



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년04월10일

(11) 등록번호 10-1511237

(24) 등록일자 2015년04월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C08L 95/00 (2006.01) *E01C 7/18* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-0089748
 (22) 출원일자 2014년07월16일
 심사청구일자 2014년07월16일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR100669079 B1
 KR1020120086630 A
 KR101171338 B1
 JP09169979 A

(73) 특허권자
세린바이오텍(주)
 서울특별시 마포구 마포대로 63-8, 722(도화동, 삼창빌딩)
 (72) 발명자
김무성
 경기도 고양시 덕양구 화정로 27, 613동 801호 (화정동, 은빛마을6단지아파트)
고영수
 서울특별시 송파구 오금로40길 8, 51동 603호 (가락동, 현대아파트)
유성재
 서울특별시 마포구 삼계로 38, 3동 110호 (도화동, 도화3지구우성아파트)
 (74) 대리인
특허법인신성

전체 청구항 수 : 총 18 항

심사관 : 김동원

(54) 발명의 명칭 **인도네시아 부톤 천연 아스팔트를 이용한 저비용 및 친환경 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물 및 그 제조방법**

(57) 요약

본 발명은 구스 아스팔트(guss asphalt) 포장용 아스팔트 바인더 조성물 및 골재를 포함하며, 상기 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더는 부톤 천연 아스팔트(Buton natural asphalt); 및 스트레이트 아스팔트(stright asphalt) 또는 블로운 아스팔트(blow asphalt)를 포함하는 구스 아스팔트(guss asphalt) 포장용 아스팔트 혼합물, 및 구스 아스팔트(guss asphalt) 포장용 아스팔트 바인더 조성물을 제조하는 단계; 및 상기 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더 조성물을 골재와 용융 혼합하는 단계를 포함하며, 상기 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더 조성물을 제조하는 단계는, (a) 스트레이트 아스팔트 또는 블로운 아스팔트를 용융시키는 단계; (b) 용융된 스트레이트 아스팔트 또는 블로운 아스팔트에 파쇄된 부톤 천연 아스팔트를 용융혼합하는 단계; (c) 용융 혼합물에 분말형 SBR(styrene-butadiene rubber) 및 점도 개선제를 첨가하고 교반혼합하는 단계; 및 (d) 혼합물에 황 및 가황촉진제를 첨가하고 가황하는 단계를 포함하는 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물의 제조방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 다짐을 하지 않고 방수층을 형성하는 구스 아스팔트의 기본적인 기능에 더하여, 아스팔트 혼합물의 생산 온도를 현저히 낮추어 아스팔트 노화 및 강상관 교량의 변형을 방지하고 수밀 성능을 향상시키며, 에너지 소비를 감소시키고 공사비를 현저히 절감시킬 수 있다.

명세서

청구범위

청구항 1

구스 아스팔트(guss asphalt) 포장용 아스팔트 바인더 조성물 및 골재를 포함하며,
상기 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더는
부톤 천연 아스팔트(Buton natural asphalt); 및
스트레이트 아스팔트(stright asphalt) 또는 블로운 아스팔트(blow asphalt)를 포함하는
구스 아스팔트(guss asphalt) 포장용 아스팔트 혼합물.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더는
(a) 10~50 중량%의 부톤 천연 아스팔트;
(b) 1~15 중량%의 점도 개선제;
(c) 1~10 중량%의 분말형 SBR(styrene-butadiene rubber);
(d) 0.1~1.0 중량%의 황;
(e) 0.1~0.5 중량%의 가황촉진제; 및
(f) 잔부의 스트레이트 아스팔트 또는 블로운 아스팔트를 포함하는
구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 점도 개선제(b)는 폴리에틸렌계 올리고머, 폴리에틸렌 왁스, 식물성 왁스, 동물성 왁스, 계면활성제, 지방산, 변성 지방산, 스테아린산, 팜 왁스, 팜 오일, 파라핀 왁스 및 폴리올레핀 왁스로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는
구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물.

청구항 4

제3항에 있어서,
상기 점도 개선제(b)는 중량평균분자량이 500~1,000의 범위이며, 녹는점이 80~150℃인 폴리에틸렌계 올리고머인 것을 특징으로 하는
구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물.

청구항 5

제2항에 있어서,
상기 분말형 SBR(c)은 중량평균분자량이 300,000~1,000,000의 범위이며, 분말의 크기는 0 mm 초과 1 mm 이하인

것을 특징으로 하는

구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 황(d)은 입자 직경이 0 mm 초과 0.3 mm 이하의 분말 상태인 것을 특징으로 하는

구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 가황촉진제(e)는 티아졸(thiazole)계 가황촉진제, 구아니딘(guanidine)계 가황촉진제, 술펜아미드(sulfenamide)계 가황촉진제 및 티우람(thiuram)계 가황촉진제로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 하는

구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물.

청구항 8

제2항에 있어서,

SBS(styrene-butadiene-styrene) 블록 코폴리머, CRM(crumb rubber modifier), EVA(ethyl vinyl acetate), LDPE(low-density polyethylene), HDPE(high-density polyethylene), 폴리프로필렌(polypropylene), 에틸렌 아크릴레이트 코폴리머(ethylene acralate copolymer) 및 산화방지제로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상의 첨가제를 더 포함하는 것을 특징으로 하는

구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더 조성물 및 상기 골재는 8:92 내지 12:88의 중량비로 포함되는

구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물.

청구항 10

구스 아스팔트(guss asphalt) 포장용 아스팔트 바인더 조성물을 제조하는 단계; 및

상기 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더 조성물을 골재와 용융 혼합하는 단계를 포함하며,

상기 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더 조성물을 제조하는 단계는,

- (a) 스트레이트 아스팔트 또는 블로운 아스팔트를 용융시키는 단계;
- (b) 용융된 스트레이트 아스팔트 또는 블로운 아스팔트에 과쇄된 부톤 천연 아스팔트를 용융혼합하는 단계;
- (c) 용융 혼합물에 분말형 SBR(styrene-butadiene rubber) 및 점도 개선제를 첨가하고 교반혼합하는 단계; 및
- (d) 혼합물에 황 및 가황촉진제를 첨가하고 가황하는 단계를 포함하는

구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물의 제조방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더 조성물은 10~50 중량%의 부톤 천연 아스팔트; 1~15 중량%의 점도 개선제; 1~10 중량%의 분말형 SBR(styrene-butadiene rubber); 0.1~1.0 중량%의 황; 0.1~0.5 중량%의 가황촉진제; 및 잔부의 스트레이트 아스팔트 또는 블로운 아스팔트를 포함하는 것을 특징으로 하는

구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물의 제조방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 용융 단계(a)는 150~180℃ 범위의 온도로 가열함으로써 수행되는 것을 특징으로 하는

구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물의 제조방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 교반혼합 단계(c)는 170~200℃ 범위의 온도에서 30~60분 동안 수행되는 것을 특징으로 하는

구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물의 제조방법.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 가황 단계(d)는 150~200℃ 범위의 온도에서 30~60분 동안 수행되는 것을 특징으로 하는

구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물의 제조방법.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 용융혼합 단계(b) 후에, 10~30분 동안 추가로 교반하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는

구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물의 제조방법.

