

SIP공법에 의한 항타소음의 전달 및 감쇠특성에 관한 실험적 연구

○ 이 병 윤* 김 병 주* 박 재 영* 김 재 수**

An Experimental Study on the Characteristics of Attenuation and Propagation of Piling Noise by SIP Method in Construction Field.

Lee, Byeong Yun* Kim Byeong Joo* Park, Jae Young* Kim, Jae Soo**

ABSTRACT

Construction equipment noise has caused much annoyance for a number of dwellers in nearby construction field and has become a very serious issue in our living environment. Therefore, in our country, a practical solution and a better method of reducing construction equipment noise are highly required in construction field. Practical solutions for the construction equipment noise, however, are very difficult because the poorness of basic data and insufficiency of the existing research. Especially, in order to establishment of sound insulation plan about pilings work noise that has highly sound pressure level and impactive, a real situation of sound characteristics about pilings work noise in foundation work demands close investigation. In this point, this study attempts to surveys the characteristics of attenuation and propagation of construction equipment noise in pilings work using SIP(soilcement injected precast pile) method. And this study intends to get the basic data for establishment of a standard about construction noise.

1. 서론

최근에 도심에서 발생하는 건설공사의 경우 많은 민원이 야기되고 있으나 현행 국내의 건설소음 규제기준의 경우 대상지역별·시간대별로 전체적인 음압레벨만을 제시하고 있어 효율적인 대책수립이 어려운 실정이다. 따라서 건설현장소음의 주요한 발생원 및 소음원에 대한 보다 구체적이고 정확한 자료를 통한 대책마련이 시급한 실정이라고 할 수 있다.

특히 기초지정 공사시 그 사용빈도가 높은 항타기의 경우 기존의 연구결과¹⁾ 가장 신경 쓰이고

시끄러운 건설기계라고 지적하고 있으며 이중 기성 콘크리트말뚝을 사용한 항타공법인 디젤항타공법의 경우 항타시 발생하는 높은 충격음과 진동의 발생으로 도심지 공사의 경우 그 사용에 많은 문제점을 안고 있어, 최근에는 이러한 문제를 해결하기 위해 저소음·저진동 항타공법인 SIP (Soil cement Injected Precast Pile)공법을 많이 사용하고 있으나 정확한 실태조사가 되어있지 않아 아직 까지도 민원발생시 합리적인 해결방안이 어려운 실정이다.

* 원광대학교 건축공학과 건축음향연구실 석사과정
** 원광대학교 건축공학과 건축음향연구실 조교수,
공학박사

1) 김재수, 양극영; "건설현장에서 발생하는 건설기계 소음에 대한 현장직원의 주관적 반응에 관한 연구", 한국주거학회지 7권 2호, 1996.10, pp 99~107

따라서 본 연구에서는 기초 지정공사시 저소음·저진동 공법으로 많이 사용되는 일반 SIP공법과 케이싱 부착 SIP공법에²⁾ 의한 항타소음의 전달 및 감쇠특성을 파악하고자 하였으며, 이를 토대로 차후 건설기계소음에 대한 세부적인 기준설정을 위한 기초적인 자료를 제시하고자 한다.

II. 건설기계소음의 분류 및 측정방법

2.1 건설기계소음의 발생형태별 분류

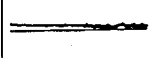
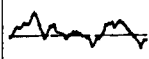
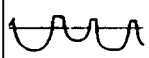
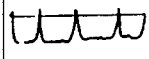
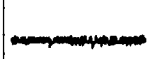
건설현장에서 발생하는 건설소음은 건설기계를 사용할 때 발생한다. 건설공사용 장비는 그 종류가 다양할 뿐만 아니라 발생소음이 같은 기계라도 그 사용 목적 및 운전조건에 따라 상이하며 공사현장의 주변상황이나 背景騒音(background noise), 바람, 온도, 습도, 지형, 장애물 등에 따라 크게 영향을 받게 된다. 따라서 이러한 건설소음의 발생형태를 살펴보면 소음은 일반적으로 시간특성에 관련되어 있고, 이를 분류해 보면 [표 1]과 같이 정상음, 변동음, 간헐음, 충격음, 분리충격음 및 준정상 충격음의 6종류로 분류할 수 있다.³⁾

2) SIP(Soil-cement Injected Precast Pile)공법은 공법 분류상 대변위 말뚝(large displacement pile)공법인 predrilled 공법과 무변위 말뚝(none displacement pile)공법인 시멘트몰탈 주입공법(cement mortar injected into drilled hole)을 합한 것으로 1968년 日本의 貝戸俊一에 의해 고안된 공법이다. 이 공법은 지층을 어스오거(earth auger)로 穿孔할 때 원지반에 시멘트 페이스트를 주입하여 교반하므로 양생후에는 주변 지층의 강도가 증대되어 말뚝주변의 마찰력을 크게 증대시키고 선단부에도 교반된 soilcement가 완전히 충전되어 파일의 침하량을 최소화 시키는 공법으로 저소음·저진동을 목적으로 하고 있으며 본 연구에서는 일반 SIP공법으로 분류하였다.

