



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. E02D 3/12 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년03월27일 10-0699430 2007년03월19일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2004-0075779 2004년09월22일 2004년09월22일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2006-0027442 2006년03월28일
----------------------------------	---	------------------------	--------------------------------

(73) 특허권자 주식회사 제일종합통상
 서울특별시 영등포구 영등포동7가 94-325 오성빌딩 301호

(72) 발명자 윤재철
 서울특별시 노원구 월계2동 주공아파트 212동 401호

(74) 대리인 주종호

(56) 선행기술조사문헌 JP11124574 A JP2001271337 A KR1020010096536 A * 심사관에 의하여 인용된 문헌	JP11193382 A KR100469525 B1 KR200351848 Y1
---	--

심사관 : 전병호

전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 고압분사 그라우트재 주입장치 및 이를 이용한 지반개량공법

(57) 요약

본 발명은 지반 중의 공동이나 사력층 등의 큰 간극, 지반과 구조물과의 경계면의 공동 등에 충전하는데 사용하는 고압분사 그라우트재 주입장치 및 이를 이용한 지반개량공법을 제공하는데 그 목적이 있다.

상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 고압분사 그라우트재 주입장치는 상부에 위치되며, 압축공기주입구, 초고압수주입구, 그라우트재주입구가 형성된 스위벨과; 상기 스위벨의 하부에 장착됨과 동시에 각각 연통되며, 압축공기통로, 초고압수통로, 그라우트재통로가 형성된 3중관로드와; 상기 3중관로드의 하부에 장착됨과 동시에 각각 연통되며, 압축공기분사구, 초고압수분사구, 그라우트재분사구가 형성된 모니터와; 상기 모니터의 내측면 하단부에 설치된 체크밸브와; 상기 모니터의 최하단에 고정 장착되며, 지반 굴착을 하는 굴착 비트로 구성되는 고압분사 그라우트재 주입장치에 있어서, 상기 가소상 그라우트재주입구에는 가소상 그라우트재를 주입하되, 상기 가소상 그라우트재는 그라우트 1m³당 약 200 내지 500kg의 시멘트를 함유한 시멘트 현탁액 또는 혼화제 및 골재를 혼합한 경화발현재와, 염기성 황산알루미나 용액을 주재료로 하되, 상기 황산알루미나의 염기도가 2 이상이고, (시멘트 중량/100) + (황산알루미나 중의 알루미늄 중량/√황산알루미나의 염기도)의 값이 1.33 이상인 조건을 만족시키도록 혼합하고 주입하여, 수산화 알루미늄 졸을 생성시키도록 하며, 상기 그라우트재주입구에는 팽창성 그라우트재를 주입하되, 상기 팽창성 그라우트재는 경화발현재를 주성분으로 한 유동

성의 현탁액을 A액으로 하고, 몬모닐로나이트 점토 광물과 알루미늄 분말을 주성분으로 한 유동성의 점성액을 B액으로 하고, 상기 A액 및 B액을 각각 별도의 믹싱장치에 의해 토출펌프 주입구 부근에서 상기 A액과 B액을 혼합하여 주입함을 특징으로 한다.

또한, 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 고압분사 그라우트재 주입장치를 이용한 지반개량공법은 대상 지반에 고압분사 그라우트재 주입장치를 설치함과 동시에 지중을 상기 고압분사 그라우트재 주입장치의 하단부에 위치한 굴착비트를 이용하여 지반을 천공하면서, 스위벨의 압축공기주입구와 초고압수주입구를 통하여 압축공기와 초고압수를 회전 분사시켜 지반을 절삭 파쇄시켜 지상으로 슬라임을 배출시키는 단계; 상기 스위벨의 압축공기주입구, 가소상 그라우트재주입구, 그라우트재주입구에 압축공기, 염기성 황산알루미늄, 가소상 그라우트재 및 팽창성 그라우트재를 각각 주입함과 동시에 상기 모니터에 장착된 압축공기분사구, 그라우트재분사구를 통하여 압축공기, 가소상 그라우트재와 팽창성 그라우트재를 함께 분사시켜, 지중에 주상형 고결체를 형성하는 단계로 이루어짐을 특징으로 한다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

상부에 위치되며, 압축공기주입구(15), 초고압수주입구(14), 가소상 그라우트재주입구(12), 그라우트재주입구(16)가 형성된 스위벨(10)과; 상기 스위벨(10)의 하부에 장착됨과 동시에 각각 연통되며, 압축공기통로(22), 초고압수통로(24), 그라우트재통로(26)가 형성된 3중관로드(20)와; 상기 3중관로드(20)의 하부에 장착됨과 동시에 각각 연통되며, 압축공기분사구(32), 초고압수분사구(34), 그라우트재분사구(36)가 형성된 모니터(30)와; 상기 모니터(30)의 내측면 하단부에 설치된 체크밸브(40)와; 상기 모니터(30)의 최하단에 고정 장착되며, 지반(G)굴착을 하는 굴착비트(50)로 구성되는 고압분사 그라우트재 주입장치에 있어서,

상기 가소상 그라우트재 주입구(12)에는 가소상 그라우트재를 주입하되, 상기 가소상 그라우트재는 그라우트 1m³당 약 200 내지 500kg의 시멘트를 함유한 시멘트 현탁액 또는 골재 및 첨가제를 혼합한 경화발현재와, 염기성 황산알루미나(가소상 그라우트재) 용액을 주재료로 하되, 상기 황산알루미나의 염기도가 2 이상이고, (시멘트 중량/100) + (황산알루미나 중의 알루미나 중량/√황산알루미나의 염기도)의 값이 1.33 이상인 조건을 만족시키도록 혼합하고 주입하여, 수산화 알루미늄 졸을 생성시키도록 하며,

상기 그라우트재주입구(16)에는 팽창성 그라우트재를 주입하되, 상기 팽창성 그라우트재는 경화발현재를 주성분으로 한 유동성의 현탁액을 A액으로 하고, 몬모닐로나이트 점토 광물과 알루미늄 분말을 주성분으로 한 유동성의 점성액을 B액으로 하고, 상기 A액 및 B액을 각각 별도의 믹싱장치에 의해 토출펌프입구 부근에서 상기 A액과 B액을 혼합하여 주입함을 특징으로 하는 고압분사 그라우트재 주입장치.

청구항 2.

대상 지반(G)에 고압분사 그라우트재 주입장치(A)를 설치함과 동시에 지중을 상기 고압분사 그라우트재 주입장치(A)의 하단부에 위치한 굴착비트(50)를 이용하여 지반(G)을 천공하면서, 스위벨(10)의 압축공기주입구(15)와 초고압수주입구(14)를 통하여 압축공기와 초고압수를 회전 분사시켜 지반(G)을 절삭 파쇄시켜 지상으로 슬라임을 배출시키는 단계;

상기 스위벨(10)의 압축공기주입구(15), 가소상 그라우트재주입구(12), 그라우트재주입구(16)에 압축공기, 가소상 그라우트재 및 팽창성 그라우트재를 각각 주입함과 동시에 상기 모니터(30)에 장착된 압축공기분사구(32), 초고압수분사구(34) 및 그라우트재분사구(36)를 통하여 압축공기, 가소상 그라우트재와 팽창성 그라우트재를 함께 분사시켜, 지중에 주상형 고결체(P)를 형성하는 단계로 이루어짐을 특징으로 하는 고압분사 그라우트재 주입장치를 이용한 지반개량공법.

