

# 롯데몰 은평점 현장의 놀이시설 구간 구조시스템 분석

## Structural System Analysis of Playing Facilities in Lotte Mall Eun-pyeong



심 학 보\*  
Shim, Hak-Bo



정 성 근\*\*  
Jeong, Seong-Geun



장 성 훈\*\*\*  
Jang, Sung-Hoon



서 성 각\*\*\*\*  
Seo, Sung-Gak



이 주 호\*\*\*\*\*  
Lee, Joo-Ho

### 1. 현장개요



〈Fig. 1〉 Field aerial view and photo

〈Table 1〉 Project overview

Project name	Lotte mall Eun-pyeong
Building location	10-1 block Eun-pyeong New Town Gupabal Apt., Jingwan-dong, Eunpyeong-gu, Seoul, Republic of Korea
Building use	Sales facility, culture and gathering facility, sports facility (shopping mall, mart, cinema)
Building structure	SRC structure (ACT Column + Bestobeam)
Building size	9 floors above ground, 2 underground floors (Maximum height 48.8m)
Land area	33,023.90m <sup>2</sup>
Building area	19,412.73m <sup>2</sup>
Total floor area	161,188.78m <sup>2</sup>

- \* 롯데건설 기술연구원 책임연구원  
Lotte E&C Research & Development Institute, Senior researcher
- \*\* RMS Technology 기술 2팀장  
RMS Technology, 2 Team manager
- \*\*\* 롯데건설 기술연구원 수석연구원  
Lotte E&C Research & Development Institute, Team manager
- \*\*\*\* 롯데건설 은평몰 현장소장  
Lotte Mall Eun-pyeong Construction, Project manager
- \*\*\*\*\* 롯데건설 기술연구원 원장  
Lotte E&C Research & Development Institute, President

## 2. ACT Column 분석

당 현장에서 사용하는 ACT Column의 구조 및 시공성의 특징을 분석하고 정리하였다.

- ① ACT Column은 앵커형 리브에 의한 좌굴내력을 향상시키고, SRC 기둥보다 경제적인 것으로 나타났다.
- ② ACT Column은 기존의 CFT 기둥이 특수용접 방식에 따라 제작성이 떨어지는 문제를 해소함으로써 제작을 간편화할 수 있었다.
- ③ 공장 자동화 생산으로 제작기간을 단축시키고, 제작비를 절감할 수 있는 것으로 나타났다.
- ④ 층고가 높고 하중이 큰 건물에 적용 시 구조 성능 부분에서는 효율적인 것으로 판단되었지만 콘크리트 충전에 대한 검토가 필요한 것으로 나타났다.
- ⑤ SRC 대비 CO<sub>2</sub> 배출량이 약 15% 절감되는 것으로 나타났다.



(a) ACT shape (b) Field installation

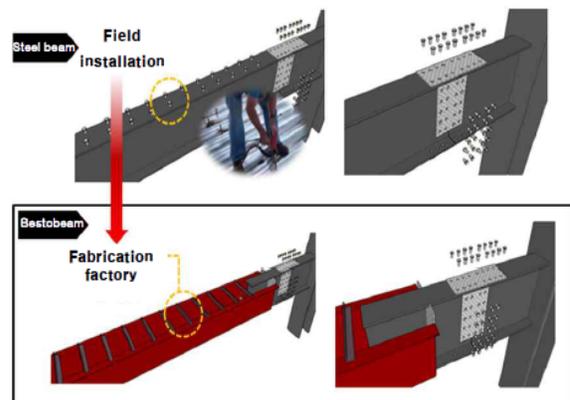
〈Fig. 2〉 Shape and installation

## 3. 베스트빔(Bestobeam) 분석

당 현장에서 사용하는 베스트빔(Bestobeam)의 구조 및 시공성의 특징을 분석하고 정리하였다.

- ① 베스트빔은 H-beam 대비 보춤이 절감되어 천정고 확보에 유리한 것으로 나타났다.
- ② 타 합성보 대비 기둥접합부 구조가 단순한 것으로 판단되었다.

