

乾式二重床の施工方法が遮音性能に与える影響に関する実験的検討 (その2) 床先行工法の遮音対策

藤 橋 克 己

鶴 見 真 也

要 旨

近年の集合住宅では、床段差の解消や設備配管のメンテナンス等に配慮して乾式二重床を採用することが多くなっている。その施工方法には、間仕切壁をスラブ上に施工してから部屋毎に二重床を施工していく壁先行工法と、二重床下地を住戸全体に施工してからその上に間仕切壁を施工していく床先行工法がある。一般的には壁先行工法が用いられているが、最近では工期短縮や残材低減などの点で優れ、リニューアル時のプラン変更も比較的容易な床先行工法が注目されている。そこで、前報で壁先行工法と床先行工法の遮音性能について検討したところ、壁先行工法に比べて階下の軽量床衝撃音で2～3dB、同一住戸内の重量・軽量床衝撃音で5～15dBの性能低下が生じた。ただし、階下の重量床衝撃音については実験結果のばらつきが大きく、工法差は認められなかった。

本報では、まず前報で明確にできなかった階下の重量床衝撃音に関する工法差について再実験を行い、床先行工法の方が壁先行工法より3dB程度性能が向上することを示した。次に、床先行工法の遮音対策実験を行い、二重床の外周部に隙間を設けて間仕切壁廻りの床下に吸音材を敷き込めば、階下の床衝撃音が壁先行工法と同等で、同一住戸内の床衝撃音も壁先行工法に近くなることを示した。

キーワード 乾式二重床 / 壁先行工法 / 床先行工法 / 床衝撃音レベル / 住宅性能表示制度

目 次

- | | |
|---------|---------|
| 1. はじめに | 3. 実験結果 |
| 2. 実験概要 | 4. まとめ |

Experimental examinations of the influence of construction methods on sound insulation performance

Part-2 Improvement of sound insulation performance on the floor precedence method

Katsumi FUJIHASHI

Masaya TSURUMI

Synopsis:

Consideration of clearing a difference in floor level and making the maintenance of equipment piping more easily, the double floor is adopted in the recent condominiums. It is used to place the double floor, which is called a method of wall precedence. However, laying the double floor previously and then constructing partition walls on them, which is called floor precedence method, have become popular. In last paper, it was found that the floor precedence method was 2-3dB higher, on light weight floor impact sound level in the room below, and 5-15dB higher, on heavy and light weight floor impact sound in the next room, than wall precedence method.

In this paper it was found that the floor precedence method was 3dB lower than wall precedence method on heavy weight floor impact sound level in the room below. Next, we tried the improvement of sound insulation performance on the floor precedence method by the slit at the border of the double floor and sound absorption under the double floor around the wall. As a result, the floor precedence method was equal to the wall precedence method on light weight floor impact sound in the room below, and it was barely lower than the original floor precedence method on heavy and light weight floor impact sound in the next room.

1. はじめに

近年の集合住宅では、床段差の解消や設備配管のメンテナンス等に配慮して乾式二重床を採用することが多くなっている。その施工方法には、間仕切壁をスラブ上に施工してから部屋毎に二重床を施工していく壁先行工法と、二重床下地を住戸全体に施工してからその上に間仕切壁を施工していく床先行工法がある。今までは壁先行工法が用いられてきたが、最近では工期短縮や残材低減などの点で有利な床先行工法が注目されている。ただし、壁先行工法に比べて階下の軽量床衝撃音で2～3dB、同一住戸内の重量・軽量床衝撃音で5～15dBの性能低下(L数の差)が生じることを前報で示した。

階下の床衝撃音遮断性能は設計時に目標値が設定されるが、同一住戸内で目標値が設定されることは少ない。そこで、階下の床衝撃音遮断性能が壁先行工法と同等以上になる床先行工法が提案できることを研究目標とした。ただし、同一住戸内の床衝撃音遮断性能の改善についても考慮しながら実験的検討を進めた。

