



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0091635
(43) 공개일자 2015년08월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 3/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0012089

(22) 출원일자 2014년02월03일

심사청구일자 2014년02월03일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

송기일

인천 연수구 컨벤시아대로42번길 35, 710동 904호 (송도동, 송도더샵그린에비뉴7단지)

(74) 대리인

양성보

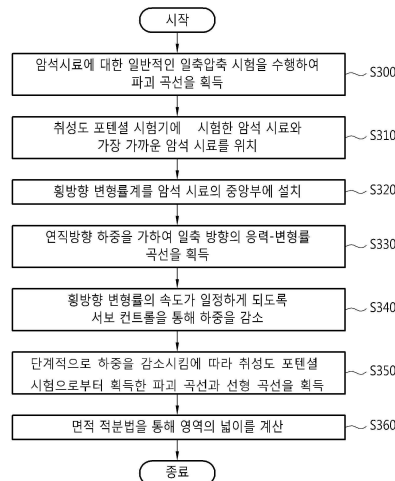
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **암반의 취성 파괴 가능성 평가 방법**

(57) 요약

본 발명은 암반의 취성 파괴 가능성 평가 방법에 관한 것으로서, 특히, 암반의 파괴 특성을 분석하는 방법에 있어서, 암석 시료에 대한 일반적인 일축압축 시험을 수행하여 파괴 곡선을 획득하는 단계; 취성도 포텐셜 시험기에 상기 파괴 곡선을 획득하는 방법에서 시험한 암석 시료와 유사한 암석 시료를 획득하여 위치시키는 단계; 횡방향 변형률계를 암석 시료의 중앙부에 설치하는 단계; 상기 취성도 포텐셜 시험기에 연직 방향 하중을 가하여 일축 방향의 응력-변형률 곡선을 획득하는 단계; 횡방향 변형률의 속도가 일정하게 되도록 서보 컨트롤을 통해 하중을 감소시키는 단계; 단계적으로 하중을 감소시킴으로써 취성도 포텐셜 시험으로부터 획득한 파괴 곡선과 선형 곡선을 획득하는 단계; 및 상기 파괴 곡선과 상기 취성도 포텐셜 시험으로부터 획득한 파괴 곡선이 이루는 영역의 넓이를 계산하는 단계가 구성되어 암반의 파괴 가능성을 정량적으로 평가할 수 있는 방법이 제시된다.

대표도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2013R1A1A1060052

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 신진연구자지원사업

연구과제명 과지압 암반의 파열 특성 분석 시스템 개발

기 여 율 1/1

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2013.11.01 ~ 2014.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

암반의 파괴 특성을 분석하는 방법에 있어서,

암석 시료에 대한 일반적인 일축압축 시험을 수행하여 파괴 곡선을 획득하는 단계;

취성도 포텐셜 시험기에 상기 파괴 곡선을 획득하는 방법에서 시험한 암석 시료와 유사한 암석 시료를 획득하여 위치시키는 단계;

횡방향 변형률계를 암석 시료의 중앙부에 설치하는 단계;

상기 취성도 포텐셜 시험기에 연직 방향 하중을 가하여 일축 방향의 응력-변형률 곡선을 획득하는 단계;

횡방향 변형률의 속도가 일정하게 되도록 서보 컨트롤을 통해 하중을 감소시키는 단계;

