



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년04월29일
(11) 등록번호 10-2105840
(24) 등록일자 2020년04월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 15/08 (2006.01) G01N 33/38 (2020.01)
(52) CPC특허분류
G01N 15/088 (2013.01)
G01N 15/082 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0141557
(22) 출원일자 2018년11월16일
심사청구일자 2018년11월16일
(56) 선행기술조사문헌
기체확산실험에 의한 콘크리트의 균열폭 평가(이
도근, 한국콘크리트학회 가을 논문집, Nov. 08,
2017)*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
성균관대학교산학협력단
경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동, 성균
관대학교내)
(72) 발명자
신경준
대전광역시 유성구 학하남로 10, 206동 1802호
이도근
세종특별자치시 국책연구원1로 15, 908동 2605호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이준서, 김영철

전체 청구항 수 : 총 2 항

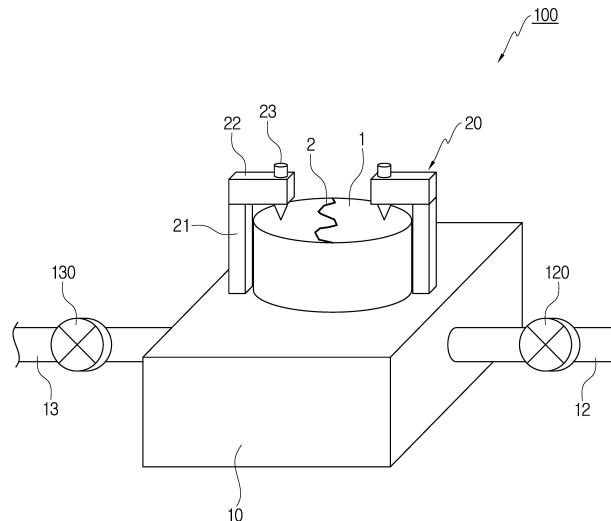
심사관 : 인치현

(54) 발명의 명칭 균열 공시체의 균열폭과 자기치유 성능 시험평가를 위한 기체 확산 시험장치 및 시험방법

(57) 요약

본 발명은 균열이 발생되어 있는 균열 공시체에 대해서, 기체의 농도차에 의한 확산현상에 의하여 균열을 통과하는 기체의 흐름을 유발시키고, 균열 공시체를 통과하는 기체의 시간에 따른 확산이력을 측정하여 균열 공시체의 기체 확산계수를 산출할 수 있도록 함으로써, 이를 이용하여 균열 공시체에 존재하는 균열폭을 측정할 수 있으며, 더 나아가 균열 공시체가 자기치유 콘크리트로 제작된 경우에는 자기치유 성능을 평가할 수 있는 자기치유율을 산출할 수 있게 하는 "균열 공시체의 균열폭과 자기치유 성능 시험평가를 위한 기체 확산 시험장치 및 시험방법"에 관한 것이다.

대표도 - 도3



- | | |
|--|---|
| <p>(52) CPC특허분류
 G01N 33/383 (2013.01)</p> <p>(72) 발명자
 임민혁
 대전광역시 서구 둔산로 223, 6동 1201호
 이광명
 서울특별시 서초구 서초중앙로 188, C동 1610호</p> | <p>(56) 선행기술조사문헌
 KR1020090061694 A
 KR1020040019618 A
 KR1020170114635 A
 KR101390260 B1
 JP04329337 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌</p> |
|--|---|

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1615009915
부처명	국토교통부
연구관리전문기관	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	건설기술연구사업
연구과제명	자기치유 콘크리트 성능평가 기술 개발 및 실용화 전략
기 여 율	1/1
주관기관	성균관대학교 산학협력단
연구기간	2018.01.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

콘크리트로 이루어지고 균열이 존재하는 균열 공시체에 대한 기체 확산 시험방법으로서,

균열 공시체의 하면에서 균열이 기체에 노출되도록 하는 개구부(11)가 형성되어 있으며 내부에 기체가 채워지게 되는 밀폐용기(10)와, 상기 밀폐용기(10) 내로 주입된 기체의 농도를 측정할 수 있는 기체농도측정기(14)를 포함하며, 밀폐용기(10)의 상면에는 개구부(11)가 형성되어 있는 구성의 기체 확산 시험장치(100)를 이용하는데;

기체 확산 시험장치(100)에서, 밀폐용기(10)에는 각각 기체가 내부로 주입되는 주입부(12)와, 내부의 기체를 배출하는 배출부(13)가 형성되어 있는데, 주입부(12)와 배출부(13)에는 각각 기체의 흐름을 조절하는 조절밸브(120, 130)가 구비되어 있어서, 조절밸브(120, 130)에 대한 제어에 의해 주입 및 배출되는 기체의 유량을 조절함으로써 밀폐용기(10)에 담겨진 기체의 농도를 조절하게 되며;

기체 확산 시험장치(100)에서, 연직막대부재(21)의 한 쌍이 서로 마주한 상태로 밀폐용기(10)의 상면에 고정되어 있고, 연직막대부재(21)의 상단에는 수평하게 가압부(22)가 돌출 형성되어 있는 구성을 가지는 공시체 고정부재(20)가 밀폐용기(10)에 구비되어 있으며;

연직막대부재의 가압부(22)에는, 균열 공시체(1)가 밀폐용기(10) 위에 놓였을 때 균열 공시체(1)의 상면에 밀착되도록 하면서 균열 공시체(1)의 이동을 방지하는 고정밀착핀(23)이 구비되어 있되, 고정밀착핀(23)은 가압부(22)에 나사결합한 채로 관통설치되어 회전에 의해 고정밀착핀(23)이 연직하게 이동하도록 구성되어 있고;

균열 공시체(1)의 상면은 대기에 노출되도록 하고, 균열 공시체(1)의 하면은 기체가 유입되지 않은 상태로 밀폐용기(10)의 상면에 밀착되도록 균열 공시체(1)를 밀폐용기(10)의 상면 위에 배치하되, 균열 공시체(1)에 형성된 균열이 밀폐용기(10)의 개구부(11)에 위치하도록 균열 공시체(1)를 배치하되, 균열 공시체(1)를 한 쌍의 연직막대부재(21) 사이에 위치시키고, 고정밀착핀(23)이 균열 공시체(1)의 상면에 밀착되게 만들어서 균열 공시체(1)의 배치 위치가 변화되지 않고 고정되고 균열 공시체(1)의 하면이 밀폐용기(10)의 상면에 밀착된 상태를 유지하게 만드는 단계;

밀폐용기(10)의 내부에 사전에 설정된 농도를 가지는 기체를 주입하여 채워서 밀폐용기(10)에 채워진 기체가 사전 설정된 초기 농도에 이르도록 한 후, 밀폐용기(10)를 밀폐시켜서, 밀폐용기(10) 내에 채워져 있던 기체가, 개구부(11)와 마주하고 있는 균열 공시체(1)의 균열을 통해 외부로 이동되도록 하여 기체 확산시키면서, 사전에 정해진 시간에서 밀폐용기(10) 내부의 기체 농도를 기체농도측정기(14)로 측정하여, 밀폐용기(10)에서의 시간에 따른 기체농도 변화 이력을 취득하는 단계;

취득된 밀폐용기(10)에서의 시간에 따른 기체농도 변화 이력으로부터 균열 공시체의 기체 확산계수를 산출하는 단계; 및

산출된 균열 공시체의 기체 확산계수와 균열폭 간의 선형비례관계를 이용하여 균열 공시체(1)의 균열폭을 산출하는 단계를 포함하여 구성되는데;

균열 공시체(1)를 밀폐용기(10)에 배치한 상태에서,

밀폐용기(10)에 기체 주입 후 밀폐시켜서 균열 공시체(1)의 균열을 통해 기체 확산이 이루어지게 하고 밀폐용기(10)에서의 시간에 따른 기체농도 변화 이력을 취득하여, 균열 공시체의 기체 확산계수 K 를 산출한 후, 밀폐용기(10)에 존재하던 기체를 모두 배출시켜 초기 상태로 만드는 과정을, 사전에 정해진 시간 간격마다 반복 수행함으로써, 균열 공시체(1)의 시간에 따른 기체 확산계수 변화 데이터를 취득하고;

취득된 균열 공시체(1)의 시간에 따른 기체 확산계수 변화 데이터를 이용하여, 균열 공시체(1)의 제작에 사용된 자기치유 콘크리트의 자기치유 성능을 평가할 수 있는 지표인 자기치유율 I 를 수학적 식 11에 의해 산출하는 단계를 더 포함하며;

균열 공시체의 기체 확산계수 K 는 수학적 식 10에 의해 산출되는 것을 특징으로 하는 기체 확산 시험방법.

