

建具や収納家具の扉の開閉時に隣戸で発生する騒音の低減方法に関する検討

塩田 寿美子・藤橋 克己

STUDY ON THE METHOD FOR REDUCING THE NOISE OF SHUTTING DOOR AT THE NEXT DOOR

Sumiko SHIOTA, Katsumi FUJIIHASHI

現場実測状況(吊戸開閉)



写真-1. 測定状況

実験状況



表-1 技術資料

No.	ボードなし		LGS(戸境側)		受音室側	室内		
	柱側	戸境側	スタッド	ランナー		25dB～	30dB～	35dB～
10	-	-	ビス止め	-	-			
20	-	隙間6mm	ビス止め	-	-		34	
23	-	ハット目地	ビス止め	-	-			
24	-	コーキング	ビス止め	-	-			
30	-	隙間6mm	隙間10mm	-	-		33	30
73	隙間6mm	隙間6mm	隙間10mm	-	-	29	28	
63	隙間6mm	UF	-	-	-			36
66	隙間6mm	UF	-	-	-			37
34	-	ハット目地	UF	-	-			40
35	-	コーキング	UF	-	-			36
80	-	隙間6mm	隙間10mm	-	ふかし壁	29	28	
83	-	隙間6mm*	隙間10mm	-	ふかし壁	28	26	
93	-	隙間6mm	UF	-	ふかし壁			40
96	-	隙間6mm*	UF	-	ふかし壁		34	32
100	-	ハット目地	UF	-	ふかし壁			
103	-	コーキング	UF	-	ふかし壁			
110	-	隙間6mm	UF	-	ふかし壁・UF			35
113	-	ハット目地	UF	-	ふかし壁・UF			
116	-	コーキング	UF	-	ふかし壁・UF			
120	-	隙間6mm	UF	-	ふかし壁・UF・GW		33	37
123	-	ハット目地	UF	-	ふかし壁・UF・GW			39
136	-	-	UF	-	制振パネル			40
130	-	隙間6mm	UF	-	制振パネル		33	
133	-	ハット目地	UF	-	制振パネル			39
140	-	隙間6mm	隙間10mm	防振	制振パネル	29	31	40
140'	-	隙間6mm	隙間10mm	防振	制振パネル	26		37
143	-	ハット目地	隙間10mm	防振	制振パネル			36
150	-	隙間6mm	UF	防振	制振パネル			35
153	-	ハット目地	UF	防振	制振パネル			39

UF : 発泡ウレタン
GW : グラスウール
* : 戸枠側のスタッドのみにビス止め

硬質ゴム:
ゴムパッキン片面:
ゴムパッキン両面:

ボード 戸枠側/乾式壁間仕切壁側

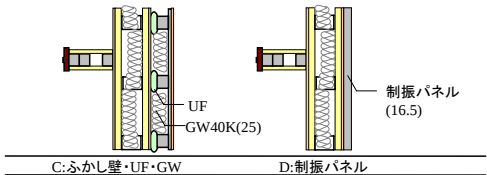
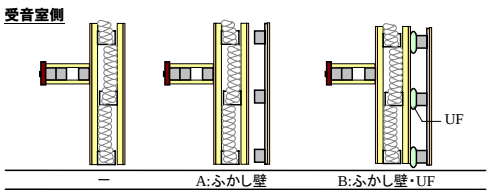
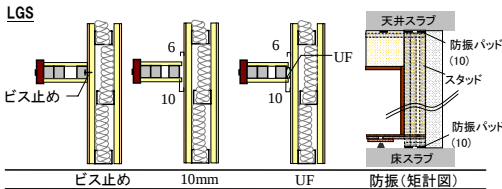
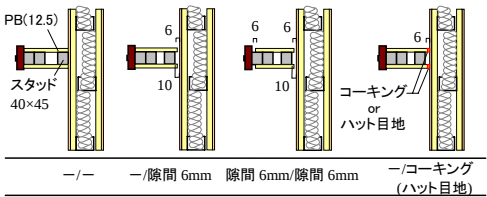


図-1 対策仕様詳細

研究の目的

戸境壁を乾式間仕切壁とする住戸において、隣戸に伝搬する建具や収納家具の扉の開閉音を把握し、その低減対策を提案するため、現場実測、実験データをもとに技術資料を作成する。

技術の説明

吊戸の開閉音による隣戸での騒音レベル目標値ごとに、対策仕様を実験データに基づき選定できる。

主な結論

- 吊戸の衝撃音は主に次の3系統により伝搬する。①ボードからの固体伝搬音 ②ボード→LGSからの固体伝搬音③衝撃音の空気伝搬音。これらをバランスよく低減することにより遮音効果を高めることができる。
- ゴムパッキンによる騒音低減効果量はボードやLGSの対策仕様により異なる。
- 受音室側での対策（ふかし壁、ボード増し貼り）の効果は、音源室側での対策に比べて小さい。
- IV. ランナー-スラブ間の防振対策による効果は明確には得られない。

建具や収納家具の扉の開閉時に 隣戸で発生する騒音の低減方法に関する検討

塩田 寿美子

藤橋 克己

要 旨

最近の集合住宅では、住戸ごとに様々なプランが導入されており、様々な騒音が発生する台所と静謐性が求められる寝室が戸境壁の両側に正対するようなケースが増えてきた。さらに、入居者の要求水準も高くなり、他住戸からの伝搬音については聞こえるだけでクレームになる場合もある。従って、そのような場合には、建具の衝撃部分に緩衝材を貼る、戸境壁の手前にふかし壁を設けるといった固体伝搬音の低減対策が採用される。ところが、これらの効果については定量的に把握できていないのが現状である。

そこで、そのようなプランが多数導入された集合住宅において、様々な建具や収納家具の扉の開閉音を隣戸で測定し、緩衝材の効果や隣戸の騒音レベルについて定量的に把握することができた。それらの多くは、緩衝材やふかし壁によって隣戸で一般的な騒音レベルの目標値（30dBA）を満足したが、吊戸は目標値を満足しなかった。そこで、吊戸の衝撃力を低減できるような戸枠と壁の収まりを考案し、その効果を実験的に検討したところ、吊戸についても目標値を満足できるようになった。

キーワード 建具／収納家具／固体伝搬音／緩衝材／吊戸

目 次

- | | |
|-----------|--------------|
| 1. はじめに | 3. 吊戸の固体音実験 |
| 2. 現場実測調査 | 4. まとめと今後の課題 |

STUDY ON THE METHOD FOR REDUCING THE NOISE OF SHUTTING DOOR AT THE NEXT DOOR

Sumiko SHIOTA

Katsumi FUJIHASHI

Synopsis:

In the recent collective housing, dwelling unit plan became diversified. So it sometimes complexify the noise environment between each dwelling units separated by housing wall; for example the kitchen, a room in which various sound is generated, is lie next to the bed room needed calmness. And recent residents request high quality acoustic environment from the housing. For these reason, to reduce structure-bone noise by shutting the sliding door or door of storage space, some types of measure, for example attaching a cushion on the door frame, building an extra wall on a housing wall, is taken. But the effect of the measures is not quantified.

