

CLTパネル床の床衝撃音遮断性能

Floor Impact Sound Insulation Performance of Cross Laminated Timber Panel Floors

笠井 祐輔*1、田中 学*2、村上 剛士*3、川谷 翔二*4、河合 誠*5

1. はじめに

平成22年に施行された「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律¹⁾」により、国内においては近年、公共建築物を中心として、建物の木造化や内装部材に木材を利用する取り組みが活発である。その中でも、CLT（Cross Laminated Timber；直交集成板）を使用した建築物について、工法の研究開発と普及を目指す動きが見られる。

CLTとは、ひき板を並べた層を繊維方向が直交するように複層重ねて接着した密実な断面を持つパネル（写真-1）で、欧米では中規模建物などの床や壁の部材として広く普及している建築材料である。CLTは、鉄筋コンクリートに比べると軽量で比剛性が高いことが大きな利点であり、中高層の木造建築物の構造材料として特に適している。



写真-1 直交集成板 (CLT) の外観
(5層5プライの例)

国内では、政府がCLTの普及に向けたロードマップ^{2),3)}を平成26年より公表しており、省庁横断的な取り組みが行われている。中層の集合住宅も平成26年より全国で建設されており、震災復興住宅などにも採用されている。

これまで、CLTパネルを使用した床版についての床衝撃音遮断性能の測定事例はわずしか見られず、遮音性能および特性が十分に把握されていなかった。このため、今後CLTパネルを床版として使用するために、CLTパネル単体や、CLTパネルに床仕上げ材および二重天井を付加する場合を想定し、それらの床衝撃音遮断性能の傾向を把握しておくことが重要になると考えられる。

筆者らは、CLTパネル床の床衝撃音遮断性能の把握を目的として、実験室における遮音性能実験を行い、報告してきた^{4)~8)}など。本稿ではこれまでに実施してきた実験の結果を取りまとめて、CLTパネル単体や、床仕上げ材および二重天井を付加することによる対策仕様の床衝撃音遮断性能について紹介する。

2. 実験内容

2.1 実験室

実験は図-1に示す一般財団法人日本建築総合試験所の第2・第4残響室で実施した。残響室は鉄筋コンクリート造で、上下2室が接続しており、残響室間には開口部が設けられている。この開口部にW4170mm×L2680mmの試験体を設置した。

*1 KASAI Yusuke

：（一財）日本建築総合試験所 試験研究センター 環境部 環境試験室

*2 TANAKA Manabu

：（一財）日本建築総合試験所 試験研究センター 環境部 部長 博士（工学）

*3 MURAKAMI Tsuyoshi

：（一財）日本建築総合試験所 試験研究センター 環境部 耐風試験室室長代理 兼 環境試験室専門役

*4 KAWATANI Shoji

：（一財）日本建築総合試験所 試験研究センター 環境部 環境試験室

*5 KAWAI Makoto

：（一社）日本CLT協会 顧問

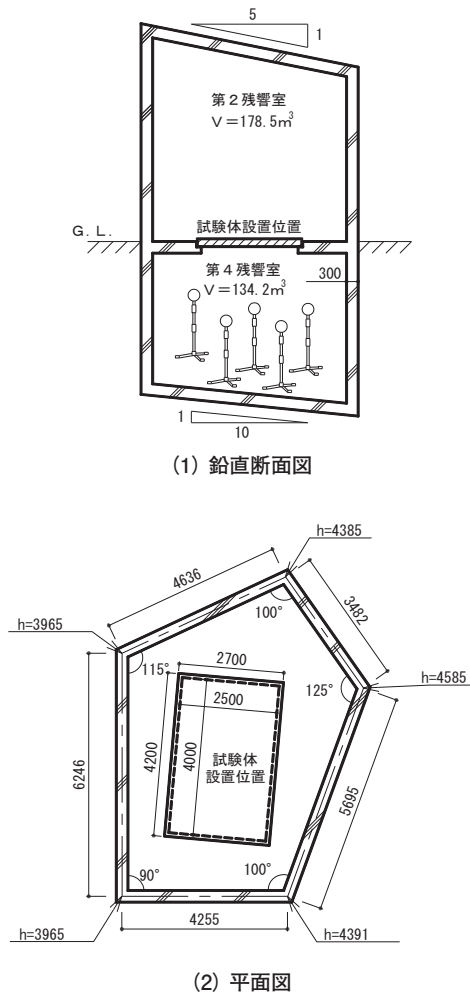


図-1 実験室の概要(寸法単位:mm)

2.2 試験体

実験では、国産スギ材を使用した5層5プライ・厚150mmと、5層7プライ・厚210mmの2仕様のCLTパネルを使用した。実験に使用したCLTパネルは、図-2に示すように、幅が430mmの端部パネル2枚と、幅が1820mmの中央パネル1枚の計3枚で、長さはいずれも4170mmである。3枚のパネルの接合には合板スプラインを取り付けて、ビスで留め付けた。

