



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2017년11월02일  
 (11) 등록번호 10-1793044  
 (24) 등록일자 2017년10월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G01N 1/28 (2006.01) G01N 3/04 (2006.01)  
 G01N 3/12 (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
 G01N 1/286 (2013.01)  
 G01N 3/04 (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2016-0047456  
 (22) 출원일자 2016년04월19일  
 심사청구일자 2016년04월19일  
 (65) 공개번호 10-2017-0119446  
 (43) 공개일자 2017년10월27일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020150059502 A\*  
 KR1020110109177 A\*  
 JP02568455 Y2  
 KR100750240 B1  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 한국지질자원연구원  
 대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동, 한국지  
 질자원연구원)  
 (72) 발명자  
 정용복  
 대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동)  
 김현우  
 대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 특허법인임앤정

전체 청구항 수 : 총 5 항

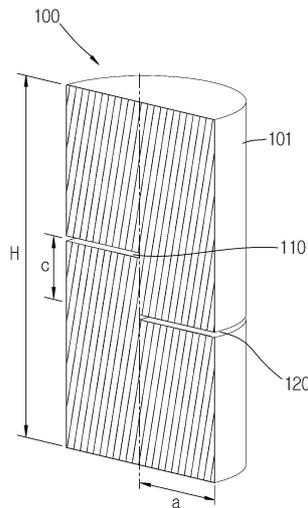
심사관 : 전형태

(54) 발명의 명칭 **암반의 강도 시험방법, 그에 사용되는 시편, 시편의 제작방법 및 장치**

**(57) 요약**

본 발명과 관련된 암반의 강도 시험방법은, 직경(D)과 높이(H)를 갖는 환봉 형태의 암반코어를 마련하는 단계; 상기 암반코어의 축 방향의 제1위치의 측면에서 수평방향으로 제1노치를 형성하는 단계; 상기 제1노치에 대한 높이 차이(c)를 갖는 제2위치의 측면에서 수평방향으로 제2노치를 형성하는 단계; 및 상기 암반코어의 상면과 하면에 축 방향의 하중을 적용하여 상기 암반코어의 강도를 측정하는 단계를 포함할 수 있다.

**대표도** - 도2



(52) CPC특허분류  
G01N 3/12 (2013.01)  
G01N 2203/0075 (2013.01)

**박의섭**

대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동)

(72) 발명자

**이윤수**

대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	GP2015-010
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	국가과학기술연구회
연구사업명	한국지질자원연구원 주요사업
연구과제명	심부 지오시스템 특성 평가기술 개발
기여율	1/1
주관기관	한국지질자원연구원
연구기간	2015.01.01 ~ 2017.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

직경(D)과 높이(H)를 갖는 환봉 형태의 암반코어를 마련하는 단계;

상기 암반코어의 축 방향의 제1위치의 측면에서 수평방향으로 제1노치를 형성하는 단계;

상기 제1노치에 대한 높이 차이(c)를 갖는 제2위치의 측면에서 수평방향으로 제2노치를 형성하는 단계; 및

상기 암반코어의 상면과 하면에 축 방향의 하중을 적용하여 상기 암반코어의 강도를 측정하는 단계를 포함하며,

상기 암반코어의 상면과 하면에 축 방향의 하중을 적용하여 상기 암반코어의 강도를 측정하는 단계는,

상기 암반코어의 상면과 하면의 가압 부위가 상기 암반코어의 평면도로 보았을 때 상기 제1노치 및 상기 제2노치의 내측 단부에 일치하는 선 형태가 되도록 하중을 적용시키거나, 또는 상기 암반코어의 상면과 하면의 가압 부위가 상기 암반코어의 상면과 하면의 전체면이 되도록 하중을 적용시키는 과정을 포함하는, 암반의 강도 시험 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1노치와 상기 제2노치는 상기 암반코어의 평면도에서 보았을 때 상호 반대쪽에 위치되도록 형성된, 암반의 강도 시험방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1노치 및 상기 제2노치의 내측 단부는 직선 형태로 각각 형성된, 암반의 강도 시험방법.

#### 청구항 4

제2항에 있어서,

상기 제1노치 및 상기 제2노치의 최심부 깊이(a)는 상기 암반코어의 반경(D/2)인, 암반의 강도 시험방법.

#### 청구항 5

삭제

#### 청구항 6

삭제

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 암반코어의 높이(H)에 대한 상기 제1노치와 상기 제2노치의 높이 차(c)는 0.05 ~ 0.7인 암반의 강도 시험 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 암반의 강도 시험방법, 그에 사용되는 시편, 시편의 제작방법 및 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 암석의 장기안정성은 압축공기나 이산화탄소 등 에너지 저장 또는 방사성폐기물 처분 등을 위한 공동의 설계, 시공이나 유지관리를 위해 파악되어야 할 중요한 특성의 하나이다.

[0004] 대부분의 암석 파괴역학에 관한 연구는 인장(Mode I)을 중심으로 제시되어 왔다. 그런데, 암반내 암석이나 불연속면에 존재하는 선균열의 경우 인장력을 받는 경우는 적으며, 대부분 압축, 전단 또는 혼합 모드의 하중 조건에 놓이는 경우가 많다. 인접한 불연속면 사이에서는 주로 Mode II 균열을 형성하며 전단이 암반공학에서는 가장 일반적인 파괴모드이다.

