

工場騒音対策の建家実験（第2報）

高山 孝 千葉 幸雄 今泉 信夫
(公害局大気保全部)

1 はじめに

工場壁体によって騒音を防止する場合、重い構造で遮音性能の高い壁材が要求される。しかし合理的見地からは、あまりにも経済性を無視した材料を選定することは妥当ではない。従って、この見地から一般に工場壁体として使用される材料の種類は限定されているようであるが、このなかには遮音性能がよいとされるものも含まれている。そこで、これら工場建家に用いられる壁材について実験建物により遮音性能を調べる計画をたて1977、'78年度の2ヶ年にわたり6種の壁面について実験を実施した。

'77年度には、最も多く使用されるスレート小波板の壁面と、遮音性能がよいといわれているフレキシブルボード、木毛セメント板のサンドイッチパネル壁面について実験を行い、前報¹⁾に報告した通りである。

'78年度では、表1に示される4壁面について実験を行った。表中の前期2壁面については、内壁を設け遮音補強を行い内壁表面に吸音材を貼った。当初の計画では吸音材を内装したものと、しないものとの差異等を段階的に測定する予定であったが、実験用地の借用期間が短縮されたこともあって、吸音材内装のみの実験に留まった。後期2壁面については、最近多く使用され始めているALC板と、従来より建物改善策としてよく用いられるコンクリートブロック(表面モルタル仕上げ)壁面について実験を行った。

各壁材の内外レベル差実験結果では、音響試験室で求められた透過損失値に比較し、はるかに低い値となった。これらの主要な原因として、隙間、他部位からの音の廻り込み、固体伝達音等の影響を予想し、調査を試みたが野外実験においては実験室のような厳密な実験は難しく得られた結果も概括的なものであるため、断定的結論は得られなかった。以下に実験についての結果を報告する。

2 各壁面の遮音効果

(1) 実験の概要

ア 前期実験壁面

建物図及び実験建物設計概要を図1、表1、に示す。

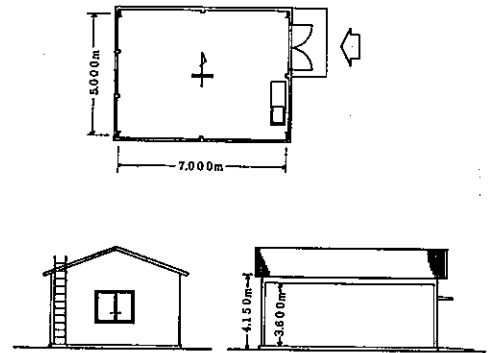


図1 建物図

建物のうち南北2壁面は実験材料を取付ける壁面であり'78年度前期では南壁として図2-1に示す壁体構造とし北側は図2-2に示す構造とした。

実験棟各部位の施工にあたっては、音の漏れ等のないよう十分に配慮した。

この回の南北内壁面は吸音材が貼られているため、室内音場が前回と多少異なると思われるので、その分布について測定したものが図3である。次の図4は吸音材内装の効果をみたものである。ホワイトノイズを用いた残響テストでは室内反射面の構造が異なるために残響曲線が一様な傾斜で減衰せず音が途絶えた瞬間は急激な減衰(15dB程度)を示し後は傾斜が緩かくなってしまっているので急傾斜部分が延長されると仮定して残響時間を求めたものである。図3の如く室内音の分布は吸音材の影響を受けるにも拘らずほぼ一様な分布がみられるので、拡散音による壁面透過音のテストには支障ないものと考えられ

表1

		前 期	後 期	
外	屋 根	スレート大波板アスファルトルーフィング 22 Kg 下地 木毛セメント板		
	外 側	ラスシートモルタル ⑦ 30 セメントリシン吹付		
装 壁		北 側	フレキシブルボード ⑦ 6	ALC板 ⑦ 100 フォームラシーラの上 モルタル塗 ⑦ 15
	南 側	角波カラー鉄板 ⑦ 0.17	コンクリートブロック ⑦ 150 B種 モルタル塗 ⑦ 15	
内	内 側	石膏ボード ⑦ 12		
		北 側	フレキシブルボード ⑦ 6 グラスウール ⑦ 25	な し
	装 壁	南 側	石膏ボード ⑦ 12 二重貼り グラスウール ⑦ 25	モルタル仕上 ⑦ 15
		東 側	アルミ製引違サッシ 網入型板ガラス ⑦ 6.8	
	西 側	同 上	アルミ製防音サッシ 網入型板ガラス ⑦ 6.8	
	床	コンクリート ⑦ 100 カラーモルタル仕上		
備 考	グラスウール表面仕上げ グラスクロス貼り	外壁取付部コーキング 処理		

3 m | 2 m 測定高さ記入例
1 m

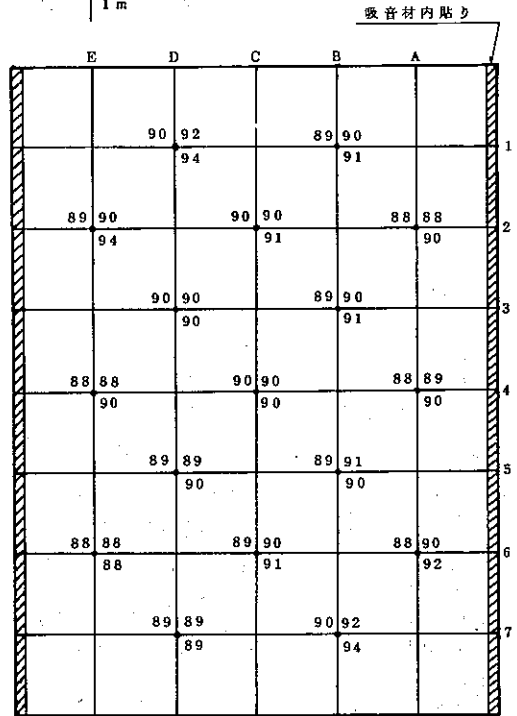


図3 室内レベル分布 dB

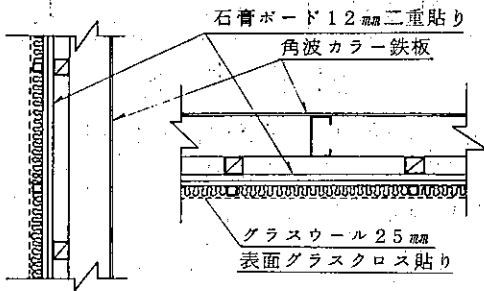


図2-1

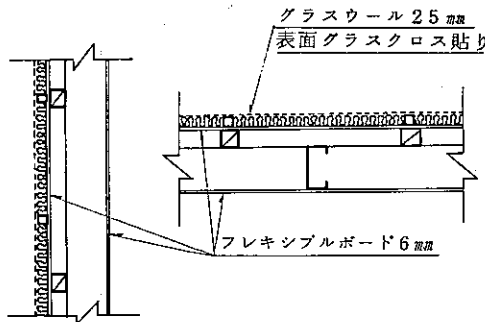


図2-2

る。

南壁構造は、建物を防音改造する場合、建物構造上、重量のある壁材を用いられないケース或は内壁で遮音強化するケースを想定した壁構造である。

主体は石膏ボード12mmを二重にしたものであり、外壁は風雨を防ぐ程度と考え、内壁表面に吸音材を取付け室内レベルの低下をはかっている。

北壁構造は南壁と同様、防音改造時の補強という考え方で内壁面を外壁と同材料、フレキシブルボード6mmを用いて二重壁構造とし吸音材を内装した。

イ 後期実験壁面

後期壁面は南壁では図5-1に示す壁構造とし北壁は図5-2に示す構造とした。

工場に用いる重構造壁体として平均の遮音能力 35 dB 以上を想定したが両壁とも実験結果はこの値を下まわった。南壁は鉄筋で補強した厚さ150mmのコンクリートブロックを用い両面をモルタル塗り(厚さ15mm程度)とした。

北壁は厚さ100mmのALC板を用いた。特に板接合部

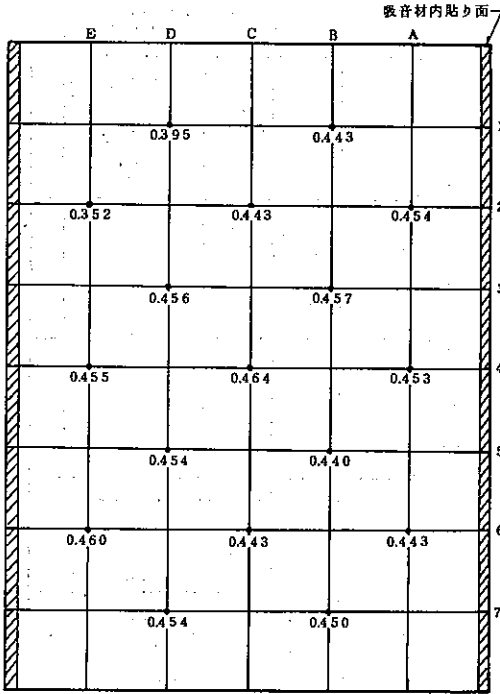


図4 残響時間 sec

は丁寧にモルタルを流し込み外面の目づめには十分配慮した。また外壁面は、フォームラシラーのうえモルタルを塗り(厚さ15mm程度)補強している。内壁面は吸音材を内装しないため前回と比較し反響が著しく低周波帯域音では多少拡散音のバラツキがみられるが、他は良好な拡散音場となっていた。

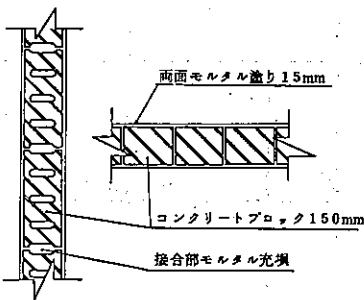


図5-1

ウ 遮音測定方法

図6に示す如く実験壁面内外1mの位置で多点測定を実施した。特に外壁面の測定では写真1にみるように壁面から1mの位置に壁面と平行に2本のポールを立て水糸を張り測点をマークして位置のずれ等がないよう十分に

