

周波数特性の調整が容易なトンネル発破低周波音低減装置の開発

その3 現場における装置設置実験

大成建設 土木本部 正会員 ○須藤 敏明
 大成建設 建築技術研究所 正会員 増田 潔
 大成建設 建築技術研究所 正会員 田中ひかり

1. はじめに

前報^{1),2)}の結果を踏まえ、実際に山岳トンネル工事現場の二重防音扉間に低周波音低減用に作成したヘルムホルツ共鳴器型吸音体²⁾(以降、レゾネータブロックと呼ぶ)を設置し、ネックの端部が絞られるようにアダプタを装着して、発破時の音圧レベル測定を実施し、その低減効果を測定した。

2. 実験概要

実験場所は、「東海環状三輪トンネル工事」の現場である。実験前から図1に示す防音扉が15m間隔で二重に設置されている。このような状況下で、二重防音扉間にレゾネータブロックを設置する前と後で発破時の低周波音の音圧レベルを測定した。

測定点は図2に示すように切羽側に基準点Sを設け、二重防音扉を透過した低周波音の測定点として扉間にA、B、坑外にC、D、Eを設けた。測定高さは全て1,800mmである。測定時の低周波音圧計の時間重み特性はS(slow)とし、1/3オクターブバンド音圧レベル最大値を計測した。

レゾネータブロックを設置する前と後で、それぞれ4回の発破の計測を行った。発破1回当たりの使用薬量は約25~60kgであった。発破ごとに基準点Sの音圧レベルから測定点A~Eの音圧レベルを引いた特定場所間音圧レベル差を求め、レゾネータブロック設置前後それぞれについて4回の発破の特定場所間音圧レベル差の算術平均値を測定点ごとに算出した。さらに、設置前に対する設置後の特定場所間音圧レベル差の算術平均値の増加分を「レゾネータブロック設置による遮音性能上昇量」として評価を行うこととした。

実験に用いたレゾネータブロックは2種類あり、一つは小型タイプ、もう一つはコンテナタイプである。図3に示すように小型タイプをコンテナタイプの上に積み、トンネルの断面形状に合わせて設置した。小型タイプは800×800×900mmの空洞部に4つのネック部を有する。ネック長さは50mmであり34Hzに共鳴周波数を持つ。コンテナタイプは3,540×2,200×2,100mmの空洞部を長手方向に中仕切りで2分割し、それぞれの空洞部に長さ30mmの18個のネック部を有しており、18Hzに共鳴周波数を持つ。それぞれのネック部には参考文献2に示すアダプタを装着してネックの端部を絞り、二重防音扉間の共鳴周波数12.5Hz帯域および25Hz帯域付近で吸音性能が得られるように設定した。

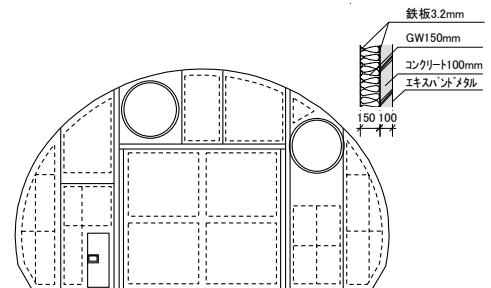


図1 防音扉

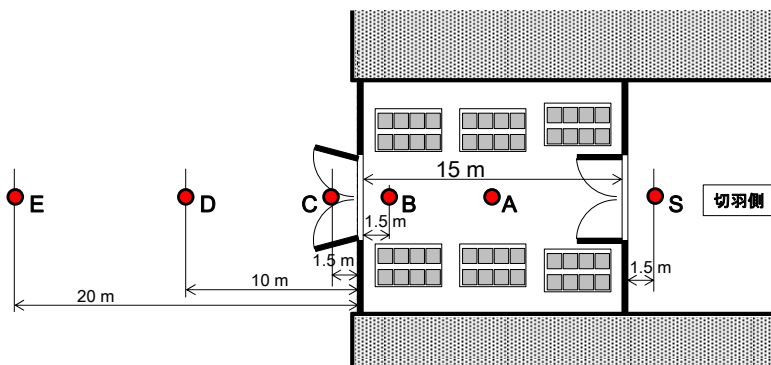


図2 トンネル平面および測定点



図3 レゾネータブロック

キーワード トンネル、発破音、二重防音扉、ヘルムホルツ共鳴器、ネック、絞り

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設(株)技術センター 建築技術研究所 TEL 045-814-7240

3. 実験結果

図4にレゾネータブロックなしの場合の各測定点の音圧レベル周波数特性を示す。二重扉の切羽側Sでは比較的平坦な特性であるのに対し、坑外側のC、D、Eでは12.5 Hzおよび25 Hz帯域に生じている。これは二重扉間の共鳴の影響であり、それぞれ扉間距離が1/2波長、1波長と一致する周波数帯域である。

二重防音扉の遮音性能を意味する特定場所間音圧レベル差(測定点S-C間)を図5に示す。この図のレゾネータブロックありとなしの差がレゾネータブロック設置による遮音性能上昇量である。図6に測定点A~Eにおける遮音性能上昇量を示す。どの測定点においても遮音性能は上昇し、特に防音扉間の共鳴の影響があった12.5 Hzおよび25 Hz帯域で大きな遮音性能上昇量が得られ、最大10 dB程度の遮音性能向上が確認できた。

