

(제277호) 분자결합형 SBS 改質 아스팔트 제조·활용(포장)기술 “ 탁월한 포장성능, 간편한 시공 ”

기술개발자 : (주)유신코퍼레이션, SK(주), SK건설(주)
보호 기간 : 3년 (2001. 04. 19~2004. 04. 18)

정진호
(주)유신코퍼레이션 전무

1. 신기술의 내용

1-1 신기술 요약

일반아스팔트와 고무계열의 개질재인 SBS (Styrene-Butadiene-Styrene Block Copolymer)를 첨가제와 반응시켜 아스팔트와 SBS 사이에 안정적인 분자결합을 유지케 하여 저장안정성은 물론 소성변형 저항성, 장기공용성 등 각종 성능이 탁월한 분자결합형 SBS개질아스팔트를 제조하고 그것을 도로포장에 활용하는 기술이다.

분자결합형 SBS개질아스팔트는 완전 국산화된 사전배합(Pre-Mix) 형태의 제품으로 아스콘 플랜트에서 별도의 추가 설비나 인력없이 일반아스팔트 혼합물과 동일한 방법으로 그 혼합물을 생산하며 일반아스팔트 혼합물과 동일한 다짐장비를 활용하기 때문에 시공이 매우 편리하다.

1-2 기술적 우수성

국내외에도 다양한 종류의 SBS개질아스팔트가 개발 또는 사용되고 있지만 기존 제품들은 장기간 보관하면 아스팔트와 SBS간의 분리현상이 발생하여 개질아스팔트로서의 기능을 상실하거나 성능개선 효과가 미비하여 여러가지 문제가 발생하였지만 본 신기술로 제조한 분자결합형 SBS개질아스팔트는 아스팔트와 SBS가 화학적 결합, 즉 분자결합을 유지하고 있어 장기간 저장에도 분리가 발생치 않고 탁월한 성능개선 효과를 발휘하는 제품이다.

1-3 분자결합형 SBS개질아스팔트(SBS PMA) 혼합물의 성능과 시공

1) 성능

일반아스팔트 혼합물과 비교하여 탁월한 성능향상 효과가 있다.

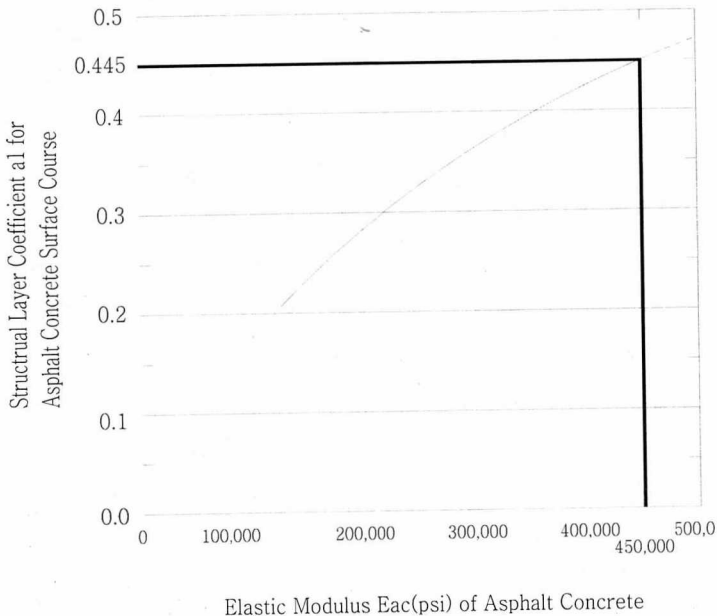
<표 1> 분자결합형 SBS PMA와 일반아스팔트의 성능 비교

항목 및 측정기준		일반아스팔트	분자결합형 SBS PMA	시험기관
소성변형저항성	동적안정도, 회/mm	230	6850 (30배)	한국도로공사
	마찰안정도, kg	1150	1770 (1.5배)	한국도로공사
피로균열저항성	터프니스, Nm	24.9	34.9 (1.4배)	현대건설 연구소
장기공용성	일축인장시험, 파괴시 하중회수	12600	567800 (46배)	강릉대 공학연구소
	간접인장반복시험, 파괴시 하중회수	67000	1127000 (16배)	한국건설기술연구원
저온균열저항성	간접인장강도, kPa	7457	9086 (1.2배)	강릉대 공학연구소
수분저항성	간접인장강도비, %	81.5	93.9 (1.2배)	강릉대 공학연구소
	박리율, %	60%	0%	일본 TKC社
미끄럼저항성	British Pendulum, No.(BPN)	52.2	61.8 (1.2배)	한국건설기술연구원
접착성	접착강도, kg	6.2	7.35 (1.2배)	한국전자제시험연구원

