

건설소음 예방을 위한 현장용 간이 합성소음 예측프로그램 개발

Development of the Simple Prediction Program to Prevent Construction Noise in Site

방 중 대† · 송 희 수* · 경태욱** · 임병근***

Song Hee Soo, Bang Jong Dae, Gyeong Tae Ug, Lim, Byung Gun

Key Words : 건설소음(Construction Noise), 거리감쇠(), 예측프로그램(Prediction Program), 사례연구(Case Study)

ABSTRACT

The research is an objective which prevents a construction noise by developing prediction program on utility, helps comprehension of construction noise by case study. The program developed with Visual Basic of the Excel Logic. The standard noise is a data with report of the construction machine (National Institute of Environmental Research), construction noise of sound pressure level applied the distance decrease of the point source. The decrease effect of the barrier noise wall used the data of 5, 10, 15, 20dB where the diffraction is reflected. used a program, case study is suggested Prevention method to prevent noise of construction site.

1. 서 론

지난해 소음·진동 민원은 2000년에 비해 약 4배 증가했다. 그 중에 건설소음이 포함된 생활소음 민원이 95.5%를 차지하고 있다. 헌법 제35조 ①항에 의하면 “모든 국민은 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 권리를 가지며, 국가와 국민은 환경보전을 위하여 노력하여야 한다.” ③항은 “국가는 주택개발정책 등을 통하여 모든 국민이 쾌적한 주거생활을 할 수 있도록 노력하여야 한다.” 라고 기술하고 있다. 또한, ②항에서는 “환경권의 내용과 행사에 관하여는 법률로 정한다.” 라고 기술되어 있다. 헌법에서 정하고 있는 쾌적한 환경에서 생활할 수 있는 권리를 확보하기 위해 제정된 관련법으로는 『환경정책기본법』, 『환경·교통·재해 등에 관한 영향 평가법』, 『소음·진동 규제법』, 『대기환경보전법』, 『오수·분뇨 및 축산폐수처리에 관한 법률』, 『지하수법』, 『폐기물관리법』 등이 있고, 최근에는 『신축공동주

택 실내 공기질 권고기준 설정안』이 마련되어 있다. 또한, 지난 2001년 8월 13일 개정·공포된 『건설기술관리법』에서는 건설공사 발주 시 의무적으로 환경관리비를 계상하도록 하고 있다. 이러한 환경정책들이 시행되고 있음에도 건설현장의 환경관련 민원은 끈임 없이 발생하고 있다. 특히, 최근에는 친환경 건설공사에 대한 사회적 요구가 커짐에 따라 건설공해에 대한 금전적 보상을 요구하는 지역 주민들의 민원이 집단화·장기화되고 있어 건설공사 수행에 많은 어려움을 초래할 뿐만 아니라 민원해결에 소요되는 비용도 점차 증가하고 있다. 환경민원은 개연성만으로도 환경피해가 발생된 것으로 인정되고 있으며, 대법원 판례는 환경민원 발생 시 그 피해에 대한 사실 여부를 민원인이 아닌 가해자(사업자)가 밝혀야 하는 것으로 판결하고 있다. 이러한 건설환경의 변화 때문에 환경민원은 건설공사의 성패를 좌우하는 중요한 요소가 되고 있다. 환경민원 중 대다수는 소음·진동과 관련된 것들로 중앙환경분쟁조정위원회의 환경분쟁조정현황(2005.07)에는 소음·진동에 의한 민원 제기가 전체 환경관련 민원('91.7.19~'05.6.30)의 86%에 달하는 것으로 보고되고 있고, 본 연구의 설문조사에서도 소음·진동이 환경관련 민원 중 가장 높은 비중(1순위 답변 80%)을 차지하는 것으로 분석되고 있다. 이러한 중요성에도 불구하고 건설소음에 의한 민원 예방 또는 해소를 위한 공학적, 기술적 대응방안은 수립되지 못하고 있다. 이러한 현상은 소음에 대한 현장기술자들의 전문성 결여에 따른 환경관리능력 부족과 기존의 소음관련 연구들이 지나치게

† 대한주택공사 주택도시연구원
E-mail : jdbang@jugong.co.kr
Tel : (031) 738-4432, Fax : (031) 738-4612

* 대한주택공사 주택도시연구원

** 대한주택공사 주거환경저차장

*** 대한주택공사 건설관리처 차장

전문가 위주로 수행되어 실용성이 부족하기 때문이다. 이러한 문제들을 해소하기 위해서는 공학적, 기술적 타당성을 확보하면서도 현실적이고 실용성이 있는 틀들이 개발되어야 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 건설소음에 의한 민원을 예방하거나 해소하기 위한 기술적 방안으로써 건설현장의 현장관리자들이 손쉽게 이용할 수 있는 현장용 간이 합성소음 예측프로그램 개발하였다.

