

# 소음에 대한 작업환경측정은 왜 80 dB 이상의 소리만 측정하는가



정지연

영인대학교  
산업환경보건학과 교수

소리(Sound)란 사람의 청각기관을 통해 느낄 수 있는 물리적 현상으로서 공기라는 탄성체 매질을 통해 전달되는 음파(Sound Wave)이다. 소음(Noise)이란 물리적인 현상은 소리와 동일하지만 듣는 사람 입장에서 듣기 싫은 소리를 총칭하며, 일상생활을 방해하고 사람의 생리적인 기능에 변화를 주고 청력을 저해하는 소리를 말한다.

우리나라 경우 소음에 대한 작업환경측정은 80 데시벨(이하 dB) 이상의 소리에 대해서만 소음량을 측정하여 누적시키도록 하고 있다. 왜 80 dB 이상의 소리만 측정할까? 그 이하의 소리는 측정하지 않아도 되는 걸까? 똑같은 음파라는 물리적인 에너지인데 왜 80 dB 이상의 소리만 측정할까? 한 두번 짚은 의문을 가져보지 않았을까 생각한다.

이 의문에 대한 궁금증을 해결하기 위해서는 우선 소리의 단위인 dB에 대한 이해가 필요하다. 소리(또는 소음)에 대해 청각기관을 통해 사람이 느끼는 감각량은 자극량에 비례하기는 하지만 그 정도는 대수적, 즉 로그함수에 비례해서 감각한다는 사실에 주목해야 한다. 즉 소



음계로 측정되는 소리 수치는 해당 소리의 음 세기를 건강한 사람이 들을 수 있는 최소 가청음의 세기로 나눈 후 그 값에 로그값을 취한 후 다시 10을 곱해 나온 수치이다. 따라서 사람이 들을 수 있는 최소 및 최대 가청음의 세기는 각각  $10^{-12} \text{ w/m}^2$ 에서  $10 \text{ w/m}^2$ 이므로 사람이 들을 수 있는 최대 가청음의 세기는 130 dB이 최대값이 된다.

여기서 주목해야 하는 점 두 가지를 말하고자 한다. 첫째 130 dB이상의 소리가 없다는 말이 아니라 사람이 들을 수 있는 소리의 세기 한계가 130 dB이라는 점이다. 예컨대 제트엔진의 경우 약 160 dB이고 로켓 엔진의 경우 180 dB로 사람이 느끼는 감각량은 한계치인 130 dB이나 그 에너지는 훨씬 크며 이러한 소리에 직접 노출되면 사람에게 전달되는 에너지 양은 상상을 초월하게 된다.

두 번째로 말하고 싶은 부분이 소음의 측정량은 대수적으로 측정된다는 사실이다. 예를 들어 90 dB과 93 dB의 차이는 3 dB에 불과하지만 그 측정량이 대수적으로 측정되기 때문에 93 dB의 소리가 90 dB의 소리에 비해 사람에게 전달되는 소리 에너지는 두 배라는 사실이다. 즉, 소음은 숫자의 증가에 비례해서 사람에게 전달되는 에너지가 산술적으로 증가할 것이라고 생각하는 것은 큰 오산이다. 따라서 소음방지 대책을 통해 3 dB을 줄일 수 있다는 것은 사람에게 청각에 미치는 에너지를 반으로 감소시킨다는 의미이므로 매우 훌륭한 소음감소 대책임을 명심해야 한다.

지금까지 소리의 측정단위가 dB임을 말하였다. 그런데 여러분도 잘 아시다시피 소음에 대한 측정단위는 dB가 아니라 dB(A)이다. 왜 똑같은 소리에 대한 측정단위

사람이 들을 수 있는  
기청음의 세기는  
 $10^{-12} \text{ w/m}^2 \sim 10 \text{ w/m}^2$   
이다.

93 dB의 소리가  
90 dB의 소리에 비해  
사람에게 전달되는  
소리 에너지는  
두 배라는 사실이다.

