

道路トンネル換気用消音機能付整流装置

Corner Vane Silencer for Tunnel Ventilation

福田 栄次*

Eiji Fukuda

道路トンネルなどの換気設備では、送風機から換気塔までの換気ダクト直管部に排出騒音を低減させるための消音装置を設置し、曲がり部には圧力損失低減のための鋼板製の整流板を設置するのが一般的である。しかし、構造物の制限により換気ダクト直管部に消音装置を設置するためのスペースが確保できない場合や、換気方式が多様化したことによる送風機の大型化などから、消音装置の圧力損失が増加傾向にある。

本稿では、平成18年に道路トンネル換気用として納入した、クランク状に連続して曲がる換気ダクトに設置する整流と消音を一体化させた装置の性能確認について報告する。

Generally, silencers for tunnel ventilators are installed in the straight duct between the fan and the ventilation tower to reduce exhaust noise and steel vanes are installed at bends to reduce pressure loss. However, structural restrictions can limit the amount of installation space in straight sections, while pressure loss of the silencer tends to increase with larger fans that employ diverse ventilation principles. This paper reports on the performance tests of a system that combines corner vanes with a silencer, which was installed in a consecutive bent ventilation duct, delivered in 2006.

1. はじめに

首都圏などに建設される道路トンネル換気設備は、用地問題による構造物の制限と、換気方式の多様化から、複雑化してきている。また、周辺地域や環境への影響を極力低減させるために、事業者側は環境アセスメントを行うことにより、適正な換気方式および換気規模の構築を行っている。こうした環境への影響を予測する上で騒音対策は重要な課題となっている¹⁾。

一般的な換気設備においては、騒音対策として換気ダクト直管部に消音装置を設置し、曲がり部には圧力損失低減のための整流装置を設置している。しかし、複雑化した換気設備においては、十分な消音装置設置スペースが確保できない場合や、消音装置による圧力損失の上昇などの問題がある。そのため、換気ダクトに設置される消音装置には、換気塔から出る送風機の騒音と圧力損失の低減を両立させることが大きな課題となっている。

本稿では、平成18年に納入した道路トンネル換気設備において、従来整流装置が設置されていた換気ダクト連続曲り部に、整流と消音の両方の機能を持たせた消音機能付整流装置(以下本装置)を提案することにより、換気系全体の圧力損失低減が可能と考え、その有効性と性能向上のために性能確認を行ったので報告する。

2. 消音機能付整流装置の概要

従来の消音装置と本装置の概要を図1に示す。

本装置は、整流装置と消音装置を一体化させたもので、風路を4つに等分化させる整流板の形状をした吸音媒体である吸音ユニットと、それを支える構造物鋼材から構成される(図2)。また、本装置の主な仕様を表1に示す。

