



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년03월05일
(11) 등록번호 10-1239179
(24) 등록일자 2013년02월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E01D 2/00 (2006.01) E01D 21/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0132064
(22) 출원일자 2012년11월21일
심사청구일자 2012년11월21일
(56) 선행기술조사문헌
KR101108788 B1
KR1020110017068 A

(73) 특허권자
주식회사 인터컨스텍
서울특별시 강남구 강남대로 624 (신사동)
(72) 발명자
안정생
서울특별시 영등포구 문래로 82, 107동 1501호 (문래동3가, 문래힐스테이트)
(74) 대리인
김용석

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 현재용

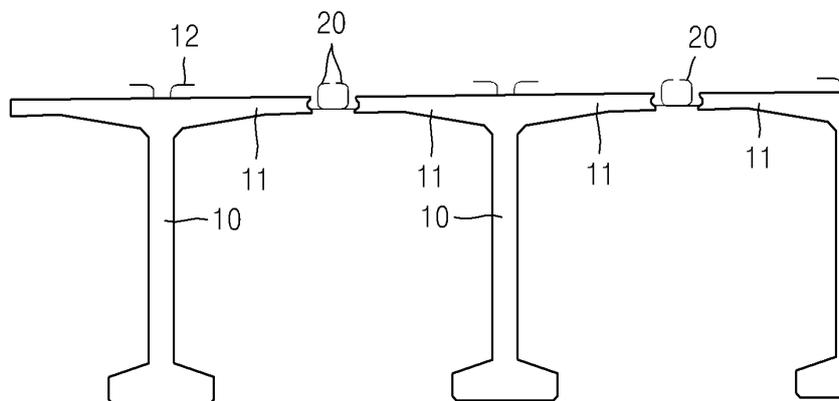
(54) 발명의 명칭 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법

(57) 요약

본 발명은 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 종래에 비하여 구조역학적 효율이 개선되면서도 시공이 간단한 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법에 관한 것이다.

본 발명은, 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 합성거더교의 시공방법에 있어서, 상부플랜지의 측면에 상기 거더의 길이방향을 따라 거더의 횡방향으로 돌출되는 여러 개의 철근이 형성되되, 인접하는 거더의 상부플랜지에 측면에 돌출되는 철근과는 간섭이 발생하지 않도록 형성되는 벌브티(Bulb-T)형 거더를 제작하는 거더 제작단계; 상기 거더 제작단계에서 제작된 각각의 거더에 프리스트레스트를 도입하는 프리스트레싱 단계; 상기 프리스트레스트가 도입된 거더를 하부구조 위에 가설하는 거더 가설단계; 상기 프리스트레싱 단계에서 도입된 프리스트레스트에 의해 각각의 거더에 형성된 솟음량의 차이를 조정하는 레벨링 단계; 인접하는 거더의 상부플랜지들 사이의 아래쪽에 거푸집을 설치하고 거푸집 위에 철근을 배근한 후 콘크리트를 타설하여 양생하는 모멘트 연결단계; 상부플랜지 위쪽에 철근을 배근하고 콘크리트를 타설하는 슬래브 형성단계; 를 포함하고, 상기 거더 제작단계의 철근은 상부플랜지의 아래쪽으로 사람과 자재의 이동이 필요한 곳에 설치되며 탈부착할 수 있는 제1철근과 상부플랜지 측면에 고정되는 제2철근으로 구성되어, 제1철근을 탈착한 상태에서 상부플랜지의 아래쪽으로 사람이 이동하여 필요한 작업을 하고, 사람과 자재의 작업이 완료된 이후에 제1철근을 부착할 수 있는 것을 특징으로 하는 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법을 제공한다.

대표도 - 도8a



특허청구의 범위

청구항 1

프리스트레스트 콘크리트 벌브티 합성거더교의 시공방법에 있어서,

상부플랜지의 측면에 상기 거더의 길이방향을 따라 거더의 횡방향으로 돌출되는 여러 개의 철근이 형성되되, 인접하는 거더의 상부플랜지의 측면에 돌출되는 철근과는 간섭이 발생하지 않도록 형성되는 벌브티(Bulb-T)형 거더를 제작하는 거더 제작단계;

상기 거더 제작단계에서 제작된 각각의 거더에 프리스트레스를 도입하는 프리스트레싱 단계;

상기 프리스트레스가 도입된 거더를 하부구조 위에 가설하는 거더 가설단계;

상기 프리스트레싱 단계에서 도입된 프리스트레스에 의해 각각의 거더에 형성된 솟음량의 차이를 조정하는 레벨링 단계;

인접하는 거더의 상부플랜지들 사이의 아래쪽에 거푸집을 설치하고 거푸집 위에 철근을 배근한 후 콘크리트를 타설하여 양생하는 모멘트 연결단계;

상부플랜지 위쪽에 철근을 배근하고 콘크리트를 타설하는 슬래브 형성단계; 를 포함하고,

상기 거더 제작단계의 철근은 상부플랜지의 아래쪽으로 사람과 자재의 이동이 필요한 곳에 설치되며 탈부착할 수 있는 제1철근과 상부플랜지 측면에 고정되는 제2철근으로 구성되어, 제1철근을 탈착한 상태에서 상부플랜지의 아래쪽으로 사람이 이동하여 필요한 작업을 하고, 사람과 자재의 작업이 완료된 이후에 제1철근을 부착할 수 있는 것을 특징으로 하는 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 프리스트레싱 단계는 상기 레벨링 단계이전에 각각의 거더에 도입되어야 하는 프리스트레스의 일부만을 가하는 제1프리스트레싱 단계와, 상기 레벨링 단계와 모멘트 연결단계 이후에 각각의 거더에 도입되어야 할 프리스트레스의 나머지를 가하는 제2프리스트레싱 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더의 시공방법.

청구항 3

바닥판 일체식 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법에 있어서,

상부플랜지의 측면에 상기 거더의 길이방향을 따라 거더의 횡방향으로 돌출되는 여러 개의 철근이 형성되되, 인접하는 거더의 상부플랜지의 측면에 돌출되는 철근과는 간섭이 발생하지 않도록 형성되는 벌브티(Bulb-T)형 거더를 제작하는 거더 제작단계;

상기 거더 제작단계에서 제작된 각각의 거더에 프리스트레스를 도입하는 프리스트레싱 단계;

상기 프리스트레스가 도입된 거더를 하부구조 위에 가설하는 거더 가설단계;

상기 프리스트레싱 단계에서 도입된 프리스트레스에 의해 각각의 거더에 형성된 솟음량의 차이를 조정하는 레벨링 단계;

인접하는 거더의 상부플랜지들 사이의 아래쪽에 거푸집을 설치하고 거푸집 위에 철근을 배근한 후 콘크리트를 타설하여 양생하는 모멘트 연결단계; 를 포함하고,

상기 거더 제작단계의 철근은 상부플랜지의 아래쪽으로 사람과 자재의 이동이 필요한 곳에 설치되며 탈부착할 수 있는 제1철근과 상부플랜지 측면에 고정되는 제2철근으로 구성되어, 제1철근을 탈착한 상태에서 상부플랜지의 아래쪽으로 사람이 이동하여 필요한 작업을 하고, 사람과 자재의 작업이 완료된 이후에 제1철근을 부착할 수

있는 것을 특징으로 하는 프리스트레스트 콘크리트 별브티 거더교의 시공방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 프리스트레싱 단계는 상기 레벨링 단계이전에 각각의 거더에 도입되어야 하는 프리스트레스트의 일부만을 가하는 제1프리스트레싱 단계와, 상기 레벨링 단계와 모멘트 연결단계 이후에 각각의 거더에 도입되어야 할 프리스트레스트의 나머지를 가하는 제2프리스트레싱 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 프리스트레스트 콘크리트 별브티 거더교의 시공방법.

청구항 5

제2항 또는 제4항에 있어서,

상기 제1프리스트레싱은 프리텐셔닝(pre-tensioning) 방식에 의해 이루어지고, 상기 제2프리스트레싱은 포스트 텐셔닝(post-tensioning) 방식에 의해 이루어지는 것을 특징으로 하는 프리스트레스트 콘크리트 별브티 거더교의 시공방법.

청구항 6

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 제1철근의 일단부는 상기 거더의 상부플랜지와 나사결합하고 타단부에는 단면확대부가 형성된 봉형상의 헤드 바인 것을 특징으로 하는 프리스트레스트 콘크리트 별브티 거더교의 시공방법.

청구항 7

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 제1철근은 일단부가 상기 거더의 상부플랜지와 나사결합 하는 갈고리 형태의 철근인 것을 특징으로 하는 프리스트레스트 콘크리트 별브티 거더교의 시공방법.

청구항 8

제2항 또는 제4항에 있어서,

제1프리스트레싱에 사용되는 텐던은 거더의 양단부에서 정착되고, 제2프리스트레싱에 사용되는 텐던은 거더의 단부 측면에서 정착되는 것을 특징으로 하는 프리스트레스트 콘크리트 별브티 거더교의 시공방법.

청구항 9

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 거더에 가로보를 설치하는 가로보 설치단계를 더 포함하며,

상기 거더 제작단계에서 상부플랜지의 하부에 가로보를 제작하고, 서로 인접하는 거더의 가로보들을 현장에서 현장 타설에 의해 모멘트 연결하며,

상기 가로보의 모멘트 연결에는 탈부착이 가능한 철근을 사용하는 것을 특징으로 하는 프리스트레스트 콘크리트 별브티 거더교의 시공방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 탈부착할 수 있는 철근은 갈고리 형태의 철근, 루프 형태의 철근 또는 헤디드 바인 것을 특징으로 하는 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 가로보에는 거더의 횡방향으로 배치되며 강봉이나 텐던을 삽입하기 위한 덕트가 구비되는 것을 특징으로 하는 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 종래에 비하여 구조역학적 효율성이 개선되면서도 시공이 간단한 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 프리캐스트 프리스트레스트 콘크리트(Prestressed Concrete; 이하 'PSC'라고 함) 합성거더교란 교대, 교각 등의 하부구조 위에 미리 제작한(프리캐스트) PSC 거더를 가설하고, 거더에 의해 지지가 되는 바닥판 슬래브 거푸집을 설치한 다음에 거더 상부플랜지와 합성되는 바닥판 슬래브 콘크리트를 타설하여 PSC 거더와 콘크리트 바닥판 슬래브를 합성하는 구조로서, 합성 거더에 의해 바닥판 상부에 작용하는 포장, 방호벽 등의 2차 고정하중과 차량 하중 등이 지지가 되는 구조형식의 교량이다.

[0003] 전형적인 PSC 합성거더교는 도 1에 도시된 바와 같이 PSC-I형 거더(1)에 콘크리트 바닥판 슬래브(3)를 설치하는 형식이다. 초기의 I형 단면의 PSC 거더는 상부플랜지의 폭과 하부플랜지의 폭이 거의 비슷한 크기였으며, 거더의 폭이 높이에 비하여 훨씬 작아서 단면의 형상이 영문 I와 비슷하다고 하여 I형 거더라고 일컬어 졌다. 그 후 거더의 길이가 길어지면 상부플랜지의 폭이 하부플랜지의 폭에 비하여 커지는 것이 제작이나 운반 및 가설 시에 유리하며 구조적 효율 역시 뛰어난 것으로 밝혀지면서 상부플랜지의 폭을 키운 I형 거더를 사용하게 되었는데, 이러한 거더의 형태를 도 1에 도시된 I형 거더와 차별하여 벌브티(Bulb-T) 거더라고도 하였다.

[0004] PSC-T형 합성 거더는 도 2와 같이 넓은 폭의 상부플랜지를 포함하고 있으며, 하부플랜지(1')는 아예 없거나 매우 폭이 좁은 형태였다. 도 2에 도시된 바와 같은 PSC-T형 합성거더교는 하부구조물 위에 거더(1)의 상부플랜지가 거의 맞닿을 정도로 근접하게 설치한 다음 따로 거푸집 없이 거더 상부플랜지 사이의 작은 틈새를 탄성재 등으로 코킹(caulking)하고 콘크리트 바닥판 슬래브(3)를 타설하고 방호벽(4)을 시공하는 방법으로 시공되었다.