청구항 3.

제 2항에 있어서,

상기 가소상 그라우트재는 그라우트 1m³당 약 200 내지 500kg의 시멘트를 함유한 시멘트 현탁액 또는 혼화재 및 골재를 혼합한 경화발현재와, 염기성 황산알루미나 용액을 주재료로 하되,

상기 황산알루미나의 염기도가 2 이상이고, (시멘트 중량/100) + (황산알루미나 중의 알루미늄 중량/√황산알루미나의 염기도)의 값이 1.33 이상인 조건을 만족시키도록 혼합하고 주입하여, 수산화 알루미늄 졸을 생성시키는 것을 특징으로 하는 고압분사 그라우트재 주입장치를 이용한 지반개량공법.

청구항 4.

제 2항에 있어서,

상기 팽창성 그라우트재는 경화발현재를 주성분으로 한 유동성의 현탁액을 A액으로 하고, 몬모닐로나이트 점토 광물과 알루미늄 분말을 주성분으로 한 유동성의 점성액을 B액으로 하고, 상기 A액 및 B액을 각각 별도의 믹싱장치에 의해 고압펌프 흡입구 부근에서 상기 A액과 B액을 혼합하여 고압분사구를 통하여 지반에 교반 침투하고 2차적으로 시멘트의 알칼리 성분과 알루미늄분말의 화학적 반응에 의해 발포로인하여 그라우트재가 팽창되어 원지반과 그라우트재가 압밀되는 것을 특징으로 하는 고압분사 그라우트재 주입장치를 이용한 지반개량공법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 고압분사 그라우트재 주입장치 및 이를 이용한 지반개량공법에 관한 것으로, 특히 지반 중의 공동이나 사력층 등의 큰 간극, 지반과 구조물과의 경계면의 공동 등에 충전하는데 사용하는 고압분사 그라우트재 주입장치 및 이를 이용한 지반개량공법에 관한 것이다.

일반적으로 지반주입공법은 지반 속에 약액·시멘트 밀크 등의 응결체를 주입, 굳힘으로써 지반의 강도를 증가시키는 공법으로서, 초고압분사 충전공법(SIG 공법), 고압충전공법(SRC 공법), 초고압분사 교반공법(RJP 공법), 고압분사 교반공법(JSP 공법) 등이 널리 사용되고 있다.

여기서, 상기한 SIG 공법은 초고압($P=400\sim600\text{kg/cm}^2$)의 제트류를 분사하면서 회전시켜 연약토를 배출시키고, 배출된 공간에 직경($\Phi=1200\sim2000\text{mm}$) 정도의 대구경 원주형 고결체를 조성하는 공법으로, 주로 토사층, 사력층, 자갈층, 연암층 및 $N<10$ 인 점성토층에 사용된다.

상기한 바와 같은 SIG 공법은 기존의 제트 그라우팅의 단점인 고압분사 주입으로 인한 주변지반 융기 문제와 분출수로 인한 원지반 연약화 문제를 해결할 수 있고, 다중관 로드의 회전인발 속도를 조절할 수 있어 단면의 크기조절이 용이하며, 고압수로 석회암 공동이나 파쇄대의 연약한 토사분을 배출시키면서, 배출된 공간에 시멘트 밀크를 주입하여 원지반과 전혀 다른 성질의 지반 강도 및 내구성이 우수한 보강지반을 형성할 수 있으며, 특히 치환공법이므로 보강 후 강도 증가가 현저한 장점이 있다.

그러나 상기한 바와 같은 SIG 공법은 대규모 공동이 상호 연결되어 있는 경우에는 그라우트 주입량이 과다하게 발생하고, 시멘트가 경화하면서 수축되어 원지반과 경화재가 밀착되지 않아 지하수에 의해 공동이 다시 발생되는 단점이 있다.

한편, 상기한 SRC 공법은 천공시 압축공기를 동반한 초고압수($0\sim800\text{kg/cm}^2$)를 이용하여 지반을 절삭, 이완시키며, 이때 배출되는 절삭 이토를 고화재와 섞어 주입재로 재사용하는 공법이다.

상기한 바와 같은 SRC 공법은 절삭, 충전(치환)시 배출되는 이토는 절삭수와 충전재의 혼합재로 사용하기 때문에 슬라임이 대폭 삭감되는 특징이 있으며, 슬라임을 이수과 이토로 분류하여 재사용하므로 폐기물 처리가 거의 없는 친환경적인 공법이며, 충전재의 배합비를 조정하여 개량목적에 적합한 강도조정이 가능하며, 시공시 지반이나 주변 구조물에 영향을 주지 않는 장점이 있다.

그러나 상기한 바와 같은 SRC 공법은 배출된 이토의 양이 적을 경우에는 주입재를 보충하여야 하며, 슬라임을 재처리하여 주입하므로 장비가 복잡하며, 공법을 적용하는 구간의 토사가 점토일 경우에는 이토로의 재사용이 불가능하고, 그라우트 주입재를 충전시 지하수와 접촉시 재료분리 현상이 나타나며 공동내부에 자갈 및 사질토에 치환 주입할 수 없는 단점이 있다.

한편, 상기한 RJP 공법은 초고압($P=400\sim600\text{kg}/\text{cm}^2$)의 제트류를 분사하면서 회전시켜 지중에 원지반의 연약토와 교반시켜 직경($\Phi=1200\sim2000\text{mm}$) 정도의 대구경 원주형 고결체를 조성하는 공법으로, 주로 토사층, 사력층, $N<10$ 인 점성토층에 사용된다.

상기한 바와 같은 RJP 공법은 무진동, 무소음으로 도심지에서 시공이 가능하고 보조작업이 필요 없으며, 다중관 로드의 회전 인발 속도를 조절할 수 있어 단면의 크기조절이 용이하며, 고압수로 석회암 공동이나 파쇄대의 연약한 토사분과 시멘트 밀크를 교반시켜 주변지반과 일체화시키므로 지반 강도 및 내구성이 우수한 보강지반을 형성할 수 있는 장점이 있다.

그러나 상기한 바와 같은 RJP 공법은 SIG 공법에 비해 개량체의 강도(최대강도= $60\text{kg}/\text{cm}^2$) 및 경제성이 떨어지며, 대규모 공동이 상호 연결되어 있는 경우에는 그라우트 주입량이 과다하게 발생하고, 시멘트가 경화하면서 수축되어 원지반과 경화재가 밀착되지 않아 지하수에 의해 공동이 다시 발생하는 단점이 있다.

