

音響管を用いたニューマチックケーソンの排気騒音低減技術の開発

(株) 錢高組 正会員 ○ 角田 晋相

(株) 錢高組 正会員 原田 尚幸

1. はじめに

土木工事では、建設機械の稼動により騒音・振動が発生し周辺の環境に与える影響が大きいため、それらを低減する対策が求められる。基礎工法の一つであるニューマチックケーソン工法は、他の工法に比べ騒音・振動の少ない工法であるが、市街地ではマテリアルロックからの高圧空気の排気に伴う騒音発生が問題となる。一般的な排気騒音対策として用いられる消音マフラーは、高音域の音圧を大幅に低減できるが、中音域以下の周波数帯に対しては効果が低いため、十分な対策になっているとは言い難い。

そこで、中音域の音圧低減を対象に音響管の共鳴原理を用いた消音装置を考案し、排気音に対する適用性を検討した。本稿では、消音装置の縮尺モデル実験により得られた音圧低減効果について報告する。

2. 技術の概要と課題

音響管の共鳴原理を利用した消音装置として、片端閉塞管による反射波を利用して特定周波数帯の音圧レベルを低減するサイドブランチ型消音器が様々な分野でよく用いられる。これは、主管に対して枝管となる音響管を取り付けて音響管内の音波が主管の音波の逆位相になるよう音響管の長さを調整し音圧を低減する技術で、消音対象は音響管の長さが $1/4$ 波長に相当する周波数帯である (図-1)。

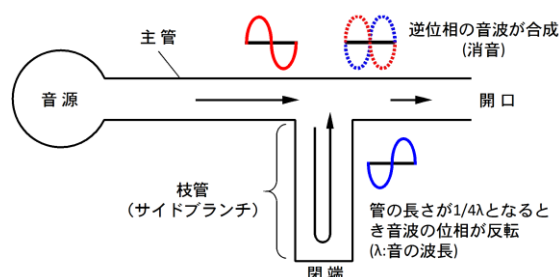


図-1 サイドブランチ型消音器の原理

しかし、高圧空気の排気のように流速が速い部分で音響管による消音を行う場合には、音響管の口元で乱流が発生し、消音とは逆に音圧上昇を引き起こすといった課題がある (図-2)。そのため、本技術では図-3 に示すように音響管の入口に通気性のフィルターを設置することで排気主管の内面を平滑にし、乱流の発生を防止する構造とした。

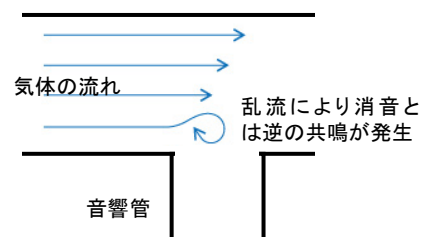


図-2 音響管による乱流の発生

図-4 に開発した消音装置の概要図を示す。本消音装置は、従来の消音マフラーと併用することを前提に既存のマフラー出口に容易に設置可能な構造とした。

3. 縮尺モデル実験

1) 音響実験

音響管の適正な配置と音圧低減効果を確認するため、 $1/5$ 縮尺の試験音響管を製作し、スピーカーからの模擬音波による音響実験を実施した。消音対象は、実機において 400Hz を対象に、実験では 2kHz 付近に効果が得られるよう音響管の長さを設定した。通気フィルターには、ポリエステル繊維不織布を用いた。

