

## RC-集合住宅における床衝撃音遮音性能の調査

高橋 徹・田中 千秋・塩田 洋三

Akira TAKAHASHI, Chiaki TANAKA and Yozo SHIOTA  
 Survey of Impact Noise Isolation Capability of Floors in a  
 Reinforced-Concrete Apartment Building

### 1. はじめに

大都市への人口集中は地価の高騰を促した。そこで、土地の高度利用の観点から集合住宅が数多く建てられ、国家公務員用アパートもその例外でない。

集合住宅の居住環境ではプライバシーを守る上からも騒音に関するものがとくに重要であり、足音や排水音などの騒音の苦情も多い。そこで、これらについての調査・研究は非常に重要と考えられ、とくにこの数年間、建築物の床衝撃音とその防止構法に関する研究等が数多くなされた。またわが国でもこの関係の現場での測定法はJIS A1417, A1418 で制定されている。また床衝撃音に関する実験的および理論的研究も多くみられる。

この調査では、各地に多数建てられ、現在もさらに建築中の規格的な国家公務員用 RC 集合住宅の床衝撃音の遮音性についての現場試験とその性能評価を試みた。

### 2. 測定建物

建物は鉄筋コンクリート造階段式5階建集合住宅(公務員宿舎 73-RC-C-345N-W)である。建物は1977年に5階建のコンクリート打ちを終り窓枠を取付けた状態で約半年間放置し、その後内装に移り、1978年11月上旬に完成した。

建物の名称: 合同宿舎第2川津住宅第4号棟(松江市)  
 アパートの特徴・材料: 戸数は各階6戸, 5階建て計30戸, 2戸分の間取りを Fig. 1 に示した。また

Table 1. 建築内装材料 (規準階) Interior Finish Materials (Standard Floor)

	居間 合所 Living Room and Kitchen	6帖間 No.1 No.2 4.5帖間 Tatami Finished Room (Six Mats and 4.5 Mats)
床 Floor	化粧合板フロア張り Plywood Flooring	発泡プラスチック系パネル下地タタミ敷き Foam Plastic Panel+Tatami
巾 木 Base Board	ラワンOSV H=90 Lauan	タタミ寄せ Tatami
腰、壁 Wall,	色プラスター塗金縷一部プリント合板張り Colored Plaster, in Places Printed Plywood	色プラスター塗金縷, 外壁となる妻壁はフォームポリスチレン裏打, プリント合板張り木造間仕切りはプリント合板張り Colored Plaster, Outside Walls with Formed Polystyrene Insulation Printed Plywood
天 井 Ceiling	バーミキュライト吹付B工法 Vermiculite	バーミキュライト吹付B工法 Vermiculite

木材加工学研究室 Laboratory of Wood Science and Engineering,  
 Department of Forestry, Shimane University,  
 Matsue, 690 Japan



Photo. Apartment Building used for the Experiment (Length 56,200mm, Width 7,300mm, and Height 14,750mm)

