



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0070586
(43) 공개일자 2011년06월24일

(51) Int. Cl.

G01N 3/08 (2006.01) G01N 3/62 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0127445

(22) 출원일자 2009년12월18일

심사청구일자 2009년12월18일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

최항석

서울 노원구 공릉동 신성미소지움 아파트 101동 408호

(74) 대리인

홍동우

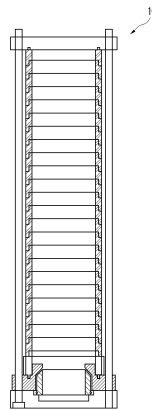
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 하이브리드 자중 압밀 시험 장치

(57) 요약

본 발명은, 베이스 프레임을 포함하는 프레임부; 및 상기 베이스 프레임의 상부에 분리 가능하게 적층 배치 가능한 복수 개의 저응력 자중 압밀셀을 포함하는 압밀셀부;를 구비하고, 상기 압밀셀부는: 상기 베이스 프레임에 수용 배치되는 CRS 압밀셀을 더 구비하는 하이브리드 압밀 시험 장치를 제공한다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 000288230108

부처명 중소기업청

연구관리전문기관

연구사업명 산학연공동기술개발사업

연구과제명 (주관기관)대심도 연약지반 개량을 위한 이중필터 PBD(Plastic Board Drain) 개발

기여율

주관기관 중소기업청

연구기간 2008년 7월 1일 ~ 2009년 6월 30일

특허청구의 범위

청구항 1

베이스 프레임을 포함하는 프레임부; 및

상기 베이스 프레임의 상부에 분리 가능하게 적층 배치 가능한 복수 개의 저응력 자중 압밀셀을 포함하는 압밀 셀부;를 구비하고,

상기 압밀셀부는:

상기 베이스 프레임에 수용 배치되는 CRS 압밀셀을 더 구비하는 하이브리드 압밀 시험 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 저응력 자중 압밀셀은 아크릴을 포함하는 합성 수지로 형성되고,

상기 저응력 자중 압밀셀의 단부에는 적층 배치 가능하게 하는 자중 압밀셀 장착부가 배치되는 것을 특징으로 하는 하이브리드 압밀 시험 장치.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 자중 압밀셀 장착부의 단부에는 자중 압밀셀 실러 장착부가 배치되고,

상기 자중 압밀셀 실러 장착부에는 복수 개의 자중 압밀셀 사이의 누설을 방지하기 위한 자중 압밀셀 실러가 배치되는 것을 특징으로 하는 하이브리드 압밀 시험 장치.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 자중 압밀셀 실러 장착부는 상기 복수 개의 저응력 자중 압밀셀의 적층 방향에 평행한 측면 상에 배치되는 것을 특징으로 하는 하이브리드 압밀 시험 장치.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 베이스 프레임은:

상기 CRS 압밀셀을 위치 고정 가능하게 수용하는 CRS 압밀셀 장착부를 구비하는 하부 베이스 프레임과,

상기 하부 베이스 프레임의 일면 상에 배치되고 상기 하부 베이스 프레임과 함께 상기 CRS 압밀셀을 수용하는 내부 공간을 형성하는 상부 베이스 프레임과,

상기 상부 베이스 프레임 상에 배치되고 상기 저응력 자중 압밀셀이 배치되는 경우 상기 저응력 자중 압밀셀과 상기 상부 베이스 프레임을 연결하는 연결 베이스 프레임을 구비하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 압밀 시험 장치.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 CRS 압밀셀 장착부와 상기 CRS 압밀셀 사이에는 CRS 압밀셀 실러가 배치되는 것을 특징으로 하는 하이브리드 압밀 시험 장치.

청구항 7

제 5항에 있어서,

상기 CRS 압밀셀의 외주에는 CRS 압밀셀 픽싱부가 배치되고,

상기 CRS 압밀셀 픽싱부에 대응하여 상기 CRS 압밀셀 장착부에 배치되는 CRS 압밀셀 픽싱 대응부가 구비되는 것을 특징으로 하는 하이브리드 압밀 시험 장치.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 프레임부는:

일단은 상기 베이스 프레임에 장착되고 타단은 상기 베이스 프레임의 상부에 배치되는 자중 커버 프레임 또는 CRS 커버 프레임에 장착되어 상기 베이스 프레임과의 상대 이동을 방지하는 픽싱 프레임을 구비하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 압밀 시험 장치.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 픽싱 프레임의 일단은 상기 베이스 프레임에 상대 회동 가능하게 배치되는 것을 특징으로 하는 하이브리드 압밀 시험 장치.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 압밀 시험 장치에 관한 것으로, 보다 정확하게는 보다 정밀하면서도 원활한 측정을 가능하게 하는 자중 압밀 시험 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 준설토로 매립된 연약 지반은 침강과 더불어 흙 자체의 무게로 인하여 압축되는 과정인 자중 압밀 과정을 통하여 일정한 지지력을 구비하게 된다. 이와 같은 준설토로 매립되는 연약 지반에 대한 침하량과 압밀 과정에 소요되는 시간 및 흙의 상태 등을 예측하기 위하여 실내 침강 시험을 실시하고 압밀 시험에 필요한 시료를 제작한다. 이와 같은 시료를 사용하여 일정 변형률 압밀 시험(CRS)을 실시할 경우 상당한 응력 상태에서의 흙의 압밀 거동을 파악할 수 있었다. 하지만 이와 같은 일정 변형률 압밀 시험을 통하여 저응력 상태에 대한 압밀 시험을 수행하기는 상당히 어렵다. 종래 기술에 따른 저응력 상태에 대한 토질 시료 시험시 시료 채취는 용이하지 않을 뿐만 아니라 시료에 대한 정확한 데이터 취득이 쉽지 않았다. 더불어, 취합된 시료의 데이터를 통하여 시료인 흙의 특성, 즉 유효 응력과 투수 계수를 산출하는 방법이 복잡하다는 문제점도 수반되었다.

[0003] 뿐만 아니라, 초연약 준설토의 경우 진동에 의하여 시료가 교란될 수 있는데, 초연약 준설토에 대한 압밀 시험에 있어 이와 같은 교란은 미세한 시험 결과 데이터 변동을 수반하는데, 이러한 미세한 결과 변동도 지반 공사의 비용 산정에 상당한 영향을 미친다는 점에서 시험의 교란 배제가 상당한 주의가 요구되었다.

[0004] 하지만, 종래 기술에 따른 초연약 준설토 압밀 시험의 경우 자중 압밀 시험과 CRS 압밀 시험을 거치는 경우 시료의 위치 이동 등으로 인하여 상당한 외란 내지 교란이 시료에 적용되어 보다 정확한 데이터 수집이 어렵다는 문제점이 수반되었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0005] 이에, 본 발명은 저응력 상태의 자중 압밀 시험 및 고응력 상태의 CRS 압밀 시험에 대하여도 시료에 미치는 영향을 최소화하여 흙에 대한 보다 정확한 데이터 취합을 이룰 수 있는 하이브리드 자중 압밀 시험 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

- [0006] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 베이스 프레임에 포함하는 프레임부; 및 상기 베이스 프레임의 상부에 분리 가능하게 적층 배치 가능한 복수 개의 저응력 자중 압밀셀을 포함하는 압밀셀부;를 구비하고, 상기 압밀셀 부는: 상기 베이스 프레임에 수용 배치되는 CRS 압밀셀을 더 구비하는 하이브리드 압밀 시험 장치를 제공한다.
- [0007] 상기 하이브리드 압밀 시험 장치에 있어서, 상기 저응력 자중 압밀셀은 아크릴을 포함하는 합성 수지로 형성되고, 상기 저응력 자중 압밀셀의 단부에는 적층 배치 가능하게 하는 자중 압밀셀 장착부가 배치될 수도 있다.
- [0008] 상기 하이브리드 압밀 시험 장치에 있어서, 상기 자중 압밀셀 장착부의 단부에는 자중 압밀셀 실러 장착부가 배치되고, 상기 자중 압밀셀 실러 장착부에는 복수 개의 자중 압밀셀 사이의 누설을 방지하기 위한 자중 압밀셀 실러가 배치될 수도 있다.
- [0009] 상기 하이브리드 압밀 시험 장치에 있어서, 상기 자중 압밀셀 실러 장착부는 상기 복수 개의 저응력 자중 압밀셀의 적층 방향에 평행한 측면 상에 배치될 수도 있다.
- [0010] 상기 하이브리드 압밀 시험 장치에 있어서, 상기 베이스 프레임은: 상기 CRS 압밀셀을 위치 고정 가능하게 수용하는 CRS 압밀셀 장착부를 구비하는 하부 베이스 프레임과, 상기 하부 베이스 프레임의 일면 상에 배치되고 상기 하부 베이스 프레임과 함께 상기 CRS 압밀셀을 수용하는 내부 공간을 형성하는 상부 베이스 프레임과, 상기 상부 베이스 프레임 상에 배치되고 상기 저응력 자중 압밀셀이 배치되는 경우 상기 저응력 자중 압밀셀과 상기 상부 베이스 프레임을 연결하는 연결 베이스 프레임을 구비할 수도 있다.
- [0011] 상기 하이브리드 압밀 시험 장치에 있어서, 상기 CRS 압밀셀 장착부와 상기 CRS 압밀셀 사이에는 CRS 압밀셀 실러가 배치될 수도 있다.
- [0012] 상기 하이브리드 압밀 시험 장치에 있어서, 상기 CRS 압밀셀의 외주에는 CRS 압밀셀 픽싱부가 배치되고, 상기 CRS 압밀셀 픽싱부에 대응하여 상기 CRS 압밀셀 장착부에 배치되는 CRS 압밀셀 픽싱 대응부가 구비될 수도 있다.
- [0013] 상기 하이브리드 압밀 시험 장치에 있어서, 상기 프레임부는: 일단은 상기 베이스 프레임에 장착되고 타단은 상기 베이스 프레임의 상부에 배치되는 자중 커버 프레임 또는 CRS 커버 프레임에 장착되어 상기 베이스 프레임과의 상대 이동을 방지하는 픽싱 프레임을 구비할 수도 있다.
- [0014] 상기 하이브리드 압밀 시험 장치에 있어서, 상기 픽싱 프레임의 일단은 상기 베이스 프레임에 상대 회동 가능하게 배치될 수도 있다.

