

# 순환 상온 유화아스팔트 혼합물의 기준 현황 및 시험결과



박 준 서 | 한국화학융합시험연구원 건설재료팀 수석연구원  
 신 경 엽 | 한국화학융합시험연구원 건설재료팀 책임연구원  
 김 선 혁 | 한국화학융합시험연구원 건설재료팀 선임연구원  
 한 중 연 | 한국화학융합시험연구원 건설재료팀 연구원

## 1. 서론

최근 국제적으로 관심이 고조되고 있는 환경문제에 관해 1997년 12월 일본 교토에서 개최된 지구온난화 방지조약 회의(COP3)를 통해 2012년까지 1990년의 CO<sub>2</sub> 배출량을 6%까지 저감하는 것을 내용으로 한 교토의정서가 협약되면서, 온실가스 저감을 위한 화석에너지의 절감은 국가 경제의 새로운 패러다임이 되고 있다. 이에 건설업체들은 포장의 공용성, 작업성, 자원절약 등을 증가시키고 효율적인 환경관리를 위한 방법을 모색하고 있다.

상온 아스팔트 포장의 경우 생산에서 시공까지 발생하는 CO<sub>2</sub> 배출량이 기존 가열 및 중온 아스팔트에 비해 매우 적어 선진국 등에서도 많이 사용되고 있다.

이에 국내에서도 상온 아스팔트 포장을 활성화하고 있으며 그 일환으로 상온 아스팔트 포장의 품질 기준을 개정하게 되었다.

## 2. 순환 상온 유화아스팔트 종류

순환 상온 유화아스팔트의 종류는 유화 아스팔트계와 시멘트계로 분리할 수 있다.

유화아스팔트계는 포장 내구성 증진을 위해 순환골재(아스팔트), 신규골재, 채움재, 재생첨가제, 유화아스팔트 등을 혼합하여 제조한 순환 상온 아스팔트 콘크리트 혼합물을 말하며, 시멘트계는 포장 내구성 증진을 위해 순환골재(아스팔트 및 폐콘크리트), 신규골재, 채움재(시멘트), 재생첨가제, 유화아스팔트 등을 혼합하여 제조한 순환 상온 유화아스팔트 콘크리트 혼합물을 말한다.

순환 상온 유화아스팔트의 개정 전·후 배합설계는 표 1과 표 2와 같다.

개정 후 유화아스팔트계 및 시멘트계에서 유화아스팔트 사용량이 증가하였으며, 시멘트계의 경우 시멘트 사용량이 4.0%에서 0.7%로 줄어들게 되었다.

표 1. 유화아스팔트계 배합설계 비교표

종 류	개정 전	개정 후
유화아스팔트(MSC-2)	2.5	3.0
재생첨가제	0.1	0.1
순환골재(25~13)mm	35.3	38.0
순환골재 13mm 이하	27.9	30.0
신재골재(25~13)mm	15.8	17.0
신재골재 13mm 이하	11.1	12.0
석회석	2.8	3.0
물	4.5	3.0

표 2. 시멘트계 배합설계 비교표

종 류	개정 전	개정 후
시멘트	4.0	0.7
첨가제+물	4.0	3.8
유화아스팔트	-	3.2
순환골재 30mm 이하	-	55.0
순환골재 20mm 이하	17.0	37.3
순환골재 13mm 이하	35.0	-
순환골재 8mm 이하	40.0	-

### 3. 국내의 순환 상온 유화아스팔트 혼합물 성능 기준

순환 상온 유화아스팔트의 성능기준은 2017년 국토교통부의 아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침

