

集合住宅における床衝撃音の遮音性に関する実験研究

石 川 雄 一 * 栗 林 晃 **
角 田 伸 二 ***

要 約

集合住宅における騒音問題、特に上階からの床衝撃音は、住環境の向上にとって大きな悩みとなっている。そこで床衝撃音の低減を図るため、現在いろいろな床工法が開発され施工されているが、それらの性能を把握することと床仕上材による改善度をつかむために8種類の床工法について実験を行った。

その結果、浮床工法が優れた遮音性能を備えており、また、仕上材の緩衝性を増すことによって、軽微な床衝撃（足音など）に対しては大幅な性能改善が可能になることが判明した。

目 次

- § 1. はじめに
- § 2. 建築物の遮音性能基準
- § 3. 実験概要
- § 4. 床工法の仕様
- § 5. 実験結果
- § 6. まとめ
- § 7. 終りに

§ 1. はじめに

都市への人口集中化に伴って、その周辺には公団住宅を始めとし民間のアパート、マンションなど多くの集合住宅が建てられてきたが、最近ではこれらの集合住宅の「質」が問われるようになってきた。これは近年、我国経済の高度成長により国民の生活水準が向上するにつれて住いに対する関心が高まり、我々が快適な生活を営むために必要なより良い生活環境と住宅の居住性能というものが重要視されるようになったからである。

一方、建築技術の進歩はめざましく、これに対応して住宅の居住性能も年々改良され、また、レベルアップはなされてきたが、居住性能の中でも重要な要素である遮音性能については、建物の軽量化、プレハブ化、乾式化などが採用されたことで界壁や床衝撃音の性能はむしろマイナスになっているといえる。そのため住宅内で発生する日常の生活騒音程度でも各所で苦情が出るようにな

り、特に足音や椅子などを引きずるときに生ずる床衝撃音のクレーム発生が多い。

集合住宅におけるこうした騒音の苦情は、入居者同士のトラブルからお互いに気まずい思いをしたり、場合によってはマスコミにも取り上げられるような事件にまで発展することもあるし、また、性能が少しでも悪いと思えば欠陥建物だと騒ぎたてられ、住民のみならず売主や施工業者へも影響が及ぶことがある。このような集合住宅の騒音問題は、今まで明確な建物の遮音性能基準というものがなかったために、設計段階で必要な性能はどれぐらいなのか、あるいは居住者もどの程度までが許容されるのかといったことがよく分らず、それぞれの個人的感覚で判断していたこともあっていろいろなトラブルや混乱を起していた。

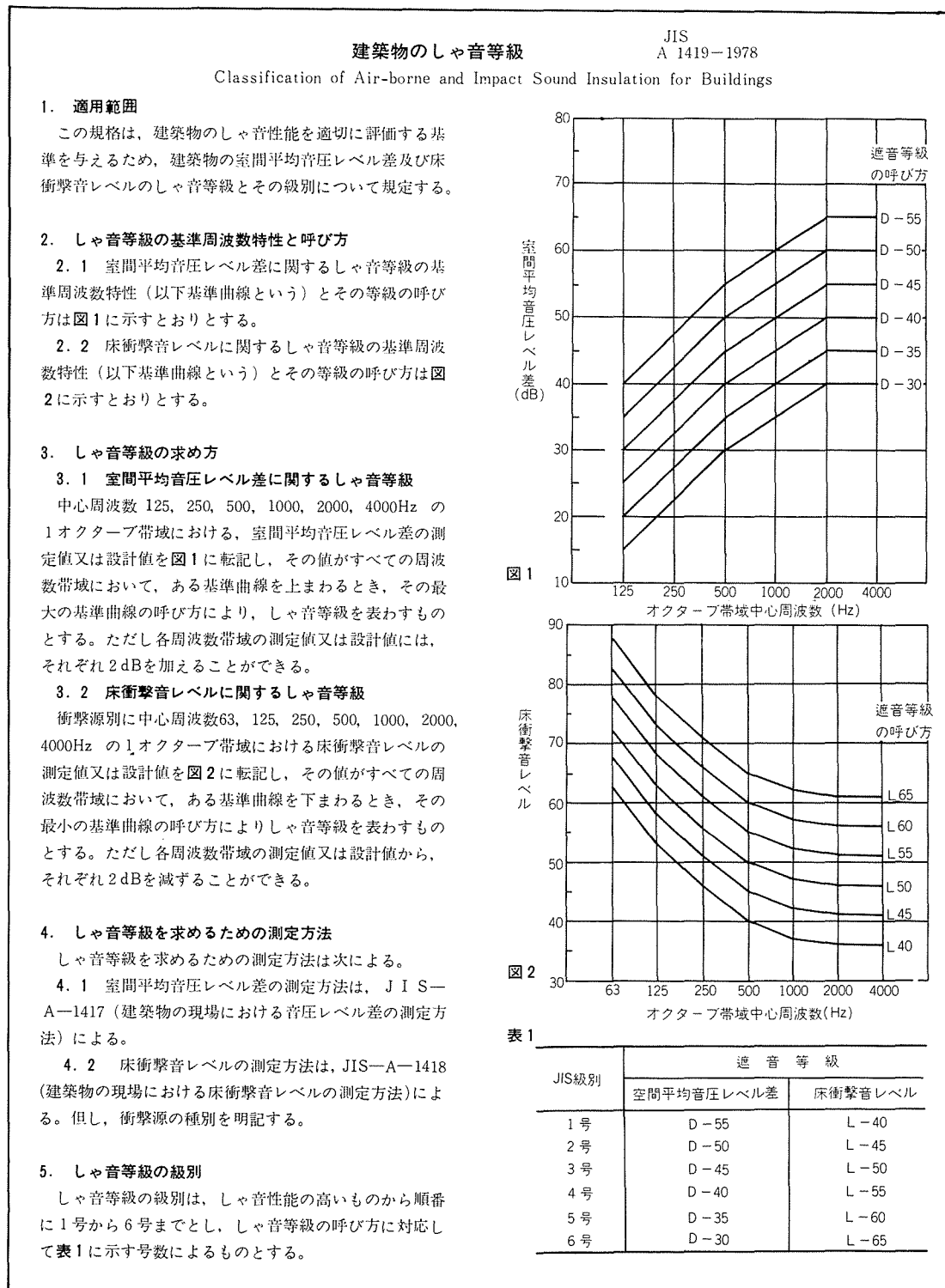
そこで、集合住宅の騒音クレームに対処するため、政府は建物の遮音性能を適切に評価する手段として、新たにJIS規格「建物の遮音等級」を制定した。この中には隣戸間の界壁遮音性能とともに、上階からの床衝撃音に対する遮音性能が規定されている。このJIS制定に伴って、世情では建物の遮音性能に対して性能発注や竣工後に性能確認のための試験を義務づけるなどが行われるようになっており、我社としてもこれに対処できるように設計仕様なり工法を早急に確立しておかなければならない状況にある。

