

# 인천대교(사장교 - Steel Deck) 교면포장



양 영 규 | 정회원 · ACE TECH 대표

강 병 섭 | 비회원 · 인천대교 감리단장 · 유신코퍼레이션 전무이사

양 종 호 | 비회원 · 삼성건설 토목사업본부 부장

## 1. 개요

인천대교 프로젝트는 인천 앞바다를 가로지르며, 인천공항 고속도로와 제2경인고속도로를 연결하여 인천국제공항과 송도국제신도시를 잇는 고속도로(고속국도 110호)이다.

인천대교의 사장교는 주경간장이 800M로써 사장교로서는 세계에서 5번째로 긴 해상교량이며, 해상 구간은 민간자본(외국인)을 투자하였으며, 연결구간은 국고로 건설하였고, 한국도로공사에서 프로젝트 전체의 관리와 감독을 수행하였다.

총 연장은 21.38km(민자구간:12.3km)이며, 총 사업비는 2조 3,880억원(민자구간:1조 5,914억원)이고, 2005년 6월 착공하여 2009년 10월에 개통하였으며, 교량의 교면포장은 교통차량의 안전하고 쾌적한 주행성을 확보함과 동시에 교량의 상판을 교통하중에 의한 변형, 충격, 빗물, 기타 기상작용으로부터 보호하는 역할을 담당하고 있다.

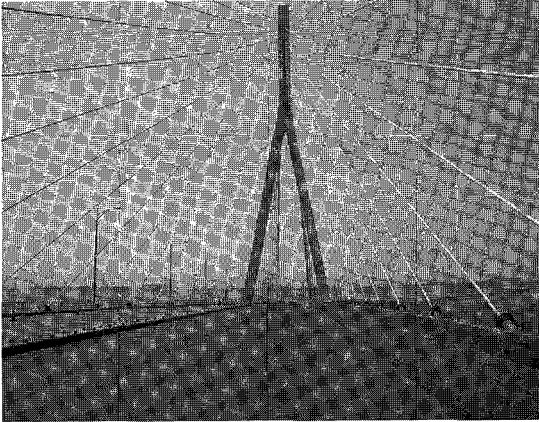
특히 강상판교는 교통하중에 의한 변형충격이 크고, 기상조건의 영향도 직접 받게되며, 유지보수공사

로 인한 교통통제는 막대한 사회적 비용부담이 발생되기 때문에 충분한 내구성을 갖는 포장공법 선정이 매우 중요하다.

인천대교의 교면포장 공법은 영종대교 등 장대교 시공실적이 많고 내구성이 가장 우수한 Guss Asphalt 포장공법을 채택하였다.

## 2. 사장교의 개요

- 교량형식 : Steel Deck Cable Stayd Bridge
- 개 요 : B=31.4M,  
L=1,480M(80M+260M  
+800M+260M+80M)
- 포장단면 : 접착층+방수층+Guss Asphalt  
(t=4cm)+개질 Asphalt(t=3.5cm)
- 주요자재 : Guss Asphalt:4,230Ton,  
PMA : 3,620Ton, Asphalt  
Sheet : 47,200m<sup>2</sup>
- 시 공 자 : 삼성JV



### 3. 강상판 교면포장의 포장공법

#### 3.1 Guss Asphalt

Guss Asphalt 포장은 독일에서 개발된 공법으로써 가장 오랜 기간동안 사용하여 왔으며, 세계적인 장대교량은 100여년 전부터 Guss Asphalt 포장을 하여 공용중에 있으며, 그 우수성이 검증된 강상판 교면포장의 가장 대표적인 공법이다.

포장재의 공극율이 "0"이기 때문에 방식·방수성이 우수하고, 빗물이 침투하지 못하여 포장층의 노화속도가 매우 느리다는 장점으로 인하여 포장의 수명은 20년 이상으로 알려져 있다.

