(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년12월03일
(11) 등록번호 10-1336199
(24) 등록일자 2013년11월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 26/26 (2006.01) *C04B 24/24* (2006.01)
C04B 14/02 (2006.01) *E01C 19/08* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0115342
(22) 출원일자 2012년10월17일
심사청구일자 2012년10월17일
(56) 선행기술조사문헌
KR101023425 B1
KR101014813 B1
KR100862057 B1
KR100566957 B1

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
삼성물산 주식회사
서울특별시 서초구 서초대로74길 14 (서초동)
(72) 발명자
이석용
서울 서초구 서초2동 1321-20번지 삼성물산빌딩 건설부문 토목사업본부 ENG센터
이현종
서울특별시 용산구 한남동 대림아르빌아파트 101동 301호
(74) 대리인
고영회

전체 청구항 수 : 총 6 항 심사관 : 송종민

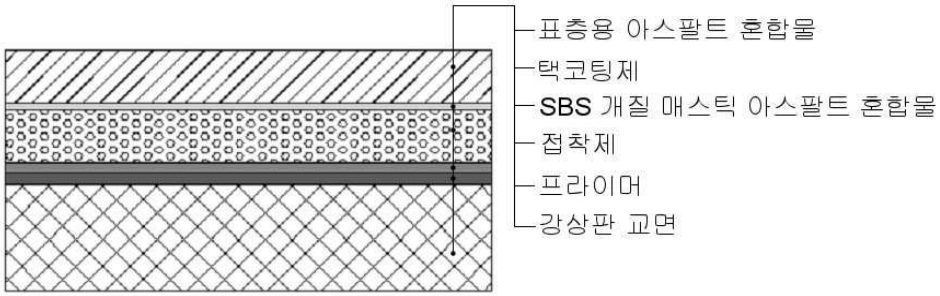
(54) 발명의 명칭 **박층 포장용 ＳＢＳ 개질 매스틱 아스팔트 혼합물 및 이를 이용한 강상판 교면의 매스틱 아스팔트 포장공법**

(57) 요 약

본 발명은 내구성을 향상시키고 시공온도를 낮춰 얇은 두께의 교면포장에 유리하게 이용할 수 있는 새로운 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물과 이러한 아스팔트 혼합물을 바람직하게 이용한 강상판 교면의 매스틱 아스팔트 포장공법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물은, 침입도 60~80의 일반 아스팔트 바인더 73.8~79.8중량%, SBS 개질제 8.2~8.9중량%, TLA(Trinidad Lake Asphalt) 9.9~14.8 중량%, 중온 첨가제 1.5~3.5 중량%를 포함하여 조성된 SBS 개질 매스틱 아스팔트 바인더 7~9 중량%; 입경 13㎜ 이하의 혼합골재 91~93 중량%;를 포함하여 조성되되, 상기 SBS 개질제는, 중량평균분자량이 100,000~220,000이고 스틸렌 함량이 25~35중량%이고 부타디엔 함량이 65~75중량%이며 전체 블록공중합체 중 삼중블록공중합체 결합비율이 83% 이상인 SBS 열가소성 탄성체로서 가소제와 함께 이중결합이 없는 점착부여수지가 첨가 혼합된 것임을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

침입도 60~80의 일반 아스팔트 바인더 73.8~79.8중량%, SBS 개질제 8.2~8.9중량%, TLA(Trinidad Lake Asphalt) 9.9~14.8중량%, 중온 첨가제 1.5~3.5중량%를 포함하여 조성된 SBS 개질 매스틱 아스팔트 바인더 7~9중량%;

입경 13㎜ 이하의 혼합골재 91~93중량%;를 포함하여 조성되되,

상기 SBS 개질제는,

중량평균분자량이 100,000~220,000이고, 스틸렌 함량이 25~35중량%이고, 부타디엔 함량이 65~75중량%이며, 전체 블록공중합체 중 삼중블록공중합체 결합비율이 83% 이상인 SBS 열가소성 탄성체로서, 가소제와 이중결합이 없는 점착부여수지가 첨가 혼합된 것임을 특징으로 하는 박층 포장용 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물.

청구항 2

제1항에서,

상기 SBS 개질제는,

산화방지제, 반응형 경화제 중 하나 이상이 더 첨가 혼합된 것임을 특징으로 하는 박층 포장용 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물.

청구항 3

제2항에서,

상기 산화방지제는, amines 또는 phenols계에 의한 1차 산화방지제;와 sulfur계 또는 phosphate계에 의한 2차 산화방지제;가 1:1의 중량비로 선택되어, SBS 개질제 총 중량의 0.1~0.5중량% 첨가 혼합되는 것을 특징으로 하는 박층 포장용 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에서,

상기 혼합골재는,

체통과 중량 백분율을 기준으로, 13㎜ 체 통과율은 95~100중량%, 5㎜ 체 통과율은 65~80중량%, 2.5㎜ 체 통과율은 45~62중량%, 0.6㎜ 체 통과율은 35~50중량%, 0.3㎜ 체 통과율은 28~42중량%, 0.15㎜ 체 통과율은 25~34중량%, 0.075㎜ 체 통과율은 20~27중량%인 것을 특징으로 하는 박층 포장용 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물.

