

# 소음방지대책 및 시공사례

이 득 응  
(주)디비엔지니어링 사장



● 1951년생  
● 소음진동, 영향평가, 음향측정실, 건축음향 및 동력학적 해석, 최적 설계 그리고 이상적인 음의 공간을 창조하는데 관심이 있다.

## 1. 머리말

산업의 발달은 인간의 생활을 편리하게 한 반면 여러가지 공해문제를 낳게되었다. 그 중 소음은 대화방해, 작업능률저하, 수면방해, 심지어는 난청을 일으키는 중요한 사회문제로 대두되고 있다. 여기에 적절한 대책이 요구되고 있지만 가장 기본적인 음향이론을 이해하지 못하고 있고 또한 음향을 한개의 예술로서 간주하는 엔지니어가 많다. 여기에서 기본적인 원리를 어떻게 적용하여 공장생산라인의 생산성 및 이웃 주민 및 근로자가 소음공해로부터 탈피하여 쾌적한 환경을 조성하는 데 있다.

소음의 방지기술은 음향의 전달시스템을 단순히 소음원, 전달경로, 수음자로 구분하여 구조적인 문제점을 토출해 낼 수 있다.

소음의 방지기술은 듣는자로하여금 근무활동을 하는데 적당한 음장형성이 정해진 목표치 이하로 낮추는데 그 목적이 있으며 대표적인 시설은 다음과 같다.

- 소음기
- 방음덮개
- 방음터널
- 흡음장치 및 시설
- 흡음 배플
- 기타

또한 주어진 공장여건에 따라 음압도가 낮게

요구될 때 그 기준이하로 되게끔 각별한 주의를 필요로 하므로 투자 대 효과, 난청으로부터 보호, 주민의 환경보존등을 고려한 종합적인 검토를 하여야 하지만 소음방지대책은 다음과 같은 방법으로 수행된다.

- 소음원의 소음도 감소
- 소음원의 진동 감소
- 소음원의 주파수변형
- 충격소음의 파형변형
- 주위 소음변형
- 매스킹효과 이용
- 수음자의 소음노출시간 변형

현재 우리나라의 경우 대도시 및 주변에 공장이 많고 이러한 공장들은 소음제어측면에서 전혀 대책이 고려되지 않은 공장이 많으므로 공장내에 발생하는 기계가동소음, 원료의 운반, 낙하등 일차적인 소음과 부수적인 소음은 근로자의 보호입장에서 산업안전보건법, 환경적 측면에서 환경보전법으로 규제하고 있다.

공장내부에서 발생하는 소음은 수많은 소음원의 합성소음으로 소음방지대책은 그 발생원에 대한 정확한 이해와 단순한 음원이라도 음향성능상 특이한 성분의 분석이 요망되며 다음과 같이 발생소음은 종류별 세분된다.