- ③ 동일 규격 H-beam 대비 진동에 유리한 것으로 나타났다.
- ④ H-beam과 같은 접합부 구조로 작업자에게 익숙한 구조이지만 H-beam과 비교하였을 때 구조 변경에 대한 자재수급 및 구조보강 등에 불리한 것으로 나타났다.
- ⑤ 베스트빔에 빔부재 접합 시 이격발생(20mm~30mm)으로 타설 시에 레미콘 누수방지용 별도조치가 필요한 것으로 확인되었다.
- ⑥ 층고를 위한 보춤을 과하게 축소할 경우 하부 씨포트 지지가 필요한 것으로 조사되었다.
- ⑦ 층고절감과 설비배관 구멍 확보를 통한 공간 활용이 증가되는 것으로 확인되었다. H-beam과 비교 시, 한층당 100mm~200mm 이상 절감 가능한 것으로 나타났다.



〈Fig. 3〉 Joint connection of Bestobeam



〈Fig. 4〉 Experiment test

## 4. 놀이시설 구간 분석

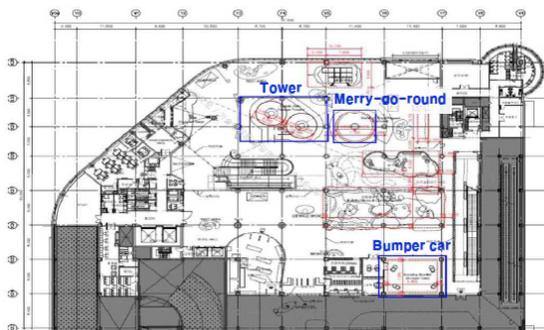
지상 3층 어트랙션 장비 가동 시 발생하는 진동으로 인한 지상 3, 4층에 적합한 구조 진동 기준을 조사하였고 건물의 사용성 및 구조 안전성 검토를 위해 FEM 해석(Ansys modeling을 통해 검토)을 수행하였다.

### 4.1 환경 진동 관련 진동 기준-ISO 10137

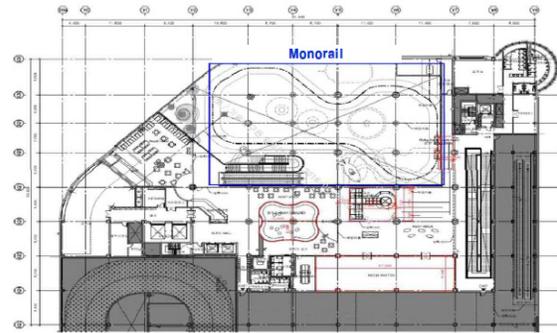
- ① 건물 내부 지속적/충격성 전신 진동에 대한 인체 노출 평가를 위한 권장기준(ISO10137, 사용 용도에 따른 거주, 근무환경)
- ② 국내 법적 관련 강제 적용 기준은 없으며 ISO에서 권장하는 진동 수준은 건물 사용자의 불만/민원이 없는 진동 환경의 통계
- ③ 환경 진동 관점의 롯데몰 은평점 진동 설계 권장 기준 - 4 gal 적용

### 4.2 구조 안정성 관련 진동 기준-DIN 4150

- ① 건물에 영향을 미치는 진동을 Short-term vibration과 Long-term vibration으로 구분하여 제안
- ② 구조물 용도별 진동 기준 초과 시 구조물 안정성 문제(Crack 발생) 발생
- ③ 구조 안정성 관점의 롯데몰 은평점 진동 설계 권장 기준 - Short-term vibration, 상업 건물 기준 적용



〈Fig. 5〉 Attraction location on 3 floors above ground



〈Fig. 6〉 Attraction location on 4 floors above ground

### 4.3 평가 개요

- ① 어트랙션 가동 시 발생하는 동하중 산정을 위해 롯데 은평몰 설치 예정 장비와 유사한 잠실 롯데월드 장비 진동 측정을 실시하였다.
- ② 측정 대상 장비 : 햇님달님, 모노레일, 범퍼카, 회전목마
- ③ 평가 항목
  - i) 3층 범퍼카 가동 시 동일층 상점 구역으로 전달되는 진동 영향 평가
  - ii) 5층 연결 모노레일 가동 시 지상 4층 놀이형 시설 구역으로 전달되는 진동 영향 평가



