

H4-8

木質系床構造の天井仕様及び天井裏空気層厚の変化が重量床衝撃音遮断性能に及ぼす影響
 Effect Of The Heavy Floor Impact Sound Insulation Performance In A Wooden Structural Floor By Floor Structure
 Specification And Changing height Of Air Space Above The Ceiling

○阪本一生¹, 井上勝夫², 石川寛之³

Kazuki Sakamoto¹, Katsuo Inoue², Hiroyuki Ishikawa³

The purpose of this study is the improvement of the heavy floor impact sound insulation performance in a wooden building. Experiment using Two types of wooden structural floor construct between reverberation rooms. We examine the effect of floor structure specification and changing height of air space above the ceiling for heavy floor impact sound insulation by 10 types of ceilings and found out the sum of each effect of sound absorption, sound insulation, and damping are same result of mix all in one. Also found out changing height of air space above the ceiling are effective for 63Hz octave band of heavy floor impact sound.

1. はじめに

「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が施行され、公共建築物への木材利用が進む中、林野庁の報告によると、平成 27 年度に着工された公共建築物の木造率は 11%を超え、東北地方においては、公共建築物の木造化率が 30%前後となる県が増加し、着々と木造建築の建設が進んでいる。一方、木質系構造は一般的に低剛性、低質量であることから音や振動の遮断性能を確保することは難しく、特に重量床衝撃音遮断性能を向上させることは大きな課題である。

そこで本研究では、木質系建築物の重量床衝撃音の対策上主要因となる、天井面からの放射音低減方法に着目した。検討項目は、1) 天井構造の吸音、遮音、制振による対策仕様と、各組合せによる重量床衝撃音測定結果。2) 天井裏空気層厚の変化による床衝撃音への影響とする。

2. 実験概要

本実験では上下残響室間を用いて、床、天井を施工した。Figure 1 に床、天井断面詳細を示す。試験体施工部分は 4000×3000mm の開口とした。加振点は床面 5 点とし、全床仕様共通である。バングマシンで床を加振した際の受音室側である下階残響室の加振点直下 5 点を受音点とし、JIS A 1418-2 に基づき測定を行った。Table 1 に試験体仕様一覧を示す。床仕様は在来床（合板 24 mm+ I 型ジョイスト）、パネル床（合板 24 mm+I 型ジョイスト+合板 24 mm）の 2 仕様とし、部材同士の接合は釘、エポキシ系接着剤を併用した。

3. 重量床衝撃音測定結果

Figure 2, 3 に重量床衝撃音測定結果を示す。Figure 2 の在来床の結果を見ると、今回の実験では仕様 5 (GW, 炭袋, 遮音シート) が全帯域において最も良い結果が得られた。Figure3 のパネル床の結果を見ると、基本天井仕様の仕様 9 と、天井裏空気層厚の増大、炭を付加した仕様 8 の結果を比較すると全帯域で 8~10dB 低減しており、天井裏空気層厚の増加、炭付加は効果的な対策であると確認できる。Figure 4 に在来床で石膏ボード 9.5 mm, 強化石膏ボード 12.5mm

