



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년01월17일
(11) 등록번호 10-1223473
(24) 등록일자 2013년01월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01M 3/26 (2006.01) *E21B 47/10* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0124336
(22) 출원일자 2010년12월07일
심사청구일자 2010년12월07일
(65) 공개번호 10-2012-0063242
(43) 공개일자 2012년06월15일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020080113652 A*
JP2009243895 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국지질자원연구원
대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동)
(72) 발명자
김형목
대전광역시 유성구 과학로 92
류동우
대전광역시 유성구 과학로 92
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
임승섭

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 최승원

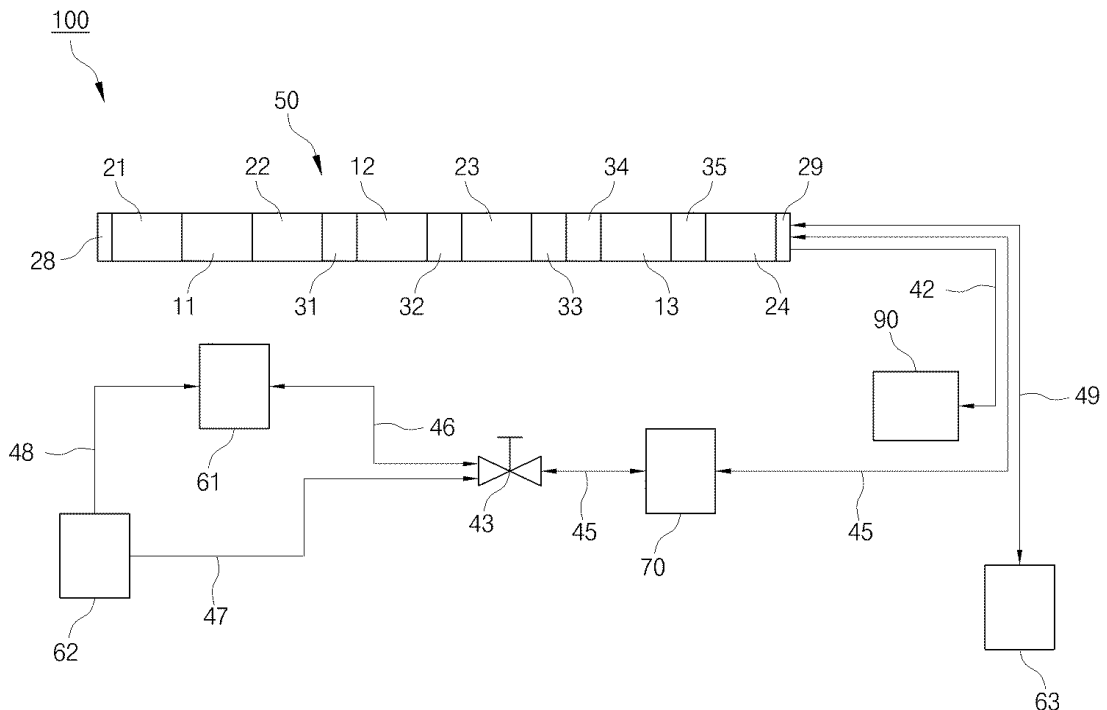
(54) 발명의 명칭 기밀특성 측정 장치 및 시스템

(57) 요약

본 발명은 기밀특성 측정장치 및 시스템에 관한 것이다.

본 발명에 따른 기밀특성 측정장치는 기밀특성 측정의 대상이 되는 영역에 형성된 시추공에 삽입되는 것으로서, 시추공의 길이방향을 따라 각 시험구간에 배치되며, 시험구간에 유체를 주입하기 위한 주입공과, 시험구간에 충전된 유체의 압력을 전달하기 위한 측정공이 형성되어 있는 복수의 테스트관, 복수의 테스트관의 양측에 배치되며, 팽창 및 수축가능하여 팽창시에 시추공벽과 밀착하여 시험구간을 밀폐하는 복수의 팩커, 팩커와 테스트관의 내측을 통해 상기 주입공에 연결되는 유체유동라인 및 팩커와 테스트관의 내측을 통해 측정공에 연결되는 압력측정라인을 포함하여 이루어진다.

대표도



(72) 발명자

신중호

대전광역시 유성구 과학로 92

송원경

대전광역시 유성구 과학로 92

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 GP2009-019

부처명 지식경제부

연구사업명 기본사업

연구과제명 지하 암반내 복공식 에너지저장시스템 개발

주관기관 한국지질자원연구원

연구기간 2009.01.01 ~ 2011.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

기밀특성 측정의 대상이 되는 영역에 형성된 시추공에 삽입되는 것으로서,

상기 시추공의 깊이방향을 따라 각 시험구간에 배치되며, 상기 시험구간에 유체를 주입하기 위한 주입공과, 상기 시험구간에 충전된 유체의 압력을 전달하기 위한 측정공이 형성되어 있는 복수의 테스트관;

상기 복수의 테스트관의 양측에 배치되며, 팽창 및 수축가능하여 팽창시에 상기 시추공의 내벽과 밀착하여 상기 시험구간을 밀폐하는 복수의 팩커;

상기 팩커와 테스트관의 내측을 통해 상기 주입공에 연결되는 유체유동라인; 및

상기 팩커와 테스트관의 내측을 통해 상기 측정공에 연결되는 압력측정라인;을 포함하며,

상기 팩커는, 상기 테스트관에 결합되며 유체를 유출입시킬 수 있는 관통공이 형성되어 있는 관 본체와, 상기 관 본체의 외주면을 둘러싸며 부착되며 상기 관통공을 통해 유출되는 유체에 의하여 팽창 및 수축가능한 팽창부재를 구비하며,

상기 팩커와 테스트관의 내측을 통해 상기 팩커의 관통공에 연결되는 유출입라인을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 기밀특성 측정장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 테스트관은 적어도 3개 배치되어, 적어도 3개의 시험구간에 대한 기밀특성을 함께 측정가능한 것을 특징으로 하는 기밀특성 측정장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 3개의 시험구간은, 암반의 내벽에 시공된 콘크리트 라이닝의 시공이음부와, 상기 암반과 콘크리트 라이닝 사이의 접촉면과, 상기 암반 내부의 균열부를 포함하는 것을 특징으로 하는 기밀특성 측정장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 복수의 테스트관들 중 적어도 하나의 테스트관과 상기 팩커 사이에는 상기 테스트관의 길이가 연장되도록 삽입관이 착탈가능하게 결합되는 것을 특징으로 하는 기밀특성 측정장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 삽입관은 상기 테스트관 및 팩커에 끼워지며,

상기 삽입관이 테스트관에 끼워져 상호 겹쳐진 부분에 나사가 함께 체결되며, 상기 삽입관이 팩커에 끼워져 상호 겹쳐진 부분에 나사가 함께 체결되어,

상기 삽입관이 상기 테스트관과 팩커 사이에 착탈가능하게 결합되는 것을 특징으로 하는 기밀특성 측정장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 시험구간에 주입되는 유체는 물 또는 가스인 것을 특징으로 하는 기밀특성 측정장치.

