

大学研究棟の床衝撃音の伝達調査

— 島根大学農学部東棟 —

高橋 徹[※]・田中 千秋[※]・伊藤 陽[※]

Survey on Transmittance of Tapping Noise above Floors in Laboratory Building

— East-side Building belonging to the Agriculture
Faculty of Shimane University —

Akira TAKAHASHI[※], Chiaki TANAKA[※], and Yo ITOH[※]



Photo. Building measured in this survey

1. はじめに

事務所や住宅に多層階の建物が利用されるので、建築基準法¹⁾で種々の条件を規定している。同法の音響条件については界壁の遮音性のみをとりあげている。従って界壁³⁾に関する音の透過の研究は多くみられ、遮音吸音に関する防音工法も実施されている。一方、階上、階下からの騒音も無視出来ない問題である。日本住宅公団の委託研究報告書²⁾によれば、階上からの気になる騒音として足音、椅子をひきずる音等床に衝撃が加えられ発生する音と扉の開閉による音が上位を占めている。これらの騒音

※ Laboratory of Wood Science and Engineering, Shimane Univ. Matsue, Japan. 木材加工学研究室

は、床や界壁等の振動が直接に原因となる固体伝播音の範ちゅうに入る。床衝撃音の測定法は未だ規格化されず、測定例も少ない。このたび島根大学農学部に新設された研究棟の床衝撃音の測定を行なって、若干の資料を得たので報告する。研究を進めるにあたって、便宜を与えて下さった島根大学事務局施設課 安部 剛技官に厚く御礼申し上げる。

2. 測定法

測定建物は長さ 39.47m、幅 8.4m の 5 階建、鉄筋コンクリート造りである。総部屋数は 70 であるが、平面図のように各階で部屋数は異なる (Fig. 1, Photo)。梁は大梁と小梁に大別され、それぞれの梁が配筋状態、形状により数十種類が建物に使用されている。柱は配筋、形状により 11 種類使用されている。壁の位置は各階により異なるが、梁、柱の位置は同一である。Fig. 2 に示すように、床は厚さ 12cm のコンクリート床、また、天井は階上の床下面にハンガーを挿入し、Table に示す材料で天井を構成している。階上床下面と天井との間隔は 0.81m である。

床衝撃音 (ISO 視格) はタッピングマシン (ラバーのハンマーヘッド) を用いた。タッピングマシンを設置するさい、衝撃音レベルが均一になるように、ハンマーの落下高を 4 ± 0.5 cm の高さに調節した。衝撃音の測定には指示騒音計 (使用聴感補正回路 C 特性)、 $1/3$ -オクターブバンドパスフィルター、レベルレコーダを用いた。

Table Interior materials of the school building.

Room numbers	Floor	Wall	Ceiling	Note
(1-1), (2-1), (3-1), (4-1), (5-1)	Mosaic tile	Tile	Cemented pulp board	Restroom
(1-2)	Paint coated (polyester)	Mortal finish VP	Sandwich panel	Laboratory
(1-3), (1-4), (1-5), (1-6), (2-2), (3-6), (4-3)	Vinyl tile	Mortal finish SG	Plaster board	Laboratory
(1-7), (5-3), (5-5), (5-6), (5-7, 8, 9)	Vinyl tile	Mortal finish VP	Plaster board	Laboratory
(1-9), (2-3, 4), (2-5, 6), (2-7), (3-3, 4), (3-7, 8), (4-2), (4-4), (4-5), (4-6), (4-6'), (4-7, 8), (4-9)	Vinyl tile	Mortal finish VP	Cemented pulp board VP	Laboratory
(5-4)	Vinyl tile	Plywood, evenly spaced holes OP	Plaster board	Laboratory
(1-8), (3-9)	Vinyl sheet	Mortal finish VP	Cemented pulp board	Laboratory
(3-2')	Mortal finish	Mortal finish VP	Cemented pulp board	Laboratory
(2-9)	Paint coated polyester	Mortal finish VP	Cemented pulp board	Laboratory
(1-9'), (3-2)	Foam styrene + vinyl tile	Asbestos cement board + styrene	Sandwich panel	Laboratory
(5-2)	Gum (resilient isolater)+10cm sleeper glasswool + wood flooring	Acoustic board + plaster board + mineral fiberboard	same material to wall	Unfinished as sound proofing room

Note

SG : Sand coat

VP : Emulsion paint (synthtic resin)

