

D-2

粒状体と TMD による天井振動の対策に関する検討

Experimental Study on Improvement for Ceiling Vibration Using Granular Material and TMD

○阪本一生<sup>1</sup>, 富田隆太<sup>1</sup>

\*Kazuki Sakamoto<sup>1</sup>, Ryuta Tomita<sup>1</sup>

Improving of heavy-weight floor impact sound by countermeasure of floor structure for wooden structure are limit of performance improvement because of wooden characteristics, low-rigidity and low-mass property in a fundamental study. However, the recent study focused on to the ceiling vibration control using of granular materials, TMD, etc. In this report, we examine reduction of ceiling vibration acceleration level for 63 Hz~125 Hz, 14~26 dB by using granular rubber chip and TMD together on the ceiling. However, the mechanism for dumping effect by using those materials haven't clarified yet.

1. はじめに

近年、木造建築の大断面化、高層化が進み、木造建築による室用途が拡張し、今後において室空間に対する要求性能は高くなることが考えられる。その中でも、特に重量床衝撃音遮断性能の向上は大きな課題とされていることが現状である。

木質系床構造における重量床衝撃音の対策方法に関する研究は、これまでに多く報告がされている<sup>[1]</sup>など。一方で、木造建築に対して重量床衝撃音遮断性能を高めるには、木材の低質量、低剛性の性質上、床構造の対策のみでは現実的には限度がある。

近年では天井板の振動制御に着目した研究として、RC造の天井に対して粒状体や TMD を用いた対策方法の報告が見られる<sup>[2], [3]</sup>。しかし、粒状体と TMD を併用した対策方法については筆者が調べた限りでは見当たらない。

そこで、本研究では木造天井の縮尺模型を用い、天井板の振動に対して、粒状体と TMD を併用した対策方法の有効性の確認を試みた。

2. 実験概要

本実験で用いた天井模型は、1410×1410mm の天井板（石膏ボード：t=9.5mm，野縁：45×45mm@455mm）を、単管パイプの枠組みに固定した角材から、吊り木で受け、在来天井を模擬した仕様として作成した。

Fig.1 に測定ダイヤグラム、Fig.2 に天井平面図、断面図を示す。

測定方法は Fig.1 に示す天井板上部に設置したスピーカーから、ピンクノイズを発生させ音圧加振した際の天井板中央点下部の振動加速度応答を測定した。

本実験では、Table1 に示す対策仕様 7 仕様により測定を行った。天井板上には、鉄製の立方体、直方体（1kg, 2kg, 3kg）を補助質量（TMD 質量）とし、エーテル系の発泡ポ

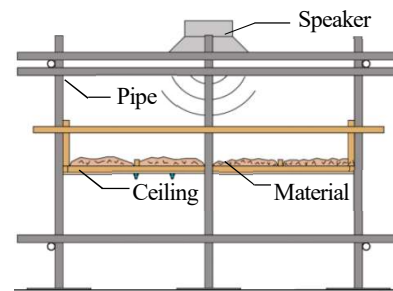


Fig.1 Diagram of Ceiling Model

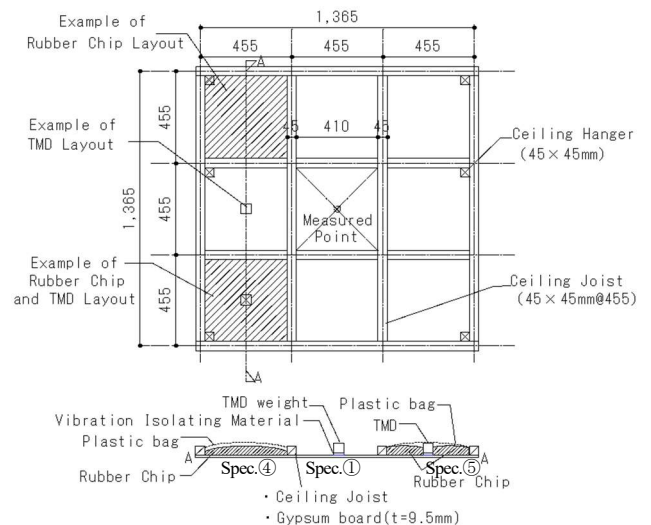


Fig.2 Plan and Cross-section View of the Ceiling Model and Example Layout of Granular Materials and TMD

Table1 Specification List

Spec.	Classification	Details
①	TMD	Mass 1 kg(W50×L50×H50mm) +Vibration Isolation Material
②		Mass 2 kg(W65×L65×H60mm) +Vibration Isolation Material
③		Mass 3 kg(W80×L80×H60mm) +Vibration Isolation Material
④	Granular Material	Rubber Chip 4kg
⑤	TMD, Granular Material	Mass 1kg+Vibration Isolation Material, Rubber Chip 3kg
⑥		Mass 2kg+Vibration Isolation Material, Rubber Chip 2kg
⑦		Mass 3kg+Vibration Isolation Material, Rubber Chip 1kg

