

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
F28C 1/00

(11) 공개번호 특1998-071075
(43) 공개일자 1998년10월26일

(21) 출원번호	특1998-003129
(22) 출원일자	1998년02월04일
(30) 우선권주장	8/800,646 1997년02월04일 미국(US)
(71) 출원인	벌티모어에어코일칼파니아인코포레이티드 브로시우스 에드워드 제이 미국, 매리랜드주 20794, 제섭, 몬테비데오 로우드 7595
(72) 발명자	발도찰스제이. 미국 76240 텍사스, 레이크 교와, 교와 드라이브 이스트 1129 시웰제시큐. 미국 76116 텍사스, 포트워스, 탐워스 로드 4036 데일리토비엘. 미국 76180 텍사스, 포트 워스, 리지뷰우 카운트 5028 브랜드제임스에이. 미국 76078 텍사스, 로옴 박스 140 알티. 1 메일런그레고리에스. 미국 75165 텍사스, 왓사하키 루터포드 로드 1100
(74) 대리인	전준향, 손원

심사청구 : 있음

(54) 냉각탑

요약

본 발명은 부품의 수 및 종류를 최소화하면서 그리고 수평 버팀대의 양을 제한하면서 횡방향 변위에 저항성이 있는 냉각탑을 제공한다. 이 냉각탑은 섬유 강화 재질로된 골격 프레임을 갖는다. 상기 골격프레임 사이의 연결부위에 모멘트-전달 연결부가 제공된다. 상기 프레임 부재사이의 모멘트 전달 연결부들은 연결요소들을 지지판에 접촉함으로써 이루어진다. 상기 지지판은 접촉물질이 양생될때까지 설치하중을 지지하는 기계적 고정구에 의해서 고정유지될수 있다. 상기 지지판, 칼럼, 빔 및 기계적 연결구들은 상기 접촉물질이 양생할 때까지 설치하중을 지지할수 있는 설치 이음매를 형성한다. 상기 지지판, 칼럼, 빔 및 양생된 접촉물질들은 상기 빔으로 부터 칼럼으로 모멘트를 전달할수 있고, 상기 이음매에 가해지는 설치-후 하중을 지지할수 있는 설치-후 이음매를 형성한다. 상기 설치-후 이음매는 또한 기계적 고정구를 포함할수 있다. 설치-후 이음매를 갖는 빔의 변형은 단순지지되는 모델빔보다는 모멘트 전달 이음매를 갖는 모델 빔에 유사하다.

대표도

도5

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 냉각탑에 사용되는 골격 프레임을 도시하고 일부를 제거하여 도시한 요부사시도.

도 2는 도 1 냉각탑의 골격구조를 일부 확대하여 도시한 도면으로서, 수평빔과 대각 버팀대를 갖는 칼럼의 교차부를 도시한 확대도.

도 3은 본 발명에 의한 2-셀 냉각탑의 측면도.

도 4는 도 3 에 도시된 2-셀 냉각탑의 평면도.

도 5는 본 발명에 따른 다른 2-셀 냉각탑의 요부사시도.

도 6은 도 5의 2-셀 냉각탑에서 몇몇 부품을 제거한 사시도.

도 7a은 본 발명에 이용될수 있는 버팀재(footing)을 갖는 칼럼 하단의 일부 확대사시도.

도 7b는 도7a의 7A-7A 선을 따른 단면도.

- 도 8은 본 발명에 이용될수 있는 다른 형태의 버팀재의 일부 확대사시도.
- 도 9는 도 8에 도시된 형태로 굴곡되기전에 펼쳐진 형태의 도 8의 버팀재 브래킷에 사용되는 시이트의 평면도.
- 도 10은 2개의 앵글이 칼럼하단에 장착된 도 9의 버팀재 브래킷을 갖는 칼럼의 하부측면도.
- 도 11은 본 발명의 버팀재로서 도 8의 버팀재 브래킷 혹은 다른 앵글에 사용될수 있는 브래킷의 측면도.
- 도 12는 도 11 브래킷의 12-12 선을 따른 단면도.
- 도 13은 칼럼과 3개의 빔사이에 있으며 하나가 다른 것보다 큰 빔을 갖는 모멘트-전달 이음매의 일부 확대사시도.
- 도 14는 칼럼과 3개의 빔사이에 있으며 하나가 다른 것보다 큰 빔을 갖는 다른 모멘트-전달 이음매의 일부 확대사시도.
- 도 15는 칼럼과 동일한 크기의 빔사이에 있는 다른 모멘트-전달 이음매의 일부 확대 사시도.
- 도 16은 도 13의 16-16선을 따른 단면도.
- 도 17은 본 발명의 지지판의 일실시예를 도시한 평면도.
- 도 18은 본 발명의 지지판의 다른 실시예를 도시한 평면도.
- 도 19는 본 발명의 지지판의 또다른 실시예를 도시한 평면도.
- 도 20a은 본 발명의 지지판의 또다른 실시예를 도시한 평면도.
- 도 20b는 도 20a의 구조와 동일하나 요홈면을 갖는 본발명에 의한 지지판의 사시도.
- 도 20c는 도 20a의 20B-20B선을 따른 단면도.
- 도 21은 본발명에 의한 변형 골격 지지구조체의 사시도.
- 도 22는 대각선 C-채널 버팀대 부재로 고정된 한쌍의 칼럼의 일부 측면도.
- 도 23은 도 22의 23-23선을 따른 단면도.
- 도 24는 도 22의 24-24선을 따른 단면도.
- 도 25는 서로 다른 하중하에서 빔의 변형을 시험하기 위하여 설치된 시험장치의 측면도.
- 도 26은 도 25의 시험장치를 이용하여 시험된 방식의 빔 단면도.
- 도 27은 도 25의 시험장치를 이용하여 시험된 방식의 칼럼 단면도.
- 도 28은 도 25의 시험장치로 부터 스테인레스 강재 지지판을 갖는 5 X 10 빔 및 5 X 5칼럼에 대한 모델을 계산하여 얻은 시험결과를 도시한 그래프도.
- 도 29는 도 25의 시험장치로 부터 스테인레스 강재 지지판을 갖는 5 X 7 빔 및 5 X 5칼럼에 대한 모멘트 전달모델을 계산하여 얻은 시험결과를 도시한 그래프도.
- 도 30은 도 25의 시험장치로 부터 스테인레스 강재 지지판을 갖는 5 X 5 빔 및 5 X 5칼럼에 대한 모델을 계산하여 얻은 시험결과를 도시한 그래프도.
- 도 31은 도 25의 시험장치로 부터 섬유강화 플라스틱 지지판을 갖는 5 X 10 빔 및 5 X 5칼럼에 대한 모델을 계산하여 얻은 시험결과를 도시한 그래프도.
- 도 32는 도 25의 시험장치로 부터 섬유강화 플라스틱 지지판을 갖는 5 X 5 빔 및 5 X 5칼럼에 대한 모델을 계산하여 얻은 시험결과를 도시한 그래프도.
- 도 33은 스테인레스 강재 지지판을 갖는 5 X 10 빔 및 5 X 5칼럼사이에서 모멘트 전달 모델에 대하여 계산된 모멘트와, 이음매(joint)에 대한 추정모멘트를 도시한 그래프도.
- 도 34는 스테인레스 강재 지지판을 갖는 5 X 7 빔 및 5 X 5칼럼사이에서 모멘트 전달 모델에 대하여 계산된 모멘트와, 이음매에 대한 추정모멘트를 도시한 그래프도.
- 도 35는 스테인레스 강재 지지판을 갖는 5 X 5 빔 및 5 X 5칼럼사이에서 모멘트 전달 모델에 대하여 계산된 모멘트와, 이음매에 대한 추정모멘트를 도시한 그래프도.

* 도면의 주요부위에 대한 부호의 설명 *

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 10...냉각탑 프레임(cooling tower frame) | 12...수직 칼럼 |
| 14...수평빔 | 16...대각선 버팀 부재(diagonal bracing member) |
| 20...공기 유입 레벨 | 22...상부레벨(upper level) |
| 30...냉각탑 | 32...셀(cell) |
| 49...물분배시스템 | 64...골격지지프레임(skeletal support frame) |
| 67,69...공동 평면 | 101...지지면 |
| 102...접착 물질 | 352... 간격유지부재 |

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 냉각탑에 관한 것이며, 보다 상세히는 풍압, 지진 등의 횡방향 힘에 견디도록 설계된 냉각탑에 관한 것이다.

냉각탑은 공기와 접촉시켜 액체를 냉각시키는데 사용되며, 다수의 냉각탑은 데워진 액체가 냉각탑 하부로 흐르고, 반대로 흐르는 공기는 여러 가지 수단에 의해 떨어지는 액체를 통해 상부로 흘러 액체를 냉각시키는 역류형(counter-flow type)이다.

다른 형태는 공기의 교차 흐름 및 강제 공기시스템 등을 이용하고 있다. 액체냉각탑에 대한 통상의 적용처는 발전소 및 산업적인 공기조화 시스템에서 폐열을 방산시키기 위해 물을 냉각시키기 위한 것이다.

대부분의 냉각탑은 타워구조로 되어 있다. 이같은 구조 조립체는 팬과같은 공기이동장치, 모터, 기어박스, 구동축 또는 커플링, 분배헤더와 스프레이 노즐같은 액체 분배장치 및 충전 조립체와 같은 열전달 표면매체 등을 포함한 정(사)하중 및 활하중을 감당하도록 제공된다.

상기 충전조립체 물질은 일반적으로 액체가 하향으로 흐르고 공기는 상향으로 흘러 액체와 공기사이에 열전달(heat and mass transfer)이 이루어지도록 하는 공간을 갖는다.

Ceramic Cooling Tower, Fort Worth, Texas 에서 사용하는 충전재의 한가지 공지된 종류는 오픈-셀 점토 타일로된 적층으로 구성되어 있다.

이 충전재는 통상적인 크기의 공기 조화용 냉각탑에 대하여 60,000 ~ 70,000 파운드의 중량을 갖는다.

냉각탑구조는 이같은 충전재의 중량을 지탱해야 할 뿐만 아니라 풍력이나 하중을 견뎌야 하며 지진에도 견뎌야 하는 것이다.

냉각탑 내부로 흐르는 다량의 공기 및 물의 부식성으로 인하여 과거에는 이같은 냉각탑을 스테인레스강재이나 아연도금된 금속으로 제조하였으며, 혹은 보다 부피가 큰 현장(field) 조립 냉각탑에 대하여는 가압하에 화학적으로 처리된 목재나 냉각탑의 구조부의 적어도 일부를 콘크리트로 구성하였다.

냉각탑의 금속부품은 사용된 금속 및 그 금속을 보호하기 위해 사용되는 코팅재에 따라 국부 대기나 냉각되어지는 액체에 의해 부식될 수 있다.

또한 이같은 금속탑은 통상적으로 그 크기가 제한되며 또한 특히 발전소 응축기로부터 나오는 물을 냉각하는 경우와 같은 경우에는 아주 값비싼 것이다.

콘크리트는 내구성은 있으나, 콘크리트로 만들어진 냉각탑은 값이 비싸고 무겁다.

다수의 냉각탑은 빌딩옥상에 위치하며 콘크리트 냉각탑의 중량은 빌딩 설계에 상당한 부담을 주게 된다.

한편, 플라스틱 부품은 내식성은 있으나 상기한 바와같은 충전재의 하중 및 냉각탑 자체의 중량을 견딜 정도의 충분한 강도를 갖지 못한다.

냉각탑의 구조용 부품에 대하여 목재가 사용되었으나 그 역시 문제점을 갖고 있다. 목재 탑은 화재 방지 시스템에 비용이 많이 들며, 목재는 주위환경뿐만 아니라 냉각탑 내에서 냉각되는 고온수에 일정하게 노출되면 썩게 된다.

그 수명을 증대시키기 위해 화학적으로 처리한 목재는 환경적인 불리함을 가질 수 있으며, 즉 화학처리제가 목재로부터 냉각되어지는 물 내부에 누출이 될 수 있는 것이다.

상기 목재 및 금속의 성공적인 대체물로서 섬유 강화 플라스틱이 사용되었다.

예상되는 횡방향 풍압 및 지진을 견디기 위하여, 지지탑은 일반적으로 전단벽프레임구조 및 횡방향 지지프레임 구조의 2가지 형태로 되어 있다. 전단벽프레임구조(shear wall frame structure)는 일반적으로 섬유 보강 플라스틱이나 콘크리트 구조로 되어 있으며 상호 연결된 칼럼과 빔으로 된 네트워크를 갖는다. 전단벽은 바람 및 지진 부하에 대한 횡방향 저항성을 제공한다. 횡방향 지지프레임 구조에서는, 냉각탑이 주로 목재나 섬유강화 플라스틱 빔 및 칼럼으로 되어 있으며, 통상적으로 정하중(靜荷重) 지지를 위해 구성되며; 횡방향 하중에 버티기 위해 대각선 버팀대(brace)가 사용된다.

빔과 칼럼이 만나는 이음매(joint)는 구조용 요소들사이에서 회전가능한 구조로 되어 있으며, 이들 연결부는 구조물의 하중 및 파손등에 대한 횡방향 저항성은 부여하지 않는다.

섬유강화 플라스틱을 이용하는 종래의 해결방안은 Bardo 등의 미국특허 5,236,625(1993) 및 Bardo 의 미국특허 5,028,357(1991)에 개시된 것들을 포함하며, 이들 특허들은 모두 냉각탑에 적합한 구조를 개시하고 있으나, 냉각탑으로서의 사용에 적합한 중간 가격을 갖는 냉각탑 구조의 필요성은 여전히 남아 있는 것이다.

이와같이 종래의 섬유 강화 플라스틱 탑구조는 목재와 금속 냉각탑이 갖고 있는 많은 문제를 해결하였으나, 횡방향 하중에 대한 저항성의 문제는 여전히 이들 유니트의 가격을 증대시키는 것이다.

상기 전단벽과 횡방향 버팀 프레임은 많은 부품과 연결구가 필요하기 때문에 설치에 많은 노동력이 필요하다.

이들의 경우는 다수의 주요구조요소들이 사용되며 이에 따라 부품 제조등이 보다 복잡할 뿐만 아니라 구조가 복잡하게 되고 결과적으로 원가상승의 요인이 되는 것이다.

많은 경우에 있어서 상승된 원가는 정당화되기는 하나, 보다 저가의 냉각탑구조 및 종래보다 개선되고 보다 저가인 냉각탑구조가 여전히 요구되는 것이다.

섬유강화 플라스틱 프레임 구조에서 칼럼과 빔사이의 이음매에서의 한가지 문제점은 통상의 볼트나 나사로 연결시 빔 및 칼럼이 서로 회전되는 것이었다. 대각선 버팀대를 부가하지 않고 회전을 제한하고 횡방향 안정성을 부여하기 위하여 통상의 볼트나 스크류로서 보다 견고한 연결을 하고자 한다면 섬유강화 플라스틱 재질은 손상을 입게 될 것이며, 이같은 문제는 연결부재들이 섬유 강화 플라스틱을 열화시키고 이들이 수용되는 구멍을 보다 넓혀 문제를 악화시키게 될 것이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

이에 본발명의 목적은 상기와 같은 종래의 문제점을 감안하여, 설계, 제조 및 시공하기가 쉬운 냉각탑을 제공하는 것이다.

또한 본 발명의 다른 목적은 종래의 냉각탑보다 제조단가가 보다 값싸며 시공하기가 보다 간단한 냉각탑을 제공하는 것이다.

본 발명의 또다른 목적은 설계기준이 보다 덜 까다롭고 가격이 보다 싼 냉각탑의 요구에 부응하는 중간-레벨의 냉각탑구조를 제공하는 것이다.

본 발명은 종래의 대각선 버팀대의 필요성을 감소시키거나 제거하고 또한 전단벽을 제거하면서도 예상되는 바람 및 지진에 의한 부하를 견딜수 있는 횡방향 안정성에 대한 필요성을 충족하는 것이다.

그리고 본발명은 크리이프(creep) 및 서비스 수명에 대한 설계기준을 만족하면서, 대각선 버팀대를 증가하지 않으면서도 냉각탑내의 빔에 있어서 서비스 수명을 증대시키고, 크리이프를 감소시키기 위한 설계 탄력성을 제공하며, 빔에 대한 간격(span)을 증대시킬수 있는 것이다.

발명의 구성 및 작용

일 견지에 있어서, 본 발명은 섬유강화 재료로 이루어진 복수의 수직 칼럼, 제 1수직레벨에서 위치한 복수의 제 1레벨빔, 및 제 2수직레벨에서 위치한 복수의 제 2레벨빔 등을 갖는 냉각탑을 제공한다. 각각의 제 1레벨빔과 각각의 제 2레벨빔은 섬유강화재료로 이루어지고, 칼럼쌍사이로 연장된다. 그리고, 상기 냉각탑은 냉각되어야 할 액체를 냉각탑내에서 분배시키기 위한 액체분배시스템을 갖추며; 상기 액체분배시스템은 제 2수직레벨에 위치된다. 그리고, 상기 냉각탑은 상기 액체분배시스템으로 부터의 액체와 공기가 통과되는 열전달재료를 포함하고; 상기 열전달 재료는 제 1수직레벨에 위치된다. 상기 수직칼럼들과 상기 빔중의 하나는 빔과 수직칼럼의 접합부에서 공동평면(co-planar surface)을 갖는다. 상기 빔과 수직칼럼의 이음매에는 지지판이 있으며, 그 지지판은 각각 빔과 수직 칼럼의 공동평면에 마주하는 평편한 지지면을 갖는다. 다수개의 기계적 고정구들이 상기 지지부재를 칼럼과 빔에 장착한다. 접착재료가 상기 지지부재의 지지면과 상기 칼럼과 빔의 공동평면사이에 위치된다. 상기 접착재료는 제 1단계에서 도포되고, 최종 양생단계에서 양생되는 방식의 것이다. 상기 기계적 고정구, 지지부재, 빔 및 칼럼들은 상기 접착재료가 제 1단계에 있는 경우, 이음매상에 가해지는 거의 모든 설계구조하중을 지탱할수 있는 설치 이음매들을 형성한다. 상기 지지부재, 빔, 칼럼, 및 양생된 접착재료들은 상기 이음매상에 가해지는 거의 모든 설계 설치-후(post-construction)하중을 지지할수 있는 설치-후 이음매를 형성한다.

본 발명의 다른 견지에 있어서, 본 발명은 섬유강화 재료로 이루어진 복수의 수직 칼럼, 제 1수직레벨에서 위치한 복수의 제 1레벨빔, 및 제 2수직레벨에서 위치한 복수의 제 2레벨빔 등을 갖는 냉각탑을 제공한다. 각각의 제 1레벨빔과 각각의 제 2레벨빔은 섬유강화재료로 이루어지고, 칼럼쌍사이로 연장된다. 그리고, 냉각되어야 할 액체를 냉각탑내에서 분배시키기 위한 액체분배시스템을 갖추며; 상기 액체분배시스템은 제 2수직레벨에 위치된다. 그리고, 상기 액체분배시스템으로 부터의 액체와 공기가 통과되는 열전달재료를 포함하고; 상기 열전달 재료는 제 1수직레벨에 위치된다. 상기 수직칼럼들과 상기 복수의 빔들은 빔과 수직칼럼들의 접합부에서 공동평면(co-planar surface)들을 갖는다. 상기 빔과 수직칼럼들의 이음매에는 지지판들이 있으며, 각각의 지지판은 각각 빔들과 수직 칼럼들의 공동평면에 마주하는 평편한 지지면을 갖는다. 다수개의 기계적 고정구들이 상기 지지부재들을 칼럼들과 빔들에 장착한다. 접착재료가 상기 지지부재들의 지지면과 상기 칼럼과 빔의 공동평면들사이에 위치된다. 상기 접착재료는 제 1단계에서 도포되고, 최종 양생단계에서 양생되는 방식의 것이다. 상기 기계적 고정구, 지지부재, 빔 및 칼럼들은 상기 접착재료가 제 1미양생단계에 있는 경우, 설치 이음매들을 형성하고, 상기 지지부재, 빔, 칼럼, 및 양생된 접착재료들은 설치-후 이음매를 형성한다.

상기 설치 이음매들은 냉각탑의 제작도중에 냉각탑구조를 지지할수 있으며, 설치-후 이음매들은 냉각탑의 제작후 냉각탑 구조의 정하중을 지지할수 있는 것이다.

본 발명의 또 다른 견지에 있어서, 본 발명은 섬유강화 재료로 이루어진 복수의 수직 칼럼; 제 1수직레벨에서 위치한 복수의 제 1레벨빔, 및 제 2수직레벨에서 위치한 복수의 제 2레벨빔 등을 갖는 냉각탑을 제공한다. 각각의 제 1레벨빔과 각각의 제 2레벨빔은 섬유강화재료로 이루어지고, 칼럼쌍사이로 연장된다. 그리고, 상기 냉각탑은 냉각되어야 할 액체를 냉각탑내에서 분배시키기 위한 액체분배시스템을 갖추며; 상기 액체분배시스템은 제 2수직레벨에 위치된다. 그리고, 상기 액체분배시스템으로 부터의 액체와 공기가 통과되는 열전달재료를 포함하고; 상기 열전달 재료는 제 1수직레벨에 위치된다. 상기 수직칼럼들과 상기 빔들중의 어느 하나는 빔과 수직칼럼들의 접합부에서 공동평면(co-planar surface)들을 갖는다. 상기 빔과 수직칼럼들의 이음매에는 지지판들이 있으며, 각각의 지지판은 빔들과 수직 칼럼들의 공동평면에 마주하는 평편한 지지면을 갖는다. 다수개의 기계적 고정구들이 상기 지지부재들을 칼럼들과 빔들에 장착한다. 접착재료가 상기 지지부재들의 지지면과 상기 칼럼과 빔의 공동평면들사이에 위치된다. 상기 접착재료는 제 1미양생단계에서 도포되고, 최종 양생단계로 양생되는 방식의 것이다. 정하중에서, 상기 양생

된 접착재료로서 지지부재에 접합된 빔의 어떠한 변형량이라도 단순한 지지구조를 갖는 모델빔의 변형량 보다는 모멘트 전달 이음매를 갖는 모델빔의 변형량에 보다 유사하다.

이하 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부도면을 참조하여 설명한다.

종래의 냉각탑 프레임 구조의 예가 도 1-2에 도시되어 있다.

도시된 바와같이, 냉각탑 프레임 10은 복수의 수직칼럼 12와 수평빔 14를 포함한다. 전형적인 종래의 냉각탑 프레임 칼럼 12와 빔 14는 목재나 섬유강화 플라스틱으로 제조되었으며, 바람 및 지진에 대한 횡방향 안정성 및 저항성을 부여하기 위하여 복수의 대각선방향의 버팀 부재 16을 가졌다. 도 1에 예시된 구조는 설명을 위해 여러 가지 부품을 제외한 것으로써 종래의 전형적인 전체구조를 예시하기 위한 것이다. 대각선 버팀대의 전형적인 골조가 도2에 예시되어 있으며, 대각선 빔 16이 끝단 연결방식으로 여러 위치에서 지지프레임의 여러 가지 구조요소에 연결되어 있다.

이같은 종래의 구조에 있어서는, 칼럼 12가 약 6피트 만큼 거리를 두고 있으며; 예시된 종래의 프레임 10에서는, 칼럼이 베이(bay, 교각사이)를 제공하도록 떨어져 있으며, 각 베이는 그 폭이 약 6피트이다.

