



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0098794
(43) 공개일자 2018년09월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E01B 2/00 (2006.01) E01D 19/02 (2006.01)
E02D 17/18 (2006.01) E02D 3/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
E01B 2/00 (2013.01)
E01D 19/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0025368
(22) 출원일자 2017년02월27일
심사청구일자 2017년02월27일

(71) 출원인
한국철도기술연구원
경기도 의왕시 철도박물관로 176 (월암동)
(72) 발명자
이수형
서울특별시 서초구 서초중앙로29길 28, 305동
1302호(반포동, 반포미도아파트)
유민택
서울특별시 관악구 관악로30길 27, 111동 1701호
(봉천동, 관악푸르지오아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
송세근

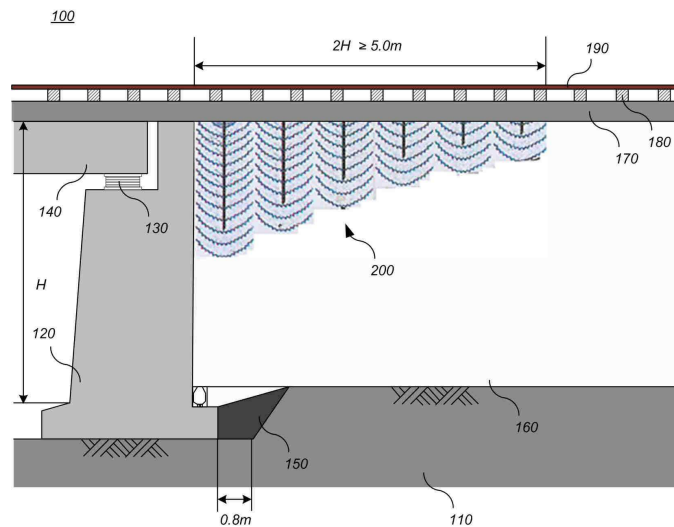
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 방법

(57) 요약

교량과 철도의 토공 접속부의 노반보강시, 침투 그라우팅 방식으로 상부노반 보강층을 형성함으로써 상부노반 강성을 증대시킬 수 있고, 전체 뒷채움 깊이가 아닌 상부노반 이하의 열차하중의 전달범위까지만 상부노반을 보강할 수 있으며, 또한, 상부노반 보강층의 보강 깊이의 점진적 감소를 통해 궤도강성 천이구간을 용이하게 형성할 수 있는, 열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 방법이 제공된다.

대표도 - 도6



- (52) CPC특허분류
E02D 17/18 (2013.01)
E02D 3/12 (2013.01)

박정준

경기도 수원시 영통구 대학4로 40, 301호 (이의동)

- (72) 발명자

최영태

경기도 군포시 산본로386번길 61, 1124-204 (산본동, 백합아파트)

이일화

경기도 수원시 장안구 상률로 32, 108-2104 (율전동, 밤꽃마을뜨란채)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 17RTRP-B114179-02

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 철도기술연구사업

연구과제명 콘크리트궤도 노반결합 급속 보강/복원 기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국철도기술연구원

연구기간 2016.05.24 ~ 2019.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

교량과 철도의 토공 접속부의 노반보강 방법에 있어서,

- a) 토공 접속부의 노반 보강을 위해 교대(120)의 배면의 원지반(110) 상부에 뒷채움재로 성토층(160)을 형성하는 단계;
- b) 토공 접속부를 통과하는 열차(300)의 수직 방향으로 열차하중 전달범위를 결정하는 단계;
- c) 상기 열차하중의 전달범위를 고려하여 상기 교대(120)의 배면에 접하는 상부 성토층(160)에 침투 그라우팅을 실시하여 상부노반 보강층(200)을 형성하는 단계;
- d) 궤도강성 천이구간까지 상기 상부노반 보강층의 보강 깊이를 점진적으로 감소시키면서 순차적으로 침투 그라우팅을 실시하는 단계; 및
- e) 상기 상부노반 보강층(200) 또는 상부 성토층(160) 상에 궤도 상부 구조물을 시공하는 단계를 포함하되,

를 포함하되,

상기 상부노반 보강층(200)은 상부노반 하부의 열차하중의 전달범위까지만 보강하는 것을 특징으로 하는 열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 c) 단계에서 열차하중의 전달범위를 고려하여 상기 성토층(160)을 천공하고, 상기 열차하중의 전달범위까지만 천공 부위에 그라우트재를 주입 및 가압하여 상기 상부노반 보강층(200)을 형성하는 것을 특징으로 하는 열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 d) 단계의 궤도강성 천이구간은 상기 교대(120) 높이(H)의 2배까지 5m 이상 형성되는 것을 특징으로 하는 열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 a) 단계를 수행하기 전에 교대(120)의 배면 하부에 바닥콘크리트(150)를 타설하되, 상기 교대(120)와 원지반(110) 사이에 적어도 0.8m 이상의 바닥콘크리트(150)를 타설하는 것을 특징으로 하는 열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 e) 단계의 궤도 상부 구조물은,

노출된 상부 전면에 콘크리트를 타설하여 형성되는 상부노반(170);

상기 상부노반(170) 상에 소정 간격으로 배치되는 침목(180); 및

상기 침목(180) 상에 설치되는 레일(190)

을 포함하는 열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 따른 열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 방법에 의해 시공된 궤도 구조물.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 토공 접속부의 노반보강 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로, 교량과 철도의 토공 접속부(Bridge-Earthwork Transitional Zone)의 노반보강시, 상부노반 이하의 열차하중(Train Load)의 전달범위까지만 상부노반을 보강하는, 열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 열차 등이 주행하게 되는 궤도(Track)는 노반 위에 도상을 마련하고, 그 도상 위에 침목 및 레일을 배치한 것이 널리 알려져 있다. 여기서, 도상은 레일 및 침목으로부터 전달되는 열차하중을 넓게 분산시켜 노반에 전달하고, 침목을 소정 위치에 고정시키는 역할을 하는 궤도 재료로서, 자갈(또는 쇄석)이나 콘크리트가 사용된다.

[0003] 이러한 궤도의 구조는, 노반 위에 형성한 도상에 침목을 배열하고, 그 위에 한 쌍의 레일을 일정 간격으로 평행하게 부착하는 것이 일반적이다. 이러한 궤도를 구성하는 도상으로는 밸러스트(Ballast), 슬라브(Slab) 등이 있으며, 노선의 다양한 조건을 고려하여 선정되고 있다. 특히, 자갈, 쇄석 등의 밸러스트를 이용한 밸러스트 도상 궤도가 널리 알려져 있다. 이러한 밸러스트를 이용한 도상은 그 성질상 무거운 차량의 주행을 합리적으로 지지하면서 경제적으로도 우수하기 때문에, 오랜 세월동안 채용되어 오고 있다. 이러한 자갈, 쇄석 등의 밸러스트는 침목을 확실히 유지하고, 열차로부터 레일 및 침목을 거쳐 전해지는 하중을 노반에 균등하게 분산시키며, 궤도에 탄성을 갖게 하며, 댐핑 등의 보수 작업을 용이하게 실시할 수 있어야 하고, 궤도의 배수를 좋게 하여 분이나 잡초의 발생을 방지하는 등의 기능을 갖고 있다.

[0004] 한편, 철도 교량에 연결되는 궤도가 자갈 궤도인 경우, 철도 교량과 토공 접속부는 토공부의 자갈 궤도에서 강성 지지체인 콘크리트 궤도, 즉, 교량으로 옮겨가면서 궤도 하부구조의 강성이 변화된다.

[0005] 도 1은 종래의 기술에 따른 철도 교량과 토공 접속부의 노반 상태를 나타내는 도면이다.

[0006] 도 1을 참조하면, 철도 교량과 토공부가 연결되는 토공 접속부는 궤도 시스템의 구조 강성이 변화되는 구간으로서 철도의 안정성과 신뢰성에 큰 영향을 미치는 궤도 취약부이며, 이러한 궤도 취약부는, 도 1에서 도면번호 A로 도시된 바와 같이, 노반 연약화 영역 및 배수 불량 영역으로 이루어진다. 이러한 토공 접속부는, 통상적으로 교량(14)이 끝나는 지점에 토공부가 직접 연결되며, 이때, 교대(12)는 변위가 발생하지 않는 강성 지지체인 데 반하여, 토공부는 콘크리트로 된 교대(12)나 교량(14)에 비해 그 강성이 매우 약하다.