まず、CLTパネルのみを用いた床構造の床衝撃音遮断性能の基本特性を把握するため、CLTパネル単体で床衝撃音レベルの測定を行った。また、比較用として、厚150mmの鉄筋コンクリート床(試験体RC150)と総厚282.5mmの枠組壁工法床構造(試験体2x4)についても同様の測定を行った。次に、薄い仕上げ材・乾式浮き床・乾式二重床・石こうボード二重天井・CLTパネル二重天井をCLTパネルに付加する事による遮音性能への影響を調べた。各検討内容と対応する節番号を表-1に示す。

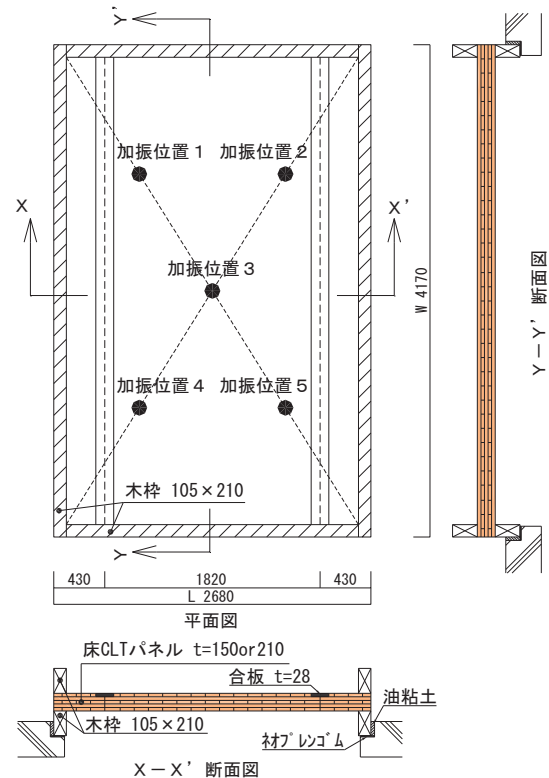


図-2 試験体の平面図・断面図および加振位置(寸法単位:mm)

表-1 本稿での検討内容と対応する節番号

検討内容	節番号
CLTパネル単体での性能	3.1節
薄い床仕上げ材による効果	3.2節
乾式浮き床による効果	3.3節
乾式二重床による効果	3.4節
石こうボード二重天井による効果	3.5節
CLTパネル二重天井による効果	3.6節

2.3 測定項目

各試験体について、ISO 10140-3に基づき標準軽量衝撃源(タッピングマシン)による規準化床衝撃音レベルを測定した。また、同規格に準じ、JIS A 1418-2:2000に規定されている衝撃力特性(1)の標準重量衝撃源(タイヤ衝撃源)による重量床衝撃音レベルの測定を行った。衝撃源の加振位置を図-2に示す。

本稿では、床衝撃音レベルの測定結果として、1/3オクターブバンドで測定した値を1/1オクターブバンドに合成した値を示す。なお、測定結果に対してはJIS A 1419-2:2000のLr等級を準用し、1dB単位で求めたものを評価値として示している。

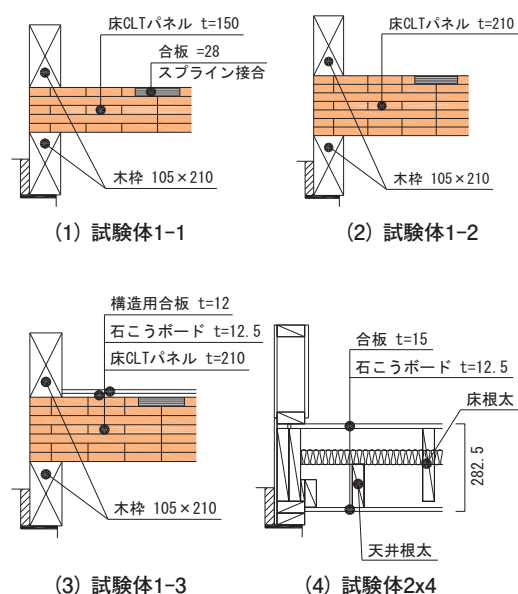


図-3 試験体1-1～1-3、試験体2x4の断面図(寸法単位:mm)

表-2 CLTパネル床版と他の床構造の等級値

試験体	床断面の概要	遮音性能	
		軽量Lr数	重量Lr数
1-1	CLTパネル単体(150mm)	97	69
1-2	CLTパネル単体(210mm)	93	66
1-3	CLTパネル単体(210mm)上に 石こうボード+構造用合板	84	65
RC150	鉄筋コンクリート床(150mm)	82	57
2x4	枠組壁工法床(282.5mm)	80	72

