

両端開口管による低周波音低減装置の現場実証実験

(株) 錢高組

正会員 ○ 角田 晋相

(株) 錢高組

正会員

笠水上 光博

(株) アイ・エヌ・シー・エンジニアリング

石橋 知大

1. はじめに

山岳トンネルの施工においては、近隣への環境対策として発破に伴う騒音の低減が求められる。現場では、騒音対策としてトンネル坑口に防音扉を設置するが、低周波音に対して効果を期待するには複数の扉が必要になるなどコストアップの要因になっている。

筆者らは、消音原理として開管の共鳴に着目した両端開口管による低周波音低減装置「サイレンスチューブ」を開発し、縮尺モデル実験で効果の検証を行った¹⁾。

ここでは、開発したサイレンスチューブを高松自動車道志度トンネル工事に導入し、現場での適用性および低周波音の低減効果を確認した現場実証実験について報告する。

2. 低周波音低減装置の概要

図-1 に装置のイメージを示す。サイレンスチューブは、U 字形状の両端開口管として開口面を同一断面上に配置することで、同位相の音圧を管内に入射させて共鳴により音圧低減を図る消音装置である。

サイレンスチューブの写真を図-2 に示す。音圧の低減対象となる周波数は管の長さに関係するため、鋼製型枠による組立式にすることで管の長さを調整できるようにして現場の状況に柔軟に対応できるようにした。

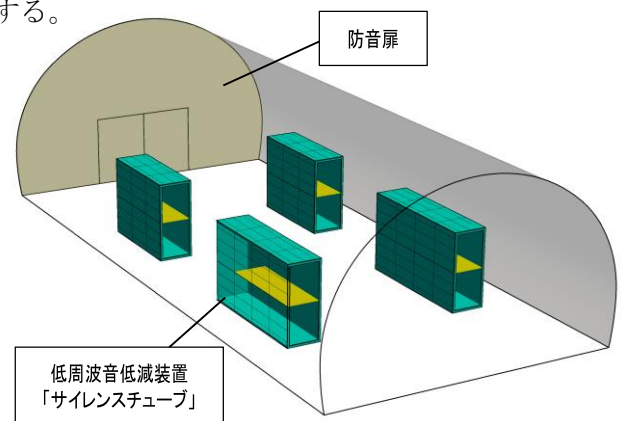


図-1 低周波音低減装置の概要

3. 現場実証実験

1) 低周波音低減装置の仕様

現場では、音圧の低減対象として 16Hz と 20Hz の周波数帯に効果が得られるよう 2 種類の長さのサイレンスチューブを製作した。

サイレンスチューブの開口面には、音圧低減効果を向上させるために、通気抵抗体としてポリエステル繊維の不織布を設置した。

トンネル坑内のサイレンスチューブ配置図を図-3 に示す。坑内の縦断方向には、消音効果が効率よく得られるように開口面と防音扉との離隔が対象周波数の 1/2 波長の倍数となるように配置した。

横断方向の配置は、工事用車両の通路を確保した上でトンネル内空断面に対して開口面積がそれぞれ 10%となるようにした（図-4）。



図-2 サイレンスチューブ

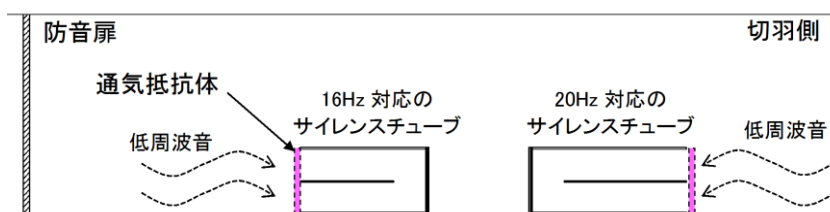


図-3 サイレンスチューブ配置図



図-4 坑内の配置状況

キーワード 発破音、山岳トンネル、共鳴器

連絡先 〒102-8678 東京都千代田区一番町 31 (株) 錢高組 TEL:03-5210-2440 FAX:03-5210-2461

表-1 音圧計測ケース

計測ケース	サイレンスチューブ設置	火薬量 (kg)	掘削延長 (m)
CASE-1	前 (防音扉のみ)	88.2	243.6
CASE-2	前 (防音扉のみ)	38.6	244.8
CASE-3	前 (防音扉のみ)	70.6	249.6
CASE-4	前 (防音扉のみ)	86.6	254.4
CASE-5	前 (防音扉のみ)	27.0	256.8
CASE-6	設置後	62.4	307.2

2) 音圧計測計画

現場での音圧低減効果を確認するため、サイレンスチューブを設置する前後で発破時の低周波音計測を実施した。計測点はトンネル坑外とし、防音扉の外側と防音扉から 200m 離れた位置とした。

音圧計測ケースを表-1 に示す。トンネル掘削の発破に使用する火薬量は毎回異なるため、現場実証実験では、サイレンスチューブ設置前(防音扉のみ)のケースを複数回計測し比較することとした。

