(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년06월13일
(11) 등록번호 10-1746597
(24) 등록일자 2017년06월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E02D 5/24 (2006.01) *E02D 3/00* (2006.01)
E02D 7/06 (2006.01) *H05B 1/02* (2006.01)
H05B 3/56 (2006.01)
(52) CPC특허분류
E02D 5/24 (2013.01)
E02D 3/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0019002
(22) 출원일자 2016년02월18일
심사청구일자 2016년02월18일
(56) 선행기술조사문헌
JP08199587 A*
KR1020020089031 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
(72) 발명자
김동욱
인천광역시 연수구 컨벤시아대로130번길 58, 101동 3805호 (송도동, 송도자이하버뷰1단지)
지수빈
인천광역시 연수구 함박로 24, 302호 (연수동)
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

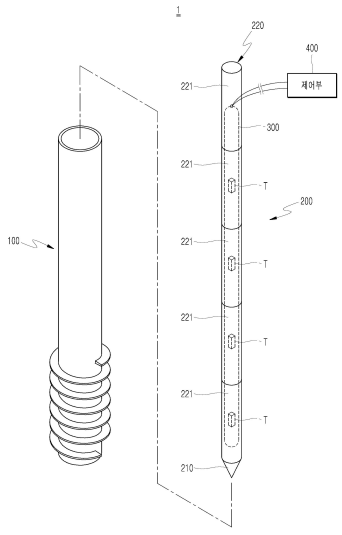
전체 청구항 수 : 총 2 항 심사관 : 고동환

(54) 발명의 명칭 **자가 동결융기 해소형 말뚝기초**

(57) 요 약

자가 동결융기 해소형 말뚝기초가 개시된다. 본 발명의 자가 동결융기 해소형 말뚝기초는, 구조물을 지지하도록 지반에 박히는 개단(開端)말뚝; 개단말뚝의 중공(中空)을 통해 삽입되고, 지반에 박히는 콘(cone)과, 콘에 결합되어 지상에서 항타되는 로드와, 로드에 설치되는 히팅코일을 포함하는 항타부재; 및 구조물의 침하 또는 틸팅을 감지하면 히팅코일에 전류를 공급하는 제어부를 포함하고, 히팅코일의 열에너지가 개단말뚝의 주변 지반으로 전달되어 지반 동결이 해소되는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 의하면, 항타, 관입, 회전관입으로 설치된 말뚝의 동상을 효과적으로 방지할 수 있으며, 지반의 동결 정도가 심하더라도 동상방지의 효과가 변함없이 유지되도록 이루어지는 자가 동결융기 해소형 말뚝기초를 제공할 수 있게 된다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
E02D 7/06 (2013.01)
H05B 1/0227 (2013.01)
H05B 3/56 (2013.01)
H05B 2214/02 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

구조물을 지지하도록 지반에 박히는 개단(開端)말뚝; 상기 개단말뚝의 중공(中空)을 통해 삽입되고, 지반에 박히는 콘(cone)과, 상기 콘에 결합되어 지상에서 항타되는 로드와, 상기 로드에 설치되는 히팅코일을 포함하는 항타부재; 및 상기 구조물의 침하 또는 틸팅을 감지하면 상기 히팅코일에 전류를 공급하는 제어부를 포함하고,

상기 히팅코일의 열에너지가 상기 개단말뚝의 주변 지반으로 전달되어 지반 동결이 해소되며,

상기 로드를 항타하면서 15㎝의 관입깊이별로 항타회수를 기록하여 지내력 측정, 지지층 위치 확인 및 연약층을 파악하고, 상기 콘이 상기 개단말뚝의 하단으로부터 상기 개단말뚝 직경의 2배만큼 더 관입되면 상기 항타부재의 설치를 완료하며,

상기 항타부재가 지반에 박히는 과정에서 상기 개단말뚝 안쪽 및 아래쪽 지반밀도가 높아져 지지력이 향상되는 것을 특징으로 하는 자가 동결융기 해소형 말뚝기초.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 로드는 길이방향을 따라 분리되거나 결합되는 복수의 단위로드로 구성되고,

상기 히팅코일은 상기 단위로드마다 각각 구비되고, 상기 단위로드에는 각각 온도센서가 설치되며,

상기 제어부는 상기 온도센서의 신호를 통해 상기 히팅코일에 공급되는 전류량을 온도별로 제어하는 것을 특징으로 하는 자가 동결융기 해소형 말뚝기초.

청구항 3

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 자가 동결융기 해소형 말뚝기초에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 항타, 관입, 회전관입으로 설치된 말뚝 주변 지반의 동상을 효과적으로 방지할 수 있으며, 지반의 동결 정도가 심하더라도 동상방지의 효과가 변함없이 유지되도록 이루어지는 자가 동결융기 해소형 말뚝기초에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 동토지대에서는 지반 상부에 위치한 활동층이 외부의 온도변화에 따라 동결과 융해를 반복하게 된다. 동결은 흙의 종류, 온도, 지하수위 등의 인자에 의해 지반이 팽창하는 동상현상(frost heave)을 유발하며, 이러한 동상현상은 지반의 불균등한 융기와 동결하중을 야기하여 기초 및 상부 구조물 파괴의 원인이 된다.

[0003] 우리나라는 계절동토 지역에 속하는 관계로 겨울철 일부 남쪽 지방을 제외하고는 표층 지반이 동결된다. 동상발생시 구조물의 기초를 형성하는 강관말뚝은 연직이동의 위험이 있으며, 강관말뚝의 연직이동 발생은 구조물에 심각한 피해를 초래하게 된다.