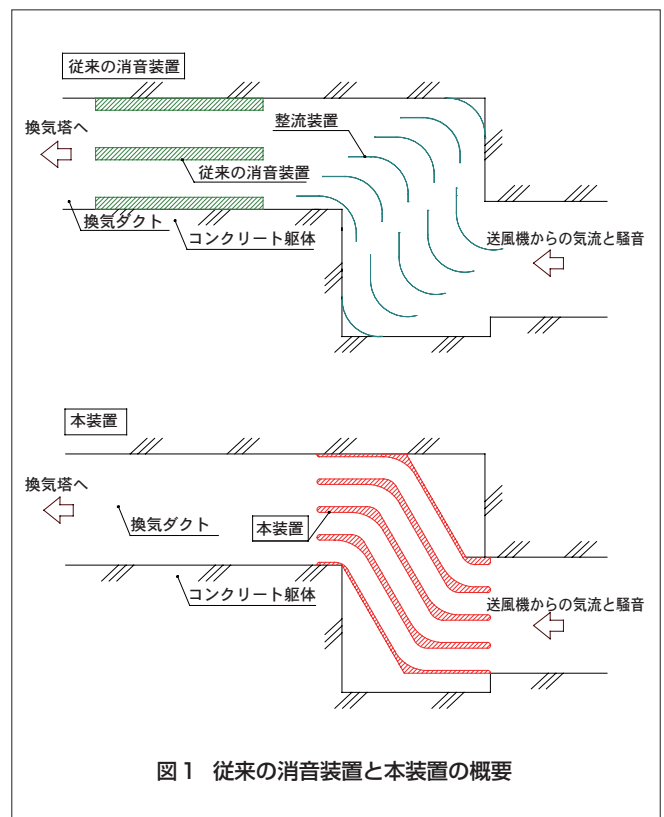


図1 従来の消音装置と本装置の概要

* 建材事業部 消音エンジニアリング部

表1 本装置の仕様

名称	消音機能付整流装置	
サイズ	通風路間隔：1,050mm 長さ：10,700mm	
主要材料	吸音ユニット	吸音材： 撥水性グラスウール
		多孔板：SUS304パンチング メタルt2.0×φ2.5×5P フレーム：高耐蝕鋼板t2.3
	構造用鋼材	SS400 溶融亜鉛メッキ HDZ55
圧力損失	200(Pa)以下	
消音性能	境界線における騒音： 42 dB(A)以下	

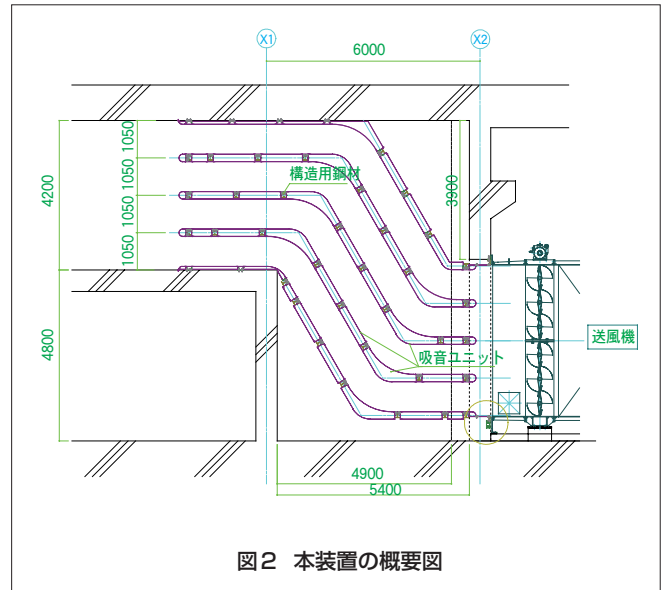


図2 本装置の概要図

3. 性能確認

3.1 消音性能確認

3.1.1 試験概要

本装置を等分化した1つの風路を実物大で製作し、当社音響技術研究所にて挿入損失試験を行った。試験装置概要を図3に示す。ダクト系AおよびBそれぞれに、スピーカーより入力電圧が一定のピンクノイズを発生させ、残響室内平均音圧レベルLp(A)およびLp(B)を測定した。そのとき試験体の挿入損失は(1)式で求められる。

$$IL = Lp(A) - Lp(B) \dots \dots \dots (1)$$

ここで

IL : 挿入損失 [dB]

Lp(A) : 試験体を設置していないときの残響室内平均音圧レベル [dB]

Lp(B) : 試験体を設置したときの残響室内平均音圧レベル [dB]