효 과

- [0015] 상기한 바와 같은 구성을 갖는 본 발명에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치 및 이를 이용한 자중 압밀 시험 방법은 다음과 같은 효과를 갖는다.
- [0016] 첫째, 본 발명에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치 및 이를 이용한 자중 압밀 시험 방법은, 저응력 자중 압밀과 CRS 압밀 시험을 시료의 위치 이동없이 연속적 수행을 가능하게 하여 시료에 미치는 외란을 최소화하여 시료 교란을 방지함으로써, 보다 정확한 시료 특성을 도출할 수 있다.
- [0017] 둘째, 본 발명에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치는, CRS 압밀셀 픽싱부 및 CRS 압밀셀 픽싱 대응부의 구조를 통하여 CRS 압밀 시험에 사용되는 시료의 위치 변동 등을 방지하여 보다 정확한 측정 결과를 취득할 수도 있다.
- [0018] 넷째, 본 발명에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치는, 취득된 시료에 대한 데이터를 사용하여 보다 간단하면서도 신속하게 시료 특성의 도출이 가능하다.
- [0019] 본 발명은 도면에 도시된 일실시예들을 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허 청구 범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하에서는 하이브리드 자중 압밀 시험 장치 및 이를 이용한 자중 압밀 시험 방법에 대하여 도면을 참조하여 설명하기로 한다.
- [0021] 도 1에는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치(10)에 대한 개략적인 사시도가 도시되고,

도 2에는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 압밀셀부의 복수 개의 압밀셀부의 배치 상태를 나타내는 개략적인 단면도가 도시되고, 도 3에는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 저응력 자중 압밀셀의 개략적인 사시도가 도시되고, 도 4에는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 저응력 자중 압밀셀의 개략적인 부분 단면도가 도시되고, 도 5에는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 저응력 자중 압밀셀의 개략적인 부분 사시 단면도가 도시되고, 도 6 내지 도 8에는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 저응력 자중 압밀셀 및 자중 압밀셀 실러의 개략적인 부분 단면도가 도시되고, 도 9에는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 CRS 압밀셀의 개략적인 사시도가 도시되고, 도 10에는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 저응력 자중 압밀 시험을 위한 구성의 개략적인 부분 단면도가 도시되고, 도 11에는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 CRS 압밀 시험을 위한 구성의 개략적인 부분 단면도가 도시되고, 도 12에는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 CRS 압밀셀의 변형의 부분 단면도가 도시되고, 도 13에는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 픽싱 프레임의 개략적인 부분 사시 단면도가 도시되고, 도 14에는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 저응력 자중 압밀 시험을 위한 구성의 개략적인 사시도가 도시되고, 도 15에는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 베이스 프레임의 개략적인 사시도가 도시되고, 도 16에는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 CRS 압밀 시험을 위한 압밀부 및 CRS 커버 프레임의 개략적인 사시도가 도시되고, 도 17에는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 CRS 압밀 시험을 위한 구성의 개략적인 사시도가 도시되고, 도 18에는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치를 이용한 저응력 자중 압밀 시험 방법에 대한 개략적인 흐름도가 도시되고, 도 19에는 단계 300에 대한 보다 구체적인 흐름도가 도시되고, 도 20에는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치에 의하여 취득된 시료의 높이(깊이)에 대한 함수비를 나타내는 선도가 도시되고, 도 21에는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치에 의하여 취득된 시료에 대한 저응력 자중 압밀 시험에서의 간극비 대 유효 응력 관계도가 도시되고, 도 22에는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치에 의하여 취득된 시료에 대한 간극비 대 유효 응력 관계도 및 제어부, 연산부를 통하여 이루어진 커브 피팅에 의한 곡선을 동시에 표기한 선도가 도시되고, 도 23에는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 저장부에 저장된 N에 따른 압밀도 대 무차원 시간 계수를 나타내는 선도가 도시되고, 도 24 및 도 25에는 전체 응력 범위에 대한 간극비-유효 응력 관계 및 간극비-투수 계수 관계를 나타내는 개략적인 선도가 도시된다.

[0022] 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치(10)는 프레임부(100)와 압밀셀부(200)를 포함하는데, 압밀셀부(200)는 프레임부(100)에 배치되고, 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치(10)는 저응력 자중 압밀 시험과 CRS 압밀 시험을 하나의 장치로 시행 가능하여 시료의 교란으로 인한 데이터 부정확도를 방지 내지 현저하게 저감시켜 정확한 초연양 준설토의 압밀 특성 평가가 가능하다.

[0023] 먼저, 압밀셀부(200)는 저응력 자중 압밀셀(210)과 CRS 압밀셀(220)을 포함하는데, 경우에 따라 저응력 자중 압밀셀(210)은 배제되고 CRS 압밀 시험이 수행될 수 있다. 즉, 저응력 자중 압밀셀(210)은 하기되는 프레임부(100)의 베이스 프레임(120)의 상부에 분리 가능하게 적층 배치 가능한 복수 개로 구비되는데, 본 실시예에 따른 저응력 자중 압밀셀(210)은 아크릴을 포함하는 합성 수지로 형성된다. 아크릴과 같은 투명 합성 수지로 형성되어 본 실시예에 따른 자중 압밀 시험의 진행 상태를 시험자가 용이하게 육안 관측 가능하게 할 수 있다.

[0024] 본 실시예에 따른 저응력 자중 압밀셀(210)은 초연약 준설토 시료의 자중 압밀을 위한 시험에 사용되는데, 저응력 자중 압밀셀(210)은 복수 개가 적층 배치되는바 안정적인 적층 구조를 형성하기 위한 구성요소를 더 구비할 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이 저응력 자중 압밀셀(210)은 양단에 적층 가능하게 하는 구조를 구비하는데, 저응력 자중 압밀셀(210)은 자중 압밀셀 바디(211)와 자중 압밀셀 장착부(213)와 자중 압밀셀 장착 대응부(215)를 구비하는데, 자중 압밀셀 바디(211)의 중앙에는 자중 압밀셀 관통구(212)가 배치되어 복수 개로 적층되는 저응력 자중 압밀셀을 통한 시료의 수용 공간이 형성된다.

[0025] 자중 압밀셀 장착부(213)는 자중 압밀셀 바디(211)의 상단에 배치되고 자중 압밀셀 장착 대응부(215)는 자중 압밀셀 바디(211)의 하단에 배치되는데, 자중 압밀셀 장착부(213)와 자중 압밀셀 장착 대응부(215)는 상호 맞물림 가능한 구조를 취하여 베이스 프레임(120)의 상부에서 안정적인 위치 확보를 가능하게 한다. 즉, 자중 압밀셀 장착부(213)의 외경이 자중 압밀셀 장착 대응부(215)의 내경과 거의 실질적으로 동일한 크기를 구비하여 상호 맞물림되어 베이스 프레임(120)의 상부에서 안정적인 적층을 가능하게 할 수 있다. 본 실시예에서 자중 압밀셀 장착부(213)가 자중 압밀셀 장착 대응부에 수용 맞물림되는 구조를 취하였는데, 이는 일례로서 상호 맞물림 가능한 구조를 취하는 범위에서 서로 반대되는 구성을 취할 수도 있는 등 다양한 변형이 가능하다.