청구항 5

강상판 교면의 레이턴스 또는 부식을 제거하여 교면의 표면을 처리하는 제1단계;

표면처리된 강상판 교면에 프라이머를 도포하는 제2단계;

프라이머 위에 접착제를 도포하는 제3단계;

접착제 위에 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 따른 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물을 포설하여 제1포장층을 형성하는 제4단계;

제1포장층 위에 택코팅제를 도포하는 제5단계;

택코팅제 위에 표층용 아스팔트 혼합물을 포설하여 제2포장층을 형성하는 제6단계;

로 이루어지는 것을 특징으로 하는 강상판 교면의 매스틱 아스팔트 포장공법.

청구항 6

제5항에서,

상기 제6단계는,

밀입도 개질 아스팔트 혼합물, SMA(Stone Mastic Asphalt), 개질 SMA 혼합물 중에서 선택된 표층용 아스팔트 혼합물을 이용하면서 실시하는 것을 특징으로 하는 강상판 교면의 매스틱 아스팔트 포장공법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 내구성을 향상시키고 시공온도를 낮춰 얇은 두께의 교면포장에 유리하게 이용할 수 있는 새로운 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물과 이러한 아스팔트 혼합물을 바람직하게 이용한 강상판 교면의 매스틱 아스팔트 포장공법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 2000년대 국내에서 서해대교와 영종대교가 건설된 이후 지속적으로 장대교량이 건설되고 있다. 장대교량은 대부분 주경간을 케이블로 지지하는 현수교 또는 사장교로 건설되며, 교량 상판은 사하중을 경감하고 지간을 최대한 길게 하기 위하여 대부분 강상판 형식으로 건설된다. 강상판의 교면포장은 유럽과 일본, 한국에서 전통적으로 매스틱 아스팔트 포장이 사용되어 왔다.

[0003] 종래 매스틱 아스팔트 포장은 두께 4cm의 매스틱 아스팔트 하층과 두께 4cm의 개질 아스팔트 상층의 2개 층으로 구성된 복합 포장체이다. 여기서 4cm의 매스틱 아스팔트 하층을 위한 종래의 매스틱 아스팔트는 TLA(Trinidad Lake Asphalt)라는 경질의 천연 아스팔트를 약 30% 내외 일반 석유계 아스팔트와 혼합하여 사용하는데 TLA는 전량 외국에서 수입하여야 하는 문제로 재료비가 고가이고 물리적인 성질을 개선하기가 불가능하다. 또한 시공온도가 230℃~250℃의 고온으로 인하여 시공시 강상판의 변형을 유발할 가능성이 크며, 시공 후 고온의 열이 포장체 외부로 빠져나가지 못하여 포장체 일부가 부풀어 오르는 현상이 발생하기도 하며, 이러한 현상은 강상판 교면과 포장체의 부착력을 저감시켜 시공 직후 파손되기도 한다.

[0004] 한편 케이블 교량의 경우 교면포장의 사하중이 전체 교량의 공사비에 미치는 영향이 크기 때문에 교면포장의 두께를 줄일 수 있다면 케이블의 사용량을 줄일 수 있어 교량의 전체 공사비도 절감이 가능하다. 예를 들어 기존 교면포장의 두께 8cm를 4cm로 축소할 경우 케이블교량의 총공사비는 약 10% 정도 절감이 가능하다.

[0005] 강상판 교량은 교통하중이 작용했을 때 강상판에 국부처짐이 크게 발생하기 때문에 종래 매스틱 아스팔트 교면포장의 경우 포장두께를 8cm 확보하여야 강상판의 처짐을 억제할 수 있어 내구성이 확보되는 것으로 알려져 있다. 만약 교면포장의 두께를 줄이면 국부 처짐량이 증가하여 피로에 대한 내구연한이 대폭 감소하므로, 종래의 매스틱 아스팔트보다 피로손상에 대한 저항성이 큰 재료를 사용한다면 교면포장의 두께를 줄일 수 있을 것이다. 다만 일반적으로 강상판 교량의 경우 교통하중에 의해 유발되는 최대 횡방향 변형률은 600με 내외로서 포장의 두께를 줄인다면 발생하는 변형은 약 2배 정도 증가하므로, 이러한 증가한 변형에 대해 충분히 견딜 수 있는 고탄성의 교면포장 재료일 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 종래 강상판 교면포장의 재료로 사용되는 매스틱 아스팔트의 단점을 개선하고자 개발된 것으로, 연성과 내구성을 향상시킨 것은 물론 시공온도를 종래 230~250℃에서 40~50℃ 낮추어 시공성과 안정성을 향상시킨 새로운 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물을 제공하는데 기술적 과제가 있다.

