

SMA 혼합물의 교면포장 적용

이 광 호*, 옥 창 권**

1. 서 론

교면포장은 일반적으로 10cm 미만의 아스팔트 혼합물층이 교량 상판에 하중을 전달하는 구조로 되어 있는 동시에 교량 상판의 거동은 다시 혼합물에 영향을 주게 된다. 또한 교면 포장은 진동 및 충격, 기상조건 등에 그대로 노출됨으로써 일반 토공부 포장보다 더 큰 파손 요인이 발생하므로 교면 포장 재료의 선정과 시공 시에는 특별한 주의를 요한다. 종래의 교면포장 재료의 요구조건은 균열에 대한 저항성과 우수에 대한 수밀성이 주안점이었으나, 근래에는 중차량과 교통량의 증가에 기인한 교면포장의 소성변형의 발생으로 인하여 균열저항성, 수밀성과 더불어 소성변형에 대한 저항성도 교면포장 재료의 또하나의 요구조건이다. 본 고에서는 이러한 3가지의 요구조건과 재료가 SMA 혼합물의 상관성을 살펴보고자 한다.

2 교면포장의 구성

그림 1 은 교면포장의 일반적인 구성을 나타낸 것이다. 교면 포장의 구성은 하부층과 상부층의 2층을 설치하는 것이 일반적이다. 하부층은 상판의 요철이나 볼트등에 대한 레벨링 층의 역할을 겸하여 상부 표층 시공 전에 평탄성을 확보해주는 기능과 수밀성과 처짐 추종성이 좋

은 재료를 사용하여 교량 상판을 직접적으로 보호한다. 또한 교면 포장의 특성상 하부층의 파손이 발생할 경우 교량 상판의 손상과 보수의 어려움으로 인하여 하부층의 재료 선정과 시공 시에는 각별한 주의를 요한다. 하부층의 손상은 곧 상부층의 보수를 의미하기 때문에 하부층의 재료로써 요구되는 조건은 수밀성, 처짐추종성, 균열 저항성 뿐 만 아니라 소성변형에 대한 저항성도 겸비하여야 한다. 하부층에서 발생한 소성변형은 상부층의 변형을 유발하기 때문이다.

상부 표층은 양호한 주행성의 확보를 위한 층으로 내유동성, 내균열성 및 미끄럼 저항성등이 우수해야 한다.

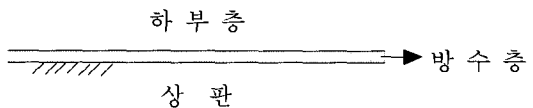


그림 1 교면 포장 구성

국내의 경우 교면포장의 중요성이 간과되어져 온 것이 사실이며 교면포장 재료로 적합한 재료나 기준조차 없는 실정이다. 그러나 최근 강상판은 콘크리트 슬래브에 비해 사하중을 경감시킬 수 있고 지간을 길게 할 수 있어서 현수교와

* 한국도로공사 도로연구소 수석연구원

** 한국도로공사 도로연구소 연구원



사장교, 트러스교, 아치교 및 장경간 교량에 적용하는 사례가 증가함으로 인하여 이와 관련된 교면포장재료의 필요성이 요구되고 있는 실정이다.

일본의 경우 강상판 교면포장에 SMA 혼합물을 사용하기 시작한 것은 1990년이며 그후 공용 성능이 우수하여 사용실적이 증가하고 있다. 그러나 일본의 SMA 혼합물은 13mm와 20mm SMA 두가지가 사용되고 있으며, 20mm SMA 혼합물은 토공부 표층 재료로 일부 시험시공된 상태이며 13mm SMA의 경우에 강상판 하부층에 방수층을 겸한 교면포장 재료로 사용되고 있다.

국내의 경우는 토공부 표층에는 13mm SMA 혼합물이 사용되고 있으며, 교면포장 하부층 혼합물로는 10mm SMA, 8mm SMA, 5mm SMA 혼합물이 사용되는 것이 일본과는 다른 형태이다. 일본의 13mm SMA 혼합물과 한국도로공사 전문시방서에 규정된 13mm SMA 혼합물의 입도는 일본의 경우가 국내보다 다소 세립으로 되어있는 것이 차이점이다. 국내에서 사용하는 교면포장용 SMA 혼합물은 일본에 비하여 골재 최대치수가 작은 것이기 때문에 치집추종성과 수밀성의 측면에서 더 유리한 것으로 판단된다.

