



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.
G01L 5/10 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0045624
(43) 공개일자 2007년05월02일

(21) 출원번호 10-2005-0102084
(22) 출원일자 2005년10월28일
심사청구일자 2005년10월28일

(71) 출원인 고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자 지광습
서울 노원구 월계3동 삼호아파트 30동 1101호
노병철
강원 원주시 명륜2동 847-4 동보노빌리티 206동 1203호

(74) 대리인 현종철

전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 내부긴장력을 계측할 수 있는 긴장재와 이의 제조방법 및 이를 이용한 잔류긴장력 측정방법

(57) 요약

본 발명은 콘크리트 구조물에서 구조물의 파단을 방지하기 위하여 사용되는 긴장재의 내부긴장력을 측정할 수 있는 긴장재와 이의 제조방법 및 이를 이용한 잔류긴장력 계측방법에 관한 것으로서, 본 발명의 일실시예에 의한 긴장재는 전극이 설치된 고저항 전도체가 긴장부재와 절연되게 부착되어 이루어지고, 상기 긴장재를 이용한 잔류긴장력 측정방법은 긴장재의 물리적 성질을 정착장치 설치의 전후에 측정하여 본 발명에 의한 전기기계적 특성방정식에 의하여 해당 긴장력을 도출한다.

이에 의하면, 긴장력이 변화하는 긴장재의 경우에도 일정 구간에 설치된 전극을 이용하여 긴장력의 계측이 가능하고, 그라우트나 정착장치 등과 같은 부속장치의 영향을 배제할 수 있으며, 긴장재의 생산시에 고저항 전도체를 미리 부착하여 생산함으로써 내부 긴장력을 상시적으로 감시할 수 있다.

대표도

도 10

특허청구의 범위

청구항 1.

외부표면이 절연처리된 긴장부재와;

상기 긴장부재에 길이방향으로 부착되고, 일정 간격을 이루며 전극이 설치되는 부분을 제외한 표면에 절연처리된 고저항 전도체와;

상기 절연처리되지 않은 부분에 설치되는 전극을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 내부긴장력을 계측할 수 있는 긴장재.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 긴장부재 외부표면의 절연처리는 전체에 대하여 절연처리하거나 고저항 전도체가 부착되는 부분에만 절연처리하는 것 중 어느 하나를 선택하는 것을 특징으로 하는 내부긴장력을 계측할 수 있는 긴장재.

청구항 3.

구조물에 설치되는 긴장재의 제조방법에 있어서,

고저항 전도체에 대하여 전기기계적 상관계수(κ)와 최대 탄성변형률($\epsilon_{e,max}$)을 측정하여 긴장재에 부착할 상기 고저항 전도체의 전기기계적 성질을 특성화하는 단계와;

상기 긴장재를 절연처리하는 단계와;

상기 균일한 단면의 고저항 전도체를 상기 긴장재의 절연된 부분에 따라 길이방향으로 부착하는 단계와;

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

상기 전극을 제외한 고저항 전도체의 표면을 절연처리하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 긴장력을 계측할 수 있는 긴장재의 제조방법.

청구항 4.

제3항에 있어서,

긴장재에 도입하는 최대 변형률에서도 고저항 전도체가 파단되지 않아야 하며, 소성변형한 후 탄성회복시 전기기계적 상관계수(κ)가 전체 소성변형률에 대한 의존성이 매우 작아 일정하고, 탄성구간내의 추가변형 혹은 회복시에도 상관계수(κ)가 일정한 고저항 전도체를 선택하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 긴장력을 계측할 수 있는 긴장재의 제조방법.

청구항 5.

구조물에 설치되는 긴장재의 잔류긴장력 측정방법에 있어서,

긴장재에 긴장력을 도입한 후 정착장치를 설치하기 전 긴장재에 부착된 고저항 전도체의 길이방향 일정거리에 설치한 전극을 이용하여 최대저항 변화율(P_{max}), 긴장재의 최대 변형률($\epsilon_{t,max}$)을 계측하는 단계와;

정착장치를 설치한 후 임의의 시점에서 상기 전극을 이용하여 현재 저항(R)을 측정하여 그에 대한 저항변화율(ρ)을 식

$$\rho = \frac{R - R_0}{R_0} \text{에 의하여 계산하는 단계와;}$$

상기 저항변화율(ρ)로부터 긴장재의 현재 변형율(ε)을 전기기계적 특성방정식에 의하여 계산하는 단계와;

상기 변형율(ε)과 긴장재의 특성방정식 $\sigma = E\varepsilon$ 을 이용하여 현재의 응력(σ)을 구하고 상기 응력값과 긴장재의 단면적을 이

용하여 긴장력 관계식 $\sigma = \frac{T}{A}$ 에 의해 해당 긴장력(T)을 계산하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 긴장력을 측정할 수 있는 긴장재를 이용한 잔류긴장력 측정방법.

