



新幹線用アルミニウム製吸音パネル

The Aluminum Noise Absorption Panel for Shinkansen

1. はじめに

東北新幹線の延伸に伴い、新型の新幹線車両が導入されました。現在営業走行を行っている東日本旅客鉄道㈱のE5系です。この新型車両には、東日本旅客鉄道㈱、川崎重工㈱、古河スカイ㈱の3社が新規開発したアルミニウム製吸音パネルが搭載されています(図1)。本稿ではその開発内容について紹介します。

今回の吸音パネルの開発では、吸音性能が目標を満足することはもちろん、十分に軽量で、長期間の走行に対する耐久性など、営業車両として必要な特性が求められました。

2. 吸音設計

走行中に防音壁の外側に放射される騒音が増大するのを抑えるための吸音性能の目標は、高速化しても騒音レベルが大きくなることはないこととしました(図2)。

基本の吸音構造は、高い周波数で効果の大きい多孔質吸音材と、狭い周波数範囲だが低い周波数の吸音も可能な共鳴吸音構造を組み合わせた構造としており、広い周波数範囲において高い吸音性能が得られるようにしました。

強度フレームに使うアルミニウム押出材を、中空ホロー形状にして共鳴穴をあけて共鳴吸音構造としてお

り、強度フレームに剛性だけでなく吸音機能も持たせました(図3)。

共鳴吸音構造を持った中空フレームと、多孔質吸音材を組み合わせた小型モデルを作製して、吸音率測定をすることにより効果を検証しました。その結果、共鳴吸音設計で狙った周波数に吸音率のピークが認められたことから、次に大きさが500×1000mmの実機サイズの吸音パネルを作製して騒音レベルの測定を行いました。その

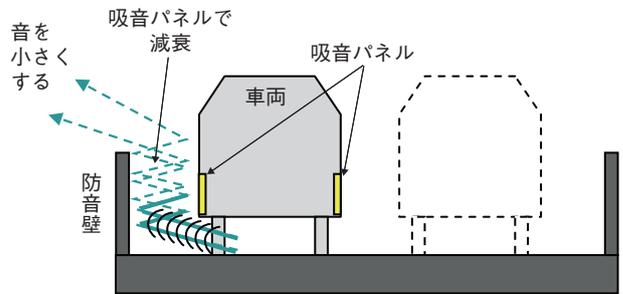


図2 吸音パネルの効果  
Fig. 2 Effect of the noise absorption panel.



図1 E5系の吸音パネル  
Fig. 1 Noise absorption panels applied to E5-series.

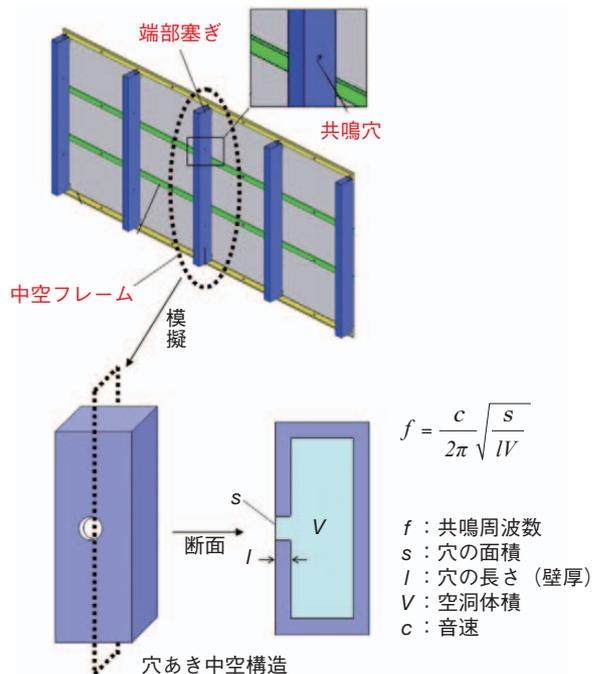


図3 中空フレームの共鳴吸音構造  
Fig. 3 Resonant noise absorption structure of the hollow frame.

結果、実機サイズにおいても共鳴吸音の効果のピークが確認されるとともに、騒音レベルのオーバーオール値（各周波数での音圧レベルを合計した値）が所定の値以下となり、吸音性能の目標を達成できました（図4、図5）。

この他に、雨で濡れる場合を想定した吸水試験や、検査時の再塗装を模擬した再塗装試験などを行い、長期の使用でも吸音性能低下の問題がないことを確認しました。

### 3. 強度設計

#### 3.1 耐風圧

車両側面の吸音パネルには走行時に大きな変動圧力がかかり、このような繰り返し風圧がかかっても破損しないことが求められます。これに対し、風荷重を面圧に変換して強度シミュレーションを行い、変位や応力を計算しました。応力集中が緩和されるように、計算結果を構造に反映させ、最終的に発生応力でも疲労限度を超えない設計とすることができました（図6）。

