



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0137992
(43) 공개일자 2017년12월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 3/12 (2006.01) G01N 29/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 3/12 (2013.01)
G01N 29/0609 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0069573
(22) 출원일자 2016년06월03일
심사청구일자 2016년06월03일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이중섭
서울특별시 송파구 양재대로 1218 (방이동, 올림픽선수기자촌아파트) 122동 901호
변용훈
경기도 남양주시 와부읍 수레로 290 (월문리)
한우진
서울특별시 서초구 서운로 200, 114동 2604호(서초동, 롯데캐슬클래식아파트)
(74) 대리인
홍동우

전체 청구항 수 : 총 10 항

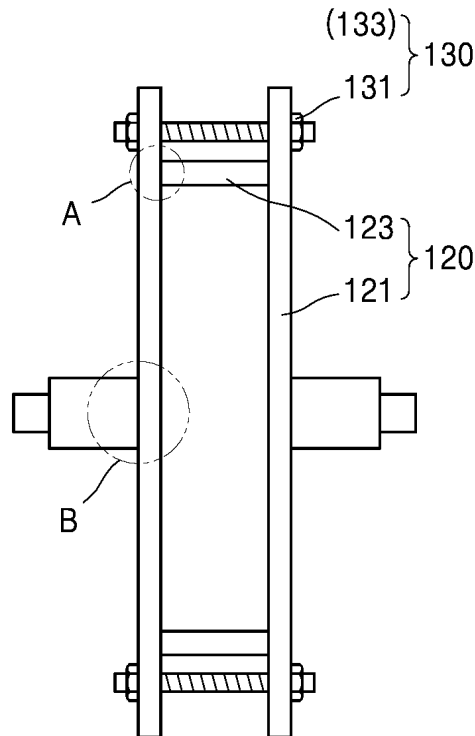
(54) 발명의 명칭 압축과 측정용 셀 유닛 및 이를 이용한 압축과 강도 측정 방법

(57) 요약

본 발명의 압축과 측정용 셀 유닛 및 이를 이용한 압축과 강도 측정 방법은, 시료가 삽입되어 양생되고 압축과를 통한 시료의 압축과 특성을 모니터링하는 압축과 측정용 셀(100)과, 상기 압축과 측정용 셀에 압축과 신호를 생성하는 압축과 신호 제네레이터(200)와, 상기 압축과 측정용 셀(100)에서 감지된 신호를 신호처리하는 압축과

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



신호 조정부(300,400)와, 적어도 상기 압축과 신호 조정부(300,400)와 전기적 소통을 이루어 해당 시료에 대한 조정 신호를 입력받고 제어 신호를 인가하는 압축과 신호 제어부(500)와, 상기 압축과 측정용 셀(100)에 삽입되는 시료와 동일 재질의 압축 시료에 대하여 상기 제어부(500)에 사전 설정 저장되는 사전 설정 시간에 압축되어 측정된 압축 시료 강도 정보를 입력받는 압축과 신호 입력부(600)를 포함하고, 상기 제어부(500)는 상기 압축 시료 강도 정보 및 상기 조정 신호에 기초하여 시료의 압축과 신호에 대한 압축 강도 정보를 산출하는 것을 특징으로 하는 압축과 측정용 셀 유닛 및 이를 이용한 압축과 강도 측정 방법을 제공한다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	14SCIP-C091086-01-000000
부처명	국토교통부
연구관리전문기관	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	건설기술연구사업
연구과제명	지하매설물의 보수보강을 위한 유동성 재료의 개발
기 여 율	1/1
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2014.12.29 ~ 2016.06.28

명세서

청구범위

청구항 1

시료가 삽입되어 양생되고 압축파를 통한 시료의 압축과 특성을 모니터링하는 압축과 측정용 셀(100)과,
 상기 압축과 측정용 셀에 압축과 신호를 생성하는 압축과 신호 제네레이터(200)와,
 상기 압축과 측정용 셀(100)에서 감지된 신호를 신호처리하는 압축과 신호 조정부(300,400)와,
 적어도 상기 압축과 신호 조정부(300,400)와 전기적 소통을 이루어 해당 시료에 대한 조정 신호를 입력받고 제어 신호를 인가하는 압축과 신호 제어부(500)와,
 상기 압축과 측정용 셀(100)에 삽입되는 시료와 동일 재질의 압축 시료에 대하여 상기 제어부(500)에 사전 설정 저장되는 사전 설정 시간에 압축되어 측정된 압축 시료 강도 정보를 입력받는 압축과 신호 입력부(600)를 포함하고,
 상기 제어부(500)는 상기 압축 시료 강도 정보 및 상기 조정 신호에 기초하여 시료의 압축과 신호에 대한 압축 강도 정보를 산출하는 것을 특징으로 하는 압축과 측정용 셀 유니트.

청구항 2

제 1항에 있어서,
 상기 압축과 측정용 셀 유니트는:
 하단에 배치되는 셀 베이스(110)와,
 상기 셀 베이스(110)의 일면 상으로 지면에 실질적으로 수직하게 배치되고 상기 셀 베이스(110)의 대향면은 개방 가능하도록 배치되는 셀 사이드 월(120)고,
 복수 개의 플레이트로 형성되는 상기 셀 사이드 월(120)을 연결하는 셀 픽싱부(130)와,
 상기 셀 사이드 월(120)의 외면에 대향 배치되어 탄성파를 송출하고 수신하는 압축과 트랜스듀서(140)를 구비하는 것을 특징으로 하는 압축과 측정용 셀 유니트.

청구항 3

제 2항에 있어서,
 상기 셀 사이드 월(120)은 상기 압축과 트랜스듀서(140)가 배치되는 셀 메인 사이드 월(121)과,
 이격되어 배치되는 한 쌍의 상기 셀 메인 사이드 월(121)과 맞물리어 연결되는 셀 서브 사이드 월(123)을 포함하는 것을 특징으로 하는 압축과 측정용 셀 유니트.

청구항 4

제 3항에 있어서,
 상기 셀 픽싱부(130)는:
 이격된 상기 셀 메인 사이드 월(121)의 사이 간격을 일정하게 연결시키도록 상기 셀 메인 사이드 월(121)을 관통하는 셀 메인 픽싱부(131)와 ,
 상기 셀 메인 사이드 월(121)과 상기 셀 서브 사이드 월(123)은 서로 사전 설정 유격 거리만큼 이격 배치되고 상기 셀 메인 사이드 월(121)과 상기 셀 서브 사이드 월(123)이 이루는 사이 유격에 매립되는 셀 서브 픽싱부(133)를 포함하는 것을 특징으로 하는 압축과 측정용 셀 유니트.

