

床衝撃音遮断性能の聴感による評価

床衝撃音の聴感評価研究委員会

1. はじめに

わが国におけるコンクリート系集合住宅の居住性は年々向上してきているが、居住者の要求と対応させてみるとまだ十分でない面も多い。音響環境面で見ると、居住者から改善を要望されている問題の1つに上階住戸からの床衝撃音があり。住宅公団や各地方の住宅供給公社をはじめ、民間の設計、施工会社等によって新しい床構造や工法の開発が盛んに行われている。

床衝撃音は人の歩行、走りまわりやとびはね、あるいは家具、什器の移動にもなって床に加えられる衝撃が下階の室に生ずる音であり、衝撃源の性質によってさまざまな音響特性をもった床衝撃音となる。昭和45年に日本建築学会が公団住宅の居住者を対象として行った生活騒音に関する意識調査やその後民営の集合住宅を対象として行った調査においても、居住者が気になるとして指摘している床衝撃音は主として子供の走りまわりやとびはねによって発生する低音成分の多いものである。したがって、現在行われている対策方法の研究開発では専ら子供のとびはね音を対象としている。

研究開発を進めるに際し、その目標を与えるものとしてJIS A 1419（建築物のしゃ音等級）をもとに実用化を図った日本建築学会の遮音基準があり、また床衝撃音に対する床の性能測定方法としてJIS A 1418（建築物の現場における床衝撃音レベルの測定方法）がある。測定方法では標準的な衝撃装置として子供のとびはねに相当させた自動車のタイヤを衝撃源とする重量床衝撃音発生器がわが国独自に規格化されており、性能試験にはISO規格におけるタッピングマシンと併用するようになっている。一方、床の性能を評価するための基準周波数曲線においてもわが国独自の工夫がなされており、騒音計の規格にある周波数補正曲線（A特性）を逆にした曲線が用いられている。

これらの規格と基準は床衝撃音を防止するための研究開発に大いに役立っているが、研究開発が進むにつれて規格や基準の制定段階では分らなかったいくつかの問題点が当事者から指摘されるようになった。すなわち、

(1) 床衝撃音を防止する目的で対策を施した床につい

て、聴感の上では効果があったと思われるのに現在の評価方法では数値上改善されていないと判定されてしまうことがある。

(2) 低音域では測定値のばらつきが大きく、信頼できる測定結果がえられないことがある、などが問題点として指摘されている。

そこで本研究では現在の評価手法の問題点を検討し、より実用性の高い評価方法とすることを目的として主に上記(1)の問題点について基礎的な実験研究を行うことにした。

まず第2節では現在の評価手法の問題点を明確にし、つぎに第3節では実際の集合住宅で録音された床衝撃音を、第4節では電氣的に作り出した床衝撃音をそれぞれ対象にして聴感実験を行い、その結果と現在の評価方法による評価結果とを比較検討する。最後の第5節では本研究の成果と問題点に対する見解を述べるとともに今後の研究課題をまとめる。

2 床衝撃音に対する床の性能評価の概要と問題点

2.1 評価方法の概要

床衝撃音に対する床の遮断性能の評価体系は次のようになっている。

(1) JIS A 1418（建築物の現場における床衝撃音レベルの測定方法）に従い、重量及び軽量床衝撃音発生器（標準の衝撃装置）の2種類で別々に床に衝撃を加え、下階の室に発生する床衝撃音の平均的な音圧レベルを63 Hz, 125 Hz, …… , 4 KHzを中心周波数とする7つのオクターブ帯域ごとに測定する。

(2) 測定結果をJIS A 1419（建築物のしゃ音等級）に規定されている方法に則つて、図2.1に示す基準周波数曲線と照合し、遮音等級を求める。

(3) 遮音等級だけでは性能の位置付ができないので、一般には日本建築学会でまとめた遮音基準における適用等級を評価に用いている。集合住宅を対象とした適用等級は表2.1、適用等級の意味は表2.2のように与えられている。

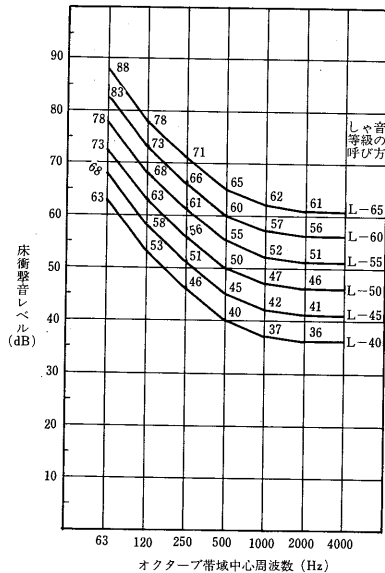


図 2. 1 性能評価の基準曲線 (JISA1419より)

表 2.1 床衝撃音レベルに関する適用等級

建築物	室用途	部位	特 級	1 級	2 級	3 級
集合住宅	居 室	隣戸間界床	L-40 L-45*	L-45 L-50*	L-50 55	L-60

(注) 原則として軽量, 重量衝撃源に対して適用。
ただし, *印は重量衝撃源のみに適用。

表 2.2 適用等級の意味

特級(特 別)	学会特別仕様	遮音性能上 非常にすぐ れている	特別に遮音性能が要求 される使用状態の場合 に適用する
1 級(標 準)	学会推奨標準	遮音性能上 好ましい	通常の使用状態で使用 者からの苦情がほとん ど出ず遮音性能上の支 障が生じない
2 級(許 容)	学会許容基準	遮音性能上 ほぼ満足し うる	遮音性能上の支障が生 ずることもあるがほぼ 満足しうる
3 級(最低限)	—	遮音性能上 最低限度で ある	使用者からの苦情が出 る確率が高いが社会的, 経済的制約などで許容 される場合がある。

2.2 評価方法における問題点

現在の評価方法が持つ問題点として測定方法も含めて考えると

- (1) 床衝撃音レベルの周波数特性と遮音等級との対応に関する問題
- (2) 低音領域, とくに 63 Hz 周波数帯域における床衝撃音レベルの空間的な分布に関する問題

(3) 標準の衝撃装置と実際の衝撃源との特性上の対応に関する問題

(4) 測定に要する労力, 時間に関する問題

などがある。このうち, 最も重要な(1)と(2)をとり上げ, 問題の内容を以下に述べる。なお, 本研究では(1)の問題を中心としている。

2.2.1 床衝撃音レベルの周波数特性と遮音等級との対応に関する問題

床衝撃音の周波数特性は衝撃源の性質と床構造及びその表面仕上材の種類によって異なる。

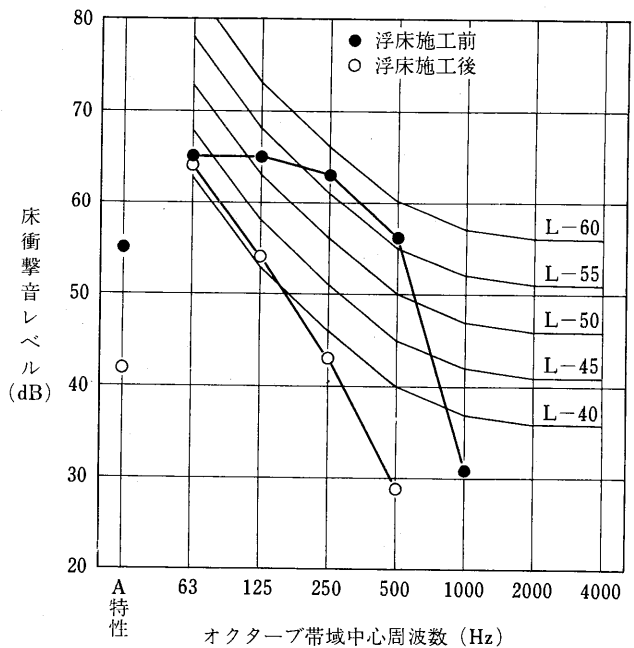


図 2.2 軽量床衝撃音発生器による試験結果

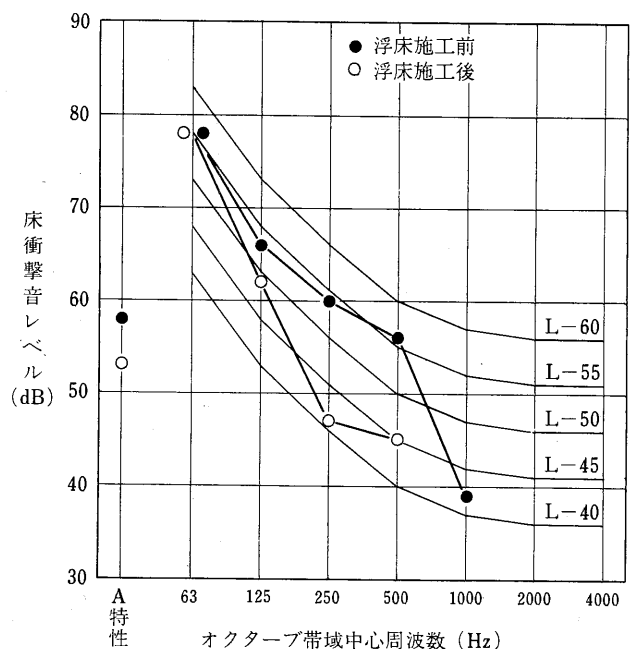


図 2. 3 重量床衝撃音発生器による試験結果

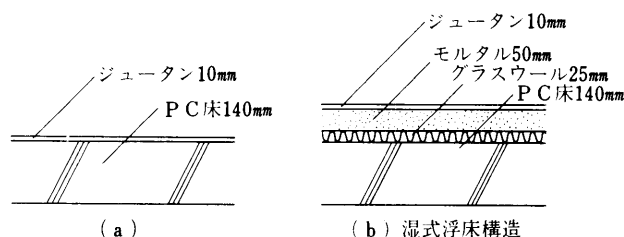


図 2. 4 測定した床構造

図 2. 2 及び図 2. 3 は、図 2. 4 に示す 2 種類の床について、JIS A 1418 で規定されている軽量及び重量床衝撃音発生器を用いた試験結果である。床構造(b)は床衝撃音対策のために開発された床で、湿式浮床工法による床と呼ばれ、有効な対策手段として現在盛んは用いられている。

床構造(a)と(b)とを図 2. 2 及び 2. 3 の上で比べると、63 Hz の周波数帯域では両者の床衝撃音レベルに差異が認められないが、他の周波数帯域では(b)の方が明らかに小さくなっており、また騒音レベルでも(b)の方が小さくなっているため、こうした見方の限りでは床構造(b)の方が(a)よりも優れているように思われる。

また、これらの床衝撃音を実際の集合住宅で聞いた人々の意見でも、床構造(b)の方が(a)よりも床衝撃音が小さく、効果があるとする人が多い。

一方、これらの試験結果に対して JIS A 1419 の方法で評価を加え、まず遮音等級を求め、つぎに表 2. 1 及び表 2. 2 から性能のグレードを求めると、それぞれは表 2. 3 のようになる。

表 2. 3 評価結果

衝撃源 床構造	軽量床衝撃音発生器	重量床衝撃音発生器
(a)	L-55 / 2 級	L-55 / 2 級
(b)	L-40 / 特 級	L-55 / 2 級

床構造(a)は 2 級、(b)は軽量床衝撃音発生器に対しては特級と評価されるものの重量のそれに対しては 2 級相当となり、この床も実用的な見地からは 2 級と判定される。すなわち、床構造(a)と(b)とは性能グレードに差異がないということになる。

上述のような結果になるのは、試験結果に対する基準周波特性の曲線の当てはめ方が、ある 1 つの周波数帯域の測定値でもその曲線に触れると、その曲線が示す遮音等級になるという所にある。たとえば、図 2. 3 で浮床の試験結果をみると、63 Hz の周波数帯域における試験値が L-55 の曲線上にあるため、他の周波数帯域の試験値がその曲線に対してかなり下方にあつても、この場合に

は遮音等級 L-55 と評価される。

以上のように現行の評価体系による評価結果と実際の現場における感覚との整合性について、対策の研究開発を行っている関係者から疑問が出されているとともに、63 Hz 帯域における床衝撃音の改善が建物の構造面やコスト面の制約から困難な実情もあり、現行の評価体系の聴感の側からの見直しが要請されている。

2.2.2 床衝撃音の音圧レベル分布に関する問題点

JIS A 1418 の床衝撃音レベルの測定方法では、音源位置（衝撃を加える位置）として 3 ないし 5 点を取り、一方受音室における床衝撃音レベルの測定位置として 5 点をとるように規定されている。

床衝撃音の音圧レベル分布は音源位置と受音室内の音場の性質の 2 つに関係する。わが国における集合住宅の室は一般に小さいため、とくに低音域における音圧レベル分布の一樣性は得られにくい。

音圧レベル分布の状況をみた例を表 2. 4 に示す。4. 5 ～ 10 帖の広さの室（階高 2. 4 ～ 2. 6 m）でとられたデータであるが、63 Hz の周波数帯域では変動が大きく、5 測定点間の最大と最小の差が 10 dB 以上になることもある。したがって、変動の大きい測定値をもとにして評価することは、性能評価の信頼性に直接的に反映される。

表 2. 4 床衝撃音の音圧レベル分布

周波数(Hz)	63	125	250	500
床構造				
標準偏差(dB)	3.4	2.3	1.7	0.9
変動巾(dB)	11	8	7	3.5
サンプル数	36	36	31	16

また、床衝撃音レベルの試験結果を出す場合に、JIS 規格では 1 音源位置に対して 5 つの受音点で得られる音圧レベルの最大値と最小値の差が 10 dB を超える場合には採用しないという規定が設けられている。先にかかげた湿式浮床構造の床の性能測定では、63 Hz の周波数帯域において最大値と最小値の差が 10 dB を超えてしまうため試験結果を求めることができない場合がしばしばある。そのような場合は、せっかく測定を行っても性能評価ができないということになってしまう。信頼ある評価が得られるよう測定方法の改善が必要である。

3. 床衝撃音の音場再生による評価実験

3.1 実験の概要

集合住宅内部で問題となっている生活騒音のうち、特に上階住戸の足音、走りまわる音、とびはねる音などの

足音系騒音は、アンケート調査の気になる騒音の指摘率が高い。また、空屋住戸で測定した上階住戸から暴露される騒音のTNELに基づく評価値も大きく¹⁾、遮音性能の向上が望まれており、その受忍限度への目安をたて標準的な設計目標値を設定していくことが必要である。現段階では床衝撃音レベルのL値による適用等級が建築学会基準²⁾で設定されているが、その実験的検証は必ずしも十分に行われていない。そこでわれわれは、現場建物において、各種床構造別に模擬生活音による床衝撃音をダミーヘッド録音し、無響室内再生で得られた聴感評価上の感覚量と各種物理量との対応を検討すると共に生活実感の尺度化を試み、合わせて床衝撃音遮断性能のJISによる評価方法の妥当性を検討するための実験を行うことにした。

3.2 実験計画・実験方法

3.2.1 実験計画

- (1) 実験対象床構造は、わが国の集合住宅でこれまで最も多く用いられてきたスラブ厚120mmの木造根太床とタタミ床、最近一部で用いられるようになった湿式浮床、木造根太浮床の4種類である。実験対象床構造の断面を図3.1に示す。

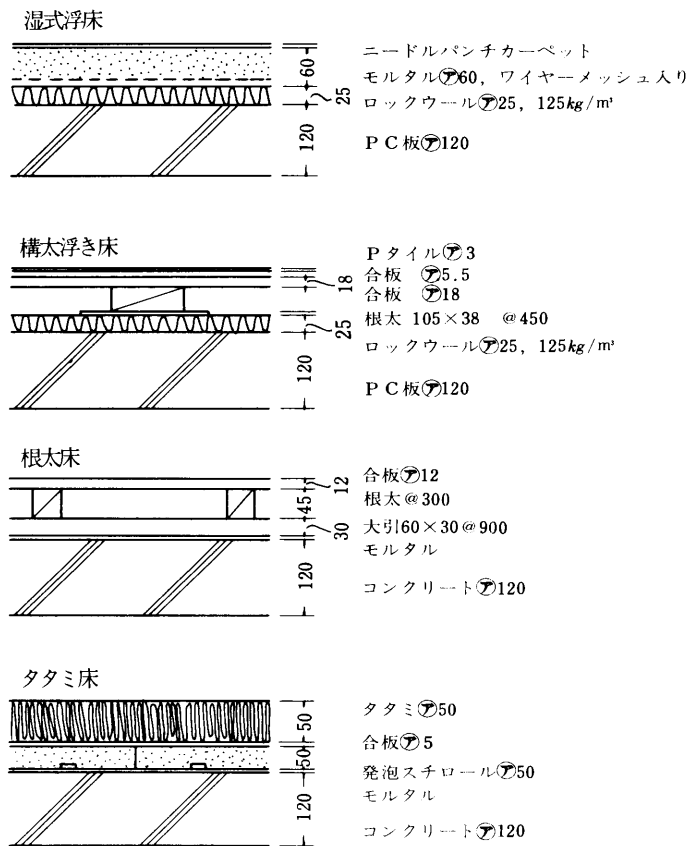


図3.1 実験対象床の断面

- (2) 評価対象音源は、6～8才の男子、女子が1人ずつあるいは2～3人のグループまたは全員で、約15秒間とびはねる動作、1人ずつ椅子(高さ40cm)からとびおりる動作、25才男性によるスリッパ歩行及びJIS A 1418に基づくタイヤ落下とした。とびはね、とびおり、タイヤ落下の位置は室のほぼ中央とした。
- (3) 現場の各床構造について、各評価対象音源の床衝撃音レベルを直下室のほぼ中央、床上約1.5mの地点で騒音計を通して録音すると同時に、聴感試験用としてダミーヘッド録音を行う。
- (4) 各評価対象音源の物理量として、ピーク騒音レベルの平均値dB(A)、JIS A 1419の遮音基準曲線にあてはめたときの対象周波数が63Hz以上と125Hz以上の場合のL数、ピーク騒音レベルに衝撃性連続音(とびはね、走りまわり等)は継続時間の15秒、衝撃性単発音(とびはね、タイヤ落下)は衝撃回数3回を加味したTNELを求める。
- (5) ダミーヘッド録音によるバイノーラルソースは、無響室内でセパレータ方式³⁾によりスピーカ再生し、「大きい」と「うるさい」について一対比較聴感試験を行うと同時に、7段階評定尺度を用い各々の音源の気になる程度をSD法で評価することにした。

