

# 바이모달 트램 전용선로 포장 형태에 따른 온도의 영향

## Temperature Effect on Pavement Types of Bimodal Tram Dedicated Lane

박영곤†  
Young-Kon Park

윤희택\*  
Hee-Taek Yoon

목재균\*  
Jai-Kyun Mok

김량균\*\*  
Ryang-Gyun Kim

### ABSTRACT

To analyze the effect of temperature on pavement types of dedicated lane, we have performed a temperature monitoring for pavements which were constructed in test track for Bimodal Tram. These pavements classified into four types; natural and artificial lawn, concrete and asphalt. Dedicated lane composed of natural and artificial lawn has a complex structure with concrete slab in contact surface of tires, and with 1m natural or artificial lawn in the middle part of lane. From monitoring results for pavements, dedicated lane with natural lawn shows lower temperature value compared with other dedicated lanes, and it is expected to decrease the heat island effect of conventional road if constructed.

### 1. 서론

과거 포장관련 연구는 경제성 및 시공성에 주안점을 둔 연구개발이 이루어졌던 반면에 90년대 중반부터는 소음, 친환경성, 안전성 등 기능성에 주안점을 둔 다변화된 연구가 이루어지고 있다. 콘크리트 포장의 경우 기존 무근 콘크리트 포장에서 벗어나 슬래브 내에 철근을 배근하여 조인트부를 제거하는 연속철근 콘크리트 포장, 보강철근 콘크리트 포장 등이 새로운 대안으로 제시되고 있다. 또한 소음 저감 및 미끄럼 저항성 향상을 위한 표면처리 공법 개발, 열섬방지 포장도로 개발, 예방적 유지보수 공법 등이 있으나 식재와 포장을 결합하는 시도는 없는 실정이다. 다만 주차장용 포장으로 활용되는 블록 포장에서 잔디를 포함하는 기술이 개발되어 있지만 아직 활성화되지 못한 실정으로, 이는 주차장 특성상 식재의 지속성 측면에서 한계가 있기 때문으로 사료된다.

따라서 도심지에서의 바이모달 트램 전용 주행로를 위한 포장은 우선적으로 미관적 측면이나 환경적 측면에 주안점을 두면서 새로운 교통수단에 가장 적합한 포장 단면을 개발하여 이에 대한 설계 및 시공기술을 확보하고자 하였다. 이를 위해 바이모달 트램 전용선로로 자연잔디 등을 활용하여 친환경 전용선로를 조성하였는데, 이는 여름철 노면이 주위지역보다 특히 뜨거워지는 열섬현상이 저하되도록 환경적 측면을 고려하였다.

본 연구에서는 이와 같은 자연잔디로 구성된 친환경 전용선로의 열섬 저감효과를 살펴보기 위해 바이모달 시험선에 4가지 포장형태를 조성하고, 포장면에 온도계를 매설하여 4개월

† 책임저자 : 정희원, 한국철도기술연구원, 바이모달수송시스템연구단, 책임연구원, 공학박사  
E-mail : ykpark@krri.re.kr TEL : (031)460-5384 FAX : (031)460-5024

\* 정희원, 한국철도기술연구원, 바이모달수송시스템연구단, 책임연구원, 공학박사

\*\* 비희원, 현대엔지니어링(주) 인프라.환경사업본부, 기만시설부, 차장, 구조기술사

간의 온도변화 추이를 분석하였다.

## 2. 시험 구성

### 2.1 포장의 형태

시험선에 설치된 전용선로 포장은 총 4가지로 그림1과 같다. 그림에서 전용선로 포장은 자연잔디와 인조잔디로 구성된 전용선로 구조(a, b)와 콘크리트와 아스팔트로 이루어진 일반적인 전용선로 구조(c, d)이다. 자연잔디 또는 인조잔디로 구성된 전용선로는 그림2와 같이 차량바퀴가 닿는 부분(1,125mm)은 일반 콘크리트로 시공되었으며 가운데 1,000mm 구간은 자연잔디 또는 인조잔디로 조성된 전용선로이다. 일반콘크리트 또는 아스팔트 전용선로는 기존의 일반도로 포장과 동일하다. 또한 자연잔디 및 인조잔디로 이루어진 전용선로에서의 온도계 매설위치는 그림 2와 같다.



