



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년06월21일
(11) 등록번호 10-2267298
(24) 등록일자 2021년06월15일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E01D 22/00 (2006.01) E04C 3/10 (2006.01)
E04C 5/08 (2006.01) E01D 101/32 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
E01D 22/00 (2013.01)
E04C 3/10 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7035406
- (22) 출원일자(국제) 2014년04월16일
심사청구일자 2019년03월12일
- (85) 번역문제출일자 2015년12월14일
- (65) 공개번호 10-2016-0015255
- (43) 공개일자 2016년02월12일
- (86) 국제출원번호 PCT/CH2014/000049
- (87) 국제공개번호 WO 2014/183224
국제공개일자 2014년11월20일
- (30) 우선권주장
950/2013 2013년05월14일 스위스(CH)
- (56) 선행기술조사문헌
KR100438113 B1*
KR101013914 B1*
KR1020100098177 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
에스앤피 클래버 리인포스먼트 컴퍼니 아게
스위스 제벤 6423 제베른스트라세 127
- (72) 발명자
모타발리, 마수드
씨에이치-8127, 스위스 포르히 타게른스트라세 2
씨
그하푸리, 엘리아스
씨에이치-8600, 스위스 뒤벤도르프 바흐스트라세 2
- (74) 대리인
특허법인임엔정

전체 청구항 수 : 총 10 항

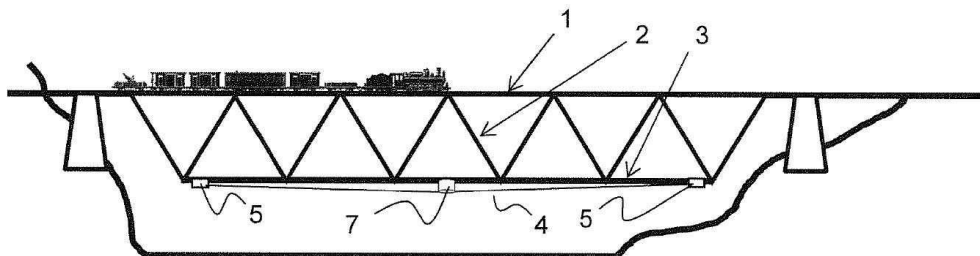
심사관 : 이재욱

(54) 발명의 명칭 **철골 구조물에 프리스트레스를 적용하는 방법 및 이 방법을 적용한 철골 구조물**

(57) 요약

본 방법에 따르면, 적어도 하나의 탄소섬유 강화 폴리머 밴드가 끝단에서 철골 구조물에 연결되어 인장력을 전달한다. 다음으로, 단부 정착구(5) 사이의 영역에서 강화된 철제 거더(3)와 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4) 사이에 배치된 적어도 하나의 리프팅 부재(7)가 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)에 대해 실질적으로 수직으로 확장된다. 따라서 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)의 끝단 사이에 인장응력이 생성된다. 그리고, 상기 방법으로 처리된 철제 거더는 끝단에서 철골 구조물에 연결된 적어도 하나의 탄소섬유 강화 폴리머 밴드를 포함하여 인장력을 전달한다. 이들 끝단 사이의 영역에서 리프팅 부재(7)가 강화된 철제 거더(3)와 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4) 사이에 배치되어, 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)를 철제 거더(3)로부터 들어올림으로써 탄소섬유 강화 폴리머 밴드가 인장응력을 받게 된다. 이 인장력은 단부 정착구(5)를 경유하여 철제 거더(3)로 전달된다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

E04C 5/085 (2013.01)

E01D 2101/32 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)를 상기 밴드의 끝단 영역에서 단부 정착구(5)에 의한 강제 연결로 철틀 구조물(1)의 철틀 거더에 결합시키고,

이어서 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)의 상기 끝단 영역 사이에 인장응력을 제공하기 위하여, 강화될 상기 철틀 거더(3, 8)와 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4) 사이에 배치된 적어도 하나의 리프팅 부재(7)가 상기 단부 정착구(5) 사이의 영역에서 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)에 대하여 수직으로 연장되고,

그 결과, 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)의 전체 길이에 걸쳐 균일한 장력이 생성되어 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)의 상기 단부 정착구(5) 사이의 인장력에 영향을 미치고,

상기 인장력은 지렛대 효과로 인해 양력(lifting force)의 수 배에 해당하고,

상기 인장력은 상기 단부 정착구(5)를 통해 상기 구조물에 전달되고,

상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)의 리프팅은 기계적 지지부에 의해 고정되는,

철틀 구조물에 프리스트레스를 적용하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 리프팅 부재(7)의 리프팅 거리는 수 cm인 것을 특징으로 하는 철틀 구조물에 프리스트레스를 적용하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

