



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.
G01B 7/16 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0075123
(43) 공개일자 2007년07월18일

(21) 출원번호 10-2006-0003532
(22) 출원일자 2006년01월12일
심사청구일자 2006년01월12일

(71) 출원인 고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자 지광습
서울특별시 노원구 월계3동 삼호아파트 30동 1101호
전기우
서울특별시 성동구 행당1동 284-41

(74) 대리인 현종철

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 변형을 계측이 가능한 철근콘크리트 구조물, 그의 제조방법및 그를 이용한 변형율 측정방법

(57) 요약

본 발명은 철근 콘크리트 구조물 내부에 배근된 철근의 변형율을 측정할 수 있는 철근 콘크리트 구조물의 제조 방법 및 변형율 계측방법에 관한 것으로서, 본 발명의 변형율 계측방법은 소성변형 후 탄성회복된 고저항 전도체(20)에 인장변형을

가하고 제거하면서 전기저항을 측정하여 전기기계적 상관계수(κ)와 최대 탄성변형율($\epsilon_{e,max}$)을 구함으로써, 상기 고저항 전도체의 특성값을 파악하는 단계; 철근 콘크리트 구조물 제작과정 중 콘크리트 타설 직전에 고저항 전도체에 설치된 전극을 이용하여 상기 고저항 전도체의 초기저항(R_0)을 측정하는 단계; 철근 콘크리트 구조물 설치 후 임의의 시점에서 설

치된 전극을 이용해서 현재 저항(R)를 계측하고 그에 대한 저항변화율(ρ)을 수학적식 $\rho = \frac{R - R_0}{R_0}$ 에 의하여 계산하는 단계; 및

상기 저항변화율(ρ)로부터 긴장재의 현재 변형율(ϵ)을 수학적식 $\epsilon = \frac{\rho}{\kappa}$ 에 의해 계산하는 단계로 이루어진다.

대표도

도 4

특허청구의 범위

청구항 1.

외부표면이 절연처리된 철근;

상기 철근의 외부면에 길이방향으로 부착되고, 일정 간격을 이루면서 전극이 설치되는 부분을 제외한 표면에 절연처리된 와이어 형상의 고저항 전도체; 및

상기 절연처리되지 않은 부분에 설치되는 전극; 을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 변형율 계측이 가능한 철근부재.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 철근의 외부표면의 절연처리는

전체에 대하여 절연처리하는 것 또는 고저항 전도체가 부착되는 부분에만 절연처리하는 것 중 어느 하나를 선택하는 것을 특징으로 하는 변형율 계측이 가능한 철근부재.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 고저항 전도체는

금속계 고저항 전도체인 것을 특징으로 하는 변형율 계측이 가능한 철근부재.

청구항 4.

제1항 또는 제3항에 있어서, 상기 고저항 전도체는

철, 니켈 및 알루미늄 합금(철 70% 이상)인 금속계 열선인 것을 특징으로 하는 변형율 계측이 가능한 철근부재.

청구항 5.

소성변형 후 탄성회복된 고저항 전도체에 대하여 전기기계적 상관계수(κ)와 최대 탄성변형율($\epsilon_{e,max}$)을 측정하여 철근에 부착할 상기 고저항 전도체의 전기기계적 성질을 특성화하는 제1 단계;

철근 콘크리트 구조물의 시공시 향후 변형율을 예측하고자 하는 대상 철근의 표면을 절연도포제로 절연처리하는 제2 단계;

상기 철근의 절연된 부분에 소성변형후 탄성회복된 상기 고저항 전도체를 길이방향으로 부착하는 제3 단계;

부착된 상기 고저항 전도체의 일정 길이마다 전원인가용 전극과 전위차 계측용 전극을 설치하는 제4 단계;

상기 전극부분을 제외한 고저항 전도체의 표면을 절연도포제로 절연처리하는 제5 단계;

상기 전극을 통하여 전극사이 일정거리의 고저항 전도체에 대한 저항값을 계측하여 상기 고저항 전도체의 초기저항(R_0) 특성값을 도출하는 제6 단계;

콘크리트 구조물을 형성하기 위하여 상기 철근을 배근하고 상기 전극에 전선을 연결한 다음, 상기 절연처리되지 않은 전극과 전선연결부위를 절연처리하고 전선을 거꾸집박으로 빼낸 후 콘크리트를 타설하는 제7 단계; 및

상기 전선을 구조물외부에 설치되는 계측용 단자에 연결하는 제8 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 변형율 계측이 가능한 철근 콘크리트 구조물의 제조방법.

청구항 6.

제5항에 있어서, 제1 단계에서는

철근이 항복하는 최대 변형율에서도 고저항 전도체가 파단되지 않고, 소성변형한 후 탄성회복시 전기기계적 상관계수(κ)가 전체 소성변형율에 대한 의존성이 매우 작으며, 탄성구간 내의 추가변형 혹은 회복시에도 상관계수(κ)가 일정한 고저항 전도체를 선택하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 변형율 예측이 가능한 철근 콘크리트 구조물의 제조방법.

청구항 7.

제5항 또는 제6항에 있어서, 상기 전기기계적 상관계수(κ)는

전도체가 소성변형한 후 탄성회복하는 과정에서 예측된 값을 이용하는 것을 특징으로 하는 변형율 예측이 가능한 철근 콘크리트 구조물의 제조방법.

청구항 8.

