

工場等の外壁遮音性能について

上田泰孝*・佐藤富士男*

工場から発生する騒音についての検討事例が増えてきている。予測モデルにおいて壁面の遮音性能が大事である。今回 S 造の代表的な断面についての遮音性能を計測した結果について報告する。主な着目点は、S 造の外装材料として一般的な軽量発泡コンクリートおよび押出成型セメント板のそれぞれ単体の遮音性能、外装材と石膏ボードや吸音材との複合遮音性能について実験により比較検討した。

外装材単体の遮音性能において、ALC のコインシデンス周波数で以前の測定結果で見られた顕著な落込みは見られなかった。外装材に空気層を設け内装材料を施工することにより、RC 造と同程度の遮音性能が得られることが判った。空気層が小さくなるとそれに伴い遮音性能も低下していた。なおシール処理により、これらの外装材料の遮音性能が大きく変化していることから、すき間が生じないように施工していくことが大切であることが示唆された。

キーワード：工場，S造，軽量発泡コンクリート，押出成型セメント板，石膏ボード，遮音材，吸音材

はじめに

近年、工場から発生する騒音が周辺環境への影響について予測計算を行うケースが増えている。まず図-1に検討フローを示す。①音源の設定、②内装（吸音）条件、③外壁（遮音）条件および④距離減衰の順になる。

経験上、騒音予測結果に直接影響を与える項目は①と③である。

「音源の設定」において

工場内の騒音源は、多種（プレプレス機、破碎機、設備機器および作業音）に渡り、その稼動状況もまちまちである。したがって同様な建物にて騒音調査により、騒音源の特徴を把握・評価し、予測モデルに入力することになる（写真-1）。

「外壁（遮音）条件」について、S 造や RC 造という構造形式により当然遮音性能が変わる。特に S 造では、複合した材料で構成され、材料を製造するメーカーが異なる。このため、単体材料での遮音性能はあるものの複合材料で遮音性能を比較できる資料が少ない。実質的には、同様な断面構造を持つ音響透過損失値より遮音性能を推定している。また現地で特定場所間音圧レベル差を計測し遮音性能を把握する（写真-2）こともあるが、

なかなか汎用性のあるデータとして活用できない。

このようなことから、今回代表的な S 造の断面を想定し遮音性能を把握することを目的として音響透過損失の測定を行った。対象とした主な構成材料は、軽量気泡コンクリートパネル（ALC、厚 100mm）および押出成型セメント板（厚 60mm）とし、複合材料として石膏ボード（PB、厚 9.5mm）および吸音材との組み合わせである。基本的な遮音性能に加え、外装材の「シールの効果」および「ビスやボルトの固定度」についても比較してみた。

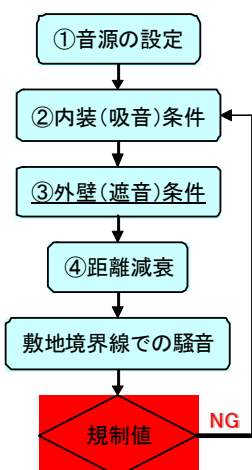


図-1 検討フロー



写真-1 作業音の計測風景



写真-2 特定場所間の計測風景（プレス工場にて）

1. 実験概要

表－１に実験概要、表－２に測定対象一覧、表－３に外装材の物性値を示す。

表－１ 測定概要

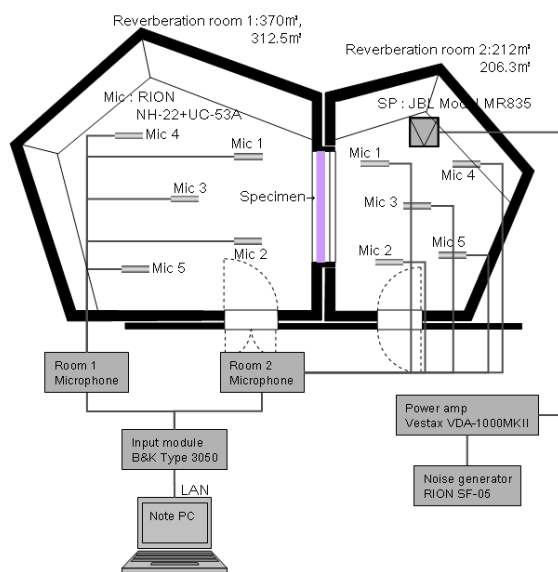
日 時：	2012 年 8 月 20 日（月）～24 日（木）
場 所：	ハザマ技術研究所 音響棟残響室
測定対象：	ALC および押出成型セメント板それぞれの単体遮音性能、吸音材および PB との複合遮音性能を計測した。表－１に測定対象を示す。
測定方法：	JIS A 1416 「実験室における音響透過損失測定方法」に準拠して行った。図－２に測定位置図を示す。