한편, 상기한 JSP 공법은 고압($P=200\text{kg}/\text{cm}^2$)의 제트류를 분사하면서 회전시켜 지중에 직경($\Phi=800\sim1000\text{mm}$) 정도의 원주형 고결체를 조성하는 공법으로, 주로 토사층, 사력층, $N<10$ 인 점성토층에 사용된다.

상기한 바와 같은 JSP 공법은 수직, 경사 어떤 방법으로도 시공이 가능하고, 특히 협소한 장소(건물의 지하실, 교량 하부 등)에서 작업이 가능하므로 기존 구조물의 보강공법으로 적합하며 원주고결체의 배치, 배열의 조합에 의하여 여러 가지로 개량되며, 지중에 인공적으로 만든 공극에 그라우트재를 충전하는 것이기 때문에 보통의 약액주입공법 처럼 인근 구조물이나 지하매설물에 영향을 미치는 일이 거의 없는 장점이 있다.

그러나 상기한 바와 같은 JSP 공법은 개량체가 원지반 흙과 시멘트 밀크에 의해 형성된 일종의 소일 시멘트이므로 소요강도의 발현 등에 따른 품질관리가 어려우며, SIG 공법에 비해 개량체의 강도(최대강도= $40\text{kg}/\text{cm}^2$) 및 경제성이 떨어지는 단점이 있다.

또한, 상기한 바와 같은 JSP 공법은 대규모 공동이 상호 연결되어 있는 경우에는 그라우트 주입량이 과다하게 발생하고, 시멘트가 경화하면서 수축되어 원지반과 경화재가 밀착되지 않아 지하수에 의해 공동이 다시 발생하는 단점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

이에, 본 발명은 상기한 바와 같은 공법들의 제문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 지반 중의 공동이나 석회암층의 공동 등의 큰 간극, 지반과 구조물과의 경계면의 공동 등에 충전하는데 사용하는 고압분사 그라우트재 주입장치 및 이를 이용한 지반개량공법을 제공하는데 제1목적이 있다.

또한, 본 발명에 따른 고압분사 그라우트재 주입장치 및 이를 이용한 지반개량공법은 시멘트를 주재료로 하고, 혼화제로 벤토나이트와 분산제 및 지연제로 이루어진 경화재에 염기성의 황산알루미늄(가소제)를 최대한 주입구 근처에서 첨가함으로써, 이 염기성의 황산알루미늄을 목적하는 양만큼 첨가하는 것이 가능하고, 그 결과 재료분리를 방지할 수 있으며, 유동성과 충전성을 유지하는 점착성을 가지며, 또한, 블리딩이 적고, 경화능력을 상실하는 일없이 충분한 강도를 발휘할 수 있는 가소상 그라우트재를 제공하는데 제2목적이 있다.

여기서, 상기 가소상 그라우트재는 액체와 고체의 중간영역에 속하여 그라우트재 자체에 유동성이 없으나 약간 가압하면 용이하게 변동화 할 수 있는 것을 말한다.

또한, 본 발명에 따른 고압분사 그라우트재 주입장치 및 이를 이용한 지반개량공법은 구조물과 지반 등의 공동에 주입 충전하는 공법으로서, 경화 발현재를 주성분으로 한 유동성의 현탁액을 A액으로 하고, 몬모릴로나이트 점토 광물(이하, 벤토 나이트라고 함)과 알루미늄 분말을 주성분으로 한 유동성의 점성액을 B액으로 하고, 일차 충전으로서 각각 별도의 믹서에 의해 펌프 입구에서 혼합하여 고압펌프로 인하여 고압으로 지반의 자갈 및 사질토에 교반 주입함과 동시에 저압으로 가소 상 그라우트재를 주입한 후 가소상 그라우트재로 충전되지 않은 미세한 공동을 시멘트와 알루미늄 분말의 화학작용에 의한 발포압력으로 인해 공동 원지반과 경화발현재가 밀착되도록 하는 팽창성 그라우트재를 제공하는데 제3목적이 있다.

상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 고압분사 그라우트재 주입장치는 상부에 위치되며, 압축공기주입구, 초고압수주입구, 그라우트재주입구가 형성된 스위벨과; 상기 스위벨의 하부에 장착됨과 동시에 각각 연통되며, 압축공기통로, 초고압수통로, 그라우트재통로가 형성된 3중관로드와; 상기 3중관로드의 하부에 장착됨과 동시에 각각 연통되며, 압축공기 분사구, 초고압수분사구, 그라우트재분사구가 형성된 모니터와; 상기 모니터의 내측면 하단부에 설치된 체크밸브와; 상기 모니터의 최하단에 고정 장착되며, 지반 굴착을 하는 굴착비트로 구성되는 고압분사 그라우트재 주입장치에 있어서, 상기 가소상 그라우트재주입구에는 가소상 그라우트재를 주입하되, 상기 가소상 그라우트재는 그라우트 1m³당 약 200 내지 500kg의 시멘트를 함유한 시멘트 현탁액 또는 혼화재 및 골재를 혼합한 경화발현재와, 염기성 황산알루미늄 용액을 주 재료로 하되, 상기 황산알루미늄의 염기도가 2 이상이고, (시멘트 중량/100) + (황산알루미늄 중의 알루미늄 중량/√황산 알루미늄의 염기도)의 값이 1.33 이상인 조건을 만족시키도록 혼합하고 주입하여, 수산화 알루미늄 졸을 생성시키도록 하며, 상기 그라우트재주입구에는 팽창성 그라우트재를 주입하되, 상기 팽창성 그라우트재는 경화발현재를 주성분으로 한 유동성의 현탁액을 A액으로 하고, 몬모릴로나이트 점토 광물과 알루미늄 분말을 주성분으로 한 유동성의 점성액을 B액으로 하고, 상기 A액 및 B액을 각각 별도의 믹싱장치로 토출펌프입구 부근에서 상기 A액과 B액을 혼합하여 주입함을 특징으로 한다.

또한, 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 고압분사 그라우트재 주입장치를 이용한 지반개량공법은 대상 지반에 고압분사 그라우트재 주입장치를 설치함과 동시에 지중을 상기 고압분사 그라우트재 주입장치의 하단부에 위치한 굴착비트를 이용하여 지반을 천공하면서, 스위벨의 압축공기주입구와 초고압수주입구를 통하여 압축공기와 초고압수를 회전 분사시켜 지반을 절삭 파쇄시켜 지상으로 슬라임을 배출시키는 단계; 상기 스위벨의 압축공기주입구, 가소상 그라우트재주입구, 그라우트재주입구에 압축공기, 가소상 그라우트재 및 팽창성 그라우트재를 각각 주입함과 동시에 상기 모니터에 장착된 압축공기분사구, 그라우트재분사구를 통하여 압축공기, 가소상 그라우트재와 팽창성 그라우트재를 함께 분사시켜, 지중에 주상형 고결체를 형성하는 단계로 이루어짐을 특징으로 한다.

발명의 구성

이하, 본 발명을 첨부한 예시도면을 참조하여 상세히 설명한다.

