

# 유압식 항타소음의 영향을 받는 공동주택의 층별 음압레벨 분포에 관한 연구

○ 윤해동\* 이병윤\*\* 양만우\*\*\* 김재수\*\*\*\*

## A Study on the Vertical SPL Distribution of Piling Noise in Apartment House

Hae-Dong Yun\* Byong-Yun Lee\*\* Man-Woo Yang\*\*\* Jae-Soo Kim\*\*\*\*

### ABSTRACT

Recently, with the increasing of construction works, large construction equipment are used to reduce the term of work and labor cost in construction field. Therefore, construction equipment noise has caused much annoyance for a number of dweller in nearby construction field and it has become a very serious problem in our living environment. Nevertheless, in our country, adequate guidelines for the construction equipment noise are very deficiency because of the lack of basic data and insufficient research works. From this point of view, this study attempts to survey the vertical SPL distribution of piling noise by oil pressure method in construction field. This study also present a basic data found a effective plans for piling noise by oil pressure method.

### I. 서론

건설공사에 사용되는 대형 건설장비중에서 항타기의 경우 그 특성상 높은 타격에너지를 필요로 하므로 건설공사장 인근에 거주하는 주민들에게는 심각한 민원의 대상이 되고 있다.

이러한 민원을 해결하기 위하여 최근에는 저소음·저진동 공법인 유압식 항타공법을 많이 사용하고 있으나, 항타작업의 특성상 작업시의 높은 소음레벨로 인하여 심각한 민원의 대상이 되고 있으며, 이러한 민원 발생시 기존의 자료부족과 연구부족으로 인하여 합리적인 민원해결에는 많은 어려움이 있는 실정이다. 특히, 건설소음의 경우 정확한 측정과 합리적인 평가를 위한 제도적인 장치와 명확한 기준설정이 미비하여 합리적인 해결모색에는 많은 어려움이 있다고 할수 있다.

따라서 본 연구에서는 유압식항타 공사를 실시하고 있는 인근 공동주택을 대상으로 공동주택 각 층별로 음압레벨의 분포 및 특성을 파악하고자 하며, 건설소음 측정시 부지경계선이나 소음도가 제일 높은 층을 원칙으로 하고 있는 현 건설소음 측정법의 합리성을 검증해 보고자 한다. 이를 토대로 향후 구체적이고 실질적인 차음대책은 물론 합리적인 민원해결을 위한 기초적인 자료를 제시하고자 한다.

### II. 측정방법 및 내용

측정대상지역의 항타소음을 측정, 평가하기 위하여 본 연구에서는 소음진동규제법에서 정한 소음진동공정시험법과 ISO(International Standardization Organization)/R 1996에 준하여 측정을 실시하였으며, 측정기기 구성도는 [Fig. 1]과 같다.

측정방법은 [Fig. 1]과 같이 마이크로폰에서 들어오는 신호를 NEXUS를 통해 DAT(Digital Audio Tape Recorder)로 현장에서 동시에 녹음하였으며, 녹음된 신호를 실험실에서 Signal

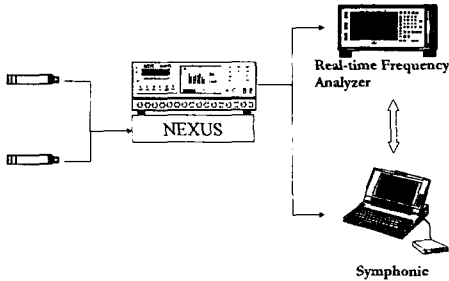
\* 정회원, 원광대학교 대학원 건축공학과 박사과정

\*\* 정회원, 순천침암대학 건축디자인과 조교수

\*\*\* 정회원, 원광대학교 대학원 건축공학과 석사과정

\*\*\*\* 정회원, 원광대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

Analyzer와 주파수 분석기로 분석하였다. 본 연구에서 분석에 사용된 주파수 범위는 31.5Hz~8kHz 까지 1/3 Octave Band 중심주파수별로 측정하였으며 동시에 전 대역 음압레벨도 dB(A)값으로 측정·분석 하였다. 또한 소음의 평가는 국내 환경정책기본법에서 채택하고 있는 등가소음레벨(Leq)을 이용하였으며, 실시간 주파수 분석기 [Real-time Frequency Analyzer] 를 이용하여 주파수 분석을 실시하였다.