[0007] 또한 본 발명은 새로운 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물 바람직하게 이용함으로써 교면포장의 단면두께를 종래 8cm에서 4cm까지 축소하여 교량의 총공사비를 절감할 수 있는 강상판 교면의 매스틱 아스팔트 포장공법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기한 기술적 과제를 해결하기 위해 본 발명은 박층 포장용 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물과 이러한 매스틱 아스팔트 혼합물을 바람직하게 이용한 강상판 교량의 매스틱 아스팔트 포장공법을 제공한다.

[0009] 본 발명에 따른 박층 포장용 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물은, 침입도 60~80의 일반 아스팔트 바인더 73.8~79.8중량%, SBS 개질제 8.2~8.9중량%, TLA(Trinidad Lake Asphalt) 9.9~14.8중량%, 중온 첨가제 1.5~3.5중량%를 포함하여 조성된 SBS 개질 매스틱 아스팔트 바인더 7~9중량%; 입경 13㎜ 이하의 혼합골재 91~93중량%; 를 포함하여 조성되되, 상기 SBS 개질제는, 중량평균분자량이 100,000~220,000이고 스틸렌 함량이 25~35중량%이고 부타디엔 함량이 65~75중량%이며 전체 블록공중합체 중 삼중블록공중합체 결합비율이 83% 이상인 SBS 열가소성 탄성체로서 가소제와 이중결합이 없는 점착부여수지가 첨가 혼합된 것임을 특징으로 한다.

[0010] 본 발명에 따른 강상판 교량의 매스틱 아스팔트 포장공법은, 강상판 교면의 레이턴스 또는 부식을 제거하여 교면의 표면을 처리하는 제1단계; 표면처리된 강상판 교면에 프라이머를 도포하는 제2단계; 프라이머 위에 고강도 수지접착제를 도포하는 제3단계; 고강도 수지접착제 위에 상기한 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물을 포설하여 제1포장층을 형성하는 제4단계; 제1포장층 위에 택코팅제를 도포하는 제5단계; 택코팅제 위에 표층용 아스팔트 혼합물을 포설하여 제2포장층을 형성하는 제6단계;로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따르면 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

[0012] 첫째, 종래 강상판 교면포장용 매스틱 아스팔트 대비 내구성이 강화된 새로운 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물을 제공할 수 있다. 새로운 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물을 교면포장에 적용하면 교면포장의 두께를 종래 8cm에서 4cm까지 축소할 수 있으며, 이로써 강상판 케이블 교량에서 케이블에 전달되는 사하중을 감소시킬 수 있어 전체 케이블 교량의 공사비를 절감할 수 있다.

[0013] 둘째, 종래 매스틱 아스팔트 시공온도인 230~250℃에 비해 시공온도를 40~50℃ 저감할 수 있는 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물을 제공할 수 있다. 시공온도를 낮춘 아스팔트 혼합물을 이용하면 강상판에 부하되는 열응력을 감소시킬 수 있기 때문에 더욱 안정적으로 교면포장 공사를 실시할 수 있다. 나아가 아스팔트 혼합물의 생산 및 시공과정에서 발생하는 탄소배출량을 저감할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명에 따른 강상판 교량의 매스틱 아스팔트 포장공법에 따라 완성된 교면포장의 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명은 내구성이 강화되어 교면포장의 두께를 종래 8cm에서 4cm까지 축소가능한 새로운 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물에 관한 것이다.

[0016] 구체적으로 본 발명에 따른 SSBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물은, 침입도 60~80의 일반 아스팔트 바인더 73.8~79.8중량%, SBS 개질제 8.2~8.9중량%, TLA(Trinidad Lake Asphalt) 9.9~14.8중량%, 중온 첨가제 1.5~3.5중량%를 포함하여 조성된 SBS 개질 매스틱 아스팔트 바인더 7~9중량%; 입경 13㎜ 이하의 혼합골재 91~93중량%; 를 포함하여 조성되는 것을 특징으로 한다. 이와 같은 조성범위는 목표기준에 부합하는 매스틱 아스팔트 혼합물을 제공하기 위함인데, 아스팔트 바인더의 물리 역학적 성질을 개량하여 교통하중에 의한 피로손상에 대한 내구성을 대폭 향상하여 교면포장의 두께를 축소할 수 있도록 한 것이다(하기 [실시예1~5] 참조).

[0017] SBS 개질 매스틱 아스팔트 바인더에서 침입도 60~80의 일반 아스팔트 바인더는 아스팔트 포장에 통상적으로 사용하는 것이 그대로 채용된다.

