

平成 23 年 6 月 30 日現在

機関番号：72608
 研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2008～2010
 課題番号：20760397
 研究課題名（和文）歩行、小走りを模擬した衝撃源の開発と界床の快適居住性能の評価に関する研究
 研究課題名（英文）Experiment of footstep noise simulator generating floor impact sound and the evaluation of amenities in residencies

研究代表者：中森 俊介（SHUNSUKE NAKAMORI）
 財団法人小林理学研究所・建築音響研究室・研究員
 研究者番号：70342665

研究成果の概要（和文）：集合住宅での発生音で特に指摘が多いのは上階の歩行、小走りの音である。しかし個人差や再現性の低さもあり、床構造自体の性能不足なのか、上階の衝撃力が過大なのか、下階の受聴者の過剰反応かの判断が難しい。そこで発生音が大きい成人の標準的な小走り音を模擬した自動発生装置を製作し、上下階に介在する諸問題に役立てようと考えた。本研究では実衝撃力の収集、衝撃装置の仕様の検討、両者の対応に向けた衝撃装置の部位の調整を行い、床の仕様や周波数範囲は限られるが両者の対応をとることができた。

研究成果の概要（英文）：Footstep noises, i.e., walking, quick stepping, are in particular complained among generated sounds in residential buildings. However, it is difficult to judge the factor whether weak sound insulation of floor system, excessive impact force exciting, over sensitiveness of receiver because the noises are individual differences and low repeatability. Therefore, we produced automatic impact source simulating general human footstep experimentally, in order to apply to various problems through the floor. In this study, we conducted to investigate the characteristics of impact force by human footsteps, to consider the specifications, and to improve the parts of simulator due to adjust to human footsteps. Consequently, the impact sounds generated by the simulator could correspond with human footstep noises within specific floor coverings and limited frequency range.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：音響工学

科研費の分科・細目：建築学、建築環境・設備

キーワード：床衝撃音、生活騒音、居住性能

1. 研究開始当初の背景

(1) 集合住宅における遮音性能、居住者意

識の向上

数十年前に比べ、最近の集合住宅の音問題

は様変わりしてきている。快適な音環境に対する要求からコンクリートスラブが厚くなり、窓サッシの遮音性能も高くなってきた。また、居住者も近隣への配慮から常識を逸するような大きな音を発生することは少なくなってきた。

(2) 低レベル騒音の顕在化

外部からの音の侵入が減ったため、室内の暗騒音レベルは低下している。その反面、歩行や小走りの音、住戸間を貫通する給排ダクトからの音も聞こえるようになってきた。それらは普段無意識に発生しており、発生者側に加害者の意識はないため、受聴者は日々それらの音に暴露されている。

(3) 実衝撃源による検討の必要性

歩行や小走りといったいわゆる重量床衝撃音の遮断性能の測定、評価に対してはタイヤが用いられてきたが、実際の衝撃力よりも強大なため、非線形な応答を示す床材には対応しにくい。床材や床構造の評価には実際の衝撃力を用いることが最適であるが、個人差や再現性が乏しいため安定した衝撃源を用いることが必要である。

2. 研究の目的

(1) 歩行、小走りの衝撃力の標準的な値を把握する

実衝撃源による衝撃力を多数収集し、個人の繰り返しによる再現性や個人差について整理する。発生音に寄与する足裏部位（踵など）の検討および安全側を考慮した標準的な衝撃力の目安を示す。

(2) 標準的な衝撃力に調整した模擬音源を製作する

模擬音源の衝撃ヘッドの形状、質量、弾性材（ゴム）の検討を行い、実衝撃力と模擬衝撃力の時系列波形および周波数特性の対応をとる。

(3) 模擬音源を用いて歩行、小走り音に対する遮断性能の評価を行う

実音源に則した衝撃間隔で移動および落下衝撃を繰り返す自動装置を試作し、様々な床材に対する発生音の測定および評価を行う。

3. 研究の方法

(1) 歩行および小走り衝撃力のデータ収集

足裏が乗る程度の大きさのアルミ製円盤に力センサーを配置した衝撃力測定装置の上で歩行、小走りを行い、データの収集を行った（図1）。上階の小走り音の音源としては子供が連想されるが、人数の確保や力の再現性が低いと判断したため、本研究の範囲で

