



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0091602
(43) 공개일자 2024년06월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 33/38 (2020.01)

(52) CPC특허분류
G01N 33/383 (2024.05)

(21) 출원번호 10-2022-0174690

(22) 출원일자 2022년12월14일

심사청구일자 2022년12월14일

(71) 출원인

서울대학교산학협력단

서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)

(72) 발명자

문주혁

서울특별시 서초구 서초대로64길 83 월드메르디앙
아파트 102동 1102호

이지훈

서울특별시 관악구 관악로 1 서울대학교 35동 90
2동 111호

(74) 대리인

특허법인이오

전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 물시멘트비 측정 장비 및 이를 이용한 물시멘트비 측정 방법

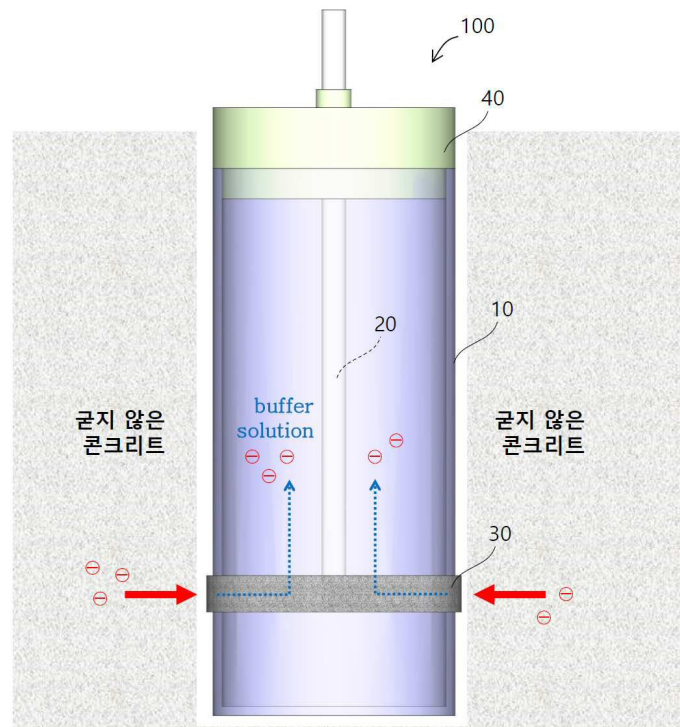
(57) 요약

본 발명은 굳지 않은 콘크리트 내부의 이온 중 특정 이온에 대하여 표적 이온을 선정하였을 때,

외부케이싱(10); 상기 외부케이싱(10) 내부에 설치되는 이온농도 측정센서(20);를 포함하여 구성되되, 상기 이온
농도 측정센서(20)가 상기 표적 이온의 양을 측정하여 물시멘트비를 측정하는 것을 특징으로 하고,

(뒷면에 계속)

대표도 - 도5



상기 외부케이싱(10)의 외주면에 다수개의 홀(11)이 형성되고, 상기 홀(11)에는 필터(30)가 설치되어, 상기 필터(30)를 상기 표적 이온은 통과하고 그 밖에 다른 이온은 필터링되는 것을 특징으로 하는 물시멘트비 측정 장비(100)를 제공한다.

더불어 상기 물시멘트비 측정 장비(100)를 이용한 것으로,

- (1) 굳지 않은 콘크리트가 담긴 용기(200)와 상기 물시멘트비 측정 장비(100)를 준비하는 준비단계;
- (2) 상기 용기(200) 내부의 상기 굳지 않은 콘크리트에 잠기도록 상기 물시멘트비 측정 장비(100)를 침강시키는 측정장비설치단계;
- (3) 상기 굳지 않은 콘크리트 내부의 이온 중 상기 표적 이온이 상기 외부케이싱(10) 내부로 유입되는 필터링단계;
- (4) 상기 이온농도 측정센서(20)가 상기 표적 이온의 양을 측정하는 이온측정단계;
- (5) 표적 이온의 양에 따른 물시멘트비를 측정하여 미리 구축한 데이터 베이스와 상기 측정된 표적 이온의 양을 대응시켜 현재 물시멘트비를 추정하는 물시멘트비 산정단계;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 물시멘트비 측정 장비를 이용한 물시멘트비 측정 방법을 제공한다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711167823
과제번호	2021R1A2C4001944
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	멀티스케일 기반 기능성 나노소재의 시멘트 복합체 내부 분산성 평가 기법 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	서울대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

