

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록실용신안공보(Y1)

(51) 。 Int. Cl.<sup>7</sup>  
G01B 5/30

(45) 공고일자 2005년10월26일  
(11) 등록번호 20-0399594  
(24) 등록일자 2005년10월19일

(21) 출원번호 20-2005-0018342(이중출원)  
(22) 출원일자 2005년06월24일  
(62) 원출원 특허10-2005-0055058  
원출원일자 : 2005년06월24일

(73) 실용신안권자 주식회사 지티씨 엔지니어링  
경기도 성남시 중원구 상대원동 513-15 선택시티 비109호

(72) 고안자 김포령  
경기 고양시 일산구 일산2동 1670번지 산들마을 동문아파트501-1602호

(74) 대리인 신영무  
최훈식

기초적요건 심사관 : 정진수

(54)2차원 터널 변형 자동계측장치

요약

본 고안은 터널의 라이닝 변형을 계측하기 위한 2차원 터널 변형 자동계측장치에 관한 것으로, 본 고안에서는 터널의 최초 내공과 동일한 형상으로 라이닝 벽에 설치되는 기준틀 부재, 상기 기준틀 부재의 자립을 위한 새들 플레이트, 상기 기준틀 부재를 터널의 바닥 또는 벽면에 고정하기 위한 앵커 플레이트, 상기 기준틀 부재에 소정 간격으로 개재되는 측정 포인트 블록, 상기 측정 포인트 블록에 접촉하여 터널 내공의 변위를 감지하는 길이변형 센서가 구비되고 상기 라이닝 벽에 부착 설치되는 계측기 및 상기 길이변형 센서의 케이블과 연결되어 신호를 자동적으로 기록하는 데이터 이력 기록기로 이루어지는 2차원 터널 변형 자동계측장치가 제공된다.

이와 같은 본 고안은 기존에 상용되는 동일한 목적의 계측장치와 달리 복잡한 계산식이 불필요하여 계산에 따른 오차를 줄일 수 있고, 구조가 간단하여 설치에 수반되는 비용이 저렴하므로 경제적인 효과가 있다.

대표도

도 1

색인어

2차원, 터널, 내공변형, 계측, 길이변형 센서, 기준틀 부재

## 명세서

### 도면의 간단한 설명

도 1은 본 고안의 터널 변형 자동 계측장치를 전체 정면도,  
 도 2a 내지 도 2b는 본 고안의 새들 플레이트의 설치구조를 도시한 정면도 및 사시도,  
 도 3a 내지 도 3b는 본 고안의 앵커 플레이트의 설치구조를 도시한 정면도 및 사시도,  
 도 4a 내지 도 4c는 본 고안의 계측기의 설치구조를 도시한 정면도, 사시도 및 분해사시도,  
 도 5는 종래의 터널 내공측정 센서기구장치를 도시한 부분 정면도.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 \*

20 : 기준틀 부재 30 : 라이닝 벽  
 40 : 새들 플레이트 41 : 슬라이딩 베어링  
 50 : 앵커 플레이트 54 : 틸트 미터(tilt meter)  
 60 : 계측기 61 : 계측 플레이트  
 62, 63 : 길이변형 센서 66 : 측정 포인트 블록  
 67 : 설치 플레이트 67a : 장공형 홀

### 고안의 상세한 설명

#### 고안의 목적

#### 고안이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 고안은 터널의 라이닝 변형을 계측하기 위한 2차원 터널 변형 자동계측장치에 관한 것으로, 특히 지하철, 철도, 도로 등의 말굽형상 또는 원형 터널과 같은 구조물이 외력 또는 기타 요인에 의하여 변형(내공변형 및 기울음)을 보일 경우에 대비하여 터널의 위치별 변화 여부를 감지할 수 있는 2차원 터널 변형 자동계측장치에 관한 것이다.

터널 내공변위계측이란 터널의 라이닝 단면이 초기 계측된 단면에서 얼마나 변화되었는지를 계측하는 것으로 터널의 위험여부를 판단하는 중요한 자료가 된다.

