

中大規模の木造建築を念頭にした CLT 床の開発

松 岡 直 人

中大規模の木造建築は、2010 年「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」の施行により、公共建築物を中心として建設されている。その中で新しい木質建材である CLT（Cross Laminated Timber：直交集成板）は、木造建築の床や壁に利用されている。CLT を使用した床構造（以下 CLT 床という）は、鉄筋コンクリート床に比べると比重が小さいことから、特に子供が飛び跳ねた音などの重量床衝撃音（注 1）の対策が難しい。本稿では、CLT 床に付加材を組合せて、単体での重量床衝撃音で高い遮音性能となる床仕様を開発したので紹介する。

キーワード：中大規模木造建築、CLT、乾式遮音床、重量床衝撃音

1. はじめに

国は、2010 年「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」を定め、公共建築物を中心に木造化を促進するとともに、民間企業にも木材利用を促していることから、ホテルや共同住宅など中大規模の木造建物等の適用の検討が拡大してきている。中大規模の木造建築では、柱や梁に集成材、壁や床に CLT が採用されている。この CLT は、断熱性に優れると共に、コンクリートよりも軽いという特徴を兼ね備えている。一方その比重は、鉄筋コンクリートに比べると約 1/5 と小さいこと、並びに剛性も低いことから遮音性能が劣るという課題がある。特に子供が飛び跳ねた音などの重量床衝撃音への対策は難しく、ホテルや共同住宅などの建築物では、CLT 床の上にコンクリート等を打設することで対応している。しかし、この対策では、コンクリートの重量によって軽量性に優れる CLT 床の特性を活かしきれないことや、乾式工事である CLT 床に湿式工事のコンクリート打設が加わることで工期が長くなるなどの問題点がある。

乾式工事のみで遮音対策を実験した「日本 CLT 協会 技術報告会 2017（4. 床遮音性能試験 2016 年度活動報告）」¹⁾ では、CLT 床および付加材（制振マット付乾式二重床、グラスウール付 CLT 二重天井）によ

る仕様を採用し、実験室における単体測定で、重量床衝撃音の遮断性能（タイヤ衝撃源）で Lr-55 相当（注 2）を達成している。

そこで、当社では、軽量性に優れる CLT 床の特性や工期短縮等の観点から乾式工事の採用が不可欠であるとして、CLT 床に付加材（遮音シート付軽量気泡コンクリートパネル（以下 ALC という）、高剛性高密度な二重床、防振天井）を組合せた乾式床構造の開発を行い、重量床衝撃音で高い遮音性能となる Lr-45 相当（注 2）の床仕様を達成したので、以下に概要を紹介する。

2. 実験概要

共同住宅の最低限の遮音性能としては、日本建築学会遮音性能基準において、集合住宅やホテルで望まれる水準は、「一般的な性能水準」となる 2 級 L-55 等級が求められる（実施工状態）。更に、実験室での試験結果であることを考慮すると、試験室では Lr-50 相当～Lr-45 相当の高い遮音性能値が望まれる。そこで、軽量性に優れる CLT 床の特性等を活かすために CLT 床に付加材として ALC、高剛性高密度な二重床、防振天井を組合せた高い遮音性能を有する床仕様を開発し、試験を実施した。以下にその概要を紹介する。

（注 1）重量床衝撃音は、JIS A 1418-2 に規定される衝撃力特性（1）の標準重量衝撃源（タイヤ衝撃源）である。

（注 2）Lr 相当は、CLT 床単体の測定が JIS で規定されていないため、残響室で床単体の重量床衝撃音（標準重量衝撃源）の測定結果を JIS A 1419-2 にプロットして数値化し、相当値として表現したものである。

(1) 試験体

今回の試験で使用した最も遮音性能の高い試験体の断面イメージを図—1に示す。

試験体は、CLT床とALC部分の床構造、その上側に二重床部分となる床仕上げ構造、下側に防振仕様天井を設けた。それぞれの仕様は、表—1に示すとおりである。この中で床構造となるCLT床は、1時間の耐火仕様を想定して、上部にALC、下部に石膏ボードと断熱耐火パネルからなる耐火層（燃え止まり層）を設けた。また、床仕上げ構造では、実際の納まりを考慮して二重床端部と壁面（仮想壁）との間に3mm程度の隙間を設けた。