[0007] 토공부는 원지반(11) 위에 성토층을 형성하고, 그 상부에 도상자갈(17)을 깔고, 그 위에 침목(18)을 일정간격을 두고 설치한 다음 레일(19)이 설치된 구조를 가지고 있다.

[0008] 이러한 토공부는 교대(12)에 비해 그 강성이 비교적 약하므로 열차 통과 하중에 의해 변위가 반복적으로 발생하여 소성 침하가 발생함은 물론 탄성 변위의 크기도 교량(14)에 비해 매우 크다.

[0009] 또한, 잦은 열차 운행에 따른 반복적인 열차하중은 토공부의 노반 조건을 악화시키는데, 주요 원인은 접속부에서 발생하는 충격하중으로 열차속도가 증가할수록 충격률이 커지게 된다.

[0010] 이와 같은 접속부 노반에서 발생하는 현상은 탄성변위가 커지면서 도상자갈(17)의 마모 파쇄가 빨라지고, 이러한 마모 파쇄에서 발생한 미립분이 노반의 공극을 채우게 되어 교대(12) 배면에서의 배수 불량이 유발됨은 물론 그로 인해 노반 불량으로 이어지고, 또한, 반복하중에 의한 소성 및 탄성 침하와 더불어 토공 접속부에서 연장된 노반을 취약하게 만들어 침목이 들뜨게 되는 등의 문제점이 발생한다.

[0011] 이러한 침목 들뜸, 탄소성 변위의 증가, 배수불량 등은 열차가 고속화되면서 진행속도가 빨라져 심할 경우 레일이 파손될 우려가 있다.

[0012] 다시 말하면, 교대 등과 같은 구조물과 접속되는 토공부와 구조물의 강성 차이에 의해 부등침하가 발생되거나, 시공기면에 단차를 일으키고, 또한, 노반 강도의 급격한 변화에 의한 침목 들뜸 등에 의해 열차 주행 시 궤도 틀림의 진행으로 승차감 악화 등을 일으키기 쉬우며, 불균등 침하의 발생에 의한 충격하중이 발생하여 진입구간

인 토공부분에 상대적인 과대 침하가 발생하여 지속적인 유지 보수가 필요함은 물론 그로 인한 유지 보수비가 많이 들고 있는 실정이다.

- [0013] 한편, 전술한 철도 교량과 토공 접속부의 문제점을 해결하기 위한 선행기술로서, 대한민국 등록특허번호 제10-683589호에는 "철도 교량과 토공 접속부의 노반 강화방법"이라는 명칭의 발명이 개시되어 있는데, 도 2를 참조하여 설명한다.
- [0014] 도 2는 종래의 기술에 따른 철도 교량과 토공 접속부의 노반 강화방법이 적용된 철도 교량과 토공 접속부의 노반 상태를 나타내는 단면도 및 사시도이다.
- [0015] 도 2에 도시된 바와 같이, 종래의 기술에 따른 철도 교량과 토공 접속부의 노반 강화방법은, 드릴장비를 이용하여 철도 교량(21)과 근접된 토공부(23)의 일부 구간에 완충구간을 설정하고, 수개의 구멍(27)을 정해진 간격 및 깊이로 굴삭 천공하는 공정; 드릴장비의 비트 또는 로드를 구멍(27)으로부터 회수하는 공정; 각각의 구멍(27)에 그라우트재를 주입시켜 가압하여 마이크로파일(29)을 형성하는 공정; 마이크로파일(29) 상단부의 토공부(23) 상면에 정해진 두께로 콘크리트층(30)을 타설하는 공정; 및 콘크리트층(30) 상부로 새로운 도상자갈(24)을 채우는 공정으로 이루어지며, 후속적으로, 도상자갈(24) 및 교량(21) 상부에 침목(25) 및 레일(26)을 포함하는 궤도를 형성한다.
- [0016] 구체적으로, 철도 교량(21)과 접속되는 토공부(23)에 도상자갈(24)을 포설하기 전에 강성 변화를 갖는 부위를 완충구간으로 설정하고, 지반 강화를 위한 마이크로파일(29)을 성형하기 위한 기초 작업으로 드릴장비를 이용하여 교대(22)와 근접된 토공부(23)의 일부 구간에 정해진 지름을 갖는 수개의 구멍(27)을 정해진 깊이까지 굴삭 천공하게 된다.
- [0017] 이때, 구멍(27)의 간격은 교대(22)에 근접되어 가면 갈수록 가로, 세로 양방향에 대해 그 간격이 점차 좁아지도록 조밀하게 천공함과 동시에 그 깊이도 서서히 더 깊도록 천공함으로써 완충구간에서 자연스럽게 강성 변화가 이루어질 수 있다.
- [0018] 이러한 드릴 장비를 이용한 다수의 구멍(27)의 천공이 완료되면, 해당 구멍(27)으로부터 드릴장비의 비트 또는 로드를 회수한 다음 각각의 구멍(27)에 시멘트, 모래 벤트나이트, 물유리 등의 약액을 섞어서 만들어진 그라우트재를 곧 바로 주입함과 동시에 가압하거나, 또한, 철근(28)을 삽입 설치한 후 그라우트재를 주입 및 가압하여 각각의 구멍 내에서 해당 구멍의 지름 및 깊이에 대응하는 굵기 및 길이를 갖는 마이크로파일(29)을 성형한다.
- [0019] 이러한 그라우팅 공법에 의해 성형된 마이크로파일(29) 각각의 지지력은 선단 지지 보다는 구멍(27) 내면과 접촉되는 외주면 마찰력에 의해 발휘되는데, 이러한 마이크로파일(29)이 구멍 내에서 지반과 일체로 거동하므로 지반 개량 효과를 얻을 수 있다.
- [0020] 특히, 구멍(27)을 천공할 때 교대(22)로부터 먼 거리에 위치한 토공부(23)의 일정 부분으로부터 교대에 근접되어 갈수록 그 거리를 좁혀가며 조밀하게 천공함과 동시에 그 깊이를 깊게 형성함으로써 구멍(27)에 그라우트재를 주입 및 가압하여 형성시킨 마이크로파일(29)의 간격 및 길이가 교대에 근접할수록 조밀하면서 깊게 형성된다.
- [0021] 따라서 교량(21)과 토공부(23)가 접속되는 일정 구간의 토공부(23)에 대한 지반 강성을 교대(22)로 갈수록 점진적이고 자연스럽게 증강시킬 수 있어 교량과 토공 접속부 사이에서 발생하는 소성 및 탄성침하로 인한 침목 들뜸 및 궤도 틀림, 노반 불량으로 인한 배수 불량, 침하 및 승차감 악화 등을 미연에 방지할 수 있다.
- [0022] 또한, 구멍(27) 속에 그라우트재만 주입 및 가압하는 방식을 통해 마이크로파일(29)을 성형하는 방식보다는 구멍(27)에 철근(28)들을 삽입 및 설치하고 나머지 공간부에 그라우트재를 충전 및 가압하는 방식을 통해 마이크로파일(29)을 성형하면 그 강도가 더욱 증강될 수 있다. 이러한 철근(28)의 설치 여부는 마이크로파일(29)의 지름과 길이 및 설치 개수를 포함하여 지반 강도의 정도 등에 따른 데이터에 의해 결정된다.
- [0023] 또한, 구멍(27) 속에 철근(28) 및 그라우트재를 주입하고 가압하여 마이크로파일(29)을 성형한 후, 그 상면에 곧바로 도상자갈(24)을 포설할 경우 토공부(23)의 지지강성이 마이크로파일(29)이 설치된 주위에 집중되고, 마이크로파일(29) 사이의 공간부는 연약지반의 형태를 그대로 가질 우려가 있다. 이에 따라, 마이크로파일(29) 상단부의 토공부(23) 상면에 정해진 두께로 콘크리트층(30)을 타설하고, 그 상부로 새로운 도상자갈(24)을 채워주는 형태를 채택하여 이를 방지할 수 있다.
- [0024] 이때, 콘크리트층(30)은 자갈이 섞인 시멘트를 이용하여 양생하는 것이 좋으며, 그 두께는 지반의 조건에 따라 결정된다. 물론, 마이크로파일(29)의 직경, 길이, 주입재의 종류 및 주입 압력 등의 제원은 파일 설치 및 지반

조건에 따른 토공부(23)의 지지강성 증가 효과를 해석적인 방법을 통해 평가하여 교량(21)에서 토공부(23)로의 자연스러운 지지강성 변화가 이루어질 수 있도록 결정될 수 있다.

