

건설공사장 소음·진동저감방안(Ⅱ)

[국내현황 및 문제점을 중심으로]

김흥식 / 대한주택공사부설 주택연구소 환경·에너지연구부 실관리책임

이번 호에서는 건설공사장에서 발생하는 합리적인 소음 진동저감방안을 마련하기 위하여 1차 게재한 규제기준 및 분쟁조정사례에 이어서 국내의 건설공사장 소음 진동발생 현황 및 대응방안의 문제점을 중심으로 언급하고자 한다.

1. 민원발생 현황

환경부 중앙분쟁조정위원회에 의하면 <그림 1>과 같이 1991년부터 1997년 2월말까지 환경오염 피해분쟁 처리건수 122건중 소음 진동으로 인한 다툼이 77건, 수질오염피해분쟁 19건, 대기오염피해 17건 등으로 나타났다. 환경부에서 발표한 '95년도 소음·진동 민원발생 현황으로서 연간 민원발생은 총 2,761건이며, 분야별 발생분포는 생활소음·진동민원이 1,198건(43%), 건설소음·진동민원이 1,052건(38%)을 차지하고 있고 나머지가 공장·교통·항공기의 소음·진동 민원이었다.

총 발생건수를 '94년도 2,873건과 비교하

면 3.9% 감소하였으나, 항공·공장·생활소음·진동 민원은 35.5%내지 23.9% 감소하였고, 건설소음·진동민원과 교통소음·진동은 83.3%와 13.3% 증가하였다.

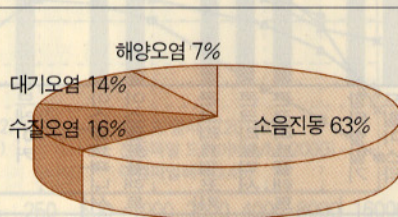
특히, 건설소음·진동민원이 83.3%의 현저한 증가를 보인 것은 건설공사의 규모가 커짐에 따라 공사기간이 길고 굴삭기, 착암기 등 높은 소음을 발생시키는 대형장비의 사용이 증가되고 있고, 반면에 국민들이 정오한 환경에서 생활하고자 하는 욕구가 증대되어 소음피해 발생시 적극적인 대응을 하기 때문인 것으로 보인다.

또한, 소음·진동으로 인한 환경피해의 세부적인 내역을 살펴보면 <그림 2>와 같으며, 건설공사장, 작업장, 지하철 공사장 등의 순으로 나타나고 있음을 알 수 있다.