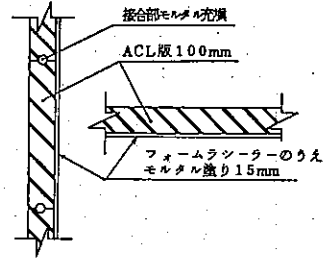


図5-2

慮した。使用した測定器は前報¹⁾に示した測定系を用いた。スピーカーの向きは前年度と同様、実験壁面に直接音が当らぬように拡散しやすい方向に配置した。

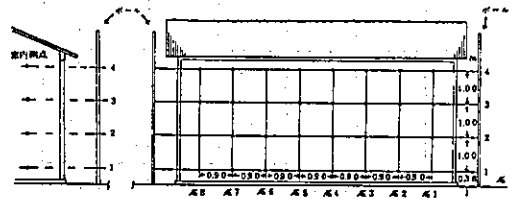


図6 壁面測定説明図

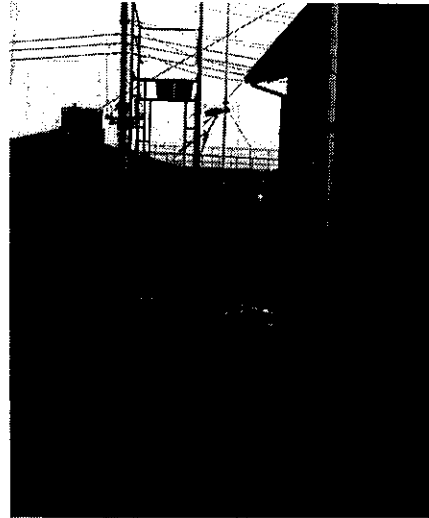


写真1

(2) 各壁面の遮音効果

ア 遮音効果

図7, 図8, 図9, 図10, は各壁面内外の帯域別(オクターブバンド)音圧レベル差を示す。

これらの図は壁面の多点測定における各測点のバンド別音圧レベル差の算術平均結果であり、黒丸が平均値で、

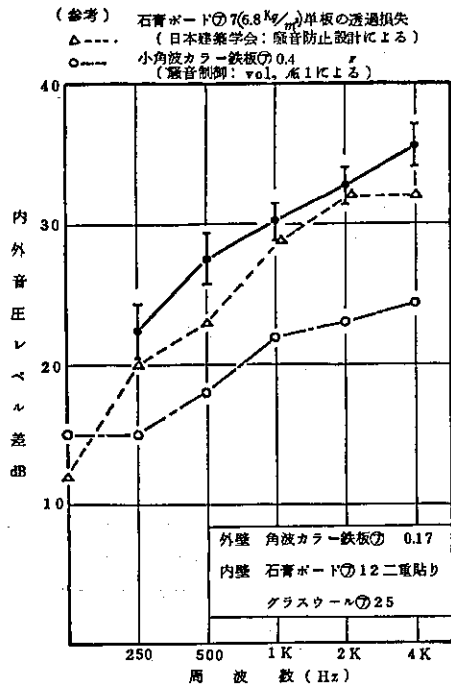


図7 南壁内外1mの音圧レベル差

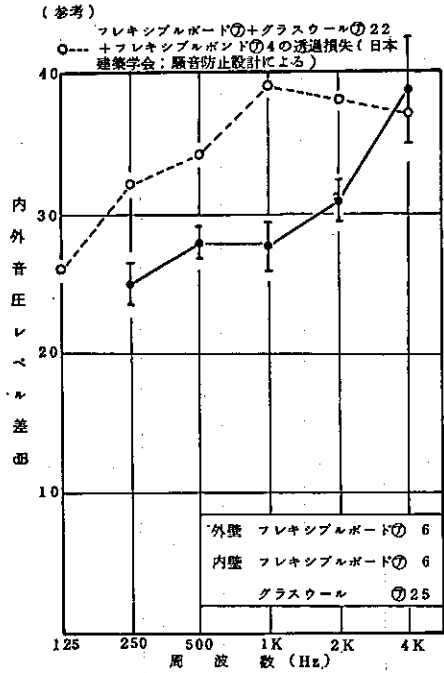


図8 北壁内外1mの音圧レベル差

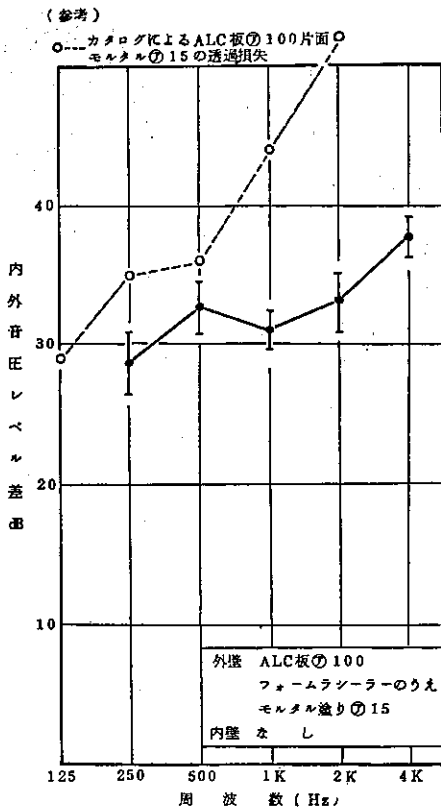


図9 北壁内外1mの音圧レベル差

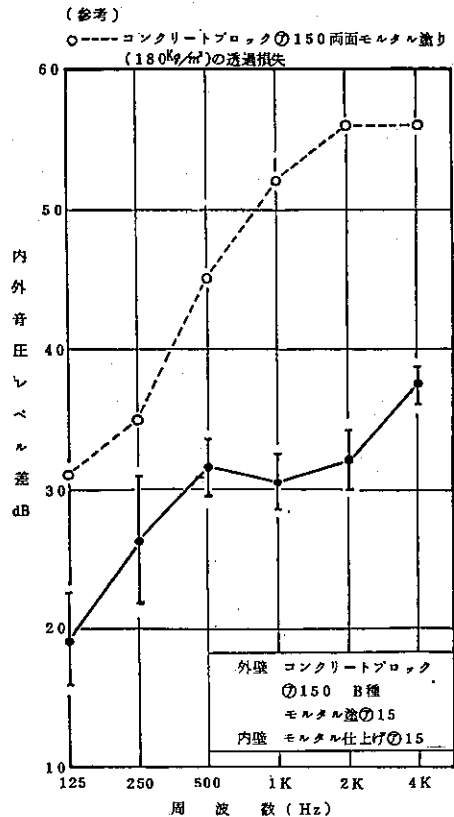


図10 南壁内外1mの音圧レベル差

上下に壁面各位置によるレベル差の範囲を示している。
表2はこれらの壁面における250 Hz～4 KHz の平均
レベル差を表している。

また図11は前年度の2壁面を含めた6壁面のバンド別内
外音圧レベル差を示したものである。

イ 遮音結果の考察

内外レベル差測定では125 Hz オクターブバンドも記
録したが、レベルのバラツキがみられるので除外した。
従って表2では正規の平均透過損失と対応するレベル差
を示すことができないが、250 Hz～2 KHzまでのオク
ターブバンド4バンドのレベル平均をとり、6壁面の比
較を行った。各壁面の周波数別音圧レベル差をみると、
表2の№3、№5、№6、では500 Hz から2 KHzま
で遮音の低下がみられる。これらの低下はコインシデ
ンス効果とみられるが、特に№1、を除く各壁面の1KHz、
2 KHz、音圧レベル差は大差のないものになっており建
物としての遮音の問題点(後述)が考えられる。いずれ
にしても実際の建物壁体では遮音量が30dB程度にな
ると、これ以上の遮音量の増大は、なかなか難しいことが
わかった。そこで、この辺での遮音量1dBの増加は大変

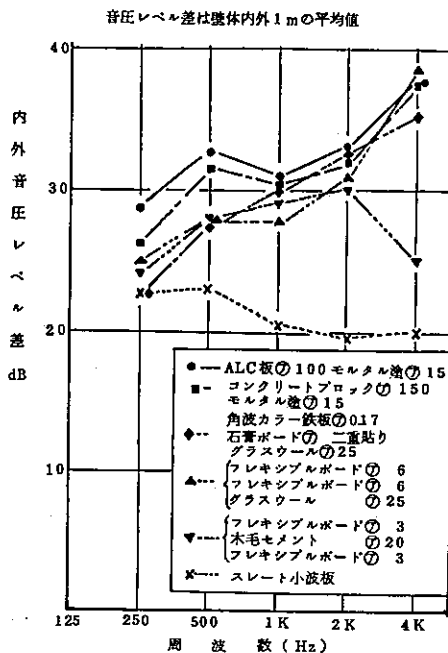


図11 材料別壁体内外1mの音圧レベル差

表2 壁体材料別内外レベル差 (平均値)

№	壁材	250 Hz	500	1 K	2 K	平均	参考
1	スレート小波板 ⑦ 6.3 mm	22.7	23.2	20.7	19.8	21.6	TL 平均 23
		31.7	26.2	20.7	18.8	(24.4)	
2	フレキシブルボード ⑦ 3 木毛セメント板 ⑦ 20 フレキシブルボード ⑦ 3 サンドイッチパネル	23	28	29	30	27.5	
		32	31	29	29	(30.3)	
3	フレキシブルボード ⑦ 6 フレキシブルボード ⑦ 6 グラスウール ⑦ 25 二重壁	25.1	28.2	27.9	30.9	28.0	
		34.1	31.2	27.9	29.9	(30.8)	
4	角波カラー鉄板 ⑦ 0.17 石膏ボード ⑦ 12二重貼り グラスウール 二重壁	22.5	27.5	30.4	32.9	28.3	
		31.5	30.5	30.4	31.9	(31.1)	
5	コンクリートブロック ⑦ 150 両面モルタル ⑦ 15	26.3	31.6	30.6	32.1	30.2	TL 平均 44
		35.3	34.6	30.6	31.1	(32.9)	
6	A L C 板 ⑦ 100 外側モルタル ⑦ 15	28.7	32.7	30.9	33.1	31.4	TL 平均 39
		37.7	35.7	30.9	32.1	(34.1)	