- Microphone (B&K Type 4165)
- Microphone Preamplifier (B&K Type 2669)
- Nexus (B&K Type 2692)
- DAT (Sony Pc 216Ax)
- Frequency Analyzer (Symphonie 01dB)
- Real-time Frequency Analyzer(B&K Type 2144)

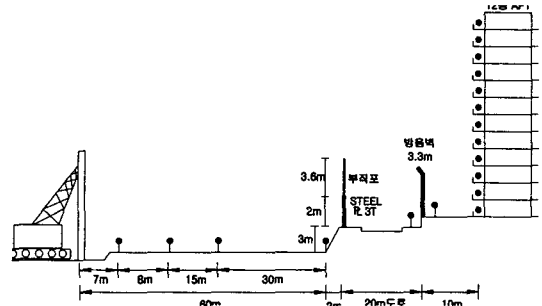
[Fig. 1] Diagram of measurement system

### III. 측정위치 및 장비의 제원

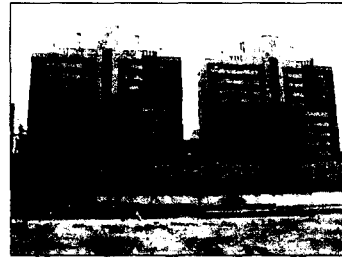
측정대상 지역은 전라북도 I시 B동에 위치한 건설현장이다. 국내 「소음진동공정시험법」에 의한 건설소음 측정방법은 지역과 시간대에 따른 규제기준에 의한 측정방법이므로 이 측정방법을 가지고는 건설소음에 대한 전달 및 감쇠특성을 파악할 수가 없다. 따라서 본 연구에서는 [Fig. 2]와 같이 현장내에서와 방음벽 전·후면, 공동주택 각층별로 건설소음을 측정하였다.

또한 그림에서 보는 바와 같이 가설울타리는 Steel Plate와 부직포로 이루어져 있으며, 방음벽은 흡음형 방음벽으로서 Glass Wool 32kg/cm<sup>3</sup> 100T이며, 표면은 AL 1.0T로 구성되어 있다.

유압식 항타공법에 사용된 장비의 제원과 특성은 [Table. 1]과 같으며, 본 연구에서 사용된 파일은 PHC 400 $\phi$ , L=15m이다



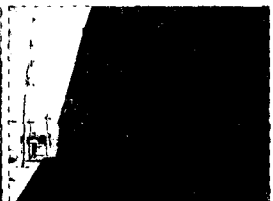
[Fig. 2] Measure point of construction equipment noise



[Fig. 3] Photograph of Apartment House adjacent to Construction Field



[Fig.4] Detail of temporary enclosures



[Fig. 5] Detail of noise barrier

[Table. 1] Composition of Pilings Machine

항타기 제원		램(RAM)제원					Sample
중량	마력	RPM	형식	램중량	낙하높이	타격에너지 (최고)	중량
46.9 ton	190 HP	2000 RPM	DKH 457	7 ton	200~1200 mm	8.4	11 ton
							3

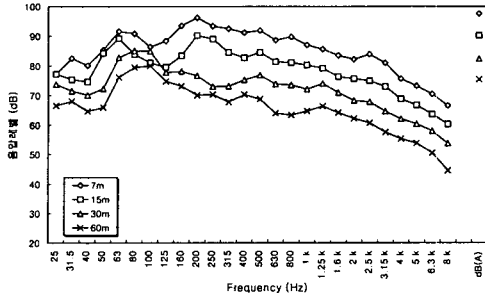
### IV. 분석 및 고찰

본 연구에서는 유압식 항타공법의 영향을 받는 공동주택의 각 층별 음압레벨 분포를 알아보기 위하여 3군데의 Sample을 선정하였으며, 각 층별로 주파수 변화 및 감쇠특성과 음압레벨의 변화특성, 시간에 따른 소음레벨의 변동 및 시간응답등을 분석하여 이를 국내 생활소음규제기준과 비교하여 보았다.

#### 4.1 주파수별 소음레벨의 변화 및 감쇠특성

##### (1) 현장내 향타소음 레벨

현장내에서의 측정거리에 따른 주파수별 음압레벨의 변동특성은 [Fig. 6]과 같다.