[0018] SBS 개질 매스틱 아스팔트 바인더에서 SBS 개질제는 중량평균분자량이 100,000~220,000이고, 스틸렌 함량이 25~35중량%이고, 부타디엔 함량이 65~75중량%이면서, 전체 블록공중합체 중 삼중블록공중합체 결합비율이 83% 이상인 SBS 열가소성 탄성체로서, 가소제와 함께 이중결합이 없는 점착부여수지가 혼합된 것이다. 아스팔트 바

인더의 내노화성을 향상시키기 위해 점착부여수지를 이중결합이 없어 열에 안정한 재료로 사용한 것이다. 실제 SBS 개질제에 첨가되는 점착부여수지의 이중결합의 유무에 따라 내노화성이 달라지는 것을 [실시예1]를 통해 확인할 수 있었다.

[0019] 나아가 SBS 개질제에는 산화방지제, 반응형 경화제 중 하나 이상이 더 첨가 혼합될 수 있다. 매스틱 아스팔트 혼합물은 200℃ 이상의 온도에서 장시간 운반되기 때문에 운반과정에서 아스팔트와 SBS 개질제 등의 노화가 발생하기 쉽고 아스팔트 및 SBS 개질제의 노화가 발생하면 아스팔트 혼합물은 취성으로 변질되어 균열에 취약한 재료로 되는데, 산화방지제는 아스팔트 바인더와 SBS 개질제의 혼합, 교반, 저장 및 운반 과정에서 아스팔트 및 개질제의 산화 및 열화를 억제하고 열안정성, 고점도, 내유동, 내열성, 산화안정성, 내오존성, 저온균열저항성, 내마모성 및 동적안정성, 내구성을 향상시키는 역할을 한다. 특히 산화방지제는 amines 또는 phenols계에 의한 1차 산화방지제;와 sulfur계 또는 phosphate계에 의한 2차 산화방지제;를 1:1의 중량비로 선택하여, SBS 개질제 총 중량의 0.1~0.5중량% 첨가 혼합하면 적당하다. 여기서 1차 산화방지제는 H donor 또는 radical scavenger로 작용하여 산화작용으로 생성된 불안정한 free radical과 반응하여 고무, 플라스틱 등의 노화를 방지시켜준다. 불안정한 free radical은 산소와 결합하여 hydroperoxide를 생성하고 hydroperoxide는 또 다른 산화과정을 겪으면서 다른 종류의 불안정한 free radical을 생성하는데, 이때 2차 산화방지제는 hydroperoxide가 다른 종류의 radical로의 확산을 방지시켜 준다. 1차 산화방지제를 단독으로 사용하는 경우보다 2차 산화방지제를 함께 사용할 때 내노화성에 대한 상승효과가 크다. 1,2차 산화방지제는 SBS 개질제 총 중량의 0.1~0.5중량%로 사용하는데 0.1중량% 미만이면 산화방지 효과가 매우 떨어지고, 0.5중량%를 초과하면 더 첨가하여도 산화방지 효과가 증가하지 않거나 기본 폴리머의 물성에 영향을 줄 수 있다.

[0020] 한편 SBS 개질제에 첨가 혼합되는 반응형 경화제는 고무계 개질제와 아스팔트의 미세화학적 구조 간에 Interaction(분자내 상호반응)을 증가시켜 연화점 및 용융점도를 향상시키는 역할을 한다. 다시 말해 아스팔트 개질제로 SBS 사용하는 경우 SBS가 상대적으로 비중이 낮기 때문에 아스팔트 바인더의 상부로 떠오르는 상분리 현상이 나타나는데, 반응형 경화제는 아스팔트와 SBS 간에 상분리를 방지하는데 기여한다. 반응형 경화제는 황 또는 황화합물 계열의 가교제가 적당하다.

[0021] SBS 개질 매스틱 아스팔트 바인더에서 TLA는 Trinidad Lake Asphalt의 약자로 석유의 경질분이 자연의 힘(태양열, 지열 등)에 의해 증발된 뒤 잔류물의 형태로 산출된 천연 아스팔트를 말하는데, 종래 매스틱 아스팔트 제조시 사용하는 것을 본 발명에서도 그대로 채용한다.

[0022] SBS 개질 매스틱 아스팔트 바인더에서 중온 첨가제는 유기첨가제형, 유화아스팔트형, 화학첨가제형, 복합 개질첨가제형이 있으며, 통상 업계에서 도로 포장용으로 사용하는 것을 선택하여 사용한다. 중온 첨가제는 매스틱 아스팔트 바인더의 고온에서의 점도를 낮추는 효과가 있기 때문에 시공온도도 종래 230℃에서 200℃ 이하로 낮출 수 있으며, 이로써 탄소배출량을 저감할 수 있다. 또한 중온 첨가제의 사용으로 아스팔트 혼합물의 시공온도를 낮출 수 있기 때문에 교면포장 과정에서 강상판에 전달되는 열로 인해 발생하는 열응력을 완화할 수 있어 구조적인 안정성을 향상시킬 수 있다.

