

# Misrfone 이동통신사 사옥 신축공사

## - Misrfone's Corporate Headquarters Complex Project -

박 구 연\*  
Park, Gu-Yun

### 1. 개 요

Misrfone 이동통신사 사옥은 다섯 개의 구역으로 나누어져 있으며 외곽 부분의 네 개의 구역은 철근 콘크리트구조이고 가운데 하나의 구역이 철골구조이다. 경사가 있는 TRUSS-I(main truss assembly), 수평으로 설치된 TRUSS-II(sub truss assembly)와 역경사의 TRUSS-III (inclined pipe column)의 3종류의 파이프 구조, 바닥을 구성하는 H형강과 텍크 플레이트, Obelisk, 철골 구조 외피를 이루는 cladding support frames 등의 철골부분을 국내에서 제작, 해상운송 한 후 이집트 현장에 설치까지 수행하였다.

- (1) 프로젝트 : Misrfone's Corporate Headquarters Complex
- (2) 현장위치 : 6th October City, Egypt
- (3) 공사기간 : 2000.09.10~2001.09.09(for the steel structures)
- (4) Client : Click GSM, Misrfone Telecommunications Co.(현재 Vodafone Egypt)
- (5) Architect-Engineer : Arganodomi Ltd.
- (6) Construction Manager : John Laing International Ltd.(JLI)
- (7) Consultant : Center of Design and Engineering Consulting(CDEC)

- (8) Main Contractor : HyunDai Engineering & Construction Co., Ltd.(HDEC)
- (9) Contractor : Alkan for Construction Alkaz (ALKAZ)
- (10) Sub Contractor : TanTan Steel, Ltd.

### 2. 제 작

#### 2.1 도면

엔지니어링 도면과 시방서와 질의·회신에 따라서 승인도(approval drawing)를 작성하여 승인을 받은 후 철골을 제작하였으며, 시공도를 다시 제출하여 승인을 받은 후 철골을 설치하였다. 시공중의 현장상황에 따른 변경사항을 도면에 모두 반영하여 AS-BUILT DRAWING으로 제출하여 승인을 받아 건축주가 강구조물의 사후 관리를 정확히 할 수 있게 하였다.

#### 2.2 자재공급원 승인요청 및 승인

프로젝트와 관련된 모든 자재에 대하여 자재공급원 승인 요청서를 제출하여 승인을 받은 후에 사용하였다. 철골 프로젝트에 필요한 주요 자재는 Roll Beam, Plate, Circular tube, Rectangular tube, Channel, Angle, Deck plate, Electrode, Paint, High Tension Bolt, Anchor Bolt, Chemical Anchor Bolt 와 Grouting 등이다.

\* 탄탄스틸(주) 이사, 공학박사

### 2.3 Welding Procedure Specification(WPS)

WPS란 용접시공에 관련된 개선형상, 용접자세, 용접재료와 용접조건 등을 항목별로 상세하게 서술하여 자격을 갖춘 용접공이 별도의 절차를 밟지 않고도 특정 용접작업을 수행할 수 있도록 필요한 사항을 자세히 기록한 서류를 말한다. 본 프로젝트의 용접에 해당하는 WPS도 승인을 받아 용접을 하였다.

### 2.4 Weld map

Engineering drawing 또는 시방서에 준하여 용접을 하였을 때 용접 조건에 따른 용접 방법과 비파괴 시험의 방법과 빈도 등을 도식화하여 정리한 것이다. 맞대기 용접부는 Ultrasonic Test(UT) 모살 용접부는 Magnetic particle Test(MT)를 채택하여 용접의 품질 관리를 하였다. UT 또는 MT등의 비파괴 시험을 하지 않는 용접부라도 모두 Visual Inspection을 시행하였다.

### 2.5 The 3rd Party Inspection

코리아테크인스펙션(KOTEC)을 3rd Party로 승인을 받아 공장 제작시 치수 및 용접 등에 관한 품질 관리를 하였고 이에 따른 검사관련 문서를 작성하여 승인을 받았다.

