(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년11월30일
(11) 등록번호 10-2607432
(24) 등록일자 2023년11월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 11/14 (2006.01) *G01L 5/00* (2020.01)
G01N 11/00 (2020.01)
(52) CPC특허분류
G01N 11/14 (2013.01)
G01L 5/0028 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0046037
(22) 출원일자 2023년04월07일
심사청구일자 2023년04월07일
(56) 선행기술조사문헌
KR101856377 B1*
KR1020190015812 A*
곽준호, '첨가제 주입 조건에 따른 EPB 쉴드 TBM 굴착토의 유동학적 특성 연구' (고려대 석사논문, 2023.02.28.) pp.42-48.*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
최항석
서울특별시 강남구 봉은사로71길 13 상아빌라트 202호
이효범
경기도 안양시 만안구 안양로 174 안양센트럴헤센 103동 1019호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
강귀용, 김수진

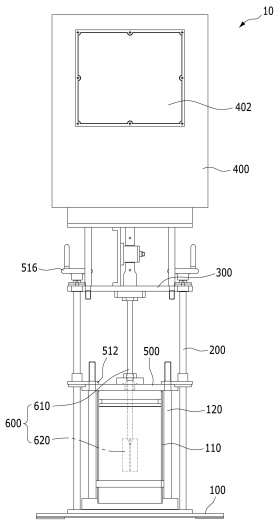
전체 청구항 수 : 총 3 항 심사관 : 장일석

(54) 발명의 명칭 **실내가압 유동계**

(57) 요 약

본 발명은 실내가압 유동계에 관한 것으로서, 일 실시형태에서, 컨디셔닝 된 흙이 충진되는 가압 챔버를 구비하는 베이스;와, 상기 베이스 상에 지지되는 복수의 컬럼;과, 상기 컬럼의 단부에 지지되는 고정 플레이트;와, 상기 고정 플레이트 상에 설치되고, 전동 모터 및 제어부를 구비하는 제어 박스;와, 상기 컬럼을 따라 선형이동이 가능하고, 상기 가압 챔버의 입구에 진입하여 밀봉 결합하는 가압 덮개; 및 상기 전동 모터에 의해 구동되고 상기 가압 덮개를 관통하여 상기 가압 챔버 안으로 연장된 구동축과, 상기 구동축의 단부에 결합한 블레이드를 포함하는 전동 블레이드;를 포함하고, 상기 가압 덮개는 상기 가압 챔버에 충진된 컨디셔닝 된 흙에 대해 가압상태를 형성할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01N 2011/0033 (2013.01)
(72) 발명자
강민규
서울특별시 동대문구 왕산로 27, 603호 (신설동, 동은컴페니언오피스텔)
황병현
서울특별시 성북구 안암로 47 상경빌라 407호
곽준호
경기도 용인시 기흥구 동백죽전대로 455-17 동원마을동원로얄듀크101동 302호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2011173
과제번호	23SMIP-A157074-04
부처명	국토교통부
과제관리(전문)기관명	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	스마트건설기술개발사업
연구과제명	머신러닝 기반 굴진면 전방 예측과 TBM 리스크 분석 및 관리 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

공지예외적용 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

토압식 TBM의 실제 지하 굴진상태와 유사한 가압환경을 조성하여 컨디셔닝 된 흙 시료에 대한 유동학적 특성 평가가 가능한 실내가압 유동계에 있어서, 상기 실내가압 유동계는

컨디셔닝 된 흙 시료가 충진되는 가압 챔버를 구비하는 베이스;

베이스 상에 지지되는 복수의 컬럼;

컬럼의 단부에 지지되는 고정 플레이트;

고정 플레이트 상에 구비되어 가압 챔버 내의 흙 시료를 대상으로 시험에 필요한 동력을 제공하는 전동 모터와, 인터페이스를 통해 실내가압 유동계의 작동을 제어하는 제어부로 구성되는 제어 박스;

가압 챔버에 대한 이탈 또는 진입이 이루어지고, 가압 챔버의 입구로 진입할 시에는 가압 챔버를 밀봉 결합하는 가압 덮개; 및

가압 덮개를 관통하여 가압 챔버 안으로 연장되며 전동 모터에 의해 회전구동하는 구동축과, 구동축의 단부에 결합되고 흙 시료 안에 매입되어 회전되는 블레이드와, 구동축과 블레이드 양측에 서로 대응되어 형성되며 구동축에 대해 블레이드가 체결 및 분리되는 나사부로 구성되는 전동 블레이드;를 포함하며,

가압 챔버의 바닥면에 배치되어 흙 시료에 가해지는 압력을 측정하며, 측정되는 압력을 제어 박스를 통해 실시간으로 출력하는 토압센서와, 구동축 말단에 장착된 블레이드가 흙 시료 안에 설정된 속도로 회전하여 구동축에 작용하는 토크를 측정하는 토크센서를 포함하며,