- [0025] 또한, 마이크로파일(29)의 배치는 교량(21)의 교대(22)에서 토공부(23)로 자연스럽게 강성 변화가 이루어질 수 있도록 완충구간에서 교대(2)에 근접할수록 조밀하면서도 깊게 배치하고, 토공부(23)측으로 진행하면서 차츰 개수가 감소되면서 얇게 배치될 수 있다. 이때, 말뚝 형태를 갖는 마이크로파일(29)의 배치에 따른 노반 강성의 변화는 3차원 유한 요소 해석 등으로 적용한 수치해석 방법으로 평가될 수 있다.
- [0026] 종래의 기술에 따른 철도 교량과 토공 접속부의 노반 강화방법에 따르면, 교대 부근의 토공부에 드릴장비를 이용하여 구멍들을 천공하고, 이에 그라우트재를 주입 및 가압하는 방식을 통해 수개의 마이크로파일을 타설하여 지반 강성을 점진적이고 자연스럽게 증강하여 교량과 토공 접속부 사이에서 발생하는 소성 및 탄성침하로 인한 침목 들뜸 및 궤도 틀림, 노반불량으로 인한 배수 불량, 침하 및 승차감 악화 등을 미연에 방지할 수 있다.
- [0027] 하지만, 종래의 기술에 따른 철도 교량과 토공 접속부의 노반 강화방법의 경우, 지반 강성이 점진적으로 증가하도록 그라우트재를 주입 및 가압하는 방식을 통해 수개의 마이크로파일을 타설해야 하므로, 시공기간이 증가하게 된다.
- [0028] 한편, 고속철도 등의 궤도를 부설함에 있어서, 궤도틀림 발생이 큰 문제가 되고, 자갈을 이용한 일반 자갈도상 궤도의 경우, 열차 통행시의 자갈 비산 등의 문제가 크게 대두되고 있기 때문에, 토사 지반에 대해서도 콘크리트 궤도를 이용하는 방안이 고려되고 있는 실정이다. 토사 지반으로 이루어진 노반에 콘크리트 궤도를 사용함에 있어서 가장 중요한 사항 중 하나는 노반의 침하를 사전에 정한 기준값 이내로 유지함으로써, 열차 차량의 주행 안정성 및 궤도의 구조적인 안정성을 확보하고, 이에 필요한 유지보수 노력을 최소화하는 것이다. 이러한 콘크리트 궤도는 종래의 자갈도상 궤도와 달리 침하가 발생하였을 경우, 궤도의 사용성 저하가 큰데 반하여 이에 대처할 수 있는 방안이 매우 제한적이므로, 침하의 예측이 매우 중요하다.
- [0029] 전술한 바와 같이, 토공 접속부는 교량과 토공, 터널과 토공, 유도상궤도와 무도상궤도 등 궤도를 지지하는 하부구조물(Sub-structure)의 지지 강성이 변화하는 구간을 말하며, 이러한 지지 강성의 차이에 의하여 시공기면(Formation level)에 단차가 발생하거나 동적 특성의 급변에 의하여 열차 주행시 궤도틀림의 진행, 승차감의 악화 등을 일으키기 쉽다.
- [0030] 이러한 문제점을 해결하고자 많은 연구를 하고 있지만, 현재까지 획기적인 해결 방안은 제시되지 못하고 있다. 그 이유는 실제 토공 접속부에서의 문제는 열차의 주행과 지지 강성의 불균형 이외에도 강우, 결빙, 배수 등의 환경적인 원인과 토공 및 교량의 구조적인 원인 등 다양한 원인을 내포하고 있기 때문이다.
- [0031] 또한, 이러한 토공 접속부는 교량, 궤도 및 노반의 상호작용 등으로 인해 매우 복잡하게 거동하며, 이에 따라 설계 단계에서 정확한 거동을 평가하는 것이 매우 어렵고 대부분 경험적으로 평가하고 있다. 따라서 이러한 토공 접속부의 정확한 이해와 성능을 개선하기 위해서는 다양한 접근과 노력이 필요한 실정이며, 이러한 토공 접속부의 보강 방안은 어프로치 블록(Approach Block), 어프로치 슬래브(Approach Slab), 보조 슬래브 및 전단키(Shear Key) 등이 사용될 수 있다.
- [0032] 도 3a는 종래의 기술에 따른 어프로치 블록을 구비한 철도 슬래브 궤도 구조물을 나타내는 도면이고, 도 3b는 종래의 기술에 따른 어프로치 블록을 구비한 철도 슬래브 궤도 구조물의 문제점을 설명하기 위한 도면이다.
- [0033] 도 3a를 참조하면, 종래의 기술에 따른 어프로치 블록을 구비한 철도 슬래브 궤도 구조물은, 교대(41), 교량받침(42), 교량(43), 콘크리트 처리 자갈(44), 하부 및 상부 성토(45), 콘크리트 처리 도상(46)을 포함하며, 이때, 콘크리트 처리 자갈(44)이 어프로치 블록 역할을 한다.
- [0034] 도 3a에 도시된 바와 같이, 도로 교량(43)이나 철도 교량 등에서, 교대(41)는 주로 철근 콘크리트로 구성되며, 그 배면에 형성되는 토공부는 토사 등으로 구성되는데, 도 3b에서 도면부호 B로 도시된 바와 같이, 서로 강성이 상이한 재료를 이용하여 시공되므로, 다짐 작업을 수행하더라도 토공부의 침하가 발생하게 되고, 교대(41)와 토공부가 접하는 부분은 쉽게 매몰되는 현상이 발생한다. 이와 같은 현상은 비단 교대(41)뿐만 아니라, 콘크리트 암거의 경우에도 마찬가지인데 콘크리트 암거 측면이나 옹벽의 배면에 채워지는 토공부에서도 전술한 현상이 발생하게 된다.
- [0035] 또한, 교대, 터널, 박스 구조물에 인접한 토공 구간은, 도 3b에서 도면부호 C로 도시된 바와 같이, 구조물에 비해 상대적으로 강성이 작기 때문에 동일한 하중이 재하될 경우, 강성이 작은 토공 부분에 더 많은 침하가 발생하게 된다. 이러한 구조물과 토공구간으로 급격한 강성 변화를 방지하기 위하여 중간 부분에 접속부 구조를 두

어 강성의 차이를 완만하게 한다. 특히, 고속철도의 경우, 궤도의 평탄성은 속도에 매우 중요한 요소이기 때문에 허용치 이상의 변위가 발생하면 궤도면의 단차로 인한 충격하중으로 인해 차량(50)의 운행 및 안전성에 영향을 미치게 된다.

