

工場騒音の実地調査および除害方法について

高山 孝

On the Reductive Method of Factory Noise

Takashi Takayama

昭和43年度の工場騒音関係の調査研究については、昭和40年度より継続実施している調査研究委託による工場業種別騒音調査の第4年度にあたり、選定業種として、プラスチック加工業—2工場および木工業—2工場を精査することになっていたもので、これら4工場を都内の区部より選び、測定調査を実施した。

当年度は、財団法人、工業振興会に調査研究委託し、直接には調査指導に東京工業大学工学部建築学科の松井昌幸教授があたり、本報告書をまとめたものである。

調査を実施する工場としては、以前に周囲住民より騒音の苦情があり、改善を行なったもの、および多少改善したものを対象とした。しかし、これらの工場は暗騒音の影響、測定場所の狭小、加工機械の負荷運転の状態、規模等の悪条件があり、測定対象モデル工場としては問題点が多かった。換言すれば、このことは都区内にある中小工場では、測定条件に適した工場を捜すのは非常に困難であることを示すものでもある。

1 まえがき

公害問題は、現在のわが国にとって大きな政治的、社会的問題となっている。

公害による住民からの苦情、陳情は地方公共団体に届け出られ、処理されてきているが、騒音に起因する公害は他の大気汚染、水質汚濁等と共に大きな比重を占めている。

発生件数から見ると全公害発生件数の約半数が騒音・振動関係であり、さらにこの半数が工場・事業所によるものとされている。

現実に現在では、規制の対象となっていない交通機関に

起因する苦情が相当の数に上っている筈であるが、交通騒音は工場騒音に比して苦情の対象になり難いため統計上の数字は小さくなっている。

しかし、交通騒音による被害を考慮したからといって工場騒音が公害問題で占める地位が低下するというものではなく、現時点においても多くの問題を生じている。

産業の急速な発展と人口の都市集中化により産業公害はますます大型化し、かつ広域化する傾向にあり生活環境の悪化は重大な問題となっている。

このため、昭和42年には公害対策基本法が制定され、昭和43年には同法に基く実施法として騒音規制法が制定され、法律による規制がおこなわれることになった。

しかし、現実の公害問題には用途地域制の不徹底、その他多くの未解決の問題があり、解決への道は遠いものと思われる。

特に騒音問題だけについても住宅と工場の混在が問題発生の一因となっており、しかも混在の度合の極めて高い中小企業の工場（いわゆる町工場）に音響特性の劣悪なものが多いという事実は今後に残された大きな課題の一つとなるであろう。

2 工場建築の問題点

昭和40年の通産省の統計調査によると、約300坪以下の敷地面積の工場で騒音による苦情が多く発生しており、業種別に見ると金属加工関係の工場に集中的に問題が発生している。このような町工場の建物について窓、壁面についての音圧レベル差を測定した結果を表1に示す。

なお、この測定した結果は東京都における例ではなく、町工場の密集している地方都市におけるものである。

表1 町工場の壁・窓の音圧レベル差 (dB(c))

音圧レベル差 dB(c)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	計
	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	
窓	3	5	7	12	9	2	4	0	1	0	1	0	44
壁	0	2	2	3	3	1	0	0	0	0	0	1	12
計	3	7	9	15	12	3	4	0	1	0	1	1	56
構成比	5.4	12.5	16.1	26.7	21.4	5.4	7.1	0	1.8	0	1.8	1.8	100
累 計	5.4	17.9	34.0	60.7	82.1	87.5	94.6	94.6	96.4	96.4	98.2	100	

この表によると、8～9dBの音圧レベル差のものが最も多く、10～11dB以下のものが80%以上となっている。

このような音圧レベル差の実態は都市によって若干異なるものであり、東京都の場合はこの表より若干良い数値を示すものと考えてよいが、住宅と工場の混在率や密集度からいってやはり相当の問題が残されている。

工場建物の遮音性が悪い原因としては、種々の原因が考えられるが、第1に考えられるものは現在のような騒音問題を考慮せずに工場が建てられている場合が多いという点である。これまでの工場経営の方針には、建物にはなるべく費用をかけずに済ますという考え方があったことは否定できない。

端的にいえば、このような方針のもとに建てられた工場建築に対する過度の設備投資が現在の騒音公害の主因であると考えられることもできる。

したがって、中小企業工場すなわち住宅と混在している町工場の質的改善が騒音公害除去のための有効な手段の一つであるともいえる。騒音防止のためには音源対策が一番好ましいが、音源対策の可能な機械・装置の種類はかなり限定されている。

工場建築の質的改善は公害対策的な考え方のみでなく、わが国の産業の健全な発展という見地からも当然再検討をなすべき時期にきているものといえるであろう。

3. 工場騒音の調査とその結果

3・1 調査の目的

本調査はプラスチック加工機械関係工場、木材加工工場の一般的騒音防止対策の資料を得るためにおこなったもので、工場新設時および改善時の防音対策についての検討も同時におこなっている。

3・2 測定法

3・2・1 騒音レベルの測定

騒音レベルの測定は、原則として日本工業規格JIS・Z・8731—1966によっておこない、A特性により測定をおこなったが、dB(c)による測定も一部併用した。

本測定に使用した騒音計はすべてJIS・C・1502による指示騒音計で、一部で高速度レベルレコーダーを併用した。

3・2・2 周波数分析

騒音源の周波数分析および壁体の遮音測定については、定常音は現場において指示騒音計、オクターブ分析器の組合せによりおこない、衝撃性騒音についてはテープレコーダーに録音したのち、実験室にてオクターブ毎に分析した。

3・2・3 遮音測定

工場の壁体の遮音性能は音圧レベル差であらわすことにし、前項の如くオクターブ毎に工場内発生騒音(定常音による)を音源として、壁体の内外各1メートルの位置で騒音レベルを測定し、その差であらわした。

3・3 測定機器

本調査に使用した測定機器は次の如くである。

1) 騒音レベルの測定

指示騒音計 リオン製 07-A型 2台

2) 周波数分析

オクターブ分析器

リオン製 1台

録音用テープレコーダー

SONY EM-2 1台

高速度レベルレコーダー

リオン製 1台

再生用テープレコーダー

SONY 777 1台
電池ボックス 1台

3・4 工場の選定

調査対象とした工場は都内にあるプラスチック成型加工工場2 (A, B工場とする), 木材加工工場2 (C, D工場とする) の計4工場である。

3・5 プラスチック成型加工工場の騒音調査結果

プラスチック成型加工工場A, Bにつき騒音調査を行った。

3・5・1 A工場の騒音調査結果

この工場においては, 図1の図印で示す建家部分の民家側にあるスーパーミキサー, 可ソ剤攪拌器, 送風機, ポンプ類の各種機器, 装置が騒音源となっている。一部振動を発生し固体伝達音として外部壁体を振動させて, 騒音を再輻射している。

調査の結果を図示したものはつぎの各図である。

図1 工場騒音レベル分布

図2 工場内騒音レベル分布

図3 工場騒音レベル分布 (梁間方向)

