

# 발파작업에 따른 진동 및 소음의 규제 기준과 문제점에 대한 고찰

원연호<sup>1)</sup> · 조규석<sup>2)</sup> · 강추원<sup>3)</sup>

## 1. 개요

오늘날 세계 각국 특히 아시아 개발도상국에서도 점차 환경에 대한 관심이 높아지고, 이는 발파환경에 따른 진동과 소음에 직접적인 영향을 미치게 된다. 과거 어느 나라든 경제 개발도상국 시기에는 개발의 논리가 모든 환경에 대한 주민들의 요구를 묵살하고 경제 개발이 우선이었던 시절이 있었다. 그러나 점차 국민들의 소득이 높아지고 경제에 따른 이득보다는 생활의 질적 향상을 추구하게 되며, 주변의 환경과 발파에 따른 진동소음에 보다 민감하게 적응을 하게 되었음을 부인 할 수 없는 사실이다.

특히 국내의 경우, 환경부 중앙환경분쟁조정위원회 통계자료(중앙환경분쟁조정위원회, 2009.5.30)에 의하면 발파 진동 및 소음에 대한 민원은 99년도 기준으로 연간 67건에서 2008년 173건으로 바야흐로 기아 급수적으로 증가하였으며, 이에 따른 민원 보상차원의 비용도 따라서 급속하게 증가된 것도 사실이다. 아울러 발파작업에 관련된 민원의 경향은 건물이나 주택 등의 물적인 피해보다는 인간이 느끼는 감응도에 따라 보상 또는 반대 급부적인 기대 심리 등이 작용하여 물적인 피해로 연관시켜서 집단 민원을 제기하는 경우가 많았다. 이에 우선 무조건 반대하여 보상부터 받고 보자는 잘못된 주민들의 인식에 대해 보다 효과적, 시각적, 그리고 기술적으로 대처하여 추후 발파 작업으로 인한 민원발생시에 효율적으로 발파 진동 및 소음을 측정하여 민원에 보다 과학적으로 대처하기 위한 방법이 요구된다.

표 1. 중앙환경분쟁조정위원회 통계자료(단위 : 건수, %)

구 분	계	소음·진동	대기오염	수질오염	해양오염	기타*
'08	209	173	8	3	-	25
'99	79	67	8	4	-	-

따라서 본 연구는 발파환경 영향에 적용되는 국내의 진동 및 소음의 측정단위와 국내 각 부처별 적용 기준과 단위, 그리고 발파현장의 측정방법, 측정기기 등을 통하여 문제점과 대안점을 고찰하였다.

## 2. 발파진동 및 소음관련 적용 단위와 규제 기준

### 2.1 지반진동의 표시단위

일반적으로 지반 진동은 일반적으로 변위(Displacement), 입자속도(Velocity), 가속도

1) 원앤비기술사사무소 대표

2) 환경부 중앙환경분쟁조정위원회 심사팀장

3) 조선대학교 교수

(Acceleration)의 3성분과 주파수로 나타내며 표시 단위는 표 2와 같다.(기경철과 김일중, 2002)

표 2. 발파진동의 표시 단위

요 소	표시방법	비고
변위(D)	mm, $\mu$ m, inch	
속도(V)	cm/sec(=kine), in/sec	
가속도(A)	cm/sec <sup>2</sup> , G(1G=980gal), *gal(1gal=1cm/sec <sup>2</sup> )	

## 2.2 정부 부처별 규제기준

### 1) 환경부

#### 환경부 생활 소음·진동 규제기준

정부는 1990년 8월 1일 환경법에서 소음·진동규제법을 분리하여 제정하였다. 소음·진동 규제법은 공장·건설공사장·도로·철도 등으로부터 발생하는 소음·진동으로 인한 피해를 방지하고 소음·진동을 적정하게 관리·규제함으로써 모든 국민이 정온한 환경에서 생활할 수 있게 함을 목적으로 제정되었다.