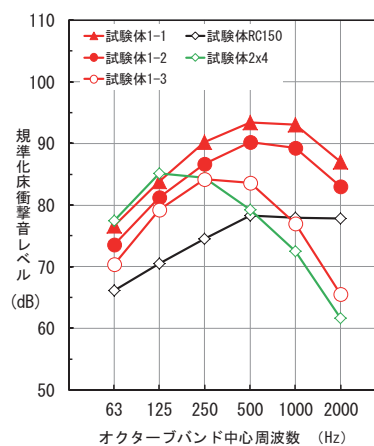
3. 検討内容と実験結果

3.1 CLT パネル単体での遮音性能

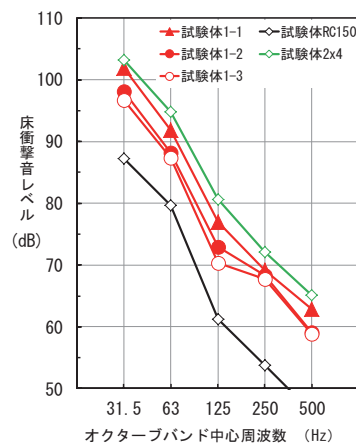
CLTパネル単体の床版と比較用に用意した他の床構造の断面図を図-3に、床衝撃音レベルの測定結果を図-4に、等級値を表-2に示す。試験体1-1と試験体1-2はCLTパネル単体で、それぞれ厚さが150mmと210mmである。試験体1-3は、共同住宅で使用することを想定して、厚210mmのCLTパネル単体の上に準耐火被覆として構造用合板と石こうボードを増し貼りした仕様である。

3.1.1 素面の軽量床衝撃音

試験体RC150と試験体2x4のLr数はそれぞれLr-82、Lr-80であったのに対し、CLTパネル単体の試験体1-1と試験体1-2はそれぞれLr-97、Lr-93であった。試験体RC150は500Hz帯域以上の中～高周波数域、試験体2x4は125Hz帯域付近の低周波数域で床衝撃音レベルが大きいのに対し、CLTパネル床版の試験体1-1と試験体1-2は500～1000Hz帯域付近でピークを持ち、それぞれの床構造で周波数特性が大きく異なっていた。



(1) 軽量床衝撃音



(2) 重量床衝撃音

図-4 CLTパネル床版と他の床構造の床衝撃音レベル

試験体2x4と比較すると、CLTパネル床版は試験体2x4と同じ木質構造ではあるが、軽量床衝撃音の傾向が大きく異なることがわかる。これは、CLTパネル床版は試験体2x4に比べると表面が硬く発生する衝撃力が大きいこと、床版が密実で振動伝達経路での減衰が小さいこと、などに起因していることが推測される。

被覆材を付加した試験体1-3では500Hz帯域以上で大きく床衝撃音レベルが低下し、Lr-84であった。Lr等級の性能決定周波数は1000Hzから500Hzへと変わっている。

以上のことから、高い遮音性能が要求されるような建物にCLTパネル床版を使用する場合には、何らかの対策を施し、軽量床衝撃音に対する遮音性能を向上させることが必要になると考えられる。

3.1.2 素面の重量床衝撃音

試験体RC150はLr-57、試験体2x4はLr-72であったのに対し、CLTパネル単体の性能は試験体1-1がLr-69、試験体1-2がLr-66であった。いずれも低周波数域にピークを持ち、周波数が高くなるにつれて床衝撃音レベル

が小さくなるという傾向を示し、それぞれの床構造の周波数特性に大きな違いはなかった。Lr等級の性能決定周波数は63Hz帯域で、試験体RC150、CLT床版、試験体2x4の順に重量床衝撃音遮断性能が高く、これはそれぞれの質量に応じた結果となっている。

被覆材を付加した試験体1-3では、試験体1-2と比べて床衝撃音レベルに大きな変化はなく、Lr-65であった。

3.2 薄い床仕上げ材による低減効果

試験体1-3の上面に、表-3に示す3種類の薄い床仕上げ材を施工し（図-5）、低減効果を調べた。施工した床仕上げ材は土足履きを想定した6.7mmの薄いカーペット（試験体2-1）、素足歩行を想定した緩衝材付きの10mmの厚いカーペット（試験体2-2）、そして13mmの直貼り木質防音フローリング（試験体2-3）である。

床衝撃音レベルの測定結果を図-6に、遮音性能の等級値を表-4にそれぞれ示す。

軽量床衝撃音については、いずれも250Hz帯域以上での変化が大きかった。薄いカーペット、直貼り木質防音フローリング、厚いカーペットの順に床衝撃音レベル

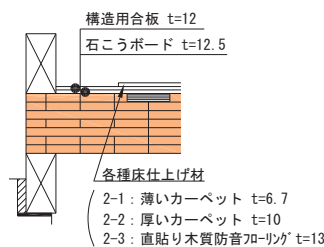


図-5 試験体2-1～2-3の断面図 (寸法単位:mm)