[0005] 도 3a와 도 3b에는 바닥판 일체식 PSC 벌브티 거더교의 단면도가 도시되어 있는데, 모두 거더의 상부플랜지가 교량의 바닥판으로 사용되는 특징이 있다. 거더와 거더 사이의 횡방향(교량의 길이 방향에 대하여 직각인 방향) 연결 방식으로는 대표적으로 두 가지 시공방법이 있는데, 도 3a에 도시된 바와 같이 전단연결재를 사용하는 방식과 도 3b에 도시된 바와 같이 루프철근을 사용하는 방식이 있다. 급속 시공이 중요한 경우에는 도 3a에 도시된 바와 같이 상부플랜지가 거의 맞닿도록 거더(1)를 설치하고 거더 사이에 거더의 길이 방향을 따라 일정간격으로 설치된 강재의 전단 연결재(5)를 용접하여 인접한 거더들을 서로 연결한 후 거더 사이의 틈새는 모르타르(6)로 채우는 방식인 전단 연결방식을 사용하고 있다. 도 3b에 도시된 거더교의 경우 철근(7)을 겹침이음하고

콘크리트(8)를 타설하는 방식으로 시공하게 되는데 이러한 시공방법은 모멘트 연결방식이라고 불리기도 한다. 설계 계산시 전단 연결방식은 횡방향으로 전단력만 전달된다고 가정하여 설계하고, 모멘트 연결방식은 휨모멘트도 전달된다고 가정하여 설계를 하게 된다. 도 3a와 도 3b에 도시된 방식 모두 상부플랜지의 횡방향 연결이 완료되면 별도의 바닥판 타설 공정 없이 바로 방호벽(4)과 포장(미도시)을 시공하게 된다. 도 3a와 도 3b에 도시된 거더(1)는 상부플랜지의 폭이 도 1에 도시된 I형 거더(1)에 비하여 훨씬 크고, 기존의 T형 단면에 비하여 하부플랜지도 큰 편이기 때문에 보통 바닥판 일체식 벌브티 거더(Decked Bulb-T 또는 DBT)라고 일컬어진다.

[0006] 전술한 I형 거더, T형 거더, Bulb-T형 거더는 그 구분이 다소 모호하기 때문에 용어를 혼용하여 사용하는 경향이 있다. 그러나 다소간의 형태적 차이에도 불구하고 3가지의 단면은 구조적 특성이 비슷하고 설계방법이 같기 때문에 용어의 혼돈이 크게 문제가 되지 않는다.

[0007] 앞서 설명한 3가지 교량형식은 각각 특유의 장단점이 있는데 이에 대해 설명하면 다음과 같다. 우선 도 1에 도시된 PSC-I형 합성거더교는 세계적으로 가장 널리 사용되는 교량 형식으로 현장적용성이 가장 우수하다. PSC 거더는 프리스트레스를 도입하기 때문에 가설했을 때 위쪽 방향으로 솟아오르게 되며 이를 캠버(camber)라고 부르는데 거더의 형상과 프리스트레스의 도입량을 같게 설계한 경우에도 콘크리트의 구성재료 편차, 양생 환경의 편차, 재령 편차, 텐던의 긴장력, 설치위치 오차 및 마찰력 편차 등으로 인하여 일반적으로 거더마다 상이한 크기의 캠버가 발생하곤 한다. 그런데 I형 거더 형식은 바닥판 슬래브 거푸집을 현장에서 목재로 제작하기 때문에 도 1과 같이 거더의 상부플랜지 위에 현치부(2)를 마련하여 현치의 높이를 변화시킴으로써 거더 사이의 상이한 캠버를 보정할 수 있다. 또한, 사교(skewed bridge), 곡선교(curved bridge) 또는 바닥판 슬래브가 확폭되는 경우에도 거푸집을 현장에서 다양한 형상으로 제작할 수 있기 때문에 직선의 거더를 사용함에도 불구하고 다양한 형상의 바닥판 슬래브에 적용이 편리하다. 다만, 이 형식의 교량은 고공에서 거더에 의해 지지가 되는 폭이 넓은 바닥판 슬래브 거푸집을 설치해야 하기 때문에 안전사고에 취약한 단점이 있으며, 복잡한 거푸집 설치작업 때문에 공기가 길어지는 문제점도 있다.

[0008] 도 2에 도시된 PSC T형 합성거더교는 바닥판 슬래브 거푸집을 설치할 필요가 없기 때문에 작업 안전성이 개선되며, 공기가 짧은 장점이 있다. 그러나 거더의 상부플랜지가 인접해 있으며 거푸집을 사용하지 않기 때문에 거더마다 캠버가 다른 경우에는 그 처리가 쉽지 않다. 도 1에 도시된 현치부를 두는 방안을 고려할 수 있으나 현치부의 폭이 너무 넓어서 거더 사이의 캠버 차이가 커지면 현치부의 중량이 과도해지는 문제가 있다. 이로 인해 보통 PSC T형 거더는 형고를 높이고 프리스트레스의 도입량을 줄여 캠버의 크기를 작게 함으로써 거더 간의 캠버 차이를 줄이는 방법을 주로 사용해왔다. 그런데 이러한 T형 거더의 가장 큰 문제는 인접하는 거더의 상부플랜지들이 거의 맞닿아 있기 때문에 지간거리가 매우 짧아 구조역학적으로는 바닥판 슬래브의 두께를 매우 얇게 할 수 있는데, 바닥판 슬래브의 최소설계기준 때문에 구조역학적으로 문제가 없지만 슬래브 두께를 제한 값 이하로 줄일 수 없다는 점이다. 즉, 상부플랜지의 상하방향의 두께는 설계지간에 관계없이 반드시 바닥판 슬래브 최소설계 기준 이상으로 설계되어야 하는 것이다. 국내 도로교 설계기준의 경우 콘크리트 슬래브의 최소두께가 220mm이므로 T형 합성 거더의 경우에 슬래브의 두께는 220mm로 설계되는데, 도 1의 PSC-I형 합성거더교의 슬래브 두께는 보통 240mm이다. 이는 합성형 T형 거더의 넓은 상부플랜지가 합성슬래브의 두께를 줄이는데 기여하는 바가 거의 없다는 것을 의미하며, 구조적으로 매우 비효율적인 것을 의미하기도 한다. 이러한 구조적 비효율성 때문에 최근에는 T형 합성거더교가 거의 시공되지 않고 있다.

[0009] 도 3a와 도 3b에는 바닥판 일체식 PSC 벌브티(DBT) 거더가 도시되어 있는데 이러한 방식은 거더의 상부플랜지(1a)를 바닥판으로 사용하기 때문에 앞서 설명한 형식의 거더들에 비하여 구조적 효율이 가장 뛰어나다. 따라서 일반적으로 바닥판 일체식 벌브티 거더가 세 가지 거더형식 중 형고는 가장 낮고 도입되는 긴장력은 가장 크다. 도 3a에 도시된 거더는 거더의 설치 후에 전단연결재(5)를 용접 연결하고 거더 사이를 모르타르(6)로 채워 마감하기 때문에 급속시공이 가능한 장점이 있다. 도 3b에 도시된 거더의 경우에도 하부구조에 거더를 가설한 다음 간단한 형태의 거푸집을 설치한 후 콘크리트(8)를 타설하여 거더를 횡방향으로 연결만 하면 되므로 이러한 형식 역시 매우 빠른 시공이 가능한 장점이 있다. 도 3b에 도면부호 7로 표시된 것은 루프형태의 철근이다.

[0010] 그러나 도 3a와 도 3b에 도시된 거더 형식은 바닥판 일체식이기 때문에 거더의 강성이 커서 거더마다 다른 크기의 캠버가 생기면 그 조정이 어려운 단점이 있다. 더욱이 사교의 경우에는 상부플랜지 단부의 솟음량은 거더 길이방향의 직각방향에 위치하는 거더 단면 도심의 솟음량과 같은데 교량의 사각으로 인하여 횡방향으로 인접한 상부플랜지 단부의 솟음을 결정하는 각각의 거더 단면 도심이 거더 길이방향의 상대적 위치가 서로 다르기 때문에 각각의 거더에 동일한 캠버가 발생해도 인접한 상부플랜지 단부의 솟음은 서로 같지 않게 된다. 이러한 경우에도 캠버의 조정 또는 보정이 반드시 필요한 시공상의 어려움이 있다.

- [0011] 도 4a는 인접한 DBT 거더 사이의 캠버를 조정하는 방법 중의 하나를 보여주는 개념도이다. 거더 사이의 상이한 캠버의 조정에는 보통 인접한 거더를 지지대로 하여 캠버가 작은 거더를 끌어올리거나 캠버가 큰 거더를 내리누르는 방법을 주로 사용한다. 도 4a에 도시된 방법을 설명하면 상대적으로 캠버가 작은 거더(1'')를 유압잭(9)를 이용하여 끌어올리게 되는 것이다. 도 4a에 9''으로 표시된 구성요소는 거더(1'')을 끌어올리기 위하여 거더(1'')에 임시고정되는 강봉이고, 9''으로 표시된 구성요소는 받침대이다.
- [0012] 도 4b는 캠버 조정작업을 완료한 후 레벨링 상태를 고정한 사진이다. 도 4a와 도 4b에 도시된 DBT 거더는 앞서 설명한 전단연결방식의 DBT 거더로서 도 4b에서 일정한 간격으로 설치된 전단연결재(a)를 확인할 수 있다. 거더의 캠버 조정을 통하여 거더 상부플랜지의 상면이 설계된 형상의 평면이 되도록 하는 작업을 레벨링(leveling) 작업이라고 하는데 레벨링 작업이 완료되면 일정한 간격으로 설치된 강재 인서트 사이에 보통 작은 철판으로 된 전단연결재를 용접하여 레벨링 상태를 고정한다. 이처럼 DBT 거더의 레벨링은 다소 번거롭지만 도 4a나 도 4b에 도시된 방법을 실시하면 캠버의 보정이 가능하기는 하다.
- [0013] DBT 거더의 가장 큰 문제는 바닥판 교체 문제다. 교량의 바닥판 슬래브는 차량과 거의 직접 접촉할 뿐만 아니라 철근콘크리트의 내구성에 매우 유해한 염화칼슘 같은 용설체에 노출되기 쉽기 때문에 거더에 비하여 내구연한이 짧아서 일반적으로 교량의 일생동안 한 번 또는 두 번 정도의 바닥판 교체가 필요하다.
- [0014] 그런데 DBT 거더의 경우는 바닥판 슬래브가 거더의 일부이므로 바닥판 슬래브 교체가 사실상 불가능한 문제가 있다. 또한, 거더와 거더 사이의 횡방향 연결이 근본적으로 취약한 구조이므로 연결부의 파손이 자주 발생하는 문제점이 있다. 따라서 DBT 거더는 보통 덤프트럭 같은 중차량 교통량이 많지 않은 교량이나 바닥판 교체가 별로 필요하지 않은 교량에 주로 사용된다.
- [0015] 도 5는 대한민국 등록특허 제10-571188호 "wing거더 교량구조"(이하 'wing거더')의 합성형 PSC 벌브티 거더교의 단면도이다. wing거더는 도 2의 PSC T형 합성거더교의 구조적 비효율성 문제를 해결하기 위해서 상부플랜지의 측면에 횡방향 철근을 노출시켜 거더를 제작한다. 제작된 wing거더를 교량의 하부구조에 거치한 후에 노출된 횡방향 철근(R)을 커넥터(C)에 의해 이음하고, 추가적인 바닥판 슬래브를 타설하기 때문에 모멘트 연결된 상부플랜지(또는 wing부)가 바닥판 슬래브의 일부로 사용되어 도 2의 PSC T형 합성거더교와 마찬가지로 바닥판 슬래브 거푸집을 설치할 필요가 없으면서도 구조적 효율성이 개선된 것이다. 그런데 거더의 구조적 효율이 개선되면 거더의 단면적이 작아지고 형고가 낮아져 거더의 자중은 줄어들지만 반면에 프리스트레스 도입량은 상대적으로 커지게 되는데 이에 따라 캠버 역시 커지는 것이 일반적이다. 그런데 wing거더는 프리스트레스의 도입에 의한 캠버 문제를 간과한 발명으로 PSC 거더를 가설한 후 인접한 거더들에서 서로 다른 캠버가 발생하게 되어 인접한 상부플랜지의 상면들 사이에 단차가 발생하여 평면을 이루지 못하는 경우에 대한 대책이 없다. 또한, 상부플랜지의 측면에 노출된 철근도 거더 사이의 서로 다른 캠버와 거더 가설시의 설치 오차 등으로 인한 위치 오차 때문에 철근의 이음이 쉽지 않다는 사실 또한 고려하지 못한 발명으로 보인다. 더욱이 하부구조 위에 거더들을 가설할 때 철근들이 서로 겹쳐져 있어서 이로 인한 철근들의 간섭 때문에 거더를 가설하기가 매우 어렵다는 사실도 고려하지 못한 것으로 보인다. 결론적으로 wing거더는 구조적으로는 효율적이지만 실제로 시공하는 데에는 매우 단점이 많은 발명인 것으로 판단된다.
- [0016] 도 6은 종래의 PSC 벌브티 거더를 하부구조 위에 거치한 다음 철근콘크리트 중간 가로보의 철근 배근 작업이 완료된 상태를 보여주는 사진(거더의 밑에서 촬영한 사진)이다. 철근(RB)의 배근이 끝나면 거푸집(미도시)을 설치하고 거더의 상부플랜지에 형성된 관통공(H)을 통하여 콘크리트를 타설하게 된다. 그런데 이러한 작업을 수행할 때 거더 상부플랜지들 사이의 틈이 매우 좁아서 거더 상면에서 거더 하부 쪽으로 접근하는 것이 불가능하므로 자재나 장비, 인력의 투입이 교량 아래쪽에서 이루어져야 하는 문제가 있다. 거더가 매우 높은 위치에 거치되거나 교량의 하부가 하천이나 바다인 경우에는 교량의 아래쪽에서 장비나 인력을 투입하는 것이 현실적으로 불가능한 경우가 있기 때문이다. 만약 빠른 시공을 위하여 철근콘크리트가 아니라 강재의 가로보를 사용하는 경우에는 강재의 가로보가 매우 무거워서 거더의 위쪽에서 아래쪽으로 자재를 투입할 수 없다면 아래쪽에서 끌어올리기는 매우 난감한 상황이 될 수도 있다. 이러한 문제는 도 2, 도 3a 및 도 5에 도시된 거더에서 발생하게 되며 도 3b에 도시된 거더의 경우에도 루프철근(7)이 촘촘하게 설치되므로 동일한 문제점이 발생할 수도 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0017] 본 발명은 전술한 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여 도출된 것으로서, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 교량의 바닥판 슬래브 거푸집이 필요 없거나 설치가 간단한 거푸집을 사용하는 기존의 프리캐스트 프리스트레스트 콘크리트 T형 합성거더교 및 바닥판 일체식 거더교의 시공성을 개선하고, 프리스트레스트의 도입에 따라 거더마다 달리 발생하는 솟음 문제를 해결할 수 있는 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법을 제공하는 것이다. 또한, 본 발명은 합성형 PSC T형 거더의 구조적 효율을 높이고 형고가 낮은 경우에도 용이하게 적용할 수 있는 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법을 제공하는 것을 과제로 하는 발명이다.

