



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년05월25일
(11) 등록번호 10-0899048
(24) 등록일자 2009년05월15일

(51) Int. Cl.

C04B 14/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0083562

(22) 출원일자 2008년08월26일

심사청구일자 2008년08월26일

(56) 선행기술조사문헌

KR100415005 B1*

KR1020030068076 A*

KR100153089 B1

KR100481525 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 동아지질

부산 금정구 구서2동 1033-2

부경대학교 산학협력단

부산 남구 용당동 산 100번지 부경대학교내

(사)한국터널공학회

서울 서초구 서초동 1445-3 서초국제전자센터빌딩 1411호

(72) 발명자

정경환

부산광역시 금정구 구서2동 롯데캐슬골드1단지 301동 703호

신민식

부산광역시 북구 화명동 대림쌍용아파트 708동 2604호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 원전

전체 청구항 수 : 총 3 항

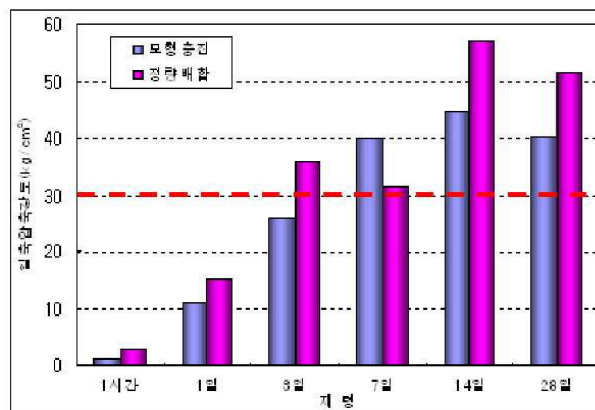
심사관 : 변종진

(54) 무기계 가소성 그라우트 주입제

(57) 요약

본 발명은 무기계 겔 형성제, 강도발현제와 초기겔 형성제로 이루어진 무기계 가소재와 시멘트를 포함하여 이루어지는 무기계 가소성 그라우트 주입제에 관한 것으로서, 초기겔 형성시간을 단축하고, 우수한 강도 및 우수한 내구성을 발현하는 무기계 가소성 그라우트 주입제에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