또한 케이싱 부착 SIP공법은 일반 SIP공법과 같은 방법으로 시공하고 있으나 일반 SIP공법에 비해 수분함량이 많은 지질 및 매립지 즉 연약지반 공사에 많이 사용되고 있으며 오거를 감싸고 케이싱(casing)이 부착되어 있어 오거로 천공시 연약한 주변 토사가 오거로 천공한 Hole로 붕괴되지 않도록 케이싱이 주변 토사를 지지하면서 시공하는 SIP공법으로 일반 SIP공법을 연약지반에 적합하도록 개량한 공법이다.

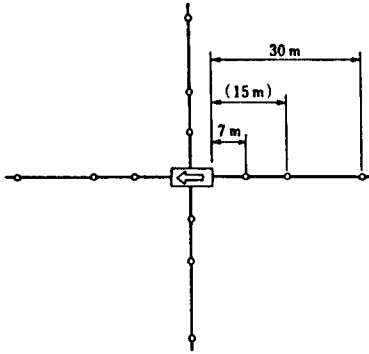
3) JIS Z 8731-1983에 의한 소음의 분류

[표 1] 건설기계의 소음발생 특성

| 소음의 분류 | 소음변동 특성 | 건설기계의 종류 | 소음특성 |
|-----------|---|--|--|
| 정상 소음 |  | 콘크리트 절단기, 공기압축기, 발동발전기, 아스팔트 피니셔, | 레벨변동이 적고, 대부분 일정한 소음 |
| 변동 소음 |  | 굴삭기, 불도우저, 트랙터셔블, 유압셔블, 로우더, 로울러, 그레이더, 압쇄기, | 레벨이 불규칙하고 연속적으로 일정한 범위로 변화하며 발생하는 소음 |
| 충격 소음 | 연속성 | 진동 항타항발기, 착암기, 브레이커, 램마, 콤팩터, 드릴마스터(공압식), | 계속시간이 극히 짧은 소음 |
| | 반복성 | 항타기 · 유압식 · 디젤식 · 드롭식 | |
| 간헐 소음 |  | 콘크리트 브레이커, 항타기, | 간헐적으로 발생하고 계속시간 수초 이상의 소음 |
| 분리충격소음 |  | 디젤파일 해머 포장판 파쇄기, 램마, | 발생하는 소음이 각각 독립적으로 분리되어 있는 충격소음 |
| 준정상 충격 소음 |  | 진동파일 드라이버, | 대부분 일정한 레벨의 소음이 각각 극히 짧은 시간간격에 되풀이하여 발생하는 충격소음 |

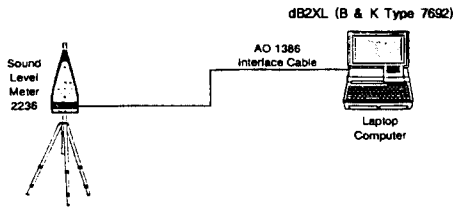
2.2 건설기계소음의 측정방법

국내 소음진동 규제법에 의한 건설소음 규제기준의 측정방법을 가지고는 건설기계소음에 대한 전달 및 감쇠특성을 파악할 수가 없다. 따라서 본 연구에서는 日本에서 규정하고 있는 건설기계의 소음측정방법인 “建設機械の騒音・振動測定要領(案)”과 “建設機械の騒音測定法(案)”등을 이용하여 <그림 1>과 같이 7m, 15m, 30m에서 건설기계소음을 측정하였다.⁴⁾



<그림 1> 건설기계소음의 측정 위치

또한 하루중의 소음발생 상황 및 건설기계 소음의 변동레벨을 측정하기 위해서 <그림 2>와 같은 방법을 이용하여 측정하였으며, 측정된 데이터는 precision intergration sound level meter와 dB2XL을 사용하여 Notebook Computer에 저장한 뒤 excel program을 이용하여 도표화 시켰다.



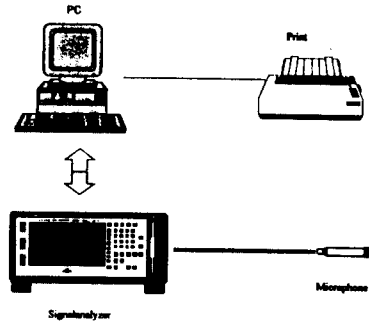
- Precision Intergration Sound Level Meter (B&K Type 2236)
- dB2XL (B&K Type 7692)
- Notebook Computer
- Tripod
- Wind Screen

<그림 2>음압레벨 변동 측정을 위한 기기 구성도

또한 각 건설기계별 주파수 특성을 파악하기 위해서 <그림 3>과 같은 방법을 이용하여 측정하였으며, 마이크로폰은 바닥에서 1.2m 위치에 놓고 다른 건설공사나 건설기계들이 작동하지 않도록 주

4) 건설기계 소음의 측정점은 기계를 점음원으로 보고 기계에서 떨어진 위치에서 측정하는 것이 바람직하다. 건설기계소음을 측정하기 위한 基點은 기계에서 주로 발생하는 음원으로 하는 것이 좋고 대부분 기계의 표면이나 엔진실 측판을 기점으로 하는 것이 일반적이다.

