(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0100275
(43) 공개일자 2015년09월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 1/28 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0021871
(22) 출원일자 2014년02월25일
심사청구일자 2014년02월25일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동, 부경대학교)
(72) 발명자
김윤태
부산광역시 남구 분포로 111, 218동 903호(용호동, 엘지메트로시티아파트)
강효섭
부산광역시 수영구 광안해변로 100, 209동 106호 (남천동, 남천삼익비치아파트)
(74) 대리인
김일성

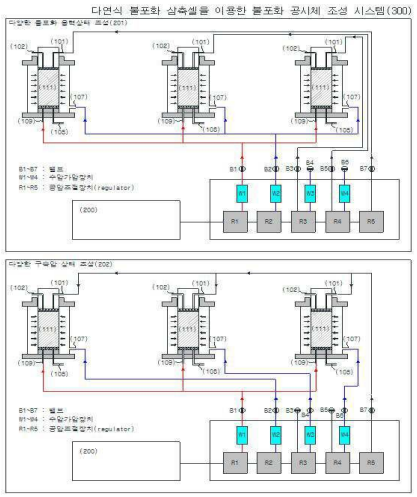
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 **다연식 불포화 삼축셀을 이용한 불포화 공시체 조성 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 다연식 불포화 삼축셀을 이용하여 불포화 삼축압축시험을 간단히 수행하는 방법에 의한 다연식 불포화 삼축셀을 이용한 불포화 공시체 조성 시스템에 관한 것으로, 구체적으로는 여러 개의 불포화 삼축셀을 이용하여 각 지반재료에 대해 불포화 응력상태와 구속압 상태를 동시에 조성하고, 이를 이용한 불포화 삼축시험 방법을 특징으로 하는 다연식 불포화 삼축셀을 이용한 불포화 공시체 조성 시스템에 관한 것이다.

대 표 도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

원기둥형상으로 만들어진 지반재료 공시체(111)의 측면을 원통형으로 감게 되는 멤브레인(104)과 공시체 상단에 하중이 재하되는 하중재하장치로 부터의 재하력이 가해지는 상부캡(100)과 공시체 하부를 지지하는 하부캡(110)과, 상부캡(100)은 공압을 공급하는 공압공급관(101)과 상부배수관(102)과, 하부캡(110)은 공시체에 간극수압을 공급하는 수압공급관(109)과 하부배수관(108)과, 상기 상부캡(100)과 공시체(111)사이에는 다공석판(103)과,

상기 공시체내에 있는 간극공기가 통과하지 않도록 하부캡(110)과 지반재료 사이에 세라믹디스크(106)와, 불포화 삼축셀(S) 내에 구속압을 작용시키기 위해 측압공급관(107)으로 구성된 불포화 삼축셀(S)을 이용하여,

불포화 전단강도를 얻기 위해 동일한 구속압 상태에서 서로 다른 불포화 응력상태의 시험을 위해 다양한 불포화 응력상태의 공시체를 조성(201)하는 과정과,

동일한 불포화 응력상태에서 서로 다른 구속압을 공시체에 작용시켜 다양한 구속압 상태의 공시체를 동시에 조성(202)하는 과정으로 이루어져 다연식 불포화 삼축셀을 이용한 삼축압축시험 방법을 특징으로 하는 다연식 불포화 삼축셀을 이용한 불포화 공시체 조성 시스템

청구항 2

제1항에 있어서,

동일한 구속압 상태에서 다양한 불포화 응력상태 조성(201)은,

각각의 공시체(111) 하단부에 수압공급관(109)을 통해 동일한 간극수압이 가해지며,

간극수압은 압력공급장치(200)에서 발생된 공압이 공압조절장치(R1)를 거쳐 원하는 압력으로 조정된 후 수압가압장치(W1)를 통해 각 셀에 전달되며,

불포화 삼축셀(S) 내에 동일한 구속압을 작용하기 위해 압력공급장치(200)에서 발생된 공기압이 공압조절장치(R2)를 통해 원하는 압력을 조절 후 수압가압장치(W2)를 거쳐 측압공급관(107)에 동일한 수압이 가해지고,

각 불포화 삼축셀(S) 내에 공시체의 불포화 응력상태를 조성하기 위해 공압공급관(101)을 통해 각 셀에 서로 다른 공기압이 가해줌으로써 각각의 서로 다른 불포화 응력상태를 조성하게 되며, 이때 압력공급장치(200)에서 발생 된 공기압은 각각의 공압조절장치(R3~R5)로 전달되어 원하는 압력상태로 조절한 후 각각의 불포화 삼출셀의 공압공급관(101)에 작용하여 불포화 공시체를 조성하는 방법을 특징으로 하는 다연식 불포화 삼축셀을 이용한 불포화 공시체 조성 시스템

청구항 3

제1항에 있어서,

동일한 불포화 응력상태에서 다양한 구속압 상태의 공시체를 조성(202)은,

공시체에 가해지는 간극수압과 공기압은 각 공시체에 동일하게 작용시키고, 구속압만 변화를 주는 것으로,

각각의 공시체(111) 하단부에 작용되는 간극수압은 압력공급장치(200)에서 발생된 공압이 공압조절장치(R1)를 거쳐 원하는 압력으로 조정된 후 수압가압장치(W1)를 통해 각 셀에 전달되며,

