

박충 저소음·배수성 아스팔트 혼합물 개발

A Development of Thin Quiet-Permeable Asphalt Concrete

전순제* · 조신행** · 전준영*** · 류득현****

Jun, Soon Je · Jo, Shin Haeng · Jeon, Jun Young · Ryu, Deug Hyun

Abstract

This paper describes a research study on the durability and strength properties of thin quiet-permeable asphalt concrete. Such asphalt mixes have high porosity, which offers significantly better drainages than normal mix designs. However, these materials also exhibit poor durability and strength limiting their use in pavement application. To remedy this, fiber and polymer modifiers have been proposed. All samples were added to modified binder which were prepared with or without the modifiers and fiber using Marshall mix procedures and were experimentally tested using various standardized testing procedures including percent air void for porosity, cantabro test and marshall stability.

In general, the results of marshall stability showed that modified mixtures were equivalent to unmodified mixtures. Especially, the result of cantabro tested modified mixtures was superior to unmodified mixtures.

Keywords : thin quiet-permeable asphalt, cantabro, drainages

1. 서 론

산업 발전과 기술 개발 흐름을 주도하는 많은 인자 가운데 소비자의 욕구와 만족이 중요한 영향 주고 있다. 특히 인터넷의 발달로 소비자도 전문적인 지식을 바탕으로 큰 영향력과 비중을 차지하고 있다. 이러한 상황은 비단 소비재 산업과 첨단 산업에만 국한된 것이 아니며, 본 연구 분야인 도로 다시 말해서, 아스팔트 콘크리트 포장에서도 이러한 동일한 경향을 나타내고 있다.

아스팔트 콘크리트포장은 석유의 생산에 따른 그 부산물의 처리과정에서 생겨난 하나의 토목재료로써 오랜 역사를 갖고 있으며, 우리나라에서는 산업의 부흥과 더불어 물류를 안정하게 수송해야 하는 도로의 필요성에 따라서 아스팔트 및 콘크리트 포장이 건설되기 시작하였다. 또한 초기의 아스팔트 포장은 단지 차량을 안전하게 목적지까지 이동할 수 있는 노면의 내구성과 평탄성이 포장설계의 주요 인자였던 반면, 차량의 증가와 고급화에 따라 운전자의 요구조건이 복잡해졌으며, 운전자 뿐만아니라 도로 주변에 거주하는 거주민의 주거환경도 고려해야하는 실정이다. 특히 거주민의 주거환경면에서는 차량의 소음으로 야기되는 심리적 스트레스가 발생될 수 있으며, 지구의 온난화로 변화된 이상기온과 강우와 강설의 집중은 차량의 통행을 방해하며 그로인해 사고와 인명피해를 유발하게 된다.

이러한 기존 포장의 대안으로 제시된 것이 저소음·배수성 포장으로 해외에서는 고속도로 및 간선도로에 많이 포설하여 소음감소 및 집중 강우에 따른 원활한 배수로 차량사고 저감에 도움을 주고 있다. 이런 해외의 좋은 사례와 발맞추어 우리나라의 대도시에서도 수년전부터 저소음·배수성 포장에 관심을 갖고 있고 새로 건설되는 신도시 주변도로나 인구 밀집지역의 주변도로에 시공하여 운전자나 주변 주민으로 좋은 호응을 받고 있다.

* 정희원 · 유진기술연구소 연구원 · 031-969-6952(E-mail:godonme@eugenesc.co.kr)
** 정희원 · 유진기술연구소 연구원 · 031-969-6952(E-mail:jerryajo@eugenesc.co.kr)
*** 유진기술연구소 수석연구원 · 031-969-6952(E-mail:jjy@eugenesc.co.kr)
**** 유진기술연구소 소장 · 031-969-6952(E-mail:lionyu@eugenesc.co.kr)

하지만, 국가의 저소음·배수성 포장의 관심과 많은 발주에 따라 관련 업체에서는 해외기술을 국내화하지 못하고 시공하는 사례가 발생하고 있다. 이렇게 시공된 포장체는 내구적으로 불안하고 저소음·배수기능도 불안전하여 저소음·배수성 포장 본연의 목적을 상실하는 것을 많은 매스컴에서 보고하고 있다. 본 연구에서는 기존 포장과 가격 경쟁면이나 품질면에서 우수한 포장체를 보급하고자 하는 필요성을 갖고 연구를 시작하게 되었다.