상기 프레임 10은 여러개의 층(tier) 혹은 레벨(level)을 가지며, 제1 지상 레벨은 공기 유입레벨 20이며, 상부층 22는 공기 유입레벨 20과 수직으로 배열되어 있다.

상부레벨 22는 충전재, 물 분배시스템, 및 공기 유입장치를 재치하기 위한 것이다.

일반적으로 이같은 역류 구조에 있어서는 대직경의 팬 및 모터(도시되지 않음)가 지붕 24상에 지지되어 공기를 유입레벨 20으로부터 상부로 흐르게 하고 상부레벨 22를 통해 팬에서 유출되게 한다.

도 1-2에 도시된 바와같이, 이같은 종래 구조는 통상적으로 각 레벨에서 대각선 버팀대 16가 필요하다. 도 1에 도시된 것과는 다른 형태의 대각선 버팀대가 사용될수 있지만, 상기 버팀대는 통상적으로 쌍으로 제공되어 바람과 지진에 의해 횡방향 힘이 가해졌을 때 하나는 장력 그리고 하나는 압축에 견딜수 있게 한다.

또한 상기 버팀대는 프레임의 다른 면 및 내부에도 제공되어, 다른 방향으로부터 야기된 횡방향힘으로부터 프레임을 보호하도록 하였다.

횡방향 힘에 대한 별도의 보호 형태가 없는한 상기 프레임의 각 레벨사이, 베이스부터 상단 빔까지 대각선 버팀대가 통상적으로 제공되었다.

본 발명의 냉각탑이 도 3-4에 도시되어 있다.

도 3-4에 도시된 냉각탑과 나머지 도면에 도시된 구조들은 본 발명의 일예를 도시한 것으로써 결코 본 발명을 제한하는 것으로 해석되어서는 안된다.

도 3-4의 실시예에서, 냉각탑 30은 2개의 연결된 셀 32를 포함한다.

상기 실시예에서, 각 셀(cell)은 각 변이 약 36피트인 사각형으로서 전체 냉각탑은 약 36 x 72 피트 정도의 크기로 되어 있다.

셀 각각은 팬보호링 36에 지지된 팬 34를 보호하며 일반적으로 섬유 강화 플라스틱 구조물로 되어 있으며 냉각탑 30의 상단에 조립되어 있다.

팬 34는 팬 모터로부터 신장하는 구동축을 수용하는 팬-속도 기어 감속기의 꼭대기에 위치한다.

상기 팬, 팬속도감속기 및 모터는 통상의 경우와 같이 예를들어 굴곡 및 전단강도 그리고 비틀림 저항성과 같이 적절히 선택된 구조특성을 갖는 강철 튜브나 파이프 와같은 빔상에 설치될수 있다. 모터와 빔은 냉각탑의 지붕이나 상단 외측에 혹은 그 내부에 있을수 있다. 실시예에서, 상기 팬보호링 36은 냉각탑의 상단에서 주위에 안내레일 40을 갖는 평탄 데크 38의 상부에 지지되어 있다. 사다리 41 혹은 계단 43을 데크에 갈수 있도록 제공하며, 데크상에 보도를 제공할수도 있다.

데크 38 하부에 있는 것은 냉각탑의 상부 레벨 42이며 상부레벨 42 하부에는 저면 또는 공기 유입 레벨 44가 있다.

상기 공기 유입레벨 44 하부에는 충전 시스템으로부터 나온 냉각수를 수집하는 수단이 있다. 본 실시예에서는, 수집수단은 저수조 46이며, 그 내부에 냉각수가 떨어져 모인다.

상부레벨 42의 외부는 케이싱 또는 덮개(cladding) 48로 덮혀 있으며, 이는 예를들어 바람이 많을 때 공기가 냉각탑 내부로 통과할수 있게 설계될수 있으며, 또한 설계하중이 초과 될 때 떼어버릴수도 있게 되어 있다.

상기 덮개는 섬유강화 플라스틱이나 기타 다른 재질로 이룰수 있으며 루버(louvers)를 포함할수 있다.

도 5에 도시된 바와같이, 상부레벨 42는 충전 혹은 열전달 레벨 50과 물분배레벨 52를 포함한다. 상기 충전 혹은 열전달레벨은 물 분배 레벨 하부에 있어 그 충전혹은 열전달레벨을 통해 물이 하부의 수집 저수조 46로 떨어지게 한다.

공기는 냉각을 위해 물을 지나 충전 혹은 열전달레벨을 통해 이동한다.

예시된 팬 34는 충전 혹은 열전달시스템을 통해 공기가 이동하도록 되어 있으나, 예를들어 송풍기(blower)를 교차 배열로 사용하는 것등 기타 다른 수단도 사용 가능하다.

상기 충전 혹은 열전달레벨 50은 충전재 혹은 열전달매체로 채워져 있다. 상기 열전달재료는, 비록 그 용어가 적,간접의 열전달을 위하여 열전달 코일 혹은 물튀김 막이(splash board) 혹은 그밖의 열전달 매체, 혹은 그 같은 매체들의 조합체 등을 포함할수 있지만, 도시된 바와 같이 충전재료 54일수 있다. 일반적으로 예시된 충전재는 물이 하부로 통과하고 공기가 상부로 통과하게 하여 물과 공기 사이에 열전달이 일어

나는 오픈-셀 물질(open-celled material)이다.

오픈셀 점토 타일(open celled clay tile) 및 오픈셀 폴리비닐클로라이드 물질 및 기타 오픈셀 열전달매체를 이용할 수가 있다.

실시예에서는, 충전재로서 주름진 폴리비닐 클로라이드 수직시이트 블록을 사용하고 있다.

예를들어, Ft. Myers, Florida 의 Munters Corp에서 판매한 충전재, 12060, 19060, 25060; Reading, Pennsylvania 의 Brentwood Industries 에서 판매하는 충전재 1200, 1900, 3800 및 5000; Bridgewater, New Jersey의 Hamon Cooling Tower에서 판매하는 Cool Drop 및 Clean Flow; 및 그리드형 충전재등과 같은 상업적으로 이용가능한 충전재를 이용할수 있으며, 이들 충전재는 단지 예시적인 것으로써 본 발명은 이러한 특정 형태의 충전재사용에 한정되지 않는다.

본 발명은 또한 교차형(cross-flow design)에도 적용 가능하며, 이같은 적절한 충전재 배열은 이분야에서 숙련된 자에 의해 가능하다.

상기 충전레벨 50위의 레벨 52내에 있는 물분배 시스템 49는 냉각탑 외부의 유입구 58에 연결될수 있는 공급관(도시되지 않음)으로부터 고온수를 수용한다.

하나의 분배 헤더 56은 각 셀의 폭을 가로질러 신장하며, 각각은 헤더 56로부터 각 셀의 반대가장자리로 수직으로 뻗은 복수의 횡방향 분배관 60에 연결되어 있다.

상기 횡방향 분배관은 각 베이 62를 가로질러 균일하게 간격을 두고 있으며, 본 실시예의 6 x 6 피트의 베이 각각에는 8개의 횡방향 분배관이 제공되어 있다. 보다 큰 베이에는 적절한 수 및 간격을 갖는 물분배관이 제공될수 있다.

횡방향 분배관 60 각각은 고온수를 수용하도록 연결된 복수의 하향 분사노즐 63을 갖고, 이들 노즐은 고온수를 충전재 54로 하향분사하며, 중력에 의해 물이 저수조로 떨어짐에 따라 열교환이 일어나고 팬이 냉각공기를 냉각탑을 통해 상부로 흐르도록 한다.

횡방향 분배관 각각은 예를들어 10개의 노즐을 가질수 있으며, 각 베이 62에는 80개의 노즐이 있을수 있다.

이 물 분배시스템 49는 단지 예시적인 것이며; 다른 변형도 물론 가능하다.

본 발명의 냉각탑은 또한 팬 시스템, 물분배시스템 49 및 충전재 54를 지지하는 골격지지프레임 64을 갖는다.

이 골격 지지프레임 64는 내부에서 충전재 54와 물분배시스템 49의 실질적인 부분이 지지되는 내부 공간 65을 이룬다.

본 발명의 골격 또는 프레임 64는 복수의 수직컬럼 66과 수평빔 68을 포함한다. 이들은 모두 간단한 형태로서, 도 13-16에 도시된 바와같이 정사각형이나 직사각형의 수평교차단면 및 평탄면 67, 69를 갖는 신장튜브이다.

컬럼 66과 빔 68의 표면 67, 69는 그들의 접합점 또는 교차점 61에서 공동평면이다.

수평빔은 새로운 방법으로 컬럼에 부착되어 있으며 완성된 프레임은 견고하고 또한 상부레벨은 대각선 버팀대가 없어 구조를 간단히 하면서도 현장 설치 탑을 세우는 단가를 낮춘다.

골격지지프레임 64의 예시된 컬럼 66과 빔 68 모두는 유리섬유 혹은 기타 강화섬유를 함유한 재료로 이루어져 있다.

예시된 섬유강화 재료는 압출 섬유강화 플라스틱이며, 이분야에서 숙련된자에 의해 이해 될 수 있는 바와 같이 내화성 또는 비내화성 재료로 될 수 있다. 인장압출 강화 플라스틱 부분(pultruded fiber reinforced plastic parts)은 결합재와 함께 형틀을 통해 연장된 유리나 기타 강화 섬유를 당기고, 이들 신장된 섬유와 결합재를 경화시켜 제조한 것들이다.

유리가 아닌 강화섬유를 사용할수 있으며 상기 강화 섬유를 함유한 재료는 이분야에서 흔히 사용될수 있는 통상의 플라스틱이나 수지 또는 기타 통상의 재료 또는 기질이다.

도 6에 도시된 바와같이, 냉각탑의 4모서리 각각에는 각 모서리 컬럼 70이 충전 또는 제1 수직레벨 50에서 2개의 제 1레벨 수평빔 71에 연결되어 있다.

수직 끝단면 컬럼 72는 각각 3개의 제1 레벨 수평빔 71에 연결되어 있으며 내부수직 컬럼 74는 각각 4개의 제1 레벨 수평빔 71에 연결되어 있다.

제1 수준의 수평빔 71은 저수조 46위에 간격을 두고 충전레벨 50에서 충전재 54를 지지한다. 이들 수직 컬럼들은 다음 높은 물분배 레벨 52에서 동일한 수의 제2 레벨 수평빔 73에, 그리고 다음 높은 데크지지 레벨 76에서 동일한 수의 제3 레벨 수평빔 75에 연결되어 있다. 각각의 이어 있는 빔 레벨은 앞서의 레벨 위에 수직적으로 공간을 두고 떨어져 있다.

충전레벨 50에 충전재 54를 지지하기 위하여, 본 발명은 평행한 제1 레벨 수평빔 71사이에서 신장하고, 이에 의해 지지되는 복수의 수평 충전재 지지 린텔(lintels) 78을 갖는다.

상기 충전재 지지 린텔(lintel) 78은 모두 동일 평면상에 있으며, 충전재 54블록은 인접한 린텔 78사이 및 인접한 린텔과 평행한 수평빔 71에 지지된다.

제1 수평빔 71의 높이는, 도 5 및 6에 도시된 바와같이, 상기 린텔에 평행한 제1 레벨 빔의 상단과 상기 린텔의 상단이 동일 평면내에 있도록 린텔이 지지되는 빔에 수직인 제1 레벨 수평빔의 약간 하부에 린텔이 지지되는 빔이 놓이도록 설정되어 있다.

린텔은 린텔을 관통하여 하부의 수평빔에 삽입된 탈착가능한 나사로써 고정될 수 있다.

다음레벨에서, 물분배 지지 린텔 80의 분리시스템이 제2 또는 물분배 지지레벨 52에 제공되며, 이는 제2 수직레벨이다.

상기 물 분배 지지린텔 80은 수평 분배관 60에 수직이며 제2 레벨수평빔 73 사이에서 연장하며, 이에 의해 지지되어 있다. 본 실시예에서는, 상기 물분배 지지린텔 80은 충전재 지지 린텔 78에 수직으로 되어 있으며, 횡방향 분배관 및 충전재 상부의 노즐을 지지한다. 상기 수직인 제2 레벨 수평빔 73은 상기 제 2레벨에서 설정되어 린텔의 상부가 린텔에 평행한 제2 레벨빔과 동일 평면내에 있게 한다.

데크 지지레벨 76에는 물분배 지지린텔 80위에 이와 떨어져 데크지지린텔 82의 분리 시스템이 제공되어 있다. 데크 지지 린텔 82는 제3 레벨 수평빔 75상에서 지지되며 데크 받침대 84와 팬 34 및 팬보호링 36을 지지할 수 있다.

수직인 제3 레벨 수평빔 75는 린텔의 상단이 린텔과 평행한 빔의 상단과 동일 평면 상에 있도록 다른 높이에서 설정될 수 있다.

물 분배 헤더 56은 제2 수평빔 73중의 하나에 의해 밑으로 부터 지지될 수 있다.

선택적으로 사이에 물분배 헤더 56이 지나가는 2개의 수직 칼럼 사이에 부가적인 보다 두꺼운 수평 현수빔(suspension beams) 85를 제공하는 것이 바람직하다.

이같은 구조에서는, 헤더 아래의 수평빔의 중심에 있는 일지점에서 헤더의 모든 중량을 지지하는 대신 그 중량이 그 중심으로부터 떨어진 2 지점에서 현수될 수 있으며 이 경우 하부 빔이 훔(creep) 경우가 적게 된다.

이 현수구조는 빔을 통하여 그리고 헤더를 둘러싼 스트랩을 통해 신장하는 2개의 볼트 또는 핀으로부터 이루어질 수 있다. 물 분배시스템 49의 나머지 부분은 제2 레벨 수평빔 73에 의해 지지될 수 있다.

본 실시예에서는, 콘크리트 수집 저수조 46가 버팀재(footing) 86를 통해 상부에 수직 칼럼 66이 지지될 수 있는 베이스를 이룬다.

도 7에 도시된 바와같이, 각각의 버팀재는 저수조의 수평층 91과 같은 높이로 설치되는 평탄 베이스 90 및 상기 수직 칼럼 66의 하단 94이 지지되는 수직 케이싱 92을 가질 수 있다.

단면에서, 상기 수직 케이싱은 케이싱과 칼럼 사이에 비교적 단단한 접합이 이루어지도록 칼럼과 맞는 형상으로 되어 있다.

각 버팀재의 평탄 베이스 90은 냉각탑의 위치를 저수조상에 유지하도록 저수조의 바닥 91에 볼트로 고정시킬 수 있다.

도 8-12에는 다른 형태의 버팀재가 도시되어 있다.

도시된 바와같이, 버팀재 86로서 U-형 브래킷 200을 한쌍의 앵글 202와 함께 사용할 수 있다.

상기 U-형 브래킷 200은 도 9에 도시된 바와같이 평탄한 금속시트를 그 끝단부 206가 중앙부 208에 수직이 되도록 선 204를 따라 접어 형성할 수 있다. 접음선 204사이의 중앙부 208의 폭은 끝단부 206에 의해 이루어지는 직립면 사이에서 칼럼 66의 하단 94을 단단히 지지하도록 충분하다. 브래킷 200은 칼럼과 브래킷의 양면 206을 관통하는 하나 이상의 볼트 210를 통해 칼럼의 하단에 부착될 수 있다.

브래킷 칼럼 끝단을 바닥에 고정하기 위하여, 도 10에 도시된 바와같이 앵글 202쌍을 칼럼 끝단에 볼트로 고정하는 다음, 전체 조립체를 그 앵글과 그 하부의 브래킷 200의 중앙부 208을 통해 신장하는 볼트로써 저수조 바닥에 볼트 고정 할 수 있다.

선택적으로, 한 그룹의 앵글 202들이 이하에서 설명되는 바와 같이, 그 수직면들이 상기 칼럼의 단부에 결합되는 상태로 각 칼럼과 저수조의 바닥을 연결하도록 사용될 수 있다.

선택적으로, 칼럼을 싸는 것보다 칼럼내에 수용되는 직립 부재를 제공하는 것이 바람직할 수 있다. 이들 실시예에서는, 평탄 베이스 90과 수직 케이싱 92와 같은 2개의 수직 평탄면, 브래킷의 중앙부 208과 측면 206 및, 앵글 부재의 2개의 면 212, 214가 버팀재를 칼럼 66 및 베이스 46에 고정하기 위해 제공되며; 예를 들어 볼트를 사용하여 버팀재를 저수조의 콘크리트 바닥에 고정시킬 수 있다.

몇몇 경우에 있어서는, 칼럼 66의 하단 94을 버팀재 86의 수직 케이스에 혹은 U-형 브래킷 200 및 앵글 202의 수직단 부위 206에 결합시키는 것이 바람직할 수도 있다. 몇몇 다른 경우에는 버팀재 86의 평탄 베이스판 90을 베이스 혹은 바닥 91 혹은 저수조 91에 결합시키는 것이 바람직할 수 있다.

이와같이 도 7b에 도시된 바와같이, 버팀재의 수직 케이싱 92의 내벽 213 사이에는 결합재 또는 접착제 211층이 있을 수 있으며; 이들 결합재 또는 접착제는 U-형 브래킷의 수직단 부위 206과 칼럼 66의 하단 94의 면 사이에 혹은 앵글부재 202의 수직면 212와 칼럼의 하단면 사이에 또한 있을 수 있다.

도 10에 도시된 바와같이, 브래킷 200의 중앙부 208과 바닥 91사이에 접착 또는 결합재 층 215이 있을 수 있으며; 선택적으로 앵글 202의 저면 214와 바닥 91사이에 결합재 층이 있을 수 있으며; 평탄베이스 90과 바닥 91사이에 결합재 또는 접착제층이 있을 수 있다. 그러나 설치에 있어서 접착제나 결합재없이 상기 칼럼들은 버팀재에 그리고 버팀재를 바닥에 부착시킬 수 있다.

본 발명은 각 칼럼 66과 빔 68사이에 독특한 연결부(이음매, joint)을 제공한다.

전통적인 볼트 결합은 이같은 칼럼과 빔간의 상대적 회전운동을 하도록 한 반면, 본 발명은 본질적으로 견고한 결합으로서 설계하중에서 상대운동을 허락하지 않는 것이다.

전통적인 결합에서는 빔과 칼럼간에 모멘트 전달이 없으나, 본 발명에서는 이같은 모멘트 전달이 있는 것

이다.

상기 이음매 59는 모멘트-전달로서 특징지워지며, 이는 설계 정하중 및 횡방향 하중에서 서로 결합된 부재사이에 상대운동이 본질적으로 없는 것을 의미한다.

칼럼 66의 하단 94와 베이스 46사이의 연결 역시 마찬가지로 모멘트-전달이 가능하게 할 수 있다. 따라서 본 발명에 있어서는, 횡방향 힘에 대한 설계제한사항이 수직 칼럼의 견고함이다. 냉각탑은 교차 버팀대나 전단벽을 사용하지 않고 혹은 이같은 요소의 사용을 줄이면서 예상되는 전단하중을 견딜 수 있도록 설계가능한 것이다.

칼럼과 빔사이에 이같은 모멘트-전달 이음매 59를 제공하기 위하여 본 발명은 견고한 지지판과 결합재를 함께 이용한다.

각 접합점 또는 교차점 61에서, 지지판 100의 지지면 101은 수직 칼럼 66과 수평빔 68이 만나는 공동평면 67, 69 부분을 덮고 접합시키도록 위치한다.

본 실시예에서는, 지지판이 수직 칼럼 66과 수평빔 68이 만나는 평탄한 공동 평면 67, 69의 전폭을 덮고 있으며, 서로 만나는 부재들 각각의 평탄면 부분의 전폭을 덮도록 측방향으로 신장되어 있다.

칼럼과 빔면 67, 69와 상기 지지 부재의 나란히 놓인 내부 지지면 101 사이에는 얇은 접촉재 혹은 결합재 층 102가 있다.

상기 접촉재 층 102는 상기 지지판을 칼럼 및 빔에 결합시켜 결합되는 지지판과 이들 부재들 사이에 상대운동이 거의 없이 모멘트-전달 연결부 혹은 이음매 59를 이루도록 하는 역할을 하며, 이와같이 하여 결합된 칼럼과 빔사이에 상대운동이 없게 된다.

상대운동이 없이 모멘트는 빔으로부터 칼럼으로 전달되는 것이다.

본발명의 구조에서는, 냉각탑의 상부레벨 42이 횡방향 및 전단 하중에 대항하는 대각선 버팀대를 본질적으로 사용하지 않을 수 있다. 이같이 대각선 버팀대를 사용하지 않는 것은 충전재 레벨이 물분배 레벨과 같이 버팀대에 의해 연결되지 않아 특히 내부 체적 65에 이익적이며, 이에 따라 충전재와 물분배 시스템 모두를 설치하기가 용이하고 신속하게 된다.

이러한 개선된 구조들은 물분배시스템에서 노즐들과 같은 부분을 교체하거나, 소제하거나, 보수하는 경우에 이익적이다. 대각 버팀대들의 수를 감소시키는 것은 냉각탑의 재료비용을 절감하고, 제작시간과 비용을 감소시키는데 효과적이다. 그리고, 제작현장에서 필요한 부품의 수와 종류들이 현저하게 감소되어 보다 양호한 제작효율을 얻을 수 있다. 그리고, 현장에서 보다 빠른 조립을 위한 모듈형 프레임 유니트들을 제작할 수 있는 것이다.

본 발명에 유익한 지지판의 예를 도 13 ~ 20c에 도시하였다.

도시된 바와같이 현장 설치형 냉각탑의 요구에 부합하기 위해 제공되어야 하는 몇가지 기본 형태의 지지판만이 필요하다.

제1 기본 형태는 도 14 및 17에 도시된 것으로서 수직칼럼과, 그 칼럼과 만나는 수평 빔사이의 모서리에 연결하기 위한 것이다.

도시된 바와같이, 지지판 100은 수직칼럼 66에 설치하기 위한 신장 부위 103과 보다 길이가 짧은 통합 빔 지지부위 104를 갖는다.

이들 부위 103, 104 모두는 약 5인치 폭을 갖는 수직 칼럼에 사용하기 위하여 최소 약 5인치의 폭을 갖는다.

일반적으로 상기 빔 지지부위 104는 최소 그 빔의 폭을 덮는 길이를 갖는다. 본 실시예에서는 예를들어 폭이 5인치, 7인치 혹은 10인치인 빔이 있을 수 있기 때문에 10인치 빔을 덮도록 다용도 지지판을 만들 수 있다.

이 방법에서는 한가지 크기의 지지판을 키트(kit)로 제공하여 냉각탑 프레임에 사용될 수 있는 어떠한 크기에도 사용하게 할 수 있다.

다른 기본형이 도 13 및 18에 도시되어 있다.

이 형상은 둘이상의 수평빔 68이 하나의 수직 칼럼 66에 결합되는 교차점에 사용하기 위한 것이다.

이 형상은 상기 제1 형상과 비슷하나 수직 칼럼에의 부착을 위해 공동평면 신장부위 103의 양면에 2개의 공동평면 빔지지부위 104가 제공된다.

다른 지지판 형상이 도 15~16 및 19~20에 도시되어 있다.

도시된 바와같이, 지지판은 도 15에 도시된 바와같은 T-형 106, 도 15에 도시된 바와같은 L-형 108, 및 도 13~14와 도 19~20에 도시된 바와같은 사각형 형상을 포함할 수 있다.

