

초고층 건축공사의 관리포인트

—세계 최고층 건물 말레이시아 KLCC 공사보고—

Construction Management Point of Super High-Rise Building

—Based on KLCC Project in Malaysia—



송도현*



조용훈**

1. 서 언

본 원고는 현재 말레이시아의 쿠알라룸푸르에서 마무리되어 가고 있는 세계 최고의 건물 KLCC 공사 경험을 정리한 글이다.

삼성건설과 극동건설이 현지업체인 Jasatera사와 J/V로 시공한 이 프로젝트는 여러가지 면에서 세계 최고기록을 갱신하며 1997년 3월 현재 우리가 맡은 부분인 골조공사, 주요 설비/전기공사, 외부 커튼월, 엘리베이터, 코아내부의 모든 마감공사를 마무리하고, 이 공사의 성공적인 완수로 공사기간 중 한국에서 발생했던 성수대교 및 삼풍백화점의 붕괴라는 엄청난 시련을 극복하고 우리의 건설기술을 다시 한번 세계에 과시하는 계기가 되었다.

2. 프로젝트 개요

2.1 프로젝트의 배경

우리나라 매스컴에도 여러번 소개된 바 있는 이 프로젝트는 말레이시아의 2020년 신진국 진입을 목표로 경제개발에 박차를 기하고 있는 마하티르 수상 야심적 사업으로서 그 규모나 개발면에서 세계 최고를 기록하고 있다. 가장 관심이 있었던 것은 세계 최고 높이의 건물이라는 기록인데 이에 대해서 마하티르총리는 처음부터 세계최고를 목표로 했던 것은 아니고, 조금씩 욕심을 내서 건물을 높이다 보니 세계 최고 높이(미국 시어스타워 443미터보다 8.9미터가 높은 451.9미터)가 되었다고 소개하고 있다.

* 삼성물산 건설부문 상무이사, 전 KLCC 현장소장

** 삼성물산 건설부문 건축설계실 차장, 전 KLCC현장 설계팀장

특히 일본과의 공동수주로 더욱 관심을 모았던 이 공사는 쿠알라룸푸르 및 말레이시아에 거주하는 3,000여명의 교포사회에서 초미의 관심사가 되었으며, 한층 한층의 골조경쟁에서 이기고 질 때마다 교포들의 일회일비가 되었고 한국에서 오는 모든 관광객들의 고정 관광코스가 되기도 하였다.

2.2 Kuala Lumpur City Center 개요

□ 위치 : 말레이시아의 수도 Kuala Lumpur 의 심장부인 Golden Triangle (Jalan Ampang)의 100에이커(122,420평)규모의 대지.(Selangor Turf Club 이라는 경마장부지)

□ 전체 개발계획 : 처음 개발아이디어가 탄생한 것은 1988년이며, 1990년에 국제 Competition 이 개최되어 미국 Klages Carter Vail & Partners 라는 개발회사 안이 당선되었다.

이 회사의 안은 전체 100에이커의 부지중 40에이커(48,968평)만 상업적 용도로 사용하고 나머지 60에이커(73,452평)를 도심공원으로 사용하여 상업성과 공공적 토지이용의 조화를 추구했다는 특징이 있다. 이 상업적 용도에는 전체 총 연면적 51만 여평이 넘는 소매점, 국제회의장, 콘서트홀, 비즈니스 클럽, 레크리에이션, 음식점, 영화관, 엔터테인먼트 센터, 오피스, 호텔 및 아파트, 백화점 등이 포함되어 있고 주거, 상업 및 위락시설을 총체적으로 제공하는 복합 용도개발(mixed use development)이자 상주인구 5만명 이상이 되는 도시규모의 거대한 민간개발이다.

□ 1단계 개발과 Cesar Pelli : 이처럼 51만 여평에 이르는 개발을 동시에 진행한다는 것은 불가능하였기 때문에 발주처는 project의 구체적 추진을 위하여 1991년 9월 KLCCB라는 별도의 회사를 설립하였으며, 이 회사는 대지의 북서쪽 개발(North West Development라 불리는 1단계 공사 : 총 대지면적 17,322평, 연면적 281,000평)에 대한 master plan 을 국제현상방식으로 다시 실시하여 1991년 11월 Cesar Pelli를 당선시키고, 가장 먼저 착공하는 Petronas Twin Towers 와 Podium 부분에 대한 건축기본설계(Schematic Design)를 발주시켰다.

이러한 과정에서 주목해야 할 점은 전체 개발계획에 대한 master plan은 개발회사(developer)에게,

건축적인 내용이 중심이 되는 부분 master plan은 건축전문 설계회사에 분리 발주시킨 점이다. 이는 건축설계사무소가 모든 것을 총괄케 하는 우리나라와는 달리, 개발계획에 대한 아이디어는 전문가인 개발회사에서 구했다는 점에서 서구 합리주의 정신을 극명하게 나타낸 것으로서 우리에게 자못 시사점을 준다고 할 수 있겠다.

