

# 機械学習を用いた重量床衝撃音レベル低減量の読み替え

環境研究グループ 研究員 平川 侑

## I はじめに

JISに規定されている標準重量床衝撃源は、衝撃力特性(1)を有する衝撃源(以下、タイヤ衝撃源)と衝撃力特性(2)を有する衝撃源(以下、ゴムボール衝撃源)の2つの衝撃源が規定されているが、ゴムボール衝撃源による測定や評価による表示は未だ国内では実施される機会は少ない。

タイヤ衝撃源が日本で支配的な理由を考えると、1979年に初版が刊行された「建築物の遮音性能基準と設計指針<sup>1)</sup>」に示される、L値を用いた「日本建築学会遮音性能基準」、この基準を参考として制定された「住宅の品質確保の促進等に関する法律に基づく住宅性能表示制度の音環境に関する項目」といった国の制度等においてタイヤ衝撃源とタッピングマシンが使用されている事が挙げられる。また、集合住宅においてリフォームを行う際の規定の管理規約等にもタイヤ衝撃源とタッピングマシンにおける必要最低性能が記載されていることや、デベロッパーから発注される際にタイヤ衝撃源による性能発注が行われることも多い等の理由も同様に挙げられる。これらは、これまで使用されてきたタイヤ衝撃源の知見から対応されていることと推察できる。

そのため、現状ではボール衝撃源を使用するメリットがあまりない可能性があるが、どちらか片方しか利用できない現状よりも、タイヤ衝撃源とゴムボール衝撃源がともに利用できる方が、測定に対する選択肢や実際に測定を行う実務者からも好ましいと考えられる。

そこで建築研究所では、研究テーマ「異なる衝撃源に対応するユニバーサルな重量床衝撃音レベル低減量推定のための数理モデルの開発」において、ゴムボール衝撃源を使用した場合のL値や $\Delta L$ の値を、タイヤ衝撃源を使用した場合のL値や $\Delta L$ の値に機械学習を用いて読み替えられる方法に関する検討を実施した。なお、本課題の結果は既にAIJ(環境系論文集第779号2021.1)<sup>2)</sup>や、音響技術(No196【Vol.50 no.4】)<sup>3)</sup>で報告されているため、そちらも参照されたい。

## II ランダムフォレストとは

使用した手法はランダムフォレストという手法である。ランダムフォレストは、ブートストラップサンプリングにより異なる標本を持つ決定木を複数個作成し、それを平均して解を出すものである。母集団の中から重複を許す形で無作為に複数の標本を抽出することを示して、それぞれの再標本化されたデータセットから決定木を作成すると、使用するデータが異なるため、異なる構成の決定木を複数個作成される。そのため、複数個の作成された決定木の平均値を結果とすれば、一つよりも汎化されていると考えられる。これがランダムフォレストを用いた回帰モデルの仕組みである。

## III データセット

データセットの作成には、「平成21年度基準整備促進事業報告書 4. 遮音規定の合理化に関する検討」で公開されている測定データを参照した<sup>4)</sup>。

重量床衝撃音レベルの測定は、JIS A 1440-2:2007 附属書Cに規定されている、壁式構造の鉄筋コンクリート造の実験室(スラブ厚200mm)にて実施した。標準重量衝撃源は、JIS A 1418-2:2000に規定されている、タイヤ衝撃源(RION(株)製 FI-02)とゴムボール衝撃源(RION(株)製 YI-01)の2種類を使用した。なお加振点8点についても、JIS A 1440-2の附属書Cに規定されている箇所とした。

## IV 重量床衝撃音レベル低減量の予測結果

重量床衝撃音レベル低減量は、測定の場合、素面状態の重量床衝撃音レベルから乾式二重床構造施工状態における重量床衝撃音レベルを減じた値とし、予測の場合、前述のランダムフォレストによる回帰モデルの出力結果の素面状態の重量床衝撃音レベル算出結果から乾式二重床構造施工状態の重量床衝撃音レベル算出結果を減じたものとした。文中で扱う差は全て絶対値である。

各周波数帯域における、床衝撃音レベル低減量の測定値と予測値の最大差は、タイヤ衝撃源では31.5 Hz帯域で3.9 dBであり、ゴムボール衝撃源では31.5 Hz帯域で3.6 dBであった。

