

포장가속시험기를 이용한 개질아스팔트 포장의 공용성 평가 연구

Evaluation of Modified Mixtures by means Accelerated Pavement Testing

서영찬* · 김준형** · 배성호*** · 여윤수****

Suh, Young Chan · Kim, Jun Hyung · Bae, Sung Ho · Yeo, Yoon Soo

1. 서 론

도로포장에서 발생하는 많은 결함들을 보완하기 위해서 해마다 끊임없는 연구가 이루어지고 있다. 특히 개질아스팔트에 대한 연구들도 그중 하나이다. 보다 나은 성능의 개질아스팔트를 개발하고 실내실험을 통해 검증된 재료를 이용하여 실제 현장에 시공되고 있다. 그러나, 현장에 적용된 후에 많은 시행착오를 겪으면서 실내실험만으로는 공용성을 평가하기엔 한계가 있다는 것을 알게 되었다. 또한 공용성에 대한 정확한 검증 없이 현장에 적용함으로써 경제적인 문제까지 발생하게 되었다. 이러한 문제점들을 보완하기 위해서 본 연구에서는 Full-Scale로는 국내 최초로 개발된 한양대학교 포장가속시험기(Hanyang University Accelerated Pavement Test, HAPT)를 소개하고, 포장가속시험기를 이용한 개질아스팔트 포장과 일반 밀입도 아스팔트 포장의 공용성 평가를 수행하였다.

2. 포장가속시험기

현재 국내에서 사용되고 있는 포장가속시험기는 도로공사에서 보유하고 있는 KALES(Korea Accelerated Loading and Environment Simulator)라는 장비가 있다. 이는 포장구조를 Half-Scale로 나타내어 원형의 트랙형식으로 주행하는 장비이다. 본 연구에 사용된 HAPT는 축소단면(Underdesign)이 아니라 실제 포장단면 구조로 시공후 시험이 가능한 장비이다.



그림 1. KALES

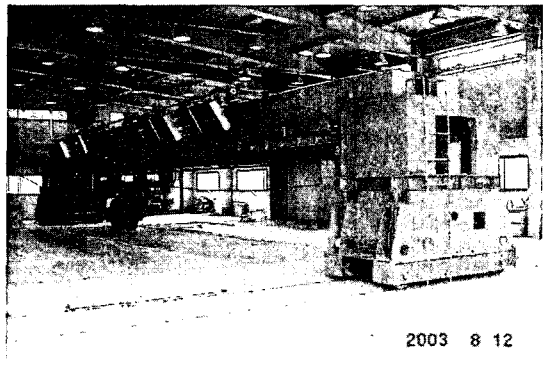


그림 2. HAPT

2003 8 12

* 한양대학교 교통환경시스템공학부 교수 · 공학박사 · E-Mail : suhyc@hanyang.ac.kr
** 한양대학교 교통환경시스템공학부 박사과정 · 공학석사 · E-Mail : kjh0705@hanmail.net
*** 한양대학교 교통환경시스템공학부 석사과정 · 공학학사 · E-Mail : next000@empal.com
**** 한양대학교 교통환경시스템공학부 석사과정 · 공학학사 · E-Mail : yys76@freechal.com



2.1 HAPT 장비구성

장비의 구성은 크게 하중부, 주행부, 제어계측부 그리고 온도조절부의 네가지로 나누어진다.

① 하중부

최대 하중은 11톤 까지 가할수 있으며, 주행 Cart의 자중과 공기압에 의해 이루어진다. 부가되는 하중의 검증은 bellows에서 검출되는 공기압에 의해 계산되는 하중과 별도의 중량계에서 측정된 하중으로 검증된다. 하중이 직접 닿는 바퀴는 복륵 단축하중으로 대형 트럭 타이어(11.00R20-14PR)를 사용하고 있다.

② 주행부

주행부는 직선으로 12m 구간을 주행한다. 최대속도 18km/h, 정격속도 10~15km/h로 운영이 가능하다. Wandering 모사가 가능하며 이를 위해 포장가속시험기 주축 양 끝단에 센서가 부착되어 있다. 주행방향은 일방향, 양방향이 모두 가능해서 각 시험목적에 맞도록 선택할 수 있다.

③ 제어계측부

제어계측부는 크게 두가지로 나뉜다. 주행 Cart의 운영을 제어하고 운영에 따른 각종정보를 수집, 관리하는 시스템과 포장체 내부 및 외부에 설치된 각종 계측기의 데이터를 수집하는 시스템이다. 제어계측부의 전반적인 시스템 관리방법이 아래의 그림 3에 잘 나타나있다.