청구항 16

제10항에 있어서,

상기 교반혼합 단계(c)에서, SBS(styrene-butadiene-styrene) 블록 코폴리머, CRM(crumb rubber modifier), EVA(ethyl vinyl acetate), LDPE(low-density polyethylene), HDPE(high-density polyethylene), 폴리프로필렌(polypropylene), 에틸렌 아크릴레이트 코폴리머(ethylene acralate copolymer) 및 산화방지제로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상의 첨가제를 더 첨가하여 교반혼합하는 것을 특징으로 하는

구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물의 제조방법.

청구항 17

제10항에 있어서,

상기 점도 개선제는 폴리에틸렌계 올리고머, 폴리에틸렌 왁스, 식물성 왁스, 동물성 왁스, 계면활성제, 지방산, 변성 지방산, 스테아린산, 팜 왁스, 팜 오일, 파라핀 왁스 및 폴리올레핀 왁스로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는

구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물의 제조방법.

청구항 18

제10항에 있어서,

상기 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더 조성물 및 상기 골재는 8:92 내지 12:88의 중량비로 혼합되는 것을 특징으로 하는

구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 아스팔트 혼합물 및 그 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 인도네시아 부톤 천연 아스팔트를 이용한 저비용 및 친환경 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 장대교량은 대부분 주경간을 케이블로 지지하는 현수교 또는 사장교로 건설되고 있는데, 교량 상판은 사하중을 경감하고 지간을 최대한 길게 하기 위하여 대부분 강상판 형식으로 건설되고 있다. 유럽과 일본 등에서 이러한 강상판의 교면 포장에 매스틱 아스팔트(mastic asphalt)의 일종인 구스 아스팔트(guss asphalt)가 널리 적용되어 왔다.

[0003] 구스 아스팔트(guss asphalt) 포장 공법은 독일에서 최초로 개발되어 아우토반 건설에 적용되었으며, 국내에서는 1997년 광양항 배후도로 현장의 정산1교 강상판 교면포장에 최초로 적용된 교량 강상판용 포장 공법이다. 이후 2000년대 접어들면서 서해대교와 영종대교를 비롯한 장대교량이 건설되면서 구스 아스팔트 포장 또한 점진적으로 그 적용 사례가 늘어가고 있다.

[0004] 구스 아스팔트 포장은 롤드 아스팔트(rolled asphalt) 포장과 달리 롤러에 의한 다짐 공정을 필요로 하지 않으며, 공극률이 매우 낮아 교량 상부층의 수분이 강상판으로 유입되지 않도록 하는 방수 효과를 발휘할 수 있으며, 포장 최상층인 표층을 바로 시공할 수 있어, 콘크리트 구조층이 필요 없는 경량 교량을 실현할 수 있는 매우 효율적인 포장 공법으로 널리 활용되어 왔다. 기존 구스 아스팔트 포장은 두께 4 cm의 구스 아스팔트 하층과 두께 4 cm의 개질 아스팔트 상층의 2개 층으로 구성된 복합 포장체가 일반적인 구성이다.

[0005] 그러나 종래의 구스 아스팔트 포장 공법은 다짐 공정을 필요로 하지 않는다는 장점을 살리기 위해 아스팔트에 매우 큰 유동성을 부여해야 하며, 이를 위해 250℃ 이상으로 아스팔트 혼합물을 가열해야 하는 공법이다. 이 경우 아스콘 가열에 소모되는 에너지 소비가 매우 클 뿐만 아니라, 200℃ 이상에서 노화가 급격히 진행되는 아스팔트의 특성상 아스팔트의 경화 현상이 유발되어, 포장층의 수밀성이 저하되는 문제점이 발생한다. 그 외에도, 230℃~250℃의 고온인 시공 온도로 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.

[0006] 또한, 종래의 구스 아스팔트 포장의 경우 TLA(Trinidad Lake Asphalt)라는 천연 아스팔트를 약 30% 내외의 석유

계 경질 아스팔트(침입도 20-40)와 혼합하여 사용하는데, TLA는 전량 외국에서 수입해야 하며, 경질 아스팔트는 특수한 생산공정을 필요로 하여 재료비가 고가이고 물리적인 성질을 개선하기가 매우 어려운 문제점을 갖고 있다.

[0007] 이에, 종래 구스 아스팔트 포장에서 야기되는 이와 같은 문제점을 해결할 수 있는 저비용이며 환경친화적인 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물 및 그 제조방법이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 다짐을 하지 않고 방수층을 형성하는 구스 아스팔트의 기본적인 기능에 더하여, 아스팔트 혼합물의 생산 온도를 현저히 낮추어 아스팔트 노화 및 강상관 교량의 변형을 방지하고 수밀 성능을 향상시키며, 에너지 소비를 감소시키고 공사비를 현저히 절감할 수 있는 인도네시아 부톤 천연 아스팔트를 이용한 저비용 및 친환경 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예는 구스 아스팔트(guss asphalt) 포장용 아스팔트 바인더 조성물 및 골재를 포함하며, 상기 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더는 부톤 천연 아스팔트(Buton natural asphalt); 및 스트레이트 아스팔트(stright asphalt) 또는 블로운 아스팔트(blow asphalt)를 포함하는 구스 아스팔트(guss asphalt) 포장용 아스팔트 혼합물을 제공한다.

[0010] 또한, 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 다른 일 실시예는 구스 아스팔트(guss asphalt) 포장용 아스팔트 바인더 조성물 및 골재를 포함하며, 상기 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더는 (a) 10~50 중량%의 부톤 천연 아스팔트; (b) 1~15 중량%의 점도 개선제; (c) 1~10 중량%의 분말형 SBR(styrene-butadiene rubber); (d) 0.1~1.0 중량%의 황; (e) 0.1~0.5 중량%의 가황촉진제; 및 (f) 잔부의 스트레이트 아스팔트 또는 블로운 아스팔트를 포함하는 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물을 제공한다.

