



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0049043
(43) 공개일자 2020년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 17/06 (2006.01) C09K 17/10 (2006.01)
C09K 103/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
C09K 17/06 (2013.01)
C09K 17/10 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0131841
(22) 출원일자 2018년10월31일
심사청구일자 2018년10월31일

(71) 출원인
대호산업개발(주)
경기도 안산시 단원구 광덕대로 130, 605호 (고잔동, 폴리타운)

(72) 발명자
박원춘
경상북도 경주시 외동읍 내외로 620-19
박헌철
경기도 용인시 기흥구 동탄기흥로 864, 101동 704호 (공세 호수마을 공세성원상떼레이크뷰)

김중연
경기도 부천시 원미구 중동로280번길 27, 612동1702호(중동, 중흥마을)

(74) 대리인
최규성

전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 연약지반 개량용 고화재 조성물

(57) 요약

본 발명은 알칼리 및 황산염 자극제로서 CaO와 SO₃ 성분의 합이 60% 이상인 로내 탈황방식 석탄연소 바닥재 100 중량부에 대하여, 고로슬래그 미분말 300~700중량부를 포함하는 것을 특징으로 하는 연약지반 개량용 고화재 조성물에 관한 것으로, 본 발명에 따르면, 지금까지는 잘 활용되지 않던 로내 탈황 방식의 석탄연소발전소 바닥재(버텀 애시/bottom ash)를 알칼리 및 황산염 자극제로 활용함으로써, 주원료로 사용된 고로슬래그 미분말의 잠재수경성을 활성화시켜 강도를 발현하여 육지나 해상에서 연약한 지반을 토질역학적으로 안정된 지반으로 개량하기 위한 토목용 고화재를 제공하는 효과가 있다.

대표도 - 도4

K I E T 한국세라믹기술원 Korea Institute of Ceramic Engineering & Technology 주소 : 경상남도 진주시 소동로 10(동학공원15-4) 전화번호 : 055-756-2157, FAX : 055-756-2158				
시험·분석 성적서				
발 행 번 호 : 원년 2018-108 산출물 / 신청인 : 에너지효율소재센터 / 권우택 시 료 명 : 플라이 애시 외 1 시험·분석 방법 : 습식분석, 기기분석(CP-OES) 시험·분석 일자 : 2018년 07월 06일 ~ 2018년 08월 02일				
시험·분석 결과				
시 료 명	시험·분석 항목	시험·분석 결과	시험·분석 방법	비 고
플라이 애시	CaO (m/m %)	25.2	습식분석 기기분석	
	SO ₃ (m/m %)	13.7		
	공용량량 (m/m %)	4.09		
반원 애시	CaO (m/m %)	33.5	습식분석 기기분석	
	SO ₃ (m/m %)	30.2		
	공용량량 (m/m %)	4.96		
참고) 습기 분석에 사용된 CP-OES 는 Perkin elmer CP-OES 8300B.				
시 료 자 : 김현석				
2018년 08월 02일 분석·인증 센터 장				
< 1 쪽 중 1 쪽 >				

(52) CPC특허분류
C09K 2103/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	18SCIP-B108153-04
부처명	국토교통부
연구관리전문기관	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	건설기술연구사업
연구과제명	압축강도 15 MPa급 무시멘트 지반고화재 개발 및 상용화
기 여 율	1/1
주관기관	한국건설기술연구원
연구기간	2018.04.01 ~ 2019.01.31

명세서

청구범위

청구항 1

알칼리 및 황산염 자극제로서 CaO와 SO₃ 성분의 합이 60% 이상인 로내 탈황방식 석탄연소 바닥재 100중량부에 대하여,

고로슬래그 미분말 300~700중량부를 포함하는 것을 특징으로 하는 연약지반 개량용 고화재 조성물.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 로내탈황방식 석탄연소 바닥재는 분말도가 2,800cm²/g 이상이며, 45 μ m 잔유율 10% 미만으로 분쇄, 분급된 것을 특징으로 하는 연약지반 개량용 고화재 조성물.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

추가적으로 강도 증진제가 상기 로내탈황방식 석탄연소 바닥재 100중량부에 대하여 100~200 중량부 더 포함되는 것을 특징으로 하는 연약지반 개량용 고화재 조성물.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 강도 증진제는 석고, 시멘트, 또는 이들의 혼합물인 것을 특징으로 하는 연약지반 개량용 고화재 조성물.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 연약지반 개량용 고화재 조성물에 관한 것으로, 보다 상세하게는 고로슬래그 미분말을 잠재수경성을 발현하여 강도를 발생시키는 주원료로 사용하고, 로내 탈황방식 석탄 연소 바닥재(버팀 애시)를 고로슬래그의 잠재수경성 활성화를 개시토록 하는 알칼리 및 황산염 자극제로서 활용하는 연약지반 개량용 고화재 조성물에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 연약한 지반을 개량하여 토질 역학적으로 안정된 지반으로 개량하기 위한 많은 종류의 토목 시공 기술이 개발되어 시공되고 있으며, 그 기능을 발휘하도록 하는 고화재로는 일반적으로 보통 포틀랜드 시멘트나 고로슬래그 시멘트가 주로 사용되고 있으며, 최근 알칼리 활성화 슬래그 이론을 기본개념으로 한 비시멘트계 고화재가 일부 현장에서 적용되고 있다.

