

싱가포르 마리나 베이 샌즈 호텔 '건설한국' 기술력 과시

21세기 건축의 기적을 세우다

대한민국 해외 건설 역사상 최대 규모(\$10억 달러)의 건축 프로젝트인 마리나 베이 샌즈 호텔은 그 규모 만큼이나 놀라운 기술력을 선보이고 있습니다.

글 | 제도연구실 손영선

자을 때부터 세계 건축전문가들로부터 호평을 받으며 주목을 받았던 화제의 '싱가포르의 마리나 베이 샌즈 호텔'이 2년 3개월만에 완공돼 지난 6월 드디어 모습을 드러냈다.

이 호텔은 자유의 여신상(뉴욕), 에펠탑(파리), 타워 브리지(런던), 오페라하우스(시드니) 등과 어깨를 나란히 할 세계적인 랜드마크로 손꼽히고 있으며, 여기서 중요한 점은 국내 건설업체가 시공했다는 점에 더욱 주목받고 있다. 또한, 이 호텔의 공사금액이 미화 7억 1,400만 달러 (약 9천억 원)에 달하며 대한민국 해외 건설 역사상 최대 규모의 단일 건축 프로젝트 수주로 대한민국 '건설기술의 힘'을 알리고 있다.

지면에서 최고 52도 기울어진 '21세기 건축의 기적'

트럼프 카드가 두 장이 서로 기대어 서 있는 '들 입(入)자' 모양의 건물로 지상 55층짜리 3개의 건물과 지상 200m높이에서 이를 연결하는 거대한 배 모양의 스카이 파크가 올라선 독특한 디자인의 싱가포르 마리나 베이 샌즈 (Marina Bay Sands Hotel) 호텔이 완공돼 웅장한 자태를 드러냈다.

이 호텔은 지하 3층 지상 55층 3개 동 총 2,561객실로 연면적이 63빌딩의 약 2배에 302,171㎡ 규모이다. 이 호텔은 지상에서 최고 52도 기울어져 올라가는 동측 건물이 지상 70m (23층)에서 서측 건물과 연결된 후 55층까지 올라가는

들 입(入)자형 구조로 현존하거나 설계, 시공 중인 건축물 중 최고 난이도라 평가받고 있다.

마리나 베이 샌즈 호텔에는 수영장 3개와 전망대, 정원, 산책로, 레스토랑, 스파(Spa) 등이 조성된 길이 343m, 폭 38m의 스카이 파크(Sky Park)가 있으며, 이는 에펠탑(320m)보다 20m 이상 길고, 면적은 축구장의 약 2배(12,408㎡)에 달하며 무게는 6만 톤이 넘는다.

특히 900명을 수용할 수 있는 세계 최대 규모의 전망대는 보잉 747 여객기 전장과 맞먹는 약 70m가량이 지지대 없이

지상 200m에 돌출된 외팔 보(cantilever) 구조를 하고 있다. 쌍용건설은 이러한 스카이 파크 시공을 위해 38~75m, 무게 200~700톤의 철골 구조물 총 7,000톤을 지상에서 조립해 200m위로 끌어 올리는 유압 잭을 이용한 해비 리프팅(Heavy Lifting) 공법을 사용했다고 한다.

이러한 웅장함을 자랑하는 마리나 베이 샌즈 호텔의 전체적인 공사자재 물량은 아래와 같다.

■ 공사자재 물량

구 분	내 용
공사 자재 물량	- 철근 지하 5층 지상 25층 연면적 33,000㎡ 규모 오피스 빌딩 약 15개를 건설할 수 있는 43,000톤 사용
	- 철근길이 27,232km로 지구 지름의 2배가 넘음
	- 콘크리트 올림픽 규격 수영장 (2,500㎡) 78개를 채울 수 있는 195,000㎡ 분량 투입

