

快適な室内環境に貢献する “エアースイングファン”

柿沼正人*
黒川悠文*

"Air Swing Fan" for Comfortable Indoor Air Condition

Masato Kakinuma, Yumi Kurokawa

要 旨

エアースイングファンは、室内空気を循環させ、夏季の涼風効果、冬季の暖気吹き降ろし効果によって、“快適性”と“省エネルギー”を提供する天井埋め込み形送風機である。1997年の発売以来、事務所や教室等の居室空間、及び吹き抜け等の高天井空間で、サーキュレーション効果による快適性向上と、空調機設定温度の緩和による“無理のない省エネルギー”に貢献してきた。

近年、建物の遮音性向上や空調設備等の室内機器の低騒音化、建物構造の多様化(高天井の居室空間の増加)が進む中、市場調査結果として、居室空間では低騒音化、高天井

空間では気流の長到達化と、用途別で市場ニーズが二極化していることが分かった。

そこで、気流解析を用いた新形ファンケーシングによる風路改善によって、エアースイングファン“事務所・教室用”では、併設空調機の運転騒音同等以下(30dB以下)^(注1)を実現し、“高天井・吹抜用”では、気流到達距離^(注2)15mを実現した(従来品13m)。あわせて、天井開口部から電源ボックスや天吊(つ)りボルトにアクセス可能な構造に見直すことで、施工・メンテナンス性も向上させている。

(注1) 吹き出し口直下2.5m地点でのAスケール値。

(注2) 無風状態で風速0.3m/sの到達距離。



エアースイングファン“事務所・教室用”“高天井・吹抜用”

新形ファンケーシング採用によって有効風路面積を拡大し、“低騒音化”と“気流の長到達化”を実現した。“事務所・教室用”では気流到達距離は従来品と同じ4mで30dB以下の騒音値を実現(従来品より最大7.5dBの低騒音化)し、“高天井・吹抜用”では気流到達距離15mを実現(従来品13m)した。あわせて、天井開口部からの電源ボックスや天吊りボルトへのアクセスを可能にし、施工・メンテナンス性を向上させている。

1. ま え が き

東日本大震災直後、電力供給力が大幅に落ち込み、電力需要が逼迫(ひっばく)する事態となり、節電への取組みが不可欠となった。これによって、震災後、節電や省エネルギーの意識が高まる中、2017年4月から2,000m²以上の大規模建築物への建築物省エネ法の施行が開始され、将来的には中規模建築物にも適合義務が課される計画があり、今後、建築物の省エネルギー需要はますます高まると思われる。

しかしながら、単に空調機の設定温度を緩和するだけの“我慢の省エネルギー”は快適性の悪化と労働生産性の低下を伴うため、実施の継続には困難を伴う。

一方、近年の有効求人倍率の上昇に鑑み、労働力確保のためには、作業者の快適性への配慮も重要なファクタとなっている。よって、今後は、“快適性と省エネルギーの両立”=“無理のない省エネルギー”の実現が必要と考える。

本稿では、まずエアースイングファンについて述べ、次に新形ファンケーシング採用による低騒音化、長到達化の技術、及びフィールド試験による省エネルギー効果の検証結果について述べる。

2. エアースイングファン

2.1 基本構成

エアースイングファンは、天井埋め込み形でスイング気流が特長の三菱電機オンリーワン^(注3)製品である。図1にその構造を示す。エアースイングファンは、グリル幅を天井の意匠性を損なわないよう照明と同列に配列できる照明幅とほぼ同じ幅サイズの174mmとし(“事務所・教室用”の場合)、天井埋め込み設置で使用するため、羽根径が小さく静圧確保ができるクロスフローファンを採用している。また、エアースイングファンは、ファンケーシングのスイング機構によって気流の吹き出し方向の調整が容易であり、夏季のスイング気流による涼風効果や冬季の暖気吹き降ろし効果に最適な風向真下固定を実現するのに適した製品構造となっている。

(注3) 2017年6月1日現在、当社調べ

2.2 室内環境改善効果

2.2.1 夏季冷房時の涼風効果

夏季冷房時はスイング気流による涼風効果で体感温度が下がることから空調設定温度をおおよそ1℃上げても無風状態と比較して快適性を維持できる。図2は、実験によって空調機の設定温度と体感風速によるPMV(Predicted Mean Vote)値^(注4)の変化を示したものである。○印の①25℃で無風状態と②26℃で体感風速0.34m/sのポイントが同じ快適性(同一PMV値)であることを示している。

