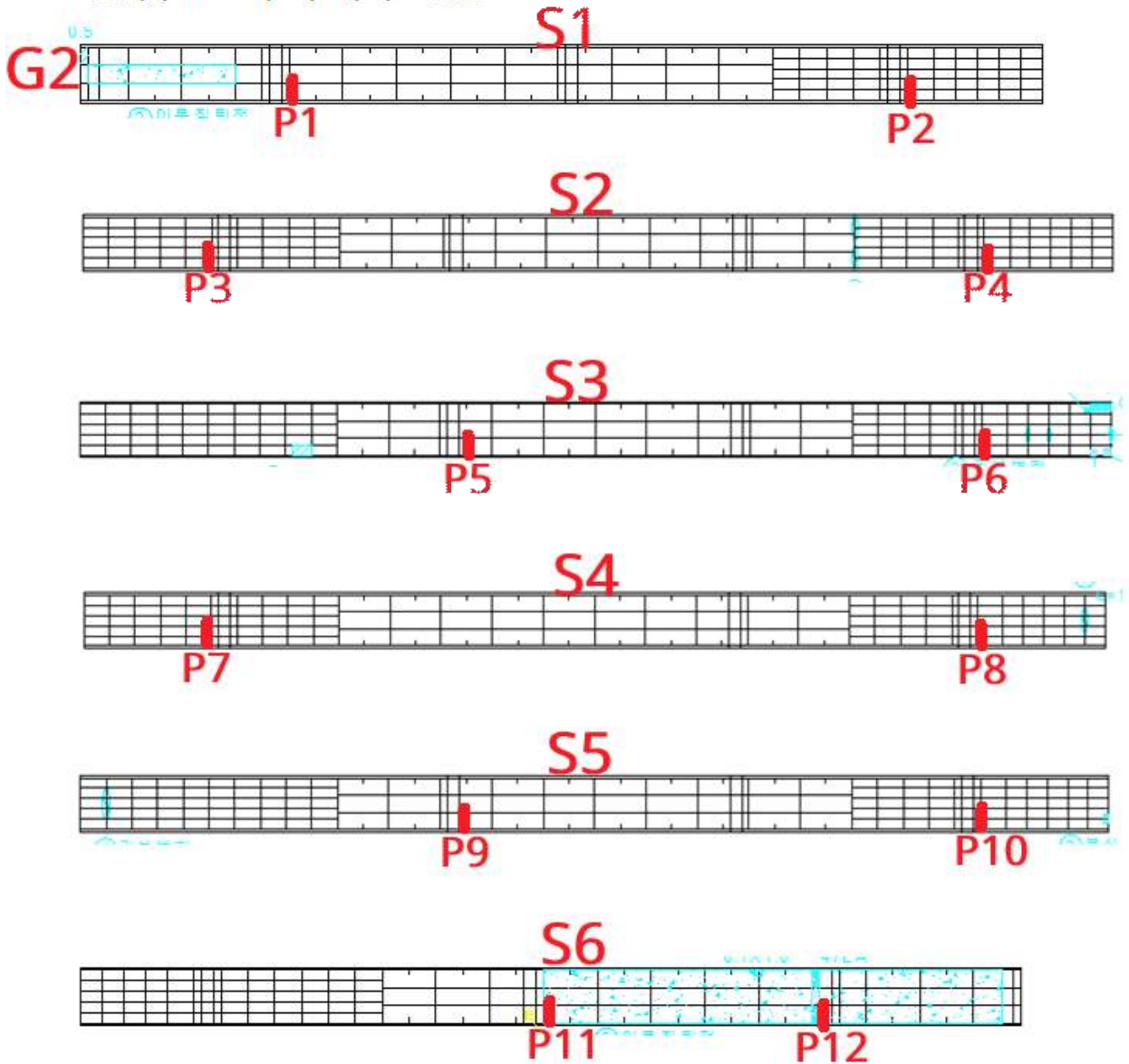
Report No.
보고서 번호

KMI-UT-25-1127-01

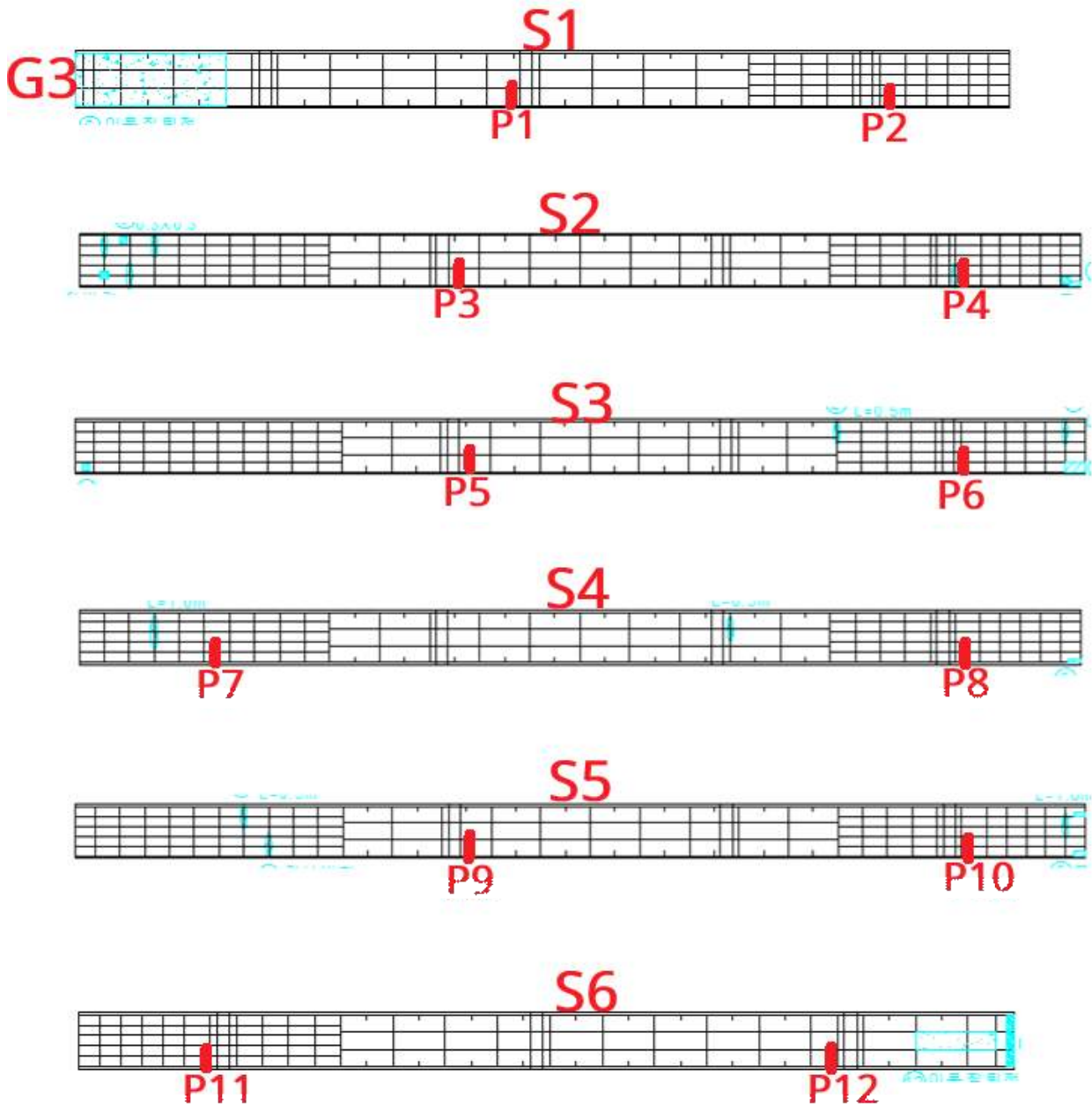
Page No.
페이지 번호

4 of 5

장암교 거더내부 G2



장암교 거더내부 G3



사 진 대 장



G1-S1-P1



G1-S1-P2



G1-S2-P3



G1-S2-P4



G1-S3-P5



G1-S3-P6

사 진 대 장



G1-S4-P7



G1-S4-P8



G1-S5-P9



G1-S5-P10



G1-S6-P11



G1-S6-P12

사 진 대 장



G2-S1-P1



G2-S1-P2



G2-S2-P3



G2-S2-P4



G2-S3-P5

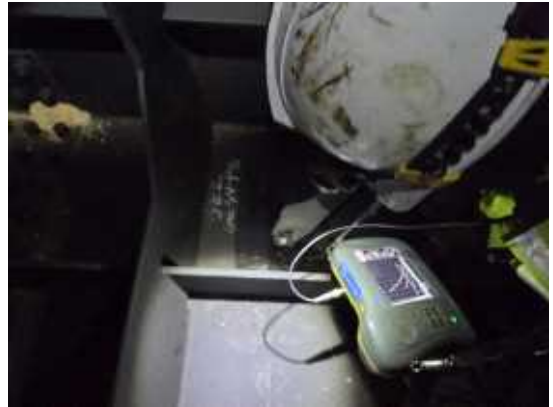


G2-S3-P6

사 진 대 장



G2-S4-P7



G2-S4-P8



G2-S5-P9



G2-S5-P10



G2-S6-P11



G2-S6-P12

사 진 대 장



G3-S1-P1



G3-S1-P2



G3-S2-P3



G3-S2-P4



G3-S3-P5



G3-S3-P6

사 진 대 장



G3-S4-P7



G3-S4-P8



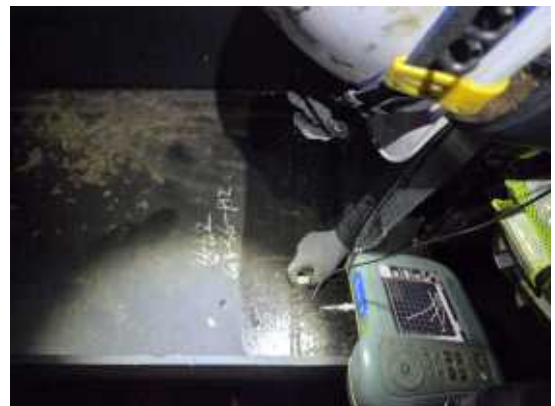
G3-S5-P9



G3-S5-P10

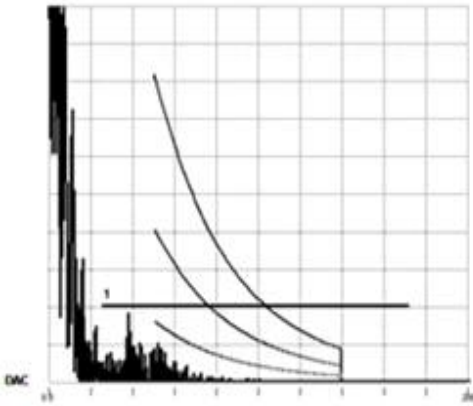


G3-S6-P11

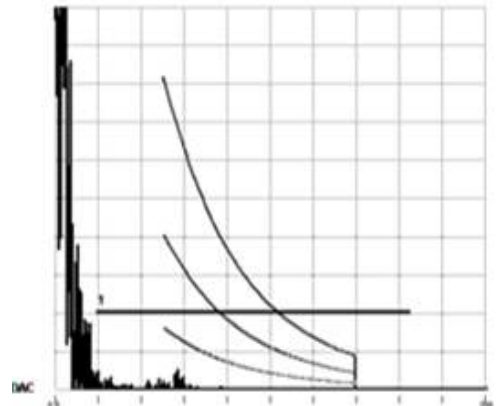


G3-S6-P12

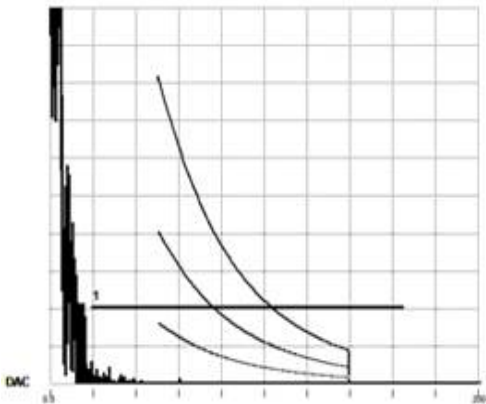
초음파탐상검사 DATA



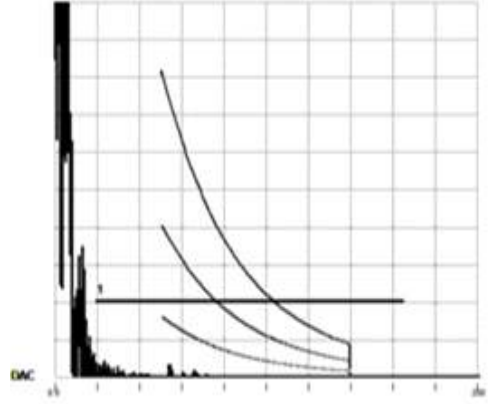
G1-S1-P1



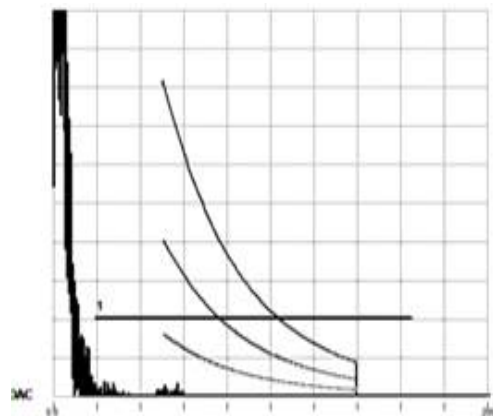
G1-S1-P2



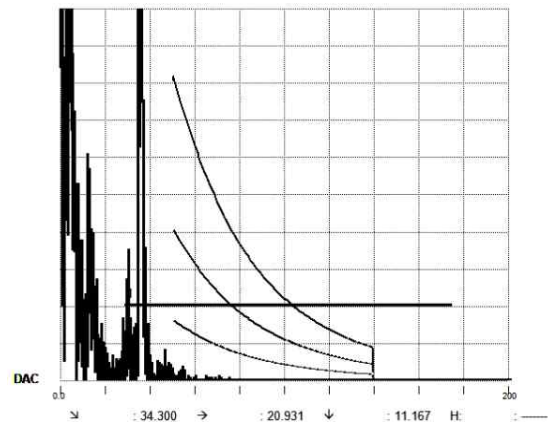
G1-S2-P3



G1-S2-P4

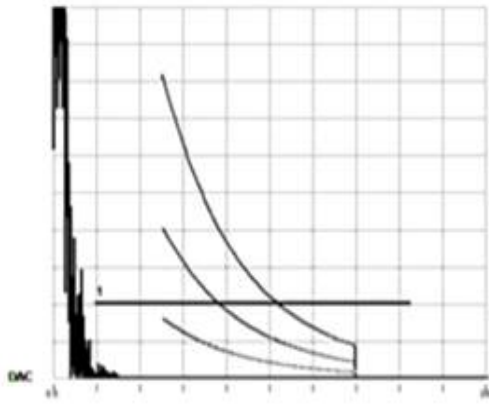


G1-S3-P5

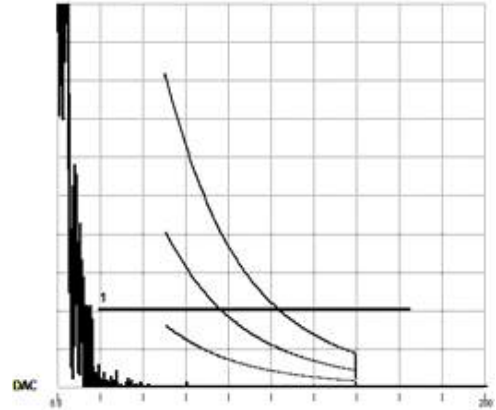


G1-S3-P6

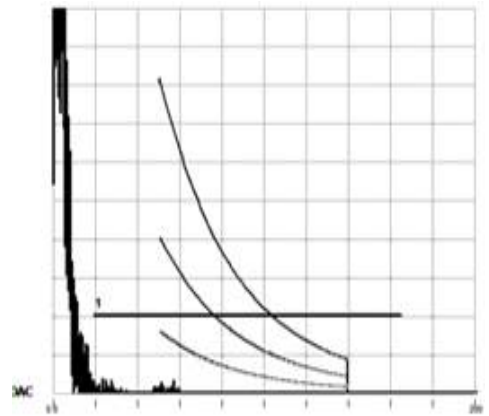
초음파탐상검사 DATA



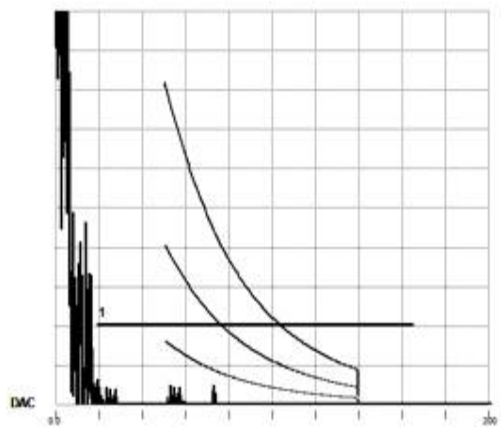
G1-S4-P7



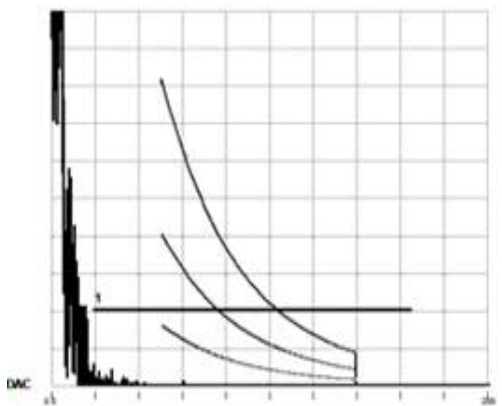
G1-S4-P8



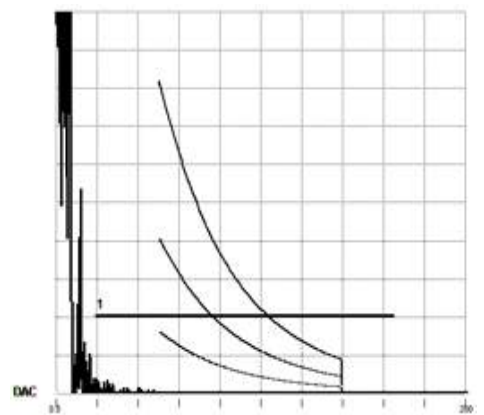
G1-S5-P9



G1-S5-P10

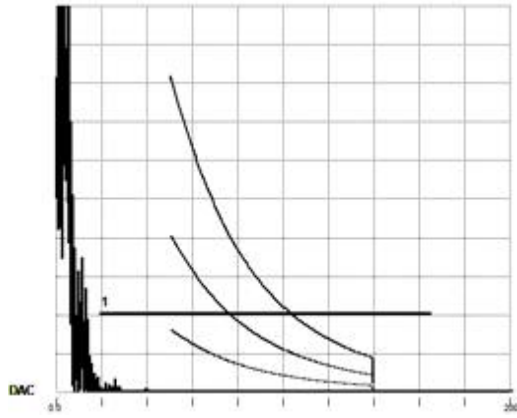


G1-S6-P11

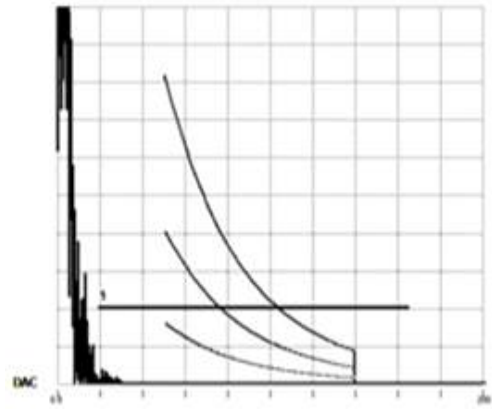


G1-S6-P12

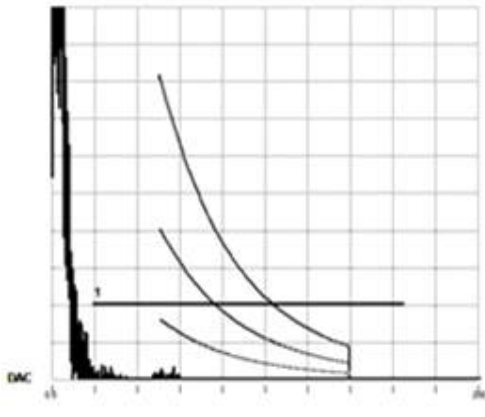
초음파탐상검사 DATA



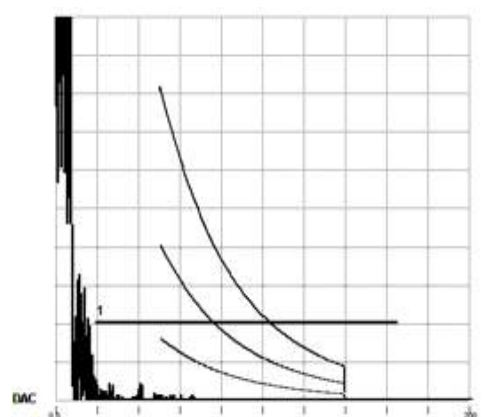
G2-S1-P1



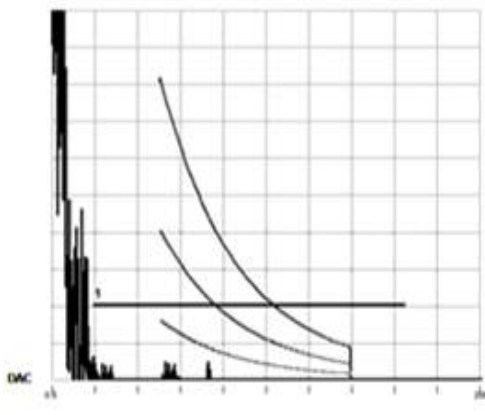
G2-S1-P2



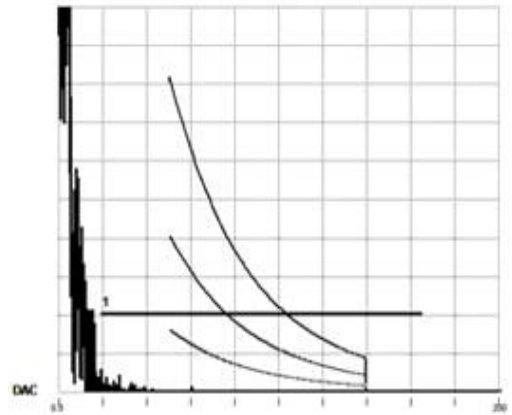
G2-S2-P3



G2-S2-P4

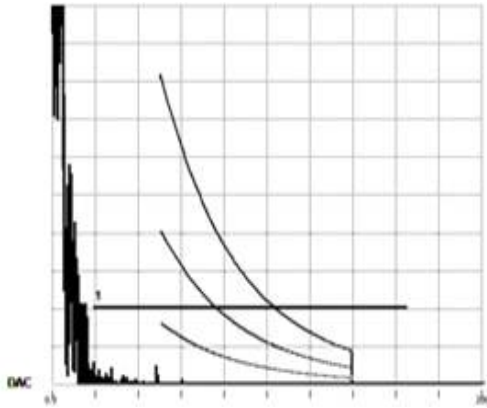


G2-S3-P5

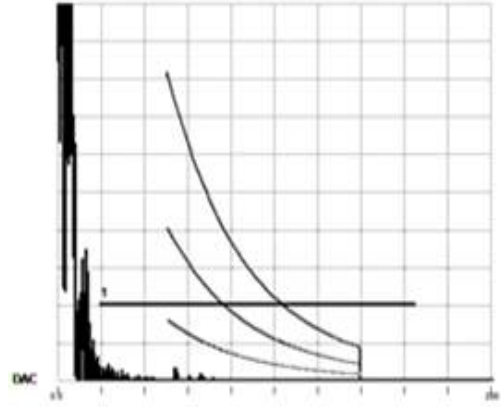


G2-S3-P6

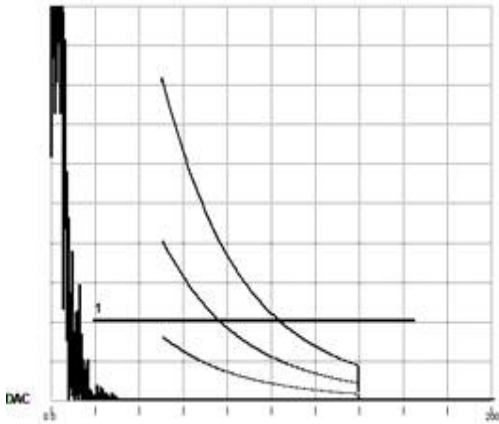
초음파탐상검사 DATA



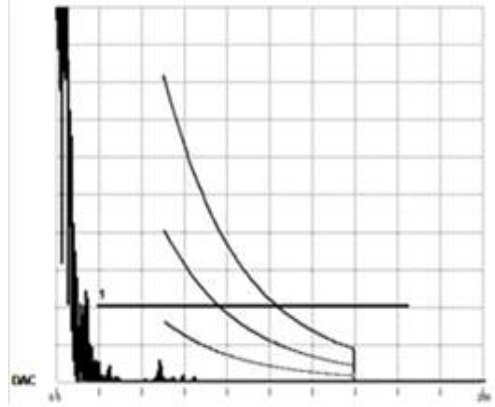
G2-S4-P7



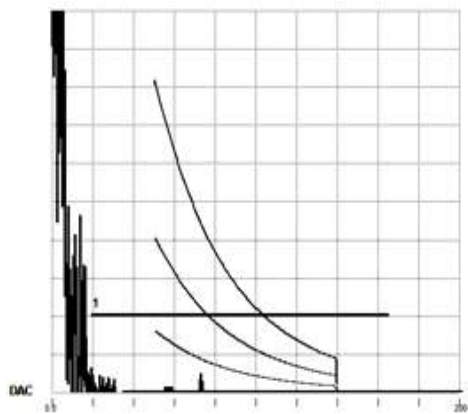
G2-S4-P8



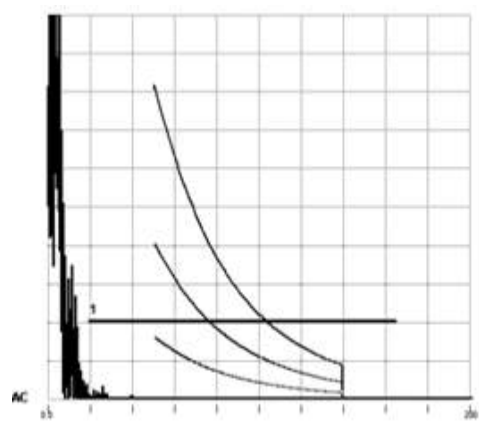
G2-S5-P9



G2-S5-P10

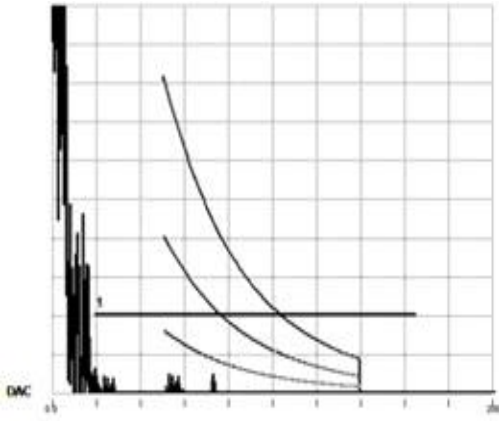


G2-S6-P11

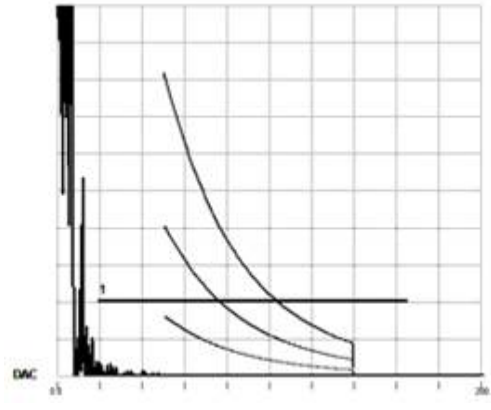


G2-S6-P12

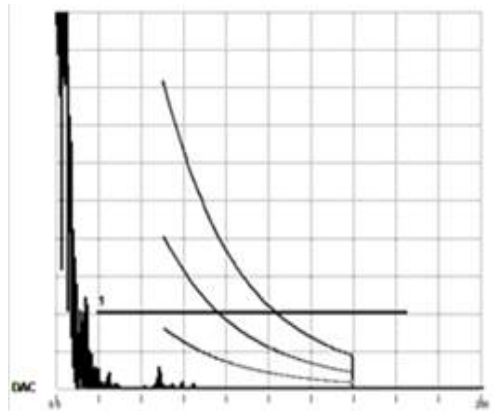
초음파탐상검사 DATA



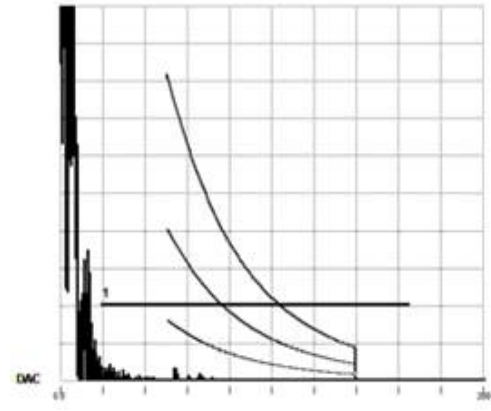
G3-S1-P1



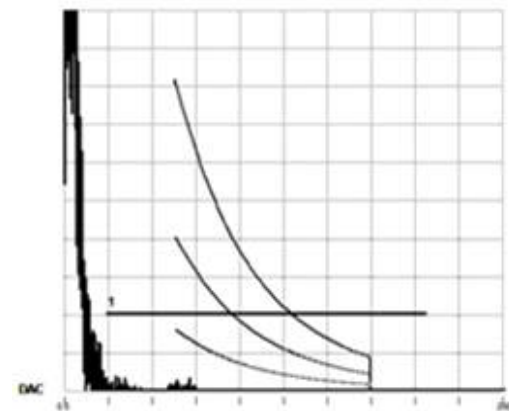
G3-S1-P2



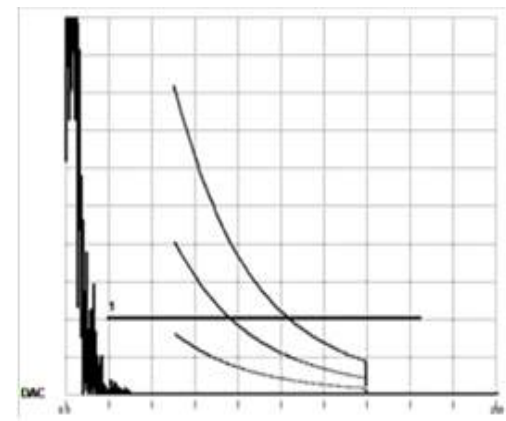
G3-S2-P3



G3-S2-P4

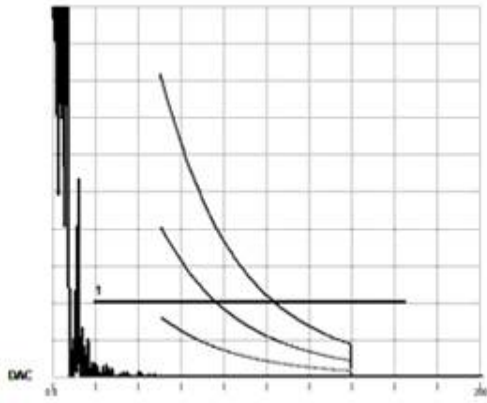


G3-S3-P5

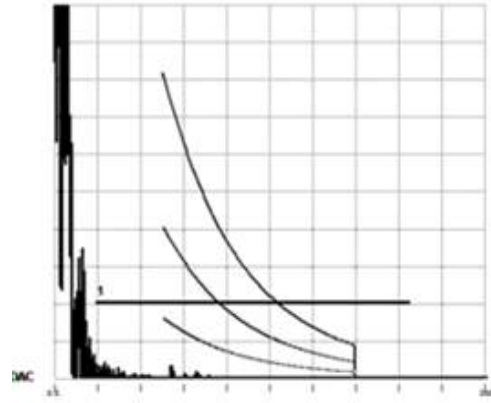


G3-S3-P6

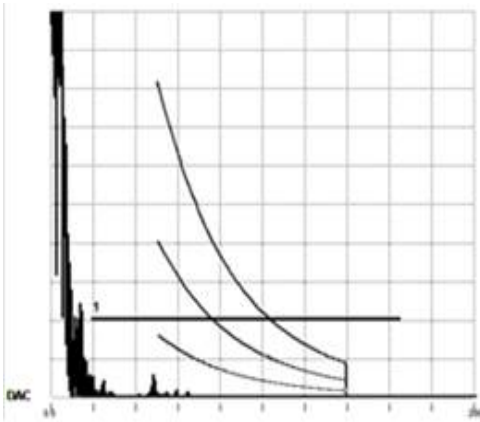
초음파탐상검사 DATA



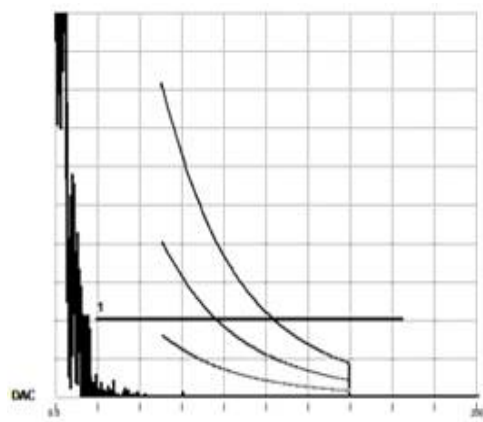
G3-S4-P7



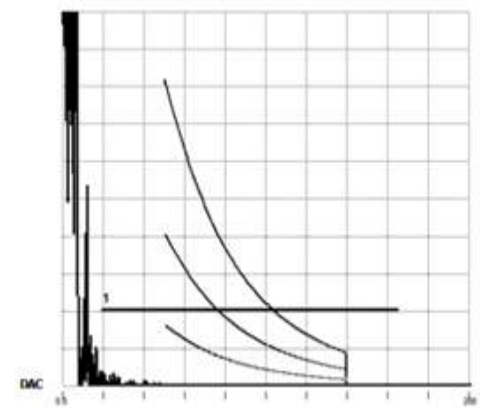
G3-S4-P8



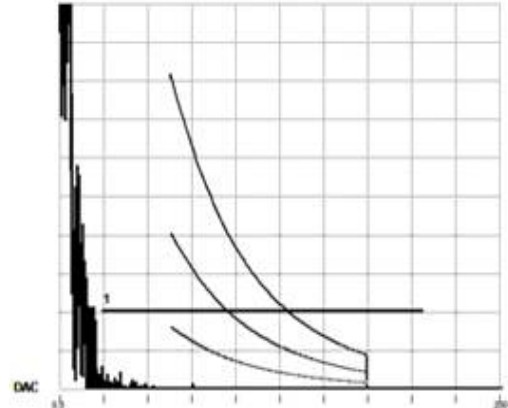
G3-S5-P9



G3-S5-P10



G3-S6-P11



G3-S6-P12

4. 안전성능 평가 결과 자료

[장암교] [STB거더교] 상태안전성능평가 결과표

개별교량명 : 장암교											
부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조	
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초
S1/A1	STB 거더교	b	b	a	d	c	c	b	c	c	q
S2/P1	STB 거더교	b	b	b	d	c	c	N/A	b	b	q
S3/P2	STB 거더교	b	b	b	d	c	c	N/A	b	b	q
S4/P3	STB 거더교	b	b	b	d	c	c	N/A	b	b	q
S5/P4	STB 거더교	c	b	a	d	c	c	N/A	b	b	q
S6/P5	STB 거더교	b	b	b	d	c	c	N/A	m	y	[
A2	STB 거더교							b	c	c	q
평균		0.233	0.200	0.167	0.700	0.400	0.400	0.467	0.257	0.286	-
가중치		15	25	4	4	3	2	7	15	25	-
(평균X가중치)/가중치합		0.035	0.050	0.007	0.028	0.012	0.008	0.033	0.039	0.071	-
1. 환산결함도 점수 =											0.282
2. 상태평가 결과 =											C

[장암교] [STB거더교] 상태안전성능평가 결과표

개별교량명 :		장암교				
구분	구조형식	환산 결함도점수	상태평가 결과	연장(m)	연장비	환산결함도점수 X 연장비
장암교	STB 거더교	0.282	C	280	1.000	0.282
합계(Σ)				280	1.0	0.282
<평가자 의견>						
1. 상태안전성능 환산결함도 점수 =						0.282
2. 상태안전성능 결과 =						C

[장암교] [STB거더교] 상태안전성능평가 결과표

교 량 명 :	장암교						
구성교량명	환산 결함도점수	안전성능평가 등급	연장 (M)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
장암교	0.282	C	280	4	1,120	1.000	0.282
합계(Σ)			280		1,120	1.0	0.282
<평가자 의견>							
1. 상태 안전성능 평가지수 =							0.282
2. 상태 안전성능 결과 =							C

교량 안전성 평가

장암교

상부 안전성평가 계산서

◆ 목 차 ◆

1. 설계조건
2. 단면가정
3. 유효폭계산
4. 단면검토
5. 바닥판 검토
6. 내하력 평가

1. 설 계 조 건

1.1 교 량 제 원

- (1) 교 량 명 : 장암교
- (2) 교 량 등 급 : 1 등급 (DB-24 및 DL-24 적용)
- (3) 교 량 형 식 : STEEL BOX GIRDER
- (4) 교 량 연 장 : $40.0+4@50.0+40.0 = 280.0$ m
- (5) 교 량 폭 원 : B = 19.500 m
- (6) Girder 제원 : B = 2.500 m H = 1.500~3.000 m
- (7) 사 각(Skew) : 0.000 °
- (8) 사용재료 및 물리적 특성치

① 강 재

▪ 사 용 재 료

주 부 재	SWS50B(상판, 하판, 복부판, 상부종리브, 하부종리브, 수평보강재, 지점부 다이아프램, 지점보강재, 솔플레이트)	
부 부 재	SWS41B(지점부의 다이아프램, 수직보강재, 횡리브, 일반부 가로보, 지점부 가로보)	
강재 탄성계수 (E _{st})	205,000.000	MPa
강재의 전단탄성계수 (G)	79,000.000	MPa

▪ 허용 응력 (MPa)

강		SS 400 SM 400 SMA400	SM 490	SM490Y SM 520 SMA490	SM 570 SMA570	HSB500	HSB600	HSB800
축방향 인장응력 및 휨 인장응력	40 이하	140	190	215	270	230	270	380
	40 초과 75 이하	130	175 (190)	200 (215)	260 (270)			
	75 초과 100이하			195 (215)	250 (270)			

강		SS 400 SM 400 SMA400	SM 490	SM490Y SM 520 SMA490	SM 570 SMA570	HSB500	HSB600	HSB800
힘 압축응력	40 이하	140	190	215	270	230	270	380
	40 초과 75 이하	130	175 (190)	200 (215)	260 (270)			
	75 초과 100이하			195 (215)	250 (270)			
전단응력	40 이하	80	110	125	155	135	155	220
	40 초과 75 이하	75	100 (110)	115 (125)	150 (155)			
	75 초과 100이하			115 (125)	145 (155)			
지압응력 (강판과 강판 사 이)	40 이하	210	285	325	405	345	405	570
	40 초과 75 이하	195	265 (285)	300 (325)	390 (405)			
	75 초과 100이하			295 (325)	375 (405)			

※ TMC 강재일 경우에는 ()안의 값을 적용한다.

압축플랜지가 콘크리트 바닥판 등에 직접 고정되어 있는 경우, 상자형 단면, π형 단면과 같이
횡자굴이 일어나기 어려운 경우 힘 압축응력 적용

▪ 항복 응력 (MPa)

강		SS 400 SM 400 SMA400	SM 490	SM490Y SM 520 SMA490	SM 570 SMA570	HSB500	HSB600	HSB800
기준 항복점	40 이하	235	315	355	450	380	450	690
	40 초과 75 이하	215	295 (315)	335 (355)	430 (450)			
	75 초과 100이하			325 (355)	420 (450)			

※ TMC 강재일 경우에는 ()안의 값을 적용하고, HSB 600인 경우에는 []안의 값을 적용한다.

▪ 국부좌굴을 고려하지 않는 허용 축방향 압축응력 (MPa)

강종 판두께 (mm)	SS 400 SM 400 SMA400	SM 490 [SM490C-TMC]	SM490Y SM 520 SMA490 [SM520C-TMC]	SM 570 SMA570 [SM570-TMC]
40 이하	$140 : \frac{l}{r} \leq 18.6$ $140 - 0.82 \left(\frac{l}{r} - 18.6 \right) :$ $18.6 < \frac{l}{r} \leq 92.8$ $\frac{1,200,000}{6,700 + \left(\frac{l}{r} \right)^2} : 92.8 < \frac{l}{r}$	$190 : \frac{l}{r} \leq 16.0$ $190 - 1.29 \left(\frac{l}{r} - 16.0 \right) :$ $16.0 < \frac{l}{r} \leq 80.1$ $\frac{1,200,000}{5,000 + \left(\frac{l}{r} \right)^2} : 80.1 < \frac{l}{r}$	$215 : \frac{l}{r} \leq 15.1$ $215 - 1.55 \left(\frac{l}{r} - 15.1 \right) :$ $15.1 < \frac{l}{r} \leq 75.5$ $\frac{1,200,000}{4,400 + \left(\frac{l}{r} \right)^2} : 75.5 < \frac{l}{r}$	$270 : \frac{l}{r} \leq 13.4$ $270 - 2.19 \left(\frac{l}{r} - 13.4 \right) :$ $13.4 < \frac{l}{r} \leq 67.1$ $\frac{1,200,000}{3,500 + \left(\frac{l}{r} \right)^2} : 67.1 < \frac{l}{r}$
40 초과 75 이하	$130 : \frac{l}{r} \leq 19.4$ $130 - 0.73 \left(\frac{l}{r} - 19.4 \right) :$ $19.4 < \frac{l}{r} \leq 97$ $\frac{1,200,000}{7,300 + \left(\frac{l}{r} \right)^2} : 97 < \frac{l}{r}$	$175 : \frac{l}{r} \leq 16.6$ $175 - 1.15 \left(\frac{l}{r} - 16.6 \right) :$ $16.6 < \frac{l}{r} \leq 82.8$ $\frac{1,200,000}{5,300 + \left(\frac{l}{r} \right)^2} : 82.8 < \frac{l}{r}$	$200 : \frac{l}{r} \leq 15.5$ $200 - 1.4 \left(\frac{l}{r} - 15.5 \right) :$ $15.5 < \frac{l}{r} \leq 77.7$ $\frac{1,200,000}{4,700 + \left(\frac{l}{r} \right)^2} : 77.7 < \frac{l}{r}$	$260 : \frac{l}{r} \leq 13.7$ $260 - 2.07 \left(\frac{l}{r} - 13.7 \right) :$ $13.7 < \frac{l}{r} \leq 68.6$ $\frac{1,200,000}{3,600 + \left(\frac{l}{r} \right)^2} : 68.6 < \frac{l}{r}$
75 초과 100 이하	$195 : \frac{l}{r} \leq 15.8$ $195 - 1.35 \left(\frac{l}{r} - 15.8 \right) :$ $15.8 < \frac{l}{r} \leq 78.9$ $\frac{1,200,000}{4,800 + \left(\frac{l}{r} \right)^2} : 78.9 < \frac{l}{r}$	$250 : \frac{l}{r} \leq 13.9$ $250 - 1.96 \left(\frac{l}{r} - 13.9 \right) :$ $13.9 < \frac{l}{r} \leq 69.4$ $\frac{1,200,000}{3,700 + \left(\frac{l}{r} \right)^2} : 69.4 < \frac{l}{r}$		
비고	l : 부재의 유효 좌굴길이 (mm) r : 부재 총단면의 단면 회전 반경 (mm)			

※ TMC 강재일 경우에는 일반강재에 40이하 값을 사용함

강종 판두께 (mm)	HSB500	HSB600	HSB800	비 고
80 이하	$230 : \frac{l}{r} \leq 14.6$ $230 - 1.72 \left(\frac{l}{r} - 14.6 \right) :$ $14.6 < \frac{l}{r} \leq 73.0$ $\frac{1,200,000}{4,100 + \left(\frac{l}{r} \right)^2} : 73.0 < \frac{l}{r}$	$270 : \frac{l}{r} \leq 13.4$ $270 - 2.19 \left(\frac{l}{r} - 13.4 \right) :$ $13.4 < \frac{l}{r} \leq 67.1$ $\frac{1,200,000}{3,500 + \left(\frac{l}{r} \right)^2} : 67.1 < \frac{l}{r}$	$380 : \frac{l}{r} \leq 18.0$ $380 - 4.18 \left(\frac{l}{r} - 18.0 \right) :$ $18.0 < \frac{l}{r} \leq 54.2$ $\frac{1,200,000}{2,300 + \left(\frac{l}{r} \right)^2} : 54.2 < \frac{l}{r}$	
80 초과 100 이하				
비고	l : 부재의 유효 좌굴길이 (mm) r : 부재 총단면의 단면 회전 반경 (mm)			

▪ a) 이외의 허용 휨 압축 응력 (MPa)

강종		SS 400 SM 400 SMA400	SM 490 [SM490C-TMC]	SM490Y SM 520 SMA490 [SM520C-TMC]	SM 570 SMA570 SM570C-TMC]
$\frac{A_w}{A_c} \leq 2$	40 이하	$140 : \frac{l}{b} \leq 4.6$ $140 - 2.49(\frac{l}{b} - 4.6) :$ $4.6 < \frac{l}{b} \leq 30$	$190 : \frac{l}{b} \leq 4.0$ $190 - 3.91(\frac{l}{b} - 4.0) :$ $4.0 < \frac{l}{b} \leq 30$	$215 : \frac{l}{b} \leq 3.8$ $215 - 4.69(\frac{l}{b} - 3.8) :$ $3.8 < \frac{l}{b} \leq 27$	$270 : \frac{l}{b} \leq 3.4$ $270 - 6.64(\frac{l}{b} - 3.4) :$ $3.4 < \frac{l}{b} \leq 25$
	40 초과 75 이하	$130 : \frac{l}{b} \leq 4.9$	$175 : \frac{l}{b} \leq 4.1$	$200 : \frac{l}{b} \leq 3.9$ $200 - 4.24(\frac{l}{b} - 3.9) :$ $3.9 < \frac{l}{b} \leq 27$	$260 : \frac{l}{b} \leq 3.4$ $260 - 6.25(\frac{l}{b} - 3.4) :$ $3.4 < \frac{l}{b} \leq 25$
$\frac{A_w}{A_c} > 2$	40 이하	$140 : \frac{l}{b} \leq \frac{9.3}{K}$ $140 - 1.24(K\frac{l}{b} - 9.3) :$ $\frac{9.3}{K} < \frac{l}{b} \leq 30$	$190 : \frac{l}{b} \leq \frac{8.0}{K}$ $190 - 1.95(K\frac{l}{b} - 8.0) :$ $\frac{8.0}{K} < \frac{l}{b} \leq 30$	$215 : \frac{l}{b} \leq \frac{7.5}{K}$ $215 - 2.35(K\frac{l}{b} - 7.5) :$ $\frac{7.5}{K} < \frac{l}{b} \leq 27$	$270 : \frac{l}{b} \leq \frac{6.7}{K}$ $270 - 3.32(K\frac{l}{b} - 6.7) :$ $\frac{6.7}{K} < \frac{l}{b} \leq 25$
	40 초과 75 이하	$130 : \frac{l}{b} \leq \frac{9.7}{K}$	$175 : \frac{l}{b} \leq \frac{8.3}{K}$	$200 : \frac{l}{b} \leq \frac{7.8}{K}$ $200 - 2.12(K\frac{l}{b} - 7.8) :$ $\frac{7.8}{K} < \frac{l}{b} \leq 27$	$260 : \frac{l}{b} \leq \frac{6.9}{K}$ $260 - 3.12(K\frac{l}{b} - 6.9) :$ $\frac{6.9}{K} < \frac{l}{b} \leq 25$
비 고	75 초과 100 이하	$130 - 1.10(K\frac{l}{b} - 9.7) :$ $\frac{9.7}{K} < \frac{l}{b} \leq 30$	$175 - 1.74(K\frac{l}{b} - 8.3) :$ $\frac{8.3}{K} < \frac{l}{b} \leq 30$	$195 : \frac{l}{b} \leq \frac{7.9}{K}$ $195 - 2.04(K\frac{l}{b} - 7.9) :$ $\frac{7.9}{K} < \frac{l}{b} \leq 27$	$250 : \frac{l}{b} \leq \frac{6.9}{K}$ $250 - 2.97(K\frac{l}{b} - 6.9) :$ $\frac{6.9}{K} < \frac{l}{b} \leq 25$

A_w : 복부판의 총 단면적 (mm²)
 A_c : 압축플랜지의 총단면적 (mm²)
 l : 압축플랜지의 고정점간의 거리 (mm)
 b : 압축플랜지의 폭 (mm)
 $K : \sqrt{3 + \frac{A_w}{2A_c}}$

※ TMC 강재일 경우에는 ()안의 값을 적용한다.

종		HSB500	HSB600	HSB800	비 고
$\frac{A_w}{A_c} \leq 2$	100 이하	$230 : \frac{l}{b} \leq 3.6$ $230 - 5.19(\frac{l}{b} - 3.6) :$ $3.6 < \frac{l}{b} \leq 27$	$270 : \frac{l}{b} \leq 3.4$ $270 - 6.64(\frac{l}{b} - 3.4) :$ $3.4 < \frac{l}{b} \leq 25$	$380 : \frac{l}{b} \leq 5.4$ $380 - 12.63(\frac{l}{b} - 5.4) :$ $5.4 < \frac{l}{b} \leq 19$	
$\frac{A_w}{A_c} > 2$	100 이하	$230 : \frac{l}{b} \leq \frac{7.3}{K}$ $230 - 2.60(K\frac{l}{b} - 7.3) :$ $\frac{7.3}{K} < \frac{l}{b} \leq 27$	$270 : \frac{l}{b} \leq \frac{6.7}{K}$ $270 - 3.32(K\frac{l}{b} - 6.7) :$ $\frac{6.7}{K} < \frac{l}{b} \leq 25$	$380 : \frac{l}{b} \leq \frac{10.8}{K}$ $380 - 6.13(K\frac{l}{b} - 10.8) :$ $\frac{10.8}{K} < \frac{l}{b} \leq 19$	
비 고		A_w : 복부판의 총 단면적 (mm ²) A_c : 압축플랜지의 총단면적 (mm ²) l : 압축플랜지의 고정점간의 거리 (mm) b : 압축플랜지의 폭 (mm) $K : \sqrt{3 + \frac{A_w}{2A_c}}$			

▪ 강재 주거더의 허용응력 증가율

하중의 조합			증 가 율 (%)	
			정의 휨모멘트를 받는 부분	부의 휨모멘트를 받는 부분
1	크리프의 영향과 건조수축의 영향을 제외한 주하중		0	0
2	주 하 중	압 축 연	15	0
		인 장 연	0	0
3	주하중 + 바닥판 콘크리트와 강재 주거더와의 온도차	압 축 연	30	15
		인 장 연	15	15
4	가설시 하중	압 축 연	25	25
		인 장 연	25	25

▪ 마찰 이음용 고장력 볼트 허용력 (kN) (1볼트 1마찰면 마다)

급	F 8 T	F 10 T	S 10 T	F 13 T	S 13 T
M 20	31	39	39	50	50
M 22	39	48	48	63	63
M 24	45	56	56	73	73
M 27	58	73	73	-	-
M 30	71	89	89	-	-

② 바닥판 콘크리트

콘크리트 설계 기준강도 (f_{ck})	27.0 MPa
콘크리트 탄성계수 (E_c)	26,701.7 MPa
전단 탄성계수 (G_c)	15,576.0 MPa
탄성계수비 (n)	8.0
바닥판 콘크리트와 강재 주거더와의 온도차	10.000 °C
바닥판 콘크리트와 강재의 선팅창계수 (α)	0.000012
건조수축 계수 (ϵ_s)	0.000270
상 대 습 도	70.0 %
CREEP 계수 (ϕ_2)	$\phi_2 = 2\phi_1$: 2

③ 바닥판 철근

철근 설계 항복강도 (f_y)	400.0 MPa
철근 탄성계수 (E_s)	200,000.0 MPa

1.2 하 중 조 건

(1) 고 정 하 중

- ① 철근 콘크리트 : 25.000 kN/m³
- ② 무근 콘크리트 : 23.500 kN/m³
- ③ 강 재 : 78.500 kN/m³
- ④ 포장 콘크리트 : 23.000 kN/m³

(2) 활 하 중

① 설계 차선수 산정

$$W_c = 9.000 \text{ m}, N = 2 \text{ 차로 (상하행 왕복 4차로)}$$

$$W = W_c / N = 4.500 \text{ m} > 3.6 \text{ m} \therefore W = 3.600 \text{ m 적용}$$

② 1등급 교량으로서 DB-24 및 DL-24 하중을 적용한다.

▪ DB-24 하중

- 전륜하중 : $P_f = 24.000$ kN
- 후륜하중 : $P_r = 96.000$ kN

▪ DL-24 하중

- 차로당 등분포 하중 : $W_l = 12.700$ kN/m
- 모멘트 계산시 집중하중 : $P_m = 108.000$ kN
- 전단력 계산시 집중하중 : $P_s = 156.000$ kN

③ 충 격 계 수

▪ 1 지간

$$i = 15 / (40 + L) = 0.188 < 0.300$$

$$\therefore i = 0.188$$

▪ 2 지간

$$i = 15 / (40 + L) = 0.167 < 0.300$$

$$\therefore i = 0.167$$

(3) 콘크리트의 Creep와 건조수축의 영향

- 철근 콘크리트의 바닥판의 Creep와 건조수축의 영향에 대한 단면력을 검토한다.

(4) 지점침하에 의한 영향

- 각 지점에서 발생할 수 있는 부등침하의 발생을 가정하여 가장 불리한 단면력을 산정한다.

(5) 온도변화에 대한 영향

- 바닥판과 주형의 온도차 발생시 생기는 단면력 및 응력을 산정하고 이때의 온도 변화는 직선변화 한다고 가정한다.

(6) 충 돌 하 중

- 다음에 제시된 충돌력은 난간인 경우 바닥판의 설계에만 사용하며, 이 충돌력만을 사용하여 차량 방호 울타리 자체를 설계하는 것은 곤란하다.

수 평 력 (kN/m)		작용 높이	수 직 력 (kN/m)
도심 도로상	일반 도로상		
3.750	2.500	난간 상단부	1.000

- 다음에 제시된 충돌력은 벽식 강성 방호 울타리인 경우 바닥판의 설계에만 사용하며, 이 충돌력만을 사용하여 차량 방호 울타리 자체를 설계하는 것은 곤란하다.

① 수평 충돌력 H는 노면상 1.0m 높이에 교축을 따라 1.0m마다 작용하면 다음 식에 의하여 구한다.

$$H = \left(\frac{V}{60}\right)^2 \times 7.5 + 2.5 \text{ (kN/m)}$$

② 방호벽 상단에 횡방향으로 10kN/m의 수평하중을 재하한다.

(다만, 곡률반지름 $R \leq 200\text{m}$ 인 곡선부에 대해서는 ①, ② 모두에 대해 그 수평충돌력은 계산된 값의 2배로 한다)

(7) 원 심 하 중

- 교량의 곡선부는 모든 설계차로에 재하된 DB하중의 백분율로서 표현되는 원심하중에 의해 설계한다.

$$CF = 0.79 \frac{V^2}{R} (\%)$$

CF : 원심하중으로서 충격을 포함하지 않은 활하중의 백분율
V : 설계속도 (km/h)
R : 곡선반경(m)

- 곡선부 교량에서 자동차에 의한 원심하중은 위 식과 같이 충격을 포함하지 않는 활하중에 대한 백분율로 표현되는데, 이때의 활하중이란 최대하중 효과가 발생되도록 설계 차로 위에 한대씩 재하된 DB하중을 말함.

1.3 설 계 방 법

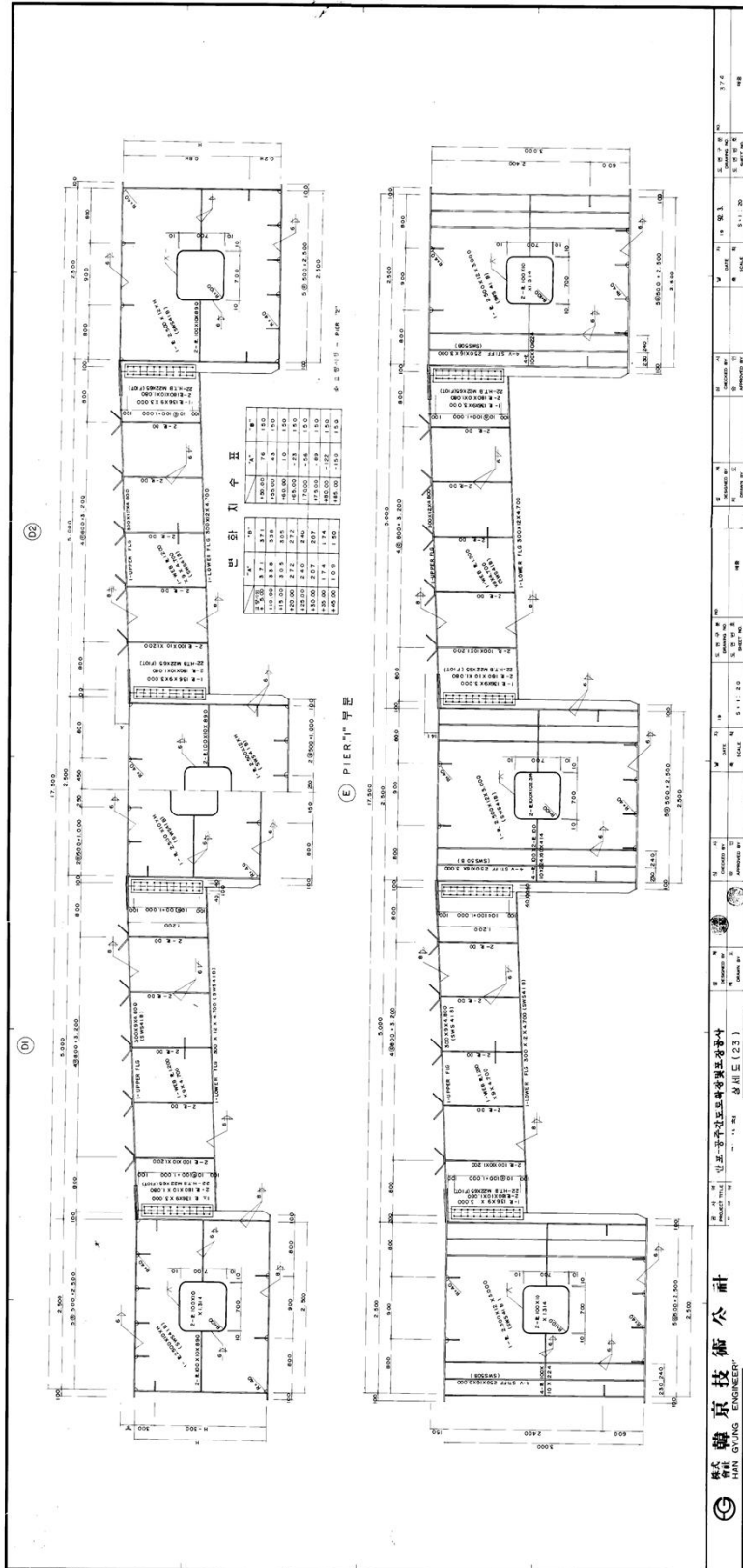
- (1) 바 닥 판 : 강도 설계법
- (2) Steel Box Girder : 허용응력 설계법

1.4 참 고 문 헌

- (1) 도로교 설계기준 (2010)
- (2) 도로교 설계기준 해설 (2008)
- (3) 콘크리트 구조 설계기준 (2012)
- (4) 도로설계 요령 (2020)
- (5) 도로교 설계편람 (2008)

2. 단면 가정

2.1 설계도면

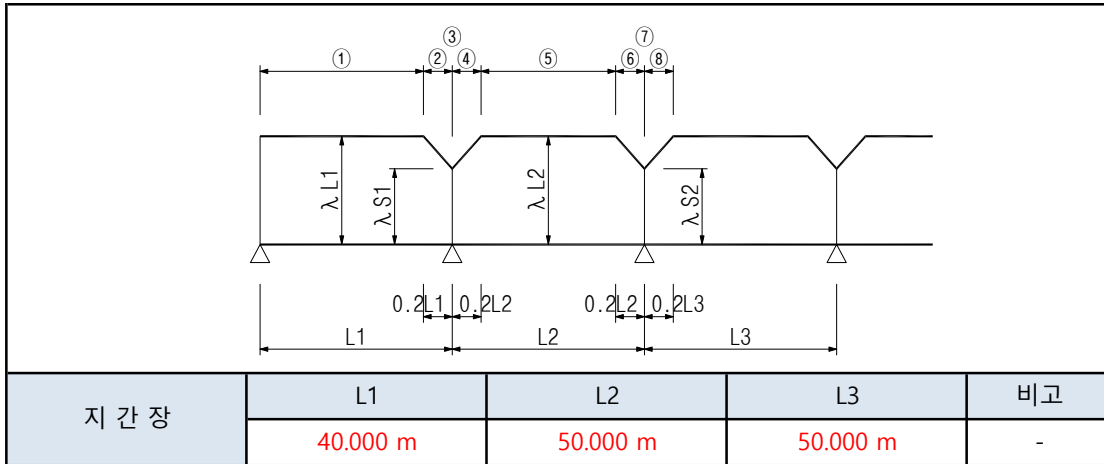


3. 주 형 의 설 계

3.1 플 랜 지 및 바 닥 판 의 유 효 폭 계 산

전단지연(Shear Lag) 현상의 영향으로 인한 플랜지 및 바닥판의 유효폭의 고려하여 단면응력을 검토하도록 하며 해석 시에는 전단면을 적용한다.