[0003] 예를 들면 국내 등록특허 10-1200282에서는 산화칼슘(CaO) 함량이 35%~70%이고, 비표면적이 2,500~6,000cm²/g인 페트롤 코크스 소각잔재와 액상화를 방지하고 강도를 발현하기 위한 고로슬래그를 포함하는 흙 고화재를 제시하였으며, 고로슬래그 미분말은 페트롤 코크스 소각잔재 100중량부에 대하여 5~50중량부 혼입되는 것을 특징으로 하고 있다.

[0004] 그러나 이러한 기술은 상기 등록특허 공고문의 기술분야와 배경기술에서 설명하고 있듯이 산화칼슘(CaO)의 발열 반응과 체적팽창작용을 활용하여 토양의 간극수를 제거하고 토양을 조속히 안정시켜 자전거길, 산책로, 임도 등의 도로 표층처리에 적용하기에는 적합한 기술일지 모르나, 잠재수경성 활성화로 강도를 발현하는 고로슬래그 미분말의 함량이 자극제로 활용되는 페트롤 코크스 소각잔재의 5~50중량부 밖에 포함되지 않아 자극제에 비해 강도발현물질이 너무 적게 되어 강도와 내구성이 요구되는 심층혼합 공법, 고압분사 공법, 그라우팅 공법, SCW 공법 등에 적용하기에는 적합하지 않다고 판단된다. 그리고 국내에는 코크스계 탈황석고는 충남 서산에 위치한

H정유사에서만 생산되고 있고, 그 사용 용도가 시멘트의 응결지연제와 모르타르의 팽창제 용도로 대부분 활용되고 있어 공급이 곤란하고 물류비가 많이 소요되어 시장성에 한계가 있다고 할 수 있다.

- [0005] 또한 국내등록특허 10-0553732에서는 평균입경이 10~15 μ m인 알루미늄-실리케이트계 산업부산물 70~80 중량부, 평균입경이 20~30 μ m인 석고계 부산물 10~25 중량부 및 알칼리계 부산물 5~10 중량부를 포함하는 고화제를 제시하였다.
- [0006] 그러나 이 기술 역시 주원료인 알루미늄-실리케이트계 산업부산물의 평균입경이 커서 볼러밀, 볼밀, 진동밀 등을 이용하여 분쇄하여 입도를 조정한다고 발명의 구성 및 작용에서 설명하고 있다.
- [0007] 또한 국내등록특허 10-0431797의 경우도 고로슬래그, 석고, 수산화나트륨, 황산알루미늄, 생석회 또는 소석회, 석회석, 조경제를 혼합한 후 다시 분쇄하는 비소성시멘트 제조방법을 제시하고 있다.
- [0008] 이러한 기술은 시멘트 대신 고로슬래그 및 플라이애시를 주재료로 한 변형 기술로서 포졸란반응 및 에트링가이트 형성을 향상시키기 위하여 알칼리 자극제 및 황산염자극제를 다양한 원료 또는 배합원료로 추가하는 기술이다. 그러므로 제조공정이 매우 복잡하고 원료의 전처리에 많은 비용이 수반되며, 여러 가지 원료를 동시에 사용해야하기 때문에 원료의 물리 화학적 품질특성 변동에 따른 배합의 선정이 어려워 상용화되기에는 어려운 측면이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 한국 등록특허 제10-1200282호
- (특허문헌 0002) 한국 등록특허 제10-0553732호
- (특허문헌 0003) 한국 등록특허 제10-0431797호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하고 선행기술을 개선하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명은 고로슬래그 미분말을 잠재수경성을 발현하여 강도를 발생시키는 주원료로 사용하고, 로내 탈황방식 석탄 연소 바닥재(버텀애시)를 고로슬래그의 잠재수경성 활성화를 개시토록 하는 알칼리 및 황산염 자극제로서 활용하는 로내 탈황방식 석탄 연소 바닥재를 자극제로 활용한 연약지반 개량용 고화제 조성물을 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 위와 같은 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명에 의한 연약지반 개량용 고화제 조성물은 알칼리 및 황산염 자극제로서 CaO와 SO₃ 성분의 합이 60% 이상인 로내 탈황방식 석탄연소 바닥재 100중량부에 대하여, 고로슬래그 미분말 300~700중량부를 포함하는 것을 그 특징으로 한다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 로내탈황방식 석탄연소 바닥재는 분말도가 2,800cm³/g 이상이며, 45 μ m 잔유율 10% 미만으로 분쇄, 분급된 것이 바람직하다.
- [0013] 추가적으로, 본 발명에 따른 연약지반 개량용 고화제 조성물에는 강도 증진제가 상기 로내탈황방식 석탄연소 바닥재 100중량부에 대하여 100~200 중량부 더 포함될 수 있다.
- [0014] 상기 강도 증진제는 석고, 시멘트, 또는 이들의 혼합물일 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명에 따르면, 지금까지는 잘 활용되지 않던 로내 탈황 방식의 석탄연소발전소 바닥재(버텀 애시/bottom ash)를 알칼리 및 황산염 자극제로 활용함으로써, 주원료로 사용된 고로슬래그 미분말의 잠재수경성을 활성화시