表-3 薄い床仕上げ材の仕様詳細図

(寸法単位:mm)		
仕上げ材	断面構成	低減性能※
薄いカーペット	ナイロン製ルーバイル (t=4) +塩化ビニル樹脂製下地層 (t=2.7)	ΔLL (I) -1
厚いカーペット	ポリエステル製ルーバイル (t=4) +ポリエステル不織布 (t=6)	ΔLL (I) -5
直貼り木質防音フローリング	突板張り合板 (鋸溝加工@12) (t=9) +ポリエステル不織布 (t=4)	ΔLL (I) -3

※)RC床土での軽量床衝撃音低減性能の等級⁹⁾を示す。

表-4 薄い床仕上げ材を付加した試験体の等級値

試験体	床断面の概要	遮音性能	
		軽量Lr数	重量Lr数
1-3	CLTパネル単体 (210mm) 上に石こうボード+構造用合板	84	65
2-1	試験体1-3の上に薄いカーペット	72	65
2-2	試験体1-3の上に厚いカーペット	53	65
2-3	試験体1-3の上に直貼り木質防音フローリング	63	65

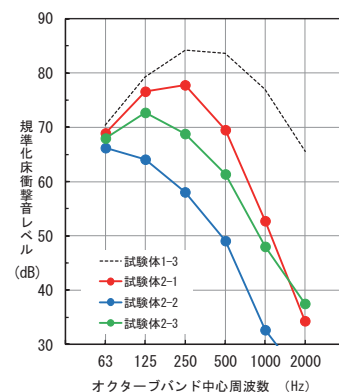
が小さくなり、Lr数はそれぞれ、Lr-72、Lr-63、Lr-53であった。これは、表-3に示している低減性能の2等級分の差に対応した結果となっている。軽量床衝撃音の床仕上げ材による低減効果は、CLTパネル床上であってもRC床上と同等であることが明らかとなった。

重量床衝撃音は軽量床衝撃音の場合と異なり、カーペットやフローリングなどを付加しても、ほとんど変化が見られなかった。これは、薄い床仕上げ材を付加しても床版全体としての面密度や曲げ剛性の変化が小さいためと考えられる。

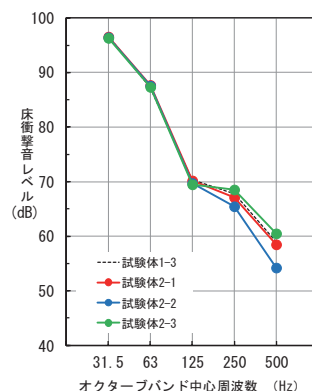
3.3 乾式浮き床による低減効果

試験体1-3の上面に乾式浮き床を施工した仕様（試験体3-1）の断面図を図-7に示す。施工した乾式浮き床は、グラスウールの上にパーティクルボードと制振マットを重ねてユニット化したものを並べ、四周端部は際根太およびゴムマットで支えている。その上に捨て貼り合板とフローリングを増し貼りした仕様で、総厚61mmである。

床衝撃音レベルの測定結果を図-8に、遮音性能の等級値を表-5にそれぞれ示す。



(1) 軽量床衝撃音



(2) 重量床衝撃音

図-6 薄い床仕上げ材を付加した試験体の床衝撃音レベル

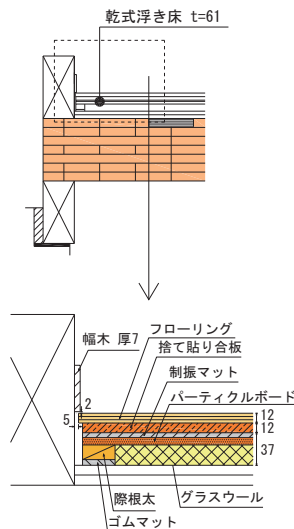


図-7 試験体3-1の断面図(寸法単位:mm)

表-5 乾式浮き床を付加した試験体の等級値

試験体	床断面の概要	遮音性能	
		軽量Lr数	重量Lr数
1-3	CLTパネル単体(210mm)上に石膏ボード+構造用合板	84	65
3-1	試験体1-3の上に乾式浮き床	59	65

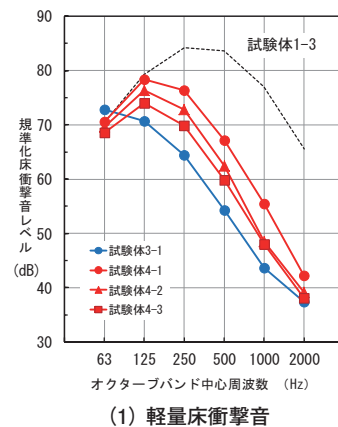
軽量床衝撃音については、63Hz帯域で床衝撃音レベルが若干増加していたものの、125Hz帯域以上においては大きな低減効果が見られ、Lr-59であった。500Hz帯域以上では床衝撃音レベルが30dB程度小さくなっていることがわかる。重量床衝撃音については250Hz帯域以上で10dB以上の大きな低減効果が見られるものの、性能決定周波数となっている63Hz帯域での床衝撃音レベルの変化が見られず、Lr数は変わらずLr-65のままであった。