복수의 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)는 강화될 상기 철틀 거더(3, 8)의 길이 방향을 따라 배치되는 것을 특징으로 하는 철틀 구조물에 프리스트레스를 적용하는 방법.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

복수의 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)는 서로 평행하게 배치되며, 상기 밴드들은 강화될 상기 철틀 거더(3, 8)의 전체 길이 상에 배치되는 것을 특징으로 하는 철틀 구조물에 프리스트레스를 적용하는 방법.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

복수의 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)는 강화될 상기 철틀 거더(3, 8)의 길이 방향을 따라 배치되고, 상기 밴드들은 상기 철틀 거더(3, 8)의 길이 중 일부 위에 서로 평행하게 배치되는 것을 특징으로 하는 철틀 구조물에 프리스트레스를 적용하는 방법.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

복수의 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)는 강화될 상기 철틀 거더(3, 8)의 길이 방향을 따라 배치되고, 상기 밴드들은 상기 철틀 거더(3, 8)의 길이 중 일부 위에 서로 평행하게 배치되어, 상기 밴드들은 나란히 배치되고 길이 방향으로 일부 중첩되는 것을 특징으로 하는 철틀 구조물에 프리스트레스를 적용하는 방법.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

복수의 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)는 강화될 상기 철제 거더(3, 8)의 길이 방향에 대해 소정의 각도로 배치되어, 상기 밴드들은 서로 교차하는 것을 특징으로 하는 철골 구조물에 프리스트레스를 적용하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

유압, 공기압, 전기 또는 기계에 의해 작동하는 적어도 하나의 리프팅 부재(7)에 의해 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)는 프리스트레스(pre-stress)되고,

리프팅 작업이 완료된 후, 상기 리프팅 부재(7)는 강화될 상기 철제 거더(3, 8)와 상기 밴드(4) 사이의 기계적 지지부에 의해 풀리는 것을 특징으로 하는 철골 구조물에 프리스트레스를 적용하는 방법.

청구항 9

적어도 하나의 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)는 상기 밴드의 끝단 영역에서 강제 연결로 철골 구조물(1)의 철제 거더에 결합되고,

상기 끝단 영역 사이에서 적어도 하나의 리프팅 부재(7) 또는 기계적 지지부가 강화될 상기 철제 거더(3, 8)와 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4) 사이에 배치되고,

그 결과, 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)를 상기 철제 거더(3, 8)로부터 수직으로 리프팅하여 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)가 인장응력을 받는 것을 특징으로 하는 철골 구조물.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(2)의 리프팅 거리는 수 cm인 것을 특징으로 하는 철골 구조물.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 철골 구조물에 프리스트레스(pre-stress)를 적용하는 방법 및 이 방법을 적용한 철골 구조물에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 신규 시공물 및 바람직하게는 기존 시공물, 특히 교량 건축물에 존재하는 철골 구조물에 프리스트레스를 적용하는 방법 및 이 방법을 적용한 철골 구조물에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] Bien J, Elfgrén L, 및 Olofsson J의 연구 "Sustainable Bridges, Assessment for Future Traffic Demands and Longer Lives", Wrocław, *Dolnoslaskie Wydawnictwo Edukacyjne*, 2007에 의하면, 유럽 철도국(European Railway Authorities)은 유럽에만 약 220,000개의 철도 교량이 존재하며 이들 철도 교량은 다양한 기후의 지역에 분포하고 있다고 확인하였다. 상기 철도 교량의 약 22%는 종종 강교(steel bridge)라고도 불리는 금속 또는 철골 구조물로 되어 있다. 그 중 3%는 주철 교량, 25%는 용접 철골 구조물, 53%는 강철, 그리고 약 20%는 명확히 밝혀지지 않은 소재로 제작되었다. 이들 금속 구조물의 28%는 100년 이상 오래된 것들이며, 상기 교량의 거의 70%는 50년이 넘는 구조물이다. 오늘날 열차는 더욱 길고, 무겁고, 빨라지고 있기 때문에, 이들 교량이 받는 하중도 그만큼 증가하고 있다. 각 차축 하중(axle load)으로 인해 진동이 발생하고, 그 결과 시간이 지남에 따라 작은 균열과 틈이 생기게 된다. 차량의 피로 현상도 역시 훨씬 더 빠르게 진행되고 있다.