켜 강도를 발현하여 육지나 해상에서 연약한 지반을 토질역학적으로 안정된 지반으로 개량하기 위한 토목용 고화재를 제공하는 효과가 있다.

[0017] 또한, 토목공사 중 지반 고화재로 일반적으로 사용하는 시멘트를 대체함으로써, 시멘트 생산을 위한 백두대간의 무분별한 석회석 채광을 방지할 수 있으며, 산업부산물로 발생하는 고로슬래그 및 고갈습 석탄연소 바닥재 등을 재활용하여 환경을 보존하는 효과도 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 탈황공정 운영방식에 따른 석탄재 발생공정 모식도이다.
 도 2는 로내탈황방식 석탄연소발전소 바닥재 발생공정을 간략하게 나타낸 모식도이다.
 도 3은 일본의 "海上工事における深層混合処理工法技術マニコアル(改訂版)"에서 제시한 배합시험 방법의 모식도이고,
 도 4는 비산재와 바닥재의 화학성분을 공인기관에 의뢰하여 분석한 결과를 나타낸 분석표이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하에서 본 발명을 더욱 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0020] 본 명세서에서 사용된 용어는 특정 실시예를 설명하기 위하여 사용되며, 본 발명을 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 단수 형태는 문맥상 다른 경우를 분명히 지적하는 것이 아니라면, 복수의 형태를 포함할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 경우 "포함한다(comprise)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급한 형상들, 숫자, 동작, 부재, 요소 및/또는 이들 그룹의 존재를 특정하는 것이며, 하나 이상의 다른 형상, 숫자, 동작, 부재, 요소 및/또는 그룹들의 존재 또는 부가를 배제하는 것이 아니다.

[0022] 본 발명에 의한 로내 탈황방식 석탄 연소 바닥재(버텀애시)를 알칼리 및 황산염 자극제로 활용한 연약지반 개량용 고화재 조성물에 대하여 구체적으로 설명한다.

[0023] 본 발명에 따른 연약지반 개량용 고화재 조성물은 알칼리 및 황산염 자극제로서 CaO와 SO₃ 성분의 합이 60% 이상인 로내 탈황방식 석탄연소 바닥재(버텀애시) 100중량부에 대하여, 고로슬래그 미분말 300~700중량부를 포함하는 것을 그 특징으로 한다.

[0024] 먼저 본 발명의 연약지반 개량용 고화재 조성물에서 알칼리 및 황산염 자극제로 사용되는 로내 탈황방식 석탄연소 바닥재(버텀애시)에 대해 살펴 본다.

[0025] 본 발명의 명세서 전반에 걸쳐 사용된 '로내탈황방식 석탄연소 바닥재(버텀애시/bottom ash)'는 통상 로내탈황방식 석탄연소보일러에서 발생하는 고갈습 소각재 중 플라이애시를 제외한 바닥재(버텀애시/bottom ash)를 의미하며, 이는 석탄에 포함된 황성분의 대기배출을 방지하기 위하여 석탄과 석회석을 혼합 연소하는 과정에서 발생하는 것으로, 본 발명에서는 특별히 높은 비율의 CaO 및 SO₃ 함량, 즉, CaO와 SO₃ 성분의 합이 60% 이상인 것에 한정되는 의미이다.

[0026] 로내 탈황방식으로 석탄을 연소하는 발전소는 삼척화력발전소, 여수화력발전소, 동해화력발전소 등 한국전력발전 자회사를 비롯하여 전국적으로 산재한 중소규모 열병합 발전소가 있으며, 여기에서 많은 양의 바닥재(버텀애시)가 발생하고 있으며 이의 재활용에 대한 기술개발이 시급히 요구되는 현실이다.

[0027] 석탄화력발전소에서는 석탄을 연소하여 그 열로 물을 가열하고 발생하는 수증기로 터빈을 회전시켜 전기를 생산한다. 이 과정에서 석탄에 포함된 황산화물이 대기로 방출되어 환경을 오염시키는 것을 방지하기 위하여 발전소에서는 탈황공정을 운영하는데, 다음 도 1은 석탄을 연소하는 발전소에서 탈황공정을 운영하는 방식에 따라 화학성분이 상이한 석탄재가 발생하는 공정을 개략적으로 나타낸 것이다.

