

명세서

발명의 명칭: 복합소재로 제작된 경량 구조체

기술분야

- [1] 본 발명은 복합소재로 제작된 경량 구조체에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 초경량이지만 구조적으로 고성능을 갖추어 선박과 건축 분야에서 다양하게 사용될 수 있는 복합소재 기반의 바닥, 천장 및 벽체용 경량 구조체에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 건물이나 선박과 같은 구조물의 가장 기본이 되는 바닥 공사는 가장 중요한 공사 중의 하나이다. 구조물의 바닥을 구성하기 위하여 건물은 주로 철근 콘크리트를 사용하고, 선박의 경우에는 철판과 판보강재로 구성된 구조재를 많이 사용하고 있다.
- [3] 구조물의 바닥은 공법 및 성능 면에서 여러가지 문제를 가지는데, 그 중 중요시 되는 것이 바로 층간소음 문제이다. 선박용 바닥재는 철로만 구성된 특성상 층간소음 측면에서 가장 취약하고, 건물용 바닥재인 철근 콘크리트가 그나마 층간소음 측면에서 우수한 성능을 가지고 있으나, 아직까지는 층간소음의 완벽한 차단이 어려워 극심한 사회 문제를 초래하고 있으며, 특히 중량물의 충격에 따른 구조적 소음인 중량 충격음이 가장 큰 문제로 여겨지고 있다.
- [4] 한편, 다층 건축물에서 층간소음이 발생하는 가장 큰 이유는 위층의 바닥 구조가 아래층의 천장 구조를 이루기 때문이다. 즉, 하나의 콘크리트 슬래브를 두 개 층에서 공유하는 방식이므로 이를 통한 소음 전달에 근본적으로 취약하다. 물론 바닥이 아닌 벽체를 통해 전달되는 구조적 소음과 건물 틈새로 전달되는 소음도 있으나, 바닥 구조의 공유에 따른 구조적 소음 전달이 층간소음을 유발하는 가장 큰 원인으로 알려져 있다.
- [5] 이러한 층간소음 문제를 해결하기 위한 방식으로 습식 뜯 바닥 구조(적층식 바닥 구조)와 이중 바닥 구조가 알려져 있다.
- [6] 습식 뜯 바닥 구조는 기존 콘크리트 슬래브의 내외부에 다양한 이종소재를 섞어서 적층시킴으로써 소리 전달을 흡수 또는 차단하는 방식이다. 하지만 습식 뜯 바닥 구조는 적층 방식으로 연결된 바닥 구성층을 따라서 소음 및 진동이 필연적으로 전달되기 때문에 층간소음을 완벽하게 차단할 수 없다는 근본적인 문제점이 있다.
- [7] 이중 바닥 구조는 건물의 구조강도를 지탱하는 콘크리트 슬래브 위에 경량의 바닥을 하나 더 설치하는 구조로서, 즉 두 개의 바닥을 형성하고 그 사이에 공기층을 두어 소리 전달을 차단하는 방식이다. 다만, 종래의 이중 바닥 구조는 경량 바닥의 구조적 강도가 콘크리트 바닥만큼 강하지 않기 때문에 경량 바닥과 콘크리트 슬래브 사이를 지지하기 위한 수십에서 수백개 가량의 지지대가 설치될 것이 요구되고, 따라서 수많은 지지대를 통한 소음/진동 전달을 무시할 수 없었다.

- [8] 또한, 종래의 이중 바닥 구조는 설치공수 및 비용이 크게 증가하게 되고, 그 외에도 경량 바닥의 상부에 구조 보강을 위한 난방 공사 수행시 수평 유지 문제, 시공성 측면의 문제, 마감 공정 측면의 문제 등 많은 문제점을 안고 있었다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [9] 그럼에도 불구하고 층간 소음을 크게 저감하기 위해서는 구조적으로 완전히 분리되면서 각각이 충분히 튼튼한 구조적 성능을 가지는 이중 바닥 구조가 가장 효과적이다.
- [10] 하지만 문제는 기존 소재와 공법으로는 견고한 바닥 구조를 이중으로 설치하기가 현실적으로 어렵다는 것이다. 일반적인 다층 건축물에서 방은 통상 3~8m 가량의 스패(span) 또는 벽 사이 간격을 가지는데, 이러한 공간에 구조적으로 견고한 이중 바닥 구조를 설치하려면 기존 바닥 공사와 거의 대등한 수준의 구조적 보강 공사가 필요하기 때문이다. 또한, 건물을 건축할 때부터 애초에 철근 콘크리트로 이중 바닥 구조를 만든다는 것은 경제적으로나 기술적인 측면에서 모두 현실성이 없다.
- [11] 선박의 경우에도 기존의 철판 구조재로 2차 바닥(상부 바닥)을 제작하는 것을 가정해보면, 적어도 6mm 이상의 철판에 100mm 이상의 판보강재를 600~800mm 간격으로 촘촘히 용접해야 만족스러운 구조적 강도를 얻을 수 있는데, 이때 상당한 양의 용접 변형이 발생되므로 열변형 해소를 위한 상당한 후반 곡직 작업이 추가로 요구되며, 철로 이루어진 2차 바닥의 자체 무게만 해도 상당하기 때문에 구조설계 측면에서 경제성이 매우 떨어진다.
- [12] 이에 본 발명은 이상에서 설명된 기술적 한계들을 극복하는 것이 가능하며 미래 선박 및 건축 분야에서 혁신적으로 사용될 수 있는 복합소재 기반의 고성능 경량 구조체를 제공함에 목적이 있다.
- [13] 특히, 본 발명은 제작이 간편하면서도 구조성능이 우수하고 장스팬 구조로 제작이 가능한 복합소재 기반의 경량 구조체를 제공함으로써, 종래에는 지지대 없이 구현하는데 기술적 어려움이 있었던 견고한 이중 바닥 구조의 손쉬운 구현이 가능하도록 하는 것을 최선의 기술적 과제로 한다.
- [14] 또한, 본 발명은 바닥 구조재 뿐만 아니라 천장이나 벽체 구조재로도 활용이 가능하고, 구조적인 특수성을 이용하여 바닥 공사, 온돌용 방통 공사의 개선 및 천장재 설치성 개선 등 추가적으로 여러가지 문제들을 해결할 수 있는 경량 구조체를 제공하고자 한다.
- [15] 본 발명의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [16] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따르면, 금속 재질의 상판; 상기 상판과 소정의 간격을 두고 이격하여 배치되는 금속 재질의 하판; 및 상기 상판과 상기 하판 사이에 형성되며 비발포성 폴리머로 형성되는 코어층을 포함하고, 전체 구조의 폭방향을 따른 양단이 하방으로 절곡되는 꺾임구조를 포함하여 'ㄷ'자 형상의 단면구조를 포함하는 유닛구조체가 폭방향을 다수개 연속 배치되어 구성되는 멀티구조체를 포함하는, 복합소재로 제작된 경량 구조체가 제공될 수 있다.
- [17] 상기 유닛구조체는 수평방향으로 형성되는 평판부와 상기 평판부의 양 쪽 끝단으로부터 하방으로 절곡되는 절곡부를 포함할 수 있다.
- [18] 이때, 서로 이웃하는 상기 유닛구조체의 절곡부끼리 볼팅 또는 용접을 통해 구조적으로 결합될 수 있다.
- [19] 또는, 서로 이웃하는 상기 유닛구조체는 서로 소정의 간격을 두고 이격 배치되고, 서로 이웃하는 상기 유닛구조체 사이의 공간에 바닥, 천장 또는 벽체를 구성하기 위한 마감 시공이 수행될 수 있다.
- [20] 상기 멀티구조체의 길이방향을 따른 양 끝단이 건물의 벽체에 고정되어 상기 건물의 바닥 구조 또는 천장 구조를 형성할 수 있다.
- [21] 상기 건물의 바닥 구조를 형성하는 경우, 상기 멀티구조체를 상기 건물의 기본 골조를 구성하는 콘크리트 슬래브의 상측으로 유격을 두고 배치하여 이중 바닥 구조를 형성할 수 있다.
- [22] 상기 멀티구조체와 상기 벽체와의 연결 부위에 진동 저감용 완충재, 스프링 또는 유압장치를 포함하여 진동을 흡수할 수 있는 완충 구조를 적용할 수 있다.
- [23] 한편, 본 발명의 일 측면에 따른 복합소재로 제작된 경량 구조체는, 상기 멀티구조체가 상하로 중첩 배치되어 구성되는 중첩구조체를 포함할 수 있다.
- [24] 상기 중첩 구조체를 구성하는 한 쌍의 상기 멀티구조체는 상기 절곡부가 서로 마주하는 방향으로 배치될 수 있다.
- [25] 상기 한 쌍의 멀티구조체 사이의 공간에 단열재 및 냉난방용 배관을 선행 의장으로서 시공하여 모듈화할 수 있다.
- [26] 상기 단열재와 상기 멀티구조체 사이에 내화재를 추가 시공할 수 있다.
- [27] 상기 중첩구조체의 길이방향을 따른 양 끝단이 건물의 벽체에 고정되어 상기 건물의 바닥 구조 또는 천장 구조를 형성할 수 있다.
- [28] 상기 중첩구조체를 구성하는 상측 멀티구조체와 하측 멀티구조체 각각의 길이방향을 따른 양 끝단이 상기 벽체에 고정될 수 있다.
- [29] 상기 건물의 바닥 구조를 형성하는 경우, 상기 상측 멀티구조체와 상기 벽체와의 연결 부위에 진동 저감용 완충재, 스프링 또는 유압장치를 포함하여 진동을 흡수할 수 있는 완충 구조를 적용할 수 있다.

발명의 효과

- [30] 이상과 같은 본 발명에 의하면, 별도의 판보강재나 지지용 하부구조(보)의 필요 없이 간편하게 견고한 이중 바닥 구조를 구현하는 것이 가능하며, 따라서 층간소음을 효과적으로 저감할 수 있는 효과가 있다.
- [31] 또한, 본 발명에 따른 경량 구조체를 건축 분야에 활용할 시, 초경량이면서 구조적으로 고성능인 바닥 구조의 구현이 가능하고, 바닥 구조 간의 구조적 연결이 최소화되며, 온돌용 방통 공사를 간소화시킬 수 있고, 날씨의 영향을 받지 않는 궁극적인 건식 공법 및 모듈러 공법이 가능해지는 등의 여러가지 부수효과를 거둘 수 있다.
- [32] 또한, 본 발명에 따른 경량 구조체는 초경량이므로 건물 및 선박의 구조재로 적용시 해당 구조물의 전체 중량을 낮출 수 있고, 기존 선박에서 사용되던 철판 구조재와 대비하여 가격이 매우 저렴하여 비용적인 측면에서도 메리트가 있다.
- [33] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [34] 도 1은 본 발명에 따른 유닛구조체를 나타낸 사시도이다.
- [35] 도 2는 본 발명에 따른 유닛구조체의 다양한 변형예를 나타낸 정면도이다.
- [36] 도 3 내지 도 6은 각각 본 발명에 따른 유닛구조체를 제작하는 제1 내지 제4 제조공법을 설명하기 위한 도면이다.
- [37] 도 7 및 도 8은 각각 본 발명에 따른 멀티구조체의 제1 및 제2 결합구조를 나타낸 도면이다.
- [38] 도 9는 본 발명에 따른 멀티구조체가 건물의 바닥 구조에 적용된 실시예를 나타낸 도면이다.
- [39] 도 10 내지 도 13은 각각 본 발명에 따른 멀티구조체의 제1 내지 제4 벽체 연결구조를 나타낸 도면이다.
- [40] 도 14는 본 발명에 따른 멀티구조체가 건물의 천장 구조에 적용된 실시예를 나타낸 도면이다.
- [41] 도 15는 본 발명에 따른 중첩구조체의 배치구조를 나타낸 도면이다.
- [42] 도 16 및 도 17은 각각 본 발명에 따른 중첩구조체의 제1 및 제2 활용예를 나타낸 도면이다.
- [43] 도 18은 본 발명에 따른 중첩구조체의 벽체 연결구조를 나타낸 도면이다.
- [44] 도 19는 종래 선박에 적용되는 철판구조체를 나타낸 단면도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [45] 본 발명의 목적과 기술적 구성 및 그에 따른 작용 및 효과에 관한 자세한 사항은 본 발명의 명세서에 첨부된 도면에 의거한 상세한 설명에 의해 보다 명확하게 이해될 것이다.