④ 온도조절부

포장체의 온도를 현장의 조건과 유사하게 묘사하기 위해 장비의 상부 프레임 부분에 설치되어 상승·하강을 자동으로 조절하여 포장체에 직접적으로 열을 가해 일정한 온도까지 인위적으로 조절할수 있도록 되어 있다.

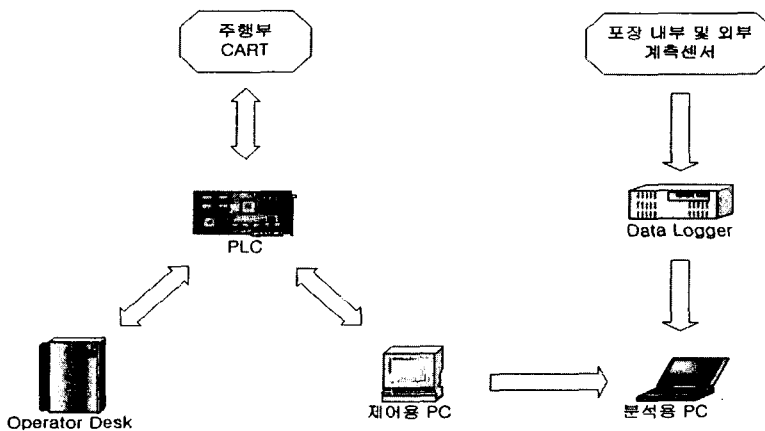


그림 3. 제어계측시스템



2.2 포장가속시험동

포장가속시험동은 Full-Scale 가속시험기를 운영하기 위해 한양대학교 안산캠퍼스에 200여평 부지에 건설되었다. 12.5m × 9.3m 면적의 Test Pit은 깊이 약 3m로 시공되어 실제 포장단면구조를 나타낼 수 있도록 설계되었다. 그리고 모든 통제는 상황실에서 이루어지며 시험동 내에 3대의 인터넷 CCTV를 24시간 운영하여 언제, 어디서든지 시험상태를 확인할 수 있도록 구성되어있다.

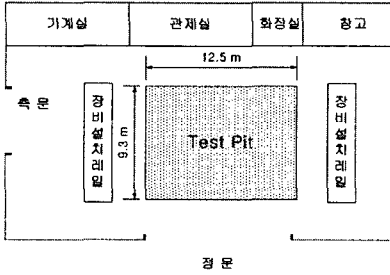


그림 4. 포장가속시험동 평면도

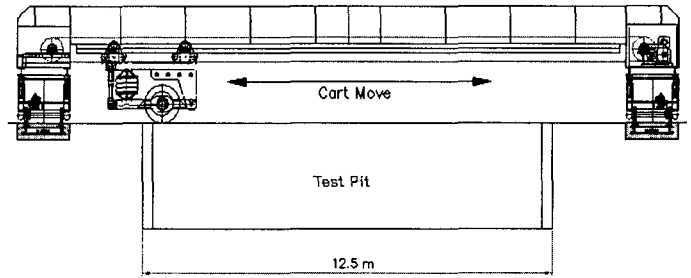


그림 5. 포장시험가속기 단면도

3. 시공

Test Pit의 단면선정은 각 시험목적에 따라 다양하게 시공이 가능하다. 본 연구에서 설정한 단면의 경우는 현재 현장의 개질아스팔트 시험포장과 공용성을 비교하기 위해서 그 단면에 맞추어 결정하였다. 시공은 현장시공과 동일한 과정을 거쳐 실시하였으며, 일반 도로시방규정에 맞추어 품질관리시험을 수행하였다.

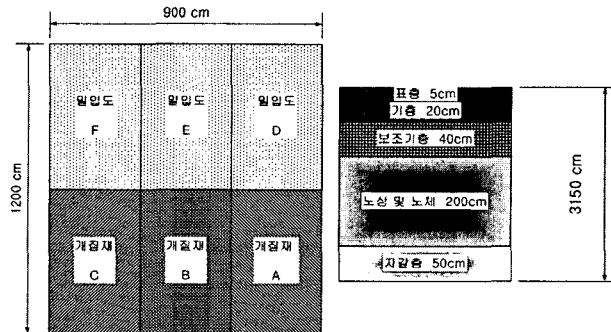


그림 6. Test Pit 결정 단면

표 1. 각 단면별 물성

시공 층	층별 재료
표층	19mm AP-5 및 개질아스팔트 혼합물
기층	BB-2
보조기층	40mm 혼합석
노상 및 노체	점토질 화강풍화토
자갈층	40mm 쇄석

4. 공용성 평가

각 포장의 공용성을 조사하기 위해 다음 표 2에 주어진 조건에 따라서 시험을 실시하였다.