[0028] 이를 참조하면, 별도의 탈황설비를 구비한 로외탈황방식을 운영하는 공정에서는 CaO와 SO₃ 성분이 낮은 석탄재가 발생하며, 반대로 로내탈황방식의 공정을 운영하는 석탄연소발전소에서는 CaO와 SO₃ 성분이 비교적 높은 함량을 가진 석탄재가 발생하게 된다.

- [0030] 또한, 다음 도 2는 로내탈황방식의 석탄연소발전소 바닥재 발생공정을 상세히 나타낸 것으로, 이를 참조하면, 석탄재의 포집되는 장소에 따라 비산되어 날아가다 전기집진기에 포집되는 약 80~90%의 플라이 애시(비산재)와 비중이 높아 보일러 내부에서 바닥으로 낙하하는 약 10~20%의 바닥재(버텀애시/bottom ash)로 구분된다.
- [0031] 상기 플라이 애시는 그 주성분이 석탄에 포함된 회분으로서 SiO₂와 Al₂O₃ 가 주로 많이 구성되어 있음을 알 수 있다.
- [0032] 그러나, 혼소한 석회석의 탈탄산된 CaO와 황산화물질이 결합된 석고형태의 입자는 상대적으로 그 질량이 크기 때문에 바닥재(버텀애시/bottom ash)에 CaO 및 SO₃ 성분이 농축된 형태로 회수되기 때문에 높은 비율의 CaO 및 SO₃ 함량을 갖게 되며, 이는 알칼리 및 황산염의 자극효과가 상기 플라이 애시(비산재)에 비해 월등하다는 것을 의미하며, 본 발명에서는 이를 규명하여 고화재 조성물의 자극제로서 활용하게 된 것이다.
- [0033] 즉, 본 발명에서는 고로슬래그 미분말을 잠재수경성을 발현하여 강도를 발생시키는 주원료로 사용하고, 상기 고로슬래그 미분말의 알칼리 및 황산염 자극제로서 상기 CaO 및 SO₃ 성분 함량의 합이 60% 이상, 바람직하기로는 60~95%의 높은 CaO 및 SO₃ 성분 함량의 합을 가진 로내 탈황방식 석탄 연소 바닥재(버텀 애시)를 활용하는 것에 기술적 특징을 가진다.
- [0035] 한편, 본 발명에 따른 바닥재는 상기 도 2와 같이 그 회수되는 공정의 특성상 질량이 크고 무거운 입자로 회수되어 토목용 시멘트 물질인 고화재로 활용하기에 적합하지 않은 입도를 가지고 있다.
- [0036] 따라서 본 발명에서는 로내탈황을 하는 석탄연소발전소에서 발생하는 바닥재(버텀애시/bottom ash)는 고화재로 활용되기 위하여는 일반적인 플라이애시 입도인 분말도 2,800cm²/g(KS L 5405, 플라이애시 규격의 기준) 이상이며, 45 μ m 잔유율 10% 미만으로 분쇄, 분급된 것을 사용하는 것이 물과 혼합되어 슬러리로 만들고 이를 배관을 통하여 이송하는 토목공사에 활용되는 목적을 만족시킬 수 있어 바람직하다.
- [0037] 따라서, 본 발명에서는 로내탈황을 하는 석탄연소발전소로부터 수득된 버텀애시를 상기 분말도를 가지도록 입도가공(분쇄분급) 공정을 거쳐 사용하는 것이 바람직하다.
- [0038] 결과적으로 본 발명과 같이 높은 CaO와 SO₃ 성분을 가진 로내탈황방식 석탄연소 바닥재(버텀애시/bottom ash)의 주성분인 황산염과 높은 pH가 황산염 자극 및 pH에 따른 알칼리 자극을 고로슬래그 미분말에 가하게 되면 고로슬래그 미분말이 조기에 활성화되어 잠재수경성 반응을 개시하여 고결강도를 발현하는 효과를 가지도록 한 것이다.
- [0040] 또한 본 발명의 고화재 조성물에 포함되는 상기 고로슬래그 미분말은 제철공정에서 발생하는 고로 수쇄 슬래그를 건조하고 분쇄하여 생산되는 공산품으로서, KS 규격(KS F 2563)이 제정되어 있으며, 시중에 유통되고 있는 공산품이다.
- [0041] 고로슬래그 미분말은 수분과 접촉하면 그 표면에 산화피막이 형성되어 스스로 경화되지는 않는 물질이다. 그러나 알칼리 및 황산염 자극에 의해 산성피막이 깨지게 되면서 경화하는 반응이 발생하는데 이를 잠재수경성의 발현이라 한다.
- [0042] 본 발명의 토목공사용 고화재는 토질 역학적 응력변화에 대응하기 위하여는 적절한 고결강도가 요구된다.
- [0043] 따라서, 본 발명에서는 고로슬래그 미분말은 상기 로내탈황방식 석탄연소 바닥재(버텀애시/bottom ash) 100중량부에 대하여 300~700중량부로 혼입되는데 300중량부 미만이면 알칼리 및 황산염 자극제에 비해 잠재수경성 발현 물질이 너무 적어 소오의 강도를 발현할 수 없으며, 700중량부를 초과하게 되면 잠재수경성 물질에 비하여 알칼리 및 황산염 자극제의 양이 너무 적게 되어 역시 충분한 강도를 발현할 수 없다.
- [0044] 또한, 본 발명에 따른 고화재 조성물에는 필요에 따라, 조기강도 및/또는 고강도 발현이 필요할 경우 강도 증진제가 로내탈황방식 석탄연소 바닥재(버텀애시) 100중량부에 대하여 100~200 중량부 더 포함될 수 있다.
- [0045] 상기 조기강도 및/또는 고강도 발현이 필요할 경우 더 포함하는 강도 증진제는 석고, 시멘트, 또는 이들의 혼

