



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0132165
(43) 공개일자 2013년12월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E02D 5/48 (2006.01) E02D 5/46 (2006.01)
C09K 17/06 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0056345

(22) 출원일자 2012년05월25일

심사청구일자 2012년05월25일

(71) 출원인

스키너스 주식회사

서울특별시 금천구 가산디지털1로 165, 1402호(가산동)

(72) 발명자

송기용

서울특별시 구로구 경인로 662, B동 1113호(신도림동, 디큐브시티아파트)

(74) 대리인

특허법인주원

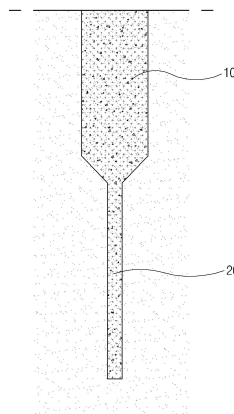
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 복합 파일구조물 및 그 시공방법

(57) 요약

본 발명은 지중에 상하방향으로 매설되는 파일구조물에 관한 것으로서, 상하방향을 따라 지중에 매설된 대형 파일부(10); 대형 파일부(10)의 폭에 비해 작은 폭을 갖도록, 대형 파일부(10)의 하단에서 하측으로 연장형성된 소형 파일부(20);를 포함하는 복합 파일구조물을 제시함으로써, 효율적이면서도, 천공장비의 과부하를 방지할 수 있도록 한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

지중에 상하방향으로 매설되는 파일구조물에 있어서,

상하방향을 따라 지중에 매설된 대형 파일부(10);

상기 대형 파일부(10)의 폭에 비해 작은 폭을 갖도록, 상기 대형 파일부(10)의 하단에서 하측으로 연장형성된 소형 파일부(20);를 포함하는 복합 파일구조물.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 대형 파일부(10) 및 소형 파일부(20)는 원통형 구조인 것을 특징으로 하는 복합 파일구조물.

청구항 3

제1항에 있어서,

지반이 하측을 향하여 연약층(a), 지지층(b)의 순서로 형성되는 경우,

상기 대형 파일부(10)의 하단은 상기 연약층(a)의 하부 또는 상기 지지층(b)의 상부에 위치하도록 매설되고,

상기 소형 파일부(20)는 상기 지지층(b)에 위치하도록 매설된 것을 특징으로 하는 복합 파일구조물.

청구항 4

제1항에 있어서,

지반이 하측을 향하여 제1 연약층(a1), 제1 지지층(b1), 제2 연약층(a2), 제2 지지층(b2)의 순서로 형성되는 경우,

상기 대형 파일부(10)의 하단은 상기 제1 연약층(a1)의 하부 또는 상기 제1 지지층(b1)의 상부에 위치하도록 매설되고,

상기 소형 파일부(20)의 하단은 상기 제2 연약층(a2)의 하부 또는 상기 제2 지지층(b2)의 상부에 위치하도록 매설된 것을 특징으로 하는 복합 파일구조물.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 대형 파일부(10) 및 소형 파일부(20)는 토사와 토양 고화제를 혼합주입에 의한 고화토에 의해 형성된 것을 특징으로 하는 복합 파일구조물.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 대형 파일부(10)는 토사와 토양 고화제를 혼합주입에 의한 고화토에 의해 형성되고,

상기 소형 파일부(20)는 강제 또는 콘크리트 재질의 심체(21)에 의해 형성된 것을 특징으로 하는 복합 파일구조물.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 심체(21)는 상부가 상기 대형 파일부(10)의 중앙부를 관통하도록 매설된 것을 특징으로 하는 복합 파일구조물.

청구항 8

제5항의 복합 파일구조물의 시공방법으로서,

상기 대형 파일부(10) 및 소형 파일부(20)의 형성을 위하여, 지반에 천공 홀(1)을 형성하는 천공단계;

상기 천공 홀(1)에 토사와 토양 고화제를 혼합주입하여 상기 대형 파일부(10) 및 소형 파일부(20)를 형성하는 기초 형성단계;를

포함하는 것을 특징으로 하는 복합 파일구조물의 시공방법.

청구항 9

제6항의 복합 파일구조물의 시공방법으로서,

상기 대형 파일부(10) 및 소형 파일부(20)의 형성을 위하여, 지반에 천공 홀(1)을 형성하는 천공단계;

상기 천공 홀(1)에 상기 심체(21)를 근입하여 상기 소형 파일부(20)를 형성하는 소형 파일부 형성단계;

상기 천공 홀(1)의 상부에 토사와 토양 고화제를 혼합주입하여 상기 대형 파일부(10)를 형성하는 대형 파일부 형성단계;를

포함하는 것을 특징으로 하는 복합 파일구조물의 시공방법.

