(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년04월07일
(11) 등록번호 10-0951413
(24) 등록일자 2010년03월30일

(51) Int. Cl.
C04B 14/10 (2006.01) *C04B 28/26* (2006.01)
E01C 7/14 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0089776
(22) 출원일자 2009년09월22일
심사청구일자 2009년09월22일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020070116393 A

(73) 특허권자
경상대학교산학협력단
경상남도 진주시 가좌동 900
주식회사 기스트
경남 진주시 문산읍 삼곡리 1195
(72) 발명자
황규홍
경상남도 진주시 주약동 156 한주럭키타운 5-1105
임성균
경상남도 진주시 초전동 781
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
성정현, 위병갑, 황주명

전체 청구항 수 : 총 8 항 심사관 : 윤기웅

(54) 무색소 비시멘트계 콘크리트 조성물 및 이를 이용한 콘크리트 포장 시공방법

(57) 요 약

본 발명은 친환경적인 비시멘트계 포장용 조성물 및 이를 이용한 포장 시공 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 600 kg/cm^2 이상의 압축강도를 갖는 고강도 마사골재를 포함하는 골재 50~85 중량%; 및 고령토를 600~900℃로 열처리한 후, 분쇄하여 제조되는 활성 고령토를 포함하는 고령토 고화제 15~50 중량%를 함유하는 무색소 비시멘트계 콘크리트 조성물 및 이를 이용한 콘크리트 포장 시공방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 무색소 비시멘트계 콘크리트를 사용하는 경우, 시멘트 사용으로 인해 발생하는 CO_2 가스를 억제하는 효과가 있어 CO_2 가스로 유발되는 환경문제를 개선할 수 있는 효과가 있고, 자연친화적인 황토색을 가지면서도 인체에 무해하고 내구성이 우수하여 시공자나 인근 주민들에게 쾌적한 환경을 제공할 수 있는 효과가 있다.

대 표 도 - 도4



(72) 발명자

양진영

경상남도 진주시 주약동 금호석류아파트 101-1804호

김민철

경상남도 진주시 상대동 상대한보아파트 102-1609호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	03-2008-0329
부처명	에너지관리공단
연구사업명	에너지 자원 인력 양성 사업
연구과제명	폐콘크리트 슬러지와 고령토를 이용한 콘크리트용 무기결합제의 제조 및 활용
주관기관	경상대학교
연구기간	2008년8월1일 ~ 2009년 7월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

600 kg/cm^2 이상의 압축강도를 갖는 고강도 마사골재를 포함하는 골재 50~85 중량%; 및

고령토를 600~900℃로 열처리한 후 분쇄하여 제조되는 활성 고령토를 포함하는 고령토 고화제 15~50 중량%를 함유하는 무색소 비시멘트계 콘크리트 조성물.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 골재는 고강도 마사골재 50~70 중량% 및 마사모래 30~50 중량%를 함유하는 것을 특징으로 하는 무색소 비시멘트계 콘크리트 조성물.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 골재는 골재 100 중량부에 대하여 재생골재, 석산골재 및 하천골재로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상의 물질 1~50 중량부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 무색소 비시멘트계 콘크리트 조성물.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 고강도 마사골재는 하기 과정에 의해 제조되는 것을 특징으로 하는 무색소 비시멘트계 콘크리트 조성물:

마사골재를 편심 콘크러셔로 분쇄함으로써 저강도의 마사모래를 마사골재로부터 분리하는 단계;

마사모래가 분리된 마사골재를 회전식 드럼 분리기를 사용하여 소정 크기 이상의 마사골재를 분리하는 단계; 및

상기 소정 크기 이상의 마사골재를 콘크러셔로 분쇄하는 단계.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 고령토 고화제는 활성 고령토 45~75 중량% 및 pH 12.0~13.5의 강알카리성 고화제 25~55 중량%를 포함하는 것을 특징으로 하는 무색소 비시멘트계 콘크리트 조성물.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 강알카리성 고화제는 규산카리, 규산소다, 규산리튬 및 규산소다리튬으로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상의 규산염 물질; 및 가성카리, 가성소다 및 가성리튬으로 구성된 군에서 선택된 1종 이상의 수산화염 물질이 1:1~3:1의 비율로 혼합된 것을 특징으로 하는 무색소 비시멘트계 콘크리트 조성물.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 고령토 고화제는 고령토 고화제 100 중량부에 대하여 황토, 미분 슬러지 및 표층토로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상의 물질 1~20 중량부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 무색소 비시멘트계 콘크리트 조성물.

청구항 8

제1항에 따른 무색소 비시멘트계 콘크리트 조성물을 습식, 반건식 또는 건식으로 균질하게 혼련하는 단

계;

상기 혼련된 콘크리트 조성물을 기층 위에 포설하는 단계;

상기 포설된 면을 다짐하는 단계;

상기 다짐한 포장면을 양생하여 고화시키는 단계; 및

상기 양생 공정 중에 Na 이온에 의한 백화 현상이 발생하는 경우 물과 식초를 혼합한 혼합물을 이용하여 백화를 제거한 후 리튬실리케이트 수용액을 도포하는 단계를 포함하는 콘크리트 포장 시공방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 시멘트 생산시 발생되는 CO_2 가스의 방출을 억제하면서 자연스런 황토색이나 흙의 질감을 나타낼 수 있는 친환경적 콘크리트 조성물 및 이를 이용한 콘크리트 포장 시공 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 도로포장은 표층부의 재질에 따라 역청계(아스팔트) 포장, 콘크리트계 포장 및 블록 포장으로 크게 분류할 수 있다.

[0003] 역청계 포장은 표층부가 아스팔트 또는 타르에 의해 고결된 쇄석 등의 골재로 되어 있는 것으로, 아스팔트 포장, 타르 포장 등과 같이 부르고 있으며, 현재 세계 각국의 도로의 대부분을 차지하고 있고, 그 종류도 대단히 많다.

[0004] 콘크리트계 포장은 표층부에 콘크리트를 포설한 것인데, 콘크리트 뿐이거나 콘크리트에 철망을 삽입한 보통의 콘크리트 포장 외에, 철근 콘크리트 포장, 프리스트레스트 콘크리트 포장 등이 알려져 있다.

[0005] 블록포장은 돌, 벽돌, 시멘트, 나무, 아스팔트 등의 각종 블록을 표층부에 깔아서 된 것으로, 현재 차도에는 별로 쓰이지 않고, 보도나 광장 등에 쓰이고 있다.