단계적으로 하중을 감소시킴으로써 취성도 포텐셜 시험으로부터 획득한 파괴 곡선과 선형 곡선을 획득하는 단계; 및

상기 파괴 곡선과 상기 취성도 포텐셜 시험으로부터 획득한 파괴 곡선이 이루는 영역의 넓이를 계산하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 암반의 취성 파괴 가능성 평가 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 횡방향 변형률의 속도가 일정하게 되도록 서보 컨트롤을 통해 하중을 감소시키는 단계는, 상기 파괴 곡선을 획득하는 방법에서 획득한 암석 시료의 응력-변형률 곡선이 선형에서 벗어나는 경우에 횡방향 변형률의 속도가 일정하도록 서보 컨트롤을 통해 하중을 감소시키는 것을 특징으로 하는 암반의 취성 파괴 가능성 평가 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 취성도 포텐셜 시험기는 횡방향 변형률을 신호로 받아 연직 방향의 하중을 조절할 수 있는 컨트롤러가 탑재된 것을 특징으로 하는 암반의 취성 파괴 가능성 평가 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 파괴 곡선과 상기 취성도 포텐셜 시험으로부터 획득한 파괴 곡선이 이루는 영역은 면적 적분법을 통해 계산하는 것을 특징으로 하는 암반의 취성 파괴 가능성 평가 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 파괴 곡선과 상기 취성도 포텐셜 시험으로부터 획득한 파괴 곡선이 이루는 영역의 넓이를 계산하는 단계에서 상기 영역의 넓이는 암석 시료가 갖는 취성도를 나타내는 것을 특징으로 하는 암반의 취성 파괴 가능성 평가 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 암반의 취성 파괴 가능성 평가 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 취성도 포텐셜 실험을 통해 암반의 취성도를 평가하여 암반의 파열 가능성을 정량적으로 평가할 수 있는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 우리나라에서는 환경, 에너지, 보안 문제의 해결을 위하여 지하공간의 활용이 증대할 것으로 기대되고 있다. 도심지의 철도 시설, 핵폐기물 저장 시설, 저장용 캐번, 지하도로 등과 같이, 다양한 목적을 위해 지하공간의 개발이 이루어지고 있으며, 그 수요도 점차 증가하고 있다.

[0003] 특히, 우리나라와 같이 부존자원이 열악한 환경에서 저장용 캐번의 건설은 국가적 과제이며, 전력 생산을 위해 사용된 원자력 발전 폐기물의 안전한 저장 시설의 건설은 다음 세대를 위해 현 세대가 반드시 이루어야 하는 중대한 과제이다. 또한, 전국토의 70% 이상이 산악지형으로 이루어져 차세대 고속철도 및 국토의 균형 발전을 위해서는 터널의 건설이 필수적이다.

[0004] 지반은 인위적인 굴착에 의해 교란되기 전까지 평형상태를 유지한다. 굴착에 따라 응력이 재분배되고, 새로운 응력의 평형상태를 이루지만, 터널 굴착은 항상 초기 평형상태의 교란을 야기한다. 터널의 시공 과정에서 이러한 응력의 교란과 재분배가 반복적으로 이루어진다. 그러나, 암반은 응력의 재분배 과정에서 지지하던 지반의 소실에 의해 더욱 과도한 응력을 경험하게 된다. 이러한 과도한 응력은 터널 굴착면에 집중되어 나타난다.

[0005] 지반 응력에 의한 암반의 파괴모드는 연성 파괴와 취성 파괴로 구분할 수 있다. 연성 파괴는 암반의 점진적인 파괴를 유발하나, 취성 파괴는 갑자기 발생하는 암반의 파괴를 의미한다. 터널 벽면의 응력 변화는 암반에 한 일과 같고, 일에 의해 변형을 에너지가 암반에 축적되는 것과 같다. 이때, 암반의 강도가 강할수록 축적되는 변형을 에너지의 양도 증가한다. 암반에 축적되어 있는 변형을 에너지의 갑작스러운 해방에 의해 암반이 파열된다.

[0006] 이러한 암반 파열은 터널의 측부와 천단부에서 주로 발생되며 종종 바닥부에서도 발생되는 것으로 보고되고 있다. Obert and Duvall (1967)은 암반의 파열을 갑작스러운 암반의 폭발로 정의했고, 이러한 현상의 원인은 암반의 강도를 초과하는 응력에 의한 것으로 여겼다. 여러 연구자들은 광산 개발 시 암반 파열 메커니즘에 대한 연구를 수행하였으며, 심부 광산에서는 이런 현상이 자주 발생하여 주요한 재해 중 하나로 다루어졌다.

[0007] 그러나, 토목 공학 분야에서 암반 파열 현상에 대한 연구는 미진하였으며, 정보도 제한적이어서 그와 관련된 연구는 거의 없는 실정이다. 최근에 교통용 터널을 비롯한 지하공간의 건설 심도가 증가함에 따라 터널 내 암반 파열 현상이 자주 보고되고 있어 터널의 안정성 문제뿐만 아니라 시공 중 재해 측면에서 볼 때에도 암반의 파열에 대한 연구가 절실히 필요한 실정이다.

[0008] 또한, 대심도 터널 굴착에 따른 과도한 응력에 놓여있는 암반에 응력 해방이 되고, 노출된 암반은 아칭 효과(Arching Effect)에 의한 응력 재분배에 의해 변형을 에너지가 지속적으로 축적되어 암반의 강도 한계를 넘어서는 상태가 되면, 갑자기 파괴되는 취성 파괴가 발생한다. 그러나 이를 실내 실험으로 모사할 수 있는 방법이 전무한 실정이다.