30戸とも同じ間取り。主な測定室の構造については Fig. 2 および Table 1 に示す。

周辺環境：静かな住宅街にあり、測定の障害となる騒音はなかった。

測定日：1978年11月 6日，7日および20日の3日間。

無風快晴で建物完成後の入居直前であった。

### 3. 測定方法

測定方法は床衝撃音に関する遮音性の「建築物の現場における床衝撃音レベルの測定方法 (JIS A1418-1974

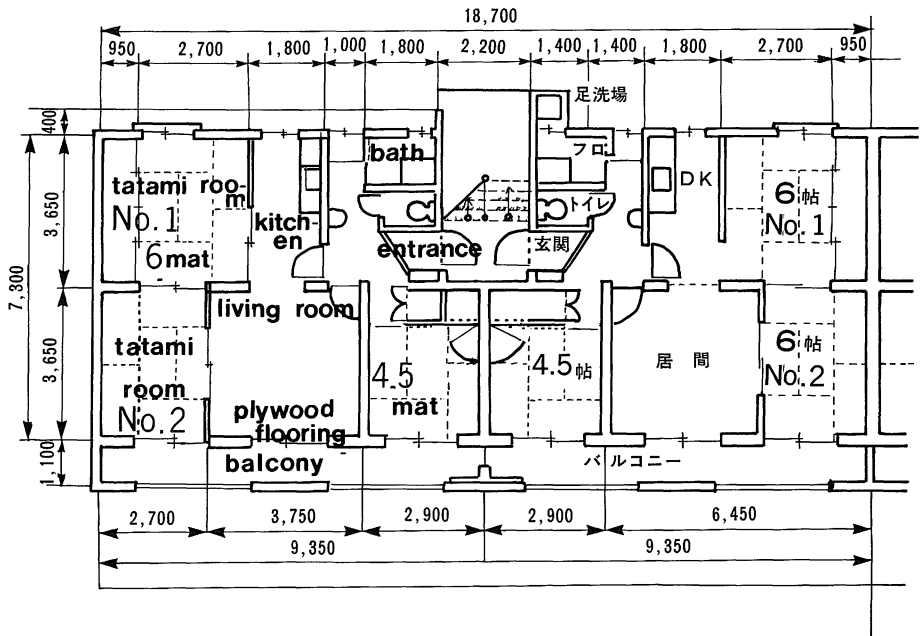


Fig. 1. Floor Plan for Two Units.

改正)」に準拠した。

測定箇所は 1) 全戸におよぼす影響についての音源戸は戸番501とした。2) 床表面材の影響については戸番503で打撃し、戸番403で測定した。3 桁番号の戸番の位置は Table 3 の下部に示した。

Table 2. JIS-Criterion of Impact Noise on Floor and its Meaning

Item		Impact-Noise Isolation Class
JIS Rate	1 号	L-40
	2 号	L-45
	3 号	L-50
	4 号	L-55
	5 号	L-60
	6 号	L-65
Meaning of Sound Isolation of JIS	十分に満足しうる Superior	L-40
	好ましい Good	L-45
	ほぼ満足しうる Standard	L-50, L-55
	最低限度である Bad	L-60

#### 4. 床衝撃音遮音性能について

界床の床衝撃音に対する周波数特性を Fig. 3 に示す。同図には JIS 1419 に示された床衝撃音の評価基準線 (L-40 より L-65 まで) を点線で記入した。集合住宅の界床の遮音等級と生活実感の対応が Table 2 のように示されているので、以下これにより評価を加えることにする。

測定戸番の6帖畳間 (No. 2) における遮音等級は、軽量床衝撃源 (タッピングマシン) で4号 (L-55), 重量床衝撃源 (タイヤ) では5号 (L-60) となる。これは Table 2 より軽量床衝撃音源に対しては「ほぼ満足しうる」グレードであり、重量床衝撃音源に対しては「最低限」である。木造根太で合板床の居間と台所 (Fig. 1) はそれぞれ L-70, L-65 (6号) を示した。これらは「最低限」と「それ以下」を意味し、生活の場で苦情が出易いものと思われる。玄関はコンクリートスラブむき出しであり、床面積も小さいので、比較のため No. 2 (Fig. 1) の6帖畳間のコンクリートスラブをとりあげて床衝撃をおこなった。両者の測定結果を併せて Fig. 3 に示した。これらはそれぞれの衝撃源に対して L-75 (タッピングマシン) を超え、また L-60 (タイヤ) を示した。玄関のコンクリートスラブは露出面積は小さく、