図4 // (桁行方向)

図5 工場騒音周波数分析測定点

図6 ①点分析結果 工場外

図7 ②点分析結果 工場内

図8 ③点 // //

図9 ④点分析結果 工場内

図10 ⑤点 // //

図11 ⑥点 // //

図12 ⑦点 // //

図13 ⑧点 // 工場外

図14 ⑨点 // //

図15 ⑩点分析結果 二重壁内

図16 ⑪点 // //

図17 ⑫点 // //

図18 ⑬点 // //

図19 ⑭点 // 工場外

図20 ⑮点 工場内

図21 ⑯点 // //

図22 ⑰点 // //

図23 ⑱点 // 二重壁外隣地

図24 ⑲点 // //

図25 ⑳点 // //

図26 ㉑点 // 二重壁外隣家2F屋外

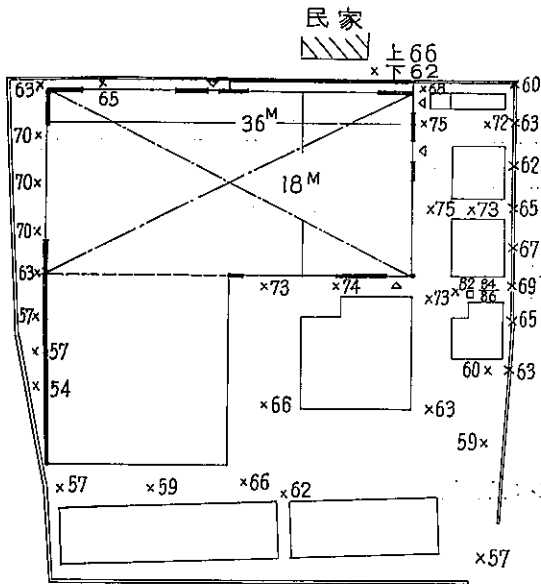


図1 工場騒音レベル分布図 S=1/400

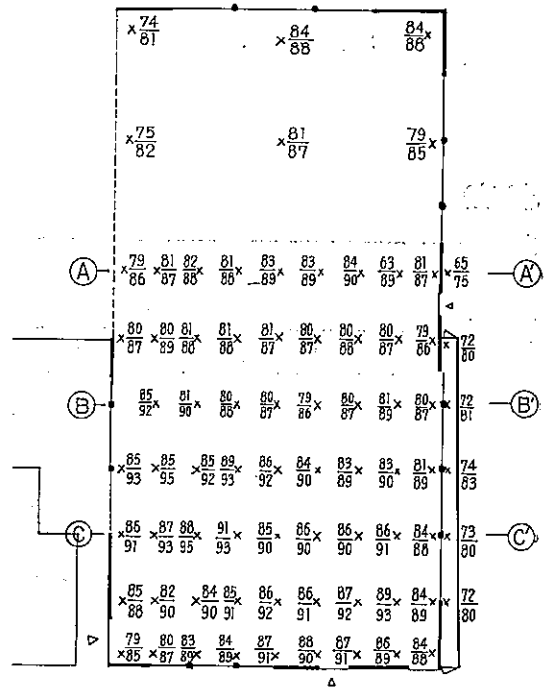


図2 工場騒音レベル分布図

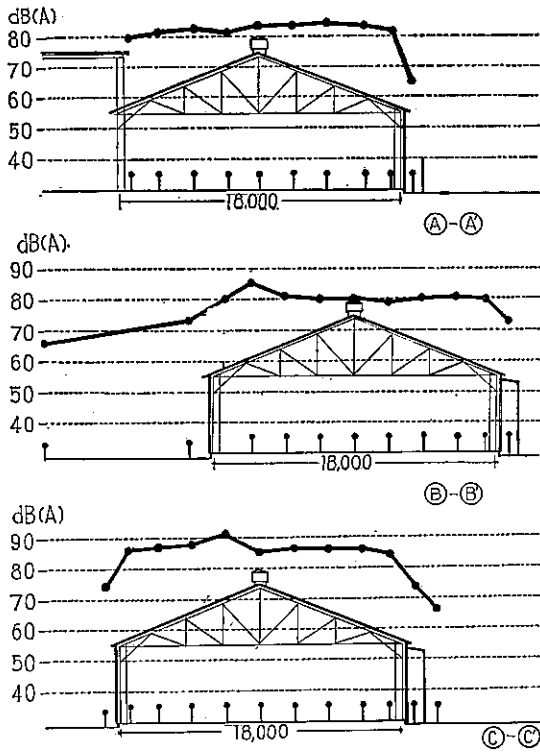


図3 工場騒音レベル（短方向）

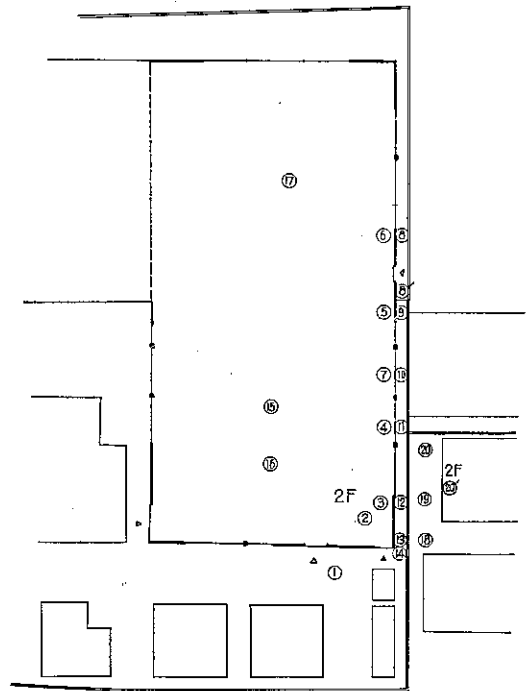


図5 工場騒音周波数分析測定点