#### 3.2 Epoxy Asphalt

미국에서 개발된 공법으로써 높은 강성의 포장층을 구성하기 위해 Epoxy 수지를 혼합한 혼합물로써 교면포장에 일부 사용하여 왔으나, 시공이 까다롭고 높은 강성이 오히려 포장파손의 원인이 되고 있어 무척 조심스러운 공법이다. 근년에 중국에서 몇 개 교량에 적용하였으나, 최근에는 Guss Asphalt로 바뀌고 있다.

#### 3.3 Stone Mastic Asphalt

골재의 맞물림 현상을 최대로 하여 소성변형을 최소화하고, 천연섬유를 첨가하여 Binder량을 증가하기 때문에 일반 포장재료에 비하여 내소성변형, 내구성 등이 아주 우수하다.

특히 Binder를 Polymer Modified Asphalt를 사용하여 콘크리트 상판 교면포장에서 우수성이 입증되고 있다.

#### 3.4 국내의 강상판 교면포장

과거 국내에도 강상판 교량이 거의 없었으나, 2000년대에 접어들면서 강상판 장대교가 건설되기 시작했다. Guss Asphalt 포장은 1997년 정산1교(전라남도 광양시)에 최초로 적용한 이후에 청담대교(서울시), 영종대교(인천 신공항), 가양대교(서울시), 광안대교(부산시) 등에 적용되어 성공적으로 국내에 기술이 정착되어 강상판교의 대부분을 Guss Asphalt로 포장하고 있으며, 2009년 4월 현재 모두 양호한 상태로 공용되고 있는 것을 확인하였다.

### 4. Guss Asphalt의 특징

#### 4.1 불투수성

경질 석유 Asphalt와 천연 Asphalt(Trinidad Lake Asphalt)를 3:1의 비율로 혼합하여 Binder량을 9%로 배합하기 때문에 공극율이 "0"이며, 유동성이 좋기 때문에 다짐이 필요없고 따라서 내식성 및 내방수성이 매우 우수하다.

#### 4.2 내구성

불투수성으므로 빗물 등이 침투되지 않아 Binder의 노화속도가 매우 느리기 때문에 다른 공법에 비해

여 아주 우수하며, 20~30년 이상 공용실적을 갖는 사례가 다수이다.

### 4.3 휨 추증성 및 내충격성

천연 Asphalt의 특성으로 자동차 하중에 대하여 변형량이 매우 큰 강상판교의 특성에 맞는 우수한 휨추증성 및 내충격성을 갖고 있어 포장의 내구성이 크다.

### 4.4 접착성

강상판과의 접착력이 매우 강력하여(20kg/cm<sup>2</sup>이상) 접착불량으로 인한 포장파손의 우려가 거의 없다.

## 5. 인천대교의 교면포장

### 5.1 공법선정

인천대교는 규모면에서 세계 5위의 사장교이며, 국내에서는 최장경간(800m) 교량이고, 접속교량을 포함하여 총 1,480m의 최대규모의 교량으로써, Land Mark로써의 상징성과 우리의 교량건설 능력을 세계에 과시하는 계기가 되고 있다.

교면포장은 투자회사(IBC)에서 요구하는 내방식성, 내방수성, 내구성을 고려하여

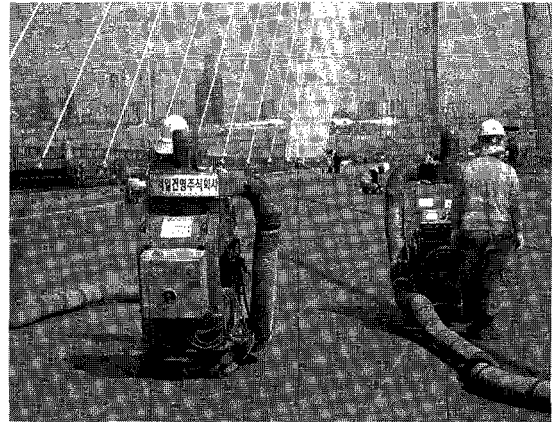
- ① Epoxy방수+PSMA포장(2 lay)
- ② MMA방수+PSMA포장(2 lay)
- ③ MMA방식+Sheet방수+Guss+PMA
- ④ 접착층(방식층 겸용)+Sheet방수+Guss+

PMA 등의 공법을 놓고 수차례의 자문과 국내외의 시공사례 조사 및 기술검토를 거친 후에 가장 신뢰성 있는 ④항으로 결정하였다.

