

# 양이온화 실리케이트 섬유 개질재(CSM)를 활용한 비배수성 아스팔트 혼합물의 성능 평가

김영욱<sup>1</sup>, 태선규<sup>1</sup>, 김영수<sup>1</sup>, 김다이애나<sup>2</sup>, 장영일<sup>3\*</sup>

## Performance Evaluation of Impermeable Asphalt Mixture using Cationized Silicate Fiber Modifier

Young-Wook Kim<sup>1</sup>, Sun-Gyu Tae<sup>1</sup>, Young-Soo Kim<sup>1</sup>, Diana Kim<sup>2</sup>, Young-Il Jang<sup>3\*</sup>

**Abstract:** In this study, in order to improve the mechanical properties and durability of asphalt mixtures, a modifier (CSM, Cationized Silicate Modifier) was applied to asphalt to derive optimal mixing ratio conditions. Design of asphalt mixture using modified asphalt binder was conducted, and moisture resistance and dynamic stability were evaluated for optimal mixing conditions. The evaluation results showed that it exceeded the standards stipulated in the relevant guidelines, and as a result of conducting a water permeability test on the optimal mixing condition, it was confirmed that impermeable performance was secured. As a result of examining the noise reduction performance through field test, a noise reduction performance of about 10 dB was secured compared to before paving. It will be necessary to secure reliability through continuous noise generation evaluation in the future.

**Keywords:** Silicate fiber, Modifier, Asphalt, Impermeable, Low noise pavement

### 1. 개요

도로는 산업화 사회의 중요한 기간시설로서 국내 수송물량의 90% 이상을 분담하는 교통의 중심시설이지만, 일반 아스팔트 포장의 경우 강우·강설로 인해 포트홀 및 균열이 발생하여 차량 파손과 교통사고의 원인이 되기도 하며, 도로의 사용 수명을 확보하지 못해 지속적인 유지보수 비용이 소모되고 있는 상황이다.

아스팔트 포장도로 관련 유지보수 비용 절감 및 경제성을 확보하기 위해서는 공용수명을 향상시키는 것과 동시에 포장에 사용되는 공사비를 절감하는 방법이 있다. 아스팔트 포장의 공용수명 향상을 위해서는 주 사용재료인 골재, 채움재, 아스팔트 바인더 외에 개질재를 첨가하여 바인더의 성능을 향상시켜 혼합물의 역학적 성능 및 내구성능을 증진시키는 방법이 있으며, 이와 관련한 연구는 다수 진행되어왔다(Jeong et al., 2024; Park et al., 2018; Kim et al., 2010; Kim et al., 2009;

Yang et al., 2006)

최근 개질재의 제조기술 향상으로 인해 아스팔트 혼합물의 역학적 성능 및 내구성능이 향상됨에 따라 아스팔트 포장 도로의 부가적인 기능을 확보하기 위한 연구가 수행되고 있으며, 대표적인 사례로 저소음 포장 도로 개발이 최근 활발히 수행되고 있다(Choi et al., 2019; Kang et al., 2014; Jo et al., 2012; Ock et al., 2010; Lee and Jeong, 2009)

기존의 배수성 저소음 아스팔트 포장의 경우 지속적인 공용에 의해 미세먼지 및 이물질로 내부 공극 막힘 현상이 발생되어 소음저감성능의 지속성에 대해 문제점이 제기되고 있으며, 이와 같은 단점을 보완하기 위해 최근에 비배수성 저소음 아스팔트에 대한 관심이 증가하고 있는 추세이다.

