

## 일산 웨스턴 돔 지붕

- The Ilsan Western Dome Fabric Roof -



조 병 옥\*  
Cho, Byung-Wook

현대사회의 복합건축물은 접근성, 다양성, 편리성을 추구하고 있으며 단일용도의 시설물만으로는 욕구 충족을 할 수 없어 하나의 공간 안에서 여러 욕구와 수요를 해결하고자 하는 것이 보편화된 상황이며 현실인 것이다.

우리 주변의 환경 변화는 사회적인 것이고 세계화 되어가는 우리 모두의 현실인 것이다. 이러한 환경변화는 사업주의 상업시설사업의 다각화와 재래시장의 현대화, 상업지역내 주상복합건축물의 개발 등으로 진행되어 왔으며 상업시설은 우리생활과 밀접한 거리에 있을 것이다.

상업시설이 현대화, 대형화되면서 지붕형태를 막구조로 선택하는 여러 건축주가 있어 왔으나 실제 접목하기란 그리 쉽지만은 않았다.

이러한 상황에서 일산에 초대형 쇼핑몰과 업무시설인 웨스턴 돔 & 타워는 계획되어졌고, 실제 시공을 하게 되었으며 당사는 막구조 부분에 대한 참여업체로 선정되었다. 36개월 동안 이루어진 설계에서 시공까지의 전반적인 과정을 소개하고자 한다.

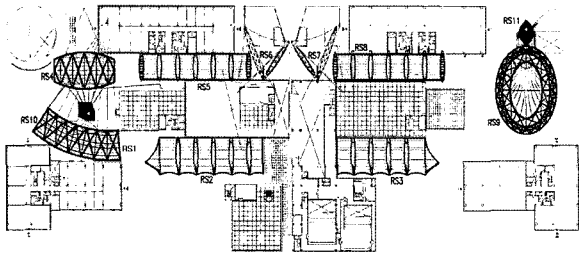
### 1. 건축적인 개요

- 1) 구조물명 : 웨스턴 돔 & 타워
  - 2) 위 치 : 고양시 일산구 장항동
  - 3) 건축설계자 : (주) 해안건축
  - 4) 구조설계자 : (주)토담구조  
막구조 철골+케이블 부분: 쓰리디구조
  - 5) CM : 한국 파슨스 브링커호프
  - 6) 감 리 : 한중건축사 사무소
  - 7) 시공사 : (주)한라건설, 청원건설
- 일산 웨스턴 돔 & 타워는 4개의 오피스 타워로



〈그림 1〉 웨스턴 돔 & 타워 투시도

\* 정희원, (주) 타이가, 부사장



〈그림 2〉 막 구조 배치도

이루어진 업무시설과 쇼핑시설인 웨스턴 돔이 어우러져 있으며 쇼핑물 19,281평, '오피스' 16,520평 전체 35,802평의 규모의 초대형 복합 상업시설 건축물이다. 준공은 2007년 3월로 예정되어있다.

웨스턴 돔의 막구조는 무엇보다 사계절 자연의 변화를 시각적으로 느낄 수 있는 개방형 막구조로 설계하였으며 9개(RS01~RS09)의 다양한 형태로 구성되어 있어 쇼핑물 이용 고객이 동선을 따라 이동시에도 변화하는 지붕형태로 지루하지 않은 환경을 제공하고 있다.

또한 반투명인 막소재(투광율 약 12%의 PTFE 코팅 유리섬유막)와 투명인 복층강화유리(투광율 95% 이상)의 혼합사용으로 투광율의 차이에 의한 색다른 느낌을 주고 있다.

