

ポーラスコンクリートの吸音特性の測定

Measurement on Sound Absorption Property of Porous Concrete

正会員 ○寺島 貴根 Takane Terashima*1
同 池野 美帆 Miho Ikeno*2
同 畑中 重光 Shigemitsu Hatanaka*3
同 三島 直生 Naoki Mishima*4
同 中川 武志 Takeshi Nakagawa*5

1. はじめに

ポーラスコンクリートは、交通騒音の低減などに役立つとされ、近年路盤材などとして道路周辺に適用される例が見られるなど、その吸音性能が注目を浴びている。種々のポーラスコンクリートに対する吸音特性の測定値が報告されている[1-4]が、測定の簡易性から垂直入射による吸音率の測定(管法)がほとんどである。戸外の騒音低減を対象とするならばランダム入射に対応した残響室法による測定データの蓄積が重要であると思われる。

またその吸音メカニズムについては、ポーラスコンクリート表面での反射音と、ポーラスコンクリート内に浸透し背後の剛壁で反射した音の干渉によってエネルギーが減衰する[5]とされているが、実際には様々な吸音メカニズムが複雑に組み合わさっていると考えられ、十分には解明されているとは言えない。[6]

本研究は、ポーラスコンクリートの吸音特性を明らかにし、吸音メカニズムの把握とポーラスコンクリートの設計・実用に資する資料を収集することを目的とし、本報ではポーラスコンクリート試料を作成し、残響室法による吸音特性の測定を行った結果について報告する。

2. ポーラスコンクリート試料

本報で対象としたポーラスコンクリートの試料の調査仕様を表1に示す。試料の厚さは50, 100, 150mmの三種を設け、一枚の平面寸法は500×500mmである。骨材は径5～13mmまでの砕石(6号砕石)を用いており、500×500×50mm=0.125m³の製作に対して、砕石20kg、セメント(普通ポルトランドセメント)2.5kg、水1リットルを材料としている。

表1 ポーラスコンクリート試料の調査

設計空隙率(%)	W/C(%)	単位置量(kg/m ³)		
		W	C	G
24	40	80	200	1600

(注)W: 水、C: セメント、G: 粗骨材

3. 吸音率測定の概要

本報では試料の吸音率測定は残響室法(JIS A1409)によって行われた。三重大学工学部建築学科1Fの構造実験室内にあるコンクリート養生室を簡易な残響室とみなし、試料をこの室内に設置して残響時間の測定を行った。残響室法の原理は、Sabineの残響式

に基づき、空室状態と試料を設置した状態における残響時間の違いから、吸音率を算出するものである。残響室の容積は31.23m³であり、設置された試料により若干の容積変化があり得るが、計算上で調整している。室内の仕上げは主にコンクリート打ち放しであり、予め空室時および適当な吸音材料に対して予備測定を行い、室の固有モードなどの影響が少ないことを確認している。残響室の容積および試料の面積は、JIS規格で定められた下限値よりもやや小さいが、吸音特性を簡易に調べるのには十分であると判断した。

残響室の床面にポーラスコンクリート試料を4×5枚の計20枚(試料面積: 5m²)を並べ、設置パターン毎に残響時間を測定し、得られた残響時間をもとにしてそれぞれの場合の吸音率を求めた。表2に設置パターンを、図1に試料の設置状態の一例を示す。

表2 試料設置パターン

パターン略称	設置状態
側面処理	露出している試料の側面を非吸音性処理にする(ガムテープを貼り、空隙を露出させない)
すきまなし	隣接する試料の間のすきまを出来る限り無くすように敷き詰める
すきま5mm	隣接する試料との間にすきまを約5mmあける
すきま5mm+砂	隣接する試料との間にすきまを約5mmあけ、さらに隙間を砂で満たす
すきま10mm	隣接する試料との間にすきまを約10mmあける
すきま10mm+砂	隣接する試料との間にすきまを約10mmあけ、さらに隙間を砂で満たす
裏面	試料の裏面(試料作成時に型枠底面に接していた部分)を室内側に向ける(表裏を逆転した状態にする)

