



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0106007
(43) 공개일자 2019년09월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 15/08 (2006.01) G06F 17/50 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 15/088 (2013.01)
G06F 17/5009 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0026878
(22) 출원일자 2018년03월07일
심사청구일자 2018년03월07일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
권상기
인천광역시 연수구 청솔로71번길 21(청학동)
이혜지
인천광역시 남구 재념이길 141-44, 2동 401호(학익동, 다흥힐타운)
(74) 대리인
김순웅

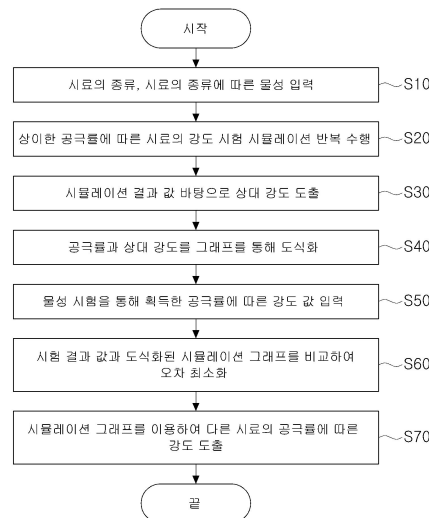
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 시뮬레이션을 이용한 공극률에 따른 암석의 강도 예측 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 시뮬레이션을 이용한 공극률에 따른 암석의 강도 예측 장치 및 방법에 관한 것으로서, 적은 양의 데이터를 바탕으로, 비파괴 방법에 의해 측정되는 공극률을 이용하여 암석의 강도를 추정한다. 본 발명에 따르면, 적은 양의 데이터를 바탕으로, 비파괴 방법에 의해 측정되는 공극률을 이용하여 암석의 강도를 추정할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

대표도 - 도4



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711045853
 부처명 미래창조과학부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 여성과학기술인육성지원
 연구과제명 공극물에 따른 암석물성 시험에 대한 실제 실험과 컴퓨터 모델링과의 비교
 기 여 율 1/2
 주관기관 (재) 한국여성과학기술인지원센터
 연구기간 2016.01.01 ~ 2016.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345254078
 부처명 교육부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 이공학개인지초연구지원
 연구과제명 고심도 지하공간 개발을 위한 수리-역학-화학적 연계 거동 연구
 기 여 율 1/2
 주관기관 인하대학교
 연구기간 2016.11.01 ~ 2017.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

공극률을 이용한 암석의 강도 예측 장치로서,

시료의 종류 및 시료의 종류에 따른 물성, 물성 시험을 통해 획득된 공극률에 따른 강도 값, 강도를 예측하고자 하는 시료의 공극률 값을 입력하는 입력부;

상이한 공극률에 따른 시료의 강도 시험 시뮬레이션을 수행하고, 시뮬레이션 결과값을 바탕으로 상대 강도를 도출하고, 상기 물성 시험을 통해 획득된 강도 값과 상기 시뮬레이션을 통해 도출된 상대 강도를 비교하여 오차를 최소화하는 수행부;

상기 오차가 최소화된 시뮬레이션 결과값을 통해 상기 입력된 공극률 값에 따라 강도를 예측하고자 하는 시료의 강도를 예측하는 예측부; 및

상이한 공극률에 따른 시뮬레이션으로부터 획득된 상대 강도와 물성 시험으로부터 획득된 강도 값을 그래프로 나타내는 표시부;

를 포함하는 공극률을 이용한 암석의 강도 예측 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

시료의 종류는 콘크리트 또는 일반 암석인 것을 특징으로 하는 공극률을 이용한 암석의 강도 예측 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상대 강도는 공극률이 0퍼센트일 때의 강도를 기준으로 하는 공극률을 이용한 암석의 강도 예측 장치.

