

# 사례분석을 통한 한국형 GUSS ASPHALT 연구

## Research on the GUSS ASPHALT Pavement Carried out in Korea

GUSS ASPHALT는 일반 아스팔트와 성분이 달라서 플랜트를 겸용으로 사용할 수 없다. 따라서 GUSS ASPHALT만을 전용으로 생산하는 플랜트가 있어야 하며, 생산량이 많고 공기의 여유가 있으면 전용플랜트를 세우는게 바람직하나 현장여건과 상이하고, 인근에 여유 설비가 없어 약 100Km 떨어진 전남 담양 소재 동일 아스콘 플랜트 2기중 1기를 전용으로 임대해 사용하였다.



吳世蘭\*  
O, Se Ran

### I. 머리말

국내 교량에 시공되고 있는 아스팔트 포장층은 처음에는 일반 아스팔트로 포장해 오다가 최근에는 특수 첨가제를 혼합한 개질 아스팔트를 사용하고 있는데, 이는 포장체의 내구성 증진을 위해서 다행스럽게 생각한다. 그러나, 교량 상부 형식과 상관없이 일률적으로 적용하고 있는 것은 대단히 안타까운일이 아닐 수 없다. 특히 Steel Deck로 이루어져 있는 강상판 교면에 일반 콘크리트 상판과 동일한 아스팔트로 포장을 하고 있어서 여러가지 문제점이 발생되고 있다. 이는 아스팔트와 강상판 열팽창 계수의 큰차이로 인하여 과도한 열응력이 발생하게 되어 포장체가 파손될 수 있으며, 포장 파손시는 재포장이 어려울뿐 아니라 강상판에까지 영향을 끼쳐 결국 상판 붕괴라는 엄청난 재난을 부를 수 있다는 점을 감안하면 대단히 중요하다고 할 수 있을 것이다.

본 고에서는 외국에서 강상판 교량의 교면포장

에 주로 사용되고 있으며 현재는 일반구간에도 시공하고 있는 GUSS ASPHALT 포장의 국내 최초 적용 사례를 소개하고 배합설계에서부터 포설까지의 전과정을 세부적으로 기술하고자 한다.

### II. GUSS ASPHALT 개요

#### 1. GUSS ASPHALT 란?

GUSS ASPHALT는 골재에 침입도 20~40의 포장용아스팔트와 천연아스팔트인 TLA (Trinidad Lake Asphalt)를 7 : 3정도로 혼합시켜 약 240°C로 가열한 혼합물로 접착성과 유동성이 매우 좋아 별도의 다짐공정이 필요 없는 포장공법이다.

#### 2. GUSS ASPHALT의 특징

##### 1) 장점

\*토목시공기술사, (주)동아기술공사 상무이사.

- ① 불투수성 - 고온의 유동상태로 공극이 거의 없고 수밀성 확보.
- ② 내구성 - 수분이나 제설 염화물 등의 침투가 없음.
- ③ 내마모성 - AP나 TLA의 응집력이 강함.
- ④ 접착성 - 방수쉬트 및 Epoxy 접착층과 완벽한 접착력 확보.
- ⑤ 다짐불필요 - 접착성과 유동성이 좋아 다짐 불필요.

2) 단점

- ① 공사비가 고가
- ② 시공경험이 전무
- ③ 배합 및 품질관리 국내 자료 미비

3. GUSS ASPHALT 혼합물

1) 재료

- ① 아스팔트 - 침입도 20~40 포장용 아스팔트(70%) - TLA(Trinidad Lake Asphalt)(30%)
- ② 필러 - 일반 아스콘에 사용하는 필러(전체 중량의 25~30%)
- ③ 골재 - 쇄석골재(13~0m/m)와 강모래 사용

2) 배합설계

- ① 마찰 안정도 시험방법 사용불가
- ② 유동성 및 관입량 시험으로 AP함량 및 골재 입도 결정

Ⅲ. 국내 현장 적용 사례

1. 적용사유 및 세부공정

- 1) 적용사유(광양항 배후도로 건설공사, 정산교)