과제의 해결 수단

- [0018] 전술한 과제의 해결 수단으로서 본 발명은,
- [0019] 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 합성거더교의 시공방법에 있어서,
- [0020] 상부플랜지의 측면에 상기 거더의 길이방향을 따라 거더의 횡방향으로 돌출되는 여러 개의 철근이 형성되되, 인접하는 거더의 상부플랜지의 측면에 돌출되는 철근과는 간섭이 발생하지 않도록 형성되는 벌브티(Bulb-T)형 거더를 제작하는 거더 제작단계;
- [0021] 상기 거더 제작단계에서 제작된 각각의 거더에 프리스트레스트를 도입하는 프리스트레싱 단계;
- [0022] 상기 프리스트레스트가 도입된 거더를 하부구조 위에 가설하는 거더 가설단계;
- [0023] 상기 프리스트레싱 단계에서 도입된 프리스트레스트에 의해 각각의 거더에 형성된 솟음량의 차이를 조정하는 레벨링 단계;
- [0024] 인접하는 거더의 상부플랜지들 사이의 아래쪽에 거푸집을 설치하고 거푸집위에 철근을 배근한 후 콘크리트를 타설하여 양생하는 모멘트 연결단계;
- [0025] 상부플랜지 위쪽에 철근을 배근하고 콘크리트를 타설하는 슬래브 형성단계;를 포함하고,
- [0026] 상기 거더 제작단계의 철근은 상부플랜지의 아래쪽으로 사람과 자재의 이동이 필요한 곳에 설치되며 탈부착할 수 있는 제1철근과 상부플랜지 측면에 고정되는 제2철근으로 구성되어, 제1철근을 탈착한 상태에서 상부플랜지의 아래쪽으로 사람이 이동하여 필요한 작업을 하고, 사람과 자재의 작업이 완료된 이후에 제1철근을 부착할 수 있는 것을 특징으로 하는 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법을 제공한다.
- [0027] 상기 프리스트레싱 단계는 상기 레벨링 단계이전에 각각의 거더에 도입되어야 하는 프리스트레스트의 일부만을 가하는 제1프리스트레싱 단계와, 상기 레벨링 단계와 모멘트 연결단계 이후에 각각의 거더에 도입되어야 할 프리스트레스트의 나머지를 가하는 제2프리스트레싱 단계로 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0028] 또한, 본 발명은,
- [0029] 바닥판 일체식 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법에 있어서,
- [0030] 상부플랜지의 측면에 상기 거더의 길이방향을 따라 거더의 횡방향으로 돌출되는 여러 개의 철근이 형성되되, 인접하는 거더의 상부플랜지의 측면에 돌출되는 철근과는 간섭이 발생하지 않도록 형성되는 벌브티(Bulb-T)형 거더를 제작하는 거더 제작단계;
- [0031] 상기 거더 제작단계에서 제작된 각각의 거더에 프리스트레스트를 도입하는 프리스트레싱 단계;
- [0032] 상기 프리스트레스트가 도입된 거더를 하부구조 위에 가설하는 거더 가설단계;
- [0033] 상기 프리스트레싱 단계에서 도입된 프리스트레스트에 의해 각각의 거더에 형성된 솟음량의 차이를 조정하는 레벨링 단계;
- [0034] 인접하는 거더의 상부플랜지들 사이의 아래쪽에 거푸집을 설치하고 거푸집 위에 철근을 배근한 후 콘크리트를 타설하여 양생하는 모멘트 연결단계; 를 포함하고,
- [0035] 상기 거더 제작단계의 철근은 상부플랜지의 아래쪽으로 사람과 자재의 이동이 필요한 곳에 설치되며 탈부착할 수 있는 제1철근과 상부플랜지 측면에 고정되는 제2철근으로 구성되어, 제1철근을 탈착한 상태에서 상부플랜지의 아래쪽으로 사람이 이동하여 필요한 작업을 하고, 사람과 자재의 작업이 완료된 이후에 제1철근을 부착할 수 있는 것을 특징으로 하는 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법을 제공한다.

- [0036] 상기 프리스트레싱 단계는 상기 레벨링 단계이전에 각각의 거더에 도입되어야 하는 프리스트레스의 일부만을 가하는 제1프리스트레싱 단계와, 상기 레벨링 단계와 모멘트 연결단계 이후에 각각의 거더에 도입되어야 할 프리스트레스의 나머지를 가하는 제2프리스트레싱 단계로 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0037] 이때, 상기 제1프리스트레싱은 프리텐서닝(pre-tensioning) 방식에 의해 이루어지고, 상기 제2프리스트레싱은 포스트텐서닝(post-tensioning) 방식에 의해 이루어지는 것이 좋다.
- [0038] 상기 제1철근의 일단부는 상기 거더의 상부플랜지와 나사결합하고 타단부에는 단면확대부가 형성된 봉형상의 헤디드 바로 할 수도 있고, 일단부가 상기 거더의 상부플랜지와 나사결합 하는 갈고리 형태의 철근일 수도 있다.
- [0039] 제1프리스트레싱에 사용되는 텐던은 거더의 양단부에서 정착되고, 제2프리스트레싱에 사용되는 텐던은 거더의 단부 측면에서 정착되는 것이 바람직하다.
- [0040] 또한, 본 발명에 있어서,
- [0041] 상기 거더에 가로보를 설치하는 가로보 설치단계를 더 포함하며,
- [0042] 상기 거더 제작단계에서 상부플랜지의 하부에 가로보를 제작하고, 서로 인접하는 거더의 가로보들을 현장에서 현장 타설에 의해 모멘트 연결하며,
- [0043] 상기 가로보의 모멘트 연결에는 탈부착이 가능한 철근을 사용하는 것이 좋은데, 상기 탈부착할 수 있는 철근은 갈고리 형태의 철근, 루프 형태의 철근 또는 헤디드 바를 사용할 수 있다.
- [0044] 상기 가로보에는 거더의 횡방향으로 배치되며 강봉이나 텐던을 삽입하기 위한 덕트가 구비되는 것이 좋다.

발명의 효과

- [0045] 본 발명에 의하면 교량의 바닥판 슬래브 거푸집이 필요 없거나 설치가 간단한 거푸집을 사용하는 기존의 프리캐스트 프리스트레스트 콘크리트 T형 합성거더교 및 바닥판 일체식 거더교의 시공성을 개선하고, 프리스트레스의 도입에 따라 거더마다 달리 발생하는 솟음 문제를 해결할 수 있는 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법을 제공할 수 있다. 또한, 본 발명은 합성형 PSC T형 거더의 구조적 효율을 높이고 형고가 낮은 경우에 도 용이하게 적용할 수 있는 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0046] 도 1은 종래의 PSC I형 합성거더교를 개략적으로 도시한 단면도.
- 도 2는 종래의 PSC T형 합성거더교를 개략적으로 도시한 단면도.
- 도 3a는 종래의 바닥판 일체식 PSC 벌브티 거더교(전단 연결 방식)를 개략적으로 도시한 단면도.
- 도 3b는 종래의 바닥판 일체식 PSC 벌브티 거더교(모멘트 연결 방식)를 개략적으로 도시한 단면도.
- 도 4a는 바닥판 일체식 벌브티 거더교에 적용되는 레벨링 작업방식의 한 예를 설명하기 위한 도면.
- 도 4b는 바닥판 일체식 벌브티 거더교에 적용되는 레벨링 작업방식의 한 예를 설명하기 위한 사진.
- 도 5는 종래의 합성형 PSC 벌브티 거더를 개략적으로 도시한 단면도. (웁거더)
- 도 6은 종래의 PSC 벌브티 거더의 하부에 마련되는 가로보를 위한 철근의 사진.
- 도 7은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 합성거더교의 시공방법에 사용되는 거더의 단면도.
- 도 8a 내지 도 8d는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 합성거더교의 시공방법의 순서를 설명하기 위한 도면.
- 도 9는 도 8b에 도시된 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법에 사용되는 거푸집의 하나의 예를

도시한 단면도.

도 10은 헤디드 바가 사용되는 것을 설명하기 위한 도면.

도 11은 도 10에 도시된 헤디드 바가 설치되는 방법을 설명하기 위한 단면도.

도 12a 및 도 12b는 커플러를 이용하여 철근을 탈착하는 예를 설명하기 위한 도면.

도 13은 프리텐션용 텐던과 포스트텐션용 텐던의 배치를 설명하기 위한 도면.

도 14는 다단계 긴장을 위한 단부 정착구와 측면 정착구를 설명하기 위한 도면.

도 15는 다단계 긴장을 위한 정착구의 다른 예를 설명하기 위한 도면.

