(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년12월08일
(11) 등록번호 10-1683040
(24) 등록일자 2016년11월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 40/06 (2006.01) *C04B 14/04* (2006.01)
C04B 14/06 (2006.01) *C04B 18/14* (2006.01)
C04B 22/00 (2006.01) *C04B 22/14* (2006.01)
C04B 7/32 (2006.01) *C04B 111/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
C04B 40/0675 (2013.01)
C04B 14/042 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0069472
(22) 출원일자 2016년06월03일
심사청구일자 2016년06월03일
(56) 선행기술조사문헌
JP2014065626 A*
KR101308084 B1*
KR1020050041439 A*
KR100812828 B1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 인트켐
경기도 수원시 영통구 신원로211번길 34, 비동 (매탄동)
(72) 발명자
안상욱
경기도 용인시 기흥구 동백1로23번길 18-14
이정우
경기도 수원시 영통구 봉영로1744번길 16 244동 1804호 (영통동,황골마을2단지아파트)
민관홍
경기도 화성시 동탄순환대로26길 55 반도유보라2차 403동 1003호
(74) 대리인
강귀용, 홍은옥

전체 청구항 수 : 총 4 항 심사관 : 김광철

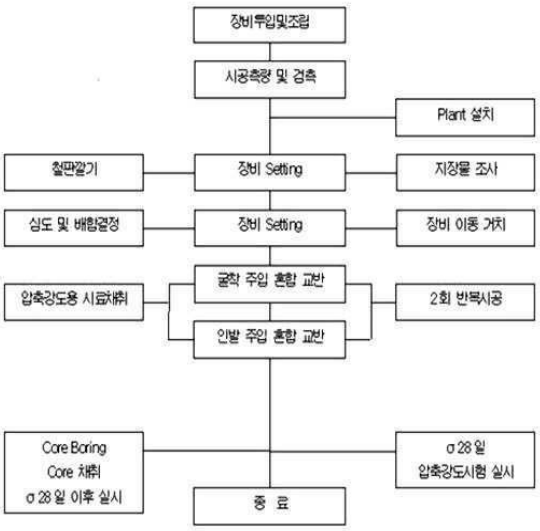
(54) 발명의 명칭 **자기치유형 친환경 토양 고화재 분체 조성물 및 이를 적용한 연약지반 안정화공법**

(57) 요 약

본 발명은 시멘트 사용량을 최소화하여 중금속 용출 영향을 극소화함과 동시에 자기치유특성을 부여하여 수밀성과 차수특성을 증대시킨 자기치유형 친환경 토양 고화재 분체 조성물과 이를 바람직하게 이영한 연약지반 안정화 공법에 관한 것이다.

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



본 발명에 따른 자기치유형 친환경 토양 고화재 분체 조성물은, 시멘트 5~40중량%, 포졸란반응물질 10~25중량%, 고로슬래그 미분말 30~75중량%, 속경재 2~15중량%, 흡수팽창재 2~7중량%, 초기급결재 1~6중량%, 자기치유 혼화재 4~10중량%;를 포함하여 조성되되, 속경재는 칼슘설포알루미네이트(Calcium Sulfur Aluminate)이며, 초기급결재는 비정질의 칼슘알루미네이트 화합물이며, 자기치유 혼화재는 수용성 무기질계 겔화재; 알카리 설페이트; 알루민산나트륨; 실리카;를 포함하여 구성된 것임을 특징으로 한다.

본 발명에 따른 연약지반 안정화공법은, 자기치유형 친환경 토양 고화재 분체 조성물을 분체 상태로 압축공기를 사용하면서 연약지반에 주입하여 교반하거나, 물과 혼합한 슬러리 상태로 연약지반에 주입하여 교반하는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류
C04B 14/062 (2013.01)
C04B 18/142 (2013.01)
C04B 22/0093 (2013.01)
C04B 22/142 (2013.01)
C04B 7/323 (2013.01)
C09K 17/08 (2013.01)
C09K 17/10 (2013.01)
C04B 2111/00017 (2013.01)
C09K 2103/00 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

