



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0133804
(43) 공개일자 2024년09월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 3/08 (2006.01) G01N 3/04 (2006.01)
G01N 33/38 (2020.01)
(52) CPC특허분류
G01N 3/08 (2013.01)
G01N 3/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0025550
(22) 출원일자 2023년02월27일
심사청구일자 2023년02월27일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
신현오
대전광역시 유성구 노은서로 250번길 35
최진수
충청북도 청주시 서원구 서현로62
이재환
대전광역시 동서대로 1778번길 122
(74) 대리인
특허법인 태웅

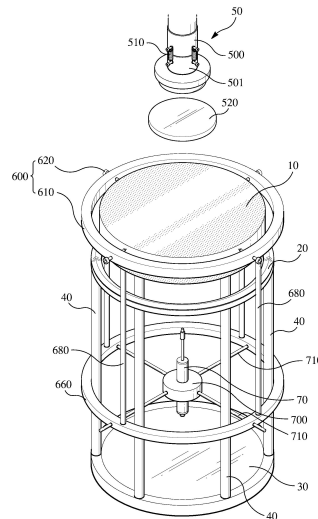
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 콘크리트의 이방향 휨 시험장치

(57) 요약

본 발명은 원형 콘크리트 시험체를 대상으로 하는 콘크리트의 이방향 휨 시험장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 원형의 패널 형태를 가지는 콘크리트 시험체; 상기 시험체의 저면 테두리 부위가 접하도록 설치되어 링(ring)형의 지지점을 형성하는 지지판; 상기 지지판의 하부에 연직방향으로 결합되는 복수의 지지대에 의해 지지판으로부터 이격 설치되는 고정판; 상기 시험체의 상부에 설치되며 상기 지지판에 안치된 시험체로 하중을 가하는 가력수단; 상기 시험체의 외주면을 대면하면서 이격되고 상기 시험체의 중립축을 따라 체결되는 상부지그와, 상기 상부지그의 하부에 연직방향으로 결합되는 복수의 연결대에 의해 상부지그로부터 이격 설치되는 하부지그를 포함하는 연결지그; 및 상기 지지판과 고정판 간 이격된 공간에서 상기 하부지그에 연결되어 위치가 고정되고 상기 시험체의 저면 중심에 접하여 시험체의 휨 발생에 따른 변위를 측정하는 변위계;를 포함하는 것이 특징이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01N 33/383 (2024.05)

G01N 2203/0048 (2013.01)

G01N 2203/0075 (2013.01)

G01N 2203/0254 (2013.01)

G01N 2203/0423 (2013.01)

G01N 2203/0682 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711088316

과제번호 2019R1C1C1004784

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 이공분야기초연구-신진연구

연구과제명 Strong-skin and soft-core concept기반 박판 UHPFRC 합성 구조물의 설계 기술 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 충남대학교 산학협력단

연구기간 2019.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

원형의 패널 형태를 가지는 콘크리트 시험체;

상기 시험체의 저면 테두리 부위가 접하도록 설치되어 링(ring)형의 지지점을 형성하는 지지판;

상기 지지판의 하부에 연직방향으로 결합되는 복수의 지지대에 의해 지지판으로부터 이격 설치되는 고정판;

상기 시험체의 상부에 설치되며 상기 지지판에 안치된 시험체로 하중을 가하는 가력수단;

상기 시험체의 외주면을 대면하면서 이격되고 상기 시험체의 중립축을 따라 체결되는 상부지그와, 상기 상부지그의 하부에 연직방향으로 결합되는 복수의 연결대에 의해 상부지그로부터 이격 설치되는 하부지그를 포함하는 연결지그; 및

상기 지지판과 고정판 간 이격된 공간에서 상기 하부지그에 연결되어 위치가 고정되고 상기 시험체의 저면 중심에 접하여 시험체의 휨 발생에 따른 변위를 측정하는 변위계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 콘크리트의 이방향 휨 시험장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 가력수단은,

외부로부터 입력되는 제어신호에 의해 선택적으로 승강 작동하고 상기 시험체의 상부면 중심을 향하는 가압로드가 구비되는 유압프레스와, 상기 유압프레스의 작동에 따른 재하 하중을 측정하는 하나 이상의 로드셀과, 상기 가압로드 단부와 상기 시험체의 상부면 사이에 개재되는 고무패드를 포함하는 것을 특징으로 하는 콘크리트의 이방향 휨 시험장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 상부지그는,

링(ring) 형태로 상기 시험체의 직경보다 상대적으로 큰 내경을 가지며 내주면의 중심이 상기 시험체의 중립축에 대향하도록 배치되는 프레임과, 상기 프레임의 원주방향을 따라 일정한 간격으로 설치되며 일단이 상기 프레임을 관통하면서 상기 시험체의 중립축에 나사 체결을 통해 연결되는 복수의 고정볼트를 포함하는 것을 특징으로 하는 콘크리트의 이방향 휨 시험장치.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 프레임은,

원호 형태를 가지는 둘 이상의 단위프레임으로 분리 구성되며, 인접하는 단위프레임 간에 이격을 형성하면서 코일스프링에 의해 상호 연결되는 것을 특징으로 하는 콘크리트의 이방향 휨 시험장치.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 프레임은,

상호 인접하는 양 단위프레임 간 일정 구간을 따라 상부면 및 하부면에 각각 결합되고 횡방향으로 절개되는 장공이 구비되는 유동판과, 각 단위프레임의 양 단부에 각각 결합되고 상기 유동판의 장공에 삽입되어 장공을 따라 슬라이딩 이동되는 유동핀이 더 구성되는 것을 특징으로 하는 콘크리트의 이방향 휨 시험장치.

청구항 6

제 3항에 있어서,

상기 프레임은,

상기 고정볼트가 관통되는 통공과, 상기 시험체와 대면하는 내주면에 상기 통공과 연통되면서 공간이 형성되는 홈부와, 상기 홈부의 공간에서 이동 가능하도록 수용되고 상기 통공을 관통하여 상기 시험체의 중립축에 접하는 고정볼트의 일측이 나사 체결되는 조정너트 및 상기 홈부의 공간에서 상기 조정너트의 내측에 수용되어 상기 조정너트에 탄성력을 제공하는 탄성스프링을 포함하는 것을 특징으로 하는 콘크리트의 이방향 휨 시험장치.

청구항 7

제 3항에 있어서,

상기 프레임은,

상기 고정볼트가 관통되는 통공과, 탄성력을 갖는 원호 형상으로 중심부에 나사선이 형성되는 체결공이 형성되며 상기 통공을 관통하여 상기 시험체의 중립축에 접하는 고정볼트의 일측이 상기 체결공에 나사 체결되며 양단이 각각 상기 시험체와 대면하는 프레임의 내주면에 접하도록 고정 설치되는 판스프링을 포함하는 것을 특징으로 하는 콘크리트의 이방향 휨 시험장치.

청구항 8

제 3항에 있어서,

상기 시험체는,

상기 고정볼트의 일단과 대면하는 각 중립축 부위에 나사산이 형성되는 삽입공이 형성되어 상기 고정볼트의 일단이 나사 체결되고,

상기 프레임은,

상기 고정볼트가 관통되는 통공과, 상기 통공을 관통하여 상기 시험체의 중립축에 체결되는 고정볼트가 관통되면서 상호 대면하는 시험체의 외주면과 프레임의 내주면 사이에 설치되는 탄성스프링을 포함하는 것을 특징으로 하는 콘크리트의 이방향 휨 시험장치.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 시험체는,

중립축 위치에서 외주면을 따라 일정 간격으로 내측이 함몰되는 복수의 끼움홈이 형성되고,

상기 연결대는,

상기 끼움홈의 형성 간격과 동일한 간격을 가지고 상기 시험체의 끼움홈을 향하도록 상기 하부지그에 결합되고, 상기 상부지그는,

상기 끼움홈과 대면하도록 각 연결대의 상단에 결합되는 체결블록과, 상기 끼움홈과 대면하는 체결블록의 일측면에 결합되며 상기 끼움홈을 향하여 돌출되는 체결핀 및 상기 체결핀의 단부에 결합되고 상기 끼움홈에 끼움결합되는 끼움돌기를 포함하는 것을 특징으로 하는 콘크리트의 이방향 휨 시험장치.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 연결대는,

선택된 일 부위가 힌지 연결되어 상기 체결블록이 회동되는 것을 특징으로 하는 콘크리트의 이방향 휨 시험장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명 콘크리트 시험체의 처짐 발생에 연동하여 시험체의 순수 상대 변위를 측정할 수 있는 특수 지그 구조물을 구비함으로써 변위 측정의 정확도를 향상시키면서, 시험체의 팽창압력에 의해 발생할 수 있는 지그의 파손을 방지함은 물론 시험체에 작용할 수 있는 구속력을 상쇄시켜 보다 신뢰도 있는 시험 결과를 얻을 수 있는 콘크리트의 이방향 휨 시험장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 콘크리트는 압축강도에 비해 인장강도가 취약하다는 역학적인 특성이 있다. 콘크리트의 인장강도는 압축강도의 1/10~1/8 정도로 동일한 크기의 외력이 작용할 때 인장응력에 노출된 콘크리트가 먼저 파괴된다.

