

조립식포장 공법을 적용한 버스정거장 포장 초기 거동 추적조사

Early-Age Behavior Monitoring of Bus-Stop-Section Pavement Constructed Employing Precast Concrete Pavement Method

오 한 진 Oh, Han-Jin	경희대학교 토목공학과 석사과정 (E-mail : fantum2040@khu.ac.kr)
김 성 민 Kim, Seong-Min	정회원 · 경희대학교 공과대학 토목공학과 교수 · 교신저자 (E-mail : seongmin@khu.ac.kr)
황 주 환 Hwang, Ju Hwan	정회원 · 경희대학교 토목공학과 박사과정 (E-mail : hjh12161@hananet.net)
박 원 주 Park, Won Joo	(주)동일기술공사 기술연구소 선임연구원 (E-mail : bondpak@naver.com)

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the early-age performance of precast pavements constructed by replacing existing asphalt pavements for a bus stop section in urban bus only lanes. The behavior monitoring items included the differences in the levels between asphalt and precast pavements at the entrance and exit of the precast pavement, joint widths and level differences between precast slabs, slab settlement, and skid resistance at the slab surface. The applicability of diamond grinding techniques was also investigated. The results of this study showed that the slab level, joint width, settlement, and skid resistance were not much changed as time passed, which implied that the precast pavements stably sustained vehicle loads. It was also found that employing diamond grinding could much improve the leveling between precast slabs and the surface skid resistance.

KEYWORDS

precast pavement, repairing, monitoring, bus only lane, bus stop

요지

본 연구는 조립식 콘크리트 포장 공법을 이용하여 도심지 버스전용차로의 정거장 구간 아스팔트 포장을 강성 포장으로 교체하는 시공을 수행한 후 이러한 포장의 초기 공용성을 분석하기 위해 수행되었다. 추적조사 항목으로는 조립식포장의 진출입 구간에서 아스팔트 포장과 조립식포장과의 단차, 프리캐스트 슬래브간의 줄눈 간격 및 단차, 슬래브의 침하, 슬래브의 미끄럼저항 성능 등을 선정하였으며, 다이아몬드 그라인딩 공법의 적용성도 분석하였다. 추적조사 결과 조립식포장의 단차, 줄눈 간격, 미끄럼저항, 침하 등은 시간에 따라 변화가 거의 없었으며, 이를 통해 프리캐스트 슬래브가 차량하중을 안정되게 지지한다는 것을 알 수 있었다. 또한 다이아몬드 그라인딩 공법을 적용하면 슬래브의 단차 및 미끄럼저항 성능을 크게 개선할 수 있는 것도 확인할 수 있었다.

핵심용어

조립식포장, 보수, 추적조사, 버스전용차로, 버스정거장

1. 서론

도심지의 중앙버스전용차로는 아스팔트 포장으로 되어 있으며 이러한 포장의 특성상 중차량과 정지하중에 취약한 정거장 구간의 아스팔트 포장에서는 소성변형 등의 손상이 혼

히 발생하여 주기적인 유지보수가 필요시 되고 있는 실정이다. 특히 이러한 보수작업은 교통 통제가 반드시 수반되기 때문에 사용자에게 큰 불편을 주게 된다. 강성 포장인 콘크리트 포장은 이러한 단점을 보완할 수 있으나 현장에서 타설 시에

는 양생에 상당한 시간을 할애해야 하기 때문에 특수한 콘크리트 재료를 사용하지 않는 한 현재 운용 중에 있는 정거장 구간에서의 콘크리트 포장의 적용에는 한계가 있다고 할 수 있다. 이러한 한계를 극복할 수 있는 포장 공법으로 조립식포장 공법을 들 수 있다.

조립식포장 공법은 콘크리트 포장 슬래브를 공장에서 미리 제작하여 시공 현장으로 운반한 후 보수부위 포장을 제거하고 이곳에 제작해 놓은 슬래브를 신속하게 설치하는 공법이다. 이러한 공법은 급속시공을 가능하게 하여 교통량이 적은 심야에 교통 통제 시간을 최소화함으로써 사용자의 불편을 초래하지 않으며, 우수한 품질의 슬래브를 이용하기 때문에 고내구성 장수명 포장을 확신할 수 있다. 국외에서는 이러한 공법을 오래전부터 발전시켜 왔으나 우리나라에서는 최근에 적용이 시작되고 있는 실정이다(Bull, 1991; Elkins et al., 1979; Hargett, 1970; Kumakura et al., 1994; Merritt et al., 2000, 2001; Meyer and McCullough, 1983).