- [0026] 또한, 복수 개가 적층 배치되는 저응력 자중 압밀셀(210)의 사이 간극을 통한 누설을 방지하기 위한 구성요소가 복수 개의 저응력 자중 압밀셀 사이에 배치될 수 있다. 즉, 자중 압밀셀 장착부(213)의 단부에는 자중 압밀셀 실러 장착부(217)가 배치된다. 실러(230)는 자중 압밀셀 실러(231)와 CRS 압밀셀 실러(233)를 포함하는데, 자중 압밀셀 실러 장착부(217)에는 복수 개의 자중 압밀셀(210) 사이의 누설을 방지하기 위한 자중 압밀셀 실러(231)가 배치된다. 자중 압밀셀 실러(231)의 내경은 자중 압밀셀 장착부(213)의 외경보다 다소 작은 값을 형성하여 자중 압밀셀 장착부(213)에 형성되는 자중 압밀셀 실러 장착부(217)에 안정적인 위치 확보를 이루며 배치될 수 있다. 자중 압밀셀 장착부(213)에 형성되는 자중 압밀셀 실러 장착부(217)의 대응되는 위치로 자중 압밀셀 장착부(213)와 맞물리는 자중 압밀셀 장착 대응부(215)에는 다른 자중 압밀셀 실러 장착부(218)가 배치되는데, 자중 압밀셀 실러(231)는 자중 압밀셀 실러 장착부(217, 218)에 의하여 형성되는 공간에 안정적으로 배치될 수 있다. 이와 같이 자중 압밀셀 장착부 및 자중 압밀셀 장착 대응부 사이에 배치되는 자중 압밀셀 실러를 통하여 양자의 끼워 맞춤 구조를 형성하여 시료로부터의 자중 압밀셀 사이 간극을 통해 물이 누설되는 것을 방지할 수 있다.
- [0027] 자중 압밀셀 실러의 장착 위치는 도 5 및 도 6에서 자중 압밀셀 장착부 및 자중 압밀셀 장착 대응부의 서로 마주하고 적층 길이 방향에 평행한 일측면에 배치되는 것으로 기술되었으나, 본 발명의 자중 압밀셀 실러의 배치 위치가 이에 국한되는 것은 아니다. 즉, 도 7에 도시된 바와 같이, 자중 압밀셀 실러(231)는 자중 압밀셀 장착부 및 자중 압밀셀 장착 대응부의 서로 마주하는 일면으로 적층 길이 방향에 수직인 일면에 배치되는 구조를 구비할 수도 있는데, 자중 압밀셀 장착부(217a, 218a)는 자중 압밀셀 장착부 및 자중 압밀셀 장착 대응부의 서로 마주하는 일면으로 적층 길이 방향에 수직인 일면에 배치되고 자중 압밀셀 장착부 및 자중 압밀셀 장착 대응부의 서로 마주하는 일측면으로 적층 길이 방향에 수평인 일측면에는 자중 압밀셀 적층 체결부(213a, 215a)가 배치될 수 있다. 자중 압밀셀 적층 체결부(213a, 215a)는 돌기 타입의 자중 압밀셀 적층 체결 돌기부(213a)와 요홈 타입의 자중 압밀셀 적층 체결 요홈부(215a)를 구비하는데, 양자는 서로 억지 끼워 맞춤되어 적층 배치되는 복수 개의 저응력 자중 압밀셀(210)의 안정적인 적층 상태를 형성할 수도 있고, 복수 개의 저응력 자중 압밀셀(210)의 사이에 배치되는 자중 압밀셀 실러를 통한 기밀 유지를 이룰 수도 있다.
- [0028] 또한, 이 경우 도 7의 자중 압밀셀 실러는 한 개가 배치되었으나, 도 8에서와 같이 복수 개가 배치되는 구조를 취할 수도 있는 등 자중 압밀셀 실러의 개수 및 배치 위치에 있어 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다.
- [0029] 압밀셀부(200)는 CRS 압밀셀(220)을 포함하는데, CRS 압밀셀(220)은 베이스 프레임(120)에 배치되어 자중 압밀 실험 후 시료의 위치 변동없이 CRS 압밀 실험의 연속적 실시를 가능하게 할 수 있다. CRS 압밀셀(220)은 링 타입의 금속재로 형성되고 CRS 압밀셀(220)은 중앙에 CRS 압밀셀 관통구(222)를 구비하는데, CRS 압밀셀 관통구(222)는 표준 압밀 시험의 기준에 따라 통상 2cm의 높이에 6cm의 직경을 구비할 수 있다. CRS 압밀셀(220)의 상단에는 CRS 압밀셀 경사부(224)가 배치되는데, CRS 압밀셀 경사부(224)는 자중 압밀 실험 후 불필요한 시료 부분을 원활하게 제거할 수 있도록 한다. CRS 압밀셀(230)의 하단 측면에는 CRS 압밀셀 실러 장착부(227)가 배치되는데, CRS 압밀셀 실러 장착부(227)에는 CRS 압밀셀 실러(233)가 배치되어 CRS 압밀셀(230)과 베이스 프레임(120)의 사이 간극을 통하여 CRS 압밀셀 관통구(222)에 수용되는 시료로부터 물이 원치 않게 누설되는 것을 방지할 수 있다.
- [0030] 한편, 본 발명의 저응력 자중 압밀셀 및 CRS 압밀셀이 배치되는 프레임(100)은 상기한 바와 같이 베이스 프레임(120)에 CRS 압밀셀(220)이 위치 고정되어 배치되고 자중 압밀 시험이 이루어지는 경우 저응력 자중 압밀셀(210)도 베이스 프레임(220) 상부에 배치될 수 있다. 본 실시예에 따른 베이스 프레임(120)은 상부 베이스 프레임(1210)과 하부 베이스 프레임(1220)과 연결 베이스 프레임(1230)을 포함하는데, 상부 베이스 프레임(1210)은 하부 베이스 프레임(1220)의 일면 상에 배치되고 연결 베이스 프레임(1230)은 상부 베이스 프레임(1210)의 일면 상에 배치되어 저응력 자중 압밀셀(210) 또는 CRS 커버 프레임(220)과의 접촉 상태를 형성한다.
- [0031] 하부 베이스 프레임(1220)의 중앙에는 하부 베이스 프레임 CRS 압밀셀 수용부(1221)가 배치되는데, 하부 베이스 프레임 CRS 압밀셀 수용부(1221)에 링 타입의 CRS 압밀셀(220)이 끼워 맞춤되어 삽입 배치된다. CRS 압밀셀(220)이 수용 배치되는 하부 베이스 프레임 CRS 압밀셀 수용부(1221)의 하면에는 CRS 압밀셀 다공성 플레이트(1227)가 배치되고 하부 베이스 프레임(1220)의 내부에는 하부 베이스 프레임 배수 라인(1223)이 배치되는데, 하부 베이스 프레임 배수 라인(1223)은 CRS 압밀셀 다공성 플레이트(1227)와 연결되어 CRS 압밀셀 다공성 플레이트(1227)를 통하여 하부 베이스 프레임(1220)의 하부 베이스 프레임 배수 라인(1223)과 연결되는 하부 베이스 프레임 배수 라인 밸브(1225)를 통한 물의 배출이 가능하다.
- [0032] 하부 베이스 프레임(1220)의 일면 상에 상부 베이스 프레임(1210)이 배치되는데, 상부 베이스 프레임(1210)과

하부 베이스 프레임(1220)은 분리 체결 가능한 구조를 취하여 자중 압밀 실험 후 CRS 압밀 실험을 수행하기 위한 준비를 원활하게 이루도록 할 수 있다. 상부 베이스 프레임(1210)의 내부로 CRS 압밀셀(220)의 대응되는 위치에는 상부 베이스 프레임 CRS 압밀셀 수용부(1211)가 배치되는데, 상부 베이스 프레임 CRS 압밀셀 수용부(1211)와 하부 베이스 프레임 CRS 압밀셀 수용부(1221)가 형성하는 내부 공간에 CRS 압밀셀(220)이 배치된다. 상부 베이스 프레임 CRS 압밀셀 수용부(1211)의 내측면 형상은 CRS 압밀셀(220)의 상단 형상에 대응하여 이루어진다. 상부 베이스 프레임(1210)의 일면 상에는 돌기 구조의 상부 베이스 프레임 연결 장착부(1213)가 배치되는데, 상부 베이스 프레임 연결 장착부(1213)의 중앙에는 상부 베이스 프레임 연결 장착 관통구(1212)가 배치되어 시료의 하부 전달을 가능하게 한다. 상부 베이스 프레임 연결 장착 관통구(1212)의 내경은 CRS 압밀셀(220)의 내경과 실질적으로 동일한 구조를 취하여 원활한 CRS 압밀 실험을 가능하게 할 수 있다.

[0033] 상부 베이스 프레임(1210)의 상부에는 연결 베이스 프레임(1230)이 배치되는데, 연결 베이스 프레임(1230)은 상부 베이스 프레임(1210)과 자중 압밀셀과 CRS 커버 프레임의 안정적인 기밀 장착을 가능하게 한다. 연결 베이스 프레임(1230)의 하부에는 연결 베이스 프레임 베이스 연결부(1231)가 형성되는데, 연결 베이스 프레임 베이스 연결부(1231)에는 상부 베이스 프레임 연결 장착부(1213)가 수용 배치되고 연결 베이스 프레임 베이스 연결부(1231)와 상부 베이스 프레임 연결 장착부(1213) 사이에는 연결 베이스 실러(235)가 배치되어 양자의 사이 간극을 통한 물의 누설을 방지할 수 있다. 연결 베이스 프레임(1230)의 상단에는 연결 베이스 프레임 장착 돌기(1233)이 배치되고 연결 베이스 프레임 장착 돌기(1233)의 외측에는 연결 베이스 압밀셀 장착부(1234)가 배치되는데, 연결 베이스 압밀셀 장착부(1234)에는 자중 압밀셀 장착 대응부(215)가 삽입 배치된다. 자중 압밀셀 장착 대응부(215)의 내측면에 배치되는 자중 압밀셀 실러 장착부(218)에 연결 베이스 실러(235)가 배치되어 저응력 자중 압밀셀과 연결 베이스 프레임 간의 기밀 상태를 유지 형성할 수 있다.

[0034] 또한, 도 11에는 자중 압밀 실험이 완료된 후 CRS 압밀 실험이 수행되는 경우의 장치 배치 구조가 도시되는데, 연결 베이스 프레임(1230)의 상부에는 CRS 커버 프레임(150)이 배치된다. CRS 커버 프레임(150)의 하단에는 CRS 커버 프레임 장착부(151)가 배치되는데, CRS 커버 프레임 장착부(151)는 연결 베이스 프레임 장착 돌기(1233)가 맞물림되어 장착된다. CRS 커버 프레임 장착부(151)의 내측에는 CRS 커버 실러(255)가 배치되어 CRS 커버 프레임(150)과 연결 베이스 프레임(1230) 간의 상호 기밀 상태를 유지할 수 있다. CRS 커버 프레임(150)의 내부에는 CRS 커버 프레임 배수 라인(153)이 배치되고 CRS 커버 프레임 배수 라인(153)의 단부에는 CRS 커버 프레임 배수 밸브(155)가 배치되어 CRS 커버 프레임(150)을 통한 배수를 가능하게 한다. CRS 커버 프레임(150)의 중앙에는 CRS 커버 프레임 관통구(152)가 배치되는데, CRS 커버 프레임 관통구(152)를 통하여 CRS 압밀 실험 시 사용되는 압밀부(160)의 관통 배치가 가능하다. 즉, 압밀부(160)는 압밀부 샤프트(163)와 압밀부 바디(161)를 구비하는데 압밀부 샤프트(163)는 압밀부 바디(161)의 일면 상에 배치되어 CRS 커버 프레임 관통구(152)를 가동 가능하게 관통 배치되어 압밀 가압부(미도시)를 통하여 인가되는 가압력을 CRS 압밀셀(220)의 내부에 수용되는 시료의 CRS 압밀 실험이 수행될 수 있다.

[0035] 본 발명에 따른 CRS 압밀 실험을 수행함에 있어 CRS 압밀셀의 하우징 베이스에 대한 상대 미세 이동을 방지하기 위한 구성요소를 더 구비할 수도 있다. 즉, 도 12에 도시된 바와 같이, 하부 베이스 프레임(1220)의 일면 상에 배치되는 하부 베이스 프레임 CRS 압밀셀 수용부(1221)의 내주에는 CRS 압밀셀 픽싱 대응부(1221a)가 배치되고 CRS 압밀셀(220a)의 외주에는 CRS 압밀셀 픽싱부(221a)가 배치되는데, CRS 압밀셀 픽싱부(221a)와 CRS 압밀셀 픽싱 대응부(1221a)는 상호 나사 결합되어 기밀성을 증대시키고 CRS 압밀 실험시 위치 변동으로 인한 시료 상태 변화가 발생하는 것을 방지할 수도 있다.