각 불포화 삼축셀(S) 내에 공시체의 불포화 응력상태를 조성하기 위해 공압공급관(101)을 통해 공기압이 가해줌으로써 불포화 응력상태를 조성하게 되며, 이때 압력공급장치(200)에서 발생 된 공기압은 공압조절장치(R5)로 전달되어 원하는 압력상태로 조절한 후 동일한 공기압을 각각의 불포화 삼축셀(S)의 공압공급관(101)에 작용시키며,

각각의 불포화 삼축셀(S) 내에 서로 다른 구속압을 작용시키기 위해 압력공급장치(200)에서 발생된 공기압이 공

압조절장치(R2~R4)를 통해 각각 원하는 압력을 조절한 후 수압가압장치(W2~W4)를 거쳐 측압공급관(107)에 전달하여 불포화 공시체를 조성하는 방법을 특징으로 하는 다연식 불포화 삼축셀을 이용한 불포화 공시체 조성 시스템

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 다연식 불포화 삼축셀을 이용하여 불포화 삼축압축시험을 간단히 수행하는 방법에 의한 다연식 불포화 삼축셀을 이용한 불포화 공시체 조성 시스템에 관한 것으로, 구체적으로는 여러 개의 불포화 삼축셀을 이용하여 각 지반재료에 대해 불포화 응력상태와 구속압 상태를 동시에 조성하고, 이를 이용한 다연식 불포화 삼축셀을 이용한 불포화 공시체 조성 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 삼축압축시험은 흙의 전단강도를 구하는 시험으로 응력조건과 배수조건을 임으로 조절할 수 있어서 현장지반의 응력이나 구속압력 및 압밀압력을 재현하여 시험할 수 있기 때문에 신뢰도가 큰 시험결과를 얻을 수 있다.

[0003] 공시체는 고무막으로 싸서 압력실안에 설치하여 구속압력을 가할 수 있으며, 공시체와 셀의 압력을 다르게 하여 공시체를 전단시키면서, 지반재료의 전단강도, 응력-변형률 특성 등과 같은 지반특성을 측정하며, 이를 통해 흙의 내부마찰각과 점착력을 결정한다.

[0004] 도 1과 같이 일반적인 삼축압축시험 방법은 측압공급관을 통해 측압을 변화시켜 시험하는 방법으로 측압의 변화에 따른 삼축압축시험을 수행하여, 흙의 물리적인 특성인 점착력(c)과 내부마찰각(ϕ)을 산정한다.

[0005] 포화토의 경우에는 외적인 하중에 대응하여 평형상태에서 간극수압이 주로 영 이상의 값을 가지므로 유효응력에 불리한 영향을 미치게 되나, 불포화토는 평형상태에서 간극수압이 음으로 작용하여 유효응력을 증가시키는 역할을 한다.

[0006] 따라서, 불포화 삼축압축시험은 공시체(111) 내의 간극수압과 공기압의 차이를 통해 불포화 응력상태를 조성하고, 공시체(111) 내의 불포화 응력상태의 변화와 구속압의 변화에 따라 시험을 수행하여 불포화토의 물리적 특성인 c', ϕ, ϕ^b 값을 산정한다.

[0007] 공시체에 모관흡수력을 유발시켜 불포화 응력상태 조성을 위해 축변환 기법(axis translation technique)을 이용한다. 도 1과 같이 공시체(111) 하단부의 수압공급관(109)을 통해 양의 간극수압을 작용시키고, 동시에 공시체 상단부에 공압공급관을 통해 공기압을 작용시켜 공기압과 간극수압의 차이를 통해 불포화 응력상태를 조성한 후 불포화 삼축압축시험을 수행한다. 상기 단계에서 원하는 불포화 응력상태를 조성한 후 공시체내에 평행상태에 도달할 때까지 많은 시간과 노력이 소요된다.

[0008]

[0009] 이와 같이 불포화 삼축압축시험 과정은 포화단계, 압밀단계, 공시체의 불포화 응력상태 조성단계, 전단단계를 거쳐 수행된다. 또한 불포화 전단강도 정수를 얻기 위해서는 서너번 정도의 구속압과 불포화 응력상태 변화단계에서 수행한 실험 결과를 통해 산출된다. 따라서 한 지반 재료의 불포화 전단강도 정수를 얻기 위해서는 많은 시간과 인력이 소비될 수밖에 없다.

[0010] 종래의 기술 중에는 한국특허 등록번호 제10-0490886호(삼축압축시험기)는 삼축압축시험기에 관한 것으로, 흙 시료의 공시체를 올려놓을 수 있는 시료대를 갖는 베이스와, 베이스의 상부에 압력실을 형성하도록 설치되는 직립원통형 케이싱과, 케이싱의 압력실에 안치되며 베이스의 시료대에 공시체를 올려놓을 수 있도록 수용하는 원통형 고무막과 공시체의 상하에 배치되는 상부다공판 및 하부다공판을 갖는 봉입수단으로 구성된다. 또한, 케이싱의 압력실을 개폐할 수 있도록 장착되고 케이싱의 압력실로부터 물과 공기를 배출할 수 있도록 형성되는 배출구멍을 가지며 하면에 배출구멍과 연통되어 공기의 배출을 유도하는 환상의 유체통로가 형성되어 있는 캡과, 케이싱의 압력실에 수압의 발생을 위하여 물을 공급하는 급수장치와, 봉입수단에 봉입되어 있는 공시체에 재하중을 가하는 램을 갖는 재하장치로 구성되어 캡의 배출구멍을 통하여 배출되는 공기의 흐름을 원활하게 유지시킬 수 있는 간단한 구조에 의하여 압력실로부터 공기를 원활하고 완전하게 배출하여 기포의 잔류를 방지시킴으로써, 삼축압축시험의 신뢰도를 향상시킬 수 있는 삼축압축시험기에 관한 것이며,