[0004] 이와 관련하여 대한민국 공개특허공보 제2008-0069335호에는 영구동토지대 기초 말뚝에 작용하는 동착력 감소공법이 개시되어 있으며, 공개특허공보 제2008-0069335호는 영구동토지대 주변지반의 흙, 플라스틱 골재 및 부동액을 혼합하여 영구동토층에 설치된 기초 말뚝 주위에 타설하되, 흙 70~85 중량퍼센트, 플라스틱 골재 10~29 중량퍼센트 및 부동액 1~5중량퍼센트로 이루어지는 것을 특징으로 하여, 기초 말뚝 주변에 플라스틱 골재를 타설함으로써 우수한 단열효과로 지반의 동상을 억제하여 기초 말뚝과 지반 사이에 작용하는 동착력을 감소시킬 수 있는 효과가 있고, 이에 따라 영구동토지대에 설치되는 과학 시설물 및 토목 건축구조물의 안정성과 경제성을

크게 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0005] 그러나 공개특허공보 제2008-0069335호는 영구동토지대 주변지반의 흙, 플라스틱 골재 및 부동액을 혼합하여 영구동토층에 설치된 기초 말뚝 주위에 타설하려면, 오거(auger)로 선 굴착하여 말뚝 주위에 흙, 플라스틱 골재 및 부동액이 타설되는 간격을 확보한 후 말뚝을 매입해야 하므로 일반적인 말뚝시공공법(항타, 관입, 회전관입 등)에는 적용하기 어려운 문제가 있으며, 플라스틱 골재에 의한 단열효과에는 한계가 있을 수밖에 없으므로 동결 정도가 심한 경우 지반의 동상을 억제하지 못하는 단점이 있었다.

[0006] 한편, 강관말뚝에는 선단부가 막힌 폐단 강관말뚝과 선단부가 열린 개단 강관말뚝이 있으며 일반적으로 강관말뚝은 개단상태로 항타 시공된다.

[0007] 말뚝의 극한 지지력은 계산의 편의상 독립적으로 산정된 주면마찰력과 선단지지력의 합으로서 나타나며, 이때 선단지지력은 말뚝 폐색정도에 따라 완전개방상태일 경우 순단면적을 적용하고, 완전폐색상태일 경우 전체 선단면적을 적용하는 것이 일반적이다.

[0008] 그 이유는 개단말뚝이 지반에 관입될 때 말뚝 속으로 밀려들어간 흙으로 인하여 말뚝의 선단부가 막힌 것과 유사한 효과를 발휘하기 때문이다. 이를 개단 강관말뚝의 폐색효과(plugging effect)라고 하며 관입하는 동안에 흙과 강관 벽과의 마찰로 인하여 강관 내부에 흙마개(soil plug)가 형성된다.

[0009] 최근 국내 및 해외에서 시공되는 구조물의 대형화로 인해 사용되는 말뚝기초 역시 대구경, 대심도 말뚝으로 설계되고 있다. 특히 강관말뚝은 기성말뚝으로 말뚝의 취급과 성능이 보장되고, 이음이 용이하여 수요가 증가하고 있다. 국내외 초장대 교량, 초고층 건물 시공시 대구경 강관말뚝을 항타하여 시공하는 추세이다.

[0010] 일반적으로 대구경 강관말뚝은 관입저항력을 감소시키기 위하여 선단부를 개방시킨 개단말뚝 형태로 시공하는 경우가 대부분이다. 개단말뚝의 경우 관입초기에는 폐단말뚝에 비해 지지력이 다소 떨어지지만 지반에 관입될수록 관내토 형성으로 인하여 선단부가 막히는 폐색효과가 발생한다.

[0011] 이로 인해 개단말뚝이지만 관입깊이가 증가할수록 폐단말뚝의 지지력에 근접하게 되며, 이때 폐색정도에 따라 말뚝의 침하 및 지지력 정도가 크게 달라지게 된다.

[0012] 그러나 종래 기성말뚝 또는 현장타설말뚝을 현장에 설치할 때 근입깊이를 암반층까지 깊게 해서 지지력을 확보하여 시공을 하게 되는데, 강관말뚝을 사용할 경우 플러깅(Plugging) 효과에 의해 지지력 산정에 있어 정확도가 떨어지는 문제가 있었다.

[0013] 즉, 종래에는 현장 지반조사를 말뚝의 설치 이전에 표준 관입 시험(standard penetration test) 등에 의해 시행하기 때문에, 실제 시행되는 말뚝시공공법(항타, 관입, 회전관입 등)을 지반조사에 반영하지 못하였으며, 따라서 실제 말뚝 선단의 폐색정도를 말뚝의 지지력 산정에 정확히 반영할 수 없어 실제 말뚝의 지지력을 어림값으로 예측해야 하는 지지력 산정의 부정확성을 감수해야만 했었다.

[0014] 이와 관련하여 대한민국 등록특허공보 제1550809호에는 폐색효과를 고려한 대구경 항타 강관말뚝의 지지력 산정방법 및 장치가 개시되어 있으며, 등록특허공보 제1550809호는 기준이 되는 소정의 값과 IFR 계수(IFR)를 비교하여 대구경 항타 강관말뚝의 폐색 상태를 완전폐색 상태와 부분폐색 상태로 구분하는 제1 단계 및 대구경 항타 강관말뚝의 지지력을 산정하는 제2 단계를 포함한다.

