(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0017594
(43) 공개일자 2012년02월29일

(51) Int. Cl.
E21D 9/00 (2006.01) *E21D 11/00* (2006.01)
E21D 11/18 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0080286
(22) 출원일자 2010년08월19일
심사청구일자 2010년08월19일

(71) 출원인
쌍용건설 주식회사
서울특별시 송파구 올림픽로 299 (신천동)
주식회사 건화
경기도 안양시 동안구 흥안대로427번길 38 (관양동)
(72) 발명자
피태희
서울특별시 송파구 신천동 20-4 진주아파트 15동 105호
조현
서울특별시 강남구 도곡2동 467 타워팰리스 E동 1505호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
허성원

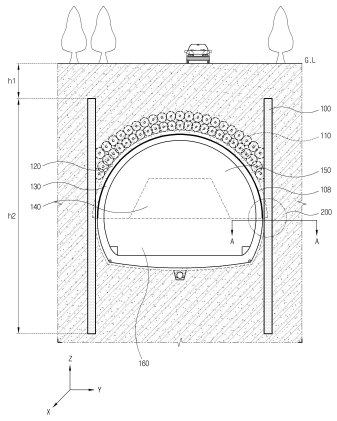
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 보강벽체를 이용한 터널시공방법

(57) 요 약

본 발명은 저토피 토사구간의 터널을 시공하는 방법으로 별도의 보강벽체(수직연속벽체)를 설치하는 것을 특징으로 한다. 이를 통해, 종래의 터널시공방법에서 요구되는 엘리펀트 풋, 레그파일 및 측벽파일 등을 설치하는 터널 내 보강공정을 삭제하여 공기를 단축하며 기존 터널시공방법에 비해 안정성과 효율성을 증가시키는 데 특징이 있다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자

임재승

경기도 안양시 동안구 평촌동 인덕원대우아파트 104동 401호

박동인

경기도 남양주시 와부읍 도곡리 1117 건영리버파크 108동 1303호

오석원

서울특별시 관악구 봉천5동 관악드림타운 140동 303호

김남석

경기도 용인시 수지구 상현로42번길 46, 동일스위트 265동 502호 (상현동)

특허청구의 범위

청구항 1

비 개착식 터널시공방법에 있어서,

터널의 굴착방향을 따라 상기 터널 굴착방향을 기준으로 적어도 일측에 소정 깊이까지 상기 굴착될 터널의 상부 지반 하중을 지탱하기 위한 복수의 보강벽체를 설치하는 단계를 포함하는 비 개착식 터널시공방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 보강벽체를 설치하는 단계는,

상기 터널 굴착방향을 따라 상기 터널 굴착방향에 대해 교차하는 방향으로 소정 깊이의 복수의 천공 홀을 생성하는 단계; 및

상기 복수의 천공 홀 각각에 콘크리트를 타설하는 단계; 를 포함하는 비 개착식 터널시공방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 보강벽체를 설치하는 단계는,

상기 터널 굴착방향을 따라 상기 터널 굴착방향에 대해 교차하는 방향으로 소정 깊이의 복수의 천공 홀을 생성하는 단계; 및

상기 복수의 천공 홀 각각에 상기 보강벽체를 삽입하는 단계를 포함하는 비 개착식 터널시공방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 보강벽체를 설치하는 단계는,

상기 보강벽체를 상기 소정깊이까지 강제로 타격하여 설치하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비 개착식 터널시공방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 터널의 천단보강을 위해 강지보재를 설치하는 단계;

상기 강지보재와 상기 보강벽체를 결합시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비 개착식 터널시공방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 강지보재와 상기 보강벽체를 결합시키는 단계는,

상기 강지보재의 측단부가 거치될 수 있도록 상기 보강벽체의 측면 일부를 절삭하는 단계;

상기 보강벽체의 상기 절삭부분과 상기 강지보재의 상기 측단부를 체결구를 이용하여 결합하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 비 개착식 터널시공방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 비 개착식 터널시공방법(Modified-CAM)에 관한 것으로, 특히, 저토피(低土皮) 토사구간과 같이 지반이 얕고 터널 주변의 지반이 견고하지 않은 경우에 안정적이고 효과적으로 터널을 시공하는 방법에 관한 것이다.

[0002] Modified-CAM(이하 M-CAM) 공법은 Cellular Arch Method(이하 CAM)공법의 하중전달 메카니즘을 응용하여 저토피 토사구간에서 터널을 공기지연이나 환경 민원 없이 안전하게 시공할 수 있는 방법이다.

배 경 기 술

[0003] 저토피 토사구간에서의 구조물시공을 위한 굴착공법은 상부 지반을 개착한 후 시공되는 개착공법을 적용하는 경우가 많았는데 지상에 도심지가 있는 경우 긴 시간동안 교통을 통제해야 하는 불편을 초래하였다. 따라서, 종래에는 터널의 상부 지반을 개착하지 않고 시공하기 위해 일반적으로, 터널 갱내에서 레그파일, 엘리펀트 풋, 측벽보강 등을 적용하여 터널을 완성 하는 방법이 사용되고 있다.

[0004] 종래의 저토피 토사구간의 터널시공 과정은 터널 굴착 전 아치(arch) 형태의 대구경 강관(110)을 터널의 진행방향(X축 방향)을 따라 압입하는 단계, 강지보재(108) 또는 격자지보재(이하 강지보재로 통칭함)를 설치하고 엘리펀트 풋을 형성하는 단계, 숏크리트타설, 록볼트 시공 단계 및 레그파일 시공, 측벽보강 단계를 포함하여 시공되어 왔다.

[0005] 종래 공법에 따라 갱내를 보강하려면 강지보재(108)의 지지력 및 침하에 대한 안정성 확보를 위하여 엘리펀트 풋(elephant foot), 레그 파일(leg pile)을 추가로 설치하는 작업이 필요하며, 굴착 중 상부하중 및 측벽부 하중에 대한 안정성 확보를 위하여 측벽 파일 및 가인버트 등을 설치하는 공정이 필요하여 공사기간이 길어지며, 터널 구조물의 변위가 크게 발생되는 문제점을 가지고 있다.

[0006] 따라서, 본 발명은 상술한 종래기술의 문제점을 제거하여 저토피 토사구간에서 터널을 효과적으로 시공하고자 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은, 저토피 토사구간의 터널시공에 있어서, 기존의 갱내 보강공법에 비해 지표침하, 천단변위, 내공변위, 막장변위 및 지보재응력 등을 감소하여 안정성을 증대하는 것이다. 본 발명의 또 다른 목적은, 보강벽체(수직연속벽체)를 선 시공함에 따라, 터널 내의 보강공정을 단순화하여 시공성을 개선하고 공기를 단축하며, 환경 민원 등을 줄이는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적은, 본 발명에 따라, 터널의 굴착방향을 따라 상기 터널 굴착방향을 기준으로 적어도 일측에 소정 깊이까지 상기 굴착될 터널의 상부지반 하중을 지탱하기 위한 복수의 보강벽체를 설치하는 단계를 포함하는 비 개착식 터널시공방법으로 달성된다.

[0009] 상기 보강벽체를 설치하는 단계는, 상기 터널 굴착방향을 따라 상기 터널 굴착방향에 대해 교차하는 방향으로 소정 깊이의 복수의 천공 홀을 생성하는 단계; 및 상기 복수의 천공 홀 각각에 콘크리트를 타설하는 단계; 를 포함할 수 있으며, 상기 천공 홀에 콘크리트를 타설하는 단계를 생략하고 미리 만들어진 보강벽체를 상기 복수의 천공 홀 각각에 삽입하는 단계를 포함할 수도 있다.

