

명세서

청구범위

청구항 1

산악지형의 자연 사면을 굴착하지 않고 절개부를 최소화하는 친환경 터널 갱구부 시공방법에 있어서,

터널 시점에 마련할 강제 폼 제작 및 설치 단계;

터널 입구를 굴착하고 유압 잭을 이용하여 상기 강제 폼을 이동시키는 단계;

상기 강제 폼을 이용하여 작업공간을 확보하는 단계;

상기 강제 폼의 상태, 굴착 상황 및 환경 정보를 감지하는 센싱 단계;

상기 센싱 정보를 작업자와 송수신하는 통신 단계;

상기 강제 폼 후단부에 세그먼트를 설치하는 단계;

세그먼트 배면공간을 그라우팅하는 단계; 및

상기 강제 폼을 해체하고 상기 세그먼트를 이동하며 터널을 굴착하는 단계; 를 포함하며,

상기 센싱 단계는 하나 이상의 센서부를 이용하여 터널 내의 시각, 청각에 의한 감지 및 물리적인 변형을 감지하고, 상기 통신 단계는 비콘, 와이파이, NFC 및 RFID 중 어느 하나 이상을 이용함으로써 작업자가 시공 또는 점검 시에 상기 센서부 근처에 가면 자동으로 정보를 수신하고, 작업 중인 경우 알람을 통해 작업자의 안전을 확보하며,

상기 강제 폼의 전단부는 굴착 진행방향으로 돌출된 연장 차단부가 마련됨으로써 낙하물을 방지하고, 상기 강제 폼의 후단부는 굴착 진행의 반대방향으로 돌출된 세그먼트 연결부가 마련됨으로써 후속 연결될 세그먼트와 안전하게 연결되며, 상기 연장 차단부 및 세그먼트 연결부는 기 설정된 값 또는 굴착이 진행되는 환경 조건에 따라 크기, 두께, 재질 및 탈부착 가부의 조건을 결정하며,

상기 연장 차단부는 탈부착 가능하도록 마련되며 탈부착 시 별도의 체결수단이 마련되어 견고하게 체결하고, 탈부착 정도를 감지하는 "탈부착 감지수단"이 마련됨으로써 시공 현장의 상태나 환경에 따라 탈부착 정도를 조절할 수 있으며,

상기 강제 폼은 프레임을 둘러싸도록 강제 판이 씌어짐으로써 갱구부 시공 공간을 외부와 차단시켜 안전한 작업 공간을 확보하고, 양 단부 중 어느 하나 이상을 밀폐시킴으로써 터널 시공 시 발생하는 소음을 차단하며, 상기 강제 폼의 연결부 또는 외부와 접한 부분에 흡음재 또는 방음판을 마련하여 진동 및 소리의 전달을 방지하고, 상기 강제 폼 후단부에 필터부를 마련하여 비산 먼지를 제거, 흡수, 필터링 하는 것을 특징으로 하는 친환경 터널 갱구부 시공방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 강제 폼 또는 세그먼트는 단면이 아치형 또는 박스 형태로 마련되고, 인장강도는 480 N/mm 이상을 가질 수 있도록 KS 기준 SC49 재질로 마련되며, 상기 유압 잭을 이용하여 상기 강제 폼을 전진 이동시키되 이동을 위해 하부에 레일 또는 별도의 이동수단이 마련되는 것을 특징으로 하는 친환경 터널 갱구부 시공방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제 1항에 있어서

굴착 과정 중 발파암(기반암)에 도달하면 상기 강제 폼을 해체 하되, 작업 공간 확보를 위한 부분만을 해체하여 제거하고 남은 부분은 그라우팅하여 터널 내벽의 지보재로 사용하며 굴착하면서 동시에 단면을 폐합하는 것을 특징으로 하는 친환경 터널 갱구부 시공방법.

청구항 7

제 1항, 제 2항 및 제 6항 중 어느 한 항에 따른 시공방법에 사용하는 친환경 터널 갱구부 시공 시스템에 있어서,

돌출 형성되어 낙하물을 방지하는 연장 차단부와 후속 연결될 세그먼트를 연결하는 세그먼트 연결부가 마련되며 내부에 작업 공간을 확보하는 강제 폼;

상기 강제 폼 또는 세그먼트의 이동을 위해 전원을 포함하는 이동부;

터널이 굴착되는 주변 환경의 정보, 상기 강제 폼과 이동부의 상태를 감지하는 센서부;

상기 센서부의 감지된 정보를 송수신 하기 위한 통신부; 및

제어부; 를 포함하며,

작업자는 상기 통신부를 이용하여 작업의 상태정보, 환경정보를 제공받고 상기 정보는 저장 및 가공되고, 딥 러닝, 머신 러닝 기술을 이용하여 학습되고 상황을 예측함으로써 공사 진행을 확인하고 사고 발생을 예방하는 것을 특징으로 하는 친환경 터널 갱구부 시공 시스템.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 강제 폼은 상기 연장 차단부가 낙하물을 방지하고 상기 세그먼트 연결부가 견고하고 안전하게 세그먼트를 연결하며 굴착 방향으로 전진함에 따라 갱문 설치 없이 자연 사면을 파괴하지 않고, 굴착과 동시에 폐합을 진행됨으로써 경제성, 안전성, 친환경성을 확보한 친환경 터널 갱구부 시공 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 터널 공법에 관한 것으로 개선된 구조의 강제폼을 사용하여 자연사면의 파괴 및 갱구부의 굴착을 최소화 함으로써 환경을 보호하고 사용성 및 경제성이 우수한 친환경 터널 갱구부 시공 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 우리 나라는 국토의 70% 이상이 산지로 되어 있어 도로 공사에서 터널을 시공해야 하는 경우가 많으며 이러한 산악 지형은 지표면과, 상기 지표면 하부에 존재하는 토사층 및 상기 토사층의 하부에 존재하는 암반층(기반암, 발파암)으로 이루어져 있다.

