



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년07월11일
 (11) 등록번호 10-1638619
 (24) 등록일자 2016년07월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 E02D 1/00 (2006.01) E02D 1/08 (2006.01)
 E02D 3/12 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 E02D 1/00 (2013.01)
 E02D 1/08 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2015-0171483
 (22) 출원일자 2015년12월03일
 심사청구일자 2015년12월03일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP10268061 A
 JP2005337746 A
 KR1020090103264 A
 KR1020100043511 A

(73) 특허권자
 한국지질자원연구원
 대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동)
 (72) 발명자
 오태민
 대전시 유성구 지족로 317 106동
 박의섭
 경기도 용인시 수지구 진산로 90 삼성 5차 512동 301호
 이항복
 대전광역시 서구 청사로 5 하나로아파트
 (74) 대리인
 특허법인 대아

전체 청구항 수 : 총 6 항

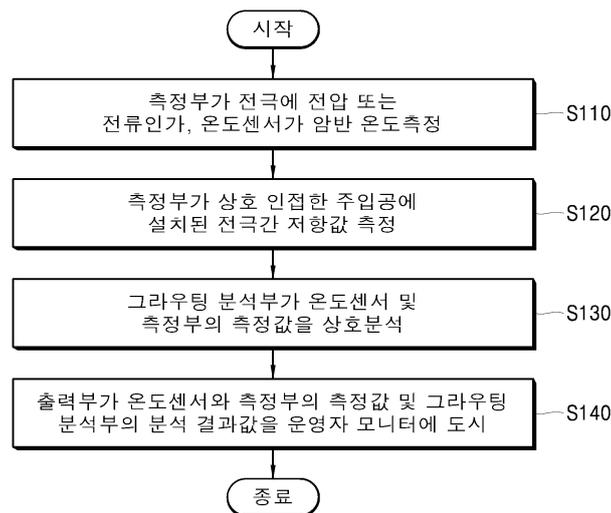
심사관 : 한성호

(54) 발명의 명칭 전기비저항을 이용한 암반그라우팅 모니터링 방법

(57) 요약

전기비저항을 이용한 암반그라우팅 모니터링 방법이 개시된다. 개시된 암반그라우팅 모니터링 방법은 지하구조물 주변 암반 또는 지반에 주입재(grout)를 주입하여 그라우팅부를 형성하기 위해 지하구조물에 방사형으로 설치된 복수 개의 보어홀(bore hole)과, 보어홀 내부에 설치된 복수 개의 전극과, 보어홀 내부에 설치되어, 암반 또는 지반의 온도를 측정하는 복수 개의 온도센서를 포함하는 암반 그라우팅 모니터링장치에 있어서, (a) 측정부가 전극에 전류 또는 전압을 인가하고, 온도센서가 암반 또는 지반의 온도를 측정하는 단계; (b) 측정부가 상호 인접한 보어홀에 설치된 전극간 저항값을 측정하는 단계; (c) 그라우팅 분석부가 온도센서 및 측정부의 측정값을 상호 분석하여 전기비저항값을 산출하는 단계;를 포함한다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

E02D 3/12 (2013.01)

E02D 3/123 (2013.01)

E02D 2600/10 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 GP2015-010

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 국가과학기술연구회

연구사업명 한국지질자원연구원 주요사업

연구과제명 심부 지오시스템 특성 평가기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국지질자원연구원

연구기간 2015.01.01 ~ 2017.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

지하구조물 주변 암반 또는 지반에 주입재(grout)를 주입하여 그라우팅부를 형성하기 위해 상기 지하구조물에 방사형으로 설치된 복수 개의 보어홀(bore hole)과, 상기 보어홀 내부에 설치된 복수 개의 전극과, 상기 보어홀 내부에 설치되어, 상기 암반 또는 지반의 온도를 측정하는 복수 개의 온도센서를 포함하는 암반 그라우팅 모니터링장치에 있어서,

(a) 측정부가 상기 전극에 전류 또는 전압을 인가하고, 온도센서가 상기 암반 또는 지반의 온도를 측정하는 단계;

(b) 측정부가 상호 인접한 상기 보어홀에 설치된 전극간 저항값을 측정하는 단계;

(c) 그라우팅 분석부가 상기 온도센서 및 측정부의 측정값을 상호 분석하여 전기비저항값을 산출하는 단계;

포함하는,

암반그라우팅 모니터링 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전극은

상기 보어홀의 길이방향을 따라 순차적으로 이격배치된 것을 특징으로 하는,

암반그라우팅 모니터링 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 (b) 단계에서

상기 측정부는 상기 상호 인접한 보어홀을 기준하여, 일측 보어홀에 설치된 하나의 전극과 타측 보어홀에 설치된 하나의 전극간 저항값을 측정하는 것을 특징으로 하는,

암반그라우팅 모니터링 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 (c) 단계에서,

상기 그라우팅 분석부는 상기 산출된 전기비저항값을 분석하여 주입된 그라우트 범위 또는 완성된 상기 그라우팅부의 손상여부 및 손상위치를 도출하는 것을 특징으로 하는,

암반그라우팅 모니터링 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

(d) 출력부가 상기 온도센서와 측정부의 측정값 및 상기 그라우팅 분석부의 분석 결과값을 운영자의 모니터 또는 단말기에 도시하는 단계;

를 더 포함하는,

암반그라우팅 모니터링 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 (d) 단계에서

상기 출력부는 상기 그라우팅부가 손상되었을 경우, 상기 지하구조물에 설치된 경보시스템을 작동시키거나 운영자의 모니터 또는 단말기에 위험신호를 도시하는 것을 특징으로 하는,

암반그라우팅 모니터링 방법.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 전기비저항을 이용한 암반그라우팅 모니터링 방법에 관한 것으로서, 전기비저항 측정을 위해서 주입재(grout)의 주입을 위한 다수의 보어홀(bore hole) 내부에 전극을 설치하여, 주입재 주입 후 보어홀 내부에 전극이 영구히 매립되어 주기적으로 암반 또는 그라우팅의 전기비저항값을 측정함으로써 장기적인 그라우팅 건전도 평가가 가능하며, 저비용이면서 정밀도가 높은 암반절리내 그라우팅 모니터링 방법이다.