[0011] 또한, 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 다른 일 실시예는 구스 아스팔트(guss asphalt) 포장용 아스팔트 바인더 조성물을 제조하는 단계; 및 상기 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더 조성물을 골재와 용융 혼합하는 단계를 포함하며, 상기 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더 조성물을 제조하는 단계는, (a) 스트레이트 아스팔트 또는 블로운 아스팔트를 용융시키는 단계; (b) 용융된 스트레이트 아스팔트 또는 블로운 아스팔트에 파쇄된 부톤 천연 아스팔트를 용융혼합하는 단계; (c) 용융 혼합물에 분말형 SBR(styrene-butadiene rubber) 및 점도 개선제를 첨가하고 교반혼합하는 단계; 및 (d) 혼합물에 황 및 가황촉진제를 첨가하고 가황하는 단계를 포함하는 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 따르면, 일반 스트레이트 아스팔트 또는 블로운 아스팔트에 인도네시아 천연 부톤 아스팔트를 이용하여 구스 아스팔트에서 요구되는 강도 및 유연성을 발휘하며, 다짐을 필요로 하지 않고 교량 상부층의 수분이 강상관으로 유입되지 않도록 하는 방수 효과를 발휘할 수 있는 저비용이며 환경 친화적인 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물을 제공할 수 있다.

[0013] 또한, 본 발명에 따르면, 구스 아스팔트의 기본적인 기능 외에, 아스팔트 혼합물의 생산 온도를 현저히 낮추어 아스팔트의 노화를 방지하고, 종래 높은 시공 온도로 인한 강상관 교량의 변형을 방지하고, 수밀 성능을 향상시켜 포장체의 안정성을 향상시킬 수 있다. 나아가, 강상관 뿐만 아니라 콘크리트 교면 포장에 사용이 가능하여 별도의 방수 시트를 필요로 하지 않는 장점을 갖는다.

[0014] 또한, 본 발명에 따르면, 구스 아스팔트 생산 및 시공 온도를 현저히 낮출 수 있어, 석유계 연료 및 가스 등의 에너지 소비를 감소시킬 수 있고 유해가스 및 악취 발생의 저하에 따라 환경적인 이익을 도모할 수 있다. 또한, 전량 수입되고 있는 고가의 TLA와 특수한 생산 공정을 필요로 하는 경질 아스팔트를 사용하지 않으므로 공

사비를 현저히 절감할 수 있는 경제적인 효과와 함께, 강상판의 변형이나 시공 불량 등의 문제를 해결할 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명에 따르면 아스팔트 바인더의 점도 저하에 의해 작업성을 증가시켜 더욱 균일한 품질의 포장 성능을 발휘할 수 있다. 또한, 강상판에 전달되는 열로 인해 발생하는 열응력을 완화하여 구조적인 안정성을 향상시킬 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세히 설명하기 위하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하기로 한다. 하기의 설명에서는 구체적인 구성요소 등과 같은 많은 특정사항들이 도시되어 있는데, 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐 이러한 특정 사항들 없이도 본 발명이 실시될 수 있음은 이 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 자명하다 할 것이다. 그리고, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0017] 본 발명의 일 실시예는 구스 아스팔트(guss asphalt) 포장용 아스팔트 바인더 조성물 및 골재를 포함하며, 상기 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더는 부톤 천연 아스팔트(Buton natural asphalt); 및 스트레이트 아스팔트(stright asphalt) 또는 블로운 아스팔트(blow asphalt)를 포함하는 구스 아스팔트(guss asphalt) 포장용 아스팔트 혼합물에 관한 것이다.

[0018] 본 발명에 이용되는 부톤 천연 아스팔트는 인도네시아 부톤에서 산출되는 천연 아스팔트로서, 일반적으로 Asbuton, 부톤락, Carbonate Solid 등으로 불리며 캐나다의 오일샌드와 같이 석유를 추출할 수 있는 바위돌 형상을 하고 있다. 이와 같은 부톤 천연 아스팔트는 아스팔트를 35~40% 범위로 포함하며, 나머지 60~65%는 미세 탈 soil 등 기타 광물로 이루어져 있다.

[0019] 종래 구스 아스팔트 포장에 이용되는 TLA(Trinidad Lake Asphalt)는 아스팔텐 약 32%, 레진 약 35%, 아로매틱 약 21%, Saturate가 약 3%, 기타 약 9%로 구성되어 있으나, 부톤 천연 아스팔트는 아스팔텐 약 50~70%, 레진 약 20~30%, 아로매틱이 약 0~5%, Saturate 약 1~5%, 기타 5~10%로 구성되어 있다. 이와 같이, 본 발명에 이용되는 부톤 천연 아스팔트는 TLA에 비해 아로매틱과 레진 함량이 현저히 낮아 매우 단단한 특징을 가지고 있어, 고온에서 발생할 수 있는 변형에 대한 저항성이 매우 우수하다.

[0020] TLA를 이용한 종래 구스 아스팔트 포장에 있어서는, TLA의 특성상 강도와 유연성을 확보하기 위하여 경질 아스팔트(침입도 20~40)을 사용하여야 한다. 그러나, 부톤 천연 아스팔트는 아로매틱 및 Saturate의 함유량이 TLA 보다 현저히 낮기 때문에, 본 발명에 있어서는 종래 구스 아스팔트 포장에 필수적인 값비싼 경질 아스팔트를 사용하지 않고, 대신에 일반적으로 사용되는 스트레이트 아스팔트 또는 블로운 아스팔트를 사용함으로써 경질 아스팔트를 사용한 구스 아스팔트의 강도와 유연성을 확보할 수 있다.

[0021] 본 발명의 다른 일 실시예는 구스 아스팔트(guss asphalt) 포장용 아스팔트 바인더 조성물 및 골재를 포함하며, 상기 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더는 (a) 10~50 중량%의 부톤 천연 아스팔트; (b) 1~15 중량%의 점도 개선제; (c) 1~10 중량%의 분말형 SBR(styrene-butadiene rubber); (d) 0.1~1.0 중량%의 황; (e) 0.1~0.5 중량%의 가황촉진제; 및 (f) 잔부의 스트레이트 아스팔트 또는 블로운 아스팔트를 포함하는 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물에 관한 것이다.

[0022] 일 실시예에서, 부톤 천연 아스팔트는 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더 조성물 전체 중량을 기준으로 10~50 중량%, 바람직하게 20~50 중량%, 더욱 바람직하게 30~50 중량% 포함될 수 있다. 부톤 천연 아스팔트의 함량이 10 중량% 미만인 경우에는 바인더의 연화점이 너무 낮아 구스 아스팔트로서의 소성변형 저항성을 확보하지 못할 우려가 있으며, 50 중량%를 초과하는 경우에는 지나친 점도 상승으로 매스틱 아스팔트 포장이 불가능해지며, 높은 경도로 인하여 포장체 균열 발생이 유발될 수 있다.

[0023] 본 발명에 있어서는 부톤 천연 아스팔트를, 일반적인 스트레이트 아스팔트 또는 블로운 아스팔트와 함께 이용함으로써 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더 조성물을 형성할 수 있다.

