

複合材料の成形技術動向

西崎 昭彦

1. はじめに

複合材料は人工材料とも呼ばれ、その作り方は性質の異なる数種の材料を相互に結びつけることにより、おのおの保有していた元の性質とはまったく異なる優れた性質の材料を生み出すことを目的として考案され確立されてきている。

複合材料の成形は、ただ単に材料と形状を作り出すだけではなく、図1に示すように、その過程は賦形・含浸・硬化という三要素から構成され、その手段・組み合わせは、最終製品に要求される機能や品質、生産量、想定価格に応じて決定され、進歩発展してきている。

2. 複合材料の各種成形法

複合材料の作り方には前述のように、製品の要求性能、生産量、価格等に応じた原材料及び三要素の組み合わせにより様々な方法があり、これを分類すると図2のようになる。

3. 成形技術の開発動向

複合材料の成形技術は1950年代から60年代にかけて、その基本技術は確立され、あらゆる市場の変化に対応して応用展開が進められている。

3・1 多品種少量生産へ対応する手作業中心の成形技

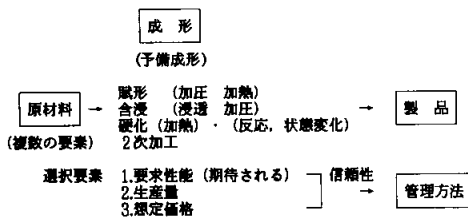


図1 複合材料の成形加工

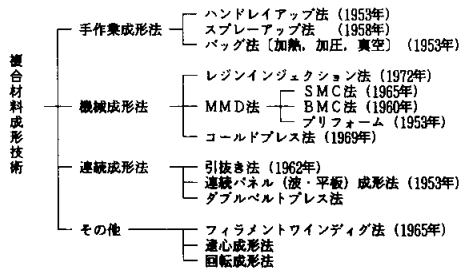


図2 各種成形法 [() 内は開始年を示す]

術は、当然のことながら省力化、信頼性への向上へと開発が進められている。最近では含浸の過程において、あらかじめ繊維含有率を一定にしたプリプレグ材を機械的そして連続的にレイアップすることにより、強化繊維を所要方向へ所要量配列させることにより、強度の信頼性を図り、さらに硬化の過程においては、大物・複雑形状の構造体成形においても熱応力の影響を受けない昇降温速度の制御及び加圧時間の適正化を図るオートクレーブ成形へと技術展開がなされている。

3・2 機械成形技術の開発動向は、高速化・高強度化へと進み、特に SMC 成形法において顕著である。陸上輸送市場における自動車部品の製造手段としてスチールの工程速度に到達するような開発競争が進められ、その開発ポイントは、以下に示すとおりである。

- ◎樹脂の硬化時間 → 30秒以下
 - ◎インモールドコート無しで Class-A 表面
 - ◎プレス機の高速化 → 500mm/min 以上の型締め速度
 - ◎成形時のコンパウンドの熱履歴の研究
 - ◎材料、製品の効率的な取り扱い方法
- 一方、高強度化に関しては、応用を自動車の構造用部

ex ハンドレイアップ法 (基本技術)

↓ (省力化, 信頼性の向上)

一方向プリプレグレイアップ法 (Tape laying 方式) (図3参照)
・積層プリプレグレイアップ法 (Cut and Stacking方式)

↓ (信頼性, 生産性の向上)

オートクレーブ成形 or プレス成形



図3 一方向プリプレグレイアップ法(Tape laying 方式)

