

2) - 3 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【持続可能】

Development of the prediction model to estimate the mutual relationships in the reduction levels of the heavy-weight floor impact sound by different impact sources

(研究開発期間 令和元～3 年度)

環境研究グループ 平川侑
Dept. of Environmental Engineering HIRAKAWA Susumu

The use of the random forest regression model was investigated as a prediction approach for the floor impact sound and the floor impact sound reduction level. For both difference between measured predicted $L_{i,Fmax}$ and $\Delta L_{i,Fmax}$ the result showed within 3dB. Although verification is limited to the test chamber in BRI, the approach shows a potential to estimate the mutual relationships in reduction levels of the heavy-weight floor impact sound by different impact sources.

【研究開発の目的及び経過】

重量床衝撃音遮断性能の測定方法を規定する JIS A 1418-2:2019 や、実験室におけるコンクリート床上の床仕上げ構造の床衝撃音レベル低減量の測定方法を規定する JIS A 1440-2:2007 では、標準重量衝撃源として衝撃力特性(1)を有するタイヤ衝撃源と衝撃力特性 (2)を有するゴムボール衝撃源が規定されている。しかし、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、日本建築学会遮音性能基準などではタイヤ衝撃源のみが測定や評価に使用できる標準重量床衝撃源となっている^{1),2),3),4)}。一方、ISO 規格では、ボール衝撃源のみが測定や評価に使用できる標準重量床衝撃源となっている^{5),6)}。このように、タイヤ衝撃源とゴムボール衝撃源のどちらも JIS に規格化されているにも関わらず、国内ではゴムボール衝撃源が利用できる場が少ない。このような現状を鑑みれば、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。

本研究では、機械学習のアルゴリズムの一つであるランダムフォレストによる回帰モデルを用いて、乾式二重床構造に対応する重量床衝撃音遮断性能等の予測手法の提案を行った。現時点ではサンプルが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、この手法を用いれば、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。これにより、異なる標準重量衝撃源の読み替えができるようになる事を示した。

【研究開発の内容】

ランダムフォレスト回帰を Python のオープンソース機械学習ライブラリの Scikitlearn (ver. 0.22.1) を使用してランダムフォレストによる回帰モデルを実装した⁷⁾。ランダムフォレストは 2001 年に Breiman により提案された、複数の決定木を集めたアンサンブルメソッドの事である⁸⁾。

ランダムフォレストを用いた回帰モデルはまず、図 1 に示すように、あるデータセットの中から重複を許す形で無作為にデータを抽出し、定められたサイズのデータセットを複数個作成し、複数の決定木を作成する(ブートストラップサンプリング)。それぞれの決定木はブートストラップサンプリングにより用いるデータが異なるため、異なる構成の決定木が作成される。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。

【研究開発の結果】

図 1 に各周波数帯域における測定値と予測値の重量床衝撃音レベルの差を示す。内訳は 49 件のゴムボール衝撃源、48 件のタイヤ衝撃源である。測定値と予測値の最大差は、タイヤ衝撃源を使用した場合は、31.5 Hz と 63 Hz 帯域において 2.3 dB であった。ゴムボール衝撃源を使用した場合は、125 Hz 帯域で 2.5 dB であった。いずれの場合も 0 dB を起点として ± 2.5 dB に収束しており、98 ケースにおいて予測精度が良い事がわかった。表 1 に各周波数帯域における、測定した床衝撃音レベル低減量と予測した床衝撃音レベル低減量の最大差を示す。タイヤ衝撃源を使用した場合は、31.5 Hz 帯域で 2.3 dB であった。ゴムボール衝撃源を使用した場合は 500Hz 帯

域で2.9 dBであった。

表 1. 重量床衝撃音レベル低減量の予測値と測定値の最大差

	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz
Tire	2.3	2.2	2.1	1.5	1.6
Ball	2.6	2.2	2.3	2.5	2.9

本報ではランダムフォレストを用いた回帰モデルを使用し、タイヤ衝撃源とゴムボール衝撃源の重量床衝撃音レベルの算出、床衝撃音レベル低減量の算出を試みた。現時点ではサンプルが建築研究所の壁式構造試験装置におけるデータに依存しているため、検証が限定的ではあるが、異なる衝撃源を使用した場合の重量床衝撃音レベルの読み替え、床衝撃音レベル低減量の読み替えにも使用できる事を示した。