〈표 1〉 제작 과정에 따른 QC와 감독의 검사 방법

제작 과정	QC(제작자)	감독(3rd party)
자재 입고	Review or Witness	Review or Witness
Marking & Cutting	Monitoring	Monitoring
Fixing	Witness	Witness
Welding	Hold point	Witness or Hold point
Painting	Witness	Witness
Packing	Witness	Witness

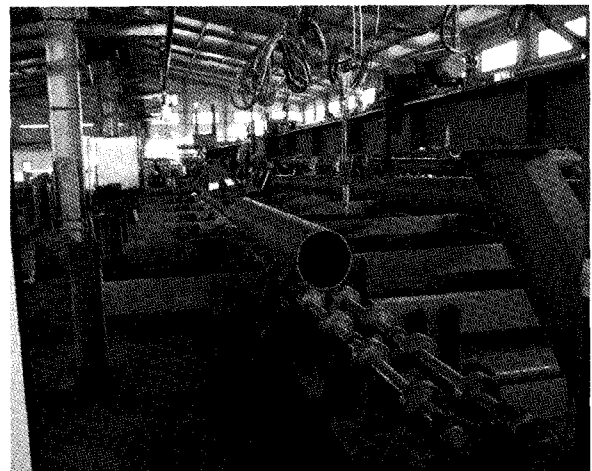
### 2.6 검사 방법

검사 방법은 제작 과정에 따라서 Monitoring(순

회 검사), Review(검토), Witness(입회검사, 비강제 조항), Hold point(감독 입회 검사, 강제 조항)로 하였고, 어느 제작 과정의 검사에서라도 부적합으로 판정되면 QC와 감독 모두 Hold point로 재검사 하였다.

### 2.7 강관 분기접합부의 절단과 개선 가공

원형강관의 분기접합 지관의 양단부에 대하여 절단과 개선가공을 동시에 하기 위하여 당사에서 Pipe Coaster의 설비와 프로그램을 개발하여 사용하였다. 양단부를 동시에 가공하여 양단부가 서로 비틀리지 않고 가공 길이를 정확하게 할 수 있었고 전체 둘레 맞대기 또는 맞대기 모살 용접의 개선을 자동적으로 얻을 수 있었다. 강관의 관측에 직각 또는 일정한 각도를 지니고 평면 절단하는 경우에도 Pipe Coaster을 사용하여 절단면의 정밀도를 확보하였다.

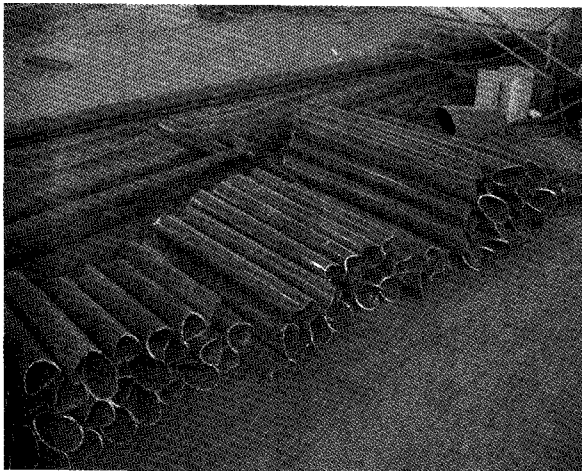


〈그림 1〉 Pipe Coaster

### 2.8 조립작업

조립은 定盤 위에 준비된 조립 지그에 의해 순서 있게 정확히 시행하였다. 원형강관 조립작업에서의 특징은 다른 형강과 달리 작업의 기준선을 찾기 어려워 적당한 지그를 설치하여 방향성을 확보해야 한다는 것이다. 구조물 자체의 치수를 맞춰 검사하는 것이 어려우므로 이 조립 지그의 신중한 사전검사가 필요하다.