굳지 않은 콘크리트 내부의 이온 중 특정 이온에 대하여 표적 이온을 선정하였을 때,

외부케이싱(10);

상기 외부케이싱(10) 내부에 설치되는 이온농도 측정센서(20);

를 포함하여 구성되되,

상기 이온농도 측정센서(20)가 상기 표적 이온의 양을 측정하여 물시멘트비를 측정하는 것을 특징으로 하는 물시멘트비 측정 장비(100).

청구항 2

제1항에서,

상기 외부케이싱(10)의 외주면에 다수개의 홀(11)이 형성되고,

상기 홀(11)에는 필터(30)가 설치되어,

상기 필터(30)를 상기 표적 이온은 통과하고 그 밖에 다른 이온은 필터링되는 것을 특징으로 하는 물시멘트비 측정 장비(100).

청구항 3

제2항의 물시멘트비 측정 장비(100)를 이용한 것으로,

(1) 굳지 않은 콘크리트가 담긴 용기(200)와 상기 물시멘트비 측정 장비(100)를 준비하는 준비단계;

(2) 상기 용기(200) 내부의 상기 굳지 않은 콘크리트에 잠기도록 상기 물시멘트비 측정 장비(100)를 침강시키는 측정장비설치단계;

(3) 상기 굳지 않은 콘크리트 내부의 이온 중 상기 표적 이온이 상기 외부케이싱(10) 내부로 유입되는 필터링단계;

(4) 상기 이온농도 측정센서(20)가 상기 표적 이온의 양을 측정하는 이온측정단계;

(5) 표적 이온의 양에 따른 물시멘트비를 측정하여 미리 구축한 데이터 베이스와 상기 측정된 표적 이온의 양을 대응시켜 현재 물시멘트비를 추정하는 물시멘트비 산정단계;

를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 물시멘트비 측정 장비를 이용한 물시멘트비 측정 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 콘크리트의 역학적 성능 및 시공성을 예측하고 측정하기 위한 척도로 물시멘트비를 선정하고 소위 슬러지 상태의 굳지 않은 콘크리트의 특정 이온의 양을 측정하여 초기 상태에서의 정확한 물시멘트비를 예측하고 역추적할 수 있는 물시멘트비 측정 장비 및 이를 이용한 물시멘트비 측정 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0001]

- [0002] 콘크리트의 물시멘트비(water cement ratio)는 콘크리트 배합에 사용되는 시멘트의 중량에 대한 물의 중량 비율로써, 소위 W/C 라고 한다.
- [0003] 콘크리트나 모르타르를 만들 경우 물시멘트비에 의해 시공하기 전의 유동성이 정해지고 시공 후의 강도를 결정짓는다.
- [0004] 따라서 물시멘트비는 콘크리트의 강도와 내구성 및 수밀성 등에 영향을 미치는 가장 중요한 요소이며, 특히 콘크리트 압축강도는 물시멘트비와 반비례 관계가 성립한다.
- [0005] 콘크리트의 물시멘트비(water cement ratio)는 압축강도와 같은 역학적 성능뿐만 아니라 시공성 및 내구성을 결정하는 중요한 요인이다. 일반적으로 물시멘트비가 증가하면 작업성이 좋아지는 장점이 있지만 이로 인해서 압축강도가 감소하고 내구성이 저하되는 단점을 가지고 있다.
- [0006] 정확히 물시멘트비(water cement ratio)는 아니더라도 현재 포함된 수량을 측정하기 위해 종래 기술로 사용되고 있는 마이크로법의 경우,
- [0007] 콘크리트를 투과하는 마이크로파가 물 분자에 의해 진폭감쇠, 주파수 변동 및 시간차가 발생하는 원리를 통해서 콘크리트 내부에 존재하는 물의 양을 측정하는 것이다.
- [0008] 이 같은 마이크로법은 측정하는 시료의 규모에 따른 오차가 존재하며 단위 수량만을 측정할 수 있다는 단점을 가지고 있다.
- [0009] 콘크리트의 역학적 성능 및 내구성을 결정하는 것은 단위수량이 아닌 물시멘트비이다.
- [0010] 단위수량이 높다고 하더라도 시멘트의 양이 많으면 역학적 성능 저하가 발생하지 않는다.
- [0011] 이와 같이 종래의 단위수량 측정 기술은 물시멘트 비의 측정이 불가능하다는 문제점을 가지고 있으며 근본적인 역학적 성능의 저하 및 내구성 감소를 예측하는데 한계가 있다.
- [0012] 이에 본 발명자는 상술한 종래의 문제점을 해결하기 위하여 콘크리트의 역학적 성능 및 시공성을 예측하고 측정하기 위한 척도로 물시멘트비를 선정하고 소위 슬러지 상태의 굳지 않은 콘크리트의 특정 이온의 양을 측정하여 초기 상태에서의 정확한 물시멘트비를 예측하고 역추적할 수 있는 물시멘트비 측정 장비 및 이를 이용한 물시멘트비 측정 방법을 개발하기에 이르렀다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0013] (특허문헌 0001) [문헌 1] 대한민국 공개특허 제10-2015-0006601호 '표면수 보정 및 물-시멘트비 보정값 반영을 위해 배치플랜트, 시공현장 모바일 단말기 및 품질관리실 서버를 네트워크화한 통합관리시스템', 2015년 01월 19일
- (특허문헌 0002) [문헌 2] 대한민국 등록특허 제10-0894084호 '콘크리트 조성 판별방법', 2009년 04월 13일

