

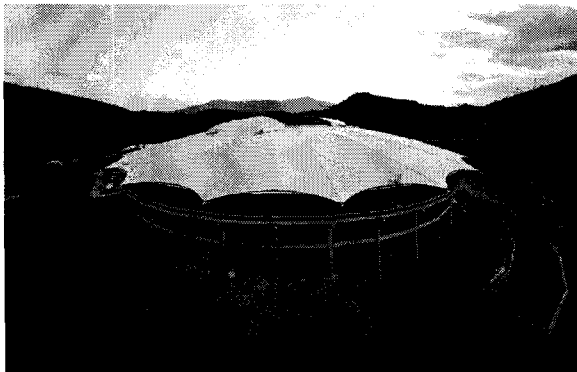
# 청도 소싸움장 지붕막공사

## Membrane Roof Construction of Cheongdo Bull Fighting Arena

조 병 옥\*  
Cho, Byung-Wook

### 1. 서론

공사는 경상북도 청도군 화양읍 삼신리 산202번지 일원에 신축중인 청도상설소싸움경기장에 막구조로 지붕을 설치한 것으로 국내에서는 유일한 상설 소싸움장이며 또한 유일한 개폐식 지붕을 갖춘 경기장이다. 당초 이경기장은 지붕이 없이 관중석과 중앙의 소싸움을 위한 모래경기장으로 되어있었으나 사계절 기후에 관계없이 소싸움경기를 할 수 있는 전천후 경기장이 수익등 여러 가지 면에서 유리할 것으로 판단한 청도군과 한국우사회에서 지붕을 씌울 것을 결정, 다른 공사가 거의 준공될 시점에서 지붕을 검토하게 되었다. 지붕형태로는 그동안 민속경기로 야외에서 시행되었던 소싸움의 특성상 중앙부에 직경 30m 원형부분을 개폐가 가능한 개폐식 지붕으로 검토되었으며 여기에 현장 시공성, 경제성 및 공기를 최대한 앞당길 수 있으며, 또한 장기적 측면에서 유지관리가 용이한 구조시스템 선정이 요구되었다.



\* (주)타이가 부사장

지붕을 덮는 구조방식과 마감재료는 여러 가지안이 제시되었으나 기존 경기장 구조에 최소한의 부담이 가는 구조여야 한다는 조건과 SPAN이 약 110m에 달하는 대공간구조물에 유리한 재료의 조건등에 의해 외관이 미려하고 관람석에 그늘을 주면서 자연광이 재료를 투과하여 아늑한 느낌을 줄 수 있는 반투명의 테프론(PTFE coated Fiberglass) 막이 선정되었다.

### 2. 공사 개요

- 1) 구조물명 : 청도 상설소싸움장 지붕설치공사
- 2) 위치 : 경상북도 청도군 화양읍 삼신리 산202번지 일원
- 3) 구조물용도 : 관람시설
- 4) 구조형태 : 철골트러스구조+테프론지붕막
- 5) 골조설치중량 : 575 톤
- 6) 막설치면적 : 13740 m<sup>2</sup>
- 8) 구조물높이 : 트러스 중앙부: GL+28m
- 9) 건축설계자 : 태평양 종합건축사사무소
- 10) 구조설계자 : (주)쓰리디구조
- 11) 시공사 : 동성종합건설(주)
- 11) 지붕시공자 : (주)타이가
- 12) 공사기간 : 2003년 7월 4일 ~ 2003년 11월 20일

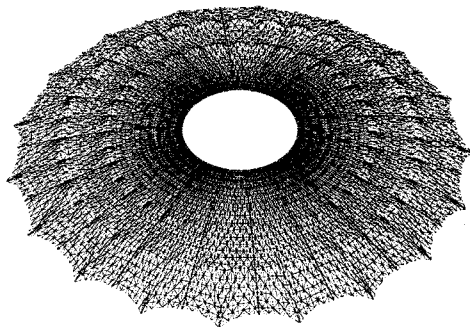
### 3. 구조형식의 선정

당사가 이 공사에 대한 제안요청을 받고 건축적

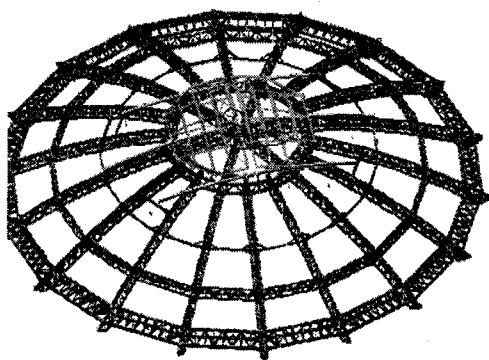
인 기능/외관과 구조물의 안전성, 사용성, 경제성 및 효율적 공간 확보에 주안점을 두어 구조계획을 수립하고 막과 지지구조물에 대한 선정에 들어갔으며 국내에는 사례를 찾기 힘든 개폐식지붕의 설계에 고민하였다.