내공변위계측은 라이닝 단면을 따라 원호에 다수의 계측센서를 일렬로 나열하여 개개의 센서들을 측정함으로써 이루어진다. 이때 초기 계측값이란 계측 센서 설치 종료 후 계측 센서들이 안정되었을 때 이루어지는 최초 계측 값을 말한다. 또한 최초 계측 시 동시에 광과기 등 측정기기를 사용하여 해당 단면을 측량하여 초기 단면의 모습을 구한다. 즉 최초 계측값과 초기단면의 모습을 맵핑(mapping)한다. 이 과정에 의하여 향후 계측 값의 변위는 터널 내공 단면의 변위로 환산이 가능해진다.

우리나라 터널 내공변위 측정은 상당수 수동 계측에 의존하고 있으나 향후 자동계측 시스템을 이용한 계측이 보편화 될 것으로 생각되며, 특히 2차원 측정이 주가 될 것이다.

첨부한 도 5는 종래의 터널 내공측정 센서기구장치를 도시한 부분 정면도로서, 라이닝 벽(19)에 고정 장치(16)를 사용하여 고정된 긴 암(12)에는 리니어 길이변위 측정센서가 내장되어 있고, 각도변위 측정센서(14)가 부착되어 있어 길이와 각도 변화를 측정하게 된다. 각 점의 기준 계측값과 상대적인 변위 즉, 두 센서를 통하여 측정된 길이와 각도를 자동 계측장비를 사용하여 계측을 하게 되며, 이 상대적인 변위를 연산을 통하여 절대 변위로 바꿈으로써 초기단면 대비 변위단면을 그려 터널 내공을 측정한다. 두 개의 긴 암(12, 13)은 라이닝 벽(19)에 부착된 고정 장치(16)에 고정 핀(15)으로 고정시킨다. 고정 장치(16)는 고정 앵커 볼트(17, 18)로 라이닝 벽(19)에 고정된다.

그러나 이와 같은 종래의 2차원 터널 내공측정 센서기구장치는 길이변위 측정센서와 각도변위 측정센서를 이용하여 길이와 각도 변화량을 측정한 후 다시 삼각함수를 이용하여 변위를 추출하여야 하므로 복잡한 계산식을 수행해야 하는 불편함이 있었고, 계산에 따르는 오차가 발생할 수 있는 문제점이 있었다.

또한, 설치되는 암의 수가 많아야 하고, 각각의 암 마다 길이변위와 각도변위 측정센서가 내장되어야 하므로 설치에 따르는 비용이 고가인 단점이 있었다.

### 고안이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서 본 고안은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출한 것으로, 복잡한 계산식이 불필요하여 오차의 범위를 줄일 수 있고, 구조가 간단하여 설치비용이 저렴하고 경제적인 2차원 터널 변형 자동계측장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

### 고안의 구성 및 작용

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 고안에서는 터널의 최초 내공과 동일한 형상으로 라이닝 벽에 설치되는 기준틀 부재, 상기 기준틀 부재가 터널의 라이닝 벽면에 평행하여 자립하기 위한 새들 플레이트, 상기 기준틀 부재를 터널의 바닥 또는 벽면에 고정하기 위한 앵커 플레이트, 상기 기준틀 부재에 소정 간격으로 개재되는 측정 포인트 블록, 상기 측정 포인트 블록에 접촉하여 터널 내공의 변위를 감지하는 길이변형 센서가 구비되고 상기 라이닝 벽에 부착 설치되는 계측기 및 상기 길이변형 센서의 케이블과 연결되어 신호를 자동으로 기록하는 데이터이력 기록기로 이루어지는 2차원 터널 변형 자동계측장치가 제공된다.

여기서, 상기 길이변형 센서는 터널 내공의 X축 변위를 감지하는 X축 길이변형 센서 및 Y축 변위를 감지하는 Y축 길이변형 센서로 이루어진다.

또한, 상기 기준틀 부재는 다수의 스테인리스 스틸 재질의 관을 커플러로 결합시켜 이루어지며, 터널 라이닝 벽으로부터 20~50mm 위치에 고정되도록 설치하는 것이 바람직하다.

