(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년08월24일
(11) 등록번호 10-1771102
(24) 등록일자 2017년08월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 27/08 (2006.01) *G01R 27/20* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01R 27/08 (2013.01)
G01R 1/0408 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0076451
(22) 출원일자 2016년06월20일
심사청구일자 2016년06월21일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020110046915 A*
장봉석, 오석훈. 콘크리트 댐 물비침 구역의 전기적 비파괴 조사 방법. 한국콘크리트학회 2015년도 가을 학술대회 논문집, 2015년 10월, 149-150 pp.*
이희순, 오석훈, 정호준, 노명근, 지윤수, 안태규, 송성호, 용환호, 콘크리트 상부에서 전기비저항 탐사 적용 및 지구통계학적 복합 해석, 한국지구과학회지, Vol.35, No.1, 2014년 2월, 29-40 pp.*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
(주)지오룩스
서울특별시 송파구 문정로 19, 306호(문정동, 프라도빌딩)
강원대학교 산학협력단
강원도 춘천시 강원대학길 1 (효자동)
한국수자원공사
대전광역시 대덕구 신탄진로 200(연축동)
(72) 발명자
이희순
서울시 강남구 남부순환로 2803, 109동 2104호(도곡동, 삼성래미안아파트)
노명근
경기도 광주시 광주대로97번길 20-8 (송정동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
윤의섭, 김수진

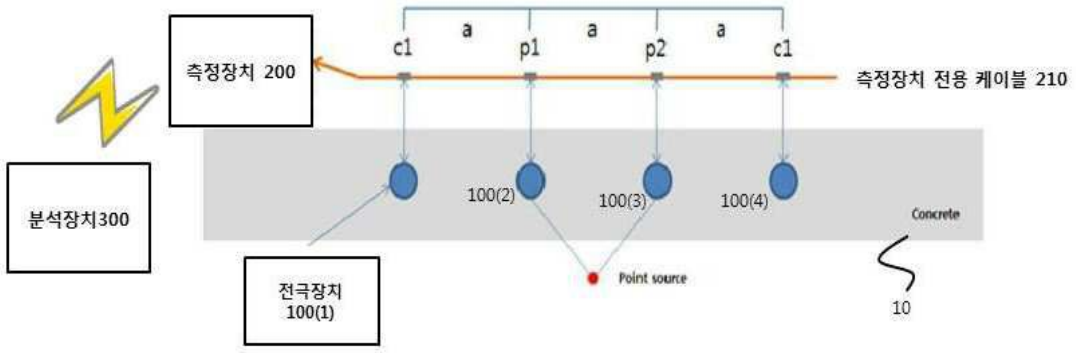
전체 청구항 수 : 총 5 항 심사관 : 김려원

(54) 발명의 명칭 **콘크리트 구조물의 결함위치 파악을 위한 전기 비저항 탐사용 비파괴 전극 시스템 및 그 방법**

(57) 요 약

콘크리트 구조물의 전기 비저항 탐사용 비파괴 전극 시스템 및 그 방법을 개시한다. 본 개시에 따른 전기 비저항 탐사용 비파괴 전극 시스템은 전극을 이용하여 콘크리트 구조물의 결함 위치를 파악 하고, 콘크리트의 피로를 누적하지 않고도 콘크리트 구조물 상부 혹은 경사면에서의 접지 저항 및 전기비저항 반응 특성을 분석하여 콘크리트 내부 구조 및 상태를 규명할 수 있다. 또한, 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치의 케이스 구성 및 전극을 포함하는 고 흡수성 수지를 통해, 전극이 외부로 노출되지 않게 하여 데이터 측정 시 발생하는 전자파 및 외부 노이즈를 차단하여 신뢰도 높은 데이터를 통해 구조물의 결함 위치를 정확하게 파악 할 수 있다. 또한 친수성 물질인 고흡수성 수지를 이용한 평판 전극은, 수분 함량을 지속적으로 유지시켜 낮은 접지저항이 장시간 유지 지속되도록 함으로써 겉보기 비저항 수치를 일정하게 유지하여 비저항 수치 연산 및 측정을 위한 안정성을 높인다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
G01R 1/0416 (2013.01)
G01R 27/20 (2013.01)
(72) 발명자
안태규
경기도 양평군 양서면 용늪언덕길 12-3, 나동 402호(힐스테이션빌)
오석훈
강원도 춘천시 퇴계로 167, 102동 701호(퇴계동, 퇴계(1)주공아파트)
지윤수
강원도 춘천시 동내면 거두택지길44번길 9, 103호
홍진표
서울시 광진구 동일로24길 5, 제101동 801호(화양동, 화양동현대아파트)
장봉석
대전광역시 유성구 엑스포로 448, 304동 606호(전민동, 엑스포아파트)
임은상
대전광역시 중구 계룡로 922, 201동 1601호(문화동, 하우스토리2차)

공지예외적용 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

구조물의 결함 위치 파악을 위한 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치로서,

전류, 전압을 포함하는 전기 신호가 인가되는 전극;

상기 전극을 내부에 포함하고, 상부면 또는 경사면을 포함하는 구조물 표면과 접촉하는 고 흡수성 수지(Super Absorbent Polymer); 및

상기 구조물 표면에 접촉하여, 상기 전극을 포함한 고 흡수성 수지의 접촉 위치를 유지시키는 케이스; 를 포함하고

상기 케이스는

상기 케이스 상단에 구성되고 상기 고흡수성 수지에 소정의 압력을 가해, 상기 전극을 포함하는 고흡수성 수지와 상기 구조물 표면을 밀착시키는 가압부; 및