- [0036] 특히, 교대(41)의 경우, 일반적으로 수직하중을 받는 구조물과 달리 수직하중과 수평하중을 동시에 발생하기 때문에 이에 대한 저항할 수 있도록 구조를 강화시켜야 한다. 그러나 현행 구조물은 어프로치 슬래브, 어프로치 블록, 시멘트 안정처리 등 시공 단계가 복잡하고, 여러 종류의 재료를 사용하게 되어 재료적 특성에 의해 침하가 다르게 거동하는 현상이 발생하고 있으며, 또한, 대부분 수직하중을 고려하고 있다.
- [0037] 그러나 종래의 기술에 따른 어프로치 블록은 콘크리트 등을 배합한 흙을 정해진 형상으로 부설하는 것으로 실제 시공시에 정확한 크기로 부설하는 것이 매우 어렵다는 문제점이 있었다. 또한, 이러한 어프로치 블록의 부설 후에 침하가 발생하는 경우가 다수 발견되고 있고, 예를 들면, 콘크리트 슬래브 궤도의 경우, 균열이 발생하는 경우도 있다. 또한, 종래의 기술에 따른 어프로치 블록을 구비한 철도 슬래브 궤도 구조물은 시공이 복잡하고, 어려우며 시간이 많이 소요된다는 문제점이 있었다.
- [0038] 진술한 문제점을 해결하기 위한 선행기술로서, 대한민국 등록특허번호 제10-1507523호에는 "격자형 어프로치 블록을 구비한 철도 슬래브 궤도 구조물 및 그 시공 방법"이라는 명칭의 발명이 개시되어 있는데, 도 4를 참조하여 설명한다.
- [0039] 도 4는 종래의 기술에 따른 격자형 어프로치 블록을 구비한 철도 슬래브 궤도 구조물을 나타내는 도면이다.
- [0040] 도 4를 참조하면, 종래의 기술에 따른 격자형 어프로치 블록을 구비한 철도 슬래브 궤도 구조물은, 교량과 철도의 토공 접속부에 형성되는 철도 슬래브 궤도 구조물로서, 원지반(61), 교대(62), 교량받침(63), 교량(64), 콘크리트 처리 자갈(65), 하부 및 상부 성토(66), 콘크리트 상판(67), 철도 슬래브 궤도(68) 및 격자형 어프로치 블록(69)을 포함한다.
- [0041] 콘크리트 처리 자갈(65)은 교량(64) 및 철도의 토공 접속부에서 선단지지력을 확보하도록 교대(62)의 배면에 시공된다.
- [0042] 하부 및 상부 성토(66) 중에서 하부 성토는 콘크리트 처리 자갈(65)의 측면에서 원지반(61) 상에 적층 형성되며, 상부 성토는 하부 성토 상에 적층 형성된다.
- [0043] 콘크리트 상판(67)은 콘크리트 처리 도상으로서, 격자형 어프로치 블록(69) 및 상부 성토 상에 형성된다.
- [0044] 철도 슬래브 궤도(68)는 열차(70)가 운행할 수 있도록 궤도, 침목 및 레일을 포함하며, 콘크리트 상판(67) 상에 형성된다.
- [0045] 격자형 어프로치 블록(69)은 상단 및 하단 콘크리트 가로부재 및 상단 및 하단 콘크리트 세로부재가 격자형 프레임(Lattice Frame) 구조로 제작되어 라멘(Rahmen)으로 거동하며, 교량(64) 및 철도의 토공 접속부에서 연직방향의 지지강성을 점차적으로 변화시키도록 길이가 상이한 하단 콘크리트 세로부재가 콘크리트 처리 자갈(65) 상에 연속적으로 매립 배치된다.
- [0046] 다시 말하면, 격자형 어프로치 블록(89)은 교량 및 철도의 토공 접속부에 설치되고, 이때, 연직방향의 지지강성을 점차적으로 변화시키기 위하여 길이가 다른 콘크리트 세로부재를 연속적으로 배치하여, 즉, 콘크리트 세로부재의 길이를 점진적으로 짧게 배치함으로써 콘크리트 가로부재와 결합되도록 격자형(lattice)으로 제작된다. 이때, 콘크리트 가로부재의 경우, 프리캐스트 제작되고, 콘크리트 세로부재는 현장타설 방식으로 매립 시공된다. 이에 따라 격자형 어프로치 블록(69)을 프리캐스트 제작함으로써 시공이 간단하고 시공 기간을 단축할 수 있다.
- [0047] 또한, 격자형 어프로치 블록(69)은 철근 콘크리트를 이용한 격자형 프레임 구조로 제작되어 라멘(Rahmen)으로 거동하며, 비교적 가벼운 무게를 가지고, 자중에 의한 침하를 최소화할 수 있고, 이러한 격자형 프레임 구조로 인하여 노반의 선단지지력이 커지게 된다.
- [0048] 종래의 기술에 따른 격자형 어프로치 블록을 구비한 철도 슬래브 궤도 구조물에서, 격자형 어프로치 블록(69)은 기존의 어프로치 블록보다 시공성이 좋고 성능이 우수한 격자형 어프로치 블록에 의해, 콘크리트 슬래브 궤도의 부설 후 침하가 발생하는 것을 방지하고, 균열 발생을 방지할 수 있다.
- [0049] 한편, 도 5는 종래의 기술에 따른 철도 교량과 토공 접속부의 노반보강 방법에 의해 보강된 궤도 구조물을 나타내는 도면이다.

- [0050] 도 5를 참조하면, 종래의 기술에 따른 철도 교량과 토공 접속부의 노반보강 방법에 의해 보강된 궤도 구조물은, 원지반(81), 교대(82), 교량받침(83), 교량(84), 바닥콘크리트(85), 성토층(86), 보강재(87), 뒷채움재(88), 콘크리트 상판(89) 및 철도 슬래브 궤도(90)를 포함한다.
- [0051] 종래의 기술에 따른 철도 교량과 토공 접속부의 노반보강 방법의 경우, 뒷채움 부분을 굴착하고 재다짐하여 성토층을 형성한다. 즉, 교대(82)의 배면에 수직 방향으로 보강재(87)를 설치하고, 뒷채움재(87)를 충전하며, 이후 뒷채움 부분을 굴착한 후 재다짐하여 성토층을 형성하며, 이후, 콘크리트 상판(89) 및 철도 슬래브 궤도(90)를 시공함으로써 궤도 구조물을 형성한다.
- [0052] 하지만, 종래의 기술에 따른 철도 교량과 토공 접속부의 노반보강 방법의 경우, 열차하중의 전달범위를 고려하지 않고 전체 뒷채움 깊이까지 뒷채움재를 성토하여 보강하기 때문에 시공기간이 길어지고 시공비용이 증가할 수 있다는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0053] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허번호 제10-683589호(출원일: 2004년 12월 24일), 발명의 명칭: "철도 교량과 토공 접속부의 노반 강화방법"
- (특허문헌 0002) 대한민국 등록특허번호 제10-1507523호(출원일: 2013년 5월 7일), 발명의 명칭: "격자형 어프 로치 블록을 구비한 철도 슬래브 궤도 구조물 및 그 시공 방법"
- (특허문헌 0003) 대한민국 등록특허번호 제10-1543593호(출원일: 2013년 5월 21일), 발명의 명칭: "철도노반 보 강 방법 및 이에 의해 보강된 구조물"
- (특허문헌 0004) 대한민국 등록특허번호 제10-620057호(출원일: 2004년 12월 24일), 발명의 명칭: "철도 교량과 토공 접속부의 지지강성 보강방법"
- (특허문헌 0005) 대한민국 등록특허번호 제10-1469881호(출원일: 2012년 8월 10일), 발명의 명칭: "토공 접속부 의 보강 및 수직-수평 변위의 억제를 위한 일체화 시공 구조물 및 그 방법"
- (특허문헌 0006) 대한민국 등록특허번호 제10-1006900호(출원일: 2008년 6월 16일), 발명의 명칭: "강성 구조체 의 뒷채움 보강구조의 시공방법"
- (특허문헌 0007) 대한민국 등록특허번호 제10-768777호(출원일: 2006년 11월 8일), 발명의 명칭: "콘크리트 도 상 철도의 지반 보강 방법"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0054] 전술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 교량과 철도의 토공 접속부의 노반보 강시, 침투 그라우팅 방식으로 상부노반 보강층을 형성함으로써 상부노반 강성을 증대시킬 수 있고, 전체 뒷채 움 깊이가 아닌 상부노반 이하의 열차하중의 전달범위까지만 상부노반을 보강할 수 있는, 열차하중의 전달범위 를 고려한 토공 접속부의 노반보강 방법을 제공하기 위한 것이다.
- [0055] 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 교량과 철도의 토공 접속부의 노반보강시, 상부노반 보강층의 보 강 깊이의 점진적 감소를 통해 궤도강성 천이구간을 용이하게 형성할 수 있는, 열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0056] 전술한 기술적 과제를 달성하기 위한 수단으로서, 본 발명에 따른 열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 방법은, 교량과 철도의 토공 접속부의 노반보강 방법에 있어서, a) 토공 접속부의 노반 보강을 위해 교대의 배면의 원지반 상부에 뒷채움재로 성토층을 형성하는 단계; b) 토공 접속부를 통과하는 열차의 수직 방 향으로 열차하중 전달범위를 결정하는 단계; c) 상기 열차하중의 전달범위를 고려하여 상기 교대의 배면에 접하