しかし遮音性能といっても、床衝撃音については理論的に解明できるというものではなく、実際に床衝撃音レベルを測定してみなければその性能ははっきり分らず、したがって客先から要求された性能を確保しようと思え

*技術研究部建築技術課係長
**技術研究部建築技術課
***技術研究部技術研究所

ば、過去に施工されたいろいろな床工法の性能測定データを数多く蓄積しておき、その中から該当する性能の床工法を選定するしか今のところ方法がない。そこで現在行われている各種床工法の中から何種類かを選び、床衝撃音レベルのデータ収集のために、世田谷家族寮において実験を行った。

表-1 JIS「建築物の遮音等級」



§ 2. 建築物の遮音性能基準

近年、集合住宅の遮音性能が問題視されるようになってきたが、集合住宅に限らずホテルや事務所といった他の建物においても、遮音性能はそれぞれの用途に適した環境を得るために必要な大切な要素である。しかし現実にはこうした建物の遮音性能に対する認識は低く、クレ

ームが発生してからはじめて対策を検討するというようなことが多々見受けられる。また、我国での法的基準をみても、昭和45年の建築基準法改正で「長屋又は共同住宅の各戸の界壁は、政令で定める技術基準に従って遮音上有効な構造としなければならない」一法第30条の2—という条項が初めて取り入れられたぐらいで、その他問題の多い床衝撃音などについての基準は一切見当たらない。

このたび新たに J I S 規格として「建築物の遮音等級」— J I S A 1419—が制定されたことにより、建物の用途に応じた適切な遮音性能の設定や正しい評価が行われ、トラブルなどに対しても判断の目安とし適用されることになる。この J I S の内容を表一 1 に示す。

〔註〕この J I S 規格制定に先立ち、日本建築学会が工業技術院に答申した J I S (案)「建築物の遮音性能基準」が公表されてから約3年間経過し、関係者の間ではこの J I S (案)が正式に J I

S 規格になるものとして受止められていたため、J I S (案)にある遮音等級評価ランクは J I S 規格では削除されているものの、一般には慣用化されている。

J I S (案)の評価ランク 1 級…遮音上好ましい
2 級…ほぼ満足しうる
3 級…最低限度である

§ 3 . 実験概要

床衝撃音の遮音性能は、建物の構造、特にスラブの厚さや大きさ、コンクリートの比重といったものが大きく影響し、同じ床工法であっても建物によってかなりのバラツキが出る。そのためある種の床工法についてその性能を把握しようと思えば、いろいろなケースで測定したいくつかのデータから検討する必要がある、僅か1~2回程度の測定データからでは誤差が多く十分とはいえない

表一 2 日本建築学会「建築物の遮音性能基準」

建 築 物	室 用 途	部 位	適 用 等 級			
			特級(特別仕様)	1 級 (標準)	2 級 (許容)	3 級(最低限)
集合住宅	居 室	隣戸間界壁、界床	D-55	D-50	D-45	D-40
	居 室	隣戸間界床	L-40 L-45 *	L-45 L-50 *	L-50 L-55	L-60
戸建住宅	プライバシーを要求される室	自宅内間仕切壁	D-45	D-40	D-35	D-30
	居 室	自宅内2階床	L-45 L-50	L-55 L-60	L-65 L-70 *	L-70 L-75 *