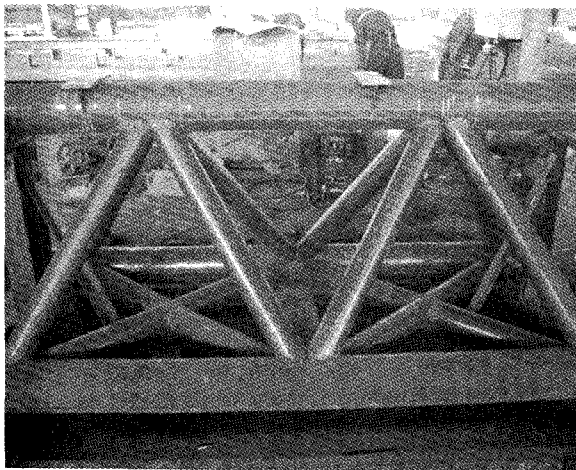
두 개 이상의 지관이 겹치는 분기 접합의 경우는 조립 순서가 중요하다. 엔지니어링 도면, 시방서와 구조계산서에 나타난 구조적인 기능을 고려하여 분기 접합의 조립 순서를 정하여 시행하였다.



<그림 2> Pipe Coaster로 가공한 원형 강관 부재

### 2.9 Wrap-K 접합

한 절점에 2개 이상의 지관이 모일 경우에 주관과 지관의 크기비와 교차 각도에 따라서 지관이 중복해 발생하는 접합부가 발생할 수 있다. 이 부분의 숨겨진 이음매에는 본용접을 생략해도 지장은 없으나, 숨겨진 부분을 제거하고 모든 부분을 용접이 가능하게 접합부 상세를 <그림 3>과 같이 수정하여 모든 부분을 용접하였다.



<그림 3> 조립 지그에서 조립된 TRUSS-II

### 2.10 접합부 상세의 개선

엔지니어링 도면에서 누락되었거나 안전성이 의심되는 접합부 상세에 대하여 질의·회신하여 승인을 받은 후 제작하였고, 접합부 상세가 명확히 불합리하여 개선될 필요성이 있는 것으로 판단되나 시급한 경우는 접합부 상세를 개선하여 제작한 후에 승인을 받았다.

### 2.11 강구조물의 방청

제작이 완료된 강구조물을 Shot blasting(Sa2.5)을 한 후 red-oxide primer를 도장하여 방청하였다.

### 2.12 강관 내부의 방청

강관 내부를 완전히 밀폐하여 강관의 내부를 방청하였다. 밀폐 전에 강관 내부를 깨끗이 청소를 한 후 완전건조 상태를 확인 하였다.

### 2.13 해상운반

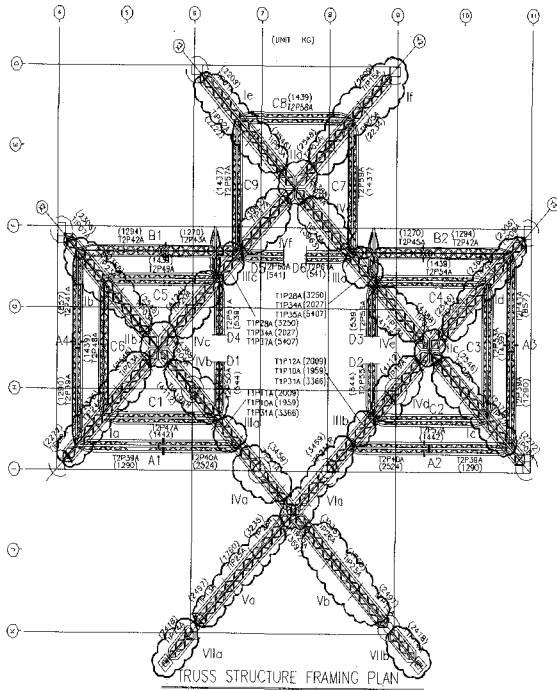
40피트 컨테이너와 Bulk선을 이용하여 해상 운반하였고, 공장에서 제작된 부재중 부피가 커서 컨테이너로 운반할 수 없는 부재는 Bulk선을 이용하였다. 운송을 고려하여 TRUSS-I을 25개의 assembly로 분할하여 제작하였다.