3.2.2 実験方法

- (1) 現場における床衝撃音の収録 湿式浮床、木造根太浮床の実験はPC板4階建て集合住宅内、木造根太床、タタミ床の実験は壁式ラーメン11階建ての公団住宅内で行った。現場における床衝撃音収録方法のブロックダイアグラムを図3.2に示す。ダミーヘッド録音の校正音源には、対象音が低音成分の多いことを考慮して31.5～500Hzの低音域ノイズを用い、音圧レベル(Lin)の設定は左右の耳殻でそれぞれ87dB(L), 85dB(R)とした。
なお、湿式浮床、木造根太浮床の実験と、木造根太床、タタミ床の実験は、現場の都合等もあって約半年離れた別の時期に行われた。
- (2) 聴感試験の方法 まず先に収録した湿式浮床と木造根太浮床の計46種類の音源を用い、予備実験を兼ねて22～27才の男女学生6名を被験者として、「大きい」と「うるさい」に関する第1回の一対比較試験を行ない、つぎに木造根太床とタタミ床の資料を収録した後、4種類の床構造の収録音から新たに音源テープを作成して、同じ被験者で第2回の一対比較試験と7段階評定尺度を用いたSD法評価を実施した。無響室で行った聴感試験のブロックダイアグラムを図3.3に示す。

第2回の一対比較試験に使用した音源テープは、2ヶ所の現場で収録した音源から、4種類の床構造毎に、全

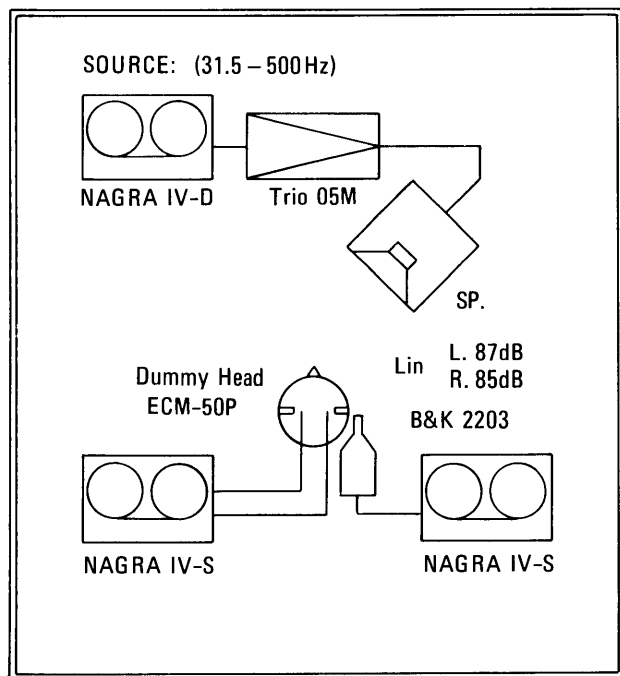


図 3. 2 現場における床衝撃音収録方法

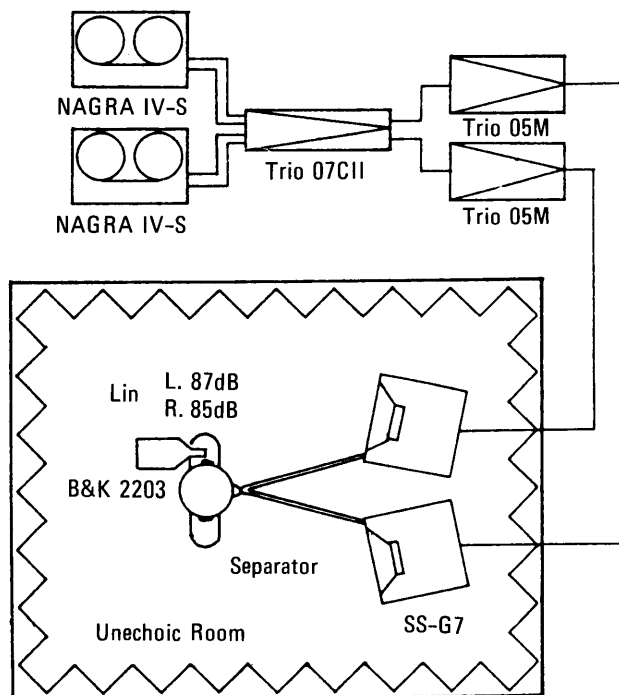


図 3. 3 無響室における聴感試験

体的な騒音レベルの分布等を考慮して 10 種類ずつ合計 40 音源を選択し、また第 1 回の対比較試験では、2 種類の床構造で収録した 46 音源について、いずれも呈示時間 15 秒間ずつの形に統一（図 3.4 参照）した後、無作為に抽出、配列して作成した。

(3) 評価対象音源の物理量の算出 聴感試験に用いた評価対象音源については、同時に騒音計(BK-2203)を通して録音した物理量算出用テープを再生し、ペン速度 Fast で記録したレベルレコーダ (RION LR-03) の波形から、図 3.4 に示すようにピーク騒音レベルの平均値 dB (A) を求めると共に、呈示時間、発生回数を考慮した TNEL を算出し、更にオクターブ帯域ごとの波形を、同様にペン速度 Fast でレベルレコーダに記録して各評価対象音源の床衝撃音レベル周波数特性を求め L 数を算出した。TNEL の算出式は次に示す通りである。

- とびはね、走りまわり、スリッパ歩行

$$\cdots \cdots TNEL_1 = \bar{L}a + 10 \log_{10} 15$$
- とびおり、タイヤ落下 $\cdots \cdots TNEL_2 = \bar{L}a + 10 \log_{10} 3$
 $\bar{L}a$: 図 3.4 のように読みとって求めたピーク騒音レベル平均値 [dB (A)]

図 3.4 からわかるように、評価対象音源のうちタイヤ落下と椅子からのとびおりは、単発衝撃音であり、15 秒間に発生する 3 回のピークレベルは、ほぼ等しいレベルとなっているが、レベルの絶対値はタイヤ落下の方がとびおりより大きい。とびはねは、とびおりとほぼ同程度かやや小さいレベルを示すが、1 回 1 回の継続時間が短く、レベル変動も大きい衝撃が連続して発生する。また走りまわりは、レベルが不規則に変動する衝撃性の連続音であるが、ピークレベルは、とびおり、とびはねに比し最も低くなっている。なお、ピークレベルの求め方は、タイヤととびおりは 3 回のピー

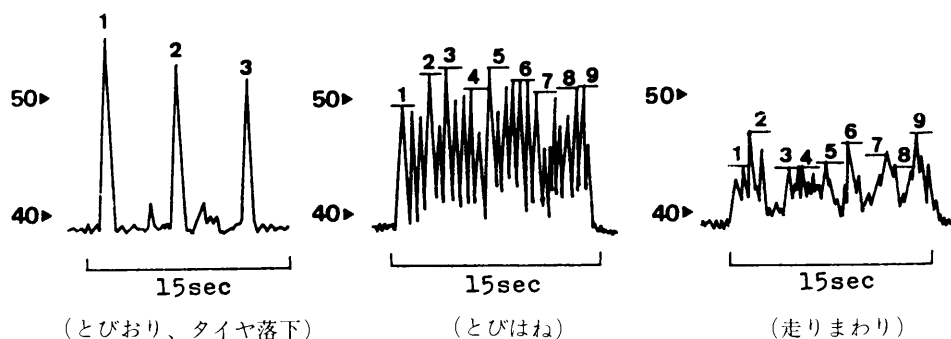


図 3. 4 評価対象音源の代表的な記録波形 [ペン速度 Fast] とピーク平均騒音レベルの求め方

クレベルの平均値，とびはね，走りまわり，スリッパ歩行は，レベルレコーダ記録用紙（紙送り速度3mm/s）の5mm目盛毎（約1.7秒間隔）のピークレベルを読み取り，15秒間の9個のピークレベルの平均値とした。

3.3 実験結果と考察

3.3.1 物理量の測定結果

現場で収録した模擬生活音の床衝撃音レベルのうち，第2回の一対比較試験に使用した評価対象音源の周波数特性を，湿式浮床，木造根太浮床，根太床，タタミ床の床構造別に示すと図3.5～図3.8のようになる。

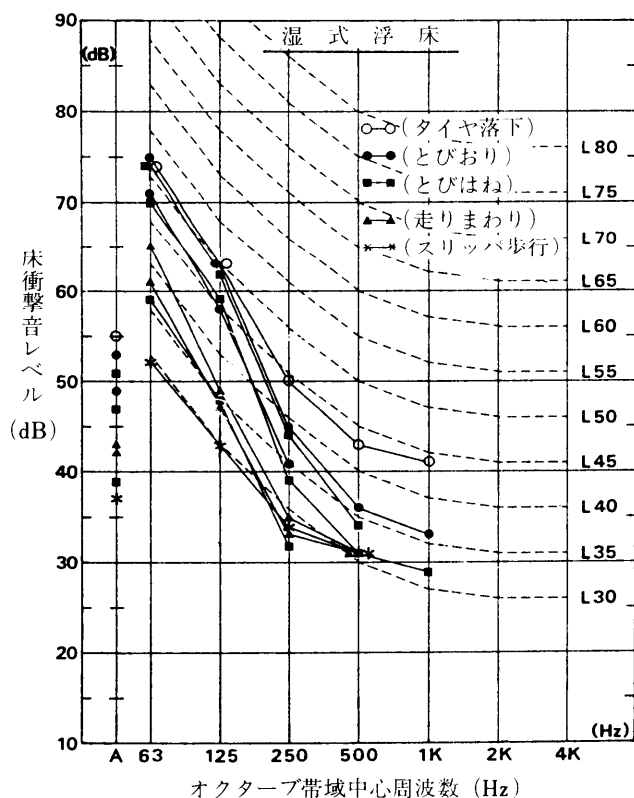


図3.5 湿式浮き床の床衝撃音レベル

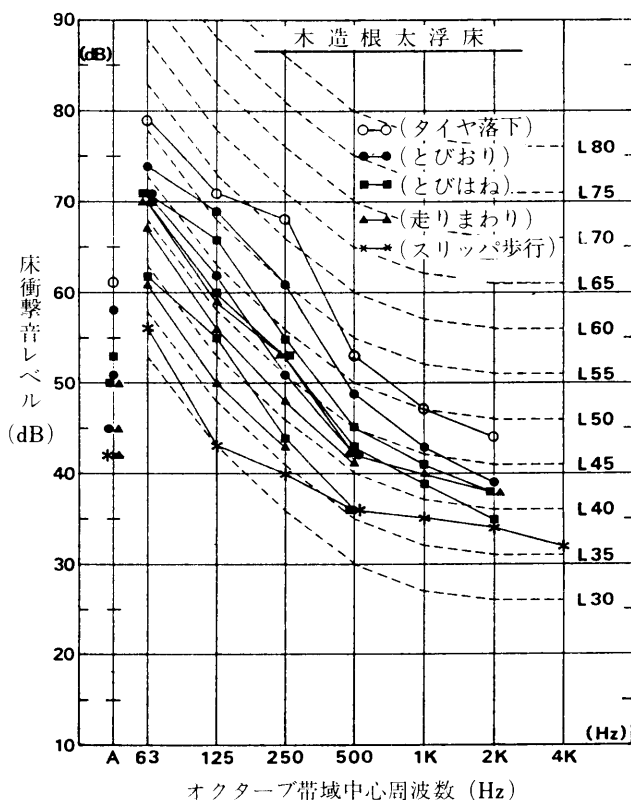


図3.6 木造根太浮き床衝撃音レベル

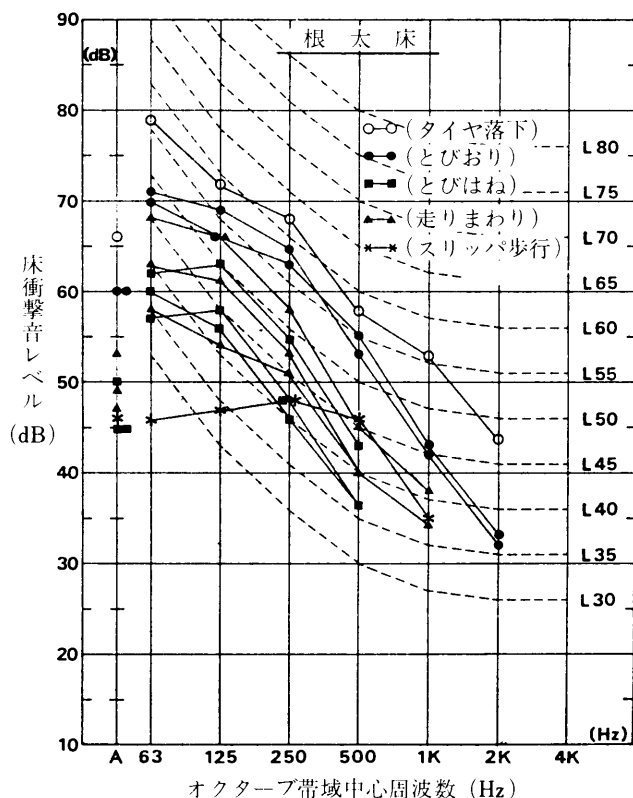


図3.7 根太床の床衝撃音レベル

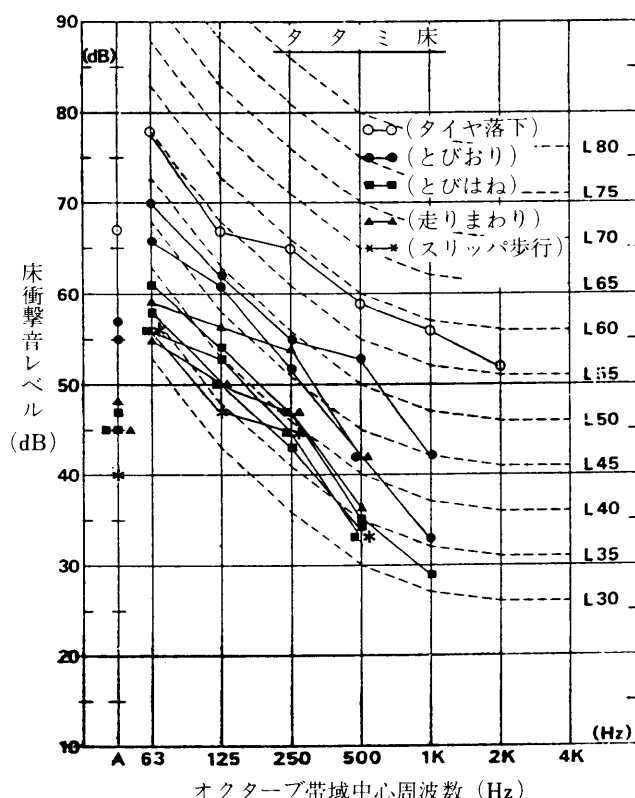


図 3. 8 タタミ床の床衝撃音レベル

これを見ると各床構造とも、タイヤ、とびおり、とびはね、走りまわりの周波数特性は、ほぼ類似しており、レベルはタイヤが最も大きく、次いでとびおり、とびはね、走りまわりとなっているが、弱いとびおりよりも複数の子供による強いとびはねの方が大きく、弱いとびはねよりも全員の走りまわりの方が大きい場合もみられる。スリッパ歩行はレベルが最も低く、周波数特性も、根太床では他の衝撃源と異なり、中音域にピークが表われている。各床構造別の周波数特性は、湿式浮床が 63 Hz にピークをもち、125～250 Hz は急激にレベルが低下するのに対し、木造根太浮床とタタミ床は、63 Hz から 125、250 Hz へのレベルの低下がそれ程急激ではなく、また木造根太床は 63 Hz から 125 Hz へのレベルの低下がほとんど見られない。なお、この場合のタタミ床は、下地の施工がうまくいっていなかったらしく、タイヤ落下や強いとびおりのように衝撃力が大きいとき、中高音域のレベルが普通の場合よりも上昇している。

いずれにしてもこれらの測定結果によって、集合住宅で問題になっている子供のとびおり、とびはね、走りまわりなどの重量軟衝撃源による床衝撃音レベルの平均的な特性が床構造別に示され、JIS A 1418 に規定される衝撃力特性をもつタイヤ落下によって、これらの実音源の特性を代表できる⁴⁾ことが確認された。

図 3.5～3.8 に示したような測定結果から、対象周波数が 63 Hz 以上の場合と 125 Hz 以上の場合の L 数、ピー

ク騒音レベル dB (A)、及び TNEL を、第 2 回一対比較試験に用いた 40 種類（各床構造 10 種類ずつ）の評価対象音源の物理的評価量として整理した。その結果を表 3.1 に示す。