도 16a 및 도 16b는 종래의 가로보 설치방법을 설명하기 위한 도면.

도 17a 내지 도 17c는 가로보 설치단계에서 탈착이 가능한 철근을 사용하는 방법을 설명하기 위한 도면.

도 18은 곡선교에 적용할 수 있는 상부플랜지 형상의 평면도.

도 19는 좌우 비대칭 형상의 벌브티 거더를 인양하는 방법을 설명하기 위한 도면.

도 20a 내지 도 20c는 본 발명의 다른 하나의 실시예에 따른 바닥판 일체식 프리스트레스트 벌브티 거더교의 시공방법의 순서를 설명하기 위한 도면.

도 21은 도 20a 내지 도 20c에 도시된 프리스트레스트 벌브티 거더교의 시공방법에 사용되는 헤디드 바를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0047] 이하에서는 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명함으로써 본 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용을 제공하기로 한다.

[0048] 도 7은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 합성거더교의 시공방법에 사용되는 거더의 단면도, 도 8a 내지 도 8d는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 합성거더교의 시공방법의 순서를 설명하기 위한 도면, 도 9는 도 8b에 도시된 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법에 사용되는 거푸집의 하나의 예를 도시한 단면도, 도 10은 헤디드 바가 사용되는 것을 설명하기 위한 도면, 도 11은 도 10에 도시된 헤디드 바가 설치되는 방법을 설명하기 위한 단면도, 도 12a 및 도 12b는 커플러를 이용하여 철근을 탈착하는 예를 설명하기 위한 도면, 도 13은 프리텐션용 텐던과 포스트텐션용 텐던의 배치를 설명하기 위한 도면, 도 14는 다단계 긴장을 위한 단부 정착구와 측면 정착구를 설명하기 위한 도면, 도 15는 다단계 긴장을 위한 정착구의 다른 예를 설명하기 위한 도면, 도 16a 및 도 16b는 종래의 가로보 설치방법을 설명하기 위한 도면, 도 17a 내지 도 17c는 가로보 설치단계에서 탈착이 가능한 철근을 사용하는 방법을 설명하기 위한 도면, 도 18은 곡선교에 적용할 수 있는 상부플랜지 형상의 평면도, 도 19는 좌우 비대칭 형상의 벌브티 거더를 인양하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0049] 본 실시예에 따른 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법은 합성형 거더를 시공하는 방법에 관한 것으로서, 거더 제작단계, 프리스트레싱 단계, 거더 가설단계, 레벨링 단계, 모멘트 연결단계, 슬래브 형성단계 및 가로보 설치단계로 구성된다.

[0050] 상기 거더 제작단계는 도 7에 도시된 바와 같이 하부플랜지와 광폭의 상부플랜지를 갖는 벌브티(Bulb-T) 형상의 거더(10)를 제작하는 단계로서, 상부플랜지(11)의 측면에 거더(10)의 길이방향을 따라 여러 개의 철근(20)이 돌출되도록 제작하며 이때 철근(20)은 거더(10)가 가설 되었을 때 횡방향으로 배치된다. 여러 개의 철근이 배치된 상태는 도 10에서 확인할 수 있다. 이때, 철근(20)은 도 10에 도시된 바와 같이 인접하여 설치되는 거더(10)의 철근과 겹쳐서 간섭이 생기지 않도록 배치된다. 상부플랜지(11)의 상면에는 바닥판 슬래브 콘크리트와의 합성을 위한 전단철근(12)이 노출되어 있다.

[0051] 상기 철근(20)은 탈부착할 수 있는 제1철근(21)과 상부플랜지(11)에 고정되는 제2철근(22)으로 나눌 수 있는데, 상기 제1철근(21)은 상기 가로보 설치단계와 같이 상부플랜지(11)의 아래쪽으로 사람과 자재의 이동이 필요한

부분에 설치되어 제1철근(21)이 탈착한 상태에서는 사람이 상부플랜지(11)의 아래쪽으로 이동할 수 있는 맨홀의 역할을 할 수 있도록 하여 사람들이 필요한 작업을 할 수 있도록 하며, 필요한 작업이 완료된 이후에 부착되도록 한다.

- [0052] 본 실시예에서 상기 제1철근(21)은 도 10에 표시된 바와 같이 일단부에 나사부(211)가 형성되고 타단부에는 단면확대부(212)가 형성된 헤디드 바이다. 상기 제1철근(21)은 상부플랜지(11)에 매립된 암나사부(213)에 나사 결합하는 방식으로 탈착과 부착을 할 수 있게 설치된다. 제1철근(21)으로 헤디드 바는 겹침이음에도 매우 효과적이고 철근끼리의 상호간섭을 효과적으로 피할 수도 있다. 도 11에는 헤디드 바를 설치하기 위한 방법이 도시되어 있는데 상부플랜지에 거더의 횡방향으로 배치되는 내부철근(13)을 설치하고, 그 내부철근(13)의 양단부에 커플러(213)를 연결하며, 제1철근(21)을 커플러(213)에 의해 내부철근(13)과 연결하는 것이다.
- [0053] 한편, 본 실시예와 다르게 도 12b에 도시된 바와 같이 도 10의 제2철근(22)과 동일하게 갈고리 형태의 철근(21')을 사용하고 커플러(211')를 이용하여 탈부착할 수도 있다.
- [0054] 상기 제2철근(22)은 상부플랜지(11)에 고정된 상태로 노출되는 철근으로서 도 7에 도시된 바와 같이 상부플랜지(11)의 상면에 비하여 위쪽까지 노출되는데, 상부플랜지(11)들을 연결할 때 모멘트까지 전달이 되도록 연결하는 기능과 함께 슬래브 콘크리트와의 합성을 위한 전단철근으로서의 역할도 수행하는 것이다.
- [0055] 상기 프리스트레싱 단계는 상기 거더 제작단계에서 제작된 각각의 거더에 프리스트레싱을 도입하는 단계이다.
- [0056] 상기 거더 가설단계는 도 8a에 도시된 바와 같이 상기 프리스트레싱이 도입된 거더(10)를 교량의 하부구조(미도시) 위에 가설하는 단계이다. 도 8a에는 도시상의 편의를 위하여 거더만 도시되어 있으나 실제로는 하부구조에 가설된 상태이다.
- [0057] 상기 레벨링 단계는 상기 프리스트레싱 단계에서 도입된 프리스트레싱에 의해 각각의 거더에 형성된 솟음량의 차이를 조정하는 단계이다. 상기 레벨링 단계는 배경 기술에서 설명된 방법을 사용할 수 있으므로 더 이상의 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0058] 본 실시예에서 상기 프리스트레싱 단계는 제1프리스트레싱 단계와 제2프리스트레싱 단계로 나누어 진행된다.
- [0059] 상기 제1프리스트레싱 단계는 제작된 거더에 도입되어야 할 프리스트레싱의 일부를 가하는 단계이며, 상기 제2프리스트레싱 단계는 상기 레벨링 단계 이후에 도입되어야 할 프리스트레싱 중 제1프리스트레싱 단계에서 도입되지 않은 프리스트레싱을 도입하는 단계이다.
- [0060] 우선 도입되어야 할 프리스트레싱의 일부를 도입하는 제1프리스트레싱 단계를 실시한다. 본 실시예에서 제1프리스트레싱 단계는 텐던에 인장력을 가한 상태로 콘크리트를 타설하여 텐던을 거더에 부착시키고 콘크리트가 소정의 강도에 도달하면 인장력을 해제(release)하여 거더에 프리스트레싱을 도입하는 프리텐서닝(pre-tensioning) 방식에 의해 이루어진다. 거더의 제작본수가 많은 경우에는 텐던의 정착장치가 필요 없는 프리텐서닝 방식이 경제적으로 유리한 장점이 있다. 프리텐서닝 방식으로 프리스트레싱을 도입할 경우 텐던을 직선배치하는 것이 유리하므로 도 13에 61로 표시된 바와 같이 직선으로 배치되는 텐던을 사용하게 된다. 제1프리스트레싱 단계에서 도입되는 프리스트레싱의 크기는 거더 자중에 의한 처짐과 프리스트레싱 도입에 의한 솟음이 같아서 캠버가 발생하지 않을 정도의 크기가 이상적이다.
- [0061] 제1프리스트레싱 단계가 완료되면 전술한 레벨링 단계를 실시하게 된다. 레벨링 단계는 제1프리스트레싱에 의해 각각의 거더에 발생하는 솟음량의 차이를 조정하는 단계이다.
- [0062] 레벨링 단계가 완료되면 상기 모멘트 연결단계를 실시하게 된다. 상기 모멘트 연결단계는 상기 상부플랜지(11)들 사이에 거더 길이 방향의 배력철근(31)을 배근하고 콘크리트(30)를 타설하는 단계이다. 모멘트 연결단계가 완료된 상태가 도 8b에 도시되어 있다.
- [0063] 상부플랜지(11)들 사이는 거리가 짧고 타설되는 콘크리트의 양이 많지 않으므로 간단한 형태의 거푸집을 사용할 수 있는데 도 9에 거푸집의 한 예가 도시되어 있다. 판형태의 거푸집(90)을 상부플랜지(11)에 고정하게 되는데 상부플랜지(11)에 매립된 너트(92)에 볼트(91)를 체결하는 형태에 의해 이루어진다. 이때 사용되는 거푸집(90)은 모멘트 연결단계가 완료된 이후에 철거될 수도 있고 철거가 번거로운 경우에는 영구적으로 사용될 수도 있다.
- [0064] 상기 모멘트 연결단계가 완료되면 제2프리스트레싱 단계를 실시하게 된다. 제2프리스트레싱 단계는 전술한 바와 같이 도입되어야 할 프리스트레싱의 양 중 제1프리스트레싱 단계에서 도입된 프리스트레싱을 제외한 나머지 프

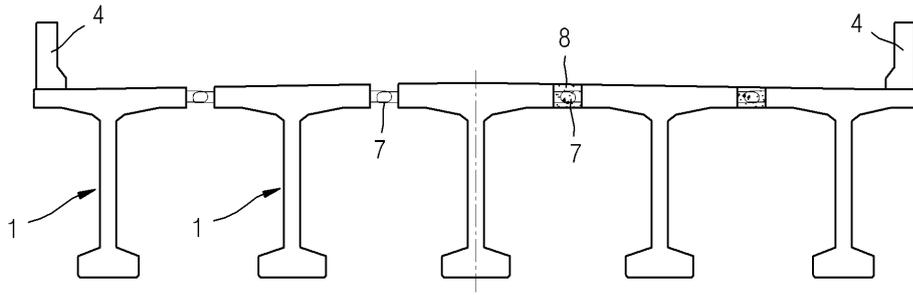
리스트레스를 도입하는 단계로서 본 실시예에서는 포스트 텐서닝(post-tensioning) 방식에 의해 이루어지며 제2 프리스트레싱을 위한 텐던(60)은 도 13에 도시된 바와 같이 곡선형태로 배치된다.

