(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
C09K 17/00

(45) 공고일자 1999년06월15일
(11) 등록번호 10-0197851
(24) 등록일자 1999년02월25일

(21) 출원번호 10-1994-0034052
(65) 공개번호 특1995-0018388
(22) 출원일자 1994년12월14일
(43) 공개일자 1995년07월22일
(30) 우선권주장 93-342029 1993년12월14일 일본(JP)

(73) 특허권자 쿄오까도엔지니어링가부시기가이샤 시마다 순스께
일본국 도오교도 분교구 혼고우 2-15-10
(72) 발명자 가야하라겐지
일본국 가나가와껜 요꼬하마시 아사히구 와까바다이 4-26-1207
(74) 대리인 김종갑, 남계영

심사관 : 윤경애

(54) 지반주입용 약액

요약

1. 첨구범위에 기재된 발명이 속한 기술분야.

고강도의 고결체를 얻음과 동시에, 광범위한 겔화시간, 특히 비교적 장시간의 겔화시간의 조정이 용이하고, 또 겔화에 이르기까지 저점성을 유지하여 침투성이 우수하고 특히 사질토등의 투수지반의 주입에 적합할 지반주입용 약액.

2. 발명에 해결하려고 하는 기술적 과제.

무기계의 약액임에도 불구하고 광범위한 겔화시간, 특히 긴 겔화시간을 갖고 더구나 겔화에 이르기 까지 저점성으로 유지하여 침투성이 우수하고 고결강도도 향상되고, 공지기술의 결점을 개량한 지반주입용 약액의 개발.

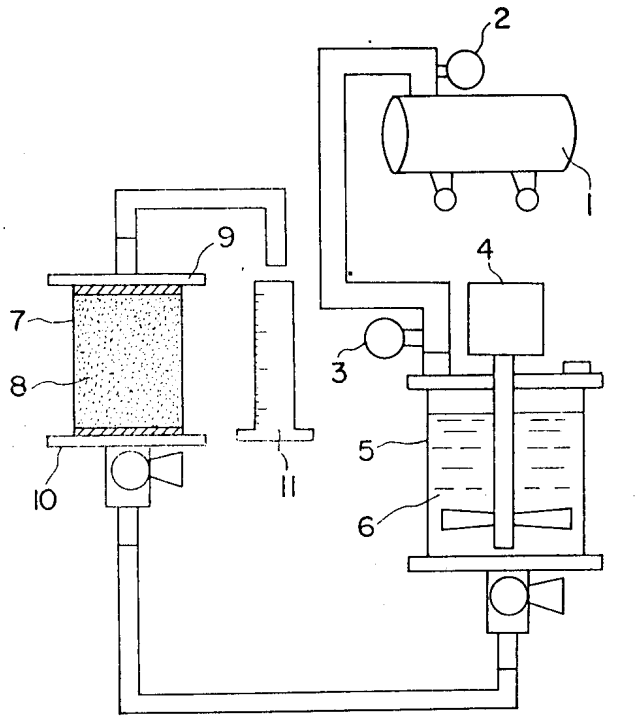
3. 발명의 해결방법의 요지.

몰비가 1.5-2.8인 범위에 있는 물유리와, 평균입경이 10㎛ 이하이고 비표면적이 5,000㎠/g 이상의 미립자 슬라그를 유효성분으로 함유하고, 또 필요에 따라 시멘트및/ 또는 석회류, 다시 칼슘용출량 조정제를 함유시킨 지반주입용 약액.

4. 발명의 중요한 용도.

지반, 특히 사질토등의 투수지반에 주입.

대표도



명세서

도면의 간단한 설명

제1도는 모래 속에 약액을 주입하는 장치의 개략도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

1 : 압축기 4 : 교반기

5 : 수조 6 : 약액

7 : 아크릴 몰드 8 : 모래

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 말명은 고강도의 고결체를 얻는 동시에, 광범위하게 걸친 겔화 시간, 특히 비교적 기 시간의 겔화시간의 조정이 용이하며, 또한 겔화에 도달할 때까지 저점성을 유지하므로 침투성을 우수하고, 이러한 것 때문에 특히 모래땅 등의 침수지반으로의 주입에 적합한 지반주입용 약액에 관한 것이다.

모래땅 등으로의 침투를 도모하기 위한 무기계(無機系)에서 저점성을 유지하고, 또한 긴 겔화시간을 가지는 주입용 약액은 일반적으로 조정이 대단히 곤란하다. 그러나, 이러한 조정은 엄밀한 관리에서 조정이 가능하지만, 고결강도의 열화는 피할 수 없다. 즉, 무기계의 주입용 약액에서는 침투성과 강도 모두의 향상을 기대하는 것의 거의 불가능에 가깝다.

이러한 것에 대하여, 유기계의 주입용 약액은 침투성과 강도 모두의 향상을 기대할 수 있지만, 이러한 것은 대단히 고가일 뿐만 아니라, 가공 관리시에 COD의 검사가 의무화되는 등의 문제가 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러므로, 본 발명의 목적은 무기계의 약액임에도 불구하고, 광범위에 걸친 겔화시간, 특히 긴 겔화시간을 가지며, 또한 겔화에 도달할 때까지 저점성을 유지하므로 침투성이 우수하고, 또한 고결강도도 향상되며, 상기된 공지 기술에 존재하는 결점을 개량한 지반주입용 약액을 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은, 몰비(mol ratio) $[SiO_2]/[Na_2O]$가 1.5~2.8의 범위인 물유리와, 평균입자지름이 1~10㎛이고, 비표면적이 5,000㎠/g이상, 바람직하게는 5,000~15,000㎠/g로 미립자 형상을 보이는 슬래그를 유효성분으로 함유하고, 상기 물유리량이 전체 약액중 물유리중의 SiO_2로 환산하여 1.5~20 중량%이며, 여기에서 $[SiO_2]$ 및 $[Na_2O]$는 각각 물유리 중의 SiO_2 및 Na_2O의 몰농도인 것을 특징으로 한다.

이하, 본 발명을 구체적으로 설명한다.