도 1은 본 발명에 따른 고압분사 그라우트재 주입장치를 이용하여 지반을 개량하는 상태를 도시한 개념도이며, 도 2는 본 발명에 따른 고압분사 그라우트재 주입장치를 도시한 종단면도이다.

이들 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 고압분사 그라우트재 주입장치(A)는 상부에 위치되며, 압축공기주입구(15), 초고압수주입구(14), 가소상 그라우트재 주입구(12), 그라우트재주입구(16)가 형성된 스위벨(10)과;

상기 스위벨(10)의 하부에 장착됨과 동시에 각각 연통되며, 압축공기통로(22), 초고압수통로(24), 그라우트재통로(26)가 형성된 3중관로드(20)와;

상기 3중관로드(20)의 하부에 장착됨과 동시에 각각 연통되며, 압축공기분사구(32), 초고압수분사구(34), 그라우트재분사구(36)가 형성된 모니터(30)와;

상기 모니터(30)의 내측면 하단부에 설치된 체크밸브(40)와;

상기 모니터(30)의 최하단에 고정 장착되며, 지반(G) 굴착을 하는 굴착비트(50)로 구성되는 고압분사 그라우트재 주입장치에 있어서,

상기 가소상 그라우트재 주입구(12)에는 가소상 그라우트재를 주입하되, 상기 가소상 그라우트재는 그라우트 1m³당 약 200 내지 500kg의 시멘트를 함유한 시멘트 현탁액 또는 골재 또는 첨가제를 혼합한 경화발현재와, 염기성 황산알루미늄

용액을 주재료로 하되, 상기 황산알루미늄의 염기도가 2 이상이고, (시멘트 중량/100) + (황산알루미늄 중의 알루미늄 중량/√황산알루미늄의 염기도)의 값이 1.33 이상인 조건을 만족시키도록 혼합하고 주입하여, 수산화 알루미늄 졸을 생성시키도록 하며,

상기 그라우트재 주입구(16)에는 팽창성 그라우트재를 주입하되, 상기 팽창성 그라우트재는 경화발현재를 주성분으로 한 유동성의 현탁액을 A액으로 하고, 몬모닐로나이트 점토 광물과 알루미늄 분말을 주성분으로 한 유동성의 점성액을 B액으로 하고, 상기 A액 및 B액을 각각 별도의 믹싱장치에 의해 토출펌프 입구 부근에서 상기 A액과 B액을 혼합하여 주입함을 특징으로 한다.

즉, 본 발명에 따른 고압분사 그라우트재 주입장치(A)는 크게 스위벨(10)과 3중관로드(20) 및 모니터(30)가 유기적으로 결합되어 이루어진 구조이다.

여기서, 상기한 바와 같은 고압분사 그라우트재 주입장치(A)는 최상단에 스위벨(10)이 설치되는바, 이 스위벨(10)에는 압축공기, 초고압수, 가소상 그라우트재 및 팽창성 그라우트재를 주입할 수 있도록 압축공기주입구(15)와 초고압수주입구(14) 및 그라우트재주입구(16)가 형성된 구조이다.

또한, 상기 3중관로드(20)는 스위벨(10)의 각 구성요소에 해당하는 압축공기주입구(15)와 초고압수주입구(14) 및 그라우트재주입구(16), 가소상 그라우트재 주입구(12)에 각각 대응되어, 압축공기, 초고압수, 그라우트재를 이송시키기 위한 압축공기통로(22), 초고압수통로(24), 그라우트재통로(26)가 형성된 구조이다.

그리고 상기 모니터(30)는 3중관로드(20)의 각각에 대응되도록 압축공기, 초고압수 및 그라우트재를 분사시키기 위해 압축공기분사구(32)와 초고압수분사구(34) 및 그라우트재분사구(36)가 형성된 구조이다.

여기서, 상기 모니터(30)의 그라우트재분사구(36)는 그 주위면에 지름방향 외향으로 형성되며, 압축공기분사구(32)는 상기 그라우트재분사구(36)의 주위로부터 지름방향 외향으로 고압으로 압축공기를 분사하도록 형성된 구조이다.

한편, 본 발명에 따른 고압분사 그라우트재 주입장치(A)에는 그라우트재로 황산알루미늄 가소상 그라우트재 및 고압 팽창성 그라우트재가 주입된다.

먼저, 상기한 가소상 그라우트재는 그라우트 1m³당 약 200 내지 500kg의 시멘트를 함유한 시멘트 현탁액 또는 골재 및 첨가제를 혼합한 경화발현재와, 염기성 황산알루미늄(가소상 그라우트재) 용액을 주재료로 하되, 혼화제로는 벤토나이트와 지연제와 분산제를 혼합한다.

여기서, 상기 황산알루미늄의 염기도가 2 이상이고, (시멘트 중량/100) + (황산알루미늄 중의 알루미늄 중량/√황산알루미늄의 염기도)의 값이 1.33 이상인 조건을 만족시키도록 혼합하고 주입하여, 수산화 알루미늄 졸을 생성시키는 것이다.

이와 같은 염기성 황산알루미늄이 포함된 가소상 그라우트재를 사용하는 이유는 시멘트가 1m³당 200 내지 500kg의 범위에서는 일반적인 산성 황산알루미늄으로는 산의 절대량이 많기 때문에, 블리딩을 2 내지 5% 이하로 하는 데에 필요한 양을 첨가할 경우에는 시멘트의 경화능력이 상실되며, 강도의 발현을 얻을 수 없으므로, 이와 같은 산성 황산알루미늄 대신에 산의 절대량이 적은 염기성을 황산알루미늄을 사용하면, 시멘트의 알칼리 성분의 소비(중화)를 감소시키고, 이 결과 많은 양을 첨가하는 것이 가능해져, 블리딩이 적으면서도 경화능력을 잃지 않고 충분한 강도를 발휘할 수 있기 때문이다.

따라서, 본 발명은 그라우트재 1m³당 약 200 내지 500kg의 시멘트를 함유한 그라우트재에 있어서, 아래의 두 가지 조건을 만족시키는 것이 필요하다.

- (1) 시멘트가 경화능력을 상실하지 않고, 충분한 강도를 발휘할 것.
- (2) 블리딩이 5% 이하인 그라우트재를 얻을 것.

이러한 조건의 만족은 황산알루미늄의 염기도 정도와 그의 양 및 시멘트량에 의해 결정되는 것이 판명되었다.

즉, [a]의 조건: 황산알루미늄의 염기도가 약 2 이상인 것.

염기도가 약 2 이하로 통상의 산성 황산알루미늄에 근접할 경우, 산성도가 강해지기 때문에 시멘트를 경화시키기 위해서는 소량의 황산알루미늄 밖에 첨가할 수가 없기 때문에, 블리딩(수산화 알루미늄 졸의 생성량에 반비례)이 커서 그라우트재로 부적합하다.

또한, 황산알루미늄의 염기도는 2 이상, 바람직하게는 2.5 이상이면 양호하다.

또한, [b]의 조건: $\text{시멘트}/100 + \text{Al}_2\text{O}_3/\sqrt{\text{염기도}} = 1.33$ 이상인 것.