[0004] 산악터널은 터널 입구가 주변경관과 어울리면서도 생태계 환경의 파괴를 최소화 하여야만 하므로, 절토면에 대한 녹화를 시공 초기에서부터 고려하여야만 한다. 상기한 바와 같은 노력의 일환으로 NATM(New Austrian

Tunneling Method)이 연구, 개발되어 있는데, 이러한 터널 시공방법은 산악지대의 지표면을 이루고 있는 암반 자체 원지반의 지지력을 이용하여 락볼트로 고정된 후 슛크리트와 지보재로 보강하여 지반을 안정시킨 후 터널 굴착을 계속하는 시공성이 우수한 굴착방식이다.

- [0005] 우리 나라에서는 상기한 바와 같은 굴착방식이 1980년대 지하철 건설에서부터 활용되기 시작하여, 개착이 어려운 산악터널 공사에 주로 이용되고 있으며, 천공 및 발파, 버력 처리, shotcrete 타설, Rockbolt 설치, 강제 지보공 설치 등의 굴착공정을 통하여 이루어진다.
- [0006] 즉, NATM 공법은 터널굴착 시 굴착으로 인해 개방되는 지반 응력 때문에 터널내측으로 생기는 변위를 최소로 허용한 상태로 굴착 즉시 적정한 벽면 변위상태에서 지반을 보강해 줌으로써 지반자체가 주지보재의 역할을 하도록 하는 공법으로, 지보재를 설치함으로써 변위를 어느 정도는 허용하되 지반의 강도를 상실시키지 않는 상태에서 지반과 지보재가 평형을 이룰 수 있도록 한다.
- [0007] 또한, 지금까지의 산악터널은 먼저 갱구부를 형성하여 터널을 관통시킨 후 개착 구간의 상당부분을 터널과 같은 아치형으로 구조물을 구축하고, 그 위를 흙으로 다시 메우고 갱구 주변을 원상으로 회복시키되, 본 터널의 갱구 위치에 급경사면을 형성한 후 그 급경사면에 연결하여 아치형 구조물로 개착터널을 축조하고, 개착터널의 위와 주위에 흙을 메워 다지고, 초목을 식재하여 조경한 다음에 본 터널을 굴착하여 터널을 완공시키는 방법에 의해 구축되어왔다.
- [0008] 그런데, 상기한 바와 같이 시공되는 터널공법은 긴 공사기간 동안 갱구면을 온전하게 유지하기 위한 지속적인 관리가 필요할 뿐만 아니라, 복토를 위한 토사의 재사용이 어려워 별도의 토취장을 개설해야 하는 등의 문제가 있었다.
- [0009] 또한, 종래의 터널 시공방법은 너무 많은 양의 절토를 행하게 되고, 이에 따라서 절토작업 기간이 길게 소요되고, 복토를 위한 많은 양의 절토분을 보관 및 관리하기가 곤란할 뿐만 아니라, 절토분이 자연 유실될 경우, 주변 환경을 훼손시킬 수 있게 된다는 단점이 있었다. 또한, 절토면을 급경사면으로 하여 유지시켜야만 하므로, 절사면 붕괴의 위험이 상존하게 됨과 아울러, 절토 사면의 유지관리가 곤란하고 비용도 많이 소요된다는 문제점이 있었다.
- [0010] 즉, 기존의 터널 공법 또는 갱구부 시공 방법에 따르면 자연 사면의 파괴와 이로 인한 식생의 제거, 그리고 이후 복원을 위한 시간 소요 및 비용의 발생이 문제가 되고 있으며, 시공 과정에서의 소음이나 먼지발생 등 환경적인 피해에 따른 민원이 발생하는 문제가 있는 것이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0012] (특허문헌 0001) 등록특허 10-1834847호(2018.02.27. 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 발명은 전술한 문제점을 감안하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 터널 시공 시 사용되는 강제품의 구조를 개선하여 개착부 및 자연사면의 파괴를 최소화 하고 사용성 및 경제성이 우수한 터널 갱구부 시공방법 및 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0015] 본 발명에 따른 친환경 터널 갱구부 시공방법은 산악지형의 자연 사면을 굴착하지 않고 절개부를 최소화하기 위해 상기 터널 시점에 마련할 강제 품 제작 및 설치 단계, 터널 입구를 굴착하고 유압 잭을 이용하여 상기 강제 품을 이동시키는 단계, 상기 강제 품을 이용하여 작업공간을 확보하는 단계, 상기 강제 품 후단부에 세그먼트를 설치하는 단계, 상기 세그먼트 배면공간을 그라우팅하는 단계 및 상기 강제 품을 해체하고 상기 세그먼트를 이동하며 터널을 굴착하는 단계를 포함한다.
- [0016] 또한, 상기 강제 품의 전단부는 굴착 진행방향으로 돌출된 연장 차단부가 마련됨으로써 낙하물을 방지하고, 상

기 강제 폼의 후단부는 굴착 진행의 반대방향으로 돌출된 세그먼트 연결부가 마련됨으로써 후속 연결될 세그먼트와 안전하게 연결되며, 상기 연장 차단부 및 세그먼트 연결부는 기 설정된 값 또는 굴착이 진행되는 환경 조건에 따라 크기, 두께, 재질 및 탈부착 가부의 조건을 결정하는 것을 특징으로 한다.