2. 실내 성능 분석

2.1 실험계획

본 연구는 국·내외 문헌 고찰을 통해서 국내 현실에 적합한 제품을 개발하고자 하는 목적을 갖고 있으며, 국내 환경 조건이 국외와 많이 다르기 때문에 원자재의 접근에서부터 현장 적용에 이르기까지 국내 현실을 고려하여 실험을 수행해야 할 것으로 생각된다. 특히, 개발 제품의 핵심 개념이 박층 포장 메카니즘이라는 점을 감안한다면, 미국 도로에서 우수하게 평가됐던 박층의 내구성이 국내 도로의 환경 조건에서도 양호한 공용 성능을 확보해야 하는 숙제를 안고 있다. 표 1. 은 원재료 적용과 혼합물 평가의 흐름을 나타낸 실험 절차이다.

원재료 적용에서는 골재와 아스팔트의 경우 생산 플랜트 적용성을 고려하여 국내에서 보편화된 재료 중 현장 성능이 우수하다고 입증된 재료를 선택하고자하며, 채움재의 경우 외국 문헌에서는 박리 저항성이 우수한 소석회를 추천하고 있으므로, 국내 배수성 채움재로 보편화된 석회석분과 그 성능을 비교하여 우수한 성능의 재료를 적용하고자한다. 박층 저소음·배수성 포장은 굵은 골재의 맞물림으로 형성된 공극을 통해서 소음감소와 배수기능을 확보하는 포장으로 본 연구에서 개발할 포장은 기존 배수성 포장보다 더 거친 입도를 요구하며 일정한 공극을 확보하기 위해서 기존 배수성 포장의 아스팔트량보다 더 많은 양을 요구하게 되므로 외국 문헌에서는 과량의 아스팔트 흐름을 제어할 수 있는 재료로 섬유를 추천하고 있다. 따라서, 본 연구에서도 첨가재로써 섬유를 적용하고자 하며, 개질재의 경우 원재료로 적용된 배수성 아스팔트만으로도 전반적인 성능을 발휘한다면 고려하지 않을 예정이다. 배합설계에서는 공극률을 확보하기 위한 골재의 배합비율과 그 비율에 적합한 아스팔트의 함량을 찾기 위해 미국 3개주의 시방을 참고하여 국내 여건에 맞는 입도를 선택하고자한다. 이렇게 최적의 배합비가 산출되면 공시체를 제작하여 강도와 현장 공용성 모사 실험을 실시하고자 한다.

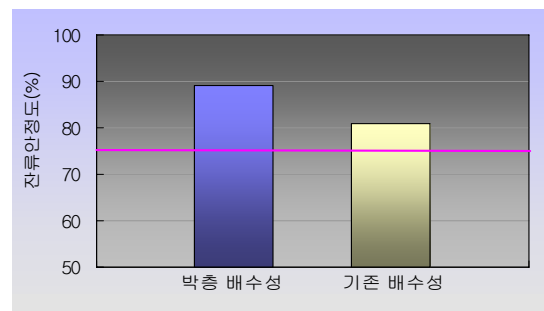
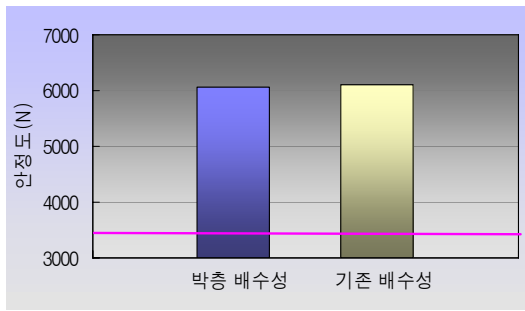
표 1. 박층 저소음·배수성 실험 계획