- 마력과 소음
- 회전체 소음
- 구조물의 공진현상
- 기어소음
- 베어링 소음
- 판넬의 소음
- 공기역학적 소음
- 엔진소음

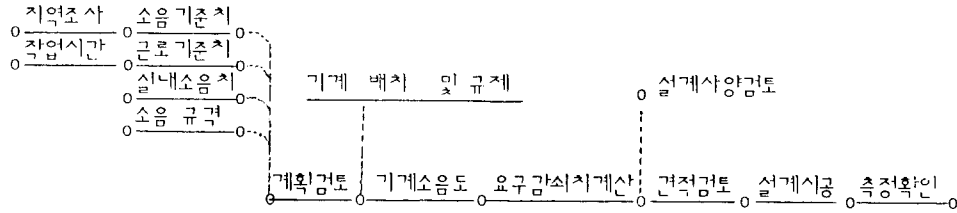


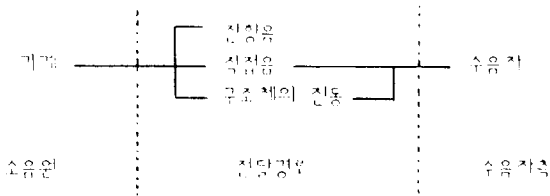
그림 1 공장설계시 소음방지계획표

## 2. 소음방지 대책

### 2.1 공장설계시 소음방지계획

현재 공장설계시 특별히 요구되는 소음문제를 제외하고는 소홀히 계획검토되고 있으므로 많은 문제점을 초래하고 있다. 그러므로 공장요구조건 및 지역환경에 적절한 소음방지계획이 이루어져야 하며, 기계선택시 소음의 규제조건, 기계배치, 대책에 대한 평가등 사전에 대책절차규정을 만들어 검토되어야 하며 계획표는 그림 1과 같다.

### 2.2 소음의 발생전달경로 및 수음자의 블록 다이어그램



### 2.3 소음원에서의 소음방지

외부 소음의 전달경로는 소음원—전달경로—차음—실내영향—기준치로 이어지므로 소음방지에 있어서 전통적인 해결방법은 가능한 음원 자체에서 해결하는 방법으로 간주할 수 있지만 방지에 있어서 대단히 많은 비용과 때로는 불가능 할때가 많다. 일반적으로 크게 대별되면

- 충격소음

- 불균형 힘에 의한 소음
- 마찰에 의한 소음
- 전기적 소음
- 유압장치 소음
- 공기음에 의한 소음

### 2.4 방지대책

소음방지대책은 소음원 자체의 음원분석, 전달경로를 파악하여 다음의 방법을 복합적으로 사용하여 적절한 대책이 수립되어야 한다.

#### (1) 소음원 대책

- 작업공정 변경
- 국부적인 댐핑재료 사용(기계)
- 제품에 댐핑패드 사용
- 방음 덮개
- 후드설치
- 작업 스케줄 변경

#### (2) 전달경로 대책

- 현 위치에서 멀리 설치
- 천정·벽면에 흡음재설치로 잔향음제거
- 차단벽 설치로 구조를 타고 오는 진동차단

#### (3) 수음자측 대책

- 인크로저
- 개인 소음 방지기구 착용
- 작업시간 변경
- 마루의 진동감쇠
- 스크린
- 흡음력 증가
- 매스킹효과 이용

#### (4) 흡음대책

대부분 공장은 콘크리트 블록 및 스테이트로

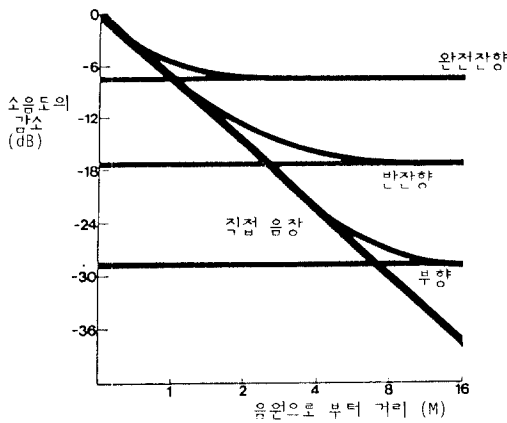


그림 2 음장의 구성

구성되어 여기에 설치된 기계소음도의 잔향을 증폭시켜 큰 소음을 발생시키고 있는데 이는 흡음력 부족에 기인한다. 공장내부에 발생된 소음도는 흡음재료 설치시 잔향시간/공간의 크기에 따라 다르지만 흡음력 증가는 잔향음의 감소로 큰 효과를 볼 수 있다(그림 2).

