

반강성포장용 혼합물의 개발

Development of Mixture for Semi-Flexible Pavement

유인균* · 이수형** · 김낙석***

Yoo, In Kyoon · Lee, Su Hyung · Kim Nak Seok

1. 서 론

반강성포장은 개립도 아스팔트 혼합물의 공극에 특수한 시멘트 밀크를 주입하여 아스팔트 혼합물의 강성을 획기적으로 증가시킨 포장공법을 말한다. 이 공법은 1954년에 프랑스에서 처음으로 고안되어 특허로 보호되어 오다가 1980년에 특허가 만료됨에 따라 유럽과 일본에서 활발히 적용되고 있다.

반강성포장은 특히 여름철 소성변형에 저항성이 크며 유출된 기름에 대한 저항성인 내유동성이 크다. 또한 시멘트 밀크에 염료를 사용하여 칼라포장을 구축할 수 있으며 시멘트포장과는 달리 줄눈이 필요 없어 아스팔트포장과 같은 평탄성을 제공할 수 있다. 따라서 국내의 교통상황과 여름철 소성변형으로 인한 포장의 파손을 고려할 때 국내에서 반강성포장의 적용이 필요하다고 판단된다.

본 연구에서는 외국의 문헌을 검토하여 반강성포장의 적용기준을 선정하고, 아스팔트 혼합물 2종류와 시멘트 밀크 3종류를 조합한 6종류의 반강성 혼합물을 제작하여 각종 역학시험을 실시하였으며, 적용기준에 부합되는 반강성 혼합물을 개발하였다.

2. 반강성포장 기준의 선정

반강성포장의 적용기준은 국가·기관마다 다르므로, 우리나라와 여건이 비슷한 일본의 규격¹⁾²⁾을 검토하여 기준으로 선정하였다. 아스팔트 혼합물에 대한 골재와 바인더의 규정은 일반 아스팔트 혼합물과 동일하고 20~28%의 공극율과 마찰안정도 300kg 이상을 목표로 하였다. 따라서 일반 아스팔트와 개질 아스팔트를 사용할 수 있다.

침투용으로 사용하는 시멘트 밀크는 침투성을 확보하기 위한 조건으로 흐름값을 9~13초로 규정하였으며 시멘트 밀크의 7일 휨강도를 20kg/cm² 이상으로 압축강도를 150~360kg/cm²로 규정하였다. 교통의 조기개방을 위해서는 초속경 시멘트를 사용할 수 있으며 교통개방에 필요한 압축강도를 50kg/cm² 이상으로 규정하였다.

시멘트 밀크가 채워진 반강성포장의 규격은 7일 양생 후 인장강도 8.87kg/cm² 이상을 만족해야 하는

* 정회원 · 한국건설기술연구원 토목연구부 선임연구원 · 031-9100-167 (E-mail: ikyoo@kict.re.kr)

** 정회원 · 한국건설기술연구원 토목연구부 연구원 · 031-9100-144 (E-mail: shlee1@kict.re.kr)

*** 정회원 · 경기대학교 토목공학과 교수 · 031-249-9705 (E-mail: nskim1@hanmail.net)



것으로 규정하였다.

3. 재료선정 및 배합설계

3.1 골재

사용한 골재는 경기도 일원에서 많이 사용되는 화강암으로 경기도 양주 석산에서 생산된 것을 사용하였다. 표 1은 사용 골재의 비중을 나타내고 있다.

표 1. 골재의 품질 시험 결과

시험	구분	규격	시험 결과	
			굵은 골재	부순 모래
비중		2.5이상	2.598	2.631

3.2 재료선정 및 시험계획

본 연구에 사용한 아스팔트 혼합물은 일반 아스팔트(AP-5)를 사용한 혼합물과 국내 신기술로 지정된 배수성포장용 아스팔트 혼합물을 사용하였다. 시멘트는 반강성포장용으로 제조된 초속경 및 보통 개질 시멘트와 시중에서 널리 유통되고 있는 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였다. 이들을 사용한 시험계획은 다음과 같다.