상기 가압 덮개는

컬럼을 따라 상하이동하는 한 쌍의 선형 가이드와, 고정플레이트에 대해 회전가능하도록 지지되고 선형 가이드에 대해 나사결합하는 스크루 축과, 스크루 축을 회전시키는 한 쌍의 리드 핸들을 구비하는 선형 구동부와, 가압 챔버의 입구에 대응하는 단면 형태로 구비되어 가압 챔버 안으로 진입하여 흙 시료를 소정의 힘으로 눌러 압력을 작용시키는 돌출부와, 가압 덮개 상면에 배치되어 가압 챔버 내에 생성된 압축 공기를 외부로 배출하는 공압 조절기로 구성되며, 상기 제어부는 토압센서 및 토크센서에서 측정되는 데이터를 수집, 저장, 출력하며, 기설정된 속도에 따라 전동 모터를 제어하여 정속회전시키는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 실내가압 유동계.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 가압 챔버는 상방으로 연장된 적어도 하나 이상의 가이드 봉이 구비되고, 상기 가압 덮개는 가이드 봉의 단부가 진입하는 가이드 홀이 구비되는 것을 특징으로 하는 실내가압 유동계.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 전동 모터는

제어부에 기설정된 시나리오 모드에 의해 변속되어 회전되는 것을 특징으로 하는 실내가압 유동계.

청구항 4

◈청구항 4은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.◈

제 1 항에 있어서,

상기 블레이드는

나사부에 의해 구동축과 체결 및 분리되며 날개 형상, 구 형상 또는 오거 형상 중 어느 하나로 형성되는 것을 특징으로 하는 실내가압 유동계.

청구항 5

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 첨가제 주입에 의해 물성이 개선된 흙의 유동학적(rheological) 거동을 가압 환경에서 파악할 수 있는 실내가압 유동계에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 지하공간 활용에 있어 터널 시공은 대표적인 방안으로서, 재래식 공법과 기계화 시공법으로 분류가 가능하다. 재래식 공법은 NATM(New Austrian Tunnelling Method) 공법을 예로 들 수 있으며, 기계화 시공법은 TBM(Tunnel Boring Machine) 공법을 예로 들 수 있다.

[0005] 이때, TBM 공법은 막장면 지지 방법에 따라 토압식(Earth Pressure Balanced, EPB) TBM과 이수식(Slurry) TBM으로 구분이 가능하다. 토압식 TBM의 경우 첨가제(foam, polymer, bentonite)의 활용을 통해 굴착토의 물성을 개선하여 적용가능 지반 범위의 확장이 가능하며, 막장면의 변동 감소, 전단강도 감소, 커터의 마모량 최소화 등 다양한 효과를 기대할 수 있다. 첨가제 주입에 따른 물성 개선 방법을 쏘일 컨디셔닝(Soil Conditioning)이라 한다.

[0007] 토압식 TBM의 현장 적용에 있어 쏘일 컨디셔닝의 경우 시행착오법을 통해 경험적인 방법으로 적용되고 있다. 그러나 최근에는 설계 단계에서부터 컨디셔닝된 흙의 특성이 반영되기를 요구함에 따라 이를 평가할 수 있는 장비나 시험법에 대한 연구가 폭 넓게 진행되고 있다.

[0009] 현재 블레이드 형상의 유동계(rheometer)가 가장 활발하게 연구되고 있으며, 구 형상, 오거 형상 등 다양한 형상의 유동계 연구가 이루어지고 있다. 그리고, 컨디셔닝된 흙에 대한 워커빌리티(workibility, 시공성능)를 평가하는 방법으로는 콘크리트 분야에서 활용되는 슬럼프 시험이 제안 및 활용되어 왔다.

[0011] 그러나, 슬럼프 시험은 대기중에서 진행되어 TBM의 가압 상태에 대한 모사가 어렵다는 한계가 있으며, 시험실의 조건 및 시험자에 따라 결과 차이가 발생한다는 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0013] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2018-0047541호 (2018.05.10. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명은 토압식 TBM의 실제 지하 굴진상태에 유사한 가압환경에서의 컨디셔닝된 흙에 대한 워커빌리티를 실내에서 평가할 수 있는 시험장비를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0016] 본 발명은 실내가압 유동계에 관한 것으로서, 일 실시형태에서, 컨디셔닝 된 흙이 충진되는 가압 챔버를 구비하는 베이스;와, 상기 베이스 상에 지지되는 복수의 컬럼;과, 상기 컬럼의 단부에 지지되는 고정 플레이트;와, 상기 고정 플레이트 상에 설치되고, 전동 모터 및 제어부를 구비하는 제어 박스;와, 상기 컬럼을 따라 선형이동이 가능하고, 상기 가압 챔버의 입구에 진입하여 밀봉 결합하는 가압 덮개; 및 상기 전동 모터에 의해 구동되고 상기 가압 덮개를 관통하여 상기 가압 챔버 안으로 연장된 구동축과, 상기 구동축의 단부에 결합한 블레이드를 포함하는 전동 블레이드;를 포함하고, 상기 가압 덮개는 상기 가압 챔버에 충진된 컨디셔닝 된 흙에 대해 가압상태를 형성할 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 가압 덮개는, 상기 컬럼을 따라 이동하는 선형 가이드;와, 상기 선형 가이드에 대해 나사결합하는 스크루 축과, 상기 스크루 축을 회전시키는 리드 핸들을 구비하는 선형 구동부;와, 상기 가압 챔버에 충진된 컨디셔닝 된 흙을 누르는 돌출부를 포함할 수 있다.