また、前報で明確にできなかった階下の重量床衝撃音に関する工法差についても、再検討を試みた。

2. 実験概要

2.1 実験方法

(1) 実験室の仕様

前報と同様に、スラブ厚、壁厚共に200mmで2階建て鉄筋コンクリート造の箱型実験室(写真-1)で実験を行った。実験室の内法寸法は5.0m(W)×4.0m(D)×2.8m(H)で、住宅性能表示制度に規定された床衝撃音レベル低減量に関する試験設備の仕様に準拠している。

(2) 試験体の施工方法

乾式二重床の施工範囲は実験室の全面(20 m²)とし、間仕切壁をスラブ中央に施工した。二重床下地の割付図を図-1に示す。床先行の遮音対策は間仕切壁廻り(網掛部)を中心に行った。解体・再施工の範囲が小さいほど実験誤差の影響も小さいと考えて、二重床下地は間仕切壁廻りだけを解体できるように割り付けた。間仕切壁以外の壁面や天井面はコンクリート打放しとした。

次に、本実験で用いた乾式二重床の標準仕様を図-2に示す。前報と同様、フローリングの代わりに合板を、際根太の代わりにゴム脚付きの根太を用いて、二重床の外周部には隙間を設けた。巾木も施工していない。

実物件の乾式二重床には、壁際に重量物を置いても床が沈まないように際根太が施工されることが多い(図-3)。ただし、際根太は振動の絶縁性が悪く、床衝撃音遮断性能上は好ましくない。住宅性能表示制度でも図-4に示すような仕様でなければ重量床衝撃音レベルが5dB増幅すると見なしている。

以上の点から、今後は際根太が使われなくなると想定して、図-2の仕様を本実験の標準断面とした。



写真-1 実験室の内観(2階)

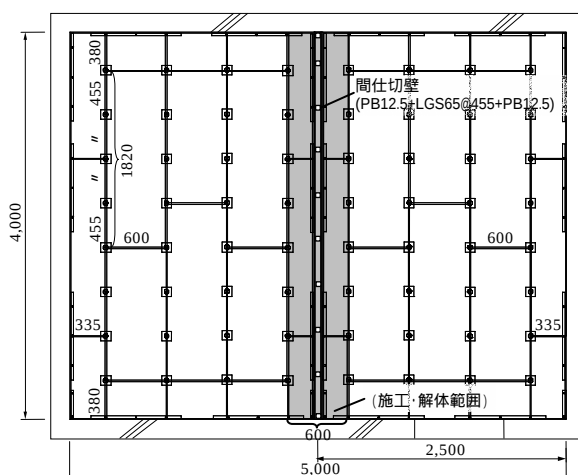


図-1 二重床下地の割付図(壁先行)

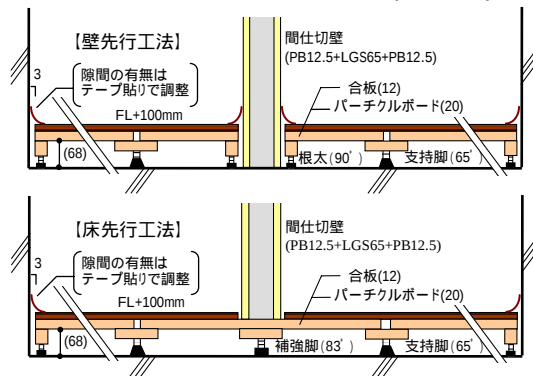


図-2 乾式二重床の断面図(標準仕様)

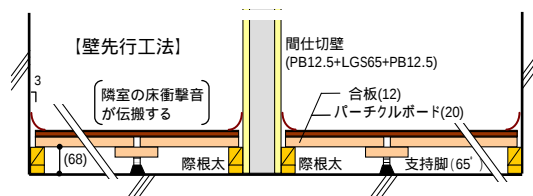


図-3 乾式二重床の断面図(際根太仕様)