(a) 자연잔디 전용선로 (TP1) (b) 인조잔디 전용선로 (TP2) (c) 콘크리트 전용선로 (TP3) (d) 아스팔트 전용선로 (TP4)

그림1. 전용선로 포장의 종류

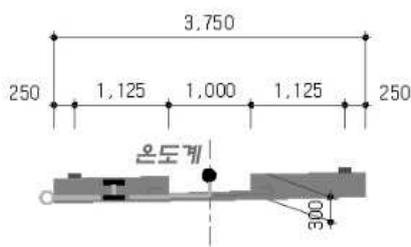


그림2. 자연잔디 전용선로에서의 온도계 매설위치

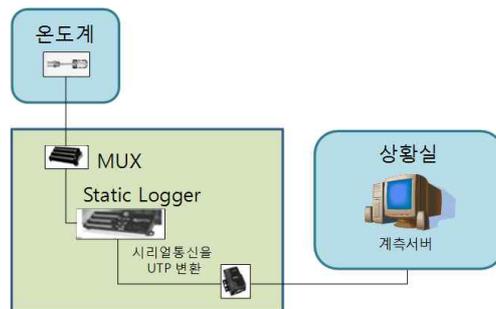


그림3. 계측시스템의 구성

### 2.2 온도센서 설치 및 계측

바이모달 트램 전용선로 포장의 형태에 따른 온도계측을 위해 각 개소에 온도센서를 시험선 시공시 매설하였고 총 4개소에 1개씩 설치하였다. 설치된 온도센서의 사양과 위치는 도표1, 그림4과 같다. 각 포장의 형태에 따른 온도는 그림3의 계측시스템을 통해 2010년 1월~4월까지 4개월 동안 10분 단위로 자동으로 계측되었다.

도표1. 온도센서의 사양 및 설치위치

장비명	수량	모델	사양	설치위치	계측내용
온도 센서	4EA	PT100Ω	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Range : -200~+ 500℃</li> <li>· 허용오차 : ±0.3+ 0.002t</li> <li>· 측정용량 : 100Ω</li> </ul>	STA.0+ 030.00(TP1) STA.0+ 098.50(TP2) STA.0+ 133.00(TP3) STA.0+ 270.00(TP4)	시험선로 노면의 온도측정

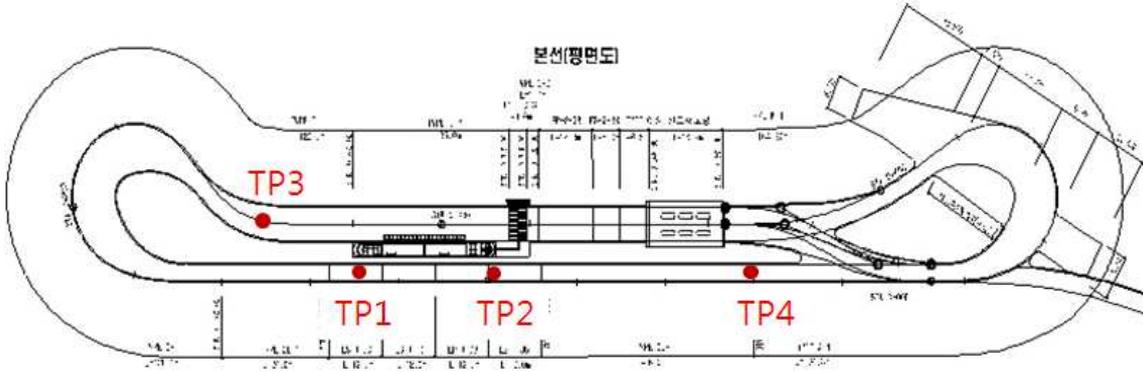


그림4. 바이모달 트랩 시험선에서의 온도센서 설치 위치

### 3. 시험 결과

#### 3.1 포장형태별 일일 온도변화

포장형태별 일일 온도변화를 살펴보기 위해 2010년 1월에서 4월까지 계측한 온도데이터로부터 기상여건을 고려해 각 월별 임의 일자를 선정하였고, 24시간동안의 온도변화 분포를 그림5~그림8과 같이 도시하였다.