表－２ 測定対象材料の組合せ

外 装 材：	①ALC100mm, ②押出成型セメント板 60mm
吸 音 材：	①なし, ②あり 50mm および ③圧密充填
内 装 材：	①なし, ②PB9.5mm1 枚貼および③2 枚貼
そ の 他：	外装材に吸音材貼付け

表－３ 物性値

	密度 Kg/m ³	ヤング率 N/m ²	厚 mm	コインデンス周波 数(Hz)
A L C	708	1.5E9	100	416
押出成型セ メント板	1061	2.25E10	60	219



図－２ 測定ブロック図



写真－３ 測定風景



写真－４ 試験体施工風景

2. 実験結果

2.1 単体遮音性能

図-3に ALC および押出成型セメント板のみの遮音性能を示す。ALC および押出成型セメント板ともにはばカタログ性能と近い結果が得られた。今回 ALC のコインシデンス周波数（419Hz）に近い 500Hz では顕著な低下が見られなかった。1/3 オクターブバンド周波数での分析では 630Hz において遮音性能の低下が見られるが、カタログ値までの低下は見られなかった。

過去の文献¹⁾においても 500Hz において 30dB を下回っていないケースがあった。

Hz	ALC 100mm	同左 カタログ値	押出成型セメント板 60mm	同左 カタログ値
63	27.2	—	24.7	—
125	29.4	31.0	28.7	30.8
250	33.6	33.0	30.9	31.4
500	34.1	29.0	30.9	31.7
1000	39.0	38.0	37.3	39.2
2000	46.9	44.0	42.9	45.2
4000	52.8	50.0	46.9	50.4
8000	—	—	48.5	—