특정 경사도 이상의 구조물 표면에 상기 전극 장치를 설치하여 콘크리트 구조물의 경사면에 적용 가능 하도록, 상기 케이스의 좌측과 우측에 상기 구조물 표면과 밀착되도록 구성되어 상기 전극 장치의 위치를 고정하는 고정부; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 고 흡수성 수지(Super Absorbent Polymer)는

적어도 하나 이상의 탄소 원자로 이루어진 고분자 주쇄(carbon main chain)에 친수성 이온이 흡착된 형태로 이루어진 친수성 물질로서, 상기 전극 장치가 장착된 주위의 수분을 흡수하여 접지저항 저감시키고 수분함량을 지속적으로 유지시키는 것을 특징으로 하는 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치.

청구항 4

콘크리트 구조물의 결함 위치 파악을 위해, 상기 콘크리트 구조물의 상부면 또는 경사면에 장착되는 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치;

상기 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치를 전기적으로 연결하고, 상기 전극 장치에 전류를 인가하여, 비저항을 측정하는 측정장치; 및

상기 측정장치에서 측정된 비저항 수치를 시간 경과에 따라 상기 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치가 장착된 측정 위치 별로 모니터링 하고, 상기 모니터링 결과를 분석하여 상기 콘크리트 구조물의 결함 위치를 파악하는 분석장치; 를 포함하고

상기 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치는

전류, 전압을 포함하는 전기 신호가 인가되는 전극;

상기 전극을 내부에 포함하고, 상부면 또는 경사면을 포함하는 구조물 표면과 접촉하는 고 흡수성 수지(Super Absorbent Polymer); 및

상기 구조물 표면에 접촉하여, 상기 전극을 포함한 고 흡수성 수지의 접촉 위치를 유지시키는 케이스; 를 포함

하고

상기 케이스는

상기 케이스 상단에 구성되고 상기 고흡수성 수지에 소정의 압력을 가해, 상기 전극을 포함하는 고흡수성 수지와 상기 구조물 표면을 밀착시키는 가압부; 및

특정 경사도 이상의 구조물 표면에 상기 전극 장치를 설치하여 콘크리트 구조물의 경사면에 적용 가능 하도록, 상기 케이스의 좌측과 우측에 상기 구조물 표면과 밀착되도록 구성되어 상기 전극 장치의 위치를 고정하는 고정부; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 구조물의 전기 비저항 탐사용 비파괴 전극 시스템.

청구항 5

삭제

청구항 6

제 4항에 있어서, 상기 분석장치는

상기 측정장치로부터 인가되는 전류량 데이터, 상기 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치의 재질에 따른 비저항 수치 데이터, 기 조사된 측정 오차율, 겉보기 저항 데이터 및 상기 콘크리트 구조물의 수치데이터를 포함하는 분석 자료 데이터 저장하는 데이터 베이스;

상기 데이터 베이스에 기 저장된 분석 자료 데이터 및 상기 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치에서의 비저항 모니터링 결과를 기반으로 상기 콘크리트 구조물의 위치 별 상태를 판단하는 판단부; 및

상기 판단 결과를 디스플레이 하는 디스플레이부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 구조물의 전기 비저항 탐사용 비파괴 전극 시스템.

청구항 7

제 4항에 있어서, 상기 고 흡수성 수지(Super Absorbent Polymer)는

적어도 하나 이상의 탄소 원자로 이루어진 고분자 주쇄(carbon main chain)에 친수성 이온이 흡착된 형태로 이루어진 친수성 물질로서, 상기 전극 장치가 장착된 주위의 수분을 흡수하여 접지저항 저감시키고 수분함량을 지속적으로 유지시키는 것을 특징으로 하는 전기비저항 탐사용 비파괴 전극 시스템.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 콘크리트 구조물의 결함위치 파악을 위한 전기비저항 탐사용 비파괴 전극 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서 구체적으로, 효율적인 비파괴 전극을 이용하여 제방 또는 댐체를 포함하는 콘크리트 구조물의 결함위치를 파악하는 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 콘크리트 구조물들은 규모가 상당히 크기 때문에 시공 시에는 많은 노동력과 비용이 발생한다. 콘크리트 구조물의 특성과 여러 사회경제적 문제로 인해, 시공되어 있는 콘크리트 구조물에 대한 개축이나 철거가 어려워, 콘크리트 구조물의 안전관리에 대한 관심이 높다. 또한 최근 콘크리트 구조물에 대한 건설 기술의 많은 발달로 인해

콘크리트 구조물들이 건축분야를 제외한 많은 분야에서도 널리 활용되고 있다.

[0003] 일반적으로, 콘크리트 구조물의 개축이나 철거 대신 콘크리트 구조물의 내부 결함 및 콘크리트 하부에 대한 결함을 찾아 구조물을 보완하기 위한 작업을 수행한다. 결함을 찾기 위해, 단면을 직접 육안으로 관찰하는 방법이 있다. 하지만, 직접 구조물의 단면을 관찰하는 방법은 관찰자에 의해 콘크리트 구조물이 파괴될 가능성이 높아 현실적으로 사용이 어려운 방법이다.