청구항 6.

제5항에 있어서,

상기 전기기계적 특성방정식은 식 $\varepsilon = \frac{\rho - \rho_{\max}}{\kappa} + \varepsilon_{e,\max}$ 인 것을 특징으로 하는 긴장력을 측정할 수 있는 긴장재를 이용한 잔류긴장력 측정방법.

청구항 7.

제5항에 있어서,

프리스트레스 구조물의 긴장재에 있어서의 긴장력 변화를 실시간으로 감지하도록 상기 고정항 전도체의 길이방향 일정거리에 설치한 전극과 전선으로 연결된 측정단자를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 긴장력을 측정할 수 있는 긴장재를 이용한 잔류긴장력 측정방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 콘크리트 구조물에 사용되는 긴장재에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 콘크리트 구조물에서 구조물의 파단을 방지하기 위하여 사용되는 긴장재의 내부긴장력을 측정할 수 있는 긴장재와 이의 제조방법 및 이를 이용한 잔류긴장력 측정방법에 관한 것이다.

콘크리트 교량 및 기타 콘크리트 구조물은 하중의 작용이나 오랜 시간의 경과에 따른 재하환경의 변화에 따라 균열 및 과대처짐현상이 시간의존적으로 발생하게 되며, 이를 상쇄시키기 위하여 콘크리트 구조물내에 긴장재와 정착구를 설치하여 내부압축력을 도입하는 공법이 사용되는데, 이를 일반적으로 프리스트레스 공법이라고 칭한다. 이러한 긴장재는 철근 또는 긴장재의 단부에 여러 형태의 정착장치를 설치하여 콘크리트에 정착하는 기계적 정착에 의하거나, 직접 또는 그라우팅을 통하여 콘크리트에 부착되기도 한다. 또한, 프리캐스트 콘크리트(PC)를 제조할 때 고강도 강재인 긴장재를 이용하여 한 개 혹은 여러개를 묶음으로 해서 구조물의 일측 단부는 켜기식으로 고정하고 타측 단부는 인장력을 이용하여 긴장재를 인장시켜 프리스트레스를 가한 후 정착하여 콘크리트 구조물을 제조하기도 한다.

현재 사용되고 있는 긴장재로는 피아노 선재 또는 PC 강재가 주로 사용되고 있으며, 최근 탄소섬유 긴장재도 개발되고 있다. 통상의 건설구조물에 프리스트레스 공법을 시행할 때 사용되는 긴장재의 구조는 도 4 내지 도 7에 도시된 바와 같이 강봉형태와 연선형태가 있다.

이러한 긴장재에 작용하는 긴장력을 측정하는 방법에는 현의 진동특성을 이용하는 방법(Ultrasonics, Allen 외, Vol.22, 1984, 179-188p 참조)과, 응력파를 이용하는 방법(Science and Manufacturing, Park 외, Vol.33, 2002, 267-275p 참조)이 있다.

현의 진동을 이용하는 방법은 자유진동하는 현의 고유진동수가 작용장력에 따라 변하는 물리적인 사실을 이용하는 것으로서, 탄성과 전달속도를 이용한 긴장력 측정방법이다. 이 방법은 긴장재 정착부분의 경계조건에 따라 영향을 받으며, 긴장재의 피복과, 긴장재와 피복 사이에 주입된 그라우트 등에 의한 영향을 배제하지 못하는 문제점이 있다. 또한 긴장력이 구간별로 달라지는 경우에는 기본이론 자체가 불분명해진다.

한편, 응력파를 이용하는 방법은 긴장재에 작용하고 있는 응력상태에 따라 응력파의 전달속도가 달라지는 물리적인 성질을 이용하는 것으로서, 탄소섬유의 전기기계적 상관작용을 이용하여 파괴시점을 예측하는 방법이다. 이 방법은 아주 작은 응력과 신호를 계측하기 위한 고가의 장비가 필요하며, 정착장치에서 손실 및 분산되는 응력파를 고려해야만 하는 문제점이 있다. 그리고 응력파를 강선에 직접 전달하기 위한 숙련된 작업이 필요하고, 임의 구간의 응력을 측정하기가 어렵다는 단점이 있다. 또한 파괴시점의 작용응력을 예측하므로 현재의 작용응력은 예측할 수 없으며, 초기도달 응력파를 분석하는 과정에서 계측자의 주관적 판단에 따른 임의성이 도입될 수 있다.