청구항 10

제8항 또는 제9항에 있어서,

상기 토사는 상기 천공단계에서 발생하는 부상토인 것을 특징으로 하는 복합 파일구조물의 시공방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 토양 고화제는

염화칼슘 22.4~35.7 중량부, 염화암모늄 12~26 중량부, 염화마그네슘 21.42~34.68 중량부, 황산마그네슘 1.2~7 중량부, 알민산 소다 8~13 중량부, 리그린 설펜산염 4~10 중량부, 스테아린산 마그네슘 2.5~3.5 중량부, 2가 철 화합물 1~2 중량부를 포함하는 것을 특징으로 하는 복합 파일구조물의 시공방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

토양 1m³에 대하여, 상기 토양 고화제 1~2kg, 바인더 70~100kg을 혼입하여 고화시키는 것을 특징으로 하는 복합 파일구조물의 시공방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

토양 1m³에 대하여,

상기 토양 고화제의 수용액 30~35 ℓ 를 혼입하는 것을 특징으로 하는 복합 파일구조물의 시공방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 바인더는

시멘트 30~40 중량부, 슬래그 또는 플라이애쉬 50~60 중량부, 석고 5~15 중량부를 포함하는 것을 특징으로 하는 복합 파일구조물의 시공방법.

청구항 15

제11항에 있어서,

토양 1m³에 대하여, 상기 토양 고화제 0.7~1.5kg, 바인더 100~200kg, 플라이애쉬 또는 석분 20~25 중량부를 혼합하여 고화시키는 것을 특징으로 하는 복합 파일구조물의 시공방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

액상 규산나트륨 60~90 ℓ 를 추가로 혼합하여 고화시키는 것을 특징으로 하는 복합 파일구조물의 시공방법.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 바인더는

시멘트 30~40 중량부, 슬래그 또는 플라이애쉬 50~60 중량부, 석고 5~15 중량부를 포함하는 것을 특징으로 하는 복합 파일구조물의 시공방법.

청구항 18

제12항에 있어서,

토양 1m³에 대하여, 메타크릴수지와 실리카계 고화제를 혼합한 에멀전 용액 3~5 중량부 수용액 1~5 ℓ 를 더 첨가하는 것을 특징으로 하는 복합 파일구조물의 시공방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 토목 분야에 관한 것으로서, 상세하게는 파일구조물에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 구조물이 시공되는 지반의 지내력을 확보하기 위하여, 강관 파일, PHC 파일 등의 직선형 파일이 일반적으로 시공된다.

[0003] 그런데, 이러한 종래의 파일은 다음과 같은 문제가 있었다.

[0004] 첫째, 지반은 전체적으로 일정한 지내력을 갖도록 형성되는 것이 아니라, 깊이에 따라 지내력이 서로 다른 층(연약층, 암반 등의 지지층)이 존재하는데, 이에 불구하고, 깊이와 관계없이 모두 동일한 단면을 가지므로 효율적이지 못하다는 점이다.

[0005] 둘째, 고심도에서도 동일한 직경의 천공 홀을 형성하여야 하므로, 천공장비의 과부하가 발생한다는 점이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 도출된 것으로서, 효율적이면서도, 천공장비의 과부하를 방지할 수 있도록 하는 복합 파일구조물 및 그 시공방법을 제시하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 과제의 해결을 위하여, 본 발명은 지중에 상하방향으로 매설되는 파일구조물에 있어서, 상하방향을 따라 지중에 매설된 대형 파일부(10); 상기 대형 파일부(10)의 폭에 비해 작은 폭을 갖도록, 상기 대형 파일부(10)의 하단에서 하측으로 연장형성된 소형 파일부(20);를 포함하는 복합 파일구조물을 제시한다.

[0008] 상기 대형 파일부(10) 및 소형 파일부(20)는 원통형 구조인 것이 바람직하다.

[0009] 지반이 하층을 향하여 연약층(a), 지지층(b)의 순서로 형성되는 경우, 상기 대형 파일부(10)의 하단은 상기 연약층(a)의 하부 또는 상기 지지층(b)의 상부에 위치하도록 매설되고, 상기 소형 파일부(20)는 상기 지지층(b)에

위치하도록 매설된 것이 바람직하다.

