

D1-8

乾式二重床構造における支持脚加振力の入力特性に関する検討

Input Force Characteristic to Floor Slab by Elastic Support of Dry Double Wooden Floor System

○田中元規<sup>2</sup>, 井上勝夫<sup>1</sup>, 富田隆太<sup>1</sup>  
 Motoki Tanaka<sup>2</sup>, Katsuo Inoue<sup>1</sup>, Ryuta Tomita<sup>1</sup>

Recently, dry double wooden floor system is adopted in apartment building this dry double wooden floor can be effectively used as a space of piping equipment. But prediction Calculation method of Floor Impact Sound has not been established, because generating system is complex. In this Paper, for prediction of floor impact sound, we have studied how to estimate transmission force by elastic support from specification of dry double wooden floor system.

1. はじめに

近年, 床下空間を設備配管のスペースとして有効に利用できるなどの建築的利点が多いため, 集合住宅で床仕上げ構造に乾式二重床構造が多く採用されている。しかし, 重量床衝撃音遮断性能はスラブ素面に対して 1~2 ランクほど低下する場合が多く, 振動系が複雑なため有効な対策法を示したり, 精度のよい予測法を確立することが難しい状況にある。そこで本報では重量床衝撃音の予測のため, 乾式二重床構造の上部面材から, 支持脚を介してスラブの各点に入力する加振力を推定する方法について検討を行った。

2. 実験概要

Fig.1 に示すようにスラブ(5000mm×4000mm, 均質単板 200mm 厚)上に, 脚間: 600mm×450mm, 標準床下高さ: 100mm の乾式二重床を施工し実験を行った。Fig.2 に測定ダイアグラムを示す。試験体の概要を Fig.3 および Tab.1 に示す。試験体は面材が薄く低剛性なものと, 面材を厚くエポキシ系接着剤で接着した高剛性なものの 2 仕様とした。試験体の周囲は, 枠と粘着テープを用いた「密閉」と, テープを剥がし枠との間に隙間を 5mm 設けた「開放」とした。Fig.1 に加振点および各測定点を示す。加振点は S1~S5 とし, 脚からスラブに入力される支持脚加振力を F1~F15 にてそれぞれ測定し, 乾式二重床全面に配置した。衝撃源には JIS A 1418-2 に規定される衝撃力特性(2)を有するゴムボール衝撃源を用いた。

3. 実験結果および考察

3-1. 支持脚加振力の入力範囲および入力時間

Fig4, 5 に試験体 1, 2 の S3 加振時における支持脚加振力入力範囲の時間変化を示す。支持脚加振力測定結果の時系列応答波形上で, スラブに対して力の入力が行われている時間を読み取り円形で図示し, 試験体ごとに面材の曲げ波波長計算結果と比較した。試験体 1 では, 先ず加振点を中心として 9 脚の円形範囲内に加振力が入力し, その後上部面材の振動伝搬によって端部 6 脚から加振力がスラブへ入力している。この現象は面材の衝撃周波数における曲げ波波長計算結果 1.77m と対応している。試験体 2 では面材の剛性を高めたことによって面材の同位

