

공장소음방지대책

〈5〉



李得雄

〈株〉DB 엔지니어링 대표이사·환경(소음·진동)기술사

나. 공장 건물내의 소음 대책

소음 방지 대책을 수립하기 위하여 기본 설계 단계에서 부터 공장 내부 기본배치를 어떻게 고려해야 할 것인가 그리고 어떠한 구조로 시공해야 할 것인가를 먼저 다루고, 기타 빈번하게 발생하는 전형적인 디자인들에 대하여 기술하기로 한다.

1) 실 내부의 구획(Zoning)

공장 건물을 세우는 계획 단계에서 고려해야 할 기본 원리는 내부 공간의 상호관계와 여기에 대응하는 기준 암소음치의 목표이다. 공장내의 사무실과 같이 조용한 소음환경을 요구하는 지역과 높은 소음을 유발하는 기계실이나 작업장들과 적절하게 분리하고 또한 소음 발생 지역들은 상호 인접시켜 배치하는 “구획”원리는 소음 방지 대책에 있어서 가장 효과적이며 경제적인 방법이다. 그림 29의 좌측 그림과 같이 건물이 배치되어 있다면 설비실이나 작업장으로 부터 주변 중역실이나 사무실로 소음이 전파되기 쉽다. 따라서 소음을 허용치 이내로 방지하기 위해서는 무리한 방음 대책을 요구하게 되거나 심할 경우 설비실이나 작업장의 위치를 옮겨야 한다. 이러한 구획 방식을 설계 초기에 고집한다면 소음 공해의 심각성에 따라 추가로 실 내부 배치 및 구조를 바꾸거나 조용한 기

계들로 교체해야 함으로서 추가 비용을 요구하게 되어 비경제적일 수 밖에 없다. 또한 소음 공해가 발생하고 있는 설비실이나 작업장으로 부터 Airborne Noise를 차단시키기 위한 간단한 해결책을 찾아 낸다는 것은 그리 쉬운 일은 아니다.

위와 같은 유형의 제반 문제점들을 사전 계획

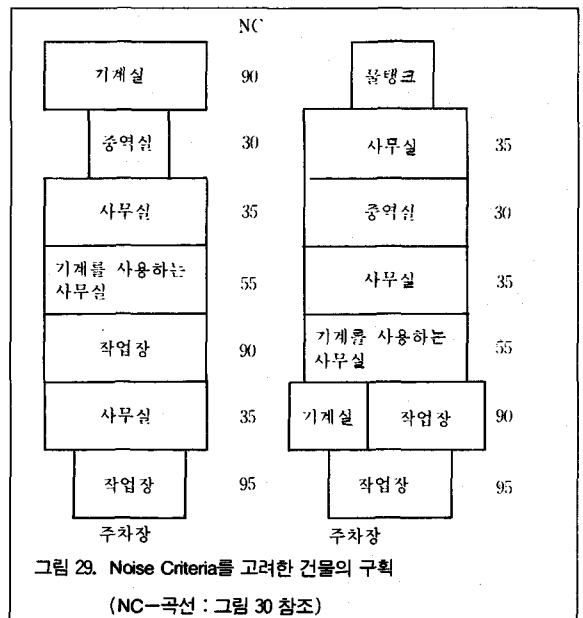
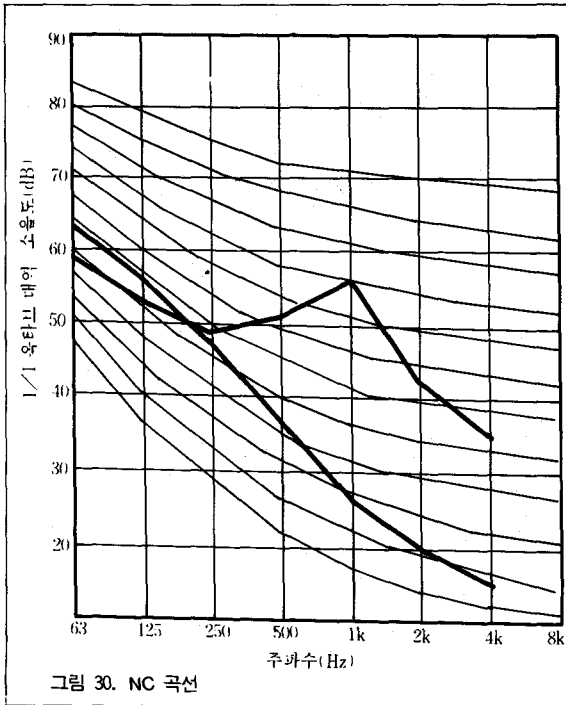