합물일 수 있다.

[0047] 본 발명에 따른 고화재 조성물은 다음 도 3의 일본의 "海上工事における深層混合処理工法技術マニュアル(改訂版)"에서 제시한 배합시험 방법에 따라 수행하였다.

[0049] 이하에서 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이하의 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 또한, 이하의 실시예에서는 특정 화합물을 이용하여 예시하였으나, 이들의 균등물을 사용한 경우에 있어서도 동등 유사한 정도의 효과를 발휘할 수 있음은 당업자에게 자명하다.

[0051] **실험예 1 : CaO와 SO₃ 함량 분석을 통한 바닥재 성분 확인**

[0052] 본 발명에서 사용하고자 하는 로내탈황방식 석탄연소 석탄재를 바닥재(버텀애시/bottom ash)의 CaO와 SO₃ 함량 확인을 위하여, 국내 강원도 삼척시에서 운전되고 있는 S화력발전소에서 발생하는 로내탈황방식 석탄연소 석탄재를 바닥재(버텀애시/bottom ash)와 비산재(fly ash)를 공인기관에 의뢰하여 그 성분을 분석하였으며, 그 결과를 다음 도 4에 나타내었다.

[0054] 다음 도 4를 참조하면, 플라이 애시의 CaO와 SO₃ 성분은 각각 25.2%와 10.7%이고, 바닥재의 CaO와 SO₃ 성분은 각각 33.5%와 30.2%로 확인되었다. 이를 석고의 순도로 환산한다면 플라이 애시의 경우는 35.9%로 그 순도가 낮은 편이며, 바닥재의 경우 63.7%로 플라이 애시의 약 2배에 달하는 석고 순도를 나타내어 알칼리 및 황산염 자극제로 활용하기에 충분한 재료라는 결과를 얻었다.

[0056] **실시예 및 비교예 : 고화재 조성물 제조**

[0057] 먼저, 다음의 표 1에 나타난 바와 같이 각 함량대로 균질하게 혼합하여 고화재 조성물을 제조하였다. 본 발명 실시예에 따른 버텀애시는 상기 실험예 1에서 CaO와 SO₃ 성분은 각각 33.5%와 30.2%로 포함하며, 분말도 2,800 cm³/g(KS L 5405, 플라이애시 규격의 기준) 이상이며, 45 μ m 잔유율 10% 미만으로 분쇄, 분급된 것인 S화력발전소에서 발생하는 로내탈황방식 석탄연소 석탄재를 사용하였다.

[0058] 비교예 1과 2는 본 발명과 동일한 버텀애시를 사용하면서, 고로 슬래그 미분말의 함량이 본 발명의 범위를 벗어나는 고화재 조성물을 나타낸 것이고, 비교예 3은 국내 H사의 1종 보통 포틀랜드 시멘트를 고화재로 사용하였으며, 비교예 4는 상기 국내 강원도의 로내탈황방식 석탄연소 S화력발전소에서 발생되지만 CaO와 SO₃ 함량이 각각 25.2%와 10.7% 이며 이를 석고 순도로 환산하면 35.9% 로 계산되는 플라이애시, 즉 본 발명의 범위를 벗어나는 CaO와 SO₃ 함량을 가지는 플라이 애시를 사용한 고화재 조성물을 나타내었고, 비교예 5는 본 발명과 동일한 화학성분을 가진 버텀애시이지만 발전소에서 수득된 상태 즉, 입도가공(분쇄분급) 공정을 거치지 않아 본 발명의 입도 범위에 속하지 않은 버텀애시를 사용한 고화재 조성물이다.

