



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년03월28일
(11) 등록번호 10-1247702
(24) 등록일자 2013년03월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E21D 9/00 (2006.01) E21D 11/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0066247
(22) 출원일자 2010년07월09일
심사청구일자 2010년07월09일
(65) 공개번호 10-2012-0005680
(43) 공개일자 2012년01월17일
(56) 선행기술조사문헌
JP08170485 A*
KR1020060059833 A*
JP2009293196 A*
KR1020020024912 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
(주)한국투아치
전라북도 전주시 완산구 신촌3길 22, 2층 (중화산동2가)
(72) 발명자
박재현
전라북도 전주시 완산구 범안2길 23-6 (효자동2가)
(74) 대리인
고영갑

전체 청구항 수 : 총 4 항

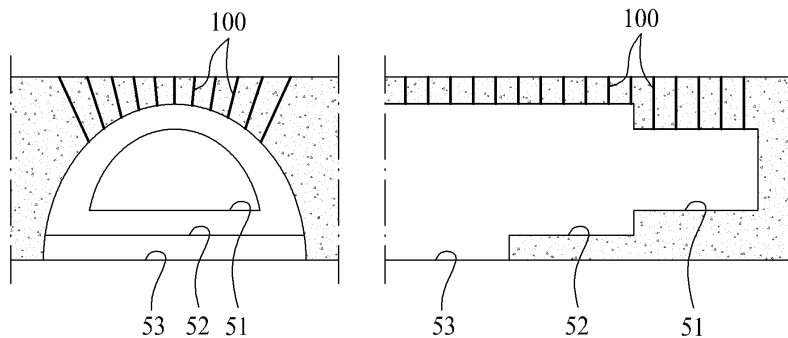
심사관 : 이경찬

(54) 발명의 명칭 파일럿 터널을 적용한 다단 굴착 방식의 터널 시공방법

(57) 요약

본 발명은 대단면 터널에서 파일럿 터널의 선 굴착작업을 행한 후에 잔여터널부를 굴착하는 방식으로 시공되는 터널 시공방법에 관한 것이다. 이를 위해, 본 발명은 시공될 대단면 터널의 길이방향을 따라서 발파방식으로 파일럿 터널을 다수 회에 걸쳐 굴착하는 단계 및 상기 파일럿 터널을 일부 길이 굴착한 후에 굴착작업이 시행되며, 상기 파일럿 터널 이외의 대단면에 이르는 잔여터널부를 단면상 적어도 1단면 이상으로 나누어 터널의 길이방향을 따라서 굴착하는 단계를 포함하여 구성되는 다단 굴착 방식의 터널 시공방법을 제공한다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

파일럿 터널의 상부에 천공홀을 형성하는 단계와, 상기 형성된 천공홀에 그라우팅 보강유닛을 설치하는 단계 및 상기 그라우팅 보강유닛이 설치된 천공홀에 그라우팅 시공을 하는 단계를 통해 굴착하고자 하는 파일럿 터널이 상부를 보강하는 단계;

시공될 대단면 터널의 길이방향을 따라서 발파방식으로 파일럿 터널을 다수 회에 걸쳐 굴착하는 단계;

상기 파일럿 터널을 일부 길이 굴착한 후에 굴착작업이 시행되며, 상기 파일럿 터널 이외의 대단면에 이르는 잔여터널부를 단면상 적어도 1단면 이상으로 나누어 터널의 길이방향을 따라서 굴착하는 단계를 포함하며,

상기 천공홀에 설치되는 그라우팅 보강유닛은 복수 개의 스틸보강부재와 GRP보강부재 및 상기 각 스틸보강부재 사이 및 상기 스틸보강부재와 GRP보강부재 사이에 구비되는 압축연결모듈을 포함하되, 상기 GRP보강부재가 상기 대단면 터널의 하측으로 위치되도록 설치되는 것을 특징으로 하는 파일럿 터널을 적용한 다단 굴착 방식의 터널 시공방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 파일럿 터널의 굴착과 상기 잔여터널부의 굴착은 병행하여 진행되는 것을 특징으로 하는 파일럿 터널을 적용한 다단 굴착 방식의 터널 시공방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 파일럿 터널의 굴착위치는,

