



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년06월10일
 (11) 등록번호 10-1986685
 (24) 등록일자 2019년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01N 3/24 (2006.01) G01N 3/02 (2006.01)
 G01N 33/24 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 G01N 3/24 (2013.01)
 G01N 3/02 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2017-0116579
 (22) 출원일자 2017년09월12일
 심사청구일자 2017년09월12일
 (65) 공개번호 10-2019-0029245
 (43) 공개일자 2019년03월20일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2004012296 A*
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자
 한국지질자원연구원
 대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동, 한국지
 질자원연구원)
 (72) 발명자
 송인선
 대전광역시 유성구 한우물로 172-1, 101호(
 대정동)
 (74) 대리인
 특허법인(유한) 대아

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 한별

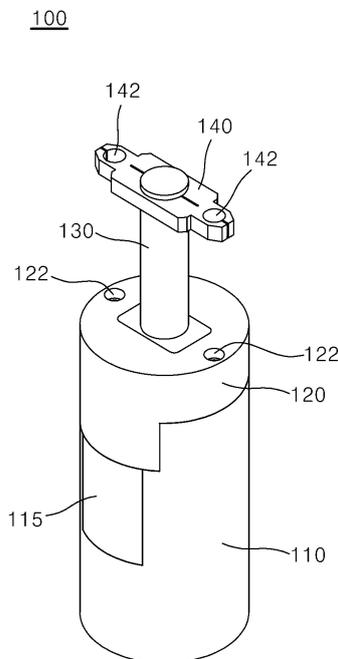
(54) 발명의 명칭 단층 점토의 전단 시험 장치

(57) 요약

본 발명의 단층 점토의 전단 시험 장치는, 사각형 형상의 하부 중공이 가운데 형성되고, 단면 凹 형상을 갖는 원통형 형상의 하부 고정 블록; 상기 원통형 형상의 하부 고정 블록의 상기 하부 중공에 대응하는 사각형 형상의 상부 중공이 가운데 형성되고, 상기 단면 凹 형상에 대응하는 단면 凸 형상을 가지며, 상기 하부 고정 블록의 상

(뒷면에 계속)

대표도 - 도4



부에 위치하는 원통형 형상의 상부 고정 블록; 상기 상부 고정 블록의 상기 상부 중공과 상기 하부 고정 블록의 상기 하부 중공을 관통하여 수직으로 설치되는 메인 헤드; 상기 하부 고정 블록의 상기 단면 凹 형상의 비어있는 공간의 양측에 설치되고, 상기 메인 헤드를 가운데 두고 배치되는 수평 가압 블록;을 포함하며; 상기 메인 헤드와 상기 하부 고정 블록 사이에는 제 1 간극이 형성되며, 상기 메인 헤드와 상기 상부 고정 블록 사이에는 제 2 간극이 형성되고, 상기 제 1 간극의 폭은 상기 제 2 간극의 폭을 초과하며, 상기 제 1 간극 및 상기 제 2 간극에 단층 접토가 유지되는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류
G01N 33/24 (2019.01)

(56) 선행기술조사문헌
 JP2004037261 A*
 KR101447507 B1*
 KR1020090071780 A*

우상우 외, 한반도 남동부 지역에 발달한 양산단층
 비지의 마찰 특성, 한국지질학회지 제51권제6호,
 한국지질학회, 2015.12.pp569-584
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
 과제고유번호 1711051647
 부처명 미래창조과학부
 연구관리전문기관 국가과학기술연구회
 연구사업명 한국지질자원연구원연구운영비지원
 연구과제명 대규모 CO2 지중저장 후보지 잠재성 평가
 기여율 1/1
 주관기관 한국지질자원연구원
 연구기간 2017.01.01 ~ 2017.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

사각형 형상의 하부 중공이 가운데 형성되고, 단면 凹 형상을 갖는 원통형 형상의 하부 고정 블록;

상기 원통형 형상의 하부 고정 블록의 상기 하부 중공에 대응하는 사각형 형상의 상부 중공이 가운데 형성되고, 상기 단면 凹 형상에 대응하는 단면 凸 형상을 가지며, 상기 하부 고정 블록의 상부에 위치하는 원통형 형상의 상부 고정 블록;

상기 상부 고정 블록의 상기 상부 중공과 상기 하부 고정 블록의 상기 하부 중공을 관통하여 수직으로 설치되는 메인 헤드;

상기 하부 고정 블록의 상기 단면 凹 형상의 비어있는 공간의 양측에 설치되고, 상기 메인 헤드를 가운데 두고 배치되는 수평 가압 블록;을 포함하며;

상기 메인 헤드와 상기 하부 고정 블록 사이에는 제 1 간극이 형성되며,

상기 메인 헤드와 상기 상부 고정 블록 사이에는 제 2 간극이 형성되고,

상기 제 1 간극의 폭은 상기 제 2 간극의 폭을 초과하며,

상기 제 1 간극 및 상기 제 2 간극에 단층 점토가 충전되는 것을 특징으로 하는,

단층 점토의 진단 시험 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 메인 헤드의 양측면에 형성된 오목면에는 상기 메인 헤드의 수직 길이 방향으로 따라서 연장되는 내측 메시가 설치되고,

상기 수평 가압 블록에 형성된 오목면에는 상기 내측 메시에 대응하는 외측 메시가 각각 설치되며,

상기 단층 점토는 상기 내측 메시와 상기 외측 메시 사이에 유지되어 있는 것을 특징으로 하는,

단층 점토의 진단 시험 장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 내측 메시의 하단부와 상기 외측 메시의 하단부는 동일한 위치에 위치하며,

상기 내측 메시의 수직 길이는 상기 외측 메시의 수직 길이의 1.2 배 내지 2 배 사이인 것을 특징으로 하는,

단층 점토의 진단 시험 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 상부 고정 블록의 일측에는 상기 단층 점토에 일정한 압력을 인가하기 위한 유체 가압부가 더 설치되며;

상기 유체 가압부로부터 상기 상부 고정 블록의 내측과 상기 하부 고정 블록의 내측으로 연장되어 형성되는 유

체 가압로를 통해서 상기 단층 점토에 소정의 압력이 인가되는 것을 특징으로 하는,
단층 점토의 진단 시험 장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,
상기 메인 헤드와 상기 상부 고정 블록 사이에는 상부 오링(O-ring)이 설치되고,
상기 메인 헤드와 상기 하부 고정 블록 사이에는 상기 상부 오링에 대응하는 하부 오링(O-ring)이 설치되는 것
을 특징으로 하는,
단층 점토의 진단 시험 장치.

청구항 6

청구항 2에 있어서,
상기 메인 헤드의 상기 오목면 및 상기 수평 가압 블록의 상기 오목면의 표면에는 압력 분산 패턴이 더 형성되
어 있는 것을 특징으로 하는,
단층 점토의 진단 시험 장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서,
상기 메인 헤드의 상기 오목면에는 상기 메인 헤드의 양방향으로 연통되는 유체 관통공이 하나 이상 형성되어
있는 것을 특징으로 하는,
단층 점토의 진단 시험 장치.

청구항 8

청구항 1에 있어서,
상기 메인 헤드는 수직 방향으로 길이가 긴 직사각형의 형태를 가지며,
상기 수평 가압 블록은 정사각형의 형태를 갖는 것을 특징으로 하는,
단층 점토의 진단 시험 장치.

청구항 9

청구항 1에 있어서,
상기 메인 헤드는 수직 방향으로 하방으로 가압되며,
상기 수평 가압 블록은 수평 방향으로 가압되는 것을 특징으로 하는,
단층 점토의 진단 시험 장치.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 메인 헤드에는 수직 변위 측정용 보조 암(arm)이 설치되며,
 상기 수직 변위 측정용 보조 암에는 수직 변위 측정 센서가 설치되는 것을 특징으로 하는,
 단층 점토의 진단 시험 장치.

청구항 11

청구항 1에 있어서,
 상기 수평 가압 블록에는 수평 변위 측정 센서가 더 설치되는 것을 특징으로 하는,
 단층 점토의 진단 시험 장치.

청구항 12

청구항 4에 있어서,
 상기 유체 가압부를 통해서 공급되는 유체는 담수, 염수, 오일(oil), 또는 합성 유체 중의 하나인 것을 특징으로 하는,
 단층 점토의 진단 시험 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 진단 시험 장치에 관한 것으로, 더욱 구체적으로는, 매우 부드러우면서 고온 점토 상태의 단층 점토 (fault gouge)의 진단 시험 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 통상적인 진단 시험 장치는 주로 금속, 콘크리트, 목재, 암석 등의 시험 물체에 가해지는 진단 하중을 측정하여 최종적으로 해당 시험 물체가 진단 파괴될 때의 파괴 하중을 측정하기 위해 사용되고 있다.

[0003] 진단 시험을 위해서는 해당 시험 물체(시편, 시험편 또는 샘플; 본 발명에서는 "공시체"라 함)를, 예컨대, 원통형 또는 육면체 형상과 같은 소정의 형상으로 가공한 다음 이 공시체를 특정한 구조를 갖는 진단 시험 장치(또는 진단 박스)에 거치한 다음 수직과 수평, 또는, 예컨대, 45° 와 같은 특정한 각도로 하중을 재하할 수 있다.

[0004] 하중을 재하할 때, 통상 수직 또는 수평의 한쪽 방향의 하중은 일정한 값을 갖는 구속 상태로 하고, 다른쪽 방향의 하중은 동적으로 재하하여, 진단 파괴가 발생하는 시점까지의 저항력을 구한 다음, 변형-응력 그래프를 얻고, 이로부터 진단 파괴 강도, 마찰 계수(τ), 수직 응력(σ), 공극압(P) 등을 구할 수 있다.

[0005] 이들 얻어진 값으로부터 지반의 안정성 또는 지반의 허용 하중이나 지지력 등을 계산해 낼 수 있다.

[0006] 공시체로는 대개 고체 상태의 것이 사용되고 있지만, 진단 시험을 위한 공시체로는 그 외에도 젖은 흙과 같이 사실상 액체의 성질 또는 극단적으로 기체의 성질을 가진 통칭 유체가 사용될 수도 있다.

[0007] 한편, 고심도 지하 건축물이나 지하 자원 탐사, 지열 발전, 또는 최근에 부상하는 이산화탄소(CO₂)나 메탄(CH₄)과 같은 온실 가스를 포함하는 각종 산업 활동 폐기물(방사능 폐기물 포함)의 지중 저장 등을 위해서 해저면을 포함하는 지하를 굴착 또는 천공하는 경우가 있다.

