



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년06월29일
(11) 등록번호 10-1872695
(24) 등록일자 2018년06월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 29/07 (2006.01) G01H 17/00 (2006.01)
G01N 29/04 (2006.01) G01N 29/06 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01N 29/07 (2013.01)
G01H 17/00 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-0161500
- (22) 출원일자 2017년11월29일
심사청구일자 2017년11월29일
- (56) 선행기술조사문헌
KR1020090117402 A*
KR1020120005695 A*
JP2010066154 A
KR1020100043511 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자
한국지질자원연구원
대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동, 한국지질자원연구원)
- (72) 발명자
오태민
대전광역시 유성구 지족동 반석마을아파트 107동 2503호
김현우
인천광역시 서구 승학로471번길 7, 304동 702호
- (74) 대리인
특허법인 대아

전체 청구항 수 : 총 9 항

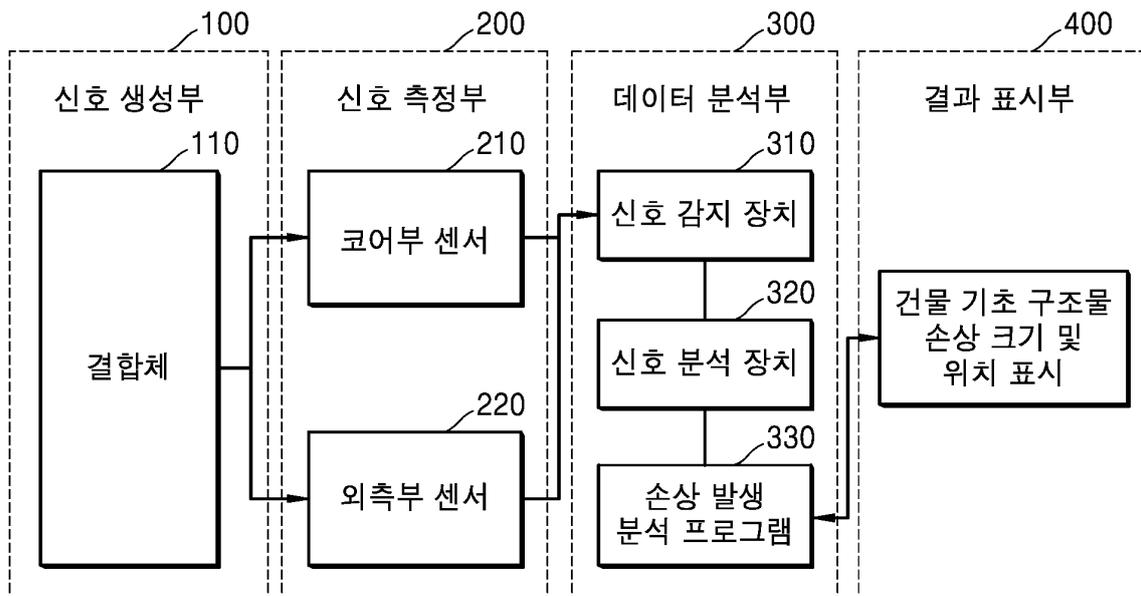
심사관 : 양성지

(54) 발명의 명칭 구조물 손상 위치 추정 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 구조물 손상 위치 추정 장치에 관한 것으로, 기초파일 내부에 형성된 결합체를 포함하는 신호 생성부, 신호 생성부와 연결되어 결합체가 파손되는 경우에 발생하는 신호를 측정하는 신호 측정부; 및 신호 측정부로부터 데이터를 수신하여 기초파일에 발생한 손상 크기 및 위치를 분석하는 데이터 분석부;를 포함하고, 결합체는 기초파일 내부에 형성되며, 코어부 및 코어부를 감싸는 외측부를 포함하고, 코어부 및 외측부는 서로 다른 재료로 형성되고, 신호 측정부는 코어부 및 외측부 각각에 연결된 코어부 센서 및 외측부 센서를 포함하고, 결합체의 파손 위치는 코어부 센서 및 외측부 센서로부터의 데이터에 기초하여 역산에 의해 추정되는 것을 특징으로 하며, 이에 의하면, 구조물 기초가 손상될 경우, 어느 정도 깊이에서 구조물 기초가 손상되었는지 파악이 가능하다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01N 29/048 (2013.01)

G01N 29/069 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711051653

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 국가과학기술연구회

연구사업명 한국지질자원연구원 연구운영비 지원

연구과제명 음향·진동 센서를 이용한 암반의 거동 모니터링 및 위험성 평가

기 여 율 1/1

주관기관 한국지질자원연구원

연구기간 2017.01.01 ~ 2017.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

기초파일 내부에 형성된 결합체를 포함하는 신호 생성부;

상기 신호 생성부와 연결되어 상기 결합체가 파손되는 경우에 발생하는 신호를 측정하는 신호 측정부; 및

상기 신호 측정부로부터 데이터를 수신하여 상기 기초파일에 발생한 손상 크기 및 위치를 분석하는 데이터 분석부;를 포함하고,

상기 결합체는 기초파일 내부에 형성되되, 코어부, 상기 코어부를 감싸는 외측부, 및 상기 코어부 및 상기 외측부 사이에 구비된 격리부를 포함하고, 상기 코어부 및 상기 외측부는 서로 다른 재료로 형성되고,

