



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0080639
(43) 공개일자 2019년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 29/07 (2006.01) G01N 29/04 (2006.01)
G01N 29/24 (2006.01) G01N 3/60 (2006.01)
G01N 33/38 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01N 29/07 (2013.01)
G01N 29/048 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0183209

(22) 출원일자 2017년12월28일

심사청구일자 2017년12월28일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

(72) 발명자

김규용

대전광역시 서구 둔산로 201, 604동 803호 (둔산동, 국화아파트)

남정수

대전광역시 서구 관저북로 80, 211동 1501호(관저동, 원앙마을2단지)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인세원

전체 청구항 수 : 총 7 항

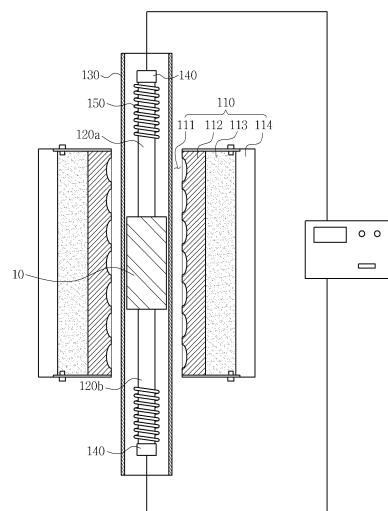
(54) 발명의 명칭 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 가열 중 콘크리트 시험체를 대상으로 초음파 펄스를 투과시키기 위한 시험장치 및 이를 이용한 콘크리트 내부 열화 평가방법에 관한 것이다.

본 발명은 「콘크리트 시험체에 대한 가열 중 초음파 속도를 평가하기 위한 장치로서, 종방향 중공홀이 형성되어 있고, 상기 중공홀 내주면에 가열수단이 구비된 가열로; 상기 중공홀의 상·하 외부에서 내부로 인입하여 상기 중공홀에 세워져 배치되는 원주형 콘크리트 시험체의 상·하면을 각각 지지하는 상·하 내열막대; 및 상기 상 내열막대의 상단 및 상기 하 내열막대의 하단에 각각 결합되어 초음파 펄스를 송·수신하는 탐촉자; 를 포함하는 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 장치」를 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01N 29/228 (2013.01)

G01N 29/24 (2013.01)

G01N 3/60 (2013.01)

G01N 33/383 (2013.01)

(72) 발명자

최경철

충청북도 보은군 보은읍 장신2길 21

김홍섭

충청남도 논산시 양촌면 황산벌로 441-6

윤민호

대전광역시 유성구 봉명서로 61-7, 301호 (봉명동)

이보경

전라북도 전주시 덕진구 들사평1길 25-1 (덕진동1가)

이상규

충청북도 제천시 원뜰로 14, 101동 1302호 (천남동, 코아루아파트)

황의철

대전광역시 동구 성남로 15, 112동 1204호 (성남동, 스마트뷰아파트)

손민재

경기도 용인시 기흥구 흥덕3로 20, 1208동 1803호 (영덕동, 흥덕마을신동아파밀리에아파트)

서원우

대전광역시 유성구 지족로190번길 16, 206동 706호 (지족동, 새미래숲아파트)

김경태

대전광역시 유성구 문화원로19번길 36, 405호 (장대동)

백재욱

경기도 부천시 상동로 25, 2712동 1604호 (상동, 백송마을 GS,SK아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015R1A2A2A01007705

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 충남대학교 산학협력단

연구사업명 핵심개인연구(핵심)

연구과제명 열피로를 받는 시설물의 건전도 모니터링 기법 개발

기 여 율 1/1

주관기관 사회기반시설기술연구소

연구기간 2015.05.01 ~ 2018.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

콘크리트 시험체에 대한 가열 중 초음파 속도를 평가하기 위한 장치로서,

종방향 중공홀이 형성되어 있고, 상기 중공홀 내주면에 가열수단이 구비된 가열로;

상기 중공홀의 상·하 외부에서 내부로 인입하여 상기 중공홀에 세워져 배치되는 원주형 콘크리트 시험체의 상·하면을 각각 지지하는 상·하 내열막대; 및

상기 상 내열막대의 상단 및 상기 하 내열막대의 하단에 각각 결합되어 초음파 펄스를 송·수신하는 탐촉자; 를 포함하는 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 장치.