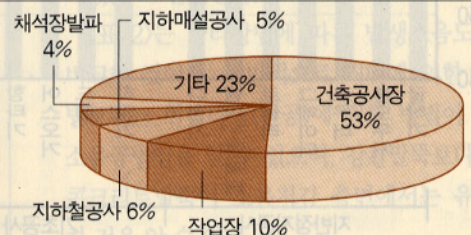
2. 건설공사장 소음·진동 발생실태

1) 소음

<그림 3>은 국내 25개 건설현장의 현장근



<그림 1> 환경공해의 종류별 구성비



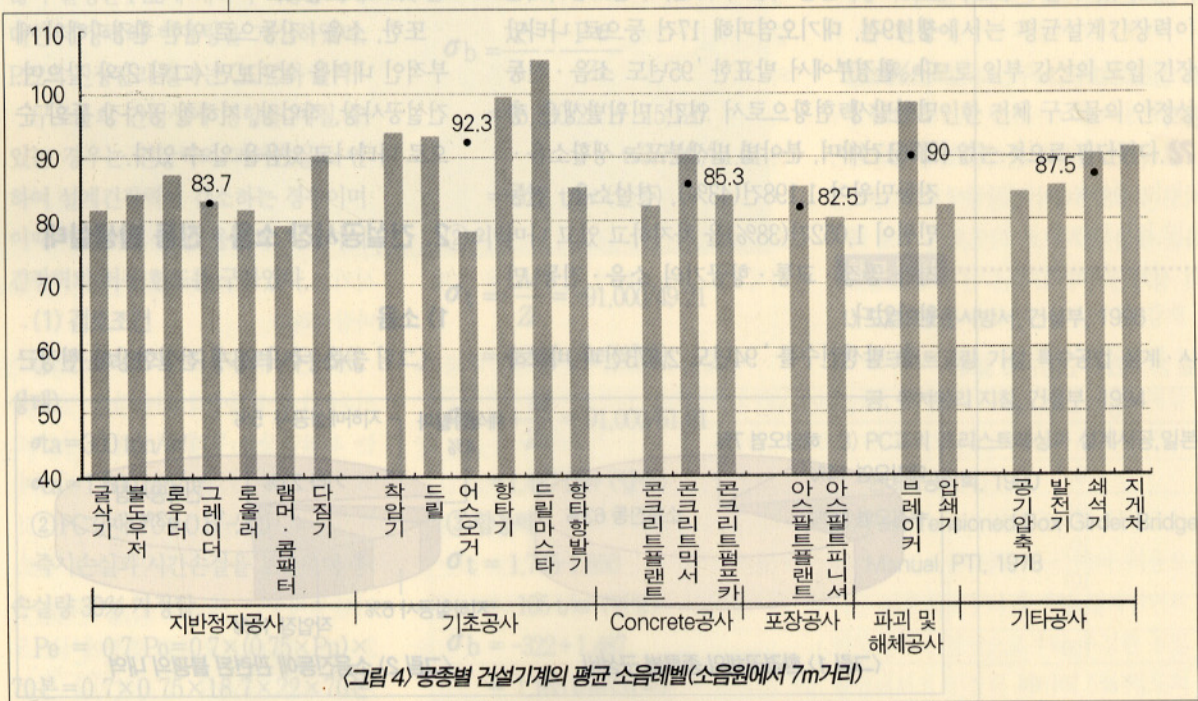
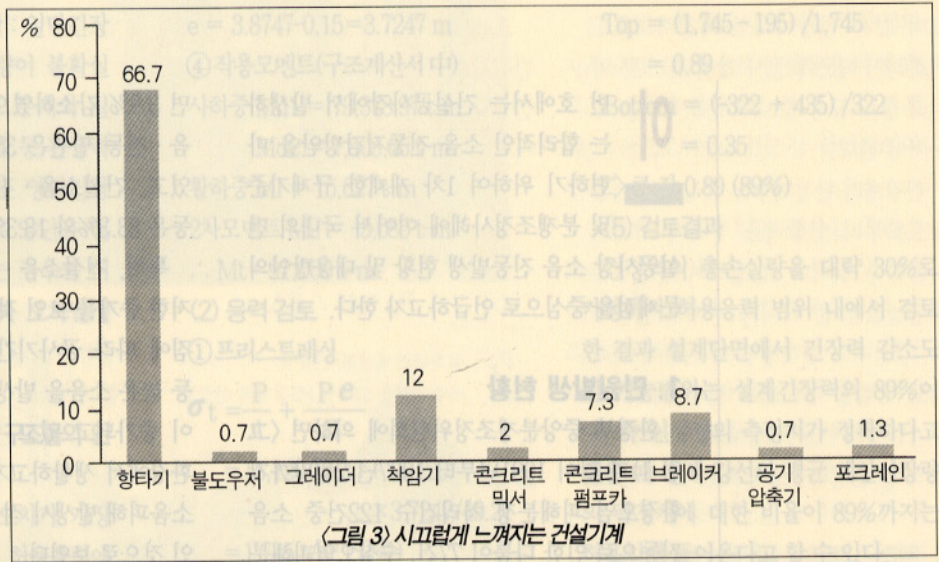
<그림 2> 소음진동에 관련된 불평의 내역

무 직원을 대상으로 설문조사한 결과의 예를 나타내고 있다. 향타기가 66.7%를 차지하여 가장 시끄러운 건설기계임을 알 수 있으며, 다음으로 시끄럽게 느끼는 건설기계로는 착암기(12%), 브레이커(8.7%)의 순으로 나타나고 있다.

