

# 동적강성 보강에 따른 건물바닥 크랙 및 진동 저감에 관한 연구

## A Study on the Reduction of the Crack and Vibration for the floor of building by using the Dynamic Stiffness Reinforcement

† 정주목\*·김영찬\*·장강석\*·윤제원\*·홍병국\*·서효선

Joo-mock Jung, Young-chan Kim, Kang-seok Jang, Je-won Yoon, Byoung-kook Hong, Hyo-sun Seo

### 1. 서 론

최근 건설되는 고층건물이나 진동 민감 시설의 경우 바람이나 지진과 같은 외력에 대한 진동영향에 많은 관심이 있다. 반면 단층이나 낮은 층을 갖는 공장건물은 이와 같은 외력에 의한 진동보다는 건물바닥에서 지속적으로 운전되고 있는 가공 및 생산 장비들이나, 건물 내 지게차 등의 이동장비들에 대한 진동영향에 관심이 크다. 건물 내 진동을 발생시키는 가공 및 생산 장비 등이 많고, 생산된 제품을 이송시키는 지게차 등의 운행이 많은 공장의 경우 바닥크랙을 비롯해 작업자에게도 심리적인 불안감을 주는 곳이 많다. 본 연구는 바닥크랙이 심하고 작업자에게 큰 불편감을 주는 공장건물을 대상으로, 건물의 수명을 연장하고 작업자들에게 보다 쾌적한 작업환경을 제공하기 위한 진동저감을 위한 목적으로 진행되었다.

### 2. 본 론

#### 2.1 진동허용기준 선정

공장건물에서의 진동기준은 크게 3 가지 형태로 구분된다. 작업자에게 미치는 심리적인 관점, 구조적인 안정성 관점, 그리고 장비운영 상의 진동기준을 들 수 있다. 본 대상 건물을 비롯해 대부분의 공장에서는 기계가 정상적으로 가동 할 경우, Table 1과 같은 작업자 및 구조적 안정성 관점에서의 진동기준이 가장 중요하다.

Table 1 Vibration guideline of factory building

| Contents                   | Criteria                    | Source     |
|----------------------------|-----------------------------|------------|
| Structural Damage Criteria | 5 mm/s                      | DIN 4150-3 |
| Perception Criteria by Use | Hor. 2.88 cm/s <sup>2</sup> | ISO 2631-2 |
|                            | Vert. 4.0 cm/s <sup>2</sup> |            |

† 정주목; 정회원, 유니슨테크놀러지(주)  
E-mail : jmjung@unisonstg.com  
Tel : (041) 577-3457, Fax : (041) 577-3458

\* 유니슨테크놀러지(주)

#### 2.2 동적특성 분석

평가대상 건물 바닥은 Fig. 1과 같으며 한 스펠(기둥과 기둥사이)은 대개 9mx9m로 구성되어 있다. 동적특성평가를 위해 P1과 P2 지점에서 modal 및 heel drop 시험을 실시하였다.



Fig. 1 Area of dynamic char. test on floor

진동시험결과 현재 바닥크랙의 주요인인 1차 진동모드는 Fig. 2와 같이 9~10 Hz 주파수대역에서 나타났다.

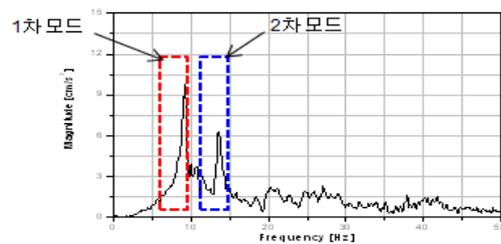


Fig. 2 The results of dynamic char. test.

#### 2.3 진동응답평가

바닥에서의 진동발생수준을 정량적으로 파악하여 진동기준과의 비교평가를 위해 Fig. 3과 같이 공장 내 이송장비(지게차, 대차 등)의 조건을 달리하여 진동레벨을 측정하였다.

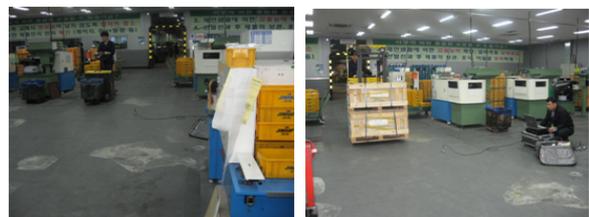


Fig. 3 The measuring of vibration response.

측정결과 설비 및 장비에서 발생하는 진동은 구조물 안정성 관점과 작업자 인식관점을 모두 기준을 만족하는 것으로 평가되었다. 반면 대차가 급정거 하거나 지게차가 이동할 때는 Fig. 4와 같이 작업자에게 영향을 주는 기준인 4.0 gal을 초과하여 4.2~4.8 gal로 나타났으며, 구조적 안정성 관점인 5 mm/sec도 초과하는 것으로 평가되었다. 따라서 본 대상건물의 경우 진동을 저감하기위한 추가 대책의 적용이 필요한 것으로 판단되었다.