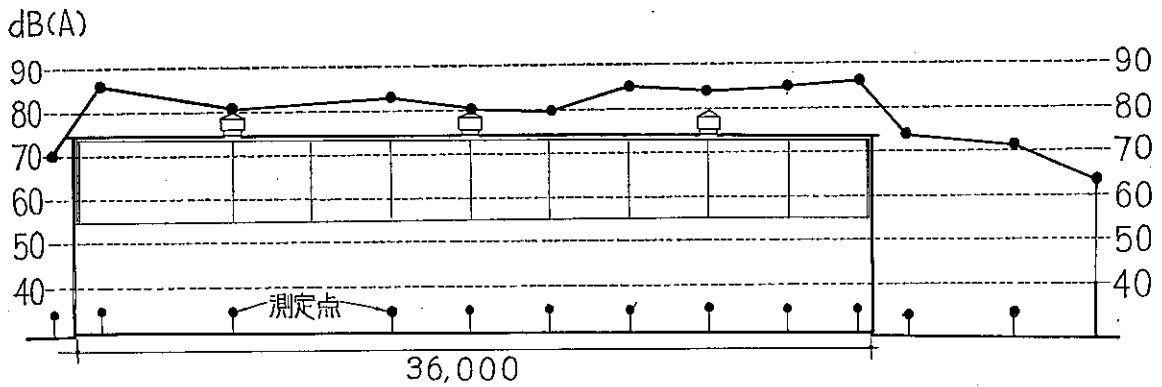


図4 工場騒音レベル（長手方向）

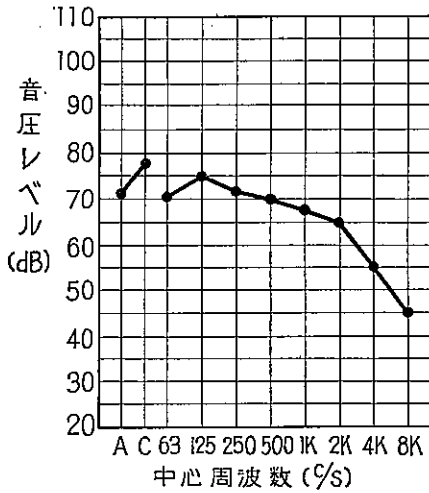


図6

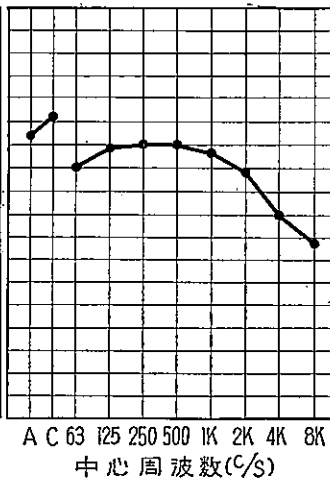


図7

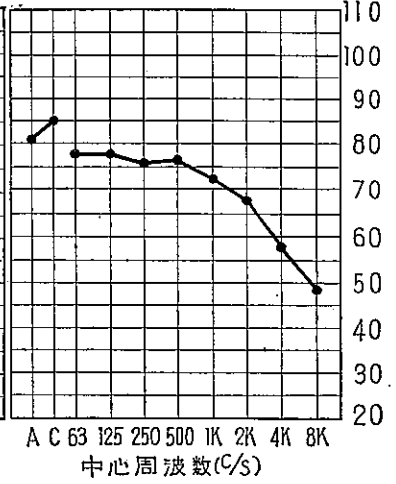


図8

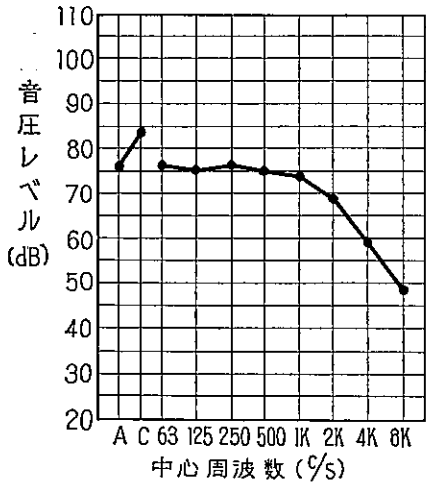


図9

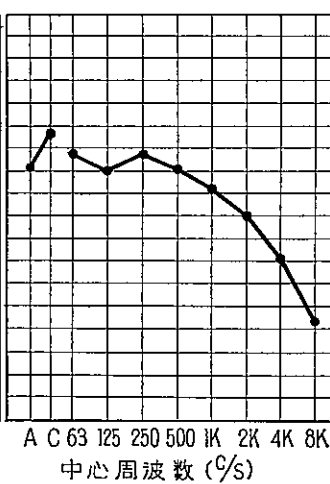


図10

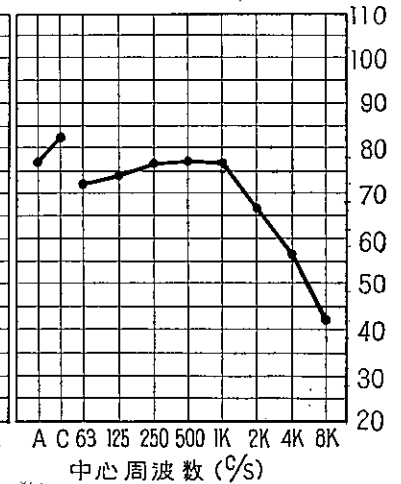


図11

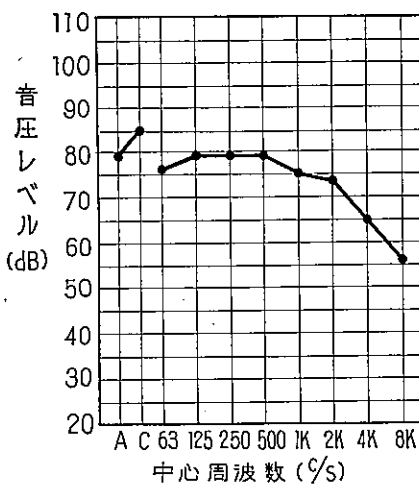


図12

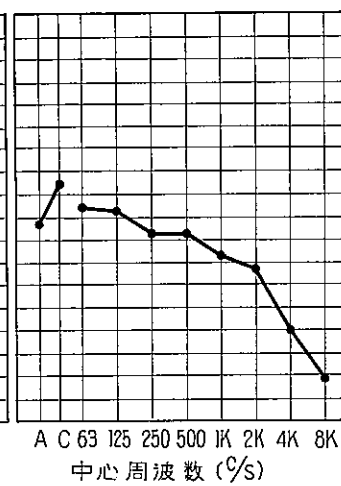


図13

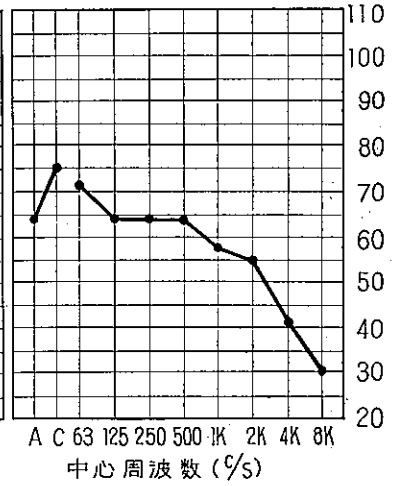


図14

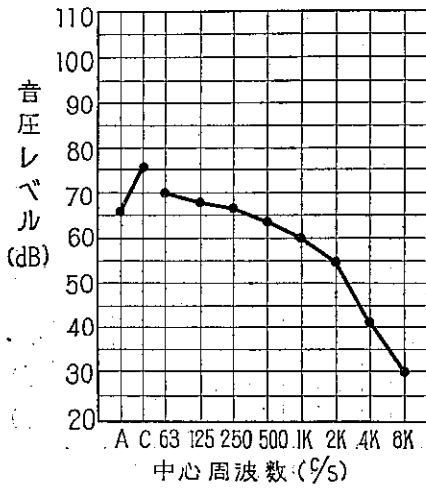


図15

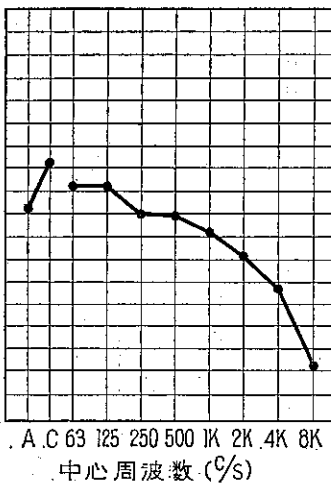