[0006] 이러한 시멘트나 아스팔트를 주성분으로 하는 포장 방법은 매우 손쉬운 작업성과 저렴한 가격으로 많은 분야에서 시공되고 있지만 시멘트를 생산하기 위해서 석탄 또는 석유를 필요로 하며, 소비되는 석탄 자원과 석유 자원은 연소 과정에서 막대한 CO_2 가스를 발생시키고, 시멘트의 원료로 사용되는 석회석은 $CaCO_3$로 구성되어 시멘트 생산시 CO_2 가스를 발생시키는 주된 원료이기 때문에 시멘트의 사용 자체가 환경오염을 유발하는 문제가 있으며, 시멘트나 아스팔트와 같은 포장재에 의한 포장층은 지하 생태계와 주변 생태계를 단절시키는 포장이고, 흙으로부터 인체에 유리한 성분들의 발산을 인위적으로 막아 희귀한 질병 등을 유발하기도 하였다.

[0007] 또한, 종래의 콘크리트의 주 접착제인 시멘트와 아스팔트는 제조설비 및 생산과정이 매우 복잡할 뿐 아니라, 많은 시간을 요구하며, 또한 건설 개발로 인해 발생하는 폐콘크리트로 인한 환경파괴의 문제가 대두되고 있다.

[0008] 따라서 최근에는 환경 친화적이면서도 인체에 해를 끼치지 않는 흙을 이용한 포장공법이 적용되고 있는 추세이다. 그러나 지금까지 개발된 흙을 이용한 포장공법 대부분은 비교적 친환경적인 소석회, 석고, 석회석, 고로슬래그, 플라이애쉬, 실리카흄(silica fume) 등의 포졸란 물질이 일부 사용되기는 하지만 흙 첨가에 따른 기능 저하 때문에 일반 콘크리트보다 더 많은 시멘트가 사용되며, 이러한 시멘트의 어두운 색감 때문에 더 많은 양의 인공색소(산화철 등)를 사용하여야 하므로 부자연스럽고 빗물 또는 햇볕에 의해 쉽게 손상되는 문제점도 가지고 있다.

[0009] 따라서 한편에서는 물과 공기가 자유롭게 통과할 수 있도록 연속공극을 균일하게 형성시킨 다공질의 포러스 콘크리트가 자전거도로나 인도 등에 사용되고 있는데, 이러한 포러스 콘크리트는 굵은 골재에 시멘트 페이스트 또는 모르타르를 점조하여 부착시킨 것으로 연속 또는 독립된 공극을 5~30% 함유하고 있어 투수성과 투기성이 뛰어나 투수 콘크리트, 생물의 생식공간을 제공할 수 있는 식생 콘크리트 및 수질정화용 콘크리트에도 유용하고 나아가 열차단 및 흡음 효과도 지니고 있어 환경문제에 폭넓게 적용시킬 수 있는 장점이 있다.

[0010] 그러나 칼라 포러스 콘크리트의 개발에 있어서는 화학안료 및 산화철 등과 같은 금속 미분말에 의한 콘크리트의 착색이 문제가 되고 있다. 또한, 식생용 또는 수질정화용 포러스 콘크리트로 사용하기 위해서는 시멘트의 강알칼리성(pH 12.0~13.5)을 중화시켜야 하므로 이를 위해 인위적으로 중화처리제의 사용이 불가피한 실정이다.

[0011] 따라서 새로운 개념의 칼라 포러스 콘크리트(투수용, 식생용, 흡음용, 수질정화용 등의 포러스 콘크리트)로써 천연의 환경친화적 재료인 황토 미분말을 시멘트 중량부의 3~70% 혼입시킨 포러스 콘크리트 조성물의 개발이 시도되고 있다. 특허 제348697호에는 황토 특유의 붉은색이 회색빛의 시멘트를 착색시켜 칼라 포러스 콘크리트가 될 수 있도록 하였는데 황토의 산성성질(pH 4.0~6.0)을 이용하여 시멘트의 강알칼리성(pH 12.0~13.5)을 황토 미분말의 혼입에 의해 자연 중화시켜 투수용, 식생용, 수질정화용 포러스 콘크리트 등으로의 활용시 화학적인 중화처리제의 사용 없이 중성 성질을 지닌 포러스 콘크리트를 제조할 수 있도록 하고 있지만, 여전히 시멘트의 접착력에 의존하는 기술들이기에 환경문제 개선에는 아직 큰 효과를 낸다고 볼 수는 없다.

[0012] 최근, 시멘트로부터 발생되는 많은 환경적문제 등을 근거로 최근 시멘트 사용량 저감에 대한 인식이 국제적으로 확산되고 있어 이러한 환경적, 산업적 인식의 전환을 고려한 시멘트 저감형 제품 및 기술들이 개발되고 있는데, 예를 들어, 특허 제438138호에는 천연의 흙과 시멘트와 고화재 조성의 범위를 한정하고, 입자의 크기 조절을 통하여 우수한 물성을 유도한 기술이 기재되어 있고, 특허 제625172호는 황토성분이 있는 점성토나 사질토에 제지슬러지, 상수슬러지, 석분토의 조성에 혼화재, 팽창제, 보수제 등을 첨가한 흙 혼합물과 시멘트와 골재를 첨가하고 여기에 다시 수지를 첨가하여 치밀화하여 사용하는 기술이 기재되어 있다. 그러나 상기와 같은 기술은 여전히 시멘트의 접착력에 일부라도 의존하는 기술들이기 때문에 환경문제 개선에는 아직 큰 효과를 낸다고 할 수는 없다.

[0013] 또한, 이러한 시멘트 사용량 저감에 대한 인식을 바탕으로 소성(燒成)을 행하지 않는 재료의 사용 개념이 도입되고 있으며, 무기바인더로서 개발되는 여러 가지 비시멘트형 소재들이 등장하고 있다. 예를 들어, 지오폴리머(geopolymer) 혹은 미네랄바인더(mineral binder), 무기질폴리머(inorganic polymer) 등으로 명명되는 새롭게 개발된 무기바인더가 있다. 그러나 아직까지 슬래그, 플라이애쉬 등을 대상으로 강도 및 안정성, 경제성 등을 향상시키기 위한 노력이 이루어지고 있는 상황이며 이러한 지오폴리머 기술(geopolymer technique)에 의해 개발된 포장재는 전무한 실정이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0014] 이에 본 발명자들은 상기 종래 문제점들을 해결하기 위하여 연구를 수행한 결과, 통상적으로 시멘트 콘크리트에서 사용되기 어려운 고강도 마사골재를 사용하고 포틀랜드 시멘트 대신 친환경적인 고령토 고화제를 사용함으로써, 흙만을 이용하는 포장재가 쉽게 손상되는 단점을 해결하고 자연친화적인 황토색을 가지면서도 인체에 무해하고 내구성이 강한, 무색소의 비시멘트계의 친환경적인 콘크리트 조성물을 제조할 수 있음을 확인하고 본 발명을 완성하였다.

