(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017 년 6 월 1 일 (01.06.2017)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2017/090975 A1

(51) 국제특허분류:
E21D 9/00 (2006.01) *E21D 20/02* (2006.01)
E21D 11/00 (2006.01) *E21D 13/00* (2006.01)
E21D 11/10 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2016/013542

(22) 국제출원일: 2016 년 11 월 23 일 (23.11.2016)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2015-0165207 2015 년 11 월 25 일 (25.11.2015) KR

(71) 출원인: (주)현이앤씨 (HYUN ENGINEERING AND CONSTRUCTION CO., LTD.) [KR/KR]; 10449 경기도 고양시 일산동구 호수로 358-39, 925 호, Gyeonggi-do (KR).

(72) 발명자; 겸
(71) 출원인 : 서동현 (SEO, Dong-hyun) [KR/KR]; 08502 서울시 금천구 가산디지털 1 로 212 코오롱디지털타워 애스턴 606 호, Seoul (KR). 서민규 (SEO, Min-kyu) [KR/KR]; 08502 서울시 금천구 가산디지털 1 로 212 코오롱 디지털 타워 애스턴 606 호, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

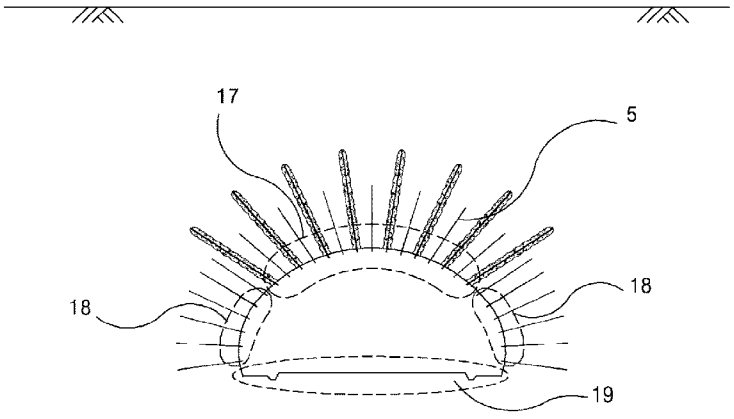
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: TUNNEL CONSTRUCTION METHOD USING PRE-SUPPORT AND POST-SUPPORT AND APPARATUS SUITABLE FOR SAME

(54) 발명의 명칭 : 선지보와 후지보를 이용한 터널 공법 및 이에 적합한 장치

[도3]



(57) Abstract: The present invention relates to a tunnel construction method and, particularly, to a tunnel construction method for installing an intra- or extra-tunnel pre-support member along with a post-support member and an apparatus suitable for the same, the method comprising the steps of: constructing a pilot tunnel (3) inside a main tunnel (2) to be built; radially forming boreholes at multiple positions inside the pilot tunnel (3) from the excavation face of the pilot tunnel (3) to the tip end of a pre-support member of the main tunnel in order to install intra-tunnel pre-support members (4); inserting the intra-tunnel pre-support members (4) into the boreholes and performing grouting and curing in order to fix the same; excavating a tunnel in stages in the longitudinal direction along the excavation line of the main tunnel (2) and pouring primary shotcrete over the excavation face of the main tunnel; installing post-support members (5) on the excavation face of the main tunnel, to which the primary shotcrete has been attached, so as to be located between the plurality of intra-tunnel pre-support members (4); and connecting the intra-tunnel pre-support members (4) and the post-support members (5) with a sheet-shaped support member.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2017/090975 A1

본 발명은 터널 공법에 관한 것으로, 갱내 선지보재 또는 갱외 선지보재와 후지보재를 혼용하여 설치하는 터널 공법 및 이에 적합한 장치에 관한 것이다. 만들고자 하는 본 터널(2) 내에 파일럿 터널(3)을 시공하는 단계와; 상기 파일럿 터널(3) 내의 복수의 위치에서 파일럿 터널(3) 굴착면에서 본 터널의 선지보재 선단까지 갱내 선지보재(4)를 설치하기 위하여 방사상으로 천공 홀을 형성하는 단계와; 상기 천공 홀에 갱내 선지보재(4)를 삽입하고 이를 고정하기 위하여 그라우팅하고 양생하는 단계와; 상기 본 터널(2)의 굴착 라인을 따라 종방향으로 단계적으로 터널을 굴착하고 갱내에서 본 터널 굴착면에 1 차 숏크리트를 하는 단계와; 상기 1 차 숏크리트가 취부된 본 터널 굴착면에 후지보재(5)를 복수의 갱내 선지보재(4) 사이에 설치하는 단계와; 상기 갱내 선지보재(4)와 후지보재(5)를 판형 지보재와 연결하는 단계를 구비한 것을 특징으로 한다.

명세서

발명의 명칭: 선지보와 후지보를 이용한 터널 공법 및 이에 적합한 장치

기술분야

[1] 본 발명은 터널 공법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 갱내 선지보재와 후지보재 또는 갱외 선지보재와 후지보재를 혼용하여 설치하는 터널 공법 및 이에 적합한 장치에 관한 것이다.

배경기술

[2] 일반적으로, 터널은 원지반이 연약하거나, 폭이 넓을수록 구조적으로 취약해진다. 종래에, 이를 극복하기 위한 여러 가지 방법으로 종래의 NATM 공법은 다분할 굴착을 하여 분할 굴착시마다 지보를 하였다.

[3] 이러한 공법은 공정이 복잡하고 굴착 순간부터 무지보 상태가 되므로 터널 붕락의 위험성이 증대되어 안전 측면에서 매우 위험한 공법이었다.

[4] 터널 단면이 매우 큰 대단면 터널에서 아칭 영역을 크게 하기 위하여, 길이가 긴 강선으로 만들어진 앵커 볼트와 짧은 락 볼트를 혼용하여 설치하기도 했으나, 선지보 개념이 없어서 굴착 순간 무지보를 극복하기 위한 보조 공법이 반드시 필요하였다.

[5] 이를 극복하기 위한 방법으로, 토피가 얇은 경우에는 지표면에서 터널을 향하여 갱외 선지보를 먼저 시공하고 본 터널을 굴착하는 경우와, 본 터널 내에서 먼저 파일럿 터널을 선굴착 후, 파일럿 터널 내의 복수의 위치에서 갱내 선지보재를 설치한 후, 본 터널의 굴착 라인까지 굴착하는 갱내 선지보 터널에 관한 기술이 개발되었다.

[6] 이러한 공법은 무지보 상태가 없는 장점과 선지보 후에는 막장에서 1회 굴진장을 길게 할 수 있다는 장점이 있다. 그러나, 갱외 선지보는 토피가 두꺼우면 천공 길이가 길게 되어 공사비가 증가되고 지표로부터 토층 두께에 따른 지층 변화에 대해 적절한 보강을 하기 어려운 단점이 있다. 갱내 선지보 공법은 파일럿 터널의 굴착면에서 롱홀을 천공할 수 있는 드릴로 본 터널의 굴착면을 향하여 본 터널 예정 굴착면을 지나 본 터널 원지반에 터널 안정에 요구되는 길이만큼 천공하고 선지보재를 본 터널의 원지반의 천공홀에 밀어 넣어 고정하여 설치해야 한다. 따라서, 초대단면 터널에서는 파일럿 터널의 굴착면에 선지보재를 설치하기 위한 천공홀의 길이가 길게 되고, 천공홀의 수량이 많게 되며, 천공홀을 조밀하게 천공하여야 하므로 파일럿 터널 굴착면에 근접한 파일럿 터널의 원지반이 과도하게 손상되어 파일럿 터널의 안정성이 떨어지며, 비용적인 측면에서 경제적이지 않았다.

[7] 이러한 문제를 해결하기 위한 방안은, 갱외 선지보재를 설치하는 경우는 갱외 선지보 수량을 최소로 설치하고 일부의 보강을 갱내에서 굴착면의 지반을 확인

후, 적절한 지보를 하는 방법이 있으며, 갱내 선지보재를 설치하는 경우는 파일럿 터널에서 본 터널까지의 천공 길이는 터널 완성 후에는 없어지는 부분이므로 갱내 선지보를 최소화하고, 본 터널 굴착면에서 추가 지보하는 방법이 있는데 이는 파일럿 터널의 안전성을 확보하고 공정을 줄일 수 있으며 보다 더 경제성이 있는 터널이 된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[8] 본 발명의 목적은, 본 터널을 굴착한 후, 복수의 선지보재를 설치하고 복수의 선지보재들 사이에 후지보재를 추가 설치함으로써 본 터널 굴착면에 근접할수록 증가되는 응력을 효과적으로 배분하여 지보함으로써 구조 역학적인 경제성을 확보하고, 시공비가 비싼 선지보재의 시공 수량을 줄여 경제적인 효과를 제공하는 선지보재와 후지보재를 이용한 터널 공법 및 이에 적합한 장치를 제공하는 데 있다.

과제 해결 수단

[9] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 만들고자 하는 본 터널 내에 파일럿 터널을 시공하는 단계와; 상기 파일럿 터널 내의 복수의 위치에서 파일럿 터널 굴착면에서 본 터널의 선지보재 선단까지 갱내 선지보재를 설치하기 위하여 방사상으로 천공 홀을 형성하는 단계와; 상기 천공 홀에 갱내 선지보재를 삽입하고 이를 고정하기 위하여 그라우팅하고 양생하는 단계와; 상기 본 터널의 굴착 라인을 따라 종방향으로 단계적으로 터널을 굴착하고 갱내에서 본 터널 굴착면에 1차 숏크리트를 하는 단계와; 상기 1차 숏크리트가 취부된 본 터널 굴착면에 후지보재를 복수의 갱내 선지보재 사이에 설치하는 단계와; 상기 갱내 선지보재와 후지보재를 판형 지보재와 연결하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[10] 본 발명의 다른 하나의 양태에 있어서, 상기 1차 숏크리트가 취부된 본 터널 굴착면에 후지보재를 갱내 선지보재 사이에 설치하는 단계에 있어서, 상기 본 터널의 천정부에는 갱내 선지보재 사이에 후지보재를 혼용하여 설치하고, 상기 본 터널의 측벽부에는 후지보재만을 설치하는 것을 특징으로 한다.

[11] 본 발명의 다른 하나의 양태에 있어서, 상기 파일럿 터널은 본 터널의 굴착면에서 가까운 원지반에 지장물이 인접한 경우에는 본 터널 예정 굴착면과 파일럿 터널의 굴착면이 최대한 많이 떨어지도록 본 터널 내에 편심을 갖도록 배치하여 굴착하고 구조적으로 안전하도록 지보하는 단계; 상기 편심되게 설치된 파일럿 터널에서 갱내 선지보재를 본 터널 원지반에 시공하는 단계; 상기 본 터널을 굴착 후, 1차 숏크리트가 취부된 굴착면에 후지보재를 복수의 갱내 선지보재 사이에 설치하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[12] 본 발명의 다른 하나의 양태에 있어서, 상기 갱내 선지보재를 천공 홀에 삽입 설치하는 데 있어서, 상기 갱내 선지보재에 천공 홀에서 미끄러짐을 방지하는

스톱퍼를 장착하고, 그 측면에는 토출 호스와 주입 호스를 결속하고, 갱내측 선단에는 가압 그라우팅을 하기 위한 팩커를 장착하고, 파일럿 터널에서 본 터널의 원지반 내에 갱내 선지보를 위한 천공홀을 천공한 곳에 본 터널의 굴착 예정면에서 판형 지보재와 연결할 수 있도록 갱내 선지보재 단부가 일부 노출되도록 파일럿 터널에서 원지반에 갱내 선지보재와 연결 파이프를 접속하여 삽입한 다음 연결 파이프를 제거하고, 팩커를 팽창시켜 그라우팅하고 양생한 후 판형 지보재와 연결하는 것을 특징으로 한다.

[13] 본 발명의 다른 하나의 양태에 있어서, 지표면으로 접근하여 갱외에서 예정 본 터널 단면을 향해 선지보재 시공이 가능한 경우, 지표면에서 본 터널의 단면과 단면 측벽 외측부를 향하여 터널 굴착 전에 미리 복수의 위치에 천공, 선지보재 삽입, 그라우팅을 하여 갱외 선지보재를 설치하는 단계와;

[14] 본 터널의 굴착 예정 라인을 따라 종방향으로 단계적으로 터널을 굴착하고 갱내에서 굴착면에 1차 숏크리트를 취부하는 단계와;

[15] 갱내에서 1차 숏크리트가 취부된 본 터널 굴착면에 복수의 갱외 선지보재 사이에 후지보재를 설치하는 단계와;

[16] 상기 갱외 선지보재와 후지보재를 판형 지보재와 연결하는 단계를 구비한 것을 특징으로 한다.

[17] 본 발명의 다른 하나의 양태에 있어서, 터널 설계 굴진장 만큼 단계 굴착시 터널 굴착면에 갱외 선지보재를 지표면에서 본 터널의 단면과 단면 측벽 외측부를 향하여 터널 굴착 전에 설치하는 단계에 있어서, 터널의 좌우 측벽부 외측에 설치되는 수직 측벽 보강 갱외 선지보재는 바닥의 융기를 방지하도록 터널 바닥 레벨보다 더 깊게 설치하는 것을 특징으로 한다.

[18] 본 발명의 다른 하나의 양태에 있어서, 본 터널 단면 상부 지반에 지장물로 인하여 갱외 선지보재 설치가 불충분할 경우, 갱내에서 터널 굴착면에 갱외 선지보재 사이에 후지보재를 설치하는 단계에서, 지장물로 인한 미지보 부분에 후지보재를 설치하는 것을 특징으로 한다.

[19] 본 발명의 다른 하나의 양태에 있어서, 갱내에서 1차 숏크리트가 취부된 터널 굴착면에 복수의 선지보재 사이에 후지보재를 설치하는 단계에 있어서, 선지보재와 후지보재에 철근으로 짜여진 철근 보강 케이지를 연속하여 설치하되, 철근 보강 케이지를 관통한 선지보재에 지압판을 대고 정착구를 조여 철근 보강 케이지를 압착 고정하는 단계와; 상기 철근 보강 케이지에 숏크리트를 취부하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[20] 본 발명의 다른 하나의 양태에 있어서, 상기 만들고자 하는 본 터널의 굴착선을 따라 터널을 굴착하고, 그 굴착면에 배수재를 설치하는 단계와; 상기 배수재가 설치된 다음 굴착면에 1차 숏크리트를 취부하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[21] 본 발명의 다른 하나의 양태에 있어서, 본 터널 원지반에 선지보재와 후지보재를 고정하는 방법은 천공 후 선지보재를 삽입 후 가압 그라우팅을 하여

원지반 지보와 차수 효과를 동시에 발생하도록 하는 것을 특징으로 한다.

[22] 본 발명의 다른 하나의 양태에 있어서, 본 터널의 토피가 얕고 연약한 지반 조건일 경우에는 인공 보강 재료로 토피를 치환하고 치환된 토피로부터 갱외 선지보재를 터널 단면과 터널 단면 외측까지 설치하는 것을 특징으로 한다.

[23] 본 발명의 다른 하나의 양태에 있어서, 후지보재는 선지보재보다 길이가 짧거나 직경이 가는 것을 사용하는 것을 특징으로 한다.

[24] 본 발명의 다른 하나의 양태에 있어서, 철근 보강 케이지에 있어서, 메쉬 형태의 철근 보강 케이지로 제작하거나 상부 철근과 하부 철근 사이의 간격을 트러스 형태로 제작하는 것을 특징으로 한다.

[25] 본 발명의 다른 하나의 양태에 있어서, 터널에 갱내 선지보재와 후지보재가 설치되는 것 또는 갱외 선지보재와 후지보재가 설치되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[26] 종래 기술의 선지보 네일 터널 공법의 장점을 살리면서 보다 경제적인 터널 시공을 위하여, 본 발명은 파일럿 터널에서 갱내 선지보재를 일정 간격으로 전부 시공하던 것을 일부의 갱내 선지보재만을 설치하고, 본 터널 굴착면까지 단계적으로 굴착한 후, 본 터널 굴착면에 추가하여 네일 또는 락 볼트와 같은 후지보재를 천공홀에 설치한다.