청구항 5

제 4항에 있어서 ,

상기 셀 서브 픽싱부(513)는 실리콘을 포함하는 밀봉재인 것을 특징으로 하는 압축과 측정용 셀 유니트.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 압축과 트랜스듀서(140)는 상기 셀 사이드 월(120)의 외면 중앙에 대향하여 한 쌍이 배치되고,

상기 압축과 트랜스듀서(140)와 상기 셀 사이드 월(120)의 외면 사이에는 진공 그리스가 도포되는 것을 특징으로 하는 압축과 측정용 셀 유니트.

청구항 7

상기 압축과 신호 조정부(300,400)는:

상기 압축과 측정용 셀(100)에서 감지된 신호를 필터링 및 증폭하는 압축과 신호 필터 증폭기(300)와,

상기 압축과 신호 제네레이터(200) 및 상기 압축과 신호 필터 증폭기(300)와 연결되어 상기 압축과 신호 및 상기 필터링 및 증폭 신호로부터 조정 신호를 출력하는 압축과 신호 오실레이터(400)를 포함하는 것을 특징으로 하는 압축과 측정용 셀 유니트.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 제어부(500)는 상기 조정 신호로부터 상기 사전 설정 시간에 대한 압축과 속도(Vp)를 산출하는 것을 특징으로 하는 압축과 측정용 셀 유니트.

$$v_p = \frac{Ls}{t_s} = \frac{L_s}{t_m - t_c}$$

여기서,

Ls는 시료의 두께, tc는 양생시작 전 압축과 측정용 셀을 통과하는 신호의 초기 도달 시간, tm은 양생 시각 후 압축과 측정용 셀을 통과하는 신호의 초기 도달 시간, ts는 압축과 측정용 셀 내 시료를 통과하는 신호의 초기 도달 시간임.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 압축과 신호 입력부(600)를 통하여 입력받는 상기 사전 설정 시간에 압축되어 측정된 상기 압축 시료 강도 정보와 상기 압축과 속도(Vp)로부터 산출되는 상기 압축과 강도 정보(fc)는:

$$f_c = Ae^{Bv_p}$$

인 것을 특징으로 하는 압축과 측정용 셀 유니트.

여기서, 상기 압축 시료 강도 정보와 상기 압축과 속도(Vp)의 회귀 분석을 통하여 산출되는 A,B는 비선형 상수임.

청구항 10

시료가 삽입되어 양생되고 압축과를 통한 시료의 압축과 특성을 모니터링하도록 탄성파를 송출하고 수신하는 압축과 트랜스듀서(140)를 포함하는 압축과 측정용 셀(100)과, 상기 압축과 측정용 셀에 압축과 신호를 생성하는 압축과 신호 제네레이터(200)와, 상기 압축과 측정용 셀(100)에서 감지된 신호를 신호처리하는 압축과 신호 조정부(300,400)와, 적어도 상기 압축과 신호 조정부(300,400)와 전기적 소통을 이루어 해당 시료에 대한 조정 신호를 입력받고 제어 신호를 인가하는 압축과 신호 제어부(500)와, 상기 압축과 측정용 셀(100)에 삽입되는 시료와 동일 재질의 압축 시료에 대하여 상기 제어부(500)에 사전 설정 저장되는 사전 설정 시간에 압축되어 측정된 압축 시료 강도 정보를 입력받는 압축과 신호 입력부(600)를 포함하고, 상기 제어부(500)는 상기 압축 시료 강도 정보 및 상기 조정 신호에 기초하여 시료의 압축과 신호에 대한 압축 강도 정보를 산출하는 것을 특징으로 하는 압축과 측정용 셀 유니트 및 압축 시료를 준비 제공하는 제공 단계(S10)와,

상기 제어부(500)의 제어 신호에 따라 상기 압축과 트랜스듀서(140)로부터 상기 압축과 측정용 셀(100)의 탄성파를 감지하여 상기 조정 신호를 산출하는 탄성과 측정 단계(S20)와,

상기 탄성과 측정 단계(S20)에서 산출된 상기 조정 신호를 보정하여 압축과 속도(Vp)를 산출하는 압축과 속도 산출 단계(S30)와,

상기 압축과 속도 산출 단계(S30)에서 산출된 압축과 속도(Vp)와 상기 압축과 신호 입력부(600)를 통하여 입력 받는 상기 사전 설정 시간에 압축되어 측정된 상기 압축 시료 강도 정보로부터 압축과 강도 정보(fc)를 산출하는 압축과 강도 정보 산출 단계(S40)를 포함하는 것을 특징으로 하는 압축과 측정용 셀 유닛을 이용한 압축과 강도 측정 방법.

여기서,

$$v_p = \frac{L_s}{t_s} = \frac{L_s}{t_m - t_c}, \quad f_c = A e^{B v_p}$$

Ls는 시료의 두께, tc는 양생시작 전 압축과 측정용 셀을 통과하는 신호의 초기 도달 시간, tm은 양생 시작 후 압축과 측정용 셀을 통과하는 신호의 초기 도달 시간, ts는 압축과 측정용 셀 내 시료를 통과하는 신호의 초기 도달 시간이고,

상기 압축 시료 강도 정보와 상기 압축과 속도(Vp)의 회귀 분석을 통하여 산출되는 A,B는 비선형 상수임.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 양생기간에 따른 CLSM의 압축과 속도변화를 모니터링하기 위한 압축과 측정용 셀 및 압축과 측정시스템, 그리고 압축과 속도 산정기법에 관한 것으로, 본 발명을 통해 압축강도시험 수행이 불가능한 양생초기의 CLSM 압축강도를 추정할 수 있는 압축과 측정용 셀 및 압축과 측정시스템, 그리고 압축과 속도 산정기법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 도심지의 라이프라인을 구축하기 위하여 지중에는 다양한 종류의 상하수관 및 가스관, 그리고 통신구 등이 매설되어 있으며, 이러한 지중매설물의 신설 및 보수를 위해 굴착 및 되메움 작업이 이루어진다. 이러한 되메움 작업시 주로 사용된 기존의 되채움재는 양질의 사질토이며, 기존 강도 및 침하에 대한 안정성을 확보하기 위하여 다짐장비와 같은 기계적 다짐에너지를 이용한 다짐작업이 소요된다. 그러나, 다짐 작업시 매설관 하부 및 측면의 협소한 공간으로 인해 다짐효율이 저하되어, 상재하중으로 인한 침하 및 누수에 의한 지반함몰 등 문제점이 빈번히 발생하고 있다. 이러한 기존 되채움재의 문제점을 줄이기 위한 방법으로써, 저장도 콘크리트의 일종인 유동성 채움재 (Controlled low strength material, CLSM)를 활용한 연구가 수행되어 왔다(Cheon et al. 2006; Lim and Seo, 2009; Chae et al. 2014).

