

동물연구센터에 대한 진동영향평가 및 대책연구

The study on the evaluation and reduction of vibration for animal R&D center building

장강석[†], 김영찬*, 윤제원*, 정주목*, 홍병국*, 서효선*

Jang Kang Seok, Kim Young Chan, Yoon Je weon, Jung Joo Mok, Hong Byung kuk, Seo Hyo Sun

1. 서론

최근 건축되는 건물의 경우 보다 넓고 긴 장 스펙 바닥구조를 띠므로써, 바닥의 고유진동수는 더 낮아지고 보행하중에 의한 바닥공진 영향을 배제하기 어려운 지경에 이르렀다.¹⁾ 본 연구 대상인 동물연구를 위한 건물의 경우 동물사육실, 수술실, 전자현미경실 등 진동에 민감한 시설로 구성되어 있다. 반면 진동에 대한 기준이 아직 정립되어 있지 않은 형편이다. 따라서 본 연구에서는 동물병원 건물에 대한 진동기준을 선정하고, 선정된 기준을 만족시키기 위해 건물의 진동특성평가 및 진동저감방안에 대한 과제를 수행하였다. 수행된 주요내용으로는 사육실, 수술실 등 낮은 진동을 요하는 실에 대한 외부진동 영향평가 및 대책연구, 건물 내 설비로 인한 공진검토, 건물 내 주차장에 의한 동물사육실에 미치는 영향평가 등이 있다. 진동의 경우 국내 문헌에는²⁾ 소나 폐지에 비해 꿀벌 등은 매우 낮은 진동에도 피해를 입을 수 있는 것으로 나타나 있으며, 대부분의 조사사례 들이 발파나 건설현장 주변에서의 사례를 조사한 내용이다. 건설공사장 진동방지대책 에서도 0.02 cm/s 이상이면 성장 지연이나 유산 또는 사산 등으로 피해를 입는 것으로 보고되고 있다. 이와 같은 사례조사를 통해 본 연구에서의 진동 기준은 0.02 cm/s로 선정하였으며, 소음기준의 경우는 여러 문헌들을^{3),4),5)} 토대로 하여 NC 45로 선정하였다.

2. 진동환경 및 동적특성

2.1 건물의 진동환경

신설되는 동물연구 건물의 경우 Fig. 1과 같이 지하주차장과 발전기실을 사이에 두고 동물사육실이 위치해 있다. 동물사육실의 진동수준을 0.02 cm/s로 유지하기 위해서는 건물의 고유특성을 비롯해 지하주차장 운행 시 발생하는 진동량을 정확히 산정해야 하며, 기계실에서 발생하는 진동수준 및 전파에 따른 진동감쇄특성을 예측하여야 한다. 본 연구에서는 차량이동 시 진동원 추정을 위해 유사한 특성을 갖는 지하주차장 및 ramp에서 차량속도를 달리하여 진동측정 수행하여 발생원에 대한 자료를 확보하고, 이를 진동에측을 위한 해석모델에 적용하여 진동수준을 평가하였다. 이 밖에 기계실에 발생하는 진동 발생수준도 유사한 장비가 운영되는 곳의 측정자료를 이용하였다.

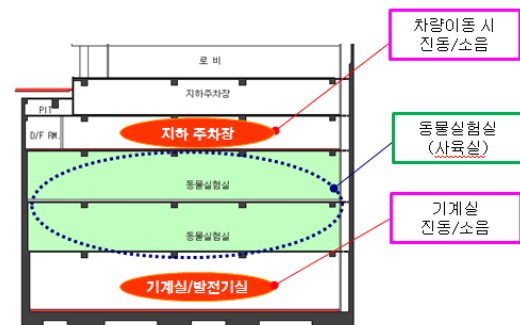


Fig. 1 The vibration characteristics around animal center.

3. 건물의 동적특성 평가

[†] 유니슨테크놀러지(주)
E-mail : jks@unisonstg.com
Tel : (041) 577-3457, Fax : (041) 577-3458

* 유니슨테크놀러지(주)

3.1 평가방법

본 연구에서는 진동예측을 위해 3차원 유한해석 모델을 사용하였으며, 수치모델에는 구조부재(빔, 보, 기둥)나 주요골조 들의 특성이 설계도면 대로 반영되었다. 한편 동물연구건물의 진동예측 및 평가를 위해 사용한 방법은 다음과 같다.