변의 배경소음을 최소화 한 뒤 측정을 실시하였다. 측정주파수 범위는 25Hz~8kHz까지 1/3 Octave Band 중심주파수별로 10초간 측정하였으며 동시에 전 대역 음압레벨도 dB(A) 값으로 측정하였다.



- Real-time Frequency Analyzer (B&K Type 2144)
- Microphone (B&K Type 4165)
- Microphone Preampifier (B&K Type 2669)
- Microphone Extension Cable (B&K AO 0029,30m)
- Calibrator (B&K Type 4231)
- Tripod
- Wind Screen

<그림 3> 주파수 측정을 위한 기기 구성도

III. 측정대상지역 위치 및 지질현황

3.1 측정대상 지역의 위치 및 현황

측정 대상지역은 전라북도 전주시 및 완주군에 건설중인 아파트 신축현장에서 배경소음(background noise)이 낮은 현장을 대상으로 SIP공법에 의한 항타소음의 주파수별 음압레벨을 측정조사하였다.

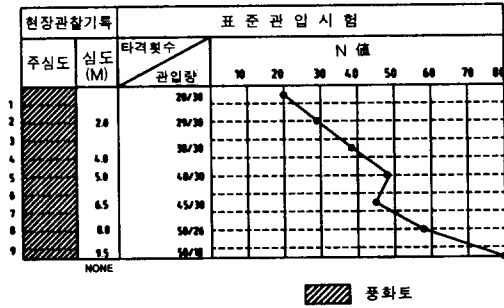
[표 2] 측정대상 지역의 위치 및 현황

| 번호 | 측정대상지역 | 측정대상기계 |
|----|-------------|--------------|
| A | 삼례 J 아파트 현장 | 일반 SIP공법 |
| B | 전주 D 아파트 현장 | 케이싱 부착 SIP공법 |

3.2 측정대상 지역의 지질현황

3.2.1 「A」 지역 지질현황

[표 2]의 「A」 지역 일반 SIP공법 시공현장 지층 단면도는 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 「A」 지역 지층단면도

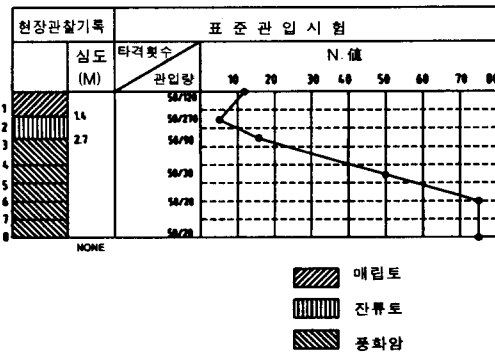
<그림 4>에서 보면 전체지층이 풍화토로서 완전 풍화 상태이며 상부에서는 대체로 모래질 점토 내지 실트(silt) 상태로 분포하며 하부에는 실트질 세립(細粒) 내지 중립질(中粒質) 모래상태 내지 모래질 점토 상태로 나타나 전체적으로 심도(深到)가 깊어짐에 따라 조립화(粗粒化)되는 경향을 보이고 있다. 습윤 상태를 보이고 있으며 상부는 대체로 느슨하나 하부로 갈수록 점차 매우 조밀한 상태로 분포하고 있다.

또한 N値를 보면 0.5m에서 20, 2m에서 29, 3.5m에서 38, 5m에서 48로 갈수록 급격히 증가하고 있으며 6.5m에서 45로 조금 감소하다가 8m에서 57, 9.5m에서 83으로 다시 급격히 증가하고 있다.

본 조사지역에서는 PHC pile(400φ) L=12m로 시공되었다.

3.2.2 「B」 지역 지질현황

[표 2]의 「B」 지역 케이싱 부착 SIP공법 시공현장 지층단면도는 <그림 5>와 같다.



<그림 5> 「B」 지역 지층단면도

<그림 5>에서 보면 표토(表土)에서 1.4m까지는 매립토층이며 실트(silt) 및 세립(細粒)내지 중립(中粒)의 모래섞인 자갈층으로서 황갈색이고 축축하며 매우 조밀한 상태이다. 또한 1.4~2.7m에서는 잔류토층으로서 세립(細粒)내지 조립(粗粒)의 모래섞인 실트층이다.

2.7~8m까지는 풍화암층이며 기반암이 풍화되어 형성된 층으로서 세립(細粒)내지 조립(粗粒)의 모래 및 암편으로 분해된 상태이고 황갈색이고 매우 조밀(稠密)한 상태이다.

또한 N値를 보면 퇴적토층에서는 12.5를 나타내고 있으나 잔류토층에서는 급격히 5.5로 감소하다가 풍화암층에서는 3m에서 16.7, 4.5m에서 50, 6m 이상은 75로 급격히 증가하고 있다.

본 조사지역에서는 PHC pile(400φ) L=8m로 시공되었다.