이상의 분리발주 외에 또 한가지 단지개발방식 중 주목해야 할점은 master plan 및 North West Development 공사분을 제외한 나머지 중앙공원을 둘러싸고 있는 21개의 상업용지에 대한 개발은 모두 실수요자에게 땅을 팔고 (구획정리만 하고 분할매각) 그 실수요자들과 KLCCB가 J/V형태로 공사를 진행해나가는 방식이다. 이는 우리나라의 토지개발공사와 비슷한 스타일인데 민간부문에서도 이러한 방식을 취할 수 있게 한 말레이시아의 사회구조가 상당히 서구적이고, 진취적이라 할 수 있겠다. 이 방식은 파트너들의 광범위한 투자참여를 유발하여 발주처의 부담을 덜어줄 수 있게 했다.

이상의 개발과정을 간단하게 요약하면 다음과 같다.

- 1988년 : 개발 아이디어 탄생
- 1989.1.30. : Project 수행회사 설립—KLCC (Holding) Sdn.Bhd.
지분구성—PETRONAS(국영석유회사) 49.5%, MAI Holding Group 48%, 기타 2.5%
- 1990년 : 단지개발 master plan (land use program)이 현상설계를 통하여 결정.
미국의 개발회사인 Klages Carter Vail & Partners 의 안이 당선.
40% 건축용지, 60% 도로,공원 등 공공용지
- 1991.9. : Project의 구체적 추진을 위한 별도의 회사(KLCCB)를 설립
- 1991.11. : 1차 개발부지에 대한 master plan 을 현상설계를 통해 확정. 미국의 건축가 Cesar Pelli의 안이 당선됨.
- 1991.12. : KLCCB 조직에 CM사 (Jeherer Mcgovern) 투입
- 1992.9. : 실시설계 착수 (건축 : 캐나다의

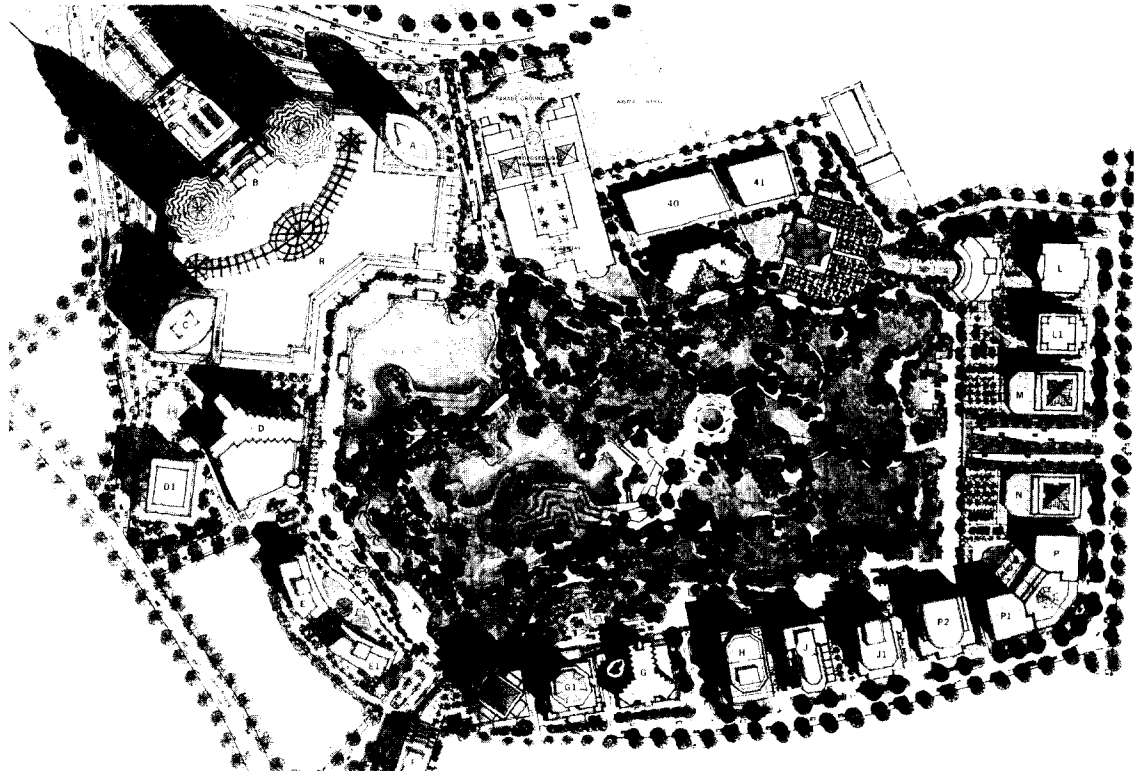


그림 1 KLCC Master Plan

Adamson Associates, 구조 : 미국의 Thonton- Tomasetti, 기전 : 미국의 Flack & Kurtz)

