

ETFE 막 구조물 -선전 워터 파크-

ETEF Membrane Structures -Shenzhen Waterpark, China-

김 재 열**
Kim Jae-Yeol

이 창 훈**
Lee Chang-Hoon



베이징 올림픽 당시 휘황 찬란하게 빛나는 스타디움은 중국 국민의 밝은 미래로 모든 사람들에게 다가왔으며 그러한 건축물을 가능하게 했던 ETFE의 건축재료에 대한 사람들의 관심은 높아져 갔고 현재 중국에서는 앞다투어 새로운 건축 신소재인 ETFE를 이용한 건축물 계획에 열을 올리고 있다. 현재 공사가 마무리 단계에 있는 선전 워터 파크는 그중 하나이다.

중국 광둥성에 위치한 선전 워터 파크는 중국 화교성 그룹이 35억위안(약6700억원)을 투자해 야심 차게 시작해온 초대형 프로젝트로서 리조트, 관광, 옥외 스포츠, 과학 교육, 자연 탐험을 주제로 한 중국 최초 대형 종합 자연 여행 테마파크이다.



그림1. 선전 워터파크 전경

시공 및 설계는 (주)마크막스에서 실시하였으며, 1기 공사는 2003년 12월 30일 착공하여 2007년 7월 28일 완료되었고, 2기 공사는 2007년 12월 30일 착공하여 2009년 5월 1일 완료되었다. 선전 워터 파크는 대협곡 생태 공원, 차 계곡 휴식 공원, 운해골짜기 체육공원, 화홍사, 호텔 지구, 천록별장 지구등의 6대 시설로 이루어져 있다.

그중 메인 게이트 바로 앞에 위치한 심양 광장의 워터파크에 ETFE가 적용되어 있다. 수평투영면적 5,486m² 막 표면적 7,850m²에 달하는 대형 ETFE건축물로서 중간의 대형 철골 구조물이 슬라이딩 형식으로 개폐되는 건물이다. 테마파크의 메인을 차지하고 있는 대규모의 건축물로 자리하고 있다.



그림2. 워터파크 계획도

* 정회원 · 협성대학교 건축공학과 부교수

** 정회원 · 마크막스 코리아(주) 과장

1. 구조개요

구조물은 ETFE 삼중막으로 계획되었다. 외막과 내막은 250마이크로미터 두께의 ETFE 막재를 사용하였고 중간막은 100마이크로미터의 ETFE 막재를 사용하였다. 특히 워터파크의 이미지를 높이기 위해 외막은 블루 색상(250TB1600NJ)을 입혀 시공하였다. 총 730개의 막 패널이 시공되었으며, 슬라이딩 개폐부에는 201개의 막 패널이 시공되었다. 구조물 전체에 사용된 패널의 종류는 200개이고 각각의 형상에 따라 재단되었다. 전체적으로 주어진 시공기간이 짧은 상태에서 마크막스(주)의 설계팀이 자동재단 프로그램을 개발하여 적용하는 등 모든 기술적 지원속에 시공이 무사히 완료될 수 있었다.

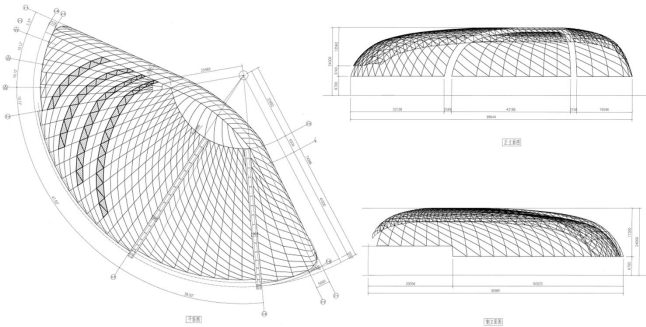


그림 3. 선전 워터파크 개요도

ETFE 패널은 정형화된 형태가 아니기 때문에 패널의 크기가 대부분 달라 설계 시공면에서 어려움이 많았다. 패널의 최소 사이즈는 $4m^2$ 이며 최대는 $24m^2$ ($4m \times 6m$)까지 다양했다. ETFE 패널중 상부 개구부의 역할을 하기 위한 패널이 총 40개소이며 이는 전동장치로 개폐된다.

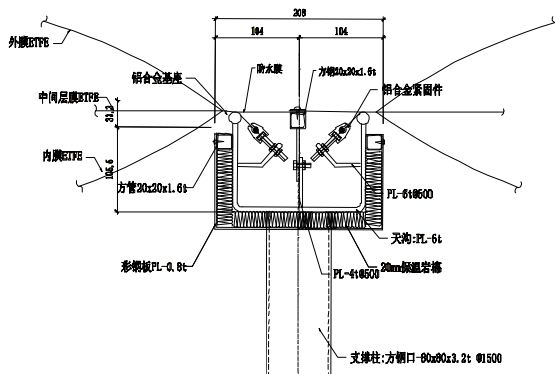


그림 4. ETFE 막 정착부 디테일

ETFE 막의 정착부는 폭 약200mm의 물 홈통이 있고 안쪽으로 잡아당기는 방식으로 적용되었다.



