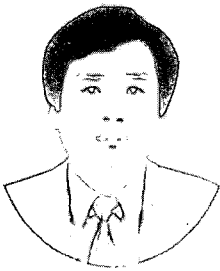


# 소음·진동이 인체에 미치는 영향



이석형

(주)디비엔지니어링 책임연구원·공학박사

## 1. 서론

소음·진동은 일상 생활에서 개인이 인지하든 인지하지 못하든 관계없이 불가피하게 접하는 생활 경험이다. 현대인은 자명종의 소음으로 시작하여 화장실의 변기 세척 소음. 부엌에서의 물 흐르는 소음. 집을 나서면 차량 소음. 철로 변이나 전철 변에서는 철도 차량 소음. 공항 주변 지역의 항공기 소음을 접하게 된다. 진동은 탈 것(차량, 기차, 비행기 등등)을 이용하는 경우를 제외하고는 도로 주변 지역, 철도 주변 지역, 건설 공사 현장 주변 지역에서 감지할 수 있다. 일상 생활 환경에 진동이 없는 것은 아니지만 그의 크기가 작아 인지치 못하고 있을 뿐이다.

기술 문명의 발달로 인간 생활에 유익한 이기들이 개발 보급되면서 예기치 않게 또는 예측을 하였으나 불가피하게 소음·진동을 제거치 못하여 현대인들이 이에 노출되고 있다. 소음과 진동으로 인한 피해도 산업 기술의 발달과 더불어 증가 추세에 있고 이에 대한 관심도 증대되고 있는데 여기서는 소음이 인체에 미치는 영향과 진동이 인체에 미치는 영향으로 나누어서 기술한다. 인체에 미치는 기간을 기준으로 단기적인 영향(분 단위 또는 그 이하로 지속될 때)과 장기적인 영향(시간 단위 이상)으로 나눌 수 있다. 갑자기 큰 소음에 노출되면 놀람, 심장 박동수의 증가, 근육 경색, 동공의 확대, 호흡수의 증가등은 단기적인 영향에 속하고 단기적인 영향이 누적되어 질병이나 이상으로 나타나면 장기

적인 영향으로 본다.

## 2. 소음이 인체에 미치는 영향

정산인의 가청 범위는 20Hz에서 20kHz이며, 그 중에서 인간이 가장 민감하게 느끼는 주파수 범위는 1kHz에서 4kHz이다. 같은 소음도라도 주파수 성분이 다르면 인간이 느끼는 감각에는 차이가 있다. 왜냐하면 인간이 민감하게 느끼는 주파수 대역과 그렇지 않는 주파수 대역이 있기 때문이다. 소리를 측정하는 단위는 데시벨이며 표시는 dB로 한다. dB는 정상인이 양 귀로 감지할 수 있는 최저 음압( $2 \times 10^{-5}$  Pa)을 기준치로 한 비교값이다. 이 비교값을 측정하는 소음계에 여러 청감 보정 회로가 있으나 정상인이 각 주파수에 따른 소음을 감지하는 정도를 가장 가깝게 등가 처리한 "A" 청감 보정 회로 곡선이 가장 많이 사용되는데 이를 dB(A) 또는 dBA라 표시한다. 대체적으로 조용한 주거 환경은 45dBA, 일반 사무실 환경은 55dBA, 타자 소음은 60dBA, 도로변 차량 소음은 75dBA이다.

소음이 제일 먼저 인체에 영향을 미치는 기관이 청각 기관이다. 청각 기관은 소음을 수용하는 제일 차 감각 기관이기 때문에 가장 먼저 손상 받는 것은 자연스러운 이치이다. 청각 기관은 외이, 중이, 내이라고 불리는 세부분으로 구성된다. 외이는 귀, 귀구멍(또는 이도) 및 고막으로 구성되어 귀의 외부를 이루며, 중이는 공기가 찬동공으로 망치뼈, 다듬이뼈 및 등자뼈로 이루어져 있고, 내이는 달팽이관을 포함한 청각 기관의 중추이다. 달팽이관의 청세포에 손상이 시작되는 소음도는 85dBA로 알려지고 있다.