[0015] 따라서, 본 발명의 목적은 시멘트를 사용하지 않아 친환경적이면서 흙의 자연 질감을 훼손시키지 않는 마사골재 및 고령토 고화제를 함유하는 무색소 비시멘트계 콘크리트 조성물을 제공하는데 있다.

[0016] 본 발명의 다른 목적은 상기 무색소 비시멘트계 콘크리트 조성물을 이용하는 콘크리트 포장 시공방법 및 포장 도로를 제공하는데 있다.

과제 해결수단

[0017] 상기 본 발명에 따른 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 600 kg/cm^2 이상의 압축강도를 갖는 고강도 마사골재를 포함하는 골재 50~85 중량%; 및 고령토를 600~900℃로 열처리한 후 분쇄하여 제조되는 활성 고령토를 포함하는 고령토 고화제 15~50 중량%를 함유하는 무색소 비시멘트계 콘크리트 조성물을 제공한다.

[0018] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 골재는 고강도 마사골재 50~70 중량% 및 마사모래 30~50 중량%를 함유할 수 있다.

[0019] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 골재는 골재 100 중량부에 대하여 재생골재, 석산골재 및 하천골재로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상의 물질 1~50 중량부를 더 포함할 수 있다.

[0020] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 고강도 마사골재는 마사골재를 편심 콘크러셔로 분쇄함으로써 저강도의 마사모래를 마사골재로부터 분리하는 단계; 마사모래가 분리된 마사골재를 회전식 드럼 분리기를 사용하여 소정 크기 이상의 마사골재를 분리하는 단계; 및 상기 소정 크기 이상의 마사골재를 콘크러셔로 분쇄하는 단계에 의해 제조될 수 있다.

[0021] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 고령토 고화제는 활성 고령토 45~75 중량% 및 pH 12.0~13.5의 강알카리성 고화제 25~55 중량%를 포함할 수 있다.

[0022] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 활성 고령토는 Al_2O_3 성분을 40~45 중량%로 함유할 수 있고, 12,000cm^2/g 이상의 분말도를 가질 수 있다.

[0023] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 활성 고령토의 함량은 고강도 마사골재를 포함하는 골재 100 중량부에 대하여 10~30 중량부, 바람직하게 10~15 중량부의 비율로 첨가될 수 있다.

[0024] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 강알카리성 고화제는 규산카리, 규산소다, 규산리튬 및 규산소다리튬으로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상의 규산염 물질; 및 가성카리, 가성소다 및 가성리튬으로 구성된 군에서 선택된 1종 이상의 수산화염 물질이 1:1~3:1의 비율로 혼합된 수용액일 수 있다.

[0025] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 고령토 고화제는 고화 반응 속도의 조절을 위하여 인산카리, 인산소다, 인산리튬, 인산 및 폴리인산암모늄으로 구성된 군에서 선택되는 1종 이상의 인산염 물질을 추가로 함유할 수 있다.

[0026] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 고령토 고화제는 고령토 고화제 100 중량부에 대하여 황토, 미분슬러지 및 표층토로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상의 물질 1~20 중량부를 더 포함할 수 있다.

[0027] 또한, 본 발명은 본 발명에 따른 무색소 비시멘트계 콘크리트 조성물을 습식, 반건식 또는 건식으로 균질하게 혼련하는 단계; 상기 혼련된 콘크리트 조성물을 기층 위에 포설하는 단계; 상기 포설된 면을 다짐하는 단계; 상기 다짐한 포장면을 양생하여 고화시키는 단계; 및 상기 양생 공정 중에 Na 이온에 의한 백화 현상이 발생하는 경우 물과 식초를 혼합한 혼합물을 이용하여 백화를 제거한 후 리튬실리케이트 수용액을 도포하는 단계를 포함하는 콘크리트 포장 시공방법을 제공한다.

효 과

[0028] 본 발명에 따른 비시멘트계 콘크리트 조성물에 따르면 다음과 같은 우수한 효과 및 장점을 달성할 수 있다.

[0029] 첫째, 본 발명에 따른 비시멘트계 콘크리트 조성물은 시멘트와 같은 유해한 물질을 전혀 포함하지 않고 제조됨으로써 친환경적이고 인체에 무해하다는 장점을 갖는다.

[0030] 둘째, 본 발명에 따른 비시멘트계 콘크리트 조성물은 유해한 물질을 전혀 사용하지 않음에도 불구하고 우수한 접착력, 강도 및 내구성을 확보할 수 있다는 장점을 갖는다.

[0031] 셋째, 본 발명에 따른 비시멘트계 콘크리트 조성물은 흙 또는 토양만을 이용하는 포장재가 쉽게 손상되는 문제점을 해결한 것으로서 고강도의 마사골재를 기본 성분으로 함으로써 우수한 강도 및 내구성을 가질 수 있다.

[0032] 넷째, 본 발명에 따른 비시멘트계 콘크리트 조성물은 밝은 색의 고강도 마사골재 및 고령토 고화제를 사용함으로써 인공색소 없이도 자연스러운 흙이나 황토 질감을 제공할 수 있는 효과를 갖는다.

[0033] 다섯째, 본 발명에 따른 비시멘트계 콘크리트 조성물은 마사골재를 사용함으로써 배수 기능을 필요로 하는 도로 등에 투수성을 제공할 수 있는 장점을 갖는다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0034] 본 발명은 흙 포장재가 시멘트와 쇄석골재로 인해 어두운 색을 띄므로 많은 인공색소를 첨가하지 않으면 황토색 등을 발현시키기 어려운 점을 해결하기 위하여, 일반 쇄석골재 대신 밝은 색의 마사골재를 사용하고, 시멘트 대신 고령토 고화제를 사용하여 포장시 자연스런 황토색이나 흙의 질감을 나타낼 수 있는 친환경적인 콘크리트 조성물 및 이를 이용한 포장 시공 방법을 제공함에 그 특징이 있다.