[0003] 스위스 두벤도르프(Dubendorf)에 위치한 EMPA에서의 실험에 따르면, 철제 거더(steel girder)는 원칙적으로 탄소섬유 강화 폴리머(Carbon Fiber Reinforced Polymers: CFRP)를 사용하여 강화될 수 있다는 것을 알 수 있다. 상기 탄소섬유 강화 폴리머(CFRP)는 접착제로 철제 거더에 부착되어 인장응력을 흡수할 수 있다. 따라서 균열 형성의 속도를 느리게 하거나 중지시킬 수 있다. 그럼에도 불구하고, 상기 접착제를 부분적으로만 적용할 수 있다는 한계가 있다. 이는 강철이 태양광에 의해 고온으로 가열되고 그로 인해 접착제에 유리 전이가 일어나기 때

문이다. 이 점에 있어서는 Elsevier Journal(www.elsevier.com)에서 발행한 *Engineering Structures*, vol. 45, 2012, pp. 270-283과 *International Journal of Fatigue*, vol. 44, 2012, pp. 303-315의 발표를 따라야 한다.

[0004]

또 다른 문제는 갈바닉 부식(galvanic corrosion)이다. 비록 탄소섬유 강화 폴리머(CFRP) 자체는 부식되지 않지만 강철과 결합되었을 때는 갈바닉 전지를 형성한다. 그리고 많은 리벳 집합된 강교가 있다. 여기에서 문제는 편평한 탄소섬유 강화 폴리머(CFRP) 밴드를 어떻게 잘 철택 거더에 부착하는가 이다. 그리고 마지막으로, 종종 유적 보호를 고려해야 할 때가 있다. 예를 들면 역사적으로 중요한 구조물을 원상태로 복원해야 하는 경우가 있는데, 그런 작업은 탄소섬유 강화 폴리머(CFRP) 밴드 상의 접착제를 사용해서는 거의 불가능하다. 그리고 마지막으로, 구조물을 강화시킬 뿐 아니라 프리스트레스(pre-stress)를 적용함으로써 이미 존재하는 균열과 틈을 완전히 좁히고 상기 균열과 틈이 더 이상 성장하는 것을 방지하는 것이 바람직하다. 그러므로 강화 시스템의 가장 중요한 목적 중의 하나는 기계적 앵커링 시스템을 적절히 선택하는 것인데, 이로써 충분한 체결력을 발생시키고 부식을 최소한으로 막는 것이다. 그리고 가능하다면 탄소섬유 강화 폴리머(CFRP) 밴드가 강철에 직접 접촉하지 않도록 하여 상기 앵커링 시스템에서 응력발생이 서서히 일어나도록 하는 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005]

본 발명의 목적은 철골 구조물에 프리스트레스를 적용하는 방법 및 이 방법을 적용한 철골 구조물을 명확히 제 공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006]

상기 목적은 철골 구조물에 프리스트레스를 적용하는 방법에 의해 달성될 수 있다. 상기 방법은, 적어도 하나의 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)를 철골 구조물(1)의 철택 거더에 결합시키고 상기 밴드의 끝단을 강화함으로써 인장력을 전달할 수 있고, 이어서 강화된 상기 철택 거더와 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드 사이에 배치된 적어도 하나의 리프팅 부재가 단부 정착구 사이의 영역에서 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드에 실질적으로 수직으로 연장되어, 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드의 끝단 사이에 인장응력을 발생시키는 것을 특징으로 한다.

[0007]

나아가 상기 목적은 다음과 같은 철골 구조물에 의해 달성될 수 있다. 상기 철골 구조물은, 적어도 하나의 탄소 섬유 강화 폴리머 밴드를 철골 구조물의 철택 거더에 결합시켜 상기 밴드의 끝단을 강화함으로써 인장력을 전달 할 수 있고, 강화된 상기 철택 거더와 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드 사이에 배치된 적어도 하나의 리프팅 부 재가 상기 끝단 사이의 영역에 배치되고, 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드를 수직으로 들어올려 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드가 상기 철택 거더로부터 인장응력을 받는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 일 실시예에 따른 철골 구조물에 프리스트레스를 적용하는 방법은, 적어도 하나의 탄소섬유 강화 폴 리머 밴드(4)를 철골 구조물(1)의 철택 거더에 느슨하게 결합시키고 접착제 없이 순수 마찰력을 기반으로 고정 교좌장치(clamping shoes) 형태의 단부 정착구(5)와 함께 상기 밴드의 끝단을 강화함으로써 인장력을 전달할 수 있고; 이어서 상기 단부 정착구(5) 사이의 영역에서, 강화된 상기 철택 거더(3, 8)와 상기 강화 폴리머 밴드(4) 사이에 배치되어 유압, 공기압, 전기 또는 기계에 의해 작동되는 적어도 하나의 리프팅 부재(7)가 최종적으로 도달하는 상기 인장응력 이상으로 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)에 대하여 수직으로 연장되어 수십kN의 양 력을 발생시키고; 상승된 상기 폴리머 밴드(4)는 기계적 래치에 의해 고정되고, 이어서 상기 철골 구조물(1)과 상기 폴리머 밴드(4) 사이에 지지부가 위치하고; 이어서 상기 리프팅 부재(7)를 다시 풀어줌으로써, 목표한 응 력에 도달하고 각 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)의 단부들 사이에 영구적인 인장력을 제공하기 위하여 상 기 지지부가 상기 지지력을 흡수한다.