- [0065] 최근에 형하공간 확보와 미관상의 이유로 거더의 형고를 낮추기 위한 노력이 계속되고 있는데, 본 실시예의 발명과 같은 합성형 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더는 단면의 효율이 우수하기 때문에 거더의 형고를 낮추는데 적합한 구조이다. 그런데 거더의 형고를 낮추면 그에 비례하여 도입되는 프리스트레스의 양이 커지기 때문에 프리스트레스에 의한 솟음도 같이 커지는 문제가 발생하게 되며, 통상적인 경우 솟음이 커지면 거더 간의 솟음 편차도 커진다. 그런데 본 실시예에서와 같이 여러 단계로 나누어 프리스트레스를 도입하여 이러한 문제를 해결하는데 도움이 될 수 있다. 제1프리스트레싱 단계에서 프리스트레스의 일부만을 도입하게 되면 솟음 역시 줄어들게 되고 솟음 편차 역시 줄일 수 있다. 이처럼 일부의 프리스트레스만 도입한 상태에서 레벨링을 하고 모멘트 연결단계를 실시하여 레벨링한 상태를 고정하고 제2프리스트레싱 단계를 실시하여 나머지 프리스트레스를 도입한다. 이러한 방법을 실시하면 레벨링 작업이 필요 없거나 솟음이 크지 않은 상태에서 레벨링 작업을 하게 되므로 레벨링 작업이 훨씬 용이하게 이루어질 수 있는 장점이 있다.
- [0066] 한편, 통상의 경우 거더를 하부구조 위에 가설하기 전에 긴장을 완료하기 때문에 공기 상 마지막에 제작되는 거더는 양생 기간이 충분하지 않은 경우가 발생하게 된다. 그러한 이유로 설계강도의 80% 정도를 프리스트레스 도입시의 콘크리트 강도로 고려하는 것이 일반적이다. 그런데 본 실시예에서와 같이 다단계 긴장을 하는 경우 제2 프리스트레싱 단계 이전에 충분한 거더의 양생 시간을 확보할 수 있기 때문에 설계강도 100%를 활용할 수 있는 장점이 있다.
- [0067] 이처럼 다단계 긴장을 하기 위해서는 도 14에 도시된 바와 같이 거더 단부의 측면에 노출된 정착구를 사용하면 제2프리스트레싱 단계를 실시하기가 용이하다. 제1프리스트레싱 단계에 사용되는 텐던(61)은 거더 단부 쪽에 노출된 정착구(611)를 이용하여 정착하고, 제2프리스트레싱 단계에 사용되는 텐던(60)은 거더의 측면에 노출된 정착구(602)를 이용하거나 상부플랜지(11)를 일부 절취한 후 그 절취된 부분에 설치되는 정착구(601)를 이용하여 정착할 수 있다. 물론 상기의 정착구(601)는 정착이 완료된 이후에는 슬래브 철근을 배근하고 콘크리트를 타설/양생하게 된다. 이때, 도 15에 도시된 바와 같이 거더(10)의 측면으로 노출된 정착구 없이 상부플랜지(11)를 일부 절취한 후 그 절취된 부분에만 정착구(601)를 설치하여 필요한 프리스트레싱 작업을 할 수도 있다. 도 14와 도 15의 실시예에서는 도 13의 실시예와는 달리 제1프리스트레싱 단계에서도 포스트텐서닝을 사용하고 있다.
- [0068] 상기 가로보 설치단계는 상부플랜지(11)의 하부에 가로보(70)를 설치하는 단계이다. 가로보는 거더에 일반적으로 많이 사용되는 구성이므로 가로보 자체의 구조적 역할 등에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0069] 가로보 설치단계는 모멘트 연결단계 이전에 실시하는데, 하부구조 위에 가설된 거더들 간의 가로보 설치위치에 철근을 배근하고 거푸집을 설치한 다음 콘크리트를 타설하는 방법이 일반적이다. 그러나 급속 시공이 요구되는 경우에 도 16a와 같이 가로보를 거더와 함께 제작하는 방법이 종종 사용된다. 도 16a에 도시된 형태로 제작된 거더를 하부구조 위에 가설한 후에 도 16b에 도시된 바와 같이 덕트(71)에 강봉 또는 텐던을 삽입하고 인장력을 가하여 정착시켜 가로보를 결속시킨다. 그러나 이러한 방법은 급속시공이 가능하지만 거더의 가설시에 가로보 사이의 간섭문제가 있으며, 가로보의 제작 및 설치 오차를 보정하기 어려워 시공이 매우 까다롭다. 따라서 본 실시예에서는 도 17a에 도시된 형태로 가로보를 설치하게 되며 이에 대하여 더욱 상세하게 설명하기로 한다.
- [0070] 가로보(70)는 전술한 바와 같이 거더 제작단계에서 제작하게 되며, 서로 인접한 거더에 설치된 가로보(70)들을 현장타설방법에 의해 결속하며, 이때 모멘트 연결을 위한 철근(이하 '가로보 철근'이라 함)으로 도 17b에 도시된 바와 같이 거더에 부착된 가로보(70)와 탈부착할 수 있는 헤디드 바를 가로보 철근(72)으로 사용하며, 도 17c에 도시된 바와 같이 콘크리트(73)를 타설/양생하여 가로보 설치단계를 마무리하게 된다.
- [0071] 이때 상기 헤디드 바는 앞서 제1철근(21)으로 사용한 헤디드 바와 동일한 구성이지만 그 사용되는 곳과 용도가 다르므로 서로 다른 도면부호를 사용하였다. 한편, 상기 가로보 철근으로 헤디드 바 대신에 도 12a에 도시된 루프철근이나 도 12b에 도시된 갈고리 형태의 철근이 사용될 수도 있으며, 탈부착 역시 도 12a 및 도 12b에 도시된 커플러를 적절히 활용할 수 있다.
- [0072] 상기의 가로보 설치단계와 모멘트 연결단계에서 두 단계 모두 거푸집 설치작업과 콘크리트 타설작업을 하는데 작업의 효율성을 위하여 상기의 두 단계의 거푸집 작업과 콘크리트 타설작업을 동시에 실시하는 것이 일반적이다.
- [0073] 앞서 설명한 프리스트레싱 단계, 레벨링 단계, 가로보 설치단계, 모멘트 연결단계가 완료되면 슬래브 형성단계

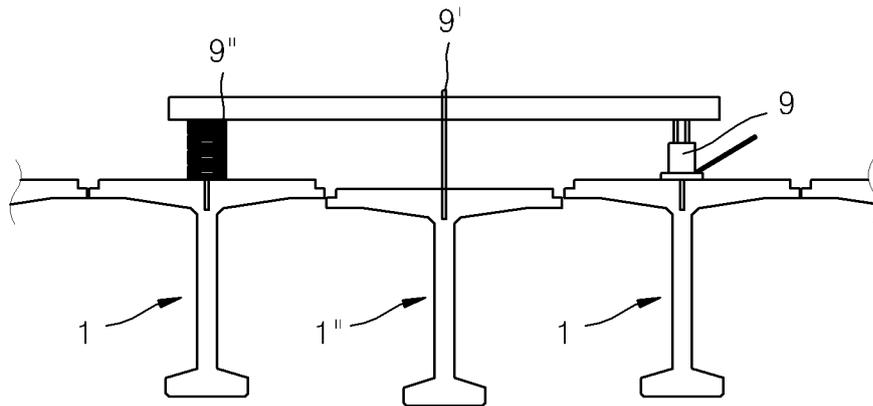
를 실시하게 된다.

- [0074] 상기 슬래브 형성단계는 도 8c에 도시된 바와 같이 상부플랜지(11)의 위에 주철근(42)과 배력철근(41)을 배치하고 콘크리트(40)를 타설하여 양생하는 단계이다. 슬래브 형성단계가 완료되면 도 8d에 도시된 바와 같이 방호벽(51)과 포장(50)을 설치하여 교량 시공을 마무리하게 된다.
- [0075] 이하에서는 도 20 및 도 21을 참조하면서 본 발명의 다른 하나의 실시예에 따른 바닥판 일체식 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법에 대하여 설명하기로 한다.
- [0076] 도 20a 내지 도 20c는 본 발명의 다른 하나의 실시예에 따른 바닥판 일체식 프리스트레스트 벌브티 거더교의 시공방법의 순서를 설명하기 위한 도면이고, 도 21은 도 20a 내지 도 20c에 도시된 프리스트레스트 벌브티 거더교의 시공방법에 사용되는 헤디드 바를 도시한 도면이다.
- [0077] 본 실시예에 따른 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법은 바닥판 일체식 거더의 시공에 관한 것으로서 거더 제작단계, 프리스트레싱 단계, 거더 가설단계, 레벨링 단계, 모멘트 연결단계로 구성된다.
- [0078] 상기 거더 제작단계는 도 20a에 도시된 형태의 거더(110)를 제작하는 단계이다. 도 7에 도시된 앞선 실시예의 거더와 차이점이 몇 가지 있는데 상부플랜지(111)의 위에 슬래브가 형성되지 않으므로 도 7에 도시된 거더에 있는 전단철근(12)이 없고, 철근(120)의 상단부의 위치가 상부플랜지(111)의 상면에 비하여 낮은 것이 차이점이다. 상기 거더(110)의 상부플랜지(111) 측면에는 탈부착이 가능한 제1철근(121)과 고정되는 제2철근(122)이 마련되는 점은 앞선 실시예의 거더(10)와 동일하다.
- [0079] 본 실시예에서 제1철근(121)은 헤디드 바로서 나사부(1211)와 단면 확대부(1212)가 있으며 상부플랜지(111)에 매립된 커플러(1213)에 나사 결합한다.
- [0080] 상기 프리스트레싱 단계는 상기 거더(110)에 필요한 프리스트레스를 도입하는 단계이다.
- [0081] 상기 거더 가설단계는 프리스트레스가 도입된 거더(110)를 교량의 하부 구조 위에 가설하는 단계이다.
- [0082] 상기 레벨링 단계는 프리스트레스의 도입으로 인해 생기는 거더(110)의 상이한 솟음량을 보정하는 단계이다.
- [0083] 상기 모멘트 연결단계는 도 20b에 도시된 바와 같이 배력철근(131)을 배근하고 콘크리트(130)를 타설/양생하는 단계이다.
- [0084] 상기 프리스트레싱 단계, 거더 가설단계, 레벨링 단계, 모멘트 연결단계는 순차적으로 진행되는 단계는 아니며 앞선 실시예에서와 같이 프리스트레싱을 다단계로 하는 경우에는 제1프리스트레싱 단계, 거더 가설단계, 레벨링 단계, 모멘트 연결단계, 제2프리스트레싱 단계의 순서로 시공이 이루어질 수 있고, 1회의 프리스트레싱을 하는 경우에는 프리스트레싱 단계, 거더 가설단계, 레벨링 단계, 모멘트 연결단계의 순으로 시공이 이루어질 수도 있다.
- [0085] 상기 프리스트레싱 단계, 거더 가설단계, 레벨링 단계, 모멘트 연결단계가 마무리 되면 도 20c에 도시된 바와 같이 방포벽(151)을 설치하고 포장(150)을 하여 교량 시공을 마무리한다.
- [0086] 한편, 도 18에 도시된 곡선교의 경우 가장 외측에 있는 벌브티 거더의 상부플랜지 외측 곡선이 곡선형을 따르도록 하면 어느 정도의 곡률을 가지는 곡선교의 시공이 가능하며, 상부플랜지의 폭을 거더 길이방향으로 선형 변화시키면 확폭교량의 시공도 가능하다. 이때 거더의 비대칭 형상에 의해 거더를 가설할 때 한쪽으로 무게가 쏠려 거더가 회전하는 문제가 생길 수도 있는데 도 19에 도시된 바와 같이 메인 크레인 줄(81) 외에 보조 크레인 줄(82)을 이용하여 거더의 회전을 방지할 수 있다. 도 18에 도면부호 14로 표시된 구성요소는 벌브티 거더의 복부(web)이다.
- [0087] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예들에 따른 프리스트레스트 콘크리트 벌브티 거더교의 시공방법에 대하여 설명함으로써 본 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용을 제공하였으나, 본 발명의 기술적 사상이 설명된 실시예에

