(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년08월28일
(11) 등록번호 10-1296159
(24) 등록일자 2013년08월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 18/04 (2006.01) *C04B 24/24* (2006.01)
C04B 26/26 (2006.01) *C04B 16/06* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0026543
(22) 출원일자 2013년03월13일
심사청구일자 2013년03월13일
(56) 선행기술조사문헌
KR100599492 B1
KR101181861 B1
KR100946588 B1
KR101010706 B1

(73) 특허권자
국보환경(주)
대전광역시 동구 산내로450번길 13 (하소동)
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
장영일
경상북도 구미시 대학로2길 17
이병재
대전광역시 유성구 대정로28번안길 80 (대정동,드리움아파트) 209동 1004호
배준영
대전광역시 유성구 원신흥로 37 (원신흥동, 도안휴먼시아 10단지) 1005동 203호
(74) 대리인
박창희, 김종관, 권오식

전체 청구항 수 : 총 7 항 심사관 : 송종민

(54) 발명의 명칭 **폐아스콘과 무시멘트 결합재를 사용한 기층용 상온 재생아스팔트 조성물 및 포장방법**

(57) 요 약

본 발명은 시멘트를 사용하지 않는 기층용 상온 재생아스팔트를 이루는 조성물에 관한 것으로, 폐아스콘 순환골재 100중량부에 대하여 고로슬래그 미분말 20 ~ 90중량%, 고칼슘 플라이애시 1 ~ 65중량%, 정유공정 부산물인 탈황석고 0.1 ~ 15중량%, 생석회 0.1 ~ 20중량%, 소석회 0.1 ~ 20중량%, 고성능 AE감수제 분말 0.001 ~ 5중량%로 포함하는 무시멘트 결합재 1 내지 5중량부, 아스팔트 유제 또는 개질 아스팔트 유제로부터 선택된 하나 또는 하나 이상의 혼합물 1 내지 3중량부, 물과 라텍스계 SBR 중합체 또는 아크릴계 수지 중합체로 이루어진 혼화액 1 내지 5중량부를 포함하여 구성된 무시멘트 결합재를 사용한 기층용 상온 재생아스팔트 조성물에 관한 것이다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 C0024692
부처명 지식경제부
연구사업명 산학연 공동기술개발 콘소시엄
연구과제명 폐아스콘과 Non-시멘트계 결합재를 이용한 환경친화형 기충용 반소성 상온 재생아스팔트의 개발
주관기관 충남대학교산학협력단
연구기간 2012.06.01 ~ 2013.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

수집된 폐아스콘을 파쇄하여 제조된 폐아스콘 순환골재 100 중량부에 대하여;

고로슬래그 미분말 20 ~ 90중량%, 고칼슘 플라이애시 1 ~ 65중량%, 정유공정 부산물인 탈황석고 0.1 ~ 15중량%, 생석회 0.1 ~ 20중량%, 소석회 0.1 ~ 20중량%, 고성능 AE감수제 분말 0.001 ~ 5중량%로 포함하는 무시멘트 결합재 1 내지 5중량부;

아스팔트 유제 또는 개질 아스팔트 유제로부터 선택된 하나 또는 하나 이상의 혼합물 1 내지 3중량부;

물과 라텍스계 SBR 중합체 또는 아크릴계 수지 중합체로 이루어진 혼화액 1 내지 5중량부;

를 포함하는 기층용 상온 재생아스팔트 조성물

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 폐아스콘 순환골재는 13~25㎜ 순환골재 20 ~ 70중량%, 8~13㎜ 순환골재 15 ~ 50중량%, 8㎜ 이하 순환골재 5 ~ 35중량%로 포함하여 혼합한 것을 특징으로 하는 기층용 상온 재생아스팔트 조성물.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 물과 라텍스계 SBR 중합체 또는 아크릴계 수지 중합체로 이루어진 혼화액은 물 50 ~ 99.9중량%, 라텍스계 SBR 중합체 또는 아크릴계 수지 중합체 0.1 ~ 50중량%로 포함하여 제조된 기층용 상온 재생아스팔트 조성물.

청구항 4

제 1항에 있어서,

폐아스콘 순환골재 100중량부에 대하여, 폴리비닐알콜섬유, 폴리프로필렌섬유, 나일론섬유 또는 탄소섬유 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 혼합한 유기계 섬유를 0.0005 ~ 0.02 중량부 더 포함하여 혼합한 것인 기층용 상온 재생아스팔트 조성물.

청구항 5

제 1항에 있어서,

폐아스콘 순환골재 100중량부에 대하여 방향족 탄화수소계 아크릴 0.01 ~ 10 중량부를 첨가하여 상기 폐아스콘 순환골재를 코팅 처리한 코팅된 폐아스콘 순환골재를 원료물질로 더 포함하는 기층용 상온 재생아스팔트 조성물.

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1 항 내지 제 5항에서 선택되는 어느 한 항에 있어서,

재생아스팔트 조성물은 마샬안정도 13,000 N 이상, 간접인장강도 0.11 MPa 이상, 수침 잔류안정도 75% 이상, 동적안정도 3,000 회/㎜ 이상인 것을 특징으로 하는 기층용 상온 재생아스팔트 조성물.