[0010] 또한, 상기 천공 홀을 형성하는 단계와 콘크리트를 타설하는 단계를 생략하고 상기 보강벽체를 상기 소정깊이까지 강제로 타격하는 단계를 포함할 수도 있다.

[0011] 본 발명은, 상기 터널의 천단보강을 위해 강지보재를 설치하는 단계; 상기 강지보재와 상기 보강벽체를 결합시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 강지보재와 상기 보강벽체를 결합시키는 단계는, 상기 강지보재의 측단부가 거치될 수 있도록 상기 보강벽체의 측면 일부를 절삭하는 단계; 상기 보강벽체의 상기 절삭부분과 상기 강지보재의 상기 측단부를 체결구를 이용하여 결합하는 단계를 포함할 수 있으며 이를 통해 본 발명의 목적은 달성 된다.

발명의 효과

[0013] 이상에서 설명한 본 발명에 따르면, 다음과 같은 효과가 있다.

[0014] 첫째, 저토피 토사구간에서 터널을 안전하게 시공할 수 있다.

[0015] 둘째, 기존의 터널시공방법에 비해 공기가 단축되고 비용을 절감할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 종래 갱내 보강공법에 의한 터널의 횡단면도,

도 2는 본 발명의 터널시공방법에 의한 터널의 횡단면도,

도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 보강벽체를 설치하는 단계에 관한 순서도,

도 4는 본 발명의 제2실시예에 따른 보강벽체를 설치하는 단계에 관한 순서도,

도 5는 본 발명의 터널시공방법에 대한 순서도,

도 6A는 도 2의 A-A선에 대한 개략 단면도,

도 6B는 도 6A의 B-B선에 대한 개략 단면도,

도 7은 보강벽체와 강지보재의 연결과정에 대한 순서도,

도 8은 본 발명에 의한 보강벽체 평면도,

도 9는 본 발명과 종래시공방법을 비교한 절차 흐름도,

도 10은 본 발명과 종래시공방법에 따른 효과를 비교한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 발명이 적용될 수 있는 다양한 터널의 시공방법에 대해 먼저 살펴보면 다음과 같다.

[0018] 지하에 구조물을 형성하거나 일정한 공간을 만드는 방법은 지반의 견고함, 지반의 종류 및 지상의 여건에 따라 지반을 개착하는 개착식 공법과 지반을 개착하지 않는 비개착식(터널)공법으로 나뉜다.

[0019] 개착식 공법은, 토류벽식 개착이 일반적이며 줄파기, 천공 및 항타 단계, 노면복공, 지장물을 보호하는 단계, 굴착 및 가설재를 설치하는 단계, 구조물을 시공하고 방수하는 단계, 되 메우기 및 가설재를 철거하는 단계 및 포장 복구하는 단계를 포함한다. 개착식 공법은 굴착심도가 비교적 얕고, 교통장애, 지장물 간섭 및 소음진동 등의 환경문제가 없는 경우에 주로 사용되며, 특히 토피가 얕은 저토피구간이나 지반의 견고함이 부족한 토사구간에서 주로 사용되는 공법이다.

[0020] 비개착식 공법에는, NATM공법, 쉴드 TBM공법, CAM 공법, TRCM 공법 등이 있으며, 본 발명은 상술한 비개착식 공법 가운데 NATM 공법을 개량한 지하 구조물의 시공방법이다.

[0021] NATM공법(New Austrain Tunneling Method)은 상부 반단면을 굴착하는 단계, 상부 락볼트 및 숏크리트를 타설하는 단계, 하부 반단면을 굴착하는 단계, 하부 락볼트 및 숏크리트를 타설하는 단계, 방수단계 및 라이닝 콘크리트를 타설하는 단계를 포함한다. NATM공법은 지반자체가 암반과 같이 견고하여 지반자체가 주지보재의 역할을 할 수 있는 경우에 효과적이다.

[0022] 이상에서 설명한, 본 발명에 대한 구체적인 실시예를 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0023] 도 1은 종래의 갱내 보강공법에 따라 시공된 터널의 횡단면도(Y축 방향) 이다.

[0024] 도 2는 본 발명에 따라 시공된 터널의 횡단면도(Y축 방향) 단면도이다.

[0025] 본 발명에 따른 비 개착식 터널시공방법은, 도 2에 도시된 바와 같이, 굴착될 터널의 양측에 보강벽체(100)를 형성하는 단계, 상기 보강벽체(100)사이에 터널의 루프를 형성하는 단계, 터널의 루프와 상기 보강벽체(100)를 연결하는 단계 및 터널 내부를 마감하는 단계를 포함한다.

[0026] 터널의 양측에 보강벽체(100)를 형성하는 단계는, 터널의 굴착방향(X축 방향)을 따라 상기 터널 굴착방향을 기준으로 적어도 일 측에 소정 깊이까지 상기 굴착될 터널의 상부지반 하중을 지탱하기 위한 복수의 보강벽체(100)를 설치하는 단계를 포함한다.

[0027] 터널의 루프를 형성하는 단계는, 터널의 작업구에서 수평방향(X방향)으로 대구경강관(110)을 압입하고 상기 대구경강관(110) 내부를 그라우팅 한 후, 터널 상반을 굴착하여 강지보재(108)를 설치하는 단계를 포함한다.

[0028] 상기 루프와 상기 보강벽체(100)를 연결하는 단계는, 상기 루프의 상기 강지보재(108)를 상기 보강벽체(100)와 고정 및 연결하여 상기 루프에 작용하는 하중을 상기 보강벽체(100)로 전달하는 단계를 포함한다.

[0029] 터널내부를 마감하는 단계는, 상기 보강벽체(100)와 상기 강지보재(108)를 고정 및 연결한 후 터널내부 숏크리트 타설 단계를 포함한다.

[0030] 따라서, 본 발명은 보강벽체(100)를 선 시공한 후 상기 강지보재(108)와 고정하여 연결함으로써 터널상부의 하중을 상기 보강벽체(100)가 전달받을 수 있게 하는 것이다.

[0031] 상기 강지보재(108)로부터 하중을 전달받기 위해 상기 보강벽체(100)와 상기 강지보재(108)는 서로 연접하여 마련된다. 물론 상기 보강벽체(100)와 상기 강지보재(108)가 일정한 유격을 두고 연결될 수 도 있으며 이 경우 상기 보강벽체(100)와 상기 강지보재(108) 사이에는 별도의 연결부재(미도시)가 마련될 수 있다.

[0032] 상기 보강벽체(100)는 다양한 방법 및 다양한 형상으로 설치될 수 있으며, 도 2에 도시된 바와 같이 수직의 연속벽체(CPW, Continuous Pile Wall)를 이룰 수 있다.

[0033] 도 2에 도시된 본 발명은 종래의 갱내 보강공법과 달리 상기 보강벽체(100)를 설치하는 단계를 포함하며, 측벽파일, 레그 파일, 엘리펀트 풋의 설치가 필요하지 않다는 점에서 종래 갱내 보강공법을 개량한 공법이라 할 수 있다. 물론 상기 보강벽체(100)를 설치하는 단계는 다양한 시공방법에 포함될 수 있다

[0034] 물론, 본 발명의 기술적 특징은 상술한 용어들의 해석에 한정되지 않을 수 있으며, 당 업자의 기술수준에서 다양하게 해석될 수 있다.