3.2 플 랜 지 유 효 폭



(1) 등가시간장 과 적용식

연속거더	구간	등가시간장	적용식
	①	$\lambda L1$ (지간 중앙부) : $l = 0.8 \cdot L1$	$- b/l \leq 0.05$, $\lambda = b$ $- 0.05 < b/l < 0.30$, $\lambda = \{1.1 - 2(b/l)\} \times b$ $- b/l \geq 0.30$, $\lambda = 0.15 \times l$
	⑤	$\lambda L2$ (지간 중앙부) : $l = 0.6 \cdot L2$	
	③	$\lambda S1$ (중간지점) : $l = 0.1 \cdot (L1 + L2)$	$- b/l \leq 0.02$, $\lambda = b$ $- 0.02 < b/l < 0.30$, $\lambda = \{1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)^2\} \times b$ $- b/l \geq 0.30$, $\lambda = 0.15 \times l$
	⑦	$\lambda S2$ (중간지점) : $l = 0.2 \cdot (L2 + L3)$	
	②④ ⑥⑧	양단의 유효폭을 사용하여 직선적으로 변화한다.	

- 플랜지 돌출폭

b = 각 위치별 상부플랜지 폭 / 2 를 적용

- 플랜지 유효폭

$B = 2 \times ((\lambda L \text{ or } \lambda S) + be)$

※ 검토시 지간지점부 부근은 선형보간한 값과 실제 플랜지폭중 작은 값을 적용

$$\begin{aligned}
&\text{상부} \quad \text{복부간격 } 2b = 2.500 \text{ m, 플랜지돌출폭 } be = 0.100 \text{ m} \\
&\text{하부} \quad \text{복부간격 } 2b = 2.500 \text{ m, 플랜지돌출폭 } be = 0.100 \text{ m} \\
&L1 = 40.000 \text{ m} \\
&L2 = 50.000 \text{ m} \\
&L3 = 50.000 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\textcircled{1} L1 : \quad l = 0.8 \times L1 = 0.8 \times 40 = 32.000 \text{ m}$$

· 상 부

$$b/l = 1.25 / 32 = 0.039$$

여기서, $b/l \leq 0.05$ 이므로

$$\lambda L1 = b = 1.25 \text{ m}$$

$$\therefore \text{플랜지 유효폭 } B = 2 \times (\lambda L1 + be) = 2.700 \text{ m}$$

· 하 부

$$b/l = 1.25 / 32 = 0.039$$

여기서, $b/l \leq 0.05$ 이므로

$$\lambda L1 = b = 1.25 \text{ m}$$

$$\therefore \text{플랜지 유효폭 } B = 2 \times (\lambda L1 + be) = 2.700 \text{ m}$$

$$- L1 \sim L2 : \quad l = 0.2 \times (L1 + L2) = 0.2 \times (40 + 50) = 18.000 \text{ m}$$

· 상 부

$$b/l = 1.25 / 18 = 0.069$$

여기서, $0.05 < b/l < 0.30$ 이므로

$$\lambda S1 = \{1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)^2\} \cdot b = 1.074 \text{ m}$$

$$\therefore \text{플랜지 유효폭 } B = 2 \times (\lambda S1 + be) = 2.349 \text{ m}$$

· 하 부

$$b/l = 1.25 / 18 = 0.069$$

여기서, $0.05 < b/l < 0.30$ 이므로

$$\lambda S1 = \{1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)^2\} \cdot b = 1.074 \text{ m}$$

$$\therefore \text{플랜지 유효폭 } B = 2 \times (\lambda S1 + be) = 2.349 \text{ m}$$

$$- L2 \quad I = 0.6 \times L2 = 0.6 \times 50 = 30.000 \quad m$$

· 상 부

$$b/l = 1.25 / 30 = 0.042$$

여기서, $b/l \leq 0.05$ 이므로

$$\lambda L2 = b = 1.25 \quad m$$

$$\therefore \text{플랜지 유효폭} \quad B = 2 \times (\lambda L2 + b_e) = 2.700 \quad m$$

· 하 부

$$b/l = 1.25 / 30 = 0.042$$

여기서, $b/l \leq 0.05$ 이므로

$$\lambda L2 = b = 1.25 \quad m$$

$$\therefore \text{플랜지 유효폭} \quad B = 2 \times (\lambda L2 + b_e) = 2.700 \quad m$$

$$- L2 \sim L3 \quad I = 0.2 \times (L2 + L3) = 0.2 \times (50 + 50) = 20.000 \quad m$$

· 상 부

$$b/l = 1.25 / 20 = 0.063$$

여기서, $0.05 < b/l < 0.30$ 이므로

$$\lambda S2 = \{1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)^2\} \cdot b = 1.097 \quad m$$

$$\therefore \text{플랜지 유효폭} \quad B = 2 \times (\lambda S2 + b_e) = 2.394 \quad m$$

· 하 부

$$b/l = 1.25 / 20 = 0.063$$

여기서, $0.05 < b/l < 0.30$ 이므로

$$\lambda S2 = \{1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)^2\} \cdot b = 1.097 \quad m$$

$$\therefore \text{플랜지 유효폭} \quad B = 2 \times (\lambda S2 + b_e) = 2.394 \quad m$$

$$- L3 \quad I = 0.8 \times L3 = 0.8 \times 50 = 40.000 \quad m$$

· 상 부

$$b/l = 1.25 / 40 = 0.031$$

여기서, $b/l \leq 0.05$ 이므로

$$\lambda L3 = b = 1.25 \quad m$$

$$\therefore \text{플랜지 유효폭} \quad B = 2 \times (\lambda L3 + b_e) = 2.700 \quad m$$

· 하 부

$$b/l = 1.25 / 40 = 0.031$$

여기서, $b/l \leq 0.05$ 이므로

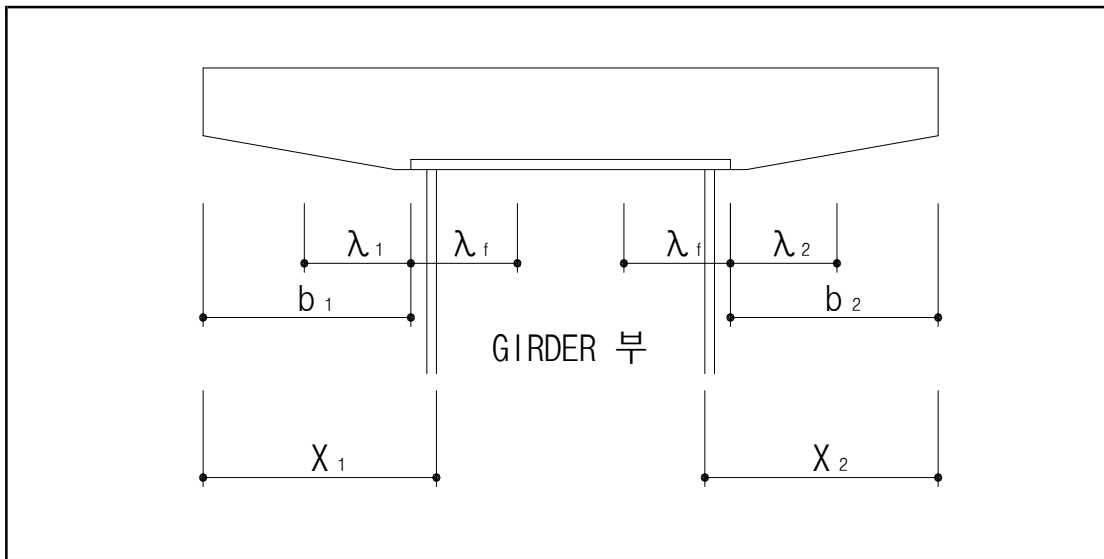
$$\lambda L3 = b = 1.25 \quad m$$

$$\therefore \text{플랜지 유효폭} \quad B = 2 \times (\lambda L3 + b_e) = 2.700 \quad m$$

3.3 바닥 판 유효 폭

바닥판의 유효폭의 계산은 플랜지의 유효폭 계산 규정에 의하고, λ 와 b 는 아래 그림과 같이 한다.

이 경우 수평에 대한 헌치의 경사는 도.설.해 3.6.1.10의 규정에 의하지만 계산상에는 45°로 취급한다.



X_1 : 거더 복부에서 캔틸레버 끝단거리

b_e : 복부판내측에서 상부플랜지 끝단거리

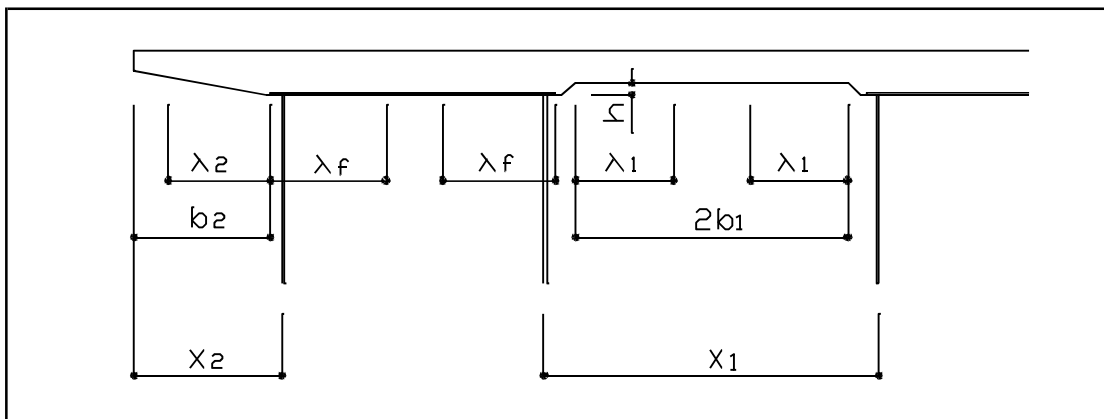
X_2 : 거더 복부에서 캔틸레버 끝단거리

$b_1 = X_1 - b_e$

h : 헌치 높이

$b_2 = X_2 - b_e$

(1) GIRDER - 1



$X_1 = 5.000$: 인접한 GIRDER의 복부사이의 간격

$X_2 = 1.000$: 외측 GIRDER 복부에서 캔틸레버 끝단까지의 거리

$h = 0.050$: 헌치 높이

$b_e = 0.100$: 플랜지의 돌출폭

$2b_1 = X_1 - 2(b_e + h) = 5 - 2 \times (0.1 + 0.05) = 4.700 \text{ m}$

$b_2 = X_2 - b_e = 1 - 0.1 = 0.900 \text{ m}$

① 제 1 지간 중앙부

$$l = 0.8 \times L1 = 0.8 \times 40 = 32.000 \text{ m}$$

$$b1 / l = 2.35 / 32 = 0.073$$

여기서, $0.05 < b/l < 0.30$ 이므로

$$\lambda1 = \{1.1 - 2(b/l)\} \cdot b = 2.24 \text{ m}$$

$$b2 / l = 0.9 / 32 = 0.028$$

여기서, $b/l \leq 0.05$ 이므로

$$\lambda2 = b = 0.9 \text{ m}$$

슬래브 유효폭

$$B = \text{플랜지 유효폭} + \lambda1 + \lambda2 + h = 5.890 \text{ m}$$

② 제 1 중간 지점부

$$l = 0.2 \times (L1 + L2) = 0.2 \times (40 + 50) = 18.000 \text{ m}$$

$$b1 / l = 2.35 / 18 = 0.131$$

여기서, $0.02 < b/l < 0.30$ 이므로

$$\lambda1 = \{1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)^2\} \cdot b = 1.689 \text{ m}$$

$$b2 / l = 0.9 / 18 = 0.050$$

여기서, $0.02 < b/l < 0.30$ 이므로

$$\lambda2 = \{1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)^2\} \cdot b = 0.82 \text{ m}$$

슬래브 유효폭

$$B = \text{플랜지 유효폭} + \lambda1 + \lambda2 + h = 4.908 \text{ m}$$

③ 제 2 지간 중앙부

$$l = 0.6 \times L2 = 0.6 \times 50 = 30.000 \text{ m}$$

$$b1 / l = 2.35 / 30 = 0.078$$

여기서, $0.05 < b/l < 0.30$ 이므로

$$\lambda1 = \{1.1 - 2(b/l)\} \cdot b = 2.217 \text{ m}$$

$$b2 / l = 0.9 / 30 = 0.030$$

여기서, $b/l \leq 0.05$ 이므로

$$\lambda2 = b = 0.9 \text{ m}$$

슬래브 유효폭

$$B = \text{플랜지 유효폭} + \lambda1 + \lambda2 + h = 5.867 \text{ m}$$

④ 제 2 중간 지점부

$$l = 0.2 \times (L2 + L3) = 0.2 \times (50 + 50) = 20.000 \text{ m}$$

$$b1 / l = 2.35 / 20 = 0.118$$

여기서, $0.02 < b/l < 0.30$ 이므로

$$\lambda_1 = \{1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)^2\} \cdot b = 1.753 \text{ m}$$

$$b2 / l = 0.9 / 20 = 0.045$$

여기서, $0.02 < b/l < 0.30$ 이므로

$$\lambda_2 = \{1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)^2\} \cdot b = 0.833 \text{ m}$$

슬래브 유효폭

$$B = \text{플랜지 유효폭} + \lambda_1 + \lambda_2 + h = 5.030 \text{ m}$$

⑤ 제 3 지간 중앙부

$$l = 0.8 \times L3 = 0.8 \times 50 = 40.000 \text{ m}$$

$$b1 / l = 2.35 / 40 = 0.059$$

여기서, $0.05 < b/l < 0.30$ 이므로

$$\lambda_1 = \{1.1 - 2(b/l)\} \cdot b = 2.309 \text{ m}$$

$$b2 / l = 0.9 / 40 = 0.023$$

여기서, $b/l \leq 0.05$ 이므로

$$\lambda_2 = b = 0.9 \text{ m}$$

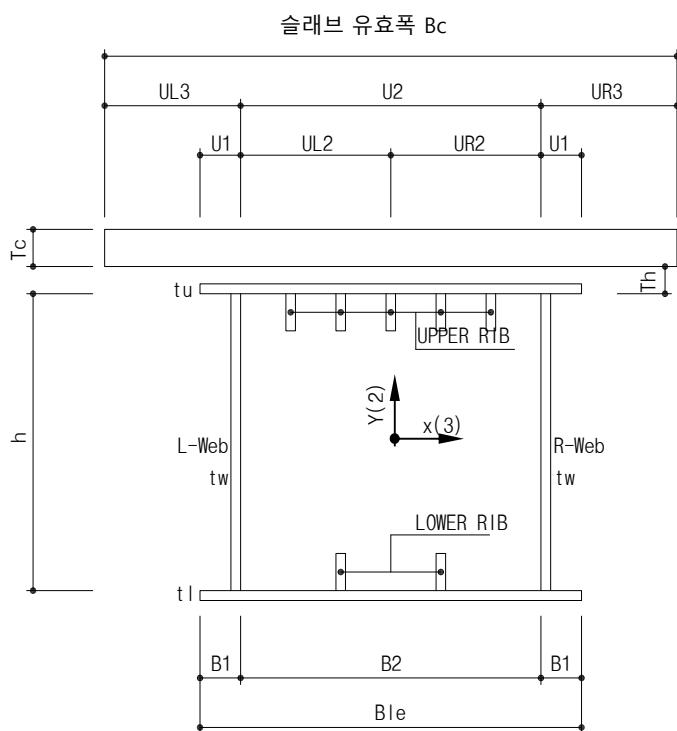
슬래브 유효폭

$$B = \text{플랜지 유효폭} + \lambda_1 + \lambda_2 + h = 5.959 \text{ m}$$

4. 단 면 검 토(정모멘트)

4.1 단면가정 및 설계조건

1,6지간 외측거더



주부재 강종: SWS50B

Bc = 5,890.0 mm

UL3 = 1,695.0 mm

UR3 = 1,695.0 mm

U1 = 100.0 mm

UL2 = 1,250.0 mm

UR2 = 1,250.0 mm

상부 플랜지 유효폭

Bue = 2,700.0 mm

하부 플랜지 유효폭

Ble = 2,700.0 mm

B1 = 100.0 mm

B2 = 2,500.0 mm

Tc = 250.0 mm

Th = 50.0 mm

h = 1,500.0 mm

$\Theta_L = 0.000^\circ$

$\Theta_R = 0.000^\circ$

구 분	단 위	입력 Data
E_s : 강재 탄성계수	MPa	205,000.0
E_c : 콘크리트의 탄성계수	MPa	26,701.7
ϵ_s : 바닥판 콘크리트의 건조수축에 의한 최종수축율	-	0.000270
α : 강재 및 콘크리트의 선팽창계수	-	0.000012
φ_2 : 건조수축에 의한 크리이프계수	-	4.0
n : 강과 콘크리트의 탄성계수비	-	8.0
Δt : 강과 콘크리트의 온도차	°C	10.0
M_s : 합성전 고정하중에 의한 모멘트	kN·m	5,449.851
M_{sc} : 합성후 고정하중에 의한 모멘트	kN·m	1,201.676
M_v : 활하중에 의한 모멘트	kN·m	4,478.995
V_s : 합성전 고정하중에 의한 전단력	kN	-359.941
V_{sc} : 합성후 고정하중에 의한 전단력	kN	78.422
V_v : 활하중에 의한 전단력	kN	-405.180
M_{st} : 합성전 고정하중에 의한 비틀림 모멘트	kN·m	-164.956
M_{sct} : 합성후 고정하중에 의한 비틀림 모멘트	kN·m	-30.798
M_{vt} : 활하중에 의한 비틀림 모멘트	kN·m	-329.279

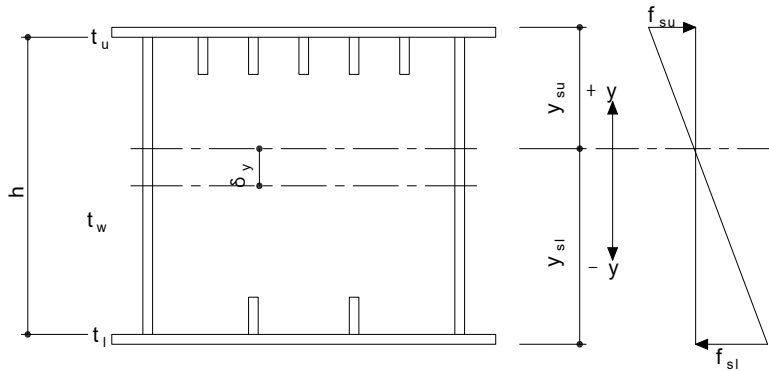
< 참고 > 합성전 고정하중 : 강재자중 + 바닥판콘크리트자중

합성후 고정하중 : 난간및 방호벽자중 + PAVEMENT자중

X(3)축 방향 단면 제원

구 분	구 격	$A_s(\text{mm}^2)$	$Y(\text{mm})$	$A_s \cdot Y(\text{mm}^3)$	$A_s \cdot Y^2(\text{mm}^4)$	$I_{xo}(\text{mm}^4)$
UPPER FL.	1 - 2,700.0 × 20.0	54,000.0	760.0	4.104E+07	3.119E+10	1.800E+06
UPPER RIB	4 - 200.0 × 14.0	11,200.0	650.0	7.280E+06	4.732E+09	3.733E+07
L - WEB	1 - 1,500.0 × 12.0	18,000.0	-	-	-	3.375E+09
R - WEB	1 - 1,500.0 × 12.0	18,000.0	-	-	-	3.375E+09
LOWER RIB	2 - 200.0 × 14.0	5,600.0	-650.0	-3.640E+06	2.366E+09	1.867E+07
LOWER FL.	1 - 2,700.0 × 22.0	59,400.0	-761.0	-4.520E+07	3.440E+10	2.396E+06
강재 단면 합계		166,200.0	-	-5.234E+05	7.269E+10	6.810E+09
RC. SLAB	1 - 5,890.0 × 250.0	1,472,500.0	925.0	1.362E+09	1.260E+12	7.669E+09
SLAB 단면 합계		1,472,500.0	-	1.362E+09	1.260E+12	7.669E+09
※ $A_s = 166,200.0 \text{ mm}^2$ $A_{c1} = 1,472,500.0 \text{ mm}^2$						

4.2 응 력 검 토



(1) 합 성 전

▪ 도심축 이동량

$$\delta_y = \sum A_s Y / \sum A_s = -523,400.0 / 166,200.0 = -3.149 \text{ mm}$$

▪ 도심축에서 상·하부 플랜지 연단거리

$$y_{su} = h/2 + t_u - \delta_y = 1,500.0 / 2 + 20.0 - (-3.149) = 773.149 \text{ mm}$$

$$y_{sl} = -(h/2 + t_l + \delta_y) = -(1,500.0 / 2 + 22.0 + (-3.149)) = -768.851 \text{ mm}$$

▪ 강재의 단면2차 모멘트

$$I_s = \sum I_{xo} + \sum A_s Y^2 - A_s \cdot \delta_y^2 = 6,810,195,800.0 + 72,688,187,400.0 - 166,200.0 \times (-3.149)^2 = 7.950E+10 \text{ mm}^4$$

▪ 플랜지 응력 검토

(도.설.해 3.8.2.1)

$$f_{su} = M_s \cdot y_{su} / I_s = 5,449.851 \times 773.1 / 79,496,734,899.4 = 53.003 \text{ MPa}$$

$$f_{sl} = M_s \cdot y_{sl} / I_s = 5,449.851 \times -768.9 / 79,496,734,899.4 = -52.708 \text{ MPa}$$

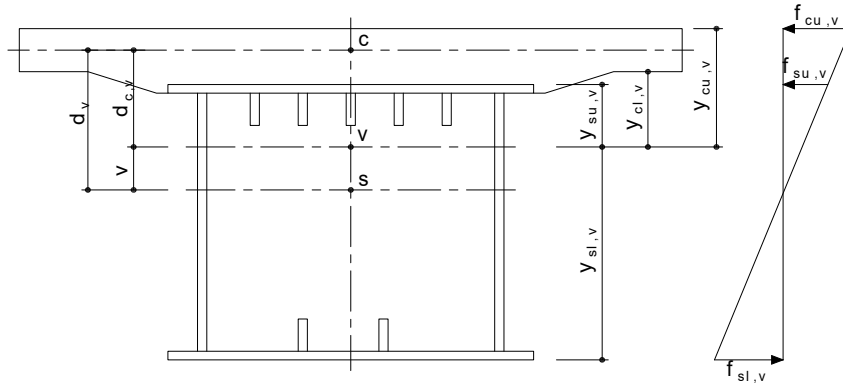
▪ 부재의 전단응력 검토

(도.설.해 3.8.2.2, 도.설.해 3.8.2.3)

$$F = 4.650E+06 \text{ mm}^2$$

$$v = V_s / A_w + M_{st} / (2 \cdot F \cdot t_w)$$

$$= 359.941 / 36,000.0 + 164.956 / (2 \times 4,649,697.0 \times 12.0) = 11.477 \text{ MPa}$$



(2) 합 성 후

- 바닥판 콘크리트 환산단면적

$$A_{cn1} = A_{c1} / n = 1,472,500.0 / 8.0 = 184,062.5 \text{ mm}^2$$

- 바닥판 콘크리트 환산단면 2차모멘트

$$I_{cn1} = I_{c1} / n = 7,669,270,833.3 / 8.0 = 9.587E+08 \text{ mm}^4$$

- 합성 단면적

$$A_v = A_s + A_{cn1} = 166,200.0 + 184,062.5 = 350,262.5 \text{ mm}^2$$

- 강재도심선에서 콘크리트 바닥판 도심까지의 거리

$$d_v = y_{su} - t_u + T_h + T_c/2 = 773.1 - 20.0 + 50.0 + 250.0/2 = 928.1 \text{ mm}$$

- 합성 단면의 도심축 이동량

$$v = A_{cn1} \times d_v / A_v = 184,062.5 \times 928.1 / 350,262.5 = 487.7 \text{ mm}$$

- 합성 단면 도심에서 바닥판 도심까지의 거리

$$d_{c,v} = d_v - v = 928.1 - 487.7 = 440.4 \text{ mm}$$

- 합성단면의 단면2차 모멘트

$$I_v = I_s + A_s \cdot v^2 + I_{cn1} + A_{cn1} \cdot d_{c,v}^2 = 79,496,734,899.4 + 166,200.0 \times 487.7^2 + 958,658,854.2 + 184,062.5 \times 440.4^2 = 1.557E+11 \text{ mm}^4$$

- 합성단면 도심에서 상·하부 플랜지 연단거리

$$y_{su,v} = y_{su} - v = 773.1 - 487.7 = 285.4 \text{ mm}$$

$$y_{sl,v} = y_{sl} - v = -768.9 - 487.7 = -1,256.6 \text{ mm}$$

- 합성단면 도심에서 콘크리트 바닥판 상·하연까지의 거리

$$y_{cu,v} = d_{c,v} + T_c / 2 = 440.4 + 250.0 / 2 = 565.4 \text{ mm}$$

$$y_{cl,v} = y_{cu,v} - T_c = 565.4 - 250.0 = 315.4 \text{ mm}$$

- 응 력 검 토

$$f_{su,v} = M_{sc} \cdot y_{su,v} / I_v = 1,201.676 \times 285.4 / 155,693,576,753.9 = 2.203 \text{ MPa}$$

$$f_{sl,v} = M_{sc} \cdot y_{sl,v} / I_v = 1,201.676 \times -1,256.6 / 155,693,576,753.9 = -9.699 \text{ MPa}$$

$$f_{cu,v} = M_{sc} \cdot y_{cu,v} / (I_v \cdot n) = 1,201.676 \times 565.4 / (155,693,576,753.9 \times 8.0) = 0.545 \text{ MPa}$$

$$f_{cl,v} = M_{sc} \cdot y_{cl,v} / (I_v \cdot n) = 1,201.676 \times 315.4 / (155,693,576,753.9 \times 8.0) = 0.304 \text{ MPa}$$

- 전단응력 검토

$$F_v = 4.745E+06 \text{ mm}^2$$

$$u = V_{sc} / A_w + M_{sc} / (2 \cdot F_v \cdot t_w) = 78.422 / 36,000.0 + 30.798 / (2 \times 4,745,228.3 \times 12.0) = 2.449 \text{ MPa}$$

(3) 활 하 중

▪ 응 력 검 토

$$f_{su,v} = M_v \cdot y_{su,v} / I_v = 4,478.995 \times 285.4 / 155,693,576,753.9 = \mathbf{8.211 \text{ MPa}}$$

$$f_{sl,v} = M_v \cdot y_{sl,v} / I_v = 4,478.995 \times -1,256.6 / 155,693,576,753.9 = \mathbf{-36.150 \text{ MPa}}$$

$$f_{cu,v} = M_v \cdot y_{cu,v} / (I_v \cdot n) = 4,478.995 \times 565.4 / (155,693,576,753.9 \times 8.0) = \mathbf{2.033 \text{ MPa}}$$

$$f_{cl,v} = M_v \cdot y_{cl,v} / (I_v \cdot n) = 4,478.995 \times 315.4 / (155,693,576,753.9 \times 8.0) = \mathbf{1.134 \text{ MPa}}$$

▪ 전단응력 검토

$$\begin{aligned} v &= V_v / A_w + M_{vt} / (2 \cdot F_v \cdot t_w) \\ &= 405.180 / 36,000.0 + 329.279 / (2 \times 4,745,228.3 \times 12.0) = \mathbf{14.146 \text{ MPa}} \end{aligned}$$

(4) 바닥판 콘크리트의 크리프 영향

(도.설.해 3.9.2.6)

- 합성단면으로서의 바닥판 콘크리트에 지속하중이 작용하는 경우 바닥판 콘크리트의 크리프에 의한 응력의 계산에 쓰이는 크리프계수 ϕ_1 은 **2.0**을 표준으로 한다.

$$\Phi_1 = 2.0$$

$$k = \mathbf{0.663} \quad \text{※ 2차 부정정력으로 인한 영향 고려}$$

$$n_1 = n \cdot (1 + \phi_1 / 2) = 8.0 \times (1 + 2.0 / 2) = 16.000$$

$$A_{v1} = A_s + A_{c1} / n_1 = 166,200.0 + 1,472,500.0 / 16.0 = 2.582\text{E}+05 \text{ mm}^2$$

$$v_1 = (A_{c1} / n_1) \times d_v / A_{v1} = (1,472,500.0 / 16.0) \times 928.1 / 258,231.3 = 330.8 \text{ mm}$$

$$d_{c,v1} = d_v - v_1 = 928.1 - 330.8 = 597.4 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} I_{v1} &= (I_s + A_s \cdot v_1^2) + (I_c / n_1 + A_c / n_1 \cdot d_{c,v1}^2) \\ &= (79,496,734,899.4 + 166,200.0 \times 330.8^2) + (7,669,270,833.3 / 16.0 \\ &\quad + 1,472,500.0 / 16.0 \times 597.4^2) = \mathbf{1.310\text{E}+11 \text{ mm}^4} \end{aligned}$$

- 합성단면도심에서 상·하부 플랜지 연단거리

$$y_{su,v1} = y_{su} - v_1 = 773.1 - 330.8 = 442.4 \text{ mm}$$

$$y_{sl,v1} = y_{sl} - v_1 = -768.9 - 330.8 = -1,099.6 \text{ mm}$$

- 합성단면 도심에서 바닥판 콘크리트 연단거리

$$y_{cu,v1} = d_{c,v1} + T_c / 2 = 597.4 + 250.0 / 2 = 722.4 \text{ mm}$$

$$y_{cl,v1} = y_{cu,v1} - T_c = 722.4 - 250.0 = 472.4 \text{ mm}$$

- 크리프를 일으키기 전, 2차 고정하중에 의해 바닥판 콘크리트에 작용하는 압축력

$$\begin{aligned} N_c &= M_{sc} \cdot d_{c,v} \cdot A_{c1} / (n \cdot I_v) \\ &= 1,201.7 \times 440.4 \times 1,472,500.0 / (8.0 \times 155,693,576,753.9) = \mathbf{6.257\text{E}+05 \text{ N}} \end{aligned}$$

- 강재보와 결합으로 인해 바닥판에 생기는 압축력

$$P_\phi = N_c \cdot 2 \cdot \phi_1 / (2 + \phi_1) = 625,658.3 \times 2 \times 2.0 / (2 + 2.0) = \mathbf{6.257\text{E}+05 \text{ N}}$$

- P_ϕ 에 의해 합성단면에 발생하는 휨모멘트

$$M_\phi = P_\phi \times d_{c,v1} = 625,658.3 \times 597.4 = \mathbf{3.737\text{E}+08 \text{ N}\cdot\text{mn}}$$

- 콘크리트의 응력을 계산하기 위해

$$E_{c1} = E_c / (1 + \phi_1 / 2) = 26,701.7 / (1 + 2.0 / 2) = \mathbf{13,350.868 \text{ MPa}}$$

- 2차 고정하중에 의한 합성단면에서 콘크리트 바닥판 상·하면 응력

$$f_{cu,v} = M_{sc} \cdot y_{cu,v} / (I_v \cdot n) = 1,201.676 \times 565.4 / (155,693,576,753.9 \times 8.0) = 0.545 \text{ MPa}$$

$$f_{cl,v} = M_{sc} \cdot y_{sl,v} / (I_v \cdot n) = 1,201.676 \times 315.4 / (155,693,576,753.9 \times 8.0) = 0.304 \text{ MPa}$$

- 바닥판 콘크리트의 응력 변화량

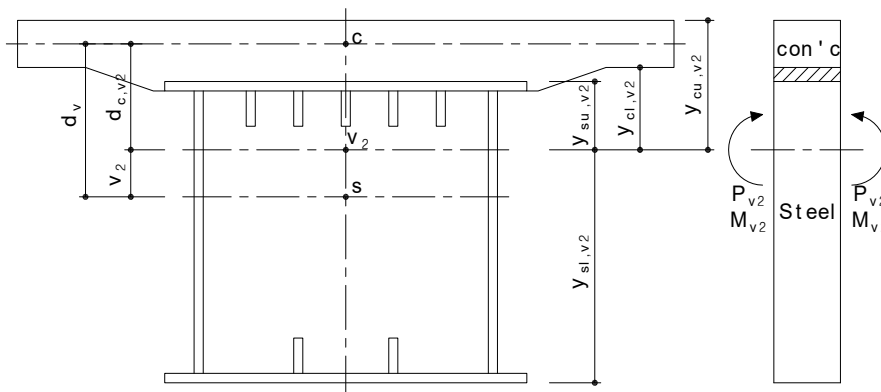
$$\begin{aligned} f_{cu,v1} &= 1/n_1 \cdot (P_\phi / A_{v1} + k \cdot M_\phi \cdot y_{cu,v1} / I_{v1}) - E_{c1} \cdot f_{cu,v} \cdot \phi_1 / E_c \\ &= (1/16.0) \times (625,658.3 / 258,231.3 + 0.663 \times 373,746,567.2 \times 722.4 / 131,002,255,140.2) \\ &\quad - 13,350.9 \times 0.545 \times 2.0 / 26,701.7 = -0.309 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{cl,v1} &= 1/n_1 \cdot (P_\phi / A_{v1} + k \cdot M_\phi \cdot y_{cl,v1} / I_{v1}) - E_{c1} \cdot f_{cl,v} \cdot \phi_1 / E_c \\ &= (1/16.0) \times (625,658.3 / 258,231.3 + 0.663 \times 373,746,567.2 \times 472.4 / 131,002,255,140.2) \\ &\quad - 13,350.9 \times 0.304 \times 2.0 / 26,701.7 = -0.097 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- 강재보 상·하부 플랜지 응력 변화량

$$\begin{aligned} f_{su,v1} &= P_\phi / A_{v1} + k \cdot M_\phi \cdot y_{su,v1} / I_{v1} \\ &= 625,658.3 / 258,231.3 + 0.663 \times 373,746,567.2 \times 442.4 / 131,002,255,140.2 = 3.260 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{sl,v1} &= P_\phi / A_{v1} + k \cdot M_\phi \cdot y_{sl,v1} / I_{v1} \\ &= 625,658.3 / 258,231.3 + 0.663 \times 373,746,567.2 \times -1,099.6 / 131,002,255,140.2 = 0.343 \text{ MPa} \end{aligned}$$



(5) 바닥판 콘크리트의 건조수축 영향

(도.설.해 3.9.2.8)

- 바닥판 콘크리트의 건조수축에 의한 응력의 계산에 사용하는 최종수축률 ϵ_s 는 27×10^{-5} , 크리프계수

Φ_2 는 $\Phi_2 = 2 \cdot \Phi_1 = 4.0$ 을 표준으로 한다.

$$\Phi_2 = 4.0$$

$$n_2 = n \cdot (1 + \phi_2 / 2) = 8.0 \times (1 + 4.0 / 2) = 24.000$$

$$A_{v2} = A_s + A_{c1} / n_2 = 166,200.0 + 1,472,500.0 / 24.0 = 2.276E+05 \text{ mm}^2$$

$$v_2 = (A_{c1} / n_2) \times d_v / A_{v2} = (1,472,500.0 / 24.0) \times 928.1 / 227,554.2 = 250.3 \text{ mm}$$

$$d_{c,v2} = d_v - v_2 = 928.1 - 250.3 = 677.9 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} I_{v2} &= (I_s + A_s \cdot v_2^2) + (I_c / n_2 + A_c / n_2 \cdot d_{c,v2}^2) \\ &= (79,496,734,899.4 + 166,200.0 \times 250.3^2) + (7,669,270,833.3 / 24.0 \\ &\quad + 1,472,500.0 / 24.0 \times 677.9^2) = 1.184E+11 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- 합성단면도심에서 상·하부 플랜지 연단거리

$$y_{su,v2} = y_{su} - v_2 = 773.1 - 250.3 = 522.9 \text{ mm}$$

$$y_{sl,v2} = y_{sl} - v_2 = -768.9 - 250.3 = -1,019.1 \text{ mm}$$

- 합성단면 도심에서 바닥판 콘크리트 연단거리

$$y_{cu,v2} = d_{c,v2} + T_c / 2 = 677.9 + 250.0 / 2 = 802.9 \text{ mm}$$

$$y_{cl,v2} = y_{cu,v2} - T_c = 802.9 - 250.0 = 552.9 \text{ mm}$$

- 바닥판 콘크리트에 작용하는 압축력

$$P_{v2} = E_s \cdot \epsilon_s \cdot A_{c1} / n_2 = 205,000.0 \times 0.000270 \times 1,472,500.0 / 24.0 = 3.396E+06 \text{ N}$$

- P_{v2} 에 의해 합성단면에 발생하는 휨모멘트

$$M_{v2} = P_{v2} \times d_{c,v2} = 3,395,953.1 \times 802.9 = 2.302E+09 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

- 바닥판 콘크리트의 응력변화량을 계산하기 위해

$$E_{c2} = E_s / n_2 = 205,000.0 / 24.0 = 8,541.667 \text{ MPa}$$

- 바닥판 콘크리트의 응력변화량

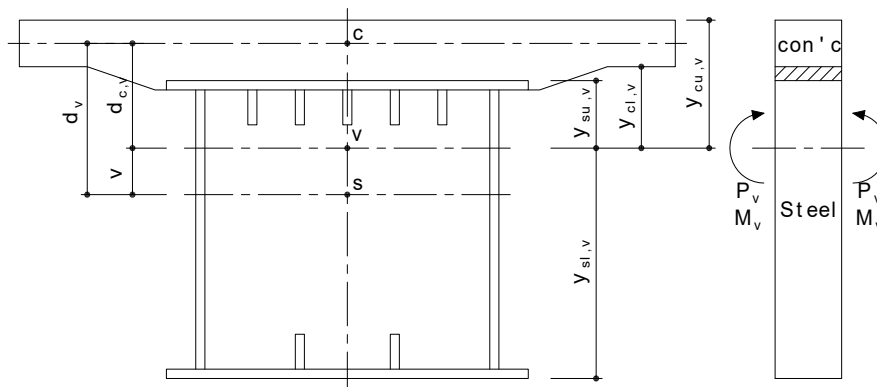
$$\begin{aligned} f_{cu,v2} &= 1/n_2 \cdot (P_{v2}/A_{v2} + k \cdot M_{v2} \cdot y_{cu,v2}/I_{v2}) - E_{c2} \cdot \epsilon_s \\ &= (1/24.0) \times (3,395,953.1/227,554.2 + 0.663 \times 2,302,108,123.1 \times 802.9/118,419,717,910.5) \\ &\quad - 8,541.7 \times 0.000270 = -1.253 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{cl,v2} &= 1/n_2 \cdot (P_{v2}/A_{v2} + k \cdot M_{v2} \cdot y_{cl,v2}/I_{v2}) - E_{c2} \cdot \epsilon_s \\ &= (1/24.0) \times (3,395,953.1/227,554.2 + 0.663 \times 2,302,108,123.1 \times 802.9/118,419,717,910.5) \\ &\quad - 8,541.7 \times 0.000270 = -1.388 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- 강재보 상·하부 플랜지 응력 변화량

$$\begin{aligned} f_{su,v2} &= P_{v2}/A_{v2} + k \cdot M_{v2} \cdot y_{su,v2}/I_{v2} \\ &= 3,395,953.1/227,554.2 + 0.663 \times 2,302,108,123.1 \times 522.9/118,419,717,910.5 = 21.663 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{sl,v2} &= P_{v2}/A_{v2} + k \cdot M_{v2} \cdot y_{sl,v2}/I_{v2} \\ &= 3,395,953.1/227,554.2 + 0.663 \times 2,302,108,123.1 \times -1,019.1/118,419,717,910.5 = 1.789 \text{ MPa} \end{aligned}$$



(6) 바닥판 콘크리트와 강재보와의 온도차 영향

(도.설.해 3.9.2.7)

- 바닥판 콘크리트와 강재 주거더와의 온도차는 10°C 를 표준으로 하고 현저한 온도차가 생기는 경우에는 별도로 고려하여야 한다. 온도분포는 강재 주거더 및 바닥판 콘크리트에 있어서 각각 균일한 것으로 본다. 바닥판 콘크리트와 강재의 선팽창계수 α 는 12×10^{-6} 으로 한다.

- 온도 변형률

$$\epsilon_t = \alpha \cdot \Delta t = 0.000012 \times 10.0 = 0.000120$$

- 바닥판 콘크리트에 작용하는 축력

$$P_{v1} = E_s \cdot \epsilon_t \cdot A_{c1} / n = 205,000.0 \times 0.000120 \times 1,472,500.0 / 8.0 = 4.528E+06 \text{ N}$$

- P_{v1} 에 의해 합성단면에 발생하는 휨모멘트

$$M_{v1} = P_{v1} \times d_{c,v} = 4,527,937.5 \times 440.4 = 1.994E+09 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

- 바닥판 콘크리트의 응력변화량

$$\begin{aligned} f_{cu,t} &= 1/n \cdot (P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{cu,v}/I_v) - E_c \cdot \epsilon_t \\ &= (1/8.0) \times (4,527,937.5/350,262.5 + 0.663 \times 1,994,139,806.7 \times 565.4/155,693,576,753.9) \\ &\quad - 26,701.7 \times 0.000120 = -0.988 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{cl,t} &= 1/n \cdot (P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{cl,v}/I_v) - E_c \cdot \epsilon_t \\ &= (1/8.0) \times (4,527,937.5/350,262.5 + 0.663 \times 1,994,139,806.7 \times 315.4/155,693,576,753.9) \\ &\quad - 26,701.7 \times 0.000120 = -1.254 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- 강재보 상·하부 플랜지 응력 변화량

$$\begin{aligned} f_{su,v2} &= P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{su,v}/I_v \\ &= 4,527,937.5/350,262.5 + 0.663 \times 1,994,139,806.7 \times 285.4/155,693,576,753.9 = 15.351 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{sl,v2} &= P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{sl,v}/I_v \\ &= 4,527,937.5/350,262.5 + 0.663 \times 1,994,139,806.7 \times -1,256.6/155,693,576,753.9 = 2.257 \text{ MPa} \end{aligned}$$

(7) 전단 및 비틀림

- 풍하중 비재하시의 전단응력

$$\begin{aligned} v &= (V_s + V_{sc} + V_v)/A_w + M_{st}/(2 \cdot F \cdot t_w) + (M_{sct} + M_{vt})/(2 \cdot F_v \cdot t_w) \\ &= 843.543/36,000.0 + 164.956/111,592,728.0 + 360.077/113,885,478.0 = 28.072 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\text{※ } v = 28.1 \text{ MPa} \leq v_a = 110.0 \text{ MPa} \quad \dots \text{O.K !!}$$

(8) 조합 응력의 검토

(도.설.해 3.4.2.3)

$$i = 0.65(\varphi/n)^2 + 0.13(\varphi/n) + 1.0 = 1.000$$

여기서, φ : 응력 구배 ($\varphi = (f_1 - f_2)/f_1 \approx 0.0$)

f_1, f_2 : 보강된 판의 양면의 응력 (단, $f_1 \geq f_2$ 이며 압축응력을 정(+)으로 한다)

i : 응력구배계수

n : 종리브에 의해서 구분되는 Pannel의 수

- 인장 (하부)플랜지의 허용응력

(SWS50B 사용)

(도.설.해 3.3.2)

$$f_{ta} = 190.0 \text{ MPa}$$

- 압축 (상부)플랜지의 허용응력

(SWS50B 사용)

(도.설.해 3.4.2.3)

$$b / 24.0 \cdot i \cdot n = 20.8 \text{ mm} > t_u = 20 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow f_{ca} = 190.0 \text{ MPa}$$

$$b / 49.0 \cdot i \cdot n = 10.2 \text{ mm} \leq t_u = 20 \text{ mm} < b / 24.0 \cdot i \cdot n = 20.8 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow f_{ca} = 190.0 - 3.9 \{b/(t_u \cdot i \cdot n) - 24.0\} = 186.1 \text{ MPa}$$

$$b / 80.0 \cdot i \cdot n = 6.3 \text{ mm} \leq t_u = 20 \text{ mm} \geq b / 49.0 \cdot i \cdot n = 10.2 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow f_{ca} = 220,000 \{(t_u \cdot i \cdot n)/b\}^2 = 352.0 \text{ MPa}$$

$$f_{ca} = 190.0 \text{ MPa} \text{ (합성후 압축플랜지가 콘크리트 바닥판 등에 고정되어 있는 경우 및 박스형$$

단면, π 형 단면과 같이 횡좌굴이 일어나기 어려운 경우)

$$\therefore f_{ca} = 186.1 \text{ MPa}$$

▪ 철근 콘크리트의 허용응력

(도.설.해 3.9.3.1)

$$f_{ca} = 0.40 f_{ck} = 10.800 \text{ MPa}$$

($f_{ck} = 27.0 \text{ MPa}$ 사용)

$$f_{ta} = 0.07 f_{ck} = 1.890 \text{ MPa}$$

▪ 슬래브와 주거더에 작용응력 및 허용응력

(도.설.해 3.9.3.1, 2.2.2.2)

하 중 조 합	Concrete				Steel			
	작용응력(MPa)		허용응력(MPa)		작용응력(MPa)		허용응력(MPa)	
	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연
1	-	-	-	-	53.003	-52.708	186.100	190.000
1+2+3	2.579	1.439	10.800	10.800	63.416	-98.556	190.000	190.000
1+2+3+4	2.270	1.341	10.800	10.800	66.676	-98.214	218.500	190.000
1+2+3+4+5	1.017	-0.046	10.800	1.890	88.339	-96.425	218.500	190.000
1+2+3+4+5+6	0.029	-1.300	12.420	2.174	103.690	-94.168	247.000	218.500
1+2+3+4+5-6	2.005	1.207	12.420	12.420	72.988	-98.681	247.000	218.500

주) 압축응력은 정(+), 인장응력을 부(-)로 하였음

(9) 합성응력의 검토

(도.설 3.8.2.4)

하 중 조 합	$(f/f_a)^2$		$(v/u_a)^2$		합성응력		판 별	
	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연
1	0.081	0.077	0.065	0.065	0.146	0.142	O.K !!	O.K !!
1+2+3	0.111	0.269	0.065	0.065	0.177	0.334	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4	0.093	0.267	0.065	0.065	0.158	0.332	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4+5	0.163	0.258	0.065	0.065	0.229	0.323	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4+5+6	0.176	0.186	0.065	0.065	0.241	0.251	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4+5-6	0.087	0.204	0.065	0.065	0.152	0.269	O.K !!	O.K !!

$$(f/f_a)^2 + (v/u_a)^2 \leq 1.2 \text{ O.K !!}$$

[상 연]

$$\left(\frac{103.690}{247.000} \right)^2 + \left(\frac{28.072}{110.000} \right)^2 = 0.176 + 0.065 = 0.241 \leq 1.2 \text{ O.K !!}$$

[하 연]

$$\left(\frac{-98.556}{190.000} \right)^2 + \left(\frac{28.072}{110.000} \right)^2 = 0.269 + 0.065 = 0.334 \leq 1.2 \text{ O.K !!}$$

(10) 판의 최소두께 검토

- 압축(상부) 플랜지 (도.설.기 3.4.2.2, 3.4.2.3, 3.8.3.1, 3.8.3.2, 3.9.6)

$$t_{\min} = \text{자유돌출폭}/16 = 88.0 / 16.0 = 5.5 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm} \dots \mathbf{O.K !!}$$

$$t_{\min} = b/(49 \cdot i \cdot n) = 2,500.0 / (49 \times 1.0 \times 5) = 10.2 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm} \dots \mathbf{O.K !!}$$

(합성형 스티드 설치시) $t_{\min} = 10.0 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm} \dots \mathbf{O.K !!}$

- 인장(하부) 플랜지 (도.설.기 3.8.3.1, 3.8.3.2)

$$t_{\min} = \text{자유돌출폭}/16 = 88.0 / 16.0 = 5.5 \leq t_{\text{use}} = 22.0 \text{ mm} \dots \mathbf{O.K !!}$$

- 복 부 판 [수평보강재 사용단수 1 단] (도.설.기 3.8.4.1)

$$t_{\min} = b/(219 \times 1.200) = 1,500.0 / (219 \times 1.200) = 5.7 \leq t_{\text{use}} = 12.0 \text{ mm} \dots \mathbf{O.K !!}$$

여기서, $\sqrt{(f_{ca}/f_c)} = \sqrt{(190.0 / 53.003)} = 1.89 \geq 1.20 \Rightarrow 1.200 \text{ 적용}$

(11) 항복에 대한 안전도 검사 (도.설.기 3.9.3.2)

- 활하중(충격을 포함)의 2.15배와 고정하중의 1.3배, 바닥판 콘크리트의 건조수축 및 크리프의 영향, 바닥판 콘크리트와 강재 주거더와의 온도차에 의한 응력 중 가장 불리한 조합에 대하여 검사하는 것으로 한다.

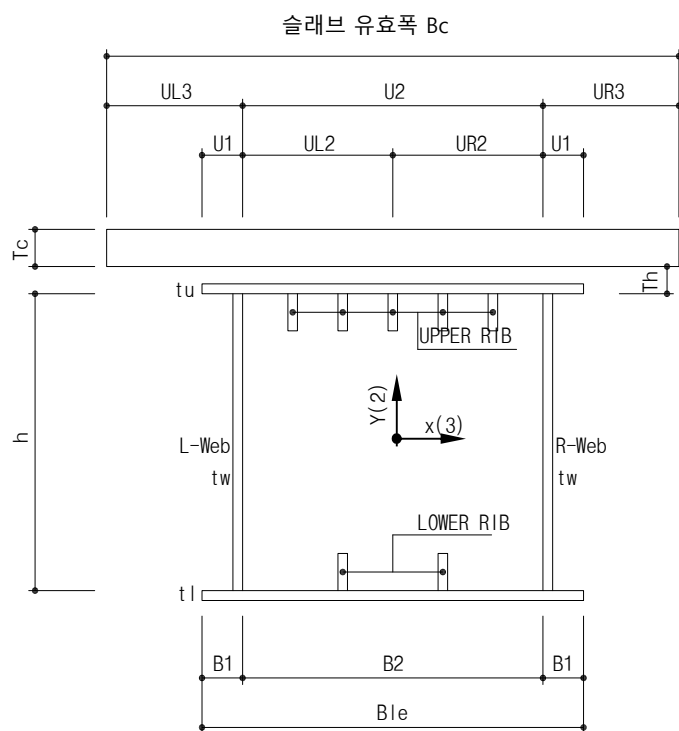
- 콘크리트의 압축연응력은 f_{ck} 의 3/5를 넘어서는 안된다.

하 중 조 합	Concrete				Steel			
	작용응력(MPa)		허용응력 (MPa)	판 별	작용응력(MPa)		허용응력 (MPa)	판 별
	상 연	하 연			상 연	하 연		
1	-	-	-	-	68.904	-68.521	315.000	O.K !!
1+2+3	5.081	2.834	16.200	O.K !!	89.420	-158.851	315.000	O.K !!
1+2+3+6	6.069	4.088	16.200	O.K !!	104.771	-161.107	315.000	O.K !!
1+2+3+4	4.772	2.737	16.200	O.K !!	92.680	-158.508	315.000	O.K !!
1+2+3+4+5	3.519	1.350	16.200	O.K !!	114.343	-156.719	315.000	O.K !!
1+2+3+4+5+6	2.530	0.096	16.200	O.K !!	129.694	-154.462	315.000	O.K !!
1+2+3+4+5-6	4.507	2.603	16.200	O.K !!	98.992	-158.976	315.000	O.K !!