- [0017] 또한, 상기 강제 폼 또는 세그먼트는 단면이 아치형 또는 박스 형태로 마련되고, 인장강도는 480 N/mm 이상을 가질 수 있도록 KS 기준 SC49 재질로 마련되며, 상기 유압 잭을 이용하여 상기 강제 폼을 전진 이동시키되 이동을 위해 하부에 레일 또는 별도의 이동수단이 마련되는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 또한, 상기 강제 폼의 상태, 굴착 상황 및 환경 정보를 감지하는 센싱 단계 및 상기 센싱 정보를 작업자와 송수신하는 통신 단계를 더 포함하며, 상기 센싱 단계는 하나 이상의 센서부를 이용하여 터널 내의 시각, 청각에 의한 감지 및 물리적인 변형을 감지하고, 상기 통신 단계는 하나 이상의 통신부를 이용하여 사용자에게 정보를 제공하고, 상기 통신부는 근거리 통신수단을 이용하되 작업자가 터널 내 진입 또는 일정 거리 접근 시 상기 정보를 제공받거나 알람이 가능한 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 상기 연장 차단부는 상기 강제 폼과 일체형으로 제작되거나 필요 시 탈부착 가능하도록 마련되며 탈부착 시 별도의 체결수단 및 탈부착 정도를 감지하는 탈부착 감지수단이 마련되는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한, 상기 강제 폼은 프레임을 둘러싸도록 강제 판이 씌어짐으로써 갱구부 시공 공간을 외부와 차단시켜 안전한 작업 공간을 확보하고, 양 단부 중 어느 하나 이상을 밀폐시킴으로써 터널 시공 시 발생하는 소음을 차단하며, 상기 강제 폼의 연결부 또는 외부와 접한 부분에 흡음재 또는 방음판을 마련하여 진동 및 소리의 전달을 방지하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 굴착 과정 중 발파암(기반암)에 도달하면 상기 강제 폼을 해체 하되, 작업 공간 확보를 위한 부분만을 해체하여 제거하고 남은 부분은 그라우팅하여 터널 내벽의 지보재로 사용하며 굴착하면서 동시에 단면을 폐합하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 본 발명에 따른 친환경 터널 갱구부 시공 시스템은 돌출 형성되어 낙하물을 방지하는 연장 차단부와 후속 연결될 세그먼트를 연결하는 세그먼트 연결부가 마련되며 내부에 작업 공간을 확보하는 강제 폼, 상기 강제 폼 또는 세그먼트의 이동을 위해 전원을 포함하는 이동부, 터널이 굴착되는 주변 환경의 정보, 상기 강제 폼과 이동부의 상태를 감지하는 센서부, 상기 센서부의 감지된 정보를 송수신 하기 위한 통신부 및 제어부를 포함한다.
- [0024] 또한, 작업자는 상기 통신부를 이용하여 작업의 상태정보, 환경정보를 제공받고 상기 정보는 저장 및 가공되고, 딥 러닝, 머신 러닝 기술을 이용하여 학습되고 상황을 예측함으로써 공사 진행을 확인하고 사고 발생을 예방하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 또한, 상기 강제 폼은 상기 연장 차단부가 낙하물을 방지하고 상기 세그먼트 연결부가 견고하고 안전하게 세그먼트를 연결하며 굴착 방향으로 전진함에 따라 갱문 설치 없이 자연 사면을 파괴하지 않고, 굴착과 동시에 폐합을 진행됨으로써 경제성, 안전성, 친환경성을 확보하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명에 따른 친환경 터널 갱구부 시공방법은 개선된 구조의 강제품을 사용함으로써 친환경적이고 안전성, 사용성 및 경제성을 확보할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1(1a,1b) 및 도 2(2a,2b)는 종래 기술에 따른 산악 지형의 터널 갱구부 시공방법에 관한 순서도,
- 도 3은 본 발명에 따른 친환경 터널 갱구부 시공방법의 순서도,
- 도 4는 본 발명에 따른 친환경 터널 갱구부 시공 시스템의 구성도,
- 도 5는 본 발명에 따른 시공방법에 사용되는 강제품의 구성도,
- 도 6 및 도 7은 본 발명에 따른 친환경 터널 갱구부 시공방법의 진행 과정을 보여주는 설명도,
- 도 8은 본 발명에 따른 시공방법에 사용되는 강제품에 관한 사시도 및 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 실시예에 따른 친환경 터널 갱구부 시공방법 및 시스템에 관하여 본

발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시 할 수 있도록 상세히 설명하기로 한다. 본 발명은 여기에서 설명하는 실시예로 한정되지 않으며, 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있다. 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성 요소에 대해서는 동일한 참조부호를 붙이도록 한다.

