

고소음/고진동 장비에 의한 건물 내 소음 예측

Prediction of Interior Noise in Building Generated by High Noise/Vibration Equipments

김봉기†·강현주*·이성현**·염성곤**·이종화***

Bong-Ki Kim, Hyun-Ju Kang, Seong-Hyun Lee, Sung-Kon Yum and Jong-Wha Lee

1. 서 론

쾌적한 생활환경 구축에 대한 사회적 요구가 증가함에 따라 소음/진동 문제는 안락한 거주 공간 및 업무환경을 위협하는 중요한 요소로 인식 되고 있으며, 이러한 요구에 대응하기 위해 건축물 내 소음/진동을 유발하는 장비를 평가하고, 저감하려는 노력이 꾸준히 증가하고 있다. 특히, 최근 고층상가, 아파트 및 복합 거주공간 등 대형화된 건축물 증가에 따라 다수의 인원이 공동으로 벽, 바닥 및 천장 등으로 구획된 공간 내에 생활함에 따라, 건물 내 공조설비, 펌프, 모터 등 건물을 유지/관리하기 위해 필수적으로 작동해야 하는 장비로부터 전달되는 소음/진동은 건축물 자체의 신뢰성을 크게 떨어뜨리고 발생된 민원 해결을 위해 추가적인 비용을 발생시키고 있다. 설계단계에서 해결하지 못한 대부분의 소음/진동 문제는 고비용으로도 효과적인 방진/방음 대책을 적용하는 것이 쉽지 않으므로, 초기 설계 단계 및 시공단계에서 소음/진동을 저감하고 평가하기 위한 많은 노력이 필요하다.

본 연구에서는 건물 내 장비 중 주요 소음/진동원인 펌프 및 팬의 소음/진동 레벨을 예측/평가하고 이로부터 예상되는 건물의 소음/진동레벨 예측하였다. 소음/진동 레벨의 예측은 현 단계에서 입수 가능한 소음/진동원 예측 경험식을 사용하였으며⁽¹⁾⁻⁽⁵⁾, 일부 측정된 장비의 소음/진동레벨과 비교하였다. 결과로부터 펌프 및 팬의 소음/진동레벨을 보수적으로 산정한 후 통계적에너지해석법(statistical energy analysis)을 이용하여 건물의 소음 및 진동레벨을 예측하였다. 이로부터 일부 과도한 소음/진동이 발생하는 공간의 방음/방진 대책을 제안하고 예상되는 소음/진동레벨을 산정하고자 한다.

2. 본 론

† 교신저자; 한국기계연구원
E-mail : bkkim@kimm.re.kr
Tel : (042) 868-7467, Fax : (042) 868-7440

* 한국기계연구원
** 삼성물산 건설부문
*** 마이크로S&V콘트롤(주)

2.1 소음/진동 레벨의 예측

(1) 공기음 레벨 (air-borne noise level)

펌프 및 팬의 공기음 예측식은 옥타브 밴드레벨로 참고문헌에서 제공하고 있다⁽¹⁾⁻⁽⁵⁾. 펌프의 경우 출력 및 회전수로부터 소음레벨 또는 음향파워레벨을 예측할 수 있으며, 여기에서는 소음원의 음향방사 면적을 고려하여 모든 값을 음향파워레벨로 변환하여 나타내었다. 또한, 팬은 형식, 유량 및 정압으로부터 음향파워레벨을 예측할 수 있다. Fig. 1은 각 방법으로 예측된 팬의 음향파워레벨과 측정값을 비교한 예로, 측정은 ISO 3744⁽⁶⁾에 따라 이루어졌다. 비교 결과 참고문헌(1), (4)의 방법이 측정결과에 보다 근사적으로 가까운 것을 알 수 있다.

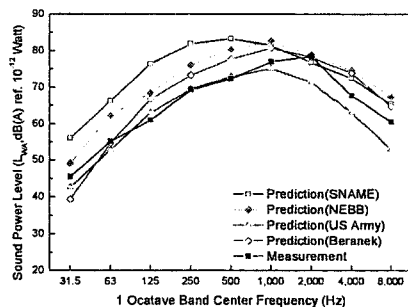


Fig. 1 배기팬(5.6 kW, 259 RPM, 46,020 CMH)의 공기음 레벨 비교.(SNAME는 참고문헌(2), NEBB는 참고문헌(4), US Army는 참고문헌(3), Beranek은 참고문헌(5) 방법을 의미함)

(2) 구조기인소음 레벨 (structure-borne noise level)

펌프 및 팬의 구조기인 소음 예측식은 옥타브 밴드레벨로 참고문헌에서 제공하고 있다⁽¹⁾⁻⁽²⁾. 펌프의 경우 출력으로부터 구조기인 소음레벨을 예측할 수 있으며, 팬은 형식, 출력 및 회전수로부터 구조기인 소음레벨을 예측할 수 있다. Fig. 2는 각 방법으로 예측된 펌프의 구조기인 소음레벨과 측정값을 비교한 예로, 측정 결과는 soft한 마운트 상단의 각 모서리에서 측정된 네 개의 값을 평균하였다. 비교 결과 참고문헌 (4)의 방법이 측정결과에 보다 근사적으로 가까운 것을 알 수 있다.