시멘트 5~40중량%, 포졸란반응물질 10~25중량%, 고로슬래그 미분말 30~75중량%, 속경재 2~15중량%, 흡수팽창재 2~7중량%, 초기급결재 1~6중량%, 자기치유 혼화재 4~10중량%;를 포함하여 조성되되,

상기 속경재는, Al_2O_3 함량이 35~45중량%이고 분말도가 4,000~7,500㎠/g인 칼슘설포알루미네이트(Calcium Sulfur Aluminate)이며,

상기 초기급결재는, 비정질의 칼슘알루미네이트 화합물로 비표면적 6,000±1,000㎠/g, CaO 함량이 40~45중량%이면서 Al_2O_3 함량이 22~28중량%인 것이며,

상기 자기치유 혼화재는, $Al_2(SO_4)_3$, $AlK(SO_4)_2$ 중에서 하나 이상에 의한 수용성 무기질계 겔화재 0.5~2.5중량부; $CaSO_4$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, $CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$ 중 하나 이상과 Na_2SO_4, K_2SO_4 중 하나 이상으로 구성된 알카리 설페이트 0.5~2중량부; Na_2O 함량이 35중량% 이상인 알루민산나트륨 1~2.5중량부; 실리카퓸, 반응성 실리카 분말 중 하나 이상에 의한 수용성 실리카 1~4중량부;를 포함하여 구성된 것임을 특징으로 하는 자기치유형 친환경 토양 고화재 분체 조성물.

청구항 2

제1항에서,

상기 포졸란반응물질은, 플라이애시, 규산백토, 응회암, 규조토 중 하나 이상으로 구성되는 것이며,

상기 흡수팽창재는, 흡수팽창특성의 탈크, 장석 중 하나 이상으로 구성되는 것을 특징으로 하는 자기치유형 친환경 토양 고화재 분체 조성물.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 따른 자기치유형 친환경 토양 고화재 분체 조성물을 분체 상태로 압축공기를 사용하면서 연약지반에 주입하여 교반하는 것을 특징으로 하는 연약지반 안정화공법.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 따른 자기치유형 친환경 토양 고화재 분체 조성물을 물과 혼합한 슬러리 상태로 연약지반에 주입하여 교반하는 것을 특징으로 하는 연약지반 안정화공법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 토양 고화재 분체 조성물 및 이를 이용한 연약지반 안정화공법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 시멘트 사용량을 최소화하여 중금속 용출 영향을 극소화함과 동시에 자기치유특성을 부여하여 수밀성과 차수특성을 증대시킨 자기치유형 친환경 토양 고화재 분체 조성물과 이를 바람직하게 이용한 연약지반 안정화공법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 연약지반 등 지반을 개량하기 위한 지반개량공법으로, SCW(Soil Cement Wall)공법, DCM(Deep Cement Mixing)공법, DSP(Deep Soil Mixing Pile)공법, DSM(Deep Soil Mixing)공법 등이 있다. 이들 공법들은 연약지반을 심층까지 천공하고 원지반과 고화재를 혼합하여 지반을 개량한다.

[0003] 일반적으로 연약지반 고화를 위한 고화재는 시멘트계 재료를 바인더로 사용하는데, 수분함유율이 높은 연약지반 고화는 목표강도수준의 확보를 위해 많은 양의 바인더 사용이 필요하다. 그런데 시멘트 다량 사용할 경우에는 중금속 용출에 의한 환경오염의 우려가 있으며, 또한 시멘트의 수화반응으로 인해 생성된 수산화칼슘(CaOH)2)이 연약층의 pH에 영향을 주어 2차적인 고화에 영향을 주거나 지반수의 pH가 높여 환경에 안좋은 영향을 미칠 수도 있다.

[0004] 시멘트 대신 슬래그를 대량 치환하여 사용하는 방법이 있으나, 이는 초기강도뿐만 아니라 장기적인 강도와 내구성 확보에 어려움이 있다. 이 경우 초기강도 개선을 위해 알칼리 자극제나 촉진제를 사용할 수 있는데, 토양과 혼합하여 시간이 지날수록 유동성이 저하되어 작업이 어렵게 되므로 촉진제 사용에도 한계가 있다.