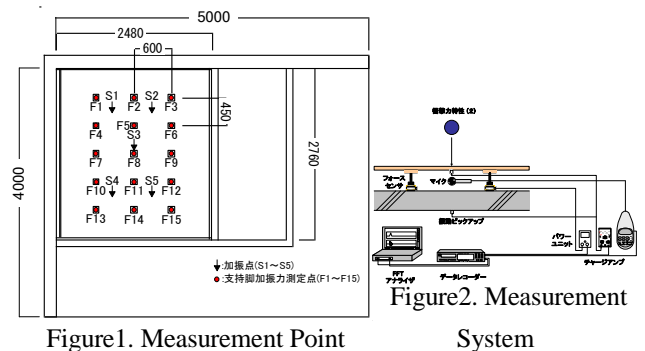


Figure1. Measurement Point System

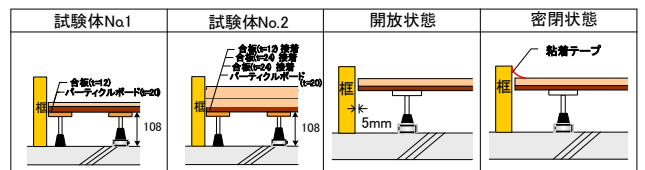


Figure3. Specification of the Cross Section

No.	面材構成	面密度 (kg/m <sup>2</sup> )
No. 1	合板1枚+パーティクルボード1枚(低剛性)	22.4
No. 2	合板1枚+合板(24mm)2枚+パーティクルボード1枚(高剛性)	42.4

備考 【面材厚】合板:12mm, パーティクルボード:20mm  
 【ゴム硬度】70° 【ゴムの長さ】33mm  
 【脚の長さ】108mm

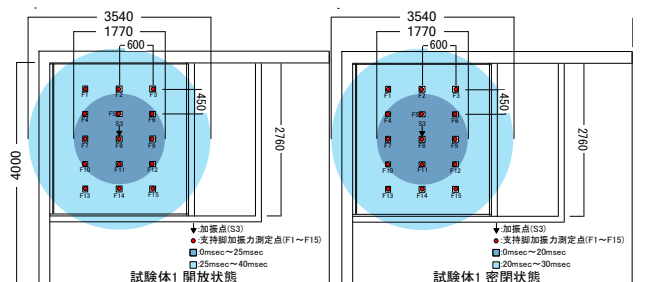


Figure4. Simultaneous Input Area of Force from Support (Test Piece 1)

1 : 日大理工・教員・建築 2 : 日大理工・院・建築

相変形部分が広くなり、スラブ全面に渡って加振力が衝撃時間内に入力しており、これも上部面材の曲げ波波長計算結果 3.07m と一致する。また試験体 1 における曲げ波の端部エリアへの伝搬時間計算結果(およそ 20msec)も測定結果と対応することから、支持脚加振力の入力範囲と伝搬時間は計算によって求めることができるといえる。また試験体 1, 2 ともに端部を開放することで空気抜きの緩衝効果により、衝撃時間が長くなる傾向がある<sup>[1]</sup>。

### 3-2. 支持脚加振力の推定

ボール衝撃源落下時の衝撃力は、前述した支持脚加振力の初期入力範囲(25Hz における面材の曲げ波波長)内の支持脚に分配される<sup>[2]</sup>として、範囲内の各点における支持脚加振力を算出する。計算式は次のように扱う。

ボール衝撃力 × 分散割合 × 振動伝達 …Equation (1)

$$\tau = \frac{1 + (2\zeta\omega / \omega_0)^2}{\sqrt{[1 - (\omega/\omega_0)^2]^2 + (2\zeta\omega / \omega_0)^2}} \dots \text{Equation(2)}$$

ボール衝撃力はボール衝撃源を 1m から自由落下させた際の衝撃力周波数解析結果を用いる。本報では衝撃周波数における衝撃時間内の上部面材変形部分に、両端固定を仮定し、面材の各点における最大変形量を求めた。パーティクルボードと合板の EI、実測したボール衝撃力の最大値を用いて算出した面材の各位置における最大変形量計算値の比を、分散割合とした。振動伝達率とは、乾式二重床構造を質量ばね系としたとき Eq.(2)より算出されるもので、減衰比を  $\zeta = r/rc = 0.1 \sim 0.9$  として考える。