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 본 발명은 상기한 바와 같은 종래의 제반 문제점을 해소하기 위해서 제시되는 것이다. 그 목적은 콘크리트의 역학적 성능 및 시공성을 예측하고 측정하기 위한 척도로 물시멘트비를 선정하고 소위 슬러지 상태의 굳지 않은 콘크리트의 특정 이온의 양을 측정하여 현재 상태에서의 정확한 물시멘트비를 예측할 수 있는 물시멘트비 측정 장비 및 이를 이용한 물시멘트비 측정 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0015] 상기한 기술적 과제를 해결하기 위해 본 발명은 굳지 않은 콘크리트 내부의 이온 중 특정 이온에 대하여 표적 이온을 선정하였을 때,
- [0016] 외부케이싱(10); 상기 외부케이싱(10) 내부에 설치되는 이온농도 측정센서(20);를 포함하여 구성되되, 상기 이

온농도 측정센서(20)가 상기 표적 이온의 양을 측정하여 물시멘트비를 측정하는 것을 특징으로 하고,

- [0017] 상기 외부케이싱(10)의 외주면에 다수개의 홀(11)이 형성되고, 상기 홀(11)에는 필터(30)가 설치되어, 상기 필터(30)를 상기 표적 이온은 통과하고 그 밖에 다른 이온은 필터링되는 것을 특징으로 하는 물시멘트비 측정 장비(100)를 제공한다.
- [0018] 더불어 상기 물시멘트비 측정 장비(100)를 이용한 것으로,
- [0019] (1) 굳지 않은 콘크리트가 담긴 용기(200)와 상기 물시멘트비 측정 장비(100)를 준비하는 준비단계;
- [0020] (2) 상기 용기(200) 내부의 상기 굳지 않은 콘크리트에 잠기도록 상기 물시멘트비 측정 장비(100)를 침장시키는 측정장비설치단계;
- [0021] (3) 상기 굳지 않은 콘크리트 내부의 이온 중 상기 표적 이온이 상기 외부케이싱(10) 내부로 유입되는 필터링단계;
- [0022] (4) 상기 이온농도 측정센서(20)가 상기 표적 이온의 양을 측정하는 이온측정단계;
- [0023] (5) 표적 이온의 양에 따른 물시멘트비를 측정하여 미리 구축한 데이터 베이스와 상기 측정된 표적 이온의 양을 대응시켜 현재 물시멘트비를 추정하는 물시멘트비 산정단계;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 물시멘트비 측정 장비를 이용한 물시멘트비 측정 방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명에 따르면 콘크리트의 역학적 성능 및 시공성을 예측하고 측정하기 위한 척도로 물시멘트비를 선정하고 소위 슬러지 상태의 굳지 않은 콘크리트의 특정 이온의 양을 측정하여 현재 상태에서의 정확한 물시멘트비를 예측할 수 있는 물시멘트비 측정 장비 및 이를 이용한 물시멘트비 측정 방법을 제공한다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 물시멘트비 측정 장비의 결합사시도이다.
- 도 2는 본 발명의 물시멘트비 측정 장비의 분해사시도이다.
- 도 3은 본 발명에서 외부케이싱의 상세도이다.
- 도 4는 본 발명의 물시멘트비 측정 장비를 이용한 물시멘트비 측정 방법을 도시한 것이다.
- 도 5는 본 발명에서 표적 이온의 이동경로를 개념적으로 도시한 것이다.
- 도 6은 본 발명에서 필터에서 발생하는 이온 교환의 모식도이다.
- 도 7은 본 발명에서 표적 이온의 양에 따른 물시멘트비를 측정하여 미리 구축한 데이터 베이스를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하 첨부한 도면과 함께 상기와 같은 본 발명의 개념이 바람직하게 구현된 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다.
- [0027] 도 1은 본 발명의 물시멘트비 측정 장비의 결합사시도이고,
- [0028] 도 2는 본 발명의 물시멘트비 측정 장비의 분해사시도이며,
- [0029] 도 3은 본 발명에서 외부케이싱의 상세도이다.
- [0030] 본 발명의 물시멘트비 측정 장비(100)는,
- [0031] 굳지 않은 콘크리트 내부의 이온 중 특정 이온에 대하여 표적 이온을 선정하였을 때,
- [0032] 외부케이싱(10);
- [0033] 상기 외부케이싱(10) 내부에 설치되는 이온농도 측정센서(20);

