(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0046419
(43) 공개일자 2021년04월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*C08L 95/00* (2006.01) *C04B 18/22* (2006.01)
*C04B 24/08* (2006.01) *C04B 24/26* (2006.01)
*E01C 7/35* (2006.01) *C04B 111/00* (2006.01)
*C04B 111/72* (2006.01)
(52) CPC특허분류
*C08L 95/00* (2013.01)
*C04B 18/22* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0130092
(22) 출원일자 2019년10월18일
심사청구일자 2019년10월18일

(71) 출원인
**경상국립대학교산학협력단**
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
**김진국**
경상남도 진주시 진주대로 501 경상대학교
(74) 대리인
**이원희**

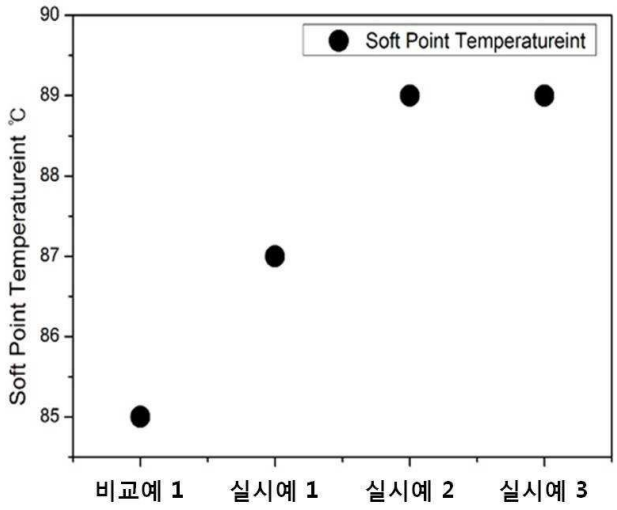
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **고무개질 아스팔트 및 이의 제조방법**

## (57) 요 약

아스팔트 100 중량부; 폐타이어 분말 8 중량부 내지 15 중량부; 스티렌-부타디엔 블록공중합체(SBS) 18 중량부 내지 25 중량부; 식물성 오일 10 중량부 내지 20 중량부; 및 점착성 부여 수지 5 중량부 내지 15 중량부;를 포함하는 고무개질 아스팔트가 개시된다.

*대 표 도* - 도1



(52) CPC특허분류
***C04B 24/08*** (2013.01)
***C04B 24/26*** (2013.01)
***E01C 7/353*** (2013.01)
*C04B 2111/0075* (2013.01)
*C04B 2111/72* (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

| | |
|---|---|
| 과제고유번호 | 2018-0673 |
| 부처명 | 환경부 |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국환경산업기술원 |
| 연구사업명 | 글로벌탑환경기술개발사업 |
| 연구과제명 | No-bining을 위한 최적분쇄설비 및 폐고무 물질재활용 시스템 개발 |
| 기 여 율 | 1/1 |
| 과제수행기관명 | 경상대학교 산학협력단 |
| 연구기간 | 2018.03.01 ~ 2019.04.30 |

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

아스팔트 100 중량부; 폐타이어 분말 8 중량부 내지 15 중량부; 스티렌-부타디엔 블록공중합체(SBS) 18 중량부 내지 25 중량부; 식물성 오일 10 중량부 내지 20 중량부; 및 점착성 부여 수지 5 중량부 내지 15 중량부;를 포함하는 고무개질 아스팔트.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 고무개질 아스팔트는,

아스팔트 100 중량부; 폐타이어 분말 8 중량부 내지 10 중량부; 스티렌-부타디엔 블록공중합체(SBS) 20 중량부 내지 24 중량부; 식물성 오일 12 중량부 내지 14 중량부; 및 점착성 부여 수지 7 중량부 내지 13 중량부;를 포함하는 고무개질 아스팔트.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 고무개질 아스팔트는 연화점이 86℃ 내지 95℃인 고무개질 아스팔트.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 고무개질 아스팔트는,

아스팔트 100 중량부; 폐타이어 분말 8 중량부 내지 10 중량부; 스티렌-부타디엔 블록공중합체(SBS) 23 중량부 내지 24 중량부; 식물성 오일 12 중량부 내지 14 중량부; 및 점착성 부여 수지 7 중량부 내지 13 중량부;를 포함하고,

상기 스티렌-부타디엔 블록공중합체, 식물성 오일 및 점착성 부여 수지의 혼합비율은 1 : 0.5-0.6 : 0.3-0.4의 중량비인 고무개질 아스팔트.

### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 고무개질 아스팔트는 연화점이 89℃ 내지 95℃인 고무개질 아스팔트.

### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 폐타이어 분말은 평균 입도가 50 mesh 내지 100 mesh인 고무개질 아스팔트.

**청구항 7**

아스팔트 100 중량부를 가열하여 검 상태로 형성하는 단계;

검 상태의 아스팔트를 교반하며 식물성 오일 10 중량부 내지 20 중량부를 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계;

혼합물에 스티렌-부타디엔 공중합체(SBS) 18 중량부 내지 25 중량부를 혼합하고, 폐타이어 분말 8 중량부 내지 15 중량부의 1/2에 해당하는 양을 혼합하는 단계; 및

혼합물에 점착성 부여 수지 5 중량부 내지 15 중량부를 혼합하고, 나머지 1/2에 해당하는 폐타이어 분말을 혼합하는 단계;를 포함하는 고무개질 아스팔트의 제조방법.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

검 상태의 아스팔트와 식물성 오일을 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계는 180℃ 내지 200℃의 온도에서 1000 rpm 내지 4000 rpm의 회전속도로 교반하는 고무개질 아스팔트의 제조방법.

**청구항 9**

제7항에 있어서,

상기 폐타이어 분말은 상온 분쇄 공정으로 분쇄되어 평균입도가 50 mesh 내지 100 mesh인 고무개질 아스팔트의 제조방법.

