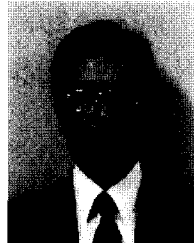


Burj Dubai Project (세계 최고층, No.1)



최 경 렬
삼성물산 건설부문
건축사업본부장



김 경 준
삼성물산 건설부문
Burj Dubai 현장소장

공사기간 : 47개월(2005. 1~2008. 11)

공사금액 : 880백만 달러(美貨)

건물 규모

- 층 수 : 160층 이상 + 상부첨탑
- 높 이 : 700m 이상(세계 최고 높이)
- 연면적 : 15만평

건물용도 : 호텔/ 주거 및 오피스빌딩

- 호 텔 : 1층~39층
- 고급아파트 : 40층~108층
- 사무실 및 전망대 : 109층 이상 상부

1. 서 언

현재 중동 UAE의 Dubai지역은 다양한 건설 프로젝트가 활발하게 발주되고 있으며, 세계적으로 가장 활력이 있는 새로운 건설 시장으로 주목받고 있다. 삼성건설은 2004년 초 사전 적격심사를 통과하여 벨기에 베식스(Besix)와 현지 아랍텍(Arabtec)과 컨소시엄을 구성, 초고층 실적이 있는 30여개 세계 유수의 건설사들이 구성된 7개 J/V그룹과 수주 경쟁을 벌여 기술력 평가에서 1위를 차지하여 버즈두바이 시공자로 최종 낙찰되었다.

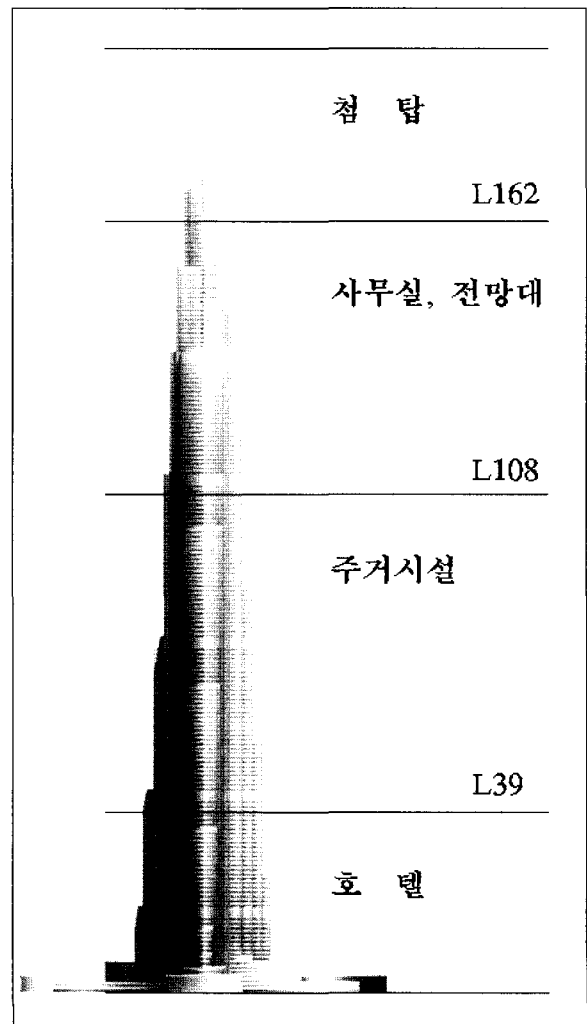
특히 이번 입찰에서 말레이시아 페트로나스 타워, 타워펠리스 등 지난 10여년 동안 7개의 국내외 초고층(50층이상) 프로젝트의 수행을 통해 축적한 기술력과 노-하우 및 초고층 구조설계분야의 세계적인 명성을 보유한 기술 인력과 다수의 초고층 시공 경험인력을 보유하고 있다는 점을 인정받았고 그리고 삼성 브랜드 신뢰도 등을 높게 평가 받은 점이 금번 수주의 의미가 크다 할 수 있다.

