

広帯域型トンネル発破消音器の開発と現場適用結果

国土交通省 九州地方整備局 八代河川国道事務所 山下 信一

(株)大林組 正会員 ○本田 泰大 渡辺 充敏 荒川 晃士

木梨 秀雄 伊藤 哲 中村 亮

1. はじめに

トンネル工事の発破音は、衝撃的で非常に大きなエネルギーを発生し、可聴音から低周波音まで広範囲に及ぶ特徴がある。従来の発破騒音対策にはコンクリート製や砂充填式等の防音扉があり、これらは可聴音の対策には有効であるが、低周波音を低減するには扉を複数枚設置したり、重量を大きくする等が必要で、コストや工程面に課題がある。既報の通り、筆者らは低周波音を約 15dB 以上低減する音響管を用いたトンネル発破低周波音消音器¹⁾を開発した。本研究では、低周波音消音器と併用する従来の防音扉に替えて、低周波音から低周波音以外の騒音(ここでは簡単のため 100Hz 以上の音を普通騒音と称する)まで低減出来る発破音消音器を開発した。以下に新技術の概要および山岳トンネル現場での適用事例と低減効果について述べる。

2. 広帯域型トンネル発破消音器の概要

低周波音消音器と併用する普通騒音消音器として、低周波音消音器の開口部(4m×4m)前面に、ダクトの内側に吸音材を貼ったスプリッター型消音器を設置した。長さ 1.8m のダクト(幅 0.4m×高さ 0.8m, 左右壁面に厚さ 100mm の吸音材を貼付)を 60 本重ねた構造とした。写真-1 に広帯域型トンネル発破消音器の設置状況、写真-2 に普通騒音消音器を示す。図-1 のように普通騒音が消音器を通過する際、壁面の吸音材(グラスウール、以下 GW と記す)に吸音され、普通騒音を低減する仕組みである。従来の防音扉は全断面を塞いで音を封じ込める必要があるため、爆風によるガタツキによる二次発生音が生じるという問題があったが、本消音器は爆風を通しながらも低減効果が得られることからガタツキによる二次発生音も抑えられる上、設置面積も低周波音消音器の開口部分(全断面の約 25%)のみで対応できる。また、現場での主な作業はクレーンでの設置作業のみであり、数時間での設置が可能である。なお、開閉は人力で行い、発破時以外は引き戸の様に左右に開放する。

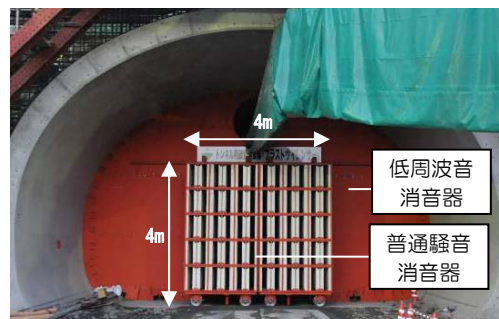


写真-1 広帯域型トンネル発破消音器

3. 適用現場の概要

発破掘削を実施している山岳トンネルで消音器の効果を検証した。適用現場は、熊本3号湯浦トンネル新設工事で、南九州西回り自動車道芦北から津奈木間に延長 1166m のトンネルを新設する。工事概要を表-2 に示す。消音器はトンネル坑口より 5m の地点に設置した(写真-3)。

表-2 工事概要

工事名称	熊本3号 湯浦トンネル新設工事
工 期	平成24年1月28日～平成26年3月10日
工事場所	熊本県葦北郡芦北町花岡地先～ 熊本県芦北町湯浦地先
発 注 者	国土交通省 九州地方整備局
工事管理	八代河川国道事務所 工務第二課
用 途	2車線道路トンネル
工事内容	トンネル延長1,166m (掘削断面積74.5～96.5㎡),坑門工2基

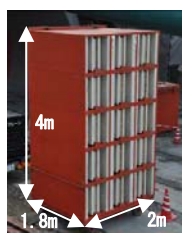


写真-2 普通騒音消音器(片側)

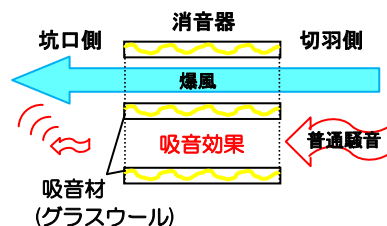


図-1 消音原理のイメージ



写真-3 坑口部の状況

キーワード トンネル、発破音、消音器、広帯域、吸音材

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組 技術研究所 環境技術研究部 TEL042-495-1014

4. 消音器の効果の検証

消音器の設置前後の騒音測定により、消音器による低減効果の検証を行った。図-2 に測定時の切羽、音源と測定点の位置関係を示す。測定箇所は、発破音が消音器を通過して放射される坑外 30m 点とした。音源はトンネル発破音と、発破音を模した広帯域の衝撃性疑似音源^{2,3)}の2種類を用い、消音器の設置前後で測定を行った。表-3 に測定時の発破諸元を示す。切羽の状況により各発破の火薬量、発破条件が異なるため、消音器の設置前後で計4回測定し、バラツキの影響を排除して低減量をもとめた。