[0035] 따라서 본 발명은 마사골재 및 고령토 고화제를 함유하는 무색소 비시멘트계 콘크리트 조성물을 제공한다. 보다 구체적으로, 본 발명에 따른 무색소 비시멘트계 콘크리트 조성물은 마사골재 50~85 중량% 및 고령토 고화제 15~50중량%를 함유하는 것을 특징으로 한다.

[0036] 또한, 본 발명의 무색소 비시멘트계 콘크리트 조성물에 포함되는 상기 마사골재는 600 kg/cm^2 이상의 압축강도를 가지는 고강도의 마사골재를 사용하는 것을 특징으로 한다. 여기서 '마사'란 풍화된 화강암을 일컫는데, 본 발명에서 사용되는 마사골재는 밝은 색의 풍화된 화강암으로부터 얻어지는 마사골재 중에서 비교적 강도가 높은 조골재를 분리하여 사용하는 것을 특징으로 한다.

[0037] 한편, 상기 마사는 풍화의 정도에 따라 강도 편차가 매우 심하고 흡수율이 높으며 미분이 많이 발생하므로 콘크리트용 골재로는 사용이 제한되어 왔다. 특히, 결합제로 시멘트를 사용하는 경우 골재 표면에 부착된 많은 양의 마사 미분 때문에 균질한 콘크리트 제조에도 장애가 되어 왔다. 통상의 마사골재는 본 발명의 도 1과 하기 표 1에서 나타내고 있는 것처럼, 풍화된 정도에 따라 압축강도의 편차가 매우 심해 조크러셔나 일반 콘크러셔로 분쇄하면 대부분이 미립화된다.

표 1

[0038] 마사골재의 압축강도,(kg/cm^2)

구분	1	2	3	4	5
a) 저강도 마사	270.6	311.0	343.0	294.0	315.0
b) 중강도 마사	494.4	694	676	578	647
c) 고강도 마사	1381.6	810	1043	994	1124

[0039]

[0040] 따라서 본 발명의 고강도 마사골재를 수득하기 위해서는 편심 콘크러셔를 사용하는 것이 바람직하다. 상기 편심 콘크러셔는 재생골재에 부착된 비교적 강도가 약한 모르타르의 분쇄 제거를 위해 개발되었으나, 편심 콘크러셔의 고속회전에 의한 파쇄력을 이용하면 일정 수준 이하 강도의 마사만을 분쇄하여 제거할 수 있기 때문에 일정 강도를 갖는 마사골재를 제조할 수 있다.

[0041] 예를 들어, 도 2 및 하기 표 2에서 나타내고 있는 것처럼, 편심을 부여하는 대신 회전수를 증가시킨 편심 콘크러셔(Direct Drive Cone Crusher)로 분쇄함으로써 소정의 강도에 미치지 못하는 마사만 더욱 작은 마사모래로 분쇄되도록 한다. 그 다음, 강도가 있어 분쇄되지 않은 큰 마사골재만을 도 3의 회전식 드럼 분리기로 분리함으로써, 본 발명에 따른 600 kg/cm^2 이상의 고강도의 마사 골재를 수득할 수 있다.

표 2

[0042] 본 발명에 사용한 편심 콘크러셔의 사양

구분	일반 콘크러셔 (K산업)	편심 콘크러셔 (N산업)	비고
Eccentric 기울기 편차	50.7 mm	25 mm	2배의 파쇄효과
Pully 회전수	730 rpm	최대 470 rpm	
Eccentric 회전수	340 rpm	최대 470 rpm	
Mantle 회전수	6~10 rpm	최대 32 rpm	3배 이상의 파쇄효과

[0043]

[0044] 따라서 본 발명에서는 상기와 같이 선별된 600 kg/cm^2 이상의 고강도를 갖는 마사골재를 조성물 전체 중량에 대하여 50~85 중량%로 함유하는 것을 특징으로 하며, 바람직하게는 60~85 중량%, 더욱 바람직하게는 70~85 중량%로 함유할 수 있다.

[0045] 이때, 본 발명의 콘크리트 조성물의 투수성 및 비투수성을 고려하여 조골재나 세골재(마사모래)를 상기 마사골재에 혼합하여 사용할 수도 있으며, 바람직하게는 마사골재 50~70 중량% 및 조골재 또는 세골재 30~50 중량%의 비율로 혼합하여 사용할 수 있다. 예를 들어, 마사골재 약 60 중량% 및 마사모래 약 40 중량%로 혼합하여

사용할 수 있다.

[0046] 또한, 본 발명의 콘크리트 조성물의 밝은 색을 유지할 수 있는 범위에서 재생골재, 석산골재 및 하천골재 등으로 구성된 군에서 선택된 1종 이상의 물질을 골재 100 중량부에 대하여 1~50 중량부의 비율로 섞어 쓸 수 있는데, 이러한 이유는 일반 고철장질의 쇄석골재나 하천골재, 재생골재는 강도 증진 면에서 유리하므로 밝은 색의 마사골재에 소량 섞어 사용해도 무방하나, 검은 회색 등 어두운 색을 띄기 때문에 흙의 질감을 나타내기 어려우므로 50 중량부를 넘지 않도록 하는 것이 바람직하며, 더욱 바람직하게는 10~30 중량부의 양으로 혼합하여 사용할 수 있다.

[0047] 본 발명의 마사골재는 콘크리트의 강도를 어느 정도 유지시키면서도 밝은 색을 가지는 콘크리트 조성물의 제조를 가능케 하므로, 종래 사용하던 인공 색소 또는 착색제 등을 쓰지 않아도 흙의 색감 및 질감을 나타낼 수 있는 장점이 있다.

[0048] 또한, 마사골재의 상대적으로 높은 SiO_2 함량 및 표면 미분은 본 발명 조성물의 다른 주요 성분인 고령토 고화제의 활성 고령토와 규산염 물질간의 결합에 있어서 반응성을 더욱 향상시켜, 골재와 활성 고령토간의 강한 고화결합을 유발시킬 수 있다. 그러므로 시멘트 사용을 없앤 고령토 고화제와 밝은 색의 마사골재를 동시에 이용하는 경우 흙의 자연 질감을 훼손시키지 않는 콘크리트의 제조가 가능하다.

[0049] 또한, 본 발명에 따른 콘크리트 조성물에 포함되는 고령토 고화제는 조성물 전체 중량에 대하여 15~50 중량%의 비율로 함유될 수 있다.