청구항 8

기밀특성 측정의 대상이 되는 영역에 형성된 시추공에 삽입되는 것으로서, 상기 청구항 제1항 내지 제5항 및 청구항 제7항 중 어느 한 항에 기재된 기밀특성 측정장치;

상기 유체유동라인과 연결되며 유체가 저장되어 있는 유체저장탱크;

상기 유체저장탱크와 상기 테스트관 사이의 상기 유체유동라인에 설치되어 이송되는 유체의 유량을 산출하는 유량계; 및

상기 압력측정라인과 연결되며 상기 시험구간에 충전된 유체로부터 상기 압력측정라인을 통해 전달된 압력을 측정하는 압력계;를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 기밀특성 측정 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 유체저장탱크는 물저장탱크와 가스저장탱크로 이루어지며,

상기 유체유동라인은 상기 물저장탱크와 연결된 제1라인과, 상기 가스저장탱크와 연결된 제2라인 및 상기 테스트관과 연결된 메인라인을 구비하며,

상기 제1라인과 제2라인을 선택적으로 상기 메인라인에 연결시키는 밸브를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 기밀특성 측정 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 가스저장탱크로부터 상기 물저장탱크로 연결되는 가압라인을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 기밀특성 측정 시스템.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 유량계는 이송되는 유체의 유량을 조절하는 기능을 함께 수행하는 것을 특징으로 하는 기밀특성 측정 시스템.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 유체저장탱크와 유량계 사이의 상기 유체유동라인에는 불순물을 걸러주기 위한 필터가 설치되는 것을 특징으로 하는 기밀특성 측정 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 물의 투수성 및 공기의 투기성 등 기밀특성을 측정하는 장치에 관한 것으로서, 특히 지하 공간을 이용한 천연가스 저장고, 압축공기 저장고의 밀폐성을 평가하기 위한 기밀특성 측정 시스템 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 압축 공기나 압축 천연가스(CNG, Compressed Natural Gas) 등을 저장하기 위한 저장고로서 지하 공간이 사용되고 있다. 지하 공간은 공동을 굴착하여 형성하거나, 암염층 또는 대수층 등을 활용하기도 한다. 국내의 지질 환경에서는 지하 저장고로서 공동을 굴착하여 사용하는 것이 현실적이다.

[0003] 이렇게 지하에 형성된 공동(cavern)에 압축 공기 등을 저장하는데 있어서 가장 중요한 기술적 문제 중 하나는

저장된 공기가 유출되지 못하도록 기밀성을 확보하는 것이다.

- [0004] 공동에서 공기가 유출될 수 있는 구조는 크게 3가지로 나누어 볼 수 있다. 첫 째, 암반을 굴착한 후 굴착면에 기밀을 위한 콘크리트 라이닝을 시공하는데, 콘크리트 라이닝은 구간별로 시공하기 때문에 구간과 구간 사이에 시공이음부가 발생한다. 이러한 시공이음부를 통해 공기가 유출될 수 있다. 두 번째로 콘크리트 라이닝과 암반 사이의 접촉면을 통해 공기가 유출될 수 있으며, 마지막으로 암반 내의 균열을 통해 공기유출이 가능하다.
- [0005] 이에 위 3가지 구조에 의한 공기의 유출가능성을 공기 저장 이전에 정량적으로 예측하고 평가하여야 한다. 그리고, 위 구조들의 기밀특성은 현장에서 타설된 콘크리트 라이닝의 시공품질 및 다양한 현장조건(기온, 습도, 양생 및 주변 지질조건 등)에 크게 의존하므로, 콘크리트 라이닝을 이용한 기밀시스템의 기밀특성은 현장시험을 통해 측정평가되어야 한다.
- [0006] 종래에는 상기 3가지의 구조의 현장기밀특성 평가를 위해서는 일반적으로 여러 개의 시추공을 굴착하고 현장시험을 실시해야 하였다. 위 3가지 구조는 공간적 위치 및 서로 다른 방향성을 가지기 때문이다. 즉, 시공이음부를 테스트하기 위한 시추공, 암반과 콘크리트 라이닝의 접촉면을 테스트하기 위한 시추공 및 암반 내 균열을 테스트하기 위한 시추공을 개별적으로 형성하였고, 각 시추공별로 투수성 및 투기성을 측정하였다. 이에 공동 전체를 대상으로 기밀 특성을 파악하기 위해서는 많은 수의 시추공을 뚫고 시험해야 하므로 곤란함이 있었다.
- [0007] 또한, 상기한 3개의 구조부의 누출량에 비해서는 미약하나 전체 누출량에는 합산시켜야 할 콘크리트 매질부 및 암반 매질부의 누출특성도 평가되어야 한다. 그러나, 종래의 기밀특성 측정장치의 경우 물만을 이용하여 기밀 특성을 파악했는데, 누출성이 높은 구조에서는 문제가 없지만, 콘크리트 및 암반 매질과 같이 누출성이 낮은 구조에서는 물의 낮은 유동성으로 인하여 누출특성의 정밀한 판단이 용이하지 않았다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 상기한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 하나의 시추공에서 복수의 구간에 대한 기밀특성을 파악할 수 있어 작업성이 향상되도록 구조가 개선된 기밀특성 측정장치 및 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 기밀특성 측정 시스템은, 기밀특성 측정의 대상이 되는 영역에 형성된 시추공에 삽입되는 기밀특성 측정장치와, 상기 유체유동라인과 연결되며 유체가 저장되어 있는 유체저장탱크와, 상기 유체저장탱크와 상기 테스트관 사이의 상기 유체유동라인에 설치되어 이송되는 유체의 유량을 산출하는 유량계 및 상기 압력측정라인과 연결되며 상기 시험구간에 충전된 유체로부터 상기 압력측정라인을 통해 전달된 압력을 측정하는 압력계를 포함하여 이루어진다.
- [0010] 또한 본 발명에 따른 기밀특성 측정장치는 시추공의 깊이방향을 따라 각 시험구간에 배치되며, 상기 시험구간에 유체를 주입하기 위한 주입공과, 상기 시험구간에 충전된 유체의 압력을 전달하기 위한 측정공이 형성되어 있는 복수의 테스트관과, 상기 복수의 테스트관의 양측에 배치되며, 팽창 및 수축가능하여 팽창시에 상기 시추공벽과 밀착하여 상기 시험구간을 밀폐하는 복수의 팩커와, 상기 팩커와 테스트관의 내측을 통해 상기 주입공에 연결되는 유체유동라인 및 상기 팩커와 테스트관의 내측을 통해 상기 측정공에 연결되는 압력측정라인을 포함하여 이루어진다.
- [0011] 본 발명에 따르면, 상기 테스트관은 적어도 3개 배치되어, 적어도 3개의 시험구간에 대한 기밀특성을 함께 측정할 수 있으며, 3개의 시험구간이란 암반의 내벽에 시공된 콘크리트 라이닝의 시공이음부와, 상기 암반과 콘크리트 라이닝 사이의 접촉면과, 상기 암반 내부의 균열부를 포함한다.
- [0012] 또한, 상기 복수의 테스트관들 중 적어도 하나의 테스트관과 상기 팩커 사이에는 상기 테스트관의 길이가 연장되도록 삽입관이 착탈가능하게 결합되며, 테스트관과 팩커 사이에는 하나의 삽입관은 물론 복수의 삽입관이 삽입되어 현장조건에 부합하도록 필요에 따라 길이를 조절할 수 있다.
- [0013] 또한 상기 삽입관은 상기 테스트관 및 팩커에 끼워지며, 상기 삽입관이 테스트관에 끼워져 상호 겹쳐진 부분이 나사가 함께 체결되며, 상기 삽입관이 팩커에 끼워져 상호 겹쳐진 부분에 나사가 함께 체결되어, 상기 삽입관이