**청구항 10**

제7항에 있어서,

상기 제조방법으로 제조되는 고무개질 아스팔트는,

아스팔트 100 중량부; 폐타이어 분말 8 중량부 내지 10 중량부; 스티렌-부타디엔 블록공중합체(SBS) 20 중량부 내지 24 중량부; 식물성 오일 12 중량부 내지 14 중량부; 및 점착성 부여 수지 7 중량부 내지 13 중량부;를 포함하는 고무개질 아스팔트의 제조방법.

**청구항 11**

제7항에 있어서,

상기 고무개질 아스팔트는 연화점이 86℃ 내지 95℃인 고무개질 아스팔트의 제조방법.

**청구항 12**

제7항에 있어서,

상기 제조방법으로 제조되는 고무개질 아스팔트는,

아스팔트 100 중량부; 폐타이어 분말 8 중량부 내지 10 중량부; 스티렌-부타디엔 블록공중합체(SBS) 23 중량부 내지 24 중량부; 식물성 오일 12 중량부 내지 14 중량부; 및 점착성 부여 수지 7 중량부 내지 13 중량부;를 포함하고,

상기 스티렌-부타디엔 블록공중합체, 식물성 오일 및 점착성 부여 수지의 혼합비율은 1 : 0.5-0.6 : 0.3-0.4의 중량비인 고무개질 아스팔트의 제조방법.

**청구항 13**

제12항에 있어서,

상기 고무개질 아스팔트는 연화점이 89℃ 내지 95℃인 고무개질 아스팔트의 제조방법.

## 발명의 설명

### 기 술 분 야

[0001] 고무개질 아스팔트 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

### 배 경 기 술

[0003] 폐타이어는 현재 시멘트 킬른, 열보조원으로 약 70% 재활용되고 분말가공 이용으로 20% 정도 활용되고 있다.

[0004] <폐타이어 이용방법별 처리현황>

폐타이어 이용방법별 처리 현황 (단위: 톤)

| 구분 | 물질재활용 | 건류소각 | 시멘트킬른 | 고형연료 | 수출 | 계 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2012 | 60,057 | 1,923 | 104,105 | 47,530 | 2,943 | 216,558 |
| 2013 | 61,248 | 410 | 108,540 | 62,274 | 3,956 | 236,428 |
| 2014 | 64,702 | - | 112,410 | 65,493 | 4,617 | 247,222 |
| 2015 | 63,425 | - | 123,058 | 64,395 | 7,430 | 258,848 |
| 2016 | 73,456 | - | 153,972 | 52,171 | 9,475 | 289,074 |
| 2017 | 87,900 | - | 128,306 | 73,838 | 8,501 | 298,545 |
| 2018 | 92,788 | | 145,595 | 77,074 | 7,844 | 323,301 |

[0005]

[0006] 분말이용으로는 국내에서는 고무보도블럭이 대표적인 재활용 제품이나, 이 밖에는 경제성 문제로 인하여 활성화 되지 못하고 있는 실정이다.

[0007] 종래의 아스팔트는 겨울과 여름의 온도차이 등의 이유로 갈라짐(crack)이나 구멍(hole) 현상이 나타나 이를 수리하려면 아스팔트로 메꾸어야 하는데 자동차 통행으로 인한 도로의 계속되는 스트레스와 여름과 겨울의 온도차이로 인하여 결합이 쉽지가 않다. 고무는 어는점($T_g$)이 마이너스인 특성으로 겨울과 여름의 온도변화에 내구성과 탄력성이 있어 구멍(hole)을 메꾸는데 사용하는 재료로서 적합하다.

[0008] 고무 아스팔트는 1843년 특허에서 찾을 수 있고(특허문헌 1 참조), 최근에는 1940년대에 출원된 특허에서 찾을 수 있는데(특허문헌 2 참조), 이 특허에서는 폐타이어를 재활용하여 고무아스팔트를 제조하는 법이 나와 있다. 또한 1960년대에 미국 고속도로에 고무아스팔트를 사용하였고 1970년대 이후 미국을 비롯한 스웨덴, 캐나다, 벨기에, 프랑스, 호주 등 사용이 확대되었다. 1991년에는 'Comprehensive Transportation Economic Act' 폐타이어 5%를 아스팔트에 넣은 법안이 미국의회를 통과하였다. 러시아 교통국도 폐고무를 포장에 사용하여 겨울에 얼은 도로에서 교통사고를 감소하는 효과를 나타내었다. 영국에서는 고무아스팔트가 70%의 소음을 감소시켰다고 보고되었다.

[0009] 이러한 장점들에도 불구하고 폐타이어가 도로에 널리 사용되지 않은 것은 사용하는 폐타이어와 아스팔트 사이의 결합이 화학적 결합에 의한 것이 아니라 물리적으로 결합으로 구성되기 때문에 완전한 결속이 되지 않아 겨울, 여름의 기온 차이와 차량에 의한 스트레스에 견디지 못하는 불완전한 아스팔트가 되기 때문이다. 이러한 이유로 아스팔트의 구멍(hole)의 보수공사 시행시 구멍(hole)과의 접합력이 약하여 결합이 불완전하게 된다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) US88765A

(특허문헌 0002) US2310712A

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0011] 이에, 본 발명에서는 아스팔트 보수공사에 사용하는 목적으로 종래의 불완전한 결합력을 향상시키고 온도차에도 잘 견디는 도로 보수용 개질고무 아스팔트를 제공하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

[0013] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 측면에서

[0014] 아스팔트 100 중량부; 폐타이어 분말 8 중량부 내지 15 중량부; 스티렌-부타디엔 블록공중합체(SBS) 18 중량부 내지 25 중량부; 식물성 오일 10 중량부 내지 20 중량부; 및 점착성 부여 수지 5 중량부 내지 15 중량부;를 포함하는 고무개질 아스팔트가 제공된다.

