

D1-12

木質構造における天井板断面仕様別の振動制御への影響について

Vibration Control of the Ceiling Plate in Timber Structures.

○石川寛之¹, 井上勝夫²Hiroyuki Ishikawa¹, Katsuo Inoue²

In 2010, the law was being enforced, using wood to construct institutional building. This will lead to disseminate the frame structure from next few years. However, the performances of floor impact sound using heavy impact source are still too low because it is low rigidity and low mass. Improved mass and rigidity, vibration isolation structure to reduce vibration transmission, vibration suppression effect by past research. It is understood that by improving these three points, performance improvement can be expected even for wooden buildings, which are disadvantageous against floor impact sound rather than other structures.

Therefore, in this study, we focused to the damping effect of the ceiling board and conducted an experiment to verify the vibration damping effect using granular materials.

1. はじめに

平成 22 年に「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、今後木造建築物がより普及していくと予想される。しかし、木造建物は低剛性かつ低質量であるため、遮音性能や床衝撃音遮断性能に対する問題が大きく、特に重量床衝撃音における対策は大変困難である。

既往研究¹⁾により、床構造の質量・剛性の増加、床構造から躯体への振動伝達を低減する防振構造、天井板の振動を制御する効果、これら 3 点を対策することで、他構造よりも床衝撃音遮断性能において不利である木造建築物であっても性能向上を期待できることが分かっている。

天井板の振動を制御する効果として、木造実断面建物にて天井板上に粒状の炭(11.4kg/m³)を敷設した際の重量床衝撃音レベルを測定した結果を Figure1 に示す。グラフをみると、全周波数帯域で炭付加による大きな改善効果が出ている。63Hz 帯域では 9dB 低減する結果を示しており、炭を天井板上に敷設することは床衝撃音対策として大きな効果が得られることがわかる。そこで本報では、この効果を振動抑制効果と捕え、より詳しく検討を行った。

2. 実験概要

本実験では炭付加のみの影響を検討するための天井構造を作成し、炭の量の変更や天井板の複層化による振動特性の変化について検討した。天井材の仕様として、天井板上に何も付加をしていない

「炭なし」と炭を付加した「炭 1.0 倍(11.4kg/m³)」、「 $\sqrt{2}$ 倍」、「 $1/\sqrt{2}$ 倍」の 4 仕様とし、天井板としては、石こうボード 9.5mm 及び複層化した 9.5mm+12.5mm の計 8 仕様とした。なお、複層化は 9.5mm 板の表面に 12.5mm 板をビス止めした(@303)。Figure2 に平面図及び測定点を示す。上部から吊り木を用いて天井を吊り下げた(@910)天井断面を作成し、実験を行った。天井面積(1820×1820)、野縁(40×30)、野縁受け(40×30)を使用し、測定点は根太間の点とした。また、加振点を測定点近傍、衝撃源としてインパクトハンマーを用いて下方から加振して天井板の振動応答波形から減衰曲線及び駆動点インピーダンスを算出した。

3. 測定結果

3-1. 時系列応答の比較

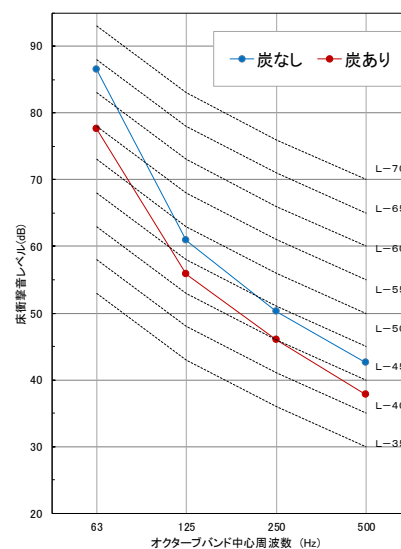


Figure 1. 1/10 octave Floor impact sound level

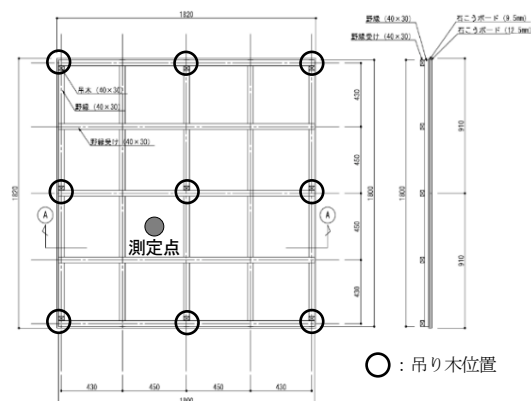


Figure 2. Vibration Receiving point and Impact point

1 : 日大理工・院(前)・建築

2 : 日大理工・教員・建築

Figure3 に PB9.5mm をインパクトハンマーで加振した際の振動応答波形より求めた減衰曲線を示す。なお、今回は実測値の炭ありと炭なしで最もインピーダンス値の差が大きかった単一周波数 112Hz にて比較した。減衰特性をみると、炭なしは減衰時間が最も長く、60dB 減衰として表すと 1.5s を示す。また、炭 1.0 倍では 0.13s、炭 $1/\sqrt{2}$ 倍では 0.09s、炭 $\sqrt{2}$ 倍では 0.10s となり、炭を敷設することにより振動減衰時間に大きな効果があることがわかる。また、炭の量を変化させた場合では、その差は小さく減衰時間にあまり影響がない為、現状の仕様(11.4kg/m³)で妥当と考えられる。