배경기술

[0003] 최근 암반 내 대심도, 대규모 지하구조물이 건설됨에 따라 중요 지하구조물의 차수 및 안정성 증대를 목적으로 암반절리내 그라우팅 기술이 적용되고 있으며, 비파괴적인 방법을 이용한 종래의 모니터링방법은 지표면(주로 사질토)에서 수행되는 전기비저항 물리탐사를 이용하였다.

[0004] 하지만, 이러한 전기비저항 물리탐사를 이용한 암반그라우팅 모니터링 방법은 지표면에서 수행되기 때문에 깊은 (e.g., 1km 심도) 곳에 존재하는 지하구조물 평가에 있어서는 평가 깊이의 약 2배에 해당하는 측선(전극설치 간격 약 2km) 길이가 필요하다.

[0005] 실질적으로 측선의 길이가 증가하면 측선 내 지표면에 존재하는 장애물(나무, 바위, 가파른 지형 등)로 인하여 전극 설치에 많은 비용과 노력이 필요하다.

[0006] 또한, 물리탐사에서 측정되는 전기비저항값은 정성적인(상대적인) 값이기 때문에 그라우팅 분포를 확인하기 위해서는 역해석을 필수적으로 수행하여야 한다.

[0007] 역해석을 통해 지하구조물 주변의 광대역적인 그라우팅 분포 평가를 확인 할 수 있지만 특정 위치에 대한 정밀한 분포를 파악하기 힘든 점이 있다.

[0008] 또한, 그라우팅 분포 역해석 결과는 지반의 가정조건(온도, 지층구조, 공극수의 전기전도도 등)에 따라 달라질 수 있는 한계점을 가진다.

[0009] 또한, 절리가 없는 신선한 암반에서는 전기전도도가 매우 낮기 때문에 지표면에서의 전기비저항 측정을 통해 암반 심부에 존재하는 지하구조물 주변 그라우팅 평가를 하기 쉽지 않다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 제2005-337746호 (2005.12.08. 공개.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 상기 문제점을 해결하기 위해, 본 발명은 전기비저항 측정을 위해서 주입재(gROUT)의 주입을 위한 다수의 보어홀(bore hole) 내부에 전극을 설치하여, 주입재 주입 후 보어홀 내부에 전극이 영구히 매립되어 주기적으로 암반 또는 그라우팅의 전기비저항값을 측정함으로써 장기적인 그라우팅 건전도 평가가 가능하며, 저비용이면서 정밀도가 높은 암반절리내 그라우팅 모니터링 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0014] 본 발명의 해결과제는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당해 기술분야에 있어서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0016] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 지하구조물 주변 암반 또는 지반에 주입재(gROUT)를 주입하여 그라우팅부를 형성하기 위해 지하구조물에 방사형으로 설치된 복수 개의 보어홀(bore hole)과, 보어홀 내부에 설치된 복수 개의 전극과, 보어홀 내부에 설치되어, 암반 또는 지반의 온도를 측정하는 복수 개의 온도센서를 포함하는 암반 그라우팅 모니터링장치에 있어서, (a) 측정부가 전극에 전류 또는 전압을 인가하고, 온도센서가 암반 또는 지반의 온도를 측정하는 단계; (b) 측정부가 상호 인접한 보어홀에 설치된 전극간 저항값을 측정하는 단계; (c) 그라우팅 분석부가 온도센서 및 측정부의 측정값을 상호 분석하여 전기비저항값을 산출하는 단계;를 포함한다.

[0017] 본 발명에서 전극은 보어홀의 길이방향을 따라 순차적으로 이격배치되는 것이 바람직하다.

[0018] 본 발명은 (b) 단계에서 측정부는 상호 인접한 보어홀을 기준하여, 일측 보어홀에 설치된 하나의 전극과 타측 보어홀에 설치된 하나의 전극간 저항값을 측정하는 것이 바람직하다.

[0019] 본 발명은 (c) 단계에서 그라우팅 분석부는 산출된 전기비저항값을 분석하여 주입된 그라우트 범위 또는 완성된 그라우팅부의 손상여부 및 손상위치를 도출하는 것이 바람직하다.

[0020] 본 발명은 (d) 출력부가 온도센서와 측정부의 측정값 및 그라우팅 분석부의 분석 결과값을 운영자의 모니터 또는 단말기에 도시하는 단계;를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0021] 본 발명은 (d) 단계에서 출력부는 그라우팅부가 손상되었을 경우, 지하구조물에 설치된 경보시스템을 작동시키거나 운영자의 모니터 또는 단말기에게 위험신호를 도시하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에 따른 암반그라우팅 모니터링 방법은 상호 인접한 보어홀에 설치된 전극간 저항값을 측정하여 전기비저항값을 산출함으로써, 그라우팅 평가를 위한 역해석이 필요하지 않고, 현장에서 즉시 그라우팅 평가가 가능한 효과를 얻을 수 있다.

[0024] 또한, 주입재 주입 전, 평가 대상 암반의 전체적인 절리방향과 크기 정보를 획득할 수 있다.

