

ゴムボールの衝撃力特性に関する検討—落下高さ及び床仕上げ材が直線性に及ぼす影響

正会員 ○中森 俊介*¹ 正会員 高橋 央*⁴
 同 田中 学*² 同 平光 厚雄*⁵
 同 阿部 恭子*³ 同 井上 勝夫*⁶

標準衝撃源 衝撃力 線形性
 標準偏差 仕上げ材 落下高さ

1. はじめに

ゴムボール衝撃源 (JIS A 1418-2 に規定される衝撃力特性 (2) を有する衝撃源) を用いた床衝撃音の測定結果については、立ち位置の影響¹⁾、タイヤ衝撃源 (同 JIS 衝撃力特性 (1) を有する衝撃源) との比較^{2, 3)}などが検討されている。しかし、落下高さ及び床仕上げ材が衝撃力特性に及ぼす影響について検討した例^{4, 5)}は少ない。そこで、数種類の床仕上げ材について、落下高さに対する衝撃力の線形性について調査した。

また、同 JIS には衝撃力の許容範囲が規定されており、ゴムボール個々の衝撃力の偏差の影響が床衝撃音の測定結果に一定の範囲内で生じることが考えられる。そこで複数のゴムボールを対象に衝撃力の偏差についても検討を行った。

2. 測定方法

表 1 に、検討に用いたゴムボールの製造番号、質量、ゴム硬度を示した。使用したゴム硬度計は板ゴムを測定するためのものであるため、球体であるゴムボールの硬度は参考値とした。衝撃力測定装置は力ピックアップ (RION PF-31) を 3 個並列に取付けたアルミ製円盤である。落下高さは 10~120 cm とし、10 cm ごとのデータを収集した。測定値は 31.5~500 Hz のオクターブバンドごとの衝撃力暴露レベル (基準値 1 N) とした。仕上げ材の影響について

は、円盤の上に表 2 に示す 15 cm 角の緩衝材をバタつかないように両面テープで全面固定した。弾性を示す目安として静荷重 (載荷面は直径 80 mm、集中荷重) 25 kgf と 50 kgf に対する変位

量を示した。なお、測定時の室温は 7~8°C であった。

表 1 検討に用いたゴムボール

記号	製造番号	質量(kg)	ゴム硬度 (参考値)
A	10 番代	2.55	42 度
B	40 番代	2.54	39 度
C	70 番代	2.53	41 度
D	90 番代	2.48	35 度
E	150 番代	2.50	37 度

表 2 仕上げ材として用いた緩衝材について

種類(略記号)	厚さ (mm)	変位(mm) (荷重 25 kgf)	変位(mm) (荷重 50 kgf)
板ゴム 75 度(RP)	5	0.06	0.06
タイルカーペット(CP)	6.5	0.40	0.58
クッション材付きフローリング(FL)	13	2.48	2.86
発泡ウレタン(UR)	25	20.4	21.4

3. 落下高さ及び緩衝材の影響

図 1 は落下高さ 100 cm のときの衝撃力暴露レベル及び落下高さを基準とした相対値を緩衝材なし (ST) とクッション材付きフローリング (FL) について示したものである。ゴムボールは表 1 の “D” を使い、エラーバーは繰り返し 3 回のばらつき (±σ) を示した。落下高さに関係なく、衝撃時間が一定であると仮定すると、落下高さが 2 倍 (1/2 倍) になると衝撃力暴露レベルは +3 dB (-3 dB) となり、図中の近似式は $y=4.33 \ln(x)$ となる。31.5 Hz はほ

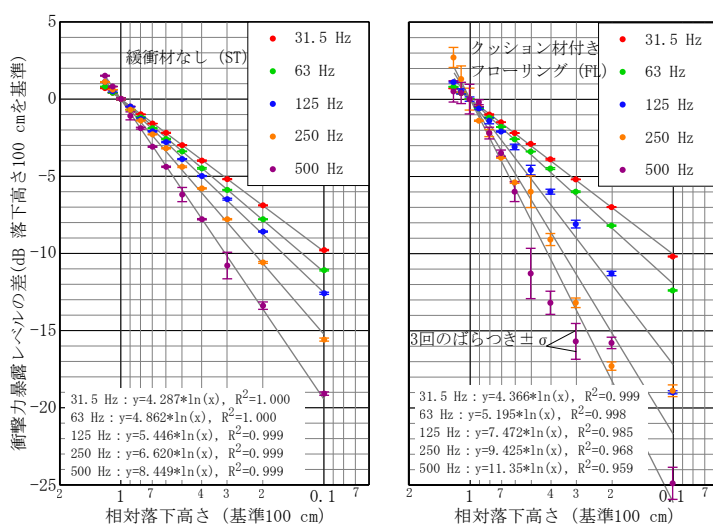


図 1 落下高さごとの衝撃力暴露レベル (緩衝材なし; 左、クッション材付きフローリング; 右)