[0004] 철근 콘크리트 구조설계기준에서는 콘크리트가 갖는 인장 저항강도를 무시하고 설계하는 것이 일반적이다. 하지만 과도한 균열발생을 억제하거나 균열 폭을 제어하기 위해서는 콘크리트의 인장강도를 고려해야한다.

[0005] 콘크리트의 인장강도를 평가하기 위한 시험에 있어, 시험방법과 시험체 형상에 따라 응력구배 현상이 필연적으로 발생하게 되는데 이에 따라 각각의 시험법에 사용되는 실험체의 공칭강도를 측정한다.

[0006] 대표적으로 활용되는 휨 인장시험법은 4점 재하의 일방향 휨 시험체를 이용하는 방법이다(KSF 2566). 탄성 보 이론에 의하면 시험체의 응력 구배는 선형의 개형을 띠고 있어 휨 응력공식으로부터 휨 인장강도를 쉽게 얻을 수 있다.

[0007] 하지만 상기와 같은 일축 하중의 실험법과는 다르게, 실제 외부 하중에 의해 발생하는 콘크리트의 내부 응력은 매우 복잡하므로 다축 응력 상태를 고려해야 한다. 콘크리트의 구성방정식 개발을 위해서는 삼축 하중에 의한 거동 파악을 하는 것이 유용하지만 공학적인 응용 측면에서는 벽, 슬래브 등의 이차원적인 요소가 더 유용하기 때문에 이러한 측면에서는 이축 하중의 실험법이 비교적 유용하다.

[0008] 이에 따라 이축 응력을 고려한 "이방향 휨 패널 시험"이 개발되었으며(ISO 21022) 현재 다양한 연구에 활용되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2008-0064295호(2008.07.09.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 따라서, 본 발명의 목적은 콘크리트 시험체의 처짐 발생에 연동하여 시험체의 순수 상대 변위를 측정할 수 있는 특수 지그 구조물을 구비함으로써 변위 측정의 정확도를 향상시키면서, 시험체의 팽창압력에 의해 발생할 수 있는 지그의 파손을 방지함은 물론 시험체에 작용할 수 있는 구속력을 상쇄시켜 보다 신뢰도 있는 시험 결과를 얻을 수 있는 콘크리트의 이방향 휨 시험장치를 제공하는 것이다.

[0012]

과제의 해결 수단

[0013] 상술한 과제를 해결하기 위한 수단으로서 본 발명의 콘크리트의 이방향 휨 시험장치(이하 "본 발명의 장치"라 칭함)는, 원형의 패널 형태를 가지는 콘크리트 시험체; 상기 시험체의 저면 테두리 부위가 접하도록 설치되어 링(ring)형의 지지점을 형성하는 지지판; 상기 지지판의 하부에 연직방향으로 결합되는 복수의 지지대에 의해 지지판으로부터 이격 설치되는 고정판; 상기 시험체의 상부에 설치되며 상기 지지판에 안치된 시험체로 하중을 가하는 가력수단; 상기 시험체의 외주면을 대면하면서 이격되고 상기 시험체의 중립축을 따라 체결되는 상부지그와, 상기 상부지그의 하부에 연직방향으로 결합되는 복수의 연결대에 의해 상부지그로부터 이격 설치되는 하부지그를 포함하는 연결지그; 및 상기 지지판과 고정판 간 이격된 공간에서 상기 하부지그에 연결되어 위치가 고정되고 상기 시험체의 저면 중심에 접하여 시험체의 휨 발생에 따른 변위를 측정하는 변위계;를 포함하는 것이 특징이다.

[0014] 하나의 예로써, 상기 가력수단은, 외부로부터 입력되는 제어신호에 의해 선택적으로 승강 작동하고 상기 시험체의 상부면 중심을 향하는 가압로드가 구비되는 유압프레스와, 상기 유압프레스의 작동에 따른 재하 하중을 측정하는 하나 이상의 로드셀과, 상기 가압로드 단부와 상기 시험체의 상부면 사이에 개재되는 고무패드를 포함하는 것이 특징이다.

[0015] 하나의 예로써, 상기 상부지그는, 링(ring) 형태로 상기 시험체의 직경보다 상대적으로 큰 내경을 가지며 내주면의 중심이 상기 시험체의 중립축에 대향하도록 배치되는 프레임과, 상기 프레임의 원주방향을 따라 일정한 간격으로 설치되며 일단이 상기 프레임을 관통하면서 상기 시험체의 중립축에 나사 체결을 통해 연결되는 복수의 고정볼트를 포함하는 것이 특징이다.

[0016] 하나의 예로써, 상기 프레임은, 원호 형태를 가지는 둘 이상의 단위프레임으로 분리 구성되며, 인접하는 단위프레임 간 이격을 형성하면서 코일스프링에 의해 상호 연결되는 것이 특징이다.

[0017] 하나의 예로써, 상기 프레임은, 상호 인접하는 양 단위프레임 간 일정 구간을 따라 상부면 및 하부면에 각각 결합되고 횡방향으로 절개되는 장공이 구비되는 유동판과, 각 단위프레임의 양 단부에 각각 결합되고 상기 유동판의 장공에 삽입되어 장공을 따라 슬라이딩 이동되는 유동핀이 더 구성되는 것이 특징이다.

[0018] 하나의 예로써, 상기 프레임은, 상기 고정볼트가 관통되는 통공과, 상기 시험체와 대면하는 내주면에 상기 통공과 연통되면서 공간이 형성되는 홈부와, 상기 홈부의 공간에서 이동 가능하도록 수용되고 상기 통공을 관통하여 상기 시험체의 중립축에 접하는 고정볼트의 일측이 나사 체결되는 조정너트 및 상기 홈부의 공간에서 상기 조정너트의 내측에 수용되어 상기 조정너트에 탄성력을 제공하는 탄성스프링을 포함하는 것이 특징이다.

[0019] 하나의 예로써, 상기 프레임은, 상기 고정볼트가 관통되는 통공과, 탄성력을 갖는 원호 형상으로 중심부에 나사선이 형성되는 체결공이 형성되며 상기 통공을 관통하여 상기 시험체의 중립축에 접하는 고정볼트의 일측이 상기 체결공에 나사 체결되며 양단이 각각 상기 시험체와 대면하는 프레임의 내주면에 접하도록 고정 설치되는 판스프링을 포함하는 것이 특징이다.

[0020] 하나의 예로써, 상기 시험체는, 상기 고정볼트의 일단과 대면하는 각 중립축 부위에 나사산이 형성되는 삽입공이 형성되어 상기 고정볼트의 일단이 나사 체결되고, 상기 프레임은, 상기 고정볼트가 관통되는 통공과, 상기 통공을 관통하여 상기 시험체의 중립축에 체결되는 고정볼트가 관통되면서 상호 대면하는 시험체의 외주면과 프레임의 내주면 사이에 설치되는 탄성스프링을 포함하는 것이 특징이다.