[0011] 한국특허공개번호 제10-2012-0066464(삼축압축시험장치 및 삼축압축시험장치의 삼축실)는 불포화토에 대한 삼축압축시험을 수행할 수 있고, 중간토까지 삼축압축시험을 수행할 수 있는 삼축압축시험장치에 관한 기술이 성행되어있다.

[0012] 그러나 이러한 단점을 보완하기 위해 하나의 공시체에 대해 여러 불포화 응력상태 단계에 대해 실험하는 다단계 실험 방법을 채택하여 실험하고 있으나, 공시체의 상태나 성질에 따라 결과가 달라질 수 있는 어려움이 있다. 즉 하중이 반복적으로 가해지는 과정에서 공시체의 압밀이 발생되고, 하중을 제거해도 변형된 형태를 유지하기 때문에 실험결과의 신뢰도에 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 위와 같은 종래 기술의 한계를 극복하기 위하여 개발된 것으로서, 궁극적으로 여러개의 불포화 삼축셀을 이용하여 각 공시체에 대해 각각의 불포화 응력상태와 구속압 상태를 동시에 조성하고 이를 이용한 불포화 삼축압축시험 방법에 관한 것으로 포화단계, 압밀단계, 불포화 응력상태 조성단계, 전단단계를 거쳐 수행되는 불포화 삼축압축시험의 시간과 인력소모를 줄이는 것을 목적으로 한다.

[0014] 또한 기존 다단계시험법을 통해 얻어진 축차응력-변형률 곡선이 아닌 각각의 구속압 및 불포화 응력상태에서 개별적 실험을 통해 얻어진 축차응력-변형률 곡선을 통해 정확한 최대전단응력을 산정할 수 있는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0015] 따라서, 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명에서는 삼축압축시험용 시편의 제작을 위한 시편조립체로서, 원기둥 형상의 지반재료 공시체의 내면을 감싸게 되는 맴브레인과 상기 맴브레인의 상단을 씌우도록 구비되어 상기 하중 재하 장치로부터의 재하력이 가해지는 상부캡과, 상기 맴브레인의 하단을 폐쇄하는 하부캡을 포함하여 구성되며, 상기 상부캡은 균질한 하중 전달을 위한 오목부가 형성 되어 있으며, 하부캡과 공시체 사이에는 불포화 응력상태를 조성할 수 있는 세라믹디스크가 구성되며, 공시체 상부캡을 통해 공압이 전달되는 공압호스와 하부캡)으로 간극수압을 전달하는 수압호스가 설치되어 있어 간극수압과 공압조절에 의해 공시체 내의 불포화 응력상태를 인위적으로 조정할 수 있다.

[0016] 도 2는 불포화 삼축압축시험 방법의 차이에 따른 전체 흐름도를 나타낸다. 일반 불포화 삼축압축시험(401)의 경우 1개의 공시를 대상으로 공시체(111) 제작, 불포화 삼축셀(S)에 공시체(111) 셋팅, 공시체(111) 포화, 불포화 응력상태 조성, 삼축압축시험 등의 과정을 거치며, 불포화 전단강도 정수를 얻기 위해서는 불포화 응력상태 변화와 구속압 변화에 따라 각 3회, 총 6개의 공시체(111)를 가지고 6회 시험을 수행한다.

[0017] 다단계 방법을 적용한 불포화 삼축압축시험(402)의 경우 1개의 공시체(111)를 대상으로 불포화 삼축압축시험 시 Loading과 Reloading을 반복함으로써 불포화 응력상태의 변화와 구속압 변화에 대한 시험을 총 2개의 공시체(111)를 가지고 6회 시험을 수행한다.

[0018] 본 발명의 다연식 불포화 삼축셀을 이용한 삼축압축시험(403)의 경우 도 5에 도시된 바와 같이 여러 개의 불포화 삼축셀(S)과 압력 조절할 수 있는 공압조절장치(R1~R5)를 배치한 후 각각의 공시체(111)에 대해 간극수압이나 공압을 서로 다르게 조절하여, 여러 공시체(111)를 동시에 다양한 불포화 응력상태로 만들 수 있으며, 이를 통해 각 공시체(111)에 대해 삼축압축시험을 수행한다. 각각의 공시체(111)에 대해 다양한 불포화 응력상태에서 불포화 삼축압축시험을 수행하여 최대 전단응력을 구하는 방법으로, 하나의 공시체(111)에 대해 여러 불포화 응력 단계에 대해 실험하는 다단계 실험 방법에 비해 반복적인 하중재하에 따른 공시체(111)의 손상이나, 변형에 의한 실험결과 신뢰도 문제를 해결할 수 있으며, 여러개의 공시체(111)를 각각 동시에 원하는 크기의 불포화 응력 상태로 만들 수 있기 때문에 시간과 인력을 줄 일 수 있다.