[27] 따라서, 후지보재의 설치는 파일럿 터널에서 본 터널의 굴착면까지의 천공 길이만큼 공정을 줄일 수 있는 장점이 있으며, 같은 공사 비용으로 갱내 선지보재보다 짧고 직경이 작은 후지보재를 여러 개 설치하므로써 절리가 많은 연약한 지반에서도 효율적으로 국부적 붕락을 방지하고 선지보재와 후지보재가 판형 지보재인 숏크리트를 더 촘촘히 지지하므로 굴착면을 보다 더 완벽한 구속 상태로 만들 수 있는 효과가 있다.

[28] 또한, 대단면 터널에서 파일럿 터널에 갱내 선지보재로만 구조적 안정을 위해 전부 설치할 경우에는 파일럿 터널의 주면에서 선지보를 하기 위한 천공 홀 간격이 너무 좁아 천공 홀에 의해 파일럿 터널 굴착면에 근접한 원지반이 과다하게 손상되어 파일럿 터널의 안정을 저해하는 문제가 있었으나, 이런 문제를 본 터널 굴착면까지 굴착 후, 후지보재를 갱내 선지보재 사이에 설치하여 해결할 수 있는 효과가 있다.

[29] 구조적인 측면에서 본 터널을 굴착하면 원지반과 선형 지보재에 생기는 응력이 굴착면에서 가장 크고 굴착면에서 외부로 멀어질수록 점차 감소하므로 도 3과 같이 길게 설치하는 갱내 선지보재와 그 사이에 짧게 시공하는 후지보재를 병용하여 시공할 때, 가장 경제적인 지보 형태를 제공하는 효과가 있다.

[30] 선지보재는 터널 전체의 구조적 안정을 부담하도록 후지보재보다 길고 큰 인장력을 발휘하는 고강도 재료를 사용하여 터널 전체의 안정을 설계 굴진장 만큼 단계 굴착시 작업시간 동안 자립할 수 있는 최소의 수량 이상으로 설계하고 후지보재는 직경이 작고 길이를 짧게 적용하여 선지보재 사이의 국부적인

안정을 확보하는 개념으로 지보 설계를 하므로 본 터널 굴착면의 최대 응력을 후지보재가 추가 지보하므로 효율적인 응력 배분이 되는 설계를 할 수 있는 효과가 있다.

[31] 선지보재의 시공 비용면에서는 천공 홀을 시공하는 비용이 네일 자재 비용보다 월등히 크고 공사 기간이 많이 소요되므로 선지보 시공시 굵고 긴 강성이 큰 네일을 설치하여 시공 수량을 최소화하고 본 터널 굴착시 굴착면에 시공이 간단하고 저렴한 후지보재를 여러 개 설치하여 경제적이고 용이한 시공을 제공하는 효과가 있다.

[32] 터널 주변에 지장물이 있는 경우, 파일럿 터널을 지장물로부터 편심되게 설치하여 파일럿 터널에서 지장물쪽 본 터널 원지반에 고탄성이면서 일반 종래의 터널에서 사용하는 지보재보다 굵은 갱내 선지보를 함으로써 탄성 지반으로 만들어 원지반의 변위를 줄일 뿐만아니라 소성 이완을 최소화할 수 있으며 후지보재를 병용하여 국부적 붕괴를 줄일 수 있고 종래의 NATM공법에서 발생하는 굴착 직후의 무지보 상태와 변위가 없어서 안전한 시공도 가능하게 되는 효과가 있다.

[33] 터널의 측벽부 주위가 양호한 지반 조건일 때에는 구조적 안정이 압축 강도에 주로 지배되는 측벽부는 후지보재만 설치하여도 안전하고, 토사 지반과 같은 연약 지반에서는 바닥부를 포함한 터널 주면 전부를 천정부와 동일하게 선지보재와 후지보재를 시공하여 경제적이고 안전한 터널 굴착을 가능하게 하는 효과가 있다.

[34] 토피가 얇은 경우와 단면이 작은 터널에서는 갱내 선지보보다 경제적이며 공기도 적게 소요되는 장점이 있어서 갱구 입출구부와 도시 철도 등에 적용 가능하다. 갱외에서 터널의 안정에 필요한 전체 지보량을 설치하기보다는 설계 굴진장 만큼 단계 굴착시 작업시간 동안 자립할 수 있는 수량 이상의 갱외 선지보재를 설치하고 선지보재 사이에 갱내에서 추가로 선지보보다 짧고 가는 후지보재를 설치하여 터널의 지보를 완성하면 갱외 선지보 수량을 줄일 수 있어서 보다 더 경제적인 효과가 있다.

[35] 갱내에서 굴착면에 노출된 갱외 선지보 사이에 후지보재를 설치하는 단계에서 측벽부에만 후지보재를 설치하는 것은 측벽부의 지반 조건이 양호한 경우에 갱내에서 락볼트만으로도 만족한 지보가 되므로 경제적인 설계를 할 수 있는 효과가 있다.

[36] 예정 터널 단면 상부 지반에 지장물로 인하여 갱외 선지보재 설치가 불충분할 경우, 갱내에서 굴착면에 노출된 갱외 선지보재 사이에 후지보재를 설치하는 단계에서 지장물로 인한 미지보 구간을 후지보재로 설치하는 경우 지장물을 극복할 수 있고 경제적인 설계를 할 수 있는 효과가 있다.

[37] 도 23과 같이 본 터널의 토피가 얕고 연약한 지반 조건일 경우에는 인공 보강 재료로 토피를 치환하고 치환된 토피로부터 갱외 선지보재를 터널 단면과 터널 단면 외측까지 설치하여 토피가 얕은 조건에서도 터널을 건설할 수 있는 효과가

있다.

[38] 그리고 갱외 선지보 적용 터널과 갱내 선지보 적용 터널에서 갱내에서 시공하는 후지보재와 숏크리트, 트러스트로 보강된 숏크리트, 배수재 설치 방법은 모두 같고 효과도 또한 같다.

[39] 선지보재와 후지보재를 측면에 결속된 주입 호스를 이용하여 시멘트 밀크를 가압 그라우팅할 때, 가압 그라우팅 압력은 5~10kg/cm^{2}가 적당하고 가압 그라우팅을 하면 그라우팅 구근과 원지반의 마찰 전단 강도가 무압일 때보다 약 3배 증가하며 원지반 내의 균열이나 틈으로 주입재가 주입되어 차수 효과와 지반 물성치가 증가하게 되는 효과가 있다.

[40] 판형 지보재로서 터널 굴착면에 설치되는 숏크리트를 보강하는 철근 보강 케이지는 숏크리트 리바운드량을 줄이고 숏크리트 내에 묻힌 철근 보강 케이지의 보강에 의하여 강성을 증가시켜 판형 지보재의 지보 능력을 증가시키게 되며 이에 따른 후지보재 수량을 줄일 수 있는 효과가 있다.

[41] 숏크리트를 실링한 상태에서 철근 보강 케이지를 선형 지보재에 끼워 지압판으로 압착하여 설치하면 굴착면의 예측하지 못한 낙반에 대하여도 임시 지보 역할을 하는 효과가 있다.

[42] 그리고 본 공법의 굴착면에 설치되는 배수재는 터널 바닥의 양측벽 쪽에 매설되는 맹암거로 배수되도록 연속하여 연결되고, 이와 같이 숏크리트를 취부 전에 배수재를 설치하면 숏크리트를 통과한 물에서 발생하는 백화 현상을 방지할 수 있어서 배수 시스템이 막히는 경우가 없게 되고, 이 경우는 2-아치 터널 또는 일반 터널에서도 적용될 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[43] 도 1은 터널 공법에서 원지반(1)과 본 터널(2) 내에 파일럿 터널(3)이 위치한 것을 도시한 단면도이다.

[44] 도 2는 파일럿 터널에서 갱내 선지보재(4)를 본 터널 원지반에 시공한 것을 도시한 단면도이다.

[45] 도 3은 본 발명의 파일럿 터널의 굴착면과 본 터널의 굴착면 사이를 굴착 후, 본 터널의 굴착면에서 선지보재 사이에 후지보재(5)를 설치한 천정부(17)와 측벽부(18)를 나타낸 단면도이다.

[46] 도 4는 원지반에 파일럿 터널을 굴착하는 종방향 단면도이다.

[47] 도 5는 파일럿 터널에서 본 터널의 원지반에 선지보재를 본 터널 굴착면에 노출되도록 설치한 상태의 종단면도이다.

[48] 도 6은 파일럿 터널에서 선지보재를 설치한 후에 본 터널을 굴착하고 종방향으로 선지보재 사이에 후지보재를 설치한 종단면도이다.

[49] 도 7은 선지보재와 후지보재가 설치되고 라이닝까지 시공이 완료된 상태를 도시한 도면이다.

[50] 도 8은 터널 외부에 건물 또는 교량 기초와 같은 중요 지장물이 있어 변위를

최소화해야 할 때에는 지장물이 인접한 본 터널 예정 굴착면과 파일럿 터널의 굴착면이 최대한 많이 떨어지도록 본 터널 내에 편심을 갖도록 파일럿 터널을 배치한 상태를 도시한 도면이다.

[51] 도 9는 지장물 위치 측에 이격하여 편심된 파일럿 터널에서 선지보재를 본 터널 원지반에 시공한 상태를 도시한 단면도이다.

[52] 도 10은 본 터널을 굴착한 상태를 도시한 단면도이다.

[53] 도 11은 도 10과 같이 본 터널 굴착면까지 굴착한 상태에서 1차 숏크리트를 취부하고 선지보재 사이에 후지보재를 시공한 후, 지압판 또는 철근 보강 케이지와 지압판을 설치하고 마무리 숏크리트를 취부한 상태를 도시한 단면도이다.

[54] 도 12는 도 11에 라이닝의 시공을 완료한 상태를 도시한 단면도이다.

[55] 도 13은 선지보재가 본 터널의 천공 홀에 삽입된 상태의 단면도이다.

[56] 도 14는 본 터널을 굴착하면 원지반에 생기는 응력이 굴착면에서 가장 크고 굴착면에서 외부로 멀어질수록 점차 감소하는 것을 나타낸 원지반 응력도이다.

[57] 도 15는 갱외 선지보재를 설치하고 본 터널을 굴착 후, 갱내에서 굴착면에 후지보재를 설치한 것을 도시한 단면도이다.

[58] 도 16은 갱외 선지보재를 설치하고 본 터널을 굴착 후, 갱내에서 후지보재를 선지보재 사이에 시공한 것과 굴착 전 막장(40)과 굴착 후 막장(6) 부위에 굴착 직후 후지보재가 미시공된 상태를 보여주는 종단면도이다.

[59] 도 17은 수직 측벽 보강 갱외 선지보재(33)를 터널 바닥보다 깊게 설치하여 터널의 토피 하중을 측벽부로 유도하고 터널 바닥의 융기 변위를 방지하는 역할을 하도록 설치한 도면으로 도면부호 30은 타원형의 점선부로 지시된 갱외 선지보재(30)이고 도면부호 33은 갱외 선지보재의 일종으로 수직 측벽 보강 갱외 선지보재(33)이다.

[60] 도 18은 터널 상부에 지장물이 있어서 부분적으로 지장물의 폭만큼 갱외 선지보를 할 수 없는 경우, 후지보재를 갱내에서 미보강된 부분에 후지보재(5)를 추가 설치하여 보강하는 것을 도시한 단면도이다.

[61] 도 19는 지표면(31)에서 예정 본 터널 단면을 향해 방사상으로 방사 방향 갱외 선지보재(34)를 설치하고 수직 측벽 보강 갱외 선지보재(33)를 설치한 것을 도시한 단면도이다.

[62] 도 20은 지표면(31)에서 예정 본 터널 단면을 향해 방사상으로 방사 방향 갱외 선지보재(34)를 설치하고 경사 측벽 보강 갱외 선지보재(32)를 설치한 것을 도시한 단면도이다.

[63] 도 21은 숏크리트 배면에 띠형 배수재가 설치된 상태를 도시한 사시도이다.

[64] 도 22는 숏크리트를 보강하는 트러스 형태의 철근 케이지로서 선지보재의 간격과 지반 조건에 따라 적정한 크기로 제작하여 설치한 철근 보강 케이지를 도시한 도면이다.

[65] 도 23은 도 15에 있어서 본 터널의 토피가 얕고 연약한 지반 조건일 경우 인공

보강 재료로 토피를 치환하고 치환된 토피로부터 갱외 선지보재를 터널 단면과 터널 단면 외측까지 설치한 것을 도시한 것으로, 도면부호 30은 타원형의 점선으로 표기된 전체를 지시하는 것으로 갱외 선지보재(30)를 표기하고 도면부호 33은 갱외 선지보재 중에 터널 측벽에 수직으로 설치되는 수직 측벽 보강 갱외 선지보재(33)를 나타낸다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[66] 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하면서 상세히 설명한다. 도 1 내지 도 23에서 동일 부분에 대하여 다른 도면에서 도면부호를 나타내지 않았을 경우, 다른 도면을 참조한다.

[67] 본 발명은 만들고자 하는 본 터널 단면 내부에 파일럿 터널을 선굴착하고, 파일럿 터널의 내부 복수의 위치에서 먼저 방사상으로 천공하고 갱내 선지보재를 본 터널 굴착면까지 밀어 넣어 고정 설치한 후, 본 터널의 굴착 라인까지 굴착 후, 1차 숏크리트를 취부한 후 후지보재를 설치하는 방법과; 지표면에서 시공이 가능한 경우에는 지표면에서 터널을 향하여 먼저 천공홀을 뚫어 갱외 선지보재를 설치 후 터널을 굴착하고 굴착면에 1차 숏크리트를 취부 후 후지보재를 설치하는 터널 공법에 관한 것이다.

[68] 중요 용어를 먼저 설명하면, "갱내 선지보재"는 본 터널의 굴착면에서 일정 거리를 이격하여 굴착면을 갖는 파일럿 터널에서 본 터널의 굴착면을 향하여 롱홀을 천공할 수 있는 드릴로 파일럿 터널에서 본 터널 굴착면을 지나 본 터널 원지반에 터널 안정에 요구되는 길이만큼 천공하고 네일을 본 터널의 원지반에 밀어넣어 레진이나 그라우팅 또는 기계적 팽창력으로 고정한 것을 말하며, "갱외 선지보재"는 지표면에서 터널을 향하여 수직으로 터널 굴착 단면의 외측에 설치되고, 내측의 굴착면에는 갱외 선지보재가 노출되도록 설치하여 터널 굴착면에 설치하는 판형 지보재와 일체화되도록 고정하는 것으로 원지반과 일체화하는 방법은 갱내 선지보와 동일하다.

[69] 갱외 선지보재(30)는 지표에서 터널 단면부에 굴착면을 향하여 수직 또는 방사형으로 다양하게 설치하고 터널 단면의 측벽부에도 수직 또는 경사지게 설치하며 세분하여 터널 측벽 외측에 수직으로 설치하는 것을 수직 측벽 보강 갱외 선지보재(33)라 하고, 터널 측벽에 접선 방향으로 경사지게 설치하는 것을 경사 측벽 보강 갱외 선지보재(32)라 한다.

[70] 시공을 위한 천공 위치에 따라 갱내 선지보재와 갱외 선지보재로 세분하고, 이를 통칭하여 "선지보재"라 하며, 네일과 같은 선형 지보재일 수 있다.

[71] 공학적인 설명은 본 터널의 원지반에 변위와 응력의 증가가 없거나 미소하게 발생할 때에 본 터널을 굴착하기 전에 미리 설치한 네일을 "선지보재"라 정의한다.

[72] 미리 설치된 선지보재는 본 터널의 막장을 굴착하는 순간부터 지보력을 발휘하게 된다. 선지보재의 재료는 고강도이면서 연신율이 원지반의

붕괴시까지 연신율 보다 커야 안전성이 좋다. 철근, 강관, GRP(Glass Reinfored Plastic)와 같은 선재는 모두 사용이 가능하다.

[73] 선지보재와 후지보재는 드릴로 천공하고 삽입하여 그라우팅으로 고정한다. 그라우팅 재료는 레진 캡슐 또는 시간적 화학 변화가 적은 무기계 재료인 시멘트계를 사용하고 차수를 주 목적으로 할 때에는 용액형을 지반 조건에 따라 사용할 수 있다.