김동해

부산광역시 남구 용호동 대광타워 102동 2010호

노진택

부산광역시 금정구 남산동 4-1 청파맨션 508호

특허청구의 범위

청구항 1

그라우트 주입재 1m³ 당, 무기계 가소재 300~460kg과 시멘트 300~460kg 및 나머지 성분으로서 물을 포함하고, 상기 무기계 가소재는 무기계 겔 형성제 30~70중량%, 강도발현재 10~45중량% 및 초기겔 형성제 10~45중량%로 혼합되어 이루어지고, 상기 무기계 겔 형성제는 산화알루미늄(Al_2O_3) 15~25중량%, 산화철(Fe_2O_3) 40~50중량%, 산화규소(SiO_2) 5~8중량%, 산화티타늄(TiO_2) 6~10중량%, 산화칼슘(CaO) 7~10중량% 및 산화나트륨(Na_2O) 4~7중량%를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 무기계 가소성 그라우트 주입재.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 강도발현재는 칼슘설포알루미네이트인 것을 특징으로 하는 무기계 가소성 그라우트 주입재.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 초기겔 형성제는 석고인 것을 특징으로 하는 무기계 가소성 그라우트 주입재.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 배면상 공극 또는 공동을 충전하기 위하여 사용되는 무기계 가소성 그라우트 주입재에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 무기계 겔 형성제, 강도발현재와 초기겔 형성제로 이루어진 무기계 가소재와 시멘트를 포함하므로써, 초기겔 형성시간을 단축하고, 우수한 강도 및 우수한 내구성을 발현하는 무기계 가소성 그라우트 주입재에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 터널굴착 또는 지하굴착 등과 같은 토목공사를 진행하는 과정에서 토목 구조물과 지반의 경계면에 공동이 발생하거나, 지반 내에 큰 간극 또는 여굴 등이 발생하는 경우가 있다. 이런 경우 지하수 유출, 토사의 유실 및 지반변형에 의한 붕괴 등이 발생할 우려가 높다. 특히 최근 증가추세에 있는 쉼터터널에 있어서는 굴진시 필연적으로 세그먼트와 배면지반 사이에 공극이 발생하기 때문에 이를 충전할 필요가 있다.
- <3> 상기와 같은 문제를 예방하기 위하여 배면상 공극 또는 공동에 단순한 일액성 시멘트 밀크나 규산계의 그라우트를 주입하여 충전하는 방법이 사용되어왔다. 그러나 상기와 같이 단순한 일액성의 시멘트 밀크 지반주입재 등은 주입후 완전히 경화되기 전에 일정 수준 이상의 점도와 강도를 유지하지 못할 뿐만 아니라 지하수에 의하여 쉽게 희석, 유실된다는 문제가 있었다.
- <4> 근래에 들어서는 주입효과 및 품질을 향상시키기 위하여 가소상 그라우트가 지반주입재로서 사용되기 시작하였다. 이러한 가소상(可塑狀) 그라우트는 일반적인 시멘트계 주입재 등과는 달리, 공동 등에 주입할 때에는 점도가 낮아 유동성을 갖지만, 일정한 시간이 경과하면 일정수준으로 점도가 점진적으로 상승하기 때문에, 점도가 상승하는 일정시간 동안 요변특성(가소성)을 갖게된다. 따라서, 가압에 의해 미세한 공간까지 충전할 수 있을 뿐만 아니라, 일정시간 경과하여 점도가 상승한 후에는 일정 수준이상의 강도를 발현하기 때문에 공동 등에 충전한 후에도 지하수에 의해 쉽게 유실되지 않는 성질을 갖고 있었다. 상기와 같은 가소상 그라우트 재료로는 시멘트 밀크에 벤토나이트 및 규산소다를 조합하는 방법이 공지되어 있다. 그러나, 시멘트 밀크에, 벤토나이트,

규산소다를 조합한 주입재의 경우 규산소다의 사용에서 비롯되는 알칼리 용탈에 의하여 시간경과에 따라 내구성이 저하된다는 문제점이 있었다.

<5> 다른 가소성 그라우트 재료로서 시멘트 밀크에 알루미늄 염계 또는 점토광물계 급결제를 조합하는 것이 알려져 있고, 대한민국공개특허 제2001-0090686호에는 시멘트 밀크와 염기성 황산알루미나 용액을 조합한 가소성 그라우트에 관하여 기재되어 있다. 그러나, 시멘트밀크에 염기성 황산알루미나 용액을 조합하면, 가소성 유지시간, 점도특징 및 조기강도 발현 등의 측면에 있어서 전체적으로 당업계에서 요구되는 수준에 이르지 못하여 그 활용이 제한된다는 문제점이 있었다.

<6> 또한, 대한민국등록특허 제10-0402456호에는, 공동충전 또는 배면주입 등의 목적이 아닌 지반보강 및 차수를 목적으로 하여, 지반에 대한 침투성이 양호한 가소성의 특성을 나타내는 지반고결제로 중성 실리카졸(실리카 콜로이드)을 이용하는 방법이 기재되어 있다. 그러나, 상기 중성 실리카졸은 비표면적 $4,000\text{cm}^2/\text{g}$ 이상의 미립자 시멘트 및 미립자 슬래그와 조합되고, 점도시간 조정제로 중탄산나트륨을 사용한 것이기 때문에, 최종강도 및 내구성 등에서는 우수하지만 점도증가 시간이 길고 조기강도가 낮다. 따라서, 지반에 침투되어 흙과 일체화되는 지반고결제로는 적합하지만, 실드터널의 라이닝 배면주입재, 공동 충전재 등으로 직접 적용하기에는 적합하지 않다는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<7> 본 발명은 상기와 같은 종래기술들의 문제점을 해결하기 위하여, 가소성을 유지할 수 있는 시간을 원활히 조절할 수 있고, 조강성이 우수할 뿐만 아니라, 내구성 및 장기안정성 등의 특성이 우수하기 때문에 배면주입 및 공동충전에 적합한 무기계 가소성 그라우트 주입재를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

<8> 본 발명에 의한 무기계 가소성 그라우트 주입재는, 그라우트 주입재 1m^3 당, 무기계 가소제 300~460kg과 시멘트 300~460kg 및 나머지 성분으로서 물을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<9> 본 발명에 사용되는 상기 무기계 가소제는 무기계 겔 형성제, 강도발현제 및 초기겔 형성제로 이루어지는 것이 바람직하다.