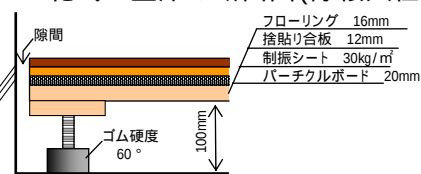


図-4 住宅性能表示制度のΔL_H=0仕様

重量・軽量床衝撃音レベルと振動速度レベルを床衝撃音遮断性能に関する測定項目とした(すべて値が小さいほど性能が良い)。また、軽量床衝撃音レベルを室内吸音力で規準化するために残響時間も測定した。測定点位置を図-5に、測定系統図を図-6にそれぞれ示す。

軽量床衝撃音レベルと残響時間は JIS A 1418-1:2000 に、重量床衝撃音レベルは JIS A 1418-2:2000 に準拠した。床衝撃音レベルは積分平均機能をもつ普通騒音計を用いて固定マイクロホン法で、残響時間はリアルタイム分析器を用いてノイズ断続法で測定した。測定点は床衝撃音レベルが 5 点、残響時間が 3 点を室内に均等割付けした。

振動速度レベルは加振室の床と受音室の間仕切壁，天井スラブ，床，RC 壁の面外方向について測定した．床衝撃音レベルと同じ衝撃源で同じ点を加振したときの加速度センサーの応答をチャージアンプで増幅，フィルタリング，速度変換してパソコンに取り込んだ．測定周波数は 5kHz，データ数は 16,384 とした．振動速度レベルの測定点は原則として 5 点を測定面内に均等割付けした．なお，加振時の応答と暗振動とのレベル差(S/N)が 6dB 未満の場合は測定不能とし，暗振動補正は行わないことにした．

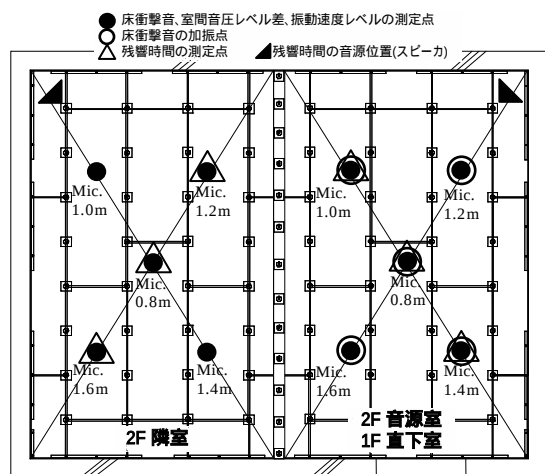


圖-5 測定点位置

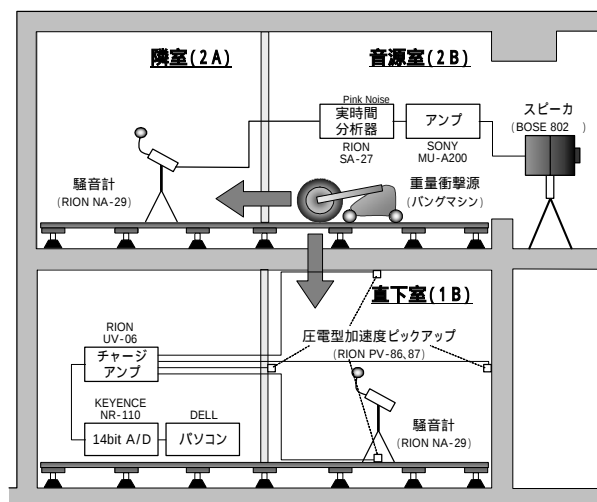


図-6 測定系統図

2.2 実験条件

床先行工法の床衝撃音遮断性能が壁先行工法より低下する原因は、二重床下地が間仕切壁の前後で連続しているためと前報で推察された。そこで、図-7 に示す対策仕様を施工した。