개발 순서	내 용
원재료 적용	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 골재 : 골재 맞물림 확인 ✓ 아스팔트 : PG 76-22 이상의 성능 확보 ✓ 채움재 : 수분저항성 증진용 고려
첨가재 적용	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 섬유 : 국내 SMA 섬유 적용 ✓ 개질재 : Plant Mix Type
배합 설계	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 골재입도 및 배합비 결정 : 미국 박층 배수성 기술 적용 ✓ 아스팔트 최적함량 결정 : 목표 공극률(18-20%)적용성 고려
실내 내구성 평가	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 현장 공용성 모사 : 마샬 안정도, 칸타브로

2.2 실험결과 분석

2.2.1 마샬 및 잔류 안정도 특성 평가

박층 저소음·배수성과 기존 배수성 혼합물의 실내 내구성을 평가하고자 아래와 같이 마샬 안정도와 잔류 안정도를 측정하였고 각 혼합물의 품질 성능을 비교·분석하기 위하여 서울시 기준을 적용하였다.



(a) 안정도 측정 결과

(b) 잔류 안정도 측정 결과

그림 1. 마살 안정도 및 잔류 안정도 측정 결과

박층·기존 배수성 모두 기준 5000N을 만족하였으며, 기존 배수성 혼합물이 52N 큰 저항력을 보이고 있다. 이 값은 미세한 값으로 기존 배수성 혼합물이 강도 저항성에 우수하다고 평가하기에는 무리가 있고 미세한 값의 증가 원인은 박층 저소음·배수성 포장의 경우 기존 배수성보다 아스팔트 첨가량이 많아서 압축하중에 대한 저항성이 약화되는데 기인한 것으로 판단된다.

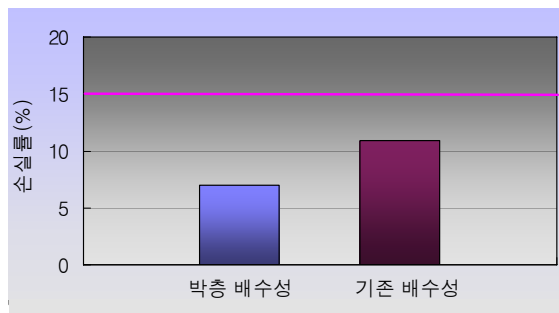
박층 배수성 및 기존 배수성 혼합물에서 측정된 잔류 안정도는 모든 시료가 기준 75%를 만족하였다. 서울시 기준 대비 박층 배수성(119%), 기존 배수성(108%)의 증가를 보였다. 이 결과만으로 볼 때 두 혼합물은 수분에 대한 저항성이 우수한 것으로 판단되며 특히, 박층 배수성이 기존 배수성보다 높은 저항성을 보이며 수분의 원활한 배수로 인해 포장체가 구조적 약화에 노출된 배수성 포장의 특수한 상황을 고려할 때 상대적으로 우수한 박층 배수성의 수분 저항 성능은 높은 내구성을 나타낼 것으로 판단된다.

2.2.2 칸타브로 손실률 평가

칸타브로 시험으로 측정되는 손실률(%)은 배수성 혼합물에서만 적용되는 실험으로 굵은 골재가 많이 포함되는 혼합물의 물성을 파악하기 위한 실험이다. 실험의 결과는 혼합물에서 떨어져 나간 골재의 양을 확인하는 방식으로 이러한 측정인자는 골재와 아스팔트와의 접착력과 인장력을 분석하는 자료로 사용된다. 특히, 배수성 포장은 골재의 결합력을 증진시키기 위해서 고성능 바인더 또는 개질재를 사용하여 그 결합력을 증가시키는 메커니즘을 갖고 있다. 또한 현장에서는 차량의 정지 및 출발에 따라 발생하는 응력의 집중으로 골재의 탈리와 균열이 발생할 수 있다. 따라서, 칸타브로 시험은 배수성 포장을 평가하는 가장 중요한 시험으로 적은 손실률이 측정된다면, 그 만큼 현장에서 안정된 수명을 기대할 수 있다.