- 1992.12. : 터파기 착수
- 1993.5. : Petronas Twin Tower 입찰
- 1993.11. : Petronas Twin Tower 업체 선정
- 1994.1. : Tower 1 기초콘크리트 타설
- 1994.2. : Tower 1 공사 착수, Tower 2 기초 콘크리트 타설
- 1994.3. : Tower 2 공사 착수

이상과 같은 배경을 가지고 당사가 시공한 KLCC project는 전체개발 중 가장 먼저 착수한 쌍둥이 건물 Petronas Twin Towers 중 하나인 Petronas Tower 2 이다.(일본업체가 시공한 또 하나의 것은 Tower 1이라 불린다. 참고로 이어지는 지상50층, 연면적 34,000평의 오피스인 Ampang Tower 도 기술력을 인정받아 당사가 시공중이다)

2.3 Petronas Tower II 개요

본 타워는 총 451.9미터의 쌍둥이 건물로서 현존하는 세계 최고 높이의 건물이다. 지상 41층과 42층에서 길이 58.4미터의 독특한 Skybridge로 연결되며, 이 Skybridge 는 외형상으로 현대화된 쿠알라룸푸르의 관문을 상징한다고 한다.

이 건물은 앞서 언급한대로 세계적으로 유명한 Cesar Pelli 가 현상설계에 당선되어 기본설계를 진행했으며, 이슬람 건축의 기하학적 문양을 현대적으로 잘 형상화하여 역동성과 우아함을 표현했다고 찬사받고 있다.

□ 건물총높이 : 451.9미터 (초기안은 428.325미터였으나 2차례의 설계변경을 통하여 세계최고높이의 건물이 되었다)

□ 건물층수 : 지하6층, 지상92층 총 98개층

□ 연면적 : 본 타워 59,488 평, 공사를 위한 Wing

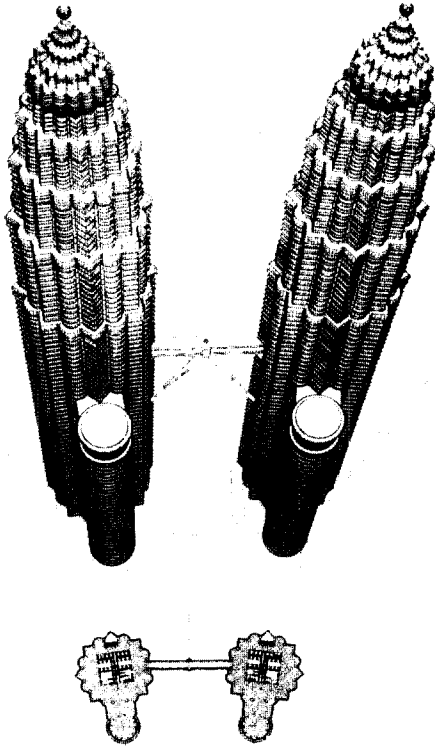


그림 2 Petronas Twin Tower의 평면과 입체도

Area 6,240평 포함 총 65,728평

□ 공사금액 : 원계약분은 미화 2억불이나 총 300여건의 설계변경이 진행되어 2억3천여만불에 이룸

□ 공사기간 : 1994.3.14~1996.6.16일까지의 27개월 계약공기로 actual working day 기준으로 총당 4.5일주기의 사이클공정을 준수해야 하는 rush project

□ 건축 기본설계 : 미국 Cesar Pelli and Associates Inc.

2.4 본 프로젝트의 의미

삼성건설과 극동건설의 J/V로 참여한 이 KLCC 공사는 앞서 기술한 세계 최고의 건물이라는 것 외에도 다음과 같은 여러가지 측면에서 우리나라 건설공사의 이정표가 되는 중요한 의미를 가지고 있다.

1) 단순수주형에서 종합 엔지니어링 : 이는 단지 공사기술적인 성격 뿐만 아니라 공사관리, 계약관리, 공

정관리, 설계관리 등 엔지니어링적 의미가 총체적으로 복합된 프로젝트 수주였을 뿐만 아니라 과거 중동 시절의 단순공사수주적 성격에서 벗어나 심지어는 미국의 sub-con을 관리해야 하는 general contractor로서의 차원높은 공사관리였다.