(a) Monorail



(b) Merry-go-round



(c) The sun and the moon

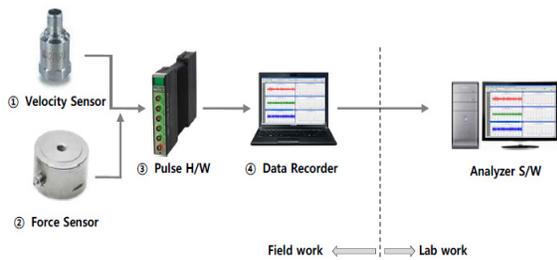


(d) Bumper car

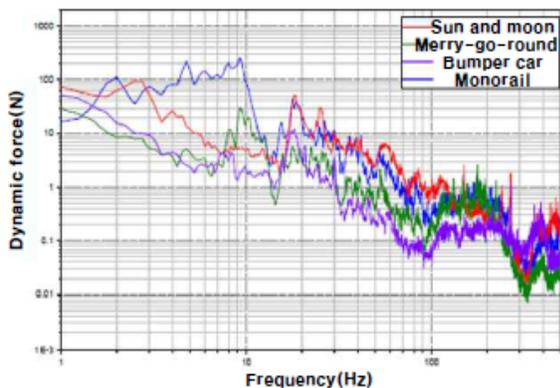
〈Fig. 7〉 Vibration measurement target of Lotte World

#### 4.4 동하중 산정

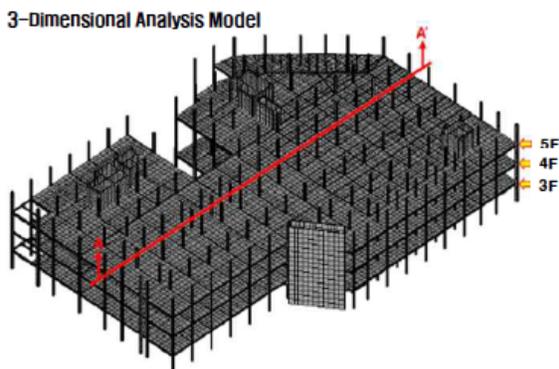
- ① 진동 측정 결과 및 장비 운행 특성을 고려하여 어트랙션 장비 가동 시 발생하는 동하중을 산정하였다.
- ② 측정 대상 장비 중 Tower와 모노레일의 동하중이 가장 클 것으로 예상되었다(Overall 값 기준).



〈Fig. 8〉 Evaluation system of vibration analysis



〈Fig. 9〉 Dynamic load graph



〈Fig. 10〉 3-Dimensional analysis model for vibration check

#### 4.5 진동 검토용 해석 모델

- ① 현재 구조를 반영한 진동 해석 모델링 실시
- ② 해석 프로그램 ANSYS 15.0

#### 4.6 설계 기준

- ① 환경 관점 진동 기준(ISO 10137) : 4 gal
- ② 구조 안정성 관점 진동 기준(DIN 4150) :  
10Hz이하-20mm/s, 10~50Hz-20~40mm/s,  
50~100Hz-40~50mm/s

위의 2가지 기준에 적합하도록 구조·설계되었다.

### 5. 결론

롯데몰 은평점 현장에서는 지상 3층 어트랙션 장비 가동 시 발생하는 진동으로 인한 지상 3, 4층의 구조 안전성 및 사용성 평가를 실시하였다. 본 기사는 추후에 타 현장에서 놀이시설 적용 시 구조의 안전 및 사용성 부분에 관한 프로세스와 설계 기준 검토 그리고 진동 영향 분석에 참고 자료가 될 것으로 판단된다.

### References

1. Vyacheslav S. Shirokov, Igor S. Kholopov, Aleksey V. Solovejv, Determination of the Frequency of Natural Vibrations of a Modular Building. Procedia Engineering, Vol. 153, 2016, pp.655-661.
2. Hao Sun, Aurélien Mordret, Germán A. Prieto, M. Nafi Toksöz, Oral Büyüköztürk, Bayesian characterization of buildings using seismic interferometry on ambient vibrations. Mechanical Systems and Signal Processing, Vol 85, 2017, pp. 468-486
3. Patrícia Lopes, Jesús Fernández Ruiz, Pedro Alves Costa, L. Medina Rodríguez, António Silva Cardoso, Vibrations inside buildings due to subway railway traffic. Experimental

- validation of a comprehensive prediction model. *Science of The Total Environment*, Vol 568, 2016, pp. 1333–1343
4. VP. Persson, K. Persson, G. Sandberg, Numerical study on reducing building vibrations by foundation improvement. *Engineering Structures*, Vol 124, 2016, pp. 361–375
  5. Reza Mirza Hessabi, Oya Mercan, Investigations of the application of gyro-mass dampers with various types of supplemental dampers for vibration control of building structures. *Engineering Structures*, Vol 126, 2016, pp. 174–186