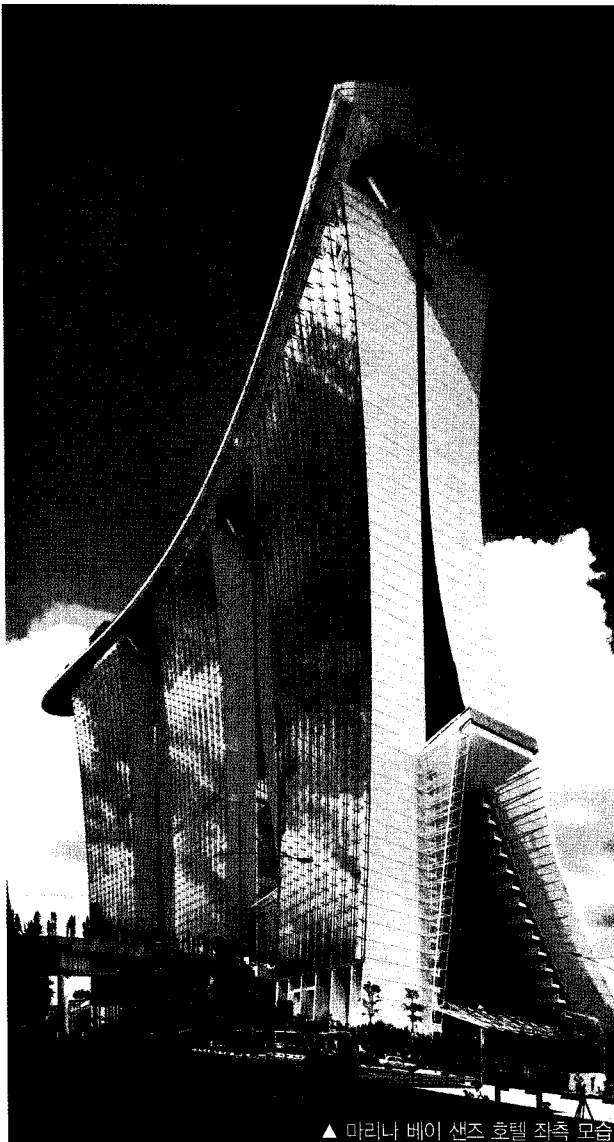
싱가포르 Marina Bay Sands IR 전기시공현황

싱가포르 마리나 베이 매립지에 위치한 샌즈 호텔은 대지면적 23,400㎡에 연면적 302,171㎡로 3개로 타워로 된 비선형 건축물로 공사 진행을 위한 임시동력의 수전용량만 해도 2,000kW에 달한다. 보통 이 정도의 용량은 아파트 350세대 정도의 단지에 공급되는 전력량에 해당하는 용량으로 타워 크레인, 호이스트, 각종 펌프 등의 부하와 전동 및 핸드툴에 대한 평당 부하를 추정해서 얻어 졌다.

이러한 싱가포르 임시동력 공사가 국내 임시전력공사와 다른 점은 싱가포르는 임시동력 공사의 모든 과정을 LEW(Licensed Electrical Worker, 국내의 전기 안전 관리자와 비슷)가 관여한다는 점이다. 특히, 마리나베이 샌즈 호텔처럼 전기용량이 큰 경우에는 자격을 PE(Professional Engineer)이상으로 선임하도록 하고 LEW(Licensed Electrical Worker)와의 상호협력 속에 철저한 관리가 이루어진다. 이러한 싱가포르의 전기자격자의 자격구조는 [표 1]와 같다

이러한 PE(Professional Engineer)에게 싱가포르 현장에서는 부하 계산서 및 단선 결선도 스케치를 제출하고 전력 간선 및 배전반을 협의하여 결정하고 시공하도록 하고 있다.

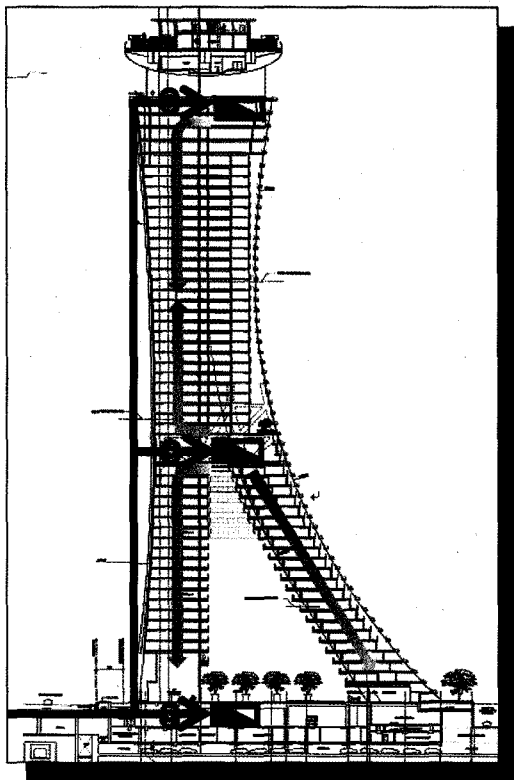
다음으로 고압 및 저압 공급 계통도를 살펴보면, 전기 수전용량은 45MVA(호텔 타워 3개, 지하층)이고 8개의



