

보수성 아스팔트 콘크리트의 특성에 관한 연구

A Study on Properties of Retentive Asphalt Concrete

장 석 수* 이 승 한** 정 용 옥***
Jang, Seck Soo Lee, Seung Han Jung, Yong Wook

ABSTRACT

This study was retentive material into the porosities of the permeable asphalt concrete, we developed retentive asphalt concrete which can absorb water in rain and decrease the temperature of the pavement through the vaporization of rainwater.

The experimental results showed that the maximum stability appeared in the 5.0% types of both AP-5 and SBS PMA. Between these two types, the maximum stability of the asphalt with AP-5 was 480kg, which means it met the stability requirement for walkways but didn't meet the requirement for roadways. On the other hand, the maximum stability of the asphalt concrete with SBS PMA was 676kg, which was 176 kg higher than the requirement for roadways(500kg) and satisfy the requirement of KS.

The retentive material was 56.4% in the type of the retentive material with 30% diatomaceous earth, 66.6% in 50% type, 87.5% in 70% type. In the aspect of thermal properties, the retentive asphalt concrete can lower the surface temperature by about 15 degrees lower than the normal asphalt concrete can. This effect could be made by the evaporation cooling effect and the surface albedo. It should be noted that the evaporation cooling effect cools it by about 10 degrees and the surface albedo by about 5 degrees.

1. 서론

최근 도로포장은 도시의 열섬화, 도시홍수 및 지하수 고갈이라는 문제점 해결을 위하여 환경보전과 투수기능을 향상시킨 포장에 증가되는 추세에 있다.

이러한 투수성 포장은 지하수고갈 문제해결과 강우시의 보행성 향상, 차량의 소음저감, 미끄럼 저항성 증가 및 수막현상방지를 가져와 현재 국내·외에서 널리 사용되고 있다.

그러나 투수성포장은 포장체내의 공극률 증대로 인한 내구성 저하로 대부분 재하하중이 작은 보도나 자전거 도로 등에서의 적용으로 사용성이 제한적이다. 또한 투수성포장은 강우 후 단시간 내 투수되기 때문에 증발 냉각효과가 적어 도시 열환경을 악화시키고 포장온도의 상승을 가져와 도로의 소성변형을 증가시키는 문제점을 가지고 있다.

이에 본 연구에서는 일반아스팔트 AP-5와 AP-5에 비하여 점성과 박리저항성이 우수한 개질아스팔트 SBS PMA를 사용하여 투수아스팔트 콘크리트의 내구성 증진을 검토하였다. 또한 본 연구에서는 도시의 열환경 개선과 고온으로 인한 소성변형을 저감시키고자 투수성 아스팔트 콘크리트의 공극에 보수재를 넣어 강우시 물을 흡수하고, 물의 증발에 의한 증발잠열로 포장면의 온도를 낮출 수 있는 보수성 아스팔트 콘크리트를 개발하고자 하였다.

* 정희원, 계명대학교 토목공학과 대학원 박사과정

** 정희원, 계명대학교 토목공학과 교수

*** 정희원, 계명대학교 첨단건설재료실험센터 연구원

2. 실험개요

2.1. 아스팔트

아스팔트는 S사의 침입도 등급 60초과~80이하의 AP-5와 S사의 SBS PMA 개질아스팔트를 사용하였다.

2.2. 골재

본 연구에서는 자연사의 첨가가 소성변형 저항성을 떨어뜨리며, 중차량의 통과가 빈번한 지역의 도로포장에는 사용되지 않아야 한다는 연구결과(한국도로포장공학회, 1999)에 따라서 자연사는 사용하지 않았으며 굵은골재 및 잔골재는 KS F 2357 “역청 포장 혼합물용 골재”의 규정값을 만족시키는 Y사의 골재를 사용하였다. 사용된 채움재는 KS F 3501 “역청 포장용 채움재”의 규격을 만족시키는 충북 단양산 석회석 분말을 사용하였다.