[0015] 이때 제2 단계는, 제1 단계에서의 대구경 항타 강관말뚝의 상태가 완전폐색 상태인 경우, 대구경 항타 강관말뚝의 외주면 마찰력 및 대구경 항타 강관말뚝 선단의 전단면적에 대한 선단지지력를 이용하여 대구경 항타 강관말뚝의 지지력을 산정하고, 제1 단계에서의 대구경 항타 강관말뚝의 상태가 부분폐색 상태인 경우, 대구경 항타 강관말뚝의 외주면 마찰력, 대구경 항타 강관말뚝의 내주면 마찰력 및 대구경 항타 강관말뚝 선단의 강관단면적에 대한 선단지지력을 이용하여 대구경 항타 강관말뚝의 지지력을 산정하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 그러나 등록특허공보 제1550809호는 강관말뚝의 지지력을 산정하는 주요 인자로 공지된 PLR 계수 및 IFR 계수를 사용한 강관말뚝의 지지력을 산정하는 실험방법에 정확성을 더한 것으로서, 이와 같은 지지력 산정방법은 폐색상태의 확인을 위한 다수의 측정장치와 마찰력을 측정하기 위한 다수의 센서 등 수많은 기자재가 필요하므로 공사현장에서 실제 지반에 관입되는 말뚝에 적용하는 것은 사실상 불가능하므로, 등록특허공보 제1550809호의 지지력 산정 방법 및 장치는 종래 표준 관입 시험 등과 마찬가지로 주로 말뚝의 지지력을 예측하는 시험 용도로 국한되어 사용되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0017] (특허문헌 0001) (0001) 대한민국 공개특허공보 제2008-0069335호(공개일: 2008.07.28)

(특허문헌 0002) (0002) 대한민국 등록특허공보 제1550809호 (등록일: 2015.09.01)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0018] 본 발명의 목적은, 항타, 관입, 회전관입으로 설치된 말뚝의 동상을 효과적으로 방지할 수 있으며, 지반의 동결 정도가 심하더라도 동상방지의 효과가 변함없이 유지되도록 이루어지는 자가 동결융기 해소형 말뚝기초를 제공하는 것이다.

[0019] 또한, 항타, 관입, 회전관입으로 설치된 말뚝의 지지력을 향상시키는 한편, 말뚝의 지지력 산정에 있어 폐색 정도를 정확히 반영할 수 있도록 이루어지는 자가 동결융기 해소형 말뚝기초를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0020] 상기 목적은, 본 발명에 따라, 구조물을 지지하도록 지반에 박히는 개단(開端)말뚝; 상기 개단말뚝의 중공(中空)을 통해 삽입되고, 지반에 박히는 콘(cone)과, 상기 콘에 결합되어 지상에서 항타되는 로드와, 상기 로드에 설치되는 히팅코일을 포함하는 항타부재; 및 상기 구조물의 침하 또는 틸팅을 감지하면 상기 히팅코일에 전류를 공급하는 제어부를 포함하고, 상기 히팅코일의 열에너지가 상기 개단말뚝의 주변 지반으로 전달되어 지반 동결이 해소되는 것을 특징으로 하는 자가 동결융기 해소형 말뚝기초에 의하여 달성된다.

[0021] 상기 로드는 길이방향을 따라 분리되거나 결합되는 복수의 단위로드로 구성되고, 상기 히팅코일은 상기 단위로드마다 각각 구비되고, 상기 단위로드에는 각각 온도센서가 설치되며, 상기 제어부는 상기 온도센서의 신호를 통해 상기 히팅코일에 공급되는 전류량을 온도별로 제어하도록 이루어질 수 있다.

[0022] 상기 로드를 항타하면서 15㎝의 관입깊이별로 항타회수를 기록하여 지내력 측정, 지지층 위치 확인 및 연약층을 파악하고, 상기 콘이 상기 개단말뚝의 하단으로부터 상기 개단말뚝 직경의 2배만큼 더 관입되면 상기 항타부재의 설치를 완료하며, 상기 항타부재가 지반에 박히는 과정에서 상기 개단말뚝 안쪽 및 아래쪽 지반밀도가 높아져 지지력이 향상되도록 이루어질 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에 의하면, 구조물의 침하 또는 틸팅을 감지하면 제어부가 로드에 설치된 히팅코일에 전류를 공급함으로써, 항타, 관입, 회전관입으로 설치된 말뚝의 동상을 효과적으로 방지할 수 있으며, 지반의 동결 정도가 심하더라도 동상방지의 효과가 변함없이 유지되도록 이루어지는 자가 동결융기 해소형 말뚝기초를 제공할 수 있게 된다.

[0024] 또한, 항타부재가 개단말뚝의 중공(中空)을 통해 지반에 항타됨으로써, 항타, 관입, 회전관입으로 설치된 말뚝의 지지력을 향상시키는 한편, 말뚝의 지지력 산정에 있어 폐색 정도를 정확히 반영할 수 있도록 이루어지는 자가 동결융기 해소형 말뚝기초를 제공할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 자가 동결융기 해소형 말뚝기초의 사시도.

도 2는 도 1의 자가 동결융기 해소형 말뚝기초의 시공방법의 순서도.

도 3은 도 1의 자가 동결융기 해소형 말뚝기초의 시공방법을 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세하게 설명하면 다음과 같다. 다만, 본 발명을 설명함에 있어서, 이미 공지된 기능 혹은 구성에 대한 설명은, 본 발명의 요지를 명료하게 하기 위하여 생략

하기로 한다.

