

현장파쇄시설의 소음에 관한 연구

A Study on the Noise of Crusher for the Site-Recycling

이재성* · 권순범** · 주시웅***

Lee, Jae-Sung · Kwon, Soon-Boum · Joo, See-woong

박성룡**** · 배기선***** · 정종석*****

Park, Seong-Yong · Bae, Kee-Sun · Jung, Jong-Suk

요약

도심의 과밀화 등으로 재건축 및 재개발의 활성화, 대규모 택지개발에 의한 신도시 개발, 사회기반시설 확충 등의 증가로 건설폐기물이 급증과 더불어 도심지내 공사장 등에 의한 소음 발생원이 지속적으로 증가하고 다양화됨에 따라 소음·진동관련 환경 분쟁 및 민원이 급증하고 있는 추세이다. 이에 따라 정부는 생활주변의 정온한 환경을 조성하기 위하여 2009년 1월부터 공사장소음규제기준을 현재 70dB에서 65dB로 상향 적용하여 건설공사 관련 환경분쟁 및 민원의 발생이 더욱 증가할 것으로 예상된다. 본 연구에서는 1) “건설공사장 간이 소음 예측 프로그램”을 통한 현장파쇄시설의 소음레벨 예측값과 현장에 설치 운영중인 현장파쇄시설의 실측 소음레벨을 비교·분석하여 현장파쇄시설의 소음레벨을 분석하였다. 2) 건설공사 현장에서 현장파쇄시설을 적용하고자 할 경우 소음에 의한 환경 분쟁 및 민원 발생의 최소화 방안을 수립하고자 한다.

키워드: 건설폐기물, 폐콘크리트, 현장재활용, 환경분쟁·민원, 소음레벨

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

도심의 과밀화 등으로 재건축 및 재개발의 활성화, 대규모 택지개발에 의한 신도시 개발, 사회기반시설 확충 등의 증가로 건설폐기물이 급증하고 있으며, 또한 도심지내 공사장 등에 의한 소음 발생원이 지속적으로 증가하고 다양화됨에 따라 소음·진동관련 환경 분쟁 및 민원이 급증하고 있는 추세이다.

환경부의 “2006년 16개 시도의 소음·진동관리 시책의 추진실적”에서 2000년 7,480건이던 소음·진동 관련 민원이 2006년 30,574(93.2%)건으로 지난 7년간 4배가 증가하였고, 생활소음 민원 중에서 도심지역에서의 아파트 재건축 등으로 인한 공사장 소음민원이 21,397건(65.2%)으로 높은 비중을 차지하

는 것으로 나타나 소음·진동관련 분쟁 및 민원의 대부분이 도심지에서 발생하는 것을 알 수 있다. 증가하는 환경 민원에 의하여 정부는 생활주변의 정온한 환경을 조성하기 위하여 2009년 1월부터 공사장소음규제기준을 현재 70dB에서 65dB로 5dB 상향 적용하며, 주거지역과 학교, 병원 등 정온을 요하는 지역에서 시행되는 일정규모이상의 공사장은 소음 자동 측정기를 의무적으로 설치하고 소음도를 공개하도록 하였다.(김용문 2006) 따라서 건설공사 관련 환경 분쟁 및 민원의 발생이 더욱 증가할 것으로 예상되어 건설공사에 있어서 소음·진동관련 환경 관리의 중요성을 보여준다.(고광일 외 3인 2004)

따라서 본 연구에서는 기존 연구동향 조사, 사례지구인 P사업지구에서 폐콘크리트 현장파쇄시설의 소음레벨을 측정·분석, “건설공사장 간이 소음 예측 프로그램”을 통한 소음레벨 예측값 산정, 소음레벨 예측값과 실측값 비교·분석 및 방음시설에 의한 소음 저감량을 산출하여 현장파쇄시설의 소음레벨에 따른 분쟁 및 민원 발생의 최소화하기 위한 방안을 수립하는 것이 본 연구의 목적이다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 사례지구인 P사업지구에서 현재 운용되고 있는 폐콘크리트 현장파쇄시설에 대한 소음