[0050] 상기 고령토 고화제는 $Ca(OH)_2$를 함유하여 강알칼리성을 나타내는 포틀랜드 시멘트 대신 600~900℃로 열처리한 후, 미분쇄하여 반응성을 더욱 증가시킨 활성 고령토를 고령토 고화제 전체 중량에 대하여 45~75 중량%로 함유하고, pH 12.0~13.5의 강알카리성 고화제를 25~55 중량%로 함유하는 것을 특징으로 한다. 이때, 상기 강알리성 고화제는 규산염물질 및 수산화염 물질의 혼합물인 것이 바람직하다.

[0051] 한편, 고령토(kaolin)는 카올리나이트 $Al_2O_32SiO_22H_2O$와 할로이사이트 Al_2O_3 SiO_24H_2O가 주성분으로, 바위 속에 있는 장석, 정장석, 소다 장석, 회장석과 같은 장석류가 탄산 또는 물에 의해 화학적으로 분해되는 풍화에 의해 생성된다. 보통 원성토(原成土)로 된 바위 위에 수 m의 두꺼운 층이 생겨 발달한다.

[0052] 본 발명에서 사용되는 고령토는 일반적으로 광산에서 얻어지는 D급 이하의 고령토로서, 경제성도 확보하면서 붉은색의 황토와 같은 질감도 얻을 수 있다.

[0053] 본 발명에서는 고령토의 반응성을 증진시키기 위하여 600~900℃로 열처리한 활성 고령토를 사용한다. 상기 활성 고령토는, 특별히 한정하는 것은 아니지만, 하기 표 3에 기재된 바와 같은 화학조성을 포함하는 것이 바람직하다.

표 3

[0054] 화학조성(단위 %)

구분	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	$(K,Na)_2O$	TiO_2	Ig.loss
활성고령토	53.3	40.3	2.75	0.46	0.23	1.4	0.1	-
황토	41.2	32.9	7.8	0.4	1.5	2.5	-	13.7
마사골재	62.4	16.6	3.8	9.5	1.0	1.1	-	4.5
석산골재	55.9	17.3	8.7	6.8	4.8	5.0	-	3.3

[0055]

[0056] 또한, 본 발명에서는 상기 활성 고령토의 반응성을 증진시키기 위하여 활성고령토의 분말도를 12,000cm^2/g 이상으로 미분쇄하는 것이 바람직하다. 분말도가 12,000cm^2/g 이상이면 규산카리 등의 규산염 물질과의 반응이 상온에서도 일어나므로 견고한 결합력을 가질 수 있기 때문이다.

[0057] 또한, 상기 활성 고령토는 상기 표 3에서 확인할 수 있는 것처럼, 플라이 애쉬와는 달리 Al_2O_3가 40~45%, 바람직하게는 40.3%으로 매우 높은 함량이 포함되어 있어 지오폴리머화(Zeopolymerzation) 반응을 비교적 용이하게 유도할 수 있는 장점이 있다.

[0058] 한편, 여객선과 경주용 자동차의 방화재로 개발된 지오폴리머 콘크리트(Geopolymer concrete)는 알칼리와 규산염 및 알루민산염을 혼합하여 만드는데, 이산화탄소의 배출 없이 분자를 결합하는 중합 반응을 일으킨다. 상기 지오폴리머 콘크리트는 시멘트 페이스트 대신에 결합제로 사용 수 있다.

[0059] 따라서 Al_2O_3가 높은 함량으로 함유되어 있는 활성 고령토 및 규산염과 수산화염의 혼합물로 이루어진 강알칼리성 고화제를 포함하는 본 발명의 고령토 고화제는 지오폴리머화(Zeopolymerzation) 반응을 통해 지오폴리머 매트릭스를 생성하여 콘크리트 조성물의 견고한 결합력을 가지게 하는 기능을 한다.

[0060] 또한, 상기 활성 고령토는 황토색이기 때문에 흙 포장시공 시 인공색소의 첨가 없이도 자연스러운 흙 색상을 발휘할 수 있으며, 평균 입자크기가 약 30㎛ 정도이고, 입도분포가 미립분과 세립분으로 존재하기 때문에 충진성이 우수하고 골재입자의 유동성을 향상시킨다.

[0061] 본 발명에서 상기 활성 고령토의 함량은 고령토 고화제 전체 중량에 대하여 45~75 중량%로 함유되는 것이 바람직하다.

[0062] 또한, 상기 활성 고령토의 함량은 고강도 마사골재를 포함하는 골재 100 중량부에 대하여 10~30 중량부, 바람직하게 10~15 중량부의 비율로 첨가되는 것이 바람직하다.

[0063] 골재에 대하여 10 중량부 미만으로 첨가할 경우에는 필러효과 및 지오폴리머의 주성분인 SiO_2와 Al_2O_3의 부족으로 지오폴리머 매트릭스(geopolymeric matrix)를 형성하기 어렵고, 30 중량부를 초과하여 첨가할 경우에는 골재의 결합제 역할보다는 첨가된 활성 고령토간의 고화반응으로 초기 강도가 현저하게 낮아지는 문제가 있으며, 가격이 높아지게 되어 상업적으로 경쟁력이 저하될 수 있다.

[0064] 앞서 설명한 바와 같이, 본 발명의 고령토 고화제는 45~75 중량%의 활성 고령토 외에도 pH 12.0~13.5의 강알카리성 고화제를 25~55 중량%로 함유하는 것을 특징으로 한다.

[0065] 상기 강알카리성 고화제는 지오폴리머화 반응을 유도하기 위한 강알칼리성 분위기(pH 13 이상) 조성의 규산염 및 수산화염을 사용하는 것이 바람직하다. 즉, 상기 강알카리성 고화제는 상기 규산염 물질 및 수산화염 물질의 혼합물로서, 규산염 물질 및 수산화염 물질을 1:1 ~ 3:1의 비율, 바람직하게는 규산염 물질 대 수산화염 물질을 2:1의 비율로 혼합되어 있는 것을 특징으로 한다.

[0066] 상기 규산염 물질로는 규산카리, 규산소다, 규산리튬 및 규산소다리튬으로 구성된 군에서 선택된 1종 이상을 사용할 수 있고, 상기 수산화염 물질로는 가성카리, 가성소다 및 가성리튬으로 구성된 군에서 선택된 1종 이상의 물질을 사용할 수 있으며, 바람직하게는 환경친화적인 면에서 가성카리를 사용하는 것이 바람직하다.