는 상부 성토층에 침투 그라우팅을 실시하여 상부노반 보강층을 형성하는 단계; d) 궤도강성 천이구간까지 상기 상부노반 보강층의 보강 깊이를 점진적으로 감소시키면서 순차적으로 침투 그라우팅을 실시하는 단계; 및 e) 상기 상부노반 보강층 또는 상부 성토층 상에 궤도 상부 구조물을 시공하는 단계를 포함하되, 상기 상부노반 보강층은 상부노반 하부의 열차하중의 전달범위까지만 보강하는 것을 특징으로 한다.

[0057] 여기서, 상기 c) 단계에서 열차하중의 전달범위를 고려하여 상기 성토층을 천공하고, 상기 열차하중의 전달범위까지만 천공 부위에 그라우트재를 주입 및 가압하여 상기 상부노반 보강층을 형성할 수 있다.

[0058] 여기서, 상기 d) 단계의 궤도강성 천이구간은 상기 교대 높이의 2배까지 5m 이상 형성되는 것이 바람직하다.

[0059] 여기서, 상기 a) 단계를 수행하기 전에 교대의 배면 하부에 바닥콘크리트를 타설하되, 상기 교대와 원지반 사이에 적어도 0.8m 이상의 바닥콘크리트를 타설할 수 있다.

[0060] 여기서, 상기 e) 단계의 궤도 상부 구조물은, 노출된 상부 전면에 콘크리트를 타설하여 형성되는 상부노반; 상기 상부노반 상에 소정 간격으로 배치되는 침목; 및 상기 침목 상에 설치되는 레일을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0061] 본 발명에 따르면, 교량과 철도의 토공 접속부의 노반보강시, 침투 그라우팅 방식으로 상부노반 보강층을 형성함으로써 상부노반 강성을 증대시킬 수 있고, 전체 뒷채움 깊이가 아닌 상부노반 이하의 열차하중의 전달범위까지만 상부노반을 보강할 수 있다. 이에 따라 시공기간 및 시공비용을 감축시킬 수 있다.

[0062] 본 발명에 따르면, 교량과 철도의 토공 접속부의 노반보강시, 상부노반 보강층의 보강 깊이의 점진적 감소를 통해 궤도강성 천이구간을 용이하게 형성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0063] 도 1은 종래의 기술에 따른 철도 교량과 토공 접속부의 노반 상태를 나타내는 도면이다.

도 2는 종래의 기술에 따른 철도 교량과 토공 접속부의 노반 강화방법이 적용된 철도 교량과 토공 접속부의 노반 상태를 나타내는 단면도 및 사시도이다.

도 3a는 종래의 기술에 따른 어프로치 블록을 구비한 철도 슬래브 궤도 구조물을 나타내는 도면이고, 도 3b는 종래의 기술에 따른 어프로치 블록을 구비한 철도 슬래브 궤도 구조물의 문제점을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 종래의 기술에 따른 철도 교량과 토공 접속부의 노반보강 방법에 의해 보강된 궤도 구조물을 나타내는 도면이다.

도 5는 종래의 기술에 따른 격자형 어프로치 블록을 구비한 철도 슬래브 궤도 구조물을 나타내는 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 궤도 구조물을 나타내는 단면도이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 방법의 동작흐름도이다.

도 8a 내지 도 8f는 각각 본 발명의 실시예에 따른 열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 방법을 구체적으로 설명하기 위한 도면들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0064] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0065] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0066] [열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 궤도 구조물(100)]

[0067] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 궤도 구조물을 나타내

는 단면도이다.

- [0068] 도 6을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 궤도 구조물(100)은, 바닥콘크리트(150), 성토층(160), 상부노반(170), 침목(180), 레일(190) 및 상부노반 보강층(200)을 포함한다.
- [0069] 바닥콘크리트(150)는, 원지반(110) 상에 교대(120)가 시공되고, 교량받침(130) 상에 교량(140)이 시공된 상태에서, 토공 접속부의 노반 보강을 위해 교대(120)의 배면 하부에 타설된다. 이때, 상기 바닥콘크리트(150)는 상기 교대(120) 배면 하부에서 상기 교대(120)와 원지반(110) 사이에 적어도 0.8m 이상 타설되는 것이 바람직하다.
- [0070] 성토층(160)은 뒷채움재로서 상기 교대(120) 배면의 원지반(110) 상부에 성토되어 다짐을 수행하여 형성된다.
- [0071] 상부노반 보강층(200)은 토공 접속부를 통과하는 열차의 수직 방향으로 열차하중 전달범위를 결정한 후, 상기 열차하중의 전달범위를 고려하여 상기 교대(120)의 배면에 접하는 상부 성토층(160)에 침투 그라우팅을 실시하여 형성된다. 이때, 상기 상부노반 보강층(200)은 보강 깊이를 점진적으로 감소시키면서 궤도강성 천이구간까지 순차적으로 침투 그라우팅을 실시하여 형성된다. 여기서, 상기 궤도강성 천이구간은 상기 교대(120) 높이(H)의 2배까지 5m 이상 형성되는 것이 바람직하다. 예를 들면, 상기 상부노반 보강층(200)은 상기 열차하중의 전달범위를 고려하여 상기 성토층(160)을 천공하고, 상기 열차하중의 전달범위까지만 천공 부위에 그라우트재를 주입 및 가압하여 형성할 수 있지만, 이에 국한되는 것은 아니다.
- [0072] 상부노반(170)은 상기 상부노반 보강층(200) 또는 상부 성토층(160)의 노출된 상부 전면에 콘크리트를 타설하여 궤도 형성되고, 침목(180)은 상기 상부노반(170) 상에 소정 간격으로 배치되고, 레일(190)은 상기 침목(180) 상에 설치된다. 여기서, 궤도 상부 구조물은 상기 상부노반(170), 침목(180) 및 레일(190)을 포함하지만, 이에 국한되는 것은 아니다.
- [0073] 본 발명의 실시예에 따른 열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 궤도 구조물에 따르면, 침투 그라우팅 방식으로 상부노반 보강층(200)을 형성함으로써 상부노반 강성을 증대시킬 수 있고, 전체 뒷채움 깊이가 아닌 상부노반 이하의 열차하중의 전달범위까지만 상부노반을 보강할 수 있다. 또한, 상부노반 보강층의 보강 깊이의 점진적 감소를 통해 궤도강성 천이구간을 용이하게 형성할 수 있다.
- [0074] [열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 방법]
- [0075] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 방법의 동작흐름도이고, 도 8a 내지 도 8f는 각각 본 발명의 실시예에 따른 열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 방법을 구체적으로 설명하기 위한 도면들이다.
- [0076] 도 7을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 열차하중의 전달범위를 고려한 토공 접속부의 노반보강 방법은, 교량과 철도의 토공 접속부의 노반보강 방법으로서, 먼저, 토공 접속부의 노반 보강을 위해 교대(120)의 배면 하부에 바닥콘크리트(150)를 타설한다(S110). 구체적으로, 도 8a에 도시된 바와 같이, 교대(120) 배면 하부에서 상기 교대(120)와 원지반(110) 사이에 적어도 0.8m 이상의 바닥콘크리트(150)를 타설한다.
- [0077] 다음으로, 상기 교대(120) 배면의 원지반(110) 상부에 뒷채움재로 성토층(160)을 형성한다(S120). 구체적으로, 도 8b에 도시된 바와 같이, 상기 교대(120)의 배면의 뒷채움을 위해 성토층(160)을 성토 및 다짐을 수행한다.
- [0078] 다음으로, 토공 접속부를 통과하는 열차(300)의 수직 방향으로 열차하중 전달범위를 결정한다(S130). 즉, 토공 접속부를 통과하는 열차(300)의 열차하중이 수직 방향으로 재하되는 전달범위를 상기 교대(120) 배면으로부터 소정거리, 예를 들면, 궤도강성 천이구간까지 결정한다.
- [0079] 다음으로, 상기 열차하중의 전달범위를 고려하여 상기 교대(120)의 배면에 접하는 상부 성토층(160)에 침투 그라우팅을 실시하여 상부노반 보강층(200)을 형성한다(S140). 구체적으로, 도 8c에 도시된 바와 같이, 상기 결정된 열차하중의 전달범위를 고려하여 상기 교대(120)의 배면에 접하는 상부 성토층(160)에 침투 그라우팅을 실시하여 제1 상부노반 보강층(210)을 형성한다. 이때, 상기 열차하중의 전달범위를 고려하여 상기 성토층(160)을 천공하고, 상기 열차하중의 전달범위까지만 천공 부위에 그라우트재를 주입 및 가압하여 상기 상부노반 보강층(200)을 형성할 수 있다.
- [0080] 다음으로, 상기 상부노반 보강층의 보강 깊이를 점진적으로 감소시키면서 궤도강성 천이구간까지 순차적으로 침투 그라우팅을 실시하여 상부노반 보강층(200)을 형성한다(S150). 이때, 상기 상부노반 보강층(200)은 상부노

