

SBS 개질 아스팔트 혼합물의 수분민감도 평가

Evaluation for Moisture Susceptibility of SBS Modified Asphalt Mixtures

전증명* · 김홍만** · 황성도*** · 이석근****

Jeon, Jong Myung · Kim, Hong Man · Hwang, Sung Do · Rhee, Suk Keun

1. 서 론

1990년대 이후 국내 아스팔트포장은 차량하중의 증량화 및 대형화 추세와 여름철 이상 고온과 집중호우 등의 환경조건 변화 등으로 소성변형과 균열, 포트홀 등 다양한 형태의 포장 파손이 진행되고 있다. 도로포장의 파손은 교통사고를 유발하여 인적·물적 손실을 초래하고 있으며, 유지보수로 비용의 증가로 이어지고 있다.

아스팔트 포장재료인 아스팔트 혼합물은 물과의 접촉으로 안정도와 강도가 저하되는 것으로 보고되고 있다. 이러한 현상은 골재를 에워싸고 있는 아스팔트 피막이 골재로부터 벗겨지는 박리현상(Stripping)에 주로 기인한다고 보고되고 있다. 또한 물을 포함한 혼합물의 동결하면 공극내의 수분이 팽창하여 내부 응력을 유발하고 미세 균열의 발생으로 강도가 저하된다. 이러한 현상은 혼합물 내 결합재의 결합력이 약한 경우 더 심하게 나타나며 골재와 아스팔트의 친화력과도 깊은 관계가 있다.(한국건설기술연구원, 2004)

현재 국내에서 사용되고 있는 개질 아스팔트 혼합물은 일반 아스팔트 혼합물에 비해 강도와 내구성 등 많은 물성에서 우수한 성능을 가지고 있는 것으로 알려져 있고 가격 또한 비싸다. 이러한 개질 아스팔트 혼합물이 일반 아스팔트 혼합물에 비해 수분민감도에 있어서 어느 정도 우수한 성능을 갖는지를 실내실험을 통해 밝혀냄으로써 수분에 의한 파손이 잦은 지역의 경우 개질 아스팔트를 시공하여 보다 좋은 공용성능을 발휘할 수 있도록 하는 것이 본 연구의 목적이다.

2. 연구내용 및 범위

본 연구에서는 아스팔트 혼합물의 수분손상에 의한 역학적 물성 변화 특성과 피로거동을 파악하기 위해 실내에서 선화다짐기로 제작된 아스팔트 혼합물을 사용하여 실험을 실시하였다. 골재는 국내 석산의 약 70% 이상에서 생산하는 화강암을 사용하였으며, 아스팔트 바인더는 일반 아스팔트 혼합물과 개질 아스팔트 혼합물의 수분민감성의 차이를 알아보기 위하여 대표적으로 사용되고 있는 일반 아스팔트(AC60-80)와 SBS 개질 아스팔트를 사용하였다.

수분에 의한 파손은 일반적으로 포장의 공용 이후에 발생하므로 이와 적합한 상태를 모사하기 위해 실험에 사용될 공시체에 대해 단기노화와 장기노화 시험을 실시하였다. 시편의 수분처리는 가장 보편적으로 사용되고 있는 Modified Lottman 방법을 적용하여 장기적인 수침 특성을 모사하기 위해 수분처리 횟수를 1cycle 부터 3cycle, 5cycle, 7cycle, 10cycle까지 반복하여 각각의 주기에서 물성 실험을 실시하였다.

아스팔트 혼합물의 물성 실험에는 간접인장시험(회복탄성계 시험, 간접인장강도 시험)을 실시하였다. 이를 통하여 아스팔트 혼합물의 물성과 공용 특성을 파악하여 일반 아스팔트 혼합물과 SBS 개질 아스팔트 혼합물의 성능 비교를 수행하였다.

* 비회원 · (주)도화중합기술공사 기술개발연구원 연구원 · E-mail : jmjeon@dohwa.co.kr

** 정희원 · (주)도화중합기술공사 기술개발연구원 연구원장 · 공학박사 · E-mail : hmkim42@hanmail.net

*** 정희원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 선임연구원 · 공학박사 · E-mail : sdhwang@kict.re.kr

**** 정희원 · 경희대학교 토목공학과 교수 · 공학박사 · E-mail : skrhee@khu.ac.kr



3. 사용재료 및 실험방법

3.1 사용재료

본 연구에 사용된 골재는 우리나라에서 가장 일반적으로 사용하고 있는 화강암질 쇄석(국내 S사에서 생산)을 사용하였으며, 배합설계는 현재 아스팔트 포장에서 많이 사용하고 있는 19mm 밀입도로 실시하였다. 아스팔트는 A사에서 생산된 일반(AC60-80) 및 SBS 개질 아스팔트를 사용하였다. 일반 아스팔트는 공용등급 PG 64-16 아스팔트를 사용하였으며, SBS 개질 아스팔트는 공용등급 PG 76-22 바인더를 사용하였다.