[0005] 한편 시멘트는 수화반응하면서 수축하기 때문에 시멘트계 재료로 의한 고화재를 연약지반에 주입하면, 고화재의 수화반응에 의한 경화에 따라 주변의 수분이 줄거나 고화재 내의 수분이 소모되면서 주변 지반의 물리성능이 저하하거나 경화된 고화체의 손상이 나타난다. 이를 방지하기 위해 수분보유(고정)을 위한 흡수팽창 특성의 벤토나이트를 고화재에 첨가한다. 하지만 벤토나이트는 수입에 의존하는 고가의 재료일 뿐만 아니라, 반응성이 없는 필러 형태로 작용하므로 과다한 수분보유로 인해 물리성능 향상 확보에 제한적이라는 단점이 있다.

[0006] 이에 따라 초기강도 향상, 과다한 물 혼합에도 경화 후 물리성능 확보, 주변 잔존수와의 접촉으로 인한 환경(토양, 수질)오염 최소화 등에 유리한 새로운 고화소재 개발이 요구되는 상황이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 특허 제10-1299164호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 종래 토양 고화재의 단점을 개선한 새로운 고화재를 제안하고자 개발된 것으로서, 시멘트 사용량을 최소화하여 중금속 용출 영향을 극소화함과 동시에 자기치유특성을 발현하여 수밀성과 차수특성을 증대시킬 수 있는 자기치유형 친환경 토양 고화재 분체 조성물과 이를 바람직하게 이용한 연약지반 안정화공법을 제공하는데 기술적 과제가 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 기술적 과제를 해결하기 위해 본 발명은 시멘트 5~40중량%, 포졸란반응물질 10~25중량%, 고로슬래그 미분말 30~75중량%, 속경재 2~15중량%, 흡수팽창재 2~7중량%, 초기급결재 1~6중량%, 자기치유 혼화재 4~10중량%;를 포함하여 조성되되, 속경재는 Al_2O_3 함량이 35~45중량%이고 분말도가 4,000~7,500㎠/g인 칼슘설포알루미네이트(Calcium Sulfur Aluminate)이며, 초기급결재는 비정질의 칼슘알루미네이트 화합물로 비표면적 6,000±1,000㎠/g, CaO 함량이 40~45중량%이면서 Al_2O_3 함량이 22~28중량%인 것이며, 자기치유 혼화재는 $Al_2(SO_4)_3$, $AlK(SO_4)_2$ 중에서 하나 이상에 의한 수용성 무기질계 겔화재; $CaSO_4$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, $CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$ 중 하나 이상과 Na_2SO_4, K_2SO_4 중 하나 이상으로 구성된 알카리 설페이트; Na_2O 함량이 35중량% 이상인 알루민산나트륨; 실리카퓸, 반응성 실리카 분말 중 하나 이상에 의한 실리카;를 포함하여 구성된 것임을 특징으로 하는 자기치유형 친환경 토양 고화재 분체 조성물을 제공한다.

[0010] 또한 본 발명은 자기치유형 친환경 토양 고화재 분체 조성물을 분체 상태로 압축공기를 사용하면서 연약지반에 주입하여 교반하거나, 물과 혼합한 슬러리 상태로 연약지반에 주입하여 교반하는 것을 특징으로 하는 연약지반 안정화공법을 제공한다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따르면 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

[0012] 첫째, 본 발명에 따른 토양 고화재는 시멘트를 대체하여 고로슬래그 미분말과 포졸란반응물질을 포함하기 때문에 시멘트 사용량 감축에 따라 중금속 용출 영향을 줄여 친환경성 확보가 가능하고, 더불어 포졸란반응물질의 수화반응을 통해 불용성의 칼슘실리케이트화합물(C-S-H gel)을 형성하며, 이로 인해 경화조직이 치밀해 짐으로써 차수성과 장기강도 향상에 효과가 있다. 또한 속경재와 초기급결재의 혼입으로 초기강도 확보도 가능하고, 흡수팽창재의 혼입으로 수분을 흡수팽창함하여 수분이 제거된 미세공간을 충전함으로써 밀실한 구조 확보로 차수성 향상이 가능하다.

