

VI-50 砂詰め式防音扉の遮音効果について

五洋建設(株) 正会員 徳永 豊
同 増尾 重義
同 村田 仁史

1. はじめに

近年、建設工事の環境問題は年々厳しさを増しており、また、住民の公害問題に対する意識が高まっている。特にトンネル工事における発破作業においては、都市部に限らず山間部においても周辺に民家が存在する場合は、必ずと言ってよいほど苦情が発生している。通常、トンネル発破に対する騒音対策は、遮音板、制振材および吸音材からなる既製の防音扉を坑口に設置したり、さらに坑口周辺に防音壁を設けている。しかしながら、これらの対策だけでは十分な遮音効果が得られない場合がある。本報告では、発破騒音対策として砂詰め式防音扉を検討し実現場に適用した結果非常に高い遮音効果が得られたので、ここに報告する。

2. 騒音対策の経緯

当トンネル工事の掘削方式は、発破掘削を採用しており本格的な掘削にかかる前に試験発破を実施した結果、周辺住民から苦情が発生した。このため、坑口に既製の防音扉を1基設置したが坑口から380m離れた住宅区域における夜間の発破騒音が60dB近くの値を示したため23時から翌朝 5時まで夜間発破が制限された。この時間制限を解除するために、2基目の防音扉の設置にあたっては夜間発破の騒音が40dB台の値になるような防音扉を検討した。

3. 2基目の防音扉の検討

新規に設置する2基目の防音扉は、1基目の防音扉よりも一層遮音効果をあげる必要がある。このため以下に示す5つの方法について検討を行った。

- ① トンネルアーチ部に吸音材を設ける方法
- ② 音の拡散・収束により低減させる方法
- ③ 既製の防音扉を3基一定間隔で設置する方法
- ④ 鋼板扉の中を真空状態にして音を遮断する方法
- ⑤ 鋼板扉の中に砂を充填して音を遮断する方法

これらの中で工場の機械などから発生する定常的な騒音

の低減には、挿入した吸音材料によって音のエネルギーを吸収し減衰させる①、②の方法が効果的である。

一方、トンネル発破により発生する瞬発的な騒音を低減させるには、吸音よりも遮断の方が構造上適しており、また効果が高い。発破音を遮断する方法としては、③～④の密閉による方法や⑤の質量による方法が考えられ、この中で設置の簡便性、設置期間、設置後の遮音効果などを検討した結果、2基目に設置する防音扉は、図-1に示したような砂詰めによる方法を用いることにした。この方法の特長は、発破によって発生する音のエネルギーを質量の大きい構造体で抑えて遮音効果を上げようとするものである。

4. 砂詰め式防音扉の遮音効果

1基目の坑口防音扉と2基目の砂詰め式防音扉の設置距離については、確たる根拠はないが一般には10m以上離れれば遮音効果があると言われている。今回は現場状況を考慮した結果、坑口から約63m離れた位置に設置した。また、砂詰めの間隔は、設置位置の支保パターンがD I（支保工間隔が1m）であることから鋼板の支保工への取り付けなどの施工面から1mとした。新規の防音扉は、構造体の質量で発破音を低減させる方法であるため、総質量は坑口部防音扉の7トンに対して鋼材関係が14トン、遮音材として使用した砂が117トンの合計 131トンである。

砂詰め式防音扉本体の遮音効果を調べるため、①扉を閉じた状態、②扉を開いた状態での切羽側と坑口側

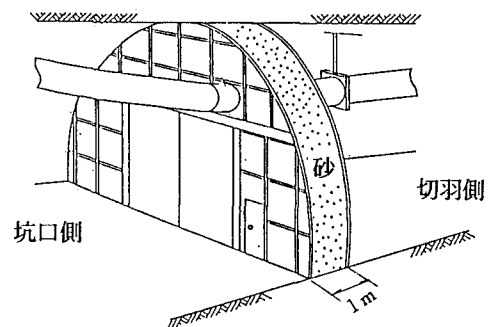


図-1 砂詰め式防音扉

の騒音測定を実施した。測定結果を表-1に示す。測定結果によると、①扉を閉じた状態での遮音量は切羽側と坑口側との差は約24dBにも達しており、砂詰めによる遮音効果が顕著に表れている。この遮音量24dBは坑口に設置した既製の防音扉の2基分に相当するものと考えられる。また、②扉を開いた状態の時でも扉の前後で11dBの遮音があり、かなりの効果が認められた。また、2基目の砂詰め式防音扉設置後は、当初苦情が発生した民家の前（坑口から380m地点）での夜間の発破騒音は45～47dBであり目標とした50dB以下となった。