본 발명에 이용되는 물유리로서는 JIS 3호 물유리보다도 낮은 몰비의 것이며, 1.5~2.8의 몰비의 범위내에 있다. 이러한 물유리의 사용량은 전체 약액중 Sio_2로 환산하여 1.5~2.0 중량%이다. 또한, 슬래그로서는 평균입자지름이 1~10㎛이고, 비표면적이 5,000~15,000㎠/g, 바람직하게는 8,000㎠/g이상의 미립자 슬래그이다.

본 발명에 상술한 물유리와, 미립자 슬래그를 유효 성분으로서 함유하는 것에 의하여, 비교적 장시간에 걸쳐 겔화하고 또한 겔화에 도달할 때까지 저점성을 유지하며 침강을 일으킴이 없이 균질하고 강고한 고결체를 얻는다.

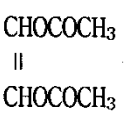
더욱이, 본 발명은 상기한 물유리-슬래그형 시멘트 및/또는 석회류, 특히 비표면적이 5,000~15,000㎠/g, 바람직하게는 8,000㎠/g이상이고 평균입자지름이 각각 1~10㎛인 미립자 시멘트와 석회류를 첨가 혼합하고, 더욱이는 칼슘 용출량 조정제를 첨가 혼합하여, 겔화시간, 침투성 또는 고결 강도의 조정을 도모할 수 있다.

칼슘 용출량 조정제로서는 탄산수소나트륨, 탄산나트륨, 인산수소2나트륨, 헥사메타 인산나트륨을 들 수 있으나, 이러한 칼륨염은 물론 피로인산염, 산성피로인산염, 트리폴리인산염, 테트라폴리인산염, 산성메타인산염 등의 금속 이온 봉쇄제로서의 축합인산염 및 에틸렌디아민 4초산염, 니트로트리초산염, 구연산염, 주석산염 등의 금속 이온봉쇄제 및 인산나트륨, 인산수소나트륨 등의 통상의 인산염류를 들 수 있다. 그 중, 중탄산염, 탄산염, 축합인산을 포함하는 산염의 가용성 알칼리제가 특히 적합하다.

또한, 본 발명은 겔화시간을 조정하여 얻어지는 임의의 반응제를 병용하여도 좋다. 이러한 반응제를 열거하면 다음과 같다.

(에스테르류)

초산에틸, 초산메틸, 초산부틸, 초산아미르와 같은 1가알코올의 지방산에스테르, 에틸렌글리콜디초산에스테르, 글리세린트리산염에스테르, 속신산디에스테르와 같은 다가 알코올의 지방산에스테르. (전체 에스테르). δ-부티로락톤, ε-카프로락톤과 같은 분자 내 에스테르.(환상 에스테르:락톤류) 에틸렌글리콜 모노포름산 에스테르, 에틸렌글리콘모노 초산에스테르, 에틸렌글리콜모노프로피온산 에스테르, 글리세린 모노포름산에스테르, 글리세린 모노초산에테르, 글리세린 모노포름산에스테르, 글리세린 디포름산에스테르, 글리세린 디초산에스테르, 소비톨모노 포름산에스테르, 소비톨 모노초산에스테르, 글리콜산 모노초산 에스테르, 저중합도 부분 감화 초산 비닐 등과 같은 다가 알코올 부분 에스테르. 디아세톡시에틸.



과 같은 불포화 지방산 에스테르. 탄산 에틸렌(에틸렌 카보네이트), 탄산 프로필렌(프로필렌카보네이트), 클리세린카보네이트 등의 환상 카보네이트와 같은 카보네이트류.

알데히드류 : 글리옥잘, 숙신산 알데히드, 마론디알데히드, 숙신알데히드, 글루타르알데히드, 퍼푸랄디알데히드 등의 디알데히드류.

아미드류 : 포름아미드, 디메틸포름아미드, 아세트아미드, 디메틸아세트아미드, 프로피온아미드, 부틸아미드, 아크릴아미드, 마론디아미드, 피롤리톤, 카프로라톤 등.

알코올류 : 에틸알코올, 메틸알코올, 아미르알코올, 글리세린, 폴리비닐알코올 등, 1가, 다가의 알코올, 또는 합성고분자 알코올.

산류 : 황산,염산, 인산 등의 무기산, 포름산, 아세트산, 마론산, 호박산, 사과산, 주석산 등의 유기류.

무기염 : 염화칼슘, 염화나트륨, 염화마그네슘, 염화칼리, 염화알루미늄 등의 염화물, 황산칼슘, 황산나트륨, 황산알루미늄 등의 황산염, 알루민산 나트륨, 알루민산 칼륨 등의 알루민산, 염화암모늄, 염화아연, 염화알루미늄 등의 염산염, 연소산나트륨, 염소산칼륨, 과염소산나트륨, 과염소산칼륨 등의 염소산염, 탄산나트륨, 탄산칼륨, 탄산암모늄, 중탄산나트륨, 중탄산칼륨, 준탄산암모늄 등의 탄산염, 중황산 나트륨, 중황산칼륨, 중황산암모늄 등의 중황산염, 중아황산나트륨, 중아황산칼륨, 중아황산암모늄 등의 중아황산염, 규소불화나트륨, 규소불화칼륨 등의 규소불화산염, 규산알칼리토금속염, 알루미늄염 등의 규산염, 봉산나트륨, 붕산칼륨, 붕산암모늄 등의 붕산염, 인산수소나트륨, 인산수소칼륨, 인산수소암모늄 등의 인산수소염, 피로황산나트륨, 피로황상칼륨, 피로황산암모늄 등의 피로황산염, 피로인산나트륨, 피로인산칼륨, 피로인산암모늄 등의 피로인산염, 중크롬산트륨, 중크롬칼륨, 중크롬암모늄 등의 중크롬산염, 과망간산칼리, 과망간산나트륨 등의 과망간산염등.

유기염 : 초산나트륨 숙신산나트륨, 포름산칼리, 구연산나트륨 등.

생석회, 알루미나, 산화철, 산화마그네슘 등의 금속 산화물, Ca, Al, Mg염.

또한, 본 발며은 산성 규산 수용액 등의 겔화 촉진제, 그 외 임의의 겔화제를 병용할 수 있다.