[0004] 또한, 다양한 비파괴 검사를 수행하여, 콘크리트 구조물의 내부 결함이나 하부의 이상대에 대한 정보를 획득하고 구조물의 내부 결함을 해결하기 위한 보강을 수행할 수 있다(Noh et al, 2009; Noh and Oh, 2011). 이 중 전기비저항 탐사는 구조물 상부에 천공을 한 후 지면에 전극봉을 설치하여 하부 구조를 파악하는 방식이다. 하지만, 종래의 전극봉 설치 탐사 방식은 콘크리트의 피로를 누적시켜 파괴를 유발할 가능성이 높다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상술한 바와 같은 기술적 배경에서 안출된 것으로, 전기비저항 탐사용 비파괴 전극 (평판; plate)을 콘크리트 구조물의 상부 혹은 경사면 표면에 밀착 설치하여 구조물의 내부 구조를 규명하고, 구조물의 결함 위치를 파악하여 안전 관리 및 예방을 위한 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일면에 따른 구조물의 결함 위치 파악을 위한 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치는 전류, 전압을 포함하는 전기 신호가 인가되는 전극; 전극을 내부에 포함하고, 상부면 또는 경사면을 포함하는 구조물의 표면과 접촉하는 고 흡수성 수지(Super Absorbent Polymer); 및 구조물 표면에 접촉하여, 전극을 포함한 고 흡수성 수지의 접촉 위치를 유지시키는 케이스; 를 포함한다.

[0007] 상기 케이스의 소재는 비전도성 물질을 포함하고 케이스는 케이스 상단에 구성되고 고흡수성 수지에 소정의 압력을 가해, 전극을 포함하는 고흡수성 수지와 구조물 표면을 밀착시키는 가압부; 및 특정 경사도 이상의 구조물 표면에 전극 장치를 설치하여 콘크리트 구조물의 경사면에 적용 가능 하도록, 케이스의 좌측과 우측에 구조물 표면과 밀착되도록 구성되어 전극 장치의 위치를 고정하는 고정부; 를 포함한다.

[0008] 상기 고 흡수성 수지(Super Absorbent Polymer)는 적어도 하나 이상의 탄소 원자로 이루어진 고분자 주쇄(carbon main chain)에 친수성 이온이 흡착된 형태로 이루어진 친수성 물질로서, 전극 장치가 장착된 주위의 수분을 흡수하여 접지저항 저감시키고 수분함량을 지속적으로 유지시킨다.

[0009] 본 발명의 다른 일면에 따른 비파괴 전극 시스템은 콘크리트 구조물의 결함 위치 파악을 위해, 콘크리트 구조물의 상부면 또는 경사면에 장착되는 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치; 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치를 전기적으로 연결하고, 상기 전극 장치에 전류를 인가하여, 비저항을 측정하는 측정장치; 및 측정장치에서 측정된 비저항 수치를 시간 경과에 따라 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치가 장착된 측정 위치 별로 모니터링 하고, 모니터링 결과를 분석하여 콘크리트 구조물의 결함 위치를 파악하는 분석장치; 를 포함한다.

[0010] 상기 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치는 평판(Plate) 형태로 형성되고, 평판 형태로 형성된 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치는 고 흡수성 수지(Super Absorbent Polymer)를 포함하여, 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치가 장착된 영역의 수분을 흡수하여 지속적으로 수분함량을 유지하고 접지저항을 저감하는 흡수부; 및 일정 수치 이상의 전기 전도성을 띄는 금속 전극판 형태로 흡수부의 하단에 구비되는 전극부; 를 포함한다.

[0011] 상기 분석장치는 측정장치로부터 인가되는 전류량 데이터, 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치의 재질에 따른 비저항 수치 데이터, 기 조사된 측정 오차율, 겉보기 저항 데이터 및 상기 콘크리트 구조물의 수치데이터를 포함하는 분석 자료 데이터 저장하는 데이터 베이스; 데이터 베이스에 기 저장된 분석 자료 데이터 및 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치에서의 비저항 모니터링 결과를 기반으로 콘크리트 구조물의 위치 별 상태를 판단하는 판단부; 및 판단 결과를 디스플레이 하는 디스플레이부; 를 포함한다.

[0012] 본 발명의 다른 일면에 따른 전극을 이용한 콘크리트 구조물의 결함위치 파악 방법은 상기 전극을 콘크리트 구조물의 상부면 또는 경사면에 장착하는 단계; 장착된 전극에 전류를 인가하는 단계; 전류 인가 후, 전극을 통해, 콘크리트 구조물의 위치 별 비저항을 측정하는 단계; 측정된 비저항 수치를 시간 경과에 따라 측정 위치별로 분석하는 단계; 및 분석 결과에 따라, 콘크리트 구조물의 결함 위치를 판단하는 단계; 를 포함한다.

[0013] 상기 콘크리트 구조물의 상부면 또는 경사면에 장착하는 단계에서는 전극을 콘크리트 구조물의 상부면 또는 경사면 중 적어도 한 면에 장착한다.

[0014] 상기 콘크리트 구조물의 위치 별 비저항을 측정하는 단계는 콘크리트 구조물에 장착된 전극 간 전압 차를 측정하는 단계; 측정된 전압 차와 인가된 전류량을 통해, 콘크리트 구조물의 위치 별 비저항 수치를 획득하는 단계; 를 포함한다.

