

〈技術レポート〉

JIS改正に伴う音響透過損失の比較評価

浜松研究所 建材-I分野 工藤和広

1. はじめに

JISの国際統合化に伴って表1に示す建築音響関連JISが昨年に改訂された。間仕切壁などの遮音性能を評価する音響透過損失（実験室での空気音遮断性能）の測定方法（JIS A 1416¹⁾）とその評価方法（JIS A 1419²⁾）などが該当する。

音響透過損失は旧JISでは不整形の残響室で測定していたが、新JISでは従来の残響室を「タイプI試験室」と呼び、ISO140-1に規定する直方体の試験室を「タイプII試験室」と呼んで両試験室での測定が規格化された。新旧JISの比較を表2に示す。

弊社浜松研究所の音響試験室^{3) 4)}はJISの改訂を考慮して新JISで規定された直方体の試験室「タイプII試験室」と従来の残響室「タイプI試験室」が併設されている（図1参照）。試験体はあらかじめカセット枠の中に作り込んでおき、そのカセット枠自体を試験室にセットする方式をとっており、同一試験体で両試験室における測定が可能である。



写真1 ISO音響試験室の外観

表2 新旧JISの比較（JIS A 1416）

	新JIS	旧JIS
実験室	タイプI試験室(残響室) タイプII試験室	残響室
試験体の取り付け位置	ニッシェ [*] の深さが 2:1の位置	-
音源数	2以上(選定試験が必要)	1
音源	広帯域ノイズ 1/3,1/1oct帯域ノイズ	1/3,1/1oct帯域ノイズ
測定周波数	100 ~ 5,000(Hz)	125 ~ 4,000(Hz)
測定結果	小数点第1位	整数
マイクロホン	固定式, 移動式	固定式
側路伝搬補正	記述あり	-

* ニッシェとは開口部の奥行き方向の試験体取り付け位置

表1 改訂されたJIS（2000年）

JIS A 1416	「実験室における建築部材の空気音遮断性の測定方法」
JIS A 1417	「建築物の空気音遮断性能の測定方法」
JIS A 1418	「建築物の床衝撃音遮断性能の測定方法」 第1部：標準軽量衝撃源による測定 第2部：標準重量衝撃源による測定
JIS A 1419	「建築物及び建築部材の遮音性能の評価方法」 第1部：空気音遮断性能 第2部：床衝撃音遮断性能

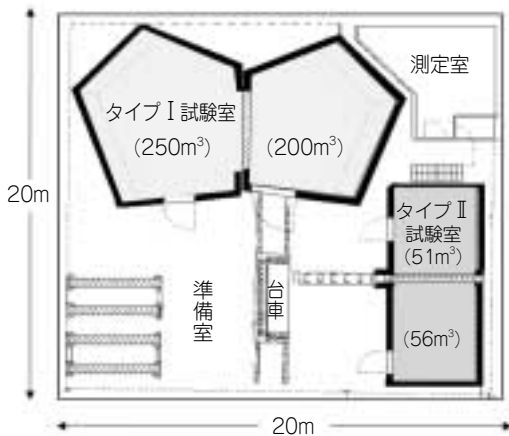


図1 音響試験室の平面図

従来の残響室「タイプⅠ試験室」は公的試験機関をはじめ国内に多数あるが、「タイプⅡ試験室」は数少ない。また「タイプⅠ試験室」と「タイプⅡ試験室」の両方を所有しているのは弊社だけである（2000年現在）。

本報では構造及び遮音性能が異なる5種類の試験体について「タイプⅠ試験室」及び「タイプⅡ試験室」での遮音測定結果について報告する⁵⁾。

2. 試験室

音響試験室の仕様を表3に示す。「タイプⅠ試験室」（残響室）は図2に示す様に試験体を施工したカセット枠を試験室開口部の硬質ゴムに押しつけてシールする構造である。一方、「タイプⅡ試験室」は図3に示す様に試験体を施工したカセ

表3 試験室の仕様及び試験方法

	タイプⅠ試験室		タイプⅡ試験室	
	音源室	受音室	音源室	受音室
室形	不整形7面体		直方体	
室容積 (m³)	200	250	51	56
表面積 (m²)	204	236	51	87
残響時間 (S)	25 ~ 3	25 ~ 3	2 ~ 1	2 ~ 1
音源	広帯域ノイズ		広帯域ノイズ	
マイクロホン	固定式(5本)		移動式(1本)	
試験体サイズ	面積 10m² (3,650W × 2,740H × 350D)			

