(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년05월31일
(11) 등록번호 10-1863295
(24) 등록일자 2018년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*C04B 18/16* (2006.01) *C04B 26/26* (2006.01)
*C04B 40/00* (2006.01) *E01C 19/10* (2006.01)
*E01C 7/26* (2006.01) *C04B 111/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
*C04B 18/167* (2013.01)
*C04B 26/26* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0150672
(22) 출원일자 2017년11월13일
심사청구일자 2017년11월13일
(56) 선행기술조사문헌
KR101300552 B1*
KR1020150084211 A*
KR101641687 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
**한국건설기술연구원**
경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
**한국기술교육대학교 산학협력단**
충남 천안시 동남구 병천면 충절로 1600, 내 (한국기술교육대학교)
(72) 발명자
**정규동**
경기도 고양시 일산서구 송포로 11, 802동 904호
**권수안**
경기도 고양시 일산서구 대산로 99, 612동 1801호
*(뒷면에 계속)*
(74) 대리인
**이준서, 김영철**

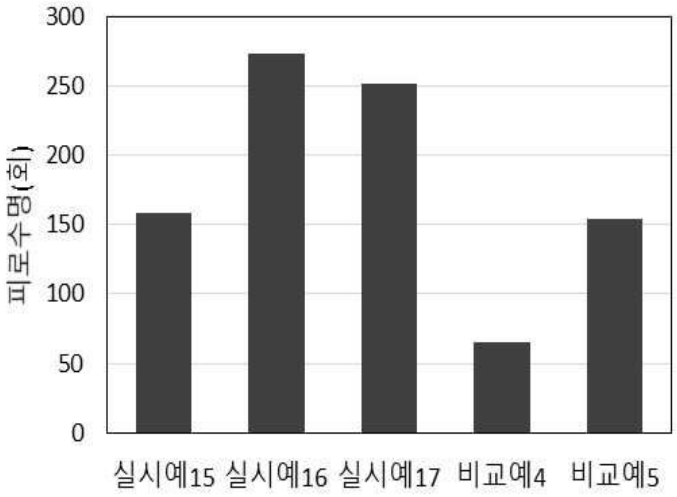
전체 청구항 수 : 총 4 항 심사관 : 문영준

(54) 발명의 명칭 **노화 아스팔트 도로포장의 재활용을 위한 중온 재생첨가제 조성물, 및 페아스콘과 중온 재생첨가제 조성물을 포함하는 아스팔트 콘크리트 조성물**

## (57) 요 약

본 발명은 노화된 아스팔트 콘크리트 도로포장을 현장에서 최대 100% 재활용하여, 섭씨 100도 내지 150도의 온도에서, 혼합하여 아스팔트 포장에 활용할 수 있도록 노화 아스팔트 도로포장의 물성 향상을 위해 첨가하는 중온 재생첨가제 조성물, 그리고 이러한 중온 재생첨가제 조성물과 노화(노후) 아스팔트 콘크리트로 이루어진 아스팔트 콘크리트 조성물 및 그 제조방법에 관한 것이다.

*대 표 도* - 도1



(52) CPC특허분류
*C04B 40/0032* (2013.01)
*E01C 19/10* (2013.01)
*E01C 7/26* (2013.01)
*C04B 2111/0075* (2013.01)
(72) 발명자
**이문섭**
경기도 고양시 일산동구 중앙로 1123, 203동 1702호
**김용주**
서울특별시 동작구 남부순환로259가길 24, 105호
**김영민**
경기도 고양시 덕양구 도래울로 85, 207동 1301호
**이강훈**
인천광역시 부평구 아트센터로 118, 101동 605호
**손정탄**
경기도 고양시 일산동구 백석로 26, 309동 804호
**한영남**
경기도 고양시 일산동구 일산로441번길 33-16
**임정혁**
경기도 고양시 일산서구 대화1로 61, 502동 1303호
**조남준**
충청남도 천안시 서북구 불당17길 14, 103동 1101호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1615007831
부처명 국토교통부
연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원
연구사업명 교통물류연구
연구과제명 친환경 저비용 에코 아스팔트 도로포장 기술
기 여 율 30/100
주관기관 한국건설기술연구원
연구기간 2015.05.21 ~ 2016.05.20
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1615008613
부처명 국토교통부
연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원
연구사업명 교통물류연구
연구과제명 친환경 저비용 에코 아스팔트 도로포장 기술
기 여 율 40/100
주관기관 한국건설기술연구원
연구기간 2016.05.21 ~ 2017.04.20
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1615009412
부처명 국토교통부
연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원
연구사업명 교통물류연구
연구과제명 친환경 저비용 에코 아스팔트 도로포장 기술
기 여 율 30/100
주관기관 한국건설기술연구원
연구기간 2017.04.21 ~ 2018.02.20

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

폐아스콘 및 중온 재생첨가제 조성물을 포함하되;

중온 재생첨가제 조성물은, 중온연화제, 박리방지제 및 점착제를 포함하는 액상의 조성물이며;

중온연화제는 폐아스콘에 포함된 아스팔트 바인더의 중량을 100중량부라고 할 때 3 내지 15중량부로 포함되며;

박리방지제는 폐아스콘에 포함된 아스팔트 바인더의 중량을 100중량부라고 할 때 0.2 내지 4중량부로 포함되며;

점착제는 폐아스콘에 포함된 아스팔트 바인더의 중량을 100중량부라고 할 때 0.5 내지 4중량부로 포함되며;

박리방지제는 아마이드(amide)계열의 박리방지제이거나 또는 아미도아민(amidoamine)계열의 박리방지제로 이루어지는데, 아마이드계열의 박리방지제와 아미도아민계열의 박리방지제는, 각각 아민계 박리방지제를 식물성 지방산 또는 동물성 지방산과 반응시켜 아마이드(amide) 결합이 형성된 화합물들 중 선택한 하나 이상의 것이며;

점착제는, 로진에스터, 수소화 로진 및 변성 로진으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 로진계 수지, 또는 페놀 수지인 것을 특징으로 하는 중온 재생첨가제 조성물과 폐아스콘을 재활용하여 만들어진 중온 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

개질제가, 폐아스콘에 포함된 아스팔트 바인더의 중량을 100중량부라고 할 때  20중량부 이하로 중온 재생첨가제 조성물에 더 포함되는 것을 특징으로 하는 중온  재활용 아스팔트 콘크리트 조성물.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

소성변형저감제가, 폐아스콘에 포함된 아스팔트 바인더의 중량을 100중량부라고 할 때 0이상 ~ 10중량부 이하로 중온 재생첨가제 조성물에 더 포함되는 것을 특징으로 하는 중온  재활용 아스팔트 콘크리트 조성물.

### 청구항 4

삭제

### 청구항 5

폐아스콘을 아스팔트 콘크리트 조성물로서 재활용하기 위하여, 폐아스콘에 혼입되는 중온 재생첨가제 조성물로서,

중온연화제, 박리방지제 및 점착제를 포함하는 액상의 조성물이며;

중온연화제는 폐아스콘에 포함된 아스팔트 바인더의 중량을 100중량부라고 할 때 3 내지 15중량부로 포함되며;

박리방지제는 폐아스콘에 포함된 아스팔트 바인더의 중량을 100중량부라고 할 때 0.2 내지 4중량부로 포함되며;

점착제는 폐아스콘에 포함된 아스팔트 바인더의 중량을 100중량부라고 할 때 0.5 내지 4중량부로 포함되며;

박리방지제는 아마이드(amide)계열의 박리방지제이거나 또는 아미도아민(amidoamine)계열의 박리방지제로 이루어지는데, 아마이드계열의 박리방지제와 아미도아민계열의 박리방지제는, 각각 아민계 박리방지제를 식물성 지

방산 또는 동물성 지방산과 반응시켜 아마이드(amide) 결합이 형성된 화합물들 중 선택한 하나 이상의 것이며;

점착제는, 로진에스터, 수소화 로진 및 변성 로진으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 로진계 수지, 또는 페놀 수지인 것을 특징으로 하는 중온 재생첨가제 조성물.

