

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
E21D 9/00

(11) 공개번호 10-2005-0020451  
(43) 공개일자 2005년03월04일

(21) 출원번호 10-2003-0058415  
(22) 출원일자 2003년08월22일

(71) 출원인 (주)동양엠티  
서울특별시 관악구 봉천동 1630-4 2층

(72) 발명자 위성길  
서울특별시관악구남현동1072-71현대파크빌라301호

(74) 대리인 양순석

심사청구 : 있음

(54) 비개착식 터널구조물 시공방법 및 그 터널 구조물

요약

본 발명은 문형의 터널을 비개착식 공법으로 시공함에 있어, 터널 상측의 지반침하 방지 목적으로 시공되는 파이프루프를 수평방향의 일자 형태로 시공하여 터널 시공작업의 단순화 및 그에 따른 작업기간의 단축이 가능토록 하고, 또한 터널구조물 형성을 위해 문형의 터널단위체를 추진시 시공될 터널의 바닥면 침하가 방지되도록 하는 비개착식 터널구조물 시공방법에 관한 것이다.

이같은 본 발명은, 지중에 터널구조물을 비개착식으로 시공하는 터널구조물 시공방법에 있어서; 터널구조물을 설치할 장소의 양편을 수직 방향으로 굴착하여 일정 깊이의 수직 갱을 형성하는 단계; 상기 수직 갱의 내부에서, 설치될 터널구조물과 같은 방향으로 다수의 파이프루프를 터널구조물 상부에 설치하되, 터널구조물의 폭보다 넓게 수평 방향으로 다수의 파이프루프를 매설하는 단계; 상기 수직 갱의 내부에서, 설치될 터널구조물의 하단과 접하는 바닥면을 보강하는 단계; 상기 파이프루프와 상기 보강된 바닥면 사이의 지중을 굴진하면서 조립식 PC박스 형태의 터널단위체를 순차적으로 추진하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도

도 2

색인어

비개착식, 파이프루프, 수평방향, 플로어 파이프, 그라우팅

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 비개착식 터널구조물 시공방법의 일 실시예를 설명하기 위한 구성도

도 2는 도 1에 따른 터널구조물을 입구쪽에서 바라본 도면

\*도면의 주요부분에 대한 부호의 설명\*

10 : 파이프루프 20 : 플로어 파이프

22 : 그라우팅 24 : 콘크리트

30 : 터널단위체 40 : 선단프레임

42 : 선단 슈 44 : 굴진용 잭 실린더

46 : 굴착기 48 : 흙상차 컨베이어 벨트

50 : 운반대차 52 : 유압 잭 실린더

54 : 버팀반력벽 56 : 수직 갱

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 비개착식 터널 구조물의 시공방법 및 그 터널 구조물에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 문형의 터널을 비개착식 공법으로 시공함에 있어, 터널 상층의 지반침하 방지 목적으로 시공되는 파이프루프를 수평방향의 일자 형태로 시공하여 터널 시공작업의 단순화 및 그에 따른 작업기간의 단축이 가능토록 하고, 또한 터널구조물 형성을 위해 문형의 터널단위체를 추진시 시공될 터널의 바닥면 침하가 방지되어 시공되는 터널이 일정한 높이와 시공각도를 유지하면서 구조적인 안정감을 유지할 수 있도록 한 것이다.

일반적으로, 지하도, 터널 등의 터널 구조물을 시공하기 위해서 다양한 시공방법이 사용되고 있다.

대표적인 터널 구조물 시공방법으로는 터널을 시공하고자 하는 곳의 땅을 완전히 개착(開鑿)하여 터널 구조물을 시공한 후, 개착되어진 토사를 시공된 터널 구조물의 위로 덮어 시공을 완성하는 오픈 트렌치 공법(Open Trench Method: 이하 O.T.M)이 있다. 또한, 터널을 시공하고자 하는 곳의 땅을 개착(開鑿)하지 않고 쉴드 터널링 머신(Shield Tunneling Machine)을 사용하여 비개착 방식으로 터널을 형성한 후, 형성된 터널 내측에 터널 구조물을 시공하여 완성하는 터널 보링 공법(Tunneling Boring Method: 이하 T.B.M)이 있다.

