

## 共鳴スリット吸音パネル「エコスリット」の吸音特性\*

○藤本卓也 (四元音響), 藤原恭司 (九州芸工大),  
△服部幸夫, △澤田淳也 (ニチアス), △右田慎司 (アルム)

### 1. はじめに

共鳴スリット吸音パネル「エコスリット」は、道路防音を主目的として開発された新型吸音パネルである<sup>[1]</sup>。その音響的な基本構造は、「多孔質材+空気層」と「スリット型吸音構造」を組み合わせたものであり、それぞれの機構が持つ吸音特性のピーク周波数をずらすことで、広帯域にわたり高い吸音率が得られるよう調整されている。本稿では、「エコスリット」の吸音特性を紹介するとともに、数値解析による最適化の手法、および吸音機構の解析結果について紹介する。

### 2. 断面構造

エコスリットの基本断面構造を図1に示す。パネルの表面はアルミ繊維吸音材で、その背後に溝型のアルミ製リブが周期的に配列される。これによりパネル内の空間は、[a]リブ内側の空気層、[b]隣り合うリブ間のスリット、[c]リブとパネル底板間の空気層に分割される。このうち[b]と[c]はスリット型吸音構造を形成する。アルミ繊維は[a]に接する部分と、[b]に接する部分で異なるアドミタンスを持ち、それぞれの吸音効果が有効に働くことで、パネル全体の吸音特性が向上する。

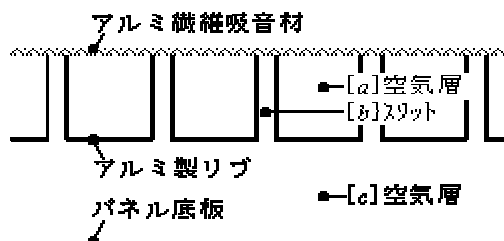


図1 エコスリットの基本断面構造

### 3. 吸音率実測値

図1の構造でパネル全厚 75mm 以下の条

件で、堀割道路吸音用として調整された構造（スリット幅 12mm、リブ幅 16mm、リブ高 26mm、空気層 44mm）の吸音特性を図2に示す。平均斜入射吸音率は 0.89 であった。

図3は高架裏面吸音用パネルの断面形状と吸音特性である。リブ内にL字型の仕切り板を設け、3つの共鳴機構が配列されている。平均斜入射吸音率は 0.92 であった。

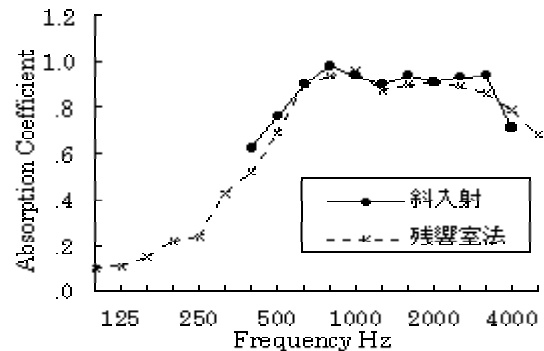


図2 吸音特性実測値 (堀割道路吸音用)

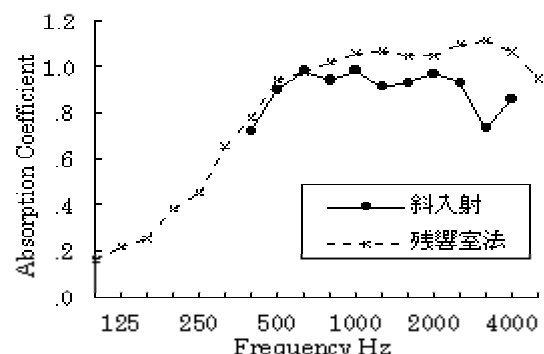
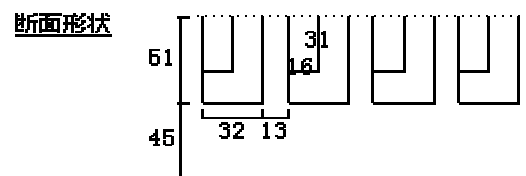


図3 吸音特性実測値 (高架裏面吸音用)

\*Sound Absorption Characteristics of the Slit Resonator Panel "Eco-slit".

By T.Fujimoto(Yotsumoto Acoustic Design Inc.), K.Fujiwara(Kyushu Institute of Design), Y.Hattori, J.Sawada(Nichias Corp.) and S.Migita(Alumu Corp.)