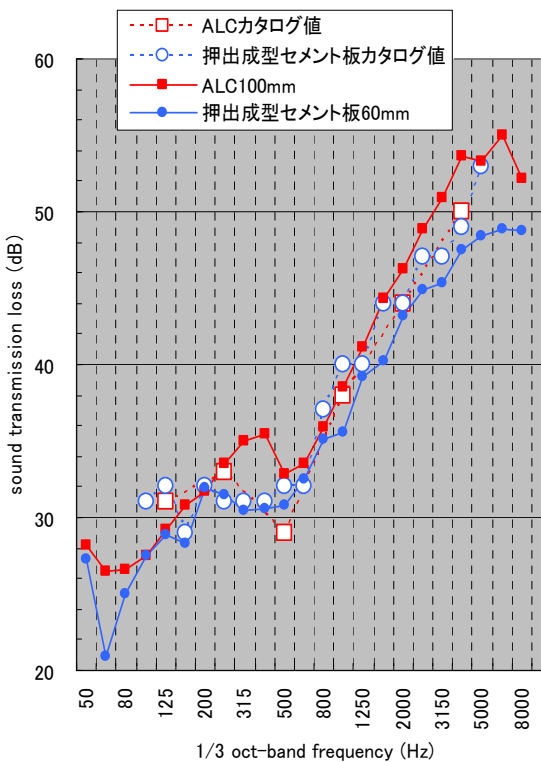


図-3 単体遮音性能の比較

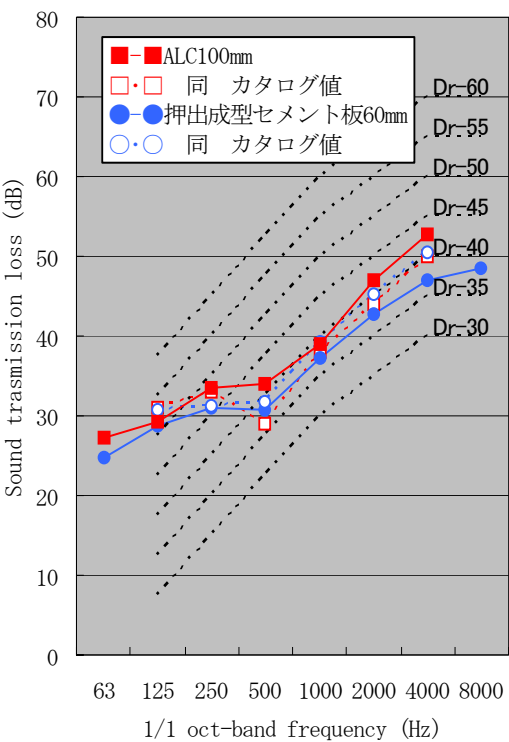
(上 1/1 オクターブバンド, 下 1/3 オクターブバンド)

2.2 吸音材の貼付効果

図4-1に ALC および押出成型セメント板に吸音材（製品名シズカライト）を貼り付けた場合の遮音性能を示す。図4-2に貼付効果の比較を示す。

どちらの材料も 500Hz 以上において吸音材による改善効果が見られ、その効果は 2～5dB であった。低音には効果がないことが判る。

ALC より押出成型セメント板の方が吸音材による改善効果が大きい傾向が見られた。これは ALC と押出成型セメント板の吸音性能の違いであると考えられる。ALC は押出成型セメント板に比べ吸音性であるため、吸音材貼付による効果が出難くなったと想像できる。



Hz	ALC 100mm	同左 + 吸音材	押出成型セメント板 60mm	同左 + 吸音材
63	27.2	27.6	24.7	25.9
125	29.4	30.4	28.7	28.6
250	33.6	33.8	30.9	32.4
500	34.1	36.7	30.9	34.9
1000	39.0	41.2	37.3	41.8
2000	46.9	50.0	42.9	48.5
4000	52.8	56.5	46.9	52.7
8000	—	—	48.5	—

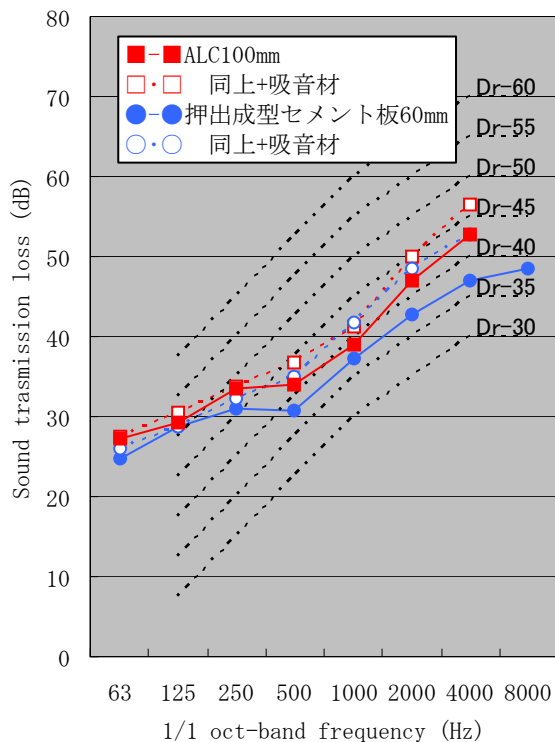


図 4-1 吸音材貼付時の遮音性能

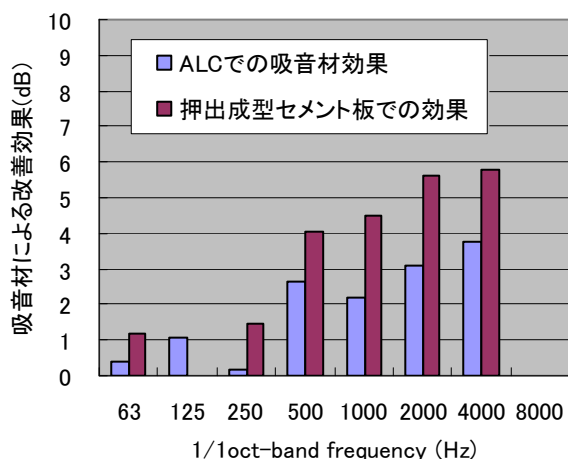


図 4-2 吸音材貼付の効果 (貼付後-前)