비배수성 아스팔트 혼합물의 경우 별도의 유공관을 포장층 하부에 설치할 필요가 없으며, 도로 경사면 또는 설계된 구배에 의해 빗물이 도로 노면에서 제거되고, 공극의 막힘 현상 등의 단점을 개선할 수 있어 상대적으로 경제적이며 소음저감성능의 지속성을 발현할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

비배수성 아스팔트 혼합물의 제조를 위해서는 굵은골재의 최대 입경을 최소화할 필요가 있으며, 최대 입경이 작아질수록 단입도 특성을 나타내어 골재간의 부착력은 더욱 높은 수준을 요구하게 된다. 최근 골재 최대입경을 최소화하여 저소음 아스팔트 혼합물의 제조기술에 관한 연구는 일부 진행되

<sup>1</sup>정회원, 충남대학교 융복합시스템공학과 박사과정

<sup>2</sup>정회원, 충남대학교 융복합시스템공학과 석사과정

<sup>3</sup>정회원, 충남대학교 건설공학교육과 교수, 교신저자

\*Corresponding author: jang1001@cnu.ac.kr

Department of Construction Engineering Education, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

•본 논문에 대한 토의를 2024년 7월 31일까지 학회로 보내주시면 2024년 8월 호에 토론결과를 게재하겠습니다.

어 왔으며, 본 연구에서는 비배수성 저소음 아스팔트 혼합물 제조를 위해 5 mm 이하의 골재를 주재료로 석분, 채움재, 아스팔트를 사용하고자 하였다. 또한 아스팔트의 결합력 향상에 의한 골재간의 부착력 및 내구성 증진을 위해 양이온 처리된 실리케이트 섬유를 혼합한 개질재(CSM, Cationized Silicate Modifier)를 사용하였으며, CSM의 혼입량에 따른 아스팔트 및 혼합물의 물리·역학적 특성과 내구성을 분석하여 적용성을 평가하였다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획

본 연구에서는 아스팔트의 결합력을 향상시키고 내구성을 증진하기 위해 양이온 처리된 실리케이트 섬유가 함유된 개질재를 활용한 최적배합비 도출과 이를 적용한 아스팔트 혼합물의 역학적 성능 및 내구성, 투수성을 검토하고, 현장적용을 실시하여 소음저감 성능에 대한 검토를 실시하고자 하였다.

### 2.2 사용재료

#### 2.2.1 골재 및 채움재

본 연구에서 사용되는 골재 및 채움재는 국내 H기업에서 사용하는 재료를 사용하였다. 5 mm 골재 및 석분, 채움재를

사용한 합성입도는 현재 국토교통부 「아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침」에서 규정된 합성입도의 기준을 적용할 수 없어 H기업에서 제시한 특별 시방서 값을 적용하였으며, 합성입도 산출 결과 Fig. 2에 나타난 것과 같다.

#### 2.2.2 아스팔트

아스팔트 혼합물을 제조하기 위한 바인더인 스트레이트 아스팔트는 AP-5를 사용하였으며, 스트레이트 아스팔트의 품질 특성은 Table 2에 나타난 것과 같다.

#### 2.2.3 개질재

본 연구에서 사용된 양이온화 실리케이트를 활용한 개질재 CSM은 국내 H기업에서 제조한 것을 사용하였으며, 개질재의 특성은 Table 3에 나타난 것과 같다.

### 2.3 실험방법

#### 2.3.1 아스팔트 특성

CSM 개질재를 활용한 아스팔트의 특성 평가는 KS M 2201 「스트레이트 아스팔트」에 준하여 개질재 혼입 조건별 점도, 신도, 연화점, 침입도 특성을 평가 하였다.

개질재 혼입 조건은 선행 연구를 통해 8~14% 범위로 설정하였으며, 2% 단위로 증가시켜 특성 평가를 실시하여 최적 개질재 혼입 조건을 도출하고자 하였다.