청구항 2

제1항에서,

상기 가열로의 중공홀을 관통하도록 배치되며, 콘크리트 시험체가 삽입되는 안내관; 을 더 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 장치.

청구항 3

제1항에서,

상기 상·하 내열막대의 탐촉자 인근 부위를 냉각시키는 냉각수단; 을 더 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 장치.

청구항 4

제1항에서,

상기 냉각수단은 상기 상·하 내열막대의 탐촉자 인근 부위를 나선형으로 둘러 감는 스프링형 관로에 냉각수를 주입하도록 구성된 것을 특징으로 하는 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 장치.

청구항 5

제1항에서,

상기 가열로는 가열온도를 등속도로 승온할 수 있도록 구성된 것을 특징으로 하는 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 장치.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항의 장치를 이용한 것으로서,

(a) 상기 가열로 내에 콘크리트 시험체와 상·하 내열막대를 배치하고 상기 탐촉자를 설치하는 단계;

(b) 상기 가열로의 가열온도를 설정온도까지 승온시키는 단계; 및

(c) 상기 설정온도에서 상기 탐촉자 간의 초음파 속도를 측정하는 단계; 를 포함하는 가열 중 콘크리트의 초음

파 속도 평가 방법.

청구항 7

제6항에서,

(d) 상온에서 측정된 상기 탐촉자 간의 초음파 속도와 상기 (c)단계에서 측정된 상기 탐촉자 간의 초음파 속도의 상대비를 계산하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 가열 중 콘크리트 시험체를 대상으로 초음파 펄스를 투과시키기 위한 시험장치 및 이를 이용한 콘크리트 내부 열화 평가방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 콘크리트는 일반적으로 열에 강한 재료로 알려져 있지만, 고온에 노출될 경우 구성재료의 물리·화학적 변화에 의해 콘크리트의 역학적 특성이 저하하게 된다. 또한 고강도 이상의 콘크리트는 결합재량이 많아 내부구조가 치밀하기 때문에, 고온에 노출될 경우 폭발현상이 발생할 가능성이 높고 역학적 특성의 저하가 커진다고 보고되고 있다. 따라서 고온에 의해 열화가 진행된 콘크리트는 이후의 건전도 평가가 필요하다.

[0004] 콘크리트의 건전도 평가를 위한 기초연구에서는, 콘크리트의 초음파 속도를 측정하여 콘크리트의 압축강도 추정식과 내부의 건전도를 평가하는 기준들이 제안된 바 있다([선행기술문헌] 중 [비특허문헌] 1,2 참조). 이후, 콘크리트의 다양한 설계압축강도를 고려하여 고온 등의 열화조건에 노출된 콘크리트의 압축강도 추정식이 제안되었다([선행기술문헌] 중 [비특허문헌] 3 참조). 최근에는 고온에 노출된 콘크리트를 대상으로 내부구조의 열화를 평가하기 위한 연구가 진행되었으며, 이 연구에서는 상용화된 초음파의 주파수(54kHz)보다 높은 주파수(약 100~150kHz)를 적용하여 콘크리트의 내부구조를 평가하는 방법으로, 초음파의 주파수가 높아질수록 파장이 짧아져 분해능이 높아지는 특성을 적용했다([선행기술문헌] 중 [비특허문헌] 4,5 참조). 하지만, 이러한 연구들은 기존 초음파 속도법에 비해 전문적인 지식, 기술 및 장비의 구축이 필요하여 상용화에 무리가 있는 상황이다.

