

롯데월드타워를 통해 본 메가 프로젝트의 현주소

박희대 | 한국건설산업연구원 연구위원
hpark@cerik.re.kr



들어가며

토목 분야의 메가 프로젝트가 도시와 도시를 연결하기 위해 수평으로 뻗어나가고자 하는 도전이라면, 건축 분야의 메가 프로젝트는 하늘로 치솟아 작은 수직도시를 구축하고자 하는 열망을 담은 듯하다. 지상 123층, 고도 555m로 세계에서 여섯 번째로 높은 초고층 빌딩이 될 잠실 롯데월드타워가 착공 53개월 만인 지난 3월, 지상 100층을 돌파했다.

호이스트를 통해 오른 롯데월드타워 79층에서 바라본 서울 풍경은 지금까지 서울의 랜드마크 건물이었던 여의도 63빌딩, 삼성동 무역센터의 그것과는 사뭇 달라, 새로운 서울 랜드마크의 등장 임박을 실감케 했다. 송도에 건설 예정이었던 151층(510m)의 인천타워, 용산에 계획되었던 210층 규모의 국제비즈니스센터 건설이 취소되면서, 롯데월드타워는 완공 후에도 한동안 국내 최고 높이의 랜드마크 지위를 이어갈 것으로 예상된다. 하지만 롯데월드타워의 건설은 기록적인 규모 외에도 우리 건설산업에 다양한 시사점을 제공하고 있다.

최첨단 설계 · 시공 기술

롯데월드타워는 약 8만톤의 초대형 초고강도 콘크리트 매트와 길이 30m의 기둥 108개 위에 지어지고 있다. 롯데월드타워는 중앙 기둥(코어월)을 8개의 메가 기둥이 둘러싸는 구조를 가지는데, 건물의 39~44층, 72~76층, 104~107층의 세 곳에는 중앙 기둥과 메가 기둥을 아웃리저와 벨트 트러스를 이용해 허리띠처럼 연결한다. 이는 건물의 고층화에 따라 발생할 수 있는 횡 변형에 저항하도록 해 바람과 지진에 대한 안정성을 강화한다. 이를 통해 롯데월드타워는 리히터 규모 7.0의 지진과 최대 풍속 128m/s까지 견딜 수 있게 설계되었다.

또한 롯데월드타워는 구조물의 안전을 위해 다양한 첨단 기술을 동원했다. 메가 프로젝트의 규모에 걸맞는 600여 개의 계측기가 풍속, 지진가속도, 주요 기둥의 응력 등을 분석하고 있으며, 4대 이상의 인공위성이 공사 중은 물론 완공 후에도 타워의 수평 · 수직 변위를 실시간으로 모니터링하게 된다.

9·11 테러로 인한 세계무역센터빌딩의 붕괴, 최근 국내에서 여러 차례 발생한 아파트 · 오피스텔 화재로 고층 건물의 화재 대응 및 피난에 대한 관심이 증가하고 있다. 롯데월드타워는 고내화 콘크리트, 19개의 초고속 피난용 승강기, 20개 층마다 마련된 피난안전구역 등을 통해 화재 등 재난 대응을 강화했다. 롯데측은 유사시 지상으로의 총 피난 시간이 63분이 걸릴 것으로 예상하고 있는데, 이는 현존 세계 최고 높이(828m, 163층) 건물인 부르즈 할리파보다 32분이 짧다고 밝혔다.

친환경, 재생 에너지 기술

롯데월드타워를 설계한 미국 KPF社 사장은 타워를

일반 오피스 건물이 아닌 다양한 요소를 지닌 수직도시라고 표현한 바 있다. 오피스, 오피스텔, 호텔, 헬스케어센터, 갤러리 등 다양한 시설이 입주할 예정으로 있어, 단순 빌딩의 개념과 기능을 넘어서 그 자체로 복합적인 수직도시의 기능을 지닐 것으로 전망한다는 것이다. 완공시 상주 인구는 1만 5,000여 명, 일평균 방문객은 약 13만여 명에 이를 것으로 롯데측은 예상하고 있다.

롯데월드타워와 부속 건물에는 다양한 재생 에너지 기술이 적용된다. 우선 광역 상수관로와 타워 간 열 교환과 지열을 냉난방에 활용하고, 태양열 · 태양광 · 풍력 에너지를 이용해 전력을 생산 · 활용할 예정이다. 타워 주변에 들어선 부속 건물은 이미 태양광, 태양열, 풍력, 지열 등 신재생 에너지 발전시설을 갖춰 한 국환경건축연구원으로부터 '최우수 녹색건축물' 인증을 취득한 바 있으며, 신재생 에너지 활용도를 인정받아 2014년 UN기후변화협약에 등록되기도 하였다. 또한 롯데월드타워는 이러한 재생 에너지 기술을 바탕으로 미국의 친환경 건축물 인증인 LEED의 골드 등급 인증을 추진하고 있다.