### 5.2 공종별 상세설명

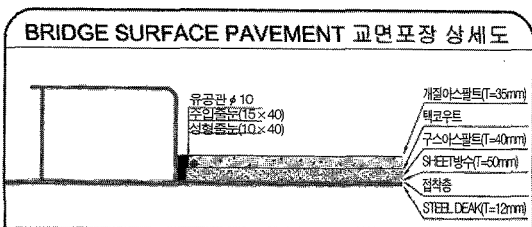
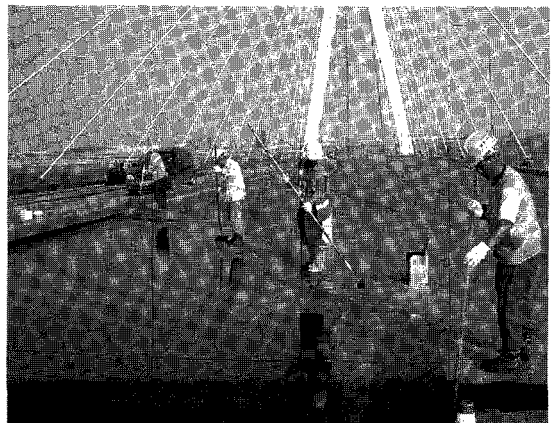
#### 5.2.1 강상판 먼처리

강상판의 표면처리는 Steel grit를 사용한 Blasting을 실시하여 ASTM D610 표준도에 의한 녹의 흔적을 3% 이하의 기준을 정하였다.



#### 5.2.2 접착층(방식층 겸용)

접착층은 국내에서 개발된 1액형(용제형, Polymer Modified Asphalt) 상온경화형 방청접착제(상품명: HS Multi Coat-B)를 2회 도포토록하

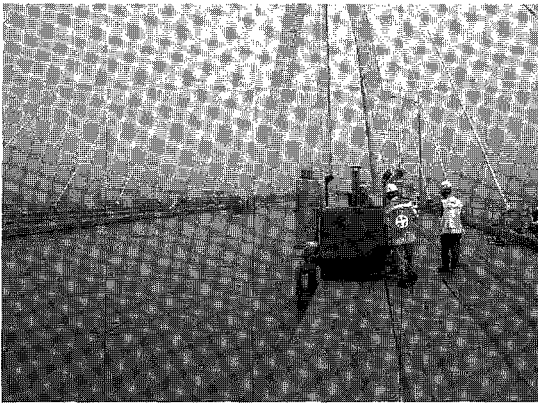


여, 강재의 부식방지는 물론 방수층인 Asphalt Sheet층의 Primer 기능까지 겸하도록 하였다.

### 5.2.3 Asphalt Sheet(방수층)

일반적으로 Guss Asphalt 포장에서는 방수층이 필요없으며, 일본의 모든 장대교의 Guss 포장에도 방수층 없이 시공하여 왔다.

인천대교에서는 IBC층의 요구로 독일시방에서 정한 ZTV-BEL-ST92 기준에 적합한 Asphalt Sheet 방수(상품명:MP-RH SD)를 적용하였으며, Sheet의 두께는 5mm를 사용하되 시공은 Sheet 전용 포설기를 사용하도록 하여 품질관리를 향상하도록 하였다.



### 5.2.4 Guss Asphalt

#### 1) Guss Asphalt 혼합물

Guss 포장의 두께는 4cm로 결정하였으며, Binder의 품질기준은 다음 표와 같다.