[0005] 또한, 기존에 진행된 콘크리트의 열화 평가에 대한 연구들은 고온과 같은 급격한 내부 열화조건에 의해 콘크리트의 열화가 진행된 후에 평가되는 제한적인 조건에서 진행되고 있다. 하지만 화재와 같은 고온가열, 지속적인 고온에 노출 및 가열 냉각의 반복 등 다양한 환경에 노출되는 콘크리트는 내부구조의 열화에 의해 지속적으로 콘크리트의 역학적 특성이 저하 할 가능성이 있기 때문에, 사용 중 열화조건에 노출되는 콘크리트 구조물은 모니터링(지속적인 건전도 평가)이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 1. 등록특허 10-0972785 "콘크리트 고온특성 시험장치 및 콘크리트 고온특성 평가방법"
(특허문헌 0002) 2. 일본공개특허공보 특개평4-285853 "중과 발생형 초음파 프로브"
(특허문헌 0003) 3. 일본공개특허공보 소62-35256 "초음파를 이용한 비파괴 시험기"

비특허문헌

[0008] (비특허문헌 0001) 1. Hong, S. U., & Cho, Y. S. (2011). "A Study on the Estimation of the Compressive Strength of Concrete Structures using Ultrasonic Pulse Velocity Method and Rebound Hardness Method."

Architectural Institute of Korea, 27(1), 19-26.

(비특허문헌 0002) 2. Kim, M. H., Choi, S. J., Kang, S. P., Kim, J. H., & Jang, J. H. (2002). "A study on the application of non-destructive testing equation for the estimation of compressive strength of high strength concrete." Journal of the Korea Institute of Building Construction, 2(3), 123-130.

(비특허문헌 0003) 3. Yang, H., Lin, Y., Hsiao, C., & Liu, J. Y. (2009). "Evaluating residual compressive strength of concrete at elevated temperatures using ultrasonic pulse velocity." Fire Safety Journal, 44(1), 121-130.

(비특허문헌 0004) 4. Shah, A. A., Ribakov, Y., & Hirose, S. (2009). "Nondestructive evaluation of damaged concrete using nonlinear ultrasonics." Materials & Design, 30(3), 775-782.

(비특허문헌 0005) 5. Shah, A. A., Ribakov, Y., & Zhang, C. (2013). "Efficiency and sensitivity of linear and non-linear ultrasonics to identifying micro and macro-scale defects in concrete." Materials & Design, 50, 905-916.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 초음파 속도를 이용한 콘크리트의 건전도 평가는 상용화된 초음파 속도 측정장치(PUNDIT, Portable Ultrasonic Non-destructive Digital Indication Tester)를 활용하여 초음파가 콘크리트를 투과하는 속도 산정을 통해 이루어 질 수 있으나, 종래에는 화재 조건이 구현된 상태에서 초음파 속도를 측정하는 장치와 방법은 제시된 바 없다.
- [0010] 본 발명은 고온 가열을 받는 콘크리트의 건전도를 평가하는 방법을 구현하기 위해 콘크리트 시험체에 대해 고온 가열이 이루어지는 중에 초음파 속도를 측정할 수 있도록 구성된 장치 및 그러한 장치에 의한 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 방법을 제공함에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명은 초음파 속도 측정장치(PUNDIT)를 이용하여 가열 중 콘크리트 시험체에 대한 초음파의 콘크리트 투과 속도를 측정할 수 있는 장치 및 방법을 제공하기 위한 것으로서,
- [0013] 「콘크리트 시험체에 대한 가열 중 초음파 속도를 평가하기 위한 장치로서, 종방향 중공홀이 형성되어 있고, 상기 중공홀 내주면에 가열수단이 구비된 가열로; 상기 중공홀의 상·하 외부에서 내부로 인입하여 상기 중공홀에 세워져 배치되는 원주형 콘크리트 시험체의 상·하면을 각각 지지하는 상·하 내열막대; 및 상기 상 내열막대의 상단 및 상기 하 내열막대의 하단에 각각 결합되어 초음파 펄스를 송·수신하는 탐촉자; 를 포함하는 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 장치」를 제공한다.
- [0015] 또한, 본 발명은 「상기 가열로의 중공홀을 관통하도록 배치되며, 콘크리트 시험체가 삽입되는 안내관; 을 더 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 장치」를 함께 제공한다.
- [0017] 또한, 본 발명은 「상기 상·하 내열막대의 탐촉자 인근 부위를 냉각시키는 냉각수단; 을 더 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 장치」를 함께 제공한다.
- [0019] 또한, 본 발명은 「상기 냉각수단은 상기 상·하 내열막대의 탐촉자 인근 부위를 나선형으로 둘러 감는 스프링 형 관로에 냉각수를 주입하도록 구성된 것을 특징으로 하는 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 장치」를 함

게 제공한다.