그림 5. 철골 주요부 디테일



그림 6. 철골 내부 전경

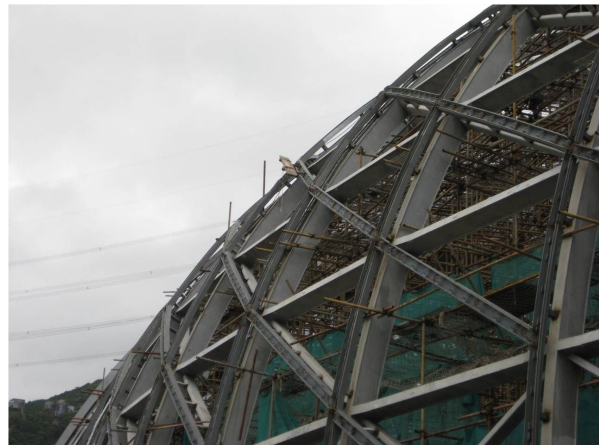


그림 7. 철골 측면 전경

2. ETFE 막재 지붕마감

평행사변형의 형태를 가진 총 730개의 패널이 시공계획서에 맞추어 순차적으로 시공되었다. 워낙 방대한 규모에 오차 5mm이내의 정밀도를 요구하는 작업이기 때문에 자유곡선에 가까운 철골의 형태를 잡는 것은 매우 어려운 일이었다.



그림 8. ETFE 막재 설치 작업

내부의 가설을 자유롭게 설치할 수 없는 상황이었기 때문에 ETFE 막재가 정착되기 위한 물흐름 부분을 이용해 임시 가설을 설치해 작업동선을 확보하는 계획으로 진행하였다.



그림 9. ETFE 막재 설치 작업



그림 10. ETFE 막구조에 임시 공기 주입

3. 설비 개요

총 730개에 달하는 패널에 일정한 압력의 공기를 넣어주기 위한 설비 계획은 매우 난해한 작업이었다. 송풍장치는 2대에 한 세트로 총 3세트가 설치되었고 한 세트당 제습기 한 대씩 총 3대의 제습기가 적용되었다. 공기의 압력을 일정하게 맞추기 위해 필요한 전동 밸브는 총 12대가 들어갔다. 주 배관은 메인 150Ø, 써브 100Ø가 적용되었다. 각 판넬의 압력의 상태를 측정하기 위한 압력 센서가 총 12대 사용되었다. 마지막으로 풍속을 측정하기 위한 기구로 풍향계가 2대 설치되었다. 최초 내압은 300파스칼로 설정되어 있으나 풍향계에 의해 초속 15m/s이상의 풍속이 검출되는 즉시 자동 센서에 의해 내압이 600파스칼로 상승하도록 설정되어 있다.

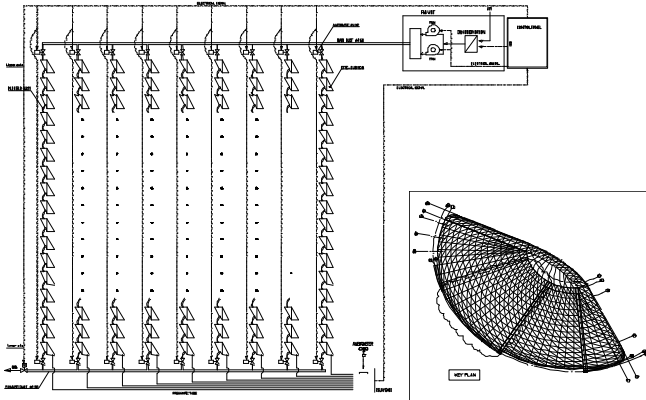


그림 11. 설비 개요도



그림 12. 구동부 하부 레일

4. 후기

현재 중국뿐 아니라 전 세계적으로 새로운 기술과 차별화 된 건축물을 원하는 건축주의 생각이 합해지면서 ETFE 막재는 구조물에 빠르게 적용되어 가고 있다. 특히, 베이징 올림픽을 거치며 중국의 건축문화는 새로운 건축재료의 도입이라는 면에서 빠르게 발전해 가고 있다. 본 기사에서 소개된 워터파크 이외에도 중국내의 많은 대규모 프로젝트들의 계획에서 ETFE 막재 및 ETFE 막구조에 관심을 표하고 있다.

국내에서도 ETFE 막재를 도입하여 시공된 구조물들이 소수 있으나 아직 대형 프로젝트에 적용된 예는 없다. ETFE의 선구자라고 할 수 있는

유럽뿐 아니라 가까이 있는 중국의 새로운 건축 재료 새로운 건축기술에 관심을 갖고 투자하는 모습을 보면서, 우리에게도 그러한 환경조성과 기술적 투자가 필요한 시기라고 생각되어진다.



그림 13. 멀리서 본 ETFE 시공전경

4. 참고문헌

1. 이창훈 배부환 , Super Lightweight material of Construction, ETFE 통권 제9권1호 통권 35호, 2009.3, pp 17~22
2. 윤성원, 김혜성 , Transparency of Spatial Sutructure and Digital Architecture, 통권 제8권 4호 통권 32호, 2008.8 ,pp 11~16
3. 장일순, 이성범, “세계의 건축을 바꾸어 가는 ETFE”, 한국 공간구조학회 춘계 학술발표논문집, 2009=8, 05, pp.53-58
4. 김재열; 우민걸 , Uniaxial Tensile Test of ETFE Film, 한국공간구조학회지, v.8, no.5, pp.5-8, 2008년 10월
5. 김재열; 배부환 , ETFE 필름 막 패널설계에 관한 고려사항, 한국공간구조학회지, v.8, no.6, pp.15-22, 2008년 12월