표 2. 시험조건

항목	조건
하중	8.2 ton 복륵단축하중
속도	10km/ h
Wandering	좌우 3cm
온도	25~30 ℃
주행방향	양방향

4.1 소성변형

공용성에서 중요한 부분을 차지하는 소성변형을 계측하기 위해서 본 연구팀에서 Laser Profilometer를 자체 제작하여 측정하였다. 측정간격은 2000회마다 한번씩 같은 지점을 계측하여 조사하였다.

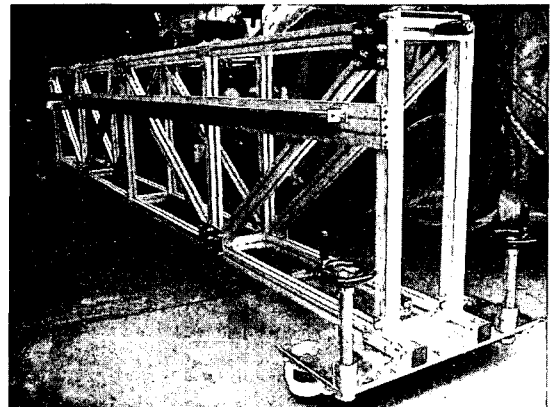
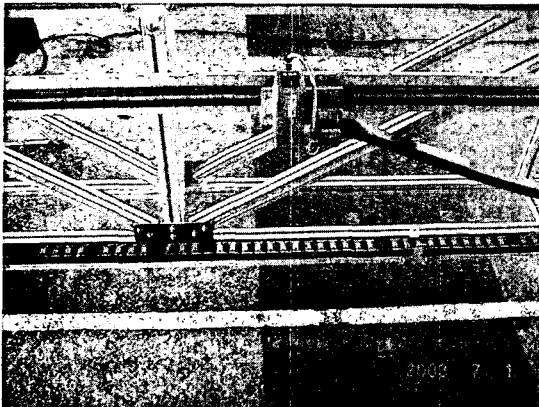


그림 7. Laser Profilometer

현재 진행중인 상황에서 35,000회까지의 소성변형데이터를 조사한 결과, 밀입도 구간이 개질재 구간보다 조금 더 많은 양의 소성변형이 발생한 것으로 나타났다. 그리고 그림 8에서 보는바와 같이, 밀입도 구간에서는 최대 변형량이 5mm정도 발생하였고, 개질재 구간에서는 최대 변형량이 2mm정도로 나타났다.

4.2 균열

포장체의 균열의 길이는 균열율을 계산하기 위해서 계측되어야 하는 요소이다. 현장과는 달리 실내에서 발생하는 균열이기 때문에 주로 육안조사로 계측을 실시하였다. 그밖에 사진을 단면별로 나누어 촬영하여 사진관독으로도 계측이 가능하도록 하였다. 반복하중수 35,000회 까지의 결과는 개질아스팔트 포장과 일반 밀입도 아스팔트포장 모두 균열이 발생하지 않았다.

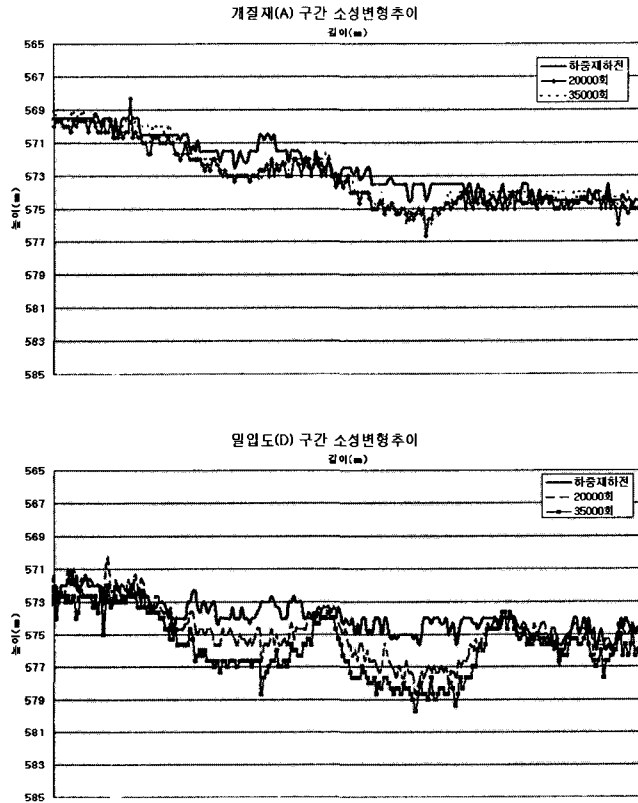


그림 8. 밀입도와 개질재의 소성변형 변화추이

4.3 FWD 시험 및 Coring

하중이 가해진 후 실제적으로 구조적으로 어떤 변화가 있는지를 확인하기 위해서 공용전에 FWD 시험과 각 단면별로 Coring을 실시하였다. FWD 시험은 공용전과 후의 하부구조 각 층별 탄성계수의 변화를 알아내기 위함이고 Coring은 실제 시공이 제대로 이루어 졌는지 확인하는 과정과 동시에 실내실험을 하기 위함이다. 그리고 하중제하구간과 비제하구간의 단면의 변화가 어떤지도 확인할 수 있다.