소성변형 후 탄성회복된 고저항 전도체에 인장변형을 가하고 제거하면서 전기저항을 측정하여 전기기계적 상관계수(κ)와 최대 탄성변형율($\epsilon_{e,max}$)을 구하여 상기 고저항 전도체의 특성값을 파악하는 제1 단계;

철근 콘크리트 구조물 제작과정 중 철근에 상기 고저항 전도체를 부착한 후 거푸집에 콘크리트를 타설하기전 고저항 전도체의 전극을 이용하여 상기 고저항 전도체의 초기저항(R_0)을 측정하는 제2 단계;

임의의 시점에서의 저항(R)을 예측하여 그에 대한 저항변화율(ρ)을 하기 수학식 1에 의하여 계산하는 제3 단계; 및

상기 저항변화율(ρ)로부터 긴장재의 현재 변형율(ϵ)을 하기 수학식 2에 의해 계산하는 제4 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 철근 콘크리트 구조물의 철근변형율 측정방법.

[수학식 1]

$$\rho = \frac{R - R_0}{R_0}$$

(여기서, ρ 는 저항변화율, R_0 는 고저항 전도체에 응력이 작용하지 않을 때의 저항, 그리고 R 은 현재 변형에 해당하는 저항임)

[수학식 2]

$$\epsilon = \frac{\rho}{\kappa}$$

(여기서, ϵ 은 변형율, κ 는 전기기계적 상관계수, ρ 는 저항변화율임)

청구항 9.

제8항에 있어서, 초기저항(R_0)과 임의의 시점의 저항(R)을 측정하는 전극사이의 거리는

변형전을 기준으로 했을 때 동일한 것을 특징으로 하는 철근 콘크리트 구조물의 철근변형율 측정방법.

청구항 10.

제8항에 있어서, 상기 전기기계적 상관계수(k)는

전도체가 소성변형한 후 탄성회복하는 과정에서 측정된 값을 이용하는 것을 특징으로 하는 철근 콘크리트 구조물의 철근 변형율 측정방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 건설 구조물에서 폭 넓게 사용되고 있는 철근 콘크리트 구조물의 변형율을 측정할 수 있는 측정방법에 관한 것으로서, 더욱 자세하게는 구조물에 내장된 철근의 변형율을 상시 측정함으로써 구조물의 변형여부를 예측할 수 있는 철근 콘크리트 구조물, 그의 제조방법 및 그를 이용한 변형율 측정방법에 관한 것이다.

철근 콘크리트 구조물은 공용기간이 늘어남에 따라 철근의 부식, 작용하중의 증가, 콘크리트의 크리프, 염해, 냉해 등 내부적, 환경적 요인으로 인해 구조물의 치짐이 증가하게 되고, 붕괴에 이르게 된다. 일반적으로 철근콘크리트 구조물의 콘크리트는 인장에 약하기 때문에 철근이 대부분의 인장력을 받게 되고, 구조물의 취성적인 파단을 막기 위해 구조물의 콘크리트가 파괴되기 전에 철근이 먼저 항복상태에 이르도록 설계한다.

따라서, 이러한 철근의 변형율을 예측하는 것은 구조물 내구성의 모니터링과 파단의 예측이 가능하므로 이를 위한 방법이 개발되어 왔다.

종래의 전기기계적 상관작용을 이용하여 변형율을 측정하는 것으로는 스트레인 게이지("스트레인 게이지를 이용한 변형율 측정", 박은수 외, 2001년, 학연사, 비파괴 평가공학, pp.419 내지 465)가 있으나, 이것은 단기 측정용이며 충격과 열등에 민감하여 쉽게 망가지는 문제점이 있었다. 그 밖에 변형율을 측정하기 위한 비파괴 방법으로는 광탄성실험법, x선 측정법, 응력 도료법 등이 있으나, 이러한 방법들은 구조물 표면의 응력과 변형율 상태를 측정하기 위한 것들이므로 내부에 장입되어 있는 철근의 변형율은 예측할 수 없는 문제점이 있다. 또한, 광센서를 이용하는 것("광섬유 센서를 이용한 콘크리트 보의 변형율 측정 및 균열검출에의 적용성", 김연태, 2002년, 대한토목학회 논문집, Vol. 22, No. 2-A, pp. 221 내지 227)도 있으나, 광섬유 센서는 충격에 약해서 잘 부숴진다는 문제점이 있다.

한편, 선행특허로서는 한국특허등록번호 제0324118호(광주파수 변조 광섬유 간섭형 센서 및 이를 이용한 변형율 측정방법)로서 빛의 전기신호를 이용하는 광섬유 센서에 의한 변형율 측정방법이 있으나, 이는 구조물 표면의 변형율을 측정하는 방법이고 상기에서와 같이 광섬유 센서가 충격에 약하다는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 기술적 과제는 철근 콘크리트 구조물의 붕괴를 사전에 예방하고 구조물의 내하력을 평가하여 보수보강시기를 결정할 수 있도록 구조물 내부의 철근변형율을 상시 측정할 수 있는 철근 콘크리트 구조물을 제공하는 데 있다.

또한, 본 발명의 다른 기술적 과제는 상술한 바와 같은 구조물 내부의 철근변형율을 상시 측정할 수 있는 철근콘크리트 구조물의 제조방법을 제공하는 데 있다.

또한, 본 발명의 또 다른 기술적 과제는 상술한 구조물을 이용하여 구조물 내부의 철근의 변형율을 측정하는 철근변형율 측정방법을 제공하는 데 있다.

발명의 구성

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 변형율 계측이 가능한 철근부재는, 외부표면이 절연처리된 철근; 상기 철근의 외부면에 길이방향으로 부착되고, 일정 간격을 이루어 전극이 설치되는 부분을 제외한 표면에 절연처리된 와이어 형상의 고저항 전도체; 및 상기 절연처리되지 않은 부분에 설치되는 전극; 을 포함하여 이루어진다.