また、試料の敷設作業を容易にするため、一部の測定を除いて、試料の下には若干の砂を敷き詰めた状態で測定が行われている。

図2に残響測定システムを示す。コンクリート養生室内に設置した無指向性音源(12面体スピーカ、RION ST05T)からM系列信号を出力し、騒音計のマイクを通して室の音響インパルス応答をパソコンに取り込んだ。パソコン上のソフトウェア「音響分析システム」(吉正電子製)を用いることにより、出力と入力をコントロールし、さらにシュレーダー積分法により残響時間を算出した。試料の厚さ毎・設置パターン毎に2回測定され、結果にノイズなどの影響がみられた場合はさらに数回測定を行った。

*1 三重大学工学部建築学科・助教授・博士(工学)
*2 三重大学大学院工学研究科・大学院生
*3 三重大学工学部建築学科・教授・工学博士
*4 三重大学工学部建築学科・助手・博士(工学)
*5 川島工業・専務取締役

Assoc.Prof., Dept of Architecture, Mie University, Dr.Eng.
Graduate Student, Dept of Architecture, Mie University
Prof., Dept of Architecture, Mie University, Dr.Eng.
Research Assoc., Dept of Architecture, Mie University, Dr.Eng.
Executive, Kawashima Kogyo Co.Ltd.

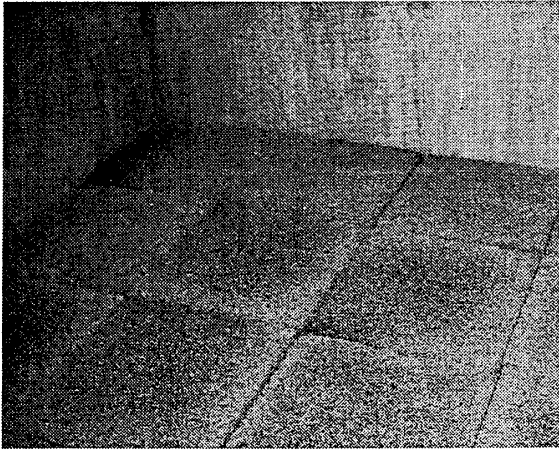


図1 試料の設置状態 (すきまなし)

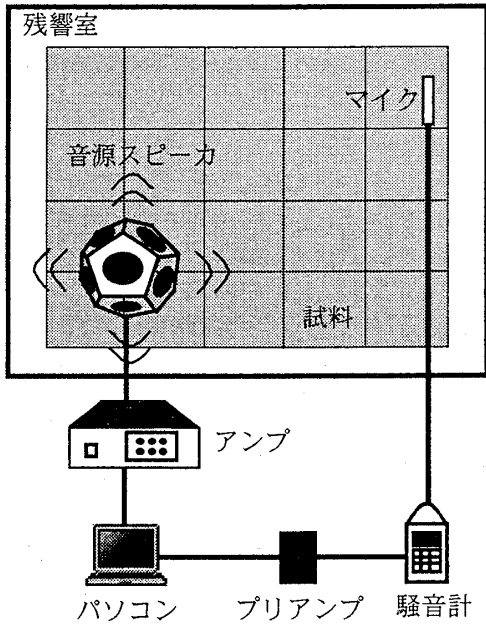


図2 残響測定システム

4. 測定結果と考察

図3においては、空室時の室内平均吸音率、残響室内のコンクリート床に直に50mm厚の試料をすきまなく敷き詰めた場合、試料と同じ面積の箇所の床面に若干量の砂のみを散布した場合、さらに砂の上に50mm厚のコンクリート試料を敷き詰めた場合(すきまなし)の吸音特性を比較したものである。空室状態の平均吸音率は0.03~0.06であった。50mm厚の試料を床面に直置きした場合の吸音率は、4~8kHzの高音域では約0.5、1~2kHzの中音域においては0.4~0.5、500Hzでは0.3、125~250Hzの低音域においては0.05~0.07となっている。すなわち2kHzにおいて吸音率が下がり、低音域ではほとんど吸音していない。また、試料を置かず、砂のみを敷き詰めた場合には、500Hz以上において周波数が高くなるにつれて吸音率が高くなり、4~8kHzにおいてはポーラスコンクリートより高い吸音能力を示している。しかし、砂の