- [0032] 본 발명에 따른 갱구부 시공방법은 개선된 구조의 강제폼(100)을 이용하여 시공하며, 터널이 위치할 지역의 환경, 작업조건 등 다양한 요인에 따라 상기 강제폼(100)의 성능이나 재질, 크기 등을 다양하게 변경할 수 있으며, 산악 지형 이외에 다양한 현장에도 적용될 수 있다.
- [0034] 즉, 종래, 터널의 시공방법에 따른 터널은 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이 개착 터널 및 갱문 구조물, 터널 갱구부 및 터널 일반부로 이루어지며, 전체 터널구간 중에서 터널 갱구부(Portal Area)는 지반조건이 불량하고 터널 아칭효과를 크게 기대할 수 없기 때문에 터널의 구조적인 안정성 확보측면에서 가장 취약한 위치로 평가되고 있으며 적극적인 보강대책을 적용하여 안정성을 확보하여야 한다.
- [0036] 특히, 기존 터널 갱구부는 대규모 절취 비탈면 형성과 터널 접속부에 대한 되메움으로, 지진에 의한 영향을 가장 크게 받는 구조로서 국내설계기준에서는 터널 운용 중에 작용할 수 있는 다양한 정적 하중 및 지진 하중에 대하여 안정성이 확보될 수 있도록 갱구부 비탈면 안정화 대책과 적정한 구조설계를 통한 터널 갱구부 개착터널 설치 및 접속부 계획을 수립하도록 명시하고 있다.
- [0038] 따라서 종래의 터널 갱구부 형성기술은 안정성 및 터널 굴착을 위한 작업부지 확보를 위하여 암반(연암 및 경암) 또는 최소 풍화암 피복이 확보되는 위치에 갱구부 비탈면을 절취하여 터널 입, 출구 갱구부(또는 NATM 시점 및 종점)를 형성하고, 대구경 강관보강 그라우팅으로 터널 굴착선 외부에 다단으로 보강한다.
- [0040] 한편, 도 2는 종래의 기술에 따른 터널 갱구부 설계 및 시공방법의 문제점을 설명하기 위한 도면으로서, 지반조건이 불량한 급경사 및 편경사 지형의 갱구부에 대절취 비탈면을 형성해야 하는 것을 나타내며, 기존 터널 갱구부 설계 및 시공기술에 의한 문제점의 해결방안으로서, 절토옹벽을 설치하는 것을 나타내며, 이러한 절토옹벽은 시공성 및 경제성이 떨어지는 문제점이 있다.
- [0042] 구체적으로, 도시된 바와 같이, 터널 갱구부 비탈면 굴착에 의한 절취면적은 양호한 지반조건 및 완만한 지형경사를 나타낼 경우, 기존 터널 갱구부 설계 및 시공방법을 적용하여도 소규모로 형성되어 터널 갱구부 비탈면 및 터널 안정성과 시공성이 모두 확보되지만, 실제 터널 갱구부 현장조건은 급경사, 편경사 지형 및 깊은 심도로 분포한 토사 및 풍화암 분포조건 등에 의하여 대규모 터널 갱구부 절취면적이 발생하는 경우가 더욱 많이 존재한다.
- [0044] 또한, 도시된 바와 같이, 터널 갱구부에 대절취 비탈면 및 절토옹벽을 형성할 경우, 절토옹벽의 운용 중에 비탈면 낙석, 낙반 등의 위험성이 상존하여 유지관리 측면에서 매우 불량하고, 또한 운전자에게 위압감을 주어 차량 운행의 안전성 측면에서 매우 불량하다는 문제점이 있다.
- [0046] 또한, 도시된 바와 같이, 근래 선형계획의 직선화에 의한 교량 및 성토구간에 접속되어 계획된 터널, 갱구부의 급한 지형경사에 의하여 무한절취 비탈면이 발생하는 터널, 갱구부에 근접하여 기존 보안물건(주거지, 축사 및 문화재 등)이 존재하여 갱구 비탈면 형성이 곤란한 터널 등의 경우에는 일반적인 기존 갱구부 설계 및 시공방법을 적용할 경우 과도하게 터널 갱구부의 비탈면을 절취하여야 하고, 비탈면 보강 및 비탈면 절토옹벽 등 무리한 시공으로 주변환경 훼손이 크고, 또한, 시공성 및 경제성이 매우 불량하게 된다.
- [0048] 이에 따라 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명에 따른 친환경 터널 갱구부 시공방법 및 시스템은 다양한 환경, 작업 조건에 적용될 수 있으며 바람직하게는 산악이나 경사진 지형의 터널 갱구부에 적용될 수 있다. 또한, 종래의 NATM 공법 및 TBM 공법과도 연계하여 적용할 수 있으며 명칭에 한정되어 해석하지 않고 다양한 적용 및 활용이 가능하다.
- [0050] 본 발명에 따라 산악지형의 자연 사면을 굴착하지 않고 절개부를 최소화하는 친환경 터널 갱구부 시공방법은 상기 터널 갱구부의 위치를 선정하는 단계(S100), 상기 터널 시점에 마련할 강제 폼 제작 및 설치 단계(S200), 터널 입구를 굴착하고 유압 잭을 이용하여 상기 강제 폼을 이동시키는 단계(S300), 상기 강제 폼을 이용하여 낙하물을 방지하고 세그먼트를 후단에 연결할 연결부를 마련하며 작업공간을 확보하는 단계(S400), 상기 강제 폼 후단부에 세그먼트를 설치하는 단계(S500), 상기 세그먼트 배면공간을 그라우팅하는 단계(S600), 진행 시 암반층, 즉 견고한 발파암이 발견되는 지 확인하는 단계(S700)를 포함한다.
- [0052] 또한, 암반층의 확인 결과에 따라 아직 암반층이 나오지 않으면 다시 전진 방향으로 진행하여 굴착 및 강제 폼

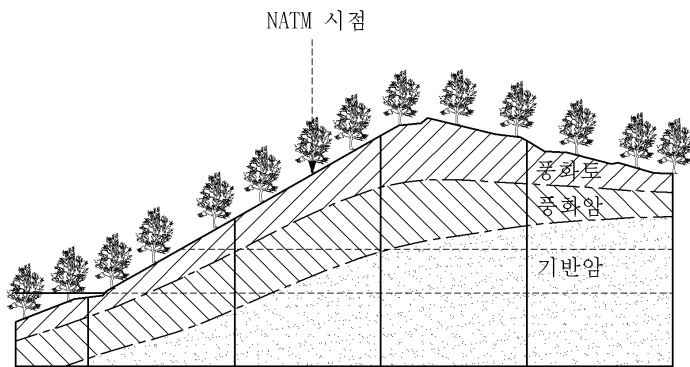
의 전진을 반복하고, 암반층이 나오면, 강제 폼을 해체하거나 지보재로 사용할 부분을 유지한 채 필요 없는 부분은 해체하는 단계(S800)를 포함한다. 이에 따라, 암반층이 나오면 기존에 NATM 공법 등 종래 방식이 적용될 수 있다.