[0005] 일부 연구자들에 의해 Mode II 거동에 대한 연구가 수행되어 왔으나 대부분 육면체 형태의 시료를 사용한다. Copact Double Shear(CDS) 시험편이나, Short Beam Compression(SBC) 시험편 등이 그러한 예이다. 그러나, 육면체 형태의 시료는 성형에 어려움이 있으며 삼축상태의 구속압을 가할 수 없다는 단점이 있다.

[0006] 시료의 성형이 비교적 용이한 암석코어를 이용한 시험법이 제시되기도 하였다. 2002년 Backers 등은 "Rock fracture toughness testing in Mode II punch-through shear test(PTSC)"를 통하여, Mode II 파괴인성의 경우 구속압의 영향을 받기 때문에 구속압 조건에서 파괴인성을 구해야 함을 제시하고 있다. 그러나, 이러한 PTSC 방법에서 제시한 시험편은 시료의 확보 및 구속압 조건을 설정하는 것에는 유리하지만 노치의 성형시 매우 정밀하고 복잡한 작업을 요한다는 단점이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 본 발명의 목적은, 성형시간을 줄일 수 있으며 작업이 용이하면서도, 삼축압축과 같은 구속압을 가하기 용이한 암반의 강도 시험방법, 그에 사용되는 시편을 제시하는데 있다.

[0009] 본 발명의 다른 일 목적은, 이러한 시편을 제작하기 적합한 방법 및 제작 장치를 제시하는데 있다.

**과제의 해결 수단**

[0011] 상기한 과제를 해결하기 위해, 본 발명과 관련된 암반의 강도 시험방법은, 직경(D)과 높이(H)를 갖는 환봉 형태의 암반코어를 마련하는 단계; 상기 암반코어의 축 방향의 제1위치의 측면에서 수평방향으로 제1노치를 형성하는 단계; 상기 제1노치에 대한 높이 차이(c)를 갖는 제2위치의 측면에서 수평방향으로 제2노치를 형성하는