2) 12개국 인종의 합주공 : 이러한 성격의 공사이기 때문에 과거 중동시절의 한국인 근로자위주의 관리방식은 이제 통하지 않게 되었는데 이는 최근에 급상승한 한국인 근로자의 임금상승이 가장 일차적 원인때문이다. 따라서 공사관리의 핵심이 되는 인원만 투입하고 (1995년 9월이 가장 peak시로서 44명의 한국직원이 투입되었다) 나머지는 현지인 및 제3국인을 활용하여야 했다.

무려 12개국의 인종이 동시 작업을 하였으며, 이는 언어, 음식, 종교 등 모든 문화적 차이를 극복하여 한 목표를 향해 추진해 나가는 건설업의 세계화를 향한 백미라 할 수 있다. 특히 인도네시아인과 방글라데시, 파키스탄인들의 활용도가 높았다.

3) 한국과 일본의 대결 : 특히 당대 최고높이의 건물을 일본업체와 대등하게 동시 시공하였다는 점에서 역사의 아이러니라 할 수 있다. 이 쌍둥이 건물을 경쟁관계에서 시공한 일본의 하자마건설(일본의 하자마와 미국 J.A.JOHN'S 의 J/V)은 일본의 우수한 건설업체(직원 5,300명 규모의 일본내 약 7위 업체)로서 식민지 시절 우리나라의 경부선과 수풍댐을 시공한 업체인데 이제 2000년대를 눈앞에 두고 있는 시점에 멀리 경제기적을 이루어가고 있는 말레이시아에서 건축시공 뿐아니라 종합엔지니어링의 기술력으로 대결했던 것은 건설업계 뿐만이 아니라 모든 분야에서 시작되는 21세기 세계시장에서의 격돌의 서장이라 할 수 있을 것이다.

3. 현장관리 및 초고층시공의 관리포인트

3.1 조직의 운영

한국직원 투입현황은 초기 mob기간 포함 83명의 인원이 현장을 거쳐 갔으며, 8개월이상 근무자는 42명, 가장 peak 시의 근무인원은 44명으로서 95년 9월의 일이었다.

특히 조직상의 중요한 특징은 공사팀내에 공사가

설을 전담하는 logistic의 별도조직과 공사계획을 별도로 담당하는 공사계획팀을 운영하였고, 공기기능을 일반공부 이외에 claim 관련업무를 담당하는 기술행정, 공정관리, 설계까지 포괄하도록 하였다.

3.2 싸이클 공정 및 골조공사의 2교대 근무

본 공사는 앞서도 지적했듯이 27개월내에 tenant area 를 제외한 골조, 엘리베이터, 코아마감, 커튼월 등 주요한 마감공사 모두를 마무리해야 하는 rush project였기때문에 총당 4.5일의 공정을 준수해야 하고, 이를 위해서는 골조공사, M & E, 건축마감공사 등이 한치의 오차가 없이 진행되어야 했다.

특히 후속공정의 원활한 진행을 위해서는 골조공사의 선도적 역할이 가장 중요한데 (현장에서는 이를 선발대공정이라 불렀으며, 구체적으로 corewall, ring beam, 철골을 포함한 베탈데크 슬라브공정이다) 이의 준수를 위하여 골조를 담당하는 시공팀은 주간과 야간을 교대로 근무하며 밤과 낮이 바뀐 생활을 하여야 했다.

여기에는 여러가지 숨겨진 이야기가 많은데 그중

의 하나를 소개하면, 골조공사의 경쟁이 가장 절정에 달했을 때, 담당 공사과장들이 술을 좋아해서(말레이지아는 이슬람국가이지만 다인종이 모여사는 국가여서 중동처럼 엄격한 규제는 없다) 걸핏하면 아침에 지각하기 일쑤였다. 그래서 짜낸 아이디어가 가장 핵심이 되는 골조공사 2명의 담당과장들을 현장소장의 숙소에 기거하게 해서 출퇴근을 약 두달간 같이 하게 했다. 당사자들이야 답답하고 불만이 많았지만 지극히 한국적인 이 방법이 효과가 있어서 결국 골조공사가 1달 늦게 시작하여 최종콘크리트 타설을 기준으로 2시간여 일찍 끝내는 쾌거를 이룩한 것은 본인이나 당사자들에 있어서나 잊을 수 없는 추억이 될 것이다.

이처럼 싸이클 공정이란 계속 순환하여 진행되기 때문에 어느 한 공정이라도 지연되면, 전체공정이 멈출 수 밖에 없다. 따라서 이러한 싸이클 공정의 준수는 특히 층수가 많은 초고층 건축에서 가장 대표적으로 나타나는 공사관리의 가장 중요한 포인트이다.