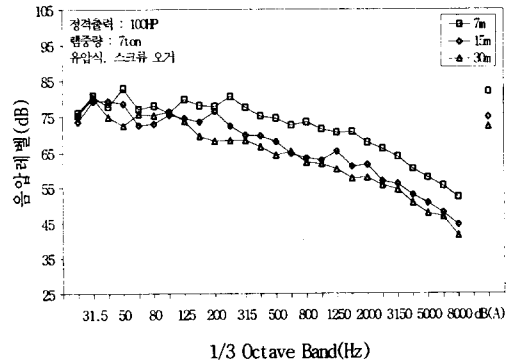
N. 분석 및 고찰

4.1 일반 SIP공법

일반 SIP공법의 주파수별 음압레벨 및 전달특성을 파악하기 위하여 <그림 1>, <그림 3>과 같은 방법으로 하고, 음압레벨의 변동특성을 파악하기 위하여 <그림 2>와 같은 방법으로 하여 일반적으로 많이 사용되는 램중량 7ton, 정격출력 100Hp의 향타기를 대상으로 하여 소음을 측정하였다.

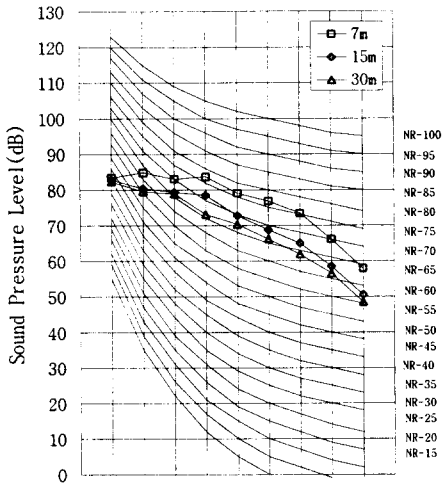
4.1.1 향타시 주파수별 음압레벨의 변화특성

향타시 소음을 측정된 결과 측정거리에 따른 주파수별 음압레벨의 특성은 <그림 6>과 같고, 이를 단일 평가지수인 dB(A)와 NR곡선(Noise Rating Curves)⁵⁾으로 비교해 보면 <그림 7>, [표 3]과 같다.



<그림 6> 일반 SIP향타시 주파수별 특성

<그림 6>에서 일반 SIP항타시 주파수별 특성을 파악해 보면 대부분의 에너지가 125Hz이하의 저음역에 집중되어 있고, 125Hz에서 8kHz의 고음역으로 갈수록 크게 감소하는 특성을 가지고 있으며, 이를 NR곡선으로 평가해 보면 <그림 7>과 같다.



<그림 7> NR곡선에 의한 평가

<그림 7>과 같이 NR곡선으로 평가해 보면 250 Hz이하의 저음역에서는 크게 증가하고 있고, 차음 등급을 결정하는 주파수는 250~2kHz로서 이 주파수 대역이 사람에게 가장 큰 불편감을 일으키는 주파수임을 알 수 있으며, 2kHz이상의 고음역으로 갈수록 감소하는 특성을 보이고 있다.

또한 위의 내용으로 단일 평가지수인 dB(A)와 NR곡선의 결과를 보면 [표 4]와 같다.

[표 4] 일반 SIP항타시 소음의 dB(A)와 NR

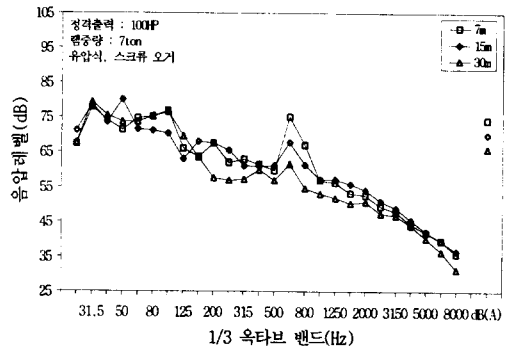
| 측정거리 평가지수 | 7m | 15m | 30m |
|--------------|-------|-------|-------|
| dB(A) | 81.9 | 74.9 | 72.3 |
| NR | NR-77 | NR-71 | NR-67 |

5) 1959년 ISO/TC 43에서 제안된 NR곡선은 실내소음을 주로 평가하는 NC(Noise Criteria)곡선을 기본으로 하고 청력보호, 회화방해, 시끄러움의 3가지 관점을 중심으로 다른 제안곡선들과 절충하여 만든 평가곡선이다.

[표 4]에서 거리별 측정된 음압레벨을 보면 7m에서 81.9dB(A), NR-77로 높은 음압레벨을 보여주고 있으며 15m에서 74.9dB(A), NR-71이며 30m에서도 72.3dB(A), NR-67을 나타내고 있어 국내 건설소음규제기준(제31조)을 주간에 주거지역이 포함된 대상지역 I의 기준은 모두 초과하지만, 상업지역이 포함된 대상지역 II의 기준은 7m에서는 초과하지만 15m, 30m에서는 만족하고 있음을 알 수 있다.

4.1.2 천공시 주파수별 음압레벨의 변화특성

천공시 소음을 측정된 결과 측정거리에 따른 주파수별 음압레벨의 특성은 <그림 8>과 같고, 이를 단일 평가지수인 dB(A)와 NR곡선(Noise Rating Curves)으로 비교해 보면 <그림 9>, [표 5]와 같다.