소음으로 인한 청각 기관의 손상으로 가장 널리 알려진 것이 난청이다. 난청이란 청각 기관 반응도의 저감을 일컫는 말로서 청력의 기준은 건강한 귀를 가진 청년의 청력이다. 난청에는 소음 공해로 인한 소음성 난청과 노화 과정에서 나타나는 노인성 난청이 있다. 노인성 난청은 나이가 들에 따라 청력도가 떨어지는데 고주파수 대역의 음에 대해 더욱 그러하다.

어떤 소음에 노출되면 청감이 무력하여짐을 느

끼며 귓속에서 웅하는 소리나 웅하는 소리가 나타나는 이명(耳鳴) 현상이 나타난다(원인은 다르지만 비행기에서 착륙할 때 겪는 증상과 유사). 보통 이런 증세는 일시적인 현상으로 끝나지만 난청까지 진행될 수도 있다.

난청은 달팽이관 청세포의 파괴에 기인한다. (고막 파열은 순간적인 강한 압력(대포 곁에서의 대포 소리 또는 귀에 타격)에 의해 외이중 일부인 고막이 파손되는 것으로서 청력에는 영향을 미치지 않는다.) 난청이 진행되는 과정은 아직까지 과학적으로 규명되지 않았다. 그러나 어떤 조건의 소음도에 일정 기간 노출되면 난청으로 진행된다는 연구 보고는 많이 제시되었다. 일반적으로 대부분의 난청은 빈번하면서 과도한 소음 자극으로 인한 점진적인 청력 퇴화의 결과로 볼 수 있다. 청세포의 퇴화는 신진대사의 중단과 필수 영양소의 결핍, 청세포 주변 유체에서의 이온 변이 현상, 혈관의 불충분 및 산소 결핍, 코르티(Corti) 기관의 기계적 손상(고소음도에서) 등과 같은 두서너트 또는 여러 과정이 복합되어 진행된다. 위와 같은 과정이 어떤 것이든 관계없이 일단 청세포의 퇴화가 진행되면 수술이나 약물 치료등과 같은 의학적인 방법으로 원상복구시킬 수가 없다.

다음 표는 산업 안전 보건법이 규정한 근로자의 소음 허용 기준이다. 단기간으로 귀에 이상이 발생되지 않는다 하더라도 사용자나 근로자는 장기간 표에 규정한 이상의 소음에 노출되면 난청이 발생된다는 사실을 인지하고 이에 적절한 대책을 세워야 한다.(워크맨을 크게 들고 장기간 청취한 사람에게도 위와 같은 이유로 소음성 난청이 발생할 수 있다.)

<표> 소음허용기준(충격소음제외)(산업안전보건법 노동부 고시 제91-21호)

1일 노출시간(hr)	8	4	2	1	1/2	1/4
소음강도 dBA	90	95	100	105	110	115

소음의 피해로 많이 호소하는 것이 스트레스이다. 스트레스와 관련되어 있다고 알려진 질병은 위염, 위궤양, 대장병, 천식, 만성 두통등이다. 이러한

질병이 병리학적으로는 스트레스가 원인이라 할 수는 없지만 임상학적으로는 그의 증거가 나타난다. 그런데 임상학적으로도 스트레스가 소음이 그 한 원인이나 아니냐 하는 문제는 더욱 더 연구되어야 할 과제이다. 스트레스의 결과로 내분비물이 증가한다는 것과 스트레스가 심장과 혈액 순환 계통에 영향을 준다는 가설은 상당히 중요하다. 소음이 스트레스를 유발하여 여러 단계의 연쇄적인 반응-예컨대 소음이 스트레스를, 스트레스가 심장 산소 요구량을 증가시키고, 심장 산소 요구량의 증가로 심장 국소 빈혈을 유발하며, 심장 국소 빈혈이 심장 마비를 일으키는 것-을 유발하여, 결국은 심장 근육의 특별한 부위나 뇌 기관에 공급되는 혈량이 감소되고 심장 마비나 뇌졸중과 같은 사고를 초래한다는 이론이 있다. 인접 연쇄 반응에 대한 인과 관계는 역학적으로 증명되었으나 소음이 심장 마비나 뇌졸중을 일으킨다는 초종(初終)인과 관계는 증명되지 않았다.