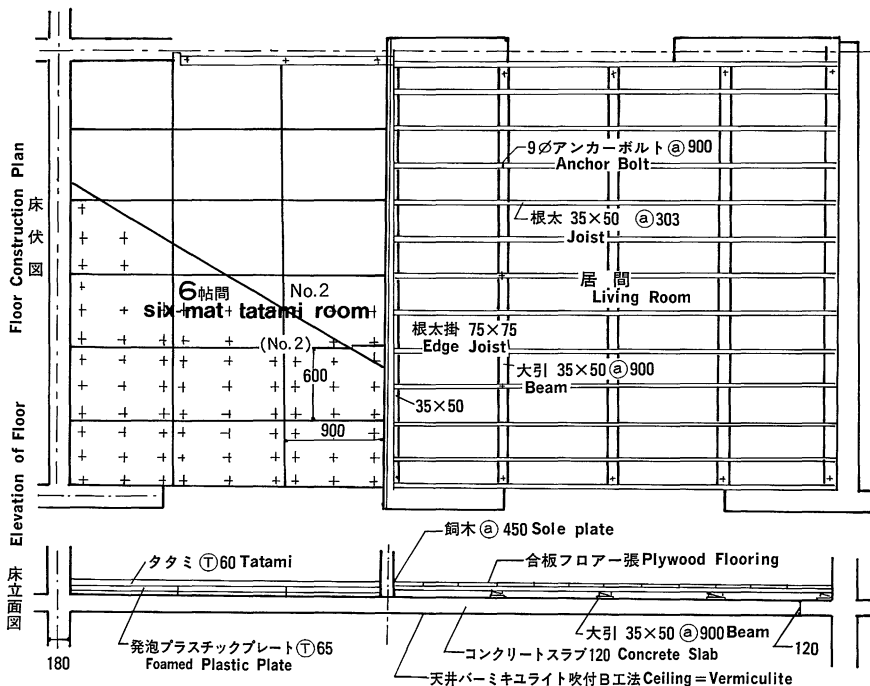


Fig. 2. Floor Construction



Table 3. Distribution of Impact Noise on Floor in the Apartment Building (Noise Source in No. 501)

Floor	Source	Floor Finish	Average of Sound Pressure Level of 4 Rooms in Apartment (Min-Max)						
5階	タッピング	コンクリートスラブ	71 (67-75)	63 (58-68)	50 (47-53)	41 (38-43)	37 (38-36)	34 (33-35)	
		合板	88(102-70)	55 (50-60)	48 (50-46)	43 (44-39)	38 (39-37)	37 (38-35)	
		たたみ	71 (82-60)	45 (47-41)	41 (42-39)	36 (33-38)	—	—	
	タイヤ	コンクリートスラブ	53 (61-44)	40 (44-36)	32 (34-29)	—	—	—	
		合板	78 (91-64)	46 (57-37)	40 (43-38)	35 (37-31)	35 (37-33)	34 (37-33)	
4階	タッピング	コンクリートスラブ	72 (74-68)	62 (67-59)	49 (53-45)	39 (42-36)	36 (37-35)	32 (34-31)	
		合板	70 (76-64)	54 (57-50)	48 (50-46)	42 (44-39)	39 (40-37)	37 (38-37)	
		たたみ	61 (68-53)	46 (47-44)	39 (42-36)	36 (38-31)	—	—	
	タイヤ	コンクリートスラブ	47 (48-44)	40 (43-36)	—	—	—	—	
		合板	61 (65-56)	46 (51-41)	40 (43-37)	36 (38-33)	34 (35-33)	33 (34-32)	
3階	タッピング	コンクリートスラブ	67 (69-65)	60 (65-56)	47 (50-43)	38 (40-34)	34 (35-33)	31 (32-30)	
		合板	60 (63-58)	53 (57-49)	46 (48-43)	40 (44-36)	37 (39-36)	34 (36-32)	
		たたみ	51 (53-49)	43 (46-40)	38 (39-36)	36 (39-31)	—	—	
	タイヤ	コンクリートスラブ	43 (45-41)	38 (40-35)	—	—	—	—	
		合板	51 (54-48)	42 (45-38)	37 (39-35)	34 (36-30)	—	—	
2階	タッピング	コンクリートスラブ	62 (64-61)	57 (61-53)	46 (49-42)	36 (39-32)	33 (34-31)	31 (32-30)	
		合板	56 (59-55)	49 (52-45)	45 (46-43)	38 (41-34)	36 (37-34)	34 (34-32)	
		たたみ	47 (50-44)	42 (44-39)	36 (38-35)	33 (36-28)	—	—	
	タイヤ	コンクリートスラブ	40 (41-39)	37 (40-34)	—	—	—	—	
		合板	47 (51-45)	40 (44-35)	36 (38-32)	32 (34-29)	—	—	
1階	タッピング	コンクリートスラブ	59 (61-56)	54 (57-50)	42 (45-39)	34 (36-30)	32 (32-31)	30 (30-28)	
		合板	54 (56-52)	46 (49-43)	40 (41-39)	35 (38-32)	33 (35-31)	31 (32-30)	
		たたみ	43 (44-41)	39 (41-36)	33 (35-31)	31 (33-26)	—	—	
	タイヤ	コンクリートスラブ	37 (39-35)	33 (35-31)	—	—	—	—	
		合板	43 (45-41)	36 (40-31)	34 (35-32)	30 (33-29)	—	—	

East 東 ←

アパート戸番 Apartment Number → 西 West

5階	501	502	503	504	505	506
4階	401	402	403	404	405	406
3階	301	302	303	304	305	306
2階	201	202	203	204	205	206
1階	101	102	103	104	105	106

太枠 501号戸は音源室

に減少させられる。しかも床のコンクリート厚さを少なくとも 160mm, 出来れば 200mm にすればタイヤに対し L-55, L-50 と構造上の遮音性が1号か2号向上する。最後に遮音天井を取付けることによって界床の遮音性能は1ランク確実に格上げ出来ると言われている。