커튼월 시공 현장.

메가 프로젝트 건설과 공공 갈등

메가 프로젝트는 그 규모와 파급 효과로 인해 대중과의 소통 및 갈등에 민감한 것이 일반적이다. 롯데월드타워에는 착공 이전부터 우여곡절(迂餘曲折)이 많았다. 외형 설계가 22번이나 변경되었고, 성남공항 활주로 변경 및 100층 이상의 복합 건물에 대한 국내 기준의 부재에 따른 지자체 조례 개정 등으로 꾸준히 논란과 관심의 대상이 되어 왔다.

착공 이후, 석촌호수 수위 저하에 대한 문제 제기, 타워 인근의 지하철 공사로 인한 주변 도로의 싱크홀 발생 등으로 시민들의 염려는 자연스레 초고층 메가 프로젝트인 롯데월드타워로 옮겨졌다. 부속 건물인 쇼핑몰이 부분 개장을 시작한 이후, 크고 작은 안전사고가 발생하였는데, 수족관 누수와 영화관 진동, 지하 주차장 균열, 현재 시공 중인 콘서트홀의 안전사고 발생으로 약 5개월 간 사용 제한과 공사 중단이 발생하기도 하였다. 부속 건물들에서 발생한 안전사고들과 싱크홀에 대한 시민들의 걱정과 충격은 100층을 넘어서는 마친루의 압도감과 결합하여 더욱 큰 불안으로 이어졌고, 부속 건물의 시설뿐만 아니라 타워의 안전성에 대한 의구심을 가지게 하였다.

롯데측은 수족관에 누수 감지 센서를 부착하고 영화관의 상영설비 설치 변경 등의 조치를 취하는 한편, 시공 중인 현장의 안전관리를 강화하고, 사업에 참여한 기업들과 함께 적극적인 안전 홍보에 나섰다. 타워의 기초설계, 골조설계를 담당한 ARUP社, LERA社 등과 함께 건물 및 지반 구조 안정성을 주제로 시공 기술 발표회를 가져, 지반 및 롯데월드타워에 투입된 기술과 구조적 안정성, 해외 초고층 빌딩들과의 비교 결과를 발표하기도 하였다. 또한 자체적으로 용역을 발주, 석

촌호수 수위 저하의 원인이 타워 공사가 아닌 지하철 9호선 연장 공사와 관련되었다는 분석 결과를 최근 발표한 바 있으며, 서울시와 송파구도 시민들의 안전과 우려를 고려해 호수의 수위 저하 및 타워 건설에 따른 지하수위 영향과 관련한 용역을 수행 중에 있다.

마치며

롯데월드타워는 국내 단일 건축 시설물 중 최대 규모의 메가 프로젝트로, 그 규모만큼이나 건설산업과 지역 사회에 막대한 영향을 미칠 것이다. 특히 타워 건설에 투입된 설계·시공·안전·에너지 기술과, 타워가 가져올 업무·생활 양상의 변화는 향후 국내외에 건설될 초고층 건축물들에게 다양한 측면에서 참조의 대상이 될 것으로 보인다.

그러나 롯데월드타워는 앞으로도 풀어야 할 숙제들이 있는데, 특히 메가 프로젝트에 수반되는 대중의 불안이 가장 우선이 될 것이다. 몇 차례 발생한 안전사고는 대중으로 하여금 공학적·과학적으로 입증된 안전이나 위험성과는 관계없이 두려움을 느끼게 할 수밖에 없다. 철저한 공학적 접근을 통한 안전성 강화와 동시에 투명한 정보 공개를 통해 대중들의 궁금증을 풀어주어야 한다.

롯데측은 지난해 말부터의 롯데월드타워 수직도 및 침하량, 부대 건물의 시설인 수족관 누수·영화관 진동, 석촌호수의 수위 및 주변 지하수위 계측 정보를 홈페이지를 통해 지속적으로 공개해 오고 있다. 이와 같은 노력과 함께 신뢰받는 전문가들의 기용, 지속적인 안전 관련 소통을 통해 불안보다 더욱 강한 신뢰를 대중으로부터 얻어내는 것만이 돌파구가 될 것으로 보인다. CERIK