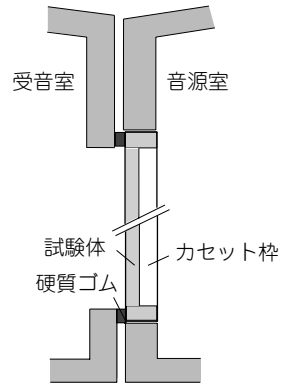


図2 タイプⅠ試験室の構造

ット枠の両側からエアチューブを膨らませてシールする構造である。両試験室とも試験体と試験室との縁が切れた構造になっており、側路伝搬の影響を極力小さくするよう工夫している。

測定限界の目安である最大音響透過損失（以下R'maxと記す。）の測定を「タイプⅠ試験室」について行ったところ、R'max-70であった。R'maxとの差が15dB以上の試験体では側路伝搬の影響が無視できる。よって音響透過損失（以下Rと記す。）は、R-55まで側路伝搬の影響を考慮せずに測定できる。R'maxとの差が15dB以内の遮音性が高い試験体の測定結果は、準音響透過損失（以下R'と記す。）となり、側路伝搬を含んだ結果となる。

タイプⅡ試験室の測定限界は直接測定してはいないが、遮音性の高い試験体をタイプⅠ、Ⅱで測り比べると、タイプⅡ試験室の方の測定値が高くなる。よってタイプⅡ試験室はR'max-70以上と

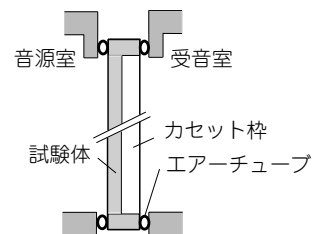


図3 タイプⅡ試験室の構造

推察できる。

3. タイプ I, II 試験室での音源設置位置の数と最適音源位置の選定

タイプ II 試験室は直方体の試験室なので反射音による定在波が発生するため、最適な音源の位置と数の選定が必要である。しかしタイプ I 試験室は拡散音場なので定在波の影響はない。そこで JIS A1416 の附属書に基づいて両試験室の音源設置位置の数と最適音源位置の選定試験を行った。タイプ II 試験室では、12ヶ所の音源位置で選定試験を行った。その一例の生データを図4, 5に示す。図をみると500Hz以下の低周波域で測定値のばらつきが大きいことがわかる。100～315Hzでのばらつき具合によって音源位置とその数が決まる。規格では最低2ヶ所以上の音源位置の数が規定されており、測定値に殆どばらつきのないタイプ I 試験室は、最低2ヶ所、定在波によるばらつきのあるタイプ II 試験室は、3～5ヶ所の音源位置が選定された。

音源位置の数は試験体の種類によって異なるため本報では全ての試験体について選定試験を実施したうえで測定を行った(表4参照)。

4. 試験体

表4に示す5種類の試験体の音響透過損失Rをタイプ I 試験室及びタイプ II 試験室で測定した。
・試験体1は石膏ボード12.5tの二重壁で中空部に

表4 試験体の内訳と音源位置の数

試験体	壁厚	面重量	音源位置数	
	mm		kg/m ²	タイプI
1 石膏ボード二重壁 (ロックウール55t)	145	28	2	5
2 ケイカル・石膏ボード二重壁 (発泡ポリスチレン75t)	152	38	2	5
3 ALC・石膏ボード二重壁 (発泡ポリスチレン30t)	189	64	2	4
4 ALC・石膏ボード二重壁 (ロックウール55t)	189	66	2	3
5 硬質石膏ボード二重壁 (ロックウール25t × 2)	147	71	2	3

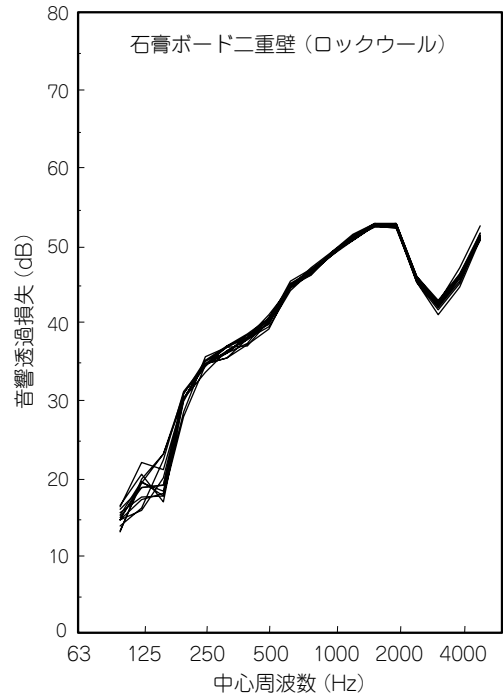


図4 音源位置12ヶ所での生データ(試験体1)