상기 격리부는 상기 코어부로부터 발생하는 인공 탄성파를 격리하고,

상기 신호 측정부는 상기 코어부 및 상기 외측부 각각에 연결된 코어부 센서 및 외측부 센서를 포함하고,

상기 결합체의 파손 위치는 상기 코어부 센서 및 상기 외측부 센서로부터의 데이터에 기초하여 역산에 의해 추정되는 것을 특징으로 하는,

구조물 손상 위치 추정 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 신호는 인공 탄성파 신호로서,

상기 데이터 분석부는 각각의 상기 코어부 센서 및 외측부 센서로부터의 인공 탄성파 신호 중, 유효한 인공 탄성파 신호를 감지하여 시간차를 역산하여 상기 결합체의 파손 위치를 추정하는 것을 특징으로 하는,

구조물 손상 위치 추정 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 코어부는 제1 취성 재료로 구성되고, 상기 외측부는 제2 취성 재료로 구성되되, 상기 제2 취성 재료가 파손되면서 발생하는 인공 탄성파 신호의 속도가 상기 제1 취성 재료가 파손되면서 발생하는 인공 탄성파 신호의 속도보다 느린 것을 특징으로 하는,

구조물 손상 위치 추정장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 코어부는 취성 재료로 구성되고, 상기 외측부는 연성재료로 구성된 것을 특징으로 하는,

구조물 손상 위치 추정장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,
 상기 외측부를 구성하는 연성재료는 전도체로서,
 상기 외측부에 전류전극 및 전기비저항 분석부가 연결되어,
 지반에 상기 결합체가 구비된 상기 기초파일이 다수 개로 설치된 경우에,
 상기 지반의 전기비저항 분포에 의한 상기 지반의 상태 평가가 가능한 것을 특징으로 하는,
 구조물 손상 위치 추정장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1 항에 있어서,
 상기 데이터 분석부는 손상 발생 분석 프로그램을 포함하고,
 상기 손상 발생 분석 프로그램은 상기 데이터에 기초하여 상기 결합체의 파손 위치 및 크기를 추정하는 것을 특징으로 하는,
 구조물 손상 위치 추정 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
 상기 코어부 센서 및 상기 외측부 센서는 모두 상기 결합체의 상부에 위치한 것을 특징으로 하는,
 구조물 손상 위치 추정 장치.

청구항 9

외부 작용에 의해 기초파일 내부에 형성된 결합체가 파손되면서 인공 탄성과 신호가 생성되는 단계;
 상기 인공 탄성과 신호가 상기 결합체의 코어부 및 상기 코어부를 감싸는 외측부 각각에 연결된 코어부 센서 및 외측부 센서에 의해 측정되는 단계; 및
 상기 코어부 센서 및 상기 외측부 센서로부터의 데이터에 기초하여 상기 기초파일에 발생한 손상 크기 및 위치가 분석되는 단계;를 포함하고,
 상기 코어부 및 상기 외측부는 서로 다른 재료로 형성되고,
 상기 코어부 및 상기 외측부 사이에 격리부가 더 구비되고, 상기 격리부는 상기 코어부로부터 발생하는 인공 탄성파를 격리하고,
 상기 결합체의 파손 위치는 상기 코어부 센서 및 상기 외측부 센서로부터의 데이터에 기초하여 역산에 의해 추정되는 것을 특징으로 하는,
 구조물 손상 위치 추정 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 코어부는 취성 재료로 구성되고, 상기 외측부는 연성재료의 전도체로서,
 지반에 상기 결합체가 구비된 상기 기초파일이 다수 개로 설치된 경우에,
 상기 외측부에 연결된 전류전극 및 전기비저항 분석부에 의해 상기 지반의 전기비저항 분포가 분석되는 단계;를
 더 포함하고,
 상기 지반의 전기비저항 분포에 의한 상기 지반의 상태 평가가 가능한 것을 특징으로 하는,
 구조물 손상 위치 추정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 구조물 손상 위치 추정 장치 및 방법에 관한 것으로, 더 상세하게는, 기초파일 내부에 결합체가 형성되고, 결합체가 파손되면서 기반의 변형에 의한 구조물의 기초손상 위치를 추정할 수 있는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 지진과 지반의 싱크홀과 같은 지반의 변형으로 인한 구조물 기초손상에 대한 관심이 높아지고 있다. 그러나, 지반구조물의 파괴까지의 변형이 작아 종래부터 일반적으로 사용되고 있는 변위계측이나 응력계측으로는 그 전조 현상을 파악하기 어렵고, 현재는 구조물 기초손상을 모니터링할 수 있는 방법이 없다.

[0003] 종래에는, 전조 현상을 파악할 수 있는 기술로서, 미소파괴음을 통해 지반구조물의 재료에서 발생한 미소크기의 파괴를 검출할 수 있는 기술이 제공되었다. 지반구조물의 파괴에 있어서, 붕괴될 때 그 내부에서 미소한 변형과 함께 균열이 발생하고 이들 균열이 성장, 결합하면서 최종적으로 파괴가 발생하기 때문에, 미소변화를 검출할 수 있다면 파괴의 전조 현상을 파악하는 것이 가능하다.

[0004] 특히, 재료는 최종적인 파괴에 이르기 이전에 내부에서 미소크기의 파괴가 진행되고 이러한 미소크기의 파괴는 변위나 응력으로 검출하기 어렵지만 미소파괴음을 통해 검출이 가능하다.

[0005] 그러나 이와 같은 미소파괴음의 검출만으로는 전조 현상은 파악할 수 있어도, 구조물 기초손상 자체를 파악하고 모니터링할 수 없다는 한계점이 있다.

