



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년04월22일
 (11) 등록번호 10-1614804
 (24) 등록일자 2016년04월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01N 15/08 (2006.01) G01N 33/38 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-0138032
 (22) 출원일자 2014년10월14일
 심사청구일자 2014년10월14일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR101303622 B1*
 JP2001183285 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 한국건설기술연구원
 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
 (72) 발명자
송대협
 경기도 고양시 일산동구 대산로31번길 24 양지마을 506동 304호
이세현
 서울특별시 광진구 아차산로 549 현대파크빌 100 6동 1001호
박지선
 경기도 고양시 일산서구 대화2로 121 대화마을6단지아파트 606동 2002호
 (74) 대리인
이준서, 김영철

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 양경식

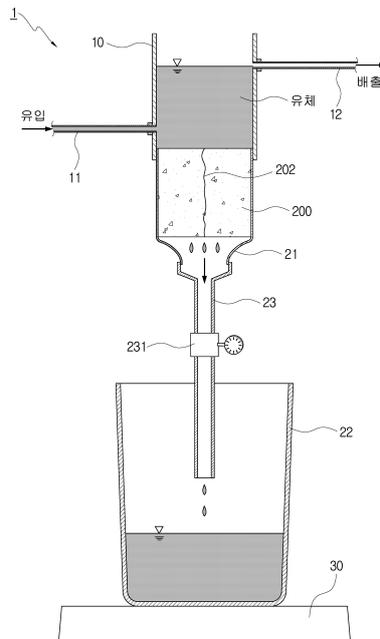
(54) 발명의 명칭 **자연압의 유체 투과를 이용한 자기치유 콘크리트 시편의 투수시험방법 및 투수시험장치**

(57) 요약

본 발명은 자기치유(自己治癒) 콘크리트의 투수성을 측정하되, 자연압을 이용하여 물의 가압 투수로 인한 교란을 최소화하여 투수성 측정의 신뢰성과 정확성이 향상되도록 하는 자기치유 콘크리트의 투수시험방법과 투수시험장치에 관한 것이다.

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



본 발명에서는 수축하여, 자기치유 콘크리트시편(200)의 외부를 밀착하여 피복하는 튜브부재(21)와, 시편(200)의 상부에 설치되는 수압유지 실린더(10)와, 수압유지 실린더(10)에 유체를 공급하는 공급관(11)과, 수압유지 실린더(10)내에 담겨진 유체를 배출시키는 배출관(12)과, 튜브부재(21)와 연결되는 수집 연결관(23)과, 수집 연결관(23)으로부터 흘러온 유체를 모아서 유체의 부피를 측정할 수 있게 하는 계량수집통(22)을 포함하여 구성되어; 수압유지 실린더(10)에 일정 수위를 유지한 채로 채워진 유체가 자기치유 콘크리트로 제작된 시편(200)을 투과한 유체의 양을 측정함으로써, 자기치유 콘크리트의 투수성을 시험하게 되는 것을 특징으로 하는 자기치유 콘크리트의 투수시험장치와, 이를 이용한 자기치유 콘크리트의 투수시험방법이 제공된다.

명세서

청구범위

청구항 1

수축됨으로써, 자기치유 콘크리트를 이용하여 원기둥 형상으로 제작된 시편(200)의 외부에 밀착한 상태로 피복되는 튜브부재(21)와,

통형상의 부재로서 그 하면이 개방되어 있지만, 시편(200) 상부에 설치되어 시편(200)의 상면이 하부를 폐쇄하게 되는 수압유지 실린더(10)와,

수압유지 실린더(10)에 연결되어 그 내부에 유체를 공급하는 공급관(11)과,

공급관(11)보다 높은 위치에서 수압유지 실린더(10)에 연결되어 수압유지 실린더(10)내에 담겨진 유체를 배출시키는 배출관(12)과,

시편(200)을 투과하여 모아져서 아래로 흘러온 유체를 모아서 유체의 부피를 측정할 수 있게 하는 계량수집통(22)을 포함하며;

시편(200)의 상단이 수압유지 실린더(10) 하부의 내부로 삽입된 상태에서, 튜브부재(21)의 직경이 커지도록 늘려진 상태에서 그 내부에 시편(200)과 수압유지 실린더(10)의 하부가 위치한 후, 튜브부재(21)가 수축함으로써, 튜브부재(21)가 시편(200)의 외면 및 수압유지 실린더(10)의 하부 외면에 동시에 밀착하여 감싸도록 피복되는 형태로 수압유지 실린더(10)가 시편(200)의 상부에 설치되고, 튜브부재(21)에서 시편(200)이 존재하지 않는 부분은 그 내경이 시편(200)의 지름보다 작은 상태에 있게 되어, 시편(200)의 아랫부분에서 튜브부재(21)가 아래로 갈수록 단면이 줄어들다가 다시 일정해지는 깔때기 형상을 가지게 되고, 튜브부재(21)의 하단이 길게 연장되어, 튜브부재(21)의 연장된 부분이 시편(200)을 투과한 유체를 모아 아래로 흘러보내는 수집 연결관을 이루게 되는 구성을 가지고 있어서;

시편(200)과 수압유지 실린더(10)의 결합부분에서 시편(200)의 측면 가장자리에 누수가 일어나지 않으면서 수압유지 실린더(10)에 일정 수위를 유지한 채로 채워진 유체가 자기치유 콘크리트로 제작된 시편(200)을 투과한 유체의 양을 측정함으로써, 자기치유 콘크리트의 투수성을 시험하게 되는 것을 특징으로 하는 자기치유 콘크리트의 투수시험장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

수집 연결관에는 시편(200)을 통과하여 수집 연결관을 통해 흘러가는 유체의 통과유량을 측정하는 유량계(231)가 더 구비되어 있는 것을 특징으로 하는 자기치유 콘크리트의 투수시험장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

시편(200)을 통과한 유체가 모여 있는 계량수집통(22)의 중량을 측정할 수 있는 저울(30)이 더 구비된 것을 특징으로 하는 자기치유 콘크리트의 투수시험장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

복수개의 시편에 대해 시험을 수행할 수 있도록, 공급수 탱크(42)와, 분배기(41)와, 펌프(43)를 구비하고 있으며, 복수개의 시편(200) 각각에 결합되는 복수개의 수압유지 실린더(10)에 각각 구비된 공급관(11)은 분배기(41)에 연결되고, 공급수 탱크(42)로부터의 유체는 펌프(43)에 의해 분배기(41)로 공급되어, 상기 분배기(41)를 통해 복수개의 시편(200)에 유체가 공급되도록 하며;

수압유지 실린더(10)에 연결된 배출관(12)은 공급수 탱크(42)와 연통되어, 수압유지 실린더(10)에 담겨 있다가 배출되는 유체는 다시 공급수 탱크(42)로 회수되는 순환구성을 가지는 것을 특징으로 하는 자기치유 콘크리트의 투수시험장치.