〈표 1〉과 〈그림 4〉는 공종별 건설기계의 작동원리에 따른 Overall 소음도를 나타내고

있다. 기반정지 사용 건설기계중에서 굴삭기에 장착된 다짐장치로 경사면 등을 다지는 법면다짐기의 평균 Overall 소음도(7m 떨어진 거리)가 90dB(A)로 가장 높으며, 로우더(Loader), 불도우저, 그레이더, 굴삭기 및 로울러(Roller)의 순으로 큰 소음도를 보이고 있다.

기초 공사용 기계는 천공기계와 향타기계



(표 1) 공종별 건설기계의 작동원리에 따른 소음도 (국립환경연구원, 1992)

공 종	기계명	작동 원리	O.A.소음도dB(A)				측정 대수	비고		
			7m		15m					
			범위	평균	범위	평균				
지반 정지 공사	굴삭기	유압식	73/94	82	66/85	75	41	작업중 High Idle중 작업중		
	"	"	72/86	81	65/81	74	11			
	볼도우저	"	80/90	84	73/84	78	14			
	로우더	"	70/94	87	69/84	80	9			
	그레이더	"	78/90	83	69/82	77	8			
	다짐 기계	로울러	정압식	74/90	81	67/85	75		17	비전동식
	"	"	원심식	76/86	82	69/81	74		15	
램머, 콤팩터	충격식	78/80	79	-	-	2	휴대용			
콘크리트 공사	콘크리트 플랜트	-	-	82	-	80	1	플랜트 1조 믹서에서 1m		
	콘크리트 펌프카	유압식	80/88	84	72/81	78	3			
포장공사	아스팔트 플랜트	-	79/92	85	76/86	80	6	플랜트 1조		
	아스팔트 피니셔	-	76/83	80	71/77	74	4		작업중	
파괴 및 해체공사	브레이커	유압식	90/103	98	84/97	91	11	작업중		
	압쇄기	"	81/84	82	76/80	78	3			
기초공사	천공기계	착암기	공압식	-	96	-	91	1	휴대용 차량에 정착 사도지반 천공	
		"	"	88/96	91	84/88	86	5		
		"	유압식	93/95	94	81/91	87	5		
		드릴마스터	유공압	88/93	90	84/87	85	4		
		"	"	94/98	96	87/91	89	(3)		
		"	"	94/98	96	87/91	89	(3)		
	항타기계	어스오거	전동식	75/81	78	70/77	74	2	사도지반 천공	
		RCD	전동식	-	88	-	-	1		
		항타기	디젤식	93/95	94	88/90	89	4		Con-파일타입
		"	디젤식	99/110	103	96/101	99	8		
		"	"	106/108	107	100/103	102	3		
		"	유압식	101/104	103	92/93	93	2		
		"	"	89/92	91	83/85	84	2		
"	"	96/99	97	90/92	91	4				
"	항타항발기	전동식	80/91	85	75/86	80	3	H빔 항발 강관타입		
드릴마스터	공압식	103/107	105	99/100	100	2				
기타	공기압축기	스크류식	80/92	84	70/85	76	5	디젤엔진		
	발동 발전기	-	82/87	85	74/81	78	7			
	콘크리트 절단기	엔진식	91/95	93	85/86	86	2			
	쇄석기	조크라샤	-	90	-	83	1			
	지게차	유압식	-	91	-	73	1			

