

작업장의 공학적 개선을 위한 시뮬레이션 프로그램 활용

A simulation program practical use for an engineering improvement of the work-place.

양 흥 석*

Yang Hong Seok

이 강 복*

Lee Kang bok

윤 의 식*

Youn Eui Sik

강 경 식**

Kang Kyung Sik

Abstract

Prescribed according to the occupational safety and health low noise measurement method was changed to personal sampling in the method to measure an area noise. Such method had the limit which did not evaluated characteristic of sound of occurrence and the place of origin.

This study was performed to establish an engineering remedy of the work-place noise. The subject was a vibration control process of the place of business in Pusan. A simulation program applied for an engineering improvement of the work-place noise.

The results were as follows:

1. An noise occurrence level of the work-place before improvement was 88~97dB(A), We applied an improvement method to be established and were expected to 80~119dB(A).
2. The level of the noise-distribution to appear in the place of origin of the work-place before improvement was 90~93dB(A) but, We executed the simulation after applied an engineering remedy and predicted 80~85dB(A). A result of the simulation blue part was changed mostly into the dark blue color.

The results suggest that simulation program establishes an engineering remedy and is useful to the case to apply.

* 명지대학교 산업공학과 박사과정

** 명지대학교 산업공학과 교수

1. 서론

산업의 급속한 발달과 현대화가 진행되는 과정에서 작업장에서 사용되는 설비가 대형화, 고속화 및 자동화되어 가고 있고 이러한 결과로 현대산업사회에선 소음이 중요한 사회문제로 대두되고 있고 이러한 결과는 소음성난청이라는 직업병을 발생시키기도 한다. 이러한 상황에서 소음의 정밀한 측정방법이 계속적으로 요구되어 왔고, 산업안전보건법에는 지역소음을 측정하던 방법에서 개인노출량위주의 측정 방법으로 바뀌어 왔다.

산업안전보건법의 소음측정 방법은 첫째, 지역적인 측정방법으로 지시소음을 측정하여 등가레벨로 평가하게 되어 있고 둘째, 개인노출량을 측정하는 소음노출량측정방법이 규정되어 있다. 그리고 부가적으로 필요시에 해당 소음의 주파수 특성을 측정하게 되어 있다.(노동부 고시 제 2001-39호, 작업환경측정 및 정도관리 규정)

그리고 소음측정시 음압레벨, 등가소음도, 개인폭로도의 측정방법별 소음수준들이 유의한 차이를 보여 누적소음폭로량측정기를 이용한 소음의 노출량을 평가하는 방향으로 측정방법의 개선을 제안하고 있다.(심철구등,1995) 이러한 노출량 위주의 측정은 불규칙적이고 작업자가 이동작업을 하는 경우의 소음측정에 있어서 많은 오차 범위를 줄여 준 것이 사실이다.

그러나 이러한 누적소음폭로량의 측정방법은 개인의 소음 노출정도는 알 수 있지만, 발생음

의 특성과 발생원등을 파악하는 데에는 한계가 있다. 그리고 작업장의 공학적인 개선시에는

개인노출량 보다 오히려 지역소음을 측정하여야 한다.

작업환경관리백서에 의하면 소음은 매년 그 초과율이 20%를 상회하고 있고 초과 사업장수

도 6,000여개의 사업장이 초과하고 있는 것으로 나타났다. 그리고 노출초과공정 세부개선현

황을 보면 보호구지급의 개선내용이 90%정도를 보이고 있는데(2003년도 작업환경관리현황, 노동부 산업안전국,2004.9) 작업환경의 개선에 있어서 개인보호구는 일시적인 대책에 속하며 궁극적 대책은 공학적개선이기 때문에 공학적 개선방안의 수립을 위한 보다 정밀한 측정방

안이 요구되어 오고 있다.(산업위생학개론, 백남원,1995년 신광출판사)

소음 시뮬레이션 프로그램인 Raynoise는 Geometric acoustic 이론을 바탕으로 하여 실내 및 실외에서의 음의 확산, 희석, 반사, 흡수 현상을 modeling 할 수 있는 음분포 예측 컴퓨터 상용 소프트웨어이다. 일반적으로 음악당, 스포츠 센터, 강당등의 최초 설계 형태 및 마감재 중 흡음성의 성능 예측과 각종 환경 소음의 확산 경로 및 이를 이용한 방음벽의 설계와 실내 작업장의 소음 분포 contour제작 등에 적용된다.(Ray noise

Rev 3.0., Building Acoustics and Industrial Noise simulation)

이에 본 연구는 Raynoise를 활용한 작업환경소음을 측정하는 방법과 활용방안에 대해서 연구하였다.