복수의 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)는 강화된 상기 철택 거더(3, 8)의 길이 방향 상에 배치될 수 있다.

복수의 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)는 강화된 상기 철택 거더(3, 8)의 길이 방향 상에 서로 평행하게 배 치되고, 각 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드는 상기 철택 거더(3, 8)의 전체 길이 상에 동일하게 배치될 수 있 다.

복수의 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)는 강화된 상기 철택 거더(3, 8)의 길이 방향으로, 서로 평행하게 배 치된 상기 철택 거더(3, 8)의 길이 중 일부 위에 배치될 수 있다.

복수의 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)는 강화된 상기 철택 거더(3, 8)의 길이 방향으로, 서로 평행하게 배 치된 상기 철택 거더(3, 8)의 길이 중 일부 위에 배치되어, 상기 밴드들은 서로 인접하게 배치되고 길이방향으

로 일부 결합될 수 있다.

복수의 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)는 강화된 상기 철제 거더(3, 8)의 길이 방향으로부터 벗어나도록 연장되고 서로 교차하여 배치될 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 따른 철골 구조물은, 적어도 하나의 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)를 철골 구조물(1)의 철제 거더에 결합시켜 상기 밴드의 끝단을 강화함으로써 인장력을 전달할 수 있고; 강화된 상기 철제 거더(3, 8)와 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4) 사이에 배치된 적어도 하나의 리프팅 부재(7)가 상기 끝단 사이의 영역에 배치되고, 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)를 수직으로 들어올려 상기 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(4)가 상기 철제 거더(3, 8)로부터 인장응력을 받고; 지지부가 상기 리프팅 부재의 양면 상에서 상기 철골 구조물과 상기 폴리머 밴드(4) 사이에 삽입될 수 있다.

상기 리프팅 부재(7)는 유압, 공기압, 전기 또는 기계에 의해 작동되며, 상기 리프팅 부재는 반응 경로로서 일부만 전달될 수 있다.

상기 리프팅 부재(7)에 추가하여, 상기 리프팅 부재의 작동 행정이 완료된 후에 상기 리프팅 부재를 풀어주기 위하여, 기계적 지지부가 강화된 상기 철제 거더(3, 8)와 상기 밴드(4) 사이에 설치될 수 있다.

발명의 효과

[0008] 본 발명의 프리스트레스 적용 방법에 따르면, 신규 또는 기존의 철골 구조물에 대하여 균열이 형성되는 것을 방지할 수 있고, 이미 존재하는 균열을 좁힐 수 있다. 또는 상기 균열이 더 이상 성장하는 것을 막거나 적어도 성장속도를 늦출 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 본 발명은 이하 도면들에 개략적으로 나타나 있으며, 이하 예시적인 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 방법 및 그에 의해 강화된 철골 구조물의 작용에 대하여 설명한다.

도 1은 하부 버팀대를 구비한 강교 형태의 철골 구조물을 나타내며, 상기 철골 구조물에서 장력을 받는 하부면은 CFRP 밴드와 느슨하게 연결되어 있다.

도 2는 도 1의 철골 구조물에 한 개의 리프팅 부재를 삽입한 경우를 나타낸다.

도 3은 도 1의 철골 구조물에 두 개의 리프팅 부재를 삽입한 경우를 나타낸다.

도 4는 상부 버팀대를 구비한 강교 형태의 철골 구조물을 나타내며, 상기 철골 구조물에서 장력을 받는 하부면은 CFRP 밴드와 느슨하게 연결되어 있다.

도 5는 도 4의 철골 구조물에 세 개의 리프팅 부재를 삽입한 경우를 나타낸다.