[0004] CLSM은 주로 시멘트 물, 플라이애쉬, 골재로 구성된 혼합된 재료로써, 높은 유동성, 자기수평성, 자기다짐성의 재료적 특징을 나타낸다. 이러한 CLSM은 초기에 높은 흐름특성으로 인해 슬러리 상태로 타설가능하고, 일정 시간이 경과되면 소정의 강성 및 강도가 발현되며, CLSM을 되채움 재료로써 사용할 경우, 기존의 사질토로 되메움 작업시 다짐불량으로 인한 품질저하 및 시공소요기간을 개선시킬 수 있다. CLSM의 현장적용은 도심지 매설관의 되메움 작업뿐만 아니라, 옹벽배면, 구조물의 전면기초 및 도로하부층 타설, 그리고 폐광의 충진 등에도 확대되고 있다.

[0005] CLSM 재료의 기본적인 특성을 얻기 위한 일축압축실험은 공시체의 크기 및 형상에 대해 영향을 받으며, 공시체의 탈형에 소요되는 기간이 요구되고, 실험자체의 소요시간이 상대적으로 길다는 단점이 있다. 이에 반해, 탄성과 속도 측정실험은 실험법의 소요되는 시간이 상대적으로 짧고, 시료내부의 구조적인 변화없이 탄성계수를 추정할 수 있다는 장점이 있어 널리 이용되어 왔다. 이러한 이유로, 본 발명에서는 탄성과 속도를 이용하여 CLSM

양생초기의 일축압축강도 추정을 위한 기법에 대한 발명을 제안하고자 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상술한 것과 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 지중매설관의 뒤채움재로 CLSM을 적용함에 따라, 양생초기 압축강도 측정이 불가능한 미고결 상태의 CLSM의 압축강도를 추정할 수 있는 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상술한 바와 같은 목적을 해결하기 위하여 본 발명의 압축과 측정용 셀 유닛 및 이를 이용한 압축과 강도 측정 방법은, 시료가 삽입되어 양생되고 압축과를 통한 시료의 압축과 특성을 모니터링하는 압축과 측정용 셀(100)과, 상기 압축과 측정용 셀에 압축과 신호를 생성하는 압축과 신호 제네레이터(200)와, 상기 압축과 측정용 셀(100)에서 감지된 신호를 신호처리하는 압축과 신호 조정부(300,400)와, 적어도 상기 압축과 신호 조정부(300,400)와 전기적 소통을 이루어 해당 시료에 대한 조정 신호를 입력받고 제어 신호를 인가하는 압축과 신호 제어부(500)와, 상기 압축과 측정용 셀(100)에 삽입되는 시료와 동일 재질의 압축 시료에 대하여 상기 제어부(500)에 사전 설정 저장되는 사전 설정 시간에 압축되어 측정된 압축 시료 강도 정보를 입력받는 압축과 신호 입력부(600)를 포함하고, 상기 제어부(500)는 상기 압축 시료 강도 정보 및 상기 조정 신호에 기초하여 시료의 압축과 신호에 대한 압축 강도 정보를 산출하는 것을 특징으로 하는 압축과 측정용 셀 유닛을 제공한다.
- [0010] 상기 압축과 측정용 셀 유닛 및 이를 이용한 압축과 강도 측정 방법 에 있어서, 상기 압축과 측정용 셀 유닛은: 하단에 배치되는 셀 베이스(110)와, 상기 셀 베이스(110)의 일면 상으로 지면에 실질적으로 수직하게 배치되고 상기 셀 베이스(110)의 대향면은 개방 가능하도록 배치되는 셀 사이드 월(120)고, 복수 개의 플레이트로 형성되는 상기 셀 사이드 월(120)을 연결하는 셀 픽싱부(130)와, 상기 셀 사이드 월(120)의 외면에 대향 배치되어 탄성과를 송출하고 수신하는 압축과 트랜스듀서(140)를 구비할 수도 있다.
- [0011] 상기 압축과 측정용 셀 유닛 및 이를 이용한 압축과 강도 측정 방법 에 있어서, 상기 셀 사이드 월(120)은 상기 압축과 트랜스듀서(140)가 배치되는 셀 메인 사이드 월(121)과, 이격되어 배치되는 한 쌍의 상기 셀 메인 사이드 월(121)과 맞물리어 연결되는 셀 서브 사이드 월(123)을 포함할 수도 있다.
- [0012] 상기 압축과 측정용 셀 유닛 및 이를 이용한 압축과 강도 측정 방법 에 있어서, 상기 셀 픽싱부(130)는: 이격된 상기 셀 메인 사이드 월(121)의 사이 간격을 일정하게 연결시키도록 상기 셀 메인 사이드 월(121)을 관통하는 셀 메인 픽싱부(131)와, 상기 셀 메인 사이드 월(121)과 상기 셀 서브 사이드 월(123)은 서로 사전 설정 유격 거리만큼 이격 배치되고 상기 셀 메인 사이드 월(121)과 상기 셀 서브 사이드 월(123)이 이루는 사이 유격에 매립되는 셀 서브 픽싱부(133)를 포함할 수도 있다.
- [0013] 상기 압축과 측정용 셀 유닛 및 이를 이용한 압축과 강도 측정 방법 에 있어서, 상기 셀 서브 픽싱부(513)는 실리콘을 포함하는 밀봉재일 수도 있다.
- [0014] 상기 압축과 측정용 셀 유닛 및 이를 이용한 압축과 강도 측정 방법 에 있어서, 상기 압축과 트랜스듀서(140)는 상기 셀 사이드 월(120)의 외면 중앙에 대향하여 한 쌍이 배치되고, 상기 압축과 트랜스듀서(140)와 상기 셀 사이드 월(120)의 외면 사이에는 진공 그리스가 도포될 수도 있다.
- [0015] 상기 압축과 측정용 셀 유닛 및 이를 이용한 압축과 강도 측정 방법 에 있어서, 상기 압축과 신호 조정부(300,400)는: 상기 압축과 측정용 셀(100)에서 감지된 신호를 필터링 및 증폭하는 압축과 신호 필터 증폭기(300)와, 상기 압축과 신호 제네레이터(200) 및 상기 압축과 신호 필터 증폭기(300)와 연결되어 상기 압축과 신호 및 상기 필터링 및 증폭 신호로부터 조정 신호를 출력하는 압축과 신호 오실레이터(400)를 포함할 수도 있다.
- [0016] 상기 압축과 측정용 셀 유닛 및 이를 이용한 압축과 강도 측정 방법 에 있어서, 상기 제어부(500)는 상기 조정 신호로부터 상기 사전 설정 시간에 대한 압축과 속도(V_p)를 산출할 수도 있다.

$$v_p = \frac{L_s}{t_s} = \frac{L_s}{t_m - t_c}$$

여기서,

Ls는 시료의 두께, tc는 양생시작 전 압축과 측정용 셀을 통과하는 신호의 초기 도달 시간, tm은 양생 시각 후 압축과 측정용 셀을 통과하는 신호의 초기 도달 시간, ts는 압축과 측정용 셀 내 시료를 통과하는 신호의 초기 도달 시간이다.

