

事後評価報告書

- 開発実施企業 : サンコロナ小田株式会社
- 代表研究者 : 学校法人金沢工業大学 革新複合材料研究開発センター
所長・教授
鵜澤 潔
- 開発課題名 : ハイサイクル成形用 CF RTP シートの量産プラント

1. 開発の目的

弾性率の高いガラス繊維を樹脂に組み合わせた、強化プラスチックである複合材料のFRP(Fiber Reinforced Plastics;繊維強化樹脂)は、軽量でありながら高強度を有するとの特長から、幅広い産業分野で活用されている。中でも、鉄の10倍近い比強度を持つ炭素繊維を利用したCFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastics;炭素繊維強化樹脂)は、航空機や高機能スポーツ、自動車などを中心に用途が拡大している。しかしながら、CFRPの成形工程数が多く、製造コストが高いのが課題であった。

本開発は、熱可塑性樹脂を用いたCF RTP(Carbon Fiber Reinforced Thermo Plastics;炭素繊維強化熱可塑性樹脂)のシート量産技術の確立を目指す。従来のCFRPでは、炭素繊維のクロスを立体の型に貼り付け、逐次製造するため量産化できなかったのに対し、CF RTPではプレス成形が可能で、複雑な形状と強度を同時に実現し、大幅な生産性向上とコスト削減が期待できる。

金沢工業大学では、樹脂反応を制御する技術を有している。この技術シーズと、開発実施企業の有する炭素繊維の開繊、樹脂への含浸、成形、という一連の技術を融合させ、CF RTPを予備成形した中間材料を完成させた。この材料はプレス成形による複雑成形性と高強度を両立し、熱可塑性ランダムシート(Flexcarbon®)として試験的に販売されているが、中間材料としてのシート材料を安定した仕様で量産するには至っていなかった。

2. 開発の概要

本開発では、短時間のプレス成形サイクルで、かつ、CF RTPシートの量産を実現するための、多段多頁同時成形プロセスを開発する。このため、現有試作機である2段プレス成形機(成形品シート寸法:600mm×600mm)を、より大型の多段プレス成形機(成形品シート寸法:1,000mm×1,500mm)へ更新し、シート大面積化に伴うプレス成形前の材料調整を正確に行うことにより、成形工程の標準化を目指した。

現有試作機での経験により、プレス成形機に仕込む材料の積層構成や、炭素繊維の仕様、密度にばらつきがあると、成形後のシート品質に影響が出ることが分かっている。炭素繊維を開繊して繊維長を短く切りそろえたものを一定の面積に散布することにより、ランダムな繊維配置(等方性)は得られるが、散布後の材料は同心円状に分布するため、シート全面での等方性を満足することはできない。そこで、繊維散布と仮溶着(仮留め)を行う工程を、シートの大

型化に対応する均質散布・自動化と併せて開発し、等方性と大面積化を両立させた。

また、量産化に向けて、多段プレス成形機を導入した。1段に複数枚(頁)のシートの成形を行う多段多頁同時成形では、1 頁毎のシート材料間に挿入する中間板の剛性を高めることで得られるシートの厚みが安定する。一方で、中間板の厚みを増すと、熱負荷が大きくなるため加熱時間が増加し、プレス成形サイクルが長時間化し、製造コスト増大の原因となった。このため、全工程を数値化して試作を繰り返し、投入する材料の散布条件からプレス成形機挿入時のシート材料の位置調整および中間板の厚みや剛性、プレス成形条件などを最適化し、成形サイクルの短縮とともにシートの品質を両立させた。

一方で、プレス成形時に短い炭素繊維が樹脂とともに流動することで、シートの厚みが確保される。この際、樹脂の流動性が良すぎれば繊維配向の等方性が失われ、悪い場合はシートの厚みの均一性を失うというトレードオフの関係にある。このため、大面積のプレス成形機における、昇温速度などの条件調整が重要となった。具体的には、3頁以上の同時成形時、材料温度を比較すると、上下のシート材料とそれに挟まれた間のシート材料では、成形温度に到達するまでに 6 分以上の時間差が生じていた。複数段にシート材料を入れると、昇温・冷却サイクルがさらに長くなると予想され、目標とする生産性を達成できない可能性があった。そこで、1段に2頁のシート材料を挿入しプレス成形サイクルを短縮することで、3頁以上の生産性を維持することを目指し、5段2頁同時成形について、夏季・冬季に1日8時間、10日間の連続試験を行い、外気温の及ぼす影響も併せて検証した。

その結果、5段2頁(シート10枚)の同時成形において、目標とする生産性(速度 $20\text{m}^2/\text{h}$ 以上、成形サイクル時間45分以下)およびシートの品質(板厚バラつき・外観・等方性・引張弾性率等の物性・歩留まり)のすべてを達成した。また、冷却水の温度調整、加熱装置等の保温施工により、外気温の高い夏季や低い冬季でも目標とする生産性を満足する結果が得られた。

3. 総合所見

本開発では、短時間のプレス成形サイクルで、かつ、成形性に優れたCFRTPシート量産技術の確立を目指し、供給体制の確立と製造コスト削減を達成するものである。目標とするシートの生産性効率に係る課題を洗い出し、最終的には5段2頁(シート10枚)同時成形において、目標とする生産性および品質のすべてを達成することに成功した。

現在、自動車用途を中心に顧客とのコミュニケーションを密にし、サンプルを評価してもらっている顧客からの、生産性および品質の要望に応えられていると聞く。また、今後、さらなる歩留まりの改善、樹脂の材料費低減およびプレス工程以外のコスト削減が期待される。

以上のように、本開発結果は、生産性目標および品質目標の面では全てクリアし、事業化に至る可能性がある、と評価する。

以上