

포장가속시험을 활용한 아스팔트포장의 피로균열 저항성 평가연구

Evaluation of Fatigue Lives of Asphalt Pavement Materials by Accelerated Pavement Testing

여인수* · 조남현** · 조남근*** · 김준형**** · 서영찬*****

Yeo, In Soo · Cho, Nam Hyun · Jo, Nam Geun · Kim, Jun Hyung · Suh, Young Chan

1. 서론

포장가속시험기의 개발은 아스팔트포장의 장기공용성의 핵심요소인 소성변형과 피로균열에 대한 평가를 단기간 내에 가능하게 하였다. 아스팔트포장의 소성변형에 대한 장기공용성 평가는 이미 2003년도에 본 연구진에 의해 수행되었으며 성공적인 결과를 도출하였다.^{(1),(2)} 하지만 포장가속시험기를 이용한 피로균열에 대한 저항성 평가는 실험을 성공적으로 수행하기가 어려워 해외에서도 그 연구사례가 드문 실험이다.

피로균열에 대한 장기공용성 평가를 위해 국·내외 연구 사례를 검토한 결과 도로 현장에서 시공되는 일반적인 단면으로는 단기간에 균열 모사가 어려울 것으로 판단되었다. 따라서 본 연구에서는 다양한 과소설계(Underdesign) 방법을 통하여 포장표층에 피로균열이 발생되도록 실험을 실시하였다. 과소설계(Underdesign) 방법으로는 노상의 약화, 아스팔트 기층의 생략, 지하수위 조절 등의 방법을 사용하였다.

2. 포장가속시험

2.1 시험 포장층 시공

피로균열 모사를 위한 포장층을 일반 도로 현장에서 시공되는 단면과 동일하게 시공한다면 단기간에 균열 모사가 어렵다고 판단하여 포장 단면을 과소설계하고 또한 연약지반 모사를 위한 수침이 가능하도록 포장 단면을 설계하였다. 실제로 피로균열은 국부적으로 지반이 약하거나 배수가 잘 안되는 곳에서 많이 발생되므로 수침시험은 국부적 취약지점을 모사하는데 유용하리라 판단한다.

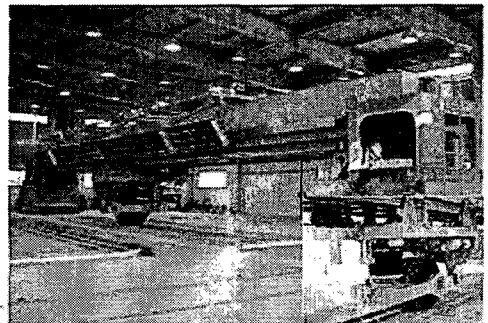
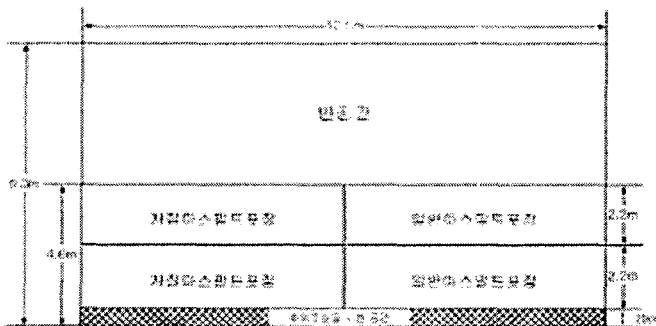


그림 1. 포장가속시험 개요

* 한양대학교 교통공학과 석사과정 · E-mail : dudlstn79@nate.com
 ** 한양대학교 교통공학과 석사과정 · E-mail : jnh0815@hotmail.com
 *** 한양대학교 교통공학과 석사과정 · E-mail : nggggg@gmail.com
 **** 한양대학교 교통공학과 박사수료 · 공학석사 · E-mail : kjh0705@hanmail.net
 ***** 한양대학교 교통공학과 교수 · 공학박사 · E-mail : suhyc@hanyang.ac.kr

시험 포장면은 그림 1과 같이 12.5m길이에 4.4m폭으로 총 12.5m중 6.4m구간은 일반 밀입도 아스팔트로 시공하였으며 나머지 6.1m구간은 고무계열의 개질아스팔트로 시공하였다. 또한 포장면과 기층의 온도를 측정하기 위하여 기층아래 10cm지점과 아스팔트 표층아래 4cm지점에 Thermocouple을 매설하였다.

2.2 포장가속 시험조건

2.2.1 운행조건

시험 포장을 과소설계하고 시공하였기 때문에 조기파손의 가능성이 우려되어 초기 재하하중은 2.8ton, 즉 HAPT 카트의 자중에 의한 하중만을 이용하여 시험을 실시하였고 5,000회 하중반복 후 하중을 4.3ton으로 높여 시험하였다. 4.3ton의 하중으로 10,000회 하중 반복 후 Wandering 적용범위를 그림 2와 같이 확대하였다.