[0008] 이론적으로는 이들 지하 공간을 활용함에 있어서 지질학적인 의미에서 안정적인(stable) 장소를 선택하는 것이 바람직하나, 실제로는 지하에는 크랙(crack) 또는 단층(fault)이라고 불리는 다양한 종류의 불연속면으로서의 결함 부위가 존재하고 있다.

[0009] 이들 결함 부위는 정적(static) 상태로 유지되지 않고, 수직 응력이나 수평 응력 또는 임의 방향의 응력에 의한 끊임없는 동적 단층 활동의 영향을 받아서 암석 등이 파쇄되면서 단층암(fault rock)이 형성된다.

- [0010] 단층암은 다양한 형상으로 존재할 수 있으나 파쇄가 계속되는 경우 매우 부드러우면서 고온 점토 상태로 된다.
- [0011] 이와 같이, 고온 점토 상태의 단층암을 통상 단층 점토(fault gouge)라 부른다.
- [0012] 이 단층 점토의 물리적인 성질, 예컨대 전단 강도를 알게 되면 해당 단층의 미끄러짐의 정도 또는 단층의 활성화 여부를 파악하는데 도움이 될 수 있다.
- [0013] 특정 단층에 이미 존재하거나 그 외부로부터 가해지는 응력이 변동하게 되면 해당 단층이 활성화될 우려가 있으며, 이 단층의 활성화는 지반의 불균형을 초래하는 수준에서 지진을 발생시키는 수준까지 진행될 수도 있으며, 이 때 단층 점토가 미끄러지기 쉬운 경우에는 약한 응력의 변동에도 단층의 활성화가 촉진될 수도 있다.
- [0014] 한편, 단층의 활성화 여부를 파악하기 위한 일 방법으로서 상기한 단층 점토의 전단 시험을 통해서 해당 단층의 활성화 여부를 정량적으로 파악하는 방법이 제안되어 있다(특허 문헌 1 참조).
- [0015] 특허 문헌 1은 미리 도포한 단층 점토에 대해서 균일한 압력을 인가하는 구성에 대해서 개시하고 있으나, 이 과정에서 종래 사용되고 있는 단층 점토의 전단 시험 장치에 대해서 간략하게 설명하면서 이와 동시에 특허 문헌 1에 개시된 구성의 문제점에 대해서 설명하기로 한다.
- [0016] 도 1은 종래의 단층 점토의 전단 시험 장치를 개략적으로 나타낸 횡단면도이고, 도 2는 도 1에 나타낸 종래의 단층 점토의 전단 시험 장치에 있어서, 수직 상태의 전단 시험 면적의 변동을 나타낸 개략도이며, 도 3은 도 2에 나타낸 종래의 단층 점토의 전단 시험 장치의 변형례로서, 수평 상태에서의 전단 시험 면적의 변동을 나타낸 개략도이다.
- [0017] 도 1의 단층 점토의 전단 시험 장치는 가운데 중공이 형성된 베이스(10), 이 베이스(10)의 중공 상부에 위치하는 메인 헤드(40), 메인 헤드(40)의 좌우로 대칭적으로 위치하는 한 쌍의 보조 블록(30)을 포함하고 있다.
- [0018] 한 쌍의 보조 블록(30)의 일측에는 이들 보조 블록(30)의 밀려남을 제어하기 위한 고정 블록(20)이 더 설치될 수 있다.
- [0019] 여기에서, 메인 헤드(40)와 보조 블록(30) 사이에 단층 점토(35)가 도포되며, 이와 같이 단층 점토(35)를, 예컨대 1 내지 2 mm 두께로 도포한 다음, 일측의 보조 블록(30)에 수평 가압력(F2)을 재하한 상태에서, 수직 가압력(F1)을 재하한다.
- [0020] 수평 가압력(F2)을 재하하면 보조 블록(30)이 수평 방향으로 이동하게 되고, 이 때의 이동 거리로 표시되는 변위(displacement)는 수평 변위 측정 센서(60)에 의해서 측정될 수 있고, 이와 유사하게 수직 가압력(F1)을 재하하면 메인 헤드(40)가 수직 방향 하방으로 이동하게 되고, 이 때의 이동 거리로 표시되는 변위는 수직 변위 측정 센서(50)에 의해서 측정될 수 있다.
- [0021] 수직 변위 측정 센서(50) 및 수평 변위 측정 센서(60)로는, 예를 들면, 통상의 압전 소자로 형성된 스트레인 게이지(strain gauge)를 사용할 수 있으나 이 스트레인 게이지의 구동 방식 이외에도 기타 기계식, (레이저 방식을 포함하는) 광학식, 초음파 방식으로 구동될 수도 있다.
- [0022] 한편, 도 1에 나타낸 단층 점토의 전단 시험 장치의 문제점에 대해서, 도 1의 확대 지시부(A)를 확대하여 도시한 도 2를 참조하여 설명하기로 한다.
- [0023] 도 3은 도 2의 수직 구성을 수평 구성으로 나타낸 것을 뿐이며 그 구성은 사실상 도 2의 구성과 동일하므로, 도 3에 대해서는 별도의 설명없이 도 2에 대한 설명으로 대신하기로 하며, 다만, 도 2에서는 상하 방향으로 이동하는 구성이 도 3에서는 좌우 방향으로 이동하는 구성으로 도시되어 있다는 차이가 있을 뿐이며, 이하의 설명에 있어서, 도 2의 상하 방향이 도 3에서는 좌우 방향에 대응함을 알아야 한다.
- [0024] 도 2로부터, 메인 헤드(40)가 큰 화살표로 나타낸 바와 같이 수직 가압력에 의해서 도면의 하방으로 이동하는 경우, 단층 점토(35)의 일부가 메인 헤드(40)의 이동에 동조하여, 도면에 도시한 바와 같이, 상단에는 단층 점토 결핍부(36)가 형성되고, 하단에는 이탈 단층 점토(37)를 위시한 단층 점토 돌출부(도면 부호 미지정)가 형성된다.
- [0025] 이와 같이, 메인 헤드(40)의 수직(또는 수평) 이동에 의해서, 단층 점토(35)의 단면적이 변동할 우려가 있다.
- [0026] 여기에서, 단면적은, 예컨대, 도 1에 나타낸 바와 같이, 메인 헤드(40)와 보조 블록(30) 사이에 도포된 단층 점토(35)의 좌우 방향으로의 단면적을 말한다.

- [0027] 도 2에 나타난 바와 같이, 단층 점토(35)가 하방으로 이동하면서 메인 헤드(40)와 보조 블록(30) 사이에서의 단층 점토(35)의 단면적에 변동이 발생한다.
- [0028] 이와 같이 단면적의 변동이 발생하게 되면, 진단 시험 중에 진단력에 변동이 발생하게 되고, 따라서 정확한 진단 시험 결과를 얻지 못할 우려가 있다.
- [0029] 더욱이, 메인 헤드(40)의 이동 거리가 길어지게 되면 일방향으로 작용하는 수평 가압력 때문에 단층 점토(35)가 좌우 비대칭적으로 불규칙하게 하방으로 밀려날 가능성도 있어 메인 헤드(40)가 보조 블록(30) 사이의 가운데 위치에 유지되지 못하여 정확한 진단 시험 결과를 얻지 못할 우려도 있었다.
- [0030] 본 발명의 발명자들은 이와 같은 사정을 감안하여 단층 점토의 진단 시험 장치에 있어서 단층 점토의 단면적의 변동을 억제하고, 동시에 메인 헤드(40)가 보조 블록(30) 사이의 가운데 위치에 유지될 수 있도록 고안한 단층 점토의 진단 시험 장치의 구성을 창출하기에 이르렀다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0031] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1447507호(2014년 10월 08일 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0032] 따라서, 본 발명은, 단층 점토에 대한 진단 시험시 단층 점토의 단면적의 변동을 억제하고, 동시에 메인 헤드가 보조 블록 사이의 가운데 위치에 유지될 수 있는 단층 점토의 진단 시험 장치를 제공하는 것을 그 해결하고자 하는 과제로 한다.
- [0033] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제(들)로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제(들) 역시 이하의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자("통상의 기술자")라면 명확하게 이해할 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0034] 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 본 발명의 단층 점토의 진단 시험 장치는, 사각형 형상의 하부 중공이 가운데 형성되고, 단면 \square 형상을 갖는 원통형 형상의 하부 고정 블록; 상기 원통형 형상의 하부 고정 블록의 상기 하부 중공에 대응하는 사각형 형상의 상부 중공이 가운데 형성되고, 상기 단면 \square 형상에 대응하는 단면 \square 형상을 가지며, 상기 하부 고정 블록의 상부에 위치하는 원통형 형상의 상부 고정 블록; 상기 상부 고정 블록의 상기 상부 중공과 상기 하부 고정 블록의 상기 하부 중공을 관통하여 수직으로 설치되는 메인 헤드; 상기 하부 고정 블록의 상기 단면 \square 형상의 비어있는 공간의 양측에 설치되고, 상기 메인 헤드를 가운데 두고 배치되는 수평 가압 블록;을 포함하며; 상기 메인 헤드와 상기 하부 고정 블록 사이에는 제 1 간극이 형성되며, 상기 메인 헤드와 상기 상부 고정 블록 사이에는 제 2 간극이 형성되고, 상기 제 1 간극의 폭은 상기 제 2 간극의 폭을 초과하며, 상기 제 1 간극 및 상기 제 2 간극에 단층 점토가 충전되는 것을 특징으로 한다.
- [0035] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 본 발명에 있어서, 상기 메인 헤드의 양측면에 형성된 오목면에는 상기 메인 헤드의 수직 길이 방향으로 따라서 연장되는 내측 메시가 설치되고, 상기 수평 가압 블록에 형성된 오목면에는 상기 내측 메시에 대응하는 외측 메시가 각각 설치되며, 상기 단층 점토는 상기 내측 메시와 상기 외측 메시 사이에 유지되어 있는 것이 바람직하다.
- [0036] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 본 발명에 있어서, 상기 내측 메시의 하단부와 상기 외측 메시의 하단부는 동일한 위치에 위치하며, 상기 내측 메시의 수직 길이는 상기 외측 메시의 수직 길이의 1.2 배 내지 2 배 사이인 것이 바람직하다.
- [0037] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 본 발명에 있어서, 상기 상부 고정 블록의 일측에는 상기 단층 점토에 일정한 압력을 인가하기 위한 유체 가압부가 더 설치되며; 상기 유체 가압부로부터 상기 상부 고정 블록의 내측

과 상기 하부 고정 블록의 내측으로 연장되어 형성되는 유체 가압로를 통해서 상기 단층 점토에 소정의 압력이 인가되는 것이 바람직하다.