- [0034] 를 포함하여 구성되되,
- [0035] 상기 이온농도 측정센서(20)가 상기 표적 이온의 양을 측정하여 물시멘트비를 측정하는 것을 특징으로 한다.
- [0036] 그리고 상기 외부케이싱(10)의 외주면에 다수개의 홀(11)이 형성되고,
- [0037] 상기 홀(11)에는 필터(30)가 설치되어,
- [0038] 상기 필터(30)를 상기 표적 이온은 통과하고 그 밖에 다른 이온은 필터링되는 것을 특징으로 한다.
- [0039] 도 1등에 도시된 바와 같이,
- [0040] 본 발명의 물시멘트비 측정 장비(100)는 휴대가 간편한 키트 형식으로 모든 부재가 현장에서 조립되어 사용될 수 있다.
- [0041] 상기 외부케이싱(10)은 내부에 증류수 등의 버퍼용액(buffer solution)이 채워지며,
- [0042] 상부의 개구부에 뚜껑 기능을 하면서 이온농도 측정센서(20)의 상단이 돌출되는 캡(40)이 설치된다.
- [0043] 상기 버퍼용액(buffer solution)은 본 발명에서 이온농도 측정센서(20)가 표적 이온의 양을 정확하고 신속하게 측정하기 위한 수단으로 이용한다.
- [0044] 상기 외부케이싱(10)과 상기 캡(40)은 투명, 반투명 또는 불투명의 폴리염화비닐(PVC, polyvinyl chloride) 소재를 이용하는 것이 중량과 내구성 그리고 내식성 등을 고려할 때 바람직하다.
- [0045] 상기 표적 이온이 되는 굳지 않은 콘크리트 내부의 이온 중 특정 이온은 주로 음이온을 선정한다.
- [0046] 본 발명자는 특정 음이온의 양을 측정하면 소위 슬러지 상태인 굳지 않은 콘크리트의 물시멘트비를 산출할 수 있는 방법을 고안했으며, 도 7과 같이 이에 따른 데이터 베이스를 구축하였다
- [0047]
- [0048] 상기 필터(30)는 소위 '음이온 교환막'(陰-交換體, anionexchange membrane, electropositive membrane)으로써,
- [0049] 음이온 교환체에 의해 만들어지며, 음이온 교환막에서는 고분자 양이온이 고정 이온으로 존재하기 때문에 양성 막이라고도 한다. 따라서 음이온에 대하여 선택 투과성을 나타내고 양이온은 그다지 통과하지 않는다.
- [0050] 주로 음이온 교환 수지의 미립(微粒)을 염화비닐 분말 및 가소제로 막상(膜狀)으로 성형하거나 보통의 음이온 교환 수지의 제조와 같은 방법으로 막상으로 합성한다.
- [0051] 양이온 교환막과 병용하여 전기 투석(透析)에 의한 해수(海水)의 탈염, 농축 등에 사용한다.
- [0052] 상기 필터(30)는 굳지 않은 콘크리트 내부의 공극수와 상기 버퍼용액(buffer solution) 사이에서 특정 이온의 교환을 가능하도록 하여, 굳지 않은 콘크리트의 화학반응이 진행됨에 따라 상기 버퍼용액(buffer solution) 내부의 표적 이온 농도가 변화하게 된다.
- [0053] 상기 이온농도 측정센서(20)는 상기 버퍼용액(buffer solution) 내부의 표적 이온 농도의 변화를 측정하므로,
- [0054] 이를 통하여 콘크리트 공극수의 수화반응에 따른 이온농도 변화를 측정한다.
- [0055] 도 4는 본 발명의 물시멘트비 측정 장비를 이용한 물시멘트비 측정 방법을 도시한 것이고,
- [0056] 도 5는 본 발명에서 표적 이온의 이동경로를 개념적으로 도시한 것이다.
- [0057] 그리고 도 7은 본 발명에서 표적 이온의 양에 따른 물시멘트비를 측정하여 미리 구축한 데이터 베이스를 도시한 것이다.
- [0058] 본 발명의 물시멘트비 측정 장비를 이용한 물시멘트비 측정 방법은,
- [0059] 상기 물시멘트비 측정 장비(100)를 이용한 것으로,
- [0060] (1) 굳지 않은 콘크리트가 담긴 용기(200)와 상기 물시멘트비 측정 장비(100)를 준비하는 준비단계;
- [0061] (2) 상기 용기(200) 내부의 상기 굳지 않은 콘크리트에 잠기도록 상기 물시멘트비 측정 장비(100)를 침강시키는 측정장비설치단계;