1：日大理工・教員・建築

リウレタン・エラストマーによる防振材 (50×50mm, t=12.5mm, ばね定数: 3×10<sup>6</sup>N/m) をばねとして構成した一質点系の TMD や, 粒状体状のゴムチップ (1mm 角程度, かさ密度: 135g/cm<sup>3</sup>) をビニール袋に詰めたもの, 上記のゴムチップと TMD を併用した対策仕様により検討した。

Fig.2 に示すゴムチップ, TMD, ゴムチップと TMD の併用した対策仕様による天井板上への配置レイアウト例 (平面図, 断面図) のように, 各仕様の対策方法を天井野縁間の全てのマス (計9マス) に施した。

天井板を音圧加振した際の, 天井板素板時の振動加速度レベル応答値と, 各対策仕様による振動加速度レベル応答値のレベル差を効果量として算出して比較検討した。

### 3. 測定結果

Fig.3, Fig.4 に各対策仕様による振動加速度レベル効果量を示す。Fig.3 の TMD の重り質量を変化させた仕様① (1kg), 仕様② (2kg), 仕様③ (3kg) の測定結果を見ると, 仕様①では 63Hz 帯域の振動が増幅し, -3dB の逆効果となっているが, 仕様②, 仕様③では 63Hz 帯域で 11dB, 13dB の効果量が得られた。また, 125Hz 帯域では仕様①, 仕様②, 仕様③で 20dB 程の高い効果量が得られた。

Fig.4 の仕様④ (ゴムチップ 4kg) による結果を見ると, 63Hz 帯域で 8dB 程度と仕様②, 仕様③と同程度の結果が得られた。

しかし, 仕様⑤, 仕様⑥, 仕様⑦の TMD とゴムチップを併用した仕様の結果を見ると, 63Hz 帯域で 20dB 前後の効果が得られ, TMD や粒状体のみによる結果と比較しても, 非常に高い効果量が得られた。したがって, 粒状体と TMD を組み合わせることで, それぞれ単体で用いるよりも天井振動の大幅な改善が期待できる。

### 4. まとめ

重量床衝撃音遮断性能を高めることが困難である木造建築に対して, 天井模型を用いた実験より, 天井に TMD, 粒状体を用いることで天井の振動制御に効果的であることを再確認できた。

また, TMD, 粒状体を併用した対策方法により, 更に高い効果が得られることが期待できることを示した。ただし, 実天井における対策効果の検証, 制振効果のメカニズムについては, 今後の検討としていきたい。

### 5. 参考文献

[1] 阪本一生, 井上勝夫, 秋本恭平, 木造大スパン構造建築物における重量床衝撃音遮断性能に関する研究, 日

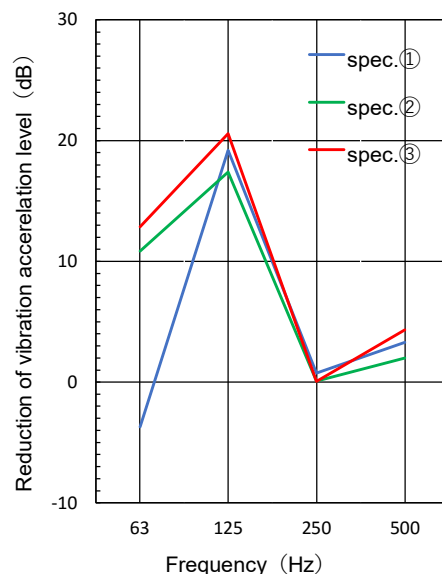


Fig.3 Result of Measurement (spec. ①~③)

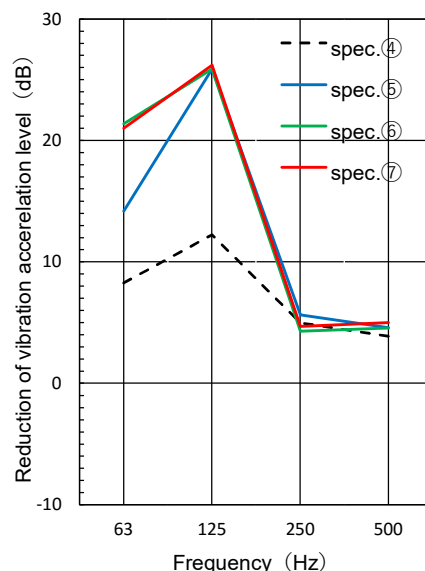


Fig.4 Result of Measurement (spec. ④~⑦)

本建築学会環境系論文集, 第 82 巻, 第 736 号 pp. 535-542, 2017.6

[2] 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 巻, 第 719 号 pp.29-39, 2016.1

[3] 井上竜太, 岡野利行: 「天井板に設置した動吸振器による重量床衝撃音の低減」, 日本建築学会技術報告集, 第 19 巻, 第 42 号, pp.611-614, 2013.6

【謝辞】本報の梗概作成に当たり, 実験に協力していただいた令和3年度日本大学理工学部富田研究室4年生寺内日向子氏, 山田郁弥氏に深く感謝の意を申し上げます。