

CLT 床端部の壁構造の違いが重量床衝撃音遮断性能に及ぼす影響

Influence of Wall Types at CLT Floor Edges on Heavy Floor Impact Sound Insulation

R&Dセンター 小林 秀彰 HIDEAKI KOBAYASHI

R&Dセンター 赤尾 伸一 SHINICHI AKAO

木材利用促進の観点から CLT を用いた建築物の検討が行われており、大規模・中層木造の場合には RC 造等との組合せが有効とされている。本研究では、CLT 床端部を RC 壁もしくは CLT 壁に固定した 2 種類の箱型の試験体を製作し、CLT 床端部の壁構造の違いが重量床衝撃音遮断性能に及ぼす影響を実験的に確認した。実験結果から、CLT 床端部の壁構造が異なると CLT 床の振動特性が変化することや、CLT 床端部の構造が CLT 壁の場合は、壁も含めた総合的検討が必要なことを明らかにした。

キーワード：CLT 床、重量床衝撃音、端部条件、混構造、CLT 壁、RC 壁

To promote the use of wood, Cross-Laminated Timber (CLT) buildings are being developed and considered. For large-scale wooden structures, the combination with Reinforced Concrete (RC) structures is widely recognized for its effectiveness. This study involved fabricating a box-type test specimen with two types of wall structures: a CLT wall and an RC wall at the end of a CLT floor. The research experimentally investigated how these different wall structures affect the heavy floor impact sound insulation performance. Results indicated that the vibration characteristics of the CLT floor varied depending on the wall structure at the floor's edge. Furthermore, it was determined that when the end structure of the CLT floor is a CLT wall, a comprehensive study including the wall is necessary.

Key Words: CLT floors, Heavy floor impact sound, End condition, Mixed structure, CLT walls, RC walls

1. はじめに

2010 年の「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」制定以降、公共建築物における木材の利用が取り組まれてきた。本法律は、2021 年に名称が「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」へ変更され、法の対象が公共建築物から建築物一般へ拡大した。さらに、日本政府は 2050 年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、カーボンニュートラルを目指すと宣言したことから、建設資材製造時の CO₂ 排出量削減や、炭素貯蔵効果がある木材資源の建築物への利用がさらに普及推進されていくと考えられる。

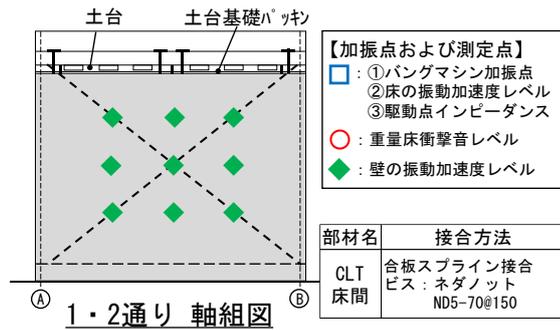
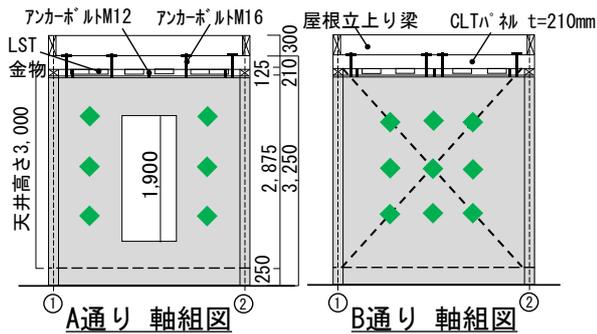
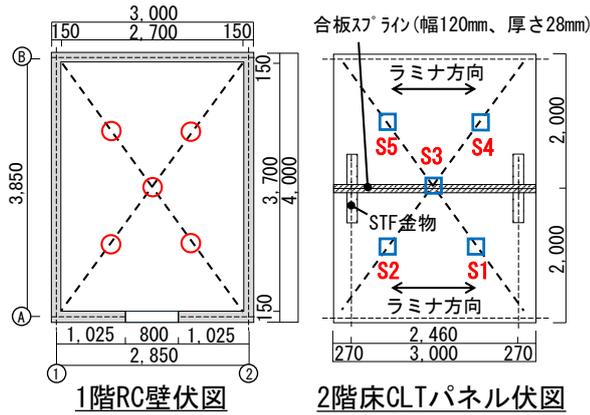
このような中、木の繊維方向を交差させた板を何層も貼り合わせた木構造材である CLT (Cross Laminated Timber) (写真-1) を床や壁に使用した建物が増えてきている。CLT は施工性の面で優れるものの、大規模・中層