[74] 선지보재의 천공 직경은 연약 지반에서는 주입재와 원지반의 전단 강도를 고려하여 주면장을 105mm~200mm까지 크게 하고 암반에서는 35mm~105mm로 작게 시공한다.

[75] 특별하게 기계적 팽창 방법은 종방향으로 길게 주름진 파이프를 스웰렉스 볼트처럼 팽창하여 고정하게 된다.

[76] "후지보재"는 본 터널을 굴착 후, 굴착면에 설치하는 선형 지보재로서 네일과 같은 역할을 한다. 선지보재 사이에 1개 또는 복수 개를 설치하거나 측벽부(18)에 설치하며 선지보재보다 강성이 작고 길이가 짧은 것을 설치하는 것이 경제적이다.

[77] 후지보재의 재료는 철근, 중공형 락볼트, 강관, 유공 강관, GRP 볼트, 스웰렉스 볼트 등 다양하게 사용할 수 있고 그라우팅 재료는 레진 등 선지보와 동일하게 사용한다.

[78] 터널 종방향으로도 도 6 및 도 16과 같이 선지보재 사이에 후지보재를 설치하는 방법은 동일한 방법으로 설치한다.

[79] 선지보재와 후지보재를 함께 통칭할 경우는 "선형 지보재"라 정의한다.

[80] 선지보재와 후지보재를 병용하여 설치하는 이유는,

[81] 첫째로, 터널 굴착에 따른 원지반에 발생하는 응력 증가는 터널의 굴착면에서 응력이 가장 크고 굴착면에서 멀어질수록 감소한다. 따라서, 굴착면에서는 지보재의 보강을 많게 하고 굴착면에서 멀어지면 보강을 작게 하는 것이 유리하기 때문이고,

[82] 둘째로, 선지보 설치시 천공 구멍에 보강재를 굵고 긴 것을 설치하면 적은 수량의 설치만으로도 터널 전체의 안정에 대하여는 계산상으로는 유리하다. 그러나, 네일 특성상 설치 간격을 크게 하면 네일과 네일 사이에 소성 영역과 소규모 붕락이 발생할 수 있으므로 선지보 네일 간격을 줄일 수 없었다. 이를 개선하기 위하여, 본 발명에서는 본 터널의 원지반에 강성이 크고 긴 선지보재를 최소로 보강한 다음 굴착면 자립 시간동안 1차 숏크리트와 추가로 선지보재 사이에 후지보재를 설치하여 선지보재 사이의 넓은 간격을 추가 보강하기 위한 것이며,

[83] 셋째로, 천공 홀을 시공하는 비용이 네일 자재 비용보다 월등히 크고 공사 기간이 많이 소요되므로 선지보재 시공시 굵고 긴 강성이 큰 네일을 설치하여 시공 수량을 최소화하고 시공이 간단하고 저렴한 후지보재를 여러 개 설치하여 경제적이며 쉬운 시공이 되도록하는 데 있다.

[84] "본 터널"이란 최종 목적물 터널을 정의하는 것으로, 굴착과 지보를 완료한 후, 사용되는 터널을 일컬으며 파일럿 터널을 터널 단면 내부에 설치하여 선지보를 하는 경우는 터널 단면이 도로 3차선 이상인 대단면 터널에서 경제성이 있다.

[85] 이보다 작은 단면의 터널은 기계화 시공에 제약을 받기 때문에 공사비와 공기가 증가된다. 본 발명에서는 본 터널이란 최종 목적물 터널을 말한다.

[86] "파일럿 터널"이란 종래의 터널 시공 방법으로 형성하는 구조적으로 안전성을 쉽게 확보할 수 있는 본 터널 내부에 형성하는 작은 단면의 터널로서, 파일럿 터널(3) 굴착에 따른 변위가 본 터널에 구조적 영향을 미치지 않거나 변위의 발생 정도가 미소하도록 선지보재를 설치하고자 하는 본 터널의 굴착 예정면과 파일럿 터널 굴착면이 이격을 갖도록 설치하는 터널이다.

[87] 터널 외측에 교량의 기초와 같은 중요 지장물이 있어서 변위를 최소화해야 할 때에는 지장물이 인접한 본 터널 굴착면과 파일럿 터널의 굴착면이 최대한 많이 떨어지도록 본 터널 내에 편심을 갖도록 파일럿 터널을 배치한다.

[88] 파일럿 터널은 본 터널보다 먼저 굴착을 하는 것으로 본 터널 지반을 관찰하는 역할과 본 터널의 원지반에 선지보재를 설치하는 작업 공간의 역할을 한다.

[89] "원지반"이란 터널을 시공하는 지반을 말하는 것으로, 더욱 상세하게는 본 터널의 외측 지반을 본 터널 원지반이라 하고, 파일럿 터널 외측 지반을 파일럿 터널 원지반이라 한다.

[90] "판형 지보재"라 함은 터널 굴착면에 설치되는 판형의 부재가 굴착면과 부착된 형태를 통칭하는 것으로 강섬유 숏크리트 또는 숏크리트와 그 내부를 보강하는 와이어 매쉬, 철근 보강 케이지(Rinforce Steel Cage)가 조합된 것과, 이외에도 프리 캐스트 조각판을 선지보재에 지압판으로 고정하고 굴착면과 프리 캐스트 조각판 사이를 몰탈 또는 시멘트 밀크로 그라우팅하는 것도 판형 지보재라 한다.

[91] 실시의 일예로 선지보재와 후지보재를 판형 지보재와 연결하는 방법은 굴착면에 1차 숏크리트를 취부하고 숏크리트면 위에 돌출된 선지보재와 후지보재에 철근 보강 케이지를 끼워 지압판을 대고 조여 설치하고 2차 숏크리트를 취부한다.

[92] 도 1은 터널 공법에서 원지반(1)과 본 터널(2) 내에 파일럿 터널(3)이 위치한 것을 도시한 단면도이다. 도면에서 보는 바와 같이, 원지반(1) 내에 본 터널(2)이 위치하고, 상기 본 터널(2)의 내부에 본 터널(2)의 크기보다 작은 파일럿 터널(3)이 위치하게 된다. 원지반(1)의 지표면은 위치에 따라 수평면인 곳 일 수도 있고 산과 같이 경사진 곳일 수도 있다.

[93] 도 2는 파일럿 터널(3)의 천정부에서 갱내 선지보재(4)를 본 터널(2) 원지반(1)에 시공한 것을 도시한 단면도이다. 갱내 선지보재(4)는 본 터널(2)의 구조적 지보재로서 본 터널(2)의 폭에 따라 길이와 굵기가 결정되며, 본 터널(2) 굴착면까지 설계 굴진장 만큼 단계 굴착시 굴착면이 작업시간 동안 자립할 수 있는 수량 이상의 갱내 선지보재를 천공 삽입 설치하고 보통은 시멘트 밀크로 압력 그라우팅하고 양생한다. 여기에서, 작업시간 동안 자립한다는 의미는

갱내에서 굴착과 지보를 완료하는 시간을 말한다.

[94] 주입을 용이하게 하고 강도와 차수 효과를 동시에 발휘하기 위하여 주입 재료를 현탁액형인 고분말형의 마이크로 시멘트 또는 용액형 주입재를 혼합하거나 단독으로 주입한다.

[95] 용액형 주입재로는 실리카졸, 우레탄 등 다양한 용액형 주입재를 사용할 수 있다.

[96] 주입 방법 또한 천공 홀에 여러 개의 길이가 다른 호스를 설치하여 다단 주입을 하거나, 팩커를 두 개 이상 설치하여 종류가 다른 약액을 요구되는 효과에 맞도록 다단 주입할 수도 있다.

[97] 파일럿 터널(3)은 종래의 터널 굴착 및 지보하는 방법으로 시공하며 일반적인 지보재인 숏크리트와 락볼트를 굴착면에 시공한다.

[98] 갱내 선지보재(4)는 파일럿 터널(3)에서 롱홀을 천공할 수 있는 드릴로 파일럿 터널(3)에서 본 터널(2) 굴착면을 지나 본 터널(2) 원지반(1)에 터널 안정에 요구되는 길이만큼 천공하여 선지보재(4)를 연결 파이프를 접속하여 삽입하고 연결파이프를 제거한 후 그라우팅한다.

[99] 도 3은 파일럿 터널(3)의 굴착면과 본 터널(2)의 굴착면 사이를 굴착 후, 천정부(17)에 본 터널(2)의 굴착면에서 갱내 선지보재(4) 사이에 후지보재(5)를 설치한 단면도로서, 파일럿 터널(3)을 굴착 후, 갱내 선지보재(4)가 시공된 단계에서 본 터널(2)의 막장(6)을 굴착 후, 부석을 제거하고 본 터널(2)의 굴착면에 먼저 1차 숏크리트를 취부한다.

[100] 그 다음에, 후지보재(5)를 설치하기 위하여 갱내 선지보재(4) 사이에 한 개 이상의 천공홀을 천공하고 후지보재(5)를 삽입하고 그라우팅한다. 상기 후지보재(5)는 상기 갱내 선지보재(4) 보다 길이를 짧게 하고 굵기가 가는 것을 사용 또는 갱내 선지보재(4) 보다 길이를 짧게 하거나 굵기가 가는 것을 사용할 수 있다. 후지보재(5)의 고정은 레진을 사용하거나 갱내 선지보재(4)와 같이 그라우팅을 하여 고정한다.

[101] 그 다음, 철근 보강 케이지, 강지보재 또는 격자 지보재와 같은 보강재를 갱내 선지보재(4)와 후지보재(5)에 끼워 넣고 지압판을 삽입하고 너트를 조여 설치하고 2차 숏크리트를 취부하여 터널의 굴착면에 내압을 줄 수 있는 판형 지보재와 선형 지보재를 고정 결합하여 형성한다. 지반의 인장과 압축에 대한 이방성을 고려할 때, 측벽부(18)는 천정부(17)보다 구조적으로 안전한 곳으로 갱내에서 후지보재만으로 지보를 하여도 연약 지반 외에는 안전성을 확보할 수 있다. 바닥부(19)는 터널의 하부 지반까지 연약 지반일 경우 바닥부에도 후지보재를 보강할 수 있다.

[102] 도 4는 본 터널(2) 내에 파일럿 터널(3)을 굴착하는 단계의 종방향 단면도로서, 파일럿 터널(3)을 굴착하면서 파일럿 터널 막장(7)면을 맵핑을 통해 터널의 지반 정보를 완전히 취득하여 본 터널을 굴착하기 전에 설계를 재검토하여 완벽한 설계 시공을 하게 할 수 있다.

[103] 그러나, 종래의 시공 방법은 터널 입, 출구부만을 지반 조사를 하고 토피가 높은 중앙부는 비교적 정밀도가 떨어지는 물리 탐사를 하여 추정 설계를 하므로 굴착 중에 예기치 않게 약대가 출현시에는 본 터널의 시공을 중지하고 설계를 재검토해야 하는 번거로움이 있었다.

[104] 도 5는 파일럿 터널(3) 내의 복수의 위치에서 본 터널(2) 굴착면까지 설계 굴진장 만큼 단계 굴착시 굴착면이 작업시간 동안 자립할 수 있는 수량 이상의 갱내 선지보재(4)를 설치하기 위하여 방사상으로 천공 홀을 형성하는 단계에서 형성된 방사상의 천공 홀에 갱내 선지보재(4)를 삽입 설치하고 고정하기 위하여 그라우팅하고 양생하는 단계를 표현한 종단면도이다.

[105] 상세히 설명하면, 숏크리트(8)가 취부된 파일럿 터널(3)에서 본 터널(2)의 원지반(1)에 갱내 선지보재(4)가 본 터널(2) 굴착면에 노출되도록 설치한 종단면도로서, 본 터널(2) 내에 파일럿 터널(3)을 굴착하고, 파일럿 터널(3) 내부에서 방사상으로 복수의 구멍을 천공하고 갱내 선지보재(4)를 연결 파이프를 접속하여 밀어 넣으며, 이때, 갱내 선지보재(4)는 본 터널(2)을 굴착 후, 굴착면을 보강하는 숏크리트와 연결 작업이 가능하도록 터널 내측으로 갱내 선지보재(4)의 선단이 노출되게 설치한다.

[106] 시공 중 안전을 위하여, 갱내 선지보재(4)가 삽입된 후, 빠지지 않고 갱내 선지보재(4)가 천공 홀의 중앙에 위치하도록 갱내 선지보재(4)에 스토퍼를 2~5m 간격으로 최소 2개 이상 부착한다. 그리고 압력 그라우팅을 하기 위하여 주입 호스(13)와 토출 호스를 갱내 선지보재(4)의 선단까지 결속선으로 부착하고 원지반(1)이 신선한 경우는 추가로 토출 호스를 주입 호스(13)보다 수준이 더 높도록 길게 부착하며 갱내 선지보재(4)의 터널 내측 선단에는 포대 팩커(11)를 부착하여 가압 그라우팅이 가능하도록 한다. 포대 팩커(11)는 본 터널(2) 굴착면의 굴착부 쪽에 위치하도록 설치한다.

[107] 도 6은 본 터널(2)의 굴착 라인을 따라 종방향으로 단계적으로 터널을 굴착하고 1차 숏크리트를 하고, 1차 숏크리트가 취부된 굴착면에 후지보재(5)를 갱내 선지보재(4) 사이에 설치하고, 선지보재와 후지보재를 판형 지보재와 연결하는 것을 표현한 종단면도이다. 파일럿 터널(3)을 본 터널(2) 굴착면까지 확대 굴착한 후, 1차 숏크리트가 취부된 본 터널 굴착면에 파일럿 터널(3)에서 시공된 갱내 선지보재(4) 사이에 후지보재(5)를 시공하며, 후지보재(5)는 갱내 선지보재(4)보다 길이가 짧고 굵기가 가는 네일을 설치하고 갱내 선지보재와 함께 선단에 지압판(15)을 압착하여 2차 숏크리트를 취부하여 지보가 완료된 것과 시공단계를 나타낸 도면으로, 구조적으로는 갱내 선지보재(4)와 후지보재가 원지반을 지보하는 역할과 굴착면을 지보하는 판형지보재(8)를 고정하는 역할을 한다.

[108] 도 7은 도 3에 연속하여 선지보재(4)와 후지보재(5)가 설치되고 판형 지보재(8)와 연결 고정된 후 라이닝(9)까지 시공이 완료된 상태를 도시한 도면이다.

[109] 도 8에서, 터널 외부에 건물 또는 교량 기초와 같은 중요 지장물(21)이 있어서 파일럿 터널(3)의 변위를 최소화해야 할 때에는 지장물(21)이 인접한 본 터널(2) 예정 굴착면과 파일럿 터널(3)의 굴착면이 최대한 많이 떨어지도록 본 터널(2) 내에 편심을 갖도록 파일럿 터널(3)을 배치한 것으로 바닥부(19)에 추가 굴착한 부분은 천공 작업시 천공 기계의 천공 각도를 확보하기 위한 것이다.

[110] 도 9는 지장물(21) 위치 측에 이격하여 편심된 파일럿 터널(3)에서 선지보재(4)를 본 터널(2) 원지반(1)에 시공한 상태를 도시한 단면도이다.

[111] 도 10은 본 터널(2)을 굴착한 단면도로서 바닥의 추가 굴착부를 되메운 상태를 도시한 도면이다.

[112] 도 11은 도 10의 갱내 선지보재를 시공 후 1차 숏크리트를 취부하고 선지보 사이에 후지보재(5)를 시공하고 2차 숏크리트를 취부하여 판형지보재와, 선지보재와 후지보재를 연결한 시공 단면도이다.

[113] 도 12는 도 8 내지 도 11의 시공 순서를 도시한 마지막 완성 순서도로서 지장물(21) 위치 측으로 이격하여 편심된 파일럿 터널(3)에서 갱내 선지보재(4)를 본 터널(2) 원지반(1)에 시공 후 1차 숏크리트를 취부하고 선지보 사이에 후지보재(5)를 시공하고 2차 숏크리트를 취부하여 판형지보재를 선지보와 후지보를 연결하고 라이닝(9)의 시공을 완료한 단면도이다.

