

トンネル掘削における発破騒音対策について

柳沢 一俊* 吉田 正樹*
 Kazutoshi Yanagisawa Masaki Yoshida
 三浦 正嗣* 高村 浩彰**
 Masatsugu Miura Hiroaki Takamura

1. はじめに

川北トンネル工事で実施した発破騒音対策の概要と、特に効果が得られた防音扉の活用方法について報告する。

2. 現場の概要

工事概要を表一に、現場周辺の状況を図一に示す。現場の特徴として、坑口から96m地点の民家をはじめとする23戸の集落を標高50~100m程度の山が囲み、発破の騒音が反響し易いことが挙げられる。

3. 発破騒音対策と効果

(1) 発破騒音対策

1) 作業時間の調整

以下に示す作業時間および制約等について地域住民の同意を得て、2交代制でトンネル掘削を行った。

- ①作業時間 1の方：6:00~15:00
 2の方：15:00~24:00
- ②制約 発破可能時間帯：6:00~21:00
 ずり出し時間帯：6:00~22:00

2) 発破騒音管理目標値の設定

発破騒音の管理目標値は、火薬学会の提言値をもとに設定し、管理方法とともに住民説明の後、採用を決定した。採用した管理目標値を表二に示す。

3) 騒音測定および住民への聞き取り調査

影響が予想される23戸の民家において、総発破回数545回に対し合計112回の騒音測定を実施し、騒音対策の各段階における対策の効果を検証した。また、聞き取り調査を繰り返さない住民の感触を確認した。

4) 防音設備の設置

発破の防音設備は、住民の感触や騒音測定の結果をもとに検討し、①No.1防音扉の設置、②同扉の改良実施、③No.2防音扉の設置の順に段階的に実施した。

①No.1防音扉の設置：坑口から25m地点で、切羽が

中硬岩優勢になったため、1基目の防音扉を設置し、発破掘削に切替えた。No.1防音扉は、グラスウール15cm + 吹付けコンクリート20cmの構造とし、坑口より10m（切羽から15m）地点に設置した。

②No.1防音扉の改良：発破掘削により45m進行した時点でも騒音、低周波音共に管理基準値を超えていたため、防音扉の改良を実施した。改良は、吹付けコンクリートにより、トンネル壁面と扉を一体構造になるように固定し、扉内部の空間を砂で充填し、吹付けコンクリートで覆った（写真一参照）。また、風管の穴には、発破の際に開閉可能な風管ダンパーを取付けた。

表一 現場の概要

企業先	国土交通省四国地方整備局
工事件名	平成20-22年度 川北トンネル工事
工期	自：平成21年2月21日
	至：平成23年1月31日
設計	パシフィックコンサルタンツ株式会社
概要	・工事延長L=860m トンネル掘削L=580m (NATM 発破) ・幅員W=9.5m ・内空断面積A=61.8㎡ ・覆工L=580m ・坑門工N=2基 ・道路改良工一式 ・仮設工一式
工法	補助ベンチ付全断面工法：CII-b 上半先進ベンチカット工法：DI, DIII(補助工法を含む)
主たる地質	黒色片岩、緑色片岩互層

表二 発破騒音管理目標値

対象	騒音 (dB)	低周波音 (dB)
昼間	100	130
夜間	70	100



図一 現場の状況



写真一 No.1防音扉（改良後）

* 西日本（支）川北トンネル（出）

** 技術研究所地域環境グループ

③ No.2 防音扉の設置：昼夜2交代制への移行に当たって、夜間の管理基準値を満足する必要があるため、更なる低周波音の低減対策が求められたため、2基目の防音扉を設置した。扉の構造は、グラスウール15cm+ラスクパネルとし、設置位置は、坑口より17.5m地点とした(写真一2)。ラスクとは、金属の細片を直接通電加熱・加圧して焼結した多孔質で防音効果のある新素材である。騒音管理目標値との検証によっては、位置を変更する必要があるため、一般的なものより軽く、移動の容易なタイプを試験的に採用した。

(2) 騒音対策の効果

1) 測定結果の整理

No.1 防音扉の改良効果および No.2 防音扉の性能の把握にあたり、測定値は総薬量によって変動するため予測¹⁾にて総薬量を60kgとした騒音および低周波音圧レベルの換算値と比較した(図一3, 図一4)。また、測定値は、地形や障害物が影響するため、測定地点を固定した比較も実施した(表一3)。

2) 対策の効果

この結果から、トンネル内での距離減衰を無視すれば、No.1 防音扉(吹付けコンクリートタイプ)の改良によって、騒音レベルで9.0 dB, 低周波音圧レベルで8.0 dB, 2基目(吸音材充填+ラスク)の設置によって、更に騒音レベルで11.9 dB, 低周波音圧レベルで7.6 dB低減できることがわかった。