국내의 교통조건이 일본의 경우와 유사하며, 교면포장재료 요구되는 조건이 내균열성 뿐 아니라 내유동성이 강하게 요구되는 단계에 있으므로 중차량과 큰 교통량이 예상되는 교면포장

의 상·하부층에 교면포장용 SMA 혼합물을 적용하는 것은 내구성, 경제성 및 시공성 측면에서 적용성이 큰 것으로 기대된다.

3. 교면포장용 혼합물의 성상 비교

교면포장용 혼합물의 성상 비교를 위해 진동 및 충격에 대한 저항성 평가 기준인 휨성상과 동적 성상은 일본 포장지 33-8호(1998년)의 논문을 참고하였으며, 중차량에 대한 저항성 평가는 휠트래킹 시험결과를 기준으로 분석하였다.

(1) SMA의 휨성상

그림 2는 교면포장용 혼합물의 휨성상에 대한 분석을 위하여 SMA 혼합물, 에폭시 아스팔트 혼합물과 구스아스팔트 혼합물을 비교한 것이다. 그림 2를 살펴보면, SMA 혼합물의 휨강도는 다른 2종류의 혼합물에 비하여 작을지라도 취화점은 5~10°C 낮고, 파괴시 변형은 중저온 영역에서 다른 혼합물에 비하여 상당히 크며, 파괴시 스티프니스는 작게 나타난다.

(2) 동적 성상

그림 3은 SMA, 구스아스팔트, 에폭시아스팔트(세립(Ømax13mm)) 혼합물의 동적 성상에 대한 비교를 위해 20°C 온도 조건에서의 복소탄성률을 측정하여 나타낸 것이다. 복소탄성률은 점탄성 재료의 탄성계수를 나타낸다. 그림 3에서 보

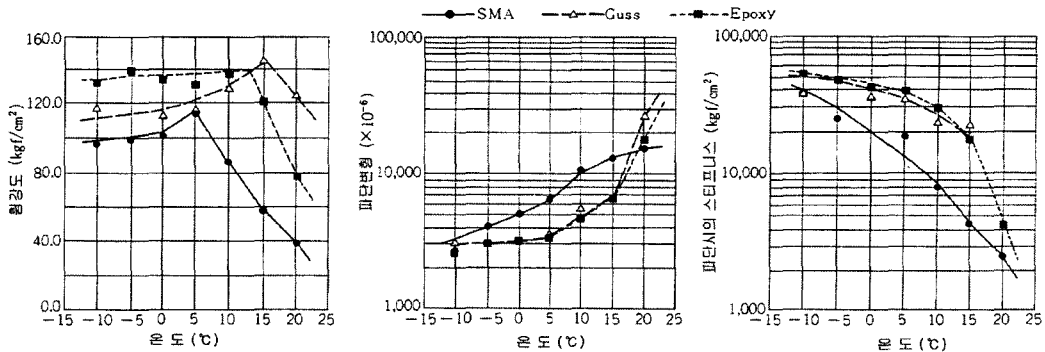


그림 2 교면포장용 혼합물의 휨성상 비교



는 바와 같이 재하속도가 빠른 영역에서의 혼합물 간의 차이는 비교적 작다. 그러나, 실제로 일어날 수 있다고 볼 수 있는 재하속도(10-2초이상) 영역에서는 SMA의 복소 탄성율은 구스아스팔트의 1/2 정도, 에폭시아스팔트의 1/5 이하로 상당히 작다. 복소 탄성율이 작은 것은 그만큼 가요성이 우수하다는 것을 나타낸다.

(3) 휠트랙킹 시험

휠트랙킹시험 결과는 혼합물의 동적안정도(DS. 회/mm)로 평가된다. 동적안정도는 아스팔트 혼합물의 소성변형에 대한 저항 정도를 나타내는 값으로 이 값이 클수록 소성변형에 대한

저항성은 우수하게 평가된다. 표 1 은 SMA혼합물에 대한 휠트랙킹 시험결과를 일반 아스팔트 혼합물과 비교한 것이다.