상기 새들 플레이트는 'ㄷ'자형으로 절곡된 단면형상으로서 상기 기준틀 부재가 접하는 내측 면에는 슬라이딩 베어링이 부착되어 기준틀 부재의 자립을 지원할 뿐 터널 라이닝의 변형은 자유롭게 허용된다.

한편, 상기 앵커 플레이트에는 X축 및 Z축 방향의 기울음도 측정이 가능한 틸트 미터가 설치된다.

또한, 상기 계측기는 상기 길이변형 센서와 광과 측량 타깃이 설치되는 계측 플레이트와, 상기 계측 플레이트를 터널 라이닝 벽에 고정 설치하기 위한 설치 플레이트로 구성되며, 상기 설치 플레이트에는 상기 계측 플레이트의 설치위치를 조절하기 위한 장공형 홀이 형성된다.

이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 고안의 실시 예에 대하여 본 고안이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 고안은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다.

첨부한 도 1은 본 고안의 터널 변형 자동 계측장치를 도시한 전체 정면도로서, 본 고안의 계측장치는 터널의 최초 내공과 동일한 형상으로 라이닝 벽(30)에 설치되는 기준틀 부재(20)와, 상기 기준틀 부재(20)가 터널의 라이닝 벽(30)에 평행하여 자립하도록 지원하기 위한 새들 플레이트(saddle plate)(40)와, 상기 기준틀 부재(20)를 터널의 바닥 또는 벽면에 고정하기 위한 앵커 플레이트(anchor plate)(50)와, 터널 내공의 변위를 감지하는 길이변형 센서가 구비되고 상기 라이닝 벽(30)에 부착 설치되는 계측기(60)와, 상기 길이변형 센서의 케이블과 연결되어 신호를 자동적으로 기록하는 데이터 이력 기록기(data logger)(도시 안함)로 이루어진다.

상기 기준틀 부재(20)는 소정 길이를 갖는 관(pipe)을 다수 결합시켜 이루어지는 것으로, 상기 라이닝 벽(30)으로부터 일정간격으로 떨어진 위치에 고정되어 터널의 최초 내공과 동일한 형상으로 설치되는 것이다.

이때, 상기 기준틀 부재(20)는 터널 라이닝 벽(30)으로부터 20~50mm 위치에 고정되도록 설치되는 것이 가장 바람직하며, 기준틀 부재(20)의 재질은 부식이 없는 스테인리스 스틸이 바람직하다.

첨부한 도 2a 내지 도 2b는 본 고안의 새들 플레이트의 설치구조를 도시한 정면도 및 사시도이다.

도 2a 내지 도 2b를 참조하면, 상기 새들 플레이트(40)는 'ㄷ'자형으로 절곡된 단면형상을 가지며, 그 양단은 다시 외측으로 절곡되어 상기 라이닝 벽(30)에 앵커 볼트(42)로 고정시킬 수 있다.

상기 새들 플레이트(40)는 'ㄷ'자형으로 절곡된 내측 면에 상기 기준틀 부재(20)가 끼워지도록 하여 상기 기준틀 부재(20)가 터널의 라이닝 벽(30)에 평행하여 자립할 수 있도록 지원하기 위한 것으로, 이 경우 상기 새들 플레이트(40)의 내측면 폭은 상기 기준틀 부재(20)의 외경과 동일하게 형성되어 기준틀 부재(20)가 최초 설치한 위치에서 벗어나지 않도록 하며, 이와 수직방향으로는 기준틀 부재(20)의 외경보다 길게 형성되어 상기 기준틀 부재(20)가 새들 플레이트(40)의 'ㄷ'자형으로 절곡된 내측 면에 끼워진 상태에서 화살표 방향(도 2b 참조)으로 유동이 가능하다.

또한, 상기 기준틀 부재(20)가 접하는 새들 플레이트(40)의 내측 면에는 기준틀 부재(20)와의 마찰이 발생하는 것을 방지하기 위한 슬라이딩 베어링(sliding bearing)(41)이 구비된다.