2. 프로젝트 개요

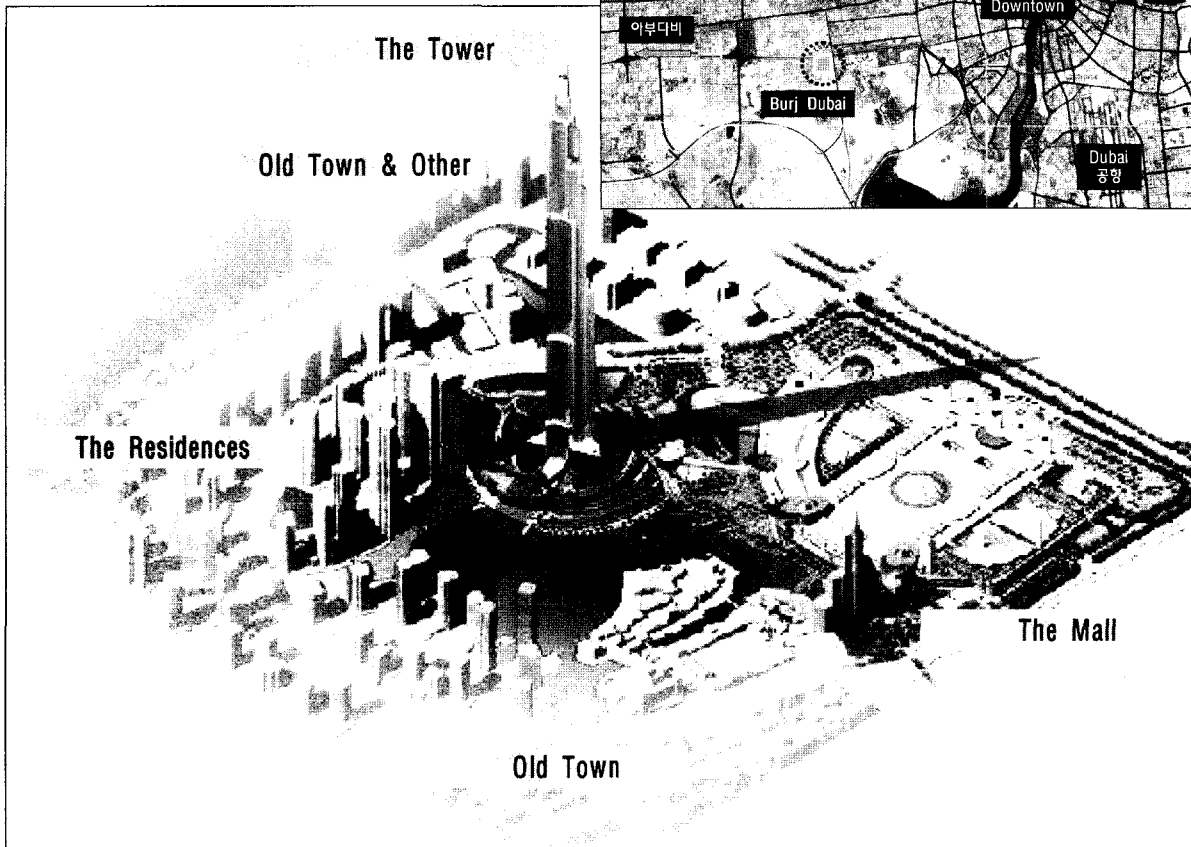
2.1 공사 개요

공사명 : Burj Dubai Main Contract
발주처 : Emaar Properties

2.2 층별 건물 용도



2.3 단지 배치 계획



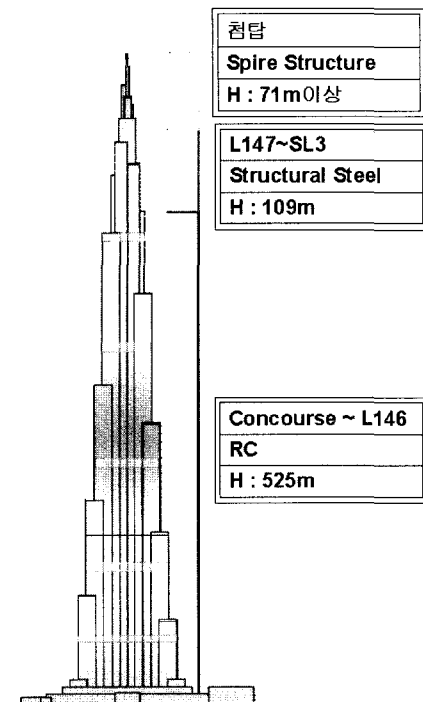
3. 설계 개요

버즈두바이 빌딩은 두바이 고유의 사막꽃을 모티브로 여기에 이슬람 건축양식을 접목시켜 나선형 패턴으로 상승하는 독특한 형상이 만들어졌으며, 무엇보다 하늘로 뻗은 꼭대기 첨탑은 세계로 뻗어가는 두바이 경제를 상징하도록 설계되었다.

버즈두바이 빌딩은 철근콘크리트와 철골의 혼합 구조형식을 적용하였으며, 건물평면이 단계적으로 축소되는 형상으로 해안가의 강한 바람(최대풍속:36.4m/s)에 대한 건물의 안정성을 증대시켰다. 또한 고강도 콘크리트(800kg/cm²)를 사용해 건물의 내구성 증진을 고려하였으며, 진도 7.0 이상의 耐震設計 기준에 만족하도록 설계되었다.