더욱이, 플라이애쉬(flyash), 규화(珪華), 규조토, 백토류 등의 포조란류를 병용하여, 각각의 특성을 살

린 지반주입용 약액을 배합할 수 있다. 또한, 침강을 방지하기 위하여 분산제를 소량 병용하여 항상 균질한 고결체로 할 수 있다.

상술한 본 발명의 주입용 약액은 주입에 있어서, 예를 들면, 겔화시간을 길게 조정한 1액 형태의 본 발명의 약액을 만들어, 이것을 그 대로 지반중에 주입하는 것에 의하여 행해지거나, 또는 미리 지방중에 시멘트계 주입재를 주입해 놓고, 그 후, 이 주입 개소에 약액을 주입한다.

더욱이, 본 발명에 따른 물유리 배합액을 A액으로 하고, 본 발명에 따른 미립자 슬래그를 함유한 배합액을 B액으로 하고, 이러한 A,B양액을 합하여 주입하여도 좋으며, 또한 상기된 무유리 및 슬래그 또는 칼슘 용출량 조정제를 함유한 배합액을 A액으로 하고, 겔화 촉진제 또는 그 외의 임의의 겔화제를 B액으로 하고, 이러한 A,B양액을 합하여, 약액의 겔화시간을 임의로 조정하여 주입하여도 좋다.

또한, 2중 주입관을 준비하여, 겔화시간을 길게 조정한 본 발명의 약액을 A액으로 하고, 켈화 촉진제 배합액을 B액으로 하여, 먼저, A,B양액을 2중 주이관의 각각의 관로로부터 지반중으로 송액하고, 그 선단부분에서 약액을 합하여 겔화시간이 짧은 그라우트(grout)로 하고, 이러한 것을 주입관의 주변 공간에 주입하여 패킹을 형성하며, 다음에 A액만을 주입할 수도 있다.

또한, 본 발명에 따른 물유리 배합액, 또는 상기의 물유리와 슬래그, 또는 이러한 것은 칼슘 용충량 조정제를 함유한 배합액을 A액으로 하고, 완결성(緩結性)반응제 배합액 또는 겔화가 완결로 되도록 처방한 반응제 배합액을 B액으로 하고, 겔화 촉진제 배합액을 C액으로 하여, 먼저 A,C합류액을 주입한 후, 다음에 A,B합류액을 주입하여 바꾸고, 주입 스테이지를 올리면서 상기 단계를 반복하여 주입하여도 좋다.

또한, 물유리와 슬래그(필요에 따라 칼슘 용충량 조정제를 함유하여도 좋다)를 A액으로 하고, 겔화 촉진제를 B액으로 하여, A,B합류로 이루어진 순결성(瞬結性) 슬래그 2중관의 상부 토출구로부터, A액으로 이루어진 완결성 슬래그를 하부 토출구로부터, 동시에 각각 지반중으로 주입할 수도 있다.

또한, 물유리와 슬래그, 필요에 따라서 칼슘 용출량 조정제를 첨가하여, 겔화시간이 수 시간으로 긴 약액(겔화에 도달하지 않은 약액에 이어도 좋다)을 A액으로 하고, 슬래그 또는 다른 반응제를 함유한 배합액을 B 액으로 하여, 시공시에 A액에 B액을 첨가하여 소정의 겔화시간과 강도를 나타내는 본 발명의 약액을 만들고, 이를 지반중에 주입할 수도 있다.

또한, 몰비가 2.8보다도 높은 JIS 3호 물유리 배합액을 A액으로 하고, 몰비가 1.5~2.8의 범위인 본 발명의 물유리 배합액을 B액으로 하고, 겔화 촉진제 배합액을 C액으로 하고, 본 발명에 따른 미립자 슬래그 배합액을 D액으로 하여, A,C합류액으로 이루어진 순결성 그라우트를 지반중에 주입한 후, B,D합류액으로 이루어진 본 발명의 완결성 그라우트를 주입하여, 복합 주입을 행할 수도 있다.

시멘트를 주재로 하고, 여기에 낮은 몰비의 물유리를 작용시켜 겔화시간을 연장시키는 약제가 공지되어 있다. 이러한 것은 겔화시간의 연장이 겨우 수분~10분 정도이다. 그 이유는 시멘트 중에는 물유리중의 SiO_2에 반응하기 쉬운 CaO 비율이 많이 함유되어, 이러한 것이 물유리중의 SiO_2와 급속하게 반응하고, 그 결과, 겔화시간이 빠르게 된다고 여겨진다. 게다가, 이러한 약제로는 시멘트중의 CaO가 소비되기 때문에, 시멘트 본래의 강도가 발현되기 어렵다.

이러한 것에 대하여 본 발명에 이용되는 슬래그에서는 물유리의 SiO_2 성분에 대하여 반응하기 쉬운 형태의 C함유량이 시멘트에 비하여 상당히 적고, 이 때문에, 물유리중의 SiO_2와 반응이 일어나지 않게 된다.

또한, 물유리중의 알칼리 비율이 슬래그에 잠재 수경(水硬) 특성을 자극하여, 슬래그로부터 칼슘이온이 유리된다. 이러한 칼슘 이온이 물유리의 SiO_2와 반응하는 것과 동시에, 슬래그의 SiO_2와도 반응하여, 긴 겔화시간을 필요로 하고, 서서히 고결(固結)되어 규산칼슘을 형성하고, 고결 강도가 큰 고결물을 얻는다.

상기의 물유리-슬래그형에 시멘트를 가하면, 시멘트는 그 자체의 자경성(自硬性)과 물유리의 실리카 비율과의 반응에 의하여 물유리-슬래그형의 반응을 촉진한다. 이 때문에, 겔화시간의 단축, 약간의 점성 증가를 동반하지만, 강도는 증강된다.

석회류는 물이 난용이지만, 물유리의 조재 하에서는 용해성이 증가한다. 이러한 석회류를 상기한 물유리-슬래그에 가하면, 반응을 촉진하고, 시멘트와 동일한 작용을 나타낸다.