발명의 효과

[0019] 이상의 설명에서와 같이, 본 발명에 따른 다연식 불포화 삼축셀을 이용하여 삼축압축시험을 수행하게 되면, 여러 공시체를 동시에 서로 다른 불포화 응력상태를 만들 수 있으며, 이를 통해서 불포화 전단강도를 얻기 위해 소요되는 삼축압축시험 시간과 인력소모를 줄일 수 있다.

[0020] 특히, 본 발명에서는 각 공시체에 대한 삼축압축시험을 수행함으로써, 1개의 공시체(111)에 대해 Loading과 Reloading을 반복함으로써 최대 전단응력값을 정확하게 산정하기 어려운 문제를 본 발명에서는 각각의 공시체(111)에 대한 개별적인 삼축압축시험을 수행함으로써, 각각의 불포화 축차응력-변형곡선을 구할 수 있을 뿐만 아니라, 불포화 삼축압축시험을 통해 최대 전단응력 값도 정확하게 산정할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1에서는 공시체에 구속압, 공기압 및 간극수압이 가해지는 불포화 삼축셀 사시도

도 2에서는 불포화 삼축압축시험 방법의 차이에 따른 전체 흐름도

도 3에서는 다단계 시험방법에 따른 불포화 삼축압축시험 결과 예시

도 4에서는 다연식 불포화 삼축셀을 이용한 삼축압축시험 결과 예시

도 5에서는 다연식 불포화 삼축셀을 이용하여 다양한 불포화 응력상태 조성과 다양한 구속압 상태를 조성할 수 있는 불포화 공시체 조성 시스템에 대한 개략적인 단면도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 본 발명의 실시 예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상술하는 실시 예들로 인해 한정되어지는 것으로 해석되어져서는 안된다.

[0023] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 통해서 본 발명을 보다 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

[0024] 도 1에서는 공시체에 구속압, 공기압 및 간극수압이 가해지는 불포화 삼축셀의 개략적인 사시도가 도시되어 있고, 도 2에서는 불포화 삼축압축시험 방법의 차이에 따른 전체 흐름도가 도시되어 있으며, 도 3와 4에서는 다단계 시험방법에 따른 불포화 삼축압축 시험과 다연식 불포화 삼축셀을 이용한 삼축압축시험 결과 예시가 도시되어 있다.

[0025] 도 5에는 다연식 불포화 예비 삼축셀을 이용하여 다양한 불포화 응력상태 조성(201)과 다양한 구속압 상태를 조

성(202)할 수 있는 불포화 공시체 조성 시스템(300)에 대한 개략적인 단면도가 도시되어 있다.

[0026] 도 1에 나타낸 것에 의하여, 불포화 삼축압축시험은 불포화 삼축셀(S)을 이용하여 실시하는 것으로, 불포화 삼축셀(S)은 원기둥형상으로 만들어진 지반재료 공시체(111)의 측면을 원통형으로 감게 되는 멤브레인(104)과 공시체 상단에 하중이 재하되는 하중재하장치로 부터의 재하력이 가해지는 상부캡(100)과 공시체(111) 하부를 지지하는 하부캡(110)으로 구성되며, 상부캡(100)은 공압을 공급하는 공압공급관(101)과 상부배수관(102)으로 구성되며, 하부캡(110)은 공시체(111)에 간극수압을 공급하는 수압공급관(109)와 하부배수관(108)으로 구성된다.

[0027] 또한, 상부캡(100)과 공시체(111)사이에는 다공석판(103)이 구성되어 있으며, 공시체내에 있는 간극공기가 통과하지 않도록 하부캡(110)과 지반재료 사이에 세라믹디스크(106)가 구성되며, 불포화 삼축셀(S) 내에 구속압을 작용시키기 위해 측압공급관(107)으로 구성된다.

[0028] 지반재료 공시체(111)에 불포화 응력 조성을 위해 공시체(111)의 하단부에 양의 간극수압을 수압공급관(109)을 통해 작용시키는 동시에 상단부에는 공압을 공압공급관(101)을 통해 작용시켜 공압과 간극수압 차이에 대한 크기를 모관흡수력으로 정의하며, 이를 통해 공시체 내에 불포화 응력상태를 조성하게 한다.

[0029] 보통 불포화 삼축압축시험을 통해 불포화 전단강도를 얻기 위해 동일한 구속압 상태에서 각각 서로 다른 세가지 이상 서로 다른 불포화 응력상태에 대해 시험하며, 또한 동일한 불포화 응력상태에서 각각 서로 다른 세가지 이상의 서로 다른 구속압을 공시체에 작용시켜 시험을 수행한다.

[0030] 도 2는 불포화 삼축압축시험 방법의 차이에 따른 시험과정에 대한 전체 흐름도가 도시되어 있다.

[0031] 일반 불포화 삼축압축시험(401)의 경우,

[0032] 1개의 공시체(111)를 대상으로 공시체 제작, 불포화 삼축셀(S)에 공시체(111) 셋팅, 공시체 포화, 불포화 응력상태 조성, 삼축압축시험 등의 과정을 거치며, 불포화 전단강도 정수를 얻기 위해 불포화 응력상태 변화와 구속압 변화에 따라 각 3회, 총 6개의 공시체(111)를 가지고 6회 시험을 수행하는 시험이다.