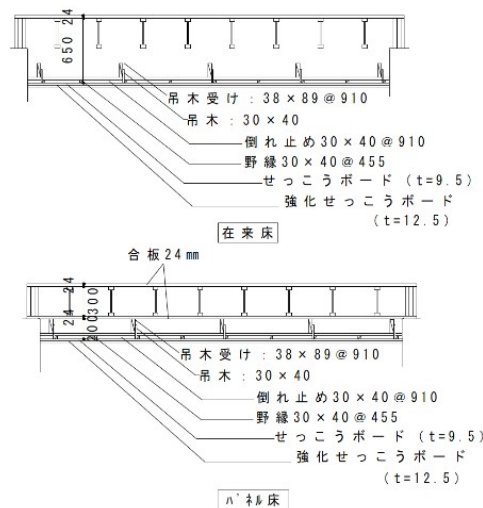


Figure 1. Cross-Section of Floor and Ceiling

Table 1. Specimen Floor List

| 仕様 | 床仕様 | 天井裏空気層厚 | 天井構造 |
|----|-----|---------|------------------------------------|
| 1 | 在来 | 650 | PB9.5+強化PB12.5 |
| 2 | | | GW50(24k)+PB9.5+強化PB12.5 |
| 3 | | | 炭袋+PB9.5+強化PB12.5 |
| 4 | | | PB9.5+遮音シート4,PB12.5 |
| 5 | | | GW50(24k)+炭袋+PB9.5+遮音シート4+強化PB12.5 |
| 6 | | 550 | 炭袋+PB9.5+強化PB12.5 |
| 7 | パネル | 350 | PB9.5+強化PB12.5 |
| 8 | | | 炭袋+PB9.5+強化PB12.5 |
| 9 | | | PB9.5+強化PB12.5 |
| 10 | | 200 | 炭袋+PB9.5+強化PB12.5 |

1 : 日本大学理工学部建築学科助手・修士(工学)、Research Associate of Architecture. College of Science and Technology, Nihon Univ. M. Eng.
 2 : 日本大学理工学部建築学科特任教授・工博、Prof. Dept. of Architecture. College of Science and Technology, Nihon Univ. Dr. Eng.
 3 : 日本大学大学院生、Graduate Student, Graduate College of Science and Technology, Nihon Univ.

の 2 枚張りの仕様 1 を基本として、天井対策仕様 2~6 の床衝撃音レベル相対差を示す¹⁾。

仕様 2 の GW 挿入効果を見ると、高域の 250Hz 帯域以上では吸音による低減効果が得られ GW の吸音特性と対応している。

仕様 3 の炭粉加による遮音、制振、吸音による効果²⁾ をみると低域、及び高域において低減効果が得られ、特に重量床衝撃音の対策が困難とされる 63Hz 帯域においても 5dB の低下が得られている。250Hz 帯域以上では吸音効果が得られ、吸音材 GW と同等の低減量が得られている。

仕様 4 の遮音シート付加効果を見ると、質量付加 (天井の面密度 $m=20.1\text{kg/m}^2 \rightarrow 27.7\text{kg/m}^2$) による透

過損失の増大でも、質量則による増加分が、計算上でも 2.5dB 程度となることから、実験結果とほぼ対応している。しかし、重量床衝撃音に対する対策方法としては、あまり効果的ではない。

仕様 5 の「GW+炭袋+遮音シート」による効果を見ると、全周波数帯域で最も高い低減量が得られた。仕様 2, 3, 4 の低減量それぞれを加算した値を点線で示す。仕様 5 の実測値と計算値はある程度対応しており、GW による吸音効果、炭袋による遮音、制振、吸音効果、遮音シートによる質量付加による効果、それぞれの対策量の加算値として作用したと考えられ木質系床構造ではそれぞれの効果による対策を組み合わせることは有効であり、必要な効果量の設定が可能である。

Figure 5 に天井裏空気層厚を増加させた仕様 6, 3 (在来床・炭袋 550→650 mm), 仕様 9, 7 (パネル床・PC のみ 200→350 mm), 仕様 10, 8 (パネル床・炭袋 200→350 mm), の床衝撃音低減量を示す。天井裏空気層厚を増大させると「空気バネ-天井質量系」の共振周波数は低下するが、仕様 9 の仕様変化では計算上 $f_0=12\text{Hz} \rightarrow 11\text{Hz}$ で 1.09 倍程度の変化であり、ほぼ変化がない。それに対して、仕様 9 (計算上 $f_0=31.31\text{Hz} \rightarrow 23.67\text{Hz}$), 仕様 10 (計算上 $f_0=24.58\text{Hz} \rightarrow 18.58\text{Hz}$) では仕様変化により計算上 1.3 倍程度であり、高い効果が得られた。特に低域での低減量が高く重量床衝撃音の対策が困難である 63Hz 帯域でも 4~5dB の効果が得られており、天井裏空気層厚を増やすことにより空気バネが低下し一次固有振動数が低域にシフトしたと考えられる。したがって、木質系床構造では天井裏空気層厚を調整することも床衝撃音の対策する上で効果的であり、設計時に検討することが重要であると言える。