2.3 石膏ボード内貼り効果

図-5に ALC に石膏ボードを施工した場合の遮音性能を示す。図-6に押出成型セメント板の結果を示す。

石膏ボードを空気層 150mm 開けて設置するとどちらの外装材でも Dr-55 以上の遮音性能となっていた。また石膏ボードの効果は、500Hz 以上で 15dB 程度あるが、低音では単体遮音性能と同程度であった。石膏ボード 1 枚と 2 枚の比較では、2 枚にすることにより低音に効果が得られたが中高音域では差がなかった。

空気層を 80mm とした場合は、1 ランク遮音性能が低下したが Dr-50 程度となり RC150mm と同程度の遮音性能を有していることを確認した。

これより、外装材と内装材の空気層を充分にとることで遮音性能に有効であることが判る。しかし遮音性能の改善は、中音域以上で顕著であるが低音にはその効果は見られなかった。

Hz	ALC100mm	同左+ PB 9mm 1 枚	同左+ PB 9mm 2 枚
63	27.2	25.2	31.0
125	29.4	33.9	38.0
250	33.6	43.4	46.2
500	34.1	49.1	52.1
1000	39.0	59.8	60.7
2000	46.9	65.1	65.6
4000	52.8	69.9	71.1
8000	-	-	-

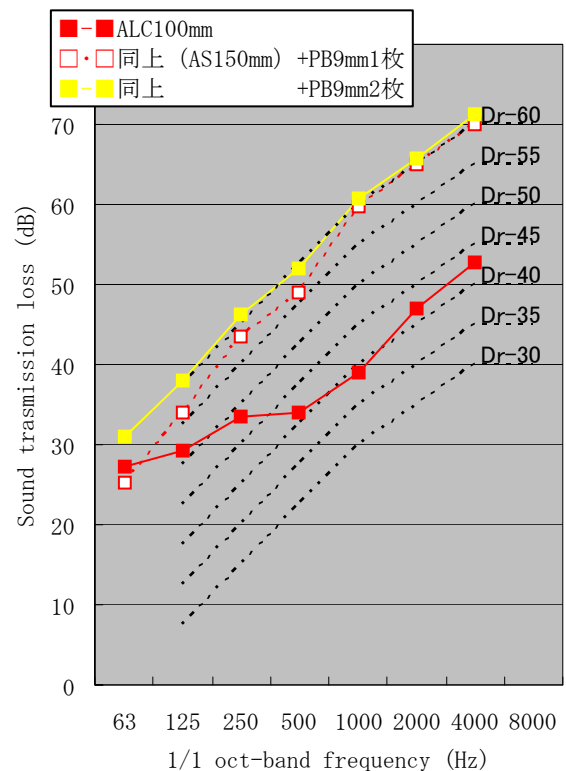
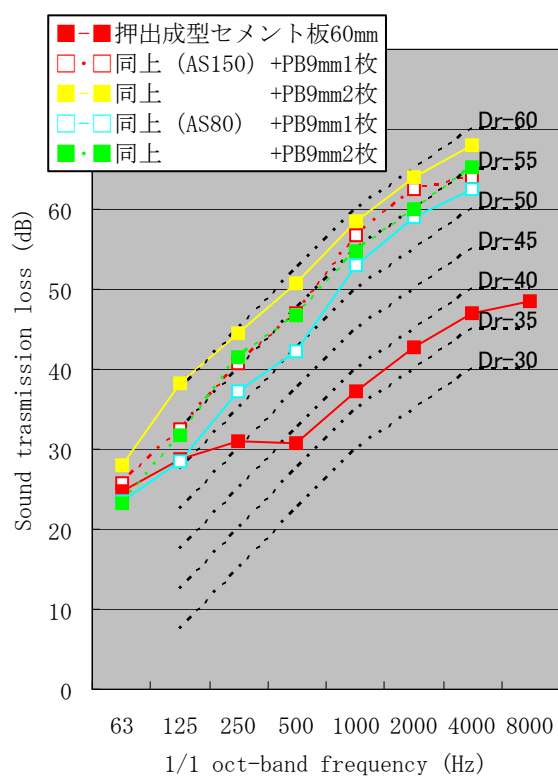