[0021] 또한, 본 발명은 「상기 가열로는 가열온도를 등속도로 승온할 수 있도록 구성된 것을 특징으로 하는 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 장치」를 함께 제공한다.

[0023] 아울러, 본 발명은 「상기 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 장치를 이용한 것으로서, (a) 상기 가열로 내에 콘크리트 시험체와 상·하 내열막대를 배치하고 상기 탐촉자를 설치하는 단계; (b) 상기 가열로의 가열온도를 설정온도까지 승온시키는 단계; 및 (c) 상기 설정온도에서 상기 탐촉자 간의 초음파 속도를 측정하는 단계;를 포함하는 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 방법」을 함께 제공한다.

[0025] 또한, 본 발명은 「(d) 상온에서 측정된 상기 탐촉자 간의 초음파 속도와 상기 (c)단계에서 측정된 상기 탐촉자 간의 초음파 속도의 상대비를 계산하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 방법」을 함께 제공한다.

발명의 효과

[0027] 본 발명이 제공하는 장치와 방법에 의한 효과는 다음과 같다.

[0028] 1. 콘크리트 시험체에 대한 가열 온도에 따른 균열, 공극 발생 현상(열팽창변형, 수증기 팽창압력 등)과 초음파 속도 저하 간의 관계를 직접적으로 대비한 실험 데이터를 축적할 수 있다.

[0029] 2. 콘크리트 시험체의 상·하면과 초음파 펄스를 송·수신하는 탐촉자를 상·하 내열막대로 밀착시켜 연결하고, 가열로 내의 열이 탐촉자로 전도되지 않도록 하는 냉각수단을 적용하여 장시간 고온 가열을 받는 콘크리트 시험체에 대한 초음파 속도를 연속적으로 측정할 수 있다.

[0030] 3. 콘크리트 시험체 가열 온도에 따른 균열 폭 확장과 초음파 속도 저하의 관계를 도출하여 화재 건축물에 대한 콘크리트 내부결함 모니터링 방법으로 확대 발전 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0032] [도 1]은 본 발명이 제공하는 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 장치의 단면 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하에서는 첨부된 도면과 함께 본 발명을 상세히 설명하기로 한다.

[0035] 본 발명은 [도 1]에 도시된 바와 같은 「콘크리트 시험체(10)에 대한 가열 중 초음파 속도를 평가하기 위한 장치로서, 종방향 중공홀(111)이 형성되어 있고, 상기 중공홀(111) 내주면에 가열수단(112)이 구비된 가열로(110); 상기 중공홀(111)의 상·하 외부에서 내부로 인입하여 상기 중공홀(111)에 세워져 배치되는 원주형 콘크리트 시험체(10)의 상·하면을 각각 지지하는 상·하 내열막대(120a, 120b); 및 상기 상 내열막대(120a)의 상단 및 상기 하 내열막대(120b)의 하단에 각각 결합되어 초음파 펄스를 송·수신하는 탐촉자(140);를 포함하는 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 장치(100)」를 제공한다.

[0037] 본 발명이 제공하는 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 장치(100)는 고정 프레임(미도시) 위에 설치되는 것으로서, 콘크리트 압축강도 시험을 위한 프레스 다이가 상기 고정 프레임 역할을 할 수 있다.