페르시아만을 향한 조망권 확보를 위해 중심 코어를 기준으로 Y-Shape 형태로 구조 설계되었으며, 1층에서 7백m가 넘는 꼭대기 층까지 도달하는데 걸리는 시간이 불과 40초 정도 소요되는 세계에서 가장 빠른 초고속 엘리베이터를 적용할 계획이다.

3.1 건물개요

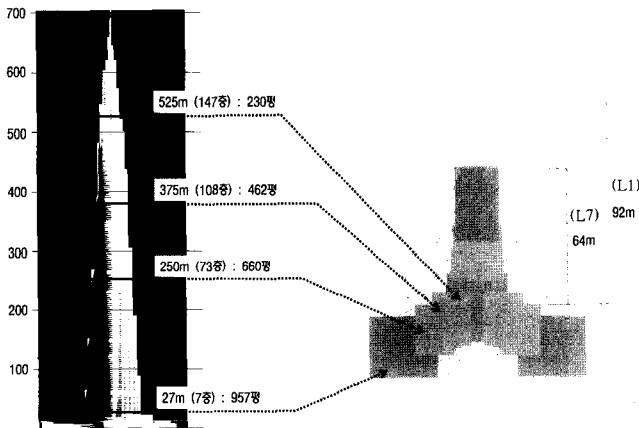


범위	구조형식	높이
1층 ~ 146층	철근콘크리트	525 m
147층 ~ SL3	철골	109 m
첨탑	철골	71 m

높이에 따른 구조 형식을 살펴보면 1층에서 146층까지는 철근콘크리트 구조이고 147층에서 첨탑까지는 철골구조이다.

3.2 평면개요

- 타워부의 중심에서 1층 Wing(날개부) 끝단까지 길이는 92m이며, 기준층인 7층 Wing(날개부) 끝단까지는 64m이다.
- 타워부의 면적조건은 957평(7층)~230평(147층)으로 층이 변화 되면서 면적이 줄어드는 조건이다.



- 건물의 평면은 사막의 꽃이라 불리는 꽃으로 6개 앞에서 3개를 떼어낸 평면모습을 보이며 순차적으로 16번의 Set Back을 진행하는 구조를 가지고 있다.

