

택코트용 폴리머 개질 유화아스팔트 개발 및 성능 평가

Development and Evaluation of Polymer-Modified Asphalt Emulsions Used for Tack Coats

| | | |
|-----|----------------|--|
| 김영민 | Kim, Yeong Min | 정희원 · 한국건설기술연구원 수석연구원 (E-mail : choozang@kict.re.kr) |
| 임정혁 | Im, Jeong Hyuk | 정희원 · 한국건설기술연구원 수석연구원 · 공학박사 · 교신저자 (E-mail : jhim@kict.re.kr) |
| 황성도 | Hwang, Sung Do | 정희원 · 한국건설기술연구원 연구위원 · 공학박사 (E-mail : sdhwang@kict.re.kr) |

ABSTRACT

PURPOSES : The objectives of this study were to develop a new polymer-modified emulsion for application to tack coats and to evaluate its properties by comparing it with other types of asphalt emulsions, with the goal of providing an enhanced tack coat material for use in construction.

METHODS : Modified asphalt binders were developed from using SBS and SBR latex in the laboratory, and their fundamental properties, such as their penetration index and PG grade, were evaluated. Based on the properties, a new tack coat material was developed. To evaluate the newly developed asphalt emulsion, the bonding strength between the two layers of HMA was measured by applying a uniaxial tensile test and shear test. For the tests, a total of four different conditions were applied to the specimens, including the developed asphalt emulsion, latex modified asphalt emulsion, conventional asphalt emulsion, and non-tack coating.

RESULTS AND CONCLUSIONS : Overall, the developed asphalt emulsion exhibits the best bonding strength behavior among all of the three types. Also, the two types of polymer-modified emulsions were found to be better for application for use as a tack coat than a conventional emulsion. Especially, at a high temperature (50°C), the conventional asphalt emulsion no longer acts as a tack coating material. Therefore, the polymer-modified emulsion should be considered for application to tack coat construction during the summer.

Keywords

asphalt emulsion, polymer-modified emulsion, bond strength, tack coat

Corresponding Author : Im, Jeong Hyuk, Senior Researcher
Highway and Transportation Research Institute,
Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology,
283, Goyangdae-ro, Ilsanseo-gu, Goyang-si, Gyeonggi-do, 411-712, Korea
Tel : +82.31.995.0894 Fax : +82.31.910.0161
E-mail : jhim@kict.re.kr

International Journal of Highway Engineering
http://www.ksre.or.kr/
ISSN 1738-7159 (print)
ISSN 2287-3678 (Online)
Received Feb. 11, 2015 Revised Feb. 11, 2015 Accepted Feb. 25, 2015

1. 서론

최근 국내의 아스팔트 도로포장 산업의 동향은 신규 포장에 대한 수요는 줄어드는 대신에 공용 중인 도로포장의 유지보수에 대한 관심과 필요성이 증가하고 있다. 또한, 개질 아스팔트 혼합물의 사용에 따른 포장재료 성능 향상과 시공방법의 개선 등으로 인해 포장의 공용성

이 증대되고 있으며 여러 가지 유지보수 공법 중 노후화된 포장에 미절삭 또는 절삭 후 덧씌우기 공법의 적용이 보편화되면서 기존 포장면과의 경계면에서 파손이 발생하고, 표층과 기층의 접착성능 저하로 인하여 포장의 박리와 포트홀 등의 포장파손이 증대되고 있는 실정이다. 때문에 적절한 유지보수공법 적용이 중요한 요소이며

유지보수공법은 공용 중인 포장의 파손 유형 및 상태에 따라 적합한 공법을 선정하여 적절한 적용시기에 시공하는 것이 초기에 목표로 한 도로포장의 공용성능과 비용 절감의 효과를 최대한 얻을 수 있는 방법이다. Fig. 1은 우리나라 고속국도, 일반국도, 특별·광역시도, 지방도, 시·군도 등의 연도별 현황을 보여주며 2010년부터 신규 도로의 건설은 미비한 것으로 나타난다(국토교통부 2014).