写真-1 CLT パネル

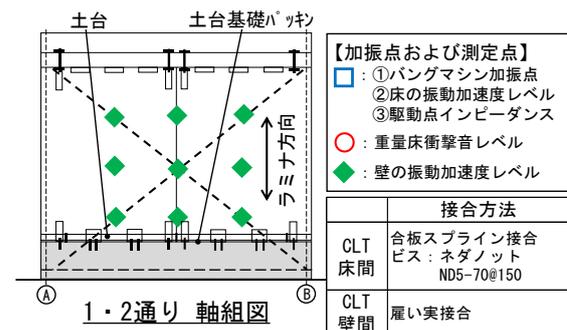
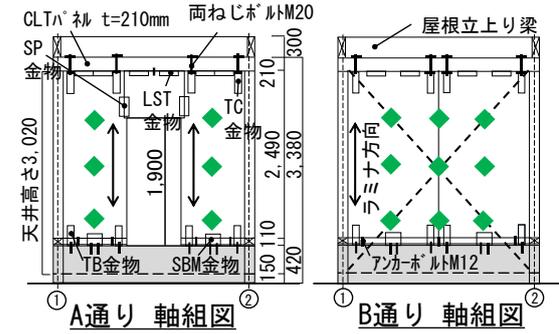
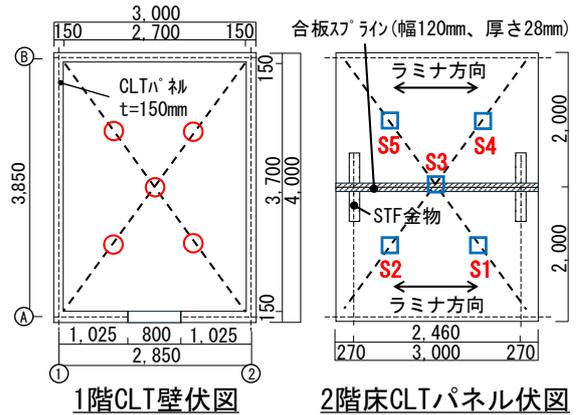
木造建築物に適用する場合は防耐火性能が要求されるため、RC 造や S 造、ハイブリッド耐火木材と組合せるのが有効とされている¹⁾。しかし、CLT と異種構造との組合せによる重量床衝撃音レベルの測定事例は少なく、さらなるデータの蓄積が必要である。

本報では、CLT 床端部を RC 壁もしくは CLT 壁へ固定した 2 種類の箱型の試験体を製作し、壁構造の違いによる重量床衝撃音遮断性能を比較測定した結果を報告する。



部材名	材種	寸法(mm)
CLT床	スギ 直交集成板5層7プライ	t=210
コンクリート壁	配合30-18-20N	t=150
土台	RW 対称異等級集成材	150×105
屋根立上り梁		105×300
土台基礎パッキン	JC	t=20

図-1 CLT床版+RC壁の試験体(試験体A)(寸法:mm)



部材名	材種	寸法(mm)
CLT床	スギ 直交集成板5層7プライ	t=210
CLT壁		t=150
土台	RW 対称異等級集成材	150×105
屋根立上り梁		105×300
土台基礎パッキン	JC	t=20

図-2 CLT床版+CLT壁の試験体(試験体B)(寸法:mm)

2. 実験概要

図-1にCLT床版+RC壁(試験体A)の試験体、図-2にCLT床版+CLT壁(試験体B)の箱型試験体の詳細を示す。試験体は2階建てであり、試験室の内寸は平面寸法が3,700mm×2,700mm、1階床から天井までの高さは試験体Aが3,000mm、試験体Bが3,020mmである。床CLTパネルは厚さ210mm(5層7プライ)、壁CLTパネルは厚さ150mm(5層5プライ)、RC壁は厚さ150mmとした。CLTパネル間の接合は、床は合板スプライン接合、壁は雇い実接合である。CLT床端部と壁は、試験体Aはアンカーボルトで固定し、試験体BはTC金物と両ねじボルトで固定した。

あわせて図中に測定点を記す。2階床CLTパネル上におけるバングマシン加振時の重量床衝撃音レベルを直下受音室内で測定し、同時に、壁と床下の仕上面で振動加速度レベルを測定した。受音点は加振点直下の同一位置で、高さは1,000~1,800mmまで200mmピッチの5点である。重量床衝撃音レベルの測定は、JIS A 1418-2:2000²⁾に準拠して行った。また、CLT床版の基本的な振動特性を確認するため、CLT床版上で駆動点インピーダンスレベルの測定も実施した。