환경부 생활소음·진동 규제기준은 그 동안 수차례 개정하여, 환경부령 제151호(2005년 12월 31일)에 이어 최근에는 환경부령 제269호(2007년 12월 31일)에는 건물내부에서 발생하는 생활소음으로 인한 국민의 소음피해를 예방하기 위하여 생활소음이 많이 발생하는 무도장, 노래연습장, 음악학원 등에 대하여 대상지역과 시간대별로 생활소음 규제기준을 마련하고, 생활소음 규제기준이 각각 달리 적용되는 아침시간대와 주간시간대의 구분을 종전에는 오전 8시로 하던 것을 앞으로는 오전 7시로 조정하는 등 현행제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완하여 개정하였다.

건설소음·진동의 경우 개정 전에는 제29조 3항에서 “공사장에서 발생하는 소음진동”으로 발파진동소음 및 건설진동 소음을 단일화 시켜 획일적으로 적용하였으나 현재는 지속시간이 극히 짧은 발파소음·진동의 특성에 비추어 볼 때, 연속소음·진동과 동일하게 다루는 것은 불합리하므로 연속소음·진동인 공사장의 규제기준 보다 10dB 완화된 규제기준을 적용할 수 있도록 하기 위해 “발파소음의 경우 주간에 한하여 규제기준치에 +10dB 보정한다”로 되어 있다.

그러나 2009년 1월1일부터 적용된 공사장 소음 규제기준 조정에 의해 규제기준이 현행보다 5dB 강화되었으나 발파 및 브레이커, 항타기, 항발기, 항타항발기, 천공기, 브레이커 작업에 사용되는 굴삭기 소음의 경우는 국내 기술수준·공사장 현장여건상 강화되는 기준의 준수가 어려운 고소음 공사작업에 대해 2년간 3dB 보정치를 적용하여 예외로 인정하고 있다.

[별표 8]

생활소음·진동의 규제기준(제20조제3항 관련)

1. 생활소음 규제기준(적용기간 : 2009년 1월 1일부터)

[단위 : dB(A)]

대상지역	시간대별 소음원		아침, 저녁 (05:00~07:00, 18:00~22:00)	주간 (07:00~18:00)	야간 (22:00~05:00)
주거지역, 녹지지역, 관리지역 중 취락지구 및 관광·휴양개발진흥지구, 자연환경보전지역, 그 밖의 지역에 있는 학교·병원·공공도서관	확성기	옥외설치	70 이하	80 이하	60 이하
		옥내에서 옥외로 소음이 나오는 경우	50 이하	55 이하	45 이하
	사업장	공장	50 이하	55 이하	45 이하
		동일 건물	45 이하	50 이하	40 이하
		기타	50 이하	55 이하	45 이하
	공사장	60 이하	65 이하	50 이하	
	그 밖의 지역	확성기	옥외설치	70 이하	80 이하
옥내에서 옥외로 소음이 나오는 경우			60 이하	65 이하	55 이하
사업장		공장	60 이하	65 이하	55 이하
		동일 건물	50 이하	55 이하	45 이하
		기타	60 이하	65 이하	55 이하
공사장		65 이하	70 이하	50 이하	

비고

1. 소음의 측정 및 평가기준은 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조제1항제2호에 해당하는 분야에 대한 환경오염공정시험기준에서 정하는 바에 따른다.
2. 대상 지역의 구분은 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따른다.
3. 규제 기준치는 생활소음의 영향이 미치는 대상 지역을 기준으로 하여 적용한다.
4. 옥외에 설치한 확성기의 사용은 1회 3분 이내로 하여야 하고, 15분 이상의 간격을 두어야 한다.
5. 공사장의 소음 규제기준은 주간의 경우 특정공사의 사전신고 대상 기계·장비를 사용하는 작업시간이 1일 3시간 이하일 때는 +10dB을, 3시간 초과 6시간 이하일 때는 +5dB을 규제기준치에 보정한다.
6. 발파소음의 경우 주간에만 규제기준치(광산의 경우 사업장 규제기준)에 +10dB을 보정한다.
7. 2010년 12월 31일까지는 발파작업 및 브레이커·항타기·항발기·천공기·굴삭기(브레이커 작업에 한한다)를 사용하는 공사작업이 있는 공사장에 대하여는 주간에만 규제기준치(발파소음의 경우 비고 제6호에 따라 보정된 규제기준치)에 +3dB을 보정한다.