(수학식 10)

$$K = \frac{nRTd}{PA} \cdot \frac{1}{t} \cdot \ln\left(\frac{C_0}{C}\right)$$

(수학식 11)

$$I = \frac{K_{t0} - K_{t1}}{K_{t0}}$$

(수학식 10에서, P 는 밀폐용기에 채워지는 기체의 압력이고, V 는 밀폐용기에 채워지는 기체의 부피이며, n 는 밀폐용기에 채워지는 기체의 몰수이고, R 은 밀폐용기에 채워지는 기체의 기체상수이며, T 는 밀폐용기에 채워지는 기체의 절대온도이고, C 는 밀폐용기 내,외간의 기체 농도차이며, 시간 $t=0$ 일 때 $C=C_0$ 이고, A 는 균열 공시체의 단면적이고, d 는 균열 공시체의 연장된 길이이며 수학식 11에서 K_{t0} 는 시간 t_0 에서 측정되어 산출된 균열 공시체의 기체 확산계수이며, K_{t1} 는 시간 t_1 에서 측정되어 산출된 균열 공시체의 기체 확산계수이다.)

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

콘크리트로 이루어지고 균열이 존재하는 균열 공시체에 대한 기체 확산 시험을 수행할 수 있는 기체 확산 시험 장치로서,

내부에 기체가 채워지게 되는 밀폐용기(10)와, 상기 밀폐용기(10) 내로 주입된 기체의 농도를 측정할 수 있는 기체농도측정기(14)와, 기체농도측정기(30)로부터의 신호를 전송받고, 밀폐용기(10)로의 기체 주입 및 배출을 제어하고 연산을 수행하는 컨트롤러(15)를 포함하며;

밀폐용기(10)의 상면에는 개구부(11)가 형성되어 있으며;

밀폐용기(10)에는 각각 기체가 내부로 주입되는 주입부(12)와, 내부의 기체를 배출하는 배출부(13)가 형성되어 있는데, 주입부(12)와 배출부(13)에는 각각 기체의 흐름을 조절하는 조절밸브(120, 130)가 구비되어 있어서, 조절밸브(120, 130)에 대한 제어에 의해 주입 및 배출되는 기체의 유량을 조절함으로써 밀폐용기(10)에 담겨진 기체의 농도를 조절하게 되며;

연직막대부재(21)의 한 쌍이 서로 마주한 상태로 밀폐용기(10)의 상면에 고정되어 있고 연직막대부재(21)의 상단에는 수평하게 가압부(22)가 돌출 형성되어 있는 구성을 가지는 공시체 고정부재(20)가 밀폐용기(10)에 구비되어 있으며;

연직막대부재의 가압부(22)에는, 균열 공시체(1)가 밀폐용기(10) 위에 놓였을 때 균열 공시체(1)의 상면에 밀착되도록 하면서 균열 공시체(1)의 이동을 방지하는 고정밀착핀(23)이 구비되어 있되, 고정밀착핀(23)은 가압부(22)에 나사결합한 채로 관통설치되어 회전에 의해 고정밀착핀(23)이 연직하게 이동하도록 구성되어 있고;

컨트롤러(15)에서는, 청구항 1에 의한 방법에 의해 취득된 밀폐용기(10)에서의 시간에 따른 기체농도 변화 이력

으로부터, 균열 공시체의 기체 확산계수를 산출하는 연산, 및 균열 공시체의 기체 확산계수 K 와 자기치유율 I 를 산출하는 연산을 수행하는 것을 특징으로 하는 균열 공시체에 대한 기체 확산 시험장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 콘크리트로 이루어지되 균열이 있는 공시체(균열 공시체)의 균열폭을 측정하고, 일반 콘크리트가 아닌 자기치유 콘크리트로 제작된 균열 공시체에 대해서는 자기치유 성능도 시험평가할 수 있도록 하는 균열 공시체에 대한 기체 확산 시험장치와 이를 이용한 기체 확산 시험방법에 관한 것으로서, 구체적으로는 균열이 발생되어 있는 균열 공시체에 대해서, 기체의 농도차에 의한 확산현상에 의하여 균열을 통과하는 기체의 흐름을 유발시키고, 균열 공시체를 통과하는 기체의 시간에 따른 확산이력을 측정하여 균열 공시체의 기체 확산계수를 산출할 수 있도록 함으로써, 이를 이용하여 균열 공시체에 존재하는 균열폭을 측정할 수 있으며, 더 나아가 균열 공시체가 자기치유 콘크리트로 제작된 경우에는 자기치유 성능을 평가할 수 있는 자기치유율을 산출할 수 있게 하는 "균열 공시체의 균열폭과 자기치유 성능 시험평가를 위한 기체 확산 시험장치 및 시험방법"에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 콘크리트 구조체에 균열이 발생하게 되면 유해한 외기나 수분, 화학 성분이 콘크리트 구조체의 내부에 침투하여 콘크리트 구조체의 성능저하가 촉진된다. 또한 콘크리트 구조체의 내부에 침투한 수분, 염화물 이온 등에 의해 콘크리트 구조체 내부의 철근에 부식이 발생하여 추가적인 균열이 발생하거나 콘크리트가 탈락하는 현상이 일어나고, 철근 부식에 의해 철근단면이 감소하여 성능이 저하됨으로써 종국에는 구조체가 파괴되고 붕괴하는 정도까지 이를 수 있다. 따라서 콘크리트 구조체에 발생한 균열폭을 정확하게 측정하고, 더 나아가 시간 경과에 따른 균열폭의 변화를 정확하게 측정하여 모니터링하는 것이 매우 중요하다.

[0003] 한편, 콘크리트 분야의 기술이 더욱 발전함에 따라, 콘크리트 구조체에 발생한 균열을 보수, 보강할 수 있는 여러 가지의 재료들이 개발되어 사용되고 있으며, 최근에는 균열이 발생한 경우에 외부의 인위적인 작용 없이 콘크리트 내부의 물질을 이용하여 스스로 균열을 복구하는 "자기치유 콘크리트(Self Healing Concrete)"의 개발에 대한 연구 및 이러한 자기치유 콘크리트의 균열 보수 성능 즉, 자기치유 성능을 점검하고 평가하는 방안에 대한 연구가 진행되고 있다.

[0004] 이러한 자기치유 콘크리트의 자기치유 성능을 평가하기 위해서는, 자기치유 콘크리트로 만들어진 공시체에 원하는 균열폭을 형성하여 그 균열이 적절히 보수 또는 치유되는지를 확인하여야 하며, 이를 위해서는 공시체에 대한 정확하고 합리적인 균열폭의 측정이 이루어져야 한다.

[0005] 균열 공시체에 존재하는 균열폭은 1차적으로 광학현미경으로 측정할 수 있으나, 이러한 광학현미경을 이용한 육안측정으로는 불규칙한 균열의 특성을 반영하기 어렵고, 관찰 대상이 외부 표면에 있는 균열에 한정되기 때문에 초기 균열폭을 측정하는 등의 제한적인 용도로만 사용하고 있다. X선과 CT 영상 등을 활용하여 균열 공시체 전체의 형상을 취득하여 균열을 측정하는 방법도 일부 제안되고 있으나, 이러한 방법을 적용할 수 있는 균열 공시체의 크기에 제한이 있고, 균열과 공극을 구별하기 어려우며 초고가의 측정장비가 별도로 필요한 단점이 있다.