청구항 4

공극률을 이용한 암석의 강도 예측 방법으로서,

시료의 종류 및 시료의 종류에 따른 물성을 입력하는 단계;

상이한 공극률에 따른 시료의 강도 시험 시뮬레이션을 수행하는 단계;

상기 시뮬레이션 결과값을 바탕으로 상대 강도를 도출하는 단계;

상기 공극률과 상기 상대 강도를 그래프로 도식화하는 단계;

물성 시험을 통해 획득된 공극률에 따른 강도 값을 입력하는 단계;

상기 물성 시험을 통해 획득된 강도 값과 상기 도식화된 시뮬레이션 결과 그래프를 비교하여 오차를 최소화하는 단계; 및

상기 시뮬레이션 결과 그래프를 이용하여 강도를 예측하고자 하는 시료의 공극률에 따른 강도를 예측하는 단계;

를 포함하는 공극률을 이용한 암석의 강도 예측 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

시료의 종류는 콘크리트 또는 일반 암석인 것을 특징으로 하는 공극률을 이용한 암석의 강도 예측 방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상대 강도는 공극률이 0퍼센트일 때의 강도를 기준으로 하는 공극률을 이용한 암석의 강도 예측 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 시뮬레이션을 이용한 공극률에 따른 암석의 강도 예측 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 공극률 및 강도에 관한 데이터와, 암석 및 콘크리트의 종류, 기본적인 물성을 바탕으로, 공극률 변화에 따라 암석 물성이 어떻게 변화되는지 컴퓨터 시뮬레이션과 추세를 통해 예측하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 암석의 강도는 지하 공간이나 토목 등의 설계에 매우 중요한 물성이다. 따라서 암석의 강도를 다른 물성을 바탕으로 추정하려는 노력이 계속되어 왔다. 슈미트해머로 측정된 반발 경도로 강도를 추정하거나, 탄성과 속도를 이용하여 강도를 예측하는 방법은 대표적인 강도 추정법이다. 최근에는, 인공신경망(neural network)을 이용하여, 다양한 인자를 고려하여 강도를 추정하는 연구가 진행되고 있다.

[0003] 하지만, 실제로 강도시험을 정확하게 수행하는 것은 어렵고, 많은 시간과 노력이 필요하다. 또한, 강도시험은 파괴시험이기 때문에 시험 시료의 수량에 한계가 있다는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국공개특허 특2002-0075848(공개일자 2002년10월07일)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 적은 양의 데이터를 바탕으로, 비파괴 방법에 의해 측정되는 공극률을 이용하여 암석의 강도를 추정할 수 있는 시뮬레이션을 이용한 공극률에 따른 암석의 강도 예측 장치 및 방법을 제공하는 데 그 목적이 있는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 시뮬레이션을 이용한 공극률에 따른 암석의 강도 예측 장치는, 시료의 종류 및 시료의 종류에 따른 물성, 물성 시험을 통해 획득된 공극률에 따른 강도 값, 강도를 예측하고자 하는 시료의 공극률 값을 입력하는 입력부; 상이한 공극률에 따른 시료의 강도 시험 시뮬레이션을 수행하고, 시뮬레이션 결과값을 바탕으로 상대 강도를 도출하고, 상기 물성 시험을 통해 획득된 강도 값과 상기 시뮬레이션을 통해 도출된 상대 강도를 비교하여 오차를 최소화하는 수행부; 상기 오차가 최소화된 시뮬레이션 결과값을 통해 상기 입력된 공극률 값에 따라 강도를 예측하고자 하는 시료의 강도를 예측하는 예측부; 및 상이한 공극률에 따른 시뮬레이션으로부터 획득된 상대 강도와 물성 시험으로부터 획득된 강도 값을 그래프로 나타내는 표시부;를 포함한다.

[0007] 상기 시료의 종류는, 콘크리트 또는 일반 암석인 것을 특징으로 한다.

[0008] 상기 상대 강도는, 공극률이 0퍼센트일 때의 강도를 기준으로 한다.

[0009] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 시뮬레이션을 이용한 공극률에 따른 암석의 강도 예측 방법은, 시료의 종류 및 시료의 종류에 따른 물성을 입력하는 단계; 상이한 공극률에 따른 시료의 강도 시험 시뮬레이션을 수행하는 단계; 상기 시뮬레이션 결과값을 바탕으로 상대 강도를 도출하는 단계; 상기 공극률과 상기 상대 강도를 그래프로 도식화하는 단계; 물성 시험을 통해 획득된 공극률에 따른 강도 값을 입력하는 단계; 상기 물성 시

험을 통해 획득된 강도 값과 상기 도식화된 시뮬레이션 결과 그래프를 비교하여 오차를 최소화하는 단계; 및 상기 시뮬레이션 결과 그래프를 이용하여 강도를 예측하고자 하는 시료의 공극률에 따른 강도를 예측하는 단계;를 포함한다.