표 1

[0059]

구분	고화재 혼합비(중량부)				고화재량 230kg/m ³	물 비 1:1	비고 실내배합 기준강도 3.0Mpa (재령 28일)
	버텀 애시	고로 슬래그	플라이 애시	시멘트			
실시예 1	100 ⁽¹⁾	300	-	-			
실시예 2		500	-	-			
실시예 3		700	-	-			
비교예 1		200	-	-			
비교예 2		800	-	-			
비교예 3	-	-	-	100			
비교예 4	-	500	100 ⁽²⁾	-			
비교예 5	100 ⁽³⁾	500	-	-			

(주) 버텀애시(1) : CaO와 SO₃ 성분은 각각 33.5%와 30.2%로 포함되며, 분말도 2,800cm³/g(KS L 5405, 플라이애시 규격의 기준) 이상이며, 45μm 잔유율 10% 미만으로 분쇄, 분급된 S화력발전소에서 발생하는 로내탈황방식 석탄연소 석탄재.
 플라이 애시(2) : CaO와 SO₃ 함량이 각각 25.2%와 10.7% 로 포함된 S화력발전소에서 발생하는 로내탈황방식 석탄연소 석탄재.
 버텀애시(3) : CaO와 SO₃ 성분은 각각 33.5%와 30.2%로 포함되나 입도 가공(분쇄, 분급) 하기 전 발전소에서 부산물로 수득된 상태로서, 분말도는 1,120cm³/g 이며 45μm 잔유율 38%인 S화력발전소에서 발생하는 로내탈황방식 석탄연소 석탄재.

[0061]

실험예 2 : 압축강도 측정

[0062]

상기 각 구성에 따라 제조된 고화재 조성물은 다음 도 3의 일본의 "海上工事における深層混合処理工法技術マニコア(改訂版)"에서 제시한 배합시험 방법에 따라 수행하였으며, 아래의 표 2에 압축강도를 측정된 결과를 나타내었다.

표 2

[0063]

구분	압축강도(Mpa)			비 고
	3일	7일	28일	
실시예 1	3.5	4.1	4.6	압축강도를 보증하는 재령은 28일 결과 값이며, 3일과 7일의 강도측정은 강도발현추이를 확인하기 위한 참고 값임.
실시예 2	3.2	4.7	5.8	
실시예 3	2.1	3.3	3.9	
비교예 1	2.4	2.7	2.9	
비교예 2	0.7	1.6	2.4	
비교예 3	2.8	3.4	3.9	
비교예 4	0.7	0.9	1.8	
비교예 5	0.6	1.8	2.1	

[0064]

상기 표 2의 결과를 참조하면, 상기 표 1과 같은 배합으로 점성토를 이용하여 시험을 수행한 결과, DCM 공사 표준시방서에서 요구하는 28일 압축강도 3.0MPa을 본 발명을 범위에 속하는 배합(실시예 1~3)에서는 모두 만족하는 결과를 확인하였다.

[0065]

그러나 비교예 1과 비교예 2의 경우 시방서의 압축강도 기준치에 미치지 못하는 결과를 얻었는데, 비교예 1과 같이 고로슬래그 미분말의 함량이 버텀애시 100중량부에 대하여 200중량부로 포함되는 경우는 3일, 7일의 초기 강도는 비교적 양호하게 발현되었으나, DCM 공사 표준시방서에서 요구하는 28일 강도가 기준치를 만족하지 못하였고, 이는 자극제의 양에 비해 강도발현 물질의 양이 상대적으로 부족하여 초기에는 강도가 발현하였으나, 장기적으로는 더 이상 강도를 발현할 물질이 부족하여 증진이 되지 않은 것을 알 수 있다.

[0066]

또한 비교예 2의 경우는 초기강도 및 장기강도가 모두 열악한 수준으로 나타난 바, 이는 강도발현물질인 고로슬래그가 본 발명 범위를 벗어나 과량으로 포함되어, 이를 자극할 자극제인 버텀애시의 양이 상대적으로 너무 부

족해서 생긴 결과라 할 수 있다.

[0067] 비교예 3의 시멘트를 고화재로 사용한 경우, 기준을 상회하는 결과를 얻을 수 있었다.