さらに、圧力損失の低減を目的とし、図4に示す風路内面曲率部の材質をパンチングメタルから内面粗度の小さい鉄板に変更し消音性能の確認を行った。

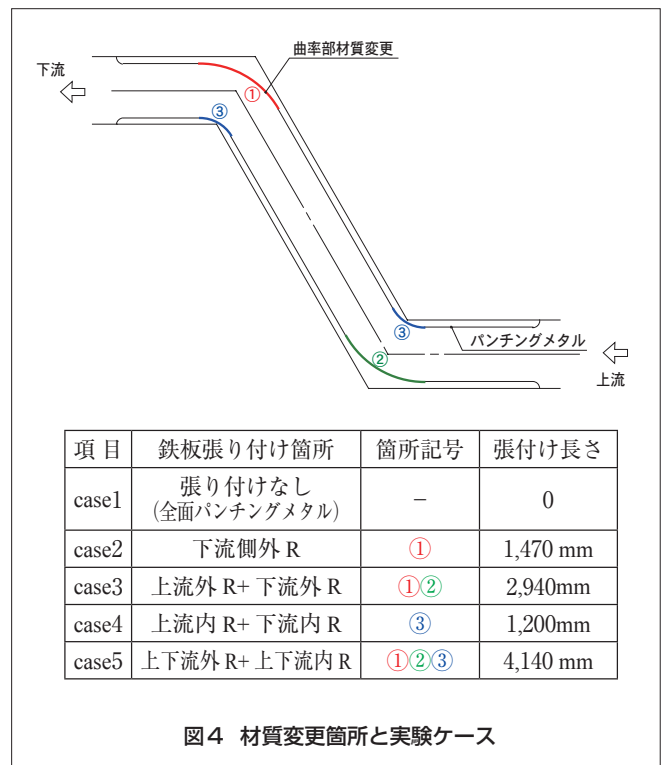


図4 材質変更箇所と実験ケース

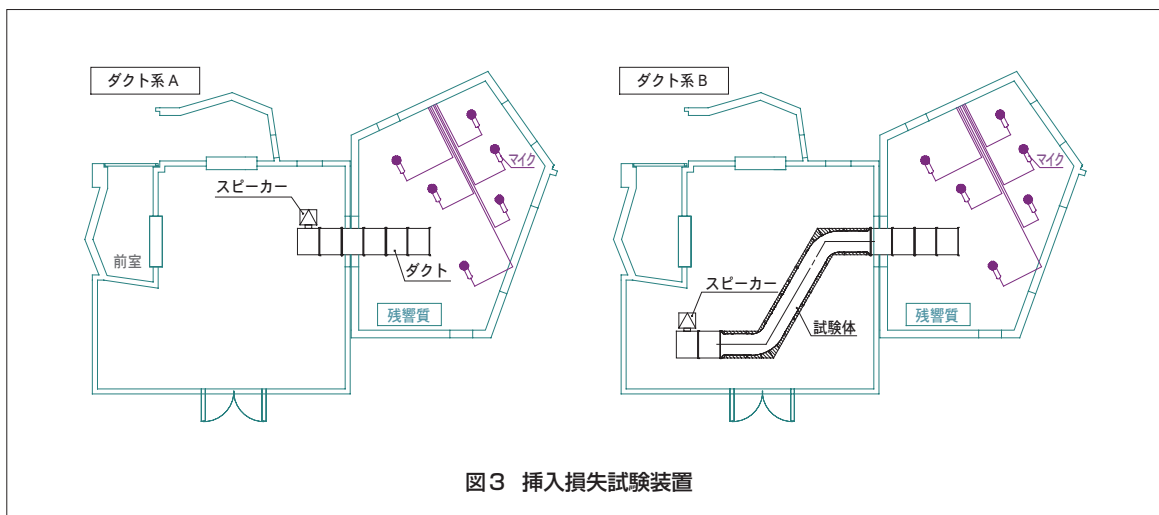


図3 挿入損失試験装置

3.1.2 試験結果

図5に試験結果を示す。鉄板の影響で反射音が下流側へ伝搬しやすいcase2、case3、およびcase5は中高周波数帯域で消音性能が低下した。case4は鉄板の面積が小さく、反射音の影響が小さい箇所に設置しているため、case1の全面パンチングメタルとほぼ同じ消音性能を得たと考えられる。

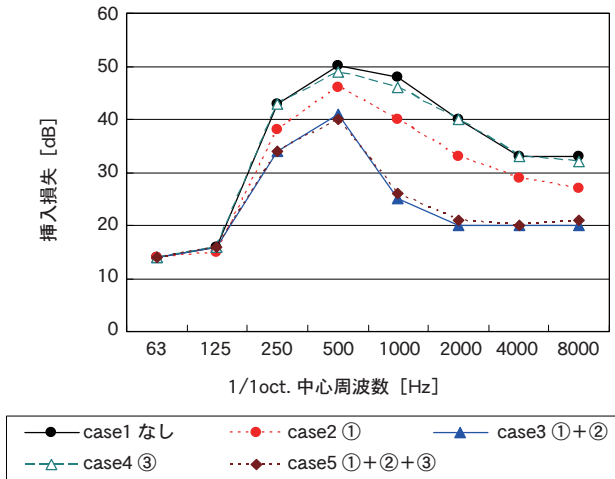


図5 挿入損失試験結果

3.2 圧力損失性能確認

3.2.1 試験概要

従来の整流装置と本装置の1/4スケールの試験体を製作し、当社音響技術研究所の送風設備を使用し、圧力損失試験を行った。

試験装置概要を図6に示す。試験体上流側ダクトおよび下流側ダクト側面に設けた静圧測定管によりダクト軸方向の静圧分布を測定する。この時の試験体入口および出口の全圧を求めこの差を圧力損失とした。