Table 1 Test plan

Test Level	Test Factors	Test Methods
Asphalt binder	Modifier content	KS M 2201
Asphalt mixture design	Asphalt content	KS F 2337
		KS F 2446
		KS F 2364
Asphalt mixture performance	Optimal asphalt content	SPS-KAI0002-F2349
		-5687
		KS F 2374
		KS F 2385
		ISO 11819-2

Table 2 Properties of asphalt

Density (kg/m <sup>3</sup> )	Penetrating (1/10 mm)	Softening point (°C)	Flash point (°C)
1,042	68	48.5	328

Table 3 Properties of modifier

Hardness (shore A)	Melt Index (g/10 min)	Elongation (%)	Density (g/cm <sup>3</sup> )
63	2.2	1,200	0.98

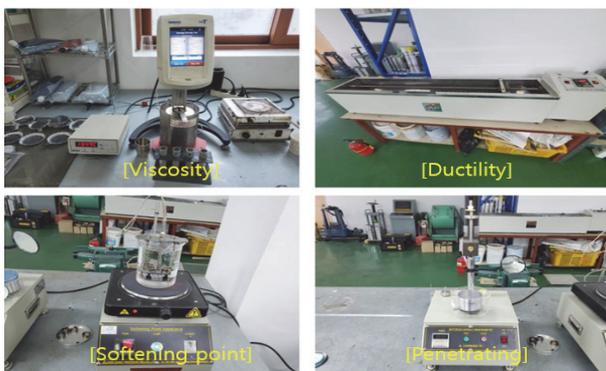


Fig. 1 Asphalt characteristics test

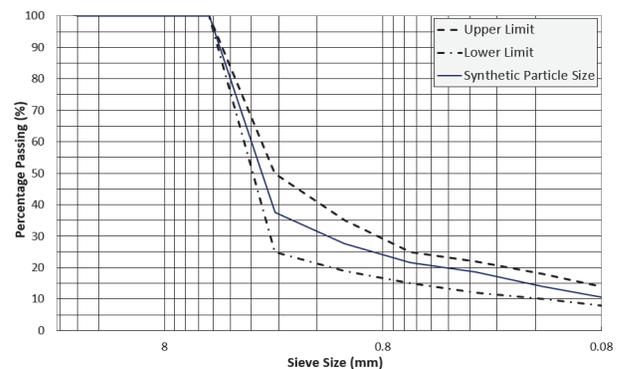


Fig. 2 Blended aggregate particle distribution

### 2.3.2 배합설계

본 연구에서는 현재 아스팔트 혼합물의 배합설계 방법으로 널리 사용되고 있는 마샬배합법에 의한 배합설계를 실시하였으며, 아스팔트의 혼입 조건별 마샬안정도, 흐름값, 공극률 등의 특성을 평가하여 최적 아스팔트 함량(OAC, Optimal Asphalt Content)을 도출하였다. 또한, 최적 배합비를 대상으로 수분 저항성 및 동적안정도, 투수성능 및 현장시험시공을 통한 소음저감 성능에 대해 검토 하였다.

배합설계를 위한 혼합물의 배합온도는  $(180 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ , 다짐온도는  $(155 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ 로 하였다.

### 2.3.3 마샬안정도 및 흐름값

최적 아스팔트 혼합물의 배합비 도출을 위한 마샬안정도 및 흐름값은 KS F 2337 「아스팔트 혼합물의 마샬안정도 및 흐름값 시험방법」에 준하여 측정을 실시하였다.

### 2.3.4 수분저항성

아스팔트 혼합물은 수분의 동결융해 작용에 의해 포트홀 발생 등의 사용성에 치명적인 문제점이 발생될 우려가 있으며, 이러한 수분에 대한 저항성을 평가하기 위해서 본 연구에서는 KS F 2398 「아스팔트 혼합물의 수분저항성 시험방법」에 따른 인장강도비 시험을 실시하고자 하였다. 인장강도비 시험은 공극률( $7 \pm 0.5$ )%의 공시체를 이용하여 건조상태에서 간접인장강도 값과 수분 진공 포화 후 수분처리된 상태에서 간접인장강도 값을 측정하여 두 값 사이의 간접인장강도비를 측정하였다.