지붕구조시스템은 추가 지붕하중을 지탱하게 될 기 시공된 관람석 상부 외곽기둥과 테두리보의 강성 및 기초시스템 안전성을 우선하여 검토되었다. 지붕 골조 지지점이 될 콘크리트 외곽기둥과 이를 연결하는 테두리보에 대한 내력 검토 결과, 수직력에 대한 충분한 여력은 확보하고 있었으나 수평력에 대한 강성은 약한 것으로 검토되었다. 따라서 지붕구조는 고정하중이 적고 풍하중을 제외한 구조시스템으로 기인되는 추가 수평력이 발생되지 않는 구조형식으로 트러스돔(Truss Dome) 구조가 유리한 것으로 판단되었다.

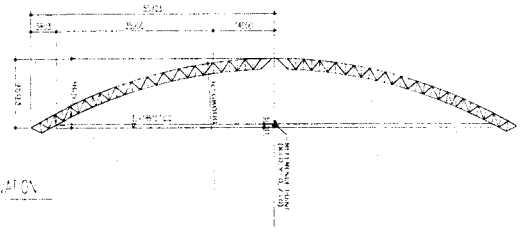
또한 돔 중앙부에는 자연적 환기시스템에 의한 쾌적한 관람환경이 조성되도록 국내최초로 개폐지붕(Retractable Opening Roof)을 설치하여 전동장치에 의해서 동시 개폐가 가능토록 하였다.



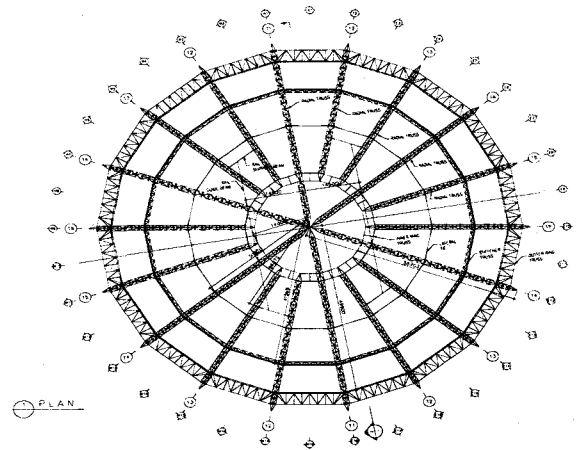
〈그림 1〉막형상해석 모델



〈그림 2〉철골트러스 돔 구조해석모델



〈그림 3〉래디얼 트러스 단면



〈그림 4〉철골트러스 돔 평면

## 4. 구조시스템

### 4.1 지붕철골

지붕구조물은 지경 110m의 원형 트러스돔으로 원형강관을 사용한 18개의 래디얼 트러스 (Radial Truss), 2개의 링트러스(Ring truss) 및 2개의 타이 트러스(Tie Truss)로 구성되어 있다.

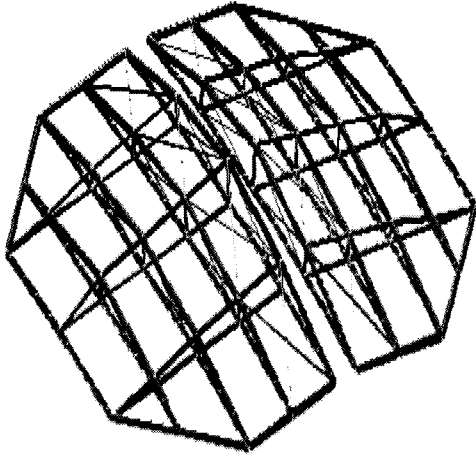
### 4.2 지붕 막

메인 막은 1개 크기가 약700m<sup>2</sup>에 달하는 부채꼴 모양의 판넬 18장으로 구성되어있으며, 중앙개폐부는 약 500m<sup>2</sup>로 2장의 판넬로 되어있다. 원단은 일본 Chukoh사의 SKYTOP FGT-800을 사용하였다.