3.2 배합설계

배합설계는 국내에서 주로 사용되는 마살 방법(KS F 2337)을 사용하였다. 이 시험 방법은 아스팔트 혼합물의 배합비와 다짐 정도를 결정하기 위해 가장 널리 사용되는 방법이다. 표 1은 배합설계 결과이다.

표 1. 마살 배합설계 결과

구 분		AP함량(%)	공극률(%)	안정도(%)	흐름값(%)	포화도(%)	다짐횟수
AC 60-80	기준	4.5~7	3~6	750이상	20~40	65~80	75
	OAC	5.1	3.9	1327	40	75.1	-
	및 결과	기준	통과	통과	통과	통과	-
SBS	기준	4.5~7	3~6	750이상	20~40	65~80	75
	OAC	4.9	4.0	1725	38	74.2	-
	및 결과	통과	통과	통과	통과	통과	-

3.3 시험시편 제작

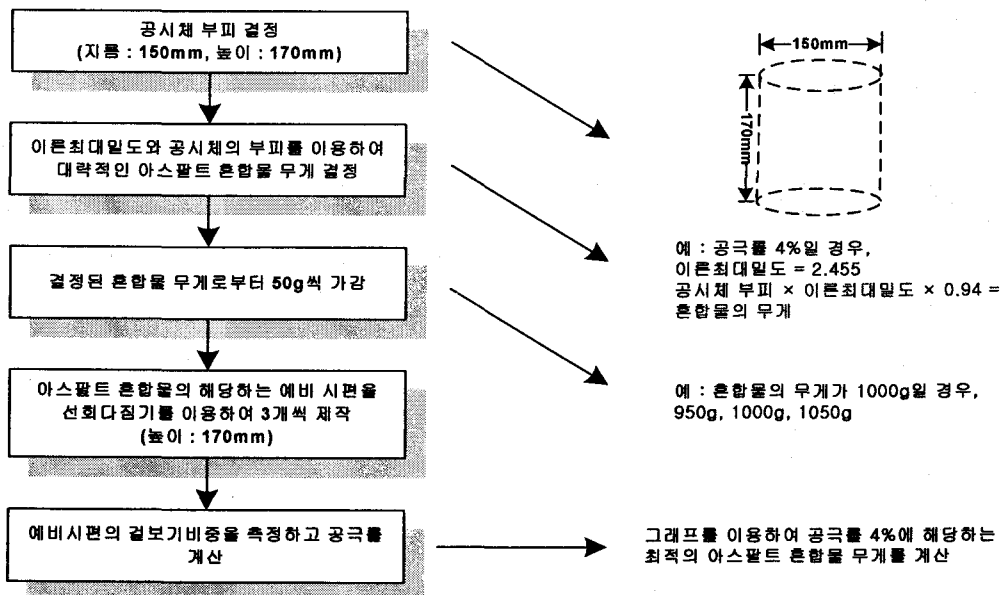


그림 1. 예비시편 제작과정



실험 공시체의 제작에는 동일한 공극률을 확보하기 위해 슈퍼패브 선화다짐기(Superpave Gyratory Compacter)를 사용하였다. 본 실험에서는 일정 기간 동안 공용한 포장의 공시체를 모사하기 위해 단기 및 장기 노화를 거친 아스팔트 혼합물을 사용하였으며, 공극률은 교통개방 후의 공용 중의 포장 다짐도를 고려하여 4%로 정하였다. 공시체의 제작을 위해 총 3개의 예비시편을 제작하였다. 그림 1은 예비시편 제작과정이다.

앞에서 결정된 아스팔트 혼합물을 이용하여 직경 150mm, 높이 170mm의 공시체를 먼저 제작한 다음, 각각의 시편의 보다 균일한 밀도를 확보하기 위하여 직경 100mm 코어채취기로 채취하고 상·하부를 각각 5mm씩 제거하였다. 마지막으로 실험 시료 공시체는 높이 35mm로 절단하여 사용하였다.

3.4 시험 방법

본 연구에서는 간접인장시험 결과를 사용하여 반복적인 수분 동결-융해에 의한 아스팔트 혼합물의 누적 수분손상이 재료의 물성에 미치는 영향을 살펴보았다. 일반 아스팔트와 SBS 개질 아스팔트 각각의 물성을 비교하여 혼합물에 수분이 유입되었을 때 어떠한 아스팔트 바인더가 더 좋은 물성을 나타내는지, 어떠한 아스팔트 바인더가 수분에 더욱 민감하게 반응 여부를 평가하기 위하여 10℃, 25℃의 온도에 대해 회복탄성계수시험, 간접인장강도시험을 실시하였다.