이는 터널의 내공변형이 발생할 경우, 라이닝 벽(30)에 고정된 새들 플레이트(40)가 터널 벽면과 더불어 이동되더라도 상기 기준틀 부재(20)는 최초 내공의 형상을 유지할 수 있도록 하기 위함이다.

도면 중, 미 설명부호 21은 상기 기준틀 부재(20)를 이루는 다수의 관(pipe)들을 결합시키기 위한 커플러(coupler)로서, 각각의 관을 상기 커플러(21)로 결합시켜 터널의 내공형상과 동일하게 기준틀 부재(20)를 만드는 것이다.

한편, 상기 기준틀 부재(20)를 설치하기 위해서는 기준틀 부재(20)의 양단을 터널의 바닥 또는 벽면에 고정해야 하는데, 이를 위해 상기 앵커 플레이트(anchor plate)(50)가 설치된다. 상기 앵커 플레이트(50)는 도 3a 내지 도 3b에 도시한 바와 같이, 터널의 바닥 또는 벽면에 앵커 볼트(52) 등으로 고정되며, 상기 기준틀 부재(20)의 단부가 삽입되어 고정 가능한 앵커 파이프(51)가 상면에 형성되어 있다.

이와 같은 앵커 플레이트(50)에는 X축 및 Z축 방향의 움직임 측정하여 터널의 기울음 여부를 판단할 수 있는 틸트 미터(tilt meter)(54)가 설치된다.

첨부한 도 4a 내지 도 4c는 본 고안의 계측기의 설치구조를 도시한 정면도, 사시도 및 분해사시도로서, 상기 기준틀 부재(20)에 소정 간격으로 개재되는 측정 포인트 블록(measure point block)(66)과, 상기 측정 포인트 블록(66)에 접촉하여 터널 내공의 변위를 감지하는 길이변형 센서(62, 63)가 구비되는 계측기(60)를 도시하였다.

상기 계측기(60)는 상기 길이변형 센서(62, 63)와 광파 측량 타깃(64)이 설치되는 계측 플레이트(61)와, 상기 계측 플레이트(61)를 터널 라이닝 벽(30)에 고정설치하기 위한 설치 플레이트(67)로 구성된다.

여기서, 상기 길이변형 센서(62, 63)는 터널 내공의 X축 변위를 감지하는 X축 길이변형 센서(62) 및 Y축 변위를 감지하는 Y축 길이변형 센서(63)로 이루어지며, 상기 길이변형 센서(62, 63)의 감지부(62a, 63a)가 상기 측정 포인트 블록(66)에 접하도록 설치되어 터널의 내공변형을 감지하도록 한다.

상기 측정 포인트 블록(66)은 상기 기준틀 부재(20)가 끼워질 수 있는 홈(66a)이 형성되고, 상기 길이변형 센서(62, 63)의 감지부(62a, 63a)가 접할 수 있도록 소정 길이만큼 돌출된 측정부(66b)가 구비되어 기준틀 부재(20)에 볼트 등으로 고정 설치된다.

또한, 상기 길이변형 센서(62, 63)와 광파 측량 타깃(64)이 설치되는 계측 플레이트(61)는 상기 설치 플레이트(67)에 결합되고, 상기 설치 플레이트(67)는 라이닝 벽(30)에 고정 설치되는데, 상기 길이변형 센서(62, 63)의 감지부(62a, 63a)가

상기 측정 포인트 블록(66)에 접하도록 설치되므로 터널 내공이 변형되는 경우, 라이닝 벽(30)에 고정된 계측기(60)가 터널 내공변형에 따라 변위를 일으키고, 이와 동시에 기준틀 부재(20)에 개재된 측정 포인트 블록(66)에 접하는 길이변형 센서(62, 63)의 감지부(62a, 63a)가 X축, Y축 변위를 감지하여 터널 내공의 변형을 측정하게 된다.

여기서, 상기 설치 플레이트(67)에는 상기 계측 플레이트(61)의 설치위치를 조절하기 위한 장공형 홀(67a)이 형성되어, 상기 설치 플레이트(67)에 상기 계측 플레이트(61)를 앵커 볼트 등의 고정부재(65)로 결합할 때 측정 포인트 블록(66)에 길이변형 센서(62, 63)의 감지부(62a, 63a)가 정확히 접할 수 있도록 조절이 가능하다.