- [0038] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 본 발명에 있어서, 상기 메인 헤드와 상기 상부 고정 블록 사이에는 상부 오링(O-ring)이 설치되고, 상기 메인 헤드와 상기 하부 고정 블록 사이에는 상기 상부 오링에 대응하는 하부 오링(O-ring)이 설치되는 것이 바람직하다.
- [0039] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 본 발명에 있어서, 상기 메인 헤드의 상기 오목면 및 상기 수평 가압 블록의 상기 오목면의 표면에는 압력 분산 패턴이 더 형성되어 있는 것이 바람직하다.
- [0040] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 본 발명에 있어서, 상기 메인 헤드의 상기 오목면에는 상기 메인 헤드의 양방향으로 연통되는 유체 관통공이 하나 이상 형성되어 있는 것이 바람직하다.
- [0041] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 본 발명에 있어서, 상기 메인 헤드는 수직 방향으로 길이가 긴 직사각형의 형태를 가지며, 상기 수평 가압 블록은 정사각형의 형태를 갖는 것이 바람직하다.
- [0042] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 본 발명에 있어서, 상기 메인 헤드는 수직 방향으로 하방으로 가압되며, 상기 수평 가압 블록은 수평 방향으로 가압되는 것이 바람직하다.
- [0043] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 본 발명에 있어서, 상기 메인 헤드에는 수직 변위 측정용 보조 암(arm)이 설치되고, 상기 수직 변위 측정용 보조 암에는 수직 변위 측정 센서가 설치되며, 상기 수평 가압 블록에는 수평 변위 측정 센서가 더 설치되는 것이 바람직하다.
- [0044] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 본 발명에 있어서, 상기 유체는 담수, 염수, 오일(oil), 또는 합성 유체 중의 하나인 것이 바람직하다.
- [0045] 기타 본 발명의 바람직한 실시예의 구체적인 사항은 "발명을 실시하게 위한 구체적인 내용" 항목 및 첨부 도면에 포함되어 있다.
- [0046] 본 발명의 이점 및/또는 특징, 그리고 이를 달성하는 방법은 첨부 도면을 참조하여 설명하고 있는 이하 "발명을 실시하게 위한 구체적인 내용" 항목의 각 실시예를 참조하면 명확해질 것이다.
- [0047] 그러나, 본 발명은 이하에서 설명하는 실시예만으로 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 본 발명의 각 실시예는 단지 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 기술자에게 본 발명의 범위 및 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구 범위의 각 청구항의 범위에 의해 정의될 뿐임을 알아야 한다.

발명의 효과

- [0048] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 본 발명은 단층 점토에 대한 진단 시험시 단층 점토의 단면적의 변동을 억제할 수 있다.
- [0049] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 본 발명은, 메인 헤드가 보조 블록 사이의 가운데 위치에 유지될 수 있어 단층 점토의 진단 시험을 정확하게 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0050] 도 1은, 종래의 단층 점토의 진단 시험 장치를 개략적으로 나타낸 횡단면도이다.
- 도 2는, 도 1에 나타난 종래의 단층 점토의 진단 시험 장치에 있어서, 수직 상태의 진단 시험 면적의 변동을 나타낸 개략도이다.
- 도 3은, 도 2에 나타난 종래의 단층 점토의 진단 시험 장치의 변형례로서, 수평 상태에서의 진단 시험 면적의 변동을 나타낸 개략도이다.
- 도 4는, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른, 단층 점토의 진단 시험 장치의 개략적인 사시도이다.
- 도 5는, 도 4의 단층 점토의 진단 시험 장치의 단면도이다.
- 도 6은, 도 5 중의 일부분(B)을 확대하여 도시한 단면도이다.
- 도 7은, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른, 단층 점토의 진단 시험 장치의 일부 분해 사시도이다.

도 8은, 도 7의 단층 점토의 분해 사시도를 더욱 상세하게 확대하여 나타낸 분해 사시도이다.

도 9는, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른, 단층 점토의 진단 시험 장치의 일부 구성의 결합 관계를 설명하기 위한 보조 도면이다.

도 10의 (a), 도 10의 (b), 및 도 10의 (c)는, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른, 단층 점토의 진단 시험 장치의 메인 헤드의 구성을 더욱 상세하게 나타낸 상세도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0051] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 여러 가지 실시예에 대해서 상세하게 설명하기로 한다.
- [0052] 본 발명에 대해서 상세하게 설명하기 전에, 본 명세서에서 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 무조건 한정하여 해석되어서는 아니되며, 본 발명의 발명자가 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해서 각종 용어의 개념을 적절하게 정의하여 사용할 수 있고, 더 나아가 이들 용어나 단어는 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 함을 알아야 한다.
- [0053] 즉, 본 명세서에서 사용된 용어는 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하기 위해서 사용되는 것일 뿐이고, 본 발명의 내용을 구체적으로 한정하려는 의도로 사용된 것이 아니며, 이들 용어는 본 발명의 여러 가지 가능성을 고려하여 정의된 용어임을 알아야 한다.
- [0054] 또한, 본 명세서에 있어서, 단수의 표현은 문맥상 명확하게 단수의 의미만을 가지는 것으로 지시하지 않는 이상, 복수의 표현을 포함할 수 있으며, 유사하게 복수로 표현되어 있다고 하더라도 단수의 의미를 포함할 수 있음을 알아야 한다.
- [0055] 더욱이, 본 명세서 전체에 걸쳐서 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소를 "포함"한다고 기재하는 경우에는, 특별히 반대되는 의미의 기재가 없는 한 임의의 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 임의의 구성 요소를 더 포함할 수 있음을 의미할 수 있다.
- [0056] 더 나아가서, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소의 "내부에 존재하거나, 연결되어 설치된다"고 기재한 경우에는, 이 구성 요소가 다른 구성 요소와 직접적으로 연결되어 있거나 접촉하여 설치되거나, 일정한 거리를 두고 이격되어 설치되어 있을 수도 있으며, 일정한 거리를 두고 이격되어 설치되어 있는 경우에 대해서는 해당 구성 요소를 다른 구성 요소에 고정 내지 연결시키기 위한 제 3 구성 요소 또는 수단이 존재할 수 있으며, 이때 제 3 구성 요소 또는 수단에 대한 설명은 생략될 수도 있음을 알아야 한다.
- [0057] 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "직접 연결"되어 있다거나, 또는 "직접 접촉"되어 있다고 기재되는 경우에는, 이 제 3 구성 요소 또는 수단이 존재하지 않는 것으로 이해하여야 한다.
- [0058] 마찬가지로, 각 구성 요소 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~ 사이에"와 "바로 ~ 사이에", 또는 "~ 에 이웃하는"과 "~ 에 직접 이웃하는" 등의 표현도 동일한 취지를 가지고 있는 것으로 해석되어야 한다.
- [0059] 또한, 본 명세서에 있어서 "일면", "타면", "일측", "타측", "제 1", "제 2" 등의 용어는, 사용된다면, 하나의 구성 요소에 대해서 이 하나의 구성 요소가 다른 구성 요소로부터 명확하게 구별될 수 있도록 하기 위해서 사용되며, 이와 같은 용어에 의해서 해당 구성 요소의 의미가 제한적으로 사용되는 것은 아님을 알아야 한다.
- [0060] 또한, 본 명세서에서 "상", "하", "좌", "우" 등의 위치와 관련된 용어는, 사용된다면, 해당 구성 요소에 대해서 관련 도면에서의 상대적인 위치를 나타내고 있는 것으로 이해하여야 하며, 이들의 위치에 대해서 절대적인 위치를 특정하지 않는 이상은, 이들 위치 관련 용어가 각 구성 요소의 절대적인 위치를 언급하고 있는 것으로 이해하여서는 아니된다.
- [0061] 더욱이, 본 발명의 명세서에서, "...부", "...기", "모듈", "장치" 등의 용어는, 사용된다면, 하나 이상의 기능이나 동작을 처리할 수 있는 구성 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있음을 알아야 한다.
- [0062] 또한, 본 명세서에서는 첨부 도면에 나타낸 각각의 구성 요소에 대해서 그 도면 부호를 명기함에 있어서, 동일한 구성 요소에 대해서는 이 구성 요소가 비록 다른 도면에 표시되더라도 동일한 도면 부호를 가지고 있도록, 즉 명세서 전체에 걸쳐 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호에 의해서 지시하고 있다.
- [0063] 또한, 첨부 도면에서 본 발명을 구성하는 각 구성 요소의 크기, 위치, 결합 관계 등은 본 발명의 사상을 충분히 명확하게 전달할 수 있도록 하기 위해서 또는 설명의 편의를 위해서 일부 과장 또는 축소되거나 생략되어 기술

되어 있을 수 있고, 따라서 그 비레나 축척은 엄밀하지 않을 수 있다.

