

서해대교 교면포장 시공보고서

김 준 범* · 이 광 호** · 옥 창 권*

1. 서해대교의 교량선정 및 주변여건

서해대교 교량형식은 항로별 교량설치계획에 따라 주항로부의 교량은 평택 항만시설갑문 전방의 주항로 (400×62m)의 기능을 가질 수 있도록 장경간 교량이 가능한 사장교로 선정되었으며 예비항로부는 FCM, 기타구간은 PSM 공법의 교량으로 각각 선정되었다(표 1 참조). 사장교구간은 990m, 장경간 연속교 FCM구간은 500m, 연속교 PSM구간은 5820m로 서해대교의 총 길이는 7310m이다. 주변여건은 포승공단과 부곡공단, 고대공단 등 공단지역과 현충사, 도고온천, 온양온천 등 관광단지가 주변에 분포하고 있으며 서해안을 관통하는 길목에 자리잡고 있어 중차량 및 많은 교통량이 예상되고 있다. 이와 같은 장대 특수교량은 치집진동 및 기후 조건에 민감하게 거동하기 때문에 교면포장재료도 이에 충분히 대응할 수 있는 재료로 선정되어야 한다. 또한 교면포장 자체가 장기수명을 확보하여 잦은 보수로 인한 문제점(방수층의 파손, 교통정체, 사고위험 등)을 최소화 하여야 한다.

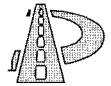
2. 교면포장의 두께 및 혼합물

서해대교 사장교 구간은 진동의 영향과 수직변위가 크게 발생할 수 있는 조건으로 교면 포장 아스팔트 혼합물의 내구성에 영향을 줄 수 있으며, 또한 전구간에 걸쳐 풍속이 큰 환경조건에 노출되어 포장 층 내부의 온도 급변화가 예상된다. 따라서 교통하중뿐 아니라 기후 환경조건에 잘 저항할 수 있도록 교면포장 단면 및 포장재료가 결정되는 것이 중요하다. 일반적으로 교면포장의 형식은 2층으로 시공하는 것이 바람직한데 이는 포장보수시 노화된 상부층 혼합물만을 재시공함으로써 교면상판과 방수층을 보호할 수 있으며 또한 시공시 평탄성 확보에 유리하기 때문이다. 당초에 서해대교 교면포장은 사하중을 최소화 할 수 있도록 표층 4cm, 레벨링층 3cm로 하여 합성섬유를 첨가한 19mm 일반 아스팔트 혼합물로 설계되어 있었다.

1) 교면포장두께에 대한 고찰

사장교의 일부구간에 현장 타설 콘크리트 시공구간이 포함되어 있어 시공오차를 고려할 필요가 있으며, PSM구간에서는 길이 3.0m의 세그먼트로 연결할 때 종방향 조립 허용오차가 최대 1.8cm(실시설계보고서)까지 발생할 가능성을 고려할 때 설계된 레벨링 층(3cm)의 두께는 경우에 따라

* 한국도로공사 도로연구소 연구원
 ** 한국도로공사 도로연구소 연구위원



1.2cm로 시공될 수 있다고 판단하였다. 일반적으로 포장 층의 최소두께는 골재최대치수의 2배 이상을 적용하고 있다. 따라서, 19mm(또는 13mm) 아스팔트 혼합물보다는 골재의 최대치수가 그 이하인 혼합물을 사용하는 것이 바람직 할 것으로

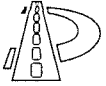
판단하여 8mm SMA혼합물을 레벨링 층에 적용 하였다. 이때 레벨링층의 두께는 시공시 발생할 수 있는 오차와 시공성을 고려하여 3cm보다는 3.5cm를 적용하고 상부층의 두께는 4cm에서 3.5cm로 조정하였다.

표 1. 서해대교 교량형식

교량형식	구분
사장교	
	<ul style="list-style-type: none"> • 연장 : 990m (주경간장 : 470m) • 상부구조 : 강합성 사장교 • 케이블 배열 및 케이블수 : 2면 배열, 144본 • 주탑 : 콘크리트 (평택측 : 180m, 당진측 : 182m) • 하부구조 : 직접기초
장경간 콘크리트 상자형교	
	<ul style="list-style-type: none"> • 연장 : 500m(주경간장 : 165m) • 상부구조 : 콘크리트 상자형교 • 하부구조 : 대구경 현장타설 콘크리트 말뚝 • 시공방법 : Free Cantilever공법
연속 콘크리트 상자형교	
	<ul style="list-style-type: none"> • 연장 : 5.820m (경간장 : 60m) • 상부구조 : 콘크리트 상자형교 • 하부구조 : 현장타설 콘크리트 말뚝 • 시공방법 : Precast Segment 공법

