

효율적인 도로포장 재시공 및 보수를 위한 미국의 프리캐스트 프리스트레스 콘크리트 포장(PPCP) 공법 시험 프로젝트 소개



안 지 환 | 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구실 선임연구원

1. 서론

프리캐스트 포장 기술은 빠른 포장 복구 및 건설의 필요성을 충족하여 사용할 수 있는 새롭고 혁신적인 건설공법으로 구성되어 있다.

프리캐스트 포장 부품은 제작, 조립, 현장 이송 및 준비된 기초(또는 기존 포장)에 설치하는 순서로 진행된다. 프리캐스트 포장 시스템 구성 요소는 교통 개방강도를 달성하기 위한 최소한의 현장 경화 시간만을 필요로 한다.

이러한 포장 시스템은 주로 교통량이 많은 아스팔트 및 콘크리트 포장의 빠른 유지보수와 재시공을 위해 사용된다.

프리캐스트 기술은 간헐적 보수(intermittent repair) 또는 전면적인 지속적 유지보수(full-scale continuous rehabilitation)에 사용될 수 있다.

시멘트 콘크리트 포장의 간헐적 보수(intermittent repair)에서는 줄눈부의 전단면 보수 또는 슬래브 교체를 프리캐스트 콘크리트 패널을 사용해서 한다. 이때 유지보수는 일반적으로 전체 차선폭으로 한다. 이 과정은 기존의 포장 전단면 보수나 전체 슬래브 교체와 유사하다. 이러한 시공의 핵

심은 슬래브 패널의 설치와 줄눈부에서의 하중전달이다(Tayabji and Hall, 2008).

전면적인 지속적 유지보수(full-scale continuous rehabilitation)의 경우, 아스팔트 및 콘크리트 포장에서 프리캐스트 콘크리트 패널을 이용하여 프로젝트 수준의 보수 또는 재시공이 수행된다.

여기서 개발된 기술 중 하나가 프리캐스트 프리스트레스 콘크리트 포장(Precast Prestressed Concrete Pavement, PPCP)이다.

이러한 기술은 1980년대 미국에서 건설된 여러 건의 현장제작 프리스트레스 콘크리트 포장 프로젝트의 경험을 바탕으로 이루어졌다(Tayabji et al. 2001).

재시공 및 보수를 위한 프리캐스트 콘크리트 포장의 사용은 특히 교통량이 많고 차선 폐쇄로 인한 사용자에게 교통지체 비용을 고려해 볼 때 매우 실용적인 대안이다. 또한 프리캐스트는 공장에서 만들기 때문에 품질관리가 용이하고, 이로 인해 내구성이 높으며 현장여건에 영향을 덜 받는 장점이 있다.

이러한 장점을 가진 PPCP를 미국에서 어떤 식으로 시험시공을 실시했는지 시공사례를 중심으로 소개하고자 한다.

2. The Texas pilot Project

미국에서는 효율적이고 신속한 유지보수 방법의 필요성을 인식하여, 미연방 도로국(FHWA)에서는 Concrete Pavement Technology Program (CPTP)과 Texas Department of Transportation (TxDOT)에 도로포장의 유지보수를 위해 프리캐스트 프리스트레스 콘크리트 시스템을 적용하기 위한 연구를 1990년대 후반부터 지원했다. 그 연구 결과로 텍사스 대학 Center for Transportation Research (CTR)에서 PPCP에 대한 개념을 개발하였다.

첫 번째 PPCP 프로젝트는 2001년에 텍사스 조지타운에 건설되었다. TxDOT는 I-35 도로를 따라 길어깨를 포함한 2차선 포장 약 700m를 건설하였다. 이 프로젝트의 조감도와 패널 시스템은 그림 1에 나타났다.