The purpose of this study is quantifying the effect and suggesting high level noise reduction measure. In the first step, we measured the noise of shutting door on the various types of housing wall, door and measures. And then we realized problem about the structure-born noise produced by shutting the sliding door. As the second step, we set an A-weight Sound Pressure Level as a target value and devised measures which can be reduced the excitation force of the sliding door and measured the effect on an experimental facility. The result indicated high level effect and achieved the target value.

1 はじめに

最近の集合住宅では、住戸ごとに様々なプランが導入されており、様々な騒音が発生する台所と、静謐性が求められる寝室が戸境壁の両側に正対するようなケースが増えてきた。さらに、入居者の要求水準も高くなり、他住戸からの伝搬音に対して聞こえるだけでクレームになる場合もある。従って、そのような場合には、建具の衝撃部分に緩衝材を貼る、戸境壁の手前にふかし壁を設けるといった固体伝搬音の低減対策が採用される。ところが、これらの効果については定量的に把握できていないのが現状である。

本研究では、そのようなプランが多数導入された集合住宅において、様々な建具や収納家具の扉の開閉音を隣戸で測定し、緩衝材の効果や隣戸の騒音レベルについて定量的に把握した。騒音レベルが最も大きかった吊戸については、開閉時の衝撃力を低減できるような戸枠と壁の収まりを考案し、その効果を実験的に検証した。

2 現場実測調査

2.1 調査対象

調査を行った建物は、RC 造で戸境壁が乾式間仕切壁（TLD-56）の超高層集合住宅で、仕上げ工事完了後に調査を行った。調査対象とした衝撃源および戸境壁の納まりを図-1に、測定時の加振状況を写真-1に示す。戸境壁に直行もしくは平行に接する吊戸および収納扉を衝撃源とし、戸境壁と直交する収納家具で扉が複数ある場合は、戸境壁に最も近い扉のみを開閉し調査を行った。

吊戸を衝撃源とした場合、戸枠に硬質ゴム（φ10）を上下2箇所に接着した仕様に対して、衝撃力低減対策仕様として、植毛ゴムパッキン（以下、ゴムパッキン）を扉小口と戸枠の縦方向に接着した。この対策による比較は異なる部屋の測定値で行った。

吊戸以外の衝撃源では、衝撃力低減対策として着脱可能なダンパを採用しており、同じ室でダンパの着脱両状態での測定し比較した。システム収納を衝撃源とした場合では、ダンパ以外に、ダンパ機能を持った丁番（以下、ダンパ付丁番）を採用した仕様でも調査を行っている。

各対策仕様で用いた緩衝材の詳細を図-2に示す。



写真-1 測定状況

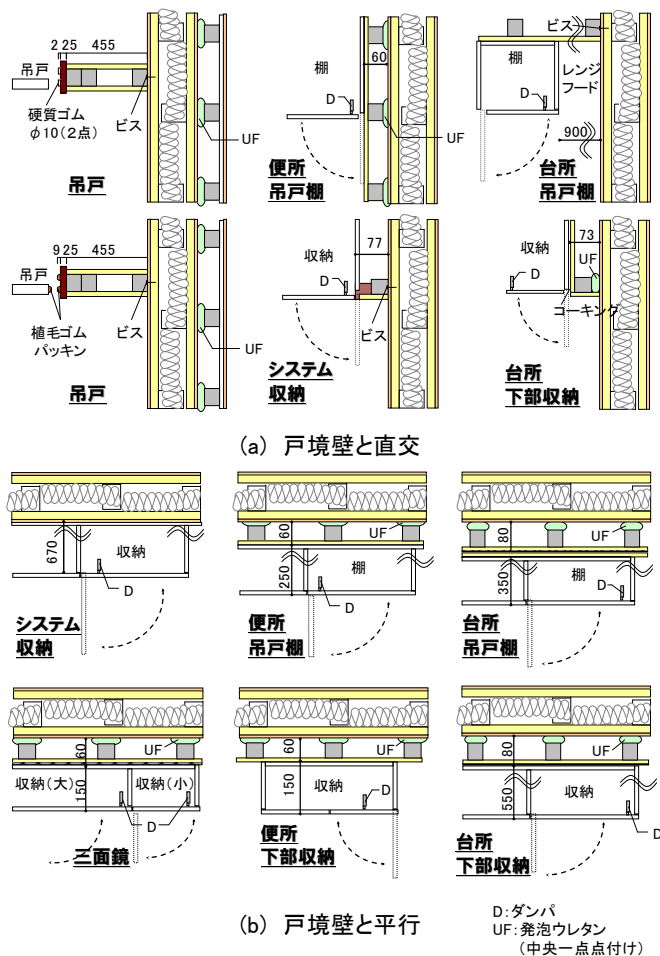


図-1 各衝撃源と戸境壁の納まり



図-2 緩衝材詳細

2.2 調査方法

測定は JIS Z 8731:1999 に準拠し、衝撃源が接する戸境壁を隔てた隣戸居室内（戸境壁から 0.7～1m 離れた、衝撃源から最も近い 1 点、床上 1.2m）でその発生音の最大値を測定した。測定には分析型の騒音計（RION NA-28, 時定数 Fast）を 1 台用いた。測定を行った受音室の状況を写真-2 に示す。

扉の開閉は、扉を開閉する人（以下、加振者）が通常の生活における力加減を想定して行ったが、発生音にばらつきが生じやすいと考えられるため、扉の開閉を 5 回繰り返してその平均値を採用した。また、加振者による発生音の違いも把握するため、同一衝撃源に対して加振者を変えて測定し、その違いを把握した。



写真-2 測定状況（騒音計設置）

2.3 調査結果

各衝撃源の開閉時に隣戸で発生した騒音の測定結果を以下に示す。なお、測定値はすべて暗騒音を補正していない。また、緩衝材のダンパは同仕様の他社製品 2 本（A,B）を使用している。

（1）騒音レベル測定結果

各衝撃源の開閉時に隣戸で発生した騒音について、騒音レベル測定結果を表-1、ダンパ装着による騒音低減効果を表-2、加振者による発生音の違いを表-3、発生音の周波数特性の一例を衝撃源ごとに図-3 に示す。

吊戸による騒音は最も大きく、騒音対策前の仕様で 50dBA を越えていたが、扉小口と戸枠の縦方向にゴムパッキンを貼ることで 35～42dBA 程度まで改善した。周波数特性に着目すると、対策前後いずれも卓越周波数は 63Hz 帯域で、同帯域の音圧レベル低減量と騒音レベル（AP）低減量は一致していた。

