

硬質地山におけるトンネル発破消音器を用いた環境配慮施工事例

国土交通省 近畿地方整備局 豊岡河川国道事務所 大和田 正樹
 (株) 大林組 久斗トンネル工事事務所 正会員 ○八木 隆之 谷口 信博
 (株) 大林組 技術研究所 正会員 本田 泰大

1. はじめに

久斗トンネル工事（以下、本工事）は、兵庫県豊岡市から養父市にかけて建設される八鹿日高道路（全長 9.7 km）のうち、延長 1,469m のトンネルを構築する工事である。坑口周辺は閑静な住宅地域で、最近接家屋までの距離は約 80m であった。一方、現場の地山強度は 140N/mm² 以上と硬質であり、工期内のトンネル完成には昼夜に渡る発破が必要だったが、発破音は広帯域かつ非常に大きい騒音で、特に低周波音は窓ガラスや扉のガタツキ等の原因となる可能性がある。

本現場では低周波音の管理値（100dB）を設定し、本格的な発破掘削開始時に管理値を満足できるよう対策工の検討を行い実際に適用した。以下に対策工の検討結果と現場での適用結果について述べる。

2. 発破低周波音対策工の検討

本工事では低周波音対策工の検討以前に、試験発破を行いながら騒音の管理値（60dB）に対する騒音対策工の検討、設置を行ってきた。表-2 に低周波音対策以前の試験発破の結果と騒音測定結果を示す。測定位置は坑口から約 80m の位置にある最近接家屋付近とし、騒音管理値以下となるまで発破騒音対策として従来から用いられている防音扉を増設しながら測定を行った。騒音値は防音扉 1 基で 87dB だったが、3 基まで増やすと 49dB となり、管理値 60dB 以下となった。一方、低周波音は防音扉 3 基の時 103dB と管理値を超過していたため、低周波音対策工の検討を行った。

低周波音の対策方法として、従来の防音扉を新たに追加する方法と、トンネル発破低周波音消音器（以下、消音器とする）を用いる方法について検討した。消音器は既報の音響管を用いたトンネル発破低周波音消音器¹⁾²⁾とした。防音扉 3 基設置時の騒音測定結果に、防音扉と消音器追加による低減効果を加味し、各対策工実施時の低周波音を予測した。なお、防音扉追加時の低減効果は、防音扉が複数設置されていた既存現場での測定結果より設定した。

表-1 工事概要

工事名称	八鹿日高道路久斗トンネル工事
工 期	平成26年6月11日～平成29年3月31日
施工場所	兵庫県豊岡市日高町久斗地先～浅倉地先
発 注 者	国土交通省近畿地方整備局
主要工種	トンネル（NATM）
主要数量	トンネル延長：1,469m （仕上断面：78m2）

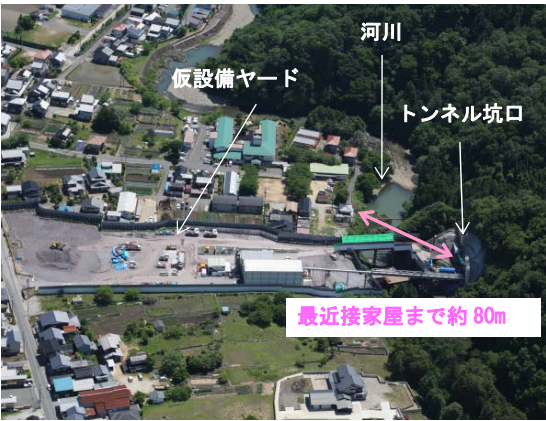


写真-1 坑口周辺の状況

表-2 低周波音対策以前の試験発破と騒音測定結果

	総薬量	掘削長	騒音/判定 (管理値60dB)	低周波音/判定 (管理値100dB)
防音扉1基	34.4 kg	38.0 m	87 dB / NG	112 dB / NG
防音扉2基	35.0 kg	85.4 m	81 dB / NG	106 dB / NG
防音扉3基	99.2 kg	329.8 m	49 dB / OK	103 dB / NG



写真-2 トンネル発破低周波音消音器

キーワード トンネル、発破音、低周波音、消音器、音響管、1/4 波長
 連絡先 〒530-8520 大阪府大阪市北区中之島 3-6-32 (株) 大林組 大阪本店 土木事業部工事第一部 TEL06-6456-7029

図-1 に低周波音対策工設置時の予測結果を示す。低周波音対策前の予測結果は 102dB だったのに対し、防音扉追加時は 102dB、消音器追加時は 98dB となり、防音扉追加時と対策前は同じ値となった。これは従来の防音扉はその重さにより低減効果を得ていたため可聴音の対策には有効であるが低周波音の低減効果は小さいこと、また低周波音対策前にすでに防音扉 3 基が設置されており低周波音が卓越していたことが原因として挙げられる。一方、消音器は音響管の共鳴現象を利用し、発破音の逆位相となる反射音を生じさせることにより、発破音の低周波音を管理値以下の値まで低減可能となると予想された。

