

D1-2

## 粒状体の振動特性及び振動伝達率の測定方法に関する検討

### Study on Measurement of Vibration Characteristics and Transmissibility of Granular Material

○金子隆宏<sup>1</sup>, 井上勝夫<sup>2</sup>, 阪本一生<sup>2</sup>\*Takahiro Kaneko<sup>1</sup>, Katsuo Inoue<sup>2</sup>, Kazuki Sakamoto<sup>2</sup>

We reported of reduction of floor impact sound for 63Hz ~125Hz, 5~7dB by using packed of granular charcoal chip, setting behind of the ceiling. However, the mechanism for dumping effect by those granular materials haven't clarify yet. Therefore, as the first step to clear those dumping mechanism issue, we examine the measurement of vibration characteristics and transmissibility of granular materials by using the vibration table.

#### 1. はじめに

近年木造建築による大スパン化, 高層化が進んでおり, 建築用途も多様化していることから, 空間性能上重要な床衝撃音遮断性能の向上のための技術的対応を早急に行うべきである. しかし, 木質系床構造は低質量低剛性であり, 特に重量床衝撃音遮断性能の向上は難しく効果的な対策技術の開発が望まれる.

既往研究<sup>1)</sup>では木質系床構造の重量床衝撃音対策として, 天井構造に着目し, 吸音, 遮音, 制振の面から検討が行われた報告があるが, 今後更に天井面材の制振方法について, 詳細な検討が必要と言える. その一つの試みとして粒状体を天井面に設置する方法が試みられているが, この粒状体の制振メカニズムの検討は十分でなく, 制振性能に更なる向上の余地があると考えられる.

我々はこれまで天井材上面に粒状体木炭チップ(11.4 kg/m<sup>2</sup>)をブロック化して積載することで, 63~125Hz帯域を中心に重量床衝撃音低減効果が 5~7dB あることを実験的に確認してきた<sup>2)</sup>. これは木炭チップ自体がマスーバネ系として作用し, ブロードな振動系として影響するためと考えられる.

そこで, 本研究では重量床衝撃音の対策に効果的とされる木炭チップ等の粒状体をブロック化して付加することによる天井板の低周波数域での制振効果の現象を明らかにすることを目的にブロック化して用いた場合の粒状体の振動系を対象に振動伝達率等の測定方法について検討を行った.

#### 2. 測定方法の検討

天井面材を制振させる方法としては, 面材に振動系を付加する方法, 面材に制振材を塗布又は, 貼付ける方法などが考えられるが, ブロック化した木炭チップの载荷は主に前者の方法になる. よって, 先づブロック化した粒状体木炭チップ自体の振動系を特定するこ

とが重要である.

ブロック化した粒状体は個々の粒子が細かく不均一に密集され一塊となっている形状から, 粒状体の振動系を特定することは難しい. そこで, JIS A 6322 に規定されている Fig.1 の装置を用いた正弦波加振法<sup>3)</sup>を用いてブロック状の粒状体の共振周波数及び振動伝達率の測定を行った.

#### 3. 測定方法の概要

Tab.1 に実験対象とした木炭チップと粒径が木炭チップに近く原料が明らかな計 9 種類の粒状体を一覧として示す. Fig.1 のように定盤 (振動台) の上に粒状体の試験体を設置し, 定盤を加振機で 0Hz~200Hz の範囲でスイープ加振し測定を行った. 粒状体の振動測定には質量付加による影響を最小限に抑えるため 0.7g の振動ピックアップを用い, ピックアップ下部の設置は長さ 5~10cm の 4 本の針金による四点支持の土台を作成し, 直接粒状体に差し込み安定していることを確認しながら設置し, 「定盤-粒状体間」の振動応答比から共振周波数及び振動伝達率を算出した.

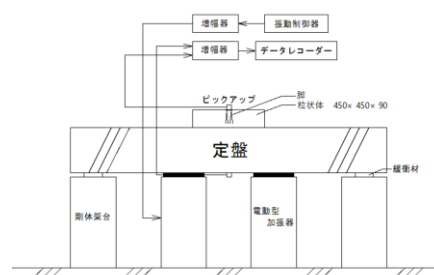


Figure1 Diagram of Measurement for Transmissibility and Vibration Characteristics

Table 1 Specification of Granular Material

試験体	原料
炭	炭
セルロース	再生紙
猫砂(木)	木
猫砂(炭)	炭
培養土	土
木くず	木
軽石	石+火山灰
パーライト	真珠岩
ゼオライト	石

1 : 日本大学理工学部・院・建築 2 : 日本大学理工学部・教員・建築

4. 測定結果

Fig.2 に各粒状体の振動伝達率測定結果を示す. Fig.1 の振動台を用いた場合, 試験体の振動伝達率(T)は加振機稼動時における定盤の応答振幅( $V_{b(\omega)}$ )と試験体上の応答振幅( $V_{p(\omega)}$ )より式 (1) として求められる.