[0025] 또한, 주입재 주입 중, 암반절리에 주입된 그라우트 범위에 따라 변동되는 전기비저항값을 통해 그라우트 주입 정도 및 양생 정도를 평가할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

[0026] 또한, 그라우팅 완성 후, 전극은 보어홀 내부에 영구적으로 삽입된 상태이므로, 장기적으로 실시간 암반그라우팅 모니터링이 가능한 효과가 있다.

[0028] 본 발명의 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 아래의 기재로부터 당해 기술분야에 있어서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1 은 본 발명의 일실시예에 따른 암반그라우팅 모니터링 방법을 구현하기 위한 암반그라우팅 모니터링 장치(100)의 블록도이다.

- 도 2는 도 1에 도시된 보어홀(110)과 전극(120)의 설치상태도이다.
- 도 3a는 도 1에 도시된 전극(120)의 사시도이다.
- 도 3b는 도 3a에 도시된 전극(120)의 배면사시도이다.
- 도 4a는 도 1에 도시된 전극(120)의 또 다른 실시예를 나타내는 사시도이다.
- 도 4b는 도 4a에 도시된 전극(120)의 배면사시도이다.
- 도 5a는 도 1에 도시된 전극(120)의 또 다른 실시예를 나타내는 사시도이다.
- 도 5b는 도 1에 도시된 전극(120)의 또 다른 실시예를 나타내는 사시도이다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 암반그라우팅 모니터링 방법의 순서도이다.
- 도 7은 도 1에 도시된 보어홀(110)을 통해 주입 중인 주입재의 범위를 나타내는 도이다.
- 도 8은 도 1에 도시된 보어홀(110)을 통해 주입이 완료된 주입재의 범위를 나타내는 도이다.
- 도 9는 완성된 그라우팅부(G)에 균열(c) 발생이 시작된 상태를 나타낸 도이다.
- 도 10은 도 9에 도시된 그라우팅부(G)에 발생된 균열(c)이 진행된 상태를 나타낸 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 이하, 도 1 내지 도 6을 참조하여, 본 발명의 일실시예에 따른 암반그라우팅 모니터링 방법에 대하여 설명하도록 한다.
- [0032] 도 1 은 본 발명의 일실시예에 따른 암반그라우팅 모니터링 방법을 구현하기 위한 암반그라우팅 모니터링 장치(100)의 블록도이다.
- [0033] 도 2는 도 1에 도시된 보어홀(110)과 전극(120)의 설치상태도이다.
- [0034] 도 3a는 도 1에 도시된 전극의 사시도이고, 도 3b는 도 3a에 도시된 전극의 배면사시도이다.
- [0035] 도 4a는 도 1에 도시된 전극의 또 다른 실시예를 나타내는 사시도이고, 도 4b는 도 4a에 도시된 전극의 배면사시도이다.
- [0036] 도 5a는 도 1에 도시된 전극의 또 다른 실시예를 나타내는 사시도이다.
- [0037] 도 5b는 도 1에 도시된 전극의 또 다른 실시예를 나타내는 사시도이다.
- [0038] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 암반그라우팅 모니터링 방법의 순서도이다.
- [0039] 우선, 도 1 내지 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 암반그라우팅 모니터링 방법을 구현하기 위한 암반그라우팅 모니터링 장치(100)는 보어홀(bore hole)(110), 전극(120), 온도센서(130), 측정부(140), 그라우팅 분석부(150), 출력부(160)를 포함한다.
- [0040] 보어홀(110)은 지하구조물(S) 주변 암반에 주입재(grout)를 주입하여 도 9에 도시된 그라우팅부(G)를 형성하기 위해 지하구조물(S)에 방사형으로 설치된다.
- [0041] 전극(120)은 보어홀(110) 내부에 복수 개 설치되는데, 보다 구체적으로 보어홀(110) 내부에 적어도 2개 이상 설치되는 것이 바람직하며, 보어홀(110)의 길이방향을 따라 순차적으로 이격배치된다.
- [0042] 도 3을 참조하면, 전극(120)은 판(plate) 형상으로써, 보어홀(110) 내측면의 형상과 대응되도록 굴곡 또는 절곡될 수 있으며, 전극(120) 상부에 도포된 전도성 접착제(A)에 의해 보어홀(110) 내측면에 부착되어 고정된다.
- [0043] 온도센서(130)는 전극(120)의 배면에 장착되며, 전극(120)의 배면에는 전극(120)에 연결된 전선(W)을 고정하기 위한 전선걸이(121)가 설치되어 있다.
- [0044] 도 4를 참조하면, 전극(120) 상부에 못 형태의 복수 개의 돌기(122)가 형성될 수 있으며, 돌기(122)가 보어홀(110) 내측면에 박힘으로써 전극(120)을 고정할 수 있다.
- [0045] 그리고 온도센서(130)는 전극(120)의 배면에 장착되며, 전극(120)의 배면에는 전극(120)에 연결된 전선(W)을 고정하기 위한 전선걸이(121)가 설치되어 있다.