- [0010] 지반이 하측을 향하여 제1 연약층(a1), 제1 지지층(b1), 제2 연약층(a2), 제2 지지층(b2)의 순서로 형성되는 경우, 상기 대형 파일부(10)의 하단은 상기 제1 연약층(a1)의 하부 또는 상기 제1 지지층(b1)의 상부에 위치하도록 매설되고, 상기 소형 파일부(20)의 하단은 상기 제2 연약층(a2)의 하부 또는 상기 제2 지지층(b2)의 상부에 위치하도록 매설된 것이 바람직하다.
- [0011] 상기 대형 파일부(10) 및 소형 파일부(20)는 토사와 토양 고화제를 혼합주입에 의한 고화토에 의해 형성된 것이 바람직하다.
- [0012] 상기 대형 파일부(10)는 토사와 토양 고화제를 혼합주입에 의한 고화토에 의해 형성되고, 상기 소형 파일부(20)는 강재 또는 콘크리트 재질의 심체(21)에 의해 형성된 것이 바람직하다.
- [0013] 상기 심체(21)는 상부가 상기 대형 파일부(10)의 중앙부를 관통하도록 매설된 것이 바람직하다.
- [0014] 본 발명은 상기 복합 파일구조물의 시공방법으로서, 상기 대형 파일부(10) 및 소형 파일부(20)의 형성을 위하여, 지반에 천공 홀(1)을 형성하는 천공단계; 상기 천공 홀(1)에 토사와 토양 고화제를 혼합주입하여 상기 대형 파일부(10) 및 소형 파일부(20)를 형성하는 기초 형성단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 복합 파일구조물의 시공방법을 제시한다.
- [0015] 본 발명은 상기 복합 파일구조물의 시공방법으로서, 상기 대형 파일부(10) 및 소형 파일부(20)의 형성을 위하여, 지반에 천공 홀(1)을 형성하는 천공단계; 상기 천공 홀(1)에 상기 심체(21)를 근입하여 상기 소형 파일부(20)를 형성하는 소형 파일부 형성단계; 상기 천공 홀(1)의 상부에 토사와 토양 고화제를 혼합주입하여 상기 대형 파일부(10)를 형성하는 대형 파일부 형성단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 복합 파일구조물의 시공방법을 제시한다.
- [0016] 상기 토사는 상기 천공단계에서 발생하는 부상토인 것이 바람직하다.
- [0017] 상기 토양 고화제는 염화칼슘 22.4~35.7 중량부, 염화암모늄 12~26 중량부, 염화마그네슘 21.42~34.68 중량부, 황산마그네슘 1.2~7 중량부, 알민산 소다 8~13 중량부, 리그린 설피산염 4~10 중량부, 스테아린산 마그네슘 2.5~3.5 중량부, 2가 철 화합물 1~2 중량부를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0018] 토양 1m³에 대하여, 상기 토양 고화제 1~2kg, 바인더 70~100kg을 혼입하여 고화시키는 것이 바람직하다.
- [0019] 토양 1m³에 대하여, 상기 토양 고화제의 수용액 30~35 ℓ 를 혼입하는 것이 바람직하다.
- [0020] 상기 바인더는 시멘트 30~40 중량부, 슬래그 또는 플라이애쉬 50~60 중량부, 석고 5~15 중량부를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0021] 토양 1m³에 대하여, 상기 토양 고화제 0.7~1.5kg, 바인더 100~200kg, 플라이애쉬 또는 석분 20~25 중량부를 혼입하여 고화시키는 것이 바람직하다.
- [0022] 액상 규산나트륨 60~90 ℓ 를 추가로 혼입하여 고화시키는 것이 바람직하다.
- [0023] 상기 바인더는 시멘트 30~40 중량부, 슬래그 또는 플라이애쉬 50~60 중량부, 석고 5~15 중량부를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0024] 토양 1m³에 대하여, 메타크릴수지와 실리카계 고화제를 혼합한 에멀전 용액 3~5 중량부 수용액 1~5 ℓ 를 더 첨가하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0025] 본 발명은 효율적이면서도, 천공장비의 과부하를 방지할 수 있도록 하는 복합 파일구조물 및 그 시공방법을 제시한다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1 이하는 본 발명의 실시예를 도시한 것으로서,
 도 1은 제1 실시예의 단면도.
 도 2는 제2 실시예의 단면도.

도 3은 제3 실시예의 단면도.

