JOURNAL of the Korean Asphalt Institute Vol. 13, No. 2, 187-191, 2023
https://doi.org/10.22702/jkai.2023.13.2.14
pISSN: 2234-0785
eISSN: 2635-9553

Technical Note

Sphalt 배수성 아스팔트 바인더 특성 분석

장영두[1] · 이재식[2]* · 김동균[3]
[1](주)세일매트릭스 대표이사(석사), [2](주)세일매트릭스 기술연구소장(박사), [3](주)세일매트릭스 기술연구소 연구원(석사)

An analysis on the characteristic of sphalt drain asphalt binder

Young Doo Jang[1], Jae Sik LEE[2]* and Dong Kyun Kim[3]
[1]CEO, Seilmatrix (master)
[2]Head of R&D center, Seilmatrix (Ph.D.)
[3]Researcher of R&D center, Seilmatrix (master)

***Corresponding author:** Tel. +82-10-3702-4505, E-mail. romeoz26@nate.com

Received: December 3, 2023; **Revised:** December 23, 2023; **Accepted:** December 26, 2023

ABSTRACT

Drain asphalt pavement has many advantages such as drain function and noise function, but it is not widely used in Korea due to loss of drain function during use and poor durability such as desorption of aggregates. However, if a binder suitable for the characteristics of drain asphalt is developed and applied, it is expected to be used continuously in the henceforward. Therefore, in this technology, the characteristics of the high-viscosity Sphalt drain binder developed to solve the problem are described. Spalt drain binder is a binder developed to produce a homogeneous mixture because it has excellent storage stability and reduces phase separation during transportation and storage.

Keywords: high-viscosity porous binder, performance grade(PG), storage stability, drain binder

1. 서 론

아스팔트 콘크리트 포장들은 다양한 현장조건들에 맞춰서 설계 및 시공되며, 이중에서 기능성 포장으로 분리되는 것이 배수성 아스팔트 포장이다. 배수성 포장은 통상적으로 16% 이상의 공극(porosity)을 갖는 아스팔트 포장으로서 우천 시 공극을 통하여 하부의 불투수층을 통하여 배수시키는 공법이며, 이 같은 배수 기능에 의해 빗길 미끄럼 저항성 개선, 수막현상 및 물보라 현상의 감소, 야간에 노면 표면수 감소에 의한 시인성 향상 효과뿐만 아

© 2023 by Korean Asphalt Institute. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

니라, 형성된 공극에 의한 소음저감 기능을 발휘하는 포장이다.

배수성 포장은 소음저감 기능을 가지고 있는 도심의 도로포장에 꼭 필요한 공법이지만, 국내에서는 이러한 좋은 장점을 활용하지 못하고 공용시 공극감소로 인한 배수기능 상실, 배수성 포장의 표층부의 골재가 탈리되어 포트홀이 발생하고 포장 하부층의 방수기능 상실로 인하여 하부층의 균열 부위로 우수가 침투하여 배수성포장의 조기손상을 가속 등 여러 가지 문제점들로 인하여 국내에서는 많이 사용하지 못하고 있다.

따라서, 배수성 아스팔트 포장의 장점을 유지하면서 공용성을 증가시킬 수 있도록 하기 위해서는 일본보다 매우 뒤쳐서 있는 배수성 아스팔트 포장용 고점도 아스팔트 바인더의 개발이 필요한 실정이고 이를 해결하기 위하여 당 사에서 고점도 배수성 바인더를 개발하고 Sphalt drain라 명칭하여 이의 특성에 대하여 기술하고자 한다.

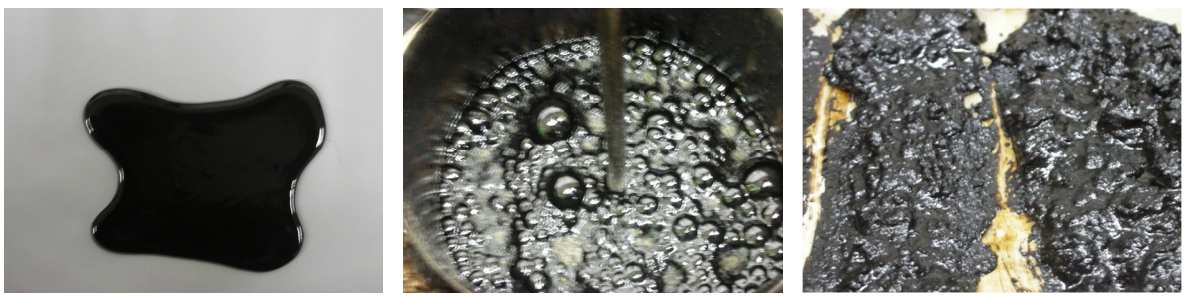
2. Sphalt drain 배수성 아스팔트 공법

2.1 Sphalt drain 배수성 바인더 제조

배수성 아스팔트 바인더는 제조방법에 있어서 별도의 공장에서 사전에 반응기 내에 아스팔트를 투입하고 각종 고무류와 첨가제 등을 믹싱하여 미리 별도로 제조한 고무 변형 아스팔트 바인더를 플랜트에서 골재와 혼합하는 Pre-mix 방식과, 각종 고무류와 첨가제를 플랜트에서 골재와 혼합하는 과정에서 별도로 첨가하는 Plant-mix 방식으로 대별된다.