본 연구는 버스전용차로의 정거장 구간에서 시공된 조립식포장의 초기 거동 및 공용성을 분석하기 위하여 수행되었다. 그림 1에 보인 바와 같이 서울특별시 공항로에 설치된 버스전용차로의 정거장 구간을 조립식포장 공법을 적용하여 콘크리트 포장 슬래브로 교체하였으며 이에 대한 추적조사를 수행하였다. 본 논문에서는 조립식포장의 간략한 시공과정, 추적조사 항목, 거동 측정 방법, 그리고 측정 결과에 대하여 상세히 설명한다.

2. 슬래브 제작 및 시공

아스팔트 포장으로 구성된 버스전용차로 정거장 구간을 조립식 포장 공법을 이용하여 프리캐스트 슬래브로 교체하기 위하여 폭 2.95m, 연장 72m의 버스정거장 구간에 시공할 콘크리트 슬래브 12개를 각각 폭 2.95m, 길이 6m로 제작하였다. 슬래브의 두께는 현행 줄눈콘크리트 포장의 설계법을 적용하여 25cm의 두께로 제작하였다. 슬래브 간의 하중 전달을 위한 다웰바 연결은 그라우팅 체적을 감소시켜 시공성을 향상시키기 위하여 그림 2와 같이 홀 접합 방식으로 설계하였다(조영교 외, 2010). 프리캐스트 슬래브의 양중작업과 슬래브 안착 후 높낮이 조절을 하기 위하여 그림 3과 같은 리프팅 및 레벨링 겸용 요소를 각 슬래브의 4곳에 설치하였다(조영교 외, 2010).



그림 2. 홀 접합 방식



그림 3. 리프팅 및 레벨링 요소



그림 1. 조립식포장 시공 위치

거푸집의 밑면이 슬래브의 표면이 되도록 슬래브를 거꾸로 제작하여 평탄성 향상을 도모하였으며 최소 온도 철근을 배근하여 그림 4와 같이 거푸집을 완성하였다. 또한 현행 버스전용차로의 적색과 조화를 이룰 수 있도록 콘크리트 배합 시 산화철을 첨가하여 적색의 칼라콘크리트 슬래브로 제작하였다. 슬래브 제작 완료 후에 그라인딩을 통해 슬래브 표면에

종방향으로 타이닝을 넣어 슬래브를 완성하였다.



그림 4. 완성된 거푸집

프리캐스트 슬래브는 트럭을 이용하여 제작현장에서 시공 현장으로 운반하였다. 프리캐스트 슬래브를 트럭에 안치 시키고 시공 현장에 안착시킬 때는 기중기를 사용하였다. 측량을 통해 교체 위치를 정확히 확인 한 후 프리캐스트 슬래브의 크기보다 다소 크게 기존 아스팔트 포장 제거 작업을 수행하였다. 기존 포장을 제거한 후 다짐 장비를 이용하여 하부지반 다짐 및 평탄화 작업을 수행하였다. 하부지반의 모든 부분에서 프리캐스트 슬래브의 두께가 확보되고 모서리부분이 정확히 수직으로 제거되도록 주의를 기울여 작업을 수행하였다. 프리캐스트 슬래브와 하부지반과의 공간을 최소화하여 하부 그라우팅 체적을 감소시켜 그라우팅 작업을 효과적으로 할 수 있도록 그림 5와 같이 시멘트와 모래를 혼합하여 하부지반에 살포하였다. 슬래브 높낮이 조절 작업을 수행하는 레벨링 요소가 하부지반을 정확히 지지하기 위하여 리프팅 및 레벨링 요소가 하부지반에 지지되는 곳에 길이 30cm, 두께 1.5cm의 정사각형 지지판을 설치하였다.

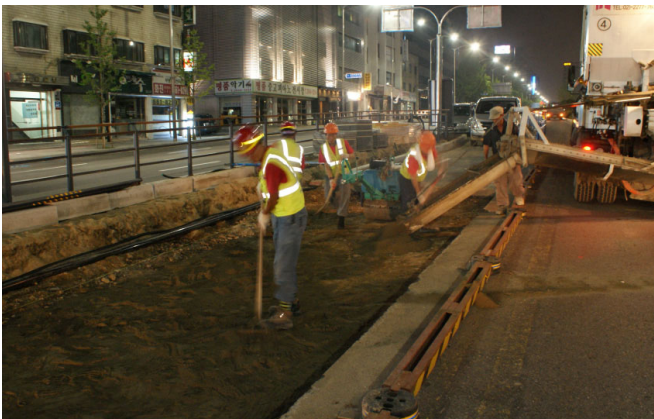


그림 5. 하부지반 평탄화 작업

슬래브 안착 전 작업이 완료되면 프리캐스트 슬래브에 설

치된 홀 접합부에 다웰바를 삽입하고 리프팅 요소와 기중기에 케이블을 걸어 그림 6과 같이 지정된 위치에 프리캐스트 슬래브를 안착시켰다. 슬래브를 이동시키는 과정에서 인접 슬래브 또는 기존 포장과의 충돌로 인해 슬래브 모서리 부분의 파손이 발생하지 않도록 주의를 기울이며 슬래브 간의 조인트 간격이 적정하도록 하였다.



