

KIOGEM

설계관리 단계에서 해운대 관광리조트 개발사업의 CM업무 현황

윤승재 Parsons Brinckerhoff, Korea
해운대 관광리조트 개발사업 CM팀 차장

이영주 Parsons Brinckerhoff, Korea
해운대 관광리조트 개발사업 CM팀 주임



1. 프로젝트 소개



그림 1. 해운대 관광리조트 조감도



그림 2. 해운대 관광리조트 대지위치

■ 위치

부산광역시 해운대구 중1동 1058-2 일대

■ 주거타워A, B동

지하5층~지상84층

■ 랜드마크타워

지하5층~지상101층 / 관광호텔, 일반호텔

■ Podium

리테일, 레스토랑, 디지털 테마파크, 온천 스파 및 워터파크, 테마플라자

해운대 관광리조트는 해운대 해수욕장 바로 앞에 건립되는 사계절 레저휴양 복합시설로서 백사장을 직접 연결하여 바닷가 입지를 최대한 활용하였으며 주거타워의 전체 세대에서 바다 조망이 가능하도록 배치되었다. 또한 녹지공간을 충분히 확보하기 위하여 건폐율은 73.3%(법정기준이 85%)로 최대한 낮게 계획하였다.

기본 건축설계는 국내설계사 SAMOO와 글로벌 설계사 SOM이 함께 진행하고 있다. 현재 기본설계(Design Development; D.D) 단계로 파슨스브링커호프가 설계관리 단계의 CM업무를 수행하고 있다.

해운대 관광리조트 CM단인 파슨스브링커호프는 1885년 뉴욕본사 창립 이래 전 세계의 건축 및 토목 프로젝트에서 건설사업관리(CM), Program Management, Planning, 엔지니어링 컨설팅 및 유지관리 분야 선도 기업으로서 다양한 초고층 건축물 프로젝트 관리경험을 바탕으로 해운대 관광리조트 프로젝트의 CM업무를 수행하고 있다.

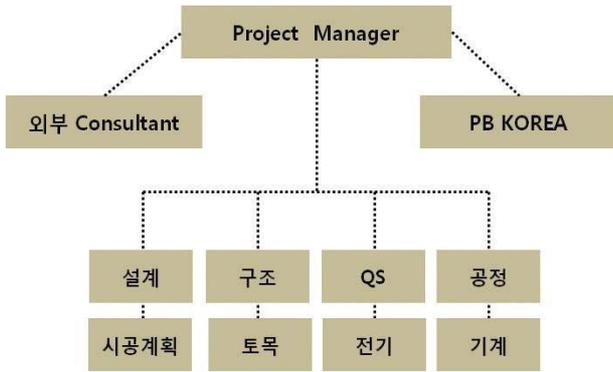


그림 3. 해운대 관광리조트 CM단 조직도

현재 해운대 관광리조트 사업의 CM조직 구성은 그림3과 같이 Project Manager를 중심으로 건축설계, 구조, QS, 공정, 시공계획, 토목, 기계설비, 전기등 분야별 초고층 전문가들로 이루어져있으며 설계단계의 CM업무를 수행 중이다. 그 중 초고층의 주요기술요소인 엘리베이터 계획, 에너지 세이빙, 커튼월, 시공성 검토내용 등을 본문에서 자세히 설명하겠다.

2. 엘리베이터 기술 요소

초고층 기술요소 중 엘리베이터는 가장 중심이 되는 요소 중 하나이다. 건물 내 이동인구 동선에 대한 혼잡도를 피하고 승강기 이용 승객의 편리성과 이용 효율을 확보하는 것이 초고층 건축 계획에서 매우 중요한 사항이기 때문이다. 이를 위해 건축 계획 초기에 용도에 맞는 교통량을 산정하여 엘리베이터 계획을 진행해야 한다.

1) 교통량 분석 방식

엘리베이터 계획을 하기 위해 교통량을 분석하는 방식은 다음과 같다. 첫째, 먼저 엘리베이터 사용인원을 서울시 주

택본부에서 지정한 초고층 건축물 승강기 설치 가이드라인 자료에 의해 산출한다. 둘째, 사용인원에서 실제 인구 적용율을 결정하고 유사사례를 분석하여 엘리베이터의 정격하중, 인승, 속도, 대수 및 운행층을 정한다. 셋째, 정해진 엘리베이터의 사양과 실제 인구 적용율로 엘리베이터 교통량을 산출한다. 엘리베이터 교통량 산출 항목은 5분간 수송능력(%), 평균운전간격(sec), 평균 대기시간(sec), 평균 주행시간(sec), 평균 목적 층 도착시간(sec)으로 국내외 교통량 분석 성능기준을 토대로 비교 검토한다. 마지막으로 교통량 분석 성능기준 검토 결과를 바탕으로 기준치에 미달인지, 상회하는지 판단한다. 만약 기준치에 비해 많이 상회한다면 교통량 효율은 상승하지만 엘리베이터 대수나 속도 또한 상승하여 비용이 높아질 수 있음을 인지하고 적절한 엘리베이터 사양을 산정한다.