3.4 乾式二重床による低減効果

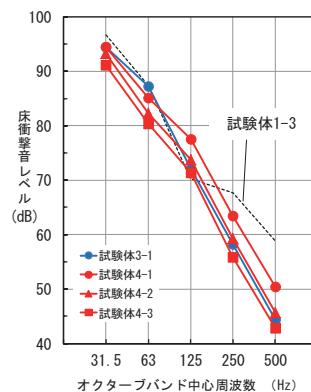
試験体1-3の上面に乾式二重床を施工した仕様の断面図を図-9に示す。試験体4-1~4-3に施工した乾式二重床はそれぞれ、支持脚上にパーティクルボードとフローリングを施工した標準タイプの仕様（総厚130mm、試験体4-1）、厚さ8mmの制振マットを1枚追加した仕様（総厚138mm、試験体4-2）、厚さ8mmの制振マットを2枚追加した仕様（総厚146mm、試験体4-3）である。

床衝撃音レベルの測定結果を図-8に、遮音性能の等級値を表-6にそれぞれ示す。

軽量床衝撃音については、63~125Hz帯域では大きな低減効果が見られなかったが250Hz帯域以上で大きな低減効果が見られた。試験体4-1、試験体4-2、試験体4-3のLr数はそれぞれLr-71、Lr-67、Lr-64であり、制振マットの枚数に応じた低減効果が現れていた。乾式二



(1) 軽量床衝撃音



(2) 重量床衝撃音

図-8 乾式浮き床・乾式二重床を付加した試験体の床衝撃音レベル

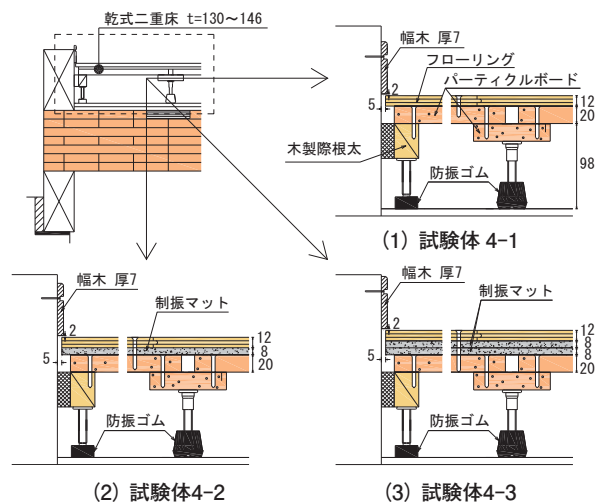


図-9 試験体4-1 ~ 4-3の乾式二重床の断面図(寸法単位:mm)

表-6 乾式二重床を付加した試験体の等級値

試験体	床断面の概要	遮音性能	
		軽量Lr数	重量Lr数
1-3	CLTパネル単体(210mm)上に石膏ボード+構造用合板	84	65
4-1	試験体1-3の上に乾式二重床	71	65
4-2	試験体1-3の上に乾式二重床(制振マット1層)	67	61
4-3	試験体1-3の上に乾式二重床(制振マット2層)	64	59

重床付加前である試験体1-3と比較すると、Lr数では最大20dBもの低減効果が見られた。

重量床衝撃音については、125Hz帯域では二重床施工前の試験体1-3よりも床衝撃音レベルが大きくなっているが、63Hz帯域において約2~7dB程度の低減効果が見られ、軽量床衝撃音と同様に制振マットの厚さに応じた変化が確認でき、Lr数はそれぞれLr-65、Lr-61、Lr-59であった。

3.5 石こうボード二重天井による低減効果

試験体1-3の下面に石こうボード二重天井を施工した仕様の断面図を図-10に示す。施工した天井は弾性野縁（SRバー）に12.5mmの石こうボードを2枚張りしたSRバー天井（総厚37mm、試験体5-1）と、空気層150mmに吸音材としてグラスウールを挿入し、12.5mmの石こうボードを2枚張りした独立根太天井（総厚175mm、試験体5-2）の2種類である。

床衝撃音レベルの測定結果を図-11に、遮音性能の等級値を表-7にそれぞれ示す。

軽量床衝撃音については、SRバー天井を付加した試験体5-1を見ると、付加前の試験体1-3よりも125Hzおよび250Hz帯域において床衝撃音レベルが大きくなっているものの、500Hz帯域以上で低減効果が見られ、Lr-80であった。独立根太天井を付加した試験体5-2を見ると、測定周波数全帯域で床衝撃音レベルが小さくなっており、Lr-76であった。