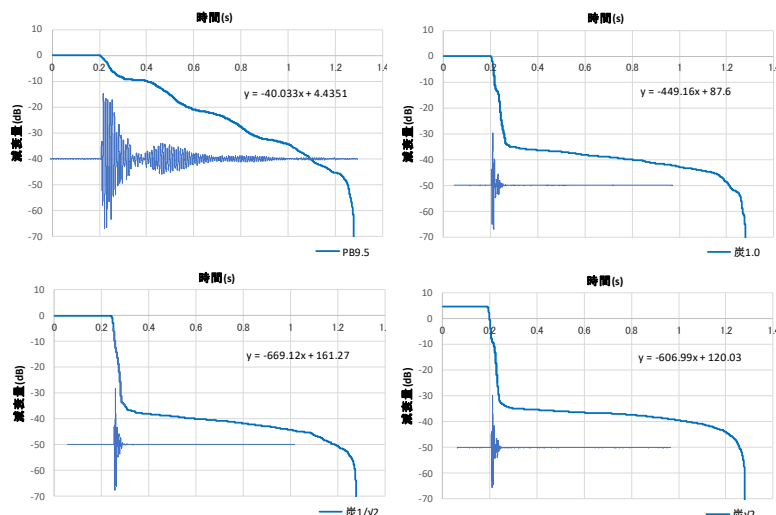


Figure 3. Decay curve graph

3-2. インピーダンス測定結果

次に炭付加による周波数別の影響を確認するため、Figure4 に駆動点インピーダンス(石こうボード 9.5mm)測定結果を示す。グラフを見ると、炭なしの時には共振的なインピーダンスの低下が多数表れている。これらの共振の原因は、吊り木間や根太間に発生する曲げ板振動と考えられるが(計算値 $f_0=46\text{Hz}$)、炭を付加した場合、極低周波数域や高周波数域の局所振動への影響は少ないが、低・中周波数域では共振が大きく抑えられ、インピーダンス値が増加する結果となった。これは、炭を付加したことにより、粒状体どうしの摩擦等が振動に対して作用することで、共振の発生を抑制している制振効果として作用しているものと考えられる。また、炭ありを衝撃インピーダンスと比較すると、炭 1.0 倍(11.4kg/m³)、 $1/\sqrt{2}$ 倍、 $\sqrt{2}$ 倍と変化させても 50dB~53dB と、大きな差はなく、前述した減衰時間と同様に質量増加分の効果は明確には発生していない。次に石こうボードを複層化した際のインピーダンスを比較すると(Figure5)、石こうボード 9.5mm 1 枚張りと同様、炭を付加させることで低・中周波数域で共振的なインピーダンスの低下が抑制されていることがわかる。また、63Hz 帯域(1/1 オクターブバンド)におけるインピーダンスを炭なしと炭 1.0 倍と比較すると、PB9.5mm は 6.7dB、複層の場合は 2.7dB 上昇し、重量床衝撃音に対して有効な対策と考えられる。

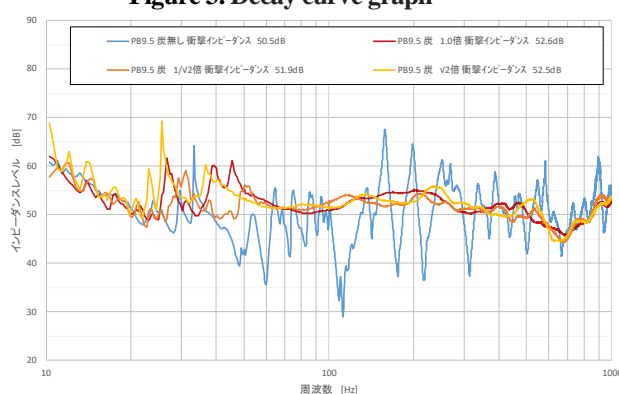


Figure 4. Driving point impedance level (9.5mm)

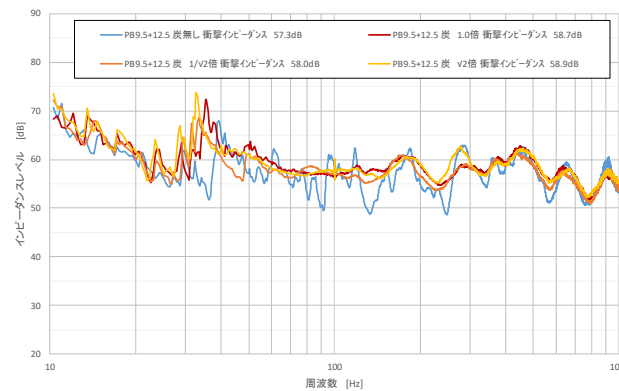


Figure 5. Driving point impedance level (9.5mm+12.5mm)

以上のように、両仕様ともに炭を付加することで低・中周波数域において曲げ板振動に対する抑制効果が表れており、これらは炭の材質や形状により周波数特性が定まっているものと考えられる。よって、このような現象が床衝撃音に対する効果として表れているものと推察される。

4. まとめ

今回、炭の量を変化させるほか、天井板の複層化に伴う効果量の変化について検証したことにより、粒状体の敷設による振動系への影響は減衰定数の増加として捕えられることがより明確になった。今後はこれらのデータを活用し、実断面の天井仕様における効果量の予測に役立てていきたい。

5. 参考文献

[1] 秋本, 井上他: 純木質構造を対象とした床構造仕様別の重量床衝撃音遮断性能の検討(大断面集成材を用いた純木質構造の重量床衝撃音遮断性能に関する研究: その1), 日本建築学会大会, 2015. 9
 [2] 石川, 井上, 阪本: 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2, 日本建築学会学術講演梗概集 p187-188, 2017