[0006] 대한민국 등록특허 제10-1783136호 및 대한민국 등록특허 제10-1453312호에는 자기치유 콘크리트의 균열치유 성능 평가를 위한 투수시험 관련 기술이 개시되어 있는데, 이러한 종래의 투수시험 기술을 이용하여 균열폭을 측정하는 경우, 투수시험에 사용되는 유체의 점성에 의하여 수두 손실이 발생하기 때문에 시험조건에 따라 예기치 못한 오차가 발생하게 된다. 그리고 투수시험 과정에서 균열 및 균열면의 화학생성물들이 용출되어 나오는 큰 단점이 있다. 즉, 시험회수에 따라 시험결과가 다르게 나타나는 등 용출된 물질이 시험결과에 영향을 주게 되는 것이다. 또한, 투수시험에 앞서 전처리를 통해 균열 공시체의 함수상태를 조절해 주어야 하는 단점이 있다.

[0007] 콘크리트 구조체의 객관적인 구조 건전성 평가, 더 나아가 자기치유 콘크리트의 활용 확대를 위해서는, 이러한 종래 기술의 문제점을 해결하여 균열 공시체의 균열폭을 신뢰성있게 측정할 수 있고 자기치유 콘크리트의 자기치유 성능을 정확하게 평가할 수 있는 시험기술의 개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1783136호(2017. 09. 28. 공고).
(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 제10-1453312호(2014. 10. 22. 공고).

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 위와 같은 기술분야의 필요성에 따라 개발된 것으로서, 균열 공시체에 존재하는 균열폭을 신뢰성있게 측정할 수 있으며, 균열 공시체가 자기치유 콘크리트로 제작된 경우에는 자기치유 성능 평가 지표에 해당하는 자기치유율을 신뢰성있게 산출할 수 있게 하는 시험을 위한 기술을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0010] 구체적으로 종래의 투수 시험을 이용하였을 때 발생하게 되는 문제점(균열 및 균열면에서의 화학생성물 용출 및 손실에 따른 부정확성 발생, 유체 점성으로 인한 수두 손실 발생에 따른 시험조건 변화 및 오차 발생, 균열 공시체의 함수상태 조절을 위한 필수 전처리의 불편함 등)을 극복할 수 있는 시험 기술을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 위와 같은 과제를 달성하기 위하여 본 발명에서는, 콘크리트로 이루어지고 균열이 존재하는 균열 공시체에 대한 기체 확산 시험방법으로서, 내부에 기체가 채워지게 되는 밀폐용기와, 상기 밀폐용기 내로 주입된 기체의 농도를 측정할 수 있는 기체농도측정기를 포함하며, 밀폐용기의 상면에는 개구부가 형성되어 있는 구성의 기체 확산 시험장치를 이용하는데; 균열 공시체의 상면은 대기에 노출되도록 하고, 균열 공시체의 하면은 기체가 유입되지 않은 상태로 밀폐용기의 상면에 밀착되도록 균열 공시체를 밀폐용기의 상면 위에 배치하되, 균열 공시체에 형성된 균열이 밀폐용기의 개구부에 위치하도록 균열 공시체를 배치하는 단계; 밀폐용기의 내부에 사전에 설정된 농도를 가지는 기체를 주입하여 채워서 밀폐용기에 채워진 기체가 사전 설정된 초기 농도에 이르도록 한 후, 밀폐용기를 밀폐시켜서, 밀폐용기 내에 채워져 있던 기체가, 개구부와 마주하고 있는 균열 공시체의 균열을 통해 외부로 이동하도록 하여 기체 확산시키면서, 사전에 정해진 시간에서 밀폐용기 내부의 기체 농도를 기체농도측정기로 측정하여, 밀폐용기에서의 시간에 따른 기체농도 변화 이력을 취득하는 단계; 및 취득된 밀폐용기에서의 시간에 따른 기체농도 변화 이력으로부터 균열 공시체의 기체 확산계수를 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 균열 공시체에 대한 기체 확산 시험방법이 제공된다.
- [0012] 또한 본 발명에서는 상기한 목적을 달성하기 위하여, 콘크리트로 이루어지고 균열이 존재하는 균열 공시체에 대한 기체 확산 시험을 수행할 수 있는 기체 확산 시험장치로서, 내부에 기체가 채워지게 되는 밀폐용기와, 상기 밀폐용기 내로 주입된 기체의 농도를 측정할 수 있는 기체농도측정기와, 기체농도측정기로부터의 신호를 전송받고, 밀폐용기로의 기체 주입 및 배출을 제어하고 연산을 수행하는 컨트롤러를 포함하며; 밀폐용기의 상면에는 개구부가 형성되어 있으며; 컨트롤러에서는, 상기한 본 발명의 시험방법에 의해 취득된 밀폐용기에서의 시간에 따른 기체농도 변화 이력으로부터, 균열 공시체의 기체 확산계수를 산출하게 되는 것을 특징으로 하는 균열 공시체에 대한 기체 확산 시험장치가 제공된다.
- [0013] 위의 본 발명의 장치 및 방법에 있어서, 균열 공시체의 기체 확산계수를 산출한 후, 산출된 기체 확산계수와 균열폭 간의 선형비례관계를 이용하여 균열 공시체의 균열폭을 산출하게 될 수도 있다.
- [0014] 또한 위의 본 발명의 장치 및 방법에 있어서, 균열 공시체를 밀폐용기에 배치한 상태에서, 밀폐용기에 기체 주입 후 밀폐시켜서 균열 공시체의 균열을 통해 기체 확산이 이루어지게 하고 밀폐용기에서의 시간에 따른 기체농도 변화 이력을 취득하여, 균열 공시체의 기체 확산계수를 산출한 후, 밀폐용기에 존재하던 기체를 모두 배출시켜 초기 상태로 만드는 과정을, 사전에 정해진 시간 간격마다 반복 수행함으로써, 균열 공시체의 시간에 따른 기체 확산계수 변화 데이터를 취득하고; 취득된 균열 공시체의 시간에 따른 기체 확산계수 변화 데이터를 이용하여, 균열 공시체의 제작에 사용된 자기치유 콘크리트의 자기치유 성능을 평가할 수 있는 지표인 자기치유율을 산출하게 될 수도 있다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명에서는 기체의 농도차에 의한 확산현상에 의하여 균열 공시체를 통과하는 기체의 흐름을 유발하여, 균열

공시체를 통과하는 기체의 시간에 따른 확산이력을 측정함으로써, 균열 공시체의 기체 확산계수를 정확하고 신뢰성 있게 측정할 수 있게 된다.

[0016] 따라서 본 발명을 통해서 측정된 균열 공시체의 기체 확산계수를 이용하면, 콘크리트 구조체의 구조 건전성을 평가할 수 있는 지표인 균열 공시체의 균열폭을 매우 높은 신뢰도로써 추정하여 취득할 수 있게 되며, 더 나아가 균열 공시체가 자기치유 콘크리트로 제작되었을 경우에는 자기치유 성능을 평가할 수 있는 지표인 자기치유율을 매우 높은 신뢰도로 취득할 수 있게 되는 효과가 발휘된다.

[0017] 또한 본 발명에서는 균열 공시체의 기체 확산계수를 측정함에 있어서, 시험 매질로서 기체를 사용하기 때문에 균열 공시체에 존재하는 균열 내부에서 화학생성물 용출되는 현상 및 이로 인한 화학생성물 손실에 따른 부정확성 발생 문제를 사전에 예방할 수 있게 되는 장점이 발휘된다. 특히, 본 발명에서는 균열 공시체에 고압의 압력기체를 작용시키지 않으므로 균열면에서의 물질 박리를 억제할 수 있게 되어, 더욱 정확하고 객관적인 균열 공시체의 기체 확산계수를 취득할 수 있게 되는 장점이 있다.

[0018] 또한 본 발명에서는 유체 점성으로 인한 수두 손실 발생에 따른 시험조건 변화 및 오차 발생도 방지할 수 있으며, 균열 공시체의 함수(含水)조건에 상관없이 시험할 수 있으므로, 균열 공시체의 함수상태 조절을 위한 필수적인 전처리를 수행해야만 하는 종래 기술의 불편함을 해소할 수 있게 되는 장점도 발휘된다.