흡음재료의 흡음률은 입사된 음향에너지가 흡음재내부를 통과하여 점성마찰로 인하여 열로 손실된다.

$$\alpha = \frac{\text{흡수에너지}}{\text{입사에너지}} = \frac{E_i - E_r}{E_i}$$

흡음재 형태별로 유공흡음재, 평판흡음재, 막흡음재로 나눌 수 있으며 흡음률은 그림 3의

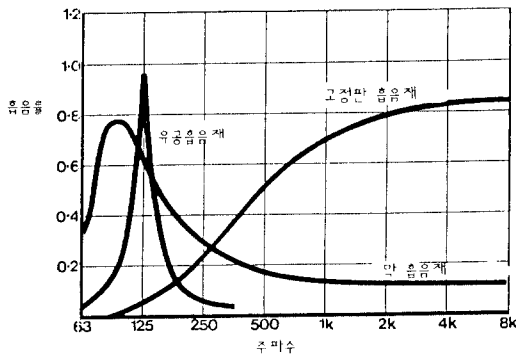


그림 3 재료별 흡음률 방음곡선

곡선과 같다.

흡음처리에 의한 감쇠효과는

$$NR = 10 \log \frac{A_2}{A_1} \text{ dB}$$

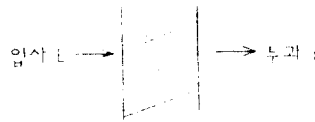
여기서,  $NR$  : 소음감소

$A_1$  : 흡음처리전 실내흡음력

$A_2$  : 흡음처리후 실내흡음력

(5) 차음대책

차음에 의한 투과손실(transmission loss)은 벽체의 재질에 좌우된다.



$$\text{투과율, } \tau = \frac{\text{투과에너지}}{\text{입사에너지}}$$

$$TL = 10 \log \frac{1}{\tau} \text{ (dB)}$$

벽면이 동일재로 되어있지 않은 경우 총 투과손실  $\overline{TL}$ 은

$$\overline{TL} = 10 \log \left( \frac{1}{\bar{\tau}} \right) \text{ dB}$$

$$\bar{\tau} = \frac{\sum S_i \tau_i}{\sum S_i} = \frac{S_1 \tau_1 + S_2 \tau_2 + \dots}{S_1 + S_2 + \dots}$$

측정기계를 차음벽으로 칸막이 하였을 때 예측되는 소음감소( $NR$ )는

$$NR = TL - 10 \log \left( \frac{1}{4} + \frac{S_w}{R} \right)$$

$S_w$  : 차음벽면적

$$R = \frac{S \bar{\alpha}}{1 - \bar{\alpha}}$$

$S$  : 실내면적

$\bar{\alpha}$  : 실내평균 흡음률

### 3. 허용 기준치

건물 또는 작업량의 종류에 따라 여러가지 기준이 있지만 정략적으로 가정하면 압소음, 최적잔향시간, 구조진동, 최소차음량 등이 결정

되어야 한다.

기준치로 A스케일로 청감 보정된 NC, NR 곡선이 사용되며 대표적 건축물에 있어서 NC 값은 그림 4와 같다.

#### 4. 소음방지 시공사례

##### 4.1 덕트소음기(Duct Attenuator)

사무용 또는 주거용 건물의 설비시스템으로서 냉난방장치, 배기장치, 제진장치, 분체이동 등은 덕트를 통해서 이루어지며 통산 환 및 기계에서 나오는 소음이 실내허용 요구치(NC)를 넘게되어 문제시되고 있으며, 소음점에서 정확히 예측하여 소음기로서 요구치를 충족시키고 있다. 환에서 발생된 소음은 경로를 따라 감음이 되고 수음점에서 직접음 및 잔향음의 합성소음으로 되며, 합성 계통차트는 표 1과 같다.

##### 4.2 덕트타워(Duct Tower)

여가시설에 설치되어 있는 덕트타워의 내부에서 과도하게 발생하는 소음을 억제하며, 여가시설 이용객에서 안락한 환경을 제공하고저 덕트타워의 흡입측에서는 소음감쇠루버, 사이렌사 및 벽면흡음처리를 한다. 토출측에는 사이렌사 및 천정면에 흡음처리를 한다. 사이렌사 및 루버의 사양은 그림 5(a)~(d)와 같다.