당 현장은 컨테이너 전용도로로서 중차량이 빈번히 통행하며, 최대 지간이 100 m인 장대교량이므로 풍하중이나 교통하중에 의한 진동으로 강상판과 포장체의 분리가 예상되고, 서강대교(강상판)에서도 접착부족으로 인한 포장파손이 발생하였던 바, 당초 개질아스팔트로 설계되어 있던 강상판 교면포장 중 하층 4 cm를 GUSS ASPHALT로 변경하였다.(국내 최초)

2) 세부 공종

<표 1> 교면포장 세부공종

공 종	내 용
강상판 표면처리	12,539m <sup>2</sup> (SHOT BIAST,여청도 3%)
접 착 층	Epoxy Primer 2회 (350μ, B 3A Siegel s)
방 수 층	Felt Bitumen Membrane(4.8m/m)
GUSS ASPHALT	1,183ton(상행 435ton, 하행 748ton)

2. 공법선정

유럽과 일본에서 교면포장에 주로 사용되고 있는 GUSS ASPHALT는 양측이 다소 다른 방법으로 시공하고 있으나 방수 및 접착층이 확실하고 기술이전이 쉬운 독일식으로 채택하였다. <표 2>

3. 배합설계

1) 기본 배합 결정(시험실)

독일 시방을 기준으로 파견된 독일(LINTEC 사) 기술자의 자문과 수차례의 시험 배합을 통해 AP함량은 7.3%로 골재 입도는 13~6 : 6~0 : N/S : M/F = 38 : 21 : 15 : 26으로 관입량은 1.45m/m를 기준으로 설정함.

2) 시험생산(플랜트)

시험실 배합 결과를 토대로 아래와 같이 3개

# 기술 자료

〈표 2〉 독일과 일본의 GUSS ASPHALT 비교

구분	독 일	일 본
접착층	Epoxy Primer 2회	아스팔트계 Primer 2회
방수층	Felt Bitumen Membrane	별도 방수층 없음
생산	전용 플랜트 사용	전용 플랜트 사용
TLA 투입	운반 쿠커에 투입	Mixing 플랜트에 투입
운반	전용 쿠커 사용	전용 쿠커 사용
AP 함량	6.5~8%	8~9%
침입도 20~40:TLA	70 : 30	75 : 25
포설	전용 피니셔 사용	전용 피니셔 사용
유동성 TEST	실시 안함	실시(3~20초)
견인력 TEST	실시(1~3.5m/m)	실시(1~4m/m)
재료구입 용이성	보통	보통
기술 이전 및 자문	양호	불량
CHIP 살포	표층만 살포	중간층에도 살포
기타	포설시 별도의 CHIP 골재를 뿌리지 않도록 표면에 골재 노출	완성면이 매끄러우며 접착력 확보를 위해 CHIP 골재 살포 및 전압
제책	○	

TYPE 배합으로 시험포장을 실시하였다.

〈표 3〉 시험생산 TYPE

구분	골재입도(13-6-6-0 N/S/M/F)	AP 함량
1-TYPE	38 : 21 : 15 : 26	7.3 %
2-TYPE	42 : 18 : 14 : 26	7.3 %
3-TYPE	38 : 21 : 15 : 26	7.6 %

### 3) 시험생산 결과 분석 〈표 4〉

### 4) 당초 및 변경 배합표 비교 〈표 5, 6〉

〈표 5〉 기본배합설계

구분	AP 함량	13-6	6-0	NS	MF	AGG WEIGHT	TOTAL WEIGHT	BIT+TLA 7:3	BIT	TLA		
		38(%)	21(%)	15(%)	26(%)					TLA	BIT	MF
당초 (독일)	7.3%	380	210	150	250	(1000) 990	1080.51	(90.51) 78.7	(66.9) 55.09	23.61	11.81	11.81
변경 (한국)	7.6%	380	210	150	250	(1000) 990	1080.51	(94.53) 82.2	(69.87) 57.54	24.66	11.33	11.33

## 4. 시공

### 1) 강상판 표면처리

튼녹이나 기타 유해물을 제거하기 위하여 SHOT BLAST기(폭25cm) 3대로 STEEL BALL을 사용하였고, 표면처리 기준은 여청도 3% 이하 (ASTM D610)로 시행하였으며 당 교량은 무도장 내후성 강재로 일반 강재보다 강성이 커서 2~3배의 시간과 경비가 소요되었음.