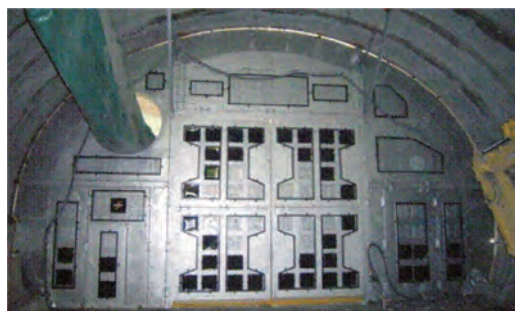
4. まとめ

地域住民への聞き取りおよび騒音測定結果を見ると、もっとも効果が得られた対策は、防音扉の改良であった。一般に、発破の低周波音に対応する防音扉には、面密度の大きなものが採用されている。しかし、ここでは防音扉とトンネル壁面との「隙間を無くすこと」、「しっかり固定すること」に重点をおいた改良で大きな効果が得られており、基本的な対策が防音扉を効果的に活用するためには重要であることが、改めて確認された。また、新素材を取り付けた防音扉の効果についても、確認することができた。今後、引き続き特性を調査することが望まれる。

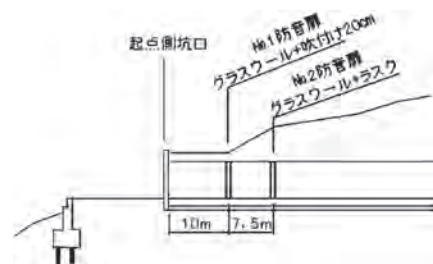
ここまで述べた対策の実施や近隣住民との良好なコミュニケーションにより、ほぼ予定どおりにトンネルの掘削を完了できた。今後の公共工事を円滑に進めるためには、周辺環境の保全に対する一層の取組みが要求される。そのためには、実施した対策の効果を詳細に把握して、その後の工事に活用していくことが重要と考えられる。

参考文献

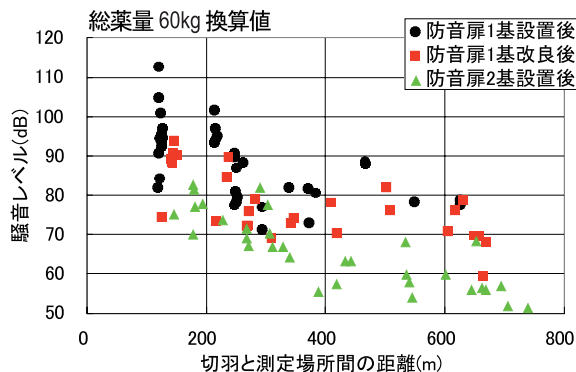
- 1) 船津弘一郎, 内山恒光：トンネル発破の特性と予測, 日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集, 1987.9, pp.57-60.



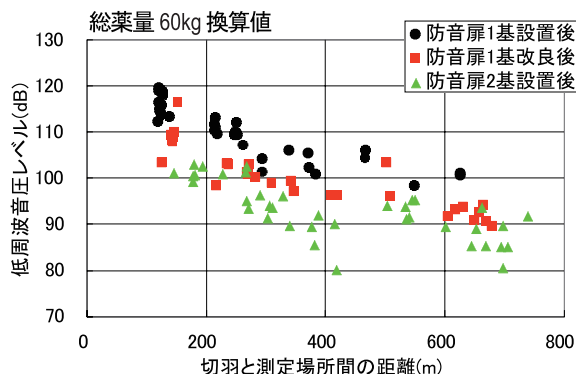
写真一2 No.2 防音扉 (吸音材+ラスクパネル)



図一2 防音扉配置図



図一3 騒音レベルの特性



図一4 低周波音圧レベルの特性

表一3 防音扉の低減効果まとめ

	坑口からの距離(m)	測定回数	1基目改良効果		2基目設置効果	
			騒音レベル (dB)	低周波音圧レベル (dB)	騒音レベル (dB)	低周波音圧レベル (dB)
A氏宅 付近	96	30	7.3	7.3	11.6	7.7
B氏宅 付近	188	14	14.6	9.7	9.7	6.4
C氏宅 付近	225	3	9.2	7.0	11.9	6.5
D氏宅 付近	250	16	9.9	8.3	7.6	8.0
E氏宅 付近	345	5	3.5	9.2	14.9	11.1
F氏宅 付近	440	6	9.2	5.5	15.9	7.0
G氏宅 付近	600	5	9.4	9.2	11.8	6.4
平均値			9.0	8.0	11.9	7.6