표 1의 휠트랙킹 시험결과를 살펴보면 13mm 밀입도 혼합물 보다 SMA혼합물이 모든 경우에서 동적안정도가 우수하게 평가되고 있음을 알 수 있다. 일반적으로 동적안정도 값이 1500회/mm 이상인 경우 소성변형에 대한 저항성이 확보된 것으로 평가하고 있다.

이상과 같은 분석 내용을 살펴볼 때 SMA 혼합물은 교면포장의 진동, 충격에 대한 저항 특성 면뿐 아니라 소성변형에 대한 저항성이 우수한 교면포장 재료로 판단된다.

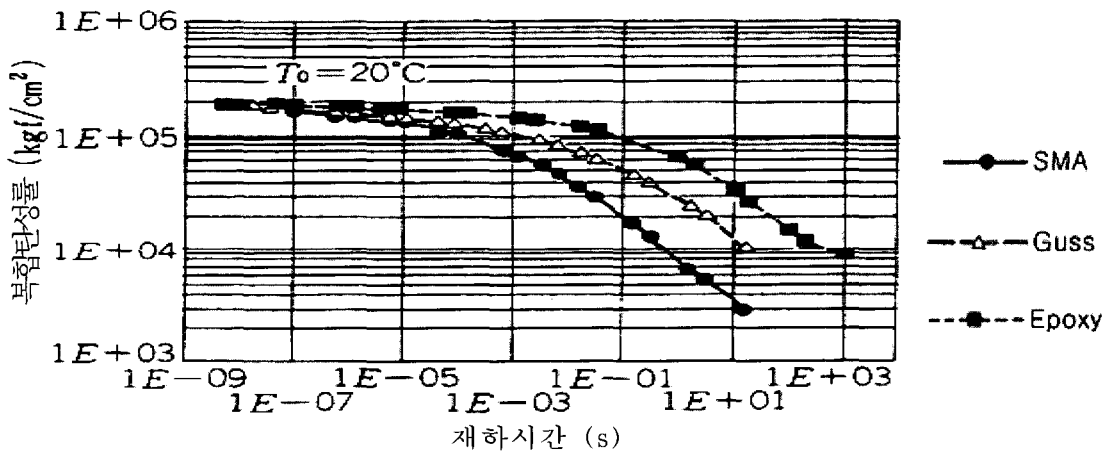


그림 3 각 재료의 복소 탄성율 (20°C 마스터커브)

표 1 휠트랙킹 시험결과

구 분	아스팔트 함량(%)	실측밀도 (g/cm3)	공극률 (%)	포화도 (%)	골재공극률 (%)	동적안정도 (회/mm)
13mm일반 밀입도혼합물	6.1	2.386	1.8	89.1	16.1	358
13mm SMA	6.7	2.368	3.0	83.8	18.3	7000
10mm SMA	6.9	2.377	2.2	88.0	18.1	3223
8mm SMA	7.1	2.358	2.7	85.9	18.9	3150



4. SMA 혼합물의 교면포장 적용 방안

표 2는 한국도로공사에서 제정한 골재 최대 치수별 SMA 혼합물의 입도 기준을 나타내었다. SMA혼합물의 교면 포장 적용기준을 설정하기 위하여 교량 형식을 교량의 규모 및 교량 상판의 형식에 따라 표 3에서 나타낸 것처럼 3가지로 구분하였다. 교량상판의 형식에 따라 콘크리트 상판과 강상판으로 구분하였고, 콘크리트 상판은 크게 교량연장에 따라 100m 이상과 100m 이하 교량으로 구분하여 적용하도록 하였다. 또한 100m 이하의 콘크리트 상판 중에서도 비교적 처짐이 작은 라멘교나 연속교 형태의 콘크리트 상판을 제외한 나머지 형태는 100m 이상의 장대교와 마찬가지로 설계하도록 구분하였다.

표 3은 교량 상판의 종류에 따른 SMA 혼합물의 적용기준을 나타냈다. 교면포장에 적용하는 SMA혼합물의 배합설계 기준을 상부층과 하부층의 사용목적과 SMA 혼합물의 특성을 고려하여 설정하였으며 표 4에 나타내었다.

교면 포장용 SMA 혼합물의 배합설계법을 교량의 종류에 따라 설명하면 다음과 같다.

