

発破掘削の低周波音に着目した防音扉の改造

(株) 奥村組 正会員 ○三澤 孝史 稲留 康一
西松建設(株) 正会員 高村 浩彰 平野 享

1. 目的

トンネル工事における発破掘削音は、1日に数回、数秒間の瞬間的な騒音、低周波音であるものの、周辺民家に与える影響が大きいため、対策工として防音扉が用いられる。しかし、特に低周波音については、防音扉で大きく低減することが難しいため、2基、3基と複数の防音扉の設置が必要となる場合もある。

本報では、低周波音の遮音性能を低減させる原因である車両通行部に着目し、既存の防音扉の車両通行部のみを2層式に改造した防音扉について、現場性能試験による遮音性能の検討結果を報告する。

2. 性能試験の方法および防音扉の改造方法

防音扉の遮音性能を正確に計測するため、図-1に示すように防音扉を挟んで坑内側5台ならびに坑外側に広帯域音圧計を設置して計測した。坑内音圧については、防音扉からの反射影響を取り除くために、高村らの手法²⁾によって切羽からの発破音圧と防音扉からの反射音圧を分離する。

性能試験は、一般的に利用されている200mmコンクリート充填型防音扉の標準的な施工状態と、図-2および写真-1に示す坑内側に車両通行部の扉を増設(2層化)し、既存の車両通行部と側面および上面を100mm厚のコンクリート充填パネルで接続する改造を行った防音扉の場合を比較した。

なお、性能試験は、2018年9月3日～10日において高知県発注の国道493号道路災害関連(小島トンネル)工事で実施し、その時の支保パターンD1b-i, T.D.は172.9m～193.9mであった。

3. 性能試験結果

200mmコンクリート充填の防音扉の標準施工と、車両通行部を2層化した改造による音圧レベルの最大値の低減効果を表-1および表-2に示す。防音扉の遮音性能は、坑内側で測定した音圧レベル(低周波音圧レベル、騒音レベル)と防音扉を挟んで坑外側で測定した音圧レベルの差分とする。ただし、坑内音圧は、切羽から坑内を伝搬してきた発破音圧と防音扉から反射した音圧を同時に計測してしまうため、遮音性能の評価としては、入射波(切羽から坑口に伝搬してきた成分だけ)を代表させる。

標準状態に比べ車両通行部2層化の遮音性能は、低周波音圧レベルで10dB、騒音レベルで7dB向上していることがわかる。

坑内音圧ならびに坑外音圧を1/3オクターブバンド分析した結果を以下に示す。図-3および図-4は、標準施工および車両通行部2層化の坑内外の音圧特性を示している。両図より、St.AおよびSt.Eで計測した坑内音圧は、上述したとおり反射波の影響で周波数特性も異なっている。このため、防音扉の遮音性能は、入射波(坑内)と坑外計測結果の差分で周波数帯ごとに評価した結果

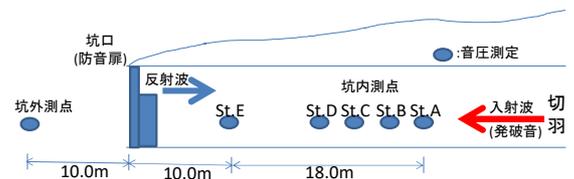


図-1 計測概念図

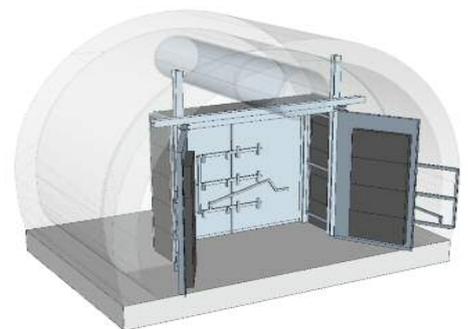


図-2 改造後の防音扉概念図



写真-1 改造後の防音扉

キーワード 山岳トンネル, 発破掘削, 防音扉

連絡先 〒300-2612 茨城県つくば市大砂 387 (株) 奥村組 技術研究所 TEL 029-865-1521 FAX 029-865-1522

を図-5 に示す。これより、標準施工に比べて車両通行部 2 層化で特に低周波数成分で遮音性能が向上していることが読み取れる。さらに、図-6 に車両通行部 2 層化による標準施工からの遮音性能の向上量を周波数帯ごとに示す。これより、20Hz 以下の超低周波音は、窓ガラスや建具のがたつき現象を引き起こす可能性が高く、周辺家屋からの苦情の主要な原因になっているが、車両通行部を 2 層化する改造は特に 10Hz 以下の成分に対して高い遮音性能を有していることがわかった。

4. まとめ

車両通後部を 2 層化する改造は、リース材として利用されている一般的な防音扉の車両通行部だけを 2 層式とするため、比較的安価に設置できること、一般的な防音扉 1 基相当の省スペースに若干の組立て時間の追加で実施可能であるにもかかわらず、防音扉 2 基設置時とほぼ同等の遮音性能が得られることがわかった。

参考文献

- 1) 高村浩彰, 稲留康一, 平野享, 塚本耕治: 防音扉の遮音性能と設置方法の関係に関する考察, トンネル工学報告集, 第 27 巻, I_43, 2017.11
- 2) 高村浩彰, 稲留康一, 平野享, 塚本耕治: トンネル坑内における発破音圧特性の測定・評価手法に関する検討, 土木学会論文集 F1 (トンネル工学), Vol.72, No.3, p.I_28-I_35, 2016.

