

編物複合材の成形法について

大阪支所 ＊小野 正夫、櫻井 昭男

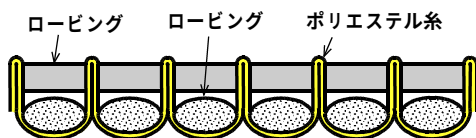
1. はじめに

FRP 造船業界の低迷と技術者不足等が深刻な問題となっており、新しい技術の開発が望まれている。また近年、地球規模での環境問題、省エネルギー化にも取り組む必要が出てきた。こういった背景の中、従来の FRP 材に使用されているガラス繊維強化材の形態を見直し、繊維を効果的に配置した新しい編物複合材が開発され、大型の構造部材等に普及し始めた。このことから、編物複合材の FRP 船舶への導入が強く期待されている。しかし、編物複合材を船舶に導入する際には、強度特性等を十分に把握し、最適な成形方法等も確立しておくことが必要である。

そこで、当所では真空成形法等を利用した新たな成形技術に関する研究を進めている。

2. 編物強化材について

編物強化材は、従来から FRP 材の主要な強化材として使用されているロービングクロス（ロービングを平織りにしたもの）と違い、ロービングを直線的に配置し、細いポリエステル糸で厚さ方向に編み止めたものである。また、各層のロービングの配向角を自由に変えたり、数層を同時に編み止めることが可能で、編み止めることもふまえてロービング層の間にチョップドストランドマットを挟まない積層構成にしている（図－1）。このことから編物複合材は、強化繊維が直線的に配置してあるために負荷に対して有効に作用し、繊維含有率を高くすることで高強度、軽量化が可能になる¹⁾。しかし、編物強化材の積層数をあまり多くすると逆に重量が増し、作業性が悪くなる



図－1 編物強化材の構成

ため、構造物の大きさに見合った編物の積層構成を考える必要がある。成形法については、編物複合材の長所を生かすためにも、従来のハンドレイアップ（HLU）成形法以外の最適な方法を検討する必要があると考えている。

3. 成形法について

3. 1. HLU（Hand Lay Up）成形法

従来の FRP 船舶の成形は、主に手作業による HLU 法で行われている。この方法による従来の MR 積層構成（チョップドストランドマットとロービングクロスを交互に積層したもの）の成形作業は、積層数に応じた回数の作業が必要なため手間が掛かる。また、繊維にズレ等が生じ易いので熟練技術を有する。これに対し、編物強化材の場合は、数層を編み止めているため成形作業の回数が減り作業効率がよくなる。また、繊維のズレ等がほとんど生じないためそれほど熟練技術も要しない。しかし、HLU 成形法については、樹脂に含まれるスチレン等の揮散による人体への影響等が問題となっているため、環境面からの改善が求められている。

3. 2. L-RTM（Light- Resin Transfer Molding）成形法

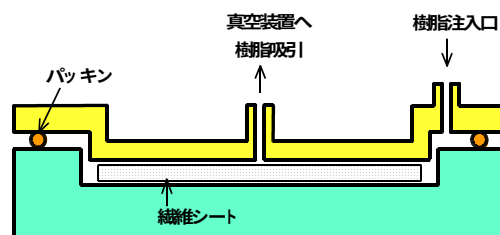
L-RTM 成形法は、図－2（a）に示すように、簡易の上下型内に強化材を配置し、密閉した型内を真空状態にしておいて、そこに樹脂を注入して成形を行う方法である。この方法は、クローズド成形のため、環境面でも HLU 法より優れている。

今回この成形法で編物強化材の成形実験を行った。実験に使用した型は 50cm の正方形である。成形する際には、強化材の積層構成、型内の真空状態及び樹脂の注入量等の条件を変えながら、その影響について調べた。その結果、型内の絶対圧が 60KPa 程度と低い場合は、繊維配向角の違いで樹脂の流れにムラができてたり、気泡が残ったり

し、およそ使えない成形品ができる。絶対圧を10KPa程度の値にすると、積層構成等に関係なく、ボイド等の欠陥がほとんどない良好な成形品ができる。樹脂の注入方法についてはまだ検討中であるが、今回の実験では、含浸状態を観察しながら徐々に注入を行った。成形時の様子を図-2(b)に示す。注入直後の樹脂は、型内の周囲に広がってから徐々に吸い込み口である中心部へほぼ均一に、層状になって進んでいくが、含浸速度は中心部に近くなるに従い徐々に遅くなる。このことから、樹脂の含浸範囲等、成形上の特性を十分に把握しておく必要があると考えられる。成形品の仕上がり状態については、上下の型を用いているため、両面とも平滑なものができる。しかし、上下の型を製作することによって強化材の厚さが決まってくるため、同じ積層構成で、ある程度大量に製品を作る場合に適していると考えられる。

3. 3. RIMP (Resin Infusion Molding Process) 成形法

RIMP 成形法は、上型または、下型の一方の型を用いて、強化材をフィルムで包み込み、内部を真空状態にして樹脂を吸引し成形する方法である。RIMP 成形法の概略を図-3(a)に、成形時の様子を3(b)に示す。この方法を用いると、型が片方で済み、L-RTM法と同様の製品ができる。しかし、フィルム側の仕上がり面は、型を用いた場合より劣る。また、樹脂の注入箇所及び吸引箇所の設置を適切に行わないと、成形が上手くいかないことが実験で確認された。RIMP 成形法についてはまだ十分に成形実験を行ったわけではないが、結果として小型の成形品ではあまり問題がなかった。しかし、船舶のような大型の構造物の成



(a) L-RTM 成形法の概略



(b) L-RTM 成形時の様子

図-2 L-RTM 成形法

形時には、樹脂の含浸範囲、含浸速度および樹脂の吸引方向等を十分に把握してから、適切な方法で行う必要があると考えられる。

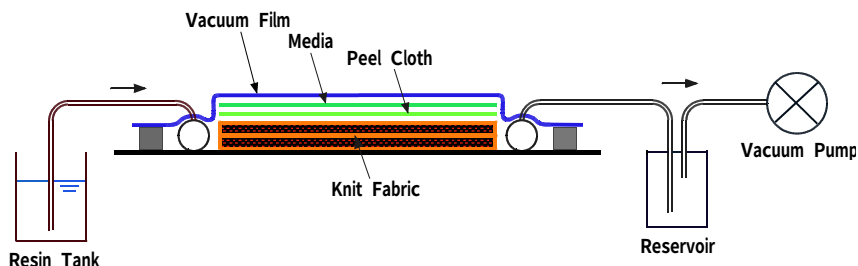
3. まとめ

編物複合材に適した成形方法を確立するために、HLU 法以外の真空成形法を利用した L-RTM 法、RIMP 法について現在研究を進めている。現時点では、まだ問題点等が多いが、徐々に解決し良好な結果を得ている。

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

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)



(a) RIMP 成形法の概略



(b) RIMP 成形時の様子

図-3 RIMP 成形法