- [0046] 도 5a를 참조하면, 전극(120)은 압정형상으로 제작될 수 있으며, 판 형상의 헤드부(123)에 전선(W)을 고정하기 위한 전선걸이(121)가 설치되고, 헤드부(123) 일측에 온도센서(130)가 장착될 수 있다.
- [0047] 그리고 헤드부(123)에 설치된 돌기(122)가 보어홀(110) 내측면에 박힘으로써 전극(120)을 고정할 수 있다.
- [0048] 도 5b를 참조하면, 전극(120)은 못 형태의 막대형상으로 제작되어, 전극(120)이 보어홀(110)과 암반에 박히도록 구성할 수 있다.
- [0049] 이때, 온도센서(130)는 전극(120)에 일측에 장착되며, 전극(120) 단부에는 전극(120)에 연결된 전선(W)을 고정하기 위한 전선걸이(121)가 설치되어 있다.
- [0050] 전극(120)은 전도성이 있는 스틸 재질이면 사용될 수 있으며, 특히 전도성이 크며 부식성에 대한 내구성이 강한 구리, 스테인레스 스틸, 은, 알루미늄 중 어느 하나 또는, 이의 혼합물을 사용하는 것이 보다 바람직하다.
- [0051] 전술된 바와 같이, 전극(120)에는 전선걸이(121)가 설치되며, 보어홀(110) 내측면에도 전선걸이(121)가 설치되는 것이 바람직하다.
- [0052] 따라서, 전극(120) 및 온도센서에 연결되어 보어홀(110)을 따라 지하구조물(S) 내부로 연장되어 측정부(140)에 연결된 전선(W)이 전선걸이(121)에 거치된다.
- [0053] 따라서, 전선(W)에 의해 주입재 주입이 방해되는 것을 방지할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.
- [0054] 전술된 바와 같이, 온도센서(130)는 보어홀(110) 내부, 보다 구체적으로 전극(120)에 설치되어, 암반의 온도를 측정한다.
- [0055] 측정부(140)는 전극(120)에 전류 또는 전압을 인가하며, 상호 인접한 보어홀(110)에 설치된 전극(120)간 암반 또는 그라우팅부(G)의 저항값을 측정한다.
- [0056] 측정부(140)는 상호 인접한 보어홀(110)을 기준하여, 일측 보어홀(110)에 설치된 하나의 전극(120)과 타측 보어홀(110)에 설치된 하나의 전극(120)간 저항값을 측정한다.
- [0057] 즉, 도 7을 참조하여 구체적으로 설명하면, 일측 보어홀(110)에 설치된 전극A1과 타측 보어홀(110)에 설치된 전극B1, 또는 전극A1과 전극B2 간 그라우팅부(G) 또는 암반의 저항값을 측정한다.
- [0058] 그라우팅 분석부(150)는 온도센서(130) 및 측정부(140)의 측정값을 상호 분석하여 전기비저항값을 산출하며, 산출된 전기비저항값을 분석하여 주입된 주입재 범위 또는 완성된 그라우팅부(G)의 손상여부 및 손상위치를 도출한다.
- [0059] 출력부(160)는 온도센서(130)와 측정부(140)의 측정값 및 그라우팅 분석부(150)의 분석 결과값을 운영자의 모니터 또는 단말기에 표시한다.
- [0060] 그라우팅 분석부(150)는 암반과 주입재의 믹스처(mixture)인 그라우팅부(G)가 지진, 풍화, 열화 등 불특정 외력에 의해 손상될 경우 균열(c)이 생긴 그라우팅부(G)에서 산출된 전기비저항값이 균열 전 산출된 전기비저항값의 20%이상 감소될 경우, 출력부(160)를 통해 지하구조물(S)에 설치된 경보시스템을 작동시키거나 운영자의 모니터 또는 단말기에서 위험신호를 표시한다.
- [0062] 이하, 도 6을 참조하여, 본 발명의 일실시예에 따른 암반그라우팅 모니터링 방법에 대하여 설명하도록 한다.
- [0063] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 암반그라우팅 모니터링 방법의 순서도이다.
- [0064] 우선, 측정부(140)가 전극(120)에 전압 또는 전류를 인가하고, 온도센서(130)가 암반의 온도를 측정한다.(S110)
- [0065] 그리고, 측정부(140)가 상호 인접한 보어홀(110)에 설치된 전극(120) 간 암반 또는 그라우팅부(G)의 저항값을 측정한다.(S120)
- [0066] 측정부(140)는 상호 인접한 보어홀(110)을 기준하여, 일측 보어홀(110)에 설치된 하나의 전극(120)과 타측 보어홀(110)에 설치된 하나의 전극(120)간 저항값을 측정한다.
- [0067] 도 7을 참조하면, 일측 보어홀(110)에 설치된 전극 A1과 타측 보어홀(110)에 설치된 전극B1, 또는 전극A1과 전극B2 간 그라우팅부(G) 또는 암반의 저항값을 측정한다.
- [0068] 측정단계(S110, S120) 이후, 그라우팅 분석부(150)가 온도센서(130) 및 측정부(140)의 측정값을 상호 분석하여 전기비저항값을 산출한다.(S130)