또한, 상기 길이변형 센서(62, 63)의 설치 시에도 센서의 X축, Y축 방향이 터널 단면의 X축, Y축 방향과 정확히 일치하도록 조절할 수 있게 상기 계측 플레이트(61)에 장공형 홀(61a)이 형성된다.

이와 같은 본 고안에 따른 2차원 터널 변형 자동계측장치는 해당 구조물의 단면형상과 닮은 기준틀 부재(20)를 설치하고, 2차원 변형을 감지할 수 있는 계측기(60)들을 관측대상 지점에 설치하여 터널의 단면 형상변위에 따른 관측대상 지점의 변화량을 측정한 후 이를 사전에 확인했던 각각의 관측대상 지점의 좌표 값과 비교함으로써 터널의 단면형상 변화를 별도의 복잡한 계산과정 없이도 파악할 수 있다.

상기와 같이 구성되는 본 고안의 2차원 터널 변형 자동계측장치의 설치방법을 설명하면 다음과 같다.

먼저, 터널 라이닝 벽(30) 및 바닥 면에 기준틀 부재(20) 고정용 새들 플레이트(40)와 앵커 플레이트(50)를 설치할 장소를 표시한다.

표시된 각 지점에 앵커 홀을 천공 후, 공 내 이물질을 깨끗이 청소한다.

상기 앵커 홀 내에 급속 응결 에폭시를 충전하고, 앵커 볼트를 체결한다.

스테인리스 스틸 재질의 기준틀 부재(20)를 현장 조립하여 설치되어 있는 앵커 위치에 임시로 거치한다.

이때 측정 포인트 블록(66)도 조립한다.

상기 기준틀 부재(20)가 터널 라이닝 벽(30)으로부터 약 20~50mm 위치에서 고정되도록 새들 플레이트(40)와 앵커 플레이트(50)를 설치한다.

터널 라이닝 벽(30)에 계측기(60)를 설치할 장소를 표시한다.

측정 포인트 블록(66)이 계측기(60)에 장착되어 있는 길이변형 센서(62, 63)가 중간 위치에 접촉하도록 조정하여 고정시킨다.

계측기(60)를 터널 라이닝 벽(30) 표면에 부착하고 길이변형 센서(62, 63)의 X축, Y축 방향이 터널 단면의 X축, Y축 방향과 정확히 일치하도록 조절한다.

각각의 센서 케이블을 가지런하게 모아서 데이터이력 기록기(data logger)가 위치한 곳으로 유도한 후 데이터이력 기록기와 연결한다.

컴퓨터를 데이터 이력기록기와 연결하여 시스템의 이상여부를 확인한다.

전체 시스템에 이상 없음이 확인되면 보호설비를 시공함으로써 설치를 종료한다.

이와 같은 본 고안의 계측장치의 사용 온도범위는  $-20^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$ 이며, 적용되는 분야는 지하철, 철도, 도로 등의 터널 단면의 내공변형, 기울임 등의 변화 계측, 건축물의 골조 변화 계측, 배수 터널, 전력 통신터널의 단면 변화 계측 등이다.

이와 같은 본 고안의 계측장치는 자동계측으로서 최소 2분 간격의 실시간 모니터링이 가능하며, 지하철과 철도 및 기타 터널 내부와 같이 사람이 접근하기 어려운 곳의 계측이 가능하다.

또한, 기존의 시스템과 비교하여 1/2 이상 경제적이면서 복잡한 계산식이 불필요하므로 오차범위를 크게 줄일 수 있다.

또한, 표면 부착방식으로 점검 및 보수가 매우 용이하고, 상기 기준틀 부재는 고장이 없으며, 센서고장 시 보수가 매우 용이하고 보정이 불필요한 장점이 있다.

또한, 정밀 센서(±0.1mm 정밀도) 채택으로 측정결과의 신뢰도가 높고, 상기 측정기에 광과 타깃을 부착하여 좌표변화의 비교 검증이 가능하다.

