

天井板の振動計測用実験装置の検討及び粒状体敷設時における振動加速度の検討
Study on Experimental Equipment for Measuring Vibration of Ceiling Panel and Vibration Acceleration When Laying Granular Materials

○奥山雄太¹, 富田隆太², 岡庭拓也²
 Yuta Okuyama¹, Ryuta Tomita², Takuya Okaniwa²

Abstract: Research has been conducted focusing on vibration control of ceiling panels as a measure against heavy floor impact sound, but the vibration control mechanism of ceiling panels using granular materials has not been clarified. In this report, in addition to examining the experimental equipment, we also conducted an experimental study on the vibration acceleration of the ceiling panel when granular materials and sound insulating sheets with the same mass as the granular materials were laid. As a result, we confirmed that the granular materials had a vibration reduction effect in some areas, but that the effect of adding mass was also large.

1. はじめに

集合住宅において快適な居住環境を実現するためには、重量床衝撃音遮断性能の向上は大きな課題として挙げられる。これまでに重量床衝撃音の対策方法として、天井板の制振に着目した研究が複数行われており、天井板上部に粒状体を敷設することで重量床衝撃音が改善されることが報告されている。¹⁾等しかし、天井板の制振による重量床衝撃音の低減効果が、粒状体の制振効果によるとは一概に言えず、粒状体による天井板の制振原理については明らかにされていない。

本研究の目的は、天井板の振動特性に着目し、粒状体による天井板の制振効果について明らかにすることである。まず、本報では、天井板を用いた実験装置の検討に加え、粒状体及び、粒状体と同質量の遮音シートを敷設した際の天井板の振動加速度について実験的検討を行った結果を報告する。

2. 実験対象とした試験体の概要

Table.1 に試験体の概要を示す。試験体 1-1 は再生樹脂をポリエチレン製の袋に詰めた粒状体袋であり、試験体 1-2 は木炭チップを不織布の袋に詰めた粒状体袋である。試験体 2-1 は、1-1 と同程度の質量かつ平面寸法に合わせ、遮音シート(0.8 mm 厚, 2.4 kg/m²)を 10 枚重ねた。試験体 2-2 は、1-2 と同程度の質量かつ平面寸法に合わせ、遮音シート(0.8 mm 厚, 2.4 kg/m²)を 4 枚重ねた。

3. 実験概要

本実験では、Fig.1 に示す実験概要図の通り、天井板(石こうボード：455×910×9.5mm)を防振材(100×100×25mm)で支持し、天井懐 150 mm を想定した仕様とした。実験方法は、スピーカーから 31.5 Hz 帯域のピンクノイズを定常的に発生させ、音圧加振時の天井板の振動加速度応答を測定した。分析は、受振点 1~6 において

1：日大理工・院（前）・建築 2：日大理工・教員・建築

Table 1. Overview of test specimens

試験体No.	材料	寸法(mm)	質量(kg)
1-1	再生樹脂	450×450×40	4.10
1-2	木炭チップ	450×450×70	1.60
2-1	遮音シート	450×450×8	4.06
2-2	遮音シート	450×450×3.2	1.62

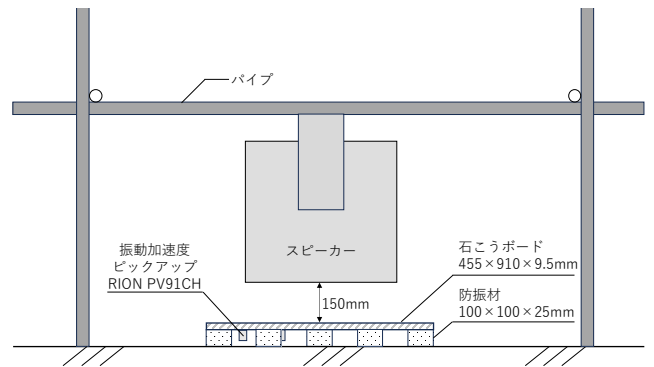


Figure 1. Experiment outline diagram

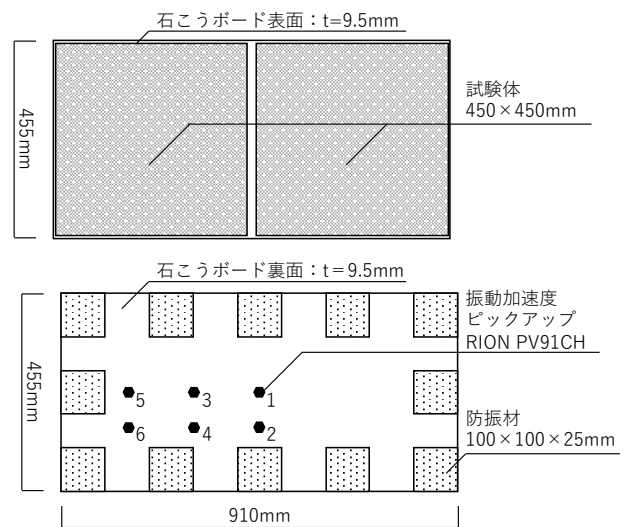


Figure 2. Front and back of ceiling panel plan

測定した振動加速度についてスペクトル分析を行った。Fig.2 に、天井板表面と裏面の平面図を示す。試験体は、

Fig.2 に示す通り天井板の表面に 2 個敷設し、天井板の裏面に防振材を 12 個、振動加速度ピックアップ(RION PV91CH)は 6 点設置した。防振材は、エーテル系の発泡ポリウレタン・エラストマー(0.16 g/cm³)を用いた。