- [0069] 그라우팅 분석부(150)는 산출된 전기비저항값을 분석하여 주입된 주입재 범위 또는 완성된 그라우팅부(G)의 손상여부 및 손상위치를 도출한다.
- [0070] 분석단계(S130) 이후, 출력부(160)가 온도센서와 측정부(140)의 측정값 및 그라우팅 분석부(150)의 분석 결과값을 운영자의 모니터 또는 단말기에 도시한다.(S140)
- [0071] 그라우팅 분석부(150)는 암반과 주입재의 믹스처(mixture)인 그라우팅부(G)가 지진, 풍화, 열화 등 불특정 외력에 의해 손상될 경우 균열(c)이 생긴 그라우팅부(G)에서 산출된 전기비저항값이 균열 전 산출된 전기비저항값의 20%이상 감소될 경우, 출력부(160)를 통해 지하구조물(S)에 설치된 경보시스템을 작동시키거나 운영자의 모니터 또는 단말기에서 위험신호를 도시한다.
- [0073] 도 7 및 도 8을 참조하여, 본 발명에 따른 암반그라우팅 모니터링 방법을 통해 지하구조물(S) 주변에 주입재 주입 시, 주입된 주입재 범위 및 양생정도를 평가할 수 있다.
- [0074] 도 7은 도 1에 도시된 보어홀(110)을 통해 주입 중인 주입재의 범위를 나타내는 도이다.
- [0075] 도 8은 도 1에 도시된 보어홀(110)을 통해 주입이 완료된 주입재의 범위를 나타내는 도이다.
- [0076] 우선, 도 7을 참조하면, 상호 인접한 보어홀(110) 중, 일측 보어홀(110)에 전극 A1, A2, A3이 순차적으로 이격 배치되어 있으며, 타측 보어홀(110)에 전극(120) B1, B2, B3이 순차적으로 이격배치되어 있다.
- [0077] 측정부(140)는 전극 A1-B1, A1-B2, A1-B3 또는 A2-B1 등과 같이 한 쌍의 전극(120) 간 암반 또는 그라우팅부(G)의 저항값을 측정한다.
- [0078] 즉, 측정부(140)가 전극 A1-B1을 이용하여 저항값을 측정하고 그라우팅 분석부(150)가 전기비저항값을 산출할 경우, 주입재 주입이 해당구간에 완료됨을 확인할 수 있다.
- [0079] 반면, 전극 A3-B3을 이용하여 전기비저항을 측정하면 주입재 주입이 아직 완료 되지 못한 것으로 판단할 수 있다.
- [0080] 도 8을 참조하면, 전극 A1-B1, A2-B2, A3-B3 구간에서 산출된 전기비저항값을 통해 주입재 주입이 완료되어 그라우팅부(G)가 완성되었다는 것을 알 수 있다.
- [0082] 또한, 도 9 및 도 10을 참조하여, 본 발명에 따른 암반그라우팅 모니터링 방법을 통해 지진, 풍화, 열화 등 불특정 외력에 의해 그라우팅부(G)가 손상될 경우, 그라우팅부(G)의 손상여부 및 손상위치를 도출할 수 있다.
- [0083] 도 9는 완성된 그라우팅부(G)에 균열(C) 발생이 시작된 상태를 나타낸 도이다.
- [0084] 도 10은 도 9에 도시된 그라우팅부(G)에 발생한 균열(C)이 진행된 상태를 나타낸 도이다.
- [0085] 암반 내 그라우팅부(G)가 손상되면 지하구조물(S)의 안정성이 저하되고, 지하수가 지하구조물(S) 내부로 들어올 수 있다.
- [0086] 도 9를 참조하면, 그라우팅부(G)에 발생한 균열(c)에 의해 지하수가 침투하면 전극 A3-B3 구간(또는 전극 A3-B2, A2-B3 구간)에서 전기비저항값의 변화가 발생한다.
- [0087] 도 10을 참조하면, 전극 A1-B1 구간까지 전기비저항값의 변화가 발생하면 지하수 침투가 지하구조물(S) 주변까지 발생함을 판단할 수 있다.
- [0088] 전술된 바와 같이, 그라우팅 분석부(150)는 암반과 주입재의 믹스처(mixture)인 그라우팅부(G)가 지진, 풍화, 열화 등 불특정 외력에 의해 손상될 경우 균열(c)이 생긴 그라우팅부(G)에서 산출된 전기비저항값이 균열(c) 전 산출된 전기비저항값의 20%이상 감소될 경우, 출력부(160)를 통해 지하구조물(S)에 설치된 경보시스템을 작동시키거나 운영자의 모니터 또는 단말기에서 위험신호를 도시한다.
- [0090] 이와 같이, 전술된 본 발명의 실시예의 전기비저항을 이용한 암반그라우팅 모니터링 방법은 상호 인접한 보어홀에 설치된 전극간 저항값을 측정하여 전기비저항값을 산출함으로써, 그라우팅 평가를 위한 역해석이 필요하지 않고, 현장에서 즉시 그라우팅 평가가 가능한 효과를 얻을 수 있다.
- [0091] 또한, 주입재 주입 전, 평가 대상암반의 전체적인 절리방향과 크기 정보를 획득할 수 있다.
- [0092] 또한, 주입재 주입 중, 암반절리에 주입된 그라우트 범위에 따라 변동되는 전기비저항값을 통해 그라우트 주입 정도 및 양생 정도를 평가할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

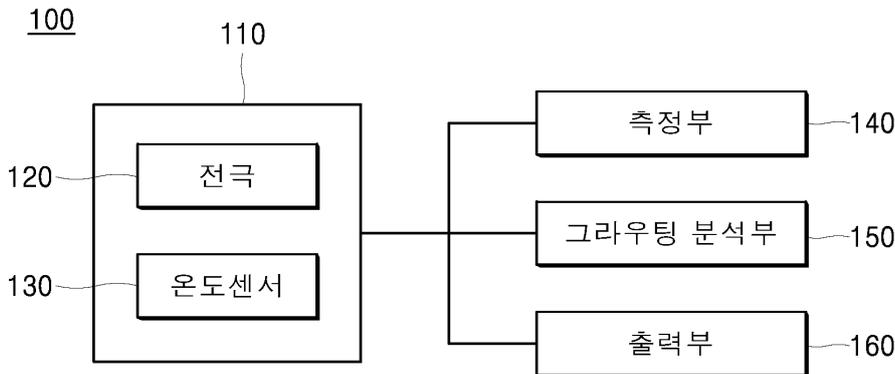
- [0093] 또한, 주입재 완성 후, 전극은 보어홀 내부에 영구적으로 삽입된 상태이므로, 장기적으로 실시간 암반그라우팅 모니터링이 가능한 효과가 있다.
- [0095] 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것으로, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것이 아님은 자명하다.
- [0096] 본 발명의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당해 기술분야에 있어서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 유추할 수 있는 변형예와 구체적인 실시예는 모두 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

