

# 環境アメニティに関する研究(第10報) 剛体防音壁の吸音特性向上に関する一試み

長谷川浩治, 吉野信行, 太田光雄\*, 田村隆史\*\*

## A trial on Characteristics Improvement of Sound Absorption for Rigid Sound Insulation Wall

HASEGAWA Koji, YOSHINO Nobuyuki, OHTA Mitsuo and TAMURA Takafumi

In this study, for road traffic networks, a sound insulation wall by the combination of hole emptiness concrete, thin film, sound absorbing material, air space and concrete structure has been produced experimentally using standard sound principle. Concretely, by changing various kinds of porous material and structural of the hole emptiness concrete, a improvement of the sound insulation characteristics was examined based on principle of flow resistance, film vibration and resonant-type.

キ - ワード: 道路交通網の防音壁, 流れ抵抗, 膜振動, 共鳴構造

### 1 緒言

快適環境の創世に対するニーズが年々高まっており, それに伴い音環境の分野においても住宅の壁の防音対策・床衝撃音対策, 交通騒音低減対策等, 様々な領域で騒音低減に関する研究開発が行われている。交通騒音対策においては, 遮音性を重視したコンクリート遮音壁による対策がなされてきた。しかしながら, 現在では吸音性も含めた防音壁が必要とされてきている。

現状では発泡コンクリートを利用して吸音性能を付加した防音壁が製品として販売されているが, 冬場の凍結融解により発泡コンクリートが劣化する問題を抱えている。このような背景から, 本研究では, 交通騒音対策に使用されるコンクリート遮音板を対象として性能向上に関する基礎研究・試作を行った。

具体的には, 従来用いられてきたコンクリート遮音板を用いて共鳴型の吸音原理を主体に吸音効果を取り入れた防音壁を試作し, 吸音性能向上について検討した。

本実験は, まだ基礎的段階であるが今後の吸音特性の向上を目指した防音壁の開発指針を得たので, その内容について報告する。

### 2 防音壁の吸音原理

一般に, 道路交通網の防音壁の設計にあたっては, 遮音はもとより吸音機構を考慮に入れた設計が必要である。本研究では, 凍結融解の問題を抱える発泡コンクリートによる吸音方法ではなく, 通常, 使用されてきたコンクリート遮音板を用いて吸音性能を付加することを考え, 特に共鳴型の吸音原理を利用した構造により防音壁の試作を行った。その吸音原理と試作防音壁の構造について述べる。

#### 2.1 共鳴型の吸音原理

図1(a)に示すような空洞に音が入射すると, 式(1)に示す共振周波数 $f_0$ の付近の狭い周波数帯域で開口部の空気が激しく振動して摩擦損失による吸音作用が発生する。試作した防音壁の構造は図1(b)に示す構造とすることで, 図1(a)が並んだものと仮定することが出来る。<sup>1)</sup>

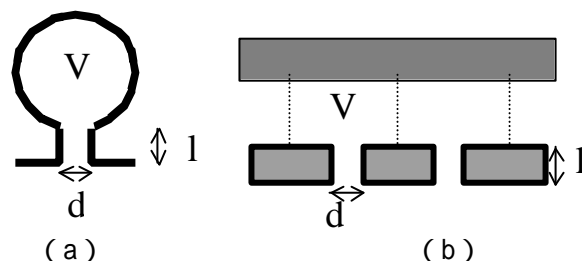


図1 共鳴の構造原理

$$f_0 = c / 2 \left( S / (V (1 + )) \right)^{1/2} \quad (1)$$

孔が円の場合  $= 0.8 d$

$f_0$ : 共振周波数       $c$ : 音速  
 $S$ : 開孔断面積       $V$ : 空洞容積  
 $l$ : ネックの長さ      : 管端補正

しかしながら, 共鳴型の吸音は共振周波数付近のみの吸音率が高くなるため, 幅広い周波数帯域において吸音効果を得ようとする場合, 構造の工夫(不均一孔等)が必要となる。