상기 테스트관과 팩커 사이에 착탈가능하게 결합된다. 즉, 테스트관과 삽입관 및 팩커는 모두 조립식으로 형성되어 테스트관의 개수 및 각 테스트관의 길이를 자유롭게 조절할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 팩커는, 상기 테스트관에 결합되며 유체를 유출입시킬 수 있는 관통공이 형성되어 있는 관 본체와, 상기 관 본체의 외주면을 둘러싸며 부착되며 상기 관통공을 통해 유출되는 유체에 의하여 팽창 및 수축가능한 팽창부재를 구비한다. 이에 상기 팩커와 테스트관의 내측을 통해 상기 팩커의 관통공에 연결되는 유출입라인을 통해 주입된 유체에 의하여 상기 팽창부재는 팽창되어 시추공벽에 밀착된다.

[0015] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 기밀특성 측정 시스템에서 상기 유체저장탱크는 물저장탱크와 가스저장탱크로 이루어지며, 상기 유체유동라인은 상기 물저장탱크와 연결된 제1라인과, 상기 가스저장탱크와 연결된 제2라인 및 상기 테스트관과 연결된 메인라인을 구비하고, 상기 제1라인과 제2라인을 선택적으로 상기 메인라인에 연결시키는 밸브를 더 구비한다.

[0016] 그리고 상기 가스저장탱크로부터 상기 물저장탱크로 연결되는 가압라인을 더 구비하여, 상기 가스저장탱크로부터 배출된 가스가 상기 물저장탱크 내부에 주입됨으로써 물이 제1라인을 통해 배출된다.

[0017] 또한 상기 유량계는 이송되는 유체의 유량을 조절하는 유량조절기로서의 기능을 함께 수행할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에서는 기밀특성 측정장치를 이용하여 복수의 시험구간에 대하여 동시에 기밀특성을 측정할 수 있어, 매우 빠르고 용이하게 기밀성 평가를 수행할 수 있다는 장점이 있다.

[0019] 또한 기밀특성 측정장치는 삽입관을 선택적으로 조립함으로써 테스트관의 길이를 자유롭게 가변할 수 있어, 시험 구간의 위치와 크기가 다양한 조건에서도 사용이 가능하다는 장점이 있다.

[0020] 또한 본 발명에 따른 기밀특성 측정시스템에서는 매질의 투과특성에 따라 기밀특성을 측정하기 위한 매체로 물과 가스를 선택적으로 이용하여 측정의 정확성이 향상된다는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 기밀특성 측정 시스템의 개략적 구성도이다.

도 2는 도 1에 도시된 기밀특성 측정장치의 개략적 분리 사시도이다.

도 3은 도 2의 결합된 상태의 개략적 사시도이다.

도 4은 도 3의 IV-IV선 개략적 단면도이다.

도 5는 도 1에 도시된 수압용기를 설명하기 위한 개략적 도면이다.

도 6은 도 2에 도시된 기밀특성 측정장치의 작동상태를 설명하기 위한 도면이다.

도 7 내지 도 9는 시험구간 내의 유량에 따른 압력변화를 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 기밀특성 측정 시스템 및 장치에 대하여 더욱 상세히 설명한다.

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 기밀특성 측정 시스템의 개략적 구성도이며, 도 2는 도 1에 도시된 기밀특성 측정장치의 개략적 분리 사시도이고, 도 3은 도 2의 결합된 상태의 개략적 사시도이며, 도 4은 도 3의 III-III선 개략적 단면도이다.

[0024] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 기밀특성 측정 시스템(100)은 기밀특성 측정장치(50), 유체저장탱크(61,62), 유량계(70) 및 압력계(90)를 구비한다.

[0025] 기밀특성 측정장치(50)는 대상 영역의 기밀성, 보다 구체적으로는 투기성과 투수성을 정량적으로 측정 및 평가하기 위한 것이다. 여기서, 대상 영역은 밀폐가 필요한 다양한 영역일 수 있는데, 예컨대 유류저장고, 에너지저장을 위한 압축공기 저장고, 천연 압축가스 저장고 등이 될 수 있다. 이하에서는, 다양한 대상 영역들 중 압축공기를 저장하기 위해 지하에 형성된 공동을 일 예로 들어 본 발명에 따른 기밀특성 측정장치(50)에 대하여 설명하기로 한다.