- [46] 본 명세서에서 사용되는 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용되는 것으로 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 예컨대, 본 명세서에서 사용되는 "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 발명에 기재된 여러 구성요소들 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성요소들 또는 일부 단계들을 포함하지 않거나 또는 추가적인 구성요소들 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다.
- [47] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써 본 발명을 상세히 설명한다. 이하에서 설명되는 실시예들은 본 발명의 기술사상을 당업자가 용이하게 이해할 수 있도록 제공되는 것으로서, 이에 의하여 본 발명이 한정되는 것으로 해석되어서는 안되며, 본 발명의 실시예들은 이 분야의 통상의 기술자에게 다양한 응용을 가질 수 있음은 당연하다.
- [48]
- [49] 본 발명에 따른 복합소재로 제작된 경량 구조체는, 단위체로서의 유닛구조체, 다수개의 유닛구조체의 조합으로 구성되는 멀티구조체, 그리고 멀티구조체가 이중으로 중첩 배치되어 구성되는 중첩구조체의 실시형태를 포함할 수 있다.
- [50] 도 1 내지 6은 본 발명에 따른 경량 구조체의 제1 실시형태인 '유닛구조체'의 설명과 관련되는 도면이고, 도 7 내지 14는 본 발명에 따른 경량 구조체의 제2 실시형태인 '멀티구조체'의 설명과 관련되는 도면이며, 도 15 내지 18은 본 발명에 따른 경량 구조체의 제3 실시형태인 '중첩구조체'의 설명과 관련되는 도면이다.
- [51]
- [52] **1. 제1 실시형태 - 유닛구조체**
- [53] **가. 유닛구조체의 구조**
- [54] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 유닛구조체(100)는, 금속 재질의 상판(110) 및 하판(120) 그리고 상판(110)과 하판(120) 사이에 형성되는 코어층(130)을 포함하여 복합소재로 구성될 수 있다. 여기서 코어층(130)은 비발포성 폴리머, 보다 바람직하게는 비발포성 폴리우레탄으로 형성된 층일 수 있다.
- [55] 본 발명에 따른 유닛구조체(100)는 폭방향을 따른 양단이 하방으로 절곡되는 꺾임구조를 포함하여 전체적으로 'ㄷ'자 형태의 단면구조를 포함할 수 있고, 양단의 꺾인 부분이 판보강재의 역할을 수행할 수 있다.
- [56] 여기서 'ㄷ'자 형태의 단면구조를 '포함'할 수 있다고 표현한 것은, 유닛구조체(100)의 단면구조가 반드시 'ㄷ'자로 제한되는 것이 아니고, 'ㄷ'자 형상을 포함하기만 한다면 어떠한 형태의 단면구조도 취할 수 있음을 의미한다.
- [57] 본 발명에 따른 유닛구조체(100)는 수평방향으로 형성되는 평판부(100F)와 평판부(100F)의 양 쪽 끝단으로부터 하방으로 절곡되는 절곡부(100B)를 포함할 수 있다. 평판부(100F)는 본 발명에 따른 유닛구조체(100)를 이용하여 바닥이나 천장 구조체를 구성할 때 설계하중과 1차적으로 접하는 구조부재이고, 절곡부

(100B)는 수평방향으로 형성되는 평판부(100F)의 강도 및 강성을 증대시킴으로써 구조적 성능을 높이고 좌굴을 방지하는 판보강재로서 기능할 수 있다.

- [58] 위에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 유닛구조재(100)는 전체적으로 폭방향을 따른 양 쪽 끝단이 하방으로 절곡되는 구조를 포함하기만 한다면 도 2에 도시된 변형예들을 포함하여 다양한 형태를 갖출 수 있다. 이하, 도 2를 참조하여 본 발명에 따른 유닛구조재(100)가 취할 수 있는 대표적인 형태들을 살펴본다.
- [59] 도 2의 (a)는 도 1에 도시된 가장 기본적인 형태의 유닛구조재(100)를 나타낸 것으로서, 상판(110)과 하판(120)이 모두 'ㄷ'자 형상으로 마련되고, 상판(110)과 하판(120) 사이에 형성되는 코어층(130) 역시 'ㄷ'자 형상의 단면을 가지도록 구성될 수 있다.
- [60] 또한, 본 발명에 따른 유닛구조재(100)는, 도 2의 (b)에 도시된 바와 같이 상판(110)이 절곡되지 않고 수평방향으로만 형성되어 'ㄷ'자 형상의 단면을 가지는 코어층(130)의 외측면이 노출되는 형태로 구성되거나, 또는 도 2의 (c)에 도시된 바와 같이 하판(120)이 절곡되지 않고 수평방향으로만 형성되어 'ㄷ'자 형상의 단면을 가지는 코어층(130)의 내측면이 노출되는 형태로 구성될 수도 있다.
- [61] 도 2의 (b) 또는 (c)에 도시된 바와 같이 코어층(130)의 어느 한 측면이 노출되더라도, 상판(110)과 하판(120) 중 어느 하나의 양 쪽 끝단이 절곡되어 하방으로 돌출되므로, 이를 포함하는 절곡부(100B)가 판보강재로서의 충분한 구조적 성능을 발휘할 수 있다.
- [62] 상판(110)과 하판(120) 중 어느 하나 이상을 'ㄷ'자의 절곡된 형태로 구성하는 경우, 상하판(110, 120)을 구성하는 금속판을 굽힘 가공을 통해 벤딩(bending)하는 것이 바람직하다. 이는 본 발명에 따른 유닛구조재(100)의 절곡부(100B)가 평판부(100F)로부터 연속적인 형태를 띠게 하는 것이 구조적으로 강인하고 용접에 의한 열변형이나 크랙(crack) 발생의 우려도 없기 때문이다.
- [63] 본 발명에 따른 유닛구조재(100)는 도 2의 (d)에 도시된 바와 같이 양 쪽 끝단에 형성되는 절곡부(100B)의 내측면이 경사지게 형성되어 삼각으로 돌출된 형태를 갖출 수도 있다. 이 경우에도 도 2의 (b) 또는 (c)에 도시된 실시예에서와 같이 상판(110)과 하판(120) 중 어느 하나가 수평방향으로만 형성되어 코어층(130)의 어느 한 측면이 노출되게 형성될 수 있음은 물론이다.
- [64] 또한, 본 발명에 따른 유닛구조재(100)는, 도 2의 (e)에 도시된 바와 같이 절곡부(100B)의 하단이 다시 유닛구조재(100)의 폭방향 중심을 향하여 수평으로 절곡되는 형태로 구성될 수도 있고, 또는 도 2의 (f)에 도시된 바와 같이 양 쪽 절곡부(100B)의 하단으로부터 다시 절곡되는 부위가 서로 만나 이어짐으로써 'ㄱ'자 형태의 단면을 가지는 상판(110)이 'ㄱ'자 형태의 단면을 가지는 하판(120)을 둘러싸는 형태로 구성될 수도 있다.
- [65] 도 2의 (e) 및 (f)에 도시된 실시예에서 유닛구조재(100)는 'ㄷ'자 형상에 그치지 않고 보다 확장된 형태를 가지지만 'ㄷ'자 형상의 단면구조를 포함하고 있음에는

변함이 없고, 해당 구조에서 양 쪽 끝단에 수직방향으로 형성되는 부위가 판보강재 역할을 하여 구조적 성능이 구현될 수 있는 것이다.

- [66] 도 2의 (g)를 참조하면, 본 발명에 따른 유닛구조재(100)는 별도의 금속앵글(140)을 더 포함하여 'ㄷ'자 단면구조가 구현될 수도 있다. 이 경우에는 상판(110)과 하판(120)이 모두 절곡됨 없이 수평방향으로만 형성되고, 'ㄱ'자로 절곡된 형태를 가지는 금속앵글(140)이 양 끝단에서 상판(110)과 하판(120) 사이에 삽입 결합되며, 상판(110)과 하판(120) 및 금속앵글(140) 사이에 형성되는 공간에 코어층(130)이 충전될 수 있다.
- [67] 즉, 본 발명에 따른 유닛구조재(100)를 구성하는 상판(110)과 하판(120) 및 코어층(130)이 모두 반드시 'ㄷ'자 형태로 구성되어야 하는 것은 아니고, 금속앵글(140)과 같은 별도 부재의 결합에 의해 양 쪽 끝단에 하방으로 절곡되는 구조가 구현되어도 된다.
- [68] 마지막으로 도 2의 (h)를 참조하면, 본 발명에 따른 유닛구조재(100)는 상판(110)과 하판(120)의 끝단부 사이가 금속 또는 비금속 소재로 이루어지는 마감부재(150)에 의해 마감된 형태를 취할 수도 있다. 마감부재(150)는 상판(110)과 하판(120)의 꺾인 부분으로 이루어지는 절곡부(100B)의 끝단부를 마감하는 것으로서, 본 발명에 따른 유닛구조재(100)를 제작하는 과정에서 상판(110)과 하판(120) 사이의 공간을 밀폐시키거나 유닛구조재(100) 간의 결합을 보조하는 기능 등을 수행할 수 있다.
- [69] 본 발명에 따른 유닛구조재(100)에서 폭방향을 따른 양 쪽 끝단으로부터 절곡되어 하방으로 돌출되는 절곡부(100B)는 구조 전체의 단면계수(section modulus)를 증가시키는 작용을 하고, 보강구조인 절곡부(100B)의 높이나 형상 등에 의해 단면계수가 좌우될 수 있다.
- [70] 절곡부(100B)가 판보강재로서의 구조적 성능을 효과적으로 구현하기 위해서는 항복응력이 높은 금속 소재를 포함하는 것이 바람직하며, 이에 본 발명은 상판(110)과 하판(120) 중 적어도 어느 하나가 절곡부(100B)에 포함되도록 하거나 또는 별도의 금속앵글(140)을 이용하여 하방 절곡부(100B)를 구성하고 있는 것이다.
- [71] 도 19에는 일반적인 선박의 구조재로서 많이 사용되는 금속으로만 구성된 철판구조재(10)가 도시되어 있다. 도 19에 도시된 종래의 철판구조재(10)는 구조적인 보강을 위하여 하측면에 판보강재(20)가 용접을 통해 결합되고 있는데, 이러한 종래 방식은 철판구조재(10)의 하측면에 판보강재(20)를 연결할 때 용접 변형이 발생하는 문제점을 가지고 있다.
- [72] 그러나 구조부재로서 기능하는 판과 보강재가 각각 분리 제작된 후 용접 또는 볼팅에 의해 결합되는 종래 철판구조재(10)와는 달리, 본 발명에 따른 유닛구조재(100)는 평판부(100F)와 절곡부(100B)가 일체형으로 제작되어 판 보강구조가 이미 자체적으로 포함되어 있는 형태를 가지므로, 종래와 같은 용접 변형의 문제가 발생할 우려가 전혀 없고, 판과 보강재 간의 볼팅 결합을 위한 추가적인 홀 시

공이나 국부적인 구조 보강 작업이 필요 없으며, 구조적으로 안정적인 성능을 가질 수 있다.