[0036] 또한, 프레임부(200)는 저응력 자중 압밀 실험 내지 CRS 압밀 실험시 베이스 프레임(120)의 상부에 배치되는 시료의 베이스 프레임(120)과의 상대 운동을 방지하고 기밀성을 증대시키기 위한 구성요소로서 픽싱 프레임(140)을 더 구비하는데, 픽싱 프레임(140)은 일단이 베이스 프레임(120)에 장착되고 타단이 베이스 프레임(120)의 상부에 배치되는 자중 커버 프레임(110) 또는 CRS 커버 프레임(150)에 장착된다. 픽싱 프레임(140)은 픽싱 프레임 샤프트(141)와 픽싱 프레임 체결부(143)를 구비하는데, 픽싱 프레임 샤프트(141)는 도 1에 도시된 바와 같이 자중 커버 프레임(110)에 형성되는 커버 프레임 관통구(미도시)를 관통하여 배치될 수도 있고, 자중 커버 프레임(110)의 외주에 커버 프레임 요홈부(111)가 구비되고 픽싱 프레임 샤프트(141)의 타단이 커버 프레임 요홈부(111)에 관통 배치되고 픽싱 프레임 체결부(143)가 픽싱 프레임 샤프트(141)의 타단에 나사 체결되어 결합되고 자중 커버 프레임(110)과의 접촉 상태를 형성하여 소정의 체결력을 제공하여 자중 커버 프레임/CRS 커버 프레임과 베이스 프레임(120) 사이에 배치되는 시료에 대한 기밀 상태를 유지할 수 있고, 상대 위치 변동을 방지할 수도 있다.

[0037] 또한, 진동으로 인한 시료의 교란을 방지하기 위하여 픽싱 프레임(140a)은 일단이 베이스 프레임(120)에 회동

가능하게 장착되는 구조를 취할 수도 있다. 즉, 도 13에 도시되는 바와 같이, 픽싱 프레임은 픽싱 프레임 회동부(145)를 더 구비하고, 픽싱 프레임 회동부(145)의 양단에는 픽싱 프레임 회동 지지부(149)가 배치되고 픽싱 프레임 회동 지지부(149)의 대응되는 위치로 베이스 프레임(120)에는 베이스 프레임 픽싱 장착부(120-1)에 형성되는 픽싱 프레임 회동 지지 대응부(121-1)가 배치됨으로써, 픽싱 프레임 회동부(145)는 소정의 각도 α 만큼 축회동 가능하다. 또한, 픽싱 프레임 회동부(145)의 일면에는 픽싱 프레임 회동 장착부(147)가 배치되는데, 픽싱 프레임 회동 장착부(147)에는 픽싱 프레임 샤프트(141)의 일단이 나사 결합 내지 압입되어 배치됨으로써 β 방향으로 회동 가능하다. 따라서, 실험자가 소정의 자중 압밀 실험 내지 CRS 압밀 실험을 수행하는 경우 저응력 자중 압밀셀 내지 CRS 커버 프레임을 장착 내지 제거하는 경우 원활한 픽싱 구조를 가능하게 하여 시료의 교란을 최소화할 수도 있다.

[0038] 이하에서는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치(10)를 사용하여 실행되는 자중 압밀 시험 및 CRS 압밀 시험 방법에 대하여 과정을 중심으로 설명한다. 여기서, 하이브리드 자중 압밀 시험 장치(10)는 제어부(미도시), 연산부(미도시) 및 저장부(미도시)를 더 구비하는데, 이들은 데이터 연산 및 저장 등의 처리를 위한 구성요소이다.

[0039] 먼저, 압밀셀부(200)의 복수 개의 저응력 자중 압밀셀(210)은 하부 프레임(120) 상부에 적층 배치되는데, 저응력 자중 압밀셀(210)의 사이 간극에는 자중 압밀셀 실러 등을 통하여 측면 누수가 방지될 수 있다. 또한, 하부 베이스에 배치되는 CRS 압밀셀 실러가 배치되어 하부 베이스 프레임 배수 라인(1223) 등을 통한 배수를 제거하고는 사이 간극을 통한 누수를 방지할 수 있다.

[0040] 그런 후, 시료는 사전 설정된 균일한 함수비를 가지도록 교반되고, 압밀셀부(200)의 복수 개의 저응력 자중 압밀셀부(220)에 의하여 형성되는 내부 공간에 교반된 시료가 투입된다.

[0041] 투입된 시료는 시간이 경과함에 따라 자중 압밀이 발생하는데, 시간 경과에 따른 시료의 계면고를 측정한다. 자중 압밀이 시작되는 시점에서의 시료(흙)의 초기 간극비(e_0)를 측정한다. 자중 압밀이 완료되는 경우, 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치(10)의 복수 개의 저응력 자중 압밀셀(210)의 측부에 배치되는 배수 밸브 구조에 의하여 물은 각각의 저응력 자중 압밀셀(210) 으로부터 제거한다. 그런 후, 시험자는 적층된 각각의 저응력 자중 압밀셀(210)을 높이 별로 분리시켜 시료를 취득한다. 취득된 시료로부터 함수비를 포함하는 시료에 대한 데이터를 도출하는데(S_{100}), 데이터 중 함수비(w)는 다음과 같이 산출될 수 있다.

$$w = \frac{W_w}{W_s}$$

[0042] 여기서, W_w 는 시료에 대한 흙 속 물의 무게를, 그리고 W_s 는 시료에 대한 흙 입자의 무게를 나타낸다. 도 20에는 본 발명의 일실시예에 따른 자중 압밀 시험 방법에 의하여 취득된 시료의 위치(높이)에 따른 함수비가 도시된다. 함수비를 사용하여 시료 각각의 저응력 자중 압밀셀(210)에 대한 간극비를 구하는데, 간극비는 다음과 같은 식을 사용하여 연산할 수 있다.

$$e = \frac{G_s \times w}{S}$$

[0043] 여기서, G_s 는 시료인 흙의 비중을, S 는 포화도를, 그리고 e 는 시료인 흙과 공극의 부피비인 간극비를 나타낸다. 이와 같은 함수비를 포함하는 데이터가 연산 내지 저장 등의 과정을 통하여 처리된 후 제어부는 연산부로 하여금 시료에 대하여 처리된 데이터를 사용하여 간극비 대 유효 응력 관계도를 산출하는 유효 응력 관계도 산출 단계를 수행한다(S_{200} , 도 18 참조). 즉, 연산부는 간극비가 산출된 후, 시료의 유효 응력은 다음 식에 의한 연산 과정을 통하여 산출될 수 있다.

$$\sigma' = \frac{G_s - 1}{1 + e} \Delta z$$

[0044] 여기서, σ' 는 시료인 흙이 지지할 수 있는 응력인 유효 응력(KPa)를, Δz 는 시료 높이(깊이)(m)를 나타낸다. 이와 같은 관계식을 통하여 산출된 간극비에 대한 유효 응력은 저장부에 저장되는데, 저장되는 값들은 간극비에 대한 유효 응력의 관계는 도 21과 같은 간극비 대 유효 응력 관계도로 표시될 수 있다.

[0048] 그런 후, 제어부는 연산부로 하여금 저장된 데이터 및 연산 관계식, 즉 시료에 대한 시간계수 데이터를 포함하고 저장부에 저장된 사전 설정 저장 데이터 및 간극비 대 유효 응력 관계도를 사용하여 투수 계수를 산출하는 투수 계수 산출 단계를 수행한다(S300). 투수 계수 산출 단계(S300)는 도 19에 도시된 바와 같이 커브 피팅 단계(S310)와 압밀 계수 산출 단계(S320) 및 투수 계수 연산 단계(S330)를 포함하는데, 연산부는 제어부의 제어 신호에 따라 다음 연산 식을 사용하여 커브 피팅 단계를 수행한다(S310).

[0049]
$$e = (e_{00} - e_{\infty}) \exp(-\lambda \sigma') + e_{00}$$

[0050] 여기서, e_{∞} 은 자중 압밀 시험완료 후 최하부 시료의 간극비를 나타내는데, 상기 식에서 λ 를 조정하여 도 21의 간극비 대 유효 응력 관계도에 일치하는 매칭 곡선을 찾는다(도 22 참조).

[0051] 그런 후, 제어부는 저장부에 저장된 데이터 및 처리된 데이터를 사용하여 압밀 계수를 산출한다(S320). 먼저, 도 21의 간극비 대 유효 응력 관계도와 상기 식에 따른 곡선이 사전 설정된 오차 내에서 존재할 때의 λ 를 사용하여 시간 계수를 산출하기 위한 계수인 N 를 산출한다.

[0052]
$$N = \lambda I (\gamma_s - \gamma_w)$$

[0053] 여기서, I 은 시료에서의 흙 입자만의 높이를 나타내고, γ_s 는 시료인 흙의 단위 중량을, 그리고 γ_w 는 물의 중량을 나타낸다. 저장부에는 N 에 따른 압밀도 대 시간 계수의 관계(도 23)가 사전 설정 저장되는데, 제어부는 저장부에 저장된 압밀도 대 무차원 시간 계수의 관계와 산출된 N 을 사용하여 무차원 시간 계수(Tfs)를 선택한다. 도 23에는 N 이 2인 경우에 대한 무차원 시간 계수(Tfs) 산출 과정이 도시되는데, 도 23에서 수평축은 무차원 시간 계수를 그리고 수직축은 압밀도를 나타낸다. 이때, 압밀도는 평균적 값으로서의 50%의 상태인 0.5의 값을 취하는데, 각각의 N 에 대응하는 곡선과의 교차점으로부터 무차원 시간 계수를 취득할 수 있다. 또한, 상기 초기 과정에서 시간에 따라 측정된 계면고와 함수비 등을 사용하여 얻어지는 시간에 따른 침하량 곡선(미도시)으로부터 저장부에 저장되는데 이로 시료 변형이 최종 변형량의 50%에 도달하였을 때의 시간(t_{50})을 취득할 수 있다.

[0054] 제어부는 취득된 무차원 시간 계수를 사용하여 연산부로 하여금 다음 식에 따라 압밀 계수를 산출하도록 한다.