* 일반회원, 대한주택공사 연구원, 공학석사, paranglove@jugong.co.kr
** 일반회원, 대한주택공사 연구원, 공학석사, ksbsc@jugong.co.kr
*** 일반회원, 대한주택공사 연구원, 공학석사, joosw1228@hanmail.net
**** 일반회원, 대한주택공사 과장, 공학박사 psy@jugong.co.kr
***** 일반회원, 대한주택공사 수석연구원, 공학박사, bks@jugong.co.kr
***** 일반회원, 대한주택공사 선임연구원, 공학박사(교신저자), pobyasu@jugong.co.kr

본 연구는 건교부 CTRM “건설폐기물 재활용 기술개발”에 의한 연구의 일부임. 과제번호 05건설핵심D07.

레벨을 조사하여 현장파쇄시설의 소음에 대한 영향을 예측하는데 기초자료로 제공하고자 한다.

본 연구의 절차와 방법은 다음과 같다.

- (1) P사업지구의 현황 및 거리별로 현장파쇄시설의 소음레벨을 측정하여 “건설공사장 간이 소음 예측 프로그램”의 소음레벨 예측값과 비교·분석하고, 방음시설에 따른 감음량을 산정하였다.
- (2) 폐콘크리트 현장파쇄시설의 소음에 따른 환경 분쟁 및 민원 발생의 최소화 방안을 수립하였다.

2. 연구동향

2.1 기존 연구동향

건설소음에 관한 연구는 크게 건설현장 환경관리 실태조사와 건설기계의 소음레벨을 측정·분석에 관한 연구가 있다. 건설기계 소음관련 연구의 경우 대부분 소음레벨이 높은 기초·항타 건설기계를 위주로 연구되었으며, 현장파쇄시설의 소음관련 자료는 조사·분석되지 못한 실정이다.

정갑철(2000)은 “건설공사장 소음방지 대책”에서 소음·진동에 관련된 법적 기준과 각종 물적 피해에 대한 판정기준을 설명하고 실제 현장에서 발생한 민원 사례를 소개함으로써 현행법의 문제점과 원활한 공사 진행을 위한 민원 대책을 제시하였다. 근본적인 민원대책으로써 소음·진동 저감방안에 대한 내용은 부족하다.

장대준 외 3인(2005)은 “건설기계류 소음·진동 특성”에서 공사현장에서 사용되고 있는 건설기계류에 대한 소음도 및 진동레벨을 조사하여 소음표시의무제 도입을 위한 정책 자료를 제공하고, 환경영향평가 시 건설기계류 소음진동에 대한 영향을 예측하는데 기초 자료를 제시하고 있다.

주택도시연구원(2004)은 “공동주택 철거잔재의 활용성 향상을 위한 해체기술 및 시스템 개발”에서는 현장재활용을 위한 이동식 파쇄장비의 소음레벨이 10m거리에서 73.6dB 측정되었으며, 이에 따라서 소음·진동규제법에 적합하기 위하여 가급적 현장의 경계부와 이동식 파쇄장비를 이격하여 운용해야 한다는 결론뿐 이동식 파쇄장비의 소음저감 방안에 관하여는 논하지 않고 있다.

따라서 본 연구는 폐콘크리트 현장파쇄시설의 소음레벨 실측값과 예측값을 비교·분석하여 현장파쇄시설을 운영코자 할 경우 소음과 관련된 분쟁 및 민원을 최소화 방안을 수립하고자 한다.

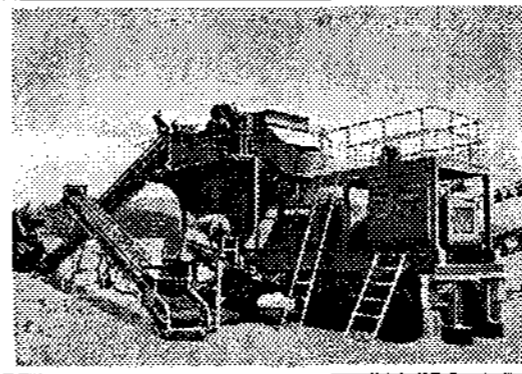
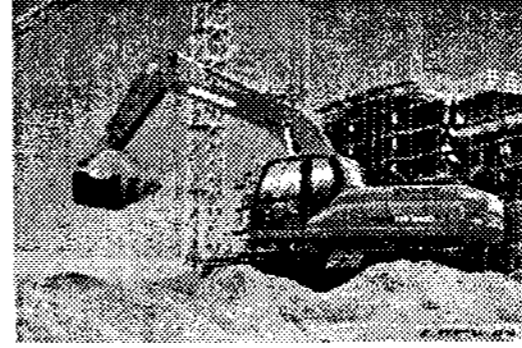
3. 현장파쇄시설 현황 및 측정방법