表-1に実験仕上Caseを示す。試験体Aは、床構成をCLT素地(A-1)、耐火層(A-2)、耐火層+二重床(A-4)の3条件で、壁はRC素地とした。試験体Bは、床構成は試験体Aと同条件だが、壁構成をCLT素地(B-1)、耐火層

表-1 実験仕上 Case

試験体	Case	床構成	壁構成
A	A-1	CLT素地	RC素地
	A-2	【耐火層】 床上：強化PB21mm×2枚 床下：強化PB25mm+21mm	
	A-4	A-2+二重床(図-3)	
B	B-1	CLT素地	CLT素地
	B-2	【耐火層】 床上：強化PB21mm×2枚 床下：強化PB25mm+21mm	【耐火層】 強化PB 21mm×2枚
	B-3	〃	B-2 +付加壁 (図-3)
	B-4	B-2+二重床(図-3)	(図-3)

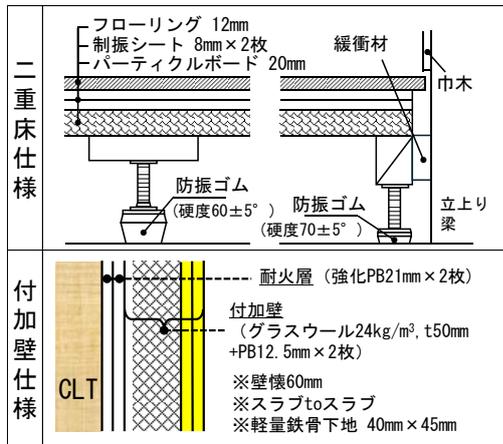
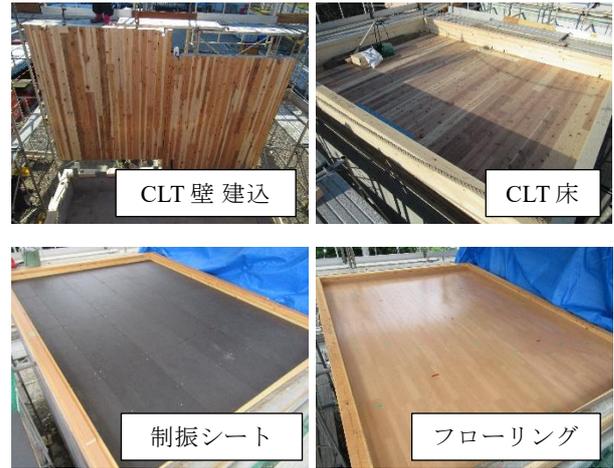


図-3 二重床と付加壁の実験仕様

(B-2), B-2+付加壁(B-3, B-4)とした。耐火層(B-2)は試験室の室内側に固定している。図-3に、二重床と付加壁の実験仕様を示す。二重床は、重量床衝撃音に対する低減性能等級△LH(Ⅱ)-2の製品に、制振シート8mmを2枚挿入した。付加壁はCLT壁+耐火層の室内側に軽量鉄骨下地+石膏ボード(PB)12.5mm×2枚を施工し、その壁懐内にグラスウールを挿入した。付加壁の軽量鉄骨下地と、CLT壁に直貼りされた耐火層の石膏ボードとは非接触である。

写真-2に、試験体の施工状況の一部を示す。

3. 実験結果

(1) CLT床版の駆動点インピーダンス

図-4に、CLT床版上のS1～S5点における駆動点インピーダンスレベルの測定結果を示す。床中央のS3の結果から、CLT床の1次固有振動数は試験体A(RC壁)のA-1の場合が約52Hz(50Hz帯域内)、試験体B(CLT壁)のB-1の場合が約45Hz(50Hz帯域内)であり、インピーダンスレベルの落ち込みはCLT壁よりもRC壁の方が大きい結果であった。また、S3よりも壁端部に近いS1・

写真-2 試験体の施工状況 (一部)