이러한 방법들에 대한 문제점을 해결하기 위하여 최근 새로운 기법으로서 긴장재 자체의 전기기계적 상관작용을 이용하는 방법이 본 발명자들에 의해 특허출원번호 제2005-25466호로 출원된 바 있다. 이에 의하면 탄성과 전달속도의 계측이 불필요하고, 파괴시점이 아닌 현재의 작용응력을 예측할 수 있다.

상기 긴장재 자체의 전기기계적 상관작용을 이용하는 방법은 긴장재의 임의의 구간에 전도체인 전선을 설치하고 긴장력의 증가에 따른 전기저항의 변화량과 긴장재의 전기기계적 비례상수를 계측하여, 전기저항 특성식과, 작용응력과 긴장력의 관계식에 대입함으로써 긴장력을 계측하는 방법이다.

그러나, 상기의 방법은 전기저항이 상대적으로 큰 탄소섬유 긴장재의 경우 유용한 방법이 될 수 있지만, 강재로 형성된 긴장재의 경우에는 강재 자체의 저항이 매우 낮아서 저항측정시 필요한 전선의 저항과 매우 가까운 값을 가지기 때문에 상기 기법을 적용하기가 어렵다는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 긴장력이 변하는 긴장재의 경우에도 임의의 구간에서 긴장력의 계측이 가능하고 그라우트 등과 같은 부속장치의 영향을 배제하는 긴장재와 이의 제조방법 및 이를 이용한 잔류긴장력 측정방법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 다른 목적은 탄성과 전달속도의 계측이 불필요하고 파괴시점이 아닌 현재의 작용응력을 예측할 수 있으며 긴장재의 긴장력 추정시 계측자의 임의적 판단을 최소화하는 긴장재와 이의 제조방법 및 이를 이용한 잔류긴장력 측정방법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 긴장재 자체의 저항이 낮은 경우에도 긴장재의 내부 긴장력을 효과적으로 측정할 수 있는 긴장재와 이의 제조방법 및 이를 이용한 잔류긴장력 측정방법을 제공하는 데 있다.

발명의 구성

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 긴장재는 외부표면이 절연처리된 긴장부재와; 상기 긴장부재에 길이방향으로 부착되고, 일정 간격을 이루며 전극이 설치되는 부분을 제외한 표면에 절연처리된 고저항 전도체와; 상기 절연처리되지 않은 부분에 설치되는 전극을 포함하여 이루어진다.

또한, 본 발명에 의한 상기 긴장재의 제조방법은 고저항 전도체에 대하여 전기기계적 상관계수(κ)와 최대 탄성변형율 ($\epsilon_{e,max}$)을 측정하여 긴장재에 부착할 상기 고저항 전도체의 전기기계적 성질을 특성화하는 단계와; 상기 긴장재를 절연 처리하는 단계와; 상기 균일한 단면의 고저항 전도체를 상기 긴장재의 절연된 부분에 따라 길이방향으로 부착하는 단계와; 부착된 상기 고저항 전도체의 일정 길이마다 전원인가용 전극과 전위차 계측용 전극을 설치하는 단계와; 상기 전극을 제외한 고저항 전도체의 표면을 절연처리하는 단계를 포함하여 이루어진다.

또한, 본 발명의 상기 긴장재를 이용한 잔류긴장력 측정방법은 긴장재에 긴장력을 도입한 후 정착장치를 설치하기 전 긴장재에 부착된 고저항 전도체의 최대저항 변화율(ρ_{max}), 긴장재의 최대 변형율($\epsilon_{t,max}$)을 계측하는 단계와; 정착장치를 설치한 후 임의의 시점에서 현재 저항(R)을 계측하여 그에 대한 저항변화율(ρ)을 식 $\rho = \frac{R-R_0}{R_0}$ 에 의하여 계산하는 단계와; 상기 저항변화율(ρ)로부터 긴장재의 현재 변형율(ϵ)을 전기기계적 특성방정식에 의하여 계산하는 단계와; 상기 변형율(ϵ)과 긴장재의 특성방정식 $\sigma = E\epsilon$ 을 이용하여 현재의 응력(σ)을 구하고 상기 응력값과 긴장재의 단면적을 이용하여 긴장력 관계식 $\sigma = \frac{T}{A}$ 에 의해 해당 긴장력(T)을 계산하는 단계를 포함하여 이루어진다.