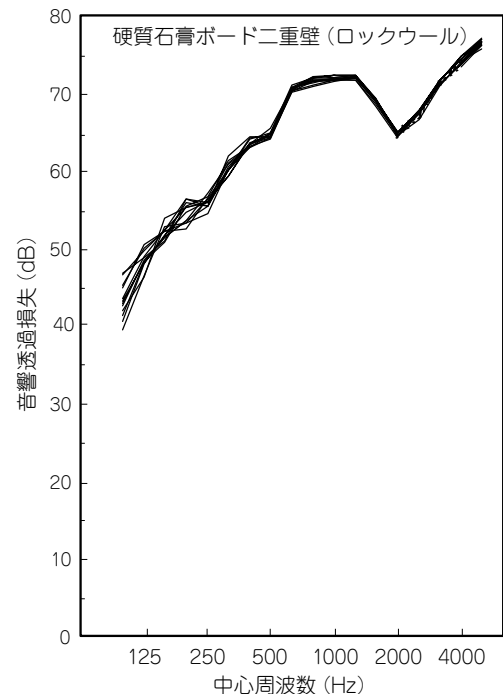


図5 音源位置12ヶ所での生データ(試験体5)

ロックウール（ホームマット）55tを使った壁構造である。

- ・試験体2は片面を合板7.5tに珪酸カルシウム系の外壁材12.5tとし、もう一方の片面を石膏ボード12.5tとした二重壁で、中空部には発泡ポリスチレン断熱材75tを使った壁構造である。
- ・試験体3はALC75tと石膏ボード12.5tの二重壁で、中空部に発泡ポリスチレン断熱材30tを使った壁構造である。
- ・試験体4は試験体3の断熱材をロックウール（ホームマット）55tに置き換えた壁構造である。
- ・試験体5は石膏ボード21tに珪酸カルシウム板（NAラックス）12tを重ね張りした二重壁構造で、中空部にはロックウール（ビルマット）25tを2層使った構造である。

5. 評価方法

従来、音響透過損失Rは1/3オクターブバンド（以降1/3octと記す。）の測定値（125～4,000Hz）または1/3octの測定値を1/1octに合成計算した値（125～4,000Hz）を、現場での遮音性評価方法（空間音圧レベル差）である図6の等級曲線に

あてはめて評価していた。1/3octを1/1octへ合成計算するには（1）式を使う。

$$TL_{(1/1oct)} = -10 \log (10^{-TL1/10} + 10^{-TL2/10} + 10^{-TL3/10}) \dots\dots\dots (1)$$

TL_(1/1oct)：合成計算した1/1octの透過損失値
TL1, TL2, TL3：隣り合う1/3octの透過損失値

新JISでは音響透過損失Rが明確に規定され、表5に示す多くの音響透過損失評価量²⁾が記載されている。注意しなければならないのは1/3octでは100～2,500Hz、1/1octでは125～2,000Hzの範囲で評価することになったことである。

本報の音響透過損失測定結果は、R_w（重み付き評価）、R_r（等級曲線による評価）、R_m（平均値による評価）及び便宜的にR_r数（R_rを1dB間隔で評価した値）で評価した。