이상의 작용은 물유리의 알칼리에 영향을 준다. 따라서, 본 발명에 있어서의 물유리의 몰비는 대략 1.5~2.8의 범위 내에 있는 것이 적당하다. 또한, 물유리의 농도는 고결강도 및 점성의 면에서 전체 약액중 SiO_2성분으로서 1.5~20%가 적당하다.

또한, 본 발명에 사용된 슬래그, 시멘트 및 석회류는 물유리의 겔화, 점성 및 치 고결강도의 각각의 조정에 도움이 되지만, 이러한 것은 입자의 크기에 좌우되며, 평균입자지름이 1~10㎛이고, 비표면적 5,000~15,000㎠/g, 바람직하게는 8,000㎠/g이상에 있어서, 적당량의 물유리의 알칼리 비율을 자극제로 하여, 슬래그중의 큰 실리카 비율과, 물유리중의 작은 실리카 비율과, 칼슘이 결합하여, 밀도가 크고 강고한 복합 실리카 칼슘의 겔화를 형성한다.

바꾸어 말하면, 슬래그에 기인하는 큰 실리카의 네트 공간에 물유리에 기인 하는 작은 실리카가 채워지고, 이러한 것을 칼슘이 연결하여 고결하며, 조밀한 경화물을 형성한다.

또한, 본 발명에 따른 칼슘 용출량 조정제를 첨가하면, 예를 들어 탄산염, 중탄산염, 인산염을 첨가하면, 불활성의 탄산칼슘이나 인산 칼슘을 생성하여 겔화를 지연시킬 수가 있다.

상기에 있어서, 물유리의 몰비가 1.5보다 낮으면, 알칼리 비율이 과잉으로 되어 겔화되지 않거나, 또는 주입재로서는 실용적이지 않은 단위 겔화시간이 연장하여 고결이 불충분하게 되기도 하며, 또한 점도가 증대하여 점성이 증대한 채의 상태에서 명확한 겔화가 행해지기 어렵게 된다. 또한, 공해의 관점으로 보아도, 과잉의 알칼리로부터 지하수 오염이 발생하기 쉽다.

물유리의 몰비가 3호 물유리이상, 즉, 몰비가 대략 2.8이상에서는 물유리 중의 알칼리가 적고, 슬래그의

잠재 수경성을 자극하여 경화시키기에는 불충분한 알칼리량으로 되며, 따라서 슬래그 본래의 강도를 발현하기 어렵다. 이 때문에, 물유리와 슬래그가 좀처럼 반응하지 않고, 겔화가 크게 연장될 뿐만 아니라, 슬래그와 물유리가 분리되어 균질한 고결체가 얻어지지 않게 된다.

또한, 슬래그의 입자 지름이 상기된 범위보다도 조대하게 되면, 모래에 대한 침투성이 저하될 뿐만 아니라, 물유리의 알칼리와 슬래그의 반응이 크게 저하되어, 주입에 적당한 겔화의 범위에서 겔화되지 않고, 이에 따라 물유리의 알칼리에 의한 고결성이 발현되기에 불충분하게 된다.

즉, 본 발명에 의하면, 평균입자지름이 1~10㎛이고, 비표면적이 5,000~15,000㎠/g, 바람직하게는 8,000㎠/g인 반응성이 활발한 미립자 슬래그 및 몰비가 1.5~2.8인 물유리를 이용하는 것에 의하여, 비로소 광범위한 겔화시간을 얻으며, 또한 미세 입자의 흙에 대한 우수한 침투성을 얻을 수 있다.

그리고, 이와 같은 물유리와 슬래그형에 시멘트 및/또는 석회류를 병용하는 것에 의하여, 효과적으로 겔화시간을 단축할 수 있으며, 더욱이 칼슘 용출량 조정제를 병용하는 것에 의하여, 겔화시간을 효과적으로 지연하고, 이러한 것에 의하여 겔화시간을 용이하게 컨트롤하는 것이 가능하게 된다.

물유리의 몰비가 1.5이하에서는, 석회류와 시멘트의 첨가에 의한 겔화시간의 단축에는 극히 다량을 필요로 하며, 그리고 점성은 크게 증대하여 치키소트로픽(thixotropic)한 성질을 보이고, 이 때문에 침투성은 크게 저하된다. 그리고, 겔화시간의 큰 단축은 불가능하다.

이에 대하여, 물유리의 본 발명에 따른 범위에서는 시멘트와 석회류의 첨가량이 소량에서도 효과적으로 겔화시간을 단축시킨다. 이 때문에, 점도의 큰 증가를 초래하지 않고, 따라서, 침투성을 저해하지 않는다. 더욱이, 물유리의 본 발명에 따른 범위에서, 슬래그는 물유리와의 공존하에서 시멘트와 석회류와 같은 치키소트로픽한 성질을 보이지 않고, 저점성을 유지할 수 있다. 이러한 슬래그의 CaO 중에는 시멘트나 석회류와 같은 유리하기 쉬운 CaO가 적게 되고, 소정량이상의 알칼리의 존재에 의하여 비로소 유리하기 때문으로 여겨진다.

이하, 본 발명을 실시예에 의하여 구체적으로 설명하지만, 본 발명은 이러한 것에 한정되는 것은 아니다.

[1 사용 재료]

[1 물유리]

표 1에 표시한 몰비가 상이한 5종류의 물유리를 사용하였다.

[표 1]

물유리 No.	SiO_2(%)	Na_2O(%)	몰비 (mol ratio)
1	28.75	10.03	2.96
2	28.05	10.05	2.76
3	27.36	14.05	2.01
4	25.17	17.11	1.54
5	24.94	18.86	1.37

[2 슬래그]

SiO_2 : 33.02%, CaO : 41.94%, Al_2O_3 : 12.83%, MgO : 8.61%, Fe_2O_3 : 0.37%의 성분 조성으로 이루어진 슬래그를 분쇄하여, 표 2에 표시한 비표면적 및 평균입자지름이 상이한 4종류의 물-입자 슬래그를 사용하였다.