2) 유사 초고층 건축물(주거시설) 현장 사례

해운대 관광리조트 개발사업의 엘리베이터 사양을 산정하기 위해 유사 초고층 건축물 엘리베이터 사례를 분석한 것은 다음 표1과 같다.

3) 해운대 관광리조트 개발사업 현황

해운대 관광리조트 개발사업의 엘리베이터 검토를 위하여 위의 내용과 같은 교통량분석과 국내외 유사현장에 관한 자료분석 및 전문가 협의를 통하여 적절한 엘리베이터 계획을 수립하였다. 사례에서와 같이 승강기 인승은 대부분의 현장들이 법적 승강기 대수에서 유리한 17인승 이상을 적용하고 있고, 속도와 층수만을 기준으로 검토한 결과 80층 이하에선 300m/min 이하를 적용하고 있다. 해운대 관광리조트 개발사업 주거타워는 84층이므로 속도는 고층에서는 300m/min 이상을 저층에서는 300m/min 이하를 적용하였다.

표 1. 유사 초고층 건축물 현장 엘리베이터 사양

현장명	구분	정지층	인승	속도(m/min)	대수	비고
해운대 A PRJ	저층	1~38	24	240	3 Unit * 2 Group	최고층 : 72
	고층	1,2,25,39~72	24	300	3 Unit * 2 Group	
	셔틀	B6~B1,1	17	90	3 Unit	
	비상용	B5~72	24	210	2 Unit	
해운대 B PRJ	저층	1~30,32~58	17	240	3 Unit * 4 Group	최고층 : 80
	고층	1,2,60~80	17	300	4 Unit	
	셔틀	B5~2	17	90	3 Unit	
	비상용	B5~80	24	210	1 Unit * 2 Group	

표 2. 유사 초고층 건축물 관리비 비교검토

서울 A PRJ		서울 B PRJ		서울 C PRJ		평균단가	
금액	평당 관리비	금액	평당 관리비	금액	평당 관리비	금액	평당 관리비
720,920	10,760	717,838	10,714	869,526	12,978	769,428	11,484

3. 에너지 세이빙 (관리비 절감안)

분양성 향상을 위하여 다양한 에너지 절감 기법을 적용하여 관리비 절감을 도모하는 것이 최근의 초고층 기술요소 중 하나이다. 이를 위해 먼저 유사 초고층 건물들의 관리비를 분석하였으며, 본 프로젝트를 위한 에너지 세이빙 아이템을 선정하고 그에 따른 관리비 절감비율을 산정하였다.

1) 유사 초고층 건물 관리비 비교검토

해운대 관광리조트와 유사한 초고층 건물 3곳의 관리비를 조사 검토한 결과, 표2와 같다. 이 3곳의 평균 평당 관리비는 11,484원인데, 면밀히 검토해본 결과 공동 전기요금과 공동수도요금 등이 많이 나오는 것으로 확인되었다. 이에 전기요금, 난방/급탕요금 및 수도요금의 절감이 가능한 에너지 세이빙 아이템을 도출하였다.

2) 에너지 세이빙 아이템 및 해운대 관광리조트 개발사업의 적용효과

관리비 절감을 위하여 검토한 에너지 세이빙 세부항목은 다음과 같다.

가. 기계분야

- 소형열병합발전 : 열병합 발전의 폐열을 재활용하여 급탕과 공용부 냉방 열원이용
- 지열시스템 : 지하의 일정한 온도의 열을 이용하여 히트 펌프를 통해 냉난방에 이용
- 우수재활용 시스템 : 우수를 저장하여 조경 용수로 사용
- 시스템에어컨 : 천정매입형으로 각방에 설치하여 외부 미관과 쾌적함 효과

나. 전기분야

- 태양광발전시스템 : 태양광 발전시스템을 한전전원과 연계하여 전기요금 절감
- 태양광보안등 : 일부 보안등을 태양광전지 및 축전기로 절전

- 대기전력자동차단콘센트 : 플러그가 꽂혀있는 가전제품을 사용하지 않을 때 전원을 자동차단하는 콘센트

이러한 세부 아이템들을 선정하여 해운대 관광리조트 개발사업에 적용하게 되면 공동 에너지비와 세대 에너지비 모두 절감할 수 있고, 유사 초고층 건물 3곳의 평균 평당관리비보다 26%정도의 절감율이 기대된다. 설계단계가 진행 중이기 때문에 현재 아이템에 관한 재검증과 더 다양한 에너지 세이빙 아이템의 검토를 통해 더 많은 관리비 절감율을 도출할 계획이다.