그밖에 도로 또는 철도 레일 밑에 터널을 구축하는 방법으로, 파이프를 이용하여 상부의 토층을 지지한 상태에서 그 하부에 지하 구조물을 시공하는 파이프 루프 공법(Pipe Roof Method) 등이 있다.

상기한 오픈 트렌치 공법(O.T.M)과 터널 보링 공법(T.B.M) 중에서 현재 대표적으로 쓰이는 공법은 터널 보링 공법이다.

상기 터널 보링 공법은 주로 도시지역 또는 지반이 암반층으로 이루어진 곳에서 널리 사용되는데, 이는 터널을 시공하는 과정에서 지상 구조물(도로, 건물 등)과 지하 구조물(하수도, 가스관 등) 및 지상의 교통흐름에 최소한의 영향을 끼치면서 터널을 시공할 수 있기 때문이다.

그러나, 이같은 오픈 트렌치 공법과 쉴드 보링 공법은 다음과 같은 시공상의 문제점이 있게 된다.

즉, 상기 오픈 트렌치 공법은 터널 시공 시에 지반을 개착한 상태에서 터널 시공이 진행되는 것이므로, 이는 지상의 도로나 건물 등에 의해 터널 시공장소가 큰 제약을 받게되는 문제점이 있었다.

그리고, 쉴드 보링 공법은 주로 암반층에 터널을 비개착 상태로 시공하는 방식으로 지중에는 적용하기 어렵다. 또한, 대부분의 쉴드 터널링 머신은 원형 터널구조나 아치형 터널구조만을 구축할 수 있으므로, 이같은 쉴드 터널링 머신을 사용한 쉴드 보링 공법으로 사각형태의 터널을 시공시에는 굴진된 터널의 내측으로 시공되는 터널 구조물의 직경보다 필요 이상으로 큰 터널을 굴진하게 되는 시공상의 비효율성이 지적되었고, 이같은 이유로 오픈 트렌치 공법 또는 파이프 루프 공법 등을 사용하여야 하므로써 터널을 시공하는데 번거로움과 시공비용이 증가되는 문제점이 있었다.

따라서, 상기한 오픈 트렌치 공법과 쉴드 보링 공법의 문제점을 해결하기 위해 본원 출원인은 대한민국 특허 출원 제 99-15875호 및 제 99-18904 호에서 지중에 비개착식으로 터널을 시공하기 위해 터널 구조물을 지중 내부에 연속적으로 밀어 넣으면서 터널을 형성하는 시공방법을 제안한 바 있다.

그러나 이같은 선행기술에 따른 비개착식 터널 시공방법을 이용하여 문형의 터널을 시공하는 경우, 터널 시공에 따른 지반의 붕괴 내지는 침하를 방지하기 위하여 복수개의 파이프루프를 터널 형상에 상응하도록 문형으로 박음하고, 이같이 박음된 루프파이프에 그라우팅 등의 충전재를 충전시켜 지반을 보강한 후, 상기 루프파이프의 내측을 굴진하여 터널을 시공하게 된다.

이에 따라, 상기 파이프루프를 매설하는 작업이 시공될 터널의 상층 및 좌우 측면에 대해 여러 각도에서 이루어져야 하는 것이므로 복잡한 과정을 거치게 되고, 이는 터널의 시공 기간을 길게하는 요인으로 작용할 뿐만아니라 공사비용의 상승을 초래하였다.