청구항 8

수집된 폐아스콘을 파쇄하여 수득된 골재입도 13~25㎜ 순환골재 20 ~ 70중량%, 8~13㎜ 순환골재 15 ~ 50중량%, 8㎜ 이하 순환골재 5 ~ 35중량%로 이루어진 폐아스콘 순환골재 100중량부에 대하여, 무시멘트 결합재 1 내지 8중량부, 아스팔트 유제 또는 개질 아스팔트 유제 1 내지 10중량부, 혼화액 1 내지 10중량부를 포함하여 상온 재

생아스팔트의 공극률이 2 ~ 15% 형성하도록 강제식 믹서 또는 옴니믹서에 투입하여 혼합하는 믹싱하여 제조된 기층용 상온 재생아스팔트 조성물을 운송수단을 이용하여 포장장소로 운반하는 운반공정;

상기 운반된 상온 재생아스팔트 조성물을 포장면에 인력 또는 아스팔트 피니셔를 이용하여 포설하는 포설공정;

상기 상온 재생아스팔트 조성물을 포설한 후 머캐덤롤러, 탠덤롤러, 타이어롤러, 진동롤러, 핸드용 콤팩터 중에서 하나 또는 2가지 이상을 선택하여 포설된 재생아스팔트의 공극률이 2 ~ 15% 되도록 다짐하는 다짐공정;

다짐된 포장면을 덮고 양생하는 양생공정;

을 포함하는 재생아스팔트를 이용한 아스팔트의 포장방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 폐아스콘 및 폐콘크리트를 함유하는 도로포장용 재생포장재 조성물에 관한 것으로, 상세하게는 폐아스팔트 콘크리트를 재생하여 순환골재로 재활용함과 함께 시멘트 사용에 따른 상온 재생아스팔트의 강성화 억제 및 CO_2를 저감하기 위하여 시멘트를 전혀 사용하지 않는 무시멘트계 결합재를 이용한 환경친화형 상온 재생아스팔트의 조성물 및 포장방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 교통량의 증가에 따라 도로의 아스팔트콘크리트 개·보수 공사 뿐만 아니라 도시가스, 상수도 및 오폐수관거 등의 교체공사로 인하여 건설산업부산물 중에 폐아스팔트 콘크리트(이하 폐아스콘으로 칭함)의 발생량이 상당한 부분을 차지하고 있다. 이러한 폐아스콘은 건설산업부산물 중 가장 발생량이 많은 폐콘크리트와는 달리 골재표면에 아스팔트 유제가 부착되어 있기 때문에 콘크리트용, 구조물 뒷채움재 및 보조기층용으로 사용할 수 없다. 또한 폐아스콘의 매립은 매립지로부터 빗물 등에 의해 씻겨 나온 아스팔트나 잔류시멘트가 지층으로 흘러들어가 지하수와 하천을 오염시키는 등 환경오염의 주요 원인으로 작용하고 있어 재활용이 가능한 폐아스콘 등의 매립을 줄여야 한다는 사회적 요구가 제기되고 있다.

[0003] 따라서 선진국에서는 다량으로 발생되는 폐아스콘을 재활용함으로써 자원의 재활용은 물론 환경오염을 줄이면서 한편으로는 폭발적으로 늘어나는 아스팔트의 수요량을 대체할 수 있는 대안으로 주목받으면서 재생 아스콘에 대한 연구가 활발히 진행되어 실용화에 접어들었으며, 우리나라에서도 토목, 건축분야를 중심으로 폐아스콘의 재활용에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있고, 국가적 차원에서도 폐기되는 폐아스콘의 재활용을 위하여 폐아스콘을 지정부산물로 선정하고,"건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률" 및 "순환골재 품질기준"을 두어 고품질을 유지하면서 재활용률을 높이기 위한 노력을 경주하고 있다. 폐아스콘의 유효재활용을 증대시키기 위해서는 가열 또는 상온 재생아스팔트로 사용해야하나 높은 열을 요구하는 가열 아스팔트의 경우 CO_2의 발생량이 많아 최근에는 이러한 온도를 낮추려는 저탄소 녹색도로 '중온화 아스팔트포장'의 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 특히 실제 상온의 온도로 시공이 가능한 상온 재생아스팔트에 대한 관심이 높아지고 있다.

[0004] 한편, 종래 기술에는 재생아스팔트 콘크리트를 제조할 때 시멘트를 사용하는데, 시멘트를 사용하면 높은 강성으로 인해 상층의 하중을 하부로 전달하지 못해 하중지지력의 한계에 도달하는 경우 붕괴위험이 있다. 또한, 시멘트는 대표적인 무기결합재라고 할 수 있는데 원료의 주성분은 석회석이며, 그 주성분은 $CaCO_3$이기 때문에 이를 소성하는 과정에서 막대한 에너지가 소비된다. 결과적으로 시멘트 제조과정에서 제조량 대비 44wt% 이상의 이산화탄소가 발생하게 되고 온실가스의 배출이라는 측면에서 환경에 매우 좋지 않은 영향을 미치게 된다. 이와 같은 상황 속에서 무시멘트 결합재에 대한 연구가 이루어지고 있으며, 그 결과로서 고로슬래그 미분말만을 결합재로 사용하거나 화력발전소의 정제된 플라이애시나 소성○가공 처리된 메타카올린 등을 결합재로 사용하는 기술들이 개발되기도 하였다.

[0005] 그러나 이들 기술들은 대부분 수산화나트륨(NaOH)이나 수산화칼륨(KOH) 또는 규산나트륨(Sodium Silicates) 등과 같은 고가의 활성화제를 사용하고, 양생을 65℃ 수준의 고온으로 진행시킴으로써 알칼리 활성화가 이루어지도록 하는 특징을 가지고 있다. 또한 고온조건이 아닌 상온조건에서 양생시키기 위해서는 목표강도의 만족을 위해 높은 몰농도의 활성화제가 다량으로 사용되어야 하고, 그 결과 초기 유동성이 급격히 손실되어 급결하는 등

현장 적용이 불가능한 문제가 발생하였다. 특히 활성화제로서 pH 12.0 이상의 강알칼리 성분의 화학약품을 사용하여 작업의 안전성 측면에서도 문제가 있었다.