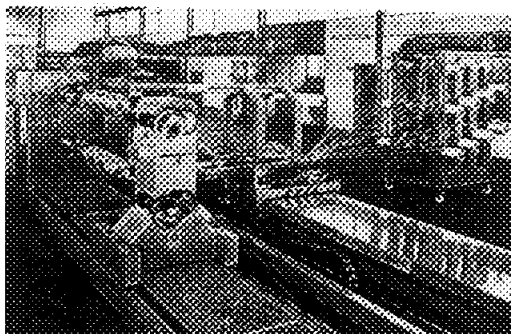


図8 多軸フィラメントワインディング機

において顕著であり、1) 変断面成形品の成形技術開発、2) 引抜き方向と直角方向強度の向上、3) 成形速度の増大が開発のポイントになる。大型宇宙構造物の主要部材をなすと想定されるトラス用長尺ビームの量産化技術として注目される技術がある。これは高効率の生産性と高性能な特性を併せもつ CFRP チューブを得ることを目的として高弾性炭素繊維/エポキシ樹脂系一方向プリプレグをマンドレルに図6に示す積層ユニットにて、軸方向、周方向に積層する。硬化の過程はプリプレグが積層されたマンドレルをホットダイに挿入する前に予備加熱し、最終硬化は高周波加熱器にて行うものである。図7に連続引抜き成形装置の基本構成図を示す。

3・4 バッチ成形ではあるが、強度の信頼性があり精密成形が可能な成形技術にフィラメントワインディング法がある。この技術においても超高性能、宇宙・航空関係への用途展開という形で、多軸ワインディング技術の開発、ドライワインディング技術の開発（他の成形技術との複合化と考えて）が行われている。（図8、図9参照）

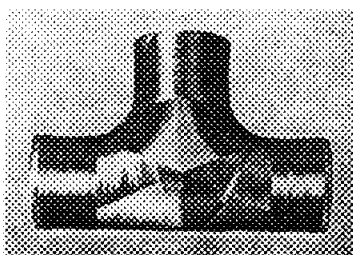
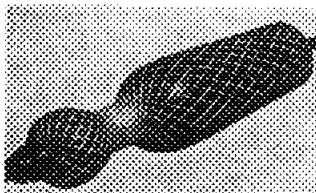


図9 FW製品例



3・5 上述してきた各種成形技術には、それぞれ一長一短がある。最近になり、各成形技術の持つ特徴を生かした「成形技術の複合化」が図られている。例えば、

- (1) レジンインジェクション法 (R/I)+フィラメントワインディング法 (FW)
- (2) R/I 法+引抜き成形法 (RIM-PULTRUSION 法)
- (3) R/I 法+三次元織物 or 編物 (ブレーディング) 技術
- (4) R/I 法+プレス成形法

等が挙げられる。これは、R/I 法の持つ特徴である低圧成形、低～中温成形であるということから INITIAL の設備投資額が低価格で済むばかりでなく、1) マトリクスと強化繊維の組み合わせ自由度が高い。2) 部品の集約化、インサート成形が可能という機能集約的成形である。3) サンドイッチ構造、中空構造化が図られ大型化・高剛性化が図れる等と材料設計、商品設計の安易化が狙えるというメリットから様々な開発が進展している。図10に「RIM-PULTRUSION 法」の基本成形構造図を示す。

4. おわりに

日本における FRP の出荷量は年々増加する傾向にあり、平成2年の統計によると約10%増の454千トンに達しており、米国の約2分の1の出荷量である。単なる代替材料としてではなく、複合材料の特徴を理解された製品の開発も数多くなされてきている。ここでは各種成形法の動向についてほんの少し触れた程度ではあるが、これを機会に機能性、軽量性を追求される自転車市場に応用されていくことを心から願うものである。

（筆者は日東紡績㈱FRP 研究所副研究員）

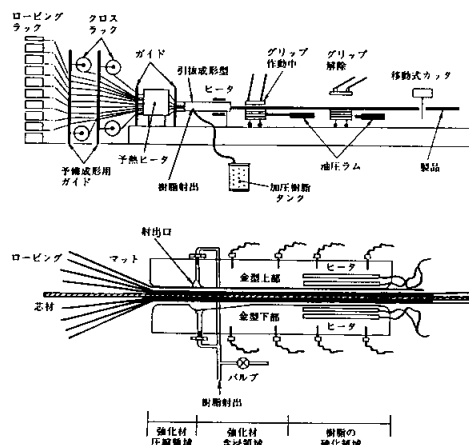


図10 射出引抜き成形用の成形型及び成形システム