도 13~16 및 21에 도시된 바와같이, 골격 프레임구조는 사용된 빔의 크기에 따라 이들 지지플레이트의 여러 가지 형상의 전부 또는 일부를 포함할 수 있다.

지지판 100은 바람직하게는 자동 태핑 나사 113과 테크나사(tech screws) 114가 칼럼 66과 빔 68내부로 나사결합될 수 있는 관통공 112를 가지는 것이 바람직하다.

당업자가 알 수 있는 바와 같이, 상기 테크나사는 자동-천공형(self-drilling) 및 자동-태핑형(self-tapping)이다. 상기 자동 태핑 나사 113과 테크 나사 114는 시공동안 접촉재가 경화되기 전에 설치되며 설치동안 냉각탑 지지구조를 함께 지지하는 역할을 한다.

일반적으로, 본 실시예에서는, 상기 자동태핑 나사 113은 지지판 100내의 관통공 및 칼럼과 빔 66, 68의 면 67, 69내의 관통공을 통해 삽입되며; 테크나사 114는 지지판 100내의 관통공 및 칼럼과 빔 66, 68의 면 67, 69내로 삽입되어, 칼럼과 빔내로 개구부를 형성한다. 이들 연결은 설치동안 구조물의 정하중을 견디고, 설치 이음매를 형성한다. 이들 이음매는 설치동안 바람과 진하중과 같은 어떠한 활하중도 견딘다. 또한 이들 연결은 지지판의 내부 지지면 101과, 상기 접착제로 견고하게 접착을 유지하는 칼럼과 빔의 면 67, 69를 고정하여 이들 요소간에 결합이 생기게 한다. 도 16과 20에 도시된 바와같이, 자동태핑 나사 113는 예를들어 지지판의 내부 관통공 115에 사용될수 있으며, 테크나사 114는 지지판의 둘레 주위의 외부 관통공 117에 사용될수 있다.

부가적으로 혹은 선택적으로, 설치동안 상기 빔과 칼럼을 위치시키고 간격을 두기 위하여 지지판을 관통하여 빔 및 칼럼 내부로 신장하도록 1/4 인치 관통볼트 118에 대한 관통공 116을 제공하는 것이 바람직할 것이다.

상기 관통볼트 118의 다른 크기가 예를들면, 5/8인치 관통볼트등이 사용가능함을 할수 있다. 그리고, 상기 볼트는 상기 칼럼과 빔표면의 외측에서 바람직한 간격으로 상기 지지판의 지나치게 큰 부분을 고정하거나 상기 장착플레이트의 변형을 방지하도록 위치될수 있는 것이다.

상기 지지판은 예를들어 스테인레스강 또는 아연 도금 금속으로 되거나 혹은 섬유 강화 플라스틱 판일수 있다. 필요한 강도를 제공하고 예측되는 환경에 견딜수 있는 특히 냉각탑 내부의 습윤 환경에 견딜수 있는 어떠한 재질도 사용될수 있다.

실시예에서, 상기 지지판은 12게이지(gauge) 304 또는 316 스테인레스강 일수 있다. 몇몇 적용에 있어서는 몇몇 재질은 냉각탑 내부에 사용하고 나머지 재질은 예를들어 주변부에 사용하는등 이들을 혼합하여 사용하는 것이 바람직할수 있다.

실시예에서, 상기 접착제 혹은 결합재층 102은 각 지지판 100의 내부 지지면 101과 그 지지판이 고정되는 각 칼럼 66 및 빔 68의 공동평면 67, 69 사이에 위치한 얇은 층이다. 그 접착강도는 접착제의 두께에 따라 변화시킬 수 있다. 상기 접착제층의 두께는 전형적으로 약 2~15밀(mils)이다.

적절한 량의 접착제가 존재하도록 하기 위하여, 상기 지지판 100의 내부 지지면 101은 도 20b와 20c의 실시예에 도시된 바와같이 환상의 상승부위 105가 나사용 예비 관통공 112를 둘러싸도록 요홈을 형성하게 할수 있다.

상승부위의 높이는 접착제의 두께를 정하는데 이용될수 있으며, 이는 내부 지지면 101의 상승부위 105가 칼럼 66과 빔 68의 공동 평면 67, 69에 기대고 있기 때문이며, 결합제는 내부면 101의 나머지 부분과 공동면 67, 69사이에서 신장한다.

이같은 요홈형성은 금속 지지판 100에 사용될수 있다.

이와같이, 본 실시예에서는, 지지판 100의 지지표면 혹은 면 101이 평면이거나 상승부위 105를 가질수 있는 것이다. 상기 지지표면 혹은 면 101은 지지판의 일면상에 있다. 상기 지지면 혹은 면은 본질적으로 상기 지지판의 일면의 전체 내표면을 포함하거나 혹은 지지판의 일면상의 내표면 일부위 또는 부위들을 포함할수 있다.

과도한 접착제가 흘러나오도록 배출 관통공(relief hole)을 지지판 100에 제공할 수 있다. 이같은 관통공은 접착제가 칼럼 및 빔의 표면으로부터 지지판의 두께를 통하여 지지판의 표면까지 확장된다는 점에서 이익적이다. 과도한 접착제는 상기 구멍을 통하여 배출되어 충분한 량의 접착제가 사용되었다는 것을 나타내며, 부가적인 접착영역을 제공한다.

상기 접착제 혹은 결합제 102는 경화되었을 때 방수성이 있어야 하며 빔 및 칼럼으로 사용되는 재질 및 지지판으로 사용되는 재질 모두에 접착가능하여야 한다.

상기 접착제 혹은 결합제는 예를들어 Georgia, Chamblee의 Magnolia Plastic에서 제조하는 Magnobond 56A B 혹은 Magnobond 62A B와 같은 에폭시 일수 있으며; 상기 Magnobond 56는 섬유 강화 플라스틱 패널을 다양한 기질에 접착시키는데 사용되는 고강도 에폭시 수지 및 개질 폴리아미드 경화 접착제이다.

선택적으로 메타크릴레이트 접착제를 사용할수 있으며, 그 예로서는 Massachusetts, Danver 의 ITW Adhesive System에서 제조하는 PLEXUS A0420 자동접착제와 PLEXUS A0425 구조접착제이다.

그밖에 다른 건축용 접착제도 본발명에 사용될수 있을 것이다.

예를들어, 얇은 시이트나 필름의 양면에 에폭시를 적용시킨것과 같은 시이트 형의 접착제를 사용할수도 있으며; St. Paul, Minnesota의 3M사에서 제작된 3M 접착테이프 모델 VHB 혹은 자동접착제와 같은 이와 유사한 제품을 사용할수 있으며; 이들 및 이와 유사한 제품을 통틀어서 접착제, 결합제 및 결합재라고 한다. 이들 접착제 또는 결합제는 단지 예시적인 것이며; 기타 접착제 또는 결합제도 사용가능하며 이들은 본 발명의 범위내에 드는 것이다.

일반적으로, 접착제 혹은 결합제를 풍부하게 도포하는 것이 적합한 량이 존재하는 것을 확실하게 보장하기 위하여 바람직할 것이다. 그리고, 표면준비작업은 얻어지는 결합작용을 개선시킬 것이며, 따라서 상기 칼럼 66과 빔 68 및 장착부재들의 장착면 101의 교차부에서 공동평면 67을 샌딩(sanding)작업처리하는 것이 결합작용을 개선시킬 것이다. 상기 결합제를 도포하기 전에 아세톤이나 알콜등과 같은 솔벤트로 상기 샌딩처리된 부분에서 오일성분을 제거하는것도 결합작용을 개선할것이다.

접착제 혹은 결합제 102를 선택함에 있어서, 상호 작용하며, 표면으로 이동될수 있는 섬유 강화재내의 이형제와 같이, 빔과 칼럼의 성분들과 혼화성이 있어서 결합제와 빔 및 칼럼성분의 상호 작용으로 약화되지 않는 것을 선택하는 것이 좋다.

몇몇 펄트루션(pultrusions)에 사용되는 몇몇 물질은 에폭시나 메타크릴레이트 혹은 기타 접착제의 결합을 제대로 되지 않게 할 수 있다. 특정 이형제는 결합강도에 영향을 주지 않으며 제조공정에 사용되어야

한다.

상기 설명된 접착제와 혼합성이 있는 이형제의 예로서는 New Jersey, Newark의 Blendex Inc.의 TECH-LUBE 250-CP를 들 수 있으며; 이 제품은 수지, 지방산 글레세리드 및 개질 지방산과 인산염 에스테르와 혼합된 유기산 유도체의 촉합산물이다.

도포가능하며 습윤 환경에서 경화 및 양생되며 습윤 환경에서 강도를 저하하지 않는 접착제가 바람직하다. 상기 경화된 이음매는 예측되는 하중에서 칼럼과 빔사이의 상대운동을 허용할 정도로 가요성 이어서는 안되며, 그 결합강도는 구조물의 예측된 하중을 통하여 이음매의 견고함을 유지하기에 충분하여야 하며; 상기 이음매는 사용할 때 겪는 모든 하중을 견딜정도로 견고할 필요는 없으나 선택된 범위의 횡방향 힘에 대하여는 그 견고함을 유지하여야 한다.

상기 접착제 102가 경화되면, 구조물의 정하중 뿐만 아니라 횡방향 힘에 대하여 프레임 및 냉각탑을 지탱하는 견고한 이음매를 형성하며, 수평범으로부터의 모멘트를 수직 칼럼으로 전달한다. 이같이 하여 수직으로부터의 굴곡에 대한 수직 칼럼의 견고함 및 저항성이 예측되는 바람과 지진으로 인한 하중에 대한 한계 설계 기준이 되는 것이다.

본 발명의 견고한 이음매를 이용하는 한가지 결과는 냉각탑 프레임에, 특히 상부레벨 42에 대각선 버팀대가 필요없거나 그 사용수를 줄일수 있다는 것이다.

도 5~6에 도시된 저부의 공기 유입레벨에 약간의 대각선 버팀대를 포함하는 것이 바람직하기는 하겠으나, 모멘트-전달 이음매 59가 횡방향 힘으로부터의 전단하중을 수직 칼럼에 전달하기 때문에 전반적으로 상부레벨에 그렇게 할 필요는 없는 것이다.

설명한 바와 같이, 대각선 버팀대 수의 감소는 냉각탑용 자재비와 인건비를 감소시키고, 시공효율을 향상시키며, 접근하기 쉬운 잇점이 있는 것이다.

냉각탑의 외측 피복재가 상기 빔 혹은 칼럼 66, 68에 고정될수 있고, 상기 피복재는 바람이나 지진활동등으로 부터 초래되는 활하중용 하중지지 버팀대를 포함하도록 설계되어서는 안될 것이다.

도 5~6에 도시된 바와같이, 대각선 버팀대 140을 공기유입레벨 44에 포함시킬수 있다. 도 22~24의 실시예에 도시된 바와같이 복수의 C-채널 버팀대 350을 사용하는 것이 바람직할수 있다. 상기 버팀대 350은 평편면 351, 튜브형 간격유지부재 352 등을 포함할수 있고, 미국특허출원 제 08/711,261호에 개시된 바와같이 칼럼, 결합제 356 및 테크나사 358등과 함께 모멘트 전달연결부 354를 형성할수 있다.

선택적으로 소형인 냉각탑용으로 금속봉 버팀대를 사용할수도 있다.

본 발명의 냉각탑은 현장설치식일수 있으며, 접착제 혹은 결합제등이 도포되어 현장에서 양생되거나, 혹은 현장밖에서 부분적으로 혹은 전체적으로 제작되고 조립되는 유니트를 포함할수 있는 것이다.

도 25에 도시된 바와 같은 장치에서 시험이 이루어졌다. 하중인가장치와 변형량 검출기가 사용되어 2개의 칼럼 500사이에 고정된 빔 502의 길이를 따라서 4개점에서 하중을 인가하였다. 상기 하중인가 4개소는 빔의 전장을 따라서 대략 동일한 간격을 취하였다. 상기 하중은 상기 빔 혹은 이음매의 파단이 이루어질때 까지 점진적으로 가해졌다. 변형량이 상기 빔의 중앙부근에서 전자기적 판독방식으로 이루어졌다. 모든 시험결과가 이하의 도표상에 기재되었으며, 하중이란 용어로서 전체하중이 파운드(Pounds)로 가해진 것을 나타내며; 상기 빔의 중앙에서 측정된 변형량이 변형량이란 용어로서 인치(inches)로 기재되어 있으며; 상기 변형량에 대한 빔길이의 비율이 각각 측정된 변형량에 대하여 측정되어 L/D란 용어로서 도표내에 기재되어 있다.

각각의 시험을 위하여, 동일한 전장 137.75 인치의 빔이 사용되었다. 실제 설치조건이 모사되었으며, 상기 빔의 단부와 칼럼의 사이에는 약간의 간격만이 남아 있었고, 이는 칼럼사이에 빔을 쉽게 위치시키기 위하여 설치과정에서 이루어진 것이다. 상기 칼럼은 각각 69인치 높이이었으며, 상기 빔의 상부는 상기 칼럼의 상부자단으로 부터 대략 24인치정도에 위치되었다. 상기 칼럼들의 외측면사이의 전체거리는 약 48인치이었다.

각각의 시험을 위하여, 칼럼 요소 500가 Pennsylvania, Alum Bank의 Creative Pultrusions 사에 의해서 제공되었다. 상기 칼럼요소 500는 도 27에 도시된 바와 같은 단부구조를 갖추고, 대략 5.2 인치 X 5.2 인치의 전체 크기와, 대략 0.375인치의 벽두께를 갖는다. 상기 칼럼은 풀트루션(pultrusion) 섬유강화 플라스틱이었으며, 열경화성 폴리에스터 수지, FR-Class 1 및 유리섬유로 이루어진 것이었다.

5 x 5 표시된 빔의 실험을 위하여, 상기 시험용 빔 요소 502가 칼럼 500과 동일한 재료로 이루어졌다. 5 x 10 빔에 관련된 시험을 위하여, 상기 빔은 도 26에 도시된 바와 같은 방식이었고, 대략 0.425인치의 상부벽 504과 하부벽 506 및, 상기 상부 및 하부벽사이에서 대략 0.300 인치두께의 측벽 508을 갖추며, 대략 0.375 두께의 플랜지 510를 갖는 것이다. 5 x 7 표시의 빔 시험을 위하여, 상기 빔은 플랜지 510가 제거된 5 x 10빔에 대하여 설명된 것과 같은 것이었다.

5 x 7과 5 x 10빔 모두에 대하여, 상기 빔들은 열경화성 수지가 상기 가열된 다이(die)내로 분사되는 동안 유리섬유재료들이 상기 가열된 다이를 통과하여 당겨지는 풀트루션(pultrusion)을 이용하여 제작되었다. 상기 수지는 자외선 보호 첨가제를 갖는 고등급의 내화성 폴리에스터였다. 상기 유리섬유재료의 제작(lay up)은 부가적인 자외선보호작용을 제공하기 위하여 최소 12밀(mil)두께의 외측덮개를 포함하였다. 그리고, 상기 제작구조는 부식성 재료, 처리수 및 물등으로 부터 보호작용을 하도록 최소 35밀 두께의 직물성 유리섬유매트층을 포함한다. 그리고, 상기 제작구조는 유리섬유 덮개재료, 연속적인 스트랜드 매트, 직물성 매트들의 부가적인 층과, 방적 로빙(spun roving)과 같은 로빙의 가닥 등을 포함하는 단일 방향성으로 배치된 연속적인 섬유 로빙 조합체층을 포함하였다.

상기 유리는 타입 C혹은 타입 E유리였다. 생산물은 수분침투를 방지하기 위하여 폴리에스터 수지 밀봉재 혹은 기질수지(base resin)로서 밀봉되었다.

비록 이러한 특정 재료들이 이하의 시험에서 사용되었지만, 그 밖의 재료들도 상기 빔과 칼럼을 위하여

사용될 수 있고, 그 밖의 재료들도 유사하게 기능을 할 것임이 예상된다. 예를 들면, 비닐 에스터 수지등이 사용가능하며, 그 밖의 섬유등이 사용가능하다.

실험예 1

상기에서 설명한 바와 같은 2개의 5 x 5칼럼과 5 x 10빔을 포함하는 시험 프레임이 4개의 지지부재와 함께 제작되었다. 상기 지지부재들은 12 게이지 300시리즈 스테인레스 강으로 제작되었으며, 결합제와 기계적인 고정구등으로서 빔과 칼럼에 결합되었다. 상기 결합제는 Magnobond 56A 및 B 에폭시였다. 상기 지지부재는 도 17에 도시된 바와 같은 형상을 갖추었다. 상기 빔과 칼럼의 표면은 샌딩처리되고, 에폭시를 도포하기 전에 아세톤으로 세척되었다. 상기 지지판도 역시 샌딩처리되었으며, 빔과 칼럼에 부착되기 전에 아세톤으로 세척되었다. 상기 기계적인 고정구는 상기 지지부재와 빔 및 칼럼 등을 관통하여 연장하는 테크나사였다. 단지 볼트만이 굴곡과 그밖의 변형에 대하여 상기 판을 지지하도록 빔과 칼럼의 크기넘어에서 구멍 116(도 17-18참조)에 위치되었다. 상기 에폭시 접착제가 완전히 시공된 뒤, 테스트 프레임이 도 25에 도시된 바와 같은 브라켓을 이용하여 시험조립체의 바닥에 장착되었다. 연속적으로 증가하는 하중이 도 25에 도시된 바와 같은 장치를 이용하여 인가되었다. 상기 빔의 중앙에서 빔의 변형량이 서로 다른 하중하에서 측정되었고 이하의 도표에 기재되었다.

상기 결과는 모델변형량, 및 단순 및, 모멘트등으로 표시된 항에 기재된 바와 같이 단순 및 견고한 혹은 모멘트 전달 연결부의 모델들에 비교되었다. 각각의 시험하중 레벨에서 단순 및 모멘트 이음매 혹은 연결부의 변형량에 대하여 상기 모델들은 califonia, Lake Forest의 RISA Technologies 사의 RISA-3D Rapid Interactive Structural Analysis 3 Dimensional Version 1.01의 컴퓨터 소프트웨어를 이용하여 계산되었다. 이러한 계산에서 사용하기 위하여, 관성모멘트(moment of inertia)가 첫째로 96.9 in^4 로 계산되었고, 가요성 혹은 영(Young) 모듈이 단순지지구를 갖는 유사한 빔의 변형시험에 근거하여 $5,900,000 \text{ lbs./in}^2$ 로서 추정되었다. 상기 빔에 대한 전단모듈이 425000 lbs./in^2 이었으며, 전단영역이 9.85 in^2 이었다. 상기 단순지지모델로 추정된 단부조건은 단순지지 연결부였다. 이 컴퓨터 소프트웨어는 3차원의 유한요소분석을 실행하여 상기 단순 및 모멘트 전달 연결부에 대한 모델 변형량을 계산하는 것이다. 이하의 도표에 기재된 모든 모델 변형량은 상기 RISA-3D 소프트웨어와, 가요성 모듈, 관성 모멘트 및 각각의 빔 크기에 대하여 보고된바와 같은 그 밖의 여러 팩터들을 사용하여 계산되었다. 단순 및 모멘트 전달 연결부에 대한 모델변형량을 계산하기 위하여 다른 컴퓨터의 소프트웨어와 표준방식, 수식과 행렬(matrices)들이 사용가능하여 시험된 이음매와 모델들 사이에서 비교를 얻어낼 수 있다.

시험은 3회 반복되었으며, 그 결과는 각각의 시험에 대하여 이하의 도표에 기재되어 있다. 변형에 대한 길이비가 각각의 데이터점에서 계산되었고, L/D로 표시된 란에 기재되어 있으며, 빔(137.75인치.)의 길이에 대하여 0.7644인치의 최대 변형량에 일치하는 변형량에 대한 길이비(L/D) 180과 비교되어 있다. 상기 180의 L/D는 단지 설명을 위하여 사용된 것이고, 그 밖의 L/D비도 사용가능하며, 이 또한 본 발명의 범위 내임을 알아야 한다.

이러한 시험으로부터, 빔 변형량에 대한 길이의 비 180에 일치하는 하중에서 상기 이음매가 대략 12,000 파운드의 하중을 지지하는 빔을 지지하였음을 알 수 있다. 더욱이, 이 시험의 각각의 경우에서, 상기 빔은 이음매전에서 파단하였다. 그리고, 180 및 그 이상의 변형량에 대한 빔길이비에 일치하는 혹은, 137.75인치의 길이에서 0.7644인치의 변형량 및 보다 적은 변형량에 일치하는 하중에서, 상기 빔의 변형량은 단순 이음매 혹은 지지대를 갖는 빔의 모델보다 모멘트 전달 이음매 혹은 지지대를 갖는 모델에 보다 근접하게 따르는 것이었다. 따라서, 상기 이음매들은 180 혹은 그 이상의 변형량에 대한 빔 길이비를 산출하는 하중에서 거의 모멘트 전달 혹은 견고한 이음매인 것이었다. 설명한 바와 같이, 변형량에 대한 길이비의 다른 것들이 사용가능하며, 상기 설명된 이음매를 갖는 빔들은 180보다 적은 변형량에 대한 길이비를 산출하는 하중에서 단순 지지대를 갖는 빔보다 견고한 지지대를 갖는 빔의 모델에 보다 근접하게 따르는 것이었다.

[표 1]

하중 (파운드)	시험 PT3-10/EPX		*시험 PT2-10/EPX		**시험 PT1-10/EPX		모델(Model) 변형량(Deflection)	
	변형량 (Deflection) (in.)	L/D	변형량 (Deflection) (in.)	L/D	변형량 (Deflection) (in.)	L/D	단순 (Simple) (in.)	모멘트 (Moment) (in.)
0	0	-	0	-	0	-	0	0
700	0.04	3444	0.038	3625	0.063	2187	0.063	0.042
2700	0.141	977	0.151	912	0.171	806	0.245	0.161
3700	0.197	699	0.204	675	0.228	604	0.335	0.221
4700	0.253	544	0.26	530	0.286	482	0.426	0.281
5700	0.308	447	0.316	436	0.347	397	0.517	0.34
6700	0.365	377	0.374	368	0.406	339	0.607	0.4
7700	0.424	325	0.434	317	0.47	293	0.698	0.46
8700	0.48	287	0.495	278	0.526	262	0.789	0.519
9700	0.539	256	0.56	246	0.59	233	0.879	0.579

10700	0.603	228	0.622	221	0.654	211	0.97	0.639
11700	0.664	207	0.686	201	0.719	192	0.061	0.698
12700	0.728	189	0.753	183	0.791	174	1.151	0.758
13700	0.798	173	0.838	164	0.856	161	1.242	0.818
14700	0.873	158	0.912	151	0.961	143	1.333	0.877
15700	0.943	146	0.979	141	1.019	135	1.423	0.937
16700	1.017	135	1.042	132	1.104	125	1.514	0.997
17700	1.092	126	1.107	124	1.168	118	1.604	1.056
18700	1.324	104	1.152	120	1.248	110	1.695	1.116
19700	1.216	113	1.237	111	1.325	104	1.786	1.176
20700	1.247	110	1.299	106	1.4	98	1.876	1.236
21700	1.344	102	1.366	101	1.491	92	1.967	1.295
22700	1.407	98	1.429	96	1.568	88	2.058	1.355
23700	1.65	83	1.495	92	1.647	84	2.148	1.415
24700	1.727	80	1.562	88	1.723	80	2.239	1.474
25700	1.794	77	1.632	84	1.807	76	2.33	1.534
26700	1.88	73	1.711	81	1.895	73	2.42	1.594
27700	2.072	66	1.778	77	2.022	68	2.511	1.653
28700	2.117	65	1.866	74	2.16	64	2.602	1.713
29700	2.163	64	1.944	71	-	-	2.692	1.773
30700	2.251	61	2.019	68	-	-	2.783	1.832
31700	2.507	55	2.104	65	-	-	2.874	1.892

** 대략 28,000파운드.에서 빔파단.

* 대략 31,000파운드.에서 빔파단.