図-5 ALC+AS150+PB の遮音性能

Hz	押出成型セメント板 60mm	同左+AS150 PB 9mm 1 枚	同左+AS150 PB 9mm 2 枚
63	24.7	25.6	28.1
125	28.7	32.5	38.3
250	30.9	40.9	44.5
500	30.9	47.0	50.7
1000	37.3	56.7	58.4
2000	42.9	62.5	64.1
4000	46.9	64.0	68.1
8000	48.5	-	-

Hz	押出成型セメント板 60mm	同左+AS80 PB 9mm 1枚	同左+AS80 PB 9mm 2枚
63	24.7	23.4	23.2
125	28.7	28.6	31.8
250	30.9	37.1	41.5
500	30.9	42.3	46.8
1000	37.3	53.0	54.9
2000	42.9	59.0	60.0
4000	46.9	62.5	65.2
8000	48.5	-	-

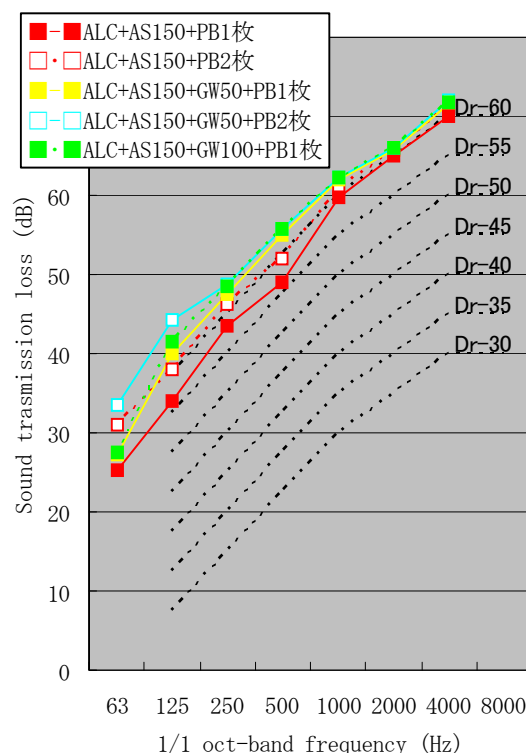


図－6 押出成型セメント板+AS150+PB の遮音性能

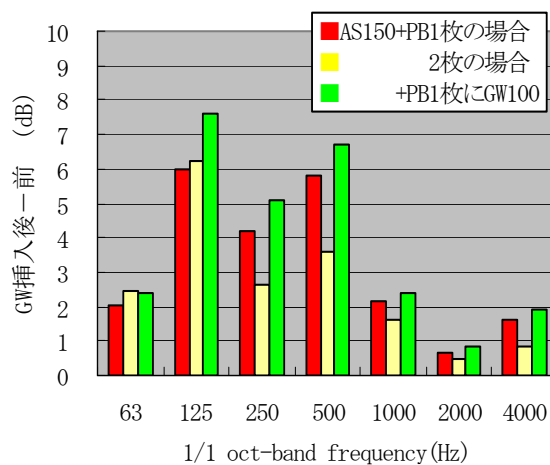
2.4 グラスウール（GW）挿入の効果

図7～11 に GW を挿入した場合の遮音性能を示す。どちらの外装材においても 125, 250 および 500Hz で GW 挿入の効果が見られた。外装材が ALC の場合、GW を 50mm から 100mm としても遮音性能はほとんど変化しなかった。