[114] 도 13은 갱내 선지보재(4)에 파일럿 터널(3)에서 천공한 롱홀에 밀어넣기 위한 연결 파이프(12)가 접속되고 삽입된 선지보재(4)가 흘러내리지 않고 시공 중 안전을 위하여 선지보재(4)가 천공 홀의 중앙에 위치하도록 스톱퍼(10)가 선지보재(4)에 2m~5m마다 설치되며 측면에 토출 호스 및 주입 호스(13)와 선단에는 포대 팩커(11)가 장착된 것을 나타낸 도면으로 스톱퍼(10)는 선지보재(4)에 최소 2개 이상 설치되어야 한다.

[115] 도 14는 본 터널(2)을 굴착하면 원지반에 생기는 응력과 선형 지보재에 생기는 응력이 굴착면에서 가장 크고 굴착면에서 외부로 멀어질수록 점차 감소하는 것을 나타낸 도면이다. 도 3과 도 15와 같이 길게 설치하는 선지보재(4, 30)와 그 사이에 짧게 시공하는 후지보재(5)를 혼용하여 시공할 때, 가장 경제적인 지보가 된다.

[116] 원지반(1)은 압축 방향의 강도가 크고 인장 방향의 강도가 매우 작은 이방성 재료이기 때문에 압축을 주로 받는 측벽부(18)에는 후지보재(5)만 설치하여도 안전하다.

[117] 그러나, 토사 지반과 같은 연약 지반에서는 측벽까지 천정부(17)와 동일하게 갱내 선지보재(4)와 후지보재(5)를 시공한다.

[118] 도 15는 본 터널(2)의 터널 설계 굴진장 만큼 단계 굴착시 터널 굴착면이 작업시간 동안 자립할 수 있는 수량 이상의 갱외 선지보재(30)를 지표면(31)에서 본 터널(2)의 단면과 단면 측벽 외측부를 향하여 터널 굴착 전에 미리 복수의 위치에 설치하고, 예정 터널 단면을 굴착하고 갱내에서 굴착면에 숏크리트를 취부하고, 갱내에서 굴착면에 노출된 갱외 선지보 사이에 후지보재를 설치하고,

상기 단계의 굴착면에 후지보재(5)와 갱외 선지보재(30)를 판형 지보재와 연결한 상태를 도시한다. 여기에서, 굴착면이 작업시간 동안의 의미는 굴착 및 지보를 완료하는 시간을 말한다.

[119] 후지보재는 본 터널을 굴착 후, 굴착면에 설치하는 선형 지보재로서 네일과 같은 역할을 한다. 선지보재 사이에 1개 또는 복수 개를 설치하거나 측벽부(18)에 설치하며 선지보재보다 강성이 작고 길이가 짧은 것을 설치하는 것이 경제적이다.

[120] 도 16은 도 6과 같이 터널 종방향으로도 선지보재 사이에 후지보재를 설치하는 방법은 동일한 방법으로 설치한다.

[121] 도 17은 터널 설계 굴진장 만큼 단계 굴착시 터널 굴착면이 자립할 수 있는 수량 이상의 갱외 선지보재(30)를 지표면(31)에서 본 터널(2)의 단면과 단면 측벽 외측부를 향하여 터널 굴착 전에 미리 복수의 위치에 설치하는 단계에서, 좌우 측벽부 외측에 설치되는 수직 측벽 보강 갱외 선지보재(33)는 터널 바닥 레벨보다 바닥의 융기를 방지하도록 더 깊게 설치하는 것을 도시한 도면이다. 터널 하부 바닥의 지반이 연약할 경우, 터널 좌우 측벽의 하중에 의해 바닥이 융기하게 된다. 이것을 방지하는 방법으로 측벽부에 수직 측벽 보강 갱외 선지보재(33)를 바닥보다 깊게 설치하여 좌우 측벽의 수직 하중을 지지하면 바닥의 융기를 방지할 수 있고 수치 해석에서 표현되는 바닥 방향의 변위 벡터에 전단 보강하는 역할도 하게 된다. 또한, 수직 측벽 보강 갱외 선지보재(33)의 종방향 간격 사이에 갱내에서 후지보재를 설치하는 것은 수직 측벽 보강 갱외 선지보재(33)를 좌굴이 없도록 보강하는 역할을 한다.

[122] 도 18은 본 터널(2)의 터널 설계 굴진장 만큼 단계 굴착시 터널 굴착면이 작업시간 동안 자립할 수 있는 수량 이상의 갱외 선지보재(30)를 지표면(31)에서 본 터널(2)의 단면과 단면 측벽 외측부를 향하여 터널 굴착 전에 미리 복수의 위치에 설치하는 단계에서 지장물이 있으면 갱외 선지보재를 경사지게 설치하여 미지보 부분이 최소로 되도록 함을 나타낸다.

[123] 그러나, 본 터널 단면 상부 지반에 지장물로 인하여 갱외 선지보재 설치가 불충분할 경우, 갱내에서 굴착면에 노출된 갱외 선지보(30) 사이에 후지보재를 설치하는 단계에서 지장물로 인한 미지보 구간에 한 개 이상의 후지보재를 설치한다.

[124] 도 19는 지표면(31)에서 예정 본 터널 단면을 향해 방사상으로 방사 방향 갱외 선지보재(34)를 설치하고 수직 측벽 보강 갱외 선지보재(33)를 설치한 것을 도시한 단면도이다.

[125] 도 20은 지표면(31)에서 예정 본 터널 단면을 향해 방사상으로 방사 방향 갱외 선지보재(34)를 설치하고 경사 측벽 보강 갱외 선지보재(32)를 설치한 것을 도시한 도면으로 갱외 선지보를 도 15 내지 도 20에 다양하게 설치하는 실시예를 나타낸다. 즉, 갱외 선지보재(30)는 방사 방향 갱외 선지보재(34)와 경사 측벽 보강 갱외 선지보재(32), 수직 측벽 보강 갱외 선지보재(33)를 포함한다.

[126] 도 21은 띠형 배수재(16)가 굴착면과 숏크리트(8) 사이에 설치된 것을 도시한 사시도이다. 상기 본 터널의 굴착 라인을 따라 터널을 굴착하고, 그 굴착면에 배수재(16)를 설치하고; 상기 배수재(16)가 설치된 굴착면에 숏크리트(8)를 취부하는 단계를 도시한다. 굴착면에 설치되는 배수재는 띠형 또는 유공관형으로 터널 바닥의 양측벽 쪽에 매설되는 맹암거로 배수되도록 연속하여 굴착면을 따라 연결되어야 한다. 이와 같이 숏크리트를 취부 전에 배수재를 설치하면 숏크리트를 통과한 물에서 발생하는 백화 현상을 방지할 수 있어서 배수 시스템이 막히는 경우가 없게 된다. 이 경우는 2-아치 터널 또는 일반 터널에서도 적용된다.

[127] 도 22는 숏크리트를 보강하기 위하여 철근으로 만든 철근 보강 케이지(14)를 도시한 도면으로 자동 용접에 의해 만든다. 형상은 터널 단면의 곡률 반경에 맞도록 상하 철근을 트러스 형태로 용접하고 이것을 나란히 15cm~50cm 간격으로 세우고 종으로 20cm~100cm 폭으로 배력 철근을 용접하고 상하 배력 철근을 트러스 형태로 철근을 대고 용접하여 만들거나 메쉬 형태의 철근 보강 케이지 형태로 만든다.

[128] 단면 방향의 길이는 부분 굴착이 필요할 때에는 터널 주면장을 2~3분할 길이로 만들어서 연결하여 사용할 수 있다. 이때, 철근 보강 케이지의 단부는 겹이음이 가능하도록 철근을 겹이음 길이 만큼 여분으로 빼놓아야 한다.

[129] 또 다른 방법은 나사형 철근을 사용하여 커플러로 철근마다 연결하면 된다. 설치 방법은 본 터널(2)을 굴착 후, 부석을 제거한 후에 1차 숏크리트를 취부한 다음 선지보재(4)에 철근 보강 케이지(14)를 끼우고 지압판으로 고정한 후, 마무리 숏크리트를 취부하면 된다.

[130] 도 23은 도 15에 있어서 본 터널의 토피가 얕고 연약한 지반 조건일 경우에는 인공 보강 재료로 토피를 치환하고 치환된 토피로부터 갱외 선지보재를 터널 단면과 터널 단면 외측까지 설치한다.

[131] 본 발명의 제1 실시예를 상세히 설명하면,

[132] 만들고자 하는 본 터널(2) 내에 파일럿 터널(3)을 시공하는 단계와;

[133] 상기 파일럿 터널(3) 내의 복수의 위치에서 파일럿 터널(3) 굴착면에서 본 터널의 선지보재 선단까지 갱내 선지보재(4)를 설치하기 위하여 방사상으로 천공 홀을 형성하는 단계와:

[134] 상기 천공 홀에 갱내 선지보재(4)를 삽입하고 이를 고정하기 위하여 그라우팅하고 양생하는 단계와;

[135] 상기 본 터널(2)의 굴착 라인을 따라 종방향으로 단계적으로 터널을 굴착하고 갱내에서 본 터널 굴착면에 1차 숏크리트를 하는 단계와;

[136] 상기 1차 숏크리트가 취부된 본 터널 굴착면에 후지보재(5)를 복수의 갱내 선지보재(4) 사이에 설치하는 단계와;

[137] 상기 갱내 선지보재(4)와 후지보재(5)를 판형 지보재와 연결하는 단계를 구비한 것을 특징으로 한다.

[138] 판형 지보재의 연결 방법은 다음과 같다.

[139] 굴착면에 1차 숏크리트를 취부하고 그 굴착면에 후지보재(5)를 갱내 선지보재(4) 사이에 설치하고 1차 숏크리트 위에 갱내 선지보재(4)와 후지보재(5)를 지압판을 대고 정착구로 조이는 단계;

[140] 설치된 지압판에 2차 숏크리트를 타설하는 단계;

[141] 방수 쉬트를 설치하고 라이닝을 설치하는 단계로 터널이 완성된다.

[142] 상기 갱내 선지보재(4)의 설치는 지반 조건이 암반일 경우, 터널의 천정부(17) 부위에는 갱내 선지보재(4) 사이에 후지보재(5)를 병용하여 설치하고, 측벽부(18)에는 후지보재(5)만을 설치하는 방법이 보다 더 최적화된 설계 방법이다.

[143] 상기 갱내 선지보재(4)와 후지보재(5)를 설치하는 방법은, 터널 굴착 방향인 종방향 간격으로도 갱내 선지보재(4) 사이에 후지보재(5)를 설치할 수 있다.

[144] 상기 갱내 선지보재(4)를 삽입 설치하는 방법은, 갱내 선지보재(4)에 파일럿 터널(3)에서 천공한 롱홀에 밀어넣기 위한 연결 파이프가 접속되고 삽입된 갱내 선지보재(4)가 흘러내리지 않도록 시공 중 안전을 위하여 천공 홀의 중앙에 위치하도록 스톱퍼(10)가 선지보재에 2m~5m마다 설치되며, 측면에서 토출호스와 주입 호스(13)가 선단까지 결속선으로 부착되며 터널 굴착면측 선단에는 포대 팩커(11)가 장착되도록 하고 스톱퍼(10)는 선지보재(4)에 최소 2개 이상 장착되도록 제작한다.

[145] 설치 방법은 파일럿 터널(3)에서 본 터널(2)의 원지반(1) 내에 방사상으로 복수의 갱내 선지보재를 삽입하기 위한 롱홀을 천공하고 본 터널(2)의 굴착 예정면에서 판형 지보재와 연결할 수 있도록 갱내 선지보재(4) 단부가 일부 노출되도록 파일럿 터널(3)에서 원지반(1)에 갱내 선지보재(4)를 연결 파이프를 접속하여 삽입하고 연결 파이프를 제거한 후 포대 팩커에 연결된 주입 호스를 이용하여 팩커를 팽창시키고 선지보재 측면에 팩커를 관통하여 결속된 주입 호스를 이용하여 시멘트 밀크를 가압 그라우팅한다. 가압 그라우팅 압력은 5~10kg/cm^{2}이 적당하고, 가압 그라우팅을 하면 그라우팅 구근과 원지반의 마찰 전단 강도가 무압일 때보다 약 3배 증가하며 원지반 내의 균열이나 틈으로 주입재가 주입되어 차수 효과를 나타낸다.

[146] 상기 후지보재(5)는 파일럿 터널(3)에서 갱내 선지보재(4)를 설치하고, 본 터널(2)을 굴착한 후, 본 터널(2)의 굴착면에서 1차 숏크리트를 취부하고 그 면에서 락볼트형 후지보재(5)를 천공 후, 레진을 넣고 락볼트를 회전시키면서 밖아서 고정하고, 선단에 지압판을 채운다. 네일형 후지보재(5)는 천공 후, 네일과 주입 호스(13)와 토출 호스를 결속하여 삽입 후, 선단에 팩커(11)를 팽창시켜 시멘트 밀크를 가압 그라우팅한다. 주입 효과는 선지보재와 동일하다.

[147] 판형 지보재(8)와 일체화하기 위한 노출된 후지보재(5) 선단에 강지보재 또는 철근 보강 케이지(14)를 끼우고 지압판을 대고 정착구를 조여 압착 고정한 후, 정착구가 매립되도록 숏크리트를 취부하여 후지보재(5)와 터널 굴착면의 판형

지보재와 일체화한다.

[148] 상기 판형 지보재는 터널 굴착면에 설치되는 숏크리트와 그 내부를 보강하는 철근 보강 케이지(14)를 말하는 것으로 갱내 선지보재(4)와 후지보재(5)를 연결하는 방법은 굴착면에 1차 숏크리트를 취부하고 철근 보강 케이지(14)를 숏크리트면 위에 돌출된 갱내 선지보재(4)와 후지보재(5)에 끼워 지압판을 대고 정착구를 조여 설치하고 2차 숏크리트를 취부한다. 철근 보강 케이지의 폭은 1m~3m로 종방향의 1롯트 굴착 길이에 맞추어 제작하고 횡방향 길이는 지반의 안정성 여부에 따라 2분할 또는 3분할하여 제작하고 겹이음할 수 있도록 이음 철근을 철근 직경에 따라 시방에 맞도록 연장하여 제작하며 횡방향으로 상부 철근과 하부 철근 사이의 간격을 트러스 형태로 만들거나 메쉬 형태의 철근 보강 케이지로 제작하여 구조적으로 요구되는 간격으로 배치하고 종방향으로 배력 철근을 용접하고 상하 배력 철근을 트러스 형태로 철근을 대고 용접하여 도 22와 같이 제작한다.

[149] 물론 지반이 양호하면 철근 보강 케이지(14)를 생략하거나 분할하지 않고 하나로 제작하여 전단면을 굴착 후 설치할 수도 있다.

[150] 상기 본 터널(2)의 굴착 라인을 따라 단계적으로 터널을 굴착하는 단계에서 그 굴착면에 후지보재(5)를 갱내 선지보재(4) 사이에 설치한 후, 갱내 선지보재(4)와 후지보재(5)에 철근으로 짜여진 철근 보강 케이지(14)를 연속하여 설치하되, 철근 보강 케이지(14)를 관통한 갱내 선지보재(4)에 지압판을 대고 너트 역할을 하는 정착구를 조여 철근 보강 케이지(14)를 압착 고정하는 단계와;

[151] 상기 철근 보강 케이지(14)에 숏크리트를 취부하는 단계를 포함한다.

[152] 상기 본 터널(2)의 굴착 라인을 따라 터널을 굴착하고, 그 굴착면에 배수재를 설치하는 단계와;

[153] 상기 배수재(16)가 설치된 굴착면에 숏크리트(8)를 취부하는 단계를 포함한다.

[154] 굴착면에 설치되는 배수재는 터널 바닥의 양측벽 쪽에 매설되는 맹암거로 배수되도록 연속하여 연결되어야 한다. 이와 같이 숏크리트를 취부 전에 배수재를 설치하면 숏크리트를 통과한 물에서 발생하는 백화 현상을 방지할 수 있어서 배수 시스템이 막히는 경우가 없게 된다. 이 경우는 2-아치 터널 또는 일반 터널에서도 적용된다.