注 下欄はA特性補正值を加えたレベル 単位 dB

に貴重であり施工する際には慎重な配慮が要求されることを感じた。これらの遮音量にA特性の補正值を加えてみたものを表2に参考として付記した。レベル差をdB(A)で見ると、内外レベル差の目安としては1KHz帯域で代表しても差支えなさそうである。

このような見方をすると、No 4, No 5, No 6, は同程度の遮音量となり、壁体重量を軽量にすることも可能である。しかし実際には、内部騒音が低周波成分の多いものではNo 5, No 6, が適していることが表から判断できよう。内部騒音が中、高音であればNo 3, No 4, の軽量構造が適用できるであろう。

ウ 壁面の施工費について

実験に用いた壁材料の m^2 当りの単価を表す、に示す。表示単価は、壁面構成部材のうち下地材と表面仕上げ材について材料単価と取付けに要する労務単価を複合

した材工ともとし、その費用を計上してみた。

6種の壁体を比較すると、単価の安い材料が高い材料より遮音効果が低くなっている。

工場において騒音防止のための遮音壁を設計する際、性能設計による材料や構法の決定がなされることは少いようであり、価格の評価で決定される場合が多い。このため目的とした遮音効果が得られず再度防音工事が必要となり、逆に工事費が高つくことも考えられるので、構法、材料の選択は、遮音性能、施工性、単価及び各種表面性能等を総合的に検討し決定することが肝要であろう。

3 遮音効果に影響を与える要因

(1) 壁面等の隙間の影響について

遮音する場合に最も配慮すべき問題は隙間であるとい

表3 実験壁面の施工費

(1978年6月 現在)

壁面構成材	厚さ (mm)	重量 Kg/m ²	単価(材工共) 円/m ²	遮音量 (250~2000Hzの平均) dB
波型石綿スレート	6.3	9.9~11.8	1,500	21.6
フレキシブルボード 積層板 木毛セメント板 フレキシブルボード	3.0 20.0 3.0	5.1 8.3 5.1	5,400	27.5
外壁 波形鉄板 空気層 内壁 石コウボード " " グラスウール クロス貼	0.17 100 12 12 25	1.5 8~14 8~14 0.006	9,728	28.0
外壁 フレキシブルボード 空気層 内壁 フレキシブルボード グラスウール クロス貼	6 100 6 25	10.2 10.2 0.006	9,402	28.3
モルタル塗 コンクリートブロック モルタル塗	15 150 15	240	6,720	30.2
モルタル塗 ALC板	15 100	95	10,500	31.4

われている。そこで隙間がどの程度遮音効果に影響を与えるか2,3の実験を試み、その結果について考察してみた。

ア 窓、開度による音圧レベル差

実験棟西側の窓について、窓を開放状態 $\frac{1}{1}$ から少しづつ閉ざし密閉の状態まで窓開口率と遮音増加の関係を示したのが表4である。実験条件は図12に示すような壁面の窓についてであり、片面が開くと、壁面に対する開口率は $\frac{50}{1000}$ 程度となる。室内は拡散音場となっており、直接音を受けないようにスピーカー音源を窓と反対の向きに設置した。測点は、室内は窓中央内側1mの点①に、室外は窓中央より4m離れた点②に設けた。

測定結果をみると、例えば500Hzオクターブバンドに

おける室外4m点の音圧レベルは、窓開度が $\frac{1}{1}$ で87dB、 $\frac{1}{2}$ で84dB、密閉で74dBとなる。従って窓を $\frac{1}{2}$ (開口率 $\frac{25}{1000}$)開けると壁面全体から放射する透過音レベルは、ほとんど寄与しなくなり開口部のレベルに支配される。開口率 $\frac{10}{1000}$ では窓開度 $\frac{1}{5}$ 程度となり4m地点で

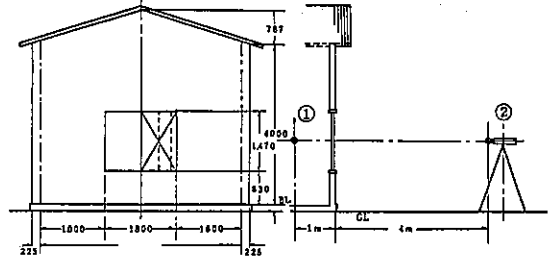


図12 実験壁面

表4 窓開度による内外音圧レベル差
内窓より 1m
外 " 4m

開度	測点	63 Hz	125	250	500	1 K	2 K	4 K
$\frac{1}{1}$	内	98	105	107	105	102	97	83
	外	81	86	88	87	84	77	66
	差	17	19	19	18	18	20	17
$\frac{1}{2}$	内	98	105	107	105	103	97	83
	外	80	85	86	84	81	73	63
	差	18	20	21	21	22	24	20
$\frac{1}{4}$	内	98	105	108	106	103	97	83
	外	79	85	85	82	78	71	60
	差	19	20	23	24	25	26	23
$\frac{1}{8}$	内	98	105	108	106	102	97	83
	外	79	85	83	81	76	69	54
	差	19	20	25	25	26	28	29
$\frac{1}{16}$	内	98	104	107	106	103	97	83
	外	79	85	83	80	75	65	50
	差	19	19	24	26	28	32	33
$\frac{1}{32}$	内	98	104	108	106	102	97	83
	外	78	85	82	78	73	65	48
	差	20	19	26	28	29	32	35
窓 閉	内	98	105	107	106	102	97	83
	外	77	84	78	74	66	60	43
	差	21	21	29	32	36	37	40

単位 dB

82dB 弱であり、開口率 $\frac{1.5}{1000}$ では窓開度 $\frac{1}{32}$ 程度となり 4 m 地点で 78 dB となる。そこで、この壁面の隙間と壁面全体からの放射音レベルが同等となる開口率が $\frac{1}{1000}$ 程度と仮定すれば、この壁体では、この程度の隙間は遮音上許容されると考えられる。このことは遮音性能の高い壁面では、開口率をより小さくしなければ許容されないのが、隙間が問題となることがわかる。

イ 屋根と桁の部分における隙間の影響実験

図13は本実験の説明図である。

図14は図13に示す隙間に粘土をつめる前の状態とつめた状態、即ち隙間の有無による内外音圧レベル差の比較を示したものである。実測データはバラつきが多いが8点の測定値を算術平均すると図14のような差が認められる。図からみられるように、例えば 1 KHz 帯域における室内、室外 20cm (A点) 室外 1 m (B点) の各点におけるレベルをみると、A点では隙間を塞ぐことによってレベルが 3dB 低下している。しかし 1 m 離れた B 点では 1dB の差がみられるが、もはや細い線音源とみなせる隙間の影響は薄くなって、更に距離をとれば影響はほとんどなくなるであろう。壁面の材料が小波スレート板であり、1 KHz の内外レベル差が 20dB 程度であるため、結果としては図13にみられる程度の隙間は少し離れば許容されてしまうこととなる。

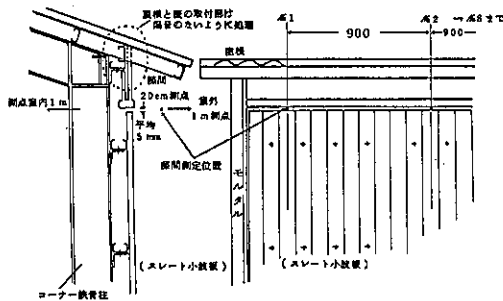


図13 隙間測定説明図

ウ パネルの継目とパネル中央のレベル差

図15はサンドイッチパネルの継目と板中央における音圧レベルの測定状況を示し、図16は各点の内外レベル差を示す。

各パネルはジョイナー（薄銅板製）によって接合されており、その隙間はジョイナーで覆われるので見えないが 1 mm 程度とみられる。パネルの継目とパネル中央のレベル差をみると低周波帯域音ほど隙間による影響が現われていく。またスピーカー音源のレベル変動は、低周波音ほど

注) それぞれ 8 測定の平均値を示す。

○● 室内 1 m, 室外 1 m の音圧レベル差 (○ 隙間あり ● 充填後)
△▲ 室内 1 m, 室外 20 m の音圧レベル差 (△ 隙間あり ▲ 充填後)

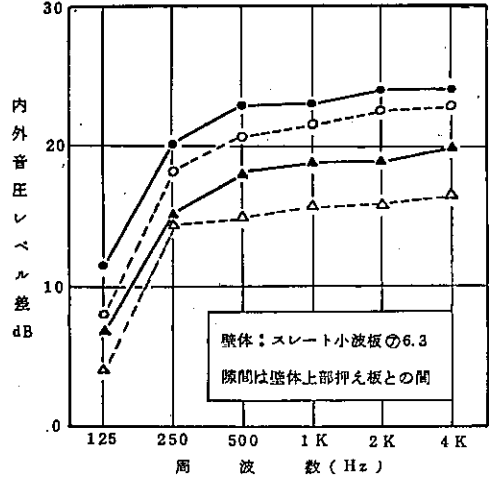


図14 隙間の有無による内外音圧レベル差の比較

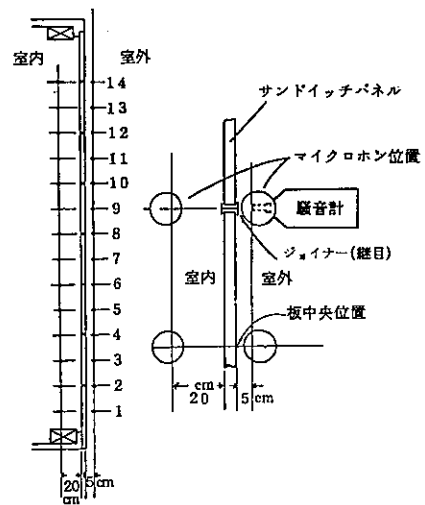


図15 サンドイッチパネルの継目(隙間)測定説明図

多いこともあって本実験では、500, 1K, 2KHz の 3 バンドの試験音を用いて測定を行ってみた。結果は 500 Hz では不明であるが、1 KHz, 2 KHz のバンドでは多少のレベル差がみられる。例えば板中央のレベルの総和 (L_A) と隙間のレベルの総和 (L_B) の差をみると、1 KHz では、 $L_B - L_A = 4$ 、2 KHz では、 $L_B - L_A = 11$ となつて隙間からの音が大きくなるのがわかる。しかし非常に細い線音源から発生する隙間音と広い面音源から発生する壁面音とでは、壁体からの距離が離れるに従って、パワーの大きい壁面音に支配されてしまい、相当