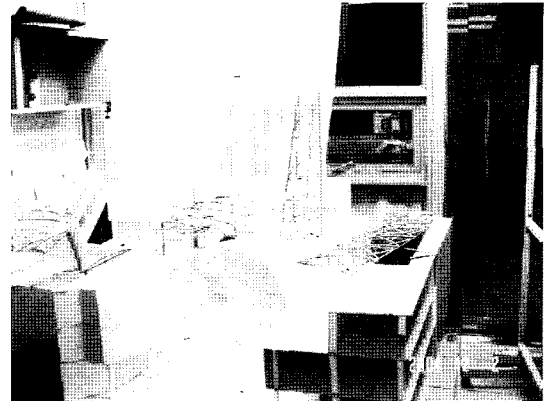
## 2. 막 구조의 설계

일반적으로 막구조 시공은 설계가 끝나서 납품이 되고 난후 시공사로부터 하도급을 받는 형태로 진행되었으나 웨스턴 돔은 하도급 계약후 계획설계확정, 풍동시험, 실시설계, Shop Dwg이 진행되는 발전된 형태의 발주 방법이었다.

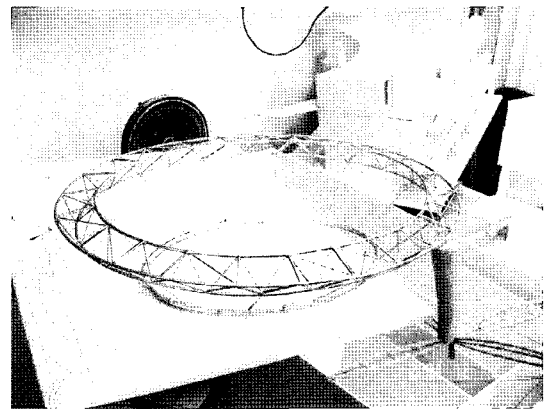
막구조 디자인은 건축 설계 사무소인 해안건축과 협력하여 기본설계를 Develop하였으며 최종 형상작업을 한 후 건축주에 의해 결정되었다.

웨스턴돔은 4동의 건물 사이에 막구조 지붕이 설치되는 형태로 디자인이 확정 된 후 형상해석과정 후 전북대학교 풍동시험 연구소에서 풍압시험을 실시하여 결과를 구조계산에 반영하였다.

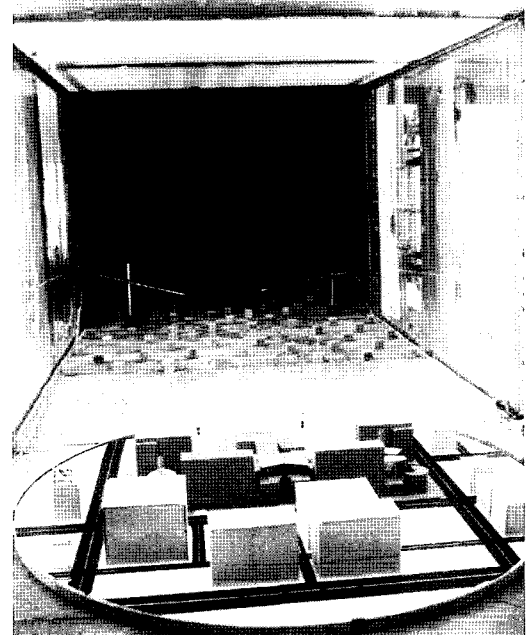
총 9개동의 막구조 지붕을 설계하였으나 막구조가 얹혀지는 하부건물 및 막구조 외의 구조문제 및 건축물과의 연관성을 고려하여야 했기 때문에 많은



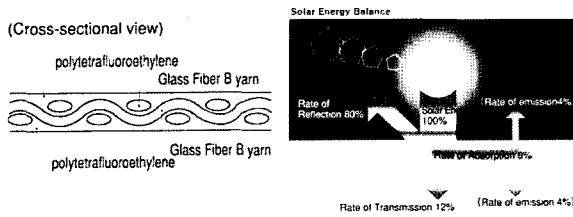
〈그림 3〉 디자인시 모형제작



〈그림 4〉 RS-09의 Ring Truss모형



〈그림 5〉 풍동시험 모형 및 전경



〈그림 6〉 PTFE의 구성

시간과 많은 협의가 필요했다. 이를 위해 전체구조물에 대하여 3D Modelring을 하여 설계를 진행하여야 했다.