본 연구의 범위는 건설현장에서 발생하는 소음을 대상으로 하며, 연구목적에 효과적으로 달성하기 위해 소음의 거리감쇠 특성 및 합성소음 산출방법 등에 대한 이론을 고찰하고, 중앙환경분쟁조정위원회의 합성소음산출 방법 및 기준, 건설장비 및 가설방음벽 등에 대해 검토하였다. 이러한 내용을 토대로 현장용 간이 프로그램을 개발하기 위한 알고리즘을 개발하고, Excel 프로그램의 Visual Basic 언어를 이용하여 프로그램화 하였다. 또한, 현장소음을 실측하여 프로그램을 통하여 예측한 값과 상호 비교함으로써 본 프로그램의 신뢰성을 검증하고, 사례를 통해 건설소음에 대한 민원예방계획을 수립하였다.

2. 법규 및 이론 고찰

2.1 소음진동규제법

건설현장에서 발생하는 환경공해 중, 소음·진동에 대한 규제는 소음·진동 규제법 제3조(소음표시권고대상기계의 범위), 제4조의2(소음발생건설기계의 종류), 제23조(생활소음·진동의 규제), 제25조(특정공사의 사전신고), 제26조(방음·방진시설의 설치 등)와 소음·진동 규제법 시행규칙 제29조의 2(생활소음·진동의 규제), 제33조(특정공사의 사전신고)에 근거하고 있다. 특히, 소음·진동규제법 시행규칙 별표 7의 2에는 소음·진동에 대한 기준치를 정하고 있고, 별표 3의2는 소음발생건설기계의 종류를 선정하고, 별표 1에서는 소음표시 권고대상 기계의 범위 및 권고소음도를 제안하고 있어, 추후 건설기계의 소음표시제를 법제화할 예정이다. 그리고 소음진동규제법시행규칙개정법률안(2005. 6)은 "공휴일에 공사하는 경우 공사장 생활소음규제 기준을 10dB 강화(주거지역 주간의 경우 70dB → 60dB)하여 휴일에 대한 정온한 생활환경을 조성할 수 있도록 함(안 제29조의2 제3항 별표 7의2)"으로써 사실상 공휴일 건설공사의 시행을 곤란하게 하였다.

표 1 건설소음기준(소음·진동규제법 시행규칙 별표 7의 2)

| 대상지역 | 아침(05:00~08:00) 저녁(18:00~22:00) | 낮(08:00~18:00) | 밤(22:00~05:00) |
|--|------------------------------------|----------------|----------------|
| 주거지역, 녹지지역, 관리지역 중 취락지구 및 관광·휴양개발진흥지구, 자연환경보전지구 그 밖의 지역 안에 소재한 학교·병원·공공도서관 | 65이하 | 70 이하 | 55 이하 |
| 그 밖의 지역 | 70이하 | 75 이하 | 55 이하 |

1. 소음의 실측방법과 평가단위는 소음·진동공정시험방법에서 정하는 바에 따른다.
2. 대상지역의 구분은 국토의 계획 및 이용에 관한 법률에 의한다.
3. 규제기준치는 생활소음의 영향이 미치는 대상지역을 기준으로 하여 적용한다.
4. 옥외에 설치한 확성기의 사용은 1회 2분 이내, 15분이상의 간격을 두어야 한다.
5. 공사장의 소음규제기준은 주간의 경우 특정공사의 사전신고 대상 기계·장비를 사용하는 작업시간이 1일 2시간 이하일 때는 +10dB을, 2시간초과 4시간이하일 때는 +5dB을 규제기준치에 보정한다.
6. 발파소음의 경우 주간에 한하여 규제기준치(광산의 경우 사업장 규제기준)에 +10dB을 보정한다.

