

靴の有無による成人の飛び跳ねの振動加速度レベルにおける周波数特性の検討
Frequency characteristics of vibration acceleration level in adult jumping with and without shoes

○服部 真由菜¹, 富田隆太², 岡庭拓也²

*Mayuna Hattori¹, Ryuta Totmita², Takuya Okaniwa²

In multi-family housing, heavy floor impact sources caused by children running, jumping, and people walking can be a problem. This study focused on actual impact noise and examined the frequency characteristics of jumping. Measurements of 15 subjects were conducted for two striking methods and two types of footwear. The stainless steel ball (2 kg, falling height 32 cm, thickness 38.3 mm) and heel-strike jumping with shoes exhibited similar acceleration level frequency characteristics. The frequency characteristics with shoes showed a decrease from the 31.5 Hz to 125 Hz octave bands, exhibiting a relatively steep slope. In contrast, with socks, the slope tended to be smaller.

1. はじめに

共同住宅では子どもの走り回りや大人の歩行等による、重量床衝撃音が問題になることがある。床衝撃音の検討には、基本的には標準衝撃源が用いられる。それらは、実際に問題となる生活の中で発生する実衝撃音とは異なる。実衝撃源を模擬した装置を提案することができれば、実現場で聴感的な検討や、非線形な床についてもリアルな床衝撃音の検討を行うことが可能になる。そこで、本報では基礎的検討として、成人の飛び跳ねを対象に、靴履きと靴下履きで計測を行った。さらに、既報¹⁾を参考に実衝撃源を模擬した装置を落下させ、基礎的検討として周波数特性の再現の検討を振動加速度レベルにて行った。

2. 実験方法

実験は、鉄構造、一部鉄骨鉄筋コンクリート造（地上18階、地下3階）の建物の9階で行った。床は、コンクリートスラブ160mm+ビニル床シート2mmであった。壁から100cm離れた梁上加振点を設置した。被験者は加振点に右足の中心を合わせた。さらに加振点

から20cm離れたところに加速度ピックアップ(PV-85)を設置した。21歳~24歳の男女15人に、飛び跳ねの実験をしてもらった。スニーカー、靴下の2種類の履物にて実験を行った。文献²⁾では、飛び降りにおいて、自然な着地と踵からの着地では衝撃力周波数特性が大きく異なっている。飛び跳ねにおいても差が見られることを考え、着地方法は自然着地、踵着地の2パターンとした。各パターン3回ずつ測定した。次に実衝撃源を模擬した装置として、飛び跳ねを模擬した実衝撃源の概要をTable2に示す。飛び跳ねを模擬した実衝撃源については、基礎実験で事前にフォースセンサーを用いて、衝撃力暴露レベルの周波数特性が子どもの飛び跳ねに近いと考えられたものを選定した。また、飛び跳ねの踵着地については特に安全性を重視し、被験者には、無理をせず、痛みを伴わないように飛び跳ねるようにお願いした。振動加速度レベルは時定数FのLmaxを求めた。赤線は各動作の加速度レベルの平均を示す。

3. 実験結果と考察

Fig.1に、靴履きによる自然着地の飛び跳ねの結果を示す。周波数特性を見ると、31.5 Hz~500 Hz帯域になるにつれて振動加速度レベルが小さくなる傾向を示している。Fig.2に、靴履きによる踵着地の飛び跳ねの結果を示す。着地方法が異なる1名は、平均から除いた。周波数特性を見ると、Fig.1と同様に31.5 Hz~500 Hz

Table1 Overview of vibration-isolating materials

防振材No.	動的弾性係数(N/mm ²)	厚み(mm)
1	0.20	25or12.5
3	0.42	25or12.5
6	0.75	25or12.5

Table2 Overview of actual impact noise source

ステンレス球重さ	落下高さ	防振材組み合わせ	防振材の厚み
2kg	32cm	No.6+No.3+遮音シート1枚+No.1	25+25+0.8+25=75.8mm
2kg	32cm	No.6+No.3+遮音シート1枚+No.1	12.5+12.5+0.8+12.5=38.3mm
2kg	16cm	No.6+No.3+遮音シート1枚+No.1	25+25+0.8+25=75.8mm

1：日大理工・院（前）・建築 2：日大理工・教員・建築

帯域になるにつれて振動加速度レベルが小さくなる傾向を示した。なお、31.5Hz～125 Hz 帯域における傾きは、Fig.1 に比べて大きい傾向を示した。Fig.3 に、靴下履きによる自然着地の飛び跳ねの結果を示す。周波数特性を見ると、31.5Hz～125Hz 帯域で3 dB 程度の差であり、Fig.1, 2 と比べると傾きは小さかった。Fig.4 に靴下履きによる踵着地の飛び跳ねの結果を示す。周波数特性を見ると、Fig.3 と同様の傾向を示したがばらつきは小さかった。

Fig.5 に、Fig.2 の靴踵着地の平均の値から、ステンレス球を防振材上に落下させたときの振動加速度レベルを引いた結果を示す。図をみると、ステンレス球2 kg落下高さ32 cm防振材厚み38.3 mmの結果は周波数特性がフラットであることから、靴かかと着地の平均値の周波数特性に似ていると考えられる。絶対値としては10 dB以上の差があるが、これは落下高さ等を検討していくことで、同程度の衝撃力暴露レベルを再現できる可能性が示唆された。なお、レベル差が最小の63 Hz帯域では約10 dB、最大の250 Hz帯域では約13 dBであり、その差は約3 dBであった。