3.3 종합 가설관리 체제의 구축 및 안전관리

초고층 복합건물의 경우 동시다발로 진행되는 각종 공사를 교통정리하는 별도의 전문적인 조직이 필수적이며, 발주처에서도 그 필요성을 초기부터 인식하여 이러한 logistic에 관한 조직을 현장에 요구하였다. 특히 본 프로젝트는 세계 최고 높이를 자랑하는 초고층 공사였기 때문에 상하 동시작업이 많고, 수직양중량이 많았기 때문에, 작업통로인 수직동선의 확보가 중요한 문제로 대두되었다.

즉, 본 공사의 경우 초고층건축이라는 특성외에 건물의 모양이 위로 갈수록 좁아지고 4개소에 걸쳐 평면이 set-back되는 특수한 형상을 갖고 있기 때문에 300미터 이상의 고소작업일 경우 가설엘리베이터로 이동하려면 4번을 갈아타야 했다. 아침 peak time 시 작업장소에 도착하려면 40분 이상이 소요되었으며, 현장작업의 특성상 새참이나 점심의 경우에는 중간층에 매점을 마련하는 등 별도의 대책이 필요했다. 따라서 각 작업자의 동선관리가 가장 중요한 관리포인트였고 이를 위해 지속적인 호이스트 이용실태를 파악하여 고층부 zone과 저층부 zone을 구별하고 정지층을 최소화하는 등 하루 최대 3,000명의 인원

표 1 KLCC 의 표준공정의 예

번호	Description	Example	기준층	비 고
1	Corewall	L74	D-11	Aug. 1995
	Ringbeam	L72	D-2	
	Main Slab Beam	L70	D-4	
	Deck on Slab	L68	D-6	
	Inside Core Beam	L67	D-7	
	Inside Core Deck & BRC	L65	D-9	
	PPF	L65	D-9	
	Inside Core Slab Con'c	L64	D-10	
2	MEP Hanger	L63	D-11	
	Firespray	L62	D-12	
	Cable Track	L60	D-14	
	Sprinkler	L57	D-17	
	Main Trunk Duct	L56	D-18	
3	Inside Core Curb Con'c	L60	D-14	
	Inside Core Floor Finish	L59	D-15	
	Inside Core Wall Remedial	L58	D-16	
	Inside Core AHU Install	L55	D-19	
4	Stair Working Deck	L58	D-18	
	Stair Formwork	L54	D-20	
5	Inside Core Finishing	L49-L47	D-25-27	3 Floors
6	Stair Drywall	L46	D-28	
	Stair Wall Plastering	"	D-28	

을 90여개층에 신속하게 투입하기 위한 전략을 계속 수정시켜야 했다.

또한 고소층에 화재가 났을 경우의 대책을 위하여 설비공사의 방재설비를 임시로 이용하는 방안을 강구해야 했으며, 비나 가설수도의 오작동으로 인한 물의 범람은 마감공사에 치명적(특히 본공사의 경우, 대부분의 마감재가 석고보드였다)이기 때문에 지수계획(止水計劃) 또한 logistic의 중요한 관리포인트가 되었다.

제3국인 근로자인 인도네시아인이나 방글라데시인들이 교육수준이 낮고 인명경시 풍조가 있어 안전 관리에 특히 신경을 쓰지 않으면 안되었는데 이를 위해서는 현장의 안전조직과의 긴밀한 협력관계의 구축 또한 필수적이었다.

따라서 안전관리의 중요한 관리 포인트로는 위험도가 높은 지역에는 고정 순찰자를 배치하고, 현장의 모든 지역에 방송시스템을 구축했으며 가설물설치에 대한 승인체제를 조기에 확립하는 것으로 대응했다.

3.4 측량(Survey)의 중요성 및 건물의 기울음(Building Tilting)

초고층 건축시공에 있어서 측량의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않을 것이다. 특히 본 공사는 약 100개층에 달하는 세계 최고의 건물이었으므로 1층에 1mm의 오차만 있어도 100층에서는 10cm의 오차가 생겨 커튼월 및 엘리베이터공사에 치명적이 된다.

따라서 측량의 경우 공사개시전 충분한 협의를 통해 survey method statement를 작성, 운영 관리해야 하며 survey team은 경험이 풍부한 리더(본공사의 경우, 40년 이상의 경험이 있는 Ian R. Sparks 라는 호주기술자를 채용하여 성공적으로 완수하였다)를 중심으로 cycle 공정의 sequence에 따라 측량이 요구되는 시점에 신속하게 투입될 수 있도록 인원을 구성하고 신속하고 정확한 측량을 위해 적합한 장비의 구비도 노력하였다.