図16

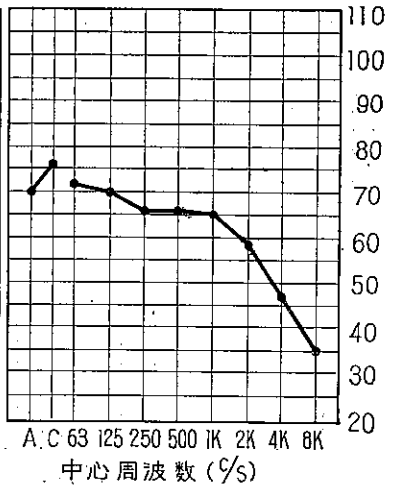


図17

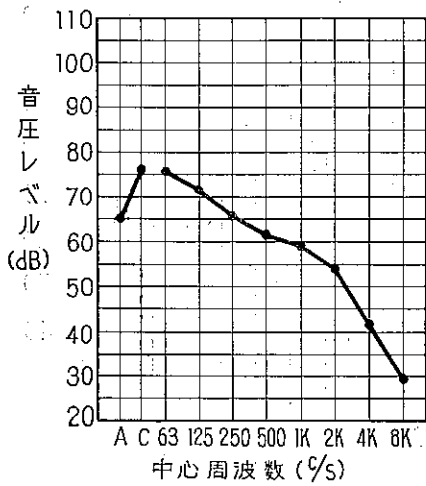


図18

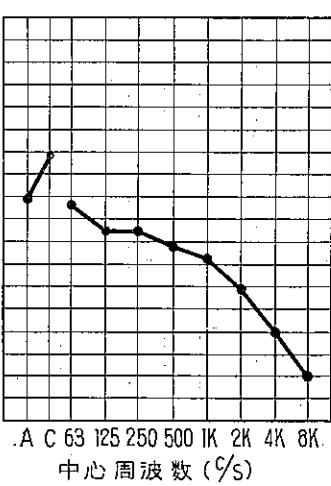


図19

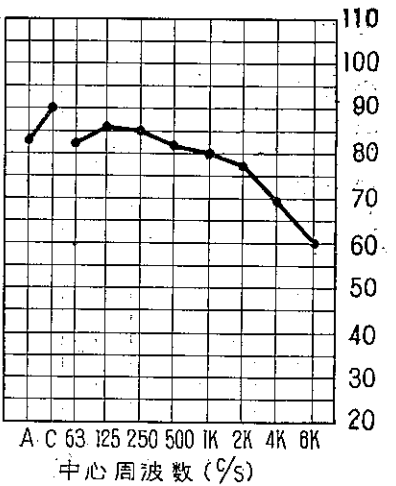


図20

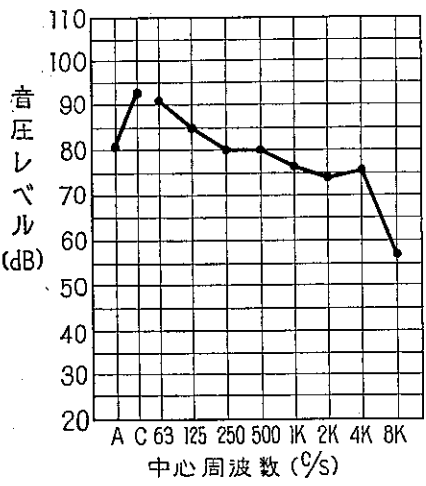


図21

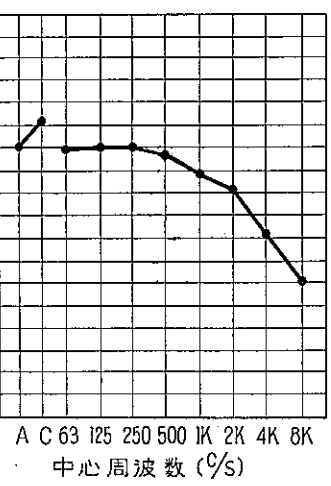


図22



図23

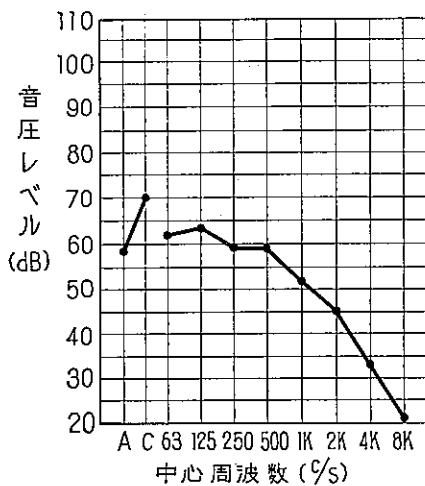


図24

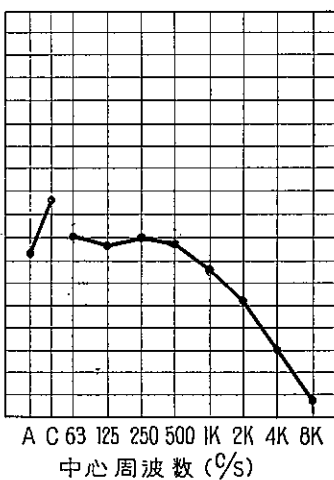


図25

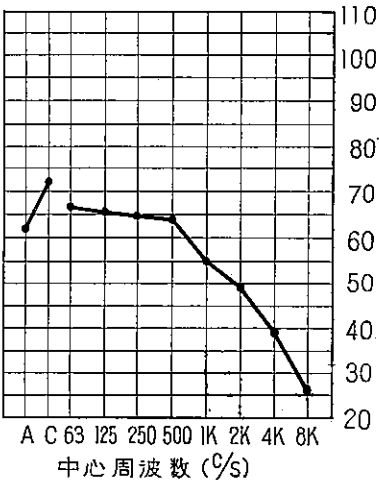


図26

3・5・2 B工場騒音測定結果

B工場はA工場に比べるとかなり規模の小さい工場で機械設備としては、射出成型機 2, 5, 6, 8, 10オンスの5台をもつ新築の工場である。その建物構造は鉄骨スレート造2階建、1階に工場、2階は事務所・倉庫となっている。