OP : Ready-mixed paint (synthtic resin)

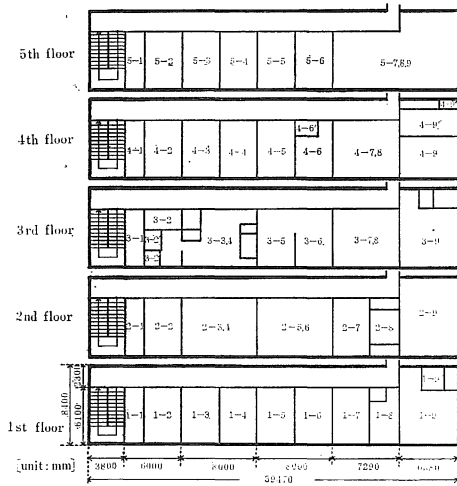


Fig. 1 Conventional plan of each floor on measured building and room number

測定位置は次の2種類である。

a) 直階下室への影響

5-3号室を音源室、4-3号室を受音室とした。室内の音源位置はほぼJIS原案にのっとり、Fig. 3に示す5点とし、D~Eのタッピングマシンの位置は壁から70cmの距離にある。またタッピングハンマー列主軸を、梁軸に対し45°の角度にした。受音室間のマイクロホンは床上70cmに設置し、室内の5ヶ所で測定した。残響時間は雑音発生器(B & K社, Type 1405)により白色ノイズを用いて測定した。また固体伝播状態を調べるため、5-3号室における加速度変換器の取付位置はストーンテーブルの中央部である。それらの結果はFig. 4~6に示す。

各周波数に対する25個の測定値をデシベル平均して、規準衝撃音レベルLNを次式で求めた。

$$LN = L - 10 \log_{10}(A_0/A) \text{ [dB]}$$

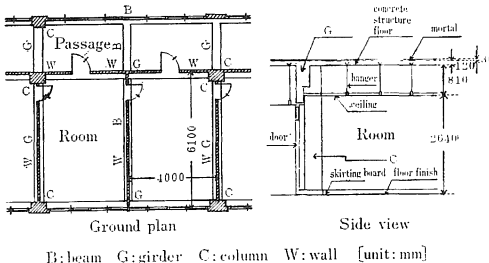


Fig. 2 Schematic sections of the measured building

L: 受音室の平均衝撃音レベル, $A_0: 10\text{m}^2$, A: 受音室の吸音力。⁴⁾

b) 全館への影響

床衝撃音の全館への伝播状態を知るため、建物のほぼ中央部の3-5室内のほぼ真中の床上にタッピングマシンをセットし、音源室とした。受音点は1~5階の各部屋の中央の位置床上1mで、音圧レベルが測定された。結果はFig. 7~9に示される。

測定時は各部屋とも未使用で設備備品はおかれておらず、部屋の扉、換気口、窓を閉めて、空気伝播音の影響をすくなくするよう心掛けた。

3. 結果と考察

a) 直階下室への影響

Fig. 4は音源室のA点(中央)で発生した衝撃音を受音室の各点で測定した場合の、またFig. 5は音源室の各点で衝撃音を発生させ、受音室のNo. 1(中央)で測定した結果である。

Fig. 4によれば、発生する衝撃音は40Hz~630Hzの音が主成分を占め、周波数が高くなるに従い音圧レベルは急激に減少する。受音室の測定位置によって低周波数成分の音圧レベルはかなりバラつく。この傾向はFig. 5に示すように衝撃点の異なると顕著になり、室内の中央部での衝撃は、床のたわみが大きくなるため、隅部でのそれより低周波数成分の音圧レベルを大きくする。Fig. 6によれば、規準衝撃音レベルと振動レベルはあまり類似傾向を示さない。本測定結果はISO規格における規準衝撃音レベルより良好な結果を示している。

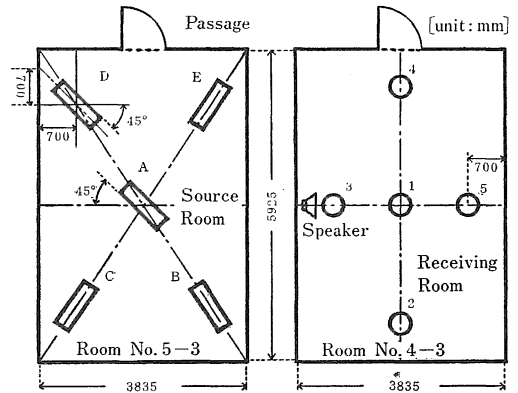


Fig. 3 Schematic diagrams of positions set on tapping machine (source room) and on microphone and speaker (receiving room)
A-E: setting positions of tapping machine
1-5: setting positions of microphone