[0039] 상기 가열로(110)는 종방향 중공홀(111)이 형성되어 있고, 상기 중공홀(111) 내주면에 가열수단(112)이 구비되

어 있어, 상기 중공홀(111) 내부를 향하여 열을 가할 수 있다. 상기 가열로(110)에는 전기 공급에 의해 발열하는 전기로(Electric Furnace)를 적용할 수 있으며, 가열수단(112)의 외연을 단열재(113)로 감싸고, 상기 단열재(113)의 외연을 다시 열전도율이 낮은 외피(114)로 감싸는 구성을 취함으로써 상기 중공홀(111) 내부의 열기가 외피(114)로 전달되지 않도록 할 수 있다.

[0041] 상기 중공홀(111) 내에는 원주형의 콘크리트 시험체(10)가 세워져 배치되는데, 상기 콘크리트 시험체(10)는 상·하 내열막대(120a, 120b)에 의해 배치상태에서 고정된다. 즉, 상기 콘크리트 시험체(10)는 상기 상·하 내열막대(120a, 120b)에 끼워지고, 반대로 상기 상·하 내열막대(120a, 120b)는 상기 콘크리트 시험체(10)의 상·하 면을 각각 지지하는 것이다.

[0042] 다만, 상기 상·하 내열막대(120a, 120b) 만으로는 상기 콘크리트 시험체(10)의 좌우방향 이탈을 방지하기 어려우므로, [도 1]에 도시된 바와 같이 상기 가열로(110)의 중공홀(111)을 관통하도록 설치된 안내관(130)에 상기 콘크리트 시험체(10)를 삽입함으로써, 콘크리트 시험체(10)의 좌우방향 이동을 억제할 수 있다.

[0043] 상기 중공홀(111) 내에서 열에 노출되는 상·하 내열막대(120a, 120b) 및 안내관(130)은 모두 내열성 확보를 위해 SUS(Stainless Steel) 재질로 제작할 수 있다.

[0045] 상기 상 내열막대(120a)의 상단 및 상기 하 내열막대(120b)의 하단에는 초음파 펄스를 송·수신하는 탐촉자(140)가 각각 결합되어 있다. 상기 탐촉자(140)는 초음파 속도 측정장치(PUNDIT)의 구성요소로서, 일편에서 초음파 펄스를 송신하고 타편에서 초음파 펄스를 수신한다. 따라서, 초음파 펄스는 일편의 탐촉자(140)에서 송신되어 상 내열막대(120a) 또는 하 내열막대(120b)를 지나 콘크리트 시험체(10)를 거쳐 하 내열막대(120b) 또는 상 내열막대(120a)를 타편의 탐촉자(140)에서 수신되며, 초음파 펄스가 상기 탐촉자 사이를 지나는 시간을 측정하여 초음파 속도를 산출할 수 있다. 이에 따라 상기 콘크리트 시험체(10)를 상기 가열로(110) 중공홀(111)에 배치한 상태에서 가열하지 않고 산출한 초음파 펄스와, 가열 중에 산출한 초음파 펄스를 비교할 수 있다.

[0046] 또한, 상기 가열로(110)는 가열온도를 등속도로 승온할 수 있도록 구성함으로써, 가열시간-온도별 초음파 속도를 각각 평가할 수 있다. 콘크리트 시험체도 압축강도별로 제작하여 압축강도 및 가열시간-온도별 초음파 속도를 평가할 수 있다.

[0048] 한편, 상기 상·하 내열막대(120a, 120b)는 상기 가열로(110)의 중공홀(111) 상·하 외부에서 내부로 인입하도록 구성된 것이고, 상기 탐촉자(140)는 상기 상 내열막대(120a)의 상단 및 상기 하 내열막대(120b)의 하단에 각각 결합된 것이므로, 상기 탐촉자(140)는 [도 1]에 도시된 바와 같이 상기 중공홀(111) 외부에 위치하게 된다.

[0049] 따라서, 상기 탐촉자(140)는 직접 열을 받지 않으며, 상기 상·하 내열막대(120a, 120b)의 내열성은 탐촉자(140)에 전도되는 열량을 줄이는데 기여한다. 이에 더하여, 상기 탐촉자(140)로 전도되는 열을 최소화하여 상기 탐촉자(140)가 열에 의한 영향을 받지 않도록 하기 위해 상기 상·하 내열막대(120a, 120b)의 탐촉자 인근 부위를 냉각시키는 냉각수단(150)을 더 포함하여 구성할 수 있다.