[0021] 하나의 예로써, 상기 시험체는, 중립축 위치에서 외주면을 따라 일정 간격으로 내측이 함몰되는 복수의 끼움홈이 형성되고, 상기 연결대는, 상기 끼움홈의 형성 간격과 동일한 간격을 가지고 상기 시험체의 끼움홈을 향하도

록 상기 하부지그에 결합되고, 상기 상부지그는, 상기 끼움홈과 대면하도록 각 연결대의 상단에 결합되는 체결 블록과, 상기 끼움홈과 대면하는 체결블록의 일측면에 결합되며 상기 끼움홈을 향하여 돌출되는 체결핀 및 상기 체결핀의 단부에 결합되고 상기 끼움홈에 끼움 결합되는 끼움돌기를 포함하는 것이 특징이다.

[0022] 하나의 예로써, 상기 연결대는, 선택된 일 부위가 힌지 연결되어 상기 체결블록이 회동되는 것이 특징이다.

발명의 효과

[0024] 이처럼 본 발명의 장치는 원형의 콘크리트 시험체를 대상으로 한 휨 시험에 있어 시험체의 지점 처짐과 연동하여 함께 이동할 수 있는 지그를 마련하고 상기 지그에 변위계가 장착되어 별도의 보정이나 복잡한 연산 없이도 시험체의 순수 상대 변위를 직접적으로 측정할 수 있는 효과가 있다.

[0025] 또한 시험체의 중립축 변화로 인한 팽창압력이 작용할 경우 시험체에 체결되는 지그가 함께 가변될 수 있는 구조가 적용됨으로써, 지그의 물리적 변형과 파손을 방지할 수 있게 될 뿐 아니라, 지그에 의한 시험체에 작용할 수 있는 구속력을 상쇄시킴으로써 정확한 변위 및 하중 측정이 가능하여 보다 신뢰도 있는 시험 결과를 제공할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 장치를 나타내는 사시도.

도 2는 본 발명의 장치를 나타내는 측면도.

도 3은 본 발명의 장치에 의한 시험 과정에서 시험체의 응력 분포와 중립축의 변화 과정을 나타내는 도면.

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 원형 링 구조의 상부지그를 나타내는 부분 사시도.

도 5는 도 4에 도시된 상부지그의 작동 상태를 나타내는 측단면도.

도 6은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 원형 링 구조의 상부지그를 나타내는 측단면도

도 7 및 도 8은 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 원형 일 구조의 상부지그를 나타내는 측단면도.

도 9a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 블록 구조의 상부지그를 나타내는 사시도.

도 9b는 도 9a에 도시된 상부지그의 작동 상태를 나타내는 측면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 본 발명을 설명함에 있어서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합되는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0029] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 설명한다.

[0030] 본 발명의 장치는 ISO 21022에 따른 이방향 휨 패널 시험을 실시하기 위한 것으로, 콘크리트 시험체(10)에 일정한 하중가력속도로 하중을 재하하고 상기 시험체(10)의 파괴시까지 하중을 선형 증가시키면서 가해진 하중 및 중앙부의 변위를 측정함으로써 시험체(10)에 대한 하중-처짐 관계 또는 응력-변형률 관계 등이 도출될 수 있게 한다.

[0031] 도 1 및 도 2를 참조하면 본 발명의 장치는 콘크리트 시험체(10), 지지판(20), 고정판(30) 및 가력수단(50)를 포함하여 구성된다.

[0032] 상기 시험체(10)는 콘크리트 재질을 가지며 원형판 형태의 패널로 구성된다.

[0033] 이때 상기 시험체(10)의 두께 및 직경 등은 시험 성격 및 작업성에 따라 변경될 수 있으며, 무근 콘크리트 또는 길이 약 10~50mm 의 다양한 형태(일자, hooked-end, curved, twisted 등), 다양한 재질 섬유(강섬유, 유리섬유 등)가 보강된 섬유보강 콘크리트로 제작되고 시험 목적에 따라 그 성분 및 첨가 조성물의 비율 등은 통상의 방법에 따라 결정될 수 있음은 당연하다.

- [0034] 상기 지지판(20)은 강재로 제작되는 링(ring) 행태로 상기 시험체(10)가 안치되게 하고, 이하에서 설명하는 가력수단(50)의 하중 재하 시 시험체(10)의 테두리 부위를 지지한다.
- [0035] 즉 상기 지지판(20)은 원형의 시험체(10)에 대하여 등방성 휨인장응력이 작용할 수 있도록 링(ring) 행태로 제작된 것으로, 상기 시험체(10)의 저면 테두리 부위가 접하도록 설치됨으로써 시험체(10)에 대한 링(ring)형의 지지점을 형성하게 된다.
- [0036] 상기 고정판(30)은 상기 지지판(20)의 하부에 이격 설치된다.
- [0037] 여기서 상기 고정판(30)은 상기 지지판(20)의 하부에 연직방향으로 결합되는 복수의 지지대(40)에 의해 지지판(20)으로부터 이격 설치될 수 있다.
- [0038] 상기 복수의 지지대(40)는 상기 지지판(20)과 고정판(30) 간에 연직방향으로 결합되는 것으로, 상기 지지판(20)이 고정판(30)의 상부 위치에 고정되게 하면서 지지판(20)으로 가해지는 하중을 고정판(30)을 전달되게 하여 지지판(20)의 지지력이 확보될 수 있게 한다.
- [0039] 그리고 상기 지지대(40)는 상기 고정판(30)의 테두리 부위에서 원주방향을 따라 등간격을 갖도록 배치되어 하중의 균일한 전달이 이루어질 수 있게 하는 것이 바람직하다.
- [0040] 상기 고정판(30) 및 지지대(40)는 상기 지지판(20)과 마찬가지로 충분한 강성이 확보될 수 있는 강재로 제작될 수 있다.
- [0041] 이상에서 설명한 원형의 시험체(10)와 지지판(20) 및 고정판(30)은 연직방향으로 중심축이 일치되도록 설치되어 가력수단(50)에 의한 하중 재하 시 편심으로 발생하는 강도의 오차가 최소화될 수 있게 한다.
- [0042] 상기 가력수단(50)은 상기 시험체(10)의 상부에 위치하도록 설치되며, 외부로부터 입력되는 제어신호에 의해 승강 작동되어 상기 지지판(20)에 안치되는 시험체(10)로 하중을 가할 수 있게 한다.
- [0043] 일 예로 상기 가력수단(50)은 도 1에 도시된 바와 같이 상기 시험체(10)의 상부면 중심을 향하는 가압로드(501)가 구비되는 유압프레스(500)와, 상기 유압프레스(500)의 작동 시 재하 하중을 계측하는 하나 이상의 로드셀(510)를 포함할 수 있다.
- [0044] 상기 유압프레스(500)는 상기 시험체(10)의 상부에 이격 설치되고 외부의 제어신호의 의해 작동되어 상기 가압로드(501)를 선택적으로 승강시킨다. 이러한 유압프레스(500)는 일정한 하중가력속도로 하중을 재하하면서 시험체(10)의 파괴시까지 하중을 선형 증가시키도록 작동 명령이 사전 설정될 수 있다.
- [0045] 그리고 상기 가력수단(50)은 상기 가압로드(501) 단부와 상기 시험체(10)의 상부면 사이에 개재되는 고무패드(520)를 더 포함함으로써 뒤틀림의 방지는 물론 가력수단(50)의 하중이 시험체(10)에 균일하게 전달될 수 있게 한다.
- [0046] 또한 상기 가력수단(50)은 상기 유압프레스(500)와 가압로드(501)에 금속 볼이 설치되고, 이를 스프링이 고정하도록 구성됨으로써 시험체(10) 표면이 불균질한 경우에도 편심을 제어할 수 있다.
- [0047] 한편 본 발명의 장치는 상기 시험체(10)에 등방성 휨인장응력이 작용되어 중앙부의 처짐을 시험함에 있어 보다 신뢰도 있는 변위 측정이 이루어질 수 있게 하는 연결지그(60)와 변위계(70)를 더 포함한다.
- [0048] 상기 연결지그(60)는 상기 시험체(10)의 외주면을 대면하면서 이격되고, 시험체(10)의 중립축을 따라 체결되는 상부지그(600)와, 상기 상부지그(600)의 하부에 연직방향으로 결합되는 복수의 연결대(680)에 의해 상부지그(600)로부터 이격 설치되는 하부지그(650)를 포함할 수 있다.
- [0049] 이때 상기 중립축은 휨으로 인한 압축 변형이나 인장 변형이 발생되지 않는 시험체(10)의 수평방향 중심축을 의미하며, 콘크리트의 인장 연단에서 인장 응력이 콘크리트의 인장 강도를 초과하게 되어 균열이 발생하게 되면 단면이 균열로 인하여 손상됨에 따라 상기 중립축의 상방 이동이 시작된다.
- [0050] 상기 변위계(70)는 상기 지지판(20)과 고정판(30) 간의 이격된 공간상에 위치하게 되며, 연직방향으로 상기 시험체(10)의 저면 중심에 접한다.
- [0051] 상기 변위계(70)는 상기 하부지그(660)에 의해 지지되도록 설치되며, 시험체(10)의 휨 발생에 따른 변위를 계측하고 그 계측 데이터를 선택된 외부기기로 송신할 수 있다.
- [0052] 일 예로 상기 변위계(70)는 도 1에 도시된 바와 같이 상기 하부지그(660)의 중심축에서 둘레를 감싸도록 체결되