得られた遮音性能上昇量を発破音の音圧レベルから差し引いた結果を図7に示す。レゾネータブロックなしの結果と比較すると、防音扉間の共鳴によって音圧が高かった周波数帯域において特に音圧レベルが低減したことが分かる。なお、レゾネータブロックの共鳴周波数以外の周波数においても低減効果が見えるが、これはレゾネータブロックの筐体面材の板振動による吸音効果が得られているためと考えられる³⁾。

4. おわりに

二重防音扉の間隔は現場ごとに異なるため、扉間の共鳴によって遮音性能が低下する周波数も異なる。したがって、扉間隔に応じてレゾネータブロックの共鳴周波数を調整することが必要となる。今回の現場実験で、簡易に装着可能なアダプタを用いることで、レゾネータブロックの共鳴周波数を変化させ、発破音を低減できることを示した。今後、様々なトンネルで検証を続ける予定である。

参考文献

- 1) 増田他, 周波数特性の調整が容易なトンネル発破低周波音低減装置の開発 その1, 土木学会年次学術講演会講演梗概集, 2016.9
- 2) 田中他, 周波数特性の調整が容易なトンネル発破低周波音低減装置の開発 その2, 土木学会年次学術講演会講演梗概集, 2016.9
- 3) 田中他, 二重防音扉を利用したトンネル発破時の低周波音低減に関する研究 その2, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 2014.9

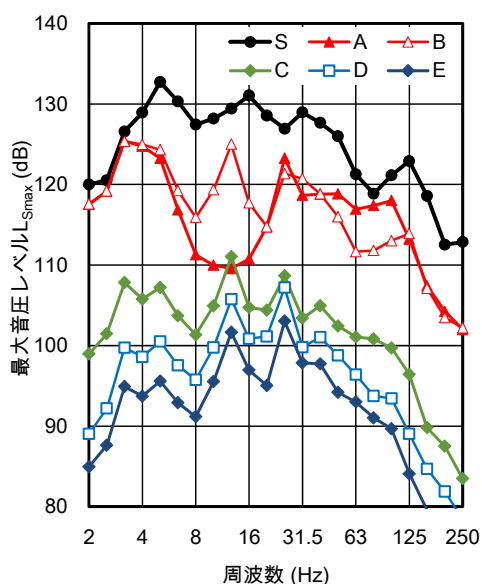


図4 発破音の音圧レベル

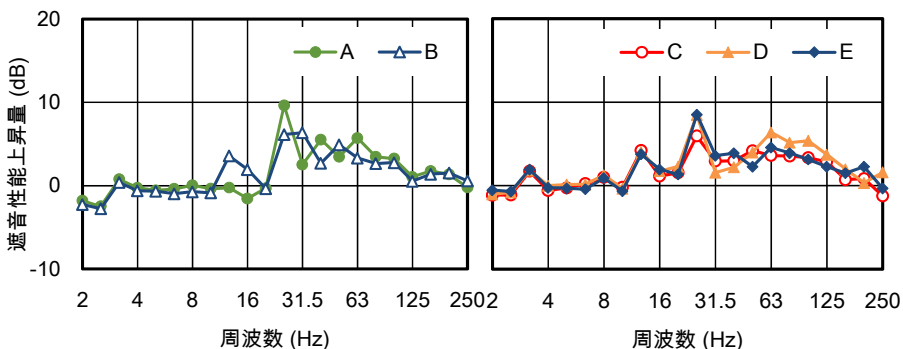


図6 レゾネータブロック設置による遮音性能上昇量

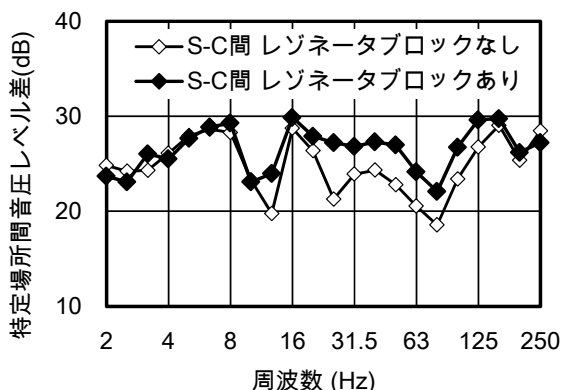


図5 特定場所間音圧レベル差(測定点C)

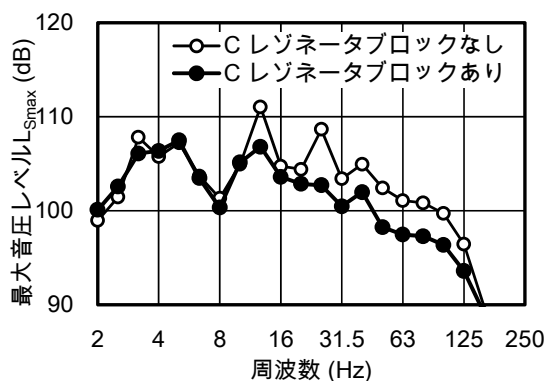


図7 レゾネータブロックによる音圧レベル変化(測定点C)