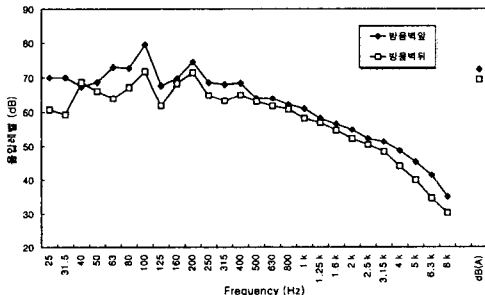


[Fig. 6] Measured value of frequency by distance

[Fig. 6]에서 주파수별 특성을 살펴보면 거리가 멀어짐에 따라서 대체적으로 일정한 거리감쇠 패턴을 보여주고 있으며, 전주파수 대역에 걸쳐 아주 높은 음압레벨을 보이다가 고음역으로 이동할수록 서서히 감쇠하는 특성을 보이고 있다. 또한 엔진음의 영향으로 비교적 에너지가 큰 100Hz이하의 저주파수에서는 거리의 증가에 따른 감쇠효과가 크게 나타나지 않고 있으며, 그이상의 주파수에서는 비교적 일정한 감쇠특성을 보이고 있다.

##### (2) 방음벽 전·후면

공동주택으로부터 약 10m전방에 설치되어 있는 방음벽 전·후면의 주파수 변동특성을 파악하여 보면 [Fig. 7]과 같다.



[Fig. 7] Measured value of frequency by noise barrier

그림에서 보면 방음벽 전면이 방음벽 후면보다 약간 높은 음압레벨을 보이고 있으며, 400Hz이전의 저주파수대역에서는 상당히 높은 음압레벨을

보이다가 그 이후의 중·고주파수 대역에서는 급격히 감쇠하고 있다. 또한 dB(A)값도 방음벽 전면이 약 2.8dB(A)정도 높게 나타나고 있다.

방음벽으로 인한 소음감쇠효과를 분류해보면 [Table. 2]와 같다.

[Table. 2] Attenuation value by noise barrier

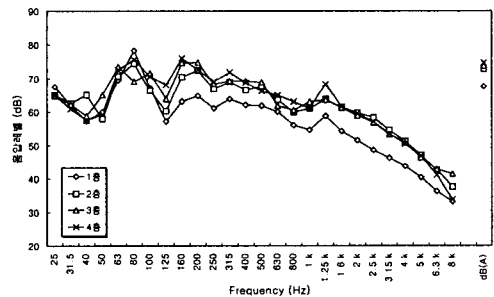
방음벽 소음감쇠치	실현가능정도	음향에너지의 감쇠
5 dB	간단함	60%
10 dB	주의필요	90%
15 dB	대단히 어려움	97%
20 dB	거의 불가능	99%

[Table. 2]에서 보면 소음을 5dB감쇠시키기 위해서는 음향에너지의 60%를 제거해야 한다는 것을 의미하는 것으로서 실현가능정도는 간단함을 알 수 있다. 그러나 본 연구에서 측정된 방음벽의 소음차폐효과는 2.8dB(A)로 그치고 있음을 알 수 있는데, 이는 [Fig. 2]에서 보는 바와 같이 방음벽 전·후면의 경로차가 거의 없을뿐만 아니라, 향타지점으로부터 방음벽까지의 거리가 82m정도 떨어져 있어서 방음벽의 차폐효과가 매우 둔화되고 있기 때문으로 사료된다.

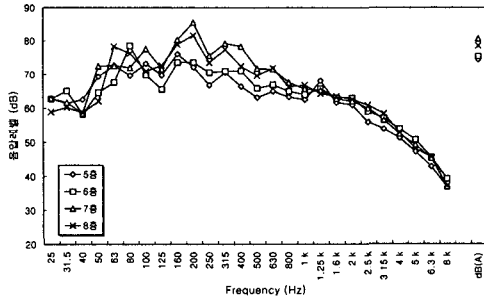
##### (3) 층별

공동주택의 각층별 주파수 변동특성을 파악하여 보면 [Fig. 8]과 같다.

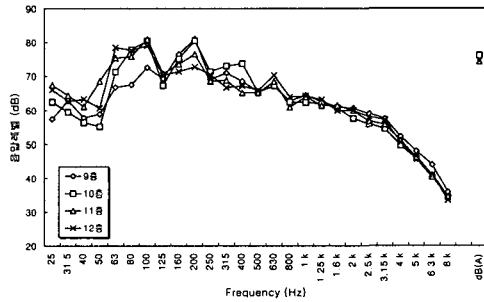
그림에서 보면 각층별 주파수 변동특성은 비슷한 패턴을 보이고 있으며, 중·저주파수 대역에서는 상당히 높은 음압레벨을 보이고 있으나, 고주파수 대역으로 갈수록 급격한 감쇠가 이루어지고 있음을 알 수 있다. 또한 7층, 8층, 9층의 음압레벨이 다른 층에 비해서 상당히 높게 나타나고 있음을 알 수 있다.