3.1 P사업지구의 현황

3.1.1 P사업지구의 현장파쇄시설 현황

P사업지구의 현장파쇄시설은 백호(0.9m³)와, 이동식 파쇄기(150t/h)를 하루 9시간 동안 작업인원 4인을 투입하여 운영되고 있다. P사업지구의 건설장비 투입의 현황은 표 1과 같다.

표 1. 현장파쇄시설 건설장비 현황

	모델명	길이	높이	폭		
	KWPC-1300	조 크러셔		진동피더		
		기종	동력 (kw)	기종	동력 (kw)	
		CC-1300	130	KOL-1854	30	
	모델명	길이	높이	폭 (높이)		
	DX220 LC	버킷 용량 (m ³)	장비 중량 (Ton)	엔진 출력 (ps/rpm)	최대 굴삭력 (Ton)	
		0.92	21.5	150/1,900	13.3	

3.1.2 측정지역의 현장조건 및 측정일 날씨 현황
 사례지구인 P사업지구의 현장파쇄시설은 기존의 건물이 없는 평탄지로서 정면은 생산된 순환골재가 쌓여있으며, 우측에는 폐콘크리트, 후면은 5m 옹벽 위치해 있다. 측정일 날씨현황은 표 2와 같다.

표 2. 측정지역 날씨

측정일	기온 (°C)	습도 (%)	풍향	풍속 (m/sec)	기압 (hPa)
30	25.5	63	북동	2.3	1008
31	25.8	58	북북동	1.7	1010
4	24.3	69	남동	1.1	1011
5	23.1	66	북동	3.1	1011

3.2 소음레벨 측정방법

현장파쇄시설의 소음의 측정은 소음·진동공정 시험방법에 의거하여 소음·진동레벨 측정방법을 준용하여 소음표시 권고대상 건설기계와 동일한 조건에서 반자유 음장이 만족되는 환경에서 대상 기계 몸체의 측면으로부터 각각 7.5m, 15m에서 소음·진동레벨 측정 하였다. 또한 방향 및 거리감쇠 경향을 살펴보기 위하여 추가적으로 1m, 22.5m, 30m, 37.5m, 45m, 52.5m, 60m, 67.5m, 75m, 82.5m, 90m 7.5m간격으로 2방향에서 소음·진동레벨 측정 하였다. 그림 1은 P사업지구의 측정방법을 나타낸다.