반 하부의 열차하중의 전달범위까지만 보강하게 된다. 구체적으로, 도 8d에 도시된 바와 같이, 상기 상부노반 보강층(200)의 보강 깊이를 점진적으로 감소시키면서 궤도강성 천이구간까지 순차적으로 침투 그라우팅을 실시하여 제2 상부노반 보강층(220) 내지 제N 상부노반 보강층(260)을 형성한다. 여기서, 상기 궤도강성 천이구간은 상기 교대(120) 높이(H)의 2배까지 5m 이상 형성되는 것이 바람직하다.

[0081] 다음으로, 상기 상부노반 보강층(200, 210~260) 또는 상부 성토층(160) 상에 상부노반(170)을 형성한다(S160). 구체적으로, 도 8e에 도시된 바와 같이, 상기 상부노반 보강층(200) 또는 상부 성토층(160)의 노출된 상부 전면 에 콘크리트를 타설하여 궤도 상부 구조물 중에서 상부노반(170)을 형성한다.

[0082] 후속적으로, 열차(300)가 주행할 수 있도록 상기 상부노반(170) 상에 침목(180) 및 레일(190)을 형성한다. 여기서, 상기 궤도 상부 구조물은, 도 8f에 도시된 바와 같이, 노출된 상부 전면 에 콘크리트를 타설하여 형성되는 상부노반(170); 상기 상부노반(170) 상에 소정 간격으로 배치되는 침목(180); 및 상기 침목(180) 상에 설치되는 레일(190)을 포함하지만, 이에 국한되는 것은 아니다.

[0083] 결국, 본 발명의 실시예에 따르면, 교량과 철도의 토공 접속부의 노반보강시, 침투 그라우팅 방식으로 상부노반 보강층을 형성함으로써 상부노반 강성을 증대시킬 수 있고, 전체 뒷채움 깊이가 아닌 상부노반 이하의 열차하중의 전달범위까지만 상부노반을 보강함으로써 시공기간 및 시공비용을 감축시킬 수 있고, 또한, 상부노반 보강층의 보강 깊이의 점진적 감소를 통해 궤도강성 천이구간을 용이하게 형성할 수 있다.

[0084] 진술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

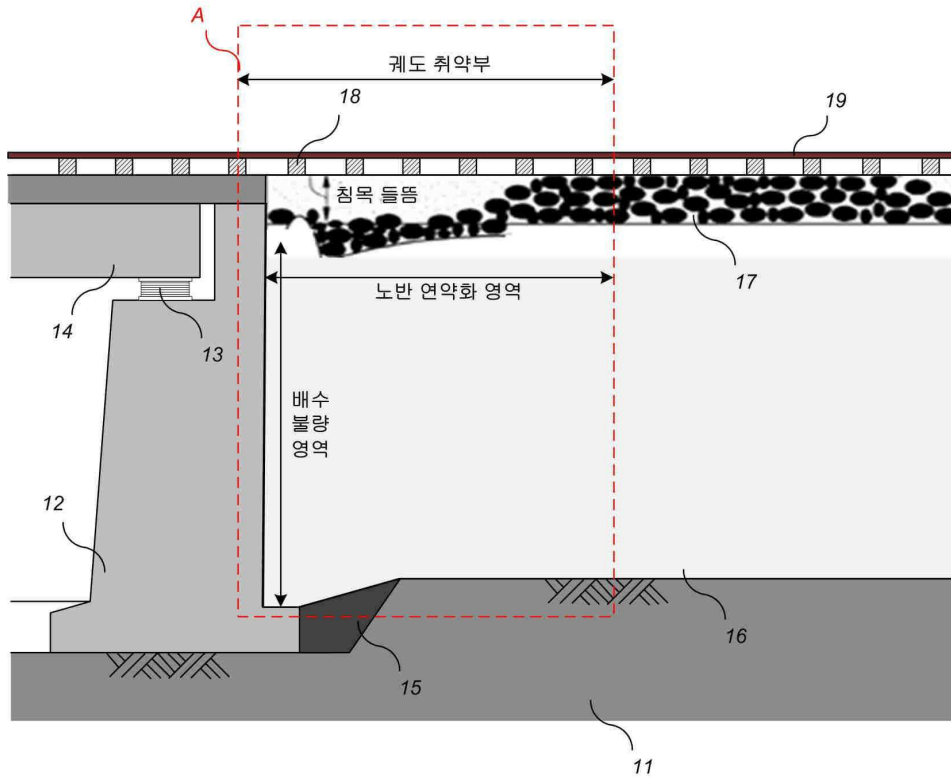
[0085] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

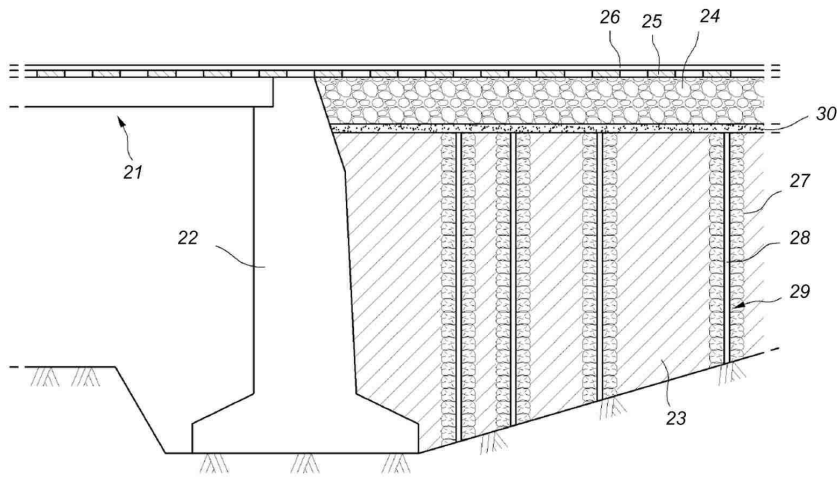
- [0086] 100: 토공 접속부의 노반보강 궤도 구조물
- 110: 원지반
- 120: 교대
- 130: 교량
- 140: 교량받침
- 150: 바닥콘크리트
- 160: 성토층
- 170: 상부노반
- 180: 침목
- 190: 레일
- 200, 210~260: 상부노반 보강층
- 300: 열차