모든 그림에서 자연잔디로 구성된 전용선로에서의 온도변화 곡선(TP1)은 오후 2시까지 다른 포장과 마찬가지로 서서히 증가하였고, 오후 2시 이후 감소하였는데 이때 온도값은 다른 포장에 비해 가장 낮은 값을 나타내었다. 반면에 아스팔트 전용선로는 모든 일자에서 24시간동안 가장 높은 온도를 나타내었고, 인조잔디 및 콘크리트 전용선로의 경우에는 거의 비슷한 양상으로 자연잔디와 아스팔트 전용선로의 중간 온도값을 보였다.

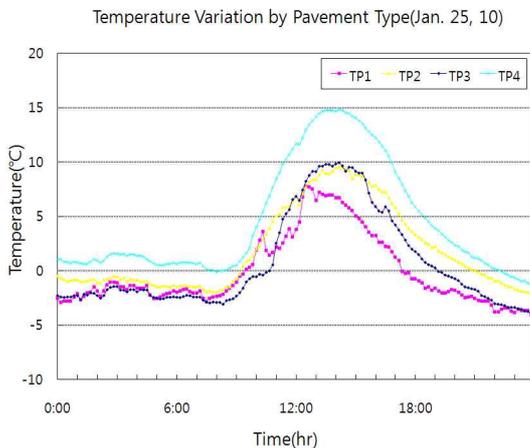


그림5. 포장형태에 따른 1월25일의 온도변화

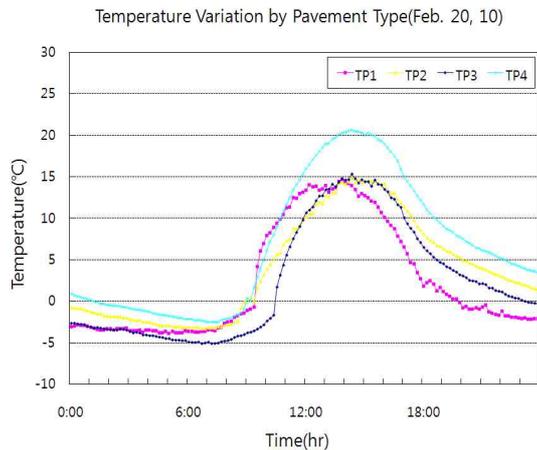


그림6. 포장형태에 따른 2월20일의 온도변화

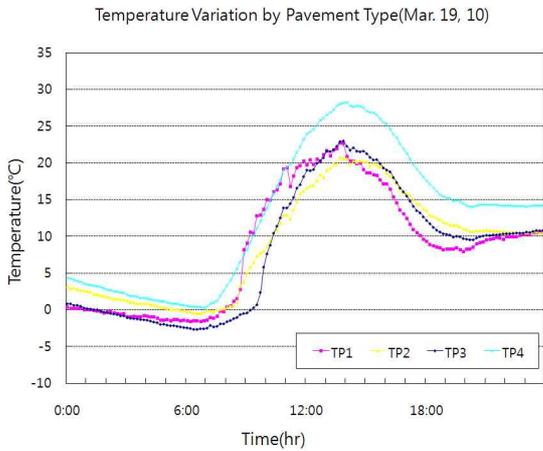


그림7. 포장형태에 따른 3월19일의 온도변화

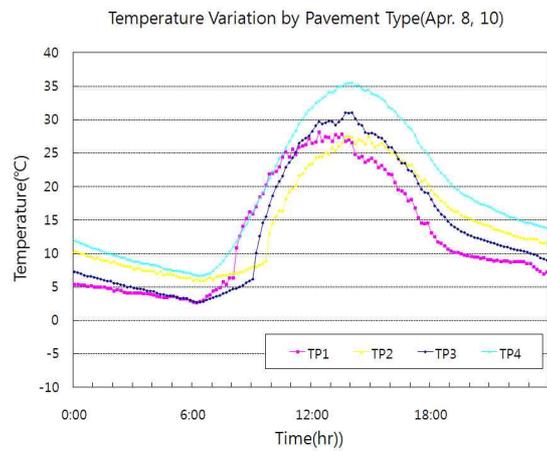


그림8. 포장형태에 따른 4월8일의 온도변화

자연잔디로 구성된 전용선로의 열섬 저감효과를 살펴보기 위해 포장형태에 따른 오후 2시부터 오후 4시까지의 시간대별 온도를 도표2와 같이 정리하였다. 표에서 자연잔디로 구성된 전용선로에서의 온도는 아스팔트 포장에 비해 5.9°C~9.9°C 낮게 나타났고, 콘크리트 포장에 비해서는 0.2°C~4.5°C 낮게 나타났다.