注) 床衝撃音レベルの遮音等級は原則として軽量、重量両衝撃源に対して適用。ただし *印は重量衝撃源のみに適用する。
<適用等級の意味>

特級	学会特別仕様	遮音性能上非常に優れている	特別に遮音性能が要求される使用状態の場合に適用される。
1 級	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	学会許容基準	遮音性能上ほぼ満足しうる	使用者からの苦情や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	学会基準外仕様	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ので、学会としては推奨しない。

表一 3 遮音等級と生活実感との対応

遮 音 等 級		D-55	D-50	D-45	D-40	D-35	D- 30
空気伝搬音	ピアノなど特に大きい音	静かなとき聞える	小さく聞える	かなり聞える	曲がはっきり分かる	良く聞える	非常によく聞える
	テレビ、ラジオ、会話などの音	まったく聞えない	通常では聞えない	ほとんど聞えない	小さく聞える	かなり聞える	話の内容が分かる
	集合住宅の生活状態	気がねなく生活できる	日常生活では気にならない	在宅の有無が分かる	電話のベルが分かる	電話のベルが聞える	生活が分かる
遮 音 等 級		L-40	L-45	L-50	L-55	L-60	L-65
床衝撃音	足音、走りまわる音など	遠くから聞える感じ	聞えるが気にならない	ほとんど気にならない	少し気になる	やや気になる	気になる
	集合住宅の生活状態	気がねなく生活できる	少し気をつける	やや注意して生活する	注意すれば問題ない	お互いにながまんできる限度	子供がいと下階から文句が出る
JIS A 1419による級別		1 号	2 号	3 号	4 号	5 号	6 号

い。

今回の実験に使用する建物の構造は、スラブ厚120mm、スラブ1枚当りの大きさが約10㎡（6帖）、普通コンクリート $FC=180\text{kg}/\text{cm}^2$ という集合住宅のスラブ構造としては割合標準的なものであり、測定結果を参考データとして利用するのに十分汎用性があると考え、この実験を計画した。

この実験の主な目的は、現在一般的に行われている各種床工法の遮音性能を調査するとともに、その工法が軽微な衝撃（歩行時の足音など）に対して床仕上材を変えた場合、どの程度性能が改善されるかを知るために行うものである。

実験概要は次の通り。

- 実験場所：東京都世田谷区桜3丁目32-10、西松建設世田谷家族寮
- 建物の構造形式：壁式プレキャストコンクリート造4階建。
- 試験方法：JIS A1418「建物の現場における床衝撃音レベルの測定方法」による。但し軽衝撃源（タッピングマシン）のみ。