5. 建物に対する固体音の伝搬特性

重量床衝撃音源(タイヤ)および軽量床衝撃音源(タッピングマシン)を用いて、固体音が建物全体に伝わる性能について測定した結果を Table 3 に示す。

音源戸は501号(5階東端)で、(1)玄関のコンクリートスラブ仕上げ (2)居間の合板床版仕上げ (3)居間の合板床版上に畳敷き仕上げ、以上の3個所で床に衝撃力を加えた。床衝撃音の測定は各戸の6帖畳間 No. 1, No. 2, 4.5帖の畳間および居間でのそれぞれの値(OA・dB-A)の算術平均値を括弧内に4部屋の最大値と最小値の範囲を示した。約 30dB (A) 以下は測定不能で棒線で示した。また同表の下部に5階建30戸の戸番が付され、戸番に対応した音源床仕上げ別(5種類)の数値を表に示している。

騒音レベルに対して、騒音のうるささの評価法などによる補正もあるが、団地の屋間の騒音許容値が 35dB (A) であり、広範囲な苦情がそれより 5~10dB (A) 高いと発生することから 40~45dB を団地での騒音の限界値とみると、音源戸直下の4~1階とその隣戸付近に床衝撃音による騒音の影響が大きい。建物の水平方向への

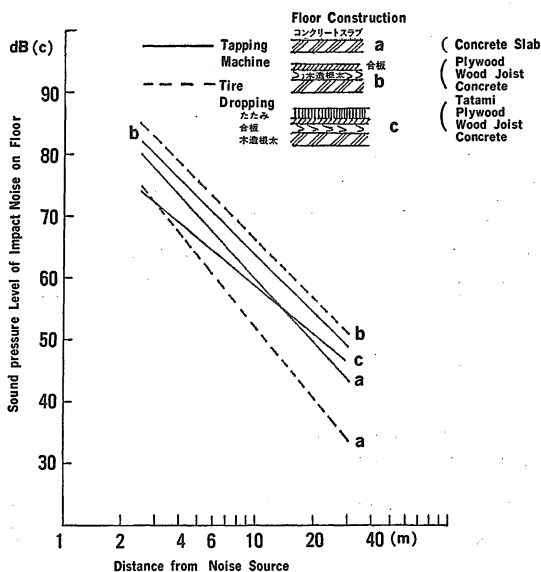


Fig. 5. Attenuation of Impact Noise on Floor with Distance from Noise Source

Finish Material	Mark	Thickness	Weight	Construction
needle point carpet	N-C□	3.5	kg/m <sup>2</sup> 1.06	1.5
loop pile carpet	L-C△	6.5	1.77	2.5
cut pile carpet	C-C▲	13.0	2.42	3
styrofoam tatami	S-M■	60.0	10.93	
Real tatami	J-M□	60.0	13.89	2nd class

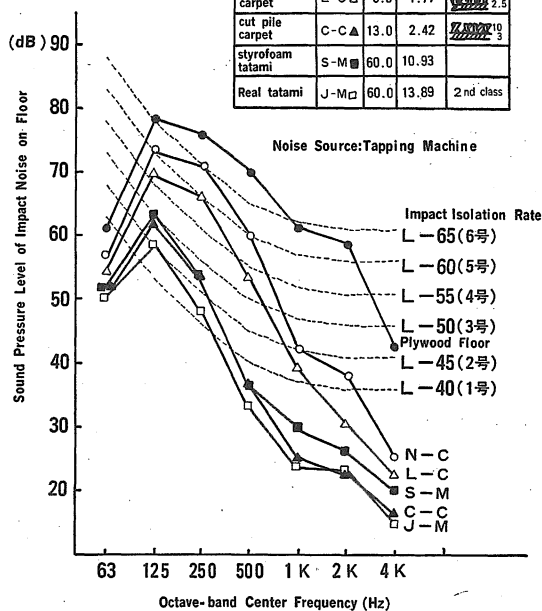


Fig. 6. Frequency Spectrum of Impact Noise Level on Floor of various Finish Materials.