吊戸以外の衝撃源は騒音対策前の仕様で 33～50dBA であったが、ダンパを付けることで 23～35dBA まで低減した。ダンパ装着による騒音レベルの低減効果は平均で 10dB 程度得られたが、2～27dB の範囲でばらついた。ダンパ装着による周波数特性の違いに着目すると、ダンパのない状態では便所の吊戸棚と下部収納は 250Hz 帯域、他の衝撃源は 63～125Hz 帯域の成分が卓越している。ダンパの装着後はすべての衝撃源で 63～125Hz 帯域の成分が卓越している。したがって、ダンパの騒音低減効果は周波数が高い成

分ほど得られやすいと判断される。測定結果は中高音域の S/N が悪いため明確ではないが、この特性がダンパの装着による騒音レベルの低減効果にばらつきが生じる一因と考えられる。

なお、システム収納（直行）については、ダンパ A とダンパ付丁番の両方を調査したが、ダンパ付丁番の方が平均 8dB 程度良い性能を示した。

（2）測定者による開閉音の違い

同じ衝撃源を、加振者を変えて測定した結果では、吊戸の衝撃音は加振者によって 31～42dBA の範囲でばらついた。ただし、同じ加振者の繰り返しによるばらつきも 2～6dB 生じており、加振者の日常における力加減と大差はなかったと考えられる。一方、システム収納の衝撃音は吊戸よりもばらつきが小さく、丁番のばねの影響によるものと考えられる。

表-1 発生音の騒音レベル測定結果

音源室	衝撃源の種類	戸境壁との位置関係	緩衝材の仕様	騒音レベル(dBA) 平均(部屋ごとのデータ)
洋室	吊戸	直交	硬質ゴム	52
			ゴムパッキン	36 (33,37,38,42,34,36,35)
	システム 収納	直交	ダンパなし	43 (45,44,42,42)
			ダンパ A	33 (35,35,32,32,32,33)
		平行	ダンパ付丁番	25(25,26,25)
			ダンパなし	34 (33,33,33,34,35)
便所	吊戸棚	直交	ダンパなし	28 (27,25,27,29,30)
			ダンパ A	49 (50,50,46)
		平行	ダンパなし	23 (23,24)
			ダンパ A	41 (42,45,35)
	下部収納	平行	ダンパ A	24 (25,23)
			ダンパなし	44 (44,44,45)
洗面所	三面鏡 (大扉)	平行	ダンパなし	44 (44,44,45)
			ダンパ A	28 (26,31)
	三面鏡 (小扉)	平行	ダンパなし	39 (38,36,37,38,47)
			ダンパ A	31 (28,29,35)
台所	吊戸棚	直交	ダンパなし	44 (42,44,44,48)
			ダンパ A	30(30,32,35,24)
		平行	ダンパなし	36 (34,38)
			ダンパ B	29
	下部収納	直交	ダンパなし	43 (46,41,41)
			ダンパ B	30 (32,31,26)
		平行	ダンパなし	37 (37,37,37)
			ダンパ B	35 (35,35)

・下線は S/N<6dB の値

・白抜きは同じ部屋で加振者を変えたときの値

表-2 ダンパ装着による騒音低減効果

ダンパ仕様	衝撃源の種類	戸境壁との位置関係	データ数	騒音レベル差(dB)*		
				平均	最大	最小
A	システム収納	直交	6	9	11	7
	システム収納	平行	5	6	8	5
	便所吊戸棚	直交	2	25	27	23
	便所吊戸棚	平行	2	16	20	12
	便所下部収納	平行	2	16	18	14
	三面鏡	平行	6	11	13	9
B	台所吊戸棚	直交	1	9	-	-
	台所吊戸棚	平行	3	13	19	9
	台所下部収納	直交	2	2	2	2
	台所下部収納	平行	4	7	9	6

*ダンパあり - ダンパなし

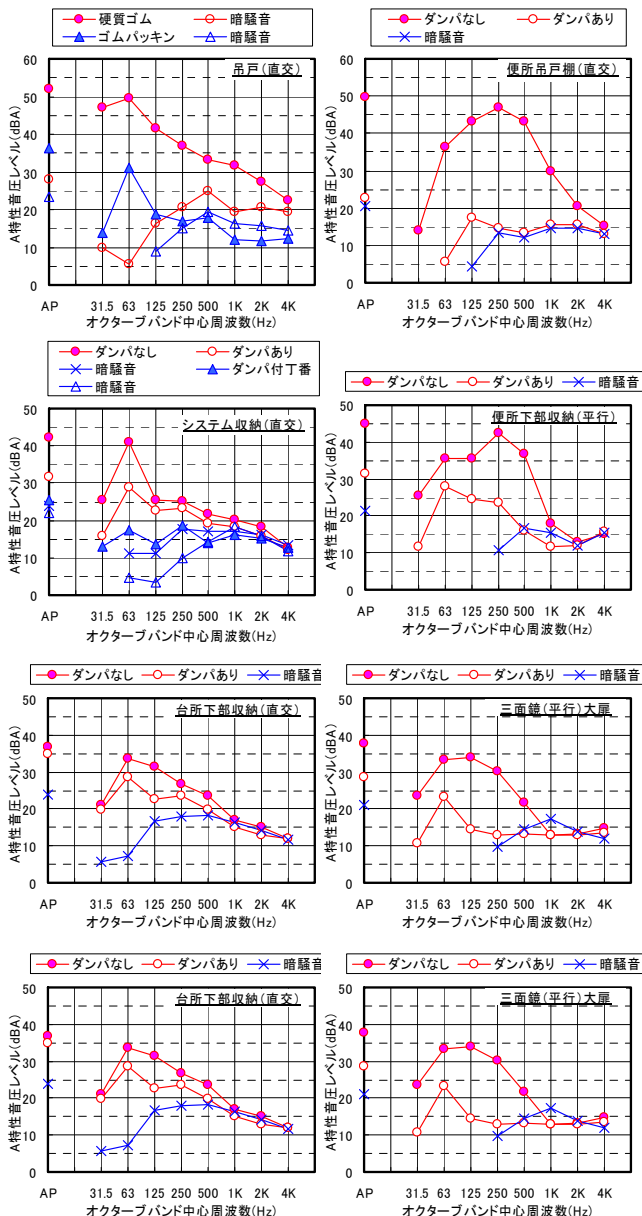


図-3 発生音の周波数特性例

表-3 測定者による発生音の違い

衝撃源 (位置,仕様)	測定者	騒音レベル(dBA)		
		平均	最大	最小
吊戸 (直交) (ゴムパッキン)	男性 A	38	40	35
	男性 B	42	44	39
	男性 C	34	35	33
	男性 D	36	38	33
	女性 A	35	37	31
システム収納 (直交) (ダンパ A)	男性 A	35	37	35
	男性 B	32	33	29
	男性 C	32	32	31
	男性 D	32	33	31
	女性 A	33	35	30