그림 29. Noise Criteria를 고려한 건물의 구획

(NC-곡선 : 그림 30 참조)

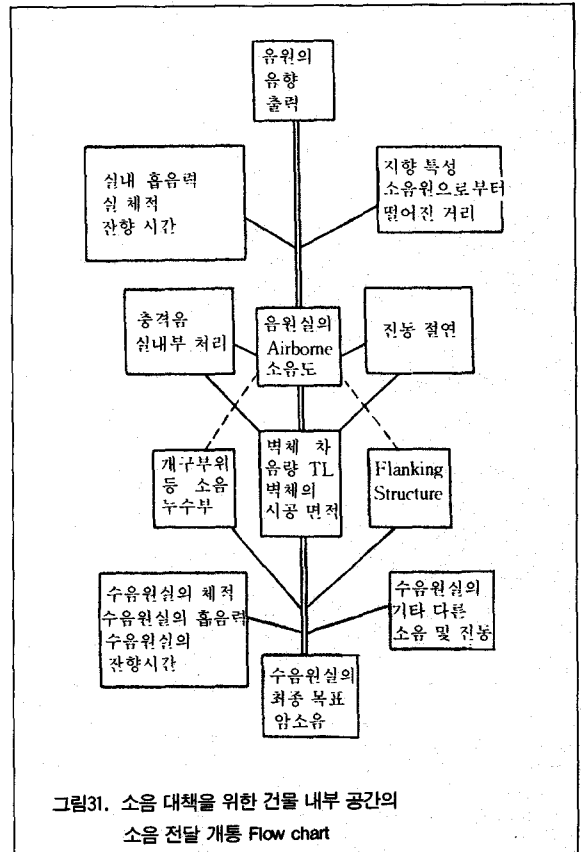


단계에서 예측하여 취급하는 것이 최상이겠으나 암소음이 높은 것으로 예측되어 적절한 음향 대책이 실행되기 힘들때, 소음 주변 지역을 고소음 지역으로 할당하고 소음 발생 지역과 낮은 소음 기준치를 요구하는 실과의 사이에 완충 소음 지역을 조성해야 한다. 그러나 실제 이러한 배치를 실행하기란 종종 어려운 것이지만 가능한 고소음 발생 지역의 주변을 창고, 화장실, 세면장, 공조실, 탱크실이나 기타 다른 기계실들로 배치한다. 그림 29의 우측 그림은 조정된 일례로서 고소음 지역에 대하여 소음원과 소음도가 낮은 실과의 사이에 적절한 완충 소음 지역을 배치하므로써 대처할 수 있다. 다시 말하면 건물내 소음이 발생하는 지역에 완충 소음 지역을 배치하므로써 낮은 암소음치를 요구하는 지역으로 소음이 전파되는 것을 차단시킬 수 있게 되며, 여기서 복도나 낭하를 배치할 경우 매우 효과적이다.

2) 건물 내부의 구조적인 소음 대책

건물 설계시 초기 단계에 고려해야 할 다음 관점은 벽체, 천정, 바닥 등의 기본 구조적인 사항에 대한 정확한 소음도 평가이다. 그림 31은 건물

내 공간사이에서 소음 대책을 위한 소음 전달 계통 Flow Chart이다. 처음 설치할 기계에 대한 방음 대책으로 밀폐시킬 방음실의 구조, 실내의 흡음을, 실내 유효 체적, 잔향 시간의 목표치 등을 예측하여 발생 소음원의 소음도를 체크한 다음 소음 전파문제를 고려한 후 최종적으로 잔향 소음도를 평가하게 된다.



한편, 부분적으로 소음 지역을 분리시키기 위하여 소음 대책을 검토할 때 수음실의 실내 음향 효과를 고려해야 하는데 ① 차음 벽체의 면적, ② 실의 잔향시간(흡음력과 실내 체적 부피를 계산)과 ③ 수음실의 내부 암소음 설계치의 목표 등을 계산하여 차음의 요구치와 벽체의 구조를 결정한다. 이때 특히 고소음 지역과 낮은 암소음치를 갖는 정숙한 지역으로부터 떨어진 거리와 음원의 지향 특성을 충분히 고려하여 소음 전파 영향을 다각적