발명의 효과

[0015] 전기 비저항 탐사의 목적은 지하매질에 인위적인 전류를 흘려주고 전위차를 측정하여 전기 비저항 분포를 파악하는 것으로, 전기비저항은 하나의 물성이기 때문에 이를 이용하여 탐사체의 내부구조를 추정 할 수 있지만, 전기 비저항 탐사를 하기 위해 불가피한 천공에 의해 콘크리트의 파괴가 유발되므로 결국 탐사는 무의미 하게 된다. 즉, 구조물에 천공을 실시하게 되면 노화를 촉진 시키는 요소가 될 수 있으며 이 때문에 안정성을 해치는 결과를 낳게 된다. 따라서 천공을 실시하지 않으면서도 안정한 결과값을 얻을 수 있는 비파괴 전극의 개발이 필요하고, 또한 콘크리트 구조물은 경사면일 경우가 더 많기 때문에 경사면에서도 탐사가 가능한 전극이 필요하다.

[0016] 그러므로 본 발명을 통해, 전극을 이용하여 콘크리트 구조물의 결함 위치를 파악 하고, 콘크리트의 피로를 누적하지 않고도 콘크리트 구조물 상부 혹은 경사면에서의 접지 저항 및 전기비저항 반응 특성을 분석하여 콘크리트 내부 구조 및 상태를 규명할 수 있다.

[0017] 또한, 실시예에 따른 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치의 케이스 구성 및 전극을 포함하는 고 흡수성 수지를 통해, 전극이 외부로 노출되지 않게 하여 데이터 측정 시 발생하는 전자파 및 외부 노이즈를 차단하여 신뢰도 높은 데이터를 통해 구조물의 결함 위치를 정확하게 파악 할 수 있다.

[0018] 또한 친수성 물질인 고흡수성 수지를 이용한 평판 전극은, 수분 함량을 지속적으로 유지시켜 낮은 접지저항이 장시간 유지 지속 되도록 함으로써 겉보기 비저항 수치를 일정하게 유지하여 비저항 수치 연산 및 측정을 위한 안정성을 높인다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1a 내지 도 1b는 본 발명의 실시예에 따른 탐사용 전극 장치를 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 콘크리트 구조물의 결함 위치 파악 시스템의 개략적인 구성을 나타낸 도면이다.

도 3a는 본 발명의 실시예에 따른 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(100)의 구성을 나타낸 도면이다.

도 3b는 실시예에 따른 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치를 실제 만든 모습을 나타낸다.

도 3c는 본 발명의 실시예에 따른 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(100)설치 예 및 결함위치 파악을 위한 데이터 측정 실시예를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 분석장치(300)의 개략적인 구성을 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 결함 위치 파악 방법의 흐름을 나타낸 흐름도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 비저항 측정 과정을 보다 상세히 나타낸 흐름도이다.

도 7a는 본 발명의 실시예에 따른 전극 설치 실시예를 나타낸 도면이다.

도 7b는 본 발명의 실시예에 따른 전극이 구조물에 밀착 설치된 예를 나타낸 도면이다.

도 7c 는 본 발명의 실시예에 따른 전극이 콘크리트 면에 밀착 설치된 예를 나타낸 도면이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 전극(a, b)들이 콘크리트 면에 부착된 모습과 실시예에 따른 전극을 현장에 적용한 실험 데이터를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 본 발명은 평판(plate) 형태의 비파괴 전기비저항 탐사용 전극을 포함하는 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치를 콘크리트 구조물의 상부 혹은 경사면 표면에 밀착 설치하여 구조물의 내부 구조를 규명하고, 구조물의 결함

위치를 파악하는 시스템 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명을 통해, 구조물의 파괴 위험 없이 콘크리트 내부 구조 및 상태를 규명할 수 있다.

[0021] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 용이하게 이해할 수 있도록 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의된다. 한편, 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자 이외의 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0022] 이제 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세히 설명한다.

[0023] 도 1a 는 본 발명의 실시예에 따른 탐사용 전극 장치를 나타낸 도면이다.

[0024] 도 1a를 참조하면, 실시예에 따른 전기비저항 탐사용 비파괴 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치는 전극(110), 고 흡수성 수지(120) 및 케이스(13)를 포함한다. 전극(110)에는 구조물의 결함위치를 파악하기 위한 데이터 산출을 위해, 전류, 전압을 포함하는 전기 신호가 인가된다. 고 흡수성 수지(120)는 실시예에 따라 전극(110)을 내부에 포함하고, 구조물의 표면(20)과 접촉한다. 케이스(13)는 구조물 표면에 접촉하는 부분(131R, 131L)을 포함함으로써, 전극(110)을 포함한 고 흡수성 수지(120)의 접촉 위치를 유지시킨다. 이때, 구조물 표면에 접촉하는 부분(131R, 131L)은 전기전도성이 없다.

[0025] 바람직한 실시예에 있어서, 케이스(13)는 비 전도성 물질로 이루어지고, 가압부(131) 및 고정부(131R, 131L)를 포함하여 구성된다.

[0026] 가압부(131)는 고흡수성 수지에 소정의 압력을 가해, 전극(110)을 포함하는 고흡수성 수지(120)와 구조물 표면(20)을 밀착시킨다. 예컨대, 가압부(131) 압력 인가가 가능한 스프링 장치 등으로 구성 될 수 있다.

[0027] 실시예에 있어서, 가압부(131)는 경사면에 부착 시 케이스(13) 내에서 고흡수성 수지가 흘러내리는 것을 방지함으로써 고흡수성 수지와 벽면이 계속해서 밀착될 수 있도록 할 수 있다. 따라서 스프링을 부착한 압축뚜껑을 제작하여 고흡수성수지가 흘러내리는 것을 방지한다. 가압부(131)는 측정 결과값에 영향을 줄 수 있는 요인들인 전극의 크기, 모형틀의 크기, 소금물의 영향 등을 비교한 실험 결과를 통해 가장 안정된 값을 유지하는 조건으로 구성한다.