3 吊戸の固体音実験

文献 1)では、集合住宅の室内騒音として 35dBA 以下を推奨している。ただし、室内の暗騒音は 30dBA 程度と想定しており、暗騒音が小さい (20~25dBA 程度) 場合は聴感上の評価が 1 ランク厳しくなるとしている。また、発注

者の仕様書でも、共用設備機器の室内騒音は 30dBA 以下が目標値とされるようになってきた。そこで、扉の開閉音についても 30dBA 以下を目標値とした。

前章で示した現場実測調査で、緩衝材を設けても 30dBA を上回ったのは吊戸および戸境壁に直交するシステム収納、キッチン下部収納であったが、そのなかでも発生頻度が比較的高く、クレームにつながりそうな吊戸について、その衝撃力を低減できるような戸枠と壁の収まりを実験的に検討した。

3.1 試験体の仕様

RC 造 2F 建ての箱型実験棟 2F 部分に、現場実測と同じ乾式間仕切壁、吊戸を設置した実験施設を図-4、図-5に示すように製作した。乾式間仕切壁で隔てた音源側には乾式二重床下地を全面に施工し、その上に吊戸を設置した。受音側には、乾式二重床下地をパーティクルボード 1 枚分 (60mm) 施工した。

騒音、振動の測定位置を図-5に示す。振動測定位置①~④の測定方向は、①は面内、②~④は面外方向とした。騒音の測定位置は、音源室と受音室に 1 点ずつとし、マイククロフオンを三脚で高さ 1.2m に固定した。

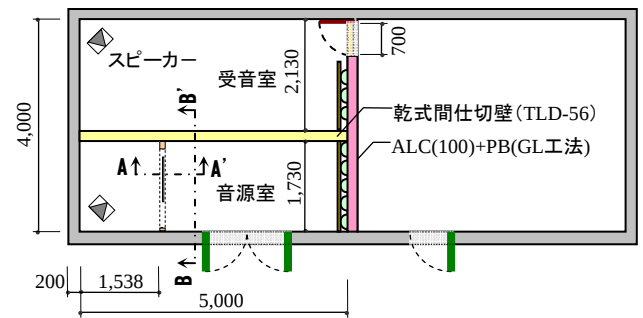


図-4 実験施設平面図

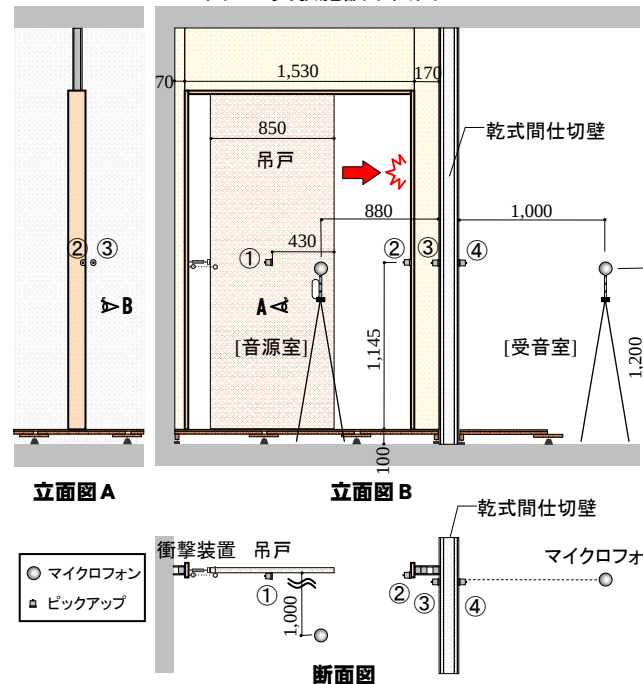


図-5 試験体 断面・立面図

3.2 実験方法

(1) 吊戸の衝撃装置

加振実験における加振力のばらつきを抑えるため、衝撃装置を衝撃側とは逆側の戸枠に製作した。まず、扉を衝撃側にはじくためのバネを2ヶ所に取り付け、バネの縮み量を一定にし、固定するためのフックを戸枠中央1点に設置した。このフックを一気に外すことにより加振を行い、衝撃力の再現性が得られる機構とした。

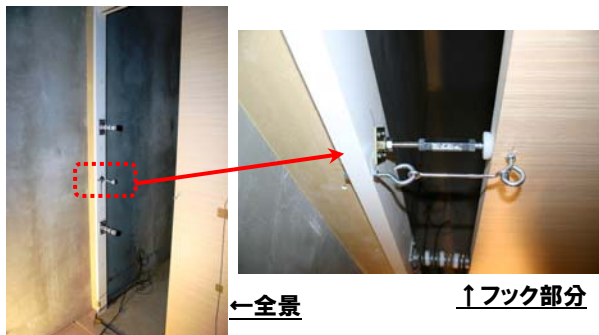


写真-3 衝撃装置

表-4 実験仕様一覧

Case	ボード		LGS(戸境側)		受音室側
	枠側	戸境側	スタッド	ランナー	
10	—	—	ビス止め	—	—
20	—	隙間 6mm	ビス止め	—	—
23 ^{*1}	—	ハット目地	ビス止め	—	—
24 ^{*1}	—	コーキング	ビス止め	—	—
30	—	隙間 6mm	隙間 10mm	—	—
34 ^{*1}	—	ハット目地	UF	—	—
35	—	コーキング	UF	—	—
63	—	隙間 6mm	UF	—	—
66	隙間 6mm	隙間 6mm	UF	—	—
73	隙間 6mm	隙間 6mm	隙間 10mm	—	—
80	—	隙間 6mm	隙間 10mm	—	A
83	—	隙間 6mm ^{*2}	隙間 10mm	—	A
93	—	隙間 6mm	UF	—	A
96	—	隙間 6mm ^{*2}	UF	—	A
100	—	ハット目地	UF	—	A
103	—	コーキング	UF	—	A
110	—	隙間 6mm	UF	—	B
113	—	ハット目地	UF	—	B
116	—	コーキング	UF	—	B
120	—	隙間 6mm	UF	—	C
123	—	ハット目地	UF	—	C
130	—	隙間 6mm	UF	—	D
133	—	ハット目地	UF	—	D
136	—	—	UF	—	D
140	—	隙間 6mm	隙間 10mm	防振	D
143	—	ハット目地	隙間 10mm	防振	D
150	—	隙間 6mm	UF	防振	D
153	—	ハット目地	UF	防振	D