4. 단 면 검 토(정모멘트)

4.1 단면가정 및 설계조건

1,6지간 내측거더



주부재 강종: SWS50B

Bc = 5,890.0 mm

UL3 = 1,695.0 mm

UR3 = 1,695.0 mm

U1 = 100.0 mm

UL2 = 1,250.0 mm

UR2 = 1,250.0 mm

상부 플랜지 유효폭

Bue = 2,700.0 mm

하부 플랜지 유효폭

Ble = 2,700.0 mm

B1 = 100.0 mm

B2 = 2,500.0 mm

Tc = 250.0 mm

Th = 50.0 mm

h = 1,500.0 mm

$\Theta_L = 0.000^\circ$

$\Theta_R = 0.000^\circ$

구 분	단 위	입력 Data
E_s : 강재 탄성계수	MPa	205,000.0
E_c : 콘크리트의 탄성계수	MPa	26,701.7
ϵ_s : 바닥판 콘크리트의 건조수축에 의한 최종수축율	-	0.000270
α : 강재 및 콘크리트의 선팽창계수	-	0.000012
φ_2 : 건조수축에 의한 크리이프계수	-	4.0
n : 강과 콘크리트의 탄성계수비	-	8.0
Δt : 강과 콘크리트의 온도차	°C	10.0
M_s : 합성전 고정하중에 의한 모멘트	kN·m	5,757.516
M_{sc} : 합성후 고정하중에 의한 모멘트	kN·m	1,270.028
M_v : 활하중에 의한 모멘트	kN·m	4,127.705
V_s : 합성전 고정하중에 의한 전단력	kN	-377.771
V_{sc} : 합성후 고정하중에 의한 전단력	kN	-89.604
V_v : 활하중에 의한 전단력	kN	-275.949
M_{st} : 합성전 고정하중에 의한 비틀림 모멘트	kN·m	-65.355
M_{sct} : 합성후 고정하중에 의한 비틀림 모멘트	kN·m	-14.652
M_{vt} : 활하중에 의한 비틀림 모멘트	kN·m	-492.615

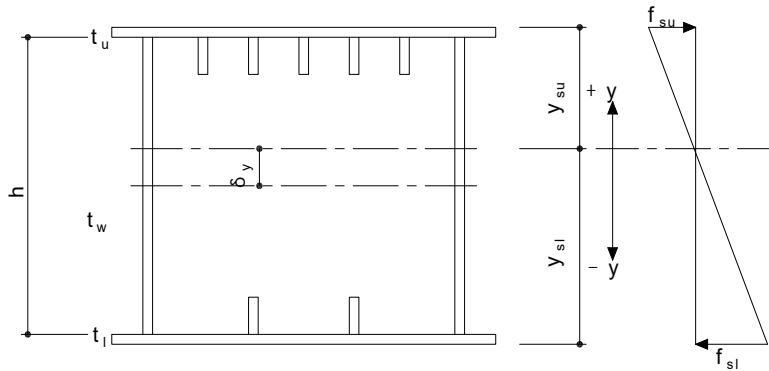
< 참고 > 합성전 고정하중 : 강재자중 + 바닥판콘크리트자중

합성후 고정하중 : 난간및 방호벽자중 + PAVEMENT자중

X(3)축 방향 단면 제원

구 분	규 격	$A_s(\text{mm}^2)$	$Y(\text{mm})$	$A_s \cdot Y(\text{mm}^3)$	$A_s \cdot Y^2(\text{mm}^4)$	$I_{xo}(\text{mm}^4)$
UPPER FL.	1 - 2,700.0 × 20.0	54,000.0	760.0	4.104E+07	3.119E+10	1.800E+06
UPPER RIB	4 - 200.0 × 14.0	11,200.0	650.0	7.280E+06	4.732E+09	3.733E+07
L - WEB	1 - 1,500.0 × 12.0	18,000.0	-	-	-	3.375E+09
R - WEB	1 - 1,500.0 × 12.0	18,000.0	-	-	-	3.375E+09
LOWER RIB	2 - 200.0 × 14.0	5,600.0	-650.0	-3.640E+06	2.366E+09	1.867E+07
LOWER FL.	1 - 2,700.0 × 22.0	59,400.0	-761.0	-4.520E+07	3.440E+10	2.396E+06
강재 단면 합계		166,200.0	-	-5.234E+05	7.269E+10	6.810E+09
RC. SLAB	1 - 5,890.0 × 250.0	1,472,500.0	925.0	1.362E+09	1.260E+12	7.669E+09
SLAB 단면 합계		1,472,500.0	-	1.362E+09	1.260E+12	7.669E+09
※ $A_s = 166,200.0 \text{ mm}^2$ $A_{c1} = 1,472,500.0 \text{ mm}^2$						

4.2 응 력 검 토



(1) 합 성 전

▪ 도심축 이동량

$$\delta_y = \sum A_s Y / \sum A_s = -523,400.0 / 166,200.0 = -3.149 \text{ mm}$$

▪ 도심축에서 상·하부 플랜지 연단거리

$$y_{su} = h/2 + t_u - \delta_y = 1,500.0 / 2 + 20.0 - (-3.149) = 773.149 \text{ mm}$$

$$y_{sl} = -(h/2 + t_l + \delta_y) = -(1,500.0 / 2 + 22.0 + (-3.149)) = -768.851 \text{ mm}$$

▪ 강재의 단면2차 모멘트

$$I_s = \sum I_{xo} + \sum A_s Y^2 - A_s \cdot \delta_y^2 = 6,810,195,800.0 + 72,688,187,400.0 - 166,200.0 \times (-3.149)^2 = 7.950E+10 \text{ mm}^4$$

▪ 플랜지 응력 검토

(도.설.해 3.8.2.1)

$$f_{su} = M_s \cdot y_{su} / I_s = 5,757.516 \times 773.1 / 79,496,734,899.4 = 55.995 \text{ MPa}$$

$$f_{sl} = M_s \cdot y_{sl} / I_s = 5,757.516 \times -768.9 / 79,496,734,899.4 = -55.684 \text{ MPa}$$

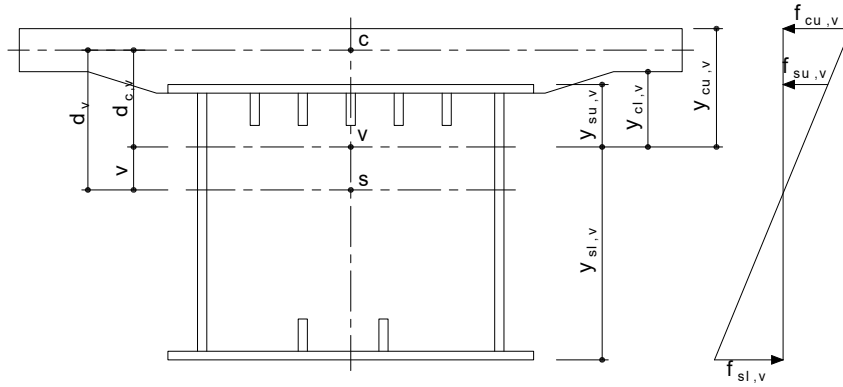
▪ 부재의 전단응력 검토

(도.설.해 3.8.2.2, 도.설.해 3.8.2.3)

$$F = 4.650E+06 \text{ mm}^2$$

$$v = V_s / A_w + M_{st} / (2 \cdot F \cdot t_w)$$

$$= 377.771 / 36,000.0 + 65.355 / (2 \times 4,649,697.0 \times 12.0) = 11.079 \text{ MPa}$$



(2) 합 성 후

▪ 바닥판 콘크리트 환산단면적

$$A_{cn1} = A_{c1} / n = 1,472,500.0 / 8.0 = 184,062.5 \text{ mm}^2$$

▪ 바닥판 콘크리트 환산단면 2차모멘트

$$I_{cn1} = I_{c1} / n = 7,669,270,833.3 / 8.0 = 9.587E+08 \text{ mm}^4$$

▪ 합성 단면적

$$A_v = A_s + A_{cn1} = 166,200.0 + 184,062.5 = 350,262.5 \text{ mm}^2$$

▪ 강재도심선에서 콘크리트 바닥판 도심까지의 거리

$$d_v = y_{su} - t_u + T_h + T_c/2 = 773.1 - 20.0 + 50.0 + 250.0/2 = 928.1 \text{ mm}$$

▪ 합성 단면의 도심축 이동량

$$v = A_{cn1} \times d_v / A_v = 184,062.5 \times 928.1 / 350,262.5 = 487.7 \text{ mm}$$

▪ 합성 단면 도심에서 바닥판 도심까지의 거리

$$d_{c,v} = d_v - v = 928.1 - 487.7 = 440.4 \text{ mm}$$

▪ 합성단면의 단면2차 모멘트

$$I_v = I_s + A_s \cdot v^2 + I_{cn1} + A_{cn1} \cdot d_{c,v}^2 = 79,496,734,899.4 + 166,200.0 \times 487.7^2 + 958,658,854.2 + 184,062.5 \times 440.4^2 = 1.557E+11 \text{ mm}^4$$

▪ 합성단면 도심에서 상·하부 플랜지 연단거리

$$y_{su,v} = y_{su} - v = 773.1 - 487.7 = 285.4 \text{ mm}$$

$$y_{sl,v} = y_{sl} - v = -768.9 - 487.7 = -1,256.6 \text{ mm}$$

▪ 합성단면 도심에서 콘크리트 바닥판 상·하연까지의 거리

$$y_{cu,v} = d_{c,v} + T_c / 2 = 440.4 + 250.0 / 2 = 565.4 \text{ mm}$$

$$y_{cl,v} = y_{cu,v} - T_c = 565.4 - 250.0 = 315.4 \text{ mm}$$

▪ 응 력 검 토

$$f_{su,v} = M_{sc} \cdot y_{su,v} / I_v = 1,270.028 \times 285.4 / 155,693,576,753.9 = 2.328 \text{ MPa}$$

$$f_{sl,v} = M_{sc} \cdot y_{sl,v} / I_v = 1,270.028 \times -1,256.6 / 155,693,576,753.9 = -10.250 \text{ MPa}$$

$$f_{cu,v} = M_{sc} \cdot y_{cu,v} / (I_v \cdot n) = 1,270.028 \times 565.4 / (155,693,576,753.9 \times 8.0) = 0.577 \text{ MPa}$$

$$f_{cl,v} = M_{sc} \cdot y_{cl,v} / (I_v \cdot n) = 1,270.028 \times 315.4 / (155,693,576,753.9 \times 8.0) = 0.322 \text{ MPa}$$

▪ 전단응력 검토

$$F_v = 4.745E+06 \text{ mm}^2$$

$$u = V_{sc} / A_w + M_{sc} / (2 \cdot F_v \cdot t_w) = 89.604 / 36,000.0 + 14.652 / (2 \times 4,745,228.3 \times 12.0) = 2.618 \text{ MPa}$$

(3) 활 하 중

▪ 응 력 검 토

$$f_{su,v} = M_v \cdot y_{su,v} / I_v = 4,127.705 \times 285.4 / 155,693,576,753.9 = \mathbf{7.567 \text{ MPa}}$$

$$f_{sl,v} = M_v \cdot y_{sl,v} / I_v = 4,127.705 \times -1,256.6 / 155,693,576,753.9 = \mathbf{-33.314 \text{ MPa}}$$

$$f_{cu,v} = M_v \cdot y_{cu,v} / (I_v \cdot n) = 4,127.705 \times 565.4 / (155,693,576,753.9 \times 8.0) = \mathbf{1.874 \text{ MPa}}$$

$$f_{cl,v} = M_v \cdot y_{cl,v} / (I_v \cdot n) = 4,127.705 \times 315.4 / (155,693,576,753.9 \times 8.0) = \mathbf{1.045 \text{ MPa}}$$

▪ 전단응력 검토

$$\begin{aligned} v &= V_v / A_w + M_{vt} / (2 \cdot F_v \cdot t_w) \\ &= 275.949 / 36,000.0 + 492.615 / (2 \times 4,745,228.3 \times 12.0) = \mathbf{11.991 \text{ MPa}} \end{aligned}$$

(4) 바닥판 콘크리트의 크리프 영향

(도.설.해 3.9.2.6)

- 합성단면으로서의 바닥판 콘크리트에 지속하중이 작용하는 경우 바닥판 콘크리트의 크리프에 의한 응력의 계산에 쓰이는 크리프계수 ϕ_1 은 **2.0**을 표준으로 한다.

$$\Phi_1 = 2.0$$

$$k = \mathbf{0.658} \quad \text{※ 2차 부정정력으로 인한 영향 고려}$$

$$n_1 = n \cdot (1 + \phi_1 / 2) = 8.0 \times (1 + 2.0 / 2) = 16.000$$

$$A_{v1} = A_s + A_{c1} / n_1 = 166,200.0 + 1,472,500.0 / 16.0 = 2.582\text{E}+05 \text{ mm}^2$$

$$v_1 = (A_{c1} / n_1) \times d_v / A_{v1} = (1,472,500.0 / 16.0) \times 928.1 / 258,231.3 = 330.8 \text{ mm}$$

$$d_{c,v1} = d_v - v_1 = 928.1 - 330.8 = 597.4 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} I_{v1} &= (I_s + A_s \cdot v_1^2) + (I_c / n_1 + A_c / n_1 \cdot d_{c,v1}^2) \\ &= (79,496,734,899.4 + 166,200.0 \times 330.8^2) + (7,669,270,833.3 / 16.0 \\ &\quad + 1,472,500.0 / 16.0 \times 597.4^2) = \mathbf{1.310\text{E}+11 \text{ mm}^4} \end{aligned}$$

- 합성단면도심에서 상·하부 플랜지 연단거리

$$y_{su,v1} = y_{su} - v_1 = 773.1 - 330.8 = 442.4 \text{ mm}$$

$$y_{sl,v1} = y_{sl} - v_1 = -768.9 - 330.8 = -1,099.6 \text{ mm}$$

- 합성단면 도심에서 바닥판 콘크리트 연단거리

$$y_{cu,v1} = d_{c,v1} + T_c / 2 = 597.4 + 250.0 / 2 = 722.4 \text{ mm}$$

$$y_{cl,v1} = y_{cu,v1} - T_c = 722.4 - 250.0 = 472.4 \text{ mm}$$

- 크리프를 일으키기 전, 2차 고정하중에 의해 바닥판 콘크리트에 작용하는 압축력

$$\begin{aligned} N_c &= M_{sc} \cdot d_{c,v} \cdot A_{c1} / (n \cdot I_v) \\ &= 1,270.0 \times 440.4 \times 1,472,500.0 / (8.0 \times 155,693,576,753.9) = \mathbf{6.612\text{E}+05 \text{ N}} \end{aligned}$$

- 강재보와 결합으로 인해 바닥판에 생기는 압축력

$$P_\phi = N_c \cdot 2 \cdot \phi_1 / (2 + \phi_1) = 661,246.1 \times 2 \times 2.0 / (2 + 2.0) = \mathbf{6.612\text{E}+05 \text{ N}}$$

- P_ϕ 에 의해 합성단면에 발생하는 휨모멘트

$$M_\phi = P_\phi \times d_{c,v1} = 661,246.1 \times 597.4 = \mathbf{3.950\text{E}+08 \text{ N}\cdot\text{mn}}$$

- 콘크리트의 응력을 계산하기 위해

$$E_{c1} = E_c / (1 + \phi_1 / 2) = 26,701.7 / (1 + 2.0 / 2) = \mathbf{13,350.868 \text{ MPa}}$$

- 2차 고정하중에 의한 합성단면에서 콘크리트 바닥판 상·하면 응력

$$f_{cu,v} = M_{sc} \cdot y_{cu,v} / (I_v \cdot n) = 1,270.028 \times 565.4 / (155,693,576,753.9 \times 8.0) = 0.577 \text{ MPa}$$

$$f_{cl,v} = M_{sc} \cdot y_{sl,v} / (I_v \cdot n) = 1,270.028 \times 315.4 / (155,693,576,753.9 \times 8.0) = 0.322 \text{ MPa}$$

- 바닥판 콘크리트의 응력 변화량

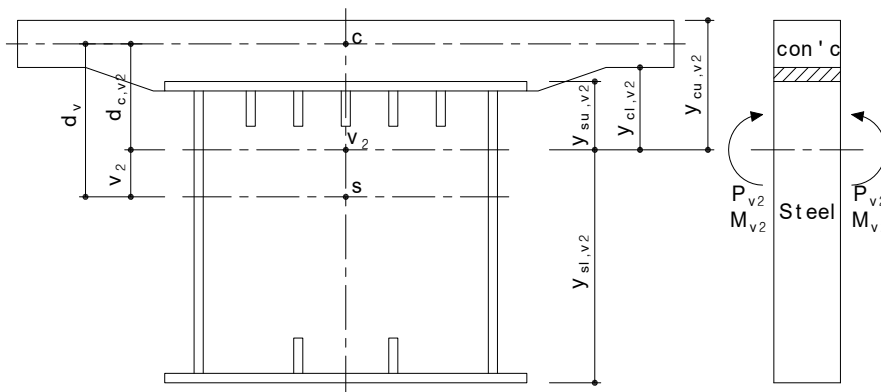
$$\begin{aligned} f_{cu,v1} &= 1/n_1 \cdot (P_\phi / A_{v1} + k \cdot M_\phi \cdot y_{cu,v1} / I_{v1}) - E_{c1} \cdot f_{cu,v} \cdot \phi_1 / E_c \\ &= (1/16.0) \times (661,246.1 / 258,231.3 + 0.658 \times 395,005,480.0 \times 722.4 / 131,002,255,140.2) \\ &\quad - 13,350.9 \times 0.577 \times 2.0 / 26,701.7 = -0.327 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{cl,v1} &= 1/n_1 \cdot (P_\phi / A_{v1} + k \cdot M_\phi \cdot y_{cl,v1} / I_{v1}) - E_{c1} \cdot f_{cl,v} \cdot \phi_1 / E_c \\ &= (1/16.0) \times (661,246.1 / 258,231.3 + 0.658 \times 395,005,480.0 \times 472.4 / 131,002,255,140.2) \\ &\quad - 13,350.9 \times 0.322 \times 2.0 / 26,701.7 = -0.103 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- 강재보 상·하부 플랜지 응력 변화량

$$\begin{aligned} f_{su,v1} &= P_\phi / A_{v1} + k \cdot M_\phi \cdot y_{su,v1} / I_{v1} \\ &= 661,246.1 / 258,231.3 + 0.658 \times 395,005,480.0 \times 442.4 / 131,002,255,140.2 = 3.438 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{sl,v1} &= P_\phi / A_{v1} + k \cdot M_\phi \cdot y_{sl,v1} / I_{v1} \\ &= 661,246.1 / 258,231.3 + 0.658 \times 395,005,480.0 \times -1,099.6 / 131,002,255,140.2 = 0.379 \text{ MPa} \end{aligned}$$



(5) 바닥판 콘크리트의 건조수축 영향

(도.설.해 3.9.2.8)

- 바닥판 콘크리트의 건조수축에 의한 응력의 계산에 사용하는 최종수축률 ϵ_s 는 27×10^{-5} , 크리프계수

Φ_2 는 $\Phi_2 = 2 \cdot \Phi_1 = 4.0$ 을 표준으로 한다.

$$\Phi_2 = 4.0$$

$$n_2 = n \cdot (1 + \phi_2 / 2) = 8.0 \times (1 + 4.0 / 2) = 24.000$$

$$A_{v2} = A_s + A_{c1} / n_2 = 166,200.0 + 1,472,500.0 / 24.0 = 2.276E+05 \text{ mm}^2$$

$$v_2 = (A_{c1} / n_2) \times d_v / A_{v2} = (1,472,500.0 / 24.0) \times 928.1 / 227,554.2 = 250.3 \text{ mm}$$

$$d_{c,v2} = d_v - v_2 = 928.1 - 250.3 = 677.9 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} I_{v2} &= (I_s + A_s \cdot v_2^2) + (I_c / n_2 + A_c / n_2 \cdot d_{c,v2}^2) \\ &= (79,496,734,899.4 + 166,200.0 \times 250.3^2) + (7,669,270,833.3 / 24.0 \\ &\quad + 1,472,500.0 / 24.0 \times 677.9^2) = 1.184E+11 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- 합성단면도심에서 상·하부 플랜지 연단거리

$$y_{su,v2} = y_{su} - v_2 = 773.1 - 250.3 = 522.9 \text{ mm}$$

$$y_{sl,v2} = y_{sl} - v_2 = -768.9 - 250.3 = -1,019.1 \text{ mm}$$

- 합성단면 도심에서 바닥판 콘크리트 연단거리

$$y_{cu,v2} = d_{c,v2} + T_c / 2 = 677.9 + 250.0 / 2 = 802.9 \text{ mm}$$

$$y_{cl,v2} = y_{cu,v2} - T_c = 802.9 - 250.0 = 552.9 \text{ mm}$$

- 바닥판 콘크리트에 작용하는 압축력

$$P_{v2} = E_s \cdot \epsilon_s \cdot A_{c1} / n_2 = 205,000.0 \times 0.000270 \times 1,472,500.0 / 24.0 = 3.396E+06 \text{ N}$$

- P_{v2} 에 의해 합성단면에 발생하는 휨모멘트

$$M_{v2} = P_{v2} \times d_{c,v2} = 3,395,953.1 \times 802.9 = 2.302E+09 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

- 바닥판 콘크리트의 응력변화량을 계산하기 위해

$$E_{c2} = E_s / n_2 = 205,000.0 / 24.0 = 8,541.667 \text{ MPa}$$

- 바닥판 콘크리트의 응력변화량

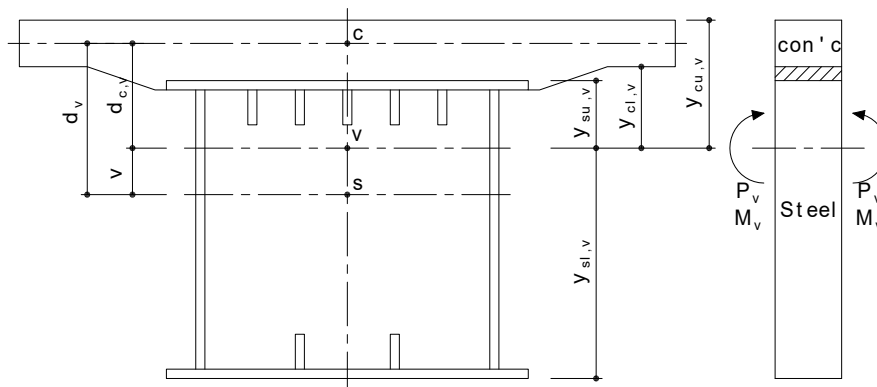
$$\begin{aligned} f_{cu,v2} &= 1/n_2 \cdot (P_{v2}/A_{v2} + k \cdot M_{v2} \cdot y_{cu,v2}/I_{v2}) - E_{c2} \cdot \epsilon_s \\ &= (1/24.0) \times (3,395,953.1/227,554.2 + 0.658 \times 2,302,108,123.1 \times 802.9/118,419,717,910.5) \\ &\quad - 8,541.7 \times 0.000270 = -1.256 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{cl,v2} &= 1/n_2 \cdot (P_{v2}/A_{v2} + k \cdot M_{v2} \cdot y_{cl,v2}/I_{v2}) - E_{c2} \cdot \epsilon_s \\ &= (1/24.0) \times (3,395,953.1/227,554.2 + 0.658 \times 2,302,108,123.1 \times 802.9/118,419,717,910.5) \\ &\quad - 8,541.7 \times 0.000270 = -1.390 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- 강재보 상·하부 플랜지 응력 변화량

$$\begin{aligned} f_{su,v2} &= P_{v2}/A_{v2} + k \cdot M_{v2} \cdot y_{su,v2}/I_{v2} \\ &= 3,395,953.1/227,554.2 + 0.658 \times 2,302,108,123.1 \times 522.9/118,419,717,910.5 = 21.612 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{sl,v2} &= P_{v2}/A_{v2} + k \cdot M_{v2} \cdot y_{sl,v2}/I_{v2} \\ &= 3,395,953.1/227,554.2 + 0.658 \times 2,302,108,123.1 \times -1,019.1/118,419,717,910.5 = 1.888 \text{ MPa} \end{aligned}$$



(6) 바닥판 콘크리트와 강재보와의 온도차 영향

(도.설.해 3.9.2.7)

- 바닥판 콘크리트와 강재 주거더와의 온도차는 10°C 를 표준으로 하고 현저한 온도차가 생기는 경우에는 별도로 고려하여야 한다. 온도분포는 강재 주거더 및 바닥판 콘크리트에 있어서 각각 균일한 것으로 본다. 바닥판 콘크리트와 강재의 선팽창계수 α 는 12×10^{-6} 으로 한다.

- 온도 변형률

$$\epsilon_t = \alpha \cdot \Delta t = 0.000012 \times 10.0 = 0.000120$$

- 바닥판 콘크리트에 작용하는 축력

$$P_{v1} = E_s \cdot \epsilon_t \cdot A_{c1} / n = 205,000.0 \times 0.000120 \times 1,472,500.0 / 8.0 = 4.528E+06 \text{ N}$$

- P_{v1} 에 의해 합성단면에 발생하는 휨모멘트

$$M_{v1} = P_{v1} \times d_{c,v} = 4,527,937.5 \times 440.4 = 1.994E+09 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

- 바닥판 콘크리트의 응력변화량

$$\begin{aligned} f_{cu,t} &= 1/n \cdot (P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{cu,w}/I_v) - E_c \cdot \epsilon_t \\ &= (1/8.0) \times (4,527,937.5/350,262.5 + 0.658 \times 1,994,139,806.7 \times 565.4/155,693,576,753.9) \\ &\quad - 26,701.7 \times 0.000120 = -0.993 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{cl,t} &= 1/n \cdot (P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{cl,w}/I_v) - E_c \cdot \epsilon_t \\ &= (1/8.0) \times (4,527,937.5/350,262.5 + 0.658 \times 1,994,139,806.7 \times 315.4/155,693,576,753.9) \\ &\quad - 26,701.7 \times 0.000120 = -1.256 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- 강재보 상·하부 플랜지 응력 변화량

$$\begin{aligned} f_{su,v2} &= P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{su,v}/I_v \\ &= 4,527,937.5/350,262.5 + 0.658 \times 1,994,139,806.7 \times 285.4/155,693,576,753.9 = 15.333 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{sl,v2} &= P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{sl,v}/I_v \\ &= 4,527,937.5/350,262.5 + 0.658 \times 1,994,139,806.7 \times -1,256.6/155,693,576,753.9 = 2.337 \text{ MPa} \end{aligned}$$

(7) 전단 및 비틀림

- 풍하중 비재하시의 전단응력

$$\begin{aligned} v &= (V_s + V_{sc} + V_v)/A_w + M_{st}/(2 \cdot F \cdot t_w) + (M_{sct} + M_{vt})/(2 \cdot F_v \cdot t_w) \\ &= 743.324/36,000.0 + 65.355/111,592,728.0 + 507.267/113,885,478.0 = 25.688 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\text{※ } v = 25.7 \text{ MPa} \leq v_a = 110.0 \text{ MPa} \quad \dots \text{O.K !!}$$

(8) 조합 응력의 검토

(도.설.해 3.4.2.3)

$$i = 0.65(\varphi/n)^2 + 0.13(\varphi/n) + 1.0 = 1.000$$

여기서, φ : 응력 구배 ($\varphi = (f_1 - f_2)/f_1 \approx 0.0$)

f_1, f_2 : 보강된 판의 양면의 응력 (단, $f_1 \geq f_2$ 이며 압축응력을 정(+)으로 한다)

i : 응력구배계수

n : 종리브에 의해서 구분되는 Pannel의 수

- 인장 (하부)플랜지의 허용응력

(SWS50B 사용)

(도.설.해 3.3.2)

$$f_{ta} = 190.0 \text{ MPa}$$

- 압축 (상부)플랜지의 허용응력

(SWS50B 사용)

(도.설.해 3.4.2.3)

$$b / 24.0 \cdot i \cdot n = 20.8 \text{ mm} > t_u = 20 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow f_{ca} = 190.0 \text{ MPa}$$

$$b / 49.0 \cdot i \cdot n = 10.2 \text{ mm} \leq t_u = 20 \text{ mm} < b / 24.0 \cdot i \cdot n = 20.8 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow f_{ca} = 190.0 - 3.9 \{b/(t_u \cdot i \cdot n) - 24.0\} = 186.1 \text{ MPa}$$

$$b / 80.0 \cdot i \cdot n = 6.3 \text{ mm} \leq t_u = 20 \text{ mm} \geq b / 49.0 \cdot i \cdot n = 10.2 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow f_{ca} = 220,000 \{(t_u \cdot i \cdot n)/b\}^2 = 352.0 \text{ MPa}$$

$$f_{ca} = 190.0 \text{ MPa} \text{ (합성후 압축플랜지가 콘크리트 바닥판 등에 고정되어 있는 경우 및 박스형$$

단면, π 형 단면과 같이 횡좌굴이 일어나기 어려운 경우)

$$\therefore f_{ca} = 186.1 \text{ MPa}$$

▪ 철근 콘크리트의 허용응력

(도.설.해 3.9.3.1)

$$f_{ca} = 0.40 f_{ck} = 10.800 \text{ MPa}$$

($f_{ck} = 27.0 \text{ MPa}$ 사용)

$$f_{ta} = 0.07 f_{ck} = 1.890 \text{ MPa}$$

▪ 슬래브와 주거더에 작용응력 및 허용응력

(도.설.해 3.9.3.1, 2.2.2.2)

하 중 조 합	Concrete				Steel			
	작용응력(MPa)		허용응력(MPa)		작용응력(MPa)		허용응력(MPa)	
	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연
1	-	-	-	-	55.995	-55.684	186.100	190.000
1+2+3	2.450	1.367	10.800	10.800	65.890	-99.248	190.000	190.000
1+2+3+4	2.123	1.264	10.800	10.800	69.328	-98.869	218.500	190.000
1+2+3+4+5	0.867	-0.126	10.800	1.890	90.941	-96.982	218.500	190.000
1+2+3+4+5+6	-0.126	-1.382	2.174	2.174	106.273	-94.645	247.000	218.500
1+2+3+4+5-6	1.860	1.130	12.420	12.420	75.608	-99.319	247.000	218.500

주) 압축응력은 정(+), 인장응력을 부(-)로 하였음

(9) 합성응력의 검토

(도.설 3.8.2.4)

하 중 조 합	$(f/f_a)^2$		$(v/u_a)^2$		합성응력		판 별	
	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연
1	0.091	0.086	0.055	0.055	0.145	0.140	O.K !!	O.K !!
1+2+3	0.120	0.273	0.055	0.055	0.175	0.327	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4	0.101	0.271	0.055	0.055	0.155	0.325	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4+5	0.173	0.261	0.055	0.055	0.228	0.315	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4+5+6	0.185	0.188	0.055	0.055	0.240	0.242	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4+5-6	0.094	0.207	0.055	0.055	0.148	0.261	O.K !!	O.K !!

$$(f/f_a)^2 + (v/u_a)^2 \leq 1.2 \text{ O.K !!}$$

[상 연]

$$\left(\frac{106.273}{247.000} \right)^2 + \left(\frac{25.688}{110.000} \right)^2 = 0.185 + 0.055 = 0.240 \leq 1.2 \text{ O.K !!}$$

[하 연]

$$\left(\frac{-99.248}{190.000} \right)^2 + \left(\frac{25.688}{110.000} \right)^2 = 0.273 + 0.055 = 0.327 \leq 1.2 \text{ O.K !!}$$

(10) 판의 최소두께 검토

- 압축(상부) 플랜지 (☞ 도.설.기 3.4.2.2, 3.4.2.3, 3.8.3.1, 3.8.3.2, 3.9.6)

$$t_{\min} = \text{자유돌출폭}/16 = 88.0 / 16.0 = 5.5 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm} \dots \mathbf{O.K !!}$$

$$t_{\min} = b/(49 \cdot i \cdot n) = 2,500.0 / (49 \times 1.0 \times 5) = 10.2 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm} \dots \mathbf{O.K !!}$$

(합성형 스티드 설치시) $t_{\min} = 10.0 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm} \dots \mathbf{O.K !!}$

- 인장(하부) 플랜지 (☞ 도.설.기 3.8.3.1, 3.8.3.2)

$$t_{\min} = \text{자유돌출폭}/16 = 88.0 / 16.0 = 5.5 \leq t_{\text{use}} = 22.0 \text{ mm} \dots \mathbf{O.K !!}$$

- 복 부 판 [수평보강재 사용단수 1 단] (☞ 도.설.기 3.8.4.1)

$$t_{\min} = b/(219 \times 1.200) = 1,500.0 / (219 \times 1.200) = 5.7 \leq t_{\text{use}} = 12.0 \text{ mm} \dots \mathbf{O.K !!}$$

여기서, $\sqrt{f_{ca}/f_c} = \sqrt{(190.0 / 55.995)} = 1.84 \geq 1.20 \Rightarrow 1.200 \text{ 적용}$

(11) 항복에 대한 안전도 검사 (☞ 도.설.기 3.9.3.2)

- 활하중(충격을 포함)의 2.15배와 고정하중의 1.3배, 바닥판 콘크리트의 건조수축 및 크리프의 영향, 바닥판 콘크리트와 강재 주거더와의 온도차에 의한 응력 중 가장 불리한 조합에 대하여 검사하는 것으로 한다.

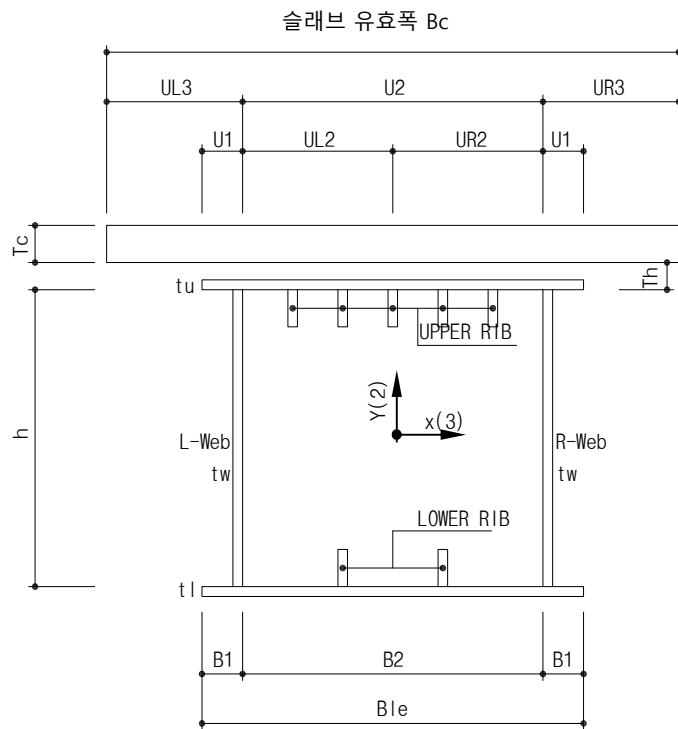
- 콘크리트의 압축연응력은 f_{ck} 의 3/5를 넘어서는 안된다.

하 중 조 합	Concrete				Steel			
	작용응력(MPa)		허용응력 (MPa)	판 별	작용응력(MPa)		허용응력 (MPa)	판 별
	상 연	하 연			상 연	하 연		
1	-	-	-	-	72.793	-72.389	315.000	O.K !!
1+2+3	4.778	2.665	16.200	O.K !!	92.088	-157.340	315.000	O.K !!
1+2+3+6	5.771	3.921	16.200	O.K !!	107.421	-159.677	315.000	O.K !!
1+2+3+4	4.451	2.562	16.200	O.K !!	95.527	-156.961	315.000	O.K !!
1+2+3+4+5	3.195	1.173	16.200	O.K !!	117.139	-155.074	315.000	O.K !!
1+2+3+4+5+6	2.202	-0.083	16.200	O.K !!	132.472	-152.737	315.000	O.K !!
1+2+3+4+5-6	4.187	2.429	16.200	O.K !!	101.807	-157.411	315.000	O.K !!

4. 단 면 검 토(정모멘트)

4.1 단면가정 및 설계조건

2~5지간 외측거더



주부재 강종: SWS50B

Bc = 5,867.0 mm

UL3 = 1,683.5 mm

UR3 = 1,683.5 mm

U1 = 100.0 mm

UL2 = 1,250.0 mm

UR2 = 1,250.0 mm

상부 플랜지 유효폭

Bue = 2,700.0 mm

하부 플랜지 유효폭

Ble = 2,700.0 mm

B1 = 100.0 mm

B2 = 2,500.0 mm

Tc = 250.0 mm

Th = 50.0 mm

h = 1,500.0 mm

$\Theta_L = 0.000^\circ$

$\Theta_R = 0.000^\circ$

구 분	단 위	입력 Data
E_s : 강재 탄성계수	MPa	205,000.0
E_c : 콘크리트의 탄성계수	MPa	26,701.7
ϵ_s : 바닥판 콘크리트의 건조수축에 의한 최종수축율	-	0.000270
α : 강재 및 콘크리트의 선팽창계수	-	0.000012
φ_2 : 건조수축에 의한 크리이프계수	-	4.0
n : 강과 콘크리트의 탄성계수비	-	8.0
Δt : 강과 콘크리트의 온도차	°C	10.0
M_s : 합성전 고정하중에 의한 모멘트	kN·m	4,005.824
M_{sc} : 합성후 고정하중에 의한 모멘트	kN·m	887.707
M_v : 활하중에 의한 모멘트	kN·m	4,355.788
V_s : 합성전 고정하중에 의한 전단력	kN	-280.596
V_{sc} : 합성후 고정하중에 의한 전단력	kN	-61.450
V_v : 활하중에 의한 전단력	kN	-442.045
M_{st} : 합성전 고정하중에 의한 비틀림 모멘트	kN·m	66.240
M_{sct} : 합성후 고정하중에 의한 비틀림 모멘트	kN·m	19.965
M_{vt} : 활하중에 의한 비틀림 모멘트	kN·m	263.807

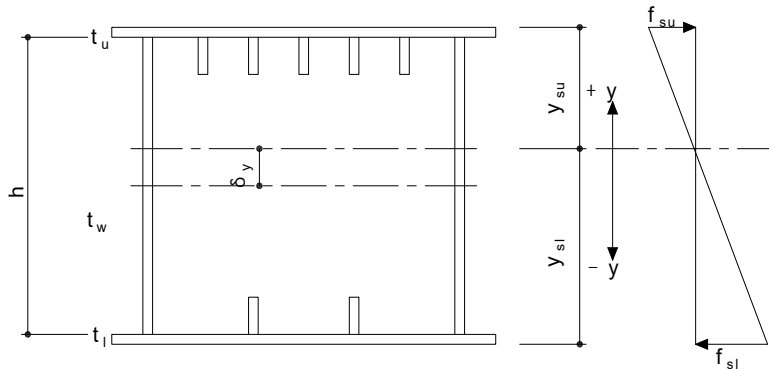
< 참고 > 합성전 고정하중 : 강재자중 + 바닥판콘크리트자중

합성후 고정하중 : 난간및 방호벽자중 + PAVEMENT자중

X(3)축 방향 단면 제원

구 분	규 격	$A_s(\text{mm}^2)$	$Y(\text{mm})$	$A_s \cdot Y(\text{mm}^3)$	$A_s \cdot Y^2(\text{mm}^4)$	$I_{xo}(\text{mm}^4)$
UPPER FL.	1 - 2,700.0 × 20.0	54,000.0	760.0	4.104E+07	3.119E+10	1.800E+06
UPPER RIB	4 - 200.0 × 14.0	11,200.0	650.0	7.280E+06	4.732E+09	3.733E+07
L - WEB	1 - 1,500.0 × 12.0	18,000.0	-	-	-	3.375E+09
R - WEB	1 - 1,500.0 × 12.0	18,000.0	-	-	-	3.375E+09
LOWER RIB	2 - 200.0 × 14.0	5,600.0	-650.0	-3.640E+06	2.366E+09	1.867E+07
LOWER FL.	1 - 2,700.0 × 20.0	54,000.0	-760.0	-4.104E+07	3.119E+10	1.800E+06
강재 단면 합계		160,800.0	-	3.640E+06	6.948E+10	6.810E+09
RC. SLAB	1 - 5,867.0 × 250.0	1,466,750.0	925.0	1.357E+09	1.255E+12	7.639E+09
SLAB 단면 합계		1,466,750.0	-	1.357E+09	1.255E+12	7.639E+09
※ $A_s = 160,800.0 \text{ mm}^2$ $A_{c1} = 1,466,750.0 \text{ mm}^2$						

4.2 응 력 검 토



(1) 합 성 전

▪ 도심축 이동량

$$\delta_y = \sum A_s Y / \sum A_s = 3,640,000.0 / 160,800.0 = 22.637 \text{ mm}$$

▪ 도심축에서 상·하부 플랜지 연단거리

$$y_{su} = h/2 + t_u - \delta_y = 1,500.0 / 2 + 20.0 - 22.637 = 747.363 \text{ mm}$$

$$y_{sl} = -\{ h/2 + t_l + \delta_y \} = -\{ 1,500.0 / 2 + 20.0 + 22.637 \} = -792.637 \text{ mm}$$

▪ 강재의 단면2차 모멘트

$$I_s = \sum I_{xo} + \sum A_s Y^2 - A_s \cdot \delta_y^2 = 6,809,600,000.0 + 69,478,800,000.0 - 160,800.0 \times 22.637^2 = 7.621E+10 \text{ mm}^4$$

▪ 플랜지 응력 검토

(도.설.해 3.8.2.1)

$$f_{su} = M_s \cdot y_{su} / I_s = 4,005.824 \times 747.4 / 76,206,001,990.0 = 39.286 \text{ MPa}$$

$$f_{sl} = M_s \cdot y_{sl} / I_s = 4,005.824 \times -792.6 / 76,206,001,990.0 = -41.666 \text{ MPa}$$

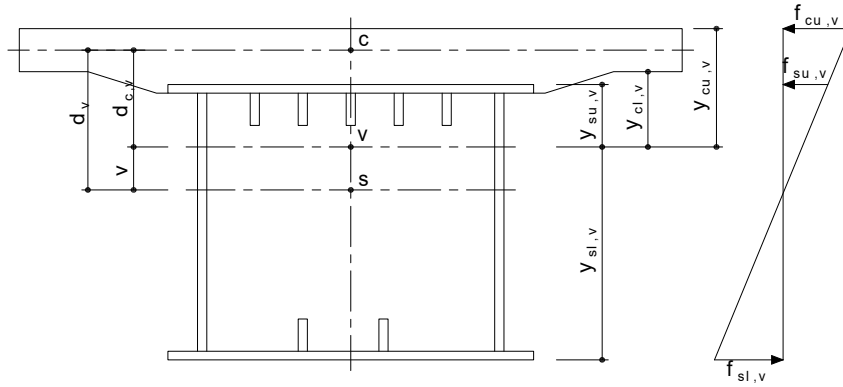
▪ 부재의 전단응력 검토

(도.설.해 3.8.2.2, 도.설.해 3.8.2.3)

$$F = 4.629E+06 \text{ mm}^2$$

$$v = V_s / A_w + M_{st} / (2 \cdot F \cdot t_w)$$

$$= 280.596 / 36,000.0 + 66.240 / (2 \times 4,629,160.0 \times 12.0) = 8.391 \text{ MPa}$$



(2) 합 성 후

- 바닥판 콘크리트 환산단면적

$$A_{cn1} = A_{c1} / n = 1,466,750.0 / 8.0 = 183,343.8 \text{ mm}^2$$

- 바닥판 콘크리트 환산단면 2차모멘트

$$I_{cn1} = I_{c1} / n = 7,639,322,916.7 / 8.0 = 9.549E+08 \text{ mm}^4$$

- 합성 단면적

$$A_v = A_s + A_{cn1} = 160,800.0 + 183,343.8 = 344,143.8 \text{ mm}^2$$

- 강재도심선에서 콘크리트 바닥판 도심까지의 거리

$$d_v = y_{su} - t_u + T_h + T_c/2 = 747.4 - 20.0 + 50.0 + 250.0/2 = 902.4 \text{ mm}$$

- 합성 단면의 도심축 이동량

$$v = A_{cn1} \times d_v / A_v = 183,343.8 \times 902.4 / 344,143.8 = 480.7 \text{ mm}$$

- 합성 단면 도심에서 바닥판 도심까지의 거리

$$d_{c,v} = d_v - v = 902.4 - 480.7 = 421.6 \text{ mm}$$

- 합성단면의 단면2차 모멘트

$$I_v = I_s + A_s \cdot v^2 + I_{cn1} + A_{cn1} \cdot d_{c,v}^2 = 76,206,001,990.0 + 160,800.0 \times 480.7^2 + 954,915,364.6 + 183,343.8 \times 421.6^2 = 1.469E+11 \text{ mm}^4$$

- 합성단면 도심에서 상·하부 플랜지 연단거리

$$y_{su,v} = y_{su} - v = 747.4 - 480.7 = 266.6 \text{ mm}$$

$$y_{sl,v} = y_{sl} - v = -792.6 - 480.7 = -1,273.4 \text{ mm}$$

- 합성단면 도심에서 콘크리트 바닥판 상·하연까지의 거리

$$y_{cu,v} = d_{c,v} + T_c / 2 = 421.6 + 250.0 / 2 = 546.6 \text{ mm}$$

$$y_{cl,v} = y_{cu,v} - T_c = 546.6 - 250.0 = 296.6 \text{ mm}$$

- 응 력 검 토

$$f_{su,v} = M_{sc} \cdot y_{su,v} / I_v = 887.707 \times 266.6 / 146,915,862,837.5 = 1.611 \text{ MPa}$$

$$f_{sl,v} = M_{sc} \cdot y_{sl,v} / I_v = 887.707 \times -1,273.4 / 146,915,862,837.5 = -7.694 \text{ MPa}$$

$$f_{cu,v} = M_{sc} \cdot y_{cu,v} / (I_v \cdot n) = 887.707 \times 546.6 / (146,915,862,837.5 \times 8.0) = 0.413 \text{ MPa}$$

$$f_{cl,v} = M_{sc} \cdot y_{cl,v} / (I_v \cdot n) = 887.707 \times 296.6 / (146,915,862,837.5 \times 8.0) = 0.224 \text{ MPa}$$

- 전단응력 검토

$$F_v = 4.724E+06 \text{ mm}^2$$

$$u = V_{sc} / A_w + M_{sc} / (2 \cdot F_v \cdot t_w) = 61.450 / 36,000.0 + 19.965 / (2 \times 4,724,331.9 \times 12.0) = 1.883 \text{ MPa}$$

(3) 활 하 중

■ 응 력 검 토

$$f_{su,v} = M_v \cdot y_{su,v} / I_v = 4,355.788 \times 266.6 / 146,915,862,837.5 = \mathbf{7.905} \text{ MPa}$$

$$f_{sl,v} = M_v \cdot y_{sl,v} / I_v = 4,355.788 \times -1,273.4 / 146,915,862,837.5 = \mathbf{-37.753} \text{ MPa}$$

$$f_{cu,v} = M_v \cdot y_{cu,v} / (I_v \cdot n) = 4,355.788 \times 546.6 / (146,915,862,837.5 \times 8.0) = \mathbf{2.026} \text{ MPa}$$

$$f_{cl,v} = M_v \cdot y_{cl,v} / (I_v \cdot n) = 4,355.788 \times 296.6 / (146,915,862,837.5 \times 8.0) = \mathbf{1.099} \text{ MPa}$$

■ 전단응력 검토

$$\begin{aligned} v &= V_v / A_w + M_{vt} / (2 \cdot F_v \cdot t_w) \\ &= 442.045 / 36,000.0 + 263.807 / (2 \times 4,724,331.9 \times 12.0) = \mathbf{14.606} \text{ MPa} \end{aligned}$$

(4) 바닥판 콘크리트의 크리프 영향

(도.설.해 3.9.2.6)

- 합성단면으로서의 바닥판 콘크리트에 지속하중이 작용하는 경우 바닥판 콘크리트의 크리프에 의한 응력의 계산에 쓰이는 크리프계수 ϕ_1 은 **2.0**을 표준으로 한다.

$$\Phi_1 = 2.0$$

$$k = \mathbf{0.046} \quad \text{※ 2차 부정정력으로 인한 영향 고려}$$

$$n_1 = n \cdot (1 + \phi_1 / 2) = 8.0 \times (1 + 2.0 / 2) = 16.000$$

$$A_{v1} = A_s + A_c / n_1 = 160,800.0 + 1,466,750.0 / 16.0 = 2.525E+05 \text{ mm}^2$$

$$v_1 = (A_c / n_1) \times d_v / A_{v1} = (1,466,750.0 / 16.0) \times 902.4 / 252,471.9 = 327.6 \text{ mm}$$

$$d_{c,v1} = d_v - v_1 = 902.4 - 327.6 = 574.7 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} I_{v1} &= (I_s + A_s \cdot v_1^2) + (I_c / n_1 + A_c / n_1 \cdot d_{c,v1}^2) \\ &= (76,206,001,990.0 + 160,800.0 \times 327.6^2) + (7,639,322,916.7 / 16.0 \\ &\quad + 1,466,750.0 / 16.0 \times 574.7^2) = 1.242E+11 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- 합성단면도심에서 상·하부 플랜지 연단거리

$$y_{su,v1} = y_{su} - v_1 = 747.4 - 327.6 = 419.7 \text{ mm}$$

$$y_{sl,v1} = y_{sl} - v_1 = -792.6 - 327.6 = -1,120.3 \text{ mm}$$

- 합성단면 도심에서 바닥판 콘크리트 연단거리

$$y_{cu,v1} = d_{c,v1} + T_c / 2 = 574.7 + 250.0 / 2 = 699.7 \text{ mm}$$

$$y_{cl,v1} = y_{cu,v1} - T_c = 699.7 - 250.0 = 449.7 \text{ mm}$$

- 크리프를 일으키기 전, 2차 고정하중에 의해 바닥판 콘크리트에 작용하는 압축력

$$\begin{aligned} N_c &= M_{sc} \cdot d_{c,v} \cdot A_{c1} / (n \cdot I_v) \\ &= 887.7 \times 421.6 \times 1,466,750.0 / (8.0 \times 146,915,862,837.5) = 4.671E+05 \text{ N} \end{aligned}$$

- 강재보와 결합으로 인해 바닥판에 생기는 압축력

$$P_\phi = N_c \cdot 2 \cdot \phi_1 / (2 + \phi_1) = 467,083.6 \times 2 \times 2.0 / (2 + 2.0) = 4.671E+05 \text{ N}$$

- P_ϕ 에 의해 합성단면에 발생하는 휨모멘트

$$M_\phi = P_\phi \times d_{c,v1} = 467,083.6 \times 574.7 = 2.684E+08 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

- 콘크리트의 응력을 계산하기 위해

$$E_{c1} = E_c / (1 + \phi_1 / 2) = 26,701.7 / (1 + 2.0 / 2) = 13,350.868 \text{ MPa}$$

- 2차 고정하중에 의한 합성단면에서 콘크리트 바닥판 상·하면 응력

$$f_{cu,v} = M_{sc} \cdot y_{cu,v} / (I_v \cdot n) = 887.707 \times 546.6 / (146,915,862,837.5 \times 8.0) = 0.413 \text{ MPa}$$

$$f_{cl,v} = M_{sc} \cdot y_{sl,v} / (I_v \cdot n) = 887.707 \times 296.6 / (146,915,862,837.5 \times 8.0) = 0.224 \text{ MPa}$$

- 바닥판 콘크리트의 응력 변화량

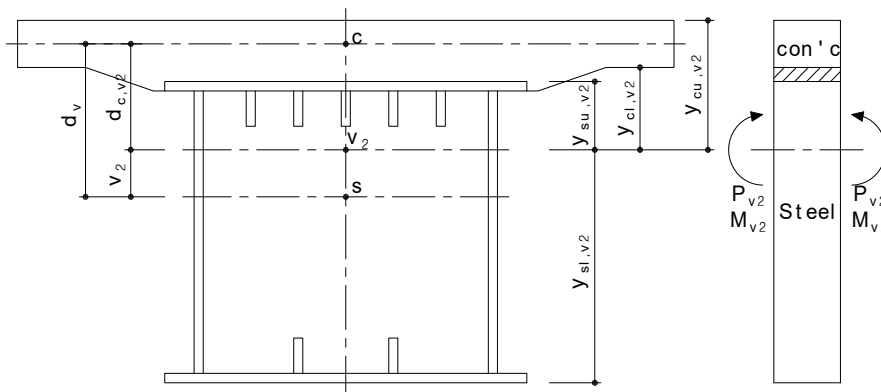
$$\begin{aligned} f_{cu,v1} &= 1/n_1 \cdot (P_\phi / A_{v1} + k \cdot M_\phi \cdot y_{cu,v1} / I_{v1}) - E_{c1} \cdot f_{cu,v} \cdot \phi_1 / E_c \\ &= (1/16.0) \times (467,083.6 / 252,471.9 + 0.046 \times 268,441,092.2 \times 699.7 / 124,224,851,202.6) \\ &\quad - 13,350.9 \times 0.413 \times 2.0 / 26,701.7 = -0.293 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{cl,v1} &= 1/n_1 \cdot (P_\phi / A_{v1} + k \cdot M_\phi \cdot y_{cl,v1} / I_{v1}) - E_{c1} \cdot f_{cl,v} \cdot \phi_1 / E_c \\ &= (1/16.0) \times (467,083.6 / 252,471.9 + 0.046 \times 268,441,092.2 \times 449.7 / 124,224,851,202.6) \\ &\quad - 13,350.9 \times 0.224 \times 2.0 / 26,701.7 = -0.106 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- 강재보 상·하부 플랜지 응력 변화량

$$\begin{aligned} f_{su,v1} &= P_\phi / A_{v1} + k \cdot M_\phi \cdot y_{su,v1} / I_{v1} \\ &= 467,083.6 / 252,471.9 + 0.046 \times 268,441,092.2 \times 419.7 / 124,224,851,202.6 = 1.892 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{sl,v1} &= P_\phi / A_{v1} + k \cdot M_\phi \cdot y_{sl,v1} / I_{v1} \\ &= 467,083.6 / 252,471.9 + 0.046 \times 268,441,092.2 \times -1,120.3 / 124,224,851,202.6 = 1.739 \text{ MPa} \end{aligned}$$



(5) 바닥판 콘크리트의 건조수축 영향

(도.설.해 3.9.2.8)

- 바닥판 콘크리트의 건조수축에 의한 응력의 계산에 사용하는 최종수축률 ϵ_s 는 27×10^{-5} , 크리프계수

Φ_2 는 $\Phi_2 = 2 \cdot \Phi_1 = 4.0$ 을 표준으로 한다.

$$\Phi_2 = 4.0$$

$$n_2 = n \cdot (1 + \phi_2 / 2) = 8.0 \times (1 + 4.0 / 2) = 24.000$$

$$A_{v2} = A_s + A_{c1} / n_2 = 160,800.0 + 1,466,750.0 / 24.0 = 2.219E+05 \text{ mm}^2$$

$$v_2 = (A_{c1} / n_2) \times d_v / A_{v2} = (1,466,750.0 / 24.0) \times 902.4 / 221,914.6 = 248.5 \text{ mm}$$

$$d_{c,v2} = d_v - v_2 = 902.4 - 248.5 = 653.9 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} I_{v2} &= (I_s + A_s \cdot v_2^2) + (I_c / n_2 + A_c / n_2 \cdot d_{c,v2}^2) \\ &= (76,206,001,990.0 + 160,800.0 \times 248.5^2) + (7,639,322,916.7 / 24.0 \\ &\quad + 1,466,750.0 / 24.0 \times 653.9^2) = 1.126E+11 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- 합성단면도심에서 상·하부 플랜지 연단거리

$$y_{su,v2} = y_{su} - v_2 = 747.4 - 248.5 = 498.9 \text{ mm}$$

$$y_{sl,v2} = y_{sl} - v_2 = -792.6 - 248.5 = -1,041.1 \text{ mm}$$

- 합성단면 도심에서 바닥판 콘크리트 연단거리

$$y_{cu,v2} = d_{c,v2} + T_c / 2 = 653.9 + 250.0 / 2 = 778.9 \text{ mm}$$

$$y_{cl,v2} = y_{cu,v2} - T_c = 778.9 - 250.0 = 528.9 \text{ mm}$$

- 바닥판 콘크리트에 작용하는 압축력

$$P_{v2} = E_s \cdot \epsilon_s \cdot A_{c1} / n_2 = 205,000.0 \times 0.000270 \times 1,466,750.0 / 24.0 = 3.383E+06 \text{ N}$$

- P_{v2} 에 의해 합성단면에 발생하는 휨모멘트

$$M_{v2} = P_{v2} \times d_{c,v2} = 3,382,692.2 \times 778.9 = 2.212E+09 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

- 바닥판 콘크리트의 응력변화량을 계산하기 위해

$$E_{c2} = E_s / n_2 = 205,000.0 / 24.0 = 8,541.667 \text{ MPa}$$

- 바닥판 콘크리트의 응력변화량

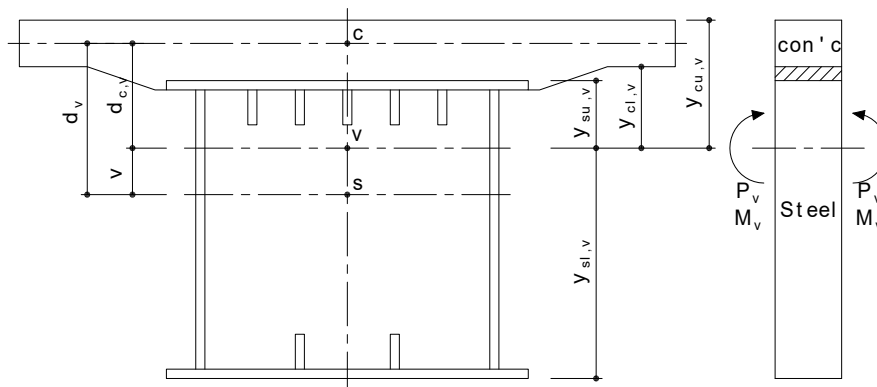
$$\begin{aligned} f_{cu,v2} &= 1/n_2 \cdot (P_{v2}/A_{v2} + k \cdot M_{v2} \cdot y_{cu,v2}/I_{v2}) - E_{c2} \cdot \epsilon_s \\ &= (1/24.0) \times (3,382,692.2/221,914.6 + 0.046 \times 2,211,790,811.7 \times 778.9/112,582,818,392.4) \\ &\quad - 8,541.7 \times 0.000270 = -1.642 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{cl,v2} &= 1/n_2 \cdot (P_{v2}/A_{v2} + k \cdot M_{v2} \cdot y_{cl,v2}/I_{v2}) - E_{c2} \cdot \epsilon_s \\ &= (1/24.0) \times (3,382,692.2/221,914.6 + 0.046 \times 2,211,790,811.7 \times 528.9/112,582,818,392.4) \\ &\quad - 8,541.7 \times 0.000270 = -1.651 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- 강재보 상·하부 플랜지 응력 변화량

$$\begin{aligned} f_{su,v2} &= P_{v2}/A_{v2} + k \cdot M_{v2} \cdot y_{su,v2}/I_{v2} \\ &= 3,382,692.2/221,914.6 + 0.046 \times 2,211,790,811.7 \times 498.9/112,582,818,392.4 = 15.694 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{sl,v2} &= P_{v2}/A_{v2} + k \cdot M_{v2} \cdot y_{sl,v2}/I_{v2} \\ &= 3,382,692.2/221,914.6 + 0.046 \times 2,211,790,811.7 \times -1,041.1/112,582,818,392.4 = 14.302 \text{ MPa} \end{aligned}$$



(6) 바닥판 콘크리트와 강재보와의 온도차 영향

(도.설.해 3.9.2.7)

- 바닥판 콘크리트와 강재 주거더와의 온도차는 10°C 를 표준으로 하고 현저한 온도차가 생기는 경우에는 별도로 고려하여야 한다. 온도분포는 강재 주거더 및 바닥판 콘크리트에 있어서 각각 균일한 것으로 본다. 바닥판 콘크리트와 강재의 선팽창계수 α 는 12×10^{-6} 으로 한다.

- 온도 변형률

$$\epsilon_t = \alpha \cdot \Delta t = 0.000012 \times 10.0 = 0.000120$$

- 바닥판 콘크리트에 작용하는 축력

$$P_{v1} = E_s \cdot \epsilon_t \cdot A_{c1} / n = 205,000.0 \times 0.000120 \times 1,466,750.0 / 8.0 = 4.510E+06 \text{ N}$$

- P_{v1} 에 의해 합성단면에 발생하는 휨모멘트

$$M_{v1} = P_{v1} \times d_{c,v} = 4,510,256.3 \times 421.6 = 1.902E+09 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

- 바닥판 콘크리트의 응력변화량

$$\begin{aligned} f_{cu,t} &= 1/n \cdot (P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{cu,w}/I_v) - E_c \cdot \epsilon_t \\ &= (1/8.0) \times (4,510,256.3/344,143.8 + 0.046 \times 1,901,641,921.1 \times 546.6/146,915,862,837.5) \\ &\quad - 26,701.7 \times 0.000120 = -1.525 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{cl,t} &= 1/n \cdot (P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{cl,w}/I_v) - E_c \cdot \epsilon_t \\ &= (1/8.0) \times (4,510,256.3/344,143.8 + 0.046 \times 1,901,641,921.1 \times 296.6/146,915,862,837.5) \\ &\quad - 26,701.7 \times 0.000120 = -1.544 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- 강재보 상·하부 플랜지 응력 변화량

$$\begin{aligned} f_{su,v2} &= P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{su,w}/I_v \\ &= 4,510,256.3/344,143.8 + 0.046 \times 1,901,641,921.1 \times 266.6/146,915,862,837.5 = 13.264 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{sl,v2} &= P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{sl,w}/I_v \\ &= 4,510,256.3/344,143.8 + 0.046 \times 1,901,641,921.1 \times -1,273.4/146,915,862,837.5 = 12.348 \text{ MPa} \end{aligned}$$

(7) 전단 및 비틀림

- 풍하중 비재하시의 전단응력

$$\begin{aligned} v &= (V_s + V_{sc} + V_v)/A_w + M_{st}/(2 \cdot F \cdot t_w) + (M_{sct} + M_{vt})/(2 \cdot F_v \cdot t_w) \\ &= 784.091/36,000.0 + 66.240/111,099,840.0 + 283.772/113,383,965.0 = 24.879 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\text{※ } v = 24.9 \text{ MPa} \leq v_a = 110.0 \text{ MPa} \quad \dots \text{O.K !!}$$

(8) 조합 응력의 검토

(도.설.해 3.4.2.3)

$$i = 0.65(\varphi/n)^2 + 0.13(\varphi/n) + 1.0 = 1.000$$

여기서, φ : 응력 구배 ($\varphi = (f_1 - f_2)/f_1 \approx 0.0$)

f_1, f_2 : 보강된 판의 양면의 응력 (단, $f_1 \geq f_2$ 이며 압축응력을 정(+)으로 한다)

i : 응력구배계수

n : 종리브에 의해서 구분되는 Pannel의 수

- 인장 (하부)플랜지의 허용응력

(SWS50B 사용)

(도.설.해 3.3.2)

$$f_{ta} = 190.0 \text{ MPa}$$

- 압축 (상부)플랜지의 허용응력

(SWS50B 사용)

(도.설.해 3.4.2.3)

$$b / 24.0 \cdot i \cdot n = 20.8 \text{ mm} > t_u = 20 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow f_{ca} = 190.0 \text{ MPa}$$

$$b / 49.0 \cdot i \cdot n = 10.2 \text{ mm} \leq t_u = 20 \text{ mm} < b / 24.0 \cdot i \cdot n = 20.8 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow f_{ca} = 190.0 - 3.9 \{b/(t_u \cdot i \cdot n) - 24.0\} = 186.1 \text{ MPa}$$

$$b / 80.0 \cdot i \cdot n = 6.3 \text{ mm} \leq t_u = 20 \text{ mm} \geq b / 49.0 \cdot i \cdot n = 10.2 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow f_{ca} = 220,000 \{(t_u \cdot i \cdot n)/b\}^2 = 352.0 \text{ MPa}$$

$$f_{ca} = 190.0 \text{ MPa} \text{ (합성후 압축플랜지가 콘크리트 바닥판 등에 고정되어 있는 경우 및 박스형$$

단면, π 형 단면과 같이 횡좌굴이 일어나기 어려운 경우)

$$\therefore f_{ca} = 186.1 \text{ MPa}$$

▪ 철근 콘크리트의 허용응력

(도.설.해 3.9.3.1)

$$f_{ca} = 0.40 f_{ck} = 10.800 \text{ MPa}$$

($f_{ck} = 27.0 \text{ MPa}$ 사용)

$$f_{ta} = 0.07 f_{ck} = 1.890 \text{ MPa}$$

▪ 슬래브와 주거더에 작용응력 및 허용응력

(도.설.해 3.9.3.1, 2.2.2.2)

하 중 조 합	Concrete				Steel			
	작용응력(MPa)		허용응력(MPa)		작용응력(MPa)		허용응력(MPa)	
	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연
1	-	-	-	-	39.286	-41.666	186.100	190.000
1+2+3	2.439	1.323	10.800	10.800	48.802	-87.113	190.000	190.000
1+2+3+4	2.146	1.218	10.800	10.800	50.693	-85.374	218.500	190.000
1+2+3+4+5	0.504	-0.433	10.800	1.890	66.388	-71.072	218.500	190.000
1+2+3+4+5+6	-1.021	-1.977	2.174	2.174	79.652	-58.724	247.000	218.500
1+2+3+4+5-6	2.029	1.110	12.420	12.420	53.123	-83.419	247.000	218.500

주) 압축응력은 정(+), 인장응력을 부(-)로 하였음

(9) 합성응력의 검토

(도.설 3.8.2.4)

하 중 조 합	$(f/f_a)^2$		$(v/u_a)^2$		합성응력		판 별	
	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연
1	0.045	0.048	0.051	0.051	0.096	0.099	O.K !!	O.K !!
1+2+3	0.066	0.210	0.051	0.051	0.117	0.261	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4	0.054	0.202	0.051	0.051	0.105	0.253	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4+5	0.092	0.140	0.051	0.051	0.143	0.191	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4+5+6	0.104	0.072	0.051	0.051	0.155	0.123	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4+5-6	0.046	0.146	0.051	0.051	0.097	0.197	O.K !!	O.K !!

$$(f/f_a)^2 + (v/u_a)^2 \leq 1.2 \text{ O.K !!}$$

[상 연]

$$\left(\frac{79.652}{247.000}\right)^2 + \left(\frac{24.879}{110.000}\right)^2 = 0.104 + 0.051 = 0.155 \leq 1.2 \text{ O.K !!}$$

[하 연]

$$\left(\frac{-87.113}{190.000}\right)^2 + \left(\frac{24.879}{110.000}\right)^2 = 0.210 + 0.051 = 0.261 \leq 1.2 \text{ O.K !!}$$

(10) 판의 최소두께 검토

- 압축(상부) 플랜지 (☞ 도.설.기 3.4.2.2, 3.4.2.3, 3.8.3.1, 3.8.3.2, 3.9.6)

$$t_{\min} = \text{자유돌출폭}/16 = 88.0 / 16.0 = 5.5 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm} \dots \mathbf{O.K !!}$$

$$t_{\min} = b/(49 \cdot i \cdot n) = 2,500.0 / (49 \times 1.0 \times 5) = 10.2 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm} \dots \mathbf{O.K !!}$$

(합성형 스티드 설치시) $t_{\min} = 10.0 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm} \dots \mathbf{O.K !!}$

- 인장(하부) 플랜지 (☞ 도.설.기 3.8.3.1, 3.8.3.2)

$$t_{\min} = \text{자유돌출폭}/16 = 88.0 / 16.0 = 5.5 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm} \dots \mathbf{O.K !!}$$

- 복 부 판 [수평보강재 사용단수 1 단] (☞ 도.설.기 3.8.4.1)

$$t_{\min} = b/(219 \times 1.200) = 1,500.0 / (219 \times 1.200) = 5.7 \leq t_{\text{use}} = 12.0 \text{ mm} \dots \mathbf{O.K !!}$$

여기서, $\sqrt{(f_{ca}/f_c)} = \sqrt{(190.0 / 39.286)} = 2.20 \geq 1.20 \Rightarrow 1.200 \text{ 적용}$

(11) 항복에 대한 안전도 검사 (☞ 도.설.기 3.9.3.2)

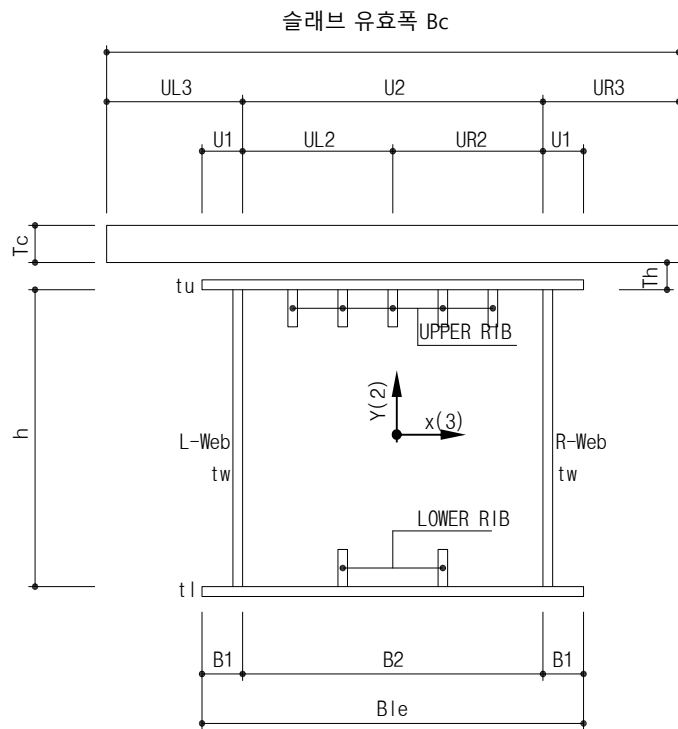
- 활하중(충격을 포함)의 2.15배와 고정하중의 1.3배, 바닥판 콘크리트의 건조수축 및 크리프의 영향, 바닥판 콘크리트와 강재 주거더와의 온도차에 의한 응력 중 가장 불리한 조합에 대하여 검사하는 것으로 한다.
- 콘크리트의 압축연응력은 f_{ck} 의 3/5를 넘어서는 안된다.