[0028] 도 1b는 본 발명의 실시예에 따라 경사가 있는 구조물의 표면에 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치를 장착한 모습을 나타낸 도면이다.

[0029] 도 1b에 도시된 바와 같이, 특정 경사도(Θ) 이상의 구조물 표면에 전극 장치(100)를 설치하는 경우, 케이스(13)의 좌측과 우측에 구조물 표면과 밀착되도록 구성된 고정부(131L, 131R)에 의해 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치의 위치가 고정 될 수 있다. 실시예에 있어서, 콘크리트 벽면과 부착되는 고정부(131L, 131R)는 벤토나이트와 점토를 이용하여 고정될 수 있다. 벤토나이트는 접지저항 저감제로 사용되는데, 이는 벤토나이트가 토양의 이온화를 유발하여 대지고유저항을 감소시키는 효과를 가지고 있기 때문이다. 실험 적으로 벤토나이트를 콘크리트에서 사용한 결과 미사용한 결과보다 접지저항이 낮게 나타났으므로 콘크리트에서도 접지저항 저감제로써 역할을 한다는 것을 알 수 있고, 또한 벤토나이트는 기본적으로 점토성분이므로 경사면에서 부착 시 접착제의 효과를 가질 수 있다. 이로써 전극장치는 구조물의 상부면 뿐만 아니라 경사면에도 장시간 동안 안전하게 고정, 유지 될 수 있다. 아울러 점토와 벤토나이트의 접착 성질까지 고려하여 벤토나이트는 접지저항 저감제로만 사용하고 접착제 용도로는 합성수지 점토가 이용된다.

[0030] 실시예에 있어서, 전극 장치(100)에 구성되는 고 흡수성 수지(Super Absorbent Polymer)는 적어도 하나 이상의 탄소 원자로 이루어진 고분자 주쇄(carbon main chain)에 친수성 이온이 흡착된 형태로 이루어진 친수성 물질로서, 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(100)가 장착된 주위의 수분을 흡수하여 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(100)에 일정한 수분 함량을 유지하도록 한다.

[0031] 구체적으로, 콘크리트는 토지에 비해 전류의 유입이 매우 어렵기 때문에 콘크리트 구조물 내부로 안정적으로 전류가 흐를 수 있도록 전해질 수용액을 지속적으로 공급시켜주는 것이 중요하다. 따라서 본 발명의 실시예에서는

지속적인 수분 공급을 위해 고흡수성 수지를 사용한다. 고흡수성 수지란 본래 부피의 수십~수백 배의 물을 흡수할 수 있는 고분자 물질로써 내부의 나트륨 이온과 카르복시이온에 의해 물이 흡수된다. 나트륨이온은 삼투압현상을 유발하여 물을 끌어당기고 카르복시이온의 극성부분이 물을 지속적으로 끌어당기면서 주변의 물을 흡수하고 저장하는 원리이다.

[0032] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 콘크리트 구조물의 결함 위치 파악 시스템의 개략적인 구성을 나타낸 도면이다.

[0033] 도 2를 참조하면, 실시예에 따른 결함 위치 파악 시스템은 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(100(1)~100(4)), 포인트 소스(Point Source), 측정장치(200), 케이블(210) 및 분석장치(300)를 포함하여 구성된다.

[0034] 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(100(1)~100(4))는 콘크리트 구조물의 결함 위치 파악 및 내부 구조 상태를 규명하고자 하는 콘크리트 구조물의 상부면 또는 경사면에, 도 7b에 도시된 바와 같이 장착된다.

[0035] 측정장치(200)는 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(100(1)~100(4))를 케이블(210)을 통해 전기적으로 연결하고, 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(100(1)~100(4))에 전류를 인가한다. 포인트 소스(Point Source)에는 전압이 인가되어, 측정장치(200)는 인가된 전압 및 전류 데이터를 통해 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치가 장착된 위치의 비저항을 측정한다.

[0036] 분석장치(300)는 측정장치(200)에서 측정된 비저항 수치를 시간 경과에 따라 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(100(1)~100(4))가 장착된 측정 위치 별로 모니터링 하고, 모니터링 결과를 분석하여, 분석결과를 기반으로 콘크리트 구조물의 결함 위치를 파악한다.

[0037] 도 3a는 본 발명의 실시예에 따른 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(100)의 구성을 나타낸 도면이고 도 3b는 본 발명의 실시예에 따른 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치의 실제 모습을 나타낸 도면이다.

[0038] 도 3a를 참조하면, 실시예에 따른 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(100) 또는 전극(100)은 흡수부(130) 및 전극부(110)를 포함하여 구성된다.

[0039] 도 3a 에 도시된 바와 같이, 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(100)는 실린더(Cylinder) 형태로 형성되고, 실린더 형태로 형성된 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(100)는 고 흡수성 수지(Super Absorbent Polymer)가 포함된 흡수부(130)에 의해, 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(100)가 장착된 영역의 수분을 흡수한다. 이때, 고 흡수성 수지(SAP, Super Absorbent Polymer) 탄소 원자로 이루어진 고분자 주쇄(carbon main chain)에 친수성 이온이 흡착된 형태로 이루어진 친수성 물질로서, 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(100)에 일정량의 수분함량을 유지시킨다. 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(100)는 흡수부(130)의 친수성 물질로 인해, 일정한 수분량을 유지 할 수 있기 때문에, 안정적인 비저항 데이터 및 겉보기 저항 데이터를 제공 가능하게 하여, 구조물의 결함 위치를 보다 정확하게 파악 할 수 있게 한다.