[0013] 둘째, 본 발명에 따른 토양 고화재는 자기치유 혼화재를 혼입하기 때문에 고화체의 경화과정에서 수분과 반응하여 미세결정형의 자기치유특성을 발현함으로써 수밀성과 차수성능 확보가 가능하며, 나아가 토양 주입 후에도 지반 내 존재하는 수분과 접촉하면서 자기치유생성물을 생성하므로 토양의 지속적인 안정성을 유지할 수 있다.

[0014] 셋째, 본 발명에 따른 토양 고화재는 압축강도, 자기치유성능, 친환경성 등에서 유리한 효과를 나타내기 때문에, 연약지반 안정화공법에 유리하게 적용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명에 따른 연약지반 안정화공법에 대한 시공개요도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 본 발명은 시멘트 사용량을 최소화하여 중금속 용출 영향을 극소화함과 동시에 자기치유특성을 부여하여 수밀성과 차수특성을 증대시킨 자기치유형 친환경 토양 고화재 분체 조성물에 관한 것으로, 시멘트를 대체하여 고로슬래그 미분말과 포졸란반응물질을 사용하면서 초기 물리성능 확보를 위해 속경재 및 초기급결재를 사용하고 동시에 자기치유특성 확보를 위해 자기치유 혼화재를 사용한다는데 특징이 있다.

[0017] 구체적으로 본 발명에 따른 자기치유형 친환경 토양 고화재 분체 조성물은, 시멘트 5~40중량%, 포졸란반응물질 10~25중량%, 고로슬래그 미분말 30~75중량%, 속경재 2~15중량%, 흡수팽창재 2~7중량%, 초기급결재 1~6중량%, 자기치유 혼화재 4~10중량%를 포함하여 조성된다.

[0018] 시멘트는 고화재 경화를 통해 강도를 발현하는 주요한 재료가 되며, 분말도 3,000~6,000㎠/g의 보통 포틀랜드시멘트이면 적당하다. 시멘트는 5~40중량% 사용하면 바람직한데, 5중량% 미만이면 초기 경화성능 확보가 어렵고 40중량% 초과하면 중금속 등 유해물질 용출로 토양오염 문제 우려가 있다.

[0019] 포졸란반응물질은 고화재 경화시 포졸란반응을 통해 불용성의 칼슘실리케이트화합물(C-S-H gel)을 형성하여 경화특성을 향상시키는 구성이 되는데, 고화체의 경화조직을 치밀하게 함으로써 차수성과 장기강도 향상에 기여한다. 포졸란반응물질은 플라이애시, 규산백토, 응회암, 규조토 중 하나 이상 선택하면 적당하며, 가장 바람직하게는 규조토를 선택한다. 이때 규조토는 비표면적 14.1~14.6㎡/g, 비중 2.24, SiO_2 함량 68중량% 이상, Al_2O_3 함량 15중량% 이상인 것이 바람직하다. 포졸란반응물질은 10~25중량% 사용하는 것이 바람직한데, 10중량% 미만이면 포졸란반응 부족으로 인한 강도성능 확보가 어렵고 25중량% 초과하면 초기 경화성능 부족으로 인한 초기강도 확보가 어렵다.

[0020] 고로슬래그 미분말은 시멘트 대체 치환적용을 통해 친환경성을 확보하기 위해 구성이 되며, 장기강도 개선에도 기여한다. 고로슬래그 미분말은 비중 2.8이상, 비표면적 3,000~5,000㎠/g, 활성도지수(재령 3개월) 95%이상, MgO함량 4.8중량%, 강열감량 0.6중량%인 것이 바람직하다. 고로슬래그 미분말은 30~75중량% 사용하는데, 30중량% 미만이면 치환적용에 따른 친환경성 효과가 크지 않고, 75중량% 초과하면 초기 경화반응특성 저하로 인한 강도 등의 물리성능 저하가 우려된다.