(a) From 1st floor to 4th floor



(b) From 5th floor to 8th floor



(c) From 9th floor to 12th floor

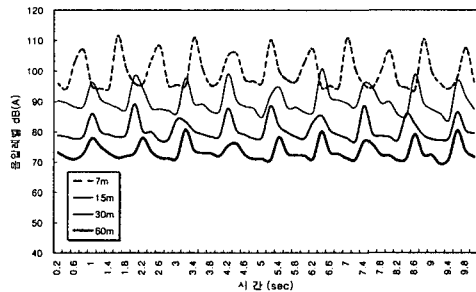
[Fig. 8] Measured value of frequency by floor

## 4.2 시간에 따른 음압레벨의 변동특성

### (1) 현장내

현장내에서의 거리에 따른 유압식 항타공법의 음압레벨 변동특성은 [Fig. 9]와 같다.

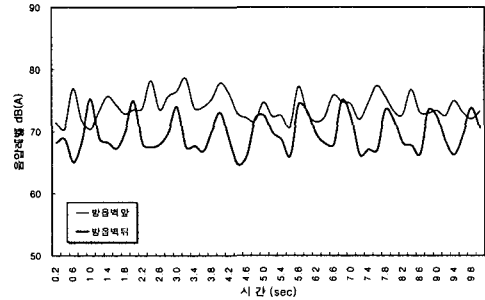
[Fig. 9]에서 보면 알수 있듯이 근거리의 경우 음압레벨이 매우 크고 높게 나타나고 있으나, 거리가 멀어짐에 따라서 일정한 거리감쇠 패턴을 보여 주고 있으며, 전 측정 시간에 걸쳐 대체로 일정한 구간을 반복하고 있다.



[Fig. 9] The time recording of SPL by distance

### (2) 방음벽 전·후면

방음벽 전·후면에서 측정한 유압식 항타공법의 음압레벨 변동특성은 [Fig. 10]과 같다.

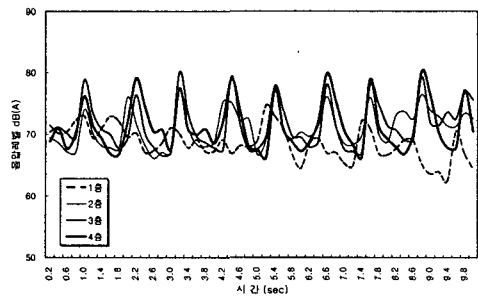


[Fig. 10] The time recording of SPL by noise barrier

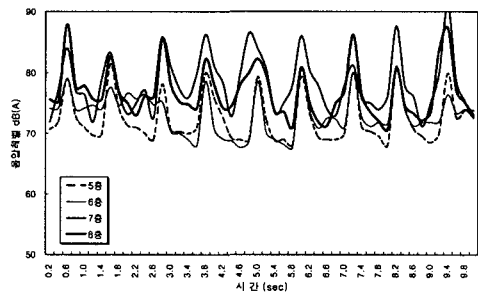
[Fig. 10]에서 보면 전측정 시간대에 걸쳐서 방음벽 전면에 비해 후면의 음압레벨이 낮게 나타나고 있음을 알수 있으며, 전측정 시간에 걸쳐 대체로 일정한 구간을 반복하는 반복적 충격소음의 특성을 나타내고 있음을 알수 있다.

### (3) 층별

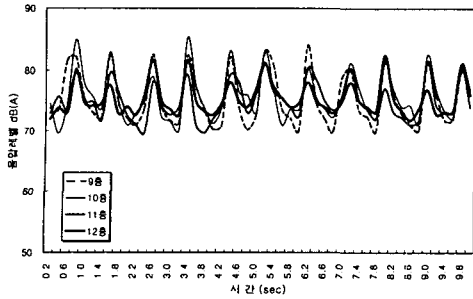
공동주택의 각층에서 측정한 유압식 항타공법의 음압레벨 변동특성은 [Fig. 11]과 같다.