影響は案外小さい。

各住戸の床衝撃音レベルは音源戸から遠ざかる程小さくなる傾向があり、衝撃音源からの距離Xと床衝撃音レベルYとの間は Fig. 5 のような傾向を示し比較的よい

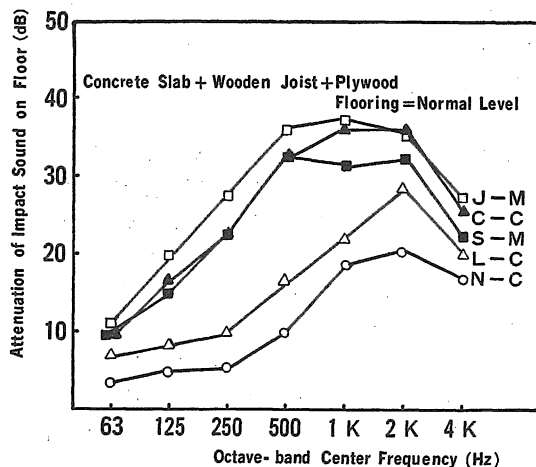


Fig. 7. Attenuation of Impact Noise on Floors due to Finish Materials on Plywood Floor in Living Room (Tapping machine)

相関をもち、回帰式は次のようになる。

床構造	衝撃準	回帰式
コンクリートスラブ	タッピングマシン	$Y=93.3-33.9\ln X$
コンクリートスラブ +木造根太+合板床	タッピングマシン	$Y=94.1-30.3\ln X$
コンクリートスラブ +木造根太+合板床 +たたみ	タッピングマシン	$Y=83.8-25.6\ln X$
コンクリートスラブ	タイヤ	$Y=91.4-42.1\ln X$
コンクリートスラブ +木造根太+合板床	タイヤ	$Y=97.5-31.6\ln X$

タッピングマシンよりタイヤによる方が固体音の距離減衰がやや大きい。また床構造が(コンクリート+木造根太+合板床)の場合、両音源とも他の構造に比して床衝撃音が大きく全館におよんでいる。この原因は等寸の根太組に合板を貼ると、合板床の適度の曲げ弾性により衝撃力が床全面に大きな撓み振動させ、合板床木造根太のウェイトが加わってコンクリートスラブを打ちつけるため、他の住戸に大きい衝撃音レベルとして伝える。しかも床下の空間に発生する音のエネルギーが非常に大きくなるので、スラブを通して空気伝搬音までが問題になり、タッピングマシンによる床衝撃音レベルはボードの共振する125~250Hzを中心にコンクリートのはだか床よりも上昇し<sup>3)</sup>、その振動加速度レベルも顕著に大きい(Fig 4)。

## 6. 床表面材料による床衝撃音の改善

敷物等の表面仕上げ材料が変わっても重量衝撃源としてのタイヤ落下による床衝撃音レベルは顕著な変化を示さない。しかし軽量床衝撃源としてのタッピングマシンでは床表面仕上げ材料の性質によって床衝撃音レベルが大きく変わる。またその理論的考察も進められている。

居間の合板床の上にカーペットを3種、または畳を2種についての床仕上げのときの床衝撃音レベルをそれぞれFig. 6に示した。同図によれば、ニードルパンチカーペットではL-65(6号)を示し、最低限以下にランクされる。これでは殆んど改善にならない。したがって厚さ6.5mmのループパイルカーペットを敷くとL-60(5号)で性能的に最低限にランクされる。床衝撃音の遮音性としてほぼ満足出来るL-50(3号)を示すカットパイルカーペットぐらいを生活のさい敷きたい。このカットパイルカーペット、スタイロ畳や本畳は3号ないし2号のグレードを示し非常によいことがわかる。

発泡プラスチックプレート上に本畳を敷いたときL-55(4号)であった(Fig. 3)のと比べて、木造根太一合板貼りに畳を敷くことによってL-45(2号)と顕著に改善される。カーペットは概して糸くずが室内に散り易く、ダニの発生がしやすく健康上からあまり推奨出来ない。

木造根太+合板床上に表面材料を敷くことによる床衝撃音改善効果をFig. 7に示した。厚手のカットパイルカーペットや畳は改善効果が大きく32~38dBにも達する。しかし、大切な低い周波数域での改善量はもう一つ小さいと思われる。

## 7. 結 論

調査によって次のことが明らかとなった。

1) 畳室の界床遮音性は軽量衝撃源(タッピングマシン)でL-55(4号)、重量衝撃源(タイヤ)でL-60(5号)を示した。これらの格付けは床衝撃音に関し「ほぼ満足しうる」かまたは最低限である。また居間の合板床ではL-65以下とL-65を示し、「最低限」以下に格付けされた。これらの改善方法として次の提案が出来る。