그림 32. 방음실

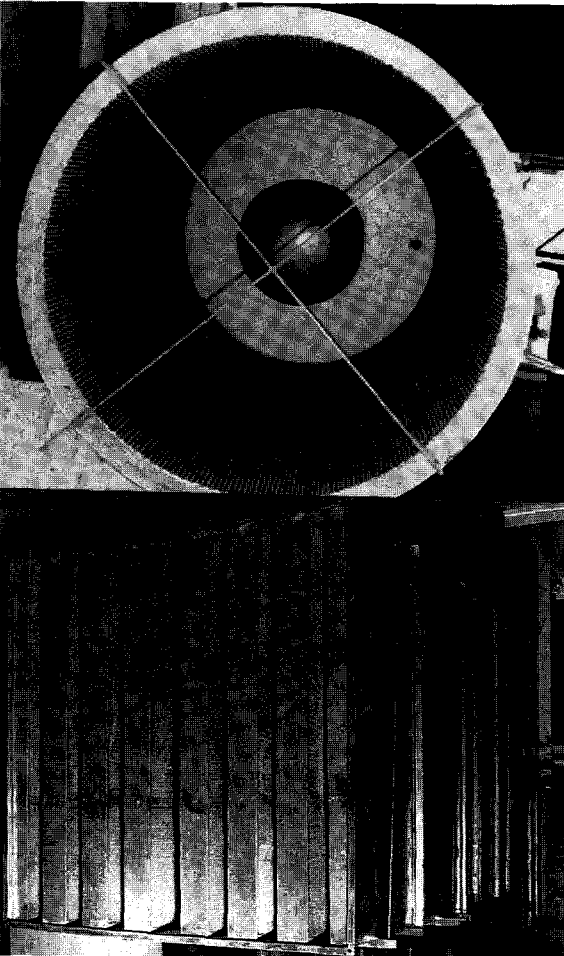


그림 33. 소음기

으로 검토해야 한다. 벽체 구조는 단일벽으로 질량을 단지 증가시키므로서 충분한가 혹은 이중벽이 필요한가를 고려하고 필요한 차음량이 +55dB 이상이라면 단일벽 구조로는 불가능하기 때문에 이중벽 구조로 시공해야 한다. 50dB로 차음하기 위해서는 두께 300t 콘크리트 벽체로 시공해야 하며 55dB의 차음효과를 갖기 위해서는 이론적으로 콘크리트 벽체를 600t 두께로 설치해야 된다.

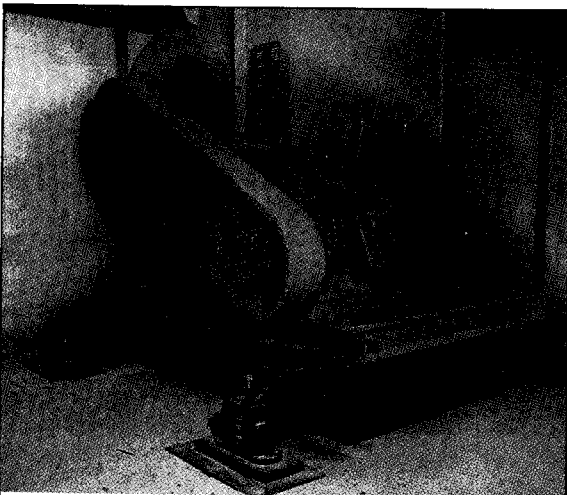
설계 목표치를 만족시키기 위해서 여러가지 방안을 검토해야 하는데 이들 중 가장 효과적인 방법은 역시 음원에 대한 기본적인 음원 대책이다. 예를 들어 조용한 기계에 대하여 이중 밀폐 방음실이 필요하겠는가? 비록 비용이 처음에 더 증가되더라도 심각한 소음 공해를 발생시키는 플랜트를 다룰 경우에 근원적인 대책을 먼저 검토해야 한다. 실내에 설치된 여러 설비중 한 기계로부터 고소음이 발생된다면 잔향 소음을 감소시킬 수 있는 차음 구조로된 밀폐 방식의 방음실을 설치함으로써 해결할 수 있다. 이때 설비자가 밀폐 방식을 도입하여 해결할 수도 있지만 기계 부위에 조립할 수 있도록 기계제작 메이커측에서 방음 제품을 동시에 공급하는 것이 편리하다. 그림 32와 같이 방음실 내부에 흡음 처리가 된 상태에서 발생하는 높은 소음은 팬출구의 덕트와 흡입구의 루버에 대한 적절한 소음 대책을 수행하므로써 요구되는 내부 소음도를 유지할 수 있다. 이러한 소음 대책 요소로서 그림 33과 같은 소음기를 사용한다. 대부분의 기계실들에서는 잔향이 심해지기 때문에 내부 소음도를 더 줄이기 위해 내부 표면에 흡음 재질이나, 음향 배플을 부착시켜 잔향 소음을 줄이는 효과를 얻을 수 있다. 그러나 대부분의 기계실에서 발생하는 소음의 주파수 특성이 중대역 주파수의 소음이거나 고대역 주파수의 소음일 경우 쉽게 감소시킬 수 있기 때문에 낮은 주파수 대역의 소음을 줄이는데 중점을 두게 된다.