2.3. 보수재

보수성 아스팔트 콘크리트의 도시의 열환경 개선과 고온으로 인한 소성변형을 저감시키고자 투수성 아스팔트 콘크리트의 형성된 공극에 충전한 보수재는 S사의 구조토를 사용하였다.

2.4. 실험계획

본 연구에서는 도시의 열환경 개선과 고온으로 인한 소성변형을 저감시키고자 투수성 아스팔트 콘크리트의 형성된 공극에 아스팔트 콘크리트 중량의 3%의 보수재를 충전한 보수성 아스팔트와 밀립도 아스팔트 및 투수성 아스팔트 콘크리트의 보수성능 및 온도특성을 비교 검토하였다. 보수재는 보수성능이 우수한 구조토를 시멘트와 구조토 무게에 대하여 30%, 50%, 70%로 변화시켰다. 표 1에 보수성 아스팔트 콘크리트의 실험계획을 나타내었다.

표 1 보수성 아스팔트 콘크리트의 실험계획

구 분		측 정 항 목	
		보수성능	온도변화
보 수 재	D30C70	○	-
	D50C50 ¹⁾	○	-
	D70C30	○	-
보 수 성 아스팔트 콘크리트	D30C70	○	○
	D50C50	○	○
	D70C30	○	○
밀립도 아스팔트 콘크리트		○	○
투수성 아스팔트 콘크리트		○	○

주1) D50 C50

Cement = (D+C)×50%

Diatomaceous = (D+C)×50%

3. 실험결과 및 고찰

3.1 투수성 아스팔트 콘크리트의 마찰특성치

본 연구에서는 일반아스팔트 AP-5와 SBS PMA를 사용하여 투수아스팔트 콘크리트의 내구성 증진 방안을 검토하기 위하여 AP 첨가률을 3.5%, 4.0%, 4.5%, 5.0%, 5.5%의 5종류로 변화시켜 AP 첨가률에 따른 안정도, 흐름값, 공극률, 투수계수 등의 실험을 실시하였다. 그림 1에서 투수성 아스팔트 콘크리트의 최대안정도는 AP-5와 SBS PMA 모두 아스팔트 첨가량 5.0%에서 나타났다. AP-5를 사용한 투수성 아스팔트 콘크리트의 경우 최대안정도가 480kg으로 나타났으나 SBS PMA를 사용한 투수성 아스팔트 콘크리트의 경우는 676kg으로 차도 기준인 500kg보다 176kg 높게 나타나 KS 안정도기준을 만족하는 것으로 나타났다.

그림 2는 AP 첨가률에 따른 흐름값을 나타낸 것으로 AP 첨가률에 따른 흐름값은 최대안정도 값을 가지는 5.0%에서 AP-5의 경우 28, SBS PMA의 경우 26으로 나타나 KS 기준인 20~40을 만족하는

것으로 나타났다.

그림 3은 AP 첨가물에 따른 공극률을 나타낸 것으로 본 연구에서 목표로 한 공극률 20%를 만족하는 아스팔트 첨가물은 AP-5의 경우 5.2%, SBS PMA의 경우 4.7%로 나타났다. 또한 투수성 콘크리트의 아스팔트 함량 기준인 3.5%~5.5%에서 시방기준인 12%이상을 모두 만족하는 것으로 나타났다.

그림 4에서 투수성 아스팔트 콘크리트의 투수계수는 아스팔트 첨가량 5.0%에서 AP-5의 경우 $2.70 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ 로 나타났으며, SBS PMA의 경우 $2.64 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ 로 나타나 아스팔트의 종류에 관계없이 투수계수 KS기준 $0.1 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ 보다 약 20배 높게 나타나 높은 투수성으로 우천 시 노면미끄럼 방지 및 물튀김을 방지할 수 있을 것으로 판단된다.

