

編物複合材の成形法について（第2報）

大阪支所 *小野 正夫、櫻井 昭男

1. はじめに

航空宇宙分野を始めとする FRP 業界において、編物複合材に関する新しい技術の開発が進んでいる。特に欧米諸国の FRP の技術開発はめざましく、近年我が国も注目し始め、風力発電のブレード、航空機の部材、建築用構造部材及び自動車部品等に徐々に普及してきている。また、近隣諸国でも同様な技術開発が急速に進んでおり、早急にこの新しい技術の確立が望まれている。

そこで、当所では国内でまだ例の少ない編物複合材の船舶への普及を図るべく、船体構造材への適応性について研究を進めている。編物複合材については、従来の織物繊維強化材等より強度特性等の面で優れていることが分かってきた¹⁾ので、さらに編物強化材の特性を有効に生かすための成形法について検討を行っている。

第1報では、一般的に編物複合材に適していると考えられる成形法の概略を説明したが、本報では実際に FRP 船舶の建造を想定した RIMP (Resin Infusion Moulding Process) 法によるこれまでの研究結果について報告する。

2. RIMP 法

RIMP 法による成形については、RTM (Resin Transfer Moulding) 法の中の VARTM (Vacuum Assisted RTM) 法の一つに分類されることが考えられるが、国内ではまだ正式に用語の統一がなされていないのが現状である。当所では RIMP 法と称す。一般に RIMP 法は、FRP 部材の成形で最も優れた方法と考えられるオートクレーブ法（加圧加熱成形法）を基本にしている。しかし、オートクレーブ法は、高価な設備等が必要になるため主にカーボン繊維を用いた航空宇宙分野等に多く使用されているのに対し、RIMP 法は室温硬化型の樹脂が使える簡便な方法で、設備投資も少

なく高品質な成形品の製作が可能になるため、多くの分野に応用され始めている。RIMP 法の基本は、図-1 の概略図²⁾に示すとおり、型に配置した編物強化材をフィルムで覆い、周囲をシーラントテープで止め、内部を真空状態にして成形する方法である。フローメディア（以下メディア）は、樹脂の流動を促進するために使用される。しかし、メディアと強化材のみで成形を行うと、硬化後の表面にメディアのパターン跡が残り美観を損ねるだけでなく、取り外しも非常に難しくなるため、両者の間にピールクロスと呼ばれる剥離布（ポリエステル布）を配置して使用する。ピールクロスは、成形品の表面の仕上がり状態を良くするためにも必要で、場合によってはメディアと共に樹脂の含浸速度、含浸時間等のコントロール媒体としても利用できる。また、RIMP 法を用いると、従来のハンドレイアップ (HLU) 成形作業時に必要な熟練した技術を要せず、高強度、高品質な成形品を安定して製作することが可能になる。さらに、樹脂の使用量を減少させ、省エネルギー化にも効果があり、スチレン等の揮散も非常に少なく作業環境にも配慮した方法と考えられる。

そこで、編物強化材の船舶への導入に際し、最も適していると考えられるこの成形法を用いた実験を行い、その適応性等について調べた。

3. 実験方法及び使用基材

成形法の実験は、平らな成型板を用いて編物強化材等と樹脂の含浸状態等の特性を調べた。

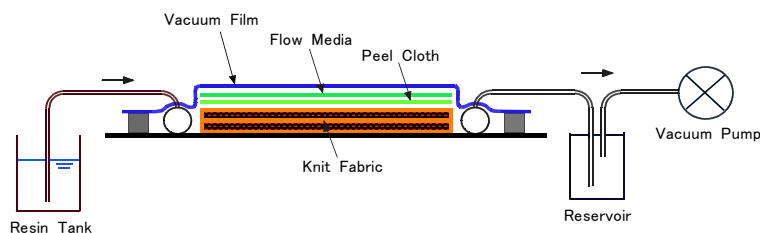


図-1 RIMP 法の概略²⁾

実験に用いた使用基材等を表－１に示し、その積層構成を表－２に示す。樹脂はインフュージョン成形に適した粘度の低い不飽和ポリエステル樹脂 PC-184-C（ディーエイチ・マテリアル製）を用いた。真空ポンプは小型の汎用品を用いた。樹脂の硬化時間は、気温や含浸予定時間に合わせて硬化剤の量でコントロールした。