8. 공사장의 규제기준 중 다음 지역은 공휴일에만 -5dB를 규제기준치에 보정한다.
- 가. 주거지역
  - 나. 「의료법」에 따른 종합병원, 「초·중등교육법」 및 「고등교육법」에 따른 학교, 「도서관법」에 따른 공공도서관의 부지경계로부터 직선거리 50m 이내의 지역
9. “동일 건물”이란 「건축법」 제2조에 따른 건축물로서 지붕과 기둥 또는 벽이 일체로 되어 있는 건물을 말하며, 동일 건물에 대한 생활소음 규제기준은 다음 각 목에 해당하는 영업을 행하는 사업장에만 적용한다.
- 가. 「체육시설의 설치·이용에 관한 법률」 제10조에 따른 체력단련장업·체육도장업·무도학원업·무도장업
  - 나. 「학원의 설립·운영 및 과외교습에 관한 법률」 제2조에 따른 음악교습을 위한 학원·교습소
  - 다. 「식품위생법 시행령」 제7조에 따른 단란주점영업·유흥주점영업
  - 라. 「음악산업진흥에 관한 법률」 제2조에 따른 노래연습장업

2. 생활진동 규제기준

[단위: dB(V)]

대상 지역	시간대별	주간 (06:00~22:00)	심야 (22:00~06:00)
	주거지역, 녹지지역, 관리지역 중 취락지구 및 관광·휴양개발진흥지구, 자연환경보전지역, 그 밖의 지역에 소재한 학교·병원·공공도서관		65 이하
	그 밖의 지역	70 이하	65 이하

비고

1. 진동의 측정 및 평가기준은 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조제1항제2호에 해당하는 분야에 대한 환경오염공정시험기준에서 정하는 바에 따른다.
2. 대상 지역의 구분은 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따른다.
3. 규제기준치는 생활진동의 영향이 미치는 대상 지역을 기준으로 하여 적용한다.
4. 공사장의 진동 규제기준은 주간의 경우 특정공사의 사전신고 대상 기계·장비를 사용하는 작업시간이 1일 2시간 이하일 때는 +10dB을, 2시간 초과 4시간 이하일 때는 +5dB을 규제기준치에 보정한다.
5. 발파진동의 경우 주간에만 규제기준치에 +10dB을 보정한다.

☐ 환경분쟁 피해배상액 산정기준(조정, 보완시행) 주요내용

- 가. 소음의 경우 건설공사장 발파소음(80dB(A))과 공장·사업장소음(65dB(A)/주, 55dB(A)/야) 및 항공기소음 피해인정기준(80WECPNL) 신설

- 나. 또한 소음·진동규제기준이 '09년부터 강화됨에 따라 건설공사장 기계소음 피해인정기준을 70dB(A)→65dB(A)로, 건설공사장 발파소음은 80dB(A)→75dB(A)로 강화하고, 철도소음에 대해서는' 10년부터 65dB(A)→60dB(A)(야간)로 강화(예고)
- 다. 진동의 경우 건설 기계진동은 주간 65dB(V) 및 야간 60dB(V) 신설, 건설공사장 발파진동은 주간 75dB(V) 및 야간 60dB(V)로, 교통진동(도로/철도)은 65dB(V)로 피해인정기준을 신설(종전에는 연속진동과 충격진동으로 구분하여 주간 73dB(V)~86dB(V), 야간 67dB(V)로 설정 운영)
- 라. 생활 소음·진동의 경우 소음, 진동, 먼지 등 둘 이상의 원인이 복합된 경우와 아침(05:00~08:00)과 저녁(18:00~22:00)시간대 공사로 인한 소음, 진동 피해에 대해서는 10~30% 범위내에서 피해배상액을 가산
- 마. 소음·진동에 의한 가축 피해인정기준도 소음의 경우 70dB(A)→60dB(A)로 강화하고, 진동(57dB(V)) 피해기준을 신설. 또한, 소음·진동이 중복하여 피해인정기준을 초과하는 경우 주된 피해 인정기준의 피해발생률에 최대 25%까지 가산할 수 있도록 하였으며, 가축의 생산품(알, 우유등) 및 육질저하로 인한 피해도 배상받을 수 있도록 함
- 바. 층간소음의 경우 단위면적당(㎡) 차음보수비를 중량충격음의 경우 종전 30천원에서 44천원으로 조정하였으며, 경량충격음의 경우에는 종전 30천~78천원에서 44천원~114천원으로 상향 조정