(a) From 1st floor to 4th floor



(b) From 5th floor to 8th floor



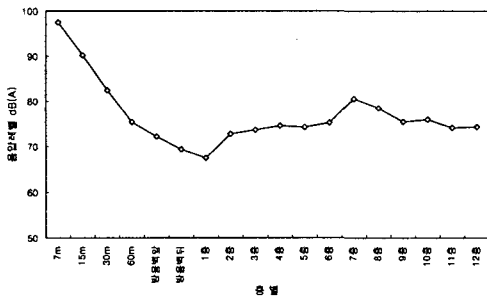
(c) From 9th floor to 12th floor

[Fig. 11] The time recording of SPL by floor

[Fig. 11]에서 보면 알 수 있듯이 공동주택 각층별 음압레벨의 변동특성은 일정한 소음레벨 구간을 약 1초 단위로 왕복하는 정상소음의 특성을 나타내고 있는데, 7층의 경우 대체적으로 음압레벨이 높고 심한 변동특성을 보여주고 있으며, 1층이 가장 낮은 음압레벨의 변동특성을 보여주고 있다.

### 4.3 음압레벨의 감쇠특성

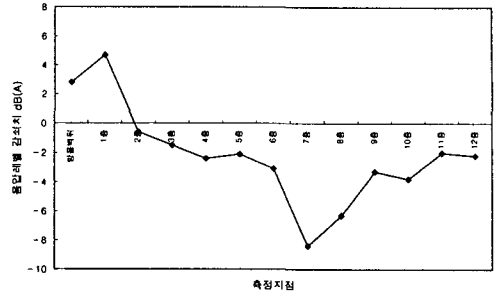
현장내의 음압레벨과 방음벽 전·후면, 공동주택 각층별 음압레벨의 감쇠특성을 살펴보면 [Fig. 12]와 같고, 방음벽 앞을 기준으로 한 각 측정지점별 감쇠량은 [Fig. 13]과 같다.



[Fig. 12] Comparison of sound pressure level

[Fig. 12]에서 보면 알 수 있듯이 현장내에서의 음압레벨은 거리가 멀어짐에 대체적으로 일정한 점음원의 거리감쇠가 이루어지고 있으며, 방음벽 전·후면의 음압레벨은 약 2.8dB(A)정도의 차이를 보이고 있다. 또한 각층별 음압레벨은 1층이 가장 낮게 나타나고 있으며, 상위층으로 올라갈수록 점차 높아지다가 7층에서 가장 높은 음압레벨을 보

이고 있으며, 다시 상위층으로 올라갈수록 서서히 낮아지고 있음을 알 수 있다.



[Fig. 13] Comparison of attenuation value

또한 [Fig. 13]에서 보는 바와 같이 방음벽 앞을 기준으로 했을 때 각 측정지점별 음압레벨의 감쇠치를 살펴보면, 방음벽의 영향을 받는 방음벽 후면과 1층만이 감쇠현상을 보이고 있을뿐 다른 지점에서는 기준점(방음벽 앞)보다 오히려 높은 음압레벨을 보이고 있다.

각층별 평균 음압레벨은 74.78dB(A)로 나타나고 있으며, 표준편차는 3.15dB(A)로 나타나고 있어서 각층별로 음압레벨의 차이가 비교적 크게 나타나고 있음을 알 수 있으며, 특히 음압레벨이 가장 낮은 1층과 음압레벨이 가장 높은 7층의 차이가 약 13.1dB(A)의 차이를 보이고 있어서 거주하는 층에 따라서 주거환경의 질에 큰 영향을 미칠수도 있음을 알 수 있다.

또한 현행법에서는 건설소음 측정시 부지경계선 혹은 소음도가 제일 높은 층을 기준으로 하고 있는데, 본 연구에서 보는 바와 같이 부지경계선보다는 오히려 고층으로 올라갈수록 음압레벨이 높게 나타나고 있다. 따라서 건설소음 측정시 이에 대한 고려가 선행되어야만 보다 정확한 건설소음의 측정과 합리적인 민원 해결이 가능하리라 사료된다.

### 4.4 국내 생활소음 규제기준과의 비교

소음으로 인한 환경상의 영향에 대하여 쾌적한 생활환경 보존과 인간의 건강을 보호하기 위하여 현행 소음진동규제법 제29조 제3항에서 정하는 규제기준과 본 연구에서 측정한 소음레벨과 비교하여 보면 [Table. 3]과 같다.