[표 2]

슬래그 No.	비표면적 (㎠/g)	평균입자 지름(㎛)
1	4,200	13.0
2	5,300	9.7
3	8,300	8.0
4	10,200	6.0

[3 시멘트]

SiO_2 : 22.2%, CaO : 64.6%, Al_2O_3 : 5.4%, Fe_2O_3 : 3.1%의 성분 조성으로 이루어진 포틀랜드 시멘트를 분쇄하여, 표 3에 표시한 비표면적 및 평균입자지름이 상이한 3종류의 포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

[표 3]

시멘트 No.	비표면적 (㎠/g)	평균입자 지름(㎛)
1	4,000	13.7
2	5,500	9.1
3	8,600	8.2

[4 석회]

표 4에 표시한 3종류의 분말 상태의 공업용 소석회를 사용하였다.

[표 4]

소석회 No.	비표면적 (㎠/g)	평균입자 지름(㎛)
1	4,500	12.9
2	5,300	9.2
3	8,400	8.3

[5 칼슘 용출량 제거제]

가장 범용적인 공업용의 탄산수소나트륨($NaHCO_3$), 탄산나트륨(Na_2CO_3), 인산수소나트륨($Na_2PHO_4 \cdot 12H_2O$), 헥산메타인산나트륨[$(NaPO_3)_6$)]을 사용하였다.

[2 물유리-슬래그형]

표 1의 물유리와 표 2의슬래그로 이루어진 형태에 대하여 그 배합과 겔화시간, 점성, 일축압축강도(unconfined compressive strength)를 표 5에 표시하였다. 일축압축강도는 몰드 중에 표준사와 배합액을 혼합하면서 채워 얻어진 샌드 겔의 예의 결과를 나타낸다.

단, 7일 후는 몰드에서 7일 양생 후의 강도, 49일 후는 몰드에서 49일 양생후의 강도를 나타낸다. 또한, 표 6과 표 7에 강도 시험 결과도 동일하다.

[표 5]

실시 No.	배합(전체량 1,000g) 표1의 물유리 No.(몰비)(g) 1 (2.96)	2 (2.76)	3 (2.01)	4 (1.54)	5 (1,37)	표 2의 슬래그 No.(g) 1	2	3	4	물 (g)	물유리로부터의 SiO_2(%)	겔화시간 (분)20±1℃	점성(20℃) (CPS) 2분후	20분후	일축 압축강도 (kgf/㎠) 양생일수(일) 7일후	49일후
1	278					125				597	8.0	360이상	20.6	156	3.1	7.0
2	278						125			597	8.0	360	19.4	140	3,9	7.4
3	278							125		597	8.0	300	17.0	120	4.2	8.1
4	278								125	597	8.0	240	14.5	98	5.0	9.0
5		285				125				590	8.0	240	18.0	100	5.1	9.5
6		285					125			590	8.0	75	10.0	60	9.0	20.0
7		285						125		590	8.0	45	8.0	44	11.1	25.7
8		285							125	590	8.0	30	7.1	40	13.0	27.0
9			292			125				583	8.0	180	16.0	90	6.0	11.2
10			292				125			583	8.0	40	9.5	60	10.5	22.4
11			292					125		583	8.0	30	7.8	41	13.1	28.6
12			292						125	583	8.0	22	6.3	35	15.5	30.0
13				318		125				557	8.0	150	17.5	110	5.7	10.0
14				318			125			557	8.0	70	10.9	62	9.6	22.9
15				318				125		557	8.0	50	9.3	48	12.0	25.0
16				318					125	557	8.0	40	8.0	37	14.2	28.5
17					321	125				554	8.0	300이상	25.5	190	4.0	10.5
18					321		125			554	8.0	300이상	24.0	172	4.4	11.3
19					321			125		554	8.0	300	23.0	159	5.0	11.9
20					321				125	554	8.0	240	20.0	135	5.6	12.5
21			50						350	600	1.37	55	14.0	130	5.9	12.0
22			60						340	600	1.64	35	14.5	140	9.7	22.0
23			100						300	600	2.74	30	19.0	180	11.0	21.1
24			200						200	600	5.47	22	23.0	250	13.5	21.6
25			400						100	500	10.9	20	40.0	겔화	14.3	22.5
26			600						50	350	16.4	18	50.0		13.0	20.7
27			700						50	250	19.2	10	60.0		14.9	21.9
28			800						50	150	21.9	5	150		7.5	18.0

표 5에 있어서, 실시 No.1~20은 전체 용량 1,000g 중에 표 1의 5종류의 물유리의 SiO_2 농도가 모두 8%가 되도록 하여, 각각에 표 2의 4종류의 슬래그를 혼합한 예이다. 이 중, 실시 No.1~4는 2.96의 몰비의 물유리에서 겔화시간은 꽤 길며, 고점성이면서 강도는 약한 상등액(supernatant liquid)과 분리된다. 또한, 실시 No.17~20은 1.37의 몰비의 물유리이며, 이 경우도 동일한 경향이 있으며, 특히 점성이 높다.

이에 반하여, 본 발명의 범위 내의 물유리를 사용한 실시 No.5~16에서는 표 2의 슬래그 No.1을 배합한 실시 No.5, 9, 13 이외에는 전부 저점성으로 고강도를 나타낸다. 특히 표 2의 슬래그 No.3, 4(비표면적 8,000㎠/g이상, 편균입자지름 10㎛이하)를 배합한 실시 No.7, 8, 11, 12, 15, 16에서는 그 효과가 현저한다.

이러한 결과로부터 사용 물유리는 대략 1.5~2.8, 사용 슬래그는 평균입자지름이 1~10㎛이고, 비표면적 5,000㎠/g 이상의 것이 극히 현저한 효과를 발휘하는 것을 알 수 있다.

실시 No.21~28은 본 발명의 범위 내에 있는 표 1의 No.3의 물유리와 표 2의 No.4의 슬래그를 조합하여, 물유리의 농도를 변화시킨 예이다. 대단히 작은 SiO_2 농도(1.36%)의 물유리의 실시 No.21은 저강도이며, SiO_2 농도가 대단히 높은 (21.9%)실시 No.28에서는 고점성으로 겔화시간은 짧은데 비하여 저강도이다. 이와 같이, 물유리의 농도는 SiO_2 량이 배합액 중 1.5~20의 범위가 적당하다.