시공될 대단면 터널의 중앙으로부터 편심된 위치로 굴착되는 것을 특징으로 하는 파일럿 터널을 적용한 다단 굴착 방식의 터널 시공 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 잔여터널부의 굴착을 2회 이상으로 나누어 굴착하는 경우에는, 각각의 잔여터널부의 굴착이 병행하여 이루어지도록 한 것을 특징으로 하는 파일럿 터널을 적용한 다단 굴착 방식의 터널 시공 방법.

명세서

기술분야

본 발명은 터널 시공방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 전체 터널의 시공기간의 단축을 가져옴과 동시에 작업효율을 향상시킨 파일럿 터널을 적용한 다단 굴착 방식의 터널 시공방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 터널은 내부를 통행하는 차량에 따른 왕복 2차선 또는 4차선 등과 같은 전체 크기를 결정하여 시공하게 된다.
- [0003] 일반적으로는 왕복 2차선 정도의 터널은 소단면 터널로, 왕복 4차선 이상의 터널은 대단면 터널로 분류하여 구성되며, 경우에 따라서 상기 소단면 터널은 양측 두 개의 소단면 터널을 병렬 터널로 이루어지도록 하여 일측 터널은 상행선으로 타측 터널은 하행선으로 구성하기도 한다.
- [0004] 한편, 도 1에서와 같이, 종래의 대단면 터널의 경우는 시공 시 하루에 수회의 발파를 통하여 시공될 터널의 길이방향에 따라 일정 구간(11)에 걸쳐 굴착작업이 이루어지게 되는데, 보통 2m 정도씩 2회의 굴착작업이 이루어지는 과정을 거쳐 전체 터널 시공이 이루어졌다. 즉, 하루 4m 정도의 길이로 굴착하는 작업이 이루어져 전체 터널이 완성되도록 하였다.
- [0005] 그런데, 이와 같은 종래의 터널 시공 방법에 있어서, 특히 대단면 터널의 경우는 하루 굴착구간이 너무 짧은 관계로 터널의 전체적인 시공 기간이 너무 오래 걸린다는 문제점이 있었다.
- [0006] 이를 해결하기 위하여 최근 들어서는 지반의 진동문제를 감안하고, 굴착속도를 증가시키기 위하여 먼저 TBM을 이용하여 파일럿 터널을 굴착하고 그 주위를 발파를 통해 확대 굴착하여 최종터널을 완성하는 TBM을 이용한 터널 시공방법이 국내외 여러 터널현장에 적용되고 있다.
- [0007] 간략하게 이와 같은 TBM을 이용한 터널 시공방법을 간략히 설명하면 다음과 같다.
- [0008] 종래 TBM 터널 시공방법은 TBM을 이용하여 시공될 터널의 중심부를 횡방향으로 굴착하여 TBM 파일럿 터널을 일정 길이만큼 굴착한 후, 그리고, 상기 TBM 파일럿 터널의 천정부와 측부에 발파를 위해 발파공을 천공한다.
- [0009] 다음으로, 상기 발파공의 천공작업이 완료되면, 완성된 발파공에 화약을 장약하고 계획된 순서대로 발파하여 잔여터널부를 굴착한다.
- [0010] 그리고, 발파과정에서 발생된 암버력을 제거하게 되며, 이와 같은 방식에 따라서 상기 파일럿 터널의 내부는 점진적으로 확대되는데, 터널의 내부가 시공할 최종 대단면 터널면에 도달할 때까지 상기와 같은 발파작업을 반복적으로 실시한다.
- [0011] 이후, 다시 TBM을 이용하여 다시 일정 길이만큼 천공하고 상기의 과정을 계속적으로 반복하여 굴착하여 전체 터널을 완성한다.
- [0012] 그런데, 상기와 같은 종래의 TBM을 이용한 터널의 시공방법은 파일럿 터널을 시공할 터널의 중앙부를 관통한 후에 확공 시공하게 되는데, 이때 굴착 속도가 느려지게 되며, 이는 곧 전체 터널 시공기간까지 지연되는 결과를 초래하였다.
- [0013] 또한, 터널을 발파 방식으로 굴착한 경우 생기는 암버력은 별도의 도로 포장이나 기타 조경을 위한 시설물 등에 사용하여 재활용되도록 하였으나, 이와 같은 TBM을 이용하여 굴착되어 생성되는 암버력은 그 입자가 상당히 작은 관계로 재활용이 불가능하게 된다는 문제점 등도 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 본 발명은 상술한 종래의 문제점 및 제결점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 다음과 같다.
- [0015] 첫째, 4차선 이상의 터널과 같은 대단면 터널의 시공 기간을 단축할 수 있는 터널 시공방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0016] 둘째, 시공기간을 단축하면서도 암버력을 재활용도를 증대시킬 수 있는 터널의 시공방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0017] 셋째, 터널의 안정성이 향상되도록 하면서 이를 위한 보강 시설물을 효율적으로 설치할 수 있도록 하는 터널 시공방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0018] 넷째, 터널이 시공되는 주위의 지형물의 피해를 최소화하여 민원 발생 등도 줄일 수 있도록 한 터널 시공방법을