[0023] 아스팔트 혼합물을 위한 혼합골재는 체통과 중량 백분율을 기준으로 13㎜ 체 통과율은 95~100중량%, 5㎜ 65~80중량%, 2.5㎜ 45~62중량%, 0.6㎜ 35~50중량%, 0.3㎜ 28~42중량%, 0.15㎜ 25~34중량%, 0.075㎜ 20~27중량%인 것이 바람직하다. 이러한 범위의 입도를 가지는 혼합골재를 사용할 때 아스팔트 포장의 안정성을 유리하게 확보할 수 있다.

[0024] 또한 본 발명은 위에서 살펴본 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물을 바람직하게 이용한 강상판 교면의 매스틱 아스팔트 포장공법을 제안하며, 도 1은 본 발명에 따라 완성된 교면포장의 단면도이다.

[0025] 본 발명에 따른 강상판 교면의 매스틱 아스팔트 포장공법은, 강상판 교면의 레이턴스 또는 부식을 제거하여 교면의 표면을 처리하는 제1단계; 표면처리된 강상판 교면에 프라이머를 도포하는 제2단계; 프라이머 위에 접착제(고강도 수지)를 도포하는 제3단계; 접착제 위에 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물을 포설하여 제1포장층을 형성하는 제4단계; 제1포장층 위에 택코팅제를 도포하는 제5단계; 택코팅제 위에 표층용 아스팔트 혼합물을 포설하여 제2포장층을 형성하는 제6단계;로 이루어진다.

[0026] 본 발명은 아스팔트 혼합물의 종류를 다르게 하여 제1,2포장층을 형성하면서 교면포장을 실시하는데, 이는 처짐이 큰 강상판 교량의 특성과 차량하중에 의한 변형을 고려한 결과이다. 즉 강상판 교량은 처짐이 크기 때문에 제1포장층은 연성이 우수한 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물로 포장하여 강상판 교량의 처짐에 대응하도록 한

것이며, 다만 연성이 큰 포장은 차량하중에 의해 변형이 발생하기 때문에 표층에 해당하는 제2포장층은 차량하중에 대한 지지력이 우수한 포장으로 마감한 것이다.

[0027] 한편 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물은 내구성이 향상된 것이기 때문에 제1포장층은 그 포장두께를 종래보다 절반 이상 줄이는 것이 가능하다. 또한 제2포장층은 표층용 아스팔트 혼합물로 통상 업계에서 사용하는 도로 포장용을 이용하면 되며, 가령 밀입도 개질 아스팔트 혼합물, SMA, 개질 SMA 혼합물 중에서 이용한다.

[0028] 이하에서는 실시예에 의거하여 본 발명을 상세히 살펴본다. 다만, 하기의 실험시는 본 발명을 예시하기 위한 것일 뿐이며, 본 발명의 범위가 이로써 한정되는 것은 아니다.

[0029] [실시예1] SBS 개질제의 종류에 따른 아스팔트 바인더의 물성

[0030] (1)시험방법

[0031] SBS 개질제의 종류에 따라 아래 [표 1]과 같이 조성된 아스팔트 바인더에 대해 침입도, 연화점 등 물성을 조사하였다.

표 1

[0032] SBS 개질제의 종류에 따른 아스팔트 바인더

구분	일반 아스팔트 바인더(침입도 60~80)	SBS 개질제	
CASE1	100중량%	-	-
CASE2	92중량%	8중량%	금호석유화학(주)의 STE-620 개질제 99.6중량% + 1차 산화방지제 0.2중량% + 2차 산화방지제 0.2중량%
CASE3	92중량%	8중량%	금호석유화학(주)의 STE-620 개질제 99.0중량% + 1차 산화방지제 0.5중량% + 2차 산화방지제 0.5중량%
CASE4	92중량%	8중량%	금호석유화학(주)의 STE-3121 개질제 99.6중량% + 1차 산화방지제 0.2중량% + 2차 산화방지제 0.2중량%
CASE5	92중량%	8중량%	금호석유화학(주)의 STE-3121 개질제 97.5중량% + 1차 산화방지제 1.25중량% + 2차 산화방지제 1.25중량%

(1)STE-620 개질제: 중량평균분자량 110,000 g/mol, 스틸렌 함량 31중량%, 부타디엔 함량 69중량%. 삼중블록공중합체 결합비율 84%인 선형 SBS 블록 공중합체를 기반으로 하여, 가소제와 이중결합이 있는 점착부여수지를 혼합하여 제조한 것. 여기서 이중결합이 있는 점착부여수지는 코오롱유화 하이코텍 P-120임.