는 클램프(700)에 거치될 수 있으며, 상기 하부지그(660)의 내주면을 따라 등간격으로 상기 하부지그(660)와 클램프(700) 간을 횡방향으로 연결하여 상기 클램프(700)가 지지되게 하는 복수의 거치바(710)를 포함할 수 있다.

- [0053] 즉 본 발명의 장치는 시험체(10)의 원주를 따라 연결되는 연결지그(60)를 마련하고, 상기 연결지그(60)에 변위계(70)를 설치하여 변위를 측정하게 되는 것이다.
- [0054] 이는 콘크리트 시험체(10)의 중앙부 처짐 측정에 있어 변위계가 장치의 바닥면(고정판)에 고정 설치될 경우, 실험 과정에서 시험체(10)에 하중이 가해짐에 따라 시험체(10)를 지지하는 지지판(20)의 지점에서도 처짐이 함께 발생하여 하중 가력에 의한 시험체(10)의 순수 상대 변위를 측정하기가 곤란하다는 문제를 해결할 수 있게 된다.
- [0055] 다시 말해 종래 시험장치의 경우 중앙부의 순수 처짐을 구하기 위해서는 지점 부분에서도 처짐을 측정해야 하지만, 본 발명에서는 상기 연결지그(60)가 지점의 처짐과 연동하여 함께 이동하게 되므로, 중심에서 측정된 처짐값이 시험체(10)의 순수한 중앙부의 처짐값에 해당하기 때문에 별도의 보정이나 복잡한 연산 없이도 시험체(10)의 순수 상대 변위를 측정할 수 있게 되는 것이다.
- [0056] 상기 변위계(70)는 최대인장응력이 발생하는 시험체(10)의 중심 저면에 접하도록 설치되어 시험체(10)가 파괴될 때까지의 변위를 측정하게 되고, 이 과정에서 가력수단(50)의 로드셀(510)이 하중을 측정함으로써 해당 시험체(10)에 대한 휨 인장강도 등을 시험할 수 있게 된다.
- [0057] 상기 변위계(70)는 충격 및 진동 저항성이 우수하고 측정 변위를 전기적 신호로 출력할 수 있는 선형 가변 변위 변환기(LVDT ; Linear Variable Differential Transformer)를 적용하는 것이 바람직하다.
- [0058] 한편 도 3은 본 발명의 장치에 의한 시험 과정에서 시험체(10)의 응력 분포와 중립축의 변화 과정을 나타내는 도면이다.
- [0059] 도 3을 참조하면, 먼저 상기 시험체(10)의 중립축 위치에 상기 연결지그(60)의 상부지그(600)를 체결하여 연결지그(60)가 시험체(10)에 연동되도록 설치한다.
- [0060] 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이 시험을 시작하여 하중을 가할 때 콘크리트 시험체(10)는 하방으로 처짐이 발생하게 되는데 하중으로 인한 인장 응력이 콘크리트의 인장강도보다 작을 땐 균열이 발생하지 않기 때문에 단순 처짐 상태에서 중립축의 이동 또한 없음을 보여주고 있다.
- [0061] 이후 하중이 점차 증가하면서 시험체(10)의 처짐은 더욱 커지게 되고 인장응력이 인장강도를 초과하는 경우에는 도 3의 (c)에서와 같이 콘크리트 인장연단에서 균열이 발생하게 되면서 단면이 손상됨에 따라 중립축은 상방 이동하게 된다.
- [0062] 이때 상기 상부지그(600)가 체결된 부분에는 인장변형이 발생하게 되어 시험체(10)가 바깥쪽으로 팽창을 하게 되는데, 이러한 시험체(10)의 팽창에 따라 상부지그(600)의 체결 부위를 바깥으로 밀어내는 압력이 작용하게 되고, 이러한 팽창 압력이 상부지그(600)에 의해서 구속됨에 따라 시험체(10)에는 구속압력이 작용하게 된다.
- [0063] 이에 따라 상부지그(600)의 체결 부위를 바깥으로 밀어내는 압력에 의해 상부지그(600)에는 원주방향으로 인장력이 작용하게 됨으로써, 지그의 변형을 유발하고 이러한 압력이 더욱 커질 경우 상부지그(600)가 재료적으로 소성상태의 영구변형 및 파손이 발생하게 된다.
- [0064] 뿐만 아니라 시험체(10)인 콘크리트는 외부에서 구속압력이 작용할 경우, 강도 및 연성이 증가하는 것으로 알려져 있는 바, 작용하는 구속압력에 의해 상기 시험체(10)의 실제 강도 및 연성이 과대평가되는 결과가 도출되기 때문에 결과적으로 시험 결과의 정확성을 현저하게 저하시키게 되는 요인으로 작용한다.
- [0065] 이에 본 발명의 장치는 연결지그(60)에 의한 변위 측정에 따른 문제점 즉 시험체(10)의 중립축 변화로 인한 상부지그(600)의 변형 내지 파손과, 구속압력의 작용에 의한 부정확한 시험결과 도출 등을 방지하기 위하여 시험체(10)의 팽창에 연동하여 부피가 가변될 수 있는 상부지그(600)의 구조를 제시한다.
- [0066] 기본적으로 상기 상부지그(600)는 링(ring) 형태로 상기 시험체(10)의 직경보다 상대적으로 큰 내경을 가지며 내주면의 중심이 상기 시험체(10)의 중립축을 향하도록 배치되는 프레임(610)과, 일단이 상기 프레임(610)을 관통하여 상기 시험체(10)의 중립축에 체결되고 상기 프레임(610)의 원주방향을 따라 일정한 간격으로 설치되는 복수의 고정볼트(620)를 포함할 수 있다.
- [0067] 즉 상기 상부지그(600)의 프레임(610)은 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이 상기 시험체(10)의 외주면으로부터

이격되는 위치에서 상기 시험체(10)를 둘러싸는 형태를 가질 수 있다.

