

구스아스팔트 혼합물의 배합설계방법 및 설계기준 고찰

Laboratory Investigation into Mix Design Procedure and Criteria of Guss Asphalt

이경하* · 이광호**

1. 개 요

국내 장경간 교량에 대한 상판은 현재 콘크리트 상판이 대부분이나, 사하중을 경감시키기 위하여 강상판의 도입이 영종대교를 비롯하여 증가하고 있는 추세이다. 강상판 교면포장은 교량상판의 자중을 감소시킬 수 있는 잇점이 있으나, 운하중에 대한 국부적인 변형량이 크고, 기온의 영향을 쉽게 받으므로 세로리브와 메인거더 복판 윗부분에 큰 변형이 발생하여 균열발생을 일으킬 수 있다. 따라서, 강상판 포장에 사용되는 재료는 그 변형의 반복에도 견딜 수 있어야 한다. 본 연구에서는 구스아스팔트 혼합물의 배합설계 방법을 소개하고 배합설계 사례와 설계기준에 대하여 분석하였다.

2. 구스아스팔트 혼합물의 특징

구스 아스팔트 포장은 구스 아스팔트 혼합물을 사용하는 포장이다. 구스 아스팔트 혼합물의 불투수성으로 휨에 대한 적응성이 높기 때문에 일반적으로 강상판 포장등의 교면포장에 쓰인다. 구스 아스팔트 혼합물은 석유아스팔트에 Trinidad Lake Asphalt (TLA) 또는 열가소성 Elastomer 등의 개질재를 혼합한 아스팔트의 굵은 골재, 세골재 및 Filler를 배합하여 Plant에서 혼합한 후에 흘러넣기 시공이 가능한 작업성(유동성)과 안전성이 얻어지도록 Cooker내부에서 고온에서 교반, 혼합시킨 것이다. 구스 아스팔트는 시공성의 개선이나 고온시의 내유동성등을 고려하여 일반적으로 석유아스팔트(통상침입도 20-40)에 TLA를 넣은 것을 사용한다. TLA는 일반적으로 아스팔트 함량의 20-30%정도를 사용한다. 혼합후의 아스팔트의 연화점은 60℃이상이 바람직하다. 침입도 20-40의 석유 아스팔트 및 TLA의 표준물성은 표 1에 표시하며 혼합후 구스 아스팔트의 표준물성은 표 2에 나타낸다.

* 한국도로공사 도로연구소 책임연구원

** 한국도로공사 도로연구소 연구위원



표 1. 아스팔트의 표준물성

항목	종류	스트레이트 아스팔트	Trinidad Lake Asphalt
침입도(25℃)1/10mm		20 - 40	1-4
연화점 ℃		55.0-65.0	93-98
신도(25℃) cm		50이상	-
증발질량 변화율 %		0.3이하	-
염화 ethane 가용분 %		99.0이상	52.5-55.5
인화점℃		260이상	240이상
밀도(15℃)g/cm ³		1.00이상	1.38-1.42

표 2. 구스 아스팔트의 표준적 특성

항목	규격치
침입도(25℃)1/10mm	15-30
연화점 ℃	58-68
신도(25℃) cm	10이상
증발질량 변화율 %	0.5이하
삼염화 ethane 가용분 %	86-91
인화점℃	240이상
밀도g/cm ³	1.07-1.13

구스 아스팔트 혼합물의 배합설계는 표준적인 입도 및 아스팔트량의 범위에서 혼합물을 만들어 유동성시험, 관입량시험을 하여 다음과 같이 결정한다.

(1) 유동성시험, 관입량의 목표치를 표 3 및 표 4에 표시한다.

표 3. 구스 아스팔트 혼합물의 관입량, 류엘 유동성의 목표치
(일본아스팔트포장 요강)

항목	목표치
관입량(40℃) mm	표층 1-4
	기층 1-6
류엘유동성(240℃)초	3-20

표 4. 구스아스팔트 혼합물의 시험기준
(일본 본주사국연락교공단 교면포장 기준안)

항목	기준
유동성시험 : 류엘유동성시험(240℃) sec	20이하
관입량시험 : 관입량(40℃, 52.5kg/5cm ²), 30분 mm	1~4
휠트래킹시험 : 동적안정도(60℃, 6.4kg/cm ²) 회/mm	300이상
휨시험 : 과단변형(-10℃, 50mm/min)	8.0×10 ⁻³ 이상



(2) 표준적인 골재의 입도 범위 및 설계 아스팔트량의 범위를 표 5에 표시한다.