4. 커튼월

커튼월은 초고층 기술요소 중 가장 핵심적인 사항이다. 해운대 프로젝트에서는 국내외 초고층 사례와 실적자료 분석을 통하여 해운대 기후와 현재의 주거 트렌드에 적합한 커튼월 설계에 주력하였다. 특히 최근 건설시장의 불황과 초고층 주거환경에 관한 선호도가 줄어들고 있는 추세이다. 주요 원인 중 하나로 환기문제를 들 수 있는데, 강제환기 및 밀폐창에 의한 불편함과 이에 따른 냉난방비의 증가에 따른 과다한 관리비의 부담이 주요원인이다. 본 프로젝트에서는 커튼월에서의 에너지세이빙에 의한 관리비 절감구현과 해운대의 최대장점인 세대내 바다전망에 대한 조망확보 그리고 자연환기가 가능하도록 계획하였다. 커튼월 세부 기술요소로는 다음과 같다.

1) 창호비율 제한(WWR : Window to Wall Ratio)

WWR은 미국 LBNL(Lawrence Berkeley National Laboratory)의 기준으로 외벽창호비율을 제한하여 내외기의 열차단을 방지하는데 목적이 있다. 해운대 프로젝트에서는 친환경 주택 건설기준의 열관류율 준수하고 외기로부터의 에너지세이빙을 위하여 창호비율(WWR)을 제한하였다.

2) Glass 성능 확보

커튼월에서 Glass의 성능은 절대적으로 중요한 요소이다.

국내의 초고층 시공사례와 유리성능을 비교 분석하여 설계 성능을 반영하였다. 주요 분석사항은 다음과 같다.

①로이복층유리 두께와 코팅면 적용방안, ②VLT(Visible Light Transmittance:가시광선투과율), ③VLR(Visible Light Reflectance:가시광선반사율), ④SHGC(Solar Heat Gain Coefficient:태양열취득계수), ⑤RHG(Relative Heat Gin:상대취득열량), ⑥U-value(열관류율), ⑦LSG(Light to Solar Gain:가시광선투과율과 취득열량계수의 함수) 특히 여름철 해운대 특성을 고려하여 SHGC값과 LBNL에서 제안되어 있는 EA(Effective Aperture: WWR X VLT) 0.2.~0.3을 준수하여 적절한 외벽제한과 실내밝기를 고려하였다.

3) Mullion간격 확보 및 Transom 최소화

해운대프로젝트는 해운대 백사장이 근접되어 있는 최고의 바다전망을 조망할 수 있는 위치에 있다. 유사현장 사례조사와 실내에서의 외부조망을 확보할 수 있도록 Mullion간격을 고려하였으며 특히, 거실에서는 중간 Transom Bar를 삭제하고 안전접합유리를 사용하여 거주자의 조망권 확보와 안전을 고려하였다.

4) Open Balcony 검토 및 연돌효과(Stack Effect) 방지

초고층 프로젝트의 가장 불편은 환기를 들 수 있다. 또한 밀폐구조이다 보니 봄이나 가을에도 냉방 혹은 난방을 사용하여야 하며 이에 따른 전기로 부담이 최근 초고층주거 시설의 인기하락 요인이다. 아직 국내에는 엔지니어들의 편견과 제한된 기술력으로 Open Balcony에 관한 인식이 부족하나 부산기후 보다 불리한 외국의 보편화된 사례를 통한 선진엔지니어링 도입과 풍 환경실험, 연돌효과 방지 방안 등, 다양한 검증을 통한 Open Balcony 설치 가능성을 검토하고 있다.

표 3. 국내 초고층 유리성능비교

구분	VLT	VLR	SHGC	U-value	LSG	WWR
A PJT(서울)	58%	10%	0.42	1.74	1.38	70%
B PJT(부산)	56%	32%	0.35	1.69	1.60	50%
C PJT(부산)	59%	19%	0.39	1.72	1.51	63%

5. 시공성 검토

현재 기본설계 단계이지만 설계안에 대한 원가 및 시공성도 동시에 고려 하고 있다. 공종별 공법 및 공정검토, 양중 계획의 주요 내용은 다음과 같다.

1) 토목

당 현장의 굴착바닥 주요 지층은 풍화토 및 풍화암, 연암으로 구성되어 있으며 지하수위는 지표하(-)1.35~12.9m이다. 가시설 공사시 주변 지반 침하영향을 고려하여 지하연속벽 및 RJP그라우팅이 반영되었다. 타워3동 모두 현장타설 말뚝(RCD File)이 적용되었으며 안정성 확보를 전제로 파일 배치에 관한 반력값을 감안한 재배치를 통하여 공사비절감을 구현하였다.