- [0068] 그리고 프레임(610)은 등간격으로 나사산이 형성되는 나사홀이 구비되어 상기 고정볼트(620)가 나사 결합되게 하면서 나사홀을 관통하는 고정볼트(620)의 일단이 상기 시험체(10)의 중립축에 체결되게 하여 상부지그(600)의 고정이 이루어지게 한다.
- [0069] 이때 상기 프레임(610)의 중심축 역시 시험체(10)의 중심축과 일치되어야 하는 바, 각 고정볼트(620)의 나사 체결을 조정하여 프레임(610) 또는 시험체(10)의 위치를 조절할 수 있다.
- [0070] 먼저 본 발명의 첫 번째 실시 예에 따른 프레임(610)은, 도 4에 도시된 바와 같이 원호 구조를 가지는 둘 이상의 단위프레임(611)으로 구성될 수 있으며, 인접하는 단위프레임(611) 간에 이격을 형성하면서 코일스프링(612)에 의해 상호 연결될 수 있다.
- [0071] 즉 상기 시험체(10)를 둘러싼 원형의 상부지그(600)를 두 개 이상의 원호형 모듈로 분리 제작하고, 분리된 원호형 모듈 간을 코일스프링(612)으로 연결하는 것이다.
- [0072] 따라서 상기 시험체(10)의 중립축 변화에 의해 팽창압력이 상부지그(600)에 가해지는 경우, 상기 코일스프링(612)의 팽창과 함께 둘 이상의 단위프레임(611) 간에 유동성 있게 상호 이격될 수 있는 바, 상부지그(600)의 변형이 발생하지 않을 뿐 아니라 시험체(10)에 구속력도 작용하지 않게 된다. 그리고 구속력이 하중을 대신해서 견뎌주는 경우가 발생하지 않기 때문에 정확한 하중의 측정 또한 가능해지게 된다.
- [0073] 또한 본 실시 예에 따른 프레임(610)은 도 5에 도시된 바와 같이 상호 인접하는 양 단위프레임(611) 간 일정 구간을 따라 상부면 및 하부면에 각각 결합되고 횡방향으로 길게 절개되는 장공(615)이 구비되는 유동판(613)을 더 포함할 수 있다.
- [0074] 이에 더하여 상기 프레임(610)은, 상호 인접하는 양 단위프레임(611)의 각 단부에 결합되며 상기 유동판(613)의 장공(615)에 삽입되어 장공(615)을 따라 슬라이딩 이동되는 유동핀(614)이 더 구성되어 인접하는 단위프레임(611) 간에 상호 이격되도록 이동할 때 단위프레임(611)의 수직방향 움직임은 구속하면서 수평방향 이동만이 안정적으로 이루어질 수 있게 한다.
- [0075] 여기서 본 실시 예에 따른 프레임(610)은 도 4에서 두 개로 분리되는 반원형의 단위프레임(611)으로 구성되는 것을 일 예로 제시하고 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 두 개를 초과하도록 분리 구성될 수도 있음은 당연하다.
- [0076] 두 번째 실시 예로서 상기 상부지그(600)의 프레임(610)은 기본적인 외형인 링(ring) 형태가 적용된다.
- [0077] 그리고 프레임(610)은 도 6에 도시된 바와 같이 상기 고정볼트(620)가 관통되는 통공(616)과, 상기 시험체(10)와 대면하는 내주면에 상기 통공(616)과 연통되면서 공간이 형성되는 홈부(617)와, 상기 홈부(617)의 공간에서 이동 가능하도록 수용되고 상기 통공(616)을 관통하여 상기 시험체(10)의 중립축에 접하는 고정볼트(620)의 일측이 나사 체결되는 조정너트(618) 및 상기 홈부(617)의 공간에서 상기 조정너트(618)의 내측에 수용되어 상기 조정너트(618)에 탄성력을 제공하는 탄성스프링(619)을 포함할 수 있다.
- [0078] 이때 상기 고정볼트(620)의 경우 상기 조정너트(618)와의 체결 및 위치 조정을 위하여 일측의 일정 구간만 나사산이 가공되어 나사 체결을 통해 상기 시험체(10)의 중립축에 접한 상태가 유지될 수 있다.
- [0079] 상기 탄성스프링(619)은 통상의 코일형 스프링을 적용하여 상기 통공(616)을 관통하는 고정볼트(620)가 통과되게 한다.
- [0080] 이와 같은 본 실시 예의 상부지그(600)는, 상기 시험체(10)의 물리적인 팽창이 실시될 경우 팽창압이 원형의 프레임(610)에 전달되지 않게 하고, 시험체(10)의 외주면과 직접적으로 체결되는 고정볼트(620)에 전달되게 한다.
- [0081] 이렇게 전달된 시험체(10)의 팽창압에 따라 상기 고정볼트(620)는 상기 조정너트(618)가 체결된 상태로 상기 홈부(617) 내에서 수평방향으로 이동하게 되면서 상기 탄성스프링(619)을 압축시켜 팽창압이 소산되게 함으로써, 상부지그(600)의 손상은 물론 콘크리트 시험체(10)에 체결된 고정볼트(620)가 팽창압에 연동하여 함께 이동하여 구속력이 작용하지 않게 된다.
- [0082] 도 7은 상부지그(600)의 세 번째 실시 예를 나타내는 것으로, 본 실시 예에 따른 상부지그(600)의 프레임(610) 역시 기본적인 외형인 링(ring) 형태와 함께 상기 고정볼트(620)가 관통되는 통공(616)이 적용된다.
- [0083] 그리고 본 실시 예의 프레임(610)은 원호 형상으로 중심부에 나사선이 형성되는 체결공(631)이 형성되며 양단이

각각 상기 시험체(10)와 대면하는 프레임(610)의 내주면에 접하도록 고정 설치되는 판스프링(630)을 더 포함한다.

[0084] 상기 판스프링(630)은 상기 통공(616)을 하여 상기 시험체(10)의 중립축에 접하게 되는 고정볼트(620)의 일측이 상기 체결공(631)에 나사 체결됨으로써 상기 고정볼트(620)와 연결되며, 탄성력을 갖는 재질로 상기 시험체(10)와 상부지그(600)의 프레임(610) 사이에서 상기 고정볼트(620)의 이동에 따른 복원력을 제공하게 된다.

[0085] 이때 상기 판스프링(630)의 양단이 거치되는 프레임(610)의 내주면에는 각각 스토퍼가 마련되어 판스프링(630)의 팽창 또는 압축 변형에도 거치 위치가 틀어지지 않게 구속할 수 있다.

[0086] 또한 판스프링(630)의 양단은 볼트 결합 또는 용접 등을 통해 상기 프레임(610)의 내주면에 결합될 수도 있다.

[0087] 즉 본 실시 예에서는 프레임(610)에 홈 가공을 해야하는 앞선 실시 예와는 달리 프레임(610)을 관통하는 고정볼트(620)에 판스프링(630)을 설치하는 것으로, 이러한 판스프링(630)은 시험체(10)의 중립축 변화에 의해 바깥 방향으로 시험체(10)가 팽창하는 경우에 고정볼트(620)로 전달되는 팽창압과 부피 변화를 유연하게 흡수할 수 있게 된다.

[0088] 뿐만 아니라 본 실시 예에서 적용되는 판스프링(630)은, 일반적으로 큰 충격이나 하중에 강한 특징이 있는 것으로 알려져 있으므로, 시험체(10)의 두께가 두꺼운 시험을 실시할 경우 효과적이다.

[0089] 도 8은 상부지그(600)의 네 번째 실시 예를 나타내는 것으로, 본 실시 예에 따른 상부지그(600)의 프레임(610) 역시 기본적인 외형인 링(ring) 형태와 함께 상기 고정볼트(620)가 관통되는 통공(616)이 적용된다.

[0090] 다만 본 실시 예에서의 시험체(10)는 도 8에 도시된 바와 같이 상기 고정볼트(620)의 일단과 대면하는 각 중립축 부위에 나사산이 형성되는 삽입공(100)이 형성되어 상기 프레임(610)을 관통하는 상기 고정볼트(620)이 시험체(10)에 직접적으로 나사 체결될 수 있게 한다.

[0091] 그리고 본 실시 예의 프레임(610)은 두 번째 실시 예와 마찬가지로 탄성스프링(619)을 포함하되, 상기 탄성스프링(619)은 상기 통공(616)을 관통하여 상기 시험체(10)의 중립축에 체결되는 고정볼트(620)가 관통되면서 상호 대면하는 시험체(10)의 외주면과 프레임(610)의 내주면 사이에 설치된다.

[0092] 여기서 상기 탄성스프링(619)의 양단부에는 시험체(10)의 외주면과 프레임(610)의 내주면에 균등한 하중 전달을 위해 플레이트가 설치될 수도 있다.

[0093] 이와 같은 본 실시 예는 상부지그(600)의 프레임(610)과 시험체(10) 사이에탄성스프링(619)이 개재됨에 따라 시험체(10)의 팽창 시 상기 고정볼트(620)만이 프레임(610)의 통공(616)을 통해 수평방향으로 이동하여 팽창압이 상부지그(600)에 직접적으로 전달되지 않게 하여 지그의 파손을 방지하게 되고, 고정볼트(620)로 전달되는 팽창압의 경우 개재된 탄성스프링(619)의 압축 작용으로 소산시킴으로써 시험체(10)에 구속력이 작용하지 않게 된다.