R_w重み付き評価は1dB間隔の評価量で周波数平均効果をもっており、特定の周波数帯域で評価値が決まることは殆どない。

R_rはオクターブバンドを対象として図6に示す等級曲線を上回るときの曲線の数値を評価結果と

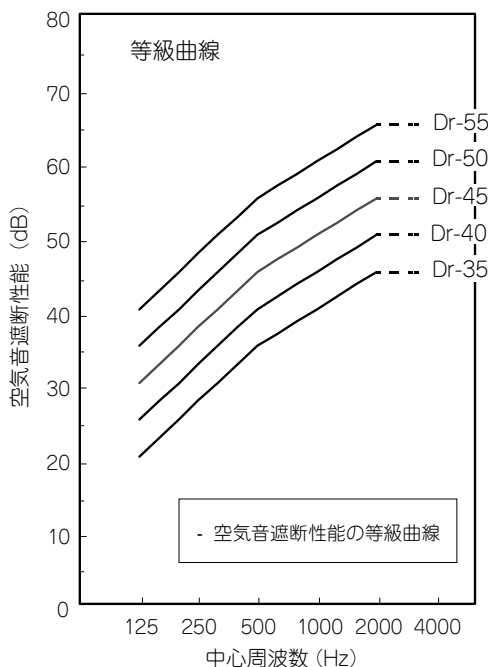


図6 等級曲線

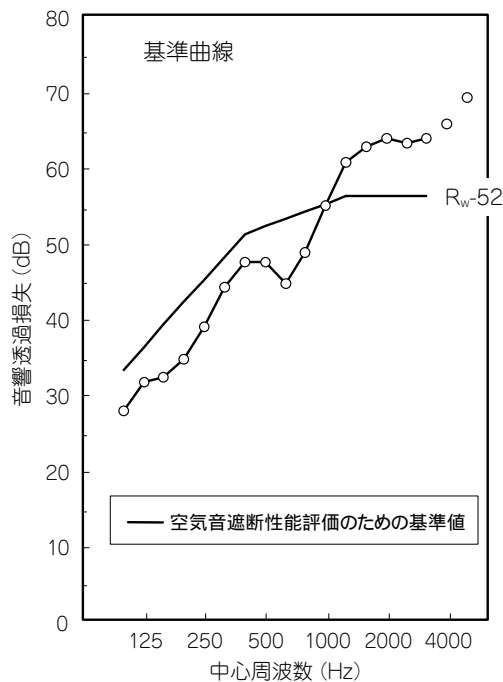


図7 基準曲線

表5 音響透過損失の代表的な評価方法

$R_{w(1/1)}$	重み付きによる評価 (重み付き音響透過損失)	1/1octでは125～2,000Hzで基準値を下回る総和が5バンドで10dBを上回らない範囲の最大になるところまで基準曲線(図7)を移動させ、その500Hzにおける値(dB)。1/3octは100～2,500Hzまでの総和が32dBを上回らない範囲。
Rr	等級曲線による評価 (音響透過損失)	1/3octの測定値を1/1octに合成して等級曲線(図6)を用いて評価する。添え字rは5dB間隔の評価量を意味する。
Rm	平均値による評価 (平均音響透過損失)	1/3octでは100～2,500Hzの15帯域、1/1octでは125～2,000までの5帯域の算術平均値。

1/3octの場合には添え字で(1/3)、1/1の場合には添え字で(1/1)と記載する。

する方法(接線法)であり、従来から行われていた方法である。ただしこの方法には、4,000Hzを含まない。その等級曲線は5dB間隔の評価量であるため小さな差が評価できないので便宜的に1dB間隔の評価量としてRr数をここで定義する。Rr数はTLD値に相当する(ただし4,000Hzは含まない)。このような接線法では低音域(125Hz)の測定値で遮音性能が決まる傾向がある。