도 6은 아치형 하부 버팀대를 구비한 강교 형태의 철골 구조물을 나타내며, 상기 철골 구조물은 프리스트레스를 적용하기 위한 CFRP 밴드와 소정의 개수의 리프팅 부재를 구비한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 도 1에서, 철골 구조물은 하부 버팀대(2)를 포함한 강교(steel bridge)(1)의 형태로 표현된다. 여기서 가장 낮은 수평 철제 거더(steel girder)(3)는 인장응력을 받는다. 이러한 강교에는 압축응력을 받는 철제 거더와 인장응력을 받는 철제 거더가 항상 존재한다. 또한 예를 들어 열차가 교량 위를 지나갈 때와 같이 교량에 일시적으로 하중이 가해질 경우, 교량이 구부러지는 순간이 발생한다. 각 차축 하중(axle load)은 진동을 일으키고 물질 피로도에 영향을 미치기 때문에 수 년에 걸쳐 철제 거더에 균열이 발생하여 점진적으로 철제 거더가 약화될 수 있다. 이런 과정을 중단시키거나 적어도 늦추는 것이 중요하다. 탄소섬유 강화 폴리머 밴드(Carbon Fiber-Reinforced Polymer band, 이하 'CFRP 밴드'라 한다)는 특히 인장응력에 대하여 매우 강하며 어떠한 부식도 발생하지 않기 때문에, 인장응력을 받는 철제 거더를 강화시킨다. 가장 효율적인 접근 방법으로는 상기 밴드에 의해 인장응력을 받는 철제 거더에 프리스트레스를 적용하는 것이 있다. 인장강도를 향상시키기 위해 프리스트레스트가 적용된 밴드에 의하여 콘크리트 구조물을 후속적으로 강화하는 방법들이 제안된 바 있다. 이 경우, 상기 밴드는 특별한 장치를 통해 고도로 프리스트레싱되고 에폭시 수지 접착제에 의해 콘크리트 상에 적층된다. 상기 접착제가 굳은 후에 응력을 발생시키고 유지시키던 상기 장치는 제거된다. 그 결과, 프리스트레스트가 적용된 CFRP 밴드는 계속적으로 구조물에 응력을 전달한다. 그러나 이러한 방법은 철골 구조물에는 사용될 수 없다. 첫

재, 일반적으로 철골 구조물의 표면이 매끄럽지 않고, 둘째, 강렬한 태양광 아래 철골 구조물은 높은 온도로 가열되어 접착제가 경계부로 밀리거나 끌려 올라갈 수 있기 때문에 철제 거더에 접착제를 사용하는 것은 그다지 적절하지 않다. 더욱이, 주변 환경이나 공간부족으로 인하여 상기 밴드를 프리스트레싱하기 위해 사용되는 무거운 장치를 수송하는 것이 가능하지 않은 경우가 많다. 특히 교량이 매우 높고 매우 길게 뻗어 있는 경우에는 이 방법을 사용할 수 없다.

[0011] 도 1에 따른 교량은 하부 버팀대(2)를 포함한다. 즉, 가장 낮은 수평 버팀대(2)는 인장응력을 받으며 CFRP 밴드(4)에 의해 강화될 수 있다. CFRP 밴드(4)는 양 끝단 영역이 접합되어 인장응력을 전달한다. 예를 들어, CFRP 밴드(4)는 인장응력을 받는 구조물 부분의 일부 또는 전체 위에 배치될 수 있다. 이를 위해서, 예를 들어 고정 교좌장치(clamping shoes)의 형태로 최첨단의 단부 정착구(end anchorage)(5)가 제공될 수 있다. 이를 통해 상기 밴드(4)가 철제 거더(3)에 기계적으로 접합되어, 영구적으로 크게 인장응력을 전달할 수 있다. 본 실시예에 나타난 바와 같이, CFRP 밴드(4)는 하부 수평 철제 거더(3)의 하부면 전체 길이에 걸쳐 뻗어 있으며 단부 정착구(5)가 철제 거더(3)의 끝단 부근의 양측에 부착되어 있다. 따라서 상기 밴드(4)는 느슨하게 인장되어 있다. 또한 본 실시예에 나타난 바와 같이, CFRP 밴드(4)의 가운데에 하나의 리프팅 부재(7)가 철제 거더(3)와 CFRP 밴드(4) 사이에 설치된다. 리프팅 부재(7)는 유압, 공기압, 전기 또는 기계에 의해 작동될 수 있으며, 높은 양력, 예를 들어 수십 kN(Newton)을 생성할 수 있다. 따라서 비교적 긴 작용 경로(action path)를 통해 짧은 반응 경로(reaction path)가 생성된다. 상기 양력이 끝단이 매여 있는 CFRP 밴드(4)에 대해 실질적으로 수직방향으로 작용하여 CFRP 밴드(4)가 철제 거더(3)로부터 들려 올려지면, 높은 인장응력이 발생하여 CFRP 밴드(4) 자체에 폭넓게 전달되고 이어서 단부 정착구(5)를 경유하여 구조물(1)로 전달된다. 따라서 이러한 방식으로 프리스트레싱된 철제 거더(3)는 대단히 크게 강화될 수 있다. 만약 이미 미세한 균열 또는 심지어 심각한 균열이 있다 하더라도, 많은 경우에 상기 프리스트레싱을 통해 상기 균열을 좁히거나 적어도 균열이 더 정정하지 않도록 할 수 있다. 하나의 CFRP 밴드(4)가 부착될 수 있을 뿐만 아니라 다수의 CFRP 밴드(4)가 교량의 폭을 걸쳐서 설치될 수 있다. 또는 교량의 길이 방향으로 구획을 나누어 몇 개의 연속된 CFRP 밴드(4)가 부착되거나 길이 방향으로 서로 중첩된 CFRP 밴드(4)가 서로 평행하게 연장되어 인접하게 위치거나, 또는 높이 방향으로 중첩하여 서로 겹치거나 가로지르게 할 수도 있다. 이 경우, 밴드(4)는 철제 거더 자체의 방향으로 정확하게 놓이지는 않고 약간 비스듬한 각도로 위치하게 되어, 밴드(4)가 서로 교차하게 된다.