- ① Fig. 2와 같은 수치해석 모델링 완성
- ② 범용유한요소 프로그램을 이용하여 고유진동 해석 및 바닥의 고유특성분석.
- ③ 진동발생원 조사 및 발생원에 대한 동적특성 자료 확보(필요 시 측정수행).
- ④ 측정결과에서 도출된 설계변수를 수치해석 모델 및 경계조건에 반영 후 재 모델링.
- ⑤ 진동발생원의 주파수특성을 고려한 강제 진동 해석 및 기준과의 비교평가.

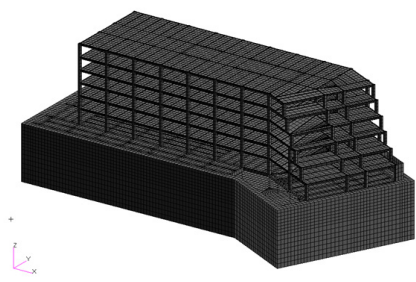


Fig. 2 Numerical model for vibration analysis

3.2 진동예측 및 기준과의 평가

동물연구 건물의 고유특성을 분석한 결과, 건물바닥의 1절점 모드는 지하층의 경우 10.0 Hz, 지상 층의 경우 6.0 Hz의 주파수대역에서 나타났다. 이와 같은 고유진동모드를 고려 강제진동해석을 한 결과 주차장보다는 ramp에서 전달되는 진동이 동물사육실에 더 영향을 미치며, ramp 인근의 경우 Fig. 3과 같이 초과하는 것으로 평가되었다,

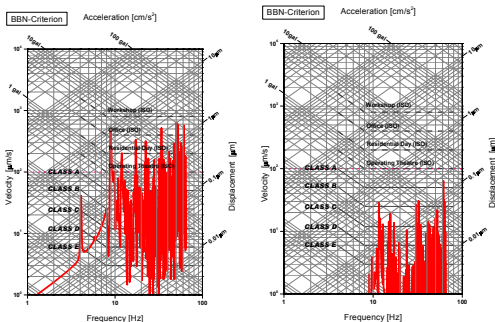


Fig. 3 The results of vibration response on floor in animal center

3.4 진동저감방안

바닥진동을 저감하는 방안에서는 바닥의 동적강성을 높이는 방안(바닥 철판이나, slab 두께 증가, 거어더나 빔 등 구조부재 치수 증가), 바닥에 이중바닥구조를 적용하는 방안, 빔 사이에 동흡진기(tuned mass damper)나 진동흡수 재료를 삽입하는 방안 등 여러 가지 방안들이 있다. 그러나 ramp 등에서 발생하는 진동은 충격성 진동으로 전 주파수에서 가진력이 존재하고 있다. 또한 신설 건축물인 경우를 감안하면 동흡진기나 상부에 철판을 보강하는 등의 대책 보다는, 거어더나 빔 치수를 늘이거나 이중바닥구조를 이용한 대책이 보다 효율적이다. 본 연구에서는 소음저감 까지를 고려 이중바닥구조를 이용한 대책을 수립하였으며, 이를 적용할 경우 주어진 진동기준을 충분히 만족하는 것을 확인하였다.

4. 결 론

본 연구에서는 국내에서는 다소 생소한 동물연구 병원 건물이 갖는 바닥의 동적거동특성 및 진동수준을 평가하였으며, 동물연구 병원에 대한 소음진동 관리기준을 제시하였다. 진동예측은 수치해석 모델을 실제의 특성에 맞게 모사(측정결과에서 얻어진 진동원을 해석모델에 적용 해석결과의 정도를 높임)하고 이 모델에 병원 건물의 구조댐핑 변수를 적용하는 방법을 사용하여 완공 후 진동수준을 예측하였다. 향후 본 연구 검증을 위한 건물완공 후 실측평가가 수행되면, 가축연구 건물 신축 시 바닥진동평가 및 예측에 대한 기본방향을 설정에 대한 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

- 1) Eric E. Ungar, Jeffrey A. Zapfe, and Jonathan D. Kemp, Predicting Footfall-Induced Vibrations of Floors, P. 16, Sound and Vibration, November 2004.
- 2) 정갑철, 건설공사장 소음방지대책, p. 913-948, 한국소음진동공학회 춘계학술대회 2000. 6.
- 3) 21세기 소음·진동 환경정책방향연구, 한국환경정책평가원 2001.
- 4) Zakem and alliston, Noise stress may reduce fertility of rodents, 1974.
- 5) Robert E. Faith and Michael J. Hue, Environmental considerations for research animals, 2008.