## 3. 설치

### 3.1 파이프 트러스 구조의 이해

각각의 미라미드는 네 모서리가 TRUSS-I으로 구성되며, 같은 크기의 네 개의 미라미드가 서로 맞물려진 하나의 구조물이다. 미라미드의 네 모서리의 TRUSS-I에서 2층과 3층 슬래브를 지지하기 위하여 TRUSS-II(수평 부재)를 연결하고, 4층과 5층 슬래브를 지지하기 위하여 H-BEAM(수평부재)을 연결하여 수직하중을 TRUSS-I이 전달하게 한다. 수직하중은 1차적으로 수평 부재인 TRUSS-II와 H-BEAM를 통하여 경사 부재인 TRUSS-I에 전달되지만 이 수평 부재는 TRUSS-I의 중간 지지점 역할을 하여 TRUSS-I

의 안정성을 높이는데 기여함으로써 상호 보완적인 관계가 된다.



〈그림 4〉 TRUSS-I과 TRUSS-II의 어셈블리 평면도

### 3.2 현장 검사

승인을 받은 Weld map에 따라서 현장 용접의 맞대기 용접부는 UT, 중요 모살 용접부는 MT로 품질 관리를 하였다. 비파괴 시험을 하지 않은 부위에 대하여 100% Visual inspection을 하였다.

### 3.3 현장 제작

cladding support frames은 강구조물의 외피 마감을 지지하는 평면 부재로 크기가 커서 내륙운송이 불가능하여 이집트 현장에서 제작하였다.

### 3.4 베이스 플레이트

베이스 플레이트 면적이 1m<sup>2</sup> 이상의 크기일 경우 지름 25mm 구멍을 뚫어 그라우팅시 공기 통로를 만들었다.

### 3.5 METHOD STATEMENT of Erection of

## Structural Steels

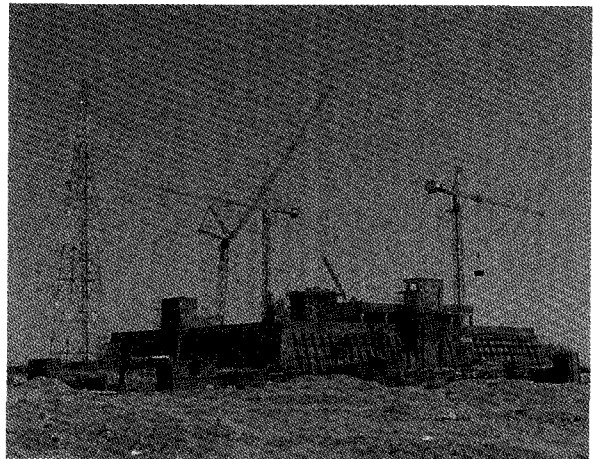
Phase 01 - Installing of BASE PLATES

Phase 02 - Erection of TRUSS-I and TRUSS-II

Phase 03 - Erection of FLOOR BEAMS, DECK PLATES and TRUSS-III

Phase 04 - Erection of OTHERS

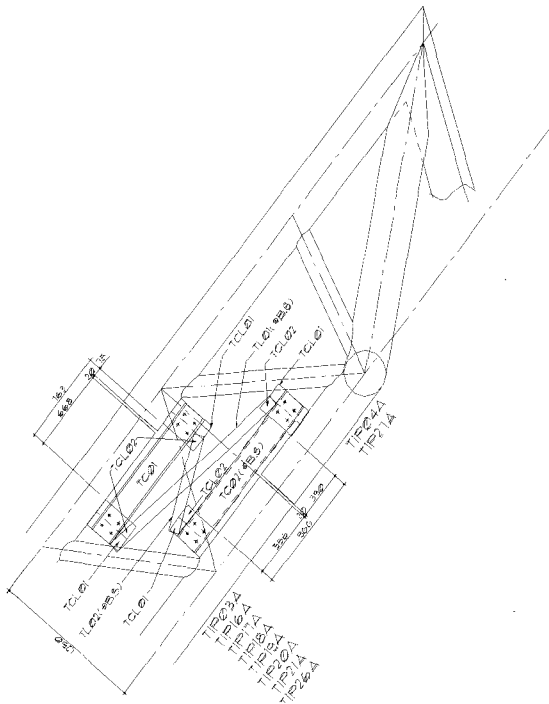
METHOD STATEMENT를 승인 받아 이에 따른 시공을 하였다. 현장에는 타워크레인이 건물 전면의 TC1(R=15.9m, 8tonf capacity)과 후면의 TC2(R=15m, 7tonf capacity)를 사용 하였으나, TRUSS-I을 시공계획상 타워크레인의 용량을 초과하는 어셈블리 설치를 위하여 모바일 크레인(500tonf capacity)을 사용하였다.