도면3b



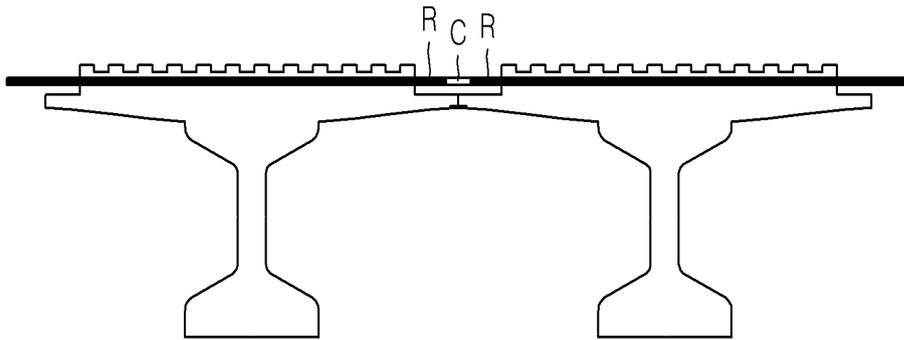
도면4a



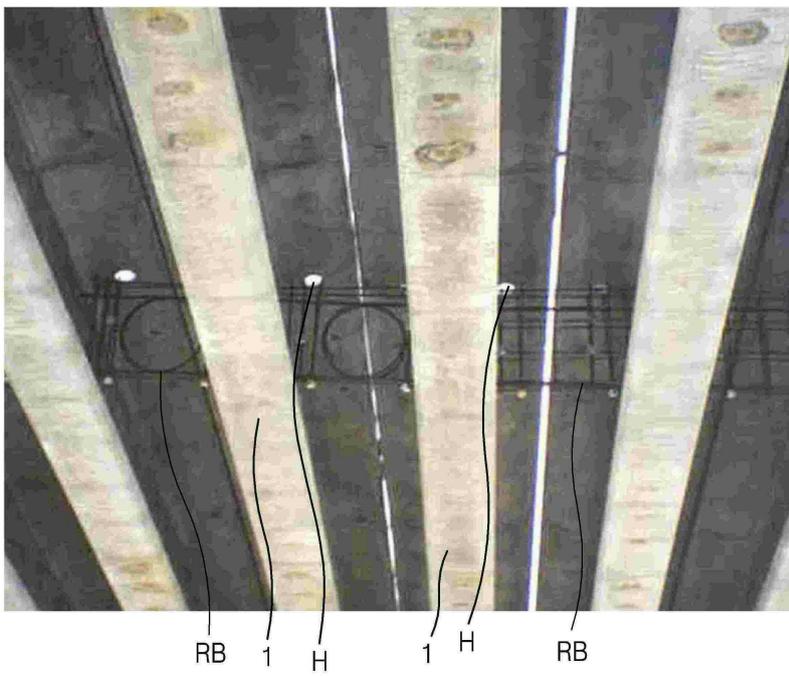
도면4b



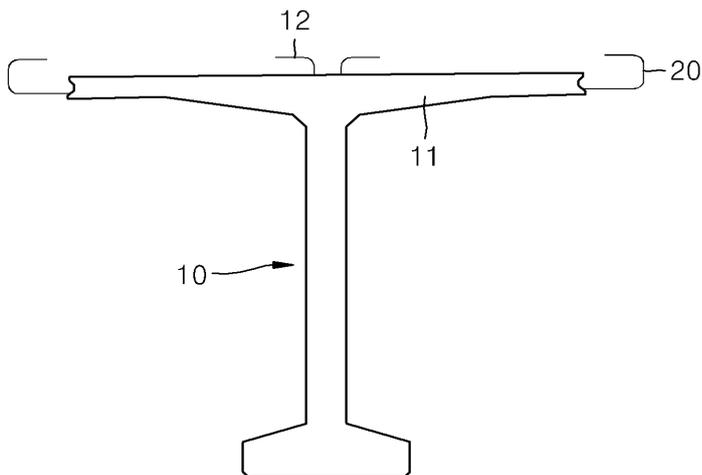
도면5



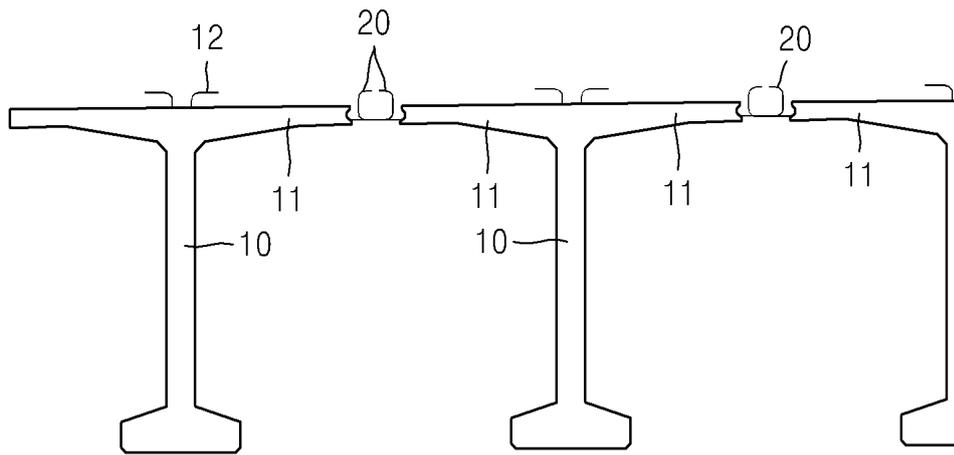
도면6



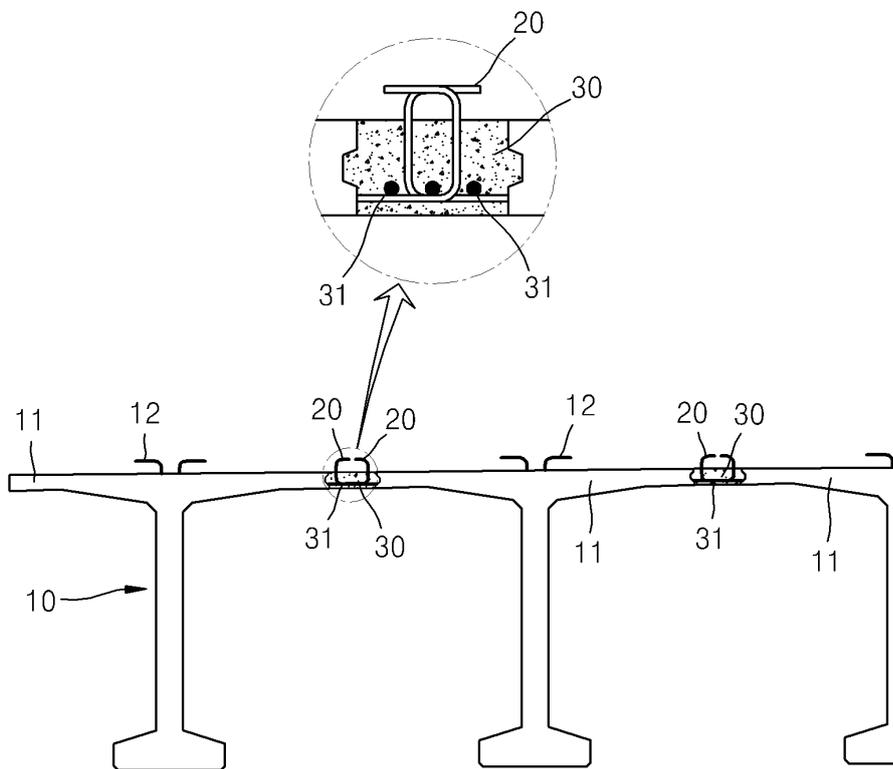
도면7



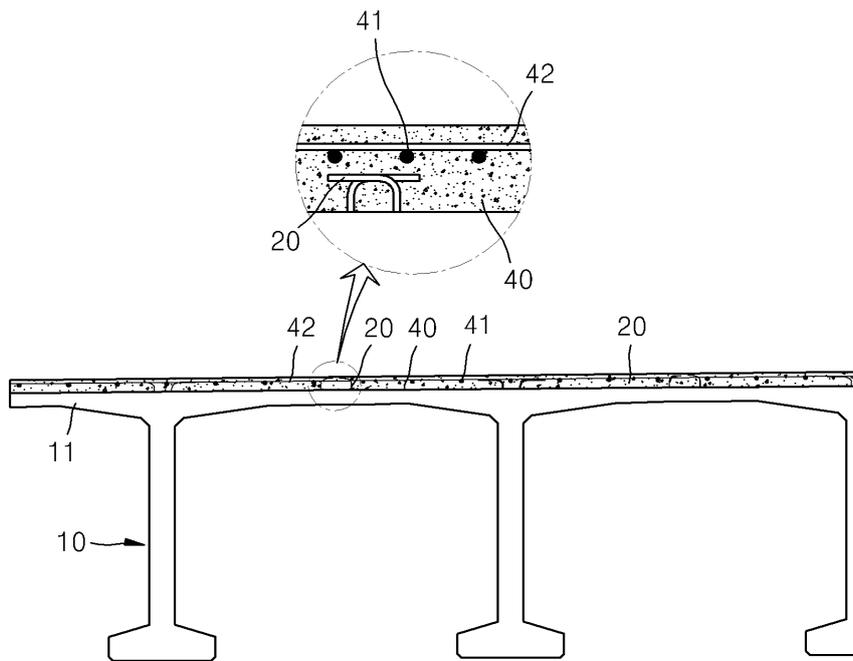
도면8a



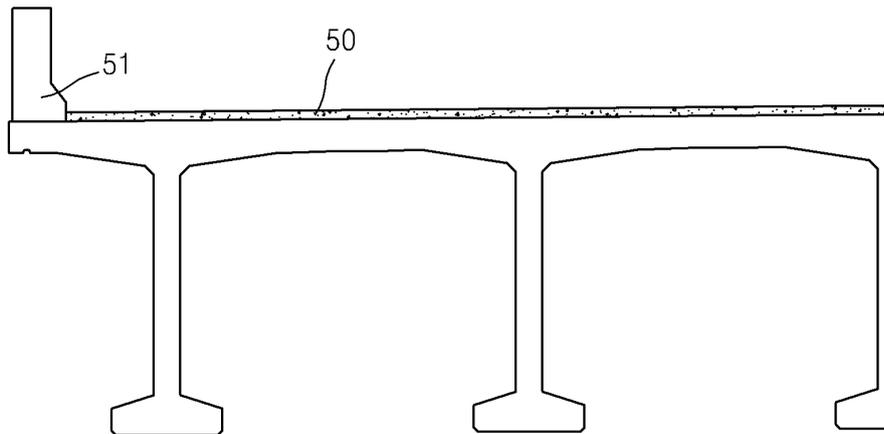
도면8b



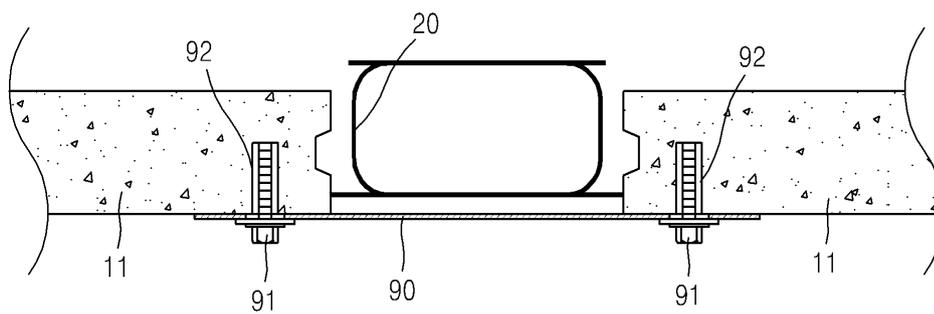
도면8c



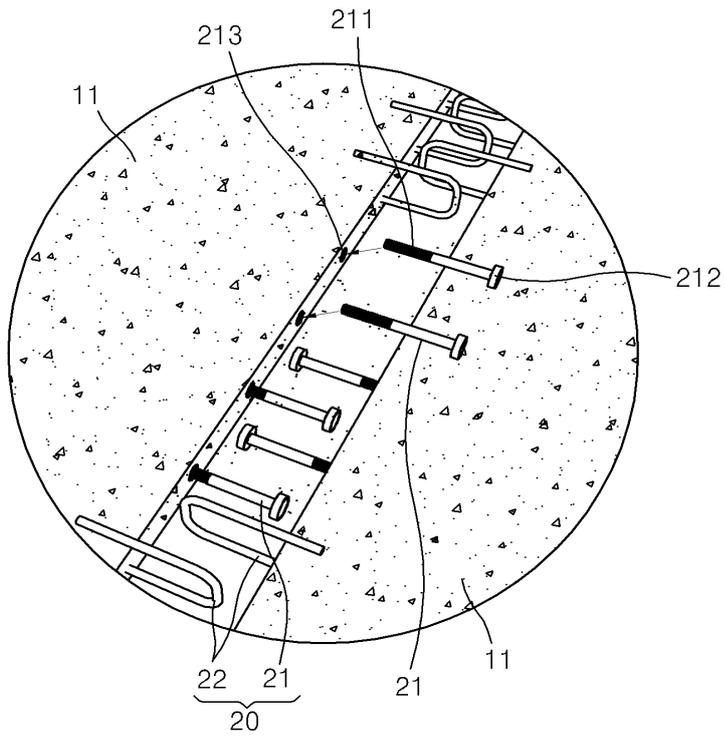