청구항 8

수축함으로써, 자기치유 콘크리트를 이용하여 원기둥 형상으로 제작된 시편(200)의 외부에 밀착하여 피복되는 튜브부재(21)와, 통형상의 부재로서 그 하면이 개방되어 있지만, 시편(200) 상부에 설치되어 시편(200)의 상면이 하부를 폐쇄하게 되는 수압유지 실린더(10)와, 수압유지 실린더(10)에 연결되어 그 내부에 유체를 공급하는 공급관(11)과, 공급관(11)보다 높은 위치에서 수압유지 실린더(10)에 연결되어 수압유지 실린더(10)내에 담겨진 유체를 배출시키는 배출관(12)과, 시편(200)을 투과한 유체가 아래로 흘러오면 이를 모아서 유체의 부피를 측정할 수 있게 하는 계량수집통(22)을 포함하여 구성된 투수시험장치를 이용하여 자기치유 콘크리트의 투수성을 시험하되;

자기치유 콘크리트를 이용하여 원기둥 형태의 시편(200)을 제작하여 양생시키고, 양생이 완료된 상기 시편(200)을 할렬 형태로 2등분하는 단계;

2등분된 시편(200)이 다시 마주하여 결합되었을 때 2등분된 시편(200) 조각 사이의 간격에 균열이 존재하도록, 2등분된 시편(200)의 분할된 면에 균열간격 형성부재를 배치하고, 2등분된 시편 조각을 다시 마주 붙여서 원기둥 형태가 되도록 하는 단계; 및

2등분된 시편 조각이 마주 붙여서 만들어짐으로써 인위적인 균열이 존재하도록 준비된 시편(200)의 상부에 수압유지 실린더(10)를 설치하고 수압유지 실린더(10)에 유체가 담겨지도록 한 상태에서, 시편(200)의 하부에는 통과 유량측정부재를 배치하여 시편(200)을 통과해온 유체의 양을 측정하는 단계를 포함하며;

수압유지 실린더(10)를 시편(200)의 상부에 설치하는 단계에서는,

시편(200)의 상단을 수압유지 실린더(10) 하부의 내부로 삽입하고, 튜브부재(21)의 직경이 커지도록 늘린 후, 튜브부재(21) 내부에 시편(200)과 수압유지 실린더(10)의 하부를 위치시킨 상태에서 튜브부재(21)를 수축시켜서, 튜브부재(21)가 시편(200)의 외면 및 수압유지 실린더(10)의 하부 외면에 동시에 밀착하여 감싸도록 피복되게 함과 동시에 튜브부재(21)에서 시편(200)이 존재하지 않는 부분은 그 내경이 시편(200)의 지름보다 작은 상태에 있게 만들어서 시편(200)의 아랫부분에서 튜브부재(21)가 아래로 갈수록 단면이 줄어들다가 다시 일정해지는 깔때기 형상을 가지게 만들고 튜브부재(21)의 하단이 길게 연장되게 만들어서 튜브부재(21)의 연장된 부분이 시편(200)을 투과한 유체를 모아 아래로 흘러보내는 수집 연결관을 이루게 만드는 과정이 포함되어 있는 것을 특징으로 하는 자기치유 콘크리트의 투수시험방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

제8항에 있어서,

인위적인 균열이 존재하며 튜브부재(21)로 피복된 시편(200)과, 그 상부에 결합된 수압유지 실린더(10)와, 그 아래에 위치하는 계량수집통(22)을 가지는 투수시험 세트를 복수개로 제작하고;

복수개의 투수시험 세트의 각각에 구비된 수압유지 실린더(10)의 공급관(11)을 분배기(41)에 연결하고, 분배기(41)는 펌프(43)에 연결하며, 펌프(43)는 공급수 탱크(42)에 연결하여, 공급수 탱크(42)에 담겨 있던 유체를 펌프(43)에 의해 분배기(41)로 공급하여 상기 분배기(41)를 통해 복수개의 투수시험 세트에 구비된 시편(200)에 각각 공급되도록 하며;

수압유지 실린더(10)에 연결된 배출관(12)을 공급수 탱크(42)와 연통시켜서, 수압유지 실린더(10)에 담겨 있다 가 배출되는 유체를 다시 공급수 탱크(42)로 회수하는 것을 특징으로 하는 자기치유 콘크리트의 투수시험방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자기치유 콘크리트의 균열치유 성능 평가를 위한 투수시험방법 및 투수시험장치에 관한 것으로서, 구체적으로는 콘크리트의 균열이 스스로 치유되는 자기치유형 콘크리트의 균열치유 성능을 객관적으로 평가하고 파악하기 위하여 자기치유(自己治癒) 콘크리트의 투수성을 측정하되, 자연적인 압력(자연압/自然壓)을 이용함으로써, 물의 가압 투수로 인한 교란을 최소화하여 투수성 측정의 신뢰성과 정확성을 향상시키며, 시험에 사용된 물을 순환시키는 구성을 통해서 물의 낭비를 최소화함과 동시에, 복수개의 시편에 대해 동시에 동일한 조건에서 시험할 수 있도록 구성된 "자연압의 유체 투과를 이용한 자기치유 콘크리트의 투수시험방법 및 투수시험장치"에 관한 것이다.

[0002]

배경 기술

[0003] 콘크리트 구조물에 발생하는 균열은 콘크리트 구조물의 내구성 저하 및 외관의 손상을 가져오는 물론이고 콘크리트 구조물에 대해 심각한 구조적 문제를 야기할 수도 있다. 특히, 균열로 인해 콘크리트 구조물에 배근되어 있는 철근이 대기나 습기에 노출될 경우 부식이 발생할 수 있으며, 균열을 통해서 콘크리트 구조물의 내부에 수분과 공기가 이동하게 되어 철근 부식을 가속화하고 수분 침투에 따른 동결에 따른 팽창에 따라 콘크리트 파괴가 가속화될 수 있다.

[0004] 이와 같은 콘크리트 구조물의 균열 발생에 따른 문제를 해결하기 위한 방안으로서 최근에는 콘크리트에 균열이 발생하였을 때, 외부의 인위적인 작용 없이 콘크리트 내부의 물질에 의하여 스스로 균열을 복구하여 원래의 기능을 유지하게 만드는 "자기치유 콘크리트(Self Healing Concrete)"의 개발이 큰 관심을 얻고 있다.

[0005] 일반 콘크리트의 경우, 콘크리트 구조물에 균열이 발생하면 인위적인 보수보강을 실시하지 않는 한 균열의 복구가 이루어지지 않지만, 자기치유 콘크리트의 경우, 콘크리트 구조물에 소정 크기의 균열이 발생하더라도, 스스로 균열을 인지하여 복구하는 성능을 가지게 된다. 그런데 일반적으로 자기치유 콘크리트로 제작된 콘크리트 구조물에 발생하는 균열은 0.3mm 이하의 폭을 가지는 미세 균열이기 때문에, 육안 또는 기타 관능적인 평가로는 균열의 자기치유 여부를 확인하기가 어렵다.

[0006] 한편, 균열이 존재하게 되면 콘크리트 구조물의 투수성이 달라지므로, "콘크리트의 투수성"은 이러한 자기치유 콘크리트의 성능을 평가하는 지표 중의 하나로 이용될 수 있다. 즉, 자기치유 콘크리트가 가지는 균열 복구 성능은 균열발생 후 균열을 통해서 누수가 발생하는지의 여부를 분석함으로써 평가할 수 있으며, 따라서 균열이 발생하였을 때의 투수성을 측정함으로써, 자기치유 콘크리트의 균열치유 성능을 평가할 수 있게 되는 것이다.

