

D-2

引き戸開閉時における加振力測定に関する基礎的検討

Study on impact force characteristics during opening and closing sliding doors.

○一柳薫¹, 富田隆太²*Kaori Ichiyanagi¹, Ryuta Tomita²

In recent years, many noise problems related to structure-bone sound have occurred in apartment houses and complex facilities. It is important to understand the impact force characteristics in order to take measures and predict the structure-bone sound of the cause. However, the current situation is that there is little data on the impact force that causes structure-bone sound. So far, we have examined the impact force related to adult walking, objects drop impact, and children's movements. In this report, we focused on the sliding door, which is one of the noise problems, and conducted a study on the impact force and vibration acceleration generated when opening and closing.

1. はじめに

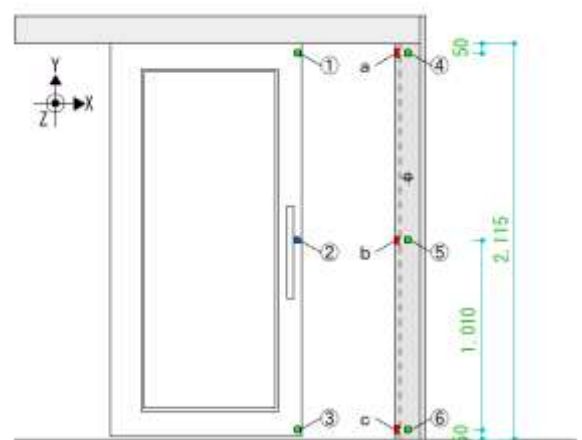
近年, 集合住宅や複合施設において, 固体音に関する問題が多く発生している. その原因の固体音に関する対策及び予測を行うには, 加振力特性を把握することが重要となる. 文献^[1]では, ステイホーム中の音環境に関するアンケート調査結果が報告されている. それによれば, 在室時に他住戸から聞こえてくる騒音は, 上階からの足音, 子どもの飛び跳ね音, 物の落下音, 家具の移動音など多岐に渡ることが報告された. 扉に着目すると, 聞こえるし気になる音というアンケート項目では, 玄関扉が7番目, 室内扉が11番目に指摘されている. しかし, 扉の開閉音, 特に玄関扉の開閉音は, 物の落下音や上階の足音に次ぐ3番目に聞こえてくる音としてアンケート結果に挙げられている. また, 通常時の集合住宅の音環境に関するアンケート調査を報告した文献^{[2][3]}においても, 扉の開閉音は気になる騒音として上位の結果に位置している. このように, 玄関扉・室内扉に限らず, 扉の開閉音は, 日常的によく聞こえてくる音であると考えられる. 扉に関する既往研究は, 文献^[4]のように, 扉の開閉音や遮音など音に関する研究が多く報告されている. 本研究では, 扉の開閉時に生じる加振力に着目して研究を行った. また, 本報では, 扉のなかでも一軸方向に開閉する引き戸について加振力及び振動加速度に関する基礎的検討を行った.

2. 実験方法

本報では, 日本大学理工学部タワー・スコラの研究室に設置されている上吊り引き戸を用いて測定を行った. 扉の外形および測定機器設置箇所を Fig 1. に示す. 測定には, 直径 38mm の円盤状の衝撃力測定装置 (東陽テクニカ, PCB-200C20) (以下, フォースセンサー) および圧電式加速度ピックアップ (RION, PV-91CH) (以下, ピックアップ) を用いた. Fig 1. に示す通り, フォースセンサーは, 引き戸の戸当たり部分 (a)(b)(c) に, ピックアップは, 扉 (①③) 及び扉と衝突するスチール枠 (④⑤⑥) に設置した. また, 扉 (②) に3軸加速度ピックアップ (RION, PV-97I) (以下, 三軸ピックアップ) を設置した.

3. 実験結果

Fig 2. に, 測定点別の扉の加振力の暴露レベルを示す. 図より, 加振力の周波数特性はどの衝突点でも似たような傾向を示し, 1~50Hz 帯域の低域の衝撃力暴露レベルは大きい結果となった. これは, 扉の衝突時の加振力には, 低周波数成分が大きいためと考えられる. また, 4~50Hz 帯域の低域において, 扉の中央点の加振力が大きい結果となった. しかし, 200~500Hz 帯域の中域では, 低域と異なり, 上点の加振力が他の測定点と比べ,



■ : フォースセンサー ● : ピックアップ ■ : 三軸ピックアップ
Figure 1. Sliding door and installation location of measuring equipment

1 : 日大理工・院 (前)・建築 2 : 日大理工・教員・建築

大きい結果となった。これらより、衝突部分によって、周波数成分が大きく異なることがわかった。

Fig 3.には、測定点別の扉の X 軸方向（引き戸進行方向）の振動加速度レベルを示す。図より、扉の振動加速度レベルの周波数特性は、中央点と上点・下点で異なる傾向が示された。これは、上点・下点の測定点に比べ、中央点はドアノブを掴んでいる分、扉が固定されているため、扉の開閉時、上点・下点に比べ、振動が生じにくかったと考えられる。また、100Hz 帯域以降の周波数特性は、中央点も上点・下点と同様の傾向がみられた。