여기서, 시멘트는 시멘트 중량을 의미하고, Al_2O_3 황산알루미늄 중의 Al_2O_3 의 중량을 의미하며 염기도는 황산알루미늄의 염기도를 의미한다.

황산알루미늄의 염기도의 정도와 그의 양 및 시멘트량의 관계가, [b]식 조건의 1.33 이상일 경우, 시멘트가 충분히 경화된다.

즉, 본 발명에서는 시멘트를 1m³당 약 200 내지 500kg 함유한 그라우트에 있어서, 황산알루미늄의 염기도가 약 2 이상이라는 조건([a]의 조건)과, 황산알루미늄의 염기도의 정도와 그의 양 및 시멘트량의 관계의 조건([b]의 조건)을 만족함으로써, 블리딩이 2 내지 5% 이하이며, 시멘트의 경화를 충분히 발휘할 수 있는 점착성 그라우트재를 얻을 수 있다.

또한, 황산알루미늄의 염기도는 분석 값으로부터 아래 식에 의해 얻어진다.

$$\text{염기도 B(\%)} = 100 - \{ \text{OH당량}/\text{Al당량} \times \text{SO}_4(\%)/\text{Al}_2\text{O}_3(\%) \}$$

또한, 본 발명에서는 알루미늄 염 중에서 황산알루미늄을 특정한 것은 황산알루미늄과 시멘트가 반응하면 불용성의 중성 황산칼슘이 되어, 그라우트재로부터 용출되지 않는 안전한 물질이 되며, 황산알루미늄은 알루미늄 중에서 가장 저가이며 대량으로 생산되기 때문이다.

한편, 상기 팽창성 그라우트재는 경화발현재를 주성분으로 한 유동성의 현탁액을 A액으로 하고, 몬모닐로나이트 점토 광물과 알루미늄 분말을 주성분으로 한 유동성의 점성액을 B액으로 하고, 상기 A액 및 B액을 각각 별도의 믹서로 혼합하여 고압펌프입구에서 상기 A액과 B액을 혼합하여 사용한 것이다.

이하, 상기한 바와 같은 구성으로 이루어진 본 발명에 따른 고압분사 그라우트재 주입장치(A)를 이용한 지반개량에 대해서 설명한다.

도 3a 내지 3e는 본 발명에 따른 고압분사 그라우트재 주입장치(A)를 이용하여 지반(G)을 개량하는 과정을 도시한 공정도이다.

이들 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 고압분사 그라우트재 주입장치(A)를 이용한 지반개량공법은 대상 지반(G)에 고압분사 그라우트재 주입장치(A)를 설치함과 동시에 지중에 상기 고압분사 그라우트재 주입장치(A)의 하단부에 위치한 굴착비트(50)를 이용하여 지반(G)을 천공하는 단계; 상기 천공부위에 상기 스위벨(10)의 압축공기주입구(15)와 초고압수주입구(14) 및 그라우트재주입구(16)를 통하여 분사하는 단계; 상기 모니터(30)에 내장된 압축공기분사구(32) 및 초고압수분사구(34)를 통하여 초고압수와 압축공기를 회전분사시켜 지반(G)을 절삭 파쇄시켜 지상으로 슬라임을 배출시키는 단계; 상기 모니터(30)에 장착된 압축공기분사구(32) 및 그라우트재분사구(36)를 통하여 압축공기와 그라우트재를 함께 분사시켜 주상형 고결체(P)를 지중에 형성하는 단계로 이루어진다.

여기서, 상기 주상형 고결체(P) 형성단계는 상기 스위벨(10)에 형성된 그라우트재주입구(16)에 팽창성 그라우트재를 주입하고, 가소상 그라우트재 주입구(12)에 가소상 그라우트재를 주입하여, 상기 모니터(30)에 장착된 그라우트재분사구(36)를 통하여 가소상 그라우트재와 팽창성 그라우트재를 함께 분사시켜, 주상형 고결체(P)를 지중에 형성하는 단계로 이루어진다.

특히, 상기 그라우트재는 그라우트 1m³당 약 200 내지 500kg의 시멘트를 함유한 시멘트 현탁액과, 염기성 황산알루미늄 용액을 주재료로 하되,

상기 황산알루미늄의 염기도가 2 이상이고, (시멘트 중량/100) + (황산알루미늄 중의 알루미늄 중량/√황산알루미늄의 염기도)의 값이 1.33 이상인 조건을 만족시키도록 혼합하고 주입하여, 수산화 알루미늄 졸을 생성시키는 것이다.

또한, 상기 팽창성 그라우트재는 경화발현재를 주성분으로 한 유동성의 현탁액을 A액으로 하고, 몬모릴로나이트 점토 광물과 알루미늄 분말을 주성분으로 한 유동성의 점성액을 B액으로 하고, 일차 충전으로서 각각 별도의 믹서로 혼합하여 고압펌프 입구에서 A액과 B액을 혼합하여 고압으로 지반에 주입하는 것이다.

다음에 제2반응으로서 일차 충전으로 공동의 대략적인 부분밖에 충전(주입)하지 못한 그라우트재는 주입 B액 중의 알루미늄 분말이 A액의 경화 발현재 중의 알칼리 성분(주로 칼슘이온)과 발포 반응(수소가스를 발생)을 일으키고, 그라우트는 팽창하여 공동의 구석까지 충전시킬 수 있다.

본 발명의 팽창성 그라우트재에서 A액은 경화 발현재 현탁액 또는 이것에 골재나 첨가제 등을 가한 현탁액을 의미한다.

여기서, 상기 경화 발현재라 함은 물을 가하면 경화 발현하는 물질로서, 시멘트, 시멘트 슬래그, 슬래그-석회를 예로 들 수 있다.

또한, 본 발명의 가소상 그라우트재에서 A액을 가하는 경우가 있는 골재(또는 중량재)로서 모래, 플라이 애쉬(fly ash), 석회, 일차 광물 미분말(암석, 석영, 석회석, 백운석 등), 점토광물(벤토나이트, 도자기토, 등)을 예로 들 수 있고, 또한 이들 골재의 일종 또는 이종 이상을 조합할 수 있다.

그리고 일반적인 그라우트재에 첨가하는 분산제, 지연제, 고분자 흡수제, 증점제, 조기 경화 발현재 등을 목적에 맞춰서 첨가할 수 있다.

본 발명의 팽창성 그라우트재에서 B액이라 함은 알루미늄 분말과 몬모릴로나이트 점토광물(대표적인 것으로서 벤토나이트)을 주성분으로 한 유동성의 점성액을 의미한다.

또한, 상기 알루미늄 분말은 판형 구조체로서 수면 확산 면적이 8000cm²/g 정도인 것이 바람직하다.

본 발명의 팽창성 그라우트재에 가하는 알루미늄 분말량은 팽창성 그라우트재의 강도, 경화 발현재의 종류와 양, 온도, 밀폐 상태 등에 따라 다르지만, 그라우트의 팽창율 5 내지 40%에서는 경화 발현재의 약 0.01 내지 0.10% 범위이다.