[0027] 본 발명의 자가 동결융기 해소형 말뚝기초는, 항타, 관입, 회전관입으로 설치된 말뚝의 동상을 효과적으로 방지할 수 있으며, 지반의 동결 정도가 심하더라도 동상방지의 효과가 변함없이 유지되도록 이루어진다.

[0028] 또한, 본 발명의 자가 동결융기 해소형 말뚝기초는, 항타, 관입, 회전관입으로 설치된 말뚝의 지지력을 향상시키는 한편, 말뚝의 지지력 산정에 있어 폐색 정도를 정확히 반영할 수 있도록 이루어진다.

[0029] 도 1은 본 발명의 자가 동결융기 해소형 말뚝기초의 사시도, 도 2는 도 1의 자가 동결융기 해소형 말뚝기초의 시공방법의 순서도, 도 3은 도 1의 자가 동결융기 해소형 말뚝기초의 시공방법을 나타내는 도면.

[0030] 도 1 에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 자가 동결융기 해소형 말뚝기초(1)는, 항타, 관입, 회전관입으로 설치된 말뚝의 동상을 효과적으로 방지할 수 있으며, 지반의 동결 정도가 심하더라도 동상방지의 효과가 변함없이 유지되도록 이루어지며, 개단말뚝(100), 항타부재(200), 히팅코일(300) 및 제어부(400)를 포함하여 구성된다.

[0031] 도 3(a)에 도시된 바와 같이, 개단말뚝(100)은 지반(G)에 세로방향으로 박혀 구조물의 하중을 지지하는 구성으로서, 원통형의 강관으로 형성된다. 개단말뚝(100)은 상단부가 지면으로부터 노출되는 형태로서 지반(G)에 세로방향으로 박힌다.

[0032] 개단 말뚝(open end pile)은 중공(中空) 말뚝의 끝 부분을 폐색하지 않고 중공인 채로 사용하는 말뚝을 지칭하는 용어로서, 일반적으로 강관말뚝은 개단상태로 항타, 관입, 회전관입 등에 의해 시공된다.

[0033] 개단말뚝(100)의 직경은 건물 구조, 하중, 지내력 및 말뚝 지지력 등을 고려하여 선정된다. 개단말뚝(100)의 제조기술 및 설치기술은 널리 공지된 기술로서 자세한 설명은 생략하기로 한다.

[0034] 도 1 및 도 3에서 개단말뚝(100)은 말뚝 선단에 스크류가 부착된 타입으로 도시되었으나, 이는 하나의 실시예로 이외에도 다양한 타입의 개단 말뚝이 사용될 수 있음은 물론이다.

[0035] 자세하게 도시되지는 않았으나, 개단말뚝(100)의 지면으로 노출된 상단부는 기초시공 후 구조물(미도시)과 결합되며, 개단말뚝(100)은 구조물의 하중 및 구조물에 인가되는 외력을 지반(G)에 전달함으로써 구조물을 지탱하게 된다.

[0036] 도 1 및 도 3에 도시된 바와 같이, 항타부재(200)는 개단말뚝(100) 안쪽 및 아래쪽의 지반(G) 밀도를 높이기 위한 구성으로서, 개단말뚝(100)의 중공(中空)을 통해 지반(G)에 항타된다. 항타부재(200)는 콘(210) 및 로드(220)를 포함하여 구성된다.

[0037] 콘(210)은 항타부재(200)가 지반(G)에 박히는 선단부를 형성하며, 원뿔형태로 형성되어 긴 바(bar) 형태의 로드(220)에 결합된다.

[0038] 콘(210)의 꼭지점 부분은 항타부재(200)의 아래쪽을 향하여 항타부재(200)가 지반(G)에 박힐 때 지반(G)과의 저항력과 마찰력을 감소시키게 된다. 자세하게 도시되지는 않았으나, 콘(210)과 로드(220)는 나사결합, 억지끼움, 용접 등에 의해 결합된다.

[0039] 로드(220)는 그 하단이 콘(210)에 결합된 상태에서 콘(210)을 선두로 개단말뚝(100)의 중공에 삽입된다. 로드(220)의 상단은 지상에서 해머(미도시) 또는 무게추(미도시)에 의해 항타되며, 콘(210)을 선두로 하여 항타부재(200)가 지반(G)에 박히는 과정에서 로드(220)의 상단은 지상에서 노출된 상태를 유지하게 된다.

[0040] 도 1 및 도 3에 도시된 바와 같이, 로드(220)는 길이방향을 따라 분리되거나 결합되는 복수의 단위로드(221)로 구성된다.

[0041] 단위로드(221)의 길이는 일미터 내지 수미터로 형성되며, 단위로드(221)의 개수는 개단말뚝(100)의 길이에 비례하여 선정된다. 도시되지는 않았으나, 단위로드(221)의 양단부에는 수나사부와 암나사부가 형성되며, 수나사부와 암나사부 간 나사결합에 의해 서로 분리되거나 결합된다.

[0042] 동토지대에서는 지반 상부에 위치한 활동층이 외부의 온도변화에 따라 동결과 융해를 반복하게 된다. 동결은 흙의 종류, 온도, 지하수위 등의 인자에 의해 지반이 팽창하는 동상현상(frost heave)을 유발하며, 이러한 동상현상은 지반의 불균등한 융기와 동결하중을 야기하여 기초 및 상부 구조물 파괴의 원인이 된다.

[0043] 우리나라는 계절동토 지역에 속하는 관계로 겨울철 일부 남쪽 지방을 제외하고는 표층 지반이 동결된다. 동상발생시 강관말뚝은 연직이동의 위험이 있으며, 강관말뚝의 연직이동 발생은 구조물에 심각한 피해를 초래하게

된다.