흡수부(130)의 하단에 구비되는 전극부(110)는 일정 수치 이상의 전기 전도성을 띄는 금속 전극 평판(plate) 형태로 형성되어, 흡수부(130)의 하단에 구비된다.

[0041] 도 3c은 본 발명의 실시예에 따른 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(100)설치 예 및 결함위치 파악을 위한 데이터 측정 실시예를 나타낸 도면이다.

[0042] 도 3c 를 참조하면, 실시예에 따라 콘크리트 구조물(10)의 상단 면에 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(c1, p1, c2, p2)가 설치되어 각각의 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치가 케이블(210)로 전기적으로 연결된다. 측정장치(200)는 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치에 인가된 전류와 전압 데이터를 통해 비저항 및 비저항을 획득하기 위한 연산에 필요한 각종 데이터를 측정한다.

[0043] 도 3c에 도시된 바와 같이, 측정장치(200)는 데이터 분석 레벨(N=1,2,3) 에 따라 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(100)사이 간격을 달리하여 비저항 및 비저항 획득을 위한 연산에 필요한 각종 데이터를 측정한다. 예컨대, 첫 번째 단계 (1stlevel)의 데이터 는 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(c1, p1, c2, p2) 간 간격을 a로 하여 측정한 데이터이고, 두 번째 단계(2st level)의 데이터는 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(c1, p1, c2,

p2) 간 간격을 2a로 하여 측정한 데이터이고, 세 번째 단계(3st level)의 데이터는 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(c1, p1, c2, p2) 간 간격을 3a로 하여 측정한 데이터이다. 도 3에 도시된 간격 및 데이터 레벨은 실시예를 설명하기 위한 것일 뿐, 결함위치 파악을 위한 구조물의 형태 및 측정 환경에 따라 데이터 레벨 및 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치 간 간격은 달라질 수 있다. 측정된 데이터는 분석장치(300)에서 모니터링 되고, 모니터링 된 데이터를 연산하고, 연산 결과를 기반으로 결함 위치를 파악하게 된다.

[0044] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 분석장치(300)의 개략적인 구성을 나타낸 도면이다.

[0045] 도 4를 참조하면, 실시예에 따른 분석장치(300)은 데이터베이스(310), 통신부(330), 판단부(350) 및 디스플레이부(370)를 포함하여 구성된다.

[0046] 데이터베이스(310)에는 측정장치(200)에 의해 전극에 인가되는 전류량 데이터 및 포인트 소스의 전압 데이터, 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치(100)의 재질에 따른 비저항 수치 데이터, 기 조사된 재질 별 측정 오차율, 겉보기 저항 데이터 및 상기 콘크리트 구조물의 수치데이터 등을 포함하는 각종 분석 자료 데이터가 저장된다.

[0047] 통신부(330)는 데이터 베이스 업데이트를 위한 각종 데이터 및 포인트 소스에 인가되는 전압데이터와 측정장치에 인가되는 전류 데이터 등을 송수신하여 분석장치의 판단부(350)로 전달하고, 판단부(350)에서는 전달받은 데이터를 통해 구조물의 결함위치를 연산한다.

[0048] 판단부(350)는 상기 전달된 데이터 및 데이터 베이스(310)에 기 저장된 분석 자료 데이터와 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치에서의 비저항 모니터링 결과를 기반으로 콘크리트 구조물의 위치 별 상태를 판단한다. 예컨대, 판단부(350)에서는 인가 전류 및 전압 데이터를 이용하여 시간에 따른 구조물 위치 별 비저항 수치를 연산하여 결함위치를 파악하거나, 결함 위치 파악을 위한 각종 수치를 연산하여 분석함으로써 구조물의 상태 및 결함 위치를 보다 정확하게 판단한다. 이후, 판단 결과는 디스플레이부(370)으로 전달되어 디스플레이 된다. 이하에서는 본 발명에 따른 전극을 이용한 콘크리트구조물의 결함 위치 파악 방법에 대해서 차례로 설명한다. 본 발명에 따른 전극을 이용한 콘크리트구조물의 결함 위치 파악 방법의 작용(기능)은 결함 위치 파악 시스템상의 기능과 본질적으로 같은 것이므로 도 1 내지 도 4와 중복되는 설명은 생략하도록 한다.

[0049] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 결함 위치 파악 방법의 흐름을 나타낸 흐름도이다. 도 7a 는 본 발명의 실시예에 따라 구조물에 전극이 설치된 것을 나타낸 도면이다. 실시예에 대한 이해를 돕기 위해, 도 5를 설명함에 있어, 도 7a를 함께 사용한다.

[0050] S410 단계에서는 전극(a, b)이 상기 콘크리트 구조물의 상부면 또는 경사면에 장착된다. 도 7a에 도시된 바와 같이 실시예에 있어서, 전극(a, b)을 콘크리트 구조물의 상부면 또는 경사면 중 적어도 한 면에 장착한다. 전극(a, b)의 배열 형태는 이에 국한되지 않고, 구조물의 형태 및 주변 환경을 고려하여 비저항 측정이 용이한 각종 형태로 달라 질 수 있다.