[0009] 이러한 대내외적인 환경변화와 배경을 계기로 대심도 지하공간 건설 시 필수적으로 고려해야 하는 과지압에 의한 암반 파열 특성 방법을 제안하고자 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 암반의 취성도를 평가하여 암반의 파열 가능성을 정량적으로 평가할 수 있는 암반의 취성 파괴 가능성 평가 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 실시예에 따르면, 암반의 파괴 특성을 분석하는 방법에 있어서, 암석 시료에 대한 일반적인 일축압축 시험을 수행하여 파괴 곡선을 획득하는 단계; 취성도 포텐셜 시험기에 상기 파괴 곡선을 획득하는 방법에서 시험한 암석 시료와 유사한 암석 시료를 획득하여 위치시키는 단계; 횡방향 변형률계를 암석 시료의 중앙부에 설치하는 단계; 상기 취성도 포텐셜 시험기에 연직 방향 하중을 가하여 일축 방향의 응력-변형률 곡선을 획득하는 단계; 횡방향 변형률의 속도가 일정하게 되도록 서보 컨트롤을 통해 하중을 감소시키는 단계; 단계적으로 하중

을 감소시킴으로써 취성도 포텐셜 파괴 곡선과 선형 곡선을 획득하는 단계; 및 상기 파괴 곡선과 상기 취성도 포텐셜 파괴곡선이 이루는 영역의 넓이를 계산하는 단계가 제시될 수 있다.

[0012] 일 측면에 따르면, 상기 횡방향 변형률의 속도가 일정하게 되도록 서보 컨트롤을 통해 하중을 감소시키는 단계는, 상기 파괴 곡선을 획득하는 방법에서 획득한 암석 시료의 응력-변형률 곡선이 선형에서 벗어나는 경우에 횡방향 변형률의 속도가 일정하도록 서보 컨트롤을 통해 하중을 감소시키는 것이 가능하다.

[0013] 다른 측면에 따르면, 상기 취성도 포텐셜 시험기는 횡방향 변형률을 신호로 받아 연직 방향의 하중을 조절할 수 있는 컨트롤러가 탑재된 것이 가능하다.

[0014] 또 다른 측면에 따르면, 상기 파괴 곡선과 상기 취성도 포텐셜 파괴 곡선이 이루는 영역은 면적 적분법을 통해 계산할 수 있다.

[0015] 또 다른 측면에 따르면, 상기 파괴 곡선과 상기 취성도 포텐셜 시험으로부터 획득한 파괴 곡선이 이루는 영역의 넓이를 계산하는 단계에서 상기 영역의 넓이는 암석 시료가 갖는 취성도를 나타내는 것이 가능하다.

발명의 효과

[0016] 본 발명의 실시예들에 따르면 암반의 취성도를 평가 가능하여 암반의 파열 가능성을 정량적으로 평가할 수 있다.

[0017] 또한, 암반 파열 현상에 대한 연구 및 정보가 부족하여 발생하는 터널의 안정성 문제뿐만 아니라 시공 중 재해가 발생하는 것을 예방할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 암반의 기본적인 응력-변형률 곡선이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 암반의 취성도 포텐셜 시험기 및 방법에 대한 개략도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 암반의 취성 파괴를 평가하는 방법에 대한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0020] 본 실시예들은 취성도 포텐셜 실험을 통해 암반의 취성도를 평가하여 암반의 파열 가능성을 정량적으로 평가할 수 있는 방법에 관한 것이다.

[0021] 일축압축 시험기는 일반적으로 암석의 일축압축 강도를 측정할 수 있는 시험기이다. 암반의 파괴는 연성 파괴로 인한 점진적인 파괴 모드와 취성 파괴로 인한 갑자기 발생하는 파괴 모드로 구분할 수 있으며, 일반적인 일축압축 시험기로는 연성 파괴 모드만을 획득할 수 있다. 이는 시험기기의 강성이 시험 재료보다 훨씬 커서 발생하는 점진적인 파괴이다.

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 암반의 기본적인 응력-변형률 곡선이다.

[0023] 도 1은 응력-변형률에 의한 파괴 곡선(100)의 파괴 양상을 나타낸다. 취성이 강한 암석에 대한 일축압축 시험을 수행하면 상기 파괴 곡선(100)을 획득할 수 있다.