[0016] 또한, 본 발명의 다른 측면에서

[0017] 아스팔트 100 중량부; 폐타이어 분말 8 중량부 내지 10 중량부; 스티렌-부타디엔 블록공중합체(SBS) 20 중량부 내지 24 중량부; 식물성 오일 12 중량부 내지 14 중량부; 및 점착성 부여 수지 7 중량부 내지 13 중량부;를 포함하는 고무개질 아스팔트가 제공된다.

[0019] 나아가, 본 발명의 다른 일 측면에서

[0020] 아스팔트 100 중량부; 폐타이어 분말 8 중량부 내지 10 중량부; 스티렌-부타디엔 블록공중합체(SBS) 23 중량부 내지 24 중량부; 식물성 오일 12 중량부 내지 14 중량부; 및 점착성 부여 수지 7 중량부 내지 13 중량부;를 포함하고,

[0021] 상기 스티렌-부타디엔 블록공중합체, 식물성 오일 및 점착성 부여 수지의 혼합비율은 1 : 0.5-0.6 : 0.3-0.4의 중량비인 고무개질 아스팔트가 제공된다.

[0023] 더욱 나아가, 본 발명의 또 다른 측면에서

[0024] 아스팔트 100 중량부를 가열하여 검 상태로 형성하는 단계;

[0025] 검 상태의 아스팔트를 교반하며 식물성 오일 10 중량부 내지 20 중량부를 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계;

[0026] 혼합물에 스티렌-부타디엔 공중합체(SBS) 18 중량부 내지 25 중량부를 혼합하고, 폐타이어 분말 8 중량부 내지 15 중량부의 1/2에 해당하는 양을 혼합하는 단계; 및

[0027] 혼합물에 점착성 부여 수지 5 중량부 내지 15 중량부를 혼합하고, 나머지 1/2에 해당하는 폐타이어 분말을 혼합하는 단계;를 포함하는 고무개질 아스팔트의 제조방법이 제공된다.

### 발명의 효과

[0029] 본 발명의 일 측면에서 제공되는 고무개질 아스팔트는 연화점이 86℃ 이상이고, 콘침입도, 탄성회복율, 흐름도, 신도 등의 성능이 보수용 아스팔트 사용에 적합한 효과가 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 실시예 1 내지 3 및 비교예 1에서 제조된 고무개질 아스팔트의 연화점을 나타낸 그래프이고;

도 2는 실시예 4, 실시예 5, 비교예 2 및 비교예 3에서 제조된 고무개질 아스팔트의 연화점을 나타낸 그래프이고;

도 3은 실시예 6 및 비교예 4 내지 6에서 제조된 고무개질 아스팔트의 연화점을 나타낸 그래프이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 본 발명의 일 측면에서

[0033] 아스팔트 100 중량부; 폐타이어 분말 8 중량부 내지 15 중량부; 스티렌-부타디엔 블록공중합체(SBS) 18 중량부 내지 25 중량부; 식물성 오일 10 중량부 내지 20 중량부; 및 점착성 부여 수지 5 중량부 내지 15 중량부;를 포함하는 고무개질 아스팔트가 제공된다.

[0035] 이하, 본 발명의 일 측면에서 제공되는 고무개질 아스팔트에 대하여 상세히 설명한다.

[0037] 상기 고무개질 아스팔트는 아스팔트 100 중량부를 포함하고, 아스팔트 100 중량부에 대하여 폐타이어 분말 8 중량부 내지 15 중량부를 포함한다. 바람직한 일례로, 상기 고무개질 아스팔트에서 폐타이어 분말은 8 중량부 내지 12 중량부를 포함할 수 있고, 더욱 바람직하게는 8 중량부 내지 10 중량부를 포함할 수 있고, 가장 바람직하게는 9 중량부 내지 10 중량부를 포함할 수 있으며, 바람직하게는 9 중량부 내지 9.5 중량부를 포함할 수 있다. 상기 고무개질 아스팔트에서 상기 범위의 함량으로 폐타이어 분말을 포함함으로써 연화점이 86℃ 이상, 더욱 바람직하게는 88℃ 이상, 가장 바람직하게는 89℃ 이상이고, 콘침입도, 탄성회복율, 흐름도, 신도 등의 성능이 우수하다.

[0038] 또한, 상기 폐타이어 분말은 평균 입도가 50 mesh 내지 100 mesh인 것이 바람직하고, 60 mesh 내지 80 mesh인 것이 더욱 바람직하다. 상기와 같이 평균 입도가 작은 폐타이어 분말을 적용함으로써 아스팔트와 폐타이어 분말 혼합시 발생할 수 있는 문제점 중 하나인 비중차를 극복하여 혼합이 균일하게 수행될 수 있다.

[0039] 상기 고무개질 아스팔트는 아스팔트 100 중량부를 포함하고, 아스팔트 100 중량부에 대하여 스티렌-부타디엔 블록공중합체(SBS) 18 중량부 내지 25 중량부를 포함한다. 바람직한 일례로, 상기 고무개질 아스팔트에서 스티렌-부타디엔 블록공중합체(SBS)는 19 중량부 내지 24 중량부를 포함할 수 있고, 더욱 바람직하게는 20 중량부 내지 24 중량부를 포함할 수 으며, 가장 바람직하게는 23 중량부 내지 24 중량부를 포함할 수 있다. 상기 고무개질 아스팔트에서 상기 범위의 함량으로 스티렌-부타디엔 블록공중합체(SBS)를 포함함으로써 연화점이 86℃ 이상, 더욱 바람직하게는 88℃ 이상, 가장 바람직하게는 89℃ 이상이고, 콘침입도, 탄성회복율, 흐름도, 신도 등의 성능이 우수하다.