이상을 통해 본 고안의 바람직한 실시 예에 대하여 설명하였지만, 본 고안은 이에 한정되는 것이 아니고 특허청구범위와 고안의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 본 고안의 범위에 속하는 것은 당연하다.

### 고안의 효과

상기와 같은 본 고안은 기존에 상용되고 있는 터널과 인접한 위치에서 다른 구조물을 건설함으로써 터널 주변지반의 변형에 따른 상용 터널의 안전성 확인이 필요할 경우에 유용한 정보를 제공할 수 있으며, 교통량이 빈번하면서 관련 기술자의 접근은 여의치 않거나 장, 단기간 자동 또는 수동으로 다량의 정보를 획득할 필요가 있을 경우에 적용이 가능한 시스템이다.

또한, 2개의 길이변형 센서가 터널의 라이닝 벽에 설치되는 표면 부착방식으로 점검 및 보수가 매우 용이하고, 라이닝 벽과 일체로 거동하므로 복잡한 2차 계산이 불필요하여 계산에 따른 오차를 크게 줄일 수 있으며, 터널의 단면변형과 종방향 변형을 확인할 수 있는 정밀 틸트 미터가 터널의 좌, 우측 양단에 위치하므로 부분적인 3차원 터널변형 자동측측장치의 효과도 기대할 수 있다.

또한, 센서를 환경 여건에 따라 필요한 수량(최소 3개소 ~ 최대 7개소)만 설치하는 것이 가능하므로 센서설치에 따르는 비용을 크게 줄일 수 있어 종래의 측정장치와 비교하여 1/2 이상 경제적으로 수행 가능한 측정장비를 제공할 수 있다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

터널의 최초 내공과 동일한 형상으로 라이닝 벽에 설치되는 기준틀 부재;

상기 기준틀 부재가 터널의 라이닝 벽면과 평행하게 자립하도록 설치하기 위한 새들 플레이트;

상기 기준틀 부재를 터널의 바닥 또는 벽면에 고정하기 위한 앵커 플레이트;

상기 기준틀 부재에 소정 간격으로 개재되는 측정 포인트 블록;

상기 측정 포인트 블록에 접촉하여 터널 내공의 변위를 감지하는 길이변형 센서가 구비되고 상기 라이닝 벽에 부착 설치되는 측정기; 및

상기 길이변형 센서의 케이블과 연결되어 신호를 자동적으로 기록하는 데이터 이력기록기

로 이루어짐을 특징으로 하는 2차원 터널 변형 자동측측장치.

#### 청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 길이변형 센서는 터널 내공의 X축 변위를 감지하는 X축 길이변형 센서 및 Y축 변위를 감지하는 Y축 길이변형 센서로 이루어짐을 특징으로 하는 2차원 터널 변형 자동측측장치.

### 청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 기준틀 부재는 소정의 길이를 갖는 다수의 스테인리스 스틸 재질의 관을 커플러로 결합시켜 이루어지는 것을 특징으로 하는 2차원 터널 변형 자동계측장치.

### 청구항 4.

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 기준틀 부재는 터널 라이닝 벽으로부터 20~50mm 위치에 고정되도록 설치되는 것을 특징으로 하는 2차원 터널 변형 자동계측장치.

### 청구항 5.

제1항에 있어서,

상기 새들 플레이트는 'ㄷ'자형으로 절곡된 단면형상이며, 상기 기준틀 부재가 접하는 내측 면에는 슬라이딩 베어링이 설치되는 것을 특징으로 하는 2차원 터널 변형 자동계측장치.

### 청구항 6.

제1항에 있어서,

상기 앵커 플레이트에는 X축 및 Z축 방향의 움직임을 측정하여 터널의 기울기도 측정 가능한 틸트 미터가 설치되는 것을 특징으로 하는 2차원 터널 변형 자동계측장치.