실험예 2

2개의 추가적인 샘플이 5 x 5칼럼, 5 x 10빔, 각각의 샘플에 대하여 도 17에 도시된 바와 같은 방식의 4개의 지지판을 사용하여 준비되었다. 첫 번째 샘플에서, 아무런 접착제도 사용되지 않았으며; 대신 테크나사 단독으로 사용되었다. 첫 번째 시험의 결과는 기계방식 단독으로 표시된 란에, 측정된 변형량은 변형량이라는 란에, 변형량에 대한 계산된 길이비는 L/D란에 각각 기재되어 있다. 두 번째 샘플은 실험예 1의 샘플과 동일한 것으로 준비되었고, 그렇지만 에폭시 접착제가 시공된 후 그리고 시험장치상에서 이음매가 시험되기 전에 기계적 고정구가 제거되었다. 제 2샘플에 대한 결과가 접착방식 단독으로 표시된 란에, 측정된 변형량은 변형량이라는 란에, 변형량에 대한 계산된 길이비는 L/D란에 각각 기재되어 있다. 이하의 도표에서, 이러한 샘플들은 접착방식과 기계방식의 조합 이음매(시험 PT3-10/EPX)의 결과에 비교되고, 동일하게 계산된 변형량 및 변형량에 대한 길이비를 사용하여 단순 모델 및 모멘트 전달 이음매 모델에 비교된다. 이러한 결과와 계산들은 도 28에 그래프화 되어 있다.

상기 도표와 그래프로 부터, 접착방식과 기계방식의 조합 이음매를 갖는 시험 빔은 적어도 180 혹은 그 이상의 변형량에 대한 길이비(L/D)를 산출한 하중을 통하여, 기계적 고정구들이 없이 접착재료를 갖는 이음매의 빔에서와 같이, 단순이음매 혹은 지지대를 갖는 빔 모델보다는 견고한 혹은 모멘트 전달 이음매를 갖는 빔모델에 보다 근접하였음을 알 수 있다. 이러한 이음매들은 적어도 180의 변형량에 대한 길이비를 산출한 크기의 하중을 통하여 빔과 칼럼사이에서 거의 상대적인 이동이 없어야 하는 것이다. 더욱이, 이러한 냉각탑을 설치하는 데에는, 결합체의 양생전에, 기계적인 연결이 0.7644 인치보다 적은 빔 변형량으로 적어도 9700 파운드의 하중을 지지하는 빔을 지탱할 수 있어야 한다. 에폭시 혹은 그 밖의 결합제 혹은 접합제가 양생된 후, 양생된 접착제와 장착부재, 칼럼 및 빔으로 형성된 설치-후 이음매들은 0.7644 인치 이상의 빔 변형량 없이 11,700파운드를 초과하는 빔 지지하중을 지지할 수 있는 것이다. 그리고, 상기 기계방식 단독 샘플과 접착방식 단독샘플 모두에서, 상기 이음매는 빔파단전에 파단한다.

[표 2]

하중 (lbs.)	접합 및 기계방식 (Adhesive Mechanical) PT3-10/EPX		기계방식 단독 (*Mechanical Alone)		접합방식 단독 (**Adhesive Alone)		모델 변형량 (Model Deflection)	
	변형량 (Deflection) (in.)	L/D	변형량 (Deflection) (in.)	L/D	변형량 (Deflection) (in.)	L/D	단순 (Simple) (in.)	모멘트 (Moment) (in.)
0	0	-	0	-	0	-	0	0

700	0.04	3444	0.055	2505	0.051	2701	0.063	0.042
2700	0.141	977	0.17	810	0.157	877	0.245	0.161
3700	0.197	699	0.245	562	0.23	599	0.335	0.221
4700	0.253	544	0.328	420	0.293	470	0.426	0.281
5700	0.308	447	0.407	338	0.355	388	0.517	0.34
6700	0.365	377	0.49	281	0.415	332	0.607	0.4
7700	0.424	325	0.579	238	0.48	287	0.698	0.46
8700	0.48	287	0.661	208	0.544	253	0.789	0.519
9700	0.539	256	0.742	186	0.604	228	0.879	0.579
10700	0.603	228	0.819	168	0.67	206	0.97	0.639
11700	0.664	207	0.899	153	0.725	190	1.061	0.698
12700	0.728	189	0.989	139	0.794	173	1.151	0.758
13700	0.798	173	1.086	127	0.862	160	1.242	0.818
14700	0.873	158	1.149	120	0.93	148	1.333	0.877
15700	0.943	146	1.23	112	1.005	137	1.423	0.937
16700	1.017	135	1.32	104	1.985	69	1.514	0.997
17700	1.092	126	1.385	99	-	-	1.604	1.056
18700	1.324	104	1.467	94	-	-	1.695	1.116
19700	1.216	113	1.553	89	-	-	1.786	1.176
20700	1.247	110	1.626	85	-	-	1.876	1.236
21700	1.344	102	1.713	80	-	-	1.967	1.295
22700	1.407	98	1.785	77	-	-	2.058	1.355
23700	1.65	83	1.891	73	-	-	2.148	1.415
24700	1.727	80	1.981	70	-	-	2.239	1.474
25700	1.794	77	2.267	61	-	-	2.33	1.534
26700	1.88	73	2.413	57	-	-	2.42	1.594
27700	2.072	66	-	-	-	-	2.511	1.653
28700	2.117	65	-	-	-	-	2.602	1.713
29700	2.163	64	-	-	-	-	2.692	1.773
30700	2.251	61	-	-	-	-	2.783	1.832
31700	2.507	55	-	-	-	-	2.874	2.892

* 대략 26,700 파운드이상에서 이음매 파단

** 대략 16,700 파운드이상에서 이음매 파단

실험예 3

실험예 1과 같은 과정이 실행되었고, 단지 상기 빔은 도 26에 도시된 바와 같은 5 x 10빔으로 부터 플랜지 510를 제거하여 이루어진 5 x 7 빔이었다. 상기 빔에 대하여 영 모듈계수는 빔의 변형시험에 기초하여 5,000,000 lbs./in² 로 추정되었고, 관성모멘트는 58.41in⁴ 로 결정되었다. 전단모듈계수는

425,000lbs./in² 이었고, 전단영역은 8in² 이었다. 상기 시험은 3회 반복되었고, 그 결과는 모델인 단순 이음매와 모멘트 전달 혹은 견고한 이음매 모델에 대한 계산된 변형량에 비교되었다. 변형량에 대한 빔 길이비는 계산되었고, 빔길이(137.75인치.)에 대한 0.7644인치의 최대변형량에 일치하는 180의 변형량에 대한 빔 길이비에 비교되었다. 이 실험에서, 180의 변형량에 대한 빔 길이비에 대하여 상기 이음매는 적어도 8,700 파운드의 하중을 지지하는 빔을 지지하였음을 알수 있다. 더욱이, 각각의 시험에서, 상기 빔은 이음매전에서 파단하였다. 그리고, 180 및 그 이상의 변형량에 대한 빔 길이비, 혹은 0.7644인치 및 그 이하의 빔변형량에 대하여, 상기 빔은 단순 이음매에 의하여 지지되는 빔 모델보다는 모멘트 전달 이음매에 의해서 지지되는 빔 모델에 보다 근접하게 따르는 것이었다. 따라서, 상기 이음매는 180 및 그 이상의 변형량에 대한 빔 길이비를 산출하는 하중에서 거의 모멘트 전달 혹은 견고한 이음매 이었다. 더욱이, 상기 빔은 180보다 적은 변형량에 대한 빔 길이비를 산출하는 하중에서 단순 지지대 혹은 이음매의 빔 모델보다는 견고한 지지대 혹은 이음매를 갖는 빔 모델에 보다 근접하게 따랐다. 이하에서 보고된 시험 PT4-7/EPX의 결과는 도 29에 그래프로 표시되었고, 180의 변형량에 대한 길이비를 산출하는 모멘트 전달모델과 상기 변형량에 비교되었다.

[표 3]

하중 (파운드)	*** 시험 PT6-7/EPX		** 시험 PT5-7/EPX		* 시험 PT4-7/EPX		모델(Model) 변형량(Deflection)	
	변형량 (Deflection) (in.)	L/D	변형량 (Deflection) (in.)	L/D	변형량 (Deflection) (in.)	L/D	단순 (Simple) (in.)	모멘트 (Moment) (in.)
0	0	-	0	-	0	-	0	0
700	0.1	1378	0.099	1391	0.109	1264	0.120	0.063
2700	0.238	579	0.23	599	0.254	542	0.465	0.244
3700	0.315	437	0.305	452	0.333	414	0.637	0.334
4700	0.393	351	0.393	351	0.413	334	0.809	0.424
5700	0.473	291	0.462	298	0.494	279	0.981	0.515
6700	0.556	248	0.563	245	0.577	239	1.153	0.605
7700	0.639	216	0.626	220	0.662	208	1.325	0.695
8700	0.724	190	0.71	194	0.756	182	1.497	0.786
9700	0.811	170	0.794	173	0.839	164	1.669	0.876
10700	0.901	153	0.883	156	0.93	148	1.841	0.966
11700	1.008	137	0.972	142	1.022	135	2.013	1.056
12700	1.088	127	1.069	129	1.118	123	2.185	1.147
13700	1.281	108	1.174	117	1.323	104	2.357	1.237
14700	1.547	89	1.277	108	1.43	96	2.529	1.327
15700	1.721	80	1.39	99	1.554	89	2.701	1.418
16700	1.857	74	1.588	87	1.75	79	2.873	1.508
17700	1.991	69	1.62	85	1.91	72	3.045	1.598
18700	2.176	63	1.724	80	2.13	65	3.217	1.688
19700	2.328	59	1.849	74	2.323	59	3.389	1.779
20700	2.487	55	2.344	59	2.55	54	3.562	1.869
21700	2.647	52	2.643	52	3.368	41		1.959
22700	2.769	50	2.844	48	-	-		2.05
23700	2.981	46	3.064	45	-	-		2.14
24700	3.201	43	-	-	-	-		2.23
25700	3.311	42	-	-	-	-		2.32

* 대략 24,000 파운드에서 빔파단.

** 대략 23,700 파운드에서 빔파단.

*** 대략 25,700 파운드에서 빔파단.

실험예 4

실험예 1과 동일한 과정이 실행되었고, 단지 빔은 5 x 5빔이었으며, 칼럼과 동일한 재질이고, 지지판은 19에 도시된 바와 같은 방식의 12 게이지 스테인레스 강재로 이루어진 것이었다. 사용된 유일한 기계적인 고정구는 PT9-5/EPX, PT8-5/EPX, 및 PT7-5/EPX로 표시된 시험에서 테크나사이었다. FR-555-01로 표시된 시험에서, 상기 기계적 고정구는 관통볼트 등을 포함하는 것이었으며, 상기 지지판과 칼럼을 관통하고 반대편 지지판을 관통하여 연장하는 것과, 상기 지지판, 빔 및 반대편 지지판을 관통하는 것들을 포함하였다. 상기 영 모듈계수는 빔의 변형시험에 기초하여 3,825,000 lbs./in² 로 추정되었고, 관성모멘트는 28.25in⁴ 로 결정되었다. 전단모듈계수는 425,000lbs./in² 이었고, 전단영역은 7.24in² 이었다. 상기 시험은 3회 반복되었고, 그 결과는 실험예 1에서와 동일한 컴퓨터 소프트웨어를 사용하여 결정된, 단순 이음매모델과 모멘트 전달 혹은 견고한 이음매 모델에 대한 계산된 변형량에 비교되었다. 변형량에 대한 빔 길이비가 각각 측정된 빔 변형량에 대하여 계산되었고, 빔길이(137.75인치.)에 대한 0.7644인치의 최대 빔변형량에 일치하는 180의 변형량에 대한 빔 길이비(L/D)에 비교되었다. 이 실험에서, 180의 변형량에 대한 빔 길이비를 산출하는 하중에 대하여, 상기 이음매는 적어도 4,700 파운드의 하중을 지지하는 빔을 지지하였음을 알 수 있다. 상기 결과에 대한 한가지 예외는 시험장치를 지표면(ground surface)에 적절히 고정시키지 못한 것과 관련된 것이었다.

더욱이, 이러한 시험대부분에서, 상기 빔은 이음매전에서 파단하였다. 그리고, 180 및 그 이상의 변형량에 대한 빔 길이비, 혹은 0.7644인치 및 그 이하의 변형량에 대하여, 상기 빔은 단순 이음매에 의하여 지지되는 빔 모델보다는 모멘트 전달 이음매를 갖는 빔 모델에 보다 근접하게 따르는 것이었다. 이하의 도표 및 도 30의 그래프에 도시된 바와 같이, 설치-후 이음매를 갖는 시험 결과는 180 이하의 변형량에 대

한 빔 길이비를 산출하는 하중에서 모멘트 전달 이음매를 갖는 빔 모델에 보다 근접하여 따르는 것이었다.

[표 4]

하중 (파 운 드)	* 시험 PT9-5/EPX		** 시험 PT8-5/EPX		*** 시험 PT7-5/EPX		**** 시험 FR-555-01		모델(Model) 변형량 (Deflection)	
	변형량 (Deflec- tion) (in.)	L/D	변형량 (Deflec- tion) (in.)	L/D	변형량 (Deflec- tion) (in.)	L/D	변형량 (Deflec- tion) (in.)	L/D	단순 (Simple) (in.)	모멘트 (Moment) (in.)
0	0	-	0	-	0	-	0	-	0	0
700	0.196	703	0.14	984	0.157	877	0.157	877	0.316	0.115
2700	0.409	337	0.364	378	0.357	386	-	-	1.218	0.443
3200	-	-	-	-	-	-	0.608	227	-	0.525
3700	0.537	257	0.514	268	0.502	274	0.712	193	1.669	0.607
4700	0.673	205	0.642	215	0.642	215	0.903	153	2.12	0.771
5700	0.812	170	0.774	178	0.787	175	1.174	117	2.571	0.935
6700	0.999	138	0.939	147	0.936	147	1.412	98	3.022	1.098
7200	-	-	-	-	-	-	1.903	72	-	1.18
7700	1.123	123	1.104	125	1.087	127	2.053	67	3.473	1.262
8200	-	-	-	-	-	-	2.228	62	-	1.344
8700	1.268	109	1.294	106	1.255	110	2.362	58	3.924	1.426
9700	2.984	46	1.594	86	1.436	96	2.863	48	4.375	1.59
10700	3.382	41	3.029	45	1.636	84	3.273	42	4.826	1.754
11700	3.912	35	3.876	36	2.756	50	3.776	36	5.278	1.918
12700	4.253	32	4.074	34	3.247	42	4.218	33	5.729	2.082
13200	-	-	-	-	-	-	4.441	31	-	2.164
13700	4.782	29	4.474	31	3.291	42	4.715	29	6.18	2.246
14700	5.333	26	4.894	28	-	-	-	-	6.631	2.41
15700	5.732	24	5.274	26	-	-	-	-	7.082	2.574
16700	6.161	22	5.664	24	-	-	-	-	-	2.738
17700	6.367	22	-	-	-	-	-	-	-	2.902

* 대략 18,400 파운드에서 빔파단.

** 대략 16,000 파운드에서 빔파단.

*** 대략 23,000 파운드에서 빔파단.

**** 빔파단 없음; 프레임이 지면에서 상승되었음.

실험에 5

다른 2개의 샘플들이 12 게이지 스테인레스 강재의 지지판을 이용하여 준비되었다. 실험에 4에서와 같이, 상기 빔은 5 x 5빔이었다. 하나의 샘플에서는 접착제가 사용되지 않았고; 단지 테크나사만이 사용되었으며; 아래의 도표에서, 이러한 샘플에 대한 변형량들은 기계방식 단독으로 표시된 란에 기재되었다. 다른 샘플에서는, 이러한 이음매가 Magnobond 56A 및 B 에폭시와 테크나사를 사용하여 준비되었으며; 에폭시가 양생된 후, 상기 테크나사는 제거되었으며, 전번의 샘플에서와 같이 상기 샘플이 시험되었고; 이러한 샘플에 대한 변형량들은 아래의 도표에서 접착방식 단독으로 표시된 란에 기재되었다. 상기 결과들은 도 30의 그래프에 도시되어 있다. 실험에 4의 시험 FR-555-01에 대한 결과들이 비교를 위하여 접착 및 기계방식으로 표시된 란에 반복되었다.

상기 도표와 그래프로 부터, 조합된 접착 및 기계방식의 연결구를 갖는 이음매의 빔과, 접착방식 단독을 갖는 이음매의 빔은 적어도 180 혹은 그 이상의 변형량에 대한 길이비(L/D)를 산출한 하중을 통하여, 그리고 보다 낮은 L/D를 산출한 하중에서, 단순이음매 혹은 지지대를 갖는 빔 모델보다는 견고한 혹은 모멘트 전달 이음매를 갖는 빔모델에 보다 근접하였음을 알 수 있다. 상기 접착방식의 이음매와 조합된 접착 및 기계방식의 이음매들에서, 적어도 180의 변형량에 대한 길이비를 산출한 크기의 하중과 그 이상의 하중을 통하여 빔과 칼럼사이에서 거의 상대적인 이동이 없었던 것이다. 더욱이, 이러한 이음매를 갖는 냉각탑을 설치하는 데에는, 설치도중에서 접착제의 양생전에, 기계적인 연결부, 지지부재, 빔 및 칼럼 등을

포함하는 설치이음매가 0.7644 인치보다 큰 빔의 변형없이 적어도 1500 파운드까지의 빔하중을 지지할 수 있어야 한다. 접착제가 양생된 후, 양생된 접착제 혹은 결합제와, 칼럼, 빔 및 지지부재로 형성된 설치-후 이음매들은 0.7644 인치 이상의 빔 변형 없이 대략 3,700 파운드를 초과하는 빔 하중을 지지할 수 있다. 완전한 상기 접착 및 기계방식의 설치-후 이음매는 0.7644 인치 이상의 빔 변형 없이 3,700 파운드 이상의 빔 부하를 지지할 수 있고, 보다 큰 하중도 단순 지지빔의 모델보다는 견고하게 지지되는 모델에 보다 근접하게 따르는 변형량으로서 지지될 수 있는 것이다.

그리고, 상기 기계방식 단독 과 접착방식 단독 샘플 모두에서, 상기 이음매는 빔전에 파단하였다. 접착 및 기계방식 샘플에서, 상기 빔은 이음매의 파단 없이 19,500 파운드에서 파단하였다.

[표 5]

하중 (파운드)	접합 및 기계방식 (Adhesive Mechanical) 시험 FR 555-01		기계방식 단독 (Mechanical Alone)		접합방식 단독 (Adhesive Alone)		모델 변형량 (Model Deflection)	
	변형량 (Deflection) (in.)	L/D	변형량 (Deflection) (in.)	L/D	변형량 (Deflection) (in.)	L/D	단순 (Simple) (in.)	모멘트 (Moment) (in.)
0	0	-	0	-	0	-	0	0
700	0.157	877	0.25	551	0.163	845	0.316	0.115
2700	-	-	0.896	154	0.5	276	1.218	0.443
3200	0.608	227	-	-	-	-	1.443	0.525
3700	0.712	193	1.226	112	0.699	197	1.699	0.607
4700	0.903	153	1.531	90	0.924	149	2.12	0.771
5700	1.174	117	1.891	73	1.53	90	2.571	0.935
6700	1.412	98	2.216	62	1.93	71	3.022	1.098
7200	1.903	72	-	-	-	-	3.248	1.18
7700	2.053	67	2.529	54	-	-	3.473	1.262
8200	2.228	62	-	-	-	-	3.699	1.344
8700	2.362	58	2.876	48	-	-	3.924	1.426
9700	2.863	48	3.191	43	-	-	4.375	1.59
10700	3.273	42	-	-	-	-	4.826	1.754
11700	3.776	36	-	-	-	-	5.278	1.918
12700	4.218	33	-	-	-	-	5.729	2.082
13200	4.441	31	-	-	-	-	5.924	2.164
13700	4.715	29	-	-	-	-	6.18	2.246

실험예 6

하나의 샘플이 2개의 5 x 5 칼럼, 하나의 5 x 5 빔, 및 4개의 10 게이지 스테인레스 강재 지지판을 사용하여 준비되었다. 상기 시험프레임은 Magnobond 56A와 B에폭시, 테크나사 및 관통볼트를 사용하는 전번의 실험예에서와 같이 설치되었다. 상기 테스트 프레임은 하중을 증가시키고, 중앙에서 빔의 변형을 측정하면서 시험되었다. 아래의 도표에서, 측정된 변형량들은 전번의 5 x 5 빔의 실험예의 단순 및 모멘트 모델들에 비교되었다.

아래의 결과들은 지지부재의 두께 혹은 강성의 차이를 나타낸다. 12 게이지 스테인레스 강재의 지지판을 갖는 프레임에서, 상기 빔은 700 파운드 이상의 하중에서 10 게이지 스테인레스 강재 지지판을 갖는 프레임내의 빔보다 적게 변형된다.

[표 6]

하중 (파운드)	* 시험 FR-555-02		모델 변형량 (Model Deflection)	
	변형량 (Deflection) (in.)	L/D	단순 (Simple) (in.)	모멘트 (Moment) (in.)
0	0	-	0	0

700	0.157	877	0.316	0.115
2700	0.47	293	1.218	0.443
3700	0.658	209	1.699	0.607
4700	1.832	166	2.12	0.771
5700	1.098	125	2.571	0.935
6700	1.3	106	3.022	1.098
7700	1.5	92	3.473	1.262
8700	1.772	78	3.924	1.426
9700	2.244	61	4.375	1.59
10700	3.019	46	4.826	1.754
11700	4.001	34	5.278	1.918
12700	5.112	27	5.729	2.082
13700	5.509	25	6.18	2.246
14700	6.26	22	6.631	2.41
15700	6.428	21	7.082	2.574

* 대략 19,500 파운드에서 빔파단

실험예 7

2개의 샘플이 2개의 5 x 5칼럼, 하나의 5 x 10빔, 4개의 1/4인치 두께의 섬유강화 플라스틱 지지판을 사용하여 준비되었다. 상기 섬유강화 플라스틱 판은 유리섬유와 수지를 갖는 공동적인 구조부재이었다. 하나의 샘플에서, 아무런 접착제도 사용되지 않았으며; 단지 기계적인 고정구, 혹은 테크나사만이 사용되었으며; 아래의 도표에서, 이러한 샘플의 변형량은 기계방식 단독으로 표시된 란에 기재되었다. 그리고 다른 샘플에서, 이음매는 Magnobond 56A 및 B에폭시와, 기계적 고정구로서 테크나사를 사용하여 준비되었으며; 에폭시가 양생된후, 상기 테크나사가 제거되었고 상기 샘플은 전번 실험예에서와 같이 하중을 증가시키면서 다양한 하중하에서 변형량을 측정하면서 시험되었다. 본 샘플에 대한 변형량들은 아래의 도표에서 접착방식 단독으로 표시된 란에 기재되었다. 접착방식과 기계 고정구방식의 조합된 별도의 시험은 접착 및 기계방식으로 표시된 란에서 N/A로 기재된 바와 같이 실행되지 않았다. 그 결과들은 도 31에 그래프로서 도시되어 있으며, 상기 그래프상에서 시험 F7-9703 과 시험 F7-9704로 기재되어 있다. 상기 단순 및 모멘트 전달 이음매에 대한 모델 변형량은 실험예 1의 것과 동일 하였다.