또한, 터널을 굴진하여 문형의 터널구조물을 밀어넣는 과정에서, 상기 터널구조물의 하중에 의해 시공될 터널의 바닥면이 침하되는 현상이 유발되었고, 이에 따라 시공되는 터널구조물이 제 위치를 유지하지 못하고 불규칙한 높이 나 각도를 유지함에 따라, 시공되는 터널이 구조적으로 매우 불안정한 상태를 유지하게 되는 것이었다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 시공될 터널의 외측으로 매설되는 파이프루프가 터널 주변의 토사 붕괴를 충분히 억제하면서도 수평 방향으로 일장형 구조를 이루도록 시공함으로써, 터널구조물의 시공작업이 간편하면서도 효율적으로 이루어질 수 있도록 하는 비개착식의 터널구조물 시공방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.

그리고, 터널구조물을 형성하는 각 터널단위체들을 밀어넣는 과정에서 터널 바닥면의 지반 침하가 방지되어 완성되는 터널구조물이 일정한 높이와 각도를 유지하면서 매우 안정적인 구조를 이룰 수 있도록 하는 비개착식의 터널구조물 시공방법을 제공하는데 본 발명의 다른 목적이 있다.

또한, 터널구조물의 상하부에 보강면이 형성되어, 터널구조물의 내진성 향상이나 기타 우수로 인한 터널 주변의 지반침하가 적극 방지될 수 있도록 한 터널구조물을 제공하는데 본 발명의 다른 목적이 있다.

**발명의 구성 및 작용**

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 비개착식 터널구조물 시공방법은, 지중에 터널구조물을 비개착식으로 시공하는 터널구조물 시공방법에 있어서; 터널구조물을 설치할 장소의 양편을 수직 방향으로 굴착하여 일정 깊이의 수직 갱을 형성하는 단계; 상기 수직 갱의 내부에서, 설치될 터널구조물과 같은 방향으로 다수의 파이프루프를 터널구조물 상부에 설치하되, 터널구조물의 폭보다 넓게 수평 방향으로 다수의 파이프루프를 매설하는 단계; 상기 수직 갱의 내부에서, 설치될 터널구조물의 하단과 접하는 바닥면을 보강하는 단계; 상기 파이프루프와 상기 보강된 바닥면 사이의 지층을 굴진하면서 조립식 PC박스 형태의 터널단위체를 순차적으로 추진하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

그리고, 상기 파이프루프를 매설하는 단계에서는, 상기 시공될 터널구조물의 상단 양편으로부터 터널구조물의 높이 이상의 거리까지 상기 파이프루프를 매설함이 바람직하겠다.

그리고, 상기 시공될 터널구조물의 하부 지반을 보강하는 단계는, 상기 시공될 터널구조물의 하측에 복수개의 플로어 파이프를 수평 방향으로 매설하고, 상기 플로어 파이프의 내부 및 그 외측을 그라우팅 하며, 상기 그라우팅된 플로어 파이프의 내부에 콘크리트 타설하는 일련의 과정으로 이루어질 수 있다.

또한, 본 발명에 따른 터널구조물은, 복수개의 파이프를 수평 방향으로 매설한 구조의 보강용 파이프루프가 터널 폭보다 큰 폭을 유지하도록 터널 상측에 시공되고, 터널 하단과 접하는 바닥면은 지반 침하의 방지를 위한 보강시공이 이루어진 것을 특징으로 한다.

이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

도 1은 본 발명에 따른 비개착식 터널구조물 시공방법의 일 실시예를 설명하기 위한 구성도이고, 도 2는 도 1에 따른 터널구조물을 입구쪽에서 바라본 도면이다.

도시된 바와 같이 본 발명에 따른 비개착식 터널구조물 시공방법은, 먼저 터널을 설치하고자 하는 장소의 양편을 수직 방향으로 일정 깊이 굴착하여 수직 갱을 형성한다.