PB1 枚に GW を挿入した遮音性能が、PB2 枚に GW を挿入した時より効果大きい。PB1 枚の方が 2 枚貼りより、すき間の影響が大きいと考えられる。



図－7 ALC と PB の間に GW 入れた場合の効果



図－8 GW 挿入前後の差（ALC の場合）

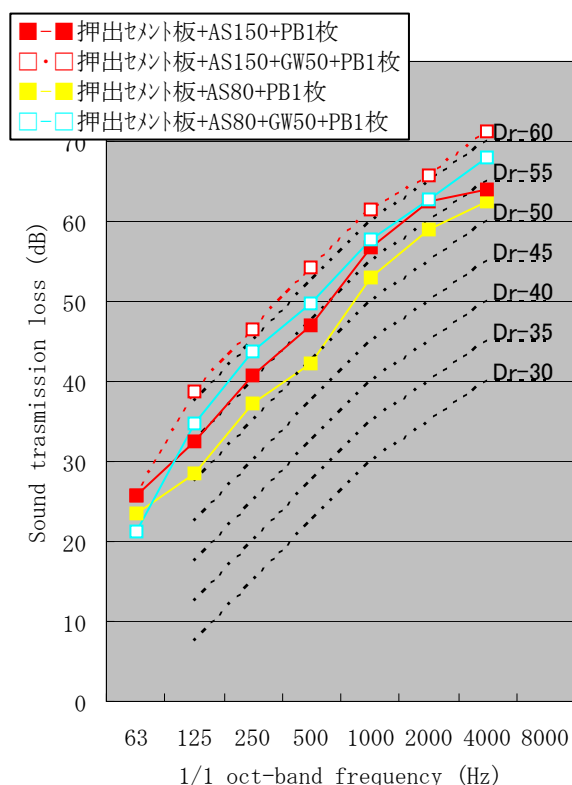


図-9 押出成型セメント板とPB1枚にGW挿入の効果

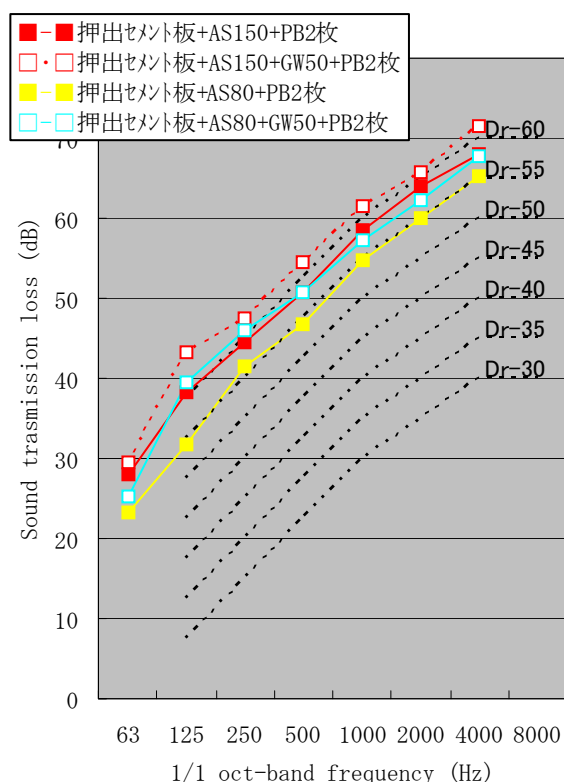


図-10 押出成型セメント板とPB2枚にGW挿入の効果

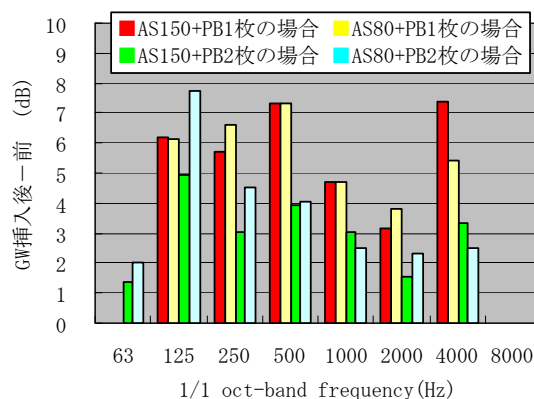


図-11 GW挿入前後の差(押出成型セメント板の場合)

2.5 シールの効果

図-12にALCに石膏ボードを施工した場合の遮音性能を示す。図-13にシール前後の差を示す。どちらの外装材料もシール後に遮音性能が大きく向上している。特に高い周波数で顕著であった。シールの効果は、押出成型セメント板の方が大きくなっている。押出成型セメント板は、施工時にスペーサーを挟み込む方式であり、ALC(幅100mm)より幅が狭く隙間の影響が大きいためと考えられる(写真-5および6)。