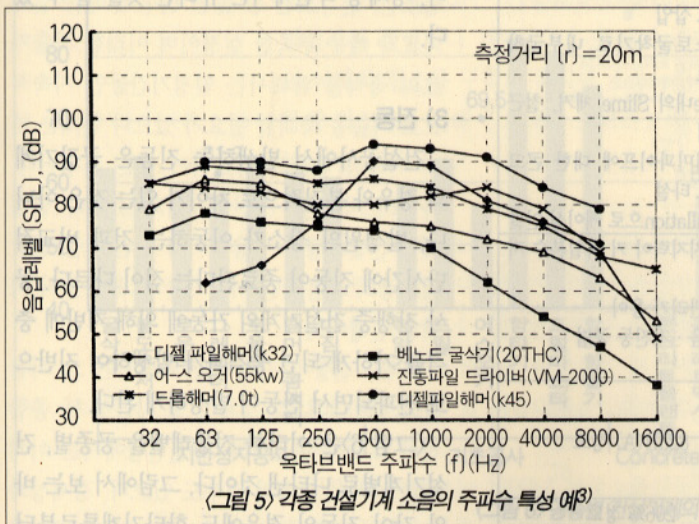
로 구분된다. 천공기계중에서 압축공기로 작동되는 휴대용 착암기(Sinker)의 평균 소음도(7m 떨어진 거리)가 96dB(A)로 가장 높은 반면에 비압질의 지반을 천공하는데 사용되는 어스 오거(Earth Auger)의 평균 소음도는 78dB(A)로 가장 낮다. 그 외에 드릴마스터, 차량에 장착된 유압식 착암기(Crawler Drill)와 공압식 착암기, 교량과 고가도로의 교각을 세우는데 사용되는 RCD의 평균 소음도는 모두 88dB(A) 이상으로 높게 나타나 있다. 항타기계는 건설기계 중에서 가장 높은 소음도를 보이고 있으며, 그 중에서 천공 후 H-빔을 박는 디젤항타기의 평균 소음도(7m 떨어진 거리)가 107dB(A)로 가장 높게 나타나고 있다.

콘크리트 공사와 도로 포장공사에서 사용되는 건설 기계류는 7m 떨어진 거리에서 소음도가 82~90 dB(A) 정도이며, 파괴 및 해체공사용 기계로서 항타기에 버금가는 브레이커는 평균 98dB(A)의 높은 소음을 발생하고 있다. 기타 공사용 기계에는 콘크리트 절단기가 기계로부터 7m 떨어진 거리에서 93dB(A)로 가장 높은 소음을 배출한다. 전체적으로 건설기계류 중에서 항타기, 브레이커 및 착암기가 높은 소음을 배출하고 있다.

지금까지 언급된 각종 건설기계의 소음레벨은 기계 1대에서 발생하는 값으로서 건설 현장에서는 대부분 2대 이상의 기계가 복합적으로 운영되고 있음을 감안할 때 소음레벨은 약 4 dB(A) 이상 증가될 것이라고 예상되며, 현장의 장비 투입계획에 따라 소음레벨을 예측하여 적절한 방음대책을 수립할 필요가 있다고 판단된다.

(표 2)는 항타방법에 따른 발생소음도를 비교한 것이다. 전반적으로 직타에 의한 방법보다는 현장타설(천공)에 의한 방법이 저소음공법임을 알 수 있으며, 강관말뚝보다는 콘크리트말뚝이 소음저감 측면에서는 유리한 것을 알 수 있다.

(그림 5)는 각종 건설 기계의 주파수 특성



을 나타내고 있으며, 이는 일본의 자료와 실제 국내 현장에서 측정한 자료 등을 정리한 것이다. 건설기계의 주파수 특성을 파악함으로써 탁월 주파수에 대한 자료를 얻을 수 있으며, 이를 통하여 효과적이고 경제적인 방음 대책이 가능하게 된다. 그림에서 디젤햄머의 탁월 주파수는 500Hz, 1000Hz로 나타나 비

교적 중·고주파수 대역임을 알 수 있으며, 진동파일 드라이버는 탁월 주파수가 2000 Hz로 나타나 이 역시 고주파수 대역임을 알 수 있다.

(표 2) 항타방법에 따른 소음도

항타방법	소음도 dB(A)
복동식 해머(압축공기 또는 증기)로 강관말뚝을 박을 때	102
디젤해머로 강관말뚝을 박을 때	99
단동식 해머(압축공기 또는 증기)로 강관말뚝을 박을 때	97
유압해머로 강관말뚝을 박을 때	96
디젤해머로 콘크리트 말뚝을 박을 때	95
드롭해머로 강관말뚝을 박을 때	93
유압해머로 콘크리트 말뚝을 박을 때	89
ESP 충격항타기	88
진동해머로 강관말뚝을 박을 때	85
드롭해머로 콘크리트 말뚝을 박을 때	83
대구경 현장타설 말뚝을 위한 천공(베노토 이스 드릴)	82
소구경 현장타설 말뚝을 위한 천공	81
(Auger: 표준형 공기압축기 및 발전기를 사용할 때)	
소구경 현장타설 말뚝을 위한 천공	72
(Auger: 저소음형 공기압축기 및 발전기를 사용할 때)	
Hush 항타시스템	70
대구경 현장타설 말뚝을 위한 천공(RCD)	67
파일 마스터(Pile Master)	66