[3 물유리-슬래그-시멘트 · 소석회형]

상기 2의 물유리-슬래그형을 기본으로 하여, 이러한 형태에 시멘트 및 소석회를 혼합한 형태에 대하여, 그 배합과 겔화시간, 점성, 일축압축강도를 표 6에 나타낸다.

[표 6]

실시 No.	배합(전체량 1,000g)									겔화 시간 (분) 20±1℃	점성(20℃) CPS		일축압축강도 (kgf/㎠)	
	표1의 No.4의 물유리(g)	표2의 No.3의 슬래그 (g)	시멘트 표3의 No. (g)			소석회 표4의 No. (g)			물 (g)		2분후	20분후	양생일수(일) 7일후	양생일수(일) 49일후
			1	2	3	1	2	3						
(15)	318	125							575	50	9.3	4.8	12.0	25.0
29	318	100	25						575	40	35	110	13.0	25.8
30	318	100		25					575	29	19	70	18.0	27.0
31	318	100			25				575	24	16	55	19.5	28.7
32	318	80	45						575	12	78	겔화	13.1	26.5
33	318	80		45					575	7	50		19.1	28.1
34	318	80			45				575	5	40		20.5	30.6
35	318	60			65				575	2	겔화		21.0	31.6
36	318	100				25			575	30	75	300	18.1	27.1
37	318	100					25		575	18	52	120	22.4	31.7
38	318	100						25	575	12	38	95	23.3	32.2
39	318	80				45			575	8	148	겔화	20.0	29.6
40	318	80					45		575	5	100		26.0	33.3
41	318	80						45	575	2	겔화		27.2	34.0
42	318	80			25			20	575	4	65		23.0	31.5

표 6에 있어서, 실시 No.(15)는 대조로서 물유리와 슬래그만으로 이루어진 표 5의 실시 No.15를 다시 기입한 것이다. 실시 No.29~35는 실시 No.15의슬래그의 일부를 시멘트로 치환하는 형태이다. 어느 것도 점성은 증가하여 겔화시간이 단축되고, 강도는 강화된다. 이러한 정도는 시멘트량이 많을수록 현저하다. 시멘트 입자에 대해서는 작을수록, 즉 표 3의 No.1로부터 No.2, 다시 No.3으로 입자화될수록 겔화시간은 단축되고 강화되지만, 점성의 상승이 적지 않은 바람직한 결과가 얻어지며, 특히 평균입자지름이 1~10㎛이고, 비표면적이 5,000~15,000㎠/g(실시 No.30, 33), 바람직하게는 8,000㎠/g이상(실시 No.31,34)의 경우에 그 효과가 현저하다.

실시 No.36~42는 슬래그의 일부를 소석회로 치환한 형태로, 시멘트의 경우와 동일한 경향을 보인다. 이러한 경향은 시멘트의 경우보다도 더욱 현저하다.

이와 같이 점성은 상승하지만, 겔화시간을 단축하여, 강도, 특히 초기 강도의 강화가 명확하게 보이게 된다. 따라서, 본 발명의 물유리-슬래그의 형태에, 시멘트, 석회류, 특히 미립자 시멘트, 미립자 석회류를 일부 병용하는 경우에는 침투성이 다소 희생되더라도 겔화시간을 단축하고, 강도, 특히 초기강도를 높게 하도록 한 대상 지반에 적용하여 효과를 발휘한다.

[4 물유리-슬래그-칼슘 용출량 조정제형]

상기 2의 물유리-슬래그를 기본으로 하여, 이 형태의 칼슘 용출량 조정제중, 특히 효과가 있는 가용성 알칼리제, 즉 탄산수소나트륨, 탄산나트륨, 인산수소나트륨, 헥산메타인산나트륨을 첨가하여 혼합한 형태에 대해, 그 배합과 겔화시간, 점성, 일축압축강도를 표 7에 나타낸다.

[표 7]

실시 No.	배 합(전체량 1,000g)							겔화 시간 (분) 20±1℃	점성(20℃) CPS		일축압축강도 (kgf/㎠)	
	표1의 No.3의 물유리(g)	표2의 No.4의 슬래그 (g)	칼슘 용출량 조정제				물 (g)		2분후	20분후	양생일수(일)	
			탄산수소나트륨 (g)	탄산나트륨 (g)	인산나트륨 (g)	헥사메타인산(g)					7일후	49일후
(12)	292	125					583	22	6.3	35	15.5	30.0
43	292	125	2				581	24	6.0	31	15.1	29.5
44	292	125	6				577	30	5.8	27	14.9	29.2
45	292	125	10				573	92	5.3	22	13.6	26.9
46	292	125	14				569	160	4.1	16	10.0	21.3
47	292	125		5			578	25	6.1	32	15.2	29.3
48	292	125		8			575	29	5.9	28	15.0	29.0
49	292	125			17		566	28	5.3	26.6	15.4	29.8
50	292	125			26		557	49	4.6	23.0	15.1	29.1
51	292	125				8	575	26	5.0	26.2	15.4	29.7
52	292	125				15	568	28	4.5	23.6	15.3	29.5

표 7에서, 실시 No.(12)는 대조로서, 물유리-슬래그로 이루어진 표 5의 실시 No.12를 다시 기입한 것이다. 실시 No.43~52는 실시 No.12의 물유리-슬래그형을 5기본으로 하여, 여기에 탄산수소나트륨, 탄산나트륨, 인산수소나트륨, 헥사인산나트륨을 첨가한 형태이다.

첨가량이 많을수록, 겔화시간은 길어지고, 점성은 서서히 저하하는 경향을 보이지만, 고결체의 강도는 약간 서서히 적하되는 경향을 보인다. 따라서, 강도의 강화는 바람직하지 않지만 겔화시간을 길게 하여, 침투성의 향상을 도모하도록 대상 지반에 적용하여 효과를 발휘한다.

[5 침투 시험과 알칼리 용출시험]

제1도의 주입장치를 이용하여 본 발명에 따른 약액의 침투시험을 행하였다. 제1도에 있어서, 1은 압축기, 2,3은 압력계이다. 압축기(1)는 연결된 교반기(4)를 구비한 수조(5) 중에 본 발명에 따른 약액(6)을 채운다.