상기 압축과 측정용 셀 유니트 및 이를 이용한 압축과 강도 측정 방법 에 있어서, 상기 압축과 신호 입력부 (600)를 통하여 입력받는 상기 사전 설정 시간에 압축되어 측정된 상기 압축 시료 강도 정보와 상기 압축과 속

도(Vp)로부터 산출되는 상기 압축과 강도 정보(fc)는: $f_c = Ae^{Bv_p}$ 일 수도 있다.

여기서, 상기 압축 시료 강도 정보와 상기 압축과 속도(Vp)의 회귀 분석을 통하여 산출되는 A,B는 비선형 상수 이다.

본 발명의 다른 일면에 따르면, 본 발명의 압축과 측정용 셀 유니트 및 이를 이용한 압축과 강도 측정 방법은 시료가 삽입되어 양생되고 압축과를 통한 시료의 압축과 특성을 모니터링하도록 탄성파를 송출하고 수신하는 압축과 트랜스듀서(140)를 포함하는 압축과 측정용 셀(100)과, 상기 압축과 측정용 셀에 압축과 신호를 생성하는 압축과 신호 제네레이터(200)와, 상기 압축과 측정용 셀(100)에서 감지된 신호를 신호처리하는 압축과 신호 조정부(300,400)와, 적어도 상기 압축과 신호 조정부(300,400)와 전기적 소통을 이루어 해당 시료에 대한 조정 신호를 입력받고 제어 신호를 인가하는 압축과 신호 제어부(500)와, 상기 압축과 측정용 셀(100)에 삽입되는 시료 와 동일 재질의 압축 시료에 대하여 상기 제어부(500)에 사전 설정 저장되는 사전 설정 시간에 압축되어 측정된 압축 시료 강도 정보를 입력받는 압축과 신호 입력부(600)를 포함하고, 상기 제어부(500)는 상기 압축 시료 강도 정보 및 상기 조정 신호에 기초하여 시료의 압축과 신호에 대한 압축 강도 정보를 산출하는 것을 특징으로 하는 압축과 측정용 셀 유니트 및 압축 시료를 준비 제공하는 제공 단계(S10)와, 상기 제어부(500)의 제어 신호 에 따라 상기 압축과 트랜스듀서(140)로부터 상기 압축과 측정용 셀(100)의 탄성파를 감지하여 상기 조정 신호 를 산출하는 탄성과 측정 단계(S20)와, 상기 탄성과 측정 단계(S20)에서 산출된 상기 조정 신호를 보정하여 압축과 속도(Vp)를 산출하는 압축과 속도 산출 단계(S30)와, 상기 압축과 속도 산출 단계(S30)에서 산출된 압축과 속도(Vp)와 상기 압축과 신호 입력부(600)를 통하여 입력받는 상기 사전 설정 시간에 압축되어 측정된 상기 압축 시료 강도 정보로부터 압축과 강도 정보(fc)를 산출하는 압축과 강도 정보 산출 단계(S40)를 포함하는 것을 특징으로 하는 압축과 측정용 셀 유니트를 이용한 압축과 강도 측정 방법을 제공한다.

$$v_p = \frac{L_s}{t_s} = \frac{L_s}{t_m - t_c}, \quad f_c = Ae^{Bv_p}$$

여기서, Ls는 시료의 두께, tc는 양생시작 전 압축과 측정용 셀을 통과하는 신호의 초기 도달 시간, tm은 양생 시각 후 압축과 측정용 셀을 통과하는 신호의 초기 도달 시간, ts는 압축과 측정용 셀 내 시료를 통과하는 신호의 초기 도달 시간이고, 상기 압축 시료 강도 정보와 상기 압축과 속도(Vp)의 회귀 분석을 통하여 산출되는 A,B는 비선형 상수이다.

발명의 효과

상기한 바와 같은 구성을 갖는 본 발명에 따른 압축과 측정용 셀 유니트 및 이를 이용한 압축과 강도 측정 방법 및 이의 제조 방법은 압축과 측정기법을 통하여, 양생시간에 따른 강성특성을 모니터링하는 것뿐만 아니라, 압축강도와와의 상관성을 통해 양생초기의 미고결된 CLSM의 압축강도특성을 파악할 수 있다.

본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1 내지 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 압축과 측정용 셀 유니트의 압축과 측정용 셀의 평면도, 측면도

및 정면도이다.

도 4 내지 도 5는 도 1의 부분 확대 단면도이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 압축과 측정용 셀 유니트의 구성도이다.

도 7 내지 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 압축과 측정용 셀 유니트 및 이를 이용한 압축과 강도 측정 방법을 통하여 얻어지는 압축과, 압축과 속도 변화, 압축과 및 압축강도 상관 관계 선도이다.