$$T = \frac{V_{p(\omega)}}{V_{b(\omega)}} \quad \dots (1)$$

Fig.2 を見ると, 各種粒状体は振動系の変化により異なった共振周波数特性及び振動伝達率を示している. 特に木炭チップに着目してみると, 共振増幅は 110Hz 付近をピークとしてブロードな共振現象を示しており, 粒状化した材料のため, 有効質量の変化やばね定数の複雑な変化が複合化している様子が判る. なお Fig.3 には事前測定により得られた実大モデルの天井施工時における床衝撃時の木炭チップの有無による天井面振動レベル差(40~120Hz)を示したが Fig.2 の木炭チップの共振周波数(40~150Hz)と比較するとある程度対応している. よって, 木炭チップの粒状体による天井面の制振効果は粒状体の共振周波数特性が対応していると言え, 天井面振動に対してアクティブ的に作用していることが伺われる. なお, Fig.4 に正弦波加振法によるグラスウール(96K, 200mm×200mm t=25mm 載荷台 200 kg/m<sup>2</sup>)の振動伝達率測定結果を示すが, Fig.2 の粒状体の測定結果と比較してみると, グラスウールは共振周波数範囲が 20Hz~40Hz と共振系の鋭い振動特性を示しているのに対して粒状体の場合は共振周波数は異なるものの, ブロードな周波数による振動特性を示しており, 多くの共振現象が発生していることが判る. また, 一次固有振動数算出式 (2) より各種粒状体においては, 板の質量( $M_e$ )及び有効ばね定数( $k_e$ )の組み合わせが複雑に作用しているものと考えられる. よって一次固有振動数が大きく異なっていることから粒状体のバネ系が今回の測定結果へ大きく影響しているものと考えられる.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_e}{M_e}} \quad \dots (2)$$

また, 粒状体のばね抵抗は履歴減衰型として作用することを仮定すると, 粒状体同士の摩擦(せん断応力)は重要なパラメータと成り得るため, 今後, その視点から検討して行く必要があると考える.

5. まとめ

本報では近年報告が増加している, 重量床衝撃音対策に効果的とされる粒状体の制振メカニズムを明らか

にし, 効果の向上を図るために粒状体の振動伝達率の測定を試みた. 測定結果から振動面への粒状体付加は天井面に対してアクティブ的に作用することが推察される. 今後は粒径, 形状の変化, 粒同士の摩擦による影響について検討し, 粒状体の制振メカニズムをさらに明確にしていきたい.

6. 参考文献

- 1) 阪本, 井上, 秋本:「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」, 日本建築学会環境系論文 vol82, No.736, pp535-542, 2017.6
- 2) 井上, 石川, 大川, 大倉, 石塚, 石飛:「木造学校建築物の重量床衝撃音対策」, 日本騒音制御工学会秋季研究発表会講演論文集, pp.201-204, 2017.11
- 3) 日本工業規格 JIS A 6322「浮き床用グラスウール緩衝材」

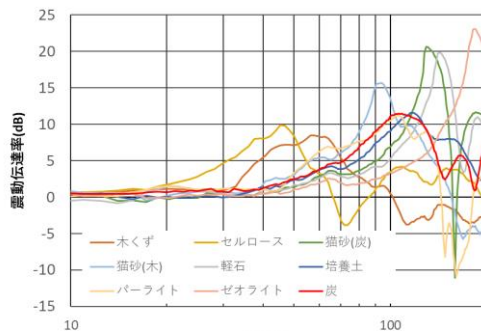


Figure 2 Result of Transmissibility and Vibration Characteristic of Granular Material

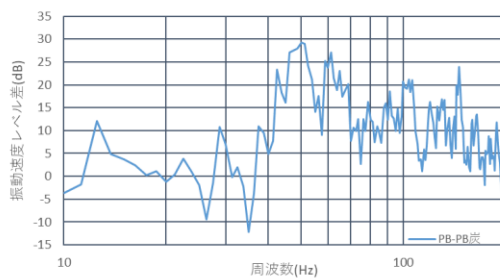


Figure 3 Difference in Vibration Velocity of Ceiling with or without Granular charcoal chip

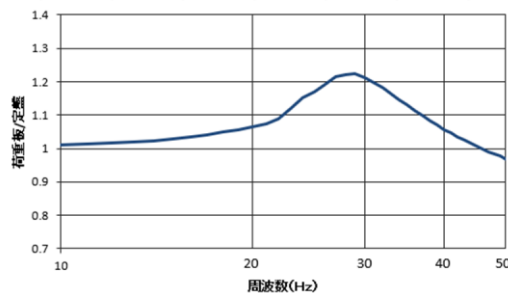


Figure 4 Result of Transmissibility and Vibration Characteristic of Glass Wool