

프리캐스트 콘크리트 바닥판을 이용한 노후 교량 바닥판의 반폭 교차 개량공사

Rapid Replace Construction of Bridge Deck with Precast Concrete Deck System Used Longitudinal Tendon



김인규*
In-Gyu Kim



김영진**
Young-Jin Kim



김성운***
Seong-Woon Kim



김양중****
Yang-Joong Kim



김병구*****
Byoung-Gu Kim

1. 머리말

국내의 합성거더 교량은 주요한 교량 형태로 자리 잡아 현재 까지 많은 수가 시공, 사용되고 있다. 지금까지 국내에 건설된 교량의 바닥판으로는, 현장에서 직접 동바리를 설치하고 거푸집을 제작하며 철근을 배근 한 뒤 콘크리트를 타설하는 현장타설 콘크리트 바닥판이 주를 이룬다.

그러나 현장타설 콘크리트에 의한 바닥판 시공은 기후의 영향을 많이 받고 동바리 설치와 거푸집 제작, 장기간의 양생을 필요로 하기 때문에 시공기간이 길고 노동력이 많이 투입된다. 따라서 인건비 상승, 인력 고령화로 인한 기술 인력 부족 등으로 시공관리 소홀과 품질 저하 등의 문제점을 내포하고 있다. 또한 현장타설 바닥판에서는, 바닥판이 손상되거나 교량이 노후화되어 보수·보강·교체해야 되는 경우에 교통체증이 발생하는 등 유지관리상의 문제점이 노출되고 있다. 이러한 문제점들에 대한 해결책으로 교량바닥판의 급속시공, 고품질화가 가능한 공법으로 국내에서도 프리캐스트 콘크리트 바닥판이 하나의 유력한 대안으로 평가받고 있다.

프리캐스트 콘크리트 바닥판의 장점 가운데 하나는 기존 교량 바닥판의 개량공사나 교체 시공 공사에 유용하게 사용될 수 있다는 것이다. 일부 국가에서 이미 교량 바닥판의 교체공사에 적용된 예가 있으나, 그 사례가 일부 선진국에 국한될 뿐이며 국내에서는 그 경험이 전혀 없는 실정이었다.

프리캐스트 콘크리트 바닥판 교체 반폭 시공이 국내 최초로 적용된 청주육교는, 국토의 대동맥인 경부고속도로의 IC교로서 바닥판의 열화 손상 때문에 하루 본선 주행의 안전성에 위협을

초래할 소지가 많아 교량 개통 15여년 만에 전면적 개량공사를 실시하게 되었다.

본 공사기사에서는 청주육교 바닥판 개량공사의 특징을 소개하고자 한다.

2. 공사개요

청주육교는 경부고속도로를 횡단하는 중로 강아치교로서 청주의 진·출입을 위해 고속도로 상부를 통과하는 육교이다. 총연장 74.1m, 교폭 18.0m의 2차로로, 1993년 준공되어 약 12년이 경과된 교량이다. 자세한 제원은 <표 1>과 같으며 관리주체인 한국도로공사 천안지사에 보존되어 있는 대상교량의 준공도면은 <그림 2>와 같다.

3. 공사내용

3.1 기존 바닥판의 반폭 철거

청주육교는 경부고속도로 본선을 교차하는 교량으로 기존 바

표 1. 청주육교 제원

구분	내용
교 량 명	청 주 육 교
행 정 구 역	충청북도 청주시 석소동
이 정	부산기점 307.71 km
교 량 등 급	1등급(DB-24)
형식	중로 강 Arch교
상부구조	교폭 18.60 m
연장	74.10 m
난 간	콘크리트 방호 울타리
신축이음장치	Trans-Flex + Gai-Top
준 공 년 도	1993년 7월