[0007] 콘크리트 구조물의 투수성을 측정하는 종래의 투수시험방법은 손상되지 않은 콘크리트 구조물의 투수성을 측정하기 위한 것으로서, 콘크리트 구조물에 인위적인 압력을 가한 상태로 수분을 투과시켜서 투수능력을 평가하게

된다. 이와 같이 가압한 상태의 수분 투과를 이용하여 콘크리트 구조물의 투수성을 측정하는 종래 기술의 일 예는 대한민국 등록특허 제10-0821212호에 개시되어 있다.

[0008] 그런데 이와 같이 인위적으로 높은 압력을 가한 상태로 수분을 콘크리트 구조물에 투과시켜서 투수성을 분석하는 종래의 투수시험방법에 의하면, 자기치유 콘크리트의 기본적인 성능 발현에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 자기치유 콘크리트의 균열치유 성능을 파악하기 위해서는, 콘크리트 구조물에 발생한 최초 균열에 영향을 줄 수 있는 외력 등을 시험과정에서 배제할 필요가 있는데, 종래의 투수시험방법에서는 수분이 콘크리트 구조물을 투과하도록 하기 위하여 가압하는 작업이 필요하게 되고, 이러한 인위적인 가압 작업은 결국 콘크리트 구조물에 발생한 최초 균열에 응력을 발생시키는 등과 같이 의도하지 않은 영향을 미치게 되는 것이다. 따라서 종래의 투수시험방법에 의해서는 자기치유 콘크리트의 균열치유 성능을 객관적으로 정확하게 평가할 수 있는 투수성을 파악하는 것이 매우 어렵게 된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-0821212호(2008. 04. 11. 공고) 참조.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 위와 같은 종래 기술의 문제점과 한계를 극복하기 위하여 개발된 것으로서, 가압급수 등과 같이 콘크리트 구조물에 발생한 최초 균열에 영향을 줄 수 있는 외력 등을 투수시험과정에서 배제한 상태로 자기치유 콘크리트로 제작된 콘크리트 구조물에 대한 투수시험을 수행할 수 있게 함으로써, 자기치유 콘크리트의 균열치유 성능을 객관적으로 정확하게 평가할 수 있게 하는 투수시험방법 및 투수시험장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0011] 구체적으로 본 발명에서는 자기치유 콘크리트로 제작된 시편을 이용하여 투수시험을 수행함에 있어서, 시편에 인위적으로 만들어 놓은 균열의 형태를 교란시키게 되는 외력의 작용을 배제시킬 수 있으며, 복수개의 시편에 대해 동일한 조건으로 투수시험을 수행할 수 있고, 시험과정에서 물의 손실을 최소화할 수 있는 자기치유형 콘크리트의 시험시편에 대한 투수시험방법 및 투수시험장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 위와 같은 과제를 달성하기 위하여 본 발명에서는, 수축함으로써, 자기치유 콘크리트를 이용하여 원기둥 형상으로 제작된 시편의 외부에 밀착하여 피복하는 튜브부재와, 통형상의 부재로서 그 하면이 개방되어 있지만, 시편 상부에 설치되어 시편의 상면이 하부를 폐쇄하게 되는 수압유지 실린더와, 수압유지 실린더 연결되어 그 내부에 유체를 공급하는 공급관과, 상기 공급관보다 높은 위치에서 수압유지 실린더에 연결되어 수압유지 실린더 내에 담겨진 유체를 배출시키는 배출관과, 시편 아래에 위치하며 튜브부재와 연결되어 시편을 투과한 유체를 모아서 아래로 흘러보내는 수집 연결관과, 수집 연결관으로부터 흘러온 유체를 모아서 유체의 부피를 측정할 수 있게 하는 계량수집통을 포함하여 구성되어; 수압유지 실린더에 일정 수위를 유지한 채로 채워진 물이 자기치유 콘크리트로 제작된 시편을 투과한 유체의 양을 측정함으로써, 자기치유 콘크리트의 투수성을 시험하게 되는 것을 특징으로 하는 자기치유 콘크리트의 투수시험장치가 제공된다.

[0013] 또한 본 발명에서는 상기한 목적을 달성하기 위하여, 상기한 투수시험장치를 이용하여 자기치유 콘크리트의 투수성을 시험하되; 자기치유 콘크리트를 이용하여 원기둥 형태의 시편을 제작한 후, 양생이 완료된 상기 시편을 할렬 형태로 2등분하는 단계; 2등분된 시편 사이의 간격에 0.2 내지 0.3mm의 균열(크랙)이 존재하도록, 2등분된 시편의 분할된 면에 균열간격 형성부재(예를 들면, 접착 테이프)를 배치하고, 2등분된 시편 조각을 다시 마주 붙여서 원기둥 형태가 되도록 하는 단계; 및 2등분된 시편이 마주 붙여서 만들어짐으로써 인위적인 균열이 존재하도록 준비된 시편의 상면에 수압유지 실린더를 설치하고 수압유지 실린더에 물이 담겨지도록 한 상태에서, 시편을 통과한 물의 양을 측정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기치유 콘크리트의 투수시험방법이 제

공된다.