인데 소음의 단위는 dB가 아니라 dB(A)일까? 그 이유는 사람이 소리에 대해 청력 기관을 통해 느끼는 감각량이 주파수별로 다르기 때문이다. 앞서 소리는 에너지가 전달되는 매질(예: 공기)의 압력변화를 야기하여 결과적으로 음파를 형성하게 되는데, 이 음파는 일정한 파형을 형성하게 되고 이러한 파형은 소리 에너지의 특성에 따라 파형의 모양과 단위시간 동안 형성되는 파장의 수가 다르게 된다. 주파수란 단위시간 동안 이러한 파장이 몇 개가 형성되는지를 나타내는 숫자로 그 단위는 헤르츠(Hz)로 표기한다. 문제는 이 주파수에 따라 사람이 느끼는 감각량이 달라지므로 소리가 아닌 소음의 경우 주파수에 따른 사람이 느끼는 그 감각량을 보정해 주어야 하는데, 소음의 단위인 dB(A)가 이렇게 보정된 측정값에 붙이는 단위인 것이다. 어떤 목적으로 가지고 인공적으로 만들지 않는 한 일반적으로 모든 소리는 여러 주파수가 혼재되어 존재한다. 따라서 소음측정기는 이러한 주파수별로 음압 수준을 개별로 측정한 후 다시 각 주파수 별로 사람이 느끼는 감각량을 보정하여 그 결과 값을 보여주게 된다.

이제 소음에 대한 기본적인 내용은 이해되었을 것으로 생각한다. 그럼 본문으로 돌아가서 작업환경측정시 왜 80 dB 이상의 소리만 측정할까에 대해 말해 보고자 한다. 소음 노출기준을 설정하여 관리하고자 하는 이유는 소음 노출에 의한 청력장해를 예방하기 위함이다. 따라서 직업적으로 어느 정도 이상의 소음에 지속적으로 노출되어야 청력장해가 유발될 수 있는지 이해하는 것이 중요하다. 아래 표는 40년 동안 직업적으로 해당 소음에 지속적으로 노출될 경우 청력손실이 발생할 수 있는 초과위험도를 나타낸 표이다.

〈표 1〉 직업적으로 40년 동안 해당 소음에 지속적으로 노출될 경우 청력손실이 발생할 초과위험도

기관	1일 평균 노출소음 dB(A)	초과위험도(%)
국제표준화기구(ISO)	90	21
	85	10
	80	0
미 환경보호청(EPA)	90	22
	85	12
	80	5
미국 산업안전보건연구원(NIOSH)	90	29
	85	15
	80	3

〈표 1〉에서 보면 국제표준화기구인 ISO에서는 1일 평균 80 dB(A) 소음에 40년 동안 직업적으로 노출될 경우 청력손실이 발생할 초과위험도를 0%, EPA와 NIOSH에

dB(A)는 주파수에 따른 사람이 느끼는 그 감각량을 보정한 측정값이다.

80 dB(A) 미만의 소음의 경우 직업적으로 평생 노출되어도 청력손실이 발생할 가능성이 별로 없다는 의미이다.



서는 각각 5%, 그리고 3% 정도 된다고 추정하고 있다. 이는 80 dB(A) 미만의 소음의 경우 직업적으로 평생 노출되어도 청력손실이 발생할 가능성이 별로 없다는 의미이다. 이 사실이 작업환경측정에서 왜 80 dB 이상의 소리만을 대상으로 측정을 실시하는지 그 이유이다.

얘기가 나온 김에 작업환경측정시 사용되는 누적소음측정기(Noise Dosimeter)의 측정조건을 설정해야 하는데 우리나라 고용노동부 관련 고시에 따르면 TH 80 dB, ER 5 dB, CL 90 dB로 설정하고 측정하도록 하고 있다. 여기서 TH 80 dB이란 앞서 설명한 80 dB 이상의 소리만 측정하여 누적시키란 의미이고, CL 90 dB이란 우리나라 소음에 대한 8시간 노출기준이 90 dB(A)를 사용하여 해당 기기로 하여금 측정 한 누적소음 수준이 노출기준을 초과하는지를 계산하는데 사용하란 의미이다. 여기서 ER, 즉 'exchange rate'에 대한 내용을 좀 더 상세히 설명하고자 한다. ER 값은 우리나라 고용노동부와 미국 산업안전보건청(OSHA)은 5 dB이지만 국제 표준화기구(ISO), 미국 정부산업위생전문가협회(ACGIH), NIOSH 등 대부분의 기관은 3 dB를 사용토록 하고 있다. 도대체 ER 값이 무엇이며 왜 통일된 값을 사용하지 않는지 많은 사람이 궁금해 하는 부분일 것이다.

“ER”이란 소리의 에너지가 두 배로 증가할 때 몇 데시벨의 소리가 증가하는가를 나타내는 값이다. 아래 간단한 식을 보자.

$$\begin{aligned}
 10 \text{Log}(A/B) + X &= 10 \text{Log}(2A/B) \\
 X &= 10 \text{Log}(2A/B) - 10 \text{Log}(A/B) \\
 X &= 10 \text{Log}(2) \\
 X &= 10(0.301) = 3.01 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

소음은 에너지이고 그 에너지의 양에 따라 허용 노출 시간이 결정되는 것은 당연하다.