<10> 본 발명에 사용되는 상기 무기계 가소제에 있어서, 상기 무기계 겔 형성제는 산화알루미늄(Al_2O_3) 15~25중량%, 산화철(Fe_2O_3) 40~50중량%, 산화규소(SiO_2) 5~8중량%, 산화티타늄(TiO_2) 6~10중량%, 산화칼슘(CaO) 7~10중량% 및 산화나트륨(Na_2O) 4~7중량%를 포함하여 이루어진다. 상기 무기계 겔 형성제의 각 성분들의 조성비가 상기의 범위를 벗어나는 경우, 겔 형성이 미흡하거나 초기겔 시간의 단축효과가 발휘되지 않을 수 있고, 또한 그라우트 주입재의 가소특성 및 강도특성에 악영향을 미칠 수 있으므로 바람직하지 않다.

<11> 본 발명에 사용되는 상기 강도발현제는 칼슘설포알루미네이트(이하, "CSA"라 한다)인 것이 바람직하다. 본 발명에서 주입재의 가소성 및 조강성을 향상시키기 위하여 첨가되는 상기 CSA는 석회와 석고 및 보크사이트의 수화반응에 의해 생성되는 침상의 결정물로서, 에트링자이트(Ettringite)라고도 불리며, 이의 화학식은 $(3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O})$ 이다. 본 발명에서는 상기 강도발현제의 사용으로 인해 시멘트 페이스트의 경화과정에서 경화에 따른 수축과 건조수축이 감소하고, 공극들을 세밀하게 충전시킴으로써 조직을 치밀하게 하여 강도를 증진시키게 된다.

<12> 본 발명에 사용되는 상기 초기겔 형성제는 석고인 것이 바람직하다. 본 발명의 초기겔 형성제인 석고는 상기 무기계 겔 형성제의 구성요소 중 산화칼슘(CaO)과 산화알루미늄(Al_2O_3)으로 이루어진 $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 의 급격한 초기수화반응에 의한 급결을 방지할 뿐만 아니라 초기강도 개선, 작업성 확보, 건조수축방지 및 화학적 저항성 등을 높이기 위해 첨가된다.

<13> 본 발명에 사용되는 상기 무기계 가소제는 상기 무기계 겔 형성제 30~70중량%, 강도발현제 5~45중량% 및 초기겔 형성제 5~45중량%로 혼합되어 이루어지는 것이 바람직하고, 상기의 혼합 범위를 벗어날 경우, 가소성 시간이 단축되거나 조강효과가 미흡할 수 있으므로 바람직하지 않다.

<14> 본 발명의 그라우트 주입재에 있어서, 상기 시멘트로는 당업계에서 가소성 그라우트제 제조에 사용되는 것으로 알려진 것들이라면 그 종류에 제한 없이 사용할 수 있고, 일반적인 포틀랜드 시멘트, 슬래그 시멘트 및 마이크로 시멘트 등을 모두 사용할 수 있으며, 특히 포틀랜드 시멘트를 사용하는 것이 바람직하다. 본 발명에 있어서, 상기 무기계 가소제와 시멘트의 함량이 그라우트 주입재 1m³당, 각각 300kg에 미치지 못하면 최종강도가 낮아지기 때문에 바람직하지 않고, 각각 460kg을 넘어서면 가소성 유지시간이 단축될 뿐만 아니라 경제적이지 못하여 바람직하지 않다.

<15> 본 발명의 그라우트 주입재는 그 점도 유지시간 범위를 조절할 수 있기 때문에 하기와 같이 이액성 방식에 의하여 시공할 수 있다.