* 정회원. (주)대우건설 기술연구원 토목연구팀 책임연구원
gyu@mail.dwconst.co.kr

** 정회원. (주)대우건설 기술연구원 토목연구팀 수석연구원

*** 정회원. (주)대우건설 기술연구원 연구위원

**** 한국도로공사 교통처/안전시설차장

***** 한국도로공사 목포-광양건설사업단 책임감독

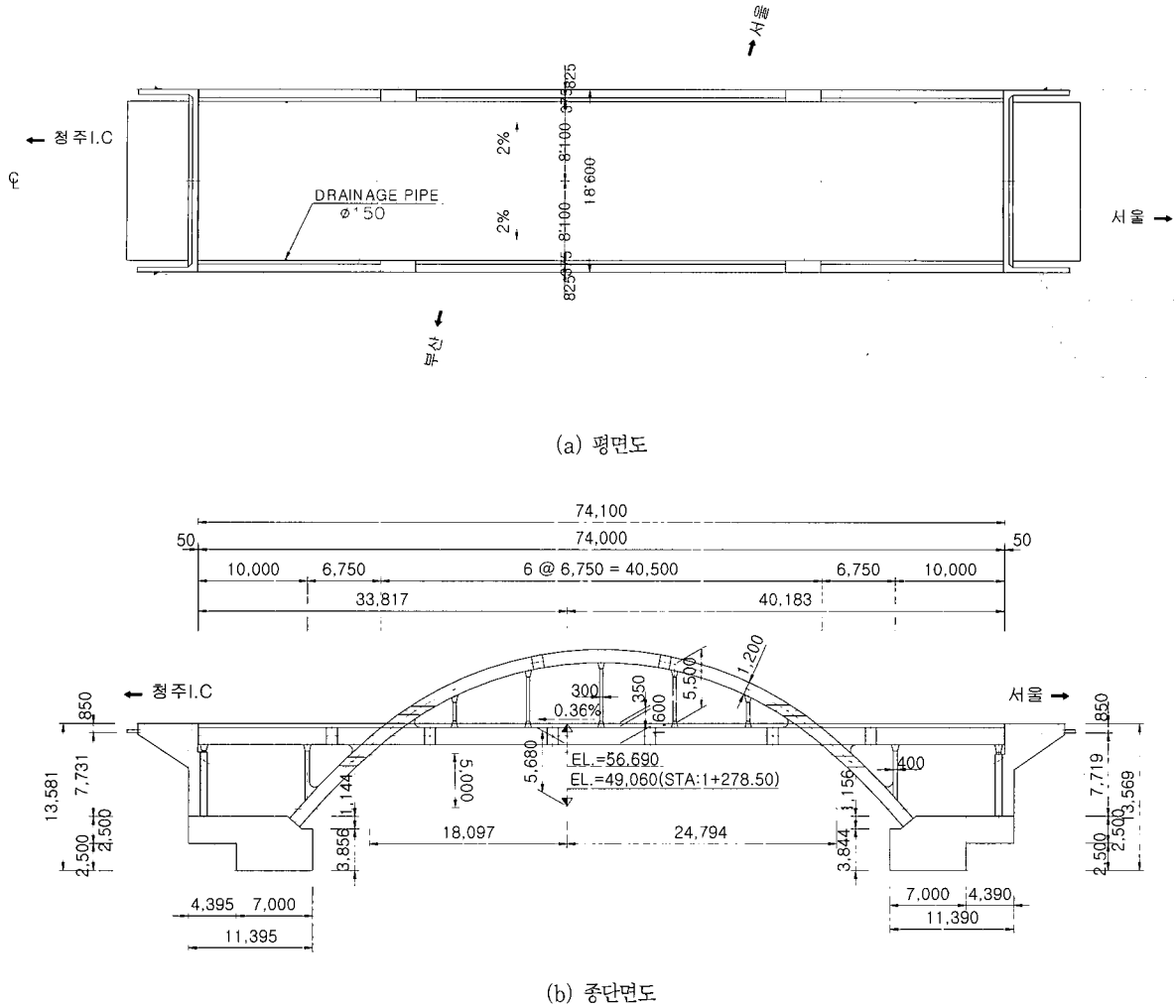


그림 2. 청주육교 평면 및 종단면도

다판 철거에 따른 안전성이 가장 중요한 문제였다. 기존 교량 바닥판은, 분진 및 낙석 방지 비계를 설치하고 휠소(wheel saw)를 이용하여 바닥판 및 난간을 절단한 후 <그림 3>과 같이 인양하여 철거하였다.

3.2 프리캐스트 콘크리트 바닥판의 공장제작 및 운반

프리캐스트 바닥판의 가장 큰 장점은 앞서 기술한 바와 같이 바닥판을 공장제작하여 고강도, 고품질화하고, 바닥판의 초기 손상을 현장타설 RC 바닥판에 비해 현저하게 줄일 수 있다는 것이다. 이러한 장점은 바닥판의 생애주기를 결정하는 중요한 요소이며, 본 공사와 같은 교체공사에 특히 중요한 현장 공기를 대폭 줄일 수 있다. 공장에서 제작되는 프리캐스트 콘크리트 바닥판은 일반 거푸집과 달리 하나의 철재 공장거푸집(몰드)을 이용해 연속적으로 동일한 바닥판을 생산 할 수 있다.