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

삭제

## 발명의 설명

### 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 노화 아스팔트 도로포장의 재활용을 위한 중온 재생첨가제 조성물, 이러한 중온 재생첨가제 조성물과 폐아스콘을 혼합하여 만들어지는 아스팔트 콘크리트 조성물, 및 이러한 아스팔트 콘크리트 조성물을 제조하는 방법에 관한 것으로서, 구체적으로는 노화된 아스팔트 콘크리트 도로포장을 현장에서 직접 가열하여 폐아스팔트 콘크리트("폐아스콘")을 회수한 후에, 새로운 신규 아스팔트 콘크리트와 중온 재생첨가제 조성물을 폐아스콘에 혼합하여 현장에서 바로 재포장할 수 있도록 함으로써, 폐아스콘을 최대 100% 재활용할 수 있도록 하는 기술로서, 이러한 기술을 구현하기 위하여, "폐아스콘의 물성 향상을 위해 첨가하는 중온 재생첨가제 조성물", 그리고 "이러한 중온 재생첨가제 조성물과 폐아스콘의 혼합으로 이루어진 아스팔트 콘크리트 조성물" 및 "그 제조방법"에 관한 것이다.

[0002]

### 배 경 기 술

[0003] 국내의 도로포장은 아스팔트 바인더를 골재와 혼합하여 도로 표면에 포설한 "아스팔트 콘크리트(Asphalt Concrete)"의 도로포장이 90%를 차지하고 있으나, 노후화된 아스팔트 콘크리트 도로포장에서 회수한 폐(廢)아스팔트 콘크리트 즉, 폐아스콘에 대한 처리비율은 약 3.1% 불과하다. 그마저도 폐아스콘을 재활용한 도로포장의 경우, 품질저하로 인하여 주로 교통량이 적은 한적한 도로에만 제한적으로 사용되어 왔으며, 주요 도로에 적용할 경우에는 전체 아스팔트 콘크리트에 대해 폐아스콘의 함유량은 30 중량% 이하가 되도록 제한되어 왔다. 따라서 폐아스콘의 처리에 따르는 환경오염 및 처리비용을 절감하고 소중한 자원낭비를 방지하기 위해서는 폐아스콘을 100% 재활용하는 기술의 개발이 절실히 요구된다.

[0004] "개질재생 중온아스팔트 혼합물 및 그 제조방법"이라는 발명의 명칭을 가지는 대한민국 특허 제10-1590854호에서는, 신골재 100중량부 대비 폐아스콘 0.1~50중량부와 신아스팔트, 유리황, 무기산 및 스티렌계 중합체를 포함하며 0.1~10중량부의 재생 아스팔트 조성물을 제시하고 있다. 그리고 재생 아스팔트 조성물로는 신아스팔트 100중량부 대비 0.1~5 중량부의 트리아민(triamine)계 박리저감제, 0.1~5 중량부의 왁스계 온도조정제, 0.1~1 중량부의 스테아린산계 점도조정제, 및 0.1~5 중량부의 에틸렌글리콜 급속경화제를 함유하는 것을 제시하고 있다. 그러나 이러한 종래 기술의 경우, 폐아스콘을 최대 50중량부까지로 그 사용범위를 제한하고 있으므로 폐아스콘의 100% 재활용 기술에 해당하지 않으므로, 현장에서 발생된 폐아스콘의 상당량은 재활용되지 못하고 폐기될 수 밖에 없어서 폐아스콘 폐기 비용 등의 기존 문제점을 여전히 가지고 있으며, 대기오염문제 및 폐아스콘과 골재간의 박리방지 기능 등에 대한 고려가 전혀 존재하지 않고 있다는 한계가 있다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1590854호(2016. 02. 18. 공고).

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 위와 같은 종래 기술의 한계를 극복하기 위하여 개발된 것으로서, 노화된 아스팔트 콘크리트 도로포장으로부터 현장에서 회수된 폐아스콘을 최대 100% 재활용하여 공사비용의 절감과 환경오염 및 자원낭비를 방지하고, 더 나아가 아스팔트 콘크리트 포장 시에 발생하는 $CO_2$를 저감할 수 있는 노화 아스팔트 도로포장의 재활용을 위한 중온 재생첨가제 조성물, 이러한 중온 재생첨가제 조성물과 폐아스콘을 혼합하여 만들어지는 아스팔트 콘크리트 조성물, 및 이러한 아스팔트 콘크리트 조성물을 제조하는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 특히, 본 발명은 노화된 아스팔트 포장의 표층을 현장에서 최대 100% 재활용하여 중온에서 도로포장에 사용하는 기술로서 노화된 아스팔트바인더를 중온에서 재활용하기 위해서는 다양한 물성의 향상이 요구된다. 따라서 본 발명의 중온 재생첨가제 조성물은 노화된 아스팔트 바인더 및 골재를 현장(또는 재생 플랜트)에서 최대 100% 재활용하여 재포장하기 위해, 아스팔트 도로포장 공용 등급에 맞도록 물성을 개선하기 위한 비교적 저비용의 중온 재생첨가제 조성물 및 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0008] 위와 같은 과제를 달성하기 위하여 본 발명에서는, 노화된 폐아스콘을 도로포장 재료로서 재활용할 수 있도록 하기 위한 중온 재생첨가제 조성물과, 이러한 중온 재생첨가제 조성물을 폐아스콘에 혼합한 아스팔트 콘크리트 조성물과, 이러한 아스팔트 콘크리트 조성물을 만드는 제조방법이 제공된다.

[0009] 구체적으로 본 발명에서는 폐아스콘을 재활용한 중온 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물폐아스콘, 중온연화제, 및 박리방지제를 포함하되; 중온연화제는 폐아스콘에 포함된 아스팔트 바인더의 중량을 100중량부라고 할 때 1 내지 20중량부로 포함되며, 박리방지제는 폐아스콘에 포함된 아스팔트 바인더의 중량을 100중량부라고 할 때 0.1 내지 10중량부로 포함되는 것을 특징으로 하는 중온 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물이 제공된다. 필요에 따라서 본 발명의 중온 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물에는, 개질제, 소성변형저감제 및 점착제가 폐아스콘에 포함된 아스팔트 바인더의 중량을 100중량부라고 할 때 각각 20중량부 이하, 10중량부 이하, 및 7중량부 이하로 더 포함될 수 있다.

[0010] 또한 본 발명에서는 폐아스콘을 아스팔트 콘크리트 조성물로서 재활용하기 위하여, 폐아스콘에 혼입되는 중온 재생첨가제 조성물로서, 중온연화제, 박리방지제, 개질제, 소성변형저감제 및 점착제 간의 중량비가 1~20 : 0.1~10 : 0~20: 0~10 : 0~7이 되도록 포함되어 있는 것을 특징으로 하는 중온 재생첨가제 조성물이 제공된다.

[0011] 더 나아가 본 발명에서는 위와 같은 폐아스콘 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물을 제조하는 방법 및 위와 같은 중온 재생첨가제 조성물을 제조하는 방법이 제공된다.

[0012] 또한 본 발명에서는 폐아스콘을 재활용하여 도로포장에 사용되는 중온 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물을 제조하는 방법으로서, 중온연화제, 박리방지제, 개질제, 소성변형저감제 및 점착제 간의 중량비가 1~20 : 0.1~10 : 0~20: 0~10 : 0~7이 되도록 중온연화제, 박리방지제, 개질제, 소성변형저감제 및 점착제를 용융 혼합하여 중온 재생첨가제 조성물을 제조하는 단계; 기존 아스팔트 콘크리트 도로포장으로부터 취득한 가열된 폐아스콘 중량을 100중량부라고 할 때 골재를 25중량부 이하, 스트레이트 아스팔트 바인더를 1.5중량부 이하로 하여, 상기 중온 재생첨가제 조성물을 스트레이트 아스팔트 바인더 및 골재와 함께 기존 아스팔트 콘크리트 도로포장으로부터 취득한 폐아스콘에 투여하는 단계; 및 중온 재생첨가제 조성물과 스트레이트 아스팔트 바인더, 골재, 폐아스콘을 용융 혼합하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 중온 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물의 제조방법이 제공된다.