그리고 이같이 형성된 수직 갱의 내부에서, 설치될 터널구조물의 상측에 위치하도록 다수의 파이프루프(10)를 상기 터널구조물의 설치 방향과 동일 방향으로 매설하게 되는데, 이때 상기 파이프루프(10)는 상기 터널구조물의 폭보다 넓은 폭을 유지하도록 수평 방향으로 다수개 매설된다. 이같이 파이프루프(10)가 설치될 터널구조물에 비해 넓은 폭을 유지하도록 함은, 후술되는 터널굴착수단을 통한 굴착작업이나 압입 추진수단을 통한 터널구조물의 추진시에 터널구조물 주연의 토사가 터널구조물을 향해 붕괴되거나 흘러내리는 현상을 방지하기 위함이며, 따라서 상기 파이프루프(10)의 폭은 설치될 터널구조물 주연의 토사가 상기 설치될 터널구조물로 흘러내리는 현상을 방지할 수 있는 정도의 폭을 유지하면 되겠다.

본 실시예에서는 상기 파이프루프(10)가 설치될 터널구조물의 상단 양편으로부터 상기 터널구조물의 높이 이상되는 거리까지 매설되도록 하였다. 즉, 상기 파이프루프(10)의 폭은 설치될 터널구조물의 폭보다 2배 또는 그 이상의 폭을 유지하도록 한 것이며, 이는 상기 설치될 터널구조물의 굴진 및 굴착 등의 작업시 터널 상측의 토사가 상기 터널구조물로 붕괴 내지는 흘러내리는 것을 적극 방지할 수 있도록 하기 위함이다.

그리고, 상기와 같이 설치될 터널구조물의 상측에 파이프루프(10)를 매설한 다음, 상기 설치될 터널구조물의 하단과 접하는 바닥면을 보강하는 설치가 진행된다. 본 실시예에서는 상기 설치될 터널구조물의 하측에 복수개의 플로어 파이프(20)를 수평 방향으로 매설한 후, 상기 플로어 파이프(20)의 내부 및 그 외측을 그라우팅(22) 시공하며, 이같이 그라우팅(22)된 플로어 파이프(20)의 내측에 콘크리트(24)를 타설하여 덮어주는 일련의 과정으로 상기 시공될 터널구조물의 바닥면 지반이 강화되도록 하였다.

또한, 시공될 터널구조물의 상측에 상기 파이프루프(10)를 매설하는 작업에 앞서서 상기 시공될 터널구조물의 바닥면 지반을 강화하는 작업이 우선 이루어져도 무방하겠다.

그리고, 상기 수직 갱으로 터널굴착수단과 터널붕괴방지수단 및 터널구조물을 밀어 이송시키는 압입 추진수단을 투입하고, 투입된 상기 압입 추진수단을 지지하여 고정하는 버팀반력벽(54)을 설치하게 된다.

상기 버팀반력벽(54)은 상기 수직 갱(56)의 넓이에 맞게 설치되어 상기 터널붕괴방지수단이 지중 내부로 굴진될 때의 반력을 지지하여 터널붕괴방지수단이 후방으로 밀리는 것을 방지하는 기능을 한다.

상기 터널붕괴방지수단은 지중 내로 굴진되는 원추형의 선단 슈(42)와, 일측은 상기 선단 슈(42)에 접하며 타측은 전방을 향해 길게 연장되어 지중의 토사가 붕괴되는 것을 방지하는 동시에 굴진되는 예비터널로 토사가 흘러내리는 현상을 방지하는 선단프레임(40)과, 상기 선단프레임(40)을 유압에 의해 밀어 이동시켜 상기 선단 슈(42)를 지중내로 굴진시켜 전진되도록 하는 다수개의 굴진용 잭 실린더(44)로 구성할 수 있다.

이렇게 구성된 터널붕괴방지수단에 의해서, 상기 굴진용 잭 실린더(44)가 상기 선단프레임(40)을 유압에 의해 밀게 되고, 이에 따라 상기 선단프레임(40)과 연동하는 상기 선단 슈(42)가 지중으로 밀려 굴진되면서 지중에 상기 선단프레임(40)과 선단 슈(42)의 형태대로 예비터널이 형성되어진다.