표 2. 서해대교 포장재료 및 두께

구분	혼합물종류	최대골재크기	두께	비고
상부층(표층)	SMA	10mm	3.5cm	4cm 고려
하부층 (레벨링층)	SMA	8mm	3.5cm	



2) 혼합물에 대한 고찰

교면포장 특히 사장교와 같은 특수교량에 사용하는 혼합물은 진동 및 충격에 따른 저항성이 우수할 뿐만 아니라 기후 및 환경조건, 중차량에 의한 포장파손이 최소화 되도록 배합설계 되어야 한다. 또한, 교면포장의 유지보수시에는 접착층 및 방수층의 파손이 우려되고 일반구간에 비해 보수시간이 길어 교통정체를 더욱 유발하며 유지보수시 교통사고의 위험과 사고시 대형화가 우려되기 때문에 교면포장 혼합물은 장수명 혼합물을 선정하여 유지보수주기를 길게 할 필요가 있다. 장수명 혼합물로는 아스팔트의 함량이 많으며, 처짐 충격 진동에 대한 저항성이 우수하고 소성변형에 대한 저항성 및 수밀성이 확보되어야 하는데 10mm 이하의 SMA 혼합물이 유리한 것으로 판

단하여 이를 서해대교 교면포장(상부층: 10mm SMA, 하부층: 8mm SMA)에 적용하였다.

3. 배합설계

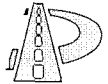
SMA 혼합물에는 아스팔트 및 골재 외에도 섬유첨가재(셀룰로오스 화이버)가 사용된다. 셀룰로오스 화이버는 다량의 아스팔트 함유를 요하는 SMA의 생산 및 시공시 아스팔트의 흐름(drain down)을 방지하기 위한 것으로 사장교를 포함하여 북쪽구간인 1공구는 독일 A사 제품(0.4%)를 적용하였으며, 남쪽구간인 2공구는 독일 B사 제품(0.3%)를 적용하였다. 아스팔트는 현재 국내에서 생산되는 침입도 60-70의 것을 사용하였다. 골재는 석산쇄석을 사용하였으며 자연모래는 사용하지 않았다. 서해대교 교면포장용 SMA 골재를

표 3. 혼합입도표 (10mm SMA)

각 골재 부 분	사 용 백 분 율	체 크 기 통 과 백 분 율									
		25mm	19mm	13mm	10mm	Na 4	Na 8	Na 30	Na 50	Na 100	Na 200
3Bin	52		52.0	52.0	49.4	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2Bin	22		22.0	22.0	22.0	2.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
1Bin	17		17.0	17.0	17.0	15.3	11.3	7.0	4.6	2.8	1.4
Filler	9		9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	8.9
혼합입도			100.0	100.0	97.4	28.0	20.5	16.1	13.6	11.9	10.4
소망입도			100.0	100.0	96.5	35.0	22.5	15.5	13.0	12.0	10.5
시방상한			100	100	100	45	30	20	16	15	13
시방하한			100	100	93	25	15	11	10	9	8

표 4. 혼합입도표 (8mm SMA)

각 골재 부 분	사 용 백 분 율	체 크 기 통 과 백 분 율									
		25mm	19mm	13mm	10mm	Na 4	Na 8	Na 30	Na 50	Na 100	Na 200
3Bin	26		26.0	26.0	25.9	1.8	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0
2Bin	46		46.0	46.0	46.0	5.0	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1
1Bin	18		18.0	18.0	18.0	16.2	11.9	7.1	4.8	3.1	1.8
Filler	10		10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	9.9
혼합입도			100.0	100.0	99.9	33.1	22.4	17.2	14.9	13.2	11.7
소망입도			100.0	100.0	100.0	45.0	22.5	15.5	13.0	12.0	10.5
시방상한			100	100	100	60	30	20	16	15	13
시방하한			100	100	100	30	15	11	10	9	8



확보하기 위하여 I 생산업체에서는 Impact Crusher를 이용하였는데 편장석 함량이 5% 이하(시방기준: 20% 이하)인 매우 양호한 골재를 확보할 수 있었다.