表 3.1 調査対象音源の物理的評価量と主観評価量（第 2 回一対比較試験）

	対 象 音 源	dB(A)	TNEL	L 数		一対比較法	
				63Hz～	125Hz～	大きさ	うるささ
湿式浮床	とびおり 6歳 - 16kg - F	49	54	L-48	L-45	6.405	7.114
	” 8歳 - 22kg - M	53	58	L-52	L-50	5.891	5.310
	とびはね 全員(5名)	51	63	L-51	L-49	5.206	3.093
	” 6歳 - 16kg - F	39	51	L-36	L-35	5.774	5.774
	” 8歳 - 23kg - M	47	59	L-47	L-46	5.522	5.502
	走りまわり 全員(5名)	46	58	L-49	L-49	6.863	5.873
	” 6歳 - 16kg - F	42	54	L-38	L-34	7.905	7.888
	” 8歳 - 23kg - M	43	55	L-42	L-36	7.708	7.079
	スリッパ 25歳 - M	37	49	L-31	L-31	8.915	9.095
	タイヤ	55	60	L-51	L-50	4.130	5.351
木造根太浮床	とびおり 6歳 - 16kg - F	51	56	L-49	L-49	5.355	6.804
	” 8歳 - 23kg - M	58	63	L-56	L-56	4.560	5.814
	とびはね 全員(5名)	53	65	L-53	L-53	3.080	2.072
	” 6歳 - 16kg - F	45	57	L-42	L-42	6.224	6.175
	” 8歳 - 23kg - M	50	62	L-47	L-47	3.099	2.398
	走りまわり 全員(5名)	51	63	L-47	L-47	4.816	4.001
	” 6歳 - 16kg - F	45	57	L-38	L-37	8.362	8.442
	” 8歳 - 23kg - M	48	60	L-44	L-43	7.248	6.397
	スリッパ 25歳 - M	42	54	L-38	L-38	8.764	8.854
	タイヤ	61	66	L-63	L-63	2.057	4.064
木造根太床	とびおり 8歳 - 25kg - F	60	65	L-59	L-59	2.232	4.255
	” 8歳 - 29kg - F	60	65	L-57	L-57	2.531	4.561
	とびはね 8歳 - 2名 - F	50	62	L-50	L-50	3.101	2.663
	” 8歳 - 25kg - F	45	57	L-45	L-45	4.513	4.224
	” 8歳 - 29kg - F	45	57	L-43	L-43	5.264	4.908
	走りまわり 8歳 - 2名 - F	53	65	L-53	L-53	2.481	1.632
	” 8歳 - 25kg - F	49	61	L-48	L-48	2.977	2.731
	” 8歳 - 29kg - F	47	59	L-45	L-45	5.129	4.244
	スリッパ 23歳 - 75kg - M	46	58	L-46	L-46	5.425	4.864
	タイヤ	66	71	L-62	L-62	1.102	1.183
タタミ床	とびおり 8歳 - 25kg - F	57	62	L-53	L-53	4.222	6.002
	” 8歳 - 29kg - F	55	60	L-48	L-48	4.859	6.322
	とびはね 8歳 - 2名 - F	48	60	L-41	L-41	5.278	4.961
	” 8歳 - 25kg - F	45	57	L-40	L-40	6.182	5.837
	” 8歳 - 29kg - F	45	57	L-37	L-37	6.060	5.979
	走りまわり 8歳 - 2名 - F	51	63	L-52	L-52	2.784	2.041
	” 8歳 - 25kg - F	48	60	L-48	L-48	4.042	3.364
	” 8歳 - 29kg - F	45	57	L-41	L-41	5.681	4.826
	スリッパ 23歳 - 75kg - M	40	52	L-39	L-39	7.136	6.793
	タイヤ	67	72	L-59	L-59	1.117	1.543

(F：女，M：男)

3.3.2 主観評価実験結果

(1) 第1回一対比較試験 湿式浮床と木造根太浮床で収録した46音源について、第1回の一対比較試験を実施し、サーストンの一対比較法(Case V)により尺度化した。その結果、「大きい」と「うるささ」の主観評価について得られた尺度値を、音源の種類別に整理して図3.9、図3.10に示す。

これをみると、音源の種類毎の評価軸では、大きさとうるささの評価値の相対順位にきわだった変化はないが、絶対値では、とびはね、走りまわりのような衝撃

性連続音の評価値が、「大きい」より「うるささ」では悪い方に変化し、とびはね、タイヤのような単発音の評価値は良い方に変化している。これは単発音が発生した場合よりも、同じレベルであれば衝撃性の連続音が発生した方が継続時間の影響により、うるさいと感じることを意味している。例えば湿式浮床のタイヤ落下(No.37)と木造根太浮床6才男子2人のとびはね(No.35)とを比較すると、これらの「大きさ」の尺度値は等しいにもかかわらず「うるささ」ではとびはねの方が2ランク程度悪い方の値を示し、時間効果が反

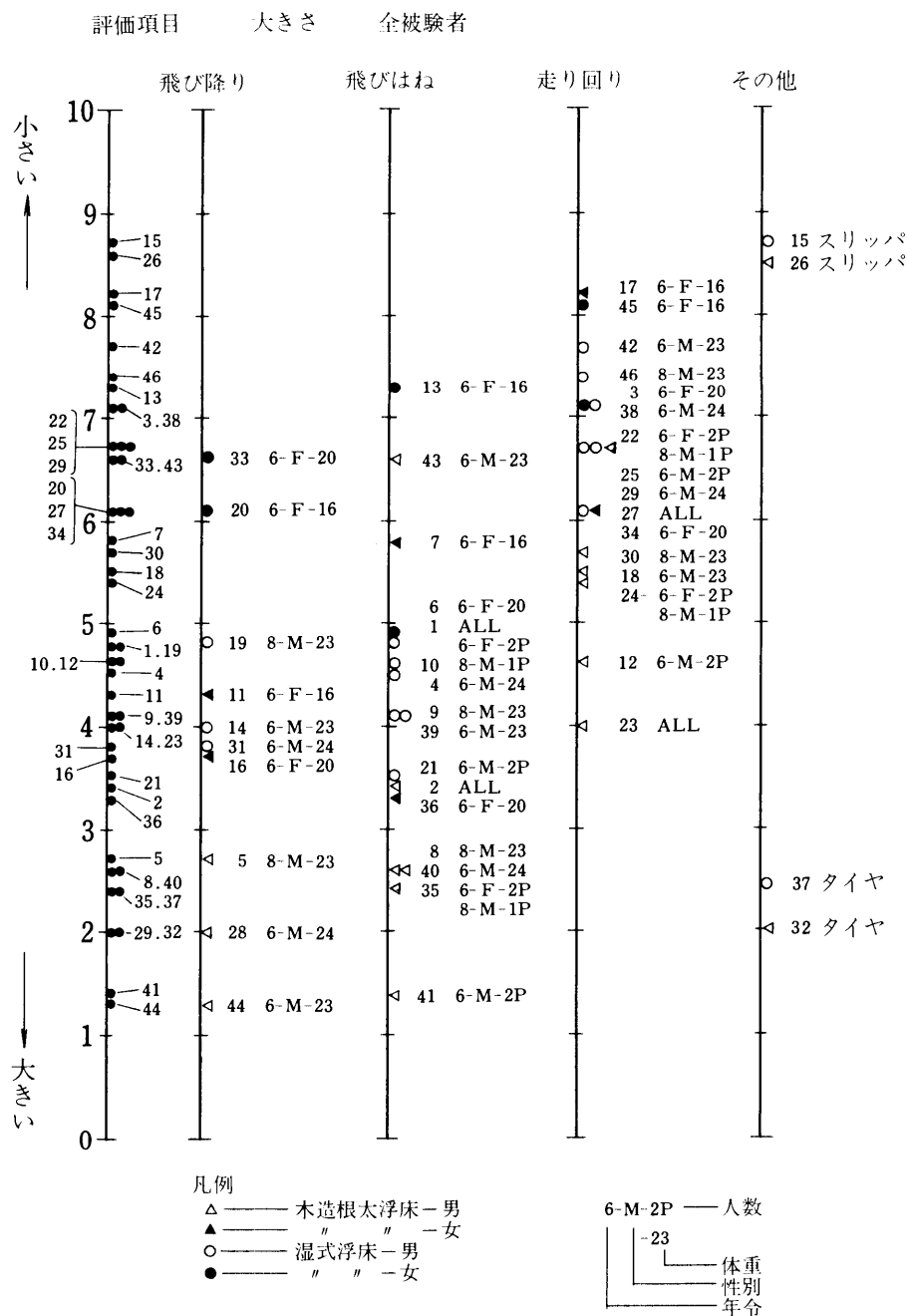


図3.9 第1回の一対比較試験における「大きさ」の主観評価結果(サーストンCASE-V)

映されている。また同じ衝撃性連続音でも、木造根太浮床全員の走りまわり（No.23）と、湿式浮床8才23kg男子のとびはね（No.9）を比較すると、「大きさ」は同程度と判断しているが、「うるささ」では全員の走りまわりの方をうるさいと評価している。これは多人数によるランダムな衝撃のくり返しの方が発生回数が多く耳につくためと考えられる。同様な例として湿式浮床6才男子2人のとびはね（No.21）と、木造根太浮床全員のとびはね（No.2）をみると、ピークレベル平均値はほぼ等しく、「大きさ」ではほぼ同じ評価値を示しているが、

「うるささ」でみると、衝撃発生頻度の多い全員のとびはねの尺度値の方が高い値を示している。

以上のような検討結果から、床衝撃音に関して、同一レベルでは衝撃が発生している時間の長いもの、同一レベル、同一発生時間では衝撃間隔の短いものの方が「うるさい」と評価される傾向にあることがわかる。なお、同一時系列では全体的にレベルの高いものの方を「うるさい」と評価している。

(2) 第2回一対比較試験 第1回の一対比較試験で用いた46音源のうちから、レベル分布等を考慮し

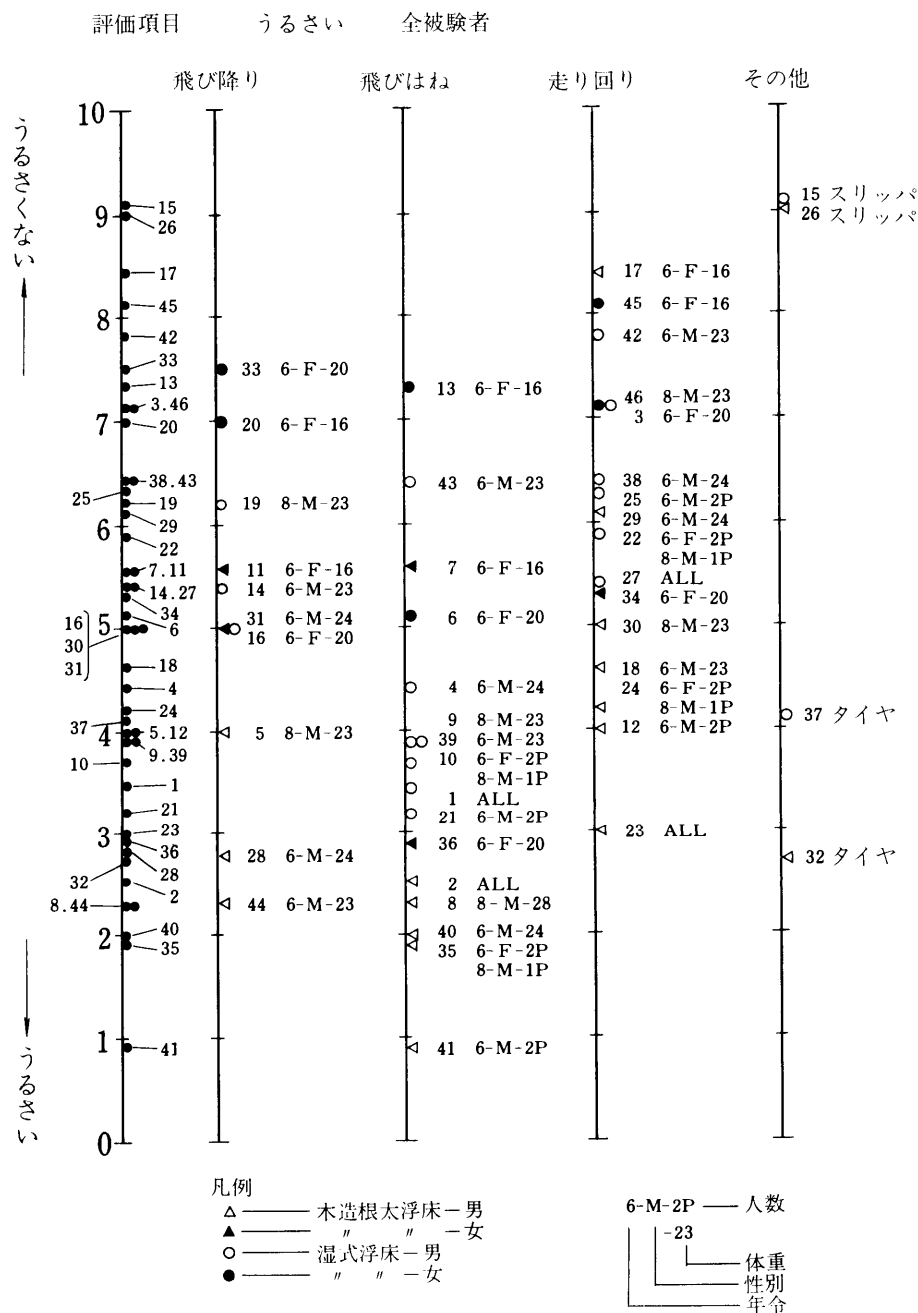


図3.10 第1回の一対比較試験における「うるさい」の主観評価結果（サーストンCASE-V）

て湿式浮床、木造根太浮床について、それぞれ 10 種類ずつ、合計 20 音源を選び、これに木造根太床とタタミ床で収録した 20 音源を加えて、4 種類の床構造を比較するための第 2 回一対比較試験を実施し、第 1 回と同様にサーストンの一対比較法(CaseV)により尺度化した。その結果「大きい」と「うるささ」について得られた尺度値を、床構造別に整理して、評価対象音源の物理量と共に表 3.1 に示した。

(3) S D 法評価実験 第 2 回の一対比較試験と同時に、各音源の「気になる程度」を 7 段階評定尺度法

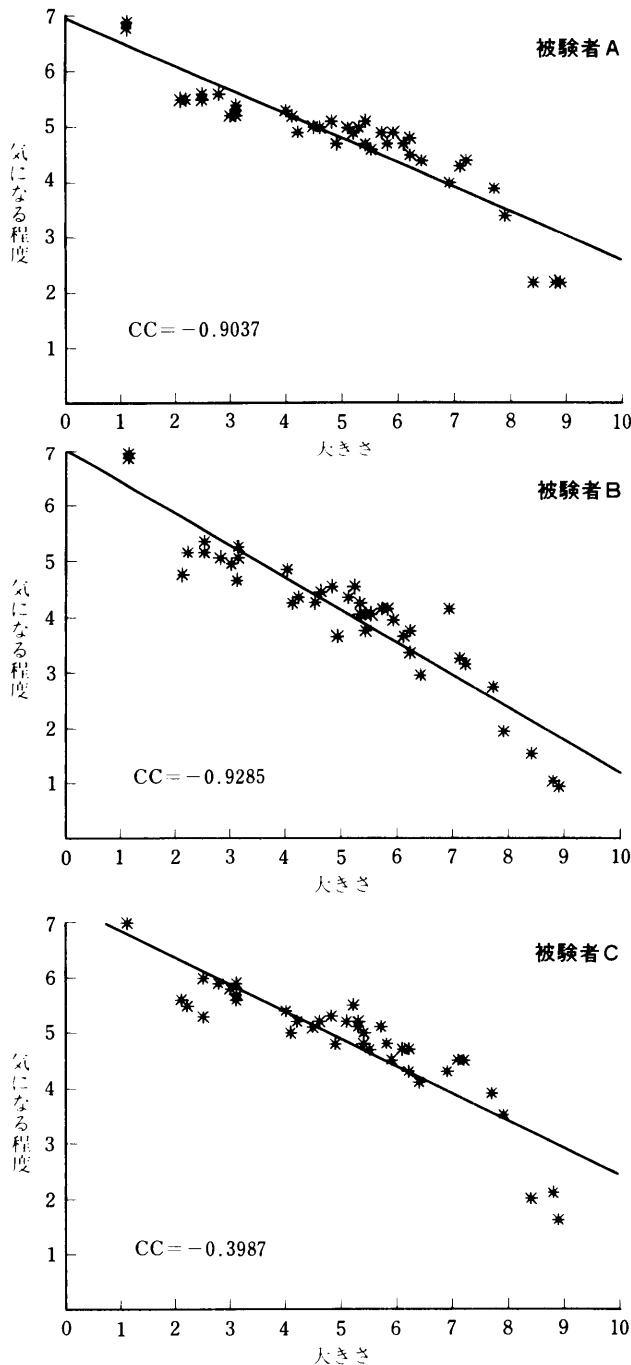


図 3.11 被験者別の一対比較尺度(大きさ)と S D 法尺度(気になる程度)との対応

で判定したので、各被験者は 40 音源のそれぞれについて、39 回ずつの判定をしたことになる。その平均値を各音源に対する各被験者ごとの SD 法の尺度値とした。その尺度値と、一対比較試験で「大きさ」について得られた尺度値(CaseV)との関係をグラフに表わすと、代表的な 3 名の被験者については図 3.11 のようになり、両者は全体的にかなり良い相関を示していることがわかる。

3.3.3 物理量と感覚評価量の対応

(1) 第 1 回一対比較試験の結果 サーストンの一対比較法(CaseV)により尺度化された「大きさ」と「うるささ」の尺度値と、各音源のピーク騒音レベル平均値 dB (A) との関係を求めると図 3.12, 図 3.13