*1: ゴムパッキン両面貼付のみ実施した。

*2: ボード止め付けの際、戸枠側のスタッドにのみビス固定した。

UF: ウレタンフォーム(中央1点), GW: グラスウール 40K(25)充填

(2) 実験内容

試験体仕様の違いによる振動・騒音低減性能を比較するため、主に戸枠から乾式壁間仕切壁にいたる振動伝搬経路に着目し、表-4に示す実験ケースを選定した。各条件の詳細を図-7に示す。いずれのケースも、扉小口に硬質ゴム2点貼付、ゴムパッキン片面(扉小口)貼付、両面(扉小口と戸枠)貼付、の3パターンを基本に実験を行った。

図-6に振動、騒音それぞれの測定系統図を示す。騒音測定には、分析型の騒音計(時定数Fast)を1台使い、音源室、受音室における L_{Amax} (AP Max)を測定した。また、室間遮音性能(特定場所間音圧レベル差)、受音室の残響時間の測定も行った。

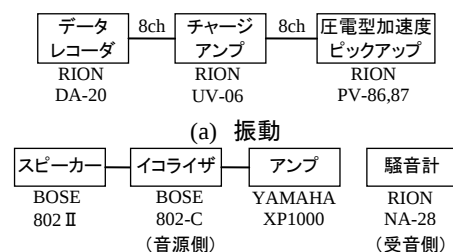


図-6 測定系統図

ボード 戸枠側/乾式壁間仕切壁側

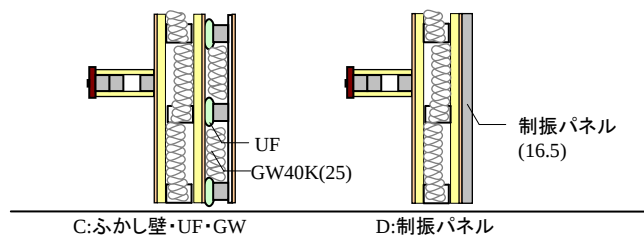
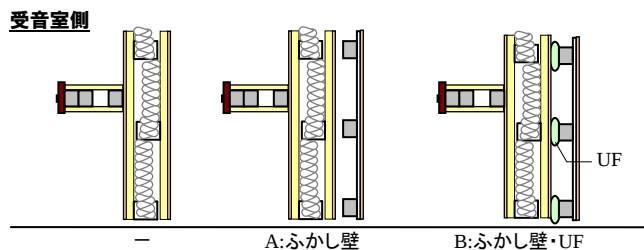
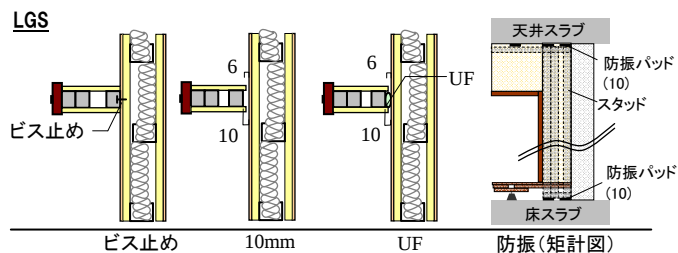
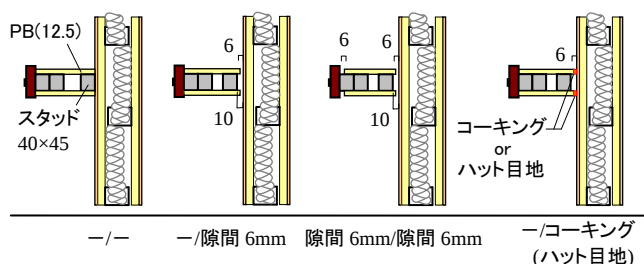


図-7 各仕様説明図(平断面図)

実験状況を写真-4に示す。



写真-4 実験状況

3.3 実験結果

吊戸開閉の受音室での騒音および振動測定結果(10回平均)を以下に示す。測定値はすべて暗騒音、暗振動を補正していない。

前章で述べた現場実測の洋室吊戸(直行)とCase10は同様の仕様であり、現場実測では硬質ゴム:52dBA、ゴムパッキン両面:36dBAであったのに対し、実験では硬質ゴム:56dBA、ゴムパッキン両面:42dBAで、実験結果の方が4~6dB大きい結果となった。これより、現場実測結果から決定した騒音レベル目標値30dBAを当実験で適用することで、安全側の測定になることが確認できた。また、3.2で述べた吊戸の衝撃装置による加振の再現性を確認するため、加振者3名で吊戸の衝撃試験を行った。その結果、加振者毎の平均値(10回平均)のばらつきは1.4dB以下で、前章で述べた現場実測のばらつきは大幅に改善された。

(1) 騒音レベル

吊戸の衝突による受音室での発生音の測定結果をゴムパッキンの貼付条件ごとに表-5に示す。表中の効果は硬質ゴムでの測定値に対するゴムパッキン貼付けによる騒音低減効果量を意味する。

測定結果の範囲は、硬質ゴム:40~59dBA、ゴムパッキン片面:28~48dBA、ゴムパッキン両面:26~44dBAであり、目標値30dBAを満足するにはゴムパッキンの貼付けが不可欠であった。ただし、硬質ゴムの結果に着目するとCase10:56dBAに対しCase73:45dBAであり、音源室側のボードやLGSの対策のみで10dB以上の低減効果が得られている。この対策効果を比較するためにCase10,20,30,35,63の硬質ゴムの結果に着目すると、Case30(ボード:隙間6mm,LGS:隙間10mm)で最も低減効果が高く、次いでCase63(ボード:隙間6mm,LGS:UF)という結果であった。また、ボードに隙間6mmを設けるのに加え、戸枠側のスタッドのみにビス固定し、戸境側のLGSへの振動伝搬を防いだケース(Case83・96)で、高い低減効果が得られている。これらよりボードからの衝撃力の伝搬経路で対策を行うことが有効であると考えられる。

受音室側での対策効果をCase63,93,110,120,130と比較すると、Case120(C:ふかし壁・UF・GW)が最も効

果が得られているが、その効果量は小さかった(4dB以内)。

ランナーとスラブ間の防振対策効果は、Case130と150、Case133と153と比較しても1~2dB程度とほとんど見られなかった。

ゴムパッキンによる効果は、片面:3~17dB、両面:9~19dBと範囲は大きく、その他の条件により効果が異なるため、ゴムパッキンのみの効果は定量的には評価できない。そのため、他仕様との複合条件で評価する必要がある。