단계; 및 상기 암반코어의 상면과 하면에 축 방향의 하중을 적용하여 상기 암반코어의 강도를 측정하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0012] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 제1노치와 상기 제2노치는 상기 암반코어의 평면도에서 보았을 때 상호 반대쪽에 위치되도록 형성될 수 있다.
- [0013] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 제1노치 및 상기 제2노치의 내측 단부는 직선 형태로 각각 형성될 수 있다.
- [0014] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 제1노치 및 상기 제2노치의 최심부 깊이(a)는 상기 암반코어의 반경(D/2)일 수 있다.
- [0015] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 암반코어의 상면과 하면에 축 방향의 하중을 적용하여 상기 암반코어의 강도를 측정하는 단계는, 상기 암반코어의 상면과 하면의 가압 부위가 상기 암반코어의 평면도로 보았을 때 상기 제1노치 및 상기 제2노치의 내측 단부에 일치하는 선 형태가 되도록 하중을 적용시키는 과정을 포함할 수 있다.
- [0016] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 암반코어의 상면과 하면에 축 방향의 하중을 적용하여 상기 암반코어의 강도를 측정하는 단계는, 상기 암반코어의 상면과 하면의 가압 부위가 상기 암반코어의 상면과 하면의 전체면이 되도록 하중을 적용시키는 과정을 포함할 수 있다.
- [0017] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 암반코어의 높이(H)에 대한 상기 제1노치와 상기 제2노치의 높이 차(c)는 0.05 ~ 0.7일 수 있다.
- [0018] 본 발명과 관련된 암반의 강도 시험용 시편은, 직경(D)과 높이(H)를 갖는 환봉 형태의 암반코어; 상기 암반코어의 축 방향의 제1위치의 측면에서 수평방향으로 형성된 제1노치; 및 상기 제1노치에 대한 높이 차이(c)를 갖는 제2위치의 측면에서 수평방향으로 형성되며, 평면도로 보았을 때 상기 제1노치에 대하여 반대쪽에 위치되는 제2노치를 포함할 수 있다.
- [0019] 본 발명과 관련된 암반의 강도 시험용 시편의 제작방법은, 직경(D)과 높이(H)를 갖는 환봉 형태의 암반코어를 마련하는 단계; 상기 암반코어의 축 방향의 제1위치의 측면에서 수평방향으로 제1노치를 형성하되, 상기 제1노치의 절단 끝선은 직선 형태로 형성시키는 단계; 상기 암반코어의 중심축선을 기준으로 180도 회전시키는 단계; 및 180도 회전시킨 상기 암반코어에서 상기 제1노치에 대한 높이 차이(c)를 갖는 제2위치의 측면에서 수평방향으로 제2노치를 형성하되, 상기 제2노치의 절단 끝선은 직선 형태로 형성시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0020] 본 발명과 관련된 암반의 강도 시험용 시편의 제작장치는, 환봉 형태의 암반코어를 축 방향으로 삽입할 수 있게 삽입홀이 형성된 홀더 본체를 포함하고, 상기 홀더본체는, 테이블에 지지될 수 있게 형성된 제1지지면; 상기 제1지지면에 대하여 반대쪽에 형성되어 상기 테이블에 지지될 수 있게 형성된 제2지지면; 상기 제1지지면에 구비되며, 이송되는 회전 절삭기에 의해 제1노치를 형성할 수 있도록 상기 암반코어의 제1부위를 노출시킬 수 있게 형성된 제1개구부; 및 상기 제2지지면에 구비되며, 상기 회전 절삭기에 의해 제2노치를 형성할 수 있도록 상기 암반코어의 제2부위를 노출시킬 수 있게 형성된 제2개구부를 포함할 수 있다.
- [0021] 본 발명과 관련된 암반의 강도 시험용 시편의 제작장치는, 상기 홀더본체의 일측에 체결되어 체결량에 따라 상기 암반코어의 위치를 조절할 수 있게 구성된 조절나사부를 더 포함할 수 있다.
- [0022] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 홀더본체는, 상기 암반코어의 원주면과 접촉하기 위한 경사고정면을 갖는 제1블럭; 상기 제1블럭에 대해 이격되게 배치되는 제2블럭; 상기 제1블럭과 상기 제2블럭 사이에 삽입된 상기 암반코어의 직경에 따라 상기 제1블럭과 상기 제2블럭 사이의 거리를 조절하여 상기 암반코어를 고정할 수 있게 형성된 직경조절부를 포함할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0024] 본 발명과 관련된 암반의 강도 시험방법 및 그에 사용되는 시편에 의하면, 암석코어를 사용하는 것이므로 면을 다듬을 필요가 없으며, 노치를 만드는 작업도 용이한 효과가 있다. 또한, 코어 형태이므로 구속압을 가하는 경우 기존의 장치들을 사용할 수 있으며, 특별한 부속장치 없이 일반적인 암석시험기를 사용할 수 있는 장점이 있다.
- [0025] 본 발명과 관련된 암반의 강도 시험용 시편의 제작장치에 의하면, 암석코어에 노치를 성형한 후 180도 회전시켜 반대쪽 노치를 평행하게 성형시킬 수 있도록 암석코어를 고정하기 위한 홀더본체를 사용하는 것으로서, 시편의 제작이 간단하면서도 정확한 형상을 얻을 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0027] 도 1은 본 발명과 관련된 암반의 강도 시험용 시편(100)의 외관을 보인 사시도
- 도 2는 도 1의 시편(100)의 종단면 사시도
- 도 3은 본 발명과 관련된 암반의 강도 시험용 시편에 대하여 선하중을 적용하였을 때의 수치해석 결과를 보인 도표
- 도 4는 본 발명과 관련된 암반의 강도 시험용 시편에 대하여 선하중을 적용하였을 때의 Mode II 응력확대계수를 도출한 결과를 c/H에 따라 보인 도표들
- 도 5는 본 발명과 관련된 암반의 강도 시험용 시편에 대하여 분포하중을 적용하였을 때의 수치해석 결과를 보인 도표
- 도 6은 본 발명과 관련된 암반의 강도 시험용 시편에 대하여 분포하중을 적용하였을 때의 Mode II 응력확대계수를 도출한 결과를 c/H에 따라 보인 도표들
- 도 7은 본 발명과 관련된 일 예에 따른 암반의 강도 시험용 시편의 제작장치(200)를 보인 사시도
- 도 8은 도 7의 암반의 강도 시험용 시편의 제작장치(200)의 측면도
- 도 9 및 도 10은 본 발명과 관련된 다른 예에 따른 암반의 강도 시험용 시편의 제작장치(300)의 단면도들

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0028] 이하, 본 발명과 관련된 암반의 강도 시험방법, 그에 사용되는 시편, 시편의 제작방법 및 장치를 첨부된 도면을 참조로 하여 상세히 설명한다.
- [0029] 도 1 및 도 2와 같이, 본 발명과 관련된 시편은 직경(D)과 높이(H)를 갖는 환봉 형태의 암반코어(110)에 의해 제작된다. 암반코어(110)는 시추 등을 통해 확보될 수 있는 것으로, 육면체 형상을 갖는 다른 시험법(SBC, CD S)과 비교하여 면을 다듬을 필요가 없으며, 노치를 만드는 작업도 매우 용이하다. 또한, 코어 형태이므로 구속 압을 가하는 경우 기존의 장치들을 사용할 수 있으며, 특별한 부속장치 없이 일반적인 암석시험기를 사용할 수 있는 장점도 있다.
- [0030] 암반코어(101)에는 축방향의 제1위치의 측면에서 수평방향으로 제1노치(110)가 형성되어 있으며, 제1노치(110)에 대한 높이 차이(c)를 갖는 제2위치의 측면에서 수평으로 제2노치(120)가 형성되어 있다. 제2노치(120)는 평면도로 보았을 때 제1노치(110)에 대하여 반대쪽에 위치된다.
- [0031] 제1노치(110) 및 제2노치(120)의 내측 단부는 각각 직선 형태이며, 최심부의 깊이(a)는 암반코어(101)의 반경(D/2)일 수 있다.
- [0032] 이러한 제1노치(110) 및 제2노치(120)를 갖는 암반코어(101)의 상면과 하면에 축 방향의 하중을 적용하여 암반코어(101)의 강도를 측정한다. 이때, 하중의 적용 범위는 암반코어(101)의 상면과 하면의 가압 부위가 암반코어(101)의 평면도로 보았을 때, 제1노치(110) 및 제2노치(120)의 내측 단부에 일치하는 선 형태가 되도록 하중을 적용하거나(선하중을 가하는 것을 말한다), 암반코어(101)의 상면과 하면의 전체면이 되도록 하중을 적용(분포하중을 가하는 것을 말한다)할 수 있다.
- [0033] 형상 특성상 본 발명과 관련된 암반의 강도 시험용 시편(100)의 파괴인성 계산식을 도출하기 위해서 3차원 수치해석법이 활용될 수 있다. 수치해석시 높이(H)에 대한 제1노치(110)와 제2노치(120)의 높이차(c) 즉, 무차원 균열길이인, c/H의 적절한 범위가 제시될 수 있다. 그러한 범위는 0.05 ~ 0.7일 수 있다.
- [0035] [실시에 1]
- [0036] c/H를 0.10 ~ 0.40 까지 0.05씩 증가시키면서 해석을 수행하였다. 해석에 사용한 시험편 규격은 일반적인 NX 코어를 사용할 것을 가정하여 D=54.0 mm, H = 2D = 108 mm, a = D/2 = 27 mm 로 하였다.
- [0037] 시험편의 대칭구조를 이용해 시험편의 절반만 모델로 구성하였다. 전단응력을 구해야 하는 균열부는 요소의 크기를 0.5 mm로 하였으며 외부는 0.5 mm에서부터 2.0 mm까지 선형적으로 증가하도록 하였다. 선하중은 모델의 상부 중앙에서 30 kN이 가해지는 것으로 하여 해석을 수행하였다. 모델의 바닥부는 z 방향 변위를, 대칭면은 y 방향 변위를 구속하였다.