- 혼합물 A : 일반 아스팔트 혼합물 + 초속경 개질 시멘트
- 혼합물 B : 일반 아스팔트 혼합물 + 보통 개질 시멘트
- 혼합물 C : 일반 아스팔트 혼합물 + 보통포틀랜드 시멘트
- 혼합물 D : 개질 아스팔트 혼합물 + 초속경 개질 시멘트
- 혼합물 E : 개질 아스팔트 혼합물 + 보통 개질 시멘트
- 혼합물 F : 개질 아스팔트 혼합물 + 보통포틀랜드 시멘트

아스팔트 혼합물에 대해서는 마찰안정도(KS F 2337)와 간접인장강도(KS F 2376)를 측정하였으며, 시멘트 밀크에 대해서는 시간대별 휨강도(KS F 2408)와 압축강도(KS F 2405)를 측정하였다. 반강성혼합물에 대해서는 양생시간별 간접인장강도(KS F 2376)를 측정하였으며 휠트랙킹시험(KS F 2374)을 실시하였다.

3.3 배합설계

시멘트 밀크는 물·시멘트비에 따라 흐름치가 다르며 작업시간 동안 흐름치규격 9~13초와 충진율을 고려하여 물·시멘트비를 표 2와 같이 설정하여 시험에 적용하였다.



아스팔트 혼합물에 대한 배합설계는 아스팔트함량을 4%로 정하고, 공극율과 드레인 다운(Drain Down)을 고려하여 표 3과 같은 입도를 결정하였다.

표 2. 시멘트ミルク의 배합설계

구분	물·시멘트비 W/C(%)	흐름치(초)
초속경 개질 시멘트	46	11.10
보통 개질 시멘트	48	10.99
보통포틀랜드 시멘트	70	9.20

표 3. 골재 입도

구분	19mm	13mm	# 4	# 8	# 30	# 50	# 200
통과 백분율(%)	100	95	10	5	4	3	1

4. 결과 및 고찰

일반 아스팔트 혼합물과 에코팔트 모체의 역학적 특성을 파악하기 위하여 마찰안정도, 간접인장강도 시험을 수행하여 다음과 같은 결과를 얻었으며, 마찰안정도의 경우 기준인 300kg를 모두 만족했다.

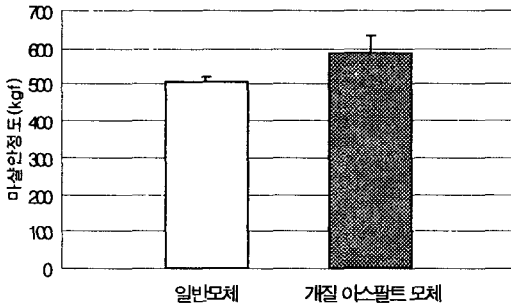


그림 1. 아스팔트 모체의 안정도

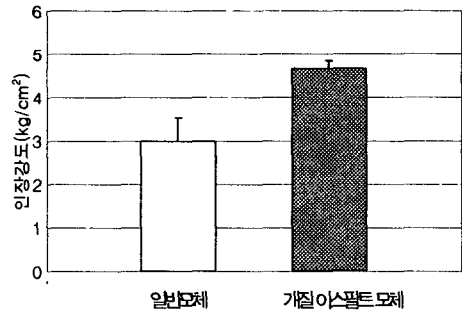


그림 2. 아스팔트 모체의 인장강도

3종류 시멘트ミルク에 대한 7일 양생 후 휨강도 시험결과는 그림 3과 같으며 모든 시멘트ミルク에 대하여 20kg/cm² 기준을 만족하였다.

양생에 따른 시멘트ミルク별 압축강도 시험결과는 그림 4와 같고, 그림에서 보는 바와 같이 모든 시멘트ミルク가 150~360kg/cm²의 기준을 만족하였다.