### 발명의 효과

[0013] 본 발명에 의하면, 종전에는 폐기되었던 폐아스콘을 새로운 도로포장재료로서 유용하게 활용할 수 있게 되며, 그에 따라 자원의 재활용에 따른 친환경적인 도로시공 및 경제성 향상 등의 효과가 발휘된다.

### 도면의 간단한 설명

[0014] 도 1 내지 도 4는 각각 본 발명의 실시예와 비교예에 대한 실험결과를 막대그래프로 표현한 그래프도이다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0015] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 설명한다. 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 하나의 실시예로서 설명되는 것이며, 이것에 의해 본 발명의 기술적 사상과 그 핵심 구성 및 작용이 제한되지 않는다.

[0016] 본 발명에 따른 중온(中溫) 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물은, 신규 아스팔트 콘크리트를 사용하지 않고, 기존의 아스팔트 콘크리트 도로포장으로부터 얻어진 폐아스팔트 콘크리트 즉, 폐아스콘을 최대 100% 이용하여 만들어진다. 이러한 의미에서 본 발명에 따른 아스팔트 콘크리트 조성물은 "재활용 아스팔트 콘크리트 조성물" 또는 "재생 아스팔트 콘크리트 조성물"이라고 칭할 수 있다.

[0017] 폐아스콘을 수집한 현장에서 100% 재활용하여 중온에서 도로포장에 사용하는 기술은 최초로 시도되는 것으로 폐아스콘을 중온에서 재활용하기 위해서는 다양한 물성의 향상이 요구된다. 이를 위해서, 본 발명의 중온 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물은, 기존의 아스팔트 콘크리트 도로포장으로부터 얻어진 폐아스콘에 중온연화제와 박리방지제를 포함하여 만들어지며, 필요에 따라 개질제, 소성변형저감제 및 점착제(Tac)가 더 포함될 수 있다.

[0018] 구체적으로 본 발명의 중온 재활용 아스팔트 콘크리트는 폐아스콘, 중온 재생첨가제 조성물을 포함하며, 중온 재생첨가제 조성물은 중온연화제 및 박리방지제를 포함하여 구성되는데, 폐아스콘에 포함되어 있는 아스팔트 바인더의 중량을 100중량부라고 할 때 중온연화제는 1 내지 20중량부로 포함되며, 박리방지제는 0.1 내지 10중량부로 포함된다. 필요에 따라서는 개질제가 본 발명의 중온 재생첨가제 조성물에 더 포함될 수 있는데, 이 경우 개질제는 폐아스콘에 포함되어 있는 아스팔트 바인더의 중량을 100중량부라고 할 때 20중량부로 이하로 포함된다. 또한 필요에 따라서는 본 발명의 중온 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물에는 소성변형저감제와 점착제의 모두 또는 이 2가지 중 하나가 더 포함될 수도 있는데, 이 경우 소성변형저감제는 폐아스콘에 포함되어 있는 아스팔트 바인더의 중량을 100중량부라고 할 때 10중량부 이하로 포함되며, 점착제는 7중량부 이하로 포함된다. 또한, 폐아스콘에 포함되어 있는 골재의 입도 개선이 필요할 경우, 본 발명의 중온 재활용 아스팔트 콘크리트에는 폐아스콘의 중량을 100 중량부라고 할 때 골재를 25중량부 이하로 포함하고, 더 나아가 스트레이트 아스팔트 바인더를 1.5중량부 이하 포함될 수 있다. 이 경우 중온 재활용 아스팔트 콘크리트의 입도 개선 효과로 내구성이 더욱 높아질 수 있다. 여기서 골재는 자갈, 쇄석 등의 굵은 골재일 수 있다.

[0019] 한편, 본 발명에서는 폐아스콘과 혼합되어 사용됨으로써, 위와 같은 본 발명의 중온 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물을 형성할 수 있게 되는 "중온 재생첨가제 조성물"이 제공된다.

[0020] 본 발명의 중온 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물에 있어서, 중온연화제는 폐아스콘의 중온화를 위하여 사용되는 것으로서, 중온화 효과 이외에도 폐아스콘을 연질 아스팔트 콘크리트로 개량하기 위하여 사용된다. 본 발명의 중온 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물에서, 중온연화제는 폐아스콘에 포함된 아스팔트 바인더의 중량을 100중량부라고 할 때 1 내지 20중량부로 포함되는데, 바람직하기로는 3 내지 15중량부로 포함될 수 있으며, 더욱 바람직하게는 4 내지 10중량부로 포함될 수 있다. 중온연화제가 1중량부 미만으로 포함되는 경우, 아스팔트 콘크리트 조성물의 취성이 강하게 되며 아스팔트 콘크리트 조성물의 생산시 점도 상승으로 인하여 생산 자체가 불가능하게 되거나 또는 생산시의 온도를 높여야 한다. 아스팔트 콘크리트 조성물의 취성이 강하게 되면, 온도 감소에 따른 균열 저항성이 감소되고 수분 침투로 인하여 2차 포장 파손이 야기될 가능성이 높아질 뿐만 아니라 교통하중에 의해 피로 균열 파손 발생가능성이 높아지게 된다. 따라서 본 발명에서 중온연화제는 1중량부 이상으로 함유되어야 한다. 반면에 중온연화제가 20중량부를 초과하여 포함되면 아스팔트 콘크리트 조성물로 이루어진 도로포장의 강성이 감소되어, 여름철 고온에서 교통하중에 의한 소성변형이 발생될 가능성이 매우 커진다. 따라서 본 발명에서 중온연화제는 20중량부 이하로 포함되어야 한다.

[0021] 이러한 중온연화제로는, 폐아스콘의 화학적 구성성분 중 부족한 부분인 세츄레이트(saturates) 부분을 화학적으로 보강해 줄 수 있는 것을 이용할 수도 있고, 폐아스콘을 이용하여 만들어진 아스팔트 콘크리트 조성물의 물리적 특성을, 신규한 아스팔트 바인더와 골재를 혼합하여 만든 비재생(비재활용) 아스팔트 콘크리트 조성물과 동일한 거동 특성을 가질 수 있게 하는 것을 선택하여 이용할 수도 있다. 예를 들어, 아스팔트의 저분자 성분을 보강해 줄 수 있는 아로마틱 오일, 나프테닉 오일, 파라피닉 오일 등의 석유계 오일을 중온연화제로 사용할 수 있으며, 더 나아가 윤활유, 엔진오일 등으로 사용되는 기유나, 기타 절연유(insulating oil) 등도 중온연화제로 사용할 수 있다. 이와 같이, 석유계 오일, 기유 및 절연유 등의 오일 중에서 1가지 이상을 택하여 중온연화제로 사용할 수 있는데, 경제성을 고려할 때, 폐기되는 석유계 오일이 중온연화제로 적합하다. 또한 폐아스콘을

중온화시켜서 연질화를 이루게 하기 위한 중온연화제로는, 식물성 오일 및 동물성 오일(상온에서 액체로 된 것이거나 또는 고체로 된 것 중 어느 것이어도 무방함) 중 어느 하나 또는 이를 혼합하여 사용할 수도 있다. 식물성 오일과 동물성 오일은 트리글리세라이드(triglyceride) 분자로 구성되는 글리세롤 접합(junction) 부위에 3개의 지방산(fatty acid)이 결합되어 있는 구조이며 유리 지방산, 스테아린, 색소성분 및 지용성 비타민 등을 함유하고 있다. 동물성 오일로는, 돼지기름, 소기름, 생선오일(fish oil) 등의 천연 동물성 오일이 있으며, 더 나아가 이러한 천연 동물성 오일을 가공한 쇼튼닝(shortening) 등의 가공 동물성 오일도 중온연화제로 이용될 수 있다. 식물성 오일로는 콩기름(soybean oil), 옥수수기름(corn oil), 카놀라유, 피마자유(castor oil), 팜유(palm oil), 및 해바라기유(sunflower oil) 등과 이들을 재료로 하여 만들어져서 식품가공에 사용하는 식용유 등이 있다. 경제성과 부존자원의 낭비방지를 고려하여 식물성 오일과 동물성 오일 중에서도, 폐식용유, 폐기물로 처리되는 동물성 돼지지방(lard), 소지방 등을 중온연화제로 사용하는 것이 바람직하다. 이러한 식물성 오일과 동물성 오일 이외에도, 석유계(paraffin계, naphthene계 및 aromatic계) 오일을 중온연화제로 사용할 수도 있다.