<그림 8> 일반 SIP천공시 주파수별 특성

<그림 8>에서 보면 오거(auger)로 지반을 천공할 경우에 발생하는 소음은 엔진음의 영향으로 125Hz 이하의 저음역은 높고 고음역으로 갈수록 일정하

6) 생활소음원중 건설소음 규제기준(제31조)

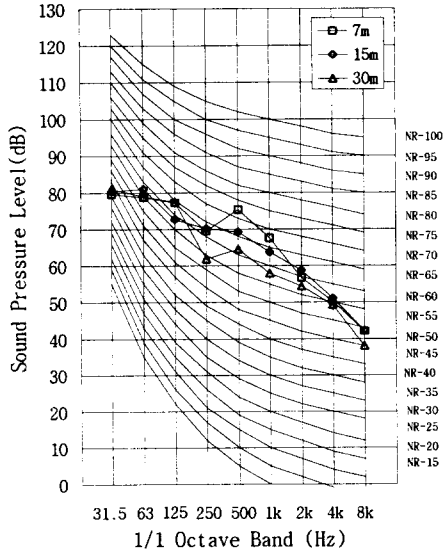
단위 : L_{eq} dB(A)

| 시간별 | 조식 (05:00~08:00) | 주간 (08:00~18:00) | 야간 (22:00~05:00) |
|---------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 대상지역 | 18:00~22:00 | | |
| 대상지역 I | 65이하 | 70이하 | 55이하 |
| 대상지역 II | 70이하 | 75이하 | 55이하 |

○ 대상지역 I: 주거지역, 녹지지역, 준도시지역중 취락지구 및 운동휴양지구, 자연환경보존지역, 학교, 병원, 공공도서관의 부지경계선으로부터 50m이내지역.

○ 대상지역 II: 상업지역, 공업지역, 농림지역, 준농림지역, 준도시지역중 취락지구외의 지구, 미도시지역.

게 감쇠하다가 630Hz에서 소음레벨이 갑자기 증가하며 다시 크게 감쇠하는 특성을 보여주고 있으며, 이를NR곡선으로 평가해 보면 <그림 9>와 같다.



<그림 9> NR곡선에 의한 평가

<그림 9>와 같이 NR곡선으로 평가해 보면 고음역으로 갈수록 일정하게 감쇠하다가 630Hz를 포함하고 있는 500Hz대역의 소음레벨이 높게 나타나고 있으며, 차음등급을 결정하는 주파수 대역은 500 Hz가 높기 때문에 비교적 가까운 거리에 있는 7 m, 15m에서는 500Hz에서 결정되지만 거리가 어느 정도 떨어진 30m에서는 비교적 저음역인 125Hz에서 결정되고 있다.

또한 위의 내용으로 단일 평가지수인 dB(A)와 NR곡선의 결과를 보면 [표 5]와 같다.

[표 5] 일반 SIP천공시 소음의 dB(A)와 NR

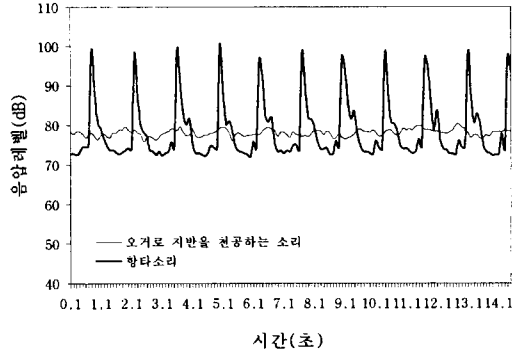
| 측정거리 평가지수 | 7m | 15m | 30m |
|--------------|-------|-------|-------|
| dB(A) | 74.1 | 70.0 | 65.9 |
| NR | NR-72 | NR-66 | NR-64 |

[표 5]에서 거리별 측정된 음압레벨을 보면 7m에서 74.1dB(A), NR-72이고 15m에서 70.0dB(A), NR- 66이며 30m에서는 65.9dB(A), NR-64를 나타내고 있어 국내 건설소음규제기준(제31조)을 주간

에 대상지역 I의 기준은 7m에서만 초과하고 있으며, 15m, 30m를 포함하여 대상지역II의 기준은 모두 만족하고 있음을 알 수 있다.

4.1.3 시간에 따른 음압레벨의 변동특성

15m지점에서 측정된 음압레벨 변동특성을 파악해 보면 <그림 10>과 같다.



<그림 10> 일반 SIP공법 파형

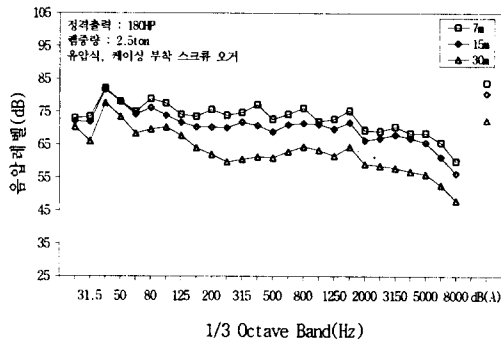
<그림 10>에서 보면 항타시 소음은 72~100dB사이를 1~1.5초 단위로 왕복하는 극히 짧고 반복적인 충격적 소음의 특성을 나타내고 있으며, 천공시 소음은 정상소음으로써 레벨변동이 적고 대부분 일정한 소음을 나타내고 있다.