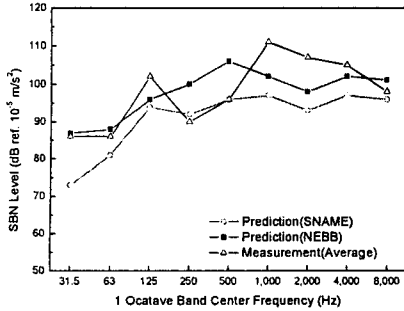


Fig. 2 청수펌프(15 kW, 3600 RPM)의 구조기인 소음레벨 비교.

2.2 해석 및 평가

지하실에 펌프 및 팬 등 고소음/고진동 장비 10개가 배치된 건물에 대해 통계적에너지해석법을 이용하여 각 공간의 소음 및 진동을 예측하였다. 이때 각 펌프 및 팬의 공기음 및 구조기인 소음은 경험식을 사용하였다^{(1),(2),(4)}. 해석을 위한 모델은 158개의 판요소와 44개의 공간요소로 이루어졌으며, Fig. 3에 해석결과를 나타내었다. 결과로부터 일부 공간에서 과도한 소음/진동레벨이 예상된다.

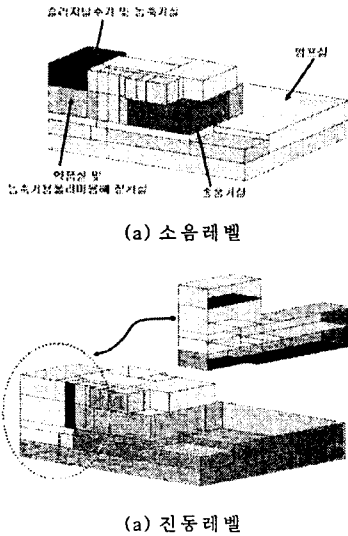


Fig. 3 예측한 소음 및 진동레벨

2.3 방음 및 방진 대책

방음 및 방진 대책은 고소음 장비에 enclosure를 설치하고, 거주 공간에 추가적인 흡음재를 배치하였으며, 고진동 장비의 경우 방진 마운트를 설치하였다. Fig. 4는 방음 및 방진 대책 적용 후 건물의 소음/진동 레벨을 나타낸 것으로, 약 10~ 15 dB의 소음이 저감되었다.

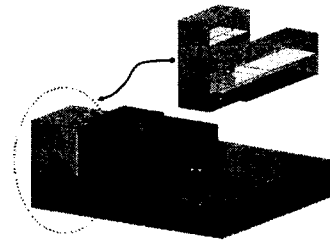
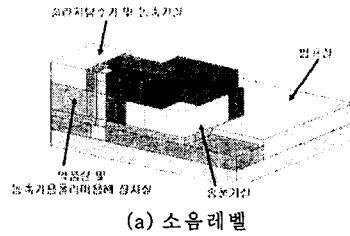


Fig. 4 방음/방진 대책 적용 후 예측한 소음 및 진동레벨

4. 결 론

본 연구에서는 펌프 및 팬의 공기음 및 구조기인 소음을 경험식으로 예측하고, 측정 결과와 비교하였다. 경험식으로부터 예측된 소음/진동레벨을 이용하여 건축물 내 주요 공간의 소음진동을 통계적에너지해석 방법으로 예측한 후 방진/방음 대책을 수립하고, 그 결과를 예측하였다. 향후 예측 정밀도 향상을 위해 주요 장비의 소음/진동 레벨을 지속적으로 측정/평가하고, 예측된 건물 내 소음/진동레벨을 실측하여 해석 방법을 개선하는 것이 요구된다.

참 고 문 헌

- (1) Raymond W. Fisher *et al.*, 1983, *Design guide for shipboard airborne noise control*, T&R bulletin 3-37, The society of naval architects and marine engineers.
- (2) Raymond W. Fisher *et al.*, 2001, *Supplement to the design guide for shipboard airborne noise control*, T&R bulletin 3-37(supplement), The society of naval architects and marine engineers.
- (3) D. A. Bies and C. H. Hansen, 1996, *Engineering noise control*, 2nd ed., E & FN Spon.
- (4) National environmental balancing bureau, 1994, *Sound and vibration design and analysis*.
- (5) I. L. Ver, and L. L. Beranek, 2006, *Noise and vibration control engineering*, 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc.
- (6) ISO 3744, 1994, "Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure - engineering methods in an essentially free field over a reflecting plane."