고흡수성 수지와 기포콘크리트를 이용한 보수성포장용 보수재 성능 평가

Evaluation of Characteristics of Water Retaining Material for Water Retaining Pavement using High Absorptiveness Resin and Foamed Concrete

이 수 형* · 유 인 균**
Lee, Soo Hyung · Yoo, In Kyoon

Abstract

Water retaining pavement is a pavement to lower the surface temperature by using evaporation of the water that the pavement contains when the pavement is heated by the sun in the daytime, so, to improve performance, the performance can absorb water.

Most of the high-performance material that absorbs water swell 2~3 times as much volume when it contact with water.

Water retaining material exists independently of the material in the cement. so it doesn't have the space to expand. Therefore, the performance of absorbing water is decreased.

Therefore, this study was to develop a foamed concrete and evaluation of performance characteristics using high absorptiveness resin. The result has been evaluated as excellent compared to other materials.

key words : Water Retaining Pavement, Heat Island

1. 서 론

보수성포장은 포장제가 물을 흡수하여 낮 동안에 포장제가 태양에 의해 가열되었을 때 보유하고 있는 물을 증발열로 인해 노면의 온도를 내리는 포장공법으로 보수성포장의 성능을 향상시키기 위해서는 보수재가 물을 흡수할 수 있는 성능이 뛰어나야 한다.

대부분의 물을 흡수하는 성능이 우수한 재료는 물과 접촉을 하게 되면 부피가 팽창하여 부피의 2~3배까지의 물을 흡수한다. 보수성포장은 20%이상의 공극율 갖는 아스팔트 혼합물에 시멘트와 물을 흡수하는 성능이 우수한 보수소재를 혼합한 시멘트페이스트를 공극에 침투시킨다. 따라서 물을 흡수하는 성능이 우수한 재료라도 시멘트 속에 독립적으로 존재하기 때문에 물과 접촉을 하더라도 부피를 팽창할 수 있는 공간이 없어 물을 흡수할 수 있는 성능은 떨어지게 된다.

따라서 본 연구에서는 시멘트 자체가 공극을 가지는 기포콘크리트와 물을 흡수하는 성능이 기존의 재료에 비해 우수한 고흡수성 수지를 이용한 보수성포장용 보수재를 개발하여 그 특성을 평가하였다.

2. 기포콘크리트와 고흡수성 수지를 이용한 보수재 개발

지금까지의 보수성포장용 보수재에 관한 실험 결과 살펴보면 보수소재로 해포석, 숯을 이용할 경우 충분히 보수성포장에 적용이 가능한 결과를 나타내었지만 사용한 시멘트가 일반 포틀랜드 시멘트이기 때문에 신설공사가 아닌 경우에는 양생시간 때문에 적용이 어려운 문제점을 가지고 있다. 또한 대부분의 물을 흡수하는 성능

* 정회원 · 한국건설기술연구원 도로시설연구실 · 연구원 E-mail : shlee1@kict.re.kr
** 정회원 · 한국건설기술연구원 도로시설연구실 · 실장 E-mail : ikyoo@kict.re.kr

이 우수한 재료는 물과 접촉을 하게 되면 부피가 팽창하여 부피의 2~3배까지의 물을 흡수하는데 보수소재가 물을 흡수하는 성능이 우수한 재료라도 시멘트 속에 독립적으로 존재하기 때문에 물과 접촉을 하더라도 부피를 팽창할 수 있는 공간이 없어 물을 흡수할 수 있는 성능은 떨어지게 된다.

따라서 본 연구에서는 이러한 점에 착안하여 시멘트의 양생시간을 단축할 수 있는 초속경 타입의 시멘트에 공극을 가지는 기포콘크리트의 개발과 기존의 해포석, 숯에 비해 단위 부피에 2배 이상 수량을 흡수할 수 있는 고흡수성 수지를 이용한 보수재를 개발하기 위한 기초 연구를 수행하였다.