[0051] 도 7b는 실시예에 따른 전극 (a, b)를 고 흡수성 수지 및 고무판을 이용하여 만든 것을 나타내고, 도 7c는 전극이 실제로 콘크리트 바닥에 부착된 모습을 나타낸 도면이다.

[0052] S420 단계에서는 전극(a, b)을 전기적으로 연결한 케이블(141)에 의해 전극에 전류가 인가된다. 전류 인가 후, S430 단계에서는 전극(a, b)을 통해, 콘크리트 구조물(160)의 위치 별 비저항이 측정이 측정된다.

[0053] S440 단계에서는 측정된 비저항 수치를 시간 경과에 따라 측정 위치 별로 분석하는 과정이 수행된다. 이후, 분석 결과에 따라, S450 단계에서는 콘크리트 구조물의 결함 위치가 판단된다.

[0054] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 비저항 측정 과정을 보다 상세히 나타낸 흐름도이다.

[0055] 콘크리트 구조물의 위치 별 비저항을 측정을 위해, S431 단계에서는 콘크리트 구조물에 장착된 전극(a, b) 간 전압 차를 측정하는 과정이 수행된다.

[0056] S433 단계에서는 측정된 전압 차와 인가된 전류량을 통해, 콘크리트 구조물(160)의 위치 별 비저항 수치를 연산하여 획득하는 과정이 수행된다.

[0057] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 전극(a, b)들이 콘크리트 면에 부착된 모습과 실시예에 따른 전극을 현장에 적용한 실험 데이터를 나타내는 도면이다.

[0058] 본 발명의 실시예에 따른 비파괴 전극시스템은 시간 변화에 따른 접지저항 및 겉보기비저항의 변화가 매우 작으므로, 이를 통해 현장 적용의 타당성 및 신뢰성을 도 8의 실험 데이터를 통해 검증할 수 있다.

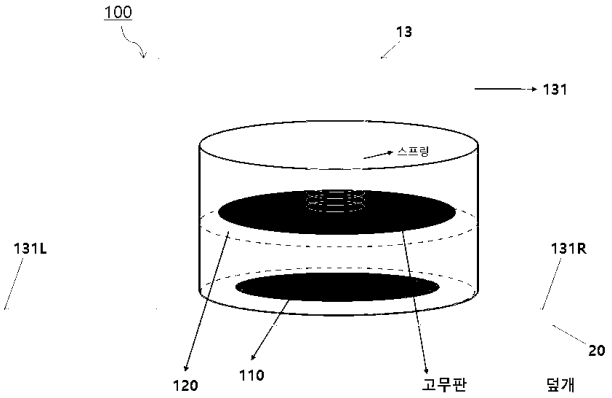
[0059] 실시예에 있어서, 건축 구조물의 결함 위치 파악을 위해, 건축 구조물의 상부면 또는 경사면에 장착되는 전기비저항 탐사용 비파괴 전극장치는 고 흡수성 수지(Super Absorbent Polymer)를 통해, 전극의 수분량을 안정적으로 유지하여, 비저항 수치 연산 및 측정을 위한 안정성을 높인다. 실시예에 있어서, 고 흡수성 수지(Super Absorbent Polymer)는 탄소원자로 이루어진 고분자 주쇄(main chain)에 이온이 흡착된 친수성 물질을 포함한다.

[0060] 본 발명에 따르면, 전극을 이용하여 콘크리트 구조물의 결함 위치를 파악 할 수 있다. 이를 통해, 콘크리트의 피로를 누적하지 않고도 콘크리트 구조물 상부 혹은 경사면에서의 접지 저항 및 전기비저항 반응 특성을 분석하여 비파괴적인 방법으로 콘크리트 내부 구조 및 상태를 규명할 수 있다. 또한, 친수성 물질인 고흡수성 수지를 이용한 평판 전극은 전극은, 수분 함량을 지속적으로 유지시켜 낮은 접지저항이 장시간 유지 지속 되도록 함으로써 겉보기 비저항 수치를 일정하게 유지하여 비저항 수치 연산 및 측정을 위한 안정성을 높인다.

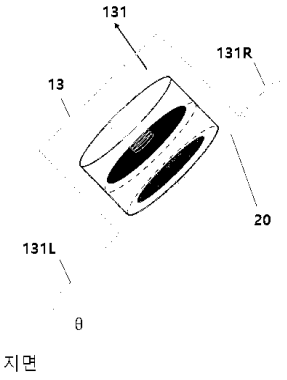
[0061] 이상 바람직한 실시 예와 첨부도면을 참조하여 본 발명의 구성에 관해 구체적으로 설명하였으나, 이는 예시에 불과한 것으로 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범주 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