重量床衝撃音については、SRバー天井を付加した試験体5-1では500Hz帯域で、独立根太天井を付加した試験体5-2では250Hz帯域以上で床衝撃音レベルが小さくなっているが、両仕様ともLr等級の性能決定周波数となっている63Hz帯域においてほとんど変化が見られず、Lr数はそれぞれLr-65、Lr-64とほぼ同じ結果であった。

3.6 CLT パネル二重天井による低減効果

厚210mmのCLTパネル単体（試験体1-2）の下面にCLTパネル二重天井を施工した仕様（試験体6-1~6-3）の断面図を図-12に示す。試験体6-1は空気層を120mmとしてCLTパネル天井を施工したもの、試験体6-2は天井空気層の壁側に幅540mm、高さ38mmの空気抜きを12箇所設けて空気層を158mmにしたもの、試験体6-3は試験体6-2のCLTパネル天井上に制振を目的として砂袋を設置したものである。なお、試験体6-2および試験体6-3については、重量床衝撃音の対策を目的とした仕様であるため、軽量床衝撃音の測定は行わなかった。

床衝撃音レベルの測定結果を図-13に、遮音性能の等級値を表-8にそれぞれ示す。

軽量床衝撃音については、CLTパネルを天井に付加し

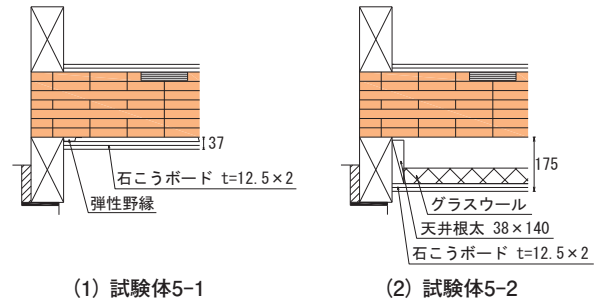
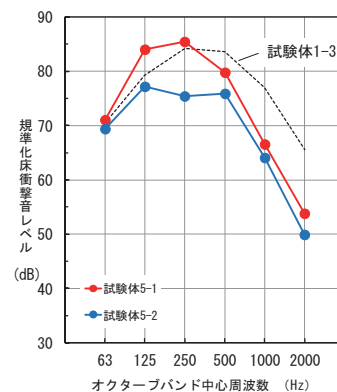
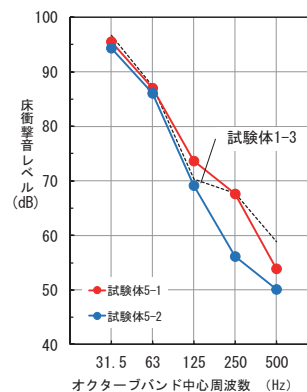


図-10 試験体5-1～5-2の断面図(寸法単位:mm)



(1) 軽量床衝撃音



(2) 重量床衝撃音

図-11 石こうボード二重天井を付加した試験体の床衝撃音レベル

表-7 石こうボード二重天井を付加した試験体の等級値

試験体	床断面の概要	遮音性能	
		軽量Lr数	重量Lr数
1-3	CLTパネル単体(210mm)上に石こうボード+構造用合板	84	65
5-1	試験体1-3の下にSRバー天井	80	65
5-2	試験体1-3の下に独立根太天井	76	64

た試験体6-1では付加前と比較すると測定周波数全帯域において、低減効果が見られLr-80であった。Lr等級の性能決定周波数は1000Hzから500Hzへと変わっている。

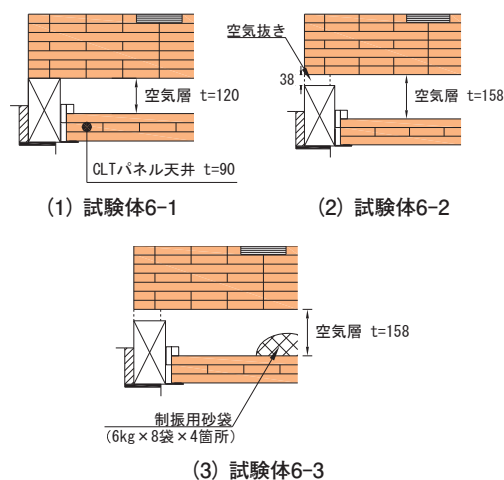


図-12 試験体6-1～6-3の断面図 (寸法単位:mm)

表-8 CLTパネル二重天井を付加した試験体の等級値

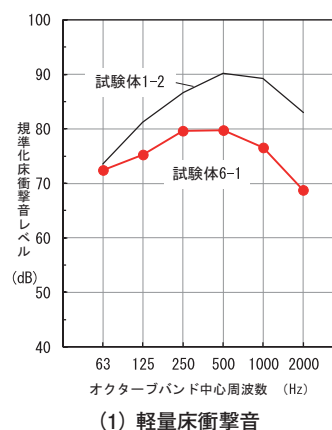
試験体	床断面の概要	遮音性能	
		軽量Lr数	重量Lr数
1-2	CLTパネル単体 (210mm)	93	66
6-1	試験体1-2の下にCLTパネル二重天井 (90mm) 空気層厚 (120mm)	80	66
6-2	試験体1-2の下にCLTパネル二重天井 (90mm) 空気層厚 (158mm) 空気抜き有り		62
6-3	試験体1-2の下にCLTパネル二重天井 (90mm) 空気層厚 (158mm) 空気抜き有り、砂袋設置		60