[0055]
$$g = \frac{T_{fs} I^2}{t_{50}}$$

[0056] 여기서, g 는 압밀 계수(m^2/min)를 나타낸다.

[0057] 산출된 압밀 계수(g)를 사용하여, 제어부는 연산부로 하여금 다음 식에 따라 투수 계수를 연산 한다(S330).

[0058]
$$k = -g \gamma_w (1 + e_{50}) \frac{de}{d\sigma'}$$

[0059] 여기서, e_{50} 은 시료의 변형이 최종 변형량의 50%에 도달하였을 때의 평균 간극비를 나타내고, $\frac{de}{d\sigma'}$ 는 간극비 대 유효 응력 관계도에서 e_{50} 에서의 기울기를 나타낸다.

[0060] 이와 같은 시험 방법을 통하여 시료에 대한 간극비 대 유효 응력 관계 및 투수 계수를 알 수 있는데, 간극비 대 유효 응력 관계로부터 시료인 흙의 깊이(높이) 및 간극비에 따른 매립 지반의 지지력을 알 수 있고 투수 계수로부터 흙의 압밀 상태를 통하여 매립지의 지반 침하량 및 침하 시간을 알 수 있다.

[0061] 본 발명의 자중 압밀 시험 방법은 저응력(1.0KPa 이하) 환경 하에서 실시된 것으로 CRS 압밀시험을 통하여 높은 응력 상태(10KPa 이상)에서의 간극비-유효응력 관계 및 투수 계수 관계를 얻을 수 있다.

[0062] 픽싱 프레임을 해제하여 소정의 저응력 자중 압밀셀 및 연결 베이스 프레임 및/또는 상부 베이스 프레임을 분리하여 CRS 압밀 시험을 위한 CRS 압밀셀 외측 부분의 다른 부분을 제거하고 재조립하여 소정의 CRS 압밀 시험 상태를 준비한다. 즉, 도 15에는 소정의 저응력 자중 압밀셀 및 연결 베이스 프레임이 제거된 상태의 상부 베이스 프레임 및 하부 베이스 프레임에 배치되는 CRS 압밀셀의 배치 구조가 도시되는데, 이와 같이 저응력 자중 압

밀 시험이 실행된 후 소정의 준비 과정을 통하여 CRS 압밀셀의 외주에 시료가 제거되고 소정의 CRS 압밀 시험 준비가 이루어진다. 이의 상부에는 도 16에서와 같은 압밀부 및 CRS 커버 프레임이 배치되어 소정의 CRS 압밀 시험을 위한 프레임 및 CRS 압밀셀 배치 구조가 형성되어(도 17 참조), 소정의 압밀 가압부(미도시)에 의한 CRS 압밀 시험을 실행한다. CRS 압밀 시험과 저응력 자중 시험을 통한 결과를 선도로 표현하면 도 24 및 도 25와 같이 표현되는데, 도 24 및 도 25에는 각각 전체 응력 범위에서의 간극비 대 유효응력 관계와 간극비 대 투수 계수의 관계가 도시된다. 저응력 환경 하에서의 간극비 대 유효응력 관계와 투수 계수를 함께 사용하여 전체 응력 단계에서의 압밀 특성, 즉 매립 초기 자중에 의한 압밀과 매립 완료 후 부지 개발을 위한 성토 하중에 의하여 추가된 압밀 단계에서의 응력에 의한 압밀 특성을 파악할 수 있다.

[0063] 상기 실시예들은 본 발명을 설명하기 위한 일례들로, 본 발명이 이에 국한되는 것은 아니고 다양한 변형이 가능하다.

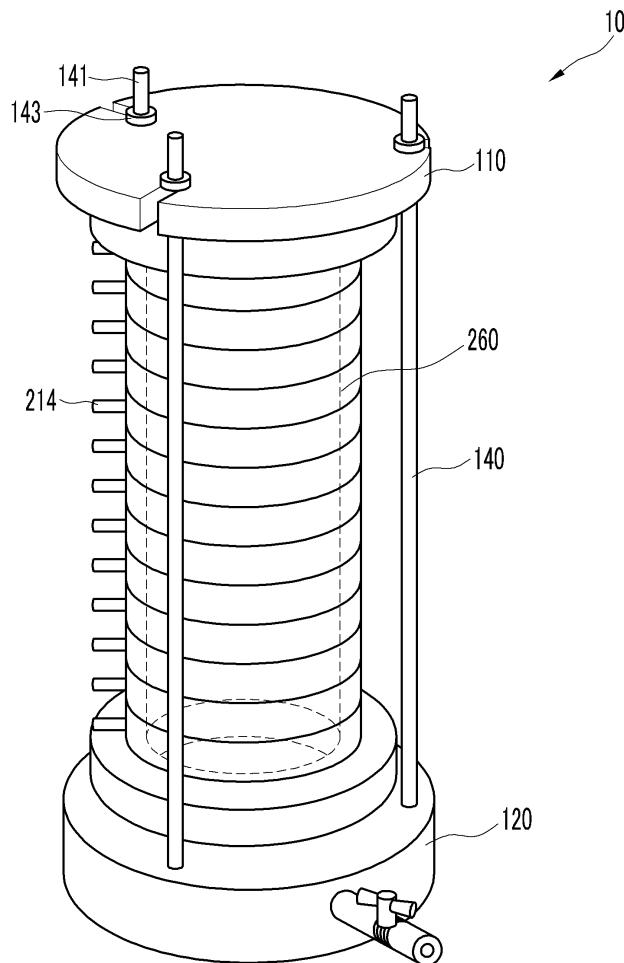
도면의 간단한 설명

- [0064] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치(10)에 대한 개략적인 사시도이다.
- [0065] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 압밀셀부의 복수 개의 압밀셀부의 배치 상태를 나타내는 개략적인 단면도이다.
- [0066] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 저응력 자중 압밀셀의 개략적인 사시도이다.
- [0067] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 저응력 자중 압밀셀의 개략적인 부분 단면도이다.
- [0068] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 저응력 자중 압밀셀의 개략적인 부분 사시 단면도이다.
- [0069] 도 6 내지 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 저응력 자중 압밀셀 및 자중 압밀셀 실리의 개략적인 부분 단면도이다.
- [0070] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 CRS 압밀셀의 개략적인 사시도이다.
- [0071] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 저응력 자중 압밀 시험을 위한 구성의 개략적인 부분 단면도이다.
- [0072] 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 CRS 압밀 시험을 위한 구성의 개략적인 부분 단면도이다.
- [0073] 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 CRS 압밀셀의 변형의 부분 단면도이다.
- [0074] 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 픽싱 프레임의 개략적인 부분 사시 단면도이다.
- [0075] 도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 저응력 자중 압밀 시험을 위한 구성의 개략적인 사시도이다.
- [0076] 도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 베이스 프레임의 개략적인 사시도이다.
- [0077] 도 16은 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 CRS 압밀 시험을 위한 압밀부 및 CRS 커버 프레임의 개략적인 사시도이다.
- [0078] 도 17은 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 CRS 압밀 시험을 위한 구성의 개략적인 사시도이다.
- [0079] 도 18은 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치를 이용한 저응력 자중 압밀 시험 방법에 대한 개략적인 흐름도이다.
- [0080] 도 19는 단계 300에 대한 보다 구체적인 흐름도이다.

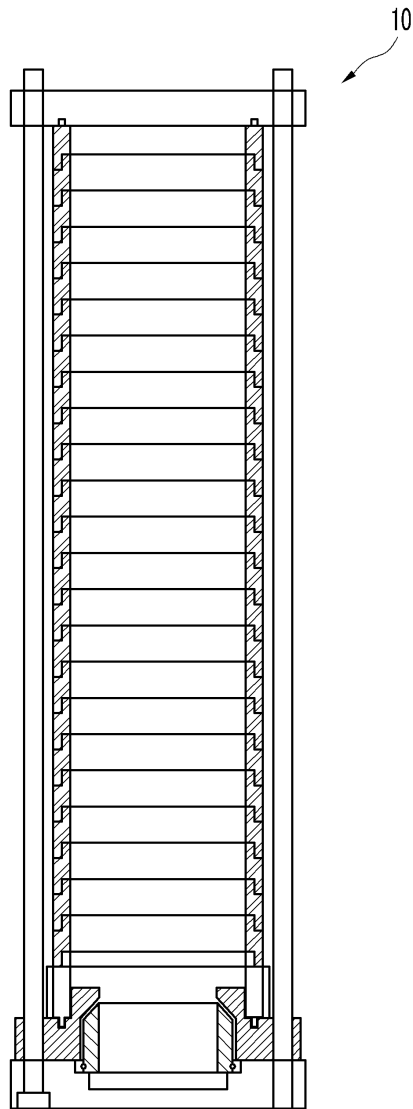
- | | | |
|--------|---|------------------|
| [0081] | 도 20은 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치에 의하여 취득된 시료의 높이(깊이)에 대한 함수비를 나타내는 선도이다. | |
| [0082] | 도 21은 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치에 의하여 취득된 시료에 대한 저응력 자중 압밀 시험에서의 간극비 대 유효 응력 관계도이다. | |
| [0083] | 도 22는 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치에 의하여 취득된 시료에 대한 간극비 대 유효 응력 관계도 및 제어부, 연산부를 통하여 이루어진 커브 피팅에 의한 곡선을 동시에 표기한 선도이다. | |
| [0084] | 도 23은 본 발명의 일실시예에 따른 하이브리드 자중 압밀 시험 장치의 저장부에 저장된 N에 따른 압밀도 대 무차원 시간 계수를 나타내는 선도이다. | |
| [0085] | 도 24 및 도 25는 전체 응력 범위에 대한 간극비-유효 응력 관계 및 간극비-투수 계수 관계를 나타내는 개략적인 선도이다. | |
| [0086] | *도면의 주요부분에 대한 부호의 설명* | |
| [0087] | 10...하이브리드 자중 압밀 시험 장치 | 100...프레임 |
| [0088] | 200...압밀셀부 | 210...저응력 자중 압밀셀 |
| [0089] | 220...CRS 압밀셀 | |