図 1 と図 2 に測定値から算出した重量床衝撃音レベル低減量と、予測値から算出した重量床衝撃音レベル低減量を比較したものをオクターブバンド毎に箱ひげ図として示す。

タイヤ衝撃源による重量床衝撃音レベルの比較(図 1)では、ひげの下限における測定値と予測値の最大差は 125 Hz 帯域の 1.5 dB で、上限値における最大値における最大差は 31.5 Hz 帯域で 3.9 dB であった。また、25 %タイル値における最大差は 31.5 Hz 帯域で 1.84 dB、中央値における最大差は 31.5 Hz 帯域で 2.1 dB、75 %タイル値における最大差は 63Hz 帯域で 2.3 dB であった。

ゴムボール衝撃源を用いた場合の床衝撃音レベル低減量の比較をした箱ひげ図(図 2)では、ひげの下限における測定値と予測値の最大差は、125 Hz 帯域で 2.3 dB、上限における最大差は 31.5 Hz 帯域で 3.55 dB であった。また、25 %タイル値における最大差は 31.5 Hz 帯域で 1.8 dB、中央値における最大差は 31.5 Hz 帯域で 2.2 dB、75 %タイル値における最大差は 31.5 Hz 帯域で 2.72 dB であった。

## V まとめ

建築研究所の壁式構造試験装置におけるデータのみで検証が限定的ではあるが、同様の手法を用いれば、乾式二重床構造の特徴量の入力、標準重量衝撃源の入力だけで、重量床衝撃音レベルの予測や床衝撃音レベル低減量が算出できる可能性を示した。

ランダムフォレストを用いた回帰モデルは、目的変数を多数決により算出することから、乾式二重床構造のパラメータと加振点ごとの測定データを学習データとして用いることで、重量床衝撃音レベルの予測が可能であることが示唆された。ただし、この手法では未だ実建物における測定値と予測値の比較検討や、天井の有無による測定値と予測値の比較検討等を考慮していないことから、今後検討の余地があると考えられる。

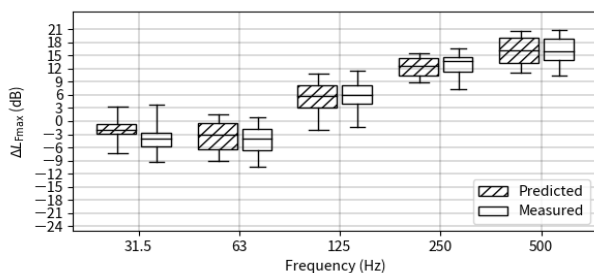


図 1 タイヤ衝撃源を用いた場合の重量床衝撃音レベル低減

量の予測値と実測値の差

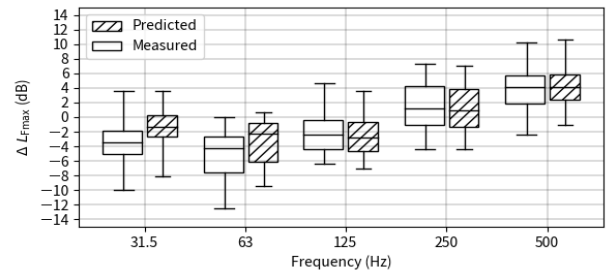


図 2 ゴムボール衝撃源を用いた場合の重量床衝撃音レベル低減量の予測値と実測値の差

## 参考文献

- 1) 日本建築学会, 建築物の遮音性能基準と設計指針[第二版], 技報堂出版, 1997.
- 2) 平川侑, 平光厚雄: ランダムフォレストによる回帰モデルを用いた異なる標準重量衝撃源を用いた重量床衝撃音レベルと低減量の算出手法の提案, 日本建築学会環境系論文集, 第 779 号, pp. 25-33, 2021. 1
- 3) 平川侑, 平光厚雄: ランダムフォレストによる回帰モデルを用いた異なる標準重量衝撃源を用いた重量床衝撃音レベル低減量の算出手法, 音響技術, Vol 196, pp. 28-33, 2021. 12.
- 4) 研究代表者 日本大学工学部 教授 井上勝夫: 平成 21 年度基準整備促進事業報告書 24. 遮音規定の合理化に関する検討, 2010. 03.