

반강성포장의 사후평가 연구

A Study for Post-Evaluation of Semi-Rigid Pavement

박태순* · 문정규** · 이근식*** · 김 명****

Park, Tae Soon · Moon, Jung Kyu · Lee, Keun Sik · Kim, Myung

1. 서 론

1990년 중반부터 국내 아스팔트포장은 여름철 기온상승, 폭발적인 교통량 증가 및 정체구간의 확대로 인하여 파손이 증가되고 있다. 특히 교통량이 많은 교차로나 중(重)차량의 통행이 빈번하고 급제동이 자주 발생하는 버스정류장 구간에서는 일반도로에 비하여 파손발생에 대한 우려가 상당히 높다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 다양한 포장공법과 개질첨가제가 개발되어야 한다. 그 중에 한 방안으로 일본에서는 아스팔트포장과 콘크리트포장의 장점을 이용한 반강성포장이 파손우려가 높은 구간에 적용되어 양호한 결과를 보이고 있다.

본 연구에서는 서울시에서 수행되어진 “경인-마포로 중앙버스전용차로 설치공사” 구간인 오류IC부터 서대문사거리까지의 버스정류장 중 구로구에 위치한 롯데마트와 경인중학교 앞의 버스정류장을 택하여 2005년 8월 반강성포장 시공 후 포장에 대한 성능시험과 현장으로부터 지지력 및 온도저하 성능시험을 실행하여 사후평가를 하였다.

2. 반강성포장의 이론적 고찰

2.1 반강성포장의 특성

반강성 포장은 1954년 프랑스에서 개발된 특허공법의 하나인 살비아심(Salviacime)포장으로 개발되었으며 1980년 이후에 특허기한이 만료되면서 침투용 시멘트 밀크(Cement milk, Cement paste)의 연구개발이 활성화 되어 현재에 이르고 있다. 반강성포장은 공극이 큰 갭입도 아스팔트 혼합물(공극률 20~28%)을 시공한 후 그 공극에 시멘트 밀크를 침투시키는 것인데 그 성질과 상태는 아스팔트포장의 연성과 콘크리트포장의 강성 및 내구성을 복합적으로 갖는 특징이 있다. 포장표면에서 2~3cm까지 시멘트로 고화시키는 반침투형과 전체층을 고화시키는 전침투형이 있는데 차도에 이용하는 경우에는 내유동성과 내하중성을 고려하여 일반적으로 전침투형을 선호하고 있다. 반강성포장은 양생기간이 짧아서 공사 후 3시간이면 교통개방이 가능하고 평탄성이 좋아 승차감이 좋은 것으로 알려지고 있으며 포장수명은 약 20년으로 보고되고 있다.

2.2 시공절차

모체로 되는 아스팔트 콘크리트의 포설에는 가능한 한 아스팔트 피니셔로 포설하는 것이 좋고, 아스팔트 포장에 적용되는 기본적인 원칙 그대로 모체 아스팔트 콘크리트의 시공에 적용된다. 다짐시 타이어 볼러를 사용하면 모체 아스팔트 콘크리트의 눈이 막힐 염려가 있으므로 원칙적으로 철륵볼러(8t 탄탱볼러)만을 이용한다. 전압의 정도는 볼러 자국이 없어질 정도(5~10회)가 좋다. 시멘트 밀크의 혼합은 물-푸로살비아-플라이애쉬-규사-시멘트의 순서로 믹서에 투입하게 되는데, 맨 나중의 배합물을 투입한 후 5분 정도 지나면 분리현상이 생기므로 신속하게 포설해야한다. 시멘트 밀크 시공시 포장의 온도는 30~40℃ 이하이어야 하고 밀크의 살포는 포장면을 여러 블록으로 나누어 항상 균등한 주입이 되도록 하면서 주입량을 체크한다. 밀크의 살포는 고무 레이키를 이용하여 균일하게 퍼나가며 경우에 따라서는 압축공기를 불어주는 등 적당한 방법으로

* 정회원-서울산업대학교 토목공학과 교수. 02-970-6506(E-mail: tpark@snu.ac.kr)

** 정회원-서울산업대학교 토목공학과 대학원. 02-970-6946(E-mail: yeskool@empal.com)

*** 정회원-서울산업대학교 토목공학과 대학원. 02-970-6946(E-mail: goepave@paran.com)

**** 정회원-서울산업대학교 토목공학과 대학원. 02-970-6946(E-mail: blueluck79@empal.com)

소정의 깊이까지 침투시킨다. 다짐은 진동롤러 또는 콤팩션롤러(1~2t) 정도의 것을 사용하고 밀크의 살포에 따라 쉬지 않고 지그재그로 균일하게 시행한다. 침투깊이는 포장면의 조건에 따라 다르나 15~25mm정도가 적당하다. 마무리는 콘크리트포장의 표면마무리와 동일하게 시행하는데 밀크가 굳기 시작하면 마무리하기가 어렵게 되므로 신속히 행한다. 양생은 콘크리트포장에 준하며 살수양생은 필요치 않다.