[0024] 스트레이트 아스팔트는 AP-3, AP-5 등 아스팔트 포장에 사용되는 다양한 아스팔트로부터 선택될 수 있다.

- [0025] 본 발명에 있어서 점도 개선제는 아스팔트 바인더의 점도를 저하시켜 아스팔트 혼합물의 생산 및 시공 온도를 낮추면서 또한 바인더의 고온 특성 저하를 방지하는 역할을 할 수 있다.
- [0026] 일 실시예에서, 점도 개선제는 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더 조성물 전체 중량을 기준으로 1~15 중량%, 바람직하게 1~10 중량%, 더욱 바람직하게 1~5 중량% 포함될 수 있다. 점도 개선제의 함량이 1 중량% 미만인 경우에는 점도 저하 효과가 나타나지 않아 구스 아스팔트 혼합물의 생산 및 시공 온도를 낮출 수 없으며, 15 중량%를 초과하는 경우에는 아스팔트의 고온 물성을 저하시키고, 점도 개선제가 포장층 표면으로 배어나와 포장층과 강상판 사이의 접착력 저하 현상을 유발할 수 있다.
- [0027] 일 실시예에서, 점도 개선제는 폴리에틸렌계 올리고머, 폴리에틸렌 왁스, 식물성 왁스, 동물성 왁스, 계면활성제, 지방산, 변성 지방산, 스테아린산, 팜 왁스, 팜 오일, 파라핀 왁스 및 폴리올레핀 왁스로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0028] 폴리에틸렌계 올리고머는 폴리에틸렌을 열분해하여 얻어지며, 상온에서 고체 상태이고 온도를 높이면 유체로 변하는 분자량 수백 정도의 물질로서, 녹는점 이상에서의 유동성으로 인하여 아스팔트 바인더의 점도를 저하시켜, 아스팔트 혼합물의 생산 및 시공 온도를 낮추는 효과를 나타내고, 녹는점 미만에서는 고체상태로 존재하여 바인더의 고온 특성 저하 현상을 초래하지 않는 역할을 할 수 있다.
- [0029] 일 실시예에서, 폴리에틸렌계 올리고머는 500~1,000 범위의 중량평균분자량을 가질 수 있다. 폴리에틸렌계 올리고머의 중량평균분자량이 500 미만인 경우에는 고체 상태에서의 경도가 너무 낮아 아스팔트의 소성변형 저항성을 저하시킬 수 있으며, 1,000을 초과하는 경우에는 저온에서의 바인더 경화를 유발하여 포장면의 균열 발생 등을 가속화시킬 수 있다.
- [0030] 일 실시예에서, 폴리에틸렌계 올리고머는 80~150℃ 범위의 녹는점을 가질 수 있다. 폴리에틸렌계 올리고머의 녹는점이 80℃ 미만인 경우에는 바인더의 고온 소성변형 저항성을 저하시킬 우려가 있으며, 150℃를 초과하는 경우에는 구스 아스팔트 시공 조건에서 시공 불균일성을 초래할 수 있다.
- [0031] 본 발명에 이용되는 분말형 SBR은 연화점 상승 등 아스팔트의 고온 소성변형 증진 효과를 나타낼 뿐 아니라, 저온에서의 신율 향상에 의하여 구스 아스팔트에 유연성을 부여하고 저온 특성을 증진시키는 역할을 할 수 있다.
- [0032] 일 실시예에서, 분말형 SBR은 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더 조성물 전체 중량을 기준으로 1~10 중량%, 바람직하게 1~8 중량%, 더욱 바람직하게 1~5 중량% 포함될 수 있다. 분말형 SBR의 함량이 1 중량% 미만인 경우에는 아스팔트 개질 효과를 얻을 수 없으며, 10 중량%를 초과하는 경우에는 지나친 점도 상승으로 인하여 아스팔트와의 혼합이 불가능해질 우려가 있다.
- [0033] 일 실시예에서, 분말형 SBR은 300,000~1,000,000 범위의 중량평균분자량을 가질 수 있다. 분말형 SBR의 중량평균분자량이 300,000 미만인 경우에는 분말들이 서로 엉겨 붙어 아스팔트에 투입할 때 균일하게 분산되기 어려울 수 있으며, 1,000,000을 초과하는 경우에는 해당 조건에서 아스팔트 내로 분산되지 않아 개질제로서의 사용이 불가능할 수 있다.
- [0034] 일 실시예에서, 분말형 SBR은 0 mm 초과 1 mm 이하의 입자 크기를 가질 수 있다. 분말형 SBR의 입자 크기가 1 mm를 초과하는 경우에는 아스팔트 내로 분산되는 시간이 지연되어, 분산 전에 분자 간의 화학적 결합으로 인한 겔 현상이 발생하여 결국 아스팔트 내로의 분산이 불가능해질 수 있다.
- [0035] 본 발명에 이용되는 황은 연화점 상승 등 아스팔트의 고온 소성변형 증진 효과를 나타내는 역할을 할 수 있으며, 녹는점이 110~120℃이며 상온에서 고체 분말 상태인 일반적인 황을 이용할 수 있다.
- [0036] 일 실시예에서, 황은 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더 조성물 전체 중량을 기준으로 0.1~1.0 중량%, 바람직하게 0.1~0.5 중량%, 더욱 바람직하게 0.1~0.3 중량% 포함될 수 있다. 황의 함량이 0.1 중량% 미만인 경우에는 SBR 등의 가황 효과가 충분하지 않아 연화점 등 아스팔트의 고온 성능 증진 효과가 없으며, 1.0 중량%를 초과하는 경우에는 지나친 가황 현상으로 아스팔트가 겔화되어 가공이 불가능해질 수 있다.
- [0037] 일 실시예에서, 황은 입자 직경이 0 mm 초과 0.3 mm 이하의 분말 상태일 수 있다. 황 분말의 직경이 0.3 mm를 초과하는 경우에는 아스팔트 내에 분산되어 있는 SBR이 고르게 가황되지 않아, 상분리 현상 등이 발생하여 바인더의 균일한 품질을 얻는 것이 곤란해질 우려가 있다.
- [0038] 일 실시예에서, 가황촉진제는 티아졸(thiazole)계 가황촉진제, 구아니딘(guanidine)계 가황촉진제, 술펜아미드(sulfenamide)계 가황촉진제 및 티우람(thiuram)계 가황촉진제로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상일 수

있다.