[0006] 일반적으로는, 정확한 손상 위치추정을 위해서는 최소 3개 이상의 센서가 필요하며, 그중 1개는 기초하부에 존재하여야 한다. 이러한 다수의 센서에 의해서, 지진계로 진앙지를 찾는 원리와 유사한 방법으로 구조물의 기초손상을 파악할 수 있도록 데이터를 수집 및 분석한다.

[0007] 국내공개특허 제10-2009-0117402호(2009.11.12 공개)는 미소파괴음 센서 구비 파괴 예측용 계측장치, 이의 설치 방법 및 세트에 관한 것으로, 미소파괴음 센서 두 개를 금속 재질의 내측 가이드의 외면에 부착하고, 외측 가이드를 취성도 8 이상의 재질을 사용하여 외측 가이드가 지반구조물로부터 충격을 받는 경우 쉽게 깨짐으로써 외측 가이드가 손상을 받을 때 발생하는 미소파괴음 신호는 손상이 발생하는 위치에 관계없이 동일하게 되도록 구성된 것을 특징으로 한다.

[0008] 그러나, 국내공개특허 제10-2009-0117402호의 도면들에도 도시된 바와 같이, 미소파괴음 센서 중 어느 하나는 기초 하부에 존재하는 것으로, 이와 유사한 방식으로 기초 하부에 시공 중 기초 하부에 센서를 설치하는 것이 매우 어려워 시공성이 떨어지는 문제가 있으며, 기초 하부에 설치할 경우 파손 가능성이 증가하여 유지보수가 중요하며, 장기적인 모니터링이 어렵다는 문제도 있다.

[0009] 현재 지반구조물의 파괴 예측에 사용되는 일반적인 기술이나 장비는 지중변위계, 지중경사계 또는 GPS를 이용한 변위측정법, 간극수압계를 이용한 지하수위 변동의 측정법, 하중계를 이용한 응력 측정법이 있다.

[0010] 그러나 기존의 방법은 구조물의 전체적인 거동을 모니터링하기 위한 방법으로 구조물의 거동에 직접적인 영향을 미치는 구조물 기초의 손상위치를 찾는 것은 거의 불가능하다.

[0011] 즉, 현재는 구조물 기초가 손상될 경우, 어느 정도 깊이에서 어느 정도 크기로 구조물 기초가 손상되었는지 파악할 수 있는 경제적이고, 유지보수가 용이하고, 장기적인 모니터링이 가능한 구조물 손상위치 추정 장치 및 방법이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) KR 10-2009-0117402 A

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 상기한 바와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 본 발명은, 구조물 기초가 손상될 경우, 어느 정도 깊이에서 어느 정도 크기로 구조물 기초가 손상되었는지 파악할 수 있는 경제적이고, 유지보수가 용이하고, 장기적인 모니터링이 가능한 구조물 손상위치 추정 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0014]

과제의 해결 수단

[0015] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 구조물 손상 위치 추정 장치는, 기초파일 내부에 형성된 결합체를 포함하는 신호 생성부; 상기 신호 생성부와 연결되어 상기 결합체가 파손되는 경우에 발생하는 신호를 측정하는 신호 측정부; 및 상기 신호 측정부로부터 데이터를 수신하여 상기 기초파일에 발생한 손상 크기 및 위치를 분석하는 데이터 분석부;를 포함하고, 상기 결합체는 기초파일 내부에 형성되되, 코어부 및 상기 코어부를 감싸는 외측부를 포함하고, 상기 코어부 및 상기 외측부는 서로 다른 재료로 형성되고, 상기 신호 측정부는 상기 코어부 및 상기 외측부 각각에 연결된 코어부 센서 및 외측부 센서를 포함하고, 상기 결합체의 파손 위치는 상기 코어부 센서 및 상기 외측부 센서로부터의 데이터에 기초하여 역산에 의해 추정되는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 상기 신호는 인공 탄성과 신호로서, 상기 데이터 분석부는 각각의 상기 코어부 센서 및 외측부 센서로부터의 인공 탄성과 신호 중, 유효한 인공 탄성과 신호를 감지하여 시간차를 역산하여 상기 결합체의 파손 위치를 추정하는 것이 바람직하다.

[0017] 또한, 상기 코어부는 제1 취성 재료로 구성되고, 상기 외측부는 제2 취성 재료로 구성되되, 상기 제2 취성 재료가 파손되면서 발생하는 인공 탄성과 신호의 속도가 상기 제1 취성 재료가 파손되면서 발생하는 인공 탄성과 신호의 속도보다 느린 것이 바람직하다.

[0018] 또한, 상기 코어부는 취성 재료로 구성되고, 상기 외측부는 연성재료로 구성된 것이 바람직하다.

[0019] 또한, 상기 외측부를 구성하는 연성재료는 전도체로서, 상기 외측부에 전류전극 및 전기비저항 분석부가 연결되어, 지반에 상기 결합체가 구비된 상기 기초파일의 다수 개로 설치된 경우에, 상기 지반의 전기비저항 분포에 의한 상기 지반의 상태 평가가 가능한 것이 바람직하다.

[0020] 또한, 상기 결합체는 상기 코어부 및 상기 외측부 사이에 구비된 격리부를 더 포함하고, 상기 격리부부는 상기 코어부로부터 발생하는 인공 탄성과를 격리하는 것이 바람직하다.