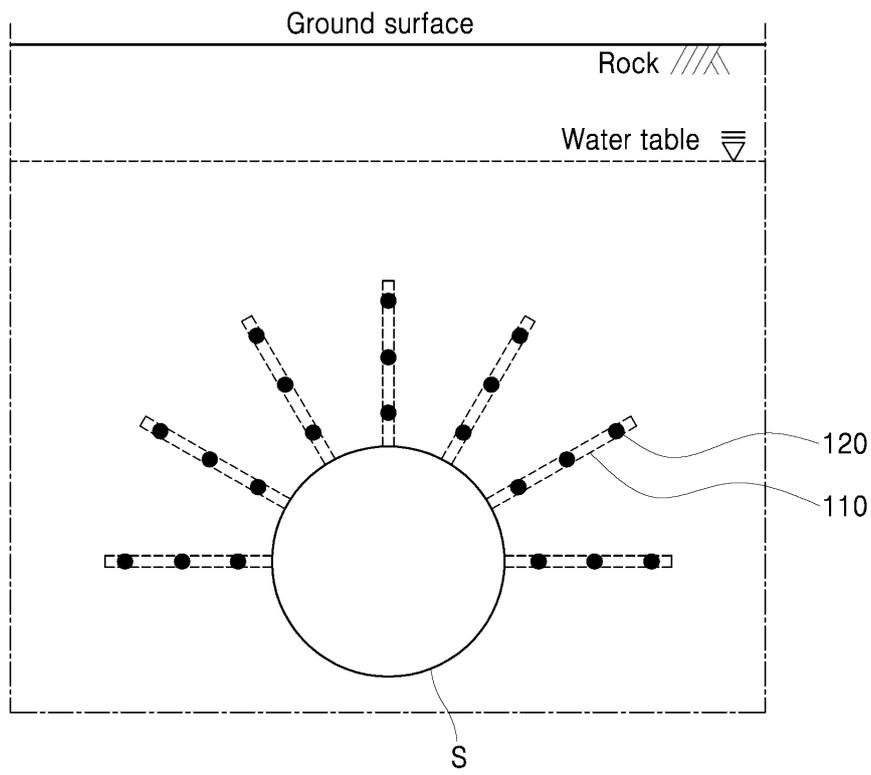
- [0098] S : 지하구조물
- G : 그라우팅부
- C: 균열
- 100 : 암반그라우팅 모니터링 장치
- 110 : 보어홀
- 120 : 전극
- 130 : 온도센서
- 140 : 측정부
- 150 : 그라우팅 분석부
- 160 : 출력부

도면

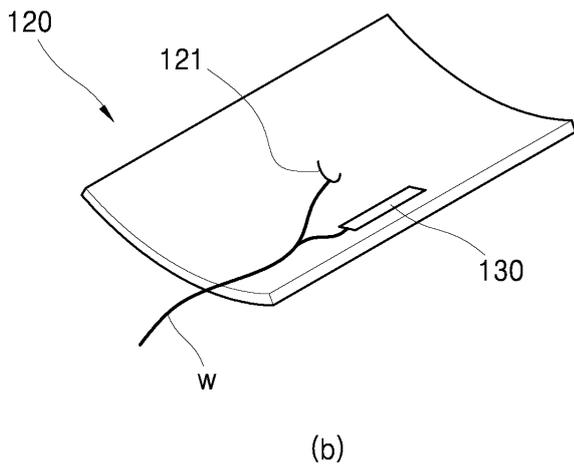
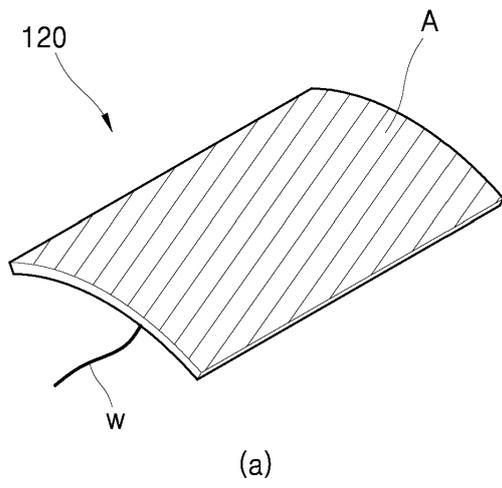
도면1



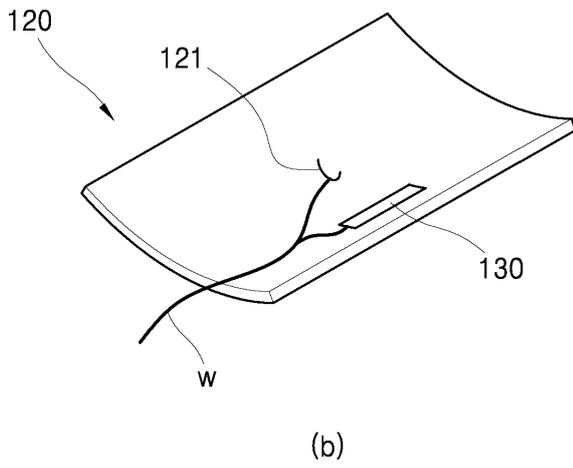
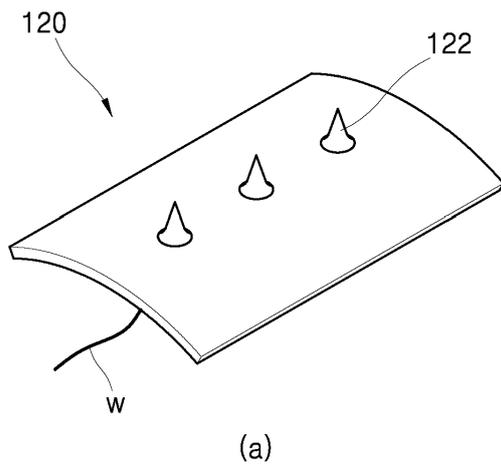
도면2