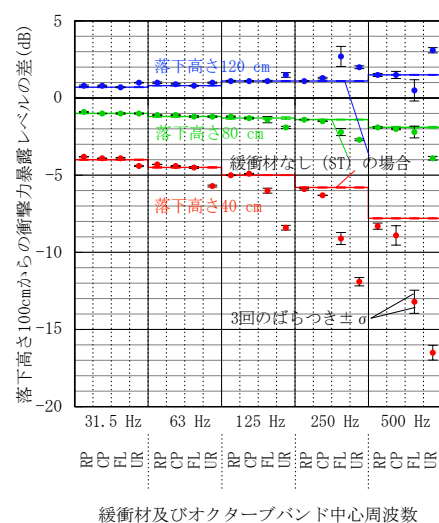


図 2 落下高さ及び緩衝材による衝撃力暴露レベルの変化

Study on characteristics of impact force using standard rubber ball. -Influence of drop-height and surface materials on linearity of impact force.

NAKAMORI Shunsuke, TANAKA Manabu, ABE Kyoko, TAKAHASHI Hisashi, HIRAMITSU Atsuo and INOUE Katsuo.

ばそれに一致しているが、周波数が高くなると勾配が急になり、近似式との偏差が大きくなる。

図2はそれぞれの緩衝材を設置した場合の落下高さ100cmを基準とし、落下高さを40、80、120cmとしたときの衝撃力暴露レベルの相対値を示したものである。ゴムボールは“D”を用い、繰り返しによるばらつき(±σ)をエラーバーで示した。緩衝材が柔らかく、また落下高さ100cmから離れるほど、高い周波数で緩衝材なし(ST)との衝撃力暴露レベルの差が大きくなることわかる。

4. ゴムボール衝撃力の偏差(個体差)の検討

ここでは、ゴムボールの衝撃力の偏差について3つの条件を検討した。(※規格の中央値とは許容範囲の中心の値である)

- ①JISの規格通り(落下高さ100cmによる実測値)
- ②実測値と規格中央値とのレベル差により衝撃力を補正
- ③規格の中央値(63Hz)に落下高さを調整する方法

ただし③の場合、落下高さの調整しるの範囲では衝撃力及び仕上げ材の応答は線形でなければならない。図3に各緩衝材を設置した際の10cmごとの衝撃力のピーク及び衝撃時間を示した。これをみると落下高さの変化による衝撃力の変化が直線的で衝撃時間がある程度一定(衝撃力特性が線形に近い)な100cm付近(80~120cm)であれば、③の方法が可能であると考えられる。

図4に今回検討に用いた5つのゴムボールの落下高さごとの衝撃力の測定結果を示した。各周波数帯域における規格の中央値を横線の実線、許容範囲を破線で示した。100cmの高さであれば規格の範囲内に入っているが、63、125Hzでは偏差が大きい。周波数が高くなるにつれ、落

下高さに対する衝撃力の傾きが急になる。また、ゴムボールの違いによる傾きの差はないといえる。

緩衝材がゴムボールの衝撃力の偏差(個体差)に与える影響について図5に示した。①では63、125Hzの標準偏差がそれぞれ0.6~0.8、0.5~0.6dBである。緩衝材による個体差への影響(緩衝材なしからの標準偏差の差)は最大で約0.2dBである。②の方法では緩衝材なしでは必然的に標準偏差は0となる。緩衝材による影響は31.5~250Hzの標準偏差で最大0.2dBであり、500Hzではやや大きくなる。③の方法では、31.5~125Hzでは衝撃力が規格の中央値に近づく方向にあるため標準偏差が小さくなる方向に動くが、250、500Hzでは、落下高さによる衝撃力の変化が大きいため標準偏差が大きくなる。