- [0014] 위와 같은 본 발명의 투수시험장치 및 투수시험방법에 있어서, 복수개의 시편에 대해 시험을 수행할 수 있도록, 복수개의 공급관으로 물을 공급할 수 있는 펌프와, 분배기가 구비되고, 상기 펌프에 물을 공급하는 공급수 탱크가 구비되며; 수압유지 실린더에 연결된 배출관은 상기 공급수 탱크와 연통되어, 수압유지 실린더에 담겨 있다 가 배출되는 물이 다시 공급수 탱크로 회수되는 순환구성을 가질 수도 있다.
- [0015] 상기한 본 발명에 따른 투수시험장치 및 투수시험방법에 있어서, 수압유지 실린더를 시편의 상부에 설치할 때, 튜브부재가 시편에 피복된 상태에서, 튜브부재와 함께 시편의 상단이 수압유지 실린더 하부의 내부로 삽입되어, 수압유지 실린더가 시편의 상부에 설치되도록 할 수 있다.
- [0016] 이와 달리, 본 발명에 따른 투수시험장치 및 투수시험방법에 있어서, 수압유지 실린더를 시편의 상부에 설치할 때, 시편의 상단이 수압유지 실린더 하부의 내부로 삽입된 상태에서, 튜브부재가 시편과 수압유지 실린더의 하부를 감싼 후 수축되게 만듦으로써, 튜브부재가 시편 및 수압유지 실린더의 하부에 밀착 피복되어, 수압유지 실린더가 시편의 상부에 설치되도록 할 수도 있다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명에 따른 투수시험장치와 이를 이용한 투수시험방법에 의하면, 자기치유 콘크리트로 제작된 시편의 상단에 구비된 수압유지 실린더에 유체를 일정 수위가 유지된 상태로 담아 두어 시편에 투과되도록 하게 되는 자연 압을 이용하므로, 시편에 인위적으로 만들어 놓은 균열의 형태를 교란시키게 되는 외력의 작용을 배제시킬 수 있고, 그에 따라 시험의 정확도 및 신뢰성이 크게 향상되는 효과가 발휘된다.
- [0018] 또한 본 발명에서는 복수개의 시편에 대해 동일한 조건으로 투수시험을 수행할 수 있게 되며, 물이 순환하는 구성을 가지고 있으므로, 시험과정에서 물의 손실을 최소화할 수 있게 되어 자원낭비를 예방하게 되는 효과도 발휘된다.
- [0019] 특히, 본 발명에 따른 투수시험장치와 이를 이용한 투수시험방법에 의하면, 기존의 투수시험장치와 달리, 자기치유 콘크리트에 대한 시간 경과에 따른 투수량의 변화를 정확하게 측정할 수 있으며, 그에 따라 자기치유 콘크리트의 성능을 매우 효과적으로 확인하고 평가할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명에 따른 투수시험장치의 일 실시예를 자기치유 콘크리트로 제작된 시편에 결합 설치한 상태를 보여주는 개략적인 사시도이다.
- 도 2는 도 1의 선 A-A에 따른 개략적인 단면도이다.
- 도 3은 튜브부재가 시편과 수압유지 실린더의 하단을 피복하는 구성을 가지는 본 발명의 또다른 실시예에 따른 투수시험장치에 대한, 도 2에 대응되는 개략적인 단면도이다.
- 도 4는 복수개의 시편을 동시에 시험할 수 있는 구성을 가지는 본 발명에 따른 투수시험장치의 개략적인 구성도이다.
- 도 5 내지 도 7은 각각 본 발명에 따른 투수시험방법에 따라 인위적인 균열을 발생시킨 상태로 자기치유 콘크리트 시편을 제작하는 과정을 보여주는 도면 대응 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 설명한다. 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 하나의 실시예로서 설명되는 것이며, 이것에 의해 본 발명의 기술적 사상과 그 핵심 구성 및 작용이 제한되지 않는다.
- [0022] 도 1은 본 발명에 따른 투수시험장치(1)의 일 실시예를 자기치유 콘크리트로 제작된 시편(200)에 결합 설치한 상태를 보여주는 개략적인 사시도이며, 도 2는 도 1의 선 A-A에 따른 개략적인 단면도이다.
- [0023] 도면에 도시된 것처럼, 본 발명에 따른 투수시험장치(1)는 원기둥 형태로 제작된 콘크리트 시편(200)에 결합되어 시편(200)에 유체가 투과되도록 하는 장치로서, 시편(200)의 외부를 밀착하여 감싸는 튜브부재(21)와, 시편

(200)의 상단에 설치되는 수압유지 실린더(10)와, 시편(200) 아래에 위치하며 튜브부재(21)와 연결되어 시편(200)을 투과한 유체를 모아서 아래로 흘러보내는 수집 연결관(23)과, 수집 연결관(23)으로부터 흘러온 유체를 모아서 유체의 부피를 측정할 수 있게 하는 계량수집통(22)을 포함하여 구성되어 있다. 본 발명의 투수시험장치(1)에는 시편(200)을 통과한 유체가 모여 있는 계량수집통(22)의 중량을 측정할 수 있는 저울(30)이 필요에 따라 더 구비될 수도 있다.

[0024] 튜브부재(21)는 원기둥형 시편(200)의 외면을 밀착한 상태로 감싸는 부재이다. 튜브부재(21)는 고무 등과 같이 탄성을 가진 부재로 제작되어, 튜브부재(21)의 직경이 커지도록 늘린 상태에서 그 내부에 시편(200)을 위치한 후, 늘려져 있던 상태를 해제하면, 튜브부재(21)의 탄성에 의해 수축하면서 시편(200)의 외면을 밀착하여 감싸게 된다. 본 발명에서 튜브부재(21)는 위와 같이 탄성부재로 제작될 수도 있지만, 열에 의해 수축하는 합성수지로 제작될 수도 있다. 이 경우, 관 형상을 가지는 튜브부재(21)의 내부에 원기둥 형상의 시편(200)을 위치한 상태에서, 열을 가하게 되면 튜브부재(21)가 수축하면서 시편(200)의 외면을 감싸게 되고, 그에 따라 튜브부재(21)가 시편(200)의 외측면을 가압하면서 밀착하여 시편(200)의 외면에 피복된다.

[0025] 후술하는 바와 같이, 본 발명에 따른 투수시험방법에서는 자기치유 콘크리트를 이용하여 원기둥 형태의 시편(200)을 제작한 후, 양생이 완료된 상기 시편(200)을 할렬 형태로 2등분하고, 2등분된 시편 조각 사이를 다시 마주 붙여서 원기둥 형태를 만들게 된다. 이와 같이 2등분된 시편 조각이 마주 붙여지면서 시편 조각 사이에 존재하게 되는 틈이, 인위적으로 발생시킨 인공균열(202)에 해당한다.

[0026] 본 발명에서는 할렬 형태로 2등분된 시편 조각을 마주 붙인 상태에서 상기한 방법에 의해 튜브부재(21)가 시편(200)의 외면에 밀착하여 피복됨으로써 시편(200)의 외면을 가압하게 되며, 그에 따라 마주 붙여진 2개의 시편 조각은 서로 마주 접한 상태를 지속하게 되어 원기둥 형상을 유지하게 된다. 특히, 튜브부재(21)가 시편(200)의 외면에 밀착되므로, 시편(200)의 외면과 튜브부재(21) 사이가 수밀한 상태로 되어, 시편(200)의 외면으로 유체가 스며들지 않게 되는 효과도 발휘된다.

[0027] 튜브부재(21)의 연직방향 길이는 시편(200)의 원기둥 높이보다 더 큰 것이 바람직하다. 이 경우, 튜브부재(21)가 시편(200)의 외면에 밀착한 상태에서, 시편(200) 아래 부분 즉, 시편(200)이 존재하지 않는 부분에서는 튜브부재(21)는 그 내경이 시편(200)의 지름보다 작은 상태에 있게 된다. 즉, 도 1 및 도 2에 도시된 것처럼, 시편(200)의 아랫부분에서 튜브부재(21)는 아래로 갈수록 단면이 줄어들다가 다시 일정해지는 깔때기 형태가 된다. 이렇게 시편(200)의 아랫부분에서 튜브부재(21)는 아래로 갈수록 단면이 줄어들다가 다시 일정해지는 부분에는, 시편(200)을 투과한 유체를 모아서 아래로 흘러보내는 수집 연결관(23)이 존재하게 된다. 도면에 도시된 실시예의 경우, 수집 연결관(23)이 별도의 부재로 이루어져서 튜브부재(21)에 연결됨으로써, 튜브부재(21)와 수집 연결관(23)이 연속되어 있다. 그러나 이에 한정되지 아니하며, 본 발명에서는 튜브부재(21)의 하단이 길게 연장되어, 그 튜브부재(21)의 연장된 부분이 수집 연결관(23)에 해당함으로써 튜브부재(21)에 수집 연결관(23)이 연속하여 존재하도록 구성할 수도 있는 것이다.

