

講演概要 新幹線トンネル緩衝工用 防音ルーバーの開発

明見 正雄¹・栗林 健一²・秋山 保行²
小又 邦昭³・佐々木 均⁴

¹正会員 東日本旅客鉄道株式会社 新幹線統括本部 新幹線設備部 設備土木ユニット
(〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2-2-2) E-mail: myouken@jreast.co.jp

²東日本旅客鉄道株式会社 研究開発センター フロンティアサービス研究所
(〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-479)

³東日本旅客鉄道株式会社 盛岡支社 設備部 工事課
(〒020-0034 岩手県盛岡市盛岡駅前通 1-39)

⁴東日本旅客鉄道株式会社 盛岡支社 盛岡土木技術センター
(〒020-0034 岩手県盛岡市盛岡駅前通 1-41)

新幹線の長大トンネルには、新幹線列車がトンネルに突入や退出する際に発生する微気圧波を低減させるため、緩衝工が設置されている。緩衝工には、側壁部にスリットと呼ばれる窓が設けられており、トンネル坑口での環境対策を検討する際、緩衝工スリット部の影響を考慮した対策工法を検討することが効果的である。

本研究では、トンネル緩衝工スリット部の走行音を対象に、騒音低減装置を開発し、縮小模型試験により形状の検討を行った。検討した形状は十字型に仕切りがあるタイプと水平方向のルーバータイプを試験した。模型試験からルーバーの形状で表面に吸音処理をおこなうと効果的であることが明らかになった。模型試験により最適化した騒音低減装置の効果を確認するため、現地に設置し騒音測定を行った。その結果、騒音低減効果があることを確認した。

Key Words: High-speed railway, Noise, New noise-reduction facilities

1. はじめに

新幹線列車がトンネルに突入や退出する際、トンネル内での走行音が反響し、坑口から周辺に放射された反響音が走行音に加わるため、標準的な高架橋や盛土の区間よりも騒音レベル分布が複雑である。そのため、対策工法を検討する際は、周辺環境や構造物の条件などにあった対策方法を明らかにすることが重要である。

長大トンネルの坑口には、高速列車がトンネルに進入した際に、出口付近で発生する発破音（以下、微気圧波と呼ぶ）の対策として、坑口外方に緩衝工が設置されている¹⁾。緩衝工には微気圧波を低減させるため、側壁部にスリットと呼ばれる窓が設けられている。高速化などのより緩衝工が設置されているトンネルも多く、坑口での環境対策を検討する際、緩衝工スリット部の影響を考慮した対策工法を検討することは効果的である。

本研究では、トンネル緩衝工スリット部の走行音を対象に、騒音低減装置を開発し、縮小模型試験により形状の検討を行った。模型試験から得られた最適化された騒音低減装置に対して、その効果を確認するため、新幹線トンネル坑口の代表的な緩衝工スリット部に設置し、騒音測定を行った。その結果、開発した騒音低減装置により、騒音低減効果があることを確認した。

2. 縮小模型による検討

(1) 試験方法

トンネル緩衝工の 1/25 縮小模型を無響室に設置した（図-1）。試験条件の詳細は参考文献 2 に示す通りである。なお、本試験では線音源をトンネル中央床面に設置した。また、試験結果については、実物対応の周波数に換算し、風波数バンドごとにルーバーによる音圧の差を

求め、実際の周波数スペクトルに加算し評価した。模型は、緩衝工の坑口は模擬しておらず、スリットの影響のみを見ている。

試験体の条件は実際の緩衝工スリットに設置可能でかつ微気圧波に対する性能を確保しつつ、騒音低減可能な形状を検討した。形状は図-2 に示す 3 通りである。窓枠形状のフレームタイプ (A)、内側に格子を有するベーンタイプ (B)、ルーバータイプ (C) である。線路直角方向の長さは実寸法で $L=500\text{mm}$, $1,000\text{mm}$ を想定した。試験体の記号末尾に 500mm タイプを S, 1000mm タイプを L としている。なお、それぞれの騒音低減装置は内側に吸音材が取り付けられている。