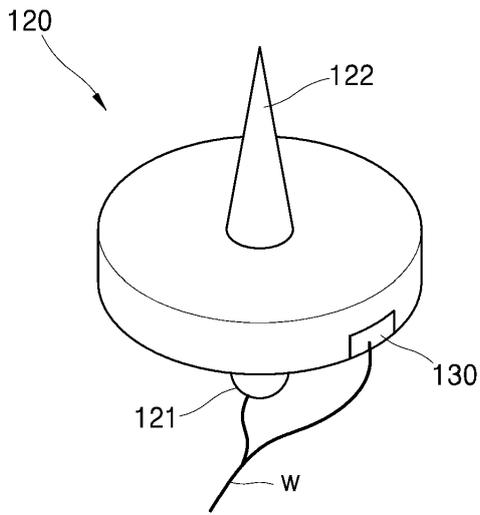
도면3



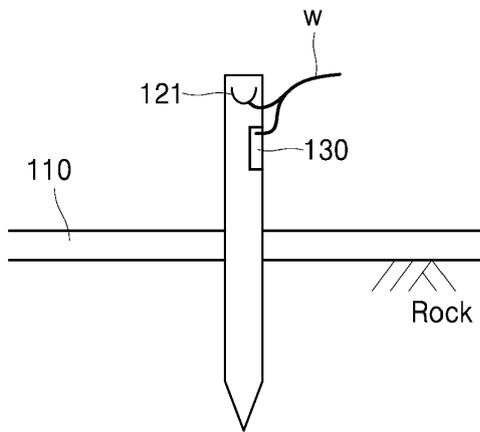
도면4



도면5

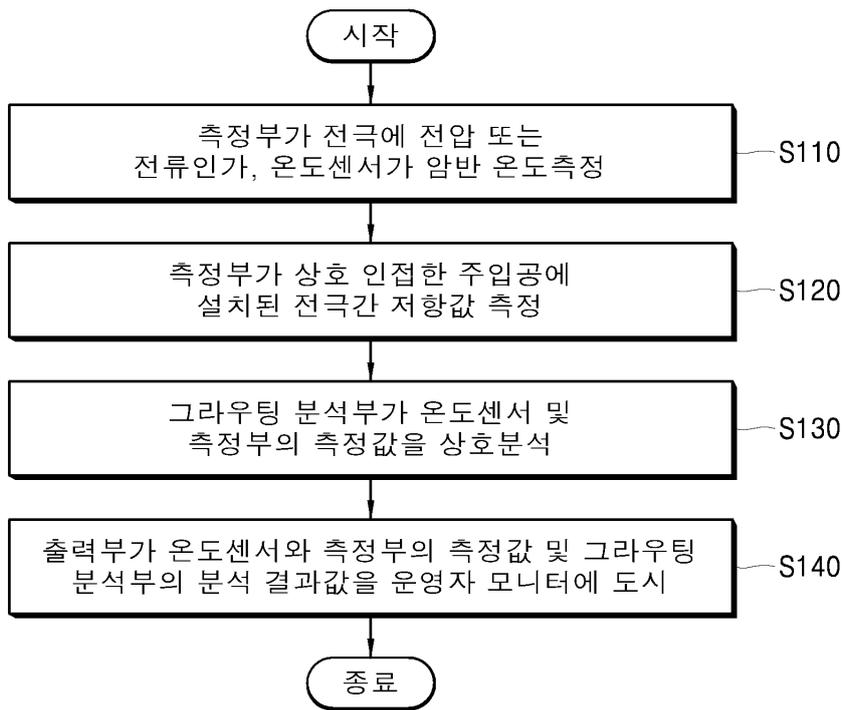


(a)