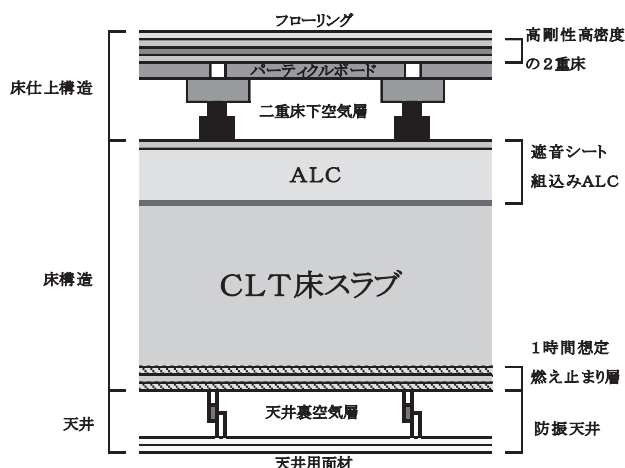
(2) 試験方法

(a) 試験室

試験は、一般財団法人建材試験センターの残響室で

表—1 試験体概要

床仕上構造	・フローリング（厚さ12mm） ・合板（厚さ12.5mm） ・アスファルトシート（厚さ8mm×2層, 比重2.3） ・合板（厚さ12.5mm） ・パーティクルボード（厚さ20mm） ・支持脚（ゴム硬度65度） ・防振根太（ゴム硬度70度）
床構造	・合板（厚さ12.5mm） ・ALC（厚さ100mm, 密度600kg/m³） ・遮音緩衝材としてポリエチレンフォーム（厚さ10mm） ・CLT（2,950mm×3,950mm, 厚さ210mm） ・硬質せっこうボード（厚さ12.5mm×2層） ・断熱耐火パネル（厚さ6mm） ・硬質せっこうボード（厚さ9.5mm）
天井	・天井吊木用部材（木製幅40mm×厚さ30mm） ・天井吊用部材（軽量鉄骨□-40mm×40mm） ・防振ハンガー ・LGS野縁受け（C38） ・LGS野縁（M19） ・強化せっこうボード（厚さ9.5mm+12.5mm）

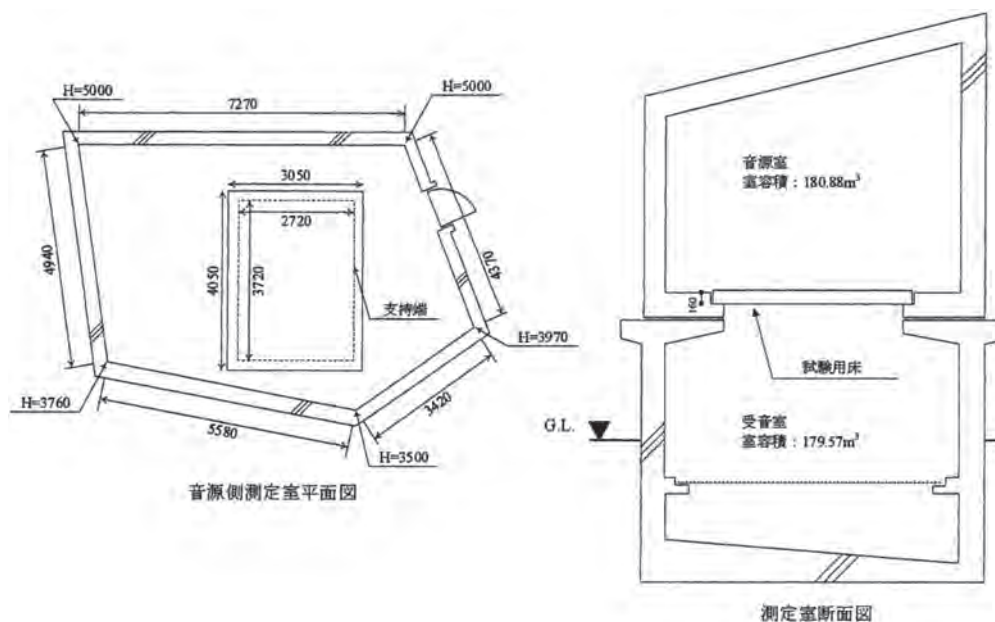


図—1 試験体の断面イメージ

行った（図—2）。試験体の取り付け開口寸法は、縦2,720mm×横3,720mmである（開口部約10m²）。この開口部にゴムシートを挟んで縦2,950mm×横3,950mmの試験体であるCLT床を設置し、順次仕様を変更しながら測定を行った。