도 4는 제4 실시예의 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하, 첨부도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 관하여 상세히 설명한다.
- [0028] 도 1 이하에 도시된 바와 같이, 본 발명은 지중에 상하방향으로 매설되는 파일구조물에 관한 것으로서, 상하방향을 따라 지중에 매설된 대형 파일부(10); 대형 파일부(10)의 폭에 비해 작은 폭을 갖도록, 대형 파일부(10)의 하단에서 하측으로 연장형성된 소형 파일부(20);를 포함하여 구성된다.
- [0029] 즉, 단면의 크기가 서로 상이한 대형 파일부(10) 및 소형 파일부(20)를 상하방향으로 배치한 복합 파일구조물에 관한 것이다.
- [0030] 이는 다음과 같은 효과를 얻도록 한다.
- [0031] 첫째, 지반은 전체적으로 일정한 지내력을 갖도록 형성되는 것이 아니라, 깊이에 따라 지내력이 서로 다른 층(연약층, 암반 등의 지지층)이 존재하는데, 이에 맞추어 단면의 크기가 서로 상이한 파일부를 배치할 수 있으므로, 효율적인 구조를 얻을 수 있다.
- [0032] 둘째, 고심도에서는 소형 파일부(20)의 형성을 위하여, 저심도의 경우(대형 파일부)에 비해 작은 직경의 천공홀을 형성하면 족하므로, 천공장비의 과부하를 방지할 수 있다.
- [0033] 대형 파일부(10) 및 소형 파일부(20)는 원통형 구조를 취하는 것이 천공 홀 형성작업의 편의성 측면에서 바람직하다.
- [0034] 지반이 하측을 향하여 연약층(a), 지지층(b)의 순서로 형성되는 경우에는, 대형 파일부(10)의 하단이 연약층(a)의 하부 또는 지지층(b)의 상부에 위치하도록 매설하고, 소형 파일부(20)는 지지층(b)에 위치하도록 매설하는 것이 바람직하다(도 2).
- [0035] 이 경우, 지지층(b)에 매설된 소형 파일부(20)는 대형 파일부(10)에 의한 지내력을 보강, 보충하는 역할을 하므로, 소형 파일부(20)가 없는 경우에 비해 대형 파일부(10)의 단면을 축소할 수 있다는 효과가 있다.
- [0036] 또한 강도가 높은 고심도의 지지층(b)에 대한 천공작업 시 천공 홀의 직경을 작게 할 수 있으므로, 천공장비의 과부하를 방지할 수 있다.
- [0037] 여기서, 연약층, 지지층이란, 지반 위에 시공되는 구조물의 성격 기타 현장 여건에 따라 정해질 수 있는 상대적인 개념으로서, 일반적으로 풍화토, 풍화암 등의 지층은 지지층에 해당하고, 이보다 지내력이 약한 지층은 연약층에 해당한다고 볼 것이다.
- [0038] 지반이 하측을 향하여 제1 연약층(a1), 제1 지지층(b1), 제2 연약층(a2), 제2 지지층(b2)의 순서로 형성되는 경우에는, 대형 파일부(10)의 하단은 제1 연약층(a1)의 하부 또는 제1 지지층(b1)의 상부에 위치하도록 매설되고, 소형 파일부(20)의 하단은 제2 연약층(a2)의 하부 또는 제2 지지층(b2)의 상부에 위치하도록 매설된 구성을 취하는 것이 바람직하다(도 3).
- [0039] 이 경우, 만약 소형 파일부(20)가 없다면, 제2 연약층(a2)으로 인하여 대형 파일부(10)의 안정적인 지내력을 기대할 수 없을 것이나, 본 발명에 의한 공법의 경우에는 소형 파일부(20)가 제2 연약층(a2)을 지나 제2 지지층(b2)에 의해 지지되는 구조를 취하므로, 전체적으로 우수한 구조적 안정성을 얻을 수 있다.
- [0040] 대형 파일부(10) 및 소형 파일부(20)를 토사와 토양 고화제를 혼합주입에 의한 고화토에 의해 형성하는 경우, 프리캐스트 파일의 운반 및 근입작업이나, 현장타설에 의한 파일 형성작업을 생략하고, 간편하게 파일부를 형성할 수 있다는 장점이 있다.
- [0041] 나아가, 대형 파일부(10)는 토사와 토양 고화제를 혼합주입에 의한 고화토에 의해 형성되고, 소형 파일부(20)는 강재 또는 콘크리트 재질의 심체(21)에 의해 형성된 구조를 취하는 경우, 소형 파일부(20)의 구조적 안정성 및 시공성 측면에서 더욱 바람직하다.
- [0042] 여기서 심체(21)는 강봉, 강관, H 파일, PHC 파일 등의 구조를 적용할 수 있다.
- [0043] 이러한 심체(21)는 상단이 고화토에 의한 대형 파일부(10)의 중앙부를 관통하도록 매설된 구조를 취하는 것이,

구조적 안정성 측면에서 바람직하다.

