

도심지 버스 정거장 구간 조립식 포장 초기 공용성 조사

Early-Age Performance of Urban Bus Stop Section Pavement Constructed Using Precast Pavement

오한진* · 이하나** · 황주환*** · 김성민**** · 박창우***** · 박원주*****

Oh, Han Jin · Lee, Ha Na · Howang, Ju Howan · Kim, Seong-Min · Park, Chang Woo · Park, Won Joo

1. 서 론

조립식 포장 공법은 공장에서 제작한 고내구성과 고품질의 콘크리트 슬래브를 이용하여 도로 포장의 신설 또는 보수에 적용할 수 있다(Bull, 1991; Elkins et al., 1979; Hargett, 1970). 또한 교통량이 적은 심야에 급속시공이 가능하기 때문에 차량통행 차단시간 감소로 사용자의 불편함을 최소화시킬 수 있다. 따라서 조립식 포장 공법은 교통량이 많은 도심지 도로 및 고속도로의 보수 공법으로 적합하다고 볼 수 있다.

교통량이 많은 도심지 도로 중에 버스전용차로는 중차량과 정지하중에 항시 노출되어 있으며 특히 정거장 구간의 아스팔트 포장에서는 소성변형(러팅) 등의 손상이 흔히 발생하여 잦은 유지보수가 필요시 되고 있다. 따라서 정거장 구간 포장의 신속한 보수와 장기적인 내구성 확보를 위해 차량통행 차단시간을 최소화하고 고내구성 도로 포장으로 보수가 가능한 조립식포장 공법을 적용하여 보수작업을 수행하였다.

본 연구는 버스전용차로의 정거장 구간에 시공된 조립식포장의 초기 공용성을 분석하기 위하여 수행되었다. 서울특별시 공항로에 설치된 버스전용차로의 정거장 구간을 조립식포장 공법을 적용하여 콘크리트 포장 슬래브로 교체하였으며 이에 대한 초기 공용성 조사를 수행하였다. 본 논문에서는 조립식포장의 간략한 시공 과정, 초기 공용성 조사 항목 및 방법, 그리고 조사 결과에 대하여 설명한다.

2. 프리캐스트 패널 제작 및 조립식포장 시공

아스팔트 포장으로 구성된 버스전용차로 정거장 구간을 조립식 포장 공법을 이용하여 프리캐스트 슬래브로 교체하기 위하여 콘크리트 슬래브 12개를 각각 폭 2.95m, 길이 6m, 두께 25cm로 제작하였다. 슬래브 간의 하중 전달은 홈 접합 방식으로 설계하였고 프리캐스트 슬래브의 양중작업과 슬래브 안착 후 높낮이 조절을 하기 위하여 그림 1과 같은 리프팅 및 레벨링 요소를 각 슬래브의 4곳에 설치하였다. 현행 버스전용차로와 조화를 이룰 수 있도록 콘크리트 배합 시 산화철을 첨가하여 적색의 칼라콘크리트 슬래브로 제작하였다.

프리캐스트 슬래브의 크기보다 다소 크게 기존 아스팔트 포장을 제거한 후 다짐 장비를 이용하여 그림 2와 같이 하부지반 다짐 및 평탄화 작업을 수행하였다. 슬래브 안착 전 작업이 완료되면 프리캐스트 슬래브에 설치된 홈 접합부에 다웰바를 삽입하고 리프팅 요소와 기중기에 케이블을 걸어 지정된 위치에

* 학생회원 · 경희대학교 공과대학 토목공학과 석사과정(E-mail : fantum2040@khu.ac.kr) - 발표자
** 학생회원 · 경희대학교 공과대학 토목공학과 석사과정(E-mail : leehana@khu.ac.kr)
*** 정 회원 · 경희대학교 공과대학 토목공학과 박사과정 · (주)동성엔지니어링 전무(E-mail : hjh12161@hananet.net)
**** 정 회원 · 경희대학교 공과대학 토목공학과 교수 · 공학박사 · 교신저자(E-mail : seongmin@khu.ac.kr)
***** 비 회원 · (주)승화이엔씨 기술연구소(E-mail : cwpark@newsh@co.kr)
***** 정 회원 · (주)동일기술공사 기술연구소 선임연구원(E-mail : bondpak@naver.com)

슬래브 간의 조인트 간격이 적정하도록 프리캐스트 슬래브를 안착시켰다.