重量床衝撃音については、CLTパネル天井を付加した試験体6-1～6-3を見ると、全ての仕様で125Hz帯域以上の床衝撃音レベルが低減していた。CLTパネル二重天井を付加した試験体6-1では31.5～63Hz帯域の床衝撃音レベルにほとんど変化がなかったものの、天井空気層の壁側に空気抜きを設けた試験体6-2では31.5～63Hz帯域において約4～6dB程度床衝撃音レベルが低下し、Lr-62であった。さらに、CLTパネル天井上に制振用の砂袋を設置した試験体6-3では31.5～63Hz帯域において床衝撃音レベルが約6～9dB程度低下しており、Lr-60であった。

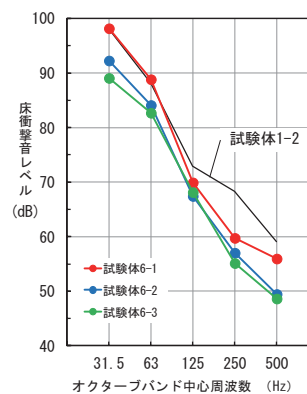
4. まとめ

CLTパネルを床版として利用するための基礎的な研究として、実験室でのCLTパネル単体や床仕上げ材および二重天井を付加した場合の床衝撃音遮断性能の測定結果を報告した。その上で以下の点が明らかとなった。

- ・軽量床衝撃音遮断性能において、CLTパネル床は鉄筋コンクリート床や枠組壁工法床とは異なる周波数特性を持つことが判った。CLTパネル単体では500～1000 Hz帯域付近で床衝撃音レベルが大きく、厚150mmのCLTパネルでLr-97、厚210mmのCLTパネルでLr-93であった。



(1) 軽量床衝撃音



(2) 重量床衝撃音

図-13 CLTパネル二重天井を付加した試験体の床衝撃音レベル

- ・CLTパネル床版を素面状態で使用する場合、CLTパネルの表面が硬いため、軽量床衝撃音はかなり大きくなる傾向があった。床版の用途によっては何らかの対策が必要になることが考えられる。その反面、従来の枠組壁工法より質量および比剛性が高いことから、重量床衝撃音遮断性能は高い。
- ・CLTパネル床版にカーペットやフローリングなどの薄い床仕上げ材を付加すると、軽量床衝撃音レベルに大きな低減効果があり、最大で31dBもの変化が見られた。一方で、重量床衝撃音レベルに対してはほとんど低減効果がなかった。これは床版全体としての面密度や曲げ剛性の変化が小さいためと考えられる。
- ・CLTパネル床版に乾式浮き床や乾式二重床を施工した場合には、軽量床衝撃音では大きな低減効果があった。重量床衝撃音については、制振マットなどを追加することによりLr数で最大6dBの低減効果が見られた。
- ・CLTパネル床版に石こうボード二重天井を付加すると、軽量床衝撃音については、床衝撃音レベルが大きくなっている周波数もあったが、Lr数としては低減効果が