- [0062] (3) 상기 굳지 않은 콘크리트 내부의 이온 중 상기 표적 이온이 상기 외부케이싱(10) 내부로 유입되는 필터링단계;
- [0063] (4) 상기 이온농도 측정센서(20)가 상기 표적 이온의 양을 측정하는 이온측정단계;
- [0064] (5) 표적 이온의 양에 따른 물시멘트비를 측정하여 미리 구축한 데이터 베이스와 상기 측정된 표적 이온의 양을 대응시켜 현재 물시멘트비를 추정하는 물시멘트비 산정단계;
- [0065] 를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0066] 도 4 및 5에 도시된 바와 같이,
- [0067] 본 발명은 굳지 않은 콘크리트 내부의 이온 중 특정 이온인 특정의 음이온을 표적 이온으로 선정하고 그 양을 측정하기 위한 것으로,
- [0068] 굳지 않은 콘크리트 내부에 존재하는 대다수의 이온은 상기 필터(30)에 의해 통과되지 않고 상기 표적 이온만 상기 외부케이싱(10) 내부로 유입되어 상기 버퍼용액(buffer solution)과 혼합된다.
- [0069] 이어서 상기 이온농도 측정센서(20)가 상기 버퍼용액(buffer solution)과 혼합된 상기 표적 이온의 양을 측정하게 된다.
- [0070] 콘크리트는 물시멘트비가 높아질수록 특정 방향으로 변화하는 특징을 가지고 있으며, 시간에 따라서도 특정한 방향으로의 변화를 가지고, 미세한 수화반응의 진행에도 특정 이온농도가 급격하게 바뀔 수 있다.
- [0071] 그러나 콘크리트 경화 과정에서 직접적으로 공극수를 추출하는 것은 거의 불가능하다.
- [0072] 이에 본 발명은 음이온 교환막이 포함되어 있는 특정 장치를 개발하고, 이를 통과한 특정 이온의 농도 변화를 추적하여 굳지 않은 콘크리트의 단위수량이 아닌 물-시멘트 비 측정을 통해서 역학적 성능 및 내구성을 예측하는 방법을 제공하는 것이다.
- [0073] 상기 이온농도 측정센서(20)가 굳지 않은 콘크리트와 직접 접촉하면 콘크리트 경화로 인하여 오차가 발생하고 센서 자체의 고장을 유발하므로,
- [0074] 외부케이싱(10)을 통하여 굳지 않은 콘크리트와 분리된다.
- [0075] 도 6은 본 발명에서 필터에서 발생하는 이온 교환의 모식도이다.
- [0076] 콘크리트는 복잡한 수화과정을 거치며, 내부의 공극에는 이온수(pore solution, 공극수)가 존재하게 된다.
- [0077] 이 공극수는 매우 복잡한 이온 변화를 가지며, 이러한 변화는 시간 의존적임과 동시에 초기에 주어진 다양한 콘크리트의 배합비율과도 관계된다. 이러한 공극수는 많은 정보를 가지고 있지만 이를 직접 측정하는 것은 불가능하다.
- [0078] 따라서 본 발명에서는 PVC 관을 통해 콘크리트와 이온 농도 측정 센서가 직접적으로 접촉하는 것을 막고 음이온 교환막을 설치하여 공극 용액(공극수)에 존재하는 특정 이온을 주로 관 사이를 통과하게 설계하였다.
- [0079] 이 때 단순화된 이온농도의 변화는 음이온 교환막을 통한 음이온 교환막의 면적과 두께, 막 양 옆 용액의 농도 차이 및 용액의 대류 속도에 영향을 받으며 그 모식도는 도 6과 같다.
- [0080] 단, 여기서 N 은 확산 속도, D 는 확산 계수, A 는 이온 교환막의 단면적, C 는 특정 이온의 농도 및 X_{mem} 은 음이온 교환막의 두께를 의미한다.
- [0081] D 와 A 그리고 X_{mem} 가 일정할 때 특정 이온의 확산 속도는 콘크리트와 미리 설계된 버퍼용액(buffer solution)의 이온 농도에 영향을 받는다.
- [0082] 도 7은 본 발명에서 표적 이온의 양에 따른 물시멘트비를 측정하여 미리 구축한 데이터 베이스를 도시한 것이다.
- [0083] 실제로 물시멘트 비에 따른 음이온 교환막을 통과한 특정 이온의 변화 양상이 관측되었으며 물시멘트비가 높을수록 이온농도가 빠르게 하강하는 추이를 보였다.
- [0084] 본 발명은 상기에서 언급한 바와 같이 바람직한 실시예와 관련하여 설명되었으나, 본 발명의 요지를 벗어남이 없는 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능하며, 다양한 분야에서 사용 가능하다.