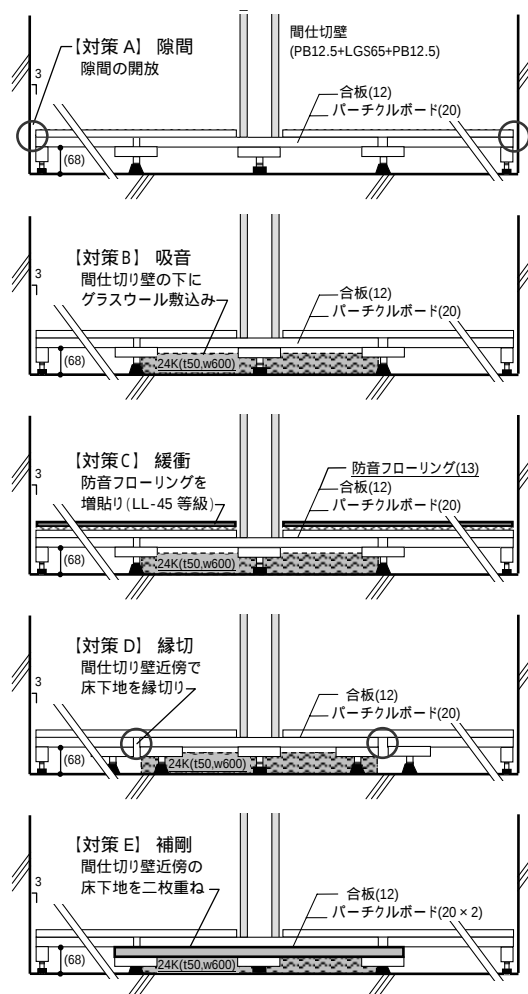


図-7 対策仕様の断面図

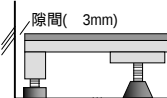
- ・対策Aの隙間(二重床下の空気抜き)は、通常は直下室の重量床衝撃音対策に用いられる方法だが、前報では直下室の軽量床衝撃音レベルでも 1~2dB の効果が認められたため、本実験でも採用した。
- ・対策Bは直下室と隣室の軽量床衝撃音低減を狙い、間仕切壁の床下に吸音材(グラスウール 24K;厚さ 50mm, 幅 600mm)を敷き込んだ。
- ・対策Cも直下室と隣室の軽量床衝撃音低減を狙い、対策Bの床面に両面テープで緩衝材(直貼り防音フローリング;厚さ 13mm,LL-45 等級)を増貼りした。
- ・対策Dは隣室の重量・軽量床衝撃音低減を狙い、対策Bの間仕切壁下の二重床下地を縁切りした(支持脚は共有しない)。ただし、床表面の合板は連続している。
- ・対策Eも隣室の重量・軽量床衝撃音低減を狙い、対策Bの間仕切壁下の支持脚を低くして二重床下地(幅 600mm)を二枚重ねた。

今回の実験ケースを表-1 にまとめて示す。

前報では、直下室の重量床衝撃音に関して、壁先行と床先行の工法による違いが2回の実験で異なる傾向を示した。そこで、床先行の対策実験(図-7)を行う前に、壁先行と床先行の標準工法について3回目の比較実験を行い、工法による違いについて再検討した。前報では1回目の比較実験の後、間仕切壁と二重床をすべて解体・再施工してから2回目の比較実験を行ったが、今回は間仕切壁廻り(図-1 網掛部)のみを解体・再施工して実験を行った。

二重床外周部の隙間の調整方法を図-8 に示す。標準工法は「隙間なし」,対策 A ~ E はすべて「隙間あり」とした。

表-1 実験ケース			
工法	仕様	隙間処理	受音室
壁先行	標準 (3回目)	なし	直下室 隣室
	標準 (3回目)		
床先行	対策A (隙間)	あり	
	対策B (吸音)		
	対策C (緩衝)		
	対策D (縁切)		
	対策E (補剛)		

 (a) 隙間なし	 (b) 隙間あり
---	---

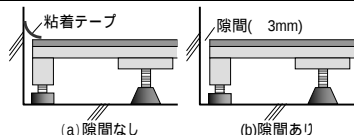


図-8 二重床外周部の隙間処理

3. 実験結果

3.1 壁先行工法と床先行工法による違い

(1) L 数による評価

床衝撃音レベル(軽量は室内吸音力で規準化した値)から周波数帯域ごとに求めたL数(小さいほど性能が良い)について、過去2回分を含めて図-9 に示す。

前報で工法差が明確にできなかった直下室の重量床衝撃音について、L 数が最も大きかった 63Hz 帯域の3回平均で比較すると、床先行の方が2dB 小さかった。実験誤差が大きく、工法差は明確ではないが、床先行の優位性は示された。直下室の軽量、隣室の重量・軽量床衝撃音については、前報と似た傾向であった。