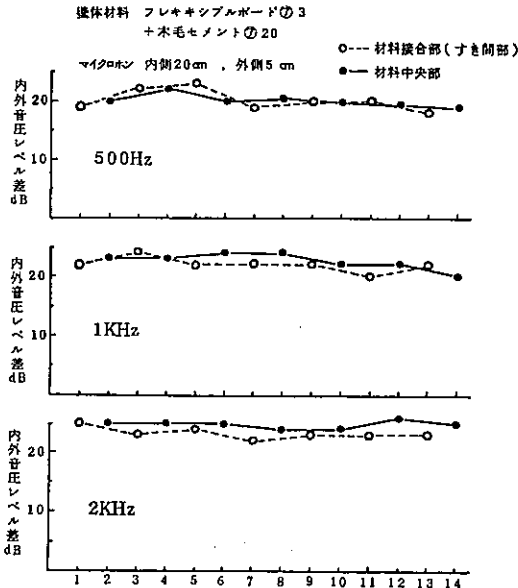


図16 北壁壁体隙間による遮音性比較(1)

のレベル差がなければ隙間の影響が出ないものと考えられる。

図17はALC板の継目と板中央の遮音について比較したものである。図15と異って壁体内側のマイクロホンは壁面より5cm離れた位置、外側は壁面より10cm離れた位置で2KHzオクターブバンド音を用いて測定した結果である。この場合には隙間の影響はほとんどないようである。これは接合面に幅があり、かつ接合部分に流動状のモルタルが充填されており、表面はコーキング材で目づめが行われているためと思われる。

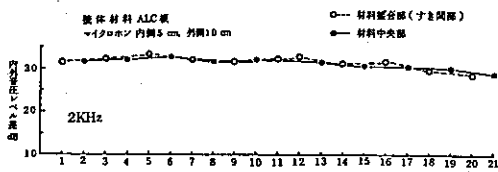


図17 北壁壁体隙間による遮音性能比較(2)

(2) 防音窓についての測定結果

実験棟西側窓は、前年度は普及型アルミサッシ窓であったが、'78年度では、この窓を撤去し市販品の防音アルミサッシ窓を取付けた。

防音サッシの概略仕様は、

アルミ枠寸法 1350 mm × 1600 mm 引違い窓

見込幅 70 mm

ガラス 厚さ6.8 mm 網入型板ガラス ビート止め

サッシ廻り 厚さ約70 mm 梅材による額縁納まりとし隙間の処理は十分に配慮した。

なお、前回の普及型アルミサッシ窓の枠寸法、ガラス厚さは、ほぼ同じ寸法である。

防音サッシ窓は止金をクランプ状態にするとサッシ枠ゴムシール面に十分な圧力で窓枠が固定され気密状態となる。

図18は普及型サッシ窓と防音サッシ窓の窓中央内外1m位置におけるオクターブバンド音圧レベル差の測定結果である。防音サッシ窓の遮音効果は500Hzオクターブバンドを除く各バンドで普及サッシ窓を上回っており、特に1kHzでは10dBの差がある。窓の遮音は窓周囲の壁面の遮音にも影響を及ぼし図にみられる如く、窓側壁部の遮音が向上している。500Hzにおける遮音の低下については壁面からの影響が窓面の共鳴によるものか不明である。図19は防音サッシ窓の止金を締め付けた状態と、止金をはずした状態の建物内外におけるオクターブバンド音圧レベル差を示す。測定点は内外とも窓、壁面から20cmの位置である。止金を締め付けたときとはずしたときの内外音圧レベル差をみると、低音域ではその差が少いが、高音域（1kHz）では10dB近い差がみられる。

これらの原因としては、止金をはずした場合、引違い窓の召合せ部分の隙間、窓枠周囲の隙間等の漏音によるも

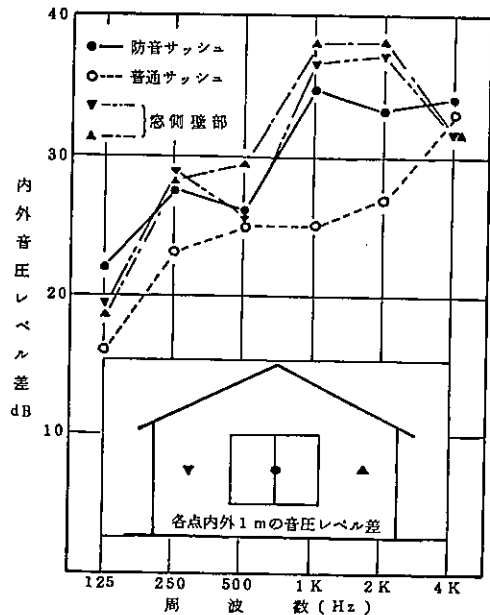


図18 防音サッシ窓内外の音圧レベル差(1)

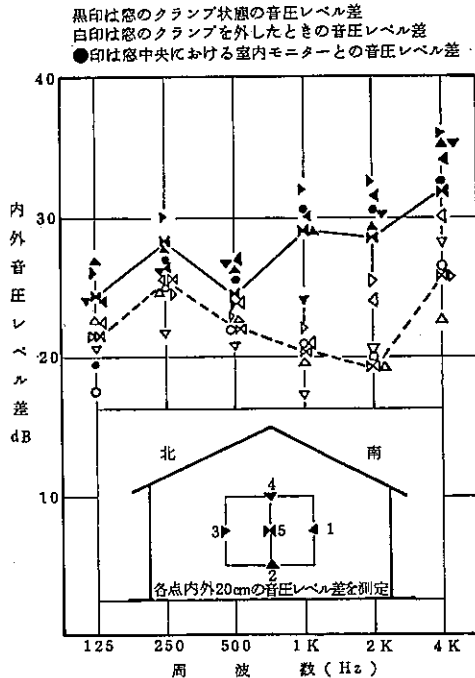


図19 西側防音サッシュ窓の内外音圧レベル差(2)

のと考えられる。

防音サッシュ窓では止金を締められた状態では隙間部分はゴムシール部分に圧着するので一般サッシュ窓に較べて漏音の防止効果は大といえる。しかし図19では窓、側壁部も同時に測定しており、止め金の着脱によるレベル差は1KHzで6dBとその影響が大であることから隙間の影響以外の要因として次のようなことも考えられる。

止金をはずした場合は窓障子は圧着状態から解放され、軽く支えられたガラス板となっていることから音の放射として高周波振動音を、ガラス面、或はサッシュ部分の共振により放射し易い状態にあり、クランプされた場合は壁体に堅固に取付けられた窓枠に固定されるので、音による振動が抑止される状態にあるものと思われる。従って防音サッシュ窓の防音効果は窓枠に堅固に気密状態で圧着されるものが好ましく思われるが、より遮音性能を高めるためには、ガラス板厚や、シールに使用されるゴム部品の厚み等が要点となろう。

(3) 他部位から壁面に与える影響

ア 屋根面からの影響

壁面より放射する音が、屋根面より放射する音にどの程度影響を受けているか、また壁面と屋根の境ではどのようなレベルになっているかをみるために、図20に示す

ような測定を行った。屋根及び壁面の測定位置は下記の点を選んだ。

- 測点 イは壁面の影響を受けていないと思われる屋根上部
 - 測点 ホは屋根面の影響を受けていないと思われる地上1mの位置
 - 測点 ハは両者の影響を受けている中間点
 - 測点 ロ, ニ, は過渡的影響を受ける点
- 室内音源よりの内外オクターブバンド音圧レベル差は図のとおりである。測定ロ, ハ, ニ, におけるレベルは、測点イ, ホ, のレベルの中間的なものとなったが、当初予想したホ, ニ, ハ, ロ, イ, というような整ったレベル順序にはならず音放射の複雑さを示している。

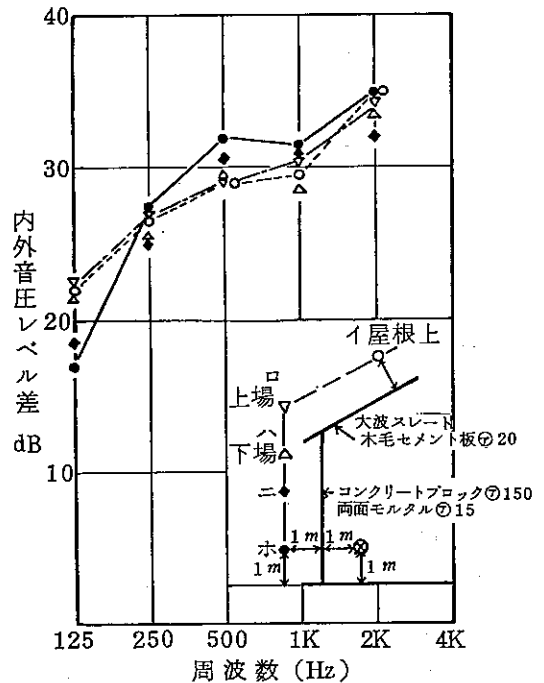


図20 南側断面における音圧レベル差

図21は建物南側について同様の測定を行った結果を示したものである。測点が異なるが、測定結果はやはりロ, ハ, ニ, がイ, ホ, の中間的レベルを示している。この場合、壁面上部にある測点ニ, は屋根面放射音の影響を受けていると思われる。