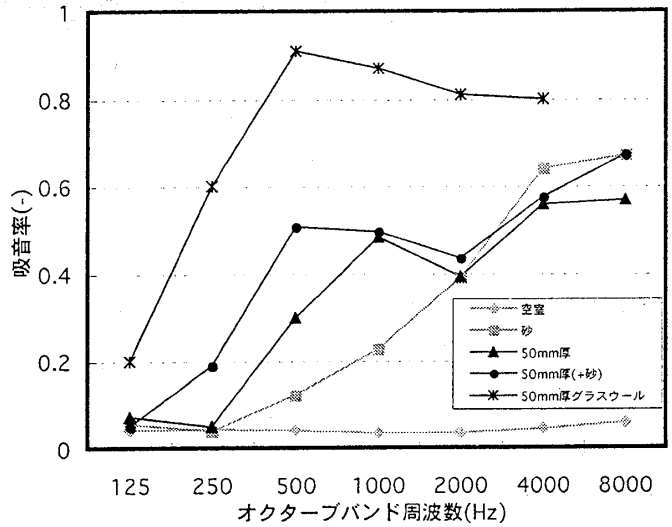


図3 50mm厚試料と他材料および他測定条件との比較

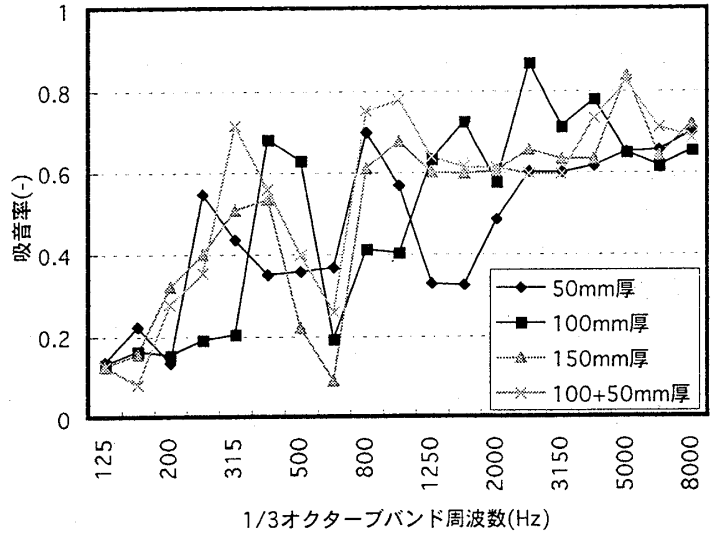


図4 厚さの異なる試料の比較 (すきまなし)

上にポーラスコンクリート敷き詰めた場合(すきまなし)、125~1kHzにおいて、床に直敷の場合と比べ吸音率は0.05~0.1、砂のみの場合と比べ0.05~0.2大きくなっている。また、図中の50mm厚グラスウールの吸音率と比べ、低中音域においては約半分の吸音能力を示し、周波数特性は類似した傾向を示している。

図4は、厚さの異なる試料(すきまなし)に対する吸音率の周波数特性の比較を示している。50mm厚の試料に対しては1.6kHz付近、100mm厚に対しては630~1kHz、150mmの試料に対しては500~630Hzにおいて吸音率の低下が顕著になっている。試料へ入射する音波と試料背後壁面から反射する音波が重なりあって生じる定在波の1/4波長に相当する位置(腹の位置)がほぼ試料の厚さと一致する場合において、吸音率の低下が生じていると思われる。高音および低音域においては、試料の厚さにかかわらずほぼ同じ吸音率を示している。また、150mm一枚構成の試料と

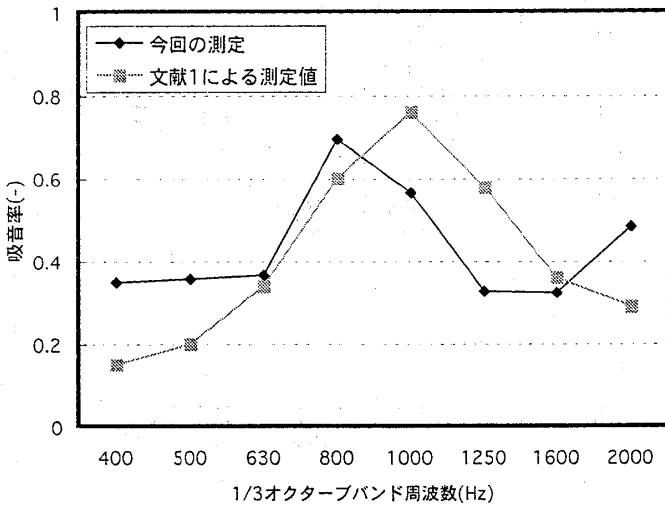


図5 測定値と文献1データとの比較(50mm厚、すきまなし)

