(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년11월03일
(11) 등록번호 10-2173516
(24) 등록일자 2020년10월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E01D 2/04 (2006.01) *E01D 101/26* (2006.01)
(52) CPC특허분류
E01D 2/04 (2013.01)
E01D 2101/268 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0008435
(22) 출원일자 2020년01월22일
심사청구일자 2020년01월22일
(56) 선행기술조사문헌
KR101547538 B1*
KR1020150084468 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
김승억
서울특별시 광진구 능동로 209, 세종대학교 충무관 713호(군자동)
장영훈
경기도 수원시 장안구 화산로187번길 19, 111동 1302호(천천동, 천천 삼성래미안)
(74) 대리인
유병욱, 한승범

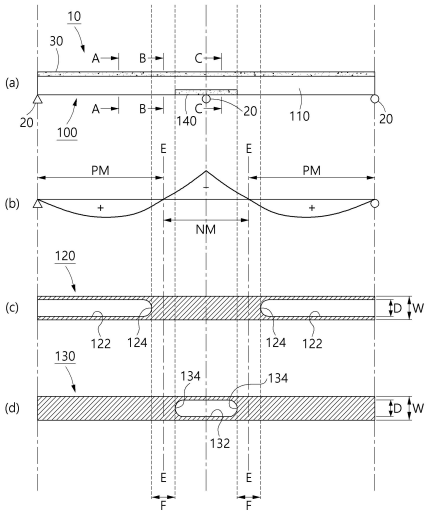
전체 청구항 수 : 총 7 항 심사관 : 이재욱

(54) 발명의 명칭 **상하부 플랜지 오픈형 박스 거더 및 이를 사용한 연속교**

(57) 요 약

본 발명의 실시예에 따른 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더는, 교량 슬래브가 상면부에 마련되고 교각과 같은 지점(支點) 부위에 하면부가 안착되도록 배치된 강박스 거더 본체, 상기 강박스 거더 본체의 상면부를 형성하고 상기 강박스 거더 본체의 정모멘트 구간과 대응되는 위치에 상측 개구부가 마련된 상부 플랜지, 상기 강박스 거더 본체의 하면부를 형성하고 상기 강박스 거더 본체의 부모멘트 구간과 대응되는 위치에 하측 개구부가 마련된 하부 플랜지, 및 상기 하측 개구부에 콘크리트 소재로 타설되고 상기 지점 부위에 안착되도록 상기 하부 플랜지에 마련된 지점 지지부를 포함한다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711083166
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	화이버 요소를 활용한 강-콘크리트 합성구조의 스마트 설계
기 여 율	1/2
과제수행기관명	세종대학교
연구기간	2019.03.01 ~ 2021.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711098192
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원(R&D)
연구과제명	디지털 트윈을 활용한 케이블 교량 상태평가 기초연구실
기 여 율	1/2
과제수행기관명	세종대학교
연구기간	2019.09.01 ~ 2022.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

교량 슬래브가 상면부에 마련되고, 교각과 같은 지점(支點) 부위에 하면부가 안착되도록 배치된 강박스 거더 본체; 상기 강박스 거더 본체의 상면부를 형성하고, 상기 강박스 거더 본체의 정모멘트 구간과 대응되는 위치에 상측 개구부가 마련된 상부 플랜지; 상기 강박스 거더 본체의 하면부를 형성하고, 상기 강박스 거더 본체의 부모멘트 구간과 대응되는 위치에 하측 개구부가 마련된 하부 플랜지; 및 상기 하측 개구부에 콘크리트 소재로 타설되고, 상기 지점 부위에 안착되도록 상기 하부 플랜지에 마련된 지점 지지부;를 포함하며,

상기 강박스 거더 본체와 상기 상부 플랜지 및 상기 하부 플랜지는 강재로 형성되고, 상기 교량 슬래브와 상기 지점 지지부는 콘크리트 소재로 형성되며,

상기 상부 플랜지는, 상기 강박스 거더 본체의 부모멘트 구간에 작용되는 인장 응력을 지지하도록 상기 상측 개구부를 부모멘트 구간에 형성하지 않고, 상기 상부 플랜지의 강재 사용량을 감소시키도록 상기 상측 개구부를 정모멘트 구간에 상기 강박스 거더 본체의 길이 방향을 따라 길게 형성하며,

상기 하부 플랜지는, 상기 강박스 거더 본체의 정모멘트 구간에 작용되는 인장 응력을 지지하도록 상기 하측 개구부를 정모멘트 구간에 형성하지 않고, 상기 하부 플랜지의 강재 사용량을 감소시키도록 상기 하측 개구부를 부모멘트 구간에 상기 강박스 거더 본체의 길이 방향을 따라 길게 형성하며,

상기 교량 슬래브는, 상기 강박스 거더 본체의 정모멘트 구간에 작용되는 압축 응력을 지지하도록 상기 상부 플랜지의 상측에 마련하고,

상기 지점 지지부는, 상기 강박스 거더 본체의 부모멘트 구간에 작용되는 압축 응력을 지지하도록 상기 하측 개구부에 마련하되, 상기 강박스 거더 본체의 내부에 수용되도록 상기 하부 플랜지의 상면에 형성되며,

상기 강박스 거더 본체의 내부에는 상기 부모멘트 구간과 대응되는 부위의 하측에 상기 지점 지지부를 타설하기 위한 콘크리트 타설부가 마련된 것을 특징으로 하는 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 상부 플랜지와 상기 하부 플랜지에는, 상기 정모멘트 구간과 상기 부모멘트 구간의 경계부에 상기 상측 개구부와 상기 하측 개구부가 모두 형성되지 않은 비개구 영역이 형성되고,

상기 상측 개구부와 상기 하측 개구부는, 상기 정모멘트 구간과 상기 부모멘트 구간의 경계부에서 이격된 위치에 배치된 것을 특징으로 하는 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 상측 개구부와 상기 하측 개구부의 양단부에는 반원 형상 또는 일정한 곡률을 가지는 원호 형상으로 라운드부가 마련된 것을 특징으로 하는 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 라운드부의 직경은, 상기 상부 플랜지와 상기 하부 플랜지의 폭에 대하여 0.60~0.80의 길이비를 갖도록 마련된 것을 특징으로 하는 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 지점 지지부와 상기 교량 슬래브는 콘크리트 구조물로 마련되고,

상기 지점 지지부는 상기 교량 슬래브보다 더 두껍게 형성된 것을 특징으로 하는 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 강박스 거더 본체에는 복수개의 부모멘트 구간이 형성되고,

상기 지점 지지부는 상기 부모멘트 구간들과 대응되는 위치에 각각 마련되는 것을 특징으로 하는 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더.

청구항 9

삭제

청구항 10

제1항, 제3항, 제4항, 제7항 또는 제8항 중 어느 하나에 따른 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더를 사용하여 시공된 것을 특징으로 하는 연속교.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더 및 이를 사용한 연속교에 관한 것으로서, 더 상세하게는 연속교의 시공시 사용되는 박스 거더의 강재 사용량을 대폭 감소시킬 수 있고, 박스 거더의 부모멘트 구간에 대하여 효과적으로 보강할 수 있는 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더 및 이를 사용한 연속교에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로, 연속교는 세 개 이상의 지점(支點)을 가지는 연속 빔(beam)이나 연속된 트러스를 주요 구조로 하는 다리로서, 특히 거더(girder)의 구조가 2개의 경간(span) 이상에 걸쳐 연속된 교량이다.