表-5 騒音レベル測定結果一覧表

Case	騒音レベル(dBA)			効果(dB)	
	硬質ゴム	ゴムパッキン 片面	ゴムパッキン 両面	ゴムパッキン 片面	ゴムパッキン 両面
10	56	47	42	9	14
20	52	43	34	9	19
23			40		
24			40		
30	45	33	30	12	15
34			40		
35	51	40	36	10	15
63	47	42	36	5	11
66	48	42	37	6	11
73	45	29	28	17	18
80	43	29	28	14	15
83	41	28	26	13	15
93	46	40	37	6	9
96	44	34	32	10	12
100	55	47	44	8	11
103	59	48	42	12	18
110	47	40	35	7	12
113	55	45	42	9	13
116	58	45	42	13	16
120	45	37	33	7	12
123	52	44	39	8	12
130	47	41	33	6	14
133	49	45	39	3	9
136	51	43	40	8	11
140	40	31	29	9	11
143	48	43	36	5	12
150	48	43	35	4	12
153	50	46	39	4	11

色分類(dBA) ~30 ~35 ~40 ~45 45~

表中太字斜体は植毛ゴムパッキンの貼付条件毎に最も値が小さいものを示す。

(2) 騒音レベルの周波数特性

騒音レベルの周波数特性から、対策仕様の違いによる発生音の違いを以下に示す。

まず、図-8に受音室側の仕様による違いを示す。なお(a)はボード:隙間6mm,LGS:UF,(b)はボード:コーキング,LGS:UFを固定条件とした実験ケース間で比較した。

(a)に示す実験ケースにおいて、前項では騒音レベル(AP)はほぼ横並びと考察したが、周波数特性では-:ふかし壁なし(Case63)で63Hz帯域が卓越しているのに対し、それ以外のケースではその成分が低減されており、発生音の特性は異なっていることが分かる。また、(b)のグラフではふかし壁を設けることにより、125Hz帯域で顕著な増幅が見られ、音源室側の仕様により受音室側の対策効果は一定ではないことが分かる。

図-9に音源室側のボードの仕様に着目し、違いを示す。

なお、(a)は LGS : UF, 受音室側 : A (ふかし壁), (b)は LGS : UF, 受音室側 : D (制振パネル) を固定条件とした実験ケース間で比較している。(a)のグラフより、ボードに隙間 6mm を設けた Case93 の 63~125Hz 帯域で大きな低減効果が見られるが、31.5Hz 帯域では低減効果が得られていない。しかし、Case96 で隙間 6mm に加え乾式間仕切壁側の LGS にボードをビス固定しないことにより、31.5Hz 帯域でも低減効果が現れている。ただし、制振パネルを増し貼りした(b)のグラフではボードの仕様による差は小さく、(a)の様な明確な傾向は得られなかった。

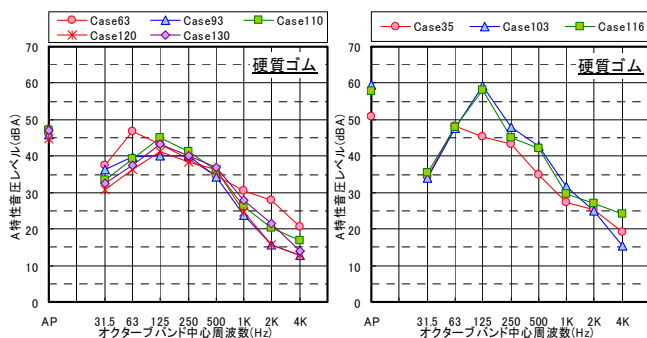
音源室側の対策 (ボード・LGS) による違いを図- 10 に示す。ボード : 隙間 6mm, LGS : 隙間 10mm とした実験ケース (Case30・73) で、31.5 および 63Hz 帯域で対策効果が明確に現れており、これはゴムパッキンの仕様に関わらず一様であるが、それ以外のケースではゴムパッキンの仕様毎の対策効果に明確な傾向は確認できなかった。また、図- 9 に示した結果と併せて鑑みると、ボードによる対策では 63Hz 帯域以上で効果が現れるが、LGS への振動伝搬経路での対策を行うことにより 31.5Hz 帯域まで対策効果が得られることが分かる。

次に、ゴムパッキンによる違いを図- 11 に示す。全般的に片面貼付による効果は 31.5Hz 帯域では小さく、主成分となっている 63~250Hz 帯域では 5~18dB の効果が見られる。片面貼付で 30dBA 程度まで騒音レベルが低減している実験ケース (Case30・73) では、両面貼付の効果が得られていないが、それ以外の実験ケースでは 31.5~250Hz 帯域で 5dB 程度の効果が得られている。これより、ゴムパッキン貼付による効果には非線形性が考えられ、また、高音域では、S/N が確保されていないため明確な効果が見られなかったと推察される。

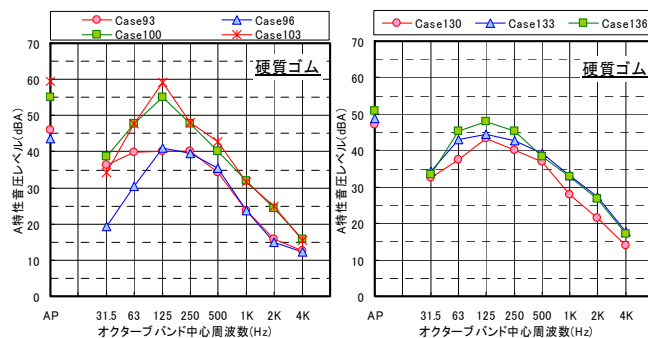
(3) 振動加速度レベル

吊戸の衝撃による振動加速度レベルの最大値 (時定数 Fast) を測定した結果を以下に考察する。

音源室側の対策による振動伝搬量を比較するため、戸枠の衝撃面 (測定点②) と乾式間仕切壁面 (測定点③) の振動加速度レベルの差を、騒音レベルの決定周波数となっていた 63~250Hz 帯域に着目して、図- 12 に示す。このとき、



(a)隙間 6mm/UF (b)コーキング/UF
図- 8 周波数特性(受音室側仕様による比較)



(a)UF/A (b)UF/D
図- 9 周波数特性(ボードの対策による比較)

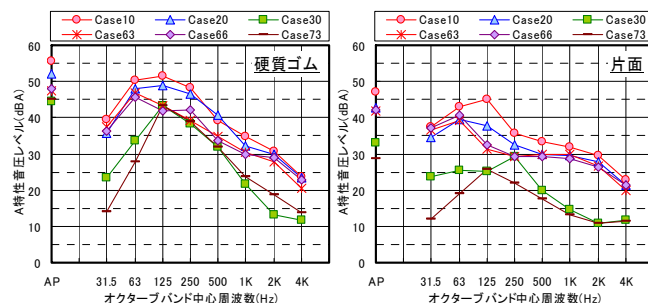
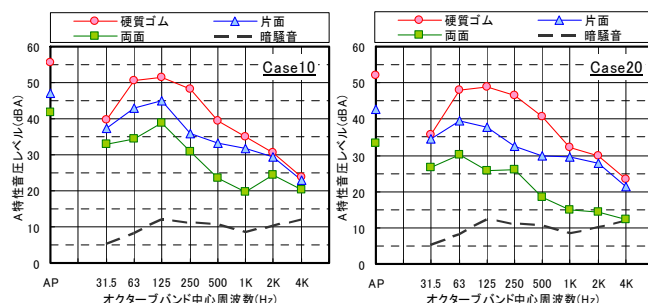
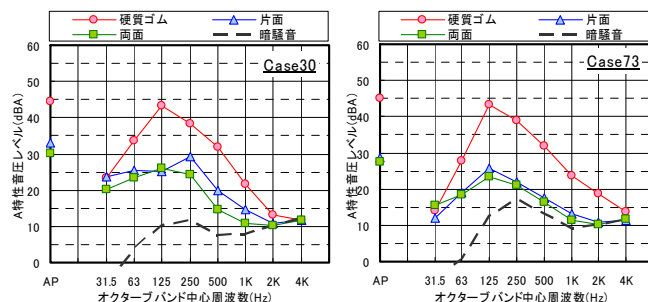