### 2) 접착층

SHOT BLASTING된 강상판 표면과 방수층(Felt Membrane)을 완벽하게 접착시키는 층으로 독일에서 기 사용중인 B3A Siegel S를 사용하였고 총 두께는 350 $\mu$ (1층 150 $\mu$  교축 방향, 2층 200 $\mu$  교축직각방향) 이상으로 도포하였다.

〈표 7〉 온도와 경화시간 관계

해기 온도	12 $^{\circ}$ C	20 $^{\circ}$ C	30 $^{\circ}$ C
혼합후 경화시간	90분	20분	8분

### 3) 방수층

방수층은 접착층과 위에 존재하는 GUSS ASPHALT층을 연결하는 아주 중요한 부분으로 접착층과 함께 B3A SYSTEM으로 쓰여지며, 방수층 자체만으로는 B3A SA 250이라고 부른다.

B3A SA 250은 8m<sup>2</sup> 의 ROLL로 운반되며 사용연한은 1년이고 보관시 반드시 세워놓는다.

방수층은 POLYESTER로 된 1층과 69%의

〈표 4〉 TYPE별 시험생산 결과

	1-TYPE	2-TYPE	3-TYPE
제조시간	20 SEC	20 SEC	20 SEC
냉각시간	70 SEC	70 SEC	70 SEC
제조온도 (200~220°C)	195°C	190°C	200°C
포장온도 (230~250°C)	230°C	225°C	235°C
공정정밀 (1.5~2.5mm) 표준편차 1.5mm	1.54mm	2.44mm	2.66mm
품질관리현상	보통	불량	양호
시공성	中	下	上
작성사항	1. 유동성이 보통이고 COOKER 내 교반시 원활한 작업이 불가하며 일부 골재분리 현상이 일어남. 2. 관입량은 배합설계시 목표치에 부합되나, 시공성이 떨어짐.	1. 유동성이 적고 골재분리가 심하게 발생하여 포장면이 불량하며 시공성이 크게 떨어짐. 2. 관입량은 설계 목표치를 초과하나 허용치 범위에 포함.	1. 유동성이 좋아 COOKER 내 교반이 원활하며, 골재분리 현상이 적으며 시공성이 우수하다. 2. 관입량은 설계 목표치를 초과하나 허용치 범위에 포함.
재 평가	△	×	○

〈표 6〉 TON당 배합설계

구분	AP 함량	13-6	6-0	NS	MF	AGG WEIGHT	TOTAL WEIGHT 1000KG	BIT+TLA 7:3	BIT	TLA		
		38(%)	21(%)	15(%)	26(%)			TLA		BIT	MF	
	7.3%	352KG	195KG	139KG	241KG	927KG		73	62	22	11	11
(한국)	7.6%	351KG	194KG	139KG	240KG	924KG		76	64.7	23	11.5	11.5

아스팔트와 31%의 SBS계 개질재를 혼합한 Polymer Modified Asphalt의 결합으로 이루어져 있으며 두께는 4.8m/m이고 무게는 5.6kg/m<sup>2</sup>이다.

B3A SA 250의 자체온도는 5°C이상이어야 하고, 강상판 표면 온도는 0°C이상이어야 하며, 상대습도는 100%이하이고 대기온도는 5°C 이상이어야 한다. Membrane은 가스로 가열(140°C)하여 1매씩 전면 접착하며 중첩폭은 6~10cm로 한다.