[0038] 균열침단부에서부터 더 (-)z 축방향으로 구해진 절점전단응력을 사용하여 Mode II 응력확대계수를 구하였다. c/H가 증가함에 따라 균열침단부분의 전단응력과 예상 전단면의 중앙부에서 전단응력이 점점 감소하였다. 가압부에는 균열부와 유사한 크기의 전단응력이 형성됨을 알 수 있었다. c/H가 증가할수록 균열부와 예상전단면의 전단응력이 점차로 감소하며 c/H가 0.3보다 큰 경우 전단응력 차이가 거의 없이 일정한 값을 가졌다. c/H에 따른 전단응력을 얻은 후 아래의 수학적 식 1을 사용하여 절점응력확대계수를 구하여 외삽(r→0)하여 Mode II 응력확대계수를 구하면 도 3 및 도 4와 같다.

**수학적 식 1**

[0039] 
$$K_I = \sigma_{\theta} \sqrt{2\pi r} \quad , \quad K_{II} = \sigma_{r\theta} \sqrt{2\pi r}$$

[0040] 응력확대계수가 c/H의 함수이므로 수치해석을 통해 구한 응력확대계수를 c/H에 대해 도식한 후 선형 및 2차 다항식을 회귀시킨다. 이상의 결과로부터 본 발명과 관련된 시험편에 선하중을 가하는 경우, 파괴인성은 선형 및 2차 다항식 형태로 수학적 식 2 및 수학적 식 3과 같이 표시할 수 있다.

**수학적 식 2**

[0041] 
$$\begin{aligned} K_{II} &= f(c/H)\tau\sqrt{\pi a} \\ &= \left(2.2169\frac{c}{H} - 0.0052\right)\tau\sqrt{\pi a} \\ &= \left(2.2169\frac{c}{H} - 0.0052\right)\frac{P}{Dc}\sqrt{\pi a} \end{aligned}$$

**수학적 식 3**

[0042] 
$$\begin{aligned} K_{II} &= f(c/H)\tau\sqrt{\pi a} \\ &= \left(0.0667 + 1.5319\frac{c}{H} + 1.3699\left(\frac{c}{H}\right)^2\right)\tau\sqrt{\pi a} \\ &= \left(0.0667 + 1.5319\frac{c}{H} + 1.3699\left(\frac{c}{H}\right)^2\right)\frac{P}{Dc}\sqrt{\pi a} \end{aligned}$$

[0044] [실시예 2]

[0045] 앞의 실시예와 동일한 조건에서 하중만 선하중에서 분포하중, 즉, 시험편 상부 전체에 가압하는 경우에 대하여 앞의 실시예와 같은 방식으로 수치해석을 수행하여 본 발명과 관련된 시험편에 대한 응력확대계수를 구하였다. 이때 가압응력은 10 MPa로 하였으며 바닥부 전체 절점의 경우 z 방향 변위를 구속하였다.

[0046] 해석결과 c/H 변화에 따른 응력확대계수는 도 5 및 도 6과 같이 도출되었다. 선하중 재하시 가압면에 형성되는 응력집중이 사라졌으며 균열면 부근의 전단응력은 선하중과 큰 차이가 나지 않는 것으로 나타났다. 최종적인 응력확대계수 계산식은 수학적 식 4 및 수학적 식 5와 같이 표현된다.