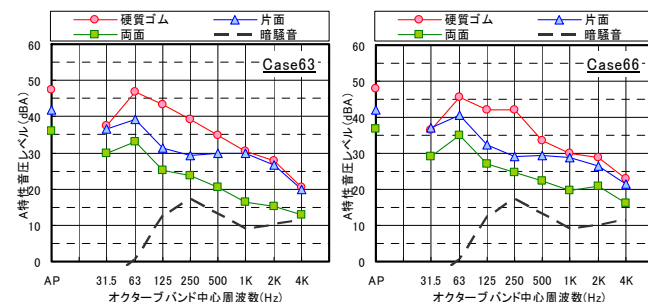
図- 10 周波数特性(ボード・LGS の対策による比較)



(a)ービス止め (b)隙間 6mm/ビス止め



(c)隙間 6mm/隙間 10mm (d)両側隙間 6mm/隙間 10mm



(e)隙間 6mm/UF (f)両側隙間 6mm コーキング/UF
図- 11 周波数特性(ゴムパッキンの有無による比較)

ボードや LGS の仕様毎により測定点②の振動が大きく変化するため、差分の基準を Case10 の硬質ゴム仕様の測定点②における振動加速度レベルとした。ボードと LGS に隙間を設けた実験ケース (Case30・80・83・140) で他のケースに比較して大きな振動低減効果がみられ、この傾向は 63Hz 帯域で最も顕著に現れている。ゴムパッキンの効果に着目すると、ほとんどのケースで硬質ゴム、ゴムパッキン片面貼付、両面貼付の順に低減効果が得られているが、それぞれの効果量に一定の傾向は見られなかった。

受音室側の対策による振動低減効果の違いを把握するため、測定点④における振動加速度レベルを比較する。図-13 には、ふかし壁のない Case63 に対して、A：ふかし壁 (Case93)、B：ふかし壁・UF (Case110)、C：ふかし壁・UF・GW (Case120)、D：制振ボード (Case130) の 4 種類の対策による振動加速度レベル差を示す。63Hz 帯域ではいずれの対策仕様でも振動低減効果が得られているが、125Hz 帯域以上ではゴムパッキンを貼付けたケースで逆転している成分も見られる。これは、ゴムパッキンの振動低減効果により S/N が小さくなり受音室側の対策効果が得られにくくなるためと考えられる。

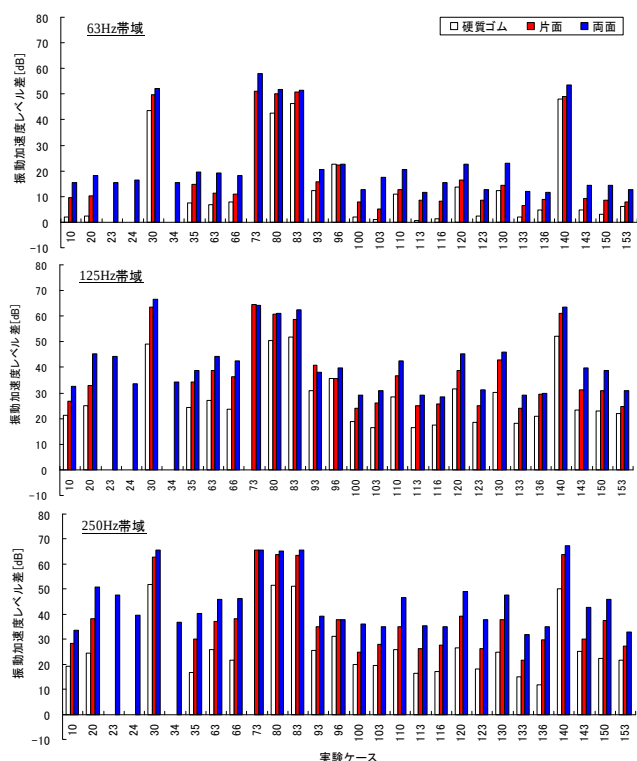


図-12 振動加速度レベル差 (Case10②-③)

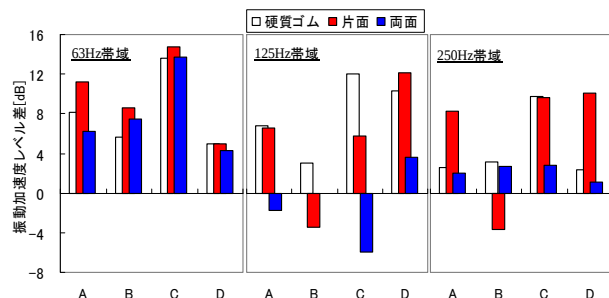
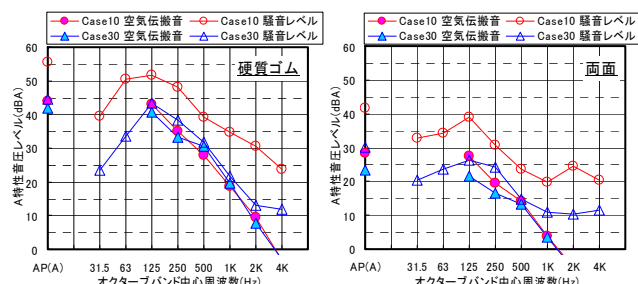