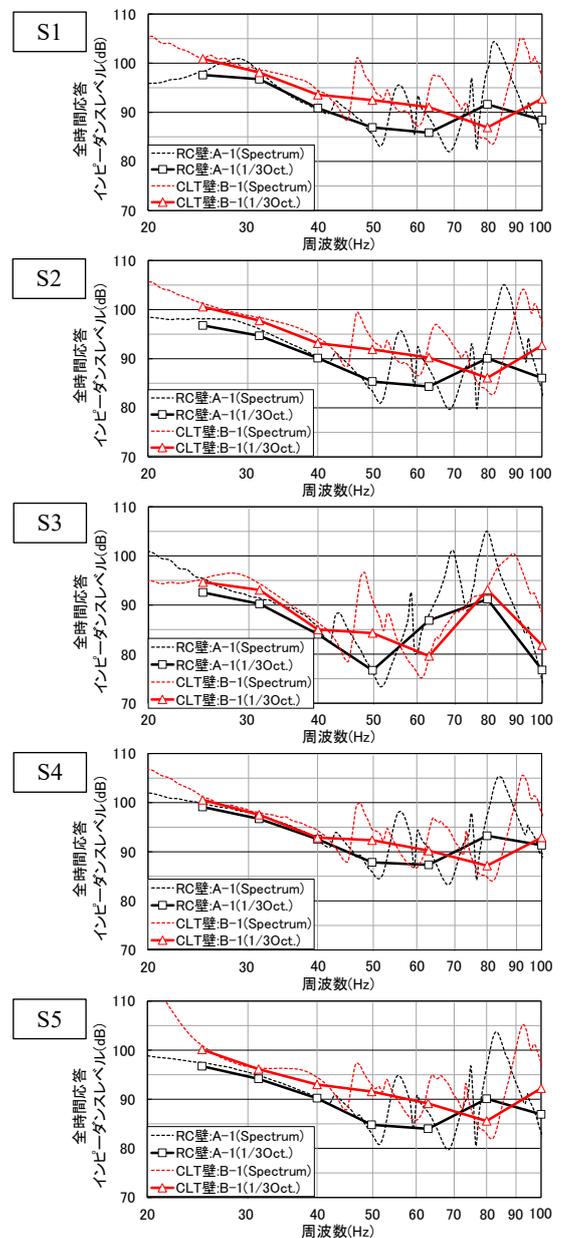


図-4 床の駆動点インピーダンスレベル測定結果

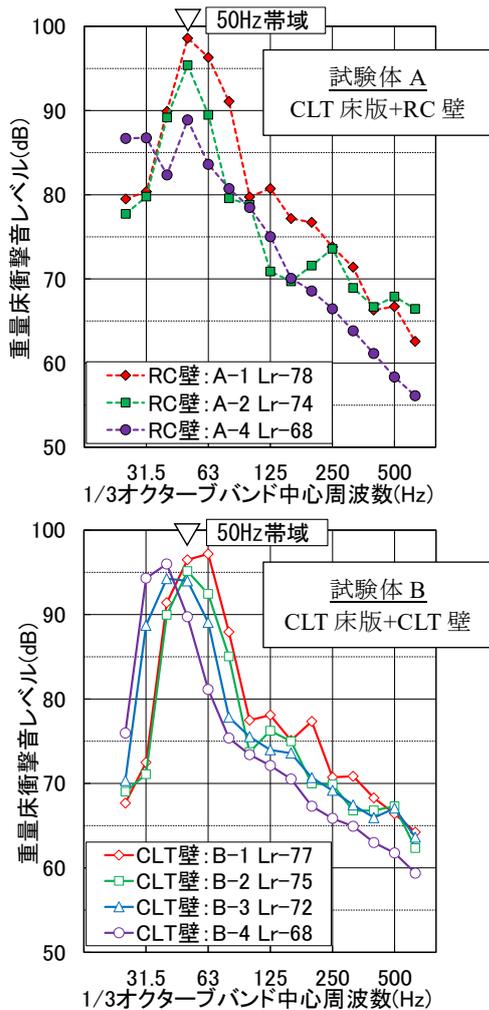
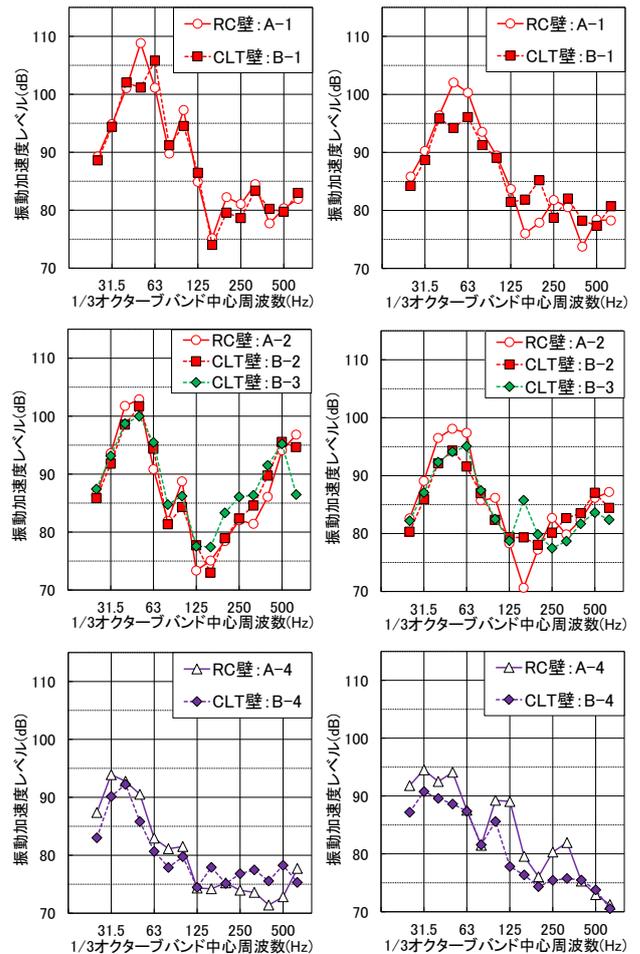