[0006] 재생아스팔트 콘크리트에 대한 선행기술조사는 다음과 같다. 한국공개특허 제2000-0030064호에서는 폐아스콘 사용량을 제한한 가운데 물성향상을 도모하기 위하여 시멘트를 사용하지 않고 산업부산물인 플라이애시 및 유기계 섬유를 이용한 도로포장용 고성능 개질 재생아스팔트 혼합물의 제조방법에 대해 개시하고 있다. 그러나 사용된 폐아스콘의 함량이 적거나, 역학적인 물성이 열악하거나 여러 다른 재료를 혼입하기 위한 추가적인 장비와 공정을 필요로 하는 문제를 안고 있으며, CO_2의 발생과 아스팔트의 가열 산화 열화에 의한 품질, 성능의 저하를 가져올 수 있는 재생아스팔트 콘크리트의 고온제조를 문제점으로 볼 수 있다.

[0007] 한국등록특허 제0871104호에서는 재생아스팔트 혼합물을 도로 포장을 위해 상온 상태의 골재를 가열을 가하지 않고 혼합물 믹서기에 투입하여 생산할 수 있는 방법을 제시하고 있지만 강성의 성질을 가질 수 있는 시멘트를 사용하는 재생아스팔트의 혼합물을 제시하였다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 한국 특허 출원 공개 제2000-0030064호

(특허문헌 0002) 특허문헌 2: 한국 특허 출원 등록 제0871104호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 시멘트를 미사용하여 시멘트를 사용하는 상온 재생아스팔트 콘크리트보다 상대적으로 낮은 강성을 가지면서도 다른 성능은 동일하게 유지시킴으로써 상층의 하중을 하부로 전달하여 붕괴가 발생하는 것을 방지하도록 하고, 고가의 활성화제를 사용하지 않으며 상온에서 제조가 가능해 CO_2의 발생과 아스팔트의 가열 산화 열화에 의한 품질, 성능의 저하를 방지하는 기층용 상온 재생아스팔트 콘크리트의 조성물 및 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0010] 또한 폐아스콘 순환골재를 가열을 가하지 않고 시멘트가 첨가되지 않는 재생아스팔트 콘크리트를 생산할 수 있게 하기 위하여 폐아스콘 순환골재에 대하여 낮은 강성의 성질을 갖고 다른 성능은 동일하게 유지시키는 무시멘트 결합재, 순환골재의 구제 아스팔트의 물성을 향상시키며 소성변형 억제 및 균열파괴를 감소시키는 혼화액 및 유기계 섬유, 점참력과 전단저항각을 증가시켜 내구성을 향상시키는 아스팔트 유제 및 개질 아스팔트 유재로 구성되는 무시멘트 결합재를 사용한 기층용 상온 재생아스팔트 조성물을 제공하는 것을 그 또 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 폐아스콘을 재활용하기 위한 결합재 등을 포함하는 무시멘트 결합재를 사용한 기층용 상온 재생아스팔트 조성물에 관한 것으로, 폐아스콘, 무시멘트 결합재, 아스팔트 유재 또는 개질 아스팔트 유제, 혼화액, 유기계 섬유로 이루어진다.

[0012] 본 발명에 따른 무시멘트 결합재를 사용한 기층용 상온 재생아스팔트 조성물은 수집된 폐아스콘을 파쇄하여 골재입도가 13~25㎜, 8~13㎜와 8㎜ 이하로 제조된 폐아스콘 순환골재 100중량부에 대하여, 고로슬래그 미분말 20 ~ 90중량%, 고칼슘 플라이애시 1 ~ 65중량%, 정유공정 부산물인 탈황석고 0.1 ~ 15중량%, 생석회 0.1 ~ 20중량%, 소석회 0.1 ~ 20중량%, 고성능 AE감수제 분말 0.001 ~ 5중량%로 포함하는 무시멘트 결합재 1 내지 5중량부, 아스팔트 유제 또는 개질 아스팔트 유제로부터 선택된 하나 또는 하나 이상의 혼합물 1 내지 3중량부, 물과 라텍스계 SBR 중합체 또는 아크릴계 수지 중합체로 이루어진 혼화액 1 내지 5중량부를 포함한다.

[0013] 본 발명에서 채용되는 상기 폐아스콘 순환골재는 13~25㎜ 순환골재 20 ~ 70중량%, 8~13㎜ 순환골재 15 ~ 50중량%, 8㎜ 이하 순환골재 5 ~ 35중량%로 포함하여 혼합한 조성물이 바람직하다.

[0014] 상기 물과 라텍스계 SBR 중합체 또는 아크릴계 수지 중합체로 이루어진 혼화액은 물 50 ~ 99.9중량%, 라텍스계

SBR 중합체 또는 아크릴계 수지 중합체 0.1 ~ 50중량%로 구성된다.

[0015] 상기 라텍스계 SBR 중합체는 비중 1.02, pH7.82, 점도 147mPa·s, 고형분 44.6%인 것이고, 상기 아크릴 수지 중합체는 메타 메틸아크릴레이트 모노머(MMA) 및 부틸 아크릴레이트 모노머(BAM), 또는 이들의 혼합물을 물, 유화제 및 촉매를 첨가하여 제조되는 아크릴 수지 에멀젼인 것이 예시된다.

[0016] 본 발명에 따른 기층용 상온 재생아스팔트 조성물은 상기 폐아스콘 순환골재 100중량부에 대하여, 폴리비닐알콜섬유, 폴리프로필렌섬유, 나일론섬유 또는 탄소섬유 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 혼합한 유기계 섬유 0.005 내지 0.02 중량부를 더 포함할 수 있다.