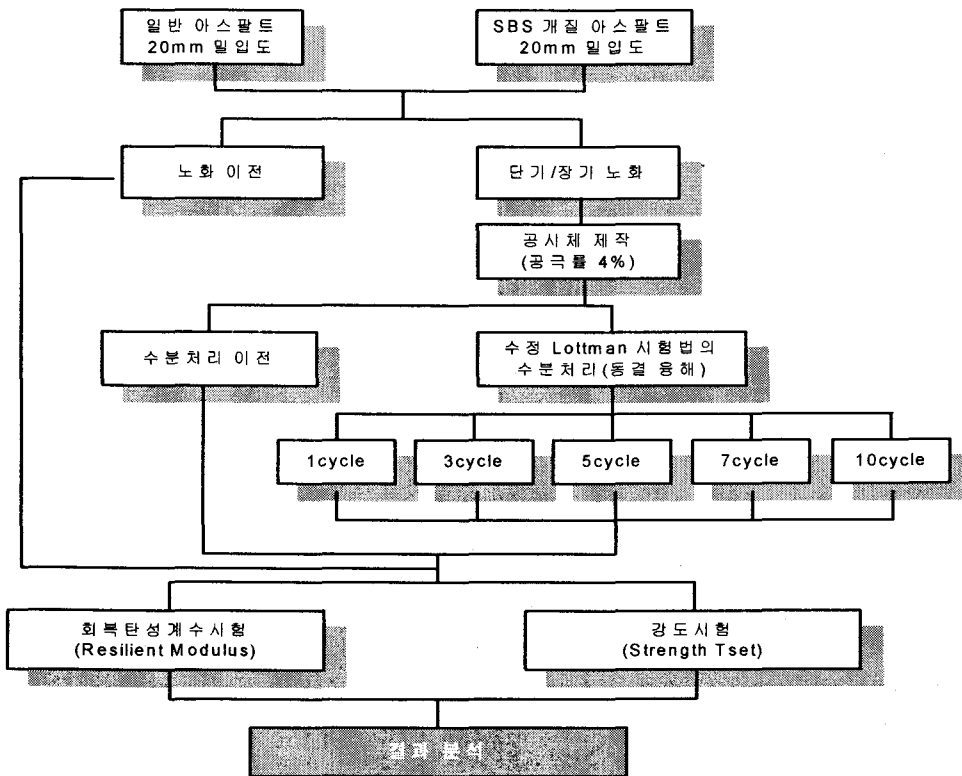


그림 2. 본 연구 실험의 계획 및 흐름도



3.5 시험 결과

- 1) 10℃, 25℃ 두 가지 조건에서 모두 수분 유입 후에도 SBS 개질 아스팔트가 일반 아스팔트에 비해 월등히 우수한 성능을 나타내었다.
- 2) 10회까지 수분 동결-융해를 거친 후 초기 물성 값과 비교해 본 결과, SBS 개질 아스팔트의 경우가 일반 아스팔트보다 더 적은 물성 감소를 보여 더 높은 강성을 나타내었다.
- 3) 1회부터 10회까지의 수분 동결-융해 반복 실험을 거치면서 각각의 물성에 대해 어느 정도의 비율로 물성이 감소하는지를 알아보기 위하여 로그함수 추세선을 이용하여 경향을 살펴보았다. 이 결과 일반 아스팔트 SBS 개질 아스팔트에 비해 훨씬 급격하게 물성이 감소하여 수분에 의한 영향을 더 크게 받는 것으로 나타났다. 이때 R² 값은 0.7이상으로 신뢰할 수 있는 값이었다.

4. 결론

본 연구 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 본 연구는 포장의 공용 이후를 모사하기 위해 단·장기 노화를 실시하였고 수분에 의한 손상을 모사하기 위해 Modified Lottman Test를 응용하여 수분 동결-융해 과정을 반복하여 실시하였다. 본 연구 결과 이와 같은 방법은 아스팔트 혼합물의 수분손상을 예측 가능한 것으로 사료된다.
- SBS 개질 아스팔트는 수분이 유입되어도 일반 아스팔트보다 월등히 우수한 성능을 나타내며, 수분 유입에 의한 물성 감소율도 적어 수분에 훨씬 덜 민감함을 알 수 있었다.
- SBS 개질 아스팔트가 일반 아스팔트에 비해 수분에 덜 민감하기 때문에 수분에 의한 파손이 잦은 곳에 SBS 개질 아스팔트를 이용해 시공하면 일반 아스팔트에 비해 도로의 공용 기간을 훨씬 더 연장할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구를 하는데 많은 조언과 도움을 주신 이석근 교수님과 황성도 선임 연구원께 감사의 뜻을 전합니다.

참고문헌

1. 건설교통부(2004), “도로포장 장수명화를 위한 설계 및 시공기술 고도화”, 2차년도 최종보고서, 한국건설기술연구원
2. 아스팔트포장연구회 역(1999), “아스팔트 포장공학 원론”, 한국도로포장공학회
3. AASHTO(1993), “Resistance of Compacted Bituminous Mixture to Moisture-Induced Damage”, AASHTO Designation : T283-89
4. ASTM(1988), “Standard Test Method for Effect of Moisture on Asphalt Concrete Paving Mixtures”, ASTM Designation : D4867-88
5. Kim, B. I.(2003), “Evaluation of the Effect of SBS Polymer Modifier on Cracking Resistance of Superpave Mixtures”, University of Florida