- [0053] 따라서, 본 발명에 따른 친환경 터널 갱구부 시공방법은 터널의 암반층 발견 시까지 필요한 공법이며 갱구부의 굴착 과정에서 종래 방법과 달리 산악 사면의 파괴를 최소화하고 별도의 갱문이 없이 새로운 구조의 강제 폼을 사용함으로써 경제적, 친환경적이고 안전한 갱구부 시공이 가능한 것이다.
- [0055] 이러한 기능을 수행하기 위한 본 발명에 따른 상기 강제 폼(100)의 전단부는 굴착 진행방향으로 돌출된 연장 차단부(110)가 마련됨으로써 낙하물을 방지하고, 상기 강제 폼(100)의 후단부는 굴착 진행의 반대방향으로 돌출된 세그먼트 연결부(120)가 마련됨으로써 후속 연결될 세그먼트와 안전하게 연결된다.
- [0057] 여기서 상기 연장 차단부(110)와 세그먼트 연결부(120)는 그 명칭의 해석으로 한정되지 않으며 본래의 목적에 따라 상기 강제 폼(100)으로부터 연장 또는 돌출되어 각각 낙하물을 방지하는 기능의 수단과 세그먼트의 안전한 연결 수단으로 이해할 수 있다.
- [0059] 상기 연장 차단부(110) 및 세그먼트 연결부(120)는 기 설정된 값 또는 굴착이 진행되는 환경 조건에 따라 크기, 두께, 재질 및 탈부착 가부의 조건을 결정할 수 있다. 즉, 상기 연장 차단부(110) 및 세그먼트 연결부(120)는 상기 강제 폼(100)의 제작 시 함께 고려하여 설치되는 부분으로서 종래 강제 폼(100)이 상기 연장 차단부(110) 및 세그먼트 연결부(120)가 없는 것과 달리 본 발명에 따른 강제 폼(100)에는 처음부터 마련되거나 필요 시 탈부착 가능케 구성할 수 있다
- [0061] 상기 연장 차단부(110)는 도시된 바와 같이 아치형 또는 박스형의 연장부로 마련될 수 있으며, 상기 강제폼(100)의 전진 진행방향으로 돌출되되 그 형태, 크기, 길이 등은 제한 없이 다양하게 변경될 수 있으며, 전방향을 향해 돌출됨으로써 상부에서 낙하하는 낙하물을 차단하고 작업자의 작업 공간을 확보하는 것이다.
- [0063] 따라서, 종래 터널 갱구부 시공방법의 갱문설치 또는 갱구부 개착에 소요되는 시간을 절약하고 이에 따른 작업 비용, 안전상의 문제 등을 감소시킬 수 있으며 상기 연장 차단부(110)를 프리캐스트 제작하는 경우 매우 신속하게 터널 갱구부의 시공이 가능하다.
- [0065] 상기 강제폼(100)은 복수의 수직 프레임(130), 수평 프레임(140) 및 상부 프레임(150)으로 마련되고, 상기 상부 프레임(150)은 아치형 또는 반원형의 곡선 형태로 상부를 덮는 형태로 마련되어 전체적인 형상이 튜브나 원통의 상단부 형태로 마련될 수 있으며 경우에 따라서는 박스형이나 다각기둥의 형태로 마련될 수도 있다.
- [0067] 상기 상부 프레임(150)은 덮개부(160)가 마련되어 프레임 사이를 외부와 차단시키며 주로 강제 등의 금속재질로 덮어진다. 이에 따라 내부에 작업 공간을 차단 및 보호하는 것이다. 상기 덮개부(160)는 프리캐스트 제작으로 강제폼(100)과 일체형으로 제작될 수도 있으며 현장에서 설치될 수도 있다.
- [0069] 그리고, 앞서 설명한 상기 연장 차단부(110)와 세그먼트 연결부(120)는 각각 상기 상부 프레임(150)의 양 단에 연결되어 각각의 기능을 수행하는데, 필요 시 상기 연장 차단부(110)와 세그먼트 연결부(120)는 인장 강도가 상기 프레임보다 더 우수한 강도의 재질로 마련될 수 있다.
- [0071] 상기 강제폼(100) 또는 세그먼트(200)는 단면이 아치형 또는 박스 형태로 마련되고, 인장강도는 480 N/mm 이상을 가질 수 있도록 KS 기준 SC49 재질로 마련될 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이 상기 강제폼 및 세그먼트보다 강도가 우수한 재질로 상기 연장 차단부(110) 및 세그먼트 연결부(120)를 마련할 수 있다.
- [0073] 또한, 상기 강제폼(100) 또는 세그먼트(200)는 유압 잭을 이용하여 전진 이동시키되 이동을 위해 하부에 레일 또는 별도의 이동수단이 마련될 수 있으며, 유압 잭을 대체하는 다양한 구동원이 적용되어 실시 될 수 있다.
- [0075] 또한, 본 발명에 따른 갱구부 시공 방법은 상기 강제폼의 상태, 굴착 상황 및 환경 정보를 감지하는 센싱 단계 및 상기 센싱 정보를 작업자와 송수신하는 통신 단계를 더 포함할 수 있다. 즉, 기존에 작업자가 확인하여 시공하는 방법에서 벗어나 별도의 센서부에 의한 감지 정보를 수집하고 이를 제공하여 확인하는 것이다.
- [0077] 상기 센싱 단계는 하나 이상의 센서부를 이용하여 터널 내의 시각, 청각에 의한 감지 및 물리적인 변형을 감지하고, 상기 통신 단계는 하나 이상의 통신부를 이용하여 사용자에게 정보를 제공하고, 상기 통신부는 근거리 통신수단을 이용하되 작업자가 터널 내 진입 또는 일정 거리 접근 시 상기 정보를 제공받거나 알람이 가능할 수 있다.
- [0079] 상기 근거리 통신수단으로는 비콘, 와이파이, NFC, RFID 등을 사용하여 작업자가 시공 또는 확인 점검 시에 해

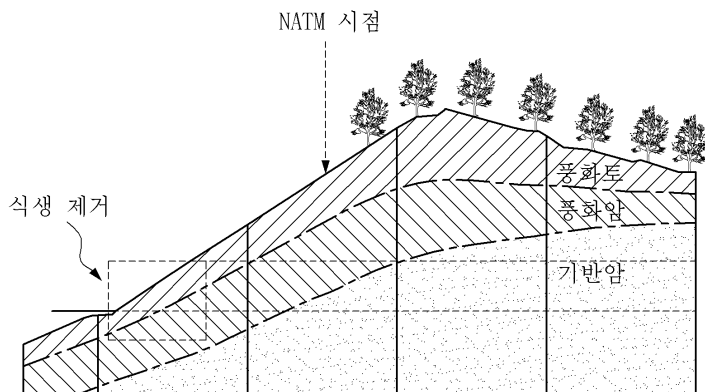
- | | |
|-------------|----------|
| 150: 상부 프레임 | 160: 덮개부 |
| 200: 세그먼트 | 300: 센서부 |
| 400: 통신부 | 500: 제어부 |
- S100: 터널 갱구부 위치 선정 단계
 S200: 강제 폼 제작 및 설치 단계
 S300: 선단 굴착 및 강제 폼 이동 단계
 S400: 작업공간 확보 단계
 S500: 세그먼트 연결 단계
 S600: 그라우팅 단계
 S700: 암반층(발파암) 발견 확인 단계
 S800: 강제 폼의 해체 또는 유지 결정 단계