Table 4 Asphalt mixture proportion

Item	Agg. mix proportion(%)			Asphalt (%)
	5 mm	No.4	Filler	
Mix-1	45	45	10	4.5
Mix-2	45	45	10	5.0
Mix-3	45	45	10	5.5



Fig. 3 Asphalt mixture characteristics test

### 2.3.5 동적안정도

아스팔트 포장체는 회전하는 차륜에 의해 재하되고 포장체의 응력상태는 매우 복잡하며 현장의 아스팔트 도로 포장을 실내시험에서 정확하게 재현시키는 것은 매우 어려운 실정이다. 주로 아스팔트 포장의 거동상태를 상대적 비교를 위한 조사시험은 휠트래킹에 의한 동적안정도 시험이 주로 적용되고 있다.

본 연구에서는 KS F 2374 「아스팔트 혼합물의 휠 트래킹 시험방법」에 준하여 혼합물에 대한 동적안정도를 평가하였다.

### 2.3.6 투수성

본 연구에서 도출된 최적 배합비를 대상으로 아스팔트 혼합물의 비배수성능 검토를 위해 KS F 2385 「투수성 아스팔트 혼합물」의 부속서 A 「투수성 아스팔트 혼합물의 투수 시험방법」에 준하여 60초 동안 측정을 실시하였다.

### 2.3.7 소음저감성능

아스팔트 포장도로의 소음 저감 성능을 검토하고자 본 연구에서는 ISO 11819-2 「Acoustics-Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise - Part 2 : The close-proximity method」의 방법을 준용하여 포장 전·후의 소음 발생 정도를 비교·평가하였다.

## 3. 실험결과 및 분석

### 3.1 개질재를 혼입 아스팔트의 특성

스트레이트 아스팔트에 CSM 개질재를 8~14%의 범위에서 2% 씩 증가시켜 특성을 평가한 결과는 Table 5 및 Fig. 6, Fig. 7에 나타난 것과 같다.



Fig. 4 Drain test



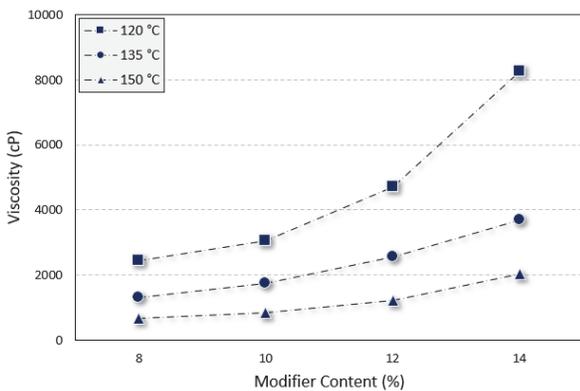
Fig. 5 Traffic noise test(CPX method)

CSM 개질재의 혼입량이 증가함에 따라 점도, 신도, 연화점 및 침입도는 증가하는 특성을 나타내었으며, 신도의 경우 혼입률 14%의 조건에서 12%의 혼입률 조건 대비 약 160%로 급격하게 증가하는 결과를 나타내었다.

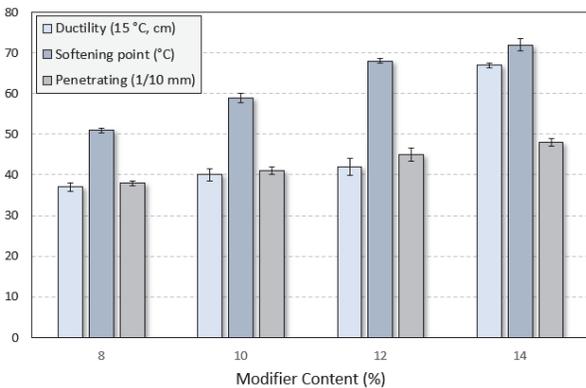
혼입률이 증가함에 따라 점도 특성 또한 14%의 조건에서는 12%의 조건 대비 약 170%로 급격하게 증가하는 결과를 나타내었으며, 과도한 점도 발현은 아스팔트 혼합물 배합성 및 균질성을 확보할 수 없어 혼합물의 특성 발현과 작업성에 문제점이 발생할 수 있다. 따라서 CSM 개질재의 혼입 조건 별 아스팔트의 특성을 분석한 결과 본 연구에서는 12%의 혼입 조건을