(注4) 快適性を表す指標であり、温度・湿度・風速・着衣料・活動量によって決定され、一般的に $-0.5 < PMV < 0.5$ が快適とされている。

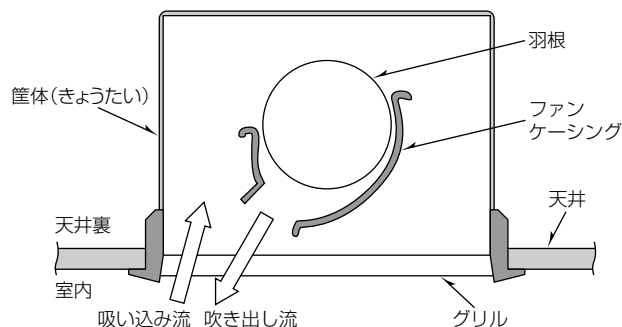


図1. エアースイングファンの断面図

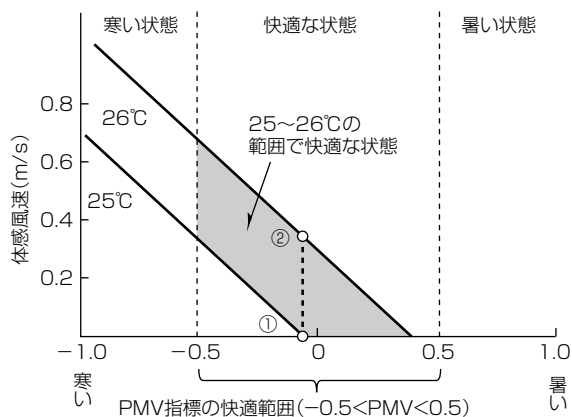


図2. 風速によるPMV値の変化(室温25, 26℃の場合)

2.2.2 冬季暖房時の暖気吹き降ろし効果

冬季暖房時、高天井や吹抜などの大空間では天井付近に暖気が滞留してしまいが、エアースイングファンの暖気吹き降ろし効果によって、室内の上下温度差は解消され、床面付近の温度は上昇するため、快適性が向上する。これによって、空調機の設定温度を下げても快適性を維持できる。

3. 新製品の開発

近年、居室空間は建物の遮音性向上や空調機等の室内機器の低騒音化(併設空調機は30dB以下)によって、居室空間の騒音レベルが低下している。そこで、エアースイングファンでも低騒音化のニーズに応えるために、30dB以下(従来品は最大37dB)に低騒音化した新製品“事務所・教室用”を開発した。

また、建物構造の多様化も進んでおり、開放感を演出する高天井の居室空間が増加している。天井が高くなるほど、上下方向の温度差が発生しやすく冬季暖房時の暖気吹き降ろしが課題となる。この課題を解決するために、気流到達距離を15m(従来品は13m)に長到達化した新製品“高天井・吹抜用”を開発した。

3.1 新形ファンケーシングによる風路改善

新製品では低騒音化・気流の長到達化を実現するために、新形ファンケーシングを採用した。図3に新形ファンケーシング採用による特性改善の流れを示す。

エアースイングファンは天井面に露出するグリルの一面が吸い込み面と吹き出し面を兼ねているため、風路内の空気の流れは複雑で気流解析での流れ場の非定常解析は困難であった。

この開発では、ファンケーシング周辺に集中的にメッシュを配置するなど、長年の送風機開発で培った解析技術を駆使し、従来品の舌部付近に気流の乱れ(低風速域)があることを突き止めた。これによって有効風路面積が縮小し、圧力損失からファン効率が低下していた。そこで、新形ファンケーシングではファンケーシングの拡大率や舌部形状を見直し、風路の有効面積を拡大することで吸い込み・吹き出し部の風速の均一化を図った。図4に示す気流解析結果から低風速域が解消されて風路内の風速が均一化されていることが分かる。

3.1.1 エアースイングファン“事務所・教室用”

エアースイングファン“事務所・教室用”では、新形ファンケーシングによって低騒音化を実現した(図3)。

図5に従来品と新製品の騒音値の比較を示す。従来品よりも3.0~7.5dB低騒音化し、50Hz, 60Hzともに30dB以下を達成した。

3.1.2 エアースイングファン“高天井・吹抜用”