[0020] 상기 스크루 축은 상기 고정 플레이트에 대해 지지될 수 있다.

[0022] 그리고, 상기 가압 챔버는 상방으로 연장된 적어도 하나 이상의 가이드 봉을 구비하고, 상기 가압 덮개는 상기 가이드 봉의 단부가 진입하는 가이드 홀을 구비할 수 있다.

[0024] 상기 가압 덮개는, 상기 가압 챔버의 입구로 진입하여 밀봉 결합함으로써 상기 가압 챔버 내에 생성된 압축 공기를 외부로 배출하는 공압 조절기를 구비할 수 있다.

[0026] 상기 가압 챔버에는, 컨디셔닝 된 흙에 가해지는 압력을 측정하는 토압센서가 구비될 수 있다.

[0028] 그리고, 상기 구동축에 작용하는 토크를 측정하는 토크센서를 구비할 수 있다.

[0030] 이에 대응하여, 상기 제어부는, 상기 토압센서 및 토크센서에서 측정한 데이터를 수집, 저장, 출력할 수 있다.

[0032] 그리고, 상기 제어부는, 상기 전동 모터가 정속회전하도록 제어되되, 기설정된 시나리오 모드에 의해 속도를 제어할 수 있다.

[0034] 한편, 본 발명의 실시형태에 따라서는, 상기 블레이드는 상기 구동축에 대해 교체가 가능하도록 나사결합으로 체결될 수 있다.

[0036] 한편 본 명세서에 개시된 기술에 관한 설명은 단지 구조적 내지 기능적 설명을 위한 실시예에 불과하므로, 개시된 기술의 권리범위는 본문에 설명된 실시예에 의하여 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 된다. 즉, 실시예는 다양한 변경이 가능하고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 개시된 기술의 권리범위는 기술적 사상을 실현할 수 있는 균등물들을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 개시된 기술에서 제시된 목적 또는 효과는 특정 실시예가 이를 전부 포함하여야 한다거나 그러한 효과만을 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 개시된 기술의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.

[0038] 또한 본 발명에서 서술되는 용어의 의미는 다음과 같이 이해되어야 할 것이다. “제1”, “제2” 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위한 것으로, 이들 용어들에 의해 권리범위가 한정되어서는 아니 된다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소로 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0040] 나아가 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 “연결되어” 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결될 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 “직접 연결되어” 있다고 언급된 때에는 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 한편, 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 “~사이에”와 “~사이에” 또는 “~에 이웃하는”과 “~에 직접 이웃하는” 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0042] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, “포함하다” 또는 “가지다” 등의 용어는 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

발명의 효과

[0044] 본 발명은 가압 챔버 내에 투입된 컨디셔닝 된 흙을 가압 덮개로 눌러 일정 압력을 가한 상태에서 전동 블레이드에 의한 전단시험을 진행할 수 있음에 따라, 토압식 TBM의 실제 지하 굴진상태에 유사한 가압환경에서의 컨디셔닝된 흙에 대한 워커빌리티를 평가하는 것이 가능해진다.

[0046] 또한, 본 발명의 가압 블레이드 시험장비는 실내에 설치하기에 적합한 컴팩트한 사이즈로 쉽게 구성할 수 있으며, 유동계인 블레이드를 용이하게 교체할 수 있음에 따라 다양하게 조건을 변경하면서 컨디셔닝 된 흙을 평가할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0048] 도 1은 본 발명에 따른 실내가압 유동계의 정면도.

도 2는 도 1의 실내가압 유동계에 대한 평면도.

도 3은 가압 덮개가 분리된 상태의 실내가압 유동계를 도시한 도면.

도 4는 선형 구동부의 구성을 확대 도시한 도면.

도 5는 실내가압 유동계에 구비되는 측정센서의 배치를 도시한 도면.

도 6은 전동 블레이드의 일 실시형태를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0049] 이하, 본 발명이 속하는 선호적인 실시예를 참고로 하여 더욱 상세하게 설명한다.

[0051] 도 1은 본 발명에 따른 실내가압 유동계(10)의 정면도, 그리고 도 2는 도 1의 실내가압 유동계(10)에 대한 평면도로서, 도 1 및 도 2를 참조하여 본 발명에 대해 상세히 설명한다.

[0053] 본 발명은 실내가압 유동계(10)에 관한 것으로서, 구체적으로는 토압식 TBM 공법에서 다양한 첨가제를 주입하여 굴착토의 역학적, 수리학적 물성을 개선하는 쏘일 컨디셔닝 방식에서의 흙의 물성을 실내에서 시험할 수 있는 장비에 관한 것이다. 전술한 바와 같이, 현재는 토압식 TBM의 현장 적용 이전에 설계 단계에서부터 컨디셔닝된 흙의 특성을 평가할 필요성이 대두되는데, 콘크리트 분야에서 활용되는 슬럼프 시험은 대기중에서 진행되어 TBM의 가압 상태에 대한 모사가 어렵다는 한계가 있었다. 본 발명은 컨디셔닝 된 흙의 가압상태, 예를 들어 심도 20m 굴착시를 상정한 200kPa의 정지토압에서의 물성을 실내에서 평가할 수 있는 장비를 제공한다.