<16> 상기 이액성 방식은, 도 1에서와 같이, 무기계 가소제 및 물을 조합한 A액과, 시멘트 및 물을 조합한 B액을, 각각 별개의 주입 펌프로 압송한 다음, 주입구 부근에서 A액과 B액을 합류 혼합한 후, 공동 등에 주입하는 방법으로 수행된다. 이 때, 상기 A액과 B액에 사용되는 물은 각각 무기계 가소제 및 시멘트의 중량에 대해 무기계 가소제 또는 시멘트:물=1:0.5~1.5, 바람직하게는 1:1의 중량비로 배합되는 것이 적합한 점도 유지, 우수한 강도발현 및 용이한 작업성의 관점에서 바람직하다.

효 과

<17> 본 발명은 배면상 공극 또는 공동을 충전하기 위한 충전재로서 가소성 유지시간을 원활히 조절할 수 있고, 가소성 그라우트의 조강성을 유도할 수 있으며, 내구성 및 장기 안정성에 있어서도 유리한 무기계 가소성 그라우트 주입재를 제공한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<18> 이하 실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다. 그러나 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.

<19> 실시예

<20> [가소성 그라우트 주입재의 배합]

<21> 하기 표 2에 기재된 바와 같이, 가소성 그라우트 주입재의 구성 성분들을 A액 및 B액으로 구분하여 준비한 다음, 각각의 A액 및 B액을 혼합하여 1m³의 무기계 그라우트 주입재를 제조하였다.

<22> 실시예 1은 본 발명의 무기계 가소성 그라우트 주입재로서, 실시예 1에서 사용된 가소제는 하기 표 1에 나타난 무기계 겔 형성제, 강도발현제 및 초기겔 형성제가 1:0.5:0.5의 중량비로 혼합된 것이다.

<23> 표 1

구분	성분
무기계 겔 형성제	산화알루미늄(Al_2O_3) 25중량%, 산화철(Fe_2O_3) 45중량%, 산화규소(SiO_2) 7중량%, 산화티타늄(TiO_2) 8중량%, 산화칼슘(CaO) 9중량% 및 산화나트륨(Na_2O) 6중량%
강도발현제	칼슘설포알루미늄에이트
초기겔 형성제	석고

<25> 비교예 1은 A액과 B액에서 가소제 또는 시멘트:물=1:2의 중량비로 배합한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하다. 비교예 2는 종래의 기술인 규산계 가소성 그라우트 주입재로, 시멘트 350kg, 벤토나이트 52.5kg, 안정액 3.5kg으로 이루어진 가소제 406kg 및 물 750kg으로 이루어진 A액과 규산 100L로 이루어진 B액을 혼합하였다.

<26> 표 2 (주입재 1m³ 당)

구분	A액		B액	
	가소제	물	시멘트	물
실시예1	386kg	386kg	386kg	386kg
비교예1	193kg	386kg	193kg	386kg
비교예2	406kg	750kg	100L(규산)	

<28> [실험예 1: 강도 특성의 일축압축실험]

<29> 상기 실시예 1의 그라우트 주입재의 강도 특성을 평가하기 위하여, 일축압축실험을 진행하였다. 일축강도실험을 위한 시험편의 제작은 정량배합에 의한 제작방법과 도 1과 같은 2액성 모형 주입시스템을 통한 제작으로 나누었다. 모형 주입시스템을 통한 시험편 제작의 경우, 현장의 강도 손실을 감안하였다고 볼 수 있다. 국내 및 국외(일본)의 쉘터터널 배면 충전용 그라우트의 강도기준은 평균 초기강도 1.0kg/cm^2 , 장기강도(7일 이상) 30.0kg/cm^2 의 범위에 있는데, 표 3과 도 2에 나타난 바와 같이 정량배합 및 모형 주입시스템을 통한 실험 결과 모두 기존 국내외 강도를 상회하는 것으로 나타났다.

<30> 표 3

구 분	정량배합(kg/cm^2)	모형주입(kg/cm^2)
1시간	2.96	1.25
1 일	15.07	11.16
3 일	35.99	25.86
7 일	31.57	39.97
14 일	57.15	44.58
28 일	51.58	40.40

<32> [실험예 2: 배합률에 따른 강도실험]

<33> 본 발명에 따른 무기계 가소제 또는 시멘트:물=1:0.5~1.5의 중량비 범위를 만족하는 실시예 1은, 상기의 실험예 1에서와 같이 평균 초기강도 1.0kg/cm^2 을 만족하는 결과를 나타내었다. 이에 비해, 무기계 가소제 또는 시멘트:물=1:0.5~1.5의 중량비 범위를 만족하지 못하는(1:2의 비율) 비교예 1의 경우, 평균 초기강도 1.0kg/cm^2 을 만족하지 못하는 결과를 나타내었다.