하 중 조 합	Concrete				Steel			
	작용응력(MPa)		허용응력 (MPa)	판 별	작용응력(MPa)		허용응력 (MPa)	판 별
	상 연	하 연			상 연	하 연		
1	-	-	-	-	51.071	-54.165	315.000	O.K !!
1+2+3	4.892	2.655	16.200	O.K !!	70.161	-145.337	315.000	O.K !!
1+2+3+6	6.418	4.199	16.200	O.K !!	83.426	-157.684	315.000	O.K !!
1+2+3+4	4.599	2.549	16.200	O.K !!	72.053	-143.598	315.000	O.K !!
1+2+3+4+5	2.958	0.898	16.200	O.K !!	87.747	-129.296	315.000	O.K !!
1+2+3+4+5+6	1.432	-0.646	16.200	O.K !!	101.012	-116.948	315.000	O.K !!
1+2+3+4+5-6	4.483	2.442	16.200	O.K !!	74.483	-141.643	315.000	O.K !!

4. 단 면 검 토(정모멘트)

4.1 단면가정 및 설계조건

2~5지간 내측거더



주부재 강종: SWS50B

Bc = 5,867.0 mm

UL3 = 1,683.5 mm

UR3 = 1,683.5 mm

U1 = 100.0 mm

UL2 = 1,250.0 mm

UR2 = 1,250.0 mm

상부 플랜지 유효폭

Bue = 2,700.0 mm

하부 플랜지 유효폭

Ble = 2,700.0 mm

B1 = 100.0 mm

B2 = 2,500.0 mm

Tc = 250.0 mm

Th = 50.0 mm

h = 1,500.0 mm

$\Theta_L = 0.000^\circ$

$\Theta_R = 0.000^\circ$

구 분	단 위	입력 Data
E_s : 강재 탄성계수	MPa	205,000.0
E_c : 콘크리트의 탄성계수	MPa	26,701.7
ϵ_s : 바닥판 콘크리트의 건조수축에 의한 최종수축율	-	0.000270
α : 강재 및 콘크리트의 선팽창계수	-	0.000012
φ_2 : 건조수축에 의한 크리이프계수	-	4.0
n : 강과 콘크리트의 탄성계수비	-	8.0
Δt : 강과 콘크리트의 온도차	°C	10.0
M_s : 합성전 고정하중에 의한 모멘트	kN·m	4,333.907
M_{sc} : 합성후 고정하중에 의한 모멘트	kN·m	943.707
M_v : 활하중에 의한 모멘트	kN·m	4,071.966
V_s : 합성전 고정하중에 의한 전단력	kN	-292.762
V_{sc} : 합성후 고정하중에 의한 전단력	kN	-70.443
V_v : 활하중에 의한 전단력	kN	-342.978
M_{st} : 합성전 고정하중에 의한 비틀림 모멘트	kN·m	8.008
M_{sct} : 합성후 고정하중에 의한 비틀림 모멘트	kN·m	1.866
M_{vt} : 활하중에 의한 비틀림 모멘트	kN·m	408.368

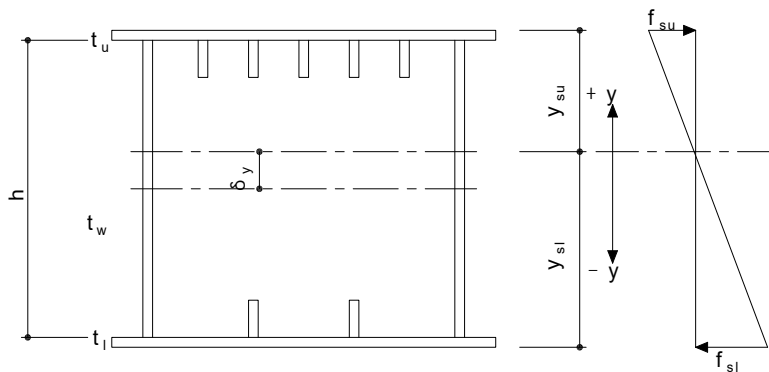
< 참고 > 합성전 고정하중 : 강재자중 + 바닥판콘크리트자중

합성후 고정하중 : 난간및 방호벽자중 + PAVEMENT자중

X(3)축 방향 단면 제원

구 분	규 격	$A_s(\text{mm}^2)$	$Y(\text{mm})$	$A_s \cdot Y(\text{mm}^3)$	$A_s \cdot Y^2(\text{mm}^4)$	$I_{xo}(\text{mm}^4)$
UPPER FL.	1 - 2,700.0 × 20.0	54,000.0	760.0	4.104E+07	3.119E+10	1.800E+06
UPPER RIB	4 - 200.0 × 14.0	11,200.0	650.0	7.280E+06	4.732E+09	3.733E+07
L - WEB	1 - 1,500.0 × 12.0	18,000.0	-	-	-	3.375E+09
R - WEB	1 - 1,500.0 × 12.0	18,000.0	-	-	-	3.375E+09
LOWER RIB	2 - 200.0 × 14.0	5,600.0	-650.0	-3.640E+06	2.366E+09	1.867E+07
LOWER FL.	1 - 2,700.0 × 20.0	54,000.0	-760.0	-4.104E+07	3.119E+10	1.800E+06
강재 단면 합계		160,800.0	-	3.640E+06	6.948E+10	6.810E+09
RC. SLAB	1 - 5,867.0 × 250.0	1,466,750.0	925.0	1.357E+09	1.255E+12	7.639E+09
SLAB 단면 합계		1,466,750.0	-	1.357E+09	1.255E+12	7.639E+09
※ $A_s = 160,800.0 \text{ mm}^2$ $A_{c1} = 1,466,750.0 \text{ mm}^2$						

4.2 응 력 검 토



(1) 합 성 전

▪ 도심축 이동량

$$\delta_y = \sum A_s Y / \sum A_s = 3,640,000.0 / 160,800.0 = 22.637 \text{ mm}$$

▪ 도심축에서 상·하부 플랜지 연단거리

$$y_{su} = h/2 + t_u - \delta_y = 1,500.0 / 2 + 20.0 - 22.637 = 747.363 \text{ mm}$$

$$y_{sl} = -\{ h/2 + t_l + \delta_y \} = -\{ 1,500.0 / 2 + 20.0 + 22.637 \} = -792.637 \text{ mm}$$

▪ 강재의 단면2차 모멘트

$$I_s = \sum I_{xo} + \sum A_s Y^2 - A_s \cdot \delta_y^2 = 6,809,600,000.0 + 69,478,800,000.0 - 160,800.0 \times 22.637^2 = 7.621E+10 \text{ mm}^4$$

▪ 플랜지 응력 검토

(도.설.해 3.8.2.1)

$$f_{su} = M_s \cdot y_{su} / I_s = 4,333.907 \times 747.4 / 76,206,001,990.0 = 42.503 \text{ MPa}$$

$$f_{sl} = M_s \cdot y_{sl} / I_s = 4,333.907 \times -792.6 / 76,206,001,990.0 = -45.078 \text{ MPa}$$

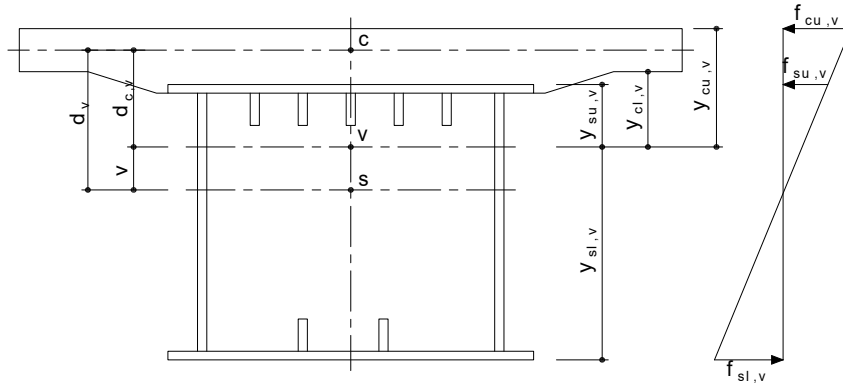
▪ 부재의 전단응력 검토

(도.설.해 3.8.2.2, 도.설.해 3.8.2.3)

$$F = 4.629E+06 \text{ mm}^2$$

$$v = V_s / A_w + M_{st} / (2 \cdot F \cdot t_w)$$

$$= 292.762 / 36,000.0 + 8.008 / (2 \times 4,629,160.0 \times 12.0) = 8.204 \text{ MPa}$$



(2) 합 성 후

▪ 바닥판 콘크리트 환산단면적

$$A_{cn1} = A_{c1} / n = 1,466,750.0 / 8.0 = 183,343.8 \text{ mm}^2$$

▪ 바닥판 콘크리트 환산단면 2차모멘트

$$I_{cn1} = I_{c1} / n = 7,639,322,916.7 / 8.0 = 9.549E+08 \text{ mm}^4$$

▪ 합성 단면적

$$A_v = A_s + A_{cn1} = 160,800.0 + 183,343.8 = 344,143.8 \text{ mm}^2$$

▪ 강재도심선에서 콘크리트 바닥판 도심까지의 거리

$$d_v = y_{su} - t_u + T_h + T_c/2 = 747.4 - 20.0 + 50.0 + 250.0/2 = 902.4 \text{ mm}$$

▪ 합성 단면의 도심축 이동량

$$v = A_{cn1} \times d_v / A_v = 183,343.8 \times 902.4 / 344,143.8 = 480.7 \text{ mm}$$

▪ 합성 단면 도심에서 바닥판 도심까지의 거리

$$d_{c,v} = d_v - v = 902.4 - 480.7 = 421.6 \text{ mm}$$

▪ 합성단면의 단면2차 모멘트

$$I_v = I_s + A_s \cdot v^2 + I_{cn1} + A_{cn1} \cdot d_{c,v}^2 = 76,206,001,990.0 + 160,800.0 \times 480.7^2 + 954,915,364.6 + 183,343.8 \times 421.6^2 = 1.469E+11 \text{ mm}^4$$

▪ 합성단면 도심에서 상·하부 플랜지 연단거리

$$y_{su,v} = y_{su} - v = 747.4 - 480.7 = 266.6 \text{ mm}$$

$$y_{sl,v} = y_{sl} - v = -792.6 - 480.7 = -1,273.4 \text{ mm}$$

▪ 합성단면 도심에서 콘크리트 바닥판 상·하연까지의 거리

$$y_{cu,v} = d_{c,v} + T_c / 2 = 421.6 + 250.0 / 2 = 546.6 \text{ mm}$$

$$y_{cl,v} = y_{cu,v} - T_c = 546.6 - 250.0 = 296.6 \text{ mm}$$

▪ 응 력 검 토

$$f_{su,v} = M_{sc} \cdot y_{su,v} / I_v = 943.707 \times 266.6 / 146,915,862,837.5 = 1.713 \text{ MPa}$$

$$f_{sl,v} = M_{sc} \cdot y_{sl,v} / I_v = 943.707 \times -1,273.4 / 146,915,862,837.5 = -8.179 \text{ MPa}$$

$$f_{cu,v} = M_{sc} \cdot y_{cu,v} / (I_v \cdot n) = 943.707 \times 546.6 / (146,915,862,837.5 \times 8.0) = 0.439 \text{ MPa}$$

$$f_{cl,v} = M_{sc} \cdot y_{cl,v} / (I_v \cdot n) = 943.707 \times 296.6 / (146,915,862,837.5 \times 8.0) = 0.238 \text{ MPa}$$

▪ 전단응력 검토

$$F_v = 4.724E+06 \text{ mm}^2$$

$$u = V_{sc} / A_w + M_{sc} / (2 \cdot F_v \cdot t_w) = 70.443 / 36,000.0 + 1.866 / (2 \times 4,724,331.9 \times 12.0) = 1.973 \text{ MPa}$$

(3) 활 하 중

■ 응 력 검 토

$$f_{su,v} = M_v \cdot y_{su,v} / I_v = 4,071.966 \times 266.6 / 146,915,862,837.5 = 7.390 \text{ MPa}$$

$$f_{sl,v} = M_v \cdot y_{sl,v} / I_v = 4,071.966 \times -1,273.4 / 146,915,862,837.5 = -35.293 \text{ MPa}$$

$$f_{cu,v} = M_v \cdot y_{cu,v} / (I_v \cdot n) = 4,071.966 \times 546.6 / (146,915,862,837.5 \times 8.0) = 1.894 \text{ MPa}$$

$$f_{cl,v} = M_v \cdot y_{cl,v} / (I_v \cdot n) = 4,071.966 \times 296.6 / (146,915,862,837.5 \times 8.0) = 1.028 \text{ MPa}$$

■ 전단응력 검토

$$\begin{aligned} v &= V_v / A_w + M_{vt} / (2 \cdot F_v \cdot t_w) \\ &= 342.978 / 36,000.0 + 408.368 / (2 \times 4,724,331.9 \times 12.0) = 13.129 \text{ MPa} \end{aligned}$$

(4) 바닥판 콘크리트의 크리프 영향

(도.설.해 3.9.2.6)

- 합성단면으로서의 바닥판 콘크리트에 지속하중이 작용하는 경우 바닥판 콘크리트의 크리프에 의한 응력의 계산에 쓰이는 크리프계수 ϕ_1 은 2.0을 표준으로 한다.

$$\phi_1 = 2.0$$

$$k = 0.046 \quad \text{※ 2차 부정정력으로 인한 영향 고려}$$

$$n_1 = n \cdot (1 + \phi_1 / 2) = 8.0 \times (1 + 2.0 / 2) = 16.000$$

$$A_{v1} = A_s + A_c / n_1 = 160,800.0 + 1,466,750.0 / 16.0 = 2.525E+05 \text{ mm}^2$$

$$v_1 = (A_c / n_1) \times d_v / A_{v1} = (1,466,750.0 / 16.0) \times 902.4 / 252,471.9 = 327.6 \text{ mm}$$

$$d_{c,v1} = d_v - v_1 = 902.4 - 327.6 = 574.7 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} I_{v1} &= (I_s + A_s \cdot v_1^2) + (I_c / n_1 + A_c / n_1 \cdot d_{c,v1}^2) \\ &= (76,206,001,990.0 + 160,800.0 \times 327.6^2) + (7,639,322,916.7 / 16.0 \\ &\quad + 1,466,750.0 / 16.0 \times 574.7^2) = 1.242E+11 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- 합성단면도심에서 상·하부 플랜지 연단거리

$$y_{su,v1} = y_{su} - v_1 = 747.4 - 327.6 = 419.7 \text{ mm}$$

$$y_{sl,v1} = y_{sl} - v_1 = -792.6 - 327.6 = -1,120.3 \text{ mm}$$

- 합성단면 도심에서 바닥판 콘크리트 연단거리

$$y_{cu,v1} = d_{c,v1} + T_c / 2 = 574.7 + 250.0 / 2 = 699.7 \text{ mm}$$

$$y_{cl,v1} = y_{cu,v1} - T_c = 699.7 - 250.0 = 449.7 \text{ mm}$$

- 크리프를 일으키기 전, 2차 고정하중에 의해 바닥판 콘크리트에 작용하는 압축력

$$\begin{aligned} N_c &= M_{sc} \cdot d_{c,v} \cdot A_{c1} / (n \cdot I_v) \\ &= 943.7 \times 421.6 \times 1,466,750.0 / (8.0 \times 146,915,862,837.5) = 4.965E+05 \text{ N} \end{aligned}$$

- 강재보와 결합으로 인해 바닥판에 생기는 압축력

$$P_\phi = N_c \cdot 2 \cdot \phi_1 / (2 + \phi_1) = 496,549.0 \times 2 \times 2.0 / (2 + 2.0) = 4.965E+05 \text{ N}$$

- P_ϕ 에 의해 합성단면에 발생하는 휨모멘트

$$M_\phi = P_\phi \times d_{c,v1} = 496,549.0 \times 574.7 = 2.854E+08 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

- 콘크리트의 응력을 계산하기 위해

$$E_{c1} = E_c / (1 + \phi_1 / 2) = 26,701.7 / (1 + 2.0 / 2) = 13,350.868 \text{ MPa}$$

- 2차 고정하중에 의한 합성단면에서 콘크리트 바닥판 상·하연 응력

$$f_{cu,v} = M_{sc} \cdot y_{cu,v} / (I_v \cdot n) = 943.707 \times 546.6 / (146,915,862,837.5 \times 8.0) = 0.439 \text{ MPa}$$

$$f_{cl,v} = M_{sc} \cdot y_{sl,v} / (I_v \cdot n) = 943.707 \times 296.6 / (146,915,862,837.5 \times 8.0) = 0.238 \text{ MPa}$$

- 바닥판 콘크리트의 응력 변화량

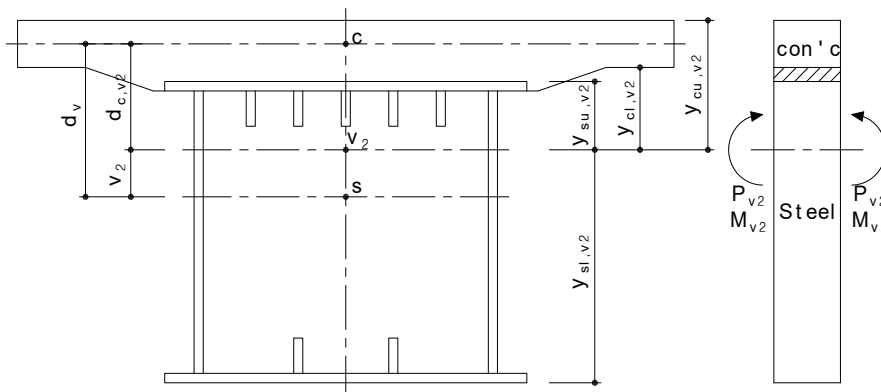
$$\begin{aligned} f_{cu,v1} &= 1/n_1 \cdot (P_\phi / A_{v1} + k \cdot M_\phi \cdot y_{cu,v1} / I_{v1}) - E_{c1} \cdot f_{cu,v} \cdot \phi_1 / E_c \\ &= (1/16.0) \times (496,549.0 / 252,471.9 + 0.046 \times 285,375,397.3 \times 699.7 / 124,224,851,202.6) \\ &\quad - 13,350.9 \times 0.439 \times 2.0 / 26,701.7 = -0.311 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{cl,v1} &= 1/n_1 \cdot (P_\phi / A_{v1} + k \cdot M_\phi \cdot y_{cl,v1} / I_{v1}) - E_{c1} \cdot f_{cl,v} \cdot \phi_1 / E_c \\ &= (1/16.0) \times (496,549.0 / 252,471.9 + 0.046 \times 285,375,397.3 \times 449.7 / 124,224,851,202.6) \\ &\quad - 13,350.9 \times 0.238 \times 2.0 / 26,701.7 = -0.112 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- 강재보 상·하부 플랜지 응력 변화량

$$\begin{aligned} f_{su,v1} &= P_\phi / A_{v1} + k \cdot M_\phi \cdot y_{su,v1} / I_{v1} \\ &= 496,549.0 / 252,471.9 + 0.046 \times 285,375,397.3 \times 419.7 / 124,224,851,202.6 = 2.011 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{sl,v1} &= P_\phi / A_{v1} + k \cdot M_\phi \cdot y_{sl,v1} / I_{v1} \\ &= 496,549.0 / 252,471.9 + 0.046 \times 285,375,397.3 \times -1,120.3 / 124,224,851,202.6 = 1.848 \text{ MPa} \end{aligned}$$



(5) 바닥판 콘크리트의 건조수축 영향

(도.설.해 3.9.2.8)

- 바닥판 콘크리트의 건조수축에 의한 응력의 계산에 사용하는 최종수축률 ϵ_s 는 27×10^{-5} , 크리프계수

Φ_2 는 $\Phi_2 = 2 \cdot \Phi_1 = 4.0$ 을 표준으로 한다.

$$\Phi_2 = 4.0$$

$$n_2 = n \cdot (1 + \phi_2 / 2) = 8.0 \times (1 + 4.0 / 2) = 24.000$$

$$A_{v2} = A_s + A_{c1} / n_2 = 160,800.0 + 1,466,750.0 / 24.0 = 2.219E+05 \text{ mm}^2$$

$$v_2 = (A_{c1} / n_2) \times d_v / A_{v2} = (1,466,750.0 / 24.0) \times 902.4 / 221,914.6 = 248.5 \text{ mm}$$

$$d_{c,v2} = d_v - v_2 = 902.4 - 248.5 = 653.9 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} I_{v2} &= (I_s + A_s \cdot v_2^2) + (I_c / n_2 + A_c / n_2 \cdot d_{c,v2}^2) \\ &= (76,206,001,990.0 + 160,800.0 \times 248.5^2) + (7,639,322,916.7 / 24.0 \\ &\quad + 1,466,750.0 / 24.0 \times 653.9^2) = 1.126E+11 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- 합성단면도심에서 상·하부 플랜지 연단거리

$$y_{su,v2} = y_{su} - v_2 = 747.4 - 248.5 = 498.9 \text{ mm}$$

$$y_{sl,v2} = y_{sl} - v_2 = -792.6 - 248.5 = -1,041.1 \text{ mm}$$

- 합성단면 도심에서 바닥판 콘크리트 연단거리

$$y_{cu,v2} = d_{c,v2} + T_c / 2 = 653.9 + 250.0 / 2 = 778.9 \text{ mm}$$

$$y_{cl,v2} = y_{cu,v2} - T_c = 778.9 - 250.0 = 528.9 \text{ mm}$$

- 바닥판 콘크리트에 작용하는 압축력

$$P_{v2} = E_s \cdot \epsilon_s \cdot A_{c1} / n_2 = 205,000.0 \times 0.000270 \times 1,466,750.0 / 24.0 = 3.383E+06 \text{ N}$$

- P_{v2} 에 의해 합성단면에 발생하는 휨모멘트

$$M_{v2} = P_{v2} \times d_{c,v2} = 3,382,692.2 \times 778.9 = 2.212E+09 \text{ N}\cdot\text{mn}$$

- 바닥판 콘크리트의 응력변화량을 계산하기 위해

$$E_{c2} = E_s / n_2 = 205,000.0 / 24.0 = 8,541.667 \text{ MPa}$$

- 바닥판 콘크리트의 응력변화량

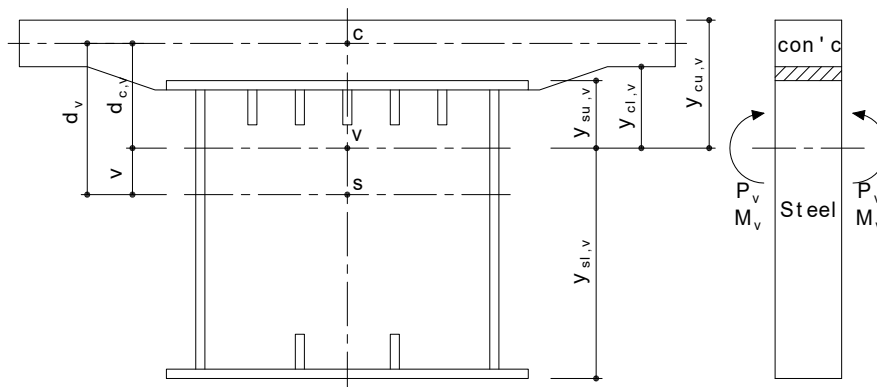
$$\begin{aligned} f_{cu,v2} &= 1/n_2 \cdot (P_{v2}/A_{v2} + k \cdot M_{v2} \cdot y_{cu,v2}/I_{v2}) - E_{c2} \cdot \epsilon_s \\ &= (1/24.0) \times (3,382,692.2/221,914.6 + 0.046 \times 2,211,790,811.7 \times 778.9/112,582,818,392.4) \\ &\quad - 8,541.7 \times 0.000270 = -1.642 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{cl,v2} &= 1/n_2 \cdot (P_{v2}/A_{v2} + k \cdot M_{v2} \cdot y_{cl,v2}/I_{v2}) - E_{c2} \cdot \epsilon_s \\ &= (1/24.0) \times (3,382,692.2/221,914.6 + 0.046 \times 2,211,790,811.7 \times 528.9/112,582,818,392.4) \\ &\quad - 8,541.7 \times 0.000270 = -1.651 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- 강재보 상·하부 플랜지 응력 변화량

$$\begin{aligned} f_{su,v2} &= P_{v2}/A_{v2} + k \cdot M_{v2} \cdot y_{su,v2}/I_{v2} \\ &= 3,382,692.2/221,914.6 + 0.046 \times 2,211,790,811.7 \times 498.9/112,582,818,392.4 = 15.694 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{sl,v2} &= P_{v2}/A_{v2} + k \cdot M_{v2} \cdot y_{sl,v2}/I_{v2} \\ &= 3,382,692.2/221,914.6 + 0.046 \times 2,211,790,811.7 \times -1,041.1/112,582,818,392.4 = 14.302 \text{ MPa} \end{aligned}$$



(6) 바닥판 콘크리트와 강재보와의 온도차 영향

(도.설.해 3.9.2.7)

- 바닥판 콘크리트와 강재 주거더와의 온도차는 10°C를 표준으로 하고 현저한 온도차가 생기는 경우에는 별도로 고려하여야 한다. 온도분포는 강재 주거더 및 바닥판 콘크리트에 있어서 각각 균일한 것으로 본다. 바닥판 콘크리트와 강재의 선팽창계수 α 는 12×10^{-6} 으로 한다.

- 온도 변형률

$$\epsilon_t = \alpha \cdot \Delta t = 0.000012 \times 10.0 = 0.000120$$

- 바닥판 콘크리트에 작용하는 축력

$$P_{v1} = E_s \cdot \epsilon_t \cdot A_{c1} / n = 205,000.0 \times 0.000120 \times 1,466,750.0 / 8.0 = 4.510E+06 \text{ N}$$

- P_{v1} 에 의해 합성단면에 발생하는 휨모멘트

$$M_{v1} = P_{v1} \times d_{c,v} = 4,510,256.3 \times 421.6 = 1.902E+09 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

- 바닥판 콘크리트의 응력변화량

$$\begin{aligned} f_{cu,t} &= 1/n \cdot (P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{cu,v}/I_v) - E_c \cdot \epsilon_t \\ &= (1/8.0) \times (4,510,256.3/344,143.8 + 0.046 \times 1,901,641,921.1 \times 546.6/146,915,862,837.5) \\ &\quad - 26,701.7 \times 0.000120 = -1.525 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{cl,t} &= 1/n \cdot (P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{cl,v}/I_v) - E_c \cdot \epsilon_t \\ &= (1/8.0) \times (4,510,256.3/344,143.8 + 0.046 \times 1,901,641,921.1 \times 296.6/146,915,862,837.5) \\ &\quad - 26,701.7 \times 0.000120 = -1.544 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- 강재보 상·하부 플랜지 응력 변화량

$$\begin{aligned} f_{su,v2} &= P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{su,v}/I_v \\ &= 4,510,256.3/344,143.8 + 0.046 \times 1,901,641,921.1 \times 266.6/146,915,862,837.5 = 13.264 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{sl,v2} &= P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{sl,v}/I_v \\ &= 4,510,256.3/344,143.8 + 0.046 \times 1,901,641,921.1 \times -1,273.4/146,915,862,837.5 = 12.348 \text{ MPa} \end{aligned}$$

(7) 전단 및 비틀림

- 풍하중 비재하시의 전단응력

$$\begin{aligned} v &= (V_s + V_{sc} + V_v)/A_w + M_{st}/(2 \cdot F \cdot t_w) + (M_{sct} + M_{vt})/(2 \cdot F_v \cdot t_w) \\ &= 706.183/36,000.0 + 8.008/111,099,840.0 + 410.234/113,383,965.0 = 23.306 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\text{※ } v = 23.3 \text{ MPa} \leq v_a = 110.0 \text{ MPa} \quad \dots \text{O.K !!}$$

(8) 조합 응력의 검토

(도.설.해 3.4.2.3)

$$i = 0.65(\varphi/n)^2 + 0.13(\varphi/n) + 1.0 = 1.000$$

여기서, φ : 응력 구배 ($\varphi = (f_1 - f_2)/f_1 \approx 0.0$)

f_1, f_2 : 보강된 판의 양면의 응력 (단, $f_1 \geq f_2$ 이며 압축응력을 정(+)으로 한다)

i : 응력구배계수

n : 종리브에 의해서 구분되는 Pannel의 수

- 인장 (하부)플랜지의 허용응력

(SWS50B 사용)

(도.설.해 3.3.2)

$$f_{ta} = 190.0 \text{ MPa}$$

- 압축 (상부)플랜지의 허용응력

(SWS50B 사용)

(도.설.해 3.4.2.3)

$$b / 24.0 \cdot i \cdot n = 20.8 \text{ mm} > t_u = 20 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow f_{ca} = 190.0 \text{ MPa}$$

$$b / 49.0 \cdot i \cdot n = 10.2 \text{ mm} \leq t_u = 20 \text{ mm} < b / 24.0 \cdot i \cdot n = 20.8 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow f_{ca} = 190.0 - 3.9 \{b/(t_u \cdot i \cdot n) - 24.0\} = 186.1 \text{ MPa}$$

$$b / 80.0 \cdot i \cdot n = 6.3 \text{ mm} \leq t_u = 20 \text{ mm} \geq b / 49.0 \cdot i \cdot n = 10.2 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow f_{ca} = 220,000 \{(t_u \cdot i \cdot n)/b\}^2 = 352.0 \text{ MPa}$$

$$f_{ca} = 190.0 \text{ MPa} \text{ (합성후 압축플랜지가 콘크리트 바닥판 등에 고정되어 있는 경우 및 박스형$$

단면, π 형 단면과 같이 횡좌굴이 일어나기 어려운 경우)

$$\therefore f_{ca} = 186.1 \text{ MPa}$$

▪ 철근 콘크리트의 허용응력

(도.설.해 3.9.3.1)

$$f_{ca} = 0.40 f_{ck} = 10.800 \text{ MPa}$$

($f_{ck} = 27.0 \text{ MPa}$ 사용)

$$f_{ta} = 0.07 f_{ck} = 1.890 \text{ MPa}$$

▪ 슬래브와 주거더에 작용응력 및 허용응력

(도.설.해 3.9.3.1, 2.2.2.2)

하 중 조 합	Concrete				Steel			
	작용응력(MPa)		허용응력(MPa)		작용응력(MPa)		허용응력(MPa)	
	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연
1	-	-	-	-	42.503	-45.078	186.100	190.000
1+2+3	2.333	1.266	10.800	10.800	51.606	-88.551	190.000	190.000
1+2+3+4	2.021	1.154	10.800	10.800	53.617	-86.702	218.500	190.000
1+2+3+4+5	0.380	-0.498	10.800	1.890	69.311	-72.400	218.500	190.000
1+2+3+4+5+6	-1.146	-2.042	2.174	2.174	82.575	-60.052	247.000	218.500
1+2+3+4+5-6	1.905	1.046	12.420	12.420	56.046	-84.748	247.000	218.500

주) 압축응력은 정(+), 인장응력을 부(-)로 하였음

(9) 합성응력의 검토

(도.설 3.8.2.4)

하 중 조 합	$(f/f_a)^2$		$(v/u_a)^2$		합성응력		판 별	
	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연
1	0.052	0.056	0.045	0.045	0.097	0.101	O.K !!	O.K !!
1+2+3	0.074	0.217	0.045	0.045	0.119	0.262	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4	0.060	0.208	0.045	0.045	0.105	0.253	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4+5	0.101	0.145	0.045	0.045	0.146	0.190	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4+5+6	0.112	0.076	0.045	0.045	0.157	0.120	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4+5-6	0.051	0.150	0.045	0.045	0.096	0.195	O.K !!	O.K !!

$$(f/f_a)^2 + (v/u_a)^2 \leq 1.2 \text{ O.K !!}$$

[상 연]

$$\left(\frac{82.575}{247.000} \right)^2 + \left(\frac{23.306}{110.000} \right)^2 = 0.112 + 0.045 = 0.157 \leq 1.2 \text{ O.K !!}$$

[하 연]

$$\left(\frac{-88.551}{190.000} \right)^2 + \left(\frac{23.306}{110.000} \right)^2 = 0.217 + 0.045 = 0.262 \leq 1.2 \text{ O.K !!}$$

(10) 판의 최소두께 검토

- 압축(상부) 플랜지 (☞ 도.설.기 3.4.2.2, 3.4.2.3, 3.8.3.1, 3.8.3.2, 3.9.6)

$$t_{\min} = \text{자유돌출폭}/16 = 88.0 / 16.0 = 5.5 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm} \dots \mathbf{O.K !!}$$

$$t_{\min} = b/(49 \cdot i \cdot n) = 2,500.0 / (49 \times 1.0 \times 5) = 10.2 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm} \dots \mathbf{O.K !!}$$

(합성형 스티드 설치시) $t_{\min} = 10.0 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm} \dots \mathbf{O.K !!}$

- 인장(하부) 플랜지 (☞ 도.설.기 3.8.3.1, 3.8.3.2)

$$t_{\min} = \text{자유돌출폭}/16 = 88.0 / 16.0 = 5.5 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm} \dots \mathbf{O.K !!}$$

- 복 부 판 [수평보강재 사용단수 1 단] (☞ 도.설.기 3.8.4.1)

$$t_{\min} = b/(219 \times 1.200) = 1,500.0 / (219 \times 1.200) = 5.7 \leq t_{\text{use}} = 12.0 \text{ mm} \dots \mathbf{O.K !!}$$

여기서, $\sqrt{(f_{ca}/f_c)} = \sqrt{(190.0 / 42.503)} = 2.11 \geq 1.20 \Rightarrow 1.200 \text{ 적용}$

(11) 항복에 대한 안전도 검사 (☞ 도.설.기 3.9.3.2)

- 활하중(충격을 포함)의 2.15배와 고정하중의 1.3배, 바닥판 콘크리트의 건조수축 및 크리프의 영향, 바닥판 콘크리트와 강재 주거더와의 온도차에 의한 응력 중 가장 불리한 조합에 대하여 검사하는 것으로 한다.

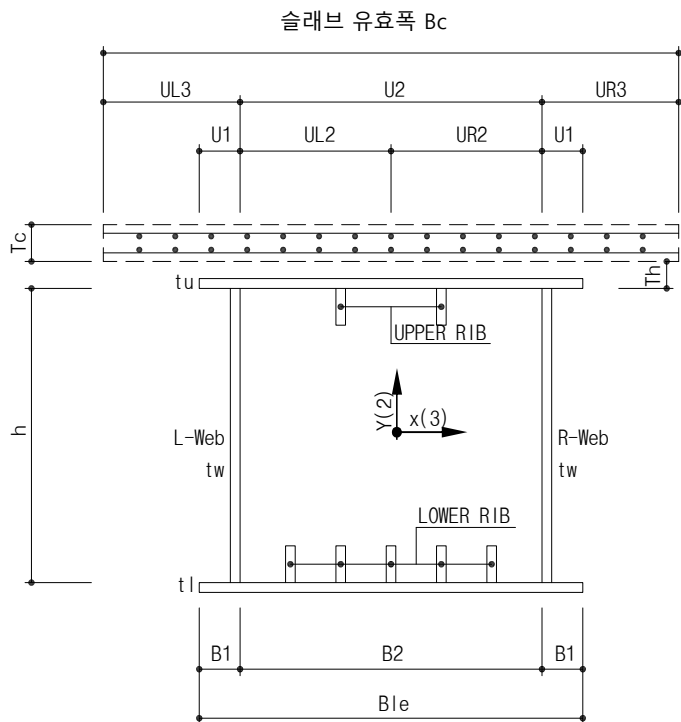
- 콘크리트의 압축연응력은 f_{ck} 의 3/5를 넘어서는 안된다.

하 중 조 합	Concrete				Steel			
	작용응력(MPa)		허용응력 (MPa)	판 별	작용응력(MPa)		허용응력 (MPa)	판 별
	상 연	하 연			상 연	하 연		
1	-	-	-	-	55.254	-58.601	315.000	O.K !!
1+2+3	4.642	2.519	16.200	O.K !!	73.369	-145.115	315.000	O.K !!
1+2+3+6	6.168	4.063	16.200	O.K !!	86.633	-157.463	315.000	O.K !!
1+2+3+4	4.331	2.407	16.200	O.K !!	75.380	-143.267	315.000	O.K !!
1+2+3+4+5	2.689	0.756	16.200	O.K !!	91.074	-128.964	315.000	O.K !!
1+2+3+4+5+6	1.164	-0.788	16.200	O.K !!	104.339	-116.617	315.000	O.K !!
1+2+3+4+5-6	4.214	2.300	16.200	O.K !!	77.810	-141.312	315.000	O.K !!

4. 단 면 검 토(부모멘트)

4.2 단면가정 및 설계조건

지점부 외측거더



주부재 강종: SWS50B

$$B_c = 4,908.0 \text{ mm}$$

U1 = 100.0 mm

UL2 = 1,250.0 mm

UR2 = 1,250.0 mm

상부 플랜지 유효폭

Bue = 2,348.7 mm

하부 플랜지 유효폭

Ble = 2,348.7 mm

B1 = 100.0 mm

B2 = 2,500.0 mm

$T_c = 250.0 \text{ mm}$

Th = 50.0 mm

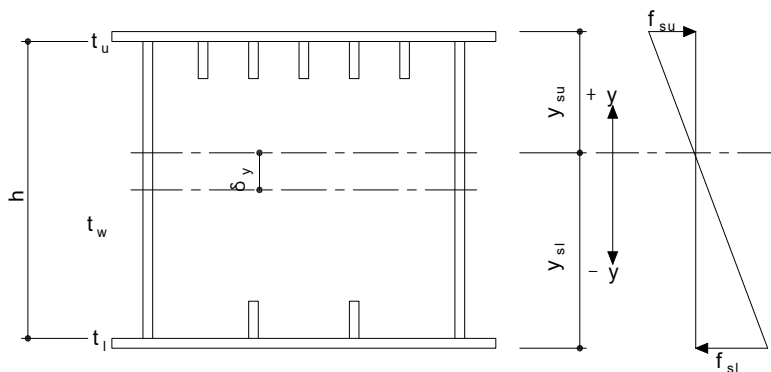
$$h = 3,000.0 \text{ mm}$$
$$\Theta_L = 0.000^\circ$$
$$\Theta_R = 0.000^\circ$$

구 분	단 위	입력 Data
E_s : 강재 탄성계수	MPa	205,000.0
E_c : 콘크리트의 탄성계수	MPa	26,701.7
ϵ_s : 바닥판 콘크리트의 건조수축에 의한 최종수축율	-	0.00027
α : 강재 및 콘크리트의 선팽창계수	-	0.000012
φ_2 : 건조수축에 의한 크리이프계수	-	4
n : 강과 콘크리트의 탄성계수비	-	8
Δt : 강과 콘크리트의 온도차	°C	10
M_s : 합성전 고정하중에 의한 모멘트	kN·m	-15,214.215
M_{sc} : 합성후 고정하중에 의한 모멘트	kN·m	-3,346.850
M_v : 활하중에 의한 모멘트	kN·m	-7,886.951
V_s : 합성전 고정하중에 의한 전단력	kN	-1,545.606
V_{sc} : 합성후 고정하중에 의한 전단력	kN	-334.670
V_v : 활하중에 의한 전단력	kN	845.637
M_{st} : 합성전 고정하중에 의한 비틀림 모멘트	kN·m	-488.447
M_{sct} : 합성후 고정하중에 의한 비틀림 모멘트	kN·m	-39.465
M_{vt} : 활하중에 의한 비틀림 모멘트	kN·m	-840.208
t_{cu}, t_{cl} : 교축방향 철근의 피복두께	mm	40 , 40

X(3)축 방향 단면 제원

구 분	규 격	$A_s(\text{mm}^2)$	$Y(\text{mm})$	$A_s \cdot Y(\text{mm}^3)$	$A_s \cdot Y^2(\text{mm}^4)$	$I_{xo}(\text{mm}^4)$
UPPER FL.	1 - 2,348.7 × 20.0	46,974.0	1,510.0	7.093E+07	1.071E+11	1.566E+06
UPPER RIB	2 - 200.0 × 14.0	5,600.0	1,400.0	7.840E+06	1.098E+10	1.867E+07
L - WEB	1 - 3,000.0 × 14.0	42,000.0	-	-	-	3.150E+10
R - WEB	1 - 3,000.0 × 14.0	42,000.0	-	-	-	3.150E+10
LOWER RIB	4 - 200.0 × 14.0	11,200.0	-1,400.0	-1.568E+07	2.195E+10	3.733E+07
LOWER FL.	1 - 2,348.7 × 20.0	46,974.0	-1,510.0	-7.093E+07	1.071E+11	1.566E+06
강재 단면 합계		194,747.9	-	-7.840E+06	2.471E+11	6.306E+10
UPPER RE-Bar (A_{ru})		3,376.2	1,760.0	5,942,112.0	10,458,117,120.0	-
LOWER RE-Bar (A_{rl})		3,376.2	1,590.0	5,368,158.0	8,535,371,220.0	-
RE-Bar 합계		6,752.4	-	1.131E+07	1.899E+10	-
RC. SLAB	1 - 4,908.0 × 250.0	1,227,000.0	1,675.0	2.055E+09	3.443E+12	6.391E+09
※ $A_s = 194,747.9 \text{ mm}^2$ $A_{c1} = 1,227,000.0 \text{ mm}^2$ $A_r = 6,752.4 \text{ mm}^2$						

2) 응 력 검 토



(1) 합 성 전

▪ 도심축 이동량

$$\delta_y = \sum A_s Y / \sum A_s = -7,840,000.0 / 194,747.9 = -40.257 \text{ mm}$$

▪ 도심축에서 상·하부 플랜지 연단거리

$$y_{su} = h/2 + t_u - \delta_y = 3,000.0 / 2 + 20.0 - -40.257 = 1,560.257 \text{ mm}$$

$$y_{sl} = -\{ h/2 + t_l + \delta_y \} = -\{ 3,000.0 / 2 + 20.0 + -40.257 \} = -1,479.743 \text{ mm}$$

▪ 강재의 단면2차 모멘트

$$I_s = \sum I_{xo} + \sum A_s Y^2 - A_s \cdot \delta_y^2 = 63,059,131,597.2 + 247,138,644,791.7 - 194,747.9 \times -40.257^2 = 3.099E+11 \text{ mm}^4$$

▪ 플랜지 응력 검토

(도.설.해 3.8.2.1)

$$f_{su} = M_s \cdot y_{su} / I_s = -15,214.215 \times 1,560.3 / 309,882,160,175.6 = -76.604 \text{ MPa}$$

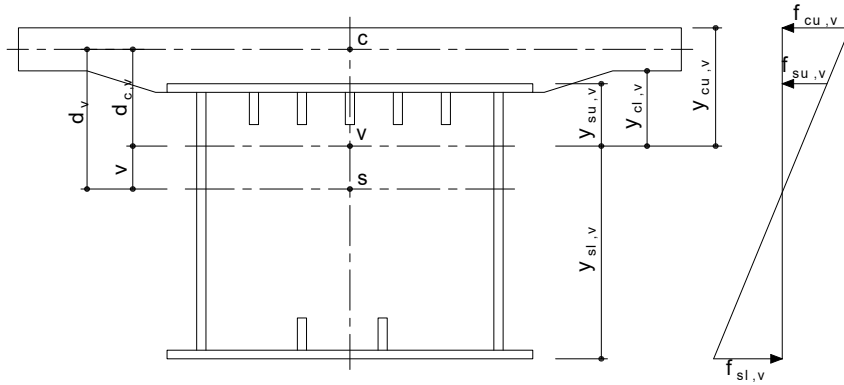
$$f_{sl} = M_s \cdot y_{sl} / I_s = -15,214.215 \times -1,479.7 / 309,882,160,175.6 = 72.651 \text{ MPa}$$

▪ 부재의 전단응력 검토

(도.설.해 3.8.2.2, 도.설.해 3.8.2.3)

$$F = b \cdot h = ((UL2 + UR2 + B2) / 2 + Tw) \cdot (H + Tu/2 + Tl/2) = 7.592E+06 \text{ mm}^2$$

$$v = V_s / A_w + M_{st} / (2 \cdot F \cdot t_w) = 1,545.606 / 84,000.0 + 488.447 / (2 \times 7,592,280.0 \times 14.0) = 20.698 \text{ MPa}$$



(2) 합 성 후

▪ 합성 단면적

$$A_v = A_s + A_r = 194,747.9 + 6,752.4 = 201,500.3 \text{ mm}^2$$

▪ 강재도심선에서 철근 도심까지의 거리

$$d_v = y_{su} - t_u + T_h + t_{cl} + (T_c - t_{cu} - t_{cl}) \times A_{ru} / A_r = 1,560.3 - 20.0 + 50.0 + 40.0 + (250.0 - 40.0 - 40.0) \times 3,376.2 / 6,752.4 = 1,715.3 \text{ mm}$$

▪ 합성 단면의 도심축 이동량

$$v = A_r \times d_v / A_v = 6,752.4 \times 1,715.3 / 201,500.3 = 57.5 \text{ mm}$$

▪ 합성 단면 도심에서 바닥판 도심까지의 거리

$$d_{r,v} = d_v - v = 1,715.3 - 57.5 = 1,657.8 \text{ mm}$$

▪ 합성단면의 단면2차 모멘트

$$I_{rv} = I_s + A_s \cdot v^2 + I_r + A_r \cdot d_{r,v}^2 = 309,882,160,175.6 + 194,747.9 \times 57.5^2 + 0.0 + 6,752.4 \times 1,657.8^2 = 3.291E+11 \text{ mm}^4$$

▪ 합성단면 도심에서 상·하부 플랜지 연단거리

$$y_{su,v} = y_{su} - v = 1,560.3 - 57.5 = 1,502.8 \text{ mm}$$

$$y_{sl,v} = y_{sl} - v = -1,479.7 - 57.5 = -1,537.2 \text{ mm}$$

▪ 합성단면 도심에서 바닥판 주철근 상·하연까지의 거리

$$y_{ru,v} = d_{r,v} + (T_c - t_{cu} - t_{cl}) \times A_{rl} / A_r = 1,657.8 + (250.0 - 40.0 - 40.0) \times 3,376.2 / 6,752.4 = 1,742.8 \text{ mm}$$

$$y_{rl,v} = d_{r,v} - (T_c - t_{cu} - t_{cl}) \times A_{ru} / A_r = 1,657.8 - (250.0 - 40.0 - 40.0) \times 3,376.2 / 6,752.4 = 1,572.8 \text{ mm}$$

▪ 응 력 검 토

$$f_{su,v} = M_{sc} \cdot y_{su,v} / I_{rv} = -3,346.850 \times 1,502.8 / 329,082,713,105.7 = -15.284 \text{ MPa}$$

$$f_{sl,v} = M_{sc} \cdot y_{sl,v} / I_{rv} = -3,346.850 \times -1,537.2 / 329,082,713,105.7 = 15.634 \text{ MPa}$$

$$f_{ru,v} = M_{sc} \cdot y_{ru,v} / I_{rv} = -3,346.850 \times 1,742.8 / 329,082,713,105.7 = -17.724 \text{ MPa}$$

$$f_{rl,v} = M_{sc} \cdot y_{rl,v} / I_{rv} = -3,346.850 \times 1,572.8 / 329,082,713,105.7 = -15.996 \text{ MPa}$$

▪ 전단응력 검토

$$F_v = b \cdot h \cdot v = ((UL2 + UR2 + B2) / 2 + Tw) \cdot (H + (Tu + Tc/n)/2 + Tl/2) = 7.671E+06 \text{ mm}^2$$

$$v = V_{sc} / A_w + M_{sc} / (2 \cdot F_v \cdot t_w) = 334.670 / 84,000.0 + 39.465 / (2 \times 7,670,842.5 \times 14.0) = 4.168 \text{ MPa}$$

(3) 활 하 중

▪ 응 력 검 토

$$f_{su,v} = M_v \cdot y_{su,v} / I_{rv} = -7,886.951 \times 1,502.8 / 329,082,713,105.7 = -36.016 \text{ MPa}$$

$$f_{sl,v} = M_v \cdot y_{sl,v} / I_{rv} = -7,886.951 \times -1,537.2 / 329,082,713,105.7 = 36.842 \text{ MPa}$$

$$f_{ru,v} = M_v \cdot y_{ru,v} / I_{rv} = -7,886.951 \times 1,742.8 / 329,082,713,105.7 = -41.768 \text{ MPa}$$

$$f_{rl,v} = M_v \cdot y_{rl,v} / I_{rv} = -7,886.951 \times 1,572.8 / 329,082,713,105.7 = -37.694 \text{ MPa}$$

▪ 전단응력 검토

$$v = V_v / A_w + M_{vt} / (2 \cdot F_v \cdot t_w) = 845.637 / 84,000.0 + 840.208 / (2 \times 7,670,842.5 \times 14.0) = 13.979 \text{ MPa}$$

(4) 바닥판 콘크리트의 크리프 영향

(도.설.해 3.9.2.6)

▪ 바닥판 콘크리트 환산단면적

$$A_{cn1} = A_{c1} / n = 1,227,000.0 / 8.0 = 153,375.0 \text{ mm}^2$$

▪ 바닥판 콘크리트 환산단면 2차모멘트

$$I_{cn1} = I_{c1} / n = 6,390,625,000.0 / 8.0 = 7.988E+08 \text{ mm}^4$$

▪ 합성 단면적

$$A_v' = A_s + A_{cn1} = 194,747.9 + 153,375.0 = 348,122.9 \text{ mm}^2$$

▪ 강재도심선에서 콘크리트 바닥판 도심까지의 거리

$$d_v' = y_{su} - t_u + T_h + T_c/2 = 1,560.3 - 20.0 + 50.0 + 250.0/2 = 1,715.3 \text{ mm}$$

▪ 합성 단면의 도심축 이동량

$$v' = A_{cn1} \times d_v' / A_v' = 153,375.0 \times 1,715.3 / 348,122.9 = 755.7 \text{ mm}$$

▪ 합성 단면 도심에서 바닥판 도심까지의 거리

$$d_{c,v}' = d_v' - v' = 1,715.3 - 755.7 = 959.6 \text{ mm}$$

▪ 합성단면으로서의 바닥판 콘크리트에 지속하중이 작용하는 경우 바닥판 콘크리트의 크리프에 의한 응력의 계산에 쓰이는 크리프계수 Φ_1 은 2.0을 표준으로 한다.

$$\Phi_1 = 2.0$$

$$k = -0.008 \quad \text{※ 2차 부정정력으로 인한 영향 고려}$$

$$n_1 = n \cdot (1 + \Phi_1/2) = 8.0 \times (1 + 2.0/2) = 16.000$$

$$A_{v1} = A_s + A_{c1}/n_1 = 194,747.9 + 1,227,000.0 / 16.0 = 2.714E+05 \text{ mm}^2$$

$$v_1 = (A_{c1}/n_1) \times d_v' / A_{v1} = (1,227,000.0/16.0) \times 1,715.3 / 271,435.4 = 484.6 \text{ mm}$$

$$d_{c,v1} = d_v' - v_1 = 1,715.3 - 484.6 = 1,230.7 \text{ mm}$$

$$I_{v1} = (I_s + A_s \cdot v'^2) + (I_c/n_1 + A_c/n_1 \cdot d_{c,v}'^2) = (309,882,160,175.6 + 194,747.9 \times 755.7^2) + (6,390,625,000.0/8.0 + 1,227,000.0/8.0 \times 959.6^2) = 4.921E+11 \text{ mm}^4$$

▪ 크리프를 일으키기 전, 2차 고정하중에 의해 바닥판 콘크리트에 작용하는 압축력

$$N_c = M_{sc} \cdot d_{c,v}' \cdot A_{c1} / (n \cdot I_{v1}) = -3,346.9 \times 959.6 \times 1,227,000.0 / (8.0 \times 492,109,168,884.6) = -1.001E+06 \text{ N}$$

▪ 강재보와 결합으로 인해 바닥판에 생기는 압축력

$$P_\Phi = N_c \cdot 2 \cdot \Phi_1 / (2 + \Phi_1) = -1,000,918.7 \times 2 \times 2.0 / (2 + 2.0) = -1.001E+06 \text{ N}$$

- P_ϕ 에 의해 합성단면에 발생하는 휨모멘트

$$M_\phi = P_\phi \times d_{c,v1} = -1,000,918.7 \times 1,230.7 = -1.232\text{E}+09 \text{ N}\cdot\text{mn}$$

- 바닥판 철근 응력 변화량

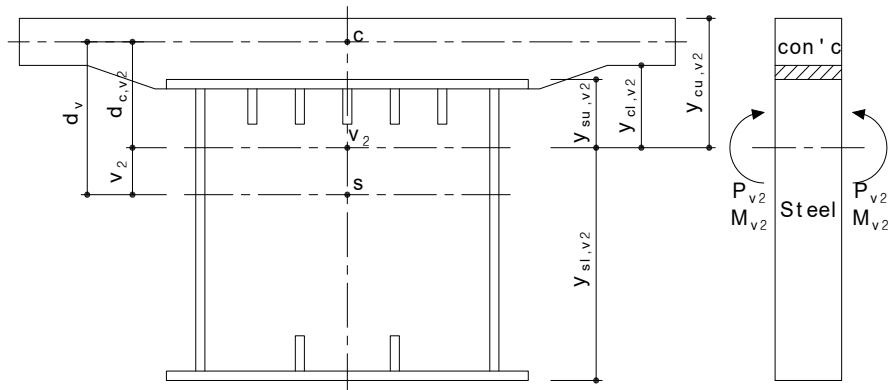
$$f_{ru,v1} = P_\phi/A_v + k \cdot M_\phi \cdot y_{ru,v}/I_{rv} = -1,000,918.7/201,500.3 + -0.008 \times -1,231,783,460.2 \times 1,742.8/329,082,713,105.7 = -4.915 \text{ MPa}$$

$$f_{rl,v1} = P_\phi/A_v + k \cdot M_\phi \cdot y_{rl,v}/I_{rv} = -1,000,918.7/201,500.3 + -0.008 \times -1,231,783,460.2 \times 1,572.8/329,082,713,105.7 = -4.920 \text{ MPa}$$

- 강재보 상·하부 플랜지 응력 변화량

$$f_{su,v1} = P_\phi/A_v + k \cdot M_\phi \cdot y_{su,v}/I_{rv} = -1,000,918.7/201,500.3 + -0.008 \times -1,231,783,460.2 \times 1,502.8/329,082,713,105.7 = -4.922 \text{ MPa}$$

$$f_{sl,v1} = P_\phi/A_v + k \cdot M_\phi \cdot y_{sl,v}/I_{rv} = -1,000,918.7/201,500.3 + -0.008 \times -1,231,783,460.2 \times -1,537.2/329,082,713,105.7 = -5.013 \text{ MPa}$$



(5) 바닥판 콘크리트의 건조수축 영향

(도.설.해 3.9.2.8)

- 바닥판 콘크리트의 건조수축에 의한 응력의 계산에 사용하는 최종수축률 ϵ_s 는 27×10^{-5} , 크리프계수

Φ_2 는 $\Phi_2 = 2 \cdot \Phi_1 = 4.0$ 을 표준으로 한다.

$$\Phi_2 = 4.0$$

$$n_2 = n \cdot (1 + \phi_2/2) = 8.0 \times (1 + 4.0/2) = 24.000$$

$$A_{v2} = A_s + A_{c1}/n_2 = 194,747.9 + 1,227,000.0 / 24.0 = 2.459\text{E}+05 \text{ mm}^2$$

$$v_2 = (A_{c1}/n_2) \times d_v / A_{v2} = (1,227,000.0/24.0) \times 1,715.3 / 245,872.9 = 356.7 \text{ mm}$$

$$d_{c,v2} = d_v - v_2 = 1,715.3 - 356.7 = 1,358.6 \text{ mm}$$

- 바닥판 콘크리트에 작용하는 압축력

$$P_{v2} = E_s \cdot \epsilon_s \cdot A_{c1}/n_2 = 205,000.0 \times 0.000270 \times 1,227,000.0 / 24.0 = 2.830\text{E}+06 \text{ N}$$

- P_{v2} 에 의해 합성단면에 발생하는 휨모멘트

$$M_{v2} = P_{v2} \times d_{c,v2} = 2,829,768.8 \times 1,358.6 = 3.845\text{E}+09 \text{ N}\cdot\text{mn}$$

- 바닥판 철근 응력 변화량

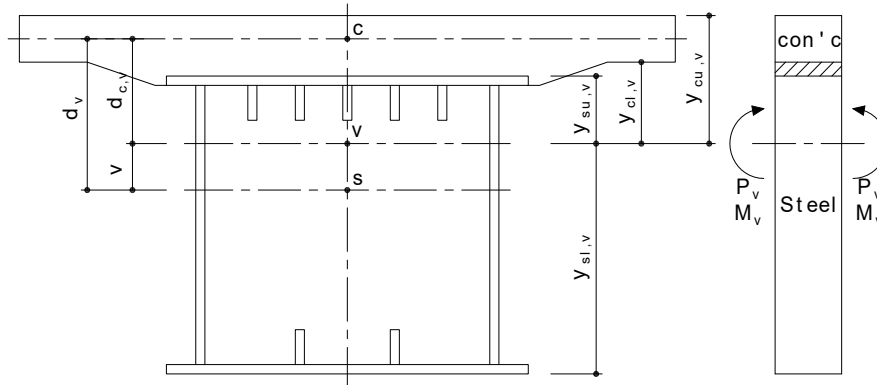
$$f_{ru,v2} = P_{v2}/A_v + k \cdot M_{v2} \cdot y_{ru,v}/I_{rv} = 2,829,768.8/201,500.3 + -0.008 \times 3,844,521,704.2 \times 1,742.8/329,082,713,105.7 = 13.881 \text{ MPa}$$

$$f_{rl,v2} = P_{v2}/A_v + k \cdot M_{v2} \cdot y_{rl,v}/I_{rv} = 2,829,768.8/201,500.3 + -0.008 \times 3,844,521,704.2 \times 1,572.8/329,082,713,105.7 = 13.897 \text{ MPa}$$

▪ 강재보 상·하부 플랜지 응력 변화량

$$f_{su,v2} = P_{v2}/A_v + k \cdot M_{v2} \cdot y_{su,v}/I_{rv} \\ = 2,829,768.8/201,500.3 + -0.008 \times 3,844,521,704.2 \times 1,502.8/329,082,713,105.7 = \mathbf{13.903 \text{ MPa}}$$

$$f_{sl,v2} = P_{v2}/A_v + k \cdot M_{v2} \cdot y_{sl,v}/I_{rv} \\ = 2,829,768.8/201,500.3 + -0.008 \times 3,844,521,704.2 \times -1,537.2/329,082,713,105.7 = \mathbf{14.187 \text{ MPa}}$$



(6) 바닥판 콘크리트와 강재보와의 온도차 영향

(도.설.해 3.9.2.7)

- 바닥판 콘크리트와 강재 주거더와의 온도차는 **10°C**를 표준으로 하고 현저한 온도차가 생기는 경우에는 별도로 고려하여야 한다. 온도분포는 강재 주거더 및 바닥판 콘크리트에 있어서 각각 균일한 것으로 본다. 바닥판 콘크리트와 강재의 선팅창계수 α 는 **12×10^{-6}** 으로 한다.