2.2. 현장용 간이 합성소음 예측프로그램의 알고리즘 및 기준자료

(1) 건설음원의 전파특성

ISO 9613에서 제안하고 있는 환경소음 산정식은 기하학적 확산, 공기흡음, 지면반사 및 흡음, 구조물 등의 표면반사, 회절현상에 의한 차음, 기상, 건물 등의 요소에 의한 소음 감쇠효과를 반영하도록 하고 있다. 그러나 이 수식을 이용하여 프로그램을 개발할 경우, 소음 비전문가들인 현장기술자들의 사용성이 나쁘기 때문에 본 프로그램에서는 환경분쟁조정위원회에서 사용하고 있는 식(1), (2)을 사용하였다. 식(1)은 개별음원을 합성하여 다수의 음원을 대표하는 합성소음을 만드는 식이고, 식(2)은 수음점에서 합성소음을 계산하기 위해 거리감쇠만을 적용하는 수식이다.

$$SPL_0 = 10 \log(10^{(L_1/10)} + 10^{(L_2/10)} + \dots + 10^{(L_n/10)}) \quad (1)$$

$$SPL = SPL_0 - 20 \log \frac{r}{r_0} \quad (2)$$

$L_{1,2,\dots,n}$; 건설기계의 기준소음(7.5m, 15m)

SPL_0 ; 전체 건설기계의 합성소음[dB(A)]

SPL ; 수음점에서의 합성소음[dB(A)]

r, r_0 ; 음원 수음간 거리(m)

(2) 가설차음벽의 차음량

환경분쟁조정위원회에서 적용하는 가설차음벽의 차음성능은 차음벽의 회절영향이 고려되지 않고 있으며, 차음벽의 종류 또는 성능에 따라 일괄적 적용한다. 즉, 가설차음벽의 성능 또는 설치상태가 불량한 경우 5dB[A], 일반적인 가설차음벽은 10dB[A], 가설차음벽의 성능이 우수한 경우 12dB[A] 정도를 적용하고 있다. 그러나 본 프로그램에 사용된 가설차음벽의 차음성능은 그림12)로부터 산정한 값을 사용하였다. 그림1의 데이터는 가설차음벽의 회절영향을 고려하기 때문에 환경분쟁조정위원회에서 사용하는 가설차음벽의 차음성능 데이터보다는 좀 더 정밀한 데이터라고 할 수 있다. 그림1은 가설차음벽의 종류별 경로차에 따른 소음 감쇠량을 나타낸 것으로 투과손실 20dB 이하의 가설차음벽에서만 적용 가능하다. 최근 개발되고 있는 투과손실 및 회절감쇠량이 큰 가설차음벽들에 대해서는 본 프로그램의 사용이 곤란한 한계점이 있다.

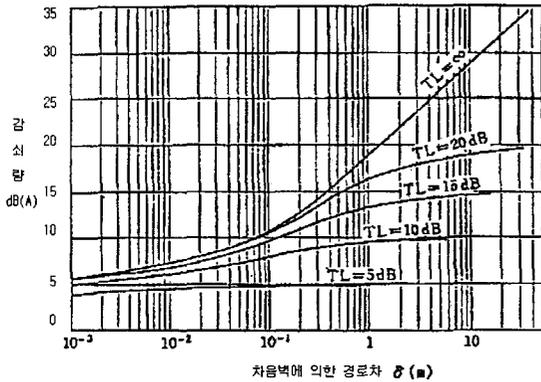


그림 1 투과손실의 크기에 따른 차음벽의 감쇠량

(3) 건설기계의 기준소음

환경분쟁조정위원회는 2005년부터 국립환경연구원의 '건설기계류 소음 특성(2003)' 보고서에 기술된 건설기계의 기준소음을 사용하고 있다. 이 자료에는 각종 건설기계에 대한 소음특성과 7.5m, 15m에서의 거리별 기준소음을 제시하고 있다. 이 수치들은 소음민원 발생 시 합성소음 예측을 위한 기준소음이 되기 때문에 소음피해 여부를 판가름 하는 중요한 요소이다. 따라서 본 프로그램의 건설기계별 기준소음(7.5m, 15m)은 국립환경연구원의 자료를 사용하였다.

3 합성소음 간이 예측프로그램

3.1 합성소음 예측프로그램의 알고리즘

옥외소음의 전파경로를 추적하는 방법에는 일반적으로 정방향추적법, 역방향추적법, 기하학적추적법이 있다. 본 프로그램은 소음 비전문가인 현장기술자들을 대상으로 하기 때문에 옥외소음의 전파경로 추적은 정방향추적법의 개념을 적용하였다. 정방향추적법은 음원에서 수음점까지 직선벡터로 음선이 존재하는 것이고, 음선은 유한하게 생성시킬 수 있다. 그러나 본 프로그램에서는 가설차음벽 설치 시 투과손실만 간단하게 계산할 수 있도록 음원 당 1개의 음선만 생성되는 것으로 제한하였다. 이러한 개념이 적용된 합성소음 예측프로그램의 알고리즘은 그림2 와 같다.