시멘트ミルク 양생시간에 따른 압축강도의 변화를 나타내는 그림 5의 결과에서 알 수 있듯이 초속경 개질 시멘트는 3시간 후에 보통 개질 시멘트와 보통포틀랜드 시멘트는 3일 후에 교통개방 허용압축강도 50kg/cm²를 초과하고 있다.

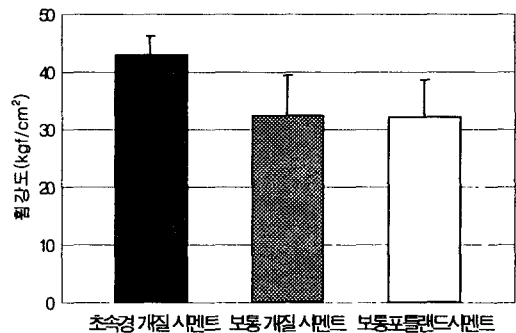


그림 3. 시멘트ミルク의 휨강도

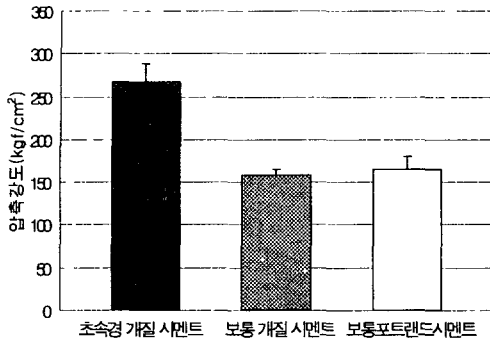


그림 4. 시멘트밀크별 압축강도

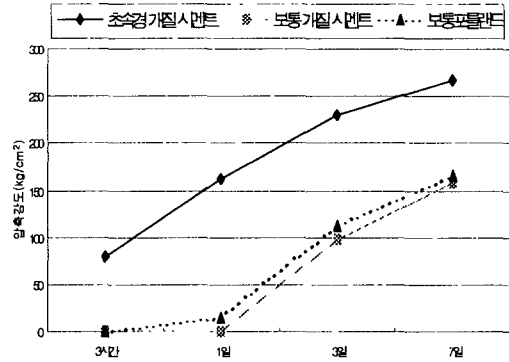


그림 5. 시멘트 밀크 양생시간별 압축강도

시멘트 밀크별 반강성 혼합물의 특성은 그림 6~8과 같다. 개질 아스팔트 혼합물이 일반 아스팔트 혼합물보다 인장강도가 크며, 개질 아스팔트 혼합물을 사용하면 시멘트 밀크에 상관없이 기준 값을 만족한다.

일반 아스팔트 혼합물과 개질 아스팔트 혼합물에 초속경 개질 시멘트 시멘트 밀크 주입 7일 양생 후 소성변형의 저항성을 확인하기 위하여 휠 트랙킹 시험을 실시하였다. 일반적으로 소성변형 방지를 목적으로 하는 혼합물에 대해서 동적안정도 3,000(회/mm) 이상을 요구하고 있다. 본 연구의 시험결과는 표 4와 같이 반강성 혼합물의 내