[0021] 또한, 상기 데이터 분석부는 손상 발생 분석 프로그램을 포함하고, 상기 손상 발생 분석 프로그램은 상기 데이터에 기초하여 상기 결합체의 파손 위치 및 크기를 추정하는 것이 바람직하다.

[0022] 또한, 상기 코어부 센서 및 상기 외측부 센서는 모두 상기 결합체의 상부에 위치된 것이 바람직하다.

[0023] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 구조물 손상 위치 추정 방법은, 외부 작용에 의해 기초파일 내부에 형성된 결합체가 파손되면서 인공 탄성과 신호가 생성되는 단계; 상기 인공 탄성과 신호가 상기 결합체의 코어부 및

상기 코어부를 감싸는 외측부 각각에 연결된 코어부 센서 및 외측부 센서에 의해 측정되는 단계; 및 상기 코어부 센서 및 상기 외측부 센서로부터 데이터에 기초하여 상기 기초과일에 발생한 손상 크기 및 위치가 분석되는 단계;를 포함하고, 상기 코어부 및 상기 외측부는 서로 다른 재료로 형성되고, 상기 결합체의 파손 위치는 상기 코어부 센서 및 상기 외측부 센서로부터의 데이터에 기초하여 역산에 의해 추정되는 것을 특징으로 한다.

[0024] 또한, 상기 코어부는 취성 재료로 구성되고, 상기 외측부는 연성재료의 전도체로서, 지반에 상기 결합체가 구비된 상기 기초과일이 다수 개로 설치된 경우에, 상기 외측부에 연결된 전류전극 및 전기비저항 분석부에 의해 상기 지반의 전기비저항 분포가 분석되는 단계;를 더 포함하고, 상기 지반의 전기비저항 분포에 의한 상기 지반의 상태 평가가 가능한 것이 바람직하다.

[0025] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 첨부 도면들에 포함되어 있다.

[0026] 본 발명의 이점 및/또는 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다.

발명의 효과

[0027] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 의하면, 구조물 기초가 손상될 경우, 기초의 직접적인 손상위치의 평가가 가능하다.

[0028] 또한, 본 발명에 의하면, 탄성과 센서를 기초하부에 설치할 필요가 없어, 시공성이 양호하며, 기초상부에 설치함으로써 파손 가능성이 감소하여 유지보수가 용이하며, 장기적인 모니터링도 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 장치의 구성을 설명하기 위한 개념도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 장치가 구조물 기초에 설치된 모습을 나타내는 개념도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 장치의 상세한 구성을 설명하기 위한 종단면도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 장치의 결합체 및 신호 측정부를 나타내는 평면도이다.

도 5a 내지 도 5c 각각은 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 장치의 코어부가 제1 취성 재료로 구성된 경우, 외측부가 연성 재료로 구성된 경우, 및 외측부가 제2 취성 재료로 구성된 경우에서 시간-전압 곡선 형태를 나타내는 그래프이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 7은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 장치가 구조물 기초에 설치된 모습을 나타내는 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 본 발명을 상세하게 설명하기 전에, 본 명세서에서 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 무조건 한정하여 해석되어서는 아니되며, 본 발명의 발명자가 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해서 각종 용어의 개념을 적절하게 정의하여 사용할 수 있고, 더 나아가 이들 용어나 단어는 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 함을 알아야 한다.

[0031] 즉, 본 명세서에서 사용된 용어는 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하기 위해서 사용되는 것일 뿐이고, 본 발명의 내용을 구체적으로 한정하려는 의도로 사용된 것이 아니며, 이들 용어는 본 발명의 여러 가지 가능성을 고

려하여 정의된 용어임을 알아야 한다.