(b) 試験方法

床衝撃音の測定は、「JIS A 1418-2 建築物の床衝撃音遮断性能の測定方法—第2部：標準重量衝撃源による方法」を参考に行った。JISによる測定方法には、CLT床の測定方法について記載されていない。従って、JISの測定方法を参考に残響室で床単体の重量床



図—2 残響室の平面と断面²⁾

衝撃音（標準重量衝撃源）を測定し、その結果を「JIS A 1419-2 建築物及び建築部材の遮音性能の評価方法 - 第2部：床衝撃音遮断性能」の規定する等級曲線にプロットして L_r 相当値として表現した。

床衝撃音の測定は、50 Hz ～ 5,000 Hz の周波数帯域で1/3オクターブバンドごとに行った。また、1/3オクターブバンドの測定による結果からオクターブバンドごとの値を算出した。試験体の設置状況については、写真—1～4に示すとおりである。

(c) 評価方法

床衝撃音の遮音性能の評価は、日本建築学会の「建築物の遮音性能基準と設計指針」の中で提案されている適用等級（ L 値）と適用等級の意味に照らし合わせて評価する。適用等級 L 値は、建物用途で遮音性能が示されており、適用等級の意味では、住宅における生活実感と L 値の対応例が人の音に対する体感例として示されている。本試験では、 L_r 相当（注2）であるので、厳密にはこの L 値の対応例を採用することはできないが、参考にする目安値として代用する。



写真—1 CLT 床設置状況



写真—2 二重床設置状況



写真—3 天井設置状況



写真—4 試験体設置終了

3. 試験結果

この度実施した重量床衝撃音の遮音性能試験は、次に示す4種類の床構造仕様、①CLT床スラブ単体、②1時間耐火を想定した床構造、③マンション等で採用事例の多い二重床と防振天井、④高剛性高密度な二重床と防振天井、それぞれの遮音性能を把握することを目的として実施した。4種類の床構造仕様と重量床衝撃音の遮音性能は、図—3に示すとおりである。

① CLT 床スラブ単体の試験

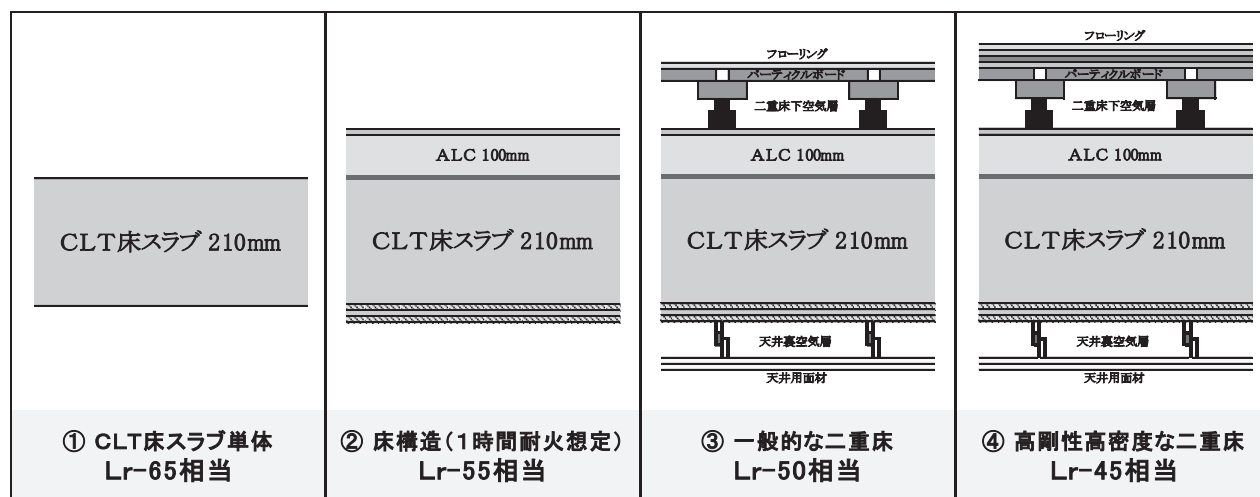
CLT 試験体は、縦 2,950 mm × 横 3,950 mm の厚さ 210 mm の単板である。CLT 床スラブ単体の重量床衝撃音は、 L_r -65 相当（注2）であった。参考目安としての遮音等級 L -65（注3）は、「良く聞こえ気になる」である。