4. まとめ

木造の重量床衝撃音対策の主要因とされる天井を対象に、遮音、制振、吸音対策を組み合わせた効果、天井裏空気層の変化による効果について実験を行い、天井の有効的な対策方法、各仕様の影響をある程度明確にすることができた。今後は対策仕様を更に検討するとともに、仕様とそれぞれの対策量との関係としてまとめていきたい。

5. 参考文献

- [1] 阪本一生他 2 名：木質系床構造の天井仕様の変化が床衝撃音遮断性能に及ぼす影響その 1, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 185-186, 2017
- [2] 中森俊介他 3 名：床衝撃音に対する調湿用木炭敷設天井の吸音の影響について, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 173-174, 2009

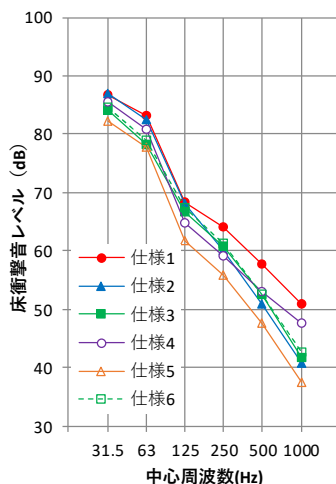


Figure 2. Result of Floor

Impact Sound (Conventional Floor)

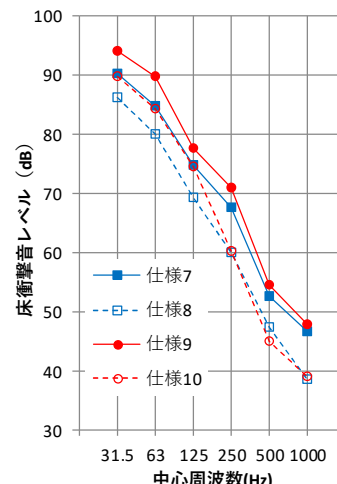


Figure 3. Result of Floor

Impact Sound (Panel Floor)

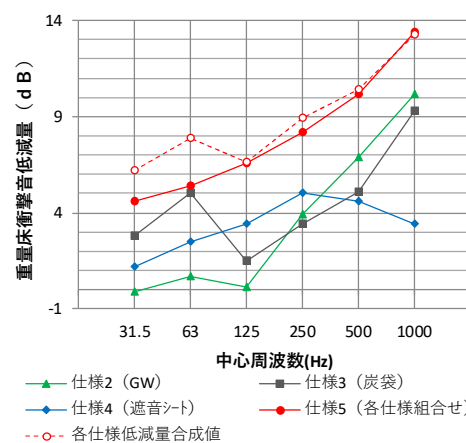


Figure 4. Difference of Floor Impact Sound

(Effect of Ceiling Type)

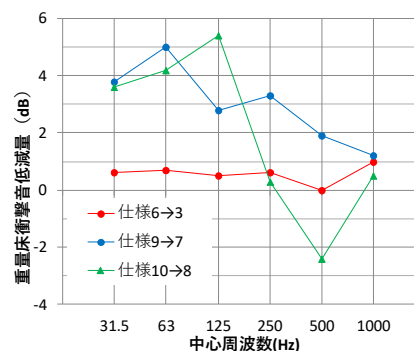


Figure 5. Difference of Floor Impact Sound

(Effect of Space Above Ceiling)