- [0064] 또한, 본 명세서에 있어서 단계를 포함하는 방법의 기재는, 기재되는 경우, 각 단계의 표시를 위한 식별 부호(도면 부호)는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것일 뿐이며, 이들 식별 부호는 각 단계의 순서를 확정적으로 지정하여 설명하는 것이 아니며, 문맥상 각 단계의 특정 순서를 명시적으로 기재하지 않는 이상 본 명세서에 기재된 단계의 순서와 상이하게 발생할 수도 있다.
- [0065] 즉, 본 발명의 각 단계는 본 명세서에서 기재된 순서대로 발생할 수도 있고, 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며, 필요하다면 순차적으로 진행되는 것이 아니라 이와 정반대로 역방향의 순서대로 수행될 수도 있으며, 필요에 따라서 일부 단계를 생략한 채로 수행될 수도 있음을 알아야 한다.
- [0066] 또한, 이하에서, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 구성, 기타 통상의 기술자라면 충분히 기술적으로 유추할 수 있는 구성, 및 종래 기술을 포함하는 공지 기술에 대한 구성 등에 대한 상세한 설명은 생략될 수도 있음을 알아야 한다.
- [0067] 도 4는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른, 단층 점토의 전단 시험 장치의 개략적인 사시도이고, 도 5는 도 4의 단층 점토의 전단 시험 장치의 단면도이며, 도 6은 도 5 중의 일부분(B)을 확대하여 도시한 단면도이다.
- [0068] 이들 도면에 따르면, 본 발명의 단층 점토의 전단 시험 장치(100)는, 사각형 형상의 하부 중공(112)이 가운데 형성되고, 단면 \square 형상을 갖는 원통형 형상의 하부 고정 블록(110); 이 원통형 형상의 하부 고정 블록(110)의 하부 중공(112)에 대응하는 사각형 형상의 상부 중공(124, 도 9 참조)이 가운데 형성되고, 하부 고정 블록(110)의 단면 \square 형상에 대응하는 단면 \square 형상을 가지며, 하부 고정 블록(110)의 상부에 위치하는 원통형 형상의 상부 고정 블록(120);을 포함할 수 있다.
- [0069] 하부 고정 블록(110)의 높이는 상부 고정 블록(120)의 높이(돌출부 제외)의 2 배로 형성되는 것이 바람직하며, 최종 조립시 상부 고정 블록(120)의 돌출부(도면 부호 미지정)가 하부 고정 블록(110)의 오목부(도면 부호 미지정)에 90° 회전하여 삽입되어 고정되어, 전체 장치(100)의 높이는 상부 고정 블록(120) 높이의 3 배가 될 수 있다.
- [0070] 여기에서, 상부 고정 블록(120)의 상부 중공(124)과 하부 고정 블록(110)의 하부 중공(112)을 관통하여 메인 헤드(130)가 수직으로 설치될 수 있다.
- [0071] 또한, 하부 고정 블록(110)의 단면 \square 형상의 비어있는 공간의 양측에는 메인 헤드(130)를 가운데 두고 배치되는 한 쌍의 수평 가압 블록(115)이 설치될 수 있다.
- [0072] 메인 헤드(130)와 하부 고정 블록(110) 사이에는 제 1 간극(도면 부호 미지정)이 형성될 수 있고, 이와 유사하게, 메인 헤드(130)와 상부 고정 블록(120) 사이에는 여분의 간극으로서의 제 2 간극(119)이 형성될 수 있다.
- [0073] 이때, 제 1 간극의 폭은 제 2 간극의 폭을 초과하여 형성되는 것이 바람직하다.
- [0074] 제 1 간극과 제 2 간극에는 단층 점토(118)가 유지될 수 있다.
- [0075] 도면에는 도시되어 있지는 않지만, 통상의 기술자라면, 본 발명의 단층 점토의 전단 시험 장치에는, 예컨대, 수직 변위를 측정하기 위한 수직 변위 측정 센서가 설치되고 이와 동시에 수평 변위를 측정하기 위한 수평 변위 측정 센서가 더 설치될 수 있음을 잘 알 것이다.
- [0076] 이때, 수직 변위 측정 센서는 메인 헤드(130)에 추가로 설치되는, 예를 들면, 수직 변위 측정용 보조 암(arm)(140)에 추가되어 설치될 수 있고, 특히 수직 변위 측정 센서는 상부 고정 블록(120)의 상부 체결공(122)에 연결되는 변위 측정 가이드(미도시)에 걸리는 수직 방향의 이동 거리, 즉 변위를 측정할 수 있으며, 구체적인 구동 방식은 상술한 바와 같다.
- [0077] 상술한 보조 암(140)은 도면에 도시된 것과 동일한 형태로 설치될 필요는 없으며, 메인 헤드(130)의 샤프트(도 5에 있어서 상부 고정 블록(120)의 위쪽으로 돌출한 부분)의 변위량을 관독할 수 있는 구성이면 충분하며, 예컨대, 이 샤프트에 형성한 눈금(mark)을 읽어서 메인 헤드(130)의 수직 변위량을 측정하는 구성이라도 좋다.
- [0078] 마찬가지로, 수평 가압 블록에도 수평 변위 측정 가이드(미도시)가 더 설치될 수 있고, 이 변위 측정 가이드를 통해서 수평 방향으로 가압력이 인가되어 상술한 단층 점토(118)를 수평 방향으로 압축할 수 있다.
- [0079] 수평 방향으로의 변위 측정 가이드의 형상은 수평 가압 블록의 가압면이 볼록한 원형 형상인 점을 감안하여 그와 반대의 오목한 원형의 형상으로 형성되는 것이 바람직하다.

- [0080] 수평 및 수직 변위를 측정하는 기법은 통상의 기술자에게 공지된 방법을 사용하면 충분하기 때문에 본 발명에서는 더 이상의 설명은 생략한다.
- [0081] 단층 점토의 전단 시험 중에, 메인 헤드(130)는 수직 방향 하방으로 가압되고, 수평 가압 블록(115)은 수평 방향으로 가압될 수 있다.
- [0082] 가압 방법은 통상의 기술자라면 잘 알고 있으므로 역시 이에 대한 설명은 생략한다.
- [0083] 메인 헤드(130)의 양측면에는 메인 헤드(130)의 수직 길이 방향으로 따라서 연장되는 내측 메시(137)가 설치될 수 있으며, 내측 메시(137)는 메인 헤드(130)의 양측면에 형성된 오목면에는 삽입되어 고정될 수 있다.
- [0084] 또한, 이에 대응하여, 한 쌍의 수평 가압 블록(115)에 형성된 오목면에도 내측 메시(137)에 대응하는 외측 메시(117)가 각각 삽입되어 설치되며, 본 발명의 단층 점토(118)는, 내측 메시(137)와 외측 메시(117) 사이에 유지되어 있을 수 있다.
- [0085] 이때, 메인 헤드(130)의 본체 길이(도 5에 있어서, 메인 헤드(130) 상부의 돌출부를 제외한 부분을 말한다)는 수직 방향으로 길이가 긴, 즉 수평 가압 블록(115)의 수직 방향의 길이의 1.5 배 이상으로 형성될 수 있다.
- [0086] 여기에서, 1.5 배 이상으로 형성하는 이유는, 메인 헤드(130)가 수직 방향 하방으로 이동할 때, 단층 점토(118)의 전체 체적이 유지된 채로 제 2 간극(119)이 제 1 간극이 위치한 공간부로 연속하여 이동할 수 있는 여지를 만들어 주기 위함이다.
- [0087] 즉, 이들 길이의 비가 1.5 배보다 작으면 메인 헤드(130)의 수직 방향 하방으로의 이동 거리가 과도하게 작아지게 되어 단층 점토(118)의 전단 시험 결과가 불량해질 우려가 있다.
- [0088] 마찬가지로, 이들 길이의 비가, 예컨대, 2 배를 초과하게 되면 지나치게 긴 거리를 메인 헤드(130)가 이동하게 될 뿐만 아니라 단층 점토(118)의 전단 시험에 필요한 거리 이상으로 이동하게 되어 무의미한 이동이 될 뿐이다.
- [0089] 따라서, 메인 헤드(130)는 수직 방향으로 길이가 긴 직사각형의 단면 형태를 가지며(도 10의 (a) 및, 특히, 도 10의 (c) 참조), 이에 대응하여 설치되는 수평 가압 블록(115)은 상대적으로 정사각형의 단면 형태를 가질 수 있다.
- [0090] 수평 가압 블록(115)이 정사각형 형상의 단면을 갖는 경우, 수평 가압 블록(115)을 통해서 전달되는 수평 가압력이 대응하는 단층 점토(118)의 전체 면적에 균일하게 가해진다는 효과가 있다.
- [0091] 이와 같이 메인 헤드(130)의 본체 길이를 여유있게 충분히 길게 형성하는 이유는, 메인 헤드(130)에 수직 방향으로의 가압력을 인가하는 동안에도 메인 헤드(130)가 지속적으로 단층 점토(118)와 접촉을 유지하도록 하기 위함이다.
- [0092] 즉, 종래 수직 방향의 가압이 계속되는 경우 메인 헤드(40, 도 1 참조)가 하방으로 이동하면서 단층 점토(35)가 이 메인 헤드(40)를 따라서 하방으로 밀려나면서 메인 헤드(40) 상부의 단층 점토(35)에 있어서, 단층 점토 결핍부(36)가 형성될 뿐만 아니라, 일측 방향으로의 수평 가압력(F2)만이 재하되는 경우, 이 수평 가압력(F2)에 의해서 일측 방향으로 단층 점토(35)가 밀려날 가능성이 있고, 따라서 메인 헤드(40) 역시 불규칙하게 하방으로 이동할 우려가 있는 것에 비해서, 본 발명에서는 메인 헤드(130)가 수직 방향으로 이동하는 내내 단층 점토(118)와의 접촉을 지속적으로 균일하게 유지할 수 있으며, 이의 구체적인 메커니즘에 대해서는 후술하기로 한다.
- [0093] 한편, 내측 메시(137)의 수직 길이와 외측 메시(117)의 수직 길이는 이들이 설치되는 메인 헤드(130) 및 수평 가압 블록(115)의 높이 차이를 고려하여, 예컨대, 1.2 배 내지 2 배 사이로 설정될 수 있다.
- [0094] 이에 의해서, 도 5로부터 알 수 있는 바와 같이, 메인 헤드(130)가 수직 하방으로 이동할 때 단층 점토(118) 역시 수직 하방으로 이동할 공간이 제공될 수 있음을 알 수 있다.
- [0095] 즉, 내측 메시(137)가 메인 헤드(130)의 수직 하방 이동에 수반하여 이동할 때, 상대적으로 고정되어 있는 외측 메시(117)에 대해서 그 높이 차이만큼의 이동 거리를 제공할 수 있다.
- [0096] 이때, 내측 메시(137)의 하단부와 외측 메시(117)의 하단부는 동일한 위치에 위치하여 전단 시험에서의 미끄러짐을 유발하는 초기 실험 조건을 일정하게 유지할 수 있도록 한다.