제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0019] 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 파일럿 터널의 상부에 천공홀을 형성하는 단계와 상기 형성된 천공홀에 그라우팅 보강유닛을 설치하는 단계 및 상기 그라우팅 보강유닛이 설치된 천공홀에 그라우팅 시공을 하는 단계를 통해 굴착하고자 하는 파일럿 터널이 상부를 보강하는 단계와, 시공될 대단면 터널의 길이방향을 따라서 발파방식으로 파일럿 터널을 다수 회에 걸쳐 굴착하는 단계와, 상기 파일럿 터널을 일부 길이 굴착한 후에 굴착 작업이 시행되며 상기 파일럿 터널 이외의 대단면에 이르는 잔여터널부를 단면상 적어도 1단면 이상으로 나누어 터널의 길이방향을 따라서 굴착하는 단계를 포함하며, 상기 천공홀에 설치되는 그라우팅 보강유닛은 복수 개의 스틸보강부재와 GRP보강부재 및 상기 각 스틸보강부재 사이 및 상기 스틸보강부재와 GRP보강부재 사이에 구비되는 압축연결모듈을 포함하되 상기 GRP보강부재가 상기 대단면 터널의 하측으로 위치되도록 설치되는 것을 특징으로 하는 파일럿 터널을 적용한 다단 굴착 방식의 터널 시공방법을 제공한다.

[0020] 여기서, 상기 파일럿 터널의 굴착과 상기 잔여터널부의 굴착은 병행하여 진행될 수 있다.

[0021] 삭제

[0022] 삭제

[0023] 삭제

[0024] 상기 파일럿 터널의 굴착위치는, 시공될 대단면 터널의 중앙으로부터 편심된 위치에 굴착될 수 있다.

[0025] 그리고, 상기 잔여터널부의 굴착을 2회 이상으로 나누어 굴착하는 경우에는, 상기 각각의 잔여터널부의 굴착이 병행하여 이루어지도록 할 수 있다.

발명의 효과

[0026] 상기와 같이 구성된 본 발명 파일럿 터널을 적용한 다단 발파 방식 터널 시공방법의 효과에 대하여 설명하면 다음과 같다.

[0027] 첫째, 본 발명에 의하면 터널 전체 시공을 위해 필요한 공기 단축 효과를 가져오며 이는 결국 공사비 절감의 효과를 가져오게 된다.

[0028] 둘째, 파일럿 터널의 굴착을 터널의 중앙으로부터 일부 편심된 위치로 할 수 있어 상황에 따라 최적의 작업환경 등을 확보하여 터널 시공이 가능하게 되며, 또한 시공기간 면에서도 유리한 효과를 가져올 수 있다.

