

공장 · 공사장기계에서 발생하는 진동에 관한 연구

박준철 · 유승도 · 김정대* · 황경철** · 최준규***

The Vibration generated from Machines at Factories and Construction works

Joon-Cheol Park, Seung-Do Yu, Joung-Dae Kim*, Kyoung-Cheol Hwang**
and Joon-Gyu Choi***

National Institute of Environmental Research

*Department of Environmental System Management, Hallym College of Information & Industry

**Department of Environmental Science, DongNam Health College

***Korea Environment Institute

ABSTRACT

This study was performed to investigate vibration generated from machines that were used at factories and construction works. Vibrations were measured at three points in a straight line based on distance from the vibration sources, and analyzed to assess the vibration levels. The average vibration level of factory machines was 65.4 dBV at 2 m, and that of construction machines was 74.0 dBV at 5 m. Vibration attenuations was 4.0~8.2 dBV by double distance. All such data were applied to gain coefficients of attenuation equations for predicting vibration level by distances from the vibration sources. Data recorded on tapes were analyzed to understand the characteristics of frequency because these characteristics are important factors to design a plan for installing the vibration-proof devices.

Finally, considering results from these analysis, assessment, and prediction, the methods for reducing vibration generated from machines were discussed.

I. 연구배경 및 목적

공장 및 공사장에서 발생하는 공장 · 공사장진동은 일상생활에서 폭로되기 쉬운 진동원이며, 각종 공작기, 발동기, 항타기 등의 기계를 사용함으로써 진동이 발생되며 주파수 특성을 달리한다. 이러한 진동은 높은 진동레벨에도 불구하고 부지경계선까지는 전달되지 않을 수 있지만, 주거지역 내 또는 인근에 산재되어 있는 경우 주민에게 불안감 및 피해를 주며, 인접구조물 및 건설중인 현장구조물에도 손상을 줄 수 있다. 특히 건설기계들은 주로 중장비이며 작업시 뿐만 아니라 이동시에도 진동이 발생하는 경우가 많으며, 요즘과 같이 각종 개발과 재개발 사업들이 계속 진행되는 상황에서 진동에 대한 특별한 대책이 마련되지 않는 한, 민원과 그 피해도 더욱 증가될 것으로 우려된다. 이러한 대책수립을 위한 전제가 진동실태의 파악에 있으며, 지금까지의 자료로는

전반적인 환경진동에 대한 실태를 파악하기에는 부족하다.

따라서, 본 연구는 공장 및 공사장 진동의 실태를 파악하기 위해 진동레벨이 크다고 판단되는 6종의 주요기계류에서 발생하는 진동레벨의 전파특성을 조사하였다. 또한, 주변 생활환경의 진동영향에 대한 평가 및 예측자료의 확보를 위해 측정자료를 진동거리감쇠식에 적용하여 감쇠정수들을 파악하였고, 이를 이용하여 영향범위를 산출하였다.

II. 연구방법

공장·공사장에서 사용되는 기계 중 진동 발생이 큰 기계류를 선별하여 진동레벨을 측정하였다. 공장기계는 프레스(16대), 송풍기(7대), 공기압축기(4대), 성형기(5대)로서 4종 32대, 건설기계는 항타기(5대), 브레이크(5대)로서 2종 10대를 선정하고, 정상적으로 작업하는 동안 진동측정이 이루어 졌다.

진동레벨계를 이용하여 지표면 수직 진동가속도레벨(VAL)과 주파수별로 감각보정된 진동레벨(VL)을 측정기계로부터 3개 지점(1d, 2d, 4d)에서 동시에 최대진동레벨(L_{max})로 측정하였다. 디지털 녹음기를 이용하여 진동신호를 녹취하였고, 주파수분석기를 이용하여 주파수 특성을 분석하였다.

측정지점은 진동원으로부터 가장 가까운 측정점을 기준으로 배거리별로 3개 지점을 선정하여 동시 측정함을 원칙으로 하였으며, 측정 여건상 공장기계는 2, 4, 8 m, 공사장 기계는 5, 10, 20 m로 하였다. 측정조건과 측정기기의 사용·조작 등은 “소음·진동공정시험방법”을 준용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 최대진동레벨

배거리(1d, 2d, 4d)에 따른 공사장 및 공장기계로부터 발생하는 VL_{max} 은 공사장기계의 경우 5, 10, 20 m 떨어진 곳에서 평균 74.0, 69.0, 60.6 dBV, 공장기계는 2, 4, 8 m 떨어진 곳에서 평균 65.4, 61.0, 55.2 dBV로 측정되어 거리를 고려하면 공사장기계가 훨씬 높은 진동이 발생하는 것으로 나타났다. 기계별로 살펴보면 항타기가 배거리별로 각각 78.3(63.5~90.2), 74.4(58.0~84.0), 67.2(54.0~74.0) dBV로 가장 높은 진동레벨을 발생시켰으며, 그 다음이 브레이크로 66.4, 60.3, 50.0 dBV의 수준을 보인 반면, 성형기는 57.6, 55.1, 49.5 dBV로 가장 낮은 진동레벨을 보였다.