図-5 重畳床衝撃音レベル 測定結果

S2・S4・S5では、50～63Hz帯域(1/3OctBand.)において、RC壁よりもCLT壁の方が駆動点インピーダンスレベルは約5dB高い結果となった。S3の63～80Hz帯域では、壁端部に近い他の点と比較してCLT壁とRC壁の優劣が逆転していた。

(2) 重畳床衝撃音レベル

図-5に、重畳床衝撃音レベルの測定結果を示す。重畳床衝撃音レベルの算出にあたっては、JIS A 1418-2²⁾に準拠し、加振点ごとに受音点5点の結果をエネルギー平均し、最後に全加振点で算術平均した。試験体A(RC壁)は、1次固有振動数の50Hz帯域を中心に仕上げの効果が表れており、床衝撃音遮断性能のLr値としての評価は、A-1:Lr-78、A-2:Lr-74、A-4:Lr-68となった。試験体B(CLT壁)は床と壁への仕上げ材の付加により重畳床衝撃音のピーク周波数が低域にシフトしており、試験体Aと異なる傾向が見られ、床衝撃音遮断性能のLr値としての評価はB-1:Lr-77、B-2:Lr-75であった。B-2に付加壁を設置したB-3はLr-72であり、B-2に対して



(a) S3 加振時

(b) S5 加振時

図-6 床の振動加速度レベル(床5点エネルギー平均値)

Lr値が3dB低下している。この理由に、B-2にはCLT壁からの放射音が寄与し、B-3は付加壁を設置することでこれが低減されていることが考えられる。また、B-3にA-4と同様の床仕様としたB-4は、A-4と同じくLr-68であったが、50～63Hz帯域以外の20～40Hz帯域、そして80～100Hz帯域は5～10dB程度傾向が異なった。

(3) 床と壁の振動加速度レベル

図-6に、床の振動加速度レベルの測定結果を示す。結果は、バングマシンでS3・S5を加振した際のS1～S5の床5点の振動加速度レベルのエネルギー平均値である。S3・S5に、63Hz帯域付近以下を見ると、概して試験体A(RC壁)の方が試験体B(CLT壁)よりも振動が大きく、S3よりもS5の方がその差が大きくなる。これは図-3の傾向と同様であり、試験体AとBとで異なる床端部の固定方法や接合部分の剛性、さらには壁構造等が影響したものと推察される。

図-7に、バングマシンで床中央S3を加振した際の1通り壁中央と床中央S3の振動加速度レベルの測定結果

の比較を示す。試験体 A(RC 壁)は、全帯域において各 Case で壁と床の振動加速度レベル差が約 10dB 以上であった。これに対して試験体 B(CLT 壁)は、B-1・B-2・B-4 の 40~50Hz 帯域において壁の振動加速度レベルは床と同程度もしくはそれ以上であった。この測定結果からも、試験体 B の上記 Case においては、CLT 床のみではなく CLT 壁からの放射音も含めて重量床衝撃音レベルに寄与していることが伺える。また CLT 壁の試験体 B において、B-2 と B-2+付加壁の B-3(右下図)を比較すると、付加壁の設置により 40~50Hz 帯域において壁の振動加速度レベルが 5~10dB 程度低減されていた。