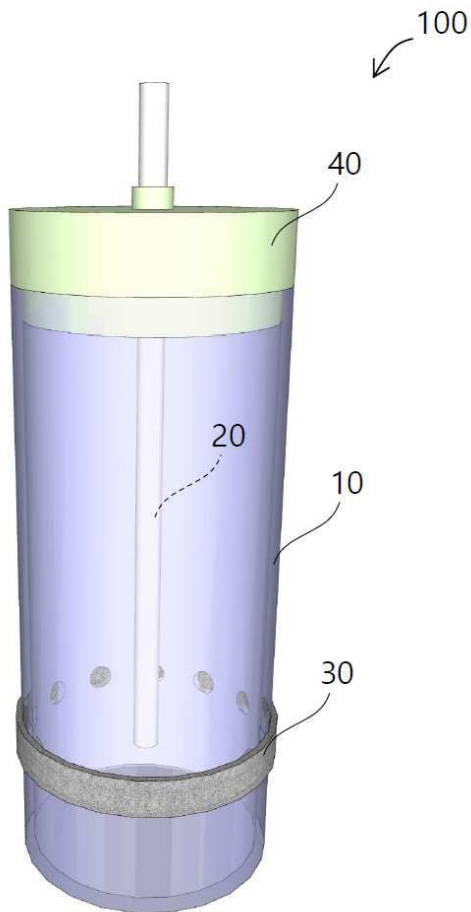
[0085] 따라서 본 발명의 청구범위는 이진 발명의 진정한 범위 내에 속하는 수정 및 변형을 포함한다.