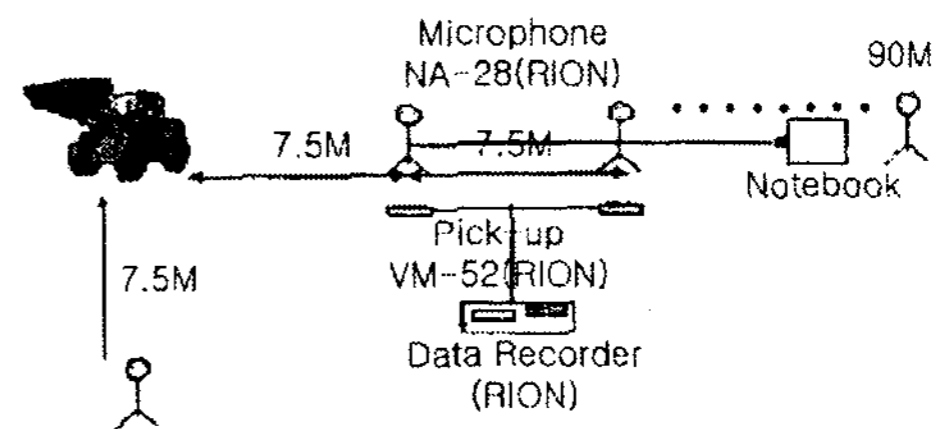


그림 1. 측정방법

4. 현장파쇄시설 소음 조사·분석

4.1 현장파쇄시설 소음레벨의 예측

본 연구에서는 현장파쇄시설의 소음레벨 예측을 위하여 환경부에서 개발한 ‘건설공사장 소음 간이 예측프로그램’을 이용하여 거리에 따른 소음레벨의 감쇠치를 예측하였다. 프로그램의 거리감쇠이론은 [식 1]과 같다.(환경부 2006)

$$SPL_1 - SPL_2 = 10 \log(r_2/r_1)^2 = 20 \log r_2/r_1 \quad [식 1]$$

즉, 소음원에서 측정거리가 2배수가 될 경우 점음원으로부터 음압레벨이 6dB씩 저감된다.

4.2 사례현장의 거리별 소음레벨 측정 결과 및 분석
현장파쇄시설의 소음레벨을 측정한 결과 표 3과 같이 7.5m에서 84.5dB, 15m에서 79.7dB, 30m에서 77.2dB로 측정되었으며, 60m에서 69.8dB가 측정되어 소음레벨 규제기준에 적합한 것으로 나타났다.

표 3. 측정거리에 따른 현장파쇄시설 소음레벨

구분 거리	평균	중앙값	표준편차	관측수
7.5m	84.53	84.16	1.3	350
15m	79.79	79.42	1.5	350
22.5m	78.20	77.92	1.3	350
30m	77.29	76.99	1.2	350
37.5m	75.67	75.43	1.1	350
45m	73.45	73.20	1.0	350
52.5m	71.30	70.88	1.5	350
60m	69.82	69.58	1.9	150
67.5m	68.46	68.16	1.9	150
75m	66.33	65.93	2.4	150
82.5m	65.34	64.95	1.8	150
90m	63.43	63.95	3.7	50

4.3 측정값과 예측값의 소음레벨 비교·분석

사례지구에서 측정한 현장파쇄시설의 소음레벨을 타 현장에 적용에 앞서 현장에서 측정한 7.5m, 15m 소음레벨을 기준으로 “공사장 간이 소음 예측 프로그램”을 사용하여 측정된 실측값과 프로그램에 의한 예측값을 비교하였다.

그림 2와 같이 비교·분석한 결과 현재 소음 규제기준인 70dB에 적합한 현장파쇄시설의 이격거리는 실측값의 경우 60m, 예측값의 경우 45m~52.5m로 나타났으며, 09년 1월부터 소음규제가 강화될 경우 현장파쇄시설과 소음관련 분쟁 및 민원 발생 예상지역과 75m~82.5m 이격되어야 한다.