RS-06, RS-09 구조물의 설계시에는 코너부위의 상세나 Top Ring 부분의 상세를 해결하는데 많은 시간과 노력을 들였으며, 막구조와 건물이 연결되는 거터부분의 상세는 건축적인 미와 구조적인 요건들을 동시에 해결하기에 여러 어려움이 있었다. 막구조 응력해석에서 우리를 당황하게 만들었던 RS-09의 경우 형상을 수차례 검토하여 건축설계사무소에서 원하는 형상으로 다듬어 갔다.

웨스턴돔에 사용된 막재는 PTFE(테프론) 막재로 일본 Chukoh사의 FGT-800 제품을 사용하였으며 막재의 구성은 유리섬유(B-Yarn)를 방사하여 직조한 후 테프론으로 코팅한 제품으로 자정성이 좋으며 내구성이 우수한 소재이다.

### 3. 막 구조시공

설계도면 및 현장상황의 여러 가지 복합적인 면을 검토하여 장비의 진입과 인원배치 계획을 면밀히 세웠다. 이번 공사에서는 다른 공정과의 공정간섭을 줄이는 막구조 시공의 최대 관건이었다.

막구조 시공은 기초공사시 철골구조물의 앵커작업을 하면서 공사가 시작되고 공사현장 마지막에 막재를 제작하여 설치하는 것으로 끝나는데 어떻게 보면 공기가 가장 많이 소요되는 작업이라 하겠다. 웨스턴 돔의 경우 기초공사 후 1년 후 막설치가 시작되어 약 3개월 남짓 소요되었다.

여러 공정이 복합되어 공사를 하다 보니 공정간의 간섭이 생겨 작업을 진행 하다가 중단되는 경우도 있었으나 상호 협조하는 분위기가 조성되었으며 원청사인 한라건설의 종합적인 관리로 별 어려움

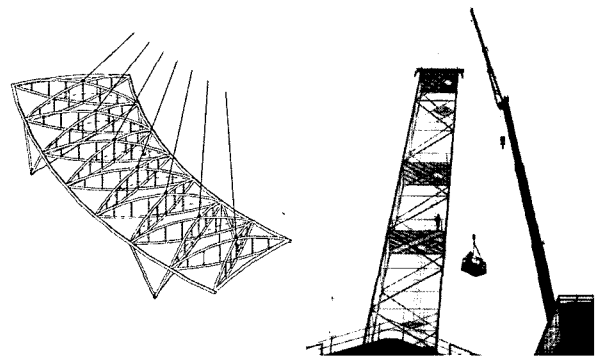
없이 시공을 할 수 있었다.

9동 전체에 대하여 소개를 하자면 지면이 부족할 것 같아 형태와 구조 방식이 비슷한 사례들을 모아 실제 시공에 대하여 언급하고자 합니다.

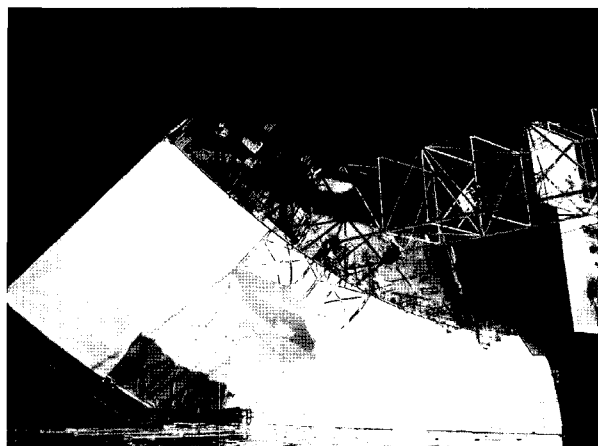
#### 3.1 RS-01, RS-04

막은 X 자형의 철골트러스가 각각의 패널을 형성하고 각 패널사이에는 valley cable로 눌러주어 풍압에 효과적으로 저항하게 설계하였다. 철골구조물은 기둥하부지점 4개소에서 지지되며 상부의 Suspension Cable 7개가 근접건물 옥상에 설치된 철골타워에 매달려있는 현수구조물이다.