#### 4) GUSS ASPHALT (중간층)

##### ① 생산

GUSS ASPHALT는 일반 아스팔트와 성분이 달라서 플랜트를 겸용으로 사용할 수 없다. 따라서 GUSS ASPHALT만을 전용으로 생산하는 플랜트가 있어야 하며, 생산량이 많고 공기의 여유가 있으면 전용플랜트를 세우는게 바람직하나 현장여건과 상이하고, 인근에 여유 설비가 없어 약 100Km 떨어진 전남 담양 소재 동일 아스콘 플랜트 2기중 1기를 전용으로 임대해 사용하였다.

또한 혼합물의 생산온도를 맞추기 위해서는 별

## 기술 자료



표면처리 광경



접착층 시공 광경

도의 석분 가열장치가 있어야 하나 국내 설비 미비로 대신 HOT BIN 골재온도를 280°C이상으로 하여 배출온도를 200°C에 근접시켰으며 혼합물 가열온도와 혼합시간은 다음과 같다. <표 10>

### ② 운반

혼합물의 운반은 독일 LINTEC사에서 수입

한 12TON 용량 전용쿠커(가열 보온 및 교반 장치 부착) 3대를 트레일러에 얹어 사용하였고, 쿠커내 MIXING 날개 모터 용량과 가스버너 작동 상태가 당초 계획보다 좋지않아 최대 8TON씩 1일 48TON까지 운반하였다.



방수층 시공광경



운반 광경

### ③ 포설

쿠커로 운반된 혼합물이 현장에 도착된 후

<표 10> 가열온도와 혼합시간

구분	재료 및 시간	기준	당현장 적용
가열온도	AP(침입도 20~40)	220°C	200°C
	TLA	180°C	상온
	FILLER	상온 또는 80~150°C	상온
	골재	240~270°C	280°C
	혼합물 배출온도	150~220°C	190~210°C
혼합시간	DRY MIXING	25~35초	20초
	WET MIXING	45~55초	70초

적정 포설온도( $240\pm 10^{\circ}\text{C}$ )까지 가열됐는지 확인 후 유동성 TEST를 거쳐 합격품에 대해서는 우선 포설하고 불합격 제품은 적정온도와 유동성이 확보 될 때까지 현장에 대기한 후 포설한다.(통상 30~60분 동안 추가 가열 및 교반하면 합격됨)



포설광경

포설장비는 독일 LINTEC사에서 수입한 구형 FINISHER(GUSS 전용)로 포설하였고 거푸집은 4cm 4각강을 사용하여 두께 유지 및 포장면의 변형을 예방하였으며, GUSS ASPHALT의 품질만 확보되면 포설에는 별 어려움이 없다. 또한 미끄럼 방지 및 표층과의 접착성 증대를 목적으로 중간층 위에 아스팔트(1.2%)로 Pre-coated Chip 골재를 살포하여 소용량의 롤러로 다짐하는 경우가 있는데 이는 파견된 독일 기술자의 자문으로 표면을 거칠게 포설함으로써 접착성을 높이고 불필요한

공정을 삭제하였다.

## 5) 품질관리

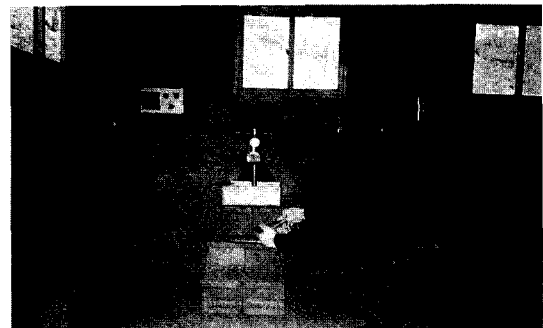
### ① 온도관리

GUSS ASPHALT의 생명은 온도라고 해도 과언이 아닐만큼 중요한 부분으로 생산시 각 재료의 가열온도를 철저히 관리하여 제품의 온도를  $200^{\circ}\text{C}$ 이상으로 하고 운반중 쿠키내 가스버너의 작동상태나 MIXING 날개의 작동상태 등을 지속적으로 확인하여 현장 도착 및 포설시에 적정온도( $240\pm 10^{\circ}\text{C}$ )가 될 수 있도록 하여야 한다.