測定結果を次の各図に示す。

図27 工場外騒音レベル分布

図28 5オンス射出成型機 作業者

図29 6オンス射出成型機 作業者

図30 6オンス射出成型機 作業者

図31 10オンス射出成型機 モーター音

図32 10オンス射出成型機 作業者

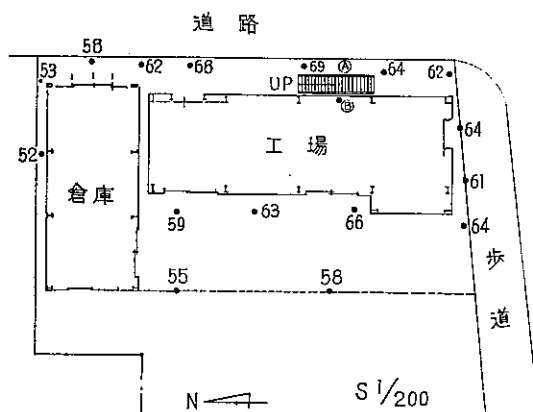


図27 工場外騒音レベル分布

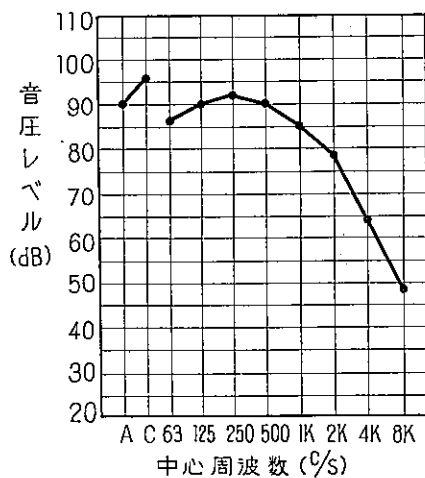


図28

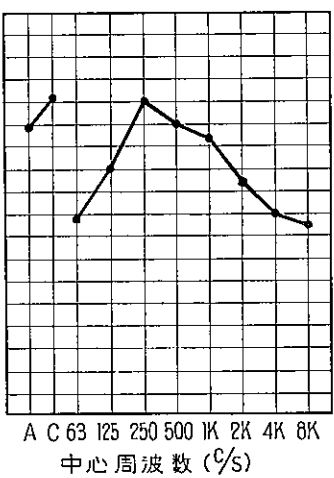


図29

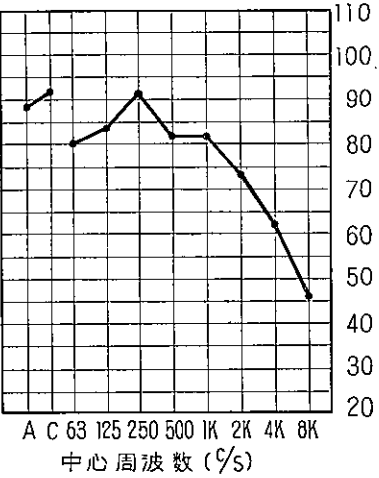


図30

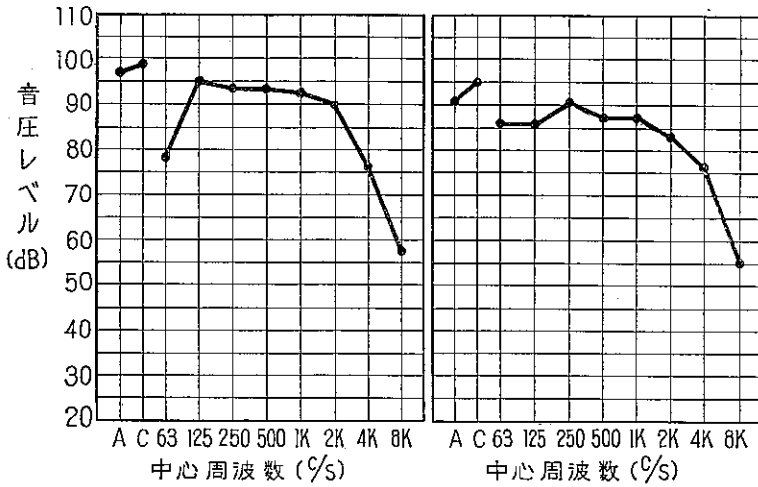


図31

図32

3・5・3 C工場騒音調査結果

C工場は作業場が4間×5間の比較的小規模の木工所で調査時は小箱の製作を行っていた。木造の工場ではあるが、防音対策にはかなり配慮したあとが見られる。

屋外で、音響的に一番弱点と考えられるシャッターの外で、電動ノコの運転音についての騒音レベルを測定した結果ではピーク値で94dB(A)が59~61 dB(A)まで低下している。