- [0039] 일 실시예에서, 가황촉진제는 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더 조성물 전체 중량을 기준으로 0.1~0.5 중량%, 바람직하게 0.1~0.4 중량%, 더욱 바람직하게 0.1~0.3 중량% 포함될 수 있다. 가황촉진제의 함량이 0.1 중량% 미만인 경우에는 가황촉진 효과를 나타내지 못할 수 있고, 0.5 중량%를 초과하는 경우에는 추가적인 가황촉진 효과의 향상이 없어 재료의 추가 투입이 무의미해진다.
- [0040] 일 실시예에서, 본 발명의 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더 조성물은 SBS(styrene-butadiene-styrene) 블록 코폴리머, CRM(crumb rubber modifier), EVA(ethyl vinyl acetate), LDPE(low-density polyethylene), HDPE(high-density polyethylene), 폴리프로필렌(polypropylene), 에틸렌 아크릴레이트 코폴리머(ethylene acralate copolymer) 및 산화방지제로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상의 첨가제를 더 포함할 수 있다.
- [0041] 일 실시예에서, SBS(styrene-butadiene-styrene) 블록 코폴리머, CRM(crumb rubber modifier), EVA(ethyl vinyl acetate) 등은 구스 아스팔트 혼합물의 수밀성, 접착력, 인장력, 및 신도를 개선하기 위하여 이용될 수 있다.
- [0042] CRM은 페타이어를 분쇄하여 얻어지며, 본 발명에 있어서는 입경이 0.08~ 1.00mm인 CRM을 이용하는 것이 바람직할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. CRM의 입경이 0.08mm 미만이면 분쇄시 어려움이 발생되어 원가상승 등의 비효율성이 발생하고, 2.0mm를 초과하면 고른 혼합이 이루어 지지 않아 개질제로서 충분한 역할을 나타내기 어렵다.
- [0043] 또한 SBS 블록 코폴리머는 구스 아스팔트 바인더 조성물 전체 중량을 기준으로 약 2~10 중량% 함유되는 것이 바람직하나, 이에 제한되는 아니다. SBS 블록 코폴리머의 함량이 2 중량% 미만이면 개질제로서의 효과를 얻기 어렵고, 10 중량% 이상이면 지나친 점도 상승으로 가공성에 문제가 될 수 있다.
- [0044] 일 실시예에서, LDPE, HDPE, 폴리프로필렌, 에틸렌 아크릴레이트 코폴리머 등은 구스 아스팔트 혼합물의 강성, 즉 변형에 대한 저항성을 증가시키기 위하여 이용될 수 있다. 이러한 첨가제들은 에틸렌계 수지 분야에서 매우 범용으로 사용되는 녹는점 150℃ 이하의 것이 이용될 수 있다.
- [0045] 일 실시예에서, 상기 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더 조성물 및 상기 골재는 8:92 내지 12:88의 중량비로 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물에 포함될 수 있다.
- [0046] 본 발명의 다른 일 실시예는 구스 아스팔트(guss asphalt) 포장용 아스팔트 바인더 조성물을 제조하는 단계; 및 상기 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더 조성물을 골재와 용융 혼합하는 단계를 포함하며, 상기 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더 조성물을 제조하는 단계는, (a) 스트레이트 아스팔트 또는 블로운 아스팔트를 용융시키는 단계; (b) 용융된 스트레이트 아스팔트 또는 블로운 아스팔트에 파쇄된 부톤 천연 아스팔트를 용융혼합하는 단계; (c) 용융 혼합물에 분말형 SBR(styrene-butadiene rubber) 및 점도 개선제를 첨가하고 교반혼합하는 단계; 및 (d) 혼합물에 황 및 가황촉진제를 첨가하고 가황하는 단계를 포함하는 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 혼합물의 제조방법에 관한 것이다.
- [0047] 상기 실시예에 있어서, 각각의 구성성분, 함량 및 작용효과는 구스 아스팔트 혼합물에 관한 실시예에서 진술한 바와 같으며, 반복을 피하기 위하여 본 실시예에서는 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0048] 용융 단계(a)에 있어서, 스트레이트 아스팔트 또는 블로운 아스팔트를 가열하여 유동성을 확보할 수 있다.
- [0049] 일 실시예에서, 용융 단계(a)는 150~180℃ 범위의 온도에서, 바람직하게는 약 180℃ 정도의 온도에서 수행될 수 있다. 용융 단계(a)의 온도가 150℃ 미만인 경우에는 스트레이트 아스팔트 또는 블로운 아스팔트의 유동성을 확보할 수 없어 골재와의 혼합을 할 수 없으며, 혼합시에 골재 피복이 완벽하게 이루어지지 않는 문제가 발생하며, 180℃를 초과하는 경우에는 스트레이트 아스팔트 또는 블로운 아스팔트가 급격하게 산화 및 경화되어 균열에 대한 저항성이 감소되고, 균열과 같은 포장의 조기 파손을 발생시킬 수 있다.
- [0050] 용융혼합 단계(b)에 있어서, 용융된 스트레이트 아스팔트에 파쇄된 부톤 천연 아스팔트를 첨가하면서 교반함으로써 부톤 천연 아스팔트와 스트레이트 아스팔트의 용융 혼합물을 형성할 수 있다.
- [0051] 일 실시예에서, 용융혼합 단계(b) 후에, 10~30분 동안 추가로 교반하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이 경우, 용이한 적정 온도 제어를 위해 추가 교반은 180℃ 이하의 온도에서 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0052] 교반혼합 단계(c)에 있어서, 부톤 천연 아스팔트와 스트레이트 아스팔트의 용융 혼합물에 점도 개선제 및 분말형 SBR를 균일하게 분산시킬 수 있다.