[0019] 더 나아가, 본 발명에서는 대기압 조건에서 기체의 농도차를 이용하여 시험을 수행하기 때문에, 압력유지 장치와 같은 설비나 매우 높은 압력을 견디는 고(高)기밀용기가 필요하지 않게 되어, 그만큼 설비 비용을 절감할 수 있게 되어 경제적으로 그리고 간편하게 시험을 수행할 수 있게 되는 장점도 발휘된다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명에 따른 기체 확산 시험장치의 일예에 대한 형상을 보여주는 개략적인 사시도이다.

도 2는 본 발명에 따른 기체 확산 시험장치의 구성을 보여주는 개략도이다.

도 3은 균열 공시체를 상기한 본 발명의 기체 확산 시험장치에 설치한 상태를 보여주는 개략적인 사시도이다.

도 4는 본 발명에 따라 기체 확산 시험을 수행하는 과정을 순차적으로 보여주는 개략적인 측면도이다.

도 5는 균열 공시체에 대한 시간에 따른 기체농도 변화 이력 곡선을 보여주는 개략적인 그래프도이다.

도 6은 균열 공시체의 기체 확산계수와 균열폭의 관계를 보여주는 개략적인 그래프도이다.

도 7은 자기치유 콘크리트를 사용하여 제작된 균열 공시체의 기체 확산계수와 균열 공시체의 양생기간의 관계를 보여주는 개략적인 그래프도이다.

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. 참고로, 청구범위를 포함하는 본 명세서에서, "자기치유 콘크리트" 및 "콘크리트"는 굵은 골재가 혼입된 콘크리트뿐만 아니라, 시멘트만으로 이루어진 시멘트풀, 굵은 골재 없이 잔골재와 시멘트만 사용되는 모르타르 등과 같이 자기치유 성능을 가지는 시멘트를 기반으로 만들어진 것을 모두 포함하는 의미로 사용되었다. 아울러, 균열이 존재하는 콘크리트 공시체는 편의상 "균열 공시체"라고 약칭하여 기재하였다.

[0022] 본 발명에서는 시험을 위한 매질로서 기체를 사용하며, 기체의 농도 확산 특성을 활용하여 균열 공시체의 균열폭을 측정하게 된다. 균열 공시체가 자기치유 콘크리트로 제작된 경우에는 본 발명을 통해서 자기치유 콘크리트의 자기치유 성능도 측정하고 평가할 수 있게 된다.

[0023] 구체적으로 본 발명에서는 대기압 조건에서 균열 공시체의 내외부의 농도차를 다르게 하여, 기체의 농도차에 의한 확산현상이 균열을 통과하여 발생하도록 하였으며, 시간에 따라 변화하는 기체의 농도를 측정하여 균열을 통과하는 기체의 확산계수를 측정하였다. 측정된 기체 확산계수를 이용하여 균열폭을 추정하여 산출할 수 있으며, 시간에 따라 변화하는 균열폭을 모니터링함으로써 자기치유 성능을 평가할 수 있게 된다.

[0024] 균열 공시체는 균열이 존재하는 것으로서, 일반적으로 사용되는 지름 100mm, 높이 200mm의 원기둥 형태의 것에, 할렬인장시험 등과 같은 공지의 다양한 방법을 이용하여 균열을 인위적으로 발생시킴으로써 준비할 수 있다. 위

와 같이 준비된 균열 공시체는 후술하는 본 발명에 따른 기체 확산 시험장치(100)에 설치된다.

[0025] 도 1에는 본 발명에 따른 기체 확산 시험장치(100)의 일예에 대한 형상을 보여주는 개략적인 사시도가 도시되어 있고, 도 2에는 본 발명에 따른 기체 확산 시험장치(100)의 구성을 보여주는 개략도가 도시되어 있다.

[0026] 본 발명의 기체 확산 시험장치(100)는, 내부에 기체가 채워지게 되는 밀폐용기(10)와, 상기 밀폐용기(10) 내로 주입된 기체의 농도를 측정할 수 있는 기체농도측정기(14)를 포함하여 구성된다. 밀폐용기(10)에는 각각 기체가 내부로 주입되는 주입부(12)와, 내부의 기체를 배출하는 배출부(13)가 형성되어 있는데, 주입부(12)와 배출부(13)에는 각각 기체의 흐름을 조절하는 조절밸브(120, 130)가 구비되어 있어서, 조절밸브(120, 130)에 대한 제어에 의해 주입 및 배출되는 기체의 유량을 조절함으로써 밀폐용기(10)에 담겨진 기체의 농도를 조절할 수 있게 된다. 도 2에서 부재번호 15는 기체농도측정기(30)로부터의 신호를 전송받고, 주입부(12) 및 배출부(13)에 구비된 조절밸브의 개폐를 조절하는 등의 시험과정을 제어하는 컨트롤러(15)이며, 부재번호 16은 밀폐용기(10)에 주입될 기체를 공급하기 위한 기체공급원(16)이고, 부재번호 17은 컨트롤러(15)에 연결될 수 있는 컴퓨터(17)이다. 도면에서는 기체공급원(16)이 기체탱크로 도시되어 있지만, 기체공급원(16)은 다양한 형태로 이루어질 수 있다. 컨트롤러(15)의 제어에 의해, 시험과정에서 밀폐용기(10) 내의 기체 농도가 목표값으로 자동 조절될 수 있으며, 시간에 따라 변하는 기체 농도의 측정값이 실시간으로 전송받아 기록될 수 있다. 더 나아가, 후술하는 것처럼 자기치유 콘크리트의 자기치유 성능 평가를 위해서는 원하는 주기마다 또는 원하는 시점에서 시험이 수행되어야 하는 바, 컨트롤러(15)는 원하는 주기에 자동으로 본 발명의 기체 확산 시험장치(100)에 의한 시험이 수행되도록 제어기능을 발휘할 수 있다. 도면에서는 컨트롤러(15)와 연산기능을 발휘하는 컴퓨터(17)를 별도로 도시하였지만, 컨트롤러(15)에 컴퓨터(17)가 통합되어 컨트롤러(15) 자체에 연산기능 즉, 후술하는 기체 확산계수 산출, 균열폭 산출, 자기치유율 산출 등의 연산기능이 부여될 수도 있다.

[0027] 도 1에 예시된 것처럼 밀폐용기(10)의 상면에는, 균열 공시체(1)가 상면에 놓였을 때, 균열 공시체의 하면에서 균열이 기체에 노출되도록 하는 개구부(11)가 형성되어 있다. 밀폐용기(10)에 담겨진 기체의 농도를 측정하기 위한 기체농도센서(14)가 밀폐용기(10) 내부에 구비된다. 그리고 밀폐용기(10)의 상면에는 균열 공시체(1)가 놓였을 때, 균열 공시체(1)의 하면이 밀폐용기(10)의 상면에 밀착된 상태로 배치되도록 고정시키는 공시체 고정부재(20)가 밀폐용기(10)에 구비된다. 도면에 도시된 실시예에서는, 연직막대부재(21)의 한 쌍이 서로 마주한 상태로 밀폐용기(10)의 상면에 고정되어 있고, 연직막대부재(21)의 상단에는 수평하게 가압부(22)가 돌출 형성되어 있는 형태로 공시체 고정부재(20)가 형성되어 있다. 특히, 도면에 예시된 것처럼 연직막대부재의 가압부(22)에는, 균열 공시체(1)가 밀폐용기(10) 위에 놓였을 때 균열 공시체(1)의 상면에 밀착되도록 하면서 균열 공시체(1)의 이동을 방지하는 고정밀착판(23)이 구비될 수 있는데, 고정밀착판(23)은 가압부(22)에 나사결합한 채로 관통설치되어 회전에 의해 고정밀착판(23)이 연직하게 이동하도록 구성할 수 있다. 이러한 구성에 의하면, 균열 공시체(1)를 용이하게 밀폐용기(10)의 상면에 놓을 수 있으면서도, 고정밀착판(23)이 균열 공시체(1)의 상면을 가압하게 되어 균열 공시체(1)의 하면과 밀폐용기(10)의 상면이, 기체가 유입되지 않도록 강하게 밀착되도록 만드는 것을 매우 용이하게 수행할 수 있게 된다. 본 발명에서는 균열 공시체(1)의 하면과 밀폐용기(10)의 상면 사이에는 기체가 유입되지 않도록 할 필요가 있는 바, 이를 위하여, 균열 공시체(1)의 하면과 밀폐용기(10)의 상면 사이에 탄성재질로 이루어진 밀착판(도면에서는 도시를 생략함)을 밀폐용기(10) 상면에 배치한 상태에서, 밀착판 위에 균열 공시체(1)를 배치할 수도 있다. 물론 이 경우, 밀착판에는, 밀폐용기(10)의 개구부(11)에 대응되는 위치에 대응되는 크기의 개방구멍이 형성된다.