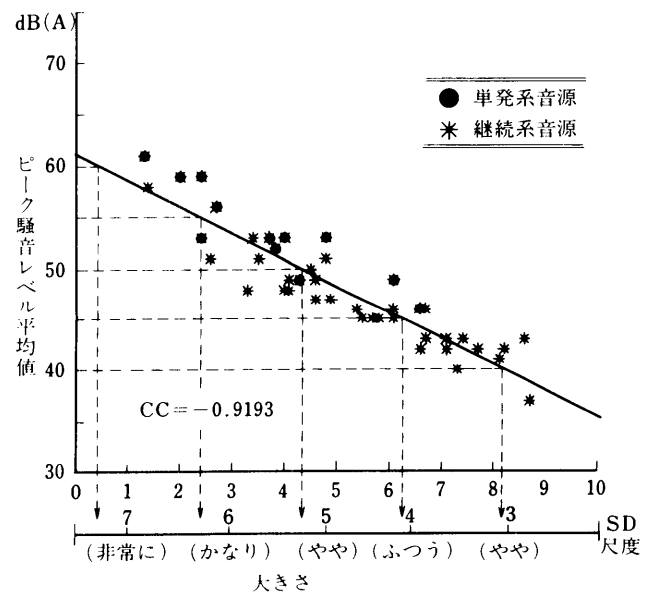


図 3.12 dB (A) と大きさの関係 (第 1 回一対比較試験)

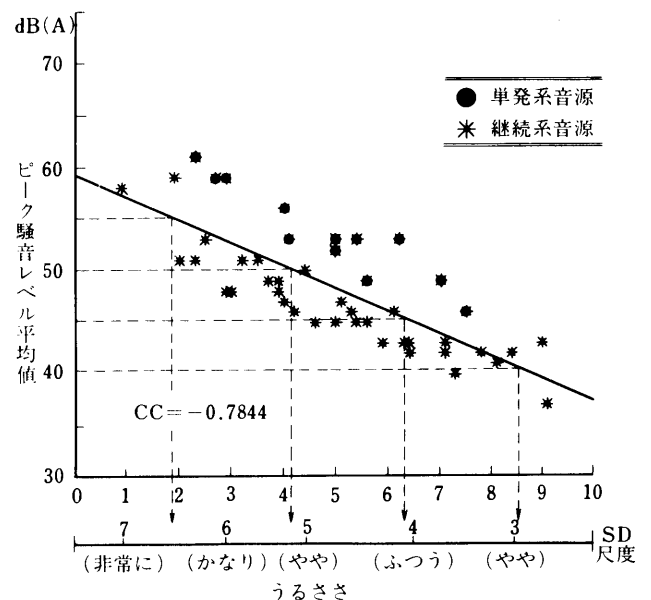


図 3.13 dB (A) とうるささの関係 (第 1 回一対比較試験)

に示すようになる。これをみると、dB(A)と「大きい」は、相関係数0.92の良い相関を示しているが、「うるささ」については同一尺度値に対しdB(A)の値がかなり変動し、単発音と衝撃性連続音ははっきりと分かれて、主観評価実験結果(3.3.2.(1))でも述べたように、両者はピーク騒音レベルが同じでも、発生回数が異なるため、「うるささ」の感じ方に差が生ずることを改めて示している。なお図中のSD尺度は、参考のため現場で試験的に行った聴感試験の結果得られたものであるが、第2回の一対比較試験の際無響室内で行ったSD法評価実験の結果とほぼ対応している。

次に単発音については1回の継続時間を1秒と仮定して発生回数の3回、衝撃性連続音については発生時間の15秒をピーク騒音レベルに加味して各音源のTNELとし、「大きさ」と「うるささ」の尺度値との関係を求めると図3.14,図3.15に示すようになる。これをみると、

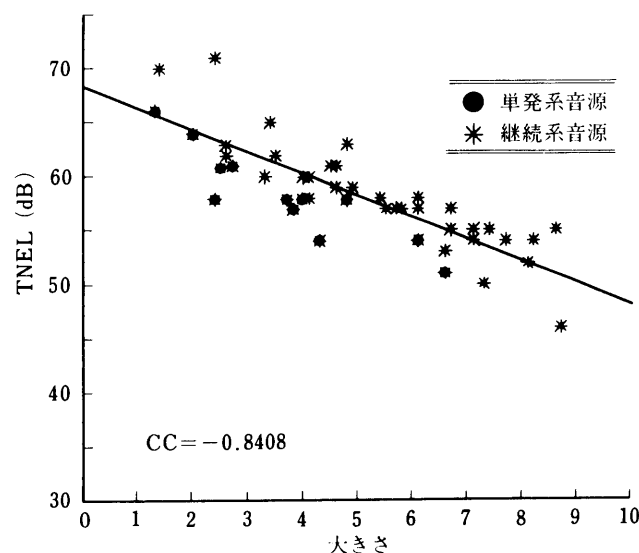


図3.14 TNELと大きさの関係(第1回一対比較試験)

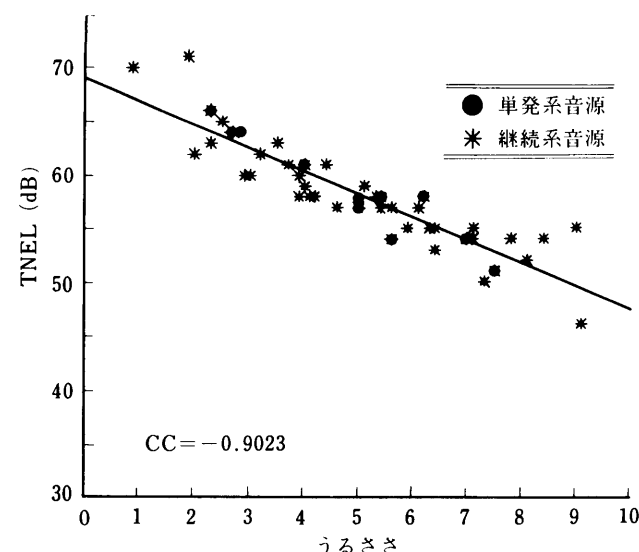


図3.15 TNELとうるささの関係(第1回一対比較試験)

ピーク騒音レベルdB(A)の場合と比較して「大きさ」との相関はかえって悪くなっているが、「うるささ」との相関は良くなり、相関係数が0.78から0.90に上がっていることがわかる。これは図からもわかるように、騒音の継続時間の補正効果により、dB(A)の場合にはっきりと分かれていた単発音と継続音がほぼ一体となったためであり、図3.13では、ピーク騒音レベルが同じでも単発音の方が衝撃性連続音よりも「うるささ」の評価値ははっきりと小さい方に位置していたのに対し、図3.15では、TNELが同じ場合の単発音と衝撃性連続音の「うるささ」の評価値に、はっきりとした差は生じていない。すなわち、ピーク騒音レベルに $10 \log_{10} 3 \div 5$ dBと $10 \log_{10} 15 \div 12$ dBの補正を加えただけの近似的なTNELによっても、ピーク騒音レベルのみよりも、衝撃性の単発音と連続音の「うるささ」を一諸に評価する尺度としては適切であることがわかる。なお「大きさ」については、被験者がピークレベルに着目して評価しようとしたことが推測される。

(2) 第2回一対比較試験の結果 第一回一対比較試験の浮床(湿式、乾式)に、通常よく使用される根太床とタタミ床を加えた4種類の床構造で収録した40音源について行われた第2回一対比較試験において、サーストンの一対比較法(Case V)により尺度化された「大きさ」と「うるささ」の尺度値を表3.1に示し、更に物理的评价量として、各音源のピーク騒音レベル、TNEL(近似値)、63 Hz以上と125 Hz以上を対象とした場合のL数を求めて、同じ表3.1に示したが、それらの物理量と主観評価量との対応を検討してみると、被験者が第1回一対比較試験と同一であり、しかも図3.12～3.15に示した物理量と心理量の対応結果を知っていたため、今回は「大きさ」をピークレベルだけでなく、呈示音全体の感じで、前回の「うるささ」と同様に判定した傾向がみられ、「うるささ」については、単発音に対する衝撃性連続音の継続時間の補正効果を意識的に大きく判定し、dB(A)またはL数と「うるささ」との相関では、単発音と継続音が前回以上にはっきりと分かれてしまったため、全般的に物理量と心理量の相関は第1回よりも悪くなり、とくに「うるささ」に対する意識的な判定の影響が大きいと考えられるので、ここでは「大きさ」に対する尺度値と各物理量との関係について考察を行うことにする。

まずピーク騒音レベルの平均値dB(A)と「大きさ」に対する尺度値(Case V)との関係をグラフに表わすと、図3.16のようになり、全体的に良い相関が認められる(相関係数0.83)が、第1回と比べると、「大きさ」についても単発音と衝撃性連続音の区別がはっきりし、同一レベルは単発音の方を低目に評

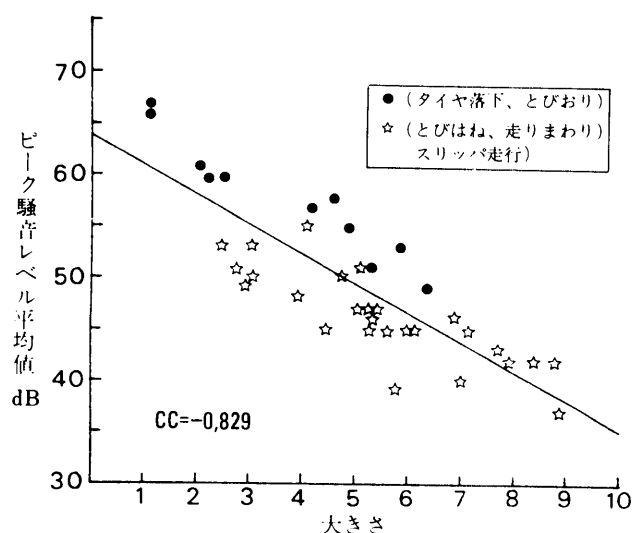


図 3. 16 dB(A) と大きさの関係 (第 2 回一対比較試験)

価する傾向がみられる。そこで単発音に対しては 3 dB、衝撃性連続音に対しては 15 dB の重みづけを行った TNEL と「大きさ」との関係をグラフにすると、図 3.17 に示すようになり、両者が混然と混じり合っ

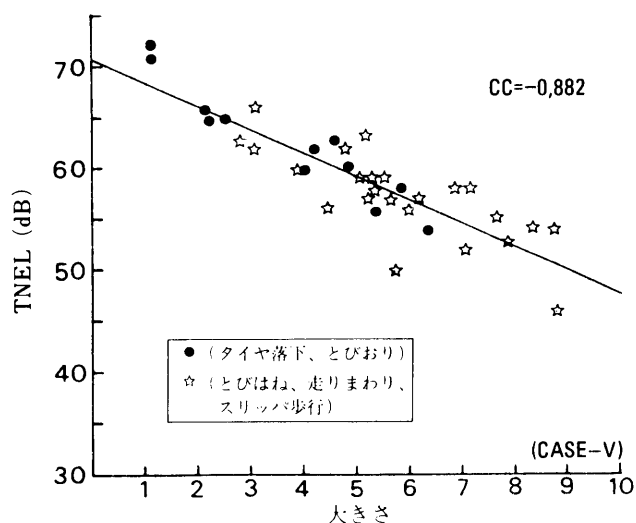


図 3. 17 TNEL と大きさの関係 (第 2 回一対比較試験)

次に L 数と「大きさ」との関係をみると、63 Hz 以上を対象とした場合は図 3.18、125 Hz 以上を対象とした場合は図 3.19 のようになり、共に dB(A) ピーク値と同等以上の良い相関を示している (相関係数 0.83 ~ 0.86)。63 Hz 以上と 125 Hz 以上の評価にはほとんど差が認められない。なお表 3.1 及び図 3.5 ~ 3.8 をみるとわかるように、今回の評価対象

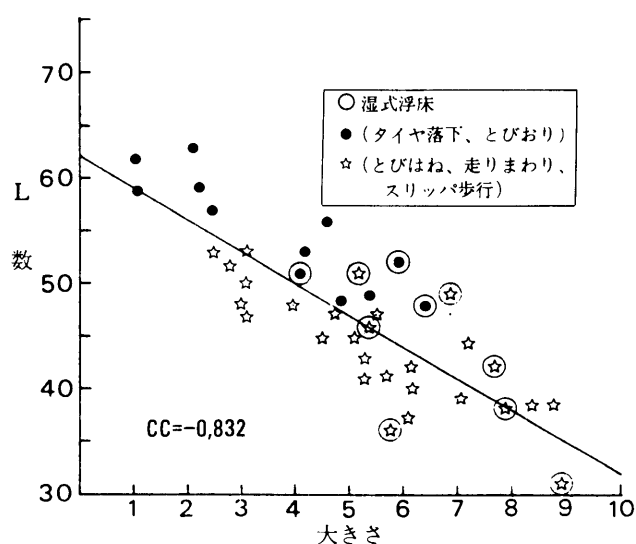


図 3. 18 L 数(63Hz以上) 大きさの関係 (第 2 回一対比較試験)

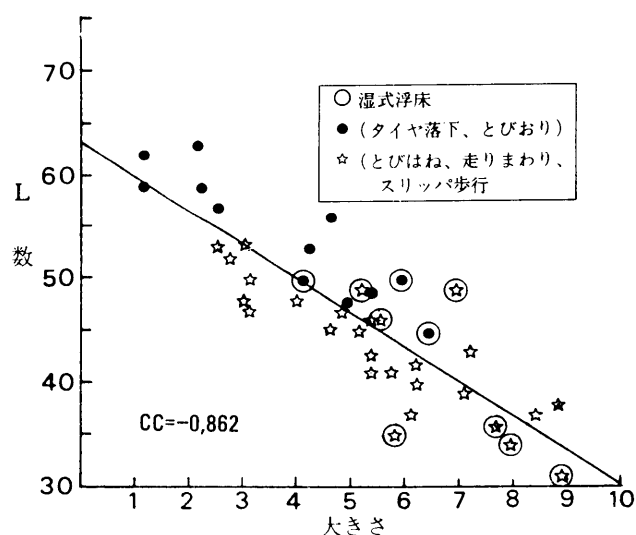


図 3. 19 L 数(125Hz以上) と大きさの関係 (第 2 回一対比較試験)

音源のうち L 数が 63 Hz で決定されるのは湿式浮床のみであり、木造根太床、タタミ床は、いずれも 125 Hz 以上の周波数で L 数が決定されており、評価対象を 63 Hz 以上にしても 125 Hz 以上にしても L 数は変わらない。すなわち図 3.18 と図 3.19 を比較すると、○で示した湿式浮床の L 数のみが変化しており、他の床構造と合わせると、125 Hz 以上で評価した方が、より良いまとまりを示す傾向を呈しているが、L 曲線による 63 Hz の評価が適切であるかどうかを判定するには、スラブ、緩衝材、浮床層の各厚さ、材質等が異なる何種類かの湿式浮床において評価音を収録し、今回と同様な検討を更に行うことが必要であろう。しかしながら、125 Hz、250 Hz の床衝撃音レベルが顕著に低減するにもかかわらず、63

Hz で遮音等級が決定される湿式浮床構造の評価について、今後検討の余地があることは確かであろう。

- (3) SD 法評価値と物理量の対応 第2回一対比較試験と同時に無響室内で実施したSD法評価実験の結果、各被験者ごとに得られた尺度値については、図3.11に「大きさ」の尺度値との関係の代表例を示したが、各音源について、全被験者のSD法尺度値の平均値を求め、「大きさ」の一対比較尺度値との関係をグラフに表わすと、図3.20に示すようになり、これを図3.16, 3.18, 3.19にあてはめて物理量との対応を検討すると、図3.20の下欄に示す結果が得られる。なお図中の変動幅は95%信頼区

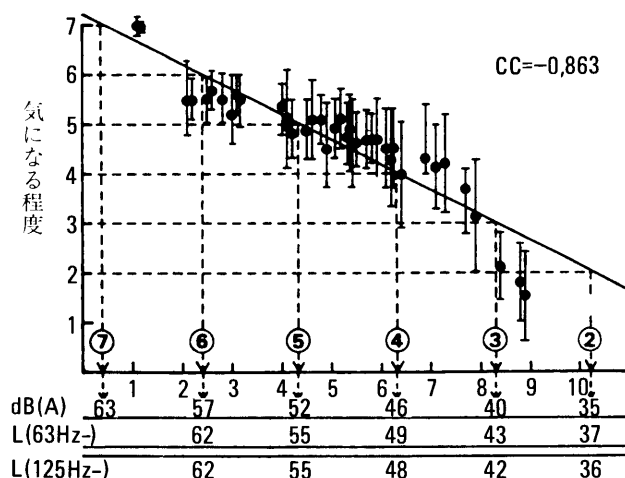


図3.20 SD法評価（気になる程度）と物理量の対応

間の推定値を示す。

これをみると、40 dB(A) (L=40~45)ではあまり気にならず、45~50 dB(A) (L=45~50)で“ふつう”，50~55 dB(A) (L=55)でやや大きさが気になるというように足音系騒音の大きさに対する遮音設計の目安が40~50 dB(A)であることが示されている。