이제까지 공기중으로 전파되는 Airborne Noise에 대한 소음 대책에 대하여 다루었으나, 기계실이나 작업장 등 소음이 발생하는 지역에서 주변 이웃 지역으로 구조물을 타고 전파되는 Structure-borne Noise에 대한 소음 대책을 검토하기로

“

기계실 자체에서 발생하는 소음도가 허용될 수 있을 만큼 조용하더라도 진동 절연 처리가 안되어 있거나 부적당한 진동 절연으로 시공된 상태에서는 건물내 다른 지역으로 재방출(Re-radiated)되어 소음으로 전파될 수 있다. 따라서 적절한 진동 절연 요소들을 선택하여 사용함으로써 소음 방지 대책에서 요구되는 최소 비용으로 최대 효과를 얻을 수 있다.

”



설치된 Isolator

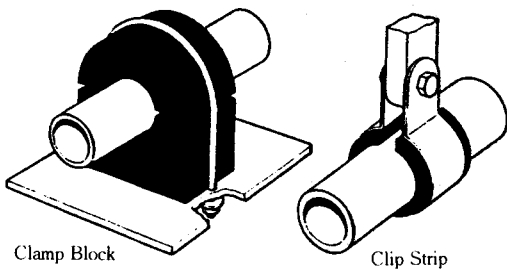


그림 34. 진동 절연재

한다. 기계실 자체에서 발생하는 소음도가 허용될 수 있을 만큼 조용하더라도 진동 절연 처리가 안되어 있거나 부적당한 진동 절연으로 시공된 상태에서는 건물내 다른 지역으로 재방출(Re-radiated)되어 소음으로 전파될 수 있다. 따라서 적절한 진동 절연 요소들을 선택하여 사용함으로써 소음 방지 대책에서 요구되는 최소 비용으로 최대 효과를 얻을 수 있다. 그림 34와 같이 코일 스프링, 발포 고무로 조인 탄성 재료, 유연한 결합재로 조인시켜 간단히 방진 절연함으로써 발생하는 Structure-borne Noise를 감응시킬 수 있다.

기계실의 밀폐실이 잘 시공되었음에도 불구하고 종종 출입문을 통하여 소음이 전파될 수 있는데, 칸막이 벽체의 차음량과 유사한 구조로 방음문을 시공할 때 소음은 작은 틈새로도 잘 전파되기 때문에 이에 대한 주의와 방음문 주변을 부드러운 고무 혹은 네오프렌 등으로 잘 밀착되도록 시공해야 한다.

3) 소음원과 소음 전파 관계

건물 내부에서 발생하는 소음원들은 소음도의 크기와 주파수 특성에 따라 매우 다양하다. 공간을 전파하는 소음은 Structure-borne Noise 혹은 Airborne Noise로 구별 된다.

Structure-borne Noise는 건물내 멀리 떨어진 지점에서 감쇠량이 작은 상태로 전달되기 때문에 가능한 음원이나 음원 가까운 곳에서 방음 대책을 수행해야 한다. 이때 이용하는 절연재로서 실 내부 바닥에 카펫, 코르크, 부상 마루 구조, 기타 탄성을 갖는 스프링 재료, 천정에 매다는 행거식 탄성 재료를 들 수 있는데 이러한 재료들은 Structure-borne Noise뿐만 아니라 Airborne Noise에 대한 방음 대책으로도 효과가 증진된다.

4) 기타 방음 벽체의 소음 전파 관계

앞에서 기술한 바와 같은 Airborne Noise가 전파될 때 소음원의 크기와 주파수 특성을 먼저 파악한 후, 소음 발생실과 수음실의 실내 흡음력과 실제적, 잔향 시간 등을 검토하여 방음 대책을 수립할 수 있겠으나 소음원의 소음도가 일정하지 않고 변할 경우에 현장 경험 수치로 아래와 같은 기준치를 간단히 적용시킬 수 있다.