４．実験結果

RIMP 法では、フィルムの内のエア漏れ等をなくし絶対真空状態に近づけるほど高品質な成形品の製作が可能になる。成形実験は、真空到達度約 99% (10Pa) で行った。フィルムは、真空時に無理な張力が掛からないように弛みを作って余裕を持たせる必要がある。図－２に樹脂の含浸時間と含浸距離の関係を示す。水平状態での樹脂の含浸特性は、編物強化材にメディア及びバルサコア、塩ビコアを併用すると非常に速く含浸する。但し、コア材には予め樹脂の流れる溝等があるためメディアを必要としなかった。一般の編物強化材等は、メディア等が無いと真空圧でフィルム及び繊維間の隙間が小さくなるため含浸速度が非常に遅くなる。特に一般のマットは、２次バインダーで成形されているため非常に含浸特性が悪くなる。またメディアを使用した場合、樹脂はメディア側の上層部から含浸し、下層部が遅れて追従し浸透していくが、距離が長くなると次第にその差が縮まってくる。成形板を垂直に立てた状態での含浸実験では、水平状態よりも少し含浸特性が悪くなった。重力の影響と考えられる。また、メディアでも網目が大きくなると含浸特性は悪くなる。剥離用のピールクロスも含浸特性はあまり良くないが、仕上がり面の美観が他のものより優れている。

５．結 言

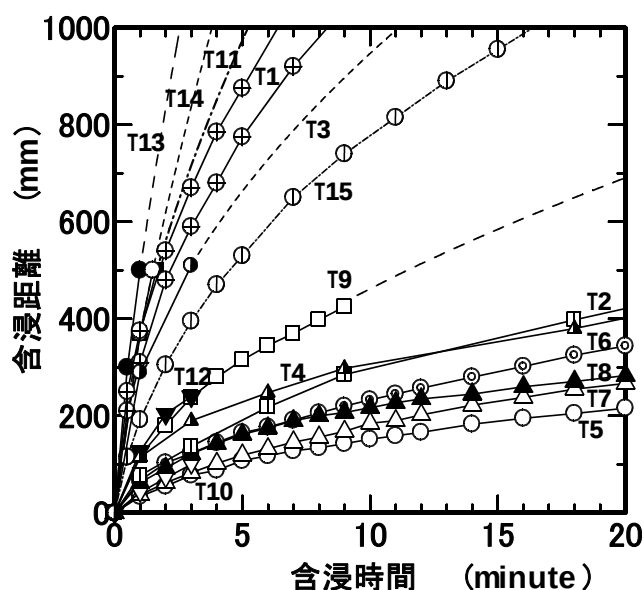
RIMP 法は簡便な成形方法であることが分かった。特に成形作業においては、スチレン等の揮散が少なくなり、作業環境は格段に良くなった。実船への適応性を考えると、基材の含浸特性等を十分に把握して成形品を製作していくことが必要である。成形用に使用したメディアやフィルム等の資材は、成形後、廃棄物となるため、これらを減らすための積層構成を考えたり、リサイクル可能な資材等を選択するなどの工夫が必要である。

表－１ 使用基材等

TYPE	ITEM	Roving 0/90 (g/m ²)	Mat (g/m ²)
NF1	WFC16045	800/800	450
NF2	WFC8045	400/400	450
NF3	WFC6030	400/200	300
NF4	WF80	400/400	—
RC	Rovicore	NM450+D3+NM450, (NM: Knit mat, D3: PPmat)	
B	Balsa	t=10mm, Channel=25mm	
KC	Klegecell	Vinyl chloride Foam, t=20mm, Channel=35mm	
M	Chopped mat	380 (g/m ²)	
R	Roving cloth	450 (g/m ²)	
FM1	Flow medium	Greenflow 75 : 0.89mm : Rhombic	
FM2	Flow medium	Resinflow 60 : 1.0mm : LDPE/HDPE blend	
P	Peel cloth	Polyester Release Fabric	

表－２ 積層構成

TYPE－１	NF1×2+P+FM1	TYPE－９	RC×1
TYPE－２	NF1×2+P+FM2	TYPE－１０	NF3×2+P
TYPE－３	(NF2+NF4)×2+P+FM1	TYPE－１１	NF3×2+FM1
TYPE－４	(NF2+NF4)×2+P+FM2	TYPE－１２	NF3+RC+NF3
TYPE－５	M×2	TYPE－１３	NF3+B+NF3
TYPE－６	R×2	TYPE－１４	NF3+KC+NF3
TYPE－７	(M+R)×2+M	TYPE－１５ (vertical test)	NF1×2+P+FM1
TYPE－８	NF3×2		



図－２ 樹脂の含浸時間と含浸距離の関係

本研究にあたり、(有)材料プロセス研究所、新道繊維工業(株)、FRP サービス(株)のご協力を頂いたので、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 小野正夫, 櫻井昭男, 前田利雄: 第3回海技研研究発表会講演集, p.193, (2003)
- 2) AIR TECH 社の技術資料