- [0053] 일 실시예에서, 교반혼합 단계(c)는 170~200℃ 이하, 바람직하게 180~190℃ 범위의 온도에서 수행될 수 있다. 교반혼합 단계(c)의 온도가 200℃를 초과하는 경우에는 아스팔트 및 SBR의 성능 저하를 초래할 수 있다.
- [0054] 일 실시예에서, 교반혼합 단계(c)는 30~60분 동안 수행될 수 있다. 교반혼합 시간이 30분 미만인 경우에는 점도 개선제 및 분말형 SBR이 충분히 혼합되지 않아 균일한 분산상을 얻기 어려울 수 있으며, 60분을 초과하는 경우에는 아스팔트 및 SBR의 노화로 성능 저하를 초래할 수 있다.
- [0055] 가황 단계(d)에 있어서, 얻어진 혼합물에 황 및 가황촉진제를 첨가하고 교반함으로써 가황공정을 수행할 수 있다.
- [0056] 일 실시예에서, 가황 단계(d) 150~200℃ 범위의 온도에서 이루어질 수 있다. 가황 단계(d)의 온도가 150℃ 미만인 경우에는 구스 아스팔트 바인더 조성물의 유동성이 확보되지 않아 SBR이 아스팔트 내에 고르게 분산되기 어려워 균일하게 가황되지 않으며, 200℃를 초과하는 경우에는 SBR의 노화로 성능 저하가 발생할 수 있다.
- [0057] 일 실시예에서, 가황 단계(d)는 30~60분 동안 수행될 수 있다. 가황 시간이 30분 미만인 경우에는 SBR의 가황이 충분히 진행되지 않아 충분한 개질 효과를 얻을 수 없으며, 60분을 초과하는 경우에는 아스팔트 및 SBR의 노화로 성능 저하를 초래할 수 있다.
- [0058] 일 실시예에서, 상기 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더 조성물 및 상기 골재는 8:92 내지 12:88의 중량비로 혼합될 수 있다.
- [0059] 이하, 본 발명을 실시예에 의하여 더욱 상세하게 설명한다. 그러나, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐이며, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0060] **실시예**
- [0061] 1. 구스 아스팔트 포장용 아스팔트 바인더 조성물 제조 및 물성 평가
- [0062] (1) 제조방법
- [0063] 스트레이트 아스팔트를 180℃ 정도로 가열 용융시키고, 교반기로 교반시킨다. 교반되고 있는 스트레이트 아스팔트에 파쇄된 부톤 아스팔트를 서서히 첨가하면서 계속 교반시킨다. 부톤 아스팔트 첨가 후 약 20분 동안 추가로 교반하면서 부톤 아스팔트가 스트레이트 아스팔트와 완전히 용융 혼합되도록 한다. 교반시, 혼합물 온도 상승이 필연적이므로, 용이한 적정 온도 제어를 위하여 추가 가열은 200℃ 이하에서 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0064] 스트레이트 아스팔트와 부톤 아스팔트의 용융 혼합물에, 점도 개선제, 분말형 SBR을 첨가하고 30분 내지 60분 동안 교반하여 균질한 분산상이 되도록 한다. 교반시 온도는 200℃ 이하, 예를 들어 170~200℃ 범위인 것이 바람직하다.
- [0065] 이와 같이 형성된 혼합물에 황 및 가황촉진제를 첨가하고 150~200℃ 온도에서 30분 내지 60분 동안 교반하여 가황공정을 완료하여, 아스팔트 바인더 조성물을 제조한다.
- [0066] (2) 물성 평가방법
- [0067] 완성된 구스 아스팔트 바인더 조성물의 물성 평가를 위하여, 저온 영역에서의 온도균열저항성을 알아보기 위한 신도 시험 및 처짐보유동기(Bending Beam Rheometer) 시험을 실시하였고, 추가로 동점도를 측정하였다.
- [0068] 처짐보유동기 (Bending Beam Rheometer) 시험은 단기노화(RTFO 노화)와 장기노화(PAV 노화)를 거친 시료에 대하여 수행한다.
- [0069] 여기서, 단기노화는 회전박막가열시험(Rolling Thin Film Oven, RTFO)을 통해 아스팔트 바인더를 노화시키며, 이는 아스팔트 혼합물 생산 및 시공 단계의 아스팔트 노화를 모사한다. 또한, 장기노화는 압력노화시험(Pressure Aging Vessel, PAV)을 통해 시료를 제작하며, 반드시 단기노화시험을 거친 시료를 장기노화시키게 된다. 장기노화는 공용년수가 5 내지 10 년 정도 경과된 아스팔트 포장의 노화를 모사한다.
- [0070] 또한, 처짐보유동기 (Bending Beam Rheometer) 시험은 저온영역에서의 온도균열저항성을 측정하는 시험이다. 지금까지의 아스팔트 바인더 시험법들은 25℃와 60℃ 등 제한적인 범위에서의 물리적 특성에 대하여

측정하였다. 그러나 실제 공용중인 아스팔트 포장은 고온과 중간온도는 물론이고 빙점 이하의 낮은 온도 조건의 영향도 받고 있으며, 이때의 아스팔트는 매우 단단하여 탄성체와 유사한 거동을 하게 된다. 처짐보유동기는 이러한 저온조건 하에서의 아스팔트 특성을 평가하기 위하여 빔 이론을 기초로 개발된 장치로서 아스팔트의 물리적 경화에 대한 참고자료의 제공이 주된 목적이다. 시편의 제작은 단기노화(RTFO)를 수행한 시료를 다시 장기노화(PAV)시킨 시료로 시편을 제작하게 된다.

[0071] 실제 시험에서는 포장이 경험하게 될 가장 낮은 온도조건 하에서 빔의 형태로 제작된 아스팔트 시료에 크리프(Creep) 하중(일정하중)을 240초 동안 가하여 처짐을 측정하고 크리프 하중에 대한 저항능력인 크리프 강성(S_t)과 강성의 변화율(m -value)을 계산한다.

[0072] (3) 결과

[0073] 1) 실시예 1

[0074] 하기 표 1에 나타내어진 조성비에 따라 스트레이트 아스팔트 (SK 주식회사, 제품명: AP5), 과쇄된 부톤 아스팔트, 분말형 SBR(LG화학, 제품명: SBR1502), 폴리에틸렌계 올리고머(라이온켄텍, 제품명: 104N), 황(태경화공, 제품명: sulfur powder), 가황촉진제(금호석유화학, 제품명: KUMAC D)를 이용하여 상기 기재된 방법에 의해 아스팔트 바인더 조성물을 제조하였다. 제조된 시료에 대하여 -12℃에서 5℃에서 처짐보유동기 시험, 신도 시험, 200℃에서 점도 측정을 실시하였다. 시험 결과를 하기 표 1에 나타낸다.

[0075] 2) 비교예 1

[0076] 하기 표 1에 나타내어진 바와 같이 스트레이트 아스팔트 바인더(SK 주식회사, 제품명: AP5) 및 TLA 아스팔트를 이용하고, 개질제를 첨가하지 않은 점을 제외하고는 상기 실시예 1과 유사하게 아스팔트 바인더 조성물을 제조하고, 물성을 평가하였다. 시험 결과를 하기 표 1에 나타낸다.

[0077] 3) 비교예 2

[0078] 하기 표 1에 나타내어진 바와 같이, 폴리에틸렌계 올리고머를 첨가하지 않은 점을 제외하고는 상기 실시예 1과 유사하게 아스팔트 바인더 조성물을 제조하고, 물성을 평가하였다. 시험 결과를 하기 표 1에 나타낸다.

[0079] 4) 비교예 3

[0080] 하기 표 1에 나타내어진 바와 같이, 분말형 SBR를 첨가하지 않은 점을 제외하고는 상기 실시예 1과 유사하게 아스팔트 바인더 조성물을 제조하고, 물성을 평가하였다. 시험 결과를 하기 표 1에 나타낸다.