### 3. 진동이 인체에 미치는 영향

진동은 소음과 매우 유사한 물리적 성질을 가지고 있지만 그 결과는 어떤 대상에게 물리적 변위, 속도, 가속도를 유발시키는 것이 다르다. 서론에서 언급한 것처럼 일상 주거 생활 환경에서 진동이 존재하지만 대부분 감지하지 못한다. 인간이 감지할 수 있는 진동 수준은 60dB(기준치  $10^5 \text{m/s}^2$ )이다. 감지 수준을 넘는 진동도 생활 환경에 존재하지만 이로 인한 질병의 예는 보고되지 않았다. 따라서 여기서는 탈 것을 이용할 때 발생하는 진동(전신 진동)과 신체 일부에 진동(국부 진동)을 일으키는 작업에 관련된 진동의 피해와 실험실에서 보고된 자료를 중심으로 기술한다. 진동 규제법(제정 1991. 2. 2 총리령 제378호)의 환경 진동 규제치는 60dB(V) 이하이다.

진동에 대한 반응도는 사람에 따라 정도의 차이가 있다. 심리적인 불안, 초조, 신경질적이 됨등은 대표적인 반응이다. 다음 표는 일상 생활이나 인간의 활동에서 겪거나 사고시 발생하는 진동치를 나타낸 것이다.

〈표〉 단기간 작용하는 가진력의 크기와 기간

종 류	가진력,g	기간, 초
승강기: 1) 급행 2) 완행 3) 비상 감속	0.1-0.2 0.3 2.5	1-5
지하철, 전철: 1) 정상 가속, 감속 2) 시속 112km에서 급제동	0.1-0.2 0.4	5 2.5
자동차: 1) 정상 제동 2) 급제동 3) 최단시간 제동 4) 충돌	0.25 0.45 0.7 20-100	5-8 3-5 3 <0.1
비행기: 1) 정상 이륙 2) 동체 착륙 3) 조종사 비상 자동 탈출(전투기)	0.5 20-100 10-15	>10 0.25
사람: 1) 낙하산 퍼짐, 12000m 1800m 2) 낙하산 착지 3) 화재시 지상 보호 그물로 뛰어 내림	33 8.5 3-4 20	0.2-0.5 0.5 0.1-0.2 0.1
사람 머리 부분: 1) 1.8m에서 딱딱한 표면으로 충돌 2) 보호 헤드 기어를 쓰고 견딜 수 있는 가격	250 18-23	0.007 0.02

주: 1g는  $9.8 \text{m/s}^2$  가속도를 뜻함.

실험환경에서 3Hz에서 10Hz 진동수와 2g 정도의 가진력에 5분 미만으로 노출된 사람들의 반응을 보면 복부 통증, 가슴 통증, 두통을 호소했고, 심리적인 상태는 초조, 불쾌감을 표현했다. 소수지만 고환 통증을 호소한 경우도 있었다. 1Hz에서 4Hz 진동수와 3g 정도의 가진력에서는 호흡 곤란도 호소했다.

진동이 인체에 미치는 영향으로 기계적인 간섭, 기계적인 손상 및 생물학적인 반응으로 나눌 수 있다. 이때 진동은 과도한 진동(2g 이상)을 의미한다. 기계적인 간섭은 인간의 생활 또는 업무 활동이 진동에 의해 간섭 받는 경우를 일컫는다. 기계적인 손상은 진동의 가진력이 충분히 클 때 발생한다. 동물 실험에 의하면, 물론 이 실험 데이터를 인간

에 적용할 때는 신중을 기해야 하지만, 진동에 노출되어 사망에 이르는 경우도 보고되었다.