그림 6. 프리캐스트 슬래브 안착 작업

프리캐스트 슬래브가 안착된 후 레벨링 요소를 이용하여 인접슬래브와의 평탄성을 맞추기 위하여 그림 7과 같이 레벨링 작업을 수행하였다. 레벨링 작업으로 각 슬래브간의 단차가 제거되어 평탄성이 확보되면 그림 8과 같이 한쪽 슬래브의 홀에 넣어두었던 다웰바를 밀어서 인접 슬래브와 연결될 수 있도록 다웰바 체결 작업을 수행하였다. 슬래브간의 영구적인 체결과 슬래브와 하부지반과의 빈 공간을 충전하기 위해 홈접합 부분과 하부지반에 그라우팅 작업을 수행하였다. 슬래브간의 조인트는 상부에 실링 처리를 하였으며 인접 아스팔트 포장과의 접합부는 일정 깊이까지는 폴리머콘크리트로 충전하고 그 상부는 아스팔트로 처리하여 그림 9와 같이 2010년 8월 17일 버스정거장 구간의 조립식포장을 완공하였다.



그림 7. 레벨링 작업



그림 8. 다웰바 체결 작업



그림 9. 완공된 버스정거장 조립식포장

조립식 포장을 완공한 후 약 3개월 후에 슬래브 간의 평탄성을 향상시키기 위해 다이아몬드 그라인딩 작업을 수행하였다. 프리캐스트 슬래브를 거꾸로 제작하여 표면의 평탄성이 우수한 것은 바람직하지만 미끄럼저항성이 작기 때문에 다이아몬드 그라인딩은 표면에 매크로 텍스처(macro texture)를 형성하여 미끄럼저항을 증진시킬 수 있다(정종덕 외, 2006).

3. 추적조사 항목 및 측정방법

조립식포장의 거동 및 초기 공용성에 대한 추적조사를 위해 조사항목으로 아스팔트포장과 프리캐스트 슬래브와의 단차, 슬래브 간의 단차, 슬래브 간의 줄눈간격, 슬래브의 침하, 미끄럼저항 성능 등을 선정하였다. 추적조사를 위한 조립식 포장의 프리캐스트 슬래브 번호와 위치 및 방향을 그림 10에 나타내었다.

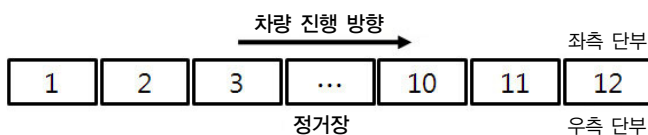
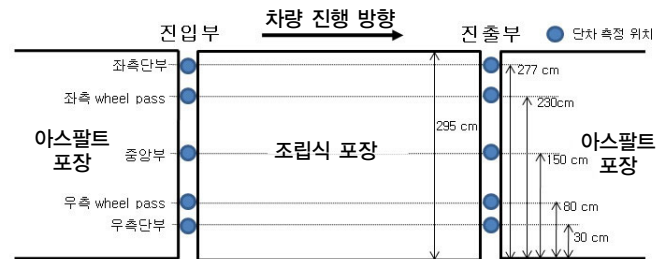


그림 10. 조립식 포장 슬래브 위치 및 방향

3.1. 버스 진출입 구간 아스팔트 포장과 슬래브와의 단차 측정

기존 아스팔트 포장을 제거하고 프리캐스트 슬래브를 이용하여 정거장 구간의 포장을 시공하였기 때문에 차량 진행방향을 따라 조립식 포장의 진입부와 진출부에서 프리캐스트 슬래브와 아스팔트 포장의 접합부가 존재한다. 포장형식이 바뀌는 구간에서 아스팔트 포장과 프리캐스트 슬래브에 단차가 발생하게 되면 승차감이 저하되고 차량 진행방향으로 주행하는 차륜과 프리캐스트 슬래브와 충돌이 발생하여 슬래브의 파손을 야기할 수 있다. 따라서 조립식 포장 진출입 부분의 아스팔트 포장과 프리캐스트 슬래브와의 단차를 측정하였다.

단차 측정은 그림 11(a)와 같이 양측 단부와 중앙부, 그리고 휠 패스(wheel pass) 구간에서 수행하였다. 프리캐스트 슬래브와 인접 아스팔트 포장의 단차 측정은 버니어캘리퍼스와 일정한 높이를 갖는 거치대를 이용하여 그림 11(b)와 같이 수행하였다.