표 1. Guss Asphalt Binder 품질기준

항 목	기 준 치		시 험 법
	석유 아스팔트(3)	천연 아스팔트	
침입도(25℃) 1/10mm	20~40	1~4	KS M 2252
연화점 ℃	55.0~65.0	93~98	KS M 2250
신장도(25℃) cm	50 이상	-	KS M 2254
증발질량변화율 %	0.3 이하	-	KS M 2255
3염화에탄가용분 %	99.0 이상	52.5~55.5	KS M 2256
인화점(C.O.C) ℃	260 이상	240 이상	KS M 2253
비중(25℃/25℃)	1.0 이상	1.38~1.42	KS M 2002

#### 2) Guss Asphalt 배합설계

표 2. 골재의 함성입도

체크기(mm)	입도기준	함성입도	비 고
13	100	100	
5	65~85	68.5	
2.5	45~62	53.1	
0.6	35~50	38.4	
0.3	28~42	34.6	
0.15	25~34	29.9	
0.074	20~27	24.7	

표 3. Binder 함량 결정

구 분		설계기준	배합설계		
Binder 함량 %		7~10	8.2	8.4	8.6
류엘 유동성	sec	20 이하	10.8	10.8	7.8
	온도 (℃)	240	235	241	243
관입량(mm)		1~4	1.61	2.41	5.38
동적안정도(60℃) 회		350 이상	550	602	-
과단변형(-10℃)		8×10 <sup>-3</sup> 이상	-	1.7×10 <sup>-2</sup>	-

- Binder 함량은 8.4%로 결정
- 공시체 제작은 Cooker를 사용함

#### 3) 혼합물의 생산

Guss Asphalt 혼합물의 생산은 일반아스팔트 Plant에서 약간의 설비보완으로 생산가능하며, 인천대교는 영종도에 위치한 (주)영종아스콘에서 생산하였으며, 생산시 온도는 190℃~210℃를 기준으로 하였다.



혼합물의 운반은 가열장치가 부착된 Cooker를 사용하여 일정온도 (220℃~240℃)까지 가온해야 한다. 다짐이 필요없기 때문에 유동성이 매우 중요하다.

4) Guss의 포설

Guss Asphalt 포설은 사전에 “열영향검토”를 선행하였으며, 그 결과 시공속도는 1.0m/min이내, 포설폭은 교량의 단부로부터 ① 2.8m+② 3.30m+③ 2.80m+④ 3.3m+⑤ 3.00m=15.20m으로 구분하였으며, 포설순서는 1차 ① ④차선, 2차 ② ⑤차선, 3차 ③차선 순서로 포설하였고, 종방향은 낮은쪽에서 높은쪽으로 포설하여 영중도 방향을 먼저 포설하였다.

포설장비는 paver 2대, Cooker 10대를 투입하였으며, 1일 포설량은 100Ton~140Ton까지 시공하는데 무리는 전혀 없었다.

감안하여 개질 Asphalt를 채택하였다. 독일에서는 상층을 Guss Asphalt로 하고 있으나, 우리나라와 기후조건이 비슷한 일본에서는 PMA를 시공하고 있으며, 우리나라의 시공사례도 모두 PMA로 시공하였다. 표층의 두께는 3.5cm로 결정하였으며, 입도기준은 13m/m 밀입도 아스팔트 기준을 적용하였다.



5) 계측 및 Guss 품질관리

- 열영향 검토결과에서 제시한 계측기의 종류 및 배치계획에 따라 온도 gauge/변형을 gauge, 변위 gauge를 설치하고 계측하였으며, 모두 허용범위를 초과하는 사례는 없었다.
- Guss 혼합물의 품질관리는 류엘유동성 시험과 관입량 시험을 2회/1일 실시하여 타교량에서보다 철저한 품질관리를 하였다.