エアースイングファン“高天井・吹抜用”では、新形ファンケーシングによって気流の長到達化を実現した(図3)。

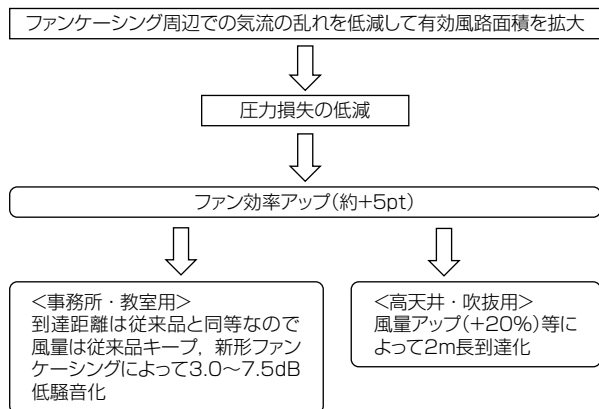


図3. 新形ファンケーシング採用の効果

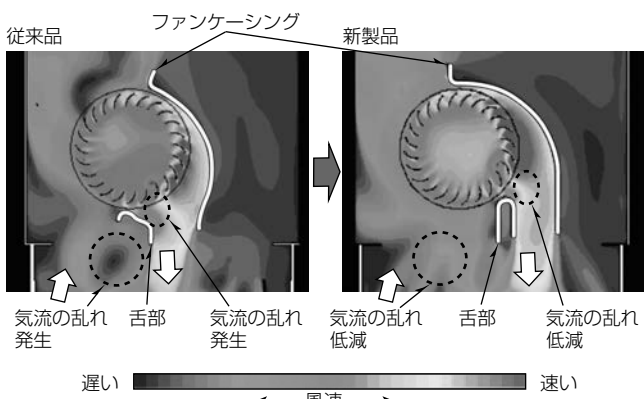


図4. 気流解析結果

図6に示すように従来品の気流到達距離13mに対し、15m(2m長到達化)を実現した。また、騒音値については、従来品が39.5/42.5dB(50/60Hz)に対し、38.0/41.5dB(50/60Hz)と、従来品以下(1.0~1.5dB低騒音化)に抑えたことで、より使用範囲が広がると考える。

また、制御・操作性の向上のため、風向制御が可能となる(真下吹き出し固定モード追加等)リモコンスイッチを併せて開発した。

3.2 施工・メンテナンス性向上

図7に電源ボックスの配置について、従来品と新製品の比較を示す。従来品では本体外部に電源ボックスを配置していたので、天井開口のほかに電源接続用の点検口が必要であった。新製品では、電源ボックスを本体内部に配置し、天井開口部から電源接続が可能となる構造にすることによって、点検口を不要とした。

また、図8に示すように、天吊りボルトへの施工も天井開口部から可能となるように変更した。従来品では、天井開口部から天吊りボルトへのアクセスができなかったが、新製品では本体を小形化して天井材の開口部と本体との隙間に作業スペースを確保することによって、天井材が貼ら