도 10은 본 발명의 일실시예의 변형예에 따른 압축과 측정용 셀 유니트 및 이를 이용한 압축과 강도 측정 방법의 개략적인 개략적인 부분 확대 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하에서는 본 발명에 따른 압축과 측정용 셀 유니트 및 이를 이용한 압축과 강도 측정 방법 에 대하여 도면을 참조하여 설명하기로 한다.
- [0029] 본 발명의 일실시예에 따른 압축과 측정용 셀 유니트 및 이를 이용한 압축과 강도 측정 방법은 일반적으로 토목 및 건축 구조물에 이용되는 콘크리트는 유동성이 작아 미고결시에도 어느 정도 형체를 유지할 수 있어 압축과를 측정하기 위해 트랜스듀서를 콘크리트에 접촉하여도 콘크리트 공시체 또는 구조물의 형상 변화에 영향이 거의 없다. 하지만 CLSM의 경우 유동성이 커서 양생 초기에 자립이 어려워 트랜스듀서를 직접 접촉하게 되면 CLSM의 형상 유지가 어렵다. 이에 아래 도면”과 같은 셀을 제작하였다. 제작의 편의성을 위하여 사각형의 형태로 셀을 제작하였으며, 셀을 매질로 하여 이동하는 압축과와 시료를 통과하는 압축과가 혼동되지 않도록 셀의 크기를 정하였으나 이는 일례로서 이에 구한되는 것은 아니다.
- [0031] 이하에서는, 본 발명의 압축과 측정용 셀 유니트(100) 및 이를 이용한 압축과 강도 측정 방법을 도면을 참조하여 설명한다.
- [0033] 먼저, 본 발명의 압축과 측정용 셀 유니트(100)는 압축과 측정용 셀(100)과, 압축과 신호 제네레이터(200)와, 압축과 신호 조정부(300,400)와, 압축과 신호 제어부(500)와, 압축과 신호 입력부(600)를 포함하고, 제어부(500)는 압축 시료 강도 정보 및 조정 신호에 기초하여 시료의 압축과 신호에 대한 압축 강도 정보를 산출한다.
- [0034] 보다 상세하게, 압축과 측정용 셀(100)에는 시료가 삽입되어 양생 가능한 공간 구조를 형성하고, 압축과를 통한 시료의 압축과 특성을 모니터링할 수 있다.
- [0035] 압축과 측정용 셀(100)은 다양한 형성이 가능하나, 본 실시예에서는 상면이 개방된 수용 공간 구조로 형성된다. 즉, 압축과 측정용 셀(100)은 셀 베이스(110)와, 셀 사이드 월(120)와, 셀 픽싱부(130)와, 압축과 트랜스듀서(140)를 포함할 수 있다. 셀 베이스(110)는 전체적으로 압축과 측정용 셀(100)의 기저부를 형성하며 하단에 배치되고, 셀 사이드 월(120)은 셀 베이스(110)의 일면 상으로 지면에 실질적으로 수직하게 배치된다. 이때, 셀 사이드 월(120)은 셀 베이스(110)의 대향면은 개방 가능하도록 배치되는데, 셀 사이드 월(120)은 셀 메인 사이드 월(121)과 셀 서브 사이드 월(123)을 포함한다.
- [0036] 셀 메인 사이드 월(121)은 하기되는 압축과 트랜스듀서(140)가 배치되고, 셀 서브 사이드 월(123)은 이격되어 배치되는 한 쌍의 상기 셀 메인 사이드 월(121)과 맞물리어 연결된다. 여기서, 정방형의 셀 메인 사이드 월(121)의 종횡비는 장방형의 셀 메인 사이드 월(123)의 종횡비보다 큰 값을 가지나, 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다.
- [0037] 즉, 압축과 측정용 셀(100)은 본 실시예에서 MC 나일론(Mono Cast Nylon) 재질의 판을 직육면체로 형태로 구성하며, 상부는 열린 상태로 설계하여 시료를 채울수 있도록 한다.
- [0038] 한편, 셀 픽싱부(130)는 복수 개의 개별화된 플레이트로 형성되는 상기 셀 사이드 월(120)을 연결하는데, 셀 픽싱부(130)는 셀 메인 픽싱부(131)와 셀 서브 픽싱부(133)를 포함한다. 셀 메인 픽싱부(131)는 이격된 셀 메인 사이드 월(121)의 사이 간격을 일정하게 연결시키도록 셀 메인 사이드 월(121)을 관통하여 배치되고,
- [0039] 셀 서브 픽싱부(133)는 셀 메인 사이드 월(121)과 셀 서브 사이드 월(123)이 서로 사전 설정 유격 거리만큼 이격 배치되는데,

- [0040] 이는 압축과가 판을 통하여 전달되는 현상을 방지하기 위함이다. 본 실시예에서 대략 200 mm 셀 메인 사이드 월과 50 mm 셀 서브 사이드 월 사이에는 간격이 1 mm가 되도록 유지시킨다. 셀 메인 사이드 월(121)과 상기 셀 서브 사이드 월(123)이 이루는 사이 유격을 매립하여 연결하는 구성을 취한다.
- [0041] 여기서, 셀 서브 픽싱부(513)는 실리콘을 포함하는 밀봉재일 수도 있다. 즉, 셀 메인 사이드 월(121)과 셀 서브 사이드 월(123)의 연결 부위에는 누수가 발생하지 않도록 실리콘과 같은 밀봉재의 셀 픽싱부를 도포하여 방수한다.
- [0043] 한편, 압축과 트랜스듀서(140)는 셀 사이드 월(120)의 외면에 대향 배치되어 탄성파를 송출하고 수신하는데, 본 실시예에서 압축과 트랜스듀서(140)는 송신 및 수신 가능한 동일한 한 쌍의 트랜스듀서가 셀 메인 사이드 월(121)의 중앙에 대향 배치되는 구성을 취하는데, 이는 일례로서 다양한 변형이 가능하다.
- [0044] 압축과 측정용 셀을 통한 직접 전달파의 영향을 최소화시키기 위하여, 트랜스듀서는 중앙에 위치시며, 압축과 트랜스듀서(140)와 셀 사이드 월(120)의 외면 사이에는 진공 그리스가 도포되어, 전달되는 파의 에너지효율을 높일 수 있다.
- [0045] 이와 같이 압축과 트랜스듀서를 셀에 적용함으로써, 양생초기부터 양생후기까지 변화하는 CLSM의 압축과 특성을 모니터링할 수 있도록 한다.
- [0046] 이러한 압축과 측정용 셀(100)에는 시료가 배치되는데, 압축과 측정용 셀(100)에 시료를 주입함과 동시에 별도의 압축 시료를 준비한다. 압축 시료(미도시)는 압축과 측정용 셀(100)에 주입 타설되는 시료와 동일한 재질의 시료가 형성되는데, 이 압축 시료는 사전 설정 시간에 하나씩 또는 설정된 개수의 압축 시료가 일측 압축 시험 대상으로 사용되어 소정의 압축 강도 측정값을 도출하는데 사용되고, 이러한 압축 강도 측정값은 압축과 속도와 의 상관 관계를 도출하기 위한 회귀 분석 자료로 사용될 수 있다.
- [0047] 한편, 압축과 트랜스듀서에 연결되는 다른 구성은 도면에 도시된 바와 같이, 압축과 신호 제네레이터(200)와, 압축과 신호 조정부(300,400)와, 압축과 신호 제어부(500)와, 압축과 신호 입력부(600)를 포함한다.
- [0048] 즉, 압축과 신호 제네레이터(200)는 압축과 측정용 셀에 압축과 신호를 생성하는데, 압축과 신호 제네레이터(200)는 평선 제네레이터로 구현되며, 신호 생성을 이루는 범위에서 다양한 선택이 가능하다. 압축과 신호 제네레이터(200)는 입력파로써 진폭 및 주파수가 각각 10 V 및 20 Hz로 설정된 구형파를 송신한다. 송신된 신호는 압축과 트랜스듀서(140)를 통하여 출력되고 압축과 측정용 셀(100)과 시료를 통과시킨 후 다른 압축과 트랜스듀서(140)에서 수신된 신호를 감지하고, 이는 압축과 신호 조정부(300,400)로 전달된다.
- [0049] 압축과 신호 조정부(300,400)는 압축과 측정용 셀(100)에서 감지된 신호를 신호처리하는데, 압축과 신호 조정부(300,400)는 압축과 신호 필터 증폭기(300)와 압축과 신호 오실레이터(400)를 포함할 수 있다.
- [0050] 압축과 신호 필터 증폭기(300)는 압축과 측정용 셀(100)에서 감지된 신호를 필터링 및 증폭할 수 있다. 압축과 신호 필터 증폭기(300)는 개별화되어 필터부와 증폭기가 개별 구비되는 구성을 취할 수도 있다. 본 실시예에서 압축과 신호 필터 증폭기(300)는 500 Hz ~ 1 MHz 대역 사이의 신호만 획득되도록 필터링되는데, 이의 수치 범위는 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다.
- [0051] 압축과 신호 오실레이터(400)는 압축과 신호 제네레이터(200) 및 압축과 신호 필터 증폭기(300)와 연결되어 압축과 신호 및 필터링 및 증폭 신호로부터 조정 신호를 출력하여 압축과 신호 제어부(500)로 조정 신호를 전달한다.
- [0052] 압축과 신호 제어부(500)는 적어도 압축과 신호 조정부(300,400)와 전기적 소통을 이루어 해당 시료에 대한 조정 신호를 입력받고 제어 신호를 인가한다.
- [0053] 또한, 압축과 신호 입력부(600)는 압축과 측정용 셀(100)에 삽입되는 시료와 동일 재질의 압축 시료에 대하여 압축과 신호 제어부(500)에 사전 설정 저장되는 사전 설정 시간에 압축되어 측정된 압축 시료 강도 정보를 입력받는데, 압축과 신호 입력부(600)는 압축과 시료 강도 정보를 압축과 신호 제어부(500)로 전달하고, 압축과 신호 제어부(500)는 조정 신호와 압축과 시료 강도 정보를 이용하여 압축과 속도 및 압축과 강도 정보가 산출될 수 있다.
- [0054] 압축과 신호 제어부(500)는 조정 신호와 압축과 시료 강도 정보를 이용하여 압축과 속도 및 압축과 강도 정보를 산출하는데, 압축과 신호 제어부(500)는 단일 구성으로 구현되었으나, 제어부, 연산부 등이 개별화되는 구성을