5. まとめ

ゴムボールの衝撃力特性は落下高さに依存し、緩衝材(仕上げ材)の影響により、特に高い周波数でスラブに入力する衝撃力特性は変化すると考えられる。所定の落下高さ100cmで測定した場合は、個体差に対する仕上げ材の影響は小さいと考えられる。

参考文献

- 1) 漆戸, 綿谷「ゴムボール手動落下による床衝撃音レベル測定における人の影響について-その4」音講論集II, pp.1107-1108, '04.9
- 2) 稲留, 井上「2種類の標準重量衝撃源による床衝撃音レベルの対応性に関する検討」AIJ梗概集, pp.199-202, '09.8
- 3) 田中, 漆戸, 羽染「ゴムボールによる重量床衝撃音遮断性能の測定方法の検討」AIJ梗概集, pp.13-16, '05.9
- 4) S. Schoenwald, B. Zeitler, T. Nightingale “Excitation of wood joist floors with the standard rubber ball”, inter-noise'09-851, '09.8
- 5) 藤橋ほか「ゴムボールの落下高さとの床衝撃音レベルの関係一乾式二重床を用いた実建物における検討一」騒工論集, pp.39-42, '06.4

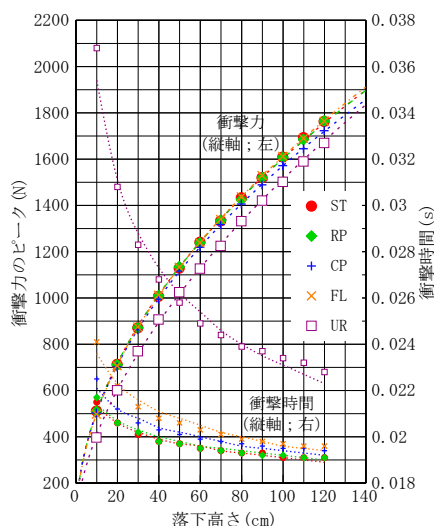


図3 各落下高さ、緩衝材における衝撃時間と衝撃力のピーク

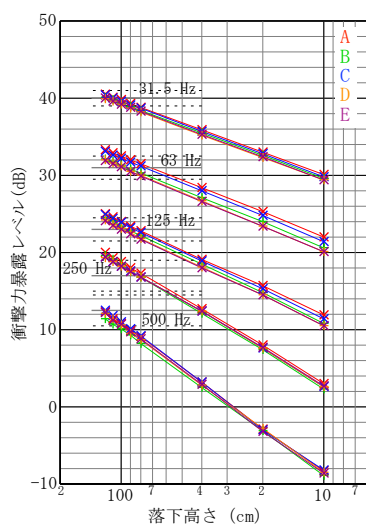


図4 各ゴムボールの衝撃力(緩衝材なし)

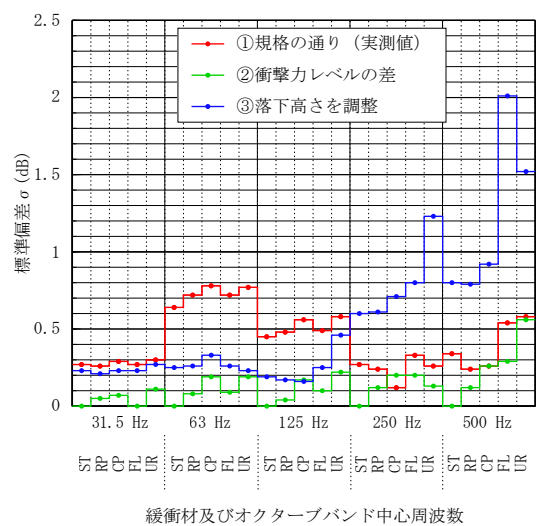


図5 ゴムボール衝撃力の偏差(仕上げ材の影響)

*1 (財) 小林理学研究所 工修
 *2 (一財) 日本建築総合試験所 工修
 *3 (一財) 建材試験センター
 *4 (一財) ベタリービングつくば建築試験研究センター 工修
 *5 (独) 建築研究所 工修
 *6 日本大学理工学部 教授・工博

*1 Kobayasi Institute of Physical Research, M. Eng.
 *2 General Building Research Corporation of Japan, M. Eng.
 *3 Japan Testing Center for Construction Materials
 *4 Tsukuba Building Research & Testing Lab., Center for Better Living, M. Eng.
 *5 Building Research Institute, M. Eng.
 *6 Prof., College of Science and Tech., Nihon Univ., Dr. Eng.