畳室は木造根太と荒床にすれば1~2号に向上し、「十分に満足しうる」か「好ましい状態」になる。さらに居間の木造根太+合板床には乾式浮床工法(根太とコンクリートスラブの接触部分にグラスウール等のクッション材を入れる)により、タッピングでL-50(3号)か、L-45(2号)になり、タイヤではL-55(4号)に格付けされる。また界床のコンクリート厚さは現在の120mmより厚くし、少くとも200mm厚にすること、および遮音天井を取付ける必要もある。

2) 床表面材料による床衝撃音レベルの改善は最低限度以下に格付けされた木造根太+合板床の場合、厚さ13mmのカットパイルカーペットか本畳を敷くことによって、一挙に2号ないし3号にグレードアップする。しかしカーペットは概して糸くずが散りやすく、ダニも発生しやすく子供のいる家庭では健康上あまり推奨出来ない。

3) 床衝撃音レベルは距離の対数に比例して減少する。回帰式のこう配はタッピングマシンで-25.6~-33.9、タイヤで-31.6~-42.1となり、タイヤの方が若干音圧レベルの距離減衰が大きい。

国家公務員用集合住宅は低い建築単価の予算で各地に数多く建設され、測定建物とはほぼ同じ構造のものが現在もおどんとんと建てられている。

調査結果からもわかるように界床の遮音性の面から、

最もよい畳室で4号ないし5号で、「ほぼ満足しうる」か「最低限」であり、他の部室は6号以下（「最低限」以下）であるからこれらの住宅の界床は欠陥住宅といわざるをえない。早急に改善した設計の建物になるよう国に要望したい。

### 謝 辞

今回の測定に関し各種の便宜と機会を与えていただいた中国財務局松江財務部管財課 石村精二 宿舍係長に深謝します。また測定に協力いただいた島根大学農学部林学科木材加工学専攻生に謝意を表します。

### 文 献

- 1) 木村：音響学会誌，**28** (1972) p. 576.
- 2) 飯田，金岡，池田：竹中技術研究報告，No. 19 (1978) p. 109.
- 3) 安岡：音響技術，**6** (1977) p. 267.
- 4) D.M.ONYSKO: Canada Eastern Forest Products Lab. Report OPX 120 E (1975).
- 5) 日本音響材料協会：建築音響関係 JIS解説 (1979).
- 6) 塩田，田中，高橋：島根大学農学部研究報告**13** (1979).
- 7) 木村，安岡：音響学会誌，**32** (1976) p. 647.
- 8) 安岡：音響学会誌，**34** (1978) p. 79.
- 9) 吉村他：日音講演論文集，(1977. 4) p. 269.
- 10) 中村：音響学会誌，**35** (1979) 420.
- 11) 木村：音響学会誌，**32** (1976) p. 642.
- 12) 渡辺：木材理学総論（農林出版）(1978) p. 355.
- 13) 木村：音響技術，**No. 23** (1978) p. 27.
- 14) 前川：建築音響，（共立出版，1973）p. 86.
- 15) 高橋，田中，浜野：島根大学農学部研究報告，**10** (1976) p. 118.
- 16) 飯田，村井，広永，金岡：竹中技術研究報告，**18** (1977) p. 125.

### Summary

A survey of floor performance under impact noise and the propagation of noise within a reinforced-concrete apartment building (for national government officials and their families) was undertaken. The apartment building has five floors and 30 units. The floor plan for two units is shown in Fig. 1. The floor construction in the living room which is finished with wood flooring, and in one of the six-mat Tatami rooms (No. 2) is shown in Fig. 2.

In the experiment, the noise source room is in apartment No. 501, and the impact noise on the floor was recorded using 5 microphones. Noise sources used were as follows:

Tapping machine (ISO 140 and JIS A1418).....Simulating footfalls

Tire (JIS A1418).....simulating children's jumps

The frequency spectrum of impact sound level in apartment No. 401 are shown in Fig. 3. Attenuation of impact noise of floor using soft floor-finish materials are obtained only with the tapping machine and are shown in Figs. 6 and 7. Tatami and thick carpet on wood floor are better than plywood floor with respect to impact noise. The distribution of impact sound level in the apartment building is shown in Table 3. Linear regression equations for sound pressure levels on the logarithm of distance were computed, as shown in Fig. 5. The slopes ranged from  $-25.6$  to  $-33.9$  (dB/m) for the tapping machine, and from  $-31.6$  to  $-42.1$  (dB/m) for tire dropping.