취할 수도 있다.

[0056] 이하에서는 본 발명의 압축과 측정용 셀 유니트를 이용한 압축과 강도 측정 과정을 설명한다.

[0057] 본 실시예에서 압축과 트랜스듀서(140)는 사전설정 시간, 예를 들어 양생시작 후 15분, 30분, 1시간, 2시간, 4시간, 8시간, 12시간, 1일, 2일, 7일, 14일, 28일의 시간마다 각각 탄성파를 모니터링한다. 도 7에는 양생시간에 따라 측정된 압축파의 예가 도시된다. 상단에서 하단으로 갈수록 양생시간이 증가한다. 양생시간이 증가함에 따라, 압축파의 초기도달시간이 증가하였으며, 주파수도 점차 증가하는 것을 알 수 있다.

[0058] 압축파의 속도를 산출하기 위하여 압축파의 감지 시간, 즉 압축과 트랜스듀서(140)를 통한 감지 시간이 이용되는데, 압축과 측정용 셀(100)을 이용한 시료를 통과한 압축과 초기도달 시간(t_m)은 보정되어 시료를 통과한 신호의 초기 도달 시간(t_s)이 산출될 수 있다.

[0059] 즉, 압축과 신호 제어부(500)는 $t_s = t_m - t_c$ 및 $v_p = \frac{L_s}{t_s} = \frac{L_s}{t_m - t_c}$ 를 산출하는데, 여기서, L_s 는 시료의 두께, t_c 는 양생시작 전 압축과 측정용 셀을 통과하는 신호의 초기 도달 시간, t_m 은 양생 시각 후 압축과 측정용 셀을 통과하는 신호의 초기 도달 시간, t_s 는 압축과 측정용 셀 내 시료를 통과하는 신호의 초기 도달 시간이다. 양생시간에 대한 압축과 속도 변화가 도 8에 도시된다. 도 8에 도시된 바와 같이, 양생시간이 증가할수록 압축파의 속도는 증가하며, 시간이 지날수록 증가량이 감소하는 경향을 보임을 알 수 있다.

[0061] 또한, 압축과 신호 제어부(500)는 압축과 신호 입력부(600)를 통하여 입력받는 사전 설정 시간에 압축되어 측정된 상기 압축 시료 강도 정보와 앞서 산출한 압축과 속도(V_p)로부터 압축과 강도 정보($f_c = Ae^{Bv_p}$)를 산출하는데, 여기서, 상기 압축 시료 강도 정보와 상기 압축과 속도(V_p)의 회귀 분석을 통하여 산출되는 A, B는 비선형 상수이다.

[0062] 이와 같이 압축과 강도 정보를 산출하여 현재 시료에 대한 압축과 특성을 모니터링하고 이를 산출된 압축과 강도 정보에 연계하여 현재 양생 중인 콘크리트에 대한 압축 강도를 산출할 수 있다.

[0064] 본 발명에서는 압축과 속도를 이용하여 CLSM의 양생시간에 따른 일축압축강도의 변화를 추정할 수 있는 압축과 강도 정보(f_c)를 산출하기 위하여 각각의 양생 시간에 압축 시료를 이용하여 압축 시험을 실행한 결과, 도 9에 도시된 바와 같이, 양생이 진행될수록 압축파의 속도 및 일축압축강도가 증가함을 확인할 수 있다. 도 9에서 동그라미 표시는 압축 시료의 실제 압축 시험을 통하여 얻어진 압축 강도를 나타내고, 세모 표시는 상기 압축과 강도 정보(f_c)로부터 압축과 속도에 대한 압축 강도를 추정한 값이다. 압축 시료에 대한 압축 강도 정보는 사전 설정 시간, 즉 양생시간 1일, 2일, 7일, 28일에 측정된 결과를 이용하여 회귀분석이 실행된다. 이를 통하여 압축과 강도 정보(f_c)가 산출될 수 있다. 본 실시예에서 $A=21.72$, $B=0.0017$ 의 값을 갖는 회귀 분석을 통한 수식이 산출되는데, 이는 일례로서 조건에 따라 다양한 A, B가 선택될 수 있다. 도 9에서 양생시간 1일부터 28일까지 측정된 결과로 회귀분석한 관계는 실선으로 표시하였으며, 압축과 속도의 증가에 따라 일축압축강도는 지수함수적으로 증가함을 알 수 있다.

[0065] 하지만, 양생초기 단계의 경우 성형시작후 15분부터 12시간까지는 시료, 공시체의 불충분 경화로 인해 탈형이 불가능하였고, 이에 따라 일축압축실험을 수행할 수 없었기 때문에, 각 양생시간에서 획득된 압축파속도와 앞서 도출된 압축과 강도 정보(f_c)를 이용하여 압축과 속도를 통한 강도 추정을 이룰 수 있다. 이 때 압축과 강도 정보(f_c)를 사용하여 추정된 상관관계는 도 9에서 점선으로 표시되었다. 앞서 기술한 바와 같이, 이러한 상관 관계를 통하여 양생초기의 미고결 상태 CLSM의 압축강도를 추정할 수 있다.