2) 건축



그림 4.

지하주차장 골조는 층별 4구역 14소구역으로 구획하였으며 복공공간 최소화로 시공성과 경제성을 감안한 골조공정 계획을 반영하였다. 이와 연계된 지상부 8층높이의 Podium은 전체 6구역 25소구역으로 구획하여 물량대비 작업팀 이동을 반영한 골조공정계획을 수립하였다.

초고층빌딩에서 지진이나 바람의 영향에 대한 대비로

Belt Wall이 계획되는데 랜드마크타워동에 약9.6M높이로 3 구간(20F, 48F, 76F), 주거동에 각2구간이 계획되어있다. 최초 SRC 구조로 계획되었으나 시공성 및 경제성 검토결과 초고층환경과 곡면을 고려한 구조를 반영하였을 때 중량부재의 양증 및 접합문제 등 시공방법의 난이성 문제와 공기지연의 문제가 발생 될 것으로 판단하였다. 경제성 또한 SRC 구조가 RC구조 보다 불리함이 도출되어 Belt Wall를 RC구조로 변경하였다.

타워동 골조는 코아선행을 계획하였으며 기준층의 기본물량과 작업조 이동 및 생산성 그리고 콘크리트 강도에 따른 양생시간 분석(수직, 수평재 탈형시간, RCS Anchor 양생시간)을 고려하였다. 또한 여러 형태의 Zoning계획을 통한 공정시물레이션을 통하여 기준층 골조Cycle을 계획하였다. 위와 같은 공정분석에 의하여 공정관리 Tool인 Neo-Plan을 이용한 Master Schedule을 만들었으며 향후 비용,공정이 반영된 관리기준공정표를 작성하여 효율적인 공정관리를 진행할 계획이다.

표 4. 국내 초고층 기준층 Cycle

구 분	분당미켈란	현대-PARK	HUB SKY	스타시티	아델리스
Actual	6	4	6	4	4
구조	RC	RC	RC	RC	RC
면적(㎡)	1,466	2,478	1,047	1,223	883

3) 양증계획

효율적 공사지원 및 경제적 대수 산정을 감안한 장비 용량 및 위치 선정 및 자재 반입 및 출고가 용이하고, 직접 양증과 자재 Stock Yard에 인접하여 원활한 양증 System 고려하여 계획하였다.

가. 타워크레인

- 1일 작업시간 분석 및 1회 Cycle 소요시간 선정
- 타워크레인 양증량 분석 및 ELEV Core벽 간섭 검토

나. 리프트카

- 초고층건물(약 340m, 411m)로서 원활한 인력 및 물류 수송을 위해 운행속도 100m/min 이상, 최대 양증 3Ton 이상 장비
- 건물의 고급화로 내, 외부 마감재(커튼월등)의 규격 및

물류량이 커짐에 따라 L/C CAGE가 대형 SIZE인 기준 선정

표 5. 초고층 타워크레인 및 리프트카

구 분	하노이랜드마크타워	스타시티	타워펠리스3
동수/구조	3동/RC	3동/RC	1동/SRC
타워크레인	7대	5대	4대
리프트카	고속(T)7대/고속(S)2대	고속(T)2대/저속(T)2대	고속(T)3대/저속(S)6대

6. 결론

해운대 관광리조트의 설계관리 CM업무에 대해 세부적으로 살펴보았다. 이러한 설계단계의 CM역할로 인해 초고층 기술요소들에 대한 검토가 현재 설계에 많은 부분이 적용되었다.

먼저, 사용자들의 편리성과 이용효율 확보를 목적으로 정확한 교통량 산출과 유사 사례 분석을 통해 엘리베이터 계획을 수립 하였다. 둘째, 다양한 에너지 절감 기법을 통한 관리비 절감을 반영하여 입주자의 부담을 최소화 하고자 하였다. 셋째, 벽면을 확보, Glass 성능확보, Mullion 간격 확보 등의 검토로 해운대 기후와 현재 주거 트렌드에 적합한 커튼월 설계를 도모했다. 마지막으로 RCD 파일의 재배치를 통해 공사비 절감을 구현하였고, 기준층 물량과 시공성을 고려하여 효율적인 공정관리가 진행되도록 하였다.

이렇게 다양한 초고층 기술요소들의 검토를 통해 해운대 관광리조트는 현재 기본설계단계를 진행하고 있고, 실시설계단계에서도 CM단의 더 많은 기술검토가 이루어 질 것이다. 또한 해운대 관광리조트가 준공이 되면 부산뿐만 아니라 국내 최대규모의 사계절 레저휴양복합시설로서 100층 이상 높이 400m가 넘는 초고층 빌딩으로 세계 초고층 건축물 순위 10위권 내에 들어 우리나라 건축사에 이정표가 될 것이다.