[0055] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실내가압 유동계(10)는, 크게 나누었을 때, 베이스(100)와 복수의 컬럼(200), 고정 플레이트(300), 제어 박스(400), 가압 덮개(500) 및 전동 블레이드(600)를 포함한다.

[0057] 베이스(100)는 컬럼(200)이나 제어 박스(400) 등의 각종 부속품을 지지하는 받침대의 역할을 한다. 베이스(100)의 크기는 실내에 설치하기에 적합한 크기, 예를 들어 1m×1m 미만의 사이즈를 가질 수 있으며, 고정식은 물론 바퀴가 달린 이동식으로도 구성될 수 있다.

[0059] 그리고, 베이스(100)는 컨디셔닝 된 흙(이하, 간략히 "흙 시료"라 할 수 있음)이 충진되는 가압 챔버(110)를 구비한다. 가압 챔버(110)는 베이스(100)에 대해 고정식 또는 착탈식으로 결합할 수 있으며, 안에 담긴 흙 시료에 작용하는 압력에 견디기에 충분한 내구성을 가질 필요가 있다. 균일한 압력 환경과 내압성을 고려하여, 가압 챔버(110)는 원통 용기로 구성되는 것이 바람직할 수 있다.

[0061] 여기서, 컨디셔닝 된 흙은, TBM 굴진면의 안정성을 증진시키고 흙에 의한 기계의 토크, 추력, 마모 등을 효과적으로 줄여 TBM의 시공성을 크게 향상시키도록, 첨가제가 투입된 흙을 의미하며, 첨가제로는 보통 폼, 폴리머, 슬러리가 사용된다.

[0063] 폼에 의해 컨디셔닝 된 흙의 물성을 평가하기 위해서는, 폼-흙 혼합물 시료조성을 위해, 폼을 발생시킬 수 있는 폼 발생장치가 필요하다. 일반적으로 폼은 일정 비율로 희석된 폼제와 공기가 구슬, 메쉬 등의 공극 물질로 충전된 실린더를 통과하며 생성되는 난류를 통해 발생된다. 폼제는 피스톤 형식으로 제작된 컨테이너를 통해 공급될 수 있으며, 폼제 컨테이너에는 일정 부피의 공기를 공급할 수 있는 공기유량계가 부착되어 있어 일정한 유량의 공기를 폼제 용액과 함께 동시 공급할 수 있다. 이렇게 제조된 폼제는 폼 주입비(FIR, Foam Injection Ratio)에 따라 적정 부피의 흙과 혼합하여 교반되고, 이로써 컨디셔닝 된 흙이 준비된다.

[0065] 컬럼(200)은 베이스(100) 상에 지지되는 기둥부재로서, 구조적 안정성을 위해 복수 개의 컬럼(200)이 균등하게

배치된다. 컬럼(200)의 단부에는 고정 플레이트(300)가 지지되며, 컬럼(200)의 양단이 베이스(100)와 고정 플레이트(300)에 고정됨으로써, 안정적인 구조체가 만들어진다.

[0067] 고정 플레이트(300) 상에는 전동 모터(410) 및 제어부(420)를 구비하는 제어 박스(400)가 설치된다. 제어 박스(400)에 구비된 인터페이스(402)를 통해 실내가압 유동계(10)의 시동, 운전(시험), 정지 등의 각종 조작이 이루어지며, 이러한 조작은 제어부(420)에 의해 통제된다. 또한, 제어 박스(400)에 구비된 전동 모터(410)는 가압 챔버(110) 내의 흙 시료에 대한 시험, 예를 들어 전단 시험에 필요한 동력을 제공한다.

[0069] 고정 플레이트(300)의 하방으로는, 가압 챔버(110)의 입구에 진입하여 밀봉 결합하는 가압 덮개(500)가 배치된다. 가압 덮개(500)는 가압 챔버(110)의 입구에 밀착하여 흙 시료의 샘 없이 충분한 압력을 가할 수 있어야 하며, 컬럼(200)을 따라 선형이동을 함으로써 가압 챔버(110)에 대한 이탈 또는 진입이 이루어진다.

[0071] 그리고, 전동 블레이드(600)는 구동축(610)과 블레이드(620)를 포함한다. 구동축(610)은 전동 모터(410)에 의해 회전구동하는 축으로서, 가압 덮개(500)를 관통하여 가압 챔버(110) 안으로 연장된다. 그리고 블레이드(620)는 구동축(610)의 단부에 결합한 유동계(rheometer)로서, 컨디셔닝된 흙 안에 묻힌 블레이드(620)가 회전할 때 구동축(610)에 작용하는 토크를 측정함으로써 흙 시료의 물성, 예를 들어 전단강도를 평가할 수 있다.

[0073] 본 발명의 일 실시형태에서, 가압 덮개(500)는, 컬럼(200)을 따르는 선형이동을 구현하 위한 선형 가이드(512) 및 선형 구동부(510), 그리고 흙 시료에 효과적으로 압력을 작용하기 위한 돌출부(520)를 구비하고 있다.