[0021] 속경재는 경화촉진 역할을 하는 구성으로, Al_2O_3 함량이 35~45중량%, 분말도가 4,000~7,500㎠/g인 칼슘설포알루미네이트(Calcium Sulfur Aluminate)를 사용한다. 칼슘설포알루미네이트 속경재는 2~15중량% 사용하는 것이 바람직한데, 2중량% 미만이면 경화촉진 부족으로 고화재의 성능발현이 어려워지고, 15중량% 초과하면 초기 급결로 인해 포졸란반응물질의 반응저하를 초래하여 물리성능 확보를 어렵게 한다.

[0022] 흡수팽창재는 수분을 흡수팽창하여 수분이 제거된 미세공간을 충전함으로써 밀실한 구조 확보로 차수성 향상에 기여하는 구성이다. 흡수팽창재는 흡수팽창 특성의 탈크, 장석 중 하나 이상 선택하면 적당하며, 가장 바람직하게는 SiO_2 60±5중량%, Al_2O_3 1.6중량% 이상, MgO 19중량% 이상, main particle diameter 5.5㎛, 325mesh 통과잔량 0.1중량% 미만, density 0.36g/㎤ 미인 탈크를 선택한다. 흡수팽창재는 2~7중량% 사용하는데, 2중량% 미만이면 수분흡수특성이 부족하여 경화체 물리성능 확보가 어렵고, 7중량% 초과하면 유동성 저하로 인한 작업성능 저하가 우려된다.

[0023] 초기급결재는 초기경화특성 확보를 위한 역할을 하는데, 비표면적이 6,000±1000㎠/g 내외, 주성분이 C12A7, CaO 함량이 40~45중량%, Al_2O_3 함량이 22~28중량%인 비정질의 칼슘알루미네이트화합물을 사용한다. 이러한 초기급결재는 전체 고화재에 대하여 1~6중량% 사용하는 것이 바람직하며, 1중량% 미만이면 초기경화특성이 부족하고, 6중량% 초과하면 급결로 인한 작업시간 확보가 어렵다.

[0024] 자기치유 혼화재는 고화체에 미세틈새가 발생하는 경우 지반 내의 수분과 반응하여 자기치유 미세결정입자를 생성, 미세간격을 충전 치유하도록 함으로써 고화체의 물리성능 저감 완화와 수분이나 염화물이온의 침투를 방지하는 역할을 한다. 자기치유 혼화재는 4~10중량% 사용하면 적당한데, 4중량% 미만이면 치유생성물의 결정성장 부족으로 자기치유특성 발현이 저하하고, 10중량% 초과하면 과도한 혼입에 따른 유동성 저하와 물리성능 저하가 우려된다.

[0025] 자기치유 혼화재는, $Al_2(SO_4)_3$, $AlK(SO_4)_2$ 중에서 하나 이상에 의한 수용성 무기질계 겔화재; $CaSO_4$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, $CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$ 중 하나 이상으로 구성된 알카리 설페이트; Na_2O 함량이 35중량% 이상인 알루민산나트륨; 실리카흄, 반응성 실리카 분말 중 하나 이상에 의한 수용성 실리카;를 포함하도록 구성한다. 이러한 구성의 자기치유 혼화재는, 수용성 무기질계 겔화재 0.5~2.5중량부; 알칼리 설페이트 0.5~2중량부; 알루민산나트륨 1~2.5중량부; 수용성 실리카 1~4중량부;를 포함하여 조성하는 것이 바람직하다.

[0026] 자기치유 혼화재에서 수용성 무기질계 겔화재는 응집제 형태로서 수분과 접촉시 팽창수화물 ettringite을 생성하여 균열부위를 복원하는 역할을 하는 구성으로, 비중이 1.5~1.9, 용해도(25℃)가 8% 이상, Al_2O_3 함량이 15중량% 이상인 $Al_2(SO_4)_3$, $AlK(SO_4)_2$를 사용한다. 이러한 수용성 무기질계 겔화재는 0.5~2.5중량부 사용하는데, 0.5중량부 미만이면 팽창수화물 생성이 작아 균열부위 복원(치유)효과가 낮고, 2.5중량부 초과하면 부분적으로 팽창에 의한 손상 발생 우려가 있다.