[155] 본 터널(2)의 굴착면에서 가까운 원지반에 교량 기초 또는 고층 빌딩의 기초가 있는 경우, 변위를 최소화해야 할 때에는 이와 같은 지장물(21)이 인접한 본 터널(2) 예정 굴착면과 파일럿 터널(3)의 굴착면이 최대한 많이 떨어지도록 본 터널 (2) 내에서 편심을 갖도록 파일럿 터널(3)을 배치하여 굴착하고 구조적으로 안전하도록 지보를 하는 단계;

[156] 편심되게 설치된 파일럿 터널(3)에서 갱내 선지보재(4)를 본 터널(2) 원지반(1)에 시공하는 단계;

[157] 본 터널(2)을 굴착 후, 후지보재(5)를 복수의 갱내 선지보재 사이에 설치하는 단계로 시공하게 된다.

[158] 바닥부(19)에 추가 굴착한 부분은 천공 작업시 천공 기계의 천공 각도를 확보하기 위한 것이다.

[159] 터널 굴착면에 발생하는 변위는 파일럿 터널을 편심되게 설치하여 파일럿 터널에 의한 지장물쪽으로 본 터널 굴착면 발생 변위를 최소화한 상태에서 고탄성이면서 일반 종래의 터널보다 굵은 선지보재를 시공함으로써 탄성 지반으로 만들어 원지반의 변위를 줄일 뿐만 아니라 소성 이완을 최소화할 수 있으며 후지보재를 병용하여 국부적 붕괴를 줄일 수 있다.

[160] 본 발명의 제2 실시예를 도 15 내지 도 20을 참고로 자세히 설명하면,

[161] 지표면으로 접근하여 갱외에서 예정 본 터널 단면을 향해 선지보재 시공이 가능한 경우, 지표면(31)에서 본 터널(2)의 단면과 단면 측벽 외측부를 향하여 터널 굴착 전에 미리 복수의 위치에 천공, 선지보재 삽입, 그라우팅을 하여 갱외 선지보재(30)를 설치하는 단계;

[162] 본 터널(2) 굴착 예정 라인을 따라 종방향으로 단계적으로 터널을 굴착하고 갱내에서 굴착면에 1차 숏크리트를 취부하는 단계;

[163] 갱내에서 1차 숏크리트가 취부된 굴착면에 복수의 갱외 선지보 사이에 후지보재를 설치하는 단계;

[164] 상기 단계에서 후지보재(5)와 갱외 선지보재(30)를 판형 지보재와 연결하여 터널 지보를 완성한다.

[165] 판형 지보재와 연결하는 구체적인 방법은, 굴착면에 1차 숏크리트를 취부하고 그 굴착면에 후지보재(5)를 갱외 선지보재(4) 사이에 설치하고 숏크리트 위에 갱내 선지보재(4)와 후지보재(5)를 지압판으로 연결하고 설치된 지압판 위에 2차 숏크리트를 취부하고, 방수 쉬트를 설치하고 라이닝을 설치하여 터널이 완성된다.

[166] 상기에서, 도 17과 같이 터널 설계 굴진장 만큼 단계 굴착시 터널 굴착면이 작업시간 동안 자립할 수 있는 수량 이상의 갱외 선지보재(30)를 지표면(31)에서 본 터널(2)의 단면과 단면 측벽 외측부를 향하여 터널 굴착 전에 미리 복수의 위치에 설치하는 단계에서, 좌우 측벽부 외측에 설치되는 수직 측벽 보강 갱외 선지보재(33)는 터널 바닥 레벨보다 바닥의 융기를 방지하도록 더 깊게 설치한다.

[167] 도 18과 같이 본 터널 단면 상부 지반에 지장물로 인하여 갱외 선지보재 설치가 불충분할 경우, 갱내에서 굴착면에 갱외 선지보(30) 사이에 후지보재를 설치하는 단계에서 지장물로 인한 미지보 부분에 후지보재를 설치한다.

[168] 도 23과 같이 본 터널의 토피가 얕고 연약한 지반 조건일 경우에는 인공 보강 재료(50)로 토피를 치환하고 치환된 토피로부터 갱외 선지보재를 터널 단면과 터널 단면 측벽 외측까지 설치하며, 상세하게는 갱외 선지보재는 인공 보강 재료(50)를 관통하여 터널 원지반까지 천공하고 삽입하며 시멘트 밀크를 가압 주입하여 원지반과 인공 보강 재료(50)와 갱외 선지보재를 일체화 시키도록 한다. 시공 순서를 바꾸어, 원지반을 먼저 천공하고 갱외 선지보재가 노출되도록

삽입하고 가압 주입한 후 그 위에 인공 보강 재료를 설치하여 인공 보강 재료와 갱외 선지보재가 일체화 되도록 시공하기도 한다.

[169] 인공 보강 재료(50)는 원지반 토사를 시멘트와 섞어 다짐하는 고화토 또는 콘크리트, 철근 콘크리트 슬라브(slab)와 같은 재료를 사용할 수 있으며, 천정부 원지반의 연약한 물성을 고강도 물성을 갖는 재료로 치환 보강하여 갱외 선지보재와 일체화시켜 터널의 구조적 안정성을 확보하게 한다.

[170] 터널 토피를 보강하기 위하여 고강도 철근 콘크리트 슬라브를 사용할 때에는 지표면의 슬라브 두께만 치환하고 갱외 선지보재를 설치한 후 연약한 원지반을 보전한 채로 터널을 굴착할 수 있다.

[171] 판형 지보재를 연결하는 방법은 본 터널(2)의 굴착선을 따라 종방향으로 단계적으로 터널을 굴착하고 1차 숏크리트를 하고 후지보재(5)를 복수의 선지보재 사이에 설치한 후, 선지보재와 후지보재(5)에 철근으로 짜여진 철근 보강 케이지를 연속해서 설치하되, 철근 보강 케이지를 관통한 선지보재에 지압판을 대고 정착구를 조여 철근 보강 케이지를 압착 고정하는 단계와; 상기 철근 보강 케이지 내에 숏크리트를 취부하는 단계를 포함하는 것으로 제1 실시예와 동일하다. 여기서, 굴착선은 터널 단면의 외곽선을 말하고 외곽선을 따라 굴착하여 생기는 굴착면에 1차 숏크리트를 취부한다. 지압판을 고정하는 정착구는 너트 형태로 선지보재에 끼워서 조일 수 있는 기능을 갖는다.

[172] 상기 본 터널의 굴착 라인을 따라 터널을 굴착하고, 그 굴착면에 배수재를 설치하는 단계는 제1 실시예와 동일하다.

[173] 본 터널(2) 원지반(1)에 선지보재와 후지보재를 고정하는 방법은 천공 후에 선지보재를 삽입 후 가압 그라우팅을 하여 원지반의 지보와 차수 효과를 동시에 발생하도록 하는 것은 제1 실시예와 동일하다.

[174] 상기 철근 보강 케이지를 제작하는 방법은 철근 보강 케이지의 폭은 종방향의 1회 굴진장에 맞추어 제작하고 횡방향 길이는 지반의 안정성 여부에 따라 분할하여 제작하고 분할 부분이 서로 이음을 할 수 있는 구조로 형성하고 메쉬 형태의 철근 보강 케이지로 제작하거나 상부 철근과 하부 철근 사이의 간격을 트러스 형태로 제작하는 철근 보강 케이지를 구조적으로 요구되는 간격으로 배치하는 것은 제1 실시예와 제2 실시예가 동일하다.

산업상 이용가능성

[175] 본 발명에 따른 선지보와 후지보를 이용한 터널은 파일럿 터널에서 갱내 선지보재를 일정 간격으로 전부 시공하였던 것을 일부의 갱내외 선지보재만을 설치하고, 본 터널 굴착면까지 단계적으로 굴착한 후, 본 터널 굴착면에 추가하여 네일 또는 락 볼트와 같은 후지보재를 천공하여 설치함으로써 보다 경제적인 터널 시공을 할 수 있으므로 산업상 이용 가능성이 우수하다.

청구범위

[청구항 1] 만들고자 하는 본 터널(2) 내에 파일럿 터널(3)을 시공하는 단계와;
상기 파일럿 터널(3) 내의 복수의 위치에서 파일럿 터널(3) 굴착면에서 본 터널의 선지보재 선단까지 갱내 선지보재(4)를 설치하기 위하여 방사상으로 천공 홀을 형성하는 단계와;
상기 천공 홀에 갱내 선지보재(4)를 삽입하고 이를 고정하기 위하여 그라우팅하고 양생하는 단계와;
상기 본 터널(2)의 굴착 라인을 따라 종방향으로 단계적으로 터널을 굴착하고 갱내에서 본 터널 굴착면에 1차 숏크리트를 하는 단계와;
상기 1차 숏크리트가 취부된 본 터널 굴착면에 후지보재(5)를 복수의 갱내 선지보재(4) 사이에 설치하는 단계와;
상기 갱내 선지보재(4)와 후지보재(5)를 판형 지보재와 연결하는 단계를 구비한, 선지보재와 후지보재를 이용하는 터널 공법.

[청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 1차 숏크리트가 취부된 본 터널 굴착면에 후지보재(5)를 갱내 선지보재(4) 사이에 설치하는 단계에 있어서,
상기 본 터널의 천정부(17)에는 갱내 선지보재(4) 사이에 후지보재(5)를 혼용하여 설치하고,
상기 본 터널의 측벽부(18)에는 후지보재(5)만을 설치하는, 선지보재와 후지보재를 이용하는 터널 공법.

[청구항 3] 청구항 1에 있어서,
상기 파일럿 터널(3)은 본 터널(1)의 굴착면에서 가까운 원지반(1)에 지장물(21)이 인접한 경우에는 본 터널(2) 예정 굴착면과 파일럿 터널(3)의 굴착면이 최대한 많이 떨어지도록 본 터널(2) 내에 편심을 갖도록 배치하여 굴착하고 구조적으로 안전하도록 지보하는 단계;
상기 편심되게 설치된 파일럿 터널(3)에서 갱내 선지보재(4)를 본 터널(2) 원지반(1)에 시공하는 단계;
상기 본 터널(2)을 굴착 후, 1차 숏크리트가 취부된 굴착면에 후지보재(5)를 복수의 갱내 선지보재(4) 사이에 설치하는 단계를 구비하는, 선지보재와 후지보재를 이용하는 터널 공법.

[청구항 4] 청구항 1에 있어서,
상기 갱내 선지보재(4)를 천공 홀에 삽입 설치하는 데 있어서, 상기 갱내 선지보재(4)에 천공 홀에서 미끄러짐을 방지하는 스톱퍼를 장착하고, 그 측면에는 토출 호스와 주입 호스를 결속하고, 갱내측 선단에는 가압 그라우팅을 하기 위한 팩커를 장착하고, 파일럿 터널에서 본 터널의 원지반 내에 갱내 선지보(4)를 위한 천공홀을 천공한 곳에 본 터널의 굴착 예정면에서 판형 지보재와 연결할 수 있도록 갱내 선지보재(4) 단부가

일부 노출되도록 파일럿 터널에서 원지반에 갱내 선지보재(4)와 연결 파이프를 접속하여 삽입한 다음 연결 파이프를 제거하고, 팩커를 팽창시켜 그라우팅하고 양생한 후 판형 지보재와 연결하는, 선지보재와 후지보재를 이용하는 터널 공법.

[청구항 5] 지표면으로 접근하여 갱외에서 예정 본 터널 단면을 향해 선지보재 시공이 가능한 경우, 지표면에서 본 터널의 단면과 단면 측벽 외측부를 향하여 터널 굴착 전에 미리 복수의 위치에 천공, 선지보재 삽입, 그라우팅을 하여 갱외 선지보재를 설치하는 단계와;
본 터널(2)의 굴착 예정 라인을 따라 종방향으로 단계적으로 터널을 굴착하고 갱내에서 굴착면에 1차 숏크리트를 취부하는 단계와;
갱내에서 1차 숏크리트가 취부된 본 터널 굴착면에 복수의 갱외 선지보재(30) 사이에 후지보재(5)를 설치하는 단계와;
상기 갱외 선지보재(30)와 후지보재(5)를 판형 지보재와 연결하는 단계를 구비한, 선지보재와 후지보재를 이용하는 터널 공법.

[청구항 6] 청구항 5에 있어서,
터널 설계 굴진장 만큼 단계 굴착시 터널 굴착면에 갱외 선지보재(30)를 지표면(31)에서 본 터널(2)의 단면과 단면 측벽 외측부를 향하여 터널 굴착 전에 설치하는 단계에 있어서,
터널의 좌우 측벽부 외측에 설치되는 수직 측벽 보강 갱외 선지보재(33)는 바닥의 융기를 방지하도록 터널 바닥 레벨보다 더 깊게 설치하는, 선지보재와 후지보재를 이용하는 터널 공법.

[청구항 7] 청구항 5에 있어서,
본 터널(2) 단면 상부 지반에 지장물로 인하여 갱외 선지보재(30) 설치가 불충분할 경우, 갱내에서 터널 굴착면에 갱외 선지보재(30) 사이에 후지보재(5)를 설치하는 단계에서, 지장물로 인한 미지보 부분에 후지보재(5)를 설치하는, 선지보재와 후지보재를 이용하는 터널 공법.

[청구항 8] 청구항 1 또는 청구항 5에 있어서,
갱내에서 1차 숏크리트가 취부된 터널 굴착면에 복수의 선지보재 사이에 후지보재(5)를 설치하는 단계에 있어서, 선지보재와 후지보재(5)에 철근으로 짜여진 철근 보강 케이지를 연속하여 설치하되, 철근 보강 케이지를 관통한 선지보재에 지압판을 대고 정착구를 조여 철근 보강 케이지를 압착 고정하는 단계와;
상기 철근 보강 케이지에 숏크리트를 취부하는 단계를 포함하는, 선지보재와 후지보재를 이용하는 터널 공법.

[청구항 9] 청구항 1 또는 청구항 5에 있어서,
상기 만들고자 하는 본 터널(2)의 굴착선을 따라 터널을 굴착하고, 그 굴착면에 배수재를 설치하는 단계와;
상기 배수재가 설치된 다음 굴착면에 1차 숏크리트를 취부하는 단계를

포함하는, 선지보재와 후지보재를 이용하는 터널 공법.

[청구항 10] 청구항 1 또는 청구항 5에 있어서,
본 터널(2) 원지반(1)에 선지보재와 후지보재를 고정하는 방법은 천공 후 선지보재를 삽입 후 가압 그라우팅을 하여 원지반 지보와 차수 효과를 동시에 발생하도록 하는, 선지보재와 후지보재를 이용하는 터널 공법.

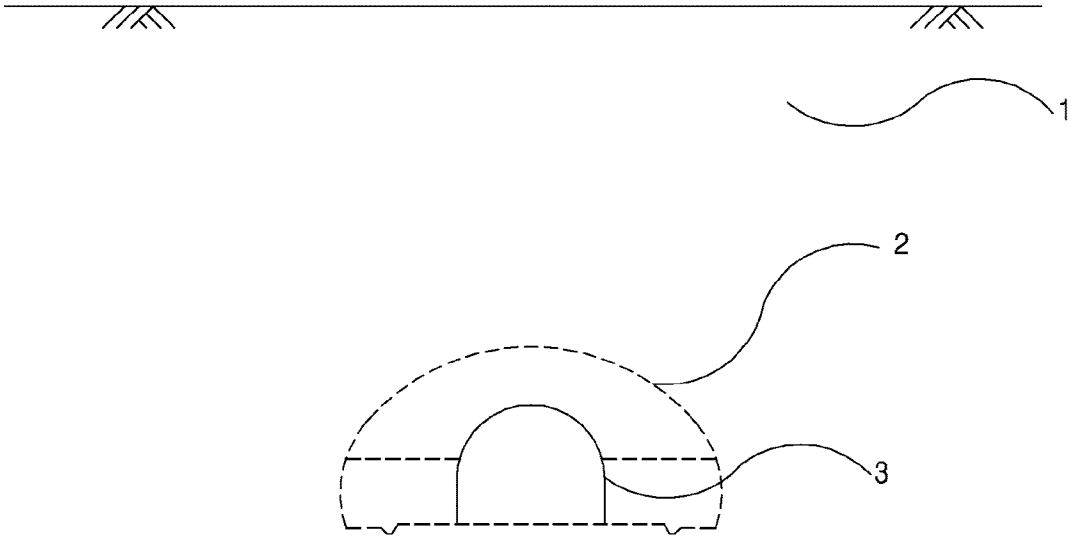
[청구항 11] 청구항 5에 있어서,
본 터널의 토피가 얕고 연약한 지반 조건일 경우에는 인공 보강 재료(50)로 토피를 치환하고 치환된 토피로부터 갱외 선지보재를 터널 단면과 터널 단면 외측까지 설치하는, 선지보재와 후지보재를 이용하는 터널 공법.