[0029] 셋째, 발파방식의 파일럿 터널을 선 굴착하면서 주위의 암반 상태를 확인할 수 있으므로, 잔여터널부의 굴착 작업을 안정적으로 진행되도록 함과 동시에 그 잔여터널부의 굴착 속도를 조절할 수 있게 되는 효과가 있다.

[0030] 넷째, 파일럿 터널을 발파방식으로 굴착하므로 암버력의 재활용에 있어 유리하게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 종래 터널의 굴착 과정을 설명하기 위하여 대단면 터널을 개략적으로 나타낸 사시도;
- 도 2는 본 발명에 따른 파일럿 터널의 굴착과정을 나타낸 정면도 및 측단면도;
- 도 3은 본 발명에 따른 파일럿 터널의 상부에 그라우팅 보강유닛이 설치된 모습을 개략적으로 정면도 및 측단면도;
- 도 4 및 도 5는 본 발명에 따른 파일럿 터널의 굴착과정을 나타낸 정면도 및 측단면도;
- 도 6은 본 발명에 따른 다단 굴착 방식의 터널 시공방법에 있어서 사용되는 차량이 설치된 모습을 나타낸 정면도 및 측단면도;
- 도 7은 본 발명에 따른 다단 굴착 방식의 터널 시공방법에 있어서 사용되는 그라우팅 보강유닛을 나타낸

측면도;

도 8은 본 발명에 따른 다단 굴착 방식의 터널 시공방법에 있어서 사용되는 그라우팅 보강유닛이 설치된 모습을 나타낸 측면도;

도 9는 본 발명에 따른 터널의 굴착 과정을 설명하기 위하여 대단면 터널 내 파일럿 터널의 굴착되는 모습을 개략적으로 나타낸 사시도; 및

도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 대단면 터널의 시공을 위한 파일럿 터널의 굴착 모습을 나타낸 도면이다.