[0017] 또한 본 발명에 따른 기층용 상온 재생아스팔트 조성물은 폐아스콘 순환골재를 상기 결합재 및 아스팔트 유제 등과 혼합하기 전에 상기 폐아스콘 순환골재 100중량부에 대하여 방향족 탄화수소계 아크릴 0.01 ~ 10 중량부를 첨가하여 상기 폐아스콘 순환골재를 코팅 처리한 코팅된 폐아스콘 순환골재를 채용할 수 있다.

[0018] 상기 무시멘트 결합재를 사용한 기층용 상온 재생아스팔트는 마샬안정도 13,000 N 이상, 간접인장강도 0.11 MPa 이상, 수침 잔류안정도 75% 이상, 동적안정도 3,000 회/mm 이상이다.

[0019] 본 발명에 따른 기층용 상온 재생아스팔트 조성물에 의하여 제조된 재생아스팔트는 수집된 폐아스콘을 파쇄하여 골재입도가 13~25mm, 8~13mm와 8mm 이하로 제조된 폐아스콘 순환골재 100중량부에 대하여, 무시멘트 결합재 1 내지 5중량부, 아스팔트 유제 또는 개질 아스팔트 유제 1 내지 3중량부, 혼화액 1 내지 5중량부를 포함하여 상온 재생아스팔트의 공극률이 2 ~ 15% 형성하도록 강제식 믹서 또는 옴니믹서에 투입하여 혼합하는 믹싱단계를 포함하여 제조된 조성물을 운송수단을 이용하여 포장장소로 운반하고, 상기 운반된 재생아스팔트 조성물을 포장면에 인력 또는 아스팔트 피니셔를 이용하여 포설하며, 상기 재생아스팔트 조성물을 포설한 후 머캐덤롤러, 탠덤롤러, 타이어롤러, 진동롤러, 핸드용 콤팩터 중에서 하나 또는 2가지 이상을 선택하여 포설된 재생아스팔트의 공극률이 2 ~ 15% 되도록 다짐 후, 다짐된 포장면을 덮고 양생하는 것을 포함하는 재생아스팔트를 이용한 아스팔트의 포장방법이다.

발명의 효과

[0020] 상기와 같이 구성되는 본 발명인 무시멘트 결합재를 사용한 기층용 상온 재생아스팔트 조성물 및 제조방법에 따르면, 시멘트를 미사용하여 시멘트를 사용하는 상온 재생아스팔트 콘크리트보다 상대적으로 낮은 강성을 가지면서도 다른 성능은 동일하게 유지시킴으로써 상층의 하중을 하부로 전달하여 붕괴가 발생하는 것을 방지하도록 하고, 고가의 활성화제를 사용하지 않아 상온에서 제조가 가능해 CO_2의 발생과 아스팔트의 가열 산화 열화에 의한 품질, 성능의 저하를 방지할 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 본 발명에 따른 기층용 상온 재생아스팔트 조성물은 폐아스콘을 KSF2572 규격인 0.08, 0.15, 0.3, 0.6 및 1.2, 2.5, 5, 10, 13, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100mm의 체에 통과시켜 체거름한 폐아스콘을 입경에 따라 분류하여 수득한 폐아스콘 순환골재를 채용한다.

[0022] 본 발명에 따른 조성물에서 체거름하여 수득된 폐아스콘 순환골재의 입경분포가 폐아스콘 순환골재 25~13mm 입경 20~70중량%, 입경 13~8mm 15~50 입경 중량%, 8mm 이하 입경 5~35중량%로 구성되는 것을 사용한다.

[0023] 상기 입경분포를 갖는 폐아스콘 순환골재에 폐아스콘 순환골재 100 중량부를 기준으로 고로슬래그 미분말 20 ~ 90중량%, 고칼슘 플라이애시 1 ~ 65중량%, 정유공정 부산물인 탈황석고 0.1 ~ 15중량%, 생석회 0.1 ~ 20중량%, 소석회 0.1 ~ 20중량%, 고성능 AE감수제 분말 0.001 ~ 5중량%로 포함하는 무시멘트 결합재 1 내지 5중량부, 아스팔트 유제 또는 개질 아스팔트 유제로부터 선택된 하나 또는 하나 이상의 혼합물 1 내지 3중량부, 물과 라텍스계 SBR 중합체 또는 아크릴계 수지 중합체로 이루어진 혼화액 1 내지 5중량부로 폐아스콘 순환골재에 포함되고, 균일한 농도와 입도분포를 갖도록 골고루 잘 배합한다.

[0024] 상기 혼합물에 폴리비닐알콜섬유, 폴리프로필렌섬유, 나일론섬유 또는 탄소섬유 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 혼합한 유기계 섬유 0.005 내지 0.02 중량부로 폐아스콘 순환골재에 더 첨가하여 균일한 농도와 입도분포를 갖도록 골고루 잘 배합하여 시멘트를 사용하지 않고 상온에서 제조할 수 있다.

[0025] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

[0026] 폐아스콘 순환골재 조성물은 상기한 바대로 입경 25~13mm 20~70중량%, 입경 13~8mm 15~50중량%, 입경 8mm 이하

5~35중량%로 이루어진 입경분포를 가지는 폐아스콘 순환골재를 사용하며, 폐아스콘 순환골재 25~13㎜ 입경 40~60 중량%, 13~8㎜ 입경 20~30 중량%, 8㎜ 이하 입경 10~20 중량%로 구성되는 것이 더 바람직하다.