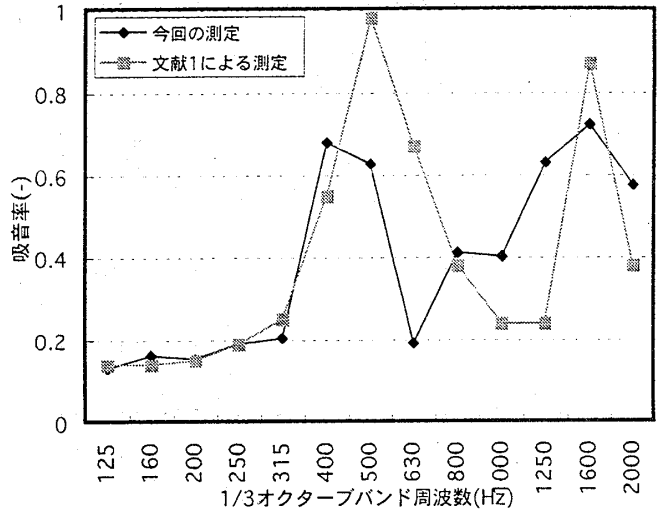


図6 測定値と文献1データとの比較(100mm厚、すきまなし)

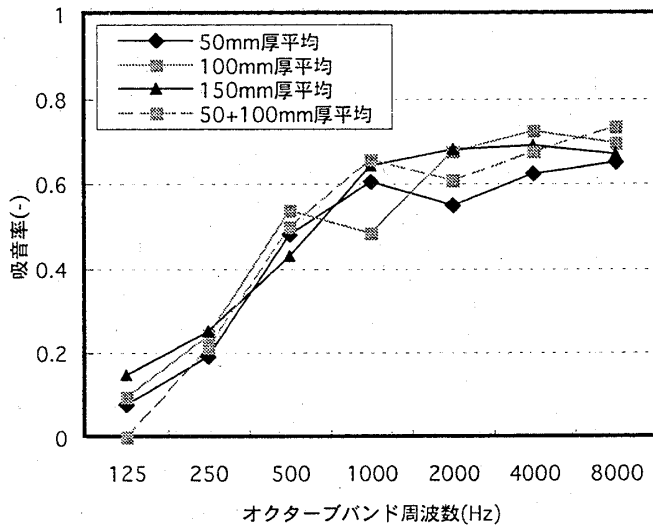


図7 厚さ毎の平均吸音特性

100mm厚と50mm厚の試料を重ねた二枚構成の試料(上:50mm、下:100mm)はほぼ同様の吸音特性を示すが、二枚構成の試料は、500~1kHzにおいて一枚構成よりやや吸音率が高くなっている。

図5および6は、50および100mm厚(すきまなし)の試料に対する測定値について、文献[1]による測定値との比較を示している。吸音率が極大あるいは極小となる周波数は文献[1]と比べ若干低い、大凡の吸音特性は類似した結果となった。

図7は、試料の設置状態にかかわらず、厚さ毎の測定値を平均した吸音率による吸音特性を示している。図4においてみられたのと同様の傾向が窺えるが、50+100mmの試料は、50mm厚の吸音特性に類似した挙動を示していることが窺える。

図8は、すきまなしの設置状態において、端に配置された試料のみ、露出した側面をガムテープで覆い非吸音性処理を行うことによる影響を示している。各厚さの試料において、吸音特性の大きな変化はみられず、側面からの吸音は大きくないことが窺える。

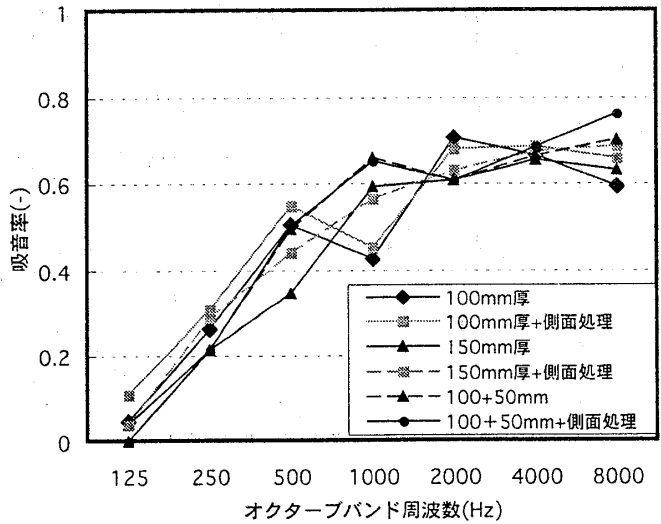


図8 側面処理をした場合の吸音率特性の比較(100mm, 150mm厚)