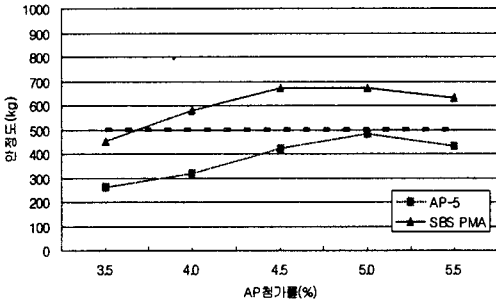


그림 1 AP 첨가물에 따른 안정도

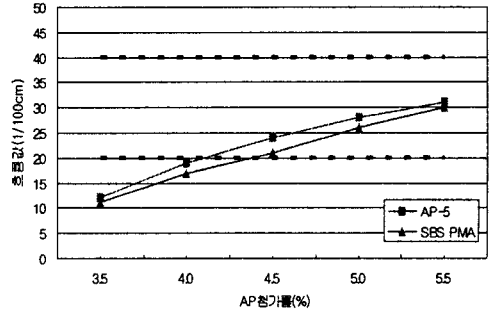


그림 2 AP 첨가물에 따른 호흡값

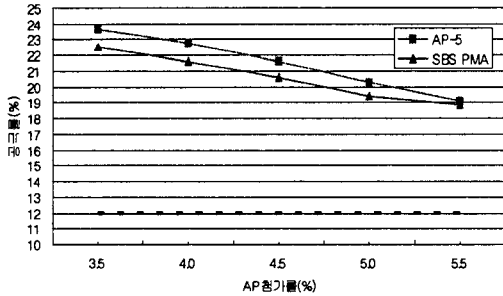


그림 3 AP 첨가물에 따른 공극률

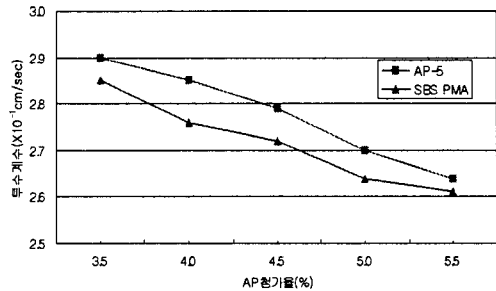


그림 4 AP첨가물에 따른 투수계수

3.2 보수성 아스팔트 콘크리트의 특성

그림 5에 규조토와 시멘트 배합비에 따른 보수재의 최대함수량을 나타내었으며 보수재의 최대함수량은 시멘트와 규조토 무게에 대한 규조토 함유량이 30%, 50%, 70% 증가할수록 최대함수량이 56.4%, 66.6%, 87.5%로 증가하였다.

그림 6에 아스팔트 콘크리트의 종류와 보수재의 종류에 따른 온도특성을 나타내었으며 보수성 아스팔트 콘크리트와 일반 밀립도 아스팔트 콘크리트와 표면온도 비교 시 약 15℃ 정도의 온도저감효과를 나타내었다. 이것은 보수재의 수

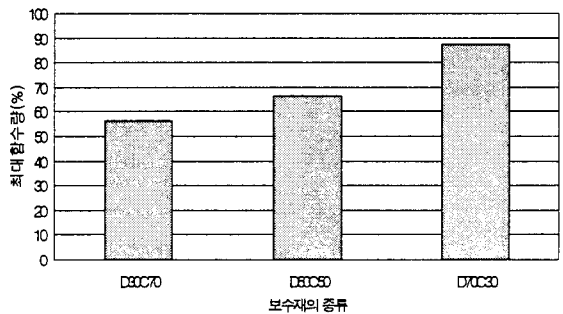


그림 5 규조토와 시멘트의 배합비에 따른 보수재의 최대함수량

분의 증발에 의한 증발잠열과 표면 알베도에 의한 것으로 표면 알베도에 의한 온도저감 효과는 표면온도가 일정하게 된 시점을 말한다. 따라서 물의 증발이 완료된 보수성 아스팔트 콘크리트의 온도와 투수성, 밀립도 아스팔트 콘크리트의 온도의 차가 약 5°C 정도로 이 값은 표면 알베도 값에 의한 온도저감효과라고 사료된다.