は成人の小走りを対象とした。



図1 実衝撃力の測定

(2) 模擬音源の質量及びゴム硬度の検討

落下高さ、質量、弾性材（ゴム）のパラメータを変えながら衝撃力を調整できる装置（図2）を用いて、『標準的な衝撃力』にチューニングするため、有効質量とゴム硬度の組合せを検討した。

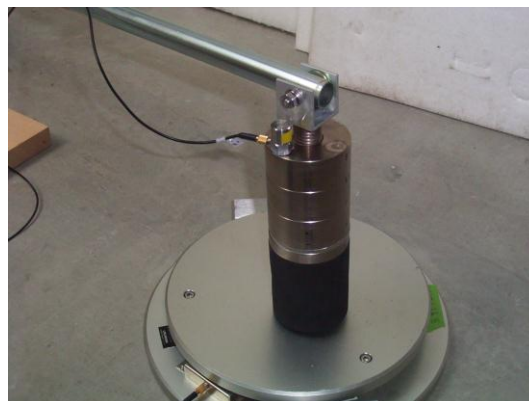


図2 模擬衝撃力の測定（手動落下装置）

(3) 衝撃源の自動化とノイズ除去の検討

床材の面的な性能を測定できるように、衝撃点を移動させながら連続加振が可能な自動衝撃装置を試作した（図3）。モーターの大きさ、カム形状、支持脚の防振などについて検討を行った。



図3 自動衝撃装置

4. 研究成果

(1) 標準的な衝撃力特性に模擬した衝撃源の試作（2010 年秋、日本騒音制御工学会で発表）

成人の小走り衝撃力を収集し、安全側を考慮して、大きい方から 5%~60%の範囲を衝撃力の目安とした。入力初期の踵衝撃の部分に着目し、ゴム硬度、質量、落下高さのパラメータを変化させ衝撃力を調整した（図 4）。自動衝撃装置の概要と測定、評価方法について示した。2011 年 5 月に当発表について研究奨励賞を受賞した。

(2) 自動衝撃装置を用いた床衝撃音の検討（2011 年秋、日本建築学会で発表予定）

小走り衝撃力に調整した衝撃ヘッドの落下、拾い上げ機構を自動化し、連続加振が可能な衝撃源とした。衝撃力測定の結果、実衝撃力と良い対応をしていることを示した（図 5）。

