

木造建築物の音環境からみた 快適性向上技術に関する検討

環境研究グループ 上席研究員 平光 厚雄

I はじめに

脱炭素社会の実現化、主伐期を迎えた杉を中心とした国産木材の有効利用による林業の活性化等を目的とした「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律（平成 22 年法律第 36 号）」が平成 22 年に制定された。令和 3 年に法律の題名が「脱炭素社会の実現に資する等のための建築物等における木材の利用の促進に関する法律」に変更され、現在は建築物全般を対象とした木材利用が推進されている。

しかしながら、木材需要の拡大のための木造建築物の設計法の技術資料等が不足しているため、木造建築物の普及の妨げとなっている。これらに対応する、PRISM バイオ「木材活用大型建築物の普及促進木材需要拡大に資する大型建築物普及のための技術開発」の研究開発が実施されている。本研究では、「①木材需要拡大のための高層木造建築物の汎用型設計技術の開発」、「②木質混構造を活用した中層大型建築物の普及のための技術開発」、「③木造建築物の音環境からみた快適性向上技術の開発」の 3 つのサブテーマの研究が行われており、本報では音環境に関する検討の概要について紹介する。

II 音環境に関する基準類

(1) 建築基準法

建築物の計画・設計時において、音環境性能に関する基準を参照し、目標値等を設定する必要がある。さらには、竣工後に性能測定や評価を行うことも多くみられる。建築基準法第 30 条では、「長屋又は共同住宅の各戸の界壁」の遮音性能が規定されている。長屋又は共同住宅（集合住宅）の界壁の構造は一定の遮音性能をもち、その性能については政令で定められる技術的基準に適合するもので、その構造は告示の仕様を用いたもの、または国土交通大臣の認定を受けたものであることとされている。また、界壁は「基本的に」小屋裏又は天井裏に達するものであることが規定されている。なお、床衝撃音遮断性能などの他の音環境性能や長屋又は共同住宅以外の用途の建築物の界壁の遮音性能に関する規定はない。

(2) 日本建築学会遮音性能基準

「建築物の遮音性能基準と設計指針[第二版]¹⁾」では、建築物の遮音性能基準が示されている。建物・室用途別に室間音圧レベル差、床衝撃音レベルおよび室内騒音の適用等級が示されている。法規制のない床衝撃音遮断性能については、この遮音性能基準を参照とすることが多くなっている。表 1 に集合住宅居室に対する床衝撃音レベルの適用等級を示す。

表 1 床衝撃音レベルに関する適用等級

衝撃源	適用等級			
	特級	1 級	2 級	3 級
重量衝撃源*	L-45	L-50	L-55	L-60, L-65**
軽量衝撃源	L-40	L-45	L-55	L-60

* 重量衝撃源はタイヤ衝撃源。

** 木造、軽量鉄骨造またはこれに類する構造の集合住宅に適用する。

III 木造建築物の床衝撃音対策

集合住宅におけるクレームやトラブル等の現状をアンケート調査²⁾からみると、遮音性能に関連する事項の満足度が低く、その中でも特に重量床衝撃音（上階から聞こえる歩行音や子供の飛び跳ねなどが下階に聞こえる音）に関する不満率が多くなっている。このことより、中高層木造建築物の普及のためには、床衝撃音の対策が必要であるといえ、表 1 を参照すると、木造の集合住宅の基準値は重量床衝撃音で L-65（タイヤ衝撃源）、L-60（軽量床衝撃音）の性能が目標値のひとつといえる。

木造建築物における床衝撃音対策の基本は、発生側から受音側にわたって表 2 のように纏めることができる^{2), 3)}。表中の「⑩音源室と受音室の配置計画を考慮」は設計段階の配置計画による対策であり、比較的成本を掛けずに対策可能である。①から④までは、床断面仕様等を考慮した対策であるが、設計段階から検討する必要がある。

表2 木造建築物における床衝撃音対策の基本

	対策の基本	対策の例
①	音源室と受音室の配置計画を考慮	静かな状態が必要な室の隣室あるいは上階には、床衝撃が大きい室を配置しない など
②	床への衝撃入力 の低減	乾式二重床構造の採用、室での人の移動の制限、物の落下の防止 など
③	床躯体構造による 低減	床構造の重量増加、梁せいを大きくすることによる床剛性の増加 など
④	天井での遮音	床構造から振動的に絶縁した天井の設置、防振吊木の採用、天井ボードの増し張り、天井ふところ内への吸音材の挿入 など
⑤	受音室内での制御	床から壁への伝達振動の低減対策、受音室内の吸音 など

IV 研究開発概要

(1) 床断面仕様と性能に関するCLT床断面仕様の基準化のための技術的知見の提案

床衝撃音の発生系を考慮すると、表2中の「④受音室での制御」に示すように、天井面からだけでなく壁面からの放射音も考慮する必要がある。そこで、小型T字・十字試験体(図1)において、接合部の振動レベル低減量を測定し、接合部における床衝撃音対策の定量化を行っている。

また、これまでの建築音響的な予測モデル策定に向けた解析、機械学習⁴⁾等の新技術の活用可能性の検討・検証を実施している。

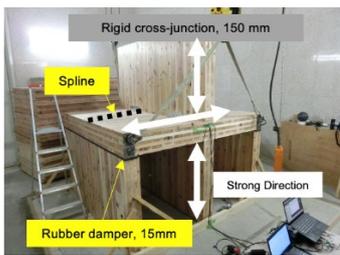


図1 十字試験体を用いた接合部の振動レベル測定状況

(2) 音環境性能を確保するためのCLTパネル工法床断面仕様等の整備

天井面を木材 (CLT パネル) 現しとする仕様に対して、音環境性能やコストを考慮した CLT パネル工法床の標準断面仕様の検討を行っている。表2中の「③天井での遮音」が出来ないため、「②床躯体構造による低減」による対策を行った。床構造の重量や剛性を増加させる方法としては、CLT 床上にコンクリートを打設する方法を検討した。

コンクリートを打設したCLT床として、防振層をもつ湿式浮き床および接合具を用いてCLTとコンクリートを合成させた合成床の振動特性(駆動点インピーダンス)の測定を実施した。さらには、ツープイフォー6階建て実大実験棟のCLT床において、実際に湿式浮き床と合成床を施工し床衝撃音遮断性能の測定を行った。図2に示す結果から、コンクリート打設が床衝撃音対策に有効であることを明らかにした。

これらの成果を基に、一定の性能をもつ床断面仕様例(図3)の整備を進めている。ただし、コンクリートを打設することはコスト面などからも課題があると考えられるため、他の乾式的手法についても検討が必要であろう。

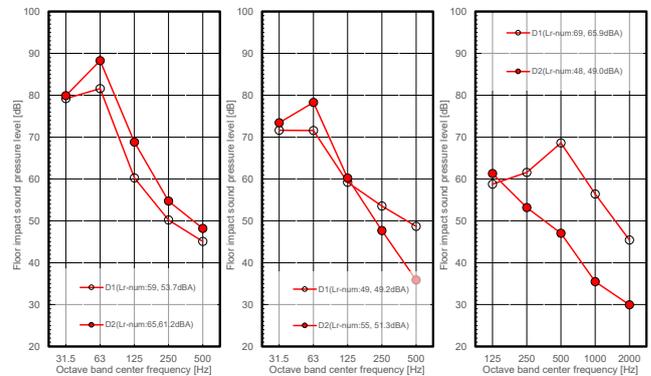


図2 床衝撃音遮断性能測定結果例

(D1: CLT 素面、D2: 合成床)

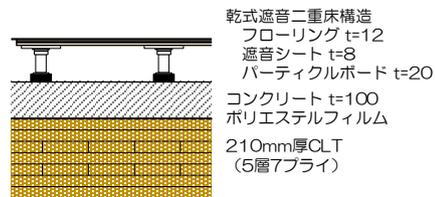


図3 一定の性能をもつ床断面仕様例

V まとめ

今後の検討として、CLT パネル工法において断面仕様床が床衝撃音遮断性能に与える影響等の知見を取り纏めるとともに、日本住宅性能表示基準の告示で適用する断面仕様例の提示などを行う予定である。

【参考文献】

- 1) 日本建築学会編：建築物の遮音性能基準と設計指針[第二版]、技報堂出版、1997
- 2) 平光厚雄：床衝撃音遮断性能の評価基準と性能向上に関する研究、日本大学大学院理工学研究科博士後期課程建築学専攻、2013.1
- 3) 日本建築学会編：日本建築学会環境基準 AIJES-S0001-2020 学校施設の音環境保全規準・設計指針、丸善出版、2020
- 4) 平川侑：機械学習を用いた重量床衝撃音レベル低減量の読み替え、令和3年度国立研究開発法人建築研究所講演会、2022.3