[청구항 12] 청구항 1 또는 청구항 5에 있어서,
후지보재는 선지보재보다 길이가 짧거나 직경이 가는 것을 사용하는, 선지보재와 후지보재를 이용하는 터널 공법.

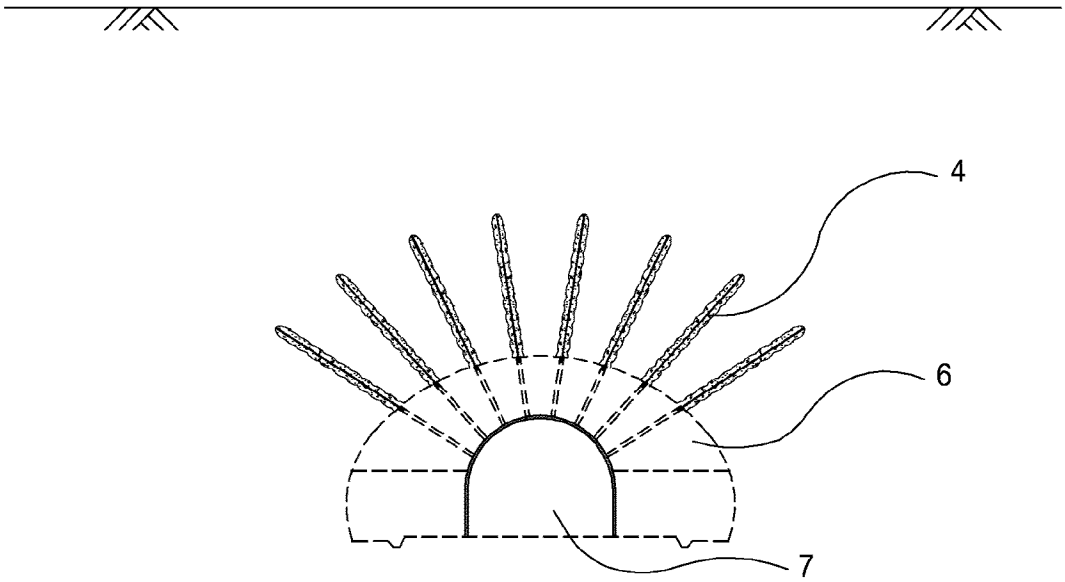
[청구항 13] 청구항 8에 기재된 철근 보강 케이지에 있어서,
메쉬 형태의 철근 보강 케이지로 제작하거나 상부 철근과 하부 철근 사이의 간격을 트러스 형태로 제작하는, 철근 보강 케이지.

[청구항 14] 청구항 1에 기재된 갱내 선지보재와 후지보재가 설치되는 것 또는 청구항 5에 기재된 갱외 선지보재와 후지보재가 설치되는 것을 특징으로 하는 선지보 터널.

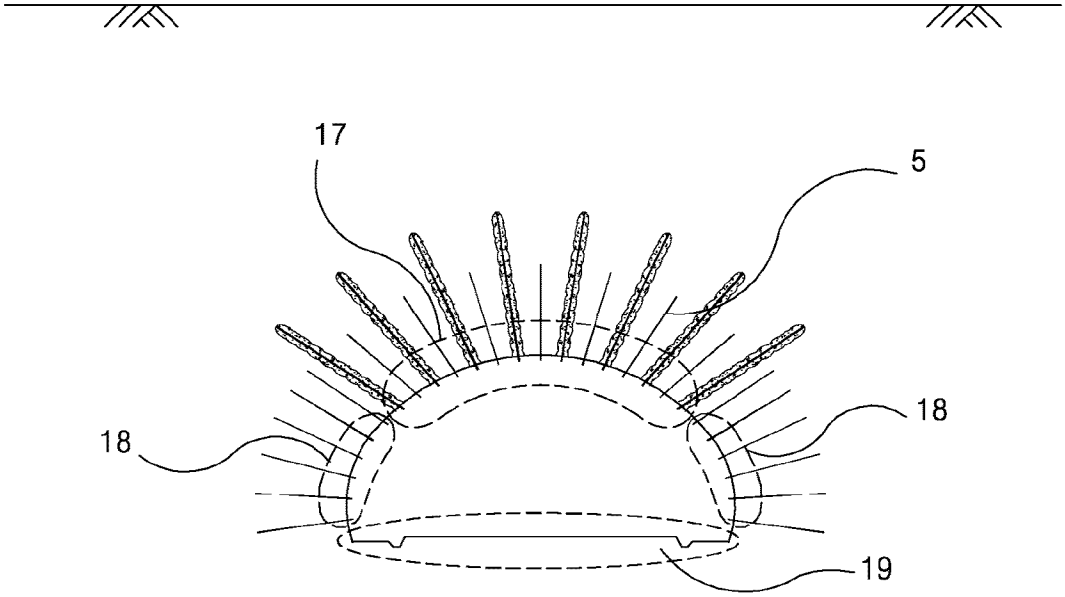
[도1]



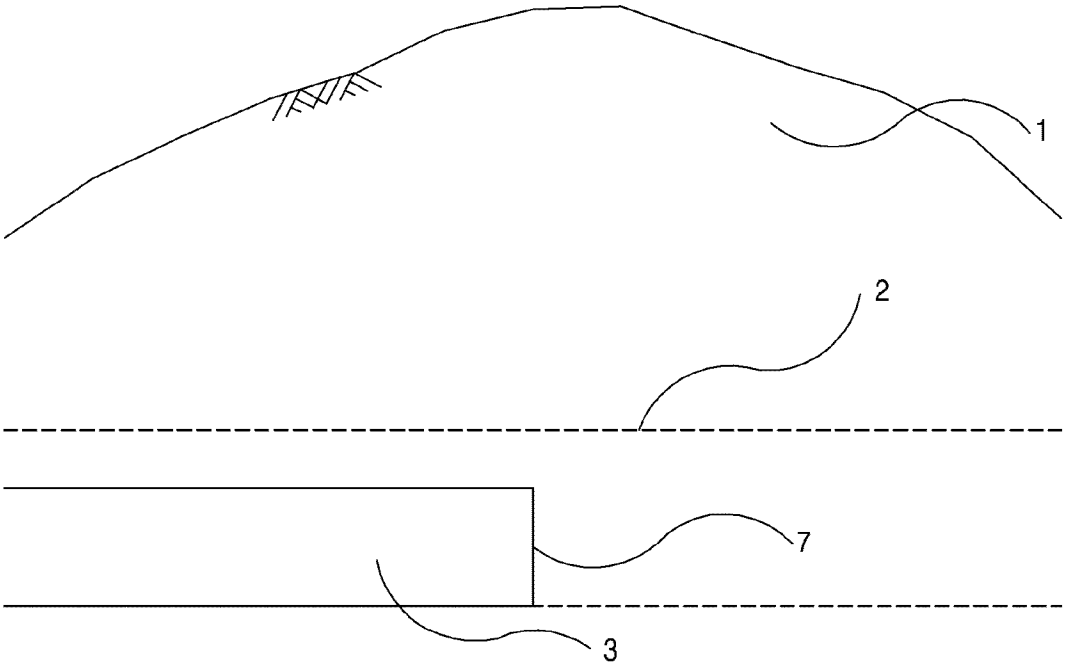
[도2]



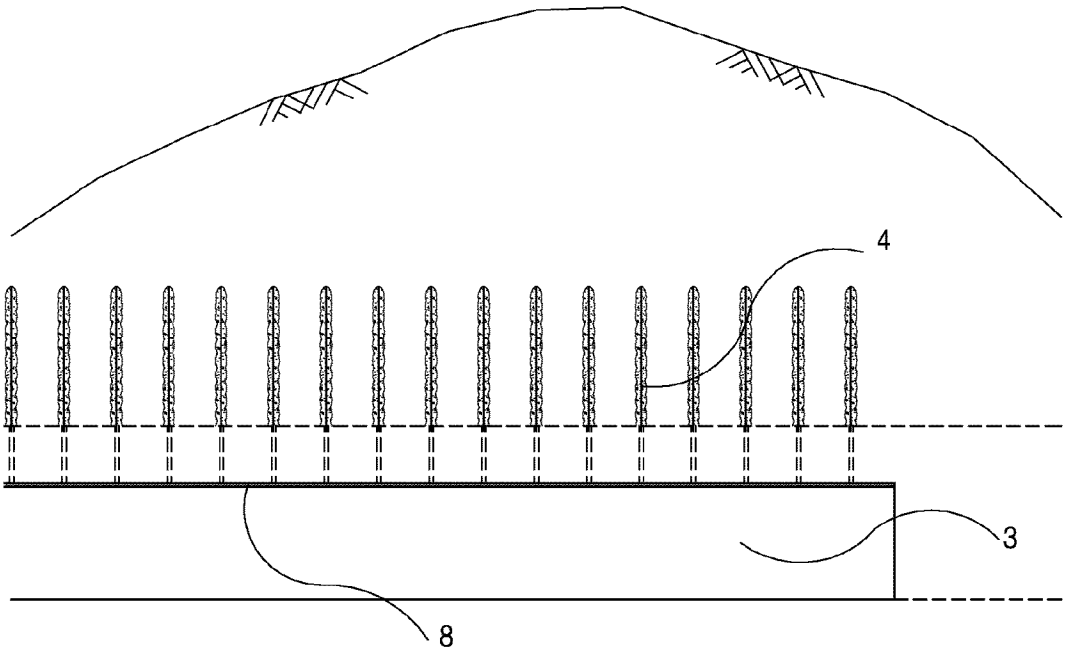
[도3]



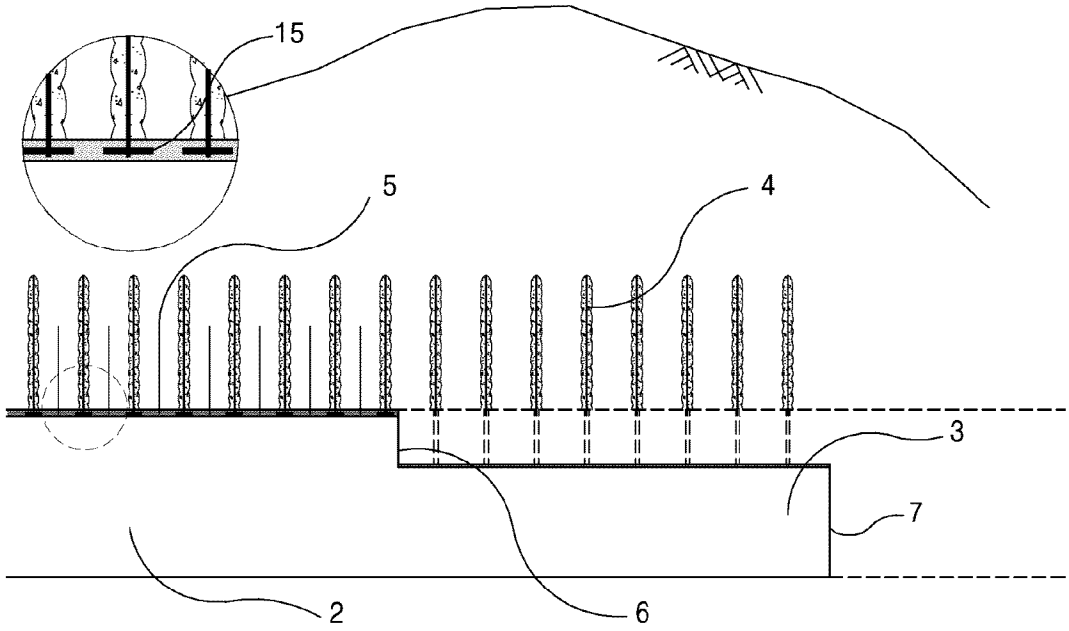
[도4]



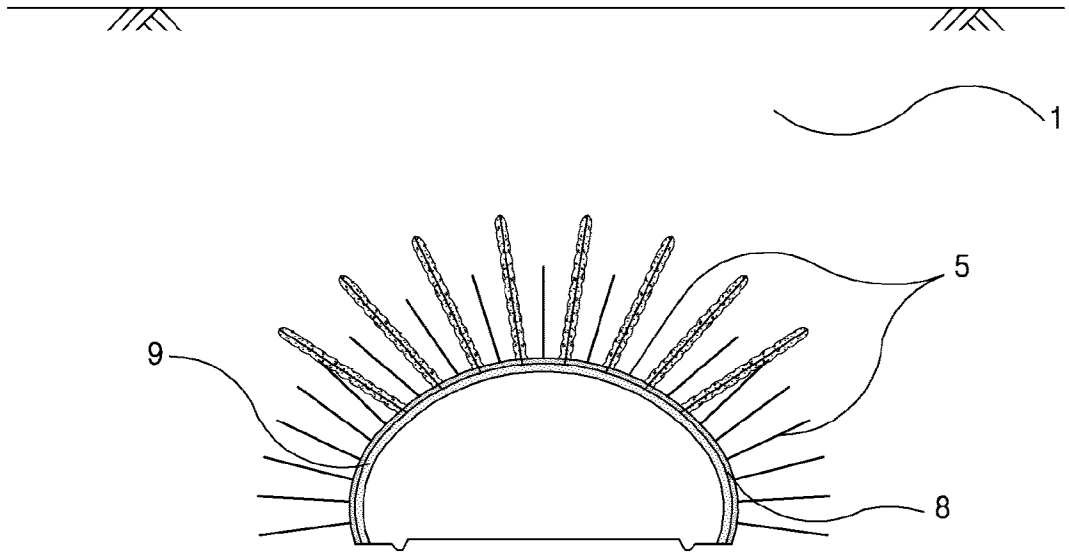
[도5]



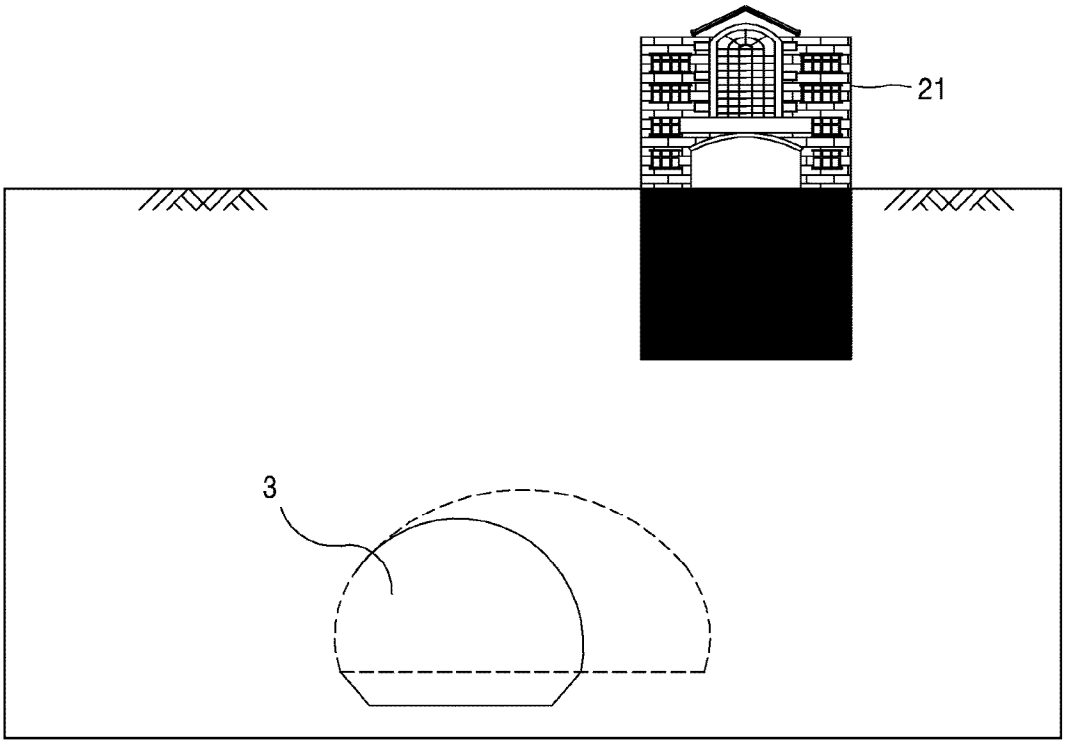
[도6]