표 5. 구스아스팔트 혼합물의 표준적 입도범위

체 크 기	통과질량백분율 (%)
19 mm	100
13.2 mm	95 ~ 100
4.75 mm	65 ~ 85
2.36 mm	45 ~ 62
600 μm	35 ~ 50
300 μm	28 ~ 42
150 μm	25 ~ 34
75 μm	20 ~ 27
아스팔트량 (%)	7 ~ 10

(3) 대형차 교통량이 많고 특히, 유동이 생기기 쉬운 곳에 사용하는 경우 관입량은 2이하를 목표로 하는 것이 바람직하다. 이 경우 아스팔트로 precoating한 골재 최대치수 19mm의 쇄석등을 산포, 압입하는 일도 있다. 내유동성을 검토하는 경우는 Wheel tracking시험에 의해 확인할 수 있다.

3. 배합설계

1) 골재 입도합성

표 6. 각 골재에 대한 체분석시험결과

구 분	가 격통과율 (%)								
	25mm	19mm	13mm	#4	#8	#30	#50	#100	#200
13mm	100	100	99.4	15.5	3.2	0	-	-	-
부순모래	-	-	100	95.3	70.5	22.6	15.6	8.2	1.8
모 래	-	-	100	97.6	87.5	44.5	12.9	3.9	1.5
채움재	-	-	-	-	-	-	100	99.0	93.0

표 7. 합성입도 계산

구 분	사용 백분율 (%)	가 격통과율 (%)								
		25mm	19mm	13mm	#4	#8	#30	#50	#100	#200
13mm	35	-	35.0	34.8	5.4	1.1	0	-	-	-
부순모래	18	-	-	18.0	17.2	12.7	4.1	2.8	1.5	-
모 래	24	-	-	24.0	23.4	21.0	10.7	3.1	1.0	0.4
채움재	23	-	-	-	-	-	-	23.0	22.8	21.4
혼합입도	100	-	100	99.8	69.0	57.8	37.7	28.9	25.2	22.1
시방입도	-	-	100	100-95	85-65	62-45	50-35	42-28	34-25	27-20



2) 설계아스팔트 함량 결정

구스 아스팔트 혼합물의 배합설계는 아스팔트 함량을 8.5, 9.0, 9.5%의 3단계로 나누어 실시하였으며 아스팔트함량 8.5%일 때 그림 1에서 유동성은 21.5초로 나타났으며, 그림 2에서 관입량 1.09mm로 나타났다.

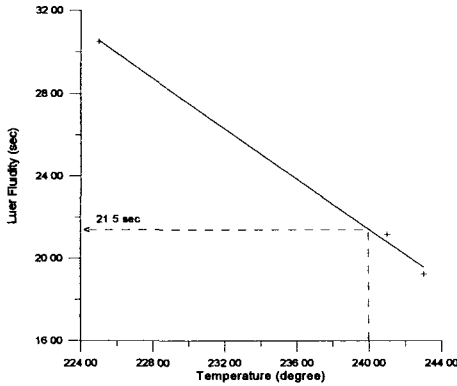


그림 1. 류엘유동성 시험결과(아스팔트 함량 8.5%)

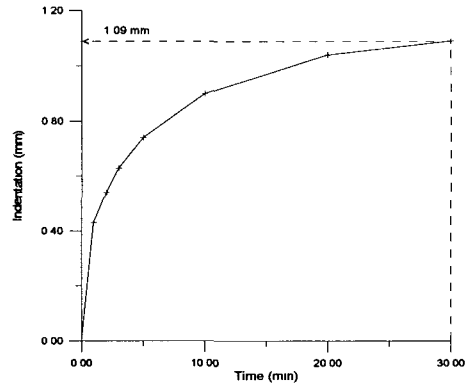


그림 2. 관입량 시험결과(아스팔트 함량 8.5%)

각 아스팔트 함량에서의 유동성과 관입량값은 표 8과 같으며 설계아스팔트 함량은 유동성 18초와 관입량 1.5mm에 해당하는 아스팔트 함량의 평균값으로 구한다.