[0075] 도 3은 가압 덮개(500)가 분리된 상태의 실내가압 유동계(10)를 도시한 도면으로서, 도 1과 비교하면, 가압 덮개(500)의 하방을 향하는 돌출부(520)의 구성을 확인할 수 있다. 돌출부(520)는 가압 챔버(110)의 입구에 대응하는 단면 형태를 구비하고 있으며, 돌출부(520)의 길이만큼 가압 챔버(110) 안으로 깊이 진입함으로써 흙 시료를 충분한 힘으로 눌러 가압상태를 형성할 수 있다. 그리고, 가압 덮개(500)는, 가압 챔버(110)에 대한 이탈과 진입 과정에서 구동축(610)을 따라 이동해야 하므로, 이를 고려하여 가압 덮개(500)와 구동축(610)의 경계면에는 적절한 실링수단이 개재되는 것이 바람직할 수 있다.

[0077] 도 4는 선형 구동부(510)의 구성을 확대 도시한 도면이다. 가압 덮개(500)는 한 쌍의 선형 가이드(512)를 구비하고 있으며, 선형 가이드(512)는 연직방향의 컬럼(200)을 따라 이동하도록 결합되어 있다. 즉, 복수의 컬럼(200)은 가압 덮개(500)에 대한 가이드 레일의 역할을 한다.

[0079] 그리고, 선형 구동부(510)는 가압 덮개(500)의 선형이동을 일으키는 동력부의 역할을 한다. 선형 구동부(510)는 선형 가이드(512)에 대해 나사결합하는 스크루 축(514)과, 스크루 축(514)을 회전시키는 리드 핸들(516)을 구비한다. 스크루 축(514)에 대해 선형 가이드(512)가 나사결합을 하고, 선형 가이드(512)는 컬럼(200)을 따라서 상하로만 이동할 수 있으므로, 스크루 축(514)의 회전운동은 선형 가이드(512), 나아가 선형 가이드(512)에 결합한 가압 덮개(500)의 상하 선형이동으로 전환된다. 볼 스크루와 같이, 한 부재의 회전운동을 다른 부재의 선형운동으로 변환하는 기구라면, 선형 구동부(510)로 적용될 수 있다. 한편, 스크루 축(514)의 안정적인 동작을 위해, 스크루 축(514)은 고정 플레이트(300)에 대해 회전 가능하도록 지지될 수 있다.

[0081] 그리고, 리드 핸들(516)은 수동으로 스크루 축(514)을 회전시키는 토크를 제공하는 입력단에 해당한다. 도시된 실시형태에서는, 선형 가이드(512)가 한 쌍으로 구비되는 것에 대응하여, 리드 핸들(516)도 한 쌍으로 구비되어 있다. 다만, 도시된 실시형태는, 수동방식의 선형 구동부(510)를 보여주고 있지만, 전동방식으로도 선형 구동부(510)를 구성할 수 있음은 자명하게 이해될 것이다.

[0083] 나아가, 가압 챔버(110)는 상방으로 연장된 적어도 하나 이상의 가이드 봉(120)을 구비하고, 이에 대응하여, 가압 덮개(500)는 가이드 봉(120)의 단부가 진입하는 가이드 홀(530)을 구비할 수 있다. 가이드 봉(120)과 가이드 홀(530)은, 가압 챔버(110)에 대한 가압 덮개(500)의 정확한 진입과 이탈을 유도하는 또 하나의 수단이다. 또한, 가이드 봉(120)의 단부에 나사결합하는 클램프나 나비너트(미도시)를 통해 가압 덮개(500)를 눌러줌으로써 선형 구동부(510)에 가해지는 하중의 일부를 부담하고, 이를 통해 안정적인 가압 상태를 유지하는데 도움을 줄 수도 있다.

[0085] 도 5는 실내가압 유동계(10)에 구비되는 각종 측정센서를 포함하는 부대장치의 배치를 도시한 도면이다.

[0087] 하나의 예로서, 가압 덮개(500)가 가압 챔버(110)의 입구로 진입하여 밀봉 결합함으로써 가압 챔버(110) 내에 생성된 압축 공기를 외부로 배출하는 공압 조절기(540)를 구비할 수 있다. 공압 조절기(540)의 개방으로 가압 챔버(110) 내의 압축 공기를 배출함으로써 가압 덮개(500)가 흙 시료에 직접 압력을 가할 수 있는 조건이 조성되며, 효과적인 공기 배출을 위해 공압 조절기(540)는 가압 덮개(500) 상면에 배치될 수 있다. 공기 배출 후에

는 공압 조절기(540)를 닫고서 시험을 진행하게 된다.

[0089] 그리고, 가압 챔버(110)에는, 컨디셔닝 된 흙에 가해지는 압력을 측정하는 토압센서(130)가 구비될 수 있다. 예컨데, 토압센서(130)는 가압 챔버(110)의 바닥면에 배치될 수 있으며, 흙 시료에 가해지는 압력을 제어 박스(400)를 통해 실시간으로 출력함으로써 시험자가 원하는 수준까지 가압 덮개(500)가 전진하도록 선형 구동부(510)를 조작하는데 필요한 정보를 제공할 수 있다.