**Table 5** Test result of modified asphalt

Test item	Test Result				
	8%	10%	12%	14%	
Viscosity (cP)	150°C	676	850	1,220	2,045
	135°C	1,130	1,734	2,555	3,700
	120°C	2,452	3,036	4,710	8,255
Ductility (15°C, cm)	37	40	42	67	
Softening point(°C)	51	59	68	72	
Penetrating (1/10 mm)	38	41	45	48	



**Fig. 6** Modified asphalt viscosity



**Fig. 7** Modified asphalt characteristics

최적 조건으로 판단되어 개질 아스팔트의 제조 조건은 CSM 12%로 설정하였다. 이에 대한 공용성 등급(PG, Performance Grade)을 평가한 결과 PG 82-22로 나타나 고온 및 저온의 환경에서 높은 저항성을 나타낼 수 있을 것으로 판단된다.

### 3.2 배합설계 및 결과

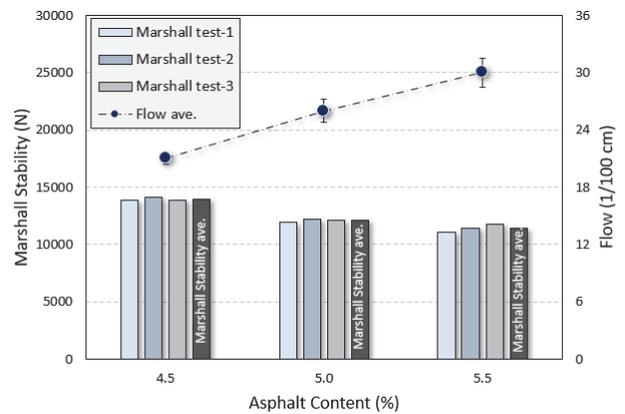
CSM 개질 아스팔트를 4.5 ~ 5.5%의 범위에서 0.5%씩 증가시켜 아스팔트 혼합물의 배합설계를 실시하였으며, 그 결과는 Table 6 및 Fig. 8, Fig. 9에 나타난 것과 같다.

배합설계를 위한 아스팔트 함량에 따른 혼합물의 특성을

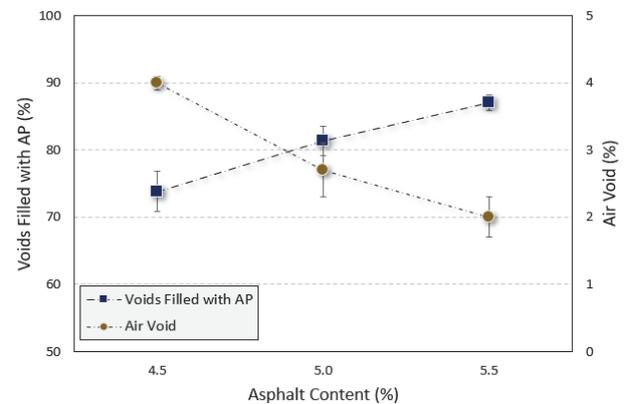
**Table 6** Result of asphalt mixture design

Item	Test Result				
	Density (g/cm <sup>3</sup> )	VFA* (%)	Air Void (%)	Marshall (N)	Flow (1/100 cm)
Mix-1	2.40	73.8	4.0	13,950	21
Mix-2	2.41	81.4	2.7	12,080	26
Mix-3	2.42	87.0	2.0	11,420	30

\* VFA : Voids Filled with Asphalt



**Fig. 8** Marshall stability and flow according to asphalt content



**Fig. 9** VFA and air void according to asphalt content

분석한 결과 4.5%에서는 마찰안정도 13,950 N으로 아스팔트 함량이 증가함에 따라 마찰안정도는 감소하는 경향을 나타내어 5.5%의 혼입 조건에서는 11,420 N 수준의 마찰안정도를 발현하는 것으로 나타났다. 흐름값의 결과는 마찰안정도와 상반되는 결과로 아스팔트 함량 4.5%수준에서 21(1/100 cm)의 수준을 나타내었으나, 5.5%의 수준에서 약 30(1/100 cm)의 수준으로 증가하는 경향을 나타내었다.