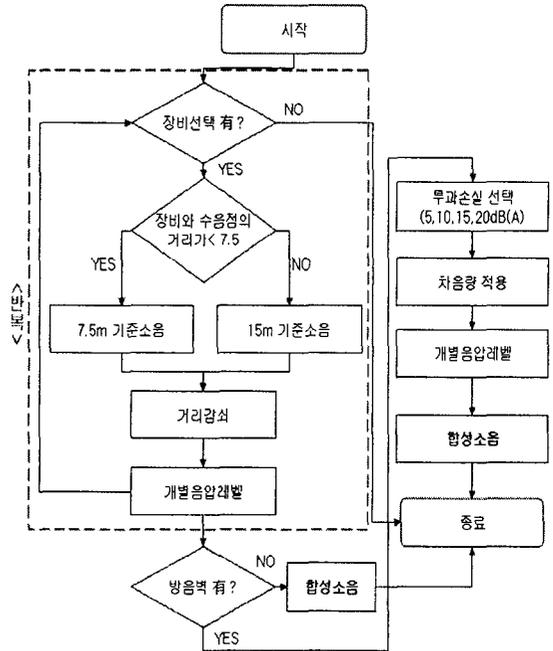


그림 2 합성소음 예측프로그램 알고리즘

3.2 합성소음 예측프로그램의 소개

본 프로그램은 정밀한 합성소음을 예측할 수 있는 전문가용보다는 신뢰성이 약간 떨어지지만, 소음 비전문가인 현장기술자들이 쉽게 활용할 수 있는 장점을 가지고 있다. 본 프로그램은 사용성·보급성 등을 고려하여 Microsoft Office XP Standard의 엑셀을 기반으로 하였다. 본 프로그램을 통하여 합성소음을 산출하기 위해서는 그림 3의 폼에 장비종류를 선택하고, 소음원(장비위치)과 수음원(민원예상 위치)의 좌표를 입력한 후, 음압레벨을 클릭하고, 다시 한번 더 합성소음레벨의 계산하기를 누르면 된다. 소음원과 수음원의 좌표 산

정방법에 대한 이해를 돕기 위해 그림 4와 같은 좌표 개념도를 3차원으로 표현하였다.

그림 3 합성소음 예측프로그램의 기본 Form

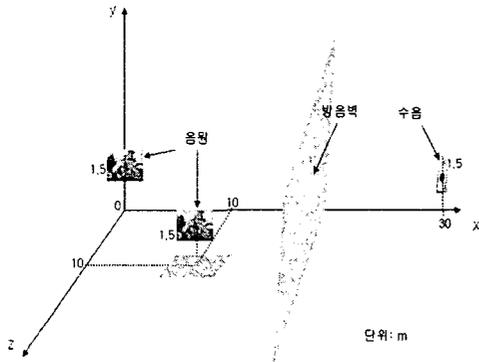


그림 4 합성소음 예측프로그램 사용 시 좌표개념도

3.3 현장용 간이 합성소음 예측프로그램 검증

본 프로그램의 신뢰성 검증을 위한 현장소음 실측방법은 KS B 6832(건설기계의 소음 레벨 실측 방법)를 기준으로 하였다. 이를 위해 그림5와 같은 현장조건을 선정한 후, 합성소음은 소음진동공정시험법에 준하여 실측·평가하였다. 검증을 위해 투입된 장비는 DRA(Double Rod Auger) 파일 항타공법, 골재선별기, 굴삭기(280HP 이상)이다. 이들 중에 기준소음(국립환경연구원)이 제시되지 않은 장비에 대해서는 현장에서 실측하였다. DRA 파일 항타공법의 기준소음은 LAeq와 Lmax,A를 모두 실측하였다.

합성소음 실측결과를 프로그램에 의한 예측결과와 비교하면 표 2와 같다.

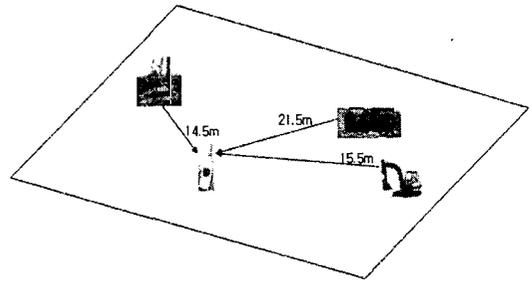


그림 5 합성소음 실측조건(검증용)