[0040] 상기 고무개질 아스팔트는 아스팔트 100 중량부를 포함하고, 아스팔트 100 중량부에 대하여 식물성 오일 10 중량부 내지 20 중량부를 포함한다. 바람직한 일례로, 상기 고무개질 아스팔트에서 식물성 오일은 10 중량부 내지 18 중량부를 포함할 수 있고, 더욱 바람직하게는 10 중량부 내지 16 중량부를 포함할 수 있고, 가장 바람직하게는 12 중량부 내지 14 중량부를 포함할 수 있다. 상기 고무개질 아스팔트에서 상기 범위의 함량으로 식물성 오일을 포함함으로써 연화점이 86℃ 이상, 더욱 바람직하게는 88℃ 이상, 가장 바람직하게는 89℃ 이상이고, 콘침입도, 탄성회복율, 흐름도, 신도 등의 성능이 우수하다.

[0041] 상기 고무개질 아스팔트는 아스팔트 100 중량부를 포함하고, 아스팔트 100 중량부에 대하여 점착성 부여 수지 5 중량부 내지 15 중량부를 포함한다. 바람직한 일례로, 상기 고무개질 아스팔트에서 점착성 부여 수지는 6 중량부 내지 14 중량부를 포함할 수 있고, 더욱 바람직하게는 7 중량부 내지 13 중량부를 포함할 수 있고, 가장 바람직하게는 7.5 중량부 내지 12.5 중량부를 포함할 수 있다. 상기 고무개질 아스팔트에서 상기 범위의 함량으로 점착성 부여 수지를 포함함으로써 연화점이 86℃ 이상, 더욱 바람직하게는 88℃ 이상, 가장 바람직하게는 89℃ 이상이고, 콘침입도, 탄성회복율, 흐름도, 신도 등의 성능이 우수하다.

[0042] 또한, 상기 스티렌-부타디엔 블록공중합체, 식물성 오일 및 점착성 부여 수지의 혼합비율은 1 : 0.5-0.6 : 0.3-0.4의 중량비인 것이 바람직하다. 상기 범위의 함량으로 스티렌-부타디엔 블록공중합체, 식물성 오일 및 점착성

부여 수지가 혼합됨으로써 연화점이 86℃ 이상, 더욱 바람직하게는 88℃ 이상, 가장 바람직하게는 89℃ 이상이고, 콘침입도, 탄성회복율, 흐름도, 신도 등의 성능이 우수하다.

[0043] 상기 고무개질 아스팔트는 연화점이 86℃ 이상인 것이 바람직하고, 86℃ 내지 95℃인 것이 바람직하고, 88℃ 이상인 것이 더욱 바람직하고, 89℃ 이상인 것이 가장 바람직하고, 88℃ 내지 95℃인 것이 바람직하고, 89℃ 내지 95℃ 인 것이 가장 바람직하다. 본 발명의 일 실시예에 따른 고무개질 아스팔트는 연화점이 86℃ 이상, 바람직하게는 88℃ 이상, 89℃ 이상으로 우수한 안정성을 나타낼 수 있다.

[0045] 또한, 본 발명의 다른 측면에서

[0046] 아스팔트 100 중량부를 가열하여 검 상태로 형성하는 단계;

[0047] 검 상태의 아스팔트를 교반하며 식물성 오일 10 중량부 내지 20 중량부를 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계;

[0048] 혼합물에 스티렌-부타디엔 공중합체(SBS) 18 중량부 내지 25 중량부를 혼합하고, 폐타이어 분말 8 중량부 내지 15 중량부의 1/2에 해당하는 양을 혼합하는 단계; 및

[0049] 혼합물에 점착성 부여 수지 5 중량부 내지 15 중량부를 혼합하고, 나머지 1/2에 해당하는 폐타이어 분말을 혼합하는 단계;를 포함하는 고무개질 아스팔트의 제조방법이 제공된다.

[0051] 이하, 본 발명의 다른 측면에서 제공되는 고무개질 아스팔트의 제조방법에 대하여 각 단계별로 상세히 설명한다.

[0053] 먼저, 본 발명의 다른 측면에서 제공되는 고무개질 아스팔트의 제조방법은 아스팔트 100 중량부를 가열하여 검 상태로 형성하는 단계를 포함한다.

[0054] 상기 단계에서는 아스팔트를 가열하여 액체 상태인 검 상태로 형성한다.

[0055] 구체적으로, 상기 가열은 180℃ 내지 200℃의 온도에서 수행될 수 있고, 185℃ 내지 190℃의 온도에서 수행될 수 있다. 또한, 300 rpm 내지 600 rpm의 회전속도로 교반하며 수행될 수 있고, 400 rpm 내지 500 rpm의 회전속도로 교반하며 수행될 수 있다.

[0057] 다음으로, 본 발명의 다른 측면에서 제공되는 고무개질 아스팔트의 제조방법은 검 상태의 아스팔트를 교반하며 식물성 오일 10 중량부 내지 20 중량부를 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계를 포함한다.

[0058] 상기 단계에서는 아스팔트에 폐타이어 분말을 혼합하기 전에, 검 상태의 아스팔트를 교반하며 식물성 오일을 첨가하여 혼합한다.

[0059] 구체적으로, 상기 검 상태의 아스팔트와 식물성 오일을 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계는 180℃ 내지 200℃의 온도에서 1000 rpm 내지 4000 rpm의 회전속도로 교반하여 수행될 수 있고, 185℃ 내지 190℃의 온도에서 3000 rpm 내지 4000 rpm의 회전속도로 교반하여 수행될 수 있다. 상기 아스팔트와 식물성 오일의 혼합 과정부터 높은 온도와 높은 속도의 교반 속도로 혼합함으로써 혼합물의 점도를 낮추고 전달속도를 크게하여 균일한 혼합을 수행할 수 있다.