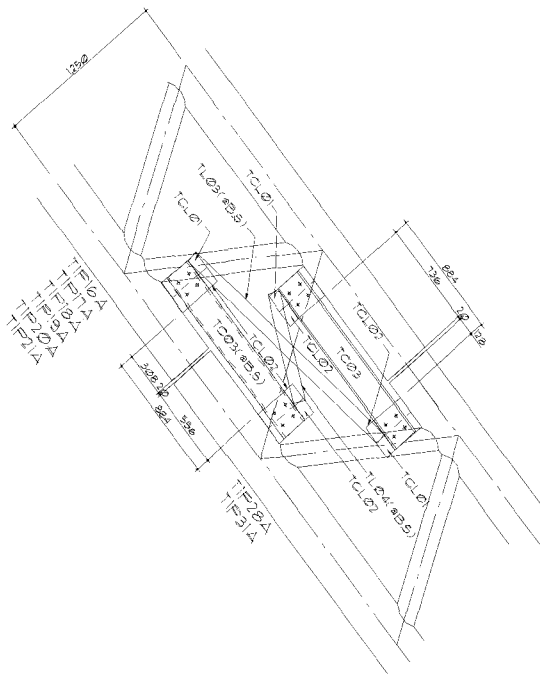
〈그림 5〉 타워 크레인과 모바일 크레인의 배치(TC1, TC2 & Mobile Crane)

### 3.6 Temporary Connection of TRUSS-I

시공계획서에 따라서 분할하여 제작한 TRUSS-I 중에서 설치 과정을 고려하여 <그림 4>의 Va & Vb 등은 정반 위에서 조립한 후 현장 용접하여 TRUSS-I 어셈블리 이음을 하였다. 공중에서 TRUSS-I 어셈블리 이음을 해야 되는 경우는 설치 후 본 용접이 완료되기까지 일시적으로 지지해야 하는 접합이 필요하다. 시공과정을 고려하여 구조해석을 하였고 Temporary Connection을 <그림 6~7>로 설계하여 사용하였다.



<그림 6> Temporary Connection Detail of T1P04A and T1P27A

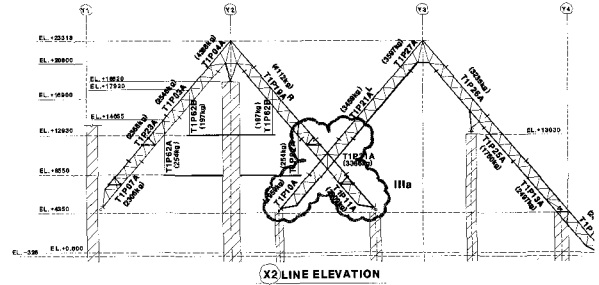


<그림 7> Temporary Connection Detail of T1P28A and T1P31A

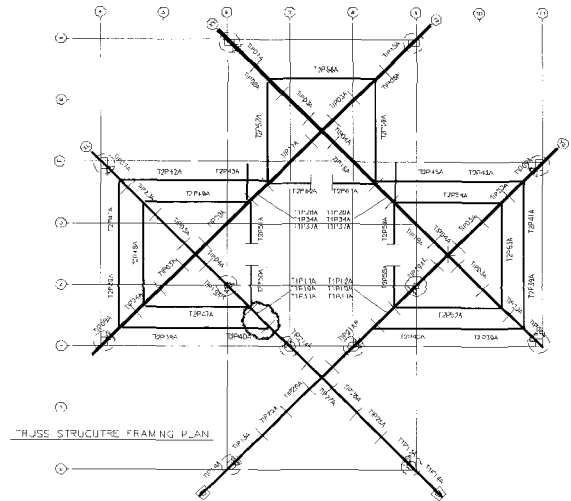
### 3.7 PHASE 02/STEP 2-2

Install IIIa(T1P10A, T1P11A, T1P31A, 7334kg)

of TRUSS-I lifting with TC1 at both sides. Adjust the dimensions by some propping and guy wires with chain blocks at proper places.