상기 도표와 그래프로 부터, 접착방식의 시험 이음매에서 상기 빔의 변형량은 180 혹은 그 이상의 변형량에 대한 빔길이비(L/D)를 산출한 하중을 통하여, 그리고 보다 큰 변형량을 산출한 보다 큰 하중을 통하여, 단순히이음매 혹은 지지대를 갖는 빔 모델보다는 견고한 혹은 모멘트 전달 이음매를 갖는 빔모델에 보다 근접하였음을 알수 있다. 이러한 이음매들은 적어도 180 의 변형량에 대한 빔길이비를 산출한 크기의 하중을 통하여 빔과 칼럼사이에서 거의 상대적인 이동이 없어야 하는 것이다. 더욱이, 이러한 냉각탑을 설치하는 데에는, 결합제의 양생전에, 기계적인 연결이 0.7644 인치보다 큰 빔 변형없이 적어도 대략 8700 파운드의 하중을 지지하는 빔을 지탱할수 있는 설치 이음매를 제공할수 있어야 한다. 상기 결합제가 양생된후, 양생된 접착제와 지지판, 빔 및 칼럼각각은 설치-후 이음매를 형성하여 0.7644 인치이상의 빔 변형없이 대략 10,700파운드의 빔 지지하중을 지지할수 있는 것이다. 그리고, 상기 기계방식 단독 샘플과 접착방식 단독샘플 모두에서, 상기 이음매는 빔전에 파단하였다.

[표 7]

하중 (파운드)	접합 및 기계방식 (Adhesive Mechanical)		기계방식 단독 (Mechanical Alone)		접합방식 단독 (Adhesive Alone)		모델 변형량 (Model Deflection)	
	변형량 (Deflection) (in.)	L/D	변형량 (Deflection) (in.)	L/D	변형량 (Deflection) (in.)	L/D	단순 (Simple) (in.)	모멘트 (Moment) (in.)
0	N/A		0	-	0	-	0	0
700	N/A		0.126	1,093	0.046	2995	0.063	0.042
2700	N/A		0.233	591	0.166	830	0.245	0.161
3700	N/A		0.305	452	0.237	581	0.335	0.221
4700	N/A		0.394	350	0.308	447	0.426	0.281
5700	N/A		0.473	291	0.38	363	0.517	0.34
6700	N/A		0.561	246	0.452	305	0.607	0.4
7700	N/A		0.654	211	0.521	264	0.698	0.46
8700	N/A		0.74	186	0.588	234	0.789	0.519
9700	N/A		0.824	167	0.657	210	0.879	0.579

10700	N/A	0.909	152	0.728	189	0.97	0.639
11700	N/A	0.995	138	0.791	174	1.061	0.698
12700	N/A	1.097	126	0.859	160	1.151	0.758
13700	N/A	1.171	118	0.931	148	1.242	0.818
14700	N/A	1.256	110	0.995	138	1.333	0.877
15700	N/A	1.339	103	1.061	130	1.423	0.937
16700	N/A	1.43	96	1.128	122	1.514	0.997
17700	N/A	1.51	91	1.195	115	1.604	1.056
18700	N/A	1.59	87	1.263	109	1.695	1.116
19700	N/A	1.683	82	1.331	103	1.786	1.176
20700	N/A	1.769	78	1.408	98	1.876	1.236
21700	N/A	1.866	74	1.497	92	1.967	1.295
22700	N/A	2.005	69	1.585	87	2.058	1.355
23700	N/A	2.313	60	2.431	57	2.148	1.415
24700	N/A	-	-	-	-	2.239	1.474
25700	N/A	-	-	-	-	2.33	1.534
26700	N/A	-	-	-	-	2.42	1.594
27700	N/A	-	-	-	-	2.511	1.653
28700	N/A	-	-	-	-	2.602	1.713
29700	N/A	-	-	-	-	2.692	1.773
30700	N/A	-	-	-	-	2.783	1.832
31700	N/A	-	-	-	-	2.874	1.892

실험예 8

2개의 샘플이 2개의 5 x 5칼럼, 하나의 5 x 5빔 및, 4개의 1/4인치 두께의 섬유강화 플라스틱 지지판을 사용하여 준비되었다. 상기 섬유강화 플라스틱 판은 유리섬유와 열경화성 폴리에스터 수지를 갖는 공통적인 구조부재이었다. 하나의 샘플에서, 아무런 접착제도 사용되지 않았으며; 단지 기계적인 고정구, 혹은 테크나사만이 사용되었으며; 아래의 도표에서, 이러한 샘플의 변형량들은 기계방식 단독으로 표시된 란에 기재되어 있다. 그리고 다른 샘플에서, 이음매는 Magnobond 56A 및 B에폭시와, 테크나사를 사용하여 준비되었으며; 에폭시가 양생된후, 상기 테크나사가 제거되었고 상기 샘플은 실험예 4에서와 같이 시험되었으며; 이러한 샘플에 대한 변형량들은 아래의 도표에서 접착방식 단독으로 표시된 란에 기재되어 있다. 접착방식과 기계 고정구방식의 조합된 별도의 시험은 아래도표에서 N/A로 기재된 바와 같이 실행되지 않았다. 그리고, 그 결과들은 도 32에 그래프로서 도시되어 있으며, 상기 시험은 상기 그래프상에서 시험 F7-9705 과 시험 F7-9706로 기재되어 있다. 상기 단순 지지 및 모멘트 전달 이음매에 대한 모델 변형량은 실험예 4의 것과 동일 하였다.

상기 도표와 그래프로 부터, 접착방식 단독의 이음매를 갖는 시험범은 180 혹은 그 이상의 변형량에 대한 빔길이비(L/D)를 산출한 하중을 통하여, 그리고 보다 큰 변형량을 산출하는 보다 큰 하중을 통하여, 단순 지지대 혹은 이음매를 갖는 빔 모델보다는 견고한 혹은 모멘트 전달 이음매를 갖는 빔모델에 보다 근접하였음을 알 수 있다. 이러한 이음매들은 적어도 180 의 변형량에 대한 빔길이비를 산출하는 크기의 하중을 통하여 상기 빔과 칼럼사이에서 거의 상대적인 이동이 없어야 하는 것이다. 더욱이, 이러한 냉각탑을 설치하는 데에는, 결함제 혹은 접착제의 양생전에, 상기 지지판과 빔 및 칼럼사이의 기계적인 연결이 0.7644 인치보다 큰 빔 변형없이 적어도 대략 2000 파운드까지의 하중을 지지하는 빔을 지탱할 수 있는 설치 이음매를 형성하는 것이다. 상기 에폭시 혹은 그 밖의 결함제 혹은 접착제가 양생된후, 양생된 접착제와 지지판, 빔 및 칼럼각각은 설치-후 이음매를 형성하여 0.7644 인치이상의 빔 변형없이 대략 3,000 파운드의 빔 지지하중을 지지할 수 있는 것이다. 그리고, 상기 기계방식 단독 과 접착방식 단독샘플 모두에서, 상기 이음매는 빔전에 파단하였다.

[표 8]

하중 (파운드)	접합 및 기계방식 (Adhesive Mechanical)		기계방식 단독 (Mechanical Alone)		접합방식 단독 (Adhesive Alone)		모델 변형량 (Model Deflection)	
	변형량 (Deflection) (in.)	L/D	변형량 (Deflection) (in.)	L/D	변형량 (Deflection) (in.)	L/D	단순 (Simple) (in.)	모멘트 (Moment) (in.)
0	N/A		0	-	0	-	0	0
700	N/A		0.23	599	0.183	753	0.316	0.115
2700	N/A		0.914	151	0.624	221	1.218	0.443

3700	N/A	1.352	102	0.871	158	1.669	0.607
4700	N/A	1.691	81	1.12	123	2.12	0.771
5700	N/A	2.074	66	2.119	65	2.571	0.935
6700	N/A	2.446	56	-	-	3.022	1.098
7700	N/A	2.782	50	-	-	3.473	1.262
8700	N/A	3.157	44	-	-	3.924	1.426
9700	N/A	-	-	-	-	4.375	1.59
10700	N/A	-	-	-	-	4.826	1.754
11700	N/A	-	-	-	-	5.278	1.918
12700	N/A	-	-	-	-	5.729	2.082
13700	N/A	-	-	-	-	6.18	2.246
14700	N/A	-	-	-	-	6.631	2.41
15700	N/A	-	-	-	-	7.082	2.574

실험예 9

본 발명에 따른 냉각탑은 접착제 혹은 결합재료가 시공되어 양생하기 전에 기계적 고정구, 지지판, 칼럼 및 빔으로 형성된 이음매를 갖는다. 이러한 이음매들은 설치 이음매로서 특징지워질 수 있으며, 설계설치 하중을 지탱하는 기계적 이음매이다. 설계설치하중은 정하중과 활하중을 포함하며, 상기 정하중은 적어도 시간의 70%에 존재하는 하중을 포함하고, 상기 활하중은 보다 짧은 기간의 하중, 즉 얼음, 눈, 인부, 장비, 바람 및 지진하중과 같은 것을 포함하는 것이다.

상기 기계적 혹은 설치 이음매에 의하여 지지되는 설치 정하중은 상기 접착제의 양생시간에 따라서, 빔 자체의 무게와, 냉각탑의 충전레벨에서의 건조된 충전재료의 무게 및, 다음 레벨에서의 건조된 물분배 시스템의 무게와, 보다 높은 다음 레벨에서의 천정 데크, 팬 및 팬보호링(shroud)무게와, 지지 린텔(lintels)의 무게 등을 포함하는 것이다. 예를들면, 12피트 x 12피트의 베이(bay)에 대하여, 상기 이음매는 총 중량이 대략 94 파운드인 빔 무게의 1/2을 지지할 필요가 있는 것이다. 상기 린텔은 사용되는 린텔의 수에 따라서 상기 하중에 대략 90-120 파운드를 부가하는 상대적으로 경량의 것일 수 있다. 예를들어, 2 lbs./ft.³의 건조하중을 충전재료가 갖는다면, 4피트 높이의 충전레벨은 단지 대략 864 파운드의 하중을 제공할 것이다. 설치 활하중에 대하여, 피복재를 장착하기 전에 풍(wind)하중에 상대적으로 적은 빔과 칼럼의 표면적이 노출된다고 하면, 하나의 5 x 10빔에 대해서는 대략 9.75ft.² 정도, 15- 20lb./ft.²의 균일한 풍하중이 어떠한 변형에도 부가되어서는 안된다. 실험예 2,5,7및,8에서 기계방식 단독 란에서 기재된 어떠한 이음매들도 상기와 같은 하중을 0.7644 인치이상으로 빔을 변형시키지 않고서 지지하는 빔을 지탱할 수 있는 것이다. 대략 1000 파운드의 하중에서, 사용된 기계적 고정구의 그룹은 상기 이음매에서 연결부의 과도한 회전을 방지하도록 충분한 강성을 제공하여야 한다. 예를들어 상기 실험예들에 대하여 0.05g의 지진하중일지라도 상기 기계적 혹은 설치 이음매의 능력내에서 양호하게 대략 474 파운드의 하중을 각각의 이음매에서 제공하는 것이다.

실험예 10

본 발명에 따른 냉각탑은 젖은 충전재의 하중과 린텔 및 빔들의 무게로 이루어진 충전레벨에서의 설치-후 정하중을 갖도록 예상될 수 있다. 물분배레벨에서, 상기 설치-후 정하중은 린텔과 빔의 무게와 편류(drift)제거기를 갖는 물충진된 물분배시스템의 무게 등을 포함하는 것이다. 데크지치레벨에서, 상기 설치-후 정하중은 빔, 린텔, 천정 데크, 팬보호링, 팬, 모터, 및 레일 등의 무게를 포함하는 것이다. 상기 설치-후 정하중은 상기 냉각탑의 수명에 걸쳐서 겪게 되는, 혹은 적어도 시간의 70%에서 예상되는 하중을 포함하는 것이다. 설치-후 활하중은 보다 짧은 기간이며, 이러한 레벨들에서 풍하중, 지진하중 및, 얼음 및 눈과 같은 잠재적인 짧은 기간의 하중과, 인부 및 장비 등의 무게 등을 포함하는 것이다. 이러한 설치-후 하중의 모두 혹은 일부는 빔에 의해서 지지되는 설치-후 하중의 일부와, 견고한 이음매상에 가해지는 혹은 전달되는 설치-후 모멘트의 일부로 간주된다. 도 2-3에 도시된 바와 같은, 그리고 12 x 12베이를 갖 추며, 2개의 이음매에 의해서 각 빔이 지지되는 구조에 대하여 상기 하중의 전형적인 량들은 아래의 수치 범위를 포함하는 것이다.

[표 9]

탑 레벨	하중방식	하중의 예시적 범위
충진레벨 (Fill Level)	빔(Beam)(5x5-5x10)	56-94 lbs
	린텔(Lintels)(3-4)	90-120 lbs
	물충진(Wet fill) (5.72 lbs./ft. ³ , 1ft.-7ft.high)	824-5766 lbs.
	바람(10-20psf)	28,000-56,000 in-lbs.
	지진(0.05-.3g.)	5400-32,640 in-lbs.
물 분배 레벨 (Water Distribution Level)	빔(5x5-5x10)	56-94 lbs.
	린텔(3-4)	60-90 lbs.
	총 분배 시스템 (드리프트 제거기 포함)	2450 lbs.
	바람(10-20psf)	7800-15,600 lbs.
	지진(0.05-0.3g)	2040-12,120 in-lbs.
데크 레벨 (Deck Level)	빔(5x5-5x10)	56-94 lbs.
	린텔(3-4)	60-120 lbs.
	데크	720
	팬	400-850 lbs.
	모터	500-1500 lbs.
	레일(5 lb./ft.)	72 lbs.
	바람(10-20 psf)	3120-6240 in-lbs.
	지진(0.05-.3g.)	960-5760 in-lbs.

상기 이음매에서 설계 설치-후 모멘트는 파운드로 주어진 상기 하중 범위로 부터 산출될수 있다. 상기 수치들은 단지 예시적으로 주어진 것이고, 모든 하중에 대한 수치와 하중 방식은 환경, 즉 냉각탑의 지리적 인 위치 등에 따라서 변화될수 있음을 알아야 한다. 더욱이, 상기 이음매들에서 설계 모멘트 하중들은 당 업계에서 허용가능한 어떠한 방법을 사용하여서도 결정될수 있을 것이다. 상기 설계모멘트 하중은 상기 이음매들이 설계 설치-후 하중을 견딜수 있는 가를 결정하기 위하여 상기 이음매들의 모멘트 능력에 비교 될수 있다.

다양하게 시험된 이음매들의 모멘트 능력을 결정하는 데에는, 예상하중과 비교를 위하여 공지된 수식, 모델 및 컴퓨터 소프트웨어등이 사용될수 있다. 이음매들의 모멘트능력을 추정하는 한가지 방식은 상기 데이터와, 그리고 각단부에서 모멘트 전달이음매를 갖는 모델 빔용 변형량에 비교되는 하중을 증가시키는 상태의 변형량 유사시험들을 사용할수 있다. 상기 실험예들로 부터, 적어도 180 의 변형량에 대한 빔길이 비를 산출하는 하중까지, 상기 빔들의 변형량은 모멘트 전달 이음매에 의해서 지지되는 빔용 모델 변형량에 유사하였다. 상기 시험 변형량들이 거의 모델 변형량을 따르는 곳에서, 상기 시험 이음매의 모멘트 능력은 모델 모멘트 만큼 큰 것으로 추정될수 있다. 스테인레스 강재의 지지판 모든 시험에서 시험 변형량들이 180 의 변형량에 대한 길이비를 산출한 하중까지 및 이를 초과하는 모델 변형량에 근접하여 따랐기 때문에, 이러한 이음매들의 모멘트 능력들은 이러한 하중들에서 모델 모멘트의 값으로 합리적으로 추정될수 있는 것이다. 따라서, 상기 빔에 있어서 변형량에 대한 길이의 설계기준이 180 혹은 그 이상이라면, 이러한 이음매는 모멘트 전달 이음매의 모델에 근접한 모멘트 전달 능력을 갖는 것이다. 상기 모멘트 전달 프레임 모델용 모멘트 값은 180 의 변형량에 대한 빔길이비를 산출하는 하중과, 보다 높은 혹은 보다 낮은 L/D의 비를 산출하는 하중에 대하여 계산될 수 있다. 시험 FR-555-02의 5 x 5 빔 경우에 있어서, 상기 하중은 대략 4660 파운드이고, 대략 56,760 인치-파운드의 모멘트를 산출하며, RISA-3D 소프트웨어를 사용하여 계산되었다. 시험 PT3-10/EPX의 5 x 10 빔 경우에 있어서, L/D 180에서 상기 하중은 12,800 파운드이었고, 88,920 인치-파운드의 모멘트와 일치하였으며, RISA-3D 소프트웨어를 사용하여 계산되었다. 상기와 같은 이음매는 상기 도표내의 이러한 설계모멘트 하중에 대한 수치범위에 비교하여, 대부분의 경우에서 상기 구조를 무리하게 하지 않고 그리고 교차 버팀대를 사용하지 않으면서 샘플 냉각탑내의 서로 다른 위치에서 잠재적인 풍하중을 견딜수 있어야만 한다. 상기 냉각탑의 특정위치에서, 즉 공기 유입레벨 44등에는, 교차 버팀대 140등이 도 5 및 6에 도시된 실시예에서와 같이 사용될수 있다.

도 28-32에 도시된 바와 같이, 특정하중에서, 시험된 빔의 변형량들은 모멘트 전달 이음매에 의해서 지지되는 모델 빔에 대하여 예상되는 변형량으로 부터 벗어나기 시작한다. 상기 측정된 변형량 값과 모델 변형량 값사이의 편차가 증가하면, 상기 이음매는 모멘트 전달 이음매에 보다 유사하지 않은 것으로 특징지어 질수 있으며, 비록 상기 이음매들이 상기 모멘트 모델로 부터 벗어나는 몇몇 지점에서 약간의 모멘트를 지지할 것으로 기대된다 하여도, 전달되는 모멘트는 감소되는 것이다. 상기 시험된 이음매의 모멘트 능력을 추정하는 한가지 방식은 상기 측정된 변형량과 모멘트 모델 변형량사이의 차이를 결정하는 것을 포함한다. 상기 측정된 변형량과 상기 모멘트 모델 변형량사이의 차이는 상기 하중 사이의 유사한 차이에 관계하는 것으로 합리적으로 추정되어 변형량의 변화를 발생시키는 하중의 변화가 도 28-30의 것과 같은 그래프로 부터, 혹은 RISA-3D와 같은 소프트웨어 부터, 혹은 그 밖의 다른 종류로 부터 결정될수 있도록 하는 것이다. 그리고, 하중에서의 이러한 차이는 추정된 동등의 하중, 즉 상기 이음매에서 모멘트를 발생시키는 것으로 합리적으로 추정될수 있는 하중의 일부를 결정하기 위하여 모멘트 모델 하중으로 부터

얻어질 수 있다. 그리고, 상기 모멘트는 이러한 추정된 동등의 하중을 이용하여 추정될 수 있다. 이러한 과정은 아래의 도표내의 수치들을 결정하기 위하여 실행되었으며, 도 33-35의 그래프로서 도시되어 있다. 도 33는 시험 PT3-10/EPX의 5 x 10범의 이음매에서 추정된 모멘트와 그 크기의 빔에 대한 모멘트 전달 이음매용 모델 모멘트와, 모멘트 모델내에서 상기와 같은 변형을 발생시키는 하중으로 부터 결정되는 180의 L/D에서의 모멘트를 나타낸다. 도 34는 시험 PT4-7/EPX의 5 x 7범의 이음매에서 추정된 모멘트와 그 크기의 빔에 대한 모멘트 전달 이음매용 모델 모멘트와, 모멘트 모델내에서 상기와 같은 변형을 발생시키는 하중으로 부터 결정되는 180의 L/D에서의 모멘트를 나타낸다. 도 35는 시험 FR-555-02의 5 x 5범의 이음매에서 추정된 모멘트와 그 크기의 빔에 대한 모멘트 전달 이음매용 모델 모멘트와, 모멘트 모델내에서 상기와 같은 변형을 발생시키는 하중으로 부터 결정되는 180의 L/D에서의 모멘트를 나타낸다. 상기 도표에서는, 실제하중으로 표시된 란이 시험장치에 의해서 인가된 하중이다. 모멘트 모델로 표시된 란은 각각의 하중에서 모델 모멘트 전달 이음매용으로 계산된 모멘트를 나타낸다. Δy 로 표시된 란은 각각의 하중과 모멘트 전달 모델용 하중에서 측정된 변형사이의 차이이다. 조절 변형량으로 표시된 란은 Δy 량을 감한 모델 모멘트 전달 이음매용 변형량이다. 조절 하중으로 표시된 란은 RISA-3D소프트웨어를 사용하고 하중 대(versus) 변형량의 그래프로 부터 결정되어 지고, 모멘트 전달 모델에서 조절 변형량을 산출하는 하중량이다. 상기 조절 하중의 값을 사용하여, 모멘트 값이 상기 RISA-3D소프트웨어를 사용하여 계산되고 추정 모멘트로 표시된 란에 기재되는 것이다. 이와 동일한 과정이 5 x 10, 5 x 7 및 5 x 5범에 대하여 아래 도표 3개 모두를 작성하는 데 사용되었다. 상기 RISA-3D 소프트웨어는 추정 모멘트를 나타내는 도 33-35의 그래프를 작성하기 위하여도 사용되었다.

이러한 추정 모멘트들은 상기 예상하중 범위에 걸쳐서 이음매의 모멘트 능력을 계산하도록 사용되어 질 수 있다. 이러한 모멘트 능력들은 예상 모멘트에 비교되어 상기 설치-후 이음매가 상기 이음매상의 거의 모든 설계 설치-후 하중을 지지할 수 있다는 것을 보장할 수 있는 것이다.

상기와는 다른 방식이 상기 이음매의 모멘트 능력을 평가하도록 사용될 수 있음을 알아야 한다. 상기 도표들과 그래프들이 나타내는 바와 같이, 상기 칼럼과 5.7, 10인치 범사이의 이음매는 변화하는 모멘트 능력을 갖추고, 냉각탑구조의 다양한 위치에서 사용되어질 수 있으며, 그리고 예상 모멘트 하중을 전달할 수 있고, 상기 모멘트를 상기 구조의 횡방향 하중 혹은 파손(racking) 등을 저항하는 칼럼에 전달할 수 있어야 한다. 더욱이, 상기 견고한 연결구조를 갖추어, 빔에 대한 특정 설계 L/D가 견고하지 않은 연결부 혹은 이음매를 갖는 것 보다 높은 하중하에서 충족될 수 있는 것이다.