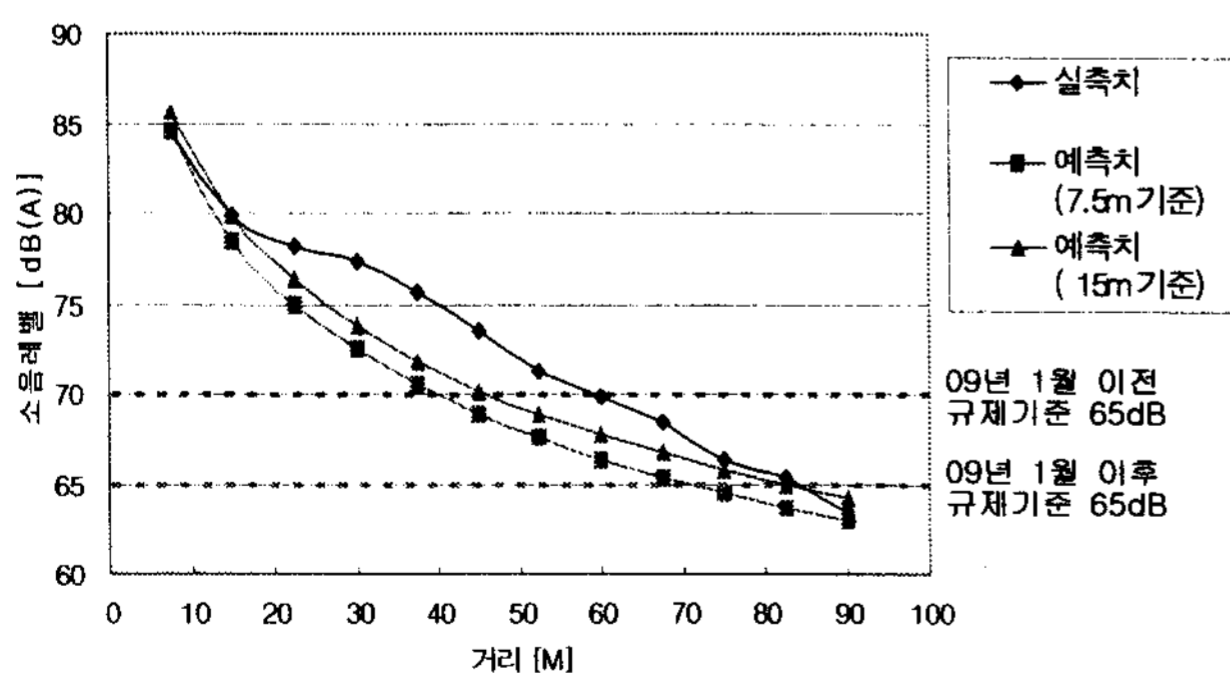


그림 2. 현장파쇄시설의 예측·실측 소음레벨 비교

측정거리에 따른 실측값과 예측값의 오차범위를 분석한 결과 7.5m 기준 예측값이 평균오차 2.7dB, 15m 기준 예측값이 평균오차 1.4dB를 나타내었다.

표 4. 측정거리에 따른 실측 및 예측 소음레벨 비교

[단위 : Leq dB(A)]

구분 거리	측정 소음레벨			예측 소음레벨			
	측정치	표준편차	관측수	7.5m 기준		15m 기준	
				예측치	오차	예측치	오차
7.5m	84.5	1.3	350	84.5	0	85.7	+1.2
15m	79.8	1.5	350	78.5	-1.3	79.8	0
22.5m	78.2	1.3	350	75.0	-3.2	76.3	-1.9
30m	77.3	1.2	350	72.5	-4.8	73.8	-3.5
37.5m	75.7	1.1	350	70.5	-5.2	71.8	-3.9
45m	73.5	1.0	350	68.9	-4.6	70.2	-3.3
52.5m	71.3	1.5	350	67.6	-3.7	68.9	-2.4
60m	69.8	1.9	150	66.4	-3.4	67.7	-2.1
67.5m	68.5	1.9	150	65.4	-3.1	66.7	-1.8
75m	66.3	2.4	150	64.5	-1.8	65.8	-0.5
82.5m	65.3	1.8	150	63.7	-1.6	65.0	-0.3
90m	63.4	3.7	50	62.9	-0.5	64.2	+0.8
평균 오차				2.7 dB(A)		1.4 dB(A)	

실측값과 예측값을 비교·분석하기 위하여 t-test를 통하여 실측값과 예측값의 평균차이를 95% 신뢰도 수준으로 비교하였다. t-test의 결과는 표 5와 같다.

t-test 분석결과 P-value(유의확률)가 0.05보다 크므로 실측값과 예측값이 다르지 않음을 알 수 있다. 따라서 “건설공사장 간이 소음 예측 프로그램”의 예측값을 이용하여 현장파쇄시설의 소음레벨을 예측하는 것에는 큰문제가 없을 것으로 사료된다.