도면

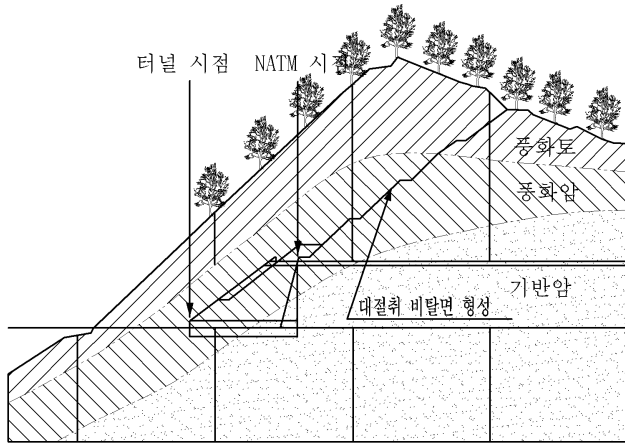
도면1a



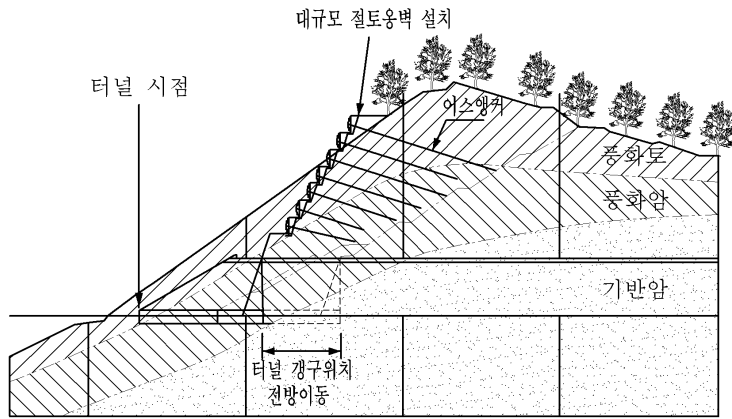
도면1b



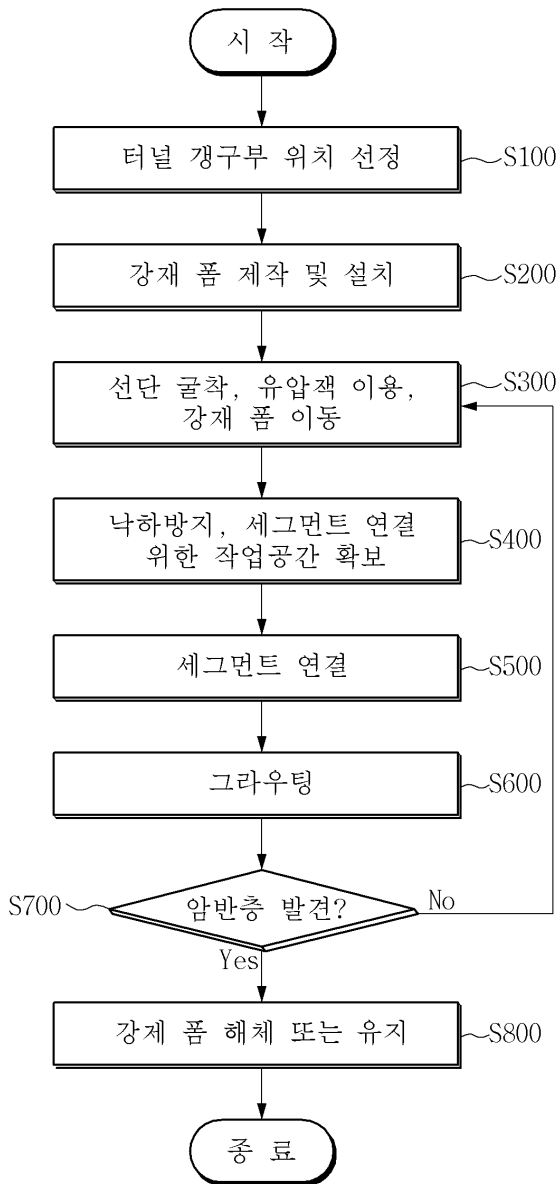
도면2a



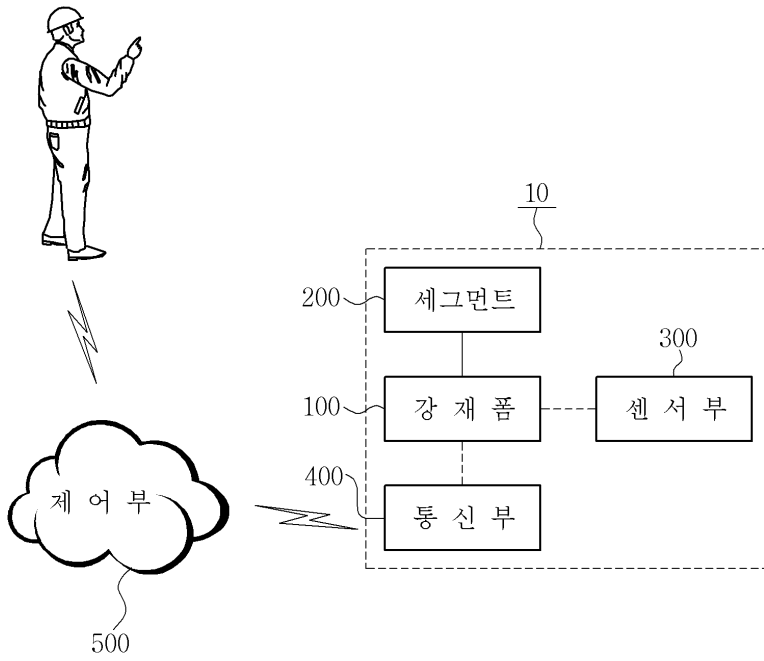
도면2b