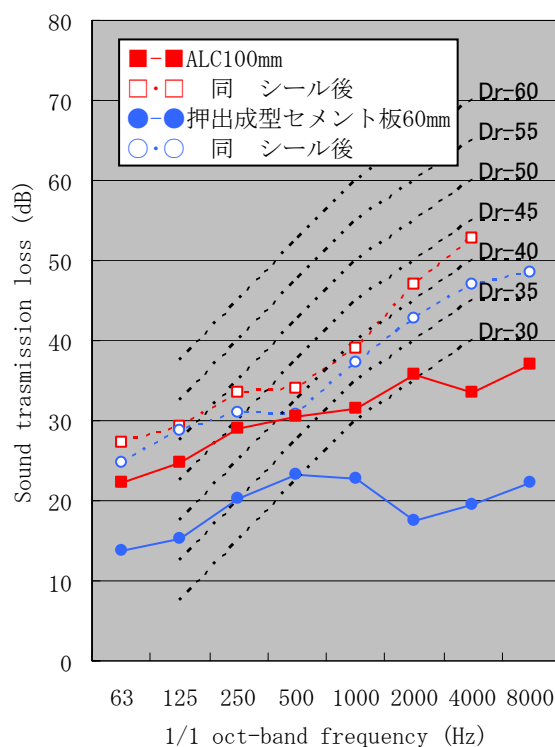


図-12 シール処理の効果について

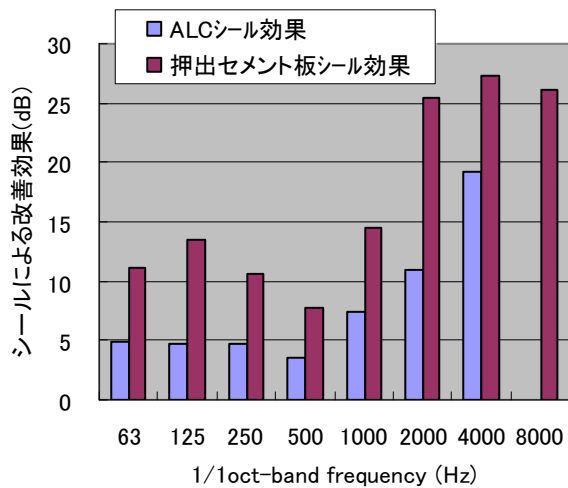


図-13 シール前後の差



写真-5 押出成型セメント板のスペーサー



写真-6 セメント板施工状況

2.6 押出成型セメント板取付けボルトの影響

押出成型セメント板は、一枚につき上下左右 4 箇所を鉄骨でボルト支持する（写真-7）。図-14 にボルトの締め付け状況を変えた場合の遮音性能について示す（仮留めと通常）。締め付け状況による遮音性能の差なかった。



写真-7 セメント板施工状況

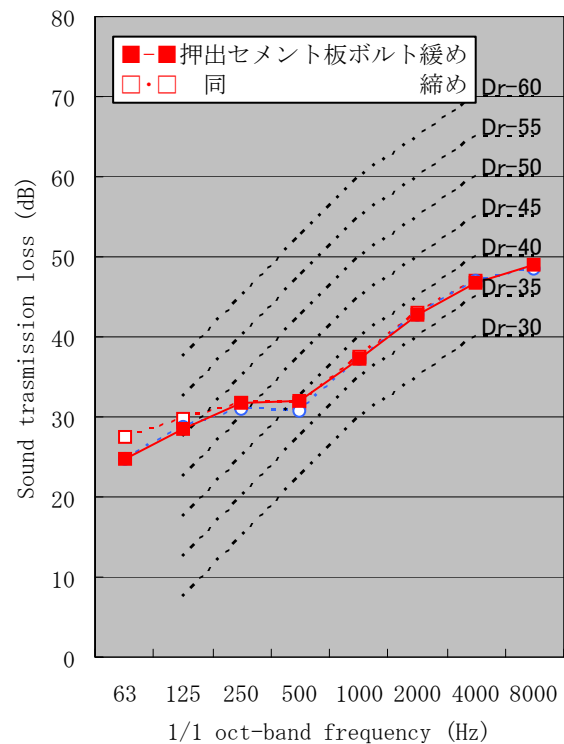


図-14 ボルト締め付け程度の差

2.7 PB 取付けビスの影響

石膏ボードで構成される中空式の遮音壁の場合、取付けビスやタッカーにより遮音性能が変化することが指摘され、一般的に取付けが強固になると遮音性能が低下することが言われている。ビスの間隔を少なくした場合は@600 程度、通常は@300 程度とした。断面構成は、ALC100mm+AS150mm+PB2 枚貼りである。