당업자는 상기 시험, 모델 및 계산등이 보다 복잡하거나 혹은 덜 복잡하게 이루어질 수 있고, 본 적용구조의 도표와 그래프내의 데이터를 산출하기 위하여 사용된 방식들이 실험오차와 그 밖의 팩터, 즉 하중의 변화에 따른 빔의 가요성 모듈계수(flexural modulus)의 변화 등을 설명하기 위하여 조절될 수 있음을 알 수 있을 것이다. 더욱이, 상기 실험 결과들의 일부는 모델 모멘트 전달 이음매보다 적은 변형량과, 발생하지 않았어야 할 하나의 시험결과를 나타냄으로서; 계산 및 추정과정에서 약간의 조절이 이러한 편차들을 설명하기 위하여 이루어질 수 있을 것이다.

[표 10]

실제하중 (Actual Load) (lbs.)	시험 PT3-10/EPX				
	모델 모멘트 (Model Moment) (in.-lbs.)	Δy (in.)	조절 변형량 (Adjusted Deflection) (in.)	조절하중 (Adjusted Load) (lbs.)	추정 모멘트 (Estimated Moment) (in.-lbs.)
700	4920	-0.0002	0.0440	737	5121
2700	18720	-0.020	0.1810	3032	21066
3700	25680	-0.024	0.2450	4104	28515
4700	32640	-0.028	0.3090	5176	35964
5700	39600	-0.032	0.3720	6232	43296
6700	46560	-0.035	0.4350	7287	50629
7700	53520	-0.036	0.4960	8309	57728
8700	60480	-0.039	0.5580	9347	64945
9700	67440	-0.040	0.6190	10369	72044
10700	74400	-0.036	0.6750	11307	78562
11700	81240	-0.034	0.7320	12262	85196
12700	88200	-0.030	0.7880	13200	91714
13700	95160	-0.020	0.8380	14038	97533
14700	102120	-0.004	0.8810	14758	102538
15700	109080	0.006	0.9310	15596	108357
16700	116040	0.020	0.9770	16366	113711
17700	123000	0.036	1.0200	17086	118716
18700	129960	0.208	0.9080	15210	105680

19700	136920	0.040	1.1360	19030	132217
20700	143880	0.011	1.2250	20521	142575
21700	150720	0.049	1.2460	20872	145019
22700	157680	0.052	1.3030	21827	151654
23700	164640	0.235	1.1800	19767	137338
24700	171600	0.253	1.2210	20454	142110
25700	178560	0.260	1.2740	21341	148278
26700	185520	0.286	1.3080	21911	152236
27700	192480	0.419	1.2340	20671	143623
28700	199440	0.404	1.3090	21928	152352
29700	206400	0.390	1.3830	23167	160965
30700	213360	0.419	1.4130	23670	164456
31700	220320	0.615	1.2770	21392	148627

[표 11]

실제하중 (Actual Load) (lbs.)	시험 PT4-7/EPX				
	모델 모멘트 (Model Moment) (in.-lbs.)	Δy (in.)	조절 변형량 (Adjusted Deflection) (in.)	조절하중 (Adjusted Load) (lbs.)	추정 모멘트 (Estimated Moment) (in.-lbs.)
700	6600	0.046	0.0170	188	1765
2700	25320	0.010	0.2340	2591	24292
3700	34680	-0.001	0.3350	3710	34777
4700	44040	-0.011	0.4350	4817	45158
5700	53400	-0.021	0.5360	5936	55643
6700	62760	-0.028	0.6330	7010	65713
7700	72240	-0.033	0.7280	8062	75575
8700	81600	-0.030	0.8160	9037	84711
9700	90960	-0.037	0.9130	10111	94780
10700	100320	-0.036	1.0020	11096	104020
11700	109680	-0.034	1.0900	12071	113155
12700	119040	-0.029	1.1760	13023	122083
13700	128400	0.086	1.1510	12746	119488
14700	137760	0.103	1.2240	13555	127066
15700	147240	0.136	1.2820	14197	133087
16700	156600	0.242	1.2660	14020	131426
17700	165960	0.312	1.2860	14241	133502
18700	175320	0.442	1.2460	13799	129350
19700	184680	0.544	1.2350	13677	128208
20700	194040	0.681	1.1880	13156	123329
21700	203400	1.409	0.5500	6091	57097

[표 12]

실제하중 (Actual Load) (lbs.)	시험 FR-555-02				
	모델 모멘트 (Model Moment) (in.-lbs.)	Δy (in.)	조정 변형량 (Adjusted Deflection) (in.)	조정하중 (Adjusted Load) (lbs.)	추정 모멘트 (Estimated Moment) (in.- lbs.)
700	8520	0.042	0.0730	445	5423
2700	32880	0.027	0.4160	2537	30901
3700	45120	0.051	0.5560	3390	41300
4700	57240	0.061	0.7100	4329	52740
5700	69480	0.163	0.7720	4707	57345
6700	81600	0.202	0.8960	5463	66556
7700	93480	0.238	1.0240	6244	76064
8700	105960	0.346	1.0800	6585	80224
9700	118200	0.654	0.9360	5707	69527
10700	130320	1.265	0.4890	2982	36324
11700	142560	2.083	-0.1650	-1006	-12256
12700	154680	3.030	-0.9480	-5780	-70419
13700	166920	3.263	-1.0170	-6201	-75544
14700	179040	3.850	-1.4400	-8780	-106965
15700	191280	3.854	-1.2800	-7805	-95080

이러한 시험들은 예를들면 바람부는 상태하에서 예상되는 바와 같은 횡방향 하중보다는 빔의 수직방향 하중에 관한 것이기는 하지만, 상기 시험들은 수평 및 수직축 모두를 중심으로 이음매의 모멘트 능력의 합리적인 추정값을 제공하는 것으로 예측된다. 그 밖의 다른 시험, 모델, 추정값 및 수식들이 수직하중 만크리나 수평하중하에서 이음매의 모멘트능력을 평가하도록 사용될수 있다.

발명의 효과

상기 설명한 실험예의 몇몇내에는, 단순지지 및 모멘트 전달 이음매 모두에 대하여 시험된 이음매와 모델 이음매사이에서 비교작업이 이루어졌다. 이러한 비교들은 접착방식 단독의 이음매를 갖는 시험빔과, 접착방식 및 기계적 고정구들 모두를 갖는 이음매의 빔들은 임의의 하중까지 상기 단순지지모델보다는 모멘트 전달 이음매 혹은 연결부의 모델을 보다 근접하게 따르고, 이러한 하중들은 예를들면, 빔에 대한 최소 L/D에 일치하는 하중과 같은 기준을 일반적으로 초과한다는 것을 보여준다. 상기 빔에 대한 L/D는 당업자에게 이해되는 바와 같이, 180혹은 그밖의 다른 값일 것이다. 몇몇의 실험예들이 상기 설명된 이음매가 모멘트 전달용이라는 것을 나타내는 한가지 수단을 제공하는 것이고; 그 밖의 모델, 모델링 방식, 수식, 및 측정방식과 특징들이 사용되어 하나의 이음매가 모멘트 전달이음매인지 즉, 견고한 것인지를 결정할수 있음을 알아야 한다. 예를들면, 구조물내의 이음매에서 빔과 칼럼사이의 각도가 설계하중하에서 거의 일정하다면, 상기 이음매는 본 발명의 목적을 위한 견고한, 모멘트 전달 이음매인 것이다. 더욱이, 상기 빔과 칼럼사이의 이음매가 상기 빔과 칼럼 모두에 부착된 지지부재를 포함한다면, 그리고, 상기 빔이 상기 이음매를 형성하는 칼럼과 빔을 가로지르는 하중지지 교차 버팀대없이, 견고하게 지지되는 모델빔이상으로 거의 변형없이 그 설계 정하중을 지지한다면, 상기 이음매는 모멘트 전달 이음매로 간주될수 있을 것이다. 상기와는 다른 그 밖의 기준들이 사용되어 이음매가 실제로 모멘트 전달을 하고 있는 지를 결정할수 있음을 이해할 것이다.

상기에서 본 발명의 특정실시예를 설명하였지만, 여러 가지 부가구조와 개조구조가 이루어질수 있음은 명백한 것이고, 다양한 변형예들이 선택될수 있다. 따라서, 첨부된 클레임은 이러한 모든 부가구조와 개조구조 및 변형예들이 본 발명의 진정한 범위내에 포함되도록 하기 위한 의도인 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

섬유강화 재질로된 복수의 수직 칼럼;

섬유강화 물질로 이루어지고, 각각이 제1 수직 레벨에서 한쌍의 칼럼 사이에서 신장하는 복수의 제1 레벨 빔;

섬유강화 물질로 이루어지고, 각각이 제2 수직 레벨에서 한쌍의 칼럼 사이에서 신장하는 복수의 제2 레벨 빔;

냉각탑내에서 냉각되어야할 유체를 분배하고 상기 제 2수직레벨에 있는 유체 분배시스템;

상기 유체 분배시스템으로부터의 유체와 공기가 통과하고 상기 제 1수직레벨에 있는 열전달물질;

상기 수직칼럼들과 상기 빔중의 하나에서 상기 수직칼럼과 상기 빔의 접합부위에 형성되는 공동평면;

상기 수직칼럼과 빔들의 접합부에 형성되고, 각각 상기 빔과 상기 수직 칼럼의 공동평면에 마주하는 평평한 지지면(mounting surface)을 갖는 지지부재(mounting members); 및

상기 칼럼과 상기 빔에 상기 지지부재를 지지하기 위한 다수의 기계적 고정구; 및

상기 지지부재의 지지면과 상기 칼럼과 빔의 공동평면사이에 위치되고, 제 1단계에서 도포되고 다른 최종 양생단계에서 양생되는 방식의 접착물질;을 포함하여 이루어지며,

상기 기계적 고정구, 지지부재, 빔 및 칼럼들은 상기 접착물질이 제 1단계에 있는 경우, 상기 이음매상의 모든 설계설치 하중을 지지할수 있는 설치이음매를 형성하고, 그리고 상기 지지부재, 빔, 칼럼 및 양생된 접착재료는 상기 이음매상의 모든 설계 설치-후 하중을 지지할수 있는 설치-후 이음매를 형성하는 냉각탑.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 기계적 고정구, 지지부재, 빔, 칼럼 및 양생된 접착재료는 설치-후 이음매를 형성함을 특징으로 하는 냉각탑.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 냉각탑은 현장 설치(field-erect)구조 임을 특징으로 하는 냉각탑.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 설치-후 이음매는 상기 칼럼으로 설계모멘트를 전달할수 있음을 특징으로 하는 냉각탑.

청구항 5

제 4항에 있어서, 상기 설치-후 이음매의 모멘트 전달 능력은 설계 정하중 및 활하중을 초과함을 특징으로 하는 냉각탑.

청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 설치 이음매 및 설치-후 이음매에서 상기 칼럼과 빔사이의 각도관계는 유지됨을 특징으로 하는 냉각탑.

청구항 7

섬유강화 재질로된 복수의 수직 칼럼;

섬유강화 물질로 이루어지고, 각각이 제1 수직 레벨에서 한쌍의 칼럼 사이에서 신장하는 복수의 제1 레벨 빔;

섬유강화 물질로 이루어지고, 각각이 제2 수직 레벨에서 한쌍의 칼럼 사이에서 신장하는 복수의 제2 레벨 빔;

냉각탑내에서 냉각되어야할 유체를 분배하고 상기 제 2수직레벨에 있는 유체 분배시스템;

상기 유체 분배시스템으로부터의 유체와 공기가 통과하고 상기 제 1수직레벨에 있는 열전달물질;

상기 수직칼럼들과 상기 다수개의 빔에서 상기 수직칼럼과 상기 빔의 접합부위에 형성되는 공동평면;

상기 수직칼럼과 빔들의 접합부에 형성되고, 각각 상기 빔과 상기 수직 칼럼의 공동평면에 마주하는 평평한 지지면(mounting surface)을 갖는 지지부재(mounting members); 및

상기 칼럼과 상기 빔에 상기 지지부재를 지지하는 다수의 기계적 고정구; 및

상기 지지부재의 지지면과 상기 칼럼과 빔의 공동평면사이에 위치되고, 제 1 미양생단계에서 도포되고, 다른 최종 양생단계에서 양생되는 방식의 접착물질;을 포함하여 이루어지며,

상기 기계적 고정구, 지지부재, 빔 및 칼럼들은 상기 접착물질이 제 1미양생 단계에 있는 경우, 설치이음매를 형성하고, 그리고 상기 지지부재, 빔, 칼럼 및 양생된 접착재료는 설치-후 이음매를 형성하며;

상기 설치 이음매는 설치작업도중에 냉각탑구조를 지지할수 있고, 상기 설치-후 이음매는 설치작업후 냉각탑구조의 정하중을 지지할수 있는 냉각탑.

청구항 8

제 7항에 있어서, 상기 설치-후 이음매는 기계적 고정구, 양생된 접착물질, 지지부재, 빔 및 칼럼등을 포함함을 특징으로 하는 냉각탑.

청구항 9

제 7항에 있어서, 상기 냉각탑은 현장 설치(field-erect)구조 임을 특징으로 하는 냉각탑.

청구항 10

제 7항에 있어서, 상기 설치 이음매는 설계 설치 활하중을 지지할수 있고, 상기 설치-후 이음매는 설계 설치-후 활하중을 지지할수 있으며, 상기 빔과 칼럼사이의 각도관계를 유지시킴을 특징으로 하는 냉각탑.

청구항 11

제 7항에 있어서, 상기 설치-후 이음매는 상기 칼럼으로 모멘트를 전달할수 있고, 상기 설치-후 이음매의 모멘트 전달능력은 상기 정하중과 활하중에 일치하는 모멘트를 초과함을 특징으로 하는 냉각탑.

청구항 12

섬유강화 재질로된 복수의 수직 칼럼;

섬유강화 물질로 이루어지고, 각각이 제1 수직 레벨에서 한쌍의 칼럼 사이에서 신장하는 복수의 제1 레벨 빔;

섬유강화 물질로 이루어지고, 각각이 제2 수직 레벨에서 한쌍의 칼럼 사이에서 신장하는 복수의 제2 레벨 빔;

냉각탑내에서 냉각되어야할 유체를 분배하고 상기 제 2수직레벨에 있는 유체 분배시스템;

상기 유체 분배시스템으로부터의 유체와 공기가 통과하고, 상기 제 1수직레벨에 있는 열전달물질;

상기 수직칼럼들과 상기 빔중의 하나에서 상기 수직칼럼과 상기 빔의 접합부위에 형성되는 공동평면;

상기 수직칼럼과 빔들의 접합부에 형성되고, 각각 상기 빔과 상기 수직 칼럼의 공동평면에 마주하는 지지면(mounting surface)을 갖는 지지부재(mounting members);

상기 칼럼과 상기 빔에 상기 지지부재를 지지하는 다수의 기계적 고정구; 및

상기 지지부재의 지지면과 상기 칼럼과 빔의 공동평면사이에 위치되고, 제 1 미양생단계에서 도포되고, 다른 최종 양생단계에서 양생되는 방식의 접착물질;을 포함하여 이루어지며,

정하중하에서, 양생된 접착물질로서 상기 지지부재에 부착된 빔의 어떠한 변형량도 단순지지구조를 갖는 모델빔의 변형량 보다는 모멘트-전달 이음매를 갖는 모델빔의 변형량에 보다 유사하도록 구성된 냉각탑.

청구항 13

제 12항에 있어서, 상기 냉각탑은 현장 설치(field-erect)구조 임을 특징으로 하는 냉각탑.

청구항 14

제 13항에 있어서, 상기 냉각탑은 상기 제 1미양생단계의 접착물질을 갖는 현장 설치(field-erect)구조 임을 특징으로 하는 냉각탑.

청구항 15

제 12항에 있어서, 상기 지지부재는 스테인레스 강재 플레이트를 포함함을 특징으로 하는 냉각탑.

청구항 16

제 15항에 있어서, 상기 스테인레스 강재 플레이트의 지지표면은 거친표면임을 특징으로 하는 냉각탑.

청구항 17

제 12항에 있어서, 상기 이음매는 180 혹은 그 이상의 변형량에 대한 빔 길이비를 산출하는 수직하중에 일치하는 하중에서, 적어도 모델 모멘트-전달 이음매의 모멘트 능력만큼 큰 모멘트 능력을 갖춤을 특징으로 하는 냉각탑.

청구항 18

제 12항에 있어서, 상기 지지부재, 칼럼, 빔, 기계적 고정구 및 미양생 접착물질들은 상기 접착물질이 미양생단계에 있는 경우, 설계설치 하중을 지지할수 있는 설치이음매를 형성하고, 그리고 상기 지지부재, 칼럼, 빔 및 양생된 접착물질은 상기 이음매상의 설계 설치-후 하중을 지지할수 있는 설치-후 이음매를 형성함을 특징으로 하는 냉각탑.

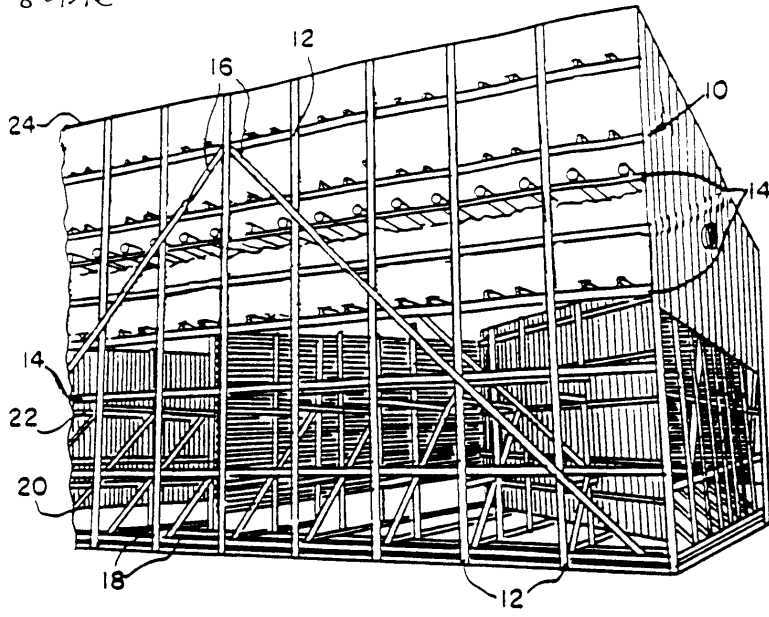
청구항 19

제 12항에 있어서, 베이스, 상기 베이스와 열전달물질 레벨 사이의 공기유입레벨 및, 상기 공기유입레벨에 장착된 다수개의 교차 버팀대를 추가포함하고, 상기 열전달 레벨과 유체분배레벨은 하중지지 교차 버팀대가 없도록 구성됨을 특징으로 하는 냉각탑.