따라서 물의 증발잠열에 의한 온도저감효과는 약 10°C 정도로 판단된다. 이상의 결과로 부터 보수재의 사용은 표면온도 저감에 따른 도시의 열환경 개선이 가능하며, 고온으로 인한 아스팔트포장의 소성변형 저감에 효과가 있을 것으로 사료된다.

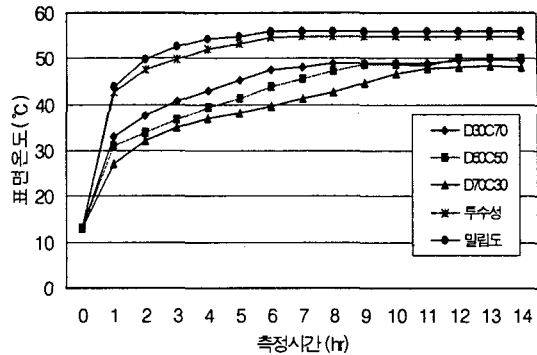


그림 6 아스팔트 콘크리트의 종류와 보수재의 종류에 따른 온도특성

4. 결론

본 연구는 일반아스팔트 AP-5와 SBS PMA 개질아스팔트를 사용하여 투수성 아스팔트 콘크리트의 내구성과 투수성 아스팔트 콘크리트의 공극에 보수재를 충전한 보수성 아스팔트 콘크리트를 제조한 것으로 본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 투수성 아스팔트 콘크리트의 최대안정도는 AP-5와 SBS PMA 모두 아스팔트 첨가량 5.0%에서 나타났으며, AP-5를 사용한 투수성 아스팔트 콘크리트는 최대안정도가 480kg으로 나타났으나 SBS PMA를 사용한 투수성 아스팔트 콘크리트는 최대안정도가 676kg으로 차도 기준인 500kg보다 176kg 높게 나타나 KS기준을 만족하는 것으로 나타났다.
2. 투수성 아스팔트 콘크리트의 투수계수는 아스팔트 첨가량 5.0%에서 AP-5의 경우 $2.70 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$, SBS PMA의 경우 $2.64 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ 로 나타나 아스팔트의 종류에 관계없이 투수성 아스팔트 콘크리트의 KS기준 $0.1 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ 보다 약 20배 높게 나타났다.
3. 보수재의 최대흡수량은 시멘트와 규조토 무게에 대한 규조토 함유량이 30%에서 56.4%, 50%에서 66.6%, 70%에서 87.5%로 나타났다.
4. 보수성 아스팔트 콘크리트의 온도 특성은 보수재에 흡수된 물의 증발에 의한 증발잠열과 표면 알베도에 의한 것으로 증발잠열의 경우 약 10°C, 표면 알베도에 의한 경우 약 5°C의 저감 효과로 일반 아스팔트 콘크리트에 비해 약 15°C 정도의 표면온도 저감효과를 나타내었다.

참고문헌

1. 고석범, 박태순, 김수삼. (2002). 아스팔트혼합물의 골재특성과 소성변형의 상관분석. 대한토목학회 논문집, 제22권, 제3-D호, 443-452.
2. 김주원, 박태순. (2000). 배수성포장-외국사례를 중심으로. 도로포장공학회지, 제3권, 제1호, 23-45.
3. 류명찬, 차순만, 박석주. (2000). 아스팔트 및 아스팔트 개질재 - 국내 사용현황을 중심으로. 도로포장공학회지, 제2권, 제2호, 25-33.
4. 옥창권, 정내삼. (2003). 소성변형 저감을 위한 잠정 지침. 도로포장공학회지, 제5권, 3호, 5-16.
5. 이승한, 박현묘, 정용욱, 장석수. (2005). 최대밀도이론을 이용한 아스팔트 혼합물의 배합설계에 관한 연구. 한국콘크리트학회 봄 학술발표회 논문집, 525-528.
6. 한국도로포장공학회. (1999). 아스팔트 혼합물 배합설계지침.