[0022] 한편, 본 발명의 중온 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물에는, 박리방지제가 폐아스콘에 포함된 아스팔트 바인더의 중량을 100중량부라고 할 때 0.1 내지 10중량부로 포함되는데, 바람직한 박리방지제의 함유량은 0.1 내지 7중량부이고, 더욱 바람직하게는 박리방지제가 0.2 내지 4중량부로 포함된다. 박리방지제가 0.1중량부 미만으로 포함될 경우에는, 골재와 아스팔트 사이, 또는 아스팔트와 아스팔트 사이의 결합력 및 부착력 증가 효과가 충분히 발휘되지 않으며, 수분저항성 향상 효과 및 점도 감소 효과도 작아지게 된다. 반면에 박리방지제가 10중량부를 초과하여 포함될 경우에는 아스팔트 콘크리트 조성물로 시공된 도로포장의 소성변형이 증가할 우려가 있으며 비용증가로 경제성이 감소될 수 있다.

[0023] 박리방지제로는, 무기계의 생석회, 소석회 등이 이용될 수 있다. 또한 유기계로서 아민계열, 아마이드(amide)계열, 아미도아민(amidoamine)계열 혹은 실란계열의 재료가 박리방지제로 사용될 수 있다. 박리방지제로 이용될 수 있는 아민계열의 재료로는 아닐린(aniline), 1-나프틸 아민(1-naphtylamine), N-사이클로헥실아민(cyclohexylamine), 디페닐아민(dipheny amine), N-메칠아닐린, 디사이클로헥실아민 (dicyclohexylamine), P-페닐렌디아민(P-phenylene-diamine), 1,3,5-트리아미노벤젠 (1,3,5-triamino-benzene), 에틸렌디아민(ethylene-diamine), 디에틸렌트리아민 (diethylene-triamine), 헥사메틸디아민(hexamethyl-diamine), P-페닐디아민 (P-phenyl-diamine), 피리딘(pyridine), 비피리딘(2,2'-bipyridine), 피롤(pyrrole) 등 액체나 고체 아민 군에 속하는 화합물 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 재료가 이용될 수 있다. 또한 아마이드계열 및 아미도아민(amidoamine)계열로는 위에 언급한 아민계를 식물성 및 동물성 지방산과 반응시켜 아마이드(amide) 결합이 형성된 화합물들 중 선택한 하나 이상의 재료가 이용될 수 있다.

[0024] 박리방지제는, 분자구조상 골재와 강하게 결합할 수 있는 부분과 아스팔트 바인더와 친화력이 강한 부분을 동시에 갖고 있다. 따라서 아스팔트 콘크리트 조성물을 생산할 때, 박리방지제가 투입되면, 타 재료와의 강한 친화력을 보이게 되는 분자구조로 인하여, 골재와 아스팔트 간의 친화력을 증진시키게 되며, 그에 따라 접착력을 견고하게 만드는 효과를 나타낸다. 또한 박리방지제는 아스팔트의 계면 활성제 역할을 하게 되므로, 아스팔트가 골재와 접할 때의 접촉각(contact angle)을 줄여주게 되고, 그에 따라 아스팔트와 골재의 접착성을 증진시키는 효과가 발휘된다.

[0025] 특히, 본 발명에서는 앞서 언급한 것처럼 중온연화제로서 식용유 등의 식물성 오일이나 동물성 오일을 사용할 수 있는데, 박리방지제를 사용하게 되면 이와 같이 오일로 이루어진 중온연화제를 사용하더라도 재료간의 상분리가 발생하지 않게 된다. 더 나아가, 박리방지제를 첨가함으로써, 아스팔트 콘크리트 조성물을 제조할 때 점도 감소 효과가 발휘되며, 이를 통해서 재료간의 고른 혼합 및 작업성 향상의 효과를 얻을 수 있으며 중온화 효과를 더욱 증가시킬 수 있게 된다. 이를 위하여 아민계, 아마이드계, 또는 아미도아민계의 박리방지제를 사용할 경우, 오일로 이루어진 중온연화제와의 상분리를 방지하기 위하여, 비중이 0.90 ~ 0.99이고 점도는 400 ~ 2,000cPs를 가지는 박리방지제를 사용하는 것이 바람직하다. 아민계, 아마이드계, 또는 아미도아민계의 박리방지제의 점도가 400cPs이하일 경우에는 혼합시 재료분리가 발생될 가능성이 있으며 점도가 2,000cPs를 초과할 경우에는 혼합성 및 작업성이 감소될 수 있다.

[0026] 본 발명에는 폐아스콘을 이루고 있던 아스팔트의 저온취성을 저감시키고 이와 동시에 고온 소성변형을 방지하기 위하여 개질제가 포함될 수 있다. 즉, 본 발명의 중온 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물에 대해 저온취성 및 고온 소성변형을 개선하기 위하여 개질제가 포함될 수 있는 것이다.

[0027] 본 발명에서 개질제는 폐아스콘에 포함된 아스팔트 바인더의 중량을 100중량부라고 할 때 20중량부 이하, 바람

직하게는 2 내지 15중량부, 더욱 바람직하게는 3 내지 7중량부로 포함될 수 있다. 포장성능개선이 필요한 도로에서 개질제가 20중량부를 초과하여 포함될 경우에는 지나친 점도 상승으로 인하여 본 발명의 아스팔트 콘크리트 조성물을 이루는 각 성분들 간의 혼합이 어려워 작업성이 저하될 우려가 있다.

[0028] 개질제로는 SBS(Styrene-Butadiene-Styrene), SIS(Styrene-Isoprene-Styrene), SEBS(Styrene-Ethylene-Butadiene-Styrene), SBR(Styrene-Butadiene Rubber), SBR 라텍스, ABS (Acrylonitrile-Butadiene -Styrene copolymer), ABR 고무(Acrylate Butadiene Rubber) 분말, 폴리클로로프렌 고무(Polychloroprene Rubber) 분말, 부틸 고무(Butyl Rubber) 분말, 생고무(Natural Rubber) 분말, 폐타이어 분말(Crumb Rubber), NBR고무(Nitril Butadiene Rubber) 분말, 이소프렌 고무(Isoprene Rubber)분말, EPDM 고무(Ethylene-Propylene-Diene-Monomer Rubber) 분말, 부타디엔고무(Butadiene Rubber) 분말, 폐 고무분말 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 재료가 사용될 수 있다. 특히, 폴리올레핀 플라스토머(polyolefin plastomer)가 개질제로서 사용될 수 있다.

[0029] 개질제로 사용되는 위 재료(탄성체 고분자 물질)는 30,000~ 500,000 범위의 분자량을 가질 수 있다. 개질제로 사용되는 재료의 분자량이 30,000 미만인 경우에는 고온에서 소성변형(rutting)의 저항에 취약할 수 있으며, 분자량이 500,000을 초과하는 경우에는 해당 조건에서 용해성 저하 및 점도 상승으로 제대로 분산되지 않거나 작업성이 저하되어 개질제로서의 사용이 어려울 수 있다. 또한 본 발명에서는 저온 및 고온특성을 향상시키기 위해 상기한 탄성체 고분자 물질을 2종 이상 혼합하여 개질제로서 사용할 수 있으며 평균 분자량이 다른 고분자 물질을 2종 이상 혼합 사용할 수 있다. 또한 고온에서의 소성변형 저감을 위해 개질제로서 아크릴계 고분자 물질이나 올레핀계 고분자 물질 등을 혼합 사용할 수 있다, 또한 아스팔트 콘크리트 조성물의 물성 향상을 위해 쿠멘히드로퍼옥사이드(cumene hydroperoxide), BPO(bezoil peroxide) 등의 라디칼 개시제(radical initiators)를 첨가할 수도 있다.