試験体は従来の整流装置と消音性能確認時のcase1およびcase4にて行った。(図8)

3.2.2 試験結果

表2に圧力損失試験結果から求めた試験体の抵抗係数と実機に送風されるときに風速で換算した圧力損失を示す。case1は従来の整流装置とほぼ同じ圧力損失となり、case4では14%の低減を確認することができた。

本装置は従来の整流装置より通風路断面積が小さく、圧力損失が増加する方向に作用するが、連続曲がり部の曲がり角度が緩やかなため、気流抵抗が減少し、case1においてはほぼ同じ結果になったと考えられる。また、case4においては、気流が乱れやすい内側曲率部の表面を滑らかな材質にしているため、case1以上の低減ができたと考えられる。

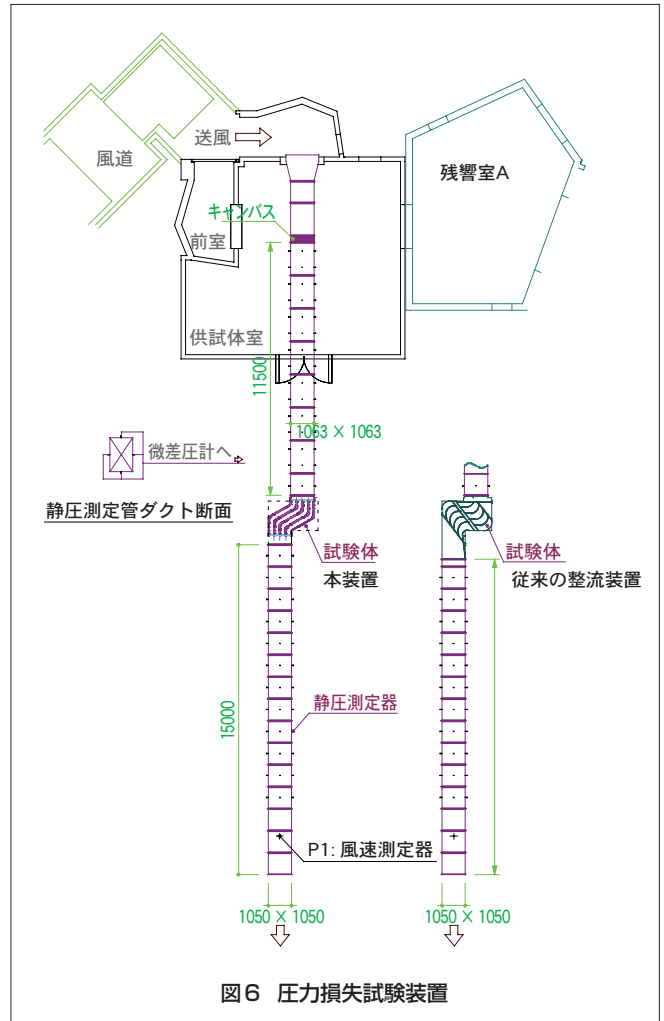


図6 圧力損失試験装置



図7 圧力損失試験状況

表2 1/4モデルによる抵抗係数と圧力損失

試験体	抵抗係数: ζ	圧力損失 (Pa)
従来の整流装置	0.71	146
case1 全面パンチングメタル	0.69	142
case4 内R部鉄板	0.61	125