도표2. 포장형태에 따른 오후 2시~4시의 온도 비교

일자/시간	1월25일			2월20일			3월19일			4월8일		
	2PM	3PM	4PM	2PM	3PM	4PM	2PM	3PM	4PM	2PM	3PM	4PM
자연잔디(TP1)	6.7	5.1	3.3	14.4	12.7	10.1	20.9	18.7	17.1	26.6	24.3	21.7
인조잔디(TP2)	9.5	8.9	7.9	14.1	14.4	14.2	20.6	20.2	18.6	27.4	26.5	25.1
콘크리트(TP3)	9.9	9.2	5.9	14.6	14.4	13.5	22.3	21.3	19.1	31.1	28.1	25.9
아스팔트(TP4)	14.7	14.1	12.3	20.4	20.1	19.0	28.3	27.1	25.3	35.5	33.9	31.6

### 3.2 포장형태별 월평균 온도변화

포장형태에 따른 월별 전체 온도변화를 살펴보기 위해 1월에서 4월까지 10분 단위로 계측된 월평균 온도를 산정하였다. 이를 그림으로 도시하면 그림9와 같다.

그림9에서 월평균 온도는 아스팔트 포장을 제외하고, 자연잔디, 인조잔디, 콘크리트 포장의 경우 거의 차이가 나지 않았는데 이는 그림5~그림8에서도 알 수 있듯이, 온도변화의 패턴이 유사하고 최대 또는 최소 온도를 보여주는 시간대가 포장형태별로 상이하며 강우 등과 같은 기상 영향 때문으로 판단된다.

자연잔디로 구성된 전용선로의 열섬 저감효과를 살펴보기 위해 1월에서 4월까지 오후 2시부터 오후 4시까지 한시간 간격으로 월평균 온도변화를 분석하였다. 그림 10~그림12에서 자연잔디로 구성된 전용선로(TP1)에서의 온도는 1월의 경우 오후 2시부터 4시까지 다른 포장에 비해 가장 낮은 온도를 보여주지만 2월이 되면 오후 2시에서의 온도는 인조잔디보다

약간 높은 값을 보였고, 3월 이후에는 점차 그 차이가 크게 나타났다. 오후 3시에서의 온도는 3월부터 상기와 유사한 온도패턴을 보여주었고, 오후 4시의 경우에는 그림12에서와 같이 1월에서 4월까지 가장 낮은 온도를 나타내었다.

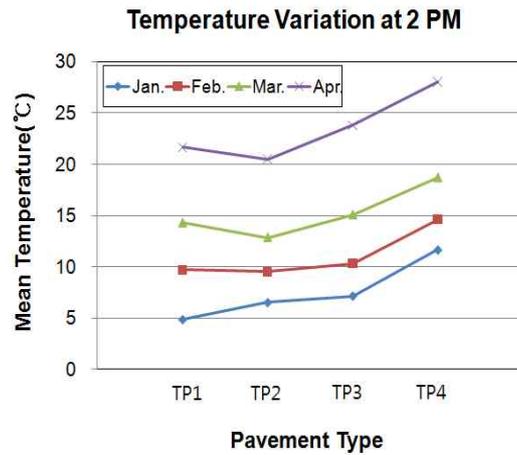
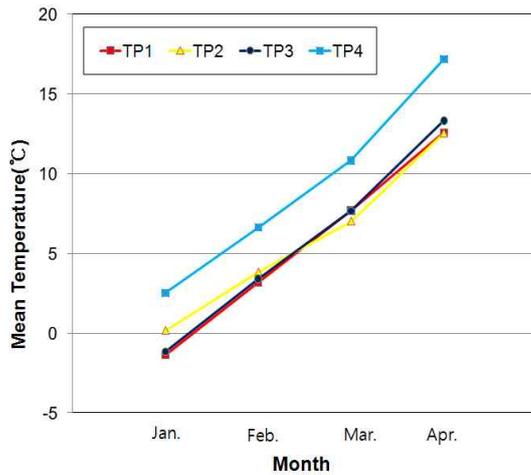