[0035] 경우에 따라서 본 발명은 상기 보강벽체(100)의 설치단계와 터널 내의 시공단계가 병행하여 진행될 수도 있다.

[0036] 도 2는 상기 대구경강관(110)을 이열로 배치하였으나 상기 대구경강관(110)의 개수와 배열에는 한정이 없으며 필요에 따라서, 다양하게 변형실시 가능하다.

[0037] 상기 보강벽체(100)의 설치에 관한 제1실시예(300)는 도 3에 도시 되어있다.

[0038] 본 발명의 제1실시예(300)에 따른 비 개착식 터널시공방법은 굴착될 터널의 양측에 보강벽체(100)를 형성하는 단계, 상기 보강벽체(100)사이에 터널의 루프를 형성하는 단계, 터널의 루프와 상기 보강벽체(100)를 연결하는 단계 및 터널 내부를 마감하는 단계를 포함한다.

[0039] 여기서, 상기 보강벽체(100)를 형성하는 단계는 도 3에 도시된 바와 같이 소정의 깊이까지 천공 홀(310)을 생성하는 단계, 상기 천공 홀(310)에 철근을 배근하고 콘크리트를 타설하는 단계를 포함한다. 경우에 따라서, 상기 보강벽체(100)는 철근을 배근하지 않고 콘크리트만을 타설하여 마련될 수 있다.

[0040] 물론, 상기 천공 홀(310)을 생성하는 단계에서 지장물(支障物) 즉, 지하의 매설물, 배관, 전선 및 각종 장애물을 확인하고 안전하게 천공을 진행하기 위해 일정깊이(H1)의 기초파기를 진행 할 수 있다.

[0041] 이 경우, 상기 기초파기를 한 후 천공을 하게 되므로 상기 천공 홀(310)내의 콘크리트 타설은 일정깊이(H1) 이하에서 진행되며 상기 보강벽체(100)는 일정깊이(H1) 이하에서부터 소정의 깊이(H1+H2)까지 H2의 높이로 형성된다.

[0042] 또한, 상기 지장물 등이 없거나 도심지가 아닌 경우라면, 상기 기초파기를 생략하고 지표에서 곧바로 천공 및 콘크리트 타설을 할 수 있으므로 상기 보강벽체(100)는 지면에서부터 소정의 깊이까지 형성될 수도 있다.

[0043] 상기 천공 홀(310)을 생성함에 있어 천공을 용이하도록 하기 위해 가이드 케이싱(미도시)이 더 마련될 수 있다.

[0044] 상기 천공 홀(310)에 콘크리트를 타설하기 전에 철근(331)을 배근할 수 있으며, 지상에서 미리 보강벽체(100)의 형상에 맞는 철근(331)을 조립하여 천공 홀(310)에 삽입한 후 콘크리트를 타설할 수도 있다. 경우에 따라서는 철근을 배근하지 않고 콘크리트만을 타설 할 수도 있다.

[0045] 또한, 상기 천공 홀(310)에 콘크리트를 타설한 후 경화가 이루어지고 나면, 상기 천공 홀(310)의 상부를 마감처리 할 수 있다. 이때, 상기 천공 홀(310)로 우수나 지하수가 유입되면 추후 터널의 부식이나 하자발생의 원인이 될 수도 있기 때문에 별도의 방수처리를 할 수도 있다.

[0046] 본 발명의 제2실시예에 따른 비 개착식 터널시공방법은 굴착될 터널의 양측에 보강벽체(100)를 형성하는 단계,

상기 보강벽체(100)사이에 터널의 루프를 형성하는 단계, 터널의 루프와 상기 보강벽체(100)를 연결하는 단계 및 터널 내부를 마감하는 단계를 포함한다.

[0047] 여기서 상기 보강벽체(100)를 형성하는 단계는 제1실시예와 동일하게 천공 홀을 마련하는 단계를 포함하나, 상기 천공 홀 내에 철근을 배근한 후 콘크리트를 타설하거나 경우에 따라서 콘크리트만을 타설하는 단계를 생략할 수 있다. 따라서, 제1실시예(300)에 비해 공사기간이 더욱 단축될 수 있다.

[0048] 제2실시예에 따른 상기 보강벽체(410)를 형성하는 단계는 프리캐스트(Precast) 콘크리트로 보강벽체(410)를 별도로 제작하는 단계, 상기 프리캐스트 콘크리트로 제작된 보강벽체(410)를 상기 천공 홀(310)에 삽입하는 단계를 포함한다.

[0049] 상기 보강벽체(410)를 상기 천공 홀(310)에 삽입한 후 상기 천공 홀(310)과 상기 보강벽체(410) 사이의 유격을 없애기 위해 콘크리트를 타설할 수도 있으며, 모르타르를 이용하여 유격을 없앨 수도 있다.

[0050] 물론, 제2실시예(400)에 따른 상기 보강벽체(410)는 프리캐스트 콘크리트로 한정되는 것은 아니며, 금속재질의 강관 및 터널내의 하중을 견딜 수 있는 다양한 재질로 마련될 수 있다.

[0051] 제1실시예(300) 및 제2실시예(400)의 상기 천공 홀(310)은 다양한 방법으로 마련될 수 있으며, 나사(screw)형상의 드릴 머쉰(320)을 이용하여, 천공과정에서 굴착과 함께 토사를 천공 홀(310) 내부로부터 제거할 수 있다.

[0052] 상기 천공 홀(310)은 항타기(pile driver,미도시)를 이용하여 마련될 수 있다.

[0053] 본 발명의 제3실시예(미도시)에 따른 비 개착식 터널시공방법은 상기 보강벽체를 형성하는 단계가 생략될 수 있다. 즉, 천공을 하는 단계 및 철근 배근 또는 콘크리트를 타설하는 단계가 생략되어, 천공 홀이 존재하지 않을 수 있다.

[0054] 제3실시예에 따른 보강벽체는 별도로 제작하여 터널이 형성될 위치의 지면에서 타격하거나 압입하여 소정의 깊이까지 설치하는 것이다. 상기 보강벽체는 콘크리트 또는 금속과 같이 소정치 이상의 강성을 갖는 다양한 재질로 마련될 수 있다.

[0055] 상기 보강벽체의 타격에는 항타기가 사용될 수 있으며, 그 밖에 다양한 수단으로 상기 보강벽체를 압입할 수 있다. 상기 보강벽체는 타격 및 압입하여 지하에 설치가 용이하도록 단면적이 아래로 갈수록 작아질 수 있다. 그 밖에 상기 보강벽체는 다양한 형상으로 제작될 수 있다.

[0056] 제1,2,3 실시예에 따른 상기 보강벽체(100,410)는 터널의 진행방향(X축 방향)과 수직방향(Z축 방향)으로 설치될 수 있다. 물론, 터널의 진행방향이 지면과 나란하지 않을 수 있으며, 상기 보강벽체(100,410)의 축방향과 터널의 진행방향이 이루는 각도가 90°가 아닐 수도 있다.

[0057] 상기 보강벽체(100,410)는 터널의 진행방향을 따라서 터널의 일측 또는 양측에서 연속적으로 형성될 수 있으며, 경우에 따라서는 상기 보강벽체(100,410)들이 소정의 간격을 가지고 형성 될 수도 있다.

[0058] 상기 천공 홀(310)은 터널의 저면보다 더 깊은 지점까지 마련될 수 있으며, 이 경우 상기 보강벽체(100, 410)는 터널의 저면보다 깊은 위치까지 마련된다.