暗騒音が58dB(A)で、交通騒音が80dB(A)を上回る場合があるのでは

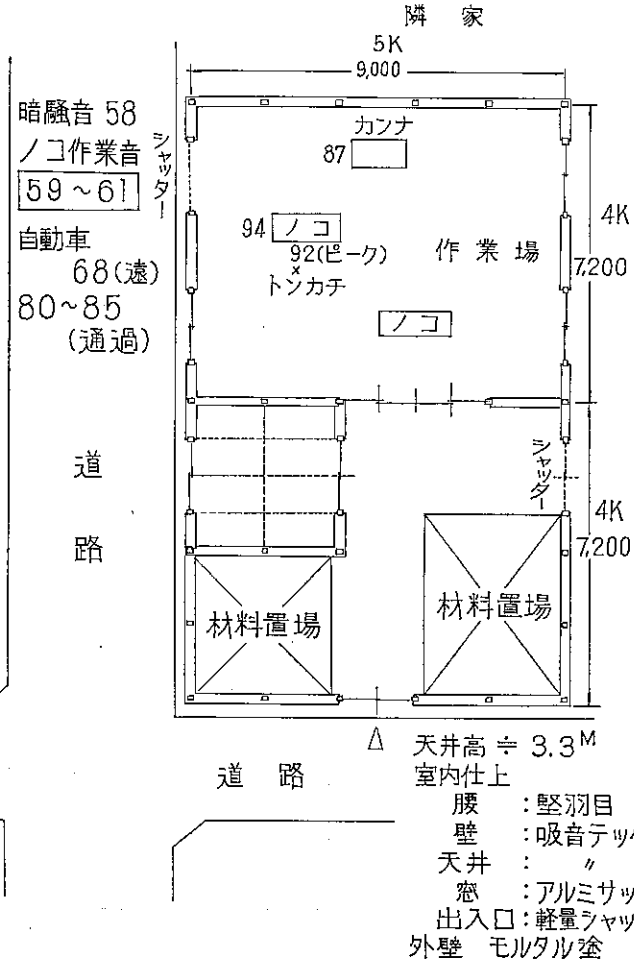


図33 工場騒音レベル分布図

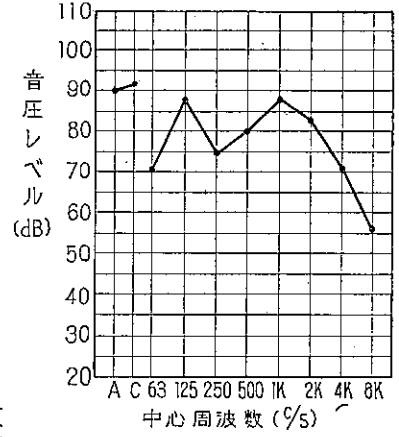


図34

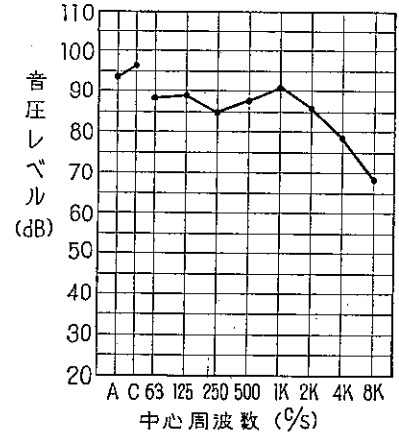


図35

ず昼間は問題がないといえる。

調査結果を次の各図に示す

図33 工場騒音レベル測定結果

図34 自動カンナ分析器結果

図35 トンカチ作業音分析結果

3・5・4 D工場騒音調査結果

D工場は図36に示すごとく作業場面積6間×6.5間で規模は余り大きくない。

工場内での発生レベルは85dB(A)以上で屋外で開口部の近くでは75dB(A)、壁の陰で60dB(A)程度となっている。

事務所は電車通りで余り問題はない様であるが、作業場側は道路巾が狭いため若干問題がありそうである。

また隣家に対する影響は若干対策のあとが見られるが、これも問題が残るそうである。

次の各図に測定結果を示す。

図36 工場騒音レベル測定結果

図37 自動カンナ騒音分析結果

図38 丸のこ作業音分析結果

図39 丸のこモーター音(A)分析結果

図40 // (B)

3・5・5 チッパーとドラムバーカーの騒音調査参考資料

都内では余り見られないが、木工場の中で、大きな騒音を発生するチッパー、ドラムバーカー関係の測定結果を次に示す。

図41 H工場騒音レベル測定結果

図42 M工場騒音レベル測定結果

図43 チッパー騒音分析結果

図44 ドラムバーカー騒音分析結果

図45 音源と隣家、事務所とのレベル差

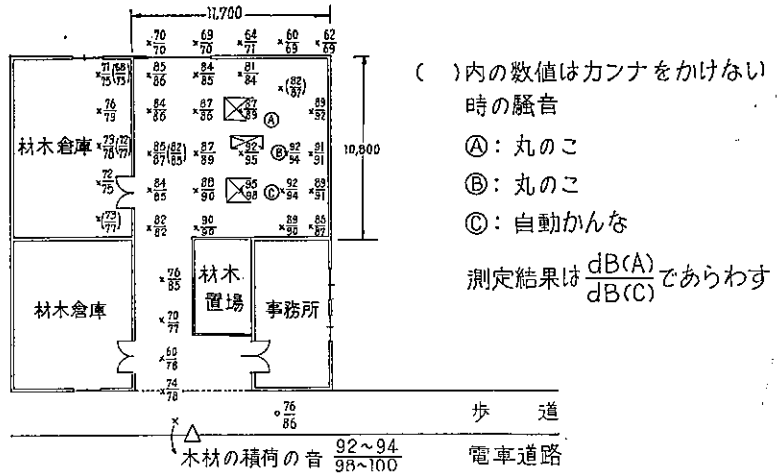


図36 工場騒音レベル測定結果

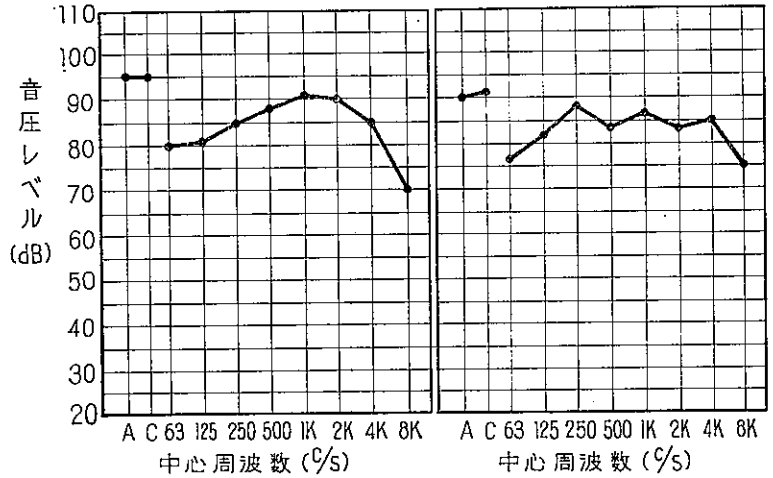


図37

図38

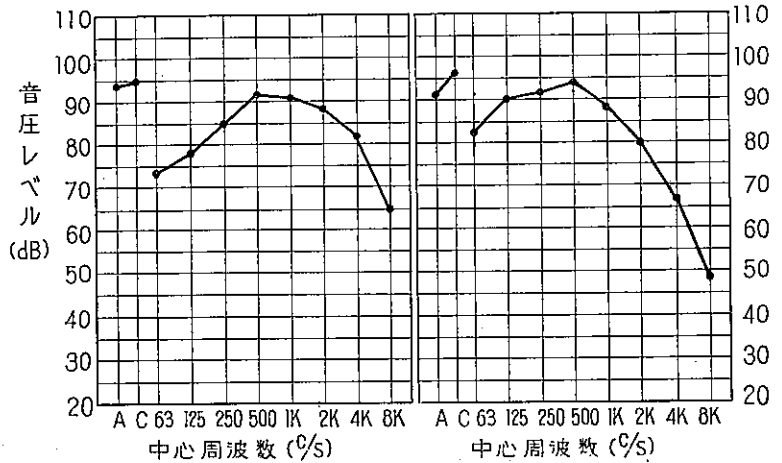
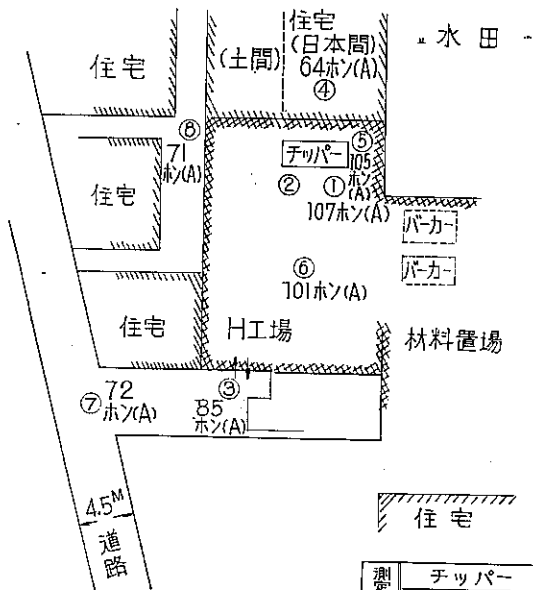