수학식 4

$$\begin{aligned}
 K_{II} &= f(c/H)\tau\sqrt{\pi a} \\
 &= \left(2.2667\frac{c}{H}-0.0093\right)\tau\sqrt{\pi a} \\
 &= \left(2.2667\frac{c}{H}-0.0093\right)\frac{P}{Dc}\sqrt{\pi a}
 \end{aligned}$$

[0047]

수학식 5

$$\begin{aligned}
 K_{II} &= f(c/H)\tau\sqrt{\pi a} \\
 &= \left(0.0881+1.3393\frac{c}{H}+1.8548\left(\frac{c}{H}\right)^2\right)\tau\sqrt{\pi a} \\
 &= \left(0.0881+1.3393\frac{c}{H}+1.8548\left(\frac{c}{H}\right)^2\right)\frac{P}{Dc}\sqrt{\pi a}
 \end{aligned}$$

[0048]

[0050] 본 발명과 관련된 시편의 경우, 일축압축시험 장치를 그대로 사용할 수 있으며, 시편 규격은 기존의 일축압축시험법을 준용할 수도 있다. 이 경우, 두 개의 노치가 상호 평행하게 형성될 필요가 있다. 이를 위해, 시편의 제작시 노치 성형을 정확하고 용이하게 할 수 있는 시편 제작장치가 고안되었다.

[0051] 도 7은 본 발명과 관련된 일 예에 따른 암반의 강도 시험용 시편의 제작장치(200)를 보인 사시도이고, 도 8은 도 7의 암반의 강도 시험용 시편의 제작장치(200)의 측면도이다.

[0052] 이들 도면에서 보인 바와 같이, 본 발명과 관련된 암반의 강도 시험용 시편의 제작장치(200)는 환봉 형태의 암반코어를 축 방향으로 삽입할 수 있게 삽입홀(213)이 형성된 홀더본체(210)를 포함하고 있다.

[0053] 홀더본체(210)는, 테이블에 지지될 수 있게 형성된 제1지지면(211)과, 제1지지면(211)에 대하여 반대쪽에 위치되어 테이블에 지지될 수 있게 형성된 제2지지면(212)과, 제1지지면(211)에 구비되며 이송되는 회전 절삭기에 의해 제1노치(110)를 형성할 수 있도록 코어 시편(S)의 제1부위를 노출시킬 수 있게 형성된 제1개구부(215) 및, 제2지지면(212)에 구비되며 회전 절삭기에 의해 제2노치(120)를 형성할 수 있도록 코어 시편(S)의 제2부위를 노출시킬 수 있게 형성된 제2개구부(216)를 갖는 형태로 되어 있다. 또한, 체결량에 따라 코어 시편(S)의 위치를 조절할 수 있게 구성된 조절나사부(220)가 홀더본체(210)의 일측에 체결될 수도 있다.

[0054] 이와 같은 장치에 의해, 기존의 암석시료 절삭기에 고정하여 어느 한 방향의 노치를 성형한 뒤 180도 회전시켜 반대쪽 노치를 정확하면서도 간단히 성형할 수 있다.

[0055] 도 9 및 도 10은 본 발명과 관련된 다른 예에 따른 암반의 강도 시험용 시편의 제작장치(300)의 단면도들이다.

[0056] 본 예에서는, 다양한 직경을 갖는 시편(S1, S2)에 따라 삽입홀(313)의 크기를 조절할 수 있게 형성된 암반의 강도 시험용 시편의 제작장치(300)를 보인다.

[0057] 홀더본체는, 암반코어(S1, S2)의 원주면과 접촉하기 위한 경사고정면(354)을 갖는 제1블럭(310A)과, 제1블럭(310A)에 대해 이격되게 배치되는 제2블럭(310B) 및, 제1블럭(310A)과 제2블럭(310B) 사이에 삽입된 암반코어(S1, S2)의 직경에 따라 제1블럭(310A)과 제2블럭(310B) 사이의 거리를 조절하여 암반코어(S1, S2)를 고정할 수 있게 형성된 직경조절부를 포함할 수 있다.

[0058] 직경조절부는, 제1블럭(310A)과 제2블럭(310B) 사이를 연결하는 타이로드(354)와, 타이로드(354)의 일 단부와 제1블럭(310A)을 체결하는 제1나사(356) 및, 타이로드(354)의 타 단부와 제2블럭(310B)을 체결하는 제2나사(357)를 구비할 수 있다. 암반코어(S1, S2)에 따라, 타이로드(354)가 제2블럭(310B)을 직선적으로 이동되기 용이하도록 제2블럭(310B)에는 리니어베어링(355)이 구비될 수도 있다.

[0059] 이와 같이 구성됨으로써, 암반코어(S1, S2)의 직경에 맞게 제1나사(356) 또는 제2나사(357)를 이완시킨 후 암반

코어(S1, S2)를 삽입하고, 제1나사(356) 또는 제2나사(357)를 조여 암반코어(S1, S2)를 제1블럭(310A)과 제2블럭(310B)에 고정시킨다. 조합된 제1블럭(310A) 및 제2블럭(310B)의 조립체도 앞의 실시예와 같이, 제1지지면(311) 및 제1지지면(311)의 반대쪽에 배치되는 제2지지면(312)가 형성되어 있다. 또한, 제1블럭(310A) 및 제2블럭(310B)의 조립체에는, 앞의 실시예와 같이, 제1개구부 및 제2개구부가 형성될 수 있다.