표 8. 각 아스팔트 함량에서 유동성값과 관입량값

아스팔트 함량 (%)	유동성 (초)	관입량 (mm)
8.5	21.5	1.09
9.0	10.9	2.38
9.5	5.6	3.23

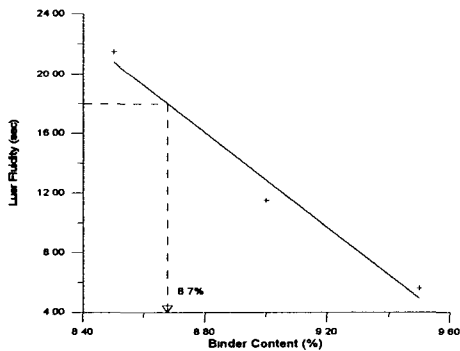


그림 3. 유동성과 아스팔트 함량

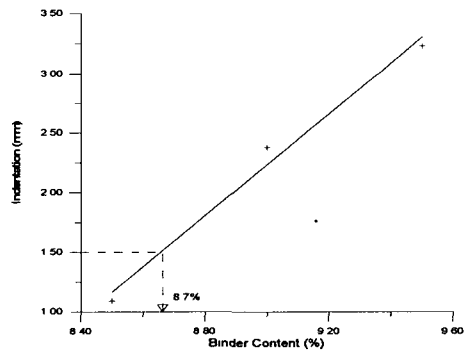


그림 4. 관입량과 아스팔트함량



그림 3에서 유동성 18초에 해당하는 아스팔트 함량은 8.7%로 나타났고, 그림 4에서 관입량 1.5mm에 해당하는 아스팔트 함량은 8.7%로 나타났다. 설계 아스팔트 함량은 류엘유동성이 18초, 관입량이 1.5mm에 해당하는 아스팔트 함량의 평균치로 결정하므로 설계 아스팔트 함량은 8.7%로 결정된다. 설계아스팔트 함량 8.7%에서 확인배합후 기준시험을 실시한 결과는 다음과 같다.

표 9. 설계아스팔트 함량에 대한 기준시험 결과

항 목	기 준		시험결과
	I	II	
유동성시험 : 류엘유동성시험(240℃) sec	3~20	20이하	18.2
관입량시험 : 관입량(40℃, 52.5kg/5cm ²), 30분 mm	1~4	1~4	1.67
휠트랙킹시험 : 동적안정도(60℃, 6.4kg/cm ²) 회/mm	-	300이상	426.8
휨시험 : 파단변형(-10℃, 50mm/min)	-	8.0×10 ³ 이상	3.4×10 ³

- 주) I : 일본 아스팔트 포장요강
- II : 일본 본주사국연락교공단 교면포장 기준안

설계아스팔트 함량에 대한 기준시험은 일본 아스팔트 포장요강과 일본 본주사국연락교공단 교면포장 기준안에 근거하여 유동성과 관입량, 휠트랙킹 시험결과는 기준에 만족한다. 휨시험결과는 일본 본주사국연락교공단 교면포장 기준안의 기준에 만족하지 않으나 일본에서도 휨시험시 파단변형이 기준에 만족하지 못하는 경우가 거의 대부분이며, 일본 아스팔트포장 요강에서는 휨시험에 대한 기준이 없으므로, 휨시험의 자체기준 정립을 위하여는 다양한 골재 및 아스팔트에 대한 보다 많은 시험이 요구된다.

4. 결 론

구스아스팔트 혼합물의 배합설계 분석결과, 설계아스팔트 함량에 대한 기준시험은 일본 아스팔트 포장요강과 일본 본주사국연락교공단 교면포장 기준안에 근거하여 유동성과 관입량, 휠트랙킹 시험결과는 기준에 만족하는 것으로 나타났다. 휨시험은 모든 경우에 있어서 일본 본주사국연락교공단 교면포장 기준에 만족하지 못하는 것으로 나타났으나, 일본에서도 휨시험시 파단변형이 기준에 만족하지 못하는 경우가 거의 대부분이며, 일본 아스팔트포장 요강에서는 휨시험에 대한 기준이 없으므로 휨시험의 자체기준 정립을 위하여는 다양한 골재 및 아스팔트에 대한 보다 많은 시험이 요구된다.

참고문헌

1. 일본도로협회, 일본아스팔트포장요강, 1992. 12.
2. 本州四國連絡橋公園, 本州四國連絡橋 橋面鋪裝基準, 1982.