試験室の概要：図-1による。

測定の仕様：図-2による。

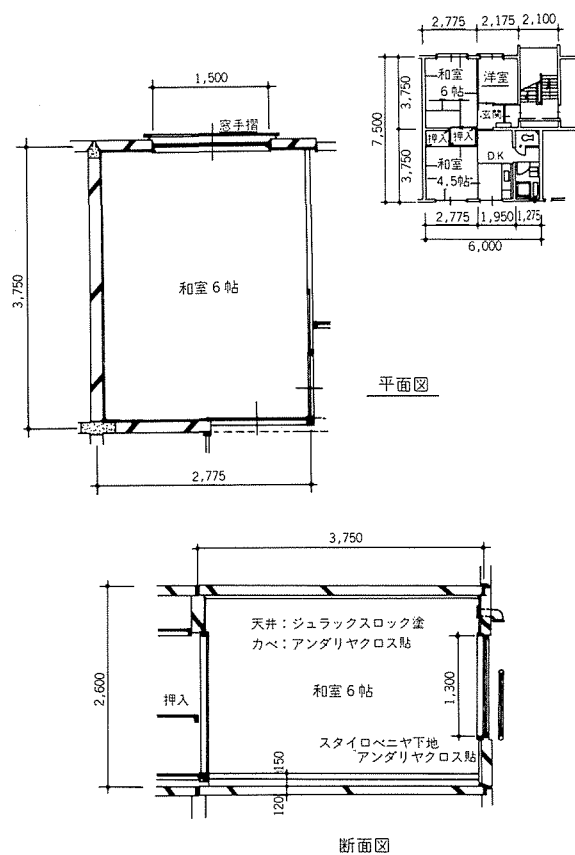


図-1 実験室の概要

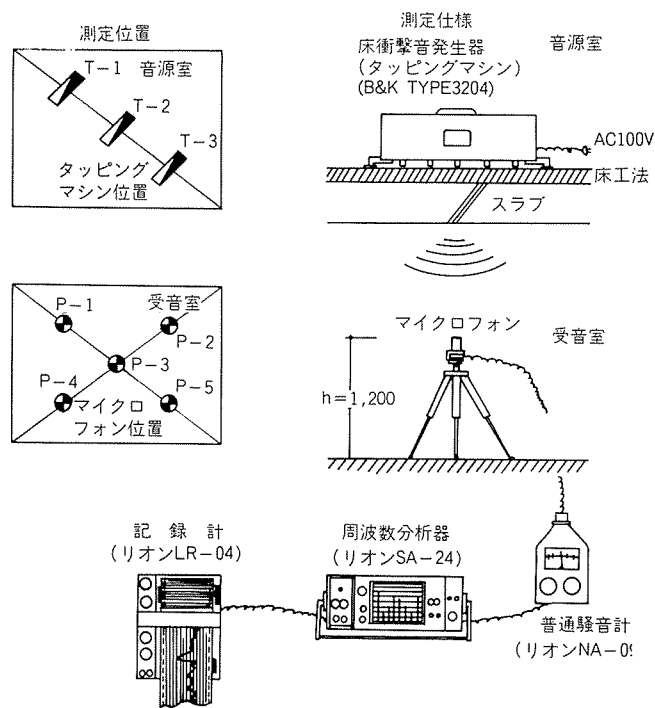


図-2 測定方法及び測定機器

床衝撃音レベルの算出

$$L = (\bar{L}_1 + \bar{L}_2 + \bar{L}_3) / 3$$

$$\text{ここに } \bar{L}_n = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5) / 5$$

但し L ：平均床衝撃音レベル(dB)

$\bar{L}_n$ ：音源位置毎の床衝撃音レベル平均値(dB)($n=1, 2, 3$)

P_m ：測定点 P_m における床衝撃音レベル(dB)

($m=1, 2, 3, 4, 5$)

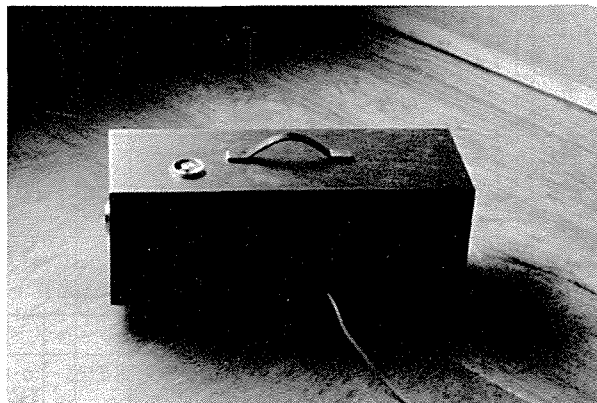


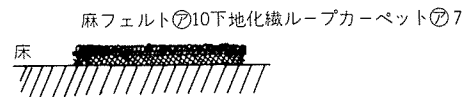
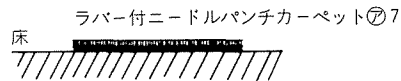
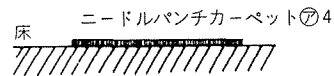
写真-1 床衝撃音発生器（タッピングマシン）

§ 4. 床工法の仕様

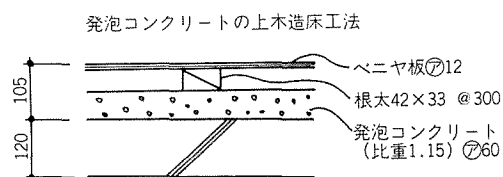
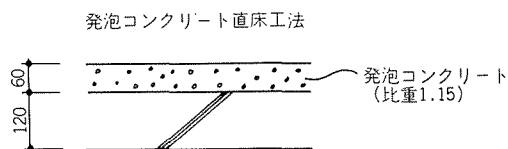
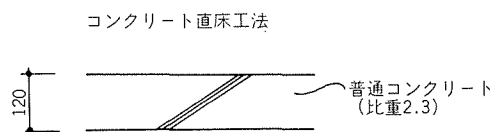
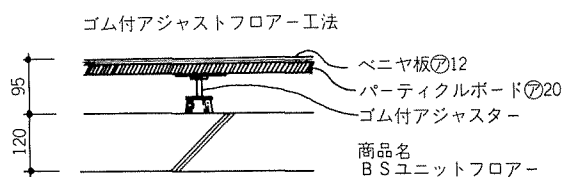
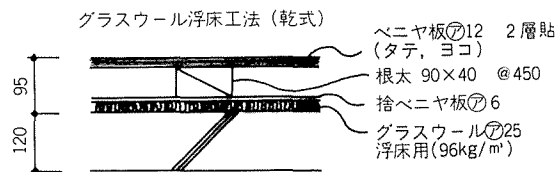
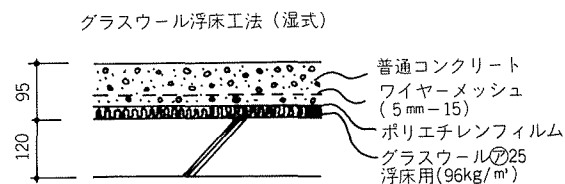
試験する床工法は、現在一般的に施工されている浮床工法、直床工法、上げ床工法の中からそれぞれ代表的な床仕様を8タイプ選定した。また、表面仕上材についても同様に性能的な面から3種類を選んで各床工法に適用することにした。