따라서, 상기한 바와 같은 본 발명의 팽창성 그라우트재는 발포제인 알루미늄 분말을 이용한 것으로, 모르타르 속의 알루미늄 분말이 시멘트의 알칼리와 반응하여 발포함으로써 모르타르가 팽창하는 성질을 채택한 것이다.

이하, 상기한 바와 같은 구성으로 이루어진 본 발명에 따른 고압분사 그라우트재 주입장치(A)를 이용한 지반개량에 대해서 설명한다.

본 발명에 따른 고압분사 그라우트재 주입장치(A)를 이용한 지반개량공법은 대상 지반(G)에 고압분사 그라우트재 주입장치(A)를 설치함과 동시에 지중을 상기 고압분사 그라우트재 주입장치(A)의 하단부에 위치한 굴착비트(50)를 이용하여 지반(G)을 천공하면서, 상기 스위벨(10)의 압축공기주입구(15)와 초고압수주입구(14)를 통하여 압축공기와 초고압수를 회전분사시켜 지반(G)을 절삭 파쇄시켜 지상으로 슬라임을 배출시키는 단계;

상기 스위벨(10)의 압축공기주입구(15), 초고압수주입구(14), 그라우트재주입구(16)에 압축공기, 가소상 그라우트재 및 팽창성 그라우트재를 각각 주입함과 동시에 상기 모니터(30)에 장착된 압축공기분사구(32), 초고압수분사구(34) 및 그라우트재분사구(36)을 통하여 압축공기, 가소상 그라우트재와 팽창성 그라우트재를 함께 분사시켜, 지중에 주상형 고결체(P)를 형성하는 단계로 이루어진다.

즉, 본 발명에 따른 고압분사 그라우트재 주입장치(A)를 이용한 지반개량공법은 슬라임 배출단계와 주상형 고결체(P) 형성단계로 이루어진다.

여기서, 상기 슬라임 배출단계는 고압분사 그라우트재 주입장치(A)를 이용하여 대상 지반(G)을 그 하단부에 위치한 굴착비트(50)를 이용하여 지반(G)을 일정한 직경으로 천공함과 동시에 고압분사 그라우트재 주입장치(A)의 스위벨(10)에 형

성된 압축공기주입구(15), 초고압수주입구(14)에 압축공기, 초고압수를 각각 주입함과 동시에 상기 모니터(30)에 장착된 압축공기분사구(32), 초고압수분사구(34)를 통하여 압축공기 및 초고압수를 분사시켜, 굴착비트(50)에 의해 천공된 천공 부위를 절삭하면서 이완시켜 계획된 확대공을 형성하면서 슬라임을 지상으로 배출시키는 단계이다.

이때, 상기 확대공의 절삭수량은 100-300ℓ/min으로 하고, 절삭수압은 0-800kgf/cm²으로 한다.

또한, 상기 주상형 고결체(P) 형성단계는 상기한 바와 같이 고압분사 그라우트재 주입장치(A)를 이용하여 대상지반(G)을 천공 및 절삭하여 확대공을 선단층까지 형성한 상태에서, 상기 고압분사 그라우트재 주입장치(A)를 상향으로 인발하면서 3중관의 내관 및 외관으로 가소상 그라우트재 및 팽창성 그라우트재를 충전 압밀하기 위해 공동을 채워 넣는 단계이다.

특히, 상기 고압분사 그라우트재 주입장치(A)의 스위벨(10)의 압축공기주입구(15)에는 압축공기를 넣고, 가소상 그라우트재 주입구(12)에는 가소상 그라우트재를 주입하고, 그라우트재주입구(16)에는 팽창성 그라우트재를 주입함과 동시에 고압분사 그라우트재 주입장치(A)를 상향으로 회전 인발하면서, 상기 압축공기주입구(15)와 가소상 그라우트재 주입구(12) 및 그라우트재주입구(16)에 주입된 압축공기와 가소상 그라우트재 및 팽창성 그라우트재가 상기 고압분사 그라우트재 주입장치(A)의 하부에 위치된 모니터(30)에 장착된 압축공기분사구(32), 그라우트재 분사구(36)를 통하여 압축공기, 가소상 그라우트재와 팽창성 그라우트재를 함께 분사시켜, 지중에 주상형 고결체(P)를 형성하는 것이다.

이와 같이, 상기 고압분사 그라우트재 주입장치(A)에서 가소상 그라우트재와 팽창성 그라우트재를 분리하여 주입한 후 동시에 분사시키는 이유는 지반(G)을 천공하여 선단부에 고압분사 그라우트재 주입장치(A)를 회전 인발하면서 가소상 그라우트재 및 팽창성 그라우트재를 주입 및 분사시 먼저 그라우트재주입구(16)를 통해 주입된 팽창성 그라우트재가 일정한 고압에 의해서 분사되면, 이러한 분사는 고압분사 주입장치(A)가 회전 인발함과 동시에 가소상 그라우트재의 분사도 함께 회전되면서, 일정한 직경의 원주를 그리게 되는 그라우트 막을 형성하게 된다.

즉, 이러한 고압분사 그라우트재 주입장치(A)에서 그라우트재의 회전 분사에 따라 분사된 그라우트재는 자연히 지중에서 속이 빈 일종의 그라우트 막을 갖는 중공형 주상체를 1차적으로 형성하게 된다.

특히 상기한 가소상 그라우트재 주입공법은 지반(G) 중의 간극이나 공동 또는 지반(G)과 구조물의 경계면의 대간극이나 공동의 충전 주입공법에 사용하는 그라우트재이며, 시멘트를 그라우트 1m³당 약 200 내지 500kg 함유한 시멘트 현탁액과, 염기성 황산알루미늄 용액을 황산알루미늄의 염기도가 2 이상이고, (시멘트 중량/100) + (황산알루미늄 중의 알루미늄 중량/√황산알루미늄의 염기도)의 값이 1.33 이상인 조건을 만족시키도록 혼합하여, 수산화 알루미늄 졸을 생성시키는 것을 특징으로 한다.

한편, 상기한 팽창성 그라우트재의 주입은 경화 발현재를 주성분으로 한 유동성의 현탁액을 A액으로 하고, 몬모릴로나이트 점토 광물과 알루미늄 분말을 주성분으로 한 유동성의 점성액을 B액으로 하고, 각각의 별도의 믹싱장치에 의해 토출펌프주입구 부근에서 상기 A액과 B액을 합류 혼합하여 초고압주입구에서 사력층 및 자갈층에 교반 주입하며, 주입 후 10분 후부터 이차충전으로서 일차로 주입된 팽창성 그라우트재의 발포압력에 따른 팽창에 의해서 일차 충전으로 충전되지 못한 공동의 구석구석까지 충전시킨다.

