

## 베트남 롯데센터 하노이 프로젝트

Lotte Centre Hanoi Project in Vietnam



김광기\*  
Kwang-Ki Kim



도남영\*\*  
Nam-Young Do



김명국\*\*\*  
Myoung-Gug Kim

### 1. 서론

세계에서 가장 빠르게 발전하는 나라 중 하나인 베트남은 매년 꾸준한 성장세를 보이며 동남아시아의 신흥시장으로 거듭나고 있다. 이에 해외 유수의 기업들은 베트남에 적극적인 투자 의지를 내비치며 건설에서 금융까지 다방면에 걸쳐 진출하고 있다.

이러한 현실에서 세계를 향한 인프라 구축을 위해 우수한 기술력을 바탕으로 하노이시 바딩구의 리우 자이와 다오 편 지역 사이에 위치한 Lotte Center Hanoi Project는 호주대사관, 일본대사관, 한국대사관 외 6개국의 대사관이 인접해 있는 하노이의 중심지 가운데 하나이다. 특히, 국가 행사 시 외국의 고위 관료들이 사용하는 특급호텔이 인근에 있어 하노이 시민뿐만 아니라 해외 각국에 롯데건설을 알릴 수 위치에 인접하고 있다.

그렇기 때문에 Lotte Center Hanoi Project는 해외건설 사업이라는 특수성을 배경으로 롯데그룹과 함께 하고 있는 롯데건설의 브랜드 인지도를 향상시키고 향후, 베트남 최고의 건물을 건설한 독보적인 기술력을 지닌 건설사라는 이미지를 널리 알릴 수 있는 좋은 기회이다.

#### 1.1 Lotte Center Hanoi Project 개요

이 프로젝트의 전체적인 설계 컨셉은 <사진 1>과 같이 베트남 여성전통 의상인 ‘Ao Dai’로써 특히, ‘Ao Dai’ 하단부 천(fabric)의 겹침 및 옆트임(ul) (folding and long slit of the ‘Ao Dai’) 전체적인 건물 형상에 반영하여 화려하지 않으면서도 품격을 줄 수 있는 고풍스러움을 간직하고 있다. 지하 5층, 지상 65층의 초고층 건축물로서 백화점과 오피스, 호텔, 레지던스가 포함되는 다양하고 복잡한 빌딩으로 설계/시공되고 있으며,

\* 정회원, 롯데건설(주) 기술연구원 기술연구부문 건축연구팀  
iq0425@lottenc.com

\*\* 롯데건설(주) 기술연구원 기술연구부문 책임연구원

\*\*\* 롯데건설(주) 롯데센터 하노이 현장소장

이 프로젝트의 일반사항은 <표 1>과 같다.

### 2. 공사현황

2009년 10월 기공식을 시작으로 구조변경 및 용도변경으로 인한 보드파일의 설계와 함께 시공이 이루어져 총 431본의 보드파일이 시공되었으며, 이중에서 굴착심도 45 m인 D800-206본과 굴착심도 75 m인 D1500-187본, D2000-156본이 시공되었다<그림 1>. 또한 2010년 09월 지하 1층 토공사의 시작과 함께 연약지반으로써 굴착조건이 매우 어려운 베트남에서 지하 5



사진 1. 베트남 전통의상인 아오자이 및 Lotte Center Hanoi Concept

표 1. 롯데센터 하노이 프로젝트의 개요

프로젝트명	롯데센터 하노이
시행	롯데 코랄리스
설계	도올
시공	롯데건설(주)
용도	백화점, 호텔, 오피스, 레지던스
건물높이	267.05 m
층수	지하 5층, 지상 65층
대지 면적	14,094 m <sup>2</sup>
연면적	247,047 m <sup>2</sup>
시설별 면적	백화점: 42,276 m <sup>3</sup> 오피스: 63,509 m <sup>3</sup> 호텔: 49,294 m <sup>3</sup> 레지던스: 40,240 m <sup>3</sup>



그림 1. 롯데센터 하노이 조감도

층 이상의 깊은 굴착에 대한 시공안정성과 폐기물을 최소화시켜 환경측면을 배려하면서도 거푸집 지지틀을 재사용하여 빠른 속도로 지하층을 시공할 수 있는 BRD 시스템을 베트남에서 최초 적용하고 있다<사진 2>. 지상 1층의 첫 콘크리트를 타설한 이래로 <사진 3>과 같이 2011년 06월 현재, 지하층의 골조공사와 함께 토공사가 완료되어 매트기초 공사를 위한 콘크리트 타설을 앞두고 있는 상태이다.

베트남에서의 공사를 국내와 비교할 경우 안전에 관한 인식, 시공방법, 장비의 활용방법, 인력의 효율성 등을 감안하면 그 모든 것이 새롭고 힘든 과정이다. 특히, 언어소통의 장벽은 큰 걸림돌이 되고 있는 것도 현실이다.