[0094] 마지막 실시 예로서 상기 상부지그(600)는 원형의 프레임(610)으로 구성되는 앞선 실시 예들과는 달리 도 9a에 도시된 바와 같이 등간격으로 배치되는 블록형 구조를 통해 상기 시험체(10)의 중립축에 체결될 수 있다.

[0095] 먼저 본 실시 예의 시험체(10)는 도 9b에 도시된 바와 같이 중립축 위치에서 외주면을 따라 일정 간격으로 내측이 함몰되는 복수의 끼움홈(110)이 형성된다.

[0096] 그리고 상기 상부지그(600)와 하부지그(660) 간을 연결하기 위한 연결대(680)는, 바(bar) 형태로 상기 끼움홈(110)의 형성 간격과 동일한 간격을 가지고 상기 시험체(10)의 끼움홈(110)을 향하도록 상기 하부지그(660)에 연직방향으로 결합된다.

[0097] 또한 상기 상부지그(600)는 상기 끼움홈(110)과 대면하도록 각 연결대(660)의 상단에 결합되는 체결블록(640)과, 상기 끼움홈(110)과 대면하는 체결블록(640)의 일측면에 결합되며 상기 끼움홈(110)을 향하여 돌출되는 체결핀(650) 및 상기 체결핀(650)의 단부에 결합되고 상기 끼움홈(110)에 끼움 결합되는 끼움돌기(651)를 포함할 수 있다.

[0098] 이때 상기 끼움홈(110)과 이에 삽입 결합되는 끼움돌기(651)는 원형으로 구성되는 것을 일 예로 제시하고 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 원터치 탈착을 제공하는 공지의 다양한 볼캐치 구조 중 적합한 하나를 선택하여 적용할 수 있음은 당연하다.

[0099] 또한 상기 연결대(680)는 도 9b에 도시된 바와 같이 선택된 일 부위가 힌지(681) 연결되어 연결대(680)의 상단

에 연결된 상기 체결블록(640)이 회동될 수 있다.

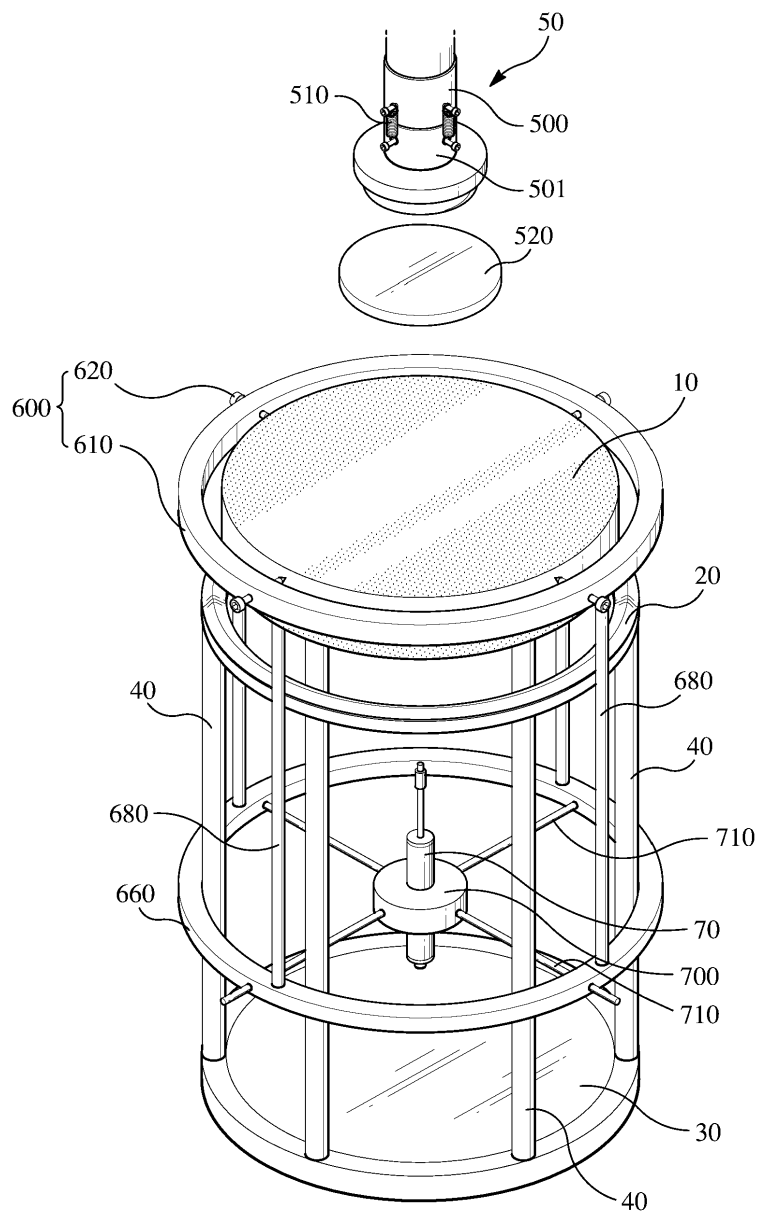
- [0100] 상기 연결대(680)의 힌지(681) 구조는 다양하게 구현될 수 있는 바, 이에 대한 구체적인 설명은 생략한다. 다만 상기 시험체(10)가 하방으로 처짐이 발생하기 이전에 상기 체결블록(640)이 먼저 회동하지 않을 수 있을 정도의 충분한 지지력이 확보되어야 함은 당연하다.
- [0101] 이처럼 본 실시 예에서는 상기 시험체(10)가 하중으로 인하여 하방으로 처짐이 발생할 경우, 상기 시험체(10)의 처짐 방향과 같은 방향으로 상기 연결대(680)와 체결블록(640)이 함께 회동하게 됨으로써 시험체(10)에 작용하는 구속력을 상쇄시킬 수 있게 된다.
- [0102] 따라서 시험체(10)에 구속력이 작용하지 않아 보다 정확한 시험 결과를 얻을 수 있게 될 뿐 아니라, 시험체(10)의 변형을 제한하는 원형 링의 프레임(610)이 존재하지 않으므로 시험체(10)의 큰 변위를 측정할 때 유리하게 적용할 수 있다.
- [0103] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

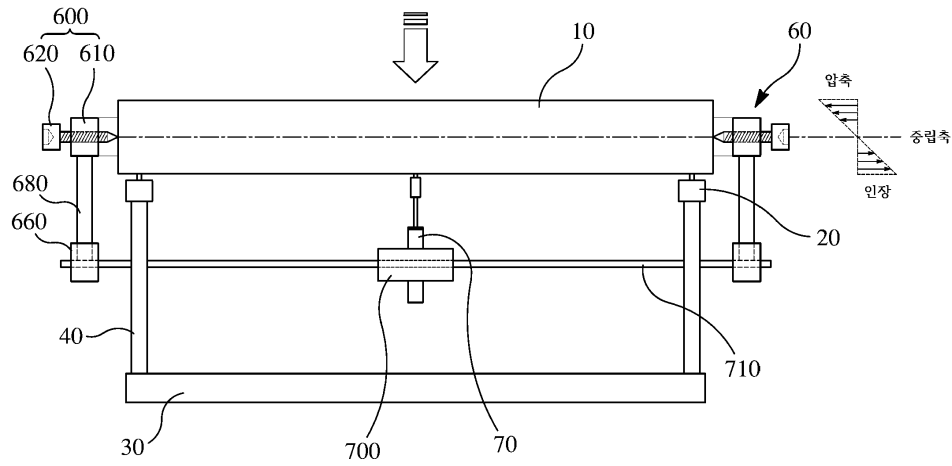
- [0105]
- | | |
|---------------|-------------|
| 10 : 콘크리트 시험체 | 20 : 지지판 |
| 30 : 고정판 | 40 : 지지대 |
| 50 : 가력수단 | 60 : 연결지그 |
| 70 : 변위계 | 100 : 삽입공 |
| 110 : 끼움홈 | 500 : 유압프레스 |
| 510 : 고무패드 | 600 : 상부지그 |
| 610 : 프레임 | 611 : 단위프레임 |
| 612 : 코일스프링 | 613 : 유동판 |
| 614 : 유동핀 | 615 : 장공 |
| 616 : 통공 | 617 : 홈부 |
| 618 : 조정너트 | 619 : 탄성스프링 |
| 620 : 고정볼트 | 630 : 판스프링 |
| 640 : 체결블록 | 650 : 체결핀 |
| 651 : 끼움돌기 | 660 : 하부지그 |
| 680 : 연결대 | 700 : 클램프 |
| 710 : 거치바 | |