Fig 4.には、三軸ピックアップで測定した、中央点の XYZ 軸の振動加速度レベルを示す。図より、測定方向によって、振動加速度レベルの周波数特性は異なる傾向がみられた。X 軸方向は全周波数帯域において、振動加速度レベルが大きく、Y 軸方向は、8~20Hz 帯域の範囲が最も大きくなり、Z 軸方向は、50Hz 帯域以降、振動加速度レベルが大きくなる結果になった。また、4~8Hz 帯域の低域では、Y 軸と Z 軸方向の周波数特性が同様の結果となり、X 軸方向のみ周波数特性が異なる傾向がみられた。

Fig 5.には、扉のスチール枠に生じる X 軸方向（引き戸進行方向）の振動加速度レベルを示す。図より、上点と中央点の振動加速度レベルは同様な傾向を示し、下点の振動加速度レベルは 10dB 程度小さい結果となった。また、Fig. 3 と比較を行うと、4~80Hz 帯域の低域の振動加速度レベルは扉のスチール枠に伝搬すると、著しく低下していることがわかる。これより、X 軸方向の扉の振動伝搬は、低域に比べて、高域になると伝搬しやすいと考えられる。

4. まとめ

本報より、上吊り引き戸の開閉時に生じる加振力及び振動加速度レベルの基礎的検討を行った。扉の開閉時の加振力は、低域では中央点が大きくなり、中域では上点が大きくなる傾向が明らかになった。また、測定方向によって周波数特性に変化があった。また、扉のスチール枠への伝搬は低域が著しく低下することがわかった。

今後も様々な加振力の測定を重ね、データベース作成を行いたい。

5. 参考文献

[1] 富田 他：「新型コロナウイルスによるステイホーム中の音環境アンケート調査：共同住宅の騒音トラブル防止に関する研究」, 日本音響学会 騒音・振動研究会資料, pp.1-8, 2020.8.
 [2] 阿部 他：「集合住宅の音環境に対する居住者の生活実感と住まいに関する研究」, 日本建築学会環境論文集, Vol.74, No.640, pp.667-673, 2009.6
 [3] 日本建築学会：「建築物の遮音性能基準と設計指針」, 技報堂出版, 1997.12.15
 [4] 木村 他：「集合住宅の玄関ドア開閉音に関する実験的検討」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.71-72, 1979.9

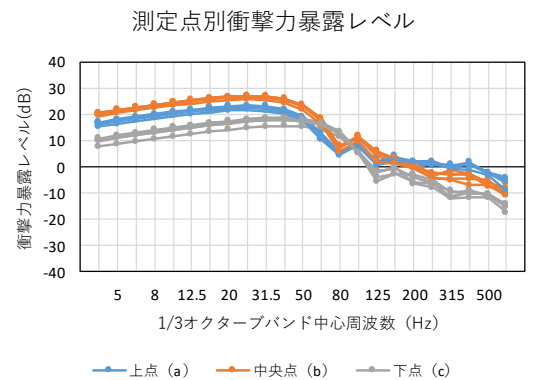


Figure 2. Impact force exposure level for measurement points

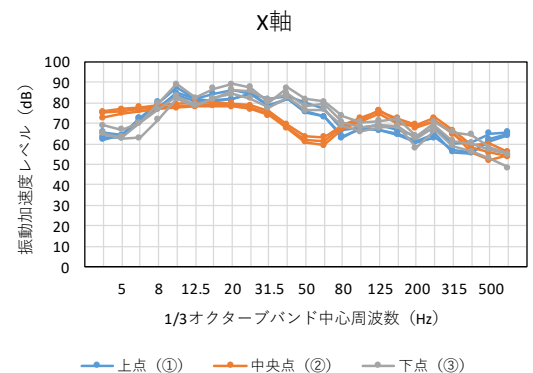


Figure 3. Vibration acceleration level for measurement points (X-axis direction)

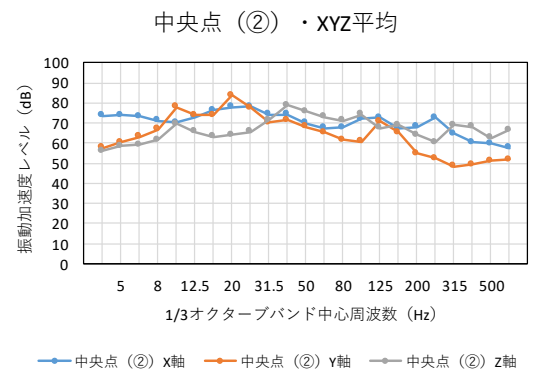


Figure 4. Vibration acceleration level in three axes (Central point)

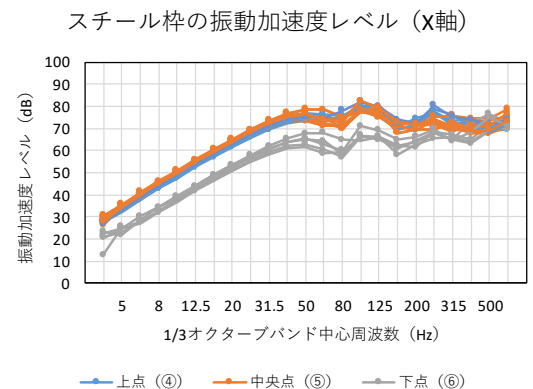


Figure 5. Vibration acceleration level propagated to the steel frame