- [0026] 기밀특성 측정장치(50)는 전체적으로 봉 형상으로 길게 형성되어, 대상 영역의 시추공(b)에 삽입되어 대상 영역의 기밀성을 측정하는 것으로서, 복수의 테스트관(11,12,13)과 복수의 팩커(20)를 구비한다.
- [0027] 각 테스트관(11,12,13)은 중공형으로 형성되며 상호 이격되게 배치된다. 그리고 테스트관(11,12,13)에는 내주면과 외주면 사이를 관통하는 2개의 구멍이 형성되는데, 하나는 대상 영역의 시험구간에 유체를 주입하기 위한 주입공(14)이며, 다른 하나는 시험 구간 내의 유체의 압력을 측정하기 위한 측정공(15)이다.
- [0028] 테스트관(11,12,13)은 시추공(b)에 삽입되면, 시추공(b) 내에서 시험구간에 배치된다. 시험구간이란 사용자가 밀폐성을 테스트하기 위한 구간으로서 임의로 정해지는 것이지만, 배경기술에서도 설명한 바와 같이, 본 실시예가 적용되는 압축공기 저장용 콘크리트 라이닝이 시공된 공동에서는 세 개의 구간이 주요한 대상이다. 즉, 도 6에 도시된 것처럼, 압축공기 저장용 공동에서 밀폐성에 영향을 크게 미치는 구조는 콘크리트 라이닝의 시공이음부(a1)와, 콘크리트 라이닝과 굴착면 사이의 경계면(a2) 및 암반 내의 균열부(a3)이다.
- [0029] 본 실시예에서는 공동의 밀폐성에 영향을 미치는 3개의 시험구간에 대해서 함께 밀폐성을 측정할 수 있도록 3개의 테스트관(11,12,13)을 구비하는 것이며, 각 테스트관(11,12,13)은 위 세 개의 시험구간(a1,a2,a3)에 각각 배치된다.
- [0030] 물론 테스트관의 개수는 본 실시예에서 3개인 것이며, 예컨대 암반에서 심도별로 균열이 계속적으로 발견되는 경우에는 4개 이상의 테스트관이 배치될 수 있고, 또 다른 곳에서는 2개만 배치될 수도 있는 등 대상 영역의 특성에 따라 배치 개수는 다양하게 될 수 있다.
- [0031] 시험구간의 밀폐성을 측정하기 위해서는 우선 시험구간을 밀폐시켜야 하는데, 팩커가 이러한 역할을 수행한다. 즉, 팩커는 테스트관의 양단부에 설치되어 팽창됨으로써 시추공벽에 밀착되어 테스트관이 놓여진 시험구간을 밀폐시킨다. 본 실시예에서는 테스트관(11,12,13)이 3개 배치되므로, 각 테스트관의 양측을 밀폐시키기 위하여 4개의 팩커(21,22,23,24)가 설치된다.
- [0032] 본 실시예에서 각각의 팩커(21~24)는 관 본체(26)와 마운팅부(27) 및 팽창부재(28)로 이루어진다. 관 본체(26)는 테스트관과 연결되는 부분으로서, 중공형으로 형성된다. 그리고 마운팅부(27)는 관 본체(26)의 외주면을 따라 링 형상으로 형성되어, 관 본체(26)의 상부와 하부에 각각 배치되어 한 쌍으로 형성된다. 이 마운팅부(27)는 후술할 팽창부재(28)를 관 본체(26)에 결합시키기 위한 결합부재로 기능한다.
- [0033] 팽창부재(28)는 고무 등과 같이 압력이 가해짐에 따라 팽창되고, 압력이 제거되면 탄성적으로 복원되어 수축되는 팽창성 소재로 이루어지며, 한 쌍의 마운팅부(27)에 양단부가 구속되어 관 본체(26)를 감싸며 결합된다. 이에 따라, 관 본체(26)의 외주면과 마운팅부(27) 및 팽창부재(28) 사이에 형성된 공간은 완전히 밀폐된다.
- [0034] 관 본체(26)에는 내주면과 외주면 사이를 관통하는 관통공(26a)이 형성되며, 이 관통공(26a)에 유출입라인(49)이 연결된다. 유출입라인(49)은 관 본체(26)와 테스트관의 내부를 통해 외측으로 연장된다. 유출입라인(49)을 통해 유체가 관 본체(26)와 팽창부재(28) 사이로 주입되면, 팽창부재(28)는 외측으로 팽창되어 시추공벽(w)에 밀착된다. 각 테스트관(11,12,13)의 양측에 배치된 팩커(21~24)가 모두 팽창되면, 3개의 시험구간이 완전히 밀폐된다.
- [0035] 본 발명에서는 종래와 달리 복수의 시험구간에 대하여 동시에 밀폐성을 측정할 수 있도록 복수의 테스트관을 배치하는데, 시험구간이 시추공에 배치된 심도가 시추공별로 또는 대상 영역별로 다를 수 있다. 즉, 시공이음부(a1), 콘크리트 라이닝의 경계면(a2) 및 암반균열부(a3)의 생성 위치는 공동에 따라, 또는 동일 공동 내에서도 시추공별로 다르게 된다.
- [0036] 이에 본 기밀특성 측정장치(50)에서 복수의 테스트관(11,12,13)의 위치 및 길이가 고정되어 있다면, 시험구간의 심도가 매번 다르게 되는 조건에서는 사용이 불가능해진다. 아니면 여러 개의 시추공을 굴착해야 한다.
- [0037] 따라서 본 실시예에서는 시험구간의 심도가 가변되는 것을 고려하여, 테스트관(11,12,13)의 길이도 가변될 수 있도록 하였으며, 이를 위해 팩커와 테스트관 사이에 중공형의 삽입관이 조립될 수 있도록 하였다. 즉, 삽입관의 길이만큼 테스트관의 길이가 길어진다. 또한, 팩커와 테스트관 사이에 복수의 삽입관이 끼워진다면, 그 끼워지는 삽입관의 개수만큼 테스트관의 길이가 연장된다. 삽입관은 조립되는 개수들을 자유롭게 변형시킬 수 있어야 하므로 팩커와 테스트관 사이에서 착탈가능하게 조립식으로 결합된다.
- [0038] 본 실시예에서는 총 5개의 삽입관(31,32,33,34,35)이 조립되는 것으로 도시하였다. 즉, 참조번호 11로 표시된 제1테스트관에는 삽입관이 설치되지 않으며, 참조번호 12로 표시된 제2테스트관의 양측에 각각 1개씩의 삽입관(31,32)이 끼워지며, 참조번호 13으로 표시된 제3테스트관의 일측에는 2개(33,34) 그리고 타측에는 1개(35)의

삽입관이 끼워진다.