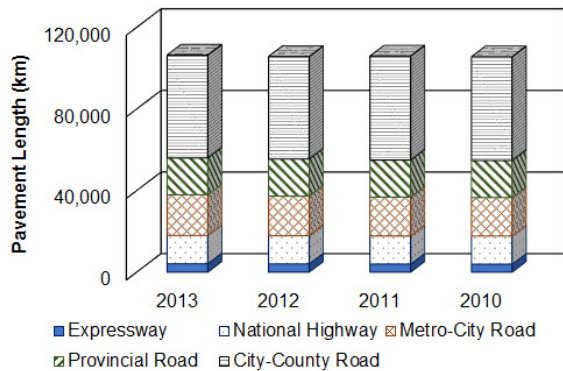


Fig. 1 Pavement Length in Korea

장기간의 공용 중 교통하중에 의해 발생하는 균열이나 영구변형 파손과 달리 박리로 인해 야기되는 포트홀 파손은 포장체 내에 수분이 침투하여 포장층 사이의 부착력을 감소시켜 발생하므로 포장의 공용 초기에도 발생할 가능성이 있다. 텍코트는 아스팔트 바인더 또는 유화아스팔트를 상대적으로 흡수율이 떨어지는 기존 포장면에 작은 량을 포설하여 기존 포장면과 신규 포장면의 접착력을 강화시키는 공법으로 정의된다(ASTM D8-02 2004). 때문에 적절한 텍코트의 시공은 포장층간의 접착력을 확보하여 포트홀 파손의 원인이 되는 수분의 유입을 억제한다. 또한, 두 층의 포장체를 교통 및 환경하중에 단일 거동 구조물(Single System)로 반응할 수 있도록 하여 내구성 증진효과를 얻을 수 있다(Mohammad et al 2012).

본 연구에서는 덧씌우기 포장 및 신규 포장 시공 시 포장층간의 부착성능이 우수하고 수분의 침투를 예방할 수 있는 텍코트 재료를 개발하여 그 성능을 평가하고자 한다.

2. 텍코트 재료의 품질 및 시방기준

2.1. 품질기준

일반적인 텍코트 재료는 아스팔트 바인더, 컷백 아스

팔트, 유화아스팔트 등이 있으나 현재 환경적인 문제 때문에 컷백 아스팔트는 사용되지 않으며 유화아스팔트가 주로 사용되는 실정이다. 유화아스팔트는 아스팔트 입자가 물에 분산되어있는 형태로 정의될 수 있으며 낮은 점성으로 인해 현장 적용성 및 시공 편리성, 개질제 첨가를 통한 성능 향상이 용이, 친환경 재료 등의 장점으로 사용이 점차 증대되고 있다(Im and Kim 2014).

텍코트용 유화아스팔트의 종류는 크게 slow-setting과 rapid-setting의 두 가지로 나뉘며 종류는 다음과 같다(Mohammad et al 2012).

- Slow-Setting : SS-1, SS-1h, CSS-1, CSS-1h
- Rapid-Setting : RS-1, RS-2, CRS-1, CRS-2, CRS-2P

International Bitumen Emulsion Federation(IBEFF)의 조사에 따르면 스페인, 프랑스, 일본, 네덜란드, 영국, 미국 등 6개국에서는 일반적으로 양이온계 유화아스팔트를 사용하며(Chaignon and Roffe 2001, Roffe and Chaignon 2002), 미국 내에서는 대부분 slow-setting 유화아스팔트를 사용하는 것으로 보고되었다(Paul and Scherocman 1998).

국내에서는 텍코트용 재료로 주로 경화속도가 빠른 rapid-setting의 유화아스팔트가 사용된다. Table 1은 텍코트용 유화아스팔트의 품질 및 성능 기준을 보여준다.

Table 1. Emulsion Properties for Tack Coat (KS M 2203)

| Test | | Cationic | Anionic |
|--------------------------------|-----------------------------|----------|----------|
| Viscosity (angler, 25°C) | | 1~6 | 1~6 |
| Sieve test (1.18mm, wt %) | | less 0.3 | less 0.3 |
| Coating ability | | over 2/3 | over 2/3 |
| Particle charge test | | + | - |
| Residue (wt %) | | over 50 | over 50 |
| Storage stability (24hr, wt %) | | less 1 | less 1 |
| Residue | Penetration (25°C, 0.1mm) | 60~150 | 60~150 |
| | Ductility (15°C, cm) | over 40 | over 40 |
| | Toluene solubility (% mass) | over 98 | over 98 |

2.2. 시방기준

텍코트의 현장 적용 시 제조 후 60일 이상이 경과한 유화아스팔트의 사용은 금지되며 텍코트 시공 전 기존 포장면의 먼지나 기타 이물질들을 air broom이나 air blower 등을 사용하여 완전히 제거하는 과정이 필수적

이다. 또한, 기온이 5℃ 이하일 경우 우천 시 텍코트의 시공이 진행되지 않는다.