2.1 기포 콘크리트 개발

초속경 시멘트 페이스트 개발을 위한 원재료는 초속경 시멘트 배합용 분말과 공극발생용 기포제로 구분할 수 있다. 초속경 시멘트 배합 주재료로는 CSA계 분말, 석고, Ordinary Portland Cement로 구성되고 기포제로는 일반적으로 성능이 양호한 식물성 물질의 기포제를 적용하였다.

준비된 원재료를 일정량 배합하여 경화성능을 확인하였으며, 배합비 조절에 따라 1~2시간의 작업 성능을 확보할 수 있었다.

확정된 시멘트 배합에 식물성 기포제를 첨가하여 내부 공극을 생성시켰다. 본 연구에 적용한 식물성 기포제는 액상으로 생분해성이 높은 계면활성제를 주원료로 구성하고 있다.

기포제는 시멘트 페이스트 배합에서 물과 혼합되어 사용되며, 주원료인 계면활성제는 세척력, 에멀젼화력, 분산력, 삼투력, 기포력의 화학적 특성을 갖고 있으며, 이러한 특성과 시멘트와 혼합되는 과정에서 발생하는 물리적 전단력이 더해져서 시멘트 페이스트의 모든 면에 균등하게 기포를 발생시키는 특징을 나타내고 있다.

시험 결과 시멘트 페이스트의 단면에 나타난 것과 같이 공시체 내부에 공극이 있는 것을 확인할 수 있었으나 공극이 공시체 전체에 골고루 분포되지 못하고 일정한 부분에 발생되는 것을 확인하였다. 유동성은 만족한 결과를 나타내었지만 양생 시간은 다소 늦은 결과를 나타내었으며 추후 관련 연구를 수행할 예정이다.

2.2 고흡수성 수지의 개발

보수성포장용 보수재가 가져야 하는 특성은 물을 흡수할 수 있는 성능이 우수해야 하고 같은 양의 물이라도 흡수 할 수 있는 속도가 빨라야 한다. 지금까지 보수소재로 실험한 해포석, 숯이 이러한 성능을 갖는 재료임에는 틀림없다. 그러나 이러한 소재가 시멘트와 결합을 하게 되면 각각의 분자가 독립적으로 존재하기 때문에 보수재가 시멘트 분자사이에 둘러싸여 물을 흡수하게 되더라도 수분의 연속적인 전달이 시멘트 공극에 의존하기 때문에 흡수 속도가 늦어져 실질적인 효율성은 낮아진다. 따라서 보수성포장용 보수재의 최대 성능을 나타내기 위해서는 시멘트 내에 공극을 최대한 확보하는 것과 보수재의 분자가 연속적으로 존재하여 물의 흡수 속도를 높일 수 있는 보수재의 개발이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 친수성이며 모세관 현상에 의한 흡수 속도가 높은 셀룰로오스 화이버와 물의 흡수 성능이 매우 높은 고흡수성 수지를 혼합한 새로운 보수재를 개발하였다.

본 연구에서 새롭게 개발한 보수재는 시멘트 충진재 내부에 균질 분포하여 셀룰로오스 화이버가 물을 흡수하여 모세관 현상에 의해 서로 물의 전달을 용이하게 하며 고흡수성 수지까지 물의 전달을 용이하게 하는 개념의 보수재로서 그림 1에 개발 보수재의 개념도를 나타내었으며 그림 2에 개발 보수재를 나타내었다.

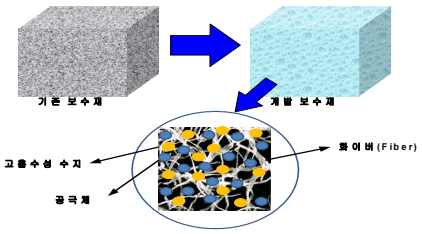

그림 1. 개발 보수재의 개념도

그림 2. 개발 보수재

3. 실내시험

본 연구에서 개발한 보수재의 기본적인 성능을 확인하기 위해서 보수성포장 보수재의 유동성을 평가할 수 있는 흐름(P-롯트)시험과 보수재의 물의 흡수 능력을 평가할 수 있는 최대흡수율 그리고 보수재의 흡수 성능을 평가할 수 있는 시간별 흡수높이 및 흡수량 실험을 실시하였다.