イ 他壁面からの影響

図22は、壁面と壁面の境で両者の影響について測定し

た結果である。

測点ロ、ハ、ニ、は測点イ、ホ、の中間的レベルを示している。しかし低周波帯域ではレベルが不安定となっている。これらの結果から各部位の境界では両放射面における音圧レベルの中間的なレベルとなり、境界に近い壁面部分は他壁面の放射音の影響を受けていることがうかがえる。

今回の実験では、屋根と壁体に用いた構造材が遮音において大差のないものであったため、他部位に与える影響が鮮明に出てこなかったが、図6に示されるALC板壁の多点遮音測定結果では、屋根面に近い壁体上部の内外音圧レベル差が下部に較べて少ないことから廻り込みの影響が認められる。

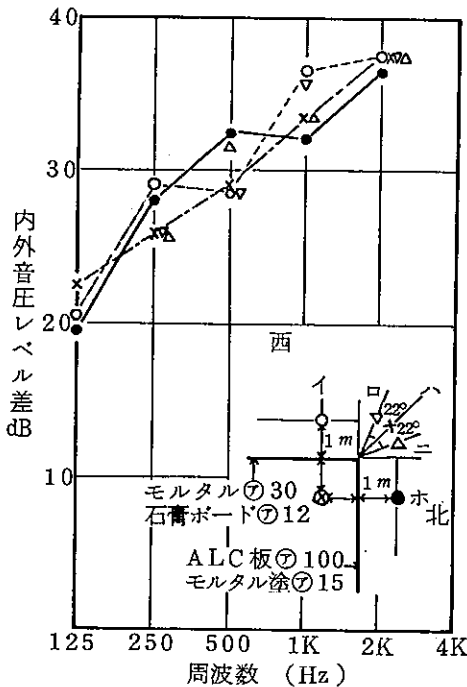


図21 北西コーナーにおける音圧レベル差

(4) 固体伝達音の影響について

工場建家内で発生する機械の振動が、コンクリート床等から建家構造体に伝わり壁体表面から音を発生する。このように固体を媒質として音が伝搬する場合を固体伝達音と呼んでいる。コンクリート建物では固体伝達音の影響が大であるといわれるが、実験棟ではどのような影響があるか、衝撃音源を用いて以下に説明する実験を行った。

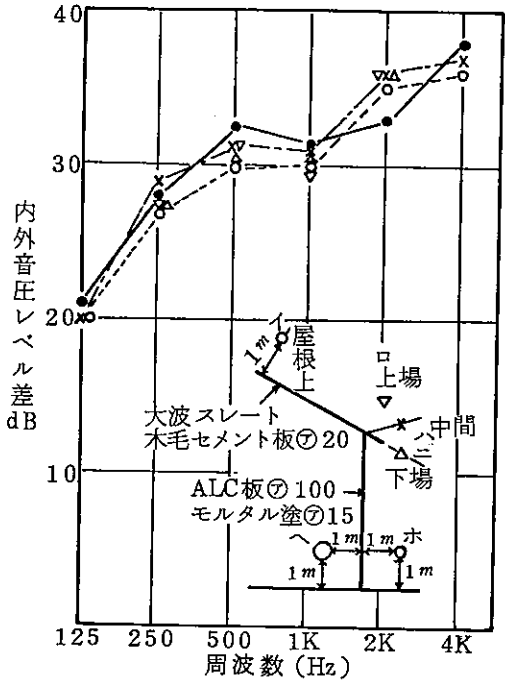


図22 北側断面における音圧レベル差

ア 実験方法の概要

音と振動を高レベルで発生させる単純な装置として、鋼板に鋼球を落下させる方法を採用し、図23に示すような装置を作った。使用した鋼板、鋼球、その他の仕様は図中に記述した。鋼板を防振する場合はアンカーボルトをはずし位置をかえ、コンクリート面との間に防振ゴム(軟式野球用ゴムボール)を配置した。防振材が球体のため接触面が少くバネ定数が比較的小さいバネとなるので、固体伝達音防止のためには妥当であろう。鋼板を固定するアンカーボルトはコンクリート基礎面に堅固に埋め込まれ、発生振動を十分に床へ伝えられる構造としてあり、防振の場合は、床コンクリートへ可聴周波数域の振動がほとんど伝わらない構造とした。また鋼球落下時に発生した空気伝達音の増減コントロールとして、防音カバー(図中点線)を用いた。防音カバーの遮へい効果はほぼ 10dB である。次に固体伝搬経路として、コンクリート床面は、割栗石を敷いた上に厚さ10cmのコンクリートを打ち実験棟柱基礎と一体構造とし、コンクリート面の振動が柱に伝達され易いように配慮した。固体伝達音の影響を知る方法としては、鋼球落下による鋼板振動がアンカーボルト→コンクリート床面→柱(H型钢)→

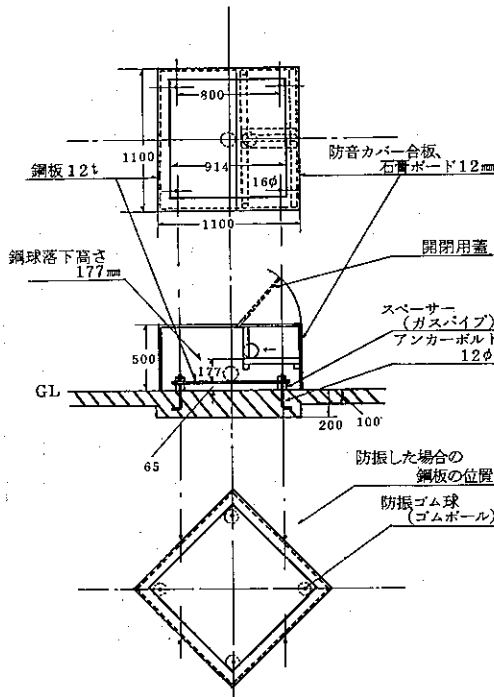


図23 鋼板の防音カバーと防振方法

建家壁面の順序に伝搬し、外面に音となって放射する過程を測定し判定するのであるが、鋼板から発生する衝撃音が強大であることから、防音カバーにより軽減し、カバーの開、閉、時、及び鋼板の固定時と防振時から影響の有無の判定を試みた。

イ 使用した測定器

図24は実験に用いた測定系を示し、表5は使用測定器を示す。また使用した加速度振動ピックアップの設置については、接着剤(アロンアルファ)で床面や柱、壁面に固定した。

ウ 振動の測定値

振動測定における測定値は、下式を用いて振動加速度レベル (VAL) として整理した。

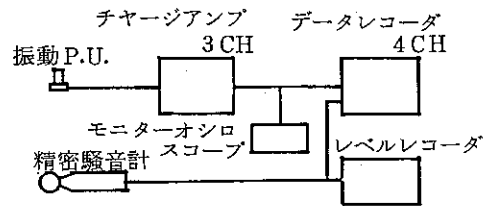


図24 実験に用いた測定系

表5 使用測定器名

測定器	名称形式等	台数	メーカー
3方向ピックアップ	Tri-Axial Accelerometer Model 228C	1	ENDEVCO
ピックアップ	Accelerometer Model 213E	3	"
チャージアンプ	Charge Amplifier Model 2735	3	"
4CH データレコーダ	Data Recorder Model FR-3415	1	SONY MAGNESCALE
モニター用 オシロスコープ	Oscilloscope Type 323	1	SONY TEXTRONIX
精密騒音計	Precision Sound Level Meter Type 2203	4	B & K
レベルレコーダ	Level Recorder Type LR-04	3	RION

$$VAL = 20 \log \frac{a}{a_0}$$

ここで、 a_0 は基準値であり下記に示す振動加速度実効値。

$$a_0 = 10^{-5} \text{ m/s}^2$$

a は実測振動加速度実効値 m/s^2

衝撃振動の実効値化は、等速型レベルレコーダ（リオン LR-OID）を使用し、平均化時間に見合うものとして、ペン速度 300 mm/sec を使用し、1測定における鋼球落下回数は8~10回行い、ピークレベルの平均を測定値とした。

エ 床面の振動減衰状況と床面振動が鉄骨構造体に及ぼす影響について

図25、図26は床面に据付けられた鋼板と振動ピックアップを設置した測点を示す。ピックアップは原則として床、柱の表面に垂直（Z方向）に取付け状況に応じて3方向（X、Y、Z方向）を測定した。

図25、図26は音源の条件を次の4通りのタイプに分け、測定位置と測定値を図示したものである。

- ① アンカボルト固定、防音カバー開放
- ② " " " 防音カバー 閉
- ③ 防振支持、防音カバー開放
- ④ " " " 防音カバー 閉

図中SLは鋼球落下衝撃音の室内モニターとして、中央壁面より1m、床高さ1mの位置に騒音計をセットし、同時測定値を示したものである。

測定結果として、コンクリート床面についての衝撃振動の減衰傾向はほぼ倍距離6dBを示しており、隅の柱近くの床面では、柱で測定されたレベルの方が①の場合でも10dB以上高くなっている。また、防振した③の場合では隅の床面と柱におけるレベル差は大きく、床面から柱へ伝達される振動の影響が関係づけられない。

①と②の場合をみると床面の振動状況の変化はほとんどみられず、防音カバーによるレベル変化は柱面にでている。③と④の場合も同様で柱面にレベル変化が出ている。①と③の場合は逆に床面振動のレベル差は大きく、柱面のレベル差はほとんどみられない。②と④の場合も同様な傾向がみられる。