3.4 まとめ

以上の実験によって得られた成果は次のとおりである。

- 1) 現在集合住宅に使用されている代表的な4種類の床構造をもつ現場で収録した、とびおり、とびはね、走りまわり、スリッパ歩行、タイヤ落下による床衝撃音の「大きさ」と「うるささ」について一対比較聴感試験を行い、その結果、床衝撃音レベルの評価に使用されているL数やピーク騒音レベルdB(A)の聴感との対応に、一応の妥当性を裏付けることができた。
- 2) 125 Hz以上の床衝撃音レベルが著しく低減するにもかかわらず、63 Hzのみで遮音等級が決定される湿式浮床構造について、今回の実験では、125 Hz以上で評価した方が全体的により良いまとまりを示す傾向

を示し、今後床衝撃音評価基準曲線の63 Hzのあてはめ方について検討の余地があることが示唆された。

- 3) 床衝撃音の「うるささ」については、総エネルギー的に評価される傾向が強く、ピークレベルが同じ場合、タイヤ落下やとびおりなどの単発音よりも、とびはね、走りまわりのような衝撃性連続音の方が明らかにうるさいと評価される。また「大きさ」についても総エネルギー的に評価する傾向がみられる。
- 4) 床衝撃音の「気になる程度」についてSD法評価を行い、一対比較試験の「大きさ」の尺度値との対応を求めたところ、両者は全体的に良い相関を示し、その関係を一対比較尺度値と物理量との関係にあてはめることにより、足音系騒音の気になる程度を普通以下にするための遮音設計の目安を知ることができた。

なお今後はとくに上記の2)について、床衝撃音遮断性能の異なる各種の湿式浮床構造について感覚量との対応を検討することが必要であろう。

文献

- 1) 光田泰子 木村 翔：集合住宅における生活騒音の実態とTNELによる評価，日本建築学会論文報告集第272号（昭53.10）
- 2) 日本建築学会編：建築物の遮音性能基準と設計指針，技報堂出版（昭54.12）
- 3) 木村 翔，関口克明，杉山知之，新村幸弘：音場評価のためのスピーカーによるバイノーラル再生方法の検討，日本建築学会大会学術講演梗概集（昭54.9）
- 4) 木村 翔，井上勝夫，岡部 豊，南部高志：子供のとびおり，走りまわりの衝撃力特性，日本建築学会大会学術講演梗概集（昭54.9）

4 模擬床衝撃音の音場合成による評価実験

4.1 実験の概要

床衝撃音の評価方法の研究の一環として、ここでは、実験室内で電氣的に合成した床衝撃音を用いる実験方法の基礎的研究，ならびにそれを用いて床衝撃音の物理特性と聴感との基本的な対応関係についての検討を行った。

実験システムに関しては、実際の床衝撃音の物理的特性の解析，それをシミュレートするための電氣的信号の合成方法，ならびに実験室内での再生方法について検討した。

また、床衝撃音に対する主観評価実験としては、床衝撃音の周波数特性の変化とラウドネスの感覚との関連性に重点をおいた。

4.2 実験方法

実験方法としては、図4.1に示すように、聴感実験室の天井に設置したスピーカーから電氣的に合成した模擬床衝撃音を発生させ、その直下に着席した被験者に聴取評価させる方法をとった。そのための実験装置の製作な

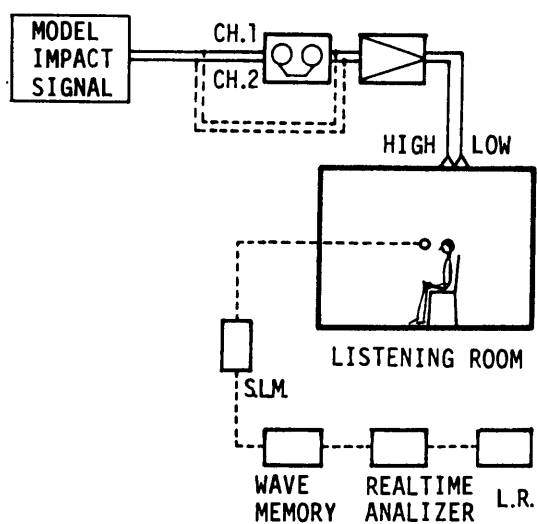


図 4. 1 合成音による床衝撃音評価実験のためのブロックダイアグラム

らびに具体的な実験方法は以下に述べるとおりである。

4.2.1 聴感実験室

評価実験を行うために、東京大学生産技術研究所・音響実験室の内部に6畳居室程度の規模を想定した木造の聴感実験室を製作した。その平面図を、図 4.2. a, 天井伏図を図 4.2 b, 断面図を図 4.2. c にそれぞれ示す。構法は、根太床、壁および天井はパネル構造とし、相互にボルトで接合、4 隅はアルミのアンクルを用いて固定し、市販の木造用普及型アルミサッシの窓および玄関ドアをとりつけた。

天井面の中央部分のパネルをくり抜き、スピーカーの振動板が室内に露出するように、インシュレーター（防振スプリング）を介してスピーカーを下向きに設置した。

製作段階を追って実験室内の音響特性を検討したところ、天井面のみにロックウール吸音材を貼附した状態(A)

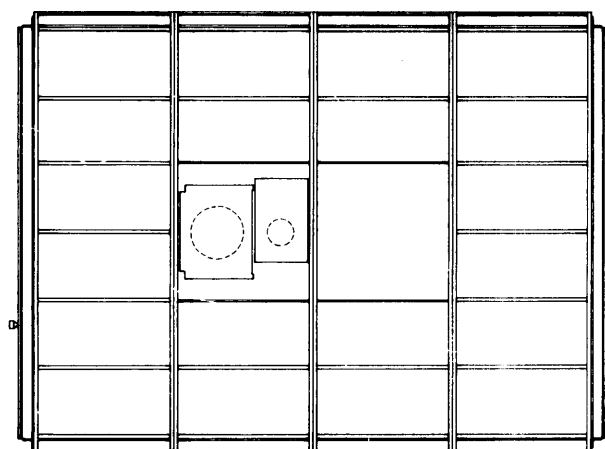


図 4. 2b 天井伏図

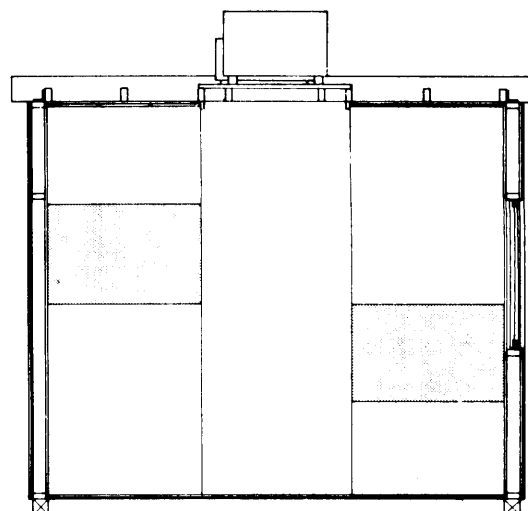


図 4. 2c 断面図

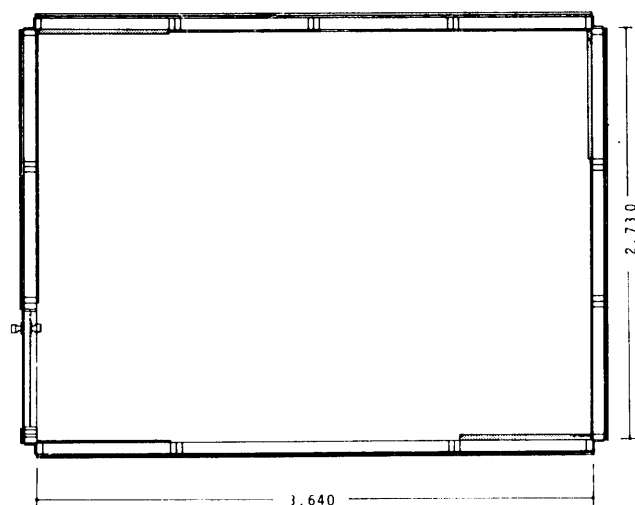
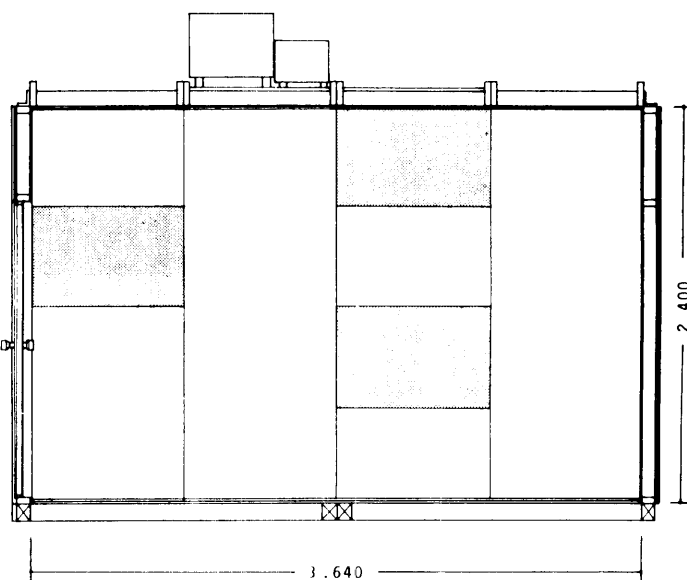


図 4. 2a 平面図



では、低域での板振動が顕著であったので、改善策として内壁面に間柱を入れ(B)，さらに石膏ボード(12mm厚)およびロックウール(40mm厚)の2種類の内装材を、75mmの空気層をとって適宜配置し、また室内外の遮音のために床および外壁の全面に石膏ボード(12mm厚)を貼附して仕上げた(C)。内壁の反射面部分、吸音面部分それぞれの断面を図4.3に示す。また、A、B、Cそれぞれの製作段階での室内残響時間の測定結果を図4.4に示す。

図4.5は、製作過程での実験室の写真である。

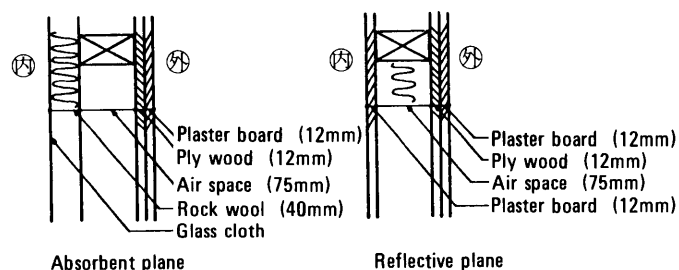
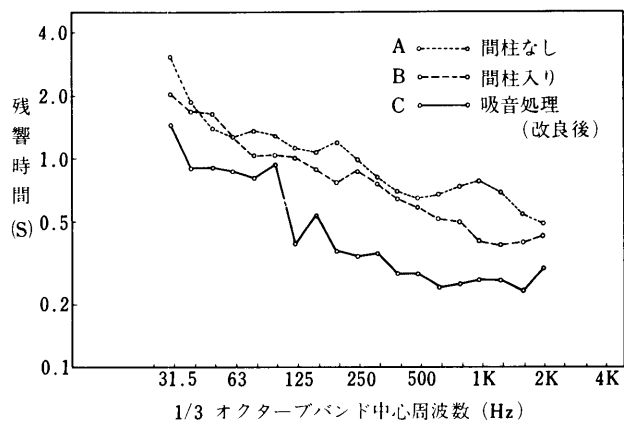


図4.3 壁の断面図



4.2.2 模擬床衝撃音信号の合成

今回の実験で用いた模擬床衝撃音信号発生装置のブロック図を図4.6.aに示す。図のように、RC積分回路の充電および放電現象を利用して、指数関数的に立上り、減衰するエンベロープ波形を作成し、それによって広帯域ノイズおよび純音を変調する方法によって信号を合成した。

実際の床衝撃音波形の解析結果に基づき、エンベロープ

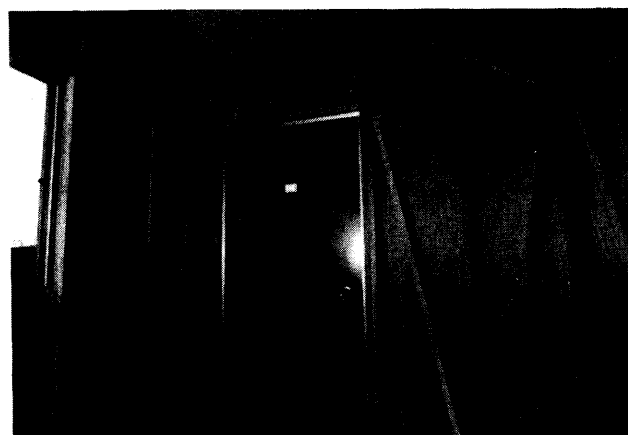
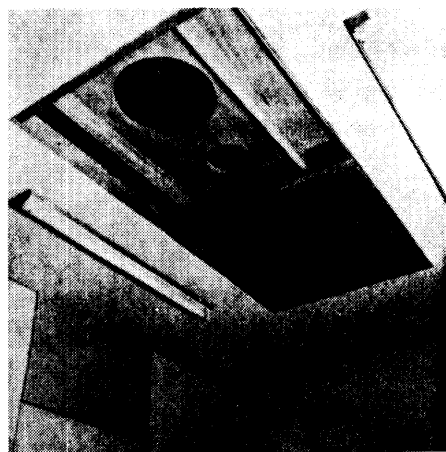
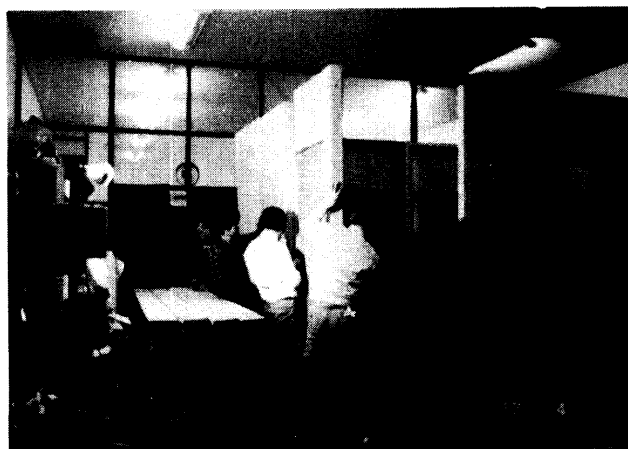


図4.5 聴感実験室

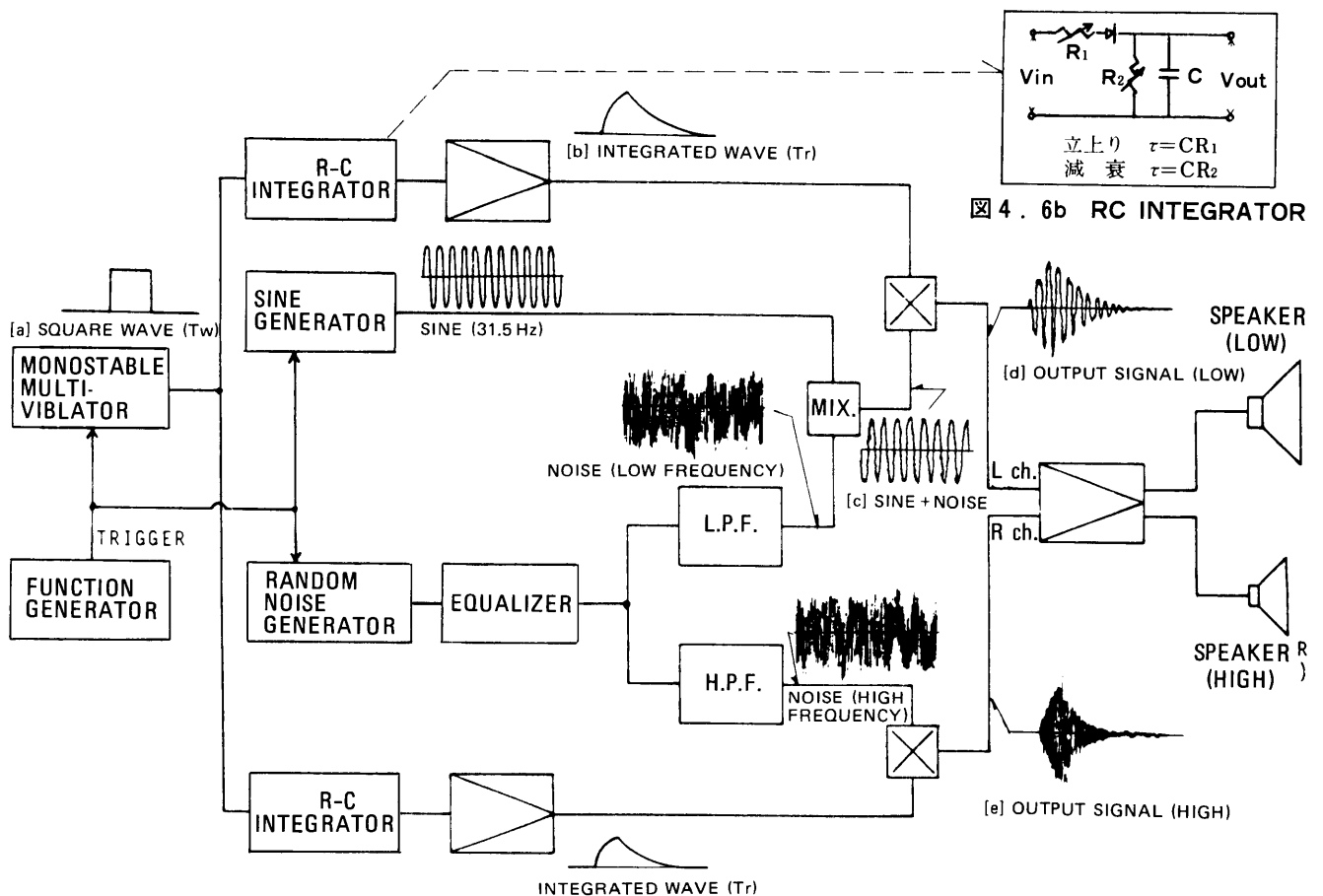


図 4. 6a 模擬床衝撃音発生装置のブロックダイアグラム

信号の立上り特性、減衰特性をそれぞれ独立に設定可能とするために、RC 積分回路としては図 4 6 b に示すような回路を用いた。

また、実際の床衝撃音では周波数によって減衰特性が異なることを考慮して、図のように、床衝撃音信号を低音域信号、高音域信号に分けて 2 つの合成系統で作成し、それぞれ、低音域用スピーカー (ONKYO SL1) および中高音域用スピーカー (PHILIPS 社製、フルレンジ・コーン型) から放射した。