Fig.6, 7 に Eq.(1)より求めた試験体 1, 2 の支持脚伝達加振力を示す。実測値は S3 加振時の支持脚加振力測定結果とした。試験体 1 では曲げ波の波長範囲内の 9 脚のうち中心に近い 5 脚、試験体 2 では 15 脚のうち中心に近い 11 脚が実測値から約  $\pm 5\text{dB}$  以内となった。しかし曲げ波波長範囲の境界に近い測定点(例:試験体 1, F6, 試験体 2, F3)ほど実測値が大きくなる。これは境界付近の実測値には強制入力分に加え、面材の振動伝搬によって発生した力も加算されるためだと考えられる。この結果から面材の曲げ波波長内の支持脚加振力を推定できる可能性があるが、境界付近については面材の振動伝搬の影響について検討する必要があるといえる。またこの計算法は静的な最大変形量を用いるのものであり、時間軸を考慮した動的な応答補正が必要である。

### 4. まとめ

本検討において支持脚からスラブに入力する加振力の特徴を把握でき、上部面材に対して計算をおこなうことで入力範囲や入力時間を算出できる可能性があることを示した。また上部面材の衝撃周波数における曲げ波波長範囲内の各点における支持脚加振力の周波数特性を推定できる可能性を示した。しかし、曲げ波波長の境界付近については今後もデータを増やし検討を続ける必要がある。

### 5. 参考文献

- [1] 田中, 井上, 富田: 「乾式二重床構造における支持脚加振力および空気加振力の分布特性に関する検討」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-1 分冊, pp.329~pp.330, 2013 年 8 月
- [2] 柳沼, 井上, 富田, 稲留, 田島: 「乾式二重床構造変化による衝撃力伝達特性」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-1 分冊, pp161~pp162, 2006 年 8 月
- [3] 日本音響材料協会編: 「騒音・振動対策ハンドブック」, 技報堂出版, pp434, 1982

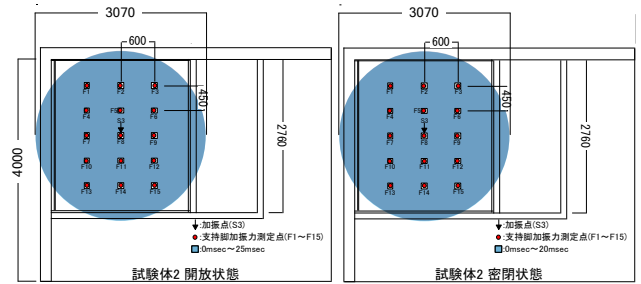


Figure5. Simultaneous Input Area of Force from

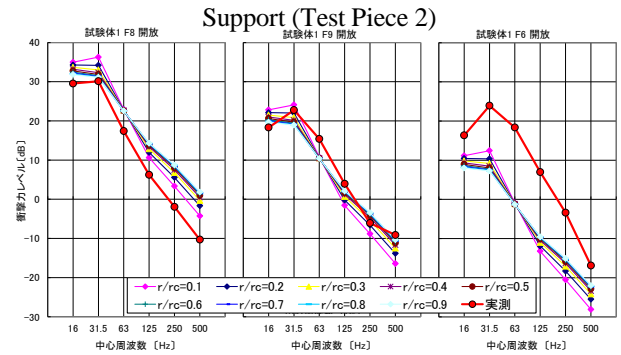


Figure6. Comparison between Calculation and

Measured of Force from Support (Test Piece1)

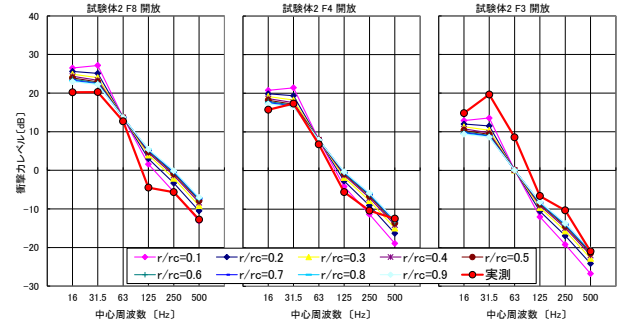


Figure7. Comparison between Calculation and

Measured of Force from Support (Test Piece2)