(출처 : Environmental Protection Department, A Practical Guide for the Reduction of Noise from Construction Works, 1989)

(표 3) 항타공법별 소음레벨과 경제성 비교

(강관파일 기준)

구분	직타공법	프리보어링	현장타설말뚝(BENOTO)
시공 순서	디젤(유압식) 해머로 항타	① 오거 또는 T-4로 천공 ② 강관파일 주입 ③ 드롭해머로 마무리 항타	① 케이싱튜브를 요동압입 장치로 삽입 ② 베노토굴착기로 내부굴착 배토 ③ Hole내의 Slime 제거, 철근 삽입 ④ 트레이드파이프에 대한 콘크리트 타설 ⑤ Oscillation으로 케이싱 인발
특징	- 비교적 시공 용이 - 대구경 말뚝시공 어려움 - 과도한 소음·진동 발생	- 대구경 시공 가능 - 시공관리가 어려움 - 마무리 항타시 소음 발생	- 파일지저력이 커 파일분수 저감 - 시공관리가 용이 - 저소음·저진동 공법
예상 소음도	- 디젤해머:99dB(A)정도 - 유압해머:96dB(A)정도	93dB(A) 정도(드롭해머로 마무리 항타)	82dB(A) 정도
공사비율	100%	161~220% 정도	206% 정도

2) 소음저감 방안의 실태

〈표 3〉은 시공계획서 개략적인 판단을 위한 참고자료로서 〈표 2〉를 이용하여 항타공법별 소음레벨과 경제성(97년 4월 현재)을 비교하여 나타낸 것이며, 현장의 지질조건 등에 따라 공사비에 상당한 차이가 생길 수 있다.

〈표 4〉는 현재 국내 건설공사장에서 소음저감을 위하여 전파경로 대책으로서 사용하고 있는 방음벽재료의 예를 비교하여 나타낸 것이다. 현재 국내 현장에서는 방음용으로서 비용이 저렴한 부직포를 흔히 사용하고 있으나, 이는 미관상, 내화성능상, 차음성능상 불리한 것을 알 수 있다. 최근 들어 경제성 측면에서는 다소 불리하지만, 차음성능상 비교적 유리한 SI 방음벽과 폴리프로필렌 방음판을 이용한 가설방음벽이 채용되어 가고 있다. 또한 경량콘크리트 방음벽도 이용되는 경우가 있으나, 자체의 중량 때문에 가설용으로는 폭넓게 채용되고 있지는 않다. 차음쉬트와 피복성형강판을 차음성능이 불리한 점은 있으나, 경제성 측면에서는 유리한 것을 알 수 있다.

3) 진동

건설공사에서 발생하는 진동은 공장기계의 경우와 본질적으로 차이가 있는 것은 아니나, 발생원의 장소가 이동하는 것과 비교적 단시간에 진동이 종료된다는 점이 다르다. 공사 진행중 건설기계의 가동에 의해 지반에 충격을 가하게 되면 충격과가 발생하여 지반으로 전파되면서 진동이 발생하게 된다.

〈그림 6〉은 이러한 진동레벨을 공중별, 건설기계별로 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 진동의 경우에도 항타기계류로부터