[0033] 다단계 방법을 적용한 불포화 삼축압축시험(402)의 경우,

[0034] 1개의 공시체(111)를 대상으로 공시체 제작, 불포화 삼축셀(S)에 공시체 셋팅, 공시체 포화, 불포화 응력상태 조성, 삼축압축시험을 수행하고, 항복응력에서 불포화 삼축압축시험 시 Loading과 Reloading을 반복함으로써 불포화 응력상태의 변화와 구속압 변화에 대한 시험을 총 2개의 공시체를 가지고 6회 시험을 수행한다.

[0035] 그러나, 본 발명의 다연식 불포화 삼축셀을 이용한 삼축압축시험(403)의 경우,

[0036] 상기 일반 불포화 삼축압축시험(401)과 다단계 방법을 적용한 불포화 삼축압축시험(402)의 과정과 달리 시험대상 여러 공시체(111)에 대해 다연식 불포화 삼축셀을 적용하여, 공시체를 포화시켜, 포화과정과 불포화응력상태 조성과정을 동시에 수행함으로써, 한번의 포화과정과 불포화 응력상태 조성과정을 통해 총 6개의 공시체를 가지고 6회 시험을 수행한다. 공시체의 포화과정과 불포화 응력상태 조성과정에 대한 시간을 줄일 수 있다.

[0037] 표 1은 불포화 삼축압축시험 방법에 따른 소요일수 비교표를 나타낸 것으로 공시체 포화, 불포화 응력상태 조성, 삼축압축시험 과정에 대해 소요일수를 계산하였다.

표 1

[0038] 불포화 삼축압축시험 방법에 따른 소요일수 비교표

시험 방법	시험 단계별 소요일수				총 소요일수
	공시체 포화	불포화 응력상태 조성	삼축압축시험 (Loading)	삼축압축시험 (Reloading)	
일반 불포화 삼축압축시험(401)	3day (1day×3)	6day (2day×3)	1.5day (0.5day×3)	-	10.5day
다단계 방법을 이용한 불포화 삼축압축시험(402)	1day	6day (2day×3)	1.5day (0.5day×3)	0.3day (0.1day×3)	8.5day
다연식 불포화 삼축셀을 이용한 삼축압축시험(403)	1day	2day	1.5day (0.5day×3)	-	4.5day
비고	· 공시체 포화 소요일 - 1day · 불포화 응력상태 조성 - 2day · 삼축압축시험(Loading) - 0.5day · 삼축압축시험(Reloading) - 0.1day				

[0039] 상기 표 1에서, 일반 불포화 삼축압축시험(401)의 경우 총 소요일수는 10.5일 소요되며, 다단계 방법을 이용한 불포화 삼축압축시험(402)의 경우 총 소요일수는 8.5일, 본 발명에 따른 다연식 불포화 삼축셀을 이용한 삼축압축시험(403)의 경우 총 소요일수는 4.5일이 소요됨을 확인 할 수 있다.

[0040] 도 3과 4는 다단계 방법을 적용한 불포화 삼축압축시험(402)과 다연식 불포화 삼축셀을 이용한 삼축압축시험(403)에서 얻은 축차응력-변형률곡선 결과 예시를 나타낸 것으로,

[0041] 도 3의 다단계 방법을 적용한 불포화 삼축압축시험(402)을 통해 얻은 결과는 1개의 공시체에 대해 Loading과 Reloading을 반복함으로써 최대 전단응력값을 정확하게 산정하기 어렵다.

[0042] 도 4의 다연식 불포화 삼축셀을 이용한 삼축압축시험(403)을 통해 얻은 결과는 각각의 응력상태에서 개별적인 삼축압축시험을 수행함으로써, 전체적인 축차응력-변형률 곡선을 구할 수 있으며, 최대 전단응력값도 정확하게 산정할 수 있는 효과가 있다.

[0043] 도 5에서는 다연식 불포화 삼축셀을 이용한 불포화 공시체 조성 시스템(300)에 대한 단면도가 도시되어 있으며, 불포화 삼축셀(S), 압력공급장치(200), 공압조절장치(R1~R5), 수압가압장치(W1~W4) 및 공압과 수압을 개폐할 수 있는 밸브(B1~B7)로 구성된다.

[0044] 압력공급장치(200)에서 발생된 공압은 각각의 공압조절장치(R1~R5)로 전달되며, 상기 공압조절장치(R1~R5)를 통해 공압을 조절하여 불포화 삼축셀(S)의 공압공급관(101)에 전달되기도 하며, 상기 공압조절장치(R1~R5)를 통해 연결되어 있는 수압가압장치(W1~W4)를 통해 불포화 삼축셀(S)의 수압공급관(109)이나 측압공급관(107)에 전달된다. 상기 공압조절장치(R1~R5)로부터 발생되는 수압과 공압은 필요에 따라 밸브(B1~B7)의 개폐를 이용하여 제어할 수 있다.

[0045] 도 5와 같이 동일한 구속압 상태에서 다양한 불포화 응력상태 조성(201)을 위해서는 각각의 공시체(111) 하단부에 수압공급관(109)을 통해 동일한 간극수압이 가해지며, 간극수압은 압력공급장치(200)에서 발생된 공압이 공압조절장치(R1)를 거쳐 원하는 압력으로 조정된 후 수압가압장치(W1)를 통해 각 셀에 전달된다. 불포화 삼축셀(S) 내에 동일한 구속압을 작용하기 위해 압력공급장치(200)에서 발생된 공기압이 공압조절장치(R2)를 통해 원하는 압력을 조절 후 수압가압장치(W2)를 거쳐 측압공급관(107)에 동일한 수압이 가해진다.