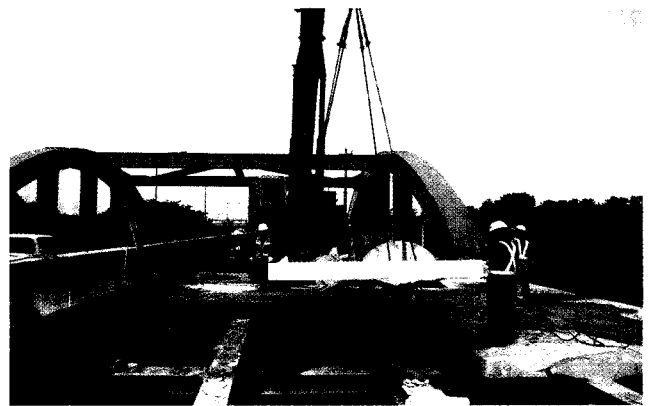


그림 3. 바닥판 철거

<그림 4>는 프리캐스트 콘크리트 바닥판의 공장 생산과정을 나타낸 것이며, 이렇게 생산된 프리캐스트 콘크리트 바닥판은 공정에 맞춰 현장으로 이송된다.



(a) 콘크리트 타설



(b) 생산된 바닥판의 운반

그림 4. 프리캐스트 바닥판 공장 생산 제작과정

3.3 프리캐스트 콘크리트 바닥판의 설치

이 공사는 기존 바닥판 개량공사이므로 기존의 교량 설계도에 의해 프리캐스트 콘크리트 바닥판을 제작할 수밖에 없었다. 바닥판 철거 후 바닥판이 놓이게 되는 종방향 스트링거, 거더 박스, 아치리브, 행어 등의 위치가 설계도면과 실제 교량 사이에 일치하지 않는 경우가 대부분이었다. 특히 교량 바닥판의 철거 후에야 확인 가능한 요소들이 많은 부분을 차지하고 있었으며 이를 반영하여 프리캐스트 바닥판을 제작하였다.

현장에서는 상·하행 각각 34개의 바닥판이 설치됐으며, 교량의 형식이 중로아치인 관계로 4종류의 바닥판이 사용됐다. 이중 가장 많이 사용된 대표적인 일반형 바닥판 설계도는 <그림 5>와 같다.

본 공사에서는 바닥판 패널의 교축방향 길이를 2,230 mm로 결정하였으며, 중로아치교의 특성상 존재하는 행어, 리브 등을 고려하여 설계·설치하였다.

3.4 프리캐스트 콘크리트 바닥판 교체 시공 주요 공정

프리캐스트 콘크리트 바닥판의 주요 공정을 요약하면 <표 2>와 같다. 최종적으로 본 공정에서는 프리캐스트 콘크리트 바닥판 74m를 가설하는데 3일이 소요되었다. 일반 교량의 프리캐스트 콘크리트 바닥판 가설 속도(1일 40~50m)를 고려하면 다소 긴 시간이 소요된 셈이다. 이것은 본 교량이 중로 아치교