표 2 합성소음 예측 및 실측값의 비교

| | 실측 값 | | 예측 값 | | 차이 (예측값기준) | |
|---------------|------|--------|-------|--------|---------------|--------|
| | LAeq | Lmax,A | LAeq | Lmax,A | LAeq | Lmax,A |
| DRA공법 기준소음 | | | | | | |
| 합성소음 | 78.2 | 86.1 | 81.87 | 90.07 | 3.67 | 3.97 |

표 2와 같이 합성소음 예측결과, DRA공법의 기준소음이 LAeq일때 실측값보다 3.67dB(A), Lmax,A 일때 실측값보다 3.97dB(A) 높게 나타났다. 소음진동공정시험법 생활소음 실측은 LAeq로 정의를 하고 있으므로, 실측 및 예측값을 LAeq로 비교하는 것이 더 타당할 것이다. 합성소음 비교시 예측값이 실측값보다 높게 나타난 이유는 본 프로그램에 반영되지 않은 지표면의 흡음, 대기의 상태, 바람의 방향(실측 풍속; 1.6m/s)에 의한 추가 감쇠량 때문인 것으로 판단된다.

4. 사례를 통한 건설소음 예방계획

본 장에서는 주거환경개선지구인 D현장의 터파기공사·파일공사(건설소음이 가장 심한 공정임)를 대상으로 본 연구에서 개발한 현장용 간이 합성소음 예측프로그램을 이용하여 건설소음 예방계획을 수립하였다. 본 장에서는 건설소음 예방계획을 위한 기술적인 방법만 기술하고, 소음규제기준치(70dB[A])를 초과하는 경우, 발생할 수 있는 금전적 보상계획 수립방법에 대한 부분은 제외하였다.

4.1 사례현장의 개요

(1) 주변현황 및 환경시설물

D현장은 도심지 내 주거환경개선지구로 주변현황은 그림 6 및 표 3과 같이 단독주택, 연립주택, 근린생활 시설 등으로 둘러싸여 있다. 또한, 표 3과 같이 토공사 및 파일공사의 위치와 주변건물 간의 최단인접거리가 짧아 민원발생의 우려

가 크다.

기존 시공계획에 의한 환경시설물은 표 3과 같이 A·C구역은 PE-차음벽, B·D 구역은 EGI 철크스가 설치되어 있다.

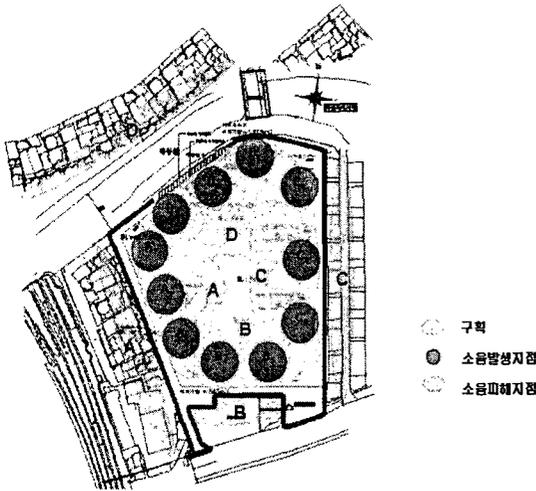


그림 6 D현장의 단지 및 주변 배치도

표 3 D현장 주변현황 및 기존 환경시설물 계획

| 구역 | 주변현황 | 환경시설물 | 최단인접거리(m) |
|----|-------------------------------|-------------------------------------|-----------|
| A | 주거지역 단독주택 50세대 | 6m PE-차음벽 (차음성능:10dB[A]) | 17.5 |
| B | 근린생활시설과 2종일반주거지역 (지하1층~지상4층) | 6m EGI-철크스 (차음성능: 5dB[A]) | 7.7 |
| C | 연립주택 100세대 (지하1층~지상4층) | 6m PE-차음벽 (차음성능:10dB[A]) | 3.7 |
| D | 대동천이 있고, 너머에 다세대 단독주택 밀집 주거지역 | 2.4m EGI-철크스 (차음성능:5dB[A]) + 1m 분진망 | 63.4 |

(2) 장비투입개요

D현장의 터파기공사·파일공사 기간동안에 투입되는 기존의 장비투입계획은 표 4와 같다.