[0046] 각각의 불포화 삼축셀(S) 내에 공시체의 불포화 응력 상태를 조성하기 위해 공압공급관(101)을 통해 공기압이 가해지는데 각 셀에 서로 다른 공기압을 작용시켜 각각의 서로 다른 불포화 응력상태를 조성하게 되며, 이때 압력공급장치(200)에서 발생된 공기압은 각각의 공압조절 장치(R3~R5)로 전달되어 원하는 압력상태로 조절한 후 각각의 불포화 삼축셀(S)의 공압공급관(101)에 작용시킨다.

[0047] 동일한 불포화응력 상태에서 다양한 구속압 상태의 공시체를 조성(202)하기 위해서는 공시체에 가해지는 간극수압과 공기압은 각 공시체에 동일하게 작용시키고, 구속압만 변화를 준다.

[0048] 각각의 공시체(111) 하단부에 작용되는 간극수압은 압력공급장치(200)에서 발생된 공압이 공압조절장치(R1)를 거쳐 원하는 압력으로 조정된 후, 수압가압장치(W1)를 통해 각 셀에 전달된다.

[0049] 각 불포화 삼축셀(S) 내에 공시체(111)의 불포화 응력 상태를 조성하기 위해 공압공급관(101)을 통해 공기압이 가해줌으로써 불포화 응력상태를 조성하게 되며, 이때 압력 공급 장치(200)에서 발생 된 공기압은 공압조절장치(R5)로 전달되어 원하는 압력상태로 조절한 후 동일한 공기압을 각각의 불포화 삼축셀(S)의 공압공급관(101)에 작용시킨다. 각각의 불포화 삼축셀(S) 내에 서로 다른 구속압을 작용시키기 위해 압력공급장치(200)에서 발생된 공기압이 공압조절장치(R2~R4)를 통해 각각 원하는 압력을 조절한 후 수압가압장치(W2~W4)를 거쳐 측압공급관(107)에 전달된다.

[0050] 다연식 불포화 삼축셀을 이용한 불포화 공시체 조성 시스템의 공압조절장치(R1~R5)와 수압가압장치(W1~W4)는 불포화 삼축셀(S) 개수에 의존한다.

[0051] 상기 서술한 바와 같이 다연식 불포화 삼축셀을 이용한 불포화 공시체 조성 시스템을 이용하여, 여러개의 공시체에 대해 다양한 불포화 응력상태와 구속압 상태를 동시에 조성함으로써, 불포화 전단강도를 얻기 위해 소요되는 삼축압축 시험 시간과 인력소모를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 각각의 공시체에 대해 개별적인 축차응력-변형률 곡선을 구할 수 있어 최대 전단응력값을 정확하게 산정할 수 있는 효과가 있다.

부호의 설명

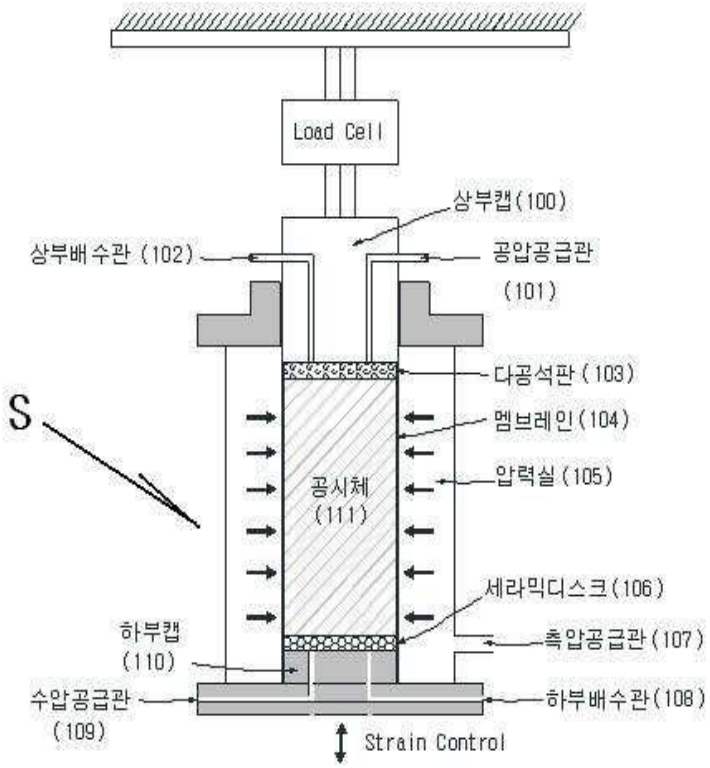
[0052] S : 불포화 삼축셀

100 : 상부캡
101 : 공압공급관
102 : 상부배수관
103 : 다공석판
104 : 멤브레인
105 : 압력실
106 : 세라믹디스크
107 : 측압공급관
108 : 하부배수관
109 : 수압공급관
110 : 하부캡
111 : 공시체
200 : 압력공급장치
201 : 다양한 불포화 응력 단계 조성 시스템
202 : 다양한 구속압 조성 시스템
401 : 일반 불포화 삼축압축시험
402 ; 다단계 방법을 적용한 불포화 삼축압축시험
403 : 다연식 불포화 삼축셀을 이용한 삼축압축시험