- [0032] 또한, 본 명세서에 있어서, 단수의 표현은 문맥상 명확하게 다른 의미로 지시하지 않는 이상, 복수의 표현을 포함할 수 있으며, 유사하게 복수로 표현되어 있다고 하더라도 단수의 의미를 포함할 수 있음을 알아야 한다.
- [0033] 본 명세서의 전체에 걸쳐서 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소를 "포함"한다고 기재하는 경우에는, 특별히 반대되는 의미의 기재가 없는 한 임의의 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 임의의 다른 구성 요소를 더 포함할 수도 있다는 것을 의미할 수 있다.
- [0034] 더 나아가서, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소의 "내부에 존재하거나, 연결되어 설치된다"고 기재한 경우에는, 이 구성 요소가 다른 구성 요소와 직접적으로 연결되어 있거나 접촉하여 설치되어 있을 수 있고, 일정한 거리를 두고 이격되어 설치되어 있을 수도 있으며, 일정한 거리를 두고 이격되어 설치되어 있는 경우에 대해서는 해당 구성 요소를 다른 구성 요소에 고정 내지 연결시키기 위한 제 3의 구성 요소 또는 수단이 존재할 수 있으며, 이 제 3의 구성 요소 또는 수단에 대한 설명은 생략될 수도 있음을 알아야 한다.
- [0035] 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "직접 연결"되어 있다거나, 또는 "직접 접속"되어 있다고 기재되는 경우에는, 제 3의 구성 요소 또는 수단이 존재하지 않는 것으로 이해하여야 한다.
- [0036] 마찬가지로, 각 구성 요소 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 " ~ 사이에"와 "바로 ~ 사이에", 또는 " ~ 에 이웃하는"과 " ~ 에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 취지를 가지고 있는 것으로 해석되어야 한다.
- [0037] 또한, 본 명세서에 있어서 "일면", "타면", "일측", "타측", "제 1", "제 2" 등의 용어는, 사용된다면, 하나의 구성 요소에 대해서 이 하나의 구성 요소가 다른 구성 요소로부터 명확하게 구별될 수 있도록 하기 위해서 사용되며, 이와 같은 용어에 의해서 해당 구성 요소의 의미가 제한적으로 사용되는 것은 아님을 알아야 한다.
- [0038] 또한, 본 명세서에서 "상", "하", "좌", "우" 등의 위치와 관련된 용어는, 사용된다면, 해당 구성 요소에 대해서 해당 도면에서의 상대적인 위치를 나타내고 있는 것으로 이해하여야 하며, 이들의 위치에 대해서 절대적인 위치를 특정하지 않는 이상은, 이들 위치 관련 용어가 절대적인 위치를 언급하고 있는 것으로 이해하여서는 아니된다.
- [0039] 더욱이, 본 발명의 명세서에서는, "...부", "...기", "모듈", "장치" 등의 용어는, 사용된다면, 하나 이상의 기능이나 동작을 처리할 수 있는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있음을 알아야 한다.
- [0040] 또한, 본 명세서에서는 각 도면의 각 구성 요소에 대해서 그 도면 부호를 명기함에 있어서, 동일한 구성 요소에 대해서는 이 구성 요소가 비록 다른 도면에 표시되더라도 동일한 도면 부호를 가지고 있도록, 즉 명세서 전체에 걸쳐 동일한 참조 부호는 동일한 구성 요소를 지시하고 있다.
- [0041] 본 명세서에 첨부된 도면에서 본 발명을 구성하는 각 구성 요소의 크기, 위치, 결합 관계 등은 본 발명의 사상을 충분히 명확하게 전달할 수 있도록 하기 위해서 또는 설명의 편의를 위해서 일부 과장 또는 축소되거나 생략되어 기술되어 있을 수 있고, 따라서 그 비례나 축척은 엄밀하지 않을 수 있다.
- [0042] 또한, 이하에서, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 구성, 예를 들어, 종래 기술을 포함하는 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략될 수도 있다.
- [0043] 도 1 내지 도 4를 참조하여 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 장치를 설명한다.
- [0044] 먼저, 도 1을 참조하여 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 장치의 전체 구성을 설명한다. 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 장치의 구성을 설명하기 위한 개념도이다.
- [0045] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 장치는, 기초파일(10) 내부에 형성된 결합체(110)를 포함하는 신호 생성부(100), 신호 생성부(100)와 연결되어 결합체(110)가 파손되는 경우에 발생하는 신호를 측정하는 신호 측정부(200), 및 신호 측정부(200)로부터 데이터를 수신하여 기초파일(10)에 발생한 손상 크기 및 위치를 분석하는 데이터 분석부(300)를 포함한다.
- [0046] 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 장치는 기초파일(10)에 발생한 손상 크기 및 위치를 표시하는 결과 표시부(400)를 더 포함할 수 있다.
- [0047] 결과 표시부(400)는 데이터 분석부(300)와 연결되어, 본 발명의 구조물 손상 위치 추정 장치의 사용자가 용이하

게 기초파일의 손상 크기를 나타내는 지수 및 손상 발생 위치를 나타내는 도면 등을 화면으로 표시할 수 있다.