상부의 suspension 케이블은 막 설치후 장력을 도입하여 하부 트러스가 케이블에 의하여 상부로 책임되는 현상을 볼 수 있었고 막의 형태도 안정되는 것을 볼 수 있었다.



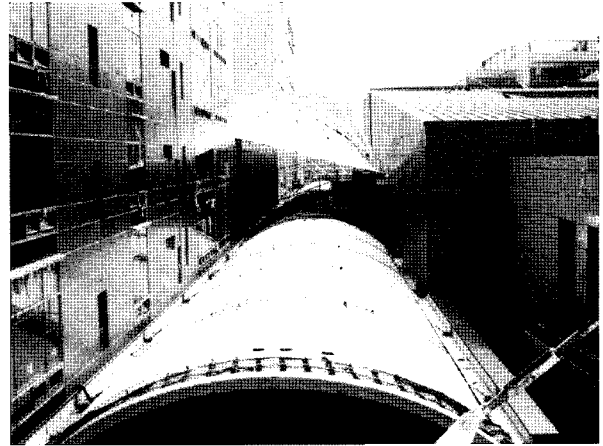
〈그림 7〉 PTFE의 구성



〈그림 8〉 RS-01 막 설치후의 전경



〈그림 9〉 RS-02 막 설치 내부전경



〈그림 11〉 RS-08 외부전경

### 3.2 RS-02, RS-03

오피스동과 연결되는 연속아치형태의 구조물로 막의 단부 한 부분은 철골에 고정되어 있고 반대측은 Catenary Cable 로 현수곡선을 이루거나 직선으로 철골에 고정된 형태이다. 막패널에 중간에는 Valley Cable을 설치하여 상향 바람하중에 대응할 수 있게 하였다.

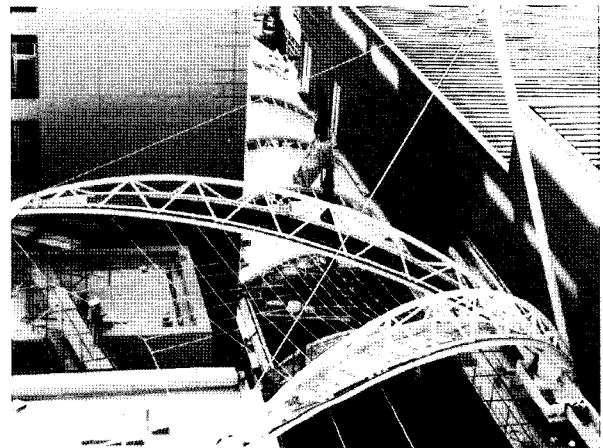
막과 막사이의 트러스 중간 부분에는 강화유리로 마감하여 막구조의 내부에서 이용객들의 시선과 환경을 고려하였다.

### 3.3 RS-05, RS-08

RS-02와 비슷한 구조방식이나 오피스 건물 중간에 끼워진 형태로 완전한 지붕을 이루며 내부공간으로 손색이 없는 방식이다. 독립된 막이 아치형태



〈그림 10〉 RS-08막 설치 내부전경



〈그림 12〉 RS-06 메인기둥, 암트러스 설치

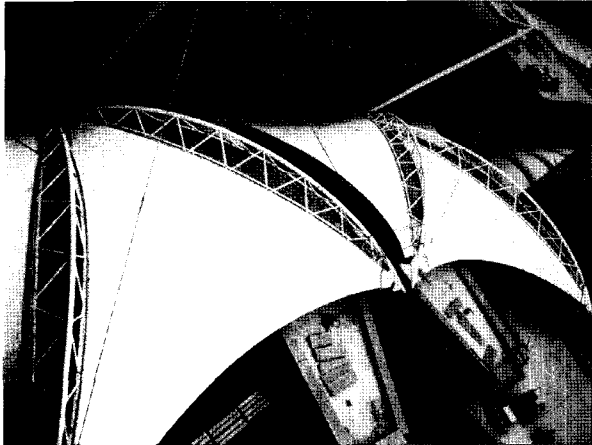
의 철골트러스와 건물에 연결된 거터에 고정되는 전형적인 골조막 형태를 유지하고 있으며, 각각의 막패널에는 Valley Cable을 설치하였다. 완성된 구조물 내·외부 공간의 곡선은 가장 이상적인 막구조의 곡선을 유지하고 있다.