[0030] 개질제는 SBS, SBR, SIS 및 산화방지제로 이루어진 군으로부터 1종을 선택할 수 있는데, 개질제로 사용되는 위와 같은 재료와 유사기능을 할 수 있는 대체제로서 CRM, SBS 블록 공중합체, LDPE(low-density polyethylene), HDPE(high-density polyethylene), 폴리프로필렌(polypropylene), EVA(ethyl vinyl acetate), 에틸렌 아크릴레이트 코폴리머(ethylene acrylate copolymer) 및 산화방지제로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상의 재료를 개질제로서, 본 발명의 중온 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물 및 중온 재생첨가제 조성물에 포함할 수 있다.

[0031] 더 나아가, 아스팔트 콘크리트 조성물의 강성 즉, 변형에 대한 저항성을 증가시키기 위해서, LDPE (Low Density Polyethylene), HDPE (High Density Polyethylene), 폴리프로필렌(polypropylene), 또는 에틸렌 아크릴레이트 코폴리머(ethylene acrylate copolymer)를 개질제로서 사용할 수도 있다. 이 경우, 녹는점이 섭씨 150도이하의 재료를 사용한다.

[0032] 앞서 언급한 것처럼, 본 발명의 중온 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물에는 필요에 따라 소성변형저감제가 포함될 수도 있는데, 이 경우 소성변형저감제는 폐아스콘에 포함된 아스팔트 바인더의 중량을 100중량부라고 할 때 10중량부 이하, 바람직하게는 5중량부 이하, 더욱 바람직하게는 1 내지 3중량부로 포함될 수 있다. 소성변형저감제가 위에서 한정한 상한값을 초과하여 첨가할 경우에는 아스팔트 콘크리트 조성물의 점도가 증가해 도로포장 작업시 작업성이 감소하거나 저온취성(균열)이 증가할 수 있으며, 반면에 소성변형저감제가 위에서 한정한 하한값 미만으로 첨가할 경우, 첨가에 따른 효과가 미미하게 된다.

[0033] 소성변형저감제로는 PPA(poly phosphoric acid)를 사용할 수 있으며, 하이덴시티 폴리에틸렌(HDPE), 로우덴시티 폴리에틸렌(LDPE), 리니어 로우덴시티 폴리에틸렌(LLDPE), 폴리프로필렌(PP), 코폴리프로필렌(CPP), 저분자량 폴리아마이드, 엘바로이(Elvaloy), PVA(Polyvinylacetate), 에틸렌비닐아세테이트(EVA), 폴리뷰텐(PB), 하이임팩트폴리스티렌(HIPS) 등과 분쇄 폐지, 목분, 갑각류 껍질 분쇄물 등 세룰로오스나 키틴질을 포함하는 유기충전제와 카올린, 실리카, 탈크, 탄산칼슘, 수산화마그네슘, 마이카, 황산바륨, 석분, 유리섬유 및 탄소섬유 등 무기충전제와 PPA(폴리인산)로 이루어진 군으로부터 하나 이상 선택된 것을 사용할 수 있다.

[0034] 본 발명에서 소성변형저감제는 폐아스콘의 상태에 따라 포함되지 않을 수도 있고 위와 같은 함유량으로 포함될 수도 있다.

[0035] 점착제도 필요에 따라 본 발명의 중온 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물에 첨가될 수 있는데, 점착제는 폐아스콘에 포함된 아스팔트 바인더의 중량을 100중량부라고 할 때 7중량부 이하, 바람직하게는 0.5 내지 4중량부, 더욱 바람직하게는 0.5 내지 2중량부로 포함될 수 있다. 점착제가 위에서 한정한 상한값을 초과하여 첨가할 경우

에는 아스팔트 콘크리트 조성물에 끈적거림이 발생하고 비용이 증가되어 경제성이 저하되는 단점이 있으며, 반면에 점착제가 위에서 한정한 하한값 미만으로 첨가할 경우, 첨가에 따른 효과가 미미하게 된다.

[0036] 점착제로는 로진에스터, 수소화로진, 변성로진 등 로진계 수지, 아크릴계 수지, 방향족계 석유수지, 지방족계 및 고리형 지방족계 석유수지, 페놀 수지, 쿠마론-인덴 수지 및 지방산폴리아미드 수지로 이루어진 군으로부터 하나 또는 그 이상 선택된 것을 사용할 수 있으며, 폐아스콘의 상태에 따라 포함되지 않을 수도 있고 위와 같은 함유량으로 포함될 수도 있다.

[0037] 본 발명의 중온 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물을 제조하는 방법은,

[0038] (a) 중온연화제 및 박리방지제와 필요에 따라 개질제, 소성변형저감제, 및 점착제를 상기한 함유량으로 용융 혼합하여 본 발명의 중온 재생첨가제 조성물을 제조하는 단계;

[0039] (b) 위 (a) 단계에서 만들어진 중온 재생첨가제 조성물을, 기존 아스팔트 콘크리트 도로포장으로부터 취득한 가열된 폐아스콘에 투여하는 단계; 및

[0040] (c) 위 (a) 단계에서 만들어진 중온 재생첨가제 조성물과 폐아스콘을 용융 혼합하는 단계를 포함한다.

[0041] 또한, 폐아스콘에 포함되어 있는 골재의 입도 개선이 필요할 경우에 중온 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물을 제조하는 방법은,

[0042] (a) 중온연화제 및 박리방지제와 필요에 따라 개질제, 소성변형저감제, 및 점착제를 상기한 함유량으로 용융 혼합하여 본 발명의 중온 재생첨가제 조성물을 제조하는 단계;

[0043] (b) 위 (a) 단계에서 만들어진 중온 재생첨가제 조성물과 스트레이트 아스팔트 바인더 및 골재를 기존 아스팔트 콘크리트 도로포장으로부터 취득한 가열된 폐아스콘에 투여하는 단계; 및

[0044] (c) 위 (a) 단계에서 만들어진 중온 재생첨가제 조성물과 스트레이트 아스팔트 바인더, 골재, 폐아스콘을 용융 혼합하는 단계를 포함한다.

[0045] 중온연화제, 박리방지제 등의 상기한 재료를 이용하여 본 발명에 따른 중온 재생첨가제 조성물을 제조함에 있어서 필요한 유동성을 확보하기 위하여, 중온연화제, 박리방지제 등의 재료를 용융 혼합하는 작업은 가열된 온도 즉 섭씨 100도 내지 180도 범위의 온도, 바람직하게는 섭씨 약 130도의 온도로 가열된 상태에서 수행되는 것이 바람직하다. 만일 중온 재생첨가제 조성물을 제조하기 위하여 각 성분의 재료를 용융 혼합시키는 작업이 섭씨 100도 미만의 온도에서 수행되는 경우, 중온 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물의 유동성을 확보할 수 없게 되어 각 재료의 균일한 분산이 이루어지기 어려우며(즉, 재료들이 고르게 섞여서 분산되지 못하는 현상이 발생하며, 중온 재생첨가제 조성물의 점도가 과도하게 높아지게 되어 폐아스콘과 혼합되었을 때 폐아스콘의 골재에 대한 피복이 완벽하게 이루어지기 어렵게 되는 문제가 발생한다.