표 5. 실측값과 예측값의 t-test 결과

t-test	자유도	P-value
$U_{\text{실측}} - U_{7.5\text{예측}}$	22	0.3102
$U_{\text{실측}} - U_{15\text{예측}}$	22	0.5847

귀무가설

$H_0 : U_{\text{실측}} = U_{7.5\text{예측}}$

$H_0 : U_{\text{실측}} = U_{15\text{예측}}$

대립가설

$H_1 : U_{\text{실측}} \neq U_{7.5\text{예측}}$

$H_1 : U_{\text{실측}} \neq U_{15\text{예측}}$

여기서, $U_{\text{실측}}$: 실측값의 평균값

$U_{7.5\text{예측}}$: 7.5m 기준 예측값의 평균값

$U_{15\text{예측}}$: 15m 기준 예측값의 평균값

4.4 방음시설에 의한 소음레벨 저감량 분석

본 연구에서의 방음시설에 의한 소음 저감량은 “건설공사장 소음 간이 예측 프로그램”을 이용하여 소음원으로부터 방음벽까지의 거리 2~6m, 방음벽 높이 3~6m, 투과손실 7~20dB로 각각 다르게 가정하여 예측한 결과 결과치가 동일하게 산정되었다. 결과는 그림 3과 같다. 분석결과 방음벽까지의 거리 6m, 방음벽의 높이 6m, 투과손실 7dB로 설치할 경우 현장파쇄시설과 민원발생 예상지역과의 거리는 30m가 이격되어야 하고, 투과손실이 20dB의 방음시설을 설치한 경우 7.5m 이격되어야 한다. 하지만 예측 프로그램은 방음벽의 상단을 통한 음의 경로에 대한 회절감쇠치로 계산할 뿐 방음벽의 측면을 통한 입사음, 지면 반사음, 방음벽의 흡음 등의 영향은 고려하지 않으므로 현장 방음벽 설치 여건에 따라 소음레벨 저감량이 달라질 수 있다.