3. 반강성포장의 사후 평가방법

3.1 실내시험

아스팔트 혼합물의 공극에 침투되는 시멘트 밀크를 가지고 그림 1, 그림 2, 그림 3과 같이 휨강도시험과 압축강도시험, 최대흡수율시험을 실시하였다. 휨강도시험은 내인장성을 측정하기 위한 시험으로 4×4×16cm의 몰드가 사용되고 하중을 2점지지 1점재하 방법으로 2.55mm/min의 속도로 하였다. 압축강도시험은 5×5×5cm의 몰드가 사용되고 매 초 하중 2~3kgf/cm²로 재하하였다. 최대흡수율시험은 물로 포화된 무게와 110±5℃에서 건조시킨 무게와의 차이를 백분율로 나타냈다.

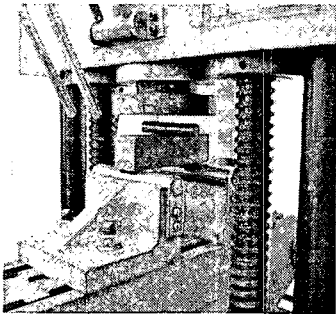


그림 1. 휨강도시험

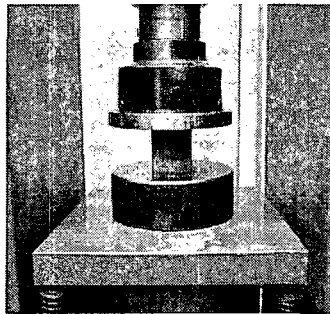


그림 2. 압축강도시험



그림 3. 최대흡수율시험

표 1. 휨강도시험 결과

구 분	최대하중(kgf)	휨강도(kgf/cm ²)	평균(kgf/cm ²)
롯데마트	290	81.4	80.5
	260	73.0	
	310	87.1	
경인중학교	188	52.8	58.2
	190	53.4	
	244	68.5	

표 2. 압축강도시험 결과

구 분	최대하중(kgf)	단면적(cm ²)	압축강도(kgf/cm ²)	평균(kgf/cm ²)
롯데마트	7,910	25	316.4	310.3
	6,710	25	368.4	
	8,650	25	346.0	
경인중학교	8,750	25	350.0	338.0
	8,010	25	320.4	
	8,590	25	343.6	



표 3. 최대흡수율시험 결과

번호	표면건조 포화상태무게(g)	완전건조무게(g)	최대 흡수율(%)
1	246.2	186.4	32.1
2	247.1	187.1	32.1
3	245.9	186.1	32.1
4	243.2	184.5	31.8
5	235.1	179.0	31.3
6	245.5	186.1	31.9

시멘트 밀크를 가지고 휨강도시험과 압축강도시험, 최대흡수율시험의 결과는 표 1, 표 2, 표 3과 같이 나타났다. 모든 시료가 기준치(휨강도 30kgf/cm² 이상, 압축강도 150~360kgf/cm², 최대 흡수율 30% 이상)를 만족하였다.

3.2 LFWD를 이용한 측정평가

LFWD(Light Falling Weight Deflectometer)는 자유낙하 시킨 추로 인해 발생하는 충격으로 인한 처짐을 측정하는 장비로서 운반이 용이하고 시험이 간단하기 때문에 여러구간을 손쉽게 측정할 수 있다. 반강성포장의 구조성능과 지지력을 측정하기 위해 실시하였고 결과값을 비교하기 위하여 유색아스팔트와 일반아스팔트에 대하여도 동일하게 실시하였다. 그림 4는 LFWD 시험 장면을 보여주고 있고 시험결과는 표 4와 같이 요약하여 나타내었다.

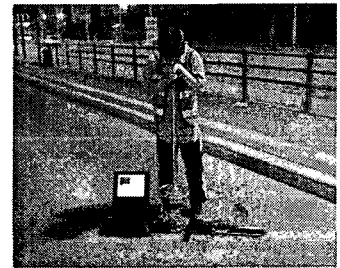


그림 4. LFWD 시험장면

표 4. LFWD 시험결과

구 분	롯데마트				경인중학교			
	Force (kN)	Press (kPa)	처짐값 (μm)	탄성계수 (MPa)	Force (kN)	Press (kPa)	처짐값 (μm)	탄성계수 (MPa)
일반아스팔트	14	1,722	147	1,001	14	1,749	88	1,874
유색아스팔트	13	1,710	217	707	13	1,762	218	717
반강성포장	14	1,714	85	1,916	14	1,752	112	1,406

롯데마트의 탄성계수를 비교해본 결과 반강성포장이 일반아스팔트와 유색아스팔트에 비해 큰 값을 나타냈으며 처짐값은 작게 나타났다. 경인중학교의 경우 탄성계수는 일반아스팔트가 반강성포장보다 조금 높은 값을 나타냈는데 이는 주입된 밀크의 양이 적어서 나타나는 결과로 추측된다.