(a) 공시체 투입



(b) 칸타브로 손실률 결과

그림 2. 칸타브로 손실률 측정 결과

윗 그림은 박층·기존 배수성의 칸타브로 손실률 결과를 보여주고 있다. 기준은 서울시와 건교부가 차이가 있어서 더 낮은 기준인 15%의 서울시 기준을 적용하여 혼합물의 내구성 평가에 가혹한 기준을 주었다. 결과에서 알 수 있듯이 두 혼합물 모두 기준을 만족하였으며, 기존 배수성이 10% 손실률을 나타낸 반면 박층 혼

합물은 7%의 작은 손실률을 보이고 있다. 이러한 결과는 박층 배수성에 투입된 섬유와 내구성 증진용 개질제에 기인한 것으로 판단되며, 특히 섬유의 첨가와 더불어 증가된 아스팔트로 인해 골재와의 피복두께 증가에 따른 접착력 및 인장력 향상을 가져와 상대적으로 적은 손실률을 나타낸 것으로 사료된다.

3. 결 론

박층 저소음·배수성 포장 개발을 위해서 본 연구에서는 혼합물의 최적배합을 통해 제작된 시료의 실내 물성을 평가하였다. 기존 보급화된 저소음·배수성 포장과의 차별을 위해서 배합설계 과정에서 고급 첨가제와 섬유를 투입하여 실내 성능을 향상시켰으며, 상대적인 품질을 파악하고자 현재 국내 도로현장에서 보편적으로 사용하고 있는 배수성포장의 배합비를 그대로 적용하여 제작한 시료를 비교군으로 하였다. 실내 내구성 실험은 목표 공극률 확인 최적배합을 기초로하여 마찰 안정도, 잔류 안정도, 칸타브로 손실률을 실시하여 혼합물의 전반적인 물성을 파악하였다.

1. 마찰 안정도의 경우 건설교통부 기준(5000N이상) 대비 박층 저소음·배수성(6058N), 기존 배수성(6110N)의 증가를 보였으며, 이 결과만으로 판단할 때 두 시료 모두 양호한 품질 성능을 나타낼 것으로 기대할 수 있다.
2. 아스팔트 혼합물의 수분에 대한 저항성을 평가하고자 잔류 안정도를 측정하였으며, 박층·기존 배수성 시료 모두 서울시 기준(75%이상) 대비 박층 배수성(89%), 기존 배수성(81%) 증가를 보였다. 이 결과는 기준을 상회하는 값으로 두 혼합물 모두 우수한 수분 저항성을 발휘할 것으로 판단되며, 상대적인 수치상의 결과가 큰 박층 배수성이 기존 배수성보다 수분 저항성이 우수할 것으로 판단된다.
3. 배수성 혼합물 품질확인 실험 중 현장 모사성이 뛰어난 실험의 하나가 칸타브로 실험으로 일반 밀입도 혼합물보다 굵은 골재가 많이 포함되는 구조적 특징에 따른 성능분석에 유용한 실험이다. 국내 기준은 서울시(15%이하)와 건설교통부(20%이하) 모두 있으나 본 연구에서는 개발제품의 보다 높은 품질확보능력을 위해서 서울시 기준으로 비교하였다. 박층·기존 배수성 혼합물 모두 기준을 만족하는 값인 박층(7.0%), 기존(10.9%)로 측정되었으며 기준과 비교할 때 두 혼합물 모두 우수한 내구성을 갖고 있으며, 약 4%의 골재 손실률이 적은 박층 저소음·배수성 혼합물의 경우 상대적인 성능이 기존 배수성보다 우수하며 특히, 차량 하중으로 전달되는 전단력과 인장력으로 발생하는 골재의 탈리와 포장체 균열에 매우 우수할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. “저소음 아스팔트 포장의 설계 및 시공”, 구미서관, 2005.
2. “A basic asphalt emulsion manual”, Asphalt Emulsion Manufacturers Association, Manual Series No. 19.
3. 서울시 건설안전본부, “저소음·배수성 아스팔트 포장 시방서”, 2006.
4. “개립도 마찰층(OGFC)용 CRM 아스팔트 혼합물의 개발”, 한국건설기술연구원, 2001.
5. G. W. Maupin, Jr., P.E, “Design and Construction of New Asphalt Drainage Layer”, Virginia Transportation Research Council, 2004.
6. “Modified Open Graded Friction Course”, New Jersey Department of Transportation, Baseline Document Change Announcement, 2005.
7. 유진명, “가열아스팔트 혼합물 종류별 강도특성 분석”, 인천대학교, 2001.
8. “아스콘 시험법”, 한국아스콘공업협동조합연합회, 1996.