[0067] 이하에서는, 도면을 참조하여 압축과 측정용 셀 유니트를 이용한 압축과 강도 측정 방법을 설명한다.

[0068] 먼저, 앞서 기술된 압축과 측정용 셀 유니트 및 압축 시료를 준비하는 제공 단계(S10)가 시행된다. 압축과 측정용 셀 유니트에 대한 설명은 상기로 대체하고, 압축 시료는 압축과 측정용 셀 유니트에 콘크리트 타설시 함께

형성되는 동일 재질의 시료이다.

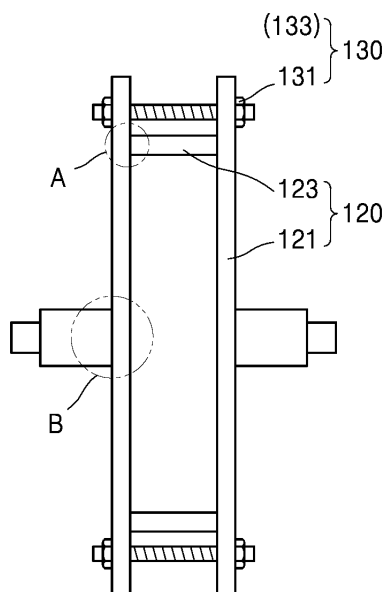
- [0069] 그런 후, 제어부(500)의 제어 신호에 따라 상기 압축과 트랜스듀서(140)로부터 상기 압축과 측정용 셀(100)의 탄성파를 감지하여 상기 조정 신호를 산출하는 탄성과 측정 단계(S20)가 실행된다. 도 10에는 탄성과 측정 단계(S20)의 예시적 형태가 도시되는데, 압축과 트랜스듀서(140)가 송신(S21) 및 감지(23)를 이루고, 이의 감지 신호는 압축과 신호 조정부(300,400)에서 필터링(S25)된다.
- [0070] 그런 후, 소정의 양생 시간이 최종 단계에 이르렀을 경우 발생하는 종료 플래이 있는지 여부를 판단하고(S27), 미도달시 타이머를 통하여 소정의 시간을 대기한 후(S29), 제어 흐름을 단계(S21)로 진행시켜 다시 송신 및 감지 과정을 반복한다. 이러한 양생 시간이 완료되어 종료 플래이 발생한 경우, 제어 흐름은 단계(S30)으로 전달된다.
- [0071] 그런 후, 상기 탄성과 측정 단계(S20)에서 산출된 상기 조정 신호를 보정하여 압축과 속도(Vp)를 산출하는 압축과 속도 산출 단계(S30)가 실행되는데,
- [0072] 압축과 속도 산출 단계(S30)는 신호 보정 단계(S31)와 압축과 속도 연산 단계(S33)를 포함할 수 있다.
- [0073] 압축과 신호 제어부(500)는 입력된 조정 신호에 기초하여 보정하고 압축과 속도(Vp)를 산출한다. 압축과 속도의 산출 과정을 상기한 바와 동일하다.
- [0074] 그런 후, 압축과 속도 산출 단계(S30)에서 산출된 압축과 속도(Vp)와 상기 압축과 신호 입력부(600)를 통하여 입력받는 상기 사전 설정 시간에 압축되어 측정된 상기 압축 시료 강도 정보로부터 압축과 강도 정보(fc)를 산출하는 압축과 강도 정보 산출 단계(S40)가 실행된다. 압축과 강도 정보 산출 단계(S40)는 압축 시료 데이터 입력 단계(S41)와 회귀 분석 단계(S43)를 포함하는데, 입력부(600)를 통하여 입력되는 압축 시료의 압축 강도 시험 데이터와 압축과 속도 데이터를 회귀 분석하여 압축과 강도 정보(fc)가 산출된다.

부호의 설명

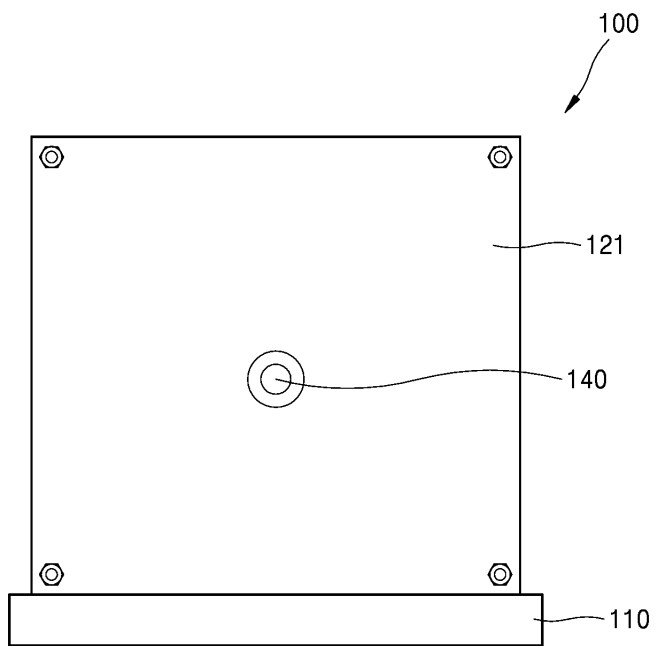
- [0076] 100...압축과 측정용 셀
200...압축과 신호 제네레이터
300,400...압축과 신호 조정부
500...압축과 신호 제어부