床先行の実験結果に着目すると、1-2 回目には周波数帯域によっては5dB 以上の差が生じたが、2-3 回目には周波数帯域によらず1dB 前後の差しか生じなかった。従って、間仕切壁廻りだけを解体・再施工して床先行の対策実験を行った場合、L 数や床衝撃音レベルについては1 回だけの実験でも1dB 前後の誤差範囲で対策効果の評価できると判断された。

なお、1-2 回目には異なる施工業者を、2-3 回目には同じ施工業者を用いており、これも実験誤差に影響している可能性がある。

(2) 振動速度レベル

直下室の天井面と間仕切壁の振動速度レベルについて、過去2回分を含めて図-10 に示す(S/N 6dB)。

前報で工法差が明確にできなかった直下室の重量床衝撃音について、63Hz 帯域の振動速度レベルの3 回平均で比較すると、床先行の方が天井面で3dB、間仕切壁で12dB 小さく、振動についても床先行の優位性が示された。前報で誤差要因とされた壁先行の間仕切壁の振動速度については、63Hz 帯域で1-2 回目に生じた15dB の差が、2-3 回目には5dB まで低減した。

床先行の実験結果に着目すると、1-2 回目には最大5dB、2-3 回目でも最大3dB の差が生じており、実験誤差はL 数や床衝撃音レベルより大きかった。

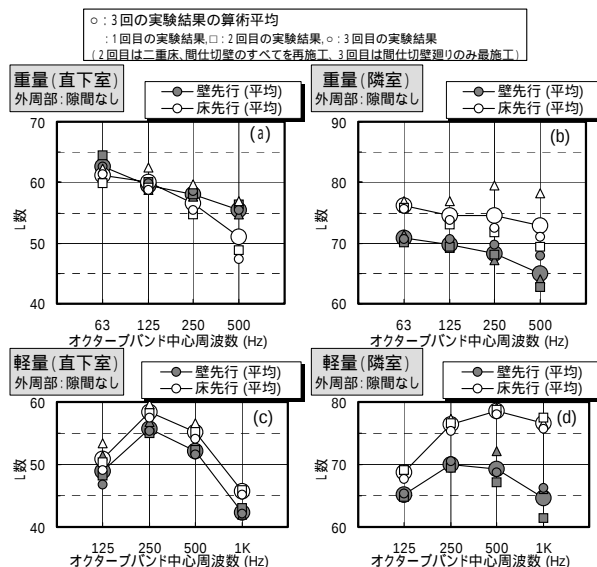


図-9 壁先行と床先行の工法差
(床衝撃音レベル、周波数帯域ごとに求めたL数)

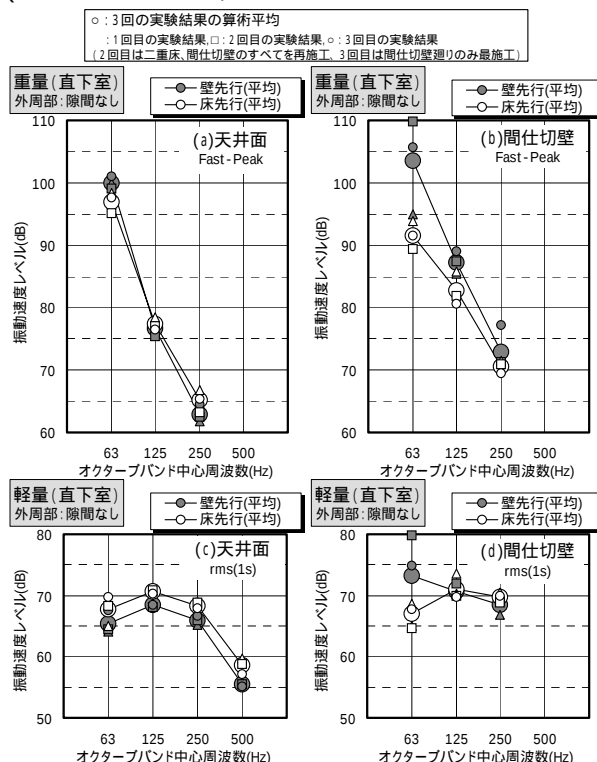


図-10 壁先行と床先行の工法差
(直下室の振動速度レベル、基準値=10⁻⁸m/s)