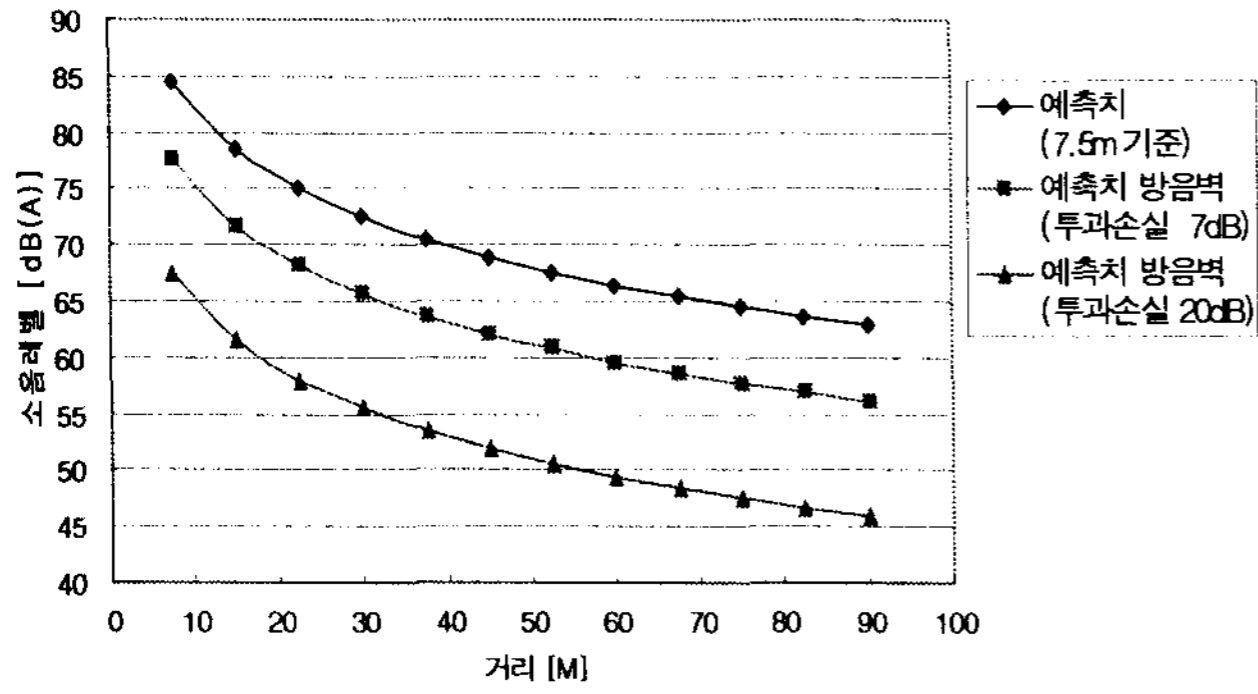


그림 3. 방음벽에 의한 현장파쇄시설의 소음레벨 저감량

5. 결론

최근 환경에 대한 민원 및 분쟁의 증가로 건설사업이 지연되거나 중단되는 사례가 속출하고 있으며 발생분쟁 중 건설공사의 소음·진동에 관한 분쟁이 대부분을 차지하고 있다. 본 연구에서는 P사업지구에서 설치된 폐콘크리트의 현장파쇄시설의 소음레벨을 측정·분석하여 “건설공사장 간이 소음 예측 프로그램”을 이용한 예측값과 비교·분석하였다. 그 결과는 다음과 같다.

- (1) 사례지구의 현장파쇄시설의 소음레벨을 실측 조사한 결과 60m 이격거리에서 소음규제인 70dB이하의 소음이 측정되었다.
- (2) 현장파쇄시설의 소음레벨 예측값으로 적정 이격거리를 산정한 결과 45m~52.5m로 나타났으며, 소음규제가 강화되는 09년 1월부터는 75m~82.5m 이격되어야 한다.
- (3) 실측값과 예측값을 t-test를 통하여 비교·분석한 결과 실측값과 예측값이 크게 다르지 않으므로 “건설공사장 간이 소음 예측프로그램”을 이용하여 현장파쇄시설의 소음레벨 산정이 가능하다.

- (4) 방음시설의 설치를 통하여 7~20dB의 소음저감 효과가 발생되며, 파쇄시설과 민원발생 예상지역과의 거리는 최소 30m~7.5m 이격되어야 한다.

본 연구에서 제시한 현장파쇄시설의 소음레벨의 경우 사업자가 건설사업에 현장재활용을 고려할 경우 소음관련 환경 분쟁 및 민원을 최소화 하는데 활용될 수 있을 것이다. 그러나 본 연구의 소음레벨 조사·분석은 사례지구에서 설치 운영중인 150t/h규모의 현장파쇄시설을 대상으로 했기 때문에 다양한 여건을 갖는 사업지구에서 현장파쇄시설의 소음레벨 자료로 활용하는데 한계가 있을 수 있다.

따라서 향후 연구에서는 다양한 파쇄용량에 따른 현장파쇄시설의 소음레벨을 분석되어야하고, 또 다른 환경 분쟁 및 민원의 원인인 진동, 분진과 관련된 연구들이 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 윤용문(2006), “소음·진동관리 정책방향”, 한국소음진동공학회 춘계학술대회논문집
2. 고광일 외 3인(2004), “건설사업의 소음·진동 관리방안에 관한 연구”, 한국건설관리학회논문집 제5권 제6호
3. 정갑철(2000), “건설공사장 소음방지대책”, 한국소음진동공학회 춘계학술대회논문집
4. 강대준 외 3인(2005), “건설기계류 소음·진동 특성”, 한국소음진동공학회논문집 제15권 제6호
5. 건설교통부(2004), “공동주택 철거잔재의 활용성 향상을 위한 해체기술 및 시스템 개발”
6. 환경부, 고시 제2003-221호 “소음·진동공정시험방법”
7. 환경부(2006), “공사장 소음진동 관리지침서”

Abstract

Recently, the construction wastes rapidly increase because of redevelopment, the development of new urbanization of large housing development, the expansion of social infrastructure. With increase of the construction noise caused by these developments, environmental conflicts and civil appeals increase. Moreover, the Government will reduce construction noise level to 65dB from 70dB in January 2009. Therefore, it will be expected to increase environmental conflicts and civil appeals related to construction noise. To minimize environmental conflicts and civil appeals, this study compared and analyzed measured noisy values of a crusher for the site-recycling to predicted value of simple noisy prediction program developed by “National Institute of Environmental Research”. Based on the results, a crusher for the site-recycling can be arranged to minimize the noise.

Keywords : WASTE CONSTRUCTION, WASTE CONCRETE, SITE RECYCLING, ENVIRONMENTAL CONFLICTS AND CIVIL APPELS, NOISE LEVEL