[0027] 폐아스콘 순환골재가 이런 입경의 분포를 가져야 도로포장용이나 바닥포장용에 적합한 강도, 경도, 유연성 등을 갖게 된다. 또한 본 발명에 따른 상온 재생아스팔트 조성물은 폐아스콘 순환골재를 상기 결합재 및 아스팔트 유제 등과 혼합하기 전에 상기 폐아스콘 순환골재 100중량부에 대하여 방향족 탄화수소계 아크릴0.01 ~ 10 중량부, 바람직하기로는 아크릴 수지 0.01~0.03 중량부를 첨가하여 상기 폐아스콘 순환골재를 코팅 처리한 코팅된 폐아스콘 순환골재를 채용할 수 있다. 코팅된 폐아스콘 순환골재를 사용하면 골재와 골재 사이에 망상구조가 형성되게 함으로써 공극 사이에 다른 조성물이 골고루 채워지게 하며, 접착력과 인장강도를 증가시켜 도로포장 후 도로의 표면을 보호하고 마모를 낮추는 이점이 있다.

[0028] 무시멘트 결합재는 본 발명의 조성물에 있어서 가장 핵심적이고 중요한 성분이며 그에 관하여 설명한다.

[0029] 본 발명에 따른 기층용 상온 재생아스팔트 조성물에서 채용되는 무시멘트 결합재는 선행발명이 갖고 있는 문제점을 개선하기 위하여 발명된 것으로 고로슬래그 미분말 20 ~ 90중량%, 고칼슘 플라이애시 1 ~ 65중량%, 정유공정 부산물인 탈황석고 0.1 ~ 15중량%, 생석회 0.1 ~ 20중량%, 소석회 0.1 ~ 20중량%, 고성능 AE감수제 분말 0.001 ~ 5중량%로 이루어진 것을 특징으로 하며, 고로슬래그 미분말 40 ~ 70중량%, 고칼슘 플라이애시 20 ~ 40 중량%, 정유공정 부산물인 탈황석고 0.1 ~ 5 중량%, 생석회 0.1 ~ 10 량%, 소석회 0.1 ~ 10 중량%, 고성능 AE 감수제 분말 0.001 ~ 3 중량%로 이루어진 것이 바람직하다.

[0030] 상기 고로 슬래그 미분말은 철광석으로부터 철을 만들 때 고로에서 환원시켜 정련하는데 이 때 발생하는 것으로서 자체적인 잠재수경성에 의하여 수밀성, 장기적인 강도의 향상 및 화학저항성의 향상을 가져오며, 현재 국내에서 생산되고 있는 고로슬래그 미분말은 보통 포틀랜드 시멘트에 비해 수화 발열속도가 작고 알칼리 골재반응 억제 효과 및 수밀성 염분차단성 내해수성 내약품성 등이 향상되는 장점이 있다는 특징을 가지고 있다. 그러나 고로슬래그미분말의 경우 자경성을 가지고 있지 않아 수화시키기 위해서는 알칼리 등의 자극제를 필요로 하는 혼화재료이다. 따라서 수산화칼슘이 용출되는 재생골재와 알칼리 자극을 필요로 하는 고로슬래그를 동시에 사용하면 상호 보완적인 역할이 가능한 자원순환형 건설재료로써 사용이 가능한 것이다.

[0031] 또한, 본 발명에 따른 폐아스콘 순환골재 조성물에서 채용되는 고칼슘 플라이애쉬는 중소규모의 열병합 발전소에서 질산화물의 배출을 최소화하기 위하여 연소온도를 비교적 저온인 850℃ 정도로 유지하고, 암모니아를 분무하는 등의 방법을 채택하고 있는데, 이러한 까닭으로 열병합 발전과정에서 화력발전소에서 발생ㅇ정제되는 F급 플라이애시(KS L 5405)와는 매우 상이한 화학적 특성을 가지는 고칼슘 플라이애시가 발생되는 것이다. 상기 고칼슘 플라이애시는 다량의 Free CaO(유리석회)를 포함하고 있는데, 본 발명에서는 Free CaO 함량이 40~60wt% 범위에 있는 고칼슘 플라이애시가 사용된다. CaO는 급격한 발열과 부피팽창을 일으키는데 이는 모르타르의 초기 유동성 저하 및 균열발생의 요인이 될 수 있어 성분함량의 제한이 필요하기 때문이다. 상기 고칼슘 플라이애시에 포함된 Free CaO는 수산화칼슘($Ca(OH)_2$)를 생성하게 되고, 자경효과에 의해 초기강도를 발휘하게 한다. 또한 수산화칼슘에서 방출되는 Ca^{2+}이온은 고로슬래그 미분말에 포함되어 있는 규산염(SiO_2)이나 알루민산염(Al_2O_3)과 반응하여 칼슘실리케이트 수화물(CSH) 및 칼슘알루미네이트 수화물(CAH) 등을 생성함으로써 경화되는 특징이 있다. 결과적으로 시멘트의 사용 없이도 시멘트와 유사한 수화반응 메커니즘을 나타낸다.

[0032] 본 발명에 따른 폐아스콘 순환골재 조성물에서 채용되는 무시멘트 결합재를 사용한 상온 재생아스팔트 조성물은 생석고, 소석회, 탈황석고로 구성된 활성화 결합재를 사용하는 것을 특징으로 한다. 종래의 무시멘트 결합재의 경우 주재료로서 고로슬래그 미분말만을 사용하거나 고로슬래그 미분말과 화력발전소에서 정제된 플라이애시나 소성ㅇ가공 처리된 메타카올린 등을 사용하였기 때문에 활성화 결합재로서 수산화나트륨이나 규산나트륨과 같이 고가인 각종 알칼리 자극제를 활성화제로 사용하였고, 이는 생산 비용의 상승뿐만 아니라 작업상의 위험성과 작업성 저하를 유발하였다.