【参考文献】

- 1) JIS A 1418-2:2019: “建築物の床衝撃音遮断性能の測定方法-第二部：標準重量衝撃源による方法” (2019)
- 2) JIS A 1440- 2:2007: “実験室におけるコンクリート床

- 3) 福島: 住宅品質確保促進法の概要と音環境表示、建築音響研究資料, 2000年10月, 資料番号 AA 2000-45
- 4) 日本建築学会編; 建築物の遮音性能基準と設計指針 (第二版) (技法堂出版, 東京, 1997)
- 5) EN ISO 10140-3:2010+A1:2015: Acoustics – Laboratory measurement of sound insulation of building elements – Part 3: Measurement of impact sound insulation. International Organization for Standardization.", 2015
- 6) EN ISO 16283-2:2015: Acoustics – Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 2: Impact sound insulation. International Organization for Standardization, 2015
- 7) Scikit-learn: Machine Learning in Python, Pedregosa *et al.*, JMLR 12, pp. 2825-2830, 2011.
- 8) Breiman, L. Random Forests. Machine Learning 45, 5–32 (2001). <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>

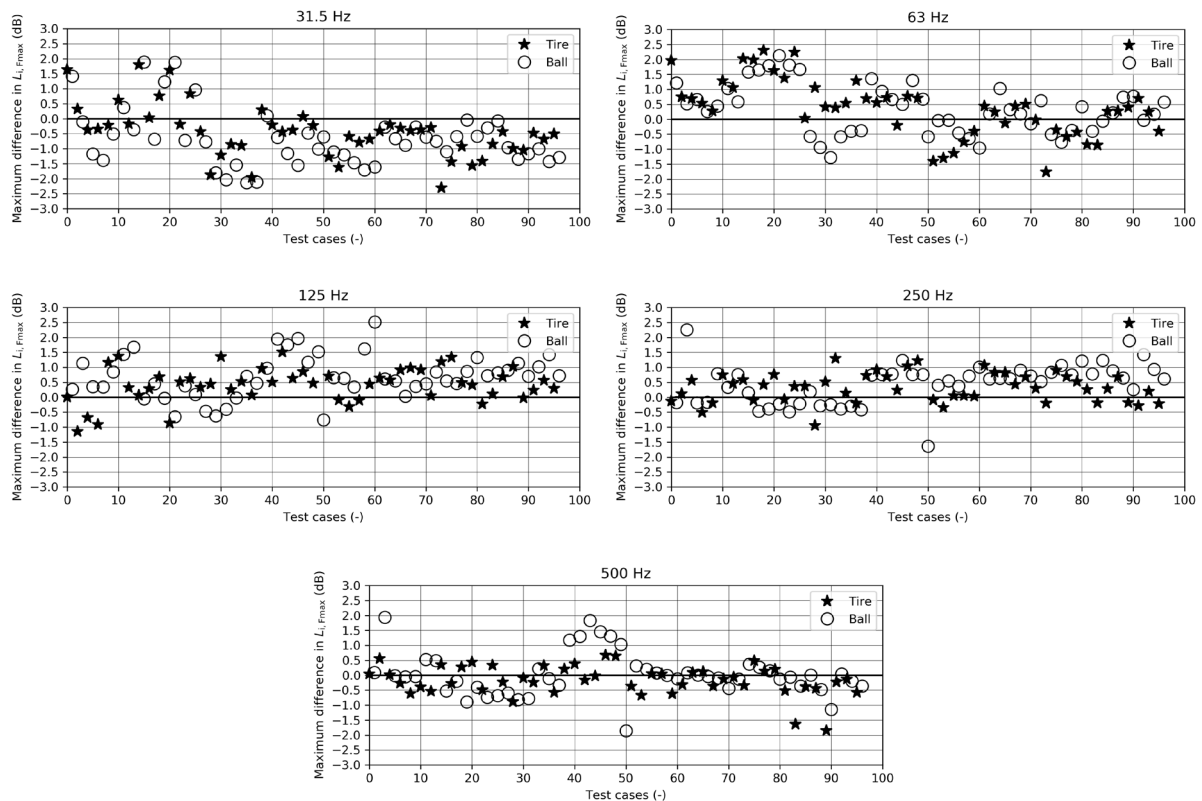


図 1 オクターブバンド周波数帯域におけるタイヤ衝撃源・ボール衝撃源の予測と測定の差