한편, 환경관리와 원활한 시공을 위한 현장내 가설포장과 함께 급배기 시설을 설치하여 지하층 공사를 개선하고자 노력하고 있으며, 베트남 최초로 손혈관 시스템을 설치하여 노무관리 및 출력 관리를 전 협력사 및 전체 노무자를 대상으로 실시하고 있다.



사진 2. 지하공사를 위한 가설 지지틀 시스템(BRD)



사진 3. Lotte Center Hanoi Project 전경

### 3. 지하층 굴착

#### 3.1 토공사 효율성을 위한 자동화 계측 시스템

당 현장에서는 지하층 공사를 수행함에 있어 상부 슬래브 폐합 후 BRD 하강을 위한 굴착을 연속적으로 수행하고 있다. 하지만 전체 사업부지 면적의 21%에 달하는 오픈구로 인해 굴착 중 벽체 변위가 오픈구 없이 완전 폐합 조건에 비해 크게 유발될 수 있다. 굴착 중 벽체 변위는 지하층 구조물 전체의 안정성에 영향을 줄 수 있으므로 해외현장의 특성상 안전시공에 대한 필요성이 크게 대두되었다.

따라서 당 현장에서는 DW 벽체 내부에 설치된 11개소의 지중경사계 측정을 통한 굴착에 따른 벽체 변위 계측을 수행하였다. 11개소 중 7개소는 주당 2회 수동계측을 실시하였고, 4개소는 자동화 계측기를 이용한 실시간 계측을 수행하였다. 지중경사계를 이용한 벽체변위 측정과 더불어 슬래브 X, Y 방향 응력계 총당 12개소 및 기둥 축방향 응력계 5개소 4개소의 슬래브 및 기둥 응력 변화를 실시간 계측하였다.

#### 3.2 굴착 중의 토공사 안정화 관리

주요 계측 지점에 대한 자동화 계측기의 도입은 베트남에서 도심지 굴착공사에 최초로 시도된 시스템이다. 이러한 자동화 계측 시스템의 도입은 연약지반 굴착에 있어서의 실시간 계측자료를 이용한 구조물 변위 예측 및 굴착 안정성 확보에 크게 기여할 수 있다<그림 2>. 굴착 중의 실시간 변위 계측 결과는 현 단계의 변위를 보정하여 다음 단계의 변위를 예측할 수 있는 역해석을 수행할 수 있고, 역해석 수행 결과에 기반한 예측치 관리 기법의 도입이 가능하였다. 우리 현장의 관리기법은 ① 설정한 변위관리 기준에 기반한 1차적인 벽체 변위에 따른 안정관리를 수행, ② 실시간 계측 결과 및 역해석 결과를 바탕으로 다음 단계 굴착에 따른 변위 예측, 예측치를 바탕으로 굴착고 및 굴착영



그림 2. 자동화 계측 설치 위치 및 개요

역을 확정하는 방법으로 진행하였다. <표 2>는 당 현장과 유사한 연약지반 굴착에 따른 벽체 변위 계측 결과에 기반한 단계별 관리기준을 보여주고 있다. 예측치 관리기법의 도입은 당 현장에서의 굴착고 관리 및 추가 굴착에 대한 구조물 변위 예측이 가능하여 당 현장의 굴착고 관리 굴착영역 산정 및 시공성 개선에 크게 기여하고 있으며, 현장에서 도입한 예측치 관리기법의 프로세스를 <그림 3>과 같이 보여주고 있다.

4. 매스 구조부재의 시공을 위한 기술개발

프로젝트의 파일캠은 높이 5.7m, 80m × 40m 이상의 대단위 단면을 갖는 매스 부재로써 상대적으로 큰 규모이며, 지하층에서의 코어월은 폭 1.1m, 기둥 2.4m 이상을 예견하고 있어 구조부재의 효율적인 콘크리트 타설 시공과 양생기간의 단축을 위한 콘크리트의 요구 성능이 필요하다. 이에 당 현장에서는 매트 코어 월, 기둥부재를 대상으로 실물 모형실험(mock-up test)를 <사진 4>와 같이 실시하고 있으며, 관련 데이터를 근거로 가장

표 2. 공사현장 계측관리 기준

구분	1차관리 기준	2차관리 기준	3차관리 기준
변위속도 (mm/d)	> 1.6 mm/d	> 2.0 mm/d	> 2.5 mm/d
변위 관리기준	1/300 (0.3%H)	1/250 (0.4%H)	1/200 (0.5%H)
최대누적 변위값	< 100 mm	< 130 mm	> 130 mm



그림 3. 예측치 관리기법의 프로세스

효과적인 시공방안을 모색하고 있다. 그러나 상기와 같은 위험 단면을 갖는 부재를 시공하기 위하여 우선 고려해야 할 사안이 타설되는 콘크리트가 수화열을 제어하고 과배근된 단면에 원활히 충전될 수 있는 요구 성능이 필요하다.