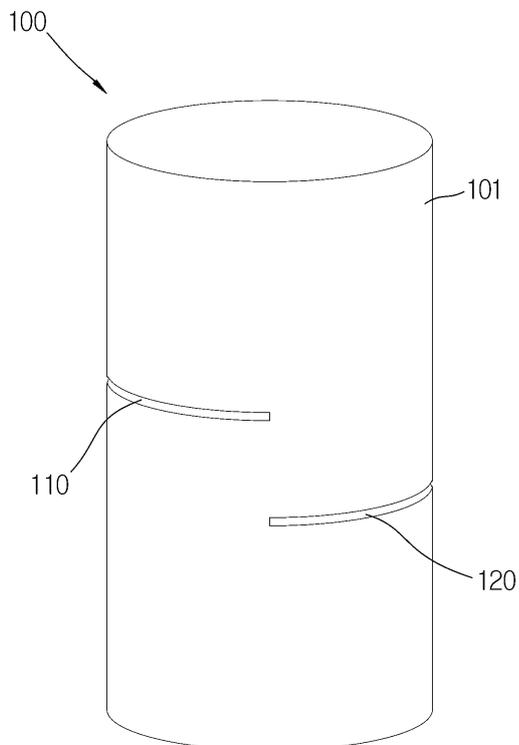
[0060] 상기와 같이 설명된 암반의 강도 시험방법, 그에 사용되는 시편, 시편의 제작방법 및 장치는 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용되지 않는다. 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

**부호의 설명**

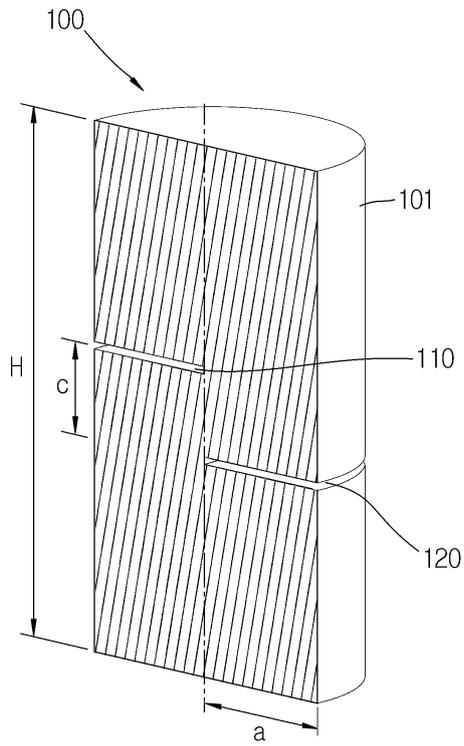
- |        |                          |                    |
|--------|--------------------------|--------------------|
| [0062] | 100: 암반의 강도 시험용 시편       | 101: 암반코어          |
|        | 110: 제1노치                | 120: 제2노치          |
|        | 200: 암반의 강도 시험용 시편의 제작장치 |                    |
|        | 210: 홀더본체                | 211: 제1지지면         |
|        | 212: 제2지지면               | 213: 삽입홀           |
|        | 215: 제1개구부               | 216: 제2개구부         |
|        | 220: 조절나사부               |                    |
|        | H: 높이                    | c: 제1노치와 제2노치의 높이차 |
|        | a: 노치의 최심부 깊이            | S: 코어 시편           |