텍코트 시공 시 규정된 텍코트 사용량을 준수해야 하며 기존 포장 표면의 90% 이상이 피막되도록 균일한 살포가 이루어져야 한다. 과도한 텍코트의 적용은 오히려 기존 포장면과의 부착을 방해하며 덧씌운 포장층으로 텍코트 재료가 스며나와 결국 아스팔트 혼합물의 특성에 영향을 미치게 된다. 또한, 기존보다 얇은 덧씌우기의 경우 블리딩(bleeding) 파손을 야기한다. 건설교통부의 도로공사표준시방서(2003)에 따르면 텍코트용 역청재는 일반적으로 RS(C)-4 등급의 유화아스팔트를 0.3~0.6l/m²의 살포율로 적용한다. 국내의 기준에 비해 미국의 경우 기존 포장 상태에 따라 적용률을 달리하고 있으며 Table 2는 포장 종류별 일반적인 텍코트 적용률을 나타낸다.

Table 2. Typical Tack Coat Application Rates (Proper Tack Coat Application 2001)

| Pavement condition | Application rate (gal/yd ²) | | |
|--------------------------|---|-----------|--------------|
| | Residual | Undiluted | Diluted(1:1) |
| New HMA | 0.03~0.04 | 0.05~0.07 | 0.10~0.13 |
| Oxidized HMA | 0.04~0.06 | 0.07~0.10 | 0.13~0.20 |
| Milled surface (HMA) | 0.06~0.08 | 0.10~0.13 | 0.20~0.27 |
| Milled surface (PCC) | 0.06~0.08 | 0.10~0.13 | 0.20~0.27 |
| Portland cement concrete | 0.04~0.06 | 0.07~0.10 | 0.13~0.20 |

3. 재료 및 방법

3.1. 텍코팅 첨가제 선정

본 연구에서는 SBS(Styrene Butadiene Styrene) 계열과 SBR(Styrene Butadiene Rubber) 계열의 개질 아스팔트 바인더를 개발하여 공용성 등급(PG)과 침입도 시험 등의 품질실험을 통해 2종의 개질 아스팔트 바인더를 선정하였다. 선정된 아스팔트 바인더를 이용하여 개질 유화아스팔트를 개발하였고 상용화된 텍코트용 일반 유화아스팔트와 성능을 검증하였다. Fig. 2는 개질 유화아스팔트 바인더 개발과정을 나타낸다.

3.1.1. SBS 개질제

SBS는 열가소성 elastomer를 사용하고 있기 때문에 고무나 수지와 같은 성상을 가지며 연화점, 점도, 터프

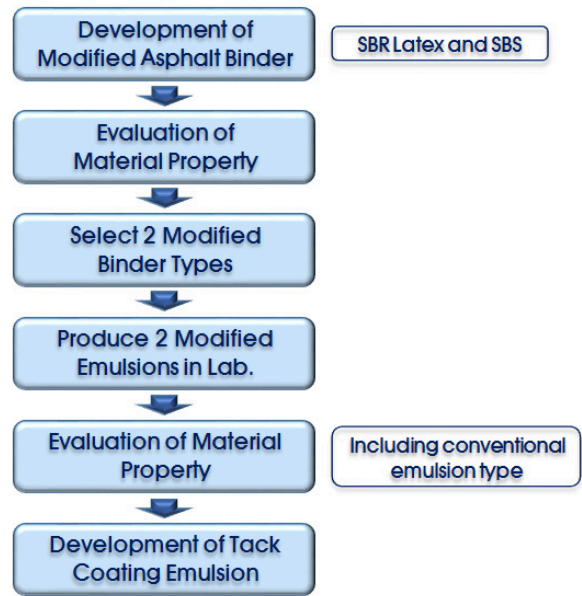


Fig. 2 Development Process of Asphalt Emulsion for Tack Coat

니스(toughness), 테네시티(tenacity) 등의 물성은 다른 개질제 보다 높은 성능을 가지고 있다. SBS 개질 아스팔트 바인더는 국내에서 가장 많이 사용되는 개질 아스팔트로 다른 개질 아스팔트 바인더에 비해 구입 및 사용이 용이하며 일반 아스팔트 바인더에 비해 영구변형과 균열에 대한 저항성이 우수한 것으로 알려져 있다. 또한, 아스팔트의 감온성을 둔화시켜 저온에서의 연성과 고온에서의 유동저항을 크게 증가시킨다. 국내에서 사용 가능한 SBS 개질 아스팔트는 I, II형 두 가지로 I형(82-22)은 가격이 비싸고 구입이 어려운 반면 II형(76-22)은 I형에 비해 구입이 용이하고 가격이 싸다. 그러나 침입도 및 연화점 등의 특성이 일반 아스팔트(AP-5)에 비해 뛰어나지 않은 것으로 알려져 있다. 본 연구에서 선정된 SBS는 분자결합이 linear type으로 II형에 포함되며 I형의 radial type보다 혼합온도가 낮고 혼합이 용이하며 혼합 후 아스팔트 바인더와의 재료 분리도 낮다.