床工法の仕様を図-3に示す。

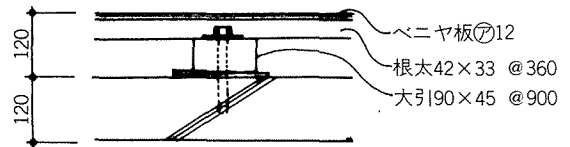
〔表面仕上材〕



床工法仕様〕



木造床組工法



P C 根太床工法

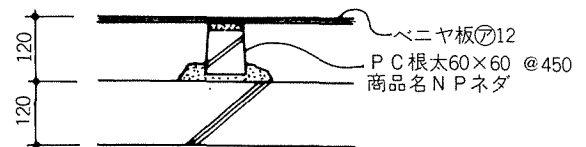


図-3 床衝撃音遮音性能実験床仕様

§ 5. 実験結果

実験結果のまとめを表-4、表-5に示す。

表-4 各種床工法の床衝撃音レベル
(表面仕上材による分類)

表面仕上材 遮音等級	仕上なし	ニードルパンチ カーペット ㊦4	ラバー付ニードル パンチカーペット ㊦7	床フェルト㊦10 下地化繊ループ カーペット㊦7
L-35	—			● R C 浮床 ● W 浮床
L-40	1号			● ゴム付上げ床 ● 直床 ● 直床(発泡) ● W上げ床(発泡) ● P C 上げ床
L-45	2号	● R C 浮床 ● W 浮床	● R C 浮床 ● W 浮床	● W 上げ床
L-50	3号	● R C 浮床 ● W 浮床	● W 浮床	● ゴム付上げ床
L-55	4号			● 直床(発泡) ● W上げ床(発泡) ● W 上げ床 ● P C 上げ床
L-60	5号	● ゴム付上げ床	● ゴム付上げ床 ● W上げ床(発泡)	● 直床
L-65	6号	● W上げ床(発泡)	● 直床(発泡) ● W 上げ床 ● P C 上げ床	
L-70	—	● W 上げ床 ● P C 上げ床	● 直床	
L-75	—			
L-80	—	● 直床(発泡)		
L-85	—	● 直床		

表-5 各種床工法の床衝撃音レベル(工法別による分類)

工 法	床 衝 撃 音 レ ベ ル 遮 音 等 級									
	L-35	L-40	L-45	L-50	L-55	L-60	L-65	L-70	L-80	L-85
	—	1号	2号	3号	4号	5号	6号	—	—	—
コンクリート 浮 床	A		B	D						
			C							
木 造 浮 床	A		B	C						
			D							
ゴム付アジャスト フローア		A		B		C	D			
						D				
コンクリート 直 床		A				B		C		D
発泡コンクリート 直 床		A			B		C		D	
発泡コンクリート 木造床		A			B	C	D			
木 造 床			A		B		C	D		
P C 根 太 床		A			B		C	D		

(注) 上表の記号は次の仕上材を表わす。

- A床フェルト⑦10下地化繊維カーペット⑦7
- Bラバー付ニードルパンチカーペット⑦7
- Cニードルパンチカーペット⑦4
- D表面仕上材なし

各種床工法の床衝撃音レベルを図-4に示す。

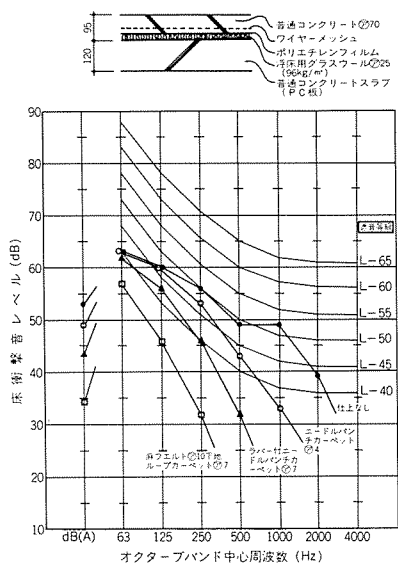


図-4-1 コンクリート浮床工法 (湿式)

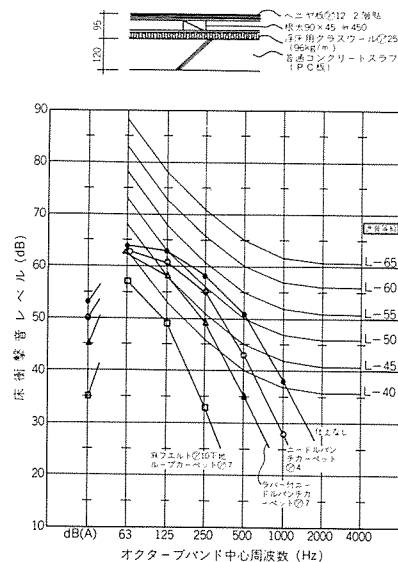


図-4-2 木造浮床工法 (乾式)