[0050] 상기 냉각수단(150)은 다양하게 구성할 수 있으나, 본 발명에서는 구체적인 실시예로서, 상기 상·하 내열막대(120a, 120b)의 탐촉자(140) 인근 부위를 나선형으로 둘러 감는 스프링형 관로에 냉각수를 주입하도록 구성된 실시예를 제공한다. 즉, 상기 상·하 내열막대(120a, 120b)가 상기 가열로(110) 밖으로 돌출한 부분에 냉각수가 주입되는 스프링형 관로를 외측으로 끼워 설치하는 것이다.

[0052] 아울러, 본 발명은 「상기 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 장치(10)를 이용한 것으로서, (a) 상기 가열로(110) 내에 원주형 콘크리트 시험체(10)와 상·하 내열막대(120a, 120b)를 배치하고 상기 탐촉자(140)를 설치하는 단계; (b) 상기 가열로(110)의 가열온도를 설정온도까지 승온시키는 단계; 및 (c) 상기 설정온도에서 상기 탐촉자(140) 간의 초음파 속도를 측정하는 단계; 를 포함하는 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 방법」을 함께 제공한다.

- [0054] 상기 (a)단계는 상기 가열로(110) 내에 콘크리트 시험체(10)와 상·하 내열막대(120a, 120b)를 배치하고 상기 탐촉자(140)를 설치하는 단계이다. 상기 상·하 내열막대(120a, 120b)만으로 상기 콘크리트 시험체(10)를 배치할 수 있으나, 보다 안정적인 콘크리트 시험체(10) 배치를 위해서는 상기 안내관(130)을 함께 활용하는 것이 유리하다. 아울러, 상기 가열로(110)의 상하 방향으로 노출된 상 내열막대(120a)의 상단부와 상기 하 내열막대(120b)의 하단부에는 스프링형 관로에 냉각수를 주입하도록 구성된 냉각수단(150)을 상기 상·하 내열막대(120a, 120b)의 외측에 끼워 결합시킴으로써 가열로(110) 내부의 높은 온도가 상기 탐촉자(140)로 전도되는 것을 최소한으로 줄일 수 있다.
- [0056] 상기 (b)단계는 상기 가열로(110)의 가열온도를 설정온도까지 승온시키는 단계이다.
- [0057] 본 단계는 상기 가열온도를 1분에 1℃씩 승온하여 700℃에 도달할 때까지 지속시키는 방식 등으로 운용할 수 있으며, 콘크리트 시험체를 30MPa, 70MPa, 110MPa 등으로 제작하여 다양한 화재 조건을 구현하고 각각의 조건 하에서의 초음파 속도를 도출해 낼 수 있다.
- [0059] 상기 (c)단계는 상기 설정온도에서 상기 탐촉자(140) 간의 초음파 속도를 측정하는 단계이다. 상기 초음파 속도는 가열온도가 높을수록 늦어지는 경향이 있다.
- [0061] 또한 상기 (c)단계 이후에는, 상온에서 측정된 상기 탐촉자 간의 초음파 속도와 상기 (c)단계에서 측정된 상기 탐촉자 간의 초음파 속도의 상대비를 계산하는 (d)단계를 실행함으로써, 가열온도에 따른 초음파 속도 저하율 등을 도출해 낼 수 있다.
- [0063] 이상과 같이, 본 발명은 한정된 시험예에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술 사상과 아래에 기재될 청구범위의 균등 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

부호의 설명

- [0065] 10 : 콘크리트 시험체
 100 : 가열 중 콘크리트의 초음파 속도 평가 장치
 110 : 가열로 120a : 상 내열막대
 120b : 하 내열막대 130 : 안내관
 140 : 탐촉자 150 : 냉각수단

도면

도면1