(2) 試験結果

a) 形状による影響

各形状における $L=500\text{mm}$ 試験体の結果のコンター図を図-3 に示す。コンター図は、模型実験のデータを整理し、実際の新幹線騒音に対する騒音レベルに修正・予測したものである。スリットから水平方向やや上向きに騒音レベルが高くなっている。騒音低減効果は、フレームタイプは最も高く、ベーンタイプ、ルーバータイプの順に高かった。特にルーバータイプではスリット近傍の騒音も低減された。

線路直角方向の長さの影響を明らかにするため、各試験体の線路直角方向の長さを $L=1000\text{mm}$ とした試験体を実施した。例としてルーバータイプの試験結果のみを図-3 に示す。騒音分布はほぼ変わらず、スリット近傍で若干ではあるが騒音レベルが低下した。



図-1 模型試験の実施状況

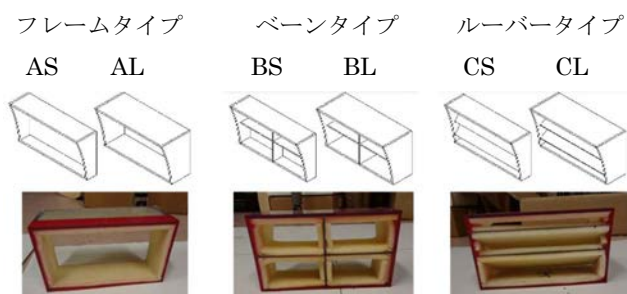


図-2 騒音低減装置の形状

b) 吸音面積の影響

騒音低減装置の表面に配置した吸音材の表面積で整理した結果を図-4 に示す。吸音材の表面積が大きいほど騒音低減効果は高くなっている。またベーンタイプよりルーバータイプの方が、低減効果が 2 倍以上高くなっている。これはルーバーに角度が付いており、騒音発生源であるスリット内部の見通しを遮っているためと考えられる。上記の結果より、スリット内部の見通しを遮るルーバータイプ形状とし吸音面積を多くとる方が効果的である。