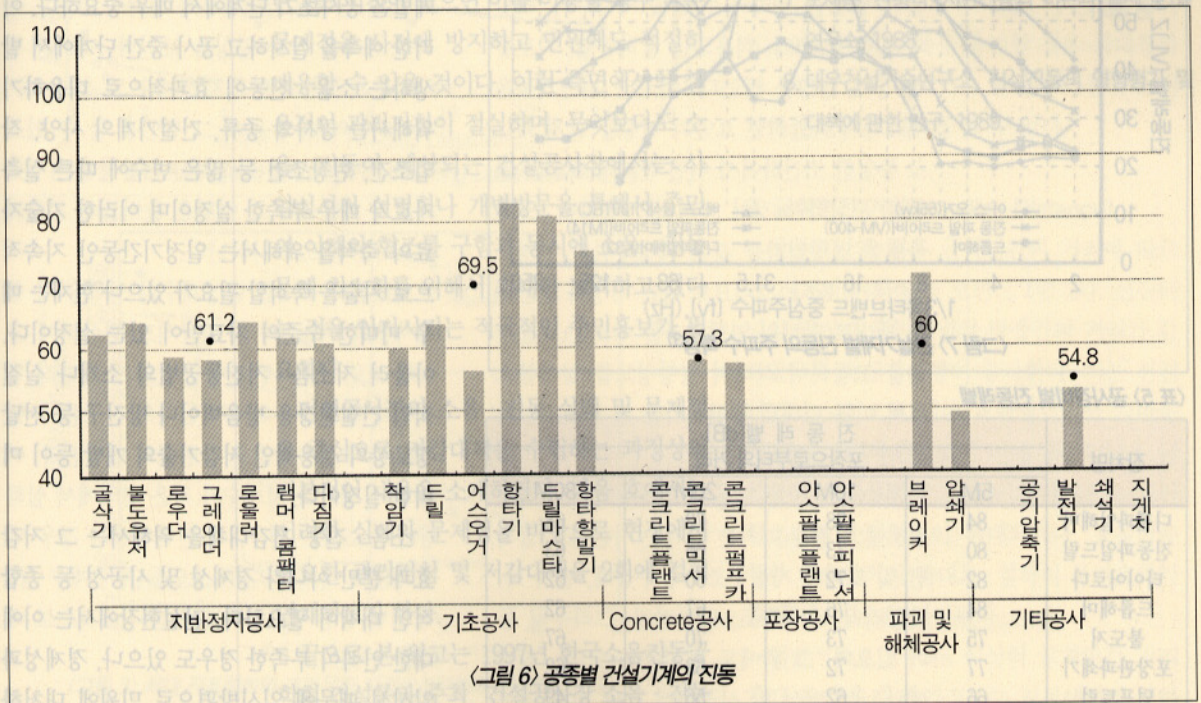
발생하는 진동이 가장 큰 것으로 나타나고 있다. 공중별로는 지반 정지공사시에 많은 진동이 발생하고 있음을 알 수 있다.

(표 5)는 건설기계의 이격거리별 진동을 나타낸 것으로서, 이중 파일해머류가 가장 큰 진동을 야기시키는 것으로 조사되었다. 건설기계의 진동은 거리감쇠로 인하여 거리에 따른 감쇠가 현저하고 더구나 지하철 건설공사

와 같이 지하 터널구간 작업이거나 개착구간인 경우에는 그 진동이 구조물이나 인체에 미치는 영향은 무시할 만큼 작게 된다. 지상에서 작업이 이루어지는 파일해머류의 작업에 대해서는 진동의 영향이 예상되므로 대상지역에서 인체에 미치는 영향과 구조물에 미치는 영향을 측정·평가하여 진동 허용기준치 이내가 되도록 진동저감 대책을 강구해야 할

(표 4) 전파경로 대책(방음벽 재료)의 비교

구분	AL방음벽	경량콘크리트 방음벽	부직포	차음시트	피복성형강판 (EGI판)	폴리프로필렌 방음판
장점	· 흡음성, 차음성, 내구성 우수 · 미관 우수	· 내구성, 내후성 우수 · 가격 저렴	· 설치비용 저렴 · 풍하중에 대한 부담이 적음	· 중량 가벼움	· 미관을 다양하게 할 수 있음	· 흡음성 우수 · 미관을 다양하게 할 수 있음 · 재사용 용이
단점	· 경제성 측면에서 불리	· 흡음성 없음 · 중량 무거움	· 미관상 좋지 못함 · 차음성, 내화성능이 약함	· 흡음성, 내구성 측면에서 불리	· 차음성 측면에서 불리	· 경제성 측면에서 다소 불리 · 풍하중에 대한 세심한 설계 필요
500Hz의 투과손실에	30dB	36.7dB	-	25dB	25dB	25.9dB
경제성	100%	70%	8%	15%	33%	70%



것이다.