도면

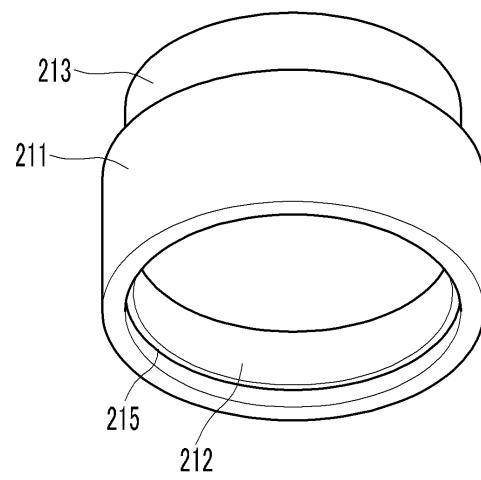
도면1



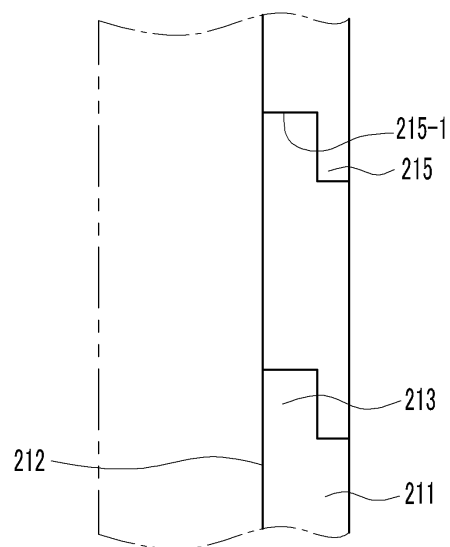
도면2



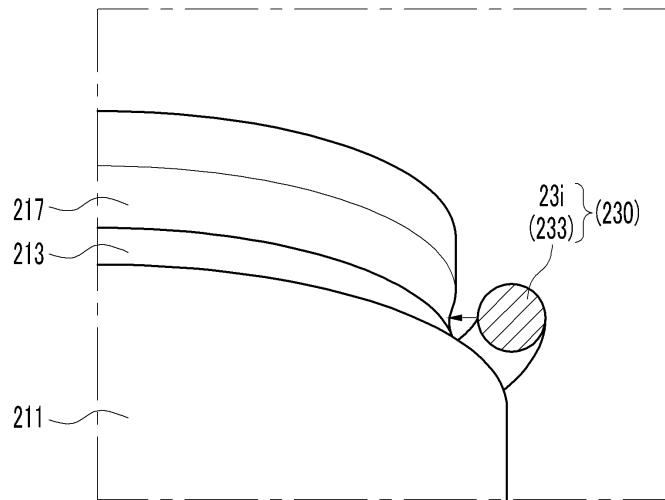
도면3



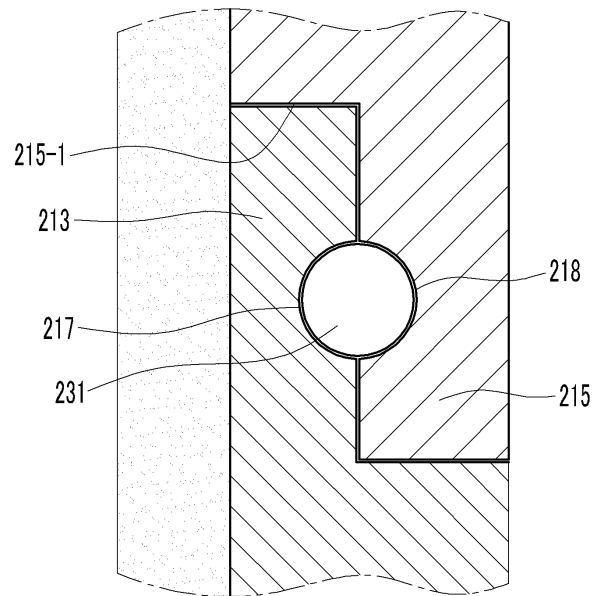
도면4



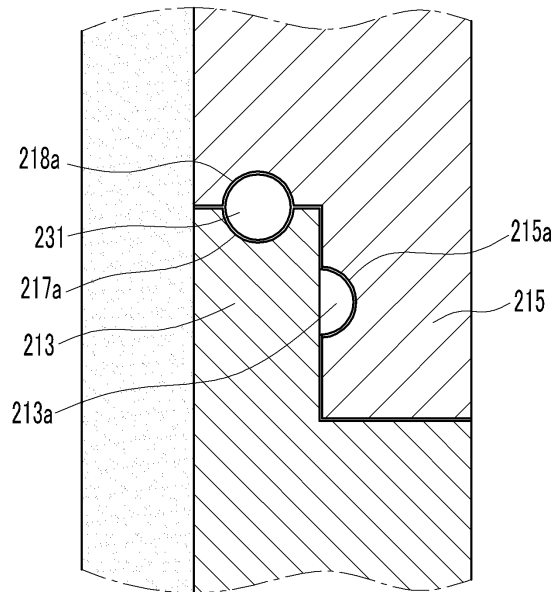
도면5



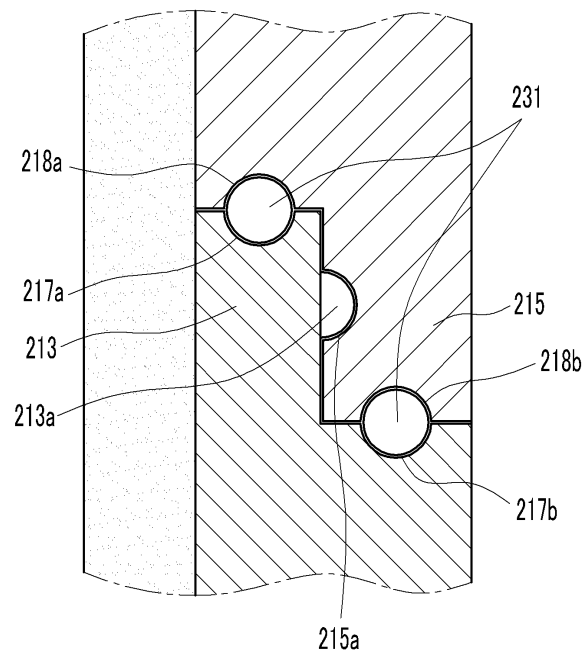
도면6



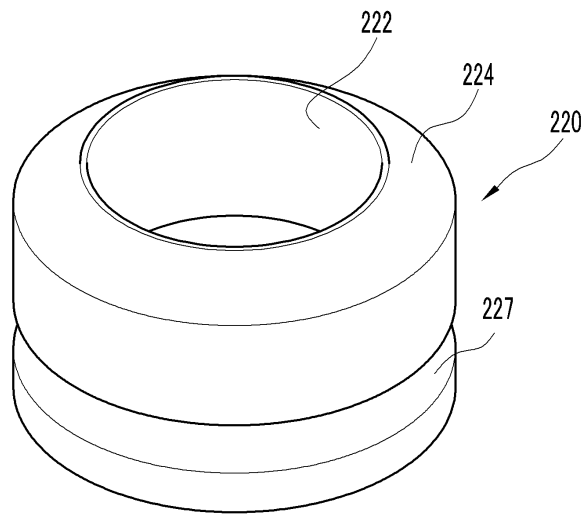
도면7