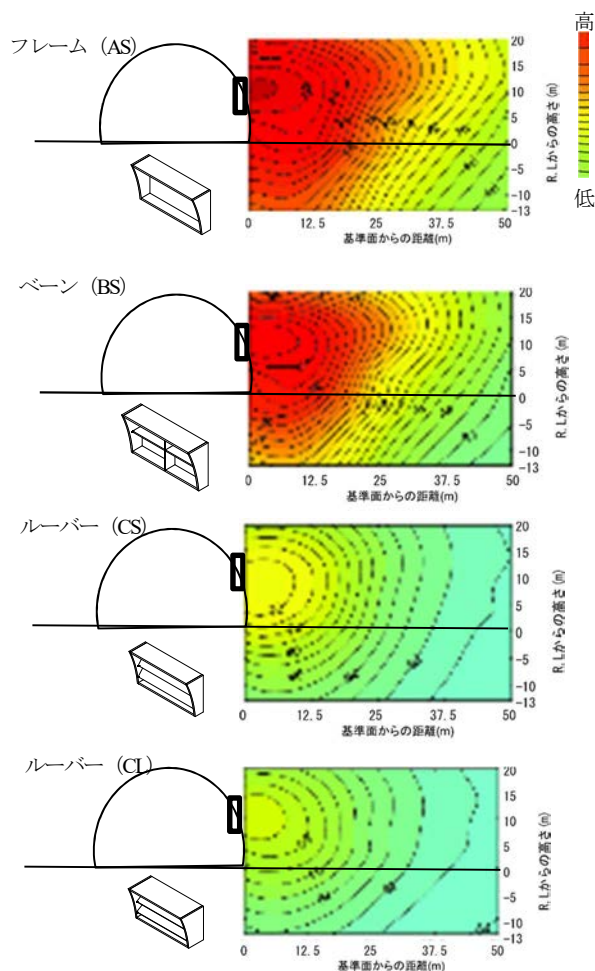


図-3 スリット脇断面の騒音分布

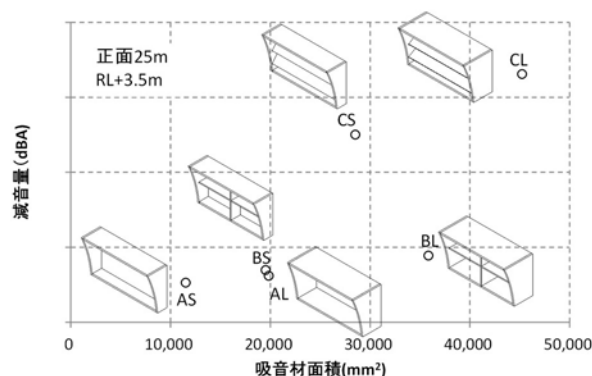


図-4 吸音面積と低減量の関係

3 現地試験

(1) 試験体製作

実際の緩衝工スリット部に騒音低減装置を設置した場合の効果を確認するため、新幹線の代表的なトンネル緩衝工にて、試験体を設置し効果の確認をおこなった。比較のため、騒音低減装置のほか、スリットをすべてふさぐふさぎ板、スリットのままの状態でも測定を行った。

現地試験用の試験体図面を防音ルーバーの形状を図-5に設置状況を図-6に示す。騒音低減装置の形状は2章で述べた通りスリットから内部への見通しを遮り、圧力抵抗が少ない形状を検討した。スリットの枚数と角度、寸法については以下の条件とした。

- ・ルーバー表面積の最大化
- ・標準的な緩衝工の用地内に収まる

騒音低減装置の材質はメタル製でルーバー上面にポリエステル製の吸音材を設置している。ルーバーは受音点から音源となる内部への見通しできないよう角度を付けた設計とした。

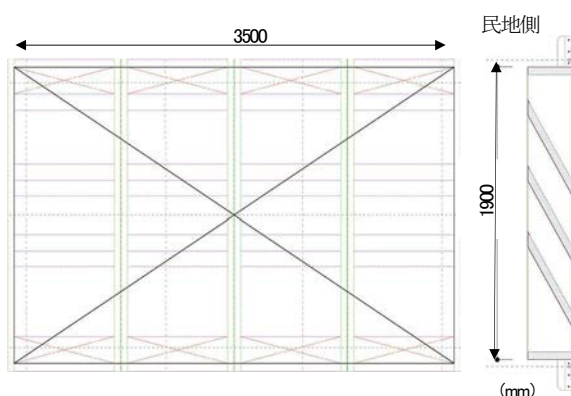


図-5 防音ルーバー形状



図-6 試験体の設置状況

(2) 試験条件

試験体の設置は緩衝工スリット2か所すべてに設置した。測定機器には精密騒音計マイクロフォンを用いた。配置は図-7 のとおりとする。また、騒音低減装置による微気圧波への影響を確認するため、反対側の坑口の線路外に超低周波音圧レベル計で微気圧波を測定している。測定列車は異音等が入っていないデータを近接側・遠隔側それぞれ5本以上取得し評価した(表-1)。

(3) 試験結果

測点ごとの周波数特性を図-8、図-9 に示す。測定点Aでは対策なしに比べ、防音ルーバー及びふさぎ板を設置することで騒音レベルが若干低下した。また、いずれの周波数帯でもふさぎ板と防音ルーバーで大きな違いは見られなかった。

測定点Bでは、対策工なしと比較し、防音ルーバー、ふさぎ板の順で値が低くなった。また防音ルーバーでは250Hz以下の低い周波数帯で、対策工なしと同程度の値となった。これは、ルーバーの圧力を逃がすためにも置けた隙間からからの漏れ音の影響と考えられる。測定点Aでは、測定点Bに比べて、緩衝工坑口からの音の影響を強く受けると考えられる。