### 청구항 7.

제1항에 있어서,

상기 계측기는,

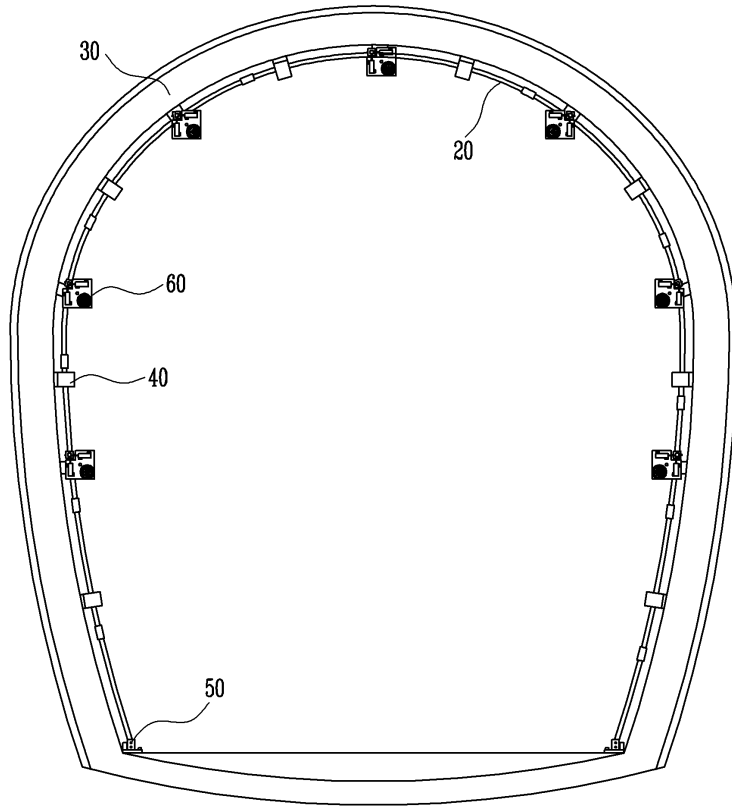
상기 길이변형 센서와 광파 측량 타깃이 설치되는 계측 플레이트와,

상기 계측 플레이트를 터널 라이닝 벽에 고정 설치하기 위한 설치 플레이트로 구성되며,

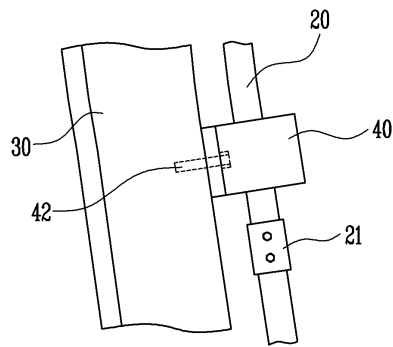
상기 설치 플레이트에는 상기 계측 플레이트의 설치위치를 조절하기 위한 장공형 홀이 형성되는 것을 특징으로 하는 2차원 터널 변형 자동계측장치.