▪ 온도 변형률

$$\epsilon_t = \alpha \cdot \Delta t = 0.000012 \times 10.0 = 0.000120$$

▪ 바닥판 콘크리트에 작용하는 축력

$$P_{v1} = E_s \cdot \epsilon_t \cdot A_{c1}/n = 205,000.0 \times 0.000120 \times 1,227,000.0 / 8.0 = 3.773E+06 \text{ N}$$

▪ P_{v1} 에 의해 합성단면에 발생하는 휨모멘트

$$M_{v1} = P_{v1} \times d_{c,v}' = 3,773,025.0 \times 959.6 = 3.620E+09 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

▪ 바닥판 철근 응력 변화량

$$f_{ru,t} = P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{ru,v}/I_{rv} - E_s \cdot \epsilon_t \\ = 3,773,025.0/201,500.3 + -0.008 \times 3,620,421,482.7 \times 1,742.8/329,082,713,105.7 \\ - 205,000.0 \times 0.000120 = \mathbf{-6.029 \text{ MPa}}$$

$$f_{rl,t} = P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{rl,v}/I_{rv} - E_s \cdot \epsilon_t \\ = 3,773,025.0/201,500.3 + -0.008 \times 3,620,421,482.7 \times 1,572.8/329,082,713,105.7 \\ - 205,000.0 \times 0.000120 = \mathbf{-6.014 \text{ MPa}}$$

▪ 강재보 상·하부 플랜지 응력 변화량

$$f_{su,v2} = P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{su,v}/I_{rv} \\ = 3,773,025.0/201,500.3 + -0.008 \times 3,620,421,482.7 \times 1,502.8/329,082,713,105.7 = \mathbf{18.592 \text{ MPa}}$$

$$f_{sl,v2} = P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{sl,v}/I_{rv} \\ = 3,773,025.0/201,500.3 + -0.008 \times 3,620,421,482.7 \times -1,537.2/329,082,713,105.7 = \mathbf{18.860 \text{ MPa}}$$

(7) 전단 및 비틀림

- 풍하중 비재하시의 전단응력

$$v = (V_s + V_{sc} + V_v) / A_w + M_{st} / (2 \cdot F \cdot t_w) + (M_{sct} + M_{vt}) / (2 \cdot F_v \cdot t_w)$$

$$= 2,725.913 / 84,000.0 + 488.447 / 212,583,840.0 + 879.673 / 214,783,590.0 = 38.845 \text{ MPa}$$

$$\ast v = 38.8 \text{ MPa} \leq v_a = 110.0 \text{ MPa} \quad \dots \text{O.K !!}$$

(8) 조합 응력의 검토

(도.설.해 3.4.2.3)

$$i = 0.65(\varphi/n)^2 + 0.13(\varphi/n) + 1.0 = 1.000$$

여기서, φ : 응력 구배 ($\varphi = (f_1 - f_2)/f_1 \approx 0.0$)

f_1, f_2 : 보강된 판의 양면의 응력 (단, $f_1 \geq f_2$ 이며 압축응력을 정(+)으로 한다)

i : 응력구배계수

n : 종리브에 의해서 구분되는 Pannel의 수

- 인장 (상부)플랜지의 허용응력

(SWS50B 사용)

(도.설.해 3.3.2)

$$f_{ta} = 190.0 \text{ MPa}$$

- 압축 (하부)플랜지의 허용응력

(SWS50B 사용)

(도.설.해 3.4.2.3)

$$t_l \geq b / 24 \cdot i \cdot n = 2,500.0 / (24 \times 1.000 \times 5) = 20.8 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow f_{ca} = 190.0 \text{ MPa}$$

$$b / 24 \cdot i \cdot n > t_l \geq b / 49 \cdot i \cdot n = 2,500.0 / (49 \times 1.000 \times 5) = 10.2 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow f_{ca} = 190.0 - 3.9 \{b / (t_l \cdot i \cdot n) - 24\} = 190.0 - 3.9 \{2,500.0 / (20.0 \times 1.0 \times 5) - 24\} = 186.1 \text{ MPa}$$

$$b / 49 \cdot i \cdot n > t_l \geq b / 80 \cdot i \cdot n = 2,500.0 / (80 \times 1.000 \times 5) = 6.3 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow f_{ca} = 220,000 \{ (t_l \cdot i \cdot n) / b \}^2 = 220,000.0 \times \{ (20.0 \times 1.0 \times 5.0 / 2,500.0) \}^2 = 352.0 \text{ MPa}$$

$$\text{사용 } t_l = 20.0 \text{ mm} : \therefore f_{ca} = 186.1 \text{ MPa}$$

- 철근 콘크리트의 허용응력

(도.설 2.2.2.4, 3.6.1.7)

$$f_{ta} = 160.000 \text{ MPa}$$

(SD 400 사용)

$$f_{ca} = 180.000 \text{ MPa}$$

- 슬래브와 주거더에 작용응력 및 허용응력

(도.설.해 3.9.3.1, 2.2.2.2)

하 중 조 합	RE-BAR				Steel			
	작용응력(MPa)		허용응력(MPa)		작용응력(MPa)		허용응력(MPa)	
	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연
1	-	-	-	-	-76.604	72.651	190.000	186.100
1+2+3	-59.493	-53.689	160.000	160.000	-127.903	125.126	190.000	186.100
1+2+3+4	-64.408	-58.610	160.000	160.000	-132.826	120.113	190.000	186.100
1+2+3+4+5	-50.527	-44.713	160.000	160.000	-118.923	134.300	190.000	186.100
1+2+3+4+5+6	-56.556	-50.727	184.000	184.000	-100.330	153.160	218.500	214.015
1+2+3+4+5+6	-44.499	-38.699	184.000	184.000	-137.515	115.440	218.500	214.015

주) 압축응력은 정(+), 인장응력을 부(-)로 하였음

(9) 합성응력의 검토

(도.설 3.8.2.4)

하 중 조 합	$(f/f_a)^2$		$(v/v_a)^2$		합성응력		판 별	
	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연
1	0.163	0.152	0.125	0.125	0.287	0.277	O.K !!	O.K !!
1+2+3	0.453	0.452	0.125	0.125	0.578	0.577	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4	0.489	0.417	0.125	0.125	0.613	0.541	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4+5	0.392	0.521	0.125	0.125	0.516	0.645	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4+5+6	0.211	0.512	0.125	0.125	0.336	0.637	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4+5-6	0.396	0.291	0.125	0.125	0.521	0.416	O.K !!	O.K !!

$$(f/f_a)^2 + (v/v_a)^2 \leq 1.2 \text{ O.K !!}$$

[상 연]

$$\left(\frac{-132.826}{190.000} \right)^2 + \left(\frac{38.845}{110.000} \right) = 0.489 + 0.125 = 0.613 \leq 1.2 \text{ O.K !!}$$

[하 연]

$$\left(\frac{134.300}{186.100} \right)^2 + \left(\frac{38.845}{110.000} \right) = 0.521 + 0.125 = 0.645 \leq 1.2 \text{ O.K !!}$$

(10) 판의 최소두께 검토

- 인장(상부) 플랜지 (도.설.기 3.4.2.2, 3.4.2.3, 3.8.3.1, 3.8.3.2, 3.9.6)

$$t_{\min} = \text{자유돌출폭}/16 = 86.0 / 16.0 = 5.4 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm O.K !!}$$

$$(\text{합성형 스티드 설치시}) \quad t_{\min} = 10.0 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm O.K !!}$$

- 압축(하부) 플랜지 (도.설.기 3.8.3.1, 3.8.3.2)

$$t_{\min} = \text{자유돌출폭}/16 = 86.0 / 16.0 = 5.4 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm O.K !!}$$

$$t_{\min} = b / (49 \cdot i \cdot n) = 2,500.0 / (49 \times 1.0 \times 5.0) = 10.2 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm O.K !!}$$

- 복 부 판 [수평보강재 사용단수 1 단] (도.설.기 3.8.4.1, 3.8.4.2)

$$t_{\min} = b / (219 \times 1.200) = 3,000.0 / (219 \times 1.200) = 11.4 \leq t_{\text{use}} = 14.0 \text{ mm O.K !!}$$

$$\text{여기서, } \sqrt{(f_{ca}/f_c)} = \sqrt{(190.0 / 72.651)} = 1.62 \geq 1.20 \Rightarrow 1.200 \text{ 적용}$$

(11) 항복에 대한 안전도 검사

(도.설.기 3.9.3.2)

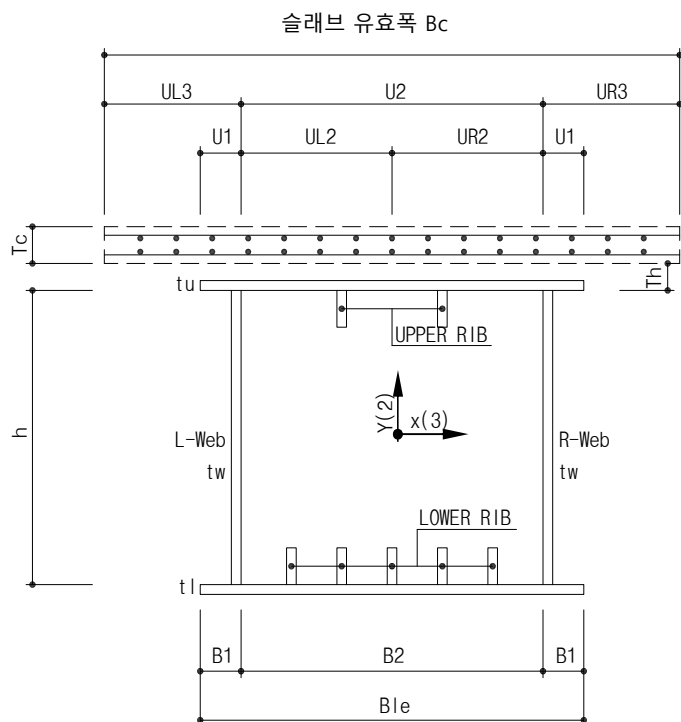
- 활하중(충격을 포함)의 2.15배와 고정하중의 1.3배, 바닥판 콘크리트의 건조수축 및 크리프의 영향, 바닥판 콘크리트와 강재 주거더와의 온도차에 의한 응력 중 가장 불리한 조합에 대하여 검사하는 것으로 한다.
- 콘크리트의 압축연응력은 f_{ck} 의 3/5를 넘어서는 안된다.

하 중 조 합	Rebar				Steel			
	작용응력(MPa)		허용응력 (MPa)	판 별	작용응력(MPa)		허용응력 (MPa)	판 별
	상 연	하 연			상 연	하 연		
1	-	-	-	-	-99.585	94.446	315.000	O.K !!
1+2+3	-112.844	-101.836	400.000	O.K !!	-196.888	193.980	315.000	O.K !!
1+2+3+7	-118.872	-107.850	400.000	O.K !!	-215.481	212.840	315.000	O.K !!
1+2+3+5	-117.759	-106.756	400.000	O.K !!	-201.811	188.966	315.000	O.K !!
1+2+3+5+6	-103.878	-92.860	400.000	O.K !!	-187.908	203.154	315.000	O.K !!
1+2+3+5+6+7	-109.907	-98.874	400.000	O.K !!	-169.315	222.013	315.000	O.K !!
1+2+3+5+6-7	-97.849	-86.846	400.000	O.K !!	-206.500	184.294	315.000	O.K !!

4. 단 면 검 토(부모멘트)

4.2 단면가정 및 설계조건

지점부 내측거더



주부재 강종: SWS50B

$$B_c = 4,908.0 \text{ mm}$$

U1 = 100.0 mm

UL2 = 1,250.0 mm

UR2 = 1,250.0 mm

상부 플랜지 유효폭

Bue = 2,348.7 mm

하부 플랜지 유효폭

Ble = 2,348.7 mm

B1 = 100.0 mm

B2 = 2,500.0 mm

$T_c = 250.0 \text{ mm}$

Th = 50.0 mm

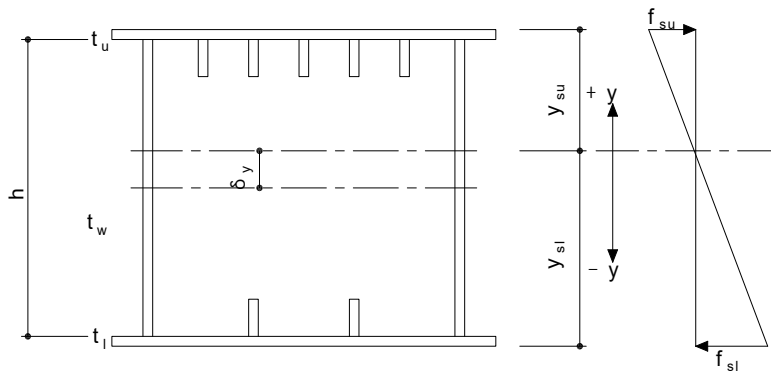
$$h = 3,000.0 \text{ mm}$$
$$\Theta_1 = 0.000^\circ$$
$$\Theta_R = 0.000^\circ$$

구 분	단 위	입력 Data
E_s : 강재 탄성계수	MPa	205,000.0
E_c : 콘크리트의 탄성계수	MPa	26,701.7
ϵ_s : 바닥판 콘크리트의 건조수축에 의한 최종수축율	-	0.00027
α : 강재 및 콘크리트의 선팅창계수	-	0.000012
φ_2 : 건조수축에 의한 크리이프계수	-	4
n : 강과 콘크리트의 탄성계수비	-	8
Δt : 강과 콘크리트의 온도차	°C	10
M_s : 합성전 고정하중에 의한 모멘트	kN·m	-16,568.814
M_{sc} : 합성후 고정하중에 의한 모멘트	kN·m	-3,683.798
M_v : 활하중에 의한 모멘트	kN·m	-7,040.102
V_s : 합성전 고정하중에 의한 전단력	kN	-1,707.044
V_{sc} : 합성후 고정하중에 의한 전단력	kN	-384.628
V_v : 활하중에 의한 전단력	kN	702.489
M_{st} : 합성전 고정하중에 의한 비틀림 모멘트	kN·m	-103.589
M_{sct} : 합성후 고정하중에 의한 비틀림 모멘트	kN·m	-23.406
M_{vt} : 활하중에 의한 비틀림 모멘트	kN·m	1,251.794
t_{cu}, t_{cl} : 교축방향 철근의 피복두께	mm	40 , 40

X(3)축 방향 단면 제원

구 분	규 격	$A_s(\text{mm}^2)$	$Y(\text{mm})$	$A_s \cdot Y(\text{mm}^3)$	$A_s \cdot Y^2(\text{mm}^4)$	$I_{xo}(\text{mm}^4)$
UPPER FL.	1 - 2,348.7 × 20.0	46,974.0	1,510.0	7.093E+07	1.071E+11	1.566E+06
UPPER RIB	2 - 200.0 × 14.0	5,600.0	1,400.0	7.840E+06	1.098E+10	1.867E+07
L - WEB	1 - 3,000.0 × 14.0	42,000.0	-	-	-	3.150E+10
R - WEB	1 - 3,000.0 × 14.0	42,000.0	-	-	-	3.150E+10
LOWER RIB	4 - 200.0 × 14.0	11,200.0	-1,400.0	-1.568E+07	2.195E+10	3.733E+07
LOWER FL.	1 - 2,348.7 × 20.0	46,974.0	-1,510.0	-7.093E+07	1.071E+11	1.566E+06
강재 단면 합계		194,747.9	-	-7.840E+06	2.471E+11	6.306E+10
UPPER RE-Bar (A_{ru})		3,376.2	1,760.0	5,942,112.0	10,458,117,120.0	-
LOWER RE-Bar (A_{rl})		3,376.2	1,590.0	5,368,158.0	8,535,371,220.0	-
RE-Bar 합계		6,752.4	-	1.131E+07	1.899E+10	-
RC. SLAB	1 - 4,908.0 × 250.0	1,227,000.0	1,675.0	2.055E+09	3.443E+12	6.391E+09
※ $A_s = 194,747.9 \text{ mm}^2$ $A_{c1} = 1,227,000.0 \text{ mm}^2$ $A_r = 6,752.4 \text{ mm}^2$						

2) 응 력 검 토



(1) 합 성 전

▪ 도심축 이동량

$$\delta_y = \sum A_s Y / \sum A_s = -7,840,000.0 / 194,747.9 = -40.257 \text{ mm}$$

▪ 도심축에서 상·하부 플랜지 연단거리

$$y_{su} = h/2 + t_u - \delta_y = 3,000.0 / 2 + 20.0 - -40.257 = 1,560.257 \text{ mm}$$

$$y_{sl} = -\{ h/2 + t_l + \delta_y \} = -\{ 3,000.0 / 2 + 20.0 + -40.257 \} = -1,479.743 \text{ mm}$$

▪ 강재의 단면2차 모멘트

$$I_s = \sum I_{xo} + \sum A_s Y^2 - A_s \cdot \delta_y^2 = 63,059,131,597.2 + 247,138,644,791.7 - 194,747.9 \times -40.257^2 = 3.099E+11 \text{ mm}^4$$

▪ 플랜지 응력 검토

(도.설.해 3.8.2.1)

$$f_{su} = M_s \cdot y_{su} / I_s = -16,568.814 \times 1,560.3 / 309,882,160,175.6 = -83.424 \text{ MPa}$$

$$f_{sl} = M_s \cdot y_{sl} / I_s = -16,568.814 \times -1,479.7 / 309,882,160,175.6 = 79.119 \text{ MPa}$$

▪ 부재의 전단응력 검토

(도.설.해 3.8.2.2, 도.설.해 3.8.2.3)

$$F = b \cdot h = ((UL2 + UR2 + B2) / 2 + Tw) \cdot (H + Tu/2 + Tl/2) = 7.592E+06 \text{ mm}^2$$

$$v = V_s / A_w + M_{st} / (2 \cdot F \cdot t_w) = 1,707.044 / 84,000.0 + 103.589 / (2 \times 7,592,280.0 \times 14.0) = 20.809 \text{ MPa}$$

(3) 활 하 중

■ 응 력 검 토

$$f_{su,v} = M_v \cdot y_{su,v} / I_{rv} = -7,040.102 \times 1,502.8 / 329,082,713,105.7 = -32.149 \text{ MPa}$$

$$f_{sl,v} = M_v \cdot y_{sl,v} / I_{rv} = -7,040.102 \times -1,537.2 / 329,082,713,105.7 = 32.886 \text{ MPa}$$

$$f_{ru,v} = M_v \cdot y_{ru,v} / I_{rv} = -7,040.102 \times 1,742.8 / 329,082,713,105.7 = -37.283 \text{ MPa}$$

$$f_{rl,v} = M_v \cdot y_{rl,v} / I_{rv} = -7,040.102 \times 1,572.8 / 329,082,713,105.7 = -33.647 \text{ MPa}$$

■ 전단응력 검토

$$\begin{aligned} v &= V_v / A_w + M_{vt} / (2 \cdot F_v \cdot t_w) \\ &= 702.489 / 84,000.0 + 1,251.794 / (2 \times 7,670,842.5 \times 14.0) = 14.191 \text{ MPa} \end{aligned}$$

(4) 바닥판 콘크리트의 크리프 영향

(도.설.해 3.9.2.6)

■ 바닥판 콘크리트 환산단면적

$$A_{cn1} = A_{c1} / n = 1,227,000.0 / 8.0 = 153,375.0 \text{ mm}^2$$

■ 바닥판 콘크리트 환산단면 2차모멘트

$$I_{cn1} = I_{c1} / n = 6,390,625,000.0 / 8.0 = 7.988E+08 \text{ mm}^4$$

■ 합성 단면적

$$A_v' = A_s + A_{cn1} = 194,747.9 + 153,375.0 = 348,122.9 \text{ mm}^2$$

■ 강재도심선에서 콘크리트 바닥판 도심까지의 거리

$$d_v' = y_{su} - t_u + T_h + T_c/2 = 1,560.3 - 20.0 + 50.0 + 250.0/2 = 1,715.3 \text{ mm}$$

■ 합성 단면의 도심축 이동량

$$v' = A_{cn1} \times d_v' / A_v' = 153,375.0 \times 1,715.3 / 348,122.9 = 755.7 \text{ mm}$$

■ 합성 단면 도심에서 바닥판 도심까지의 거리

$$d_{c,v}' = d_v' - v' = 1,715.3 - 755.7 = 959.6 \text{ mm}$$

■ 합성단면으로서의 바닥판 콘크리트에 지속하중이 작용하는 경우 바닥판 콘크리트의 크리프에 의한 응력의 계산에 쓰이는 크리프계수 Φ_1 은 2.0을 표준으로 한다.

$$\Phi_1 = 2.0$$

$$k = -0.007 \quad \times \text{ 2차 부정정력으로 인한 영향 고려}$$

$$n_1 = n \cdot (1 + \Phi_1/2) = 8.0 \times (1 + 2.0/2) = 16.000$$

$$A_{v1} = A_s + A_{c1}/n_1 = 194,747.9 + 1,227,000.0 / 16.0 = 2.714E+05 \text{ mm}^2$$

$$v_1 = (A_{c1}/n_1) \times d_v' / A_{v1} = (1,227,000.0/16.0) \times 1,715.3 / 271,435.4 = 484.6 \text{ mm}$$

$$d_{c,v1} = d_v' - v_1 = 1,715.3 - 484.6 = 1,230.7 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} I_{v1} &= (I_s + A_s \cdot v'^2) + (I_c/n_1 + A_c/n_1 \cdot d_{c,v}'^2) \\ &= (309,882,160,175.6 + 194,747.9 \times 755.7^2) + (6,390,625,000.0/8.0 \\ &\quad + 1,227,000.0/8.0 \times 959.6^2) = 4.921E+11 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

■ 크리프를 일으키기 전, 2차 고정하중에 의해 바닥판 콘크리트에 작용하는 압축력

$$\begin{aligned} N_c &= M_{sc} \cdot d_{c,v}' \cdot A_{c1} / (n \cdot I_{v1}) \\ &= -3,683.8 \times 959.6 \times 1,227,000.0 / (8.0 \times 492,109,168,884.6) = -1.102E+06 \text{ N} \end{aligned}$$

■ 강재보와 결합으로 인해 바닥판에 생기는 압축력

$$P_\Phi = N_c \cdot 2 \cdot \Phi_1 / (2 + \Phi_1) = -1,101,687.4 \times 2 \times 2.0 / (2 + 2.0) = -1.102E+06 \text{ N}$$

- 바닥판 철근 응력 변화량

$$M_{\phi} = P_{\phi} \times d_{c,v1} = -1,101,687.4 \times 1,230.7 = -1.356E+09 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$f_{ru,v1} = P_{\phi}/A_v + k \cdot M_{\phi} \cdot y_{ru,v}/I_{rv}$$

$$= -1,101,687.4/201,500.3 + -0.007 \times -1,355,794,686.6 \times 1,742.8/329,082,713,105.7 = \quad \quad \quad \mathbf{-5.417 \text{ MPa}}$$

$$f_{rl,v1} = P_{\varphi}/A_v + k \cdot M_{\varphi} \cdot y_{rl,v}/I_{rv}$$

$$= -1,101,687.4/201,500.3 + -0.007 \times -1,355,794,686.6 \times 1,572.8/329,082,713,105.7 = \mathbf{-5.422 \text{ MPa}}$$

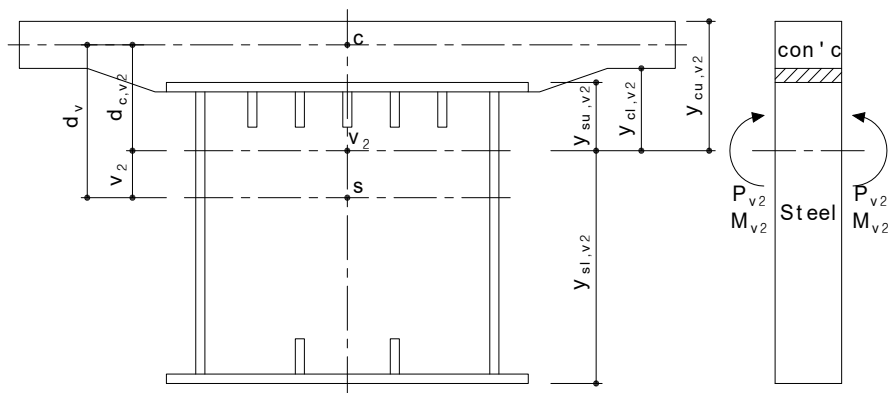
- 강재보 상.하부 플랜지 응력 변화량

$$f_{su,v1} = P_{\phi}/A_v + k \cdot M_{\phi} \cdot y_{su,v}/I_{rv}$$

$$= -1,101,687.4/201,500.3 + -0.007 \times -1,355,794,686.6 \times 1,502.8/329,082,713,105.7 = \mathbf{-5.424 \text{ MPa}}$$

$$f_{sl,v1} = P_{\varphi}/A_v + k \cdot M_{\varphi} \cdot y_{sl,v}/I_{rv}$$

$$= -1,101,687.4/201,500.3 + -0.007 \times -1,355,794,686.6 \times -1,537.2/329,082,713,105.7 = \quad \quad \quad \mathbf{-5.512 \text{ MPa}}$$



(5) 바닥판 콘크리트의 건조수축 영향

( 도.설.해 3.9.2.8)

- 바닥판 콘크리트의 건조수축에 의한 응력의 계산에 사용하는 최종수축률 ε_s 는 27×10^{-5} , 크리프계수

Φ_2 는 $\Phi_2 = 2 \cdot \Phi_1 = 4.0$ 을 표준으로 한다.

$$\Phi_2 = 4.0$$

$$n_2 = n \cdot (1 + \varphi_2/2) = 8.0 \times (1 + 4.0/2) = 24.000$$

$$A_{v2} = A_s + A_{c1}/n_2 = 194,747.9 + 1,227,000.0 / 24.0 = 2.459E+05 \text{ mm}^2$$

$$v_2 = (A_{c1}/n_2) \times d_v / A_{v2} = (1,227,000.0/24.0) \times 1,715.3 / 245,872.9 = 356.7 \text{ mm}$$

$$d_{c,v2} = d_v - v_2 = 1,715.3 - 356.7 = 1,358.6 \text{ mm}$$

- 바닥판 콘크리트에 작용하는 압축력

$$P_{y2} = E_s \cdot \epsilon_s \cdot A_{c1} / n_2 = 205,000.0 \times 0.000270 \times 1,227,000.0 / 24.0 = 2.830E+06 \text{ N}$$

- P_{v2} 에 의해 합성단면에 발생하는 힘모멘트

$$M_{v2} = P_{v2} \times d_{c,v2} = 2,829,768.8 \times 1,358.6 = 3.845E+09 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

- 바닥판 철근 응력 변화량

$$f_{ru,v2} = P_{v2}/A_v + k \cdot M_{v2} \cdot y_{ru,v}/I_{rv} = 2,829,768.8/201,500.3 + -0.007 \times 3,844,521,704.2 \times 1,742.8/329,082,713,105.7 = \mathbf{13.901 \text{ MPa}}$$

$$f_{rl,v2} = P_{v2}/A_v + k \cdot M_{v2} \cdot y_{rl,v}/I_{rv}$$

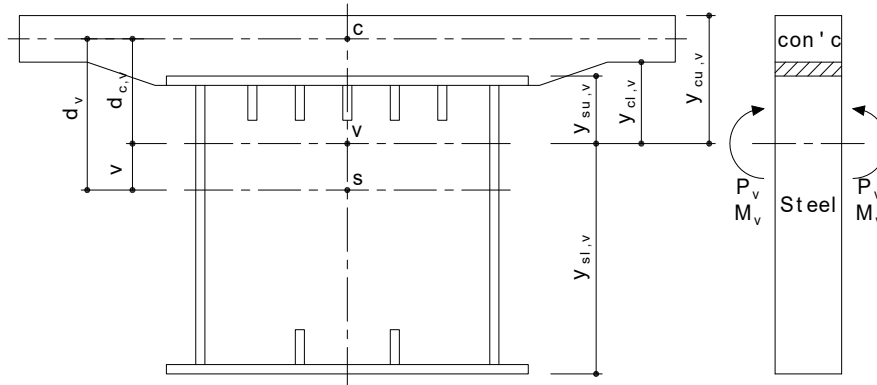
$$= 2,829,768.8/201,500.3 + -0.007 \times 3,844,521,704.2 \times 1,572.8/329,082,713,105.7$$

$$= \mathbf{13.915 \text{ MPa}}$$

▪ 강재보 상·하부 플랜지 응력 변화량

$$f_{su,v2} = P_{v2}/A_v + k \cdot M_{v2} \cdot y_{su,v}/I_{rv} \\ = 2,829,768.8/201,500.3 + -0.007 \times 3,844,521,704.2 \times 1,502.8/329,082,713,105.7 = \mathbf{13.921 \text{ MPa}}$$

$$f_{sl,v2} = P_{v2}/A_v + k \cdot M_{v2} \cdot y_{sl,v}/I_{rv} \\ = 2,829,768.8/201,500.3 + -0.007 \times 3,844,521,704.2 \times -1,537.2/329,082,713,105.7 = \mathbf{14.169 \text{ MPa}}$$



(6) 바닥판 콘크리트와 강재보와의 온도차 영향

(도.설.해 3.9.2.7)

- 바닥판 콘크리트와 강재 주거더와의 온도차는 **10°C**를 표준으로 하고 현저한 온도차가 생기는 경우에는 별도로 고려하여야 한다. 온도분포는 강재 주거더 및 바닥판 콘크리트에 있어서 각각 균일한 것으로 본다. 바닥판 콘크리트와 강재의 선팽창계수 α 는 **12×10^{-6}** 으로 한다.

▪ 온도 변형률

$$\epsilon_t = \alpha \cdot \Delta t = 0.000012 \times 10.0 = 0.000120$$

▪ 바닥판 콘크리트에 작용하는 축력

$$P_{v1} = E_s \cdot \epsilon_t \cdot A_{c1}/n = 205,000.0 \times 0.000120 \times 1,227,000.0 / 8.0 = 3.773E+06 \text{ N}$$

▪ P_{v1} 에 의해 합성단면에 발생하는 휨모멘트

$$M_{v1} = P_{v1} \times d_{c,v}' = 3,773,025.0 \times 959.6 = 3.620E+09 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

▪ 바닥판 철근 응력 변화량

$$f_{ru,t} = P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{ru,v}/I_{rv} - E_s \cdot \epsilon_t \\ = 3,773,025.0/201,500.3 + -0.007 \times 3,620,421,482.7 \times 1,742.8/329,082,713,105.7 \\ - 205,000.0 \times 0.000120 = \mathbf{-6.010 \text{ MPa}}$$

$$f_{rl,t} = P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{rl,v}/I_{rv} - E_s \cdot \epsilon_t \\ = 3,773,025.0/201,500.3 + -0.007 \times 3,620,421,482.7 \times 1,572.8/329,082,713,105.7 \\ - 205,000.0 \times 0.000120 = \mathbf{-5.996 \text{ MPa}}$$

▪ 강재보 상·하부 플랜지 응력 변화량

$$f_{su,v2} = P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{su,v}/I_{rv} \\ = 3,773,025.0/201,500.3 + -0.007 \times 3,620,421,482.7 \times 1,502.8/329,082,713,105.7 = \mathbf{18.609 \text{ MPa}}$$

$$f_{sl,v2} = P_{v1}/A_v + k \cdot M_{v1} \cdot y_{sl,v}/I_{rv} \\ = 3,773,025.0/201,500.3 + -0.007 \times 3,620,421,482.7 \times -1,537.2/329,082,713,105.7 = \mathbf{18.843 \text{ MPa}}$$

(7) 전단 및 비틀림

- 풍하중 비재하시의 전단응력

$$v = (V_s + V_{sc} + V_v) / A_w + M_{st} / (2 \cdot F \cdot t_w) + (M_{sct} + M_{vt}) / (2 \cdot F_v \cdot t_w)$$

$$= 2,794.161 / 84,000.0 + 103.589 / 212,583,840.0 + 1,275.200 / 214,783,590.0 = 39.688 \text{ MPa}$$

$$\ast v = 39.7 \text{ MPa} \leq v_a = 110.0 \text{ MPa} \quad \dots \text{O.K !!}$$

(8) 조합 응력의 검토

(도.설.해 3.4.2.3)

$$i = 0.65(\varphi/n)^2 + 0.13(\varphi/n) + 1.0 = 1.000$$

여기서, φ : 응력 구배 ($\varphi = (f_1 - f_2)/f_1 \approx 0.0$)

f_1, f_2 : 보강된 판의 양면의 응력 (단, $f_1 \geq f_2$ 이며 압축응력을 정(+)으로 한다)

i : 응력구배계수

n : 종리브에 의해서 구분되는 Pannel의 수

- 인장 (상부)플랜지의 허용응력

(SWS50B 사용)

(도.설.해 3.3.2)

$$f_{ta} = 190.0 \text{ MPa}$$

- 압축 (하부)플랜지의 허용응력

(SWS50B 사용)

(도.설.해 3.4.2.3)

$$t_l \geq b / 24 \cdot i \cdot n = 2,500.0 / (24 \times 1.000 \times 5) = 20.8 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow f_{ca} = 190.0 \text{ MPa}$$

$$b / 24 \cdot i \cdot n > t_l \geq b / 49 \cdot i \cdot n = 2,500.0 / (49 \times 1.000 \times 5) = 10.2 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow f_{ca} = 190.0 - 3.9 \{b / (t_l \cdot i \cdot n) - 24\} = 190.0 - 3.9 \{2,500.0 / (20.0 \times 1.0 \times 5) - 24\} = 186.1 \text{ MPa}$$

$$b / 49 \cdot i \cdot n > t_l \geq b / 80 \cdot i \cdot n = 2,500.0 / (80 \times 1.000 \times 5) = 6.3 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow f_{ca} = 220,000 \{ (t_l \cdot i \cdot n) / b \}^2 = 220,000.0 \times \{ (20.0 \times 1.0 \times 5.0 / 2,500.0) \}^2 = 352.0 \text{ MPa}$$

$$\text{사용 } t_l = 20.0 \text{ mm} : \therefore f_{ca} = 186.1 \text{ MPa}$$

- 철근 콘크리트의 허용응력

(도.설 2.2.2.4, 3.6.1.7)

$$f_{ta} = 160.000 \text{ MPa}$$

(SD 400 사용)

$$f_{ca} = 180.000 \text{ MPa}$$

- 슬래브와 주거더에 작용응력 및 허용응력

(도.설.해 3.9.3.1, 2.2.2.2)

하 중 조 합	RE-BAR				Steel			
	작용응력(MPa)		허용응력(MPa)		작용응력(MPa)		허용응력(MPa)	
	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연
1	-	-	-	-	-83.424	79.119	190.000	186.100
1+2+3	-56.792	-51.253	160.000	160.000	-132.395	129.213	190.000	186.100
1+2+3+4	-62.209	-56.675	160.000	160.000	-137.819	123.701	190.000	186.100
1+2+3+4+5	-48.309	-42.760	160.000	160.000	-123.899	137.870	190.000	186.100
1+2+3+4+5+6	-54.318	-48.756	184.000	184.000	-105.290	156.713	218.500	214.015
1+2+3+4+5+6	-42.299	-36.763	184.000	184.000	-142.508	119.027	218.500	214.015

주) 압축응력은 정(+), 인장응력을 부(-)로 하였음

(9) 합성응력의 검토

(도.설 3.8.2.4)

하 중 조 합	$(f/f_a)^2$		$(v/v_a)^2$		합성응력		판 별	
	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연
1	0.193	0.181	0.130	0.130	0.323	0.311	O.K !!	O.K !!
1+2+3	0.486	0.482	0.130	0.130	0.616	0.612	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4	0.526	0.442	0.130	0.130	0.656	0.572	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4+5	0.425	0.549	0.130	0.130	0.555	0.679	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4+5+6	0.232	0.536	0.130	0.130	0.362	0.666	O.K !!	O.K !!
1+2+3+4+5-6	0.425	0.309	0.130	0.130	0.556	0.439	O.K !!	O.K !!

$$(f/f_a)^2 + (v/v_a)^2 \leq 1.2 \text{ O.K !!}$$

[상 연]

$$\left(\frac{-137.819}{190.000} \right)^2 + \left(\frac{39.688}{110.000} \right) = 0.526 + 0.130 = 0.656 \leq 1.2 \text{ O.K !!}$$

[하 연]

$$\left(\frac{137.870}{186.100} \right)^2 + \left(\frac{39.688}{110.000} \right) = 0.549 + 0.130 = 0.679 \leq 1.2 \text{ O.K !!}$$

(10) 판의 최소두께 검토

- 인장(상부) 플랜지 (도.설.기 3.4.2.2, 3.4.2.3, 3.8.3.1, 3.8.3.2, 3.9.6)

$$t_{\min} = \text{자유돌출폭}/16 = 86.0 / 16.0 = 5.4 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm O.K !!}$$

$$(\text{합성형 스티드 설치시}) \quad t_{\min} = 10.0 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm O.K !!}$$

- 압축(하부) 플랜지 (도.설.기 3.8.3.1, 3.8.3.2)

$$t_{\min} = \text{자유돌출폭}/16 = 86.0 / 16.0 = 5.4 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm O.K !!}$$

$$t_{\min} = b / (49 \cdot i \cdot n) = 2,500.0 / (49 \times 1.0 \times 5.0) = 10.2 \leq t_{\text{use}} = 20.0 \text{ mm O.K !!}$$

- 복 부 판 [수평보강재 사용단수 1 단] (도.설.기 3.8.4.1, 3.8.4.2)

$$t_{\min} = b / (219 \times 1.200) = 3,000.0 / (219 \times 1.200) = 11.4 \leq t_{\text{use}} = 14.0 \text{ mm O.K !!}$$

$$\text{여기서, } \sqrt{(f_{ca}/f_c)} = \sqrt{(190.0 / 79.119)} = 1.55 \geq 1.20 \Rightarrow 1.200 \text{ 적용}$$

(11) 항복에 대한 안전도 검사

(도.설.기 3.9.3.2)

- 활하중(충격을 포함)의 2.15배와 고정하중의 1.3배, 바닥판 콘크리트의 건조수축 및 크리프의 영향, 바닥판 콘크리트와 강재 주거더와의 온도차에 의한 응력 중 가장 불리한 조합에 대하여 검사하는 것으로 한다.
- 콘크리트의 압축연응력은 f_{ck} 의 3/5를 넘어서는 안된다.

하 중 조 합	Rebar				Steel			
	작용응력(MPa)		허용응력 (MPa)	판 별	작용응력(MPa)		허용응력 (MPa)	판 별
	상 연	하 연			상 연	하 연		
1	-	-	-	-	-108.451	102.855	315.000	O.K !!
1+2+3	-105.521	-95.228	400.000	O.K !!	-199.441	195.930	315.000	O.K !!
1+2+3+7	-111.531	-101.224	400.000	O.K !!	-218.050	214.773	315.000	O.K !!
1+2+3+5	-110.938	-100.650	400.000	O.K !!	-204.865	190.418	315.000	O.K !!
1+2+3+5+6	-97.037	-86.735	400.000	O.K !!	-190.944	204.587	315.000	O.K !!
1+2+3+5+6+7	-103.047	-92.732	400.000	O.K !!	-172.335	223.430	315.000	O.K !!
1+2+3+5+6-7	-91.028	-80.739	400.000	O.K !!	-209.553	185.744	315.000	O.K !!

5. 바닥 판 검토

5.1 캔틸레버부

(1) 설계조건

치수		단위중량	
H1	0.200	1. 철근콘크리트	
H2	0.000	25.00	kN/m ³
H3	0.400	2. 아스팔트	
H4	0.000	23.00	kN/m ³
H5	0.300	3. 콘크리트	
H6	0.050	23.50	kN/m ³
L1	0.000	4. 설계속도	
L2	0.450	80.00	km/h
L3	0.000	5. 트럭의 1후륜하중	
L4	0.050	96.00	kN
L5	0.300		
L6	0.150		
L7	0.900		
L8	0.050		

(2) 바닥판 최소 두께 검토

내민 바닥판의 윤하중에 대한 길이

$$L_c = 0.150 < 0.25 \text{ m}$$

$$t_{c,min} = 280L + 180 = 280 \times 0.150 + 180 = 222 > 220 \text{ mm}$$

$$t_{c,use} = 250 > 222 \therefore \text{OK}$$

(3) 고정하중 산정

구분	계산	고정하중	팔길이	모멘트
3	0.4×0.45×25	4.500	0.725	3.263
4	0.05×0.4×½×25	0.250	0.483	0.121
6	0.2×0.95×25	4.750	0.475	2.256
7	0.1×0.9×½×25	1.125	0.350	0.394
8	0.05×0.1×25	0.125	0.025	0.003
9	0.45×0.05×23	0.518	0.225	0.116
10	방호울타리	1.000	0.725	0.725
합계		12.268		6.878

(4) 활하중 산정

윤하중 분포폭

$$E = 0.8X + 1.14 = 0.8 \times 0.150 + 1.14 = 1.260 \text{ m}$$

활하중 (DB-24 : Pr = 96 kN)

$$I (\text{충격계수}) = 15 / (40 + 0.150) = 0.374 \geq 0.300 \therefore i=0.3 \text{ 적용}$$

$$M_{l+i} = P \times X \times (1+i) / E$$

$$= 96 \times 0.150 \times (1 + 0.3) / 1.260 = 14.857 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

(5) 원심하중 산정

- 곡선반경(R) = ∞ m, V(설계속도) = 80 km/hr

$$CF = 0.79 \times V^2 / R = 0.790 \times 80^2 / \infty = 0.000 \%$$

$$E = 0.8X + 1.14 = 0.8 \times 0.150 + 1.14 = 1.260 \text{ m}$$

$$P = (Pr / E) \times (CF / 100) = 96.000 / 1.260 \times (0.000 / 100) = 0.000 \text{ kN}$$

$$\text{하중작용점} = 1.800 + 0.350 = 2.150 \text{ m}$$

$$M_{CF} = 0.000 \times 2.150 = 0.000 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

(6) 충돌하중

① 수평충돌력 H가 노면상 1m 높이에 교축을 따라 1m 마다 작용시

$$P_H = (80.00 / 60)^2 \times 7.5 + 2.5 = 15.833$$

$$M_{co} = P_H \times h(\text{작용길이}) = 15.833 \times 1.050 = 16.625 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

② 방호벽 상단에 횡방향으로 H = 10 kN/m 의 수평하중 재하시

$$M_{co} = P_H \times h(\text{작용길이}) = 10.000 \times 0.400 = 4.000 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

곡선반경 R > 200m 이므로 ①과 ②에 의해 계산된 값중에서 큰 값을 적용

$$M_{co} = 16.625 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

(7) 풍하중

$$P_w = 3.000 \times 0.700 = 2.100 \text{ kN/m}$$

$$M_w = 2.100 \times 0.350 = 0.735 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

(8) 극한하중 산정

구분	고정하중	활하중	원심하중	충돌하중	풍하중	부재력
U ₁	1.3	2.15	1.3			40.884
U ₂	1.3	1.3	1.3	1.3		49.868
U ₃	1.3	1.3	1.3		0.65	28.733
U ₄	1.2			1.2	1.2	29.085
U ₅	1.3				1.3	9.897
Mu	MAX					49.868

(9) 단면검토

$$\text{사용철근량 : } A_s = 1588.8 \text{ mm}^2 \quad (H \text{ 16 - 125 mm 간격})$$

$$\text{철근 항복강도 : } f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$\text{유효깊이 : } d = 300 - 40 = 260 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{등가깊이 : } a &= (A_s \times f_y) / (0.85 \times f_{ck} \times b) \\ &= (1588.8 \times 400) / (0.85 \times 27 \times 1000) \\ &= 27.692 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{저항모멘트 : } \Phi M_n &= \Phi A_s \times f_y \times (d - a/2) \\ &= 0.85 \times 1588.8 \times 400 \times (260 - 27.7 / 2) \\ &= 132970556 \text{ N}\cdot\text{mm} \times 10^{-6} = 132.971 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{단면검토 결과 } \Phi M_n = 132.971 \text{ kN}\cdot\text{m} \geq M_u = 49.868 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad \dots \text{ O.K!!}$$

5.2 중앙부

(1) 고정하중 산정

$$W_d = 0.250 \times 25.000 + 0.050 \times 23.000 = 7.400 \text{ kN/m}$$

$$M_d = W_d \times L^2 / 10 = 7.400 \times 2.450^2 / 10 = 4.442 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

(2) 활하중 산정

$$\text{- 활하중 (DB-24 : } P_r = 96 \text{ kN)}$$

$$i(\text{충격계수}) = 15 / (40 + 2.450) = 0.353 \geq 0.300 \quad \therefore i=0.3\text{적용}$$

$$\begin{aligned} M_{l+i} &= (L+0.6) \times P \times (1+i) / 9.6 \times 0.8 \\ &= (2.450 + 0.600) \times 96 \times (1 + 0.300) / 9.600 \times 0.8 \\ &= 31.720 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

(3) 원심하중 산정

$$\text{- 곡선반경(R) = } \infty \text{ m, } V(\text{설계속도}) = 80 \text{ km/hr}$$

$$CF = 0.79 \times V^2 / R = 0.790 \times 80^2 / \infty = 0.000 \%$$

$$(P/E) L / 4 = (L + 0.6) P / 9.6$$

$$E = 2.4 L / (L + 0.6) = 2.400 \times 2.450 / (2.450 + 0.600) = 1.928 \text{ m}$$

$$P = (P_r / E) \times (CF / 100) = 96 / 1.928 \times (0.000 / 100) = 0.000 \text{ kN}$$

$$\text{하중작용점} = 1.800 + 0.350 = 2.150 \text{ m}$$

$$M_{CF} = 0.000 \times 2.150 = 0.000 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

(4) 극한하중 산정

구분	고정하중	활하중	원심하중	부재력
U_1	1.3	2.15	1.3	73.972
Mu	MAX			73.972

(5) 단면검토

사용철근량 : $A_s = 1588.8 \text{ mm}^2$ (H 16 - 125 mm 간격)

철근 항복강도 : $f_y = 400 \text{ Mpa}$

유효깊이 : $d = 250 - 40 = 210 \text{ mm}$

등가깊이 : $a = (A_s \times f_y) / (0.85 \times f_{ck} \times b)$
 $= (1588.8 \times 400) / (0.85 \times 27 \times 1000)$
 $= 27.692 \text{ mm}$

저항모멘트 : $\Phi M_n = \Phi A_s \times f_y \times (d - a/2)$
 $= 0.85 \times 1588.8 \times 400 \times (210 - 27.69 / 2)$
 $= 105960956 \text{ N}\cdot\text{mm} \times 10^{-6} = 105.961 \text{ kN}\cdot\text{m}$

∴ 단면검토 결과 $\Phi M_n = 105.961 \text{ kN}\cdot\text{m} \geq M_u = 73.972 \text{ kN}\cdot\text{m}$... O.K!!

5.3 단면검토 결과요약

구분	발생하중				단면검토 결과	
	고정하중	활하중	극한모멘트	설계모멘트	안전률	결과
켄틸레버부	6.878	14.857	49.868	132.971	2.666	O.K
중앙부	4.442	31.720	73.972	105.961	1.432	O.K

6. 내 하 력 평 가

6.1 바닥판 기본 내하율 산정

구분	설계모멘트	고정하중	활하중	기본내하율	평가
캔틸레버부	132.971	6.878	14.857	3.883	DB-24 이상
중앙부	105.961	4.442	31.720	1.469	DB-24 이상

6.2 주거더 내하력 평가

(1) 응답보정계수 산정

구분	K _δ	i이론	i실측	K _s
A-A	1.053	0.188	0.125	1.112
B-B	6.229	0.177	0.109	6.611
C-C	1.068	0.167	0.093	1.140

(2) 주거더 공용 내하율 산정

구분		고정하중 fd (Mpa)	활하중 f _{L(1+i)} (Mpa)	설계하중 fa (Mpa)	기본 내하율 (RF)
A-A	상연	55.206	8.211	190.000	16.417
	하연	-62.407	-36.150	-190.000	3.530
B-B	상연	-91.887	-36.016	-190.000	2.724
	하연	88.285	36.842	186.100	2.655
C-C	상연	40.897	7.905	190.000	18.862
	하연	-49.360	-37.753	-190.000	3.725

(3) 내하력 평가결과

구분		기본 내하율 (RF)	응답 보정계수 (K _s)	공용 내하율 (RF×K _s)	공용 내하력 (P)
A-A	상연	16.417	1.112	18.248	DB-24 이상
	하연	3.530	1.112	3.923	DB-24 이상
B-B	상연	2.724	6.611	18.010	DB-24 이상
	하연	2.655	6.611	17.553	DB-24 이상
C-C	상연	18.862	1.140	21.502	DB-24 이상
	하연	3.725	1.140	4.247	DB-24 이상

5. 내구성능 평가 결과 자료

○ 대상교량

교량형식		Steel Box Girder
경간장 및 경간수		L=280.0m, (6경간)
교폭		B=18.0m (왕복4차로)
거더 갯수		S1~S6(3련)
2차 부재		가로보 및 세로보
바닥판		RC
교각		RC
공용연수		30년
환경조건	해안 이격거리	58,200m
	연간젖음시간(일)	74.8일
	이산화황 농도	0.003ppm
	제설제(강설횟수)	13.4

○ 거더에 대한 발청조사

조사경간	발청 발생 부분	발청면적 (㎡)	유사 경간 개수
S1	거더내외부	0.90	3
S5	거더내외부	2.50	2
S6	거더내외부	19.81	1

* 조사경간별 면적율 산정

조사경간	발청 면적율(%)	유사 경간 개수
S1	0.055	1
S5	0.121	4
S6	1.202	1

* 발청 면적율 평균 산정

발청 면적율 평균(%)	등급	평점
0.290	b	10

○ 거더에 대한 도장박리조사

조사경간	도장박리 발생 부분	도장박리면적 (㎡)	유사 경간 개수
S1	거더내외부	2.7	3
S5	거더내외부	3.6	2
S6	거더내외부	6.6	1

* 조사경간별 면적율 산정

조사경간	도장박리 면적율(%)	유사 경간 개수
S1	0.163	3
S5	0.174	2
S6	0.401	1

* 도장열화(박리) 면적율 평균 산정

박리 면적율 평균(%)	등급	평점
0.206	b	4

○ 거더에 대한 균열조사

조사경간	도장균열 발생 부분	도장균열면적 (cm)	유사 경간 개수
S1	-	0.00	3
S5	-	0.00	2
S6	-	0.00	1

* 조사경간별 면적율 산정

조사경간	도장균열 면적율(%)	유사 경간 개수
S1	0.000	3
S5	0.000	2
S6	0.000	1

* 도장균열 면적율 평균 산정

균열 면적율 평균(%)	등급	평점
0.00	a	1

○ 거더에 대한 부풀조사

조사경간	도장부풀 발생 부분	도장부풀면적 (cm)	유사 경간 개수
S1	거더내부	0	3
S5	거더내부	0	2
S6	거더내부	0	1

* 조사경간별 면적율 산정

조사경간	도장부풀 면적율(%)	유사 경간 개수
S1	0.000	3
S5	0.000	2
S6	0.000	1

* 도장부풀 면적율 평균 산정

부풀 면적율 평균(%)	등급	평점
0.000	a	1.5

○ 거더에 대한 변색, 백아화조사

조사경간	도장변색, 백아화 발생 부분	도장변색, 백아화면적 (cm ²)	유사 경간 개수
S1	거더외부	0.00	3
S2	거더외부	500,000.00	2
S6	거더외부	0.00	1

* 조사경간별 면적을 산정

조사경간	도장변색, 백아화 면적율(%)	유사 경간 개수	등급	결함도지수
S1	0.000	6	a	0.1
S2	2.427		b	0.2
S6	-		a	0.1

* 도장변색, 백아화 면적율 평균 산정

변색, 백아화 면적율 평균(%)	등급	평점
0.13	a	0.5

평가지표	거더					종합 점수
	발청	박리	균열	부품	변색/백아화	
등급	b	b	a	a	a	17
점수	10	4	1	1.5	0.5	
최종등급						b

○ 2차부재에 대한 발청조사

조사경간	발청 발생 부분	발청면적 (㎡)	유사 경간 개수
S1	-	0.00	2
S3	-	0.00	3
S6	-	3.15	1

* 조사경간별 면적을 산정

조사경간	발청 면적율(%)	유사 경간 개수
S1	0.000	2
S3	0.000	3
S6	1.714	1

* 발청 면적율 평균 산정

발청 면적율 평균(%)	등급	평점
0.286	b	10

○ 2차부재에 대한 도장박리조사

조사경간	도장박리 발생 부분	도장박리면적 (㎡)	유사 경간 개수
S1	-	0.00	2
S3	-	0.00	3
S6	-	0.00	1

* 조사경간별 면적을 산정

조사경간	도장박리 면적율(%)	유사 경간 개수
S1	0.000	2
S3	0.000	3
S6	0.000	1

* 도장열화(박리) 면적율 평균 산정

박리 면적율 평균(%)	등급	평점
0.00	a	2

○ 2차부재에 대한 균열조사

조사경간	도장균열 발생 부분	도장균열면적 (㎠)	유사 경간 개수
S1	-	0.00	2
S3	-	0.00	3
S6	-	0.00	1

* 조사경간별 면적을 산정

조사경간	도장균열 면적율(%)	유사 경간 개수
S1	0.000	2
S3	0.000	3
S6	0.000	1

* 도장균열 면적을 평균 산정

균열 면적율 평균(%)	등급	평점
0.00	a	1

○ 2차부재에 대한 부품조사

조사경간	도장부품 발생 부분	도장부품면적 (㎠)	유사 경간 개수
S1	-	0.00	2
S3	-	0.00	3
S6	-	0.00	1

* 조사경간별 면적을 산정

조사경간	도장부품 면적율(%)	유사 경간 개수
S1	0.000	2
S3	0.000	3
S6	0.000	1

* 도장부품 면적을 평균 산정

부품 면적율 평균(%)	등급	평점
0.00	a	1.5

○ 2차부재에 대한 변색, 백아화조사

조사경간	도장변색, 백아화 발생 부분	도장변색, 백아화면 적(m²)	유사 경간 개수
S1	-	0.00	2
S3	-	0.00	3
S6	-	0.00	1

* 조사경간별 면적을 산정

조사경간	도장변색, 백아화 면적율(%)	유사 경간 개수
S1	0.000	2
S3	0.000	3
S6	0.000	1

* 도장변색, 백아화 면적율 평균 산정

변색, 백아화 면적율 평균(%)	등급	평점
0.00	a	0.5

평가지표	2차부재					종합 점수
	발청	박리	균열	부품	변색/백아화	
등급	b	a	a	a	a	15
점수	10	2	1	1.5	0.5	
최종등급						b

○ 거더의 도장두께 평가			
조사경간	조사거더번호	5개소 평균에 대한 기준 불만족 여부	판정
S1	G1	양호	양호
S2	G1	양호	양호
S3	G2	양호	양호
S4	G2	양호	양호
S5	G3	양호	양호
S6	G3	양호	양호
S1	G1	양호	양호
S2	G1	양호	양호
S3	G2	양호	양호
S4	G2	양호	양호
S5	G3	양호	양호
S6	G3	양호	양호
불만족 경간수	0	0.0	a

○ 환경요인 평가			
평가경간		측정값	등급
대기환경	해안이격거리	58,200m	a
	연간 젖음시간	74.8일	
	이산화황 농도	0.003ppm	
제설제(강설횟수)		13.4회	b

○ 강제 내구성능 최종평가

* 거더

평가지표	등급	점수	가중치	평점/100
발청 및 도장열화	b	0.20	60	0.12
도장두께	a	0.10	20	0.02
대기환경	a	0.10	10	0.01
강설 횡수	b	0.20	10	0.02
평점				0.17

* 2차부재

평가지표	등급	점수	가중치	평점/100
발청 및 도장열화	b	0.20	60	0.12
도장두께	a	0.10	20	0.02
대기환경	a	0.10	10	0.01
강설 횡수	b	0.20	10	0.02
평점				0.17

* 최종내구성능 평가

결함도 평가부재		부재별 평점	가중치	평점/100
상부	바닥판	—		—
	거더	0.17	68.5	0.12
	2차부재	0.17	31.5	0.05
하부	교각	—		—
합계				0.17
시설물 강제 내구성능 등급				B

○ 대상교량

교량형식		STB(도로교)
경간장 및 경간수		40.0+4@50.0+40.0
교폭		B=18.0m
거더 갯수		3
2차 부재		가로보 및 세로보
바닥판		일반 RC
교각		일반 RC
공용연수		30
환경조건	해안 이격거리	서해안까지 이격거리 약 58.2km
	동해환경(수분접촉)	55.5
	제설제(강설횟수)	13.4일

열화진전항목	열화환경항목
염화물 침투량 탄산화 깊이 피복(표면부) 콘크리트의 품질	염해환경 동해환경

○ 염화물침투량평가

열화진전 평가항목	세부부재명	깊이별 염화물 침투량(kg/m ²)					평가결과
		0~25mm	25~50mm	50~70mm	70~90mm	90~110mm	
염화물 침투량	바닥판	0.4570	0.4110	0.3590	-	-	b
	거더	-	-	-	-	-	-
	2차부재	-	-	-	-	-	-
열화진전 평가항목	세부부재명	깊이별 염화물 침투량(kg/m ²)					평가결과
		0~15mm	15~30mm	30~50mm	50~60mm	60~90mm	
염화물 침투량	교대	1.4550	1.4550	0.9870	0.9870	0.5890	b
	교각	0.3290	0.2840	0.2650	-	-	a

○ 염화물 확산계수 산출

열화진전 평가항목	세부부재명	깊이별 염화물 확산계수(cm ² /year)
염화물 확산계수	바닥판	0.72
	거더	-
	2차부재	-
	교대	3.23
	교각	0.22

.