(1) 100 m 미만의 라멘교나 연속교 형태의

콘크리트 상판 : 100m 미만의 단교량 중에서도 교량의 처짐이 상대적으로 작은 라멘교나 연속교 형태의 콘크리트 상판을 대상으로 한 것으로 상부층은 일반 토공부에 사용하는 13mm SMA혼합물의 입도를 그대로 사용하면서 아스팔트 함량만 증가시켜 교면포장용 SMA 혼합물의 배합설계 기준에 맞추어 사용하고, 하부층은 일반 토공부와 다른 치수의 SMA 혼합물일 경우 별도로 배합설계

- (2) 100 m 이상의 콘크리트 상판 : 100m 미만의 단교량 중에서 라멘교나 연속교 형태의 교량을 제외한 처짐이 상대적으로 큰 교량은 100m 이상의 콘크리트 상판의 경우에 준용한다.
- (3) 강상판 : 교면포장용 SMA 혼합물의 배합설계 기준에 맞게 배합설계하여야 하며, 특히 강상판인 경우에는 휨시험과 휠트래킹 시험등을 실시하여 가장 좋은 입도 조건과 아스팔트 함량에서 배합설계되도록 하여야 함
- (4) 모든 교면 포장 혼합물은 현장 플랜트에서 생산되는 SMA혼합물에 대하여 현장 배합을 실시하여 시방기준에 만족하는 여부를 확인한 후 포설하여야 한다.

표 2 SMA 포장의 입도 기준

공 칭 입 경		19 mm	13 mm	10 mm	8 mm	5 mm
통 과 중 량 백 분 율 (%)	25 mm	100	-	-	-	-
	19 mm	93 ~ 100	100	-	-	-
	13 mm	30 ~ 50	93 ~ 100	100	-	-
	10 mm	20 ~ 35	40 ~ 55	93 ~ 100	100	100
	5 mm (#4)	15 ~ 25	16 ~ 30	25 ~ 45	30 ~ 60	95 ~ 100
	2.5 mm (#8)	12 ~ 22	12 ~ 23	15 ~ 30	15 ~ 30	25 ~ 45
	0.6 mm (#30)	10 ~ 18	10 ~ 18	11 ~ 20	12 ~ 20	13 ~ 21
	0.3 mm (#50)	8 ~ 15	8 ~ 15	10 ~ 16	10 ~ 16	11 ~ 17
	0.15 mm (#100)	7 ~ 13	7 ~ 13	9 ~ 15	9 ~ 15	10 ~ 16
	0.08 mm (#200)	6 ~ 12	7 ~ 12	8 ~ 13	8 ~ 13	9 ~ 14



표 3 교면의 종류에 따른 SMA 혼합물의 적용 기준

종류 층	100m 미만의 라멘교나 연속교 형태의 콘크리트 상판	100m 이상 콘크리트 상판	강상판
상부층	13mm SMA (10mm, 8mm SMA)	10mm SMA (8mm SMA)	10mm SMA (8mm SMA)
하부층	10mm SMA (8mm SMA)	8mm SMA	8mm SMA (5mm SMA)
비 고	상부 및 하부층 모두 10mm 또는 8mm SMA 적용 가능	상부층 8mm SMA 적용 가능	하부층 5mm SMA 적용 가능

표 4 교면 포장용 SMA 혼합물의 배합설계 기준

항 목	기 준	
	상 부 층	하 부 층
아스팔트 함량(%)	6.5 이상	6.5 이상
공 극 륜(%)	2.5 ~ 3.0	2.0 ~ 2.5
골재 공극률(%)	18 이상	18 이상
포 화 도(%)	75 이상	80 이상
드레인다운 시험값(%)	0.3 이하	0.3 이하

5. 결론

교량 상판의 주요 파손 원인을 살펴보면, 콘크리트 상판의 교면포장은 소성변형과 포트홀등이고 강상판 교량의 경우는 균열과 소성변형이 가장 큰 파손원인이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 수밀성, 내유동성, 처짐 추종성이 우수한 아스팔트 혼합물을 사용하여야 한다. 교면포장에 요구되는 이러한 아스팔트 혼합물의 요구 성상에 대해 SMA 혼합물의 적용성이 기대되며, 이러한 SMA 혼합물의 생산과 시공시 철저한 품질관리가 요구된다.