표 4 D현장 주요 장비 투입 계획

| 구분 | 투입장비 | 일일 투입대수 |
|-----------|------------|---------|
| 터파기 공사 | 굴삭기(280HP) | 1대 |
| | 덤프 24톤 | 5대 |
| 파일공사 | 항타기(DRA공법) | 1대 |
| | 발전기 | 1대 |
| | 오거 | 1대 |
| | 지게차 | 1대 |

4.2 기존 시공계획의 적정성 검토

표 3, 표 4의 정보를 바탕으로 본 연구에서 개발한 현장용 간이 합성소음 예측프로그램을 이용하여 A, B, C, D 구획에 대한 합성소음을 예측하였다. 그 결과는 표 5와 같이 D 구획에서는 기존 계획인 2.4m EGI-철크스를 이용한 환경시설물 설치로도 소음규제기준 70dB[A]을 만족하고 있으나 A~C 구획은 불만족한 것으로 나타났다. 이중 A구획은 파일공사에서는 규제치를 만족하고 있고, 터파기 공사에서 규제치를 1.85dB[A] 초과하고 있다. 앞 절의 프로그램의 검증부분(표 2 참조)에서 예측값이 실측값보다 3.67dB[A] 높게 나온 것을 고려하면, A구획도 기존 시공계획만으로도 건설소음을 예방할 수 있을 것으로 판단된다. 물론 현장기술자들의 세밀한 관리가 필요하다.

그러나 B, C 구획은 소음규제기준을 5dB[A]이상 초과하고, 실측 및 예측 값의 오차범위를 초과하기 때문에 현장기술자의 엄격한 현장관리만으로 소음규제기준을 만족할 수 없다. 따라서 B, C 구획은 별도의 기술적 대안이 수립되어야 한다.

표 5 기존계획에 따른 저층부 합성소음 예측 결과

| 구 획 | 차음벽 미설치 (dB[A]) | | 차음벽 설치(dB[A]) | | | | 비고 (규제기준 70dB[A]) |
|----------------|-----------------------|-------|---------------|-------|--------|-------|-------------------------|
| | | | EGI-철크스 | | PE-차음벽 | | |
| | 터파기 | 파일 | 터파기 | 파일 | 터파기 | 파일 | |
| A ₂ | 81.65 | 79.57 | 76.65 | 74.57 | 71.85 | 69.77 | 불만족 |
| B ₂ | 88.78 | 86.7 | 83.78 | 81.7 | 78.98 | 76.9 | |
| C ₁ | 98.51 | 91.77 | 93.51 | 86.77 | 88.66 | 81.92 | |
| D ₂ | 70.47 | 68.38 | 65.57 | 63.48 | 60.87 | 58.78 | 만족 |

4.3 건설소음예방을 위한 1차 시공계획안

기존의 시공계획을 바탕으로 건설소음의 예방여부를 검토한 결과, D 구획을 제외한 A~C구획에서는 소음규제기준을 만족하지 못하고 있어 기존의 시공계획을 표 6과 같이 수정하였다. 수정안의 주요내용은 기존의 PE-차음벽보다 차음성능이 우수한 가설차음벽을 설치토록 계획하고, 터파기공사 시 덤프트럭을 5대에서 1대만 작업위치에서 공회전 시키도록 계획하였다. 항타기는 DRA 공법보다 저소음·저진동 공법인 TRP(Trowel Rotation Pile)로 계획하였다.

표 6 1차 시공계획안

| 구분 | 투입장비 | 일일 투입대수 |
|-----------|--------------------------------------|---------|
| 터파기 공사 | 굴삭기(280HP) | 1대 |
| | 덤프 24톤 | 1대 |
| 파일공사 | 항타기(TRP공법) | 1대 |
| | 발전기 | 1대 |
| | 지게차 | 1대 |
| 차음벽 | - 차음성능향상 (6m) (10dB[A] ⇒ 12dB[A]) | |

본 프로그램을 이용하여 표 6의 수정된 시공계획을 바탕으로 A~C구획에 대한 합성소음을 예측한 결과는 표 7과 같다. 표 7을 보면, A구획은 소음규제기준에 만족하고 있으나, B, C 구획은 만족하지 못하고 있다. 그러나 B구획은 차음벽의 성능을 향상시킨 경우, 터파기공사 시 소음규제기준을 약 3dB(A)를 초과하고 있고, 예측·실측의 차이를 고려하면, 건설소음을 예방할 수 있는 여지는 있을 것으로 판단된다. 그러나 C구획은 예측값이 소음규제기준을 크게 초과하고 있기 때문에 또 다른 기술적인 대안이 필요하다.