[0028] 도 3에는 균열 공시체(1)를 상기한 본 발명의 기체 확산 시험장치(100)에 설치한 상태를 보여주는 개략적인 사시도가 도시되어 있다. 균열 공시체(1)는 상기한 밀폐용기(10)의 상면 위에 밀착되도록 놓이고 공시체 고정부재(20)에 의해 그 배치 위치가 고정된다. 이 때, 균열 공시체(1)에 존재하는 균열(2)이 밀폐용기(10)의 개구부(11)에 위치하도록 한다. 도면에 예시된 것처럼 공시체 고정부재(20)가, 연직막대부재(21), 가압부(22) 및 고정밀착판(23)으로 구성된 경우, 균열 공시체(1)는 한 쌍의 연직막대부재(21) 사이에 위치하게 되고, 고정밀착판(23)이 균열 공시체(1)의 상면에 밀착되어서, 균열 공시체(1)의 배치 위치가 변화되지 않고 고정된다. 이에 의하여 균열 공시체(1)는, 그 상면이 대기에 완전히 노출된 상태가 되며, 그 하면은 기체가 유입되지 않은 상태로 밀폐용기(10)의 상면에 강하게 밀착되어 있되, 균열은 밀폐용기(10)의 상면에 형성된 개구부(11) 위에 위치하는 형태로 고정 배치된다.

[0029] 도 4에는 본 발명에 따라 기체 확산 시험을 수행하는 과정을 순차적으로 보여주는 개략적인 측면도가 도시되어 있다. 도 4에서 초록색으로 표시된 것은 밀폐용기(10)로 주입되는 기체를 나타낸다.

[0030] 위와 같은 형태로 균열 공시체(1)를 기체 확산 시험장치(100)에 고정 배치하는 것이 완료되면(도 4의 (a) 참

조), 밀폐용기(10) 내에 시험용 기체를 주입하여 밀폐용기(10) 내부의 기체 농도를 사전에 설정된 초기농도에 이르게 만든다. 즉, 도 4의 (b)에 도시된 것처럼 밀폐용기(10)의 배출부(13)와 주입부(12)를 개방하여 시험용 기체(예를 들어, 순도 100%의 산소)를 밀폐용기(10)에 주입하고, 밀폐용기(10) 내부에 주입된 기체의 농도가 사전에 설정된 초기농도에 이르게 되면 주입부(12)와 배출부(13)를 폐쇄한다(도 4의 (c) 참조). 밀폐용기(10) 내의 기체 농도는 밀폐용기(10) 내부에 구비된 기체농도센서(14)에 의해 측정된다.

[0031] 이와 같이, 밀폐용기(10)의 내부에 고농도의 기체가 채워진 채로, 개구부(11)를 제외하고 밀폐용기(10)가 밀폐된 상태에서, 균열 공시체(1)의 하면은 밀폐용기(10)의 상면에 밀착되어 있되 균열(2)은 밀폐용기(10)의 개구부(11)에 위치한 상태로 균열 공시체(1)가 밀폐용기(10)의 상면에 고정 배치되어 있으므로, 밀폐용기의 내부와 외부의 기체 농도 차이에 의한 확산현상 때문에, 밀폐용기(10) 내에 채워져 있던 기체는, 개구부(11)와 마주하고 있는 균열 공시체(1)의 균열(2)을 통해 외부로 이동(기체 확산)하게 되며, 그에 따라 밀폐용기(10) 내부의 기체 농도가 변화된다(도 4의 (d) 참조). 이러한 균열 공시체(1)의 고정 배치 후, 밀폐용기(10) 내부에 존재하던 기체의 농도변화 역시 기체농도센서(14)에 의해 측정된다. 즉, 밀폐용기(10)에서의 시간에 따른 기체농도 변화 이력을 취득하는 것이다.

[0032] 밀폐용기(10) 내부의 기체 농도가 사전에 설정한 하한값에 도달하게 되면 시험을 종료한다(도 4의 (e) 참조). 새로운 균열 공시체에 대해서 시험을 수행하거나, 또는 기설치된 균열 공시체에 대해 반복하여 시험을 수행할 경우에는, 도 4의 (f)에 도시된 것처럼 밀폐용기(10)의 배출부(13)를 개방시켜서 밀폐용기(10)에 채워져 있던 기체를 배기시켜서 초기화시킨 후, 위에서 설명한 과정을 반복하여 시험을 수행하게 된다.

[0033] 위의 시험을 통해서 측정하여 취득한 <균열 공시체(1)에 대한 시간에 따른 밀폐용기(10) 내부의 기체 농도 변화> 즉, <균열 공시체(1)에 대한 시간에 따른 기체농도 변화 이력>을 이용하여, 해당 균열 공시체의 <기체 확산계수 K >를 산출하게 된다. 이러한 산출작업은 컨트롤러(16)에서 이루어질 수도 있지만, 도면에 예시된 것처럼 컨트롤러(16)에 컴퓨터(17)를 연결하여 컴퓨터(17)에서 수행되도록 할 수도 있다.

[0034] 도 5에는 균열 공시체(1)에 대한 시간에 따른 기체농도 변화 이력 곡선을 보여주는 개략적인 그래프도가 도시되어 있다. 이상기체 법칙은 대기의 열역학적 상태를 나타내는 온도, 압력 및 밀도의 관계를 나타내고 있으며, 기체의 압력과 부피는 서로 반비례하고, 기체의 압력을 일정하게 유지할 때 기체의 온도를 높이면 기체의 부피가 증가하게 된다는 법칙으로서, 아래의 수학식 1과 같은 관계가 성립한다.

수학식 1

$$PV=nRT$$

[0035]

[0036] 위의 수학식 1 및 본 명세서에 서술된 수학식 전체에서 P 는 기체의 압력(단위 atm)이고, V 는 기체의 부피(단위 m^3)이며, n 는 기체의 몰수(단위 mol)이고, R 은 기체상수로서 $(8.20567 \pm 0.00034) \times 10^{-5} m^3 \cdot atm / mol \cdot K$ 이며, T 는 기체의 절대온도(단위 K)이다. 이상기체 상태 방정식은 단일 기체의 열역학적인 상태에 관한 법칙이고, 기체의 총 부피는 농도와 선형적인 관계라는 것을 고려하면 기체의 총 부피는 아래와 같은 수학식 2로 정의할 수 있다.

수학식 2

$$V=\frac{nRT}{P} \times C$$

[0037]

[0038] 위 수학식 2 및 본 명세서에 서술된 수학식 전체에서 C 는 기체가 담겨진 용기 내,외간의 기체 농도차이다. 따라서 위 수학식 2를 미분하게 되면 아래의 수학식 3이 도출된다.

수학식 3

$$\frac{\partial V}{\partial t} = \frac{nRT}{P} \cdot \frac{\partial C}{\partial t}$$

[0039]

[0040] 픽의 법칙에 의하면, 유체가 확산하는 방향으로 수직한 단위면적을 통해 단위시간에 확산하는 양은, 용질의 농도와 농도 구배에 비례하게 되며, 이는 아래의 수학식 4로 표현할 수 있다.

