

山陽新幹線トンネル坑口騒音の吸音化工事による効果検証

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○新田琢磨 武田陽二 斎藤英俊 松井精一

1. はじめに

山陽新幹線のトンネル坑口付近では、明かり区間の直接音だけでなく、トンネル坑口で放射される反射音が重なり、防音壁の嵩上げをはじめとした直接音対策だけでは全体騒音が低減しない可能性がある¹⁾。坑口反射音対策としてこれまで既設緩衝工内面の側面に吸音板を設置した試みはあったが、予想された効果を得られなかった。

そこで、既設のトンネル緩衝工内面の上部及び側面部に貼り付けできる吸音板を開発・施工し、トンネル坑口周辺において騒音低減を実現した。これにより、これまで困難だったトンネル坑口騒音対策へ有効な結果を残した。本論文では施工内容および効果について報告する。

2. トンネル反射音の影響

一般に、トンネル坑口周辺の騒音測定点はトンネル緩衝工の内面を見上げる事ができる位置にある。この為、測定される騒音レベルには車両から発生する直接音の他に緩衝工内面から発生した反射音加わる。(図1)

これまで反射音の対策として既設緩衝工の内面に吸音板を設置した事例はあるが、側面部のみの貼り付けであった為、騒音の低減効果は少なかった。

そこで、トンネル緩衝工内面の上部及び側面部に吸音板を設置することで反射音を低減させる事とした。

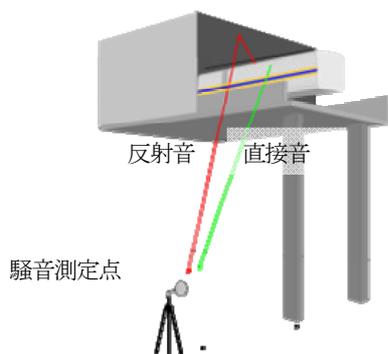


図1 騒音測定点とトンネル坑口の関係

3. 材料の選定

トンネルの緩衝工の内面に吸音板を設置する上で特に注意を払う必要があるのは、吸音材料の飛散防止および吸音板の落下防止、設計荷重の設定等があり、これらを

解消する必要がある。飛散防止について検証を行った結果、弊社がこれまで防音壁用に採用した吸音板は、ウレタン等を代表とする多孔質吸音材を用いたものが主体となっていた。だが、材料の経年劣化により飛散する恐れがある為、吸音板の目視点検や交換などを実施し、そのリスクを抑えている。しかし、緩衝工内面へ吸音板を取り付けた場合、点検・交換は容易ではない事から、今回は経年劣化の少ない背面空気層を利用した吸音板を採用した。次に、落下防止については、吸音板の設置に際して、既設のトンネル緩衝工の主構に梁(H鋼)を線路方向と並行に取り付け、梁にL型のアンクルと一体となった吸音板を送り込み、ボルトで梁と固定する方法を採用した。なお、使用するボルトについては緩み止めナットを用いることで吸音板の落下を防止し、安全性を高めている。(図2)

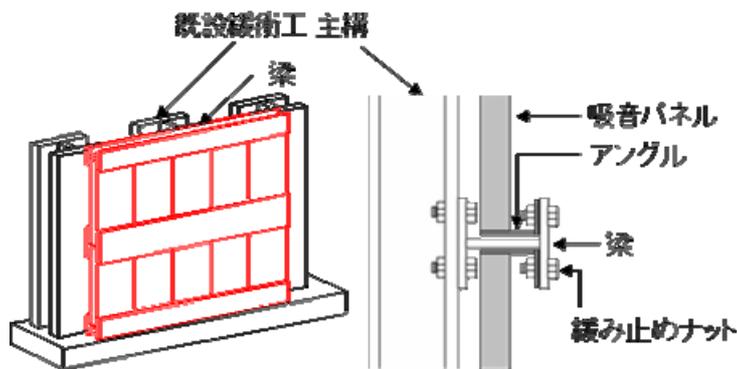


図2 緩衝工吸音板設置イメージ

また、トンネル緩衝工内面に設置する吸音板の設計荷重については、新幹線通過による圧力変動を考慮する必要があった。高速で走行する新幹線車両の先頭部および後尾部には圧力場が生まれ、この圧力場が列車と共に移動する事で近傍の構造物に外力を発生させる。トンネル緩衝工の内面に設置する吸音板はこの圧力に対して高い耐久性を要求される。これに対し安全率も考慮した上で、吸音板の設計耐力については、±2.1kN以上とした。完成した吸音板に対して加振回数300万回の耐久試験を実施し、吸音性能および材料変形に対する耐久性に問題のない事を確認している。