- [0048] 일 실시예에서 결과 표시부(400)는 데이터 분석부(300)의 표면 일부에 구비될 수 있도록 구성될 수 있다.
- [0049] 도 2를 더 참조하여 기초 구조물에서의 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 장치에 대해 설명한다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 장치가 구조물 기초에 설치된 모습을 나타내는 개념도이다.
- [0050] 도 2에 도시된 바와 같이, 결합체(110)는 기초파일(10) 내부에 형성되고, 신호 측정부(200)는 결합체(110)의 상부에 위치되며, 데이터 분석부(300)는 전면기초바닥(20) 외측으로 위치될 수 있도록 구성된 것이 바람직하다.
- [0051] 여기서 신호 측정부(200)는 결합체(110)의 상부에 위치됨으로써, 외부 작용, 예를 들면, 지진, 싱크홀, 굴착 파손 등과 같은 건물 주변 지반 변형에 의해 지반(30) 및 기초파일(10)에 파괴부위(40)가 발생할 경우, 센서들의 파손 가능성이 작다.
- [0052] 도 3 및 도 4를 더 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 장치의 세부 구성들을 설명한다. 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 장치의 상세한 구성을 설명하기 위한 종단면도이다. 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 장치의 결합체(110) 및 신호 측정부(200)를 나타내는 평면도이다.
- [0053] 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이, 결합체(110)는 원기둥 형태로 형성된 것으로, 내측을 형성하는 코어부(111), 코어부(111)의 적어도 일부를 감싸는 격리부(112), 및 격리부(112)를 감싸는 외측부(113)를 포함한다.
- [0054] 코어부(111)를 감싸는 외측부(113)는 관 형태로서 코어부(111)와 상이한 탄성파가 생성되도록 선택되는 취성 또는 연성 재료로 구성된다. 코어부(111)와 외측부(113) 사이에는 격리부(112)가 구성되어, 코어부(111)로부터 발생하는 신호가 외측부(113)로 전달되지 않도록 방지하는 역할을 한다.
- [0055] 본 발명의 제1 실시예에서 코어부(111)는 제1 취성 재료로 구성되고, 외측부(113)는 제2 취성 재료로 구성되며, 제2 취성 재료가 파손되면서 발생하는 인공 탄성과 신호의 속도가 제1 취성 재료가 파손되면서 발생하는 인공 탄성과 신호의 속도보다 느린 것이 바람직하다.
- [0056] 본 발명의 제2 실시예에서 코어부(111)는 취성 재료로 구성되고, 외측부(113)는 연성재료로 구성된 것이 바람직하다.
- [0057] 본 발명의 취성 재료는 아크릴 또는 시멘트계의 재료인 것이 바람직하며, 연성 재료는 구리와 같은 전도체인 것이 바람직하나, 이에 한정되지 않는다.
- [0058] 격리부(112)는 상기와 같이 구성된 코어부(111)에서 발생한 인공 탄성과 신호를 격리시키는 것으로, 고무나 스티로폼과 같은 재료로 구성되어 탄성파를 분리시켜 전달하는 것이 바람직하다.
- [0059] 외측부(113)를 구성하는 연성재료가 전도체로 형성된 경우, 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 장치는 전류전극 및 전기비저항 분석부(500)를 더 포함할 수 있다(도 7 참조). 전류전극 및 전기비저항 분석부(500)는 외측부(113)에 연결될 수 있으며, 지반(30)에 결합체(110)가 구비된 다수 개의 기초파일(10) 사이에서의 전기비저항 분포에 의해 지반(30)의 상태 평가가 가능하다. 즉, 지하에 지반(30) 및 암반(50)의 특성과 구조 등을 평가할 수 있다.
- [0060] 신호 측정부(200)는 코어부(111) 및 외측부(113) 각각에 연결된 코어부 센서(210) 및 외측부 센서(220)를 포함한다. 신호 측정부(200)는 코어부 센서(210) 및 외측부 센서(220)를 보호하는 센서 하우징(230)을 더 포함할 수 있다.
- [0061] 일 실시예에서 코어부 센서(210)는 S파 또는 P파 모드의 인공 탄성과 신호를 측정하고, 외측부 센서(220)는 표면파 또는 유도파 모드의 인공 탄성과 신호를 측정하는 것이 바람직하다. 센서들(210, 220)의 주파수 대역은 1kHz~1000kHz인 것이 바람직하다.
- [0062] 코어부(111) 및 외측부(113)에서 발생한 인공 탄성파는 서로 다른 형태 및 재료로 인하여 상부에 도달하는 탄성파 속도 및 탄성파 모드가 달라지게 된다. 해당 탄성파의 전파특성에 의해 측정센서에 도달하는 신호의 시간차가 존재하며, 탄성파의 시간차를 역산하여 파손 위치 및 파손크기를 평가할 수 있다.
- [0063] 이에 따라 서로 다른 재료로 구성된 코어부(111) 및 외측부(113)로부터 생성된 인공 탄성파 신호가 정확하게 측정되어, 측정 데이터의 분석 결과의 신뢰도가 증가할 수 있다.

- [0064] 데이터 분석부(300)는 신호 감지 장치(310), 신호 분석 장치(320), 및 손상 발생 분석 프로그램(330)을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0065] 상기 신호는 인공 탄성과 신호로서, 데이터 분석부(300)의 신호 감지 장치(310)는 각각의 코어부 센서(210) 및 외측부 센서(220)로부터의 인공 탄성과 신호 중, 유효한 인공 탄성과 신호를 감지할 수 있다.
- [0066] 상기 유효한 인공 탄성과 신호는 기설정된 진폭 이상의 인공 탄성과 신호인 것이 바람직하다. 즉, 기설정된 진폭 미만의 인공 탄성과 신호는 노이즈로 판단하는 것이 바람직하다.
- [0067] 신호 분석 장치(320)는 유효한 인공 탄성과 신호들의 시간차를 역산하여 결합체(110)의 파손 위치를 추정할 수 있다. 손상 발생 분석 프로그램(330)은 결합체(110)의 파손 위치 및 유효한 인공 탄성과 데이터를 활용하여 기초파일(10)의 파괴부위(40)의 위치 및 크기를 평가할 수 있다.
- [0068] 도 5a 내지 도 5c를 더 참조하여 본 발명의 신호 분석 장치(320)에서의 시간차 역산 방법을 설명한다. 도 5a 내지 도 5c 각각은 발명의 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 장치의 코어부(111)가 제1 취성 재료로 구성된 경우, 외측부(113)가 연성재료로 구성된 경우, 및 외측부(113)가 제2 취성 재료로 구성된 경우에서 시간-전압 곡선 형태를 나타내는 그래프이다.
- [0069] 코어부 센서(210)에 의해 V_1 및 t_1 에 대한 데이터를 얻을 수 있으며, 이를 시간-전압 곡선 형태로 나타낸 것은 도 5a에 도시된 바와 같다. 여기서 코어부(111)의 취성 재료는 제1 실시예 및 제2 실시예에서 동일한 것으로 설명한다.
- [0070] 외측부 센서(220)에 의해 V_2 및 t_2 에 대한 데이터를 얻을 수 있으며, 이를 시간-전압 곡선 형태로 나타낸 것은 도 5b와 도 5c에 도시된 바와 같다. 여기서 도 5b의 외측부(113)는 연성재료로 구성된 것이며, 도 5c의 외측부(113)는 제2 취성 재료로 구성된 것이다.
- [0071] 외측부가 연성 재료일 경우, $t_1 < t_2$ 이며, 취성 재료일 경우, $t_1 > t_2$ 이다.
- [0072] 이에 따라 다음과 같은 수학적 1을 사용하여 도 3에 도시된 바와 같은 결합체(110)의 파손 발생부(120)의 위치, 즉, 결합체(110) 상부로부터의 깊이 $d(d>0)$ 를 역산할 수 있다.