[0059] 도 5는 제1, 2, 3실시예에 따라 다양하게 설치된 보강벽체(100)를 이용하여 터널을 시공하는 과정(a→b→c→d)을 도시하였다. 물론, 도 5에 도시된 터널의 시공방법은 경우에 따라서 그 단계(a.b.c.d)가 일부 병합되어 시공되거나 변경되어 실시될 수도 있다.

[0060] 도 5의 (a)에 도시된 바와 같이, 본 발명은 상기 보강벽체(100)를 선 시공한 후 대구경 강관(110)을 수평방향으로 압입하고 그라우팅을 한 후 터널의 상반(150)을 굴착하는 단계,

[0061] 터널의 상부에 강지보재(108)를 설치하고 상기 보강벽체(100)와 고정하여 연결하는 단계,

[0062] 터널 내부에 숏크리트 타설를 타설하는 단계,

[0063] 터널의 코어(140) 및 하반(160)을 굴착하고 마지막으로 터널 내부를 콘크리트로 라이닝(130)하는 단계를 포함한다.

[0064] 도 5에 도시된 바와 같이, 터널의 굴착과정을 상반(150) 굴착 및 하반(160)굴착으로 분리한 것은 저토피 토사구간처럼 지반이 견고하지 못한 경우에 안전하게 굴착을 진행하기 위함이며, 상반(150) 굴착 시 코어(140)를 남겨두는 것은 터널내부의 토압에 의해 터널 안쪽의 토사가 밖으로 밀려나오는 것을 방지하여 막장면 안정을 확보하

기 위함이다. 따라서 굴착중 코어(140), 상반 및 하반 분할굴착이 필요치 않은 경우에는 코어, 상반, 하반을 구분하여 굴착하지 않을 수 있으며, 반대로 지반이 매우 연약하여 굴착중 안정성에 문제가 우려되는 경우에는 상반 및 하반을 좀더 세분하여 분할 굴착하고 가인버트를 적용할 수도 있다.

[0065] 도 6A는 도 2에 도시된 상기 보강벽체(100)와 상기 강지보재(130)의 연결부분(200)을 A-A 선을 기준으로 확대하여 도시한 횡 방향(Y축 방향) 단면도이다.

[0066] 도 6B는 도 6A에 도시된 상기 보강벽체(100)와 상기 강지보재(130)의 연결부분(200)을 B-B 선을 기준으로 확대하여 도시한 종 방향(Z축 방향) 단면도이다.

[0067] 상기 보강벽체(100)는 상기 강지보재(108)가 받는 하중을 전달받기 위해 상기 강지보재(108)와 고정되어 연결된다.

[0068] 도 6A와 도 6B는 상기 보강벽체(100)와 상기 강지보재(108)를 복수개의 앵커볼트(anchor bolt,105)를 이용하여 체결하였다. 상기 앵커볼트(105)는 케미컬 앵커를 사용할 수 있다.

[0069] 물론 상기 연결부(200)는 상기 앵커볼트(105)외에 다양한 체결구를 이용하여 연결될 수 있다.

[0070] 도 7은 상기 연결부(200)를 상기 앵커볼트(105)로 체결하는 과정을 나타낸다.

[0071] 도 7에 도시된 연결과정을 살펴보면, 터널의 상반을 굴착한 뒤 터널내부에서 상기 보강벽체(100)의 측면을 일부 절삭하여 상기 강지보재(108)의 양끝부분이 거치될 수 있는 거치부(201)를 마련하고, 앵커(105)를 설치하고, 상기 강지보재(108)를 상기 거치부(201)에 거치한 후 볼트(108)로 고정하는 것이다.

[0072] 상기 거치부(201)는 다양한 방법으로 마련될 수 있다. 즉, 터널 내부에서 상기 보강벽체(100)의 측면을 부분 절삭하여 상기 보강벽체(100)의 내측으로 마련될 수도 있으며, 상기 보강벽체(100)를 설치하는 과정에서 돌출된 부분을 형성하여 상기 보강벽체(100)의 외측으로 마련 될 수 도 있다.

[0073] 물론, 상기 보강벽체(100)에 상기 거치부(201)를 마련하는 단계를 생략하여 상기 강지보재(108)의 양 끝부분이 거치되지 않을 수도 있다. 이 경우는 상기 보강벽체(100)와 상기 강지보재(108) 사이에 별도의 연결부재(미도시)를 마련하여 유격을 없애고 상기 보강벽체(100), 상기 연결부재(미도시) 및 상기 강지보재(108)를 다양한 체결구를 통하여 연결할 수 있는 것이다.

[0074] 도 8은 본 발명에 따른 터널시공방법에서 상기 보강벽체(100)를 중심으로 터널의 진행방향과 나란한 수평방향(X축 방향)으로의 평면을 도시한 것이다.

[0075] 도 8에 따르면 상기 보강벽체(100)는 철근(101,102)과 콘크리트로 만들어진 주열식 연속벽체(Continuous Pile Wall)를 형성하고 있으며, 상기 보강벽체(100)의 단면은 원형이다. 또한 상기 보강벽체(100)들은 서로 연접하여 마련되어 있다.

[0076] 물론, 상기 보강벽체(100)는 철근을 사용하지 않고 콘크리트만을 타설하여 마련될 수 있으며, 기타 소정치 이상의 강도를 보유한 다양한 재질을 이용하여 상기 보강벽체(100)를 마련할 수 있다.

[0077] 또한, 상기 보강벽체(100)는 콘크리트 이외에도 타설 후 소정시간이 지나면 경화하는 재질로 마련될 수도 있다.

[0078] 상기 보강벽체(100)는 기둥의 형상으로 한정되지 않으며 다양한 형태의 단면을 가질 수 있다. 또한, 상기 보강벽체(100)들이 연속적으로 배열되지 않고 사이의 간격은 필요에 따라서 소정의 유격을 가질 수도 있다. 상기 보강벽체(100)의 중심과 중심사이의 거리(L1)는 경우에 따라서 다양하게 변형실시 될 수 있다.

[0079] 도 9는 종래의 갱내보강 공법의 흐름도와 본 발명에 따른 흐름을 비교하여 도시한 것이다.

[0080] 도 9에 따르면, 본 발명은 종래 터널의 시공방법에 비해, 레그 파일, 엘리펀트 풋, 측벽파일 및 가인버트의 공정이 삭제되어 기존의 공법에 의해 사이클 타임이 축소되고 전방굴진이 일괄적으로 진행될 수 있다.

[0081] 상술한 바와 같이 종래 터널시공방법에 비해 일부 공정이 삭제되어 공기가 단축되는 효과만이 아니라, 터널내의 변위 및 지보재 응력이 감소되어 보다 안정한 터널을 시공할 수 있는 효과도 얻을 수 있다.

[0082] 본 발명에 따른 비 개착식 터널시공방법(M-CAM)과 종래 갱내보강공법을 비교하여 [표 1], [표 2] 및 [도 10]에서 구체적으로 살펴본다. 물론, 하기의 [표 1], [표 2] 및 [도 10]은 본 발명과 종래 갱내 보강공법을 비교하기 위한 일례에 불과하며, 다양한 실시형태를 가질 수 있다. 예컨대, [표 1]에 기재되어 있는 본 발명과 종래 갱내 보강공법의 제원은 [표 1]에 기재된 것에 한정되지 않는다.

[0083] [표 1]은 본원 발명의 공법과 종래 보강공법에 제원을 말한다.