- [0044] 이하, 본 발명에 의한 복합 기초구조물의 시공방법에 관하여 설명한다.
- [0045] 대형 파일부(10) 및 소형 파일부(20)를 모두 고화토에 의해 형성하는 경우에는, 대형 파일부(10) 및 소형 파일부(20)의 형성을 위하여, 지반에 천공 홀(1)을 형성하는 천공단계; 천공 홀(1)에 토사와 토양 고화제를 혼합주입하여 대형 파일부(10) 및 소형 파일부(20)를 형성하는 기초 형성단계;에 의해 시공될 수 있다.
- [0046] 소형 파일부(20)를 별도의 심체(21)에 의해 형성하는 경우에는 다음과 같은 공정에 의해 이루어진다.
- [0047] 대형 파일부(10) 및 소형 파일부(20)의 형성을 위하여, 지반에 천공 홀(1)을 형성하고, 천공 홀(1)에 심체(21)를 근입하여 소형 파일부(20)를 형성한다.
- [0048] 천공 홀(1)의 상부에 토사와 토양 고화제를 혼합주입하여 대형 파일부(10)를 형성한다.
- [0049] 먼저 천공 홀(1)의 상부 영역에 대형 파일부(10)를 형성한 후, 그 대형 파일부(10)의 경화 전, 심체(21)를 근입하는 방식을 취할 수도 있다.
- [0050] 토양 고화제와 혼합하는 토사는 현장발생토를 적용하면 충분하고, 위 천공단계에서 발생하는 부상토를 사용하더라도 무방하다.
- [0051] 이하, 본 발명에 의한 공법에 사용되는 토양 고화제에 관하여 설명한다.
- [0052] 토양 고화제는 기본적으로, 염화칼슘 22.4~35.7 중량부, 염화암모늄 12~26 중량부, 염화마그네슘 21.42~34.68 중량부, 황산마그네슘 1.2~7 중량부, 알민산 소다 8~13 중량부, 리그린 설펜산염 4~10 중량부, 스테아린산 마그네슘 2.5~3.5 중량부, 황산철과 같은 2가 철 화합물 1~2 중량부를 포함하여 구성된다.
- [0053] 양질토의 경우에는, 토양 1m³에 대하여, 위 토양 고화제 1~2kg, 시멘트를 포함하는 바인더 70~100kg을 혼입하여 고화시키는 것만으로도 20kgf/cm² 이상의 압축강도 및 우수한 동결융해성, 불투수성을 얻을 수 있다.
- [0054] 이때, 알민산 소다는 8~11 중량부, 리그린 설펜산염은 4~7 중량부를 적용하면 충분하다.
- [0055] 여기서, 토양 고화제는 수용액의 형태로, 토양 1m³에 대하여 30~35 ℓ를 혼입하는 것이 시공성, 구조적 안정성을 위하여 바람직하다.
- [0056] 바인더로는 시멘트만을 적용할 수도 있으나, 시멘트 30~40 중량부, 슬래그 또는 플라이애쉬 50~60 중량부, 석고 5~15 중량부를 포함하는 구성을 취하는 경우 더욱 우수한 물성을 얻을 수 있고, 이들은 위 토양 고화제와 혼입하여 프리믹스(pre-mix) 형태로 제공될 수 있다.
- [0057] 부산물 페토류(연약 점성토, 폐 미세 토사, 마사토, 슬러지, 오니 등)가 다량 혼입된 토양의 경우에는, 토양 1m³에 대하여, 위 토양 고화제 0.7~1.5kg, 바인더 100~200kg, 플라이애쉬(Fly ash) 또는 석분 20~25 중량부를 혼입하여 고화시키는 것이 바람직하다.
- [0058] 플라이애쉬 또는 석분은 토계 골재인 무기 재료로서 토양에 혼입되어 보강제의 역할을 하므로, 부산물 페토류가 다량 존재하는 경우 고화제와 함께 토양에 혼입되어, 압축강도, 인장강도, 내마모성 내하중성, 동결융해성이 우수한 입상화물을 제공하는 역할을 한다.
- [0059] 이와 더불어 토양 1m³에 대하여, 액상 규산나트륨 60~90 ℓ를 추가로 혼입하는 경우, 더욱 우수한 고화 효과를 얻을 수 있다.
- [0060] 액상 규산나트륨(Na₂O-nSiO₂-xH₂O)에 함유된 알칼리 성분(Na₂O)은 포졸란에 함유된 실리카 성분을 활성화함과 아울러, 실리카 또는 음이온 부분을 칼슘 실리케이트 화합물로 형성한다.
- [0061] 이는 토양과 시멘트 및 규산나트륨 간에 GeI 시간을 단축시켜 급결제의 특성도 함께 갖도록 한다.
- [0062] 특히 규산나트륨을 변성시킨 액상 규산나트륨(3초 급결성)은 저몰비(2.0~2.5)의 강알칼리성 수용액에 해당하므로, 규산나트륨의 내수성의 물성을 얻을 수 있고, 품위변화를 요구하는 토계 골재의 주성분인 SiO₂, Al₂O₃, F₁2O₃, CaO 등에 의해 조성되므로, 강고하게 결합한 경화체에 의한 영구 구조체를 얻을 수 있다.
- [0063] 이에 따라, 액상 규산나트륨은 포졸란 반응성을 높이므로, 조기강도 발현, 경화촉진, 우수한 내구성 등의 효과를 얻도록 한다.