5 m(1d) 떨어진 곳에서 항타기, 브레이크의 평균 VAL_{max} 는 91.1, 90.3 dB로 측정되었으며, 같은 거리에서 VL_{max} 와의 차는 각각 12.8, 23.9 dB이었다. 2 m(1d)에서의 프레스, 송풍기, 공기압축기, 성형기의 평균 VAL_{max} 는 각각 82.5, 78.9, 76.0, 73.5 dB로 측정되었고, VAL_{max} 와 VL_{max} 의 차는 각각 14.6, 12.9, 9.9, 16.0 dB이었다.

2. 거리감쇠 및 주파수특성

거리에 따른 진동레벨의 감쇠 결과는 항타기의 경우, 배거리 증가에 따라 평균 5.6 dBV, 브레이커는 8.2 dBV의 감쇠를 보였다. 공장기계의 경우 기계별로 뚜렷한 차이를 보이지 않았는데 4.0~6.2 dBV의 거리감쇠를 나타내었다. 기하 거리감쇠식 $VL = VL_0 - 20n \log\left(\frac{R}{R_0}\right)$ 을 이용하여 기하감쇠정수(n)를 구해본 결과 항타기와 브레이커의 경우는 각각 0.92, 1.36, 공장기계의 경우 0.67~1.03(프레스 : 0.82, 송풍기 : 1.01, 공기압축기 : 1.03, 송풍기 : 0.67)의 범위를 보였다. 이 값은 감쇠구배를 결정하는 것으로서, 표면파(0.5)와 실체파(1.0, 2.0) 사이의 범위를 보여 표면파와 실체파에 의한 복합적 감쇠를 나타낸다. 가장 큰 VL이 발생하는 항타기는 5 m 거리에서 평균 78.3 dBV이었는데, 기하 거리감쇠식에 적용해 본 결과, 발생원에서 약 26 m 지점 이내에서는 생활진동규제 주간기준(주거지역) 65 dBV를 상회할 가능성이 있는 것으로 나타났다. 최대진동이 나타나는 중심주파수대역은 기계별로 차이를 보였는데, 5 m에서 항타기는 16 Hz, 브레이커는 125 Hz, 공장기계의 경우 2 m에서 프레스 125 Hz, 성형기 63 Hz의 중심주파수를 보였다.

3. 영향범위

진동의 영향범위는 인체가 약간 느끼기 시작하는 VAL 60 dB, 인체가 크게 느끼는 70 dB, 건물이 흔들리는 80 dB를 기준으로 VL 56, 66, 76 dBV로 환산하여, 기계별로 1d 지점 즉, 공사장기계는 5 m, 공장기계는 2 m 지점의 VL의 평균, 평균+표준편차(S,D.)가 각각 진동레벨 76, 66, 56 dBV까지 전달될 수 있는 거리로 정의하였다. 거리 1d에서의 평균을 적용하였을 때 VL 76 dBV이 나타나는 거리는 1~7 m로 예측되었으며, 66 dBV의 경우 공장기계와 브레이커는 2~5 m, 항타기는 약 21 m로 예측되었다. 56 dBV의 영향범위는 공장기계의 경우 6 m, 브레이커의 경우 17 m, 항타기는 약 65 m로 예측되어, 이 거리를 벗어나면 인간이 느낄 수 없으며, 진동이 그리 심한 편은 아니라고 할 수 있다. 그러나 평균+S.D.인 경우, 76 dBV이 전달되는 거리는 기계별로 약 2~22 m, 66 dBV은 5~71 m, 56 dBV은 17~223 m로 나타났으며, 특히 항타기는 작업지점에서 상당히 떨어진 거리까지도 사람들이 진동을 느낄 수 있는 사례가 발생할 수 있는 것으로 생각된다.

IV. 결 론

1. 2 m 떨어진 곳에서 발생하는 공장기계의 평균 진동레벨은 65.4 dBV로 측정되었고, 그 중 프레스에서 발생하는 평균진동이 67.9 dBV로 가장 높았다. 5 m 떨어진 곳에서 항타기의 평균 진동레벨은 78.3 dBV, 브레이커의 경우 66.4 dBV이었다.
2. 공장기계의 배거리 평균감쇠는 5.3 dBV로 나타났으며, 기하감쇠정수(n)는 0.88이었다. 공사장기계의 경우, 항타기, 브레이커 각각 배거리 5.6, 8.2 dBV의 감쇠를 보였고,

기하감쇠정수는 0.92, 1.36으로 조사되었다.

3. 기계별로 발생하는 진동의 주파수 대역은 대략 8~500 Hz의 범위로 관측되었으며, 중심주파수대역은 2 m에서 프레스 125 Hz, 성형기 63 Hz, 5 m에서 향타기 16 Hz, 브레이커 125 Hz로 나타났다.
4. 거리 1d에서의 평균을 적용하여 영향범위를 예측하였을 때, 공장기계의 경우 6 m, 브레이커는 17 m, 향타기는 약 65 m로 이 거리까지가 인간이 느낄 수 있는 영향범위로 나타났다.