상기 터널굴착수단은 예비터널 내부에 굴삭기(46)를 설치하여 토사를 굴착하거나, 작업자의 노동력으로 하는 등 다양한 방법과 그에 따른 장비가 사용될 수 있겠다.

그리고, 상기 굴진용 잭 실린더(44)에 의해 상기 선단프레임(40)과 선단 슈(42)가 굴진 시공을 하거나, 또는 상기 터널굴착수단에 의해 예비터널의 토사를 굴착하는 과정에서, 상기 예비터널의 상측으로 위치하는 파이프루프(10)가 토사의 붕괴나 흘러내림을 억제하는 것이므로, 상기 예비터널을 향해 토사가 유입되는 현상이 방지되고 그에 따라 터널의 시공작업이 한층 용이해지면서 신속한 시공을 가능케한다.

그리고, 상기 터널굴착수단의 굴착에 의해서 그 내측에 터널구조물 설치공간이 마련되는 상기 예비터널의 내측으로 터널구조물을 압입 추진수단에 의해서 순차적으로 밀려 넣어지도록 한다. 즉, 상기 터널구조물은 사전 제작된 PC박스 구조의 터널단위체(30)를 사각 헤드 폼을 거치한 후 순차적으로 추진하는 방식으로 시공된다.

이때, 상기 예비터널의 하측 지반은 상기 터널단위체(30)의 추진이 진행되기 전에 플로어 파이프(20)의 매설, 그라우팅(22) 시공, 콘크리트(24) 타설을 통해 강화된 상태이므로, 상기 터널단위체(30)의 추진이 진행되는 중에도 예비터널의 하측 지반이 침하되는 현상은 적극 방지되고, 이에 따라 추진되는 터널단위체(30)는 일정한 높이를 유지하면서 규칙적인 추진이 가능하여 완성되는 터널구조물이 구조적으로 안정감을 확보할 수 있게 된다.

또한, 상기 예비터널의 상측으로 매설된 파이프루프(10)에 의해서, 상기 터널단위체(30)의 추진과정에서 터널구조물 방향으로 토사가 붕괴되거나 흘러내리는 현상은 발생하지 않게 된다.

그리고, 상기 터널굴착수단에 의해서 굴착된 토사를 수직 갱(56)으로 이송시키게 된다. 이같은 토사의 이송수단으로는 굴착된 토사를 실어 나르기 위한 흡상차 컨베이어 벨트(48)와, 상기 흡상차 컨베이어 벨트(48)에 의해 이송되는 토사가 상차되며 레일을 따라 이송되어 상기 수직 갱(56)으로 토사를 배출하는 다수개의 운반대차(50)로 구성할 수 있다.

그리고, 이같이 수직 갱(56)으로 이송된 토사를 수직 갱(56) 외부로 배출시키게 된다.

상기한 방법으로 설치되는 본 발명의 터널구조물을 도 2를 참조하여 설명한다.

본 발명에 따른 터널구조물은, 그 상측에 터널 자신의 폭보다 좌우 방향으로 확장된 폭이 유지되도록 파이프루프(10)를 수평 방향을 따라 매설하고 있으며, 그 바닥면에는 지반침하 방지를 위해 보강 시공된 구조로 이루어진다.

그리고, 상기 파이프루프(10)의 폭은 시공될 터널구조물의 상단 양편으로부터 상기 터널구조물의 높이 이상의 거리까지 매설됨이 바람직하겠다. 다시 말해, 상기 파이프루프(10)의 폭은 터널구조물의 폭보다 2배 내지는 그 이상되도록 하는 것이다.