- [0097] 상술한 높이 차이가 1.2 배 내지 2 배 사이가 아닌 경우에는 전단 시험 결과가 불량하거나 무의미한 수직 하방 이동을 초래할 뿐임을 알아야 한다.
- [0098] 한편, 도면으로부터, 본 발명의 하부 고정 블록(110)과 상부 고정 블록(120)은, 예를 들어, 상부 체결공(122) 및 하부 체결공(111, 도 8 참조)을 통해서 상호 결합될 수 있으며, 특히 단면 \square 형상을 갖는 하부 고정 블록(110)에 이 단면 \square 형상에 대응하는 단면 \square 형상을 갖는 상부 고정 블록(120)이 맞물리며, 이와 동시에 하부 고정 블록(110)의 하부 중공(112)과 상부 고정 블록(120)의 상부 중공(124)을 관통하여 메인 헤드(130)가 삽입되어 유지될 뿐만 아니라, 한 쌍의 수평 가압 블록(115)에 의해서 대향하는 방향으로의 양측으로부터 균일한 수평 가압력을 받기 때문에, 예컨대, 종래 도 1에 나타난 바와 같이 단층 점토(35)가 도포된 메인 헤드(40)에서는 수평 가압력이 일측 방향으로부터 전달되기 때문에 메인 헤드(40)가 정확히 가운데 위치를 계속 유지하지 못하고 수평 가압력이 가해지는 방향으로 밀려날 우려가 높은 것에 비해서, 본 발명의 하부 고정 블록(110)과 상부 고정 블록(120) 및 메인 헤드(130)의 상호 결합에서의 결합 안정도 및 결합 오차가 매우 탁월하다는 것을 알 수 있다.
- [0099] 한편, 본 발명의 단층 점토의 전단 시험 장치(100)에 있어서, 상부 고정 블록(120)의 일측에 단층 점토(118)에 일정한 압력을 인가하기 위한 유체 가압부(125)가 더 설치될 수 있다.
- [0100] 도 5로부터, 상부 고정 블록(120)의 일측에 형성된 유체 가압부(125)로부터, 이 상부 고정 블록(120)의 내측을 관통하여 유체 가압로(127)가 형성되고, 이 유체 가압로(127)는 수평 가압 블록(115) 중의 하나로까지 연장되고, 이 수평 가압 블록(115) 중의 하나의 내측을 관통하여 내측 메시(117)로 소정의 압력, 즉 유체압을 인가할 수 있다.
- [0101] 이때, 유체 가압부(125)를 통해서 공급되는 유체로는 담수 또는 염수(brine)가 적합할 수 있다.
- [0102] 담수는 지하수가 해당 단층을 충전하고 있는 경우에 있어서의 단층 점토(118)의 상황을 모사할 수 있고, 염수는 해당 단층이 해저에 존재하는 등의 경우 염수가 충전된 상황을 모사할 수 있다.
- [0103] 유체 가압부(125)를 통해서 공급되는 유체로는 이들 이외에도 오일(oil)이나 합성 유체가 더 포함될 수 있다.
- [0104] 오일은 통상 석유로 불리는 원유를 의미할 수 있으며, 오일을 공급하는 경우 유전 또는 유전 지역에서의 단층 점토(118)의 거동을 모사하는데 도움을 줄 수 있다.
- [0105] 합성 유체는 지하 저장소에 이산화탄소(CO₂)나 메탄(CH₄)과 같은 온실 가스를 저장할 때의 단층에 유입되는 유체의 거동, 또는 기타 다른 산업 폐기물에 의해 생성되는 유체의 거동을 모사하는데 도움을 줄 수 있다.
- [0106] 한편, 내측 메시(117)로 공급된 유체압은 제 1 간극 및 제 2 간극을 충전하고 있는 단층 점토(118)에도 그대로 작용하고, 동시에, 메인 헤드(130)에 형성된 유체 관통공(138, 도 10의 (a) 및 도 10의 (b) 참조)을 통해서 반대편으로도 전달되며, 따라서 다른 수평 가압 블록과 메인 헤드(130) 사이의 공간(간극)에도 동일한 유체압이 인가될 수 있다.
- [0107] 이와 같이, 본 발명에서, 유체 가압부(125)를 더 설치한 이유는, 도 1 내지 도 3에 도시한 종래 기술의 단층 점토의 전단 시험에서는 단층 점토(35)를 도포한 이후 전단 시험 중에 단층 점토(35)가 건조하게 되는 문제가 있었기 때문이다.
- [0108] 또한, 종래의 단층 점토의 전단 시험에서는, 실제 단층 점토가 위치하는 지표 하에서의 구속 조건, 예를 들면, 지열에 의한 온도(T), 단층대 부근의 수압과 같은 압력(P), 특히 단층 점토 내의 공극압(P₀)과 같은 각종 조건을 모사할 수 없었으나, 본 발명에서는 실제 단층 점토가 위치하는 지표 하에서의 구속 조건, 예를 들면, 지열에 의한 온도(T), 단층대 부근의 수압과 같은 압력(P), 특히 단층 점토 내의 공극압(P₀)과 같은 각종 조건을 모사할 수 있음을 알아야 한다.
- [0109] 즉, 본 발명에 따르면, 온도 또는 압력 조건을 해당 단층 점토를 입수한 곳에서의 조건과 동일하게 또는 최소한 유사하게 설정할 수 있다.
- [0110] 물론이지만, 본 발명에 따른 단층 점토의 전단 시험 장치(100)에서는, 단층 점토(118)에 반드시 유체압을 인가하여야 하는 것은 아니며, 종래의 방법과 마찬가지로 수평 가압 블록(115)에 소정의 가압력만 재하한 다음 단층 점토(118)의 전단 시험을 수행할 수 있으며, 이 경우라 하더라도 종래와 달리 단층 점토(118)가 수평 가압 블록(115) 사이에 둘러싸여 있기 때문에 단층 점토(118)가 전단 시험 중에 쉽게 건조할 우려가 해소될 수 있음을 알

아야 한다.

- [0111] 온도(T) 조건을 설정하기 위해서는 유체 가압부(125)를 통해서 공급되는 유체를 미리 가열하여 또는 냉각하여 공급할 수도 있고, 단층 점토의 전단 시험 장치(100) 자체에 히터(heater)(미도시) 등의 구성을 추가로 설치하여 바람직한 온도 조건으로 설정할 수도 있다.
- [0112] 다르게는, 압력(P) 조건을 설정하기 위해서는, 유체 가압부(125)에 압력을 조절할 수 있는 적절한 구성을 추가로 설치할 수 있으며, 관련된 구체적인 구성은 통상의 기술자라면 잘 알고 있을 것이기 때문에 더 이상의 설명은 생략한다.
- [0113] 또한, 본 발명에 있어서, 온도(T)와 압력(P)은 동적으로 조절될 수 있기 때문에 전단 시험 중에 이들 온도(T)와 압력(P)에 의한 영향을 실시간으로 파악할 수도 있다.
- [0114] 그러므로, 종래와 비교하였을 때, 온도(T)와 압력(P) 모두 동적인 전단 시험도 수행할 수 있다.
- [0115] 다음으로, 본 발명에 있어서, 도 5의 확대 지시부(B)를 확대하여 도시한 도 6을 동시에 참조하여, 메인 헤드(130)에 설치되는 내측 메시(137) 및 수평 가압 블록(115)에 설치되는 외측 메시(117)의 구성, 및 단층 점토(118)가 유지되는 구성에 대해서 설명하기로 한다.
- [0116] 도면으로부터 알 수 있는 바와 같이, 메인 헤드(130)의 하부측에는 단턱(136)이 형성되어 있고, 이에 대응하여 수평 가압 블록(115)에도 유사한 단턱(도면 부호 미지정)이 형성되어 있다.
- [0117] 대향하는 단턱(136 등) 공간에는 단층 점토(118)가 충전되며, 본 발명에서는 메인 헤드(130)와 수평 가압 블록(115) 사이의 공간을 제 1 간극으로 지칭하기로 한다.
- [0118] 제 1 간극은, 예를 들면, 하부 고정 블록(110)의 오목부와 상부 고정 블록(120)의 볼록부를 결합할 때 발생하는 소정의 유격에 의해서 형성될 수 있다.
- [0119] 한편, 이에 대응하여, 도면으로부터 알 수 있는 바와 같이, 메인 헤드(130)와 상부 고정 블록(120) 사이에도, 예컨대 단턱(135)의 구성에 의해서 만들어지는 공간이 있는데, 이 공간은 제 2 간극(119)으로 부르기로 한다.
- [0120] 제 2 간극은, 예를 들면, 메인 헤드(130)의 양측면에 소정의 깊이를 갖는 오목부에 의해서 형성될 수 있다.
- [0121] 참고로, 내측 메시(137)는 메인 헤드(130)의 오목부에 형성한 오목면에 삽입 결합될 수 있다.
- [0122] 이때, 도면으로부터 명확하게 알 수 있는 바와 같이, 제 1 간극의 폭은 제 2 간극의 폭 보다 더 넓게 형성되는 것이 바람직하다.
- [0123] 제 2 간극에도 단층 점토(118)가 충전되어 있다.
- [0124] 하부 고정 블록(110)과 상부 고정 블록(120)에 각각 형성된 하부 중공(112) 및 상부 중공(124)에 삽입되어 관통하는 메인 헤드(130)의 상측과 하측에는 각각 대칭적으로 하부 오링(O-ring)(134) 및 상부 오링(132)이 더 설치될 수 있다.
- [0125] 구체적으로, 하부 오링(134)은 메인 헤드(130)와 하부 고정 블록(110) 사이의 하측에 설치되고, 상부 오링(132)은 메인 헤드(130)와 상부 고정 블록(120) 사이의 상측에 설치될 수 있다.
- [0126] 하부 오링(134)과 상부 오링(132)은 메인 헤드(130)가 상부 중공(124)과 하부 중공(112)을 통해서 하방으로 이동할 때, 상부 단턱(135)과 하부 단턱(136) 사이에 유지되어 있는 단층 점토(118)가 연속적으로 하방으로 밀려날 수 있도록 하고, 또한 이 단층 점토(118)가 새어 나가지 못하도록 밀봉하는 역할도 수행한다.
- [0127] 더 나아가서, 본 발명에 있어서, 하부 오링(134)과 상부 오링(132)은 유체 가압부(125)로부터 공급되는 유체를, 마찬가지로, 상부 단턱(135)과 하부 단턱(136) 사이에 유지되도록 할 수 있으며, 유체를 밀봉하는 역할을 수행할 수 있다.
- [0128] 즉, 상부 단턱(135)과 하부 단턱(136) 사이에 유지되어 있는 단층 점토(118)에 유체의 압력이 걸린 상태에서 메인 헤드(130)가 수직 방향 하방으로 이동하는 경우, 하부 오링(134)과 상부 오링(132) 사이에서 단층 점토(118) 및 유체가 유지될 수 있다.
- [0129] 즉, 하부 오링(134)과 상부 오링(132)이 설치되지 않는다면, 단층 점토(118) 및 유체 등의 외부 유출을 피할 수 없을 우려가 있다.