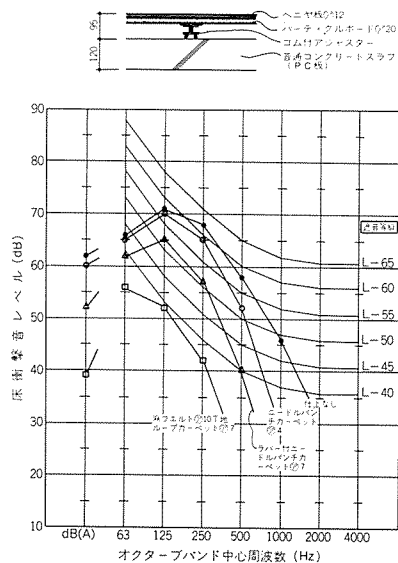


図-4-3 ゴム付アジャストフローア工法

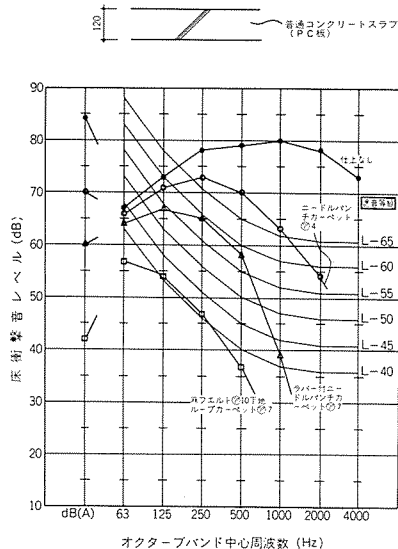


図-4-4 コンクリート直床工法

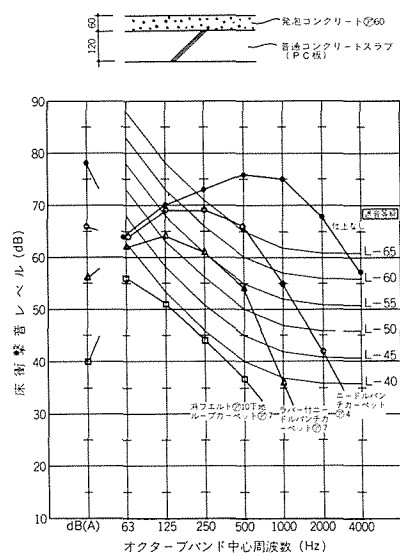


図-4-5 発泡コンクリート直床工法

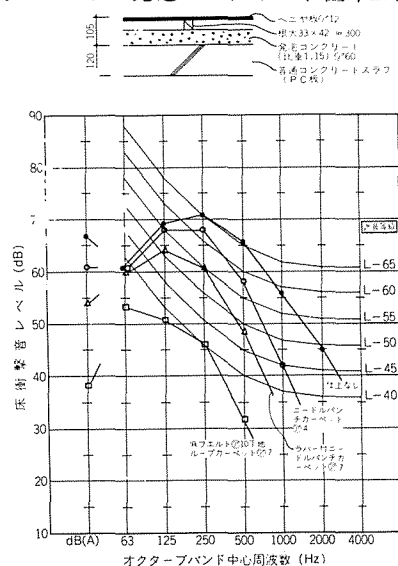


図-4-6 発泡コンクリートの上木造床工法

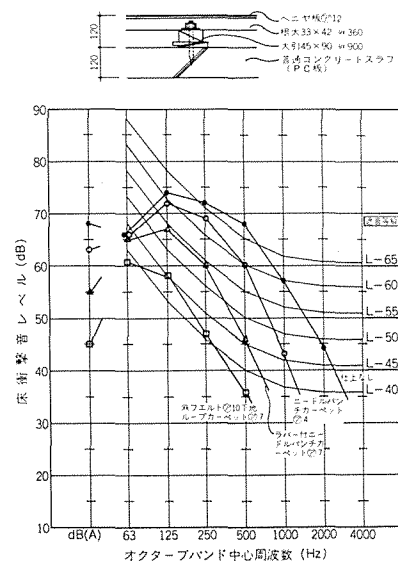


図-4-7 木造床工法

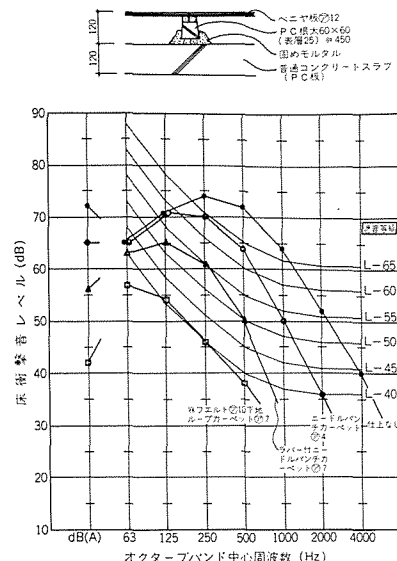


図-4-8 P.C.根太床工法

§ 6. まとめ

今回の床衝撃音実験結果をまとめると次のようになる。

1. 試験した床工法の遮音性能を工法別、床仕上材別に比較すると、図-5 のようになる。

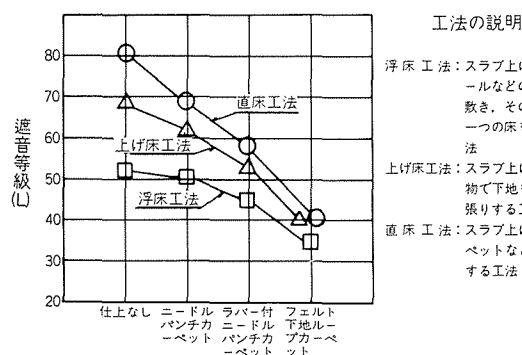


図-5 工法別、床仕上材別による遮音等級の比較

この図から性能的に優れているのは、床仕上材による改善度を含めても、

1. 浮床工法, 2. 上げ床工法, 3. 直床工法の順となる。
- 2 床仕上材による改善度は、床工法によって差がある。例えばニードルパンチカーペットをラバー付ニードルパンチカーペットに変えた場合、その改善度は浮床工法では5dB (遮音等級で1ランク) しかないが、直床工法ではそれが10dB (2ランク) にもなる。
3. 緩衝性が高い床仕上材 (例えばフェルト下地カーペット) を貼った場合は、床工法による遮音性能の