[0027] 알칼리 설페이트는 수용성 무기질계 겔화재와 마찬가지로 수분과 반응하여 팽창수화물 ettringite를 생성하여 균열부를 복원시키는 역할을 하는 구성이다. 알칼리 설페이트는 0.5~2중량부 사용하는데, 0.5중량부 미만이면 충분한 ettringite생성이 이뤄지지 않고 2중량부 초과하면 경화과정에서 부분 팽창크랙 발생문제가 나타난다. 알칼리 설페이트는 $CaSO_4$, $CaSO_42H_2O$, $CaSO_41/2H_2O$ 중 하나 이상이 35~70중량%이고, Na_2SO_4, K_2SO_4 중 하나 이상이 30~65중량%인 것이 바람직하다.

[0028] 알루민산나트륨은 물에 용해되어 강알칼리성을 띄움으로써 시멘트의 수화반응을 촉진하고 자기치유물질의 생성, 성장에 영향을 주는 재료가 되며, Na_2O 함량이 35중량% 이상, $Al_2O_3nNa_2O$(n=1.3~1.8), 겉보기밀도 0.4~0.7g/㎤인 것이 바람직하다. 이러한 알루민산나트륨은 1~2.5중량부 사용하는데, 1중량부 미만이면 알카리도가 낮아 수화반응 촉진영향이 미흡하고 치유생성물 형성 및 초기재령일 강도증진 효과가 낮으며, 2.5중량부 초과하면 알칼리도 증가로 인해 초결이 빨라 작업성이 부족해진다.

[0029] 수용성 실리카는 실리케이트이온(Si^{2+})을 제공하기 위한 재료원으로서 균질한 혼합 분산하도록 유함으로써 자기치유 혼화재 제조와 안정적 성능구현에 영향을 주는 재료가 된다. 수용성 규산질 분말은 실리카퓸(Silica fume), 반응성 실리카 분말(Reactive Silica Powder) 중 하나 이상을 선택하며, 다만 SiO_2함량이 90%이상이고 비중이 2.0~2.8이며 분말도가 10,000~200,000㎠/g인 것이 적절한 반응성을 위해 바람직하다. 수용성 실리카는 1~4중량부 사용하는데, 1중량부 미만이면 자기치유 혼화재의 균질분산특성이 떨어지고 장기재령일 강도 발현이 부족하며, 4중량부 초과하면 초기경화 특허 저하로 인한 초기 물리성능이 저하한다.

[0030] 이상 살펴본 고화재는 연약지반을 개량하여 안정화하는데 다양한 방법으로 적용할 수 있으며, 본 발명에서는 도1과 같은 심층혼합공법(DCM, Deep Cement Method)을 예시한다. 심층혼합공법은 연속벽체의 차수 및 토류의 목적

으로 사용할 수 있는데, 연약지반(점성토, 사질토, 이암층, 실트층, 유기질토 등) 내에 고화재를 저압(2~3kg/㎡)으로 주입하고 연약토와 고화재를 특수 교반기의 회전에 의해 교반 혼합하는 방식으로 실시한다. 함수비가 낮은 지반에는 고화재에 물을 혼합하여 Slurry 상태로 주입한다. 함수비가 높은 지반에는 압축공기를 사용하여 고화재를 분체 그대로 기송하여 원지반과 혼합 교반하며, 압축공기의 토출에 의하여 노즐로 흙과 물의 유입을 방지하면서 실시할 수 있는데, 저압으로 주입하므로 고화재는 주변 지반에 영향을 거의 주지 않으면서 굴삭 교반하는 범위 이내에 주입된다. 이로써 고화재가 원지반 내에 고화되면서 원주형 또는 직사각형의 말뚝체를 조성하여 차수공, 토류공, 기초공 지반을 안정화한다.

[0031] 심층혼합공법은 연약한 사질토, 점성토, 부식토, 이암층, 실트층과 같은 초연약지반 및 풍화토 등의 N치 40회 미만에서 사용이 가능하며, 육상, 해상, 지반에 적용 가능하다. 시공심도는 2.0~34.0m(rod 연결시 50m)까지 시공이 가능하며, 시공시 소음, 진동 등의 공해가 적고 주변 지반의 교란이 적어 신뢰성이 높다. 통상 시공 후 σ 7일 정도에서 목표강도의 60% 이상을 나타내는데 지하수의 유무, 함수비, 입경 등 원지반의 상태에 따라 달라지고 성토 공사나 압밀공사를 필요치 않으므로 공기를 단축할 수 있다.