(1) 사이렌사(Silencer)

(2) 루버(Louvres)

- 덕트 타워의 소음감쇠처리에 의한 감쇠량은 12~15dB(A)이다.

- 시공후 덕트 타워 주변소음도는 70~73dB

댄스장, 연회장	30	35	40
홀, 로비, 복도	35	40	45
식당	40	45	50
주방, 세탁실	40	45	50
사무실 : 중역실	20	25	30
회의실	25	30	35
지배인실	30	35	40
부장실, 응접실	30	35	45
일반사무실, 제도실	35	40	50
홀, 복도	35	45	55
자료실, 계산실	40	50	60
오오디토리엄, 음악홀 :			
콘서트홀, 오페라홀, 녹음스튜디오	20	22	25
영화극장, 반향외원형 극장, 강연홀, 텔레비 전청중스튜디오	30	32	35
공장 : 직장실	40	45	50
조립라인, 경기계실	45	60	70
주물공장, 중기계실	55	65	75

실 명	NC 치		
	하한	평균	상한
주택 : 개인주택(전원, 교회)	20	25	30
개인주택(도시)	25	30	35
아파트	30	35	40
호텔 : 객실	30	35	40

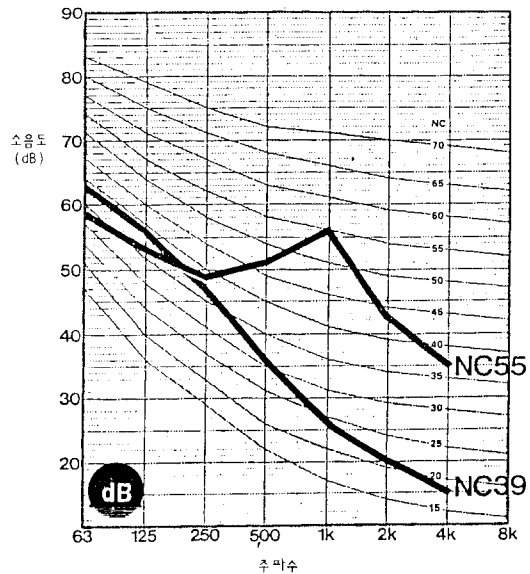
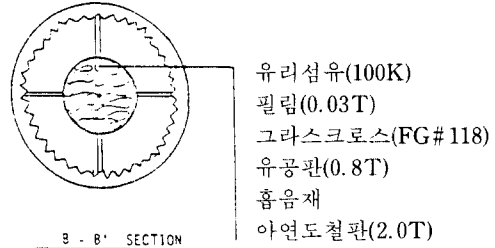
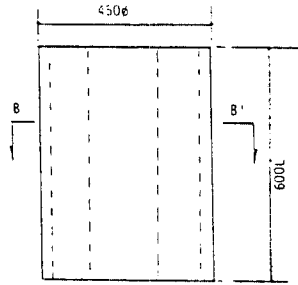
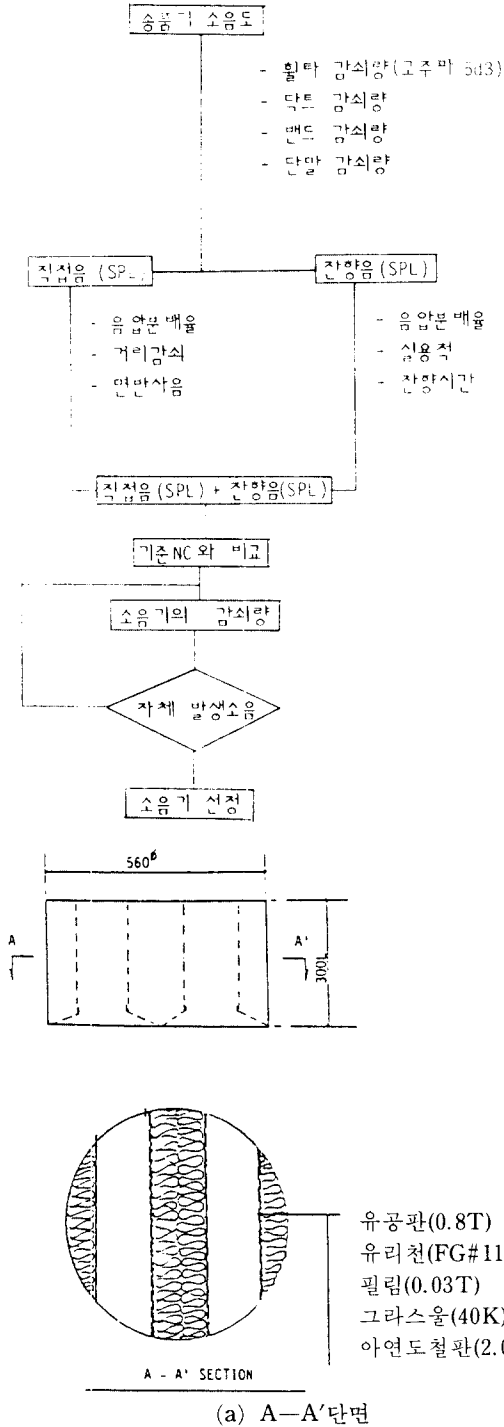
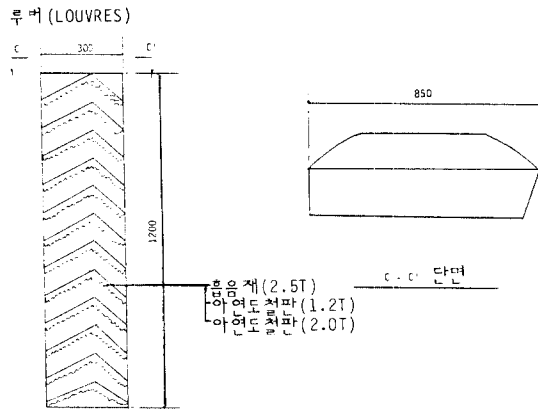