1995년 8월 11일 (스카이브리지의 성공적 완수후 corewall 69층, ringbeam 67층 진행중) 건물 수직도 측량결과 건물이 기울는 현상이 최초로 발견되었는데 이미 일본측 건물에서는 이미 발생되었기 때문

에 우리측에서 상당한 주의를 기울이고 있을 때였다. 일본측은 약 40mm 정도의 오차가 발견되었고, 우리는 25mm 정도의 오차가 생겼다. 이는 시공오차 25mm를 더하면 50mm가 되어 엘리베이터의 운행에 지장을 줄 정도였다. 이 문제로 일본측은 약 2주 정도 공사를 중지하고 원인을 규명하는 작업을 했는데 이를 기회로 우리 한국측은 층별로 보정해가며 그동안 뒤졌던 공기를 만회하여 막판 대역전극을 펼치는 중요한 발판이 되었다.

나중에 규명된 것이지만 구조설계 consultant에 의하면 corewall의 평면비대칭으로 편심 수직력에 의한 모멘트로 4.5미터 두께의 기초판의 변형(dishing 현상이라고 함)이 일어나고 이에따라 71층(약 310미터높이)에서 최대 130mm까지의 변형이 일어날 수 있다고 하였다. 시공자의 잘못이 아니라고 판정은 낮지만 이를 계기로 초고층건축에서의 구조설계 concept이 얼마나 중요한가를 절감할 수 있었다.

3.5 콘크리트 품질관리 및 압송방식

본 현장에서 사용한 콘크리트는 국내의 4배에 해당하는 800kg/cm²의 초고강도 콘크리트이므로 특히 중점관리가 필요한 항목이었다.

우선 골재 채취 및 batcher plant, 콘크리트를 타설하는 현장에는 모두 발주자 및 시공자측 품질관리 요원이 배치되어 출하시간을 확인하고 슬럼프 테스트를 실시하였으며, 모든 아이템에 대하여 품질관리 방안(QA/QC Manual)을 준비하여 발주처의 승인 및 협의가 이루어진 후에 진행되었다. 특히 콘크리트의 검사기준으로서의 외부온도 35℃ 이하, 슬럼프(800kg의 경우) 21cm, 경과시간은 출하시간으로부터 90분 이내인데 본 현장의 경우는 batcher plant가 단지내에 별도로 마련되어 있었으므로 운반시간에 대한 부담이 없었다. 한국에 적용할 때 참고가 되는 부분으로서 초고강도 콘크리트의 경우, 단지내에 batcher plant를 만드는 방식을 적극 고려해야 할 것이다.

콘크리트의 압송방식은 초고층건물에 있어 대단히 중요한 시공방식의 문제인데, 일본측이 콘크리트 호이스트를 이용한 다단식 압송방식을 채택했던 것에 비하여 우리는 직압송방식을 채택하여 지상 381미터

까지 파이프를 이용하여 콘크리트를 직압송, 타설하였다. (이 방식은 사실 대단히 위험한 방식이었다. 예를 들어 지상 300미터 높이에서 concrete jam이 발생했을 때, 1시간 이상 점검해야 한다면, 모든 콘크리트가 굳어서 3주 이상 콘크리트 공사가 중단되는 위험성을 갖고있는 것이다). 이는 그동안 Hong Kong Central Plaza 가 갖고 있던 306.5미터를 세계 신기록을 경신한 것이다.

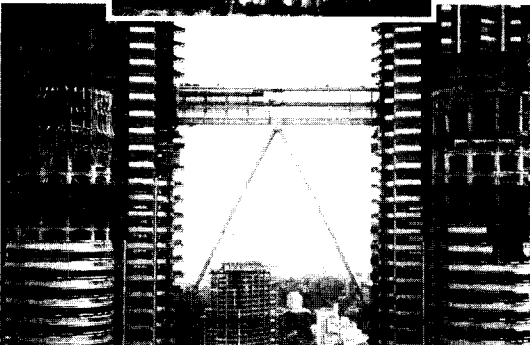
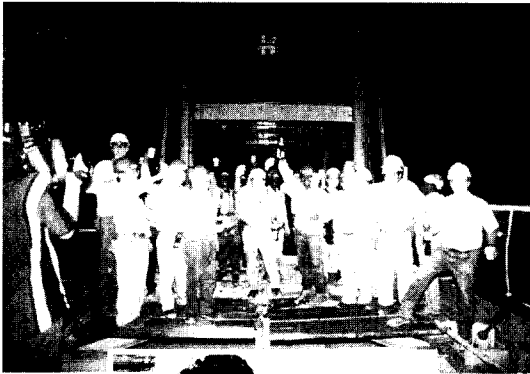


사진 1 스카이브리지의 양중모습과 설치완료후 감독관들과 축배를 드는 모습

4. 특수 구조물의 공사

본 프로젝트에서는 두가지의 특이한 구조물의 공사가 진행되었는데 모두 세계적인 관심을 불러 일으켰던 것으로 (skybridge 공사의 경우는 미국 CNN 방송으로 생중계될 정도였다) 그만큼 위험성이 크고 공사내내 가슴을 졸여야 했던 힘든 공사였다.