3.3 구조설계 특징

1) 횡력 저항 System

Tower부분 (기초에서 146층)의 구조 설계의 특징을 보면, 코어월은 철근콘크리트 구조이며 두께는 1300~500mm이고, Outrigger system의 위치는 5개층(L17, L40, L73, L109, L139)에 각각 계획되어 있다.

Spire부분(147층에서 Top Level)은 Structural Steel Mega-Bracing system으로 구성 되어 횡력에 저항하게 되어 있고 타워 외부에 위치한 Annex office와 Annex Pool부분(기초에서 4층)은 철근콘크리트 코어월에 moment frame으로 구성 되어있다.

2) 바닥 Frame의 구조

바닥의 구조형식은 Tower부는 플랫 플레이트 바닥형식으로 두께는 200mm~300mm이며, Annex office 와 Annex Pool부분의 형식은 Suspended slab system으로 400x600 보로 지지하는 구조이다.

3) 기초 구조

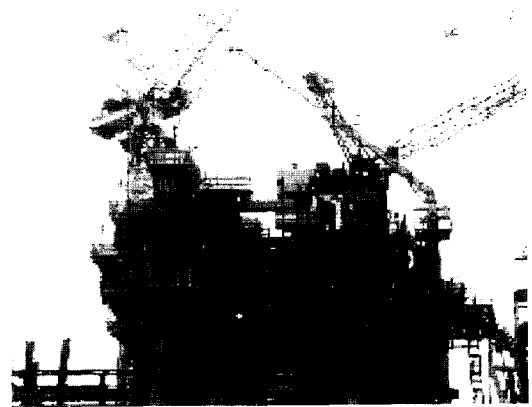
Tower부분과 Annex 부분이 동일하게 Mat 기초로 구성되어나 Tower부의 기초 두께는 3,700mm으로 직경 1500mm의 철근콘크리트의 Bored Pile에 의해 지지하며, Annex office & Annex Pool 의 기초 두께는 600mm으로 직경 900mm의 Bored Pile로 지지되는 구조로 되어있다.

4. 핵심 시공 기술

4.1 층당 3일 cycle 공정

1) 코어월(Core Wall) 형틀 시스템

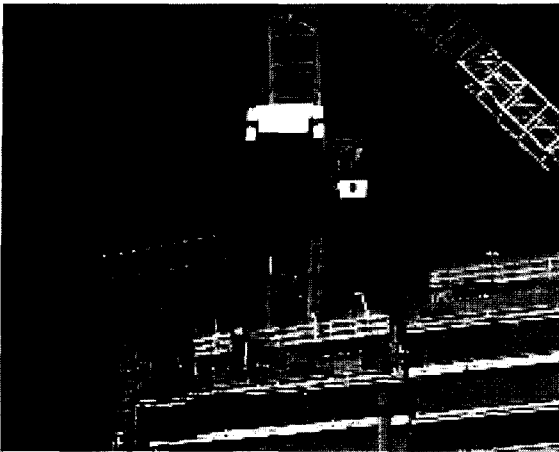
콘크리트 타설 후 형틀을 다음 층으로 이동시켜 자체 장착된 유압잭을 사용하여 상승시키는 시스템으로 최고층까지 지속적으로 콘크리트를 타설 할 수 있도록 치밀하고 완벽한 사전준비가 요구된다.



<코어월 ACS Form적용>

2) 철근 先 조립공법

지상에서 기둥, 용벽의 철근을 먼저 조립하고 타워크레인으로 끌어올려 한번에 설치하는 공법으로 층당 3일 공정 '관리를 위한 작업 안전성 및 효율성을 고려한 철근조립 방식' 이다.