표 1

항 목	3중 (3호)
비중(20℃)	1.380 이상
이산화 규소(SiO ₂) (%)	28~30
산화나트륨(Na ₂ O) (%)	9~10
철(Fe) (%)	0.03 이하
물 비	2.0~2.5

[0064]

[0065]

[0066]

[0067]

[0068]

[0069]

[0070]

[0071]

[0072]

[0073]

[0074]

[0075]

[0076]

[0077]

[0078]

[0079]

[0080]

[0081]

[0082]

표 1은 액상 규산나트륨(KS M 1415)의 물성을 나타낸 것이다.

본 실시예의 경우에도, 바인더로는 시멘트만을 적용할 수도 있으나, 시멘트 30~40 중량부, 슬래그 또는 플라이 애쉬 50~60 중량부, 석고 5~15 중량부를 포함하는 구성을 취하는 경우 더욱 우수한 물성을 얻을 수 있고, 이들은 위 토양 고화제와 혼입하여 프리믹스(pre-mix) 형태로 제공될 수 있다.

연약지반의 경우에는, 토양 1m³에 대하여, 위 토양 고화제 1~2kg, 시멘트를 포함하는 바인더 70~100kg을 혼입하여 고화시키는 것만으로 10~50kgf/cm² 이상의 압축강도 및 우수한 동결융해성, 불투수성(투수계수 1 × 10⁻⁷ cm/sec)을 얻을 수 있다.

연약점성토 및 저니 점결토의 경우, 함수비가 높고 유기물(Humic산)에 분산 생성된 고분자 화합물 등이 토립자 주위의 부착수에 용해되어 있으므로, 이에 시멘트가 포함된 고화제를 주입하는 경우, 시멘트 Paste층이 갈습이 온과 반응하여 시멘트 수화물 표면에 불투수막을 형성한다는 문제가 있다.

본 실시예에서 토양 고화제는 알민산 소다 11.1~13 중량부, 리그린 설펜산염 7.1~10 중량부를 사용하는데, 이들 성분은 연약한 토립자 간에 고른 분산과 연약토의 점결성을 높이고 안정적인 수화반응을 유도한다는 특징이 있다.

여기서, 토양 고화제는 수용액의 형태로, 토양 1m³에 대하여 30~35ℓ를 혼입하는 것이 시공성, 구조적 안정성을 위하여 바람직하다.

바인더로는 시멘트만을 적용할 수도 있으나, 시멘트 30~40 중량부, 슬래그 또는 플라이애쉬 50~60 중량부, 석고 5~15 중량부를 포함하는 구성을 취하는 경우 더욱 우수한 물성을 얻을 수 있고, 이들은 위 토양 고화제와 혼입하여 프리믹스(pre-mix) 형태로 제공될 수 있다.

위 토양 고화제와 함께, 메타크릴수지와 실리카계 고화제를 혼합한 에멀전 용액 3~5 중량부 수용액 1~5ℓ를 더 첨가하는 경우, 토립자 간의 화학 결합에 의해 3차원 망상구조가 이루어져 가교 경화 반응이 더욱 촉진된다는 장점이 추가된다.

이하, 본 발명에 의한 공법 및 토양 고화제의 효과를 입증하기 위한 시험예에 관하여 설명한다.