- [73] 종래기술의 또 다른 문제점으로서, 얇은 두께의 금속판으로 상판과 하판의 복합구조를 구성할 때 얇은 금속판에 판보강재를 후행 용접하는 것 자체가 불가능할 경우가 있다. 판보강재가 구조적으로 기능을 제대로 구현하기 위해서는 일정 수준 이상의 용접 결합 강도가 요구되며, 통상적으로 판보강재의 웹(web) 구조 두께의 70% 이상의 용접 각장이 최소한 요구된다. 만약 웹 두께가 6mm인 금속 판보강재를 후행 용접하기 위해서는 적어도 4mm 이상의 용접 각장이 요구된다는 것이다.
- [74] 또한, 모재가 되는 철판 두께가 용접 각장보다 지나치게 얇은 경우 용접 변형 외에도 전체적인 구조적 안정성이 손상된다는 문제점이 있고, 일정 두께 이상의 용접 각장을 구현하기 위해서 CO₂ 용접과 같은 보편적인 용접 장비를 사용할 경우에는 용접열에 의해 내부 코어가 탄화되는 현상이 발생하기 쉬우며, 이 경우에는 접착강도의 손실까지 발생하므로 구조적인 안정성이 크게 감소하게 된다.
- [75] 하지만, 본 발명에 따른 유닛구조재(100)는 절곡부(100B)가 이미 자체적으로 포함되어 있는 형태이므로, 상판(110)과 하판(120)의 두께가 용접을 위해 요구되는 두께보다 훨씬 얇은 구조로 최적화된 복합 구조의 제작이 가능하다.
- [76] 또한, 본 발명에 따른 유닛구조재(100)는 평판부(100F) 뿐만 아니라 판보강재의 기능을 하는 절곡부(100B)도 단일의 금속 소재가 아닌 복합소재로 구성되는 것을 특징으로 하며, 이러한 구조에 따르면 금속으로만 이루어진 판보강재를 사용하는 경우보다 약 40~50% 가량의 구조 경량화를 이뤄낼 수 있다는 장점이 있다.
- [77] 본 발명에 따른 유닛구조재(100)의 상판(110) 및 하판(120)의 두께는 각각 0.4~20mm로 형성될 수 있다. 이때, 후술하는 바와 같이 본 발명에 따른 유닛구조재(100)를 개별 모듈끼리 결합하여 멀티구조재(200)를 구성하거나 또는 유닛구조재(100)를 또 다른 어떤 구조물에 연결하고자 할 때 용접 작업이 수행되어야 하는 경우가 있으므로, 유닛구조재(100)의 외판을 구성하는 상판(110) 및 하판(120)의 두께는 레이저 용접이 용이한 0.4mm 이상으로 형성됨이 바람직하다. 또한, 본 발명이 하나의 기술적 과제로 하는 구조재 경량화를 달성하기 위해서는 상판(110) 및 하판(120)의 두께가 10mm 이하로 형성됨이 바람직하며, 따라서 본 발명은 상판(110) 및 하판(120)을 구성하는 금속판의 가장 바람직한 두께로서 0.4~10mm를 제시한다.
- [78] 본 발명에 따른 유닛구조재(100)의 코어층(130)의 두께는 3~40mm까지 다양하게 구성할 수 있다. 이때, 코어층(130)이 'ㄷ'자 단면 형상을 가지도록 구성되어 수평방향으로 형성되는 부분과 수직방향으로 형성되는 부분을 모두 포함하게 되는 경우에는 두 방향으로 형성되는 코어층(130)의 두께가 달라도 된다. 즉, 평판부(100F)의 코어층(130) 두께와 절곡부(100B)의 코어층(130) 두께가 동일하게 형성될 수도 있지만 다르게 조절될 수도 있는 것이다. 두께를 다르게 형성하고자

하는 경우에는 판보강재로서의 기능을 하는 절곡부(100B)의 코어층(130) 두께가 평판부(100F)의 코어층(130) 두께보다 얇게 형성됨이 바람직하다.

- [79] 본 발명에 따른 유닛구조재(100)의 전체 폭은 300~1500mm로 형성될 수 있고, 하방으로 돌출되는 절곡부(100B)의 높이는 구조재의 전체 처짐량을 보완할 수 있는 구조적 성능의 구현이 가능한 수준으로서 40~500mm로 형성될 수 있다. 여기서 절곡부(100B)의 높이는 유닛구조재(100)의 가장 하단으로부터 상판(110)의 하면까지의 높이를 의미할 수 있다.
- [80] 위에서 제시된 범위로 각 구성의 두께, 폭, 높이 등을 설계하였을 때, 본 발명에 따른 유닛구조재(100)는 최대 스패ن(길이)이 무려 6~10m에 달하는 수준으로 제작이 가능해진다. 즉, 본 발명에 따른 유닛구조재(100)는 6~10m 가량의 장스팬 구조로 제작될 수 있다. 이것이 가능한 이유는 비중이 0.8~1.8 수준으로서 금속에 비해 매우 경량인 비발포성 폴리머로 구성되는 코어층(130)이 상판(110)과 하판(120) 사이에서 견고하게 접합되어 기본적인 구조성능이 갖추어짐과 아울러, 유닛구조재(100)의 양 끝단으로부터 하방으로 돌출되는 절곡부(100B)가 판보강재로서 기능해주기 때문이다.
- [81] 6~10m의 장스팬 구조로 제작되는 본 발명에 따른 유닛구조재(100)는 해당 길이 범위 내에서 구조재의 폭을 가로지르는 방향으로는 별도의 보강재가 추가되지 않더라도 철근 콘크리트와 동등한 구조적 성능을 발휘할 수 있다. 따라서 뒤에서 살펴보겠지만 다수개의 유닛구조재(100)의 조합에 의해 구성되는 멀티구조재(200) 또는 중첩구조재(300)를 바닥 구조재로 이용하면 별도의 하부 지지대 없이도 완벽한 이중 바닥 구조의 구현이 가능하게 된다.
- [82] 바람직한 일 실시예로서, 본 발명에 따른 유닛구조재(100)의 상판(110)과 하판(120)의 두께를 각각 1mm로 형성하고, 코어층(130)을 5mm 두께의 얇은 코어로 형성하는 경우, 유닛구조재(100)의 전체 두께는 7mm에 불과하다. 하지만, 해당 구조에서 유닛구조재(100)의 폭을 700mm, 절곡부(100B)의 높이를 100mm로 형성하고, 7m의 스패ن(길이)으로 양단을 고정 설치하였을 때, 유닛구조재(100) 상에 평방미터(square metre)당 1kN의 분포 하중이 올라간 상태에서 최대 처짐량이 14mm 이하로 매우 견고한 구조성능의 확보가 가능함이 구조계산을 통해 확인될 수 있다.
- [83] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 유닛구조재(100)는 금속 재질의 상하판(110, 120)과 비발포성 폴리머로 이루어지는 코어층(130)의 복합소재로 구성되는 재료적 특징과 더불어 자체적으로 포함되어 있는 절곡부(100B)의 판 보강 구조에 의해 초경량이며서 현저히 뛰어난 구조성능의 구현이 가능하다.
- [84] 구체적으로, 본 발명에 따른 복합소재로 제작된 유닛구조재(100)는 선박 분야에서 주로 이용되는 철판 구조재와 대비하여 대략 50~60% 정도의 중량으로 등가의 구조성능 구현이 가능하고, 건축 분야에서 주로 이용되는 철근 콘크리트 구조와 대비하여서는 대략 15~25% 정도의 중량으로 등가의 구조성능 구현이 가능하다.

- [85] 또한, 이상과 같은 고성능의 유닛구조재(100)가 다수로 연결 및 중첩되어 구성되는 멀티구조재(200) 및 중첩구조재(300)도 당연히 그 이상의 견고한 구조적 특성을 가질 수 있음은 물론이다.
- [86] 보다 바람직하게, 본 발명에 따른 유닛구조재(100)는 최소 $L/480$ 처짐량 기준을 만족할 수 있도록 제작될 수 있다. 여기서 'L'은 유닛구조재(100)의 길이(스팬)을 의미하며, 유닛구조재(100)의 중앙 부분이 유닛구조재(100)의 전체 길이의 $1/480$ 이상 처지지 않아야 기준을 만족하는 것으로 볼 수 있다. 전술한 바와 같이 본 발명에 따른 유닛구조재(100)는 7m 길이(스팬)로 제작하여 양단을 고정시켰을 때 발생하는 처짐량이 14mm 이하이며, 이는 $7,000/480 \approx 14.583(\text{mm})$ 이하인 수치로서 상기한 $L/480$ 처짐량 기준을 만족시키는 것을 알 수 있다.
- [87] 상기와 같은 처짐량 기준을 만족시키기 위한 유닛구조재(100)의 구조성능은 절곡부(100B)의 높이나 형상 등의 조절을 통해 구현될 수 있다. 또한, 상판(110)과 하판(120) 그리고 코어층(130) 사이에 일정 수준 이상의 접착강도를 부여함으로써 유닛구조재(100)의 구조성능 구현에 도움을 줄 수 있다. 구체적으로, 코어층(130)을 구성하는 비발포성 폴리머는 자체적으로 접착력을 가지고 있으며, 후술하는 바와 같이 액상의 비발포성 폴리머 원액이 경화되는 과정에서 상판(110) 및 하판(120)과 접하는 면이 기밀하게 접착되는데, 본 발명은 상판(110)과 코어층(130) 사이 그리고 하판(120)과 코어층(130) 사이에 1~10MPa, 보다 바람직하게는 6MPa의 접착강도를 부여할 수 있다.
- [88] 도 2의 (g)에 도시된 실시예와 같이 절곡부(100B)가 별도의 금속앵글(140)에 의해 구성되는 형태에서도 금속앵글(140)은 용접될 필요 없이 상판(110)과 하판(120) 사이에 삽입 및 접착되는 것만으로 충분한 강도를 가질 수 있다.
- [89] 금속앵글(140)은 상판(110)과 하판(120) 사이에 삽입되어 접하는 면이 접착제에 의해 접착될 수 있고, 코어층(130)과 접하는 면도 코어층(130)을 형성하는 비발포성 폴리머의 자체 접착력에 의해 접착될 수 있다. 이때, 접착면의 박리 현상을 방지하기 위하여 상판(110) 및 하판(120)과 금속앵글(140) 사이에도 위에서 설명된 것과 동일하게 1~10MPa, 보다 바람직하게는 6MPa의 접착강도가 부여될 수 있다.
- [90] 한편, 본 발명에 따른 유닛구조재(100)의 코어층(130)을 구성할 때, 단열 및 구조적 성능이 이미 구현되어 있는 고성능 단열재를 추가로 이용하는 것도 가능하다. 이 경우 상판(110)과 하판(120) 사이에 열전도율이 낮은 고성능 단열재가 추가 배치됨에 따라 단열 측면에서 우수한 성능을 가질 수 있게 된다.
- [91] 보다 구체적으로, 상판(110)과 하판(120) 사이에 비발포성 폴리머와 함께 열전도율이 0.02W/mK 보다 낮은 고성능 단열재를 배치함으로써 코어층(130)을 형성할 수 있으며, 일례로 0.004W/mK 수준의 열전도율을 가지는 진공단열재(VIP: Vacuum Insulation Panel)를 더 포함하여 코어층(130)을 형성할 경우, 유닛구조재(100)의 전체 두께는 20~40mm까지 증가되겠지만 단열성의 측면에서는 일반 EPS(Expanded Polystyrene) 단열재보다 6~10배 가량 우수한 단열성능의 구현이

가능해진다. 뿐만 아니라 복합소재의 특성상 두께 증가의 2~3층에 비례하여 구조강도가 증가되므로 가볍지만 월등한 구조성능이 구현될 수 있다.