[0044] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 자가 동결융기 해소형 말뚝기초(1)는, 상술한 문제점을 해결하기 위해 로드(220)의 내부에 히팅코일(300)이 설치된다. 히팅코일(300)은 동결된 지반(G)에 열을 전달하기 위한 구성으로서, 로드(220)의 내주면에 설치된 상태에서 전류인가시 발열하게 된다.

[0045] 도 1 및 도 3(e)에 도시된 바와 같이, 개단말뚝(100)이 지지하는 구조물에는 제어부(400)가 설치된다. 제어부(400)는 히팅코일(300)에 전류를 공급하는 구성으로서, 구조물에 설치된 상태에서 전선에 의해 히팅코일(300)에 연결된다.

[0046] 제어부(400)는 감지센서(미도시)의 신호에 의해 구조물의 침하 또는 틸팅을 감지하게 된다. 감지센서는 복수의 경사계로 구비되어 구조물의 각 모퉁이 부위에 설치되며, 제어부(400)는 복수의 감지센서의 신호를 토대로 구조물의 기울기를 인식하게 된다.

[0047] 제어부(400)가 감지센서를 통해 구조물의 기움을 인지하게 되면, 제어부(400)는 히팅코일(300)에 자동으로 전류를 인가하게 된다. 히팅코일(300)의 열에너지는 개단말뚝(100)을 통해 개단말뚝(100) 주변의 지반(G)으로 전달되어 동결된 지반(G)을 빠르게 녹이게 되며, 지반(G)의 동결 융기를 해소함으로써 구조물의 손상을 방지하게 된다.

[0048] 지반(G)의 동결은 개단말뚝(100) 주변의 지반(G)에 전체적으로 발생할 수도 있으나, 일부 구간에 지하수가 유입된 경우 지하수가 유입된 부분에서 지반(G) 동결이 집중적으로 발생할 수도 있다.

[0049] 따라서, 히팅코일(300)이 항타부재(200)의 길이방향을 따라 고르게 발열하는 경우, 동결이 아직 발생하지 않은 지반(G)으로 열에너지가 유실됨은 물론이고, 지반(G) 동결이 집중된 부분의 동결을 해소하는 데에 과도한 전기에너지가 소모될 수 있다.

[0050] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명은 히팅코일(300)을 단위로드(221)마다 각각 구비하고, 단위로드(221)에는 각각 온도센서(T)를 설치함으로써, 상술한 과도한 전기에너지의 소모를 방지하게 된다. 자세하게 도시되지는 않았으나, 각각의 온도센서(T)는 제어부(400)와 연결된다.

[0051] 제어부(400)는 온도센서(T)의 신호를 통해 히팅코일(300)에 공급되는 전류량을 온도별로 제어하게 된다. 즉, 제어부(400)가 감지센서를 통해 구조물의 기움을 인지한 경우, 제어부(400)는 각각의 온도센서(T) 신호를 통해 동결온도 이하로 하강한 단위로드(221)에 설치된 히팅코일(300)에 전류를 인가하게 된다.

[0052] 또한, 동결온도 이하로 하강한 단위로드(221)가 복수인 경우 제어부(400)는 온도센서(T)에서 감지한 온도의 절대값에 비례하여 각각의 히팅코일(300)에 인가되는 전류량을 제어할 수도 있다. 이로써 지반(G) 동결이 집중된 부분의 동결을 빠르게 해소함은 물론, 동결이 아직 발생하지 않은 지반(G)으로 열에너지가 유실되는 현상을 최소로 방지하게 된다.

[0053] 한편, 말뚝의 극한 지지력은 계산의 편의상 독립적으로 산정된 주면마찰력과 선단지지력의 합으로서 나타나며, 이때 선단지지력은 말뚝 폐색정도에 따라 완전개방상태일 경우 순단면적을 적용하고, 완전폐색상태일 경우 전체 선단면적을 적용하는 것이 일반적이다.

[0054] 그 이유는 개단말뚝이 지반에 관입될 때 말뚝 속으로 밀려들어간 흙으로 인하여 말뚝의 선단부가 막힌 것과 유사한 효과를 발휘하기 때문이다. 이를 개단 강관말뚝의 폐색효과(plugging effect)라고 하며 관입하는 동안에 흙과 강관 벽과의 마찰로 인하여 강관 내부에 흙마개(soil plug)가 형성된다.

[0055] 최근 국내 및 해외에서 시공되는 구조물의 대형화로 인해 사용되는 말뚝기초 역시 대구경, 대심도 말뚝으로 설계되고 있다. 특히 강관말뚝은 기성말뚝으로 말뚝의 취급과 성능이 보장되고, 이음이 용이하여 수요가 증가하고 있다. 국내외 초장대 교량, 초고층 건물 시공시 대구경 강관말뚝을 항타하여 시공하는 추세이다.

[0056] 일반적으로 대구경 강관말뚝은 관입저항력을 감소시키기 위하여 선단부를 개방시킨 개단말뚝 형태로 시공하는 경우가 대부분이다. 개단말뚝의 경우 관입초기에는 폐단말뚝에 비해 지지력이 다소 떨어지지만 지반에 관입될수록 관내토 형성으로 인하여 선단부가 막히는 폐색효과가 발생한다.