4.2.3 呈示音の作成

今回の評価実験の主な目的は、呈示音の周波数特性の変化と LOUDNESS の感覚との基礎的な対応関係を明らかにすることであり、ここでは、そのための呈示音の特性について検討を行なった。

模擬床衝撃音信号の合成に先立って、現実の床衝撃音の特性を把握するため、現場で録音した衝撃音の物理特性の分析を行なった。これらの結果および在来の研究を参考として予備実験を重ねた結果、評価実験の呈示音の諸特性を以下の様に定めた。

なお、呈示音の物理特性を決定する際には、無人の実験室内で聴取位置にマイクロホンをおき、実験室の特性

も含んだ、スピーカーからの再生音を收音してその分析値が所定の特性となるよう合成電気信号を調節した。

(1) 信号の立上りおよび減衰特性

今回の実験では、エンベロープ信号の波形 (立上り特性、継続時間、減衰特性) はすべての呈示音について一定とした。減衰特性としては、実験室の残響特性を考慮して、エンベロープ波形発生回路の減衰時 (放電時) の CR 時定数を、低音域信号で 0.23、高音域信号で 0.14 とした。また、立上り特性としては、エンベロープ波形発生回路の CR 時定数を、低音・高音ともに 0.05 とした。

(2) スペクトルおよび相対レベル

床の共振による卓越周波数をシミュレートするために加える純音の周波数は 31.5 Hz とし、全体のスペクトル (エネルギー・スペクトル) に対する相対的な強さは、31.5 Hz の 1 oct. band における 2 乗積分値 (エネルギーに相当) が 63 Hz の 1 oct. band に対して +9 dB となるように設定した。63 Hz 以上の周波数帯域におけるスペクトル (エネルギー・スペクトル) としては、-9 dB/oct, -12 dB/oct, -15 dB/oct. の 3 種類を設定した。この際のスペクトルの調整は、主としてノイズのスペクトルを変化させることによって行った。

これらの 3 種類のスペクトルをもとに、レベルを段階

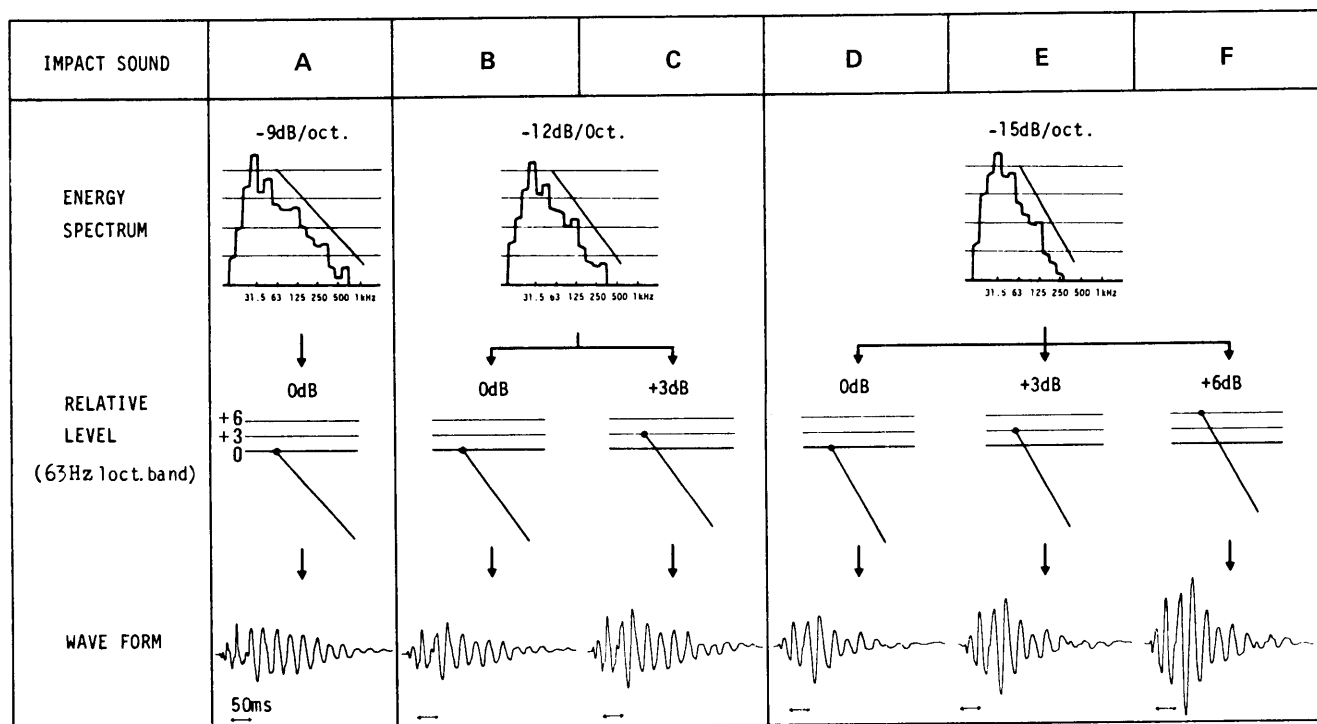


図 4. 7 模擬床衝撃音の種類と特性

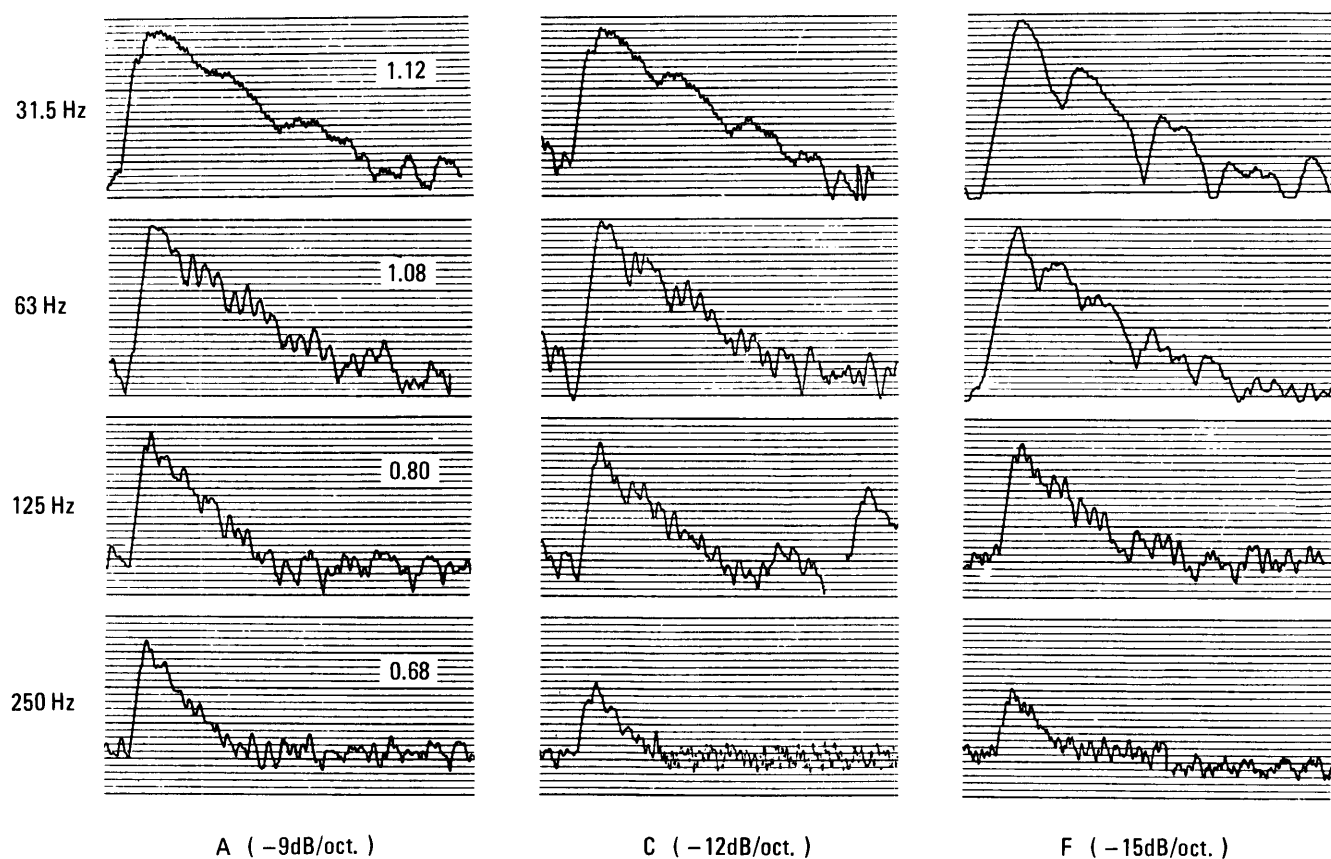


図 4. 8 聴取位置における衝撃音の減衰特性

的に変えたものも含めて、図 4.7 に示すように合計 6 種類（A～F）の模擬床衝撃音信号を製作した。

(3) 呈示レベル

被験者の聴取位置での呈示音のレベルは、スピーカーの出力の限界も考慮して、FAST 動特性ピーク値で 78 ～ 85 dB (Linear)，47 ～ 53 dB (A) とした。

(4) 呈示音の減衰特性

前述のとおり、信号は低音域・高音域の 2 系統に分けて作り、低音域に対して高音域信号のエンベロープの減衰時間を短く設定した。また、実験室の残響特性は、図 4.4 の C 曲線のように調整した。図 4.8 は、聴取位置における呈示音の総合的な減衰特性を測定した結果である。図のように、実際の床衝撃音の減衰特性と同様に、周波数が高くなるにしたがって残響が短くなっており、所定の特性を得ることができた。

(5) 音源テープの作成

実験システムの構成上、今回の実験では、あらかじめ衝撃音信号をテープに録音・編集しておき、これを再生して呈示音とした。音源テープの作成方法は、まず、前述の 3 種類のスペクトルの各呈示音の電気信号を、低域用、高域用それぞれ別のチャンネルに録音しておき、これをマスターテープとした。次に、これらの 3 種類の信号をもとに、レベルの異なる音も含めて A～F の 6 種類の信号をダビング、編集した。

4.2.4 官能検査方法

LOUDNESS の評価実験は一対比較法によることとし、その結果から THURSTONE の方法によって尺度構成を行った。

試験音の呈示のしかたとしては、試験音が衝撃音であることを考慮して、対の前後の各音を 2 発ずつ、1 対につき計 4 発の音を 2 秒間隔で呈示することとし、6 種類の試験音のすべての組合せ、合計 36 対をランダムな順序で呈示することとした。（前後効果の影響を考慮して往復判定を行ない、また同じ音同志の対も含めた。）

各被験者による LOUDNESS 比較判定結果の記録方法としては、“より大きく聞こえる”と判定した方、あるいは“同じ大きさである”という判定のいずれかを口頭で答えさせ、これを実験室内のマイクロホンでモニターして実験者が筆記する方法をとった。

4.2.5 実験条件

実験を行なった場所は、東京大学・生産技術研究所・音響実験室内で、評価実験は、1979 年 10 月～1980 年 2 月に行なった。

被験者は、正常な聴力をもつ成人男女 14 名である。

4.3.1 主観評価実験結果

14 名の被験者による一対比較判定結果を集計した表を表 4.1 に示す。この結果から、THURSTONE の CASE V の仮定のもとに、呈示音 A～F の心理尺度値を求めた。この場合の比率行列を表 4.2 に、尺度距離行列を表 4.3 に示す。表 4.3 の最下行の数値が各音の心理尺度値

表 4.1 一対比較判定結果
(被験者 14 名)

組合せ 前 後	呈示順	判定 (大の方)		
		前	後	同
A A	31	1	0	13
B B	9	1	0	13
C C	8	1	1	12
D D	23	0	0	14
E E	18	0	0	14
F F	16	2	2	10
A B	22	11	1	2
B A	6	0	14	0
A C	35	6	3	5
C A	24	0	12	2
A D	4	13	0	1
D A	13	0	14	0
A E	1	9	1	4
E A	15	0	13	1
A F	25	2	6	6
F A	19	1	10	3
B C	12	0	7	7
C B	26	6	0	8
B D	28	13	1	0
D B	21	0	12	2
B E	33	7	3	4
E B	30	1	9	4
B F	3	2	12	0
F B	14	3	5	6
C D	2	13	1	0
D C	17	1	13	0
C E	5	10	0	4
E C	11	0	12	2
C F	32	6	5	3
F C	29	1	8	5
D E	27	0	4	10
E D	34	4	0	10
D F	10	0	12	2
F D	7	10	0	4
E F	20	1	7	6
F E	36	8	0	6
計		133	188	183

表4.2 比率行列

k	j	D	E	B	F	C	A
D			.643	.929	.893	.929	.982
E		.357		.714	.750	.893	.875
B		.071	.286		.643	.732	.929
F		.107	.250	.357		.643	.589
C		.071	.107	.268	.357		.768
A		.018	.125	.071	.411	.232	
SUM		.624	1.411	2.399	3.054	3.429	4.143

表4.3 尺度距離行列

k	j	D	E	B	F	C	A
D			.367	1.470	1.240	1.470	2.100
E		-.367		.565	.675	1.240	1.150
B		-1.470	-.565		.367	.619	1.470
F		-1.240	-.675	-.367		.367	.225
C		-1.470	-1.240	-.619	-.367		.732
A		-2.100	-1.150	-1.470	-.225	-.732	
SUM		-6.647	-3.263	-0.421	1.690	2.964	5.677
MEAN		-1.108	-0.544	-0.070	0.282	0.494	0.946

であり、これは最小自乗解となっている。
また、得られた尺度値についてMOSTELLER による適合度の検定を行なったが、特に矛盾は認められなかった。

4.3.2 呈示音の物理的評価量の算定

A～Fの各呈示音について、それぞれ9種類の物理的評価量(①～⑨)を求めた。各評価量および分析法を表4.4に示す。

- ①はIMPULSE PEAK 値の読取りによる、騒音レベル
 - ②はFAST PEAK 値の読取りによる、騒音レベル。
 - ③はA特性をかけたSENEL。
- SINGLE EVENT NOISE EXPOSURE LEVEL
- $$(SENEL) = 10 \log \frac{1}{T_0} \int_0^{\infty} \frac{P^2(t) dt}{B^2} \quad [dB]$$
- $T_0 = 1s, \quad p_0 = 2 \times 10^{-5} Pa$
- ④はIMPULSE PEAK 値読取りによる1oct.分析値から評価したL数(L数は1dBきざみで評価した)。
 - ⑤はFAST PEAK 値読取りによる1oct.分析値から評価したL数(JISの規定通りの方法、ただしL数は1dBきざみで評価した)。
 - ⑥は1oct.band ごとのSENELから評価したL数(1

表 4.4 呈示音の物理的評価量および分析法

物理的評価量	分析法	分析帯域幅
A特性 : LEVEL SENEL	① IMPULSE動特性 PEAK ② FAST動特性 PEAK ③ 2乗積分 (ENERGY量)	all band
JIS : L数	④ IMPULSE動特性 PEAK ⑤ FAST動特性 PEAK ⑥ 2乗積分 (ENERGY量)	1 oct. band
MK VII : PLdB	⑦ IMPULSE動特性 PEAK ⑧ FAST動特性 PEAK ⑨ 2乗積分 (ENERGY量)	1/3 oct. band

dBきざみで評価した)。
⑦はIMPULSE PEAK 値読取りによる1/3 oct.分析値から、STEVENSのMK VIIにより算定したPLdB値。
⑧はFAST PEAK 値読取りによる1/3 oct.分析値からSTEVENSのMK VIIにより算定したPLdB値。
⑨は1/3 oct.band ごとのSENELから算定したPLdB値。

呈示音の物理特性の測定のためのブロック図を図4.9に示す。

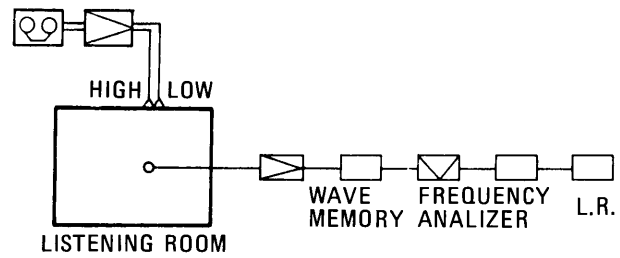


図 4.9 呈示音の物理特性測定のためのブロック図

騒音レベルおよびA特性SENELの測定結果(①, ②, ③)を表4.5に、またJIS規格による床衝撃音評価規準曲線に各呈示音の分析値をプロットしてL数を求めたものの(④, ⑤, ⑥)を図4.10にそれぞれ示す。STEVENSのMK VIIによる評価量(⑦, ⑧, ⑨)については、1/3 oct.分析値およびその計算過程を含めて、PLdB値を表4.6a, およびbに示す。