[92] 또한, 진공단열재가 비발포성 폴리머 내에 포함되는 경우에는 진공단열재가 외부 충격으로부터 보다 효과적으로 보호될 수 있고, 비발포성 폴리머의 기밀한 구조에 의해 진공단열재로의 가스 출입이 완벽하게 차단되어 진공단열재의 수명이 거의 반영구적으로 늘어나는 효과가 도모될 수 있다.

[93] 코어층(130)을 비발포성 폴리머로만 구성하는 경우에는 유닛구조재(100)의 두께를 아주 얇은 두께로 최적화하여 제작할 수 있다는 장점이 있고, 비발포성 폴리머와 함께 진공단열재와 같은 고성능 단열재를 추가로 포함시키는 경우에는 유닛구조재(100)의 제작 측면에서 더 간편하고(비발포성 폴리머 원액을 고성능 단열재의 표면에 도포하여 접착제처럼 사용하면 되므로) 우수한 단열성능을 얻을 수 있다는 장점이 있으므로, 각 방식의 장점을 고려하여 본 발명에 따른 유닛구조재(100)의 코어층(130) 형성시 비발포성 폴리머를 단독으로 사용할 것인지 또는 고성능 단열재를 병행하여 사용할 것인지 여부를 선택 및 적용할 수 있겠다.

[94] 참고로, 코어층(130)을 고성능 단열재로만 구성하면 상판(110) 및 하판(120)과의 결합력이 약해서 충분한 구조적 성능을 확보하기 어려우며, 고성능 단열재를 둘러싸는 비발포성 폴리머가 상판(110)과 하판(120) 사이에서 접착에 의해 단단히 고정된 형태를 유지하여야 본 발명의 유닛구조재(100)가 만족할만한 구조적 성능을 얻을 수 있다.

[95]

[96] **나. 유닛구조재의 제조공법**

[97] 다음으로 도 3 내지 도 6을 참조하여 본 발명에 따른 유닛구조재(100)의 구체적인 제조공법에 대하여 살펴본다.

[98] 선박에서 사용되는 판보강재의 두께는 6~30mm로 다양하지만 통상적으로 6~15mm 내외의 얇은 두께를 사용한다. 이를 본 발명에서 제안하는 비발포성 폴리머 및 금속의 복합소재 구조로 대체할 경우, 상판(110) 및 하판(120)은 1~3mm 수준의 두께를 가지는 금속 박판이 사용될 수 있고, 코어층(130)을 구성하는 비발포성 폴리머의 두께는 5~15mm 가량의 아주 얇은 구조로 형성될 수 있다.

[99] 그런데 상기와 같은 얇은 두께로 비발포성 폴리머 구조를 형성하는 것이 현실적으로 쉽지 않다. 왜냐하면 비발포성 폴리머는 기본적으로 점성을 가지고 있기 때문에 충전될 공간이 너무 좁게 형성되어 있으면 원액 주입시 마찰저항이 크게 발생하여 공간 내에 고르게 퍼지기 어렵기 때문이다. 이러한 금속-비발포성 폴리머 간의 제작 특성을 고려하여 선박의 기본 성능 및 구조적 요건을 명시하고 있는 어느 선급 규정에서는 비발포성 폴리머로 구성되는 코어는 15mm 이상의 두께로 형성할 것을 권고하고 있고, 이를 따르지 않을 경우에는 별도의 승인을 획득하도록 하고 있다.

- [100] 이하 설명되는 제조공법들은 유닛구조재(100)의 코어층(130)을 비발포성 폴리머(예컨대, 비발포성 폴리우레탄)로 형성하는 경우에 관한 것이며, 특히 상기한 제조상의 어려움, 즉 비발포성 폴리머로 구성되는 코어층(130)을 얇은 두께로 형성하기 어려운 문제점을 해결하기 위해 제안되는 것이며, 보다 바람직하게는 코어층(130)이 15mm 이하의 두께로 형성되는 경우에도 해당 공간 내에 비발포성 폴리머를 고르게 충전하여 균일한 코어층(130)을 획득하는 것이 가능하게 하는 방법을 제시하는 것이다.
- [101] 1) 제1 제조공법
- [102] 본 발명에 따른 유닛구조재(100)의 제1 제조공법의 진행 과정을 도 3을 참조하여 설명한다.
- [103] 먼저, 상판(110)을 뒤집어 놓은 상태에서 상판(110)의 평면부와 테두리부에 의해 형성되는 공간 내에 액체 상태의 비발포성 폴리머 원액(S)을 붓는다. 이때 비발포성 폴리머 원액(S)의 양은 이후에 하판(120)이 덮어졌을 때 상판(110)과 하판(120) 사이에 형성되는 공간을 다 채울 수 있는 양(즉, 즉 실제로 코어층이 차지하는 부피에 해당하는 양)보다 2% 가량 많은 양으로 부어질 수 있다.
- [104] 그리고 상판(110)의 공간 내에 비발포성 폴리머 원액(S)이 부어진 상태에서 하판(120)을 위에서부터 투입하여 아래로 누른다. 하판(120)은 유압장치 등을 이용하여 상판(110)과의 사이가 소정의 정해진 간격이 될 때까지 가압될 수 있다. 이때 상판(110)과 하판(120) 사이의 간격을 설계상의 얇은 두께로 유지하기 위하여 상판(110)과 하판(120) 사이에 별도의 스페이서(spacer)를 추가로 배치할 수도 있다.
- [105] 상판(110)의 공간 하부에 채워진 비발포성 폴리머 원액(S)은 하판(120)의 누르는 힘에 의해 양 쪽 가장자리 부분의 수직 공간, 즉 수직방향으로 형성되는 상판(110)과 하판(120) 사이의 공간으로 용입될 수 있다. 이때 비발포성 폴리머 원액(S)은 실제 코어층(130)이 차지할 부피보다 많은 양으로 채워져 있으므로 초과하는 양이 밖으로 밀어내져 배출될 수 있다.
- [106] 상기 수직 공간까지 차오른 것을 포함하여 상판(110)과 하판(120) 사이에 골고루 채워진 비발포성 폴리머 원액(S)은 시간이 흐르면서 경화되어 코어층(130)을 형성하게 되고, 코어층(130)의 형성으로 인해 본 발명에 따른 유닛구조재(100)의 제작이 완료된다.
- [107] 이상과 같은 제1 제조공법은 비발포성 폴리머 원액(S)을 밀폐된 공간 내에 주입하는 방식이 아니라 개방된 공간 내에 부어서 채우는 방식이다. 본 제조공법은 비발포성 폴리머 원액(S)의 주입시 발생하는 마찰저항을 가압을 통해 극복함으로써 얇은 두께의 판보강용 구조를 형성할 수 있고, 또 비발포성 폴리머 원액(S)이 코어층(130)에 해당하는 전체 구조에 제대로 충전되는지를 눈으로 확인하면서 작업할 수 있다는 장점이 있다.
- [108] 한편, 이상의 제1 제조공법은 오픈 캐비티(open cavity) 방식으로 작업이 진행됨에 따라 비발포성 폴리머 원액(S)과 공기가 접촉하는 면적이 발생하여 공기방울

이 형성될 수 있는데, 이러한 공기방울은 전술한 바와 같이 실제로 코어층(130)의 부피에 해당하는 양보다 최소 2% 이상 많은 양의 비발포성 폴리머 원액(S)을 주입하고 초과분을 구조재 밖으로 밀어내버리는 과정을 통해 제거가 가능하다.

- [109] 참고로 도 3은 본 발명에 따른 유닛구조재(100)의 가장 기본적인 형태(도 1 및 도 2의 (a)에 도시된 형태)를 예로 들어 설명하고 있다. 만약 상판(110)이나 하판(120) 중 절곡되지 않고 수평방향으로만 형성되는 것이 있다면 임시 댐막이를 이용하여 해당 판의 형상을 임시로 'ㄷ'자 형태로 만들어주고, 비발포성 폴리머 원액(S)이 경화되어 코어층(130)이 완성된 후 임시 댐막이를 제거하는 방식으로 본 제조공법의 적용이 가능할 것이다.

[110]

[111] 2) 제2 제조공법

- [112] 도 4를 참조하면, 본 발명에 따른 유닛구조재(100)의 제2 제조공법은 상판(110)과 하판(120) 사이를 밀폐된 공간으로 형성하고 밀폐된 공간 내에 비발포성 폴리머 원액을 주입하는 방식을 이용하되, 비발포성 폴리머 원액의 주입을 위한 주입관(injection tube)을 한 개가 아니라 여러 개의 작은 관으로 나누어 구성하는 방식이다.

- [113] 통상 비발포성 폴리머는 ISO와 폴리올(Polyol)과 같은 유기화합물의 두 가지 액체가 혼합되면서 화학반응이 일어나고 이때부터 경화가 이루어진다. 이때 화학반응이 일어나는 시간은 수 분에 불과하므로 비발포성 폴리머 원액의 주입도 수 분 내에 완료되어야 한다. 또한, 비발포성 폴리머 원액은 자체적으로 점성을 가지므로 수 분 내에 골고루 퍼지는데 어려움이 있을 수도 있다.

- [114] 본 제조공법은 상기와 같은 공정상의 어려움을 해결하기 위한 것으로서, 비발포성 폴리머 원액을 주입하는 주입관을 여러 개의 작은 관으로 나누어 구성하고 이들을 코어층(130)이 형성되어야 하는 공간 내에 촘촘히 배치함으로써, 비발포성 폴리머 원액이 상판(110)과 하판(120) 사이의 밀폐된 공간 내에 신속하게 그리고 골고루 주입될 수 있도록 한다.