4.2 케이싱 부착 SIP공법

케이싱 부착 SIP공법의 주파수별 음압레벨 및 전달특성을 파악하기 위하여 <그림 1>, <그림 3>과 같은 방법으로 하고 음압레벨의 변동특성을 파악하기 위하여 <그림 2>와 같은 방법으로 하여 일반적으로 많이 사용되는 램중량 2.5 ton, 정격출력 180Hp의 항타기를 대상으로 하여 소음을 측정하였다.

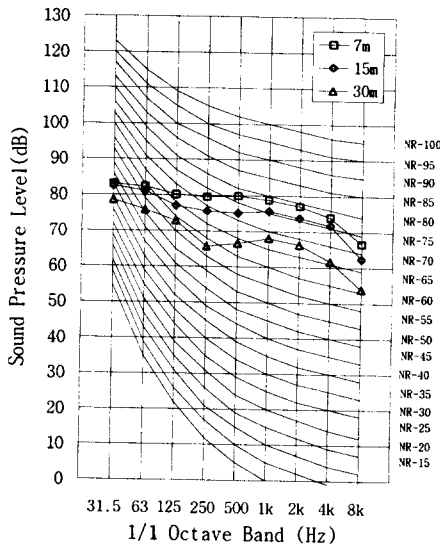
4.2.1 항타시 주파수별 음압레벨의 변화특성

항타시 소음을 측정된 결과 측정거리에 따른 주파수별 음압레벨의 특성은 <그림 11>과 같고, 이를 단일평가지수인 dB(A)와 NR곡선(Noise Rating Curves)으로 비교해 보면 <그림 12>, [표 6]과 같다.



<그림 11> 케이싱 부착 SIP항타시 주파수별 특성

<그림 11>에서 케이싱 부착 SIP항타시 주파수별 특성을 파악해 보면 엔진음의 영향으로 저음역이 높게 나타나지만, 일반 SIP항타 소음에 비해 중고음역이 높게 나타나고 있음을 알 수 있으며, 이를 NR곡선으로 평가해 보면 <그림 12>와 같다.



<그림 12> NR곡선에 의한 평가

<그림 12>에서 보면 중고음역이 일반 SIP항타에 비해 높게 나타나며, 차음등급을 결정하는 주파수 대역은 1kHz~2kHz에서 결정되고 있음을 알 수 있다.

또한 위의 내용으로 단일 평가지수인 dB(A)와 NR곡선의 결과를 보면 [표 6]과 같다.

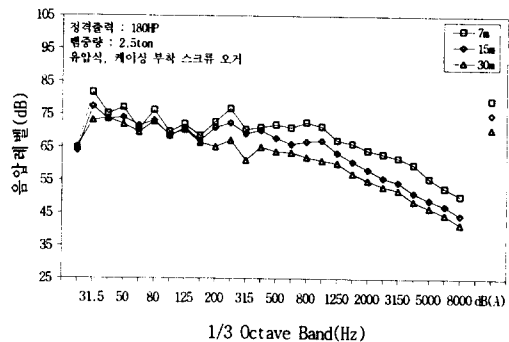
[표 6] 케이싱 부착 SIP항타시 소음의 dB(A)와 NR

| 측정거리 평가지수 | 7m | 15m | 30m |
|--------------|-------|-------|-------|
| dB(A) | 83.8 | 80.5 | 72.4 |
| NR | NR-79 | NR-76 | NR-68 |

[표 6]에서 거리별 측정된 음압레벨을 보면 7m에서 83.8dB(A), NR-79로 높은 음압레벨을 보여주고 있으며 15m에서 80.5dB(A), NR-76이며 30m에서도 72.4dB(A), NR-68을 나타내고 있어 국내 건설소음규제기준(제31조)을 주간에 대상지역 I의 기준은 모두 초과하고 있으며, 대상지역 II의 기준은 7m, 15m에서는 초과하고 30m에서만 만족하고 있음을 알 수 있다.

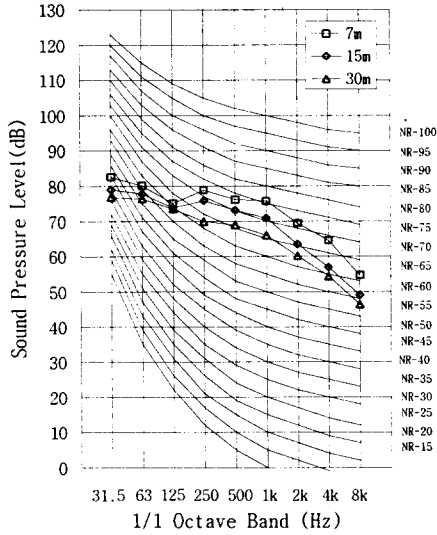
4.2.2 천공시 주파수별 음압레벨의 변화특성

천공시 소음을 측정된 결과 측정거리에 따른 주파수별 음압레벨의 특성은 <그림 13>과 같고, 이를 단일평가지수인 dB(A)와 NR곡선(Noise Rating Curves)으로 비교해 보면 <그림 14>, [표 7]과 같다.



<그림 13> 케이싱 부착 SIP천공시 주파수별 특성

<그림 13>에서 보면 오거(auger)로 지반을 천공할 경우에 발생하는 소음은 엔진음을 포함하여 케이싱과 오거사이에 있는 토랑 및 암석과의 마찰음 등으로 구성되어 있다. 따라서 125Hz이하의 저음역에 에너지가 집중되어 있으며, 일반 SIP천공 소음에 비해 중고음역이 높게 나타나고 있다. 이를 NR곡선으로 평가해 보면 <그림 14>와 같다.