[0003] 상기와 같은 거더는 자동차와 열차 등의 교통물의 하중 및 교량의 상부 구조에 대한 중량을 지지하되, 교각이나 교대 등과 같은 교량의 하부 구조물로 전달하기 위한 교량의 상부 구조물에 해당한다.

[0004] 특히, 최근에는 강-콘크리트 이중합성을 활용한 강박스 거더의 사용이 확대되고 있는 추세이다.

[0005] 상기와 같은 강-콘크리트 이중합성의 강박스 거더에서는, 정모멘트 구간의 휨 압축력은 콘크리트 소재의 교량 슬래브가 받고, 정모멘트 구간의 휨 인장력은 강박스 거더가 받는 구조이다. 즉, 강-콘크리트 이중합성의 강박스 거더는, 서로 다른 재료의 장점을 활용한 것으로써, 비합성 강박스 거더에 비해 구조적으로 유리하고 경제적

으로도 장점이 있기 때문에 매우 널리 사용되어 왔다.

[0006] 하지만, 기존에 사용하는 강-콘크리트 이중합성의 강박스 거더는 연속교의 설계 및 시공시 교각과 연결되는 지점 부위에 부모멘트가 과도하게 발생하는 문제점이 있다. 그에 따라서, 지점 부위에서는 교량 슬래브의 단면 손실이 발생하여 휨 강성이 낮아질 수 있다.

[0007] 최근의 교량은 저형고-장경간화의 추세로 인해서 상기의 문제점이 더욱 부각되어 연속교의 부모멘트 구간에 대한 적절한 보강이 필요한 실정이다.

[0008] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 다양한 방법이 시도되고 있다. 예를 들면, 부모멘트 구간에 콘크리트 타설하는 콘크리트 이중합성 공법이 시도되고 있다.

[0009] 구체적으로, 한국등록특허 제10-0906400호(발명의 명칭: 강합성 스틸박스 거더교 및 이의 시공방법, 등록일: 2009.06.30)에는, 복부의 상부에 U형 플랜지를 폐합 및 개구단면 형상으로 형성하고, U형 플랜지에 고강도 콘크리트를 타설 합성한 강합성 스틸박스 거더교 및 이의 시공방법이 개시되어 있다. 따라서, 한국등록특허 제10-0906400호에서는, 정모멘트 구간과 부모멘트 구간에서 압축 응력과 인장 응력에 따라 콘크리트와 강재를 적절히 사용하여 값비싼 강재 소요량을 절감하는 것이 가능하다.

[0010] 하지만, 기존의 콘크리트 이중합성 공법은, 콘크리트 소재의 추가 사용에 따른 강재 사용량의 감소 효율을 더 높여서 경제성을 더 확보할 필요성이 있다.

[0011] 특히, 강박스 거더를 사용한 연속교의 평균 지간장은 50~55m이나, 최근에는 장경간화의 추세 및 강재 단가의 상승으로 인하여 경간장 50~70m 사이에서의 강재절감에 대한 요구가 새롭게 대두되고 있는 실정이다.

[0012] 이를 위하여, 강박스 거더의 부모멘트 구간에 강-콘크리트 이중합성을 적용하되, 상하부 플랜지의 단면을 절감하여 소요되는 강재의 물량을 감소시키는 것에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0013] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-0906400호(등록 2009.06.30)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명의 실시예는, 강박스 거더의 부모멘트 구간을 효과적으로 보강할 수 있고, 강재의 사용량을 대폭 감소시켜 교량의 건설 비용을 절감할 수 있는 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더 및 이를 사용한 연속교를 제공한다.

[0015] 또한, 본 발명의 실시예는, 강박스 거더의 상부 플랜지와 하부 플랜지에 개구부를 형성하여 강박스 거더의 강재 사용량을 획기적으로 감소시킬 수 있는 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더 및 이를 사용한 연속교를 제공한다.

[0016] 또한, 본 발명의 실시예는, 강박스 거더의 부모멘트 구간에 강-콘크리트 소재의 이중 합성을 적용하여 강재만을 사용하는 구조에 비해 낮은 가격으로 보강 성능을 충분히 확보할 수 있는 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더 및 이를 사용한 연속교를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0017] 본 발명의 일실시예에 따르면, 교량 슬래브가 상면부에 마련되고 교각과 같은 지점(支點) 부위에 하면부가 안착되도록 배치된 강박스 거더 본체, 상기 강박스 거더 본체의 상면부를 형성하고 상기 강박스 거더 본체의 정모멘트 구간과 대응되는 위치에 상측 개구부가 마련된 상부 플랜지, 상기 강박스 거더 본체의 하면부를 형성하고 상기 강박스 거더 본체의 부모멘트 구간과 대응되는 위치에 하측 개구부가 마련된 하부 플랜지, 및 상기 하측 개구부에 콘크리트 소재로 타설되고 상기 지점 부위에 안착되도록 상기 하부 플랜지에 마련된 지점 지지부를 포함하는 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더를 제공한다.

[0018] 바람직하게, 상기 상부 플랜지는 상기 강박스 거더 본체의 부모멘트 구간에 작용되는 인장 응력을 지지할 수 있고, 상기 하부 플랜지는 상기 강박스 거더 본체의 정모멘트 구간에 작용되는 인장 응력을 지지할 수 있다.

또한, 상기 교량 슬래브는 상기 강박스 거더 본체의 정모멘트 구간에 작용되는 압축 응력을 지지할 수 있고, 상기 지점 지지부는 상기 강박스 거더 본체의 부모멘트 구간에 작용되는 압축 응력을 지지할 수 있다.

[0019] 바람직하게, 상기 상부 플랜지와 상기 하부 플랜지에는, 상기 정모멘트 구간과 상기 부모멘트 구간의 경계부에 상기 상측 개구부와 상기 하측 개구부가 모두 형성되지 않은 비개구 영역이 형성될 수 있다. 이를 위하여, 상기 상측 개구부와 상기 하측 개구부는, 상기 정모멘트 구간과 상기 부모멘트 구간의 경계부에서 이격된 위치에 배치될 수 있다.

[0020] 바람직하게, 상기 상측 개구부와 상기 하측 개구부는 상기 강박스 거더 본체의 길이 방향을 따라 길게 형성될 수 있다. 상기와 같은 상측 개구부와 상기 하측 개구부의 양단부에는 반원 형상 또는 일정한 곡률을 가지는 원호 형상으로 라운드부가 마련될 수 있다.

[0021] 상기 라운드부의 직경은, 상기 상부 플랜지와 상기 하부 플랜지의 폭에 대하여 0.60~0.80의 길이비를 갖도록 마련될 수 있다.

[0022] 바람직하게, 상기 지점 지지부는, 상기 강박스 거더 본체의 내부에 수용되도록 상기 하부 플랜지의 상면에 형성될 수 있다.

[0023] 여기서, 상기 지점 지지부와 상기 교량 슬래브는 콘크리트 구조물로 마련될 수 있다. 이때, 상기 지점 지지부는 상기 교량 슬래브보다 더 두껍게 형성되는 것이 바람직하다.