[0010] 상기 시료의 종류는, 콘크리트 또는 일반 암석인 것을 특징으로 한다.

[0011] 상기 상대 강도는, 공극률이 0퍼센트일 때의 강도를 기준으로 한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 따르면, 적은 양의 데이터를 바탕으로, 비파괴 방법에 의해 측정되는 공극률을 이용하여 암석의 강도를 추정할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명에 따른 암석의 강도 예측 장치가 포함된 시스템 구성도이다.

도 2는 도 1에 도시된 암석의 강도 예측 장치의 구성을 보다 상세히 나타낸 블록도이다.

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 시뮬레이션으로 획득된 강도와 시험으로 획득된 강도를 비교하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명에 따른 시뮬레이션을 이용한 공극률에 따른 암석의 강도 예측 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하에서 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 따른 시뮬레이션을 이용한 공극률에 따른 암석의 강도 예측 장치 및 방법의 바람직한 실시예에 대해 상세하게 설명한다.

[0015] 먼저, 도 1 및 도 2를 참조하여, 본 발명에 따른 암석의 강도 예측 장치에 대하여 설명한다.

[0016] 도 1은 본 발명에 따른 암석의 강도 예측 장치가 포함된 시스템 구성도이다.

[0017] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 암석의 강도 예측 장치(이하 '강도 예측 장치'라 한다)(100)는 네트워크(300)를 통해 사용자 단말기(200)와 연결된다.

[0018] 강도 예측 장치(100)는 사용자 단말기(200)로부터 제공받은 각종 데이터, 예를 들면 시뮬레이션을 위한 시료 관련 데이터, 물성 시험을 통해 획득된 데이터 및 기보고된 암석 관련 데이터 등을 이용하여 시뮬레이션을 수행하고, 공극률에 따른 암석의 강도를 예측한다.

[0019] 여기서, 시료 관련 데이터는 시뮬레이션을 수행하기 위한 데이터로서, [표 1]과 같이 시료의 종류 및 시료의 종류에 따른 물성 등을 포함한다.

표 1

[0020]

Input Properties	
Unit weight(kN/m ³)	22.76
Young's modulus(GPa)	27
Poisson's ratio	0.2
Tensile strength(MPa)	3.5
Cohesion(MPa)	4.77
Friction angle(°)	35
Bulk modulus(GPa)	15
Shear modulus(GPa)	11.3

[0021] 또한, 물성 시험을 통해 획득된 데이터는, 파괴 시험을 통해 획득된 결과값으로서, 비파괴 시험인 시뮬레이션 결과값과 비교된다. 이때, 시뮬레이션 결과값과 비교하기 위해서 적어도 3개 이상의 물성 시험 결과값이 입력되어야 한다.

[0022] 사용자 단말기(200)는 네트워크(300)를 통해 강도 예측 장치(100)와 연결되어 각종 데이터를 주고받을 수 있다.