このことから床面を伝達する振動の鉄骨構造物に及ぼす影響は、空気伝達音の影響に較べてはるかに少なく、本実験においては、固体伝達音の影響はほとんどみられ

ないといえよう。

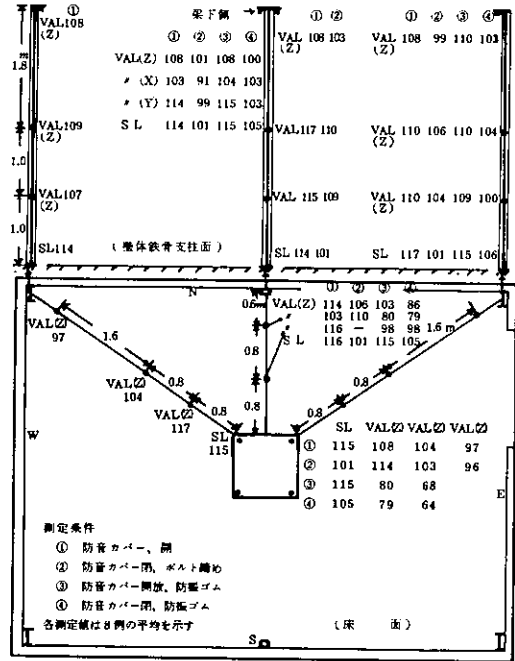


図25 鋼球落下時の床面、壁面の振動と騒音（北側）

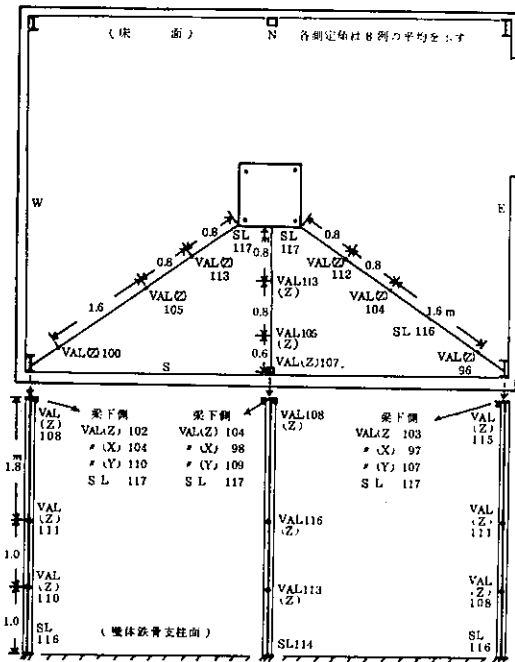


図26 鋼球落下時の床面、壁面の振動（南側）

ニ 空気伝搬音の鉄骨構造部に及ぼす影響

図25, 図26, では柱上部の梁の3方向の振動も測定しているが, H型鋼では, 面積の大きい面(ウェブ)に垂直な方向, ここではY方向の振動が大きく, 続いてZ方向(フランジ), 面積の最も小さいX方向は振動のレベルは低い。また柱の端部と中央部においてもレベル差がみられる。これらの結果から建家内における鉄骨構造物に与える空気伝搬音の影響の大きいことがわかる。逆に床面の場合は, ①と③の例でみられるように固体振動の影響が大きく空気振動の影響は少ない。このことから空気伝搬音を防止するには, 床面のように, 地盤に支えられた大質量が必要である。重い鉄骨といえども両端支持で空中にあるものは, ランダムに入射する音圧の影響はまぬがれない。

オ 壁面の固体伝搬音と空気伝搬音の関係

図27, 図28はスレート小波板(単板)の壁面とサンドイッチパネル(フレキシブルボード+木毛セメント板)の壁面の鋼球落下音による条件別測定レベルを示したものである。まずZ方向(面と垂直方向)①における壁面各部分のVALをみると, 114dB程度であり±3dBのバ

ラツキがみられる。これらの壁板の取付け状態によるものと室内拡散音の音圧分布状況による影響と考えられる。また図27の測点C-1, C-2, D-1, E-2, 図28のA-1, A-2, A-3, B-1, B-3, では, 防音カバー, 防振ゴムの有無について測定を行った。壁面における①と②のレベル差は10dBを超えるものが多く, ③と④のレベル差も同様な結果となり防音カバーの効果がみられる。次に, ①と③, ②と④の関係をみると, 防振の結果固体伝搬音が軽減されたにもかかわらず, そのレベルは, むしろ増加していることがわかる。

このような結果から, この2壁面から放射される音は, 空気伝搬音によるもので, 固体伝搬音の影響がほとんどみられないといえよう。

カ 壁面の振動方向によるレベルの相違

図27, の測点 B-2, C-2, E-2, E-4, 及び図28, のA-2, B-3, C-1, O-2, では壁面の3方向振動を測定した。ここでX方向は建物上下方向, Y方向は横方向である。測定の結果では, 総じてZ方向のレベルが大きく次にY, X, と続き, 方向によって値が異なる。

図29, 図30は, X, Y, Z方向のレベルの比較を示したものである。

このような結果から, 形鋼の柱や梁と同様に広い面は発生音圧を受け易く面の垂直方向に大きく振動することが観察され, 壁面振動の測定の容易さ, 方向の単純さ等

測定条件: ①防音カバーなし ②防音カバーあり, ガルト隔心 ③防音カバーなし, 防振ゴム ④防音カバーあり, 防振ゴム

A-1 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 91	B-2 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 95	C-3 VAL ① ② ③ ④ Z 116 X 107 Y 114	D-1 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	E-2 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	E-4 VAL ① ② ③ ④ Z 118 X 107 Y 114	A-1 VAL ① ② ③ ④ Z 114	A-2 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	A-3 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	A-4 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	B-1 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	B-2 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	B-3 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	B-4 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	C-1 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	C-2 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	C-3 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	C-4 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	D-1 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	D-2 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	D-3 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	D-4 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	E-1 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	E-2 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	E-3 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	E-4 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	F-1 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	F-2 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	F-3 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	F-4 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92

注: 1) 壁材: スレート小波板 2) 各測定値は8回の平均値を示す 3) X: 縦方向, Y: 横方向, Z: 面と垂直方向

図27 鋼球落下時の振動と騒音(南壁)

測定条件: ①防音カバーなし ②防音カバーあり, ガルト隔心 ③防音カバーなし, 防振ゴム ④防音カバーあり, 防振ゴム

C-2 VAL ① ② ③ ④ Z 113 SL 91	C-3 VAL ① ② ③ ④ Z 116 X 107 Y 114	D-1 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	D-2 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	D-3 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	D-4 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	E-1 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	E-2 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	E-3 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	E-4 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	F-1 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	F-2 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	F-3 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	F-4 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	G-1 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	G-2 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	G-3 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	G-4 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	H-1 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	H-2 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	H-3 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	H-4 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	I-1 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	I-2 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	I-3 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	I-4 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	J-1 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	J-2 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	J-3 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92	J-4 VAL ① ② ③ ④ Z 112 SL 92

注: 1) 壁材: フレキシブルボード②3, 木毛セメント板②20のサンドイッチパネル 2) 各測定値は8回の平均値を示す

図28 鋼球落下時の振動と騒音(北壁)

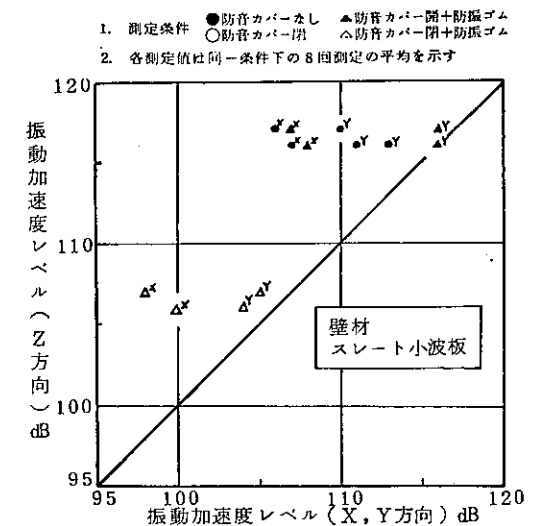


図29 鋼球落下時の壁面振動(南壁)

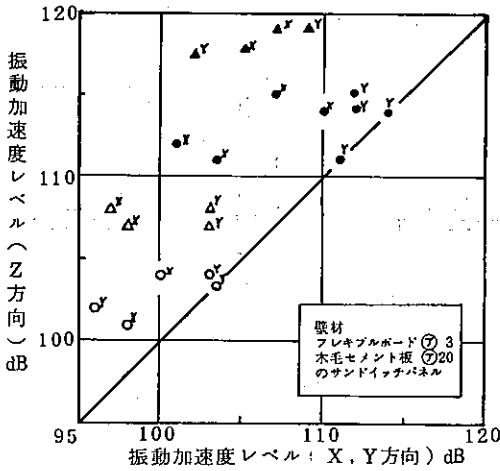


図30 鋼球落下時の壁面振動(北壁)

からみてZ方向を代表値としても差支えがなさそうである。

キ 壁面振動と放射音の関係

鋼球落下音による壁面の振動と、壁面より発生する放射音との関係について、前記(オ)の2壁面についての測定結果を図31、図32、に示す。両壁面とも防音カバー有無によるレベル差がはっきりしている。また壁面の測定位置の違い、衝撃音の性格等から測定値が多少バラついてはいるが、VALとSPL(音圧レベル)は比例関係にあり、バラつきも上下5dBの点線の範囲にある。

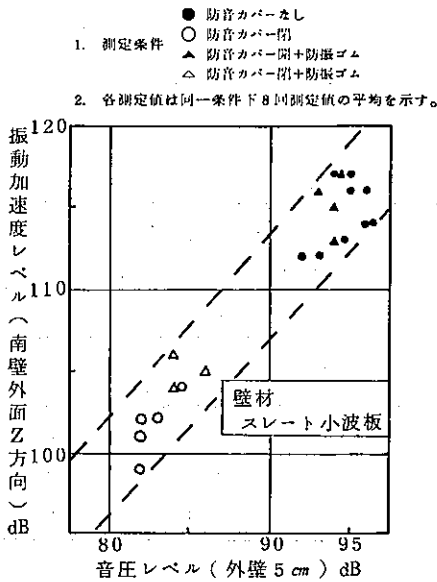


図31 鋼球落下時の振動と騒音(南壁外側)