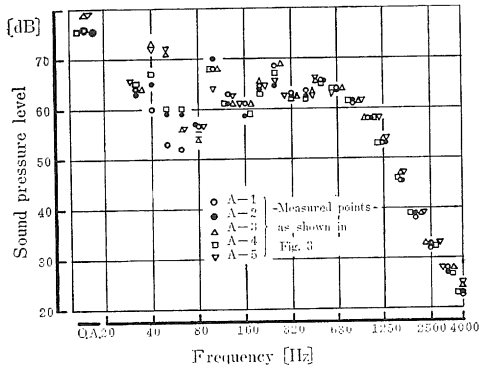


Fig. 4 Frequency analysis depended upon the microphone plots

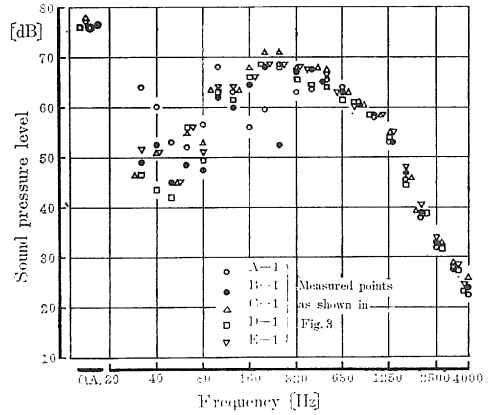


Fig. 5 Variation of impact sound pressure level caused by various plots on tapping machine

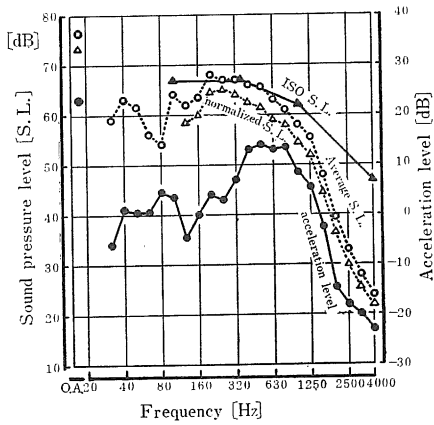


Fig. 6 Dependence on frequency of sound and vibration

る。しかし研究室のように静けさを要求する場所では、階上の音が階下に全く伝播しない程の防音工法が必要であることは当然であろう。

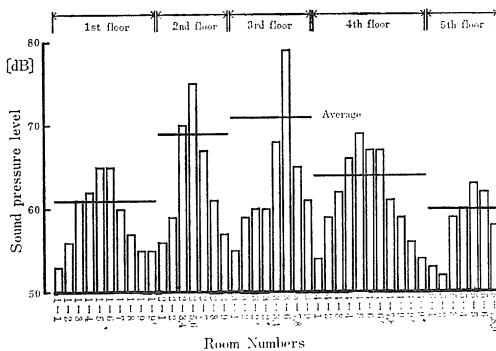


Fig. 7 Distribution of noise caused by tapping machine in the building

b) 全館への影響

Fig. 7 に、建物の大略中央部の 3-5 号室を音源室とした各階における衝撃音レベルのデシベル平均値（グラフ中の横実線）と各部屋の衝撃音レベルを示す。同図によれば、音源室より離れると衝撃音レベルの低下を示し、また音源室の直上、直下における各階の部屋（各階の 5 号室のこと）の衝撃音レベルは最大であった。（3-6 号室は 3-5 号室とは壁仕切りが半分であり、事実上は 3-5 号室の音圧レベルとみなしてよい）。なかでもとくに 5-2 号室は両隣室よりも衝撃音レベルが低く、建物全体で最低値を示した。この部屋はすでに防音施工（室内の防音施工は今後更に加える予定）を施してあり、この部屋の直下を音源室にすればもっと興味ある結果を示したかも知れない。概して建築内装材料が各部屋とも似たようなものであるから、材料の差が衝撃音レベルに与える影響は顕著でない。Fig. 8 は建物全体のおおよその衝撃音レベルの分布を示す。衝撃音レベルは階上階下へよりも水平方向への拡がり大きい傾向を示す。Fig. 9 は音源室又は音源室の直上直下の部屋からの距離と衝撃音レベルの関係を示す。同図において相関係数は $(-0.89^{**} \sim -0.98^{**})$ で音圧レベル (dB) と距離