坑口反対側の圧力測定では、ルーバーを設置したことによる変化はなかった。これはルーバーの隙間から十分圧力が放出できたためと考える。

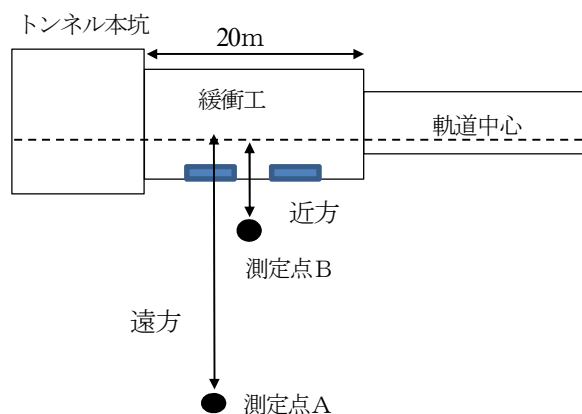


図-7 測定位置

表-1 評価対象列車本数

試験ケース	近接列車	遠隔列車
対策工なし	8本	5本
防音ルーバー	6本	5本
ふさぎ板	8本	8本

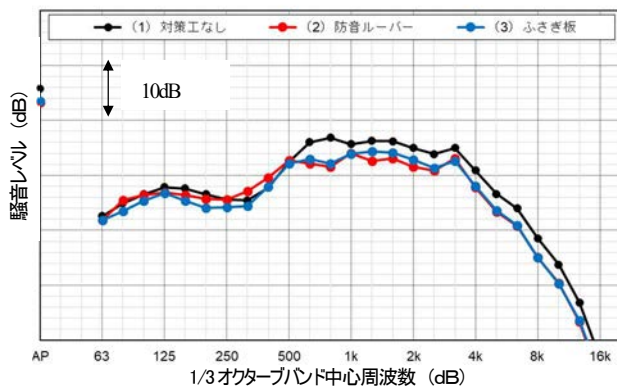


図-8 周波数特性 (測点A)

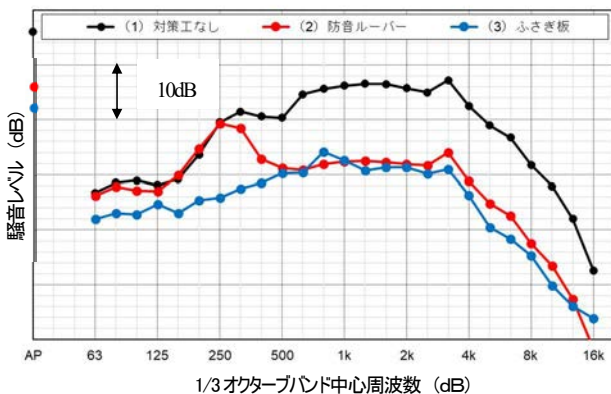


図-9 周波数特性 (測点B)

4 まとめ

縮小模型試験にて防音ルーバーの形状を検討し、現地試験にて評価した。本検討より以下の結果を得た。

- ・トンネル緩衝工スリット部の騒音低減装置として、ルーバー型の装置を提案した。
- ・現地試験からルーバー型の騒音低減装置の有効性を確認した。

参考文献

- 1) 加藤格,篠原良治:「新幹線高速化に伴う地上側環境対策について」, JR EAST Technical Review-No.44, 2013.
- 2) 松沼政明, 栗林 健一, 齊藤 岳季: トンネル緩衝工スリット騒音低減装置の開発, 第 23 回鉄道技術連合シンポジウム S3-2-1, 2016.12.

(Received April 2, 2021)

(Accepted June 4, 2021)

Development of New Noise Reduction Equipment for the Slits on Shinkansen Tunnel Hoods

Masao MYOKEN, Kenichi KURIBAYASHI, Yasuyuki AKIYAMA,
Kuniaki KOMATA, Hitosi SASAKI

Tunnel hoods have been installed to mitigate an explosive sound caused by micro-pressure wave. In general, tunnel hoods of high speed railways have slit windows in their side wall. On one hand these side slit windows are effective for micro-pressure waves but on the other hand, they cause traveling noise from trains to escape from tunnel hoods. In the future, the faster trains travel, the louder pass by noise. In this study, new noise reduction facilities for slit windows of tunnel hoods have been developed. The scale model experiments and filed test in this study proved the effectiveness in noise reduction.