2. 대상 및 방법

2.1. 대상

측정 및 적용모델은 부산에 소재하고 있는 A사의 제진공정을 대상으로 해당공정 작업장의 제진작업시 발생하는 소음의 발생정도는 지시소음계로 측정시 88dB(A) ~ 97dB(A)정도의 소음분포를 보이는 작업장을 대상으로 하였다.

2.2 측정장비 및 측정방법

2.2.1 측정장비

해당 공정에서 발생하는 소음,진동의 크기를 측정하기 위하여 일본 RION사의 NL-18 Sound 소음계로 소음원의 주파수 특성과 소음도를 파악하였으며, 1/4 inch microphone를 사용하여 소음값을 Symphonie(소음진동 측정분석장비)에 레코딩하여 실험실에서 분석 하였다.

2.2.2 측정방법

① 현황파악

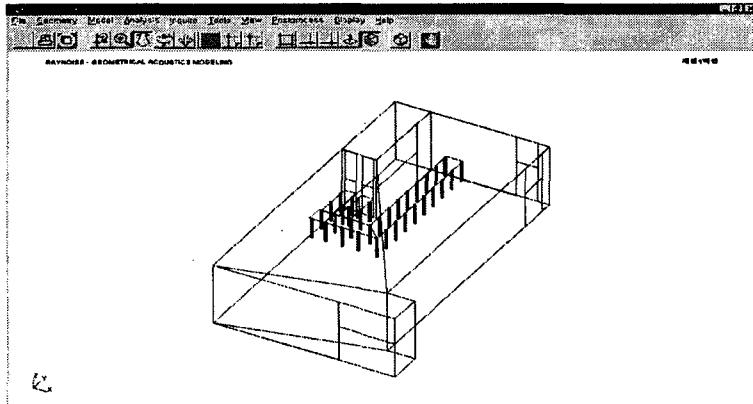
작업현장의 소음문제를 해결하기 위하여 공장 시설 중 소음이 심하게 발생하는 지점들을 파악하였다. 소음과 관련하여 NL-18 Sound level meter로 주파수 분석과 실시간 음레벨을 측정하였다. 측정위치는 주된 소음원으로 파악된 설비와 기계를 중심으로 설정하였으며, 소음,진동크기의 가시적인 효과를 높이기 위한 도면화 작업을 수행하기 위해 거리측정 및 도면확보 등의 기초작업을 병행하였다.

소음과 진동의 크기와 불쾌감을 야기하는 주파수 대역을 찾아내기 위하여 1/4 inch microphone 2개와 accelerometer를 교대로 Symphonie에 연결하여 측정데이터를 저장하여 분석을 위해 사용하였다.

② Raynoise 적용

아래의 그림과 같이 위의 그림은 A사 작업장의 실내 모습을 AutoCad를 이용하여 작성한다.

소음 모델링 입력을 위한 preprocess 작업의 모습이다. 실내 작업장을 3D로 옮겨 소음 모델링을 위한 면처리를 하는 과정으로 이 과정을 거쳐 모델링의 geometry를 완성한다.



[그림1] 캐드로 그린 작업장 Lay-out

주파수분석자료를 모델링 software(Raynoise)에 입력하여 소스 한개당 2000개의 ray를 방출시켜 geometry inside의 면에서 반사, 흡수, 투과를 계산하여 전체 작업장의 음압 contour를 작성할 수 있다. 그리고 각 공정별 주된 소음원과 그 주파수를 효과적으로 제어하기 위한 공학적인 개선방법을 제시하고 개선안을 적용하여 동일방법으로 Simulation 한다.

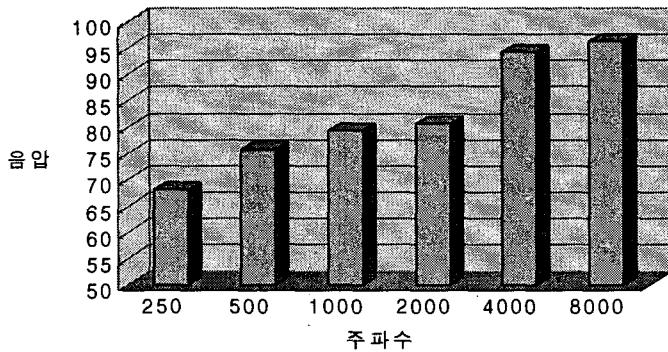
3. 시뮬레이션 프로그램의 적용

3.1 공학적 개선안 적용

제진실의 정면의 아무것도 안 끼워진 공간에 아크릴을 이용하여 창문을 만들고, 제진 실에서 제진작업후 콘베아로 이송되어 현장으로 나오는 데 이송 콘베아에 제진실에서 현장 쪽으로 1m정도의 터널을 만들어 해당 공정을 관리하는 현장 개선안을 제시하였다.