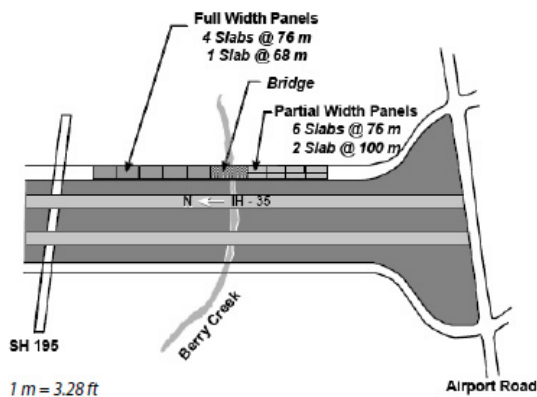


그림 1. Georgetown PPCP 프로젝트 조감도

프로젝트 세부사항은 다음과 같다.

- 준 공 : 2001년 가을
- 사업위치 : Northbound I-35 frontage road near Georgetown, Texas
- 시공연장 : 2,300ft (701m)
(2 lanes plus shoulders)
- 패널 크기 : 10ft×36ft (3.1m×11.0m),
10ft×20ft (3.1m×6.1m),

10ft×16ft (3.1m×4.9m)

- 패널 두께 : 8in. (200mm)
- 패널 수 : 339
- 패널 설치 속도 : 25panels/6hours



그림 2. PPCP 시스템 설치(Georgetown, Texas)

이 프로젝트에서는 패널 길이에 대한 개념을 테스트하기 위해 측도에 폭 11m, 길이 5m, 6m의 패널을 사용하기로 결정했다.

프리캐스트 프리텐션 패널들(precast prestressed panels)은 아스팔트 레벨링 층 위에 폴리에틸렌 시트를 설치하고 그 위에 설치되었다.

그리고 나서 종방향으로 포스트 텐션(post tension)을 주었다(그림 2).

횡방향 줄눈의 tongue-and groove 연결은 설치하는 동안 만족스러운 수직 정렬을 보여 주었다(그림 3).



그림 3. Tongue-and-groove keyway

지면 위에 슬래브를 설치하는 효과를 보이는 것 외에도 조지타운 프로젝트는 현장에서 다양한 포스트 텐션의 가능성을 보여주었다. 7년이 지난 2008년 11월까지 어떠한 보수 관련 문제도 보고되지 않았다.



그림 4. PPCP 설치(I-10, El Monte, California)

3. The California Demonstration Project

캘리포니아에서는 높은 교통량 제공과 교통정체를 감소하기 위해 I-10 확대 프로젝트의 일환으로 PPCP 시스템을 사용하였다. 대부분의 건설공사는 야간에 수행되었다. 시공계획은 기존 차선에 8m의 차선과 3m의 길어깨를 추가하는 것이다.

프로젝트의 세부사항은 다음과 같다.

- 준 공 : 2004년 4월
- 사업위치 : Eastbound I-10, El Monte, California
- 시공연장 : 248ft (76m)
(2 lanes plus shoulder)
- 패널크기 : 8ft×37ft (2.4m×11.3m)
- 패널두께 : 10 to 13in. (254 to 330mm)
- 패널 수 : 31
- 패널설치속도 : 15 패널 / 3시간
- 특 징 : 야간공사

4. The Missouri Demonstration Project

Missouri DOT는 신속한 포장 건설과 보수를 위한 대안으로 PPCP 사용의 타당성을 평가했다. 프로젝트 세부사항은 다음과 같다.

- 준 공 : 2005년 12월
- 사업위치 : Northbound I-57 near Sikeston, Missouri (~ 10mi (16km) north of I-55/I-57 interchange)
- 시공연장 : 1,010ft (307.9m)
(2 lanes plus shoulders)
- 패널크기 : 10ft×38ft (3.1m×11.6m)
- 패널두께 : 5.75-11in. (146-280mm)
- 패널 수 : 101
- 패널설치속도 : 12패널 / 6시간



그림 5. 프리캐스트 패널 설치
(Northbound I-57 near Sikeston, Missouri)

기존 포장은 줄눈간격 18.8m의 줄눈철근콘크리트포장(Jointed Reinforced Concrete Pavement, JRCP) 이고 포장단면은 4인치 기층위에 8인치 슬래브로 구성되어 있다. 새로운 PCPP는 peak crown에서 10.9인치(276mm), 안쪽 길어게 가장자리에서 7인치(178mm), 바깥쪽 길어게 가장자리에서 5.6인치(142mm)의 다양한 두께의 슬래브로 구

성되어 있다. PCPP 슬래브는 4인치(102mm)의 투수 아스팔트 기층위에 놓여졌다.