[0046] 한편, 중온 재생첨가제 조성물을 제조하기 위하여 중온연화제, 박리방지제 등의 재료를 용융 혼합하는 작업이 섭씨 180도를 초과하는 상태에서 수행되는 경우에는 혼합되는 재료에 산화가 크게 발생될 우려가 있어 균열에 대한 아스팔트 콘크리트 조성물의 저항성이 감소될 우려가 있다.

[0047] 본 발명의 중온 재생첨가제 조성물을 제조하기 위하여 중온연화제, 박리방지제 등의 재료를 용융 혼합할 때, 필요한 경우, 개질제, 소성변형저감제, 점착제 등의 상기한 추가 성분의 재료를 상기한 함유량으로 첨가한 후 교반 혼합함으로써 본 발명의 중온 재생첨가제 조성물을 만들 수도 있고, 이와 달리 일단 중온연화제 및 박리방지제 의 용융 혼합물을 만들어 놓고, 이를 폐아스콘에 투입하는 단계(b)를 수행하면서, 개질제, 소성변형저감제, 점착제 등의 추가 성분 재료를 더 추가할 수도 있다.

[0048] 이와 같은 방식으로 본 발명의 중온 재생첨가제 조성물을 제조하고 이를 폐아스콘에 투입함에 있어서, 폐아스콘을 섭씨 130도로 가열한 상태인 것이 바람직하다. 즉, 폐아스콘이 섭씨 130도로 가열되어 있는 상태에서, 본 발명의 중온 재생첨가제 조성물이 폐아스콘에 투입될 수 있는 것이다. 이 경우 앞서 언급한 것처럼 섭씨 130도의 온도에서 본 발명의 중온 재생첨가제 조성물을 폐아스콘에 투입하는 작업이 수행된다. 현장에서 폐아스콘을 취득하고 이를 재활용하여 도로포장으로서 포설하는 경우에는, 본 발명의 중온 재생첨가제 조성물과 폐아스콘의 교반 혼합 작업이 수분 내에 이루어 질 수도 있지만, 재생플랜트에서는 30~60분간 수행될 수도 있다.

[0049] 이하, 본 발명을 실시예에 의하여 더욱 상세하게 설명한다. 그러나, 하기의 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐이며, 본 발명의 범위가 하기의 실시예에 한정되는 것은 아니다. 표 1 내지 표 3에는 각각 본 발명에 따른 실시예 및 이와 대비되는 비교예에 대한 상세한 실험 결과가 정리되어 있으며, 도 1 내지 도 4에는 각각 본 발

명의 실시예 및 비교예에 대한 실험결과가 막대그래프로 표현되어 있다.

[0050] 1) 중온연화제 효과

[0051] 스트레이트 아스팔트 바인더를 이용한 "신(新)아스팔트(PG64-22)"와, 폐아스콘에 포함된 아스팔트 바인더를 추출하여 제조한 "노화아스팔트" 각각의 물성을 시험하였으며, 시험결과를 표 1의 비교예1과 비교예2에 기재하였다. 그리고 노화아스팔트의 중량을 100중량부라고 할 때 중온연화제의 함유량 변화에 따른 효과를 실시예와 비교예로 점도, 고온PG, 및 m-Value 시험을 실시하여, 그 시험결과를 표 1에 기재하였다.

[0052] 하기의 표 및 이와 관련된 설명에서 <노화아스팔트>라는 용어는 폐아스콘에 포함되어 있는 아스팔트 바인더를 의미하며, <신아스팔트(PG64-22)>라는 용어는 스트레이트 아스팔트 바인더를 의미한다.

[0053] 소성변형 저항성과 관련된 점도와 고온PG는 너무 높을 경우 강성이 높아져 균열이 쉽게 발생할 수 있는데, 표 1의 실시예에서 알 수 있듯이, 노화아스팔트 중량 대비 중온연화제의 함유량이 증가할수록 노화아스팔트와 비교하여 점도와 고온PG가 낮아지며, 일부는 신아스팔트 보다 낮은 점도와 고온PG의 개선을 보이는 것으로 나타났다. 그리고 본 발명에 따른 중온연화제의 함유량 범위에서는 노화아스팔트 중량 대비 중온연화제의 함유량이 증가할수록, 저온 균열저항성과 관련된 BBR(Bending Beam Rheometer) 시험결과인 m-Value가 기준인 0.3보다 높아져서 균열에 대한 저항성이 높아지는 것으로 나타났다.

[0054] 그런데 비교예3과 같이 노화아스팔트 중량을 100중량부라고 할 때 중온연화제의 사용량이 1중량부 미만일 경우에는 노화아스팔트의 점도를 충분히 낮추지 못하며, 저온 균열저항성과 관련된 BBR(Bending Beam Rheometer) 시험결과인 m-Value가 기준인 0.3보다 낮아서 도로포장으로 사용하기에 적합하지 않은 것으로 나타났다.

*표 1*

[0055]

| | 구 분 | 실시예1 | 실시예2 | 실시예3 | 실시예4 | 비교예1 | 비교예2 | 비교예3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 조성물의구성(중량부) | 신아스팔트(PG64-22) | - | - | - | - | 100 | - | - |
| | 노화아스팔트 | 100 | 100 | 100 | 100 | - | 100 | 100 |
| | 중온연화제 | 2.5 | 8.0 | 13 | 20 | - | - | 0.9 |
| | 박리방지제 | - | - | - | - | - | - | - |
| | 개질제 (SBS-L) | - | - | - | - | - | - | - |
| | 소성변형저감제(PPA) | - | - | - | - | - | - | - |
| | 점착제(Tack) | - | - | - | - | - | - | - |
| 물 성 | 점도(Poise) | 10,990 | 2,586 | 954 | 344 | 2,264 | 24,956 | 18,197 |
| | 고온PG (G*/sinδ= 1.0kPa, 섭씨 온도) | 72.3 | 65.8 | 59.2 | 52.7 | 67.0 | 77.9 | 75.1 |
| | m-Value | 0.311 | 0.331 | 0.344 | 0.358 | 0.332 | 0.264 | 0.275 |
| | 부착력 (kPa) | - | - | - | - | - | - | - |
| | 수분저항성 (kPa) | - | - | - | - | - | - | - |

[0056] 2) 박리방지제 효과

[0057] 아래의 표 2에는 본 발명에서 중온연화제와 박리방지제가 함께 사용된 실시예 및 이와 대비되는 비교예에 대한 실험결과가 정리되어 있다.

[0058] 표 2에서 확인할 수 있는 바와 같이 본 발명에 따른 박리방지제 함유량을 가지는 실시예들은, 비교예에 비하여

상대적으로 우수한 초기 부착력 및 수분저항성을 나타내었다. 그리고, 박리방지제의 함유량이 비교예4와 같이 낮을 경우 수분저항성과 부착력이 낮으며, 실시예7 및 실시예8과 같이 크게 증가하여도 수분저항성과 부착력의 증가는 크지 않았다.

표 2

| | 구 분 | 실시예 5 | 실시예 6 | 실시예 7 | 실시예8 | 비교예1 | 비교예2 | 비교예4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 조성물의구성 (중량부) | 신아스팔트 (PG64-22) | - | - | - | - | 100 | - | - |
| | 노화아스팔트 | 100 | 100 | 100 | 100 | - | 100 | 100 |
| | 증온연화제 | 8.2 | 7.2 | 0 | 0 | - | - | 8.61 |
| | 박리방지제 | 0.5 | 1.5 | 8.7 | 11 | - | - | 0.09 |
| | 개질제 (SBS-L) | - | - | - | - | - | - | - |
| | 소성변형저감제 (PPA) | - | - | - | - | - | - | - |
| | 점착제(Tack) | - | - | - | - | - | - | - |
| 물 성 | 점도(Poise) | 2,262 | 2,363 | 3,294 | 2,165 | 2,264 | 24,956 | 2,725 |
| | 고온PG (G*/sinδ= 1.0kPa, 섭씨 온도) | 65.1 | 65.3 | 67.2 | 64.9 | 67.0 | 77.9 | 65.0 |
| | m-Value | 0.342 | 0.329 | 0.325 | 0.320 | 0.342 | 0.264 | 0.344 |
| | 부착력 (kPa) | 3200 | 3400 | 3600 | 3700 | 560 | 235 | 1600 |
| | 수분저항성 (kPa) | 94 | 96 | 95 | 96 | 44 | 37 | 45 |

[0059]

[0060] 3) 개질제, 소성변형저감제, 점착제 효과

[0061] 표 3에는 본 발명에서 개질제, 소성변형저감제, 및 점착제가 함께 사용된 실시예 및 이와 대비되는 비교예에 대한 실험결과가 정리되어 있다. 개질제, 소성변형저감제, 및 점착제를 사용한 본 발명의 실시예의 경우에는, 소성변형저항성을 나타내는 고온PG가 우수하였으며, 균열저항성을 나타내는 m-Value가 0.3 이상으로 기준을 만족하였다.