서해대교 교면포장용 SMA 혼합물의 합성입도는 SMA 혼합물의 배합설계 기준에 부합되는 콜드빈(Cold Bin)의 합성입도를 결정하고, 유출량 시험, 핫빈 배합설계 등의 반복적인 단계를 거쳐 결정되었으며 10mm SMA와 8mm SMA에 대한 입도분포곡선 및 현장배합표는 각각 표에 나타난 바와 같다. 2공구에서의 10mm SMA에 대한 배합설계결과 아스팔트 함량은 7.1%, 8mmSMA의

경우는 7.4%로 결정되었다.

4. 시 공

교면포장 하부에 위치하는 방수층의 재료는 PSM구간의 경우 아스팔트계 쉬트방수(4mm), 그 외 구간의 경우 클로르프렌계 도막방수(1.2mm)로 결정하였으며, 방수공사를 시행하기에 앞서 교면상판 400mm 이내의 평균 수분함량이 기준치 이하임을 확인하였다. 쉬트방수 시공후 아스콘 포설후 블리스터링이 발생한 부분은 송곳 등을 이용하여 기포를 제거하였으며, 도막방수의 경우는

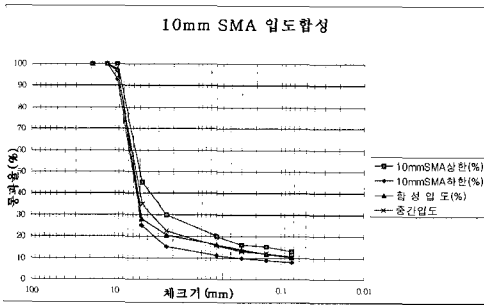


그림 1. 혼합입도곡선(SMA 10mm)

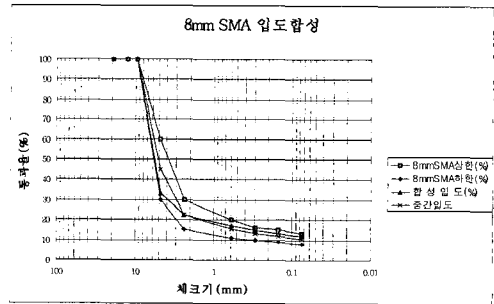


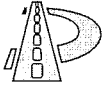
그림 2. 혼합입도곡선(SMA 8mm)

표 5. 현장배합표(SMA 10mm)

종류 및 호칭 구 분	10mm SMA		작성 일자 누적량 (kg)	2000. 6. 비 고
	배합비율 (%)	배합량 (kg)		
3 Bin	52	963	963	
2 Bin	22	407	1370	
1 Bin	17	315	1685	
VIATOP	0.38	7.6	1692.6	순수 화이버 함량: 0.3%
퀵 러	9	166.7	1859.3	
아스팔트	7.1	140.5	1999.8	
계			2000.0	

표 6. 현장배합표(SMA 8mm)

종류 및 호칭 구 분	8mm SMA		작성 일자 누적량 (kg)	2000. 6. 12 비 고
	배합비율 (%)	배합량 (kg)		
3 Bin	26	480	480	
2 Bin	46	849	1329	
1 Bin	18	332	1661	
VIATOP	0.38	7.6	1668.6	순수 화이버 함량: 0.3%
퀵 러	10	184.6	1853.2	
아스팔트	7.4	146.5	1999.7	
계			2000.0	



1.2 차 프라이머 도포후 집착방수제 3회 도포(1.8 kg/m²) 및 top coat 1회 도포(0.6 kg/m²)하였고, 도포시 마다 발생하는 기포를 즉시 제거하였다. 포설 및 다짐장비는 피니셔 1대, 12t 머캐덤롤러 2대, 12t 탄뎀롤러 2대의 조합으로 하였으며, 현장시험시공을 거쳐 머캐덤롤러 왕복 4회, 탄뎀롤러 왕복 4회로 다짐방법을 결정하였다. 아스팔트 혼합물의 포설시 온도는 160~170°C의 범위에서 관리하였으며, 1차 및 2차 다짐은 140~160°C와 120~170°C에서 각각 관리하였다. 시공 후의 평균 포장두께는 7.5cm로 측정되었다.

5. 맺음말

교면 포장재료는 일반 포장재료와는 달리 진동, 충격에 대한 저항성을 확보하여야 하며, 중차량에 대한 내유동성 및 습윤과 동결조건에서의 내구성을 확보하여야 한다. 또한, 장수명을 확보하여 보수주기가 충분히 길도록 유도할 필요가 있다. 이러한 요구조건을 반영할 수 있도록 서해대교 교면 포장 재료의 선정은 기능성 포장재인 동시에 포장 두께를 줄일 수 있는 SMA혼합물(하부층 : 8mm SMA, 상부층 : 10mm SMA)로 하였다.