수학적 1

[0073]
$$\Delta t = |t_2 - t_1| = \left| \frac{d}{V_2} - \frac{d}{V_1} \right|$$

[0074] 수학적 1에서 V_1 및 V_2 는 코어부(111) 및 외측부(113)의 재료 특성에 의해 미리 정해지는 값이며, t_1 및 t_2 는 코어부 센서(210) 및 외측부 센서(220)에 의해 측정된 값이다.

[0075] 이에 따라 수학적 1은 다음과 같은 수학적 2로 표현될 수 있다.

수학적 2

[0076]
$$\Delta t = d \left| \frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1} \right|$$

[0077] 따라서, 수학적 2에서의 d 는 다음과 같은 수학적 3으로 구할 수 있다.

[0078]

수학식 3

$$\therefore d = \Delta t \left| \frac{V_1 V_2}{V_1 - V_2} \right|$$

[0079]

[0080]

상기와 같은 수학식 3에 의해 파손 발생부(120)의 위치를 분석할 수 있으며, 이를 기초로 하여 기초파일(10)의 파괴부위(40)도 추정이 가능하다.

[0081]

다음은 도 6을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 방법을 설명한다. 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 방법을 나타내는 흐름도이다.

[0082]

본 발명의 일 실시예에 따른 구조물 손상 위치 추정 방법은, 외부 작용에 의해 기초파일(10) 내부에 형성된 결합체(110)가 파손되면서 인공 탄성과 신호가 생성되는 단계(S100); 인공 탄성과 신호가 결합체(110)의 코어부(111) 및 외측부(113) 각각에 연결된 코어부 센서(210) 및 외측부 센서(220)에 의해 측정되는 단계(S200); 및 코어부 센서(210) 및 외측부 센서(220)로부터의 데이터에 기초하여 기초파일(10)에 발생한 손상 크기 및 위치가 분석되는 단계(S500);를 포함한다.

[0083]

인공 탄성과 신호가 측정되면(S200), 기설정된 증폭 이상의 유효한 인공 탄성과 신호를 감지하는 단계(S300)에서 기설정된 증폭 미만의 인공 탄성과 신호는 노이즈로 결정할 수 있다.

[0084]

유효한 인공 탄성과 신호의 시간차가 분석되는 단계(S400)에서 결합체(110)의 파손발생부(120)의 위치가 추정될 수 있으며, 이러한 데이터에 기초하여 기초파일(10)에 발생한 손상 크기 및 위치가 분석될 수 있다(S500).

[0085]

또한, 본 발명의 다른 일 실시예에서, 코어부(111)가 취성 재료로 구성되고, 외측부(113)가 연성재료의 전도체로 구성되고, 지반(30)에 결합체(110)가 구비된 기초파일(10)이 다수 개로 설치된 경우에, 외측부(113)에 연결된 전류전극 및 전기비저항 분석부(500)에 의해 지반(30) 및/또는 암반(50)의 전기비저항 분포가 분석되는 단계를 더 포함할 수 있다. 이에 따라 지반(30) 및/또는 암반(50)의 전기비저항 분포에 의해 지반(30) 및/또는 암반(50)의 상태 평가가 가능하다(도 7 참조).

[0086]

즉, 구조물 주변 지반의 전기비저항 모니터링(지하수위의 변화 및 싱크홀에 의한 지하 공동 등)도 가능하게 된다.

[0087]

따라서, 본 발명에 의하면, 땅속에 있는 기초 구조물의 직접적인 손상위치 및 크기의 평가가 가능하고, 2개만의 탄성과 측정센서를 이용하여 기초의 정확한 손상 위치 또는 손상 크기 평가가 가능하다.

부호의 설명

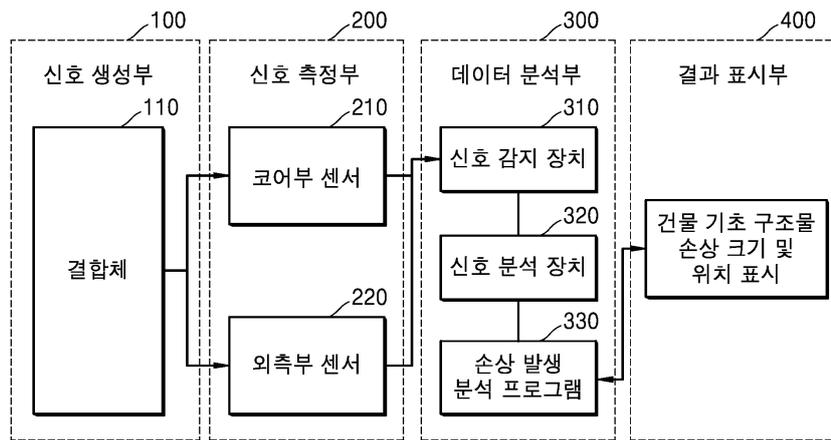
[0088]

- 10: 기초파일
- 20: 전면기초바닥
- 30: 지반
- 40: 파괴부위
- 50: 암반
- 100: 신호 생성부
- 110: 결합체
- 111: 코어부
- 112: 격리부
- 113: 외측부