토양 고화제는 염화칼슘 29.4 중량부, 염화암모늄 20 중량부, 염화마그네슘 28 중량부, 황산마그네슘 3 중량부, 알민산 소다 9 중량부, 리그린 설펜산염 6 중량부, 스테아린산 마그네슘 3 중량부, 황산철 1.6 중량부의 혼입에 의해 형성하였다.

이를 대상 토양에 1kg/m³ 첨가하여 공시체를 제작하였다.

시험방법은 폐기물공정시험기준(환경부고시 제2011-3호)에 의거하여 다음과 같은 관련 표준을 적용하였다.

KS F 2302 흙의 입도 시험 방법

KS F 2303 흙의 액성 한계, 소성 한계 시험 방법

KS F 2306 흙의 함수비 시험 방법

KS F 2308 흙의 밀도 시험 방법

KS F 2312 흙의 다짐 시험 방법

KS F 2322 흙의 투수 시험 방법

- [0083] KS F 2324 흙의 공학적 분류 방법
- [0084] KS F 2328 토양-시멘트의 압축강도 시험 방법
- [0085] KS F 2329 시험실에서 토양-시멘트의 압축 및 강도 시험용 공시체를 제작하고 양생하는 방법
- [0086] KS F 2331 토양-시멘트 혼합물의 함수량과 밀도 관계 시험 방법

[0087] 시멘트는 국내산 1종 보통포틀랜드시멘트(OPC)를 사용하였고, 대상 토양은 2mm 체 통과분, 밀도 2.615, 염화물 함유량 0.02%, SM을 사용하였으며, 배합수는 일반 수돗물을 사용하였다.

[0088] 본 발명에 의한 고화제와 시멘트의 배합은 다음과 같이 하였다.

표 2

(단위:kg/m³)

[0089]

No.	시료명	단위 시멘트량	대상토	바인더스5000
1	C70B1	70	2571	1
2	C80B1	80	2563	1
3	C100B1	100	2546	1

[0090] 여기서, C70B1은 토양 1m³에 시멘트 70kg, 고화제 1kg이 혼입됨을 의미하고, C80B1은 토양 1m³에 시멘트 80kg, 고화제 1kg이 혼입됨을 의미한다.

[0091] 압축강도 시험은 KS F 2328에 의거하여 유압식 압축시험기를 사용하여 토양-시멘트 공시체의 고화제 첨가에 따른 재령 3, 7 및 28일 압축강도 시험을 수행하였다.

[0092] 투수 시험은 KS F 2322를 기준으로 C70B1 배합을 적용하고 토양-시멘트 공시체의 고화제 첨가 유무에 따른 투수 시험을 수행하였다.

[0093] 유해물질 용출 시험은 폐기물공정시험기준(환경부고시 제 2011-3호)에 따라 본 발명에 의한 고화제를 사용하여 시험항목 Pd, Cd, Cr⁶⁺, Cu, Hg, As, CN⁻, 유기인, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 기름성분 등 11가지 항목에 대해서 유해물질 용출 유무 시험을 수행하였다.

[0094] KS F 2331 시험방법에 따른 배합별 단위시멘트량에 따른 최대건조밀도 및 최적함수비 시험 결과는 다음과 같다.

표 3

[0095]

No.	단위 시멘트량 (kg/m ³)	최대 건조밀도 (kg/m ³)	최적 함수비 (%)
1	50	1928	9.8
2	70	1933	9.7
3	75	1935	9.7
4	80	1936	9.7
5	90	1939	9.6
6	100	1942	9.5
7	120	1946	9.5
8	150	1955	9.3
9	200	1972	9.0

[0096] 단위 시멘트량에 대한 최대건조밀도 및 최적함수비의 관계는 도 1의 그래프와 같다.

[0097] 압축강도는 KS F 2328에 따라 시험하였으며, 토양-시멘트 공시체의 고화제 첨가 유무에 따라 재령 3, 7 및 28일 압축강도 시험을 수행한 시험결과는 다음과 같다.

표 4

[0098]

No.	시료명	압축강도(MPa)		
		3일	7일	28일
1	C70B0	0.2	0.7	1.0
2	C70B1	0.6	1.0	1.6
3	C100B0	1.1	1.4	-
4	C100B1	1.2	1.8	-
5	C120B0	1.5	2.1	-
6	C120B1	1.5	2.5	-

[0099]

여기서, C70B0은 토양 1m²에 시멘트 70kg, 고화제 0kg이 혼입됨을 의미하고, C100B0은 토양 1m²에 시멘트 100kg, 고화제 0kg이 혼입됨을 의미한다.