※ 비교(적용일시 및 대상)

2008년 1월 1일부터 접수되는 환경분쟁 피해 사건. 다만 '07.12.31 이전에 접수 또는 처리된 사건과 피해유발원인이 같거나 ' 07.12.31 이전에 피해유발원인이 완료된 경우, 위원회가 종전기준을 적용하는 것이 합리적이라고 결정하는 경우 등은 종전 기준을 적용 (환경분쟁피해배상액 산정기준, 2008)

2) 국토해양부

▣ 국토해양부의 도로공사 노천발파 설계 시공지침

국토해양부는 도로건설공사의 암발파로 인하여 발생하는 진동·소음으로 인한 민원발생을 사전에 예방하고, 현장여건에 적합한 경제적인 발파공법을 적용하기 위해 암발파 설계 및 시험발파, 시공 등에 관한 사항을 지침으로 제정(2006.12)하여 적용하고 있다.

이 지침은 발파원 주변에 위치한 보안물건의 허용진동기준과 이격거리에 따라 발파공법(규모)이 선정되며 발파공사 시행 전에는 반드시 시험발파를 통하여 발파진동추정식을 구하고, 시공성과 경제성 및 인근 보안물건의 안전성 등을 종합적으로 검토 적정 발파공법을 적용하도록 하고 있다.

이 과정 시험발파에 의한 진동추정식 도출을 위한 분석방법은 측정된 결과치를 거리별, 장약량별 정리한 후 식(1)과 같이 변수 b를 1/2과 1/3로 취하고,  $D/W^b$ 를 SD(환산거리, scaled distance)라 하면 식(2)와 같이 표현한다.

$$v = K(SD)^n \text{-----식(2)}$$

대개의 경우 변수  $b$ 는  $1/2$ 를 채택하며 이때 (2)식을 자승근 환산거리식이라 한다. 측정된 진동값에 대한 회귀분석(regression analysis)을 실시하기 위해 대수 눈금 그래프에 나타내면, 직선관계가 성립되어  $K$ 값과  $n$ 값이 최종적으로 결정되며, 대상현장에 적합한 발파진동추정식을 얻게 된다. 이때 시험발파에 의해 도출된 발파진동추정식은 신뢰도 95% 수준이며 진동기록 자료는 성분별 진동최대치(PPV: peak particle velocity)가 적용된다.

#### 국토해양부의 진동허용수준 설정

진동이나 소음에 대한 영향평가를 위해서는 반드시 평가대상이 되는 구조물이나 인체에 대한 손상 또는 피해 기준을 토대로 하여 수립된 허용수준이 제시되어 있어야 한다. 세계적으로 이와 같은 허용수준이 규제법규로서 제정되어 있는 나라들도 있으나 우리나라를 포함한 많은 나라들에서는 아직까지 법적인 규제기준이 마련되지 않고 있다.

이에 국토해양부 도로공사 암발파 설계·시공 지침에서는 발파공법 설계에서 현장조사 과정에서 허용기준을 설정하도록 규정을 하고 있으나 구체적인 값은 제시하지 않고 설계자가 적절히 판단하여 선택할 수 있도록 하였다.

따라서 현재로서는 설계자들은 국내외 문헌 및 발주처별로 경험적인 허용수준을 제각기 인용하여 적용하고 있지만 허용수준의 설정문제는 당장의 필요성에 따라 외국의 기준이나 전례, 협의 등에 따라 그대로 설정할 문제는 아닌 것으로 판단되며, 국내의 암반조건과 발파조건, 건물이나 구조물의 재료, 건축양식에 따라 우리 실정에 맞는 허용수준을 수립할 필요가 있을 것이다.