도면

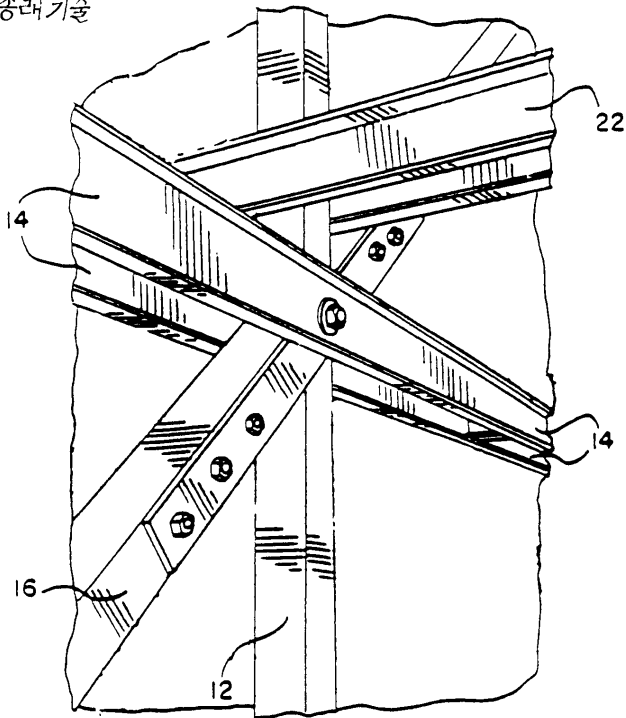
도면1

종래기술

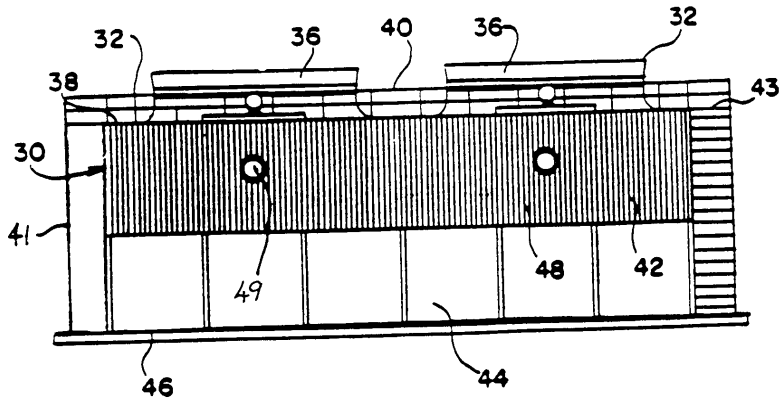


도면2

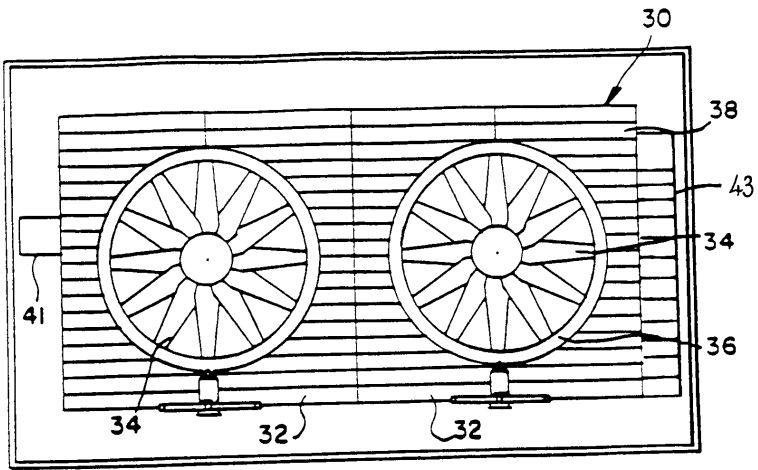
종래기술



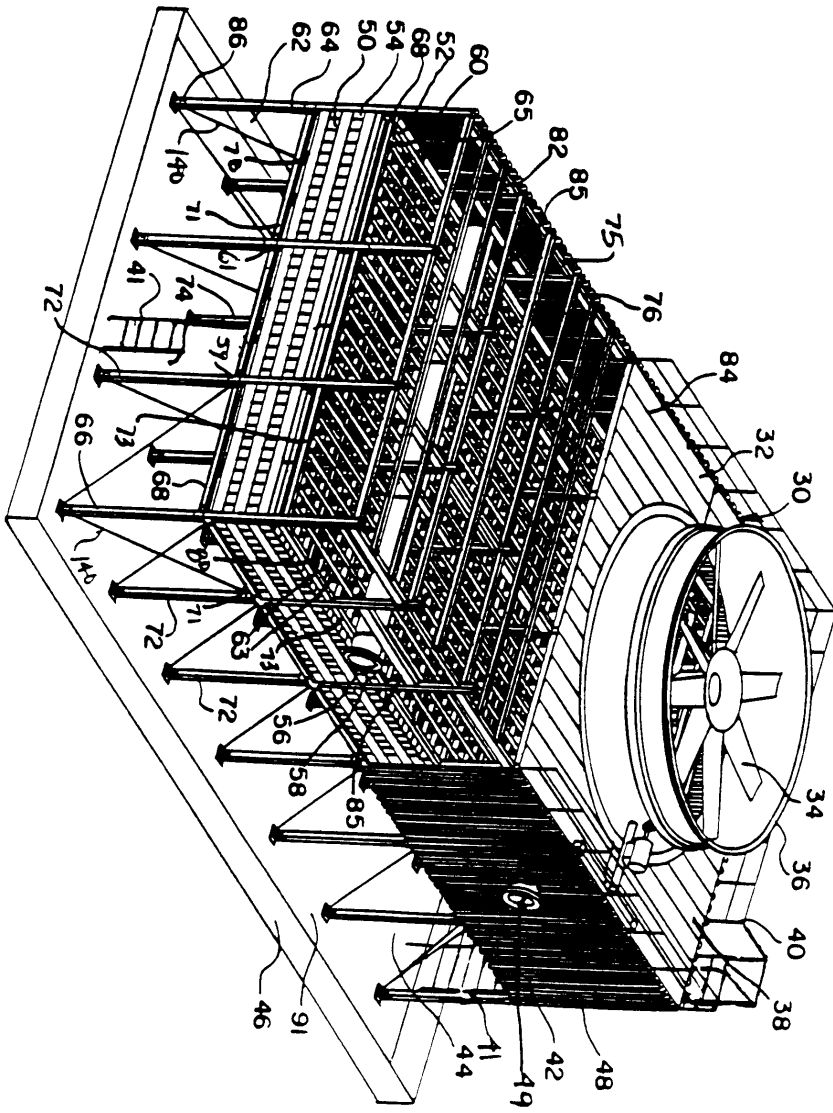
도면3



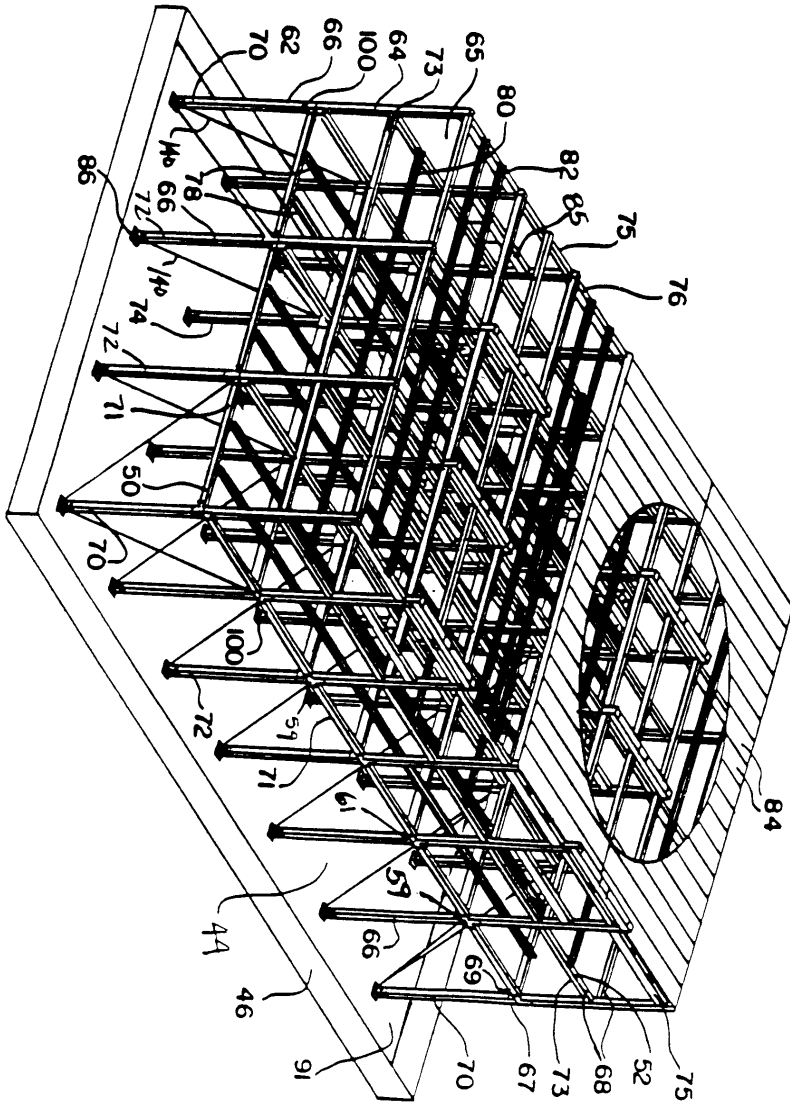
도면4



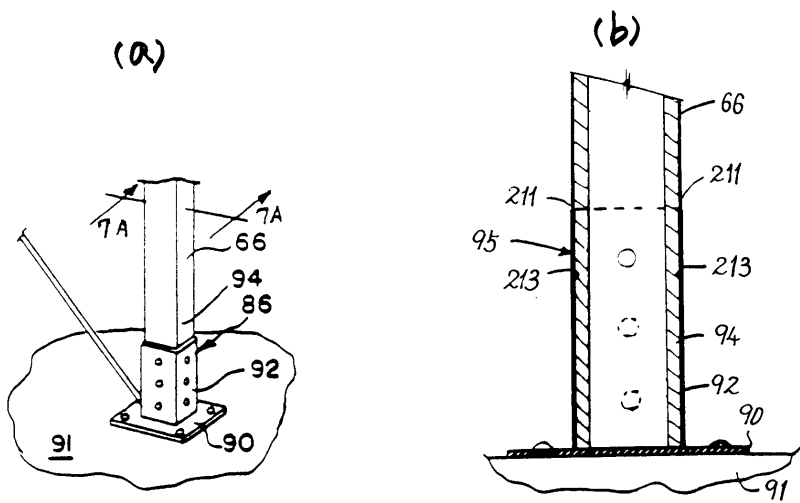
도면5



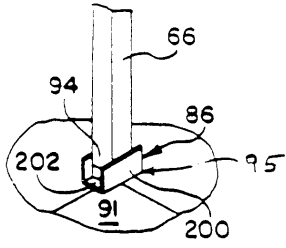
도면6



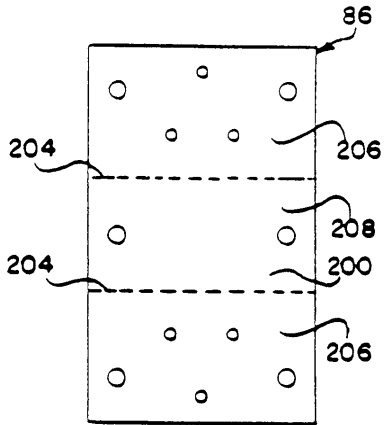
도면7



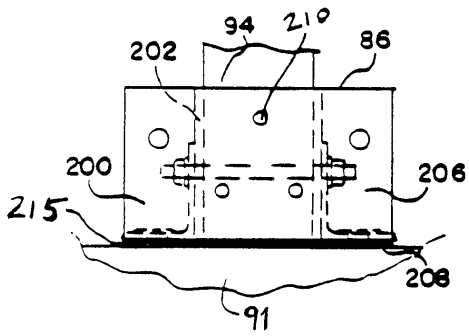
도면8



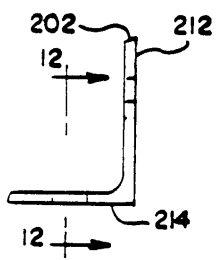
도면9



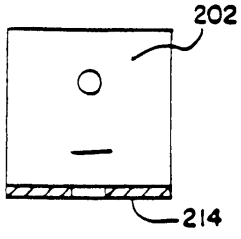
도면10



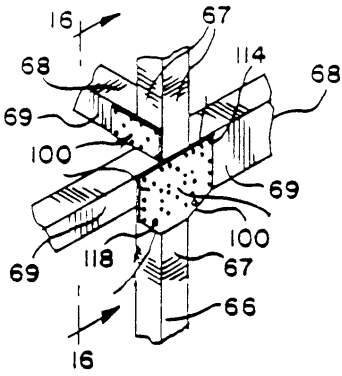
도면11



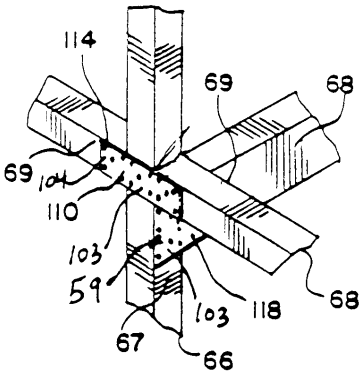
도면12



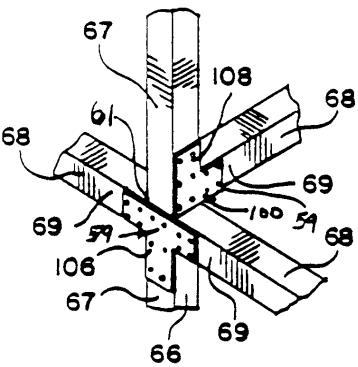
도면13



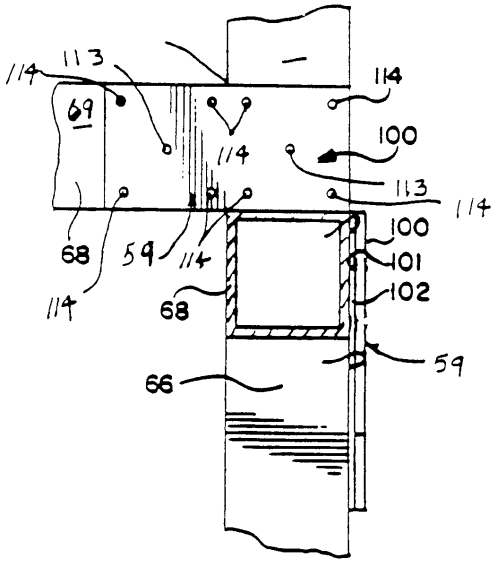
도면14



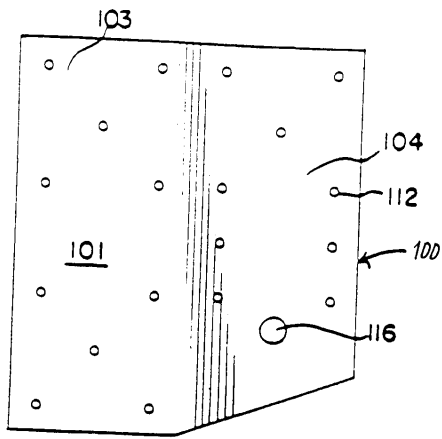
도면15



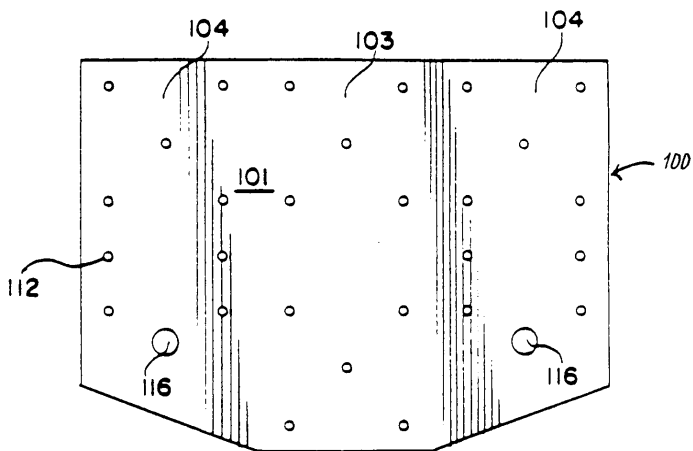
도면16