[0091] 그리고, 실내가압 유동계(10)는, 구동축(610)에 작용하는 토크를 측정하는 토크센서(640)를 구비한다. 구동축(610) 말단에 장착된 블레이드(620)가 가압된 흙 시료 안에서 설정된 속도로 회전하는데 필요한 토크 정보로부터, 흙 시료의 전단강도나 항복응력, 점성비례상수와 같은 각종 물성 정보가 취득된다.

[0093] 이에 대응하여, 제어부(420)는 토압센서(130) 및 토크센서(640)에서 측정한 데이터를 수집, 저장, 출력할 수 있다. 또한, 제어부(420)는 기설정된 속도에 따라 전동 모터(410)를 제어하여 실내가압 블레이드 시험에 적합하도록 정속회전이 가능하며, 기설정된 시나리오 모드에 의해 전동 모터(410)가 변속되어 회전되도록 제어한다. 이때 시나리오 모드를 통한 속도 변화는 1/60, 1/30, 1/15, 1/10, 1/5, 1/3, 1/2, 3/4 RPM으로 구성되는 것이 선호되지만 이에 국한하지는 않으며 시험 목적에 따라 다양하게 속도 변화를 변경하여 설정할 수 있다.

[0095] 한편, 본 발명에서는 블레이드(620)가 1회전에 7~8분 정도의 시간이 필요한 속도로 회전하는 것이 선호되지만 동일한 목적과 기능을 달성할 수 있는 범위 내에서 블레이드(620)의 회전속도를 다양하게 설정할 수 있다.

[0097] 제어부(420)는 블레이드(620)의 1회전 동안 일정 각도(또는 시간) 간격으로 구동축(610)에 작용하는 토크값을 수집, 저장, 출력할 수 있다. 블레이드(620)의 회전속도가 매우 저속인 점을 고려하여, 전동 모터(410)는 감속기(412)를 거쳐 구동축(610)에 동력을 전달하며, 감속기(412)에 의해 구동축(610)에는 충분한 토크가 발생하게 된다.

[0099] 도 6은 전동 블레이드(600)의 일 실시형태를 도시한 도면이다. 도시된 블레이드(620)는 네 개의 직사각형 날개가 원주방향을 따라 90° 간격으로 배치된 구조를 이루고 있다. 블레이드(620)는 컨디셔닝된 흙의 특성을 평가하는 다양한 유동계 중의 하나인데, 시험 목적에 따라 구 형상, 오거 형상 등 다른 형상의 유동계가 필요할 경우도 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시형태에 따르면, 도 6에 도시된 것과 같이, 구동축(610)에 대해 교체가 가능하도록 나사결합으로 체결되는 구조로 블레이드(620)를 구성할 수 있다. 즉, 구동축(610)과 블레이드(620) 양측에 서로 대응하는 나사부(630)가 구비됨으로써 체결 및 분리가 손쉽게 이루어질 수 있으며, 이에 따라 교체식으로 유동계를 바꿔가며 다양한 조건에서 흙 시료의 가압 평가를 진행할 수 있다.

[0101] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

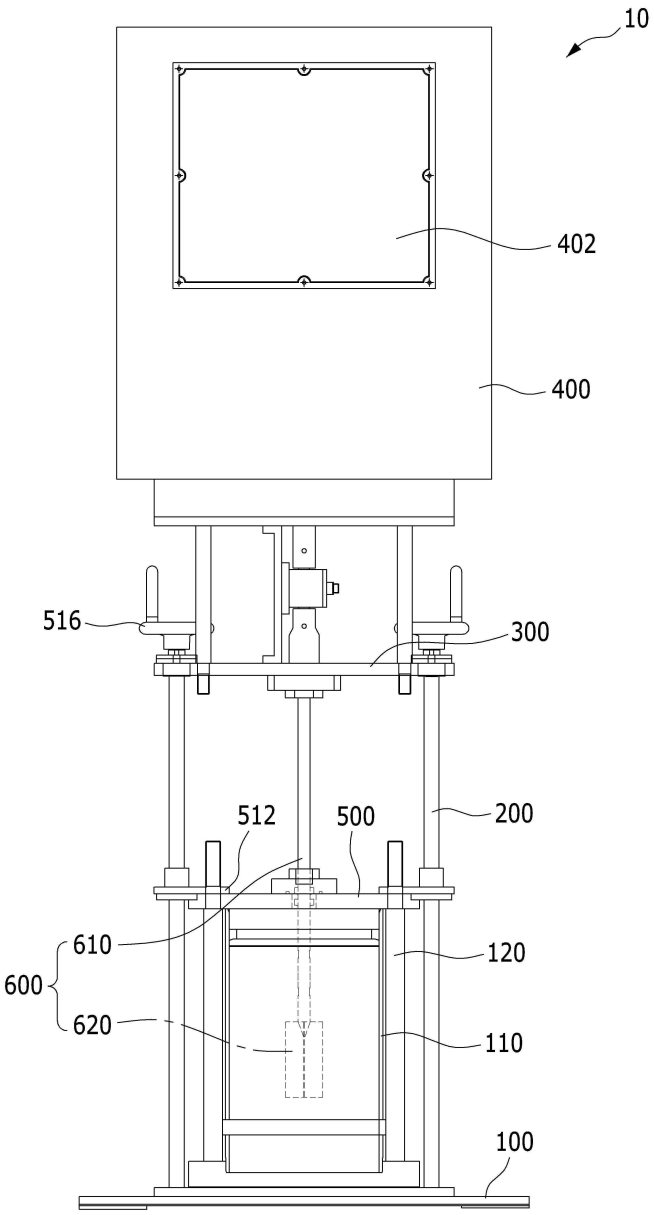
부호의 설명

[0103]