[0028] 또한 튜브부재(21)의 연직방향의 길이가 시편(200)의 원기둥 높이 이하가 될 수도 있다. 이 경우, 시편(200)을 투과한 유체가 소실되지 않고 모일 수 있도록 수집 연결관(23)의 상단에는 깔때기 부재가 구비되어 시편(200)의 아래에 위치하는 것이 바람직하다.

[0029] 본 발명에서 수집 연결관(23)에는 필요에 따라 도면에 도시된 것처럼, 시편(200)을 통과하여 수집 연결관(23)을 통해 흘러가는 유체의 통과유량을 측정하는 유량계(231)가 더 구비될 수 있다. 수집 연결관(23)의 하단에는 계량수집통(22)이 위치하고 있어서, 시편(200)을 통과한 유체는 시편(200) 아래쪽에 존재하는 튜브부재의 깔때기 형상 부분을 통해 수집되고, 이렇게 수집된 유체는 소실되지 않고 수집 연결관(23)을 통해 흘러가서 계량수집통(22)에 모이게 된다. 계량수집통(22)에는 눈금이 존재하여, 계량수집통(22)에 모인 유체의 부피를 쉽게 측정할 수 있다. 특히, 본 발명에서는 필요한 경우, 계량수집통(22) 아래에는 중량을 측정할 수 있는 저울(30)을 배치하여, 계량수집통(22)에 모인 유체의 중량을 측정할 수도 있다.

[0030] 시편(200)의 상부에는 수압유지 실린더(10)가 설치된다. 수압유지 실린더(10)는 하면이 개방되어 있는 통형상의 부재이다. 수압유지 실린더(10)를 원기둥 형태의 시편(200) 상단에 설치함에 있어서는, 도 2에 도시된 것처럼, 튜브부재(21)가 시편(200)의 외면에 피복된 상태에서, 튜브부재(21)와 함께 시편(200)의 상단이 수압유지 실린더(10) 하부의 내부로 삽입될 수도 있고, 시편(200)의 상단이 수압유지 실린더(10) 하부의 내부로 삽입된 상태에서, 튜브부재(21)가 시편(200)과 수압유지 실린더(10)의 하부를 감싸도록 피복될 수도 있다. 도 3에는 이와 같이 튜브부재(21)가 시편(200)과 수압유지 실린더(10)의 하부를 모두 피복하는 구성을 가지는 본 발명의 투수시험장치(1)에 대한 도 2에 대응되는 개략적인 단면도가 도시되어 있다.

- [0031] 이와 같이 시편(200)의 상부에 수압유지 실린더(10)가 설치되면, 시편(200)의 상면은 수압유지 실린더(10)의 하부를 폐쇄하게 된다. 수압유지 실린더(10)에는 그 내부에 유체를 공급하는 공급관(11)과, 수압유지 실린더(10) 내에 담겨진 유체를 배출시키는 배출관(12)이 각각 연통 결합되는데, 배출관(12)은 공급관(1)보다 더 높은 위치에서 수압유지 실린더(10)에 연통되도록 결합된다. 따라서 공급관(11)을 통해 공급된 유체(물)는 수압유지 실린더(10)의 내부를 아래에서부터 점차 채워지게 되고 배출관(12)의 설치 높이에 이르게 되면 배출관(12)을 통해서 수압유지 실린더(10) 밖으로 배출된다. 이와 같은 구성을 통해서 수압유지 실린더(10)에 채워진 유체는 일정 수위를 지속적으로 유지할 수 있게 된다.
- [0032] 자기치유 콘크리트로 제작된 시편(200)에 대한 투수시험을 위해서는, 위에서 설명한 것처럼 튜브부재(21)로 피복된 시편(200)과, 그 상부에 수압유지 실린더(10)가 결합되고, 튜브부재(21)의 하부에는 수집 연결관(23)이 존재하고, 그 아래에 계량수집통(22)이 위치하는 구성을 가지도록 하나의 투수시험 세트를 구성하게 되는데, 이와 같은 투수시험 세트를 복수개로 배치하고, 복수개의 투수시험 세트 각각에 유체를 동시에 공급할 수 있는 추가적인 장치를 더 구비함으로써, 본 발명의 투수시험장치(1)를 통해서 복수개의 시편(200)을 동시에 시험할 수 있도록 구성할 수 있다.
- [0033] 도 4는 복수개의 시편(200)을 동시에 시험할 수 있는 구성을 가지는 본 발명에 따른 투수시험장치(1)의 개략적인 구성도가 도시되어 있다.
- [0034] 본 발명에 따른 투수시험장치(1)를 이용하여 복수개의 시편(200)을 동시에 시험하도록 하기 위해서는 도 4에 도시된 것처럼, 각 투수시험 세트의 수압유지 실린더(10)에 개별적으로 구비된 공급관(11)을 분배기(41)에 연결하며, 공급수 탱크(42)로부터 공급수(유체)를 펌프(43)를 이용하여 분배기(41)로 공급하도록 구성된다. 이와 같이 펌프(43)와 분배기(41)를 이용하여 물을 공급함으로써, 복수개의 투수시험 세트 각각에서 수압유지 실린더(10)로 동일한 양의 물을 공급하여 일정한 수위를 유지할 수 있게 된다.
- [0035] 한편, 각각 투수시험 세트에서 수압유지 실린더(10)에 구비된 배출관(12)을 다시 공급수 탱크(42)와 연통시킴으로써, 투수시험에 사용된 유체를 다시 수집하여 재활용하도록 구성하는 것이 바람직하다. 이러한 구성에 의하면 유체의 물의 손실을 최소화할 수 있다. 특히, 투수시험은 최소 7일 이상의 장기간 시간이 소요되기 때문에 유체의 소비가 많을 수 있는데, 본 발명에서는 위와 같이 시험에 사용되는 유체의 순환구성을 가지고 있으므로, 불필요한 유체의 낭비를 방지할 수 있고 그에 따라 투수시험에 소요되는 비용 및 자원낭비를 줄일 수 있게 되는 장점이 있다.
- [0036] 종래의 투수시험장치에서는 압력을 가한 상태로 수분을 콘크리트 구조물에 투과시키게 되는데, 이 경우 콘크리트 구조물에 발생한 최초 균열에 응력을 발생시키는 등과 같이 의도하지 않은 영향을 미치게 되는 문제가 있다. 그러나 본 발명에서는 위에서 살펴본 것처럼, 시편(200)으로 유체가 침투하여 투과되게 함에 있어서, 유체에 작용하는 중력에 의한 압력만을 이용한다. 즉, 시편(200)의 투수성 확인을 위하여 인위적인 가압 장치를 연결하여 적용하는 것이 아니라, 단순히 중력을 받고 있는 유체가 자연스럽게 시편(200)으로 침투하여 투과되도록 하는 것이다. 따라서 본 발명에 의하면, 콘크리트 구조물의 투수성을 시험함에 있어서, 유체의 가압 침투로 인하여 야기되는 균열에 대한 응력 유발 등의 영향을 배제할 수 있으며, 그에 따라 투수성의 평가 결과에 대한 신뢰도와 객관성이 높아지게 되어, 자기치유 콘크리트의 성능을 정확하게 평가할 수 있게 되는 효과가 발휘된다.
- [0037] 다음에서는 위와 같은 본 발명의 투수시험장치를 이용하여 자기치유 콘크리트에 대해 투수시험을 수행하는 과정을 상세히 살펴본다.
- [0038] 도 5 내지 도 7은 각각 본 발명에 따른 투수시험방법에 따라 인위적인 균열을 발생시킨 상태로 자기치유 콘크리트 시편에 대한 도면 대응 사진으로서, 도 5는 2등분한 시편(200)을 다시 모아서 원기둥 형태로 만든 것을 상면에서 바라본 상태의 사진이고, 도 6은 시편(200)을 할렬 상태로 2등분한 후, 그 할렬된 절단면을 보여주는 사진이다. 도 7은 할렬된 시편의 절단면에 사각형상의 접착 테이프를 붙인 상태의 사진인 바,
- [0039] 본 발명에 따른 투수시험방법에서는 자기치유 콘크리트의 투수성을 시험하기 위하여 자기치유 콘크리트로 제작된 시편(200)에 인위적인 균열이 형성되도록 한다. 우선 도 5 및 도 6에 보이는 것처럼, 자기치유 콘크리트를 이용하여 원기둥 형태의 시편(200)을 제작한 후, 양생이 완료된 상기 시편(200)을 할렬 형태로 2등분한다. 2등분된 시편 조각 사이를 다시 마주 붙여서 원기둥 형태를 만들되, 2등분된 시편 사이의 간격에 0.2 내지 0.3mm의 균열(크랙)이 존재하도록, 도 7의 사진처럼 2등분된 시편의 분할된 면에 균열간격 형성부재를 배치한다. 균열간격 형성부재로는 예를 들어 접착 테이프를 이용할 수 있는데, 이 경우 접착 테이프는 두께 0.2mm이고 크기 25×25mm인 동(銅) 테이프를 이용하여 4개소에 부착할 수 있다. 균열간격 형성부재를 배치한 후에는 2등분된