[0067] 또한, 상기 수산화염 물질은 상기 혼합물 전체 중량에 대하여 30~50 중량%로 함유할 수 있는데, 본 발명의 일실시예에서는 45%의 공업용 가성카리를 사용하였다. 본 발명에 있어서 상기 수산화염의 양이 30 중량% 미만일 경우에는 지연제인 인산카리 첨가시 완전히 용해되기 어렵고 규산염의 침전물이 남아있게 되며, 50 중량%를 초과하여 첨가할 경우에는 콘크리트 포장 완성 후 pH를 10.5 이하로 낮추기 위한 시간이 장시간 소요되는 단점이 있다.

[0068] 또한, 상기 수산화염으로부터 생성되는 OH^-은 반응층의 피막을 파괴하여 규산염 및 활성고령토의 Si-O, Al-O의 공유결합을 끊음으로써 이온용출반응을 유도하며, 상기 용출된 이온은 골재와 활성 고령토 입자 사이에서 3차원적 구조(framework)를 형성하고 콘크리트 조성물 내에서 지오 폴리머 매트릭스를 형성하게 된다. 또한, 양생의 온도가 80℃ 이상일 경우에는 지오폴리머 매트릭스와 동시에 제올라이트(zeolite)가 생성되어 강도가 더욱 증가하게 된다.

[0069] 상기 제올라이트(zeolite)란 알칼리 및 알칼리토금속의 규산알루미늄 수화물인 광물을 총칭하는 것으로서, 결정 구조적으로 각 원자의 결합이 느슨하여 그 사이를 채우고 있는 수분을 고열로 방출시켜도 골격은 그대로 있으므로 다른 미립물질을 흡착할 수 있는 성질을 가진다. 따라서 본 발명에서도 제올라이트가 생성되면 이러한 성질로 인해 강도가 더욱 증가하게 되는 것이다.

[0070] 본 발명에 있어서, 상기 강알카리성 고화제는 규산카리 및 가성카리의 혼합물인 것이 바람직하며, 상기 규산카리의 SiO_2와 K_2O, 및 가성카리의 K_2O는 지오 폴리머 매트릭스의 주요 골격구조인 $[Si^{4+}]$과 $[K^+]$의 양이온을 제공할 수 있다. 따라서 상기 두 물질을 함께 쓰는 것이 바람직하다. 만약 규산카리만을 사용하는 경우라면, pH가 11 정도로 낮아 지오폴리머화 반응이 잘 일어나지 않고 오히려 알칼리 활성반응이 일어나서 급결되는 문제가

있고, 가성카리만을 사용하는 경우에는 pH가 14 이상으로 매우 높아지기 때문에 지오 폴리머화 반응을 일으킬 수는 있으나 활성 고령토로부터 지오폴리머 반응을 일으키기 위한 이온의 공급을 100% 할 수 없으므로 매우 고농도의 KOH를 첨가해야만 한다. 그러한 경우에는 콘크리트 포장 이후에도 pH를 낮추기 위한 별도의 차후 조치가 요구되므로 비용이 증가할 뿐만 아니라, 고농도의 pH는 토양의 액성을 강알칼리로 변화시키기 때문에 미생물이나 지하 생태계에 악영향을 미칠 수 있는 문제점이 있다.

[0071] 또한, 상기 규산카리는 규산소다, 규산리튬, 규산소다리튬 등으로 치환하여 사용할 수 있으며, 상기 가성카리는 가성소다나 가성리튬 등으로 치환하여 사용할 수 있는데, 예를 들어, 규산카리 사용량의 20~80%를 규산소다로 치환하거나 가성카리 사용량의 20~80%를 가성소다로 치환하여 반응성을 향상시킬 수 있고, 또 다른 예로는, 규산카리의 0.5~5%를 규산리튬으로 치환하거나 가성카리의 1~10%를 LiOH로 치환하여 내수성과 강도를 향상시킬 수 있다.

[0072] 한편, 본 발명의 콘크리트 조성물은 인산염 물질을 첨가함으로써 고화반응속도를 조절할 수도 있으며, 상기 인산염 물질로는 인산카리, 인산소다, 인산리튬, 인산 및 폴리인산암모늄으로 구성된 군에서 선택되는 1종 이상의 물질일 수 있고, 바람직하게는 인산카리일 수 있다.

[0073] 따라서 본 발명의 강알카리성 고화제는 규산카리, 가성카리 및 인산카리의 혼합물일 수 있으며, 상기 인산카리 첨가시 가성카리는 규산카리의 액성을 급격하게 저하시켜 규산소다를 침전시키기 때문에 이를 억제하기 위한 역할로서 포함된다.

[0074] 또한, 상기 인산카리 등의 인산염 물질은 일정 시간동안 규산카리 등의 규산염물질과 가성카리 등의 수산화염물질이 활성 고령토와 반응하지 못하도록 반응을 억제하는 역할로 작용함으로써, 콘크리트 포장 시공에 있어서 작업성을 확보할 수 있다. 또한, 규산염 물질의 내수성을 향상시키고, 흙 포장용 조성물 내에서 과량의 OH^- 이온의 소비를 촉진하여 pH를 9.0~10.5의 범위로 낮추는 역할을 하는데, 상기 인산염 물질은 강알카리성 고화제 전체 중량에 대하여 1~10 중량%의 범위로 첨가하는 것이 바람직하며, 상기 범주를 벗어나게 되면 PO_4^{-3} 로서의 역할을 할 수 없게 된다.

[0075] 또한, 활성 고령토 및 강알카리성 고화제를 함유하는 본 발명의 고령토 고화제는 콘크리트 조성물의 황토색을 더욱 강하게 하기 위해 인공색소가 아닌, 황토, 미분 슬러지 및 표층토로 구성된 군에서 선택되는 1종 이상의 토양을 추가로 함유할 수 있으며, 이때 상기 황토, 미분 슬러지 또는 표층토는 고령토 고화제 100 중량부에 대하여 1~20 중량부의 비율로 포함될 수 있다.

[0076] 상기와 같은 본 발명의 콘크리트 조성물은 내부에 시멘트계의 C-S-H 겔이나 $Ca(OH)_2$ 같은 강알칼리 대신 중성의 지오폴리머 매트릭스[Aluminosilicate gel{$Al_2O_3mSiO_2nM_2OxH_2O$ (M=K, Na, Li)}]가 생성되는 것에 의해서 고화되기 때문에, 종래 시멘트 생산시 발생되는 CO_2 가스의 방출을 억제하여 교토의정서에 의한 온실가스 발생에 대한 비용을 절감할 수 있을 뿐만 아니라 대기오염을 줄일 수 있고, 시멘트 독성인 아토피나 Cr^{6+} 등의 발생을 원천적으로 봉쇄할 수 있어 환경오염을 유발하지 않는 장점이 있다.