부호의 설명

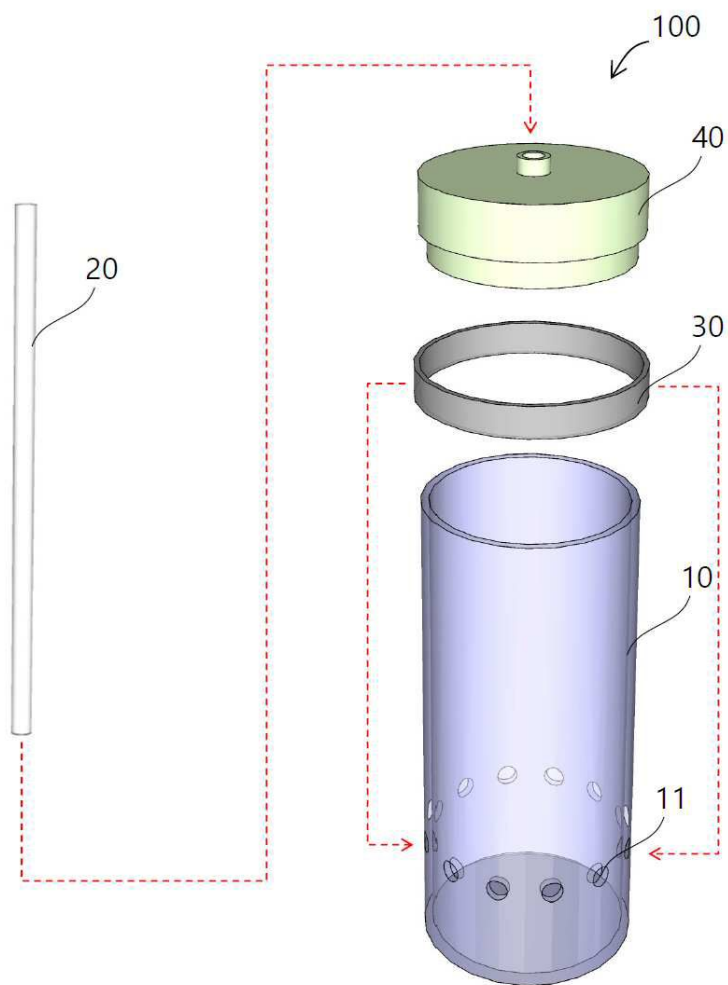
[0086] 10: 외부케이싱
11: 홀
20: 이온농도 측정센서
30: 필터
40: 캡
100: 물시멘트비 측정 장비
200: 용기