[0100]

투수 시험은 KS F 2322를 기준으로 C70B0 및 C70B1 배합을 적용한 재령 5일의 공시체를 대상으로 하였고, 투수 계수(k) 시험 결과는 다음과 같다.

표 5

[0101]

구분	투수계수 (cm/s)
C70B0	6.1×10^{-5}
C70B1	2.5×10^{-5}

[0102]

폐기물공정시험기준(환경부고시 제2011-3호)에 따라 고화제를 사용하여 시험항목 Pd, Cd, Cr⁶⁺, Cu, Hg, As, CN⁻, 유기인, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 기름성분 등에 대한 유해물질 용출시험을 실시하여, 아래와 같은 결과를 얻었다.

표 6

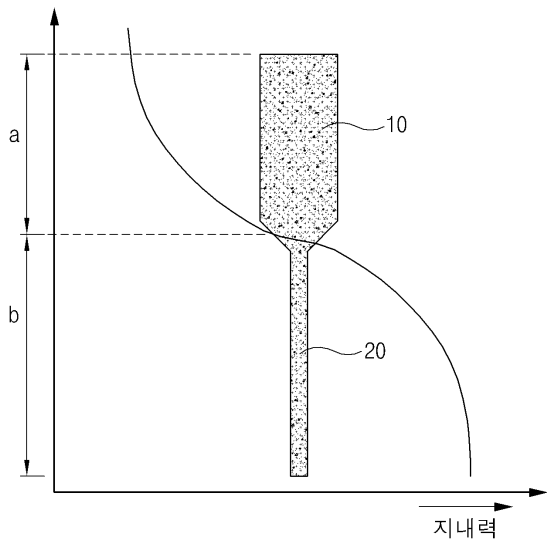
[0103]

시험항목	단위	시험결과	시험방법
Pd	mg/L	검출안됨	폐기물공정시험기준 (환경부고시 제2011-3호)
Cd	mg/L	검출안됨	폐기물공정시험기준 (환경부고시 제2011-3호)
Cr ⁶⁺	mg/L	검출안됨	폐기물공정시험기준 (환경부고시 제2011-3호)
Cu	mg/L	검출안됨	폐기물공정시험기준 (환경부고시 제2011-3호)
Hg	mg/L	검출안됨	폐기물공정시험기준 (환경부고시 제2011-3호)
As	mg/L	검출안됨	폐기물공정시험기준 (환경부고시 제2011-3호)
CN ⁻	mg/L	검출안됨	폐기물공정시험기준 (환경부고시 제2011-3호)
유기인	mg/L	검출안됨	폐기물공정시험기준 (환경부고시 제2011-3호)
트리클로로에틸렌	mg/L	검출안됨	폐기물공정시험기준 (환경부고시 제2011-3호)
테트라클로로에틸렌	mg/L	검출안됨	폐기물공정시험기준 (환경부고시 제2011-3호)
기름성분	mg/kg	검출안됨	폐기물공정시험기준 (환경부고시 제2011-3호)

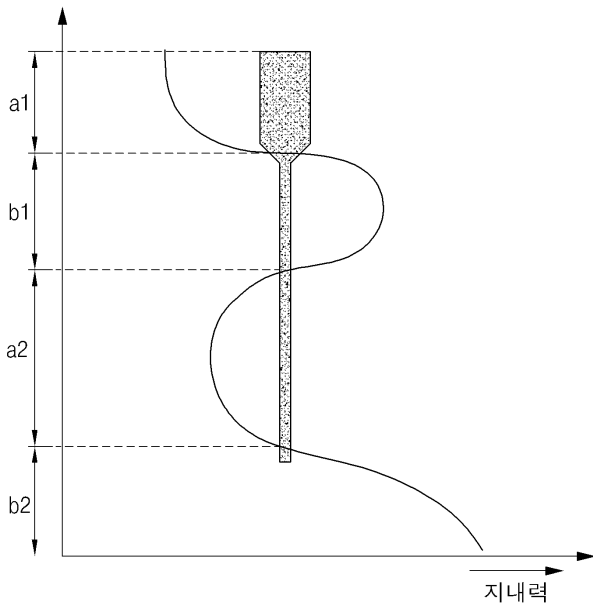
[0104]

직화상분석은 C70B0 및 C70B1 시험체의 표면 연마 후 ×100 배율로 촬영한 화상을 대상으로 하였고, 단면은 도

도면2



도면3



도면4