상기 전기기계적 특성방정식은 일반적으로 $\rho = \kappa \frac{\sigma}{E}$ 혹은 $\rho = \kappa \epsilon$ 으로 기술되며, 상기 작용응력(σ)과 긴장력의 관계식은 $\sigma = \frac{T}{A}$ 인 것이 바람직하지만, $\sigma = E\epsilon$ 대신에 비선형 특성방정식을 적용하는 것도 가능하다. 여기서, $\rho = \frac{\Delta R}{R_0}$ 는 저항변화율, R_0 은 고저항 전도체에 응력이 작용하지 않을 때의 저항, $\Delta R = R - R_0$ 는 변형에 따른 저항의 변화량, R 은 현재 변형에 해당하는 저항, κ 는 전기기계적 상관계수, σ 는 긴장재에 작용하는 응력, E 는 긴장재의 탄성계수, ϵ 은 변형율이다. R_0 와 R 을 계측하는 전극사이의 거리는 변형전을 기준으로 했을 때 같아야 한다. 상기 긴장재는 피아노 선재, PC 강재 또는 탄소 섬유 긴장재를 이용할 수 있다.

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

본 발명에 필요한 고저항 전도체의 조건으로서 소성변형한 후 탄성회복시 전기기계적 상관계수(κ)가 일정해야 하며, 그 상태에서 추가변형 혹은 회복시에도 상관계수(κ)가 일정해야 한다. 그리고 긴장재에 도입하는 최대 변형율에서도 사용할 고저항 전도체가 파단되지 않아야 하며, 그 변형율에서 탄성회복이 뚜렷해야 한다. 이와 같은 성질을 가진 재료로서는 금속계 고저항 전도체가 유망하다.

긴장재와 긴장재에 부착된 고저항 전도체는 반드시 일체로 거동하도록 조치해야 하며, 위에서 언급한 바와 같이 전극설치 부분을 제외한 부분에서는 절연처리가 되어야 한다.

긴장재의 절연은 전체 혹은 부분적으로 행할 수 있다.

이하 본 발명을 첨부된 예시도면에 의거하여 상세히 설명한다.

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

도 2에서는 본 발명의 일실시예에 의한 직경 1mm, 길이 55cm 이고 철이 주성분(70% 이상)인 금속계 고저항 전도체(20)의 양끝을 고정하여 변형을 가하면서 그 전기기계적 상관관계를 실험적으로 계측한 결과이다. 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 계측하였다. 변형율(ϵ)이 0.007에 도달한 후 상기 변형율(ϵ)을 0.002까지 감소시키는 탄성변형 동안에 0.003만큼의 최대 탄성변형율($\epsilon_{e,max}$)이 관측되었으며, 이 구간에서의 전기기계적 상관계수(κ)는 변형회복 및 재변형 동안 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 탄성변형률($\epsilon_{e,max}$)이 재료물성적인 성격을 갖는지 알아보기 위해 변형률(ϵ)을 0.01까지 증가시켜 같은 정도의 반복변형을 가했으며 그 결과 이전 값과 매우 가까운

최대 탄성변형률($\epsilon_{e,max}$)과 전기기계적 상관계수(κ)를 얻었으며, PC강재 긴장재의 경우 도입되는 초기의 최대 변형률($\epsilon_{t,max}$)이 약 0.007임을 감안할 때 재료물성치로 사용하기에 충분한 범위내에 있다. 최대 변형률($\epsilon_{t,max}$)과 해당 최대 저항변화율(ρ_{max})을 알고 있을 때 임의시점의 변형률(ϵ)은 본 실험결과에 근거하여 그 시점의 저항변화율(ρ)로부터 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\epsilon = \frac{\rho - \rho_{max}}{\kappa} + \epsilon_{t,max} \quad (1)$$

이 변형률(ϵ)과 특성방정식을 이용해 작용응력(σ)을 구할 수 있으며, 응력(σ)에 긴장재의 순간면적(A)을 곱하여 긴장력(T)을 산출한다. 상기 응력(σ)은 선형 탄성거동을 가정할 경우 $\sigma = E\epsilon$ 으로부터 계산될 수 있으며, 기타 비선형 관계식에 의한 값도 사용가능하다.