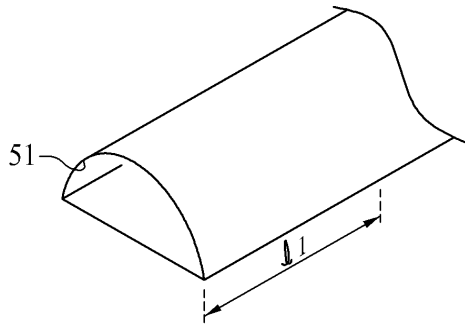
발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 참고로, 이하 설명에서는 구성 및 기능이 거의 동일하여 동일하게 취급될 수 있는 요소는 동일한 참조번호로 특정될 수 있다.
- [0033] 첨부된 도면 중 도 2는 본 발명에 따른 다단 터널 굴착 방법에 있어서 파일럿 터널이 굴착된 모습을 나타낸 위한 도면들이다.
- [0034] 도시된 것처럼, 본 발명 파일럿 터널을 적용한 다단 굴착 방식의 터널 굴착 방법에 따르면, 대단면 터널 내측으로 시공할 터널의 길이방향을 따라서 일정 구간에 걸쳐 파일럿 터널(51)을 굴착한다.
- [0035] 이때, 일반적인 터널 시공 방식과 같은 발파공법이 사용될 것이며, 하루에 다수 회의 작업을 통하여 소정 길이에 이르기까지 굴착작업이 이루어질 수 있다.
- [0036] 일반적으로, 본 발명에 따른 파일럿 터널(51)의 굴착은 작은 직경이 굴착되며, 종전의 2차선 터널 굴착 시에 소요되었던 한번에 3.5m 정도씩 2회에 걸쳐 7m 정도 또는 그 이상의 굴착 속도로 작업이 이루어질 수 있다.
- [0037] 다음으로는, 첨부된 도 3에 도시된 것처럼, 굴착된 파일럿 터널(51)의 상부구간을 그라우팅 보강유닛(100)과 그라우팅 작업 등을 통하여 보강시키는 작업을 수행한다.
- [0038] 여기서, 그라우팅(grouting)이라 함은 토목공사에서 누수방지나 토질안정 등의 목적으로 지반 내부에 시멘트 등과 같은 소정의 그라우팅재를 주입하여 지반을 안정화시키는 것을 말한다.
- [0039] 그리고, 별도의 장봉 형태의 그라우팅 보강유닛이 설치되는데, 이에 대한 자세한 도시 및 설명은 후술한다.
- [0040] 다음으로, 상술한 보강작업이 완료된 후에는, 첨부된 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 파일럿 터널(51)의 외부로 대단면 터널의 내면에 이르기까지 잔여터널부(52,53)를 굴착하는 단계를 거치게 된다.
- [0041] 이때, 상기 파일럿 터널(51)의 굴착작업이 병행하여 이루어지게 된다. 즉, 상기 파일럿 터널의 굴착작업은 상기 잔여터널부의 굴착작업과 동시에 또는 번갈아 이루어질 수 있게 된다.
- [0042] 한편, 상기 잔여터널부는 단면상 다수 구간으로 나뉘어 굴착할 수 있는데, 즉, 첨부된 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, 단면상 잔여터널부(52,53)를 파일럿 터널(51) 주위로 다수 단면에 걸쳐 굴착이 이루어질 수 있게 된다.
- [0043] 도 4 및 도 5에서는 파일럿 터널 이외의 잔여터널부를 2단으로 구성하여 굴착하는 모습을 도시한 것이며, 이에 한정되지 아니하고 단면상 세 개 이상으로 나뉘어 굴착작업이 이루어질 수도 있을 것이다.
- [0044] 그리고, 본 발명에 따른 다단 굴착 방식의 터널 시공방법은 첨부된 도 6에서와 같이, 파일럿 터널의 굴착과 잔여터널부의 굴착이 병행하여 이루어지도록 하는 경우에 그 작업 효율을 좋게 하기 위하여, 전기공급부(81) 및 용수공급부(82)가 동시에 구비된 전기 및 용수 공급차량(80)을 이용하여 굴착작업을 위한 전기 및 용수 공급이 이루어지도록 함이 바람직하다.
- [0045] 여기서, 상기 전기 및 용수 공급차량(80)은 전/후진이 모두 쉽게 이루어지도록 하여 터널 내 발파 등을 통한 굴착 작업 시 보다 효율적인 작업동작이 가능하도록 함이 바람직할 것이다.
- [0046] 한편, 상기 그라우팅 보강유닛(100)은 상기 파일럿 터널(51) 이외의 부분인 잔여터널부(52,53) 굴착 시에 대단면 터널 내면으로 노출되어 삽입된 부분에 위치되는 그라우팅 보강유닛은 잔여터널부의 굴착 시에 함께 굴착되도록 함이 바람직하다.