7은 아크릴 몰드이며, 여기에 모래(8)를 채운다. 수조(5)에 채워진 약액(6)은 압축기(1)의 작동에 의하여 아크릴 몰드(7) 내의 모래(8)로 도입된다. 여기에서, 약액(6)은 모래(8)에 침투되고, 즉시 침투된 약액(6)은 메스실린더(11)로 채취되며, 침투상황이 측정된다. 9,10은 금속망이다. 아크릴 몰드(7)에 채워진 모래(8)를 표 8에 나타내었으며, 또한 침투시험의 측정결과를 표 9에 나타내었다.

[표 8]

모래 No.	사용모래의 입자지름(㎛)	15%의 입자지름(㎛)	10%의 입자지름(㎛)
1	표준모래(74~420)	147	130
2	혼합모래(~420)	110	95
3	혼합모래(~420)	90	75
4	혼합모래(~420)	75	60

[표 9]

실험 No.	주입액	사용 모래	침투결과판정	일축압축강도
1	표 5의 No.12	표 8의 No.1	○	35.5
2		표 8의 No.2	○	30.4
3		표 8의 No.3	○	28.4
4		표 8의 No.4	○	25.2
5	표 5의 No.4	표 8의 No.1	△	××
6		표 8의 No.2	△	××
7		표 8의 No.3	×	××
8		표 8의 No.4	×	××
9	표 5의 No.20	표 8의 No.1	△	××
10		표 8의 No.2	△	××
11		표 8의 No.3	△	××
12		표 8의 No.4	△	××

표 9의 기호는 다음과 같은 의미를 나타낸다.

○ : 몰드로부터 배출된 주입액이 정상적으로 겔화되었다. 내부의 고결체는 정상.

△ : 배출된 주입액의 겔화가 지연되고, 내부의 고결상황은 하부는 단단하지만, 상부의 고결을 약하다.

× : 배출된 주입액의 겔화가 행해지지 않았으며, 내부의 고결상황은 하부에만 고결되고 상부는 고결하지 않음.

×× : 균등한 예가 얻어지지 않음.

(주) 일축압축강도는 1주일동안 몰드에서 양생후의 강도(kgf/㎠)이다.

또한, 상기 침투시험을 행한 후의 예를 깊이 20㎝, 가로 50㎝, 세로50㎝의 수조에 10㎝ 만큼 채워진 산모래에 매립하고, 물을 10㎝까지 채우고, 10일 후에 수조의 단부로부터 물을 채취하여 pH를 측정하였다. 그 결과를 표 10에 나타내었다.

[표 10]

실험 No.	표 9에 있어서의 고결체의 실험 No.	채취된 물의 pH 판정
13	1	○
14	2	○
15	3	○
16	4	○
17	5	△
18	6	△
19	7	×
20	8	×
21	9	△
22	10	×
23	11	×
24	12	×

표 10의 기호는 다음과 같은 의미를 나타낸다.

○ : pH가 10이하

△ : pH가 10~10.5

× : Ph가 10.5이상

이상의 검토 시험결과로부터, 2.8이상의 몰비의 물유리를 이용하는 경우(표 9의 실험 No.5~8), 슬래그가 분리되기 때문에, 침투가 불충분하게 된다. 또한, 1.5이하의 몰비의 물유리를 이용하는 경우(표 9의 실험 No.9~12)는 점성이 높고, 고결체의 상부에 있어서의 고결이 불충분하게 된다. 본 발명의 범위에 있는 실

험 No.1~4는 어느 것이든 우수한 침투결과가 얻어졌다.

또한, 침투수의 pH 시험에서는 표 10으로부터 2.8이상의 몰비의 물유리(실험 No.17~20)에서는 물유리와 슬래그가 분리되기 때문에, 물유리와 슬래그의 반응이불충분하여, 물유리의 알칼리가 용출되기 쉽게 되어, pH가 높게 된다. 1.5이하의 몰비의 물유리(실험 No.21~24)의 경우는 과잉 알칼리 때문에 pH가 더욱 높게 된다. 본 발명의 범위 내의 실험 No.13~16은 pH은 상승이 적고, 10이하를 보인다.

이상의 실시예로부터, 1.5~2.8의 몰비의 물유리와, 평균입자지름이 1~10㎛이고, 5,000~15,000㎠/g의 비표면적, 바람직하게는 8,000㎠/g이상의 비표면적의 미립자 슬래그만으로 이루어진 형태로 충분한 침투성, 고결강도가 우수하다는 것을 알 수 있다.

또한, 이러한 물유리-슬래그로 이루어진 상기 형태를 기본으로 하여, 여기에 시멘트, 석회류, 평균입자지름이 1~10㎛이고, 5,000~15,000㎠/g의 비표면적, 바람작하게는 8,000㎠/g이상의 비표면적을 가지는 미립자상의 시멘트, 슬래그 또는 칼슘 용출량 조정제를 첨가하여 혼합하는 것에 의하여, 주입 대상지반에 가장 적합하도록 겔화시간, 침투성, 고결강도의 조정을 도모할 수 있다.

본 실시예에서는 규사와 알칼리를 용융한 통상의 물유리를 사용하였지만, 3호 물유리를 알칼리를 첨가하여, 몰비를 1.5~2.8로 조정한 것을 이용하여도 좋다.

슬래그는 물입자 슬래그를 하나의 예로서 들었으나, 이 외의 규산성 슬래그전반에 대해서도 적용한다. 시멘트는 범용적인 포틀랜드 시멘트를 예로 들었으나, 이 외에 고로 시멘트, 알루미나 시멘트 등에도 적용할 수 있다. 석회류는 공업용 석회류를 예로 들었으나, 생석회도 수중에서 소석회로 변화하여 소석회와 동일한 경향을 보인다.

발명의 효과

1. 물유리와 슬래그로 이루어진 지반주입용 약액에 있어서, 몰비가 대략 1.5~2.8의 범위 내에 있는 물유리와 평륜입자지름이 대략 1~10㎛이고 비표면적이 5,000~15,000㎠/g, 바람직하게는 8,000㎠/g이상인 미립자 슬래그를 사용하는 것에 의하여 저점성을 유지하면서 비교적 긴 겔화시간을 요하여 확실하게 고결되며, 장기간에 걸쳐 고강도의 고결체가 얻어진다.