4. まとめ

振動加速度レベルについて、靴履きは31.5 Hz～125 Hz 帯域になるにつれて、小さくなっており、傾きは大きい。そして、傾きは自然着地よりも、踵着地の方が大きい傾向を示した。靴下履きでは、31.5 Hz～125 Hz 帯域は3 dB程度の差であり、靴履きより傾きは小さい傾向を示した。また、自然着地と踵着地では、同様の傾向を示した。

5. 参考文献

- [1] 富田 隆太, 一柳 薫: 子どもの動作に対応した簡易衝撃源の開発に関する基礎的検討, 日本音響学会建築音響研究会, pp.1-8, 2021年5月
- [2] 木村翔, 井上 勝夫, 中澤 真司: 重量床衝撃源の衝撃力特性に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 第398号, pp.1-8, 1989年4月
- [3] 一柳薫, 井上勝夫, 富田隆太: 園児の動作に着目した加振力特性の実験的検討, 日本騒音制御工学会 2019年秋季発表会, pp.249-252, 2019年10月

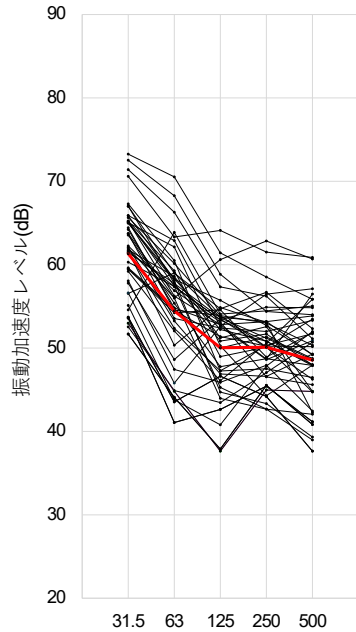


Figure1 Vibration acceleration level of natural jumping with shoes

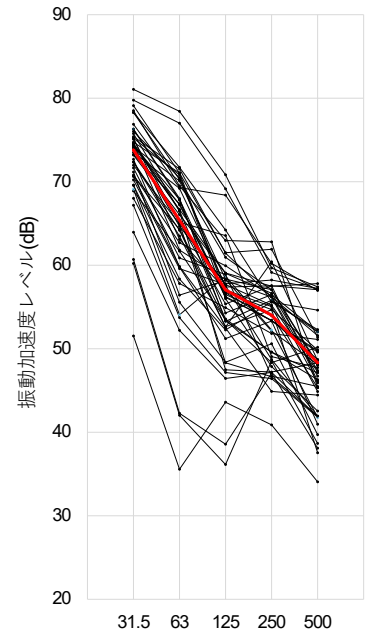


Figure2 Vibration acceleration level of heel-strike jumping with shoes

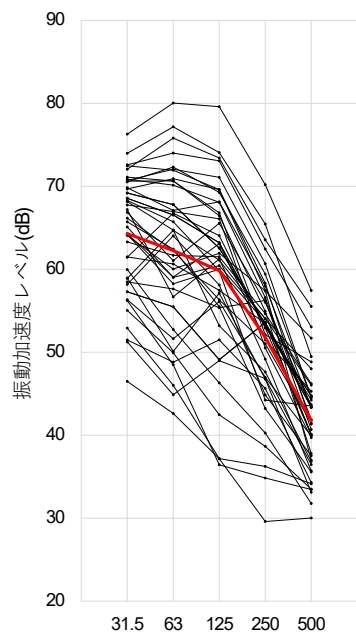


Figure3 Vibration acceleration level of natural jumping with socks

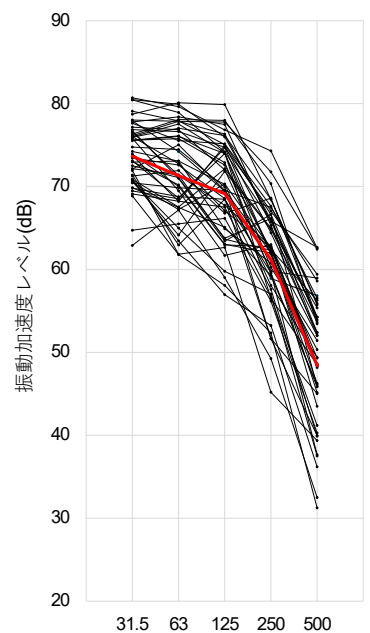


Figure4 Vibration acceleration level of heel-strike jumping with socks

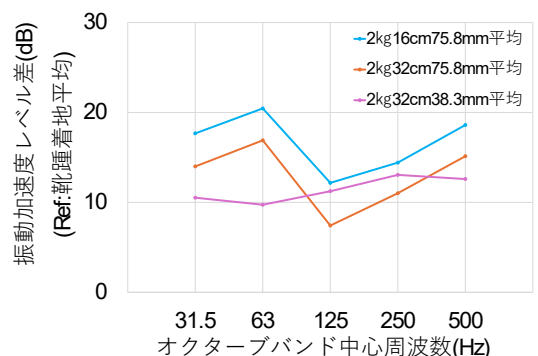


Figure5 Difference in vibration acceleration level from heel-strike with shoes