図39

図40



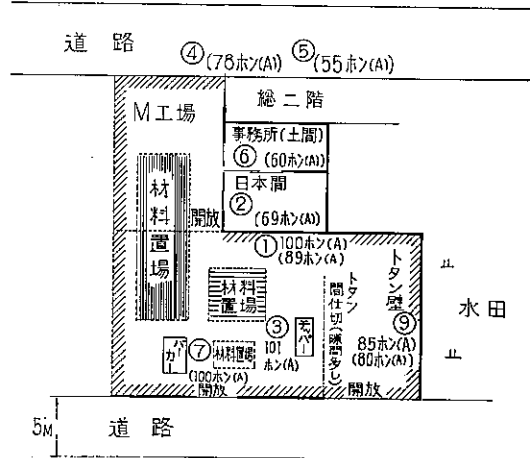
暗騒音 45~50ホンの
55ホンの(C)

各測定点に記入の
ホンの数はチッパー
作業中

測定点番号	チッパー		空転中	
	A	C	A	C
1	107	108		
2			79	92
3	85	90	78	85
4	64	70	57	66
5	105	108	90	100
6	101	103	97	98
7	72	76	65	73
8	71	77	60	70

*ファンのみ運転

図41 H工場騒音レベル測定結果



各測定点に記入のホンの数
()のないもの、チッパー作動中
()のあるもの、ドラムパーカー

暗騒音 54ホンの(A)
60ホンの(C)

測定点番号	チッパー		ドラムパーカー	
	A	C	A	C
1	100	105	90	95
2				69
3	101	108	92	100
4				78
5				55
6				60
7				100
8	74	83	65	75
9	85	90	80	85