- [0039] 본 실시예에서 제1테스트관(11)에는 삽입관이 끼워지지 않고, 제2,3테스트관(12,13)에는 삽입관이 끼워지는데, 테스트관과 팩커 사이의 결합구조, 테스트관과 삽입관 사이의 결합구조 및 삽입관 사이의 결합구조는 완전히 동일하다.
- [0040] 즉, 팩커, 테스트관 및 삽입관은 모두 일단부에는 삽입홈부(g)가 형성되고, 타단부에는 끼움부(i)가 설치된다. 그리고 끼움부(i)가 삽입홈부(g)에 끼워지는 구조이다. 끼움부(i)에는 외주면을 따라 복수의 나사홈(n)이 형성되어 있으며, 삽입홈부(g)의 외벽에도 복수의 나사홈(n)에 대응되게 복수의 체결공(h)이 형성된다. 나사(s)가 체결공(h)을 통해 나사홈(n)에 체결됨으로써 팩커, 테스트관 및 삽입관이 상호 결합된다.
- [0041] 또한, 끼움부(i)와 삽입홈부(g) 사이에는 오링(o)이 개재되어 끼움부(i)와 삽입홈부(g) 사이를 통해 시험구간에 충전되어 있는 가스 등의 유체가 유출되는 것을 방지한다.
- [0042] 그리고, 기밀특성 측정장치(50)의 하단부에는 팩커(21)에 하부커버(28)가 결합되며, 상단부에도 팩커(24)에 상부커버(29)가 결합된다. 상부커버(27)와 하부커버(28)도 나사(s)에 의하여 팩커(21,24)에 결합되며, 오링(o)으로 실링된다.
- [0043] 상부커버(27)에는 복수의 관통공이 형성되어 유출입라인(49)과 후술할 유체유동라인 및 압력측정라인(42)이 외부로 배출되도록 하며, 이 관통공에는 실링을 위해 관통공의 내주면과 복수의 라인들(49,42,45)들 사이에 오링(o)이 끼워진다.
- [0044] 그러나, 상부커버(27)가 반드시 필요한 것은 아니며, 상부커버 없이 상부가 개구된 상태여도 무방하다. 즉, 본 기밀특성 측정장치(50)의 내측과 외측은 상호 밀폐되어 있기 때문에 반드시 기밀특성 측정장치(50)의 내부가 밀폐될 필요가 없다. 상부커버(27)가 없는 경우 복수의 라인들(49,42,45)의 설치가 용이하다는 이점이 있다.
- [0045] 한편, 테스트관(11,12,13)에 각각 형성된 주입공(14)에는 유체유동라인이 연결되며, 측정공(15)에는 압력측정라인(42)이 연결된다. 유체유동라인과 압력측정라인(42)은 상부커버(28)를 통해 외부로 연장되어, 각각 유체저장탱크와 압력계(90)에 연결된다. 본 실시예에서 3개의 테스트관이 마련되므로 유체유동라인과 압력측정라인도 3개씩 마련된다.
- [0046] 유체저장탱크는 시험 구간에 주입되는 유체를 저장하기 위한 것인데, 본 실시예에서는 유체저장탱크로 물저장탱크(61)와 가스저장탱크(62)가 마련된다. 즉, 본 실시예에서는 물과 가스(질소)를 선택적으로 시험구간에 주입한다. 시험구간의 공극률이 높거나 균열이 크게 형성되어 있는 경우에는 유동성이 상대적으로 작은 물을 주입하여도 기밀성을 정밀하게 측정가능하지만, 밀폐성이 높은 시험구간에서는 유동성이 작은 물을 이용한 경우 기밀성을 세밀하게 측정할 수 없다. 이에 질소와 같이 유동성이 높은 가스를 이용하면 보다 정밀하게 시험구간의 기밀성이 측정가능하다.
- [0047] 한편, 물저장탱크(61)와 가스저장탱크(62)로부터 공급 또는 회수되는 유체의 양을 측정하기 위해 유체유동라인에는 유량계(70)가 설치된다. 또한 이 유량계(70)는 유체의 유입량을 조절할 수 있도록 유량조절기능을 함께 수행할 수 있다. 이렇게 유량조절기능이 부가된 유량계는 이미 공지된 장치이므로 구체적인 설명은 생략하기로 한다.
- [0048] 또한, 물저장탱크(61)로부터 유량계(70)로 유입되는 물에 불순물이 포함된 경우 유량 적산에 오류가 날 수도 있으며, 유량계(70)가 손상될 수도 있는 바, 유체유동라인에는 필터(미도시)를 설치하여 불순물을 걸러준다.
- [0049] 그리고 물과 가스를 선택적으로 공급하기 위하여 밸브(43)가 마련된다. 즉, 본 실시예에서 유체유동라인은 물저장탱크(61)와 밸브(43) 사이를 연결하는 제1라인(46)과, 가스저장탱크(62)와 밸브(43) 사이를 연결하는 제2라인(47) 및 밸브(43)와 기밀특성 측정장치(50)를 연결하는 메인라인(45)이 설치된다. 밸브(43)의 선택적 개폐에 의하여 제1라인(46) 또는 제2라인(47)이 메인라인(45)과 선택적으로 접속된다.
- [0050] 가스저장탱크(62)는 고압의 가스가 충전되어 있으므로, 가스저장탱크(62)를 개방함으로써 직접적으로 가스를 시험구간에 충전할 수 있다. 그러나, 물저장탱크(61)의 경우 물의 이송을 위해서는 별도의 펌프 등이 요구된다. 이렇게 물저장탱크(61)에 펌프와 같은 구동수단을 별도로 마련할 수도 있지만, 본 실시예에서는 가스저장탱크(62)에 충전된 고압의 가스를 이용하여 물을 이송할 수 있는 구동력을 제공한다.
- [0051] 즉, 도 5에 도시된 바와 같이, 가스저장탱크(62)와 물저장탱크(61) 사이에 가스가 이송될 수 있는 가압라인(48)을 연결한 후, 가스저장탱크(62)로부터 물저장탱크(61)에 가스를 주입하여 가압함으로써 물이 제1라인(46)을

통해 이송될 수 있다.