(a) 측정위치



(b) 측정방법

그림 11. 프리캐스트 슬래브와 아스팔트포장 단차 측정

3.2. 프리캐스트 슬래브 간의 단차 측정

현장에서 연속적으로 타설되어 일정 기간의 양생 기간을 가진 후 줄눈부 커팅 작업을 수행하는 일반적인 줄눈콘크리트 포장과 달리 조립식 포장 공법은 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 슬래브간의 단차를 측정하였다.

단차 측정은 그림 12와 같이 슬래브의 양측 단부에서 수행하였으며 측정방법은 아스팔트포장과 슬래브 간의 단차 측정 시와 같이 버니어캘리퍼스와 일정한 높이를 갖는 거치대를 이용하였다.

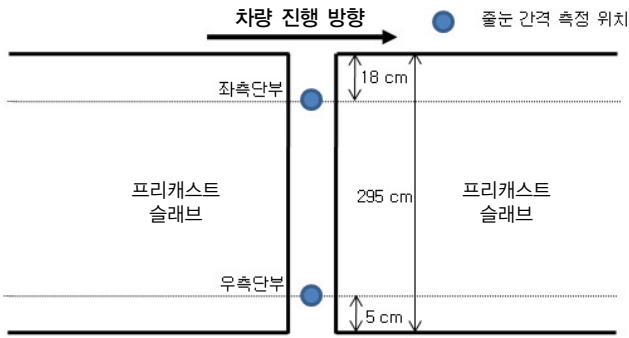
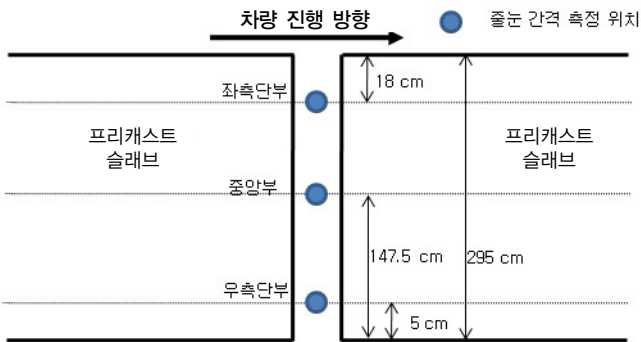


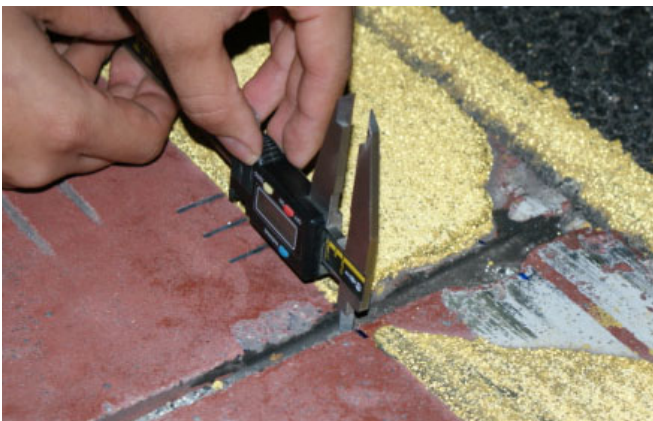
그림 12. 프리캐스트 슬래브 간의 단차 측정위치

3.3. 프리캐스트 슬래브 줄눈 간격 측정

버스정거장은 차량의 가감속으로 인하여 프리캐스트 슬래브가 차량 진행방향으로 밀림이 발생할 가능성이 있다. 슬래브



(a) 측정위치



(b) 측정방법

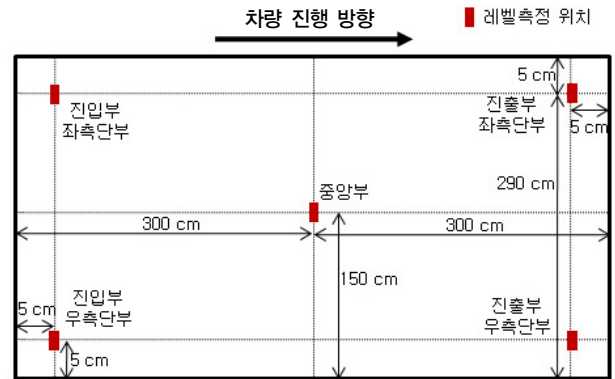
그림 13. 슬래브 줄눈 간격 측정

의 밀림이 발생하여 줄눈 간격이 커지면 다웰바의 하중 전달율이 감소할 우려가 있고 승차감이 저하되기 때문에 프리캐스트 슬래브 간의 줄눈 간격을 측정하였다. 줄눈 간격의 조사는 그림 13(a)과 같이 차량 진행방향의 좌측단부, 우측단부, 중앙부에서 수행하였다. 줄눈 간격의 측정은 그림 13(b)과 같이 버니어캘리퍼스를 이용하여 지정된 위치에서 수행하였다.