도 3에서는 고저항 전도체(20)에 전극(60)을 설치하는 방법과 저항을 측정하기 위해 직류전원(30)과 전위차계(40)를 설치하는 방법을 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 저항을 계산한다. 즉, $R = \frac{\Delta V}{I}$ 이다. 전극은 긴장력의 계측이 필요한 위치에 설치한다.

도 4와 도 5에는 긴장재(10)의 종방향으로 고저항 전도체(20)를 설치하는 과정을 도시하였다. 강봉형 긴장재(10)에는 도 4에서와 같이 고저항 전도체(20)를 직선으로 부착할 수 있으며, 이러한 직선배치가 가장 간단한 방법이지만, 연선형 긴장재(10')에서는 도 5에서와 같이 고저항 전도체(20)를 나선형으로 부착할 수도 있다. 나선형 부착의 경우 긴장재(10')의 긴장력 계산시 나선형 배치의 기하학적인 특성을 고려해야 한다.

도 6와 도 7에는 긴장재(10,10')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 강봉형 긴장재(10)에 대한 것이고, 도 7은 연선형 긴장재(10')에 대한 것으로서, 각 도의 (a)와 같이 긴장재(10,10') 전체를 절연할 수도 있고, (b)와 같이 긴장재(10)를 부분 절연할 수도 있으며, 혹은 긴장재(10,10') 내부에 절연된 고저항 전도체(10)를 직접 삽입한 긴장재(10,10')를 생산할 수도 있다.

도 8과 같이 접근의 용이성을 위해 미리 모든 전극(60)에 전선(50)을 부착한 유지관리용 계측단자(70)를 별도로 설치하여 계측의 편리성을 도모하는 것도 가능하다.

상술한 방법에 따라 내부긴장력을 계측할 수 있는 긴장재의 제조방법은 도 9에 도시된 순서도와 같다.

먼저, S1 단계에서는 긴장재(10)에 부착할 고저항 전도체(20)와 동일한 고저항 전도체에 인장변형을 가하고 제거하는 일련의 기계적 변형과 동시에 전기저항(R)을 계측하여, 탄성변형에 대한 전기기계적 상관계수(κ)와 최대 탄성변형률($\epsilon_{e,max}$)을 계측함으로써 상기 전도체의 성질을 특성화한다. 여기서, 상기 전도체의 저항을 측정하는 간격(L)은 변형전을 기준으로 한 동일지점이어야 하며, 최대 탄성변형률($\epsilon_{e,max}$)은 최대 변형률($\epsilon_{t,max}$)을 측정한 후 식 $\epsilon_{e,max} = \epsilon_{t,max} - \epsilon_p$ 에 의하여 계산한다.

S2 단계에서는 대상 긴장재(10)를 절연도포제(12)로 도포함으로써 표면을 절연처리한다.

S3 단계에서는 고저항 전도체(20)를 긴장재(10)의 절연된 표면에 절연성 접착제를 이용하여 길이방향으로 직선 혹은 나선으로 부착한다.

S4 단계에서는 부착된 상기 전도체(20)에 일정 길이마다 전원 인가용과 전위차 계측용의 전극(60)들을 설치한다. 상기 전극의 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 절연처리함으로써, 긴장력 측정이 가능한 긴장재(10)가 완성된다.

또한, 상기의 방법에 따라 생산된 긴장재(10)를 이용하여 시공되는 구조물의 잔류긴장력 측정방법은 도 10의 순서도에 따른다.

먼저, T1단계에서는 긴장재(10)에 긴장력을 도입한 후 정착장치를 설치하기 전에 긴장재(10)에 부착된 고저항 전도체(20)의 일정간격(L)을 이룬 전극(60)을 이용하여 최대저항 변화율($\rho_{\max}$), 최대 변형율($\epsilon_{t,\max}$)을 계측한다. 상기 정착장치는 긴장재(10)의 끝부분을 콘크리트에 정착시켜 프리스트레스(pre-stress)를 부재에 전달하기 위한 장치로서, 긴장재의 긴장력을 지속시킬 수 있도록 한다.

T2단계에서는 정착장치를 설치한 후 임의의 시점에서 상기 전극(60)을 이용하여 현재 저항(R)을 계측하여 그에 대한 저항변화율(ρ)을 식 $\rho = \frac{R - R_0}{R_0}$ 에 의하여 계산한다.

T3단계에서는 상기 저항변화율(ρ)로부터 긴장재(10)의 현재 변형율(ϵ)을 전기기계적 특성방정식 $\epsilon = \frac{\rho - \rho_{\max}}{\kappa} + \epsilon_{e,\max}$ 에 의하여 계산한다.