- [115] 본 제조공법에서도 상판(110)이나 하판(120) 중 'ㄷ'자 형상을 가지지 않는 것이 있다면 임시 댐막이를 이용하여 해당 판의 형상을 임시로 'ㄷ'자 형태로 만들어주고 작업을 진행할 수 있음은 전술한 제1 제조공법과 마찬가지로이고, 후술하는 제조공법에도 마찬가지로 적용될 수 있음은 물론이다.

- [116] 또한, 도 2의 (h)에 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 유닛구조재(100)가 마감부재(150)를 포함하고 있는 경우에는, 마감부재(150)가 임시 댐막이의 역할을 대신할 수 있을 것이다.

[117]

[118] 3) 제3 제조공법

- [119] 도 5를 참조하면, 본 발명에 따른 유닛구조재(100)의 제3 제조공법은 상판(110)과 하판(120) 사이를 밀폐된 공간으로 형성하고 밀폐된 공간 내에 비발포성 폴리

며 원액을 주입하는 방식을 이용하되, 진공펌프(VP)를 이용하여 밀폐된 공간 내의 공기를 빼내면서 주입을 실시하는 방식이다.

- [120] 보다 구체적으로, 상판(110)과 하판(120) 사이를 밀폐된 공간으로 형성한 후 한 쪽에는 주입관을 꽂아 비발포성 폴리머 원액을 주입시키면서 반대 쪽에서는 진공펌프(VP)를 이용하여 밀폐된 공간 내의 공기를 흡입한다.
- [121] 이러한 제3 제조공법에 의하면, 밀폐된 공간의 안과 밖의 압력차로 인하여 비발포성 폴리머 원액의 주입시 마찰저항을 극복하면서 얇은 두께로 주입하는 것이 가능할 뿐만 아니라, 진공펌프(VP)의 흡입력에 의해 신속한 주입이 가능한 장점이 있다.
- [122]
- [123] 4) 제4 제조공법
- [124] 본 발명에 따른 유닛구조재(100)의 제작에 사용되는 상판(110)과 하판(120)은 일반 선박용으로 사용되는 철판보다 훨씬 얇은 금속판을 사용하게 된다. 따라서 그로 인한 공법적인 번거로움이 있는데, 그것은 바로 금속판의 두께가 너무 얇은 관계로 코어(비발포성 폴리머)가 충전되기 전이나 충전되는 과정에서 판의 형상 유지 및 편평도 관리가 어렵다는 점이다.
- [125] 종래에는 두 개의 판 사이에 코어를 충전하는 과정에서 형상 유지(또는 간격 유지)를 위해 스페이서를 사용하고 있었다. 또한, 코어로서 비발포성 폴리머를 사용하는 경우에는 경화되는 과정에서 약간 부풀어 오르는 특성이 있으므로 상부판을 상당한 하중으로 눌러주기도 한다. 그러나 본 발명과 같이 상판(110) 및 하판(120)을 이루는 금속판의 두께가 일정 수준 이하로 아주 얇게 형성되는 경우에는 상기한 종래의 방식으로 판의 형상 유지 및 편평도를 유지하기가 어렵다.
- [126] 또한, 상부판의 자중으로 인하여 판이 처지는 현상도 발생한다. 이때 코어의 두께가 충분히 두껍게 형성되는 경우에는 화학 반응의 강도도 강하기 때문에 부풀어 오르는 힘을 이용하여 처져 있는 상부판을 다시 밀어올릴 수 있다. 그러나 본 발명과 같이 코어층(130)이 얇은 두께로 형성되는 경우에는 부풀어 오르는 힘이 약하므로 자중에 의한 상판(110)의 처짐을 복원시키기에는 부족하다.
- [127] 뿐만 아니라, 본 발명에 따른 유닛구조재(100)는 하방으로 절곡되는 구조를 포함하고 있는데, 이 경우 상판(110) 및 하판(120)이 얇은 박판으로 구성되는 특성상 절곡 각도가 일정하게 유지되는 것 또한 매우 어렵다.
- [128] 본 발명에 따른 유닛구조재(100)의 제4 제조공법은 상기와 같은 공법상의 어려움을 해결하기 위해 제안되는 것으로서, 전술한 제1 내지 제3 제조공법이 비발포성 폴리머의 충전과 관련된 공법이었다면, 제4 제조공법은 비발포성 폴리머의 주입 전 그리고 주입 과정에서 구조재의 전체 형태와 편평도를 유지시키는 것에 관한 공법으로 볼 수 있다.
- [129] 구체적으로는, 도 6에 도시된 바와 같이, 상판(110)과 하판(120) 사이의 공간에 비발포성 폴리머 원액(S)이 채워진 상태에서 상부에 배치되는 하판(120)의 상면

에 자석(M)을 배치하면, 자석(M)에 의해 발생하는 자기장에 의해 하판(120)의 상면이 자석(M)과 밀접하게 접촉되어 편평한 상태를 유지할 수 있게 된다.

- [130] 참고로 본 실시예에서는 상판(110)과 하판(120)이 뒤집힌 상태로 유닛구조체(100)의 제조공정이 진행되기 때문에 하판(120)의 상면에 자석(M)을 배치하는 것이고, 만약 상판(110)을 위에 배치하여 제조공정이 진행되는 경우라면 상판(110)의 상면에 자석(M)이 배치되어야 할 것이다. 즉, 바닥에 놓이는 판은 편평도 문제를 고려할 필요가 없고, 비발포성 폴리머 원액(S)을 기준으로 상측에 놓이는 판의 상면에 자석(M)이 배치되어야 한다.
- [131] 여기서 자석(M)은 전자석을 포함하여 금속을 끌어당기는 힘을 발생시킬 수 있는 모든 자성체를 포함하는 개념으로 이해될 수 있다. 자석(M)은 편평도가 유지되어야 하는 판의 면적 전체에 대응되는 크기로 구성될 필요는 없고, 일부 면적만 차지하면서 놓이더라도 판 전체가 편평해지는 효과를 볼 수 있다. 또한, 판 위에 복수개의 자석(M)을 배치시킬 수도 있고, 하나의 자석(M)만 이용하는 경우에는 판의 중앙부에 배치되는 것이 바람직하다.
- [132] 또한, 수평방향으로 놓이는 것 뿐만 아니라 수직방향으로 세워지는 상판(110)과 하판(120)의 측면에도 동일한 원리로 자석(M)을 배치하여 편평도를 유지하고 원하는 절곡 각도를 얻을 수 있다.
- [133] 도면에는 편의상 자석(M)의 배치 위치만 간략하게 도시하여 놓았으나, 자석(M)은 상판(110) 및 하판(120)의 위치를 고정시키는 작업용 지그(jig) 또는 정반(surface plate) 내에 포함되어 구성될 수 있으며, 이 경우에는 작업용 지그에 별도의 파지부를 두지 않더라도 자석이 당기는 힘에 의해 금속판으로 마련되는 상판(110) 및 하판(120)이 용이하게 파지되는 부수적인 효과도 누릴 수 있을 것이다.
- [134] 본 제조공법의 적용시 상판(110)과 하판(120) 중 수직방향으로 세워지는 부분이 없다면(즉, 'ㄷ'자 형상이 아닌 경우) 해당 부분에는 자석(M)을 배치하지 않을 수 있다.
- [135] 또한, 본 제조공법은 자석(M) 대신 진공흡착장치를 이용하여 구현될 수도 있다. 구체적으로는, 진공흡착장치로 편평도가 유지되어야 하는 판의 특정 부위를 흡착시켜 인장력을 가해줌으로써 구조체의 형태를 유지하고 편평도를 유지시킬 수 있다.
- [136] 자석(M)을 적용하는 경우와 마찬가지로, 진공흡착장치는 판의 전체 영역이 아닌 일부 영역에 대한 흡착력을 제공하는 것만으로도 평탄도 유지 기능을 수행할 수 있으며, 바람직하게는 편평도를 유지하고자 하는 판의 중앙부를 흡착시키는 것이 좋다. 또한, 하나의 판 상에 복수개의 진공흡착장치를 적용하는 것도 가능하다.
- [137] 이상과 같은 제4 제조공법이 적용되어 제작되는 본 발명에 따른 유닛구조체(100)는 표면이 편평하면서 전체적으로 동일한 두께를 유지할 수 있게 됨에 따라 균일한 구조적 성능이 구현될 수 있다. 또한, 제조 과정에서 편평도 문제가 해결

됨에 따라 상판(110)과 하판(120) 사이에 배치되는 스페이서의 물량을 크게 감축되어 제작 공수 및 비용 절감이 가능한 효과도 가진다.

- [138] 한편, 이상에서 설명된 제1 내지 제4 제조공법은 두 개 이상의 방식이 병행하여 적용될 수도 있다. 예를 들어, 제1 제조공법을 오픈 캐비티가 아닌 밀폐된 공간에서 수행하면서 제3 제조공법의 진공펌프를 이용하여 밀폐된 공간 내의 공기를 빼내는 것이 가능하고, 또 제2 제조공법과 같이 여러 개의 주입관을 이용하여 비발포성 폴리머 원액의 주입을 실시하면서 제3 제조공법의 진공펌프를 함께 적용하는 것도 가능하다. 또한, 제4 제조공법의 경우에는 구조체의 형태 및 편평도를 유지하기 위해 적용되는 공법이므로 다른 어느 제조공법과도 병행이 가능하다고 할 것이다.

[139]

[140] **2. 제2 실시형태 - 멀티구조재**

[141] **가. 멀티구조재의 구조**

- [142] 본 발명에 따른 경량 구조체의 다른 실시형태를 띠는 멀티구조재(200)는 이상에서 설명한 유닛구조재(100)를 다수로 연결시킴으로써 구성될 수 있다. 실제로 건물 또는 선박의 바닥, 천장 및 벽체 구조를 형성하기 위해서는 다수의 유닛구조재(100)의 연속된 배열에 의해 충분한 면적이 확보된 멀티구조재(200)의 적용이 필요하게 될 것이다.

- [143] 도 7 및 도 8을 참조하면, 본 발명에 따른 멀티구조재(200)는 기본적으로 다수의 유닛구조재(100)가 폭방향을 따라 구조적으로 결합되어 제작될 수 있다. 이때 서로 이웃하는 유닛구조재(100)는 마주하는 절곡부(100B)가 용접 또는 볼팅결합에 의해 구속됨으로써 연결될 수 있다.

- [144] 보다 구체적으로, 도 7에 도시된 바와 같이 서로 마주하는 절곡부(100B)의 외측면이 금속으로 형성되어 있는 경우에는 용접이나 볼팅결합 중 어느 하나의 방식이 자유롭게 적용될 수 있을 것이고, 도 8에 도시된 바와 같이 절곡부(100B)를 구성하고 있는 코어층(130)의 외측면이 노출되어 있는 경우에는 볼팅결합이 더 적합하게 적용될 수 있을 것이다.

- [145] 다수의 유닛구조재(100)의 결합에 의해 구성되는 멀티구조재(200)는 기존 콘크리트 슬래브의 상부 또는 하부 어디에든 위치할 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 멀티구조재(200)는 건물의 바닥이나 천장 구조 어디에든 적용이 가능하고, 필요에 따라 건물의 벽체 구조에도 적용될 수 있음은 물론이다.