[0032] 이하에서는 시험예에 의거하여 본 발명에 따른 고화재의 특성을 살펴본다. 다만, 하기의 시험예는 본 발명을 예시하기 위한 것일 뿐이며, 본 발명의 범위가 이로써 한정되는 것은 아니다.

[0033] [시험예] 지반고화체의 특성

[0034] 1. 지반고화체 시험체 제작

[0035] 아래 [표 1]과 같은 조성으로 자기치유 혼화재를 준비하고, [표 2]와 같은 조성으로 고화재 분체를 준비하였다. 이러한 고화재 분체는 1L의 사질토 토양(함수량 64%, 습윤밀도 1.76g/㎤) 대비 200g 준비하고, 물과 1:1의 중량비로 혼합한 후 사질토 토양과 혼합 성형하여 지반고화체 시험체를 제작하였다.

표 1

[0036] 자기치유 혼화재 조성

구분	실시예1	실시예2	실시예3	비교예1	비교예2	비교예3	비교예4
수용성무기질계 겔화재	1.5	1.2	1.9	0	1.8	2.1	1
알칼리 설페이트	0.7	1.1	1.5	0	1.7	1,8	0
알루민산나트륨	1.5	1.8	1.3	0	0	2.1	1
수용성 규산질분말	1.7	2.1	2.3	0	2.5	0	3
소계	5.4	6.2	7	0	6	6	5

표 2

[0037] 고화재 분체 조성

구분	실시예1	실시예2	실시예3	비교예1	비교예2	비교예3	비교예4
보통 포틀랜드시멘트	37	21	15	37	22	29	63
포졸란반응물질	14	17	13	0	17	15	22
고로슬래그 미분말	33	41	49	45	41	38	0
속경재	5	7	8	9	8.8	7.9	0
흡수팽창재	2	4	3.4	4.5	0	4.1	6.5
초기급결재	3.6	3.8	4.6	4.5	5.2	0	3.5
자기치유 혼화재	5.4	6.2	7	0	6	6	5
합계	100	100	100	100	100	100	100

[0038] 2. 지반고화체 시험체의 특성평가

[0039] 제작한 지반고화체 시험체에 대하여 유동성, 압축강도, 6가크롬 용출, 자기치유성능을 평가하였다. 유동성은 KS

L 5111 시멘트 시험용 플로테이블로, 압축강도는 KS F 2426 주입모르타르의 압축강도 시험방법으로, 6가크롬 용출은 환경부 고시 제2007-151호, KS L 5221 시험트 중 6가 크로뮴의 정량분석 방법으로 평가하였다. 자기치유성능은 Φ50xL100㎜ 원형 실린더 형태로 성형한 후 양생 7일 경과된 시험체에 대해 0.2~0.3㎜의 균열제어하여 균열부위의 투수시험을 통해 특성을 평가하였는데, 초기 투수량 대비 28일 투수경과후에 투수량을 측정하여 투수량 감소량을 %로 환산하여 기재하였다. 그 결과는 아래 [표 3]과 같다.