3.3 포장체 온도변화 측정평가

반강성포장에 주입되는 시멘트 밀크의 특징 중에는 수분의 일정량을 흡수하여 일정기간동안 유지하는 특징을 가지고 있어 일반아스팔트에 비해 표면온도저감에 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 반강성포장이 포장체로부터 발생하는 열방사량을 줄임으로써 보행 및 주행환경을 개선할 수 있는지의 여부를 평가하였다. 반강성포장의 내부온도를 측정하여 일반아스팔트 및 유색아스팔트와 동일한 조건하에서 내부온도를 측정하였다. 2005년 8월 22~23일 포장체의 온도가 높은 시간인 13:00~15:00까지 30분 간격으로 실시하였고 그림 5, 그림 6은 각각의 포장체별 내부온도 측정결과를 그래프로 나타낸 것이다.

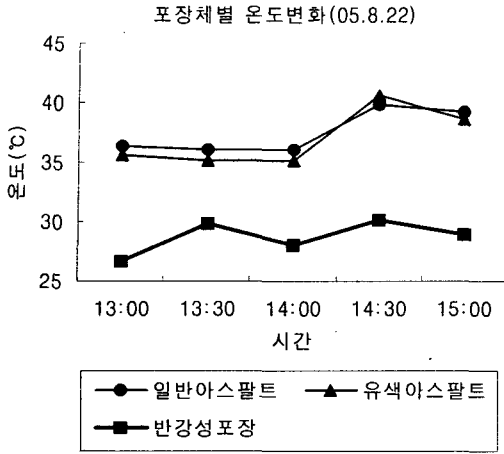


그림 5. 포장체별 내부온도 측정결과 I

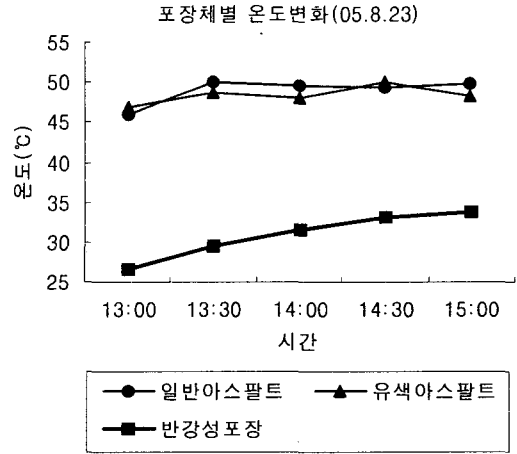


그림 6. 포장체별 내부온도 측정결과 II

포장체의 온도측정결과 반강성포장이 일반아스팔트와 유색아스팔트보다 최고 18°C 이상 차이가 나는 것을 확인할 수 있다.

4. 결론

반강성포장의 사후평가를 위하여 시멘트 밀크에 대해서는 휨강도시험과 압축강도시험, 최대흡수율시험을 실시하였고 현장 공용성을 측정하기 위해 LFWD시험과 포장체 온도변화측정을 실시하였다.

(1) 시멘트 밀크

휨강도시험과 압축강도시험은 7일 양생에 따른 기준을 따르고 있다. 시험결과 2지점에 대한 시험 모두 기준치(휨강도 30kgf/cm² 이상, 압축강도 150~360kgf/cm²)를 만족하였다. 휨강도의 경우 기준치보다 2배 정도 크게 측정되었다. 최대흡수율시험은 시멘트 밀크의 보수성을 측정하기 위한 시험으로 수중에서 7일 양생 후 수분흡수율을 측정하였으며 기준치(30% 이상)를 모두 만족하였다.

(2) LFWD 시험

포장체의 탄성계수와 처짐량을 측정한 결과 반강성포장이 일반아스팔트와 유색아스팔트에 비해 탄성계수가 높게 나타났고 처짐값은 작게 나타났다. 반강성포장은 내구성이 뛰어나 버스정류장에서 소성변형으로 인한 파손을 최소화 할 수 있을 것으로 예상된다.

(3) 포장체 온도변화 측정

포장체의 내부온도변화 측정결과 반강성포장은 일반아스팔트와 유색아스팔트에 비해 최고 18°C의 차이를 보였다. 공극내에 보수된 수분이 증발할 때 기화열에 의한 여름철 노면온도저감 효과를 기대할 수 있다.

참고문헌

1. 김주원, 송철영, “반강성 포장의 현장시공” 한국도로학회, 2004. 9, pp 62~72
2. 박태순, 진명섭, 김찬우, “충격에너지 장치를 이용한 노상토의 다짐관리”, 한국도로학회, 2004. 9, pp 53~61
3. 한국도로학회, “경인-마포로 유색아스팔트 혼합물 품질 및 성능분석”, 2005. 8
4. 한국건설기술연구원, “반강성 포장용 콤비팔트 개발”, 2001. 12