- [0052] 압력측정라인(42)은 측정공(15)으로부터 연장되어 압력계(90)로 연결된다. 압력측정라인(42)의 단부는 압력계(90)에 의하여 폐쇄되어 있으므로, 메인라인(45)으로부터 배출되어 시험구간을 충전한 유체는 최종적으로 압력측정라인(42)을 채우게 된다. 따라서 압력계(90)에는 압력측정라인(42)내의 유체의 압력이 전달되며, 이 압력은 시험구간 내의 압력과 동일하므로 시험구간의 압력을 정량적으로 측정할 수 있다.
- [0053] 압력계(90)와 유량계(70)는 모두 미도시된 컨트롤러와 유,무선 통신망을 통해 연결되어, 압력값과 유량값을 컨트롤러에 전달하며, 컨트롤러에 마련된 디스플레이 패널을 통해 사용자는 측정된 값들을 확인할 수 있다.
- [0054] 한편, 펌프에 연결된 유출입라인(49)은 펌프(63)와 연결되며, 펌프(63)를 통해 유체를 주입함으로써, 도 6에 도시된 바와 같이, 팽창부재(28)는 시추공벽(w)에 완전히 밀착되어 시험구간을 밀폐시킨다.
- [0055] 도면에는 설명의 편의를 위하여 유체유동라인, 압력측정라인 및 유체주입라인을 단선으로 표시하였으나, 위에서 언급한 바와 같이, 본 실시예에서 각 라인은 3개씩 마련된다. 마찬가지로, 각 유체유동라인과 압력측정라인에 연결되는 유량계, 압력계도 라인의 개수에 맞게 배치되어 있음을 첨언한다.
- [0056] 이하, 상기한 구성으로 이루어진 기밀특성 측정 시스템(100)의 사용예에 대하여 설명한다.
- [0057] 대상 영역의 기밀성을 정량적으로 측정하기 위하여, 우선 대상 영역에 시추공(b)을 형성한다. 이후, 시공이음부(a1), 콘크리트 라이닝(1)과 암반(r)의 접촉면(a2) 및 암반(r) 내의 균열부(a3)의 심도와 배치상황을 고려하여, 각 테스트관(11,12,13)이 시험 구간에 배치될 수 있도록, 기밀특성 측정장치(50)에 삽입관을 적절하게 끼워서 조립한다.
- [0058] 이후, 기밀특성 측정장치(50)를 시추공(b)에 삽입하고, 펌프(63)를 작동시켜 복수의 펌프(21~24)들을 팽창시켜 시추공벽(w)에 밀착시키면 시험구간은 모두 밀폐된다.
- [0059] 상기한 상태에서 물 또는 가스의 유체를 시험구간에 주입하면, 시험구간은 유체로 충전되며 압력측정라인(42)까지 완전히 채워지게 된다. 이 과정에서 유량계(70)와 압력계(90)는 유량과 압력값을 계속 측정한다.
- [0060] 이후, 유체의 주입을 중단하면, 시공이음부(a1)나 암반 내 균열(a3) 등을 통해 유체가 유출됨으로써 시험 구간 내의 압력이 떨어지게 되는데, 시간의 경과에 따른 압력 및 유량의 변화를 측정하여 시험구간의 기밀특성을 정량적으로 파악할 수 있다.
- [0061] 이렇게 시험구간에 유체를 주입하는 방식은 순간충격 주입방법(pulse injection test), 정류량 주입방법(constant rate injection test) 및 정압 주입방법(constant pressure injection test)으로 나뉘어진다. 도 7 내지 도 9에는 각 방법에 따른 유량과 압력의 반응곡선이 도시되어 있다.
- [0062] 도 7에 도시된 순간충격 주입방법에서는 한 순간(t1)에 유체를 주입한 후 바로 유체의 주입을 중단하는 경우이며, 도 8에 도시된 정류량 주입방법은 일정 기간(t1~t2) 사이에 유체를 주입하는데 주입량을 일정하게 유지하는 방법이며, 도 9에 도시된 정압 주입방법은 시험 구간 내의 압력이 일정하게 유지되도록 유량을 점차 줄여가면서 주입하는 방식이다.
- [0063] 위와 같이, 시험 구간에 위 3가지의 방식 등으로 유체를 주입 및 중단하고 압력반응을 관찰하고, 이론적 압력-유량 반응곡선과 측정된 압력-유량 반응곡선을 상호 대비하여 가장 일치하는 방법을 선택한다.
- [0064] 본 발명에서는 기밀특성 측정장치를 이용하여 복수의 시험구간에 대하여 동시에 기밀특성을 측정할 수 있어, 매우 빠르고 용이하게 기밀성 평가를 수행할 수 있다는 장점이 있다.
- [0065] 본 발명은 첨부된 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구 범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