도면

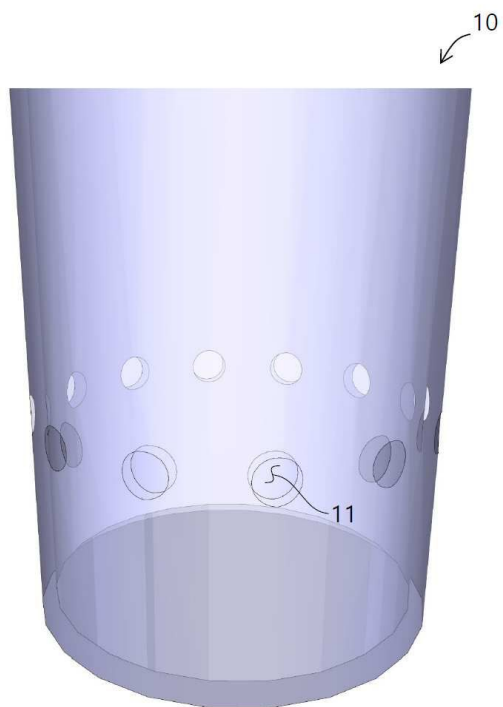
도면1



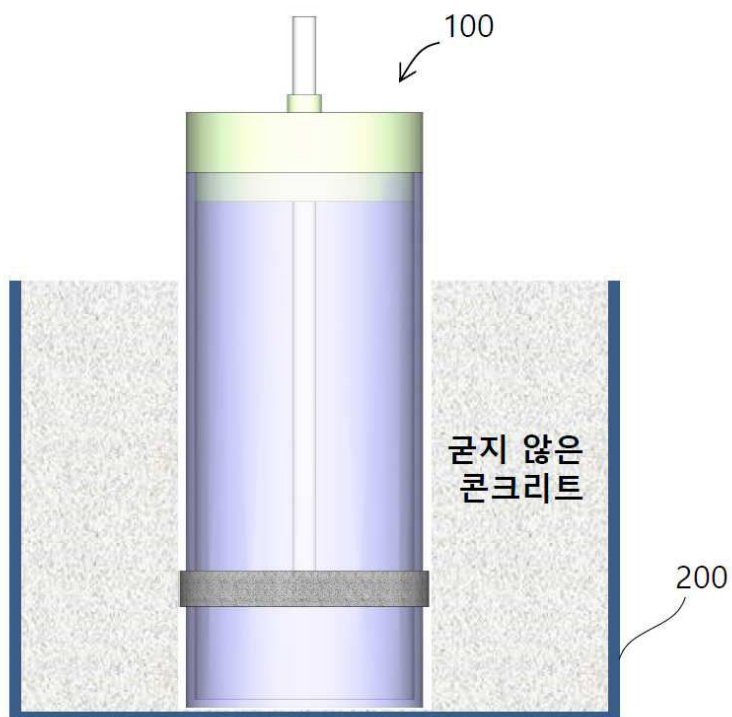
도면2



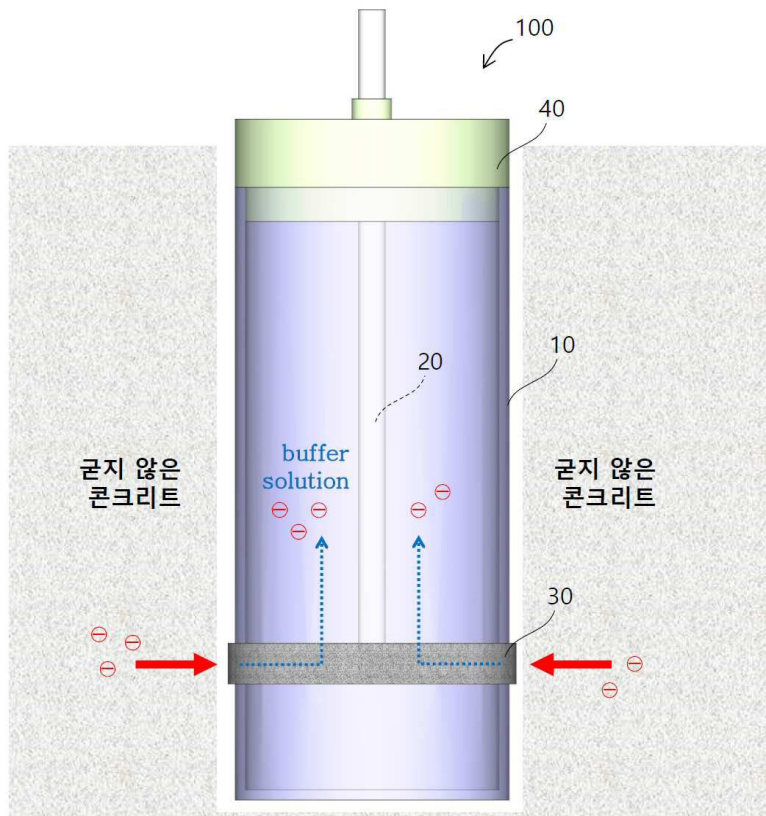
도면3



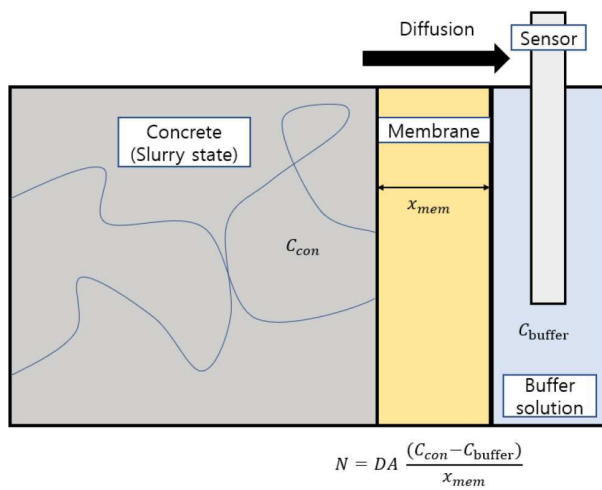
도면4



도면5



도면6



도면7