[0077] 또한, 포장재로 제조시, 황토나 고령토를 사용함으로써 자연스러운 흙이나 황토 질감을 주면서도 열섬현상도 방지할 수 있어 포장된 도로를 이용하는 사람은 물론 시공자나 인근 주민들에게 쾌적한 환경을 제공할 수 있으므로 자전거도로나 산책로 뿐 아니라 광장이나 주차장, 소형 차량로까지 활용할 수 있다.

[0078] 또한, 블록으로 제조시, 골재의 크기와 잔골재의 조합에 따라 포장용 보도블럭, 식생 콘크리트 및 호안블럭, 수질정화용 담체 및 어초, 파쇄블럭 등으로 다양하게 활용할 수 있다.

[0079] 또한, 몰탈용으로서는 세립의 골재만을 이용해 벽 바닥 등 실내외 미장 마감재로도 활용할 수 있는 등, 강도가 약하고 편차도 심해 일반 콘크리트에 사용이 불가능한 마사골재의 활용을 도모하고 건설잔토나 표층토, 하수/상수슬러지, 플라이애쉬, 바텀애쉬와 같은 미립의 무기질 산업부산물의 재활용도 가능하여 환경을 보호하는 효과도 얻을 수 있다.

[0080] 한편, 본 발명은 상기 본 발명의 콘크리트 조성물을 이용하여 하기의 단계를 포함하는 콘크리트 포장 시공방법을 제공한다.

[0081] 본 발명에 따른 콘크리트 포장 시공방법은 상기 설명한 콘크리트 포장용 조성물을 준비하는 단계; 상기 콘크리트 포장용 조성물을 기층위에 포설하는 단계; 다짐하는 단계; 및 다짐한 포장면을 양생하여 고화시키는

단계를 포함할 수 있다.

[0082] 이때, 상기 콘크리트 포장용 조성물의 구성성분인 마사골재 및 활성고령토에 대한 설명은 상기와 같고, 이의 배합은 건식, 반건식 또는 습식으로 당업자가 목적에 맞게 적절한 비율에 따라서 배합할 수 있다. 상기 콘크리트 포장용 조성물 준비단계, 포설단계 및 다짐단계는 콘크리트 포장을 균일하고 완전하게 시공할 수 있는 방법이라면, 특별히 한정되지 않고, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상적으로 사용되는 방법을 선택하여 적용할 수 있다.

[0083] 다만, 본 발명의 콘크리트 포장용 조성물을 이용한 흙 포장 시공에 있어서, 다짐이 완료된 표층면의 양생은 25~80℃의 온도에서 수행하는 것이 바람직하다. 따라서 기온이 높을 경우, 다짐한 포장면을 자연양생 시키거나 기온이 낮을 경우에는 포장면 위에 전기장판 등의 가열장치나 비닐 등의 양생기구를 포설하고 고온 양생하여 고화시킨다.

[0084] 즉, 하절기에는 자연 양생이 가능하고, 하절기를 제외한 시기에는 빠른 보행 및 통행을 위해서 경화를 촉진하기 위해서는 시중에서 판매되고 있는 양생포나 비닐 등을 이용하여 표층면을 덮고 스팀이나 온풍기를 이용하여 양생할 수 있으며, 더욱 바람직하게는 (주)세기센추리에서 판매하고 있는 건조매트(롤러형, 원적외선이 방사되는 난방용 필름 80℃ 발열)를 이용하여 60℃하에 4시간 이상 보온 양생하여 1일 후에 보행이 가능하도록 할 수 있다.

[0085] 특히, 상기 양생공정 중에 Na 이온에 의한 백화 현상이 발생하는 경우에는, 물과 식초를 1:1로 섞은 식용식초를 이용하여 백화를 제거한 후 리튬실리케이트 수용액을 도포하는 공정을 수행한 후, 비닐을 재포설하여 반응도를 더욱 향상시키는 방법을 사용한다.

[0086] 따라서 본 발명에 따른 콘크리트 포장 시공방법의 일실시예에서는, 마사골재 50~85 중량% 및 고령토 고화제 15~50 중량%를 함유하는 콘크리트 조성물을 습식, 반건식 또는 건식으로 균질하게 혼련하여 포장재를 준비하는 단계; 상기 혼련된 콘크리트 조성물을 기층 위에 포설하는 단계; 진동롤러나 콤팩터 등을 이용하여 상기 포설된 면을 다짐하는 단계; 및 상기 다짐한 포장면을 자연 양생시키거나 포장면 위에 전기장판 등의 가열장치나 비닐 등의 양생기구를 포설하고 양생하여 고화시키는 단계를 포함한다.

[0087] 상기와 같은 본 발명의 콘크리트 포장재용 조성물을 이용한 흙 포장 시공방법은 골재에 활성고령토를 첨가함으로써, 기존의 시멘트의 유해성을 차단하고, 제올라이트와 동일한 결정구조를 가지는 지오 폴리머를 형성함으로써 산성토양의 중화 및 약 알칼리화가 가능하며, 지오 폴리머화 반응에 의해서 경화됨으로써 압축강도가 10~50 MPa인 포장기반을 얻을 수 있다. 따라서 중성의 지오폴리머매트릭스[Aluminosilicate gel{Al2O3 mSiO2nM2OxH2O(M=K, Na, Li)}]가 생성되는 것에 의해 고화되어 포장된 도로는 자연스런 흙의 질감을 가질 수 있으며, 사람들이 자주 이용하는 산책로나 공원, 운동장, 인도 등의 포장에 적합하다.