표 3. 유화아스팔트 품질 기준

항 목	MS(C)-4h		SS(C)-4hP		
	MS(C)-4h	MS(C)-4hP	SS(C)-4h	SS(C)-4hP	
세이볼트 퓨물 점도 (25℃, SFS)	-		20 ~ 100		
세이볼트 퓨물 점도 (50℃, SFS)	50 ~ 450		-		
저장 안정도(24h, %)	1 이하		1 이하		
입자의 전하	양(+)		양(+)		
체 잔류분(%)	0.1 이하		0.1 이하		
시멘트 혼합성(%)	-		2.0 이하		
증발 잔류분 질량(%)	65 이상		62 이상		
증발 잔류분	공용성 등급	PG 64-22	PG 70-22	PG 64-22	PG 70-22
	신도 (25℃, 5cm/min, cm)	40 이상		40 이상	
	톨루엔 가용분 질량(%)	97.5 이상		97.5 이상	

(2017)이 개정되면서 GR F 4026도 개정이 되었는데 재생첨가제, 표층에 대한 부분이 삭제되었다.

유제의 경우 MSC제품만을 사용하도록 되어 있었는데 MSC제품 뿐만 아니라 SSC계열의 제품도 사용가능하도록 개정되었으며, 표 3과 같다. 가장 큰 변화는 점도측정방법이 앵글러도 점도에서 세이볼트 퓨물 점도로 변경이 되었으며, 공용성 등급의 기준이 추가되었다.

순환 상온 유화아스팔트 혼합물의 성능기준의 경우 개정 전에는 기층과 표층으로 구분하여 각각의 성능기준이 있었으나 개정 후 표층 부분이 없어졌으며 순환 상온 유화아스팔트 혼합물의 성능기준은 표 4와 같다.

표 4. 순환 상온 유화아스팔트 혼합물 품질 기준

항 목	기 준 치
마살안정도(40℃, N)	6 000 이상
간접인장강도(25℃, MPa)	0.40 이상
인장강도비(TSR)	0.70 이상
흐름값(1/100cm)	10~40
공극률(%)	9 ~ 14
마살다짐회수(회)	75
유화아스팔트의 아스팔트 잔류분 비율(포틀랜드 시멘트 사용시)	시멘트 혼입 비율 대비 3배 이상

순환 상온 유화아스팔트 혼합물의 국내의 기준을 비교하였다. 독일의 경우 공극율, 간접인장강도(7일 후), 간접인장강도(28일 후)로 시험항목이 가장 적었으며, 국내 기준의 경우 미국 기준과 가장 유사하였다.

<한국>		<중국>	
항목	기 준 치	항목	기 준 치
마살안정도(40℃, N)	6 000 이상	공극율, %	9 ~ 14
간접인장강도(25℃, MPa)	0.40 이상	40℃ 마살안정도(Ø100.4mm), N	≥ 6000
인장강도비(TSR)	0.70 이상	40℃ 수질 잔류 마살안정도, %	≥ 75
흐름값(1/100cm)	10 ~ 40	15℃ 간접인장강도, MPa	≥ 0.5
공극률(%)	9 ~ 14	15℃ 건조수질 인장강도비, %	≥ 75
마살다짐회수(회)	75	동결융해 인장강도비 (TSR), %	≥ 70
유화 아스팔트의 아스팔트 잔류분 비율 (포틀랜드 시멘트 사용시)	시멘트 혼입 비율 대비 3배 이상	60℃ 동적안정도, passes/mm	≥ 1000

<독일>		<미국>	
항목	기준치	항목	기준치
공극율(%)(세료에 포함된 타르 10% 이하)	(5~15) %	아스팔트 함량	-
간접인장강도(7일 후, 5 °C)	(0.6~0.8) N/mm <sup>2</sup>	입도	31.5 mm 이하
간접인장강도(28일 후, 5 °C)	(0.7~1.0) N/mm <sup>2</sup>	공극율	-
		간접인장강도(25 °C)	310 kPa 이상
		안정도(40 °C)	5 560 N
		인장강도비(TSR)(+수침 : 25 °C, 24 h) or 수침산류마살안정도(25 °C, 23 h 수침),(40 °C, 1h)	0.70
		라벨링 테스트	7.0 이하
		시멘트에 대한 아스팔트 잔류분 비율	시멘트 혼합 비율 대비 3배 이상
		RAP 코팅 테스트	Good 이상
		공용성 등급(PG Grade)	해당 등급 만족