즉, 경화 발현재를 주성분으로 하고, 또는 이것에 각종 골재나 첨가제를 가한 유동성의 A액에 황산알루미늄 주성분으로 한 유동성의 점성액을 가함으로써, 제1반응으로서 경화 발현재로부터 용해된 알칼리성의 칼슘 이온(양이온) 등의 전해질 이온이 벤토나이트 입자(음으로 대전) 표면에 흡착되어, 전기 화학적 작용(하전 치환)에 의해 일종의 겔화반응을 일으켜 급격하게 점성이 증대되고 유동성을 잃고 비유동성의 가소상 그라우트재로 변질되어 블리딩, 재료 분리 및 물의 회석도 방지됨과 동시에 불필요하게 먼 곳까지 이동하는 것을 방지하여 일차 충전으로서 목적하는 공동의 대략적인 부분을 충전시킴에 따라 이 비유동성의 가소상 그라우트재는 한정 주입으로 해도 매우 유효하다.

다음에, 제2반응으로서 일차 충전으로 공동의 대략적인 부분밖에 충전하지 못한 그라우트는 주입 B액 중의 알루미늄 분말이 A액의 경화 발현재 중의 알칼리 성분(주로 칼슘이온)과 발포 반응(수소가스를 발생)을 일으키고, 그라우트재는 팽창하여 공동의 구석구석까지 충전시킬 수 있다.

따라서, 상기한 바와 같은 고압분사 그라우트재 주입장치(A)를 이용한 지반개량공법은 가소상 그라우트재와 팽창성 그라우트재를 분리하여 주입한 후 동시에 분사시켜 분사된 가소상 그라우트재가 형성한 그라우트 막내를 팽창성 그라우트재의 1, 2차 주입에 의하여 긴밀하게 지중의 공동을 충전시킴으로써, 별도의 지반(G)의 천공 및 절삭을 위한 장비와 주입 및 분사를 위한 두 대의 장비를 복합적으로 이용하던 방식을 탈피하여 1대의 장비로서 복합적으로 천공, 절삭 및 주입, 분사가 이루어지는 작용효과가 있다.

발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 고압분사 그라우트재 주입장치 및 이를 이용한 지반개량공법은 다음과 같은 효과가 있다.

첫째, 본 발명은 천공과 절삭이 동시에 시행함으로 균등한 개량경이 형성되며, 인발속도 및 주입압에 따라 개량경의 크기를 임의로 조절할 수 있는 장점이 있다.

둘째, 본 발명은 균등하게 절삭된 개량공에 가소상 그라우트재 및 팽창성 그라우트재를 압송 충전시키므로, 균질한 강도의 고결체가 형성되는 장점이 있으며, 특히, 석회 공동 및 절리 충전에 양호하다.

셋째, 본 발명은 가소상 그라우트재 및 팽창성 그라우트재가 저유동성이므로 개량하고자 하는 위치에서 이탈하지 않으며, 특히 전석 및 매립층에 효과적이다.

넷째, 본 발명은 가소상 그라우트재 및 팽창성 그라우트재의 배합에 따라 강도를 임의로 조절할 수 있으며, 해성 점토층에서는 고강도의 구근을 형성할 수 있는 이점이 있다.

다섯째, 본 발명은 지반의 특성에 따라 재료의 슬럼프치 및 배합비를 조정하여 강도를 조정할 수 있는 이점이 있다.

여섯째, 본 발명은 가소상 그라우트재 및 팽창성 그라우트재의 주입으로 공동에 압밀 충전되므로 주위 지반이나 주변 건물에 대해 안전한 이점이 있다.

일곱째, 본 발명에 따른 가소상 그라우트재는 시멘트를 주재료로 하고, 이에 염기성의 황산알루미나를 첨가함으로써, 이 염기성의 황산알루미나를 목적하는 양으로 첨가하는 것이 가능함에 따라 재료 분리를 방지할 수 있고, 유동성과 충전성을 유지하는 점착성을 가지며, 또한 블리딩이 적고, 게다가 경화능력을 상실하는 일없이 충분한 강도를 발휘할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 고압분사 그라우트재 주입장치를 이용하여 지반을 개량하는 상태를 도시한 개념도,

도 2는 본 발명에 따른 고압분사 그라우트재 주입장치를 도시한 종단면도,

도 3a 내지 3e는 본 발명에 따른 고압분사 그라우트재 주입장치를 이용하여 지반을 개량하는 과정을 도시한 공정도.