막 설치시 거터가 건물에 연결되어 있어 막의 인장을 도입하기위한 공간과 장비의 진입공간이 좁아 어려움을 겪었으나 훌륭하게 막을 설치하였다.

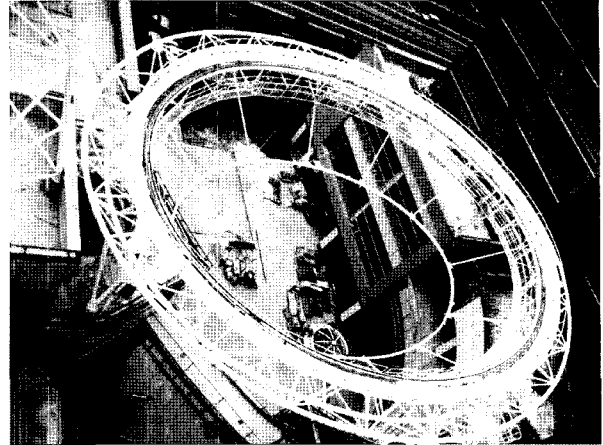
### 3.4 RS-06, RS-07

클램핑의 형태는 골조막을 유지하고 있는 것처럼 보이나 현수막 구조의 구조방식을 채택하고 있다.

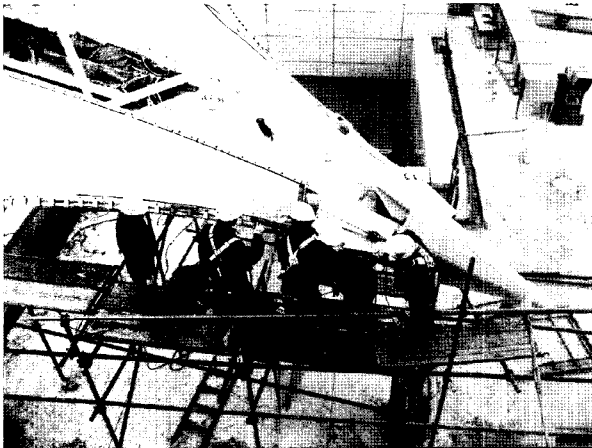
막 설치시 양쪽 트러스가 움직여 임시고정 후 막 설치를 하였으며 상부에서 지지하는 고장력봉이 트러스를 지지하고 있고 막의 끝단부는 Catenary