[0060] 바람직한 일례로, 상기 식물성 오일은 10 중량부 내지 18 중량부를 혼합할 수 있고, 더욱 바람직하게는 10 중량부 내지 16 중량부를 혼합할 수 있고, 가장 바람직하게는 12 중량부 내지 14 중량부를 혼합할 수 있다.

[0062] 다음으로, 본 발명의 다른 측면에서 제공되는 고무개질 아스팔트의 제조방법은 혼합물에 스티렌-부타디엔 공중합체(SBS) 18 중량부 내지 25 중량부를 혼합하고, 폐타이어 분말 8 중량부 내지 15 중량부의 1/2에 해당하는 양을 혼합하는 단계를 포함한다.

[0063] 상기 단계에서는 아스팔트에 폐타이어 분말을 혼합하기 전에, 검 상태의 아스팔트와 식물성 오일의 혼합물에 스티렌-부타디엔 공중합체를 첨가하여 혼합하고, 혼합을 위해 설정된 폐타이어 분말의 함량에 대해 1/2에 해당하

는 양을 먼저 혼합하여 혼합물을 형성한다.

[0064] 이때, 상기 혼합은 혼합물이 균일하게 완전 혼합체가 될 때까지 혼합하는 것이 바람직하다.

[0065] 또한, 상기 폐타이어 분말은 상온 분쇄 공정으로 분쇄되어 평균입도가 50 mesh 내지 100 mesh인 것이 바람직하고, 60 mesh 내지 80 mesh인 것이 더욱 바람직하다. 상기 폐타이어 분말을 상온 분쇄 공정으로 분쇄된 것을 사용함으로써 경제적으로 고무개질 아스팔트를 제조할 수 있다. 상기 상온 분쇄 공정은 파쇄(crush) 공정, 연마(grinding) 공정, 미세 분말화(fine powdering) 공정의 3단계 공정으로 수행될 수 있다. 상기와 같이 평균 입도가 작은 폐타이어 분말을 적용함으로써 아스팔트와 폐타이어 분말 혼합시 발생할 수 있는 문제점 중 하나인 비중차를 극복하여 혼합이 균일하게 수행될 수 있다.

[0066] 나아가, 상기 폐타이어 분말은 8 중량부 내지 15 중량부의 1/2에 해당하는 양으로서, 4 중량부 내지 7.5 중량부 혼합할 수 있고, 4 중량부 내지 6 중량부를 혼합할 수 있고, 바람직하게는 4 중량부 내지 5 중량부를 혼합할 수 있고, 더욱 바람직하게는 4.5 중량부 내지 5 중량부를 혼합할 수 있고, 가장 바람직하게는 4.5 중량부 내지 4.75 중량부를 혼합할 수 있다.

[0067] 또한, 상기 스티렌-부타디엔 블록공중합체(SBS)는 19 중량부 내지 24 중량부를 혼합할 수 있고, 더욱 바람직하게는 20 중량부 내지 24 중량부를 혼합할 수 으며, 가장 바람직하게는 23 중량부 내지 24 중량부를 혼합할 수 있다.

[0069] 다음으로, 본 발명의 다른 측면에서 제공되는 고무개질 아스팔트의 제조방법은 혼합물에 점착성 부여 수지 5 중량부 내지 15 중량부를 혼합하고, 나머지 1/2에 해당하는 폐타이어 분말을 혼합하는 단계를 포함한다.

[0070] 상기 단계에서는 최종적으로 나머지 절반에 해당하는 양의 폐타이어 분말을 혼합하기 전에, 전단계에서 형성된 혼합물에 점착성 부여 수지를 혼합하고, 나머지 1/2에 해당하는 폐타이어 분말을 혼합한다.

[0071] 구체적으로, 상기 점착성 부여 수지는 6 중량부 내지 14 중량부를 혼합할 수 있고, 더욱 바람직하게는 7 중량부 내지 13 중량부를 혼합할 수 있고, 가장 바람직하게는 7.5 중량부 내지 12.5 중량부를 혼합할 수 있다.

[0072] 또한, 상기 폐타이어 분말은 8 중량부 내지 15 중량부의 1/2에 해당하는 양으로서, 4 중량부 내지 7.5 중량부 혼합할 수 있고, 4 중량부 내지 6 중량부를 혼합할 수 있고, 바람직하게는 4 중량부 내지 5 중량부를 혼합할 수 있고, 더욱 바람직하게는 4.5 중량부 내지 5 중량부를 혼합할 수 있고, 가장 바람직하게는 4.5 중량부 내지 4.75 중량부를 혼합할 수 있다.

[0074] 상기 제조방법으로 제조되는 고무개질 아스팔트는 아스팔트 100 중량부; 폐타이어 분말 8 중량부 내지 10 중량부; 스티렌-부타디엔 블록공중합체(SBS) 20 중량부 내지 24 중량부; 식물성 오일 12 중량부 내지 14 중량부; 및 점착성 부여 수지 7 중량부 내지 13 중량부;를 포함하는 것일 수 있다.

[0075] 또한, 상기 제조방법으로 제조되는 고무개질 아스팔트는 아스팔트 100 중량부; 폐타이어 분말 8 중량부 내지 10 중량부; 스티렌-부타디엔 블록공중합체(SBS) 23 중량부 내지 24 중량부; 식물성 오일 12 중량부 내지 14 중량부; 및 점착성 부여 수지 7 중량부 내지 13 중량부;를 포함하고, 상기 스티렌-부타디엔 블록공중합체, 식물성 오일 및 점착성 부여 수지의 혼합비율은 1 : 0.5-0.6 : 0.3-0.4의 중량비인 것일 수 있다.