[0033] 그러나 상기 무시멘트 결합재에서는 기존의 고로슬래그 미분말 외에 상기 고칼슘 플라이애시를 주재료로 사용함으로서 고가이면서 작업상 위험하고 작업성도 떨어뜨리는 각종 알칼리 자극제를 대신하여 경제적이면서도 작업성 저하의 문제가 없는 생석고, 소석회, 탈황석고 등을 활성화 결합재로 사용될 수 있게 되었다.

[0034] 석고에 존재하는 SO_3 이온은 초기 용해도가 높아 시멘트에 응결지연제로 사용되지만, 잠재수경성을 나타내는 고로슬래그에 대해 반응촉진제 작용을 하여 본 발명에 있어서 모르타르 강도 발현에 주요한 역할을 하며, CaO의 반응제어 역할도 하여 초기 작업성 확보 및 강도 발현에도 중요한 역할을 한다.

[0035] 고성능 AE 감수제는 동결융해에 저항성을 갖기 때문에 겨울철 도로가 얼었다 녹는 현상을 방지해주며, 당 분야에서 채용되는 통상의 것이면 모두 가능하다.

[0036] 상기 무시멘트 결합재는 아스팔트 등의 결합재와 일체가 되어 골재의 간극을 충진하는 역할을 하며, 상기의 조성으로 이루어졌을 때 혼합물의 안정성, 감온성, 내구성 등을 개선시키고 공극율을 감소시키는 효과가 나타난다. 또한, 이렇게 제조된 무시멘트 결합재는 폐아스콘 순환골재 100 중량부에 대하여 1 내지 5중량부로 사용하는 것이 바람직하다. 1 중량부 미만이 되면 용출방지효과를 얻기 힘들고 5중량부를 초과하게 되면 얻어지는 포장제의 각종 특성이 저하되기 때문이다.

[0037] 이하 아크릴계 수지 중합체 또는 SBR 수지 중합체와 물이 혼합된 혼화액에 대하여 설명한다.

[0038] 아크릴계 수지 중합체는 분자량이 7만~12만인 것이 바람직하며, 메타 메틸아크릴레이트 모노머(MMA) 및 부틸 아크릴레이트 모노머(BAM), 또는 이들의 혼합물을 물, 유화제 및 촉매를 첨가하여 제조되는 아크릴 수지 에멀젼인 것이며, 라텍스계 SBR 수지 중합체는 비중 1.02, pH 7.82, 점도 147mPa○s, 고형분 44.6%인 것이 예시된다. 물에 0.1~50중량%로 수지가 혼화되어 상온 재생아스팔트에 폐아스콘 순환골재 100 중량부에 대하여 1 내지 5중량부로 첨가된다.

[0039] 상기 아크릴계 수지 중합체는 폐아스콘 재생골재에 붙어 있는 양이온 filler(Fe_2O_3, Al_2O_3, CaO 등)와 물이 발열반응을 일으켜 물이 반응 물질과 결합하는 과정인 수화가 진행되면서 건조, 경화되어 기능성 고분자로 전환한다. 따라서 이런 기능성 고분자 조성물이 된 아크릴계 수지 중합체는 골재와 골재사이에 망상구조를 이루어 공극을 채워주면서 접착력과 인장강도를 증진시켜 팽창 균열의 예방에 도움이 된다. 또한, 아크릴계 수지 중합체는 폐아스콘에 함유된 노화된 아스팔트 성분을 용해, 재생시키고 노화된 아스팔트에 점착 성능을 부여하여 골재와의 접착을 도울 수 있는 성분이며, 탄력성을 유지할 수 있도록 하는 물질이다.

[0040] 상기 라텍스계 SBR은 아스팔트 내에 균일 분산되어 탄성을 부여하고 내열성, 내저온성 및 바인더(아스팔트 유제)의 강도를 향상시키는 역할을 한다.

[0041] 아크릴계 또는 라텍스계 SBR 수지 중합체와 물로 이루어진 혼화액은 상기와 같은 조성으로 이루어지는 것이 바람직하다. 1중량부 미만이면 얻어지는 포장제의 각종 특성이 저하되고 5중량부를 초과하면 점도가 높아져 사용상에 문제가 있기 때문이다.

[0042] 또한, 본 발명에 따른 아스팔트 유제 또는 개질아스팔트 유제는 골재와 골재사이를 엮어주는 바인더 역할을 한다. 아스팔트는 물속에서 상 분리 현상을 일으키는데 유화제를 넣어서 분산 상태를 유지하게 만든다. 아스팔트 유제로서는 비이온(nonionic)계, 음이온(anion)계, 양이온(cation)계가 있으며, 아스팔트 유제를 사용하면, 상온에서 제조할 수 있기 때문에 상온 재생아스팔트 조성물을 상온에서 시공할 수 있어 가열이 필요 없어 가열에 수반되는 탄산가스의 발생도 없어 지구 환경보전의 관점에서도 이점이 있다.

[0043] 상기 설명한 아스팔트 유제 및 개질 아스팔트 유제는 폐아스콘 순환골재 100 중량부에 대하여 1 내지 3중량부로 포함되는 것이 바람직하다. 1중량부 미만이면 적당한 접착성, 강도, 경도, 유연성을 갖추기 어려우며, 3중량부가 초과되면 재생아스팔트의 물성이 저하될 수 있다.