도면

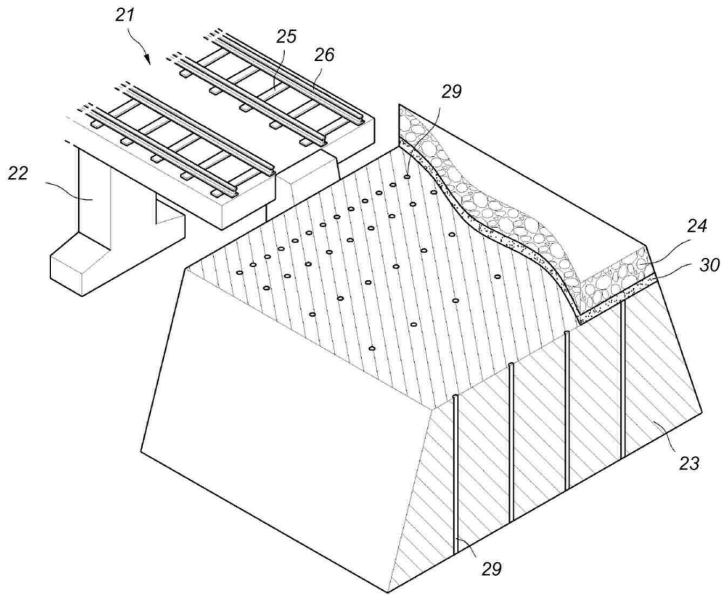
도면1



도면2

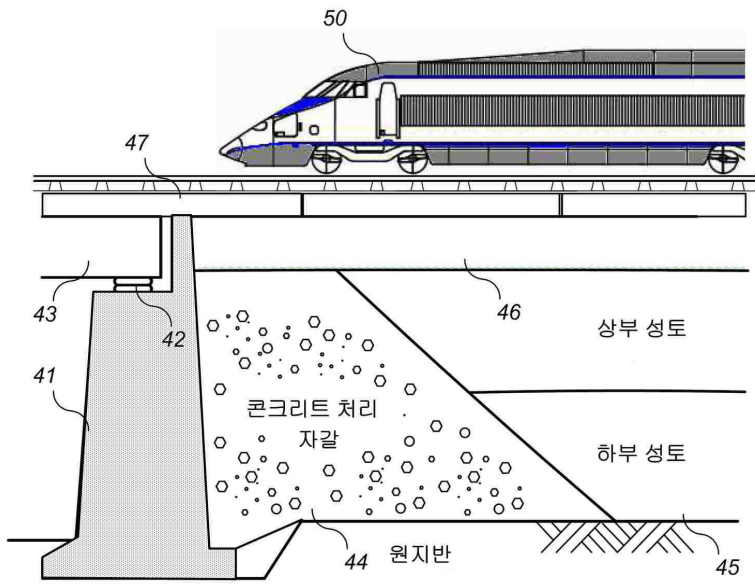


a)

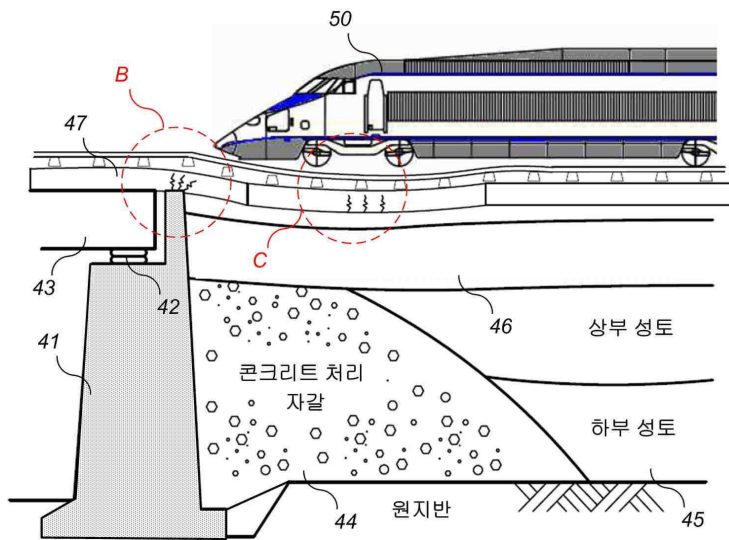


b)