벽체의 평균 TL+기준 감소음 목표치 > 75
 여기서, 대상 소음의 주파수 특성이 중대역음과 고대역음에서 주로 높게 형성된다면 소음 대책이 좀 더 용이하기 때문에 수치 75보다 낮은 70이상으로 계산한다.

$$TL = L_1 - L_2 + 10 \log(S/A_2)$$

TL: 투과 손실 (dB)

L₁: 음원실의 소음도

L₂: 수음실의 소음도

S: 두 실간의 공용 벽체 면적

A₂: 수음실의 흡음력

방음 벽체로 많이 사용하는 구조로 석조벽, 벽돌벽, 블록 벽, 석고 보드벽, 압축석면과 석고 보드, 두꺼운 판지, 석면 등을 조합 사용한 단일 벽체 혹은 이중 벽체를 생각할 수 있는데, 실제 현장에서는 방음 대책전 건물 소유주가 시설한 벽체가 설치되어 있기 때문에 유연성 있고 분리하기 쉬운 가벼운 재질을 이용하여 이중 벽체 방식으로 시공하게 된다. 이때 최근 방음 효과가 두 벽체 사이의 공기층 간격에 의하여 좌우되는데 그림 35는 기설 벽체에 추가로 설치한 벽구조에 따른 투과 손실 (TL)을 나타낸다.

소음 에너지가 이중 벽체를 통과할 때 크게 두가지 경로로 전파된다. ① 첫번째 벽체로 부터 방사된 소음이 공기층을 걸쳐 두번째 차음벽체를 가진 (Excite)시켜 수음실로 소음 에너지가 재방출된다. ② 두벽체 사이를 연결하고 있는 부위를 통하여 전달되는 에너지에 의한 Structure-borne Noise

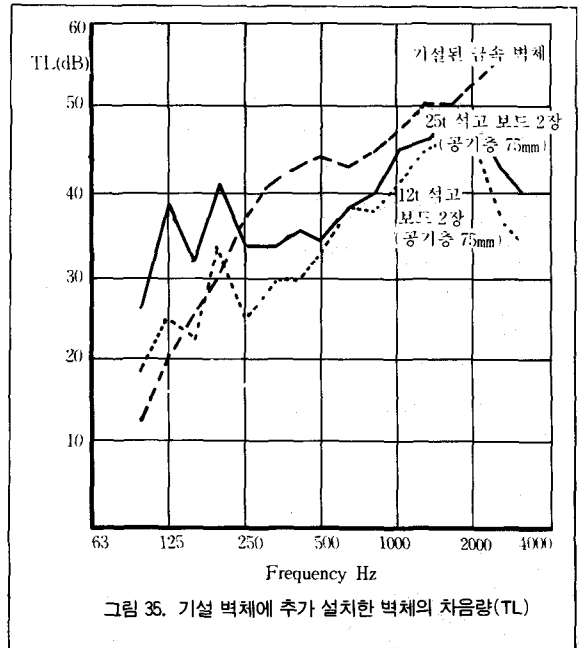


그림 35. 기설 벽체에 추가 설치한 벽체의 차음량(TL)

의 전파이다. 따라서 두벽체사이의 역학적인 결합에 의한 일치 차단 주파수를 피하기 위하여 두벽체 사이에 흡음 재료를 삽입하게 된다. 그러나 벽체가 매우 길어질 경우 비용을 고려하여 두 벽체 사이의 공기층에 흡음재를 삽입 처리하여 차음량을 높일 것인가 혹은 공기층 간격을 더 넓힐 것인가를 결정해야 한다.

상담 및 문의전화 586-1161

애독자 여러분의 참여를 기다립니다!

연합회보의 문은 늘 열려있습니다.

애독자 여러분의 정성과 숨씨가 담긴 진솔한 글이라면, 현장에서 체득한 개선사례나 가까운 벗 혹은 그리운이에게 띄우는 편지, 자신에게 하고픈 얘기 그리고 소설, 시, ... 등등 어떤 장르의 원고라도 환영합니다.

채택된 분께는 저희가 마련한 기념품을 드립니다.

보내실곳 : 서울시 구로구 구로5동 41-15 환경빌딩 2층

전국환경관리인연합회 회보담당자 앞