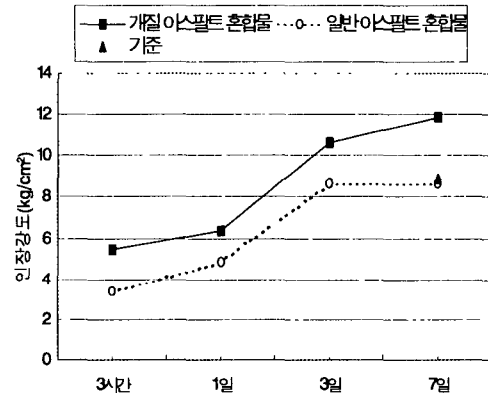


그림 6. 양생시간별 초속경 개질 시멘트의 인장강도

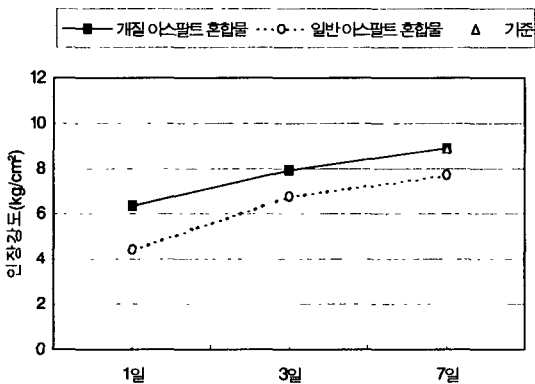


그림 7. 양생시간별 보통포틀랜드 인장강도

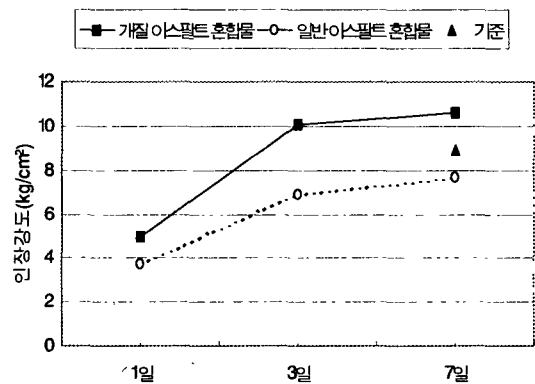


그림 8. 양생시간별 보통 개질 시멘트 인장강도



유동성은 일반적으로 요구하는 수준보다 매우 큰 결과를 나타냈다. 개질 아스팔트 혼합물에 초속경 개질 시멘트를 주입한 반강성 혼합물이 일반 아스팔트 혼합물에 초속경 개질 시멘트를 주입한 반강성 혼합물보다 내유동성이 약 67%강한 것으로 나타났다.

표 4. 7일 양생 후 초속경스카이러리의 휠트랙킹 결과

구 분	공극율(%)	충진율(%)	변형율(mm/분)	동적안정도(회/mm)	최종침하량(mm/60분)
일반 아스팔트 혼합물	25.4	91.3	0.00265	16800	0.76
개질 아스팔트 혼합물	25.2	90.8	0.00153	28000	0.44

5. 결 론

반강성포장의 국내 적용성을 검토하기 위하여, 국내 재료를 이용하여 다양한 혼합물을 제작하여 시험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 조속한 교통개방이 요구되는 유지보수공사에서 개질 아스팔트 혼합물과 초속경 개질 시멘트를 이용하면 기준에 부합하는 반강성 혼합물을 생산할 수 있다.
2. 일반 아스팔트 혼합물을 사용한 경우 마찰안정도는 만족하지만 본 연구에서 적용된 어떠한 시멘트 밀크로도 기준을 만족시키기가 어렵다.
3. 보통포틀랜드 시멘트를 사용할 경우 본 연구에서 적용된 두 가지 혼합물 모두 강도기준을 만족시키기 어려우며 물·시멘트비가 커서 장기적인 내구성이 우려된다.
4. 본 연구에서 시멘트 밀크의 침투성과 초기 강도발현에 초점을 맞추어 평가되었으나 시멘트 밀크의 장기적인 내구성 평가가 시멘트 밀크의 규격에 포함되어야 할 것으로 판단된다.
5. 앞으로 시험포장과 수명주기비용분석을 통해 현장 공용과 타당성이 평가되어야 한다.

감사의 글

본 연구는 삼호특수(주)와 다린텍(주)의 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 일본도로공단(1991), "반강성포장시공기준(안)", 일본도로공단.
2. 일본도로협회(1992), "아스팔트포장요강", 일본도로협회.
3. 건설교통부(1997), "아스팔트포장 설계·시공 지침
4. 스키, 가토, 오쿠다이라 : 반강성 포장에 있어 교통개방시기의 관리방법, 도로건설 No.531(1992. 4)