열화진전 평가항목	세부부재명	철근부의 전염화물 침투량이 2.5(kg/m ²)가 되는 시점	
		계산결과	평가결과
철근부의 전염화물 침투량이 2.5(kg/m ²)가 되는 시점	바닥판	30년초과	a
	거더	-	-
	2차부재	-	-
	교대	30년초과	a
	교각	30년초과	a

○ 염화물 평가등급

세부부재명	철근부 전염화물 침투량 (kg/m ²)	철근부의 전염화물 침투량이 2.5(kg/m ²)가 되는 시점	염화물 침투량 최종평가 등급
바닥판	b	a	b
거더	-	-	-
2차부재	-	-	-
교각/교대	b	a	b

○ 탄산화깊이평가

열화진전평가항목	세부부재명	탄산화깊이(mm)	탄산화속도계수	잔여피복 두께가 모두 탄산화 되는시간(t)	평가 결과
상부구조	S1	3.5	0.639	30년 초과	a
	S2	2.0	0.365	30년 초과	a
	S3	5.0	0.913	30년 초과	a
	S4	5.5	1.004	30년 초과	a
	S5	5.0	0.913	30년 초과	a
	S6	7.0	1.278	30년 초과	a
하부구조	A1	0.5	0.091	30년 초과	a
	A2	3.0	0.548	30년 초과	a
	P1	2.0	0.365	30년 초과	a
	P2	2.5	0.456	30년 초과	a
	P3	1.0	0.183	30년 초과	a
	P4	1.0	0.183	30년 초과	a
	P5	3.0	0.548	30년 초과	a

○ 피복(표면부)콘크리트 품질평가

열화진전 평가항목	세부부재	설계기준 대비 평가 등급				건전부 대비 평가 등급			
		설계값대비 추정값(%)	설계값대비 평균추정값 (%)	개별 평가 등급	전체 평가 등급	건전부 (Mpa)	비건전부 (Mpa)	건전부대비 (%)	전체 평가 등급
상부구조	S1 캔틸레버(우)	100.4	104.7	a	a	27.1		107.2	a
	S2 캔틸레버(우)	106.7		a		28.8			
	S3 캔틸레버(우)	100.7		a		27.2			
	S4 캔틸레버(우)	102.2		a		27.6			
	S5 캔틸레버(우)	101.9		a		27.5			
	S6 캔틸레버(우)	116.3		a		31.4	30.3		
하부구조	A1 흥벽	104.3	119.9	a	a	21.9		94.6	b
	A2 구체	123.3		a		25.9	26.3		
	P1 코핑부	130.4		a		31.3			
	P2 코핑부	113.3		a		27.2			
	P3 코핑부	128.8		a		30.9			
	P4 코핑부	115.0		a		27.6			
	P5 코핑부	124.2		a		29.8			

[표 1.101] 피복(표면부) 콘크리트 품질에 따른 평가기준

평가 기준	평가내용	비고
a	강도 추정값이 설계값 대비 100% 이상	
b	$90\% \leq$ 강도 추정값이 설계값 대비 $< 100\%$	
c	강도 추정값이 설계값 대비 90% 미만	
d	—	
e	—	

[표 1.102] 건전부/비건전부의 상대적 비교에 따른 평가기준

평가 기준	평가내용	비고
a	반발경도값이 건전부 대비 95% 이상	
b	$85\% \leq$ 반발경도값이 건전부 대비 $< 95\%$	
c	반발경도값이 건전부 대비 85% 미만	
d	—	
e	—	

○ 콘크리트 내구성능 최종평가

[illegible]

○ 열화환경지표의 평가

열화환경지표		평가등급
제설제 염해 환경		B
비래염분염해 환경	해안거리에 따른 비래염분 염해 환경	A
동해 환경		C

염화물 확산계수(D_d) 산정

위치	구분	데이터 입력		계산 데이터		비고
		값	단위	값	단위	
S6 캔틸레버 0~25mm	Cr	0.46	kg/m ³	0.46	kg/m ³	깊이 x(cm), 시간 t년에서 염소이온 농도(kg/m ³)
	C _i	0.00	kg/m ³	0.00	kg/m ³	초기 염소이온 농도(kg/m ³), 0~300 사이값 입력(표준시방서에 명시)
	C _s	1.00	kg/m ³	1.00	kg/m ³	표면 염소이온 농도(kg/m ³)
	x	0.00	mm	0.00	cm	염화물 시험 깊이 최소값(cm)
		25.00	mm	2.50	cm	염화물 시험 깊이 최대값(cm)
	t	30	year	30	year	공용연수(년)
	D _d	0.0470				염소이온의 유효확산계수(m ² /year)
위치	구분	데이터 입력		계산 데이터		비고
		값	단위	값	단위	
S6 캔틸레버 25~50mm	Cr	0.41	kg/m ³	0.42	kg/m ³	깊이 x(cm), 시간 t년에서 염소이온 농도(kg/m ³)
	C _i	0.00	kg/m ³	0.00	kg/m ³	초기 염소이온 농도(kg/m ³), 0~300 사이값 입력(표준시방서에 명시)
	C _s	1.00	kg/m ³	1.00	kg/m ³	표면 염소이온 농도(kg/m ³)
	x	25.00	mm	2.50	cm	염화물 시험 깊이 최소값(cm)
		50.00	mm	5.00	cm	염화물 시험 깊이 최대값(cm)
	t	30	year	30	year	공용연수(년)
	D _d	0.3600				염소이온의 유효확산계수(m ² /year)
위치	구분	데이터 입력		계산 데이터		비고
		값	단위	값	단위	
S6 캔틸레버 50~70mm	Cr	0.36	kg/m ³	0.36	kg/m ³	깊이 x(cm), 시간 t년에서 염소이온 농도(kg/m ³)
	C _i	0.00	kg/m ³	0.00	kg/m ³	초기 염소이온 농도(kg/m ³), 0~300 사이값 입력(표준시방서에 명시)
	C _s	1.00	kg/m ³	1.00	kg/m ³	표면 염소이온 농도(kg/m ³)
	x	50.00	mm	5.00	cm	염화물 시험 깊이 최소값(cm)
		70.00	mm	7.00	cm	염화물 시험 깊이 최대값(cm)
	t	30	year	30	year	공용연수(년)
	D _d	0.7160				염소이온의 유효확산계수(m ² /year)

염화물 확산계수(D _d) 산정						
위치	구분	데이터 입력		계산 데이터		비고
		값	단위	값	단위	
A2 교대 0~30mm	Cr	1.46	kg/m ³	1.46	kg/m ³	깊이 x(cm), 시간 t년에서 염소이온 농도(kg/m ³)
	C _i	0.00	kg/m ³	0.00	kg/m ³	초기 염소이온 농도(kg/m ³), 0~300 사이값 입력(표준시방서에 명시)
	C _s	1.00	kg/m ³	1.00	kg/m ³	표면 염소이온 농도(kg/m ³)
	x	0.00	mm	0.00	cm	염화물 시험 깊이 최소값(cm)
		30.00	mm	3.00	cm	염화물 시험 깊이 최대값(cm)
	t	30	year	30	year	공용연수(년)
	D _d	21.0000				염소이온의 유효확산계수(m ² /year)
위치	구분	데이터 입력		계산 데이터		비고
		값	단위	값	단위	
A2 교대 30~60mm	Cr	0.99	kg/m ³	0.99	kg/m ³	깊이 x(cm), 시간 t년에서 염소이온 농도(kg/m ³)
	C _i	0.00	kg/m ³	0.00	kg/m ³	초기 염소이온 농도(kg/m ³), 0~300 사이값 입력(표준시방서에 명시)
	C _s	1.00	kg/m ³	1.00	kg/m ³	표면 염소이온 농도(kg/m ³)
	x	30.00	mm	3.00	cm	염화물 시험 깊이 최소값(cm)
		60.00	mm	6.00	cm	염화물 시험 깊이 최대값(cm)
	t	30	year	30	year	공용연수(년)
	D _d	21.0000				염소이온의 유효확산계수(m ² /year)
위치	구분	데이터 입력		계산 데이터		비고
		값	단위	값	단위	
A2 교대 60~90mm	Cr	0.59	kg/m ³	0.59	kg/m ³	깊이 x(cm), 시간 t년에서 염소이온 농도(kg/m ³)
	C _i	0.00	kg/m ³	0.00	kg/m ³	초기 염소이온 농도(kg/m ³), 0~300 사이값 입력(표준시방서에 명시)
	C _s	1.00	kg/m ³	1.00	kg/m ³	표면 염소이온 농도(kg/m ³)
	x	60.00	mm	6.00	cm	염화물 시험 깊이 최소값(cm)
		90.00	mm	9.00	cm	염화물 시험 깊이 최대값(cm)
	t	30	year	30	year	공용연수(년)
	D _d	3.2280				염소이온의 유효확산계수(m ² /year)

염화물 확산계수(D _d) 산정						
위치	구분	데이터 입력		계산 데이터		비고
		값	단위	값	단위	
P5 교각 0~15mm	Cr	0.33	kg/m ³	0.33	kg/m ³	깊이 x(cm), 시간 t년에서 염소이온 농도(kg/m ³)
	C _i	0.00	kg/m ³	0.00	kg/m ³	초기 염소이온 농도(kg/m ³), 0~300 사이값 입력(표준시방서에 명시)
	C _s	1.00	kg/m ³	1.00	kg/m ³	표면 염소이온 농도(kg/m ³)
	x	0.00	mm	0.00	cm	염화물 시험 깊이 최소값(cm)
		15.00	mm	1.50	cm	염화물 시험 깊이 최대값(cm)
	t	30	year	30	year	공용연수(년)
	D _d	0.0090				염소이온의 유효확산계수(m ² /year)
위치	구분	데이터 입력		계산 데이터		비고
		값	단위	값	단위	
P5 교각 15~30mm	Cr	0.28	kg/m ³	0.29	kg/m ³	깊이 x(cm), 시간 t년에서 염소이온 농도(kg/m ³)
	C _i	0.00	kg/m ³	0.00	kg/m ³	초기 염소이온 농도(kg/m ³), 0~300 사이값 입력(표준시방서에 명시)
	C _s	1.00	kg/m ³	1.00	kg/m ³	표면 염소이온 농도(kg/m ³)
	x	15.00	mm	1.50	cm	염화물 시험 깊이 최소값(cm)
		30.00	mm	3.00	cm	염화물 시험 깊이 최대값(cm)
	t	30	year	30	year	공용연수(년)
	D _d	0.0750				염소이온의 유효확산계수(m ² /year)
위치	구분	데이터 입력		계산 데이터		비고
		값	단위	값	단위	
P5 교각 30~50mm	Cr	0.27	kg/m ³	0.27	kg/m ³	깊이 x(cm), 시간 t년에서 염소이온 농도(kg/m ³)
	C _i	0.00	kg/m ³	0.00	kg/m ³	초기 염소이온 농도(kg/m ³), 0~300 사이값 입력(표준시방서에 명시)
	C _s	1.00	kg/m ³	1.00	kg/m ³	표면 염소이온 농도(kg/m ³)
	x	30.00	mm	3.00	cm	염화물 시험 깊이 최소값(cm)
		50.00	mm	5.00	cm	염화물 시험 깊이 최대값(cm)
	t	30	year	30	year	공용연수(년)
	D _d	0.2190				염소이온의 유효확산계수(m ² /year)

염화물 평가등급 산정						
위치	구분	데이터 입력		계산 데이터		비고
		값	단위	값	단위	
S6 캔틸레버 50~70mm	Cr	2.50	kg/m³	2.50	kg/m³	2.5 고정값(kg/m³)
	Ci	0.00	kg/m³	0.00	kg/m³	초기 염소이온 농도(kg/m³), 0~300 사이값 입력(표준시방서에 명시)
	Cs	1.00	kg/m³	1.00	kg/m³	표면 염소이온 농도(kg/m³)
	x	72.00	mm	7.20	cm	철근까지 잔여 콘크리트 두께(cm)
	t	1000			year	철근까지 남은 시간(년)
	Dd	0.7160			cm²/year	염소이온의 유효확산계수(㎠/year)
	평가등급	a			-	염화물 함유량 평가등급
위치	구분	데이터 입력		계산 데이터		비고
		값	단위	값	단위	
A2 교대 30~60mm	Cr	2.50	kg/m³	2.50	kg/m³	2.5 고정값(kg/m³)
	Ci	0.00	kg/m³	0.00	kg/m³	초기 염소이온 농도(kg/m³), 0~300 사이값 입력(표준시방서에 명시)
	Cs	1.00	kg/m³	1.00	kg/m³	표면 염소이온 농도(kg/m³)
	x	94.00	mm	9.40	cm	철근까지 잔여 콘크리트 두께(cm)
	t	1000			year	철근까지 남은 시간(년)
	Dd	3.2280			cm²/year	염소이온의 유효확산계수(㎠/year)
	평가등급	a			-	염화물 함유량 평가등급
위치	구분	데이터 입력		계산 데이터		비고
		값	단위	값	단위	
P5 교각 30~50mm	Cr	2.50	kg/m³	2.50	kg/m³	2.5 고정값(kg/m³)
	Ci	0.00	kg/m³	0.00	kg/m³	초기 염소이온 농도(kg/m³), 0~300 사이값 입력(표준시방서에 명시)
	Cs	1.00	kg/m³	1.00	kg/m³	표면 염소이온 농도(kg/m³)
	x	36.00	mm	3.60	cm	철근까지 잔여 콘크리트 두께(cm)
	t	1000			year	철근까지 남은 시간(년)
	Dd	0.2190			cm²/year	염소이온의 유효확산계수(㎠/year)
	평가등급	a			-	염화물 함유량 평가등급

지점	연도	연간 젖음 시간 (0도 이상의 온도에서 상대습도 80%이상이 지속된 시간)
대전	2016년	78
대전	2017년	80
대전	2018년	72
대전	2019년	73
대전	2020년	104
대전	2021년	110
대전	2022년	34
대전	2023년	59
대전	2024년	70
대전	2025년	68
합계		748
평균		74.8

지점	연도	연평균 강설일수
대전	2016년	16
대전	2017년	17
대전	2018년	17
대전	2019년	2
대전	2020년	8
대전	2021년	16
대전	2022년	14
대전	2023년	10
대전	2024년	14
대전	2025년	20
합계		134
평균		13.4

지점	연도	동결응해 반복일수	
		수분과 지속적으로 접촉하지 않는 일반부재 (일최저기온<-2.2) & (일최고기온>0)&(강수량>0)	수분과 지속적으로 접촉하는 일반부재 (일최저기온<-2.2) & (일최고기온>0)
대전	2015년	9	52
대전	2016년	15	67
대전	2017년	11	61
대전	2018년	7	59
대전	2019년	7	45
대전	2020년	9	41
대전	2021년	7	66
대전	2022년	7	64
대전	2023년	10	43
대전	2024년	12	57
합계		94	555
평균		9.4	55.5

6. 사용성능 평가 결과 자료

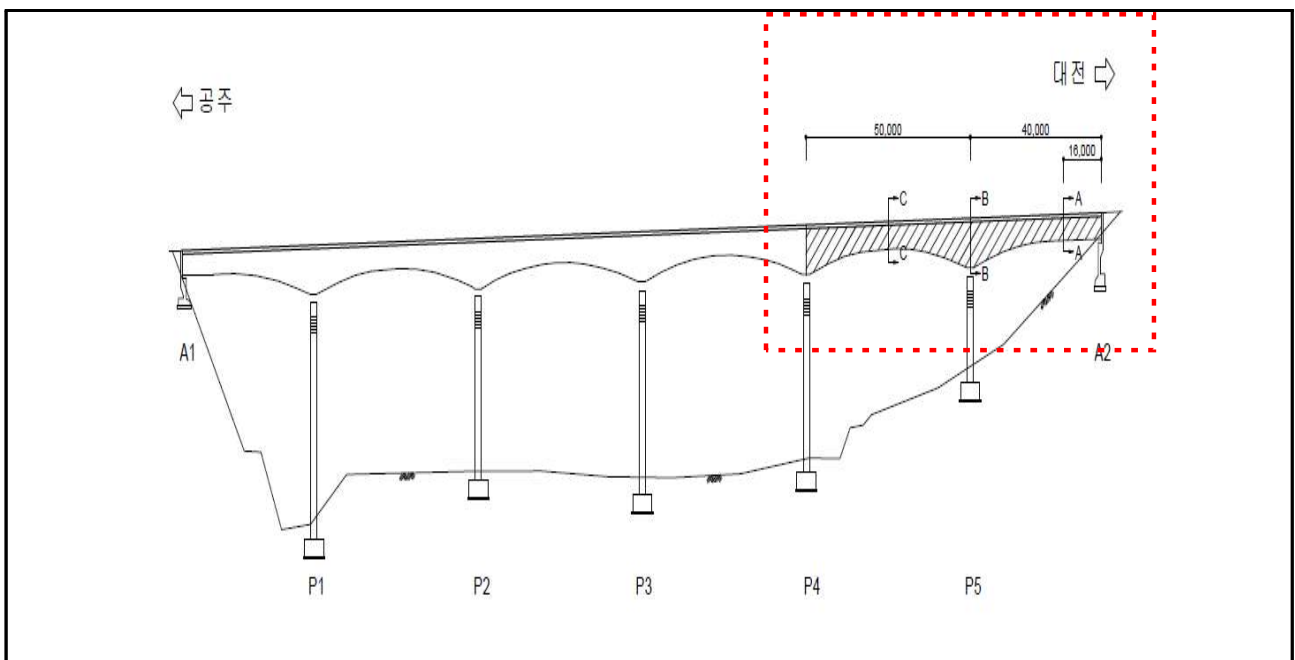
1. 진동사용성

가. 개요

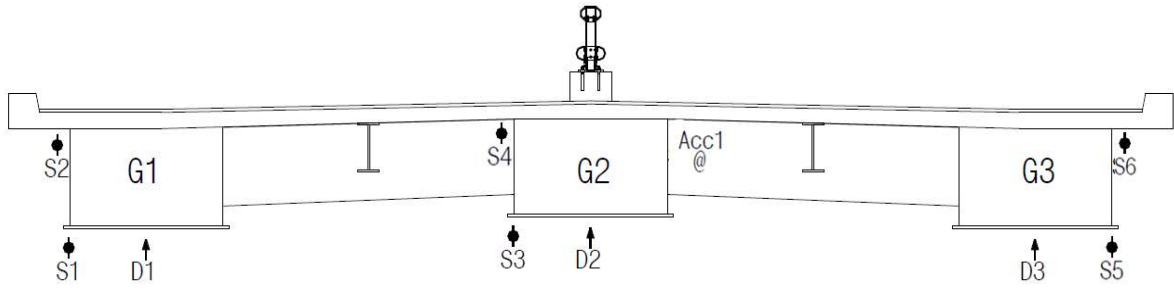
교량에 진동 및 처짐을 유발하는 주원인은 주행차량이며 승용차와 같은 경량의 자동차보다는 중차량이 문제가 되고 있다. 또한 노면요철, 신축이음장치의 평탄성 및 받침의 노후화 등도 이러한 문제점을 증폭시키는 요인으로 알려져 있다. 이러한 원인으로 진동이 유발되어 교량을 통행하는 보행자나 차량에 탑승한 승객들은 불쾌감을 느끼고, 일부는 심리적인 불안감을 표출하게 된다. 본 과업에서는 상시 계측을 통해 취득한 계측치를 이용하여 진동 사용성능 평가를 실시하였다.

나. 측정위치

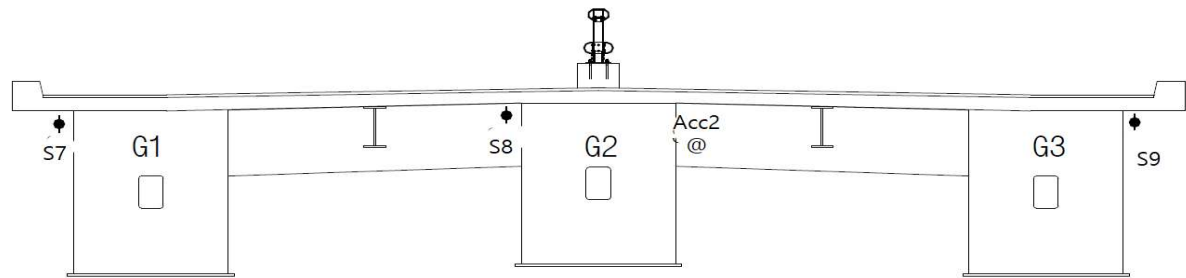
과업 대상 교량의 진동 사용성능을 평가하기 위해 S5~6에 처짐계 및 가속도계를 설치하였다.



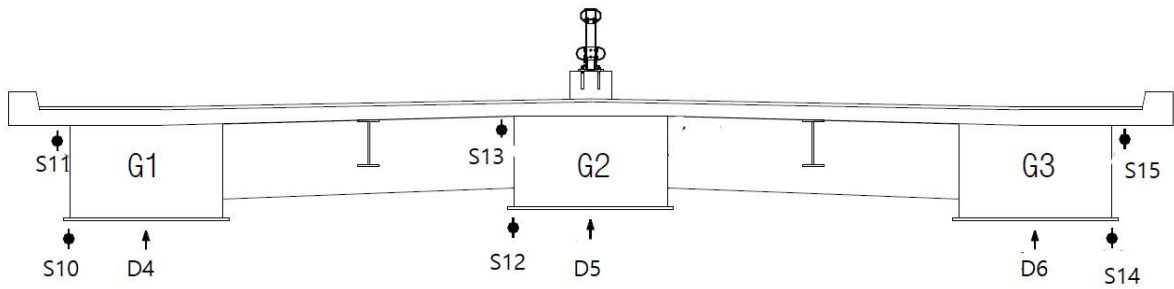
【그림 6.2】 처짐계 및 가속도계 설치 현황



<단면 A-A> : S6경간 정모멘트부



<단면 B-B> : P5 부모멘트부



<단면 C-C> : S5경간 정모멘트부

【그림 6.2】 처짐계 및 가속도계 설치 현황(계속)

다. 측정결과

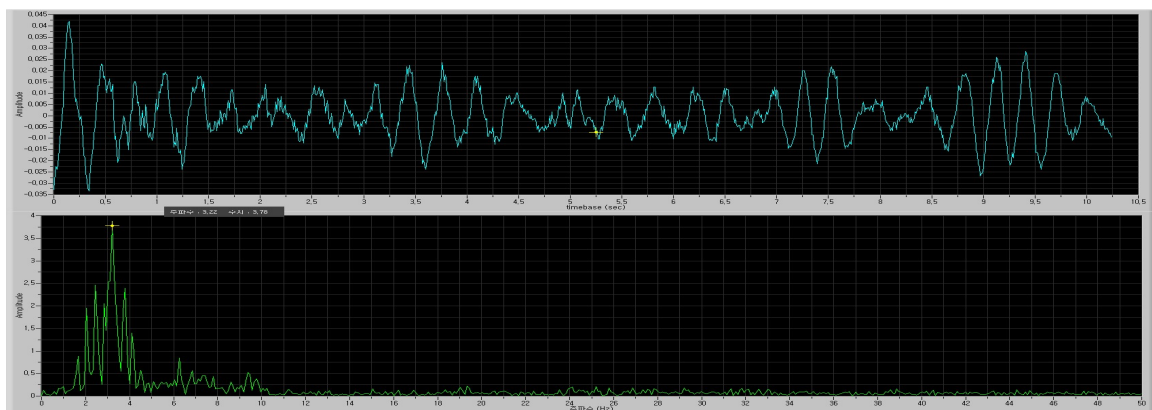
과업 대상 구간에서 실시한 처짐 및 가속도 측정 결과는 다음과 같다.

【표 6.28】 처짐계 결과(mm)

구분		LC1	LC2	LC3	LC4
S6	DT1	-6.074	-5.521	-1.869	-1.792
	DT2	-3.766	-3.996	-3.889	-3.663
	DT3	-1.656	-1.975	-5.425	-5.802
S5	DT4	-6.357	-6.025	-2.621	-2.426
	DT5	-4.769	-4.917	-4.704	-4.628
	DT6	-2.440	-2.678	-5.608	-6.153

【표 6.29】 고유진동수 측정 결과

구분		실측 고유진동수(Hz)					비고
		20km	30km	40km	50km	60km	
고유진동수	S6	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	
	S5	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	

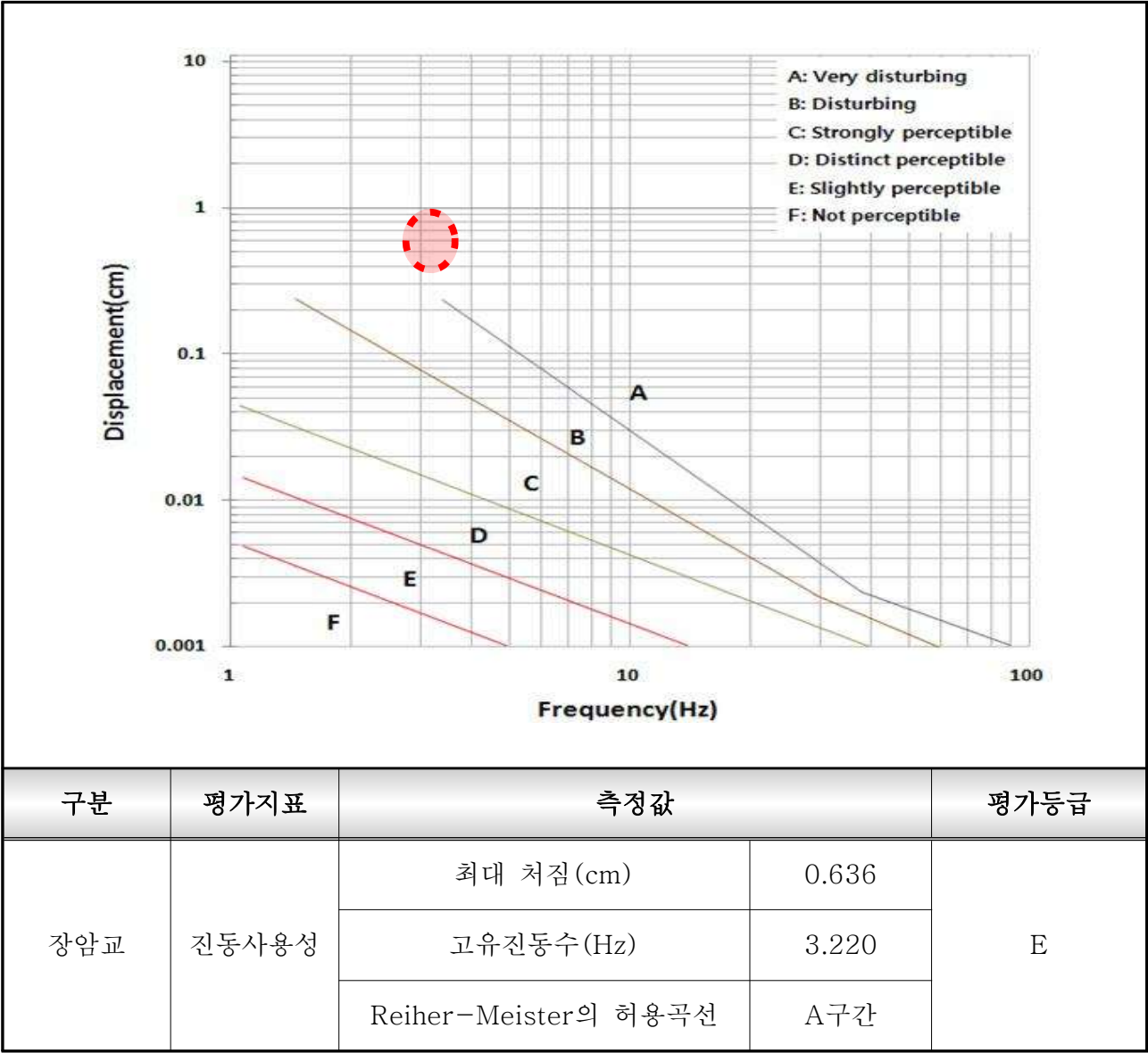


라. 진동사용성 평가결과

대상 시설물에 대한 진동 사용성을 평가하기 위해 가장 통행량이 많은 일을 기준으로 측정하였으며, 그 중 최대값은 처짐값 0.6357cm, 고유진동수 3.220Hz로 분석되었다.

이는 장암교는 Reiher-Meister의 허용곡선에 A구간에 해당하는 것으로서, 성능평가 기준 “e등급” (매우 불안감이 조성되는 상태)인 것으로 평가 되었다.

【표 6.32】 진동사용성 평가결과



나. 수요 및 용량(교통량) 평가결과

국도32호선의 상시교통량 정보는 교통량정보제공시스템의 자료를 사용하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

● 주말/평일 교통량 현황 통계자료 > 상시조사교통량 > 주말/평일 교통량 현황

● 년도 2023년도 ● 등급 일반국도 ● 권역 충청남도 ● 노선 국도 32호선

노선명	구간명	평균일교통량 (AADT)	평일교통량							주말교통량						
			승용차	버스	소형 화물	중형 화물	대형 화물	계	비율	승용차	버스	소형 화물	중형 화물	대형 화물	계	비율
국도32호선	만리포-태안읍(3201-00)	6,291	4,228	73	907	98	2	5,308	84.4	7,864	79	705	73	2	8,723	138.7
	태안읍-서산시(3203-02)	29,898	22,162	578	4,650	956	173	28,519	95.4	28,422	527	3,691	583	91	33,314	111.4
	서산시-당진읍(3204-00)	36,029	26,095	497	5,477	1,548	448	34,065	94.6	35,274	547	4,008	828	234	40,891	113.5
	당진시-신평면(3204-04)	30,159	23,117	406	4,713	1,534	634	30,404	100.8	24,875	276	3,365	725	314	29,555	98.0
	신평면-예산읍(3204-05)	15,476	11,076	113	3,380	1,249	333	16,151	104.4	11,673	67	1,615	367	85	13,807	89.2
	예산읍-유구읍(3206-04)	9,705	6,668	200	1,974	425	75	9,342	96.3	8,568	180	1,564	246	46	10,604	109.3
	유구읍-우성면(3206-03)	8,456	6,614	126	1,535	397	38	8,710	103.0	6,408	97	1,053	248	22	7,828	92.6
	공주시-마암리(3209-01)	19,695	16,094	220	2,605	410	56	19,385	98.4	18,310	163	1,776	185	27	20,461	103.9

주) 국토교통부 교통량정보제공 시스템 정보 활용

<表 2.2.7>

將來 推定 交通量

年 度	乗用車	バ ス		貨 物 車				計
		小 型	普 通	小 型	中 型	大 型	特 殊	
1991	4,357	1,191	454	1,254	721	381	517	8,875
1995(共用開始)	6,567	1,763	634	1,783	1,033	536	727	13,042
2001	12,150	3,174	1,046	3,024	1,771	894	1,213	23,271
2005	17,404	4,239	1,371	3,993	2,338	1,171	1,590	32,107
2007	20,830	4,899	1,569	4,589	2,687	1,341	1,820	37,735
2010	27,274	6,086	1,922	5,653	3,310	1,643	2,230	48,118
2011	29,837	6,543	2,057	6,060	3,549	1,758	2,386	52,189
2014	39,067	8,128	2,520	7,465	4,372	2,154	2,923	66,628

주) 수요예측 교통량은 설계도서를 참조

$$\text{연 평균 증가율} = \left(\left(\frac{66,628}{52,189} \right)^{\frac{1}{3}} - 1 \right) = 0.0848 = 8.48\%$$

$$2023\text{년 수요예측 교통량} = 66,628 \times (1.0848)^9 = 138,613 \text{ 대/일}$$

주) 연 평균 증가율은 2011년부터 2014년의 증가 추세를 사용

【표 6.36】 수요 및 용량(교통량) 평가결과

구분	교통량			평가등급
	수요예측(①)	수요실제(②)	평가결과(①/②*100)	
장암교	138,613 대/일	20,461 대/일	677.4	A

7. 시설물관리대장 사본

시설물관리대장(교량)

시 설 물 번 호	BR1995-0000209
관 리 번 호	320-020
시 설 물 명	장암교
내 용	
1. 기본현황	
2. 상세제원	
3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력	
4. 보수·보강 이력	
5. 첨부: 1) 전경사진 2) 설계도서 목록 3) 기타 관리주체에서 유지관리에 필요한 자료	

관리주체 : 공주시청
 소유자 : 논산국도유지건설사무소 전화번호 : 041-840-2322
 보관자 : _____

1. 기본현황

시설물번호		관리번호		시설물명		노선		시설물분류								
						구분	세부노선	시설물종류	시설물종별	시설물구분	SOC성능평가대상					
BR1995-0000209		320-020		장암교		일반국도	일반국도2호선	최대경간장 50M이하의 교량(한 경간 교량 제외)	1종	교량	유					
주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체		관리주체구분			소유자		소유자구분					
충청남도	공주시	석장리동 110-1		공주시청	공공		민간		논산국도유지건설사무소	공공		민간				
					중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	중앙부처		지자체	(국가/지방)공기업					
						V					V					
사업계획 승인일		준공 (사용승인)일		하자담보책임 만료일		2. 상세제원		3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력		4. 보수·보강 이력		환기구 덮개 (접근 가능한 환기구)		5. 첨부자료 목록		
		1995년 12월 30일		2002년 12월 29일		유		유		유						
설계기간				설계자		공사기간			시공자			총공사비(백만원)				
1991-09-19 ~ 1992-03-31				(주)한경기술공사		1993-05-10 ~ 1997-06-30			풍림산업(주)			0				
내진정보	내진설계 대상 유무			내진설계 적용 유무			적용내진설계기준			내진성능평가 실시 유무			내진보강 유무			
	불명			적용						실시			미실시			
영21조대상		감리기간			감리자(책임감리원)			사업주체(발주자)			공사명			공사감독·공사관리관		
아니오		1993-05-10 ~ 1997-06-30			(주)우대기술단			대전지방국토관리청			박정자-공주간 도로확장 및 포장공사					
기타 기본현황																
작성일				작성자				최종 수정일				최종 수정자				
1995년 12월 30일				공주시청 (인)				2020년 04월 13일				공주시				
비고																

2. 상세제원

시설물명		교량 시점위치(읍면동리까지 기입)				교량 종점위치(읍면동리까지 기입)			설계활하중	허용통행하중
장암교		충청남도 공주시 석장리동 110-1				충청남도 공주시 석장리동 110-1			DB-24/DL-24	40 ton
연장			폭(m)			차로수			내진 설계적용여부	
길이(m)	경간수	최대 경간수	보도	차도	계	상행	하행	계		
280	6	50	4	14	18	2	2	4	미적용	
상부구조	경간구성		5@50 + 30 = 280							
	구분	경간형식			받침종류		신축이음종류		하부통과 제한높이(m)	
	대표	강박스거더교(STB)			포트받침				15	
	기타	강박스거더교(STB)								
하부구조	구분	교각			교대		교차노선 (또는 교차하천)	교차하천 최고수심(m)		
		형식	기초형식		형식	기초형식				
	대표	T형교각식(T)			라멘식	직접기초	0			
	기타									
하천해상교량 해당여부		비해당		부착시설내용						
기타 상세제원		해당 없음								

4. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

번 호	점검 · 진단기간	점검 · 진단기간명	비용(천원)	주요 점검 · 진단결과	승인일
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자(인)
1	2025-03-04 ~ 2025-06-17	(주)양지	6,263	- 교면포장 : 포장균열, 망상균열, 패임, 마모, 파손, 포트홀 - 배수시설 : 배수구 막힘, 집수구 막힘, 배수관 부식 - 난간 및 연석 : 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 보수부재균열, 망상균열, 박락, 굽힘, 파손/철근노출, 난간 파손, 변형, 난간지주 볼트변형 - 신축이음 : 본체 볼트 풀림, 유간토사되적, 후타재 균열, 접합부 이격, 차수판 부식, 탈락, 파손 - 받침장치 : 받침플레이트 부식, 받침볼트 부식, 볼트 이격, 받침 몰탈/콘크리트 균열, 망상균열, 파손, 먼지막이링 탈락 - 바닥판하면 : 균열(0.3mm미만), 균열부백대, 망상균열, 박락, 재료분리, 데크플레이트 부식, 굽힘, 덮개파손 및 부식 - 거더 : 강재부식, 볼트부식, 점부식, 도장박리/박락, 들뜸, 도장불량, 용접누락, 불량, 강재변형, 실링재 탈락, 조명파손, 볼트체결불량, 이물질 퇴적 - 가로보 : 강재변형, 부식/도장박락 - 교대 : 균열(0.3mm이상), 균열부백대, 망상균열, 박리, 백대, 표면열화, 철근노출, 누수흔적, 보수부 들뜸, 이물질 및 폐콘크리트 퇴적 - 교각 : 균열(0.3mm미만), 망상균열, 박락, 굽힘, 재료분리, 철근노출, 표면오염, 스토퍼고무재 탈락, 보수재 들뜸, 강판 보강부 부식 - 점검시설 : 대체로 양호	2025-07-03
	정기안전점검	전석	양호	표면보수, 주입보수, 단면보수, 단면보수(방청), 재도장, 볼트 재체결, 이물질 청소, 교면재 포장, 차수판재설치, 신축이음볼트정비, 배수구 청소, 배수관 재설치	박목서
2	2024-07-24 ~ 2024-12-05	(주)기산엔지니어링	6,579	- 이전점검 이후 보수흔적은 없는 상태로 관찰되었다. - 금회 외관조사 결과 아스콘 균열, 포트홀, 배수관 부식, 연석 파손/철근노출, 난간 지주 볼트 변형, 신축이음 후타재 접합부 이격, 차수판 부식, 받침 Plate 부식, 몰탈 파손, 바닥 판 재료분리, 데크 부식, 거더 부식, 도장박리/박락, 가로보 강재변형, 교대 균열부백대, 철근노출, 교각 균열, 박락 등의 손상이 발생된 것으로 조사되었다. - 교면포장의 전반적인 마모, 망상균열, 국부적 포트홀, 패임의 손상이 발생된 상태로, 이전 점검과 비교 시 손상의 진전은 미미한 상태이나, 구조물 내구성 및 주행성, 평탄성 확보를 위해 재포장이 요망된다. - A1 신축이음 본체 볼트풀림이 조사되었으며 손상방지 시 반복적인 차량통행 시 충격으로 인해 본체 파손으로 진전될 수 있는바 볼트 재체결이 요망된다. - 그 밖에 조사된 손상에 대해서는 향후 점검 시 진행성 유무를 파악하고 적절한 시기에 손상별 순차적 보수를 실시한다면 구조물의 사용성 및 내구성에 큰 문제는 없을 것으로 판단된다.	2024-12-30
	정기안전점검	이부형	양호	- 표면보수, 방청 및 단면보수, 재도장, 재포장, 배수관 재설치 등	임영택

4. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

번 호	점검 · 진단기간	점검 · 진단기관명	비용(천원)	주요 점검 · 진단결과	승인일
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자(인)
3					
	2024-02-16 ~ 2024-06-17	(주)나루이엔지	7,711	- 교면포장 : 아스콘 균열, 망상균열, 패임, 마모, 포트홀 - 난간/연석 : 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 망상균열, 박락, 굽힘, 파손. 철근노출, 보수부 재균열, 교명주 파손, 난간지주 볼트변형, 델리네이트 파손, 안전난간 파손, 안전난간 변형, 교명주 기초파손 - 신축이음 : 유간 토사퇴적, 차수판 부식, 차수판 탈락, 후타재 균열(0.3mm미만), 후타재 접합부 이격 - 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 부식, 집수구 막힘 - 바닥판하면 : 균열(0.3mm미만), 균열 및 백태, 부식, 망상균열, 박락, 덮개파손 및 부식, 덮개부식, 보호덮개 파손, 재료분리 - 거더/가로보 : 강재부식, 볼트부식, 점부식, 강재변형, 탈색, 도장박리, 박락, 부식, 실링재탈락, 리브변형, 조명파손, 용접누락, 볼트체결불량, 도장들뜸, 이물질퇴적, 도장불량, 용접부 부식, 도장박락, 용접불량, 조명덮개 탈락, 가로보 강재변형, 가로보 부식, 가로보 도장박락, 세로보 강재변형 - 교량받침 : 받침 균열, 파손, 몰탈 파손, 먼지막이링 탈락, 받침몰탈 균열, 망상균열, 파손, 받침플레이트 부식, 받침볼트 이격, 부식 - 교대 및 교각 : 균열(0.3mm미만), 균열부백태, 망상균열, 박리, 박락, 백태, 철근노출, 굽힘, 누수흔적, 토사퇴적, 표면오염, 보수부들뜸, 보수재들뜸, 스토퍼고무재 탈락, 이물질 및 콘크리트 퇴적, 폐콘크리트 적치, 강판 보강부 부식	2024-07-16
	정기안전점검	김용균	양호	- 표면보수, 주입보수, 단면보수, 단면보수(방청), 재포장, 재도장, 청소, 차수판 재설치, 실링재 주입, 조명 재설치, 재체결 등	천재연
4	2023-06-21 ~ 2023-09-04	(주)동국엔지니어링	40,486	- 바닥판하면 : 균열(0.3mm미만), 백태, 망상균열, 부식, 누수 등 - 거더 : 탈색, 도장박리, 도장박락, 실링재탈락, 볼트부식 등 - 교대 : 균열(0.3mm미만), 박리, 백태, 누수, 망상균열 등 - 교각 : 균열(0.3mm미만), 박락, 부식, 스토퍼 고무재탈락, 재료분리 등 - 교량받침 : 균열(0.3mm미만), 몰탈파손, 받침플레이트 부식, 받침 균열 등 - 신축이음 : 후타재 균열, 후타재 접합부 이격, 차수판 부식 등 - 교면포장 : 포트홀, 망상균열, 균열 등 - 가로보 및 세로보 : 강재변형, 부식 등	2023-09-21
	정밀안전점검	오상진	B등급	- 단면복구, 표면처리, 재도장(방청), 재포장 등	김효진

4. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

번 호	점검 · 진단기간	점검 · 진단기관명	비용(천원)	주요 점검 · 진단결과	승인일
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자(인)
				- 난간 및 연석 : 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 교명주 파손, 철근노출, 박락 등 - 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 부식, 집수구 막힘 등 -점검로 : 일부 미설치	
	정밀안전점검	오상진	B등급	- 단면복구, 표면처리, 재도장(방청), 재포장 등	김효진
5	2023-03-02 ~ 2023-06-30	(주)드림이앤디	7,630	* 정기안전점검 결과 대체적으로 양호하나 거더 외부 강재부식 거더내부 강재변형, 용접누락, 강재 및 볼트부식, 도장박리 및 탈락, 도장백화, 실링재누락, 누수 및 체수, 바닥판하면 균열(cw 0.3mm미만), 박락 및 철근노출, Deck Plate 부식, 교대 및 교각 교량받침 부식, 가동여유량부족, 몰탈균열, 교대 교각 균열(cw 0.3mm미만, 이상), 균열부백태, 보수부 들뜸, 누수오염, 교좌면 박리, 토사퇴적, 철근노출, 표면오염, 보강강판 부식, 파손, 교면포장 균열, 거북등균열, 마모 및 패임, 포트홀, 망상균열, 신축이음 유간토사퇴적, 차수덮개판 부식, 탈락, 후타재균열, 배수시설 배수구 막힘, 배수관 부식, 배수관길이부족, 난간 변형, 난간 변형, 연석 균열(cw 0.3mm미만), 표면열화, 델리네이터파손 등의 손상이 조사되었다. 교량받침 상부플레이트 들뜸, 몰탈파손 등 교량받침 부재에서 손상이 발생하였으나 초기 시공 미흡에 의한 손상으로 교좌장치 성능에 영향을 줄정도는 아니나 보수를 실시하여 내구성을 확보한다면 공용중 문제가 발생할 일은 없다고 판단된다. 또한, 중점부 교대 교좌면에 토사 및 신축이음 교체시 발생한 콘크리트 폐기물이 적치되어 있어 온도변화에 따른 교량 거동에 영향을 줄 수 있으므로 토사 및 콘크리트 폐기물 제거가 필요하다.	2023-07-26
	정기안전점검	정구영	양호	* 거더 도장박리 및 탈락 → 재도장 * 바닥판하면 박락 및 철근노출 → 철근방청 단면보수 * Deck Plate 부식 → 주의관찰 * 교대 균열, 균열부백태 → 주입보수 * 교각 박리, 박락 및 철근노출 → 단면보수(방청)	(주)드림이앤디
6	2022-10-12 ~ 2022-12-30	(주)동국엔지니어링	6,895	- 이전 점검 이후 손상부에 대한 보수 미실시 - 대부분 이전 점검과 유사한 상태이나 일부 포장균열 및 거북등균열, 배수구 막힘 등 구조물 공용에 의한 손상 진전이 확인됨 - 이전 점검시 지적된 받침 파손, 받침 가동여유량 부족에 대한 보수가 실시되지 않아 이전 점검과 동일하세 확인되었으며, 해당 손상의 경우 받침의 원활한 신·수축거동에 영향을 미칠 우려가 있어 지속관찰 후 교체 여부를 결정함이 바람직함 - 그 외 포장부 손상, 차수덮개판 탈락, 콘크리트 박락 및 철근노출 손상부에 대해서도 보수가 요구됨	2023-01-05
	정기안전점검	오상진	양호	- 표면보수, 주입보수, 철근방청 단면보수, Splice 실링처리, 단면보수, 받침 교체, 차수덮개판 재설치, 배수구 청소, 부분 재포장, 소파보수 등의 조치 필요	김효진

4. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

번 호	점검 · 진단기간	점검 · 진단기간명	비용(천원)	주요 점검 · 진단결과	승인일
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자(인)
7					
	2022-03-23 ~ 2022-06-20	반석안전(주)	6,645	· 거더(외부) : 강재변형, 강재 및 볼트부식, 도장박리 및 백아화 · 거더(내부) : 강재 및 볼트부식, 도장들뜸 및 박리/박락, 강재(리브)변형, 용접누락, 실링재 탈락, 누수 및 우수체수 · 바닥판 : 균열, 박락 및 철근노출, 데크플레이트 부식 · 교량받침 : 받침장치 부식, 받침장치 파손, 받침몰탈 균열, 받침몰탈 파손, 가동여유량 부족 · 교대/교각 : 교대 균열, 교대 균열부백태, 교대 보수부 들뜸, 교대 누수흔적 및 백태, 교대 교좌면 토사퇴적, 교각 균열, 교각 보강판 부식, 교각 표면오염, 교각 박리/박락 · 기초 : 상태양호 · 교면포장 : 포장균열, 망상균열, 마모 및 패임, 포트홀 · 신축이음 : 유간토사 퇴적, 후타재균열, 차수덮개판 부식, 차수덮개 탈락 · 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 부식 · 난간/연석 : 난간 변형, 연석 균열	2022-07-04
	정기안전점검	오호진	양호	· 재도장, 볼트교체, 표면처리보수, 단면보수(방청), 주입보수, 청소, 포장보수, 차수덮개 교체 등	강종갑
8	2021-10-08 ~ 2021-12-30	(주)수이앤씨	4,952	- 금회 하반기 점검 결과 이전 점검시 조사된 손상과 대체로 유사한 상태로 바닥판 하면에서의 균열, 파손 및 철근노출, 데크플레이트 부식, 거더 외부 도장박리 및 부식, 내부 도장박리, 누수, 교대 균열, 교각 균열, 보강강판 부식, 받침장치 부식, 받침몰탈 균열 및 파손, 교면부 아스콘 균열 및 망상균열, 포트홀, 신축이음 본체 유간부 토사퇴적, 후타재 균열 및 파손, 배수시설 배수구 막힘 난간 변형 및 연석 균열 등이 확인됨. - 본 시설물은 석장리 박물관을 진입하는 도로시설이 교차함에 있어 관광객들의 통행량이 많은 것을 고려하여 미관을 저해하는 손상들을 방지시 시민들의 불안감을 조성하는 요소로 작용하므로 안전성 확보 및 기능성/내구성 증진을 위한 보수조치가 필요함. - 따라서, 금회 조사된 교량 상/하부구조 부재별 결함에 대한 개선 조치가 요구되며, 지속적인 유지관리 등을 통해 시설물의 장기적인 안전성 및 사용성을 확보할 필요가 있음.	2022-01-10

4. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

번 호	점검 · 진단기간	점검 · 진단기간명	비용(천원)	주요 점검 · 진단결과	승인일
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자(인)
	정기안전점검	김인기	양호	- 거더 녹제거/재도장, 실링보수, 표면처리보수, 방청 및 단면보수, 재포장, 정기적 청소, 난간교체	김인기
9	2021-06-03 ~ 2021-09-02	(재)한국건설품질연구원	110,889	-현장조사, 시험 및 측정, 시설물의 상태평가 및 안전성평가를 실시한 결과, 일부 발생한 손상을 제외한 대부분 특별한 문제점이 없는 양호한 상태로 확인되었다. 주요손상에 해당되는 $Cw=0.3mm$ 이상 균열과 철근노출, 강재부식, 신축이음부 덮개판 탈락 등에 대한 우선적인 보수가 필요하며, 손상 재발생 여부에 대한 중점유지관리가 필요하다. 또한 맞대기 용접부 강재초음파탐상 시험결과 용입불량이 조사된 곳은 우선적으로 수정보수하여 재검측하는 것이 필요한 것으로 판단된다. -시설물에 대한 평가결과, 상태평가 결과 “B”, 안전성평가 결과 “A” 로 평가되어 안전등급은 “B등급” 으로 지정함. -금회 진단시 조사된 결함에 대해서 제안한 공법대로 보수를 실시하고, 보수부 및 중점유지관리가 필요한 부위에 대하여 주기적인 점검 및 유지관리를 실시한다면 구조물의 안전성과 사용성 확보를 기대할 수 있을 것으로 판단됨.	2021-11-11
	정밀안전진단	김지웅	B등급	표면보수, 단면보수, 철근방청 및 단면보수, 강재도장보수, 볼트 재체결, 재용접 등	이동훈
10	2021-04-01 ~ 2021-06-29	(주)수이앤씨	1,950	·바 닥 판 : 균열($Cw=0.3mm$ 미만), 파손 및 철근노출 ·거더 및 가로보 : 도장박리, 볼트부식, 강재변형, 용접누락 ·교량받침 : 받침물탈 파손, 받침물탈 균열 및 망상균열, 받침 부식 ·교대 및 교각 : 균열($Cw=0.3mm$ 미만), 기둥 보강강판 부식 ·교면포장 : 아스콘 균열, 망상균열, 패임 ·신축이음 : 유간 토사퇴적, 차수덮개판 부식, 후타재 손상 ·배수시설 : 배수구 막힘 ·난간 및 연석 : 난간 변형 및 파손, 연석 균열($Cw=0.3mm$ 미만) ·안전시설 : 상태양호	2021-07-05
	정기안전점검	김인기	양호		김인기

4. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

번 호	점검 · 진단기간	점검 · 진단기간명	비용(천원)	주요 점검 · 진단결과	승인일
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자(인)
11	2020-09-04 ~ 2020-10-12	우리기술(주)	42,577	정밀 외관조사와 항목별 제반시험을 통한 성능평가 결과 - 구조적으로 문제가 될 만한 손상, 결함, 열화는 조사되지 않았으며 - 각 성능 별 결과는 안전성능: B, 내구성능: D, 사용성능: B 등급으로 평가되었고 - 시설물의 종합평가 결과 “일광범위한 부재에서 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었고 기능 또는 사용상의 편의에 일부 문제점이 있으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강 및 개선이 필요한 성능 수준”인 C등급으로 판정되었다. 이에 장암교는 성능목표인 B등급, 결함도 범위: $0.2 \leq X < 0.26$ 에 부합하지 않으나, 우선 순위 산정결과에 따른 순차적인 보수를 시행한다면 성능목표에 도달 가능한 수준인 것으로 판단된다.	2020-10-29
	2중성능평가	정해욱	C등급	재 포장, 균열표면보수, 주입보수, 표면보수, 단면보수, 단면(방청)보수, 유도배수관 설치, 차수판 재 설치, 청소 등	정현식
12	2020-09-04 ~ 2020-10-12	우리기술(주)	29,599	장암교는 전회 점검 이후 일부부재 손상에 대한 보수가 시행된 상태로 확인되었으며, 금번 외관조사 결과, 콘크리트 구조물에서 대체적으로 발생하는 경미한 손상들이 발생하였으며, 내구성 확보 차원에서 손상에 따른 보수조치가 시행 된다면 구조물의 안전성 및 사용성에 문제는 없을 것으로 판단된다. 다만, 교면포장 손상부는 현재 차량의 주행성에 직접적인 영향을 미치지 않는 것으로 판단되나, 손상 범위를 고려할 때, 우천 시 손상부를 통한 지속적인 우수 유입으로 방수층 파손을 유발하여, 바닥판 하면 콘크리트 백태 및 데크플레이트 부식 등의 2차손상 발생이 우려되므로, 전면 재포장을 통해 구조물의 내구성을 확보해야 할 것으로 요구된다.	2020-10-13
	정밀안전점검	정해욱	B등급	- 아스팔트 균열, 망상균열, 패임/마모 - 전면 재 포장(방수층 포함) - 신축하부 누수, 차수판 탈락 - 유도배수로 설치, 차수판 재 설치 - 균열, 망상균열, 균열/백태 - 균열표면보수, 표면보수 - 박리/박락, 재료분리, 철근노출, 보수부 들뜸 - 단면보수, 단면(방청)보수	정현식
13	2020-07-03 ~ 2020-12-07	주식회사 덕운	1,579	· 바닥판하면 : 균열(0.2~0.3mm이상), 철근노출 및 파손 · 거더 및 가로보 : 도장박리, 부식, 강재변형, 용접누락 · 받침장치 : 받침모르타르 파손, 균열, 망상균열 · 교면포장 : 포장균열, 망상균열, 패임 · 교대 및 교각 : 균열(cw:0.3mm미만), 백태, 보강판 부식 · 신축이음 : 후타재균열, 파손, 유간토사퇴적, 차수판 부식 · 배수시설 : 배수구 막힘(20개소) · 난간 및 연석 : 난간변형, 파손, 균열(cw:0.3mm미만), 망상균열	2021-01-19
	정기안전점검	김정수, 김정수	양호		유재훈

4. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

번 호	점검 · 진단기간	점검 · 진단기간명	비용(천원)	주요 점검 · 진단결과	승인일
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자(인)
				· 표면보수, 주입보수, 단면복구, 패칭보수, 방청후 재도장, 재체결, 청소 등	
14	2020-06-01 ~ 2020-06-30	자체수행	0	교면포장 균열, 콘크리트 마모 난간 및 연석파손, 박락, 재료분리, 난간탈락 배수구 막힘, 길이부족 신축이음장치 후타재 균열, 파손 바닥판하면 재료분리, 균열, 철근노출 교대 파손, 재료분리 교각 균열, 박리 박락, 재료분리, 파손	2020-07-13
	정기안전점검	강환구	보통	단면보수, 철근방청, 배수관 길이연장, 청소 등	공주시
15	2019-12-05 ~ 2019-12-26	(주)나루기술	4,995	? 교면포장 : 균열(0.3mm이상), 이물질퇴적, 콘크리트 마모 ? 난간 및 연석 : 박리, 파손, 박락, 재료분리, 난간파손, 난간탈락 ? 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 길이부족 ? 신축이음장치 : 후타재 균열, 후타재 파손, 유간토사퇴적 ? 바닥판 하면 : 균열(0.3mm미만), 재료분리, 철근노출 ? 교 대 : 파손, 재료분리 ? 교 각 : 균열(0.3mm이상), 균열부백태, 박락, 박리, 재료분리, 파손	2020-03-09
	정기안전점검	이수형	보통		(주)나루기술
16	2019-06-18 ~ 2019-06-18	자체수행	0	바닥판 균열 및 데크부식	2019-07-04
	정기안전점검	배상근	보통	2018년 시행한 정밀점검에 따라 보수공사 추진중	공주시

4. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

번 호	점검 · 진단기간	점검 · 진단기관명	비용(천원)	주요 점검 · 진단결과	승인일
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자(인)
17	2018-07-03 ~ 2018-08-21	(주)재성기술단	27,930	-바닥판 : 균열(0.3mm미만), 재료분리, 철근노출, 데크플레이트 부식 등 -거더 : 부식, 도장박리, 볼트체결 불량, 용접불량 및 누락, 리브변형 등 -교대 및 교각 : 균열(0.3mm미만), 망상균열, 철근노출, 박리, 백태 등 -신축이음 : 후타재 균열, 접속부 이격, 유간내 토사퇴적, 덮개판 부식 -교량받침 : 받침물탈 균열 및 파손(경미), 전단키 고무재 탈락 등 -교면포장 : 아스콘 균열 및 패임, 라벨링 등 -기타손상 : 배수구 막힘, 연석 콘크리트 파손, 난간변형(파손) 등	2018-10-28
	정밀안전점검	정인환	B등급	-콘크리트 : 표면보수 및 단면보수, 단면보수(방청) -교면포장 : 전면 재포장 -기타 : 배수구 청소 및 난간 재설치 등	석대열
18	2018-06-18 ~ 2018-06-18	자체수행	0	- 보수보강사업 완료(2018년 6월) - 신축이음장치 교체, 강교 도장 표면 보수	2018-08-20
	정기안전점검	강동균	양호	해당사업 없음	공주시
19	2017-12-11 ~ 2017-12-12	자체수행	0	특이사항 없음	2018-01-03
	정기안전점검	강동균	보통	2018년 정밀점검 후 보수보강계획 수립	공주시
20	2017-06-01 ~ 2017-06-02	자체수행	0	특이사항 없음	2017-07-09
	정기안전점검	강동균	보통	2016년 시행한 안전진단 결과에 따라 보수보강 예정	공주시
21	2016-12-07 ~ 2016-12-09	자체수행	0	거더, 바닥판, 교각 및 신축이음 일부 손상 신축이음 하부 누수	2017-01-03
	정기안전점검	강동균	보통	신축이음교체, 아스콘패칭, 단면복구, 도장보수 등	공주시

4. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

번 호	점검 · 진단기간	점검 · 진단기간명	비용(천원)	주요 점검 · 진단결과	승인일
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자(인)
22	2016-06-16 ~ 2016-06-16	자체수행	0	- 교면포장 포트홀 - 콘크리트부재 균열, 박리, 박락 발생 등	2016-06-27
	정기안전점검	윤승석	보통	- 교면포장 소파보수 - 단면보수 등	공주시
23	2016-03-07 ~ 2016-09-02	(주)중부구조안전기술 단	86,482	구조부재인 거더, 바닥판, 교각 및 신축이음 등에서 비구조적 손상이 조사됨. 축이음 하부 누수에 따른 2차손상이 발생되고 있어 신축이음(A2) 교체보수가 요구된다.	2016-09-29
	정밀안전진단	최대형	B등급	신축이음교체, 아스콘팻칭, 단면복구, 도장보수, 실란트 실링, 정비 등	김경환
24	2015-12-15 ~ 2015-12-15	자체수행	0	- 하부구조 균열부 백태 및 교량받침 부식 - 교각부 균열 - 교면포장 일부구간에 거북등균열 및 국부적인 포장파손 - 캔틸레버 하면에 비 구조적인 균열 및 측면 백태 발생. - 연석 균열 및 중앙분리대 도장열화 및 박리 발생.	2015-12-18
	정기안전점검	윤승석	보통	- 표면보수, 단면보수, 주입보수, 재도장 - 교면 부분재포장 - 신축이음 교체	공주시
25	2015-06-22 ~ 2015-06-22	자체수행	0	- 교면포장 포트홀 - 콘크리트부재 경미한 균열, 박리 발생	2015-12-31
	정기안전점검	윤승석	보통	- 교면포장 보수 - 단면보수, 균열보수	공주시
26	2015-03-30 ~ 2015-05-08	(주)기산엔지니어링	16,250	- Exp. J1, J2 신축이음 부분 누수로 인해 하부구조 균열부 백태 및 교량받침 부식 - 교각에 시공초기 건조수축 및 수화열과 같은 콘크리트 재료적인 특성에 의한 균열 - 교면포장 일부구간에 거북등균열 및 국부적인 포장파손 - 캔틸레버 하면에 비 구조적인 균열 및 측면 백태 발생. - 연석 균열 및 중앙분리대 도장열화 및 박리 발생.	2015-08-04
	정밀안전점검	이부형	B등급	- 표면보수, 단면보수, 주입보수, 재도장 - 교면 부분재포장	허용

4. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

번 호	점검 · 진단기간	점검 · 진단기간명	비용(천원)	주요 점검 · 진단결과	승인일
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자(인)
				- 신축이음 교체	
27	2014-12-23 ~ 2014-12-23	자체수행	0	- 일부 교면포장 균열 및 포트홀	2014-12-29
	정기안전점검	주민우	보통	- 추후 교면포장 보수시행	공주시
28	2014-06-10 ~ 2014-06-10	자체수행	0	교면포장내 균열 및 박리, 포트홀 발생	2014-06-12
	정기안전점검	주민우	보통	실링보수 및 소파보수	공주시
29	2013-12-05 ~ 2013-12-05	자체수행	0	교면포장내 균열 및 박리, 포트홀 발생	2013-12-10
	정기안전점검	주민우	양호	소파보수 및 실링보강	공주시
30	2013-06-10 ~ 2013-06-10	자체수행	0	교면포장내 균열 및 박리, 포트홀 발생	2013-12-10
	정기안전점검	주민우	양호	소파보수 및 실링보강	공주시

4. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

번 호	점검 · 진단기간	점검 · 진단기관명	비용(천원)	주요 점검 · 진단결과	승인일
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자(인)
31	2013-05-09 ~ 2013-06-27	(주)양지엔지니어링	11,604	면포장부의 보수불량, 중앙분리대의 도장박리 및 표면박리, 캔틸레버부의 균열, 교대 교좌면의 토사유입 및 퇴적, 하부구조 콘크리트의 균열, 낙교방지 스토퍼의 도장박리 및 고무재 탈락 등으로 조사됨	2013-12-26
	정밀안전점검	김정광	B등급	교면 재포장 및 중앙분리대 재도장 등	노재승
32	2012-10-22 ~ 2012-10-31	자체수행	0	주(보조)부재 결함에 대해 내구성 증진을 위해 보수 필요	2013-02-08
	정기안전점검	최승식	양호	-	최승식
33	2012-05-24 ~ 2012-05-24	자체수행	0	주(보조)부재 결함에 대해 내구성 증진을 위해 보수 필요	2013-02-08
	정기안전점검	김소라	양호	-	김소라
34	2011-05-25 ~ 2011-05-25	논산국도관리사무소	0	주(보조)부재 결함에 대해 내구성 증진을 위해 보수 필요	2012-02-13
	정기안전점검	김소라	양호	신축이음교체, 강재 거더 손상부 보수, 받침몰탈 보수, 교대 균열 및 백태 보수 필요	김소라
35	2011-04-26 ~ 2011-08-22	(주)장맥엔지니어링	82,544	정밀안전진단 결과 안전등급은 B등급으로 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태.	2012-02-13
	정밀안전진단	백진기	B등급	포장보수, 강재 도장보수 등	진금옥

4. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

번 호	점검 · 진단기간	점검 · 진단기관명	비용(천원)	주요 점검 · 진단결과	승인일
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자(인)
36	2010-10-18 ~ 2010-10-18	논산국도관리사무소	0	양호	2011-02-15
	정기안전점검	김소라	양호	신축이음교체, 강재 거더 손상부 보수, 받침몰탈 보수, 교대 균열 및 백태 보수 필요	김소라
37	2010-05-11 ~ 2010-05-11	논산국도관리사무소	0	양호	2011-02-15
	정기안전점검	김소라	양호	신축이음교체, 강재 거더 손상부 보수, 받침몰탈 보수, 교대 균열 및 백태 보수 필요	김소라
38	2010-04-05 ~ 2010-08-25	(주)한길종합엔지니어 링	3,711	접속부 아스콘 균열($cw \geq 0.3mm$), 배수시설 배수구 막힘, 난간 레일 변형, 신축이음 본체 유 간 부족 및 이물질 퇴적, 강재부식, 강거더 및 가로보 도장탈락, 리브변형, 현장이음부 설치 불량, 강재변형, 교량받침 편기, 우수축몰탈 균열($cw \geq 0.3mm$), 거푸집 미제거, 교대 및 교각 홍벽부 균열($cw \leq 0.2mm$), 백태, 구체 상단 이물질 퇴적, 재료분리 등	2010-12-09
	정밀안전점검	박광영	B등급	배수구 청소, 거더 도장보수 및 썰링재 도포, 신축이음 교체, 몰탈 균열부 보수, 하부구조 백태 및 파손부 보수 등	박광영
39	2009-10-20 ~ 2009-10-20	논산국도관리사무소	0	양호	2009-12-31
	정기안전점검	심한석	양호	난간교체(예산요구)	심한석
40	2009-05-14 ~ 2009-05-14	논산국도관리사무소	0	양호	2009-05-20
	정기안전점검	심한석	양호		심한석

4. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

번 호	점검 · 진단기간	점검 · 진단기관명	비용(천원)	주요 점검 · 진단결과	승인일
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자(인)
41	2008-10-23 ~ 2008-10-23	논산국도관리사무소	0	양호	2009-01-22
	정기안전점검	유소영	양호		유소영
42	2008-05-30 ~ 2008-10-27	경인시설안전기술단 (주)	2,480	배수구막힘, 강재주형 도장탈락 및 부식	2009-01-22
	정밀안전점검	이길호	B등급	청소, 재도장	신규진
43	2008-04-17 ~ 2008-04-17	논산국도관리사무소	0	양호	2008-07-02
	정기안전점검	유소영	양호		유소영
44	2007-10-17 ~ 2007-10-17		0	양호	2008-07-02
	정기안전점검	김익수	양호	-	김익수
45	2007-05-29 ~ 2007-05-29		0	양호	2008-07-02
	정기안전점검	김익수	보통	.	김익수

4. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

번 호	점검 · 진단기간	점검 · 진단기간명	비용(천원)	주요 점검 · 진단결과	승인일
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자(인)
46	2006-10-13 ~ 2006-10-13	논산국도유지건설사무 소	0		2007-02-05
	정기안전점검	김민식	양호	양호	김민식
47	2006-07-10 ~ 2006-11-06	(주)장맥엔지니어링	77,572	중점 점검 항목의 주의관찰, 주형내부 우수유입에 의한 바닥판 부식	2007-02-14
	정밀안전진단	백진기	B등급	강재도장, 배수홀 천공, 복부 S/P 하단 틈 차단	백진기
48	2006-07-10 ~ 2006-11-06	논산국도유지건설사무 소	0	강재 재도장	2007-02-05
	긴급안전점검(특별)	김민식	B등급	기능발휘에는 지장이 없으며 일부의 손상에 대해서는 보수가 필요하다.	김민식
49	2006-05-15 ~ 2006-05-15	논산국도유지건설사무 소	0		2007-02-05
	정기안전점검	김민식	양호	양호	김민식
50	2005-10-20 ~ 2005-10-20		0	양호	2006-02-27
	정기안전점검	박인동	양호	-	박인동

4. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

번 호	점검 · 진단기간	점검 · 진단기관명	비용(천원)	주요 점검 · 진단결과	승인일
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자(인)
51	2005-05-19 ~ 2005-05-19	논산국도유지건설사무 소	0	양호	2006-02-27
	정기안전점검	박인동	양호	스플라이스 이격부 씰링처리	박인동
52	2005-03-03 ~ 2005-05-01	케이에스엠기술(주)	3,974	균열, 파손, 난간휨, 도장탈락, 도장들뜸, 볼트부식, 플레이트부식등	2005-12-05
	정밀안전점검	강동윤	B등급	아스팔트씰링, 아스팔트팻칭, 난간교체, 재도장등	홍현표
53	2005-03-03 ~ 2005-04-30	케이에스엠기술(주)	4,028	양호	2007-02-21
	정밀안전점검	강동윤	B등급	스플라이스 이격부 씰링처리	박인동
54	2004-10-11 ~ 2004-10-21		0	도장일부 박리	2005-01-13
	정기안전점검	김형환	양호	지속적인 관찰	김형환
55	2004-05-12 ~ 2004-05-19		0	도장일부 박리	2005-01-13
	정기안전점검	김형환	양호	지속적인 관찰	김형환

4. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

번 호	점검 · 진단기간	점검 · 진단기관명	비용(천원)	주요 점검 · 진단결과	승인일
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자(인)
56	2003-10-13 ~ 2003-10-22		0	주형도장 일부 박리 및 녹발생	2003-12-30
	정기안전점검	임연우	양호	지속적인관찰 및 보수예정	임연우
57	2003-05-12 ~ 2003-05-21		0	주형도장 일부 박리 및 녹발생	2003-12-30
	정기안전점검	임연우	양호	지속적인 관찰 및 보수예정	임연우
58	2003-03-17 ~ 2003-05-15	신영엔지니어링(주)	4,316	콘크리트 압축강도 양호, 콘크리트 품질양호, 압축강도는 설계기준강도 상회, 전반적으로 설계도면과 일치	2005-08-05
	정밀안전점검	임형호	B등급	난간교체, 지주교체및볼트체결,배수구청소,표면처리공법,방청처리+재도장	전제항
59	2001-03-26 ~ 2001-06-22	(주)평화엔지니어링	4,959	불임참조	
	정밀안전점검	고동준	A등급	교각도부보강 5기	류재원
60	2000-10-02 ~ 2000-10-11	논산국도유지건설사무소	0	상태양호	
	정기안전점검	정대남	양호		류재원

4. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

번 호	점검 · 진단기간	점검 · 진단기간명	비용(천원)	주요 점검 · 진단결과	승인일
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자	상대등급	주요 보수보강(안)	작성자(인)
61	2000-05-15 ~ 2001-05-24	논산국도유지건설사무소	0	상태양호	2007-02-21
	정기안전점검	정대남	양호		류재원

6. 보수·보강이력

번 호	공사기간	부위	공사내역	설계자	시공자	공사감독	승인일
	공사구분			공사비(천원)	책임기술자		작성자(인)
1	2007-11-05 ~ 2007-12-21	난간, 연석, 중앙분리대	부분보수	-	성일산업개발(주) 이영희	시설주사보 이명구	2008-03-10
	보수			8,000	책임감리원 김인수(수성)		유소영
2	2001-10-20 ~ 2001-11-08	교각	교각보강5기(유리섬유:294㎡)	심현보	(주)콘크리닉	심현보	2002-12-28
	보강			95,230			서강권
3	2001-07-07 ~ 2001-10-04	교각	내진보강(전단키7개, 고정강판1개)	정대남	(주)대광건설	정대남	2002-12-28
	보강			120,230			서강권

전경사진	정 · 측면,기타사진

8. 현황조사 및 외관조사 사진첩

1. 전경사진

시설물명

장암교



설 명

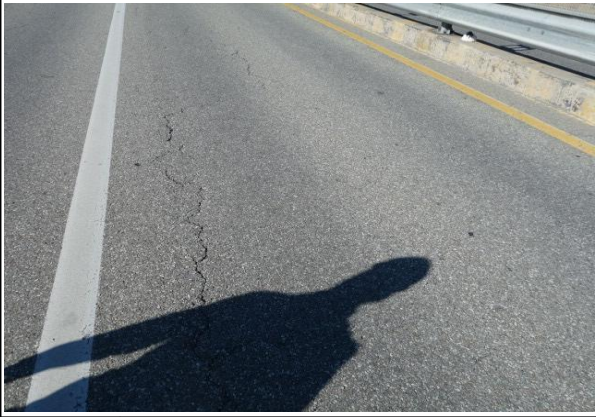
교량상면 전경



설 명

교량측면 전경

2. 외관조사 사진 - (1) 교면포장

시설물명		장암교	
			
위 치	S1 상면	위 치	S1 상면
설 명	포장 전경	설 명	포장 망상균열
			
위 치	S2 상면	위 치	S2 상면
설 명	포장 망상균열	설 명	포장 파손 및 철근노출
			
위 치	S3 상면	위 치	S3 상면
설 명	포장 균열	설 명	포장 망상균열

시설물명		장암교	
			
위 치	S4 상면	위 치	S4 상면
설 명	포장 패임 및 마모	설 명	포트홀
			
위 치	S5 상면	위 치	S5 상면
설 명	포장 망상균열	설 명	포트홀
			
위 치	S6 상면	위 치	S6 상면
설 명	포장 균열	설 명	포장 망상균열

2. 외관조사 사진 - (2) 난간 및 연석

시설물명		장암교	
			
위 치	S1 상면	위 치	S1 상면
설 명	난간 및 연석 전경	설 명	연석 균열(폭0.3mm미만)
			
위 치	S1 상면	위 치	S1 상면
설 명	교명주 파손	설 명	중앙분리대 난간 변형
			
위 치	S2 상면	위 치	S2 상면
설 명	연석 균열(폭0.3mm이상)	설 명	연석 보수재 표면박리

시설물명	장암교
------	-----



위 치	S3 상면
-----	-------

위 치	S3 상면
-----	-------

설 명	연석 균열(폭0.3mm미만)
-----	-----------------

설 명	난간 지주 볼트 체결 불량
-----	----------------



위 치	S4 상면
-----	-------

위 치	S5 상면
-----	-------

설 명	중앙분리대 난간 변형
-----	-------------

설 명	안전 난간 변형
-----	----------



위 치	S6 상면
-----	-------

위 치	S6 상면
-----	-------

설 명	연석 망상균열
-----	---------

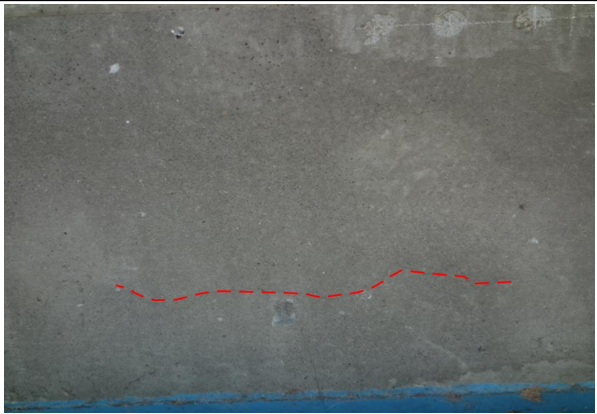
설 명	연석 파손 및 철근노출
-----	--------------

2. 외관조사 사진 - (3) 배수시설

		시설물명	장암교
			
위 치	배수시설	위 치	배수시설
설 명	배수구 전경	설 명	배수관 전경
			
위 치	S1 배수시설	위 치	S2 배수시설
설 명	배수구 막힘	설 명	배수구 막힘
			
위 치	S3 배수시설	위 치	S3 배수시설
설 명	배수관 부식	설 명	집수구 막힘

시설물명		장암교	
			
위 치	S4 배수시설	위 치	S4 배수시설
설 명	배수구 막힘	설 명	배수관 부식
			
위 치	S4 배수시설	위 치	S5 배수시설
설 명	배수관 연결볼트 탈락	설 명	배수구 막힘
			
위 치	S6 배수시설	위 치	S6 배수시설
설 명	배수관 부식	설 명	배수구 막힘

2. 외관조사 사진 - (4) SLAB하면

시설물명		장암교	
			
위 치	S1 SLAB 하면	위 치	S1 SLAB 하면
설 명	데크플레이트 전경	설 명	캔틸레버 전경
			
위 치	S1 SLAB 하면	위 치	S1 SLAB 하면
설 명	박락	설 명	균열(cw:0.3mm미만)
			
위 치	S1 SLAB 하면	위 치	S3 SLAB 하면
설 명	균열(cw:0.3mm미만)	설 명	부식

시설물명		장암교	
			
위 치	S3 SLAB 하면	위 치	S4 SLAB 하면
설 명	망상균열	설 명	균열(cw:0.3mm미만)
			
위 치	S4 SLAB 하면	위 치	S4 SLAB 하면
설 명	부식	설 명	뚫개 파손
			
위 치	S5 SLAB 하면	위 치	S5 SLAB 하면
설 명	균열(cw:0.3mm미만)	설 명	망상균열

시설물명	장암교
------	-----



위 치	S5 SLAB 하면
-----	------------

설 명	균열/백태
-----	-------



위 치	S5 SLAB 하면
-----	------------

설 명	뒹개 부식
-----	-------



위 치	S5 SLAB 하면
-----	------------

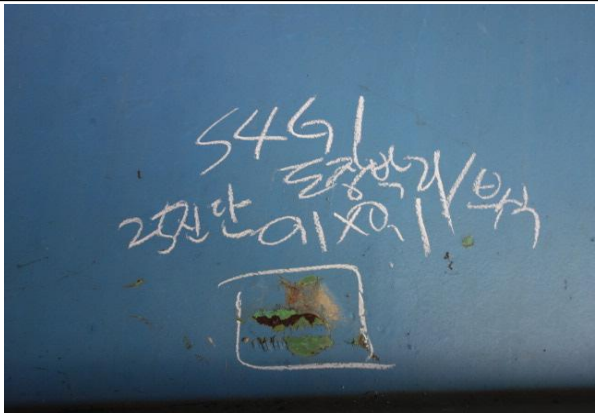
설 명	데크플레이트 부식
-----	-----------



위 치	S6 SLAB 하면
-----	------------

설 명	도장박리
-----	------

2. 외관조사 사진 - (5) 주형 및 가로보

시설물명		장암교	
			
위 치	S2G1 LW(e)	위 치	S2G1 LF(e)
설 명	탈색	설 명	부식
			
위 치	S4G1 LF(e)	위 치	S4G1 LF(e)
설 명	볼트 부식	설 명	도장박리/부식
			
위 치	S6G1 LW(e)	위 치	S6G1 LF(e)
설 명	볼트 부식	설 명	부식

시설물명	장암교
------	-----



위 치	S1G2 LW(e)
-----	------------

설 명	부식
-----	----



위 치	S1G2 LW(e)
-----	------------

설 명	부식
-----	----



위 치	S2G2 LF(e)
-----	------------

설 명	점부식
-----	-----



위 치	S3G2 LF(e)
-----	------------

설 명	부식
-----	----



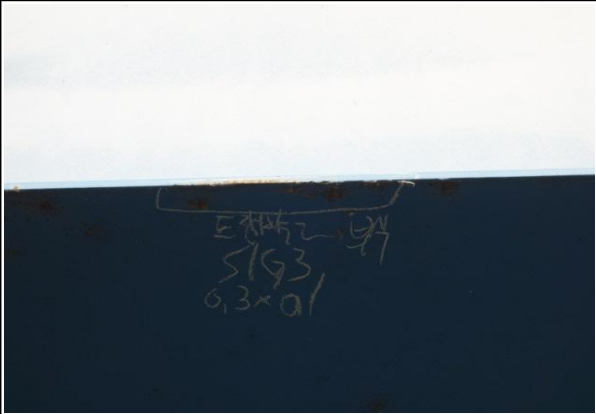
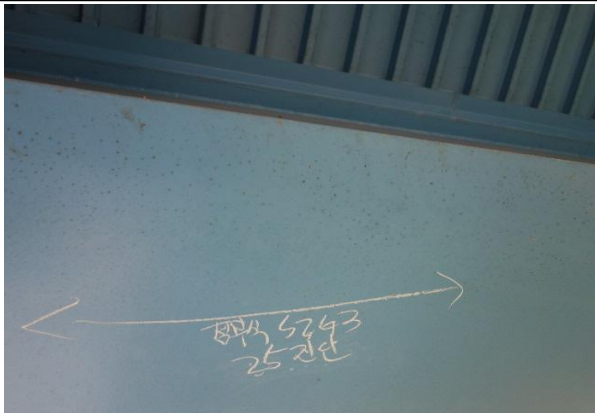
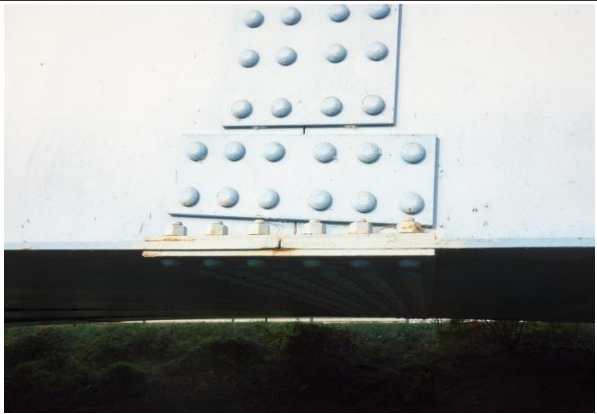
위 치	S5G2 LF(e)
-----	------------

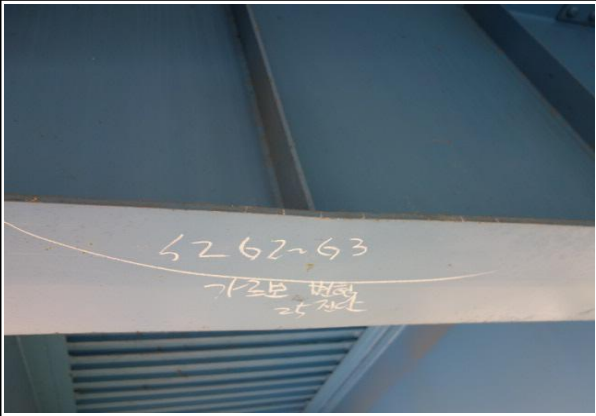
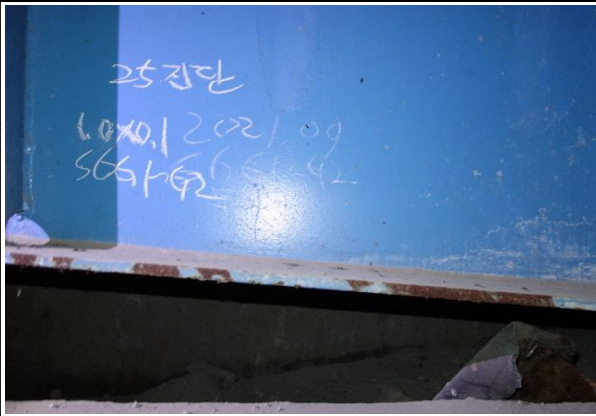
설 명	부식
-----	----

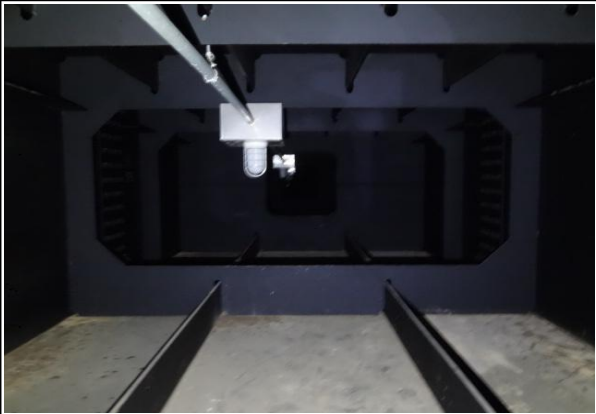
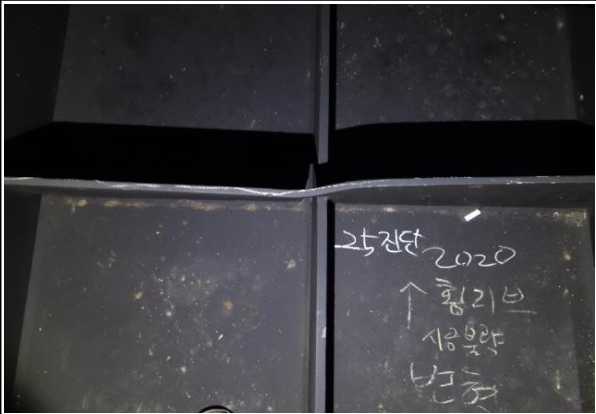
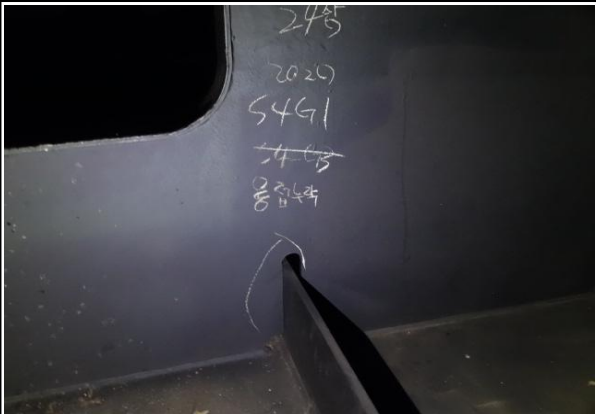


위 치	S6G2 LF(e)
-----	------------

설 명	부식
-----	----

시설물명		장암교	
			
위 치	S1G3 RW(e)	위 치	S2G3 LF(e)
설 명	볼트 부식	설 명	점부식
			
위 치	S2G3 LF(e)	위 치	S6G3 LF(e)
설 명	점부식	설 명	볼트 부식
			
위 치	S6G3 LF(e)	위 치	S6G3 LF(e)
설 명	도장박리	설 명	부식

시설물명		장암교	
			
위 치	가로보 전경	위 치	세로보 전경
설 명	-	설 명	-
			
위 치	S2 G2~G3	위 치	S3 G2~G3
설 명	가로보 변형	설 명	세로보 변형
			
위 치	S4 G2~G3	위 치	S6 G1~G2
설 명	가로보 변형	설 명	부식

시설물명		장암교	
			
위 치	S1G1	위 치	S1G1 LF(i)
설 명	거더 내부 전경	설 명	부식
			
위 치	S1G1 LF(i)	위 치	S1G1 UF(i)
설 명	리브 변형	설 명	조명 파손
			
위 치	S4G1 LF(i)	위 치	S6G1 RW(i)
설 명	용접 누락	설 명	볼트 부식

시설물명	장암교
------	-----



위 치	S1G2 LF(i)
-----	------------

설 명	이물질 퇴적
-----	--------



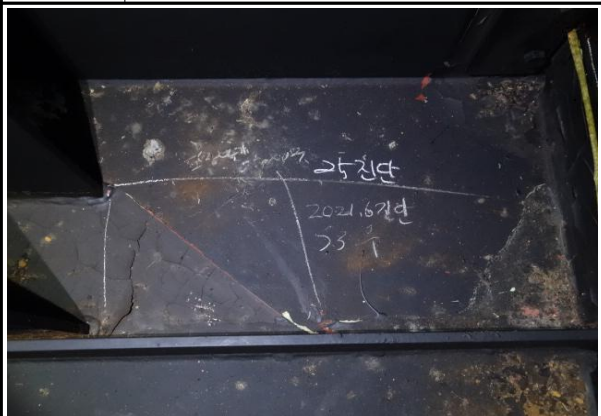
위 치	S1G2 LF(i)
-----	------------

설 명	볼트 탈락
-----	-------



위 치	S2G2 LF(i)
-----	------------

설 명	리브 변형
-----	-------



위 치	S3G2 LF(i)
-----	------------

설 명	도장박리 및 부식
-----	-----------



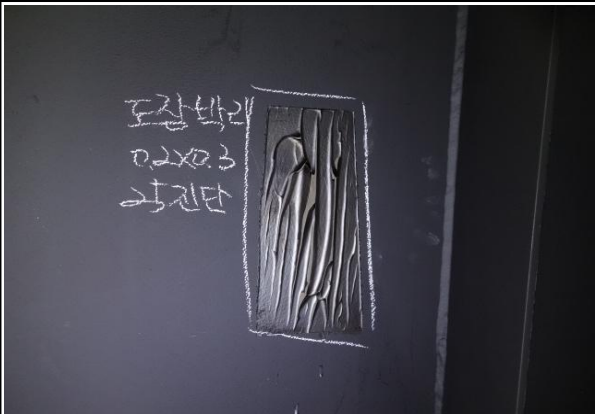
위 치	S5G2 LF(i)
-----	------------

설 명	체수
-----	----



위 치	S6G2 (i)
-----	----------

설 명	부식
-----	----

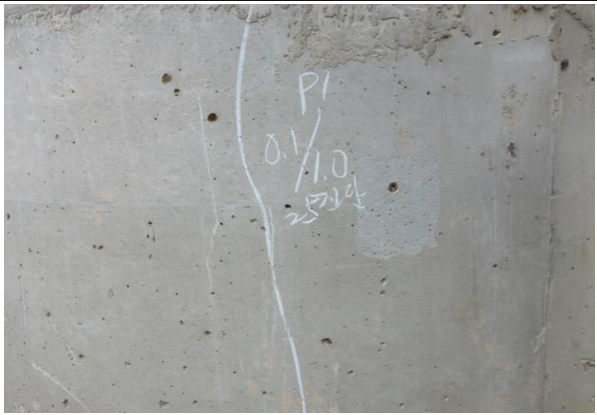
시설물명		장암교	
			
위 치	S1G3 LF(i)	위 치	S2G3 LW(i)
설 명	도장박리 및 부식	설 명	도장박라
			
위 치	S2G3 LF(i)	위 치	S3G3 LW(i)
설 명	부식	설 명	리브변형
			
위 치	S6G3 LW(i)	위 치	S6G3 (i)
설 명	도장박리	설 명	이물질 퇴적

2. 외관조사 사진 - (6) 교대

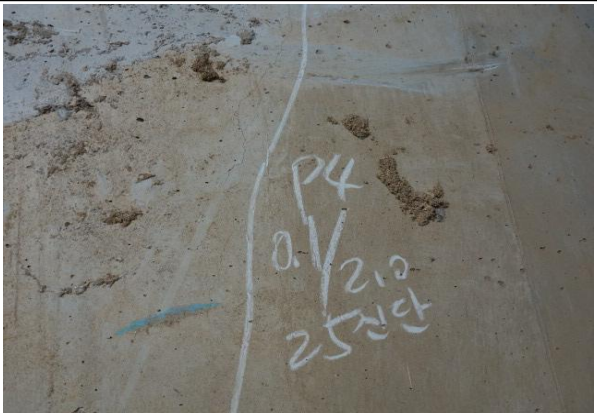
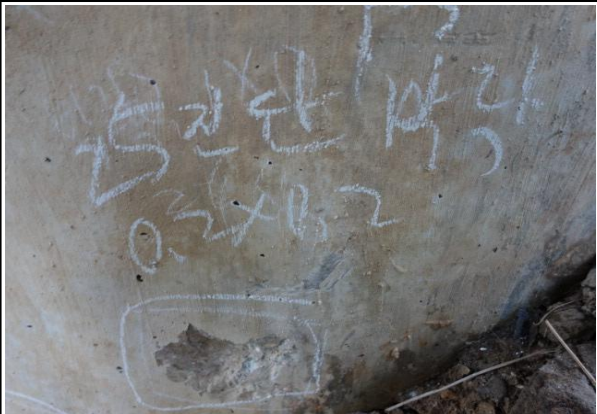
시설물명		장암교	
			
위 치	A1 교대	위 치	A1 교대
설 명	전경	설 명	폐콘크리트 적치
			
위 치	A1 교대	위 치	A1 교대
설 명	균열(폭0.3mm이상)	설 명	망상균열
			
위 치	A1 교대	위 치	A1 교대
설 명	박락	설 명	표면박리

시설물명		장암교	
			
위 치	A2 교대	위 치	A2 교대
설 명	전경	설 명	폐콘크리트 적치
			
위 치	A2 교대	위 치	A2 교대
설 명	균열(폭0.3mm미만)	설 명	균열부백태
			
위 치	A2 교대	위 치	A2 교대
설 명	백태	설 명	보수부 들뜸

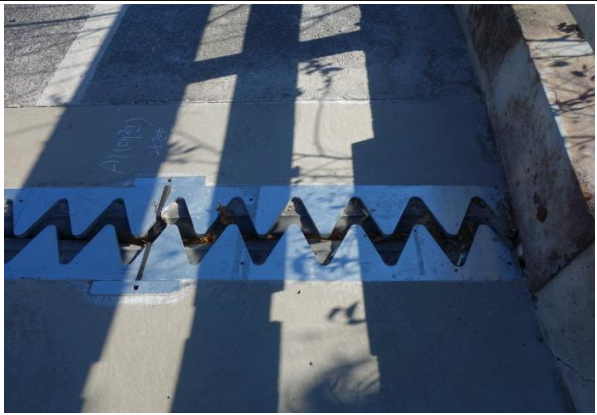
2. 외관조사 사진 - (7) 교각

시설물명		장암교	
			
위 치	P1 교각	위 치	P1 교각
설 명	전경	설 명	균열(폭0.3mm미만)
			
위 치	P1 교각	위 치	P2 교각
설 명	망상균열	설 명	전경
			
위 치	P2 교각	위 치	P2 교각
설 명	균열(폭0.3mm미만)	설 명	망상균열

시설물명		장암교	
			
위 치	P2 교각	위 치	P2 교각
설 명	균형	설 명	박리
			
위 치	P3 교각	위 치	P3 교각
설 명	균열(폭0.3mm미만)	설 명	망상균열
			
위 치	P3 교각	위 치	P3 교각
설 명	강판보강부 부식	설 명	스토퍼 고무재 탈락

시설물명		장암교	
			
위 치	P3 교각	위 치	P4 교각
설 명	재료분리 및 박리	설 명	균열(폭0.3mm미만)
			
위 치	P4 교각	위 치	P5 교각
설 명	균열	설 명	균열(폭0.3mm미만)
			
위 치	P5 교각	위 치	P5 교각
설 명	박락	설 명	박락 및 철근노출

2. 외관조사 사진 - (8) 신축이음

시설물명		장암교	
			
위 치	Exp. J1(A1)	위 치	Exp. J1(A1)
설 명	신축이음교체	설 명	유간토사퇴적
			
위 치	Exp. J1(A1)	위 치	Exp. J2(A2)
설 명	차수판 부식	설 명	신축이음교체

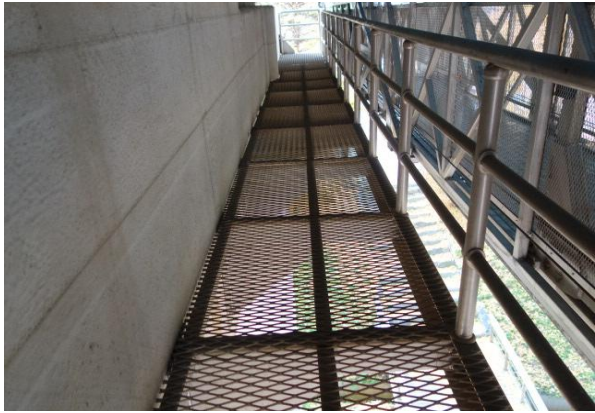
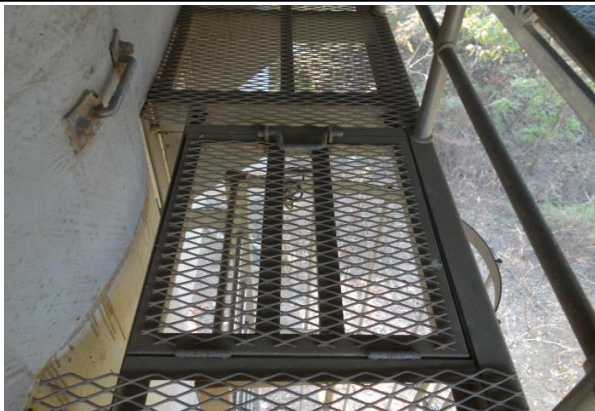
2. 외관조사 사진 - (9) 받침장치

시설물명		장암교	
			
위 치	A1 교대	위 치	A1 교대
설 명	받침장치 전경	설 명	Br-3 받침장치 부식
			
위 치	A2 교대	위 치	A2 교대
설 명	Br-4 받침물탈 파손	설 명	Br-5 거푸집 미제거
			
위 치	A2 교대	위 치	A2 교대
설 명	Br-4 받침장치 부식	설 명	Br-6 받침장치 부식

시설물명		장암교	
			
위 치	P1 교각	위 치	P1 교각
설 명	받침장치 전경	설 명	Br-1 받침물탈 균열
			
위 치	P1 교각	위 치	P2 교각
설 명	Br-1 받침물탈 파손	설 명	Br-1 먼지막이링 탈락
			
위 치	P3 교각	위 치	P3 교각
설 명	Br-1 받침물탈 균열	설 명	Br-1 받침플레이트 부식

시설물명		장암교	
			
위 치	P3 교각	위 치	P4 교각
설 명	Br-1 먼지막이링 탈락	설 명	Br-2 먼지막이링 탈락
			
위 치	P4 교각	위 치	P4 교각
설 명	Br-6 받침물탈 균열	설 명	Br-6 받침물탈 망상균열
			
위 치	P4 교각	위 치	P5 교각
설 명	Br-6 받침볼트 이격	설 명	Br-1 먼지막이링 탈락

2. 외관조사 사진 - (10) 점검로

시설물명		장암교	
			
위 치	P2 교각	위 치	P2 교각
설 명	점검로 설치전경	설 명	점검로 발판 상태양호
			
위 치	P2 교각	위 치	P4 교각2
설 명	점검사다리 상태양호	설 명	점검로 지지볼트 탈락
			
위 치	P4 교각	위 치	P4 교각
설 명	점검로 설치전경	설 명	점검사다리 출입구 상태양호

3. 비파괴시험 사진

시설물명		장암교	
			
위 치	S1 캔틸레버	위 치	S2 캔틸레버
설 명	반발경도 측정시험	설 명	초음파 속도시험
			
위 치	S3 캔틸레버	위 치	S4 캔틸레버
설 명	탄산화 측정시험	설 명	초음파 속도시험
			
위 치	S5 캔틸레버	위 치	S6 캔틸레버
설 명	반발경도 측정시험	설 명	철근탐사 시험

시설물명		장암교	
			
위 치	A1 교대 흉벽	위 치	A1 교대 흉벽
설 명	반발경도 측정시험	설 명	초음파 속도시험
			
위 치	A1 교대 흉벽	위 치	A2 교대 구체
설 명	철근탐사 시험	설 명	반발경도 측정시험
			
위 치	A2 교대 구체	위 치	A2 교대 구체
설 명	탄산화 측정시험	설 명	철근탐사 시험

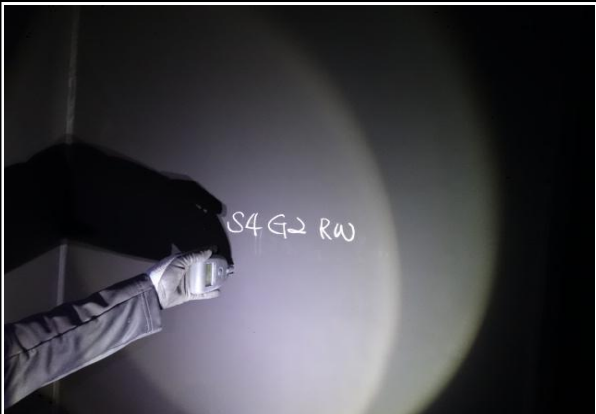
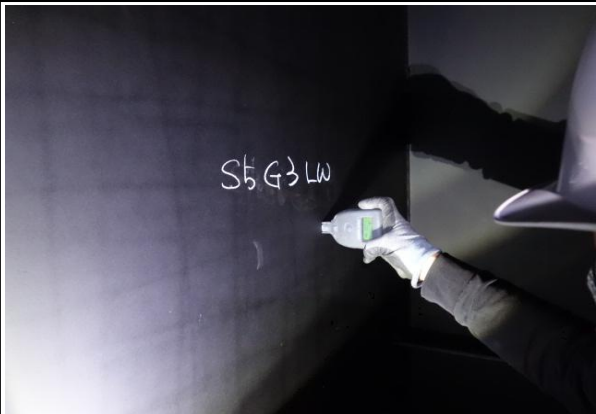
시설물명		장암교	
			
위 치	P1 코핑부	위 치	P2 코핑부
설 명	반발경도 측정시험	설 명	초음파 속도시험
			
위 치	P3 코핑부	위 치	P4 코핑부
설 명	반발경도 측정시험	설 명	탄산화 측정시험
			
위 치	P4 코핑부	위 치	P5 기둥부
설 명	철근탐사 시험	설 명	반발경도 측정시험

4. 신축이음부 유간측정 사진

시설물명		장암교	
			
위 치	EXP.JOINT(1)	위 치	EXP.JOINT(2)
설 명	신축 유간 측정 전경	설 명	신축 유간 측정 전경
			
위 치	A1 교대	위 치	A1 교대
설 명	유간 측정 전경	설 명	유간 측정 전경
			
위 치	A2 교대	위 치	A2 교대
설 명	유간 측정 전경	설 명	유간 측정 전경

5. 연단거리측정 및 기타 사진

시설물명		장암교	
			
위 치	A1 교대	위 치	A2 교대
설 명	연단거리 측정	설 명	연단거리 측정
			
위 치	P1 교각	위 치	P1 교각
설 명	연단거리 측정	설 명	받침 이동량 측정
			
위 치	P2 교각	위 치	P3 교각
설 명	연단거리 측정	설 명	연단거리 측정

시설물명		장암교	
			
위 치	P3 교각	위 치	P4 교각
설 명	받침 이동량 측정	설 명	연단거리 측정
			
위 치	거더 외부	위 치	거더 외부
설 명	도막 두께 측정시험	설 명	도막 두께 측정시험
			
위 치	거더 내부	위 치	거더 내부
설 명	도막 두께 측정시험	설 명	도막 두께 측정시험

시설물명	장암교
------	-----



위 치	G1-S1-P1
-----	----------

설 명	강재 비파괴 시험
-----	-----------



위 치	G3-S2-P4
-----	----------

설 명	강재 비파괴 시험
-----	-----------



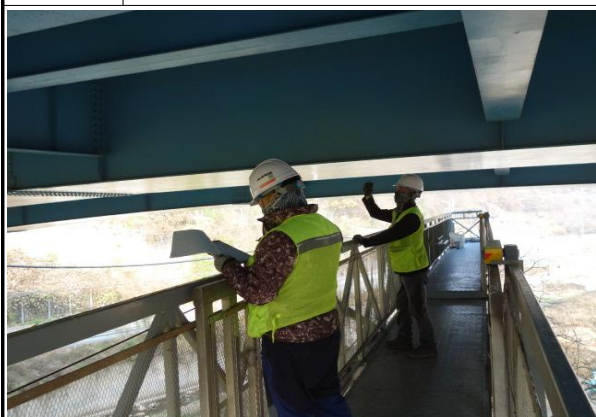
위 치	SLAB 상면
-----	---------

설 명	외관 조사 전경
-----	----------



위 치	거더 내부
-----	-------

설 명	외관 조사 전경
-----	----------



위 치	SLAB 하면
-----	---------

설 명	교량점검차 작업 전경
-----	-------------



위 치	SLAB 상면
-----	---------

설 명	교량점검차 작업 전경
-----	-------------

6.재하시험 사진

시설물명		장암교	
			
위 치	재하시험	위 치	재하시험
설 명	변형률게이지 장착전경	설 명	변형률게이지 장착전경
			
위 치	재하시험	위 치	재하시험
설 명	장비 운영현황	설 명	가속도 게이지 부착전경
			
위 치	재하시험	위 치	재하시험
설 명	시험 차량(정적재하)	설 명	시험 차량(동적재하)

1. 신축이음장치

위치	점 검 결 과				
A1	1	2	3	4	5
					
	전경	신축이음 유간 측정	바닥판 유간 측정	거더상부 유간 측정	거더하부 유간 측정
A2	1	2	3	4	5
					
	전경	신축이음 유간 측정	바닥판 유간 측정	거더상부 유간 측정	거더하부 유간 측정

2. 받침장치

위치	점 검 결 과		
A1	Sh1 전경	Sh2 전경	Sh3 전경
			
	Sh4 전경	Sh5 전경	Sh6 전경
P1			
	Sh1 전경	Sh2 전경	Sh3 전경
			
P2	Sh4 전경	Sh5 전경	Sh6 전경
			
	Sh1 전경	Sh2 전경	Sh3 전경
			
P2	Sh4 전경	Sh5 전경	Sh6 전경
			
	Sh1 전경	Sh2 전경	Sh3 전경
			

위치	점 검 결 과		
P3	Sh1 전경	Sh2 전경	Sh3 전경
			
	Sh4 전경	Sh5 전경	Sh6 전경
P4			
	Sh1 전경	Sh2 전경	Sh3 전경
			
P5	Sh4 전경	Sh5 전경	Sh6 전경
			
	Sh1 전경	Sh2 전경	Sh3 전경
P5			
	Sh4 전경	Sh5 전경	Sh6 전경
			

위치	점 검 결 과		
A2	Sh1 전경	Sh2 전경	Sh3 전경
			
	Sh4 전경	Sh5 전경	Sh6 전경
			

9. 사용장비 및 기기의 사진

사용장비 및 기기의 사진

용역명 : 2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)

구분	장비명	용도	제조회사	구입년도	사 진
1	반발경도 측정기	콘크리트(표면) 압축강도 측정	NSR(일본)	2003	
2	철근탐사기	철근위치 및 간격, 피복두께 측정	GSSI (미국) RADANMINI	2019	
3	탄산화 측정기	경화콘크리트 탄산화 깊이 측정	삼천화학(주)	2010	
3	초음파 측정기	콘크리트 균열깊이 및 강도 측정	JUST1000 (한국)	2003	
4	강재도막두께 측정기	강재 도막두께의 측정	HI9401 (한국)	2003	
5	초음파탐상 장비	맞대기 용접부위 결함검사	LEEB 510 (중국)	2019	
6	균열폭 측정 현미경	균열폭 크기 측정	PEAK(일본)	2003	
7	카메라	사진촬영	CANNON	2015	
8	점검망치	박리 및 박락 부위조사	-	2003	
9	그라인더	표면정리	BOSCH	2016	

10. 사전조사 자료 일체

2025년 장암교 정밀안전진단용역(성능평가 포함)

과업수행계획서

2025. 11.



공 주 시 청



(주) 양지
Yangji Co., Ltd.

주식회사 양지

목 차

제1장 과업의 개요

1.1 과업의 목적	2
1.2 시설물 현황	2
1.3 과업의 범위	3
1.4 과업의 기간	3
1.5 구조물 위치도 및 전경	4

제2장 과업추진 계획

2.1 과업수행흐름도	6
2.2 과업수행 일정	7

제3장 과업수행 방법

3.1 자료수집 및 검토	9
3.2 현장조사 및 시험	9
3.2.1 일반사항	9
3.2.2 외관조사	10
3.2.3 외관조사 결과에 따른 야장 작성기준	12
3.2.4 재료시험 및 측정	13
3.2.5 재료시험 평가방법 및 계획	14
3.3 상태평가	15
3.4 안전성평가	16
3.4.1 안전성평가 및 공용내하력 산정	16
3.5 종합평가 및 안전등급	18
3.5.1 종합평가	18
3.5.2 안전등급 지정	19
3.6 보수·보강 방안	20
3.6.1 보수·보강 필요성 판단 및 업무 흐름도	20
3.6.2 보수·보강 선정 기준	21
3.6.3 보수·보강 물량 및 개략공사비	21
3.7 유지관리 방안	21

3.8 종합결론	22
----------------	----

제4장 과업수행 인력 및 장비

4.1 과업수행 조직표	24
4.2 인원투입계획	25
4.3 투입장비	26

제5장 과업수행상 안전대책

5.1 업무별 안전관리계획	28
5.2 안전교육 시행계획	29
5.2.1 안전교육	29
5.2.2 안전관리 보고	29
5.3 교통통제 계획	30
5.3.1 목적	30
5.3.2 교통 제한시 착안사항	30
5.3.3 점검구간 내 통제 계획	30
5.4 안전관리 조직구성	33

제6장 사전검토 보고서 내용

6.1 배경 및 목적	35
6.2 사전검토 내용	35
6.2.1 정밀안전진단 대상시설물의 범위	35
6.2.2 유지관리자료 보유 현황 검토	36
6.2.3 과업의 범위	37
6.2.4 재료시험	38
6.2.5 기타과업	38
6.3 사전검토 결과	39

제1장 과업의 개요

- 1.1 과업의 목적**
- 1.2 시설물 현황**
- 1.3 과업의 범위**
- 1.4 과업의 기간**
- 1.5 구조물 위치도**
- 1.6 대상구조물 전경**

제1장 과업의 개요

1.1 과업의 목적

본 과업은 장암교에 대하여 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」 제12조에 의거 시행하는 정밀안전진단, 제40조 및 동법 시행령 제28조에 규정에 따른 제1종 성능평가로서 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물 기능 및 성능저하, 상태 등을 신속·정확하게 조사·평가하고, 그에 대한 적절한 성능확보를 취하여 재해 및 재난을 예방하는데 그 목적이 있다.

1.2 시설물 현황

시설물명	노선	종별	위 치	상부형식	준공 연도	연장 (M)	총폭 (M)	비고
장암교	32	1	충남 공주시 석장리동 110-1	STB	1995	280	18	4차로

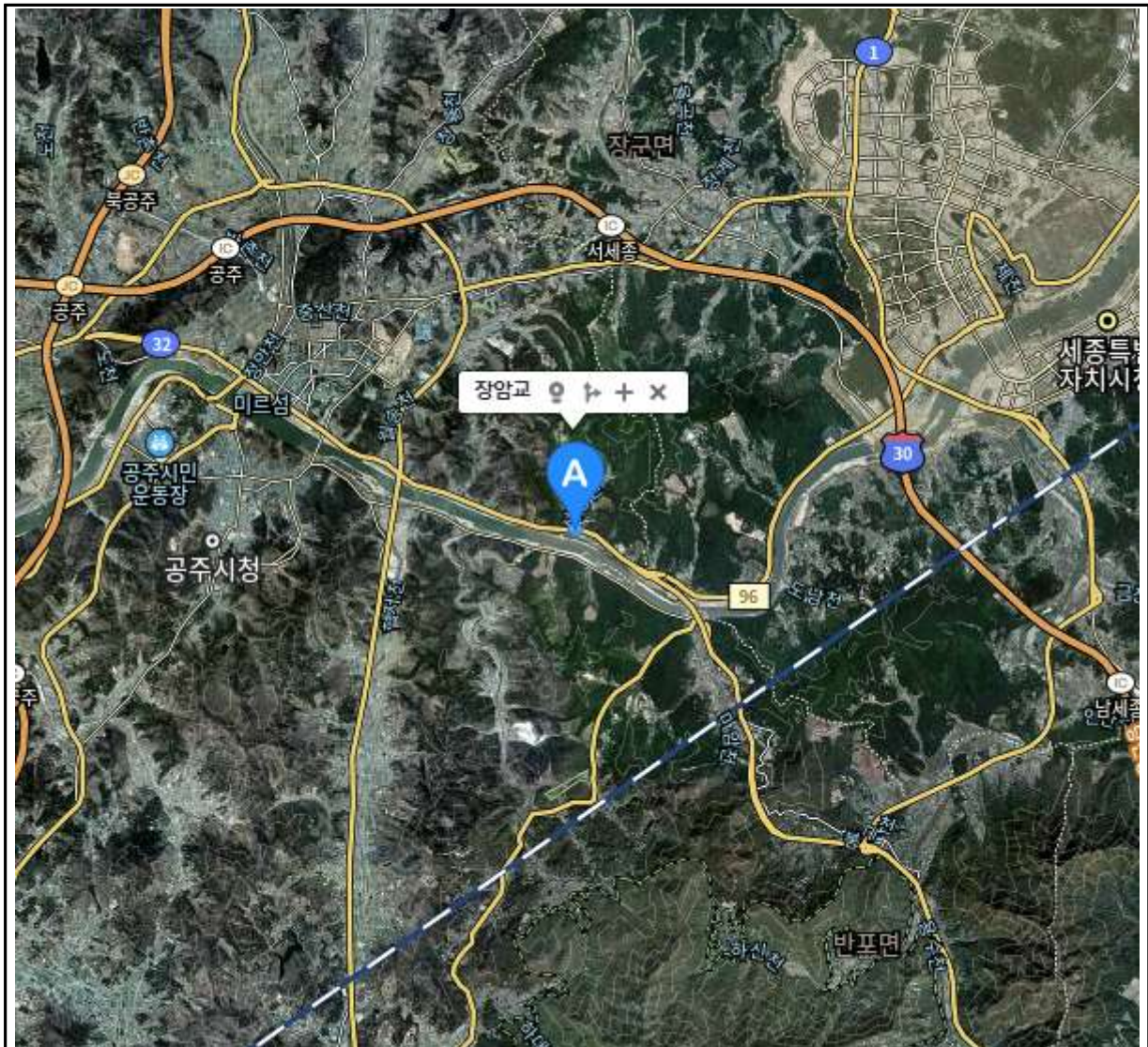
1.3 과업의 범위

과업항목	과업수행 내용	비고
자료수집 및 분석	• 준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 시설물관리대장, 시공관련자료 • 기존 초기점검 · 안전점검 · 정밀안전진단 · 기술과제 결과 자료 • 보수 · 보강이력 검토 · 분석 • 준공이후 시방서 및 제반 설계기준 변경사항 검토 • 내진설계 여부 확인	
현장조사 및 시험	• 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침에 의거 외관조사 및 외관 조사망도 작성 - 콘크리트구조물 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등 - 강재 구조물 : 균열, 도장상태, 부식 및 집합상태 • 현장 재료시험 등 - 콘크리트 시험 : 비파괴강도(반발경도시험), 초음파강도시험, 탄산화 깊이측정 - 강재 시험 : 초음파탐상시험 - 철근탐사, 염화물함유량시험, 균열깊이조사 등	
상태평가	• 외관조사 결과분석 • 현장시험 및 재료시험 결과분석 • 콘크리트의 내구성 평가 • 부재별 및 시설물 전체상태평가 결과에 대한 소견	
성능평가	• 안전성능 평가 • 내구성능 평가 • 사용성능 평가 • 종합성능평가	
안전성평가	• 구조해석 및 내하력평가	
종합평가	• 관련법령에서 정한 절차와 방법에 따라 안전등급 지정 • 안전등급이 변경되는 경우 타당한 근거 제시	
보수 · 보강 방안 및 유지관리방안 제시	• 보수시기, 보수 우선순위 및 보수대책 • 보수대상, 공법, 소요예산 선정 · 제시 • 유지관리 개선사항 제시 • 점검순서, 점검 Key Point 등 맞춤형 점검메뉴얼 작성	
보고서작성	• 서술식으로 작성, 그림 및 도표 등이 있는 경우 상세한 설명 • “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침”에 의거하여 작성 • 참여기술자 명단의 참여기간은 업무일지의 실 참여일수 기재	

1.4 과업의 기간

2025. 11. 03. ~ 2026. 05. 03 (작수일로부터 180일)

1.5 구조물 위치도 및 전경사진



장암교 상부전경



장암교 측면전경

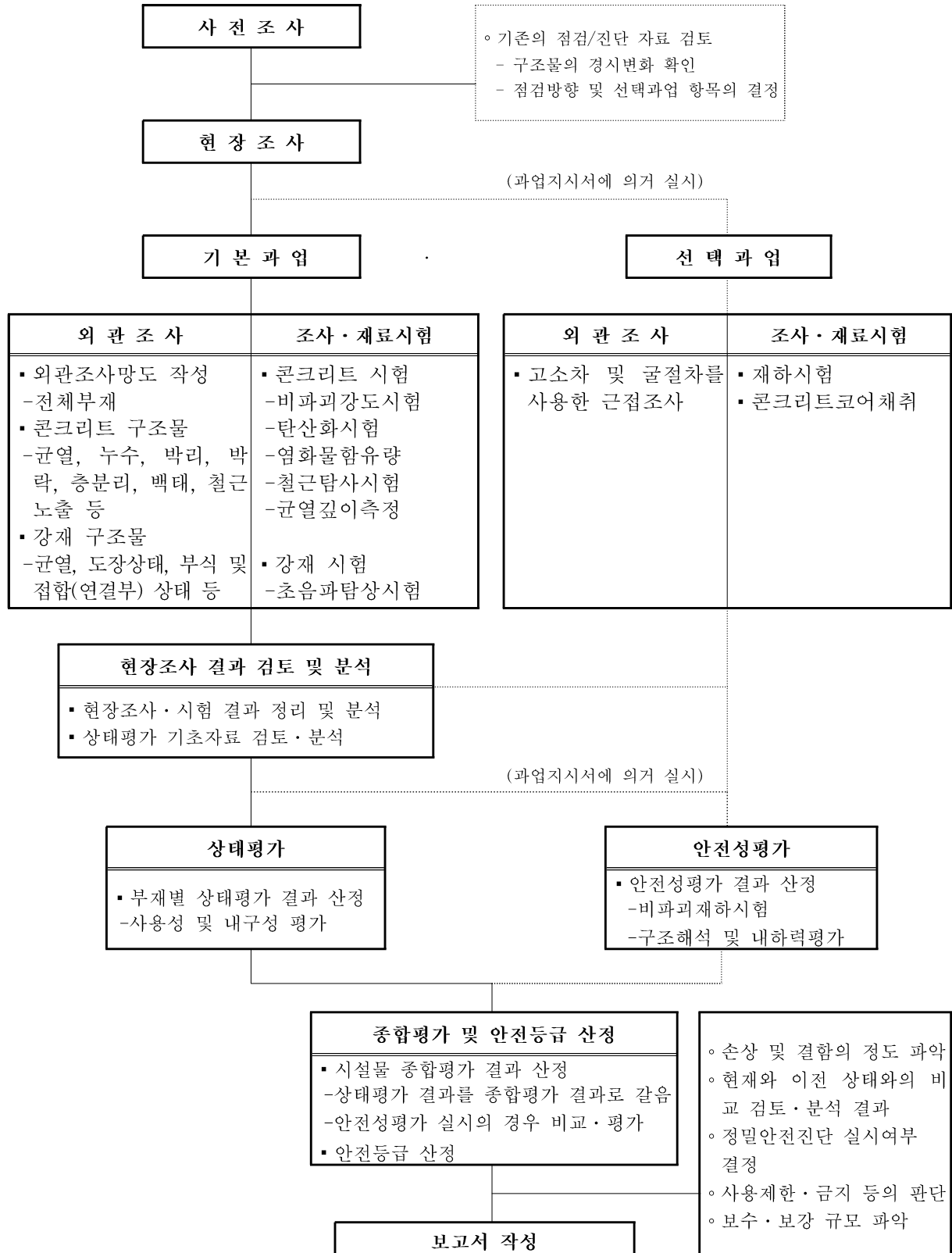
제2장 과업추진 계획

2.1 과업수행 흐름도

2.2 과업수행 일정

제2장 과업추진 계획

2.1 과업수행흐름도



2.2 과업수행 일정

공종	2025년도								비고
	7	14	21	28	35	42	49	58	
1. 사전조사 ▪ 착공계 작성 및 제출 ▪ 현장답사 ▪ 관련자료 수집 및 분석 ▪ 사전검토서 작성 및 제출 ▪ 과업수행계획서 작성 및 제출									- 11/03 계약 - 11/11 착수
2. 현장조사 및 상태조사 ▪ 현장조사 계획 및 준비 ▪ 현장재료시험 및 실내시험 ▪ 시험결과 해석 및 평가 ▪ 외관조사 ▪ 현장조사결과 정리 ▪ 상태평가									
3. 안전성평가 ▪ 비파괴재하시험 ▪ 구조해석 및 내하력평가									
4. 종합평가 및 안전등급 지정 ▪ 안전등급 지정 ▪ 종합평가 결과 제출									
5. 보수·보강 방안 및 유지관리 방안 제기 ▪ 보수시기, 우선순위 결정 ▪ 보수공법, 소요예산 제시 ▪ 유지관리방안 제시 ▪ 점검순서, 점검 Key Point 등 점검 매뉴얼 작성									
6. 보고서 작성 ▪ 외관조사망도 작성 ▪ 최종보고서 작성 ▪ e-보고서 작성									- 25/12/31 준공

제3장 과업수행 방법

3.1 자료수집 및 검토

3.2 현장조사 및 시험

3.3 상태평가

3.4 안전성평가

3.5 종합평가 및 안전등급

3.6 보수·보강 방안

3.7 유지관리 방안

3.8 종합결론

제3장 과업수행 방법

3.1 자료수집 및 검토

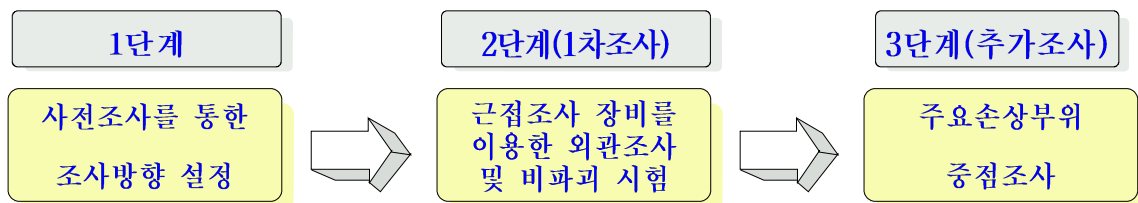
대상구조물에 대한 자료수집과 현장예비 조사를 통해 과업대상 구조물의 중점조사내용, 현장조사 및 시험의 방향설정과 조사방법 및 계획 등을 수립하도록 계획하였다.