그림 4 NC곡선

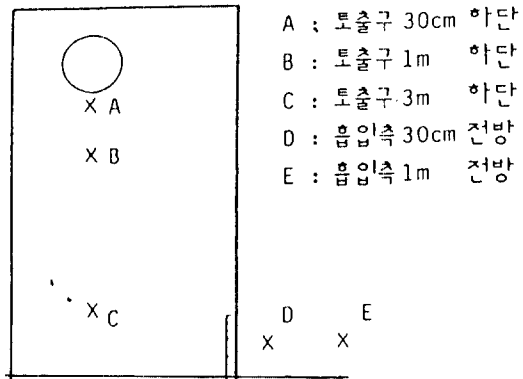
표 1 소음도 계산의 계통차트



(b) B-B'단면



(c) C-C'단면



(d) 덕트타워 측정점 및 개략도

그림 5

표 2 측정 결과

단위 : dB(A)

측정 위치	시공전 소음도	시공후 소음도	감쇠량	
토출구	A	95	81	14
	B	91	76	15
	C	83	71	12
흡입구	D	82	79	13
	E	88	73	15

이고 실내의 각종 기구 가동으로 인한 예상소음도는 76dB(A)로서 여가시설 이용객에게 닥트 타위는 불쾌한 소음원으로 인식되지 않고 있다.

4.3 반도체 공장의 소음대책

공조기 행에서 발생하는 소음은 사운드 어테뉴에이타를 통과시에 요구되는 기준 소음치 65 dB(A)를 넘지 않아야 한다. 전체적인 소음 및 진동에 대한 대책은 다음과 같다.