図-13 振動加速度レベル差 Case63-各 Case 測定点④

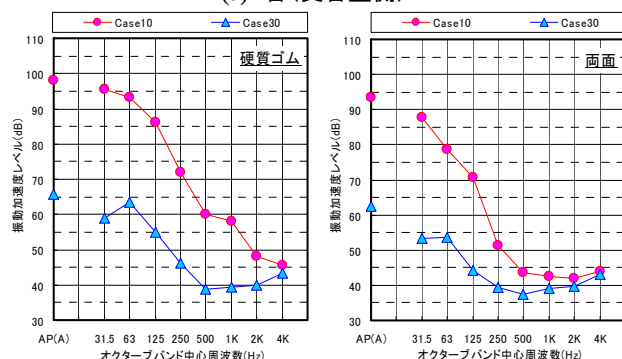
(4) 騒音と振動との比較

当実験では、吊戸の開閉による固体伝搬音を低減するための対策仕様を検討した。衝撃力による振動が戸枠や乾式間仕切壁等を経由し受音室へ伝搬するのを防ぎ、受音室での騒音レベルを低下させることを対策の目的としている。そこで、この項ではそれぞれの測定結果から振動と騒音の関係を考察する。図-14 に Case10 と Case30 で比較した 2 種類のグラフを示す。(a)は受音室における騒音レベル測定値、および音源室での騒音レベルと図-15 に示す室間遮音性能との差から推定される受音室での空気伝搬音を比較している。(b)は測定点④における振動加速度レベルを比較している。Case10 では、空気伝搬音に比べ騒音レベル測定値が 10dB 程度大きいのにに対し、Case30 では大きな差は見れていない。これは、Case10 は空気伝搬音より衝撃振動による固体伝搬音により受音室での騒音を決定しているのに対し、Case30 では振動が低減されているため固体伝搬音は小さいが、音源室で発生した衝撃音が空気伝搬して、受音室での騒音を決定したと考えられる。ゴムパッキンを貼付けた場合、音源室側での衝撃音が低下しているが、振動加速度レベルも同様に低下しているため、この傾向は変わらない。つまり、振動伝搬経路での対策で騒音低減効果は見込めるが、より良い音環境を望む場合は、音源側での衝撃音自体の低減対策が必要となる。

振動加速度レベルのグラフより、31.5Hz 帯域で Case30 の振動低減効果が見られる。これは、先に述べた騒音レベルの周波数特性から見られた、LGS への振動伝搬経路での対策効果と見られる。



(a) 音(受音室側)



(b) 振動(測定点④)

図-14 騒音レベルと振動加速度レベルの比較

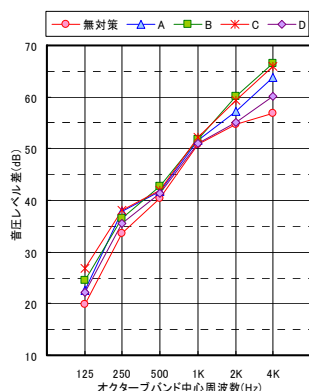


図-15 室間遮音性能

4 まとめ

吊戸の実験結果から得られた知見を以下にまとめる。

- I. 吊戸の衝撃音は主に次の3系統により伝搬する。①戸枠→ボード→乾式間仕切壁 ②戸枠→ボード→LGS→乾式間仕切壁 ③戸枠での衝撃音→空気伝搬音として乾式間仕切壁を透過。③は①と②が小さく抑えられることにより影響が大きくなるが、これらをバランスよく低減することにより遮音効果を高めることができる。
- II. ゴムパッキンを貼付けることにより、衝撃力による振動低減効果と音源側の衝撃音自体の低減効果が得られるが、その効果量はボードやLGSの対策仕様により異なる。
- III. 受音室側での対策（ふかし壁，ボード増し貼り）の効果は，音源室側での対策に比べて小さい。
- IV. ランナー・スラブ間の防振対策による効果は明確には得られない。

現場実測と吊戸の実験で得られた知見から，遮音設計を行うための技術資料を作成した．その一部を表6に示す．騒音レベル5dB毎に，その値をクリアするための対策仕様を，受音室側の仕様毎に示している．

5 今後の課題

今後は，当実験で行った対策仕様を現場で実測することにより，実際の建具の衝撃音レベルに即した資料に改定していく必要がある．また，ボードやLGSに隙間を設けたときの意匠的な納まりも検討する必要があると考えている．

また，以下に実験中に気づいた点を付記する．

- I. ハット目地は隙間の目隠しのために用いたが，ボードの隙間幅により固定度が異なるため，遮音性能を悪化させることがある．
- II. 発泡ウレタンは，施工状況（施工量，発泡状態等）により振動伝搬性能が異なり，また，繰り返し衝撃力が加わることによりLGSからはがれ，こすれ音を発することがある．

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]，pp.7-8，1997
- 2) 日本建築学会編：環境振動・固体音の測定技術マニュアル，pp.35-40，1999

表-6 遮音設計資料

No.	ボードなし		LGS(戸境側)		受音室側	室内騒音レベル						
	枠側	戸境側	スタッド	ランナー		25dB～	30dB～	35dB～	40dB～	45dB～	50dB～	55dB～
10	-	-	ビス止め	-	-				42	47		56
20	-	隙間6mm	ビス止め	-	-		34		43		52	
23	-	ハット目地	ビス止め	-	-				40			
24	-	コーキング	ビス止め	-	-				40			
30	-	隙間6mm	隙間10mm	-	-			33 30	45			
73	隙間6mm	隙間6mm	隙間10mm	-	-	29 28				45		
63	-	隙間6mm	UF	-	-			36	42	47		
66	隙間6mm	隙間6mm	UF	-	-			37	42	48		
34	-	ハット目地	UF	-	-			40				
35	-	コーキング	UF	-	-			36	40		51	
80	-	隙間6mm	隙間10mm	-	ふかし壁	29 28			43			
83	-	隙間6mm*	隙間10mm	-	ふかし壁	28 26			41			
93	-	隙間6mm	UF	-	ふかし壁			40 37		46		
96	-	隙間6mm*	UF	-	ふかし壁		34 32		44			
100	-	ハット目地	UF	-	ふかし壁				44	47		55
103	-	コーキング	UF	-	ふかし壁				42	48		59
110	-	隙間6mm	UF	-	ふかし壁・UF			35	40	47		
113	-	ハット目地	UF	-	ふかし壁・UF				42	45		55
116	-	コーキング	UF	-	ふかし壁・UF				42	45		58
120	-	隙間6mm	UF	-	ふかし壁・UF・GW		33	37	45			
123	-	ハット目地	UF	-	ふかし壁・UF・GW			39	44		52	
136	-	-	UF	-	制振パネル			40	43		51	
130	-	隙間6mm	UF	-	制振パネル		33		41	47		
133	-	ハット目地	UF	-	制振パネル			39		49 45		
140	-	隙間6mm	隙間10mm	防振	制振パネル	29	31	40				
140'	-	隙間6mm	隙間10mm	防振	制振パネル	26		37				
143	-	ハット目地	隙間10mm	防振	制振パネル			36	43	48		
150	-	隙間6mm	UF	防振	制振パネル			35	43	48		
153	-	ハット目地	UF	防振	制振パネル			39		50 46		

UF : 発泡ウレタン
GW : グラスウール
* : 戸枠側のスタッドのみにビス止め

硬質ゴム:
ゴムパッキン片面:
ゴムパッキン両面:

