

## 2) 環境研究グループ

### 2) - 1 大規模木造建築物の音環境性能向上に関する技術的検討 【基盤】

#### Technical examination concerning the sound insulation improvement of the large-scale timber building

(研究期間 平成 24~26 年度)

環境研究グループ

三木保弘

Dept. of Environmental Engineering

MIKI Yasuhiro

Efforts toward the construction of timber public buildings have been made since the enforcement of the Act for Promotion of Use of Wood in Public Buildings (Law No. 36 of 2010 of Japan). Since the floor impact sound insulation of timber construction is generally lower than in concrete construction, sound insulation is likely to become a serious concern as timber buildings increase. This paper reports the results of review of four subthemes; (1) Current situation survey of sound insulation of the large-scale timber building, (2) Examination concerning floor impact sound insulation improvement, (3) Examination concerning evaluation method of sound insulation of timber building and (4) Examination concerning measurement and evaluation method of floor impact sound insulation.

#### 【研究目的及び経過】

平成 22 年 10 月 1 日に施行された「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」により、低層の公共建築物については、原則として全て木造化を図ることとなった。さらには、本法律により、一般建築物における木材の利用の促進までの波及効果を期待されている。しかしながら、中大規模木造建築物の測定事例が少なく、音環境性能の現状は明らかになっていない。当然のことながら、木造建築物の音環境性能は、コンクリート構造の建築物に比べると低いため、木造建築物の増加により、音環境性能がクレームやトラブルになることが予想される。このように、これから発生すると予想される問題に対応するためにも、大規模木造建築物における音環境性能に関する研究が必要となった。

本研究では、中大規模の木造建築物の音環境性能の現状把握と、音環境性能（特に、重量床衝撃音）の向上を目的とした実験的検討を実施した。これまでの研究では、床衝撃音遮断性能の向上のためには、床断面の上面材の材料に重量物を使用する方法が提案されている。この方法では、構造に影響を与えると同時に、コスト面からみても過剰な仕様となる場合がある。そこで、従来の防耐火性能などを考慮した、ALC パネルなどを使用した床断面仕様に加え、できるだけ床断面仕様を軽量することを目的とした仕様の開発についても検討を行った。さらには、構造種別に関係なく床衝撃音遮断性能の測定・評価法全般に関する検討を実施し、木造建築物の音

環境性能の評価に活用できる音環境基準の検討についても行った。

#### 【研究内容】

本研究は、以下の 4 つのサブテーマについて検討した。

- (1) 木造建築物の音環境性能の現状調査
- (2) 床衝撃音遮断性能向上に関する検討
- (3) 木造建築物の音環境性能等の評価法に関する検討
- (4) 床衝撃音遮断性能の測定・評価法に関する検討

#### 【研究結果】

##### (1) 木造建築物の音環境性能の現状調査

論文・報告書等で公表されている、木造建築物の音環境性能について文献調査を実施した。その結果、音環境性能の内、戸建などの小規模木造建築物の床衝撃音遮断性能の測定事例はあるものの、大規模木造建築物の測定はほとんどないことが分かった。得られたデータから、断面仕様別に床衝撃音遮断性能の整理を行った。

また、平成 25 年 10 月に実大火災実験（本実験）を実施した木三学を対象とした、床衝撃音遮断性能の測定を実施した。さらには、オープンプラン教室における音の伝搬特性の測定を実施した。特に床衝撃音対策を実施していない床断面仕様にもかかわらず、重量床衝撃音遮断性能は  $L_r-65$  の性能が得られた。（図 1）これは、受音室の大きさや燃えしる設計のために梁の剛性が高くなっているためであることが明らかになった。また、オープンプラン型教室では遮音性能がほとんどなく（図 2）、天井の吸音対策が必要であることを明らかにした。

## (2) 床衝撃音遮断性能向上に関する検討

木造建築物における床衝撃音発生系を考慮すると、床衝撃音遮断性能向上のための対策は、衝撃入力低減、床剛性の増加、天井での遮音、受音室での音圧制御となる。天井での振動制御、衝撃入力低減に着目し、resilient channel（鋼製下地材）、乾式二重床構造、フリーアクセスフロアの 3 種類の新たな部材の効果について実験的検討を行った。Resilient channel を用いた天井構造については、2 自由度の振動系として捉えられることを明らかにした。（図 3）また、乾式二重床構造を設置する床面のインピーダンスにより床衝撃音遮断性能が変化することがわかった。フリーアクセスフロアについては、木造床に施工することで重量および軽量床衝撃音遮断性能が向上できることを示した。

また、耐火性能も考慮し、重量物である ALC パネルを使用した床断面仕様の床衝撃音遮断性能変化について、試験体 17 体を対象に実験的検討を実施した。その結果、ALC パネルにより性能が向上することを示し、ALC パネル上に乾式二重床構造を施工することで、さらなる性能向上が可能であることを明らかにした。

さらには、CLT（直交集成板）を採用した床断面仕様の検討を行い、駆動点インピーダンスの測定を行った。150mm 厚のコンクリートスラブと CLT パネル（国産 150mm 厚、外国産 145mm 厚）の駆動点インピーダンスレベル差は、概ね 20~30dB 程度の差があることが明らかにした。（図 4）

## (3) 木造建築物の音環境性能等の評価法に関する検討

木造建築物の音環境性能の基準値について検討を行った。軽量床衝撃音遮断性能については、コンクリート構造と同等の性能が得ることが容易であるが、重量床衝撃音遮断性能については、コンクリート構造と同等の性能を得るためには、経済的に過剰な床断面仕様となることがわかった。そこで、中大規模木造建築物の床衝撃音遮断性能の目標値は、経済的観点、木造建築物らしさを考慮すると、性能を低下させて設定することが妥当であると考え、床衝撃音遮断性能のランクの暫定値を検討し、性能ランクの案を示した。（表 1）

## (4) 床衝撃音遮断性能の測定・評価法に関する検討

乾式二重床構造を対象とした、床衝撃音遮断性能に関する実験的検討を実施した。その結果、低周波数域においては、2 種類の標準重量衝撃源（タイヤ衝撃源とゴムボール衝撃源）の対応性の手法を得ることができた。また、床衝撃音の発生系として、支持脚からの伝達加振力と空気層内部の音圧加振力の両方が互いに影響しあい、性能が決定されることを示した。

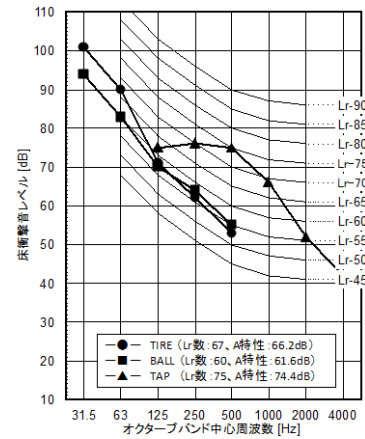


図 1 木三学における床衝撃音レベル測定結果

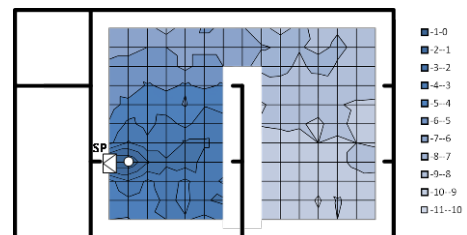


図 2 木三学における音圧レベル分布(500Hz 帯域)

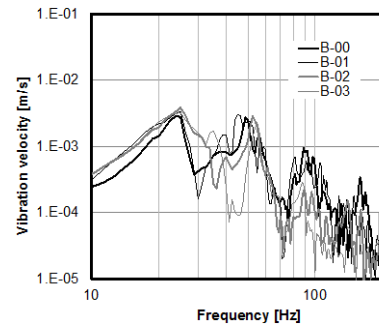


図 3 ゴムボール衝撃源加振時の天井面の振動速度応答（枠組壁工法、独立天井）

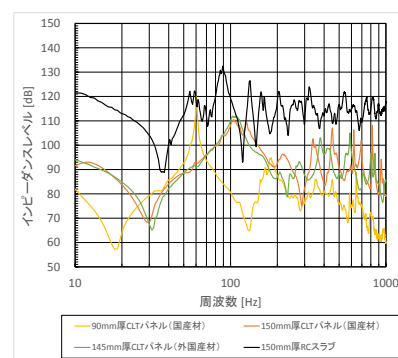


図 4 コンクリートスラブと CLT パネルの駆動点インピーダンス測定例

表 1 中大規模木造建築物の床衝撃音遮断性能のランクの例（暫定値）

建築物	室用途	衝撃源	適用等級(暫定版)		
			ランク1	ランク2	ランク3
集合住宅	居室	重量	$L_r-55$	$L_r-60$	$L_r-65$
		軽量	$L_r-45$	$L_r-50$	$L_r-55$