T4단계에서는 상기 변형율(ϵ)과 긴장재(10)의 특성방정식 $\sigma = E\epsilon$ 을 이용하여 현재의 응력(σ)을 구하고 상기 응력값과 긴장재(10)의 단면적을 이용하여 긴장력 관계식 $T = \sigma A$ 에 의해 해당 긴장력(T)을 계산한다.

본 발명에 의한 잔류긴장력 측정방법은 프리스트레스 축부재, 프리스트레스 교량 및 보, 사장교 및 록볼트 및 앵커를 연결하는 긴장재에 적용할 수 있다. 여기서, 앵커는 기초 또는 콘크리트 구조체에 페데스탈, 기둥 등 다른 부재를 정착하기 위하여 묻어두는 부재를 말한다. 그리고 페데스탈은 기둥의 하단부에서 약간 굽게 된 부분 또는 주수대로서, 교량 등을 지지하는 데 있어서는 바닥판 또는 슈(shoe)를 받치는 받침대를 말한다.

이러한 방법에 의하여, 긴장재에 부착된 고저항 전도체의 임의의 구간에 설치된 전극에 전원을 인가하여 긴장력이 없을 때 측정된 초기 저항 및 변형율과, 긴장력을 가했을 때 저항변화량을 측정하여, 상술한 식과 방법을 이용하여 긴장재의 긴장력을 계측할 수 있다.

발명의 효과

이상 설명한 바와 같이 본 발명에 의하면, 긴장력이 변화하는 긴장재의 경우에도 일정 구간에 설치된 전극을 이용하여 긴장력의 계측이 가능하고, 그라우트나 정착장치 등과 같은 부속장치의 영향을 배제할 수 있다. 또한, 긴장재의 생산시에 고저항 전도체를 미리 부착하여 생산함으로써 내부 긴장력을 상시적으로 감시할 수 있는 효과가 있다.

또한, 본 발명에 의하면 탄성과 전달속도의 계측이 불필요하고 파괴시점이 아닌 현재의 작용응력을 예측할 수 있으며 긴장재의 긴장력 추정시 계측자의 임의적 판단을 최소화할 수 있는 효과가 있다.

또한, 본 발명에 의하면 긴장재 자체의 저항이 낮은 경우에도 긴장재의 내부 긴장력을 효과적으로 측정할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 긴장재에 고저항 전도체가 완전히 부착되어 일체로 거동할 때 변형율이 같음을 보이는 본 발명의 일실시예에 의한 긴장재의 측면도,

도 2는 본 발명의 일실시예로서 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 본 발명의 고저항 전도체에 전극을 설치하는 방법과 저항을 측정하기 위해 직류전원과 전위차계를 설치하는 방법을 예시한 개략도,

도 4는 본 발명의 강봉형 긴장재의 종방향으로 고저항 전도체를 직선으로 부착한 것을 보여주는 개략도,

도 5는 본 발명의 연선형 긴장재의 종방향으로 고저항 전도체를 나선형으로 부착한 것을 보여주는 개략도,

도 6은 본 발명의 강봉형 긴장재 표면에 고저항 전도체를 부착하는 과정을 각 단계별로 도시한 단면도로서, 도 6(a)는 긴장재 표면 전체를 절연처리하는 경우를 보여주는 단면도이고, 도 6(b)는 전도체가 부착될 부분에만 절연처리하는 경우를 보여주는 단면도,

도 7은 본 발명의 연선형 긴장재 표면에 고저항 전도체를 부착하는 과정을 각 단계별로 도시한 단면도로서, 도 7(a)는 긴장재 표면 전체를 절연처리하는 경우를 보여주는 단면도이고, 도 7(b)는 전도체가 부착될 부분에만 절연처리하는 경우를 보여주는 단면도,

도 8은 본 발명에 있어서 측정의 편리성을 위해 미리 모든 전극에 전선을 부착한 유지관리용 측정단자를 별도로 설치한 것을 나타내는 개략도,

도 9는 본 발명의 내부긴장력을 측정할 수 있는 긴장재의 제조방법의 각 단계를 도시한 순서도,

도 10은 본 발명에 의해 제조된 긴장재를 이용하여 시공된 구조물의 잔류긴장력 측정방법의 각 단계를 도시한 순서도.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