또한, 본 발명에 의한 상기 철근 콘크리트 구조물의 제조방법은, 고저항 전도체에 대하여 전기기계적 상관계수(κ)와 최대 탄성변형율($\epsilon_{e,max}$)을 측정하여 철근에 부착할 상기 고저항 전도체의 전기기계적 특성값을 도출하는 제1 단계;

철근 콘크리트 구조물의 시공시 향후 변형율을 예측하고자 하는 대상 철근의 표면을 절연도포제로 절연처리하는 제2 단계; 상기 철근의 절연된 부분에 소성변형후 탄성회복된 상기 고저항 전도체를 길이방향으로 부착하는 제3 단계; 부착된 상기 고저항 전도체의 일정 길이마다 전원인가용 전극과 전위차 계측용 전극을 설치하는 제4 단계; 상기 전극부분을 제외한 고저항 전도체의 표면을 절연도포제로 절연처리하는 제5 단계; 상기 전극을 통하여 전극사이 일정거리의 고저항 전도체에 대한 저항값을 계측하여 상기 고저항 전도체의 초기저항(R_0) 특성값을 도출하는 제6 단계; 콘크리트 구조물을 형성하기 위하여 상기 철근을 배근하고 상기 전극에 전선을 연결한 다음, 상기 절연처리되지 않은 전극과 전선연결부위를 절연처리하고 전선을 거푸집밖으로 빼낸 후 콘크리트를 타설하는 제7 단계; 및 상기 전선을 구조물외부에 설치되는 계측용 단자에 연결하는 제8 단계; 를 포함하여 이루어진다.

또한, 본 발명에 의한 상기 철근 콘크리트 구조물의 철근변형율 측정방법은,

소성변형 후 탄성회복된 고저항 전도체에 인장변형을 가하고 제거하면서 전기저항을 측정하여 전기기계적 상관계수(κ)와 최대 탄성변형율($\epsilon_{e,max}$)을 구하여 상기 고저항 전도체의 특성값을 파악하는 제1 단계; 철근 콘크리트 구조물 제작과정 중 철근에 상기 고저항 전도체를 부착한 후 거푸집에 콘크리트를 타설하기전 고저항 전도체의 전극을 이용하여 상기 고저항 전도체의 초기저항(R_0)을 측정하는 제2 단계; 임의의 시점에서 현재 저항(R)을 계측하여 그에 대한 저항변화율(ρ)을 하기 수학식 1에 의하여 계산하는 제3 단계; 및 상기 저항변화율(ρ)로부터 긴장재의 현재 변형율(ϵ)을 하기 수학식 2에 의해 계산하는 제4 단계; 를 포함하여 이루어진다.

$$\rho = \frac{R - R_0}{R_0}$$

여기서, ρ 는 저항변화율, R_0 는 고저항 전도체에 응력이 작용하지 않을 때의 저항, R 은 현재 변형에 해당하는 저항이다. R_0 와 R 을 계측하는 전극사이의 거리는 변형전을 기준으로 했을 때 같아야 한다.

$$\epsilon = \frac{\rho}{\kappa}$$

여기서, ϵ 은 변형율, κ 는 전기기계적 상관계수, ρ 는 저항변화율이다.

본 발명에서 하기에 제시한 실험내용에 근거할 때 전기기계적 상관계수(κ)는 전도체가 소성변형한 후 탄성회복하는 과정에서 계측된 값을 이용해야 한다.

본 발명에 필요한 고저항 전도체의 조건으로서 저항 변화의 측정이 가능하도록 저항이 충분히 커야하고, 소성변형한 후 탄성회복시 전기기계적 상관계수(κ)가 일정해야 하며, 그 상태에서 추가변형 혹은 회복시에도 상관계수(κ)가 일정해야 한다.

그리고 인장 후 하중 제하(unloading)시의 최대 탄성변형율($\epsilon_{e,max}$)이 철근의 항복 변형율 보다 충분히 커야 하며, 그 변형율에서 탄성회복이 뚜렷해야 한다.

이와 같은 성질을 가진 재료로서는 금속계 고저항 전도체가 유망하며, 철, 니켈 및 알루미늄 합금(철 70% 이상)인 금속계 열선 등을 상기 고저항 전도체로 이용할 수 있다.

철근 및 그에 부착된 고저항 전도체는 반드시 일체로 거동하도록 조치해야 하며, 위에서 언급한 바와 같이 전극설치부분을 제외한 부분에서는 절연처리가 되어야 한다.

철근의 절연은 전체 혹은 부분적으로 행할 수 있다.

이하 본 발명의 일실시예에 의한 변형율 측정이 가능한 철근 콘크리트 구조물, 그의 제조방법 및 그를 이용한 변형율 측정 방법을 첨부된 예시도면에 의거하여 상세히 설명한다.

도 1은 철근(10)에 고저항 전도체(20)가 완전히 부착되어 일체로 거동할 때 변형율이 같음을 보여주는 도면이다. 그러므로 고저항 전도체(20)의 변형율을 추정할 수 있으면 철근(10)의 변형율도 자동적으로 얻을 수 있다.

도 2에서는 직경 1mm, 길이 55cm 이고 철이 주성분(70% 이상)인 금속계 고저항 전도체(20)의 양끝을 고정하여 변형을 가하면서 그 전기기계적 상관관계를 실험적으로 측정한 결과를 나타내는 그래프이다. 본 발명자들에 의한 실험결과 철, 니켈 및 알루미늄 합금(철이 70% 이상)인 금속계 열선(실험에 사용한 제품은 Kanthal k_1열선임)이 고저항 전도체로 적합한 것으로 판단되었다.