[0081] 5) 비교예 4

[0082] 하기 표 1에 나타내어진 바와 같이, 분말형 SBR 대신에 SBS 블록 코폴리머를 사용한 점을 제외하고는 상기 실시예 1과 유사하게 아스팔트 바인더 조성물을 제조하고, 물성을 평가하였다. 시험 결과를 하기 표 1에 나타낸다.

표 1

	실시예1	비교예1	비교예2	비교예3	비교예4
부톤 아스팔트	30중량%	-	30중량%	30%	30중량%
TLA 아스팔트	-	50중량%	-	-	-
분말형 SBR	5중량%	-	5중량%	-	-
SBS 블록 코폴리머	-	-	-	-	5중량%
폴리에틸렌계 올리고머	3중량%	-	-	3중량%	3중량%
황	0.3중량%	-	0.3중량%	0.3중량%	0.3중량%
가황촉진제	0.1중량%	-	0.1중량%	0.1중량%	0.1중량%
아스팔트	61.6중량%	50중량%	64.6중량%	66.6중량%	61.6중량%
BBR Stiffness (MPa, -12℃)	220	420	260	380	275
신도(cm, 5℃)	62	32	61	35	66
점도(cps, 200℃)	630	960	780	490	1,020

[0084] 상기 표 1에서 확인할 수 있는 바와 같이 본 발명에 따른 실시예 1은 비교예에 비하여 상대적으로 낮은 -12℃ BBR Stiffness 시험 값 및 5℃에서의 높은 신도 값을 보여 저온에서의 균열 저항성이 매우 높았다. 이는 수밀성 확보에 매우 큰 효과가 있다는 것을 나타낸다. 또한 200℃ 점도값이 상대적으로 매우 낮아 시공시 작업 용

이성을 얻을 수 있을 뿐 아니라, 기존 TLA 구스 아스팔트를 이용한 비교예 1의 250℃ 점도와 유사한 값을 보여 약 50℃의 아스팔트 혼합물 제조 및 시공 온도 저감 효과를 나타낼 수 있음을 확인할 수 있다.

- [0085] 비교예 1은 기존의 TLA 구스 아스팔트 제조법에 의한 시료이며, -12℃ BBR Stiffness 시험 값이 매우 높고, 5℃ 신도 값 또한 매우 낮아, 본 발명에 따른 실시예 1에 비하여 저온 균열 저항성이 취약함을 확인할 수 있다. 또한, 비교예 1은 200℃ 점도가 실시예 1에 비하여 매우 높아 혼합물 생산 및 시공 온도가 실시예 1에 비하여 매우 높아야 함을 알 수 있다.
- [0086] 비교예 2는 점도 개선제인 폴리올레핀계 올리고머를 포함하지 않은 경우로, 점도가 매우 높아 혼합물의 생산 및 시공 온도를 낮추는 효과가 없음을 확인할 수 있다.
- [0087] 비교예 3은 분말형 SBR을 포함하지 않은 경우인데, -12℃ BBR Stiffness 시험 값이 매우 높고, 5℃ 신도 값 또한 매우 낮아 저온 균열 저항성 보완 효과가 없음을 알 수 있다.
- [0088] 비교예 4는 분말형 SBR 대신 SBS 블록 코폴리머를 첨가한 경우로, -12℃ BBR Stiffness 시험 값 및 5℃ 신도 값 개선 효과는 있으나, 점도가 매우 높아 실시예 1과 같은 혼합물의 생산 및 시공 온도 저하 효과는 나타내지 못함을 알 수 있다.

[0089] 2. 구스 아스팔트 혼합물 제조 및 물성 평가

[0090] (1) 구스 아스팔트 혼합물 제조방법

[0091] 1) 실시예 2

[0092] 스트레이트 아스팔트 60.6 중량%, 부톤 천연 아스팔트 30 중량%, 분말형 SBR 6 중량%, 폴리에틸렌계 올리고머 3 중량%, 황 0.3 중량% 및 가황촉진제 0.1 중량%로 이루어진 아스팔트 바인더 조성물을 상기 실시예 1과 같이 제조하였다. 200℃로 가열된 골재에 상기 아스팔트 바인더 조성물을 혼입하여 혼합 온도를 200℃로 유지하면서 균질한 분산상을 이루도록 3~5분 동안 혼합하여 부톤 구스 아스팔트 혼합물을 제조하였다. 상기 아스팔트 바인더 조성물의 사용량은 구스 아스팔트 혼합물 전체 중량에 대하여 9.0 중량%로 하였다.

[0093] 2) 실시예 3

[0094] 스트레이트 아스팔트 60.6 중량%, 부톤 천연 아스팔트를 30 중량%, 분말형 SBR 1 중량%, SBS 블록 코폴리머 5 중량%, 폴리에틸렌계 올리고머 3 중량%, 황 0.3 중량%, 가황촉진제 0.1 중량%로 이루어진 아스팔트 바인더 조성물을 상기 실시예 1과 같이 제조하였다. 200℃로 가열된 골재에 상기 아스팔트 바인더 조성물을 혼입하여 혼합 온도를 200℃로 유지하면서 개질첨가제에 대한 균질한 분산성을 가질 수 있도록 3~5분간 혼합하여 부톤 구스 아스팔트 혼합물을 제조하였다. 상기 아스팔트 바인더 조성물의 사용량은 구스 아스팔트 혼합물 전체 중량에 대하여 9.0 중량%로 하였다.

[0095] 3) 비교예 5

[0096] 비교예 5는 기존 구스 아스팔트 혼합물 즉, 경질화 아스팔트(침입도 기준 20~40)와 TLA를 혼합하여 사용된 것으로 경질화 아스팔트와 TLA를 70 : 30 중량%로 미리 계량하여 200℃ 가열 오븐에서 2시간 이상 가열한 후 250℃로 가열된 골재와 혼합함으로써 구스 아스팔트 혼합물을 제조하였다. 비교예 5의 구스 아스팔트 혼합물 제조 온도는 240 ~ 260℃로서, 실시예 2 및 3의 제조 온도보다 40~60℃ 높은 온도에서 구스 아스팔트 혼합물을 제조하였다. 본 발명과 비교를 위해 경질화 아스팔트와 TLA의 사용량은 구스 아스팔트 혼합물 전체 중량에 대하여 9.0 중량%가 되도록 하였다.

[0097] (2) 물성 평가

[0098] 1) 유동성 평가

[0099] 구스 아스팔트 혼합물은 앞서 언급한 것과 같이 고온에서 혼합물을 제조하여 다짐 없이 포설된 혼합물 흐름 성능에 의해 시공되므로, 별도의 포장 다짐 장비가 필요없다. 따라서, 이러한 흐름 유동성을 평가할 수 있는 항목을 품질 기준으로 선정하고 이를 통하여 구스 아스팔트 혼합물의 흐름 유동성 평가한다. 여기서 류엘유동시험기는 관입봉이 5cm 관입되는 동안에 온도별로 시간을 측정하여 20초 이내에 들어오는 온도를 유동 가능성에 대한 최저 온도로 나타내며, 이를 기준으로 혼합 및 포설 온도를 결정하게 된다.