누적소음측정기  
설정기준

- TH 80 dB
- ER 5 dB
- CL 90 dB



이 식 좌변에서 'A'는 현재 발생된 소리 세기(Sound Intensity)이고 'B'는 정상 청력을 가진 사람이 들을 수 있는 최소 가청음의 세기를 말하는 것으로 두 값을 나눈 후 로그 값을 취해 10을 곱했다는 의미는 음 세기 또는 음압 수준이 된다는 것은 앞서 설명하였다. 우변을 보자 좌변의 A 값이 2배로 되는 2A 값이 사용되고 있음을 알 수 있다. 즉 음 세기 또는 음압 수준이 2배로 되었다는 의미이다. 이와 같이 음 세기 또는 음압 수준이 2배로 되는데 필요한 좌변의 'X'값이 얼마인가를 계산하면 3.01 dB이 된다. 여기서 이 X값이 ER 값이다. 즉 현재 발생한 음 세기 또는 음압 수준에 3dB를 더하면 현재 발생하는 음 세기 또는 음압 수준의 2배에 해당하는 값이 되는 것이다.

여러분들은 소음에 대한 노출기준이 노출 시간과 노출 수준의 함수로써 그 값이 설정되어 있음을 알고 있을 것이다. 즉 우리나라 고용노동부 경우 8시간 기준으로는 90 dB(A)이지만 4시간 기준으로는 95 dB(A)이고 미국 NIOSH 경우는 그 값이 각각 85 dB(A), 88 dB(A)이다. 즉 에너지가 배로 증가하면 노출 시간은 반으로 줄어들고 반대로 에너지가 배로 감소하면 허용 노출 시간은 배로 증가하게 된다. 소음은 에너지이고 그 에너지의 양에 따라 허용 노출 시간이 결정되는 것은 당연하다.

그런데 여기서 말하고 싶은 것은 위 계산식에서 보면 이론적으로 에너지가 2배로 증가하는데 필요한 소리(소음) 수준이 3 dB인데 왜 우리나라 고용노동부나 미국 OSHA는 5 dB를 사용할까 하는 점이다. 우리나라 고용노동부 경우는 왜 5 dB를 사용하는지에 대한 근거자료를 찾을 수 없어 그 이유를 정확히 알 수는 없지만 아마 소음에 대한 노출기준 설정시 미국 OSHA의 기준을 차용 했기 때문이 아닌가 한다. 미국

우리나라 고용노동부 경우 8시간 기준으로는 90 dB(A)이지만 4시간 기준으로는 95 dB(A)이고 미국 NIOSH 경우는 그 값이 각각 85 dB(A), 88 dB(A)이다.

OSHA의 경우 관련근거를 일부 자료에서 찾을 수 있는데 직업적으로 소음에 노출되는 사람의 경우 해당 소음에 1일 근무시간에 지속적으로 노출되는 것이 아니라 일부 시간(예: 휴식, 점심시간 등)은 해당 소음에 노출되지 않기 때문에 이러한 시간 동안 소음에 노출되는 시간 동안 소리 에너지를 감지하던 섬모(Hair cell)의 피로가 회복되기 때문이라고 한다.

즉 소리의 지속적 노출로 인한 일시적인 청력손실(TTS)이 소음이 노출되지 않은 시간 동안 회복될 수 있는 상황이 발생하기 때문에 비록 에너지가 2배로 되는 데는 3dB이지만 이를 완화하여 5dB로 규정하고 있다는 것이다.

그럼 왜 그 값이 5이어야 하는가 이 부분에 대한 정확한 해답은 없다.

잘 아시다시피 OSHA는 규제기관이다. 허용기준을 초과하면 사업주는 처벌을 받게 된다. 따라서 비록 3dB이 이론적으로 에너지가 2배가 되는 값이 맞지만 작업자가 1일 작업시간 동안 항상 소음에 노출되는 것이 아니므로 노출되지 않는 시간 동안 일시적인 청력손실(TTS)에 대한 회복이 가능하고, 또한 사업장에서 허용기준을 달성하는데 필요한 여러 기술적인 타당성 등을 종합적으로 고려하여 5dB를 'ER' 값으로 채택한 것으로 보인다. ☺