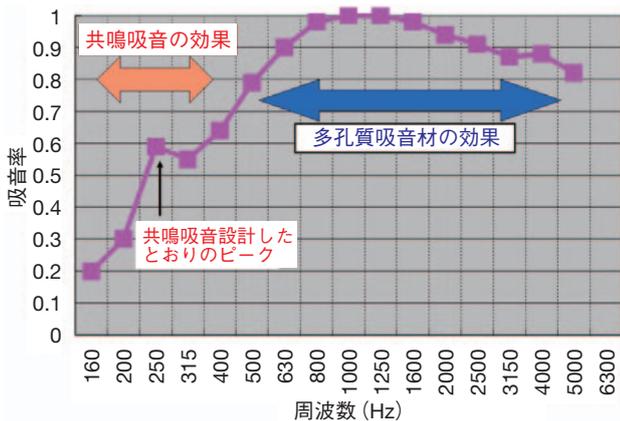


図4 残響室法吸音率  
Fig. 4 Sound absorption rate by reverberation chamber method.

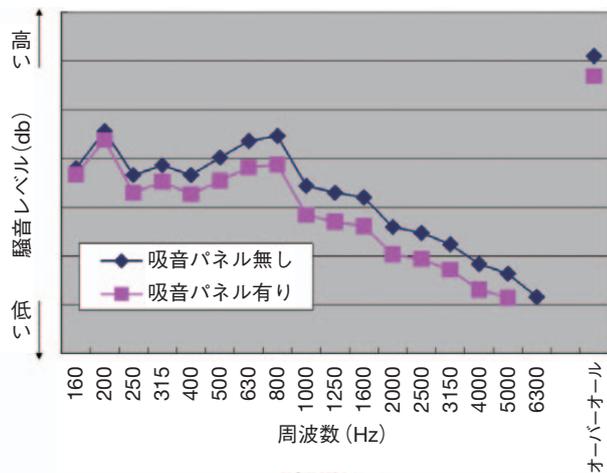


図5 実機サイズの騒音レベル  
Fig. 5 Noise level of the actual size model.

い設計とすることができました（図6）。

#### 3.2 耐飛石

車両側面の吸音パネルには走行時に敷石が高速で衝突する可能性があり、そのような衝撃が加わっても貫通しないことが求められます。

これに対し、裏面パネルの板厚を変えた試験体を作製して、空気砲により所定の速度で“石”を実際に打ち込む試験を行いました。これにより、適正な裏面パネル板厚で、貫通や飛散の無いことが確認できました（図7）。

### 4. 軽量化

環境にやさしい車両とするためには、吸音パネルも含め車両の重量はできるだけ軽くすることが望まれています。このため量産設計にあたり、初期設計されたプロトタイプ構造の部材構成や設計、製造方法の見直しを行いました。

プロトタイプでは、共鳴吸音構造を有するアルミニウ

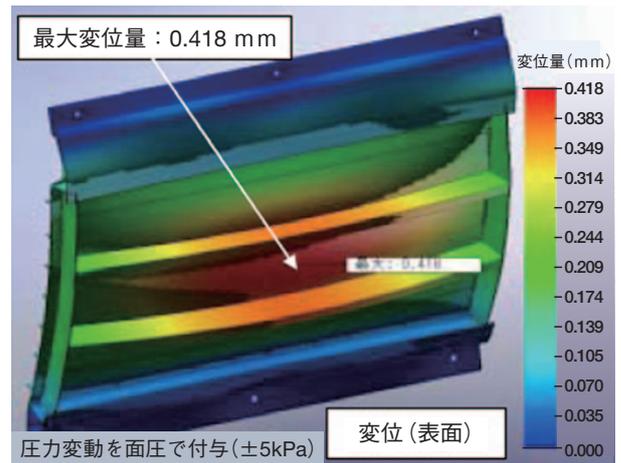


図6 耐風圧の強度シミュレーション例  
Fig. 6 Strength simulation example for wind pressure resistance.

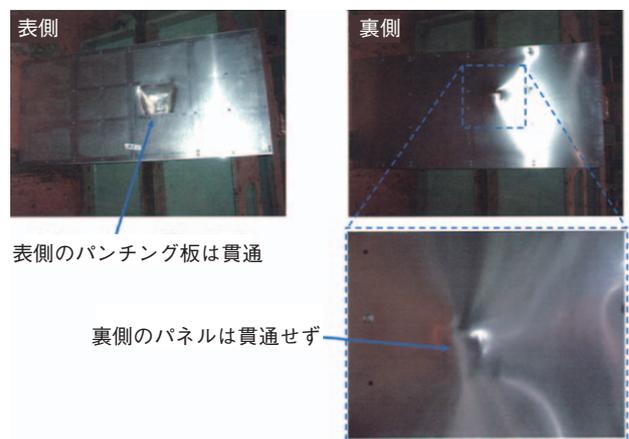


図7 飛石試験後の外観  
Fig. 7 Appearance after the stone bounce test.