[0084] [표 2]는 본원 발명의 공법과 종래 보강공법의 효과를 비교한 것이다.

[0085] [도 10]은 [표 2]의 데이터를 그래프로 나타낸 것이다.

[0086] [표 1]에서 굴진장은 터널공사 1회시의 굴착거리를 말하며, 숏크리트는 조기에 경화 되는 것을 목적으로 1차 라이닝에 주로 사용된다. 가인버트는 상반 굴착 후 하반을 굴착하기 이전에 하반의 상부에 임시로 설치하는 인버트를 말한다.

[0087] [표 1]을 검토하면, 본 발명 공법의 적용시 보강부재에 의한 벽체가 측방의 변위를 제어하므로 기존의 갱내보강공법에 비해 터널 하반 숏크리트의 두께를 150mm줄이므로 기존의 터널시공방법에 대비하여 60%의 감소를 보이며, 하반 강지보재와 가인버트의 설치를 생략할 수 있다.

[0088] 또한, [도10] 과 [표2]의 해석결과와 같이 본 발명 공법의 적용시 기존의 갱내보강공법에 비하여, 지표, 천단 침하량이 절반정도로 감소하였으며 내공변위는 외향 6.66mm에서 내향 2.06mm로 70% 정도 감소하였다. 또한, 막장면 변위가 11.06mm에서 2.25mm로 80%정도 감소하였으며, 숏크리트 응력이 7.67MPa에서 5.92MPa로 40%이상 감소하였다. 지하수 유입량은 1.04 m3/min/km에서 0.91 m3/min/km로 감소하여 기존의 갱내보강공법에 비해 우수한 터널 보강효과를 보였다.

표 1

공법 제원

[0089]

구 분		본 발명 공법	종래 갱내 보강공법	비 고
굴착방법		상반 링컷	상반 링컷	동 일
굴 진 장		0.5m	0.5m	동 일
숏크리트 두 께		(상반) 250mm (하반) 100mm	(상반) 250mm (하반) 250mm	하반 숏크리트 두께 150mm 축소
가인버트		미설치	100mm	가인버트 미설치
보조지보	각부 보강	보강벽체 설치	강관보강 레그파일 ϕ60.5mm, CTC 1.0m(종)	레그파일 미설치
	측벽 보강	보강벽체 설치	강관보강 측벽파일 설치 ϕ60.5mm, CTC 1.0m(종), 1.0m(횡)	측벽파일 미설치

표 2

본 발명 공법과 종래의 갱내보강 공법 결과 비교

[0090]

구 분	본 발명 공법	종래 갱내보강 공법
지표 침하(mm)	-12.4	-21.4
천단 / 내공(mm)	-13.97/-2.06	-24.16/6.66
막장면 변위(mm)	2.25	11.06
숏크리트 응력(MPa)	5.92	7.67
유입량(m3/min/km)	0.91	1.04

[0091] 이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명은 종래의 터널시공방법에 비해 우수한 효과가 인정된다.

[0092] 본원 발명은 상술한 실시예에 한정되지 않으며, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자 라면 자명한 정도의

다양한 변형 및 실시예가 가능하다.

부호의 설명

[0093] 10 : 엘리펀트 풋(elephant foot) 20 : 레그파일(leg pile)

40 : 가인버트 50,120 : 숏크리트

60,130 : 라이닝 100,410 : 보강벽체(수직연속벽체)