② 1 時間耐火想定 of 床構造の試験

この試験での床構造は、1時間の耐火仕様を想定しており、表—1に示す床構造の試験体である。

床構造 CLT 床の上部に 100 mm の遮音シート付 ALC、下部に石膏ボードと断熱耐火パネルを積層さ

（注3） L 等級は、日本建築学会の「建築物の遮音設計基準と設計指針」における床衝撃音レベルに関する適用等級であり、集合住宅（居室の隣戸間界床）の重量床衝撃源での適用等級を L -45（特級：特別仕様）、 L -50（1級：標準）、 L -55（2級：許容）、 L -60・木造の場合 L -65（3級：最低限）としている。遮音等級に対する「住宅における生活実感と L 値との対応例」は、 L -45（聞こえるが気にならない）、 L -50（殆ど気にならない）、 L -55（少し気になる）、 L -60（良く聞こえ気になる）である。



図—3 試験体の種類と遮音性能

せた燃え止まり層とした。この床構造試験体の重量床衝撃音は、Lr-55 相当であった。参考目安としての遮音等級 L-55 は、「少し気になる」である。

③一般的な二重床と防振天井の試験

マンション等の床仕上げ構造として一般的な二重床の仕様の試験体は、②の1時間耐火想定の上の次に示す構造、支持脚（ゴム硬度 65 度）と防振根太（ゴム硬度 70 度）の上部にパーティクルボード 20 mm およびフローリング 12 mm の床仕上げ構造と表—1 に示す防振天井を床構造の下部に設置したものである。二重床と防振天井の重量床衝撃音は、Lr-50 相当であった。参考目安としての遮音等級 L-50 は、「殆ど気にならない」である。

④高剛性高密度な二重床と防振天井の試験結果

高剛性高密度な二重床の仕様は、表—1 に示す床仕上げ構造+床構造+天井で構成される。③の採用例の多い二重床と防振天井の仕様と異なる点は、二重床のパーティクルボードとフローリングの間に高剛性高密度となる「合板+アスファルトシート 2 層+合板」を設けたことである。密度の高いアスファルトシートを合板でサンドイッチ構造にすることで剛性も高めている。

高剛性高密度な二重床と防振天井の重量床衝撃音は、Lr-45 相当であった。参考目安としての遮音等級 L-45 は、「聞こえるが気にならない」である。③と④との重量床衝撃音の差は約 5 dB であり、採用例の多い二重床から新たに開発した高密度高剛性な二重床へ変更することで、重量床衝撃音が 1 ランク改善できるとがわかった。

4. おわりに

本稿で紹介した CLT 床の開発では、重量床衝撃音の

遮断性能の向上に重点を置き開発を進めている。4 種類の試験体を用いた試験により、結果として高い床衝撃音遮断性能となる Lr-45 相当（注 2）を達成した。CLT 床の付加材は、乾式工事となる ALC、二重床、防振天井を組み合わせることで、施工性と軽量性にも優れた仕様となっている。中大規模の木造建築を念頭にした CLT 床における主な遮音対策は、下記のとおりである。

- ・ 210 mm の CLT 床の上に遮音シートを組み込んだ ALC（100 mm）を設置
- ・ 重量床衝撃音の対策として、高剛性高密度な二重床を設置
- ・ 防振ハンガーによる防振天井を設置

今回の試験結果は、210 mm の CLT 床および付加材を組み合わせた床単体の試験体を用いた実験室での遮音性能を示したものである。実際の建築物に適用する場合は、床、壁や梁等の諸条件、例えば梁と床の接合などの納まりや壁からの放射音によって実験室の試験値と異なる結果が出る可能性もあるので、留意が必要である。

今後は、上記課題等について検討を行い、実建築物へ適用する CLT 床構造仕様の確立を目標としている。

J C M A

《参考文献》

- 1) 日本 CLT 協会 技術報告会 2017, 一般社団法人日本 CLT 協会, 2017, 5.30
- 2) 品質性能試験報告書(第 18A1356 号)床構造の床衝撃音遮断性能試験, 一般財団法人建材試験センター, 2018.11.15

〔筆者紹介〕

松岡 直人（まつおか なおと）
（株）熊谷組
技術本部 新技術創造センター
担当部長