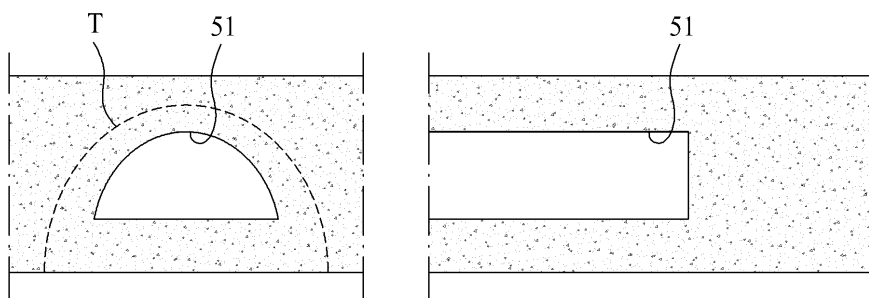
- [0047] 특히, 대단면 터널의 내면의 경우 별도의 절삭 장치를 이용하여 내면이 매끄럽게 되도록 하는데, 터널 상부의 보강을 위해서 터널 상측에 위치한 그라우팅 보강유닛은 강한 스틸(steel) 재질로 이루어지도록 하면서도, 터널 내측에 위치한 보강유닛은 절삭 장치로 터널 내면의 절삭 가공 시 함께 절삭되는 재질로 이루어짐이 바람직하다.
- [0048] 이를 위해, 첨부된 도 7에 도시된 것처럼, 본 발명 파일럿 터널을 적용한 다단 굴착 방식의 터널에 사용되는 그라우팅 보강유닛(100)은 지반에 천공된 다수개의 천공홀 각각에 삽입되며 길이방향을 따라서 다수개가 나뉘어진 형태로 연결되는 보강부재(10,20)를 포함하여 구성되고, 상기 보강부재(10,20)는 각각 소정의 길이를 가지는 봉형상으로 이루어지며, 스틸재질로 이루어진 스틸보강부재(10)와 GRP(Glass Reinforced Plastic)재질로 이루어진 GRP보강부재(20)가 사용됨이 바람직하다.
- [0049] 즉, 도시된 바와 같이, 터널의 시공 시에는 시공되는 터널의 상측 지반으로부터 하부의 시공되는 터널이 위치한 쪽으로 GRP보강부재(20)가 위치되며, 그 이외의 부분은 스틸보강부재(10)가 다수개 연결되어 구성되는 보강유닛(100)이 사용된다.
- [0050] 이때, 상기 스틸보강부재(10)는 다수개가 연결된 형태를 이루며 각각의 스틸보강부재(10) 또는 상기 GRP보강부재(20)와 스틸보강부재(10)는 모두 압축연결모듈(110)에 의하여 연결되는 형태를 이룸이 바람직하다.
- [0051] 상기 압축연결모듈(110)은 상기 각 보강부재(10,20)를 연결하는 역할을 함과 동시에 그라우팅 보강유닛이 설치되기 위한 천공홀에 인장력이 작용하는 상태로 고정되도록 하는 역할을 수행한다.
- [0052] 이와 같이 형성된 그라우팅 보강유닛은, 첨부된 도 8에 도시된 바와 같이, 시공되는 터널의 상측으로부터 미리 설계된 터널 내측 부분에까지 다다르도록 상기 다수개의 천공홀(H)을 시공하고, 차후 시공되는 터널의 내측으로 본 발명 그라우팅 보강유닛의 일부 특히 GRP보강부재(20)가 위치되도록 천공작업이 수행된다.
- [0053] 다음으로는, 상기 천공된 천공홀(H)에 있어서 터널이 위치한 쪽으로 즉, 상기 천공홀(H)의 선단부 일부를 레진 또는 급결그라우팅재(130)로 충전한다.