이에 베트남에선 최초로 플라이 애쉬를 다량 치환시켜 시멘트가 물과 접촉하여 수화반응이 발생하는 열을 최소화시켜 온도균열을 제어할 수 있도록 한다. 또한 위험단면에 원활히 충전되어 불필요한 진동다짐을 최소화시킬 수 있는 무다짐 콘크리트(SCC)를 설계/제조하여 적용할 예정이다. 배합설계 관련 특이 사항은 <표 3>과 같다.

현재 베트남내에서 플라이 애쉬를 치환한 콘크리트의 배합설계 기술과 특성에 관한 실적은 전무한 실정이나 하노이 프로젝트 적용을 위한 테스트 과정을 통하여 하노이내 레미콘 사에게 고성능 콘크리트의 설계 및 제조와 관련된 기술이전이 이루어지고 있어 점진적으로 콘크리트 제조에 필요한 원가관리와 품질관리에 대한 인식의 변화가 이루어지고 있다. 또한 하노이 지역은 중차량(2톤 이상)의 주간통행이 원칙적으로 불가하여 콘크리트 타설 및 시공을 위한 믹서트럭의 운행이 자유롭지 못하며, 40℃ 이상의 높은 외기온도로 인하여 콘크리트의 성능을 유지하기가 힘들거나 타설 시간이 국내와 비교하여 상대적으로 짧기에 시공하기에 상당한 부담이 되고 있다. 이에 실시공 조건에서 콘크리트 생산후 수 시간까지 슬럼프 120mm 이상의 유동성을 확보할 수 있는 지연성 콘크리트를 설계하고, 수차례의 테스트를 통하여 타설 시간의 한계성을 연장할 수 있는 기술을 확보한 상태로써 높은 외기온도와 제한적인 타설 시간으로부터 원활한 콘크리트 시공이 이루어질 수 있는 기틀을 마련하고 있다.

표 3. 매트 콘크리트 배합설계

구분	분체량(kg)	결합재(%)	Flow(mm)	골재(mm)	지연성능(hour)
내용	385	플라이 애쉬 25	600 ± 100	20	4-10



(a) 매트기초 철근배근과 거푸집 설치후 전경



(b) 매트 콘크리트 물성 (c) 매트기초 타설전경 및 내부현황

사진 4. 매스 구조부재 실물 모형실험 현황

## 5. 결론

Lotte Center Hanoi 프로젝트는 각 공정의 단계별 완성도 향상을 위한 신기술을 베트남의 건설관련 업체와의 협력관계를 통하여 완성시킬 예정이며, 이 프로젝트의 수행을 위한 중요기술의 보급을 위한 공개 테스트를 시행하여 모두와 함께할 수 있

는 건설기술이 될 수 있도록 노력하고 있다. 하나의 건축물만을 완성하기 위한 단일 성과물이 아니며, 해외업체로서의 롯데건설이 아닌 베트남내에서의 롯데건설을 위한 교두보가 될 수 있는 베트남과 함께 동반성장 하는 Lotte Center Hanoi가 될 수 있을 것이다.

## 감사의 글

Lotte Center Hanoi Project의 원활한 진행을 위해 노력하고 계신 롯데 코랄리스 임직원과 롯데CM 하노이 TFT팀, 그리고 현장에서 뜨거운 햇볕아래 몸소 부딪치며 시공하고 계신 롯데건설 직원 여러분께 감사드립니다. ☑

담당 편집위원 :  
고정원((주)대우건설 archkjw@hanmail.net

## ◇◇◇ 우리학회 특별회원사 동정 게재 안내 ◇◇◇

콘크리트학회는 격월간으로 발행되어 8천여 회원을 비롯한 콘크리트 관련 업계, 학계, 유관 기관 및 단체 등에 배포되고 있습니다.

최근 국내 건설 산업의 장기 불황 및 글로벌 경제위기로 국내외적 건설 환경이 급격하게 변화되고 있는 가운데 우리학회 특별회원사의 연구 역량 강화 및 경쟁력 확보를 위한 학회 차원의 지속적인 서비스 확대를 계획하고, 이에 특별회원사의 최신 정보 및 기술현황 등의 홍보 사항을 콘크리트학회지에 무료로 게재하여 특별회원사의 각종 정보를 우리학회 회원에게 널리 홍보하고자 하오니 관심있는 특별회원사는 아래 사항을 참조하여 신청하여 주시기 바랍니다.

1. 특별회원사 홍보내용 : 회원사 일반정보, 동정(인사 외), 최신 정보, 기술현황, 세미나 및 시연회 등
2. 홍보 원고 : 500자 내외 원고 파일(표 혹은 그림, 사진 포함)
3. 원고 제출처 : kke@kci.or.kr (담당자 : 김경은 / 02-568-5987)