Rmは1/3octで100～2,500Hzの15帯域、1/1octで125～2,000Hzの5帯域の算術平均値で

ある。便宜的に使われてきた評価量であるが、最近の音響評価実験によってその妥当性が明らかになった評価量である。

6. 試験結果及び評価結果

各試験体の音響透過損失測定結果を図8～12に示す。音響透過損失Rは選定試験により選定した音源位置での測定値を算術平均した値である。

評価結果のまとめを表6に示す。5種類の試験体の遮音性能はRr-30～55で、一般的な間仕切壁

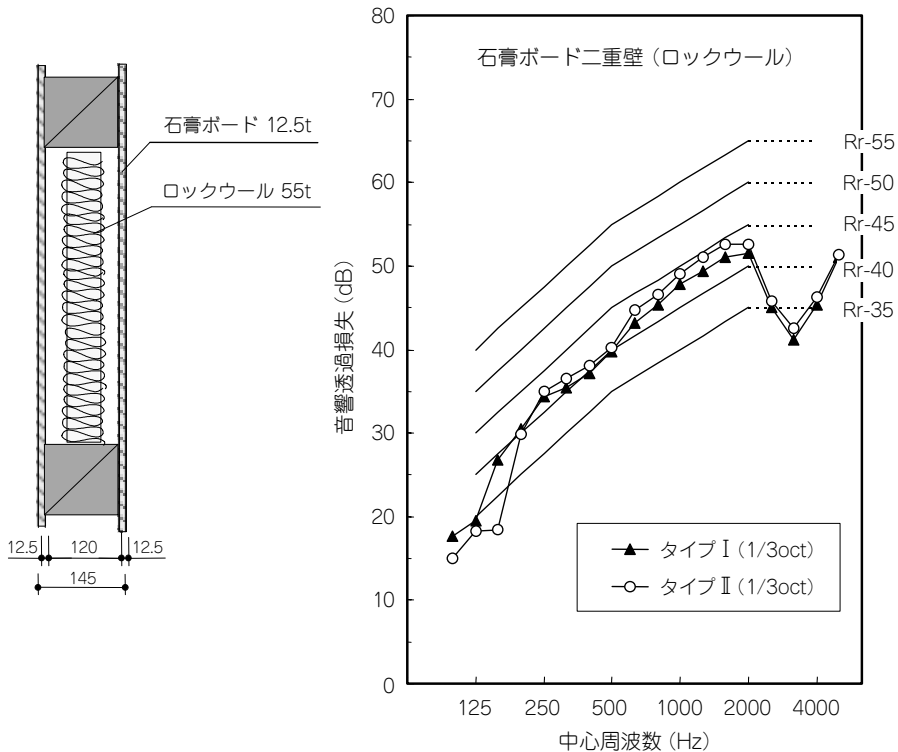


図8 音響透過損失の比較(試験体1)

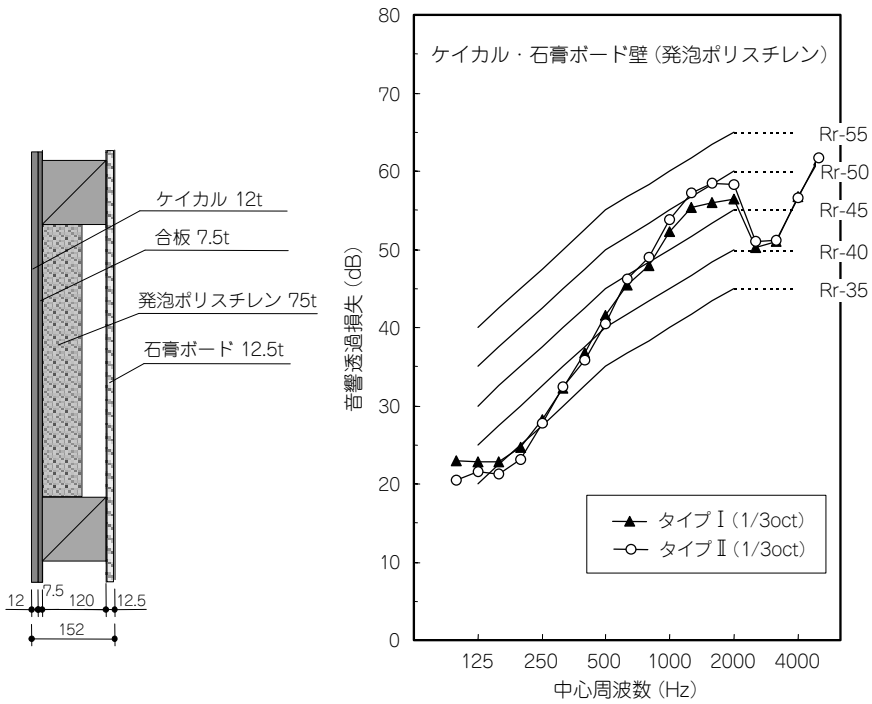


図9 音響透過損失の比較 (試験体2)

