

막구조의 금후의 과제

권 택 진*

1. 서언

막구조(膜構造)는 전술한 바와 같이 오랜 역사를 통해서 발전을 거듭해 오면서, 이 시대의 필요성에 따라서 나타나는 대공간(大空間)을 구성하는데 커다란 역할을 하고 있음을, 세계 각국의 현황을 봄으로써 우리들은 이해할 수 있다. 그러나 막구조의 인식부족과 아울러 금후에도 많은 문제점을 안고 있으며 또한 강력한 장력을 갖는 막재료의 출현으로 무한한 가능성도 배제할 수 없는 흥미로운 건축 구조분야이기도 하다.

본 고에서는 금후의 과제를 다음과 같이 몇개의 분야별로 즉, 막구조의 보급 및 정착, 막재료의 장래 및 막구조의 새로운 가능성 등에 대한 과제에 대해 기술하고자 한다.

2. 막구조의 보급 및 정착

외국 선진제국에서도 막구조물에 대한 협회 및 위원회 등이 구성되어 있어서 법적인 보호아래 보급되고 또한 장차시키려고 하는 단계에 있는데 우리나라에서는 건축구조물로서의 시작단계에 불과하다. 앞으로 우리나라에서도 보급 및 정착을 위한 검토사항을 열거해 보면

- (가) 법적사항 (나) 시공상의 문제
- (다) 설계상의 문제 (라) 구조상의 문제
- (마) 재료상의 문제 (바) 방재(防災) 문제

- (사) 표준화 문제 (아) 원가 문제
- (자) 환경상의 문제점

등을 들 수 있다. 상기 9개의 항목중에서 세부적인 검토과제에 대해서 앞으로 연구되어야 할 많은 문제점을 들 수 있을 것이다. 이외에도 막구조에 대한 홍보 및 교육관계에서도 검토되어야 할 것이다.

건물의 역사에 있어서도 막구조중의 텐트구조는 건물의 기원이라고 할 수 있을 정도로 오래 되었다. 그러나 우리나라는 물론 선진제국에서도 이 방면의 기술축적은 철근 콘크리트 구조와 강구조에 비해서 대단히 적다. 그 이유의 하나로써, 막재료의 내구성, 방화성 등이 타재료에 비해서 낮기 때문에 단기간의 가설적인 용도로 쓰여진 점이다. 따라서 건축물로서의 내구성, 강도, 방화성능에 대한 연구와 구조해석 등은 그다지 성행될 수 없었다. 특히 독일에서는 막구조를 건축법규상에 가설 건축물이라는 개념이 아니고 다른 구조물 형식과 마찬가지로 항구적인 건축물로서 취급했기 때문에 이 방면의 연구가 꽤 체계적이고 조직적으로 수행되었다. 따라서 이들은 많은 국제회의를 개최하고 세계의 막구조 연구자와 교류를 갖게되었다. 또한 IASS(International Association for Shell and Spatial Structures)에서도 서스펜션 구조 및 공기막구조의 소위원회가 설립되어 세계적인 막구조의 기준작성이 진행되고 있다.

이들의 세계적인 움직임이 현재 막구조 분야에 영향을 끼치긴 했으나, 아직도 일반인에게는 생소한 감이 없지 않다. 그 원인의 하나로써, 우리나라는 물론 선진제국에서도 토목·건축 강의중에 막

* 부회장, 성균관대학교 건축공학과 교수 공학박사

구조에 관하여 칭강할 기회는 일부 대학을 제외하고는 거의 없는 현상을 들 수 있다. 장래 건축·토목분야에 종사하려고 하는 학생도 학문으로 막구조를 알고 있는 사람은 전체 수로써 생각해 보면 거의 없는 실정이다. 막구조의 장래 발전은 막재료의 개발뿐 아니라 막구조의 연구자, 설계자, 시공 담당자의 육성을 고려하여 각 분야의 내실을 꾀할 필요가 있다고 생각한다.