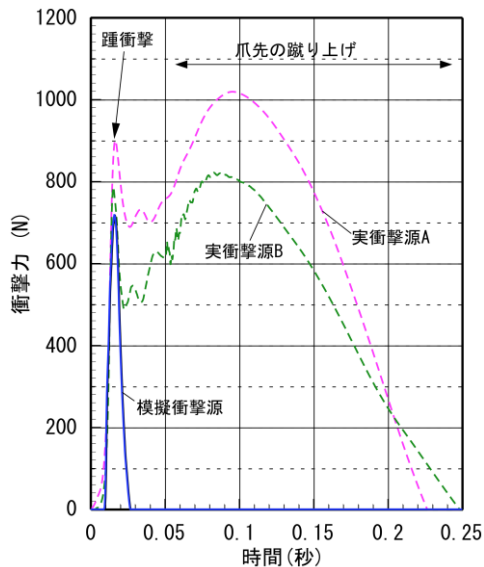


図 4 衝撃力の時系列波形

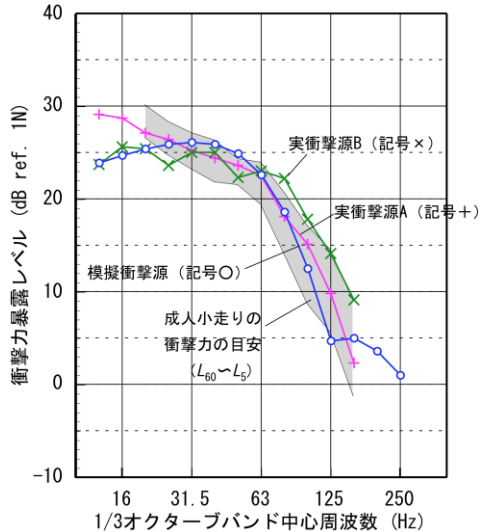


図 5 模擬衝撃力の調整結果

床衝撃音レベルの結果について、実衝撃源の結果と周波数特性の類似性は認められたが、支持脚からの固体音の影響により、音の大きさが対応しないことが分かった（図 6）。

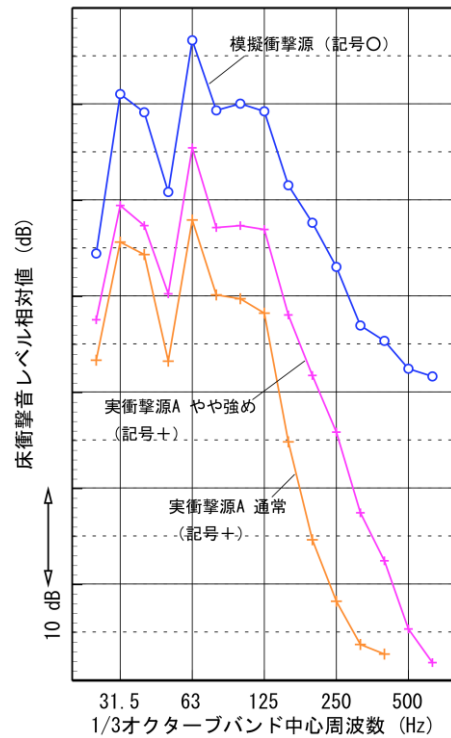


図 6 床衝撃音レベルの測定結果（装置の支持脚防振前）

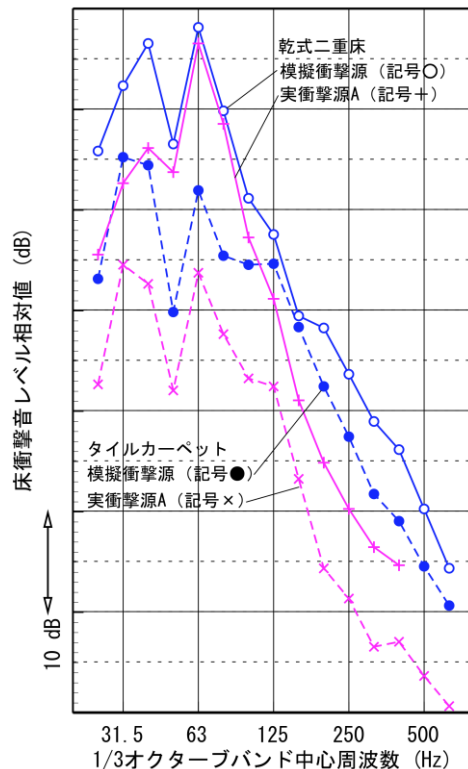


図 7 床衝撃音レベルの測定結果（装置の支持脚防振後）

(3) 支持脚の固体音対策、防振処理の検討
支持脚からの伝達衝撃力の測定および、防振処理によって固体音が低減したことにより、特定の床構造については 63Hz を中心に両者の床衝撃音の測定結果が対応することが示された。(図 7)

(4) 今後の展望

加振部以外からの伝達力が無視できるレベルまで下がれば、模擬衝撃源による発生音を直接評価でき、小走りにターゲットを絞った対策によりクレームの減少、過剰対策を避けることにより経済性の向上が期待できる。様々なタイプの床構造にも対応できるか否かを検討する必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔学会発表〕(計 4 件)

① 中森俊介、ほか、「小走り音を模擬した衝撃源による床衝撃音の検討」、日本建築学会大会、2011 年 8 月 23 日、早稲田大学(発表予定)

② 中森俊介、ほか、「小走り音を模擬した衝撃源の試作」、日本騒音制御工学会秋季研究発表会、2010 年 9 月 29 日、新潟大学

③ 中森俊介、ほか、「試験室における床衝撃音レベル低減量の測定結果の偏差についてその 1: 繰り返し試験による検討」、日本建築学会大会、2010 年 9 月 9 日、富山大学(試験体の製作に使用)

④ 高橋央、中森俊介、ほか、「試験室における床衝撃音レベル低減量の測定結果の偏差について その 2: 持ち回り試験の結果」日本建築学会大会、2010 年 9 月 9 日、富山大学(試験体の製作に使用)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中森 俊介 (SHUNSUKE NAKAMORI)

財団法人小林理学研究所・建築音響研究室・研究員

研究者番号：70342665