변형율(ϵ)은 변형 중의 전체 길이를 초기 길이로 나누어 계산하였으며, 금속성 물질의 저항이 매우 낮은 관계로 두 점간 전위차(ΔV)를 작용전류(I)로 나누어 저항(R)을 계산하였다. 초기 0인 변형율(ϵ)을 점진적으로 변화시키면서 저항변화율(ρ)과 변형율(ϵ)간의 전기기계적 상관계수(κ)를 측정하였다. 변형율(ϵ)이 0.007에 도달한 후 상기 변형율(ϵ)을 0.002까지 감

소시키는 탄성변형 동안에 0.003만큼의 최대 탄성변형율($\epsilon_{e,max}$)이 관측되었으며, 이 구간에서의 전기기계적 상관계수

(κ)는 변형회복 및 재변형동안 일정했다. 상기 최대 탄성변형율($\epsilon_{e,max}$)은 최대 변형율($\epsilon_{t,max}$)에서 소성변형율(ϵ_p)을 뺀으로써 계산한다.

이러한 수치범위내에서 고저항 전도체(20)의 전기기계적 상관계수(κ)와 최대 탄성변형율($\epsilon_{e,max}$)이 재료물성적인 성격을 갖는지 알아보기 위해 변형율(ϵ)을 0.01까지 증가시켜 같은 정도의 반복변형을 가하였고, 그 결과 이전 값과 매우 가까운 최대 탄성변형율($\epsilon_{e,max}$)과 전기기계적 상관계수(κ)를 얻었으며, 철근의 경우 항복변형율이 0.002임을 감안할 때 재료물성치로 사용하기에 충분한 범위내에 있음을 확인할 수 있었다.

최대 탄성변형율($\epsilon_{e,max}$)과 전기기계적 상관계수(κ)를 얻었으며, 철근의 경우 항복변형율이 0.002임을 감안할 때 재료물성치로 사용하기에 충분한 범위내에 있음을 확인할 수 있었다.

최대 탄성변형율($\epsilon_{e,max}$)의 범위내에서 제하(load) 및 재제하(reload)시 고저항 전도체의 임의의 시점에서의 변형율(ϵ)은 본 실험결과에 근거하여 그 시점의 저항변화율(ρ)로부터 상기 수학식 2인 $\epsilon = \rho / \kappa$ 에 의해 계산할 수 있다.

도 3에서는 고저항 전도체(20)에 전극(60)을 설치하는 것과 저항을 측정하기 위해 직류전원(30)과 전위차계(40)를 설치하는 것을 예시하였다. 도면부호 50은 전선을 나타낸다. 여기서, 전위차를 측정하기 위해 설치되는 두 전극(60)간의 거리(L)는 일정해야 한다.

직류전원(30)의 방향에 따라 서로 다른 전위차 ($\Delta V^+, \Delta V^-$)가 측정될 수 있으며, 이의 절대값을 평균한 전위차

$(\Delta V = \frac{1}{2} [|\Delta V^+| + |\Delta V^-|])$ 를 이용하여 하기 수학식 3에 의하여 저항을 계산한다.

$$R = \frac{\Delta V}{I}$$

여기서, R은 전극사이의 고저항 전도체에 대한 저항값이고, ΔV 는 전위차이며, I는 직류전원의 전류이다. 전극은 변형율의 측정이 필요한 위치에 설치한다.

도 4에는 원형 철근(10)의 종방향으로 고저항 전도체(20)를 설치하는 과정을 도시하였다. 원형 철근(10)에는 도 4에서와 같이 고저항 전도체(20)를 종방향으로 직접 붙일 수 있다.

도 5에는 이형 철근(100)의 종방향으로 고저항 전도체(20)를 설치하는 과정을 도시하였다. 도 5와 도 7에서 알 수 있는 바와 같이, 상기 이형 철근(100)은 돌기(110)로 인해 고저항 전도체(20)를 바로 붙일 수가 없다. 상기 고저항 전도체(20)가 부착되는 부분에는 돌기(110)에 홈(120)이 형성된 이형 철근(100)을 제작하거나, 상기 고저항 전도체(20)가 부착되는 부분의 돌기(110)를 제거한 후 부착한다.

도 6 과 도 7에는 철근(10,100)의 표면에 고저항 전도체(20)를 부착하는 과정이 도시되어 있으며, 그 과정은 도면의 왼쪽에서 오른쪽으로 순차적으로 시행한다. 즉, 고저항 전도체(20)를 부착할 표면을 절연성 도포제(12)로 절연처리하고, 상기 고저항 전도체(20)를 절연성 접착제로 부착한 다음, 그 표면을 다시 절연성 도포제(22)로 절연처리하는 과정을 순서대로 도시하고 있다.

도 6은 원형 철근(10)에 대한 것이고, 도 7은 이형 철근(100)에 대한 것으로서, 각 도의 (a)와 같이 철근(10,100) 전체를 절연할 수도 있고, (b)와 같이 철근(10)을 부분 절연할 수도 있다.

도 8과 같이 접근의 용이성을 위해 미리 콘크리트 구조물(80)내에 장입되어 있는 철근(10)의 모든 전극(60)에 전선(50)을 부착하고 유지관리용 계측단자(70)를 별도로 설치하여 계측의 편리성을 도모하는 것도 가능하다.

상술한 바에 따른 변형을 측정이 가능한 철근 콘크리트 구조물의 제조방법은 도 9에 도시된 순서도와 같다.

먼저, S1 단계에서는 철근(10)에 부착할 고저항 전도체(20)에 인장변형을 가하고 제거하는 과정에서 전기저항을 측정하여 전기기계적 상관계수(κ)와 최대 탄성변형률($\epsilon_{e,max}$)을 측정하여 고저항 전도체(20)의 특성값을 구한다. 여기서, 상기 최대 탄성변형률($\epsilon_{e,max}$)은 항복 변형률 0.002와 비교하여 사용하기에 충분한 범위내에 있는지 확인하기 위한 것이며, 상기 전기기계적 상관계수(κ)는 상기 수학적 2에 의해 변형률(ϵ)을 계산하기 위하여 필요한 상수값이다.