表-1 に実験での音響管の配置ケースを示す。実験では、主管の断面積に対して配置する音響管の総断面積の比を因子にとり、音圧の低減量を確認した。

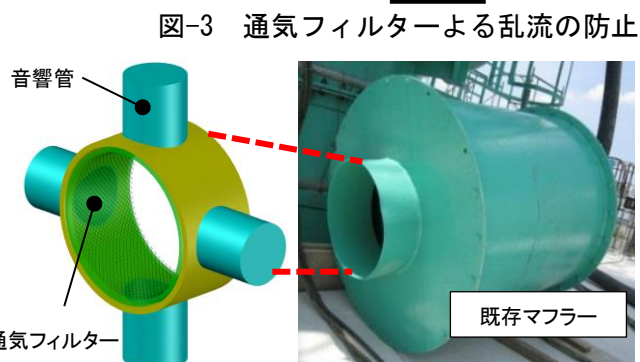


図-3 通気フィルターによる乱流の防止

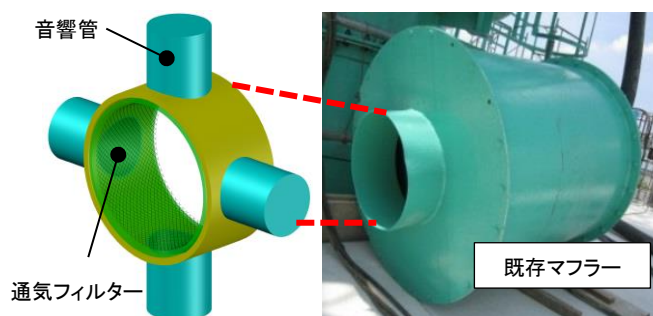


図-4 消音装置の概要図

キーワード 排気騒音対策、ニューマチックケーソン、音響管

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 音響管の配置ケース

試験体名	主管	音響管		断面積比
	ϕ (mm)	ϕ r (mm)	数量	
N0	80.7	なし	-	0%
N1	80.7	28.6	1	13%
N2	80.7	28.6	2	25%
N4	80.7	28.6	4	50%
N6	80.7	28.6	6	75%
N8	80.7	28.6	8	100%



図-5 試験体



図-6 音響管の対向配置



図-7 音響管の直角配置

音響管を配置した試験体を図-5 に示す。音響管は主管断面に直交する方向に配置し、主管の円周方向に複数の音響管を配置する場合の向きによる影響を把握するため、図-6、図-7 に示す対向配置および直角配置についても実験を行った。

音響管による音圧低減の効果は、各ケースの音圧計測結果から音響管を配置しない試験体 N0 との差分を音圧低減量として評価した。

1/3 オクターブバンド中心周波数 2kHz における音圧低減量と断面積比の関係を図-8 に示す。音圧低減量は断面積比とほぼ比例関係にあり、断面積比が 100%の試験体 N8 では消音対象とした 2kHz 帯の音圧レベルを 14dB 以上低減できていた。

音響管を対向および直角に配置した場合の音圧計測結果を図-9 に示す。計測の結果、対向配置の方が音圧を大きく低減できることが確認できた。音響管を複数設置させる場合は、開口面を対向する向きに配置することで、音響管同士の相乗効果により音圧低減効果が高まると考えられる。

2) 送風実験

高圧空気の排気音に対する音響管の効果および影響を確認するため、コンプレッサーの吐出空気による送風実験を実施した。実験は、音響管を取り付けない試験体 N0 を基準に、試験体 N8 に対して通気フィルターの有無による 2 ケースについて行った。図-10 に実験状況を示す。実験時の風速は、熱線風速計で測定した結果 45m/s であった。

各ケースの音圧低減量を図-11 に示す。通気フィルターの無い音響管のみのケースでは、1,250Hz 帯の領域で音圧の増幅が見られたが、通気フィルターを設けたケースでは音圧増幅を抑えられることが確認できた。また、通気フィルターにより全体的に音圧低減効果が向上する結果が得られた。

4. まとめ

考案した消音装置の縮尺モデル実験の結果、効果的な音響管の配置および排気音に対する音圧低減効果を確認することができた。

今後は、実施工に適用し効果の検証を行う予定である。



図-10 送風実験の状況

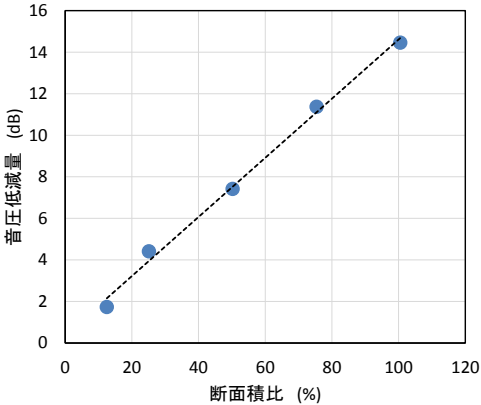


図-8 音圧低減量と断面積比の関係

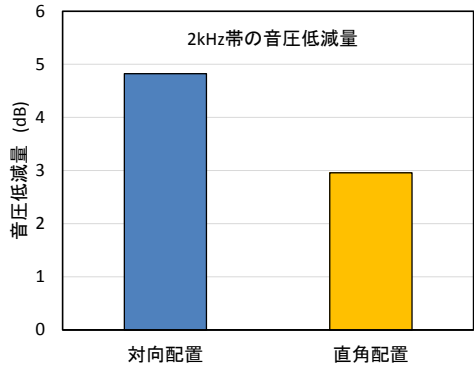


図-9 音響管の配置による影響

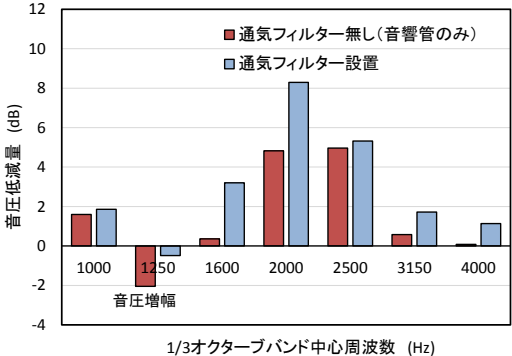


図-11 排気音の音圧低減量