3.2 주파수분석자료

제진공정 소음원의 1/1옥타브 주파수분석 자료이다



[그림2] 소음원의 주파수 분석 자료

4. 결론 및 제언

본 연구에서는 소음의 공학적 개선안 적용을 위하여 Ray noise 프로그램을 활용하여 부산에 소재하고 있는 A사의 제진공정을 대상으로 해당 작업장에 공학적인 개선안을 수립하고 개선전에 이의 개선 효과를 예측해 보기 위해 Simulation 한 결과는 다음과 같다.

1. 작업장의 소음 발생정도는 개선 전이 88dB(A)~97dB(A) 정도이고 개선안을 수립하여 개선

안을 적용하였을 경우 예측 기대소음은 80dB(A)~119dB(A) 정도로 예측되었다.
예측기대소

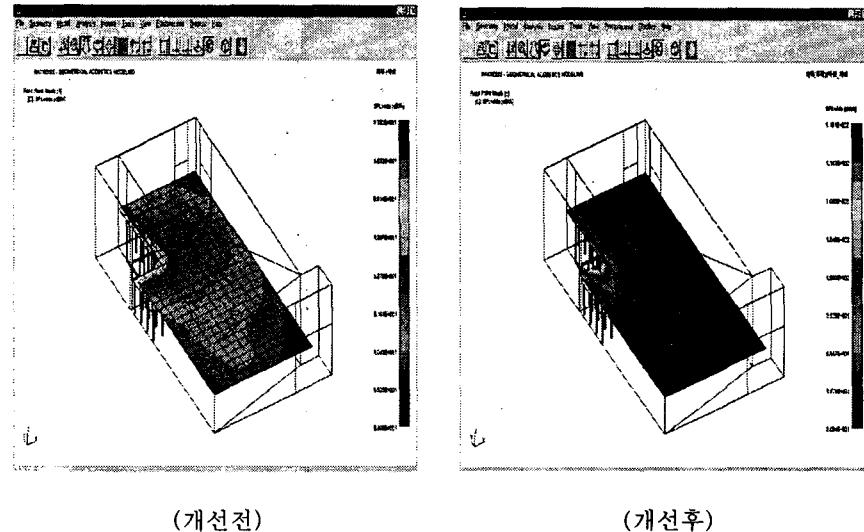
음의 음압중 119dB(A)는 제진공정룸에서 터널을 통하여 밖으로 이송되는 터널의
처음부분

에서 제진공정룸의 반사된 소음이 토출부로 몰린 현상으로 보인다. 터널의
마지막토출부분

에서는 91dB(A)에서 85dB(A)로 낮아졌다.

2. 발생원에서 발생한 소음의 전파결과 해당 작업장의 주 소음분포는 개선 전
90dB(A)~93dB

(A)정도였으나 공학적 개선안의 적용 후 예측되는 소음분포는 80dB(A)~85dB(A)일 것으로 시뮬레이션 결과 예측되었고 시뮬레이션 결과 하늘색 부분(90dB(A))이 대부분 청색 계통(80dB(A))으로 바뀌었다.



[그림3] 시뮬레이션 프로그램을 활용한 개선전과 후의 자료

이상의 결과로 보아 시뮬레이션 프로그램은 공학적 개선안을 수립하여 적용하고자 하는 경

우에 있어서의 밀폐범위, 차폐부분, 흡음제 종류 등에 따른 개선후의 효과를 미리 예측해

보는데 있어서 유용한 프로그램이다.

그리고 노출량, 등가소음의 측정방법으로 규정되어 있는 현행 법규에 소음에 대한

공학적 개선을 위한 측정방법 등이 다양하게 규정되어야 할 것이다.

5. 인용문헌

- [1] 노동부, 제2001-39호 작업환경측정 및 정도관리 규정, 2001.12
- [2] 심철구, 노재훈, 박정균 소음측정에 따른 평가 소음도 비교, 산업위생학회지, 1995
- [3] 노동부, 2003년판 작업환경관리백서, 2004.9
- [4] 백남원, 산업위생학 개론, 신광출판사 ; 1995
- [5] Ray noise Rev 3.0., Building Acoustics and Industrial Noise simulation : 2000
- [6] 오양기, 주현경 Raynoise를 이용한 초등학교 교실의 음향최적화 설계에 관한 연구
목포대학교 논문집, 1999
- [7] Farina A., Proceeding Euronoise, p55