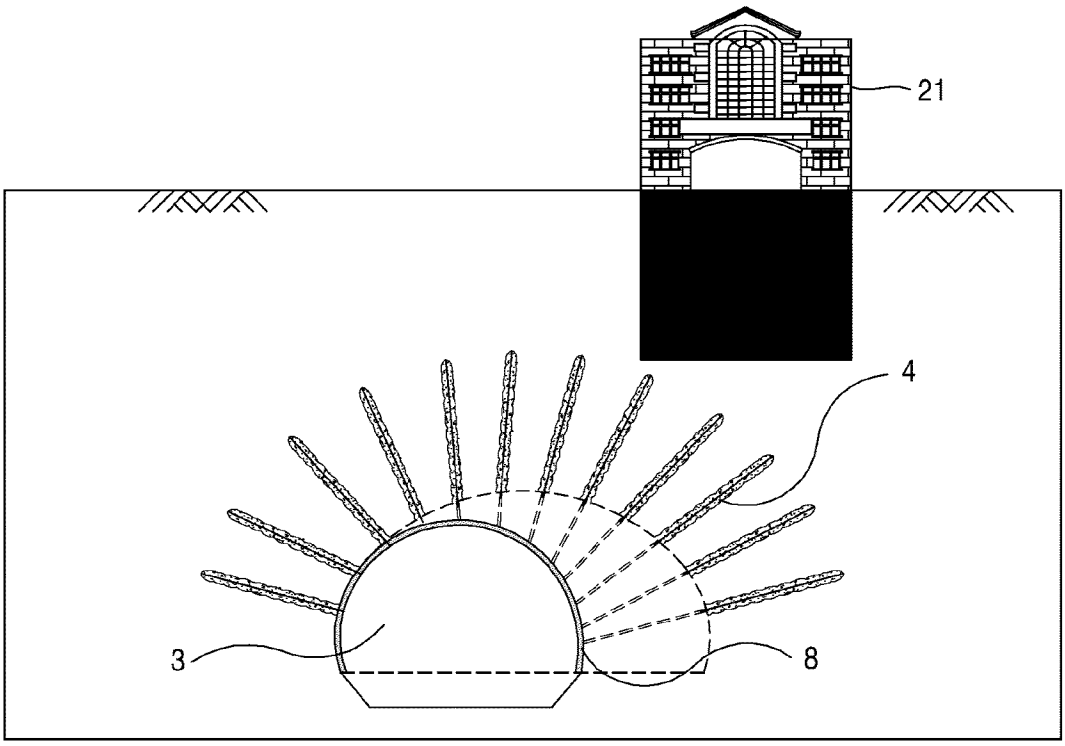
[도7]



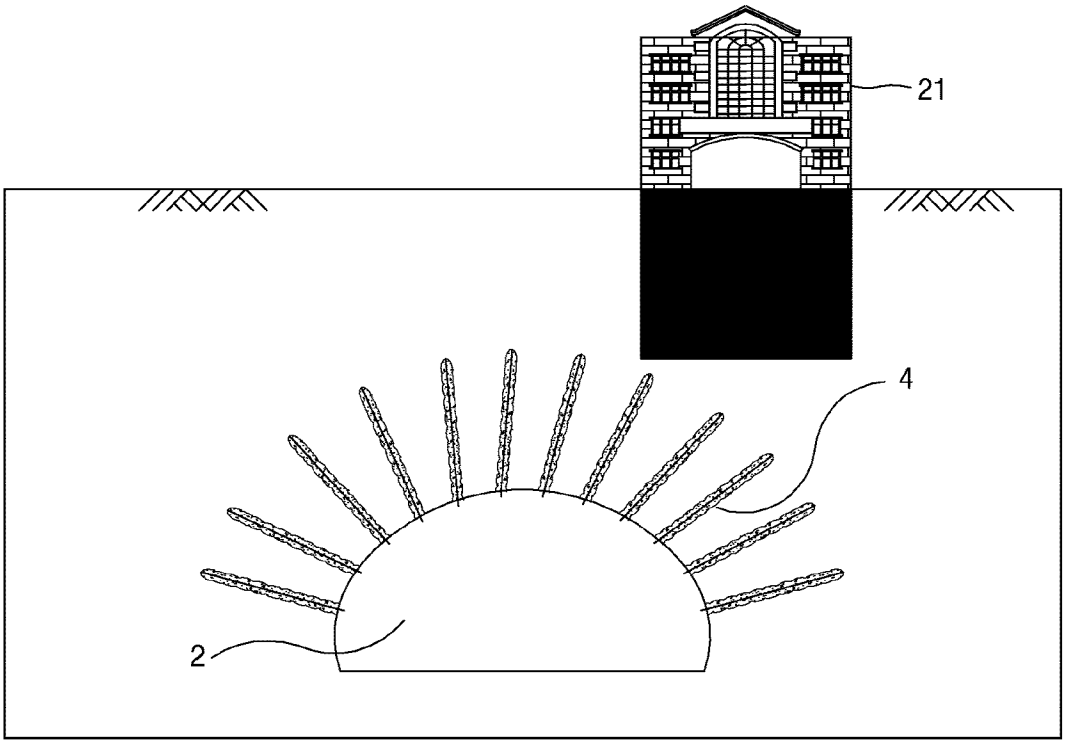
[도8]



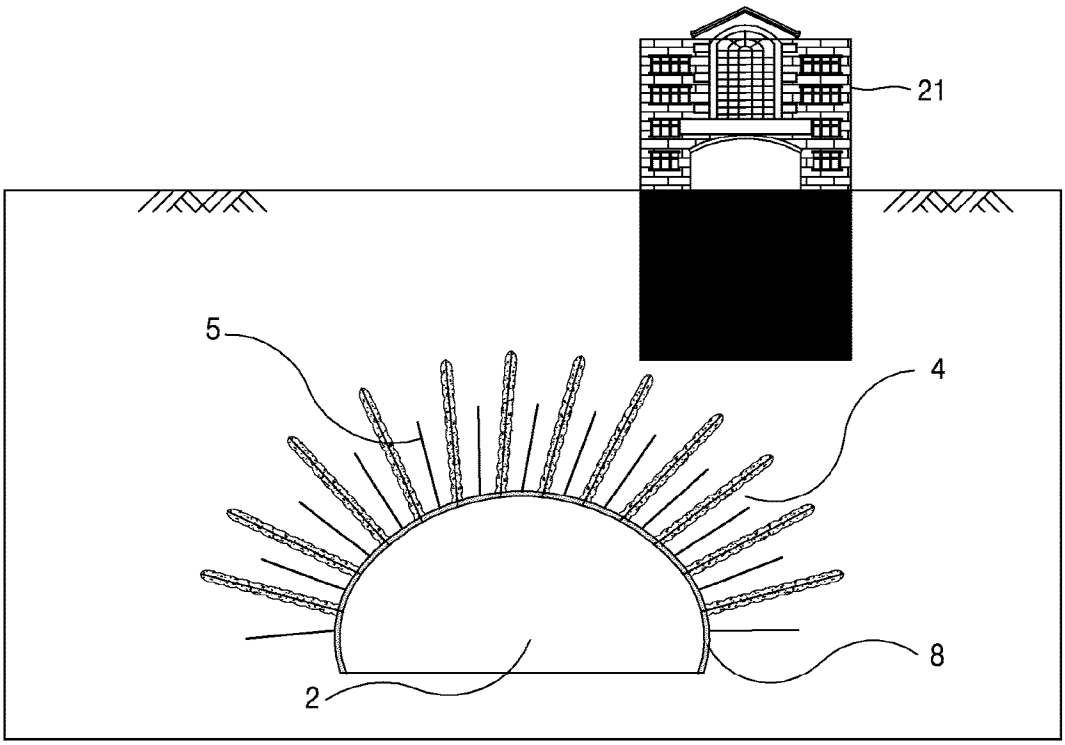
[도9]



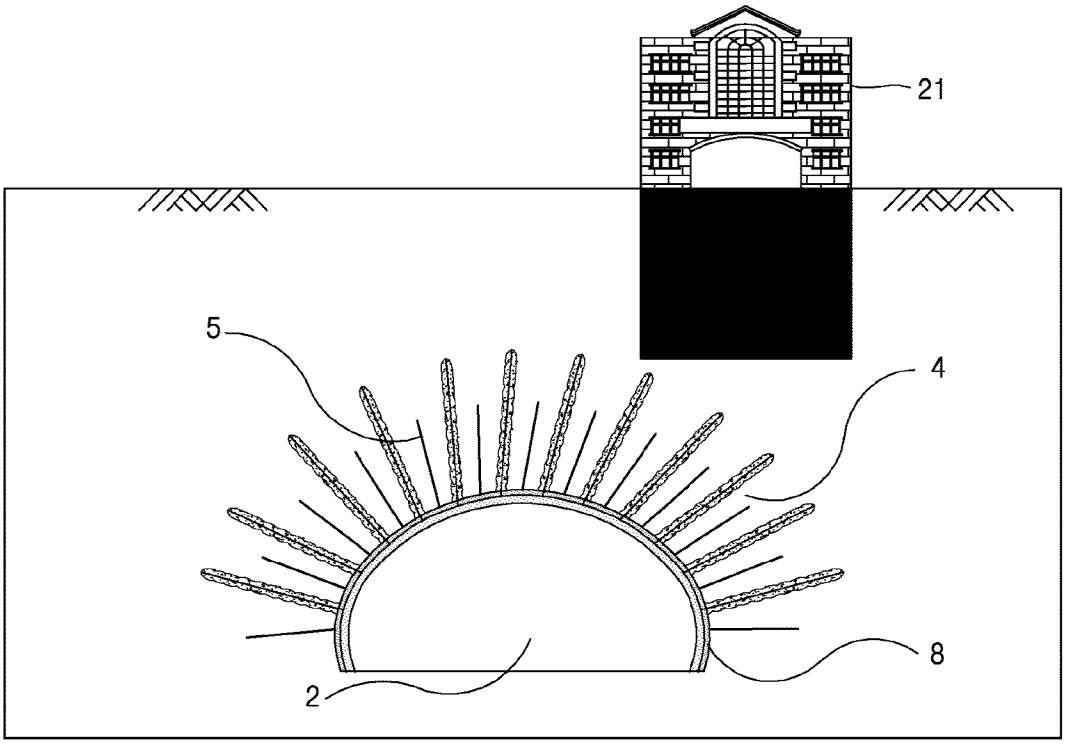
[도10]



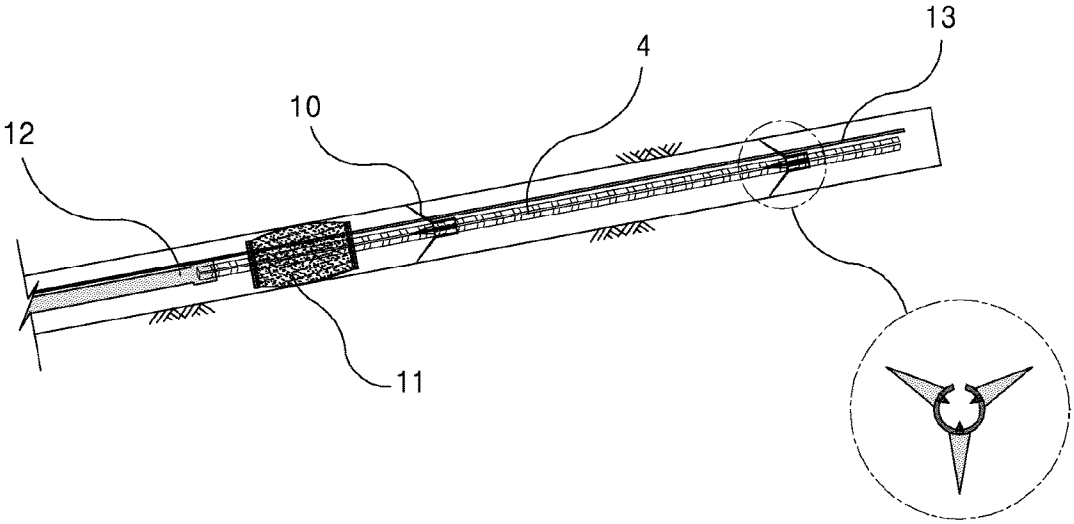
[도11]



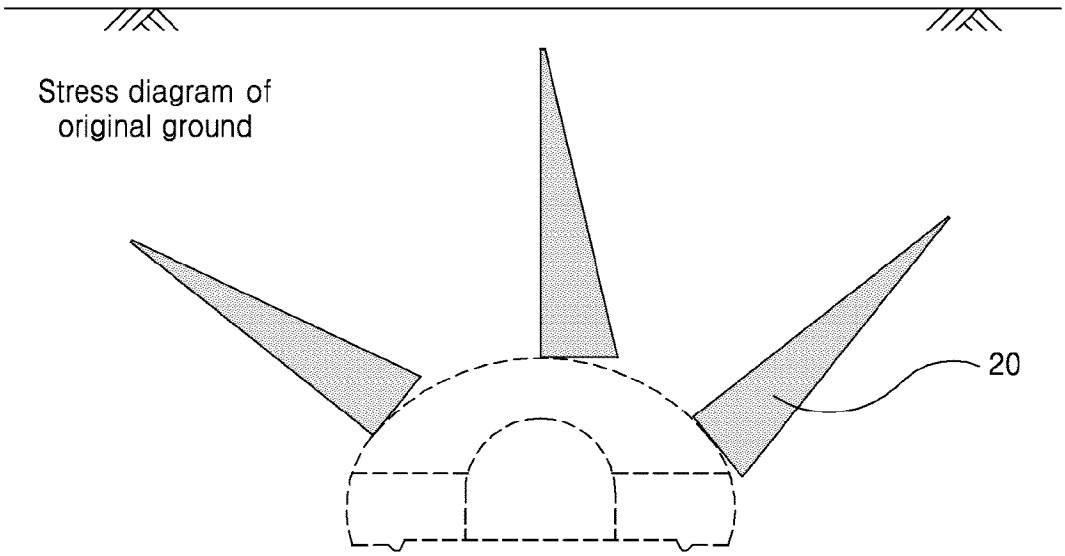
[도12]



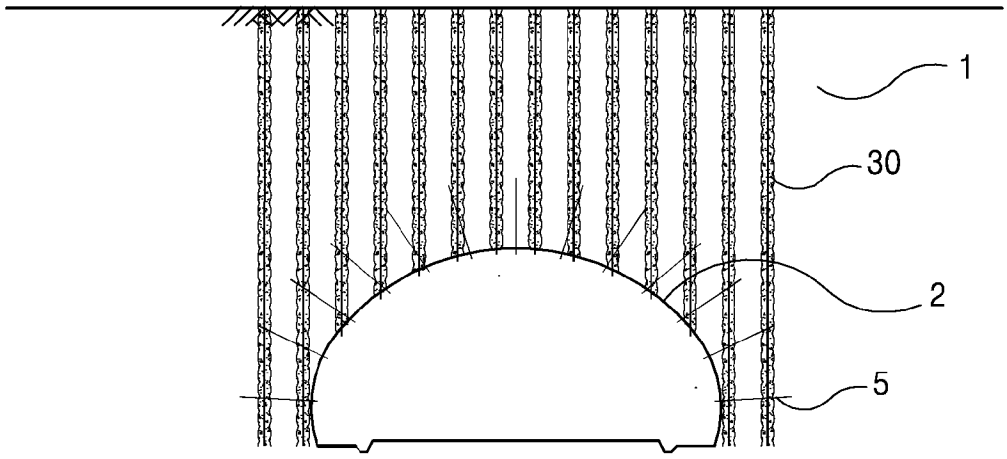
[도13]