101, 102, 331 : 철근 105 : 앵커

200 : 보강벽체와 강지보재 연결부분 201 : 거치부

110 : 대구경 강관 108 : 강지보재

140 : 코어 150 : 상반

160 : 하반 300 : 제1실시예

310 : 천공 홀 320 : 드릴 머신

330 : 기중기 340 : 콘크리트 타설기

400 : 제2실시예 410 : 프리캐스트 콘크리트

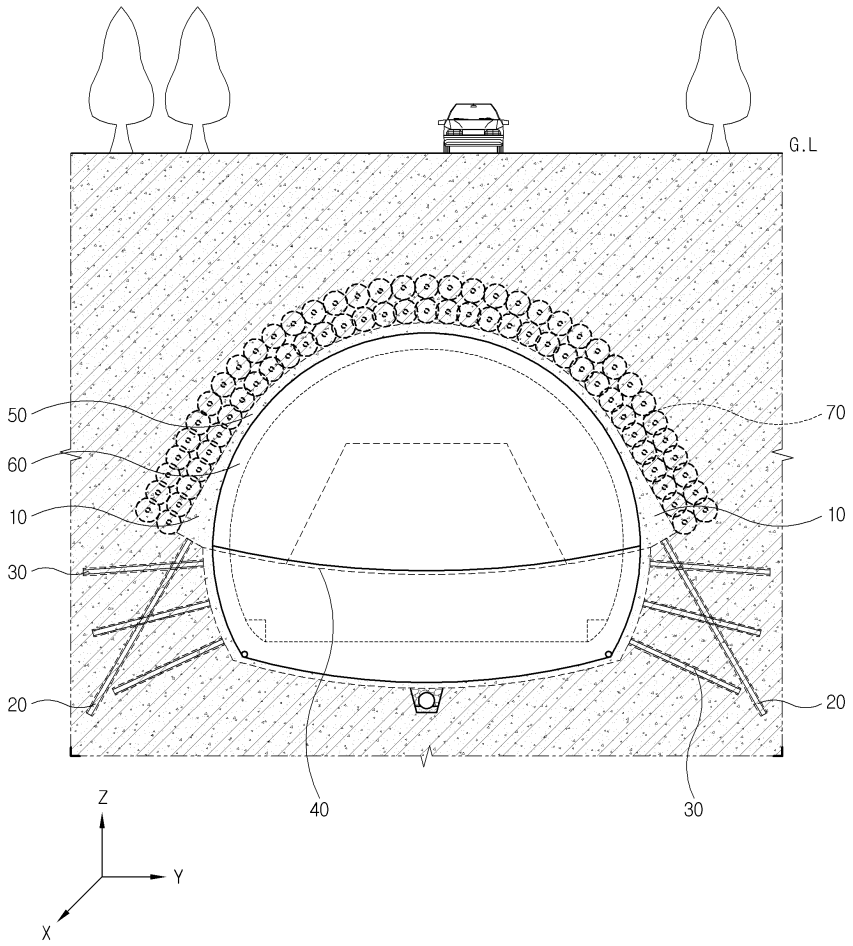
109 : 볼트

h1 : 기초파기 깊이 h2 : 천공 홀 깊이

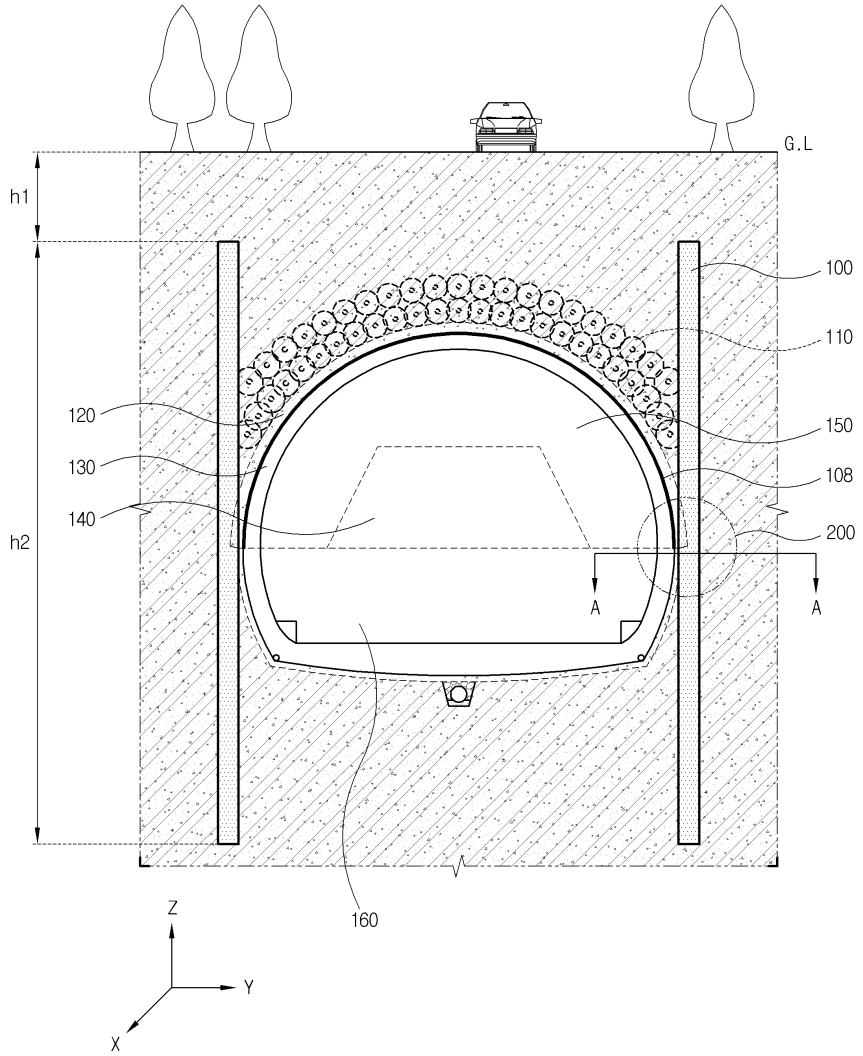