배수성 아스팔트 혼합물의 생산에 있어서, Pre-mix 방식은 배수성 아스팔트 바인더가 매우 균질하여 생산된 혼합물의 품질 편차가 작은 반면에 Fig. 1(b)와 같이 운송 보관 중 상분리 현상이 발생할 수 있는 단점이 있지만, 당 사에서 개발한 Sphalt drain 배수성 바인더는 Fig. 1(a)와 같이 보관 중 상분리 현상이 우수한 특징이 있다. Plant-mix 방식은 플랜트에서 별도의 첨가제를 투입시 혼합 시간이 약 45~60초 가량으로 매우 짧기 때문에 plant-mix용 첨가제가 완전하게 균질 용해 혼합되는데 필요한 시간이 충분하지 못하여 혼합물의 품질 편차 유발 가능성이 높은 단점이 있다.

Sphalt drain 배수성 바인더의 개발은 균일한 품질의 내구성이 뛰어난 배수성 아스팔트 혼합물을 위하여



(a) Sphalt Drain binder (b) Phase separation during storage of different Pre-mix

Fig. 1. Problem of Pre-mix method

Fig. 2. Sphalt drain binder additive

Pre-mix 방식의 바인더를 개발하였으며, 보관 중 상분리 현상을 억제하여 균질한 포장체 성능 발현과 산화에 의한 바인더 자체의 경시적 경화(Hardening) 및 취화(Embrittleness)를 억제하여 피로균열(Fatigue Crack)을 억제시키고자 개발되었으며, Fig. 2는 Sphalt drain 아스팔트 바인더의 조성물에 대한 모식도다.

통상적인 고무류들은 주로 SBS(Styrene-Butadiene-Styrene Copolymer), SIS(Styrene-I soprene-Styrene Copolymer), SEBS(Styrene-Ethylene-Butadiene-Styrene Copolymer) 또는 EVA(Ethylene Vinyl Acetate), Tire-CRM(Crumb Rubber Modified) 등 합성 고무류 들이다. 이들 고무류들은 화학적인 특성으로 인하여 아스팔트에 가열 용해 분산 시, 비교적 고온에서 상분리가 발생한다(Yoon, 2021).

본 개발의 목적을 달성하는 수단으로서 선행단계로 고무, High Aromatic 고비점 오일, 고분자 화합물, Craft 반응 촉매의 조성물을 180°C 이상에서 가열 분산 Friedel-Crafts 화학 반응시켜 공정 중간체인 고무 화합물(Rubber compound)을 제조한 후, 후속 단계로 아스팔트 바인더와 선행 단계의 고무 화합물을 혼합하여 180°C 이상에서 추가 가열 분산 Fridel-Crafts 화학 반응을 유도할 수 있도록 하였다.

이에 따라, 본 개발 바인더 조성물들의 분자 내에 존재하는 이중결합(불포화 결합)을 Craft 반응 촉매로 일체화 되도록 화학결합 시킴으로써 상분리 현상 억제 및 보다 안정한 high Toughness & tenacity를 형성하게 하고, 산화 반응을 유발하는 분자 내에 존재하는 이중결합(불포화 결합)을 감소시켜 내산화 특성을 증가시킴으로써 내구성이 뛰어난 PG 82-34등급의 공용성능 발현 및 운송 보관 중 상분리 현상을 억제하여 균질한 혼합물의 성능을 발휘할 수 있게 하는 것이 본 Sphalt drain 바인더의 특징이다.

2.2 Sphalt drain 배수성 바인더의 특성

Table 1은 Sphalt drain 배수성와 기존 배수성 바인더의 특징을 나타낸 것이다.

Sphalt drain 바인더와 혼합물의 품질은 Table 2와 같이 국토교통부 “배수성 아스팔트 콘크리트 포장 생산 및 시공지침(2020.08)”의 품질기준을 모두 만족하여 포장의 내구성을 장기간 확보할 수 있는 포장 재료이다. 일반적인 고점도 배수성 아스팔트의 저장안정성이 4% 이상인 것을 감안할 때 Sphalt drain 배수성 바인더의 저장안정성이 0.6으로 나온 것은 운송 보관중 상분리 현상에 매우 우수한 것으로 판단된다.