- (1) 큰건물 공급측 소음기 : HA형식 밀폐형 소음기
- (2) 크린룸 흡입측 소음기 : PGF RAS형 소음기
- (3) 기타 부위 소음기 : 일반 소음기가 요구되나 특별히 요구되는 부분은 밀폐형 HA형식이 요구됨
- (4) 주공급 송풍기 : 150mm처짐용 스프링
- (5) 웨이퍼 실 옆 송풍기 : 100mm처짐용 스프링
- (6) 크린룸 내부 덕트 : 100mm처짐 스프링 행거
- (7) 기타 부위 덕트 : 패드 사용
- (8) 펌프 : 100mm처짐 스프링과 이너서 베이스사용
- (9) 냉각탑 : 100mm처짐 스프링과 빔 사용
- (10) 보일러 : 50mm처짐 스프링
- (11) 파이프 : 크린룸 주위에 100mm처짐용 스프링 행거 사용
- (12) 인크로저 : 작업장이 보건안전법 이상시

에 인크로저 설치

- (13) 부상마루 : 공조장치 아래실 사용시에 설계
- (14) 문 : 방음·방화문 사용
- (15) 벽, 덕트라이닝 : 크린룸 내에 공급되는 닥트와 송풍기 챔버에 사용

4.4 흡음 배플

공장내부의 각종 설비가 야기시키는 소음을 산업안전보건법의 규제치 이내로 감소시킴은 물론, 작업환경을 쾌적하게 유지하여 소음공해로부터 근로자를 보호하고 작업능률을 향상시키고자 한다.

(1) 공장내부의 소음현황

공장내의 각종 기계에서 발생되는 소음 레벨은 최고 88dB(A)를 나타내고 있다.

(2) 대책방안

공장내부의 소음도를 줄이기 위해 벽체는 흡음물질로 천정은 배플을 이용하는 방안을 택하여 그림 6(a)(b)와 같은 구조로 사용한다.

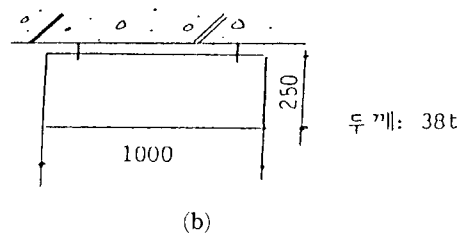
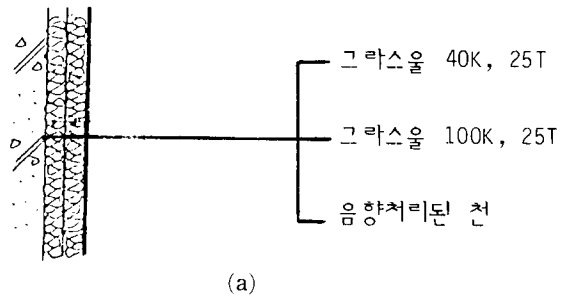
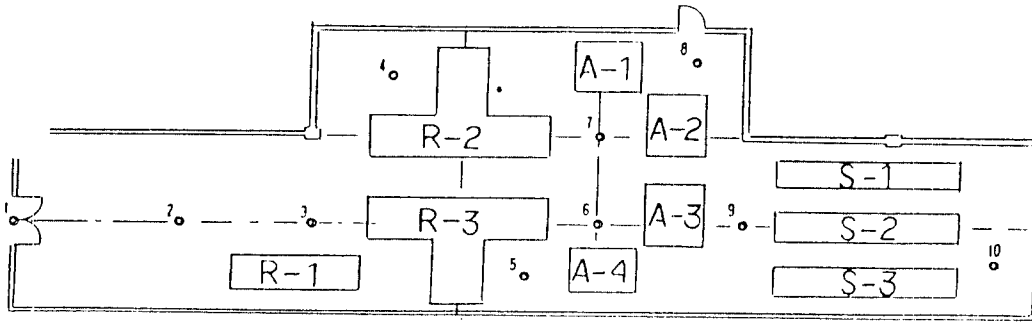
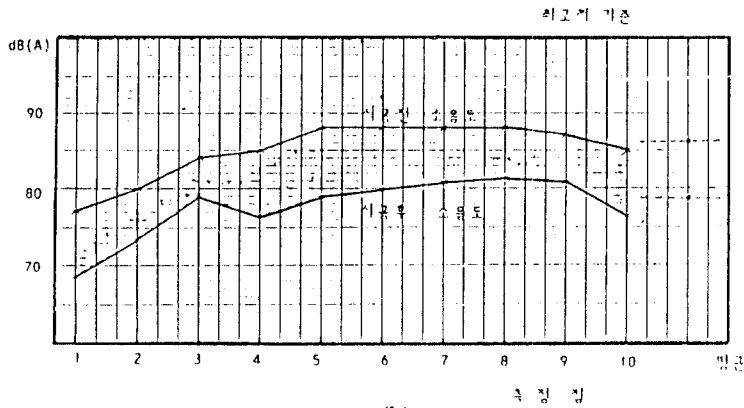