[0100] 실시예 2 및 3과 비교예 5에 대하여, 아스팔트 함량에 따른 류엘유동시험을 통하여 유동성 평가 시험을 수행하

였다. 실시예 2 및 3은 아스팔트 혼합물의 생산 온도가 비교예 5보다 40~60℃ 낮기 때문에, 220~170℃까지 10℃마다 아스팔트 함량별로 류엘유동시험을 수행하였다. 반면 비교예 5는 기존 구스 아스팔트 혼합물의 생산 온도로 수행되었기 때문에 240~170℃까지 10℃마다 아스팔트 함량별로 류엘유동시험을 수행하였다. 그 결과를 하기 표 2에 나타낸다. 하기 표 2에서와 같이 실시예 2 및 3은 비교예 5보다 낮은 온도임에도 불구하고 유동성 확보가 가능한 것으로 나타났으며, 특히, 180℃에서의 유동성 평가에서는 기준인 20초를 넘지 않는 것으로 나타났다. 이는 첨가된 폴리에틸렌계 올리고머의 영향으로 고온에서의 점도를 낮추어 낮은 온도에서도 유동 성능을 확보할 수 있기 때문인 것으로 평가된다. 그러나, 비교예 5는 190℃에서 이미 관입봉이 5cm 관입되는 시간이 20초를 넘는 것으로 나타나 고온에서의 생산 및 포설이 불가피한 것으로 나타났다. 따라서, 본 발명에 따른 구스 아스팔트 혼합물은 기존 구스 아스팔트 혼합물에 비해 낮은 온도에서도 흐름 유동성을 가지는 것으로 평가되었으며 포설 및 생산 온도를 기존 구스 아스팔트 혼합물에 비해 40℃이상 감소할 수 있는 것으로 평가되었다.

[0101]

2) 관입량 시험

[0102]

관입량 시험은 7×7×7cm 정사각형의 큐빅 형태로 아스팔트 함량별로 제작하여 30분 동안 40±1℃ 수조에서 양생한 후, 30분 동안 관입되는 양을 측정하는 시험으로서 소성변형에 대한 저항성 및 강도를 평가하는 시험이다.

[0103]

하기 표 2에서와 같이 실시예 2는 가장 낮은 관입량을 나타냈으며 이는 분말형 SBR을 혼합한 결과로, 앞서 언급한 것과 같이 분말형 SBR은 황 및 가황촉진제와 함께 쓰여 연화점 상승 등 아스팔트의 고온 소성변형 증진 효과를 가질 뿐만 아니라 저온에서 신율 향상을 통하여 구스 아스팔트에 유연성을 부여하고 저온 특성 증진 효과를 부여한 것으로 평가된다. 실시예 3은 실시예 2에 비하여 관입량이 증가되었으나, 비교예 5에 비해 낮은 관입량을 나타내었으며, 기준인 6mm를 만족하였다. 반면, 비교예 5는 6mm 기준은 만족하였으나 실시예 2 및 3에 비해 높은 관입량을 나타내었다.

[0104]

3) 휠트랙킹 시험

[0105]

휠트랙킹 시험은 실제 운하중을 시편에 적용하여 차량의 움직임이 실내에서 모사하는 실험으로 구스 아스팔트 혼합물의 기준은 동적안정도 300cycle/mm 이상을 만족해야 한다. 표 2에서와 같이, 실시예 2 및 비교예 5는 각각 435cycle/mm, 400cycle/mm로 기준을 만족하는 것으로 나타났다. 실시예 3은 455cycle/mm로 동적안정도가 상대적으로 가장 높은 값을 나타내었으며, 이는 SBS 블록 코폴리머가 고온에서의 점도 특성을 증가시킨 것으로 판단된다. 실시예 2는 비교예 5에 비하여 높은 동적안정도를 나타내었으며, 이는 관입량 시험과 유사한 결과로서, 실시예 2에 있어서 분말형 SBR이 황 및 가황촉진제와 함께 사용되어, 아스팔트의 고온 소성변형 증진 효과를 가질 뿐만 아니라 저온에서 신율 향상을 통하여 구스 아스팔트에 유연성을 부여하고 저온 특성 증진 효과를 부여한 결과인 것으로 평가된다.

[0106]

4) 저온 휨 시험

[0107]

실제 공용중인 아스팔트 포장은 고온과 중간온도는 물론이고 빙점 이하의 낮은 온도조건의 영향도 받고 있으며, 이때의 아스팔트는 매우 단단하여 탄성체와 유사한 거동을 하게 된다. 본 시험은 낮은 온도에서의 온도 균열에 대한 저항성을 평가하기 위해 수행하는 것으로 10℃에서 수행하여 저온에서의 파단 성능을 평가하는 시험이다. 기준 값은 6.0×10^{-3} 이상으로 파단되지 않은 상태의 변형량을 측정하는 방법이다.

[0108]

표 2에서와 같이, 실시예 2, 3 및 비교예 5 모두 파단 변형값에 있어서 기준을 만족하였으나, 실시예 2의 경우 분말형 SBR의 성능인 저온에서의 신율 향상을 통하여 구스 아스팔트에 유연성을 부여하고 저온 특성을 증진 효과를 나타내어 가장 큰 변형값을 나타내었다. 반면, 비교예 5는 휠트랙킹 시험 및 관입량 시험을 통하여 소성변형에 대한 저항성이 우수하여 단단함 정도에서는 우수한 특성을 가지나, 저온에서의 유연성 확보에 미흡한 것으로 평가되었다.

[0109]

따라서, 본 발명은 기존 구스 아스팔트 혼합물에 비해 40℃ 낮은 온도에서의 유동성, 소성변형 저항성 및 온도 균열에 대한 저항성이 기존 구스 아스팔트 혼합물에 비해 모두 우수한 것으로, 본 시험을 통하여 실제 현장에서도 소성변형 및 온도 균열에 의한 파손에 대한 저항성이 우수한 것으로 평가되었다.

표 2

[0110]

물성평가항목	기준	실시예 2	실시예 3	비교예 5
유동성	20초 이하	180℃ (18.2초)	180℃ (18.5초)	220℃ (17.5초)

관입량	1~6mm	2.91	3.61	3.84
동적안정도	300회 이상	435	455	400
과단변형	6.0×10^{-3}	0.044	0.035	0.015

[0111]

상기 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것이 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이다.