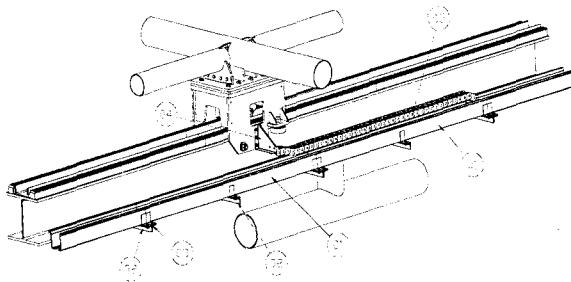
### 4.3 개폐지붕(Retractable Opening Roof)

개폐지붕은 하부에 15m 간격으로 일정 곡률로 제작 설치된 3개의 레일거더에 지지되도록 하였다. 특히 개폐지붕 구조물은 유연성이 확보되도록 설계하

여 트러스들의 처짐과 작은 불균형 거동 발생시에도 레일거더에 밀착되어 운행장애가 야기되지 않도록 하였다. 지붕 개폐시간은 약 3분이 소요되고 다양한 개폐방식이 가능하게 되어있다.



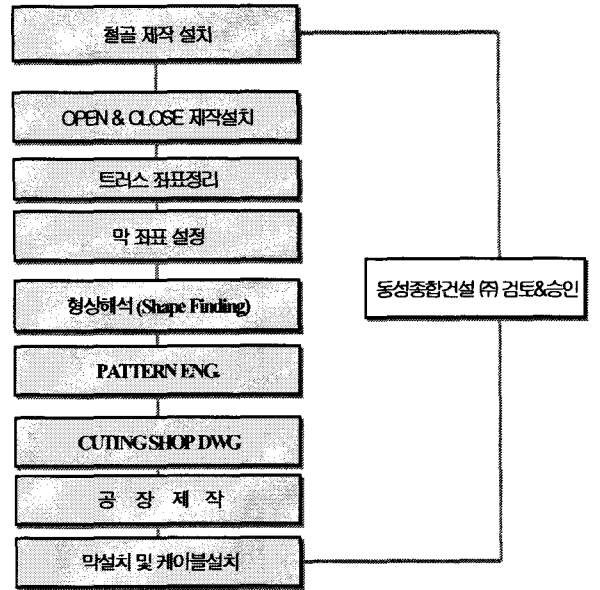
〈그림 5〉 개폐지붕 구조시스템



〈그림 6〉 개폐지붕 구동시스템

## 5. 시 공

철골과 막은 아래와 같은 공정에 의해 약 5개월에 걸쳐 시공되었다. 짧은 공기로 인해 철골과 막의 설계와 시공이 동시에 이루어지게 되었는데 이것은 설계와 제작공정에서 각 단계별로 철저한 품질관리와 상호간의 협력에 의해 가능하였다고 할 수 있겠다. 각 단계별로 보완과 변경이 발생할 경우 이를 즉시 상대방에 통보하여 DATA를 공유하고 이로 인한 공정의 지연과 문제가 발생하지 않도록 관리하였다. 철골제작시에는 막의 설계자가 수시로 제작현장을 방문하여 확인하는 등 유기적인 공조체제를 갖추었다.



### 5.1 철골설치

철골설치는 아래와 같은 공정으로 진행되었는데 건물주위의 포장 및 편의시설이 이미 설치되어 있어 철골 양중에 필요한 크레인 위치의 선정이 제한되었고 이로 인해 900톤 초대형 크레인을 사용하여 시공하였다.

#### A. 가설지주(Bent) 설치

#### B. 지붕트러스 설치

##### - 트러스 지조립:

공장에서 제작 운반된 소조립 트러스 및 단품 부재는 경기장 외곽 지조립장으로 운반, 전체 조립을 실시.

##### - 트러스 설치:

지조립조립이 완성된 래디얼트러스는 경기장 내로 운반, 벤트구조물에 가 설치한다. 단계별로 링 및 타이트러스도 연속적으로 가조립을 실시.

##### - 지붕트러스 폐합용접

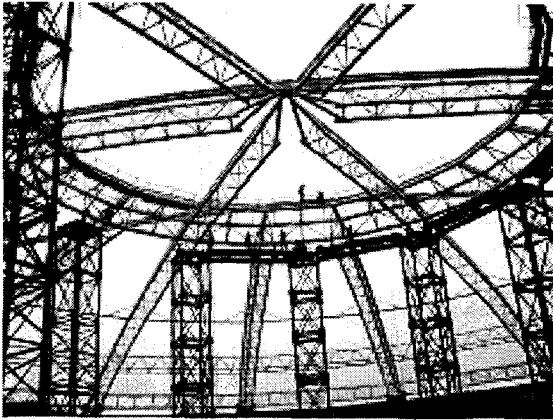
전체트러스의 가조립 완성후에는 링트러스의 용접을 실시.