4.1 Skybridge 공사

Petronas Twin Tower 의 41층과 42층은 건물의 상층부와 하층부를 나누는 중심이 되는데 장차 관광의 명소가 될 sky lobby 가 위치하는 곳이다. 이 부분에 두 타워를 연결하는 skybridge가 설치되었는데, 이는 앞서 언급한 modern kuala lumpur의 관문이라는 상징적 의미가 있을 뿐 아니라 양 타워의 로비를 연결시켜 주어 식당, 회의실 등 양 타워의 공공 시설물을 공동으로 사용할 수 있도록 하고, 비상시에는 대피통로로 기능하는 다목적 용도의 구조물이었다.

이 skybridge는 지상 170미터 높이에 길이 59.177미터로 설치되는 세계 최고 높이의 다리로 마감포함 약 800톤의 무게를 갖고 있다. 유압적으로 lifting시 약 540톤의 무게를 갖고 있었는데 이는 풍력이나 기타의 흔들림 때문에 30mm 이상의 기울어짐이 있을시 lifting 이 정지되는 첨단 시스템공법으로서 1분에 25~30cm, 1시간에 10m 밖에 올라가지 못하는 특징 (이에 따라 목표 지점에 도달하는데 약 이틀이 소요되었다)을 갖고 있었다. 이 lifting시에 이 과정이 너무 답답하고 늦게 느껴져서 빨리 올라가면 위험하다는 것을 알면서도 공사관계자들을 계속 다그쳤던 일 또한 시급 생각하면 미안한 마음을 지울 수 없다.

특히 이 공사는 한국측이 단독으로 수주한 공사였으므로 일본측의 공사관계자들이 부러운 눈으로 지켜보았으며, 이 공사를 계기로 우리가 일본을 압도하는 분위기로 반전되었다는 점에서 공사기간중의 분수령이 되었다.

이에 따라 모든 과정이 추호의 빈틈없이 일사불란하게 진행되어야 했으며, 특히 이 skybridge lifting ceremony 시에는 미국 CNN의 생중계 및 말레이시아의 마하티르총리가 참석하여 지켜보는 가운데 이

루어졌기 때문에 더욱 가슴을 졸여야 했다.

특히 이 공사가 진행되는 약 2주 동안은 식사를 모두 배달시켜 야외 공사장에서 하면서 작업자들을 돌려줬던 것이 기억에 생생히 남는다. 또 한가지 잊을 수 없는 것은 평소에 교회에 나가지도 않던 본 현장소장이 이날 아침은 새벽부터 Genting Highland (해발 2,000여미터의 높이에 동양최대의 카지노가 있고 항상 기온이 선선하여, 말레이시아의 유명한 관광명소가 되고 있으며 날이 맑으면, 본 현장에서 바로 마주 보이는 곳이다)의 불교사원을 찾아서 불공을 드리고, 그도 모자라서 또 한인교회에 가서 하느님께 무사히 행사가 치뤄질 수 있도록 빌고 온 일은 이렇게 중요한 공사 및 행사를 앞둔 현장소장이 아니라면 이해가 안 될 것이다.

또한 이 skybridge공사의 진행때문에 타작업이 중지되어서는 안되고 상부작업이 동시에 진행되었기에 더욱 힘들었다는 점을 강조하고 싶다.

4.2 Pinnacle 공사

건물 최상부에 위치하는 pinnacle은 스테인레스 마스트와 이를 지지하는 primary frame으로 구성되어 있으며, mast는 길이 65미터, 중량 130톤이며 하부지름이 2.3미터 상부지름이 1.8미터의 상부로 좁아지는 형상을 하고 전체가 SUS 304L 부재로 되어 있다.

이 중량 130톤의 마스트의 인양은 타워 크레인으로 이루어져야 했으므로 10개의 블록으로 분할해서 구름위로 양중할 다음에 400미터의 고소에서 다시 용접되어 유압잭으로 밀어 올려 해당높이까지 도달시키는 방식으로 진행되었다. 이러한 고소(高所)로 무거운 중량물을 끌어 올리는 작업은 무척 위험한 고난도의 공사인데, 실제 400미터이상의 높이에 타워 크레인을 설치하여 양중할 경우는 자체 흔들림만도 12~13cm에 달했으며, 날씨가 좋지 않을 경우는 구름위의 작업이므로 밑에서는 볼 수가 없는 양중작업이었다.