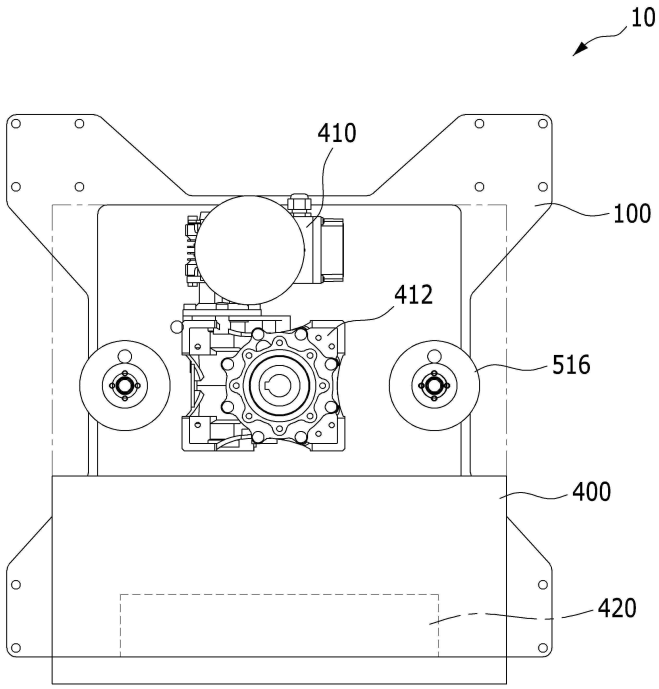
10: 실내가압 유동계	100; 베이스
110: 가압 챔버	120: 가이드 봉
130: 토압센서	200: 컬럼
300: 고정 플레이트	400: 제어 박스
410: 전동 모터	412: 감속기
420: 제어부	500: 가압 덮개
510: 선형 구동부	512: 선형 가이드
514: 스크루 축	516: 리드 핸들
520: 돌출부	530: 가이드 홀
540: 공압 조절기	600: 전동 블레이드
610: 구동축	620: 블레이드
630: 나사부	640: 토크센서