표 3

| | 구 분 | 실시예 10 | 실시예 11 | 실시예 12 | 실시예 13 | 실시예 14 | 비교예 1 | 비교예 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 조성물의구성 (중량부) | 신아스팔트 (PG64-22) | - | - | - | - | - | 100 | - |
| | 노화아스팔트 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | - | 100 |
| | 중온연화제 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | - | - |
| | 박리방지제 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | - | - |
| | 개질제 (SBS-L) | 1.5 | 3.0 | 3.0 | - | - | - | - |
| | 소성변형저감제 (PPA) | - | - | - | 1.0 | 2.0 | - | - |
| | 점착제(Tack) | - | - | 0.6 | - | 0.6 | - | - |
| 물 성 | 점도(Poise) | - | - | - | - | - | 2,264 | 24,956 |
| | 고온PG ($G^*/\sin\delta$= 1.0kPa, 섭씨 온도) | 71.5 | 77.2 | 77.8 | 69.5 | 73.7 | 67.0 | 77.9 |
| | m-Value | 0.331 | 0.333 | 0.336 | 0.330 | 0.334 | 0.332 | 0.264 |
| | 부착력 (kPa) | 3450 | 3500 | 3540 | 3420 | 3530 | 560 | 235 |
| | 수분저항성 (kPa) | 95 | 96 | 97 | 95 | 96 | 44 | 37 |

[0062]

[0063] 4) 아스팔트 콘크리트 성능

[0064] 중온 재생첨가제 조성물의 함유량에 따른 효과 및 본 발명에 따른 아스팔트 콘크리트 조성물의 다양한 성능을 조사하고 검증하기 위하여, 표 4에 따라 섭씨 130도에서 본 발명에 따른 실시예와, 비교예의 아스팔트 콘크리트 조성물을 제작하여 각각에 대해 실험을 수행하였다.

[0065] 표 4는 본 발명에 따른 실시예 및 이와 대비되는 비교예에 대한 공극률, 동적안정도, 피로수명, 및 인장강도비의 실험결과가 정리되어 있다. 표 4에서 확인할 수 있는 바와 같이 본 발명에 따른 실시예들은 비교예에 비하여 상대적으로 다짐성능이 높아 낮은 공극률을 확보하며, 우수한 동적안정도, 피로수명, 및 인장강도비를 나타내었다.

표 4

[0066]

| | 구 분 | 실시예15 | 실시예16 | 실시예17 | 비교예4 | 비교예5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 조성물의구성 (중량부) | 폐아스콘 | 100 | 100 | 100 | 100 | - |
| | 신(新)골재 | - | - | - | - | 100 |
| | 신아스팔트(PG64-22) | - | - | - | - | 5.3 |
| | 중온연화제 | 0.360 | 0.360 | 0.360 | - | - |
| | 박리방지제 | 0.075 | 0.075 | 0.075 | - | - |
| | 개질제 (SBS-L) | - | 0.150 | - | - | - |
| | 소성변형저감제 (PPA) | - | - | 0.060 | - | - |
| | 점착제(Tack) | - | 0.030 | 0.030 | - | - |
| 물 성 | 공극률(%) | 3.9 | 4.2 | 4.1 | 4.7 | 4.5 |
| | 동적안정도(회/mm) | 1,654 | 2,123 | 2,004 | 2,848 | 1,537 |
| | 피로수명(회) | 158 | 273 | 251 | 65 | 154 |
| | 인장강도비 | 0.82 | 0.83 | 0.83 | 0.64 | 0.73 |

[0067] 앞서 언급한 것처럼 도 1 내지 도 4에는 각각 위에서 설명한 본 발명의 실시예 및 비교예에 대한 실험결과가 막대그래프로 표현되어 있다.

[0068] 도 1에는 본 발명의 실시예와 비교예에 대한 "피로수명" 실험결과가 도시되어 있는데, 도 1에서 알 수 있듯이 본 발명에 따른 중온 재생첨가제 조성물을 적용한 아스팔트 콘크리트 조성물의 균열저항성과 관련된 피로수명은, 비교예4의 폐아스콘만을 사용한 경우보다 매우 우수하며, 비교예5의 신재료만 사용한 경우(스트레이트 아스팔트 바인더만을 사용한 경우)와 비교하여 볼 때, 비슷하거나 우수한 것으로 나타났다. 이와 같이 본 발명은 피로수명에 대해 매우 우수한 성능을 발휘하게 되며, 따라서 본 발명을 이용하게 되면 폐아스콘을 포함한 아스팔트 콘크리트의 주요 파손 형태인 조기균열 발생 문제를 해소할 수 있을 것으로 평가된다.

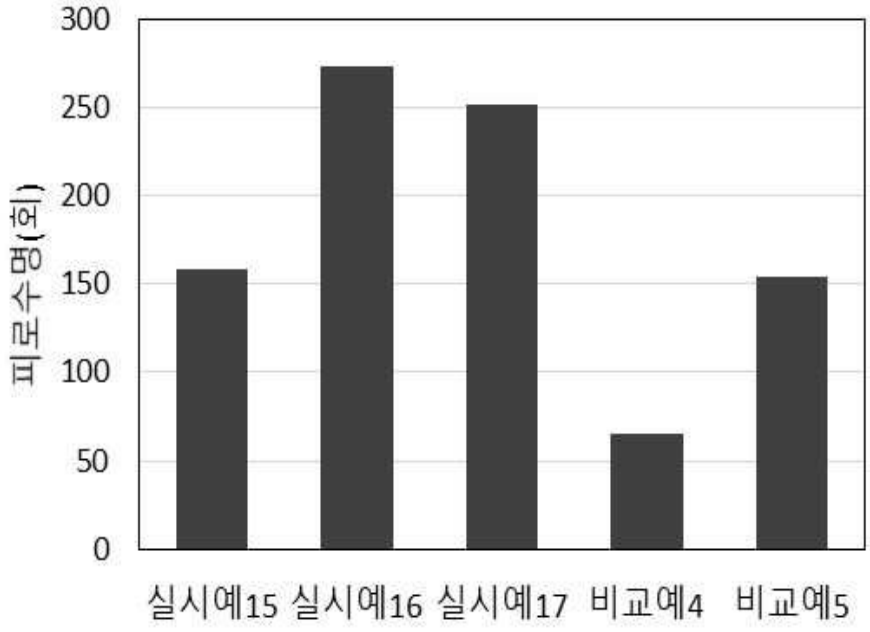
[0069] 도 2에는 본 발명의 실시예와 비교예에 대한 "동적안정도" 실험결과가 도시되어 있는데, 도 2에서 알 수 있듯이, 본 발명에 따른 중온 재생첨가제 조성물을 적용한 아스팔트 콘크리트의 소성변형저항성과 관련된 동적안정도는, 비교예5의 신재료만 사용한 경우(스트레이트 아스팔트 바인더만을 사용한 경우)보다 우수함을 확인할 수 있다. 도 3에는 본 발명의 실시예와 비교예에 대한 "인장강도비(比)" 실험결과가 도시되어 있는데, 도 3에서 알 수 있듯이, 본 발명에 따른 중온 재생첨가제 조성물을 적용한 아스팔트 콘크리트의 포트홀 저항성과 관련된 인장강도비는, 기준값인 0.75 이상을 만족하는 것으로 나타났는 바, 본 발명이 공용성에 있어서도 매우 우수한 성능을 발휘함을 확인할 수 있다. 도 4에는 본 발명의 실시예와 비교예에 대한 "공극률" 실험결과가 도시되어 있는데, 도 4에서 알 수 있듯이, 본 발명에 따른 중온 재생첨가제 조성물을 적용한 아스팔트 콘크리트는, 다짐도와 관련된 공극률에 있어서도 비교예의 경우(스트레이트 아스팔트 바인더만을 사용한 경우)보다 우수하며, 이러한 본 발명의 특징은 동일한 다짐을 수행하였을 때 다짐효과가 높아짐을 의미한 바, 본 발명의 우수성이 확인되었다.

