



金属と繊維強化プラスチックの組み合わせ：

ハイブレード

## HyBlade® は軸流ファンの新たな基準を確立

アウターローターモータはインペラーを直接ローターに取り付けられるため、ファンの駆動装置として特に適しています。これによりファンの設計が簡素化され、ユニット全体も相対的にコンパクトになります。このようなメリットは、たとえば熱交換器や冷却システムを通して空気を送る場合など、大型の軸流ファンを好む冷蔵や空調技術の業界で評価されてきました。しかし、ファン技術の分野においても、さらなるレベルアップが要求されています。この中でも、最小限の騒音レベルで最大限の風量特性を確保することが、最も重要な要件の1つであることは確実です。その他多くの要件として、腐食に対する最大限の保護、軽量化、またエネルギーバランスを保ちながら環境的にも優れた製造、さらに非常に重要な要件としてデザイン的な美しさがあります。

ユーザーの要求やニーズに応えることは継続的に取り組むべき課題です。大型の軸流ファンに使用される鋼板やアルミニウム板、あるいはアルミダイカストで作られた大型のブレードでは、設計時の選択の余地は乏しくなります。また、厚みが均一な一体成形のブレードでは、当然ながら設計の選択肢は限られます。さらに、金属板は屋外で使用する際には何らかの防食加工を必要とします。原材料費、特にアルミニウム価格の高騰が問題となっており、コストに配慮した天然資源の利用が求められています。

### 新しいブレード形状と素材構成

これらを踏まえ、ドイツ、ムルフィンゲンにあるebm-papstのモータとファンの専門家は新しいブレード形状、素材、およびコンポーネント構造の開発に取り組み、ebm-papstの誇りとできる成果が生まれました。2008年3月11日から15日までミラノで開催されたMostra Convegno 2008見本市において、HyBlade®と呼ばれるブレード（図1a）を備えた軸流ファンのシリーズが展示されました。（インペラー径300~1250 mm）



図1a： HyBlade®ファン、ブレード直径630 mm、ACテクノロジー

このコンセプトはすでに確立され、ebm-papstはニュルンベルグのChillventa 2008見本市において省エネルギーに貢献するEC技術を採用したHyBlade®ファン（図1b）を展示しました。最適化されたブレード形状とハイブリッドの素材構成により、これらのファンでは騒音特性と効率が大幅に改善されています。



図1b： HyBlade® ファン、ブレード直径800 mm、ECテクノロジー

技術の世界においてハイブリッド構造は異なる素材を組み合わせることを意味します。これには組み合わせられる素材がそれぞれの機能を発揮するとともに、組み合わせることによってより良い特性が得られるという特長があります。

このようなハイブリッドシステムにはさまざまな実例が存在します。たとえばプラスチックと合金のハイブリッド構造はすでに自動車の分野で一般的になっており、航空機やガスタービンの分野でも使用されています。そして今回、はじめて軸流ファンに新たな基準を打ち立てることになりました。この分野では、ハイブリッドのコンポーネントにより、一見矛盾と思われる素材特性を組み合わせることが可能です。この例では、金属素材が持つ高い強度とプラスチックが持つ軽量性と設計の自在さというそれぞれの素材の強みを利用することで、互いの特性を活かすことができます。

## ふたつをひとつに

新しいHyBlade®シリーズの基本構造は容易に理解できます(図2)。



図2： HyBlade®ブレードの基本構造：高強度、耐腐食性アルミニウム合金製のブラケットに特殊な繊維強化プラスチックを射出成型しています。

高強度、耐腐食性のアルミニウム合金は、特殊な繊維強化プラスチック製ブレードのブラケットとして射出成型されます。この合金の中心部は運転時に加わる力を吸収し、ローターとの連結を長期的に保証します。プラスチックは空力学的な条件に合わせて最適化された形状をブレードに与えます。板金のパーツには打ち抜き、曲げ、およびプレス加工しか行えないのに対し、プラスチックは容易に三次元構造を作ることができます。航空機で一般的なウィングレットがここでも使用されています。ウィングレットはブレード周囲とウォールリングとの間の余分な風量を減らします。これによって効率と騒音が改善されます。同時にプラスチックが持つ優れた振動吸収特性も騒音削減に貢献します。この新しいHyBlades®を装備したファンの騒音は、従来の板金製ブレードを使ったファンと比べ大幅に下回ります(図3)。

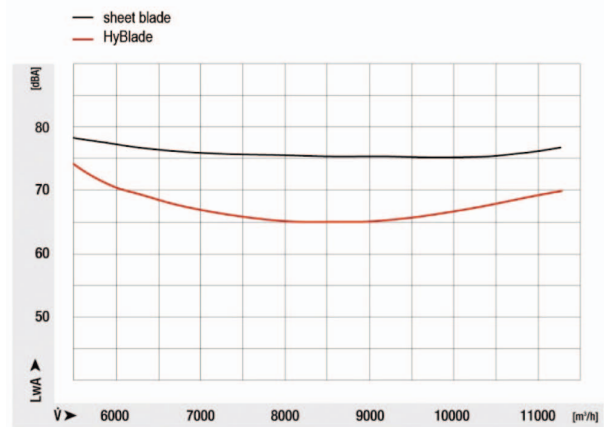


図3： 新しいHyBlade®ブレードと従来の板金製ブレードの騒音特性の比較

同時にプラスチック製ジャケットはファンの重量を軽減し、特にアルミダイカストの一体成形ブレード(例：800シリーズ)を使用してきたケースでは大変有効です。これにより、ファンを実際の使用場所まで運ぶ際の燃料費も削減されます。この重量軽減はガラス瓶の代わりにペットボトルを運ぶときのようなイメージです。