#### C. 벤트구조물 해체 및 좌표관리

#### D. 중앙개폐지붕 설치

### 5.2 막제작설치

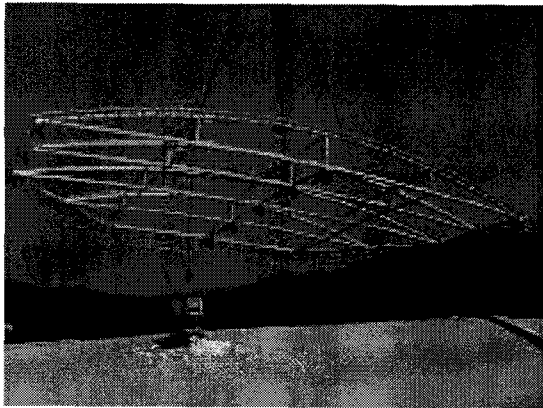
막은 18개로 개별 판넬로 당사의 충주공장에서



〈그림 7〉 라디얼, 링트러스 설치



〈그림 8〉 골조 설치 완료



〈그림 9〉 개폐식 지붕골조 양중



〈그림 10〉 개폐식 지붕 구동부 설치



〈그림 11〉 막전개 작업

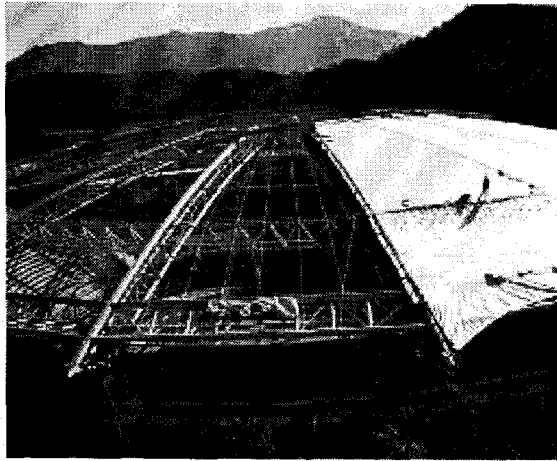


〈그림 12〉 막 클램핑 작업

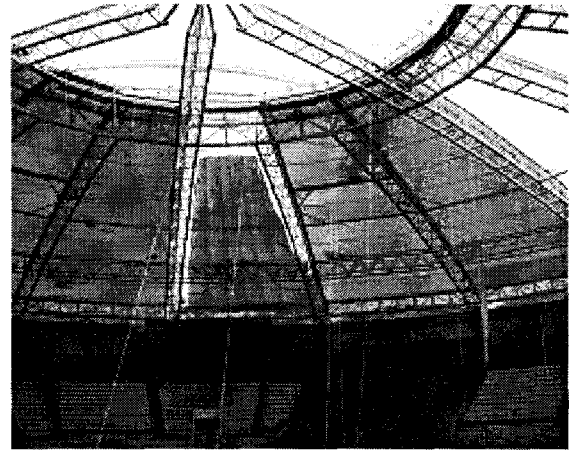
제작되었으며 각각의 막은 섬세히 포장되어 현장으로 운반하여 시공하였다. 막의 시공은 큰 어려움없이 진행되었는데 이미 준공을 준비하던 건물에 대한 공사였기 때문에 낙하물등에 의한 손상을 방지하기 위해 여러 가지 공정개선 작업이 이루어졌다.

## 5.2 개폐식 지붕설치

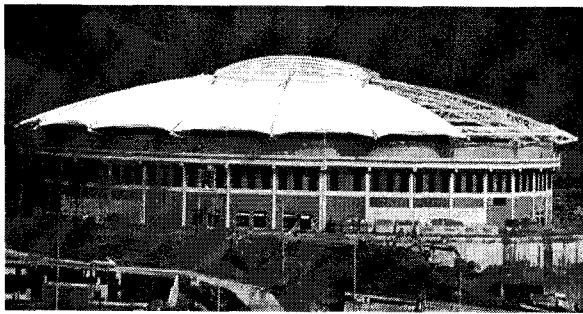
이공사의 가장 난공사였던 개폐식지붕은 국내최초의 체육관 개폐식 지붕으로 설계와 시공시 많은 고민을 하였던 부분이다. 국내에서는 대전 월드컵경기장의 지붕 일부가 개폐되는 예 외에 거의 시공사