시편 조각을 다시 마주 붙이고, 띠 형태의 결속구로 감아서 다시 원기둥 형태가 되도록 한다. 원기둥 형태가 되도록 2등분된 시편 조각을 마주 붙인 상태에서 앞서 언급한 것처럼 튜브부재(21)의 내부에 2개가 마주 붙여져 원기둥 형태로 된 시편(200)을 삽입한 후, 튜브부재(21)가 열에 의해 또는 자체의 탄성에 의해 수축되도록 함으로써, 튜브부재(21)가 시편(200)의 외면에 밀착하여 피복되게 만들어서 인위적인 균열(202)이 형성된 원기둥 형태의 시편(200)이 완성되도록 한다. 도 2에 도시된 실시예의 경우, 튜브부재(21)가 피복된 시편(200)의 상단을 수압유지 실린더(10)의 하단 내부에 끼운 후, 튜브부재(21)가 피복된 시편(200)과 수압유지 실린더(10)와 사이에 실리콘 등의 수밀재를 도포함으로써 수밀 처리하여 유체가 시편(200)의 측면 가장자리로 누수되는 것을 막는다. 도 3에 도시된 실시예의 경우, 등분된 시편 조각을 마주 붙여서 원기둥 형태로 만든 시편(200)에 튜브부재(21)를 피복하기에 앞서, 원기둥 형태의 시편(200)을 수압유지 실린더(10) 하부의 내부로 삽입하고, 후속하여 시편(200)의 전체와 수압유지 실린더(10)의 하부를 튜브부재(21)에 삽입하고 튜브부재(21)를 열에 의하여 또는 자체의 탄성에 의해 수축되도록 만들어서 튜브부재(21)가 시편(200)과 수압유지 실린더(10)의 하부 외면에 밀착하여 피복되게 한다. 이와 같이 튜브부재(21)가 시편(200)과 수압유지 실린더(10)의 하부를 동시에 밀착 피복하는 경우, 수압유지 실린더(10)가 시편(200)의 측면 가장자리로 누수되는 것이 방지되므로, 시편(200)과 수압유지 실린더(10) 사이에서 별도의 수밀 처리를 할 필요가 없게 되는 장점이 있다.

[0040] 이와 같이 인위적인 균열이 존재하며 튜브부재(21)로 피복된 시편(200)과, 그 상부에 결합된 수압유지 실린더(10)와, 튜브부재(21)의 하부에 존재하는 수집 연결관(23)과, 그 아래에 위치하는 계량수집통(22)이 준비된 상태에서, 수압유지 실린더(10)에 유체를 담아서 유체가 자연압에 의해 시편(200)을 통과하도록 한 후, 시간 간격을 두거나 또는 연속적으로 수집 연결관(23)을 통과하는 유량을 측정하거나 또는 계량수집통(22)에 모인 유체의 부피 또는 질량을 측정하여, 자기치유 콘크리트로 제작된 시편(200)의 투수성을 파악한다.

[0041] 위에서 살펴본 것처럼 본 발명에 따른 투수시험장치와, 이를 이용한 투수시험방법에서는, 시편(200)의 상단에 구비된 수압유지 실린더(10)에 유체를 일정 수위가 유지된 상태로 담아 두어 시편(200)에 투과되도록 하게 되는, 자연압을 이용하므로 시편에 인위적으로 만들어 놓은 균열의 형태를 교란시키게 되는 외력의 작용을 배제시킬 수 있고, 그에 따라 시험의 정확도 및 신뢰성이 크게 향상되는 효과가 발휘된다.

[0042] 또한 본 발명에서는 복수개의 시편에 대해 동일한 조건으로 투수시험을 수행할 수 있게 되며, 유체가 순환하는 구성을 가지는 경우, 시험과정에서 유체의 손실을 최소화할 수 있게 되어 자원낭비를 예방하게 되는 효과도 발휘된다.