도면

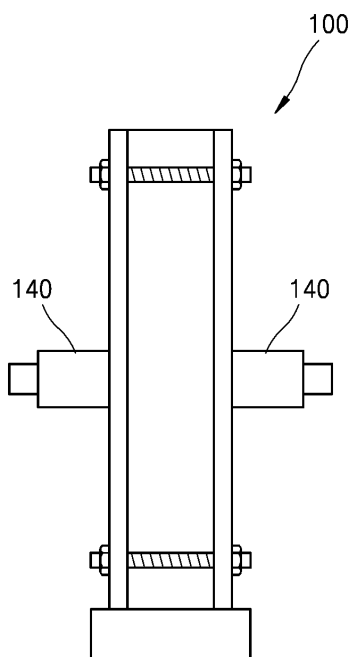
도면1



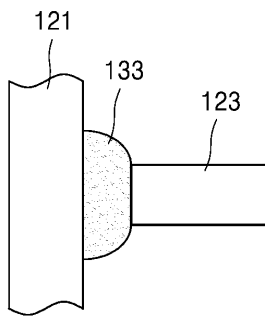
도면2



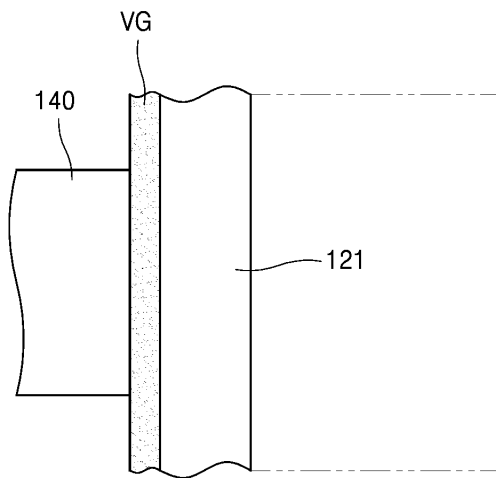
도면3



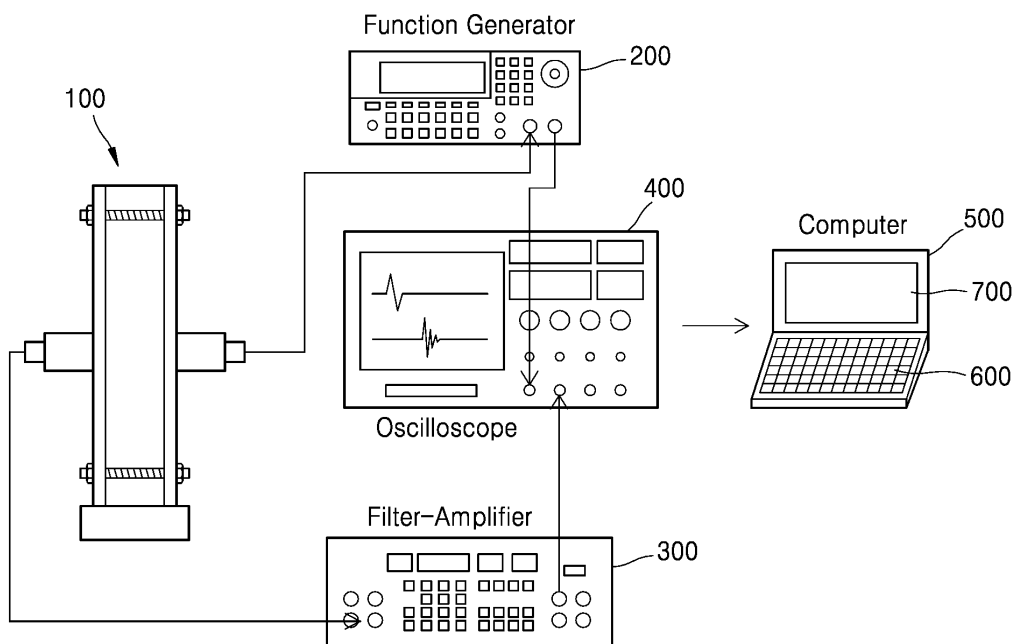
도면4



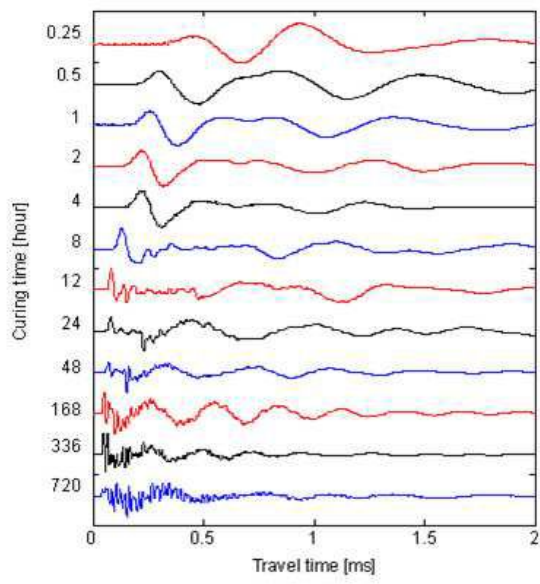
도면5



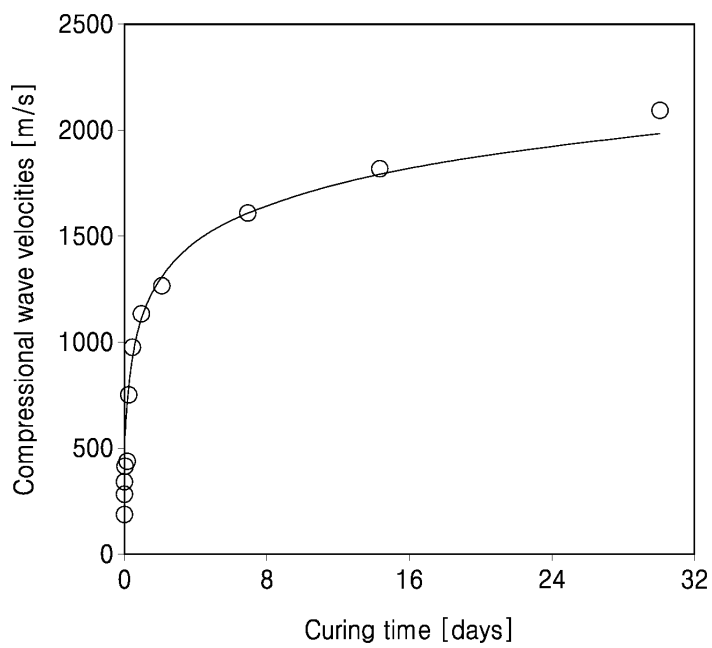
도면6



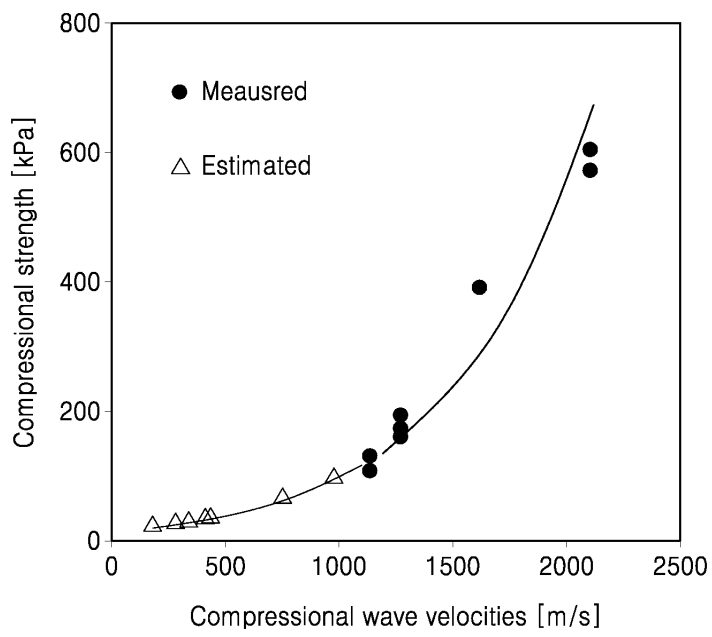
도면7



도면8



도면9



도면10