[0024] 그러나, 이는 이미 암석이 극한 강도 이후 파괴된 상태로 이 곡선으로부터 취성 파괴 가능성이 어느 정도인지 정량화할 수 없다. 암석 시료가 선형의 응력-변형 곡선을 벗어나 파괴 이후 소성 거동을 함에 있어서, 암석 시료의 횡방향 변형률이 일정속도를 가지고 파괴 되도록 연직 방향의 하중을 감소시켜주며 연속적으로 시험을 수행하면 취성도 포텐셜 파괴 곡선(110)을 획득할 수 있다.

[0025] 상기 취성도 포텐셜 시험으로부터 획득한 파괴 곡선(110)과 상기 파괴 곡선(100)이 이루는 영역(120)의 넓이는 암반이 갖는 취성의 포텐셜 에너지이다. 즉, 상기 영역(120)의 넓이로부터 암반의 취성도를 평가하면 암반의 파열 가능성을 정량적으로 평가할 수 있는 것이다.

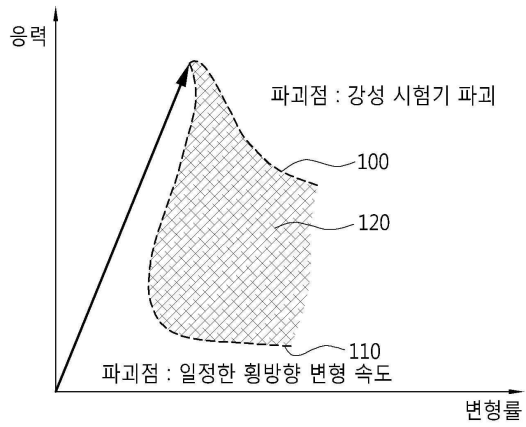
- [0026] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 암반의 취성도 포텐셜 시험기 및 방법에 대한 개략도이다.
- [0027] 도 2를 도시된 바와 같이, 취성도 포텐셜 시험기는 상부에 하중 센서(200)가 위치되고 하부에 베이스 플레이트(210)가 마련된다. 그 내부에 암석 시료를 위치시키며, 상기 암석 시료의 중앙부에 횡방향 변형률계(220)를 설치하여 연직 방향의 하중을 가함으로써 일축방향의 응력-변형률 곡선을 얻을 수 있다. 또한, 상기 하중 센서(200)와 상기 베이스 플레이트(210) 사이에 축방향 변형률계(230)를 설치하여 축방향 응력을 확인할 수 있다.
- [0028] 암석 시료의 응력-변형률 곡선이 선형에서 벗어나는 경우 즉, 응력-변형률 곡선의 최대값(Peak)에서부터 횡방향 변형률의 속도가 일정하게 되도록 서보 컨트롤을 통해 하중을 감소시킴으로써 상기 취성도 포텐셜 시험기로부터 획득한 파괴 곡선(110)과 선형 곡선(130)을 얻을 수 있다.
- [0029] 이에 따라, 상기 파괴 곡선(100)과 상기 취성도 포텐셜 시험기로부터 획득한 파괴 곡선(110)이 이루는 상기 영역(120)의 넓이에 의해 암석 시료가 갖는 취성도를 알 수 있다.
- [0030] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 암반의 취성 파괴를 평가하는 방법에 대한 흐름도이다.
- [0031] 도 3에서는, 도 1에서 상기 파괴 곡선(100)을 획득하는 방법을 이용하여 암반의 취성도를 평가할 수 있는 시험기 및 시험 방법을 제시한다.
- [0032] 먼저, 단계(S300)에서 암석 시료에 대한 일반적인 일축압축 시험을 수행하여 상기 파괴 곡선(100)을 획득한다.
- [0033] 단계(S310)에서 횡방향 변형률을 신호로 받아서, 연직 방향의 하중을 조절할 수 있는 컨트롤러가 탑재된 취성도 포텐셜 시험기에 상기 단계(S300)에서 시험한 암석 시료와 가장 가까운 암석 시료를 획득하여 위치시킨다.
- [0034] 그리고, 단계(S320)에서 횡방향 변형률계를 암석 시료의 중앙부에 설치한다.
- [0035] 단계(S330)에서 연직 방향 하중을 가하여 일축 방향의 응력-변형률 곡선을 획득한다. 이때, 하중은 변위 컨트롤 또는 하중컨트롤의 방법을 적용할 수 있다.
- [0036] 단계(S340)에서는, 상기 단계(S300)에서 획득한 암석 시료의 응력-변형률 곡선이 선형에서 벗어나는 경우 또는 횡방향 변형률이 발생하는 시점 즉, 응력-변형률 곡선의 최대값(Peak)에서부터 횡방향 변형률의 속도가 일정하게 되도록 서보 컨트롤을 통해 하중을 감소시킨다.
- [0037] 그리고, 단계(S350)에서는 단계적으로 하중을 감소시킴으로써 취성도 포텐셜 시험기로부터 획득한 파괴 곡선을 획득한다.
- [0038] 마지막으로, 단계(S360)에서 면적 적분법을 통해 상기 파괴 곡선과 상기 취성도 포텐셜 시험기로부터 획득한 파괴 곡선이 이루는 영역의 넓이를 계산한다. 이때, 상기 파괴 곡선과 상기 취성도 포텐셜 시험기로부터 획득한 파괴 곡선이 이루는 영역의 넓이를 계산하는 단계에서 상기 영역의 넓이는 암석 시료가 갖는 취성도를 나타내며, 암반의 파열 가능성을 의미한다.