Table 1. Comparison of drain asphalt binder properties

Classification	Existing drain binder technology	Sphalt drain binder technology
Form	• Pre-mix type - Phase separation occurs during storage • Plant-mix type - Difficult to dissolve in the plant within a short time - Pavement damage occurs	• Pre-mix type - No phase separation during transportation and storage. - Performance of Homogeneous Mixtures
Adhesion	• low adhesion - Vulnerable to heavy rain and snowfall - Vulnerable to high and low temperatures	• high adhesion - Resistant to heavy rain and snowfall - Resistante to high and low temperatures
Durability	• short durability - 1 to 5 years	• Excellent durability - Increased durability by producing a homogeneous mixture of PG 82-34 grade
Mixture production	• Mixture production at high temperatures (175~185°C) - a lot of carbon dioxide - High fuel consumption	• Because the melt viscosity value is about 15-20°C lower than existing technologies, production is possible at low temperatures.

Table 2. Test results of Sphalt drain biner (MOLIT, 2020)

Classification	MOLIT 2020		Test result
Storage Stability (%)	5 or less		0.6
Melting Time (Min)	Not Applicable		
Performance Grade (PG)	PG	82-22 or more	82 - 34
	Plastic deformation rate (Jnr, kPa^{-1})	0.5 or less	0.04
	Elastic recovery rate (Recovery, %)	55 or more	94.1
Softening Point (°C)	80 or more		99.5
Ductility (15°C, 5 cm/min)(cm)	50 or more		74

2.3 Sphalt drain 배수성 혼합물의 특성

Sphalt drain 배수성 아스팔트 바인더를 사용한 배수성용 아스팔트 혼합물은 Table 3과 같이 “배수성 아스팔트 콘크리트 포장 생산 및 시공지침(2020.08)”의 품질기준을 만족하는 것으로 나타났다.

Table 3. Test results of Sphalt drain mixture (MOLIT, 2020)

Classification		Test method	MOLIT 2020	Test result
Flow loss rate (%)		KS F 2489	0.3 or less	0.1
Porosity (%)		KS F 2496, KS F 2366 KS F 2364	16 or more	16.5
Cantabro loss rate (%)	20°C (60°C, 24 h immersion)	KS F 2492	20 or less	4.6
	-20°C		30 or less	14.2
Tensile strength ratio (TSR, freeze once)		Appendix II-2	0.85 or more	0.90
Dynamic stability (times/mm)		KS F 2374	3,000 or more	6,000 or more
Indoor permeability coefficient (cm/sec)		KS F 2494	0.05 or more	0.11

4. 결 론

본 기술노트에서는 Sphalt drain 배수성 아스팔트의 특성에 대하여 조사하였다. 배수성 아스팔트 포장은 소음저감 효과와 수막현상제거 효과가 탁월하여 교통사고의 감소 효과를 증대시키며, 도심에서는 열섬효과를 감소시키는 기능을 가지고 있어서 국내에서는 2004~2007년도까지는 시험 포장과 시장 개척 단계로 많이 시공되었지만, 배수성포장 하부층인 불투수층과 배수성 표층과의 결합력 약화로 인하여 배수성포장의 표층부의 골재가 탈리되어 포트홀이 발생하고 포장 하부층의 방수기능 상실로 인하여 하부층의 균열부위로 우수가 침투하여 배수성 포장의 조기손상을 가속화시켜 배수성 아스팔트 콘크리트 시장 규모 자체는 증가하고 있지 않은 실정이었다.

하지만, 배수성 아스팔트의 특성에 맞는 바인더가 개발되어 적용된다면 향후 지속적으로 고속도로, 국도, 지방도 등의 건설 및 기존 도로의 유지 보수에 시장에 배수성 아스팔트의 급격한 수량 증가가 있을 것으로 판단된다.

이러한 관점에서 Sphalt drain 바인더는 저장하는 탱크내에서 안정적인 저장 품질로 고품질의 배수성 아스팔트 혼합물을 생산가능하게 하는 재료로 향후 현장 특성에 맞게 다양한 PG 등급으로 바인더를 개발할 계획이다.

참고문헌

MOLIT (2020). “Guidelines for the production and cunstruction of porous asphalt concrete pavement”, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, pp. 22-23.

Yoon, S.W. (2021). “A Study on Effect of Cross Linking Agent and Dispersing Time on Production of SBS Polymer Modified Asphalt Binder”, Master’s thesis, Seoul National University of Science & Technology, pp. 1-9.