3.1.2. SBR 개질제

Styrene과 butadiene을 유화 중합하여 제조한 고무입자 수분 산액으로 일반적으로 라텍스라 불리는 유액상의 합성고무이다. SBR Latex는 열경화성인 SBR 폴리머 계통의 액상 아스팔트 개질제로 폴리머화하여 생산한 것이다. SBR 라텍스는 침입도를 저하시키고, 연화점을 증가시키며 신도를 증가시킨다. 또한 탄성회복을 개선시키며, 터프니스(toughness)와 테네시티

(tenacity)를 개선시켜 점착성 및 응집력을 향상시킨다. 선정된 Latex는 물리적으로는 고분자 사슬과 아스팔트 분자간의 망상조직(Network)을 형성하여 아스팔트 내부로 전달되는 응력(Stress)을 흡수 및 완화시켜주는 역할을 한다. 특히, 고온에서는 스프링과 같이 탄성을 주어 응력을 완화 제거한 후 원상태로 복원하려는 탄성적인 특성을 갖도록 한다. 또한 화학적으로는 아스팔트 내에 극성그룹(Polar group)을 형성시켜 고분자 사슬과 아스팔트 분자 간에 강한 비가역 분자결합을 형성시킴으로써 아스팔트 성능을 개선시키고 장기간 보관이 가능하도록 저장성이 좋다.

3.1.3. 왁스(WAX) 첨가제

왁스는 상온에서는 고체상태이며 온도를 높이면 유체로 변하는 분자량 수백 정도의 물질이다. 광택, 윤활 작용 및 방수, 방부 효과가 있기 때문에 여러 분야에 단독 또는 기타 수지류와 혼합(blended)되어 사용된다. 또한 양초 및 접착제, 잉크, 계면활성제의 원료로도 많이 사용된다. 왁스에는 수많은 종류가 있으나 주로 녹는 온도(융점, 融點)에 따라 저융점 왁스(일반 파라핀 왁스, 밀납 등)와 고융점 왁스(마이크로크리스탈린 왁스, 카나우바왁스, 합성왁스 등)로 나누기도 하며 원료에 따라 석유계 왁스(파라핀, 마이크로크리스탈린 왁스), 동물성 천연왁스, 식물성 천연왁스, 합성왁스 등으로 분류하기도 한다. 또한 넓은 의미의 왁스는 반 유동성의 바세린(와세린, Petrolatum), 액체 상태의 유동형 파라핀, 액체 파라핀 등이 포함된다. 합성왁스는 인공적인 석유화학 공정을 거쳐서 생산되거나, PE (Polyethylene), PP(Polypropylene) 등의 합성과정에서 부산물로 생성되는 것으로 메탄, 에탄 등에서 합성되는 합성 왁스(F-T wax, 주로 Sasol wax), PE 왁스, PP 왁스 등이 있다. 선정된 PE왁스는 아스팔트 바인더에 첨가 시 고온 점도를 낮춰주며 아스팔트 바인더의 강성을 증가시켜 준다.

3.2. 개질 아스팔트 바인더

개질 아스팔트 바인더는 premix type으로 일반 아스팔트 바인더와 개질제를 첨가비율별로 계량하고, 혼합공정별로 투입하여 high shear를 구현할 수 있는 믹서를 사용하여 교반하였다. 제조과정 중 바인더의 물성변화를 막기 위해 혼합온도는 190℃ 이하를 유지해야 한다. 개질제가 아스팔트 바인더에 완전히 용해될 때까지 혼합하며 일반적으로 30분 이상의 교반시간이 필요하다.

기본 물성실험을 통해 SBR latex 계열과 왁스를 첨가한 SBS 계열의 개질 아스팔트 바인더 2종이 선정되었다. Table 3과 Table 4는 선정된 개질 아스팔트 바인더의 침입도와 공용성 등급 결과를 보여준다.