[0076] 상기 고무개질 아스팔트는 연화점이 86℃ 이상인 것이 바람직하고, 86℃ 내지 95℃인 것이 바람직하고, 88℃ 이상인 것이 더욱 바람직하고, 89℃ 이상인 것이 가장 바람직하고, 88℃ 내지 95℃인 것이 바람직하고, 89℃ 내지 95℃인 것이 더욱 바람직하다. 본 발명의 일 실시예에 따른 고무개질 아스팔트는 연화점이 86℃ 이상, 바람직하게는 88℃ 이상, 89℃ 이상으로 우수한 안정성을 나타낼 수 있다.

[0078] 이하, 실시예 및 실험예를 통하여 본 발명을 상세히 설명한다.

[0079] 단, 하기의 실시예 및 실험예는 본 발명을 설명하기 위한 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기의 실시예 및 실험예에 의하여 한정되는 것은 아니다.

[0081] <제조예 1> 미세 폐타이어 분말의 제조

[0082] 폐타이어 분말을 상온 분쇄 공정(3단계 공정 (1단계:crush, 2단계:grinding, 3단계: fine powdering))으로 분쇄하여 평균입도 80 mesh의 폐타이어 분말을 준비하였다. 준비된 폐타이어 분말의 물성을 하기 표 1에 나타내었다.

표 1

[0083]

| | 폐타이어 분말 |
|---|---|
| 밀도(g/cm$^3$) | 0.37 |
| 가교밀도(mol/cm$^3$) | 3.125E-03 |
| sol content(%) | 1.35% |

[0085] **<실시예 1> 고무개질 아스팔트의 제조-1**

[0086] 금속캔에 455 g의 아스팔트를 넣는다. 금속캔을 185℃의 온도로 가열하여 아스팔트를 액체(검) 상태로 형성하였다. 아스팔트를 500 rpm의 회전속도로 교반하여 혼합하였다.

[0087] 상기 검 상태의 아스팔트에 식물성 오일을 70 g 첨가하고, 1000 rpm으로 교반속도를 높여 혼합하였다. 이후, 3000 ~ 3500 rpm의 교반속도로 높여 혼합하였다.

[0088] 혼합물에 스티렌-부타디엔 공중합체(SBS)를 105 g 첨가하여 혼합하였다.

[0089] 혼합물에 제조예 1에서 준비된 폐타이어 분말 21 g을 5분에 걸쳐 천천히 첨가하여 혼합하였다.

[0090] 혼합물을 60분간 교반하여 완전 혼합체가 되도록 혼합하였다.

[0091] 최종적으로, 혼합물에 점착성 부여 수지 28 g을 혼합하고, 폐타이어 분말 21 g을 5분에 걸쳐 천천히 첨가하며 40분간 교반하여 고무개질 아스팔트를 제조하였다.

[0093] **<실시예 2> 고무개질 아스팔트의 제조-2**

[0094] 상기 실시예 1과 동일한 공정으로 고무개질 아스팔트를 제조하되, 455 g의 아스팔트, 63 g의 식물성 오일, 105 g의 SBS, 35 g의 점착성 부여 수지 및 42 g의 폐타이어 분말을 사용하여 고무개질 아스팔트를 제조하였다.

[0096] **<실시예 3> 고무개질 아스팔트의 제조-3**

[0097] 상기 실시예 1과 동일한 공정으로 고무개질 아스팔트를 제조하되, 455 g의 아스팔트, 56 g의 식물성 오일, 105 g의 SBS, 42 g의 점착성 부여 수지 및 42 g의 폐타이어 분말을 사용하여 고무개질 아스팔트를 제조하였다.

[0099] **<실시예 4> 고무개질 아스팔트의 제조-4**

[0100] 상기 실시예 1과 동일한 공정으로 고무개질 아스팔트를 제조하되, 455 g의 아스팔트, 77 g의 식물성 오일, 98 g의 SBS, 28 g의 점착성 부여 수지 및 42 g의 폐타이어 분말을 사용하여 고무개질 아스팔트를 제조하였다.

[0102] **<실시예 5> 고무개질 아스팔트의 제조-5**

[0103] 상기 실시예 1과 동일한 공정으로 고무개질 아스팔트를 제조하되, 455 g의 아스팔트, 63 g의 식물성 오일, 98 g의 SBS, 42 g의 점착성 부여 수지 및 42 g의 폐타이어 분말을 사용하여 고무개질 아스팔트를 제조하였다.

[0105] **<실시예 6> 고무개질 아스팔트의 제조-6**

[0106] 상기 실시예 1과 동일한 공정으로 고무개질 아스팔트를 제조하되, 455 g의 아스팔트, 56 g의 식물성 오일, 91 g의 SBS, 56 g의 점착성 부여 수지 및 42 g의 폐타이어 분말을 사용하여 고무개질 아스팔트를 제조하였다.

[0108] **<비교예 1> 고무개질 아스팔트의 제조-7**

[0109] 상기 실시예 1과 동일한 공정으로 고무개질 아스팔트를 제조하되, 455 g의 아스팔트, 77 g의 식물성 오일, 105 g의 SBS, 21 g의 점착성 부여 수지 및 42 g의 폐타이어 분말을 사용하여 고무개질 아스팔트를 제조하였다.

[0111] **<비교예 2> 고무개질 아스팔트의 제조-8**

[0112] 상기 실시예 1과 동일한 공정으로 고무개질 아스팔트를 제조하되, 455 g의 아스팔트, 70 g의 식물성 오일, 98 g의 SBS, 35 g의 점착성 부여 수지 및 42 g의 폐타이어 분말을 사용하여 고무개질 아스팔트를 제조하였다.

[0114] **<비교예 3> 고무개질 아스팔트의 제조-9**

[0115] 상기 실시예 1과 동일한 공정으로 고무개질 아스팔트를 제조하되, 455 g의 아스팔트, 74 g의 식물성 오일, 98 g의 SBS, 21 g의 점착성 부여 수지 및 42 g의 폐타이어 분말을 사용하여 고무개질 아스팔트를 제조하였다.