3. 막재료의 장래

막재료에 요구되는 성능을 대별하면 기계적 성능, 화학적 성능 및 방화 성능이다. 현재는 재료에 따라 기계적, 화학적 성능을 향상시키는 데는 비교적 용이하나 방화 성능을 향상시키는 데는 어려운 문제를 안고 있고, 방화 성능을 부여하는 정도에 따라 기계적, 화학적 성능이 제한을 받는 경우도 생긴다. 이웃 일본에서는, 사용되는 막재료에 요구되는 방화 성능으로, 사용조건에 따라서 ㉠ 타지 않는다 ㉡ 타서 떨어져 나가지 않는다 ㉢ 타서 번지지 않는다로 분류하고 있다. 따라서 막재료는 (1)㉠을 만족하는 것 (2) ㉡㉢을 겸비하는 것 (3)㉢을 만족되는 것 3종류의 막재료를 준비해 둘 필요가 있다고 규정짓고 있다. 현재 일본에서 사용되는 대표적인 것으로서 상기 (1)에는 4불화 에치렌수지-유리섬유포 (2)는 PVC-유리섬유포 (3)은 PVC-포리에스텔포 등이 해당된다. 이들 막재료는 용도, 규모, 지역 등에 따라서 각각 사용되어야 된다. 한편 상술한 막재료는 각각 방화 성능은 만족한다고 하더라도 역학적 성능이나 경제성면에서 반드시 만족한다고 말할 수 없을 것이다. 예를 들면(1)은 4불화 에치렌수지를 사용하기 때문에 고가인 점이 있고 (1), (2)의 공통적인 결점으로써 유리섬유포를 이용하기 때문에 굴곡에 약한 점을 들 수 있다. 이 굴곡에 약한 결점은 설계 막재료의 가공 등으로 어느정도 해결된다고 하더라도 모두가 해결된다고 할 수 없음을 인식해야 한다. 유리섬유는 기계적 성능(굴곡은 제외), 방화성능 및 경제성을 고려하면 (1), (2)에 대해서 현존하는 섬유소재로서 유일한 것이다.

금후 이들 성능을 만족해야 하는 섬유소재, 보다 더욱 경제적 소재의 개발이 급선무임과 동시에 유리섬유의 방사(紡絲)-제직(製織)-피복가공 등 일련의 공정을 통해서 어떻게 굴곡성을 향상시키는가의 연구가 필요하게 된다.

다음 막구조물이 항구건축물로서 인식하게 되면 내구성외에도 더러워지는 것 등, 미관상의 면에서도 자연히 엄하게 요구될 것이다. 여기에 대비책으로 PVC표면에 아크릴 코오팅한 정도가 방오성(防汚性)의 일반적이다. 이것도 금후 개발 테마의 하나이다.

우리나라에서도 실리콘 유리섬유포는 개발되어 시공예가 있다. 우리도 하루속히 기계적 성능, 화학적 성능이나 방오 성능이 우수한 4불화 에치렌 유리섬유포를 싼 가격으로 생산되기를 바라는 맘 간절하다.

4. 막구조의 새로운 가능성

과거 막구조물이라고 하면 구약성서에도 나오는 유목민의 주거, 등산 텐트 등 대단히 경미한 인상을 주어왔지만 현재, 막재료의 현저한 성능향상으로 건축·토목적인 용도에까지 막구조의 용도가 넓어지고 있다. 그중에도 통로상의 지붕, 버스정류장 지붕, 휴게소 지붕 등 수많은 건설되고 있고, 막재료의 경량성에 따라 대스팬구조가 경제적으로 가능하기 때문에 스포츠 연습장, 테니스 코트 지붕 등 스포츠 시설에도 증가추세에 있다.