#### 2.2 防音壁の構造

2.1に示した原理に基づき試作したコンクリート防音壁の構造を図2に示す。ここでは, 遮音板としてよく使用されるコンクリート遮音板を主体とし, 図2に示したコンクリート板と孔あきコンクリート

\*広島大学, \*\*極東工業(株)

板とのサンドイッチ構造とすることで共鳴原理による吸音機構を取り入れた。

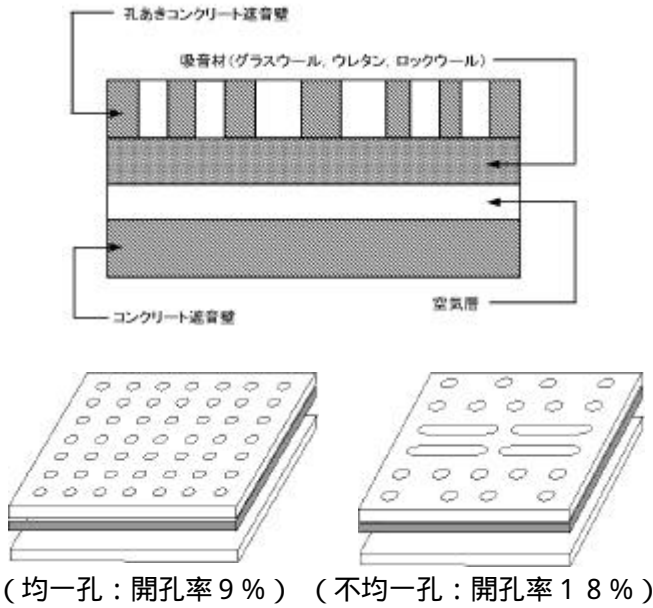


図2 コンクリート防音壁の構造

吸音率を改善するためグラスウール等の多孔質吸音材を内部に挿入し、広帯域における吸音率改善のため開孔率、及び、不均一な孔の配置・孔径の変更を施し吸音効果を検討した。目的とする吸音の周波数帯域については、交通騒音等を対象とするため、今回は特に500Hz近傍からそれ以上の周波数帯域の吸音率向上を目的とし、共鳴の原理から開孔率等を算出して構造を決定した。基本原理の検証を行うため、開孔率9%の均一孔を持つコンクリート板を試作し、更に、吸音性能向上を目的とした開孔率18%の不均一孔を持つコンクリート板を試作し吸音率試験を行った。

### 3 実験結果および考察

吸音率の測定は、図2に示した防音壁の構造を基本として、JIS A 1409(残響室法吸音率の測定)により試料面積は10.6m<sup>2</sup>で行った。表1に吸音率試験に使用した材料を示す。

表1 防音壁に使用した材料

孔あきコンクリート板	30mm厚 (開孔率9%,18%)
コンクリート板	30mm厚
ゴムシート	1mm厚
薄膜シート	0.13mm厚
グラスウール	密度32kg/m <sup>3</sup> (25mm厚)
ロックウール	密度80kg/m <sup>3</sup> (25mm厚)
ウレタン	密度25kg/m <sup>3</sup> (25mm厚)
空気層	10mm, 35mm

### 3.1 開孔率9%の剛体防音壁の吸音率特性

目的とした500Hz付近の周波数帯域の吸音特性について検証するため、9%の開孔率をもつ孔あきコンクリート板・空気層(35mm)・コンクリート遮音板の構成において吸音率試験を行い、更に、孔あきコンクリート表面に孔を塞がないようにゴムシートを取り付けた場合の影響について試験を行った。その結果を図3に示す。図3から目的とした周波数帯域近辺の吸音率が高いことが把握でき、2500Hz近辺の周波数帯域においてゴムシートの取り付けによる吸音率の向上(膜振動)が把握できる。