이에 따라, 상기 터널구조물의 상측에 위치하는 토사로 인한 하중이 상기 파이프루프(10)에 의해 일정 부분 흡수되는 것이므로, 터널구조물의 내진성 증대 등 구조적인 안정감이 향상되어진다.

또한, 상기 터널구조물의 바닥면에 대한 보강구조는, 터널구조물의 하부에 다수개의 플로어 파이프(20)가 수평 방향으로 매설되고, 상기 플로어 파이프(20)의 내부 및 그 외주연이 그라우팅(22) 시공되며, 이렇게 그라우팅(22) 시공된 상기 플로어 파이프(20)의 내측에 콘크리트(24)가 타설되도록 시공할 수 있다.

이에 따라, 보강되어진 상기 바닥면이 터널구조물의 하중을 견고하게 지지하는 것이므로, 터널구조물의 시공 후 일정 기간이 경과하면서 우수에 의한 터널주변의 토질 약화나 기타 이유로 인해 지반침하가 유발되면서 터널의 구조가 변형되는 현상을 적극 방지할 수 있게 된다.

### 발명의 효과

상기한 실시예에 의하여 알 수 있는 바와 같이, 본 발명에 따른 비개착식 터널구조물 시공방법 및 그 터널구조물에 따르면, 비개착 방식으로 터널구조물을 시공함에 있어서 시공되는 터널의 형상에 관계없이 수평 방향을 따라 일차형의 파이프루프를 매설함에 따라 시공작업이 간편해지는 동시에 그에 따라 비용절감은 물론 보다 정교한 시공을 할 수 있게 된다.

또한, 사전에 굴진된 예비터널의 내측으로 PC박스 형태의 터널구조물을 추진함에 있어, 시공될 터널의 하부 지반이 상기 PC박스의 자체 하중 및 그 추진에 따른 하중을 지지할 수 있는 충분한 강도를 보유함에 따라, 터널구조물의 시공 중 터널 하부 지반이 침하되는 현상이 적극 방지되고 그에 따라 추진되는 PC박스들이 일정한 높이를 유지하면서 추진되므로써 완성된 터널구조물이 구조적으로 매우 안정적인 상태를 유지할 수 있게 된다.

또한, 본 발명에 따른 터널구조물은 그 상측 및 하측에 각각 보강부위를 갖는 구조이므로, 터널구조물로 가해지는 하중에 대해 보다 견고하게 견딜 수 있을 뿐만 아니라, 터널구조물 자체의 하중에 의한 터널구조물 하부 지반의 침하 현상을 적극 방지할 수 있는 효과가 있게 된다.

**(57) 청구의 범위**

**청구항 1.**

지중에 터널구조물을 비개착식으로 시공하는 터널구조물 시공방법에 있어서;

터널구조물을 설치할 장소의 양편을 수직 방향으로 굴착하여 일정 깊이의 수직 갱을 형성하는 단계;

상기 수직 갱의 내부에서, 설치될 터널구조물과 같은 방향으로 다수의 파이프루프를 터널구조물 상부에 설치하되, 터널구조물의 폭보다 넓게 수평 방향으로 다수의 파이프루프를 매설하는 단계;

상기 수직 갱의 내부에서, 설치될 터널구조물의 하단과 접하는 바닥면을 보강하는 단계;

상기 파이프루프와 상기 보강된 바닥면 사이의 지중을 굴진하면서 조립식 PC박스 형태의 터널단위체를 순차적으로 추진하는 단계를 포함하는 비개착식 터널구조물 시공방법.

**청구항 2.**

제 1 항에 있어서,

상기 파이프루프를 매설하는 단계에서는,

상기 시공될 터널구조물의 상단 양편으로부터 터널구조물의 높이 이상의 거리까지 상기 파이프루프를 매설함을 특징으로 하는 비개착식 터널구조물 시공방법.