▲ 마리나 베이 샌즈 호텔 직측 모습

【표 1】 싱가포르의 전기자격자의 자격구조도

class of LEW	Design	Operation of installation	Voltage level
Licensed Electrician	≤ 45kVA	≤ 45kVA	≤ 1000V
Licensed Electrical Technician	≤ 150kVA	≤ 500kVA	≤ 1000V
Licensed Electrical Engineer	No limit	No limit	Subject to licence condition



【그림 1】 고압 및 저압 공급 계통도

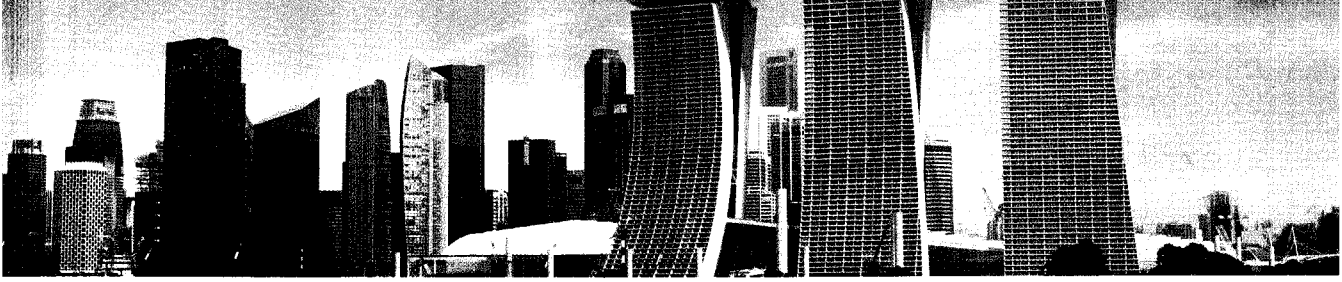
전기실로 구성돼 있다. 이러한 8개의 전기실은 지하 1층에 2개(5MVA & 10MVA)와 각 타워의 23층과 55층에 전기실

(6개-각 타워 2개씩 : 각 5MVA)이 위치해 있으며 계통은 그림1과 같다.

특이한 점은 전기실의 구조가 국내와 다르게 초고압반을 수용하는 실, 변압기를 수용하는 실, 저압반을 수용하는 실을 따로 구성한다는 점이다.

다음으로 당 현장의 승강설비 공사에 대하여 살펴보면, 총 71대의 승강기와 10대의 에스컬레이터가 포함되어 있다. 특히 승강설비공사에서 주목할 점은 Jump lift 를 적용해 시공 중에 승강기를 사용하면서 상부에서는 골조 공사를 진행하는 것이다. 간단히 설명하면, 골조공사가 일정 층까지 진행된 후 승강기 shaft의 상부에 deck을 설치하고 승강기를 하부에 설치하여 공사용으로 사용을 하면서 상부에서는 골조 공사를 진행하는 방식이다. 이러한 방식을 채택한 이유는 건물의 형태가 비전형 구조여서 임시승강설비(호이스트)를 설치할 수 있는 공간이 충분하지 않았으며, 공기를 단축할 수 있기 때문이라고 한다.

쌍용건설은 싱가포르에서 마리나 베이 샌즈 호텔 이외에도 오션프론트 콘도 미니엄, 선택시티 복합건물, 탄복생 병원 등 많은 건축물을 비롯한 플랜트 설비 등을 시공하고 있다. 우리의 시공기술이 해외에서 인정받을 뿐 아니라 그 나라의 랜드마크를 만들고 있는 것이다. 이번 싱가포르의 마리나 베이 샌즈 호텔을 취재하면서 해외 언론으로부터의 감탄과 호평을 보며 한국인으로서의 자부심과 전기인으로서의 자신감을 가질 수 있었다. ❖



쌍용건설 전기부장 김 태 유

INTERVIEW

Q 쌍용건설은 해외에서 높은 기술력을 바탕으로 경쟁력을 확보하고 있는 것으로 알고 있습니다. 해외시장개척에 어려웠던 점과 향후 계획에 대하여 말씀 부탁드립니다.