최근 침투식 방수를 지양하고 도막식 또는 쉬트식 방수가 일반화되고 있으나 재료선정 및 시공단계에서 품질관리가 제대로 되지 않으면 오히

려 포장층의 파손을 가속화 시킬 수 있다. 이를 방지하기 위하여 방수재료의 성능 및 성분의 철저한 확인과 도막방수인 경우 방수층의 피복두께의 확인이 필수적이다. 특히 혼합물의 포설 온도에 의해 포장 층과 방수층이 융착하는 클로르프렌계 도막방수 공법인 경우 혼합물의 온도관리가 매우 중요하며 방수층의 먼지 등의 불순물 제거도 교면포장 층의 공용성능을 좌우한다. 또한 시공 후 부착인장강도 시험을 실시하여 부착성능을 확인하여야 한다. 포장파손의 큰 요인중의 또 하나는 포장면의 최종 구배 조정시 부분적으로 포장 두께가 얇아지는 것이다. 이러한 부분에서는 차량하중에 의한 응력이 매우 크게 증가하기 때문에 구배조정이 필요할 경우 설계최소두께를 유지하면서 포장두께를 조절할 필요성이 있다.

교면포장은 교량상판의 보호뿐 아니라 도로 이용자에게 쾌적성을 보장해 주는 포장체로서의 기능도 매우 중요시된다. 특히 서해대교는 구조물의 상징성과 함께 고도의 도로기술들이 접목되어 있는 기술의 장으로 포장기술 분야인 방수 및 포장재료의 선정, 혼합물의 생산에서 시공까지도 여러 관련 기술자들의 땀과 정성이 담겨져 있다.



사진 1. 하부 혼합물 층의 시공

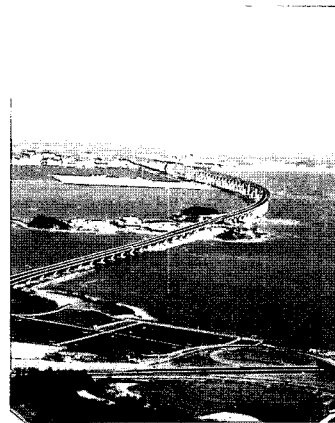


사진 2. 서해대교 전경



영종대교 및 서해대교 비교

구 분	서해대교	영종대교
공사개요	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교량구조 및 연장 - 사장교 : 990m - FCM교 : 500m - PSM교 : 5.820m 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교량구조 및 연장 - 현수교 : 550m - 트러스교 : 2.250m - 강상형교 <ul style="list-style-type: none"> · 영종도측 : 1.140m · 인천측 : 480m
특 징	<ul style="list-style-type: none"> - 국내교량중 최장대교(총연장 7.31km, 최대교 교각 182m) - 사장교 주경간장이 국내 최장대로서 470m - 풍속 65m/s의 강풍에 견딜수 있도록 설계 - 리히터규모 6.0에 견딜수 있는 내진설계 - 염해방지대책 수립 : 내황산염 시멘트 및 에폭시 도장철근 사용, 콘크리트 내염도장 - 매스콘크리트수화열제어방법 : Pipe Cooling - Cell식 가물막이공법 - 사장교주탑 신공법적용 : 가로보 Precast 인양공법, 주탑부 상판대불력공법 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 상부구조 <ul style="list-style-type: none"> - 고속도로 및 철도복선 - 3차원 자정식 현수교 - 현수교 보강형 및 트러스블록 대가설공법 - Air Spinning공법(케이블) ○ 하부구조 <ul style="list-style-type: none"> - 뉴메텍케이스 공법(주탑기초) - 해상 RCD말뚝공법(일반트러스구간) - 강관 Sheet Pile(가물막이) - 강재 라멘교(강합성교)
설계사	삼우기술단	유신 코퍼레이션
시공사	대림산업(주), LG건설(주)	삼성물산, 현대건설, 코오롱건설, 한진건설, 동아건설
사업비	6,777억원	8,100억원
공사기간	'93. 11 - 2000. 11	'95. 12 - 2000. 11
교면포장	<ul style="list-style-type: none"> - 상부층 : SMA(10mm) 두께 4cm - 하부층 : SMA(8mm) 두께 3.5cm 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현수교 및 트러스구간 <ul style="list-style-type: none"> - 상부층 : 개질아스팔트 두께 3.5cm - 하부층 : 구스아스팔트 두께 4cm ○ 강상형교 : 개질아스팔트 두께 5cm 1층