[0044] 아스팔트 포장은 시멘트와 같은 무기질 재료에는 없는 유기질 재료만을 사용하기 때문에 소성적 특징을 가지는데 즉, 아스팔트 포장은 콘크리트 포장에 비해 굴곡성이 크고 시공성이 좋으며 유지 수선이 용이하지만, 자동차 등의 하중에 의한 변형에 대해서 비교적 순응하기 쉬워 단기간에는 소성변형(Rutting), 패임(Pothole), 밀림(Shoving, Corrugation), 블리딩, 바퀴 눌림자국 등과 장기적으로는 피로균열, 저온균열, 접속부 균열, 마모, 라벨링 및 격자균열 등이 발생한다. 이러한 소성에 의한 변형을 감소시키기 위하여 노상 및 보조기층 바로 위 상부에 시공되는 기층을 강성의 성질을 확보할 수 있도록 해주는 것이 유기계 섬유이며 이들이 소성의 상태를 최소화해준다.

[0045] 따라서, 본 발명에 따른 폐아스콘 순환골재 조성물은 상온 재생아스팔트의 유동저항성, 마모저항성, 동적안정도, 균열저항성 등의 역학적 성능 및 내구성을 개선하기 위하여 추가로 유기계 섬유를 추가로 포함할 수 있으며, 상기 유기계 섬유는 폴리비닐알콜섬유, 폴리프로필렌섬유, 나일론섬유 또는 탄소섬유로부터 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 혼합한 유기계 섬유를 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0046] 상기 설명한 유기계 섬유는 바람직하게는 폴리비닐알콜섬유이고, 폐아스콘 순환골재 100 중량부에 대하여 0.0005 내지 0.02 중량부로 포함되는 것이 바람직하다. 0.0005 중량부 미만이면 재생아스파트의 유동저항성, 마모저항성 등의 역학적 성능 및 내구성이 떨어지고, 0.02 중량부 초과되면 섬유의 균등분산이 어려워 재생아스팔

트의 물성이 저하될 수 있다.

[0047] 본 발명에 따른 폐아스콘 순환골재 조성물은 폐아스콘 순환골재, 무시멘트 결합재, 혼화액, 아스팔트 유제, 유기계 섬유를 사용함으로써 시멘트가 첨가되지 않고 상온에서 제조할 수 있는 매우 적절한 재생아스팔트 콘크리트가 생성되는 것이다. 상기 조성물로 제조된 재생아스팔트 콘크리트는 마샬안정도 13,000 N 이상, 간접인장강도 0.11 MPa 이상, 수침 잔류안정도 75% 이상, 동적안정도 3,000 회/㎜인 매우 적절한 특성을 나타낸다. 이는 도로포장용으로써 기층용으로 사용하기 적절한 기층용 상온 재생아스팔트인 것이다.

[0048] 수집된 폐아스콘을 파쇄하여 수득된 골재입도 13~25㎜ 순환골재 20 ~ 70중량%, 8~13㎜ 순환골재 15 ~ 50중량%, 8㎜ 이하 순환골재 5 ~ 35중량%로 이루어진 폐아스콘 순환골재 100중량부에 대하여, 무시멘트 결합재 1 내지 5중량부, 아스팔트 유제 또는 개질 아스팔트 유제 1 내지 3중량부, 혼화액 1 내지 5중량부를 포함하여 상온 재생아스팔트의 공극률이 2 ~ 15% 형성하도록 강제식 믹서 또는 옴니믹서에 투입하여 혼합하여 제조된 상온 재생아스팔트 조성물을 운송수단을 이용하여 포장장소로 운반하고, 상기 운반된 재생아스팔트 조성물을 포장면에 인력 또는 아스팔트 피니셔를 이용하여 포설하며, 상기 재생아스팔트 조성물을 포설한 후 머캐덤롤러, 탠덤롤러, 타이어롤러, 진동롤러, 핸드용 콤팩터 중에서 하나 또는 2가지 이상을 선택하여 포설된 재생아스팔트의 공극률이 2 ~ 15% 되도록 다짐 후, 다짐된 포장면을 덮고 양생하는 것을 포함하는 재생아스팔트를 이용한 아스팔트의 포장방법이다. 상기 운송수단은 현장에서 콤베이어 벨트 등을 사용해서 포장 가능하며, 재생아스팔트가 제조되어 덤프트럭 등의 운송수단으로 이송될 수 있다.

[0049] **이하 본 발명에 따른 실시예를 설명한다.**

[0050] (실시예 1~5)

[0051] 수집된 폐아스콘을 파쇄하여 13~25㎜ 순환골재 20 ~ 70중량%, 8~13㎜ 순환골재 15 ~ 50중량%, 8㎜ 이하 순환골재 5 ~ 35중량%를 선별한다. 제조한 폐아스콘 순환골재 100중량부에 대하여 무시멘트 결합재 1 내지 5중량부, 아스팔트 유제 또는 개질 아스팔트 유제 1 내지 3중량부, 라텍스계 SBR 중합체 또는 아크릴계 수지 중합체와 물로 이루어진 혼화액 1 내지 5중량부의 조성물을 제조한 후 균일한 농도와 입도분포를 위하여 옴니믹서에 투입한 후 혼합하여 재생아스팔트 콘크리트를 제조하였다. 상세한 조성은 표 1의 조성에 기재하였다.

[0052] (실시예 6)

[0053] 수집된 폐아스콘을 파쇄하여 13~25㎜ 순환골재 56.7중량%, 8~13㎜ 순환골재 28.9중량%, 8㎜ 이하 순환골재 14.4중량%를 선별한다. 제조한 폐아스콘 순환골재 100중량부에 대하여 무시멘트 결합재 3.09중량부, 개질 아스팔트 유제 1.63중량부, 라텍스계 SBR 중합체와 물로 이루어진 혼화액 3.80중량부, 유기계 섬유 0.0088중량부의 조성물을 제조한 후 균일한 농도와 입도분포를 위하여 옴니믹서에 투입한 후 혼합하여 재생아스팔트 콘크리트를 제조하였다.