3.2 床先行の対策工法の効果

図-7 に示した対策仕様を上下階ともに施工して、直下室と隣室で床衝撃音レベルと振動速度レベルを測定した。試験体の施工状況を写真-2 に示す。



写真-2 試験体の施工状況
(対策B;床下に吸音材を敷き込み)

(1) L 数による評価

各試験体の床衝撃音レベルの L 数とその決定周波数を表-2 に示す。前述の実験誤差(1dB 前後)を考慮して、対策仕様の L 数が壁先行の標準工法より 2dB 以上小さい場合(濃い灰色の網掛け)に「壁先行より良い性能」、±1dB 以内の場合(薄い灰色の網掛け)に「壁先行と同等の性能」、2dB 以上大きい場合(網掛けなし)に「壁先行より悪い性能」と判定した。なお、対策 C の軽量床衝撃音レベルの L 数は、現行の JIS では評価されない 63Hz 帯域で決定しており、今回は同帯域を含めて L 数による評価を行った。

直下室の重量床衝撃音については、標準仕様で比較しても床先行の方が壁先行より性能が良かったが、今回の対策仕様はすべて床先行の標準仕様と同等以上の性能であった。軽量床衝撃音については、すべての対策工法が壁先行と同等以上の性能であり、性能が良かった順に対策 C、E、D、B、A であった。対策 A でも壁先行と同等の性能であった。

隣室については、重量・軽量床衝撃音ともに対策 C だけが壁先行と同等以上の性能であった。他の仕様も対策 A 以外は床先行の標準工法と同等以上の性能であり、対策 D が重量・軽量ともに比較的性能が良かった。

以上の通り、階下の L 数については、対策 A だけでも壁先行と同等以上の性能であった。ただし、隣室の軽量床衝撃音の L 数は床先行の標準仕様よりも 4dB 大きく、隣室での L 数が床先行の標準仕様と同等以上であった対策 B は最低限必要と考えられる。隣室で壁先行と同等以上の性能とするには、対策 C が必要である。

(2) 床衝撃音レベル差

直下室と隣室の床衝撃音について、壁先行と床先行とのレベル差(プラス側で性能向上、床先行の標準工法を太線で表示)を図-11 に示す。

直下室の重量床衝撃音については、今回の対策仕様はすべての周波数帯域で壁先行より性能が良かった。一方、軽量床衝撃音については、対策 C の周波数特性だけが他の対策と大きく異なり、125Hz 以上の帯域では最も性能が良かった。ただし、63Hz 帯域では共振現象と思われる落ち込みが発生しており、材料の選定には注意すべきである。対策 E はすべての周波数帯域で壁先行と同等以上の性能が得られた。

隣室については、重量・軽量床衝撃音ともに、125Hz 帯域以上では対策 C だけが、63Hz 帯域では対策 E だけが壁先行と同等以上の性能であった。

以上の通り、二重床に緩衝材を貼る対策 C は、他の間仕切壁廻りの対策と異なり、125Hz 以上の帯域で低減量が大きいため、特に軽量床衝撃音の低減に有効である。

表-2 床衝撃音レベルの L 数

工法	仕様	直下室		隣室	
		重量	軽量	重量	軽量
壁先行	標準	63	55	71	71
	3回目	(63)	(250)	(63)	(250)
	標準	61	58	76	78
床先行	3回目	(63)	(250)	(63)	(500)
	対策 A 隙間	60	56	76	82
		(63)	(250)	(125)	(500)
	対策 B 吸音	58	55	74	77
		(125)	(250)	(63)	(500)
	対策 C 緩衝	57	44	72	62
		(63)	(125)	(63)	(63)
	対策 D 縁切	59	54	74	74
		(63)	(250)	(63)	(500)
	対策 E 補剛	61	52	75	76
		(63)	(250)	(500)	(500)