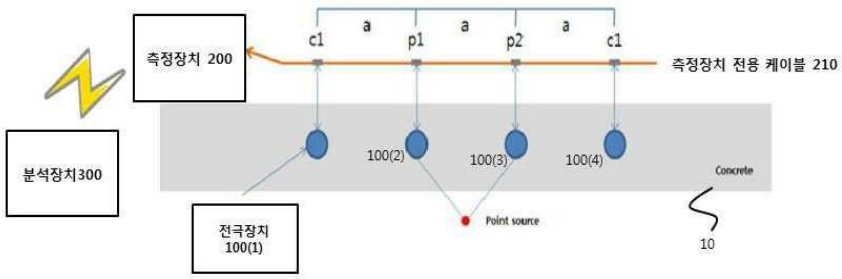
도면1a



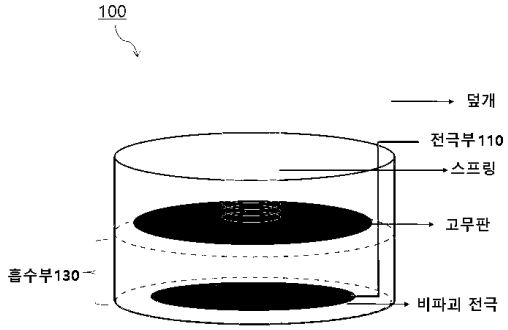
도면1b



도면2



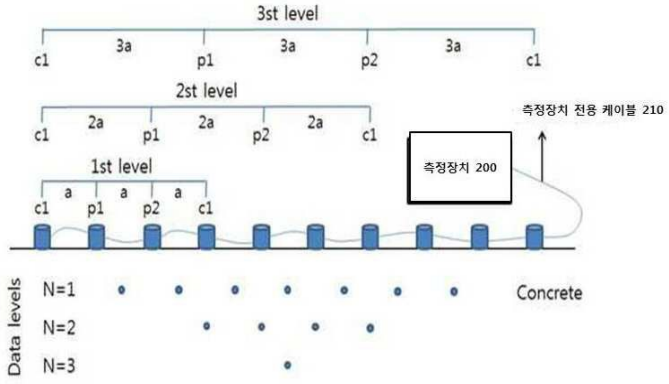
도면3a



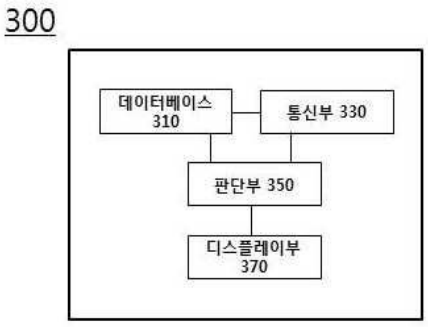
도면3b



도면3c



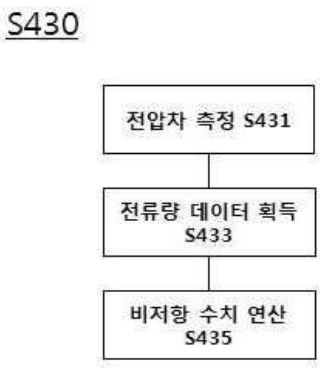
도면4


300
데이터베이스
310
통신부 330
판단부 350
디스플레이부
370

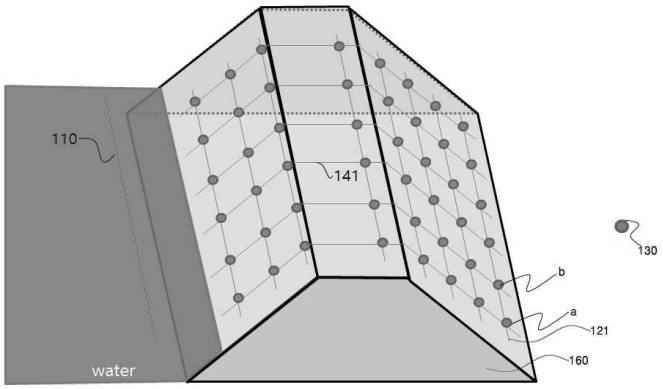
도면5


시작
전극장착 S410
전류인가 S420
비저항 측정 S430
측정 비저항 분석
S440
결함위치 파악
S450
종료

도면6


S430
전압차 측정 S431
전류량 데이터 획득
S433
비저항 수치 연산
S435

도면7a



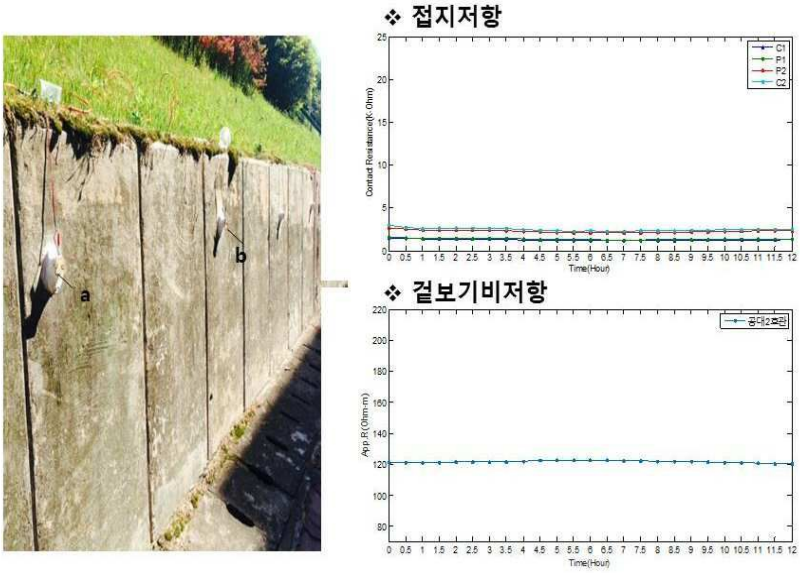
도면7b



도면7c



도면8


a
b
❖ 접지저항
C1
P1
P2
C2
Contact Resistance(K-Ohm)
Time(Hour)
❖ 겉보기비저항
공대2호원
App.R(Ohm-m)
Time(Hour)