- [0130] 이들 오링(134, 135)의 소재는 통상 탄성체로 불리는 고무 재질이 바람직하나, 금속제 오링을 사용할 수도 있다.
- [0131] 금속제 오링을 사용하는 경우, 단층 점토(118)에 가해지는 수평 또는 수직 가압력을 매우 높일 수 있는 고내압의 장점이 있을 뿐만 아니라 전단 시험 장치의 장수명화도 기대할 수 있다.
- [0132] 이상과 같은 구성을 가지고 있기 때문에, 본 발명의 단층 점토의 전단 시험 장치(100)에 있어서, 정사각형 형상의 수평 가압 블록(115)의 대향면 이외의 공간, 즉 제 2 간극(119)에 충전된 단층 점토(118)는 수평 가압 블록(115)의 수평 가압력을 받으면서 메인 헤드(130)의 수직 방향 하방으로의 가압에 의해서 하방으로 밀려 내려간 단층 점토(118)의 공백을 메우면서 하방으로 밀려 내려갈 수 있다.
- [0133] 이에 대해서 더욱 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0134] 도 5에 있어서, 하부 단턱(136) 부근에서 이 하부 단턱(136)이 내측으로 밀려난 깊이만큼 수평 가압 블록(115)에도 동일하게 형성된 공간, 즉 제 1 간극에 충전된 단층 점토(118)는 메인 헤드(130)가 하부 중공(112) 내로 수직 방향 하방으로 이동하는 것에 수반하여 동일하게 하방으로 이동하게 되며, 이때 밀려 내려간 단층 점토(118)의 공백은, 제 2 간극(119)에 충전된 단층 점토(118)가, 예컨대, 상부 오링(132)에 의해서 밀봉된 상태로 유지된 단층 점토(118)에 의해서 메워지게 된다.
- [0135] 즉, 도 5에 도시한 하부 단턱(136)의 위치에서 더욱 하방으로 이동한 단층 점토(118)는 하부 오링(134)에 의해서 밀봉되어 유지되기는 하지만, 제 1 간극의 절반의 공간만큼은 계속 메인 헤드(130)의 이동하기 때문에, 일부 단층 점토(118)가 충전되지 않은 공백이 발생할 우려가 있지만, 본 발명의 구성에 의하면 제 2 간극(119)에 충전된 나머지 단층 점토(118)가 메인 헤드(130)의 수직 방향 하방으로의 이동과 함께 하방으로 이동하면서 상술한 공백을 충전하게 된다.
- [0136] 따라서, 본 발명에서는 메인 헤드(130)가 수직 방향으로 이동하는 내내 단층 점토(118)와의 접촉을 지속적으로 균일하게 유지될 수 있다.
- [0137] 다음으로, 본 발명의 단층 점토의 전단 시험 장치(100)의 결합 구성에 대해서 도 7 내지 도 9를 참조하여 설명하기로 한다.
- [0138] 도 7은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른, 단층 점토의 전단 시험 장치의 일부 분해 사시도이고, 도 8은 도 7의 단층 점토의 분해 사시도를 더욱 상세하게 확대하여 나타낸 분해 사시도이며, 도 9는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른, 단층 점토의 전단 시험 장치의 일부 구성의 결합 관계를 설명하기 위한 보조 도면이다.
- [0139] 도면으로부터, 단면 \square 형상을 갖는 원통형 형상의 하부 고정 블록(110)과 이 단면 \square 형상에 대응하는 단면 \square 형상을 갖는 원통형 형상의 상부 고정 블록(120)이 서로 결합되어 있으며, 이들 하부 고정 블록(110)과 상부 고정 블록(120)의 가운데 형성된 중공(112 및 124)을 수직으로 관통하여 메인 헤드(130)가 설치되어 있음을 알 수 있다.
- [0140] 이와 같이 메인 헤드(130)가 중공(112 및 124)을 관통하여 설치되어 있기 때문에, 메인 헤드(130)의 위치 안정성 및/또는 결합 안정성이 매우 높음을 알 수 있다.
- [0141] 또한, 도면으로부터, 단면 \square 형상을 갖는 하부 고정 블록(110)의 비어있는 공간의 양측에는 수평 가압 블록(115)이 결합되며, 이 가압 블록(115)이 하부 고정 블록(110)과 대향하는 측면에 형성된 오목면에 삽입 설치되는 외측 메시(117)와 이 외측 메시(117)에 대향하여, 메인 헤드(130)에 삽입 설치되는 내측 메시(137)가 더 설치되어 있으며, 도면에서 보아 좌측에 도시한 수평 가압 블록(115), 외측 메시(117), 내측 메시(137) 등의 구성 요소에 대해서, 도면에서 보아 우측에도 동일하게 수평 가압 블록(115'), 외측 메시(117'), 및 또 다른 내측 메시(137')의 구성을 가지고 있음을 알 수 있다.
- [0142] 도 8로부터, 도면의 우측에서 메인 헤드(130)를 향하는 방향의 가압 블록(115')의 오목면에는 압력 분산 패턴(116')이 형성되어 있으며, 이 압력 분산 패턴(116')은 도면의 좌측에 도시한 가압 블록(115)의 오목면에도 동일하게 형성되어 있음을 잘 알 것이다.
- [0143] 또한, 도 8에서는, 도면 부호로 지정하고 있지는 않으나, 메인 헤드(130)의 내측 메시(137)가 설치되는 오목면에 압력 분산 패턴(116')과 매우 유사한 형태의 압력 분산 패턴이 형성되어 있음에 알 수 있다.
- [0144] 이들 압력 분산 패턴(116' 등)은 도시한 바와 같은 패턴으로 형성될 수 있고, 오목면에서 소정의 깊이를 갖도록

오목면의 표면에 형성될 수 있다.

- [0145] 압력 분산 패턴(116')으로의 압력의 전달에 대해서는, 예컨대, 도 10의 (a) 및 도 10의 (b)를 참조하여 후술하기로 한다.
- [0146] 이와 같은 구성은 도 8에 더욱 상세하게 도시되어 있으며, 도 8의 각 구성 요소는 사실상 도 7의 각 구성 요소와 동일하므로, 기타 설명은 생략한다.
- [0147] 다만, 도 8 및 도 9를 참조하면, 상부 고정 블록(120)에 형성된 상부 중공(124)과 하부 고정 블록(110)에 형성된 하부 중공(112)을 수직으로 관통하여 메인 헤드(130)가 삽입되어 설치될 수 있음을 알 수 있다.
- [0148] 또한, 도 9로부터 상부 고정 블록(120)과 하부 고정 블록(110)의 결합전 관계를 알 수 있으며, 더 나아가서 상부 고정 블록(120)의 돌출부가 하부 고정 블록(110)의 오목부에 결합되며, 도면 부호로 지정하지 않은 상부 고정 블록(120)의 단턱이 도면 부호로 지정하지 않은 하부 고정 블록(110)의 대응하는 단턱에 안착함을 알 수 있음을 알아야 한다.
- [0149] 이때, 도면에서 보아 정면의 비어있는 공간에, 상술한 수평 가압 블록(115)이 삽입될 수 있다.
- [0150] 더욱이, 도 9로부터 상부 중공(124)과 하부 중공(112)의 수평 단면 형상은 대략 사각형임을 알 수 있으며, 다만 본 발명에서는 이들 상부 중공(124)과 하부 중공(112)의 모서리 부분에 모따기를 시행하여 메인 헤드(130)가 수직으로 가압될 때 보다 원활하게 이동할 수 있도록 하였음을 언급한다.
- [0151] 이들 도면으로부터, 상부 고정 블록(120)과 하부 고정 블록(110)은 상부 체결공(122)과 하부 체결공(111)이 서로 맞물리도록 형성되어 있음을 알아야 한다.
- [0152] 이들 체결공(122, 111)은 나사 결합 등에 의해서 상부 고정 블록(120)과 하부 고정 블록(110)을 서로 결합하는데 도움을 줄 수 있다.
- [0153] 다음으로, 본 발명의 메인 헤드(130)의 상세한 구성에 대해서 설명하기로 한다.
- [0154] 도 10의 (a), 도 10의 (b), 및 도 10의 (c)는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른, 단층 점토의 전단 시험 장치의 메인 헤드의 구성을 더욱 상세하게 나타낸 상세도이다.
- [0155] 도면으로부터, 메인 헤드(130)의 상하에는 서로 대응하는 상부 오링(132) 및 하부 오링(135)이 형성되며, 메인 헤드(130)의 헤드 상단과 헤드 하단 사이에는 일정한 깊이를 갖는 오목부가 형성되어 있음을 알 수 있다.
- [0156] 이는, 예를 들어, 도 10의 (b)로부터, 내측 메시(137)의 오목면보다는 높게 형성되어 있지만, 상부 오링(132) 및 하부 오링(134)이 형성된 메인 헤드(130)의 가장 바깥 표면측과는 낮게 형성된 오목부의 구성으로부터 확인할 수 있다.
- [0157] 한편, 메인 헤드(130)의 오목면의 바닥부 표면에는 소정의 형상을 갖는 압력 분산 패턴(139)이 형성되어 있다 (도 10의 (a) 참조).
- [0158] 이 압력 분산 패턴(139)은 도시한 바와 같은 패턴을 갖는 것이 바람직하며, 압력의 원활한 분산을 위해서라면 기타 다른 형상을 가질 수도 있다.
- [0159] 압력 분산 패턴(139)의 대략 가운데 부분에는 두 개의 유체 관통공(138)이 형성되어 있다.
- [0160] 도 10의 (a) 및 도 10의 (b)로부터, 유체 관통공(138)은 두 개 형성된 것으로 도시되어 있으나, 이는 메인 헤드(130) 본체의 길이를 감안한 것으로 메인 헤드(130) 본체의 길이에 변동에 있는 경우 하나 또는 더 많게는 세 개, 또는 네 개 등이 형성될 수 있으며, 아울러, 메인 헤드(130)가 수직 방향으로 길게 연장되어 형성되는 것이 아니라 수평 방향으로 길게 연장되어 형성되는 경우에는 상하로 형성되는 것이 아니라, 좌우로 나란히 형성되는 것이 바람직하다고 하겠다.
- [0161] 유체 관통공(138)은 메인 헤드(130)에만 형성되어 있는 것으로 도시되어 있지만, 예컨대, 도 7 및 도 8에 도시한 수평 가압 블록(115, 115')의 오목면에 형성된 압력 분산 패턴(116')의 가운데 부분에도 유체 관통공(138)과 동등한 구성의 유체 관통공이 형성될 수 있음을 알아야 한다.
- [0162] 유체 관통공(138)으로 전달되는 유체는, 유체 가압부(125, 도 5 참조)에 의해서 공급되는 유체가 유체 가압로(127)를 통해서 전달되는 유체라고 이해하는 것이 바람직하다.
- [0163] 유체 관통공(138)은 메인 헤드(130)의 양측 오목부를 양방향으로 연통하도록 형성되는 것이 바람직하다.

