

VaRTM 法を用いた低コスト複合材主翼構造の製作

Manufacture of the Low Cost Composite Material wing by VaRTM method

永尾陽典(JAXA)、平野義鎮(JAXA)、青木雄一郎(JAXA)、
中村俊哉(JAXA)、魚田直希(カドマリン)

Yosuke Nagao, Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)
Yoshiyasu Hirano (JAXA), Yuichiro Aoki (JAXA), Toshiya Nakamura (JAXA),
Naoki Uota (KADO Marine)

1. 緒言

本研究は、小形旅客機の後継機や派生機などへ適用できる、複合材技術の開発を目的としている。複合材を採用することで航空機構造の重量軽減を図る事は既に行われつつあるが、中・大型旅客機の主翼構造に大幅に適用して実用化された例はまだない。複合材の大幅適用を妨げる要因の一つは、従来のアルミ構造に比べて高コストとなる点である。従来の複合材構造では半硬化のプリプレグを用いているが、これが材料費を高くする原因の一つである。そこでコスト高を少しでも低減するために、一体成形を多用する事で部品の加工や組立工数を減らす事が試みられている。しかし、これは製品が複雑な形状となる事を意味するために、成形上の困難さや保証・検査の困難さを生む要因にもなっている。

一方、RTM(樹脂含浸成形法)ではプリプレグを用いず、繊維のみを積層後に樹脂を含浸するために、材料費の低減が可能となる。なかでも VaRTM (真空圧樹脂含浸製造法)では低温で樹脂含浸を行う事でオートクレーブなどの高温高圧の設備も不要となることから、低コスト化に極めて効果的なことが知られている。既に風車羽根や小型船舶構造などの産業用製品の製造には多く用いられている。しかしこれら産業用の素材はコスト低減を優先しているために、航空機用構造に適用するには繊維含有率 (V_f) を高めつつ品質を安定させる改

善が必要となる。また、VaRTM 製造法による航空機主翼構造への適用例もないため、この製法による型式証明取得の課題を明確にする事も本研究の目的となっている。本研究では翼構造への適用を想定し、一体成形を多用することで従来のアルミニウム合金の民間航空機構造に比べ 20%の重量低減を目標とする。また従来のプリプレグをもちいた複合材構造の製造費に比べ、20%のコスト低減を目標とする。なお、本研究は平成 15 年下期から 19 年度末までの 4.5 年間の計画である。

2. 低コスト複合材製造技術

本研究では以下の技術課題について実現性を見出す事を具体的な目標としている。

- ・低コスト化のために；VaRTM の高品質・安定化プロセスの設定
- ・軽量化のために；一体成形の多用
- ・VaRTM 材料認定 / TC 取得課題抽出のために；開発実証計画の実施
- ・解析技術開発のために；実験結果にもとづく解析手法開発

2.1 補強平板の試作

VaRTM では真空圧のみで加圧するところから、オートクレーブなどの高圧成形に比べてポイドができ易い事や、繊維含有率 (V_f) が低くなる傾向にある。これらに対応できる高品質で安定した品質を実現する事が課題となる。翼構造の試作に入る前に、2 m × 1 m の平板に Z 型ストリンガーとハット型ストリンガーを同時に成形し、成形性の

確認を行った。図 1 に成形品をしめす。いずれのストリンガーも良好な成形結果となった。また力学特性の取得を行った。繊維は高強度型の炭素繊維 T800SC、樹脂は 40 注入、硬化 60~80 で、後硬化温度 120 の RTM 用エポキシである。

2.2 実大主翼部分構造 2 m 外板の試作

補強平板の試作に続いて、中型旅客機の主翼外翼部の 2 m 部分を模擬した曲面を有する補強外板と桁一体構造の試作を行った。ストリンガーの様式は実構造での検査性を考慮してブレード型とした。またこの後に製造する 6 m 主翼製造性確認の位置づけであるため、外板プライドロップやアクセスホール部周辺の補強厚肉化、桁ウェブのプライドロップなど成形上の課題となる要素を盛り込んだ。外板は一方向繊維の積層であり、ストリンガーは織物を用いている。図 - 2 に 2 m 主翼補強外板の製造過程と図 - 3 に完成後の概観とをそれぞれ示す。また、このプロジェクトは製造設備についても低コスト化をはかっている。低温含浸樹脂であるために、成形ジグもプリプレグ使用時に必要な耐熱性のある金属材料の必要がなく、木製積層板で保持構造を作り、成形表面のみ GFRP とする構成としている。また硬化温度も低いため、積層室（クリーンルーム）の機能を兼ねた断熱パネルで覆った部屋を作り、硬化時には外部から温風を吹き込む方式である。成形型と積層 / 硬化室の外観を図 - 4 に示す。

2.3 実大 6 m 主翼外板の試作

2 m 主翼の成形では、厚肉部の一部で樹脂が未含浸となる部位がみられた。6 m 主翼の製造に先立ち 2 m の板を部分的に製造し、これらの対策を数案行った。板厚によって樹脂流動性が大きく異なり、また長時間含浸では樹脂のゲル化が始まり未含浸の要因となるため、樹脂注入口の場所や注入順序などをパラメータとして最適な成形プロセスを見出してきた。詳細は機会を見て示したい。

3. 結言

低コスト複合材製造技術について、研究概要と現在までに得られた結果を示した。「低コスト複合材」に関しては製造技術のみではなく耐空証明の取得に関する研究が、もう一つの大きなテーマである。これらについては航空局の指導と協力を得ながら進めている。この結果もいずれ発表してゆきたい。

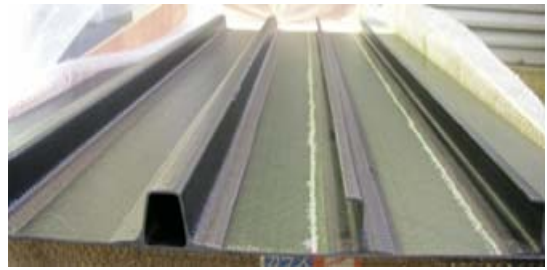


図 - 1 2 種類のストリンガー付補強平板

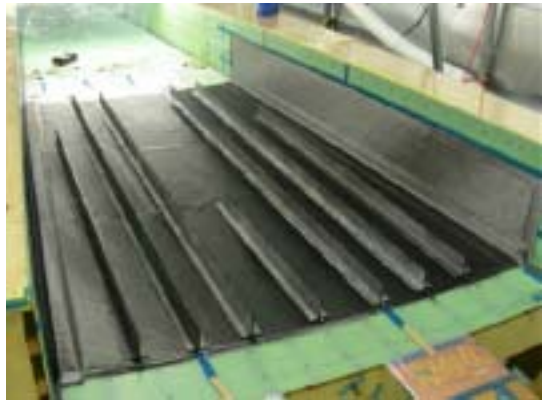


図 - 2 2m 主翼補強外板の製造過程



図 - 3 2m 主翼補強外板の完成概観



図 - 4 積層 / 硬化室の概観