L1: 보강부재의 중심거리

도면

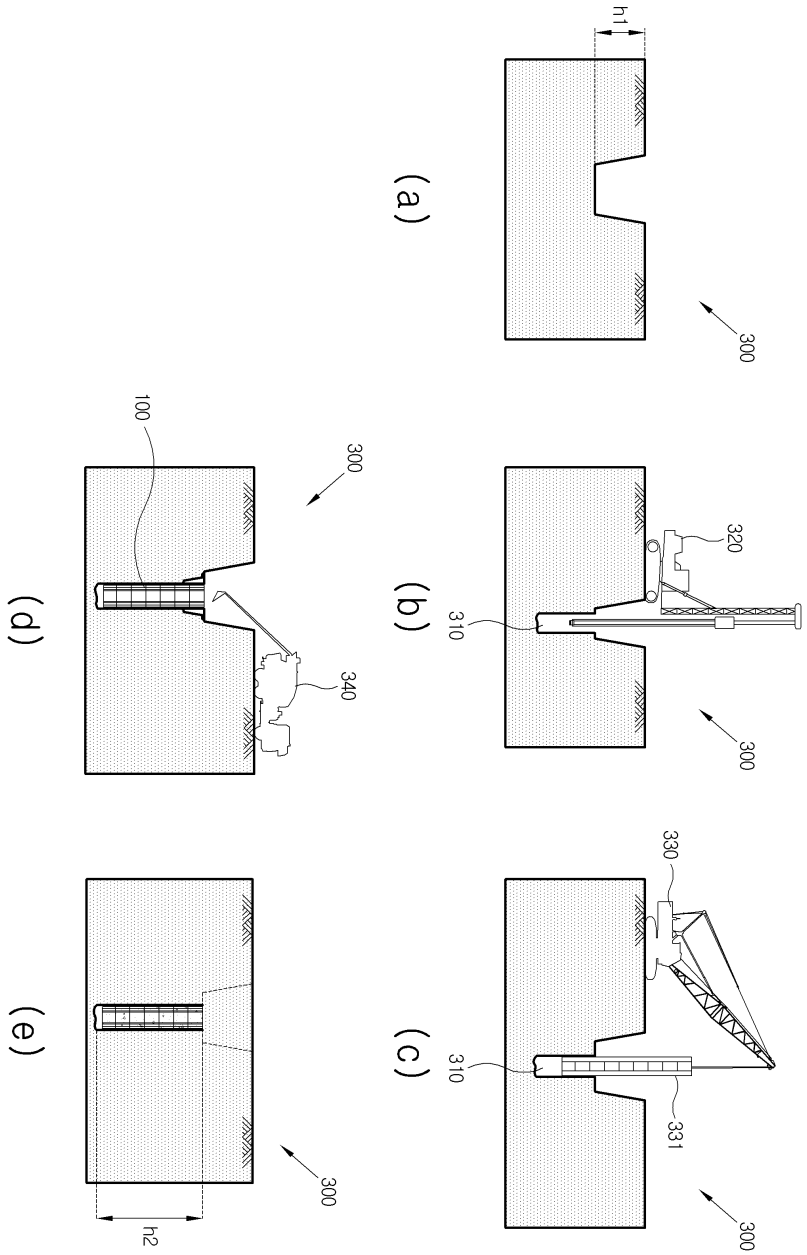
도면1



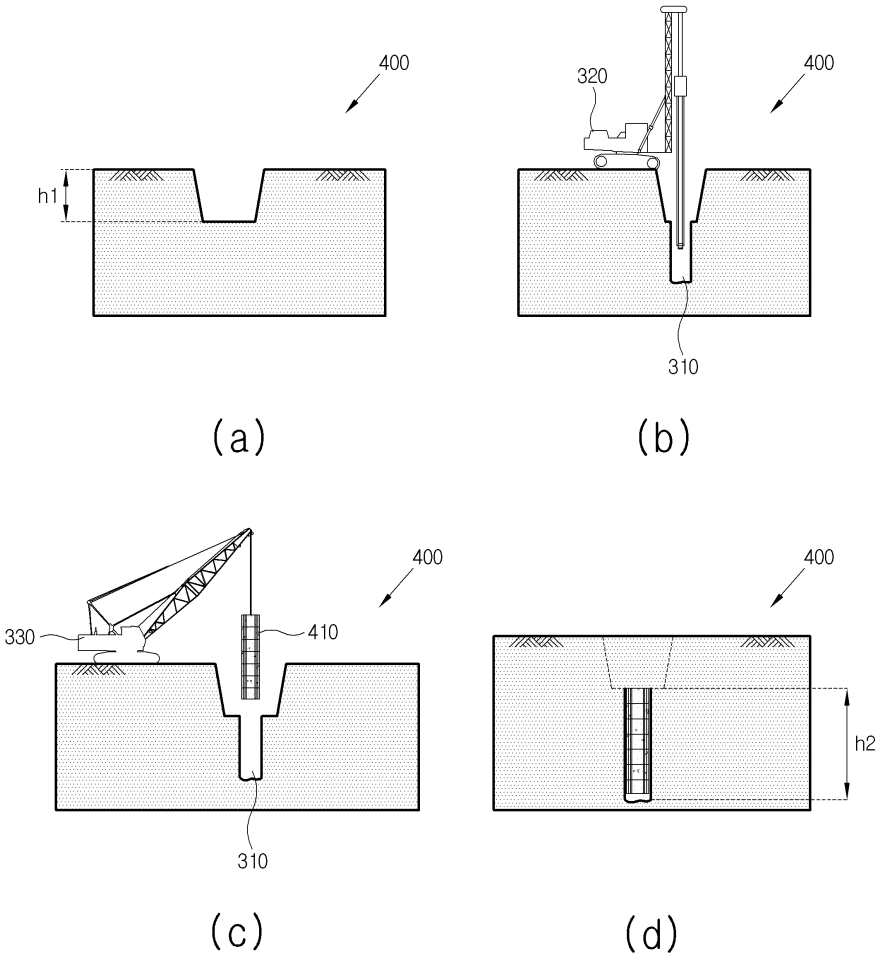
도면2



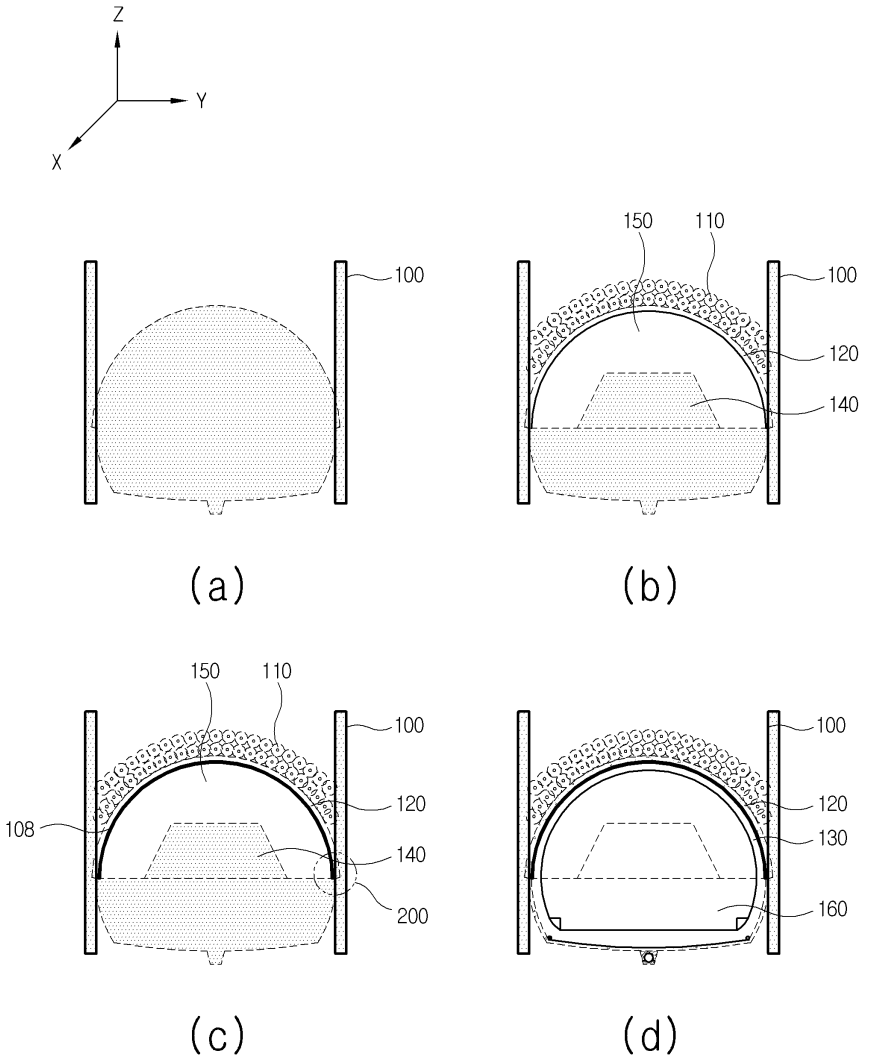
도면3



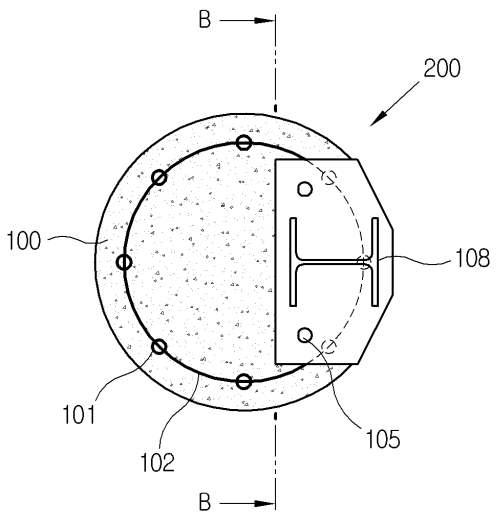
도면4



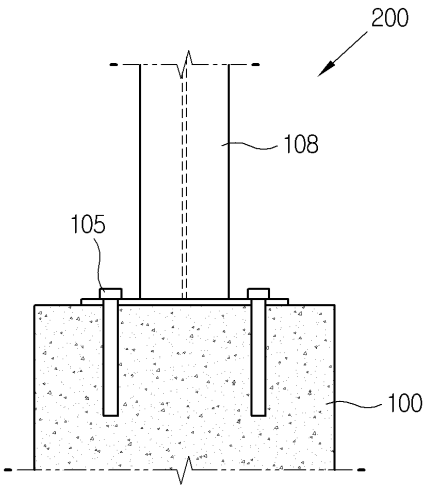
도면5


Z
Y
X
100
150
110
120
140
(a)
(b)
108
200
130
160
(c)
(d)