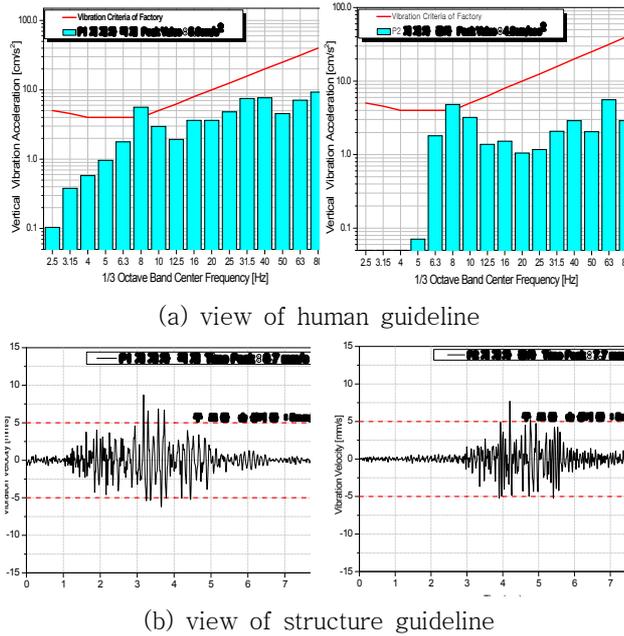


Fig. 4 The evaluation of vibration response.

### 3. 동적강성보강 및 대책평가

#### 3.1 평가방법

본 연구건물의 바닥진동 저감을 위해 바닥 slab 두께 증가, 바닥에 철판보강, 바닥하부 거더(girder)나 빔(beam) 추가 설치, 동흡진기(Tuned mass damper) 설치 등의 동적강성을 증가시킬 수 있는 방법을 다양하게 검토하였으며, 검토된 방안들은 다음과 같은 평가방법에 의해 성능평가를 수행하였다.

- ① 3차원 수치해석 모델링
- ② 현장측정결과에서 해석 시 필요한 설계변수도출
- ③ 대책 적용 전 해석을 통한 수치모델 튜닝
- ④ 수치해석을 통한 대책 전/후 성능예측

위에서의 절차에 따라 성능평가를 수행한 결과, 철판을 통한 강성보강이 가장 효율적인 것으로 나타났으며, 철판을 통한 강성보강 시 Fig. 5에서와 같이 구조적 안정성

이나 작업자 인지시점의 진동기준을 모두 만족하는 것으로 평가되었다.

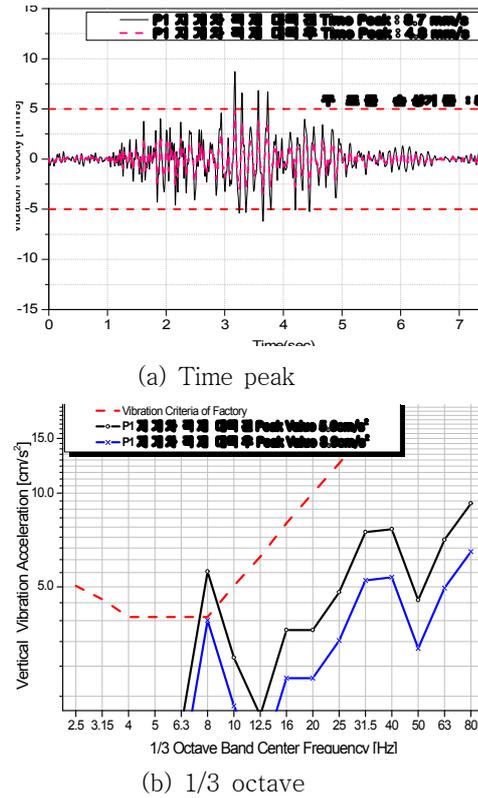


Fig. 5 The evaluation of vib. response aft. and before anti vibration plan.

이 밖에도 이동하는 지게차의 충격을 바닥에 전달하는 바퀴를 단단한 우레탄에서 완충력 있는 튜브 타이어로 변경하는 경우 10% 이상 진동이 저감되는 것으로 나타났다.

### 4. 결 론

본 연구는 공장바닥에 진동발생이 많은 장비들이 설치되어 운전됨으로 인해 바닥크랙 및 작업자에게 영향을 주는 건물을 대상으로 진동저감을 위한 목적으로 진행되었다. 한편 본 과제에서는 진동문제 해결을 위해 현실적으로 실현가능하면서도 경제적인 진동저감 방안 들이 도출되었으며, 이에 따른 진동저감수준 및 동특성 변화에 대한 진동예측을 수행하였다. 그 결과 기존 건물 운영상에 영향을 미치지 않는 보강방안을 도출하였으며, 추후 시공을 통한 성능검증 등이 이루어 지면, 향후 바닥진동평가 및 예측에 대한 기본 방향 선정에 대한 자료로 활용할 수 있으리라 기대된다.