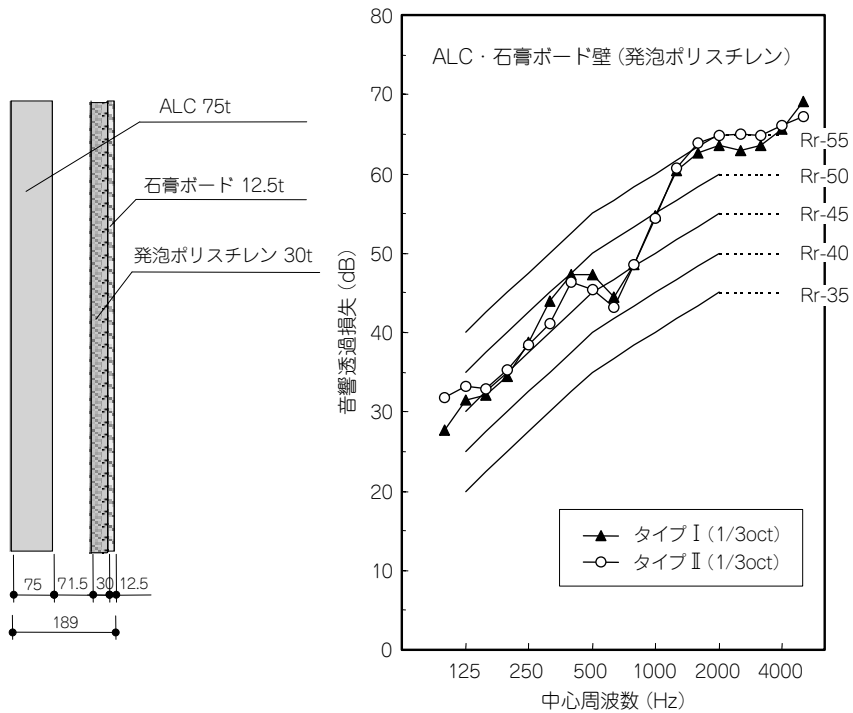


図10 音響透過損失の比較 (試験体3)

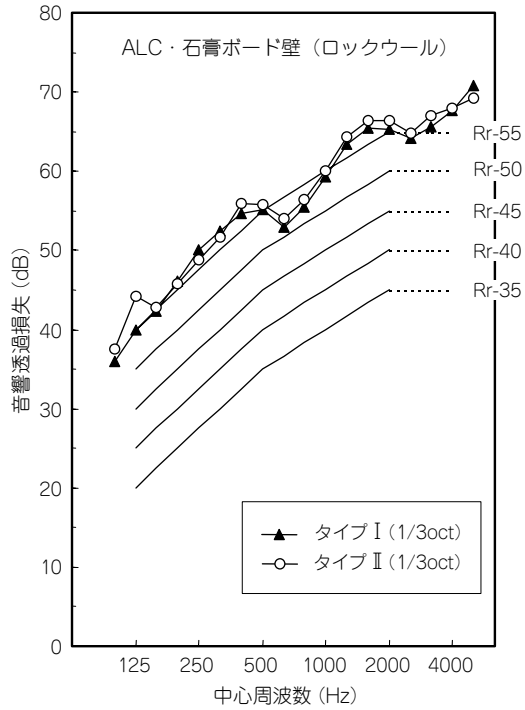
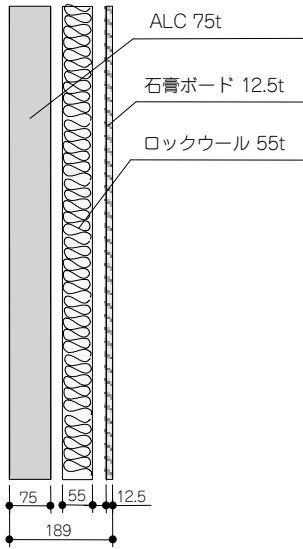


図11 音響透過損失の比較 (試験体4)

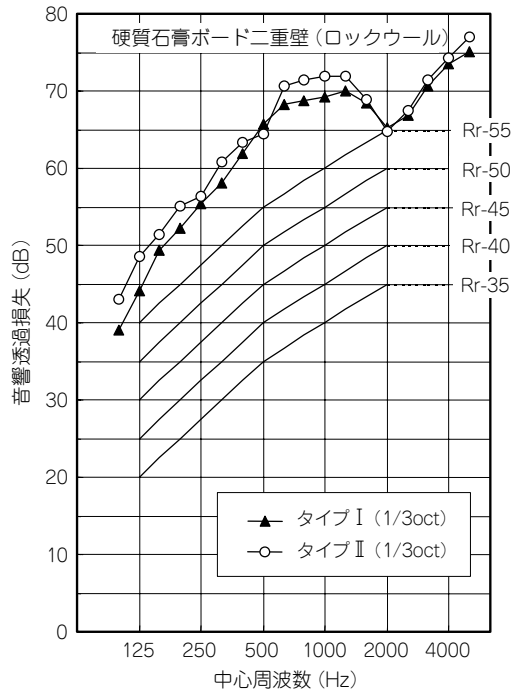
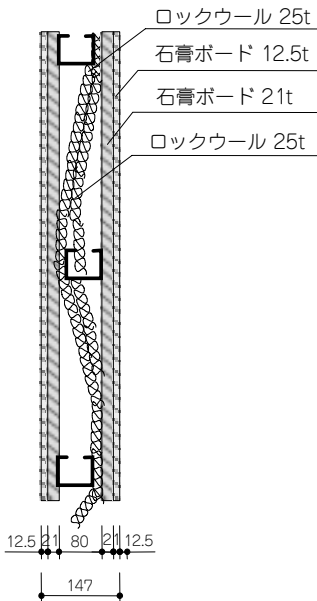