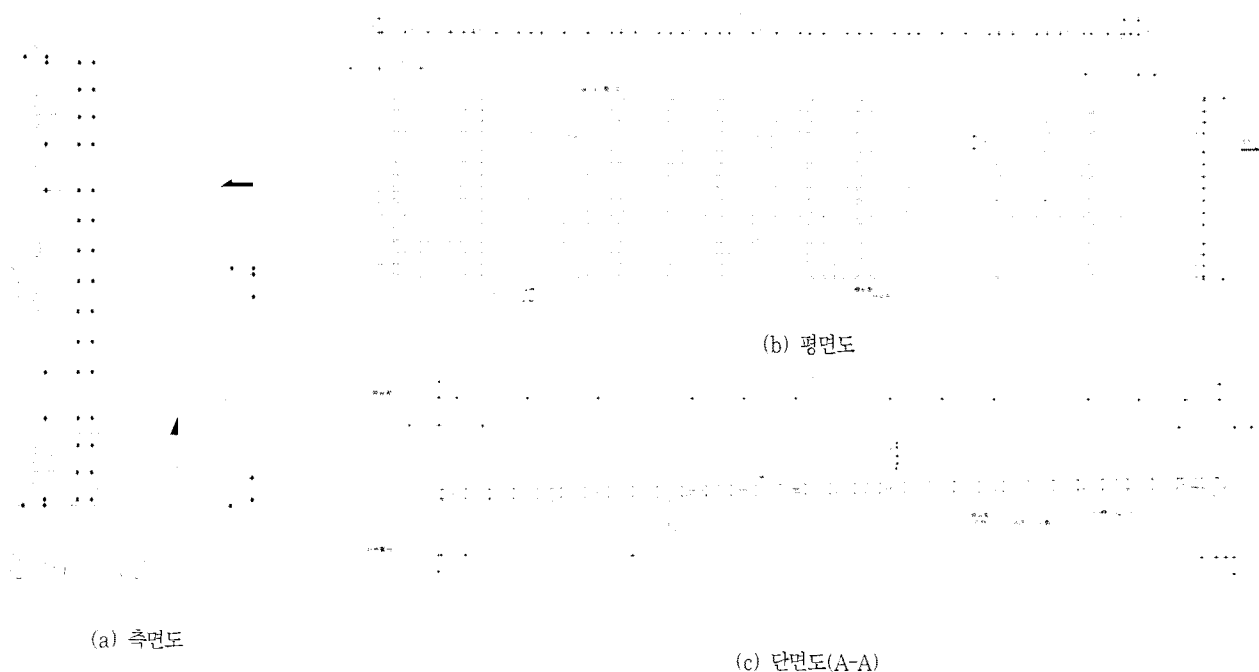
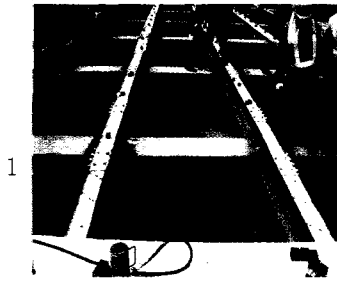


그림 5. 프리캐스트 콘크리트 바닥판 일반형 바닥판 도

단계 공정



(a) 간격재 및 탄성재의 부착

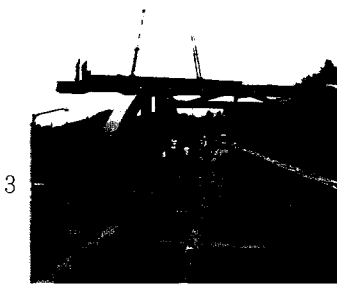
내용

프리캐스트 콘크리트 바닥판은 그 특성상 바닥판의 설치에 앞서 강거더의 상부 플랜지를 청소하고 간격재와 탄성재를 소정의 위치에 부착시킨다.



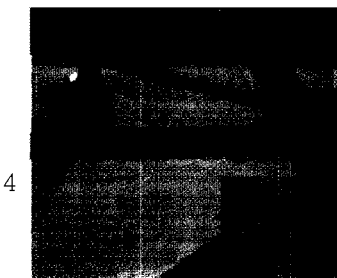
(b) 바닥판의 운반

프리캐스트 콘크리트 바닥판이 공장에서 제작되면 현장으로 운반한다. 이때 가장 중요한 것은 이동에 의해 프리캐스트 콘크리트 바닥판이 임의 이동 하중에 의해 손상을 받으면 안 된다는 것이다. 프리캐스트 콘크리트 바닥판은 운반이나 하역 도중에 균열 혹은 결함 등의 손상을 받기 쉬우므로 작업할 때 주의해야 하며, 필요한 경우에는 보호 대책을 세워야 한다.



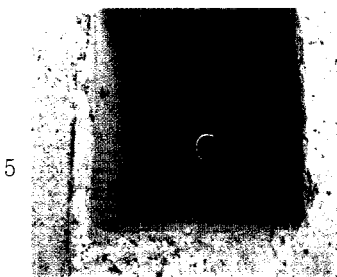
(c) 바닥판의 거치 및 행거부 바닥판 거치

일반적으로 프리캐스트 콘크리트 바닥판은 도로의 폭 혹은 거더의 개수에 의해 중량 및 길이가 현저히 다르기 때문에 현장의 상황에 따라 적절한 건설기계를 사용할 필요가 있다. 또한, 프리캐스트 콘크리트 바닥판의 오치는 누적되기 때문에 최소오차 이상인 경우에는 바닥판 1매에서 그라인더 등으로 콘크리트를 잘라 수정하는 것이 바람직하다.