도면8d



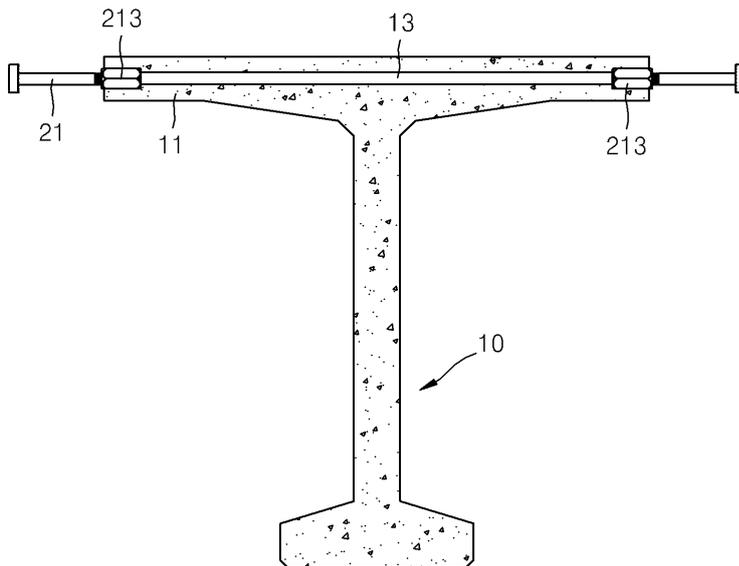
도면9



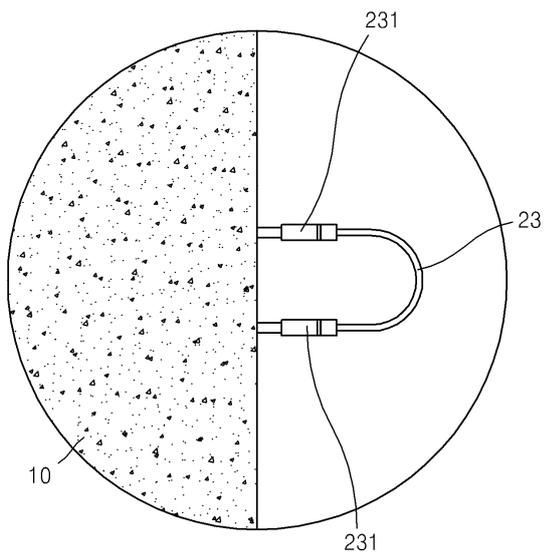
도면10



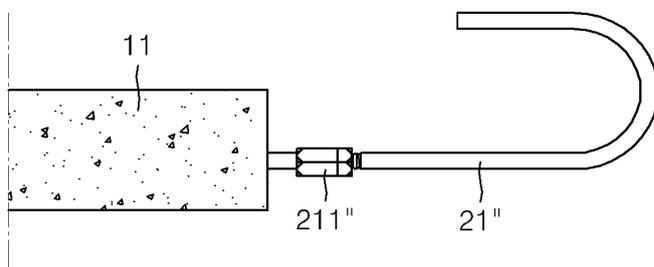
도면11



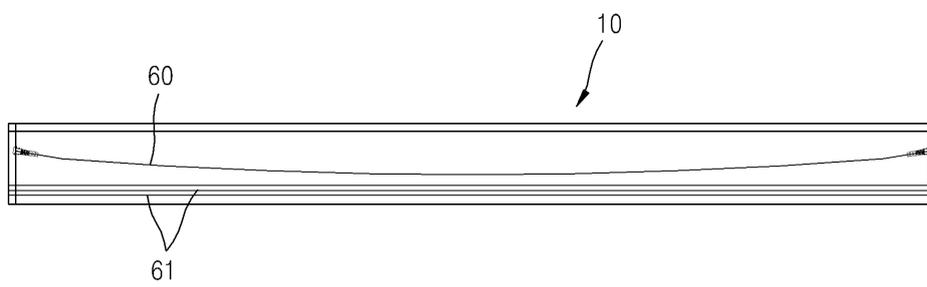
도면12a



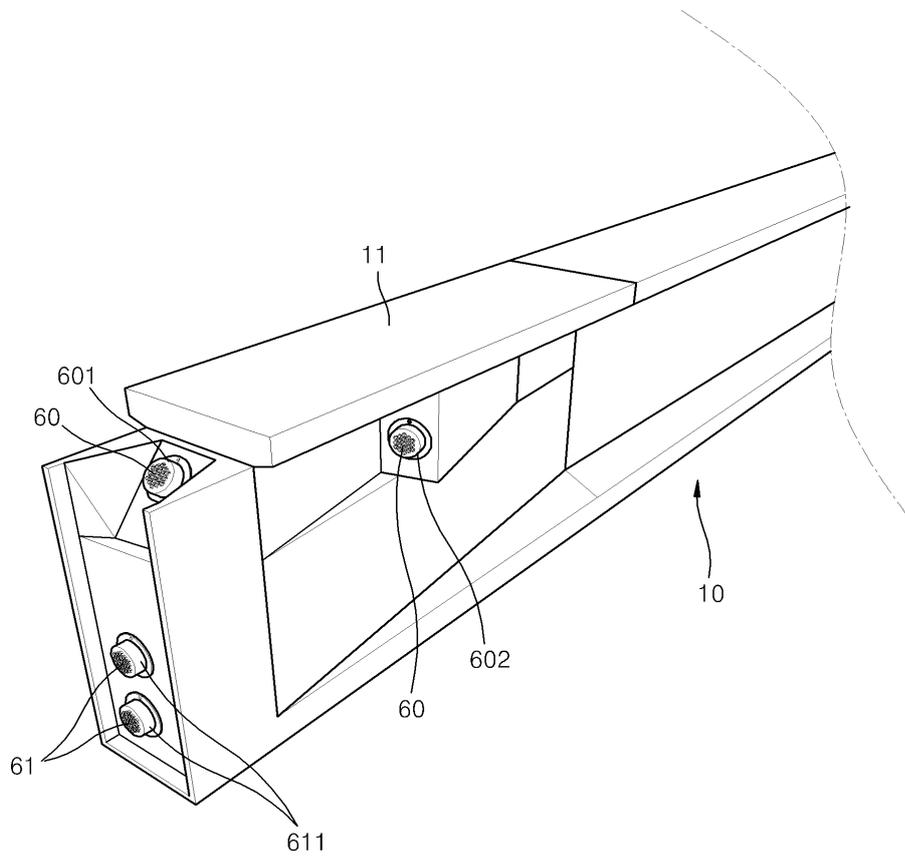
도면12b



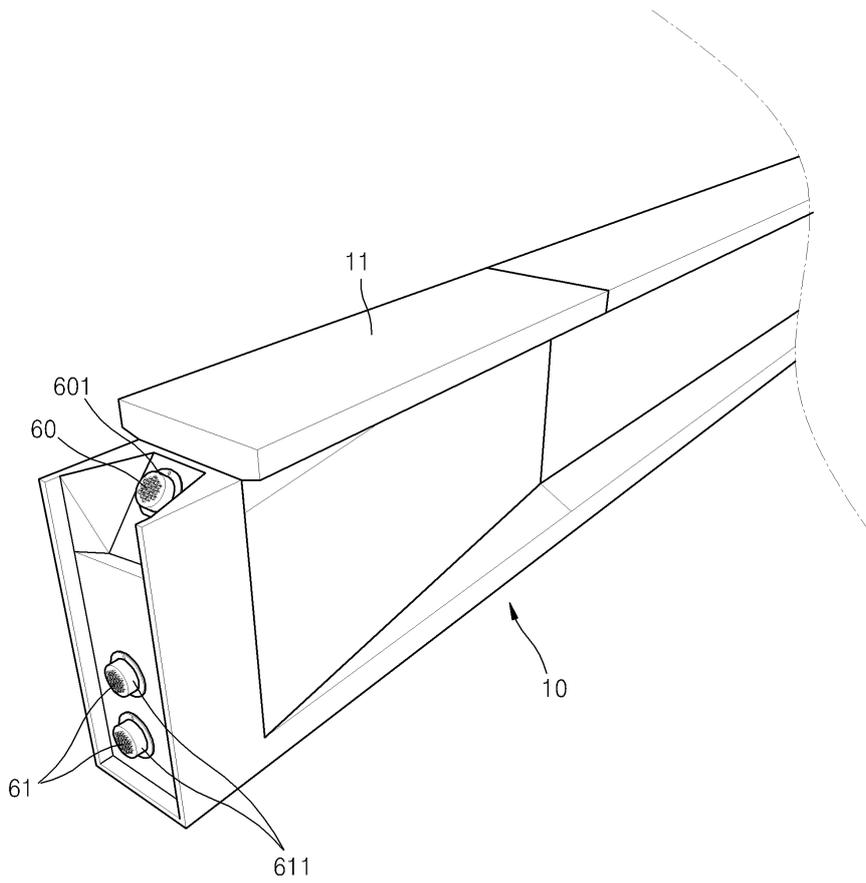
도면13



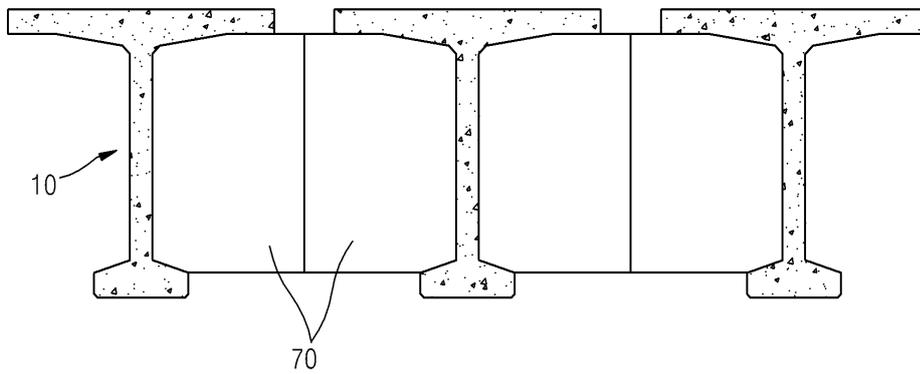
도면14



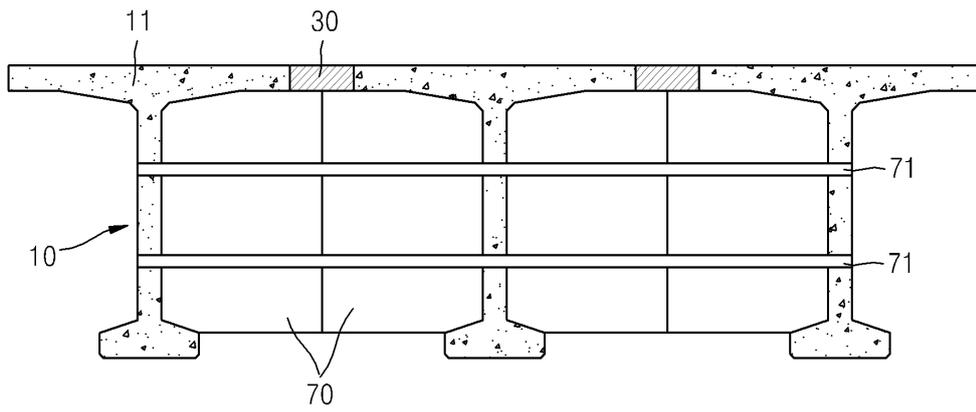
도면15