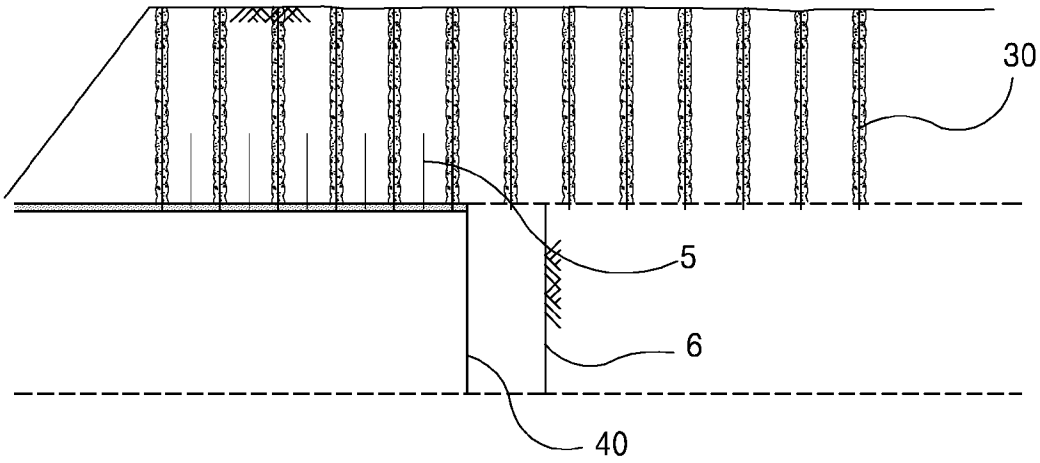
[도14]



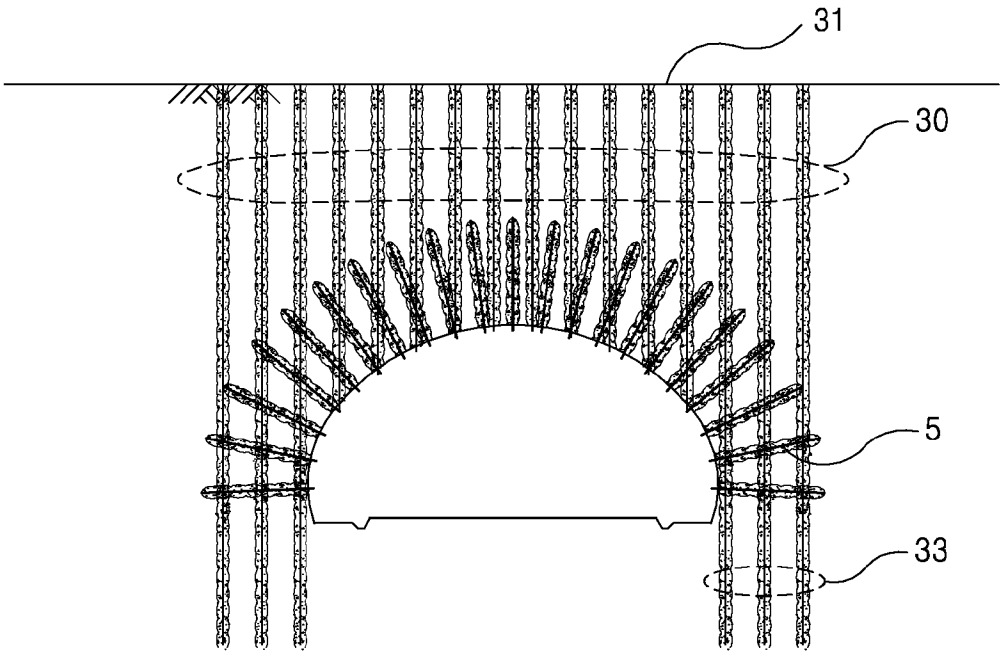
[도15]



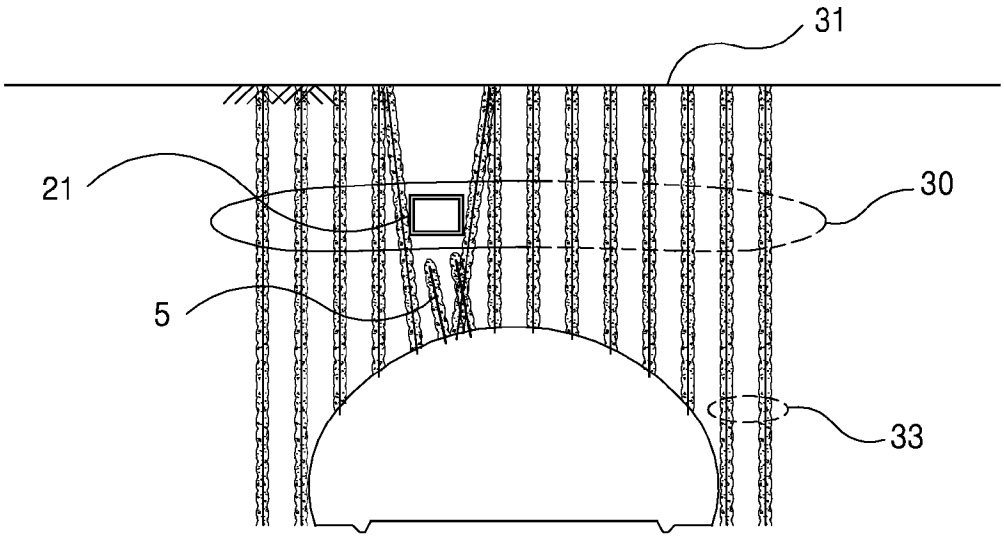
[도16]



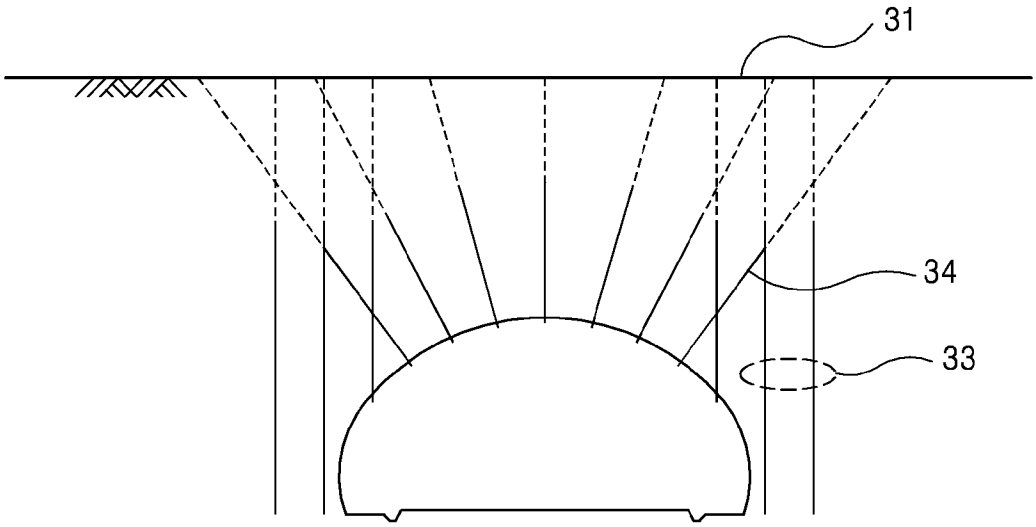
[도17]



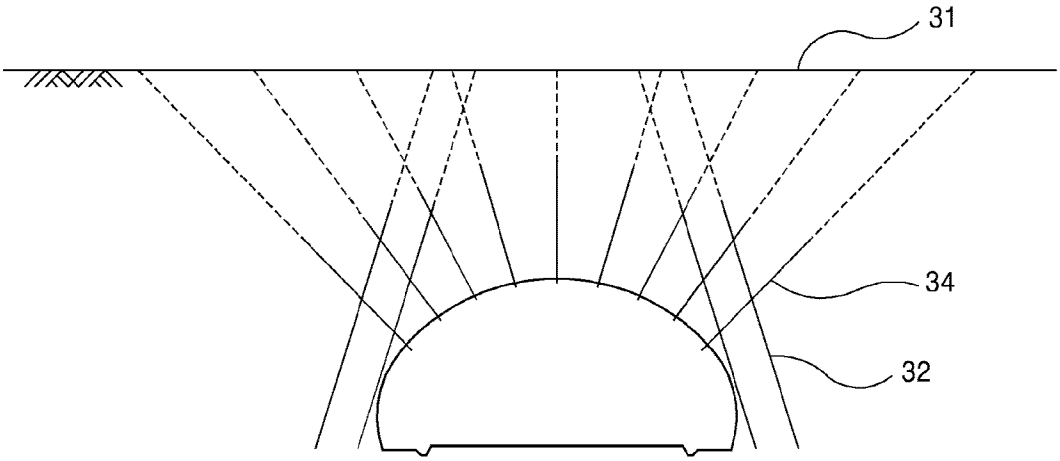
[도18]



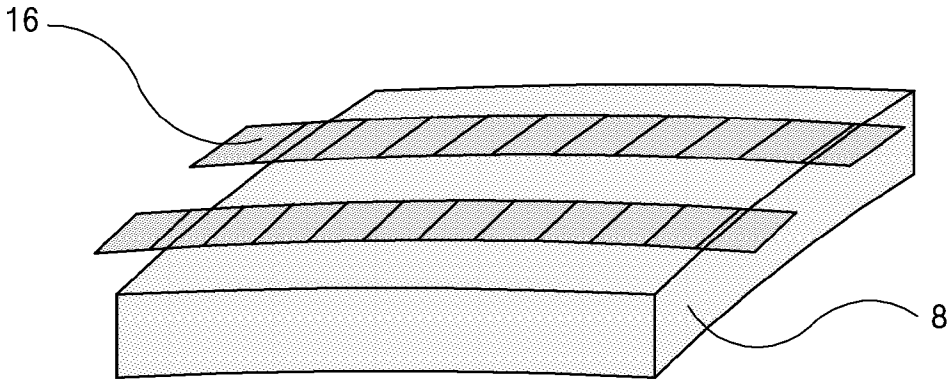
[도19]



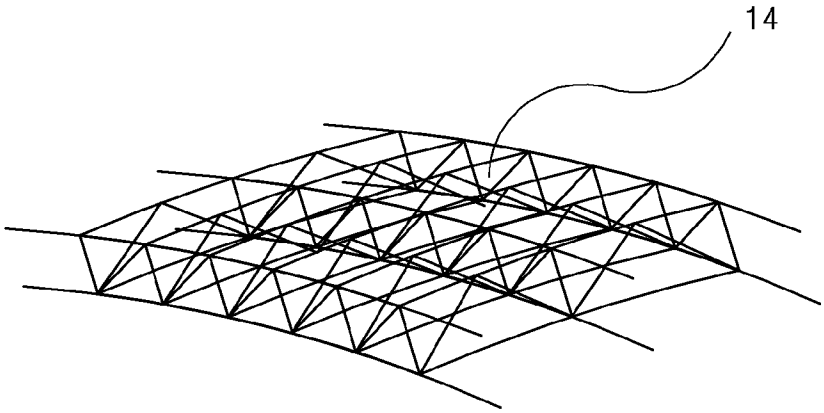
[도20]



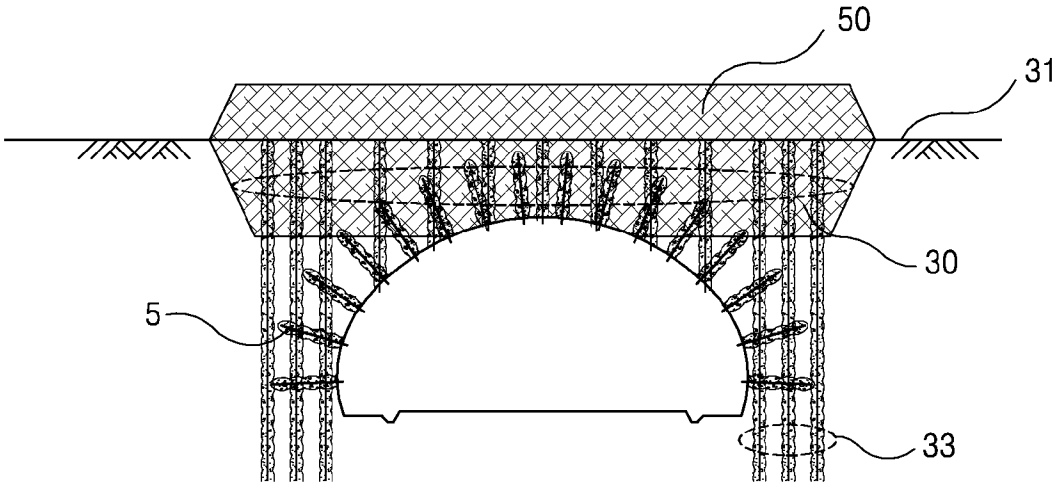
[도21]



[도22]



[도23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2016/013542

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E21D 9/00(2006.01)i, E21D 11/00(2006.01)i, E21D 11/10(2006.01)i, E21D 20/02(2006.01)i, E21D 13/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

E21D 9/00; E21D 13/02; E21D 11/10; E21D 11/18; E21D 11/00; E21D 9/04; E21D 20/02; E21D 13/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: tunnel, pilot tunnel, underground presupporting bar, surface presupporting bar, postsupporting bar, shotcrete, plate-shaped support

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2006-0059833 A (SEO, Dong Hyun) 02 June 2006 See abstract, claim 2 and figures 2a-4c, 9a-9c.	13-14
A		1-12
Y	JP 08-170484 A (SHIMIZU CORP.) 02 July 1996 See paragraphs [0014]-[0015] and figures 1-3.	13-14
A	JP 09-096194 A (SHIMIZU CORP.) 08 April 1997 See claims 1-4 and figures 1-2.	1-14
A	KR 10-1247702 B1 (KOREA TWO ARCH CO., LTD.) 28 March 2013 See claim 1 and figure 3.	1-14
A	KR 10-1066641 B1 (HYUN E&C et al.) 21 September 2011 See claim 2 and figures 2-3.	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
24 FEBRUARY 2017 (24.02.2017)	**27 FEBRUARY 2017 (27.02.2017)**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2016/013542

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2006-0059833 A	02/06/2006	JP 2008-522058 A	26/06/2008
		JP 2011-052536 A	17/03/2011
		JP 4768747 B2	07/09/2011
		JP 5103516 B2	19/12/2012
		KR 10-0740200 B1	18/07/2007
		WO 2006-057545 A1	01/06/2006
JP 08-170484 A	02/07/1996	NONE	
JP 09-096194 A	08/04/1997	NONE	
KR 10-1247702 B1	28/03/2013	KR 10-2012-0005680 A	17/01/2012
KR 10-1066641 B1	21/09/2011	KR 10-2011-0005577 A	18/01/2011

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2016/013542

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

E21D 9/00(2006.01)i, E21D 11/00(2006.01)i, E21D 11/10(2006.01)i, E21D 20/02(2006.01)i, E21D 13/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
E21D 9/00; E21D 13/02; E21D 11/10; E21D 11/18; E21D 11/00; E21D 9/04; E21D 20/02; E21D 13/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 터널, 파일럿 터널, 갱내 선지보재, 갱외 선지보재, 후지보재, 숏크리트, 관형 지보재

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2006-0059833 A (서동현) 2006.06.02 요약, 청구항 2 및 도면 2a-4c, 9a-9c 참조.	13-14
A		1-12
Y	JP 08-170484 A (SHIMIZU CORP.) 1996.07.02 단락 [0014]-[0015] 및 도면 1-3 참조.	13-14
A	JP 09-096194 A (SHIMIZU CORP.) 1997.04.08 청구항 1-4 및 도면 1-2 참조.	1-14
A	KR 10-1247702 B1 ((주)한국투아치) 2013.03.28 청구항 1 및 도면 3 참조.	1-14
A	KR 10-1066641 B1 ((주)현이앤씨 등) 2011.09.21 청구항 2 및 도면 2-3 참조.	1-14

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2017년 02월 24일 (24.02.2017)	2017년 02월 27일 (27.02.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관
박태욱
전화번호 +82-42-481-3405

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2016/013542

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2006-0059833 A	2006/06/02	JP 2008-522058 A	2008/06/26
		JP 2011-052536 A	2011/03/17
		JP 4768747 B2	2011/09/07
		JP 5103516 B2	2012/12/19
		KR 10-0740200 B1	2007/07/18
		WO 2006-057545 A1	2006/06/01
JP 08-170484 A	1996/07/02	없음	
JP 09-096194 A	1997/04/08	없음	
KR 10-1247702 B1	2013/03/28	KR 10-2012-0005680 A	2012/01/17
KR 10-1066641 B1	2011/09/21	KR 10-2011-0005577 A	2011/01/18