현재 막구조의 수요를 열거해 보면, 스포츠 시설로서 (1) 다목적 스타디움 (2) 체육관 (3) 야구장 (4) 테니스장 (5) 수영장 등이 있고, 상업시설로서는 (6) 백화점, 문화시설로서는 (7) 유흥장 (8) 전시장 (9) 극장 등이고 옥외시설로서 (10) 통로 (11) 피난처, 교통 시설로서 (12) 버스터미널 (13) 공항터미널 (14) 비행기 격납고 등이고 통신시설로서는 (15) 레이더 돔 (16) 실험동, 프랜트시설로서는 (17) 공장 (18) 처리장, 저장시설로서는 (19) 창고 (20) 사이로, 향만시설로서는 (21) 오일 펜스, 토목시설로서는 (22) 콘크리트 거푸집 (23) 콘크리트 거푸집 보호막 (24) 건설현장 보호막 (25) 쇼트브래스트 보호막, 농업 시설

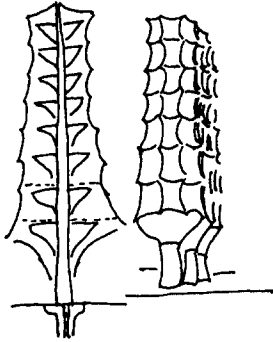


그림 1

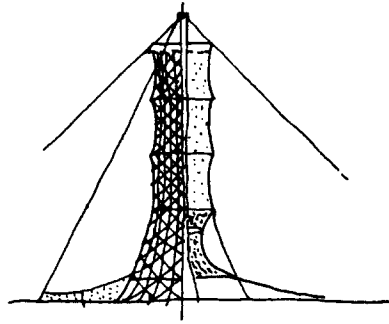


그림 2)

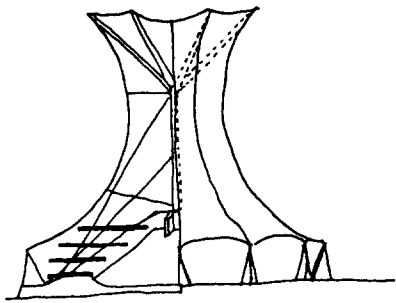


그림 3

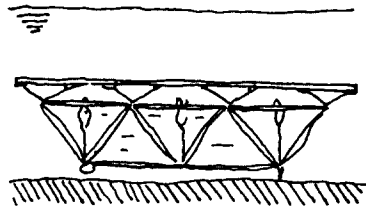
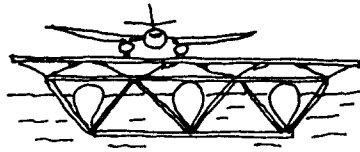


그림 4

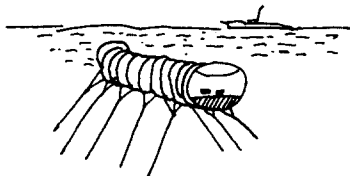


그림 5

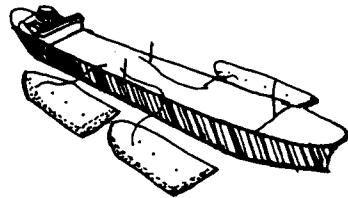


그림 6

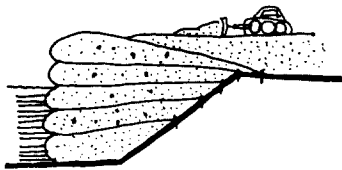


그림 7

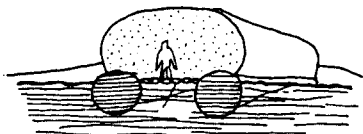


그림 9

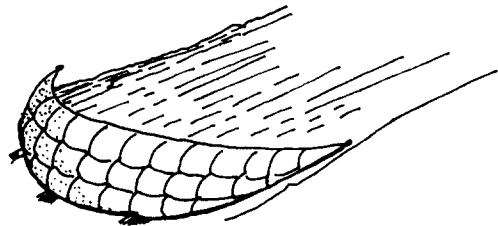


그림 8

로서는, (26) 온실, 식물원, 놀이기구로서는 (27) 공기막 놀이동산 (28) 이동식 수영장 (29) 미끄럼틀 등이고, 기타, (30) 집하 작업지붕 (31) 도매시장 (32) 식당 (33) 구형 에어텐트 스크린 (34) 동물원 (35) 유흥장 (36) 열기구 (37) 천정 (38) 관람회 문 (39) 비상용 매트 (40) 광고탑 (41) 모뉴먼트 (42) 낙하산 등 실로 다양하게 사용되고 있다.