3.1 유동성 및 최대흡수율 시험

유동성 시험은 사용될 시멘트 밀크의 유동성을 평가하기 위해 시행되는 시험으로 유동성시험기(P-롯드)에 일정량(1,725㎖)의 침투용 시멘트 밀크를 넣은 다음 유출시키는 시험으로 시멘트 밀크가 11~14초에서 유출이 되어야 한다.

표 2. 유동성 시험 결과

시멘트 종류	첨가재 종류	총중량(g)	시멘트(g)	물(g)	첨가재(g)	흐름치(초)	
기포콘크리트	고흡수성수지	3904	1600	1600	704	**3회 평균**	**10.93**

유동성 시험 결과 11~14초 기준을 만족하는 것으로 나타났다.

최대흡수율 시험은 보수성포장의 흡수성능을 평가하는 시험 방법으로 본 연구에서는 개발 보수재와 상대적인 비교을 위해 해포석을 이용하여 시험을 실시하였다. 아래 표에 최대흡수율 시험결과를 나타내었다.

표 3. 고흡수성 수지 및 해포석 흡수율 결과

혼합수(%)	보수재	시료번호	공시체용적(㎤)	24시간수침 후 표건중량 (g)	건조중량 (g)	최대흡수율 (%)
100	고흡수성 수지	1	256	306.13	177.55	72.42
		2	256	314.90	183.47	71.64
		3	256	315.30	183.69	71.65
		평균		312.11	181.57	71.90
100	해포석	1	256	381.74	223.12	71.09
		2	256	382.97	224.15	70.85
		3	256	384.49	225.00	70.88
		평균		383.07	224.09	70.94

최대흡수율 시험 결과 보수성포장에서 요구되는 40%이상의 흡수율은 만족하는 것으로 나타났으며 해포석을 이용한 경우와 유사한 결과를 나타내었다.

3.2 시간별 흡수높이 및 흡수량 시험

보수성포장용 보수재가 물을 빨리 흡수 할 수 있는 성능도 보수재로서 요구되는 중요한 특성 중 하나로 이러한 성능 평가를 위해 흡수성능 시험 장치를 제작하였다.

본 시험 장치는 공시체를 0.5㎝를 수침시키고 그 수위를 유지하면서 공시체가 물을 흡수하는 시간을 확인하여 그 성능을 평가하는 것으로 그림 3은 흡수성능 시험장치의 개념도, 그림 4는 제작이 완료된 시험 장치이다.

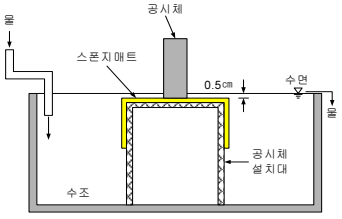

그림 5. 흡수성능 시험장치 개념도

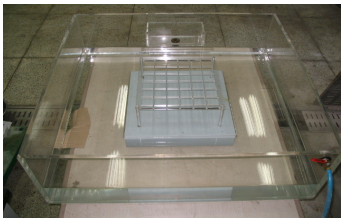

그림 6. 제작된 흡수성능 시험장치

고흡수성 수지와 해포석을 이용하여 제작한 공시체를 흡수성능 시험 장치를 이용하여 시간별 흡수높이와 흡수량 시험을 실시하였으며 그 결과를 아래 그림에 나타내었다.