그림 6 벽(a)과 천정(b)



(a)



(b)

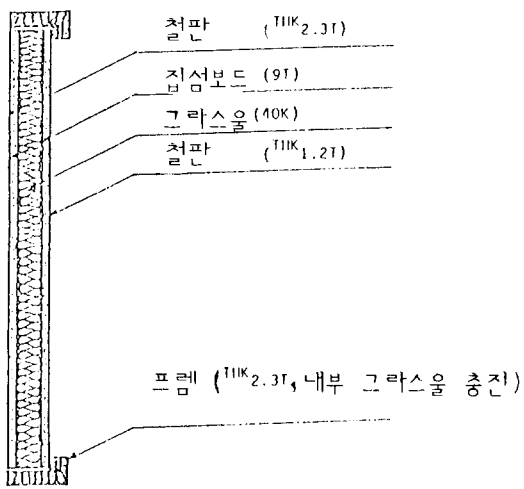
시공후 측정된 평균소음도는 78.8dB (A)로서 시공전 소음도 86.1dB(A)에 비하여 7.4dB의 소음 감쇠효과가 있다.

그림 7 측정위치 개략도(a)와 공사전후 소음도 비교도(b)

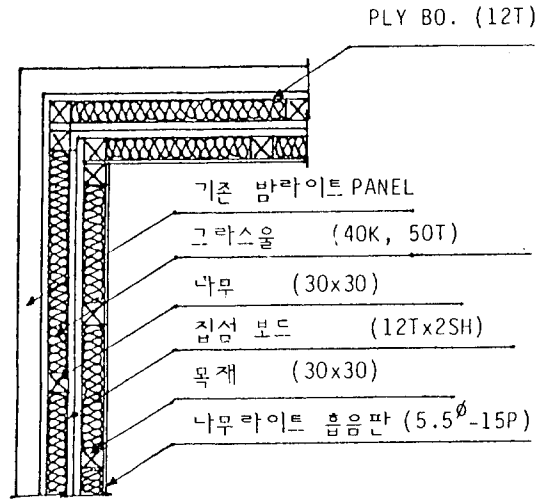
표 3 측정결과

단위 : dB(A)