S2 단계에서는 철근 콘크리트 구조물의 시공시 향후 변형율을 예측하고자 하는 대상 철근(10)을 절연도포제(12)로 도포함으로써 표면을 절연처리한다.

S3 단계에서는 소성변형후 탄성 회복한 상태의 상기 고저항 전도체(20)를 상기 철근(10)의 절연된 표면상에 절연성 접착제를 이용하여 길이방향으로 부착한다.

S4 단계에서는 부착된 상기 고저항 전도체(20)에 일정 길이(L)마다 전원 인가용과 전위차 계측용의 전극(60)들을 설치한다. 상기 전극(60)의 구체적인 형상은 본 발명이 속하는 분야의 통상적인 기술자들에 의해 다양한 형태로 채택될 수 있다.

S5 단계에서 고저항 전도체(20)의 표면을 상기 전극(60)이 설치되는 부분을 제외하고 절연도포제(22)로 절연처리한다.

S6단계에서는 상기 전극을 통하여 전극사이 일정거리의 고저항 전도체에 대한 저항값을 계측하여 상기 고저항 전도체의 초기저항(R_0) 특성값을 도출한다.

S7단계에서는 콘크리트 구조물을 형성하기 위하여 상기 철근(10)을 배근하고 상기 전극(60)에 전선(50)을 연결한 다음, 상기 절연처리 되지 않은 전극과 전선연결 부위를 절연처리하고 전선을 거꾸집박으로 빼낸 후 콘크리트를 타설한다.

마지막으로, S8단계에서는 상기 전선(50)을 구조물외부에 설치되는 계측용 단자(70)에 연결한다.

위와 같은 제조방법에 의하여 철근의 변형율 계측이 가능한 철근 콘크리트 구조물이 완성된다.

또한, 상기의 방법에 따라 제조되는 철근 콘크리트 구조물을 이용한 구조물의 철근변형율 측정방법은 도 10의 순서도에 따른다.

먼저, 소성변형 후 탄성회복된 고저항 전도체(20)에 인장변형을 가하고 제거하면서 전기저항을 측정하여 전기기계적 상관 계수(κ)와 최대 탄성변형율($\epsilon_{e,max}$)을 구함으로써, 상기 고저항 전도체(20)의 특성값을 파악한다(T1 단계).

다음으로, 철근 콘크리트 구조물 제작과정 중 콘크리트 타설 직전에 고저항 전도체(20)에 설치된 전극(60)을 이용하여 상기 고저항 전도체(20)의 초기저항(R_0)을 측정한다(T2 단계). 여기서, 상기 초기저항(R_0) 값은 설치된 고저항 전도체(20)에 변형이 일어나기전의 임의의 두 전극사이의 거리(L)에 대한 저항값으로서, 상기 고저항 전도체(20)에 대한 고유의 특성 값이다.

다음으로, 철근 콘크리트 구조물 설치 후 임의의 시점에서 설치된 전극을 이용해서 현재 저항(R)를 측정하고 그에 대한 저항변화율(ρ)을 상기 수학식 1 ($\rho = \frac{R - R_0}{R_0}$)에 의하여 계산한다(T3 단계). 여기서, R_0 는 상기에서 측정한 초기저항값이다.

마지막으로, 상기 저항변화율(ρ)로부터 긴장재의 현재 변형율(ϵ)을 상기 수학식 2 ($\epsilon = \frac{\rho}{\kappa}$)에 의해 계산한다(T4 단계). 여기서, κ 는 상기 T1 단계에서 구한 전기기계적 상관계수이다.

위와 같은 측정방법에 의하여 철근 콘크리트 구조물내에 장입되어 있는 철근의 변형율(ϵ)을 측정할 수 있으며, 그 측정값에 의하여 구조물 내구성을 모니터링하여 철근콘크리트 구조물의 파단을 예측할 수 있다.

본 발명에 의한 변형율 측정방법은 상기에서 설명한 바와 같이 제조 및 설치가 간단하고 측정이 용이하므로, 보부재, 기둥 및 벽체 부재 및 교량의 교각 등 철근 콘크리트로 설치되는 모든 분야에 적용할 수 있다.

발명의 효과

이상 설명한 바와 같이 본 발명인 변형율 측정이 가능한 철근콘크리트 구조물, 그의 제조방법 및 그를 이용한 변형율 측정방법에 의하면, 철근 콘크리트 구조물에서 철근의 상시 변형율 측정이 가능하여 구조물의 붕괴를 사전에 예방할 수 있으며, 구조물의 내하력을 평가하여 보수보강시기를 결정할 수 있는 등 구조물의 장단기 모니터링이 가능하다는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 철근에 고저항 전도체가 완전히 부착되어 일체로 거동할 때 변형율이 같음을 보이는 측면도.

도 2는 직경 1mm, 길이 55cm 이고 철이 주성분(70% 이상)인 금속계 고저항 전도체의 양끝을 고정하여 변형을 가하면서 그 전기기계적 상관관계를 실험적으로 측정한 결과를 도시한 그래프.

도 3은 고저항 전도체에 전극을 설치하는 것과 저항을 측정하기 위해 직류전원과 전위차계를 설치하는 것을 예시한 개략도.

도 4는 원형 철근의 종방향으로 고저항 전도체를 직선으로 부착한 것을 보여주는 개략도.

도 5는 이형 철근의 종방향으로 고저항 전도체를 직선으로 부착한 것을 보여 주는 개략도.