3. 消音器設置前後の低周波音測定結果

上記検討結果を踏まえ、本格的な掘削開始前に消音器を設置し、その前後の低周波音を測定した。測定場所は試験発破時と同様坑口から約 80m の最近接家屋付近とした。消音器設置後は継続的に測定を行ったが、その間の掘削長は約 TD330m～TD1040m (L=710m)、総薬量は約 50kg～150kg だった。図-2 に消音器設置前後の低周波音測定結果を示す。低周波音測定値は消音器設置後 92～99dB の範囲に分布しており、全て管理値 100dB 以下となっていた。

4. まとめ

硬質地山のトンネル掘削のため発破が必要な現場において、坑口周辺の住宅地域に対する音環境配慮のため、低周波音対策工の検討を行った。予測の結果、従来型の防音扉よりも有利であった消音器を設置し、対策実施前後の低周波音を測定した結果、対策後は継続的に管理値を満足していることを確認した。

また、消音器設置後は坑口周辺の住宅地域からの苦情がなくなった。消音器が定量的だけではなく定性的にも効果的であったことを確認した。

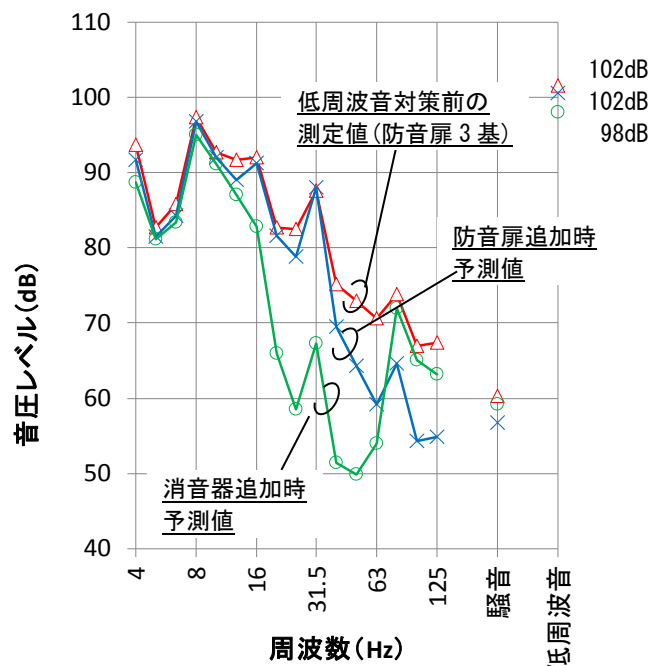


図-1 低周波音対策工設置時の低周波音予測結果

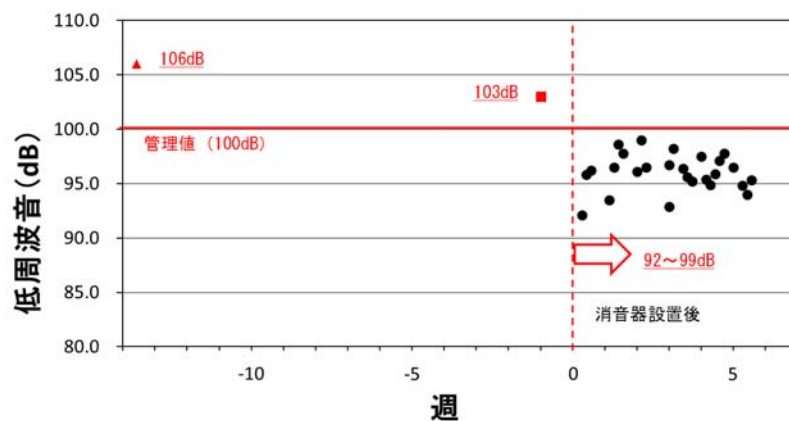


図-2 消音器設置前後の低周波音測定

参考文献

- 1) 諏訪蘭和彦, 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) 山下信一, 本田泰大, 渡辺充敏, 荒川晃士, 木梨秀雄, 伊藤哲, 中村亮, “広帯域型トンネル発破消音器の開発と現場適用結果”, 土木学会全国大会講演論文 pp.825-826, 2013, 9 月.
- 3) 本田泰大, 渡辺充敏, 秋山剛史, 保科孝雄, 伊藤哲, 木梨秀雄, “連続ベルトコンベア対応型トンネル発破低周波音消音器の開発と現場適用結果”, 土木学会全国大会講演論文 pp.821-822, 2016, 9 月.