計測時の掘削延長については、防音扉のみの計測期間中に地山の状況に変化が生じたため、同様の地山での発破で比較できるようにサイレンスチューブ設置後の計測は 60m 程度切羽が進んだ時点で行った。

また、トンネルの内空幅以上の波長(約 10.5m)については断面方向に音圧分布を持つことが考えられ、図-6 に示すように計測点を 1 点に固定した計測では音源からの距離が異なると評価が困難となる。そのため、今回の計測では 32Hz (≒340m/s/10.5m) 以下の周波数について評価を行うこととした。

3) 計測結果

防音扉の外側における各ケースの計測結果を図-5 に示す。音圧低減を図った周波数付近では、サイレンスチューブを設置することで音圧レベルが低くなっていることが確認できた。

設置前のケース(CASE-1~5)において、16Hz 帯と 20Hz 帯の火薬量と音圧レベルの関係を図-7 に示す。低減対象の周波数帯では、火薬量によらずほぼ同様の音圧レベルとなっていた。

そこで、設置前のケースについては、各周波数の音圧レベルを平均化しサイレンスチューブ設置後のケースと比較した。

各計測点での周波数毎の音圧レベル比較を図-8、図-9 に示す。サイレンスチューブの設置により、各計測点とも低減対象の周波数帯で 4~7dB の音圧を低減できていることが確認できた。

4. まとめ

現場実証実験により、現場での適用性および実機での低周波音低減効果を検証することができた。

今後は、周辺への環境対策技術として積極的に現場適用を行い、実績を積み重ねるとともにデータを蓄積することでより詳細に効果の検証を行っていききたい。

【参考文献】

1) 角田他: 両端開口管を用いた低周波音低減技術の研究、土木学会第 70 回年次学術講演会 pp1501-1502、平成 27 年 9 月

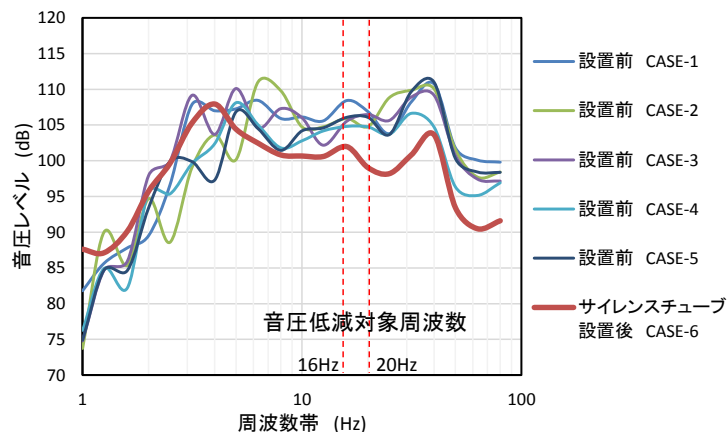


図-5 防音扉外側での計測結果



図-6 防音扉外側での計測状況

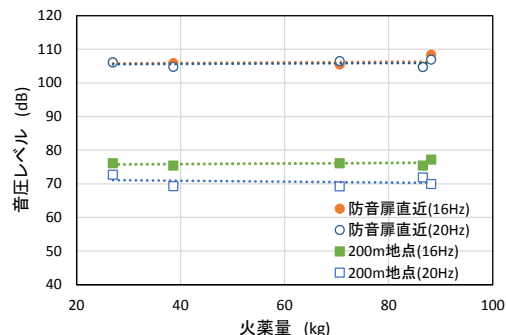


図-7 火薬量と音圧レベルの関係

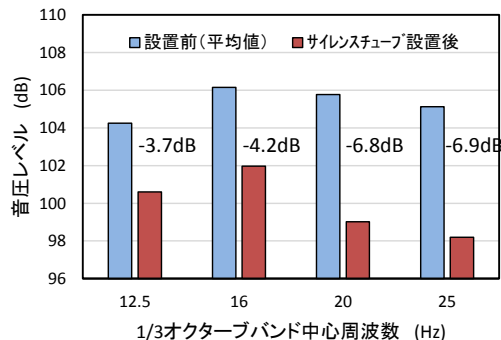


図-8 防音扉外側での比較

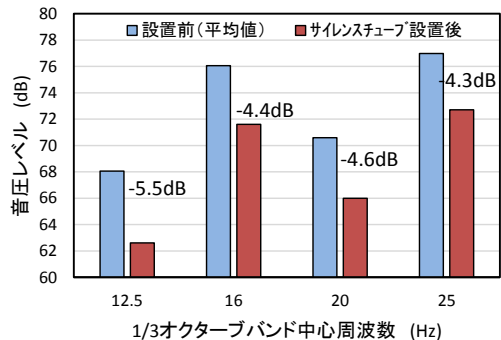


図-9 200m 地点での比較