Table 3. Asphalt Binder Property : Penetration Grade

| Modifier | Penetration index (25°C, 0.01cm) | Softening point(°C) | Specific gravity |
|--------------|----------------------------------|---------------------|------------------|
| SBS (Wax 5%) | 45 | 84 | 1.030 |
| SBR Latex | 58 | 70 | 0.025 |
| AP-5 | 73 | 42 | 1.032 |

Table 4. Modified Asphalt Binder Property : PG Grade

| | | SBR Latex | | SBS (Wax 5%) | |
|-------------------|-----|-----------------|----------|-----------------|----------|
| Viscosity (135°C) | 1 | 1642 | | 1650 | |
| | 2 | 1642 | | 1650 | |
| | 3 | 1642 | | 1650 | |
| | | G*/sin θ (kPa) | | G*/sin θ (kPa) | |
| DSR | | Original | RTFO | Original | RTFO |
| | 64 | 8.21467 | 16.24675 | 10.81591 | 19.11722 |
| | 70 | 3.65846 | 7.21385 | 5.39432 | 8.46091 |
| | 76 | 1.3347 | 2.96743 | 2.44138 | 3.79110 |
| | 82 | 0.77648 | 1.66782 | 1.11929 | 1.71176 |
| | 88 | 0.52234 | 0.78672 | 0.50091 | 0.90624 |
| BBR | -12 | Stiffness (MPa) | m-value | Stiffness (MPa) | m-value |
| | | 198.2524 | 0.311 | 190.3285 | 0.305 |
| PG Grade | | 76-22 | | 76-22 | |

Table 4의 결과는 개발된 개질 아스팔트 바인더의 공용성 등급은 PG 76-22임을 확인하였고, 사용된 일반 아스팔트(AP-5)의 PG 등급(PG 64-22)보다 개질 후 등급이 우수함을 보여준다.

3.3. 텍코트용 유화아스팔트 제조

유화아스팔트는 선정된 개질 아스팔트를 사용하여 콜로이드 방식에 의해 제조된다. 생산 공정은 1000~6000rpm의 혼합기와 용기로 구성된다. 혼합기와 용기의 간극은 0.25~0.5m/m정도의 공극조절이 가능해야 한다. 가열된 아스팔트와 유화제가 별도로 공급되어 혼합되며 혼합온도는 유화아스팔트의 종류, 등급, residue 함량에 따라 달라진다. 사용되는 아스팔트 바인더의 점도는 170℃에서 200cP 이하이며 온도는 100℃~140℃, 최대 180℃이다. 물의 온도는 유제의

생산 온도가 90℃ 이하인 것을 고려하여 조정한다. High Shear Mixer에서 아스팔트를 거품상태로 분산시키고 각 입자는 유화아스팔트로 코팅되어 전하상태에 따라 서로 반발/안정상태를 유지하게 된다. Fig. 3은 일반적인 유화아스팔트 생산 플랜트의 시스템을 보여준다.

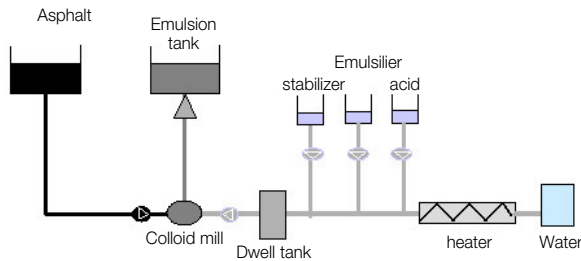


Fig. 3 Asphalt Emulsion Plant System

본 연구에서는 SBS 개질제와 Wax가 첨가된 유화아스팔트 1종을 개발하였고, SBR latex 개질제가 첨가된 유화아스팔트 1종을 제작하여 상용제품인 RSC-4 유화아스팔트와 택코팅을 사용하지 않은 조건 등 네 가지 실험조건을 적용하여 택코트 재료 즉, 유화아스팔트 종류별 접착특성을 평가하였다.

각 조건에 의해 제작된 시편의 이름과 특성은 다음과 같다.

- Original: 택코팅을 적용하지 않은 시편
- RSC-4: 상용제품
- SL: SBR latex 개질 유화아스팔트
- SW: 개발된 개질 유화아스팔트(SBS + Wax)

3.4. 시험 방법

택코트 재료는 포장층간의 부착력을 확보하여 포장체가 일체 거동하여 내구성 증진의 효과를 얻을 수 있도록

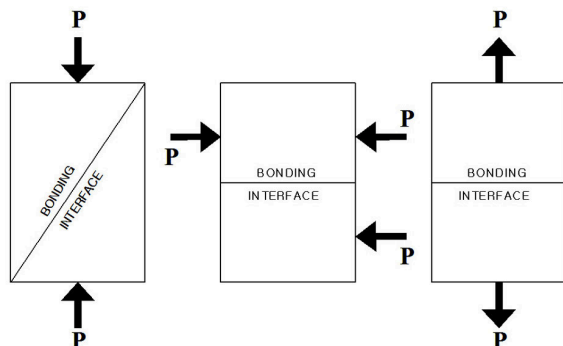


Fig. 4 Bond Strength Test Concepts

하며, 포장층 사이의 경계면에 수분의 유입을 막아 줄 수 있어야 하므로 부착 성능평가는 필수적이다. 부착강도 시험은 경사전단시험(Slant shear test)과, 직접전단시험(Direct shear test), 그리고 일축인장시험(Uniaxial tensile test)의 세 가지 방법이 있다. Fig. 4는 부착강도 시험 종류를 보여준다.