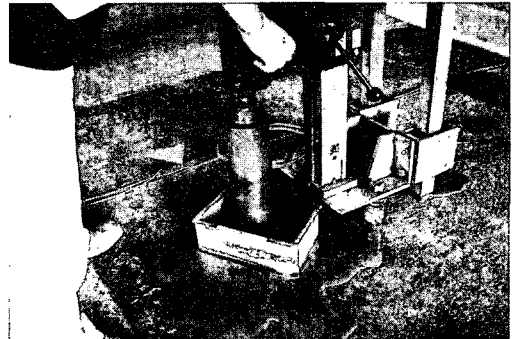
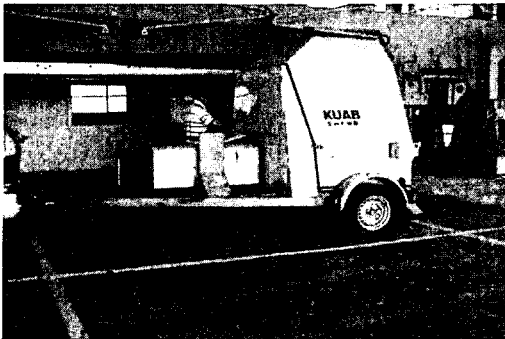


그림 9. FWD & Coring 실시 모습



5. 향후 연구과제 및 기대효과

현재 공용성 시험이 진행중에 있다. 연구진이 정한 파괴기준에 도달할 때 까지 하중을 가하고 소성변형 데이터와 균열데이터를 이용해서 포장파손에 대한 관계식과 예측모델 개발 등을 통해서 포장파손에 대처할 수 있는 방안을 제시할수 있을 것으로 기대된다. 그리고 개질재와 일반 밀입도를 비교함으로써 각 재료의 비교 및 검증하는 수단으로 중요한 역할을 할수 있을것이다. 아울러 현재 많은 개질 아스팔트와 콘크리트 포장에 대해서도 현장과 유사한 조건으로 공용성 시험을 가능하게 함으로써 국내 도로분야의 연구 수준을 크게 향상시킬 것으로 기대하고있다.

6. 결 론

본 연구에서는 국내 최초의 Full-Scale 포장가속시험기를 이용하여 각종 개질재와 밀입도의 장기 공용성을 시험하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 국내에서 처음 도입하는 포장가속시험기의 성능 검증을 확인하였다.
3. 추후 데이터를 이용하여 각종 포장상태의 결합에 대해 연구할 수 있는 데이터를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.
2. 35,000회까지 시험한 결과, 밀입도 구간에서는 5mm, 개질재 구간에서는 2mm정도의 소성변형이 발생하였으며, 균열은 모든 구간에서 관측되지 않았다.

감사의 글

본 연구는 2003년 건설교통기술혁신사업 [산학연 공동 연구개발 사업]의 연구비 지원으로 수행되고 있는 연구결과의 일부로 이루어진 것으로, 본 연구를 가능하게 한 건설교통부 관계자 분들에게 감사를 표합니다. 또한 본 포장가속시험기 도입을 가능하게 해준 과학기술부와 한양대학교, 그리고 장비제작에 있어 여러 어려움에도 불구하고 기술자의 명예를 걸고 성공적으로 마무리 해 주신 (주) NTC의 광동 사장과 홍학기 부장에게도 감사의 말씀을 전합니다.

참고문헌

1. John B. METCALF, Ph.D., "Application of full-scale accelerated pavement testing", NCHRP 235, National Cooperative Highway Research Program, 1996.
2. K.G.Sharp, J.R.Johnson-Clarke, D.W.Fossey, "A review of the Australian ALF program", Accelerated Pavement Testing International Conference, Reno Nevada, 1999.
3. 조윤희, "포장파손 촉진 실험장비의 소개", 대한토목학회지 제44권 제7호, 대한토목학회, 1996. 7.
4. 조윤희, "텍사스 MLS를 이용한 포장파손 촉진실험의 계획 및 전개", 대한토목학회논문집 제17권 제3-1호, 대한토목학회, 1997. 1.
5. 양성철, 유태석, 엄주용, "한국형 포장가속시험시설의 개발현황", 한국도로포장공학회지 제2권 2호, 한국도로포장공학회, 2000. 6.