수학식 4

$$\frac{\partial V}{\partial t} = -K \cdot A \cdot \frac{\partial C}{\partial z}$$

[0041]

[0042] 위의 수학식 4 및 본 명세서에 서술된 수학식 전체에서, $-\frac{\partial C}{\partial z}$ 는 기체의 흐름방향으로의 농도구배이며, K 는 기체 확산계수(단위 mm^2/sec)이다. A 의 단면적을 가진 두께(균열 공시체의 연장된 길이) d 의 균열 공시체에 대해 위의 수학식들을 대입하여 정리하면 아래의 수학식 5가 도출된다.

수학식 5

$$\frac{\partial V}{\partial t} = -K \cdot A \cdot \frac{C}{d}$$

[0043]

[0044] 위의 수학식 3과 수학식 5를 연립하여 ∂t 에 대해 정리하면 아래의 수학식 6과 같다.

수학식 6

$$\partial t = -\frac{nRTd}{PKA} \cdot \frac{\partial C}{C}$$

[0045]

[0046] 다시 수학식 6의 양변을 적분하면 수학식 7과 같이 정리할 수 있다.

수학식 7

$$t + \text{const.} = -\frac{nRTd}{PKA} \cdot \ln(C)$$

[0047]

[0048] $t=0$ 일 때, $C=C_0$ 라고 하면 수학식 7의 상수항은 수학식 8로 나타낼 수 있다.

수학식 8

$$const. = -\frac{nRTd}{PKA} \cdot \ln(C_0)$$

[0049]

[0050] 수학식 8을 아래의 수학식 9에 대입하여 식을 정리하여 기체 확산계수 K 에 대해 정리하면 아래의 수학식 10과 같다.

수학식 9

$$t = \frac{nRTd}{PKA} \cdot \ln\left(\frac{C_0}{C}\right)$$

[0051]

수학식 10

$$K = \frac{nRTd}{PA} \cdot \frac{1}{t} \cdot \ln\left(\frac{C_0}{C}\right)$$

[0052]

[0053] 위의 수학식 10에서, P 는 밀폐용기에 채워지는 기체의 압력이고, V 는 밀폐용기에 채워지는 기체의 부피이며, n 는 밀폐용기에 채워지는 기체의 몰수이고, R 은 밀폐용기에 채워지는 기체의 기체상수이며, T 는 밀폐용기에 채워지는 기체의 절대온도이고, C 는 밀폐용기 내,외간의 기체 농도차이며, 시간 $t=0$ 일 때 $C=C_0$ 이고, A 는 균열 공시체의 단면적이고, d 는 균열 공시체의 연장된 길이이다.

[0054] 위와 같이, 본 발명에서는 기체 확산 시험장치(100)를 이용한 균열 공시체(1)에 대한 시험을 통해서 <시간에 따른 기체농도 변화 이력>을 측정하고, 수학식 10을 이용한 연산에 의해, 시험의 결과물로서 <균열 공시체의 "기체 확산계수 K ">를 산출하게 되는 것이다.

[0055] 본 발명에 의해 측정되어 구해진 균열 공시체의 기체 확산계수 K 를 이용하면 균열 공시체에 존재하는 균열의 폭 즉, 균열폭을 알 수 있으며, 더 나아가 균열 공시체가 자기치유 콘크리트로 제작된 경우에는, 자기치유 성능을 평가할 수 있는 자기치유율을 알 수 있게 된다.

[0056] 도 6에는 균열 공시체의 기체 확산계수 K 와 균열폭의 관계를 나타내는 개략적인 그래프도가 도시되어 있는데, 도 6에 도시된 것처럼 균열 공시체의 기체 확산계수 K 와 균열폭은 선형비례관계에 있다. 따라서 균열 공시체의 기체 확산계수 K 를 알게 되면 이를 통해서 균열폭을 추정할 수 있다.

[0057] 균열폭을 미리 알고 있는 균열 공시체를 제작하여 본 발명의 기체 확산 시험장치(100)를 이용하여 상기한 본 발명의 기체 확산 시험방법에 의해 시험을 수행하여 균열 공시체의 시간에 따른 기체농도 변화 이력을 측정하고, 이를 이용한 연산에 의해 균열 공시체의 기체 확산계수를 취득함으로써, 균열 공시체에 특정 균열폭이 존재할 때 해당 균열 공시체의 기체 확산계수를 알 수 있게 된다. 따라서 다양한 크기로 사전에 설정해둔 균열폭을 가지도록 복수개의 균열 공시체를 제작한 후, 위와 같은 본 발명의 과정에 따라 각각의 균열 공시체(균열폭을 미리 알고 있는 균열 공시체)의 기체 확산계수 K 를 취득하여, 도 6에 도시된 것과 같은 균열 공시체의 기체 확산계수 K 와 균열폭의 관계를 사전에 데이터베이스로 구축해두게 된다.

[0058] 이와 같이, 균열 공시체의 기체 확산계수 K 와 균열폭의 관계가 데이터베이스로 이미 구축되어 있는 상태에서, 균열폭을 측정하고자 하는 측정대상 균열 공시체(1)에 대해 본 발명의 기체 확산 시험장치(100)를 이용하여 상기한 본 발명의 기체 확산 시험방법에 의해 시험을 수행하고, 이를 통해서 측정된 <시간에 따른 기체농도 변화 이력>을 취득하고, 이를 이용하여 "균열 공시체의 기체 확산계수"를 산출한다. 균열 공시체의 기체 확산계수가 산출되면, 이미 구축되어 있는 "균열 공시체의 기체 확산계수 K 와 균열폭의 관계에 대한 데이터베이스" 즉, 도 6에 도시된 관계를 보여주는 사전 구축 데이터베이스를 이용하여 측정대상 균열 공시체(1)의 균열폭을 구하게 된다.

[0059] 본 발명에서는, 시간에 따른 기체농도 변화 이력의 측정값에 기초하여 구해진 "균열 공시체의 기체 확산계수 K "를 이용하여 균열 공시체(1)의 균열폭을 구할 수 있을 뿐만 아니라, 앞서 언급한 것처럼 자기치유 콘크리트의 자기치유율을 연산 측정할 수도 있다.

[0060] 도 7에는 자기치유 콘크리트를 사용하여 제작된 균열 공시체의 기체 확산계수 K 와, 균열 공시체의 양생기간의 관계를 보여주는 개략적인 그래프도가 도시되어 있다. 자기치유 콘크리트로 제작된 균열 공시체의 경우, 자기치유 성능 발휘로 인하여 양생시간 즉, 균열 발생 후의 경과시간이 증가할수록 균열을 통한 기체 확산이 줄어들게 된다. 즉, 시간이 지날수록 기체 확산계수가 줄어드는 것이다. 따라서 자기치유 콘크리트의 자기치유율 I 는 아래의 수학적 식 11을 이용하여 산출될 수 있다. 수학적 식 11에서 K_{t_0} 는 시간 t_0 에서 측정되어 산출된 균열 공시체의 기체 확산계수이며, K_{t_1} 는 시간 t_1 에서 측정되어 산출된 균열 공시체의 기체 확산계수이다(도 7 참조).

수학적 식 11

$$I = \frac{K_{t_0} - K_{t_1}}{K_{t_0}}$$

[0061] 앞서 설명한 것처럼, 본 발명의 기체 확산 시험장치(100)에서는 밀폐용기(10)의 배출부(13) 개방을 통해 기체를 배기시켜서 초기화시킨 후, 균열 공시체에서의 기체 확산을 통한 "기체 확산계수 산출 과정"을 또다시 반복하여 수행할 수 있다. 즉, 균열 공시체(1)가 밀폐용기(10)에 배치 고정된 상태에서, 밀폐용기(10)에 기체 주입 후 밀폐시켜서 균열 공시체(1)의 균열을 통한 기체 흐름에 의해 기체 확산이 이루어지게 하고 밀폐용기(10)에서의 시간에 따른 기체농도 변화 이력을 취득하여, 균열 공시체의 기체 확산계수를 산출한 후, 밀폐용기(10)에 존재 하던 기체를 모두 배출시켜 초기 상태로 만들고 해당 균열 공시체(1)에 대해 기체 확산이 일어나게 하는 일련의 과정을, 사전에 정해진 시간 간격마다 반복 수행할 수 있는 것이다.