3.4.1. 인장시험

일축인장시험은 시료의 파괴인장강도를 측정하는 시험으로 본 연구에서는 현장 덧씌우기 모사를 위해 두 개의 혼합물을 택코팅을 적용하여 부착한 시편을 제작하였고 시험 시편의 취약 부분인 혼합물 사이의 택코팅 부착계면 부분의 파괴 시 최대인장강도가 측정된다.

부착강도의 크기는 시편의 파괴가 발생하였을 때의 하중을 시험 시편의 단면적으로 나누어 구한다(Hindo 1990). 또한, 일축인장시험은 기층과 표층(또는 두 가지 혼합물)의 접합부분 중 가장 취약한 부분의 위치를 찾아 낼 수 있는 특징이 있다.

Kuhlmann(1990)은 일축인장에 기초한 직접인장에 의한 부착강도 실험을 제안하였으며 제안된 직접인장 실험은 현장 조건과 유사한 양생환경을 제공할 뿐만 아니라 시편의 파괴가 부착계면 또는 덧씌우기나 보수로 사용된 재료 부분에서 발생하는지를 분명하게 보여주는 장점을 지니고 있다. 따라서 본 연구에서는 택코트의 부착강도 특성을 규명하기 위해 직접인장 실험에 의해 부착강도를 측정하였다.

본 연구에 적용된 인장시험 과정은 다음과 같다.

- 기층 시험시편 제작
- 24시간 양생 후 택코팅($0.5l/m^2$)

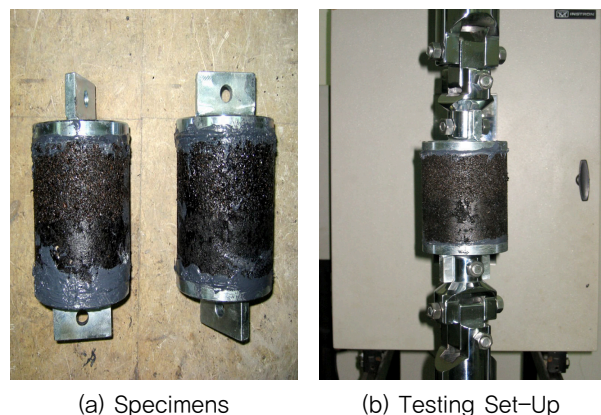


Fig. 5 Bond Strength Test by Uniaxial Tensile Test

- 5시간 양생 후 택코팅 표면에 표층 시편 제작
- 24시간 양생 후 시험(25℃)

Fig. 5는 직접인장을 이용한 부착강도 시험 시편과 시험 장면을 보여준다.

3.4.2. 전단시험

도로의 교통하중은 차량의 급제동 및 급출발 등에 의한 전단하중을 발생시키며, 때문에 아스팔트 포장층 사이의 부착력을 전단하중을 적용하여 평가하는 것이 중요하다. 전단시험을 위해 30×30×5cm의 슬래브를 제작하여 양생 후 10×10×10cm로 절단하여 실험하였다.

본 연구에 적용된 전단시험 과정은 다음과 같다.

- 시험시편 제작(슬래브형 30×30×5cm)
- 24시간 양생 후 택코팅(0.5l/m²)
- 5시간 양생 후 택코팅 표면에 표층 시편 제작(슬래브형 30×30×5cm)
- 24시간 양생 후 절단(10×10×10cm)
- 상온(25℃)에서 3일간 시편의 수분제거
- 전단강도시험(50℃)

Fig. 6은 전단시험 전경을 보여준다.



Fig. 6 Shear Test Set-Up

4. 실험결과 및 분석

택코팅 재료의 부착특성을 평가하기 위해 인장시험과 전단시험이 수행되었으며, 4가지 다른 조건의 시편 즉, 택코트 비적용, RSC-4적용, latex 개질 유화아스팔트

적용, 개발된 유화아스팔트 적용 등의 시편을 사용하였고 각 조건별로 3개의 시편이 제작되어 실험되었다. 실험결과는 평균값으로 나타내었으며 조건별 시편 사이의 편차를 실험결과 그래프에 나타내었다.