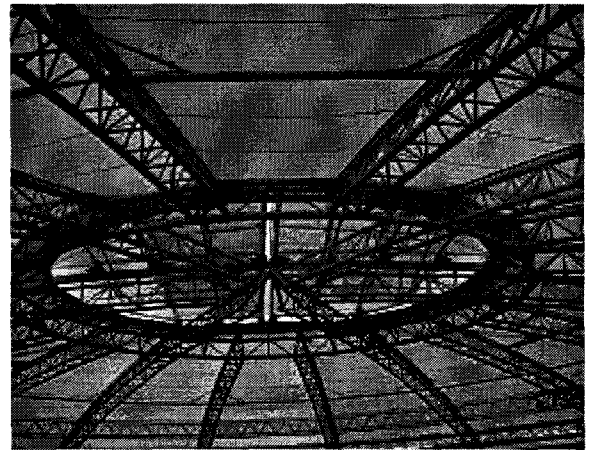
〈그림 13〉 막 공사중 외부전경



〈그림 14〉 막 공사중 내부전경



〈그림 15〉 개폐식 지붕 철골설치후 외부전경



〈그림 16〉 개폐식 지붕 CLOSE 상태

레가 없는 구조물이다. 대공간구조로는 해외에서도 캐나다, 미국, 유럽등에 몇 개의 사례가 발견될 뿐이었다. 스페인의 투우경기장에 막구조로 시공된 개폐식 지붕이 있지만 발주처에서는 지붕을 완전히 열었을 때 하늘을 쳐다보는 시야가 가려지지 않는 형태를 선호하였다. 개폐식 지붕의 설계를 위해 일본의 사례도 조사하였는데 이 개폐식 지붕에 관한 설계기술은 막구조 업체가 아닌 기계장치 설계전문업체가 가지고 있었고, 시공기술은 중공업 업체에서 보유하고 있었다. 당사에서는 설계를 위해 일본의 기계장치 설계 전문업체를 만나고 있었는데 기술이전에 대한 계약이 성사 직전 여러 가지 이유로 인해 무산되었다. 이에 당사는 해외지사를 통해 한 뛰어난 설계회사를 찾아내었다. 기술진이 현지로 그 회사를 찾아가 확인하여 본 결과 우리가 우려하던 많은 기술적인 문제점들에 대해 시원한 해답을 들을 수 있었으며 바로 계약과 설계가 진행되었다. 부품에 대한 구매와 제작은 당사에서 수행하였는데 촉박한 공기로 인해 부득이 여러 부품들을 외국에서



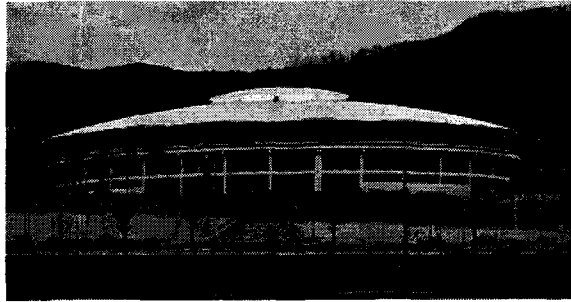
〈그림 17〉 개폐식 지붕 OPEN 상태

수입하였다. 구동부 설치시에는 설계자가 공사현장에 상주하여 시공에 대한 자문을 하였고, 장기간의 시운전을 통해 정확한 작동이 되게 조정작업을 하였다.

## 5. 맺음말

대형공사의 경우 막과 철골을 분리 발주하는 방식이 일반적이는데 이럴 경우 두 공정간 유기적인 공조체제의 구축이 없이는 좋은 공사의 품질을 기대하기 어렵다. 그동안 여러 막구조공사에서 이런 점이 간과되어 여러 문제점들이 노출되기도 하였다. 당사는 이공사를 통하여 대공간구조에서의 철골과 막을 동시에 수주, 시공한 경험을 갖게 되었고 이때의 경험을 통하여 제주월드컵 경기장 보수공사에서도 철골과 막의 관리가 가능하였다고 하겠다. 또한 국내 최초의 개폐식 체육관 지붕 공사를 설계부터 시공까지 참여함으로 당사에서는 개폐식 지붕에 대한 많은 설계, 제작, 시공 know-how를 축적할 수 있는 좋은 계기가 되었고 앞으로 예상되는 국내외 개폐식 구조

물의 시공에 참여가 가능하리라 생각된다. 아직까지 국내에서는 많은 비용과 기술적인 문제로 개폐식 지붕구조가 시작단계이지만 생활의 질적인 향상과 더불어 여러 가지 목적의 건물에 사용이 예상되는 시스템이다. 앞으로 국내에서도 이에 대한 좀더 많은 관심과 연구가 필요하리라 생각된다.



〈그림 18〉 청도 소싸움장 야간전경사진