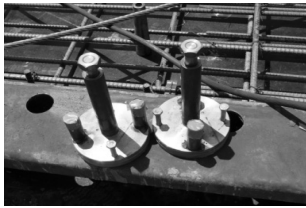


그림 1. 리프팅 및 레벨링 요소



그림 2. 하부지반 평탄화 작업

프리캐스트 슬래브가 안착된 후 레벨링 요소를 이용하여 인접슬래브와의 평탄성을 맞추기 위하여 그림 3과 같이 레벨링 작업을 수행하였다. 레벨링 작업으로 각 슬래브간의 단차가 제거되어 평탄성이 확보되면 한쪽 슬래브의 홈에 넣어두었던 다웰바를 밀어서 인접 슬래브와 연결될 수 있도록 다웰바 체결 작업을 수행하였다. 슬래브간의 영구적인 체결과 슬래브와 하부지반과의 빈 공간을 충전하기 위해 홈집합 부분과 하부지반에 그라우팅 작업을 수행하여 그림 4와 같이 버스정거장 구간의 조립식포장을 완공하였다. 조립식 포장을 완공한 후 다이아몬드 그라인딩 작업을 수행하였다. 다이아몬드 그라인딩은 노면의 평탄성을 제공하며 매크로 텍스처(macrotecture)를 표면을 형성하여 소음을 줄일 수 있다(정중덕 외, 2006).



그림 3. 레벨링 작업



그림 4. 완공된 버스정거장 조립식포장

3. 초기 공용성 조사 항목 및 방법

조립식포장의 초기 공용성에 대한 추적조사를 위해 조사항목으로 슬래브 간의 단차, 슬래브 간의 줄눈 간격, 슬래브의 침하 등을 선정하였다.

현장에서 연속적으로 타설되어 일정 기간의 양생 기간을 가진 후 줄눈부 커팅 작업을 수행하는 일반적인 줄눈콘크리트 포장과 달리 조립식 포장은 공장에서 일정한 크기로 제작된 프리캐스트 슬래브를 서로 연결하여 포장면을 형성하기 때문에 슬래브 간에 단차가 발생할 수 있으며 이로 인해 주행성 저하와 슬래브 파손의 우려가 있다. 따라서 프리캐스트 슬래브의 양측 단부에서 버니어캘리퍼스와 일정한 높이를 갖는 거치대를 이용하여 슬래브간의 단차를 측정하였다.

버스정거장은 차량의 가속속도로 인하여 프리캐스트 슬래브가 차량 진행방향으로 밀림이 발생할 가능성이 있다. 슬래브의 밀림이 발생하여 줄눈 간격이 커지면 다웰바의 하중 전달율이 감소할 우려가 있고 승차감이 저하되기 때문에 프리캐스트 슬래브 간의 줄눈 간격을 측정하였다. 줄눈 간격의 조사는 차량 진행방향의 좌측단부, 우측단부, 중앙부에서 수행하였으며 그림 5와 같이 버니어캘리퍼스를 이용하여 측정하였다.

프리캐스트 슬래브를 다짐한 하부지반에 안착시킨 후 하부지반과 슬래브의 빈 공간을 그라우팅 작업을 통해 충전하였으나 시간이 지남에 따라 점차적으로 하부지반의 침하 또는 그라우팅에 문제가 있어서 슬래브가 침하될 경우가 발생할 수 있으며 이러한 경우는 평탄성 저하 및 인접차로와의 높낮이 차이를 가져오게 된다. 따라서 조립식포장 구간 슬래브의 침하를 측정하였다. 슬래브의 침하는 그림 6과 같이 레벨기를 사용하여 각 슬래브의 4군데 모서리에서 레벨을 측정하여 분석하였다.



그림 5. 슬래브 줄눈 간격 측정방법



그림 6. 슬래브 침하 측정 측정방법

4. 초기공용성 조사 결과

조립식 포장의 초기 공용성 조사 일정을 표 1에 나타내었다. 시공 후 약 9주 후에 첫 번째 측정을 실시한 후 4차 조사까지는 약 2주마다 측정을 수행하였으며 그 후 약 1개월 후에 5차 조사를 실시하였다. 4차 조사를 실시하기 하루 전에는 조립식포장의 표면에 다이아몬드 그라인딩 작업을 수행하였다.

표 1. 추적조사 일정

조사 차수	조사 일시	대기온도(℃)	비 고
1차	2010. 10. 05	11.2	
2차	2010. 10. 19	11.0	
3차	2010. 11. 03	0.8	
4차	2010. 11. 19	2.4	2010. 11. 18 다이아몬드 그라인딩 수행
5차	2010. 12. 21	0.9	

프리캐스트 슬래브 간의 단차 측정 결과는 표 2에 나타내었다. 표에 나타낸 결과값은 슬래브 줄눈부의 양측 단부에서 측정한 값의 절대값을 평균한 것이다. 측정 결과 단차는 슬래브 중심부를 기준으로 대부분 대칭되어 발생한 것으로 확인되었다. 따라서 슬래브 중심부에서는 슬래브 간의 단차가 그리 크지 않으며 슬래브의 한쪽 단부로 갈수록 단차가 커지는 것을 확인할 수 있었다. 슬래브 간의 평균 단차는 3mm 이하로 그리 크지 않았으며, 시간에 따른 단차의 변화도 크지 않은 것을 알 수 있었다. 다이아몬드 그라인딩을 공법을 적용한 후인 4차 조사에서는 단차가 대폭 줄어들어 1mm 이하인 것을 알 수 있으며, 이는 다이아몬드 그라인딩 공법을 조립식포장에 적용하면 시공 시 단차를 맞추기 위한 노력을 줄여 시공 시간을 단축시킬 수 도 있으며 매우 우수한 평탄성을 보장할 수 있다는 것을 확인하였다.