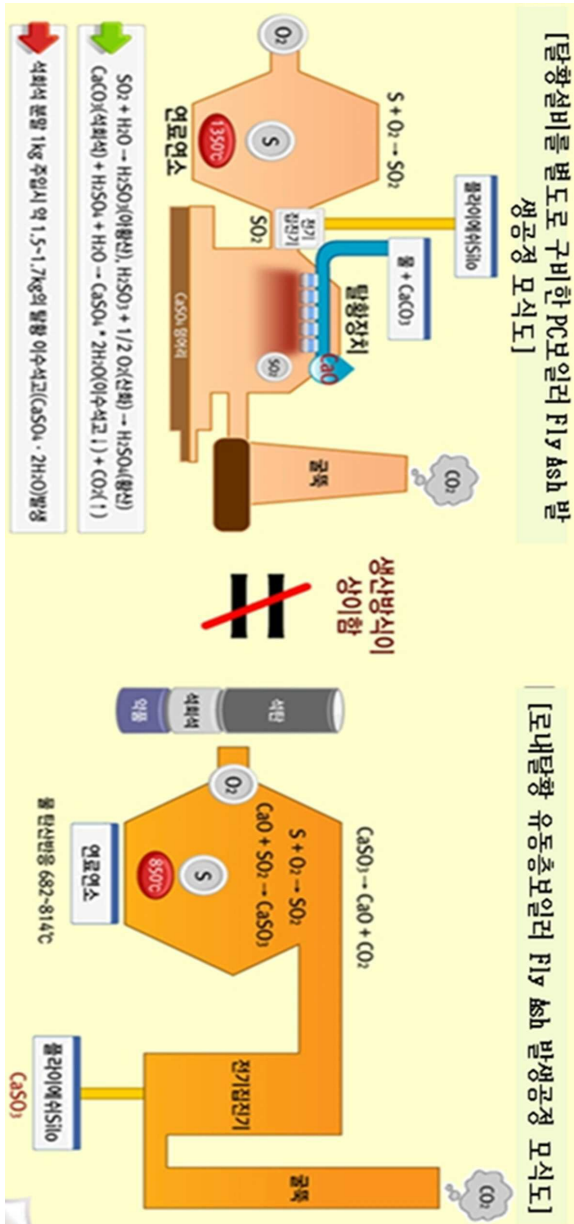
[0068] 그러나, 비교예 4의 압축강도 결과를 살펴보면 일반적인 DCM 공사 표준시방서에서 요구하는 압축강도 3.0MPa 기준에 미치지 못하는 결과를 나타내었는데 이는 플라이애시에 포함된 CaO와 SO₃ 함량이 각각 25.2%와 10.7%에 불과하여, 본 발명과 같이 CaO와 SO₃ 성분의 합이 60% 이상인 조건을 만족하지 못하여, 이를 석고 순도로 환산하면 35.9%로 계산되어, 바닥재(버텀애시/bottom ash)의 석고순도 63.7%에 훨씬 미치지 못하는 이유로 알칼리 및 황산염 자극효과가 미흡하여 발생된 결과라는 것을 확인할 수 있었다.

[0069] 비교예 5의 경우 역시 압축강도 결과 값이 기준에 미치지 못하는 결과를 나타내었는데, 이는 버텀애시의 화학성분은 본 발명과 같이 CaO와 SO₃ 성분의 합이 60% 이상인 조건을 만족하나, 분말도의 경우 2,800cm²/g(KS L 5405, 플라이애시 규격의 기준) 이상이며, 45 μ m 잔유율 10% 미만인 조건을 만족하지 못한 결과라 판단된다. 일반적으로 분말도가 높으면 동일한 중량에 미세한 입자의 수가 많이 포함되어 화학반응을 하기 위한 입자들의 표면적이 증대되므로 화학반응의 효율 즉 활성도가 높아지는데, 분말도 및 입도가 본 발명의 조건에 만족하지 못해 활성도가 저하되어 강도가 낮게 발현되었다고 판단할 수 있다.

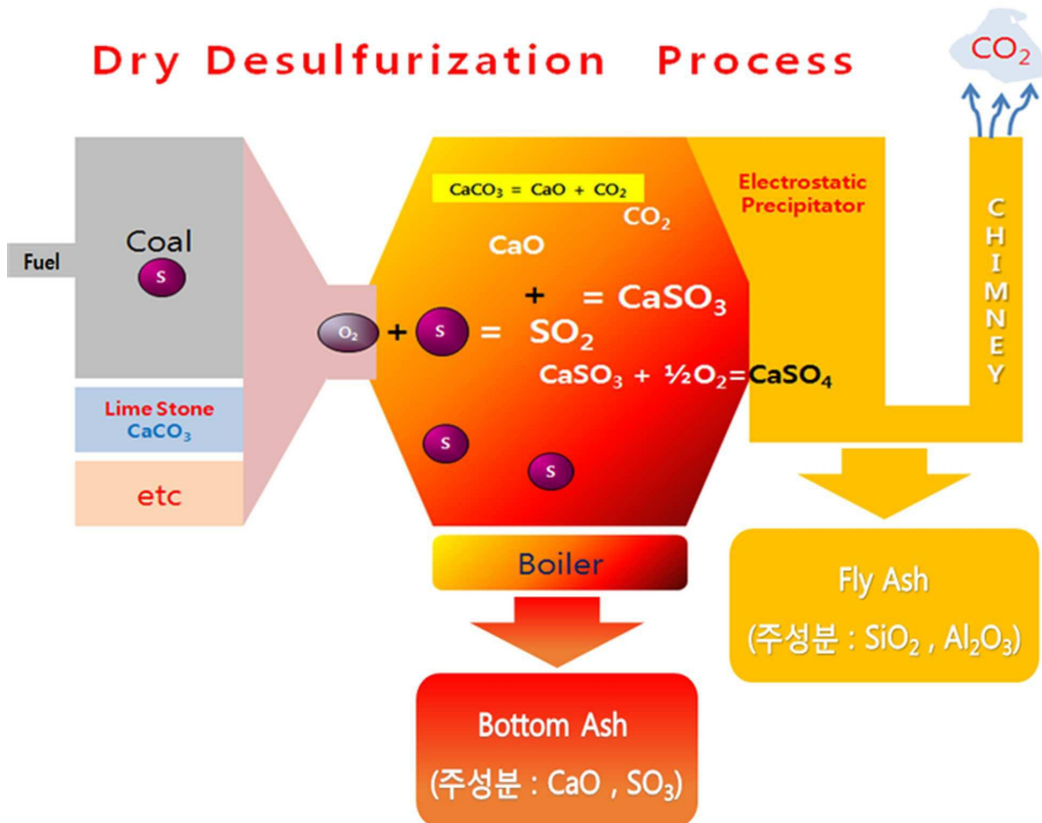
[0071] 결과적으로, 본 발명과 같이 고로슬래그 미분말을 잠재수경성을 발현하여 강도를 발생시키는 주원료로 사용하고, 상기 고로슬래그 미분말의 잠재수경성 활성화를 개시토록 하는 알칼리 및 황산염 자극제로서 CaO와 SO₃ 성분의 합이 60% 이상이며, 분말도의 경우 2,800cm²/g(KS L 5405, 플라이애시 규격의 기준) 이상이며, 45 μ m 잔유율 10% 미만인 조건을 만족하는 로내 탈황방식 석탄연소 바닥재를 사용함으로써, 육지나 해상에서 연약한 지반을 토질역학적으로 안정된 지반으로 개량하기 위한 우수한 강도를 가지는 고화재를 제공할 수 있었다.