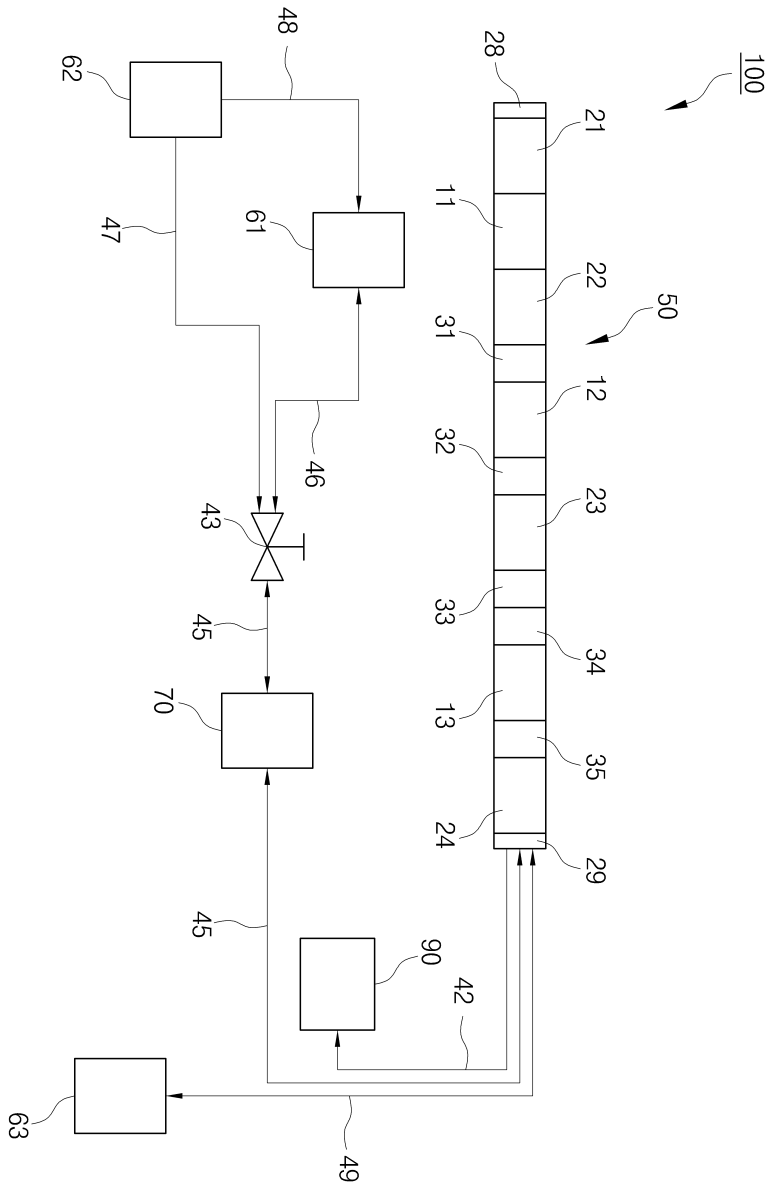
부호의 설명

- [0066] 100 ... 기밀특성 측정 시스템 11,12,13 ... 테스트관
- 21,22,23,24 ... 펌프 27,28 ... 상부,하부커버
- 31,32,33,34,35 ... 삽입관 42 ... 압력측정라인

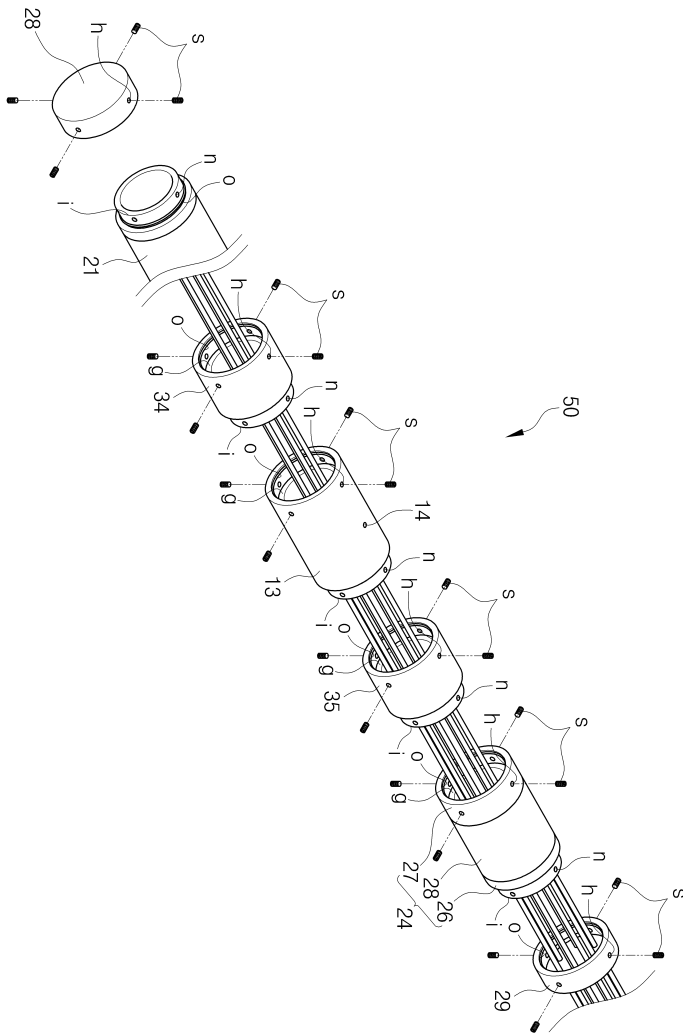
- 45,46,47 ... 유체유동라인
- 61 ... 물저장탱크
- 63 ... 펌프
- 90 ... 압력계
- 50 ... 기밀특성 측정장치
- 62 ... 가스저장탱크
- 70 ... 유량계