2) 포장단면 설계시 적용방법

단면설계시 분자결합형 SBS PMA의 상대강도계수(a1)는 포장 각 층의 재료 특성을 나타내는 파라메타(CBR, R값, 탄성계수 또는 회복탄

성계수(MR))와의 상관 관계로부터 산정한다. 『AASHTO 93 Guide』 PII-17~PII-18에서는 상대강도계수를 (회복)탄성계수(MR)로 추정하는 아래의 차트를 제시하고 있다.



[그림 1] 밀입도 아스팔트의 회복탄성계수와 상대강도계수의 관계 그래프

분자결합형 SBS 개질아스팔트의 회복탄성계수는 20℃에서 3,997~4,033MPa 정도의 값을 보이고 있으며 이를 적용하여 상대강도계수를 추정하면 0.445정도의 값을 얻을 수 있으며 이를 2.54로 나누면 SBS PMA 혼합물의 상대강도계수(a1)는 0.175를 구할 수 있다. 그러나 현행 상대강도계수를 변경하여 적용하는 것은 국내의 교통조건, 지반조건, 환경조건 등의 여러 조건을 고려하여 하며 장기간의 공용성 평가와 지속적인 연구를 통해서 해결해야 할 과제로 현행 표층의 상대강도계수(a1)는 0.157을 그대로 적용하여 단면감소보다는 공용성을 증진시키는 것이 타당하다고 사료된다

3) 혼합물의 생산과 시공

분자결합형 SBS 개질아스팔트는 일반아스팔트보다 점도가 높아 생산 및 시공할 때 관리온도를 약20℃ 정도 상승시키며 별도의 추가 장비나 인력은 필요치 않다.

① 생산조건

<표 2> 분자결합형 SBS PMA와 일반아스팔트의 생산조건

골재입도	모든 입도 적용가능	
	추천입도	도로 : 슈퍼페이브입도 교량 : 밀입도
혼합온도	골재	175~190℃
	SBS PMA	155℃ 이상
믹서에서의 혼합시간	Dry Mixing	4~7초
	Wet Mixing	40~45초
혼합물 생산온도	170~180℃	

② 포설 및 다짐

일반아스팔트와 동일 장비를 사용하며 다짐 효과를 높이기 위해 피니셔는 진동을 준다.

<표 3> 분자결합형 SBS PMA와 일반아스팔트의 다짐장비 및 주의사항

구분	1차 다짐	2차 다짐	마무리 다짐
사용 장비	머캐덤 로울러	타이어 로울러	탄뎀로울러
주의 사항	타이어로울러에 식물성 기름 사용 (경유사용 금지)		

③ 유지보수

실내 장기공용성 평가에서 일반아스팔트 혼합물 대비 15배 이상의 포장수명 향상효과가 있고 현장 공용성도 매우 우수한 것으로 평가되었다. 따라서 유지보수 횟수를 감소시켜 비용을 절감시킬 수 있으며 그에 따른 폐아스콘 발생량도 감소시키므로 환경친화적인 제품 및 활용기술이라 할 수 있다.

1-4 분자결합형 SBS개질아스팔트(SBS PMA) 포장의 경제성 평가

수명주기 비용기법에 의하여 기존의 일반아스팔트 혼합물과 본 신기술인 분자결합형 SBS PMA 혼합물을 실내 가속시험(반복하중 간접인장시험) 결과를 이용하여 경제성을 평가하였으며, 타 改質材아스팔트 혼합물과 분자결합형 SBS PMA 혼합물의 경제성 분석은 소성변형 저항성 시험의 결과를 이용하였다.