그림9. 포장형태에 따른 월별 평균온도 비교      그림10. 포장형태에 따른 오후2시 월평균온도

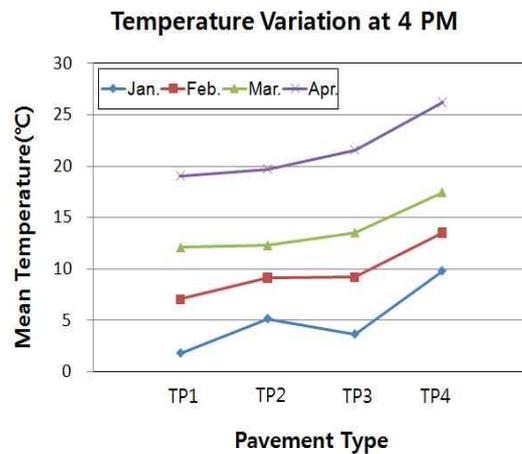
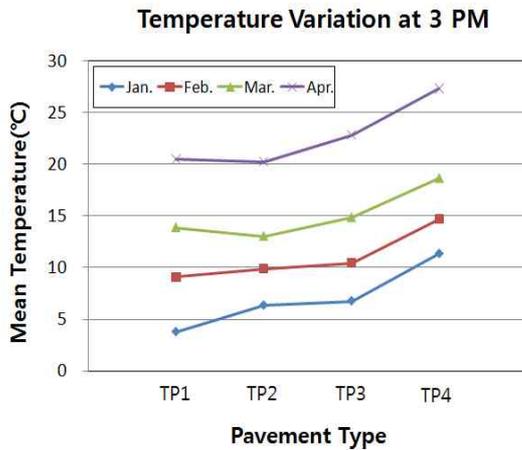


그림11. 포장형태에 따른 오후3시 월평균온도      그림12. 포장형태에 따른 오후4시 월평균온도

#### 4. 결론

자연잔디로 구성된 친환경 전용선로의 열섬 저감효과를 살펴보기 위해 바이모달 트램 시험선에 설치된 전용선로 4가지 포장의 형태에 따른 온도의 영향을 분석하였다. 4가지 전용선로 포장은 자연잔디 및 인조잔디로 구성된 전용선로, 그리고 일반 콘크리트, 아스팔트로 구성된 전용선로로 구분된다. 분석 결과는 다음과 같다.

1) 자연잔디로 구성된 전용선로에서의 일일 온도는 오후 2시를 기점으로 증가 후 감소하였고 그 값은 다른 포장에 비해 가장 낮은 값을 나타내었다.

2) 자연잔디로 구성된 전용선로의 오후 2시~4시까지 시간대별 온도는 아스팔트 포장에 비해 5.9℃~9.9℃ 낮게 나타났고, 콘크리트 포장에 비해서는 0.2℃~4.5℃ 낮게 나타났다.

3) 포장형태에 따른 월평균 온도는 아스팔트 포장을 제외하고, 자연잔디, 인조잔디, 콘크리트 포장의 경우 거의 차이가 나지 않았다.

4) 4개월(1월~4월)동안 오후 2시~4시까지 한시간 간격으로 각 시간의 월평균 온도변화를 분석한 결과, 자연잔디로 구성된 전용선로에서의 온도는 오후 4시에서 월에 관계없이 가장 낮은 값을 보였다.

이상의 결과에서 자연잔디로 조성된 전용선로는 다른 전용선로에 비해 오후 2시 이후에 상대적으로 낮은 온도를 보여 주기 때문에 기존 포장의 열섬효과를 저감시키는데 크게 기여할 것으로 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 국토해양부 교통체계효율화사업의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다(06교통핵심B01).

### 참고문헌

1. 국토해양부/한국건설교통기술평가원, 신에너지 바이모달 저상굴절차량 운영시스템 기반기술 개발, 교통체계효율화사업 제3차년도 연차보고서(2009)
2. 한국철도기술연구원, 바이모달 트램 계측시스템 유지관리 및 계측결과 보고서(2010)