도 6은 원형 철근의 표면에 고저항 전도체를 부착하는 과정을 각 단계별로 도시한 단면도로서, 도 6(a)는 원형철근 표면 전체를 절연처리하는 경우를 보여주는 단면도이고, 도 6(b)는 전도체가 부착될 부분에만 절연처리하는 경우를 보여주는 단면도.

도 7은 이형 철근의 표면에 고저항 전도체를 부착하는 과정을 각 단계별로 도시한 단면도로서, 도 7(a)는 이형 철근 표면 전체를 절연처리하는 경우를 보여주는 단면도이고 도 7(b)는 고저항 전도체가 부착될 부분에만 절연 처리하는 경우를 보여주는 단면도.

도 8은 계측의 편리성을 위해 미리 모든 전극에 전선을 부착한 유지관리용 계측단자를 별도로 설치하는 것을 나타내는 개략도.

도 9는 본 발명의 철근의 변형율을 계측할 수 있는 철근 콘크리트 구조물의 제조방법의 각 단계를 도시한 순서도.

도 10은 본 발명에 의해 제조된 철근 콘크리트 구조물 내의 철근의 변형율을 측정하는 방법의 각 단계를 도시한 순서도.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

10 : 원형 철근 20 : 고저항 전도체

30 : 직류전원 40 : 전위차계

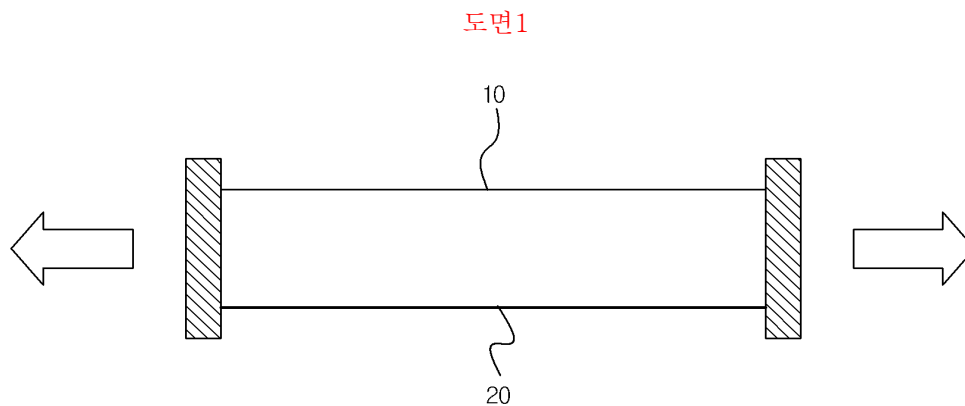
50 : 전선 60 : 전극

70 : 계측용 단자 80 : 콘크리트 구조물

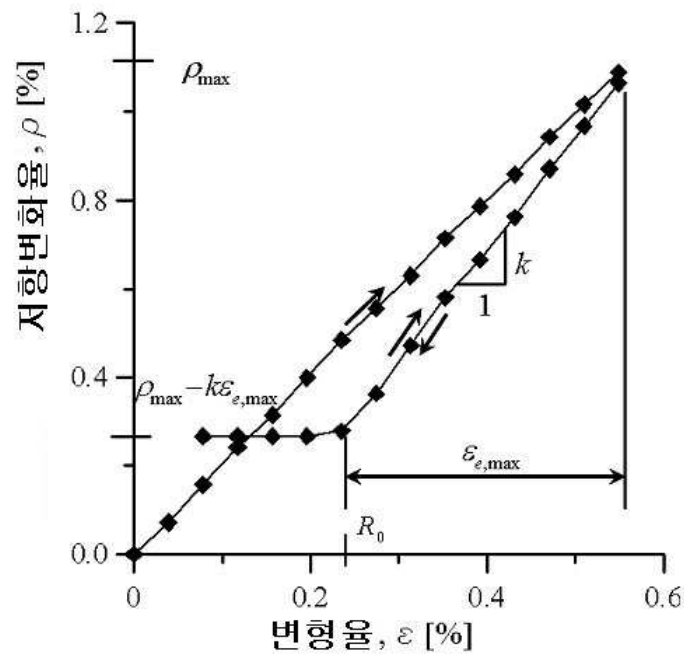
100 : 이형 철근 110 : 돌기