표 1. 포장가속시험 운행조건

	~5,000회	5,000회~80,000회	80,000회~80,450회
하중	2.8ton	4.3ton	4.3ton
Wandering	기준에서 좌우 5cm씩 총 10cm	기준에서 좌우 5cm씩 총 30cm	기준에서 좌우 5cm씩 총 30cm
수침여부	비수침	비수침	수침

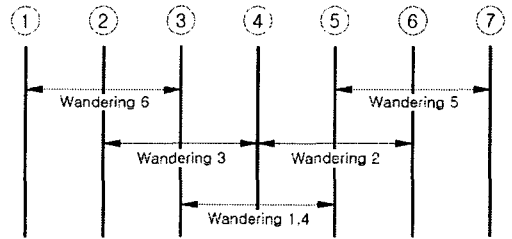


그림 2. Wandering에 따른 하중 적용 Wheel Path

2.2.2 환경조건(지하수위 형성)

80,000회까지는 수침하지 않은 상태에서 하중을 재하 하였지만, 실제 빗물이나 지하수위가 포장면 아래로 침수하였을 때의 포장에 적용된 약조건을 모사하고 파손을 가속시키기 위하여 수침실험을 실시하였다. 최종 지하수위는 표층의 표면으로부터 약 20cm정도였다.

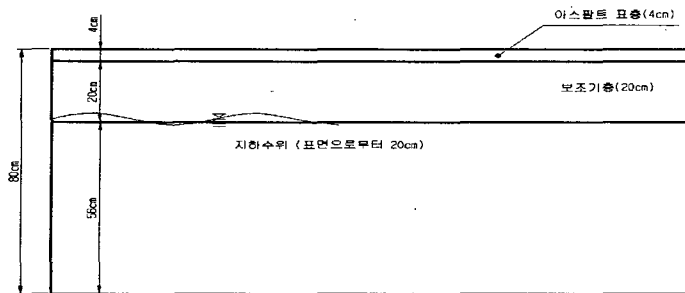


그림 3. 지하수위 형성

3. 시험결과

3.1 균열

하중 적용의 누적횟수가 증가됨에 따라 포장체에 피로균열이 발생하였다. 최초로 균열이 발생한 시기는 2.8ton 하중으로 5,000회, 4.3ton 하중으로 7,000회(누적횟수 12,000회 통과)후에 발생하였다. 균열은 그림 4에 보이는 바와 같이 Wheel Path와 평행한 방향으로 Wheel Path의 가장자리에 발생하였다. 균열의 길이는 약 25cm이며 폭은 약 1mm정도로 관측되었다.

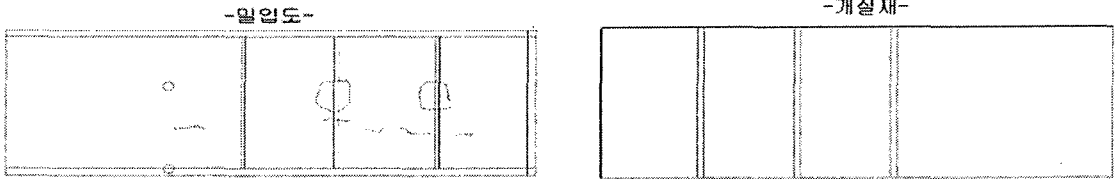


그림 4. 15,000회 하중적용 후 밀입도구간과 개질재구간의 균열 발생상황

이처럼 하중통과횟수가 많지 않은 상태에서 균열이 발생한 것은 포장의 시공을 과소설계(Underdesign)하였던 것이 주요하다고 판단된다.

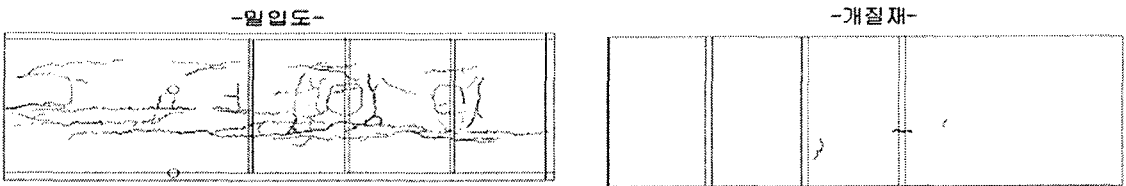


그림 5. 80,000회 하중적용 후 밀입도구간과 개질재구간의 균열 발생상황

특히, 지하수위 형성 후 균열의 폭이 커지고 길이가 급속도로 증가됨을 발견하였다. 또한 표층면에 눈으로 확인하기 힘든 미세한 균열도 지하수위 형성 후 하중적용에 의해 균열을 육안으로 확인할 수 있었다. 특히 밀입도 구간에서의 균열의 발생은 급격히 증가하였다. 반면에 개질아스팔트의 경우 균열은 기존 Wheel Path에 발생한 한곳의 균열이 폭이 커지고 길이가 길어졌다. 그림 6은 밀입도 혼합물과 개질재 부분의 지하수위 형성 후 450회의 하중을 더 적용시켰을 때의 균열의 진행상황을 보여주고 있다.