図-15 に石膏ボードのビス取付けピッチを変えた結果を示す。下地を併用しない遮音構造の場合、ビス取付け状況により遮音性能の変化は見られない。

その他の断面構成についても取付けビスのピッチを変えて比較してみたが、同様な傾向であった。

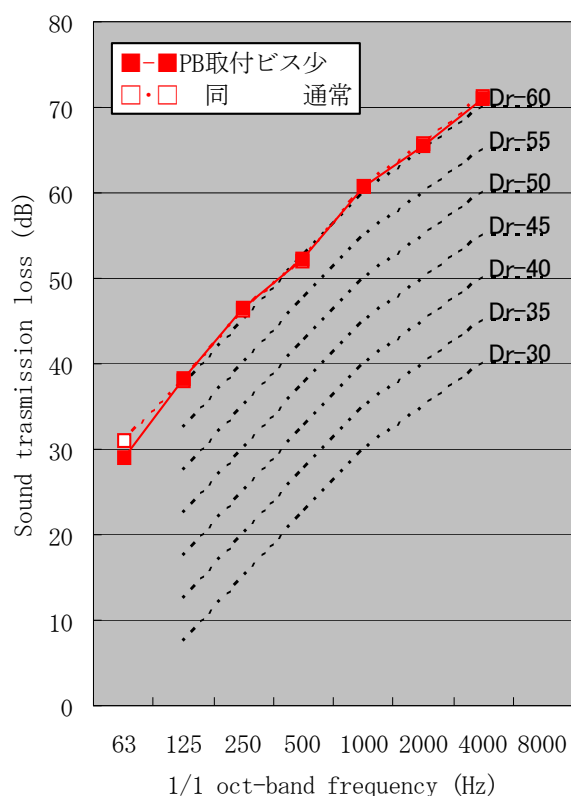


図-15 取付けビスの影響

- 石膏ボードの内貼り効果は従来言われるように空気層が大きいほど大きくなった。
- 目地シールの有無により、遮音性能が大きく変化することからシール処理は遮音性能の点からも大事な要因である。スペーサーを用いる押出成型セメント板では特に顕著であった。このことから材料のすき間だけでなく扉や屋根との取り合いなどに隙間が生じないようにすることも重要であることが示唆される。

参考文献

- 井上他「接合部に着目した ALC 間仕切パネルの音響透過損失の測定および検討」, 日本建築学会大会梗概集, pp233-234, 1995.
- 日本建築学会編「音響材料の特性と選定」, 丸善, pp54, 1997.

3. まとめ

- 一般的な外装材料である ALC および押出成型セメント板と石膏ボードの複合構造の音響透過損失値について比較することが出来た。
- 今回 ALC 単体の遮音性能測定結果においてコインシデンス周波数における極端な落込みは見られなかった。
- 吸音材の貼付効果は、押出成型セメント板の方が ALC より大きくなっていた。

Sound Transmission Loss of Exterior Walls and Interior Walls of Factory

Yasutaka UEDA, Fujio SATO

When a factory is constructed, we must manage to reduce noise from the factory in order to control environmental noise. Noise level, sound absorption of interior material, sound transmission loss of exterior material, and propagation loss are examined and modeled by simulation. In case of a steel structure, exterior walls are consisted of composite materials. Constructor has to identify the sound transmission loss of the exterior walls which consists of some materials. However, it is very difficult to estimate the sound transmission loss of composite material. So, the sound transmission loss of exterior walls and interior walls of a factory are examined in reverberant rooms. As exterior materials, autoclaved lightweight aerated concrete (ALC) and extruded concrete are selected. As interior materials, gypsum and glass wool are selected.