[0063] 이와 같은 균열 공시체에서의 기체 확산을 통한 "기체 확산계수 산출 과정"을 사전에 정해놓은 시간 동안 그리고 원하는 시간 간격으로 반복 수행함으로써, 해당 시간 간격마다 균열 공시체의 기체 확산계수를 각각 측정하여 산출함으로써, 도 7에 예시된 것과 같이 균열 공시체(1)의 시간에 따른 기체 확산계수 변화 데이터를 취득한다.

[0064] 취득된 데이터를 통해서 균열 공시체(1)의 시간에 따른 기체 확산계수 변화 관계를 파악할 수 있게 되는데, 특히 균열 공시체(1)의 시간에 따른 기체 확산계수 변화 데이터를 이용하여 수학적 식 11에 의해 자기치유율 I 을 산출한다. 즉, 균열 공시체(1)의 제작에 사용된 자기치유 콘크리트의 자기치유 성능을 평가할 수 있는 지표인 자기치유율 I 을 수학적 식 11에 의해 산출하는 것이다.

[0065] 위에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에서는, 기체 확산 시험장치(100)를 이용한 기체 확산 시험을 수행하여 그 측정 결과물로서 <시간에 따른 기체농도 변화 이력>을 취득하고, 이를 이용하여 균열 공시체의 기체 확산계수 K 를 산출하여, 구축되어 있는 "균열 공시체의 기체 확산계수와 균열폭의 관계에 대한 데이터베이스"를 이용하여 측정대상 균열 공시체(1)의 균열폭을 구할 수 있으며, 더 나아가 균열 공시체가 자기치유 콘크리트로 제작된 경우에는, 해당 균열 공시체에 대해 기체 확산 시험 및 이를 통한 기체 확산계수 K 를 구하는 것을 반복하여, 균

열 공시체(1)의 시간에 따른 기체 확산계수 변화 데이터를 취득하고, 이를 이용하여 자기치유 콘크리트의 자기치유 성능을 평가할 수 있는 지표인 자기치유율 I 를 구할 수도 있다.

[0066] 이러한 본 발명에서는, 종래 기술과 달리, 시험 매질로서 기체를 사용하기 때문에 균열 내부에서 화학생성물 용출되는 현상 및 이로 인한 화학생성물 손실에 따른 결과값의 부정확성 문제가 발생하지 않는다. 또한 본 발명에서는 유체 점성으로 인한 수두 손실 발생에 따른 시험조건 변화 및 오차 발생도 방지할 수 있으며, 균열 공시체의 함수(含水)조건에 상관없이 시험할 수 있으므로, 균열 공시체의 함수상태 조절을 위한 필수적인 전처리를 수행해야만 하는 불편함을 해소할 수 있게 된다.

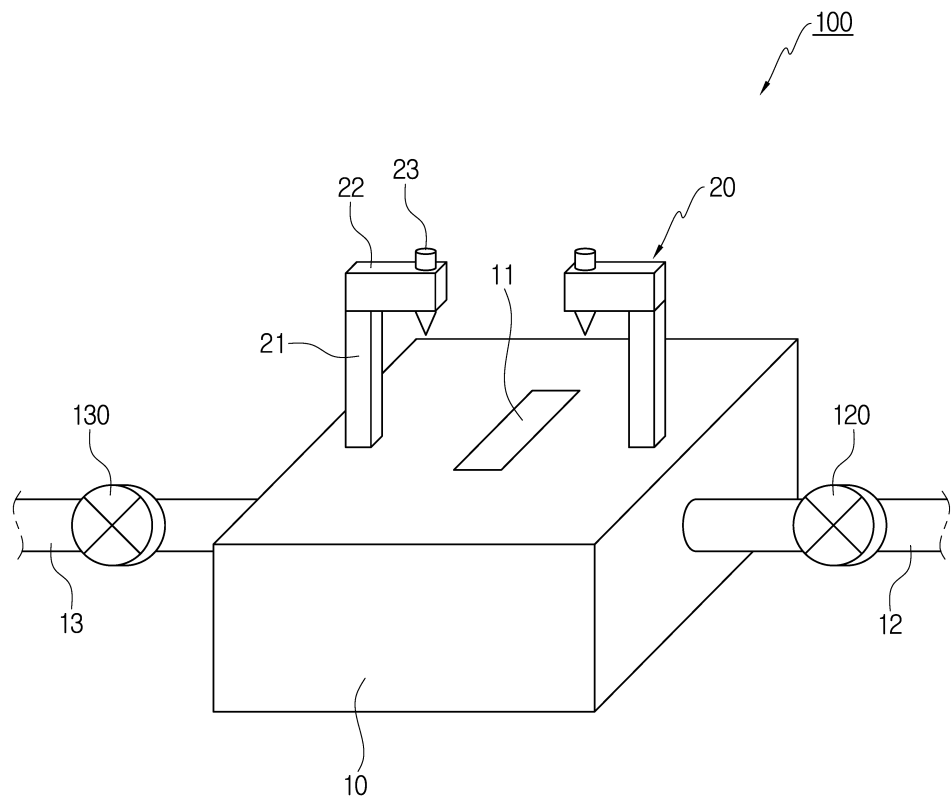
[0067] 더 나아가, 본 발명에서는 대기압 조건에서 기체의 농도차를 이용하여 시험을 수행하기 때문에, 압력유지 장치와 같은 설비나 매우 높은 압력을 견디는 고(高)기밀용기가 필요하지 않게 되어, 그만큼 설비 비용을 절감할 수 있게 되어 경제적으로 그리고 간편하게 시험을 수행할 수 있게 되는 장점도 발휘된다.

부호의 설명

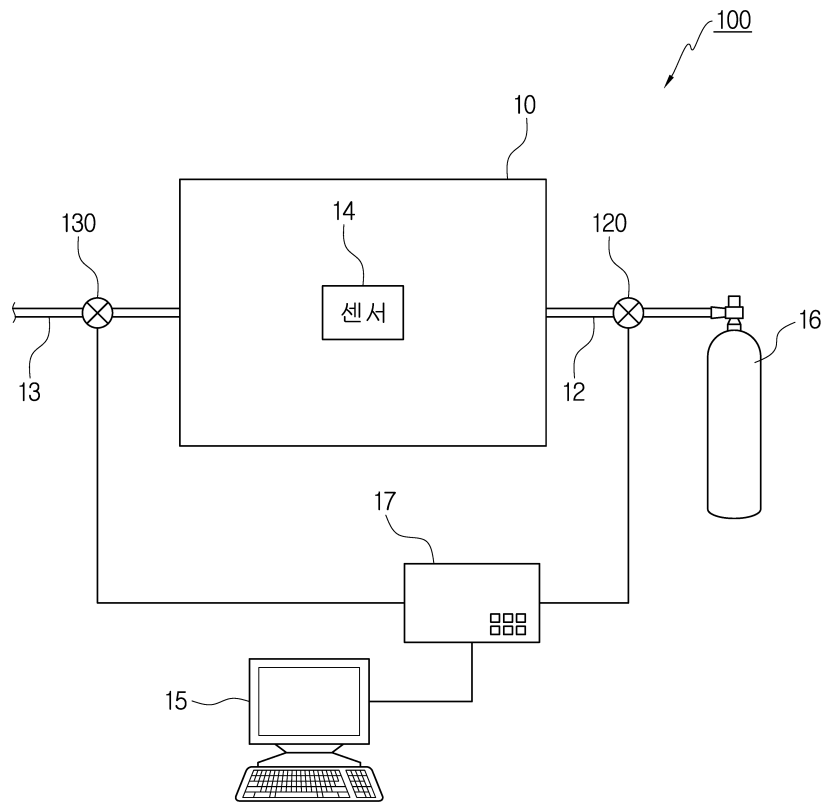
- [0068]
- 1: 균열 공시체
 - 2: 균열
 - 10: 밀폐용기
 - 11: 개구부
 - 12: 주입부
 - 13: 배출부
 - 14: 기체농도센서
 - 15: 컨트롤러
 - 16: 기체공급원
 - 17: 컴퓨터
 - 20: 공시체 고정부재
 - 21: 연직막대부재
 - 22: 가압부
 - 23: 고정밀착핀
 - 100: 기체 확산 시험장치