**청구항 3.**

제 1 항에 있어서,

상기 시공될 터널구조물의 하부 지반을 보강하는 단계는,

상기 시공될 터널구조물의 하측에 복수개의 플로어 파이프를 수평 방향으로 매설하고,

상기 플로어 파이프의 내부 및 그 외측을 그라우팅 하며,

상기 그라우팅된 플로어 파이프의 내부에 콘크리트 타설하는 일련의 과정으로 이루어짐을 특징으로 하는 비개착식 터널구조물 시공방법.

**청구항 4.**

제 1 항에 있어서,

상기 수평 방향으로 파이프루프를 매설하는 단계 이전에 상기 시공될 터널구조물의 바닥면을 보강하는 단계가 먼저 이루어지는 것을 특징으로 하는 비개착식 터널구조물 시공방법.

**청구항 5.**

복수개의 파이프를 수평 방향으로 매설한 구조의 보강용 파이프루프가 터널 폭보다 큰 폭을 유지하도록 터널 상측에 시공되고, 터널 하단과 접하는 바닥면은 지반 침하의 방지를 위한 보강시공이 이루어진 것을 특징으로 하는 터널 구조물.

**청구항 6.**

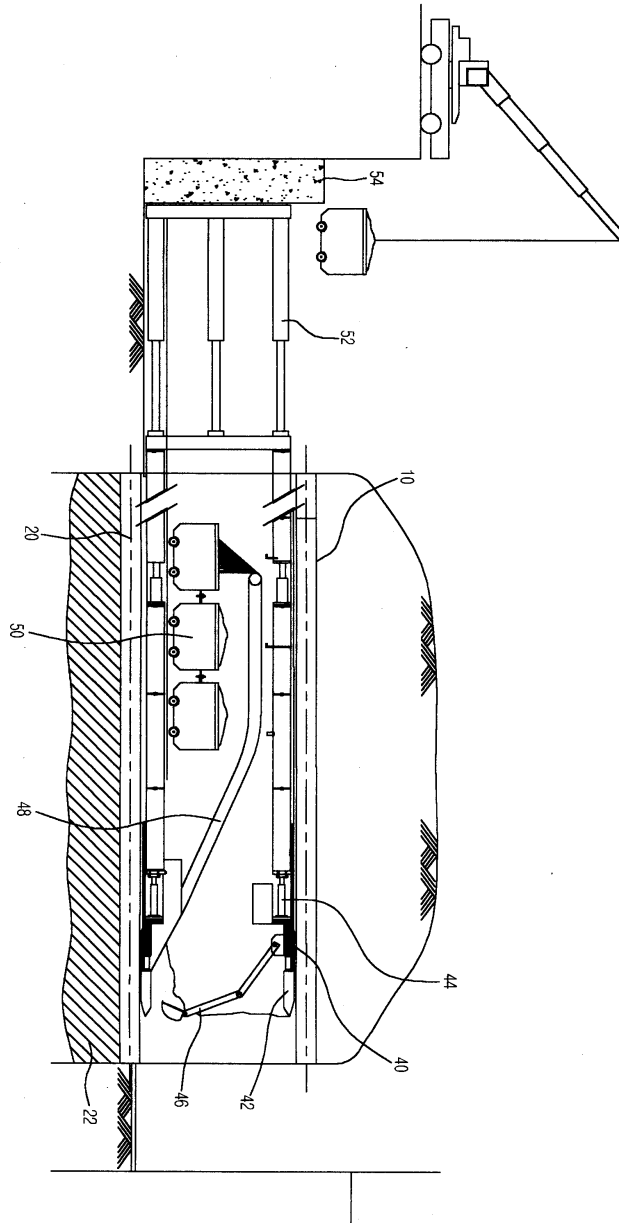
제 5 항에 있어서,

상기 파이프루프는,

시공될 터널구조물의 상단 양편으로부터 상기 터널구조물의 높이 이상의 거리까지 연장되도록 매설됨을 특징으로 하는 터널구조물.

도면

도면1



도면2