- [146] 한편, 본 발명에 따른 유닛구조재(100)를 개별 모듈끼리 직접 결합시키지 않고, 길이방향을 따른 양단만 벽체에 구조적으로 연결하여 바닥이나 천장 구조를 형성할 수도 있다. 구체적으로는, 바닥 또는 천장 구조를 형성하고자 하는 공간 내에 다수의 유닛구조재(100)를 길이방향을 따른 양 단부만 벽체에 고정시키고, 폭 방향을 따라서는 서로 이웃하는 유닛구조재(100)끼리 밀착하여 배치시키거나 또는 소정의 간격을 두고 이격하여 배치시킬 수 있다. 그리고 연속적으로 배치된

다수의 유닛구조재(100)의 상부에 바닥 마감재를 시공하거나 하부에 천장 마감재를 시공하는 것에 의해 바닥 구조 또는 천장 구조를 형성할 수도 있다.

[147] 즉, 본 발명에 따른 멀티구조재(200)는 유닛구조재(100) 간의 결합을 반드시 필요로 하지 않는다. 멀티구조재(200)를 구성하는 유닛구조재(100) 간에 기밀하게 밀착되거나 또는 소정의 간격으로 이격되어 있더라도 그 사이 공간에 마감 시공을 하는 것에 의해 구조적으로 문제가 없는 바닥 또는 천장 구조의 형성이 가능하다.

[148] 또한, 상기와 같이 유닛구조재(100)가 폭방향으로 서로 결합되지 않는 구조에서는 바닥 충격이 발생하였을 때 바닥 전체가 진동하지 않고 충격을 받은 개별적인 유닛구조재(100)만 진동하므로 충격 전파가 국부적으로 제한된다는 장점이 있다. 또한, 개별 유닛구조재(100)가 진동할 때 인접하는 다른 유닛구조재(100)와의 마찰도 발생하지 않거나 최소화할 수 있으므로 진동/소음 저감 성능을 기대할 수 있다.

[149]

[150] 나. 멀티구조재의 적용예 및 효과

[151] 다음으로 본 발명에 따른 멀티구조재(200)의 구체적인 적용예 및 그에 따른 작용 효과에 대하여 설명한다.

[152] 1) 건물의 바닥 구조 (이중 바닥 구조)

[153] 본 발명에 따른 멀티구조재(200)는 대표적으로 건축물의 이중 바닥 구조에 적용될 수 있다. 이하, 본 발명에 따른 멀티구조재(200)를 이용하여 이중 바닥 구조가 구현되는 것에 대해 자세히 설명한다.

[154] 도 9를 참조하면, 본 발명에 따른 멀티구조재(200)는 길이방향을 따른 양 끝단이 위층의 건물 벽체에 고정될 수 있다. 이때 멀티구조재(200)를 위층의 바닥을 구성하고 있는 콘크리트 슬래브와 약간의 유격을 두고 배치하여 이중 바닥 구조로 구현하여야 층간소음 저감성능이 월등히 높아질 수 있다.

[155] 일반적으로 아파트, 주택, 오피스텔이나 빌딩 등의 다층 건축물은 위층과 아래층 사이가 콘크리트 슬래브에 의해 구분되며, 콘크리트 슬래브가 위층에서는 바닥으로 사용되고 아래층에서는 천장으로 사용된다.

[156] 종래에는 위층에서 바닥으로 사용할 수 있도록 콘크리트 슬래브 상에 바닥 공사를 수행하고 있는데, 구체적으로는 콘크리트 슬래브 상에 단열재와 온수 배관을 설치하고 그 위에 마지막으로 몰탈 작업을 수행하여 사람이 실제로 걸을 수 있는 바닥을 형성하고 있다.

[157] 그러나 상기와 같은 종래의 바닥 구조는 바닥에 가해지는 충격이나 마찰이 콘크리트 슬래브를 통해 아래층으로 전달되기 때문에 층간소음이 심각하다는 문제가 있으며, 이중 바닥 구조의 구현을 통해 층간소음 문제를 해결하고자 하고 있으나, 기존의 이중 바닥 구조는 상부 바닥을 콘크리트 슬래브 상에 지지시키는 지지대를 통해 여전히 층간소음이 전달되는 문제가 있음은 전술한 바 있다.

- [158] 그러나 본 발명에 따른 멀티구조재(200)로 상부 바닥을 형성하여 이중 바닥 구조를 구현하는 경우, 멀티구조재(200)를 구성하는 각각의 유닛구조재(100)가 장스팬 구조로 구성되더라도 처짐량이 매우 제한적이므로, 멀티구조재(200)의 길이방향을 따른 양 끝단만 건물 벽체에 고정시키는 것만으로도 충분한 구조적 성능이 확보될 수 있다. 따라서 콘크리트 슬래브와의 사이에 별도의 지지대가 설치될 필요가 없고 상부 바닥과 콘크리트 슬래브를 구조적으로 분리시킬 수 있게 되어, 층간소음 저감에 매우 효과적인 이중 바닥 구조의 구현이 가능해진다.
- [159] 도 9를 참조하여 본 발명에 따른 멀티구조재(200)의 적용에 따른 층간소음 저감의 효과를 보다 구체적으로 설명한다.
- [160] 통상 층간소음은 1차적으로 위층에서 발생한 중량 또는 마찰 충격음이 바닥 구조를 통해 전달되는 것과 2차적으로는 위층 바닥으로부터 벽체를 통해 전달되는 것으로 구분될 수 있는데, 본 발명에 따른 멀티구조재(200)를 이용하여 이중 바닥 구조를 구현하면, 위층에서 상부 바닥을 구성하는 멀티구조재(200) 측에서 생성되는 충격음은 소리로 변환되어 하층의 콘크리트 슬래브로 전달된다. 즉, 충격음이 직접 진동 전달이 아닌 소리 에너지로 전달되는 방식이므로 아래층으로 전달되는 에너지의 총량이 크게 감소될 수 있다.
- [161] 또한, 위층에서 상부 바닥을 구성하는 멀티구조재(200)로부터 벽체를 통해 전달되는 진동은 아래층의 천장 마감재로 바로 전달되지 않고 콘크리트 슬래브로 먼저 전달되므로, 아래층의 천장 마감재에 가해지는 진동 및 소리 에너지의 양이 크게 줄어들 수 있게 된다.
- [162] 뿐만 아니라, 본 발명은 멀티구조재(200)를 건물 벽체에 연결할 때 벽체를 통한 소음 전달을 보다 효과적으로 차단할 수 있도록 멀티구조재(200)와 벽체 간의 다양한 완충 연결구조를 제안하며, 이를 통해 상기한 층간소음 저감 효과를 극대화하고자 한다. 이하, 도 10 내지 도 13을 참조하여 본 발명에 따른 멀티구조재(200)와 벽체 간에 적용될 수 있는 연결구조들을 각각 살펴본다.
- [163] 먼저, 도 10을 참조하여 제1 벽체 연결구조를 살펴본다. 제1 벽체 연결구조에서, 건물 벽체에는 앵커패드(211)가 설치되고, 멀티구조재(200)의 길이방향을 따른 양단에는 앵커패드(211)와의 체결을 위한 금속플레이트(212)가 용접에 의해 고정된다. 앵커패드(211)와 금속플레이트(212)는 볼팅결합을 통해 상호간에 고정 및 연결되고, 이때 멀티구조재(200)로부터 벽체로 전달되는 충격을 완화시킬 수 있도록 앵커패드(211)와 금속플레이트(212) 사이에 진동 저감용 완충재가 배치될 수 있다.
- [164] 한편, 본 발명에 따른 멀티구조재(200)를 벽체에 고정시킴에 있어서, 멀티구조재(200)를 구성하는 다수의 유닛구조재(100) 모두를 벽체에 고정시킬 필요는 없으며, 설계 하중에 대한 충분한 구조적 성능을 확보할 수 있는 수준이라면 다수의 유닛구조재(100) 중 일부만 벽체에 고정시키는 것도 가능하다.
- [165] 다음으로, 도 11을 참조하여 제2 벽체 연결구조를 살펴본다. 제2 벽체 연결구조에서, 건물 벽체에 설치되는 앵커패드(221)의 하부가 L자형 앵글 형태로 구비(또

는 L자형 앵글 부재가 앵커패드(221)의 하단에 결합)되고, 금속플레이트(222)의 하단부가 앵커패드(221)의 하부 L자형 앵글에 의해 형성되는 공간 내에 삽입되어 수평방향으로 이탈이 방지되면서 지지될 수 있다. 금속플레이트(222)의 상단부는 볼팅결합을 통해 앵커패드(221) 혹은 벽체에 고정될 수 있다.

- [166] 그리고 멀티구조재(200)로부터 벽체로 전달되는 충격을 완화시키기 위한 목적으로 금속플레이트(222)와 앵커패드(221) 사이에 진동 저감용 완충재나 스프링이 추가 배치될 수 있다.
- [167] 본 연결구조는 금속플레이트(222)의 하단부가 별도의 부재에 의해 기계적으로 체결됨 없이 공간 내에 단순 삽입되는 형태로 수용 및 지지되고 상단부만 볼팅에 의해 체결되는 방식으로, L자형 앵글을 포함하는 앵커패드(221) 위에 금속플레이트(222)를 올려놓고 상단부만 벽체 측에 고정시키면 되므로, 현장 작업성이 매우 간편하면서도 구조적으로 견고한 연결이 가능하다.
- [168] 다음으로, 도 12를 참조하여 제3 벽체 연결구조를 살펴본다. 제3 벽체 연결구조에서, 건물 벽체에 설치되는 앵커패드(231)와 멀티구조재(200)의 길이방향을 따른 끝단에 용접 고정되는 금속플레이트(232)는 힌지(hinge) 방식으로 연결되어 금속플레이트(232)가 힌지축을 기준으로 회동 가능하게 구성되고, 앵커패드(231)와 금속플레이트(232) 사이에는 탄성을 가지는 스프링(233)이 배치되어 멀티구조재(200)로부터 벽체로 전달되는 충격을 완화시킬 수 있다.
- [169] 본 연결구조에서 앵커패드(231)와 금속플레이트(232) 사이에 스프링(233) 대신 진동 저감용 완충재를 배치하거나 또는 스프링(233)과 함께 진동 저감용 완충재를 배치하는 것도 가능하다.
- [170] 도 11에 도시된 제2 벽체 연결구조가 금속플레이트(222)의 하단부를 구속하지 않고 소정 범위 내에서 약간의 이동을 허용하고 있는 구조라면, 도 12에 도시된 제3 벽체 연결구조는 금속플레이트(232)의 하단부를 구속하여 힌지 연결을 통해 판 전체가 진동에 대해 유연하게 거동할 수 있도록 하는 구조로 이해될 수 있다.
- [171] 마지막으로, 도 13에 도시된 제4 벽체 연결구조는 멀티구조재(200)를 건물 벽체와 바로 연결시키지 않고 진동저감장치(241)를 통해 연결시키는 방식이다. 여기서 진동저감장치(241)는 상하방향으로의 진동을 흡수할 수 있는 유압 장치 또는 스프링 장치일 수 있다.
- [172] 제4 벽체 연결구조의 적용시 멀티구조재(200)에서 발생하는 충격으로 인한 진동은 벽체로 전달되지 않는다. 또한, 멀티구조재(200)로부터 콘크리트 슬래브로 전달되는 진동은 진동저감장치(241)에 의해 흡수될 수 있으므로 상하방향으로 전달되는 충격도 효과적으로 완화될 수 있다.
- [173] 또한, 도면에는 도시되어 있지 않으나, 상기한 제1 내지 제4 벽체 연결구조에 더하여, 멀티구조재(200)와 콘크리트 슬래브 사이의 공간에 다양한 완충재를 배치하여 추가적인 댐핑(damping) 효과를 구현함으로써 추가적인 층간소음의 저감도 가능할 것이다.