도면

도면1

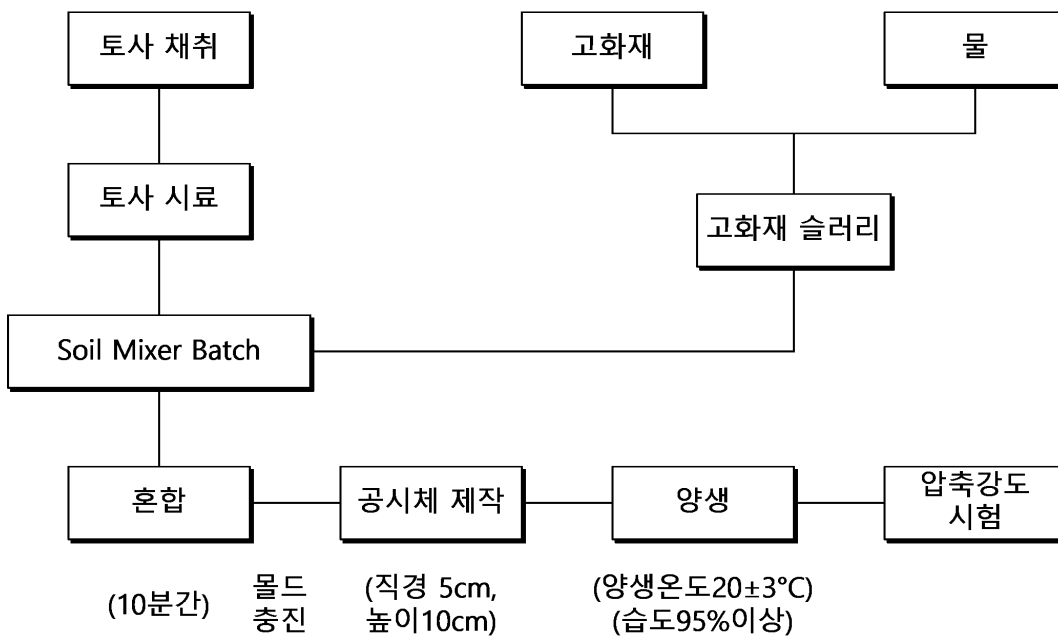


도면2



도면3

<DCM 실내배합시험 흐름도>



도면4



한국세라믹기술원

Korea Institute of Ceramic Engineering & Technology
 주소 : 경상남도 진주시 소호로 101(충무공동15-4)
 전화번호 : 055-792-2757, FAX : 055-792-2758

시험·분석 성적서

발행번호 : 원내 2018-108
 신청팀 / 신청인 : 에너지효율소재센터 / 권우택
 시료명 : 플라이 애쉬 외 1
 시험·분석 방법 : 습식분석, 기기분석(ICP-OES)
 시험·분석 일자 : 2018년 07월 06일 ~ 2018년 08월 02일

시험·분석결과

시료명	시험·분석 항목	시험·분석 결과	시험·분석 방법	비고
플라이 애쉬	CaO (m/m %)	25.2	습식분석 기기분석	
	SO3 (m/m %)	10.7		
	강열감량 (m/m %)	4.09		
버텀 애쉬	CaO (m/m %)	33.5	습식분석 기기분석	
	SO3 (m/m %)	30.2		
	강열감량 (m/m %)	4.96		

참고) 상기 분석에 사용된 ICP-OES 는 Perkin elmer ICP-OES 8300임.

시험자 : 김현식

2018년 08월 02일

분석·인증 센터 장

< 1 쪽 중 1 쪽 >