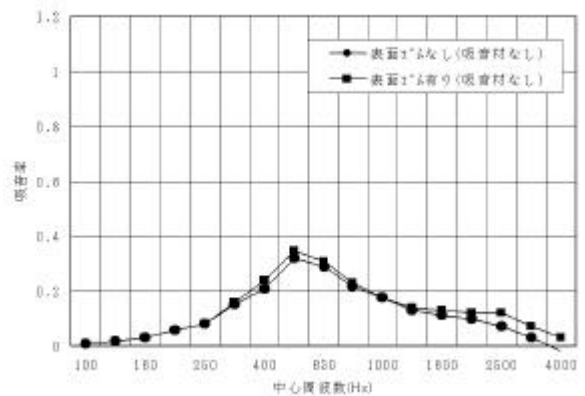


図3 試作防音壁の吸音特性(均一孔:開孔率9%)

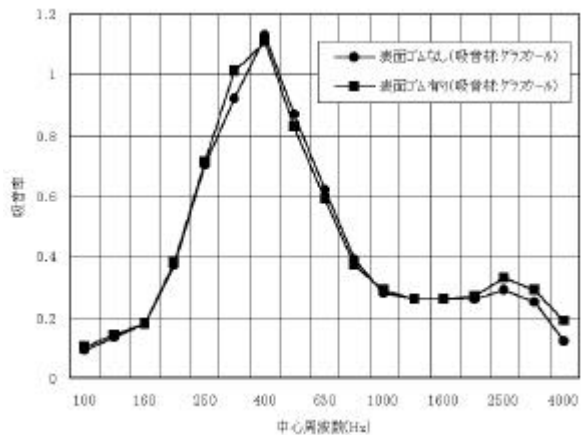
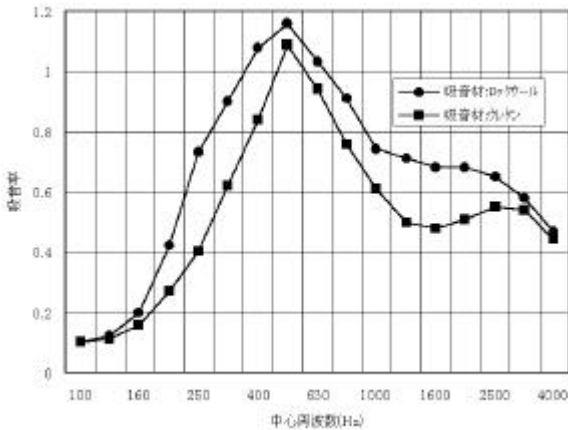


図4 試作防音壁の吸音特性(均一孔:開孔率9%)

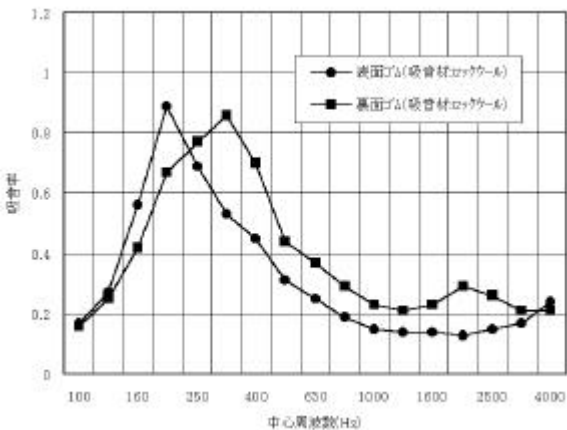
図4は、図3の構成において、内部に吸音材(グラスウール)を挿入した場合の吸音率試験の結果である。防音壁の厚みを一定にするため、吸音材は25mm厚、空気層を10mmとした。吸音材の挿入による吸音率の大幅な向上が確認でき、ここでも、ゴムによる吸音率の向上が確認できる。吸音率のピークが図3の吸音材を挿入しない場合と比べ低周波数帯域側に約100Hz移行しているが、これは、吸音材の挿入により式(1)に示した空洞の容積が減少したためと考えられる。