図9は、50mm厚試料の吸音特性に対して、設置状態の違いによる影響を示している。低音域および高音域においては、設置状態の違いによる影響は見られないが、中音域においては試料間にすきまを設けることにより吸音率の上昇がみられる。すきまを大きく取った場合、1~2kHzにおいて「すきまなし」と比べて吸音率が0.2ほど高くなっている。また、すきまに砂を充填した場合、すきまの大きさに関わらず、「すきまなし」と比べて1~2kHzにおいてやや吸音率が上昇する。裏面の場合には、特徴的な現象として2kHz付近での吸音率の落ち込みが見られなくなっている。

図10は、100mm厚試料の吸音特性に対して、設置状態の違いによる影響を示している。すきまを設けた場合、高音域において若干の吸音率の上昇が見られるが、砂充填の場合とともに周波数全般にわたって影響は見られない。しかし裏面を室内側に向けた場合、50mm厚の場合と同様に中音域において吸音率が上昇しており、1kHz付近で見られた吸音率の落ち込みが減少している。

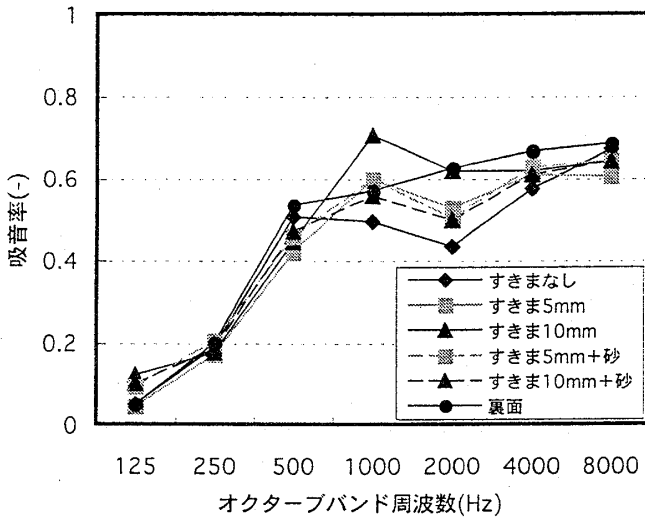


図9 50mm厚 設置状態の違いによる吸音特性の比較

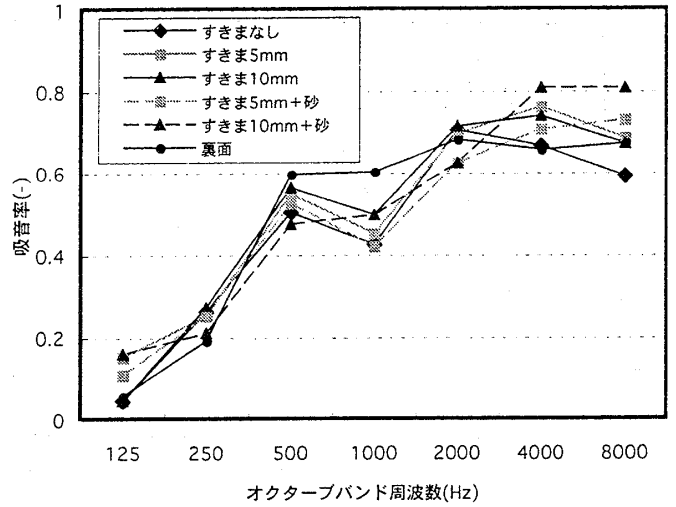


図10 100mm厚 設置状態の違いによる吸音特性の比較

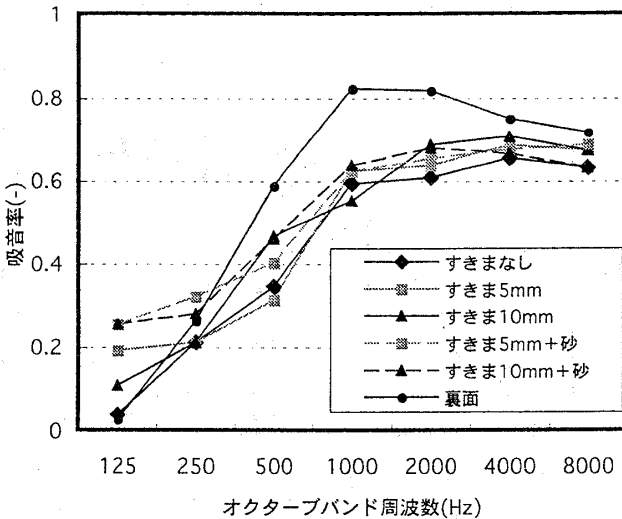


図11 150mm厚 設置状態の違いによる吸音特性の比較

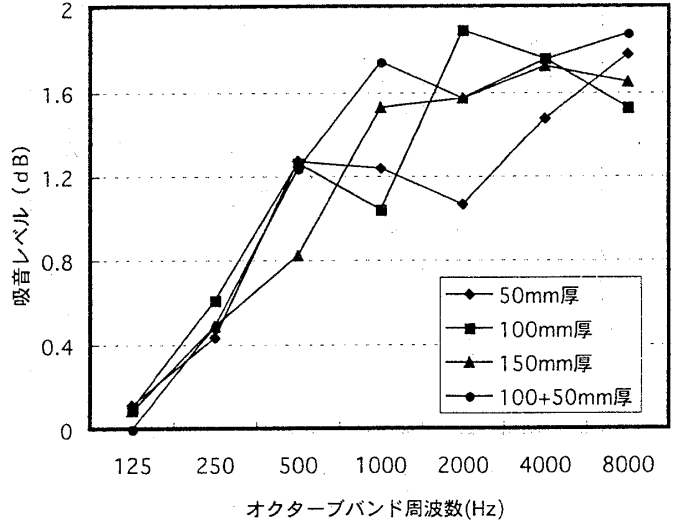


図12 無限平面における吸音レベルの周波数特性

図11は、150mm厚試料の吸音特性について、設置状態の違いによる影響を示している。500Hz以下の低周波数域において、設置状態の違いによる影響がやや窺えるが、全般的にその影響は小さい。しかし裏面の設置状態においては、500Hz以上の周波数において大幅な吸音率の上昇が見られる。