<그림 14> NR곡선에 의한 평가

<그림 14>와 같이 NR곡선으로 평가해 보면 차음등급을 결정하는 주파수는 1kHz로 이 주파수 대역이 사람에게 가장 불쾌감을 일으키는 주파수임을 알 수 있으며, 2kHz이상의 고음역으로 갈수록 감소하는 특성을 나타내고 있다.

또한 위의 내용으로 단일 평가지수인 dB(A)와 NR곡선의 결과를 보면 [표 7]과 같다.

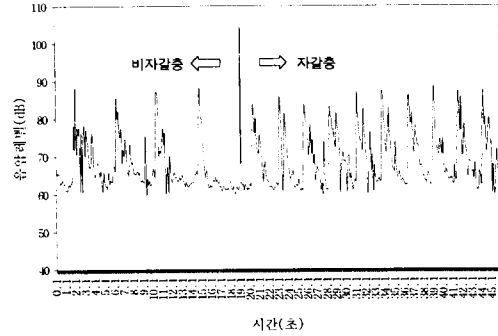
[표 7] 케이싱 부착 SIP천공시 소음의 dB(A)와 NR

| 측정거리 평가지수 | 7m | 15m | 30m |
|--------------|-------|-------|-------|
| dB(A) | 79.4 | 75.0 | 70.7 |
| NR | NR-76 | NR-71 | NR-66 |

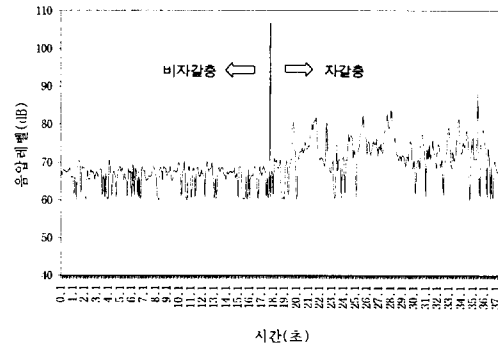
[표 7]에서 거리별 측정된 음압레벨을 보면 7m에서 79.4dB(A), NR-76이고 15m에서 75.0dB(A), NR-71이며 30m에서 70.7dB(A), NR-66을 나타내고 있어 국내 건설소음규제기준(제31조)을 주간대상지역 I의 기준은 모두 초과하고 있으나, 대상지역 II의 기준은 7m에서만 초과하고 15m, 30m에서는 만족하고 있음을 알 수 있다.

4.2.3 시간에 따른 음압레벨의 변동특성

15m지점에서 측정된 케이싱 부착 SIP공법 음압레벨 변동특성을 파악해보면 <그림 15>와 같다.



(a) 항타



(b) 천공

<그림 15> 케이싱 부착 SIP공법 파형

<그림 15(a)>에서 보면 항타시 소음은 비자갈충과 자갈충이 비슷한 특성을 보여주고 있으며, 61~86dB사이를 1.5~2초 단위로 왕복하는 극히 짧고 반복적인 충격적 소음의 특성을 나타내고 있다.

또한 <그림 15(b)>에서 보면 천공시 소음은 비자갈충에서는 60~70dB사이를 왕복하고 있고, 자갈충은 60~88dB사이를 왕복하는 레벨이 불규칙하고 연속적으로 일정한 범위로 변화하며 발생하는 변동소음의 특성을 나타내고 있다.

V. 결론

본 연구를 통해 분석된 결과를 종합하여 정리하면 다음과 같다.

1. 일반 SIP공법

1. 주파수별 특성을 보면 항타시는 대부분의 에너지가 125Hz이하의 저음역에 집중되어 있고, 125

Hz에서 8kHz의 고음역으로 갈수록 크게 감소하고 있으며, 천공시는 엔진음의 영향으로 125Hz이하의 저음역은 높고 고음역으로 갈수록 일정하게 감소하다가 630Hz에서 소음레벨이 갑자기 증가하며 다시 크게 감소하고 있다.

2. 측정거리에 따른 dB(A)를 보면 향타시는 국내 건설소음 규제기준 대상지역 I의 기준은 모두 초과하고, 대상지역 II의 기준은 7m에서는 초과하지만 15m, 30m에서는 만족하고 있으며, 천공시는 대상지역 I의 기준은 7m에서만 초과하고 15m, 30m를 포함하여 대상지역 II의 기준은 만족하고 있다.
3. 시간에 따른 변동특성은 향타시 소음은 72~100dB사이를 1~1.5초 단위로 왕복하는 극히 짧고 반복적인 충격적 소음의 특성을 나타내고 있으며, 천공시 소음은 정상소음으로써 레벨변동이 적고 대부분 일정한 소음의 특성을 나타내고 있다.