〈표〉 진동에 의한 동물의 생존 실험 결과

동 물	가 속 력	주파수범위	생존 기간
생 쥐	10~20g	15~20Hz	2~3분
쥐, 고양이	10g		5~30분

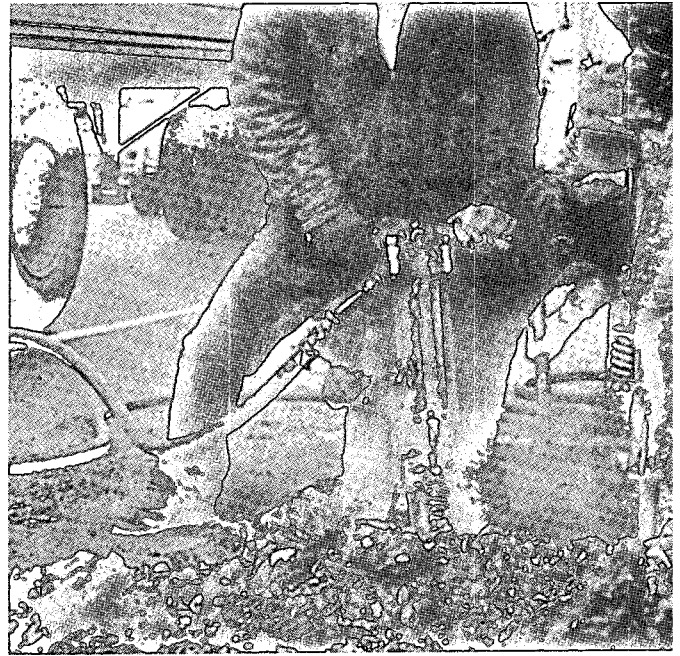
주: ① 1g는 9.8m/s<sup>2</sup>의 가속도를 말하므로 10g는 중력 가속도의 10배로 진동시키는 경우임.

② 사망 원인은 허파 파열, 심장 손상 또는 뇌 손상등으로 보고됨

기계적인 손상은 뼈 부러짐, 허파의 손상, 장기(소장, 대장) 내벽 손상, 뇌 손상, 심장 계통 손상, 귀 손상, 부드러운 신체 기관의 찢어짐 또는 파쇄, 만성적인 질병 유발(근육이나 절골 부위에 상처를 입힘)등이 있다. 생물학적인 반응은 소음이 인체에 미치는 영향(귀 제외)과 유사하여 진동을 받아 들인 신경 계통이 신체의 일부 기관을 반응토록 작동시키는 것이다. 이런 진동에 의한 자극이 신경 계통 및 호르몬 계통을 작동시켜 소화, 근육 운동, 생식 기능등과 같은 신진대사 작용에 이상을 초래한다. 이런 신체의 변화는 측정하기가 매우 어렵다. 하지만 여러 동물 실험에 의해 이런 진동과 결과간의 관계가 밝혀지기도 한다.

가속도 3g에서 인간은 가슴에 날카로운 통증을 느끼게 된다. 어떤 실험에서 20~25Hz 진동수 성분으로 6g진동에 약 15분 동안 노출된 사람의 배설물에서 피의 흔적을 볼 수 있어 장 파열이나 항문 파열을 유추할 수 있었다.

진동에 의한 단기적 영향으로 멀미(Motion sickness), 두통등이 있다. 이것도 개인의 체질에 따라 좌우되는 주관성이 강하다. 장기적으로 진동에 노출된 경우 만성질병에 걸릴 수 있다. 이런 예는 차량, 비행기등을 조종하는 직업 근로자의 경우에서 찾아 볼 수 있다. 이런 경우 단기적인 고통을 호소하는 경우는 그리 흔치 않지만 만성적인 질병이나 불편함을 호소한다. 대형 트럭 운전사들이 호소하는 천장 관절 스트레인(strain)이 이의 예이다. 이와 관련하여 미미한 콩팥 손상도 보고되었다. 착암기,



압축 공기식 해머, 압축 공기식 드릴, 압축 공기식 그라인더, 체인 쏘(Chain saw)를 사용한 근로자들이(국부 진동에 노출) 찬공기에 손가락이 노출되었을 때 고통과 마비 증세를 보이는 경우와 팔의 혈액 순환 장애를 일으켜 나타나는 레이노병이 보고되었다. 전신 진동에 대한 크기와 노출 시간을 ISO 2631에 규정하여 추천하고 있다.

#### 4. 결 론

이상 소음·진동이 인체에 미치는 영향을 살펴 보았다. 비록 소음과 진동의 피해가 단기적으로 인체에 나타나지 않는다 하더라도(다만 피해 유무에 대한 자각 증세가 없을 따름임) 장기간 노출되면 여러가지 질병이 유발될 수 있으므로 사용자나 근로자는 이점에 유의하여 적절한 예방 대책을 반드시 세워야 한다. 아울러 지적하고 싶은 것은 난청 이외에는 소음으로 인한 질병이라고 판정받을 수 있는 사례가 아주 제한되어 있다는 점이다. 따라서 소음·진동에 관한 한 사후 대책 보다는 현상 파악과 대책 제시 및 시현이 더욱 중요하다.