이 공사는 일본과의 마지막 대결이었다. 87층 마지막 콘크리트를 2시간 16분 먼저 타설한 여세를 몰아 고소작업, stainless steel의 용접, ringball의 집합, hub의 집합등 난제들을 극복해 가면서 마지막 며칠간은 철야작업, 1996년 3월 6일, 멀리 말레이시아 쿠

알라룸푸르 하늘에 세계 최고의 높이 451.9미터의 철탑을 Tower 1보다 약 1주일가량 앞서 올려 놓았다. 이 또한 skybridge의 시공과 함께 우리나라 건설기술 우수성을 입증한 또 하나의 쾌거라 할 수 있다.

이러한 성공의 요인으로는 물론 현장 작업자들의 노고를 일차적으로 들수 있지만 실제로는 현장개설 초기부터 시공계획전담팀을 운영하여 모든 조건에 대비한 치밀한 시공계획을 준비한 데 있었음을 또한 간과할 수 없다.

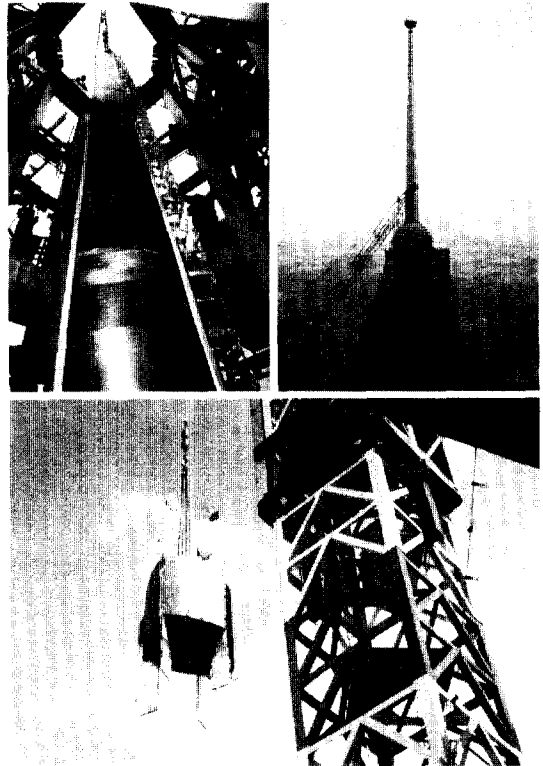


사진 2 피나클 양중모습과 최종 설치된 모습

5. 맺음말

이제 우리나라에도 대기업을 중심으로 100층 이상의 초고층 건물을 건설하려는 계획이 잇달아 발표되어 바야흐로 skyscraper의 제 2 부흥기를 맞이하고 있으며, 본인 또한 삼성그룹의 100층 사옥 프로젝트의 준비팀장으로 일을 하고 있다.

해외 공사를 해 본 사람들은 누구나 하고 또 듣는 이야기지만 외국에서보다 우리나라가 일을 하기가

훨씬 어렵다고들 하며, 또한 해외에서는 명성을 떨치는 한국 건설업체가 국내에만 들어 오면 부실공사를 한다고 입방아들이다. 물론 사회구조상 그러한 속설을 완전히 부인할 수는 없지만 이처럼 세계 최고층 건물을 일본과 경쟁하여 조금도 뒤지지 않게 시공한 만큼 어떠한 어려움속에서도 우리 후손에 물려줄 우리 건물을 보다 완벽하고 철저히 시공해야 하는 것은 우리 건설인들이 갖고 있는 책임이라 생각한다.

다시 이 자리를 빌어 공사팀장 김경준 부장, 최선발대작업을 담당하며 밤을 낮삼아 일했던 core wall 콘크리트의 김윤기 차장, ring beam 콘크리트의 김형준 과장, 철골 및 메탈데크의 김한철 과장, 처음부터 끝까지 조금의 오차도 허용하지 않는 시공계획을 한 김재호 과장, 철골공사를 성공적으로 수행하여 일본을 따라잡는 선도적 역할을 한 삼성중공업의 송경진 차장 등 우리 직원들 및 말레이시아 현지인, 제3국인 모두에게 감사의 말씀을 전한다.

참고문헌

1. 삼성건설 건축사업본부 말레이시아 KLCC 현장, Malaysia KLCC 기술자료 - Petronas Twin Tower #2 전 8권, 1996.8.
2. ENR (Engineering News Record), SO LONG SEARS, HELLO KUALA LUMPUR - World's tallest to hit 451.9 meters, 1996년 1월 15일자 KLCC 특집호
3. KLCC Tower 2 계약도면, 1993.8.12
4. KLCC, Meeting Future Needs
5. KLCC - "Towering" challenge for its builders, April/June 1995, BUILDING property review, pp.56-58
6. KLCC - BORN OF A BOLD VISION, pp.50-52, op.cit.
7. 이승훈 외 2인, 초고층건물에 대한 고강도 콘크리트의 현장적용 및 품질관리 - KLCC (Kuala Lumpur City Center) Project -, 콘크리트학회지 96.2. 