표 7 1차 시공계획안의 저층부 합성소음 예측 결과

| 구 획 | 차음벽 미설치 (dB[A]) | | 차음벽 설치(dB[A]) | | | | 비고 (규제기준 70dB[A]) |
|----------------|-----------------------|-------|---------------|-------|------------------------|-------|-------------------------|
| | | | PE-차음벽 | | 성능향상차음벽 (12dB[A]저감) | | |
| | 터파기 | 파일 | 터파기 | 파일 | 터파기 | 파일 | |
| A ₂ | 77.44 | 74.16 | 67.64 | 64.36 | 65.9 | 62.62 | 만족 |
| B ₂ | 84.58 | 81.29 | 74.78 | 71.49 | 73.08 | 69.79 | 불만족 |
| C ₁ | 93.51 | 86.89 | 83.66 | 77.09 | 82.01 | 75.44 | |

4.4 건설소음예방을 위한 2차 시공계획안

1차 수정된 시공계획안을 토대로 A~C구획의 합성소음을 예측한 결과, A구획은 소음규제기준을 만족하고 있으나, B·C구획은 소음규제기준을 만족하지 못하고 있다. 따라서 표 9와 같이 1차 시공계획안을 수정하여 2차 시공계획안을 수립하였다. 2차 시공계획안의 주요내용은 1차 시공계획안의 가설차음벽 높이를 6m에서 10m로 증가시키고, 이동형 가설차음벽을 건설기계에 주변에 배치하도록 계획하였다. 2차 시공계획안을 토대로 할 경우, B구획의 합성소음은 소음규제기준을 쉽게 만족할 수 있을 것으로 판단되기 때문에 B구획에 대한 합성소음은 산출하지 않고, C구획을 대상으로

합성소음을 빌라의 상층부와 저층부로 구분하여 예측하였다. C구획의 합성소음예측결과는 표 10과 같다.

표 9 2차 시공계획안

| 구분 | 투입장비 | 일일 투입대수 |
|-----------|--|---------|
| 터파기 공사 | 굴삭기(280HP) | 1대 |
| | 덤프 24톤 | 1대 |
| 파일공사 | 항타기(TRP공법) | 1대 |
| | 발전기 | 1대 |
| | 지게차 | 1대 |
| 차음벽 | - 차음성능향상(10m) (10dB[A] ⇒ 12dB[A]) - 이동식 차음벽(2.3m이상) 설치 | |

(1) 빌라 상층부의 합성소음 예측결과

빌라의 상층부는 표 10과 같이 차음벽의 높이가 10m로 증가하고, 이동형 가설차음벽을 설치할 경우, 최단입접거리 3.7m에서도 소음규제기준을 만족하는 것으로 나타나고 있다.

(2) 빌라저층부의 합성소음 예측결과

빌라의 저층부는 합성소음은 가설차음벽의 높이 증가에는 영향을 받지 않고, 이동형 가설차음벽의 설치 여부에만 영향을 받는다. 저층부의 합성소음예측결과는 표 10과 같이 빌라의 최단입접거리 3.7m에서 소음규제기준을 초과하는 것으로 나타났다.

따라서 본 연구에서는 이에 대한 3차 시공계획을 수립하여 건설소음예방계획을 수립해야 하지만, 지면상 생략하고, 대신에 C구획 2차 시공계획안 시 빌라저층부의 건설소음을 예방하기 위해 적정 이격거리를 제안하였다. 즉, 터파기공사 및 파일공사 시 건설기계와 인접빌라의 최단이격거리를 제안하였다.

표 10과 같이 소음규제기준을 만족하기 위해서는 터파기공사 시 인접빌라로부터 건설기계의 이격거리는 7.08m 이상이 필요하고, 파일공사 시에는 4.91m 이상이 필요한 것으로 예측되었다.

따라서 2차 시공계획안을 토대로 파일공사는 예측이 3.67dB[A](표 2 참조) 실측보다 높게 나타나는 것을 감안할 때 실제로는 소음규제치를 만족하는 것으로 판단된다. 터파기공사는 빌라로부터 3.7m 거리에서부터 7.08m까지 구간에서는 소음저감을 위한 현장기술자들의 세심한 주의가 필요하다.