도면

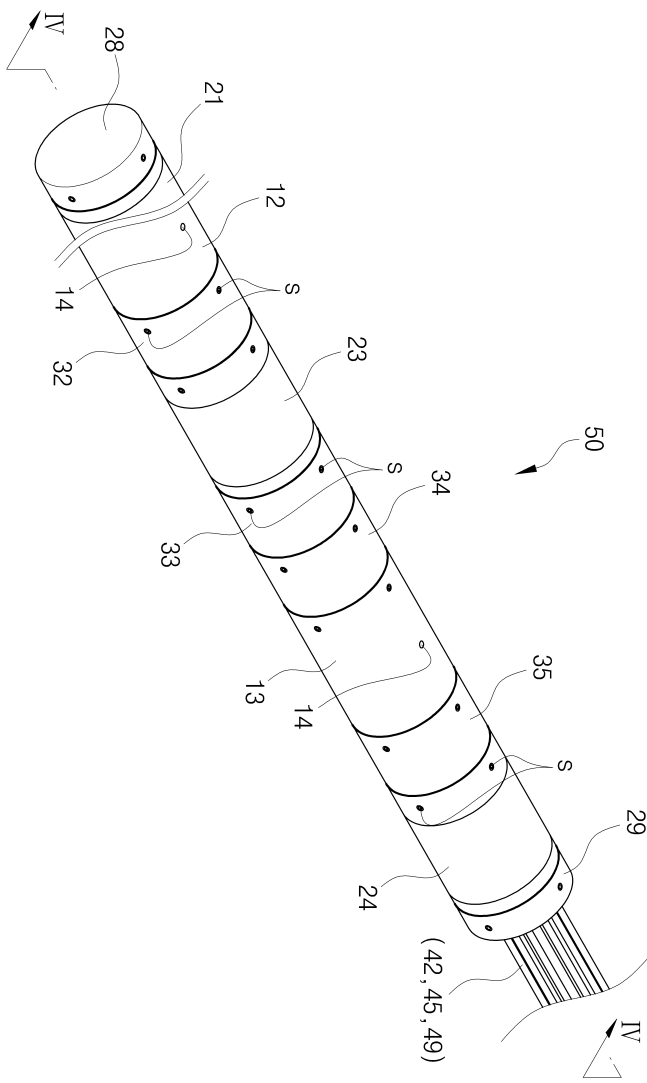
도면1



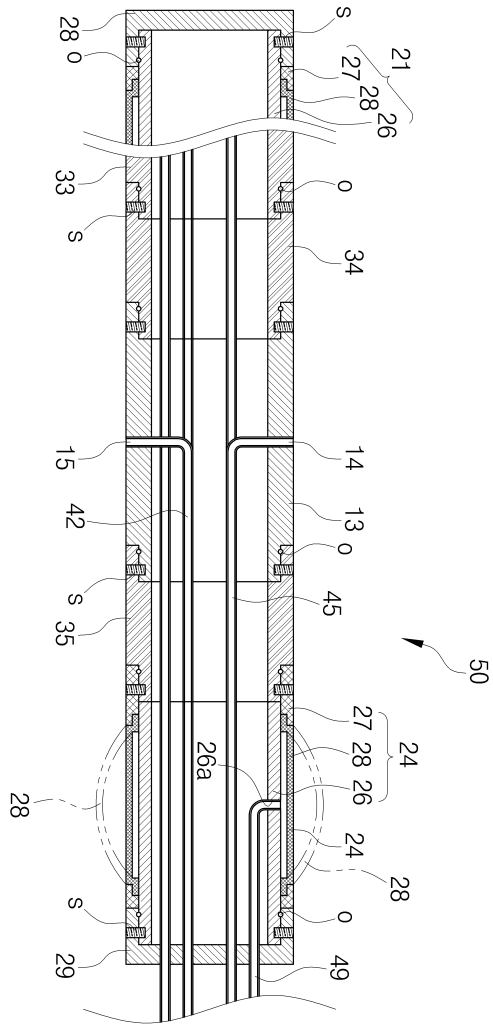
도면2



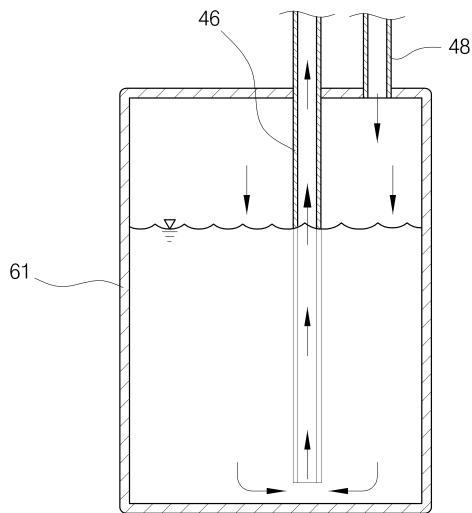
도면3



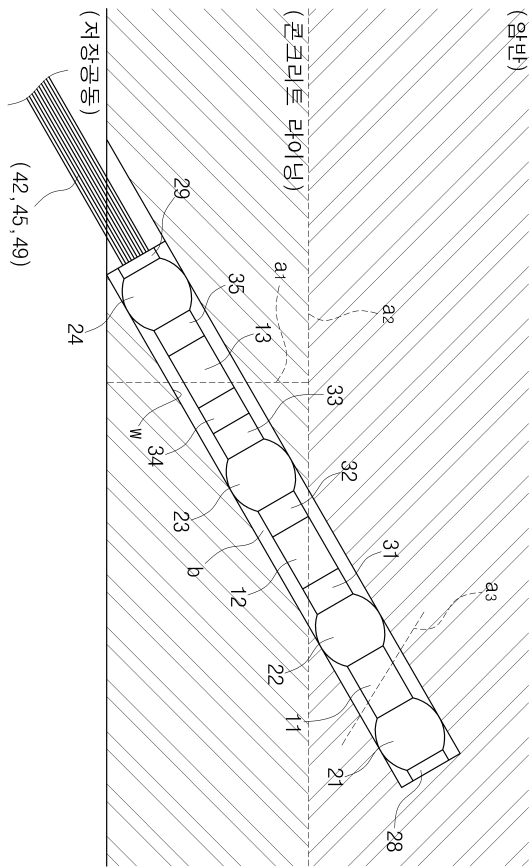
도면4



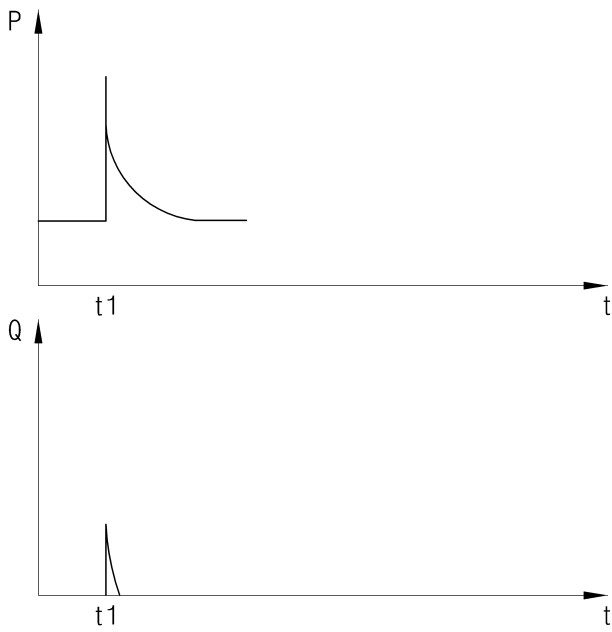
도면5



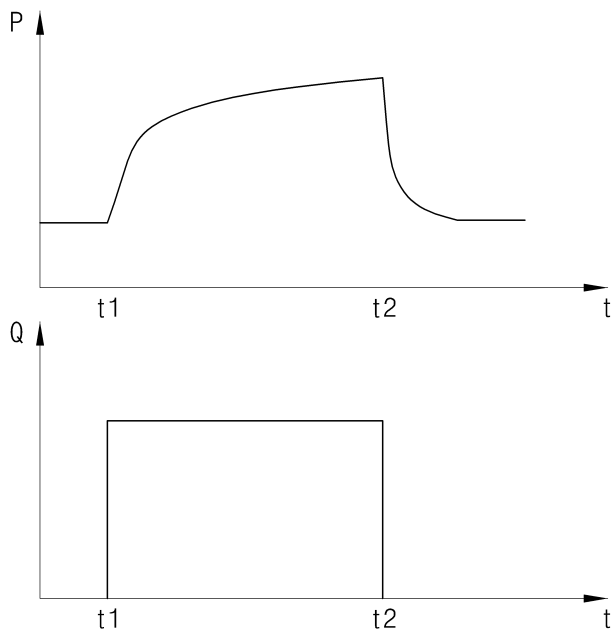
도면6



도면7



도면8



도면9