**도면**

**도면1**



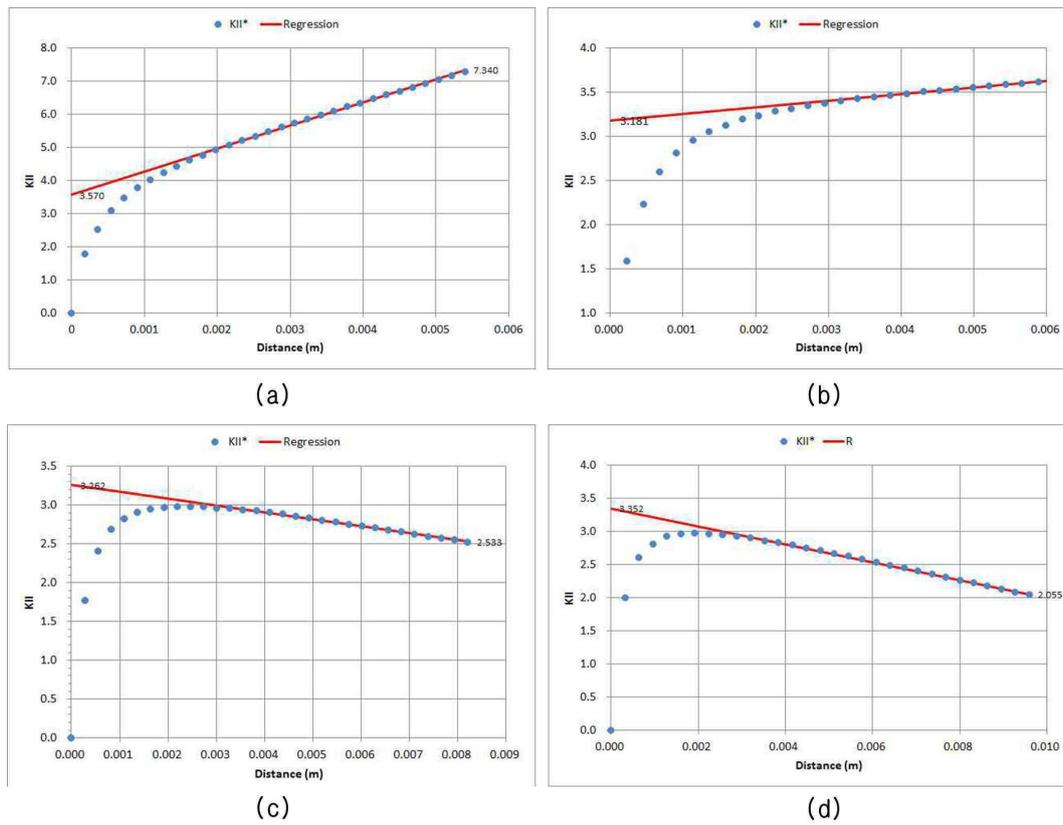
도면2



도면3

$c/H$	$K_{II}$ ( $MPa\sqrt{m}$ )	$W$ (m)	$c$ (m)	$P$ (MN)	$\tau$ (MPa)	$f(c/H)$
0.10	3.570	0.054	0.0108	0.03	51.4403	0.2383
0.15	3.212	0.054	0.0162	0.03	34.2936	0.3216
0.20	3.181	0.054	0.0216	0.03	25.7202	0.4247
0.25	3.213	0.054	0.0270	0.03	20.5761	0.5361
0.30	3.262	0.054	0.0324	0.03	17.1468	0.6531
0.35	3.315	0.054	0.0378	0.03	14.6972	0.7743
0.40	3.352	0.054	0.0432	0.03	12.8601	0.8949