〈그림 7〉은 대표적인 건설작업시 공해진동의 주파수특성을 나타내고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 탁월주파수는 디젤파일해머가 25,63Hz, 드롭해머가 12,25Hz, 베노드 굴삭기(해머글로브의 낙하시)가 63Hz 등으로 되어 있다. 디젤파일해머와 같은 충격적인 진동은 어스오거, 진동파일드라이버와 같은 정상적인 진동보다 높은 주파수 대역에서 구성되며 일반적인 지반에서는 공진주파수보다 높은 대역에 나타난다.

3. 대책수립 및 기술개발상의 문제점

1) 저소음 진동 건설장비 사용 및 개발지원 미비

소음 진동에 가장 효과적으로 대처하는 방안으로서 소음원 대책을 우선 들 수 있으며,

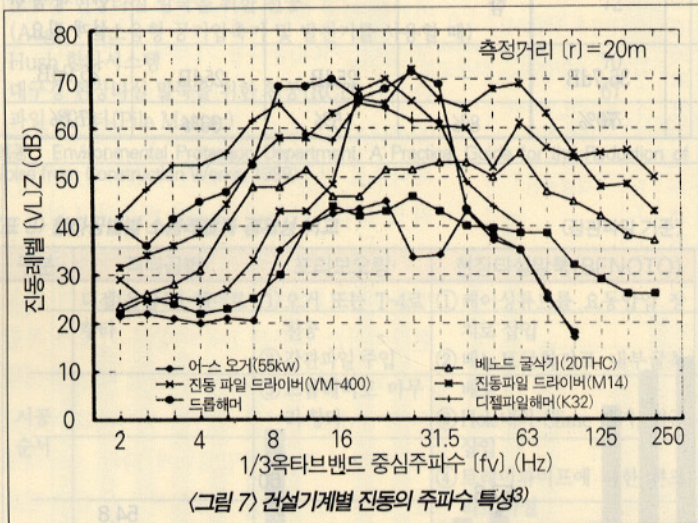
이러한 소음원 대책으로는 건설장비의 기본 원리 변경, 소음 머플러의 설치, 방음커버 사용, 방진처리 등이 있다. 이러한 대책은 주로 건설기계 생산업자에 의하여 이루어지며, 저소음·저진동 기계에 대한정부의 인센티브 제공에 의해 건설기계 제작기술은 크게 향상 될 것이다.

외국에서는 1970년대에 본격적으로 저소음기계의 제작을 위해 소음대책의 사양을 도입한 반면, 국내에서는 1996년에 고소음기계 중 저소음제품에 대한 소음표시 권고에 관한 규정을 설정함으로써 저소음 기계 제작에 대한 관심이 고조되기에 이르렀다. 그러나 국내의 건설 현장에서는 저소음진동 기계에 대한 인식이 아직 부족하며, 또한 상대적으로 장비 사용료가 비싼 저소음진동 기계의 사용이 활성화 되고 있지 않은 실정이다.

2) 기술개발을 위한 투자 미비

건설소음·진동을 사전에 예측하여 공법을 저소음·저진동법으로 교체하거나 피해를 예상하여 이에 대비할 수 있는 예측기법의 개발은 공사초기 단계에서 매우 중요하다. 이러한 예측을 실시하고 공사 중간 단계에서 발생하는 소음·진동에 효과적으로 대응하기 위해서는 공사의 종류, 건설기계의 사양, 작업조건, 현장조건 등 많은 변수에 따른 실측자료가 매우 부족한 실정이며 이러한 기술자료의 축적을 위해서는 일정기간동안 지속적으로 기술을 축적할 필요가 있으나 현재는 매우 미미한 수준의 자료만이 있는 실정이다. 아울러 저소음·저진동공법의 소개나 실질적인 건설현장용 방음벽이나 방진구 등 전달경로상의 실용적인 저감기술의 개발 등이 미미한 실정이다.