도면

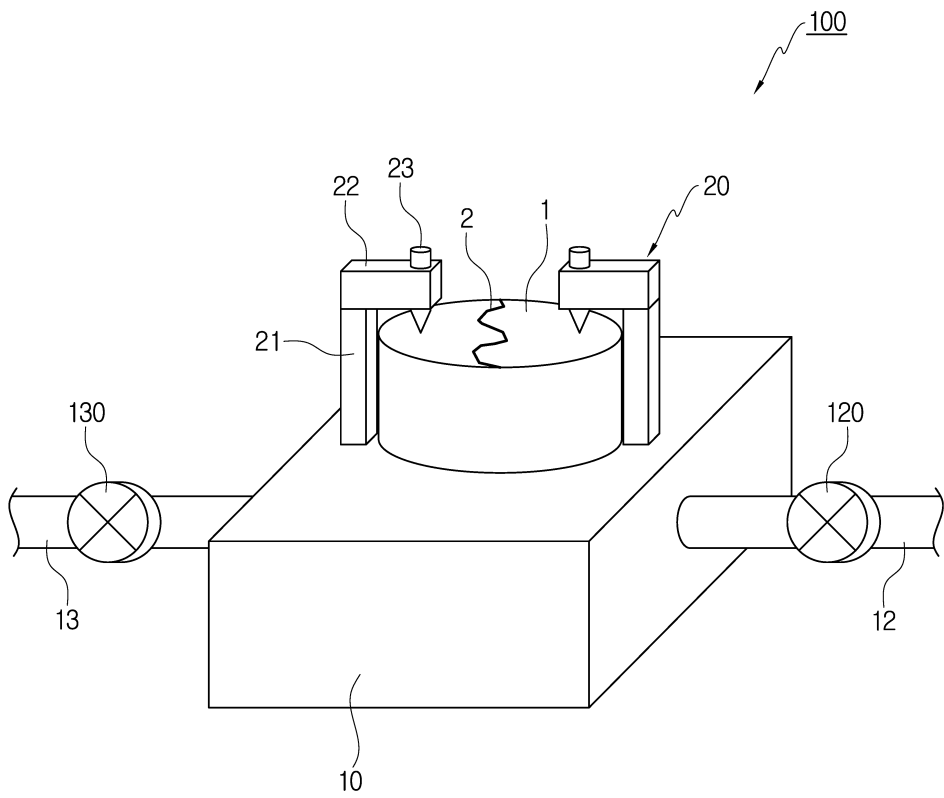
도면1



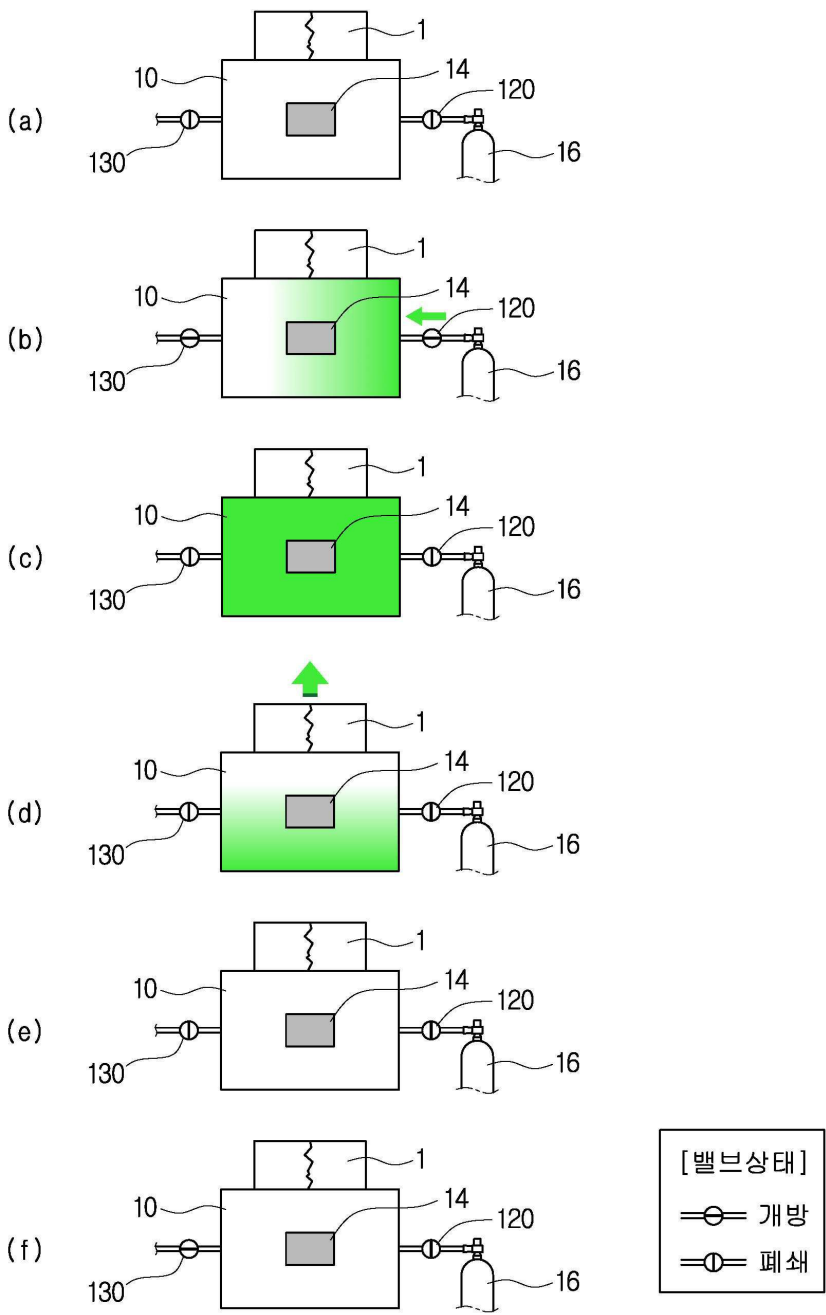
도면2



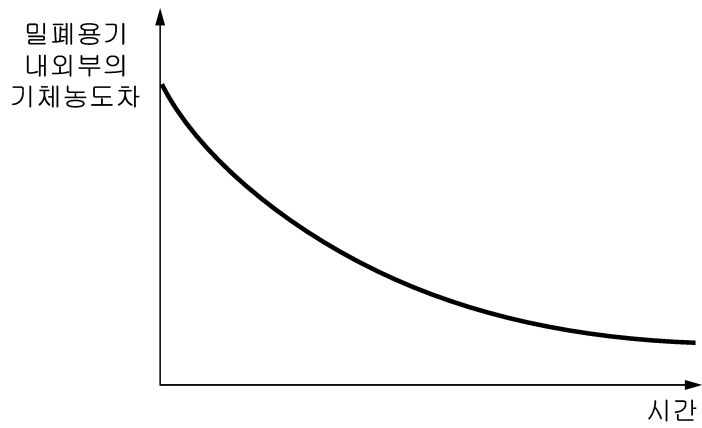
도면3



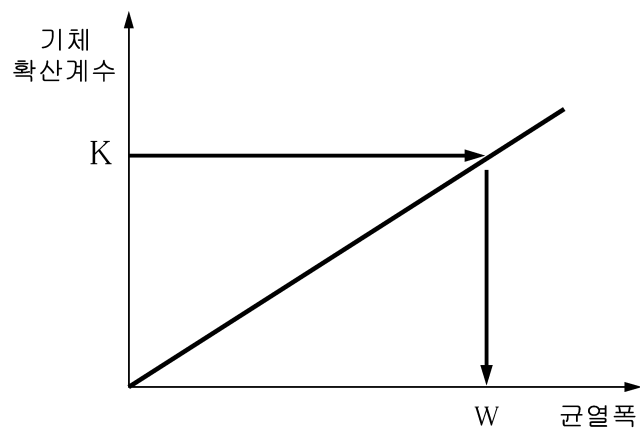
도면4



도면5



도면6



도면7