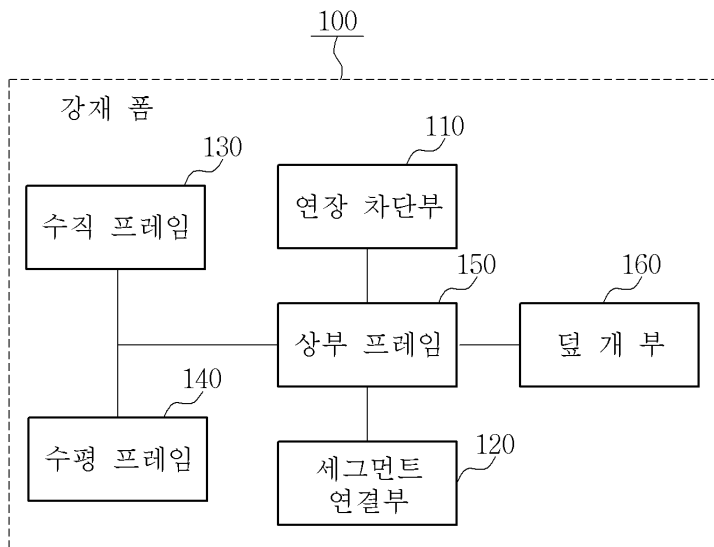
도면3



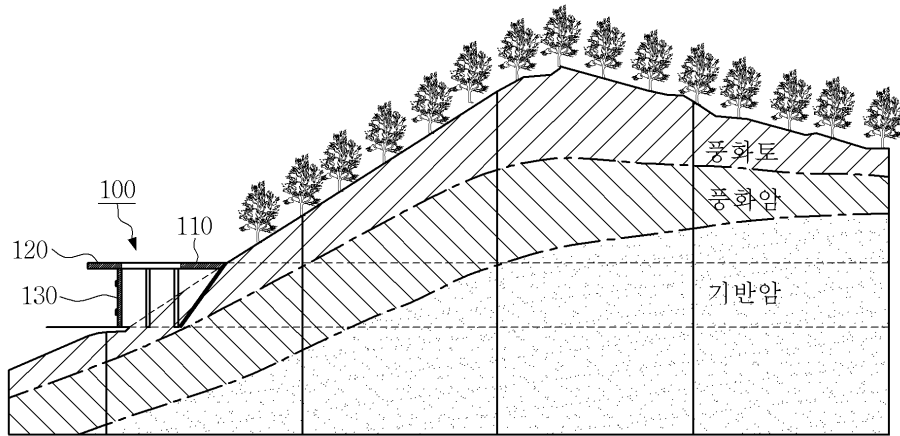
도면4



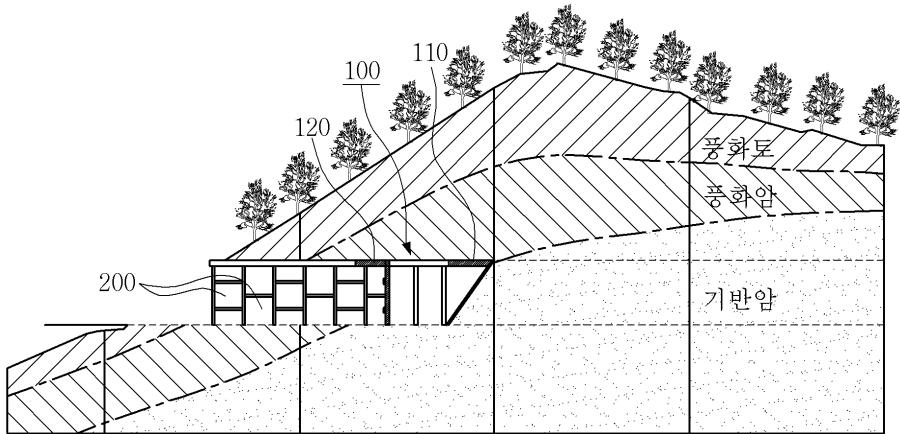
도면5



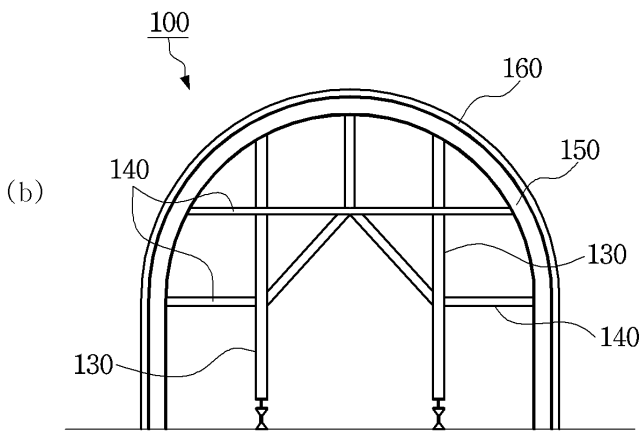
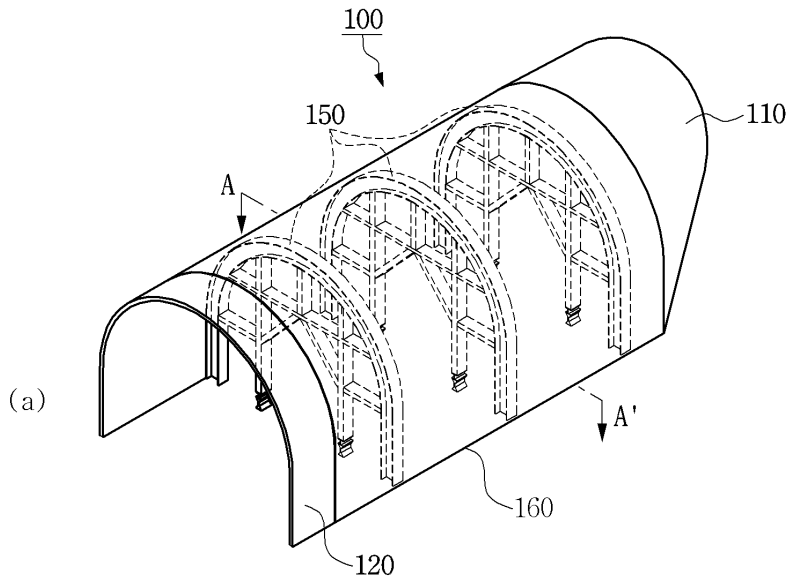
도면6