表 4.5 呈示音A～FのA特性レベル測定結果(単位: dB(A))

分析法	A	B	C	D	E	F
IMPULSE	①55.0	51.4	54.2	50.2	52.4	55.7
FAST	②52.0	48.6	51.2	47.1	49.3	52.4
SENEL	③44.8	41.1	43.8	38.5	41.4	44.1

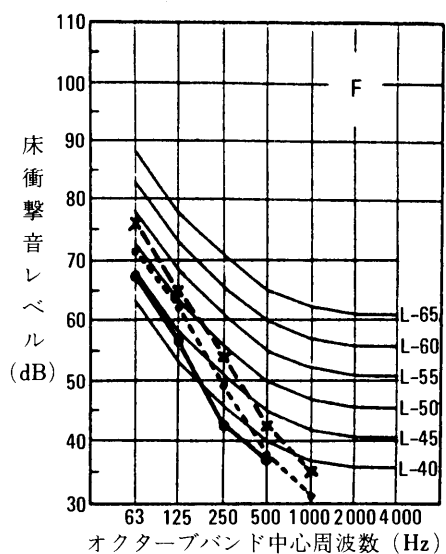
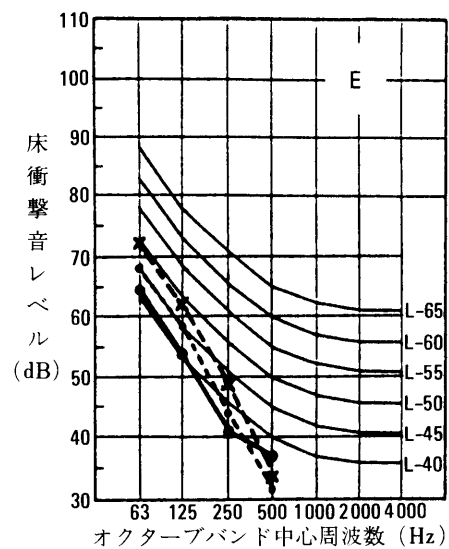
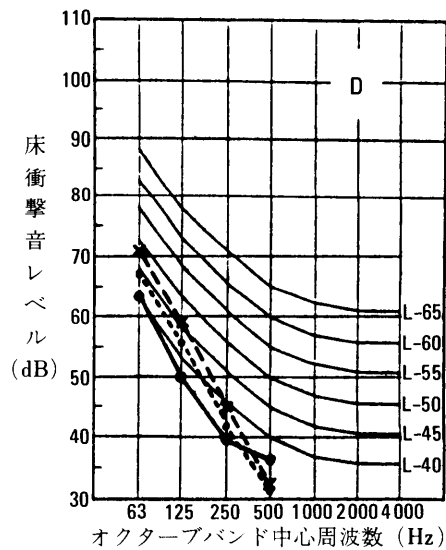
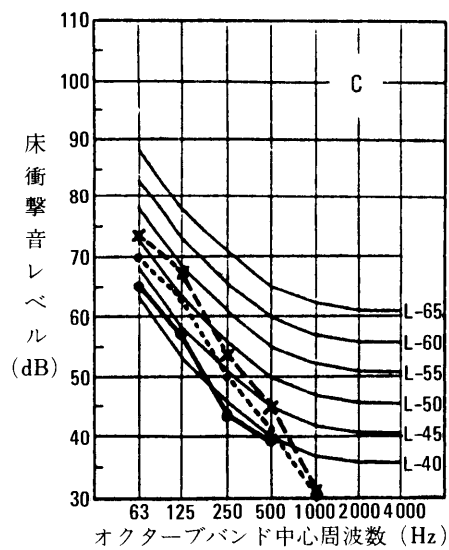
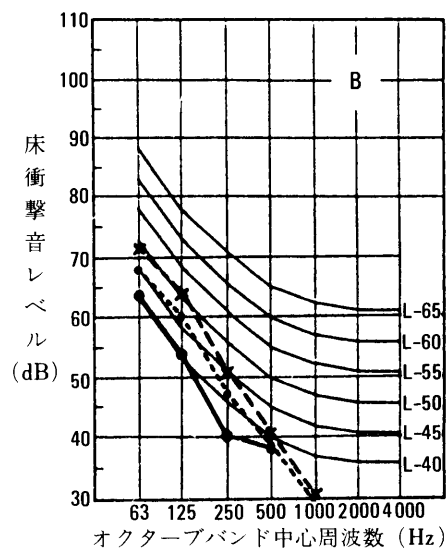
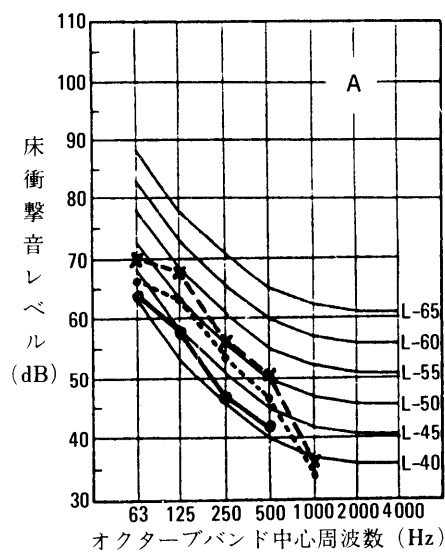


図 4 . 10 L数の評価

表 4. 6. a PLdB値の算定

DATA NO. 1	A (IMPULSE PEAK)			DATA NO. 2	B (IMPULSE PEAK)			DATA NO. 3	C (IMPULSE PEAK)		
FREQ.(HZ)	L(DB)	SONES		FREQ.(HZ)	L(DB)	SONES		FREQ.(HZ)	L(DB)	SONES	
25.0	67.9	0.0		25.0	69.5	0.035		25.0	72.4	0.132	
31.5	79.3	0.769		31.5	77.9	0.663		31.5	81.0	0.910	
40.0	65.9	0.267		40.0	66.8	0.294		40.0	69.6	0.436	
50.0	71.4	1.082		50.0	71.8	1.134		50.0	74.4	1.552	
63.0	62.3	0.705		63.0	61.4	0.641		63.0	64.2	0.871	
80.0	60.9	1.079		80.0	59.2	0.901		80.0	61.7	1.174	
100.0	63.4	1.842		100.0	58.8	1.158		100.0	61.7	1.555	
125.0	65.7	2.929		125.0	63.0	2.260		125.0	65.7	2.929	
160.0	55.2	1.356		160.0	48.2	0.738		160.0	52.0	1.040	
200.0	53.7	1.551		200.0	45.6	0.767		200.0	49.9	1.111	
250.0	49.7	1.367		250.0	45.5	0.979		250.0	49.3	1.343	
315.0	53.1	2.276		315.0	45.8	1.260		315.0	50.5	1.840	
400.0	49.3	2.046		400.0	40.4	1.032		400.0	44.4	1.404	
500.0	42.7	1.233		500.0	35.0	0.680		500.0	38.2	0.871	
630.0	41.0	1.590						630.0	36.5	0.765	
800.0	37.8	0.844									
F = 0.292				F = 0.306				F = 0.292			
TOTAL S.= 3.2106 (SONES)				TOTAL S.= 5.4027 (SONES)				TOTAL S.= 7.3130 (SONES)			
PL = 59.5313 (DB)				PL = 54.0734 (DB)				PL = 58.0229 (DB)			
DATA NO. 4	D (IMPULSE PEAK)			DATA NO. 5	E (IMPULSE PEAK)			DATA NO. 6	F (IMPULSE PEAK)		
FREQ.(HZ)	L(DB)	SONES		FREQ.(HZ)	L(DB)	SONES		FREQ.(HZ)	L(DB)	SONES	
25.0	72.0	0.120		25.0	75.2	0.206		25.0	78.3	0.314	
31.5	79.4	0.777		31.5	82.6	1.133		31.5	85.4	1.838	
40.0	69.6	0.436		40.0	72.7	0.656		40.0	75.6	0.954	
50.0	72.5	1.240		50.0	73.8	1.448		50.0	77.6	2.262	
63.0	61.0	0.611		63.0	63.8	0.833		63.0	67.0	1.180	
80.0	54.5	0.567		80.0	57.9	0.786		80.0	60.2	1.000	
100.0	55.9	0.869		100.0	59.0	1.180		100.0	61.6	1.540	
125.0	57.3	1.316		125.0	60.3	1.751		125.0	63.0	2.260	
160.0	46.2	0.617		160.0	47.9	0.718		160.0	51.2	0.972	
200.0	44.1	0.671		200.0	46.8	0.852		200.0	50.7	1.197	
250.0	38.0	0.523		250.0	40.0	0.618		250.0	43.4	0.822	
F = 0.322				F = 0.316				F = 0.306			
TOTAL S.= 3.3570 (SONES)				TOTAL S.= 4.4192 (SONES)				TOTAL S.= 5.9525 (SONES)			
PL = 47.9947 (DB)				PL = 51.4603 (DB)				PL = 55.3411 (DB)			
DATA NO. 7	A (FAST PEAK)			DATA NO. 8	B (FAST PEAK)			DATA NO. 9	C (FAST PEAK)		
FREQ.(HZ)	L(DB)	SONES		FREQ.(HZ)	L(DB)	SONES		FREQ.(HZ)	L(DB)	SONES	
25.0	65.1	0.0		25.0	66.4	0.0		25.0	69.3	0.021	
31.5	77.8	0.656		31.5	76.4	0.555		31.5	79.4	0.777	
40.0	63.5	0.211		40.0	64.0	0.222		40.0	66.5	0.285	
50.0	67.9	0.721		50.0	68.5	0.773		50.0	70.8	1.008	
63.0	57.9	0.430		63.0	57.3	0.404		63.0	60.5	0.577	
80.0	56.8	0.700		80.0	56.3	0.664		80.0	58.6	0.847	
100.0	59.2	1.206		100.0	54.5	0.756		100.0	57.2	0.990	
125.0	61.1	1.889		125.0	58.7	1.505		125.0	61.6	1.984	
160.0	52.7	1.110		160.0	46.9	0.655		160.0	49.4	0.825	
200.0	50.3	1.153		200.0	42.8	0.601		200.0	45.1	0.734	
250.0	46.3	1.044		250.0	40.6	0.650		250.0	44.2	0.879	
315.0	48.9	1.626		315.0	42.4	0.964		315.0	46.5	1.335	
400.0	45.5	1.530		400.0	37.0	0.754		400.0	39.8	0.985	
500.0	39.6	0.970									
630.0	41.8	1.152									
F = 0.313				F = 0.320				F = 0.311			
TOTAL S.= 5.8073 (SONES)				TOTAL S.= 3.7551 (SONES)				TOTAL S.= 4.8678 (SONES)			
PL = 55.0192 (DB)				PL = 49.3388 (DB)				PL = 52.7199 (DB)			

表4. 6. b PLdB値の算定 (DATA NO.1～6 : ⑦, 7～12 : ⑧, 13～18 : ⑨)

DATA NO. 10	DATA NO. 11	DATA NO. 12
D (FAST PEAK)	E (FAST PEAK)	F (FAST PEAK)
FREQ.(HZ) L(DB) SONES	FREQ.(HZ) L(DB) SONES	FREQ.(HZ) L(DB) SONES
25.0 69.1 0.007	25.0 72.3 0.129	25.0 75.4 0.213
31.5 76.9 0.052	31.5 80.3 0.051	31.5 83.0 1.230
40.0 67.3 0.314	40.0 70.5 0.492	40.0 73.3 0.709
50.0 69.0 0.816	50.0 70.1 0.932	50.0 74.0 1.480
63.0 56.8 0.381	63.0 59.8 0.533	63.0 62.8 0.747
80.0 52.6 0.450	80.0 55.4 0.605	80.0 58.0 0.794
100.0 51.8 0.577	100.0 54.9 0.786	100.0 58.0 1.070
125.0 53.9 0.953	125.0 56.5 1.225	125.0 59.5 1.625
160.0 43.4 0.477	160.0 45.2 0.563	160.0 48.4 0.752
200.0 41.2 0.521	200.0 43.8 0.654	200.0 47.0 0.866
	250.0 37.8 0.515	250.0 40.6 0.650
F = 0.313	F = 0.321	F = 0.318
TOTAL S.= 2.2496 (SONES)	TOTAL S.= 3.1714 (SONES)	TOTAL S.= 4.3354 (SONES)
PL = 42.6635 (DB)	PL = 47.1375 (DB)	PL = 51.2109 (DB)

DATA NO. 13	DATA NO. 14	DATA NO. 15
A (ENERGY)	B (ENERGY)	C (ENERGY)
FREQ.(HZ) L(DB) SONES	FREQ.(HZ) L(DB) SONES	FREQ.(HZ) L(DB) SONES
25.0 62.5 0.0	25.0 63.0 0.0	25.0 66.0 0.0
31.5 72.8 0.337	31.5 71.1 0.269	31.5 74.1 0.406
40.0 58.2 0.092	40.0 58.7 0.102	40.0 61.6 0.164
50.0 62.6 0.384	50.0 62.8 0.393	50.0 64.5 0.482
63.0 52.9 0.247	63.0 52.1 0.225	63.0 54.7 0.303
80.0 51.5 0.400	80.0 50.7 0.367	80.0 53.3 0.483
100.0 53.6 0.690	100.0 49.2 0.401	100.0 51.6 0.565
125.0 54.4 1.001	125.0 52.7 0.848	125.0 55.4 1.104
160.0 45.0 0.724	160.0 41.9 0.414	160.0 44.6 0.523
200.0 44.2 0.677	200.0 37.1 0.365	200.0 40.0 0.470
250.0 38.9 0.565	250.0 33.1 0.348	250.0 35.8 0.435
315.0 40.8 0.847	315.0 34.7 0.519	315.0 39.1 0.738
400.0 39.8 0.985	400.0 32.2 0.549	400.0 34.0 0.630
500.0 32.2 0.549		
630.0 34.7 0.665		
F = 0.316	F = 0.307	F = 0.319
TOTAL S.= 3.2650 (SONES)	TOTAL S.= 2.0619 (SONES)	TOTAL S.= 2.7638 (SONES)
PL = 47.5164 (DB)	PL = 41.5284 (DB)	PL = 45.3452 (DB)

DATA NO. 16	DATA NO. 17	DATA NO. 18
D (ENERGY)	E (ENERGY)	F (ENERGY)
FREQ.(HZ) L(DB) SONES	FREQ.(HZ) L(DB) SONES	FREQ.(HZ) L(DB) SONES
25.0 66.1 0.0	25.0 69.0 0.0	25.0 72.0 0.120
31.5 71.7 0.249	31.5 74.5 0.430	31.5 77.4 0.625
40.0 62.3 0.182	40.0 65.0 0.245	40.0 67.7 0.332
50.0 62.8 0.393	50.0 64.3 0.471	50.0 66.7 0.626
63.0 51.3 0.205	63.0 54.0 0.279	63.0 56.6 0.373
80.0 46.6 0.236	80.0 49.7 0.331	80.0 52.4 0.440
100.0 46.1 0.325	100.0 49.1 0.440	100.0 52.0 0.588
125.0 47.0 0.492	125.0 50.9 0.717	125.0 53.9 0.953
160.0 38.4 0.302	160.0 39.8 0.344	160.0 44.1 0.509
200.0 34.8 0.259	200.0 37.8 0.369	200.0 40.8 0.503
		250.0 33.7 0.366
F = 0.265	F = 0.297	F = 0.313
TOTAL S.= 1.0836 (SONES)	TOTAL S.= 1.5869 (SONES)	TOTAL S.= 2.3559 (SONES)
PL = 33.1479 (DB)	PL = 38.1169 (DB)	PL = 43.2814 (DB)

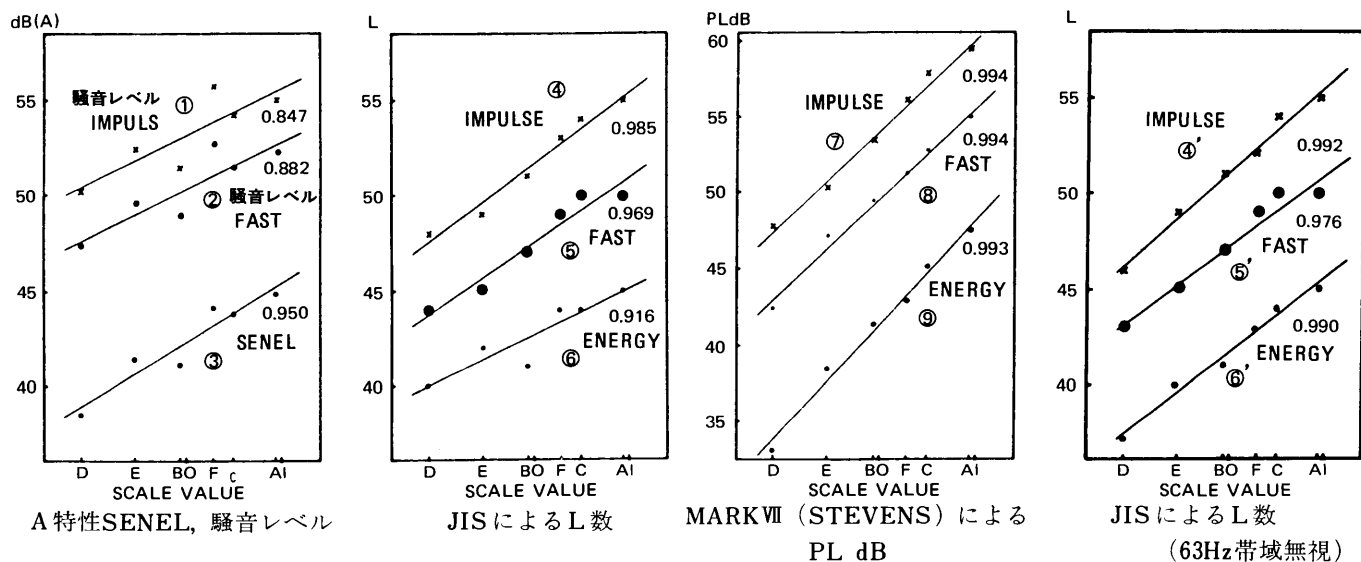


図 4. 11 心理尺度値と物理的評価量との関係

4.3.3 心理量と物理量の相関関係

呈示音 A～F について、4.3.1 で述べた方法によって求めた心理尺度値と、4.3.2 で述べた物理的評価量とを整理し、両者の相関係数を求めた結果を表 4.7 に示す。