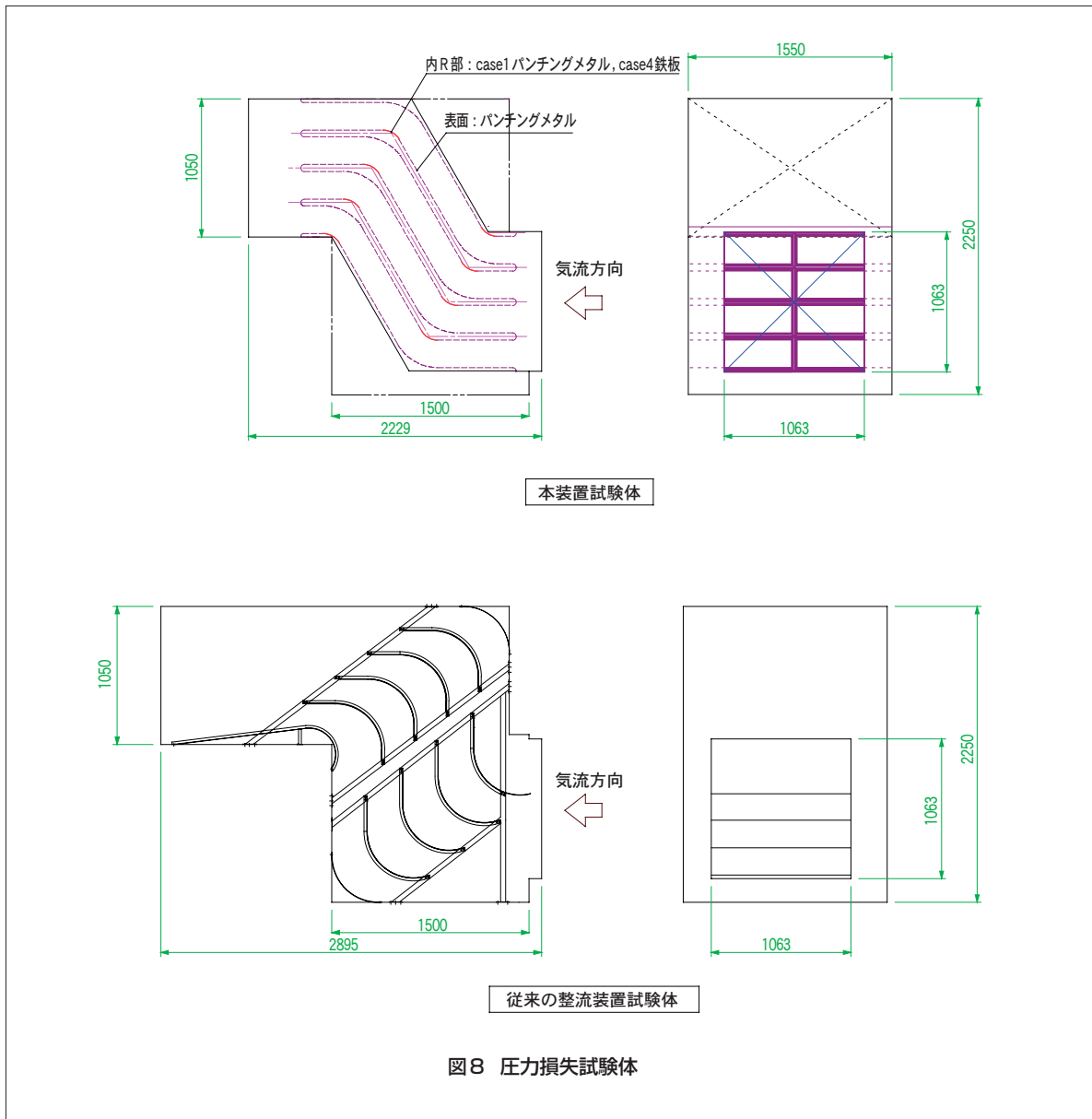


図8 圧力損失試験体

3.3 実機による性能確認

換気設備現場において本装置の設置が先に終了し、消音性能を確認することができたため、実機によるスピーカーテストを実施した。

消音性能確認方法の概要を図9に示す。本装置上流側送風機内部にスピーカーを設置し、ピンクノイズを発生させ、本装置上流側の騒音と下流側の騒音を測定した。測定値から換気ダクト断面積を考慮し、A特性パワーレベルをそれぞれ算出した。本装置の消音性能は、この上流側と下流側のA特性パワーレベルの差とした。表3に測定結果から求めた消音性能と設計値を示す。