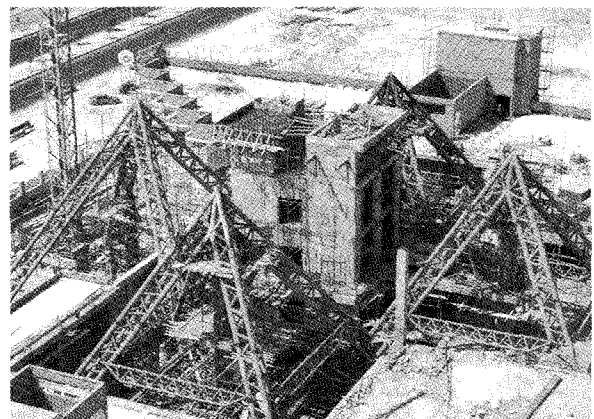


<그림 8> Erection of IIIa(elevation view)



<그림 9> Erection of IIIa(plan view)

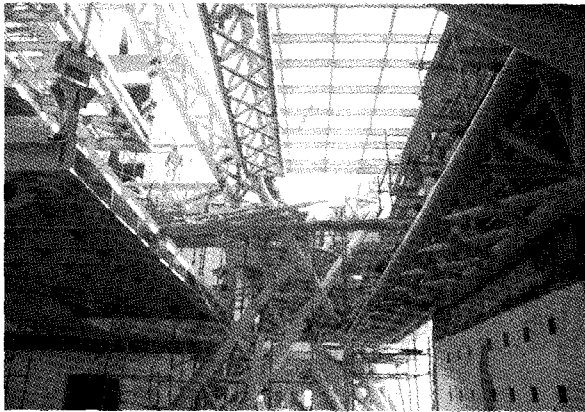
PHASE 02를 모두 완료하여 TRUSS-I과 TRUSS-II 를 <그림 10>과 같이 설치 완료 하였다.



<그림 10> TRUSS-I과 TRUSS-II 설치 완료

### 3.8 PHASE 03 Erection of FLOOR BEAMS, DECK PLATES and TRUSS-III

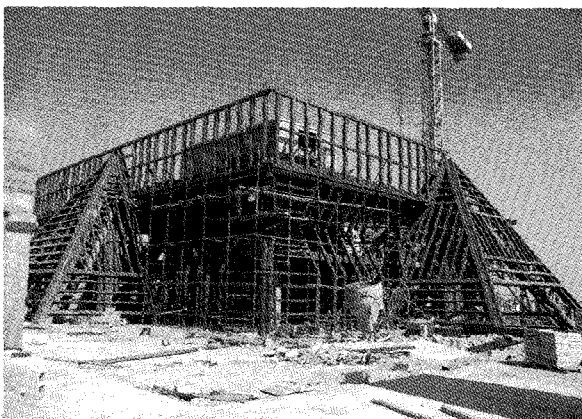
바닥 슬래브를 구성하는 H형강과 텍크 플레이트 설치하고 무근 콘크리트를 타설하였다. 3층 바닥과 4층 바닥하중은 1차적으로 TRUSS-II로 지지되어 TRUSS-I으로 전단된다. 5층 바닥과 지붕 바닥하중은 1차적으로 H형강과 TRUSS-III로 지지되어 TRUSS-I으로 전단된다. 3층 이상의 바닥은 네 개의 피라미드의 내부뿐만 아니라 외부에도 존재하며 5층 바닥면적보다 지붕 바닥면적이 더 큰 것이 특징이다.