[0024] 그리고, 상기 강박스 거더 본체에는 복수개의 부모멘트 구간이 형성될 수 있다. 이때, 상기 지점 지지부는 상기 부모멘트 구간들과 대응되는 위치에 각각 마련될 수 있다.

[0025] 상기와 같은 강박스 거더 본체의 내부에는, 상기 부모멘트 구간들과 대응되는 부위의 하측에 상기 지점 지지부를 타설하기 위한 콘크리트 타설부가 각각 마련될 수 있다.

[0026] 한편, 본 발명의 다른 측면에 따르면, 전술한 바와 같은 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더를 사용하여 시공된 것을 특징으로 하는 연속교를 제공한다.

발명의 효과

[0027] 본 발명의 실시예에 따른 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더 및 이를 사용한 연속교는, 상부 플랜지의 정모멘트 구간에 상측 개구부를 마련함과 아울러 하부 플랜지의 부모멘트 구간에 하측 개구부를 마련한 구조이므로, 상측 개구부와 하측 개구부의 형성으로 인하여 상부 플랜지와 하부 플랜지에 사용되는 강재 물량을 감소할 수 있고, 강재 물량의 감소에 따라 건설 비용을 절감할 수 있다.

[0028] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더 및 이를 사용한 연속교는, 교량 슬래브를 강박스 거더 본체의 상면부에 마련하고 지점 지지부를 지점 부위와 대응되는 하부 슬래브의 하측 개구부에 타설한 구조이므로, 콘크리트 소재의 교량 슬래브를 이용하여 정모멘트 구간의 상부 플랜지에 작용되는 압축 응력을 효과적으로 지지할 수 있고, 콘크리트 소재의 지점 지지부를 이용하여 부모멘트 구간의 하부 플랜지에 작용되는 압축 응력을 효과적으로 지지할 수 있다.

[0029] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더 및 이를 사용한 연속교는, 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더에 작용되는 인장 응력을 강재 구조물로 지지함과 아울러 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더에 작용되는 압축 응력을 콘크리트 구조물로 지지하는 구조이므로, 압축 응력과 인장 응력의 지지 효율이 우수한 구조물로 각각 지지하기 때문에 강박스 거더 본체의 지지 구조를 효과적으로 보강할 수 있다. 따라서, 본 실시예에서는, 상부 플랜지의 정모멘트 구간에 상측 개구부를 형성함과 아울러 하부 플랜지의 부모멘트 구간에 하측 개구부를 형성한 경우에도, 교량 슬래브와 지점 지지부에 의해서 보강 성능의 저하를 안정적으로 보상할 수 있을 뿐만 아니라 보강 성능을 현저하게 증가시킬 수 있다.

[0030] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더 및 이를 사용한 연속교는, 정모멘트 구간과 부모멘트 구간의 경계부를 중심으로 이격된 위치에 상측 개구부와 하측 개구부를 배치한 구조이므로, 상측 개구부와 하측 개구부가 모두 형성되지 않은 비개구 영역을 정모멘트 구간과 부모멘트 구간의 경계부에 소정의 크기로 마련할 수 있고, 그로 인해서 정모멘트와 부모멘트가 서로 교번되는 부위를 안정적으로 보강하여 인장 응력과 압축 응력을 효율적으로 지지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더, B.M.D 그래프, 및 상부 플랜지와 하부 플랜지의 평면이 개략적으로 도시된 도면이다.

도 2는 도 1에 도시된 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더를 상측에서 바라본 모습을 나타낸 사시도이다.

도 3은 도 1에 도시된 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더를 하측에서 바라본 모습을 나타낸 사시도이다.

도 4 내지 도 6은 도 1에 도시된 A-A선, B-B선 및 C-C선에 따른 단면을 각각 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0034] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100), B.M.D 그래프, 및 상부 플랜지(120)와 하부 플랜지(130)의 평면이 개략적으로 도시된 도면이다. 도 2는 도 1에 도시된 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)를 상측에서 바라본 모습을 나타낸 사시도이고, 도 3은 도 1에 도시된 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)를 하측에서 바라본 모습을 나타낸 사시도이다. 도 4 내지 도 6은 도 1에 도시된 A-A선, B-B선 및 C-C선에 따른 단면을 각각 나타낸 도면이다.

[0035] 도 1를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 연속교(10)는, 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)를 사용하여 시공될 수 있다.

[0036] 도 1의 (a)에 도시된 바와 같이, 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)는, 교각과 같은 지점 부위(20)에 의해 지지되는 연속교(10)의 상부 구조물로서, 교량 슬래브(30)가 상면부에 마련될 수 있고, 지점 부위(20)에 하면부가 안착될 수 있다. 교량 슬래브(30)는 콘크리트 구조물로 마련될 수 있고, 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)는 강-콘크리트 이중합성 구조물로 마련될 수 있다.

[0037] 이하, 본 실시예에서는 설명의 편의를 위하여 연속교(10)가 2 경간 연속 교량인 것으로 설명한다. 즉, 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)가 3개의 지점 부위(20)에 의해 지지되는 구조이다. 이때, 지점 부위(20)는 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 양단부 및 중간부에 각각 위치될 수 있다.

[0038] 도 1의 (b)에 도시된 바와 같이, 연속교(10)에는 굽힘 모멘트(bending moment)가 작용될 수 있다. 즉, 도 1의 (b)에는 연속교(10)에 작용되는 굽힘 모멘트가 도시된 B.M.D(bending moment diagram)가 도시되어 있다.

[0039] 지점 부위(20)들 사이에는 굽힘 모멘트가 하측으로 볼록한 포물선 형상으로 형성될 수 있다. 상기와 같이 작용되는 굽힘 모멘트가 정모멘트이며, "+"로 도시되어 있다.

[0040] 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 중간부에 배치된 지점 부위(20)에서는 굽힘 모멘트가 상측으로 뾰족한 삼각 형상으로 형성될 수 있다. 상기와 같이 작용되는 굽힘 모멘트가 부모멘트이며, "-"로 도시되어 있다.

[0041] 이하, 본 실시예에서는 정모멘트가 작용되는 구간을 '정모멘트 구간(PM)'으로 칭하고, 부모멘트가 작용되는 구간을 '부모멘트 구간(NM)'으로 칭하기로 한다. 여기서, 정모멘트와 부모멘트가 "0"인 지점은 정모멘트 구간(PM)과 부모멘트 구간(NM)을 나누는 경계부(E-E)이다. 상기와 같은 정모멘트 구간(PM)과 부모멘트 구간(NM)의 경계부(E-E)에서는 정모멘트와 부모멘트가 교번될 수 있다.

[0042] 한편, 연속교(10)의 정모멘트 구간(PM)에서는, 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 중립축을 기준으로 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 하부에 인장 응력이 작용될 수 있고, 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 중립축을 기준으로 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 상부에 압축 응력이 작용될 수 있다.

[0043] 상기와 같이 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 상부에 작용되는 압축 응력은, 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 상면부에 배치된 교량 슬래브(30)에 의해 지지될 수 있다. 왜냐하면, 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 상부는 강재로 형성되지만, 교량 슬래브(30)는 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 상부보다 더 큰 압축 응력을 견디는 콘크리트 구조물로 형성되기 때문이다.

[0044] 또한, 연속교(10)의 부모멘트 구간(NM)에서는, 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 중립축을 기준으로 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 하부에 압축 응력이 작용될 수 있고, 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 중립축을 기준으로 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 상부에 인장 응력이 작용될 수 있다.