[0012] 도 2는 도 1의 철골 구조물에 한 개의 리프팅 부재(7)를 삽입한 경우를 나타낸 것이다. 리프팅 부재(7)는 느슨하게 인장되도록 부착된 CFRP 밴드(4) 아래에 설치되는데, 예를 들어 용접 또는 볼트에 의해 철제 거더(3)와 기계적으로 연결된다. 상기 리프팅 부재(7)는 리프팅 잭(lifting jack)과 유사하게 구성될 수 있으며, 외부 유압 펌프를 통해 유압으로 상승될 수 있다. 여기서 사용되는 유압 파이프는 리프팅 부재(7)와 일시적으로 연결된다. 이로 인해 충분히 큰 힘이 발생할 수 있다. 이어서 기계적 래치(latch)나 기계적 지지부를 통해 상승된 상태가 고정된다. 상기 기계적 지지부는 리프팅 부재(7)의 작동 행정이 완료된 후에 설치되며, 리프팅 부재(7)는 마지막으로 달성한 인장응력 이상으로 약간 상승한다. 상기 기계적 지지부는 강화된 철제 거더(3) 및 밴드(4) 사이에 설치된다. 이어서 리프팅 부재(7)를 다시 약간 풀어줌으로써, 목표한 응력에 도달하고 지지부가 지지력을 흡수한다. 변형예로서, 리프팅 부재(7)는 공기압으로 작동될 수 있다. 그리고 압축 공기 파이프를 부착할 수 있으며, 공기압을 기반으로 충분히 전달함으로써 리프팅 부재(7)를 수축할 수 있다. 마지막으로, 리프팅 부재(7)의 전기적 변형도 가능하다. 여기서 봉인된 EL-MotorTM가 짧은 전달을 통해, 예를 들어 스피들(spindle)과 레버(lever) 등을 통해 충분히 큰 양력을 발생시킨다. 이 경우, 단지 전선이 리프팅 부재(7)로 향하도록 해야 하며 필요한 경우 쉽게 조정될 수 있다. 마지막으로 스피들 및/또는 레버를 하계 갖춘 것과 유사하게 순수 기계적 실시예도 가능하다. 여기서 필요한 양력은 수동으로 생성되거나 크랭크 암이 부착된 모터에 의해 생성될 수 있다. 어떤 경우에도, 느슨하게 인장된 CFRP 밴드(4)는 리프팅 부재(7)를 통해 인장되고, 이어서 리프팅 작용으로 인하여 밴드(4) 상에는 높은 인장응력이 생성된다. 이는 대부분 양력보다 더 크다. 단부 정착구(5)가 실제적으로 정지되어 있거나 구조물을 따라 미미하게 움직이는 동안, 리프팅 부재(7)는 수 cm 정도 이동할 수 있다. 이 경우 기하학적 구조 때문에 10k N의 x배의 해당하는 매우 높은 인장응력이 구조물로 전달된다.

[0013] 도 3은 도 1의 철골 구조물에 두 개의 리프팅 부재(7)를 삽입한 경우를 나타낸다. 두 개의 리프팅 부재(7)를 삽입하는 경우, 동시에 이들을 연장시켜 밴드의 길이 방향에 걸쳐 균일하게 응력을 형성할 수 있다. 변형예로서, 하나의 리프팅 부재(7)를 약간 연장시키고 이어서 두 번째 리프팅 부재를 비슷하게 연장시키고, 다음으로 다시 첫 번째 리프팅 부재, 두 번째 리프팅 부재 등등을 반복적으로 연장시킴으로써, 두 개의 리프팅 부재(7)로 어느 정도까지 교대로 인장력을 발생시킬 수 있다.

[0014] 도 4는 상부 버팀대(6)를 구비한 강교 형태의 철골 구조물을 나타내며, 상기 철골 구조물에서 장력을 받는 하부

면은 CFRP 밴드(4)와 느슨하게 연결되어 있다. 이 경우, 설치된 CFRP 밴드(4)가 가장 낮은 수평 철제 거더를 따라 연장된다. 교량을 따라 연장된 몇 개의 철제 거더가 실제로 존재한다. 그리고 각각은 적어도 하나의 CFRP 밴드(4)를 구비한다. 그리고 각 밴드는 끝단에 상기 철제 거더 또는 구조물에 결합되는 두 개의 단부 정착구(5)를 구비하여 인장력을 전달할 수 있다.