〈그림 11〉 Erection of FLOOR BEAMS and, DECK PLATES

### 3.9 PHASE 04 Erection of OTHERS

TRUSS-I으로 만들어진 네 개의 피라미드와 이 피라미드 사이의 바닥 슬래브를 Cladding support



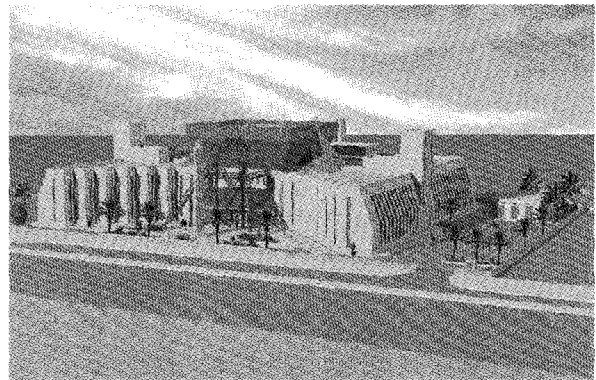
〈그림 12〉 Cladding support frame의 설치

frames으로 내부와 외부공간으로 나눈다. 클래딩은 순경사면, 역경사면과 수직면으로 구성되어 있다. 클래딩의 기준선은 경사진 파이프 트러스로 3차원에서 그 크기와 위치를 확인하여 제작하여야 한다. 이 프로젝트에서 제일 어려운 작업이 파이프 트러스에 관련된 것이라고 하면 두 번째로 어려운 작업은 클래딩에 관련된 작업이라고 말할 수 있다.

### 3.10 오벨리스크

오벨리스크는 사면체의 꼭바로 서 있는 돌기둥으로 위로 올라갈수록 점점 가늘어진다. 그러다가 꼭대기에 이르러서는 '피라미드온'이라고 불리는 작은 피라미드가 얹혀져 있는 형태이다. 최초의 오벨리스크는 고대 이집트인들이 숭배한 태양 신 라에게 바쳤던 것으로 알려지고 있다. 고대 이집트인들이 원시적인 도구와 기술을 사용하여 웅장하고 정교하고 섬세한 작품을 만들었다는 사실에 감탄한다.

건물 정면에 있는 하나의 오벨리스크의 우뚝 솟은 기품 있는 자태는 고대 이집트 문명에 대한 현대 이집트인의 자부심이다.



〈그림 13〉 Misrfone 이동통신사 사옥의 투시도

## 4. 후기

스핑크스와 피라미드와 오벨리스크는 고대 이집트 문화유산의 상징이다. 피라미드의 경사각은 안정각보다 작아 붕괴가 더 이상 진행되지 않는다. 파라오가 가장 편안하게 후세를 보내기를 바라는 고대 이집트인들의 기원이 피라미드를 창조했으며 이집트 전역에 걸쳐 수백 개가 현재까지 존재한다.

네 개의 피라미드를 구성하는 파이프 트러스는 단순히 대공간을 확보하는 구조재가 아니라 여러 층의 바닥 슬래브 하중도 지지하는 적극적인 구조 요소로 활용 되었다. 파이프 트러스의 구조적인 역할을 가장 적극적으로 활용하여 새로운 건축미를 창조하였다. 클래딩은 외부와 내부로 드러내는 것을 서로 절제하고 분할하여 그 공간을 보는 이로 하여금 상상력과 즐거움을 준다.

오벨리스크는 이집트뿐만 아니라 런던, 파리, 뉴욕, 이스탄불, 로마의 박물관이나 유명한 광장에서 구경할 수 있기 때문에 고대 이집트 문화유산이 아

니라고 생각하기 쉽다. 고대 이집트인들은 오벨리스크가 '태양신 라의 두 기둥'이라고 보았으므로 항상 두 개를 나란히 세웠다. 그러나 해외로 오벨리스크가 반출됨으로써 지금은 하나만 서 있는 오벨리스크가 많다. 건물 정면에 설치된 하나의 오벨리스크는 고대 이집트 문명에 대한 자부심이다.

고대 이집트 문화유산인 피라미드와 오벨리스크를 건축주와 디자이너와 기술자들은 현대의 재료와 구조적인 기술로 재해석하여 건축공간으로 창조하였다. 고대 건축에서 앞선 이집트인들이 현대 건축에서도 또 다시 우리보다 앞서 나아가려 하고 있다.