- [0164] 따라서, 유체는 유체 관통공(138)을 통해서 메인 헤드(130)의 양측에서 서로 연통되며, 그 결과 메인 헤드(130)의 양측은 일정한 유체압으로 유지될 수 있다.
- [0165] 도시한 바와 같이, 메인 헤드(130)의 양 오목면에는 내측 메시(137)가 설치되며, 내측 메시(137)는 메인 헤드(130)의 오목면의 최대 깊이를 초과하지 않도록 설치되는 것이 바람직하다.
- [0166] 따라서, 상술한 바와 같이, 상측 오링(132)과 하측 오링(134)이 형성된 메인 헤드(130)의 높이보다 낮은 오목부의 구성에 의해서, 제 1 간극 및, 특히, 제 2 간극(119)에서의 소정의 공간이 형성될 수 있다.
- [0167] 도 10의 (b) 및 도 10의 (c)로부터, 내측 메시(137)는 메인 헤드(130)의 양측면에 소정 깊이의 오목면에 각각 설치되어 있음을 알 수 있으며, 도 10의 (c)로부터는, 내측 메시(137)의 외측, 즉 메인 헤드(130)로부터 수평 가압 블록(115) 방향으로 일정한 공간(도면에서는 단층 점토(118)가 충전된 것으로 도시함)이 형성되어 있음을 알 수 있다.
- [0168] 또한, 도 10의 (c)로부터 메인 헤드(130)는 모따기되어 있음을 알 수 있다.
- [0169] 한편, 단층 점토(118)와 내측 메시(137)와 외측 메시(117)가 접하는 인터페이스, 즉 수평 가압 블록(115)의 외측 메시(117)와 메인 헤드(130)의 내측 메시(137) 사이에는 중실한(solid) 가압 유지판 또는 재하판이 설치될 수 있다.
- [0170] 여기에서, 중실하다는 말은 가압 유지판의 구성이 내측 메시(137) 또는 외측 메시(117)와는 상이하게, 예컨대 판재의 형태를 가질 수 있음을 의미한다.
- [0171] 이 가압 유지판에는 도면에 나타난 유체 관통공(138) 또는 유사한 관통공이 형성되어 있어, 유체 가압부(125)와 유체 가압로(127)를 통해서 전달된 유체가 제 1 간극 및 제 2 간극(119) 내를 자유롭게 유동할 수 있다.
- [0172] 가압 유지판은 평판 형상으로 형성될 수 있으며 메인 헤드(130)와 동조하여 단층 점토(118)가 이 가압 유지판 사이를 유동하면서 이동할 수 있다.
- [0173] 가압 유지판은 단층 내의, 예컨대 특정한 단층암의 상태를 모사할 수 있는 소정의 거칠기를 가질 수 있다.
- [0174] 물론이지만, 내측 메시(137)에 부착되는 가압 유지판과 외측 메시(117)에 부착되는 가압 유지판의 표면 거칠기는 서로 다를 수 있다.
- [0175] 이상, 일부 예를 들어서 본 발명의 바람직한 실시예에 대해서 설명하였지만, 본 "발명을 실시하기 위한 구체적인 내용"에 기재된 실시예에 관한 설명은 예시적인 것에 불과한 것이며, 통상의 기술자라면 이상의 설명으로부터 본 발명을 다양하게 변형하여 실시하거나 본 발명과 균등한 내용을 갖는 실시를 수행할 수 있다는 점을 잘 이해하고 있을 것이다.
- [0176] 또한, 본 발명은 여러 가지 다양한 형태로 구현될 수 있기 때문에 본 발명은 상술한 설명에 의해서 한정되는 것이 아니며, 이상의 설명은 본 발명의 개시 내용이 완전해지도록 하기 위한 것으로 통상의 기술자에게 본 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것일 뿐이며, 본 발명은 청구 범위의 각 청구항의 범위에 의해서 정의될 뿐임을 알아야 한다.

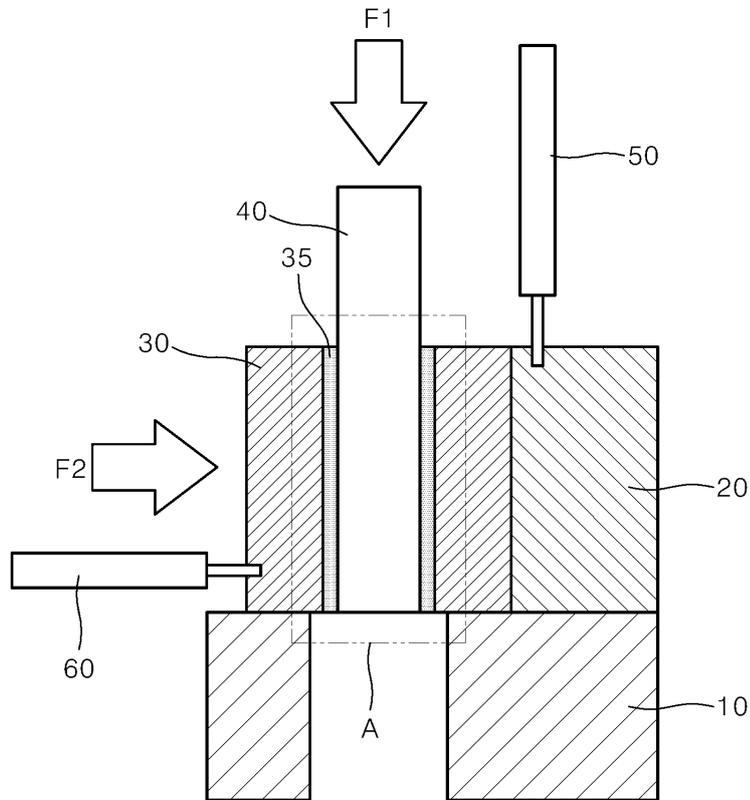
부호의 설명

- [0177] 10 : 베이스
- 20 : 고정 블록
- 30 : 보조 블록
- 35 : 단층 점토(fault gouge)
- 36 : 단층 점토 결핍부
- 37 : 이탈 단층 점토
- 40 : 메인 헤드
- 50 : 수직 변위 측정 센서
- 60 : 수평 변위 측정 센서

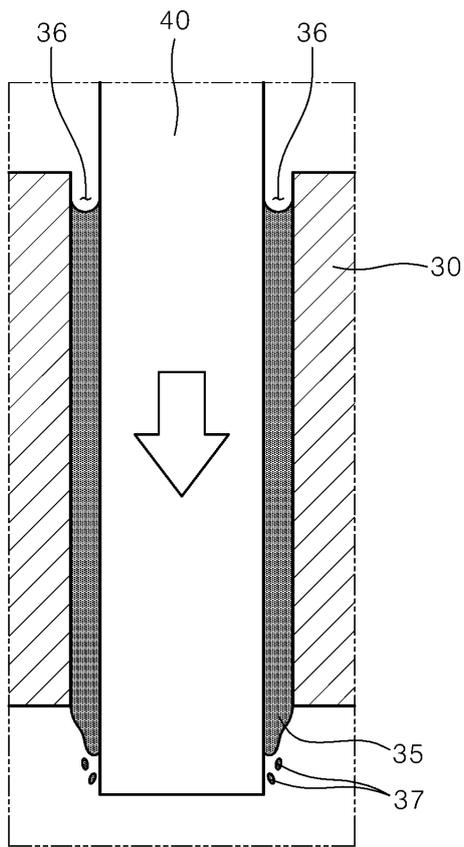
- A : 확대 지시부
- F1 : 수직 가압력
- F2 : 수평 가압력
- 100 : 단층 점토의 전단 시험 장치
- 110 : 하부 고정 블록
- 111 : 하부 체결공
- 112 : 하부 중공
- 115 : 수평 가압 블록
- 115' : 수평 가압 블록
- 116' : 압력 분산 패턴
- 117 : 외측 메시
- 117' : 외측 메시
- 118 : 단층 점토
- 119 : 간극
- 120 : 상부 고정 블록
- 122 : 상부 체결공
- 124 : 상부 중공
- 125 : 유체 가압부
- 127 : 유체 가압로
- 130 : 메인 헤드
- 132 : 상부 오링(O-ring)
- 134 : 하부 오링
- 135 : 상부 단턱
- 136 : 하부 단턱
- 137 : 내측 메시
- 137' : 내측 메시
- 138 : 유체 관통공
- 139 : 압력 분산 패턴
- 140 : 수직 변위 측정용 보조 암(arm)
- B : 확대 지시부