- [0054] 여기서, 상기 레진 또는 급결그라우팅재(130)는 빠른 시간 안에 굳어지는 재질로 이루어지며, 충전되는 깊이는 상기 그라우팅 보강유닛(100)의 GRP보강부재(20)가 일부 삽입될 정도의 깊이로 충전된다.
- [0055] 다음으로는, 상기와 같이 레진 또는 급결그라우팅재가 충전된 천공홀(H) 내측으로 상기 그라우팅 보강유닛(100)을 선단부가 GRP 보강부재(20)가 되도록 한 후 삽입하는 단계를 수행한다.
- [0056] 그리고 나서, 상기 충전시킨 레진 또는 급결 그라우팅재가 굳어짐에 따라서 상기 그라우팅 보강유닛(100)의 선단부 즉 GRP보강부재(20)가 상기 천공홀 내측에 고정된 상태를 이루게 되면, 지면상측으로 일부 돌출되게 설치된 스틸보강부재(10)를 외부로 잡아당겨 상기 그라우팅 보강유닛(100) 전체에 걸쳐서 인장력이 작용하는 상태를 이루도록 한다.
- [0057] 그리고 나서, 상기 천공홀(H) 내부에는 최종적으로 일반 그라우팅재를 충전하고, 최외곽에 위치하는 스틸보강부재(10)를 고정 캡 또는 고정볼트 등을 이용하여 지면에 고정시키는 작업을 수행한다.
- [0058] 상기와 같은 과정을 통하여 그라우팅 보강유닛의 설치작업 및 그라우팅 보강작업까지 모두 완료되면, 상기 천공홀(H) 내부의 그라우팅 보강유닛(100)은 그 길이방향을 따라서는 각각의 압축연결모듈 내 구비되는 스프링이 위치한 구간별로 압축력이 작용하는 상태를 이루게 된다.
- [0059] 더불어, 상기 그라우팅 보강유닛(100) 주위로 그라우팅재가 경화된 경우 지반 또한 상하로 압축력이 작용하는 상태를 이루게 되므로, 시공되는 터널 상측이 상부와 하부가 서로 압축된 상태를 이루므로 안정된 구조를 유지하게 된다.
- [0060] 이 경우, 굴착하고자 하는 잔여터널부가 위치한 부위로는 유리강화 합성섬유 재질인 GRP보강부재(20)가 위치되므로, 잔여터널부의 굴착은 물론 터널의 모양을 형성하고 터널 내면을 형성하기 위한 커팅 및 절삭 작업을 하는 경우 그 작업이 종전의 스틸재질의 보강부재의 경우보다 쉽게 이루어진다.
- [0061] 상기와 같이 구성된 본 발명 파일럿 터널을 적용한 다단 굴착 방식의 터널 굴착 방법의 효과에 대하여 설명하면 다음과 같다.
- [0062] 도 2 내지 도 5에 도시된 바와 같이, 먼저 파일럿 터널(51)을 굴착한 후에 잔여터널부(52,53)를 다단에 걸쳐 굴착하게 된다.