[0070] 이와 같이, 본 발명에 의하면 노화된 아스팔트 콘크리트 도로포장으로부터 현장에서 회수된 폐아스콘을 100% 재활용하여, 유연성, 점탄성, 포트홀 저항성 등의 아스팔트 콘크리트 포장에서 요구되는 물성을 만족시킬 수 있으며, 우수한 박리방지 성능, 저온취성, 소성변형 방지성(소성변형 저항성), 동적안정도, 및 다짐도를 가지는 재활용 아스팔트 콘크리트 조성물을 생산할 수 있게 된다. 또한 아스팔트 콘크리트의 입도개선을 위해 골재를 추가한다면 더욱 우수한 성능을 확보할 수 있다. 따라서 폐아스콘의 재활용에 따른 공사비용의 절감과 환경오염 및 자원낭비를 방지할 수 있게 되고, 더 나아가 아스팔트 콘크리트 포장 시에 발생하는 $CO_2$를 저감할 수 있게 되어 친환경적인 도로포장 공사를 수행할 수 있게 되는 효과가 발휘된다. 즉, 본 발명에 의하면, 종전에는 폐기되었던 폐아스콘을 새로운 도로포장재료로서 유용하게 활용할 수 있게 되며, 그에 따라 자원의 재활용에 따른

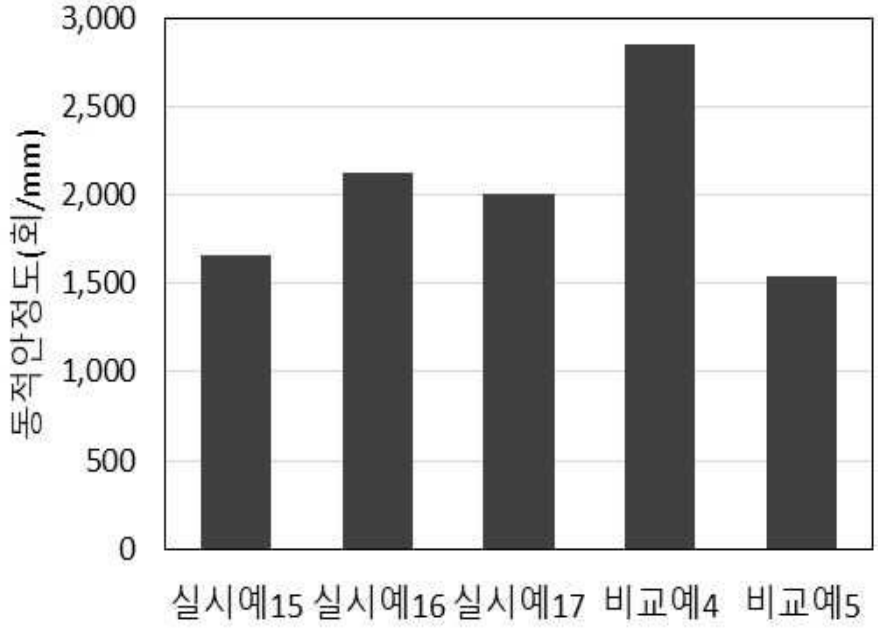
친환경적인 도로시공 및 경제성 향상 등의 효과가 발휘되는 것이다.

## 도면

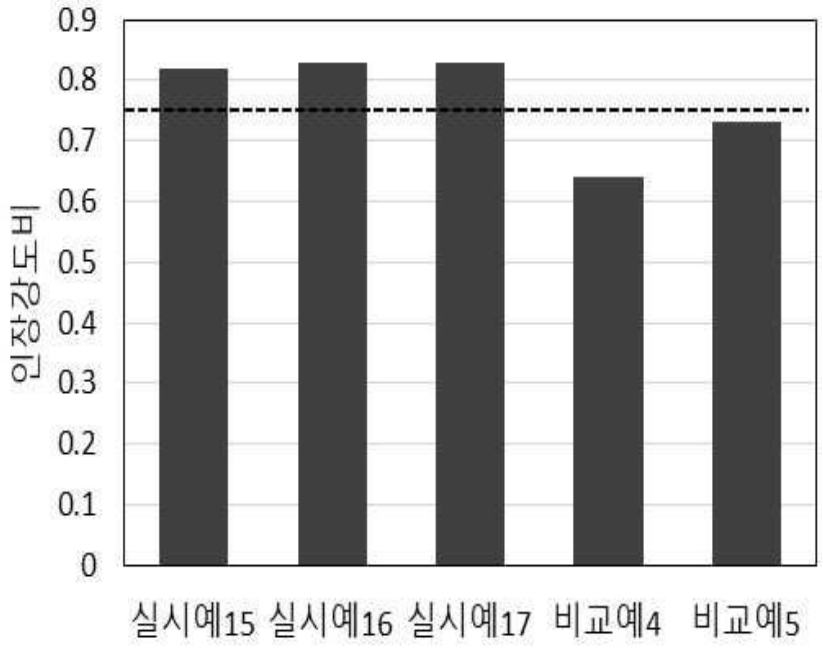
### 도면1



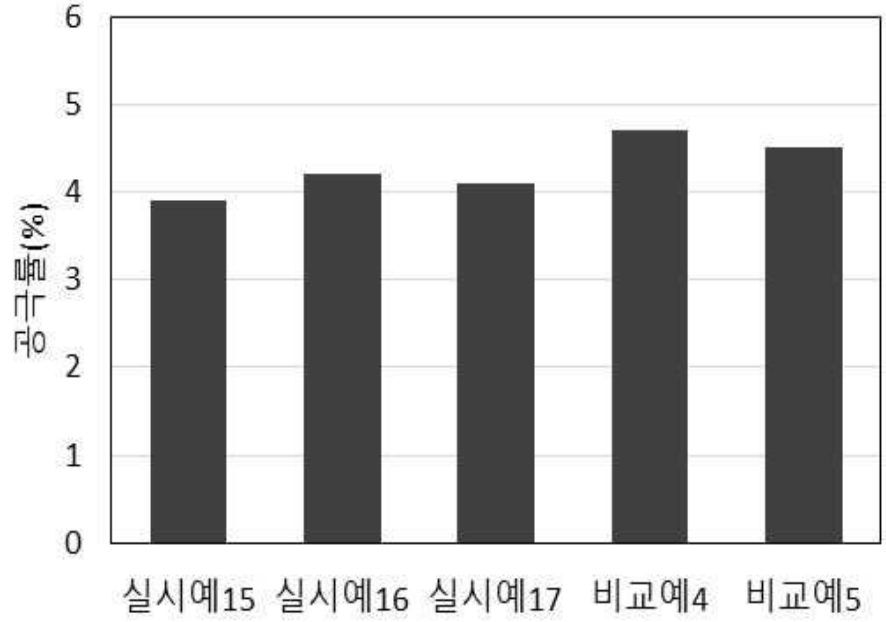

### 도면2



도면3


0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
인장강도비
실시예15
실시예16
실시예17
비교예4
비교예5

도면4


6
5
4
3
2
1
0
공극률(%)
실시예15
실시예16
실시예17
비교예4
비교예5