이와 같은 결과는 아스팔트 함량이 증가함에 따라 혼합물이 온도의 영향을 상대적으로 많이 받게 되는 결과로 판단되며, 아스팔트 함량이 혼합물 내 과도할 경우 아스팔트 포장체의 밀림 현상 및 내구성 저하로 공용성을 확보할 수 없는 문제점이 발생하게 된다.

간극률 및 공극률의 특성은 서로 상반되는 결과를 나타내었으며, 아스팔트 함량이 증가할수록 간극률은 감소, 공극률은 증가하는 결과를 나타내었다.

본 연구에서는 아스팔트 혼합물의 안정도 및 흐름값, 간극률 및 공극률의 특성을 고려하여 아스팔트 5.0%의 함량 조건을 최적치로 판단하였으며, 이에 대한 수분저항성 및 동적안정도를 평가하였다.

### 3.3 수분저항성

배합설계 결과 최적의 조건으로 판단되는 혼합물의 배합 조건에 대하여 수분 저항성을 평가하기 위해 수분처리 전·후의 간접인장강도를 측정된 결과는 Table 7에 나타난 것과 같다. 수분처리를 하지 않은 공시체의 경우 평균 0.86 MPa의 간접인장강도를 나타내었으며, 수분처리 공시체는 0.81 MPa로 TSR은 0.95 수준으로 평가되었다.

Table 7 Moisture resistance

Item	Test Result			
	1	2	3	ave.
ITS(MPa)	0.87	0.84	0.87	0.86
ITS(MPa) (moisture and freeze treatment)	0.81	0.8	0.83	0.81
TSR	0.95			

Table 8 Dynamic stability

Item	Test Result(number/mm)			
	1	2	3	ave.
CSM Asphalt mixture	11,301	11,254	11,324	11,293

국토교통부 「아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침」에서는 가열아스팔트 혼합물의 TSR 품질기준치를 0.80이상으로 규정하고 있으며, 본 연구에서 CSM 개질재를 혼입한 아스팔트 혼합물의 수분저항성은 국토교통부에서 규정한 품질기준치 대비 약 118%의 높은 성능을 확보하는 것으로 나타났다.

### 3.4 동적안정도

최적 아스팔트 함량에 대한 동적안정도를 평가한 결과 Table 8에 나타난 것과 같다. 평가 결과 평균 11,293 회/mm 수준으로 국토교통부 지침에서 규정하고 있는 동적안정도 수준을 상회하는 것으로 소성변형 저항성을 확보할 수 있는 것으로 평가되었다.

### 3.5 투수성

본 연구에서 제작된 아스팔트 혼합물에 대한 비배수성능을 검증하고자 배수성 아스팔트 혼합물과 투수성능을 비교·평가한 결과 Table 9에 나타난 것과 같다.

배수성 아스팔트 혼합물과 동일한 시간 동안 투수성능을 측정된 결과 일반적인 배수성 아스팔트 혼합물의 투수계수는 평균 0.08 cm/s 수준으로 측정되었으며, CSM 아스팔트 혼합물은 평균  $2.3 \times 10^{-6}$ 으로 평가되어 아스팔트 혼합물의 불투성을 확보하는 것으로 판단된다.

Table 9 Drain test

Item	Test Result (cm/s)			
	1	2	3	ave.
Porous asphalt mixture	0.08	0.09	0.08	0.08
CSM asphalt mixture	$2.2 \times 10^{-6}$	$1.8 \times 10^{-6}$	$2.9 \times 10^{-6}$	$2.3 \times 10^{-6}$