(2)STE-3121 개질제: 중량평균분자량 110,000 g/mol, 스틸렌 함량 31중량%, 부타디엔 함량 69중량%, 삼중블록공중합체 결합비율 84%인 선형 SBS 블록 공중합체를 기반으로 하여, 가소제와 이중결합이 없는 점착부여수지를 혼합 제조하여 내노화성을 향상시킨 것. 여기서 이중결합이 없는 점착부여수지는 코오롱유화 수코레츠 SU-120임.

(3)1차 산화방지제: Phenol계 1차 산화방지제 Irganox-1010 (Ciba 제조).

(4)2차 산화방지제: Phosphite계 2차 산화방지제 Irgafos-168 (Ciba 제조).

[0033] (2) 시험결과

[0034] 아스팔트 바인더의 물성을 시험한 결과 아래 [표 2]와 같이 나타냈다.

표 2

[0035] SBS 개질제 종류에 따른 바인더 물성시험 결과

시험항목	목표규격	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5
침입도, 25℃, dm	20~40	47	34	34	33	33
연화점, ℃	70-90	51	80	80	63	63
신도, 5℃, 5cm/min	Min.30	5.3	33	33	27	27

신도, 25℃, 5cm/min		Min.50	140	71	71	80	80
탄성회복율, 25℃, %		Min.90	0	83	83	62	61
RTFO	연화점변화, ℃	-2~+8	55	-8.3	-6.2	+1	+3
	침입도비, %	Min.65	57	73.2	76.2	78	84
	신도(25℃), cm	Min.10	100	61	77	52	61
	탄성회복, %	Min.70	0	78	78	62	61
RTFOT-PAV후 Stiffness (-16℃), MPa		Max.350	361	448	468	358	332

[0036] 위의 [표 2]에서와 같이 일반 아스팔트 바인더만을 사용한 경우(CASE1)는 침입도와 저온에서의 신도, 탄성회복률, 연화점 변화, 침입도비 등 대부분의 항목에서 목표규격을 만족하지 못함을 알 수 있다.

[0037] 한편 CASE2와 CASE3이 시험결과가 유사하고 CASE4와 CASE5가 서로 유사함을 알 수 있다. CASE2와 CASE3은 동일한 SBS 개질제에 산화방지제의 첨가량만을 달리한 것인데, 원 바인더 시료에 대한 시험결과는 동일하나 단기노화 후(RTFO 후)의 시험결과는 상이함을 알 수 있다. 즉 CASE2에 비해 CASE3이 산화방지제의 첨가량이 높아 원시료와 단기노화 시료의 연화점 및 침입도 변화가 적음을 알 수 있다(노화가 적게 발생함). 이와 유사한 결과를 CASE4와 CASE5의 시험결과에서 확인할 수 있는데, CASE2, CASE3보다는 CASE4, CASE5가 향상된 안정성을 보이는 것으로 나타났다. CASE4와 CASE5는 SBS 개질제를 제조하면서 점착부여수지를 이중결합이 없어 열에 안정한 재료로 이용하였기 때문에 CASE2와 CASE3보다 안정성을 보이는 것으로 사료된다. CASE5는 CASE4보다 안정성을 더욱 강화하고자 산화방지제를 추가로 투입하여 제조한 SBS 개질제가 사용되었으나, 비용 상승에 비해 그 효과가 크지 않은 것으로 확인되었다. 이와 같은 결과에 따라 본 발명에서는 CASE4의 SBS 개질제를 바람직한 것으로 제안한다.

[0038] [실시예2] SBS 개질제의 첨가량에 따른 아스팔트 바인더의 물성

[0039] (1) 시험방법

[0040] SBS 개질제의 첨가량에 따라 아래 [표 1]과 같이 조성된 아스팔트 바인더에 대해 침입도, 연화점 등 물성을 조사하였다. SBS 개질제는 [실시예1]의 CASE4에서 사용한 것(STE-3121 개질제 99.6중량% + 1차 산화방지제 0.2중량% + 2차 산화방지제 0.2중량%)을 이용하였다.

표 3

[0041] SBS 개질제의 첨가량에 따른 아스팔트 바인더

구분	일반 아스팔트 바인더 (침입도 60~80)	SBS 개질제
CASE1	92중량%	8중량%
CASE2	90중량%	10중량%
CASE3	88중량%	12중량%

[0042] (2) 시험결과

[0043] 아스팔트 바인더의 물성을 시험한 결과 아래 [표 2]와 같이 나타냈다.