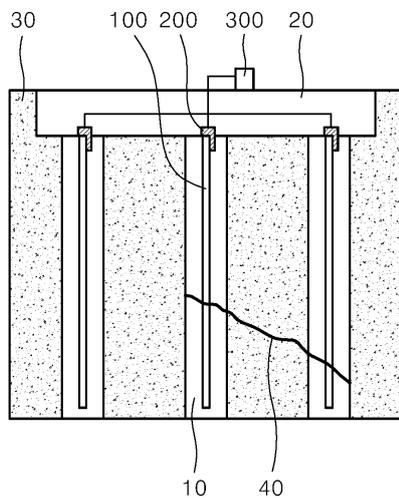
- 120: 파손발생부
- 200: 신호 측정부
- 210: 코어부 센서
- 220: 외측부 센서
- 230: 센서 하우징
- 300: 데이터 분석부
- 310: 신호 감지 장치
- 320: 신호 분석 장치
- 330: 손상 발생 분석 프로그램
- 400: 결과 표시부
- 500: 전기비저항 분석부

도면

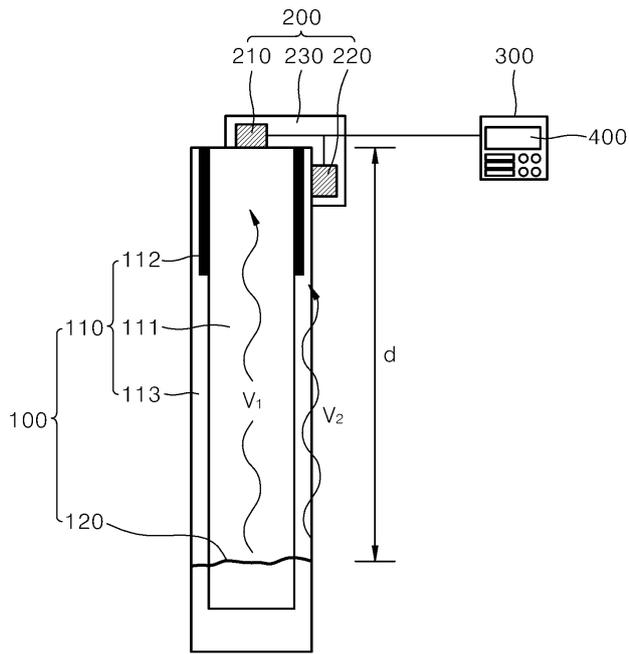
도면1



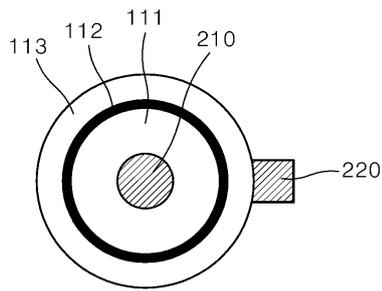
도면2



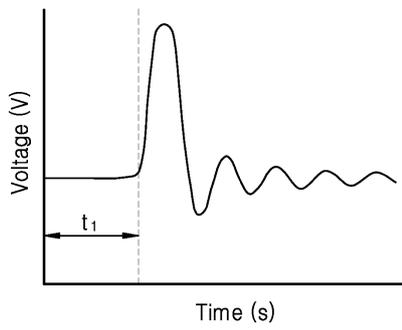
도면3



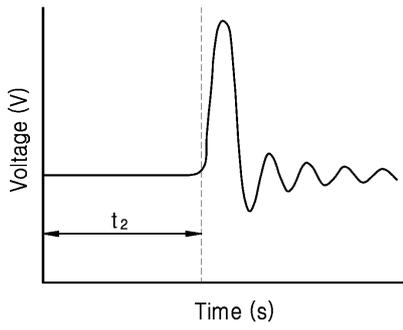
도면4



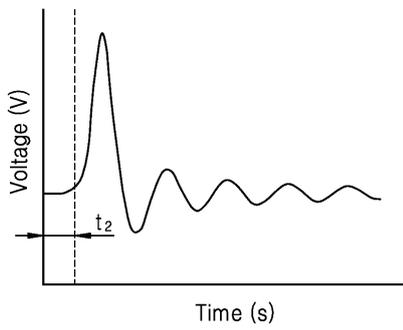
도면5a



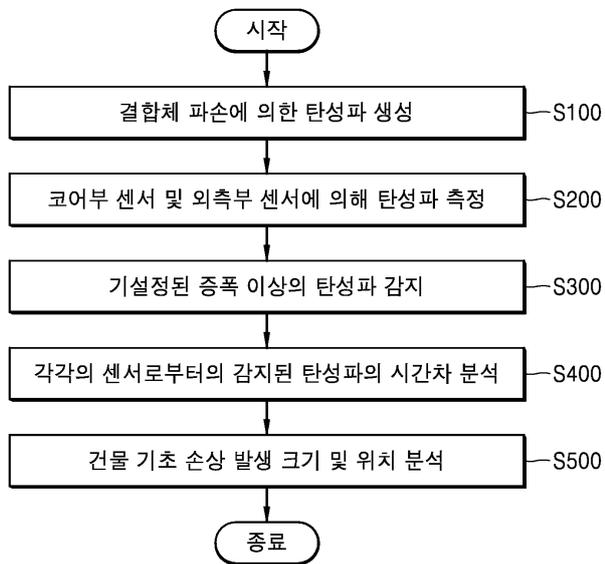
도면5b



도면5c



도면6



도면7