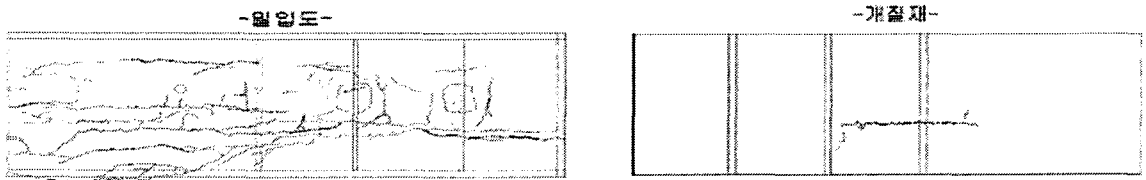


그림 6. 지하수위 형성 후 450회 하중적용 후 밀입도구간과 개질재구간의 균열 발생상황



그림 7. 수침 후 밀입도구간 균열 발생상황

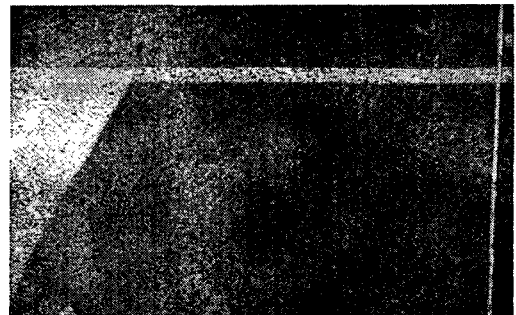


그림 8. 수침 후 개질재구간 균열 발생상황



그림 7과 그림 8에서 알 수 있듯이 같은 실험 조건 하에서 일반 밀입도 아스팔트의 경우는 개질 아스팔트에 비해서 균열에 대한 저항성이 떨어지는 것을 볼 수 있다.

3.2 포장체에 미치는 물의 영향

CAPTIF는 수분이 포장체로 유입되는 것을 차단하면, 포장의 설계수명이 매우 증대됨을 보여준다는 연구 결과를 발표한 바가 있다.⁽⁹⁾ 이 기관의 연구결과로서 그림 9는 물이 공용성에 미치는 영향을 도식화한 것을 보여준다. 포장의 처짐 및 균열 등 포장손상이 물의 유입과 함께 증대됨을 보여준다. 반면 적절한 시기에 이를 실링방법을 통해 보수해 주면, 포장손상의 정도가 누그러짐을 보여준다.

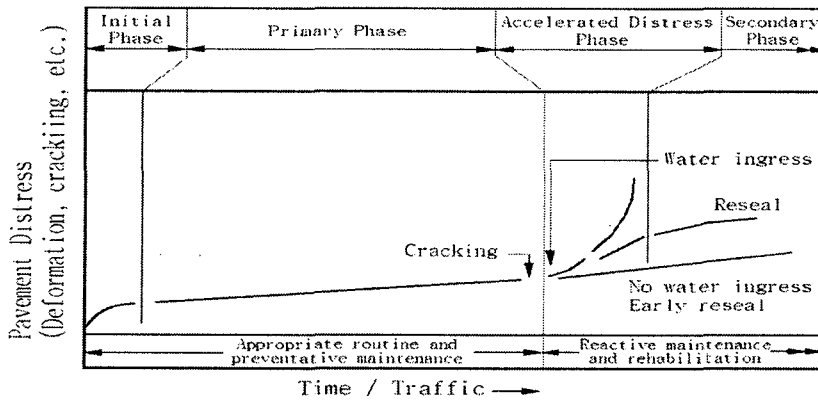


그림 9. 수분의 침투가 포장의 공용성에 미치는 영향에 대한 개념도

4. 결론

본 연구 범위 내에서 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- (1) 다양한 Underdesign 방법으로 피로균열 모사가 가능한 것을 확인하였다.
- (2) 지하수위가 높을 경우 균열은 매우 급속도로 진행되는 것을 확인하였다.
- (3) 실험에 사용된 개질아스팔트의 균열저항성은 일반 밀입도 혼합물에 비해 월등히 우수하였다.

참고문헌

1. 서영찬, 김준형, 배성호, "특수아스팔트 포장의 장기공용성 평가 및 개선연구", 건설핵심기술연구개발사업 최종보고서, 건설교통부, 2003
2. Jun hyung Kim, Young Chan Suh, Soo Ahn Kwon, Sung Ho Bae, "Evaluation of Rutting Resistance of Modified Asphalt Concrete by Accelerated Pavement Testing", ICPT 2005, Seoul
3. Hugo et al, "NCHRP synthesis 325", TRB, 2004, Washington, D.C.