도면

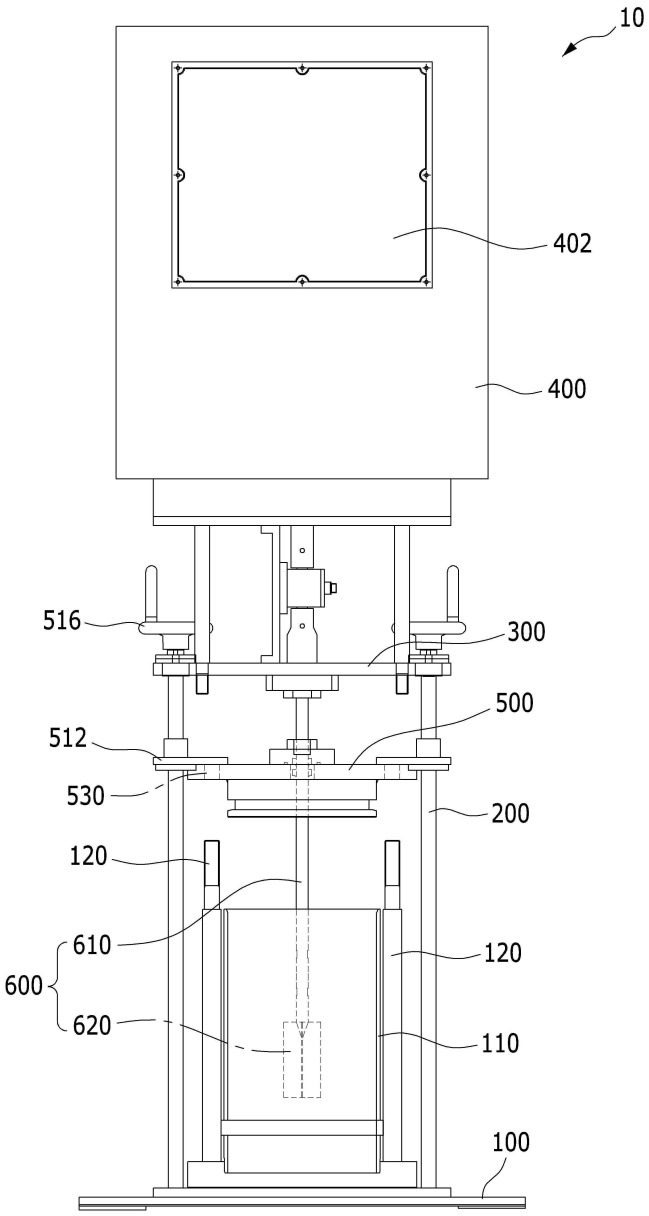
도면1



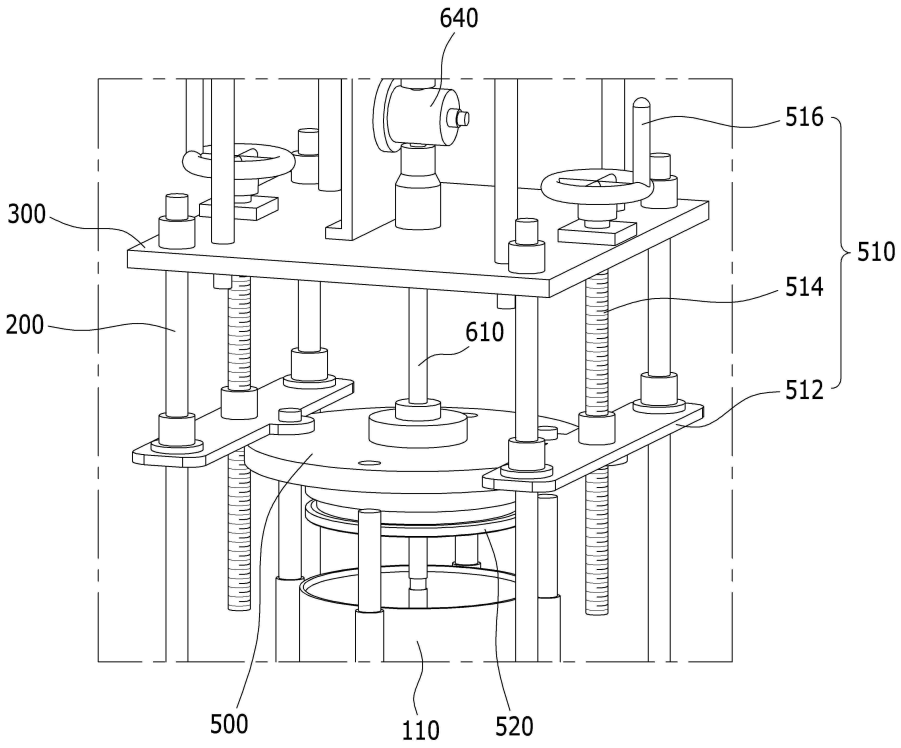
도면2



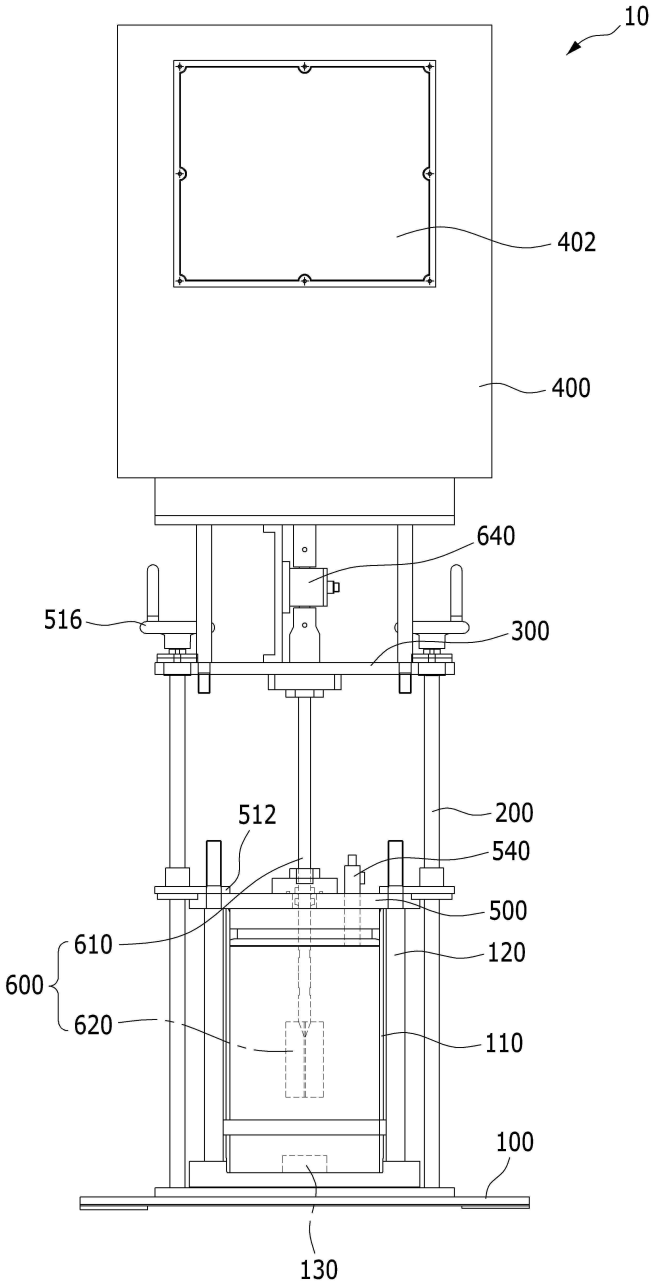
도면3



도면4



도면5


10
402
400
640
516
300
512
200
540
500
610
120
600
620
110
100
130

도면6