그림 1. 국가별 순환 상온아스팔트 혼합물 품질 기준

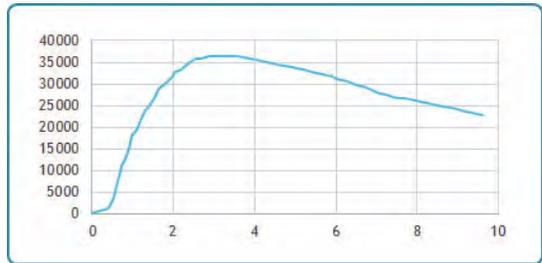


그림 2. 개정 전 안정도 흐름값 파괴곡선

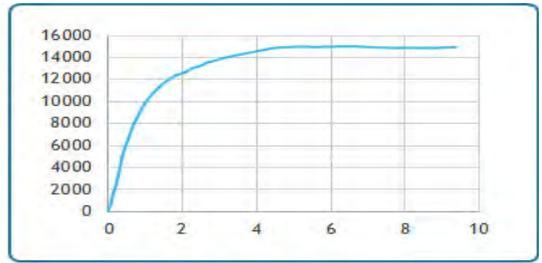
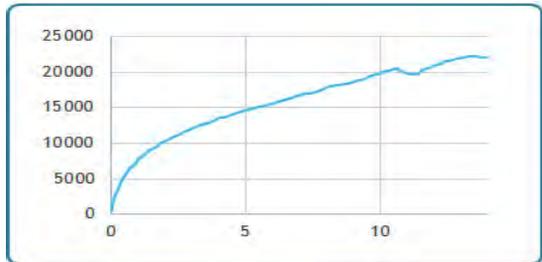


그림 3. 개정 후 안정도 흐름값 파괴곡선

#### 4. 순환 상온 유화아스팔트 혼합물 시험 평가

순환 상온 유화아스팔트 혼합물의 개정 전·후 성능을 비교해 보았으며, 이는 표 5, 표 6과 같다.

개정 전에는 A~E 제품 모두 성능기준을 만족하였으나, 개정 후 모든 제품이 성능기준을 만족시키지 못하였다. A제품을 제외한 모든 업체가 흐름값에서 기준을 만족시키지 못하는 것으로 확인되었다.

표 5. 개정 전 순환 상온 유화아스팔트 혼합물의 시험결과

항목	단위	기준치	A	B	C	D	E
안정도 (25°C)	N	3 500 이상	17 940	21 700	43 609	21 849	19 276
흐름값 (25°C)	1/100cm	10~50	43	38	31	44	41
공극율	%	3~12	10	7	8	9	12

표 6. 개정 후 순환 상온 유화아스팔트 혼합물의 시험결과

항목	단위	기준치	A	B	C	D	E
안정도(40°C)	N	6 000 이상	30 511	16 166	18 088	7 297	13 634
흐름값	1/100cm	10~40	35	83	44	81	63
간접인장강도(25°C)	N/mm <sup>2</sup>	0.40 이상	0.71	0.53	0.54	0.40	0.36
공극율	%	9~14	7.7	10.6	10.7	12.1	12.0
인장강도비(TSR)	-	0.70 이상	0.63	0.80	0.75	0.65	0.72

개정 전에는 그림 2와 같이 기준치 안에서 파괴가 발생하였으나 개정 후에는 그림 3과 같은 파괴곡선을 나타내고 있다.

#### 5. 결론

흐름값, 인장강도비 등의 순환 상온 유화아스팔트 혼합물의 품질기준을 만족할 수 있도록 첨가제 개발 및 소석회 등을 통한 연구가 필요할 것으로 보인다.

#### 참고문헌

- ARRA (2015), Recommended Mix Design Guidelines For Cold Recycling Using Bituminous Recycling Agents CR201.
- CEDR Call (2012), Recycling: Road construction in a post-fossil fuel society.
- JTG F41-2008, Technical Specifications for Highway Pavement Recycling.
- 국토교통부 (2017), 아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침.