도면7



도면8



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

산악지형의 자연 사면을 굴착하지 않고 절개부를 최소화하는 친환경 터널 갱구부 시공방법에 있어서,

상기 터널 시점에 마련할 강제 폼 제작 및 설치 단계;

터널 입구를 굴착하고 유압 잭을 이용하여 상기 강제 폼을 이동시키는 단계;

상기 강제 폼을 이용하여 작업공간을 확보하는 단계;

상기 강제 폼의 상태, 굴착 상황 및 환경 정보를 감지하는 센싱 단계;

상기 센싱 정보를 작업자와 송수신하는 통신 단계;

상기 강제 폼 후단부에 세그먼트를 설치하는 단계;

상기 세그먼트 배면공간을 그라우팅하는 단계; 및

상기 강제 폼을 해체하고 상기 세그먼트를 이동하며 터널을 굴착하는 단계; 를 포함하며,

상기 센싱 단계는 하나 이상의 센서부를 이용하여 터널 내의 시각, 청각에 의한 감지 및 물리적인 변형을 감지하고, 상기 통신 단계는 비콘, 와이파이, NFC 및 RFID 중 어느 하나 이상을 이용함으로써 작업자가 시공 또는 점검 시에 상기 센서부 근처에 가면 자동으로 정보를 수신하고, 작업 중인 경우 알람을 통해 작업자의 안전을 확보하며,

상기 강제 폼의 전단부는 굴착 진행방향으로 돌출된 연장 차단부가 마련됨으로써 낙하물을 방지하고, 상기 강제 폼의 후단부는 굴착 진행의 반대방향으로 돌출된 세그먼트 연결부가 마련됨으로써 후속 연결될 세그먼트와 안전하게 연결되며, 상기 연장 차단부 및 세그먼트 연결부는 기 설정된 값 또는 굴착이 진행되는 환경 조건에 따라 크기, 두께, 재질 및 탈부착 가부의 조건을 결정하며,

상기 연장 차단부는 탈부착 가능하도록 마련되며 탈부착 시 별도의 체결수단이 마련되어 견고하게 체결하고, 탈부착 정도를 감지하는 "탈부착 감지수단"이 마련됨으로써 시공 현장의 상태나 환경에 따라 탈부착 정도를 조정할 수 있으며,

상기 강제 폼은 프레임을 둘러싸도록 강제 판이 씌어짐으로써 갱구부 시공 공간을 외부와 차단시켜 안전한 작업 공간을 확보하고, 양 단부 중 어느 하나 이상을 밀폐시킴으로써 터널 시공 시 발생하는 소음을 차단하며, 상기 강제 폼의 연결부 또는 외부와 접한 부분에 흡음재 또는 방음판을 마련하여 진동 및 소리의 전달을 방지하고, 상기 강제 폼 후단부에 필터부를 마련하여 비산 먼지를 제거, 흡수, 필터링 하는 것을 특징으로 하는 친환경 터널 갱구부 시공방법.

【변경후】

산악지형의 자연 사면을 굴착하지 않고 절개부를 최소화하는 친환경 터널 갱구부 시공방법에 있어서,

터널 시점에 마련할 강제 폼 제작 및 설치 단계;

터널 입구를 굴착하고 유압 잭을 이용하여 상기 강제 폼을 이동시키는 단계;

상기 강제 폼을 이용하여 작업공간을 확보하는 단계;

상기 강제 폼의 상태, 굴착 상황 및 환경 정보를 감지하는 센싱 단계;

상기 센싱 정보를 작업자와 송수신하는 통신 단계;

상기 강제 폼 후단부에 세그먼트를 설치하는 단계;

세그먼트 배면공간을 그라우팅하는 단계; 및

상기 강제 폼을 해체하고 상기 세그먼트를 이동하며 터널을 굴착하는 단계; 를 포함하며,

상기 센싱 단계는 하나 이상의 센서부를 이용하여 터널 내의 시각, 청각에 의한 감지 및 물리적인 변형을 감지하고, 상기 통신 단계는 비콘, 와이파이, NFC 및 RFID 중 어느 하나 이상을 이용함으로써 작업자가 시공 또는 점검 시에 상기 센서부 근처에 가면 자동으로 정보를 수신하고, 작업 중인 경우 알람을 통해 작업자의 안전을 확보하며,

상기 강제 폼의 전단부는 굴착 진행방향으로 돌출된 연장 차단부가 마련됨으로써 낙하물을 방지하고, 상기 강제 폼의 후단부는 굴착 진행의 반대방향으로 돌출된 세그먼트 연결부가 마련됨으로써 후속 연결될 세그먼트와 안전하게 연결되며, 상기 연장 차단부 및 세그먼트 연결부는 기 설정된 값 또는 굴착이 진행되는 환경 조건에 따라 크기, 두께, 재질 및 탈부착 가부의 조건을 결정하며,

상기 연장 차단부는 탈부착 가능하도록 마련되며 탈부착 시 별도의 체결수단이 마련되어 견고하게 체결하고, 탈부착 정도를 감지하는 "탈부착 감지수단"이 마련됨으로써 시공 현장의 상태나 환경에 따라 탈부착 정도를 조정할 수 있으며,

상기 강제 폼은 프레임을 둘러싸도록 강제 판이 씌어짐으로써 갱구부 시공 공간을 외부와 차단시켜 안전한 작업 공간을 확보하고, 양 단부 중 어느 하나 이상을 밀폐시킴으로써 터널 시공 시 발생하는 소음을 차단하며, 상기 강제 폼의 연결부 또는 외부와 접한 부분에 흡음재 또는 방음판을 마련하여 진동 및 소리의 전달을 방지하고, 상기 강제 폼 후단부에 필터부를 마련하여 비산 먼지를 제거, 흡수, 필터링 하는 것을 특징으로 하는 친환경 터널 갱구부 시공방법.