소음·진동 저감대책을 위해서는 그 저감 효과 뿐만 아니라 경제성 및 시공성 등 종합적인 대책이 필요하다. 건설현장에서는 이에 대한 인식이 부족한 경우도 있으나, 경제성과 일시성 때문에 임시방편으로 민원에 대처하



〈표 5〉 공사장비별 진동레벨

장치명	진 동 레 벨 (dB)			
	포장으로 부터의 거리			
	5M	10M	20M	30M
디젤파일해머	84	78	72	68
진동파일드릴	80	73	66	63
타이어로다	82	72	60	52
드롭해머	84	76	67	62
불도저	75	73	70	67
포장판파쇄기	77	72	68	62
덤프트럭	66	62	56	49

는 경우가 대부분이다. 특히 건설현장에서 지불하는 민원해결용 비용은 각 현장마다 1회성에 그치는 것으로 생각하기 쉬우나 전체 현장으로 본다면 막대한 비용이 소요되는 것이므로, 이러한 비용을 저감대책에 투자하는 것이 보다 경제적이라 할 수 있다.

3) 보상금 산정방법 및 기준 미비

건설공사장 소음·진동에 관한 민원발생시 이를 해결하기 위한 구체적이고 합리적인 기준 및 보상금 산정방법의 미비로 분쟁조정 의 어려움을 겪고, 공사진행이 지연되는 사례가 발생하고 있다. 특히 기축에 대한 소음이나 진동의 피해산정은 구체적인 적용기준의 명시없이 거의 전적으로 축산이나 수의학 전문가들에 의해 판정이 이루어지고 있는 실정이다.

4) 현장관리지침 및 주민홍보의 결여

건설공사장 소음·진동을 현장에서 가장 효율적으로 대응하기 위해서는 현장소장 및 감독관이 손쉽게 활용할 수 있는 소음진동관련 관리지침이 있으면 이를 이용할 경우 많은 문제점을 사전에 방지하고 민원에도 적절히 대응할 수 있을 것이다. 이런 측면에서의 실용적인 관리지침이 절실하며, 무엇보다도 소음·진동이 예상되는 건설공사장에서는 사업실시전 설명회나 개별방문을 통해서 주민의 이해와 협조를 구함과 동시에 소음·진동 문제 최소화를 위해서 최대한 노력하고 있다는 점을 인지시키는 적극적인 주민홍보가 필요하다.

건설공사장의 소음·진동 실태 및 문제점을 중심으로 저감대책을 수립하는 과정상의 기본적인 내용을 소개하였다. 다음 호에서는 이러한 실태와 문제점을 바탕으로 현장에서 필요한 관리지침 및 저감대책을 2회에 걸쳐 연재하고자 한다.

끝으로 본 원고는 1997년 한국소음진동공학회 건설분과 주최 “건설공사장 소음·진동

저감방안 세미나”에서 조창근, 김하근 박사가 발표한 내용을 저자들과의 협의하에 일부 원문대로 인용하였음을 밝혀 둔다. **SS**

참고 문헌

1. 조창근, 김하근 : 건설공사장 소음진동 국내현황 및 문제점, 건설공사장 소음진동 세미나, 한국소음진동공학회 건설분과위원회 주최, 1997. 6.
2. 최동락 외 : 건설현장에서 발생하는 건설기계 소음의 영향에 관한 연구, 대한건축학회학술발표논문집, 제 16권 제 2호, 1996. 10.
3. 原田 實外 : 現代建設實務大系 - 騒音 振動 粉塵の防止対策, 鹿島出版會, 東京, pp.10-21, 1982.
4. 田正純, 建設工事の伴う騒音振動の近隣対策(2), 産業公書, Vol.24, No10, 1988.
5. 北川原 徹外 2人 : 建設機械の騒音対策技術動向, 騒音制御, vol 19 , No4, pp 172-176, 1995.
6. 한국 소음 진동 공학회, 건설공사장 환경관리 강습회, 1994.
7. 오재승, 천병식, 지반진동의 이론과 실제, 건설연구소, 1988.
8. 대우건설기술연구소, 건설진동의 영향평가 및 대책에 관한 연구, 1989.