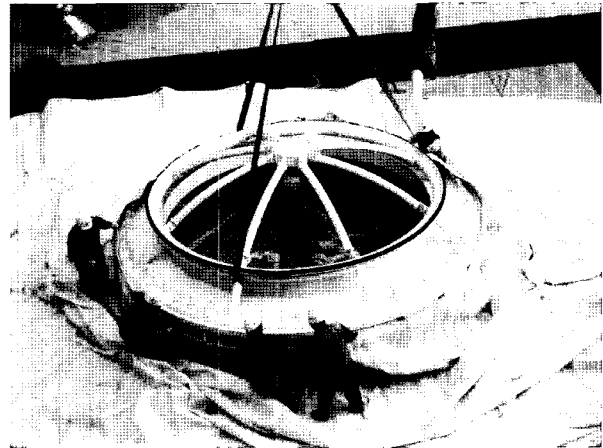
〈그림 13〉 RS-06 막 설치후 외부전경



〈그림 15〉 RS-09 하부트러스



〈그림 14〉 RS-06 코너부위 체결



〈그림 16〉 RS-09 상부 Top Ring

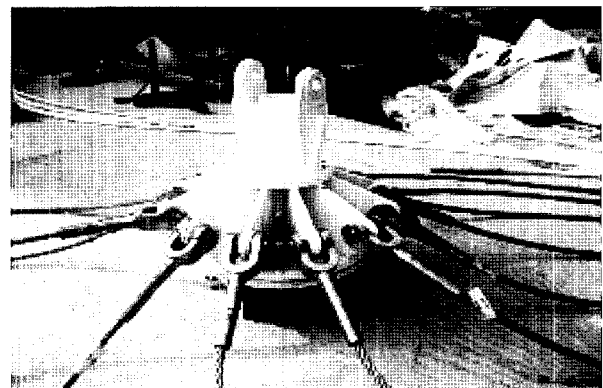
Cable로 구성하는 구조물이다.

외부로 뺀 2개 암트러스의 지점이 한곳에 몰려 있고 그 지점에는 다시 상부 마스터 기둥이 각각 지지되어 있어 하중이 크게 걸리어 건물에 고정되는 기초부분의 설계에 어려움이 있었으며 건축 마감을 고려한 디테일을 결정해야 했다.

실제현장에는 2동이 같이 설치되어 구조미가 한층 돋보이며 아래 그림과 같이 코너 부위가 매우 뾰족하고 각도가 심하여 막 설치시 어려움이 있었으나 설치를 무사히 완료하여 (주)타이가의 막구조 실력을 뽐낼 수 있었다.

### 3.5 RS-09

웨스턴 돔 & 타워현장에서 가장 아름답고 난이도가 높은 막구조물이었다.



〈그림 17〉 RS-09 12개의 현수Cable과 고정철골

하부 Pipe Ring Truss와 막의 하부에 막과 유동하는 24가닥의 Ridge Cable과 테프론 막, 상부 Top Ring과 12개의 Suspension Cable 12개의 케이블을 지탱하는 1개의 High Tension 강봉과 이것을 잡고 있는 Tower. 막구조의 기술력을 집약했다고나 할

까? 설치전 엔지니어링에 많은 시간과 노력을 투자하였고 그 결과는 우리에게 노력의 결실을 맺게 해주었다.

다만 수많은 케이블의 장력과 큰 하중이 걸리는 타워상부를 지지하기위한 Tie Back bar (Semalloy)의 장력을 조정하여 발란스를 유지하는 작업이 많은 시간이 걸리는 고난이도의 작업이라는 것을 다시금 깨닫게 되었다.

<그림17>은 12개의 케이블을 지지하는 골조로 실제 막설치 후 이곳에서 상부로 인장을 가하여 막의 장력을 도입하며 최종적인 장력을 체크할 수 있도록 고안 설계 하였다.

#### 4. 결 론

웨스틴 돔에는 우리가 일반적으로 시도하기 어려

운 다양한 형태의 막구조물이 한곳에 있어 건축적으로 아름다우며 집객을 위한 상업시설의 지붕으로도 손색이 없는 성공적인 구조물로 평가되고 있다.

웨스틴 돔은 세계 각국의 유명 식음브랜드, 고품격 오피스가 모인 초대형 복합타운으로 세계 유일의 엔터테인먼트 마켓을 지향하고 있다. 당사는 그곳에 막구조를 성공적으로 설계, 시공하여 초현대식 상업건물에 적용된 훌륭한 사례로 꼽히기를 희망한다.

또한 막구조를 사용한 또 다른 상업시설의 설계가 많이 이루어지기를 기대한다.

끝으로 이 프로젝트를 성공적으로 끝마칠 수 있게 도와주신 씨엔엠개발(주), 시공사인 (주)한라건설, (주)청원건설, 설계사인 해안건축, 토담구조, 3D 구조, 구조자문을 해주신 세명대 김승덕교수, 한국예술종합학교 박선우교수께도 감사의 말씀을 드립니다.