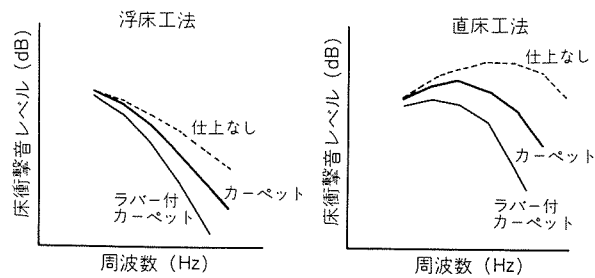


図-6 床仕上材による改善度の差

差はほとんど無くなる。それ故、軽微な衝撃（足音など）に対しては、床仕上材の緩衝性を増すことによって大幅な性能改善が可能である。

4. スラブ上に発泡コンクリートなどを増打した場合、それがスラブと一体になって働いたためスラブ自体の剛性が増し、遮音性能が向上する。この場合のスラブの剛性は、増打した発泡コンクリートの重量分を厚さに換算し、もとのスラブ厚に加えたものに等しいといわれている。

今回の実験で、発泡コンクリートを60mm増打したときの改善度は、直床工法で3～4 dB（遮音等級では1ランクぐらい）である。

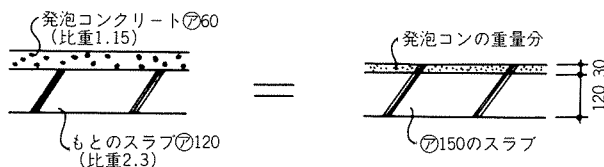


図-7 増打コンクリートのスラブ厚換算

5. 上げ床（木造床）工法は、直床工法に比べて遮音性能は全般的に優れた結果となっているが、床仕上材が麻フェルト⑦10下地カーペットの場合は、直床工法の方が性能的には良くなっている。これは床衝撃音レベルの周波数成分が床工法によって異なり、遮音等級の決まる周波数帯域が直床工法では250～500 Hzであるのに対し、上げ床工法では125～250 Hzとやや低い音の範囲であるため、床仕上材による改善度も少なくなり、J I Sの遮音等級基準曲線に当てはめた場合、こうした低い音の部分で性能の差が出る。

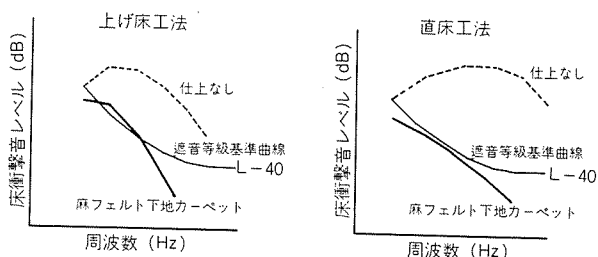


図-8 床工法による床衝撃音レベルの比較

6. 各工法についてのまとめは次の様になる。

- 1) 浮床工法……コンクリート浮床（湿式）と木造浮床（乾式）の2つを実験したが、両者の性能の差はほとんどない。また、仕上なしの状態でも J I Sの遮音等級 L-55（2級）を十分満足する性能を持っており、他の工法に比べても優れた床工法であるといえる。

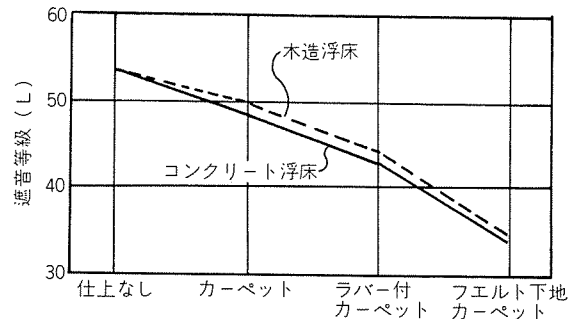


図-9 浮床工法の床仕上材別遮音性能比較

- 2) 上げ床工法……上げ床の下地組みとして従来から行われている木造の大引・根太に代って床鳴防止用の P C根太床があるが、床衝撃音に対する遮音性能は、従来の木造床とほとんど変わらない。また、床衝撃音の低減用に最近開発されたゴム付アジャスター床は、これらの床より遮音等級で約1ランクよくなる程度でそれほど大きな差は見られない。