[0117] **<비교예 4> 고무개질 아스팔트의 제조-10**

[0118] 상기 실시예 1과 동일한 공정으로 고무개질 아스팔트를 제조하되, 455 g의 아스팔트, 77 g의 식물성 오일, 91 g의 SBS, 35 g의 점착성 부여 수지 및 42 g의 폐타이어 분말을 사용하여 고무개질 아스팔트를 제조하였다.

[0120] **<비교예 5> 고무개질 아스팔트의 제조-11**

[0121] 상기 실시예 1과 동일한 공정으로 고무개질 아스팔트를 제조하되, 455 g의 아스팔트, 70 g의 식물성 오일, 91 g의 SBS, 42 g의 점착성 부여 수지 및 42 g의 폐타이어 분말을 사용하여 고무개질 아스팔트를 제조하였다.

[0123] **<비교예 6> 고무개질 아스팔트의 제조-12**

[0124] 상기 실시예 1과 동일한 공정으로 고무개질 아스팔트를 제조하되, 455 g의 아스팔트, 63 g의 식물성 오일, 91 g의 SBS, 49 g의 점착성 부여 수지 및 42 g의 폐타이어 분말을 사용하여 고무개질 아스팔트를 제조하였다.

[0126] 상기 실시예 1 내지 6 및 비교예 1 내지 6에서 제조된 고무개질 아스팔트의 배합표를 하기 표 2에 나타내었다.

*표 2*

[0128]

| | 아스팔트 (g) | SBS (g) | 식물성 오일 (g) | 점착성 부여 수지(g) | 폐타이어 분말 (g) |
|---|---|---|---|---|---|
| 실시예 1 | 455 | 105 | 70 | 28 | 42 |
| 실시예 2 | 455 | 105 | 63 | 35 | 42 |
| 실시예 3 | 455 | 105 | 56 | 42 | 42 |
| 실시예 4 | 455 | 98 | 77 | 28 | 42 |
| 실시예 5 | 455 | 98 | 63 | 42 | 42 |
| 실시예 6 | 455 | 91 | 56 | 56 | 42 |
| 비교예 1 | 455 | 105 | 77 | 21 | 42 |
| 비교예 2 | 455 | 98 | 70 | 35 | 42 |
| 비교예 3 | 455 | 98 | 84 | 21 | 42 |
| 비교예 4 | 455 | 91 | 77 | 35 | 42 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 비교예 5 | 455 | 91 | 70 | 42 | 42 |
| 비교예 6 | 455 | 91 | 63 | 49 | 42 |

[0130] **<실험예 1> 연화점 분석**

[0131] 상기 실시예 1 내지 6 및 비교예 1 내지 6에서 제조된 고무개질 아스팔트의 연화점을 확인하였으며, 그 결과를 도 1 내지 3에 나타내었다.

[0132] 도 1에 나타낸 바와 같이, 식물성 오일이 과량 첨가된 비교예 1의 경우 연화점이 85℃로 낮은 반면, 실시예 1 내지 3의 고무개질 아스팔트는 연화점이 87℃ 이상으로 높은 것을 확인할 수 있었다. 특히, 실시예 2 및 실시예 3의 고무개질 아스팔트는 연화점이 89℃로 우수한 것을 확인할 수 있었다.

[0133] 도 2에 나타낸 바와 같이, SBS, 식물성 오일 및 점착성 수지의 비율에 따라 연화점이 변화하는 것을 확인할 수 있었으며, 실시예 4 및 실시예 5의 경우 연화점이 각각 86℃ 및 87℃를 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

[0134] 도 3에 나타낸 바와 같이, 실시예 6의 경우 연화점이 88℃를 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

[0136] **<실험예 2> 고무개질 아스팔트의 특성 분석**

[0137] 상기 실시예 2 및 3에서 제조된 고무개질 아스팔트의 특성을 콘침입도 시험기를 사용하여 ASTM-D6690법을 통해 분석하였으며, 그 결과를 하기 표 3에 나타내었다.

*표 3*

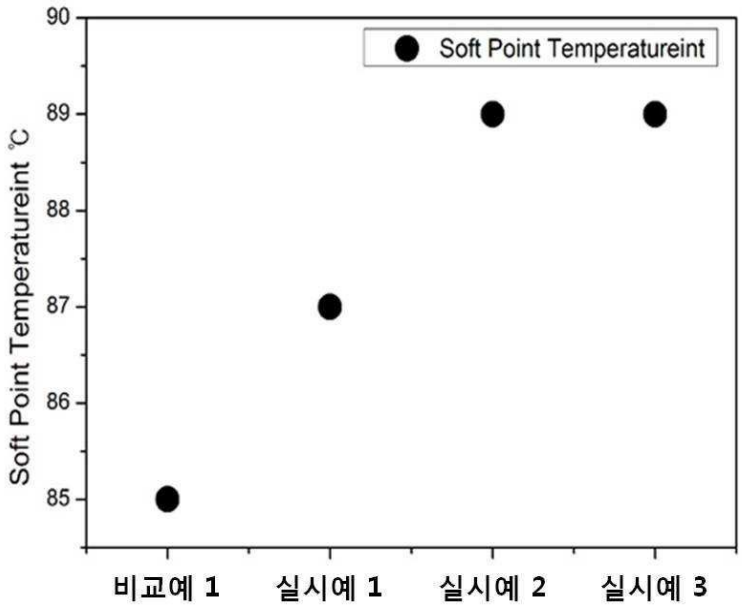
[0139]