3.4. 슬래브 침하 측정

프리캐스트 슬래브를 다짐한 하부지반에 안착시킨 후 하부지반과 슬래브의 빈 공간을 그라우팅 작업을 통해 밀폐시켰으나, 시간이 지남에 따라 점차적으로 하부지반이 침하되던지 또는 그라우팅에 문제가 있어서 슬래브가 침하될 경우가 발생할 수 있으며 이러한 경우는 평탄성 저하 및 인접차로의 높낮이 차이를 가져오게 된다. 따라서 조립식포장 구간 슬래브의 침하를 측정하였다.

슬래브의 침하는 그림 14와 같이 레벨기기를 사용하여 각 슬래브의 4군데 모서리와 중앙부에서 레벨을 측정하여 분석하였다. 레벨 측정 시 기준점은 조립식포장 구간이 아닌 외부의 견고한 지반을 선정함으로써 조립식포장 구간의 상대적인 높낮이를 측정할 수 있도록 하였다.



(a) 측정위치



(b) 측정방법

그림 14. 슬래브 침하 측정

3.5. 미끄럼저항 성능 측정

버스정거장 구간은 차량의 잦은 가속과 정지로 인하여 포장 표면의 미끄럼저항이 중요한 구간이다. 미끄럼저항이 저하되면 안전문제가 발생하기 때문에 조립식포장 공법을 적용한 정거장 구간 프리캐스트 슬래브의 미끄럼저항 성능을 측정하였다.

미끄럼저항 성능 측정은 1, 6, 11번의 3개의 슬래브에서 수행되었으며 그림 15(a)와 같이 임의의 구간이 아닌 차량이 주로 주행하는 휠 패스 구간에서 차량의 진행방향에 따른 미끄럼저항 성능 측정을 수행하였다. 미끄럼저항의 측정은 그림 15(b)와 같이 미끄럼저항 측정기인 BPT(British Pendulum Tester)를 사용하였다. 측정된 결과 값은 BPN(British Pendulum Number)으로 나타내며 이 값이 클수록 마찰 저항이 큰 것을 의미한다.

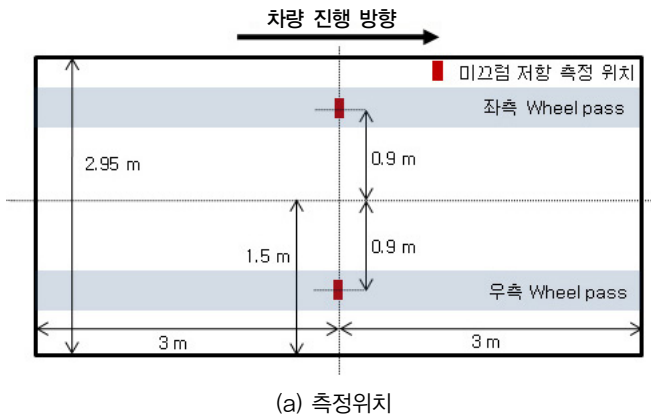


그림 15. 프리캐스트 슬래브 미끄럼저항 측정

4. 추적조사 결과 분석

조립식포장에 대한 추적조사는 표 1에 나타난 바와 같은 일정으로 수행되었다. 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 표면을 다이아몬드 그라인딩 공법으로 평탄화시키는 작업을 수행하였다.

표 1. 추적조사 일정

조사 차수	조사 일시	대기온도(°C)	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	

4.1. 버스 진출입 구간 아스팔트 포장과 슬래브와의 단차 측정 결과

조립식포장 구간으로 버스가 진입하고 다시 진출하는 구간은 아스팔트포장과 콘크리트 슬래브와의 접속 부분이며 이곳의 단차를 측정하여 표 2에 나타내었다. 단차 측정 결과가 양(+)의 값으로 표시된 부분은 프리캐스트 슬래브가 아스팔트 포장보다 높은 것을 의미하며 음(-)의 값으로 표시된 부분은 아스팔트 포장이 프리캐스트 슬래브보다 높은 것을 의미한다. 평균값을 측정한 단차의 절대값을 합산하여 산출하였다. 측정 결과를 통해 조립식 포장의 진입부와 진출부가 인접 아스팔트 포장보다 약간 높은 것을 확인할 수 있었다. 또한 시간이 지남에 따라 아스팔트 포장의 소성변형(러팅)에 의해 단차가 점점 커지게 되며, 다이아몬드 그라인딩 후인 4차 조사에서는 단차가 줄어든 것을 알 수 있다. 특히 진입부에서는 휠패스 구간의 단차가 큰 것을 알 수 있으며 이는 차량에 의해 아스팔트 포장에 러팅이 크게 발생하여 나타난 결과이다. 진출부에서 프리캐스트 슬래브의 높이가 아스팔트 포장보다