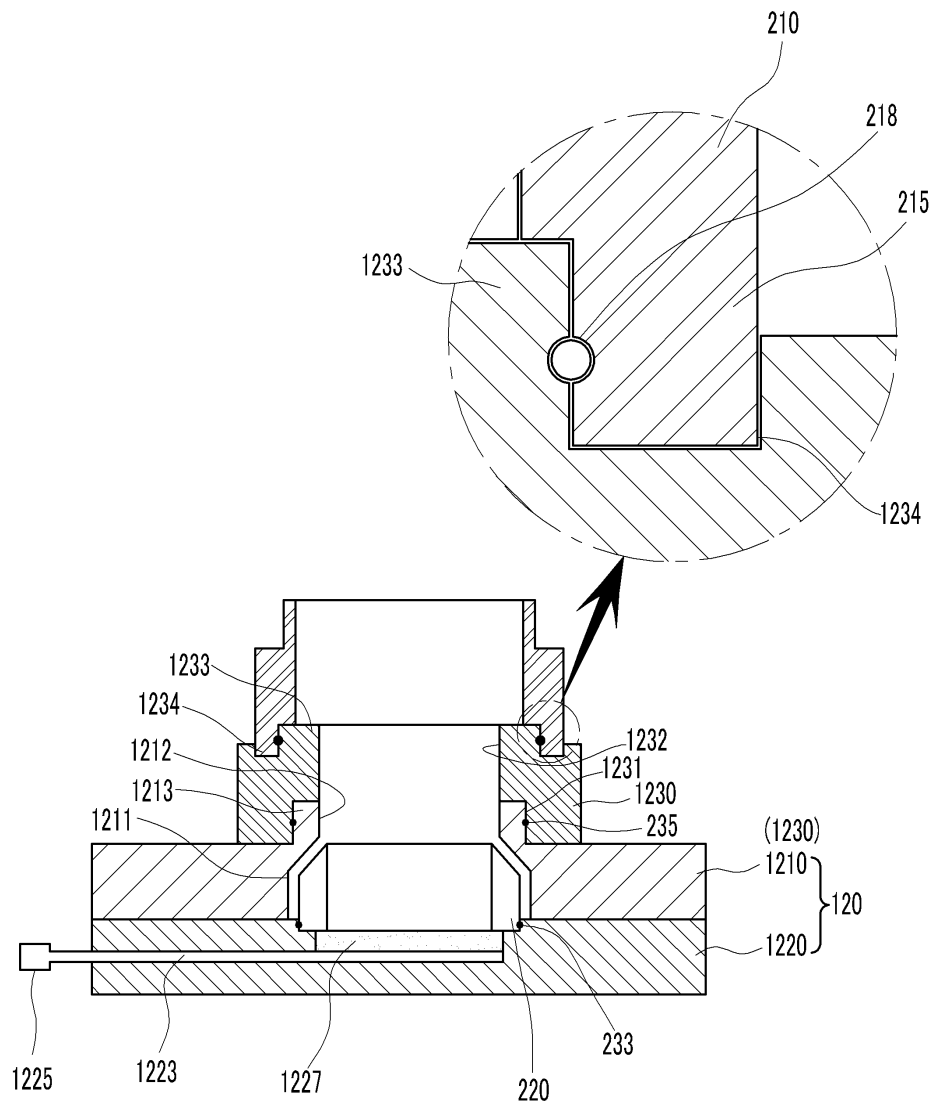
도면8



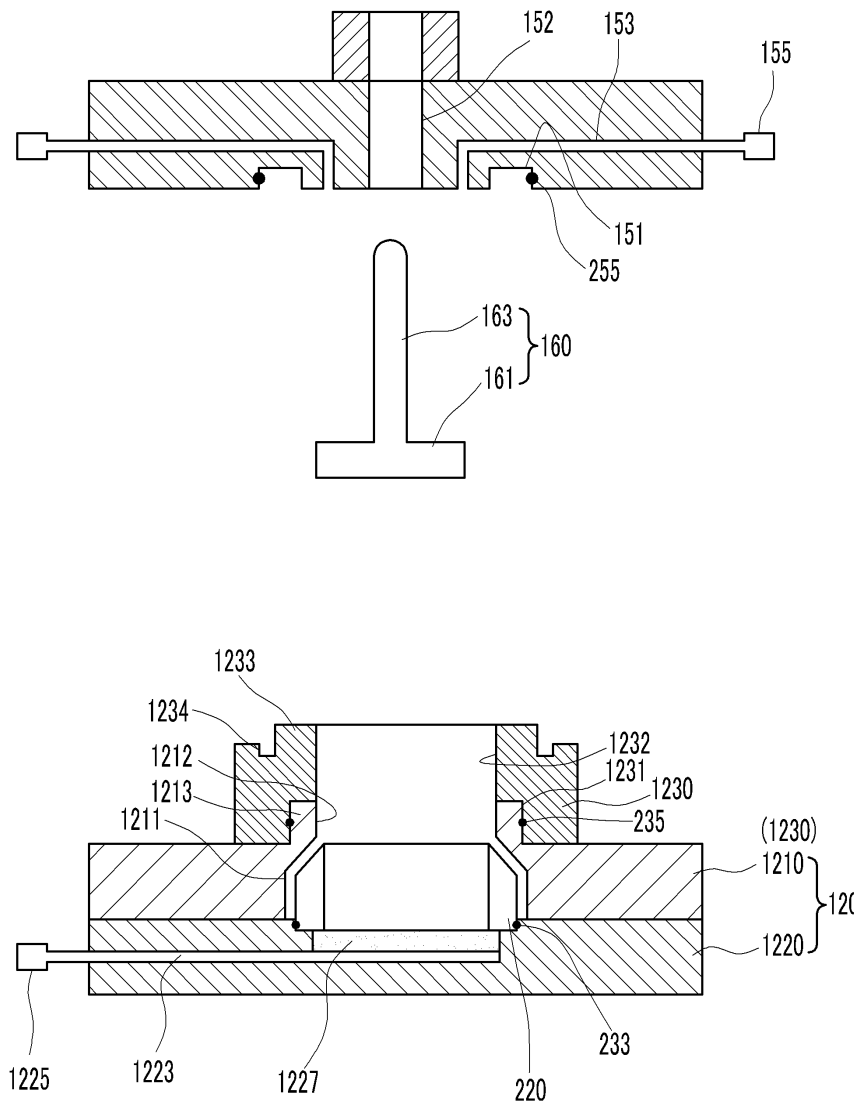
도면9



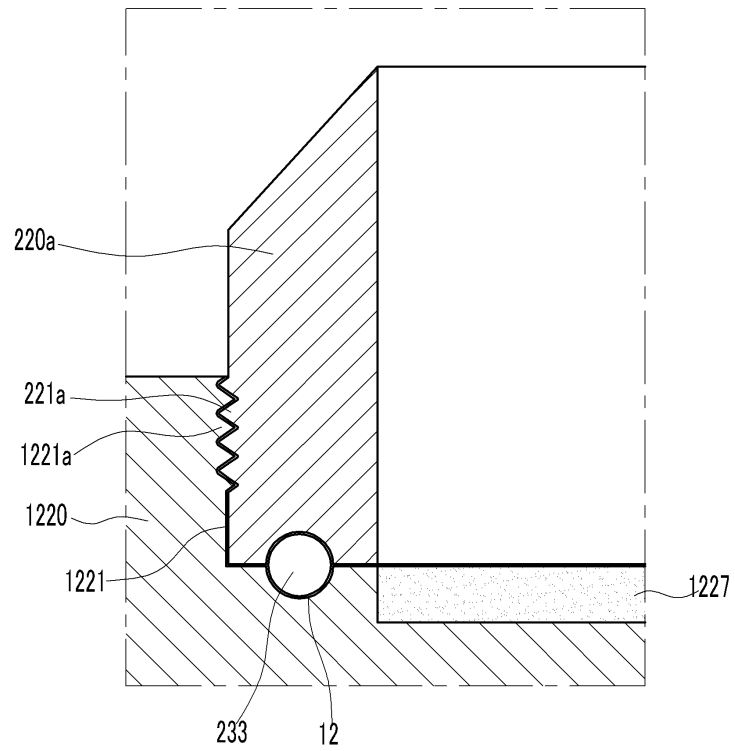
도면10



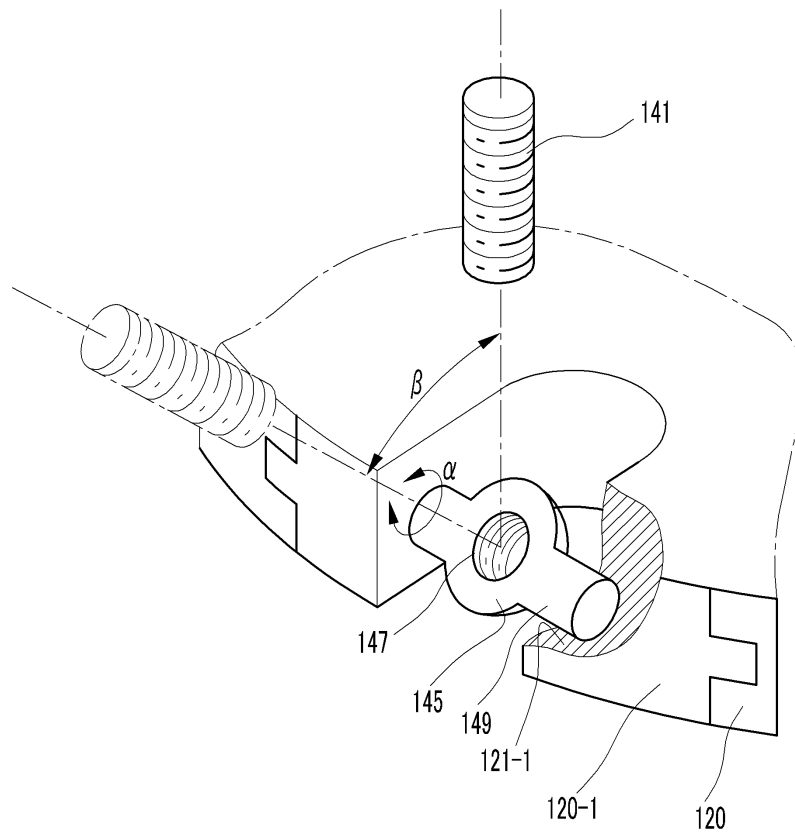
도면11



도면12



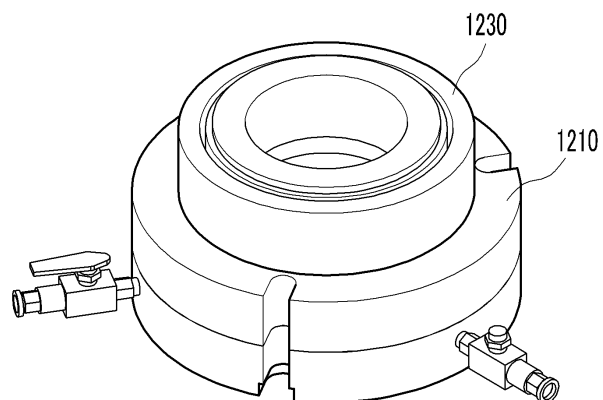
도면13



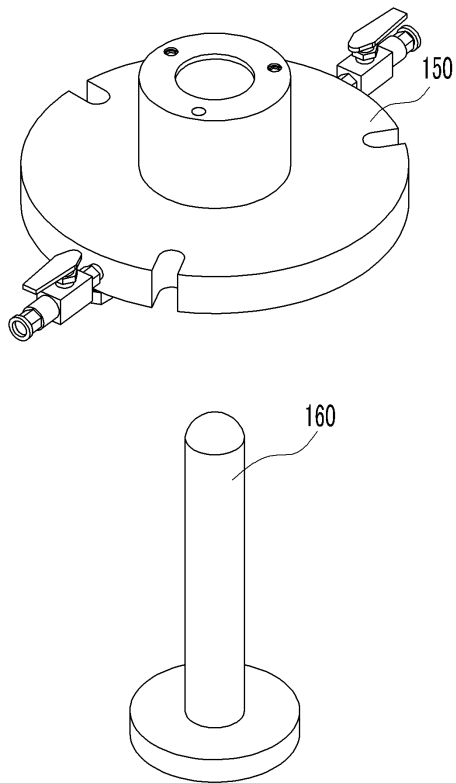
도면14



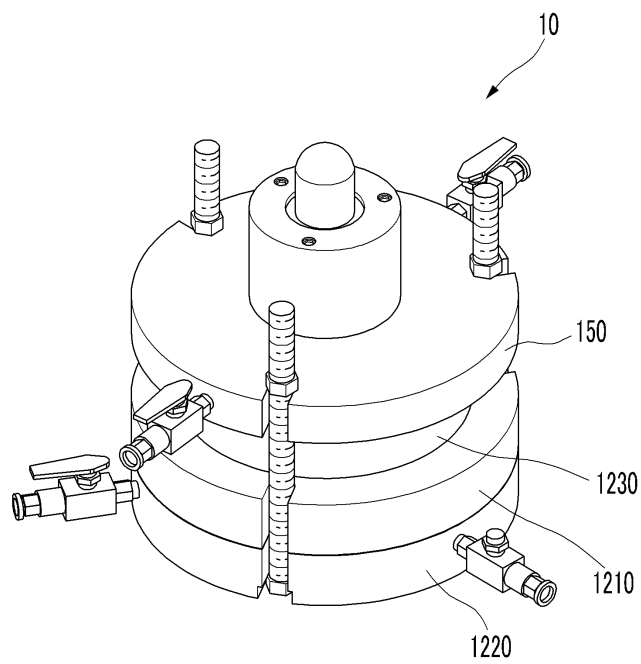
도면15