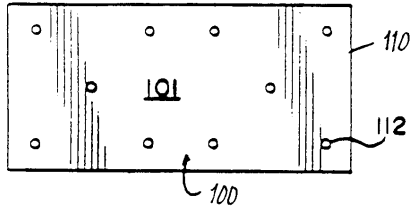
도면17



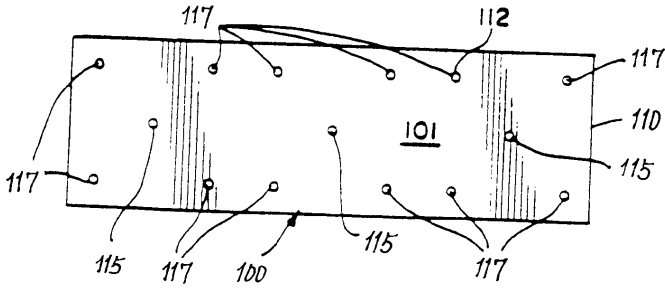
도면18



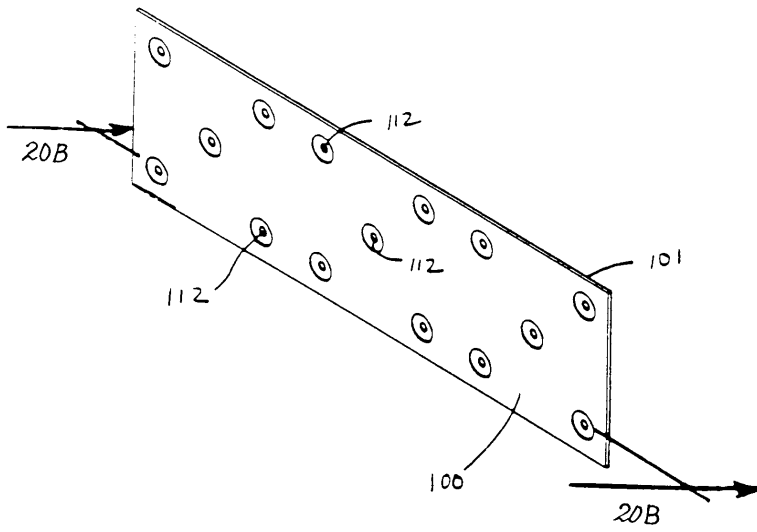
도면19



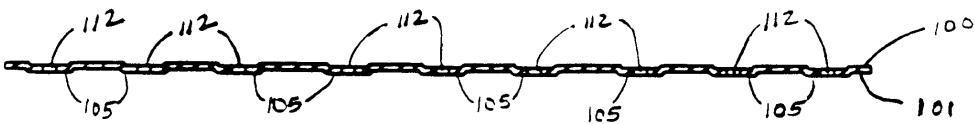
도면20a



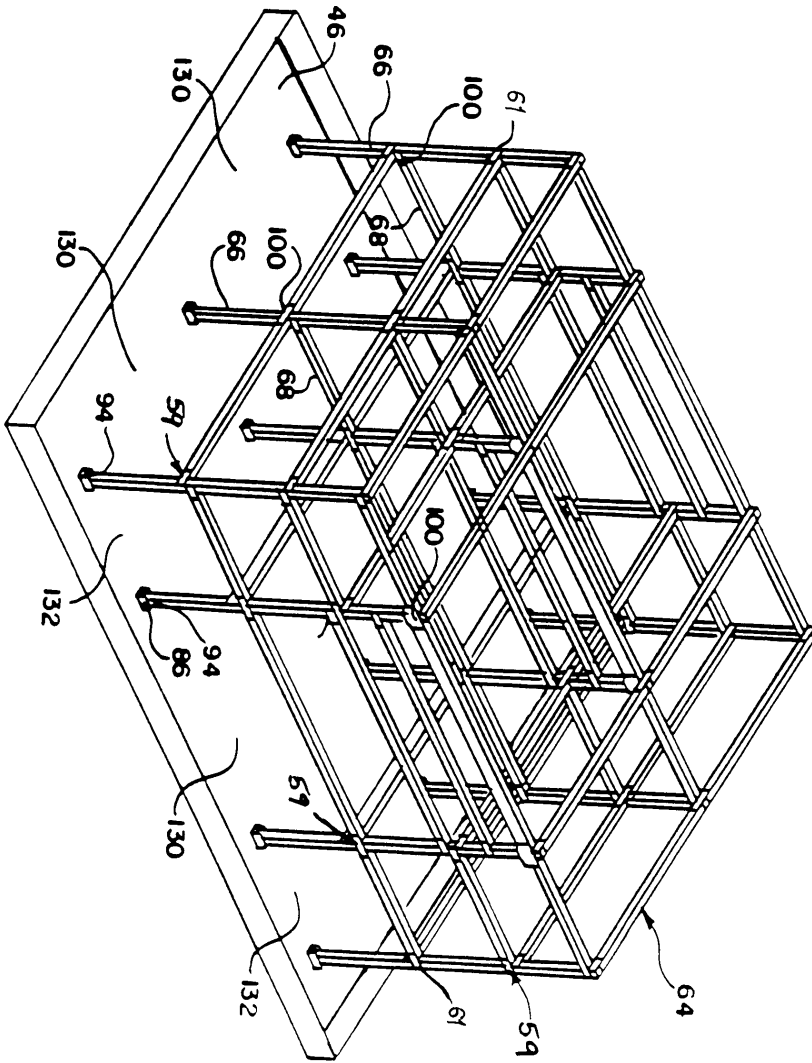
도면20b



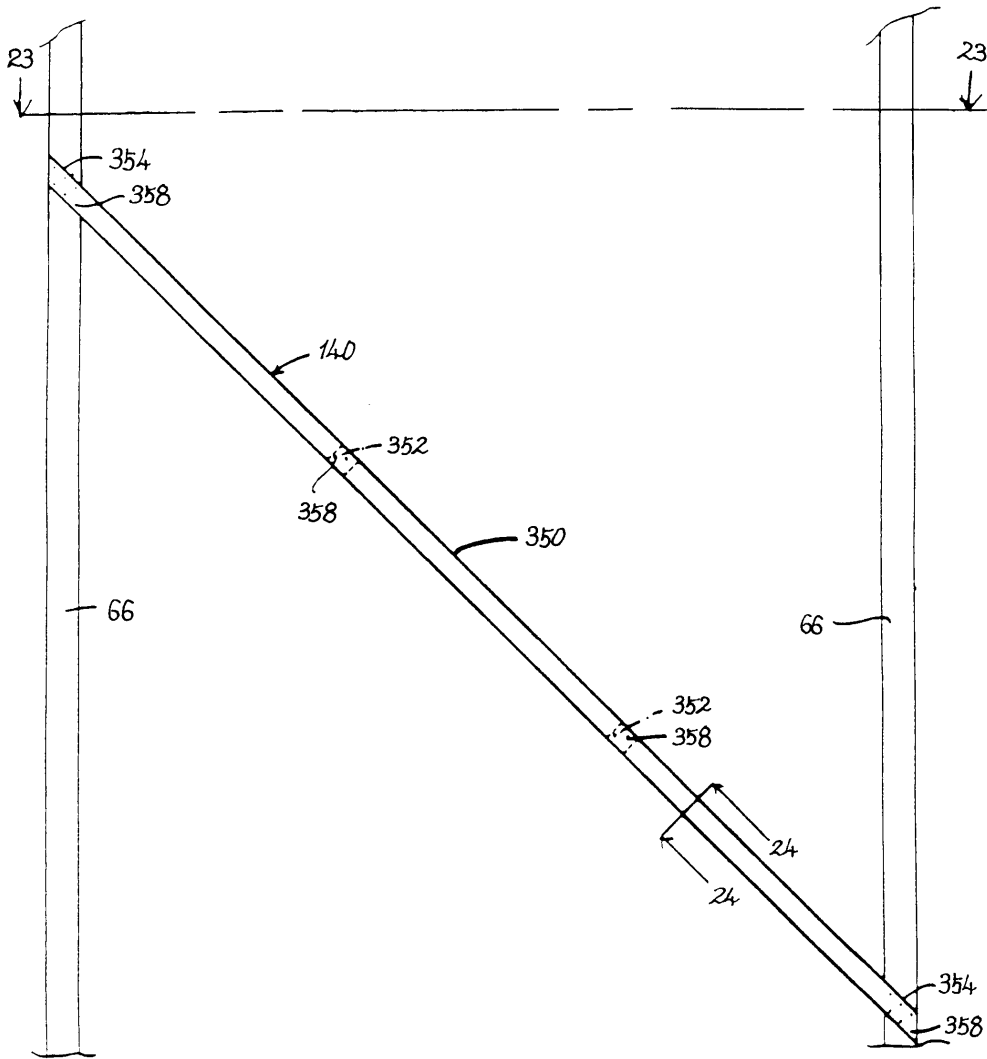
도면20c



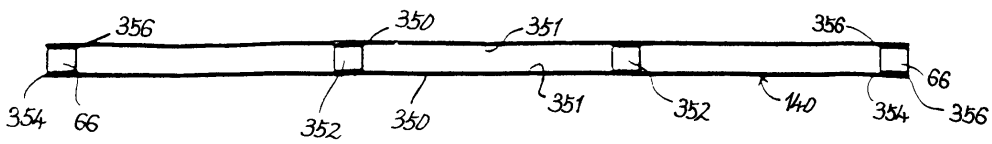
도면21



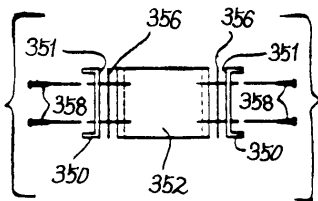
도면22



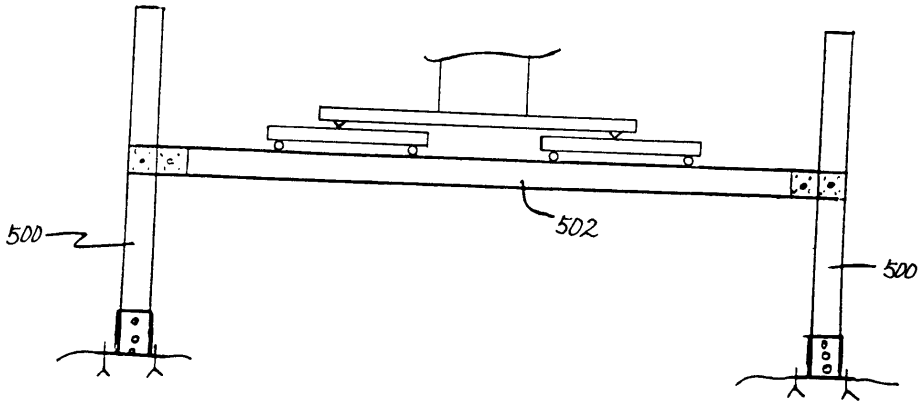
도면23



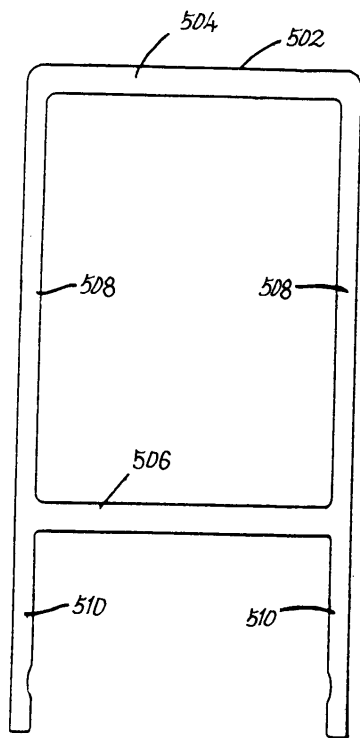
도면24



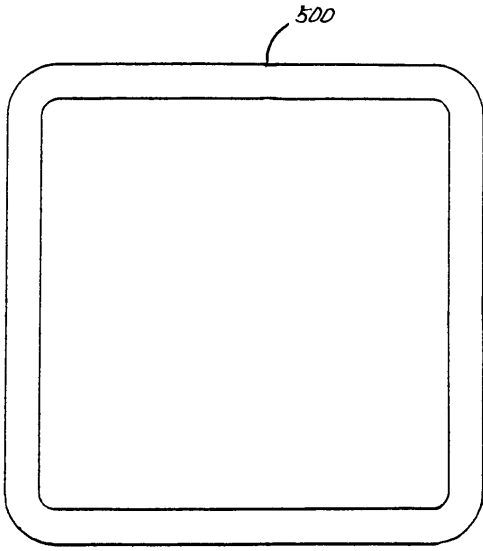
도면25

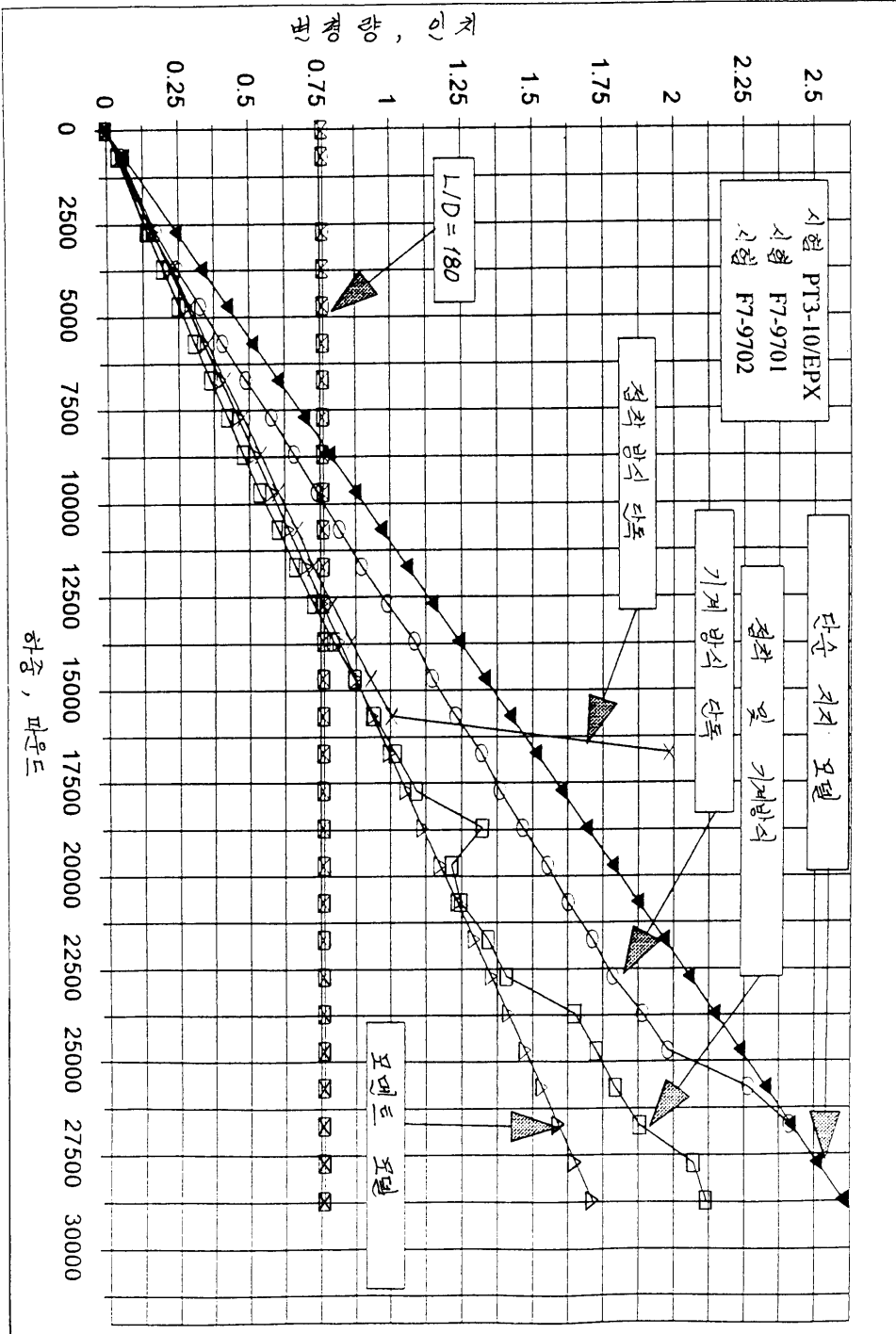


도면26

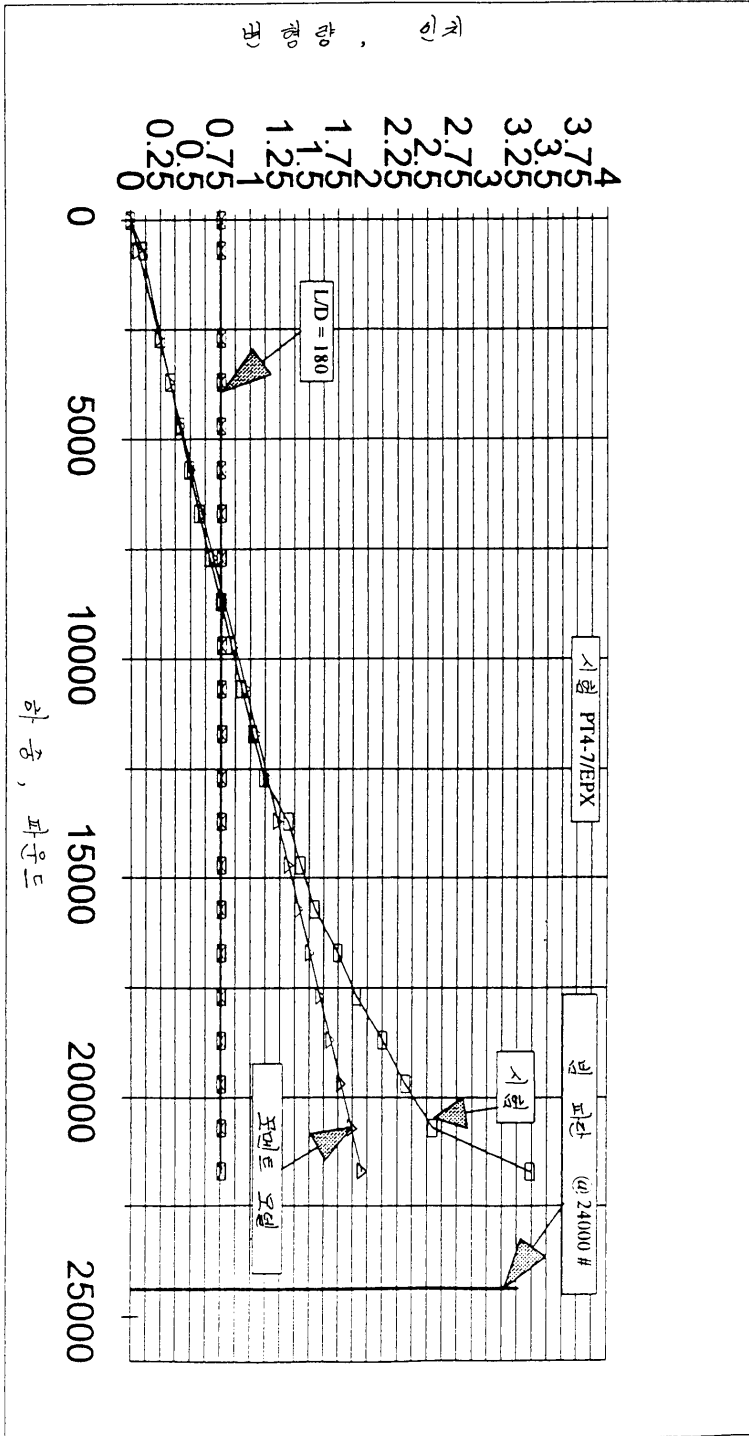


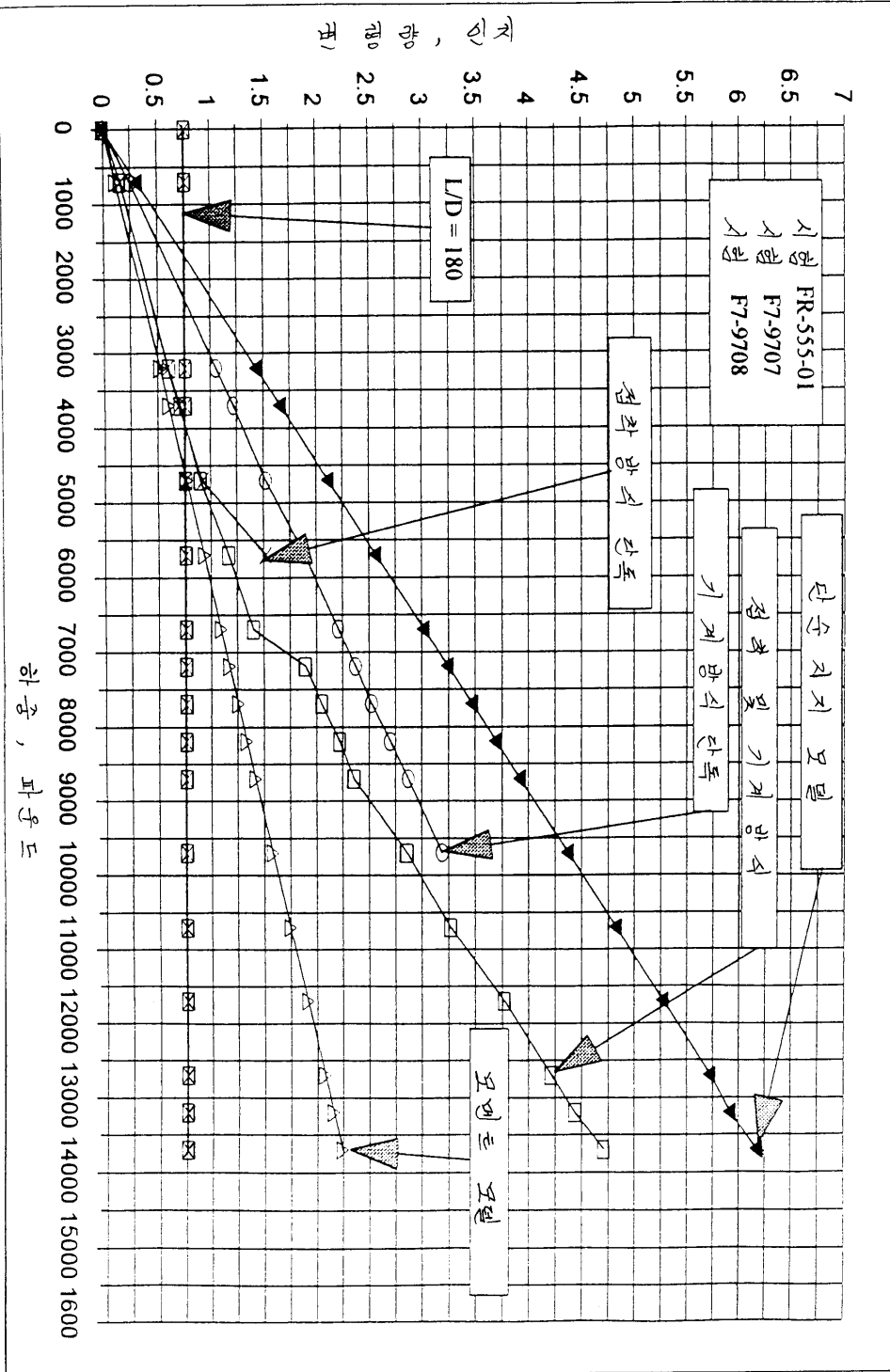
도면27



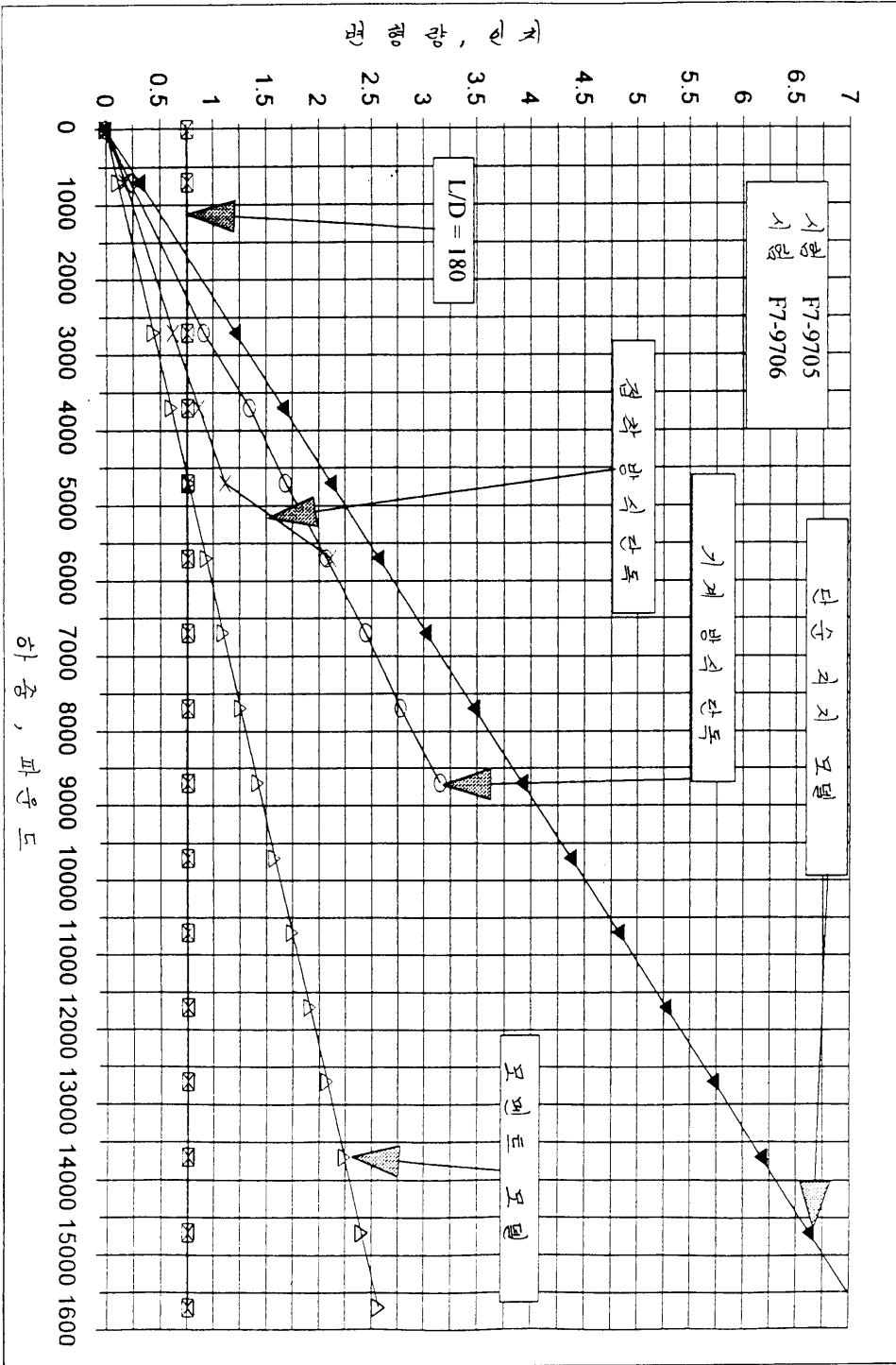


하중, 파손드

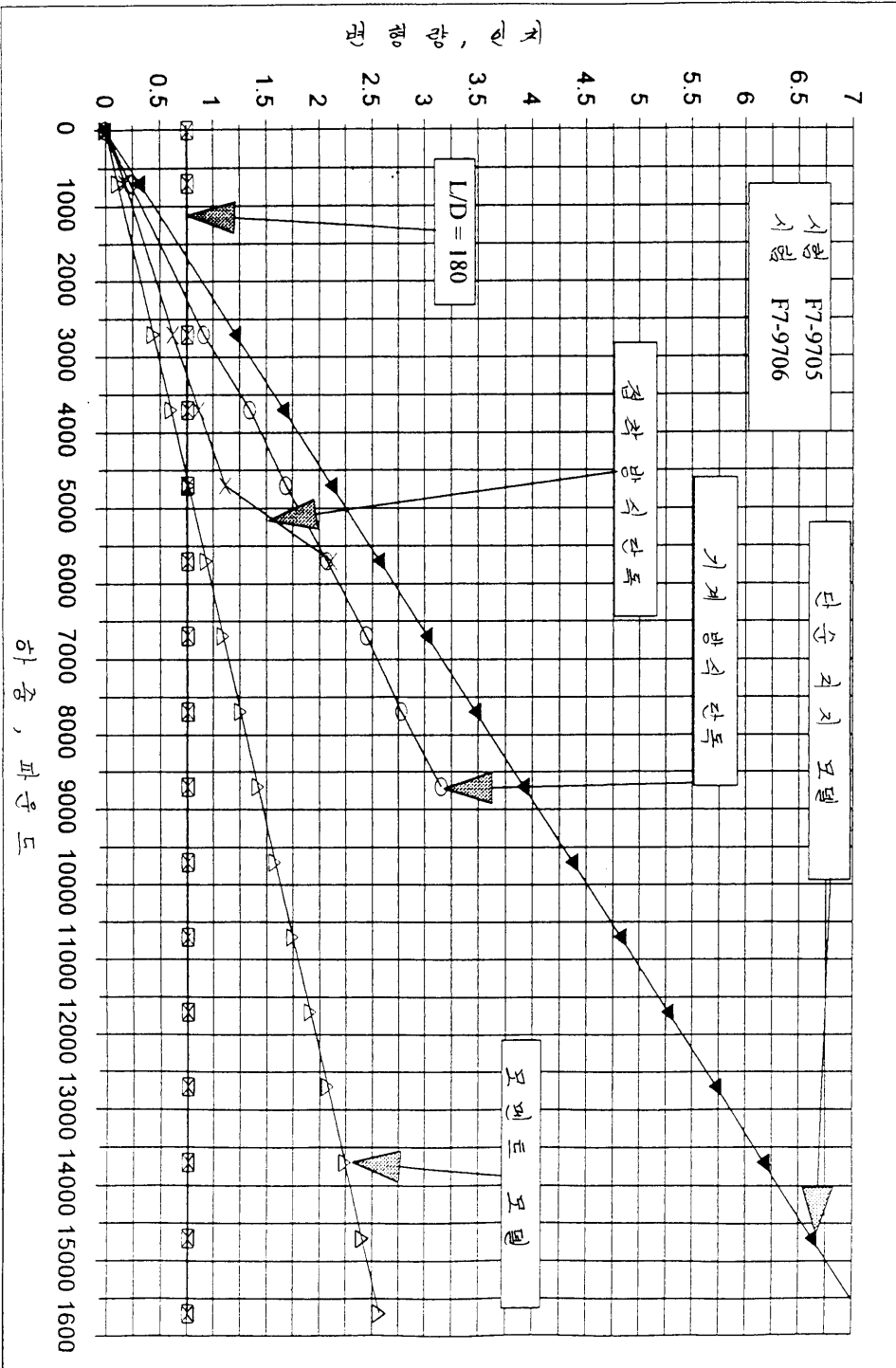


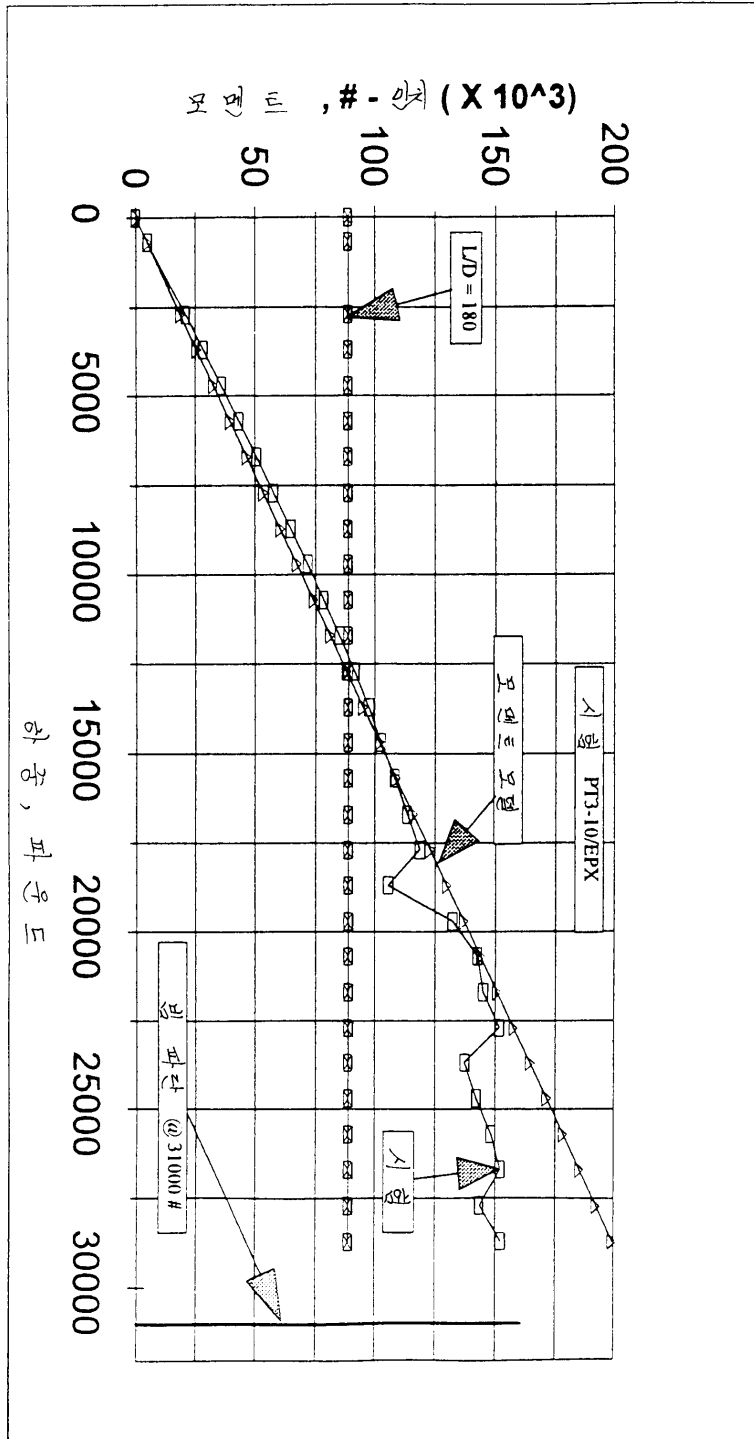


도면31



이하 중, 파운드





도면34