[0045] 상기와 같이 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 하부에 작용되는 압축 응력은, 상하부 플랜지 오픈형 박스

거더(100)의 하면부 중 지점 부위(20)에 안착되는 위치에 마련된 후술하는 지점 지지부(140)에 의해 지지될 수 있다. 왜냐하면, 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 하부는 강재로 형성되지만, 지점 지지부(140)는 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 하부보다 더 큰 압축 응력을 견디는 콘크리트 구조물이기 때문이다.

[0046] 한편, 최근의 교량은 건설 비용 절감을 위해 구조의 합리화, 시공의 효율화가 요구되고 있다. 특히, 최근에는 교량이 저형고-장경간화 함에 따라 강박스 거더에도 고강도의 강재를 사용하는 추세이다. 따라서, 강박스 거더의 강재 사용량이 조금만 늘어나도 건설 비용이 크게 증가될 수 있고, 강박스 거더의 강재 사용량이 조금만 감소해도 건설 비용이 크게 감소될 수 있다.

[0047] 이에 대응하기 위하여, 본 실시예의 연속교(10)에서는, 압축 응력이 작용하는 부분을 콘크리트 구조물이 받게 함으로써, 그 부분에 대한 강재 사용량을 절감하는 구조로 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)를 마련한다.

[0048] 예를 들면, 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)는 하부의 부모멘트가 집중되는 중앙의 지점 부위(20)에 강-콘크리트 이중합성을 적용하여 보강하되, 콘크리트에 의해 보강된 만큼에 대하여 지점 부위(20)의 강재 사용량을 감소시킬 수 있다.

[0049] 이하에서는, 본 실시예의 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)에 대한 구성을 보다 구체적으로 설명하기로 한다.

[0051] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)는, 강박스 거더 본체(110), 상부 플랜지(120), 하부 플랜지(130), 및 지점 지지부(140)를 포함한다.

[0052] 여기서, 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)는, 연속교(10)의 시공시 현장에서 단위 길이로 복수개가 제작된 후 지점 부위(20)들에 연속적으로 안착되면서 연결될 수 있다.

[0053] 그리고, 강박스 거더 본체(110)와 상부 플랜지(120) 및 하부 플랜지(130)는 강재로 형성될 수 있고, 지점 지지부(140)는 콘크리트 소재로 형성될 수 있다. 특히, 강박스 거더 본체(110)와 상부 플랜지(120) 및 하부 플랜지(130)는, 장경간화의 연속교(10)에 작용되는 정모멘트 및 부모멘트에 충분히 대응하도록 단가 비용이 높은 고강도의 강재로 마련될 수 있다.

[0054] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 실시예의 강박스 거더 본체(110)는, 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100) 중 상면부와 하면부를 제외한 다른 모든 부위를 포함할 수 있다. 강박스 거더 본체(110)의 상면부에는 교량 슬래브(30)가 마련될 수 있다. 강박스 거더 본체(110)의 하면부는 교각과 같은 지점(支點) 부위(20)들에 안착되 도록 배치될 수 있다.

[0055] 교량 슬래브(30)는 강박스 거더 본체(110)의 정모멘트 구간(PM)에 작용되는 압축 응력을 지지하도록 마련될 수 있다. 이를 위하여, 교량 슬래브(30)는 압축 응력에 대한 강도가 우수한 콘크리트 구조물로 형성될 수 있다.

[0056] 도 2와 도 3에 도시된 바와 같이, 강박스 거더 본체(110)는 다이아프램(112), 웨브(114), 및 플랜지 보강재(116)를 포함할 수 있다.

[0057] 다이아프램(diaphragm)(112)은 강박스 거더 본체(110)의 내부에 길이 방향을 따라 복수개가 이격되게 마련될 수 있다. 상기와 같은 다이아프램(112)은 강박스 거더 본체(110)의 내부를 구획하는 판 모양의 격벽으로 형성될 수 있다. 따라서, 다이아프램(112)은 정모멘트 또는 부모멘트를 받는 강박스 거더 본체(110)의 좌굴을 방지하거나 강박스 거더 본체(110)의 비틀림에 대한 강성을 높일 수 있다.

[0058] 여기서, 도 2에 도시된 바와 같이, 다이아프램(112)들의 상단부에는 교량 슬래브(30)와 연결되는 전단 연결재(미도시)를 체결하기 위한 상측 전단 연결재 체결부(112a)가 각각 마련될 수 있다.

[0059] 또한, 도 3에 도시된 바와 같이, 다이아프램(112)들의 하단부에는 지점 지지부(140)와 연결되는 전단 연결재(미도시)를 체결하기 위한 하측 전단 연결재 체결부(112b)가 각각 마련될 수 있다. 다만, 다이아프램(112)들 중 지점 부위(20)에 배치된 다이아프램(112)의 하단부에는, 다른 다이아프램(112)의 하측 전단 연결재 체결부(112b)보다 더 넓은 폭으로 형성된 하측 전단 연결재 체결부(112c)가 마련될 수 있다.

[0060] 웨브(web)(114)는 강박스 거더 본체(110)의 좌측면부와 우측면부를 형성하는 부재로서, '복부재'라고도 칭한다. 상기와 같은 웨브(114)는 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)에 작용하는 전단력에 저항하는 복부 단면을 구성할 수 있다.

[0061] 플랜지 보강재(116)는 다이아프램(112)의 측면, 웨브(114)의 내측면, 상부 플랜지(120)의 내측면 또는 하부 플

랜지(130)의 내측면 중 적어도 하나에 강도 보강을 위해 마련될 수 있다. 상기와 같은 플랜지 보강재(116)는 얇은 바 형상으로 길게 형성되되, 수직 격자와 수평 격자의 형상으로 돌출될 수 있다.

[0062] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 실시예의 상부 플랜지(120)는, 강박스 거더 본체(110)의 상면부를 형성하는 부재이다. 상부 플랜지(120)는 강박스 거더 본체(110)의 상면에 수평하게 배치된 평판 구조로 형성될 수 있다. 상기와 같은 상부 플랜지(120)는 부모멘트 구간(NM)에 작용되는 인장 응력을 지지할 수 있다.

[0063] 여기서, 상부 플랜지(120)는 강박스 거더 본체(110)의 정모멘트 구간(PM)과 대응되는 위치에 상측 개구부(122)가 마련될 수 있다. 상측 개구부(122)는 강박스 거더 본체(110)의 길이 방향을 따라 길게 형성될 수 있다. 그로 인해서, 상부 플랜지(120)는 정모멘트 구간(PM)에서 압축 응력에 대한 대응이 거의 불가능한 구조이지만, 콘크리트로 마련되는 교량 슬래브(30)가 정모멘트 구간(PM)의 압축 응력을 충분히 지지하기 때문에 정모멘트 구간(PM)에서 압축 응력에 의한 문제가 발생하지 않는다.

[0064] 상기와 같은 상측 개구부(122)는 정모멘트 구간(PM)과 부모멘트 구간(NM)의 경계부(E-E)에서 강박스 거더 본체(110)의 길이 방향을 따라 설정 거리로 이격된 위치에 배치 또는 형성될 수 있다.