부호의 설명

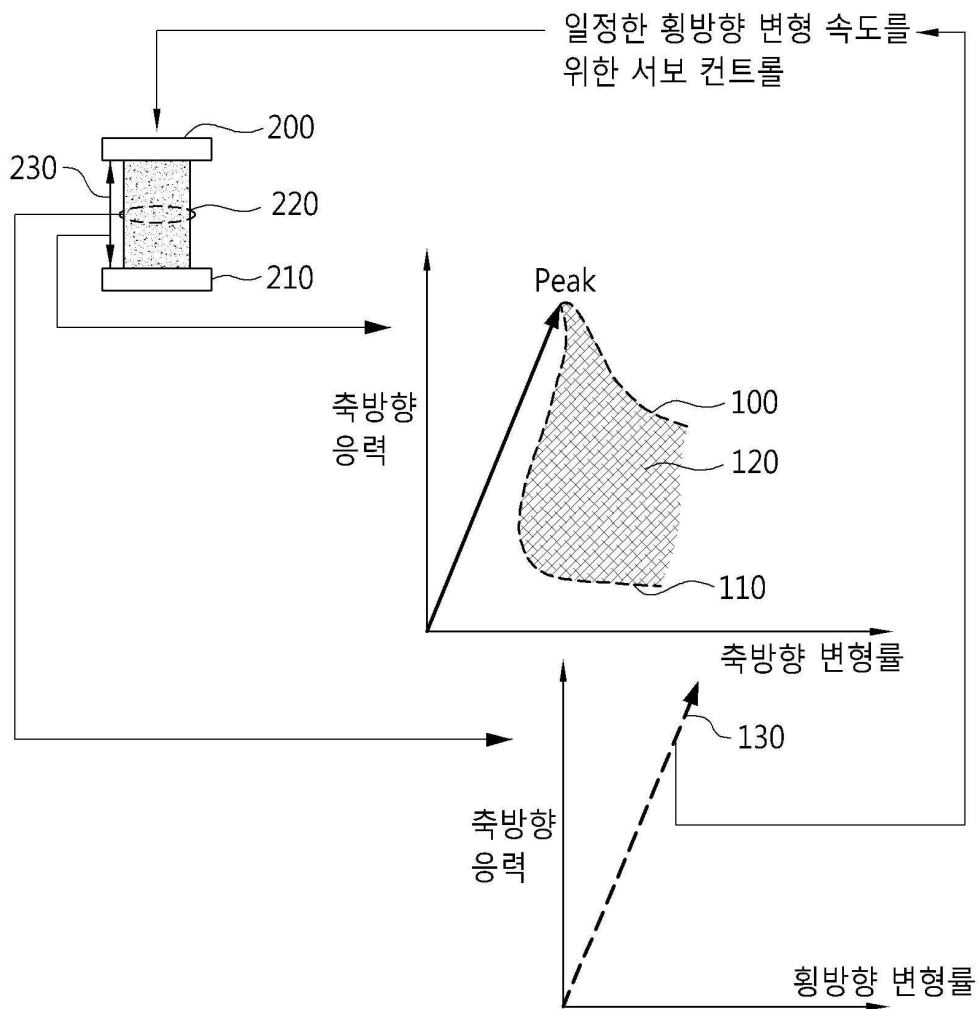
- [0039] 100: 파괴 곡선 110: 취성도 포텐셜 시험에서 획득한 파괴 곡선
120: 영역 130: 선형 곡선
200: 하중 센서 210: 베이스 플레이트
220: 횡방향 변형률계 230: 축방향 변형률계

도면

도면1



도면2



도면3