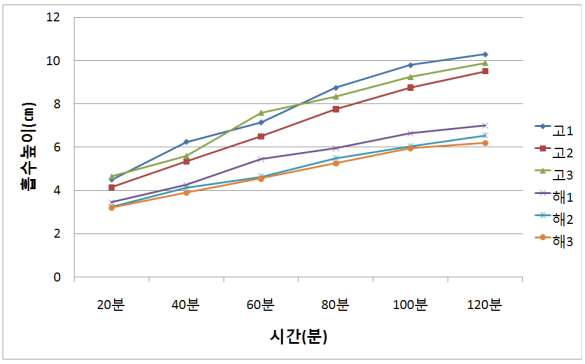

그림 7. 시간별 흡수높이 시험 결과

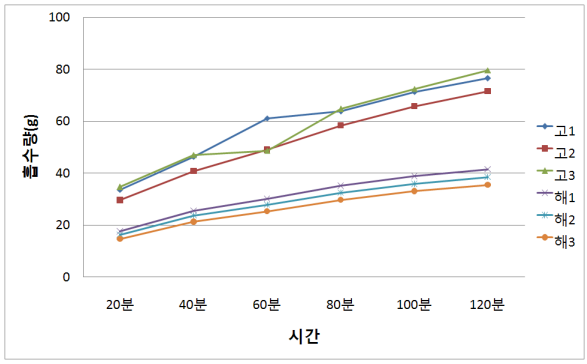

그림 8. 시간별 흡수량 시험 결과

흡수높이와 흡수량 시험 결과 그림에 나타난 것과 같이 고흡수성 수지를 이용한 보수재가 해포석을 이용한 보수재에 비해 우수한 것으로 나타났다. 고흡수성 수지와 해포석의 최대흡수율 결과가 유사한 결과를 나타내었지만 고흡수성 수지가 해포석에 비해 물을 흡수할 수 있는 성능이 우수하고 기포 콘크리트에 공극 확보로 고흡수성 수지가 물과 접촉 시에 부피를 팽창할 수 있기 때문에 동일한 조건에서 많은 물을 빨리 흡수 할 수 성능이 나타내는 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구는 열섬현상을 억제할 수 있는 대책의 하나로 주목받고 있는 보수성포장의 보수소재 개발과 성능 향상을 위한 기초연구로 수행되었다.

지금까지의 보수성포장용 보수재에 관한 실험 결과에서 해포석, 숯을 이용할 경우 충분히 보수성포장에 적용이 가능한 결과를 나타내었지만 시멘트의 경화 시간 단축 및 보수재의 흡수 성능 향상을 위해 시멘트 내부에 공극을 갖는 기포 콘크리트와 물을 흡수할 수 있는 성능이 우수한 고흡수성 수지를 이용한 보수재를 개발하여 그 특성을 평가하였다.

보수재의 물의 흡수 능력을 평가할 수 있는 최대흡수율 그리고 보수재의 흡수 성능을 평가할 수 있는 시간별 흡수높이 및 흡수량 실험을 실시하였다.

최대흡수율 시험 결과 70%를 초과하는 결과를 나타내었으며 이것은 보수성포장에서 요구되는 40%이상의 목표 흡수율을 상당히 초과하는 것으로 보수성포장에 활용이 가능한 것으로 평가되었다. 또한 흡수 성능을 평가할 수 있는 시간별 흡수높이와 흡수량 시험 결과 유사한 최대흡수율을 나타내는 해포석을 이용한 보수재에 비해 우수한 결과를 나타내었으며 이것은 같은 최대흡수율을 나타낸다 하더라도 단시간에 많은 물을 빨리 흡수 할 수 있다는 것으로 기존의 재료에 비해 흡수 성능이 상당히 개선된 것으로 평가된다.

본 연구 결과 기포콘크리트와 고흡수성 수지를 이용할 경우 기존에 비해 노면 온도 저감 및 지속성 등에 대한 성능 향상이 기대되며 향후에는 실외에서 하절기 노면 온도 상승 저감 효과에 대한 연구를 수행할 예정이다.

참고문헌

1. 保水性鋪裝技術委員會(日本), “保水性鋪裝 技術資料”, 2005. 4
2. 船井 敏勝, 森 淸廣, 村田 冬樹, “全國初の多色カラー保水性鋪裝の施工”, 鋪裝, 2005. 11.
3. 한국건설기술연구원, “포장면의 환경성 향상 소재 개발”, 한국건설기술연구원, 2005. 12.
4. 김주원외 10명, “아스팔트 설계・시공요령”, 한국도로교통협회, 1997.
5. 일본도로공단, “반강성포장시공기준(안)”, 일본도로공단, 1990. 5.