[0015] 도 5는 도 5의 철골 구조물에 세 개의 리프팅 부재(7)를 삽입한 경우를 나타낸다. 상기 리프팅 부재(7)는 각 CFRP 밴드(4)의 길이 방향에 걸쳐 분포하도록 배치되고 다음으로 동시에 연장될 수 있다. 또는 양쪽 바깥에 위치한 리프팅 부재가 약간 연장되고 그 후에 가운데 리프팅 부재가 좀 더 연장될 수 있다. 이로써, CFRP 밴드(4)의 전체 길이에 걸쳐 균일한 인장응력이 발생되도록 한다.

[0016] 마지막으로 도 6은 아치형 하부 버팀대(2)를 구비한 강교 형태의 또 다른 철골 구조물을 나타낸다. 여기서, 교량(1)의 자체 무게와 그에 대한 하중으로 인하여, 인장력이 교량 끝에 위치한 아치형의 긴 거더(8)에 작용한다. 이 경우, CFRP 밴드(4)는 만곡된 철제 거더(8)를 따라 배치되어 조립된다. 본 실시예에 나타난 바와 같이, 하나의 CFRP 밴드(4)는 하부 거더(8)를 따라 전체 교량 길이에 걸쳐 연장되고 그 곳에 부착된 단부 정착구(5)에 의해 양 끝단에서 강교(1)의 철제 거더(8)에 단단히 결합된다. 본 실시예에서는, 5개의 리프팅 부재(7)가 밴드 길이를 걸쳐 균일하게 분포되도록 삽입되어 있다. CFRP 밴드(4)에 가장 균일하거나 등질의 응력을 발생시키기 위해, 이들 리프팅 부재들을 동시에 상승시킬 수 있다. 이러한 인장력은 단부 정착구(5)를 경유하여 구조물(1)로 전달된다.

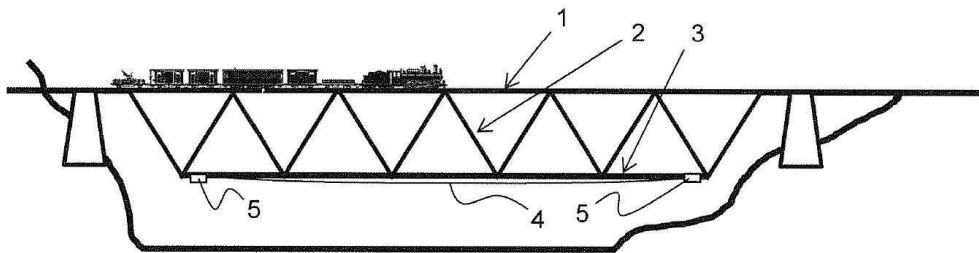
[0017] 이와 같은 강화 방법에 의해, 철골 구조물, 즉 장력을 받는 요소에 발생한 균열 또는 틈을 좁혀서 막을 수 있다. 다른 경우에, 이러한 균열 및 틈이 더욱 성장하는 것을 방지하거나, 적어도 실질적으로 늦출 수 있다. 전체적으로 구조물이 확실히 강화되고 안정될 수 있어서, 사용 수명을 연장시키거나 선택적으로 하중 용량을 높일 수 있다.

부호의 설명

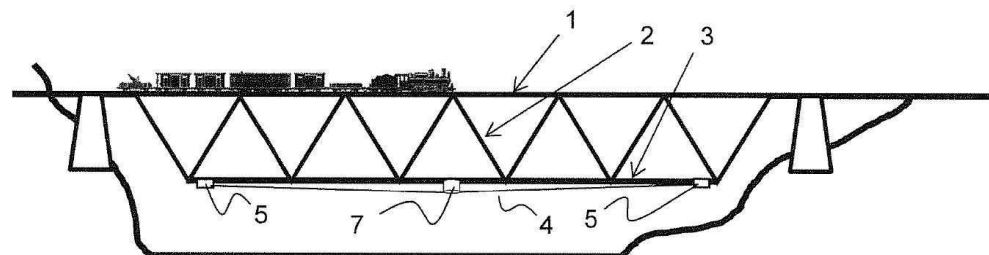
- [0018] 1: 철골 구조물 2: 하부 버팀대
- 3: 철제 거더 4: 탄소섬유 강화 폴리머 (CFRP) 밴드
- 5: 단부 정착구 6: 상부 버팀대
- 7: 리프팅 부재 8: 철제 거더