표 2. 진출입부 단차(mm)

측정위치		조사일시				
		1차	2차	3차	4차	5차
진입부	좌측단부	9.50	7.02	8.04	4.82	5.64
	좌측 휠패스	12.01	9.8	18.12	15.14	9.23
	중앙부	2.53	-2.77	-1.33	-5.13	-6.55
	우측 휠패스	10.84	12.23	11.56	10.76	10.65
	우측단부	5.36	4.94	7.80	4.22	5.20
진출부	좌측단부	8.08	9.51	10.8	6.57	7.73
	좌측 휠패스	7.74	10.38	10.9	6.03	5.78
	중앙부	7.28	5.32	7.10	4.09	6.67
	우측 휠패스	4.85	8.45	6.98	5.13	5.20
	우측단부	1.52	4.00	5.40	-0.10	1.37
평균		6.97	7.44	8.80	6.20	6.40

다소 높은 것은 문제가 되지 않으나, 진입부에서 계속되는 아스팔트의 러팅현상에 따라 프리캐스트 슬래브의 높이가 아스팔트 포장보다 점차적으로 높아지게 되면 차륜이 프리캐스트 슬래브에 충격을 가하여 슬래브에 파손을 야기할 수 있다. 따라서 진입부에는 이를 방지할 수 있는 겹슬래브나 고성능 아스팔트 포장을 도입하는 것이 적절할 것으로 판단되었다.

4.2. 프리캐스트 슬래브 간의 단차 측정 결과

프리캐스트 슬래브 간의 단차 측정 결과는 표 3에 나타내었다. 표에 나타난 결과값은 그림 13에서와 같이 슬래브 줄눈부의 양측 단부에서 측정된 값의 절대값을 평균한 것이다. 측정 결과 단차는 슬래브 중심부를 기준으로 대부분 대칭되어 발생한 것으로 확인되었다. 즉, 우측단부에서 인접한 슬래브 보다 높게 측정된 슬래브가 좌측단부에서는 인접한 슬래브 보다 낮게 측정된다는 것을 의미한다. 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 그라인딩 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 수도 있으며 매우 우수한 평탄성을 보장할 수 있다는 것을 보여주는 것이다.

표 3. 프리캐스트 슬래브 간의 단차(mm)

조사일시 측정위치	1차	2차	3차	4차	5차
1-2 슬래브	3.31	3.96	3.48	0.43	0.83
2-3 슬래브	4.13	2.09	2.47	0.17	1.05
3-4 슬래브	1.01	1.46	1.49	0.51	1.02
4-5 슬래브	3.62	1.66	4.40	0.25	0.24
5-6 슬래브	1.64	2.43	2.32	0.75	0.67
6-7 슬래브	2.27	1.11	1.21	1.16	0.89
7-8 슬래브	3.01	3.39	3.72	1.38	1.22
8-9 슬래브	2.66	1.86	2.33	0.55	0.86
9-10 슬래브	6.67	6.85	6.12	0.27	0.71
10-11 슬래브	1.73	0.99	1.07	0.91	0.62
11-12 슬래브	1.14	0.15	1.08	0.78	0.80
평균	2.83	2.36	2.70	0.65	0.81

4.3. 프리캐스트 슬래브 줄눈 간격 측정 결과

프리캐스트 슬래브간의 줄눈 간격을 측정된 결과를 표 4에 나타내었다. 표에서 보여주는 결과값은 그림 14에서와 같이 각 줄눈에서 3군데에서 측정된 줄눈 간격의 평균을 나타낸다.