그리고 이러한 기준으로 설계하고 시공한다고 하더라도 소음진동규제법과 그 시행령 및 시행규칙 등 환경관련 법규를 만족하는 것은 아니므로 관련 법규들에 저촉되지 않도록 여러 가지 대책들을 마련하여야 한다.

### 2.3 경찰청

#### 진동 및 소음의 허용수준

경찰청은 화약사용에 따른 양도·양수 및 사용허가를 총포도검화약류단속법에 의해 관리하며 화약을 사용하는 장소(현장)의 운반, 사용, 취급에 따른 모든 안전사항을 관장한다.

진동이나 소음에 대한 규제기준은 별도로 정하고 있지는 않지만, 사용자가 제출한 시험발파계획서나 시험발파결과보고서의 기준을 적용하나, 시가지의 경우는 구조물과 인체를 구분하지 않고 인체감응에 의한 민원예방을 위해 사용허가에 진동허용수준을  $0.3\text{cm/sec}$ , 소음은 환경부 생활소음규제기준을 적용하고 있다. (서울경찰청 사용허가 관습 적용)

이때, 경찰청은 매 발파마다 발파작업에 따른 소음 및 진동계측 자료를 요구하며 진동계측자료는 측정된 진동치의 벡터 합(PVS : peak vector sum)을 제출하여야 한다.

한편, 서울의 경우는 사용허가중에 진동이나 소음의 허용수준이 명기되어 있지 않아도, 진동  $0.3\text{cm/sec}$ , 소음  $80\text{dB(A)}$ 를 상회하게 되면 현장 및 화약류관리보안책임자에게 경고 내지 공사 중단 등의 조치도 취해진다.

### 3. 국내 발파진동 및 소음에 대한 현황과 그 대책

#### 3.1 정부 각 부처별 적용 단위의 규제기준 차이

환경부의 진동 소음 측정 규제치는 사람이 느끼는 진동과 소음으로 구분하여 이를 전부 진동은 dB(V)로 규정하고 소음은 dB(A) Leq로 규제하고 있으나 발파소음은 dB(A) max로 규제하여 이를 발파 진동 소음에도 적용하고 있다.

그리고 국토해양부 고시 등 각 발주처들의 설계시방의 진동 소음의 허용수준 설정은 대부분 구조물 또는 시설물을 기준하여 진동은 속도 단위인 mm/sec로 적용하며 시공에 따른 진동 계측자료의 관리는 측정된 진동치의 성분별 진동최대치(PPV: peak particle velocity)를 기준하며, 소음은 충격소음으로 dB(A) max로 규정하고 있다.

한편, 화약사용에 따른 양도·양수 및 사용허가를 관장하는 경찰청은 진동과 소음의 관리는 국토해양부와 동일한 기준으로 규제하나 계측기를 통하여 측정된 계측자료는 측정된 진동치의 벡터 합(PVS : peak vector sum)을 요구하고 있다.

이에 현장 발파시공자는 관할 경찰서로부터 화약사용허가의 시험발파나 본 발파 과정의 진동 및 소음측정 자료는 진동은 속도 단위인 mm/sec, 소음은 dB(A)로 적용하여 제출 할 것을 요구받으며, 반면 환경을 관리하는 관할 구청은 환경부 생활소음규제기준인 인체를 기준하여 진동은 dB(V), 소음은 dB(A)의 측정자료 제출을 요구받게 되는 것이다.

실제로 지난 2009년 7월 경기도 ○○에서 농공단지 기초 터파기 작업을 하던 ○○건설은 관할 시청으로부터 국가공인기관으로부터의 형식 승인 미비의 장비로 환경부에서 정하는 사람이 느끼는 가속도 진동 dB(V)과 평균 소음 dB(A) max를 측정하지 않고 발파를 진행했다는 이유로 관할 경찰서에 고소 당한 사례가 있었다. 그러나 ○○건설은 이때 국토해양부의 설계 시방규정에 따라 발파진동 소음측정기로 진동과 소음을 측정하고 있었으며, 경찰관서의 화약양수허가도 득한 상태였으며, 후일 경찰조사 후 무혐의 처리된 바 있다.

또한, 환경분쟁 처리과정에서는 발파현장에서 측정된 발파 진동속도(mm/sec)를 이론식에 의거 진동레벨(dB V)로 변환하는 예도 있다.