(d) 바닥판 레벨조정 및 부상방지 장치

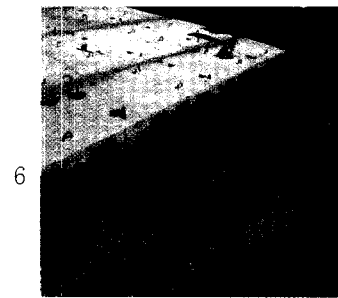
바닥판의 거치가 완료되면 바닥판간 단차를 조정하기 위하여 기설치된 바닥판 레벨조정 장치로 바닥판간 조정을 실시한다. 또한 바닥판 중방향 긴장재에 의한 인장력은 상당히 크므로 만일의 경우를 대비하여 프리캐스트 콘크리트 바닥판에 부상방지장치를 설치하여야 한다.



(e) 전단연결재의 용접

바닥판과 거더의 완전 합성을 위하여 설계에 의해 결정된 전단 연결재를 설치하여야 한다. 본 교량은 원 설계가 비합성이므로 합성을 위한 전단 연결재는 설계되어 있지 않지만 바닥판의 진동 문제 등 부수적인 문제로 인하여 일정량 이상의 전단 연결재를 시공하도록 하였다.

단계 공정



(f) 중방향 텐던의 삽입

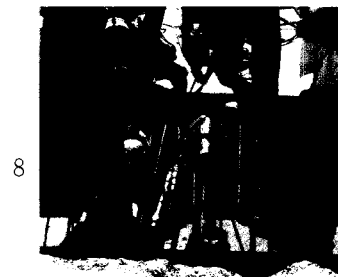
내용

프리스트레스의 도입을 위하여 긴장재를 미리 내부 쉬스관에 삽입한다. 긴장재는 바닥판간 이음부에 무수축 모르타르가 타설되기 직전에 설치되어야 한다. 바닥판간 이음부 타설시 무수축 모르타르가 쉬스관 안에 스며들어가 굳으면 긴장재의 삽입이 곤란한 경우가 발생하기 때문에, 긴장재를 미리 삽입한 후 이음부 모르타르를 타설하는 것이 바람직하다.



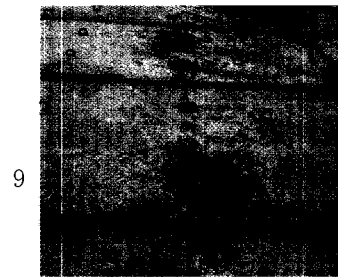
(g) 이음부 모르타르의 타설

무수축 모르타르의 시공은 프리캐스트 콘크리트 바닥판을 순서대로 설치한 후, 바닥판간 접합, 바닥판과 강거더를 합성시키는 본 공법에서 대단히 중요한 공정이다.



(h) 중방향 텐던의 긴장작업

프리스트레스의 도입은 프리캐스트 콘크리트 바닥판간 교축직각방향 이음부에 무수축 모르타르를 주입하여 바닥판의 일체화를 도모하고, 이음부에 타설된 무수축 모르타르가 소정의 강도에 도달한 후에 실시한다. 바닥판에 도입되는 압축력 및 마찰 손실을 최소화하기 위하여 단부에서 12개의 긴장재를 반복하여 긴장하였다.

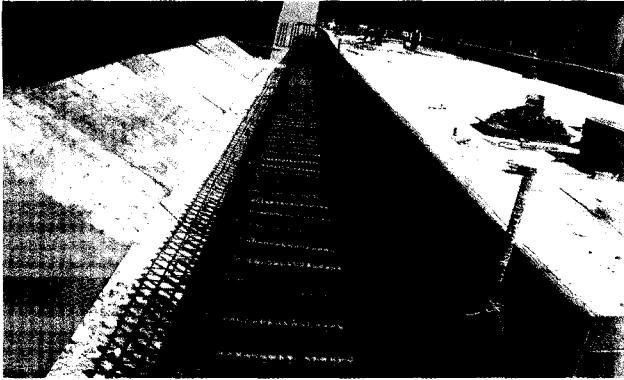


(i) 전단포켓부 무수축 모르타르 타설

전단포켓부에 타설되는 무수축 모르타르의 성질은 이음부 무수축 모르타르와 동일하며 그 시공과정도 같다.