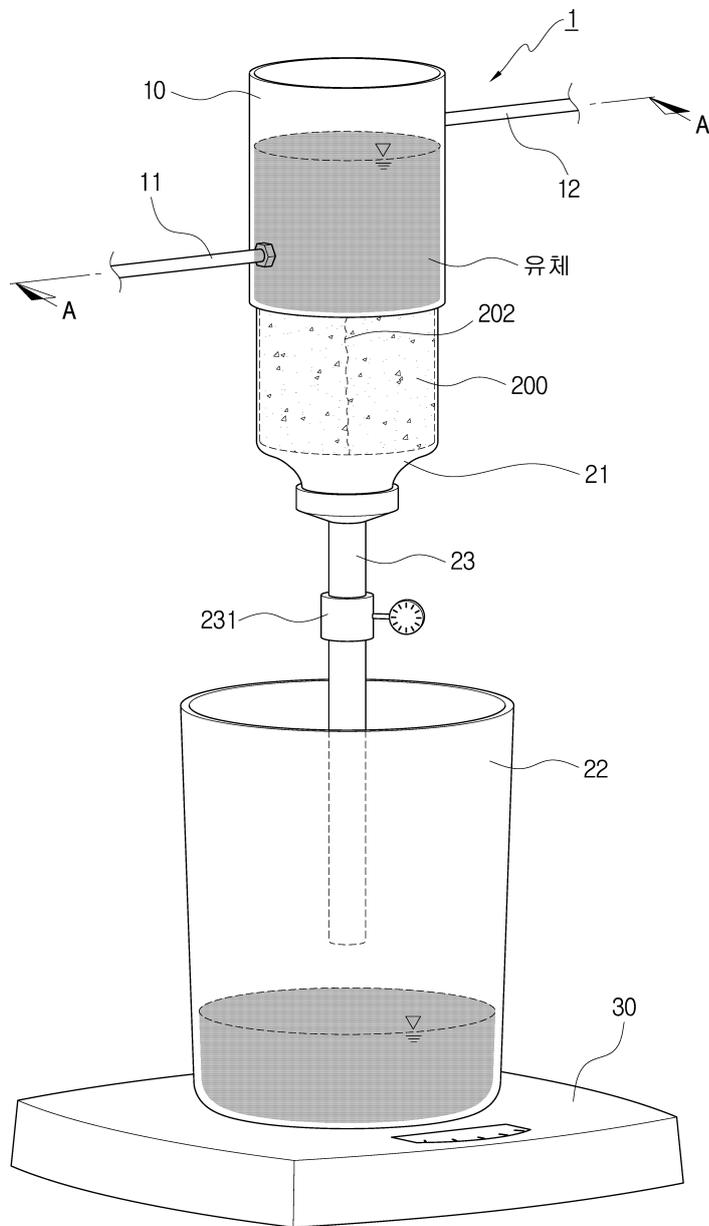
[0043] 무엇보다도 본 발명에 따른 투수시험장치와 이를 이용한 투수시험방법에 의하면, 기존의 투수시험장치와 달리, 자기치유 콘크리트에 대한 시간 경과에 따른 투수량의 변화를 정확하게 측정할 수 있으며, 그에 따라 자기치유 콘크리트의 성능을 매우 효과적으로 확인하고 평가할 수 있게 된다.

부호의 설명

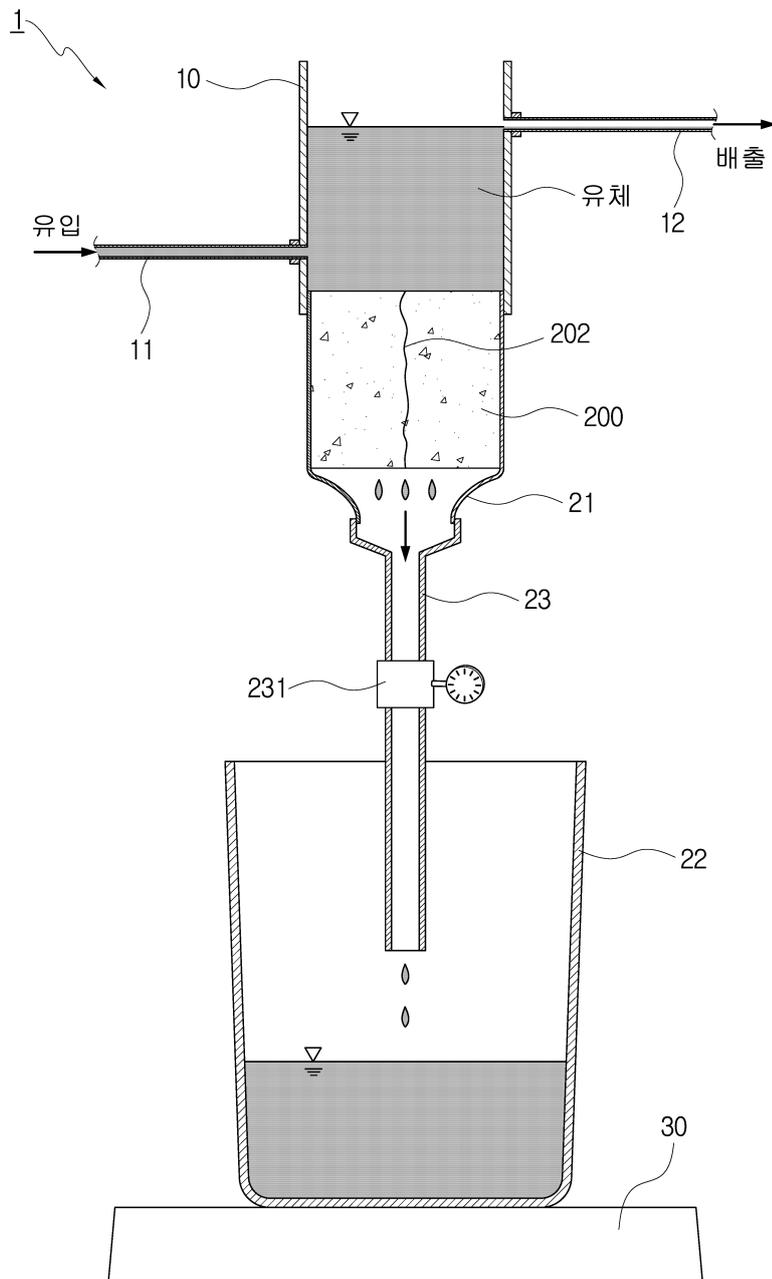
- [0044] 10: 수압유지 실린더
- 20: 수집부재
- 200: 시편
- 202: 인공균열