図12は、試料が地盤として無限平面に広がっていると仮定した場合の、地面上の点音源による騒音の影響を計算し、地盤が完全反射面と仮定した場合と比較して、吸音により減少した騒音レベル(吸音レベル)を示したものである。中音域では1~2dBの騒音低減が期待できる。

5. まとめ

本報において作成されたポーラスコンクリートの試料は、十分な吸音能力を有しており、その吸音特性を明らかにした。試料背面の空気層の厚さ、空隙率、粗骨材の粒径などが吸音特性に与える影響については今後の検討課題とする。

[謝辞]

三重大学工学部建築学科学部生の瀬古晋宏君、同大学院生の岩田義信君、そして寺島研卒論生の方々には測定作業に多大な協力をして頂いた。また試料の製作には(株)川島工業に多大なご協力を頂いた。ここに記して謝意を表する。

[文献]

- 1) 張香梅、中澤隆雄、三浦功、張日紅：騒音対策へのポーラスコンクリートの適用について
- 2) 室園明人、岡本孝久、藤原浩巳、上野雅之：管内法によるポーラスコンクリートの吸音特性に関する基礎的研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.19, No.1, 1997
- 3) 玉井元治、田中光雄：[1117] シラス軽石を用いた多孔質コンクリートの吸音特性、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.16, No.1, 1994
- 4) 田中光雄：吸音性による負荷低減、コンクリート工学年次論文報告集 Vol.16, No.3, 1998, 3
- 5) 坂田則彦：騒音を吸収するコンクリート板、ポーラスコンクリート製プレキャスト吸音版の特徴と施工例、セメント・コンクリート No.607, Sep, 1997
- 6) (社)日本騒音制御工学会：騒音制御、Vol.25 No.3 2001, 6