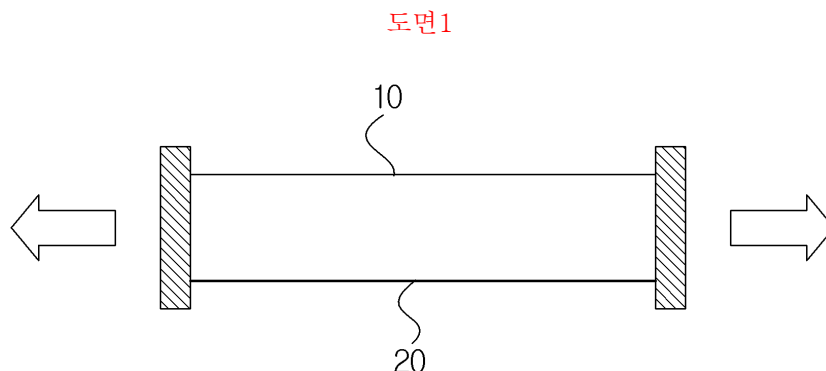
10 : 긴장재 20 : 고저항 전도체

30 : 직류전원 40 : 전위차계

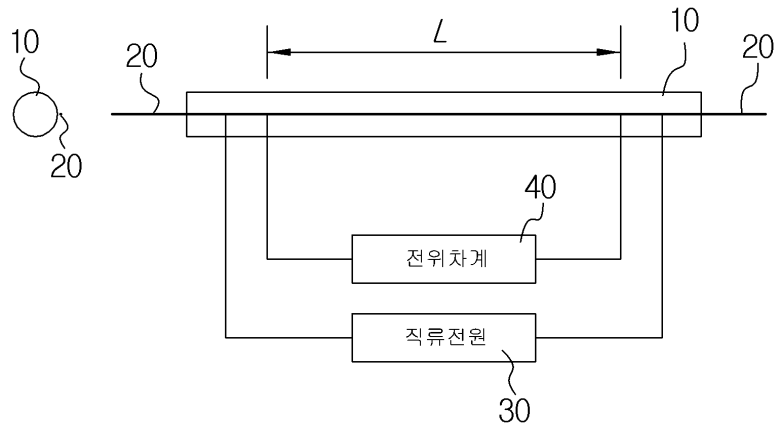
50 : 전선 60 : 전극

70 : 측정용 단자

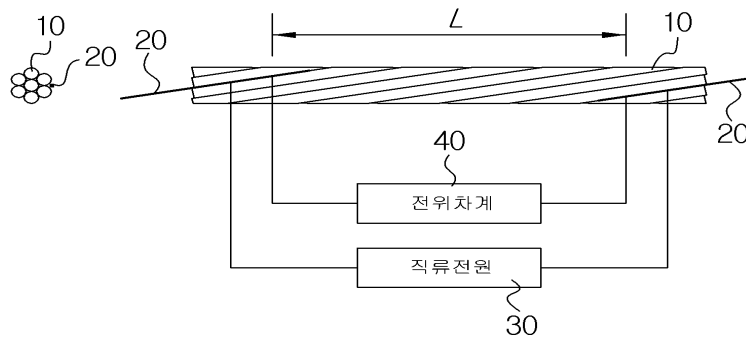
도면