표 4. Binder의 품질기준(PG:76-22)

항 목	규 격 치	시 험 법
인화점	230℃ 이상	KS M 2010
점도 @135℃	3,000 cp	KS F 2392
G×sinθ@10 rad/sec	1.0 kPa 이상 @76℃	KS F 2393
단기노후		
G×sinθ@10 rad/sec	2.2 kPa 이상 @76℃	KS F 2393
장기노후		
G×sinθ@10 rad/sec	5.0 kPa 이하 @31℃	KS F 2393
Creep Stiffness @-12℃	300 MPa 이하	KS F 2390
m-value @-12℃	0.3 이상	KS F 2390

5.2.5 Tac Coat

Tac Coat는 Guss Asphalt와 상층의 Polymer Modified Asphalt와의 부착을 좋게하여 양층을 일체화하는 기능을 갖기 위하여 고무 혼입 Asphalt 유제(상품명 : SP COAT)를 사용하였으며, 반드시 24시간 이상 양생을 원칙으로 하였다.

표 5. 개질 Asphalt 혼합물 기준치

항 목		기 준 치
마찰시험	공극율 %	3~5
	포화도 %	78~85
	안 정도 kg	1,000 이상
	흐름값 1/10mm	20~40
	수침잔류안정도 %	80 이상
헵트래킹시험 동적안정도(60℃, 6.4kg/cm <sup>2</sup> ) 회/mm		1,500 이상

5.2.6 PMA(Wearing Course)

Guss Asphalt의 상층은 우리나라의 기후조건을

### 5.2.7 줄눈

줄눈은 하층줄눈(Guss층)과 상층줄눈으로 구성되며, 하층줄눈은 Tape 형태의 것을 포장시공전에 구조물과 포장의 경계면에 부착하고, 상층줄눈은 포장시공시 합판을 끼워 넣었다가 포장 후 합판이 끼어있던 공간에 줄눈재료를 용융하여 주입하였다.

표 6. 줄눈재료의 품질기준

구 분	기 준	시험방법
침입도 (mm)	6 이하	JIS 314
흐 름 (mm)	5 이하	"
인장량 (mm)	3 이상	"

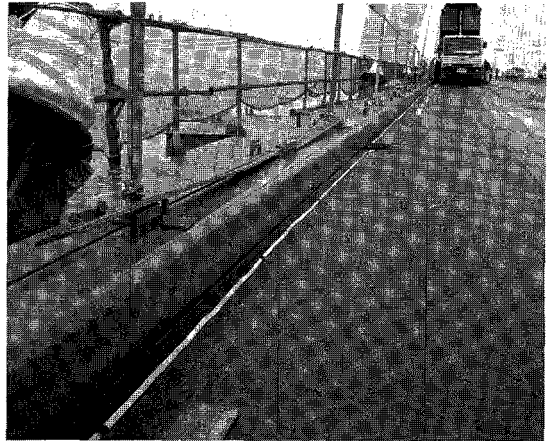
### 5.2.8 포장체 내부배수(Slab Drain)

교면포장에서 포장체 내부 및 외부배수는 포장의 내구성과 긴밀한 관계를 갖기 때문에 매우 중요하다. 특히 포장체 내부배수 공법이 개발되지 오래되지 않았기 때문에 소홀히 하는 경우가 있으나 반드시 해야 되는 꼭 필요한 공법이다.

인천대교에서는 Guss층은 방수가 되기 때문에 유공관은 상층인 개질 Asphalt층에  $\phi 10\text{m/m}$ (내경)의 폴리에스터 그물형 유공관을 설치토록 하였다.

표 7. 유공배수관의 품질기준

항 목	규 격 치	비 고
내압성(5%변형시)	10kgf/cm <sup>2</sup> 이상	ASTM D 2412:2002
내열성	240℃에서 30분간 형상을 유지	



## 6. Guss 포장시 주의사항

Guss 포장은 특수장비와 고온(220℃~240℃) 작업이기 때문에 특히 주의가 요구된다.

1. 골재의 가열온도 및 Cooker의 가온
2. 블리스터링 현상
3. 강교의 열영향 평가
4. 포장순서 및 시공속도
5. 포장공사 중 차량통행

회원의 신상변동사항(이사, 전근, 승진 등)이 있으면  
학회 사무국으로 연락주시기 바랍니다.  
현재 반송되는 우편물이 너무 많습니다.

- 전 화 : (02)3272-1992
- 전 송 : (02)3272-1994
- E-mail : ksre1999@hanmail.net