5. 測定結果

図-3 に騒音測定から得られた消音器の騒音低減効果を示す。低減効果は、消音器設置前後の音圧レベルの差(挿入損失)として算出した。発破音と疑似音源による測定を行い、暗騒音の影響を受けた周波数帯域を除いて低減効果とした。点線の○は1/3 オクターブバンド分析結果を、実線の●はオクターブバンド分析結果を示す。1/3 オクターブバンド分析結果では 100Hz 帯域を除く 16Hz～5kHz 帯域で約 10～30dB、オクターブバンド分析結果では 16Hz～4kHz 帯域で約 10～25dB の低減効果が得られた。参考として図-3 に防音扉の挿入損失測定結果⁴⁾を実線の×で示す。消音器の低減効果は 16Hz～4kHz 帯域で防音扉よりも同等もしくは大きく、騒音レベルの低減効果も防音扉より 2dB ほど大きい。

6. まとめ

トンネル発破音対策の新技术として広帯域型トンネル発破消音器を開発し、現場に適用して、一部の帯域を除く 16Hz～4kHz オクターブバンドで約 10～25dB の低減効果を確認した。

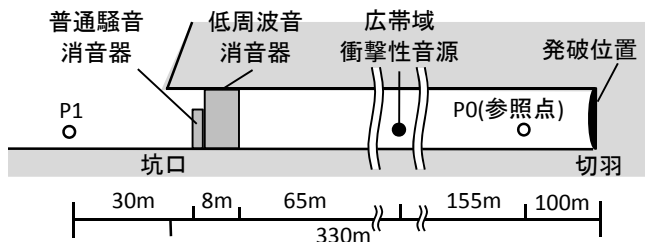


図-2 測定時の切羽、音源と測定点の位置関係

表-3 騒音測定時の発破諸元

	切羽位置	岩盤等級	雷管	全装薬量
消音器設置前	坑口～約330m	D I	DS 電気雷管	約6kg
消音器設置後	坑口～約330m	D I	DS 電気雷管	約5kg
				約7kg
				約7kg

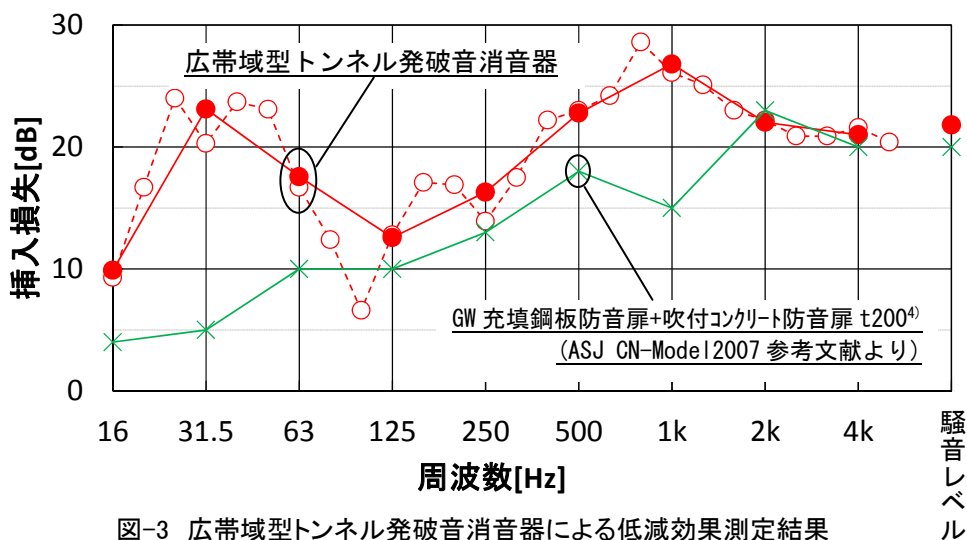


図-3 広帯域型トンネル発破音消音器による低減効果測定結果
(100Hz 未満は発破音による測定結果, 100Hz 以上は疑似音源による測定結果)

参考文献

- 1) 諏訪菌和彦, 本田泰大, 西野俊論, 松野徹, 伊藤哲, 三村聡, “音響管を用いた発破消音器の開発と現場適用事例”, 土木学会全国大会講演論文 pp.123-124, 2012, 9月。
- 2) 土肥哲也, 加来治郎, 佐野昌伴, 西ヶ谷忠明, “模擬発破音発生装置を用いたトンネル発破音の放射指向特性”, 騒音制御工学会講演論文集, pp185-188, 2005。
- 3) 横田考俊, 土肥哲也, 牧野康一, 岡田恭明, 吉久光, “広帯域・高音響エネルギーレベル衝撃性音源の開発と伝搬実験への適用”, 日本音響学会講演論文集(春), pp819-820, 2007。
- 4) 日本音響学会建設工事騒音予測調査研究委員会, “建設工事騒音の予測モデル” ASJ CN-Model2007, 音響学会誌, 64, pp229-260, 2008。