#### 4. 数値解析と最適化

吸音特性の解析は、Deryugin の方法を利用したスリット構造の吸音特性解析手法<sup>4)</sup>を用いた。以下に解析手順を簡単に紹介する。

- (1) 吸音構造を無限周期壁として扱い、単一周波数の平面波が斜入射することを想定する。
- (2) 構造の1周期を矩形領域に分割する。内1つは入射・散乱音場の半無限領域である。
- (3) 各領域の速度ポテンシャルを境界条件や周期条件を元にモード展開形式で規定する。このとき各要素波の振幅を未知数とする。
- (4) 音圧および粒子速度の連続条件により、モード展開式を連立させる。
- (5) 得られた無限元連立一次方程式を有限項で打ち切って解く。
- (6) 未知数であった散乱波の複素音圧反射係数から、斜入射吸音率を算出する。

解析においては、アルミ繊維吸音材は等方均質な多孔質材料として扱い、あらかじめ測定した伝搬定数と特性インピーダンスの値を与えた。なお、ここで用いたアルミ繊維吸音材は厚さが約 1.2mm とかなり薄いため、数十枚重ねて測定を行った。

最適化を行うにあたっては、リブの厚さや幅、リブ内の仕切り板、スリット幅などの各寸法をパラメータとし、これらを変化させた多数の構造について、多重ループのプログラムで平均斜入射吸音率を数値計算し、高い吸音率を示した構造の一つを採用した。図3に示した表面吸音用パネルの斜入射吸音率数値解析結果を実測値と併せて図4に示す。両者はほぼ一致し、解析手法の有用性が窺える。

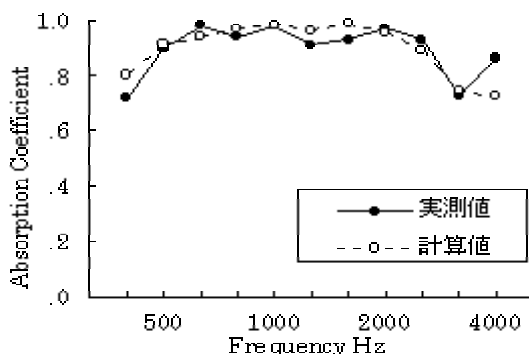


図4 斜入射吸音特性（表面吸音用）

#### 5. 吸音機構の解析

表面吸音用パネルにおける3つの共鳴機構が、それぞれ独立して存在する場合のモデルを解析した。各モデルの断面形状と数値計算結果を図5に示す。各共鳴機構が異なる周波数にピークを持ち、互いに特性を補い合っている様子が確認できる。また、2500Hz以上の帯域では、(a)低域共鳴部と(b)中域共鳴部の2次の共鳴が有効に機能している。

解析モデルの断面形状



(a)低域共鳴部 (b)中域共鳴部 (c)高域共鳴部

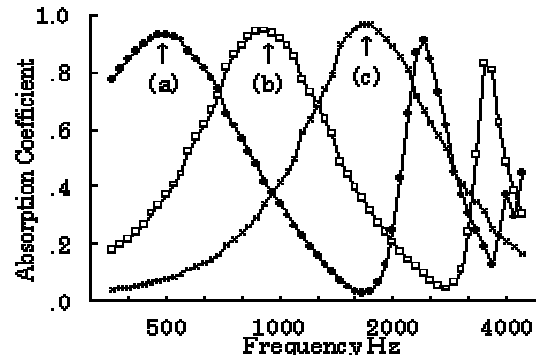


図5 共鳴機構別の斜入射吸音率計算結果

#### 5. おわりに

エコスリットは道路防音用として開発され、道路騒音スペクトルに対して有効に機能するように設計されている。その吸音特性は各部寸法の調整により変化するため、道路騒音以外に対しても適用できる。その際、吸音したい騒音スペクトルに対する平均吸音率を評価値とし、数値計算に基づいた最適化が有効であるといえる。

※エコスリットの道路防音製品は、ニチアス㈱、神鋼建材工業㈱、東京製鋼㈱、日本鋼管ライトスチール㈱の共同開発製品である。

#### 文献

- [1] 廃棄物を出さない道路防音パネル「エコスリット」,ニチアス技術時報 No.323(2001).
- [2] 藤本,藤原,“特殊なリブを持つスリット型共鳴器の低周波吸音特性”,音響学会誌 52,281-288(1996).