표 2. 단계별 공정 내용

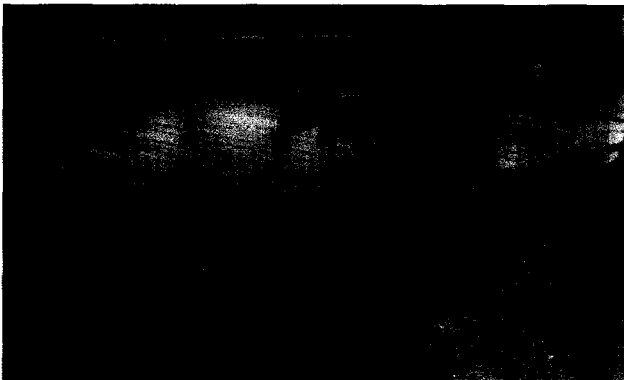
로 교량 중앙부에서는 바닥판을 크레인으로 인양하여 작업할 수 없었기 때문이었다. 교량 중앙부에서는 바닥판을 레일로 이동하여 거치하는 공정이 추가되었고, 바닥판을 교량 행거부분에 삽입하여 가설하는 공정도 일반 바닥판 가설보다 철차가 복잡하였다. 그러나 바닥판 가설에 3일, 기타 부설작업을 포함하여 15일 정도밖에 소요되지 않았으므로, 현장타설 바닥판의 거푸집 설치, 철근 배근, 콘크리트 타설 양생 시간을 고려하면 상



(a) 난간부 작업



(b) 신축이음 장치 및 현장타설 이음부



(c) 교량 바닥판 포장

그림 6. 부속 공정

당한 공기 단축을 이룬 것으로 판단된다. 또한 현장의 통과 차량에 의해 지속적으로 진동이 발생하므로, 현장타설 콘크리트 바닥판으로 시공하였다면 콘크리트의 타설과 양생에 상당한 문제점이 발생하였을 것이다.

3.4 기타 공정 및 포장

프리캐스트 콘크리트 바닥판의 거치가 완료됨과 동시에 <그림 6>과 같이 바닥판 난간부 공사, 교량 신축이음장치 설치,

긴장작업을 위한 현장타설 부분 작업을 수행하며 포장을 위한 작업에 들어 갈 수 있다. 반쪽시공 후 이후 나머지 반대 차선의 시공은 동일한 과정을 통하여 시공되었다.

4. 맺음말

본 기사에서는 기 개발되어 사용 중인 프리캐스트 콘크리트 교량 바닥판을 적용한 국내최초의 교량 바닥판 반쪽 개량공사를 간단하게 살펴보았다. 본 공사의 성공적 수행으로 인하여 향후 비슷한 유형의 공사에서도 프리캐스트 콘크리트 바닥판 공법이 경쟁력이 있을 것으로 생각된다.

프리캐스트 콘크리트 바닥판을 갖는 교량은 기존 현장타설 바닥판과는 설계, 시공, 유지관리부문에서 다소 차이가 있다. 따라서 프리캐스트 바닥판의 빠른 현장 적용을 위하여 현재 프리캐스트 바닥판의 설계 자동화를 위한 연구가 진행되고 있으며, 프리캐스트 바닥판을 PSC 거더에 적용하기 위한 연구도 완료하였다. 향후 교량의 내구수명 및 유지관리 편의성이 부각될 경우 프리캐스트 콘크리트 바닥판의 효용성은 일반 현장타설 바닥판에 비해 높을 것으로 판단된다. 또한 프리캐스트 콘크리트 바닥판을 신설교량에 적용한 중부내륙 고속도로내 삼승 1교와 본 교량을 지속적으로 관찰하여 바닥판의 장기거동과 유지관리에 대한 자료를 축적할 예정이며 이를 바탕으로 향후 프리캐스트 콘크리트 바닥판을 이용한 합성거더교의 시공이 활발히 이루어지리라 본다. □

참고문헌

1. 대우건설, 한국도로공사, 서울대학교(2000) 프리캐스트 콘크리트 교량 바닥판의 개발 및 실용화, 96연구 개발사업 최종보고서, 건설교통부, 한국건설기술연구원.
2. 한국도로공사연구소, 대우건설기술연구소(2001) 신형식 강합성형 교량개발에 관한 연구, 2001년도 연구보고서, 도로연01-30.

<http://www.kci.or.kr>

KOREA CONCRETE INSTITUTE