4.1. 택코팅 재료의 인장특성

본 연구에 적용된 인장강도 시험은 택코트 재료의 물리·화학적 특성을 배제한 아스팔트 포장의 기층과 표층 사이의 상대적인 부착에 대한 역학적 특성 평가를 위한 시험이다. Fig. 7은 부착강도 시험 결과이다.

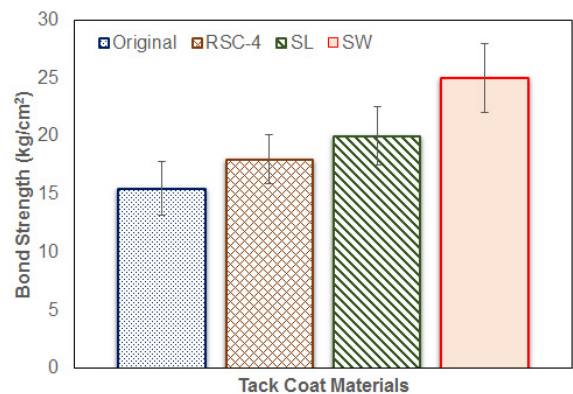


Fig. 7 Bond Strength Results by Tensile Test

Fig. 7에서 인장시험 방식의 부착강도 결과는 개발된 유화아스팔트, SW를 사용한 시편이 가장 좋은 결과를 나타낸다. Latex 개질 유화아스팔트를 적용한 시편, RSC-4를 적용한 시편, 그리고 original(택코팅 비적용) 조건 시편 순으로 부착강도의 크기를 보인다. SW 시편은 latex 개질 유화아스팔트 시편보다 1.25배, original 조건 시편보다 1.6배의 부착강도를 보이는 것으로 나타났다.

4.2. 택코팅 재료의 전단특성

전단강도 시험 역시 택코트 재료의 물리·화학적 특성을 배제한 아스팔트 포장의 기층과 표층 사이의 상대적인 부착에 대한 역학적 특성 평가를 위한 시험이며 시험결과는 Fig. 8에 나타난다.

Fig. 8에서 보이듯이 개발된 유화아스팔트, SW를 사용한 시편이 가장 좋은 결과를 나타내며 latex 개질 유화아스팔트를 적용한 시편이 RSC-4 적용 시편과 original 조건 시편 보다 큰 전단강도를 보여준다. 흥미로운 결과는 RSC-4 적용과 original 조건의 전단강도 차이가 거의 없다는 것이며 즉, 고온(50℃)에서 기준 상

용제품 RSC-4의 적용은 택코팅 재료로서 기능을 하지 못하는 것으로 판단된다.

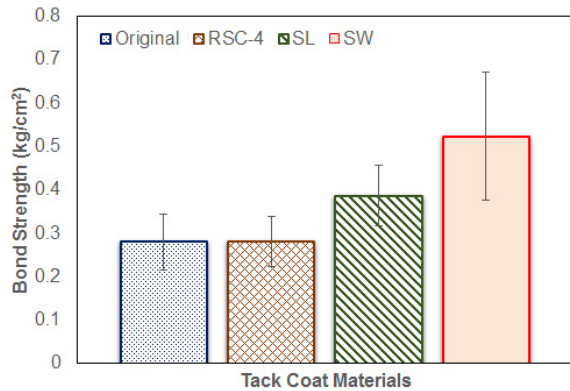


Fig. 8 Bond Strength Results by Shear Test

4.3. 택코팅 재료의 부착특성

인장강도시험과 전단시험에 의한 택코팅 재료의 부착특성을 평가하기 위해 original 조건의 결과가 1일 때 조건별 결과를 비율로 비교하였다. Fig. 9는 부착강도 비율을 보여준다.

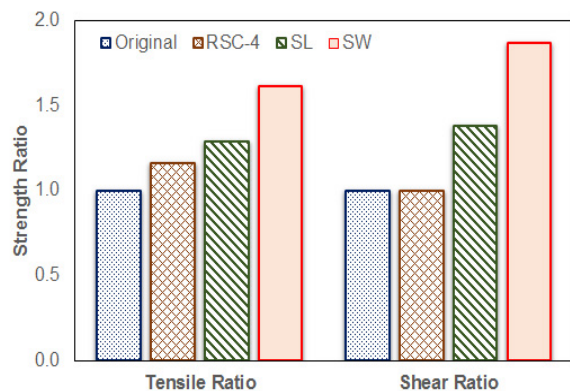


Fig. 9 Bond Strength Ratio

인장시험과 전단시험 모두 본 연구에서 개발된 개질 유화아스팔트의 부착특성이 비교된 다른 3가지 조건에 비해 우수하다는 결과를 나타낸다. 또한 두 가지 시험결과는 latex 개질 유화아스팔트의 부착성능이 개발된 개질 유화아스팔트에 비해 약간 부족하지만 기존의 상용 유화아스팔트에 비해 우수함을 보여준다.