- [0023] 즉, 사용자 단말기(200)는 시뮬레이션을 위한 시료 관련 데이터, 물성 시험을 통해 획득된 데이터 및 기보고된 암석 관련 데이터 등을 네트워크(300)를 통해 강도 예측 장치(100)로 제공할 수 있다.
- [0024] 그리고, 사용자 단말기(200)는 네트워크(300)를 통해 강도 예측 장치(100)로부터 제공받은 정보를 디스플레이할 수 있다.
- [0025] 여기서, 사용자 단말기(200)는 데스크톱 컴퓨터뿐만 아니라 노트북 컴퓨터, 워크스테이션, 팜톱(palmtop) 컴퓨터, UMPC(Ultra Mobile Personal Computer), 태블릿 PC, 개인 휴대 정보 단말기(Personal Digital Assistant, PDA), 웹 패드, 스마트폰, 휴대전화 등과 같이 메모리 수단을 구비하고 마이크로 프로세서를 탑재하여 연산 능력을 갖춘 단말기로 이루어질 수 있다.
- [0026] 한편, 사용자 단말기(200)가 네트워크(300)를 통하여 강도 예측 장치(100)와 연결된 것으로 설명하였으나, 이에 한정되지 않고 실시예에 따라 강도 예측 장치(100) 내에 사용자 단말기(200)가 포함되도록 구성될 수 있다.
- [0027] 네트워크(300)는 구내 정보 통신망(LAN), 도시권 통신망(MAN), 광역 통신망(WAN) 및 인터넷 등을 포함하는 데이터 통신망뿐만 아니라 방송망, 전화망 등을 포함할 수 있고, 유선과 무선을 가리지 않으며, 모든 통신 방식이 사용 가능하다.
- [0029] 그러면, 도 2를 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 암석의 강도 예측 장치에 대하여 보다 자세하게 설명한다.
- [0030] 도 2는 도 1에 도시된 암석의 강도 예측 장치의 구성을 보다 상세히 나타낸 블록도이다.
- [0031] 도 2에 도시된 바와 같이, 강도 예측 장치(100)는 입력부(120), 수행부(140), 예측부(160) 및 표시부(180)를 포함할 수 있다.
- [0032] 입력부(120)는 사용자 단말기(200)로부터 제공받은 데이터, 예를 들면, 시료의 종류 및 시료의 종류에 따른 물성, 물성 시험 결과값, 강도를 알고자 하는 시료의 공극률 값 등을 입력한다.
- [0033] 이때, 시료의 종류는 콘크리트가 될 수도 있고, 또는 일반 암석일 수도 있다.
- [0034] 또한, 시뮬레이션을 수행하기 위한 시료의 종류에 따른 물성은, 물성 시험시의 시료와 동일한 크기로 설정된다.
- [0035] 수행부(140)는 물성 시험시의 시료와 동일한 크기로 설정된 모델에 대해서 공극을 무작위하게 분포시킨 후 반복적으로 시뮬레이션을 수행한다. 시뮬레이션 결과값을 바탕으로 공극률이 0퍼센트일 때의 강도를 기준으로 하는 상대 강도를 도출하고, 상기 입력부(120)에 의해 입력된 물성 시험 결과값, 즉 시료에 대해서 파괴 시험을 실행하여 획득한 강도 값과 시뮬레이션을 통해 도출된 상대 강도를 비교하여, 시뮬레이션 결과값의 오차를 최소화한다.
- [0036] 예측부(160)는 오차가 최소화된 시뮬레이션 결과값을 통해 강도를 알고자 하는 시료의 강도를 예측한다. 즉, 예측부(160)는 입력부(120)로부터 입력된 강도를 알고자 하는 시료의 공극률 값에 따른 시료의 강도를 상기 수행부(140)를 통해 수행된 시뮬레이션 결과값을 이용하여 예측한다.
- [0037] 표시부(180)는 상이한 공극률에 따른 시뮬레이션으로부터 획득된 상대 강도와 물성 시험으로부터 획득된 강도 값을 그래프로 나타낸다.
- [0038] 도 3에 도시된 바와 같이, 물성 시험으로부터 획득된 강도 값과 시뮬레이션으로부터 획득된 상대 강도가 한 그래프에서 서로 다른 축으로 도식화된다.
- [0040] 그러면, 도 4를 참조하여 본 발명에 따른 암석의 강도 예측 방법에 대하여 설명한다.
- [0041] 도 4는 본 발명에 따른 시뮬레이션을 이용한 공극률에 따른 암석의 강도 예측 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0042] 도 4에 도시된 바와 같이, 강도 예측 장치(100)는 사용자 단말기(200)로부터 시뮬레이션을 수행하기 위한 시료의 종류 및 시료의 종류에 따른 물성을 제공받는다(S10). 여기서, 시료의 종류는 콘크리트 또는 일반 암석일 수 있으며, 시료의 종류에 따른 물성은 물성 시험시의 시료와 동일한 특성으로 설정된다.