図42 M工場騒音レベル測定結果

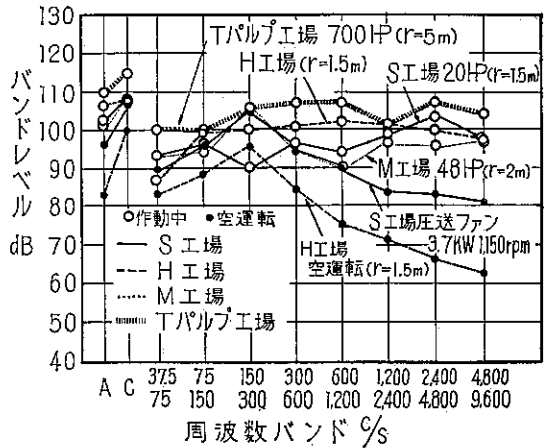


図43 チッパー騒音分析結果

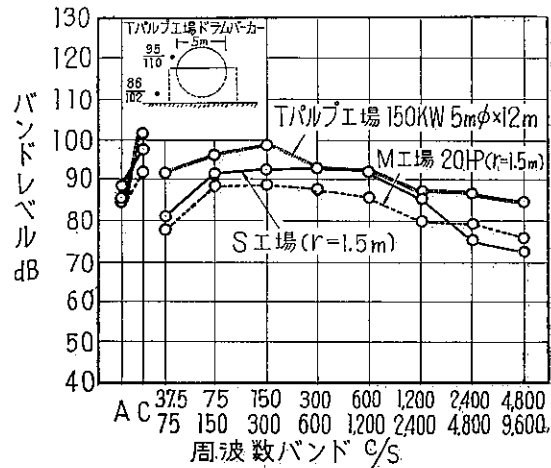


図44 ドラムパーカー騒音分析結果

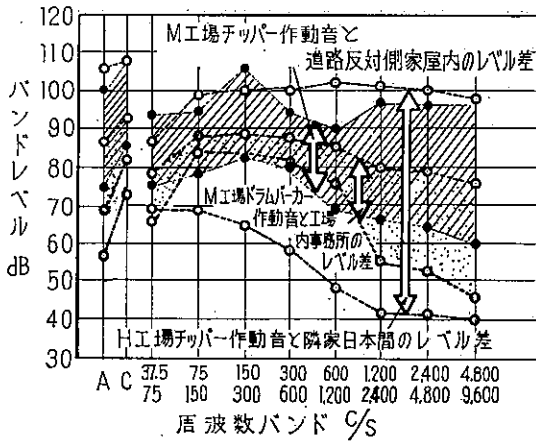


図45 音源と隣家・事務所内とのレベル差

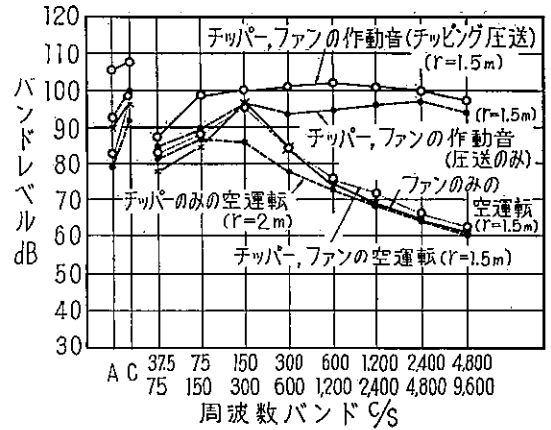


図46 チッパーの運転状態と作業騒音

図46 チッパーの運転状態と作業騒音

4 調査結果の検討と対策

4.1 壁体の遮音性について

公害問題について考える場合には工場内レベルが問題となる。

したがって、工場内レベルと屋外許容値(ここでは敷地境界線におけるレベル値)から、遮音すべき量がきまってくる。

図1, 図27, 図33, 図36に見られるように、いずれの場合も60dB(A)を上回っている場合が多い。

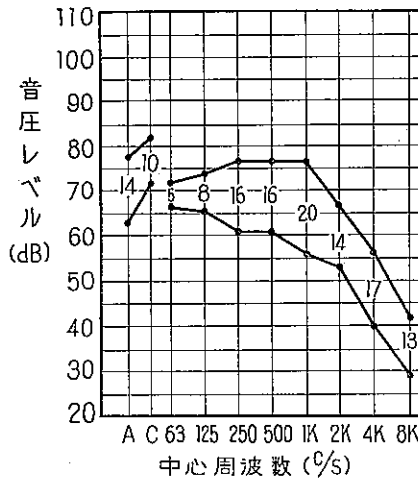


図47 A工場⑥—⑧

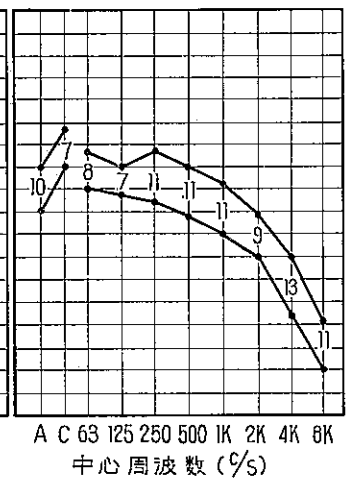


図48 A工場⑥—⑨

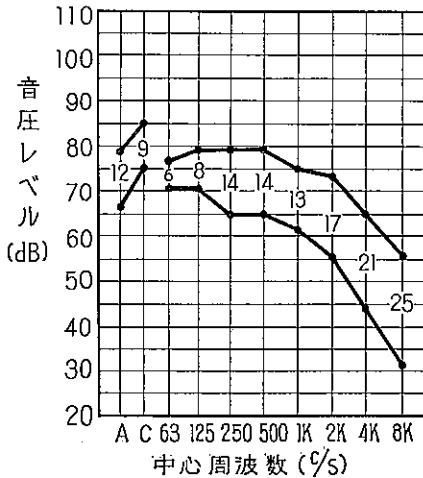


図49 A工場⑦—⑩

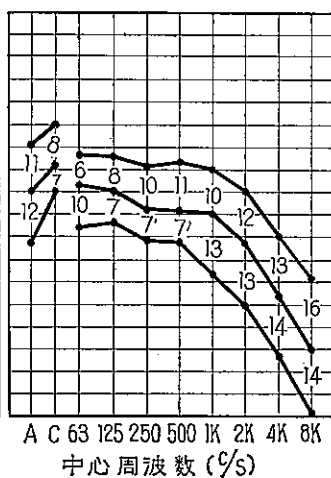


図50 A工場③—⑫—⑲

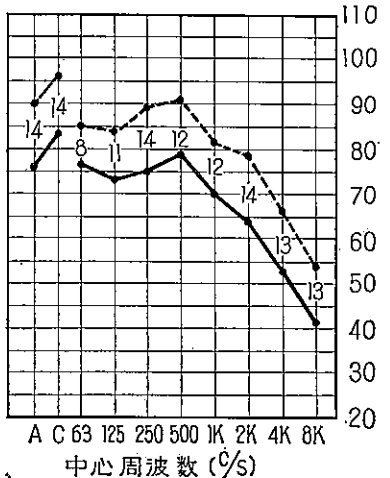


図51 B工場A—B

図1において見られるごとく壁部分と窓部分では明らかに騒音レベルの差が大きい。

図47～図51にA, B工場での遮音測定結果を示す。

これらの遮音測定結果からわかることは壁体の遮音性がいわゆる質量則によって説明のつかない点である。

これは二重壁の共鳴透過やコインシデンス効果による影響も考えられるが、予想される遮音性が得られない理由として次の3つのことが考えられる。

1) 暗騒音の影響

工場外では、他の騒音（暗騒音）のレベルが大きいため内部騒音レベルより差引く量が増すためである。

この影響は一般に高音域にあらわれるものであるが、図47は大体において、このことをあらわしていると考え

てよい。すなわち、実際の遮音量は大きいにも拘らず、見掛け上の遮音量が小さくあらわれることになる。

2) 隙間の影響

隙間は壁体の遮音性を最大に損うものであることは論を俟たない。

この場合の測定結果は低音域から高音域にかけて平坦な遮音性となることをあらわしている。

B工場の同一壁体で各部の騒音レベルを測定した結果を図52に示す。

換気孔や窓の隙間の影響が大きくあらわれている。

3) 振動を伴う場合

振動を伴う場合には著しく遮音性が損われる。測定結果に如何なる影響を与えるかは不明であるがレベル差が

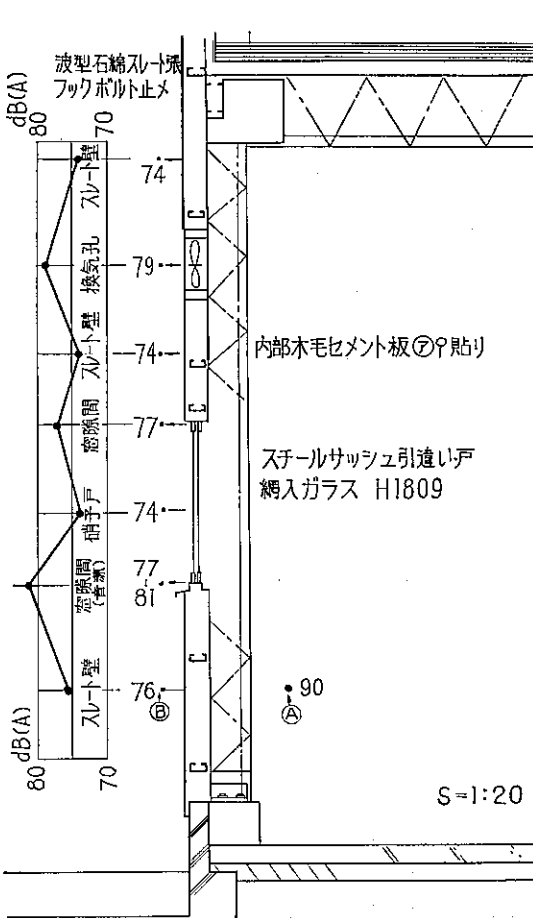
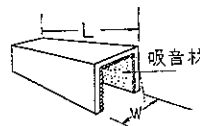
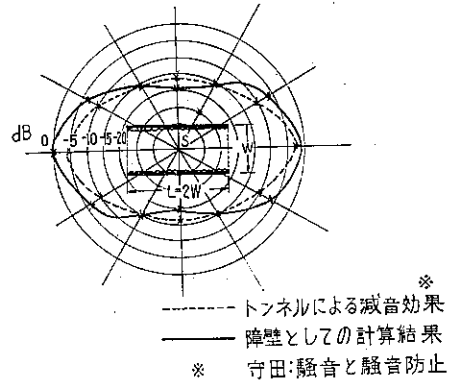
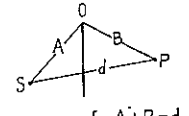
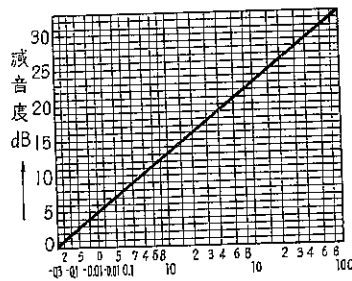


図52 壁体隙間からの漏音 (B工場)



W=1.5M
L=2W
 $\lambda = 60^{CH}$
測定距離は中心から2W



λ : 波長
f: 周波数

図53 トンネルと障壁の近似

低下することは間違いない。

図50は明らかに振動を伴っており二重壁としての遮音性能は期待した通りあらわれていない。

壁体の遮音性の不足を補うために音源対策と障壁(塀)の設置が考えられる。

障壁については良く知られているので省略するが、工場騒音対策としては倉庫、事務所等の設置が好ましく、効果も大きい。図27に示す例では倉庫の効果が大きくあらわれている。

4・2 音源対策について

音源対策の必要性はいうまでもないが、対策のとり得る機種は限定される。

(消音器 etc.) 場合によっては衝立や囲いによる音源対策も考えられる。

図3-1の如く壁体と窓面の遮音性の差はこの種の対策で防止できる。

効果は障壁の計算で予測可能である。

トンネル状の囲いについても内部を吸音処理すれば近似的に一致した結果が得られる。

図53にこの計算例を示す。