<지상 철근 선조립 공법>

3) 고강도 콘크리트

세계 최고 강도수준인 800kg/cm²의 콘크리트를 적용할 예정이며, 층당 3일 공정달성을 위해 콘크리트의 조기강도 발현, 수화열 관리, 초고층으로 압송이 가능하도록 하기위한 콘크리트의 최적 배합설계기술이 요구된다.

4.2 초고층 양중관리

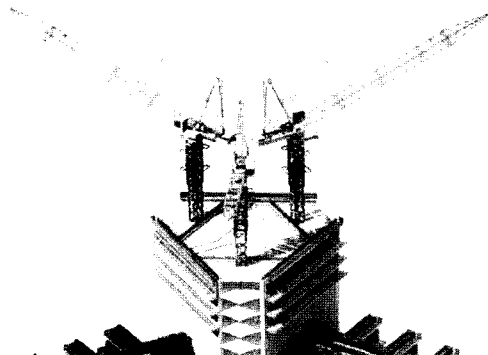
초고층 공사시 가장 핵심적으로 관리되는 분야로, 동시 투입되는 대량의 자재와 인원을 타워크레인과 가설 엘리베이터를 이용하여 최적의 수직 물류 관리가 될 수 있도록 하는 시공관리 계획으로 주요 양중 장비적용 방안은 다음과 같다.

1) Tower Crane

- 고속 대용량 Tower Crane 3대 투입
- 설치방법: Wall bracket type

■ 양중 시간

- 최대 속도 : 220m/min
- 양중소요시간 : 12.7 min at 700m
- 적용 장비 및 Capa.



< 타워 크레인 설치 투시도 >

T/C#1	Favco M440D	25 ton
T/C#2	Favco M380D	19 ton
T/C#3	Favco M220D	11 ton

2) Hoist Car

■ 주요고려사항

- Peak time시 예상투입인원 : 3,100명
- 기계적 한계에 의한 운행 가능높이 : 450m
- 간섭사항
 - : 부분 준공 관련 (호텔부위 Handover)
 - : 본설 Elevator의 공사용 사용

■ Hoist Car 운영 및 설치방안

- 3단계 설치
 - : 인화물용 7대 설치 (Twin Cages)
 - : 지상에서 SL2 까지 도달시간 45분 소요

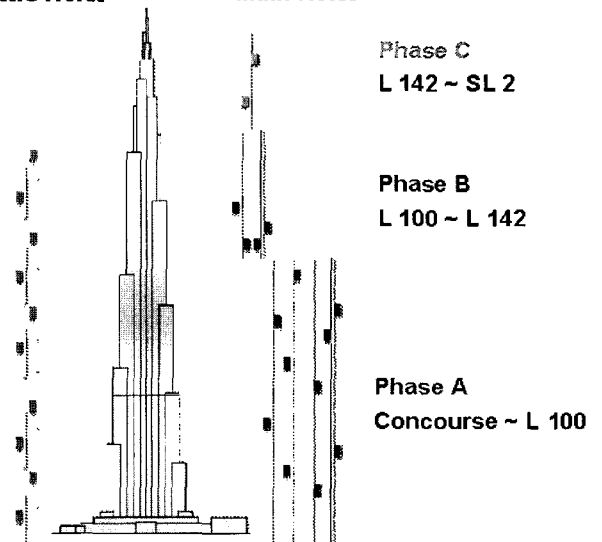
■ Shuttle Hoist Car

- 골조공사 구간(약 16개층)의 전담 운행
- 매 20개층 마다 재설치 (Single Cage 2대)

Concourse~L100	347m	4 Twin	100m/min
L100 ~ L142	152m	2 Twin	100m/min
L142 ~ LSL2	118m	1 Twin	40m/min