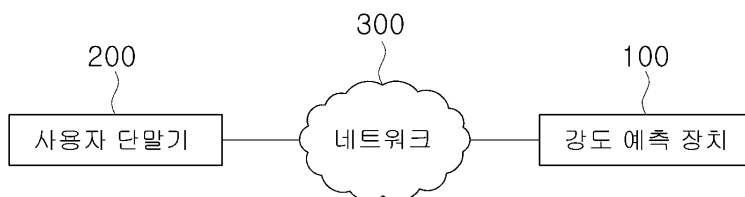
- [0043] 이후, 물성 시험시의 시료와 동일한 특성을 갖는 시료에 대해 강도 시험 시뮬레이션을 수행하는데, 이때 상이한 공극률에 따라서 강도 시험 시뮬레이션을 반복적으로 수행한다(S20).
- [0044] 이후, 반복적으로 수행된 시뮬레이션 결과값을 바탕으로 상대 강도를 도출하고(S30), 도출된 상대 강도를 공극률에 따라서 그래프로 도식화한다(S40). 이때, 상대 강도는 공극률이 0퍼센트일 때의 강도를 기준으로 하는 강도이다.
- [0045] 이후, 물성 시험을 통해 획득된 공극률에 따른 강도 값을 입력한다(S50). 이때, 물성 시험은 파괴 시험으로서 시험 시료의 수량에 한계가 있기 때문에, 물성 시험을 통해 획득된 데이터는 시뮬레이션을 통해 획득된 데이터보다 적은 양이며, 시뮬레이션 결과값과 비교하기 위해서는 적어도 3개 이상의 물성 시험 결과값이 필요하다.
- [0046] 이후, 물성 시험을 통해 획득된 강도 값과 도식화된 시뮬레이션 결과 그래프를 비교하여, 물성 시험 결과값과 시뮬레이션 결과값의 오차를 최소화한다(S60). 이때, 초기 공극률을 다르게 설정함으로써 오차를 최소화할 수 있다.
- [0047] 이후, 사용자 단말기(200)로부터 입력된 강도를 알고자 하는 시료의 공극률 값에 따른 강도를 오차가 최소화된 시뮬레이션 결과 그래프를 이용하여 예측할 수 있다(S70).
- [0049] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에 있어서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정, 변경, 및 치환이 가능할 것이다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구 범위에 의해서 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

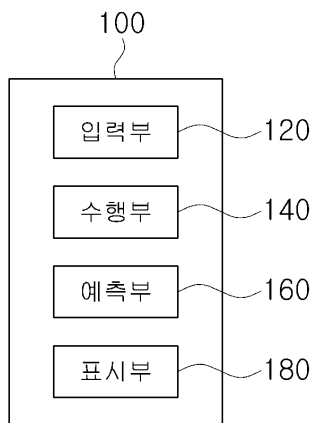
- [0050] 100 : 강도 예측 장치 120 : 입력부
140 : 수행부 160 : 예측부
180 : 표시부 200 : 사용자 단말기
300 : 네트워크

도면

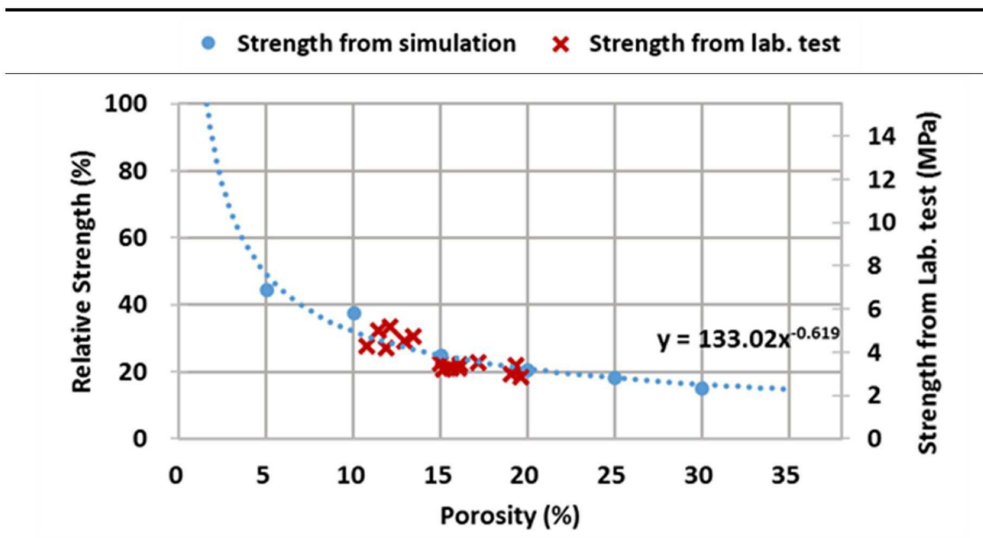
도면1



도면2



도면3



도면4