이 경우 발파진동속도를 진동레벨로 변환하기 위해서는 진동속도를 가속도로 변환해야 하고 또 인체의 응답을 보정해주기 위해서 진동주파수를 알아야 한다. 대개 진동속도를 계측할 때 진동파형을 같이 계측하면 이러한 변환은 이루어질 수 있다. 따라서 진동주파수 분석을 할 수 있도록 설정하여 계측하는 것이 좋다.

반면에 진동레벨계로 계측을 할 때는 파형계측이 이루어지지 않고 레벨계에 내장되어 있는 응답회로를 거친 결과만 기록되는 경우가 대부분이므로 이 경우 진동레벨로부터 진동속도를 변환할 수 없다.

이러한 이유로 진동속도 수준과 진동레벨을 같이 계측하고 그 상관관계로부터 변환식을 적용하기도 한다. 진동레벨 변환식으로 다음의 식이 흔히 인용된다.

$$VL = 20 \log v + 71 \quad \text{dB(V)}$$

여기서  $v$ 는 진동속도(mm/s), VL은 진동레벨이다.

그러나 이 식은 연속 조화진동을 이용하여 실험실 규모로 실험, 유도한 식으로 발파 진동의 예측이나 피해 판정에 적용해서는 안 된다.

동 실험에서 충격진동 결과만으로 구한 진동레벨 변환식은  $VL = 17 \log v + 67$  dB(V)이며 상관계수가 0.9 정도로 높으나 실험실 규모로 구한 식이고 발파진동 계측에 의한 식이 아니므로 적용에 무리가 많다.(국토해양부, 2006)

발파진동의 실측치로부터 구한 변환식도 보고된 바 있다.

$$VL = 15 \log v_{ppv} + 55, r=0.68 \text{ dB(V)}$$

$$VL = 16 \log v_v + 59, r=0.78 \text{ dB(V)}$$

여기서  $v_{ppv}$ 는 진동속도 최대치(peak particle velocity)이며  $v_v$ 는 수직성분 최대치이다. 이 식은 몇몇 현장에서 진동레벨과 진동속도를 동시에 계측하여 구한 537개 자료로부터 회귀분석한 식이다. 이러한 변환식은 상관계수도 크지 않고 분산이  $\pm 5$  dB에 달하므로 평균 변환식의 적용이 타당한지 불분명하여 일반적인 목적으로 사용하기 어렵다.

결국 진동레벨과 진동속도 관계식을 이용하여 진동레벨로 환산하고 이를 피해 판정의 도구로 사용하거나 설계에 이용하는 것은 적절하지 않다. 이 식들은 참고용으로만 사용해야 한다.

따라서 정부 각 부처별 적용 단위의 규제기준 차이에 의한 의견을 제시하면 다음과 같다.

가. 환경법상의 규제기준은 소음진동규제법의 시행규칙 별표에 제시되어 있는 생활소음·진동규제기준이 있고 현재로서는 이 기준이 최상위의 기준이며, 그 외 국토해양부의 지침 등이 적용되고 있다. 따라서 발파진동과 소음에 따른 각 부처별 규제기준의 차이는 다각적인 발파환경 영향성을 고려하여 구조물과 인체를 구분하여 통합된 규정이 제시되어야 한다.

나. 부처별 법적 규제의 차이를 피할 수 없다면, 한 계측기에서 동시에 건물 피해 관련 진동속도 측정(mm/sec)과 소음의 최대치(max) 평균치(Leq)를 측정할 수 있어야 한다. 현대의 전자기술은 별개의 센서로부터 나오는 digital signal을 하나의 전자 보드에서 속도 그리고 가속도로 data processing 처리하여 분석하여 주는 것을 가능케 하여 주며, 하나의 소음센서에서 나오는 digital signal에서 이를 소음의 최대치와 평균치로 따로 측정 분석하는 것이 가능한 것으로 알려지고 있다. 따라서 하나의 계측기에 가속도 소음도 가속도 센서를 추가함으로 이를 동시에 만족시키는 계측기가 요구된다.