표 3

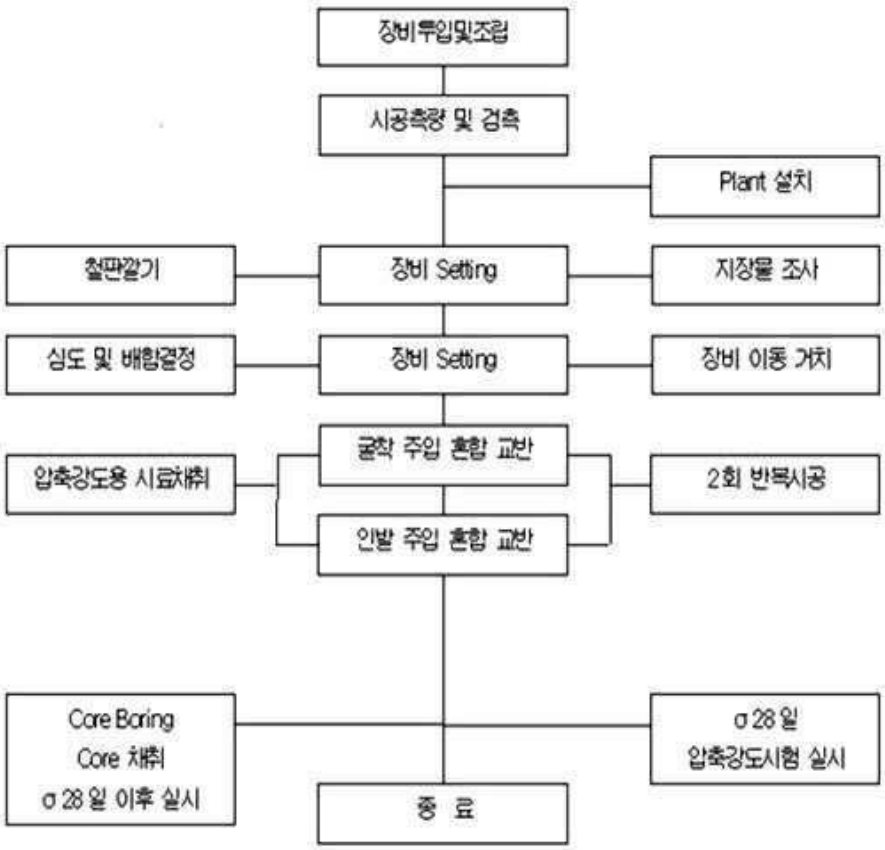
[0040] 지반고화체 특성

항 목		실시예1	실시예2	실시예3	비교예1	비교예2	비교예3	비교예4
유동성(cm)		194	196	188	188	175	181	174
압축강도 (kgf/cm2)	1일	1.4	1.8	1.6	0.6	0.9	0.5	1.1
	3일	11.8	13.4	17.4	2	3.7	4.8	7.6
	7일	33.1	32.9	35.7	7.6	14.9	12.1	16
	28일	38	40.4	42.1	17.4	24.8	20.2	23.7
6가크롬 용출량(ppm)		불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	12
자기치유성능(%)		98.2	99.8	99.5	34.4	51	41.3	46.1

[0041] 위의 [표 3]에서와 같이, 본 발명에 따라 고로슬래그 미분말, 포졸란반응물질, 흡수팽창재, 초기급결재를 포함하는 실시예1~3은, 포졸란반응물질과 자기치유 혼화재를 포함하지 않는 비교예1, 흡수팽창재를 포함하지 않는 비교예2, 초기급결재를 포함하지 않는 비교예3, 속경재를 포함하지 않는 비교예4와 비교할 때, 유동성, 압축강도, 친환경(6가크륨용출량) 및 자기치유성능에서 우수한 결과를 나타냈다. 다시 말해 고로슬래그 미분말을 사용하지 않은 비교예4는 시멘트 사용량 증가에 따른 6가크롬 용출을 나타냈고, 포졸란반응물질과 자기치유 혼화재를 함유하지 않은 비교예1과 흡수팽창제를 포함하지 않는 비교예2 및 초기급결재를 포함하지 않는 비교예3, 속경재를 포함하지 않는 비교예4 모두에서 이들을 모두 포함한 실시예1~3보다 낮은 압축강도성능을 나타냈다. 자기치유성능도 자기치유혼화재가 함유된 실시예1~3이 자기치유 혼화재가 일부 미함유(비교예 2~4) 또는 전체 미함유(비교예1) 조건보다 현저히 우수한 것으로 나타냈다.

도면

도면1


장비투입및조립
시공측량 및 검측
Plant 설치
철판깔기
장비 Setting
지장물 조사
심도 및 배합결정
장비 Setting
장비 이동 거치
굴착 주입 혼합 교반
압축강도용 시료채취
2회 반복시공
인발 주입 혼합 교반
Core Boring
Core 채취
σ 28 일 이후 실시
σ 28 일
압축강도시험 실시
종 료