### 3.2 開孔率18%剛体防音壁の吸音率特性

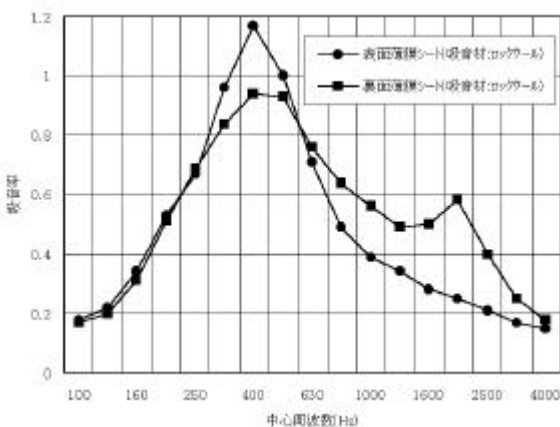
前節の基礎実験から更に吸音率向上を図るため、本節では、コンクリート板の開孔率を18%に増加し、多孔質吸音材はロックウールとウレタン等の様々な変更により実験を試み吸音率の向上を図った。その結果を図5に示す。



(a) 吸音材 (ロックウール, ウレタン) による比較



(b) ゴムシートの影響



(c) 膜シートの影響

図5 開孔率18%不均一孔あき防音壁の吸音率

図5(a)に、開孔率18%の防音壁において、挿入する吸音材を変更した場合の吸音率特性を示す。この結果から内部に挿入する多孔質吸音材は、撥水性ロックウールの方がウレタンよりも160Hz以上の周波数帯域で吸音率が向上していることが把握できる。

図5(b),(c)は、孔あきコンクリート板の開孔部からの雨の進入を防ぐ対策(吸音材の劣化対策)として、孔あきコンクリート板の表面全面にゴムシート、及び薄膜シートを取り付けた場合(孔を塞いだ状態)の吸音率測定結果である。この結果から、孔をゴム等の膜材で塞ぐことにより、吸音率のピークが低周波数側に移り高周波数帯域における吸音率が低下する。膜材の取り付け方法としては、孔あきコンクリートの表面に取り付けるよりも裏面に取り付けた方が、高い周波数帯域において吸音率の向上が望める。

以上剛体防音壁の吸音率について基礎的な実験を行った。本基礎実験で剛体構造の鉄筋コンクリート建家、道路交通網に有効な吸音率を持つ防音壁の実用化の可能性と設計指針を得た。これらの実験から更なる吸音率向上のためには、以上の組織的設計指針の上に孔あきコンクリート板の開孔率・多孔質吸音材・膜材の選択・空気層の厚さ等の検討を加えることが必要である。

## 4 結言

本報告では、道路交通網を対象として、孔あきコンクリート板・多孔質吸音材・空気層・コンクリート遮音板の構造をもつ防音壁の吸音率(周波数250Hz~2.5kHz:吸音率0.6以上)について各基礎実験を試み、実用化の可能性と設計指針を得た。実用化には以上の基礎の上に孔の形状・孔径・配置について更なる検討が必要であり、その他、多孔質吸音材・膜材・空気層の厚さについても様々な実験を必要とする。今後の課題として、道路交通網の実環境を模擬し、乗用車・トラック等の騒音による民家への騒音の影響や防音壁内の反響音に対する吸音効果について検討する予定である。

終わりに、本研究に多大の援助を頂いた極東工業(株)山本修照取締役支店長、戸川邦彦氏、岩田雅靖氏および森江昭則氏に深謝の意を表します。

## 文 献

- 1) 建築・環境音響学, 前川純一著, 共立出版.
- 2) 公害防止の技術と法規編集委員会編: 公害防止の技術と法規, 騒音編, 丸善, 1997.