4. まとめ

CLT 床端部を RC 壁もしくは CLT 壁へ固定した 2 種類の箱型の試験体を製作し、CLT 床端部の壁構造の違いが重量床衝撃音遮断性能に及ぼす影響を実験で確認した。本研究で得られた知見を以下にまとめる。

- (1) CLT 床版の振動特性は CLT 床端部の壁構造の影響を受ける。
- (2) CLT 床端部の壁構造によって、仕上げ材による重量床衝撃音レベルの周波数特性は異なる。
- (3) CLT 床端部の構造が CLT 壁の場合には、CLT 造の重量床衝撃音遮断性能は床のみならず壁も含めた総合的検討が必要である。その理由に、壁からの放射音が重量床衝撃音レベルに影響することを考察した。

本研究は、試験体で 2 種類の壁構造の比較を行ったが、実建物においては建物工法や床版の大きさ・端部支持条件などのバリエーションがさらに多くなり、床衝撃音遮断性能に関係してくると考えられる。しかし、実建物での CLT 床版の床衝撃音遮断性能の測定事例はまだ少ない。その特性を把握するために、今後、データを蓄積していくことが重要であると考えられる。

参考文献

- 1) 国土交通省：新しい木質材料を活用した混構造建築物の設計・施工技術の開発，
https://www.mlit.go.jp/tec/gijutu/kaihatu/pdf/h28/1608_01_05clt.pdf，2024.6.5 参照
- 2) JIS A 1418-2:2019，建築物の床衝撃音遮断性能の測定方法 ー 第 2 部：標準重量床衝撃源による方法 ー

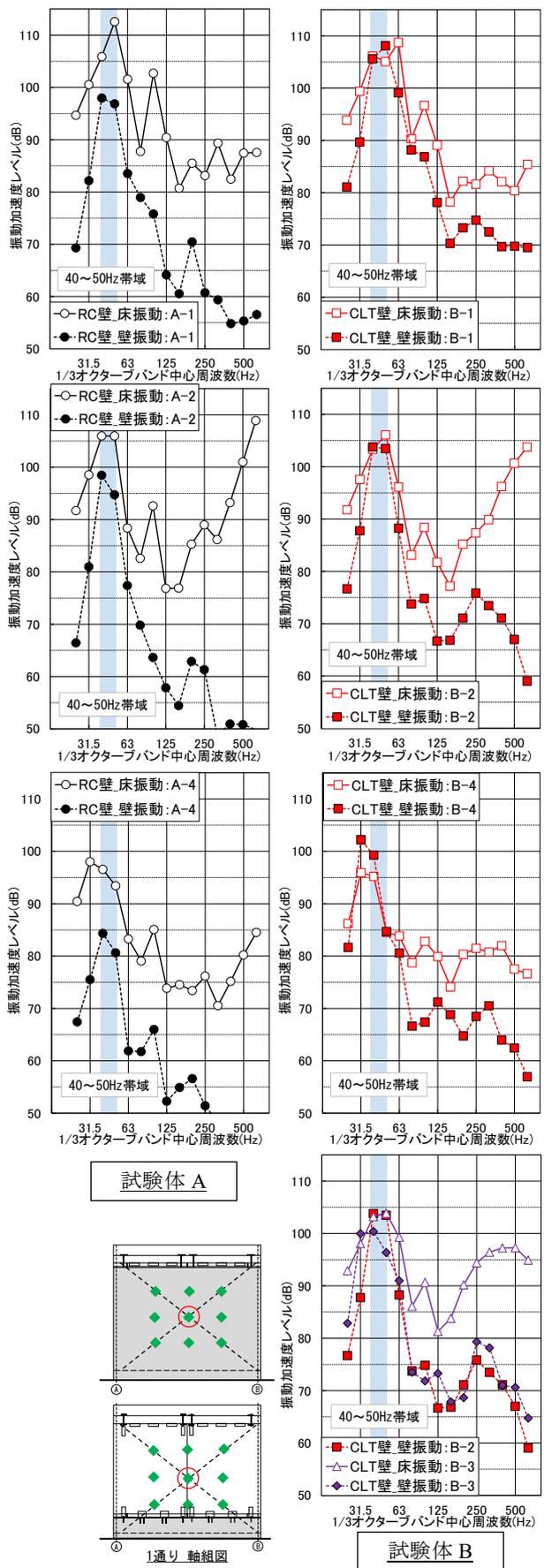


図-7 S3 加振時の壁・床中央の振動加速度レベル比較