도면

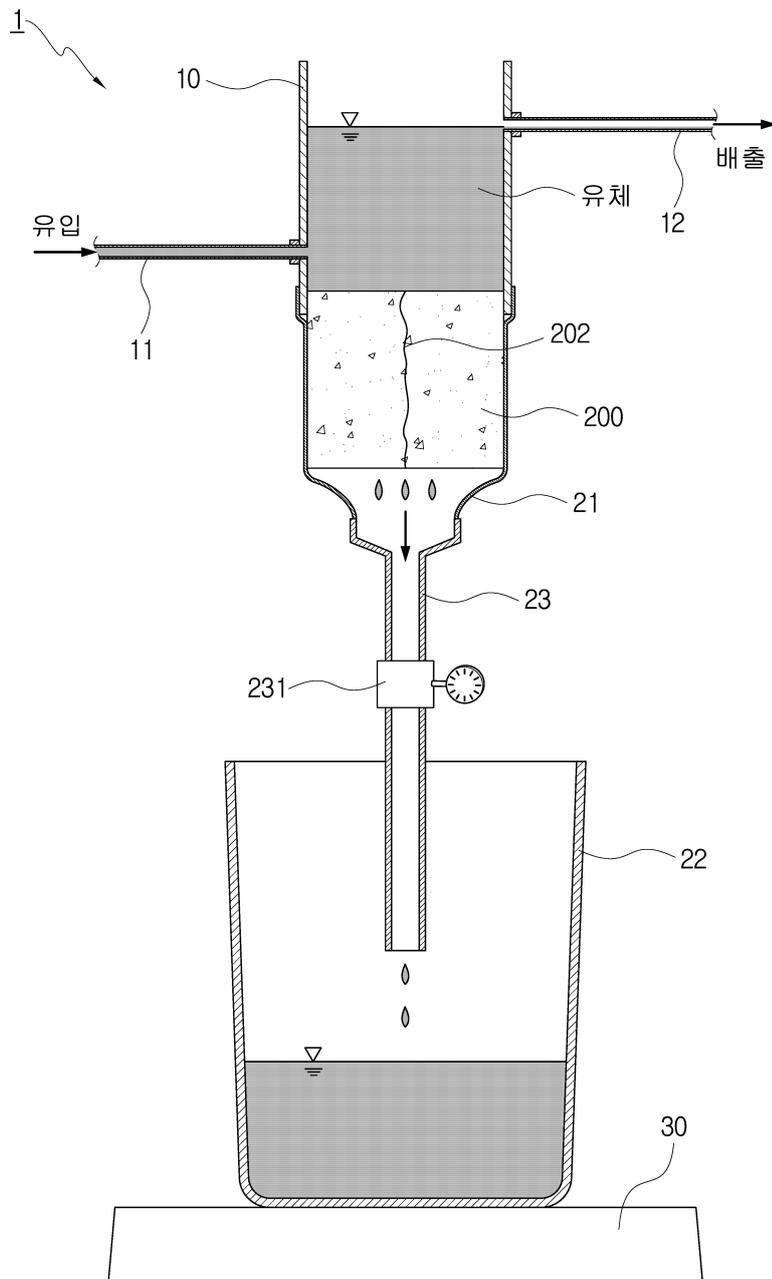
도면1



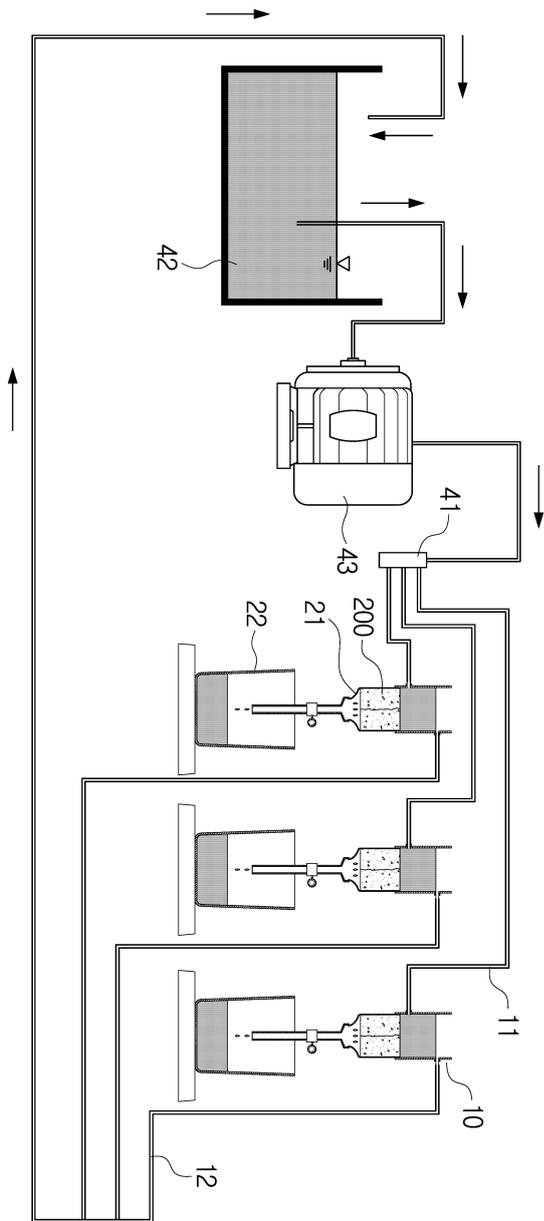
도면2



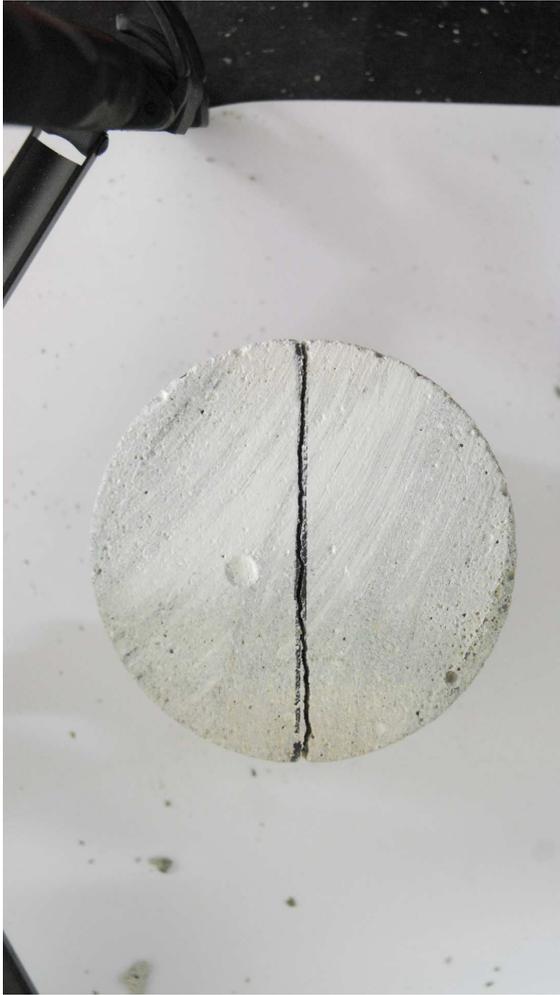
도면3



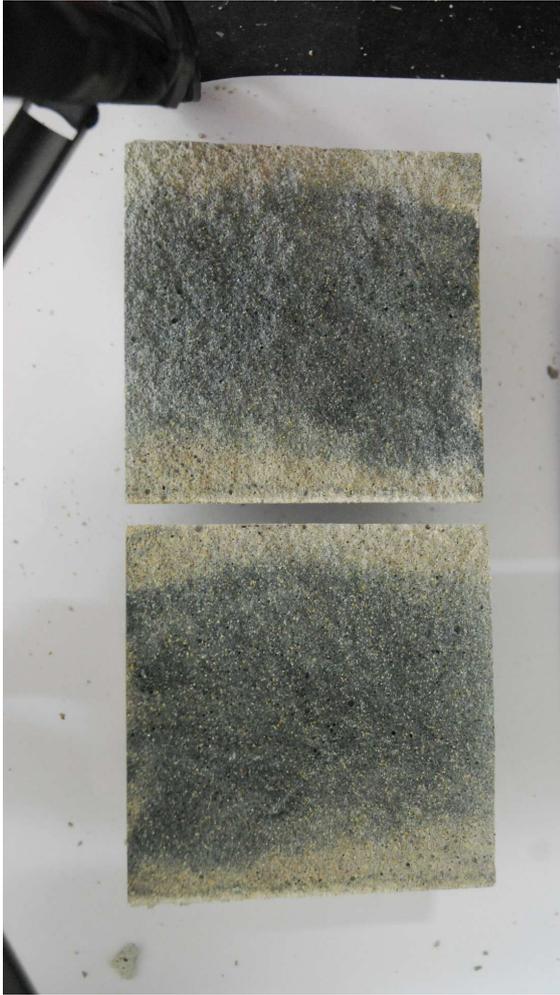
도면4



도면5



도면6



도면7