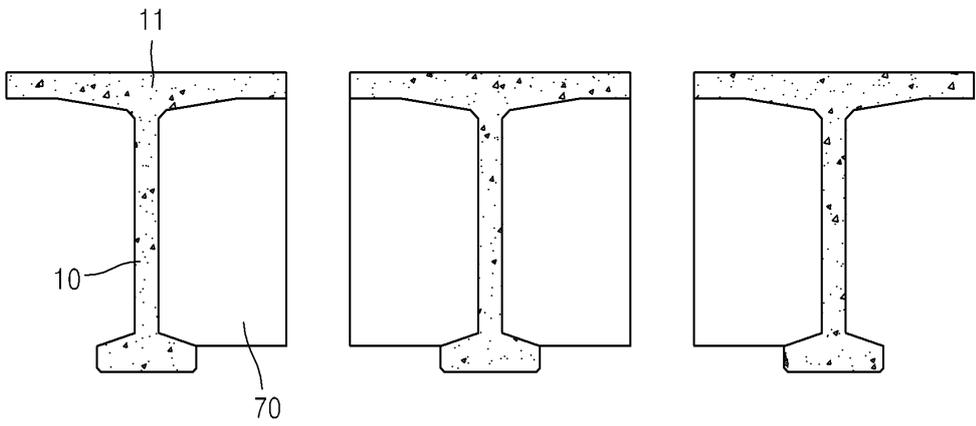
도면16a



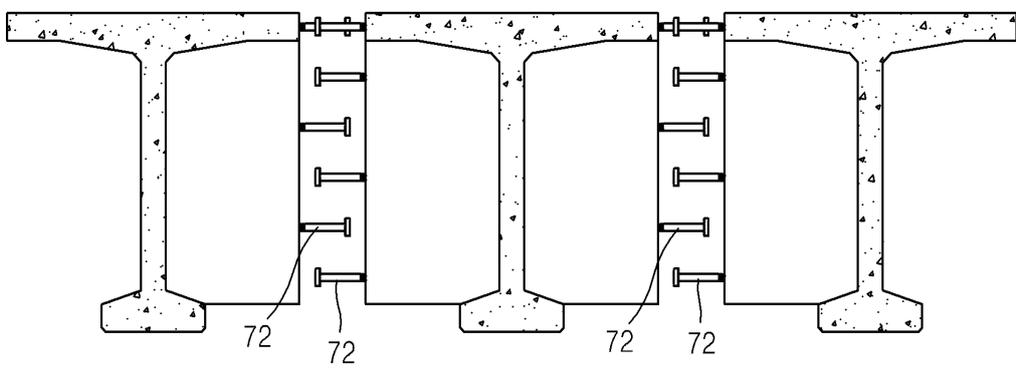
도면16b



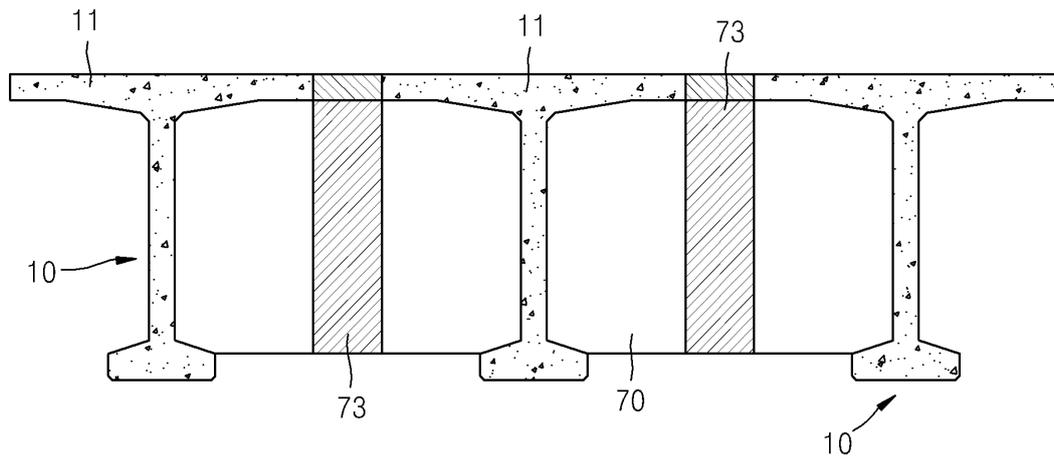
도면17a



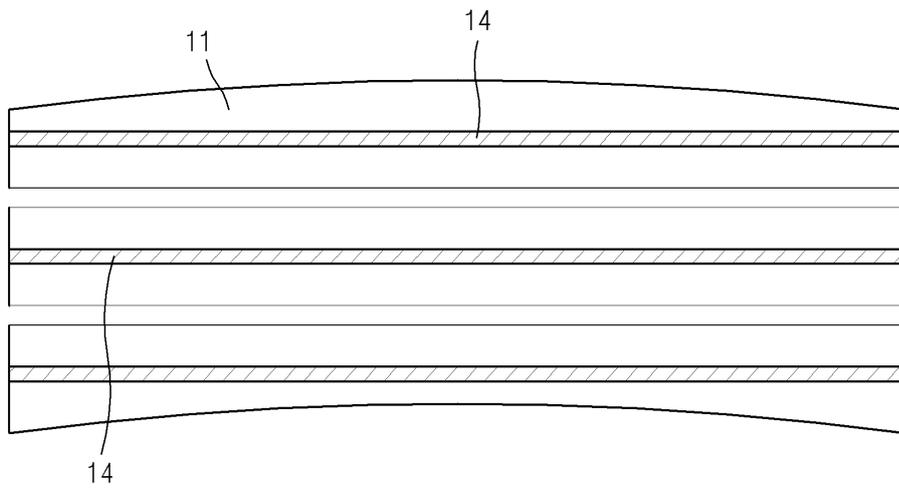
도면17b



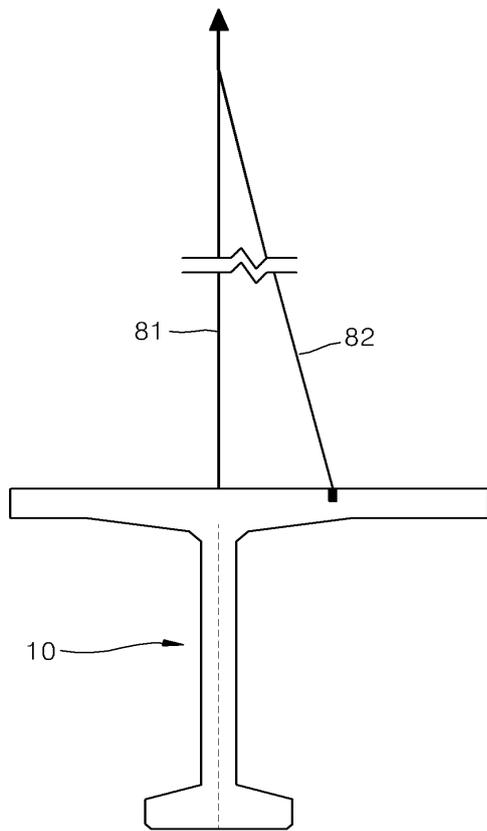
도면17c



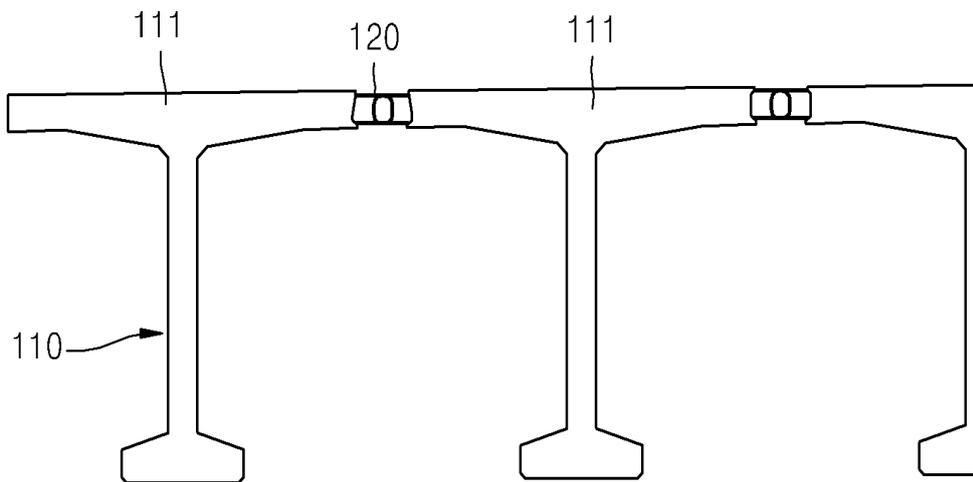
도면18



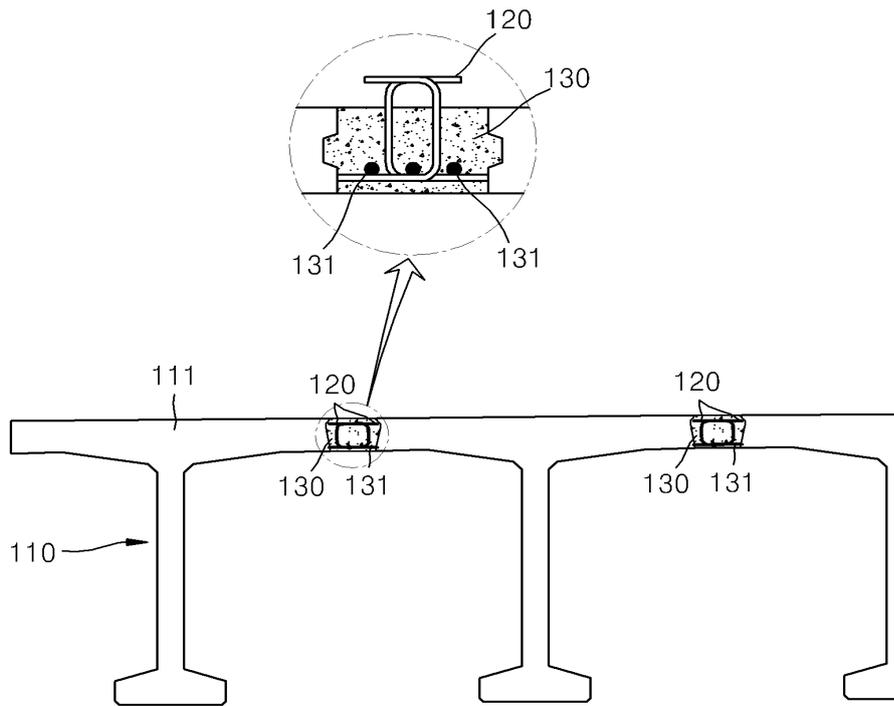
도면19



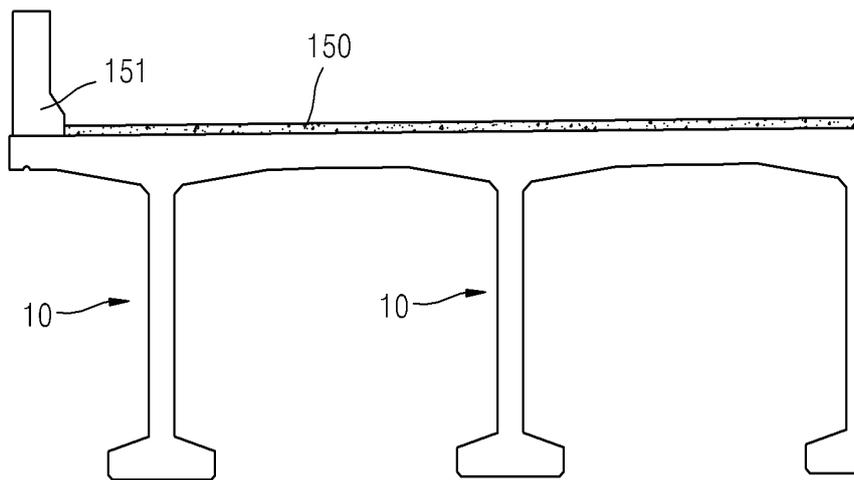
도면20a



도면20b



도면20c



도면21