() 内は決定周波数

・濃い灰色: 壁先行より良い性能(2dB 以上)

・薄い灰色: 壁先行と同等の性能(±1dB 以内)

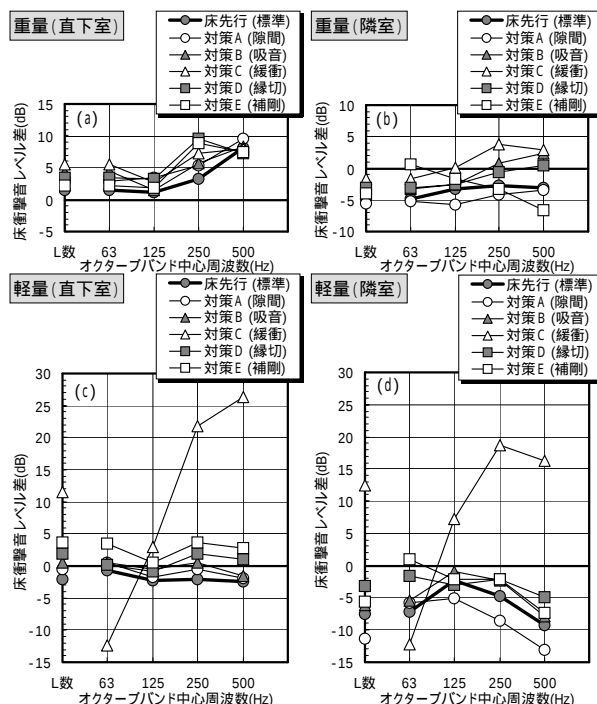


図-11 対策仕様の床衝撃音レベル低減量
(壁先行の標準工法-床先行の対策工法)

(3) 振動速度レベル差

直下室の天井面と間仕切壁の振動速度について、壁先行と床先行とのレベル差(プラス側で性能向上,床先行の標準工法を太線で表示,S/N 6dB)を図-12に示す。

重量・軽量衝撃源ともに、天井面の振動速度の方が床衝撃音(図-11)との対応が良く、床衝撃音に対する寄与が大きいことが伺える。一方、間仕切壁の振動速度については、対策Eの63Hz帯域で床先行の標準工法よりも10～15dB性能が悪くなっており、間仕切壁廻りの剛性をあまり高くすると、壁先行のように間仕切壁の振動が重量床衝撃音に影響する可能性がある。

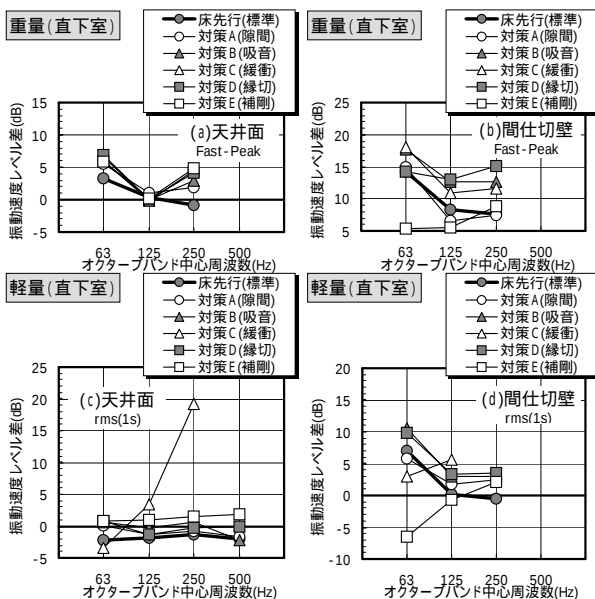


図-12 対策仕様の振動速度レベル低減量(直下室)
(壁先行の標準工法-床先行の対策工法)