A 쌍용의 이름을 해외에 알리게 된 계기는 1980년에 착공하여 1986년에 준공한 싱가포르의 래플즈시티입니다. 73층 호텔을 포함한 복합건물로 세계 최고층 호텔 부문 기네스북에 기록되었으며, 25년 전에 쌍용의 힘으로 시공하였다는 것에 대하여 많은 쌍용인들의 마음속에 자부심으로 남아있습니다.

싱가포르에서의 쌍용건설의 성공은 이후 말레이시아, 인도네시아 베트남 등 동남아 시장에 도 진출할 수 있는 발판을 마련해 주었으며, 쌍용건설의 축적된 기술력은 계속된 성공신화를 창출해 냈습니다.

앞으로의 계획은 싱가포르를 거점으로 동남아 주변국 및 중동, 나아가 성장 잠재력이 풍부한 아프리카의 신흥자원부 국으로 해외건설시장의 다변화를 꾀할 계획에 있습니다. 또한, 기전분야도 특화 하여 경쟁력을 강화할 계획입니다. 이를 위해 현재 싱가포르에서 진행되고 있는 노후건물 리모델링공사(전기, 설비 주축) 입찰에 참여 중에 있고 중동 및 아프리카 지역에서의 송, 변전분야에도 관심을 갖고 신시장 개척을 위해 노력하고 있습니다.

또한, 쌍용건설은 동시에 8개 입찰프로젝트를 수행할 수 있는 해외 견적팀을 가동 중에 있으며 수주와 동시에 바로 해외에 투입할 수 있는 엔지니어를 100여명 이상 보유하고 있습니다. 이러한 저변을 바탕으로 쌍용건설은 가까운 시일 내에 새로운 해외건설 신화를 이룰 것이라 믿고 있으며 이를 위해 오늘도 우리직원들은 각자의 위치에서 "대한민국 건설인의 대표선수"가 되기 위해 기량을 닦고 있습니다. ❖

〈싱가포르 마리나베이 샌즈 호텔 시공시 어려웠던 점〉

1. 골조 배관의 어려움

- 비선형 고층 건물로 내부 철근의 굵기 및 수량이 많아 배관 및 박스설치가 어려움-공간협소
- 철저한 inspection(구조, 건축, 전기, 설비 등 모든 공종의 inspection이 완료가 되지 않으면, 그 부분이나 층은 콘크리트 타설을 할 수 없도록 하고 있음
- 구조 consultant의 무리한 요구(박스나 배관의 이동 시나 시공 시 구조물과 간섭되거나 영향을 줄 것으로 예상되면, 항상 PE의 계산서를 근거로 작업하도록 엄격히 통제)

2. 노출 배관의 어려움

- 일반 건물로 많은 서비스와 배관들이 천장상부에 설치됨으로 인해 CCSD(Combined Coordinated Show Drawing)의 정확한 작업의 요구
- 여러 층으로 배관과 서비스 들이 천장 상부에 설치가 됨으로 최상부에 설치된 서비스의 잘못된 시공은 하부 서비스들에 영향을 줌.

3. 잦은 도면 변경으로 인한 공사의 어려움

- 각각의 consultant가 다르므로 인해 건축마감의 변경을 할 경우 여러 공정에서 수정을 하며, 도면을 확인하고 챙겨야 하

는데, 각각의 consultant의 요구에 의한 변경이 많아서 모든 도면을 챙기며 완벽히 작업 하는데 어려움

4. MOM(Manpower of Ministry)의 철저한 관리감독

- 심하다 싶을 만큼의 기준을 두고 이를 조금이라도 어겼을 시는 공사중지와 같은 처분을 받을 수도 있어서, 항상 MOM의 기준에 맞추려 현장에서 전 직원이 본 공사 못지않게 안전 및 가설공사에 신경을 써야 하는 어려움

〈현장 사례〉

싱가포르의 대표적 건축물의 시공에 따른 MOM(Manpower of Ministry : 우리나라의 노동부와 비슷한 기관)의 집중 관리 대상이 되어 하루가 멀다 하고 점검을 나와 매일 가설케이בל을 정리하고 가설본전반의 시건장치를 점검하는 등 가슴 졸이며 MOM 지적 사항을 받지 않으려고 노심초사 했다고 한다.

5. 철저한 inspection

- 싱가포르 공사의 경우 도면과 조금이라도 상이하거나, regulation(법규)에 조금이라도 어긋나게 되면, inspection을 통과할 수 없다(이 경우 다음 공정으로는 진행은 문제점을 해결하지 않는 한 더 이상 할 수 없게 된다).