표 4

[0088] 콘크리트 조성물의 배합표(kg)

실시예	석산골재	일반 마사골재	고강도 마사골재	마사 모래	활성 고령토	규산카리	가성카리
1	1600	-	-	-	188	112	62
2	-	1600	-	-	188	112	62
3	-	-	1600	-	188	112	62
4	1230	-	-	530	200	134	75
5	-	1230	-	530	200	134	75
6	-	-	1230	530	200	134	75

[0089] **<실험예 1> 콘크리트 조성물의 압축강도 비교**

[0090] 상기 실시예 1에서 제조된 본 발명의 고강도 마사골재를 이용한 콘크리트 조성물에 대하여 압축강도 실험을 수행하였으며, 이때 비교실험을 위하여 일반 쇄석골재와 일반 마사 및 고강도 마사골재를 상기 표 4의 배합에 맞춰 제조한 조성물을 사용하였고, 지름 10센티 높이 20센티의 압축강도측정용 공시체를 각각 5개씩 제작하여 일반 콘크리트 시험 기준에 맞춰 7일 후 강도시험을 하여 표 5의 결과를 얻었다.

표 5

[0091] 제조된 콘크리트 조성물의 7일강도(kg/cm^2)

실시예	샘플 1	샘플 2	샘플 3	샘플 4	샘플 5	평균
1	187.2	174.6	190.1	193.4	178.6	184.8
2	104.8	113.7	108.4	96.8	112.5	107.2
3	174.3	162.5	189.6	177.4	184.3	177.6
4	256.4	267.2	286.7	275.4	287.3	177.6
5	165.8	158.9	175.0	159.8	155.5	163.0
6	244.3	255.6	289.9	229.1	267.0	199.2

[0092]

[0093] 표 5를 참조하면, 석산골재만을 사용하는 경우(실시예 1)에 충분한 강도를 얻을 수 있지만 색상이 흐리기 때문에 칼라 콘크리트를 만들 수 없는 단점이 있다. 한편, 일반 마사골재를 사용하는 경우(실시예 2) 충분한 강도를 얻을 수 없었다. 하지만, 600 kg/cm^2 이상의 압축강도를 가지는 고강도 마사골재를 사용하는 경우(실시예 3) 강도 면에서 일반 석산골재를 사용한 조성물(실시예 1)의 결과와 비슷한 강도를 나타내었다.

[0094] 또한, 석산골재에 마사모래를 혼합한 경우(실시예 4) 석산골재만을 사용한 경우(실시예 1)에 비해 오히려 강도가 낮아짐을 알 수 있다. 하지만, 마사골재와 마사모래를 혼합한 경우(실시예 5 및 6)에는 마사골재만을 사용한 경우(실시예 2 및 3)에 비해 모두 강도가 높아짐을 알 수 있다. 특히, 고강도 마사골재와 마사모래를 사용한 경우(실시예 6)에는 석산골재와 마사모래를 사용한 경우(실시예 4) 보다도 오히려 더 강도가 높아짐을 확인하였다.

[0095] 그러므로 본 발명에 따른 고강도 마사골재 및 고령토 고화제를 포함하는 콘크리트 조성물이 포장재나 구조용으로 활용될 수 있을 정도로 높은 강도를 가짐을 확인하였다.

[0096] **<실험예 2> 콘크리트의 색상 비교**

[0097] 상기 실시예 1에서 제조한 콘크리트 조성물 각각에 대하여 색상을 비교하는 실험을 수행하였다. 이를 위해 실시예 1 내지 3의 포장용 조성물에 대하여, 이를 기층 위에 포설한 다음 콤팩터를 이용하여 다짐한 후, 포장면 위에 비닐을 포설하고 양생하여 고화시킨 후, 흙의 색 및 질감을 확인하였다.

[0098] 그 결과, 도 4에서 나타낸 바와 같이, 고강도 마사골재 및 고령토 고화제(활성고령토, 규산카리 및 가성카리)를 포함하여 제조된 본 발명의 콘크리트 조성물(실시예 3의 조성물)을 사용하여 포장한 도로가 황토색의 흙 색 및 질감을 나타낸 반면, 석산골재 및 기존 마사골재를 포함하여 제조된 조성물의 경우, 포장한 도로가 황토색의 흙색 및 질감을 나타내지 못하는 것을 알 수 있었다(결과 미도시).

도면의 간단한 설명

[0099] 도 1은 본 발명에 사용되는 고강도 마사골재의 형태를 일반 마사골재와 비교하여 나타낸 사진이다.

[0100] 도 2는 본 발명에 사용된 편심 콘크러셔의 원리를 나타내는 도식도이다.

[0101] 도 3은 본 발명에 사용된 회전식 드럼 분리기이다.

[0102] 도 4는 본 발명의 방법에 따라 시공된 콘크리트 포장 도로의 사진이다.

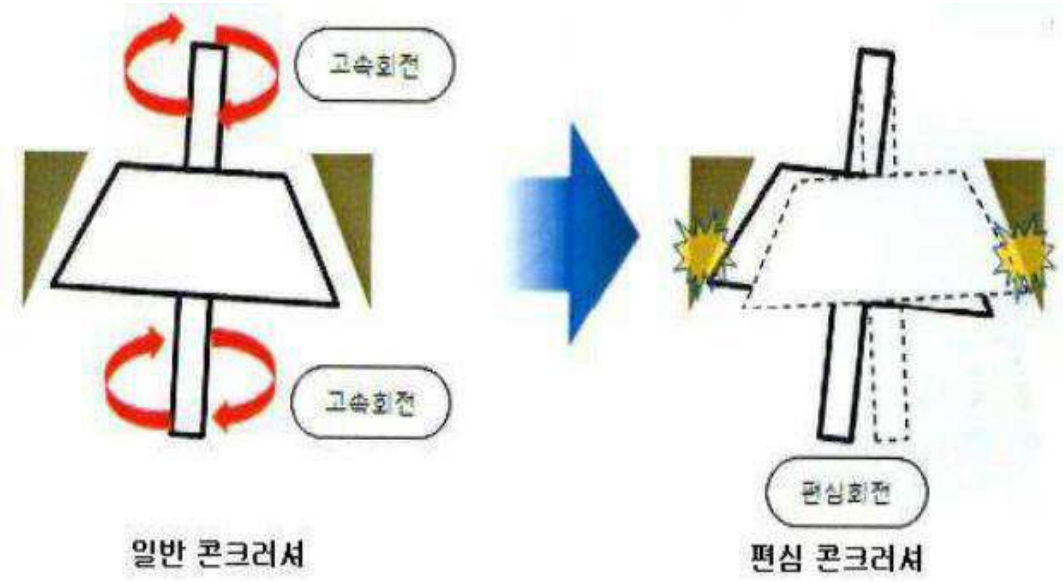
도면

도면1



a 저강도 마사　　b 중강도 마사　　c 고강도 마사

도면2



일반 콘크러셔　　편심 콘크러셔

도면3



도면4