II. 케이싱 부착 SIP공법

1. 주파수별 특성을 보면 향타시는 엔진음의 영향으로 저음역이 높게 나타나지만, 일반 SIP향타소음에 비해 중고음역이 높게 나타나고 있음을 알 수 있으며, 천공시는 엔진음을 포함하여 케이싱과 오거사이에 있는 토랑 및 암석과의 마찰음 등으로 구성되어 있어 125Hz이하의 저음역에 에너지가 집중되어 있으며 일반 SIP천공 소음에 비해 중고음역이 높게 나타나고 있다.
2. 측정거리에 따른 dB(A)를 보면 향타시는 국내 건설소음 규제기준을 주간에 대상지역 I의 기준은 모두 초과하고, 대상지역 II의 기준은 7m, 15m에서는 초과하지만 30m에서는 만족하고 있으며, 천공시는 대상지역 I의 기준은 모두 초과하고 있으나, 대상지역 II의 기준은 7m에서만 초과하고 15m, 30m에서는 만족하고 있다.
3. 시간에 따른 변동특성은 향타시 소음은 비자갈 충격과 자갈충이 비슷한 특성을 보여주고 있고, 61~86dB사이를 1.5~2초 단위로 왕복하는 극히 짧고 반복적인 충격적 소음의 특성을 나타내고 있다. 또한 천공시 소음은 비자갈충에서는 60~70dB사이를 왕복하고 있으며, 자갈충은 60~88dB사이를 왕복하는 레벨이 불규칙하고 연속적으로 일정한 범위로 변화하며 발생하는 변동소음의 특성을 나타내고 있다.

이상의 연구는 건설현장에서 기초 지정공사시 저소음·저진동 공법으로 많이 사용되는 일반 SIP공법과 케이싱 부착 SIP공법에 의한 음압레벨 및 주파수 특성을 조사·분석하여 NR곡선으로 평가한 결과이며, 향후 소음이 문제시되는 기타 건설기계에 대한 지속적인 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 이병윤, 김재수; “건설현장에서 발생하는 건설기계소음의 주관적 반응 평가에 관한 연구”, 대한건설기계협회지(건설기계정보) 제100호, 1997.9, pp 47~51
2. 김재수; “건설소음·진동의 기초이론과 영향”, 한국소음진동공학회 건설공사장 소음·진동 저감방안 세미나, 1997.7.4, pp 3~31
3. 김재수; “건설현장에서 발생하는 건설기계소음의 전달 및 감쇠특성에 관한 실험적 연구”, 대한건축학회논문집 13권 6호, 1997.6, pp 405~417
4. 김재수, 양극영; “건설공사소음에 대한 현장직원의 주관적 반응 평가에 의한 연구”, 대한건축학회 논문집 13권 5호, 1997.5, pp 209~217
5. 김재수, 양극영; “건설현장에서 발생하는 건설기계소음에 대한 현장직원의 주관적 반응에 관한 연구”, 한국주거학회지 7권 2호, 1996.10, pp 99~107
6. 이병윤, 김병주, 김재수; “건설현장에서 발생하는 브레이크소음의 전달 및 감쇠특성에 관한 실험적 연구”, 한국음향학회 하계학술발표대회 논문집 16권 1(s)호, 1997.7.4, pp 439~445
7. 김재수; “건설소음의 영향 및 규제기준”, 원광대학교 건축음향연구실 제 1회 건축음향 Workshop, 1997.5.16, pp 1~19
8. 이병윤, 김재수; “향타소음 및 브레이크 소음의 전달 특성에 관한 실험적 연구”, 원광대학교 건축음향연구실 제 1회 건축음향 Workshop, 1997.5.16, pp 34~58
9. 이병윤, 윤여완, 김재수, 양극영; “건설현장에서 발생하는 향타소음의 전달 및 감쇠특성에 관한 실험적 연구”, 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집 17권 1호, 1997.4.26, pp 303~310
10. 김재수; “건설소음 실태와 대책”, 대한건축학회 & 한국음향학회 제3회건축음향 Workshop, 1995.2, pp 131~164

11. 정백 譯; 저소음.저진동 말뚝기초, 엔지니어즈, 1996
12. 한국소음진동공학회; 건설공사장 환경관리 강습회, 1994.6
13. 동아건설산업주식회사; 현장기술지도서(건설환경관리-소음.진동), 동아건설산업주식회사 기술연구소, 1993.7
14. 두성건설; SIP 기초공법, 두성건설주식회사, 1987.12
15. 최석주,김종훈,김석홍; “대심도 항타진동이 콘크리트 양생에 미치는 영향”,한일 건축음향 및 소음진동 세미나, 1995.12.8, pp 1~6
16. 太田 宏, 境 友昭; 建設騒音の測定と豫測, 森北出版株式會社, 1983
17. 建設機械研究會; 建設機械ハンドブック, 鹿島出版社, 1992
18. Theodore J. Schultz; Community Noise Rating, 2nd Edition, 1982
19. S.A. Petrusiewicz & D.K. Longmore; Noise and Vibration Control for Industrialists, Elek Science, 1974
20. Michael Rettinger; Handbook of Architectural Acoustics and Noise Control, TAB, 1988
21. Z.Maekawa; Environmental and Architectural Acoustics, E&FN Spon, 1994

건축음향연구실 연락처

Internet Homepage : <http://sound.wonkwang.ac.kr>

E-mail : soundpro@wonms.wonkwang.ac.kr

Tel : (0653) 850-6712