도면

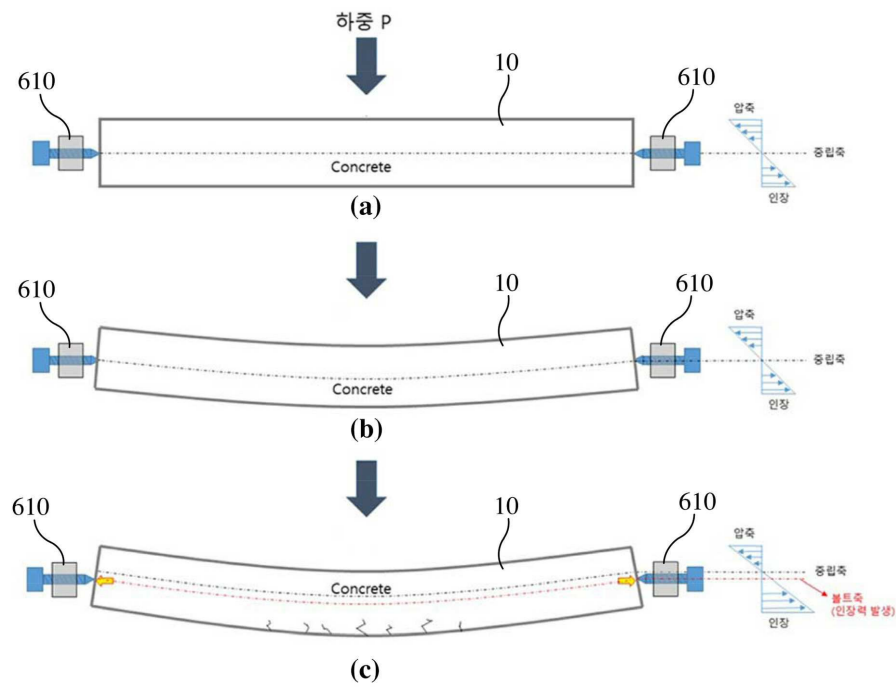
도면1



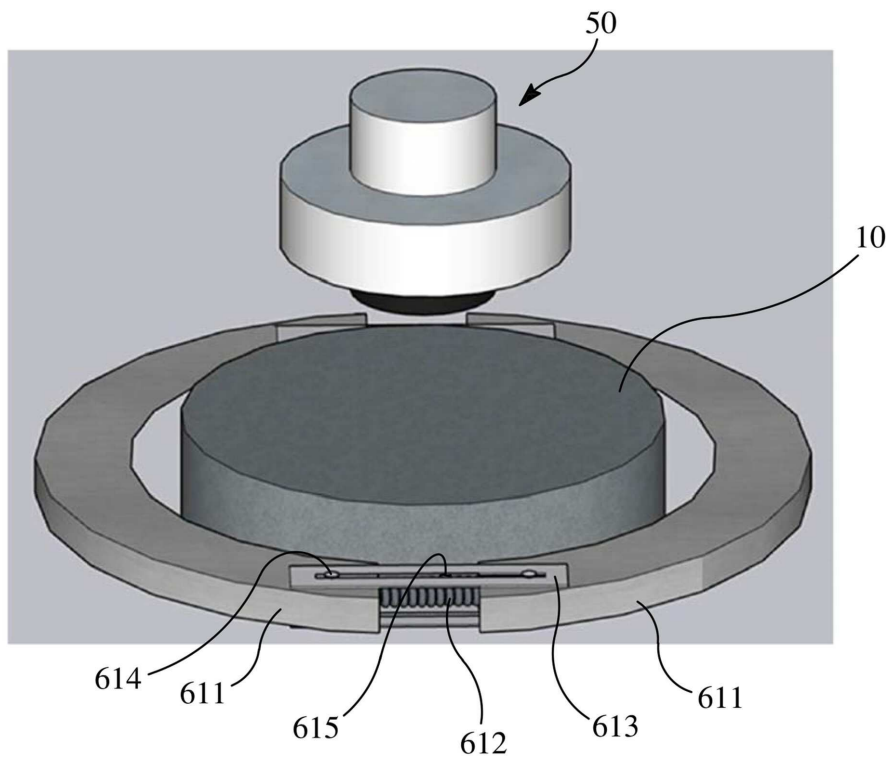
도면2



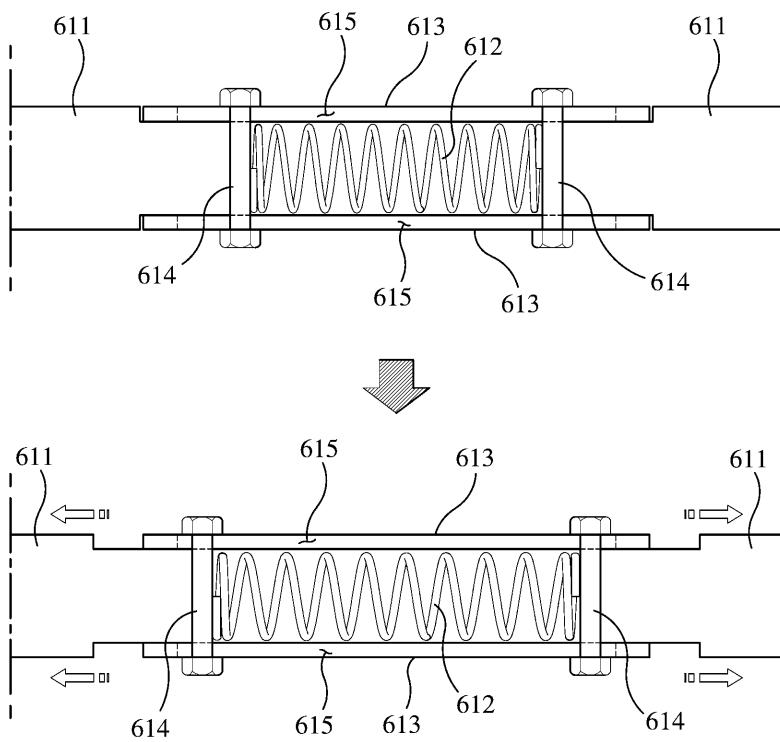
도면3



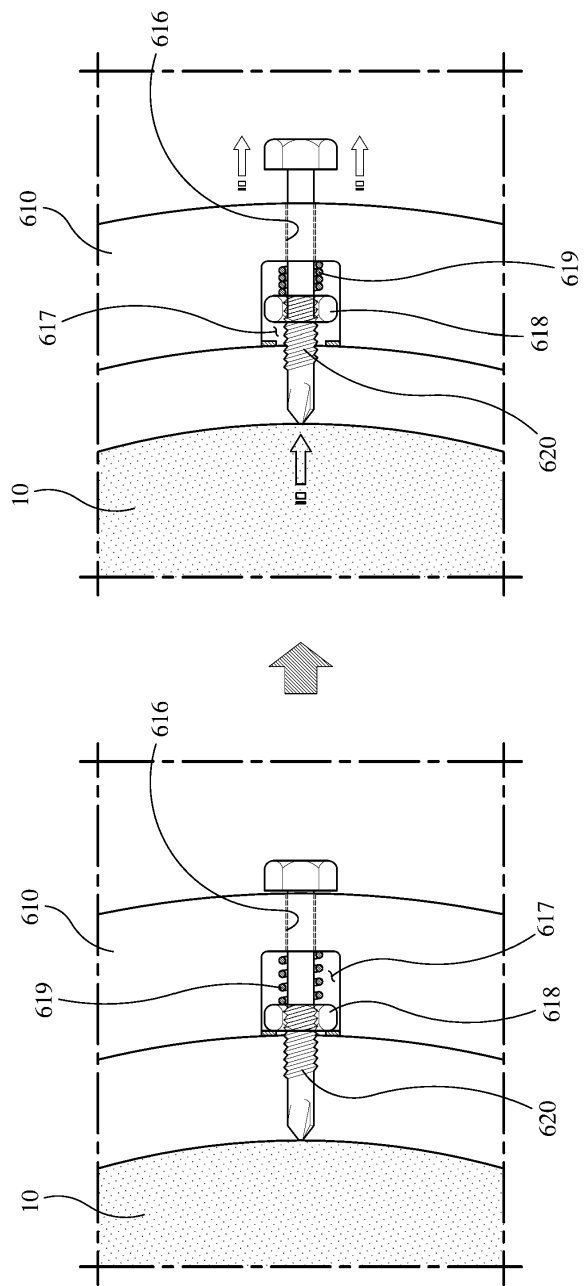