5. 発破騒音の推定

トンネル発破によって発生する騒音は、音源からの距離や薬量などによってその大きさが異なるが発破振動のような実験式はほとんどない。そこで、砂詰め式防音扉を坑口に移設したのち防音扉の内側で上半掘削の発破騒音を測定し、データ集積を行った。測定した96点のデータを多重回帰分析し、距離D(m)・薬量W(kg)と坑口部（内側）の音圧レベルSPL(dB)の関係を求めた。

$$SPL=459.6-130.5\log(D)+8.1\log(W) \quad (1)$$

式(1)において、音圧レベルの実測値と理論値との相関をみると図-2のようになる。図によると全体にばらついており、特に実測値が90dB以下では理論値の方が大きくなる傾向が認められた。また、ある受音点において坑口から出た発破騒音を算定するには式(2)～(3)がある。¹⁾

$$SPL_1=PWL-20\log(r)-5-(L) \quad (2)$$

$$PWL=SPL+10\log(A) \quad (3)$$

ここに、SPL₁：受音点の音圧レベル (dB)

PWL：坑口におけるパワーレベル (dB)

SPL：坑口における音圧レベル (dB)

r：坑口から受音点までの距離 (m)

L：防音扉、防音壁などの遮音量 (dB)

A：坑口面積 (m²)

式(1)～(3)を用いることによって、事前に周辺地域の騒音を推定したり、防音扉の設計時に遮音量を検討することが可能となる。坑口から380m離れた地点において発破騒音の実測値と算定式から求めた推定値を比較した結果を表-2に示す。比較結果から受音点での推定値は、実測値より4dB小さい値となっている。このことは、坑口から出た実際の発破騒音は距離によって減衰していくが、地形や暗騒音などの周辺状況の影響から減衰が少なかったものと考えられる。

6. あとがき

今回、砂詰め式防音扉を初めて現場に適用したところ非常にいい結果が得られた。今後は他現場への転用を図るために扉の構造をブロック化し、移動・組立が簡単にできるように改良していく必要がある。

（参考文献） 1）日本化薬株式会社：発破騒音に関する技術資料

表-1 防音扉本体の遮音効果

測定位置	切羽側	坑口側	遮音量
①扉を閉じた状態	124 dB	99 dB	25 dB
	115 dB	91 dB	24 dB
②扉を開いた状態	114 dB	103 dB	11 dB
	114 dB	103 dB	11 dB

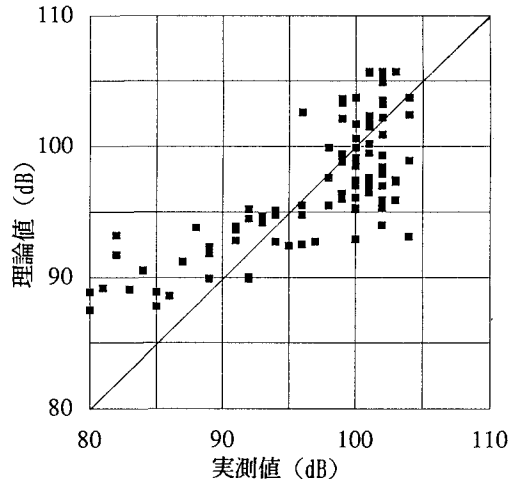


図-2 実測値と理論値との比較

表-2 発破騒音の実測値と推定値との比較

坑口から切羽までの距離	装薬量(kg)	位置	実測値(dB)	推定値(dB)
702 m	66.8	坑口における音圧レベル	102	103
		受音点の音圧レベル	45	41

★ 実測値は夜間発破の騒音、坑口面積は72m²