さらに、この表の心理尺度値を横軸にとり、各音の物理的評価量を縦軸にとり、①～⑨それぞれの評価量についてグラフに整理した結果を図 4.11 に示す。図の④'～⑥'は、参考のため、④～⑥の各評価量を求めた際の各分析値から 63Hz の値を無視して L 数を評価した結果である。

表 4.7 心理尺度値と各物理的評価量との相関関係

呈示音		A	B	C	D	E	F	
心理尺度値		0.946	-0.070	0.494	-1.108	-0.544	0.282	
物理的評価量	分析法	A	B	C	D	E	F	心理量との相関係数
A 特性レベル	① IMPULSE	55.0	51.4	54.2	50.2	52.4	55.7	.847
	② FAST	52.0	48.6	51.2	47.1	49.3	52.4	.882
	③ ENERGY	44.8	41.1	43.8	38.5	41.4	44.1	.950
L 数	④ IMPULSE	55	51	54	48	49	53	.985
	⑤ FAST	50	47	50	44	45	49	.969
	⑥ ENERGY	45	41	44	40	42	44	.916
PL dB	⑦ IMPULSE	59.5	54.1	58.0	48.0	51.5	55.3	.994
	⑧ FAST	55.0	49.3	52.7	42.7	47.1	51.2	.994
	⑨ ENERGY	47.5	41.5	45.3	33.1	38.1	43.3	.993

4.3.4 考察

今回の LOUDNESS 評価実験は、条件をきわめて単純化した基礎的な実験にすぎないが、ここでは、この実験で得られた結果の範囲内で、各種評価法と聴感との対応について考察する。

まず MK VII による評価法が、衝撃性の音の場合にも優れていることがわかる。(図 4.11 の⑦, ⑧, ⑨参照)。

JIS による評価法は、IMPULSE PEAK, FAST PEAK 値から評価した場合(図 4.11 の④, ⑤)は、高域のエネルギーが大きい呈示音ほど L 数が大で、LOUDNESS も大きく、各呈示音と心理尺度値との相関係数もかなり大きい値を示しており、この結果には特に矛盾はない。

1 oct. band ごとの SENEL から L 数を評価した場合(図 4.11 の⑥), および A 特性レベルによる評価法(図 4.11 の①, ②, ③)においては、E, F (いずれも -15dB/oct.) の呈示音が心理量と比較して大きめに評価される傾向があり、また B (-12dB/oct.) の呈示音については逆に小さめに評価され、B と E の心理量の大小関係が物理量に対して逆になっている。したがって、この場合には評価量として適当ではないと思われる。

63Hz の 1 oct. band を無視して L 数を評価した場合については(図 4.11 の④', ⑤', ⑥'), 今回の呈示音では 63Hz で L 数が定まる呈示音が少なく(④で 2 種, ⑤で 1 種, ⑥で 3 種), ④, ⑤, ⑥の場合と比較しても顕著な変化は見られないが、心理量との相関関係はいずれも大きくなっている。特に、63Hz を無視することによって 3 種の呈示音の L 数が減少した⑥→⑥'の場合に、相関が目立って高くなっていることは、今後もこの点の研究の必要性を示唆していると思われる。

以上述べたことは、あくまでも今回の実験結果のみから導かれたもので、これらが、様々な条件における床衝撃音評価について一般的にあてはまるか否かは、さらに多くの研究に待たねばならない。

5 本研究で得られた成果と今後の研究課題

5.1 研究成果の概要

本研究で取上げられた研究テーマは、第2節でレビューされた床衝撃音の測定方法および評価方法に関する問題点の中で、床衝撃音の聴感評価に関するものであり、子供のとびはねや走りまわりなど低音成分の多い床衝撃音に対する大きさやうるささなどの主観評価構造の解明に重点が置かれ、実際の集合住宅で収録された実床衝撃音に対する聴感実験と電氣的に人工合成した模擬床衝撃音に対する聴感実験の2つの研究が行われた。

両研究ともに各種の物理的評価量（ピーク騒音レベル、L値、PNL など）と主観評価量（大きさ、うるささなど）との関係を明らかにすることを共通目標とし、L値の63Hzを削除した場合についての検討も行われた。

また、実床衝撃音に対する実験では、現場の室内における聴感評価も行い、実験室における聴感評価実験との対応を調べ、模擬床衝撃音に対する実験では純物理的な特性と物理的評価量との関係も検討されている。

5.1.1 実床衝撃音に対する聴感評価実験でえられた成果

(1) 各種物理的評価量と主観評価量との関係

物理的評価量としてピーク騒音レベル、L数（63Hz～）、L数（125Hz～）、木村の提案するTNELを用い、それらと大きさおよびうるささとの関係を調べた結果によれば、大きさは衝撃音を1発ごとに評価するためか総じてTNELを除く物理的評価量との対応は良く、一方うるさは時間当りの総エネルギーで評価するためかTNELとの対応が良い。

浮床構造のL値に対する63Hzのバンドレベルの問題は、実験対象とした床が1例でしかもJIS評価の対象となるタイヤでのL数（63Hz～）とL数（125Hz～）との差が2dBしかない場合だけの実験なので、若干の差は認められるものの結論を得るには到っていない。

(2) 床構造と衝撃源

4種の床構造に対する主観評価量を大きさの順位でみると、衝撃源が自動車タイヤとスリッパをはいた大人歩行の場合には

湿式浮床>木造浮床>タタミ床>木造根太床

の順になっているが、子供のとびはねに対しては、

湿式浮床、タタミ床>木造浮床>木造根太床

となり、タタミ床に対して性能がより高い方に評価されている。評価のこの差異はとびはね動作において子供が気持の上で遠慮したために生じたものか、ひざ等における緩衝作用によるものか、目下のところ明らかでない。このような傾向は物理的評価量における順位にも同様に見られる。このように、発生音の物理的評価量と主観的評価量の順位の対応は良いが、衝撃源によって床構造に

対する評価順位が変わることは標準衝撃源を改定する上で、今後検討しなければならない点であろう。

5.1.2 模擬床衝撃音に対する聴感評価実験でえられた成果

(1) 周波数領域に関する物理的評価方法の検討

周波数帯域ごとの聴感的ウェイトにおいては、各評価量ともに大同小異であり、本質的な差異はない。問題はL数が卓越した単一の帯域で評価されるのに対しdB(A)やPNdBは各帯域の合成値になる点、並びにL数とdB(A)が各帯域、各レベルに対してデシベル尺度上等間隔なスケールであるのに対し、PLdBは聴感に則して変化したレベルステップになっている。このような差が相乗的に表われてPLdBが結果的に最もよい分解能を示している。

(2) 時間領域に関する処理方法の検討

時間的積分あるいは平均化の手法による差の有無について知るためImpulse peak, Fast peak, SENEL(Total Energy)の比較が行われたが、当然のことながら減衰時間の長い63Hzのバンドレベルにおいて若干SENELの上昇がみられる。しかし、実験に用いた模擬床衝撃音をもつ時間特性の波形に対しては、スペクトルは平行移動を示すだけで、各物理的測定値には本質的な差異はみられない。

(3) 周波数と時間の相互作用の検討

基本的には聴覚のダイナミックレンジが低周波数領域で狭くなり、それに伴って同じ物理量の違いに対する感覚量の差が大きくなっているため、同一の物理的減衰特性に対する聴感的減衰特性が周波数によって変えることに問題点があり、本来ならば周波数帯域別にレベルに対するウェイトと時定数を変化させた評価量を設定すべきであろうが、PLdBではたまたま聴感的減衰特性の変化の少ない125Hz帯域より上の周波数でその値が決まっていることから、今回の実験の範囲では主観評価量と良い対応をみせている。同様な理由でL数（125Hz～）も対応が良くなっているが、供試レベルがもう少し大きくなったり、周波数特性が変わったりすると必ずしも同じ傾向とはならないであろう。

5.2 評価方法に関する今後の研究課題

5.2.1 L数の妥当性について

第3節の現場における床衝撃音の音場再生による評価試験ならびに第4節の音場合成による模擬床衝撃音の評価試験によればJIS-A-1419によるL数と床衝撃音の主観評価量（大きさ、うるささなど）との相関が非常に高いことを示している。L数よりも相関の高い物理量についても報告されているが、その算定に手間がかかるな

ど必ずしも実用的でないものもある。本研究の成果は、基本的に「JIS-A-1419の評価曲線によるL数が規定された衝撃源によって現場で発生する床衝撃音の主観評価量を表わし、床構造の性能表示量として妥当なことを裏付けた。」と云ってよいであろう。

ただし、このことはL数を求める評価曲線が騒音計のA特性の性質を用いていることから、ある程度予測された結果でもあった。

一方、ISOによる国際規格の評価曲線では全く異質の曲線が用いられており、われわれがわれわれの評価方法の合理性を主張し、国際的な調整を図ってゆく上でさらに検討すべき課題も残されている。

5.2.2 63Hz帯域の取扱いについて

第3節と第4節のL数による評価の両実験において、63Hz帯域の音が特に卓越した試験音はやゝ少なかったが、本研究の成果は「JIS-A-1419の評価曲線で定めている63Hz帯域の値が床衝撃音の主観評価に対して決定的な影響を興えているとは認め難い」ことを示している。

63Hz帯域の問題は

イ. 室間音圧レベル差による遮音等級の評価では63Hzは考慮していない。

ロ. 現場における63Hz帯域のバンドレベルの測定値は測定位置による変動が大きい。(6畳程度の居室では最低次のモードを含み易く、定在波が発生しやすい)

ハ. 特に推奨すべき湿式浮床の場合の実測例は、そのL数が63Hz帯域の測定値で定まり、改良効果がL数に反映されにくく、結局過大な改修を強いられ易い。などから大きな検討課題となっている。当面の対策は実用上の障害の発生のないことを確認しつつ、「63Hz帯域の測定値に対する超過許容巾を拡げるか、63Hz帯域を評価周波数範囲から除く」ことが可能か否かを更に追求する必要がある。例えば、米国などで遮音性能評価に用いるSTC曲線への当て嵌めておいて $\frac{1}{2}$ オクターブごとの測定値の1つは8dBの欠陥を許容し、又は全帯域(16バンド)で平均して2dBの欠陥を許容しているのも参考になるであろう。今後の主観評価実験の一つの課題である。

さらに基本的な対策としては、第2節で指摘されているように重量衝撃源が代表衝撃源として妥当か否かを検討することも必要である。

床構造の改良の方向を見定めて63Hz帯域に評価測定値の発生しないような衝撃の与え方も検討の対象となろう。

5.2.3 簡易測定法の適用について

L数が騒音計のA特性の性質を用いた評価曲線によ

って定められることから、大量の床構造に対してL数を求める測定を行なう集合住宅、マンションなどが測定対象の場合「移動の容易な機械駆動の衝撃源を用い、騒音計の指示値で充分安全側の測定値の得られる場合はJIS-A-1418による精密測定を行なわないで良い規約を設ける」ことは可能であり、L数による測定・評価方法の普及の上でも望ましいことと考える。ただし、この場合にも63Hz帯域を除いてよいか否かによって測定方法などが影響を受けるであろう。

5.2.4 理論解析と設計方法の一般化について

測定方法と評価方法の規格制定によって今後とも多面に床衝撃音レベルの測定値の集積が行なわれ、理論解析手法も床衝撃音レベルの周波数特性の細部まで定量予測の可能なように整備され、それに伴って必要L数を充足するための設計手法も、使用される構造や材料ごとに工夫されてゆくであろう。このような「予測方法と補修方法の一般化こそが本研究の最大の目標」と考えられる。そして、そのためにも本研究の当面の課題としての評価方法の見直しは緊急に結論を急ぐ必要がある。

5.3 測定上の問題点とその解決策

標準床衝撃源を用いた床衝撃音レベルの測定は生活を妨げる歩行音に対する床構造の性能評価の実践的な手法であり、これにはドイツを先駆とした40年以上の歴史がある。

測定の基本的な考え方から具体的な測定手法にわたって、一般的に提起されている問題は次のように要約できる。

- 1) 標準衝撃源による床の性能評価と実際の効果との対応
- 2) 測定の精度と再現性の向上
- 3) 測定所要時間の短縮

わが国の建物においてこの種の測定と評価を実施するには、室内で靴を履くか履かないかという欧米とわが国との生活習慣の相違を無視することはできない。また、実際にどのような床衝撃音が生活上問題となっているか、室の大きさが関係する音場の分布はどうかなど、わが国としての実情を基礎とした視点に立った問題点の検討とその対応策の考察が必要である。

昭和53年、床衝撃音レベル測定法のJIS見直しに当たって重量床衝撃源による測定方法が追加されたが、これはわが国におけるこの種の問題提起に対する対応策の1つである。JIS案作成に先立って、実測例や基礎的な検討結果が考察され、具体的な測定手法の仕様が規定された。これは前に掲げた一般的な問題点の各項に対して次の考えによっている。

- 1) 子供のとびおりに相当する衝撃を標準衝撃とする

- 2) 加振点, 受音点の数や位置は実測例から一応の目安を得ている。
- 3) この点は全く考慮されていない。

JISの規定によって多くの測定例が集積されるにつれて, 上記項目に関して

- 1) 試験衝撃として強すぎないか
 - 2) 63Hzでは一般に室内の音圧分布が悪く, 測定値を確定し難く, とくに63Hzで評価がきまる湿式浮床構造に関しては性能評価を行えない場合が多い。
 - 3) 時間短縮と測定の簡便化がぜひ必要である,
- との意見が測定者から出されるようになった。

今回の研究結果は, これらの課題に最終的な回答を与えるには検討条件が十分満たされていないが, ここのステップで, 今後の検討課題のしほりこみに参考となる資料がえられたといえる。これによって, 問題点に対する当面の解決策と今後の課題を項目別にのべると次のようになる。

5.3.1 JIS 重量衝撃源の設定

子供のかけまわりに比べ, 大きな衝撃であることは確かであり, 「とびおり」で建物を評価すべきかどうかは今後議論すべき問題であろう。

重量衝撃源による床性能評価と実際の発生音レベルとの順位が一致しない例がみられているが, 実際の床衝撃(子供)が同一条件であったか, さらに床の種類を増した場合ではどうかの2点を今後つめる必要があり, その結果によっては再検討の必要があるかもしれないが, 当面, これを用いて測定を行うことでよい。

5.3.2 衝撃点, 受音点の数と位置

数を現在より増やすことによって評価の精度や再現性が向上する可能性はあるが, 他方測定時間の増加が重大な問題であり, 安直にこれを認めることは適当でない。ただ, 衝撃点の位置を余り壁際にとらないようにする(現規定では50 cm以上)ことは実際の衝撃位置の条件からも妥当であり, 発生音のバラツキを少なくすることでも好ましく, 今後その条件を規定するための系統的な実態調査と基礎的検討を行う意味がある。

5.3.3 測定時間短縮

最も重点を置いて検討すべき項目である。今回の研究からA特性騒音レベル値が発生音の主観的評価と適当な対応がある(相対的にはあるが)ことが明らかになったが, このような全帯域値の採用は時間短縮のためにも望ましい策の1つである。当面この種の測定値もJIS測定に加えて行い, JIS評価との対応例を増すことが望まれ, これらの実績の上に, 実務的な評価手法としてオーソライズするための検討を行うことが望ましい。

また, JIS測定については各周波数チャンネルを並列的に測定することが時間短縮の要点となり, そのための測定器の規定を検討する必要がある。

5.3.4 音圧分布の悪い室内条件

今回の研究では, 63Hzを除いた評価もある程度可能であることが判った。実験で扱った床構造の種類が限られているので, 床の種類を増し, さらに基礎的な検討資料を充実した上で, 評価の適正を考察する必要があるとされている。

6. おわりに

本研究は新住宅普及会の研究費助成により, 下記の研究委員会を組織して行ったものである。

<研究組織>

委員長	石井 聖光	東京大学生産技術研究所教授
委員	大川平一郎	大成建設技術研究所音響研究室長
〃	菅 真一郎	鹿島建設技術研究所主任研究員
〃	木村 翔	日本大学理工学部教授
〃	久我 新一	東京理科大学工学部教授
幹事	久保田喜八郎	清水建設研究所主任研究員
委員	古宇田 潔	鹿島建設技術研究所環境研究部長
〃	橘 秀樹	東京大学生産技術研究所助教授
〃	中村 俊一	小林理理学研究所主任研究員
〃	安岡 正人	東洋大学工学部教授
〃	山本 照二	NHK総合技術研究所建築音響研究部長
実験協力委員	井上 勝夫	日本大学理工学部助手
〃	光田 泰子	日本大学工学部講師
〃	矢野 博夫	東京大学生産技術研究所大学院生
〃	山本 康子	同 上 大学院生