### 3.2 민원인에 대한 홍보와 이해

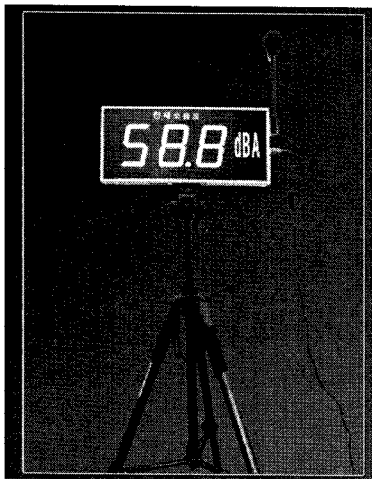
발파작업에 관련된 민원의 경향은 건물이나 주택 등의 물적인 피해보다는 인간이 느끼는 감응 도에 따라 보상 또는 반대 급부적인 기대 심리 등이 작용하여 물적인 피해로 연관시켜서 집단 민원을 제기하는 경우가 많다.



근래에 즈음하여 모든 발파관련 계측장비는 컴퓨터의 발달에 힘입어 단지 발파진동 및 소음 측정뿐만 아니라 암반의 손상영역, 회귀분석에 의한 진동예측, 제어발파, 파형의 특성 분석 등 다양한 각도로 그 활용도 및 연구의 영역을 넓혀가고 있으며 연구실적 또한 매우 다양하여 전문기술자에게는 매우 유용한 자료로 활용되어 적용하고 있지만, 민원과 관련하여 전문성이 없는 민원인들에게는 소리에 경을 읊은 격으로 대부분의 민원인들은 민원 발생 시 의례 가지고 오는 발파 진동 소음 계측 장비를 쳐다보지도 않으려고 하고 단지 내 집이 무너지지 않게 해 달라, 소가 밥을 잘 먹게 해 달라 하는 소박한 바람과, 그리고 우선 무조건 반대부터 하여 보상을 받고 보자는 잘못된 주민들 의식이 팽배하여 있는 것이 사실이다.

실제 수많은 국책사업들이 환경을 빌미로 보상과 연관되어 공사가 중단되고 지연되어 수많은 국민의 혈세를 낭비하는 예도 많았다.

이는 시공자의 이론적, 기술적인 기준을 민원인이 이해할 필요가 없기 때문이며, 시공자는 민원발생을 대비하여 법적으로 기술적인 자료만을 만들기 때문이다.



따라서 주민들의 이해와 홍보를 위해서는 민원발생 시 기술적인 자료의 제출 보다는 시공과정에서 민원인이 신뢰할 수 있도록 소음과 진동의 계측과정을 시각적으로 직접 보고 확인할 수 있는 홍보가 필요한 바, 진동보다는 소음과 관련된 민원이 주를 이루게 됨으로 민원이 제기된 지역에 그림과 같이 대형 소음 전광판을 설치하여 소음도를 항상 확인할 수 있도록 하며, 측정데이터의 저장능력을 최대 6개월 이상 갖춘다면 언제라도 필요할 때 필요한 시기에 측정된 데이터를 받아 볼 수 있게 하여 주면 민원인들의 분쟁 해결에 많은 도움이 되고 또 발파에 대한 이해와 홍보도 겸 할 수 있다고 생각된다.

### 3.3 시대요구에 부응하는 계측기기의 개발

앞서 언급한 바와 같이 우리나라에서 발파 시 요구하는 법적 진동소음 측정 기준은 관련 부처마다 다르고 그 기준도 가지가지이다. 기존의 수입되는 계측기기장비로는 이러한 요구를 충족시킬 수 없으며, 충족을 위해서는 그때그때마다 다른 종류의 값비싼 장비를 구매하여야 하는 실정이다.

아울러, 대부분 수입되는 계측기들은 과거 약 20년간 경쟁이 거의 없는 독점체제의 계측기 시장에서 조금도 변함이 없는 작은 LCD, 프린터 문제, 변함없는 진부한 waveform 분석, FFT 분석, 통계학적으로 처리되는 회기 분석들이 주를 이루고 있다.