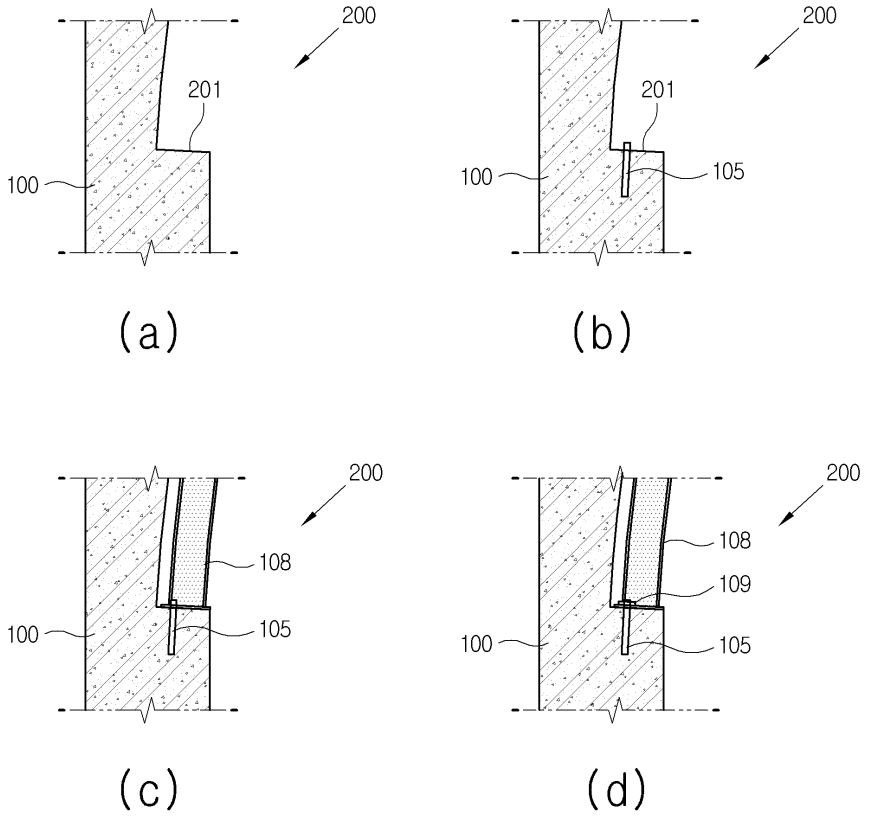
도면6a


B
200
100
108
101
102
105
B

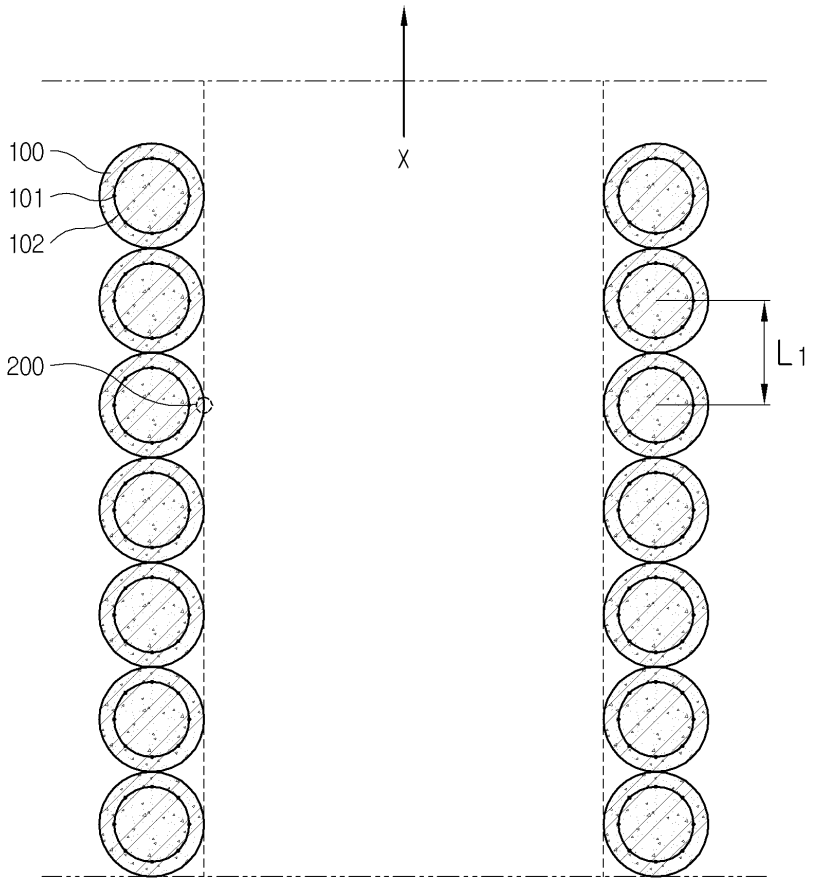
도면6b


200
108
105
100

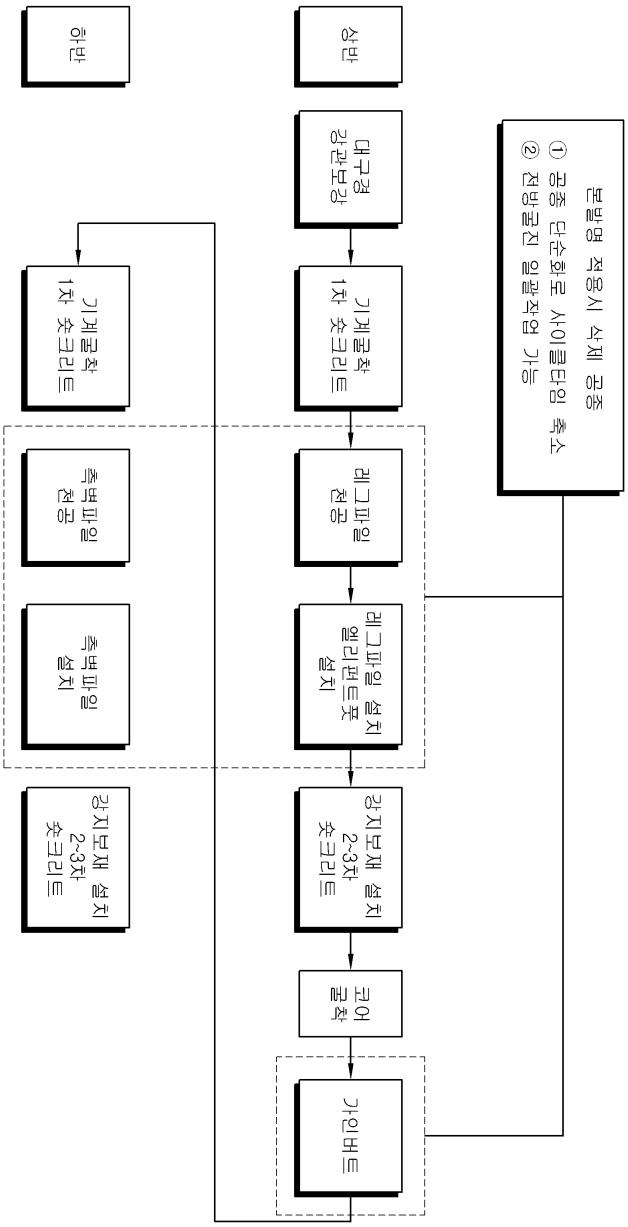
도면7


200
201
100
(a)
200
201
100
105
(b)
200
108
100
105
(c)
200
108
109
100
105
(d)

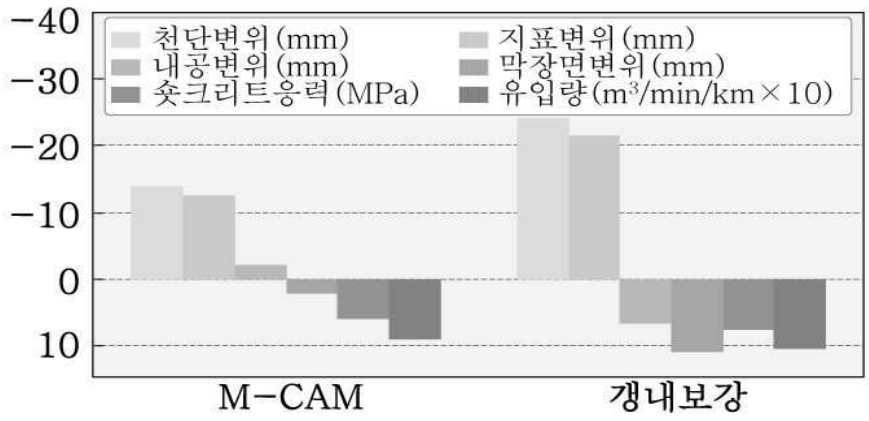
도면8



도면9


본발명 적용시 삭제 공종
① 공종 단순화로 사이클타임 축소
② 전방굴진 일괄작업 가능
상반
대구경 강관보강
기계굴착 1차 숏크리트
레그파일 천공
레그파일 설치 앨리펀트풋 설치
강지보재 설치 2~3차 숏크리트
코어 굴착
가인버트
하반
기계굴착 1차 숏크리트
측벽파일 천공
측벽파일 설치
강지보재 설치 2~3차 숏크리트

도면10


−40
−30
−20
−10
0
10
천단변위(mm)
내공변위(mm)
숏크리트응력(MPa)
지표변위(mm)
막장면변위(mm)
유입량(m³/min/km×10)
M−CAM
갱내보강