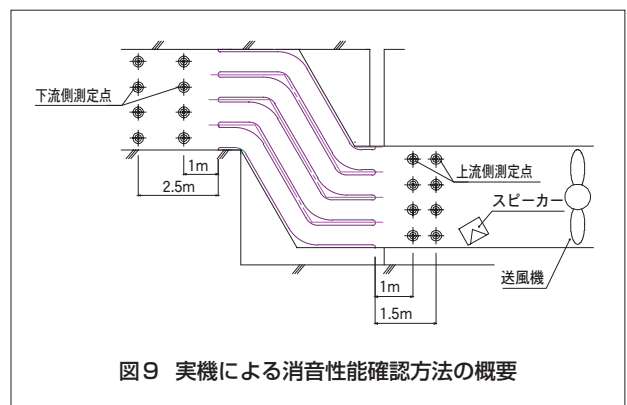


図9 実機による消音性能確認方法の概要

表3 実機の消音性能と設計値

	本装置上流側 A特性Lw	本装置下流側 A特性Lw	消音性能
本機の消音性能	122 dB(A)	92 dB(A)	30 dB
設計値	122 dB(A)	94 dB(A)	28 dB

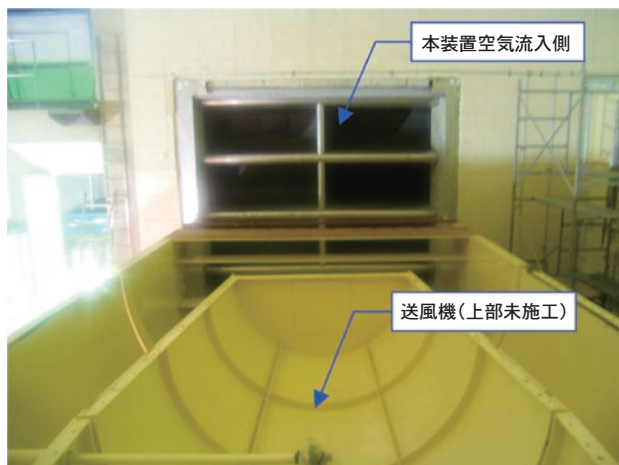


図10 本装置写真

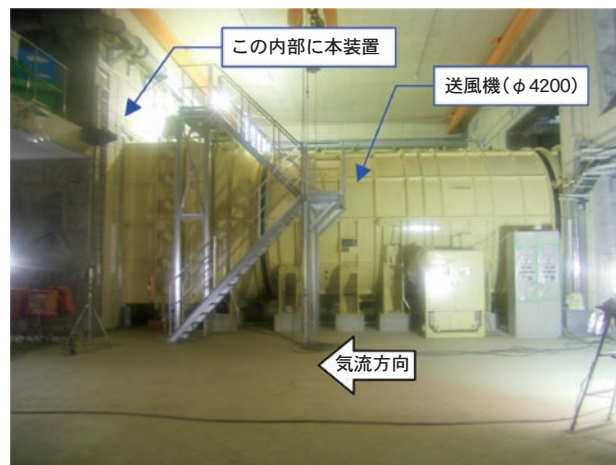


図11 送風機施工完了後

4. まとめ

今回の換気ダクト連続曲がり部に設置する本装置1/4モデルの圧力損失は、従来の整流装置と同等以上の性能を確認することができた。また、従来の整流装置は追加で消音装置の設置が必要になるため、換気系全体の圧力損失は試験結果以上の効果を得ることができる。

風路内面曲率部の材質を変更することで、消音性能を維持し、圧力損失を低減させる方法が確認できた。また、実機の消音性能は、実験室での性能と同等以上であることが確認できた。

本装置は従来2箇所で行われていた消音と整流を1箇所でも可能にしたため、工数低減、およびコストダウンを可能にした。

5. おわりに

今回、道路トンネル換気用消音機能付整流装置の性能確認を行った結果、その有効性を確認することができた。しかし、確認した性能は、この1ケースに過ぎず、送風機の規模や消音装置の必要減音量、および換気ダクトの形状によってはコスト面で有効的にならない場合も考えられる。よって、今後、施工方法を含めた製品のコストダウンを検討していくことが必要である。また、さまざまな換気設備に対応した設計手法の構築と設計精度を向上するため、技術データ取得と製品開発を引き続き行っていく。

参考文献

1) 村東浩隆、瀬戸山聡、市川敦史、笹川陽平：新型換気ダクト用コーナーベーンの開発、日本機械学会年次大会論文集、2005.9.

執筆者

福田 栄次

Eiji Fukuda

平成4年入社

騒音対策事業に従事