도면4



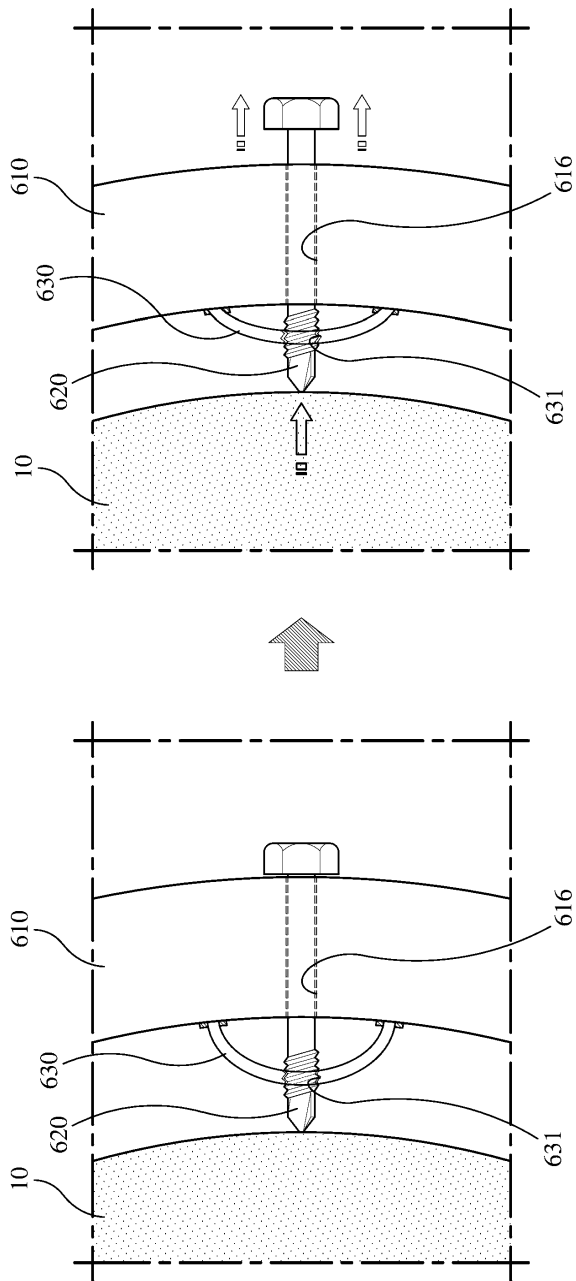
도면5



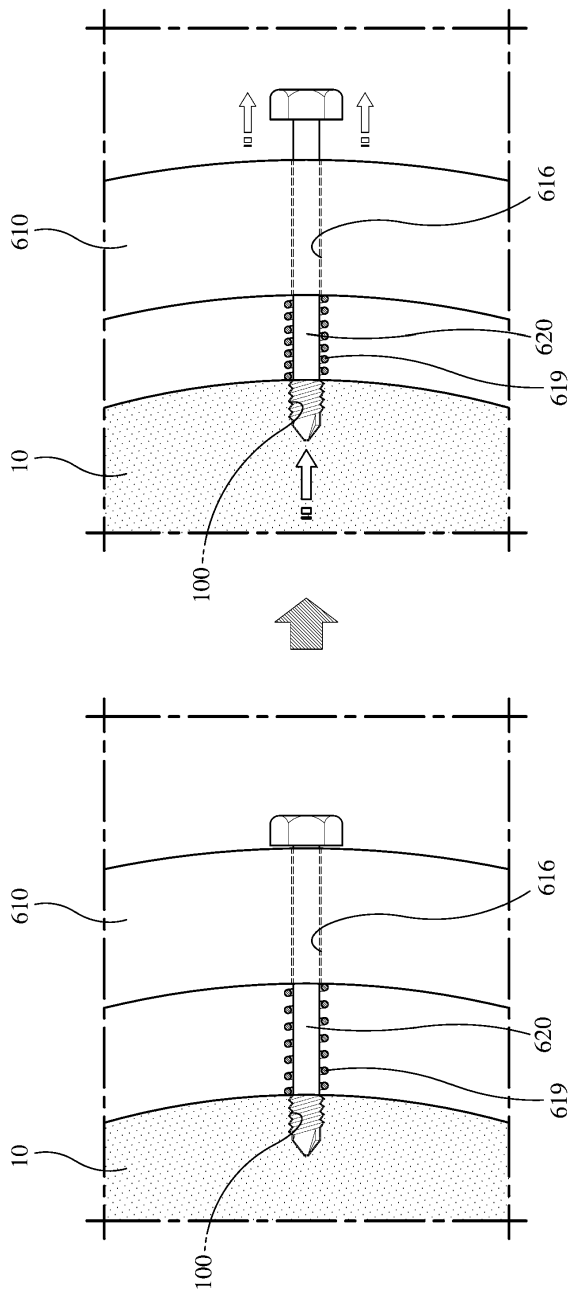
도면6



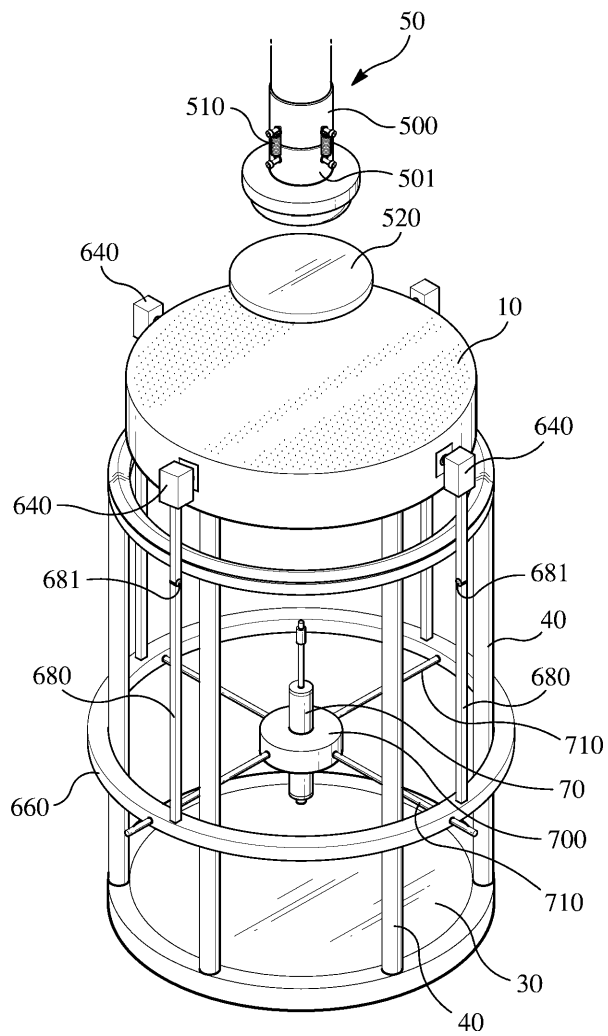
도면7



도면8



도면9a



도면9b