생산온도가 낮을 경우 쿠키내 MIXING 날개에 과부하가 걸려 교반이 되지 않아 폐기처분 하여야 하며 시간이 경과하면 쿠키내에서 식어버리기 때문에 결국 쿠키까지 폐기하는 일이 생길 수도 있다.



유동성 테스트 광경



관입량 테스트 광경

## 기술자료

### ② AP 및 골재 입도

배합설계대로 AP 및 골재가 투입되는지 확인하기 위해서는 매 생산시마다 품질관리 요원이 Batch Plant에 상주하여야 하고 Super Printer를 적절히 활용하면 효과적이며, 특히 관리시험으로 200TON 마다 AP 추출시험 및 골재 입도 시험을 실시하여 품질 변동을 예방한다.

### ③ 유동성 및 관입량 TEST

류엘 유동성 시험기를 사용해 매차의 유동성을 확인하고 대당 1개 이상의 몰드를 만들어 관입량을 확인하여 그 결과를 명일 생산시 반영토록 한다.

혼합물의 온도가 적정온도라 하더라도 유동성이 저하될 경우 골재분리 현상이 현저하고 공극이 생기기 쉬우며 포설 진행 속도와 마무리 손질에 상당한 인력과 시간이 소요된다.

## 5. 문제점 및 대책

### 1) 문제점

배합설계부터 포설시까지 문제점을 일일이 나열하자면 끝이 없겠지만 대표적인 것 몇가지를 들자면 다음과 같다.

- ① 시행착오 : 국내 시공 경험의 부재와 사전 지식의 미비로 생산 및 포설과정에서 상당량을 버려야 하는 시행착오를 겪어야 했음.
- ② 플랜트 : 전용플랜트 설비가 없어 적정 품질을 확보하는데 상당한 기간이 소요되었음(20 일)
- ③ 운반 : COOKER 내 MIXING 날개 모터 용량부족과 가스버너 가열장치의 이상으로 적재 중량 12TON 중 최대 8TON까지만 실을 수 있었으며, 마지막 배출시 골재분리 현상으로 매

차 0.3TON씩 폐기처분하였음.

- ④ 기상변화 : 겨울철에 기상 악화로 표면처리, 접착, 방수층과 상호 연속 작업하는데 효율성이 저하되었음.

### 2) 대책

향후 당 현장의 시공 경험을 적절히 활용하며 시행착오를 최대한 억제토록하고 가능하면 가까운 곳에 전용 플랜트를 설치하여 품질관리의 적정성을 확보할 것이며 시공시기를 봄, 가을로 조정하여 작업의 효율성을 극대화하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

## IV. 맺음말

독일이나 일본등에서 수십년전부터 주요교량의 교면포장으로 시공되어 온 GUSS ASPHALT는 이미 그 품질의 우수성이 입증되어 교면포장뿐만아니라 일반구간에도 적용되어지고 있다.

그럼에도 불구하고 아직까지 국내 시방기준의 작성이나 체계적인 연구분석이 이루어지지 않고 있는 것은 우리 토목인 모두가 부끄럽게 생각해야 할 것이다.

늦게나마 국내에서도 강상관 교면포장의 중요성을 인식하고 광안대교와 영종대교의 교면포장에 GUSS ASPHALT를 적용한것은 잘한 조치라고 판단되며 국내 최초로 시행한 당 현장의 시공경험과 외국사례를 토대로 공공기관이나 사설 연구기관에서 보다 체계적인 연구를 통해 국내 시방작성 및 TLA와 기존 국산 재료를 가지고 GUSS ASPHALT를 배합시켜 국내 특성에 맞는 새로운 교면포장공법 개발에 힘써주기를 기대한다.

(원고 접수일 1998. 4. 29)