그러나 현 시대가 요구하는 계측기는 다각적인 발파환경 요구에 부응하기 위해 다양한 단위의 환산 표시 등에 간편하여야 하며, 계측기기는 프린터를 대체할 수 있는 대형 LCD, USB 사용, 그리고 원격 조정이 가능한 CDMA 기능 탑재 등과 함께 최근의 Lab view 를 이용한 고급의 진동 소음 분석 s/w 를 탑재한 계측기기를 요구하는 것이다.

따라서 시대가 부응하는 계측기는 상기 언급한 부분이 충족되어야 하며 아울러 가격이 저렴하고 digital data processing 으로 보다 저렴한 가격의 계측기기의 출현이 요구된다.

### 3.4 측정된 데이터의 신뢰성

다양해진 주민들의 민원을 기술적으로 그리고 효과적으로 잠재우기 위해서는 측정된 데이터의 공정성과 신뢰도이다. 그 동안 발파작업 과정에 따른 진동과 소음측정은 시험발파과정에서 설계된 발파제원의 적합성과 주변 보안물건에 대한 안전성 확보를 위해 전문 발파기술자들에 의해 수행되어지나 본 발파에서는 일부 시가지 발파를 제외하고는 진동 및 소음계측은 시공자가 자체 계측하여 관리하는 실정이다.

한편, 측정에 사용된 진동 소음 계측기기의 기종은 매우 다양하며 일부 소음측정기를 제외하고는 현재 사용하고 있는 모든 수입제품의 발파진동소음측정기는 국립환경 과학 연구원의 형식승인을 득하기 위한 속도 및 순간 발파 최고소음에 대한 법적 형식승인 기준이 없다는 이유로 어떠한 기종도 국립환경 과학 연구원의 형식승인을 득한 기기가 없는 실정이다.

따라서 계측자료의 공정성과 신뢰도 향상을 위해서는 본 발파과정의 소음과 진동측정 역시 전문발파기술자들에 의해 수행되어 측정된 계측자료를 feed back하여 발파작업의 시공성과 안전성을 확보하여야 하며, 계측기기도 반드시 국가에서 인정하는 국립 환경 과학원의 형식승인을 득한 계측기가 사용되어야 민원인들과 법적인 문제에서도 신뢰성 문제를 피해갈 수 있을 것이다.

## 4. 결론

발파현장에 적용되는 소음과 진동의 규제단위와 기준은 각 부처별로 차이가 있으며 계측 결과의 자료 요구도 각각 다르고, 이를 계측할 수 있는 계측기는 대부분 수입되는 계측기들로 다각적인 계측을 할 수 없어 민원발생 및 분쟁의 원인이 되고 있다. 이에 따른 고찰결과는 다음과 같다.

- 1) 다각적인 발파환경 영향에 따른 민원분쟁 방지를 위해서는 진동과 소음의 규제기준은 구조물과 인체를 구분하여 정부의 통합된 규정이 제시되어야 한다.
- 2) 부처별 법적 규제의 차이를 피할 수 없다면, 한 계측기에서 동시에 건물 피해 관련 진동속도 측정(mm/sec)과 소음의 최대치(max) 평균치(Leq)를 측정할 수 있는 계측기기가 요구된다.
- 3) 계측기기는 민원인의 홍보와 이해를 돕기 위해 측정된 데이터를 민원인이 직접 시각적으로 볼 수 있는 대형 LCD 화면과 저장된 데이터를 항상 저장하고 볼 수 있는 메모리 능력의 계측기와 측정기기에 대한 신뢰도를 위해 국내 국립 환경 과학기술 연구원의 인증을 받은 제품이 요구된다.

### 참고문헌

1. 중앙환경분쟁조정위원회, 2009.5.30, 중앙환경분쟁조정위원회 통계자료
2. 기경철과 김일중, 2002, 산학인을 위한 발파공학, pp 226
3. 환경부령 제 269호, 2007, 생활소음·진동규제기준(제20조제3항관련) 별표 8
4. 중앙환경분쟁조정위원회, 2008, 환경분쟁 피해배상액 산정기준
5. 국토해양부, 2006, 도로공사 노천발파 설계시공지침
6. 국토해양부, 2006, 암발파 설계지침연구 최종보고서, pp198