キーワード 新幹線 騒音対策 トンネル坑口騒音 吸音板 緩衝工

連絡先 西日本旅客鉄道株式会社 新幹線管理本部 施設課 環境対策室 TEL 06-4805-7169

4. 施工順序

緩衝工内面の天井裏面部（高さ約8.5m）に吸音板設置する場合の施工の概略を説明する。まず、吸音板の取り付け箇所の真下に足場を組み上げ、足場の頂上には材料を吊り上げる為のチェーンブロックを用意する。次に線路の外方からトンネル坑口付近までクレーンで吸音板とH鋼を搬入し、足場までは人力で運搬する。吊り上げた材料を先述の取り付け方法によって取り付け、緊締トルクの確認を行い、足場を解体する。

施工は新幹線の走行していない夜間の内予め設定した数時間の間合いで行う必要があり、仮設足場の設置および解体に時間を要する。こういった特殊な条件の下、完成に至るまで数ヶ月要した。図3に完成後の写真を示す。



図3 緩衝工内面吸音板設置後の様子

5. 対策効果の検証

吸音板設置による騒音低減を評価する為、トンネル坑口付近に複数の測定点を設け、施工断面ごとに騒音測定を行い、対策効果の検証を行った。(図4)



図4 測定箇所とトンネル坑口の関係図

今回の施工によりトンネル坑口周辺の騒音測定において最大約4dBの騒音低減効果を確認した。(図5)

また、緩衝工の内面を望むことができる測定点①④⑤⑥の騒音低減量(3~4dB)は、緩衝工の内面を望む事のできない測定点②③の騒音低減量(1.5dB)に比べ大きくなっている。これは緩衝工の吸音化により、坑口周辺の騒音が低減した事に加え、内面を望む事のできる地点で

は、直接測定点に到達する反射音を低減した事で騒音低減効果が大きくなったものと推察する。

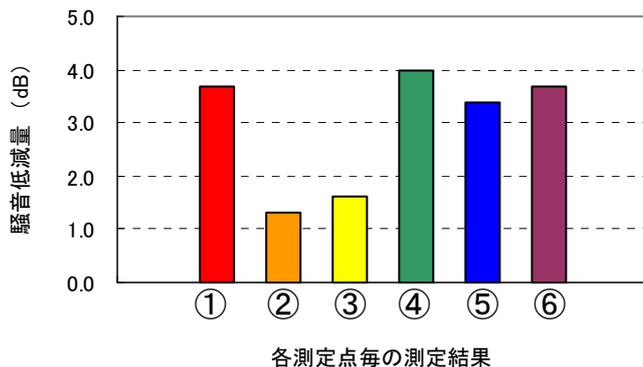


図5 吸音板設置による各測定点の騒音低減効果

6. まとめ

本施工では、トンネル坑口騒音のうち、反射音の対策として既設緩衝工の内面に吸音板を設置するのが有効であり、坑口騒音全体の騒音レベルが最大約4dB低減できたことを確認した。

7. 今後の検証

今後の材料の設計強度の見直しや軽量化による工事の簡素化を踏まえ、現在主流であるN700系車両がトンネル緩衝工を300km/hで通過する際に作用する圧力測定を実施した。その結果、緩衝工に作用する最大圧力は正圧1.50KPa、負圧-1.00KPaであることを確認した(図6)為、今回の設計強度がやや過剰であった事を確認すると共に、吸音板の改良を計画している。

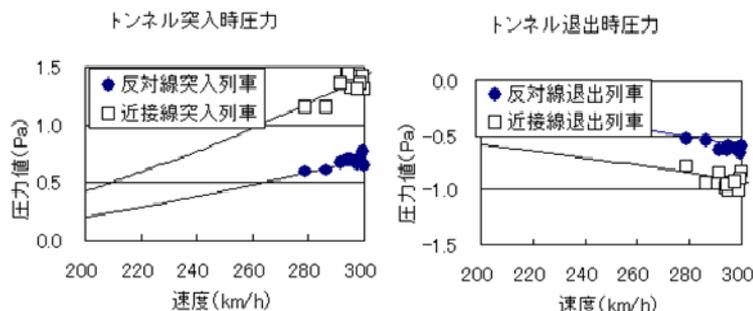


図6 トンネル緩衝工圧力測定結果

また、今回の施工では緩衝工の主構同士を接続している部分には、部材が介在する為吸音材の梁を設置できず緩衝工内面に完全に吸音板を敷き詰める事はできなかった。今後は緩衝工の外壁部を撤去し、吸音板で外壁を形成する方法についても検討を進める

参考文献 1) 長倉 清 トンネル坑口騒音の予測と対策, 鉄道総研報告 Vol. 17, N06 (2003)