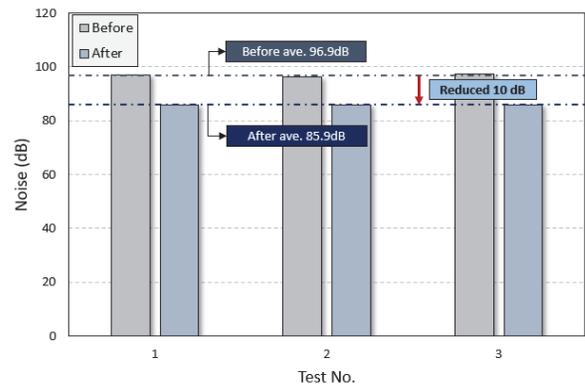


Fig. 10 Measurement of traffic noise by CPX method

### 3.6 소음저감성능

CSM 개질 아스팔트 혼합물의 소음저감 성능을 검토하기 위해 세종특별자치시 고운동 일원에 시험 포장을 실시하여 CPX 방법으로 포장 전·후에 대한 소음 발생정도를 측정하였으며, 측정 결과는 Fig. 10에 나타낸 것과 같다.

CSM 개질 아스팔트 혼합물을 적용하기 전의 3회 평균 발생 소음은 96.9 dB로 측정되었으며, 적용 후의 발생 소음은 평균 85.9 dB로 약 10 dB의 소음저감 성능을 확보하는 것으로 확인되었다.

배수성 아스팔트 혼합물을 적용할 경우 일반적으로 3~7 dB의 소음저감 성능을 확보하는 것과 비교 할 경우 상당히 높은 소음 저감 성능을 확보할 수 있는 것으로 판단된다(Ock et al., 2010)

## 4. 결 론

양이온화 실리케이트 섬유를 활용한 CSM 개질재 및 이를 적용한 CSM 개질 아스팔트 혼합물의 역학적 성능 및 내구성능, 소음 저감 성능을 검토한 결과는 다음과 같다.

1. CSM 개질재의 혼입 조건 별 아스팔트의 특성을 분석한 결과 개질재의 혼입률이 증가함에 따라 점도 및 신도의 특성이 증가하는 결과를 나타내었으며, 14%의 혼입 조건에서는 과도한 점도 발현으로 작업성 및 배합성을 확보할 수 없어 12%의 혼입 조건을 최적치로 도출하였다.
2. CSM 개질재의 혼입 조건 별 아스팔트 혼합물의 배합설계를 실시한 결과 CSM 개질 아스팔트 함량 5.0%의 조건이 최적치로 도출되었으며, 이때 마찰안정도 및 흐름값은 각각 12,080 N 및 26(1/100 cm)의 결과를 나타내었다.
3. 최적 아스팔트 함량 및 배합 조건에 대하여 내구성을 검토하고자 수분저항성 및 동적안정도를 평가한 결과 각각 0.95 및 11,293 회/mm의 값으로 측정되었으며, 국토교통부 「아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침」에서 규정하는 기준치를 상회하는 것으로 나타났다.
4. 최적 배합비 대상으로 공시체 제작 및 투수성능을 60초 동안 평가한 결과 평균  $2.3 \times 10^{-6}$  cm/s 수준으로 측정되어 불투수성을 확보하는 것으로 판단된다.
5. CSM 개질 비배수성 아스팔트의 소음 저감 성능을 검토하고자 시험 시공을 실시하여 ISO 11819-2의 CPX 방법을 적용하여 발생 소음을 측정하였으며, 측정 결과 평균 85.9 dB로 포장 전 대비 약 10 dB의 소음 저감이 가능한 것으로 나타났다.

6. 이상으로 CSM 개질 아스팔트 혼합물의 성능을 평가한 결과 역학적 특성 및 내구성은 관련 기준치를 상회하는 것으로 나타났으며, 비배수성 및 소음 저감성능 또한 우수한 것으로 확인되었다. 추후 시험시공 포장 부분에 대하여 년단위 소음 발생정도를 측정하여 소음 저감 성능에 대한 신뢰성을 확보할 필요가 있을 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 한국연구재단(RS-2023-00241998)의 연구비 지원으로 수행되었다. 사용된 CSM 개질재는 (주)한수도로산업에서 제공되었으며, 이에 감사드립니다.