[0057] 이로 인해 개단말뚝이지만 관입깊이가 증가할수록 폐단말뚝의 지지력에 근접하게 되며, 이때 폐색정도에 따라 말뚝의 침하 및 지지력 정도가 크게 달라지게 된다.

[0058] 그러나 종래 기성말뚝 또는 현장타설말뚝을 현장에 설치할 때 근입깊이를 암반층까지 깊게 해서 지지력을 확보

하여 시공을 하게 되는데, 강관말뚝을 사용할 경우 플러깅(Plugging) 효과에 의해 지지력 산정에 있어 정확도가 떨어지는 문제가 있었다.

[0059] 즉, 종래에는 현장 지반조사를 말뚝의 설치 이전에 표준 관입 시험(standard penetration test) 등에 의해 시행하기 때문에, 실제 시행되는 말뚝시공공법(항타, 관입, 회전관입 등)을 지반조사에 반영하지 못하였으며, 따라서 실제 말뚝 선단의 폐색정도를 말뚝의 지지력 산정에 정확히 반영할 수 없어 실제 말뚝의 지지력을 어림값으로 예측해야 하는 지지력 산정의 부정확성을 감수해야만 했었다.

[0060] 본 발명의 자가 동결융기 해소형 말뚝기초(1)는, 개단말뚝(100)의 중공을 통해 로드(220)를 항타하면서 항타회수 및 관입깊이를 주기적으로 측정함으로써 개단말뚝(100)의 지내력 측정, 지지층 위치 확인 및 연약층을 파악하며, 이에 따라 실제 말뚝 선단의 폐색정도를 말뚝의 지지력 산정에 정확히 반영할 수 있으며, 이 과정에서 실제 시공되는 말뚝의 지지력을 정확하게 예측함으로써 말뚝의 지지력을 정확하게 산정할 수 있는 이점이 있다.

[0061] 바람직하게는, 로드(220)를 항타하면서 15cm의 관입깊이별로 항타회수를 기록하여 개단말뚝(100)의 지내력 측정, 지지층 위치 확인 및 연약층을 파악하게 된다.

[0062] 전세계적으로 가장 많이 사용되는 지반조사기법인 표준 관입 시험(Standard Penetration Test)의 경우 63.5kg 중량의 해머를 75cm 높이에서 자유낙하시켜 파이프를 15cm 관입하는데 필요한 타격 회수를 기준으로 지반조사를 한다.

[0063] 따라서 본 발명에서도 15cm의 관입깊이별로 항타회수를 기록하게 되면, 표준 관입 시험과 동등한 조건에서 지반조사를 수행함으로써, 본 발명의 자가 동결융기 해소형 말뚝기초(1)에 의한 지반조사의 신뢰성 및 범용성이 대내외적으로 향상되는 이점이 있다.

[0064] 한편, 말뚝의 지지력은 선단부(말뚝 하단부 주변에서의 지반저항)와 주면부(말뚝 길이방향의 면과 말뚝 내부면에 닿는 흙 사이의 마찰력)의 합으로 결정되며, 마찰 말뚝에 의한 기초의 침하량을 산정하는 경우, 말뚝 길이의 1/3만큼 위쪽에서 말뚝 하중이 지반에 전해지는 것으로 생각된다.

[0065] 따라서, 말뚝의 지지력 산정에 있어 말뚝 하단부에서 지반에 의한 말뚝의 구속이 중요하며, 선단부 및 주면부의 흙이 단단할수록 즉, 흙의 밀도가 높을수록 지반으로부터 높은 구속력을 받아 지지력이 커지게 된다.

[0066] 본 발명의 자가 동결융기 해소형 말뚝기초(1)는 개단말뚝(100)의 중공을 통해 항타부재(200)를 지반(G)에 박는 과정에서 말뚝의 지지력을 정확하게 예측할 뿐만 아니라, 항타부재(200)가 박히는 과정에서 개단말뚝(100) 안쪽 및 아래쪽 지반(G) 밀도를 향상시킴으로써, 말뚝기초(1)의 지지력이 향상되는 이점이 있다.

[0068] 아래에서는 본 발명의 자가 동결융기 해소형 말뚝기초의 시공방법(S100)에 대해 자세하게 설명하고자 한다. 본 발명의 자가 동결융기 해소형 말뚝기초의 시공방법(S100)은 관입단계(S110), 측정단계(S120), 예측단계(S130) 및 완료단계(S140)를 포함하여 구성된다.

[0069] 도 3(a)에 도시된 바와 같이, 먼저 관입단계(S110)는 개단말뚝(100)을 지반(G)에 박는 단계로서, 개단상태의 강관말뚝을 항타, 관입, 회전관입 등에 의해 지반(G)에 박게 된다. 개단말뚝(100)은 상단부가 지면으로부터 노출되는 형태로서 지반(G)에 세로방향으로 박힌다.

[0070] 도 3(b)에 도시된 바와 같이, 측정단계(S120)는 개단말뚝(100)의 중공을 통해 항타부재(200)를 삽입한 후 콘(210)이 지반(G)에 닿았을 때 로드(220)의 높이를 측정하는 단계이다. 측정단계(S120)에서는 항타부재(200)의 항타를 준비하는 동시에 플러깅 현상에 의해 개단말뚝(100)의 선단을 통해 유입된 흙의 높이를 측정하게 된다.

[0071] 도시되지는 않았으나, 단위로드(221) 각각에는 일정한 간격의 눈금이 인치 단위 또는 센티미터 단위로 형성된다. 작업자는 측정단계(S120) 및 예측단계(S130)에서 단위로드(221)에 형성된 눈금을 통해 플러깅 진행률 및 15cm의 단계적 관입을 용이하게 인지하게 된다.