| | 시험항목 | 단위 | 시험결과 | 비고 |
|---|---|---|---|---|
| 실시예 2 | 콘침입도<br>(25℃, 150g, 5s) | 1/10 mm | 55.1 | 온도:(24±5)℃<br>습도:(46±10)% R.H. |
| | 탄성회복율<br>(25℃, 75g) | % | 87.2 | 온도:(24±5)℃<br>습도:(46±10)% R.H. |
| | 흐름도<br>(60℃, 5h) | mm | 1.81 | 온도:(24±5)℃<br>습도:(46±10)% R.H. |
| | 신도<br>(25℃, 5cm/min) | cm | 56 | 온도:(24±5)℃<br>습도:(46±10)% R.H. |
| 실시예 3 | 콘침입도<br>(25℃, 150g, 5s) | 1/10 mm | 46.7 | 온도:(24±5)℃<br>습도:(46±10)% R.H. |
| | 탄성회복율<br>(25℃, 75g) | % | 76.8 | 온도:(24±5)℃<br>습도:(46±10)% R.H. |
| | 흐름도<br>(60℃, 5h) | mm | 1.72 | 온도:(24±5)℃<br>습도:(46±10)% R.H. |
| | 신도<br>(25℃, 5cm/min) | cm | 58 | 온도:(24±5)℃<br>습도:(46±10)% R.H. |

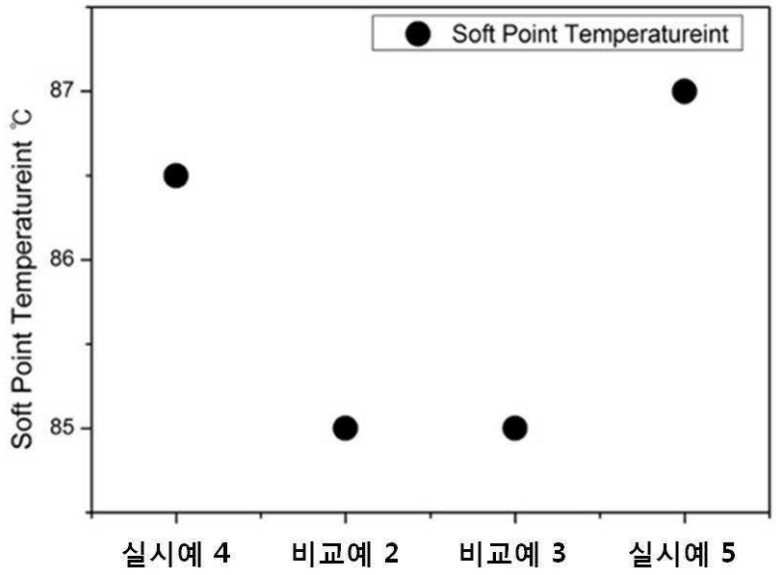
[0141] 상기 표 3에 나타낸 바와 같이, 실시예 2 및 실시예 3의 고무개질 아스팔트는 콘침입도, 탄성회복율, 흐름도 및 신도에 있어서 우수한 특성을 나타냄을 확인할 수 있었다. 특히, 실시예 2의 고무개질 아스팔트가 실시예 3의 고무개질 아스팔트 보다 콘침입도가 높은 것을 확인할 수 있는데, 그 이유는 폐타이어 분말이 더 많은 오일을 흡수하여 침입도와 흐름도가 좋아진 것으로 확인되었다. 아스팔트의 sol/sol-gel 구조가 sol-gel/gel 구조로 바뀌게 된 것이다. 이로 인하여 온도 sensitivity가 감소하여 온도에 대한 안정성과 탄성회복율이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 탄성회복율은 아스팔트의 외부충격과 스트레스에 대한 내구성을 나타내어 탄성회복율이 증가하면 아스팔트의 내피로성이 강해진다는 것을 의미한다. 신율 면에서는 점착성 부여 수지가 증가함으로써 약간 증가하는 경향을 보였지만 큰 차이는 없었다.

## 도면

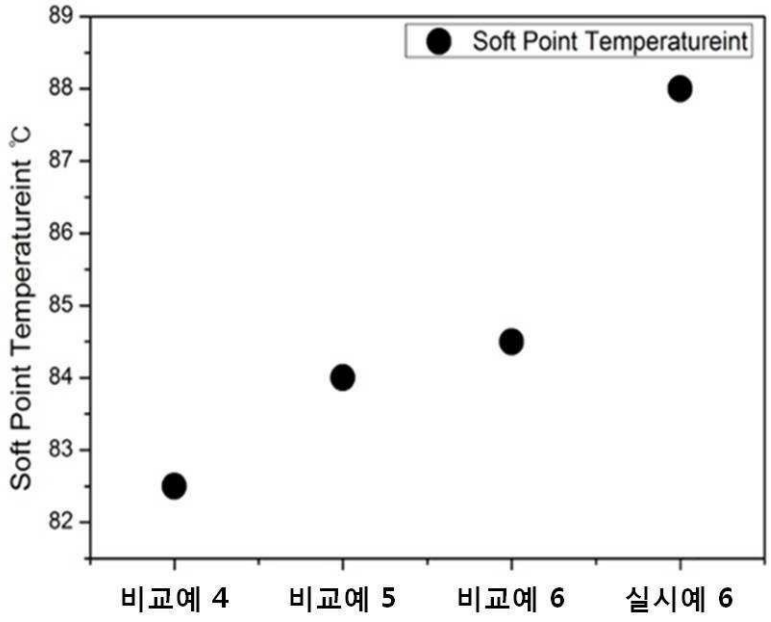
### 도면1


Soft Point Temperatureint
Soft Point Temperatureint ℃
90
89
88
87
86
85
비교예 1
실시예 1
실시예 2
실시예 3

### 도면2


Soft Point Temperatureint
Soft Point Temperatureint ℃
87
86
85
실시예 4
비교예 2
비교예 3
실시예 5

도면3


Soft Point Temperatureint
Soft Point Temperatureint ℃
89
88
87
86
85
84
83
82
비교예 4
비교예 5
비교예 6
실시예 6