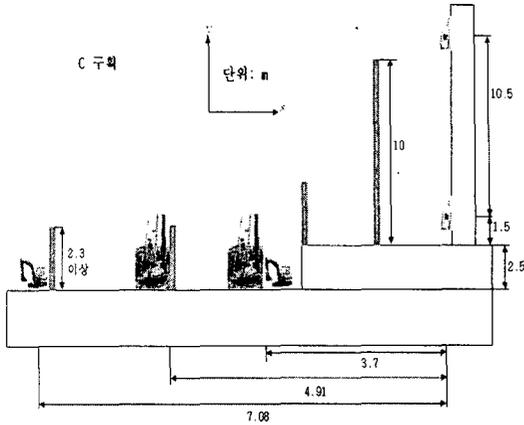


그림 7 2차 시공계획안 시설물 설치 단면도

표 10 2차 시공계획안의 합성소음 및 이격거리 예측결과

| 공종 | 저층부 | | | | 상층부 | |
|------|-----------|--------------|----------|--------------|-----------|--------------|
| | 빌라 인접 단거리 | | 소음규제만족기준 | | 빌라 인접 단거리 | |
| | 거리 (m) | 합성소음 (dB[A]) | 인접거리 (m) | 합성소음 (dB[A]) | 거리 (m) | 합성소음 (dB[A]) |
| 터파기 | 3.7 | 77.07 | 7.08 | 70 | 3.7 | 67.46 |
| 파일공사 | | 72.39 | | | | 4.91 |

5. 소결

본 연구에서 개발한 현장용 간이 합성소음 예측프로그램을 이용하여 D현장의 건설소음예방을 위한 기술적 대안을 요약하면 표 11과 같다.

표 11의 내용을 기존 시공계획안과 비교하면 다음과 같다.

- ① A구역은 기존의 장비투입계획(5대의 덤프트럭 공회전)중 덤프트럭의 공회전을 1대만 시키도록 시공계획안을 변경하였다.
- ② B구역은 A구획과 동일한 장비투입계획에 가설차음벽의 높이를 6m에서 10m로 증가시키고, 차음성능이 기존보다 우수한 재질을 사용하도록 계획하였다. 또한, 일부 구간에서는 높이 2.3m의 이동식 가설차음벽을 사용하도록 계획하였다.
- ③ C구역은 B구획과 동일한 조건으로 시공계획을 수립하되 터파기 공사 일부구간의 합성소음이 소음규제기준을 초과하기 때문에 이에 대한 세심한 주의를 필요로 한다.
- ④ D구역은 기존의 시공계획대로 공사를 수행하더라도 건설소음에 의한 민원은 없을 것으로 판단된다.

표 11 D현장 건설소음 예방을 위한 최종 시공 계획

| 구역 | 공종 | 차음벽 | 장비투입 | 음압레벨 (상층부) |
|----|------|--|---|------------|
| A | 터파기 | 6m PE-차음벽 (10dB[A]저감) | 굴삭기(280HP) 1대 덤프 24톤 1대 | 67.64 |
| | 파일공사 | | | 64.36 |
| B | 터파기 | 10m 성능우수 차음벽 (12dB[A]저감) + 2.3m이상 5dB[A]저감 이동식방음벽 | 항타기(TRP공법) 1대 발전기 1대 | 68.58 |
| | 파일공사 | | | 66.49 |
| C | 터파기 | 2.3m이상 5dB[A]저감 이동식방음벽 | 지게차 1대 | 67.46 |
| | 파일공사 | | | 66.06 |
| D | 터파기 | 2.4m EGI-웬스 (5dB[A] 저감) | 굴삭기(280HP) 1대 덤프 24톤 5대 항타기(TRP공법) 1대 발전기 1대 | 65.57 |
| | 파일공사 | | | 63.48 |
| | | | 오거 1대 지게차 1대 | |

5. 결 론

본 연구에서는 건설소음 비전문가인 현장기술자들을 위해 사용성이 편리한 현장용 간이 합성소음 예측프로그램을 개발하였다. 본 프로그램을 건설현장에서 착공전 단계에서 시공계획 수립 시 활용한다면, 건설소음으로 인한 민원을 효과적으로 예방할 수 있어 친환경 건설현장이라는 이미지를 심어줄 뿐만 아니라 원활한 공사수행이 가능할 것으로 판단된다.

또한, 본 프로그램은 현장여건에 따른 민원보상여부를 판단하기 위한 근거제공, 합리적인 민원보상계획 수립, 민원인들과의 보상액 협의 시 유용하게 활용될 수 있다.

참 고 문 헌

- (1) 환경부, 1997, "소음으로 인한 피해의 인과관계검토기준 및 피해액 산정방법에 관한 연구"
- (2) 국립환경연구원, 2003, "건설기계류 소음 특성"
- (3) 김재수, 2005, "환경분쟁조정을 위한 건설소음·진동 이론과 실무"
- (4) 환경부, 2005, "2005.6월말 분쟁조정 통계현황"
- (5) 대한주택공사, "건설공사장 소음도 평가 및 예측기법 개발연구"
- (6) 서해용, "환경침해의 사법적 구제-소음·진동 피해를 중심으로", 한국환경법학회, 환경법연구 제26권 2호, pp187~213, 2004