図12 音響透過損失の比較 (試験体5)

表6 評価結果

試験体	RW _{1/1}		Rr		Rr数		Rm	
	I	II	I	II	I	II	I	II
1.石膏ボード二重壁 (ロックウール)	41	40	30	30	34	32	38	38
2.ケイカル石膏ボード二重壁 (発泡ポリスチレン75t)	41	39	35	35	35	34	39	39
3.ALC・石膏ボード二重壁 (発泡ポリスチレン30t)	48	49	45	45	45	45	48	49
4.ALC・石膏ボード二重壁 (ロックウール55t)	57	58	50	50	53	54	53	54
5.硬質石膏ボード二重壁 (ロックウール25t×2)	57	57	64	65	55	55	59	61

の性能の範囲である。

測定結果から、各評価方法におけるタイプI試験室とタイプII試験室の音響透過損失は、ほぼ一致することが確認された。

図12はRr-55で最も遮音性が高い試験体の測定結果であり、この図ではコインシデンス周波数(2,000Hz)以外の周波数域で、タイプII試験室の方が若干音響透過損失が高かった。その原因はタイプII試験室の方がタイプI試験室よりも限界性能が高いためであると思われ、タイプI試験室の測定値には側路伝搬の影響が含まれている可能性がある。

7. ま と め

・タイプI試験室とタイプII試験室での測定結果は、2dB以内で一致することがわかった。またどちらかの試験室の音響透過損失測定値が大きく測定されるという傾向はないが、遮音性能が高い試験体では、試験室の限界性能に起因して測定結果に差が生じる可能性が認められた。

・タイプII試験室の測定では、試験体の違いにより音源の最適位置や設置数が異なることがわかった。これに対してタイプI試験室は拡散音場での測定であるため、音源位置を変えてもほとんど測定値には差がなかった。このことからタイプII試験室での測定においては、音源の位置や設置数を

十分に考慮した試験を行う必要があると考えられる。

8. おわりに

タイプII試験室は数少ないということもあり、本報の様な比較データは現在ほとんどない。今回の測定結果からタイプI試験室とタイプII試験室の測定値はおおよそ一致するということがわかった。よって音響透過損失の測定はどちらのタイプの試験室で測定しても差し支えないと言える。

今回の測定では単一指向性の音源を使用した。タイプII試験室の測定では無指向性音源が推奨されている。無指向性音源では定在波の影響が少なくなる可能性がある。今後は無指向性音源(12面体音源)を用いた測定を行っていくとともに従来の指向性音源での測定結果と比較を行う予定である。

タイプII試験室は公的試験機関やゼネコンの技術研究所などで建設計画がある。本稿が今後タイプII試験室を検討していくうえでお役に立てれば幸いである。

参考文献

- 1) JIS A 1416 (2000)「実験室における建築部材の空気音遮断性能の測定方法」
- 2) JIS A 1419 (2000)「建築物及び建築部材の遮音性能の評価方法」
- 3) 工藤、吉本：「ニチアスの新設音響試験室 (JIS, ISO) の音響特性について」日本音響学会講演論文集 平成10年9月 P959
- 4) 工藤：「ニチアスの音響試験棟の紹介」, 音響技術 No.104 P694) JIS A 1419 (2000)「建築物及び建築部材の遮音性能の評価方法」
- 5) 工藤、釣田：「新JISに基づく音響透過損失の測定」日本音響学会講演論文集 平成12年9月 P809

筆者紹介



工藤 和広

浜松研究所 建材-I分野