[0065] 그리고, 상측 개구부(122)의 양단부에는 원활한 응력 전달을 위해 반원 형상 또는 일정한 곡률을 가지는 원호 형상으로 상측 라운드부(124)가 마련될 수 있다. 상기와 같은 상측 라운드부(124)의 직경(D)은, 상부 플랜지(120)의 폭(W)에 대하여 0.60~0.80의 길이비를 갖도록 마련될 수 있다.

[0066] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 실시예의 하부 플랜지(130)는, 강박스 거더 본체(110)의 하면부를 형성하는 부재이다. 참고로, 도 3은 도 2에 도시된 강박스 거더 본체(110)의 상하부를 뒤집은 상태에서 하부 플랜지(130)가 위쪽에 있는 상태를 도시한 사시도이다.

[0067] 하부 플랜지(130)는 강박스 거더 본체(110)의 하면에 수평하게 배치된 평판 구조로 형성될 수 있다. 상기와 같은 하부 플랜지(130)는 정모멘트 구간(PM)에 작용되는 인장 응력을 지지할 수 있다.

[0068] 여기서, 하부 플랜지(130)는 강박스 거더 본체(110)의 부모멘트 구간(NM)과 대응되는 위치에 하측 개구부(132)가 마련될 수 있다. 하측 개구부(132)는 강박스 거더 본체(110)의 길이 방향을 따라 길게 형성될 수 있다. 그로 인해서, 하부 플랜지(130)는 부모멘트 구간(NM)에서 압축 응력에 대한 대응이 거의 불가능한 구조이지만, 콘크리트로 마련된 지점 지지부(140)가 부모멘트 구간(NM)의 압축 응력을 충분히 지지하기 때문에 부모멘트 구간(NM)에서 압축 응력에 의한 문제가 발생하지 않는다.

[0069] 상기와 같은 하측 개구부(132)는 정모멘트 구간(PM)과 부모멘트 구간(NM)의 경계부(E-E)에서 강박스 거더 본체(110)의 길이 방향을 따라 설정 거리로 이격된 위치에 배치될 수 있다. 이때, 상측 개구부(122)와 하측 개구부(132)가 경계부(E-E)에서 이격된 거리는 동일하게 설정될 수 있지만, 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 설계 조건 및 상황에 따라 이격 거리가 서로 다르게 설정될 수도 있다.

[0070] 따라서, 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)에는, 정모멘트 구간(PM)과 부모멘트 구간(NM)의 경계부(E-E)를 중심으로 상측 개구부(122)와 하측 개구부(132)가 모두 형성되지 않은 비개구 영역(F)이 형성될 수 있다. 상기와 같은 비개구 영역(F)은 정모멘트와 부모멘트의 교번 영역으로써, 정모멘트와 부모멘트의 교번 상황에 적절하게 대응할 수 있다. 비개구 영역(F)의 길이는 상측 개구부(122)와 하측 개구부(132)의 이격 거리의 총합에 대응되는 길이로 형성될 수 있다.

[0071] 그리고, 하측 개구부(132)의 양단부에는 원활한 응력 전달을 위해 반원 형상 또는 일정한 곡률을 가지는 원호 형상으로 하측 라운드부(134)가 마련될 수 있다. 상기와 같은 하측 라운드부(134)의 직경(D)은, 하부 플랜지(130)의 폭(W)에 대하여 0.60~0.80의 길이비를 갖도록 마련될 수 있다.

[0072] 이하, 본 실시예에서는 도 1의 (c)와 (d)에 도시된 바과 같이 상부 플랜지(120)와 하부 플랜지(130)의 폭(W)이 서로 동일하게 형성되고, 상측 라운드부(124)와 하측 라운드부(134)의 직경(D)도 서로 동일하게 형성된 것으로 설명한다. 또한, 본 실시예에서는 상측 개구부(122)와 하측 개구부(132)가 상측 라운드부(124)와 하측 라운드부(134)의 직경(D)과 동일한 폭으로 길게 형성된 것으로 설명하지만, 이에 한정되는 것은 아니며 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 설계 조건 및 상황에 따라 상측 개구부(122)와 하측 개구부(132)의 폭은 적절하게 변경될 수도 있다.

[0073] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 실시예의 지점 지지부(140)는, 지점 부위(20)에 안착될 수 있도록 하부 플랜지(130)에 마련될 수 있다. 즉, 지점 지지부(140)는 하부 플랜지(130)의 하측 개구부(132)에 콘크리트 소재로 타

설된 구조로 형성될 수 있다.

[0074] 여기서, 지점 지지부(140)는 강박스 거더 본체(110)의 부모멘트 구간(NM)에 작용되는 압축 응력을 지지할 수 있다. 따라서, 복수개의 부모멘트 구간(NM)이 강박스 거더 본체(110)에 각각 형성되면, 지점 지지부(140)는 부모멘트 구간(NM)들과 대응되는 위치에 각각 마련될 수 있다.

[0075] 그리고, 지점 지지부(140)는 교량 슬래브(30)와 동일 유사한 콘크리트 구조물로 마련될 수 있다. 이때, 지점 지지부(140)는 교량 슬래브(30)보다 더 두껍게 형성되는 것이 바람직하다. 왜냐하면, 지점 지지부(140)의 전체 단면적이 교량 슬래브(30)보다 작기 때문에 부모멘트 구간(NM)의 압축 응력에 충분히 대응하기 위하여 지점 지지부(140)의 두께가 교량 슬래브(30)보다 크도록 설계될 수 있다.

[0076] 또한, 지점 지지부(140)는, 하부 플랜지(130)의 상면에 형성될 수 있고, 그에 따라 강박스 거더 본체(110)의 내부에 수용되는 형상으로 마련될 수 있다. 이를 위하여, 도 6에 도시된 바와 같이 지점 지지부(140)에 콘크리트를 타설하기 위한 콘크리트 타설부(142)가 강박스 거더 본체(110)의 내부에 마련될 수 있다. 콘크리트 타설부(142)는 강박스 거더 본체(110)의 내부에서 부모멘트 구간(NM)들과 대응되는 부위의 하측에 각각 형성되되, 하측 개구부(132)와 연통되게 마련될 수 있다.

[0077] 상기와 같이 강박스 거더 본체(110)의 내부에서 부모멘트 구간(NM)들과 대응되는 부위에는, 콘크리트 타설부(142)가 형성되기 때문에 그 부위에 배치된 다이아프램(112)들의 하부도 콘크리트 타설부(142)에 대응하는 크기로 제거된 상태이다. 즉, 콘크리트 타설부(142)가 형성된 부위에서는, 다이아프램(112)들의 하부가 강박스 거더 본체(110)의 하면에서 상측으로 이격되게 배치될 수 있다.

[0079] 한편, 도 4 내지 도 6에는 정모멘트 구간(PM), 비개구 영역(F) 및 부모멘트 구간(NM)에서 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 단면이 각각 도시되어 있다.

[0080] 도 4를 참조하면, 정모멘트 구간(PM)에서는, 상부 플랜지(120)에 상측 개구부(122)가 마련되되, 하부 플랜지(130)에 하측 개구부(132)가 마련되지 않는다. 이때, 정모멘트 구간(PM)에서는, 강박스 거더 본체(110)의 중립축보다 하측에 배치된 부분이 인장되고, 강박스 거더 본체(110)의 중립축보다 상측에 배치된 부분이 압축된다. 따라서, 하부 플랜지(130)는 정모멘트 구간(PM)에서 인장 응력에 충분히 대응하도록 하측 개구부(132)가 마련되지 않는 것이 바람직하다. 그에 반하여, 상부 플랜지(120)는 정모멘트 구간(PM)에서 교량 슬래브(30)가 압축 응력을 지지하기 때문에 압축 응력에 대응할 필요성이 없다.

[0081] 상기와 같이 상측 개구부(122)가 정모멘트 구간(PM)에서 상부 플랜지(120)에 형성되므로, 상부 플랜지(120)의 제조에 사용되는 강재의 사용량이 상측 개구부(122)의 크기에 따라 현저하게 감소될 수 있고, 그에 따라 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 강재 비용이 감소되어 경제성이 향상될 수 있다.

[0082] 도 5를 참조하면, 비개구 영역(F)에서는, 상부 플랜지(120)에 상측 개구부(122)가 마련되지 않고, 하부 플랜지(130)에 하측 개구부(132)가 마련되지 않는다. 이때, 비개구 영역(F)에서는, 정모멘트 구간(PM)과 부모멘트 구간(NM)이 교번되기 때문에 상부 플랜지(120)와 하부 플랜지(130)에 인장 응력과 압축 응력이 모두 제공될 수 있다. 따라서, 상부 플랜지(120)와 하부 플랜지(130)가 정모멘트 구간(PM)과 부모멘트 구간(NM)에서 인장 응력과 압축 응력에 모두 대응하도록 상측 개구부(122)와 하측 개구부(132)가 모두 마련되지 않는 것이 바람직하다.

[0083] 상기와 같이 상측 개구부(122)와 하측 개구부(132)가 상부 플랜지(120)와 하부 플랜지(130)에 모두 형성되지 않으므로, 정모멘트 구간(PM)과 부모멘트 구간(NM)의 교번시 작용되는 정모멘트와 부모멘트에 모두 원활하게 대응될 수 있다.

[0084] 도 6을 참조하면, 부모멘트 구간(NM)에서는, 하부 플랜지(130)에 하측 개구부(132)가 마련되되, 상부 플랜지(120)에 상측 개구부(122)가 마련되지 않는다. 이때, 부모멘트 구간(NM)에서는, 강박스 거더 본체(110)의 중립축보다 하측에 배치된 부분이 압축되고, 강박스 거더 본체(110)의 중립축보다 상측에 배치된 부분이 인장된다. 따라서, 상부 플랜지(120)는 부모멘트 구간(NM)에서 인장 응력에 충분히 대응하도록 상측 개구부(122)가 마련되지 않는 것이 바람직하다. 그에 반하여, 하부 플랜지(130)는 부모멘트 구간(NM)에서 지점 지지부(140)가 압축 응력을 지지하기 때문에 압축 응력에 대응할 필요성이 없다.

[0085] 상기와 같이 하측 개구부(132)가 부모멘트 구간(NM)에서 하부 플랜지(130)에 형성되므로, 하부 플랜지(130)의 제조에 사용되는 강재의 사용량이 하측 개구부(132)의 크기에 따라 현저하게 감소될 수 있고, 그에 따라 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)의 강재 비용이 감소되어 경제성이 향상될 수 있다.

[0086] 상기와 같이 구성된 본 발명의 일실시예에 따른 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)를 사용한 연속교(10)를

비선형비탄성해석을 이용한 설계방법으로 분석하면 다음과 같다.

[0087] 우선, 비선형비탄성해석을 이용한 설계방법은 일반적으로 하중저항계수설계법을 따른다. 비선형비탄성해석을 기반으로 도출된 하중저항계수설계법(LRFD, Load and Resistance Factor Design)은, 구조신뢰성이론에 기초한 저항계수 및 하중계수를 이용해 구조부재나 극한내력과 같은 상세요소의 강도 및 다양한 한계상태를 고려하여 부재력이 극한내력 또는 한계상태내력을 초과하지 않게 하는 설계법이다. 따라서, 전체 구조물에 대한 비선형비탄성해석을 활용하여 성능 기반 설계를 수행할 수 있다.

[0088] 상기와 같은 유한요소모델을 활용하여 비선형비탄성해석을 수행한 결과, 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)를 사용한 연속교(10)는 비선형비탄성해석 설계에 의한 최적단면의 강재 사용량을 통상의 강박스 연속교와 비교하여 22.5% 절감할 수 있고 처짐량은 7.8% 감소한 것으로 분석되었다.

[0089] 구체적으로, 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더(100)를 사용한 연속교(10)의 경우, 주부재 단면이 증가하여 강재 사용량이 증가하는 단점이 있지만, 상측 개구부(122)와 하측 개구부(132)의 형성에 따른 강재 사용량의 절감 효과가 더 큰 것으로 분석되며, 연속교(10)의 처짐량도 감소되는 것으로 분석된다.

[0091] 이상과 같이 본 발명의 실시예에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 청구범위뿐 아니라 이 청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

[0092] 10: 연속교

20: 지점 부위

30: 교량 슬래브

100: 상하부 플랜지 오픈형 박스 거더

110: 강박스 거더 본체

120: 상부 플랜지

122: 상측 개구부

130: 하부 플랜지

132: 하측 개구부

140: 지점 지지부

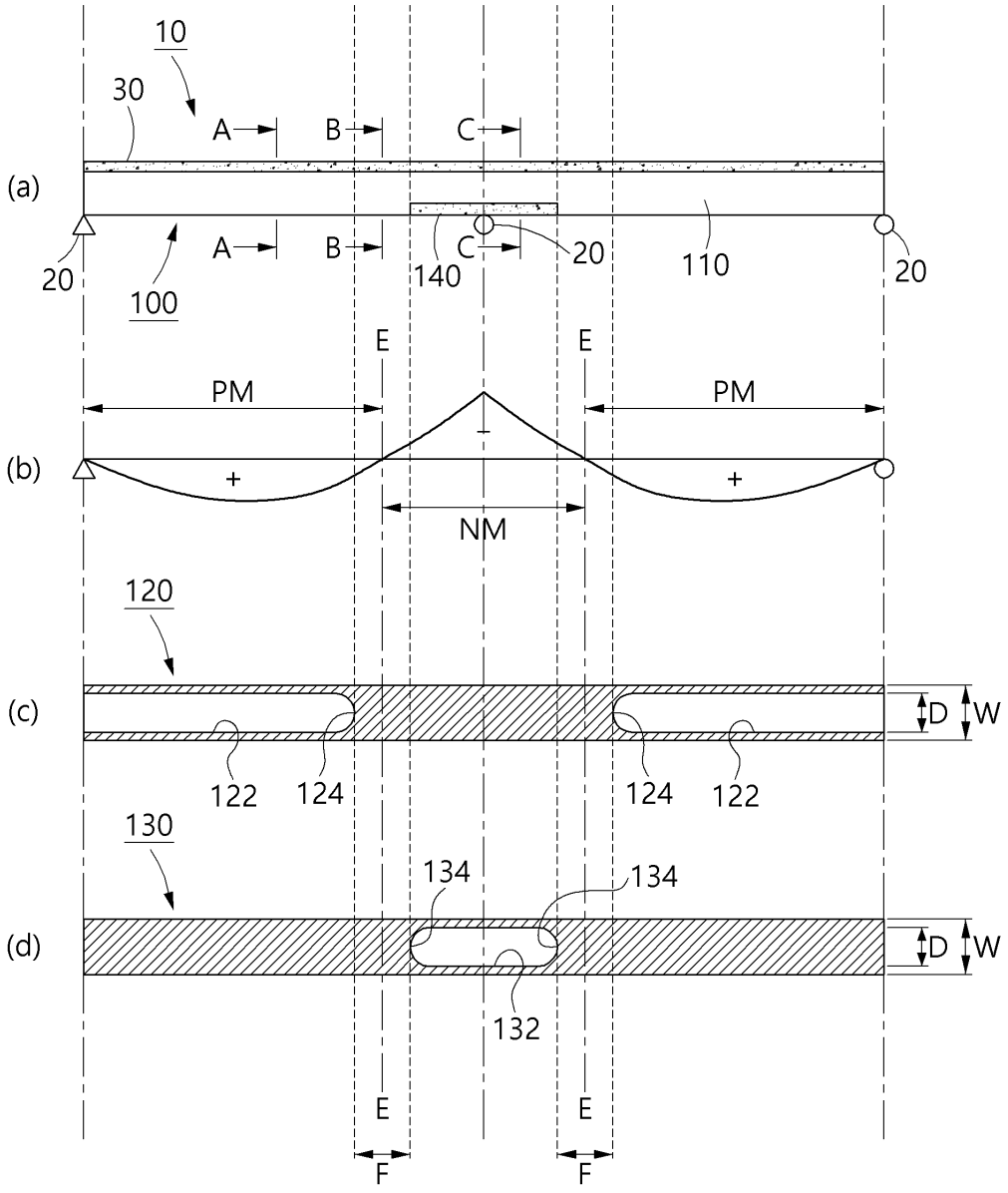
PM: 정모멘트 구간

NM: 부모멘트 구간

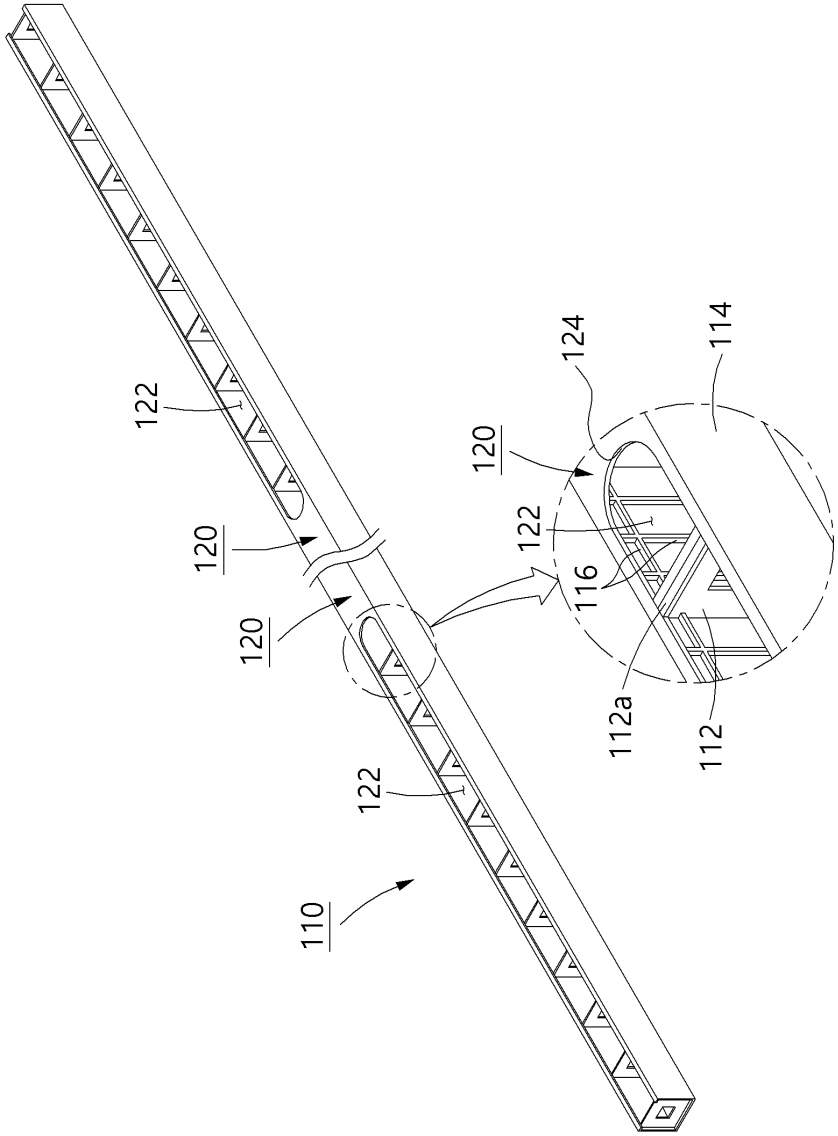
F: 비개구 영역

도면

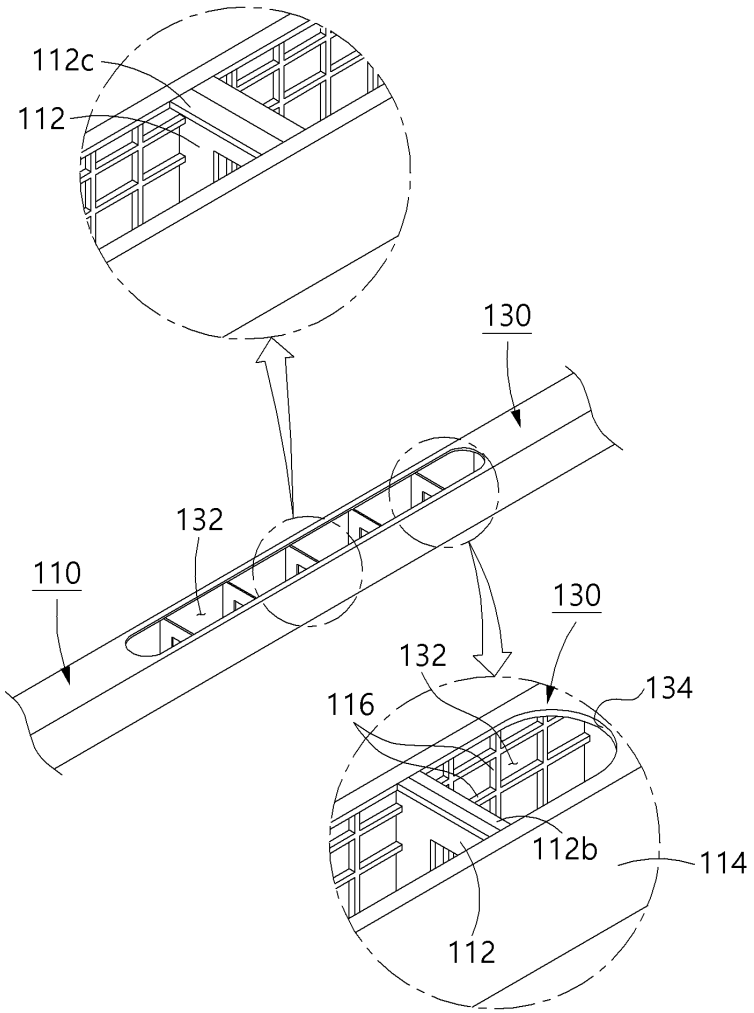
도면1



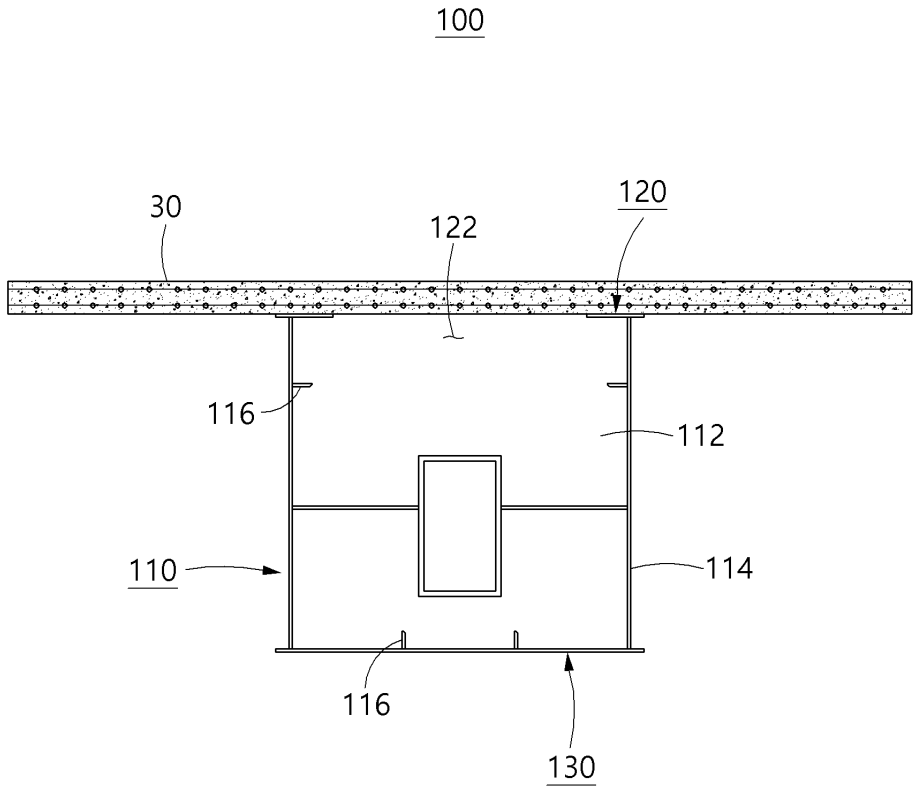
도면2



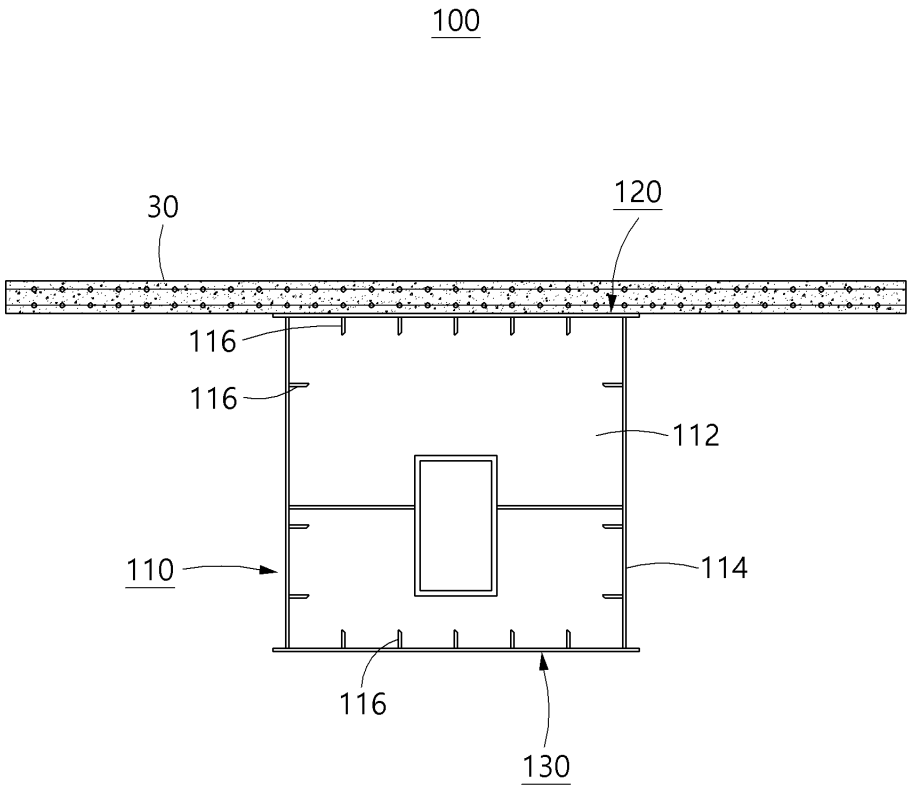
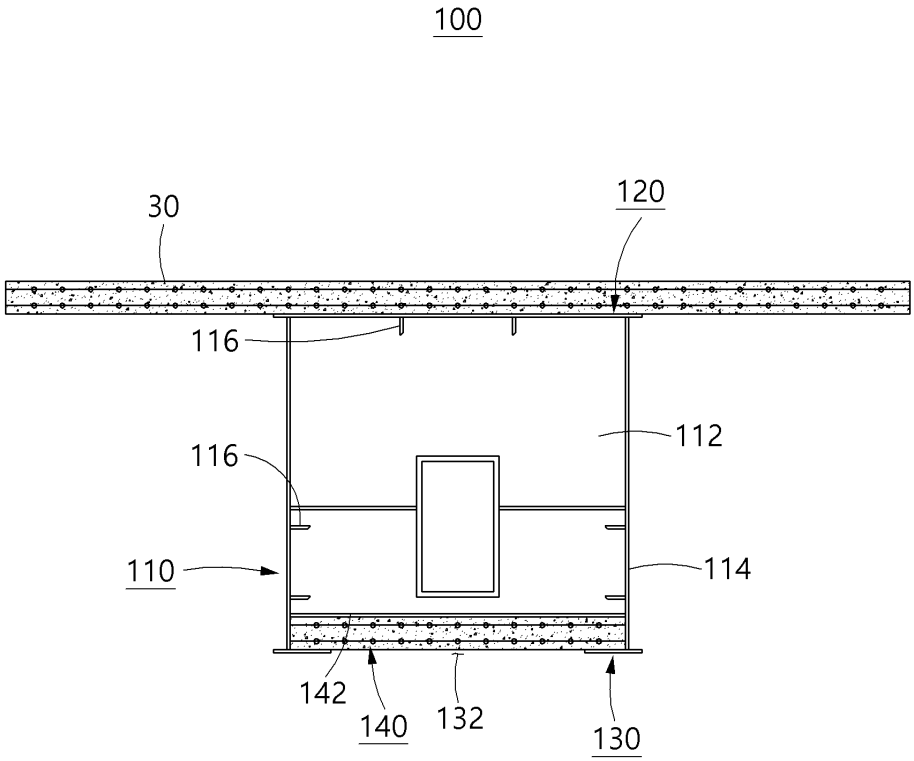
도면3



도면4


100
30
122
120
116
112
110
114
116
130

도면5


100
30
120
116
116
112
110
114
116
130

도면6