상기와 같은 용도 이외에도, 무수한 응용이 가능하다. 금후 개발연구를 해야하는 응용분야에서 극히 일부분이지만 Frei Otto 등이 제안한 예를 들어 본다. 이들중에는 벌써 축소규모의 연구가 진행되고 있는 것도 있다.

1) 외벽(커텐 월) : 콘크리트, 알루미늄 등을 대신하여 가볍고 시공이 용이한 커텐월 : 다양한 곡면이 가능함.(그림1)

2) 상승기류를 이용한 발전소 : 지상의 따뜻한 공기가 통내로 자연적으로 상승하는 연돌효과(煙突效果)를 이용하여 통하부에 설치된 로타를 회전시켜 발전한다.(그림 2)

3) 냉각탑 : 지금까지 콘크리트나 철골트러스로서 건설되어 왔는데, 냉각효과를 올리려고 하면 탑의 높이가 문제가 되었지만, 콘크리트나 철골로는 불가능한 높이 (200m이상)도 가능하게 된다.(그림 3)

4) 부상 활주로(상설 혹은 가설) : 비행장의 활주로는 사용중일때는 해상에 설치하고, 배의 운행에 지장이 있을 때나 폭풍시에는 해저에 가라앉혀도 된다.(그림 4)

5) 해중터널 : 공기를 불어 넣은 크게 보강된 튜브를 해중에 설치하고 사람이나 자동차 등이 이동할 수 있도록 한다.(그림 5)

6) 해상 비축탱크 : 비축탱크를 막으로 만든다. 탱크를 대단히 가볍고, 역학적으로 이상적인 곡면형성이 가능하고, 비축하지 않을 때는 탱크의 수납

운반이 용이하다.(그림 6)

7) 막벽 매립공법 : 보통 철관이나 콘크리트 판넬로서 형성되는 벽면을 막으로 만들면, 경제적이고 가볍기 때문에 시공이 용이하다.(그림 7)

8) 댐 : 콘크리트나 토사로서 만드는 종래공법 대신에 케이블 등으로 보강된 막면 댐.(그림 8)

9) 수상보도 : 공기를 불어 넣은 튜브의 하부에 고수압튜브를 붙임으로서 구조적으로 강성을 높혀 사람이 물위를 걸어 다닐 수 있는 터널.(그림9)

그외에도 가동제방, 가설댐, 액체용 탱크, 비축가스 탱크, 막식중력 앵커기초, 막면 브라인더, 방풍 및 방사벽, 막지붕을 붙인 배육상 이착륙장, 수상도로 등 실로 다양한 가능성을 갖고 있다.

대공간 구조(I)이란 제목으로 특집을 구상하면서 집필자 여러분께 넉넉한 시간을 드리지 못하고 짧은 시간에 어려운 부탁을 드려서 우선 송구스럽고 또한 감사를 드립니다. 읽으시는 여러분께서도 너무나 피상적으로 엮어가게 된 점을 널리 이해해주시고 앞으로 이분야 발전을 위해 많은 관심을 주시기를 바랍니다. 원고정리에 수고를 아끼지 않은 권익노, 이장복군에게도 지면을 빌려 치하하는 바이다.

참 고 문 헌

1. Geiger, D.H, "The Possibility of Membrane Structures", Bulletin of the IASS, N91, Vol. 27-2, August, 1986.
2. Frei Otto, TENSILE STURCTURES (I)(II), MIT Press, Cambridge, Mass., 1973
3. 日本膜構造協會編, 膜構造, 日本膜構造協會, 5月, 1990.
4. 坪井善勝, 半谷裕彦, 齊藤公男, 石井一夫, 大空間構造, 日本建築學會建築雜誌, Vol.101, No.1246, 5月, 1986.