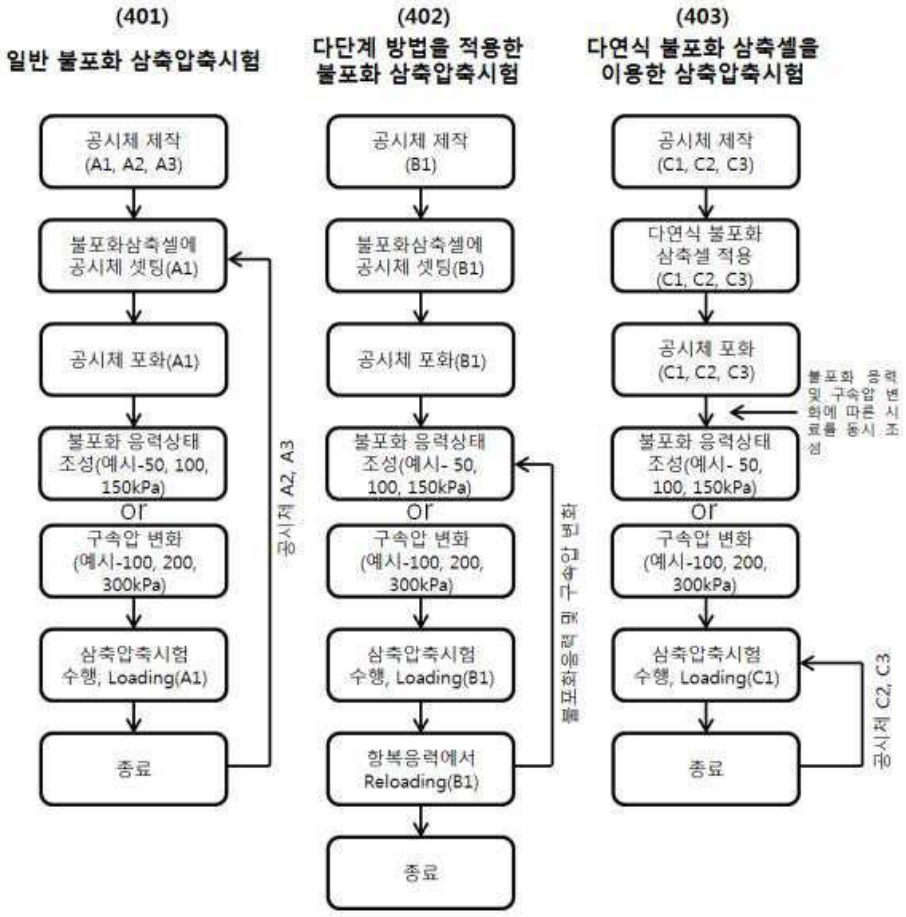
R1~R5 : 공압조절장치　　W1~W4 : 수압가압장치　　B1~B7 : 밸브

도면

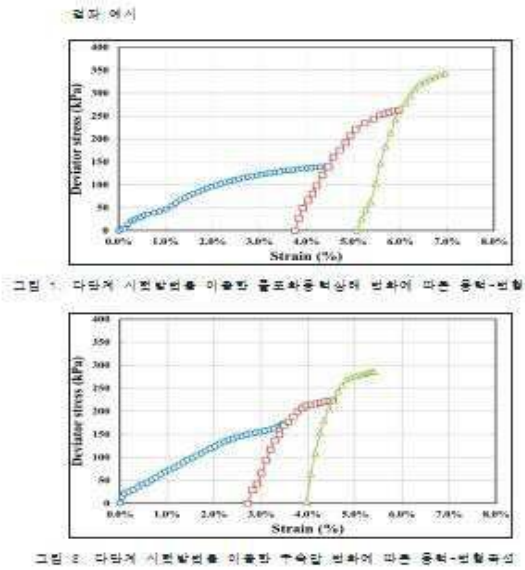
도면1



도면2


(401)
일반 불포화 삼축압축시험
공시체 제작 (A1, A2, A3)
불포화삼축셀에 공시체 셋팅(A1)
공시체 포화(A1)
불포화 응력상태 조성(예시-50, 100, 150kPa)
or
구속압 변화 (예시-100, 200, 300kPa)
삼축압축시험 수행, Loading(A1)
종료
공시체 A2, A3
(402)
다단계 방법을 적용한 불포화 삼축압축시험
공시체 제작 (B1)
불포화삼축셀에 공시체 셋팅(B1)
공시체 포화(B1)
불포화 응력상태 조성(예시- 50, 100, 150kPa)
or
구속압 변화 (예시-100, 200, 300kPa)
삼축압축시험 수행, Loading(B1)
항복응력에서 Reloading(B1)
종료
(403)
다연식 불포화 삼축셀을 이용한 삼축압축시험
공시체 제작 (C1, C2, C3)
다연식 불포화 삼축셀 적용 (C1, C2, C3)
공시체 포화 (C1, C2, C3)
불포화 응력상태 조성(예시- 50, 100, 150kPa)
or
구속압 변화 (예시-100, 200, 300kPa)
삼축압축시험 수행, Loading(C1)
종료
불포화 응력 및 구속압 변화에 따른 시료를 동시 조성
공시체 C2, C3