[Table. 3] Comparison of Piling Noise by Oil Pressure Method and domestic standard for construction noise

주 간 dB(A)	주 간 dB(A)						
	60미만	60이상 70미만	70이상 75미만	75이상 80미만	80이상 90미만	90이상 100미만	100이상
조 석 dB (A)	50미만	대상지역 I	대상 지역 II				
	50이상 60미만						
	60이상 65미만						
	65이상 70미만	★○					
	70이상 75미만		☆●◇○				
	75이상 80미만			□△▲			
	80이상 90미만				■		
	90이상 100미만					◆●	
	100이상						

7m	15m	30m	60m	방음벽 앞	방음벽 뒤
○	◇	□	●	☆	★
1층	2층	3층	4층	5층	6층
○	●	◎	◇	◆	□
7층	8층	9층	10층	11층	12층
■	△	▲	▽	▼	⊕

□ 대상지역 I : 주거지역, 녹지지역, 준도시지역중 취락지구 및 운동·휴양지구, 자연환경보전지역, 학교·병원·공공도서관  
 □ 대상지역 II : 기타지역

[Table. 3]에서 보면 대상지역 I의 경우 방음벽 후면과 1층만이 주간기준을 만족하고 있으며, 다른 측정지점에서는 모두 초과하고 있다. 또한 대상지역 II의 경우에는 방음벽 뒷면과 1층은 주·야간 기준을 모두 만족하고 있으나, 방음벽 앞면과 2층, 3층, 4층, 5층, 11층, 12층은 주간기준만을 만족하고 있으며, 7m, 15m, 30m, 60m, 6층, 7층, 8층, 9층, 10층의 경우에는 대상지역 II의 주·야간 기준을 모두 초과하고 있어서 유압식 항타소음으로 인한 작업시 인근 주민들에게 심각한 소음공해를 유발하고 있음을 알 수 있다. 본 실험에서의 항타지점은 공동주택으로부터 약 82m정도 떨어져 있으며, 항타지점과 공동주택 사이에 가설울타리와 방음벽의 2중 소음차폐장치가 설치되어 있음에도 불구하고 중·고층부의 경우 방음벽의 소음감쇠 효과는 거의 나타나지 않아, 공사전에 대한 충분한 고려가 필요하다고 사료된다.

## V. 결론

1. 현장내에서의 주파수 감쇠특성은 전대역에 걸쳐

아주 높은 음압레벨을 보이다가 고음역으로 이동할수록 서서히 감쇠하고 있으나, 층별 주파수 감쇠특성은 중·저주파수 대역에서 높은 음압레벨을 보이다가 고음역으로 이동할수록 급격히 감쇠하고 있다. 또한 항타소음은 반복적 충격소음의 특성을 보이고 있으며, 층별 음압레벨은 7, 8, 9층의 중층부가 저층이나 고층부에 비해서 높게 나타나고 있다.

2. 각층별 음압레벨은 1층이 가장 낮고 7층이 가장 높은 음압레벨을 보이고 있다. 따라서 고층건물의 경우 현행 건설소음 측정법에 의해 측정할 경우 가장 높은 소음도를 나타내는 층을 찾기 위해서는 모든 층에서 소음도를 측정을 해야 하는 어려움을 안고 있다. 따라서 보다 정확한 건설소음의 측정과 합리적인 민원의 해결을 위해서는 현행 건설소음 측정방법에 대한 검토가 필요하다.

3. 국내생활소음규제기준과 비교하여 보면, 항타지점이 공동주택으로부터 약 82m정도 떨어져 있으며, 항타지점과 공동주택 사이에 가설울타리와 방음벽의 2중 소음차폐장치가 설치되어 있음에도 불구하고 대부분 법적 규제치를 초과하고 있다. 따라서 형식적인 방음대책 보다는 항타기 주변에 방음펜스나 방음박스를 설치하는 등 항타소음을 저감시키기 위한 보다 적극적으로 현실적인 노력이 요구된다고 할 수 있다.

## 참고문헌

1. 김재수의 5인; 건설소음·진동, 도서출판 서우, 2001.9
2. 김재수의 5인; "건설현장에서 발생하는 건설공사소음의 전달 및 감쇠 특성에 관한 실험적 연구", 한국음향학회지 17권 3호, 1998.3, pp 78~89
3. 김재수의 5인; "SIP공법에 의한 항타작업시 발생하는 건설기계소음의 전달 및 감쇠특성에 관한 실험적 연구", 한국주거학회지 9권 2호, 1998. 6, pp 67~78
4. Z.Maekawa; Environmental and Architectural Acoustics, E&FN Spon, 1994