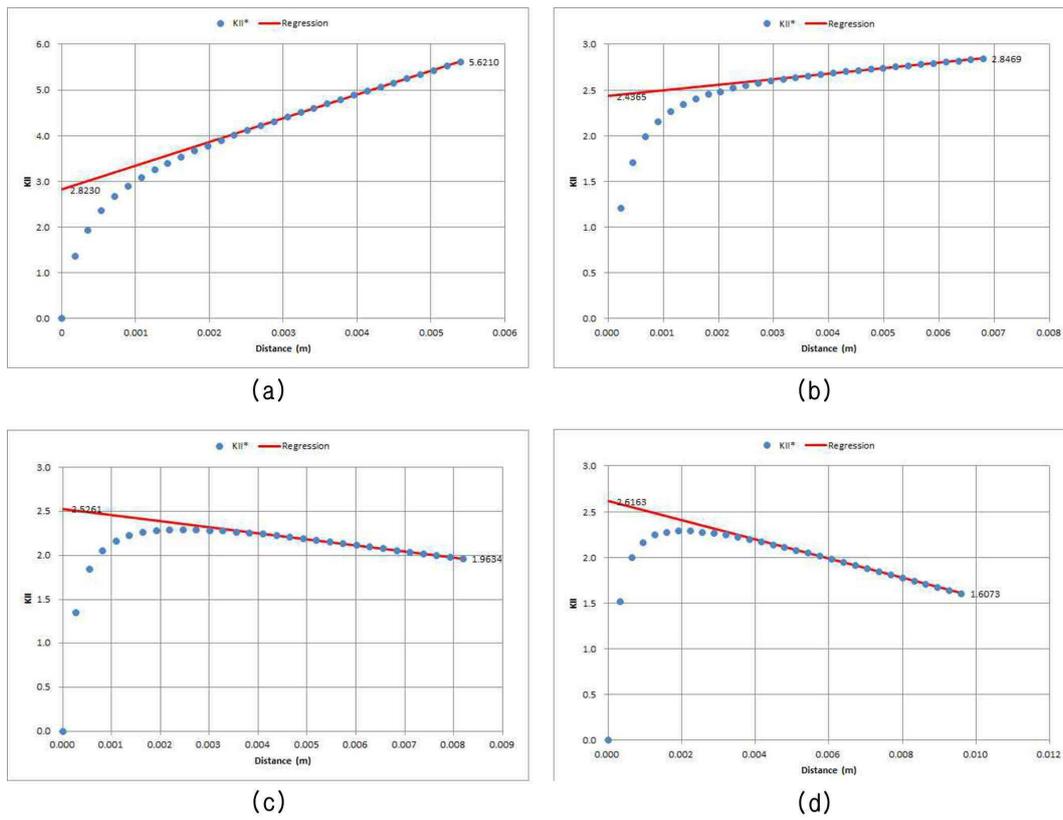
도면4



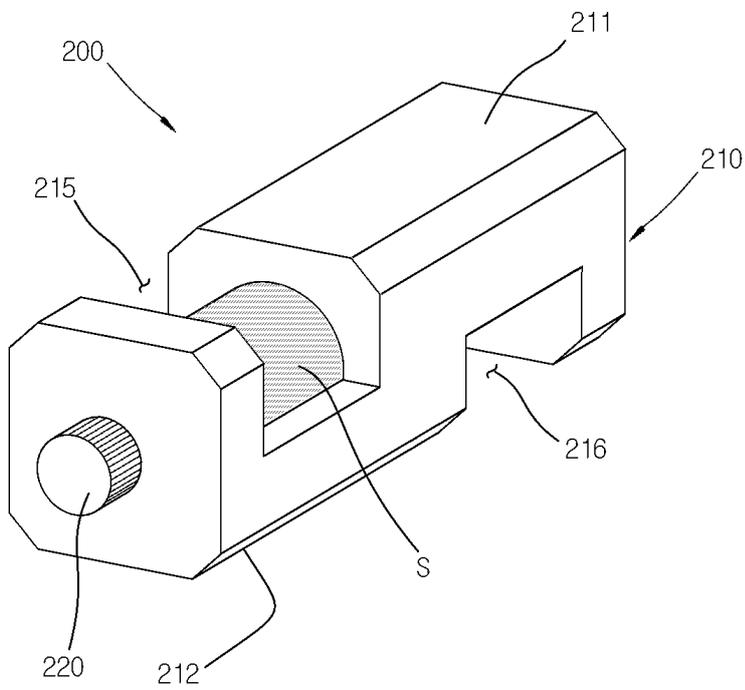
도면5

$c/H$	$K_{II}$ ( $MPa\sqrt{m}$ )	$W$ (m)	$c$ (m)	$P$ (MN)	$\tau$ (MPa)	$f(c/H)$
0.10	2.823	0.054	0.0108	0.0229	39.2699	0.2468
0.15	2.465	0.054	0.0162	0.0229	26.1799	0.3232
0.20	2.437	0.054	0.0216	0.0229	19.6350	0.4261
0.25	2.463	0.054	0.0270	0.0229	15.7080	0.5384
0.30	2.526	0.054	0.0324	0.0229	13.0900	0.6626
0.35	2.579	0.054	0.0378	0.0229	11.2200	0.7894
0.40	2.616	0.054	0.0432	0.0229	9.8175	0.9150

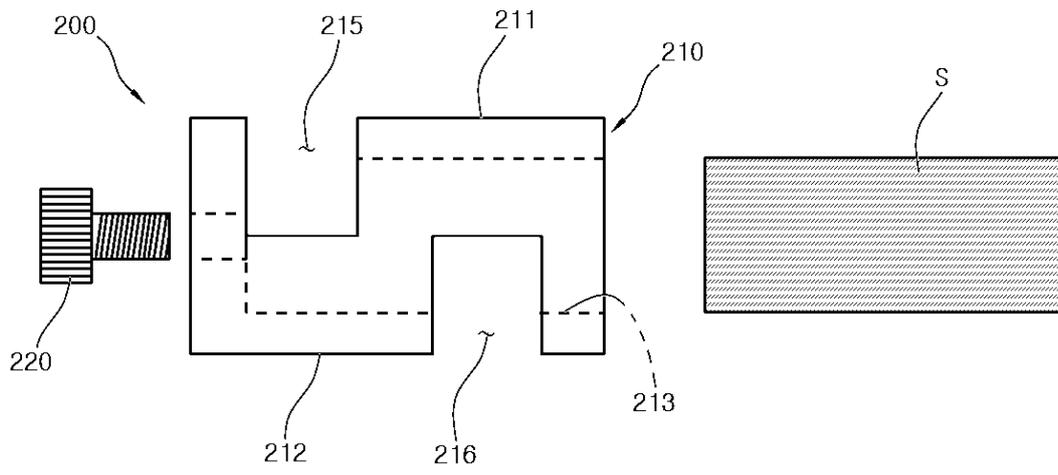
도면6



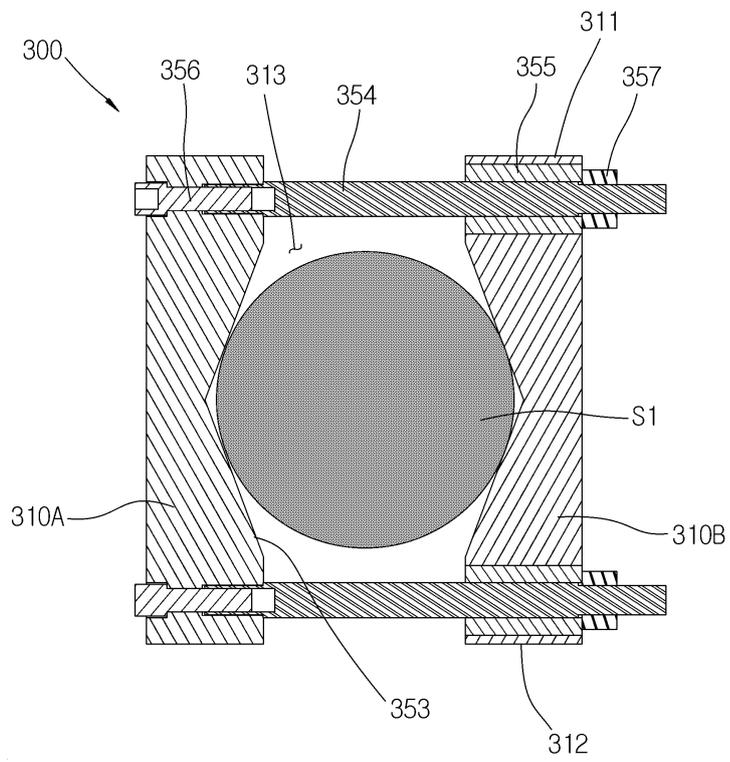
도면7



도면8



도면9



도면10