- [174] 본 발명에 따른 멀티구조재(200)를 건물의 바닥 구조로 이용하는 경우 다음과 같은 효과가 있다.
- [175] (1) 첫째로, 이중 바닥 구조의 구현을 통한 층간소음 저감의 효과가 있다.
- [176] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 멀티구조재(200)의 적용시 지지대가 필요 없는 견고한 이중 바닥 구조를 구현할 수 있고, 따라서 층간소음을 획기적으로 저감할 수 있게 된다.
- [177] (2) 둘째로, 온돌용 방통 공사가 간소화되는 효과가 있다.
- [178] 앞에서 살펴본 바와 같이 본 발명에 따른 멀티구조재(200)는 구조적 성능이 월등히 우수하므로, 기존 이중 바닥 구조에서처럼 구조적 강도를 높이기 위하여 경량 바닥 위에 온돌 공사(난방 공사)를 시공할 필요가 없다. 따라서 본 발명에 따른 멀티구조재(200)를 기존 콘크리트 슬래브 위에 설치할 경우 온돌 시공에 필요한 온수 배관이나 냉난방용 배관 작업을 기존 콘크리트 위에 편리하게 수행할 수 있고, 별도의 방통용 몰탈 작업을 수행할 필요가 없다는 장점이 있다.
- [179] 종래의 온돌용 방통 공사는 콘크리트 슬래브 위에 단열재 시공 후 온수 배관을 배치하므로, 그 위에 걸어다닐 수 있는 편평한 바닥을 형성하기 위해서는 바닥 몰탈 작업을 수행하거나 별도의 건식 온돌용 패널을 추가로 설치해야만 마무리 바닥재 시공이 가능했다. 그러나 본 발명에 따른 멀티구조재(200)는 그 자체로서 충분한 구조재로서의 기능을 수행하기 때문에 종래에 수행되던 별도의 바닥 몰탈 작업 또는 건식 온돌용 패널 설치 작업이 필요 없게 되고, 멀티구조재(200) 상에 바로 마무리 바닥재 시공이 가능하므로 온돌용 방통 공사가 훨씬 간편화될 수 있다.
- [180] 또한, 온도를 덥혀야 하는 구조가 훨씬 가볍고 간소화되므로 열효율 측면에서도 월등히 유리하다.
- [181] (3) 셋째로, 단차 공사가 간소화되는 효과가 있다.
- [182] 화장실이나 현관의 바닥 슬래브용 단차 구조 제작도 매우 편리해진다. 통상 화장실이나 현관 바닥은 다른 바닥 슬래브보다 수십mm 가량 낮은 단차를 가지도록 설계되며, 종래 공법으로는 이러한 단차를 형성하기 위하여 별도의 거푸집 작업이나 방통 작업 등이 요구되었다. 그러나 본 발명에 따르면, 같은 층의 모든 바닥 슬래브를 편평하게 제작하고 멀티구조재(200)에만 단차 시공을 하면 되므로 단차 공사가 간소화될 수 있다.
- [183]
- [184] 2) 건물의 천장 구조
- [185] 도 14를 참조하면, 본 발명에 따른 멀티구조재(200)를 콘크리트 슬래브의 아래에 설치하여 천장 구조로 활용하는 것도 가능하다.
- [186] 이 경우 아래층의 천장 마감재를 직접 멀티구조재(200)의 하면에 부착할 수 있으므로, 천장 마감재 부착을 위한 별도의 지지대 공사 및 목공 공사가 필요하지 않게 되어 천장 공사가 간소화되는 효과가 있다.

- [187] 또한, 천장에 시공되어야 하는 각종 배관 및 의장품(예컨대, 천장형 에어컨)을 본 발명에 따른 멀티구조재(200)에 손쉽게 부착할 수 있으므로, 선행 의장을 통해 모듈형 공법의 적용도 가능해진다.
- [188] 한편, 본 발명에 따른 멀티구조재(200)가 천장 구조로 이용되는 경우에는 층간 소음을 위한 기능이 고려되지 않아도 되므로 볼팅결합 등의 단순 기계적 체결을 통해 건물 벽체와 연결되어도 좋다. 다만, 본 발명에 이에 제한되는 것은 아니며, 필요에 따라 전술한 제1 내지 제4 벽체 연결구조와 같은 완충 구조가 적용될 수 있음은 물론이다.
- [189]
- [190] 3) 선박 구조
- [191] 본 발명에 따른 멀티구조재(200)는 건물 뿐만 아니라 선박의 데크나 선박 거주구의 바닥 구조를 구성하는데도 적용이 가능하며, 선박 적용시 아래와 같은 효과를 가질 수 있다.
- [192] (1) 첫째로, 기존의 용접 열변형 문제를 해결하는 효과가 있다.
- [193] 전술한 바와 같이 종래에는 선박의 데크를 형성하기 위하여 도 19에 도시된 바와 같은 철판구조재(10)를 사용하고 있었으며, 이 경우 철판구조재(10) 아래에 판보강재(20)를 용접함에 따라 심각한 열변형이 발생하는 문제를 피할 수 없었다.
- [194] 또한, 통상적인 선박 데크로서의 구조적 성능만 고려하면 철판구조재(10)의 두께를 대략 6mm 두께로 형성하면 되지만, 판보강재(20) 용접에 따른 열변형을 고려하여 애초에 철판구조재(10)의 두께를 10mm 정도로 늘려서 제작하는 경우도 빈번하게 있다. 하지만 철판구조재(10)의 두께를 늘린다 하더라도 판보강재(20) 용접에 의한 열변형 문제는 여전히 상존하고 있으므로, 대부분 판보강재(20) 용접 후 열가공을 통한 보정 공사에 상당한 시수를 투입하고 있는 실정이다.
- [195] 그러나 본 발명에 따른 경량 구조체는 판보강재 기능을 하는 절곡부(100B)가 이미 유닛구조재(100)의 구조로서 포함되어 있는 상태이므로, 이를 적용시 판보강재의 부착을 위한 용접이 필요하지 않게 되어 전체 공정에 필요한 용접량과 그에 따른 열변형이 크게 감소될 수 있으며, 따라서 선박 산업분야에서 현재까지도 주요하게 사용되고 있는 철판구조재(10)의 용접에 따른 열변형 문제를 근본적으로 해결할 수 있다.
- [196] 또한, 유닛구조재(100) 간의 용접을 통해 본 발명에 따른 멀티구조재(200)를 제작하는 경우에도, 이미 강성을 가지고 있는 유닛구조재(100)끼리 용접이 이루어지므로 판 전체의 열변형량이 크게 감소될 수 있다.
- [197] 본 발명에 따른 멀티구조재(200)는 선박 산업분야에서도 특히 자동차 운반선(PCC: Pure Car Carrier)의 카-데크(Car-Deck) 제작에 적용될 시 유용성이 매우 뛰어나 것으로 예상되며, 선박 거주구의 바닥 구조를 형성하는데에도 효과적이다.
- [198] (2) 둘째로, 선박 중량 감소의 효과가 있다.

- [199] 복합소재로 구성되는 본 발명에 따른 유닛구조재(100) 및 이들 결합에 의해 제작되는 멀티구조재(200)는 기존 철관 대비 40~50% 가량 가벼운 무게로 등가의 구조성능 구현이 가능하므로, 선박의 경량화에도 크게 기여할 수 있다.
- [200]
- [201] **3. 제3 실시형태 - 중첩구조재**
- [202] **가. 중첩구조재의 구조**
- [203] 한편, 본 발명에 따른 경량 구조체의 또 다른 실시형태를 띠는 중첩구조재(300)는 이상에서 설명한 멀티구조재(200)를 상하로 중첩 배치시킴으로써 구성될 수 있다.
- [204] 도 15를 참조하면, 본 발명에 따른 중첩구조재(300)는, 다수의 유닛구조재(100)를 연결하여 구성되는 멀티구조재(200)가 상하로 중첩 배치되는 형태로 구성될 수 있다.
- [205] 본 발명에 따른 중첩구조재(300)는 바닥, 천장 또는 벽체 구조로 이용되는 경우 해당 구조물 내에서 길이방향을 따른 양단이 고정되게 될 것이므로, 상하로 배치되는 멀티구조재(200) 간에 구조적으로 직접 연결될 필요는 없다.
- [206] 또한, 본 발명에 따른 중첩구조재(300)는 상하방향으로 서로 마주하는 멀티구조재(200) 사이에 소정의 유격을 두고 배치될 수 있으며, 이러한 구조를 이중 바닥 구조로 이용하게 된다면 층간소음 저감 효과를 더 배가시킬 수 있다.
- [207]
- [208] **나. 중첩구조재의 적용에 및 효과**
- [209] 본 발명에 따른 중첩구조재(300)는 전술한 멀티구조재(200)와 유사하게 다양한 용도로 이용될 수 있다. 특히, 본 발명에 따른 중첩구조재(300)는 그 자체로서 이중 바닥 구조를 내포하고 있으므로, 층간소음 저감 효과가 기대되는 건물 및 선박의 바닥 구조로 바람직하게 이용될 수 있다. 하지만 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니며, 건물이나 선박의 벽체 또는 옥상 구조로도 활용이 가능함은 물론이다.
- [210] 또한, 본 발명에 따른 중첩구조재(300)는 멀티구조재(200)가 상하방향으로 중첩 배치됨에 따라 그 사이에 형성되는 공간에 각종 의장품을 선행 시공함으로써 다양한 추가 기능을 손쉽게 부가할 수 있다.
- [211] 구체적인 활용예로서, 도 16를 참조하면, 중첩구조재(300)를 구성하는 상부 및 하부 멀티구조재(200) 사이 공간에 단열재(I)와 냉난방용 배관(P)을 설치하는 것에 의해 중첩구조재(200)에 온돌 기능을 손쉽게 추가할 수 있다. 여기서 냉난방용 배관(P)을 흐르는 열유체에 의한 냉열 또는 온열이 위 쪽으로 잘 전달될 수 있도록 단열재(I)는 냉난방용 배관(P)의 하측에만 배치될 수 있으며, 냉난방용 배관(P)의 주변은 빈 공간으로 둘 수 있다.
- [212] 통상적으로 온돌용 방통 공사는 콘크리트 슬래브 위에 단열재를 깔고 그 위에 온수 배관을 설치한 후 또 그 위에 마감용 몰탈을 시공하는 과정이 요구된다. 여기서 몰탈 시공시 고른 편평도를 얻기 위해서는 수분이 많이 함유된 몰탈이 사용

되어야 하므로 굳는데까지 시간이 많이 걸리고 작업에 번거로움도 많이 발생한다.