120 : 홈

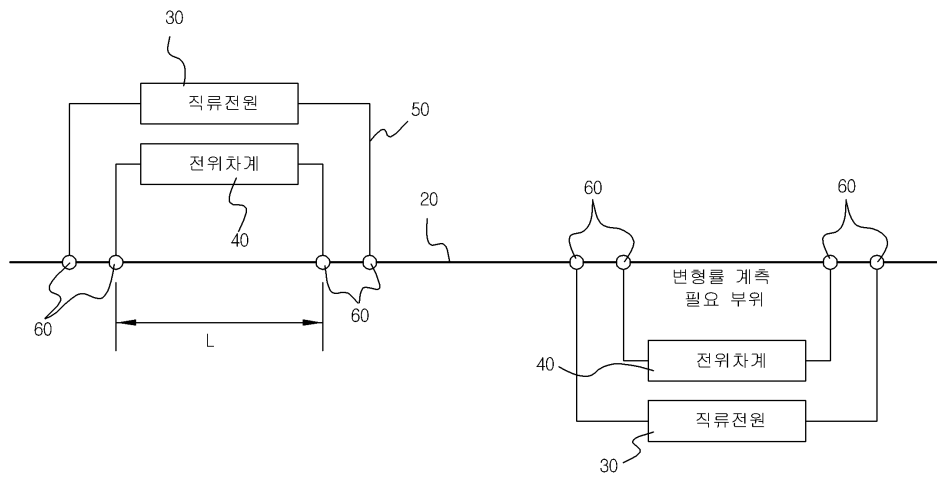
도면



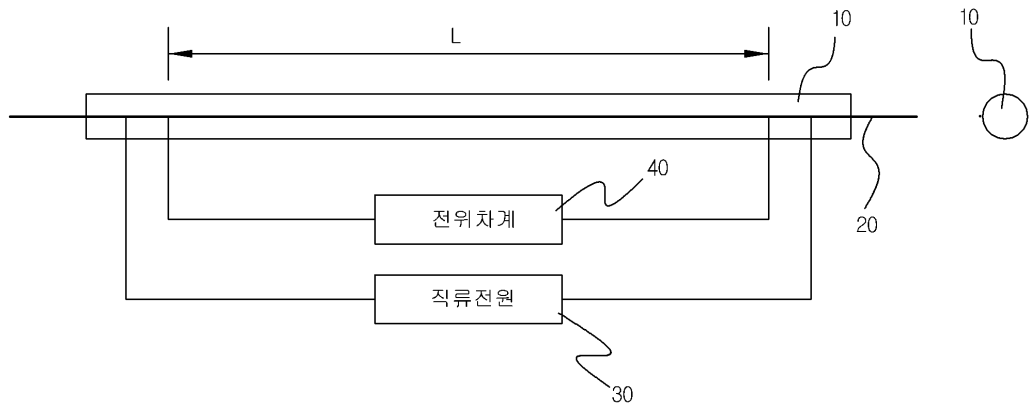
도면2



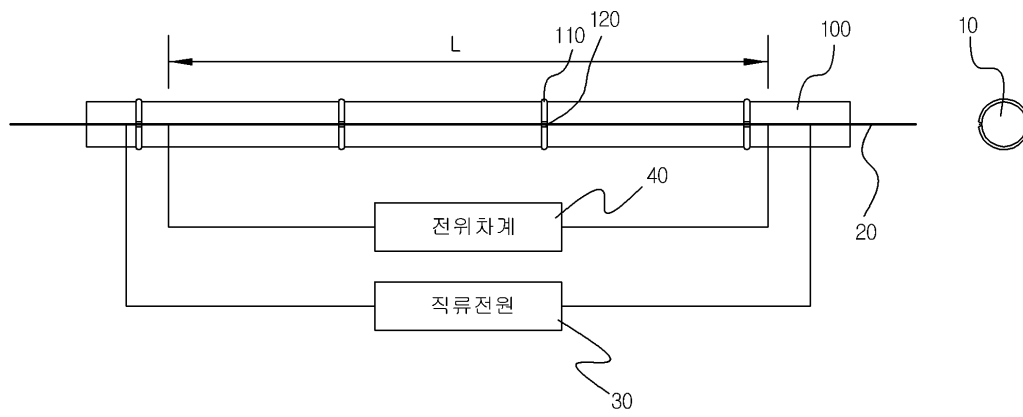
도면3



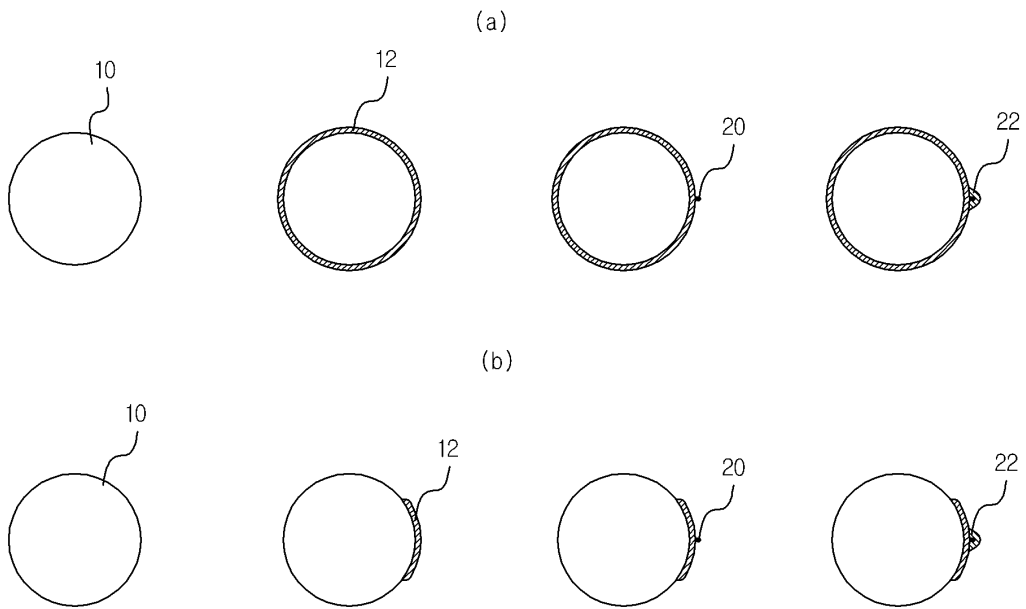
도면4



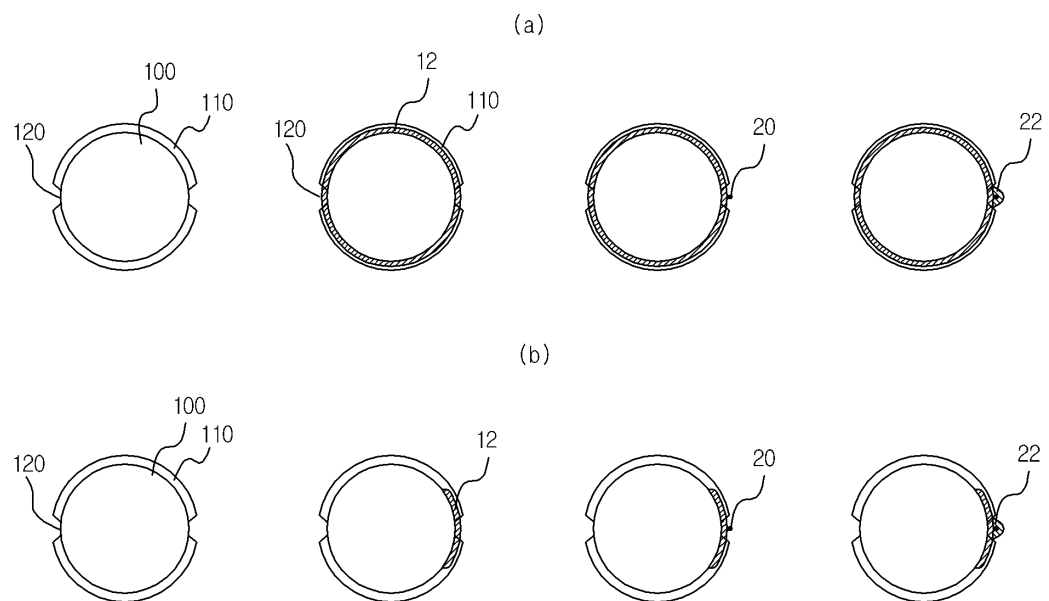
도면5



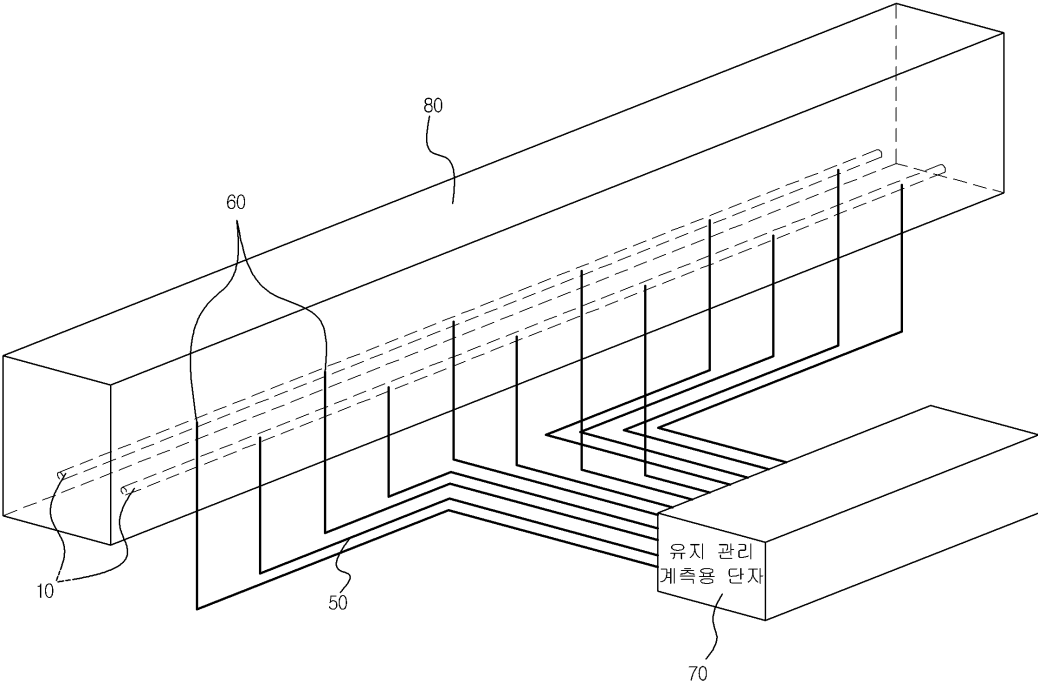
도면6



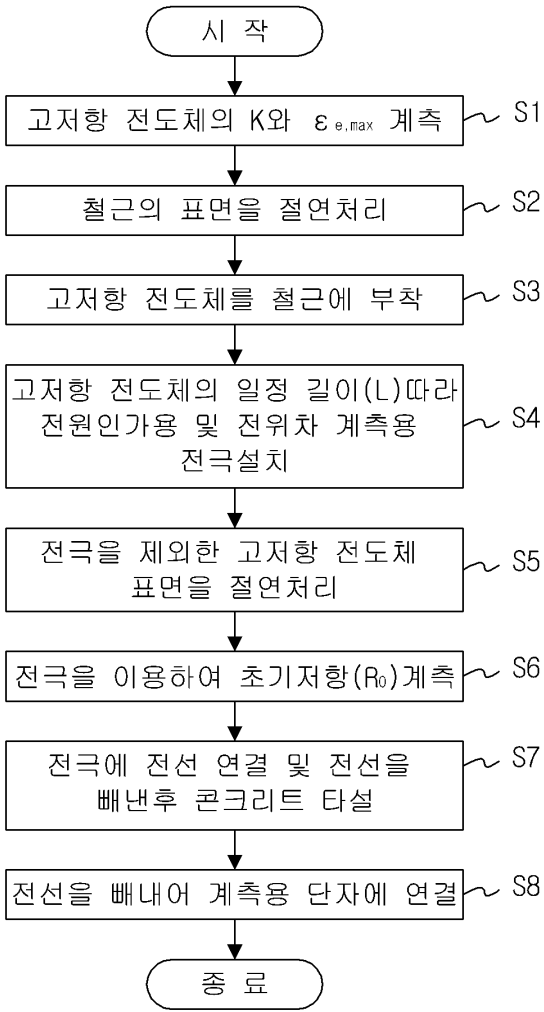
도면7



도면8



도면9



도면10