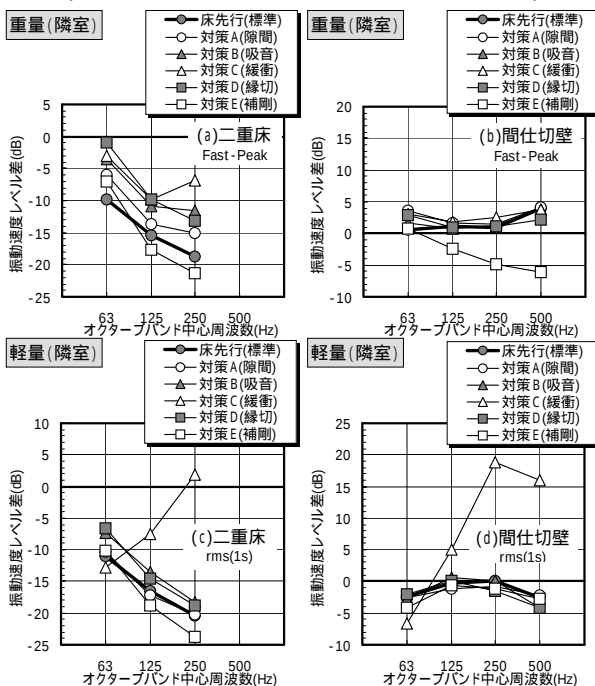


図-13 対策仕様の振動速度レベル低減量(隣室)
(壁先行の標準工法-床先行の対策工法)

隣室の二重床と間仕切壁の振動速度レベルについて、壁先行と床先行とのレベル差(プラス側で性能向上,床先行の標準工法を太線で表示,S/N 6dB)を図-13に示す。

二重床と間仕切壁の振動速度は、どちらも床衝撃音(図-11)との対応が良いとはいえず、両方が床衝撃音に寄与していることが伺える。壁先行との性能差が大きい二重床の振動速度に着目すると、軽量衝撃源での対策Cの250Hz帯域だけが壁先行と同等以上の性能であった。他の仕様でも対策Eを除けば床先行の標準工法と同等以上の性能は得られており、対策Dが重量・軽量ともに比較的性能が良かった。

以上の通り、二重床に緩衝材を貼る対策Cは、特に軽量床衝撃音の低減に有効であることが改めて示された。

4. まとめ

本研究では、まず前報で明確にできなかった階下の重量床衝撃音に関する壁先行と床先行の工法差について再検討した。次に、階下の床衝撃音遮断性能が壁先行工法と同等以上になる床先行工法が提案できることを目標として、実験的検討を行った。

その結果をまとめると、次のようになる。

壁先行と床先行の工法による床衝撃音遮断性能の違いについて、3回の比較実験を行った結果、階下の重量床衝撃音について、床先行は平均的に壁先行と同等以上の性能が得られた。

間仕切壁廻りだけを解体・再施工して床先行の対策実験を行った場合、L数や床衝撃音レベルについては1回だけの実験でも1dB前後の誤差範囲で対策効果を評価できると判断された。

階下の床衝撃音遮断性能(L数)は、二重床の外周部に3mm程度の隙間を設けるだけで壁先行と同等の性能が得られた(対策A)。ただし、隣室の軽量床衝撃音のL数を床先行の標準仕様と同等に抑えるためには、さらに間仕切壁に沿って床下に幅600mm程度で吸音材を敷き込む必要がある(対策B)。

隣室で壁先行と同等以上の性能とするには、二重床に緩衝材を貼る必要がある(対策C)。緩衝材の増貼りは、他の間仕切壁廻りの対策と異なり、125Hz以上の帯域で低減量が大きいため、特に軽量床衝撃音の低減に有効である。

今後の課題として、壁先行と床先行の工法差に関する実物件での検証(廊下や框などの影響)や直貼り防音フローリング以外の材料(制振シートなど)を増貼りしたときの効果の検証が考えられる。

参考文献

- 1) 鶴見, 藤橋: 乾式二重床の施工方法が遮音性能に与える影響に関する実験的検討, 前田建設技術研究所報 VOL.43, pp.67-74, 2002