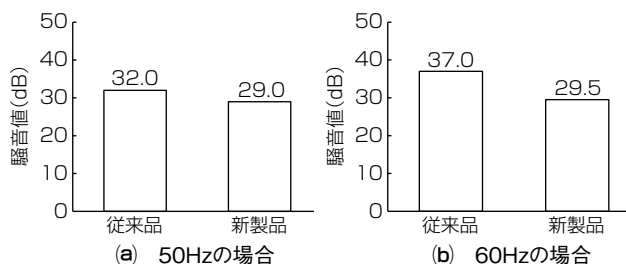


図5. “事務所・教室用”での騒音値の比較

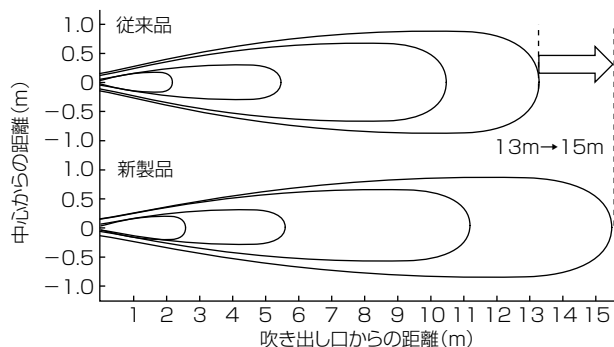


図6. “高天井・吹抜用”での風速分布の比較

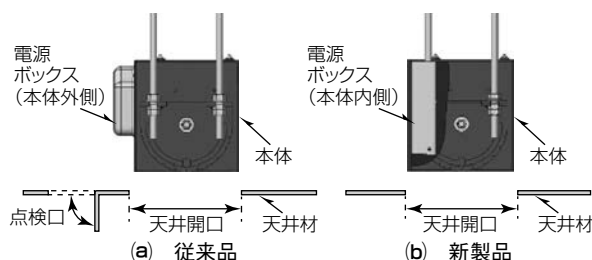


図7. 電源ボックス配置比較

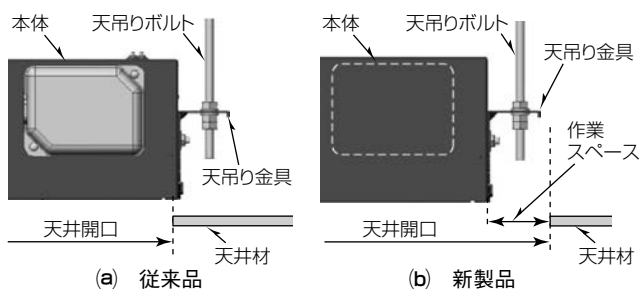


図8. 天吊りボルトへの施工比較

れた後でも、室内側から本体据付けが可能な構造となっている。これによって、既築物件への据付けや本体据付け後の据付け高さ調整が可能になった。

4. フィールド試験による効果検証

3章で述べた新製品の効果を検証するために、実機を用いたフィールド試験を実施した。ここでは、エアースイングファン“事務所・教室用”の冬季暖房時の温度環境改善効果を示す。

4.1 測定条件

- ・日時…2017年3月1日 18:00~19:00
- 18:00~18:30…エアースイングファン停止
- 18:30~19:00…エアースイングファン運転
- ・場所…会議室(図9)
- ・空調機設定温度…20℃
- ・エアースイングファン設定…強ノッチ・真下固定
- ・測定項目: 温度(室内中央の床上0.3m, 1.0m, 2.0m, 2.7m)

4.2 試験結果

エアースイングファン運転・停止時の温度推移を図10に、エアースイングファン運転による効果を表1に示す。エアースイングファンを運転させると、床上0.3mの温度が19.5℃から21.0℃と、1.5℃上昇し、上下温度差(床上0.3mと2.7m)についても3.5Kから1.5Kに改善された。したがって、空調機の設定温度を1.5℃低くしても同等の快適性を保つことができるため、空調機の設定温度変更による省エネルギー効果が期待できる。

5. むすび

エアースイングファンは1997年の発売以来、天井埋め込み形のサーキュレーターとして、室内の快適性向上に貢

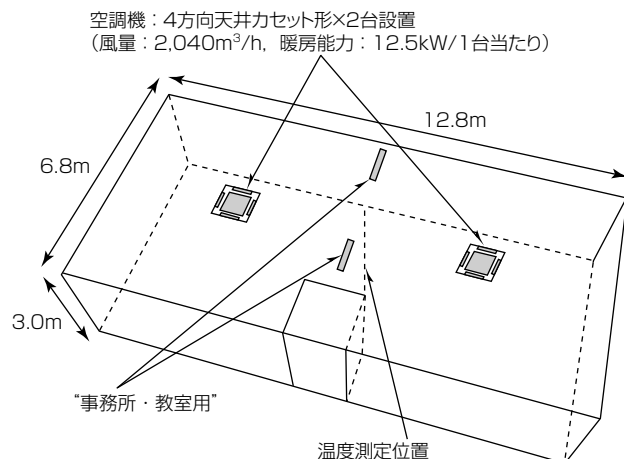


図9. フィールド試験のレイアウト

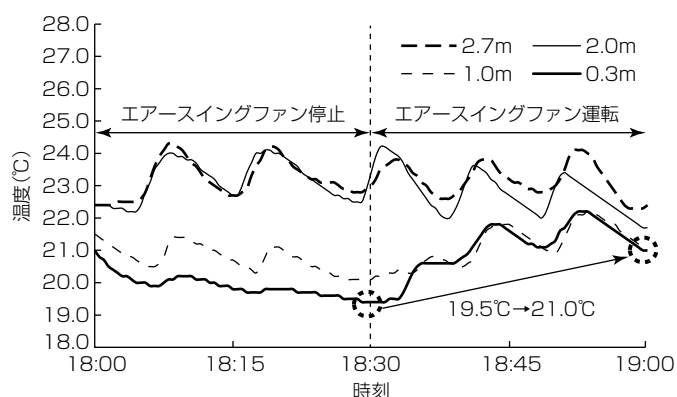


図10. フィールド試験での温度推移

表1. エアースイングファン運転の効果

測定位置	エアースイングファン		エアースイングファン 運転後の温度変化
	停止(18:30時点)	運転(19:00時点)	
2.7m	23.0℃	22.5℃	-0.5℃
2.0m	23.0℃	21.5℃	-1.5℃
1.0m	20.0℃	21.0℃	+1.0℃
0.3m	19.5℃	21.0℃	+1.5℃
上下温度差 (0.3mと2.7m)	3.5K	1.5K	-

献してきた。今回、二極化した市場ニーズに応えた“事務所・教室用(低騒音化)”, “高天井・吹抜用(長到達化)”を発売し、今後更に増加すると予想される省エネルギー需要に対し、快適性を損なわない“無理のない省エネルギー”を提案していく。そして、更なる室内の快適性向上と建物の省エネルギー化に貢献できるような製品の開発をしていく。