[0072] 도 3(c) 및 도 3(d)에 도시된 바와 같이, 예측단계(S130)는 로드(220)를 항타하면서 지내력 측정, 지지층 위치 확인 및 연약층을 파악하는 단계로서, 예측단계(S130)에서는 15cm의 관입깊이별로 항타회수를 기록하게 된다.

[0073] 도 3(c)는 항타부재(200)가 도 3(b)의 측정단계(S120)를 기준으로 15cm 관입된 것을 나타내며, 도 3(d)는 항타부재(200)가 도 3(c)보다 15cm 더 관입된 것을 나타낸다. 이와 같은 단계적 관입의 회수는 플러깅의 높이에 의해 좌우된다.

[0074] 예측단계(S130)는 표준 관입 시험과 동등한 조건에서 지반조사를 수행하는 것이 바람직하며, 이에 따라 본 발명

의 자가 동결융기 해소형 말뚝기초(1)에 의한 지반조사의 신뢰성 및 범용성이 대내외적으로 향상될 수 있다.

[0075] 도 3(e)에 도시된 바와 같이, 완료단계(S140)는 항타부재(200)의 설치를 완료하는 단계로서, 콘(210)이 개단말뚝(100)의 하단으로부터 개단말뚝(100) 직경의 2배만큼 더 관입된 상태에서 완료된다.

[0076] 콘(210)이 개단말뚝(100)의 하단으로부터 개단말뚝(100) 직경의 2배만큼 더 관입되면, 항타부재(200)의 관입에 의해 콘(210) 아래쪽 지반밀도를 충분히 상승시키는 동시에, 지반(G)의 동결 융기시 단위로드(221)에 설치된 히팅코일(300)의 발열을 통해 콘(210) 아래쪽 지반(G)의 동결을 용이하게 해소하게 된다.

[0078] 본 발명에 의하면, 구조물의 침하 또는 틸팅을 감지하면 제어부가 로드에 설치된 히팅코일에 전류를 공급함으로써, 항타, 관입, 회전관입으로 설치된 말뚝의 동상을 효과적으로 방지할 수 있으며, 지반의 동결 정도가 심하더라도 동상방지의 효과가 변함없이 유지되도록 이루어지는 자가 동결융기 해소형 말뚝기초를 제공할 수 있게 된다.

[0079] 또한, 항타부재가 개단말뚝의 중공(中空)을 통해 지반에 항타됨으로써, 항타, 관입, 회전관입으로 설치된 말뚝의 지지력을 향상시키는 한편, 말뚝의 지지력 산정에 있어 폐색 정도를 정확히 반영할 수 있도록 이루어지는 자가 동결융기 해소형 말뚝기초를 제공할 수 있게 된다.

[0081] 앞에서, 본 발명의 특정한 실시예가 설명되고 도시되었지만 본 발명은 기재된 실시예에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양하게 수정 및 변형할 수 있음은 이 기술의 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 일이다. 따라서, 그러한 수정예 또는 변형예들은 본 발명의 기술적 사상이나 관점으로부터 개별적으로 이해되어서는 안되며, 변형된 실시예들은 본 발명의 특허청구범위에 속한다 하여야 할 것이다.