[0054] (비교예 6)

[0055] 수집된 폐아스콘을 파쇄하여 13~25㎜ 순환골재 56.1중량%, 8~13㎜ 순환골재 28.6중량%, 8㎜ 이하 순환골재 15.3중량%를 선별한다. 제조한 폐아스콘 순환골재 100중량부에 대하여 시멘트 2.04중량부, 아스팔트 유제 1.61중량부, 물 3.80중량부의 조성물을 제조한 후 균일한 농도와 입도분포를 위하여 옴니믹서에 투입한 후 혼합하여 재생아스팔트 콘크리트를 제조하였다.

[0056] [표 1] 무시멘트 개질재를 이용한 상온 재생아스팔트 혼합물의 배합

구분	폐아스콘 순환골재(kg)			채움재 (kg)		유화 아스팔트 (kg)	개질 아스팔트 (kg)	혼화액 (kg)			폴리비닐알콜섬유 (g)
	13~25 mm	8~13 mm	8mm 이하	시멘트	무시멘트 결합재			물	SBR 중합체	아크릴계 수지	
비교예	522.5	266.0	142.5	19.0	-	15.0	-	35.0	-	-	-
실시예1	522.5	266.0	142.5	-	19.0	15.0	-	33.65	1.35	-	-
실시예2	522.5	266.0	133.0	-	28.5	15.0	-	33.65	1.35	-	-
실시예3	522.5	266.0	123.5	-	38.0	15.0	-	33.65	1.35	-	-
실시예4	522.5	266.0	133.0	-	28.5	-	15.0	33.65	1.35	-	-
실시예5	522.5	266.0	133.0	-	28.5	-	15.0	33.65	-	1.35	-
실시예6	522.5	266.0	133.0	-	28.5	-	15.0	33.65	1.35	-	81

[0057]

[0058] 제조된 상온 재생아스팔트 콘크리트는 KS F 2337 [마샬 시험기를 사용한 아스팔트 혼합물의 마샬 안정도 및 흐름값 시험방법]에 따라 안정도와 흐름값을 측정했으며, KS F 2364 [다져진 역청 혼합물의 공극률 시험방법]에 따라 공극률을 측정했다. 다음으로 KS F 2382 [아스팔트 혼합물의 간접 인장강도 시험방법]에 따라 간접인장강도를 측정했고, KS F 2369 [도로 보수용 상온아스팔트 혼합물]에 따라 수침 잔류안정도를 측정했으며, KS F 2374 [아스팔트 혼합물의 휠 트래킹 시험방법]에 따라 동적안정도를 측정했다.

[0059] [표 2] 무시멘트 개질재를 이용한 상온 재생아스팔트의 실험결과

구분	안정도 (N)	흐름값 (1/10mm)	공극률 (%)	간접인장강도 (MPa)	수침 잔류안정도 (%)	동적안정도 (회/mm)
비교예	12,188	22.7	12.3	0.09	68	2,800
실시예1	15,208	25.6	10.7	0.13	76	3,100
실시예2	20,898	22.1	8.8	0.18	82	3,800
실시예3	26,657	21.9	8.1	0.23	87	4,400
실시예4	23,483	22.8	8.4	0.21	85	4,040
실시예5	22,074	23.5	8.6	0.19	83	3,920
실시예6	24,552	23.3	8.2	0.24	88	4,214

[0060]

[0061] 상기 표 2에서 알 수 있듯이, 본 발명에 상온 재생아스팔트 조성물은 시멘트가 들어간 재생아스팔트 콘크리트와 비교하면, 안정도 수치가 크게 증가하였고, 공극률 및 간접 인강강도 수치도 향상되는 것을 볼 수 있다. 또한 수침 잔류안정도 및 동적 안정도에서도 크게 향상된 결과를 보였다. 이어 무시멘트 결합재의 효과를 살펴보면, 재생아스팔트 콘크리트 조성물에 무시멘트 결합재의 양이 늘어날수록 안정도, 간접인장강도 및 공극률 등 모든 특성에서 향상된 값을 보이는 것을 확인할 수 있다.

[0062] 상세하게는 상기 표 2를 참고하면 개질 아스팔트 종류에 따른 차이를 실시예 2와 실시예 4에서 살펴보았을 때, 기존의 아스팔트 유제보다는 아스팔트를 개질한 개질 아스팔트 유제를 사용했을 때, 더 개선된 물성을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

[0063] 또한 실시예 4와 실시예 5의 결과로부터 골재간의 접착력을 증가시켜주고 인장강도를 개선시켜주는 효과에 있어서, 아크릴계 수지를 사용했을 때보다 라텍스계 SBR 수지를 사용해서 재생아스팔트 콘크리트를 제조했을 때 안정도 및 간접인장강도 등에서 높은 수치를 나타냄을 확인할 수 있다.

[0064] 유동저항성, 마모저항성, 동적안정도, 균열저항성 등의 역학적 성능 및 내구성을 개선시켜 줄 수 있는 유기계 섬유의 함유가 미치는 영향에 대한 실시예로서 실시예 4와 실시예 6을 바탕으로 보면, 섬유가 포함되지 않은 것보다 폴리비닐알콜섬유가 혼합되었을 때 흐름값이 약간 감소되었지만 안정도, 간접인강도 및 공극률 등에서 개선된 것으로 나타났다.