표 4

[0044] SBS 개질제 첨가량에 따른 바인더 물성시험 결과

시험항목		목표규격	CASE1	CASE2	CASE3
침입도, 25℃, dm		20~40	33	39	38
연화점, ℃		70~90	63	82	87
신도, 5℃, 5cm/min		Min.30	27	44	48
신도, 25℃, 5cm/min		Min.50	80	79	73
탄성회복율, 25℃, %		Min.90	62	95	92
RTFO	연화점변화, ℃	-2~+8	+1	-12	-3.8

침입도비, %	Min.65	78	71	67
신도(25℃), cm	Min. 10	52	62	68
탄성회복, %	Min. 70	62	79	87
RTFOT-PAV후 Stiffness (-16℃),MPa	Max. 350	358	173	150

[0045] 위의 [표 4]에서와 같이 SBS 개질제의 첨가량이 8% 인 경우(CASE1) 탄성회복, Stiffness, 저온 신도 등의 항목이 규격에 미달함을 알 수 있다. 반면 SBS 개질제의 함량을 2%, 4% 추가로 증가시킨 결과 노화 후 연화점 변화를 제외한 모든 항목에서 목표 규격을 만족하는 것으로 나타났다. SBS 개질제의 함량이 증가할수록 생산비용이 증가하므로 개질제의 함량이 10%인 경우가 12%인 경우에 비해서 비용대비 성능이 우수한 것으로 판단된다.

[0046] [실시예3] TLA 함량에 따른 매스틱 아스팔트 바인더의 물성

[0047] (1)시험방법

[0048] [실시예2]에서 SBS 개질제만을 첨가할 경우 목표규격에서 연화점변화 규격을 완전히 만족 못함을 알 수 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 아래 [표 5]에서와 같이 TLA(Trinidad Lake Asphalt)를 일부 첨가한 다음 물리적 특성을 평가하였다. 아래 [표 5]에서 CASE3은 일반 아스팔트 70중량%와 TLA 30중량%를 혼합한 경우로서 종래 매스틱 아스팔트의 대표적인 혼합비율이고, SBS 개질제는 [실시예1]의 CASE4에서 사용한 것(STE-3121 개질제 99.6중량% + 1차 산화방지제 0.2중량% + 2차 산화방지제 0.2중량%)이다.

표 5

[0049] SBS 개질제 및 TLA 함량에 대한 아스팔트 바인더

CASE	일반 아스팔트 바인더 (침입도 60~80)	SBS 개질제	TLA
1	81	9	10
2	72	8	20
3	70	0	30

[0050] (2)시험결과

[0051] TLA 함량에 따른 아스팔트 바인더의 물성 시험결과는 아래 [표 6]과 같다.

표 6

[0052] TLA 함량에 따른 매스틱 아스팔트 바인더의 물성 시험결과

개질제		목표규격	Case 1	Case 2	Case 3
침입도, 25℃, dm		20~40	27.1	18.0	23.9
연화점, ℃		70~90	77.7	80.3	55.8
신도, 5℃, 5cm/min		Min.30	44.3	15.0	0
신도, 25℃, 5cm/min		Min.50	130.5	90	99
탄성회복율, 25℃, %		Min.50	90	79	8.3
RTFO	연화점변화,℃	-2~+8	-1	5.3	10.3
	침입도비,%	Min.65	77.9	82.7	100.4
	신도(25℃),cm	Min. 10	48.3	54.3	27.1
	탄성회복,%	Min. 70	74	78.5	14.5

[0053] 위의 [표 6]에서 보는 바와 같이, TLA를 각각 20, 30중량% 첨가한 CASE2, CASE3의 경우 목표규격을 만족하지 못함을 알 수 있다. 특히 종래 매스틱 아스팔트에 해당하는 CASE3의 경우 신도가 낮고 탄성회복률이 낮아 변형에 대한 추종성이 부족하여 상대적으로 피로균열에 취약함을 알 수 있다. 반면 CASE1의 경우 모든 목표규격을 만족함을 알 수 있고, 특히 종래 매스틱 아스팔트(CASE3)에 비해 저온에서의 신도와 탄성회복률이 대폭 향상되어 변형에 대한 추종성이 대폭 개량되어 피로균열에 대한 저항성이 상당히 우수함을 알 수 있다.

[0054] [실시예4] SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물의 관입량 및 유동성 시험

[0055] (1)시험방법

[0056] 매스틱 아스팔트 혼합물을 제조에서 매스틱 아스팔트 바인더와 혼합골재의 혼합비율을 결정하기 위해서 관입량 및 유동성 시험을 실시하였다. 관입량 시험은 고온에서 발생되는 소성변형에 대한 저항성을 평가하는 시험이고, 유동성 시험은 매스틱 아스팔트 혼합물의 반죽질기를 평가하여 시공성을 가늠하기 위한 시험이다. 관입량 및 유동성 시험은 아래 [표 7]과 같은 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물에 대해 시험하였다.