도면

도면1

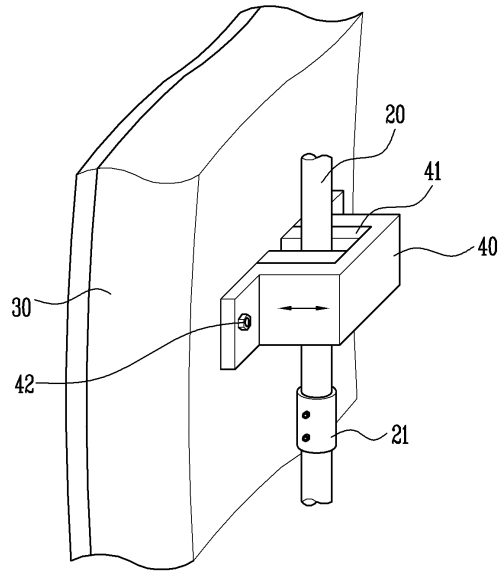


도면2a

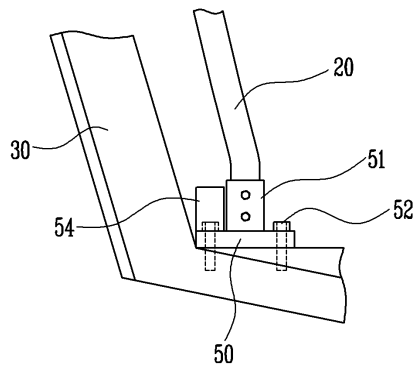




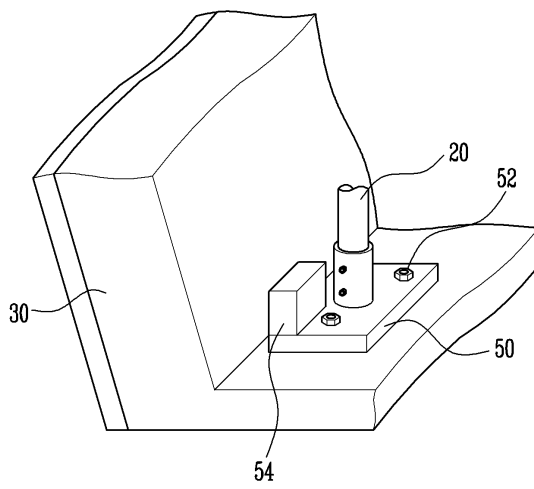
도면2b



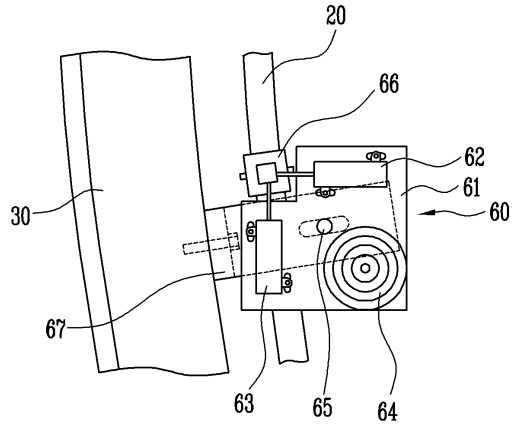
도면3a



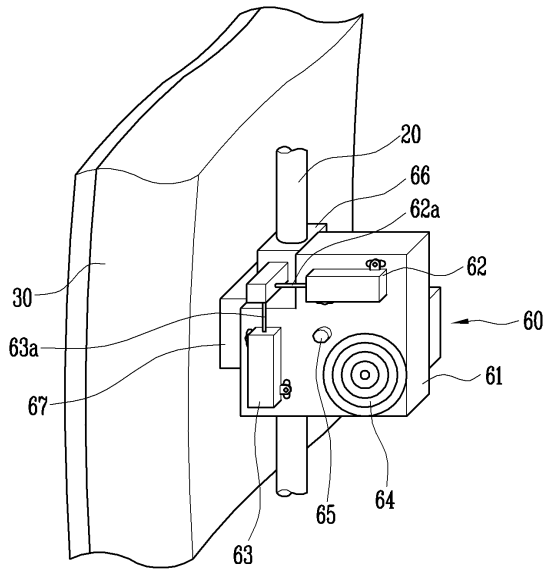
도면3b



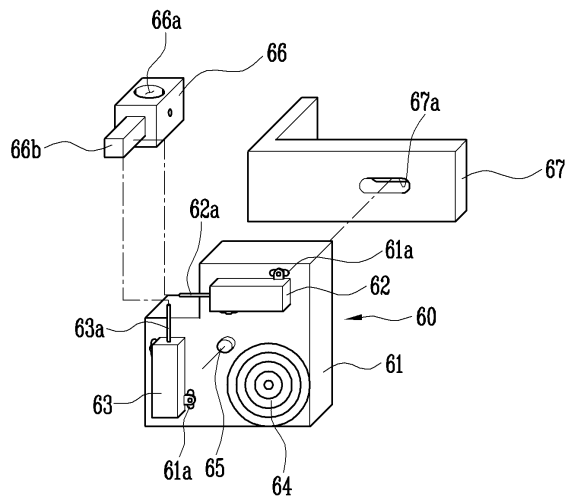
도면4a



도면4b



도면4c



도면5