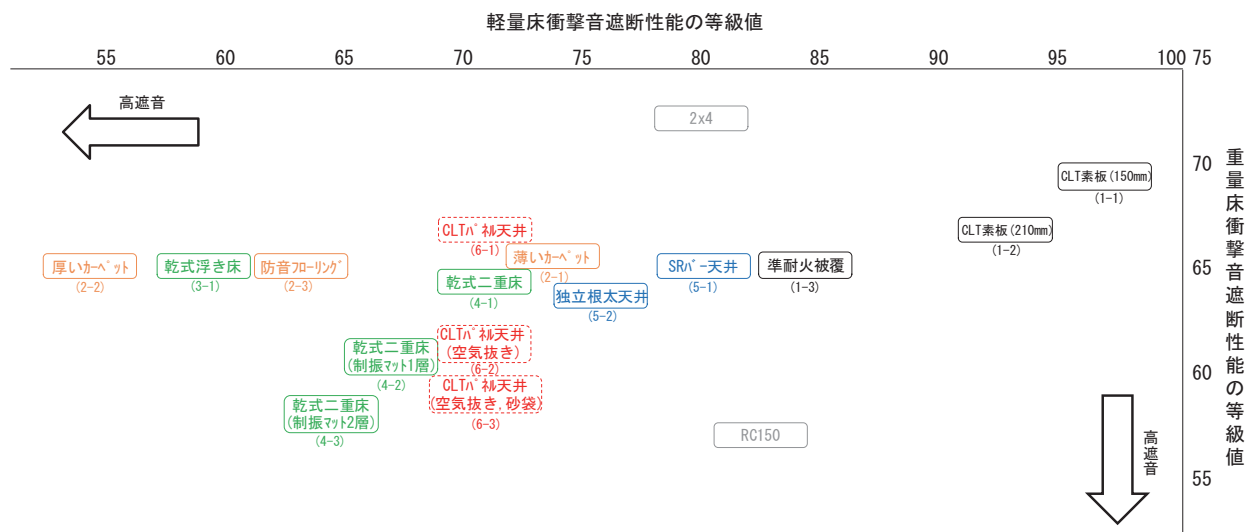


図-14 CLTパネル床の床衝撃音遮断性能の測定結果一覧

※図中の点線で示している仕様については、ベースとなる仕様が異なるため低減量から予測した等級値による結果を記載している。また、括弧内の数字は試験体名を示す。

あり、 L_r -80~76であった。重量床衝撃音レベルについては、250Hz帯域以上で低減効果が見られたが、31.5~63Hz帯域ではほとんど変化が見られず、いずれも L_r -65付近に留まる性能であった。

- CLTパネル床版にCLTパネル二重天井を付加すると、軽量床衝撃音については、測定周波数全帯域で低減効果があった。また、重量床衝撃音では天井空気層の壁側に通気を設けたり、制振用の砂袋を設置したりするなどの対策を取ることで、63Hz帯域付近で床衝撃音レベルが小さくなり、 L_r -60まで L_r 数は低下した。

最後に、今回の実験における床衝撃音遮断性能の測定結果の一覧を図-14に示す。試験体6-1~6-3については、他の試験体とはベースにした仕様が異なるため、準耐火被覆をしたCLT床版（試験体1-3）にCLTパネル天井を付加したと仮定した場合による等級値を表記している。なお、試験体6-2および試験体6-3については軽量床衝撃音の測定は行わなかったため、試験体6-1と同等と仮定して図中に示している。

図-14に示すように、薄い床仕上材や乾式浮き床、乾式二重床などを付加することにより軽量床衝撃音遮断性能が大幅に向上することが明らかになった。重量床衝撃音については、床仕上材や二重天井を付加しても床衝撃音レベルの変化は小さいが、床仕上材に制振マットを追加したり、二重天井部分に空気抜きや制振用の砂袋を設置したりするなどの対策をとることで遮音性能が向上することがわかった。

なお、以上の結果は実験室での測定結果であり、各仕上材の端部の詳細な条件や、実験室全体における端部の拘束条件などに依存していることが考えられる。今後はCLT床版を用いた実建物における遮音性能のデータ収集を図り、実験室と実建物との遮音性能の相違の有無を検証することが課題であると考えている。

謝辞

本稿で紹介した遮音測定は、平成25年度林野庁補正委託事業「床版としてCLTを使用する枠組壁工法建築物の開発」および平成27年度林野庁委託事業「CLT住性能向上研究開発事業」の一部として実施されたものです。ここに記して関係各位に謝意を表します。

【参考文献】

- 平成22年法律第36号、公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律、2010.5.26 公布、2010.10.1 施行
- 林野庁・国土交通省：CLTの普及に向けたロードマップ、2014.11
- 内閣府：CLTの普及に向けた新たなロードマップ～需要の一層の拡大を目指して～、2017.3
- 笠井祐輔、村上剛士、田中学、河合誠「CLT床版の遮音性能に関する実験室測定（その2：床衝撃音および空気音遮断性能の測定結果）」、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.155-156、2015年9月
- 村上剛士、笠井祐輔、田中学、河合誠「床仕上と天井の付加によるCLT床版の床衝撃音遮断性能」、日本音響学会秋季研究発表会講演論文集、pp.1055-1058、2015年9月

- 6) 笠井祐輔, 村上剛士, 田中学, 河合誠「二重床および二重天井を付加した CLT 床版の床衝撃音遮断性能」, 日本騒音制御工学会平成 27 年秋季研究発表会講演論文集, pp.171-174, 2015 年 9 月
- 7) 田中学, 村上剛士, 笠井祐輔, 河合誠「CLT 床版の床衝撃音遮断性能と床仕上材による低減効果」, 日本建築学会技術報告集, pp.903-908, 2017 年 10 月
- 8) 田中学, 村上剛士, 笠井祐輔「CLT パネル二重天井による床衝撃音低減効果に関する検討」, 日本建築学会環境系論文集 第 82 巻 第 736 号, pp.543-550, 2017 年 6 月
- 9) 財団法人日本建築総合試験所「床材の床衝撃音低減性能の等級表記指針」, 2008 年 3 月

【執筆者】



*1 笠井 祐輔
(KASAI Yusuke)



*2 田中 学
(TANAKA Manabu)



*3 村上 剛士
(Murakami Tsuyoshi)



*4 川谷 翔二
(KAWATANI Shoji)



*5 河合 誠
(KAWAI Makoto)