2. 상기 1의 물유리-슬래그의 형태를 기본으로 하여, 여기에 시멘트, 석회류, 그 중에서도 평균입자지름이 대략 1~10㎛에서 비표면적이 5,000~15,000㎠/g, 바람직하게는 8,000㎠/g이상인 시멘트, 석회류를 혼합하여 약간 점성이 증가되지만, 겔화시간이 조속하게 되도록 조정될 수 있고, 강도의 증강을 도모할 수 있다.

3. 상기 1의 물유리-슬래그의 형태를 기본으로 하여, 여기에 칼슘 용출량 조정제를 첨가하는 것에 의하여, 강도는 약간 저하되지만, 점성이 저하되어 겔화시간이 지연되도록 조정될 수 있으며, 침투성이 향상이 도모될 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

몰비[Sio_2]/[Na_2O]가 1.5~2.8의 범위인 물유리와, 평균입자지름이 1~10㎛이고 비표면적이 5,000~15,000㎠/g 이며 미립자 형상을 보이는 슬래그를 유효 성분으로 함유하고, 상기 물유리량이 전체 약액중 물유리중의 Sio_2로 환산하여 1.5~20 중량%이며, 여기에서 [Sio_2] 및 [Na_2O]는 각각 물유리 중의 Sio_2 및 Na_2O의 몰농도인 것을 특징으로 하는 지반주입용 약액.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 슬래그의 비표면적이 8,000~15,000㎠/g이상에서, 미립자상을 보이는 것을 특징으로 하는 지반주입용 약액.

청구항 3

제1항에 있어서, 시멘트 및 석회류를 추가적으로 함유하는 것을 특징으로 하는 지반주입용 약액.

청구항 4

제1항에 있어서, 칼슘 용출량 조정제를 추가적으로 함유하며, 상기 칼슘 용출량 조정제는 탄산염, 중탄산염 및 인산염의 그룹으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 지반 주입용 약액.

청구항 5

몰비[Sio_2]/[Na_2O]가 1.5~2.8의 범위인 물유리와, 평균입자지름이 1~10㎛이고 비표면적이 5,000~15,000㎠/g 이며 미립자 형상을 보이는 슬래그를 유효성분으로 하는 배합액을 A액으로 하고, 겔화 촉진제 배합액을 B액으로 하여, A,B합류액으로 이루어진 겔화시간 단축 그라우트를 지반으로 주입한 후, A액만을 주입하며, 여기에서, [Sio_2] 및 [Na_2O]는 각각 물유리 중의 Sio_2 및 Na_2O의 몰농도인 것을 특징으로 하는 지반주입공법.

청구항 6

몰비 [Sio_2]/[Na_2O]가 2.8보다도 높은 물유리를 A액으로 하고, 몰비[Sio_2]/[Na_2O]가 1.5~2.8의 범위에 있는 물유리 B액으로 하며, 겔화 촉진제 배합액을 C액으로 하고, 평균입자지름이 1~10㎛이고, 비표면적이 5,000~15,000㎠/g이며 미립자 형상을 보이는 슬래그를 D액으로 하여, A,C합류액으로 이루어진 순결성 슬

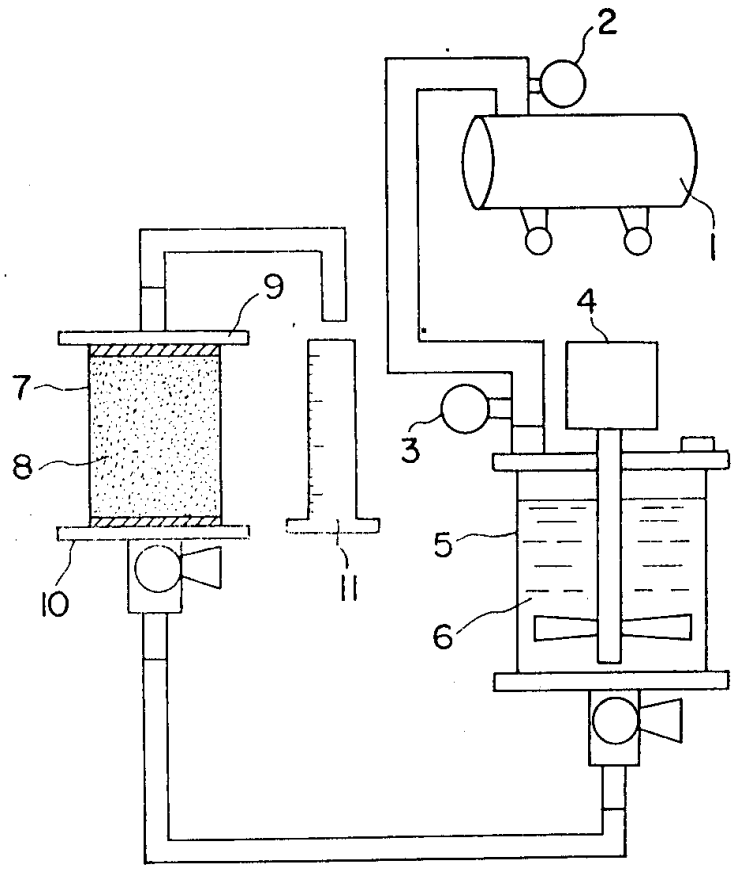
래그를 지반중에 주입한 후, B,D합류액으로 이루어진 완결성 슬래그를 주입하며, 여기에서 [Sio_2] 및 [Na_2O]는 각각 물유리 중의 Sio_2 및 Na_2O의 몰농도인 것을 특징으로 하는 지반주입공법.

청구항 7

제1항에 있어서, 시멘트를 추가적으로 함유하는 것을 특징으로 하는 지반주입용 약액.

청구항 8

제1항에 있어서, 석회류를 추가적으로 함유하는 것을 특징으로 하는 지반주입용 약액.

도면

도면1