도면

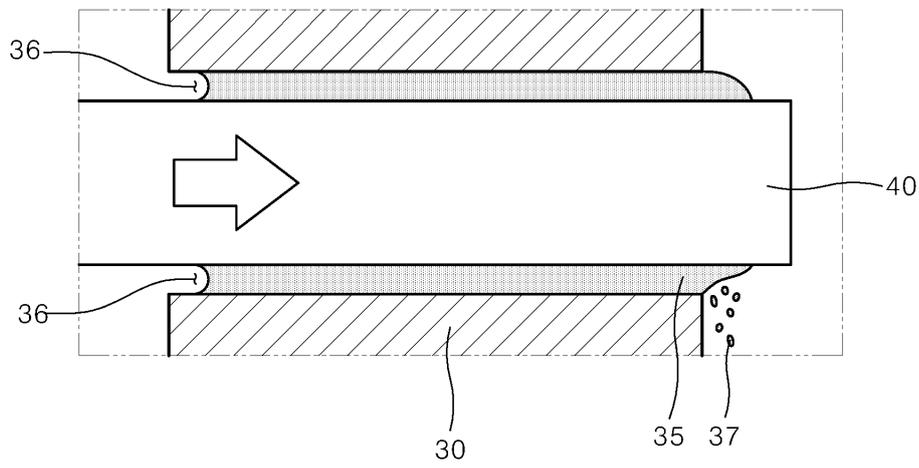
도면1



도면2

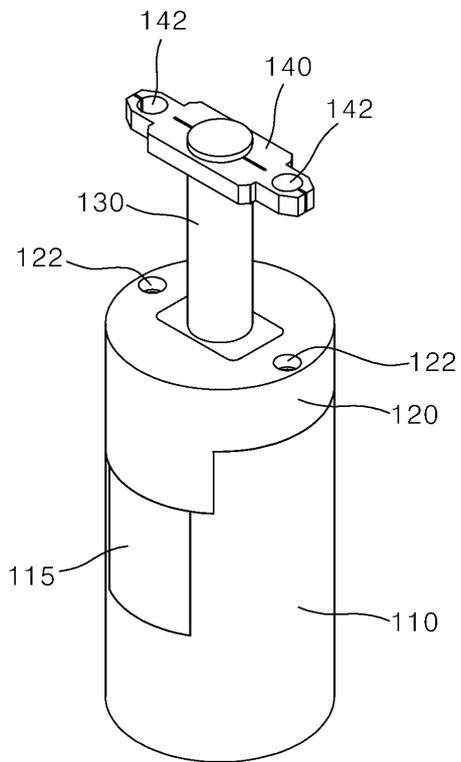


도면3

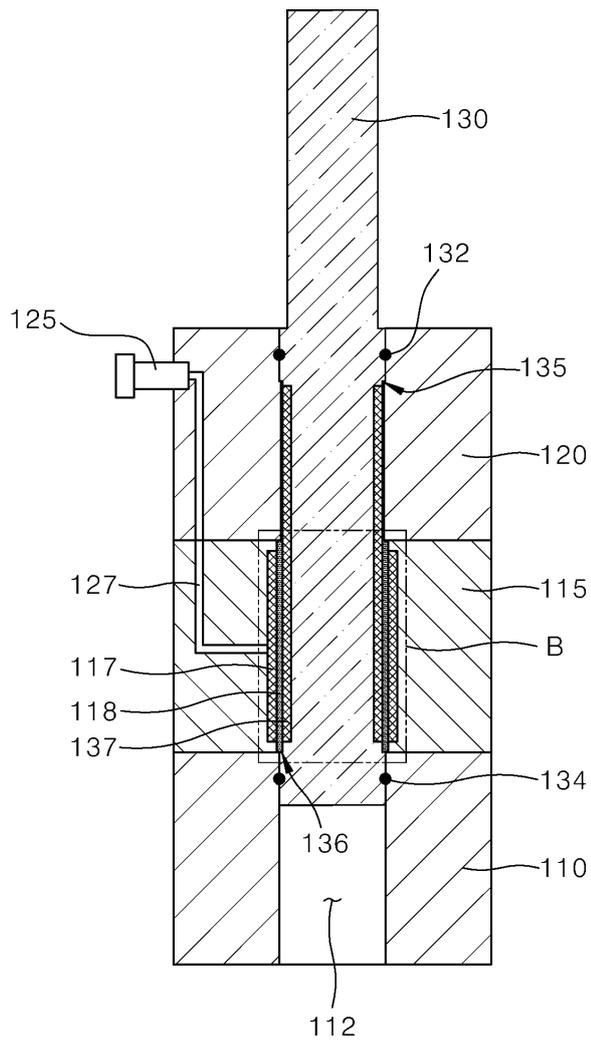


도면4

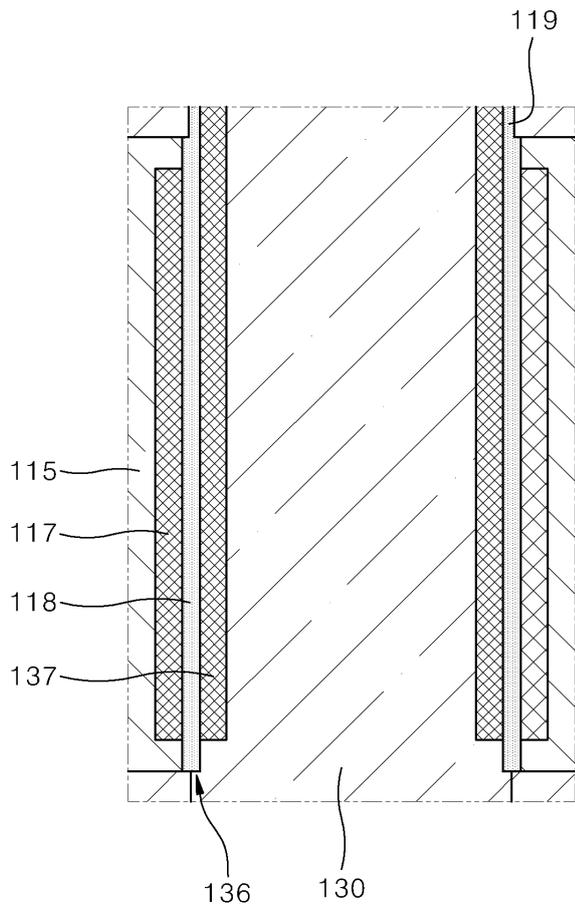
100



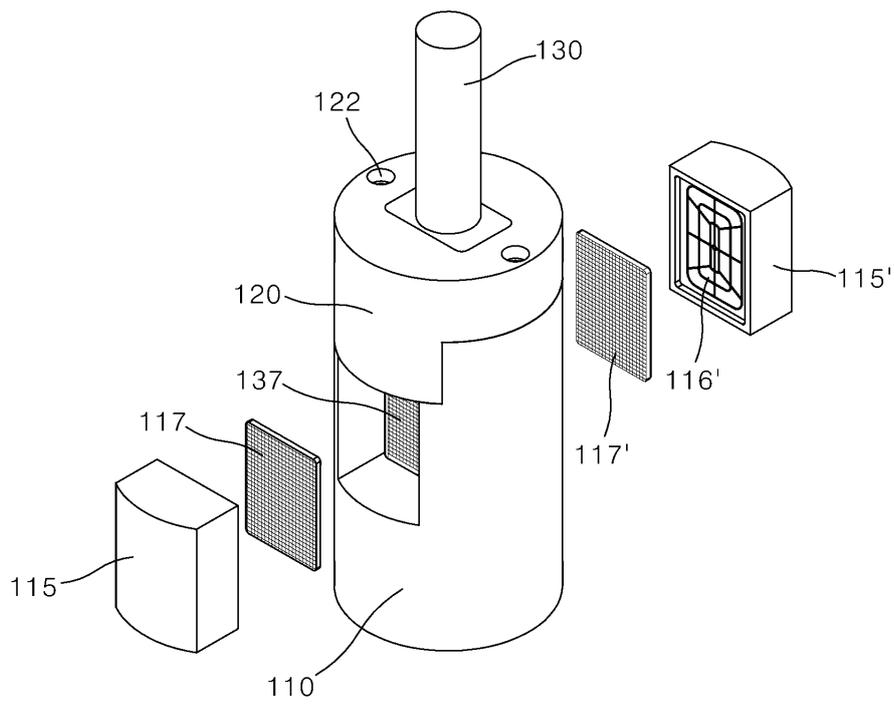
도면5



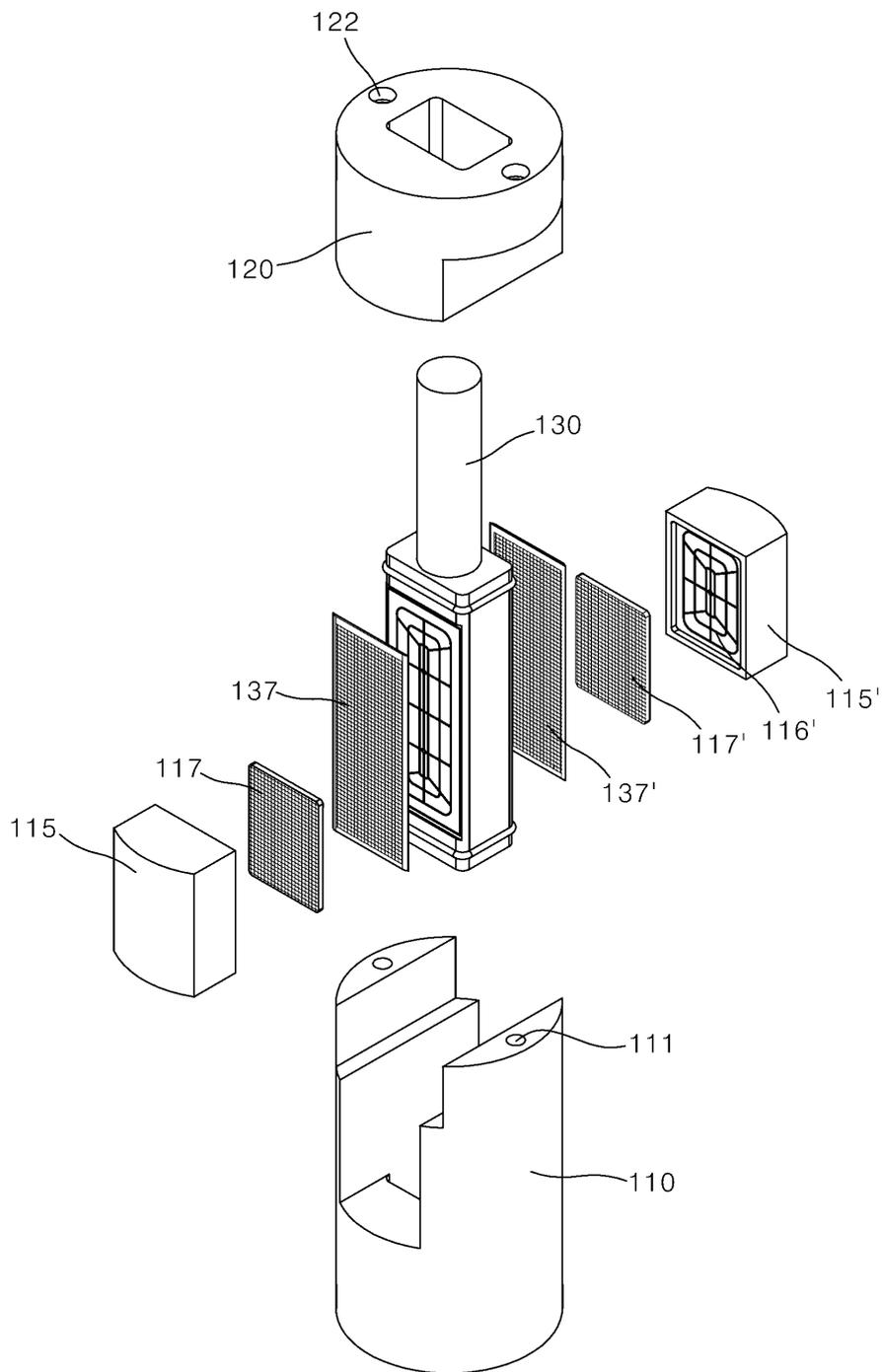
도면6



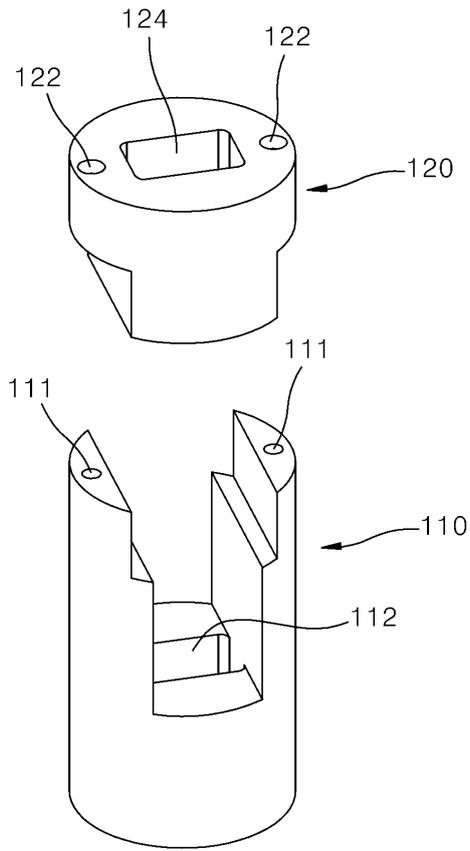
도면7



도면8



도면9



도면10