표 2. 프리캐스트 슬래브 간의 단차(mm)

조사 일시	1차	2차	3차	4차	5차
평균 단차	2.83	2.36	2.70	0.65	0.81

프리캐스트 슬래브간의 줄눈 간격을 측정한 결과를 표 3에 나타내었다. 표에서 보여주는 결과값은 슬래브의 각 줄눈부 3군데에서 측정한 줄눈 간격의 평균을 나타낸다. 표에서 알 수 있듯이 슬래브 간의 줄눈 간격은 차이가 크지 않으며 이는 시공이 적절히 수행되었다는 것을 의미하는 것이다. 시간에 따른 줄눈 간격의 변화는 매우 미소한 것을 알 수 있다. 또한 온도변화에 따른 줄눈 간격의 변화도 매우 미소하여 측정값에 크게 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있다.

표 3. 프리캐스트 슬래브 줄눈 간격(mm)

조사일시	1차	2차	3차	4차	5차
평균	11.52	11.90	12.38	11.59	11.50

조립식포장의 전체적인 침하 또는 부분적인 침하를 측정하기 위하여 레벨기기를 사용하여 조립식포장의 높낮이를 측정한 결과를 그림 7에 나타내었다. 그림에서 볼 수 있듯이 본 시공이 수행된 버스정거장 구간은 종단경사가 존재하며 조립식포장은 거의 직선으로 표시되어 평탄성이 우수한 것으로 나타났다. 또한 조사 시기에 따른 조립식포장의 높낮이 변화는 발견되지 않았으며 이는 시간이 지남에 따라 슬래브의 침하가 발생하지 않는다는 것을 의미한다.

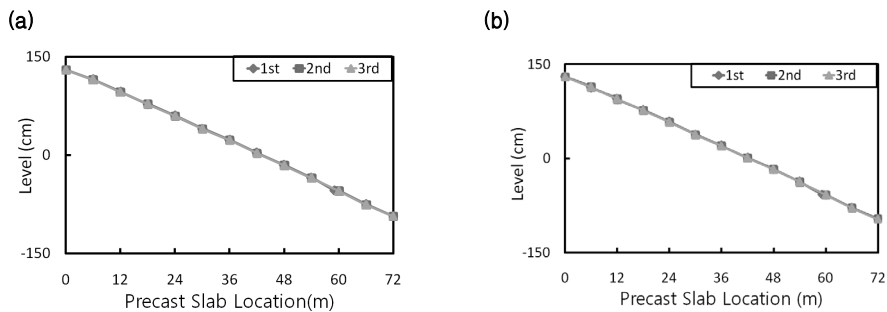


그림 7. 조립식포장 레벨: (a) 좌측 단부, (b) 우측 단부

5. 결론

본 연구는 도심지 중앙버스전용차로의 정거장 구간을 조립식포장 공법을 이용하여 프리캐스트 콘크리트 슬래브로 교체한 후에 이러한 포장 공법의 초기 공용성을 분석하기 위하여 수행되었다. 이와 같은 조립식포장의 초기 공용성 조사를 통해 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

- 프리캐스트 슬래브 간의 단차는 시간에 따라 크게 변화하지 않았으며 다이아몬드 그라인딩 공법을 수행하면 단차를 거의 제거할 수 있는 것을 확인하였다.
- 프리캐스트 슬래브 간의 줄눈 간격을 측정한 결과, 시간에 따른 변화가 미소하였으며 이는 프리캐스트 슬래브가 차량의 가감속에 의해 움직여서 줄눈 간격이 변화하지는 않는다는 것을 의미한다.
- 조립식포장의 높낮이를 레벨기기를 이용하여 측정한 결과 평탄성이 우수하였으며 시간에 따라 침하가 발생하지는 않는다는 것을 확인하였다.
- 아스팔트 포장으로 되어 있는 도심지 버스전용차로의 정거장 구간은 주기적인 보수작업이 필요시 되기 때문에 이러한 구간을 조립식 포장 공법을 이용하여 콘크리트 포장으로 교체함으로써 유지보수를 최소화하며 우수한 공용성을 확보할 수 있다는 것을 본 연구를 통해 확인할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] 정종덕, 류성우, 한승환, 조윤호 (2006). “기존 콘크리트 포장의 성능 향상을 위한 다이아몬드 그라인딩 공법의 초기 공용성 평가”, 한국도로학회논문집, 한국도로학회, Vol. 8, No. 3, pp. 77-88.
- [2] Bull, J. W. (1991). “Precast concrete raft units,” *Van Nostrand Reinhold*, New York, NY, 193 pp.
- [3] Hargett, E. R. (1970). “Prestressed concrete panels for pavement construction,” *PCI Journal*, Precast/Prestressed Concrete Institute, pp. 43-49.