도면3


Deviator stress (kPa)
Strain (%)

도면4

실과 예시

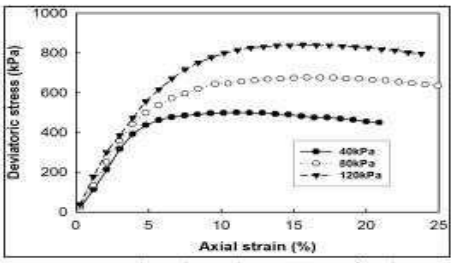


그림 1: 블프화응력상태 변화에 따른 응력-변형곡선

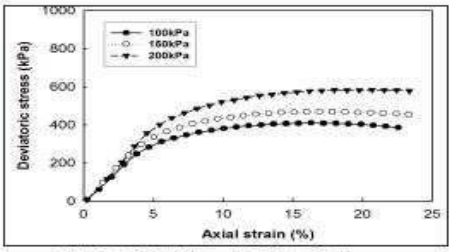
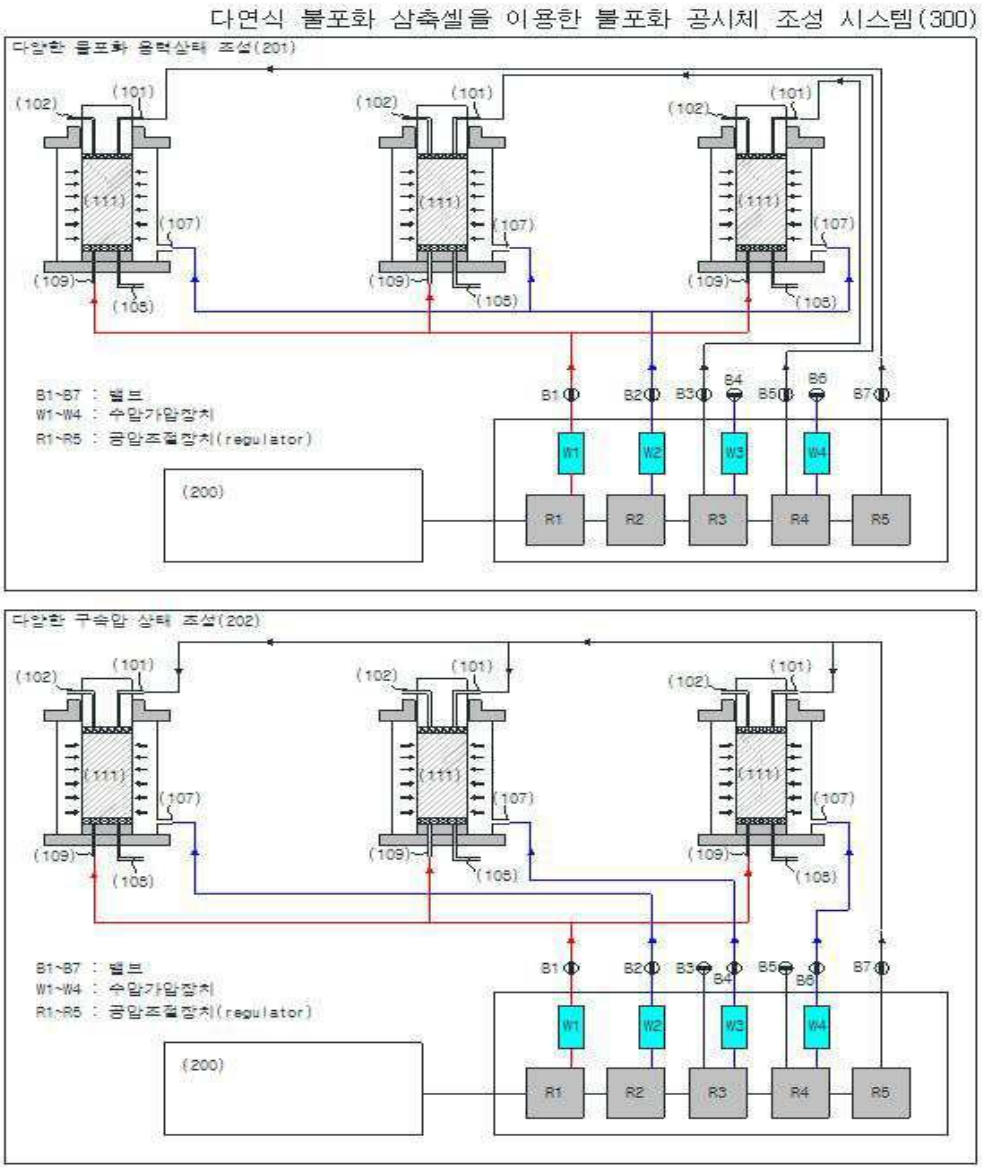


그림 2: 주응압 변화에 따른 응력-변형곡선

도면5


다연식 불포화 삼축셀을 이용한 불포화 공시체 조성 시스템(300)
다양한 불포화 응력상태 조성(201)
(101)
(102)
(107)
(109)
(105)
(111)
B1~B7 : 밸브
W1~W4 : 수압가압장치
R1~R5 : 공압조절장치(regulator)
B1
B2
B3
B4
B5
B6
B7
W1
W2
W3
W4
R1
R2
R3
R4
R5
(200)
다양한 구속압 상태 조성(202)