図33は図中に示す4壁面と板ガラスの振動と放射音の関係を示したものである。やはり防音カバー有無の差がみられる。この図にも比例関係を示す傾斜線を入れると、5dBの範囲で相関がよい。この図でみると、重い壁ほど壁面の振動が放射音となる能率がよい。またこの図においても防音カバー有無によるレベル差があることから、

- 測定条件 ● 防音カバーなし
○ 防音カバー閉
▲ 防音カバー開+防振ゴム
△ 防音カバー閉+防振ゴム
- 各測定値は、同一条件下8回測定値の平均を示す。

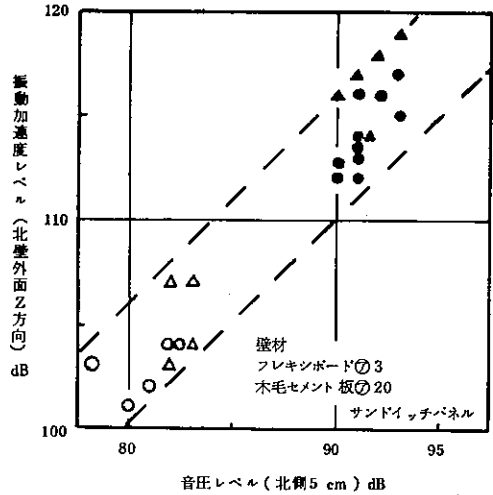


図32 鋼球落下時の振動と騒音(北壁外側)

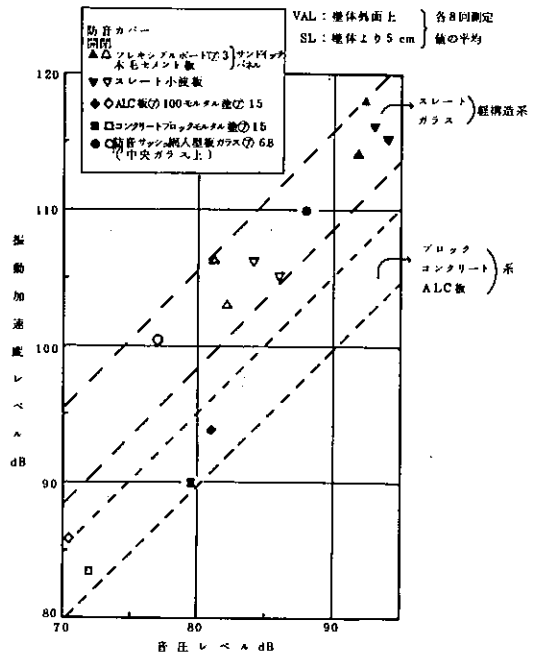


図33 鋼球落下時の材料別振動と騒音

固体伝達音の影響の少ないことを示している。

4 音の透過と放射に関する実験

屋内の音が、壁面に振動を与え、その外面から音を放射する状況を観察することによって、騒音防止に対する1つの見方が得られるのではないかと考えて、以下に示すような実験を試みた。

- (1) オクターブバンドノイズによる壁面振動と放射音の関係

ア 実験方法

図34, に示すように、壁面内外に騒音計と加速度振動ピックアップをセットし、屋内におけるスピーカ出力を各オクターブバンド毎に変化させて壁面の振動と音の関係を調べた。なおスピーカ音量のコントロールは、パワーアンプに付属したモニターメータを見て行い、0.1, 1, 10, 50, watt と段階的に変化させた。また参考として屋内騒音計の音圧レベルを 90dB から 100 dB に変化させた場合についてもデータをとってみた。

イ 放射係数について

一般に建物壁体は、起振条件によって、縦波、ねじれ波、表面波、屈曲波、など種々の固体振動を生じるが、音の放射に最も関与するのは屈曲波であるといわれている。

① 壁や板の屈曲振動によって生じる放射音のエネルギーは、屈曲振動の振幅のほか、屈曲波の伝搬速度と音速との比、あるいは屈曲波の波長と音の波長との比に関係する。

② 屈曲波の伝搬速度は周波数の平方根に関係するので同一振幅でも周波数によって音の放射能率が異なる。

Gösele²⁾ は板の放射特性を規定する量として、放射係数を次式のように定義している。

$$k = \frac{N}{N_0} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、N : 面積 S の板の屈曲振動によって生ずる音のパワー

N₀ : 同じ速度振幅でピストン運動している無限の大きさの板で面積 S が放射する音のパワー

$$N_0 = \rho \cdot C \cdot V_e^2 \cdot s \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 ρ : 空気の比重 $\frac{Kg}{m^3}$ C : 音速 $\frac{m}{s}$

V_e : 速度振幅の実効値 $\frac{m}{s}$

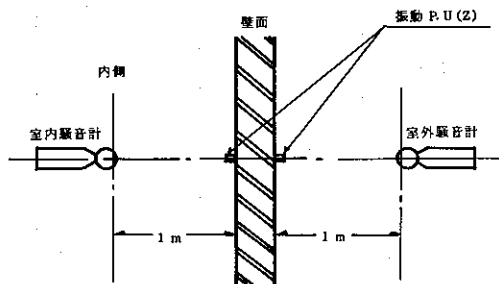


図 34 壁面振動と音圧の測定

ウ 実験結果と考察

測定結果を図35, 図36, に示す。図中に示される黒印は屋内における振動加速度と音圧の関係であり、白印はすべて屋外における振動加速度と音圧の関係である。

まず、屋内音圧が壁面に入射する場合をみると、内壁面の音圧と振動加速度の関係は比例関係にあるが周波数には関係しないことがわかる。

次に発生した内壁振動は、外壁面まであまり減衰しない。これは振動が伝搬するというより一体振動しているとみた方がよい。

外表面から音の放射の段階では図に示される如く、

- ① 壁面振動加速度レベルと放射音圧レベルが比例関係にある。
- ② 周波数によって放射能率が異っている。低周波振動ほど放射能率がよい(この実験では500Hz と1KHzが

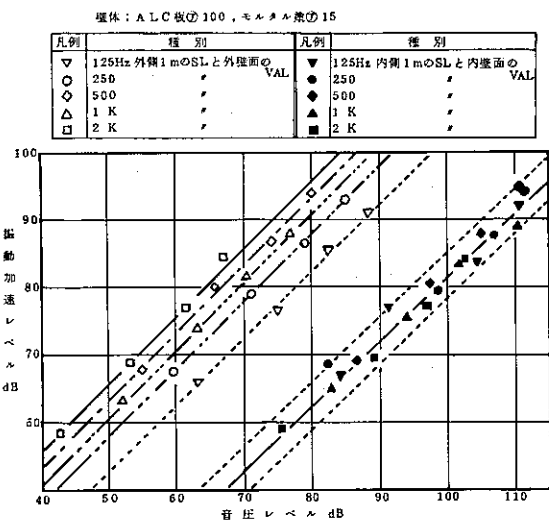


図 35 壁面内外の振動と騒音との関係

壁体：コンクリートブロックの150 内外モルタル仕上の15

凡例	種別	凡例	種別
▽	125Hz 外側1mのSLと外壁面の	▽	125Hz 内側1mのSLの内壁面
○	250 VAL	●	250 ○VAL
◇	500	◆	500
△	1 K	▲	1 K
□	2 K	■	2 K

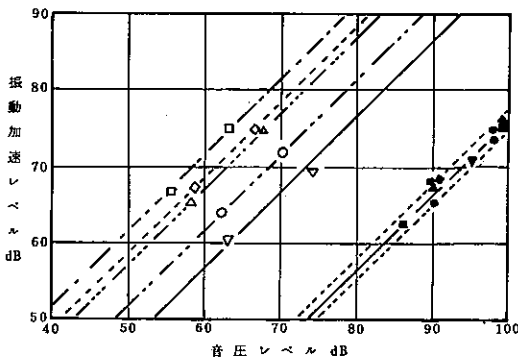


図36 壁面内外の振動と騒音との関係

逆となっている)

以上の2点から、屈曲振動と壁面のZ方向(垂直方向)振動加速度の関係は前項イ、より関係が深いといえよう。この図の示すところは非常に重要と思われる。壁体で音を遮へいする場合、屋内音圧→壁面振動の段階では音圧によって壁が一体振動するので、やはり重量のある壁材が必要であろう。内壁から外壁面までの振動伝達過程では、振動を伝達しないような工夫が考えられよう。そして、外壁面から音が放射される段階では、音の放射能率を低くおさえるような、即ち放射係数の低い材料を選ぶことが必要であろう。このようなことから、二重壁や複合材が遮音材として利用されているのであるが、

図35、図36、はこのような原理を単純明快に示唆しているといえよう。

ここで図35を音圧についてみるならば、図9における表示を形を変えて見ていることが理解できよう。図35の屋内音圧(太斜線)と左側の周波数別斜線までの長さは、周波数別内外1mの音圧レベル差を示している。またこの図は屋内の音圧レベルを変化させても、その内外音圧レベル差は一定であることをも示している。

図37は屋根面(スレート大波板+木毛セメント板20mm)2点における振動と屋根面より1mの位置の音圧の関係を示したものである。測定場所の違いによる多少のレベル差がみられるが、概ねこの部位の放射能率は低い。そして図33の鋼球落下衝撃音の場合と同様、厚みのあるコンクリート系に比べて薄板のアスベスト系は放射能率が

凡例	種別	室内音圧レベル	
		東側	西側
▽	125 Hz	98 dB	100
○	250	102	102
X	500	103	101
△	1 K	100	101
□	2 K	96	98