ここで、天井板の 1 次固有振動数は、防振材の寸法と配置個数により調整を行い、天井板中央をインパルスハンマで衝撃加振した際の受振点 1, 2, 6 における振動加速度応答よりアクセラランスを求め、45~61 Hz 程度となるように設定した。これは、文献^[2]の二重天井(天井懐 150 mm)における天井板 1 枚の固有振動数等を参考として検討した。また、音圧加振時にスピーカーの支持脚から天井板への振動伝搬の影響を考慮し、受振点 6 と受振点 6 に最も近い支持脚において検討を行った結果、31.5 Hz 帯域で-39 dB、63 Hz 帯域で-38 dB、125 Hz 帯域で-9 dB であり、31.5~63 Hz 帯域においてパイプからの振動伝搬の影響が十分に小さいことを確認した。

4. 実験結果

Fig. 3 に受振点 1 における振動加速度レベルのスペクトル特性を示し、Fig. 4 に受振点 6 における振動加速度レベルのスペクトル特性を示す。Fig. 3, 4 を見ると、試験体 1-1 の粒状体では、試験体 2-1 の遮音シートに比べ、40 Hz~50 Hz 付近において 10 dB 程度の低減効果が得られた。これは、粒状体による制振効果も理由の一つとして考えられる。一方、試験体 1-2 の粒状体では、試験体 2-1 の遮音シートと比較して、顕著な低減効果は確認できなかった。これらの結果は、受振点 2~5 においても同様な傾向であった。また、Fig. 3, 4 を見ると、試験体 1-1 の粒状体における 1 次固有振動数は 36 Hz 程度であり、試験体 1-2 の粒状体における 1 次固有振動数は 41 Hz 程度であった。これは、天井板(質量 2.7 kg)と試験体の質量比が、試験体 1-1(質量 4.1 kg×2 個)では 3 程度(8.2 kg / 2.7 kg)、試験体 1-2(質量 1.6 kg×2 個)では 1.2 程度(3.2 kg / 2.7 kg)であり、質量比が異なることが原因の一つとして考えられる。

以上より、粒状体による振動低減効果は、試験体 1-1 の 40 Hz~50 Hz 付近において一部確認できたが、質量付加による固有振動数の低域へのシフトも振動低減効果において影響が大きいことを確認した。なお、本実験における音圧加振は、衝撃的な波形ではなく、定常的な波形であった。今後は、実際の重量床衝撃音を音源として音圧加振し、粒状体の制振効果を検討していきたい。

5. まとめ

本報では、天井板を用いた実験装置の検討に加え、粒状体 2 種及び、各粒状体と同程度の質量かつ平面寸法の遮音シートを天井板に敷設し、天井板の振動低減効果

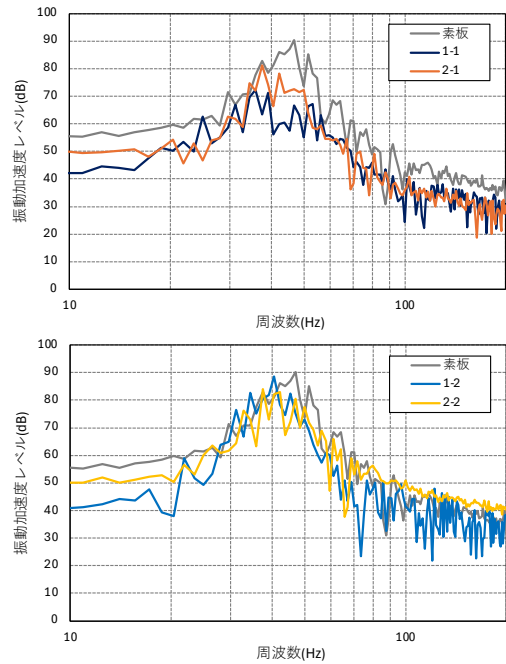


Figure 3. Spectral characteristics of vibration acceleration level at measurement point 1

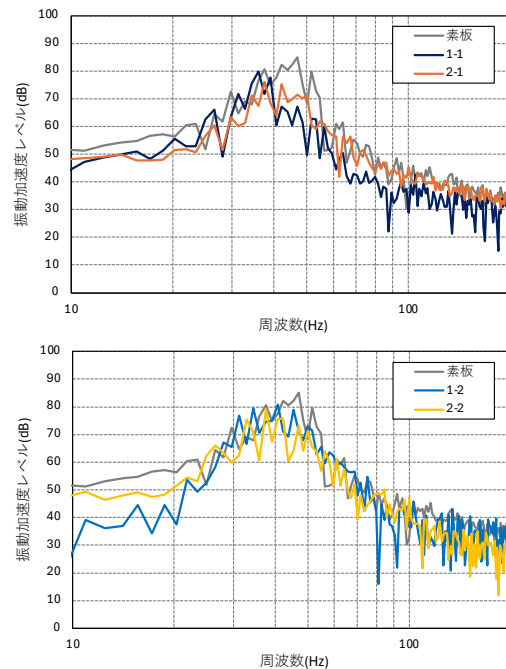


Figure 4. Spectral characteristics of vibration acceleration level at measurement point 6

に関して検討を行った。今後は、重量床衝撃音の衝撃応答を想定した波形を用いて、粒状体敷設時における天井板の制振効果について検討していきたい。

6. 参考文献

- [1]富高隆, 野島僚子, 増田潔:「粒状体制振天井を用いた重量床衝撃音低減に関する検討」, 日本建築学会環境系論文集, 第 81 卷, 第 719 号, pp.29-39, 2016.1
- [2]日本建築学会編, 建物の床衝撃音防止設計, 技報堂出版, 2009.11