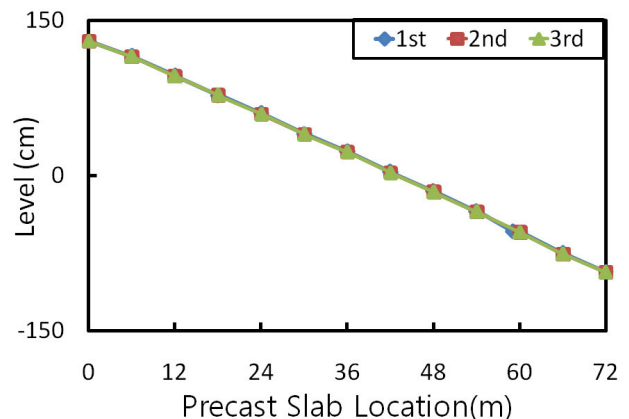
표에서 알 수 있듯이 슬래브 간의 줄눈 간격은 차이가 크지 않으며 이는 시공이 적절히 수행되었다는 것을 의미하는 것이다. 시간에 따른 줄눈 간격의 변화는 매우 미소한 것을 알 수 있다. 또한 1차 조사에서 줄눈 간격이 가장 큰 8, 9번 슬래브 간의 줄눈 간격은 매번 조사 시마다 줄눈 간격이 가장 크다. 이러한 결과는 슬래브가 차량의 가감속에 의해 밀림 현상이 발생하지는 않는다는 것을 의미한다. 또한 온도변화에 따른 줄눈 간격의 변화도 매우 미소하여 측정값에 크게 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있다. 온도변화가 약 10도일 때 6m 슬래브의 온도에 따른 길이변화는 약 0.6mm로 매우 작기 때문이다.

표 4. 프리캐스트 슬래브 줄눈 간격(mm)

조사일시 측정위치	1차	2차	3차	4차	5차
1-2 슬래브	11.95	11.97	12.77	12.10	12.02
2-3 슬래브	11.22	11.61	12.36	11.90	11.77
3-4 슬래브	10.75	12.06	12.73	11.14	10.87
4-5 슬래브	11.56	12.46	12.51	12.45	11.80
5-6 슬래브	11.10	10.59	10.99	10.14	10.03
6-7 슬래브	11.19	12.17	11.61	10.69	10.82
7-8 슬래브	12.05	12.38	13.04	12.22	12.28
8-9 슬래브	12.81	12.83	13.71	13.11	12.88
9-10 슬래브	11.96	12.16	12.65	11.66	11.77
10-11 슬래브	10.26	10.44	11.05	10.28	10.12
11-12 슬래브	11.89	12.21	12.81	11.85	12.18
평균	11.52	11.90	12.38	11.59	11.50

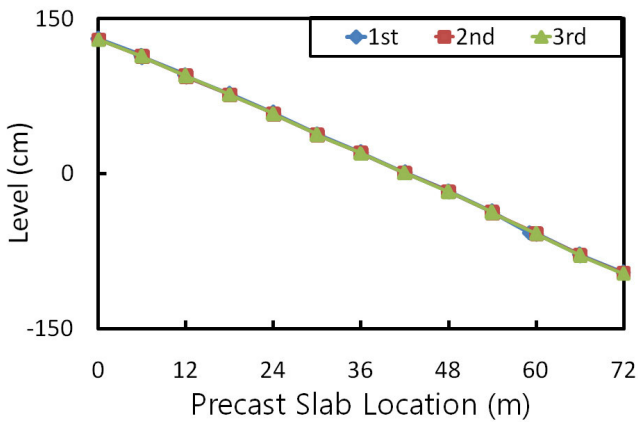
4.4. 슬래브 침하 측정 결과

조립식포장의 전체적인 침하 또는 부분적인 침하를 측정하기 위하여 레벨기기를 사용하여 조립식포장의 높낮이를 측정된 결과를 그림 16에 나타내었다. 그림에서 볼 수 있듯이 본 시공이 수행된 버스정거장 구간은 종단경사가 존재하며 조립



(a) 좌측 단부

<그림 계속>



(a) 우측 단부

그림 16. 조립식포장 레벨

식포장은 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.

4.5. 미끄럼저항 성능 측정 결과

조립식포장의 미끄럼저항 성능 측정 결과는 표 5에 나타내었다. 다이아몬드 그라인딩 공법을 적용하기 전에 수행된 1차 추적조사에서는 미끄럼저항이 측정 슬래브에 따라 다소 차이를 보였으며 평균 BPN이 약 33으로 측정되었다. 다이아몬드 그라인딩 공법을 적용한 후인 4차와 5차 조사에서는 미끄럼저항이 BPN 40 전후로 증가한 것을 알 수 있으며 슬래브 간의 미끄럼저항 차이도 미소해진 것을 알 수 있다. 이는 다이아몬드 그라인딩을 통해 평탄성의 증가뿐만 아니라 미끄럼저항 성능도 균질하게 상승시킬 수 있다는 것을 의미한다. 본 시공이 수행된 버스정거장 구간은 약 3%의 종단구배가 존재하며 타이닝 및 다이아몬드 그라인딩에 의해 종방향으로 홈이 구성되어 있기 때문에 미끄럼저항이 다소 작게 측정될 수 있다. 따라서 차량진행방향의 수직방향인 횡방향으로도 미끄럼저항을 측정하였으며, 그 결과 횡방향으로의 미끄럼저항이 차량진행방향의 미끄럼저항보다 더 큰 것을 알 수 있었다.