부호의 설명

[0082] 1 : 말뚝기초

100 : 개단말뚝

200 : 항타부재

300 : 히팅코일

210 : 콘

400 : 제어부

220 : 로드

S100 : 말뚝기초의 시공방법

221 : 단위로드

S110 : 관입단계

T : 온도센서

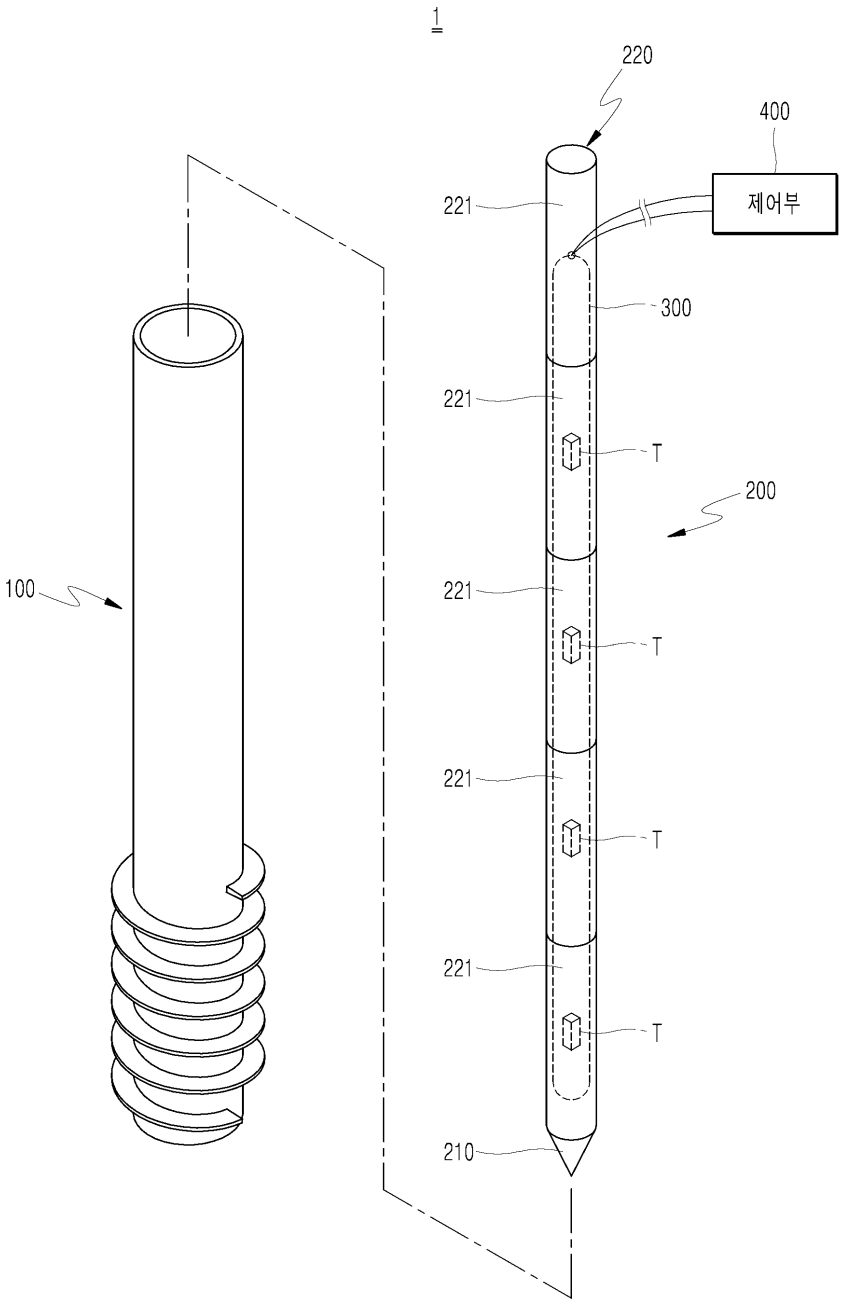
S120 : 측정단계

S130 : 예측단계

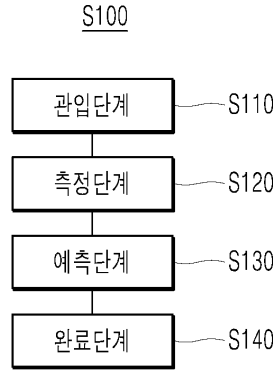
S140 : 완료단계

도면

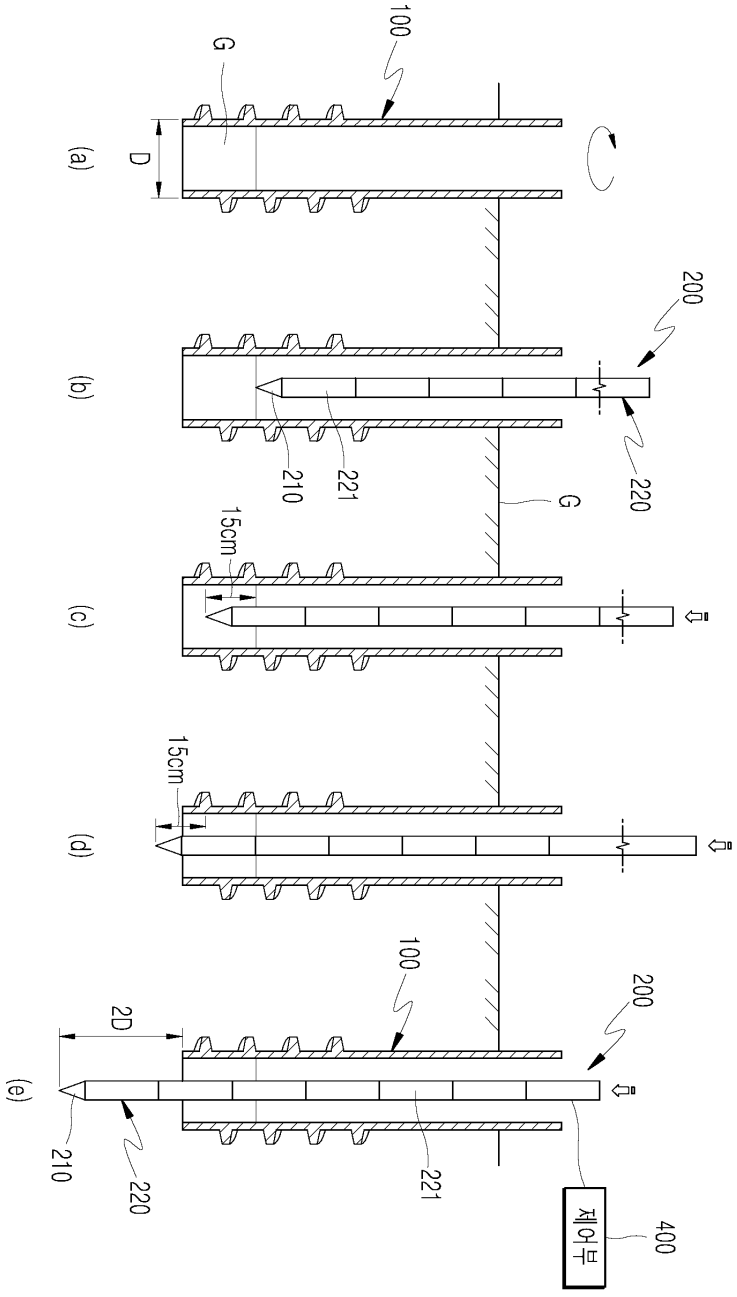
도면1



도면2


S100
관입단계
S110
측정단계
S120
예측단계
S130
완료단계
S140

도면3


(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
100
200
G
D
210
220
221
15cm
2D
제어부
400