패널들은 Memphis에서 제작되어 약 320km 떨어진 현장으로 가져왔다. 몇몇 패널은 제작공장에서 전단면에 걸쳐 종방향 미세균열이 발견되었는데, 이는 거푸집 제거 시 발생한 열충격(thermal shock)으로 판단된다. 제작과정 동안 수집된 온도와 스트레인 자료에서도 급격한 콘크리트 온도 변화가 나타났다.

5. The Iowa Demonstration Project

2006년 8월 Iowa DOT는 Sheldon 근처 SR60 도로에 프리캐스트 교량 접속 슬래브를 설치하였다. 이것은 새로운 교량 건설이었고 설치할 때 어떠한 교통 통제도 필요하지 않았다. 접속 슬래브(approach slab)는 교량 교대에 필수적인 접속 슬래브의 한 부분으로 고정되었다. 접속 슬래브는 30도 교량 비스듬히 수용할 수 있게 설계되었다. 프로젝트 세부 사항은 다음과 같다.

- 준 공 : 2006년 8월 ~ 2006년 9월
- 사업위치 : Highway 60 near Sheldon, Iowa
- 사업규모 : 4,307ft² (400m²) (2 approach slabs, each ~77ft (23.5m) long and 2 lanes wide)
- 패널 수 : 12 typical panels, 4 skewed panels
- 패널크기 : Typical panels: 14ft×20ft(4.3m×6.1m)
skewed panels: 14ft×variable length (8.8-25ft [4.3-7.6m])
- 패널두께 : 12in. (305mm)
- 패널설치속도 : ~ 15분/패널
- 특징 : 교량 접속 슬래브를 위한 프리캐스트 프리스트레스 콘크리트 포장으로 처음 사용



그림 6. PPCP 교량 접속 설치
(Highway 60 near Sheldon, Iowa)

6. 결론

미국의 경우 위에서 언급한 프리캐스트 콘크리트 포장 기술 구현을 위한 준비가 되어 있다. 이미 시공된 PPCP 시스템의 단기간 공용성은 PPCP 시스템은 내구성을 가진 빠른 재시공과 보수를 제공할 수 있는 것으로 나타났다. 비록 프리캐스트 포장은 초기비용은 높으나, 빠른 시공, 차로 차단 최소화 및 장기 내구성 부분은 높은 초기 비용을 상쇄시킬 수 있다. 국내에서도 PPCP 시스템에 대한 기초연구가 수행되었으며, 향후 많은 연구가 확대될 전망이다. 향후 연구에서는 기존 PPCP 시스템에 친환경적인 가능성을 융합한 보다 효과적인 포장 시스템이 개발되었으면 한다.

참고 문헌

1. TechBriefs, 2009, "Precast Prestressed Concrete Pavement for Reconstruction and Rehabilitation of Existing Pavements", FHWA-IF-09-003, Federal Highway Administration, Washington, DC.
2. Tayabji, Shiraz, and Katie Hall., 2008. "Precast Concrete Panels for Repair and Rehabilitation of Jointed Concrete Pavements" (FHWA-IF-09-003). Federal Highway Administration, Washington, DC.
3. Tayabji, Shiraz D., Ernest J. Barenberg, Wade Gramling, and Paul Teng., 2001. "Prestressed Concrete Pavement Technology Update." Proceedings of the 7th International Conference on Concrete Pavements (pp. 871-890), organized by the International Society for Concrete Pavements, Orlando, Florida, September 2001.