표 7

[0057] 매스틱 아스팔트 바인더의 함량에 따른 매스틱 아스팔트 혼합물

구분	CASE1	CASE2	CASE2	CASE3
매스틱 아스팔트 바인더	7중량%	7.5중량%	8중량%	8.5중량%
혼합골재	93중량%	92.5중량%	92중량%	91.5중량%
(1)SBS 개질 매스틱 아스팔트 바인더: 침입도 60~80의 일반 아스팔트 바인더 75.4중량%, SBS 개질제 8.4중량%, TLA 14.8중량%, 중온 첨가제 1.5 중량%로 구성(여기서, SBS 개질제는 [실시예1]의 CASE4에서 사용한 것(STE-3121 개질제 99.6중량% + 1차 산화방지제 0.2중량% + 2차 산화방지제 0.2중량%)이고, 중온 첨가제는 유기첨가제로서 Sasol Wax Americas, inc.사의 Sasobit 제품임) (2) 혼합골재: 체통과 중량 백분율을 기준으로 13mm 체 통과율이 97.5중량%, 5mm 75중량%, 2.5mm 53.5중량%, 0.6mm 42.5중량%, 0.3mm 35중량%, 0.15mm 29.5중량%, 0.075mm 23.5중량%				

[0058] (2)시험결과

[0059] 고온에서의 안정성 평가 및 시공성 평가를 위하여 관입량, 류엘 유동성 시험을 실시하였고 결과는 아래 [표 8]과 같다.

표 8

[0060] 매스틱 아스팔트 바인더의 함량에 따른 아스팔트 혼합물의 관입량

항목	기준치	CASE1	CASE2	CASE2	CASE3
관입량 (40℃, 52.5kg/㎠, 30분)	1~4	1.06	1.77	2.58	3.45
5cm 관입시간 (sec)	4~20	31	20	17	7

[0061] 위의 [표 8]에서 보는 바와 같이 매스틱 아스팔트 바인더의 함량은 7.5~8.5 중량%가 적정한 것으로 평가된다. 다만 위 시험결과는 본 발명에서 제시한 혼합골재의 입도범위 내에서 중앙에 해당하는 입도에 대해서만 선택적으로 실시한 시험결과이므로, 혼합골재의 입도를 조정한다면 매스틱 아스팔트 바인더의 함량은 혼합물의 총 중량 대비 7~9 중량% 내외로 조정될 수 있다.

[0062] [실시예5] SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물의 피로내구성 시험

[0063] (1)시험방법

[0064] 본 발명에 따른 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물과 종래 매스틱 아스팔트 혼합물의 피로균열에 대한 저항성을 평가하기 위하여 4점 휨 피로시험을 수행하였다. 피로시험은 300, 600, 900με의 하중진폭을 사용하여 20℃에서 아래 [표 9]의 매스틱 아스팔트 혼합물에 대해 수행하였다.

표 9

[0065] 매스틱 아스팔트 혼합물

종래 매스틱 아스팔트 혼합물		본 발명 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물	
매스틱 아스팔트 바인더	8.5중량%	SBS 개질 매스틱 아스팔트 바인더	8.3중량%
혼합골재	91.5중량%	혼합골재	91.7중량%
(1)매스틱 아스팔트 바인더: 침입도 60~80의 일반 아스팔트 바인더 70중량%, TLA 30중량% (2)SBS 개질 매스틱 아스팔트 바인더: [실시예4]와 동일 (3) 혼합골재: 체통과 중량 백분율을 기준으로 13㎜ 체 통과율이 97.5중량%, 5㎜ 75중량%, 2.5㎜ 53.5중량%, 0.6㎜ 42.5중량%, 0.3㎜ 35중량%, 0.15㎜ 29.5중량%, 0.075㎜ 23.5중량%			

[0066] (2)시험결과

[0067] 각각의 하중진폭으로부터 재료의 피로수명이 예측가능하며, 각 하중 크기별 2개의 시험시편을 시험하여 평균값을 아래 [표 10]에 정리하였다.

표 10

[0068] 매스틱 아스팔트 혼합물의 피로시험 결과

변형률 진폭 (με)	피로수명(회)	
	종래 매스틱 아스팔트 혼합물	본 발명 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물
300	7.84×10^{9}	1.32×10^{15}
600	8.20×10^{6}	1.54×10^{10}
900	1.48×10^{5}	1.99×10^{7}

[0069] 위의 [표 10]에서와 같이 본 발명에 따른 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물이 종래 매스틱 아스팔트 혼합물에 비해 피로수명이 대폭 증가한 것을 알 수 있다. 특히 교면포장의 두께를 8㎝에서 4㎝로 축소할 경우 유한요소해석을 통해 예상되는 263με의 하중에서의 본 발명에 따른 SBS 개질 매스틱 아스팔트 혼합물의 피로수명(1.14×10^{16}회)이 두께 8㎝의 종래 매스틱 아스팔트 포장의 예상되는 145με의 하중에서의 피로수명(1.05×10^{13}회)보다 약 1,000배 이상 초과하는 것으로 나타나 교면포장의 두께를 축소하여도 피로수명은 오히려 증가하는 것으로 확인되었다.

도면

도면1