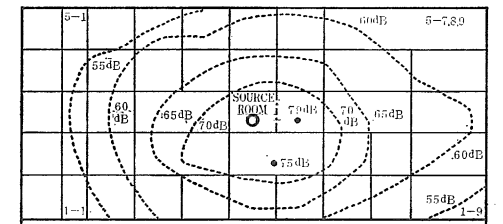


Fig. 8 Tapping noise distribution in the building

** 有意水準 0.01

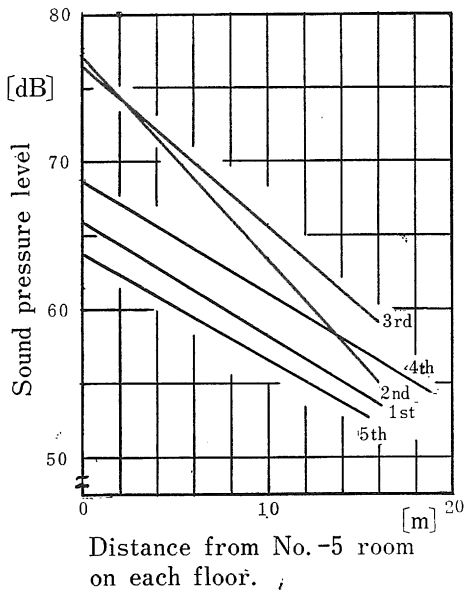


Fig. 9 Decrement characteristics of sound pressure level depended upon distance on floor

(m)の相関性は大きい。3階の床面に衝撃を与えると固体振動がコンクリート床を伝わっているため、他の階にくらべて2階と3階の衝撃音レベルが大きく、距離による音圧レベルの減衰も大きい。また3階の部屋の衝撃音レベルが2階より大きい。これは2階の天井が3階より音圧レベルの低下割合を大きくするものと思われる。

距離による衝撃音レベルの割合は、 -1.4200 (2階)、 -1.0724 (3階) dB/m にくらべて、 -0.7739 (1階)、 -0.7536 (4階)、 -0.6947 (5階) dB/m と小さいのは興味深い。

4. ま と め

鉄筋コンクリート5階建(総部屋数70)の床衝撃音遮音テストを実施した。衝撃音発生にはISO規格のタッピングマシンを、衝撃音測定には指示騒音計、(使用聴感補正回路C特性)、 $1/3$ -オクターブバンドパスフィルタ、レベルレコーダを用いた。

衝撃音レベルは衝撃点、測定位置によりかなり変動し、この傾向は特に低周波数成分で著しい。部屋の中央部を衝撃すると低周波成分のレベルは隅部を衝撃する場合に比して著しく大となる。一方衝撃音レベルは音源階とその直下階が大きく、横への伝播減衰は大きい。また、音源階とその直下階以外の階では音圧レベルが著しく減少し、また水平方向の距離による音圧レベルの減衰割合はほぼ一定となる等がわかった。

引 用 文 献

- 1) 大川平一郎 日本音響学会誌 28(7):375, 1972
- 2) 木村 翔 日本音響学会誌 28(10):576, 1972
- 3) 例えば 安田 栄他 騒音対策ハンドブック 技報堂 1966, p.273, p.465
- 4) 守田 栄他 騒音対策ハンドブック 技報堂 1966, p.90

Summary

This paper deals with tapping noise produced on the floors in a reinforced concrete building which has five floors and seventy rooms as shown in figure 1. A tapping machine was used to generate tapping (impact) noise on a floor. Five positions setting a tapping machine on the floor in the source room, and setting a microphone above the floor in the receiving room were selected to measure impact sound level as shown in figure 4. A sound level meter, an one-third octave-band pass-filter and a level recorder were used to measure impact sound level of the floor.

The sound levels generated by impact of the center floor were higher than those generated by impact of nooks and corners above the floor in low frequency range as shown in figure 6. Noise level generated by the impact in the lower floor of tapping floor was higher than that of the upper floor as shown in figure 8, and 9. Difference of interior materials used gives a little effect on the room noise.