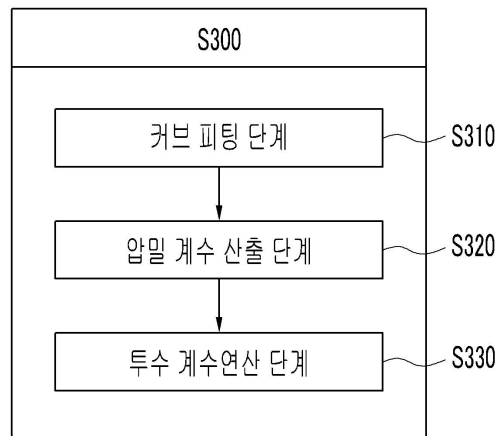
도면16



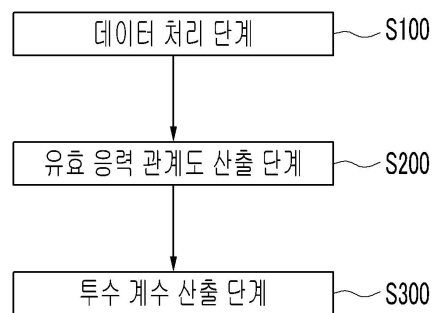
도면17



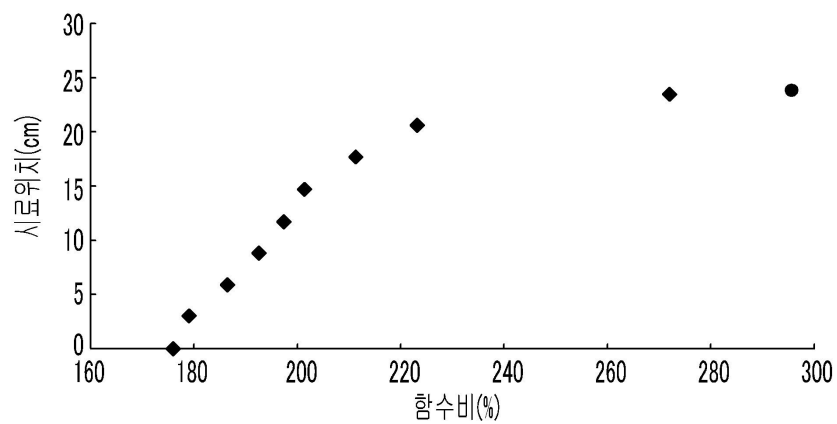
도면18



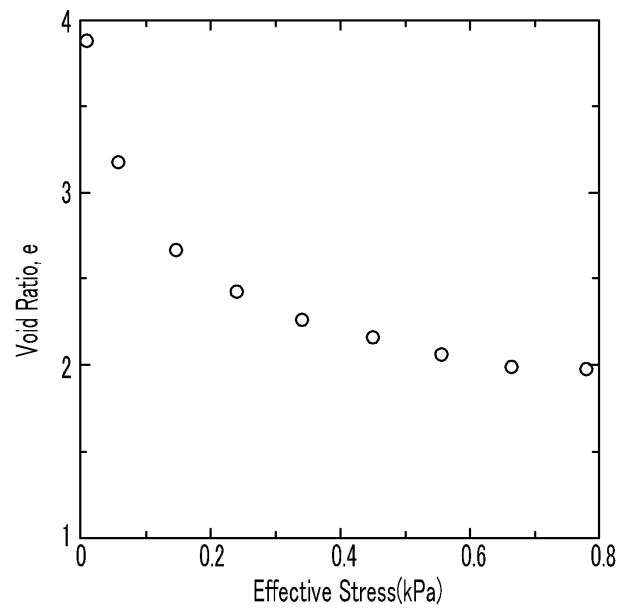
도면19



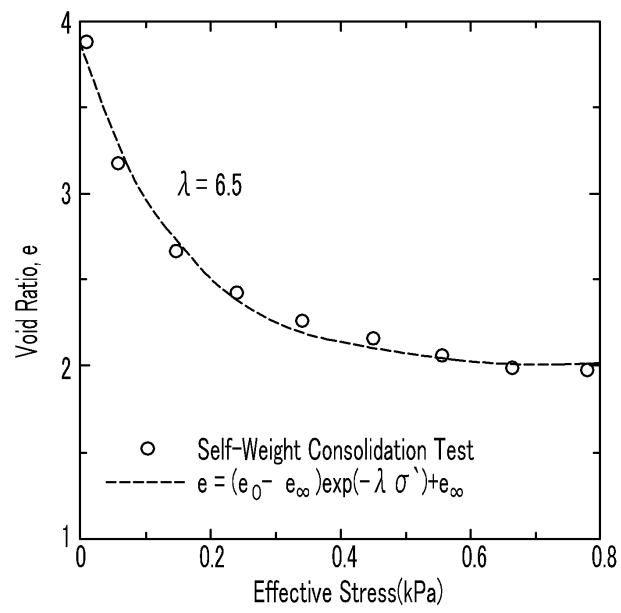
도면20



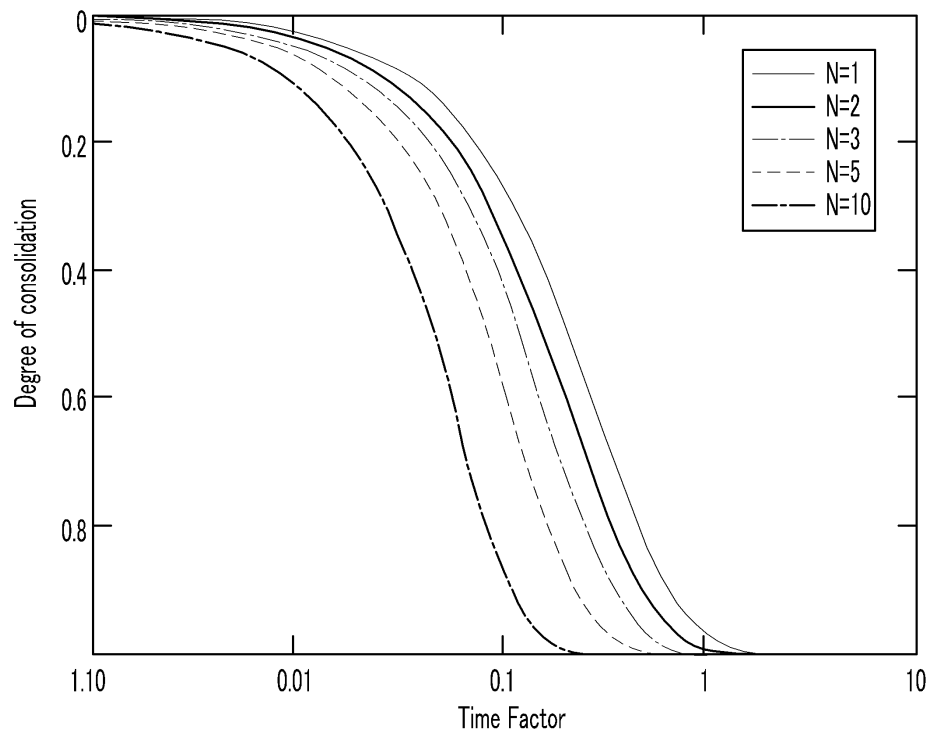
도면21



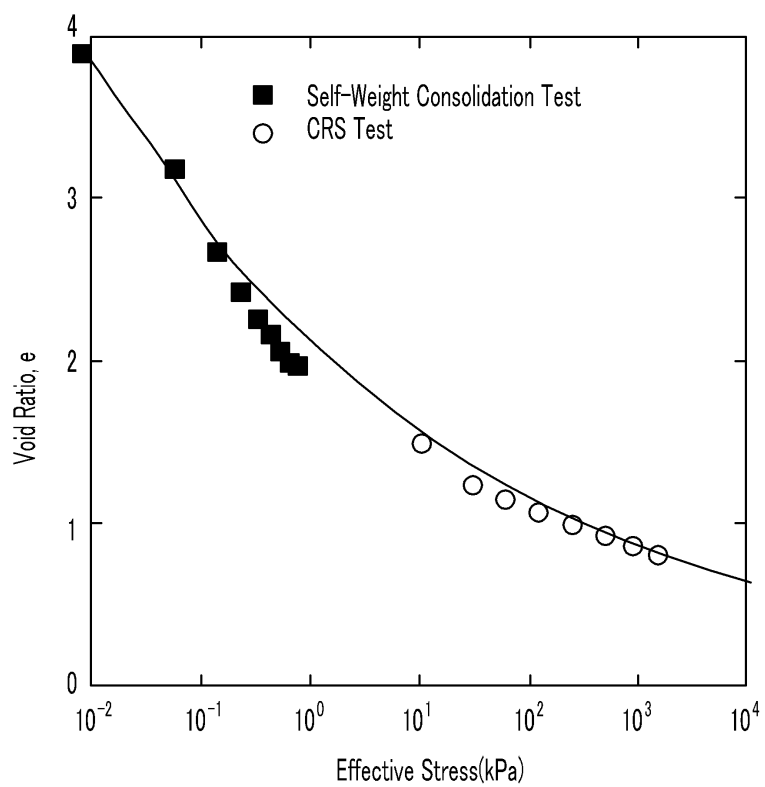
도면22



도면23



도면24



도면25