표 5. 미끄럼저항(BPN)

조사일시	4차			5차	
	차량 진행방향	차량 진행방향	횡방향	차량 진행방향	횡방향
1번 슬래브	40	42.5	-	39	50.5
6번 슬래브	31	42.5	-	37	56
11번 슬래브	29	40.5	60	-	-
평균	33.33	41.83	60	38	53.25

5. 결론

본 연구는 도심지 중앙버스전용차로의 정거장 구간을 조립식포장 공법을 이용하여 프리캐스트 콘크리트 슬래브로 교체한 후에 이러한 포장 공법의 초기 성능을 분석하기 위하여 수행되었다. 이를 위해 조립식포장의 진출입 구간에서의 아스팔트포장과의 단차, 프리캐스트 슬래브 간의 단차, 프리캐스트 슬래브 간의 줄눈 간격, 조립식포장의 침하, 조립식포장의 미끄럼저항 성능 등에 대한 측정을 수개월에 걸쳐 수행하였다. 이와 같은 조립식포장의 추적조사를 통해 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

1. 조립식포장의 진출입 구간과 아스팔트 포장과의 단차를 측정된 결과 조립식포장이 인접 아스팔트 포장보다 다소 높았으며 시간이 경과함에 따라 이러한 단차가 점점 더 커지는 것을 알 수 있었다. 이러한 현상은 승차감의 저하를 가져올 뿐만 아니라 주행 중인 차량이 프리캐스트 슬래브에 충격을 가해 슬래브의 파손을 야기할 수 있기 때문에 접합부의 아스팔트 포장을 더욱 견고하게 하거나 캡슬래브 등을 설치하여 단차가 최소화 되도록 하여야 한다.
2. 프리캐스트 슬래브 간의 단차는 시간에 따라 크게 변화하지 않았으며 다이아몬드 그라인딩 공법을 수행하면 단차를 거의 제거할 수 있는 것을 확인하였다.
3. 프리캐스트 슬래브 간의 줄눈 간격을 측정된 결과, 시간에 따른 변화가 미소하였으며 이는 프리캐스트 슬래브가 차량의 가감속에 의해 움직여서 줄눈 간격이 변화하지 않는다는 것을 의미한다.
4. 조립식포장의 높낮이를 레벨기기를 이용하여 측정된 결과 평탄성이 우수하였으며 시간에 따라 침하가 발생하지 않는다는 것을 확인하였다.
5. 조립식포장의 미끄럼저항은 다이아몬드 그라인딩 공법을 수행하면 증가하는 것을 알 수 있었으며 종단경사에 의해 횡방향으로의 미끄럼저항 측정값이 더 크게 나타나는 것을 알 수 있었다.
6. 아스팔트 포장으로 되어있는 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

정종덕, 류성우, 한승환, 조운호 (2006). "기존 콘크리트 포장의 성능 향상을 위한 다이아몬드 그라인딩 공법의 초기 공용성 평가", 한국도로학회논문집, 한국도로학회, Vol. 8, No. 3, pp. 77-88.

- 조영교, 김성민, 양성철, 박원주 (2010). "조립식 포장 공법의 특수 요소기술 개발", *봄 학술대회 논문집*, 한국도로학회, pp. 229-234.
- Bull, J. W. (1991). "Precast concrete raft units," Van Nostrand Reinhold, New York, NY, 193 pp.
- Elkins, G. E., McCullough, B. F., and Hudson, R. W. (1979). "Precast repair of continuously reinforced concrete pavement," *Report 177-15*, Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin, 90 pp.
- Hargett, E. R. (1970). "Prestressed concrete panels for pavement construction," *PCI Journal*, Precast/Prestressed Concrete Institute, pp. 43-49.
- Kumakura, M., Kondo, S., Kai, K., Abe, Y., and Sato, R. (1994). "Development of a prestressing method for joints of precast prestressed concrete pavement slabs," *International Symposium on Concrete Roads*, Vienna, pp. 83-88.
- Merritt, D. K., McCullough, B. F., Burns, N. H., and Schindler, A. K. (2000). "The feasibility of using precast concrete panels to expedite highway pavement construction," *Report 1517-1*, Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin, 168 pp.
- Merritt, D. K., McCullough, B. F., Burns, N. H., and Schindler, A. K. (2001). "Feasibility of precast prestressed concrete panels for expediting PCC pavement construction," *Report 1517-S*, Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin, 4 pp.
- Meyer, A. H. and McCullough, B. F. (1983). "Precast repair of CRC Pavements," *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 109, No. 5, ASCE, pp. 615-631.

접 수 일 : 2011. 2. 7

심 사 일 : 2011. 2. 9

심사완료일 : 2011. 2. 28