-도면의 주요부분에 대한 부호의 설명-

10 : 스위벨 12 : 가소상 그라우트재 주입구

14 : 초고압수주입구 15 : 압축공기주입구

16 : 그라우트재주입구 20 : 3중관로드

22 : 압축공기통로 24 : 초고압수통로

26 : 그라우트재통로 30 : 모니터

32 : 압축공기분사구 34 : 초고압수분사구

36 : 그라우트재분사구 40 : 체크밸브

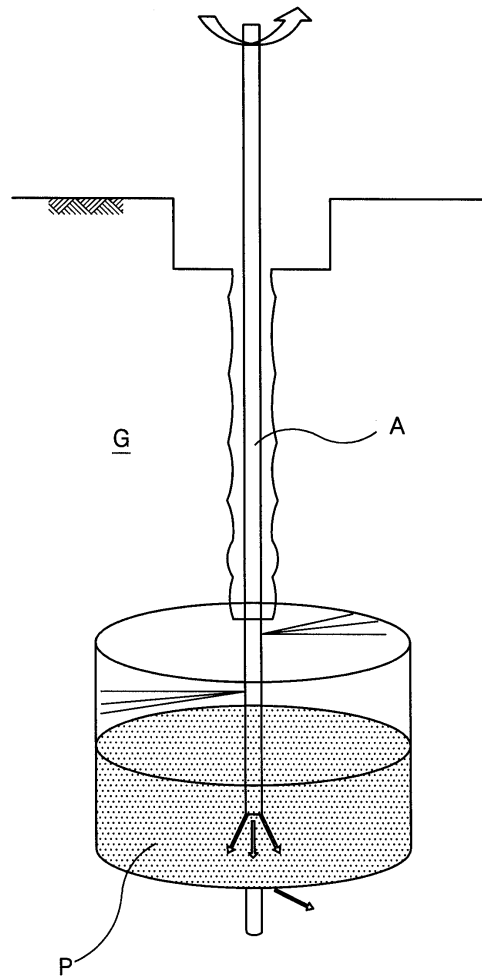
50 : 굴착비트

A : 고압분사 그라우트재 주입장치 G: 지반

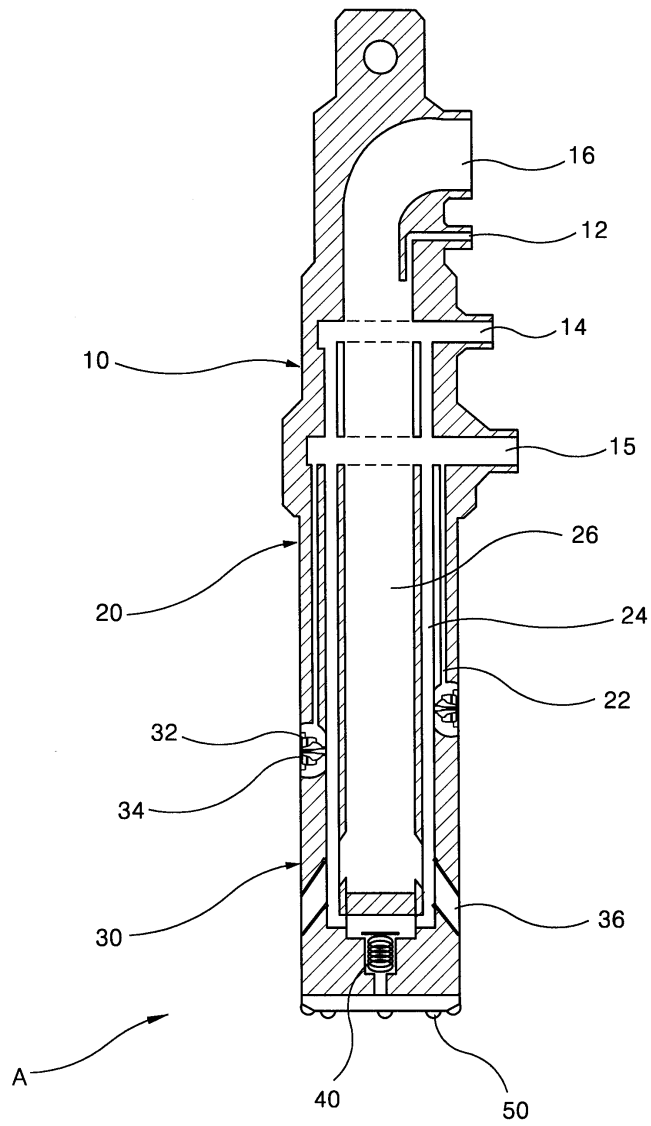
P : 주상형 고결체

도면

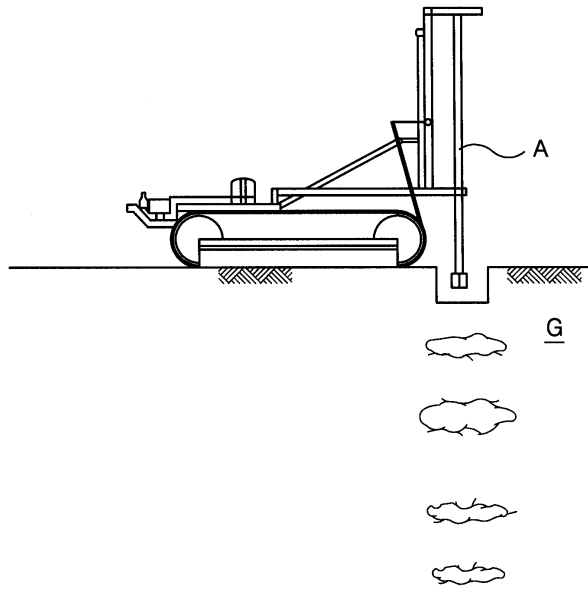
도면1



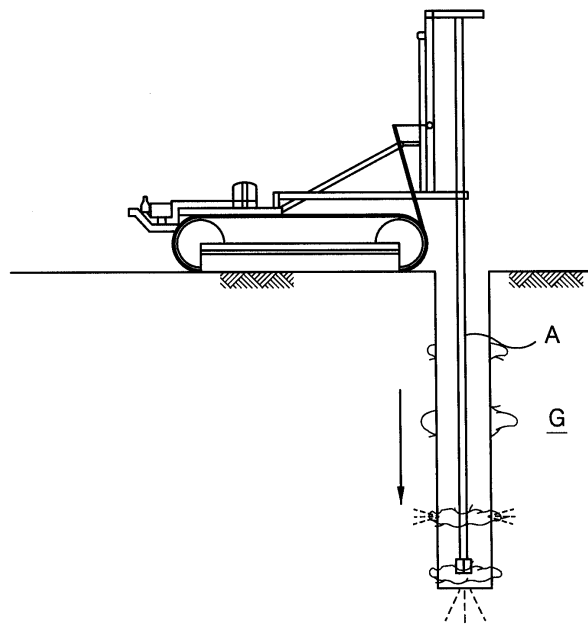
도면2



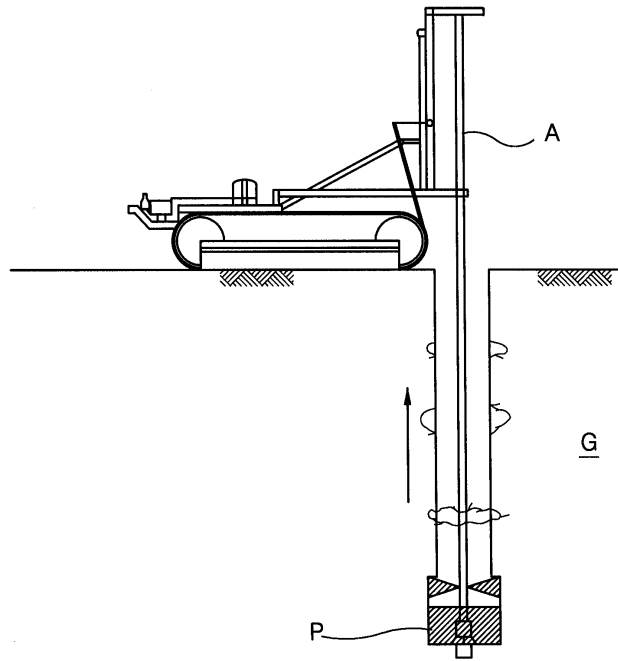
도면3a



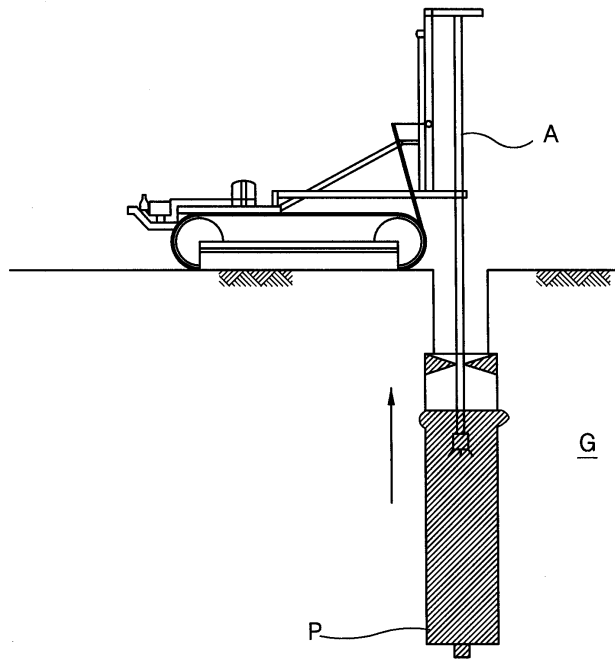
도면3b



도면3c



도면3d



도면3e