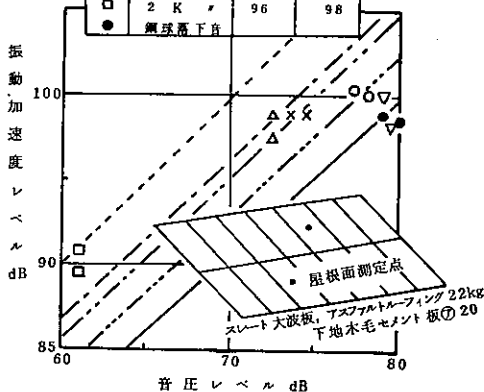


図37 北側屋根面の振動と騒音との関係

低いといえよう。

(2) 壁面放射の指向性について

ア 放射音圧の算出

壁面がピストン運動を行い平面波を発生していると仮定した場合の放射音圧は次式で示される。

$$P = \rho \cdot C \cdot V_e$$

振動加速度振幅 a_e (実効値) と V_e の関係は

$$a_e = 2\pi f V_e \frac{m}{s^2} \quad f: \text{周波数 Hz}$$

であるから

$$P = \frac{\rho C a_e}{2\pi f} \dots\dots\dots (3)$$

このことから(3)式のVALとSPLの関係は次式で示される。

$$SPL = 20 \log \frac{P}{P_0} = 20 \log \frac{a_e}{a_{e0}} + 20 \log \frac{\rho C a_{e0}}{2\pi P_0} - 20 \log f$$

ここで

ρC : 標準状態における空気固有音響抵抗

$$\rho C = 415 \frac{kg}{m^2 \cdot s}$$

a_{e0} : 振動加速度実効値の基準値

$$a_{e0} = 10^{-5} \frac{m}{s^2}$$

$$P_0 : \text{音圧基準値 } 2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$$

$$\therefore SPL = VAL - 20 \log f + 30.2 \text{ dB} \dots\dots\dots (4)$$

単位面積あたりの放射パワーを W (watt/m^2) とすると、

(1)式より

$$W = k \rho C V_e^2$$

単位面積あたりのパワーレベル (PWL_0) は

$$PWL_0 = 10 \log \frac{W}{r_e} = 10 \log \frac{k \rho C V_e^2}{r_e}$$

ただし、 $r_e = 10^{-12}$ watt

$$\therefore PWL_0 = 10 \log k + VAL - 20 \log f + 30.2 \text{ dB} \dots \dots \dots (5)$$

(4)式は、VAL、と平面波音圧レベルとの関係を示している。VALと実測 VALとの関係や SPLと実測 SPLとの関係がわかり、実測による PWL_0 の算出が可能であれば、放射係数 k が求まることとなる。

イ 壁面のパワーレベルと放射係数の推定

自由空間へ壁体から音が放射される場合は、残響空間の遮音材試験のように、壁面から放射される音の全エネルギーを捉えてから算出するようなトータルな考え方が不可能であるから放射伝搬過程の音を捉え推測せねばならない。単に壁面に接近して音を測定しても、屈曲振動によって生じる音のパワー N を正確に捉えることは困難である。そこで1つの試みとして音の指向性を考慮して壁面音のパワーを求めてみた。

いま壁面即ち面音源が無数連続分布する点音源から構成されていると仮定し、点音源放射の指向性を考える。各点音源の放射パワーを面の法線方向に J_0 、それと角 θ をなす方向へは

$$J_\theta = J_0 \cos^n \theta \dots \dots \dots (6)$$

とすれば

$n = 0$ のとき 無指向性

$n = \infty$ のとき 平面波

一般には、 $0 < n < \infty$ と考えられる。

長方形音源中心軸上 1 m の位置における音圧レベルと面音源の単位面積あたりの放射パワー W との関係は指向性別に求めてみると、

まず、 $n = 0$ の場合は、

長方形音源中心軸上 1 m の位置にある受音点のレベルを $L_1^{n=0}$ とすれば

$$L_1^{n=0} = PWL_0 + 10 \log \phi - 8 = PWL_0 \dots \dots (7)$$

ただし $\phi = \int_0^a \int_0^b \frac{dX \cdot dY}{1 + X^2 + Y^2}$ であり数値積

分結果を図表より求めると、 $\phi = 6.5$

ここで、 a は壁面高さ約 4 m 、 b は長さ約 7 m 、 d は 1 m である。

次に $n = 1$ の場合は、

長方形音源中心軸上 d にある受音点に到達するエネルギー密度は下式で示される。

$$E = \frac{4W}{C\pi} \tan^{-1} \frac{a \cdot b}{2d \sqrt{4d^2 + a^2 + b^2}} \dots \dots \dots (8)$$

従って壁面 1 m の場合のレベルを $L_1^{n=1}$ とすると、

$$L_1^{n=1} = PWL_0 + 1 \text{ dB} \dots \dots \dots (9)$$

となる。また $n = \infty$ の場合は平面波であるから、

$$L_1^{n=\infty} = PWL_0 \dots \dots \dots (10)$$

上記の結果から壁面中心 1 m における音圧レベルは、指向性にかかわらず、ほぼ PWL_0 と同じレベルにあることが考えられる。

以上の結果から PWL_0 の算出が可能とすると、(5)式より k を求めるのであるが、VALが不明である。ここで、実測垂直振動 VALと(5)式の VALが、ほぼ等しいと仮定すると、 $10 \log k$ が求まることとなる。

図38は図35、図36をもとに ALC板及びコンクリートブロック壁面における $10 \log k$ と周波数の関係を示したものである。

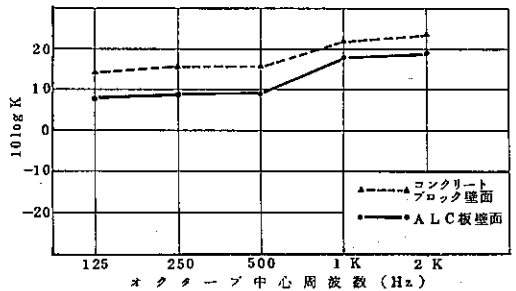


図38 壁面における $10 \log k$ と周波数の関係

いずれの場合も k は1を大幅に上まわっている。 k は限界周波数以上では理論的にほぼ1となるが、今回のように単一壁面ではなく建物構造体となった場合の音は極めて放射し易い状態になっているものと思われる。

(3) 音の放射と壁面実験結果について

コンクリート系の壁材では、放射係数 k は1、前後と

いわれている。また他の軽量壁材については1, 以下の測定例が多い。しかし今回の測定結果では1, 以上となって壁面の屈曲振動が非常に能率良く音に変換されていることがうかがえる。このように壁面の遮音能力の著しい低下は何に起因するか、参考書で示される内容からみてもこの原因は、やはりコインシデンス効果であると考えられる。図11は6壁面の周波数別内外音圧レベル差結果であるが、この図のALC板、コンクリートブロック、フレキシブルボード二重壁等は、本来、500Hz以上で高い遮音能力(TL)を有していなければならないが、500Hz, 1KHz, 2KHzで平坦形状となって、内外レベル差の増加を示していない。コインシデンス効果によってTLがどれほど低下するかは、材料の内部摩擦による減衰が関係し非常に複雑であるが、Watters³⁾は理論と実験の結果から実用設計図表として図39を示し、近似が非常によいと述べている。この図のAまでの直線部

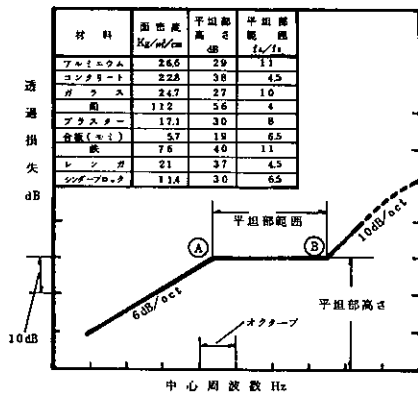


図39 コインシデンスを考慮した透過損失の実用計算法

は音場入射質量則, A—B平坦部は材料によって図表のような値をとりB以上は図のような傾斜傾向となる。この表のなかで、今回実験したコンクリートブロックに近い材料として、シンダーブロックの例をみると、その平坦部は、限界周波数300Hz 附近とみて、2KHz程度まで続き、TLも30dB であり、実験結果とよく近似している。また、限界周波数以下でもかなり音の放射があり

複雑な構造体の壁面では見掛け上限界周波数の低下が考えられるとの報告もある。

5 おわりに

遮音対策を実施した多くの工場が期待した減音量に達しない主要な原因を探るべく実物実験を試みたものであるが、野外実験の制約、借用地の期限等により、原因のより深い追求は困難であった。

しかし、今回の実験から、騒音防止対策上、基本ともなる事項について、いろいろと示唆が得られた。

本実験の結果から得られたことをまとめてみると、

- ① 実験に用いた6壁面の遮音量は、カタログや試験で示される透過損失値よりはるかに低い。
- ② 窓等遮音の弱点となる開口率が壁体の透過率に見合う程度であれば大きな影響があるとはいえない。
- ③ 壁面周囲の部位からの影響を強く受ける。特に屋根部分が遮音の弱点となる場合は問題となろう。
- ④ 固体伝達音の影響はほとんど現れない。実験棟のような構造では壁面振動は、音圧による影響を強く受ける。
- ⑤ 一般の工場建家は主として鉄骨軽量構造が多いため内部発生音圧に対し振動し易く音の放射が能率よく行われ易い。このために、コインシデンス効果によって透過損失は著しく低下する。

このことから、一般に工場で用いられる建築材料では遮音効果のよいものでも30dB 前後であり、またこの辺が限界となろう。従って遮音を高めるためには、コンクリート等重い構造の建物か、振動、音放射の低い多重複合材壁体が必要となろう。

参考文献

- 1) 高山, 千葉, 今泉, 工場防音対策の建家実験について 公害研究報告書(1977)
- 2) 日本音響材料協会騒音対策ハンドブック
- 3) BERANEK NOISE VIBRATION CONTROL
- 4) 前川純一 建築音響
- 5) 斉藤文孝他 壁振動による放射音に関する考察 日本騒音制御工学会技術発表会講演集(1976. 12月)