<34> 표 4

구분	초기강도(1.0kg/cm^2)만족 여부
실시예 1	만족
비교예 1	불만족

<36> [실험예 3: 내구성 실험]

<37> 지하공동 또는 쉘터터널 배면 충전에 사용되는 그라우트의 체적 감소는 지반침하를 유발하고, 1차 차수기능 상실에 의한 터널의 누수를 증가시킬 가능성이 크다. 본 발명의 무기계 가소성 그라우트(실시예 1)와 현재 시공 중인 국내 현장에서 사용되고 있는 규산계 그라우트(비교예 2)의 압축성 및 내구성 확인을 위해 압밀시험과 공기 중 양생을 통한 체적 변형량을 측정하였다. 내구성 확인 실험의 경우, 현장 배합비에 따라, 실시예 1, 비교예 2의 시험편을 제작하였다. 일주일 동안의 건조로와 공기 중 양생에 따른 체적 변형 측정 결과는 표 5와 같다. 기존에 사용되고 있는 비교예 2의 규산계 그라우트재의 경우, 체적의 감소율이 높았으나, 실시예 1의 무기계 가소성 그라우트는 거의 감소하지 않는다는 것을 확인할 수 있었다. 이에 따라, 기존에 사용되고 있는 규산계 그라우트에 비하여 본 발명의 무기계 가소성 그라우트의 내구성이 강화된 것을 확인할 수 있었다.

<38> 표 5

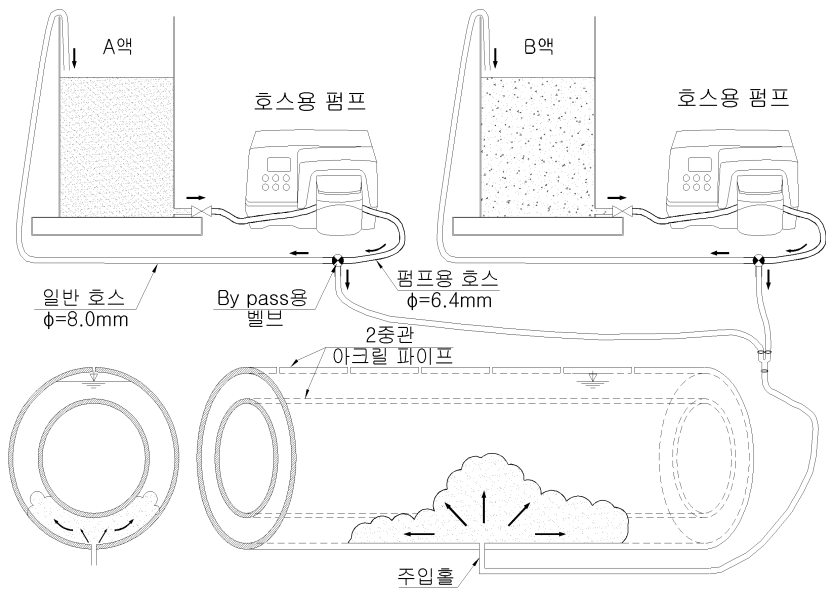
구분	초기체적값			7일후체적값			체적감소률(%)
	직경(cm)	높이(cm)	체적(cm^3)	직경(cm)	높이(cm)	체적(cm^3)	
실시예 1	51.07	101.9	208.71	51.20	101.3	208.56	0.1
비교예 2	50.53	99.0	199.96	46.13	93.4	156.12	21.9

도면의 간단한 설명

- <40> 도 1은 2액성 모형 주입장치의 개략도이고,
- <41> 도 2는 실험예 1의 정량배합 및 모형 주입시스템을 통한 실험 결과를 나타내는 그래프이다.

도면

도면1



도면2