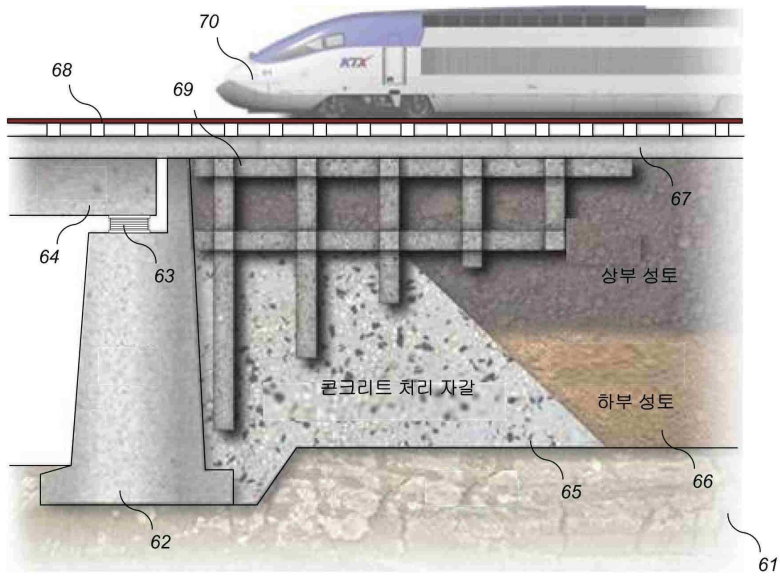
도면3a



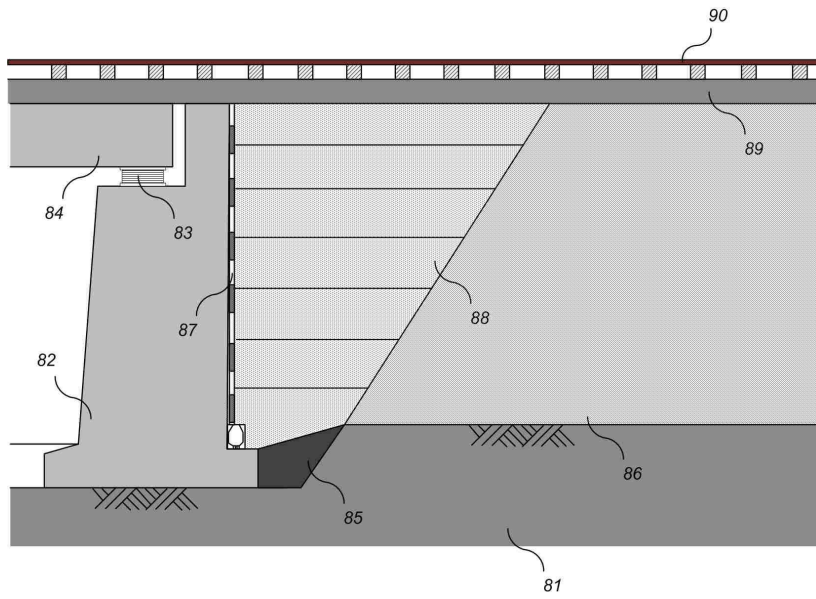
도면3b



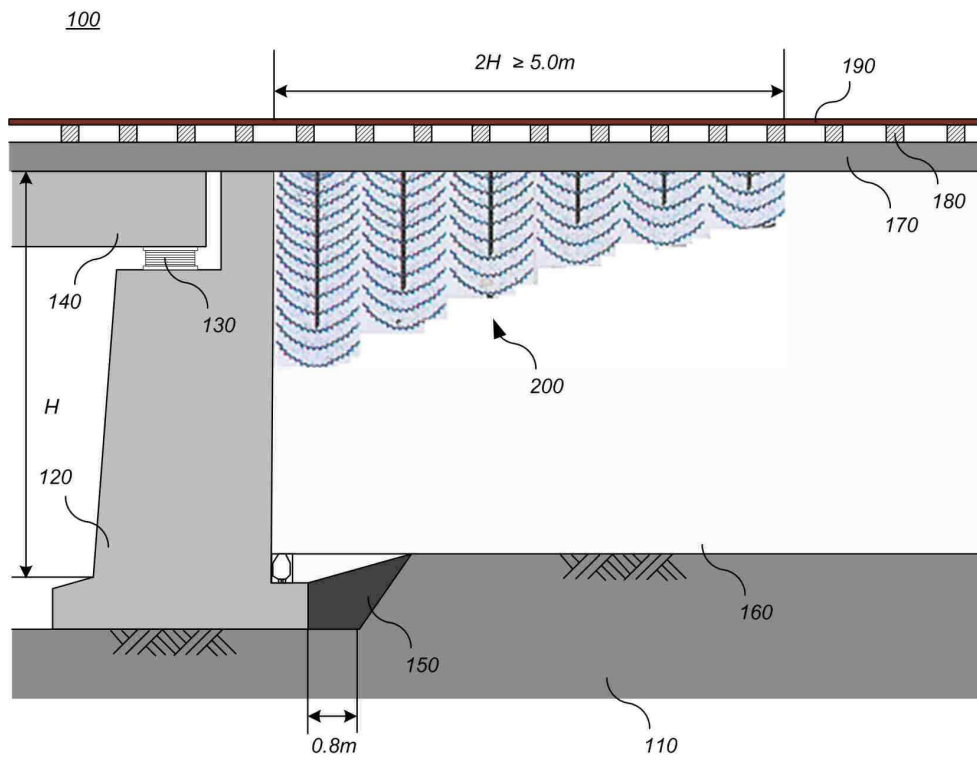
도면4



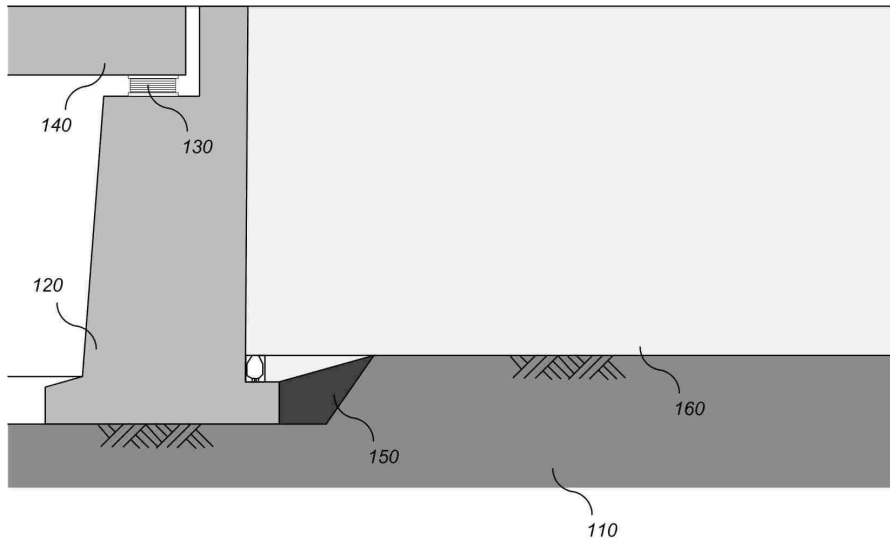
도면5



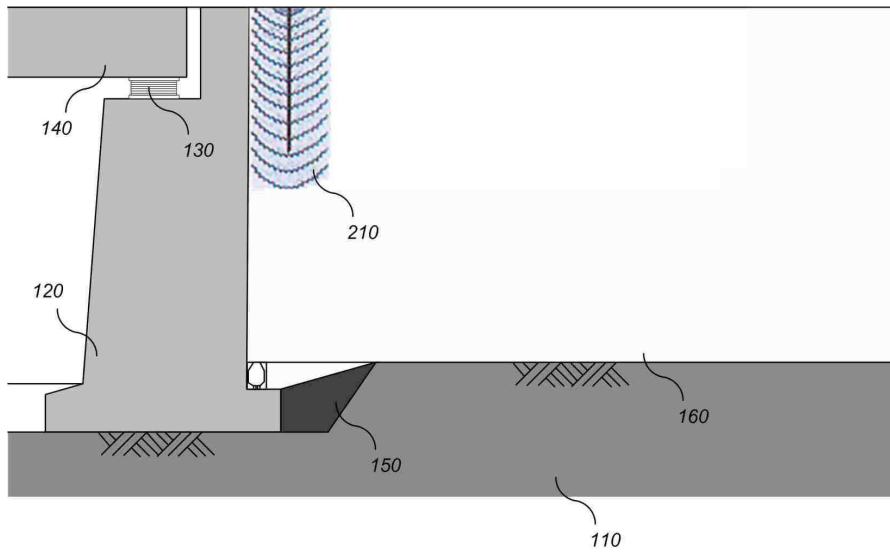
도면6



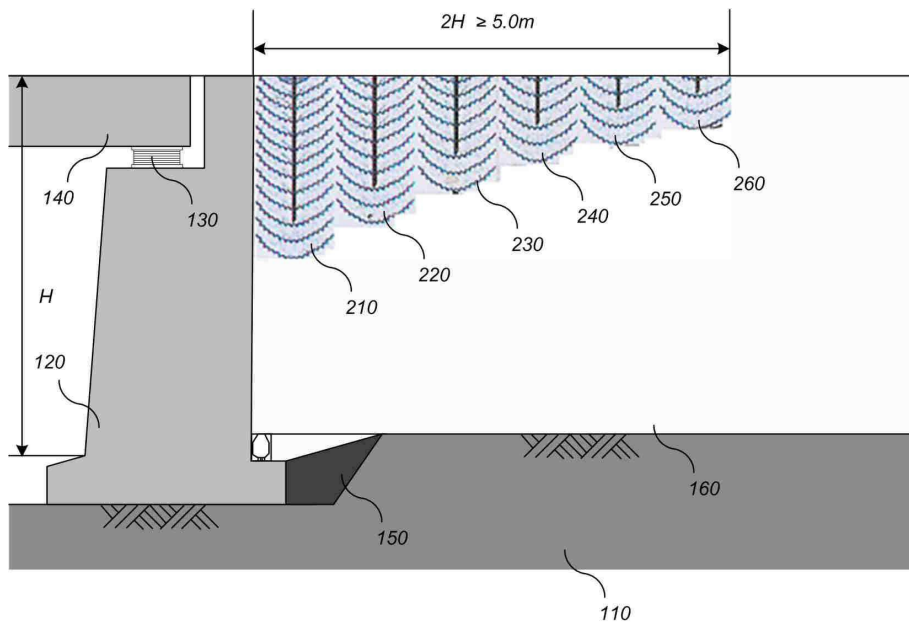
도면8b



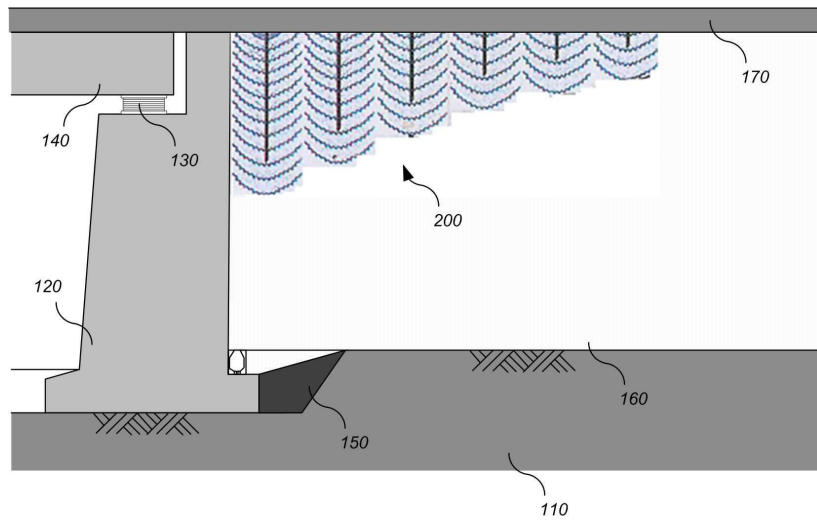
도면8c



도면8d



도면8e



도면8f