- [213] 그러나 본 발명에 따른 중첩구조재(300)의 적용시, 상부에 배치되는 멀티구조재(200)가 구조적 기능을 수행하므로 별도의 몰탈 시공을 필요로 하지 않고, 따라서 매우 편리하고 간편하게 온돌 구조 및/또는 바닥 냉난방 구조를 시공할 수 있게 된다.
- [214] 또한, 이에 추가하여, 도 17을 참조하면, 하부에 배치되는 멀티구조재(200)와 단열재(I) 사이에 내화재(R)를 추가함으로써, 별도의 내화피복 없이 바닥의 내화성능 구현도 가능하다.
- [215] 국내외 바닥 내화기준에 따르면, 구조재의 비가열면의 온도 상승 여부도 중요하지만, 이와 함께 중요하게 검토되는 것이 화재 발생에 대한 구조적 안정성이다. 보다 구체적으로는, 구조재의 상부에 일정 하중 이상의 중량체(예컨대 3kN/m²)가 놓인 상태에서 구조재 하부를 열원에 노출시키고 일정 시간(예컨대 2시간)이 경과된 이후 구조재의 처짐량을 확인함으로써 구조적 안정성을 평가한다.
- [216] 통상 금속 재질로 제작되는 종래의 건축 구조재의 경우 내화시험 과정에서 열에 노출되면 일정 온도 이상이 되었을 때 구조적 성능을 잃게 되며, 따라서 내화기준을 만족시키기 위하여 금속 하부에 내화재를 피복하는 추가 후행 작업을 실시하고 있다.
- [217] 하지만 도 17에 도시된 바와 같이 모듈식으로 제작되는 중첩구조재(300) 내부에 내화재(R)를 선행하여 배치하는 본 발명의 구조에 따르면, 하부에 배치되는 멀티구조재(200)가 화재 발생으로 인한 열원에 노출되어 구조성능을 잃더라도 내화재(R)로 보호된 상부 멀티구조재(200)는 구조성능이 유지될 수 있으므로, 종래와 같은 추가 내화피복 작업이 실시되지 않더라도 화재 상황에서 구조적 안정성을 유지할 수 있고, 상기한 내화기준도 용이하게 만족시킬 수 있다는 장점이 있다.
- [218] 도 18을 참조하면, 본 발명에 따른 중첩구조재(300)는 멀티구조재(200)와 유사하게 길이방향을 따른 양 끝단이 건물 벽체에 고정될 수 있고, 중첩구조재(300)가 바닥 구조로 이용되는 경우에는 위층의 바닥을 구성하는 콘크리트 슬래브와 유격을 두고 배치될 수 있다.
- [219] 이때, 중첩구조재(300)를 구성하는 상부 멀티구조재(200)와 하부 멀티구조재(200)가 각각 건물 벽체와 연결될 수 있으며, 각각의 멀티구조재(200)를 구성하는 다수의 유닛구조재(100) 중 일부만 벽체에 직접적으로 고정될 수 있음은 기술한 바와 같다.
- [220] 또한, 본 발명에 따른 중첩구조재(300)로 이중 바닥 구조를 구현할 시, 층간소음의 직접적인 원인이 되는 충격음은 상부 멀티구조재(200)에서 발생하게 되므로, 상부 멀티구조재(200)는 앞에서 도 10 내지 도 13을 참조하여 설명된 제1 내지 제4 벽체 연결구조를 적용하여 완충 작용이 가능하도록 건물 벽체와 연결하고, 하

부 멀티구조재(200)는 볼팅결합 등의 단순 기계적 체결을 통해 벽체와 연결시킬 수 있다.

- [221] 본 발명에 따른 중첩구조재(300)가 건물의 바닥 구조로 이용되었을 때 다음과 같은 작용 효과가 기대될 수 있다.
- [222] (1) 첫째로, 구조적 성능이 월등히 우수한 초경량 장스팬 건식 구조체의 구현이 가능하며, 이를 이용할 시 건축 공사 전반의 효율을 크게 증가시킬 수 있다.
- [223] 건축 공사 중 철근 콘트리트 바닥 시공은 전체 공사 중에서 가장 번거롭고 많은 공기를 차지하는 기본 골조 공사이다. 특히, 환경적인 영향을 많이 받고 현장 여건이 열악한 습식 공법으로 제작되므로, 공사관리 및 성능 구현 측면에서도 가장 중요한 공사로 손꼽히고 있다. 최근에는 공기 단축을 위하여 무리하게 습식 콘크리트 슬래브 공사를 추진하다가 큰 사고로 이어진 경우도 발생하였다.
- [224] 본 발명에서 제시하는 중첩구조재(300)는 무게가 일반 콘크리트의 30~40% 정도에 불과하지만, 기존 철근 콘크리트 바닥 구조보다 훨씬 긴 장스팬 구조의 구현이 가능하며, 무엇보다 건식 공법으로 시공이 이루어질 수 있으므로 환경적인 영향을 거의 받지 않아, 번거롭고 열악한 현장 공정을 획기적으로 줄일 수 있다는 장점을 가진다. 또한, 습식 공법과 달리 설치 즉시 구조적 성능이 구현되므로 전체 공사 기간을 크게 단축시킬 수 있다.
- [225] (2) 둘째로, 중첩구조재(300)가 자체적으로 이중 바닥 구조를 내포하고 있으므로, 층간소음 저감효과가 탁월한 바닥 구조의 시공이 가능하다. 즉, 별도의 복합 바닥 구조재나 층간소음 저감용 충격 완화장치 없이 자체 구조만으로도 층간소음 저감 효과가 월등한 고성능 바닥 구조가 구현될 수 있다.
- [226] (3) 셋째로, 중첩구조재(300)의 내부 또는 하부에 각종 배관이나 천장 부착물 등의 선행 시공이 가능하다는 장점이 있다.
- [227] 특히, 앞에서 도 16을 참조하여 설명한 바와 같이, 바닥 온도에 필요한 단열재(I)와 냉난방용 파이프(P) 등을 선행 의장으로 중첩구조재(300)의 구조 내에 손쉽게 탑재 가능하므로, 별도의 온돌용 방통 공사를 생략할 수 있고, 따라서 전반적인 건축 공정이 크게 간소화될 수 있다. 또한, 온도 조절에 대한 바닥 온도의 반응도 빨라질 수 있으며, 온도를 덥혀야 하는 구조가 훨씬 가볍고 간소화되므로 열효율 측면에서도 월등히 유리하다.
- [228] 더불어서, 앞에서 도 17을 참조하여 설명한 바와 같이, 중첩구조재(300)의 구조 내에 내화재(R)를 추가 배치하는 구조에 의하면, 별도의 후행 내화 공정 없이도 자체 내화 성능을 충분히 구현할 수 있다.
- [229]
- [230] 본 발명은 기재된 실시예에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양하게 수정 및 변형할 수 있음은 이 기술의 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명하다. 따라서 그러한 수정예 또는 변형예들은 본 발명의 특허청구범위에 속한다 하여야 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 금속 재질의 상판; 상기 상판과 소정의 간격을 두고 이격하여 배치되는 금속 재질의 하판; 및 상기 상판과 상기 하판 사이에 형성되며 비발포성 폴리머로 형성되는 코어층을 포함하고, 전체 구조의 폭방향을 따른 양단이 하방으로 절곡되는 꺾임구조를 포함하여 'ㄷ'자 형상의 단면구조를 포함하는 유닛구조체가 폭방향으로 다수개 연속 배치되어 구성되는 멀티구조체를 포함하는, 복합소재로 제작된 경량 구조체.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서, 상기 유닛구조체는 수평방향으로 형성되는 평판부와 상기 평판부의 양쪽 끝단으로부터 하방으로 절곡되는 절곡부를 포함하는 것을 특징으로 하는, 복합소재로 제작된 경량 구조체.
- [청구항 3] 청구항 2에 있어서, 서로 이웃하는 상기 유닛구조체의 절곡부끼리 볼팅 또는 용접을 통해 구조적으로 결합되는 것을 특징으로 하는, 복합소재로 제작된 경량 구조체.
- [청구항 4] 청구항 2에 있어서, 서로 이웃하는 상기 유닛구조체는 서로 소정의 간격을 두고 이격 배치되고, 서로 이웃하는 상기 유닛구조체 사이의 공간에 바닥, 천장 또는 벽체를 구성하기 위한 마감 시공이 수행되는 것을 특징으로 하는, 복합소재로 제작된 경량 구조체.
- [청구항 5] 청구항 3 또는 청구항 4에 있어서, 상기 멀티구조체의 길이방향을 따른 양 끝단이 건물의 벽체에 고정되어 상기 건물의 바닥 구조 또는 천장 구조를 형성하는 것을 특징으로 하는, 복합소재로 제작된 경량 구조체.
- [청구항 6] 청구항 5에 있어서, 상기 건물의 바닥 구조를 형성하는 경우, 상기 멀티구조체를 상기 건물의 기본 골조를 구성하는 콘크리트 슬래브의 상측으로 유격을 두고 배치하여 이중 바닥 구조를 형성하는 것을 특징으로 하는, 복합소재로 제작된 경량 구조체.
- [청구항 7] 청구항 6에 있어서, 상기 멀티구조체와 상기 벽체와의 연결 부위에 진동 저감용 완충재, 스프링 또는 유압장치를 포함하여 진동을 흡수할 수 있는 완충 구조를 적용하는 것을 특징으로 하는, 복합소재로 제작된 경량 구조체.
- [청구항 8] 청구항 2에 있어서,

- 상기 멀티구조재가 상하로 중첩 배치되어 구성되는 중첩구조재를 포함하는,
복합소재로 제작된 경량 구조체.
- [청구항 9] 청구항 8에 있어서,
한 쌍의 상기 멀티구조재는 상기 절곡부가 서로 마주하는 방향으로 배치되는 것을 특징으로 하는,
복합소재로 제작된 경량 구조체.
- [청구항 10] 청구항 9에 있어서,
상기 한 쌍의 멀티구조재 사이의 공간에 단열재 및 냉난방용 배관을 선행의장으로서 시공하여 모듈화하는 것을 특징으로 하는,
복합소재로 제작된 경량 구조체.
- [청구항 11] 청구항 10에 있어서,
상기 단열재와 상기 멀티구조재 사이에 내화재를 추가 시공하는 것을 특징으로 하는,
복합소재로 제작된 경량 구조체.
- [청구항 12] 청구항 8에 있어서,
상기 중첩구조재의 길이방향을 따른 양 끝단이 건물의 벽체에 고정되어 상기 건물의 바닥 구조 또는 천장 구조를 형성하는 것을 특징으로 하는,
복합소재로 제작된 경량 구조체.
- [청구항 13] 청구항 12에 있어서,
상기 중첩구조재를 구성하는 상측 멀티구조재와 하측 멀티구조재 각각의 길이방향을 따른 양 끝단이 상기 벽체에 고정되는 것을 특징으로 하는,
복합소재로 제작된 경량 구조체.
- [청구항 14] 청구항 13에 있어서,
상기 건물의 바닥 구조를 형성하는 경우, 상기 상측 멀티구조재와 상기 벽체와의 연결 부위에 진동 저감용 완충재, 스프링 또는 유압장치를 포함하여 진동을 흡수할 수 있는 완충 구조를 적용하는 것을 특징으로 하는,
복합소재로 제작된 경량 구조체.