<표 4> 분자결합형 SBS PMA와 일반아스팔트의 경제성 비교

순현재가치(NPV)	일반아스팔트(원/a)	분자결합형 SBS PMA(원/a)	일반아스팔트 대비 절감액
초기비용	2,609,100	2,755,975	-146,875
유지관리비용	1,689,287	958,761	730,526
잔존가치	0	-93,379	93,379
총비용	4,298,387	3,621,357	677,030(16%)

<예시>

- 설계 도로 : 울산항 배후도로
- 교통량 : 2.6 × 107 ESAL(20년간)
- 분석방법 : 순현재가치법 (NPV)
 - ◇ 대표할인율 : 7%, 해석기간 : 20년,
- 반복하중 간접인장 피로시험 결과(건설기술연구원) 적용
- 건설교통부 권고 표준단면 적용

도로포장간의 경제성비교를 실시한 결과 분자결합형 SBS PMA 혼합물을 이용한 도로포장은 초기 공사비용의 상승에도 불구하고 긴 공용수명과 저렴한 유지관리 비용 때문에 전체적인 수명주기비용(Life Cycle Cost)이 일반아

스팔트 혼합물보다는 14.3~15.8%의 비용효과가 있는 것으로 경제성이 판단된다. 교통장애 및 지체로 인한 사회간접비용을 고려한다면 절감액은 훨씬 커질 것으로 예상된다.

2. 국내외 건설공사 활용현황 및 전망

2-1 국내

분자결합형 SBS개질아스팔트를 활용하여 경부 및 호남고속도로, 올림픽대로 반포구간, 영종대교, 인천공항 전면고가, 서강대교 강상관구간 등 2000년 말 현재 전국적으로 도로와 교량 200여 구간, 약 550 km를 포장하였으며 현재까지 매우 우수한 성능을 유지하고 있어 향후에도 포장구간은 더욱 확대될 전망이다.

<표 5> 분자결합형 SBS PMA의 주요 시공구간

구분	신설구간	유지보수구간
도로	<ul style="list-style-type: none"> · 경부고속도로 추풍령 구간 · 국도 14호선 울산-좌천 구간 · 안양천 서측도로 구간 · 동광양항 진입도로 구간 등 	<ul style="list-style-type: none"> · 경부고속도로 안성-천안 구간 · 국도 28호선 영천-안강 구간 · 올림픽대로 동작-반포 구간 · 국도 38호선 아산만 구간 등
교량	<ul style="list-style-type: none"> · 영종대교, 인천공항 전면고가 · 마포대교, 한남대교, 양화대교 · 낙동강교(양산-구포간) · 전주대교 등 	<ul style="list-style-type: none"> · 서울외곽순환도로(판교-학의) · 영등포 문래고가교 · 서강대교(닐슨아치교) · 대백프라자 대봉교 등

2-2 국외

개질아스팔트 중 국내 최초로 99년 부터 중국에 수출하여 천진-보정간 고속도로 포함 약 500km(2차선 기준)를 포장하였으며 일본, 이란, 몽고 등지로 분자결합형 SBS개질아스팔트 관련 기술의 수출협상을 진행 중에 있어 제품의 우수성이 이미 국외에서도 입증되어 향후 더 많은 수출이 기대된다.

3. 기술적, 경제적 파급효과

본 신기술은 사전배합 형태의 포장재료인 분자결합형 SBS개질아스팔트를 제조하고 활용하

는 기술로서 일반 아스팔트 포장의 문제점들을 획기적으로 개선시킴으로써 국내 개질아스팔트의 품질을 제고시키고 관련업계의 연구축진을 통한 도로포장 기술의 발전에 기여할 수 있으며, 배수성 포장 등의 기능성 포장에도 적용을 가능케하여 국내 포장공법의 다양화에도 기여할 수 있다.

또한 경제적 효과로는 장기공용성 증진을 통한 유지관리비용의 절감이 가능하고 수출 및 개질재 수입억제 효과를 통한 외화획득에도 기여할 수 있다.

4. 본 신기술의 종합 요약

구분		요약내용
분자결합형 SBS PMA 개념		일반아스팔트에 고무계열의 SBS와 첨가제를 혼합·반응시켜 아스팔트와 SBS가 분자결합을 유지
적용가능 포장층		표층 및 기층
혼합물 생산	골재입도	슈퍼페이브/밀입도 등 모든 입도 적용가능
	생산온도	170~180℃
	생산방법	사전배합(Pre-Mix) 형태 (일반아스콘과 동일)
시공	다짐장비	머캐덤 → 타이어 → 탄뎀 (일반아스콘과 동일)
	시공특징	온도관리 및 다짐철저, 타이어에 식물성 기름 사용
성능	포장수명	기존포장의 2~3배 이상
	내유동/내균열성	매우 우수
	수분저항/노면반사	매우 우수 / 적음
국산화여부		완전국산
적용사례		고속도로 / 국도 / 지방시도 / 교량 등
기타		PG규격 / 슈퍼페이브 포장 적용 가능