ム製中空押出材フレームとパネル部材は別体になっていました。そこで量産タイプでは、吸音性能や強度などの特性は維持したままで、両者を一体化した共鳴吸音フレーム一体型パネルに設計変更し、それをアルミニウム製中空押出材として製造しました(図8)。

また、プロトタイプでは複数のパネルを接合する方法としてMIG溶接を使っていましたが、量産タイプではFSW(摩擦攪拌接合)を採用しました。これにより接合部の重ね代を省略することができ、溶加材を使う必要もなくなりました。

以上のような部材構成や設計、製造方法の見直しにより、吸音パネル全体で、重量を約20%低減することができました(図9)。

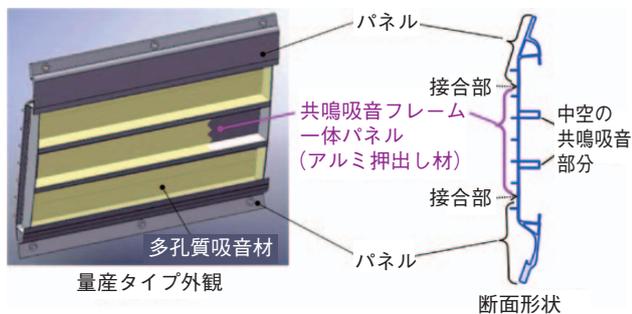


図8 量産タイプの全体構造  
Fig. 8 Overall structure of the mass production type.

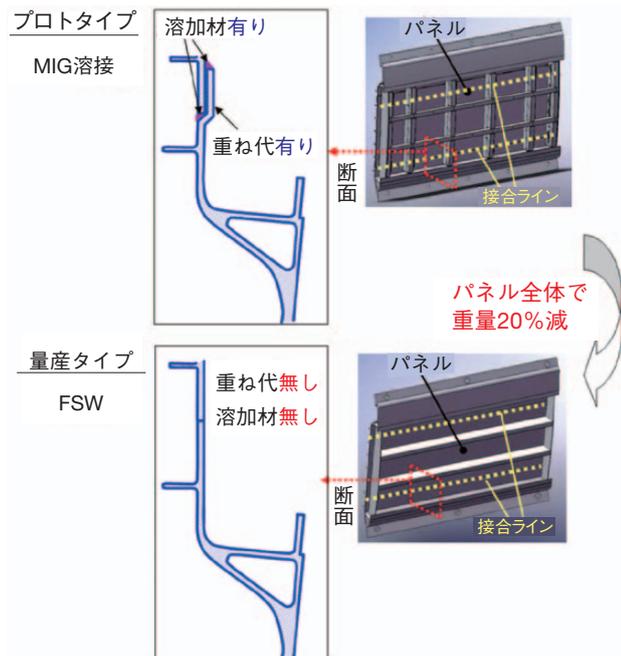


図9 接合部構造の比較  
Fig. 9 Comparison of joint structure.

## 5. 実車走行試験

吸音パネルを実際の車両に取り付けて、長期間の実車走行試験に供しました。長期実車走行試験後で吸音率測定を行い初期特性と比較した結果、吸音性能は大きな差が無いことを確認しました。強度面では、走行試験後の吸音パネルの外観観察で、キズや汚れはあるものの大きな破損が無いことを確認しました(図10)。

## 6. おわりに

開発された吸音パネルは、現在、東北新幹線の新型車両E5系「はやぶさ」、「はやて」、「やまびこ」、「なすの」に採用されています。高速走行する営業車両として車外吸音パネルの搭載は世界初です。

昨今の環境意識の高まりを考えると、今後新規導入される高速走行車両に、開発した吸音パネルが適用される可能性があり、今後の需要増加が期待されます。

なお、本稿は(一社)日本アルミニウム協会発行の「アルミニウム」2012年秋号に掲載されたものを転載しています。

## お問い合わせ先

押出加工品事業部 加工品部

〒101-8970

東京都千代田区外神田4丁目14番1号

秋葉原UDX12階

TEL : 03-5295-3544 FAX : 03-5295-3766

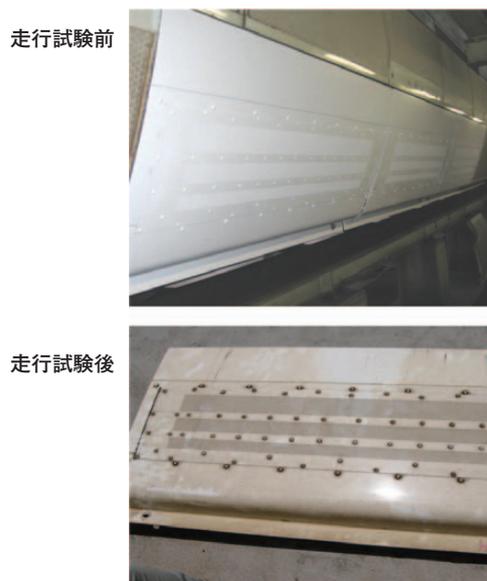


図10 実車走行試験前後の吸音パネルの外観  
Fig. 10 Appearance of the noise absorption panel before and after the actual train running test.