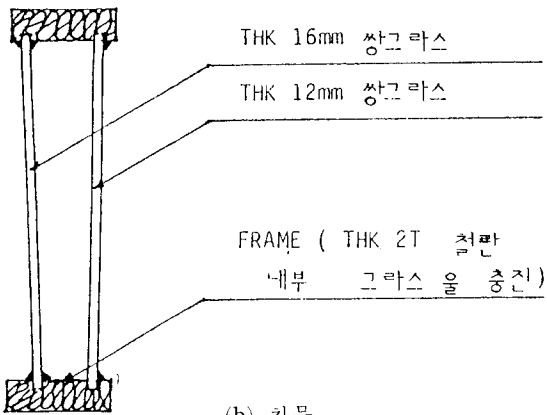
측정점		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	평균
공사전 소음도		75	76	80	81	84	85	85	84	86	82	83
89.1, 27		-77	-80	-84	-85	-88	-88	-88	-88	-87	-85	-86.1
공사후 소음도	1차	65	67	74	73	76	79	78	80	79	75	
		-68	-74	-76	-76	-80	-79	-81	-80	-81	-76	
	2차	65	68	74	73	76	79	78	80	79	75	
		-68	-73	-79	-77	-78	-81	-81	-83	-83	-77	
	평균	65	67.5	74	73	73	75	77	78	76.5	79	74
		-68.5	-73.5	-79	-79	-76.5	-79	-80	-81	-81.5	-81	-76.5
감쇠량		10	8.5	6	8				7.5	7	8	7.6
		-8.5	-6.5	-5	-8.5	9	8	7	-6.5	-6	-8.5	-7.4



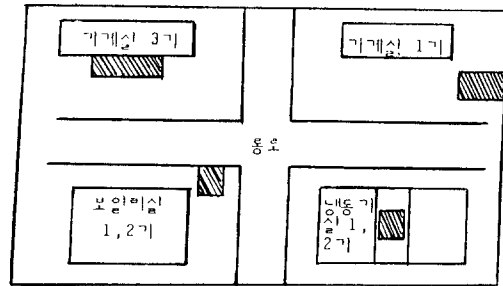
(a) 문



(c) 방음실의 벽, 천정



(b) 창문



▨ : 방음실 (온전실)

(d) 방음실 위치의 개략도



(e) 방음실 내부

그림 8 측정결과



표 4 측정결과(기존 운전실에 방음실 설치전·후)

단위 : dB(A)

장 소	설치전	설치후	감쇠량
기계실 1기	93	59	34
기계실 3기	87	53	34
보일러실 1,2기	92	55	37
냉동기실 1,2기	102	62	40

상기 측정결과와 같이 기계실 내의 기존 운전실에서 방음실 시설을 하지 않았을 때보다 시설을 설치하였을 때 30-40dB 정도의 소음을 차단 시킬 수가 있다.

(3) 측정결과 및 평가 (그림 7(a), (b), 표 3)

#### 4.5 방음실

기계실의 각 기계에서 발생하는 소음을 흡음과 차단을 시킴으로서 실내의 작업환경 개선과 능률을 향상함은 물론 실외로의 소음전파를 방

지하고자 한다. 다음의 경우는 기계실의 각종 기계에서 발생하는 소음레벨은 92~102dB(A)였으며 기계실내에 설치되어 있는 운전실내에서의 소음레벨은 67~83dB(A)로 운전자의 청각보호를 위하여 방음대책이 요구되어 다음과 같은 구조로 시공하였으며 측정결과는 그림 8(a), (b), (c), (d), (e) 및 표 4와 같다.



### 會員 原稿 投稿 案内

1. 內容 : 1) 論說, 展望, 解說, 講座, 資料, 紹介, 紀行文·見學 및 參觀記, 體驗談, 隨筆, 國內外뉴스, 會員의 소리, 其他.  
※採擇된 原稿는 本 學會 所定의 原稿料를 드립니다.
- 2) 『特別會員』社의 研究所 紹介 및 新製品 紹介, 工場 施設 擴張, 國產化 또는 技術開發 成功事例 等
2. 其他 : 投稿 原稿의 內容, 題目 等은 自由로 하며, 수시로 접수합니다.
3. 原稿接受處 : 大韓機械學會 事務局 編輯擔當者.  
서울特別市 永登浦區 汝矣島洞 13의 31(기계회관 6층)  
전화 : (02)783-4571 FAX : (02)780-1370