## References

1. Jeong, H. P., Song, H. S., and Choi, Y. C. (2024), Real-time Road Surface Recognition and Black Ice Prevention System for Asphalt Concrete Pavements using Image Analysis, *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, 28(1), 82-89 (in Korean).
2. Park, J. W., Kim, H. K., and Kim, S. B. (2018). The Field Applicability of Road Pavement Layer with Grid Typed Reinforcement and Dispersive Fiber, *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, 22(3), 53-59 (in Korean).
3. Kim, H. S., Lee, H. J., Lee, K. H., and Kim, H. B. (2010), Development of High Viscous Modified Asphalt Binder for Porous Asphalt Pavement, *Journal of the Korean Society of Road Engineers*, 12(2), 81-90 (in Korean).
4. Kim, B. I., Lee, M. S., Jeon, S. I., and Kim, S. K. (2009), Cost Analysis of Asphalt Pavements Reinforced with Glass Fiber and Polymer Modified Using Falling Weight Deflectometer, *Journal of the Korean Society of Road Engineers*, 11(4), 153-160 (in Korean).
5. Yang, S. L., Kim, B. I., Kim, N. H., and Rhee, S. K. (2009), Laboratory Evaluation of the Properties of Sulfur Modified Asphalt Mixtures, *Journal of the Korean Society of Road Engineers*, 8(3), 163-172 (in Korean).
6. Choi, Y. S., Kim, J. H., Cho, H. C., and Lee, C. J. (2019), Asphalt Concrete Pavement Surface Crack Detection using Convolutional Neural Network, *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, 23(6), 38-44 (in Korean).
7. Kang, H. V., Park, K. S., and Kim, N. S. (2014), Economic Analysis of Two-Layer Quiet Asphalt Pavement Considering Noise Cost Benefits, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 34(5), 1581-1587 (in Korean).
8. Jo, S. H., Baek, Y. J., and Kim, N. S. (2013), A Study on Application of Warm-Mix Quiet Pavement Using Fine-Size Aggregate, *Journal of Korea Society of Disaster Information*, 9(1), 56-64 (in Korean).

9. Ock, C. K., Kim, J. H., and Lee, J. S. (2010), Noise Reduction of Asphalt Concrete Pavement : Techniques and their Performance Evaluation, *Journal of the Korean Society of Road Engineers*, 12(1), 29-37 (in Korean).

10. Lee, K. H., and Jeong, T. H. (2009), A Study of Mechanical Properties of Hot Mix Asphalt for Developing of Quiet Pavement, *Journal of the Korean Society of Road Engineers*, 9(1), 49-55 (in Korean).

11. Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2021), Asphalt Concrete Pavement Construction Guidelines (in Korean).

Received : 05/17/2024

Revised : 05/28/2024

Accepted : 05/29/2024

---

**요 지** : 본 연구에서는 아스팔트 혼합물의 역학적 특성 및 내구성을 향상시키기 위해 양이온 처리된 실리케이트 섬유를 활용한 개질제 (CSM, Cationized Silicate Modifier)를 아스팔트에 적용하여 최적 혼입률 조건을 도출하였다. 개질 아스팔트 바인더를 활용한 아스팔트 혼합물의 배합설계를 실시하였으며, 최적 배합 조건을 대상으로 수분저항성 및 동적안정도의 내구성을 평가하였다. 평가결과 관련 지침에서 규정하고 있는 기준을 상회하는 것으로 나타났으며, 최적 배합비를 대상으로 투수시험을 실시한 결과 비배수성을 확보하는 것으로 확인되었다. 현장 시험시공을 통해 소음저감 성능을 검토한 결과 포장 전 대비 약 10 dB의 소음 저감 성능을 확보하였으며, 추후 지속적인 소음 발생도 평가를 통해 신뢰성을 확보할 필요가 있을 것으로 판단된다.

**핵심용어** : 실리케이트 섬유, 개질제, 아스팔트, 비배수성, 저소음

---