環境面でのもうひとつの重要な成果として、原材料の製造とブレード製造の処理に使用する一次および二次エネルギーがはるかに少なくてすむことです。1kgのアルミニウム製造に使用される電力は約15.4 kWhで、これには使用する燃料は含まれていません。(出典：Werkstoffeffizienz: Einsparpotentiale bei Herstellung u. Verwendung energieintensiver Grundstoffe. ドイツ経済技術省) これに対し、1kgのプラスチック製造には約1.8 ~ 1.9 kWhのエネルギーしか必要としません。(出典：欧州委員会JRC, EU, 2006年10月) これはイノベーションが資源のさらなる消費をもたらすわけではないことを明らかに示しています。その逆に、イノベーションは環境への影響を軽減し、一次および二次エネルギーの使用を大きく削減します。

## 十分な実証試験済み

ハイブリッド技術の優位性は、さまざまな環境下での長期的な試験において実証されています（図4と図5）。

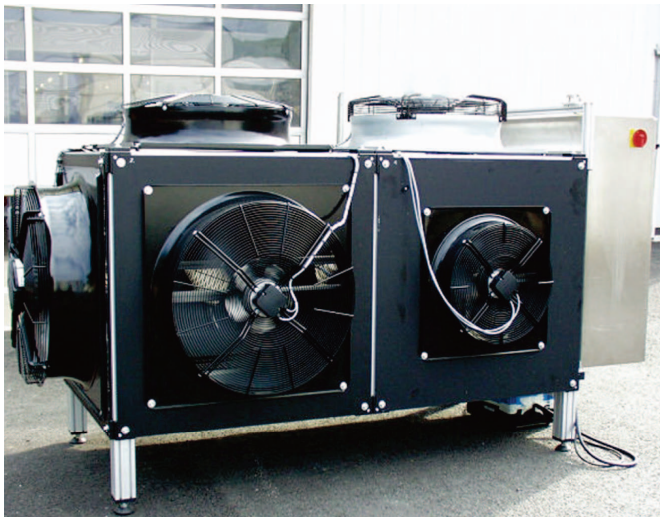


図4： ebmpapstの試験装置（ドイツ、アリゾナ、シンガポール、シベリアに設置）

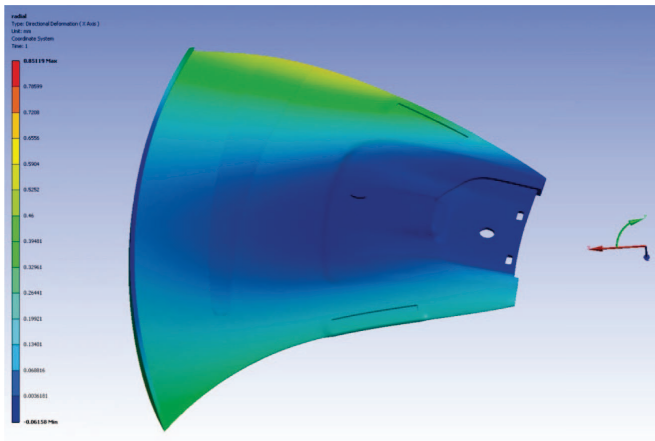


図5： 運転時の変形を示すFEM計算値

たとえば温度変動試験（ $-40^{\circ}\text{C}$  /  $+80^{\circ}\text{C}$ ）、衝撃試験、実際の動作環境下での長期試験などです。HyBlades®はこれらの試験に十分なレベルで合格し、極端な太陽光放射に対する耐紫外線機能などを実証しました。また、この新しいハイブリッドブレードは塩分を含んだ水や大気による損傷も受けません。このブレードはコーティングを行わなくても耐腐食性を備えています。さらに重要なポイントとして、ブレードのデザインスタイルの美しさも兼ね備えています。魅力的でかつ新たなトレンドを生み出すデザインはデベロッパーにもユーザーにも大きな価値となります。この新たに開発されたファンはECとACの両方のモータを使用でき、ハイブリッドブレードのより大きな風量特性と低騒音を実現しているため、冷蔵や空調だけでなくさまざまな産業分野で活用することができます。ebmpapstはファン技術の新たな基準確立にましても成功しました。

## ボックス用テキスト： TRIZを通じた優れた製品の開発

HyBlade®ブレードを開発するにあたり、ebmpapstはTRIZ法を使用しました。この「発明的問題解決理論」には、250万件の特許から得られた、イノベーションに対する経験的かつ高度に体系的なアプローチが示されています。この重要な要素のひとつに、特許の分析から得た繰り返しによる問題解決へのアプローチを含む、イノベーションに関する40の原則があります。新しいファンブレードの開発には、これらのうちの2つが一貫して使用されました。第1はイノベーション原則3（ローカルな品質）「システムの各部分はそれぞれ異なる機能を担わなければならない」です（出典：TRIZ, Der Weg zum konkurrenzlosen Erfolgsprodukt）。第2はイノベーション原則40（複合素材）「均一の素材を複合素材で置き換える」です（出典：TRIZ, Der Weg zum konkurrenzlosen Erfolgsprodukt）。

**ebm-papst**インダストリーズジャパン株式会社

〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜3-20-8 BENEX S-3ビル 12F  
Phone 045-470-5751 info@jp.ebmpapst.com www.ebmpapst.jp

**ebmpapst**