5. 결론

본 연구에서는 택코트용 유화아스팔트 개발을 위해

기존 아스팔트 바인더에 폴리머 첨가제를 투입하여 개질 아스팔트 바인더를 개발하는 과정이 선행되었다. 각각 SBS와 SBR 개질제가 첨가되었으며 첨가비율은 아스팔트 함량의 5% 범위에서 결정되었다. 또한 개질 아스팔트 바인더를 사용한 유화아스팔트 제조과정에서 발생하는 고온에서의 점도 상승의 문제는 왁스(wax) 성분을 첨가하여 최소화 하였다. 상기의 과정으로부터 PG 76-22 등급의 개질 아스팔트 바인더를 개발한 후 택코팅용 유화아스팔트를 개발하여 적용하였다.

인장강도 시험과 전단강도 시험을 수행하여 택코팅 재료별 부착특성을 평가하였고 수행된 성능시험을 통해 기존의 택코팅 재료보다 본 연구에서 개발된 택코팅 재료의 성능이 우수함을 확인하였다. 도출된 결론은 다음과 같다.

1. 개발된 택코팅 재료(SBS + Wax)는 가장 뛰어난 인장시험에 의한 부착특성을 나타낸다.
2. 개발된 택코팅 재료(SBS + Wax)는 가장 뛰어난 전단시험에 의한 부착특성을 나타낸다.
3. 기존 상용 유화아스팔트 RSC-4 적용 시편과 original 조건 시편의 전단강도 차이가 거의 없었으며 즉, 고온(50°C)에서 기존 상용제품 RSC-4의 적용은 택코팅 재료로서 기능을 하지 못하는 것으로 고려되므로 여름철 택코팅 시공 시 폴리머 개질 유화아스팔트의 사용을 고려해야할 것으로 판단된다.
4. 기존 상용 유화아스팔트와 비교할 때 2종의 폴리머 개질 유화아스팔트(SBS+Wax, SBR Latex) 모두 우수한 부착력 특성(인장, 전단)을 보여준다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부와 국토교통과학기술진흥원의 교통물류사업인 “온실가스 배출 최소화를 위한 친환경 포장도로 연구”의 연구지원으로 수행되었으며 이에 관계자 분들께 감사드립니다.

BIBLIOGRAPHY

- ASTM D8-02 (2004), Standard Terminology Relating to Materials for Roads and Pavements. Annual Book of ASTM Standards, Vol. 04-03.
- Chaingon, F and J.C. Roffe (2001), Characterization Tests on Bond Coats: Worldwide Study, Impact, Tests, Recommendations. Canadian Technical Asphalt Association, Toronto, Canada.
- Hindo, K.R. (1990), In-place Bond Testing and Surface Preparation of Concrete. Concrete International, 12(4), pp. 46-48.

- Kuhlmann, L.A. (1990), Test Method for Measuring the Bond Strength of Latex-Modified Concrete and Mortar. *ACI Materials Journal*, Vol 87, No. 4, pp. 387-394.
- Im, J.H. and Y.R. Kim (2014), Evaluation of Asphalt Emulsions Curing and Adhesive Behavior Used in Asphalt Pavement Preservation (Surface Treatments). *International Journal of Highway Engineering*, Vol. 16, No. 6, pp. 39-50.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2013), Road Construction Standard Specification.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2014), 2014 Yearbook of Road Statistics.
- Mohammad, L.N., A.E. Mostafa, A. Bae, N. Patel, J. Button, and J.A. Scherocman (2012), Optimization of Tack Coat for HMA Placement. NCHRP Report 712, Transportation Research Board, Washington, DC.
- Paul, H.R. and J.A. Scherocman (1998), Friction Testing of Tack Coat Surfaces. *Transportation Research Record 1616*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC, pp. 6-12.
- “Proper Tack Coat Application.” Technical Bulletin, Flexible Pavement of Ohio, Columbus, OH, 2001.
- Roffe, J.C. and F. Chaignon (2002), Characterization Tests on Bond Coats: Worldwide Study, Impact, Tests, Recommendations. 3rd International Conference on Bituminous Mixtures and Pavements, Thessaloniki, Greece, pp. 315.