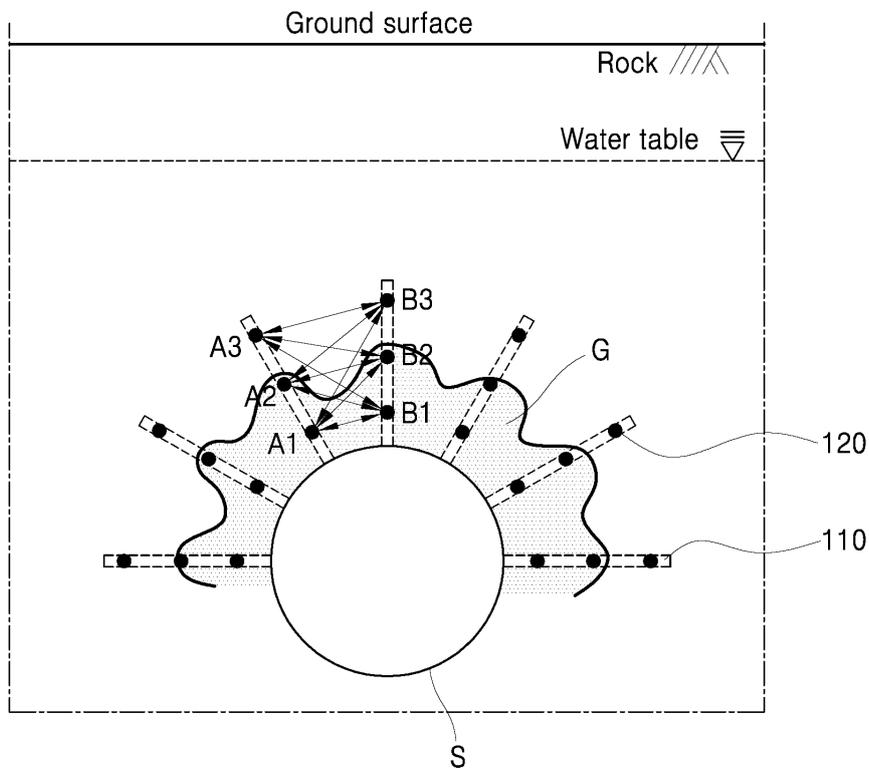


(b)

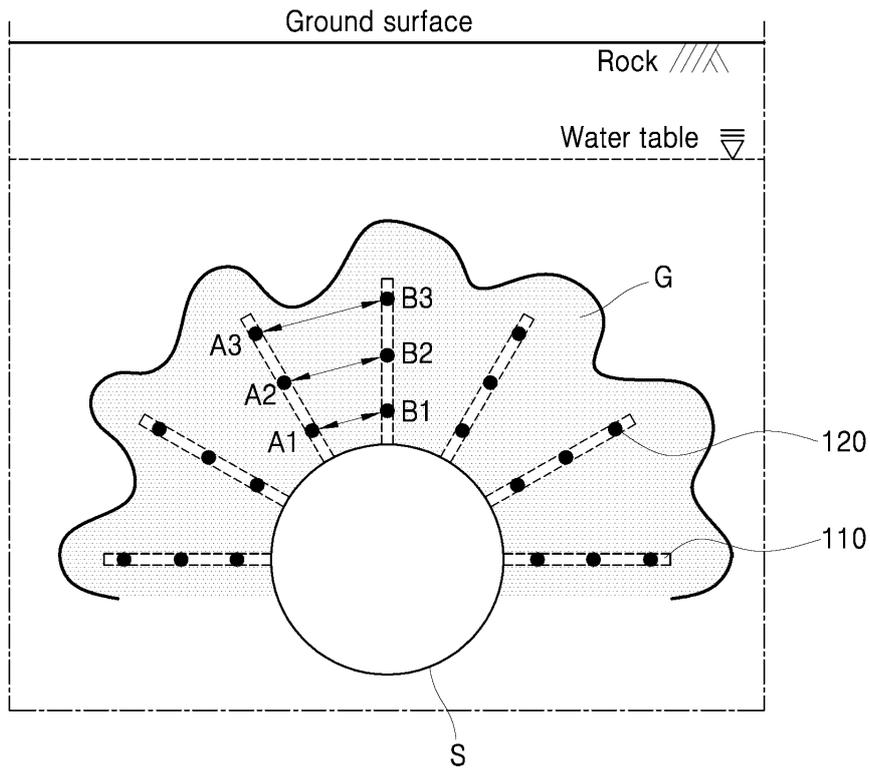
도면6



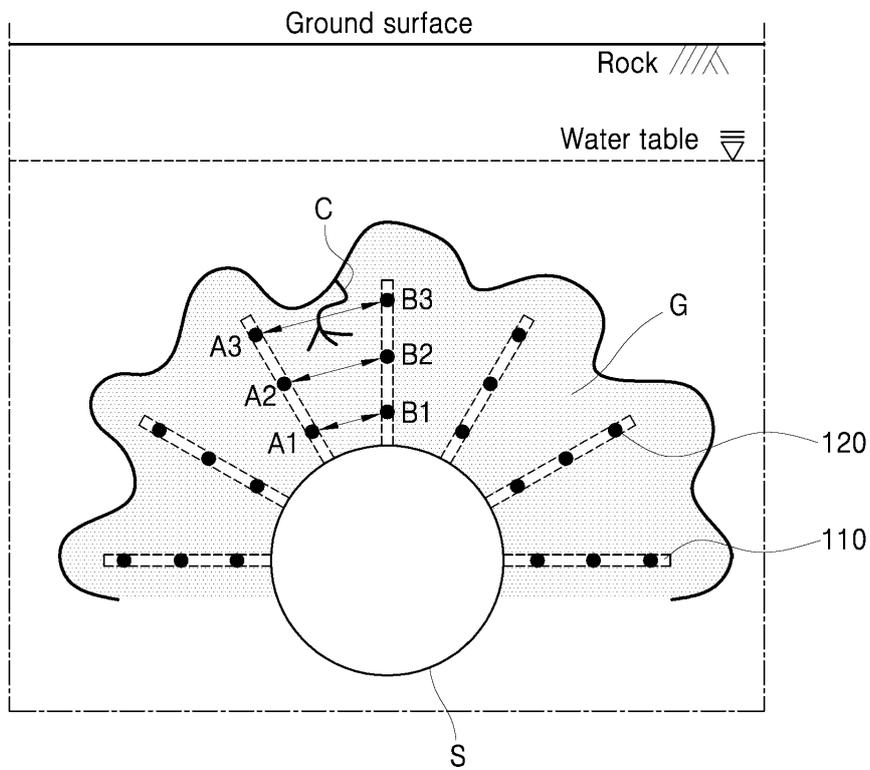
도면7



도면8



도면9



도면10