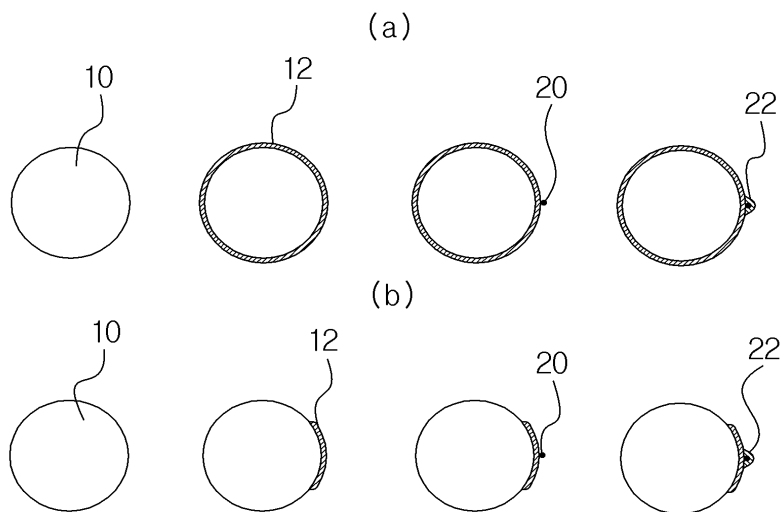
도면4



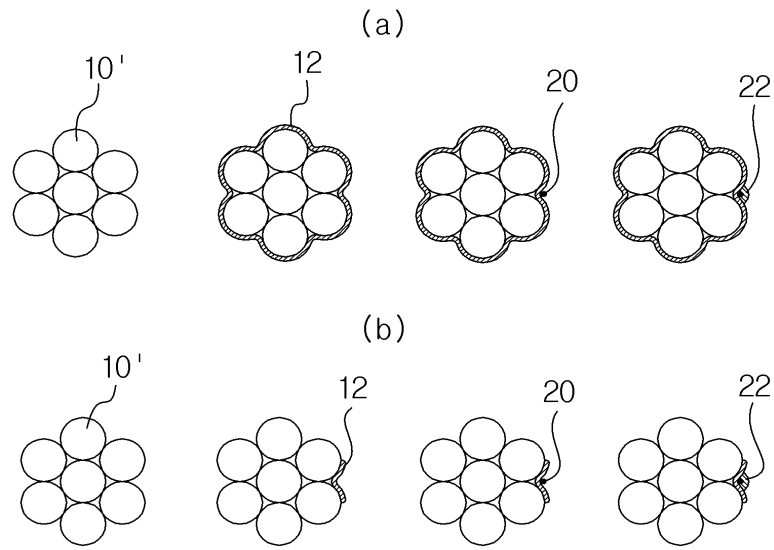
도면5



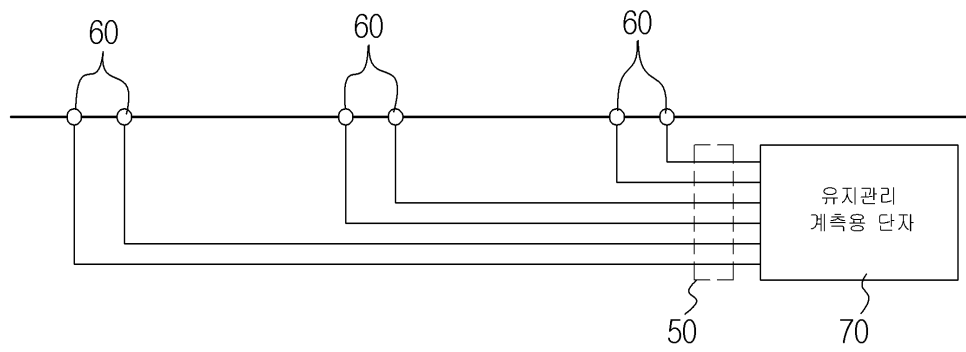
도면6



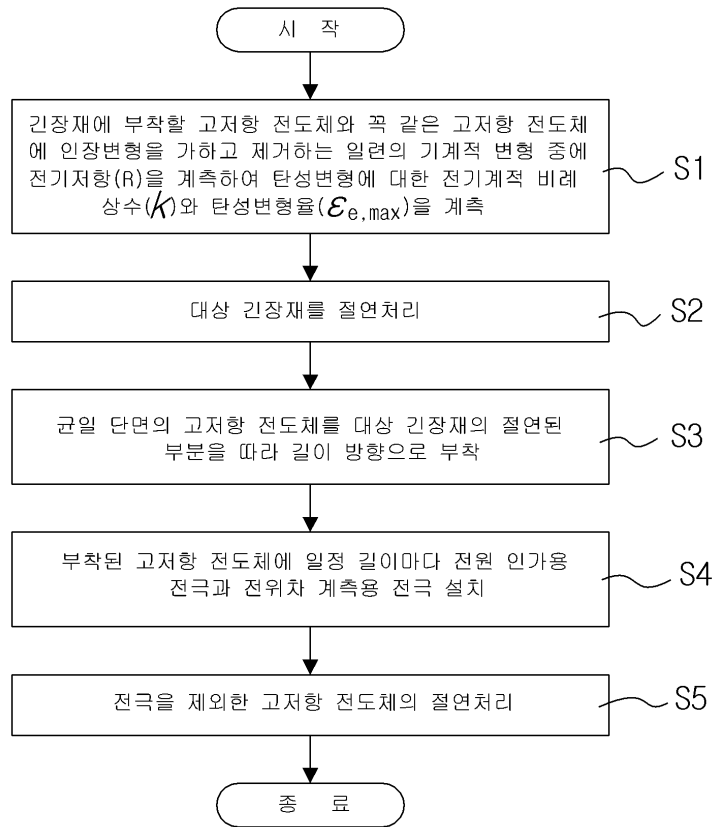
도면7



도면8



도면9



도면10