表-1 標準施工状態の遮音性能

測定日時		2018年9月3日	
孔数	装薬量(kg)	17	9.2
		最大低周波音圧レベル (dB)	最大騒音レベル (dB)
坑内音圧	St.A	136.7	114.5
	St.E	136.9	113.5
	入射波	135.0	112.9
坑外音圧	扉から 10m	124.5	95.9
遮音性能 (坑内-坑外音圧)	St.A	12.2	18.6
	St.E	12.4	17.6
	入射波	10.5	17.0

表-2 車両通行部 2 層化改造後の遮音性能

測定日時		2018年9月10日	
孔数	装薬量(kg)	10	4.0
		最大低周波音圧レベル (dB)	最大騒音レベル (dB)
坑内音圧	St.A	142.1	127.8
	St.E	141.6	126.6
	入射波	140.3	126.1
坑外音圧	扉から 10m	119.5	101.8
遮音性能 (坑内-坑外音圧)	St.A	22.6	26.0
	St.E	22.1	24.8
	入射波	20.8	24.3

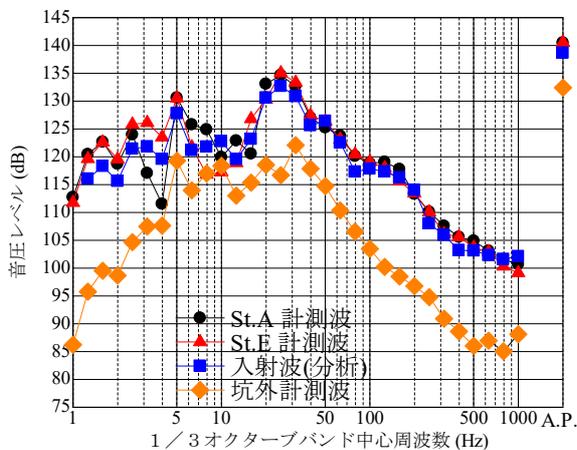


図-3 標準施工状態の音圧特性

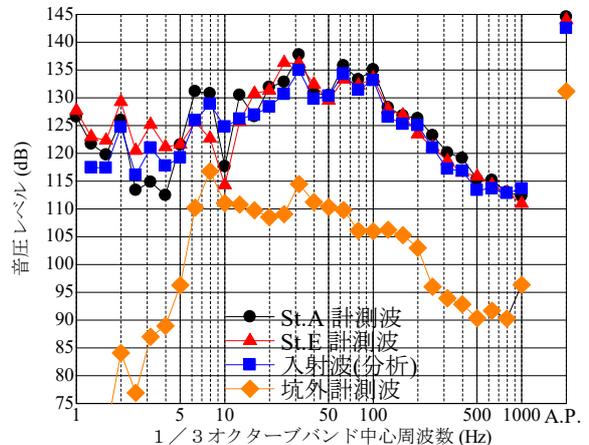


図-4 車両通行部 2 層化改造後の音圧特性

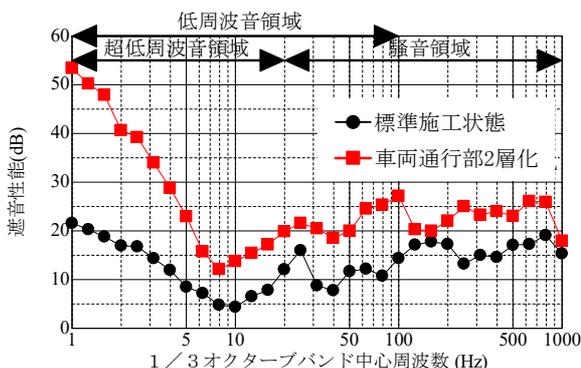


図-5 防音扉の遮音性能に関する周波数特性

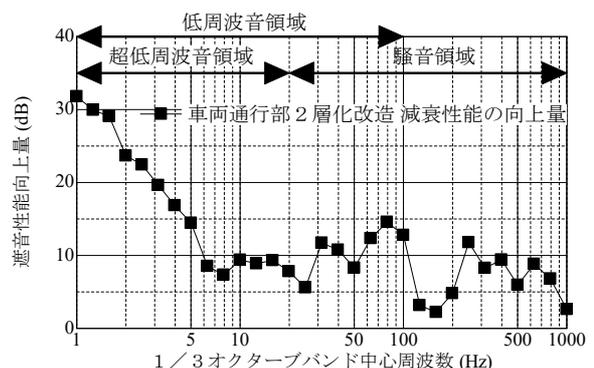


図-6 車両通行部 2 層化による標準施工からの遮音性能向上量