도면

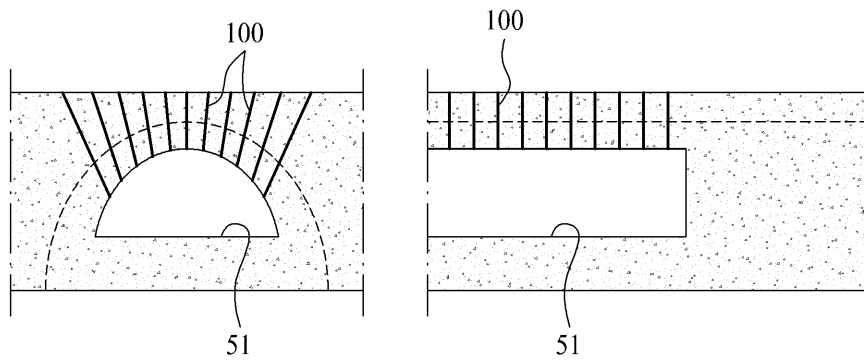
도면1



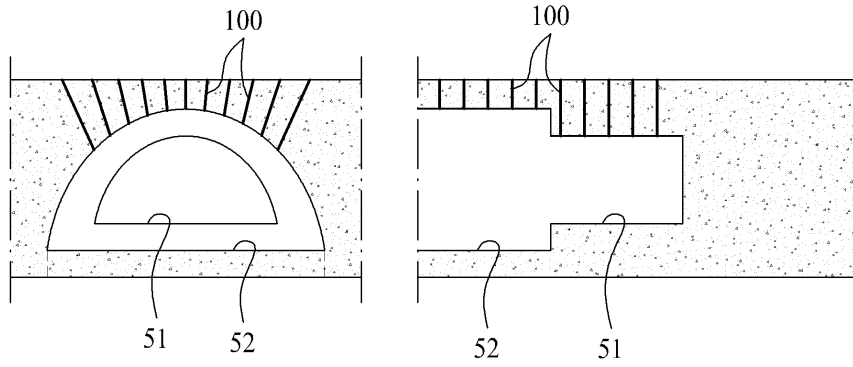
도면2



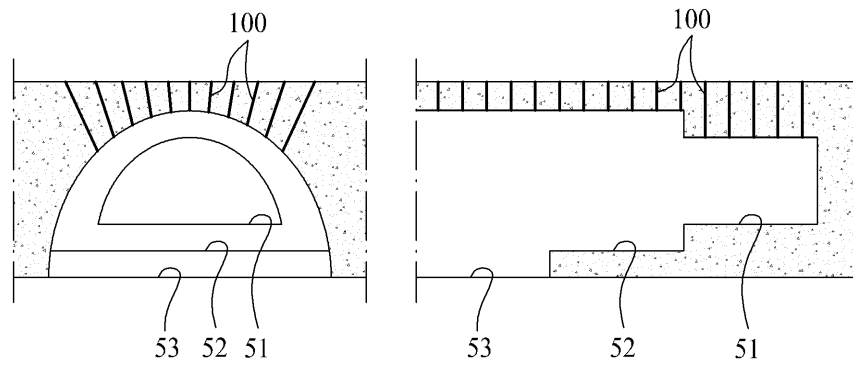
도면3



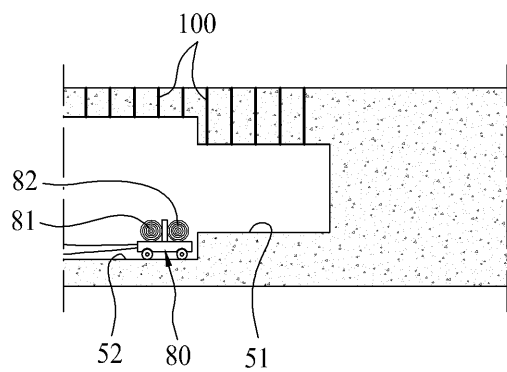
도면4



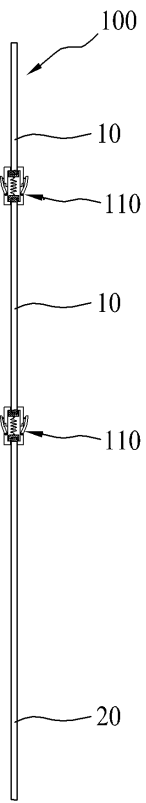
도면5



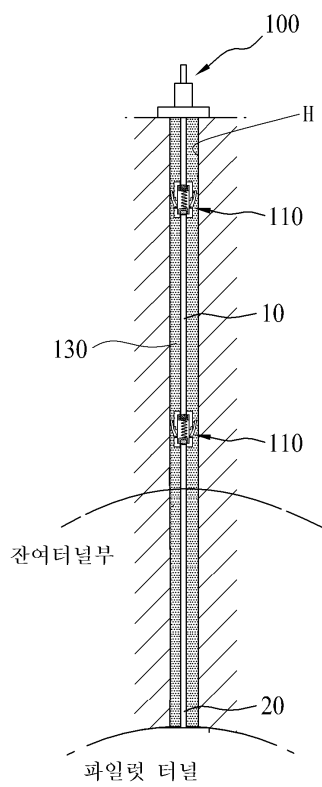
도면6



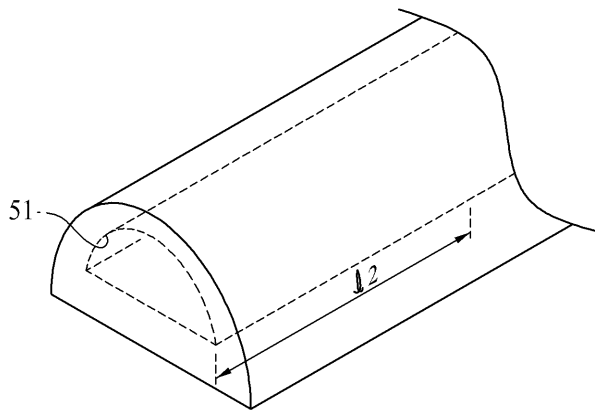
도면7



도면8



도면9



도면10