또한, 상기 조사내용을 토대로 현장조사 요원에게 사전교육을 실시하여 중점조사 내용 및 현장시험 등을 숙지시켜 정확한 조사가 시행되도록 한다.

구분	내 용
관련자료조사	① 준공도면의 검토 - 구조계산서 및 특별시방서 ② 과거 점검기록 검토 ③ 시설물 증·개축 및 유지보수 이력 검토 ④ 과거의 기록사진 및 자료의 검토 - 준공 이후의 제반 시방서 및 설계기준 변경사항 ⑤ 시설물 안전진단, 점검 세부지침에 의한 해당시설물 표준점검표 (Check list) 작성 - 설계하중 및 실제하중 현황 ⑥ 보고서에 첨부할 대상시설물 도면 준비
현장답사	① 대상 시설물에 대한 개괄적 현황 파악, 시설물 이용현황, 입지환경조성 및 외형형상 조사 ② 발주처의 의견 수렴

3.2 현장조사 및 시험

3.2.1 일반사항



기존에 실시한 점검 및 진단용역 및 보수보강이력, 현장예비조사 등의 사전조사를 통해 파악된 중점조사 사항(주요손상 및 결함)에 대한 발생 현황과 원인을 파악하기 위해 심도 있는 조사를 실시하고, 외관조사망도(지장물포함)를 작성하여 향후 점검 및 유지관리시에 효율적으로 활용할 수 있도록 한다.

접근방법으로는 점검로, 점검사다리, 고소작업차, 굴절차 등을 사용하여 부재에 최대한 접근한 상태에서 조사한다.

강재의 균열, 처짐 및 변형, 볼트의 이완 및 탈락, 표면상태 및 부식, 도장상태로 구분하여 상태를 조사한다.

콘크리트의 균열, 박락, 철근부식, 표면상태로 구분하여 상태를 조사한다.

구조물을 검사 가능한 위치에서 누수백태 등을 중심으로 조사한다. 특히 백화현상이 집중된 부위는 탈락 등의 큰 손상을 초래할 위험이 있기 때문에 노면의 균열상황 등도 조사한다.

받침장치는 육안검사에 의하여 기능과 상황점검을 하지만, 차량 통과시의 이상음, 필요한 경우 테스트 해머로 타격 시 발생하는 소리에 의하여 조사한다.

구조물 주변의 지장물을 조사한다.

배수관, 방음벽, 중분대 등 비구조적 부재의 상태도 빠짐없이 외관조사 실시한다.

3.2.2 외관조사

가. 조사방법(예시)

		
도보 육안조사	사다리 이용 조사	굴절차 이용 정밀조사
		
고소차 이용 정밀조사	측정장비 이용 조사	

나. 일반점검 사항

점검부위	점검사항	비고
상부구조	▪ 전반적 외관상태 ▪ 손상, 결함, 열화의 존재 및 진전 상태 ▪ 보수·보강된 부재 및 단면의 외관상태 ▪ 우천 후 배수상태 ▪ 신축이음부 파손 및 유간 ▪ 정밀조사가 필요한 조사부위 파악 ▪ 차량 충돌에 의한 파손 여부	
하부구조	▪ 전반적 외관상태 ▪ 손상, 결함, 열화의 존재 및 진전상태 ▪ 보수·보강된 부재 및 단면의 외관상태 ▪ 정밀조사가 필요한 조사부위 파악 ▪ 차량충돌에 의한 파손 여부	
기 타	▪ 청소상태 ▪ 보수부 재손상 확인	

다. 중점점검 사항

점검부위	점검사항	비고
St. Box	▪ 도장상태, 하부플랜지 변형	
하부 구조	교대 ▪ 교대의 부등침하로 인한 기울음 ▪ 거더와 홍벽간 신축유간 조사	
	교각 ▪ 교각 부등침하 ▪ 상면 물고임 : 받침부의 균열 파손 등과 연계하여 조사	
받침장치	▪ 가동받침의 작동상태 ▪ 받침부 몰탈 균열, 파손	

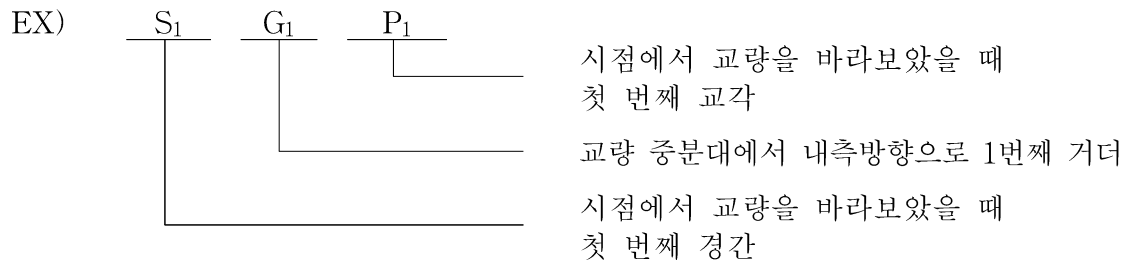
※현장조사 중 중대한 결함이 있는 부위가 발견되는 경우에는 즉시 발주처에 보고.

※교량받침, 신축이음장치 등은 손상유무에 관계없이 모든 부위를 조사하여 자료 제출.

3.2.3 외관조사 결과에 따른 야장 작성기준

현장에서 조사된 손상에 대하여 다음과 같이 부재별로 별도의 기호를 정의하여 통일성을 기한다.

부재구분		사용기호	비고
상부구조	경	S	Span
	거	G	Main Girder(중분대에서 외측으로 순번)
	바	SL	Slab
	가	C	Cross Beam
	받	Sh	Bearing(중분대에서 외측으로 순번)
	신	Exp.	Expansion Joint(시점에서 종점으로 순번)
하부구조	교	A	Abutment
	교	P	Pier



3.2.4 재료시험 및 측정

가. 콘크리트 강도시험

① 반발경도법 : 슈미트 햄머에 의해 콘크리트 표면반발경도를 측정하는 방법임.

② 초음파법(Ultrasonic Techniques)

초음파법은 콘크리트에 밀착된 발진자와 수신자간의 초음파 전달속도를 측정하여 콘크리트의 내부강도를 추정하는 방법임.

나. 코어채취 및 압축강도시험

현장에서 코어를 채취하여 이로부터 콘크리트의 압축강도를 추정하는 국부파괴시험으로 비파괴시험과는 구별되지만 구조물의 실제 강도를 추정하는데 신뢰도가 가장 높다. 콘크리트 코어를 채취할 경우 그 채취 지점은 구조물에 영향이 최소화되는 지점을 선정토록 하며, 코어 시료를 채취 후 파손 부위는 원래의 기능을 회복할 수 있도록 복구를 실시한다.

코어채취에 의한 압축강도시험은 선택과업으로 외관조사 후 시험위치를 감독관과 협의 후 실시토록 한다.

다. 콘크리트 내부 철근탐사시험(레이다법)

표면에서 발사된 파의 간섭 및 반사특성을 이용하여 철근의 위치, 방향, 피복두께를 추정한다.

라. 염화물 함유량시험

부재별로 콘크리트 표면에서 채취된 시료의 염화물 함유량 시험을 수행한다.

마. 콘크리트 탄산화시험

탄산화 시험은 구조체에서 구조체 안전에 영향을 미치지 않는 부위를 선정 일부분을 파손하여 노출된 대상 측정면에 페놀프탈레인 1% 용액을 대상부위의 파단면에 분무하여 탄산화 깊이를 측정하며, pH 8.2~10.0 범위의 중성에서는 변색 하지 않고, pH10 이상의 알칼리성에서는 붉은색으로 발생하는데, 이때 표면에서 발색점까지의 깊이를 측정하며, 이를 탄산화 깊이로 한다.

3.2.5 재료시험 평가방법 및 계획

재료시험 항목	기준수량		시험계획
	상부구조	하부구조	
반발경도시험	▪ 철근콘크리트: 2개소/50m ▪ 강합성교: 1개소/50m	▪ 1개소/50m ▪ 교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상)	▪ 기준수량 100% 이상
초음파전달속도시험	▪ 철근콘크리트: 2개소/50m ▪ 강합성교: 1개소/50m	▪ 1개소/50m ▪ 교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상)	▪ 기준수량 100% 이상
철근탐사시험	▪ 철근콘크리트: 2개소/50m ▪ 강합성교: 1개소/50m	▪ 1개소/50m ▪ 교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상)	▪ 기준수량 100% 이상
탄산화깊이측정	▪ 5경간 이내 : 4~6개소 ▪ 5경간 이상 : 6~9개소		▪ 기준수량 100% 이상
염화물함유량시험	▪ 3개소 이상		▪ 기준수량 100% 이상
균열깊이 조사	▪ 부재의 중요도를 고려 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정		▪ 책임기술자 판단에 따라 수량 결정
강재용접부 초음파탐상시험	▪ 플레이트거더교: 1개소/경간별 거더 ▪ 강박스거더교: 2개소/경간별 거더		▪ 강박스거더교: 2개소/ 경간별 거더
철근부식도조사	▪ 과업내용에 의해 조사 및 수량 결정		▪ 책임기술자 판단에 따라 수량 결정
방사선투과시험	▪ 과업내용에 의해 조사 및 수량 결정		
자분탐상시험	▪ 과업내용에 의해 조사 및 수량 결정		
코어채취	▪ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정		▪ 기준수량 100% 이상
※Span 및 교각별 상태평가 결과 c등급 이하로 평가된 구간 및 현장조사 결과 강도저하 의심구간 위주로 재료시험 실시			

3.3 상태평가

가. 부재별 상태평가 적용범위

상태평가 등급		시설물의 상태
상부구조	· 바닥판, 거더,	a, b, c, d, e
	· 2차부재 (가로보 및 세로보)	a, b, c, d
하부구조	· 교대 및 교각, 기초, 주탑	a, b, c, d, e
받침	· 교량받침	a, b, c, d, e
기타부재	· 신축이음, 난간 및 연석, 배수시설, 교면포장	a, b, c, d
콘크리트 재료	· 탄산화, 염화물	a, b, c, d

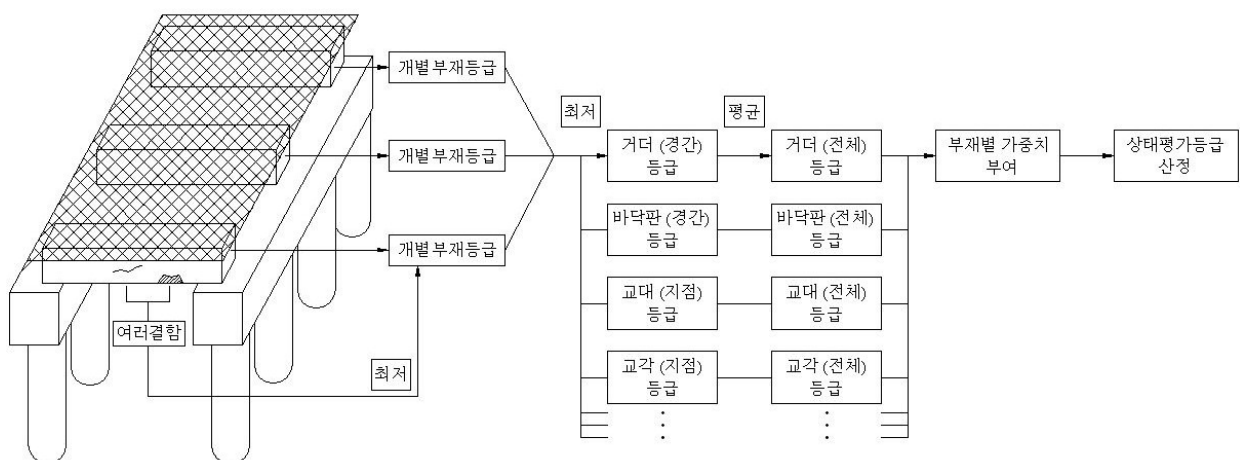
나. 경간별(지점별) 부재 상태평가

개별부재에서 발견된 결함 및 손상에 대하여 평가한 후 각 상태평가 결과 중 최저값을 개별부재 상태평가 결과로 산정한다.

한 경간 내에서 여러 부재가 있을 경우는 각 부재의 상태평가 기준 중 최저값을 경간(지점) 상태평가 결과로 산정한다.

다. 전체 시설물의 상태평가 결과 결정

구조형식이 같은 부재에 대해 부재별로 평균하여 부재 상태평가를 결정한 후 구조형식에 따른 부재별 가중치를 적용하여 환산 결함도 점수를 구한다. 환산 결함도 점수는 시설물 전체의 상태평가 결과를 산정하기 위한 기준값이며, 아래표의 결함도 점수범위에 따른 기준을 적용하여 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 구한다.



3.4 안전성평가

시설물의 설계도서 및 관련 자료를 근거로 한 구조해석과 현장 외관조사, 내구성조사, 재하시험 결과를 이용하여 공용중인 시설물에 대한 내하력 및 안전성을 평가한다.

3.4.1 안전성 평가 및 공용내하력 산정

가. 안전성 평가 기준

등급	안전성평가 기준	비고
A	$SF > 1.0$	◦ 허용응력설계법 $SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}}$ ◦ 강도설계법 $SF(\text{안전율}) = \frac{\text{설계강도}}{\text{소요강도}} = \frac{\phi Mn}{Mu}$
B	$0.9 \leq SF < 1$ 이나, 공용내하력이 설계하중보다 크게 평가된 경우	
C	$0.9 \leq SF < 1$	
D	$0.75 \leq SF < 0.9$	
E	$SF < 0.75$	

나. 내하력 평가 기준

- ① 현재 도로교와 철도교는 강교의 경우 허용응력설계법, 콘크리트교의 경우 강도설계법으로 설계하고 있으며, 내하력 평가도 위의 설계법을 기준으로 수행 하며, STB Girder 교량의 경우 허용응력설계법과 강도설계법을 병행하여 내하력을 평가한다.

- ② 허용응력법에 의한 내하력평가

$$\text{내하율(RF)} = \frac{f_a - f_d}{f_l(1+i)}$$

여기서, f_a = 허용응력

f_d = 고정하중에 의한 응력

f_l = 설계 활하중(도로교의 경우 DB 또는 DL하중)에 의한 응력

i = 충격계수는 도로교 설계기준에서 제시한 설계 충격계수를 적용

$$\text{기본내하력} = \text{내하율(RF)} \times P_r$$

(내하율이 1.0 이상일 경우의 기본내하력은 설계활하중으로 표현)

$$- \text{공용내하력}(P) = K_s \times RF \times P_r$$

$$\text{여기서, } K_s = \text{응답 보정계수} = \frac{\delta_{\text{계산}}}{\delta_{\text{실측}}} \cdot \frac{1+i_{\text{계산}}}{1+i_{\text{실측}}} \quad \text{또는} \quad = \frac{\varepsilon_{\text{계산}}}{\varepsilon_{\text{실측}}} \cdot \frac{1+i_{\text{계산}}}{1+i_{\text{실측}}}$$

$$f_a = \text{허용응력}$$

$$f_d = \text{고정하중에 의한 응력}$$

$$f_l = \text{설계 활하중(도로교의 경우 DB 또는 DL하중)에 의한 응력}$$

$$i_{\text{계산}} = \text{도로교의 경우 도로교설계기준에 의한 충격계수}$$

$$i_{\text{실측}} = \text{동적재하시험으로부터 평가된 최대 충격계수}$$

$$P_r = \text{설계 활하중(도로교의 경우 DB 또는 DL하중)}$$

$$\delta_{\text{계산}}(\delta_{\text{실측}}) = \text{이론적인 처짐량 (실측 처짐량)}$$

$$\varepsilon_{\text{계산}}(\varepsilon_{\text{실측}}) = \text{이론적인 변형률 (실측 변형률)}$$

③ 강도설계법에 의한 내하력평가

$$- \text{내하율}(RF) = \frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_l (1+i)}$$

$$\text{여기서, } \phi M_n = \text{극한 저항모멘트}$$

$$(\text{강구조물 } \phi = 1, \text{ RC·PC구조물의 휨부재 } \phi = 0.85)$$

$$M_d = \text{실측 고정하중모멘트}$$

$$M_l = \text{설계 활하중(DB 또는 DL하중)에 의한 모멘트}$$

$$\gamma_l = \text{활하중 계수} = 2.15$$

$$\gamma_d = \text{고정하중 계수} = 1.30$$

$$i = \text{도로교설계기준에서 제시한 설계 충격계수를 적용}$$

$$- \text{기본내하력} = \text{내하율}(RF) \times P_r$$

$$- \text{공용내하력}(P) = K_s \times RF \times P_r$$

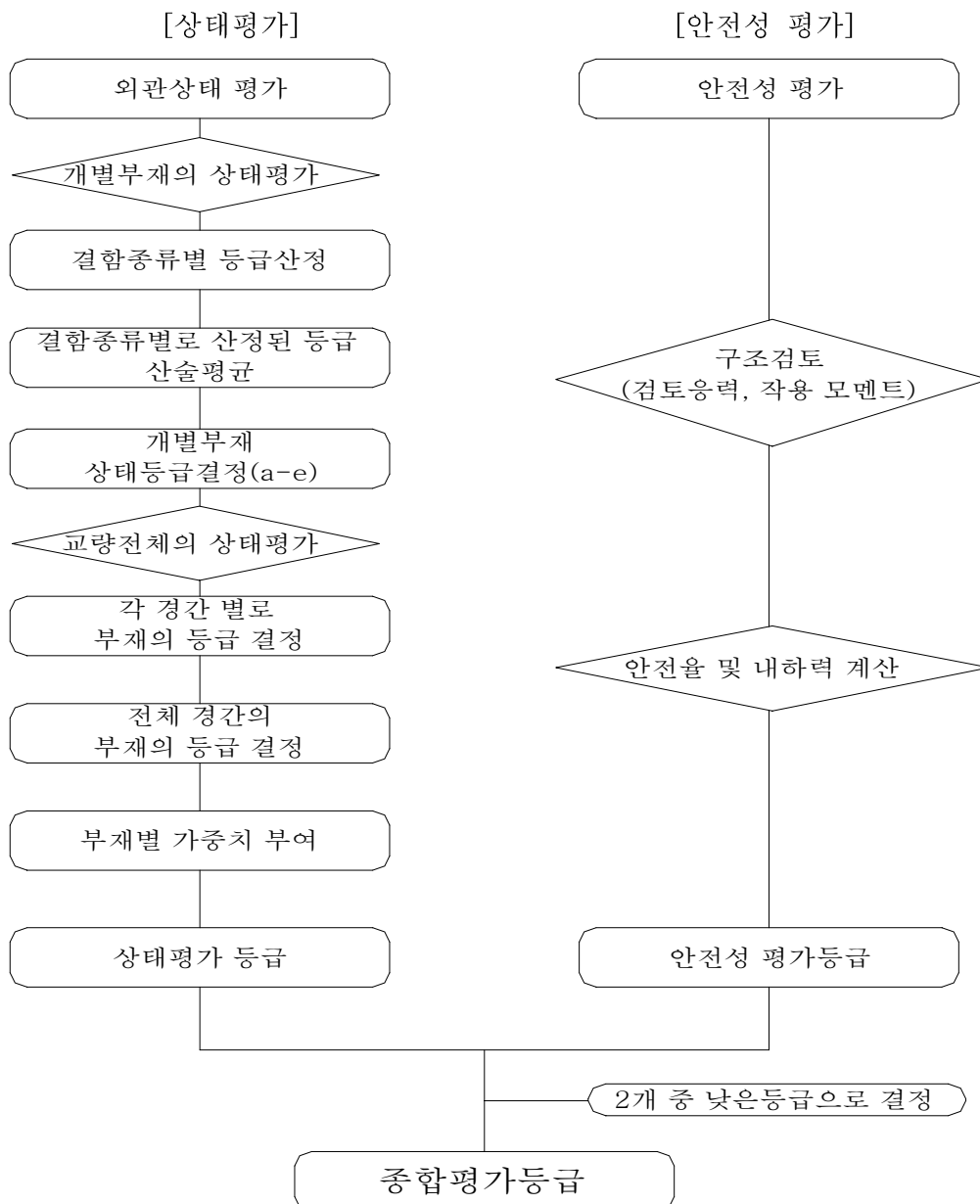
$$\text{여기서, } K_s = \text{응답보정계수} = \frac{\delta_{\text{계산}}}{\delta_{\text{실측}}} \cdot \frac{1+i_{\text{계산}}}{1+i_{\text{실측}}} \quad \text{또는} \quad = \frac{\varepsilon_{\text{계산}}}{\varepsilon_{\text{실측}}} \cdot \frac{1+i_{\text{계산}}}{1+i_{\text{실측}}}$$

$$P_r = \text{설계활하중 (도로교의 경우 DB 또는 DL하중)}$$

3.5 종합평가 및 안전등급

3.5.1 종합평가

- 정밀점검의 경우 외관조사에 따른 상태평가등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정한다.
 - 종합평가등급 = MIN (상태평가등급)
- 정밀안전지단의 경우 외관조사에 따른 상태평가등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정한다.
 - 종합평가등급 = MIN (상태평가등급, 안전성평가등급)
- 종합평가 산정 흐름도



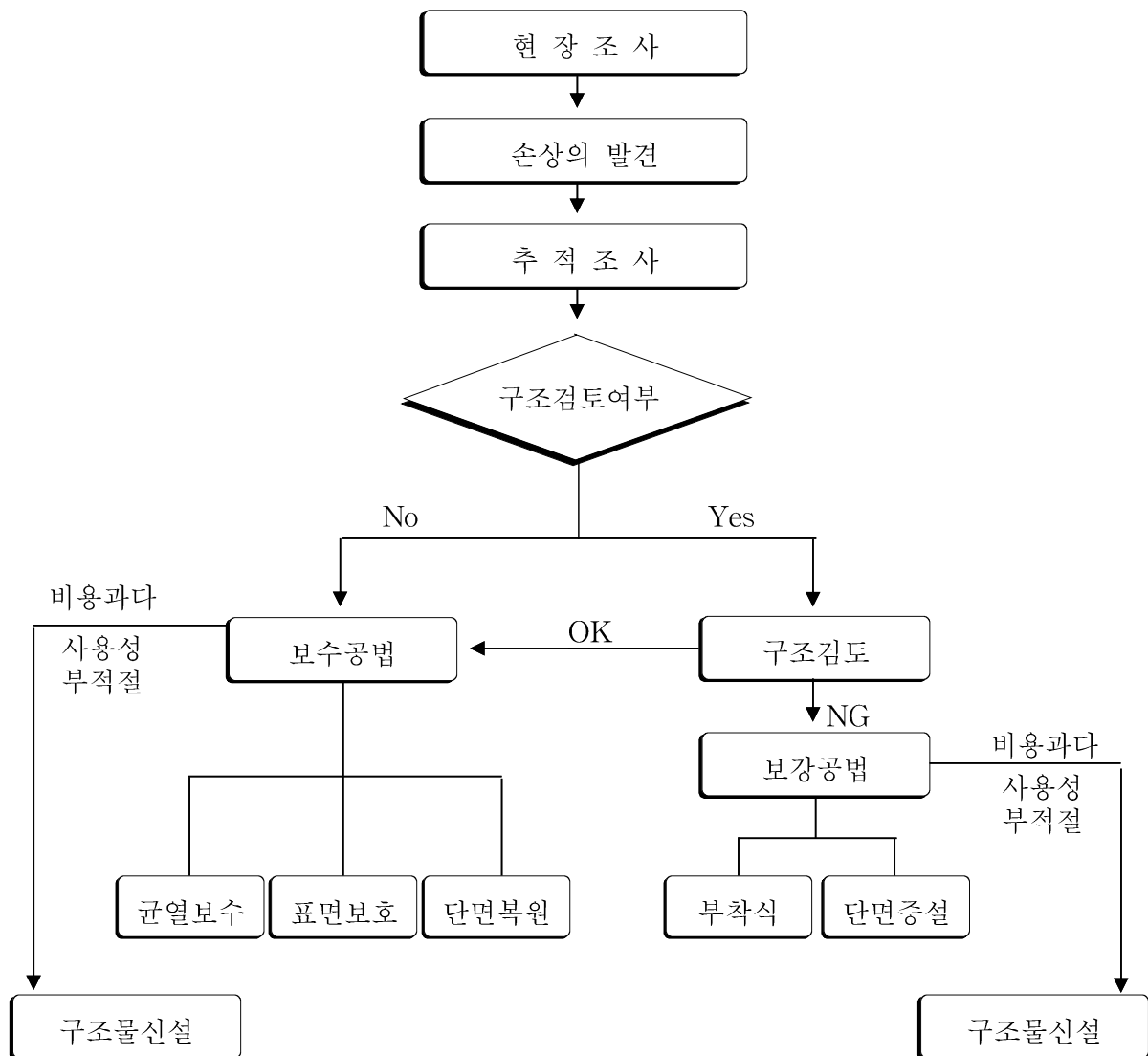
3.5.2 안전등급 지정

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재의 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성저하방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위협이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

3.6 보수·보강 방안

보수·보강공법의 선정 시에는 발생된 결함 및 손상에 대해 보수·보강이 필요한 지를 평가한 뒤 고속도로상 작업여건, 안전성, 시공성, 경제성 및 유지관리차원, 이용자의 불편을 최소화할 수 있는 방안을 고려한 보수·보강공법에 대하여 우선순위 장단기 대책을 수립하여 제시하며 각 구조물별로 작성한다.

3.6.1 보수·보강 필요성 판단 및 업무 흐름도



3.6.2 보수·보강 선정 기준

보수·보강공법	내용
우선순위 결정	▪ 구조물의 직접적인 안전성과 관련 있는 손상을 최우선으로 함 ▪ 누수 등과 같이 구조물의 노후화를 가속시키는 손상을 우선으로 함 ▪ 주부재의 균열 또는 철근부식 등으로 주철근과 같은 주요구조물의 내구성 및 성능저하를 유발할 수 있는 손상을 우선으로 함
공 법	▪ 보수공법은 비교표를 통해 작성하여 각 공법의 장·단점 비교 검토 ▪ 보수공법 비교 검토 후 최적안을 선정제시(필요시)
안 전 성	▪ 보수, 보강실시 후 공용하중에 대한 안전성을 확보할 수 있는지를 검토
시 공 성	▪ 보수대상별 보수시기, 보수 우선순위, 보수대책은 도로상 작업여건을 감안, 교통 불편을 최소화 할 수 있는 방안으로 각 구조물별로 작성
경 제 성	▪ 시공 가능한 공법 중 내구성·안전성을 고려하여 가장 경제적인 공법 선정
유지관리 차원	▪ 공학적인 측면에서 보수·보강공법을 검토하고 시설물의 효율적인 유지관리에 문제가 없는 공법 선정

3.6.3 보수·보강 물량 및 개략공사비

보수·보강 물량 및 개략공사비는 다음과 같은 내용을 정리하여 보고서에 수록한다.

- 구조체별 손상발생 물량 총괄 정리
- 구조체별 보수·보강 물량, 개략공사비 및 우선순위 총괄정리
- 우선순위별로 물량 및 개략공사비 정리

3.7 유지관리 방안

시설물의 유지관리는 관리 주체자가 체계적으로 유지관리를 시행하고 있으나 주요 손상부재 및 취약부재의 손상상태 및 손상원인을 파악한 후 유지관리를 실시한다면 효율적인 유지관리가 이루어질 수 있다.

따라서 본 과업에서는 주요 손상부재 및 손상원인을 파악하고 유지관리를 효율적으로 실시할 수 있는 건의사항 및 방안을 제시한다.

유지관리방안		내용
기 본 방 향		현장 정밀점검 결과를 근거로 공용기간 중 대상시설물에 발생 가능한 손상을 조기에 발견함으로써 사용성, 안전성 및 내구성이 확보될 수 있도록 유지관리 방안 검토
제시내용 결정		- 효율적인 점검을 위한 방안 검토 - 유지관리방법 개선의 필요성 검토
유지관리방법 제시		- 점검경로 제시 - 유지관리편람 제시 - 장기 유지관리 체계 개선 대책 제시
중점 점검 위치 결정	정기점검	육안조사시 확인하여야 할 점검 위치 제시
	정밀점검	- 근접조사시 확인하여야 할 점검 위치 제시 - 비파괴시험 실시구간 제시 - 금회 정밀안전진단 결과에 의거 문제 발생구간 제시

3.8 종합결론

종합결론부에는 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(교량편, 국토교통부 2019.01)에 제시한 내용을 포함한 결론을 작성하여 제출한다.

종합결론부 내용 (교량 세부지침사항)	종합결론부 세부 목차
- 정밀안전진단 실시결과의 종합결론 - 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항 - 기타 필요한 사항	1) 외관조사 결과 2) 현장 시험 및 측정결과 3) 시설물의 상태평가 4) 종합평가 결과(안전등급 지정 포함) 5) 보수보강 방법(유지관리방안제시 포함) 6) 종합결론

제4장 과업수행 인력 및 장비

4.1 과업수행 조직표

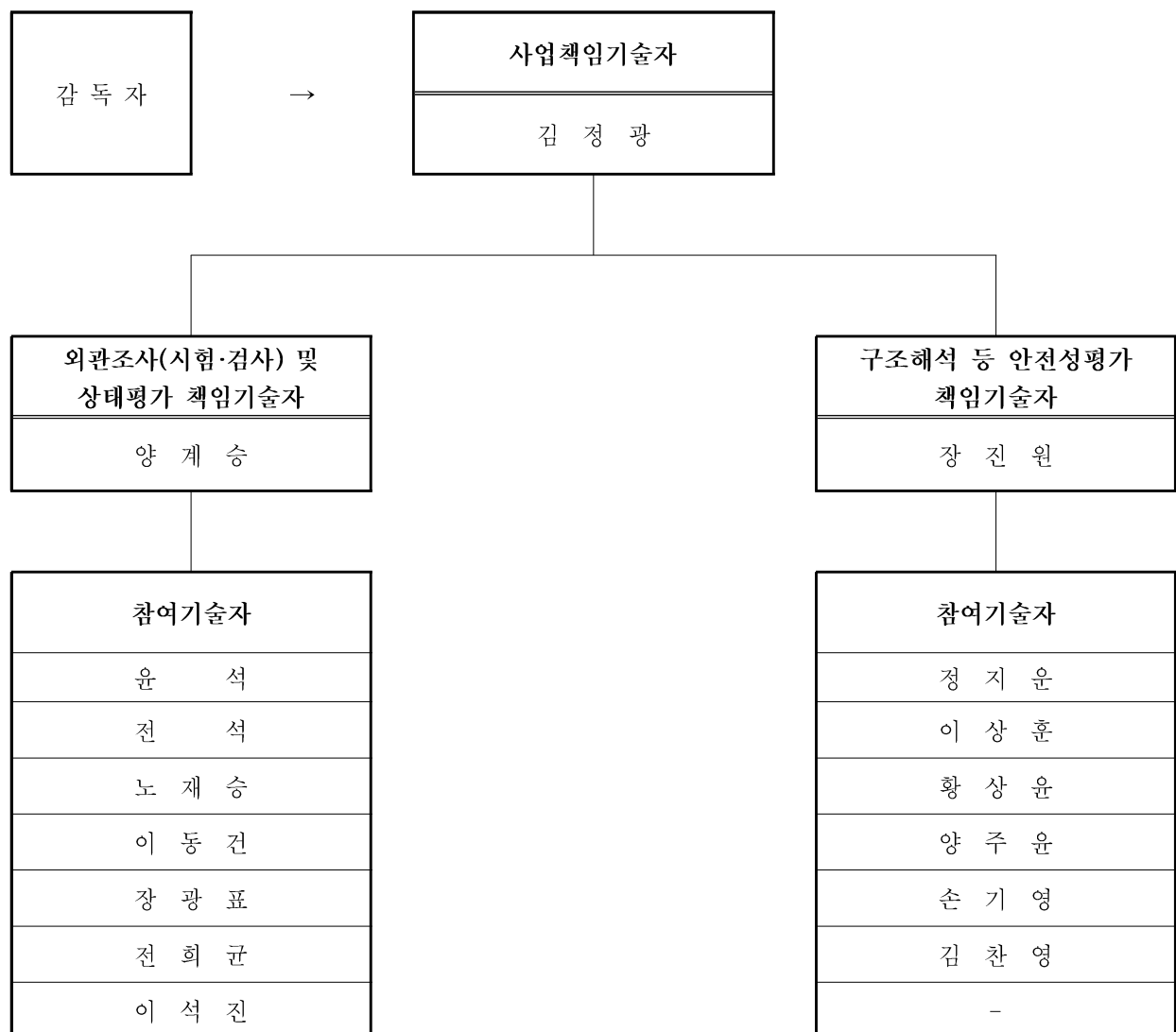
4.2 인원투입계획

4.3 투입장비

제4장 과업수행 인력 및 장비

4.1 과업수행 조직표

- 시설물의 정밀안전진단 업무가 국민의 재산과 생명은 물론 시설물의 효용증진과 안전 확보 차원과 직결되므로 이 분야의 기술과 경험이 풍부한 전문가로 인적자원을 구성
- 사업책임기술자 : 안전진단 전문분야의 풍부한 경력과 학문을 겸비한 기술자
- 분야별책임기술자 : 해당분야의 오랜 기술경험 있는 경력자로 구성
- 참여기술자 : 특급기술자 고급·중급·초급 기술자로 편성
- 행정지원 : 팀이 과업시작부터 완료시까지의 전 과정에 걸쳐 발주처와의 원활한 업무협조, 업무보고 및 관련사항에 대한 진단행정 지원을 실시함으로써 과업수행에 차질이 없도록 한다.



4.2 인원투입계획

참 여 업 무	참여기간	성 명	주민등록번호	자격증번호·종류	비 고
사업 책임기술자	2025. 11. 05. ~ 2026. 05. 03.	김 정 광	631113-1*****	토목구조기술사 (98155020014V)	(주)양지
분야 책임기술자	"	장 진 원	800801-1*****	토목기사 (07204020605H)	(주)명성 엔지니어링
참여기술자	"	윤 석	760922-1*****	학·경력기술자	(주)양지
	"	전 석	840925-1*****	토목기사 (07204070324A)	(주)양지
	"	양 계 승	560104-1*****	도로및공항기술사 (93139010118E)	(주)양지
	"	노 재 승	661007-1*****	학·경력기술자	(주)양지
	"	이 동 건	680507-1*****	학·경력기술자	(주)양지
	"	장 광 표	550117-1*****	학·경력기술자	(주)양지
	"	정 지 운	810725-1*****	토목기사 (06201120243L)	(주)명성 엔지니어링
	"	이 상 훈	850424-1*****	콘크리트기사 (17203240103H)	(주)명성 엔지니어링
	"	황 상 윤	851211-1*****	토목기사 (11204020148Z)	(주)명성 엔지니어링
	"	양 주 윤	831011-2*****	학·경력기술자	(주)명성 엔지니어링
	"	손 기 영	920801-1*****	학·경력기술자	(주)명성 엔지니어링
	"	전 희 균	940107-1*****	학·경력기술자	(주)명성 엔지니어링
	"	이 석 진	000912-1*****	토목산업기사 (242011042887M)	(주)명성 엔지니어링
	"	김 찬 영	971120-1*****	학·경력기술자	(주)명성 엔지니어링

4.3 투입장비

장비명	규격	용도	활용방법	비고
균열 측정기	PEAK2028	균열폭 측정	▪ 균열폭의 크기와 길이를 확대렌즈를 통해 육안으로 확인	
반발경도 측정기	NR식	콘크리트강도	▪ 약 3cm 간격에 20회 정도 타격하여 그 값의 평균치를 구함	
탄산화 시험기	-	콘크리트 내부 탄산화 측정	▪ 페놀프탈레인 용액 1%를 분사하여 대비되는 색깔로 pH양을 측정	
버니어 캘리퍼스	-	탄산화 깊이	▪ 드릴링을 실시한 후에 탄산화 깊이를 측정	
그라인더	DAG-100SP	콘크리트 먼처리	▪ 반발경도 시험 및 초음파 강도 시험을 실시하기 전 콘크리트 먼처리	
해머드릴	GVH 36	드릴링	▪ 탄산화를 위한 드릴링 및 들뜸부 파취를 위해 조사	
disto	LM30	디지털 거리 측정기	▪ 제원조사 및 거리측정시 이용	
사진기	SAMSUNG	외관조사 보조기구	▪ 외관조사시 손상이나 현황 등을 촬영	
소형랜턴	TI-SSC P7	외관조사 조사보조기구	▪ 내부 조사시 보다 정밀한 조사를 위해 소형랜턴을 휴대함	
망원경	CF	외관조사 보조기구	▪ 원거리에서 근접육안 조사용	
점검망치	-	외관조사 보조기구	▪ 콘크리트 및 강재의 청음조사에 이용	
초음파탐상기	JUST1000	콘크리트강도	▪ 콘크리트 강도측정	
철근탐사	Rc-Scan	철근탐사	▪ 철근배근, 철근피복두께 측정	

			
균열 측정기	반발경도 측정기	탄산화 시험기	버니어 캘리퍼스
			
그라인더	탄산화 시험기	초음파탐상기	RC-Scan

제5장 과업수행상 안전대책

5.1 업무별 안전관리계획

5.2 안전교육 시행계획

5.3 교통통제 계획

5.4 안전관리 조직구성

제5장 과업수행상 안전대책

5.1 업무별 안전관리계획

구분	안전관리 항목 (유해, 위험요소)	안전관리 대책
공통사항	현장작업 착수전 준비 및 확인사항	- 관리주체 감독원에게 현장조사 일정보고(전화) - 비상 연락처 위치 및 전화 번호 확인 - 관리주체, 경찰서, 소방서(119), 병원 - 작업전 현장 예상사고 발생요소 확인 후 교육 및 토의 - 안전장구 착용 및 진단자 복장 확인 - 안전 점검일지 작성 - 우천시 작업 중단 - 팀장은 작업 중 수시 안전 확인
교통통제	교통사고	- 교통통제 - 관할 도로순찰대와 협조 - 관리주체 담당자와 합동 확인 - 각종 교통안전표지 - 표지판 내용, 훼손 여부 및 종류별 설치 위치 확인 - 라바콘 설치, 야광 성능 확인 - 작업 종료 후 철수 확인 - 신호수 - 신호방법 교육 - 적정인원 배치 및 위치 확인 - 복장 및 신호깃발, 호루라기 소지 확인 - 교대 근무자 대기 배치
교량 점검차이	- 장비에 승, 하차시 추락위험 - 교량점검차 - 승차인원 과다로 장비 미작동 - 이동 중 부재와 점검자 머리충돌	- 장비 운전자는 점검자가 안전하게 승, 하차토록 운전 - 교량 점검시설 - 허용 승차인원 통제 - 구간이동 중 점검자의 자세 확인 - 사다리설치 시 고정 상태 확인
외관조사	- 외관조사시 충돌 및 추락주의 - 교면조사시 공사차량에 의한 사고	- 외관조사시 안전보호구 필히 착용 - 팀장은 조사중 수시 안전 확인

5.2 안전교육 시행계획

5.2.1 안전교육

구분	교육시기	대상	내용
정기교육	최초작업 착수 전	진단자 전 원	▪ 교육자 : 안전관리책임자, 안전관리자(현장) ▪ 교육내용 - 작업(진단)개요 - 시설물현황(위험, 출입 통제장소 등) - 차량운전시 주의사항 - 현장유해, 위험요소, 기계, 기구에 대한 사전 점검항목 및 점검 방법에 관한 사항 - 각종장비 취급요령 및 작업(진단)방법에 관한 사항 - 보호용구 및 안전설비 취급과 사용에 관한 사항 - 상호연락, 비상연락체계 및 관리주체와 협의된 사항 - 기타안전 보전에 관한 사항 - 특별법 제34조의 규정에 의한 비밀유지 철저
수시교육	작업변경사항 발생시	해당 작업자	▪ 교육자 : 안전관리자 ▪ 교육내용 - 정기교육 내용 중 신규채용(현장보조인부 포함) 및 추가투입된 진단자에 필요한 사항 - 작업(진단) 공중 변경자(변경내용에 관한 사항)
특별교육	특수공중 작업 전	해당 작업자	▪ 교육자 : 안전관리자 ▪ 교육내용 - 현장유해, 위험요소, 기계, 기구에 대한 사전점검 항목 및 점검방법에 관한 사항 - 안전수칙에 관한 사항 - 사고시 응급처치 및 조치에 관한 사항 - 기타 안전 보전에 관한 사항 - 관리주체와 작업(진단)과 관련 협의된 사항

5.2.2 안전관리 보고

- 현장작업 안전관리자는 현장작업 안전관리자는 현장작업 일체에 대한 안전관리업무를 수행하며 안전관리자 부재시 차 하급자가 대행한다.
- 장비점검은 매일 작업종료 후 실시하여 안전관리자의 확인을 받는다.
- 현장작업 시 안전관리자는 매일 안전관리를 실시 점검하고 점검 내용을 안전관리책임자에게 보고한다.
- 안전사고 및 긴급사태 발생 시 안전관리자는 응급조치를 수행함과 동시에 안전관리책임자에게 유선 선보고 후 사고보고서를 작성하여 서면보고 한다.
- 시설물의 주요부위 출입 시는 관리주체에게 통보하여 허락을 득 하거나 관리주체의 감독원의 안내를 받도록 한다.

5.3 교통통제 계획

5.3.1 목적

- 정밀안전진단 실시에 따른 자동차와 작업 및 작업의 안전성 확보
- 도로 교통소통 원활화
- 도로관리의 효율성과 이용객 불편 최소화

5.3.2 교통 제한시 착안사항

- 교통제한 3일 이전에 관할경찰서(춘천경찰서) 신고
- 효과적인 교통제한의 방법 및 기간(소요시간)
- 필요 안전장구 확보 및 점검
- 안전원의 임무수행 능력
- 기상이변 및 악천후시 필요한 조치

5.3.3 점검구간 내 통제 계획

가. 유도차량 배치

차량유도를 실시하는 곳에 유도차량(방향 표시등 탑재한 차량)을 배치하여 통행차량을 유도한다.

나. 신호수 배치

구분	임무	비고
서행신호수	▪ 통제수는 1~2명으로 구성되며 전방 300m 지점에서 신호봉을 상하로 흔들어 차량속도를 감속시킴	
유 도 수	▪ 작업구간 전·후방 50m 지점에서 차량의 서행을 유도	
교통감시원	▪ 작업구간 부근에서 통행차량을 유도 및 감시	

다. 신호수 유의사항

- 안전장구 및 안전조끼를 착용하고 전자 신호봉 및 깃발로 차량을 통제한다.
- 신호수 및 작업원은 도로를 무단횡단 하여서는 안 된다.
- 신호수는 정위치를 무단이탈 하여서도 안 된다.
- 신호수는 무전기 등 휴대장구를 지참하여야 한다.

라. 안전표지판(시설물) 설치

- 안전표지판은 작업구간의 원거리로부터 설치하고 철거는 역순으로 한다.
- 안전표지판은 작업구간 내에 1개소, 작업구간 시점부의 300m 이내에 위치한 갓길에 1개소 설치한다.
- 라바콘 설치간격은 1~2m 간격으로 차량을 유도할 수 있도록 설치한다.
- 안전시설물은 교통처리 계획도에 의거 기준에 맞게 설치한다.

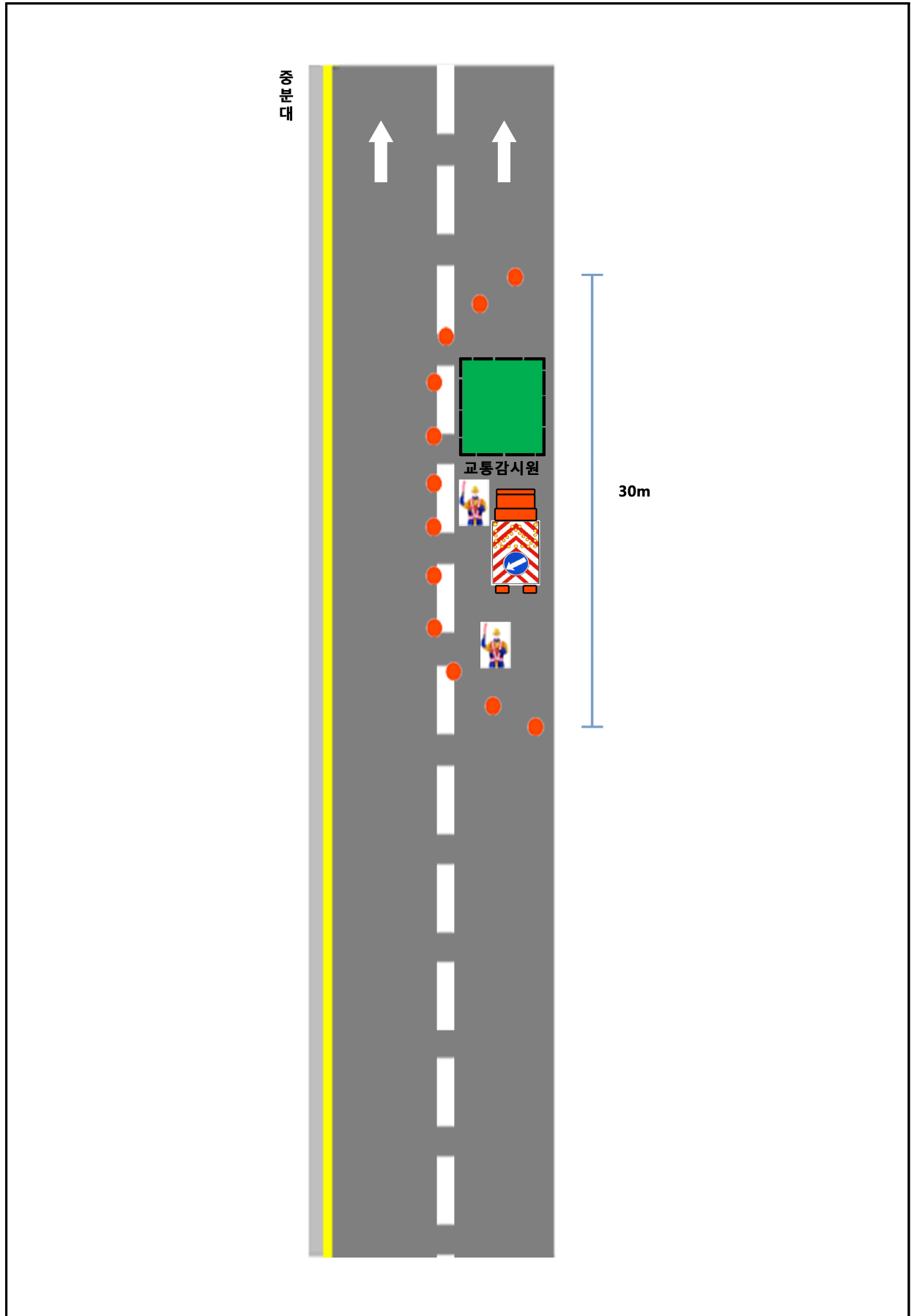
마. 교통 혼잡 방지대책

- 우천 및 안개 발생시 차로 차단 작업을 연기한다.
- 출퇴근 시간대(07:00 ~ 09:00, 18:00~21:00) 점검을 금지한다.
- 점검이 종료되면 즉시 복구하여 차량소통에 불편을 주지 않도록 한다.
- 휴가기간(7월 말~8월 초)을 피하여 통제를 실시한다.

바. 홍보

- 교통의 원활한 소통 및 통행차량의 안전을 위하여 사전에 안내간판을 설치하여 공사정보를 전달한다.
- 통제구간의 시점 및 통제구간 내에 안내간판을 설치하여 지속적으로 정보를 전달한다.

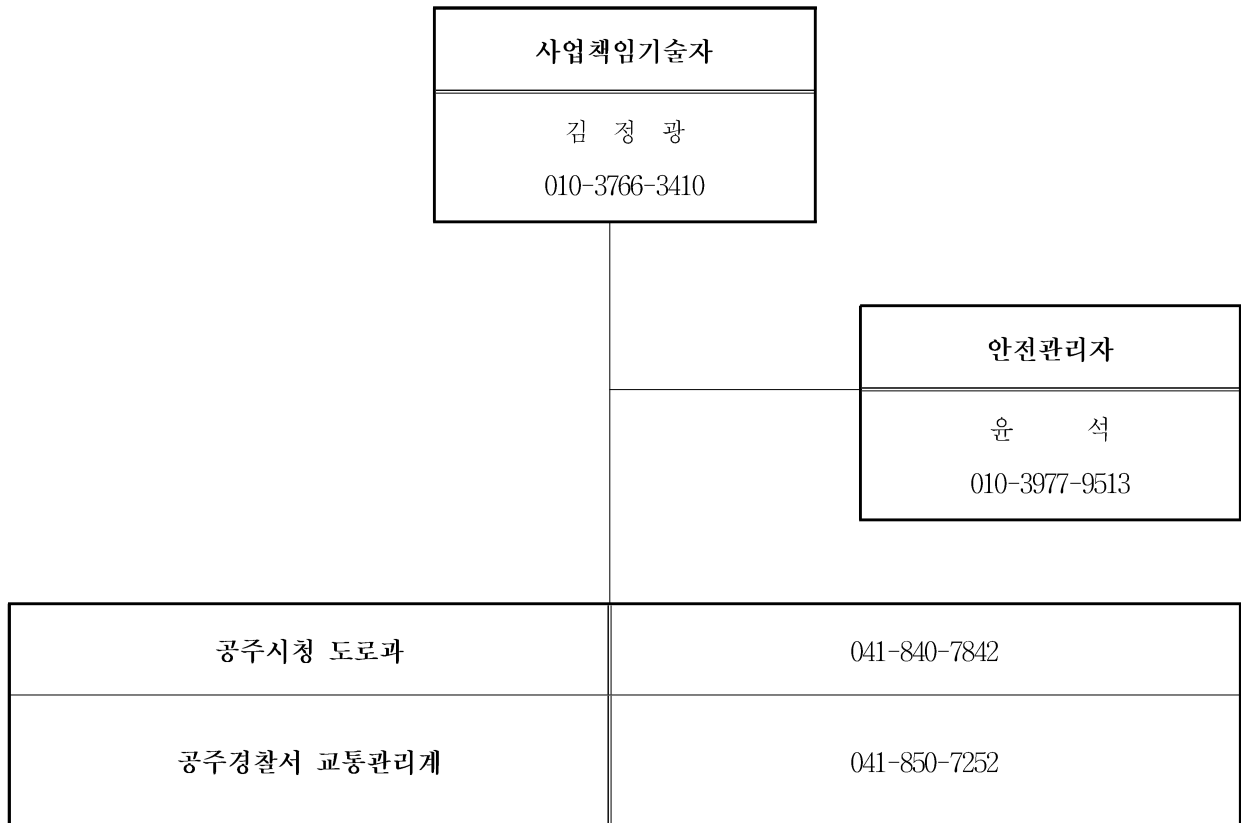
사. 교통처리계획도(2차로차단 1차로 소통)**2) 2차로차단 1차로 소통**



5.4 안전관리 조직구성

정밀안전진단 종사자의 안전은 물론 공공의 안전을 위하여 기구와 장비를 안전하게 운용하고 작업을 안전하게 수행하도록 안전관리계획을 수립한다.

특히, 금번 과업대상 구조물은 도로상의 교량으로서 빠른 차량의 이동속도에 대한 안전대책 수립에 중점을 두었다.



제6장 사전검토 보고서 내용

6.1 배경 및 목적

6.2 사전검토 내용

6.3 사전검토 결과

제6장 사전검토 보고서 내용

6.1 배경 및 목적

시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침(국토교통부고시 제2018-45호, 2018. 01)의 제8조제5항 및 제19조4항에 따라 과업대상 시설물의 과업지시서 또는 용역설계서 내용이 법령 및 지침 등에 부합되는지 여부를 검토하고, 그 결과를 관리주체에 보고하고 과업수행 계획서에 수록하고자 하는데 있다.

6.2 사전검토 내용

6.2.1 정밀안전진단 대상시설물의 범위

구분		시설물명		점검 및 진단 실시범위			금회 실시범위	비고
				정기 점검	정밀 점검	정밀 안전진단	정밀안전진단	
교량	주요 부재	상부구조	바닥판, 거더	○	○	○	○	
		하부구조	교대 및 교각, 기초	○	○	○	○	
		받침장치	교량받침	○	○	○	○	
		기타부재	신축이음, 배수시설, 난간 및 연석, 포장	○	○	○	○	
	보조 부재	2차부재	가로보 및 세로보	-	-	○	○	

6.2.2 유지관리자료 보유 현황 검토

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비고
설계도서	▪ 공통 - 준공내역서 - 공사 및 특별시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	○	준공도면 보유
	▪ 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면(중·횡), 상부 · 하부 구조물도, 범상세도, 신축이음, 교량받침상세도	○	
시 설 물 관리대장	▪ 기본현황 ▪ 상세제원 ▪ 유지관리 이력	○	
시공관련 자 료	▪ 시공관련자료 ▪ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측자료 ▪ 사고기록	×	
안전점검 및 정밀안전진단 자료		○	
보수보강자료		○	FMS자료

6.2.3 과업의 범위

과업 항목	① 지침상 기본과업	② 설계서	금회 과업 내용
자료수집 및 분석	• 설계도서 • 시설물관리대장 • 시공관련자료 • 안전점검·정밀안전진단 실시결과 자료 • 보수·보강이력 검토·분석	• ① 지침상 기본과업 • 각종 지방서 및 제 기준 숙지 • 시설물 관련도서 검토 및 계획 수립	①, ②항의 모든 과업
현장조사 및 시험	• 전체부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 • 현장 재료시험 등 - 콘크리트시험 : 비파괴강도 (반발경도시험, 초음파전달 속도시험 등) - 탄산화 깊이 측정 - 염화물 함유량 시험 - 강재시험 : 강재 비파괴 시험	• ① 지침상 기본과업 • 균열깊이 조사 • 철근탐사 : 철근배근상태, 철근피복두께	①, ②항의 모든 과업
상태평가	• 외관조사 결과분석 • 현장시험 및 재료시험 결과분석 • 콘크리트 및 강재 등의 내구성 평가 • 부재별 및 전체의 상태평가 결과에 대한 책임 기술자의 소견	• ① 지침상 기본과업 • 부재별 상세히 상태평가 • 책임기술자 시설물전체에 대한 상태평가 • 외관조사 결과 정밀안전진단 서식에 기록	①, ②항의 모든 과업
안전성 평가	• 조사, 시험, 측정 결과의 분석 • 기존의 구조계산서 또는 안전성평가 자료 검토·분석 • 내하력 및 구조 안전성평가 • 시설물의 안전성평가 결과에 대한 소견	• ① 지침상 기본과업 • 해석방법의 종류/결과 대한 설명가 계산 기록 보고서 포함	①, ②항의 모든 과업
종합평가	• 시험결과 종합평가에 대한 소견 • 안전등급 지정	• ① 지침상 기본과업 • 세부지침의 종합평가 기준에 따라 평가 결과 결정 • 책임기술자가 안전등급 지정 (등급 상향시 보수보강조치등 그 사유 분명)	①, ②항의 모든 과업
보수·보강 방법	• 보수·보강 공법 제시	• ① 지침상 기본과업	①, ②항의 모든 과업
보고서 작성	• CAD 도면 작성 등 보고서 작성	• ① 지침상 기본과업	①, ②항의 모든 과업

6.2.4 재료시험

재료시험 항목	기준수량		금회수량	
	상부구조	하부구조	장암교	합계
반발경도시험	▪ 철근콘크리트: 2개소/50m ▪ 강합성교: 1개소/50m	▪ 1개소/50m ▪ 교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상)	상부: 6 하부: 7	13개소 이상
초음파전달속도시험	▪ 철근콘크리트: 2개소/50m ▪ 강합성교: 1개소/50m	▪ 1개소/50m ▪ 교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상)	”	”
철근탐사시험	▪ 철근콘크리트: 2개소/50m ▪ 강합성교: 1개소/50m	▪ 1개소/50m ▪ 교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상)	”	”
탄산화깊이측정	▪ 5경간 이내 : 4~6개소 ▪ 5경간 이상 : 6~9개소		6~9개소	9개소 이상
염화물함유량시험	▪ 3개소 이상		3개소	3개소
균열깊이 조사	▪ 부재의 중요도를 고려 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정		▪ 현장조사 후 결정	
강재용접부 초음파탐상시험	▪ 강박스거더교: 2개소/경간별 거더		30개소	30개소
철근부식도조사	▪ 과업내용에 의해 조사 및 수량 결정		▪ 책임기술자 판단에 따라 수량 결정	
방사선투과시험	▪ 과업내용에 의해 조사 및 수량 결정			
자분탐상시험	▪ 과업내용에 의해 조사 및 수량 결정			
※Span 및 교각별 상태평가 결과 c등급 이하로 평가된 구간 및 현장조사 결과 강도저하 의심구간 위주로 재료시험 실시				

6.2.5 선택 과업

구 분	항 목	내 용	비 고
현장조사 및 시험	코어채취	-	설계서 미반영
	재하시험	-	설계서 미반영
	구조해석	안전성 평가	설계서 반영

6.3 사전검토 결과

과업지시서와 용역설계서 검토결과, 지침상 기본과업에서 누락된 부분은 없으며 금회 과업에서 모두 실시할 예정이다. 지침상 선택과업으로 구조해석 등은 과업지시서에 따라 실시한다.

용역설계서 검토결과 정밀안전진단의 범위, 유지관리 자료, 기본과업의 재료시험은 모두 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 - (국토교통부, 한국시설안전공단)』과 부합됨.

구분	과업지시서 및 세부지침 검토결과	내역서 검토결과	특이사항 및 협의필요사항
현장조사 및 시험	▪ 과업지시서 및 세부지침 내용 동일	반영	▪ 사전조사 후 세부일정 등은 발주처와 협의하여 결정
상태평가	▪ 과업지시서 및 세부지침 내용 동일	반영	▪ 세부지침 및 과업지시서 내용에 의거 실시
안전성평가	▪ 과업지시서 및 세부지침 내용 동일	반영	▪ 세부지침 및 과업지시서 내용에 의거 실시
종합평가 및 안전등급 지정	▪ 과업지시서 반영 -안전등급 지정 -타당성 근거 제시	반영	▪ 세부지침 및 과업지시서 내용에 의거 실시
보수,보강 방안 및 유지관리 방안 제시	▪ 보수 우선순위 및 보수대책 ▪ 보수대상,공법,소요예산 산정 ▪ 유지관리 개선사항 제시 ▪ 점검메뉴얼 작성	반영	▪ 세부지침 및 과업지시서 내용에 의거 실시
보고서 작성	▪ 서술식으로 작성 ▪ 그림 및 도표등은 상세설명	반영	▪ 세부지침 및 과업지시서 내용에 의거 감독관과 협의후 작성

※과업 진행 중 과업내용, 시험 항목, 시험범위 등이 협의 내용에 따라 변경 될 수 있음.