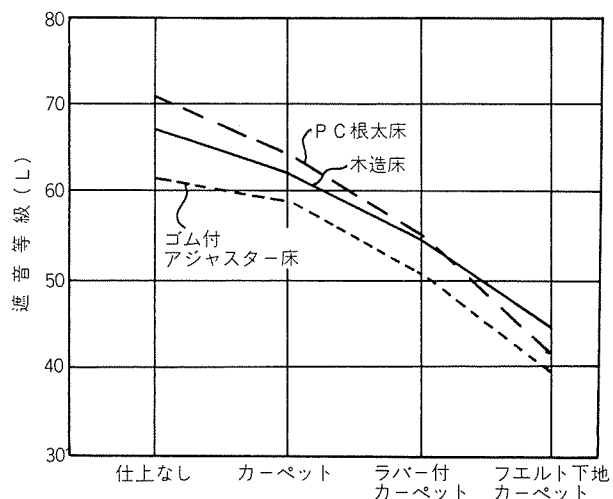


図-10 上げ床工法の床仕上材別遮音性能比較

- 3) 直床工法……スラブのまゝ、とその上に発泡コンクリートを増打した場合とでは、発泡コンクリート増打した方が各仕上材毎に遮音等級は約1ランクづつアップしている。また、仕上なしでは遮音性能が著しく劣るため、床仕上材による減音効果は他の工法よりも大きい。

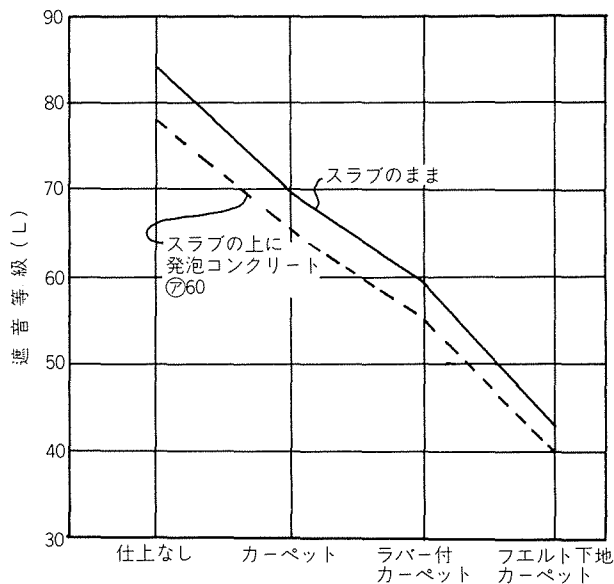


図-11 直床工法の床仕上材別遮音性能比較

§ 7. 終りに

集合住宅における床衝撃音は、他人の生活環境を悪化させると同時に自らの生活も周囲に対する気兼ねからいろいろな制限されるはめになるので、設計あるいは施工に際しては、床衝撃音の低減について十分配慮する必要がある。万一、コストを下げるためとか、施工が楽だからといった安易な考えで、性能をダウンさせることは建物の価値を低下させることであり、一旦施工されたものは改善するにしてもそう簡単に直せるものではないので絶対慎むべきことである。

集合住宅の床衝撃音遮音性能としては、歩行の足音や多少の走り廻る音が下階でほとんど気にならない程度の性能、すなわち J I S の遮音等級で L-50 (2 級) を満足するもの (今回の実験で L-50 を満足するものは、直床工法、上げ床工法では床仕上材がフェルト下地カーペット、浮床工法ではカーペット敷以上となる。) が望まれるが、現実には種々の制約があるのでそれらを考慮しても最低 L-55 (2 級) は確保したい。

この実験結果は、普通コンクリート (比重 2.3) スラブ厚 120mm の場合におけるいくつかの測定データの平均値であるが、建物によって構造的な相違があるため、他の建物で必ずしも同じ性能が得られるとは限らない。例えば軽量コンクリートであったりスラブ厚が違う場合はこのデータに該当しなくなるし、また、同じ構造であっても実測値による遮音等級の適用では 2dB 以内の範囲は許容されているため、測定誤差によって 1 ランク程度のずれも見受けられるので計画段階では多少の安全を見込む必要がある。

床衝撃音の遮音性能を向上させる根本は、足音などの

衝撃力がスラブに伝達され振動し、それが音となって再生している訳であるからスラブを厚くしたり、スパンを狭めたり、小梁を設けるなどスラブの剛性を高めることであって、表面の床仕上材だけに性能向上を依存してはならない。

この実験では、最近新しく登場した浮床工法が性能的に優れているものの、その施工法や経済性などにまだ問題があるように、他の新工法についてもカタログの性能をそのままのみにすることは危険がある。当社としての実用的な床仕様を確立するには、遮音性能だけでなくこうした点も考慮しながら検討を加えていく必要があり、そのためにはもっといろいろなケースでの実験を行い、多くのデータを収集しなければならないが、一応は、軽微な床衝撃に対する低減方法や浮床工法の性能、各種床工法の仕上材による性能比較等について、(数例のケースしか行っていないこの実験から結論を出すのは性急であるが) ある程度の目安は得られたものと思う。

最後に、実験に御協力頂いた東京建築支店工事課並びに現場担当者の皆様に深く感謝する次第です。

参考文献

- 1) 木村翔, 安岡正人, 「建築物の遮音性能基準 (J I S 案) について」
日本音響学会誌 Vol.32, NO.10 (1976)
- 2) 安岡正人, 「住宅における音響的諸問題」 カラム, NO.67 (1978)