도면

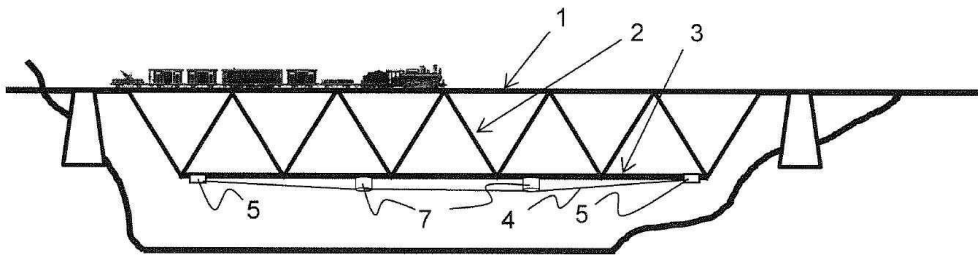
도면1



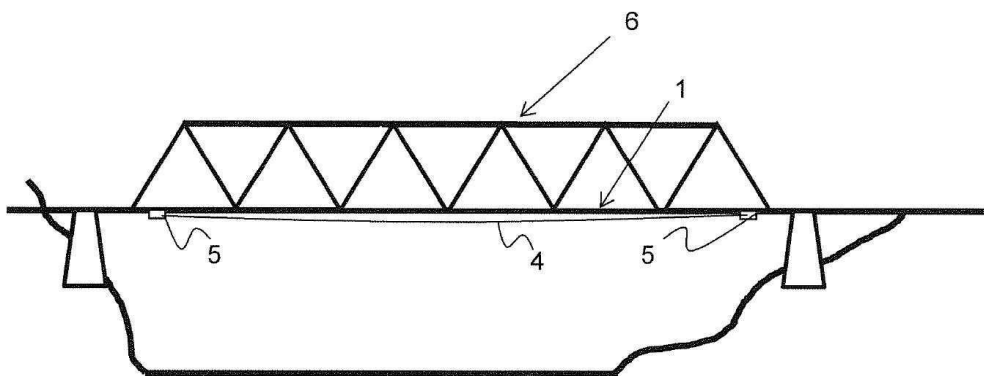
도면2



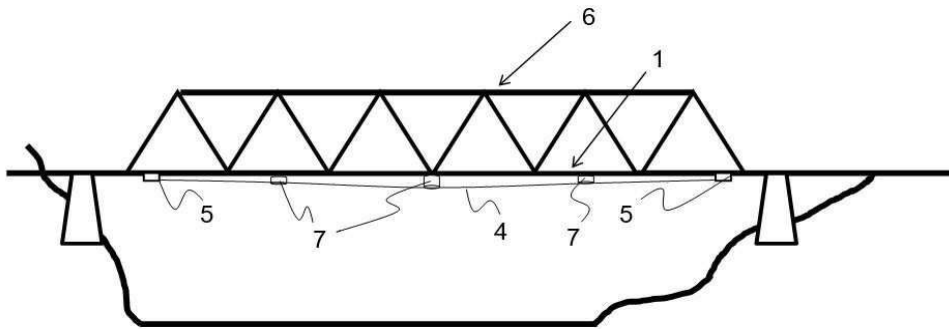
도면3



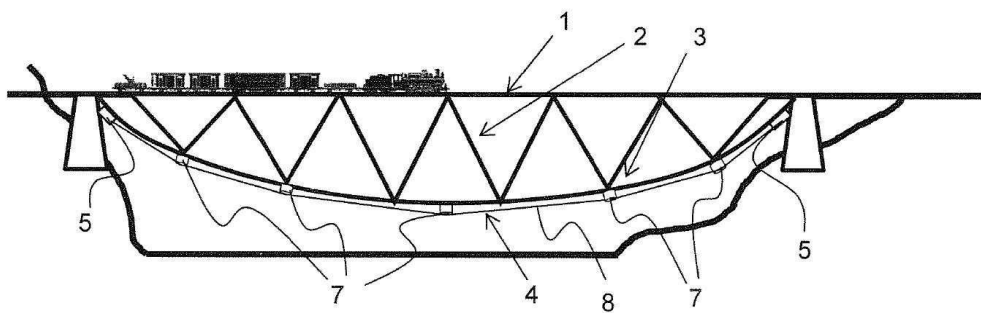
도면4



도면5



도면6



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 2

【변경전】

제1항에 있어서,

상기 리프팅 부재(7)의 리프팅 거리는 수 cm인 것을 특징으로 하는 철골 구조물에 프리스트레스를 적용하는 방법.

【변경후】

제1항에 있어서,

상기 리프팅 부재(7)의 리프팅 거리는 수 cm인 것을 특징으로 하는 철골 구조물에 프리스트레스를 적용하는 방법.