Shuttle Hoist

Main Hoist



4.3 Concrete 타설 계획

1) 부위별 Con'c 적용 강도

- Mat foundation, Slabs & Beams : C50
- Core walls, Tower Column : C60, C80

- Belt wall & Outrigger panels: C60, C80
- Podium column : C50

2) Con'c Pumping 계획

- 콘크리트 타설 방법
 - Direct Pumping + Re-pumping 병행 적용
- Direct Pumping
 - RC 구간인 L147(525m)까지 Direct Pumping 방법 적용(“New Record”)
 - : 현 최고기록 대만 TFC101 450m임 (Schwing BP8800)
 - 고압펌프 2대 투입
 - : Putzmeister BSA 14000 HPD (320 bars, 470kw)
- * 525m Direct Pumping이 불가할 경우에 대비하여 중간층에 Re-Pumping용 펌프를 추가 설치함 (Emergency Plan)

Level	Ground ~L147	L147~ L161	L161~ SL6
Method	Direct Pumping	Re-Pumping	Concrete Hopper
목표 높이	525m	607m	681m
타설 장비	고압 펌프	일반 펌프 (L147에 위치)	Tower crane

- Concrete 배관 계획
 - 총 4 Line 운영
 - : 각 배관은 4대의 Concrete Placing Boom에 직접 연결
 - : Center, East, South, North Wing에 배치
 - 1일 최대 3개소 Concrete 타설
 - : 1~2개 Line은 Back Up Line 으로 운영

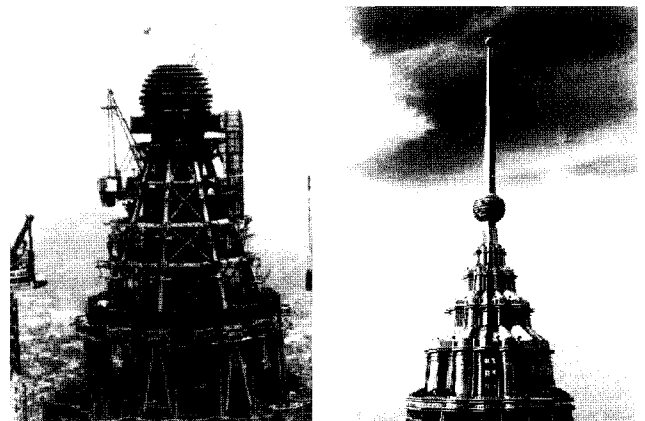
Line#1	Center	525m (L147)	Pipe 두께 : 8mm
Line#2	West	394m (L113)	
Line#3	East	305m (L89)	Pipe Size : 125mm
Line#4	South	345m (L99)	

4.4 Spire Lifting Method

Lifting 공법은 첨탑구조물을 유압잭을 이용하여 밀어 올려 설치하는 것으로 고층부 작업의 안전성 확보를 최우선으로 고려한 공법으로, Petronas Tower, 종로 타워 등의 시공 Know-how 활용할 예정이다.

1) 첨탑 조립 Sequence

1. Support Beam & Lifting Equipment 설치
2. Lifting Block 설치 및 조립
3. Spire Assembly Lifting & Connexion Block
4. 가설 Spire Bottom Block 조립
5. Lifting 완료
6. 가설 Spire Bottom Block 해체



< Petronas Tower 첨탑 >

5. 맺음말

금번 버즈두바이 타워 수주로 세계랭킹 1.2.3위(Burj Dubai, TFC 101, Petronas Tower)의 초고층 Project에 참여하게 되었으며, 명실상부한 초고층 업체로서 대내외 인정 및 초고층 선두 기업으로서 기술력 축적의 계기가 될 것이다.

버즈두바이 타워는 총당3일 공정계획, 525m 높이의 콘크리트 압송계획, 분당 1080m급 엘리베이터 적용, 80Mpa의 고강도 콘크리트 개발 등 다양한 새로운 기술이 적용될 예정으로 시공 중 많은 도전이 예상되나, 면밀한 공법 검토와 사전 철저한 준비로 성공적 공사 수행을 통하여 한국 건설업체의 위상을 높일 수 있도록 최선의 노력을 다할 예정이다.