

VPI 成形による複合材製造 〈VPI=真空プレスインフュージョン〉

1. 概要

VPI(真空プレスインフュージョン)成形は、従来同様の FRP 型/金型などに強化材を配置した後、あらかじめ成形しておいた特殊シリコン(※)フィルム「VPI-B 型」で覆い、大気圧で型締めも同時に行い、VPI-B 型に設置した漏斗を用いて、樹脂を注入し含浸させていく方法である。

便宜上、FRP 型/金型を「A 型」、特殊シリコンフィルムを「VPI-B 型」と呼称している(写真 1)。

※素材はシリコーン(silicone)であるが、本稿では「シリコン」とする。



写真 1 左:A 型(FRP 型/金属型) 右:B 型(VBS26A/B)

2. VPI と他の成形方法との比較

従来の HLU、SPU、VaRTM(RTM、インフュージョンなど)と比較し VPI 成形は作業性や生産効率、厚み精度の向上、或いは作業環境の改善や産業廃棄物の削減など多くのメリットが得られる為、少量または中量の生産では VPI に置き換えるメリットは大きい。

3. VPI 導入のメリット

(1)経済性

「VPI-B 型」は繰り返し使用が可能。従来のクローズド・モールド法では、ホースやキャッチポット(樹脂トラップ)への余剰樹脂流入を前提としており、準備作業に多大な手間と時間が掛るうえ、ショットの度に多くの材料(樹脂やホース類)の余剰廃棄が発生していた。VPI は樹脂/周辺材料のロス/廃棄を極限まで削減する。

(2)作業性

設計・準備・制御・成形が劇的

に改善される。VPI はシンプルな成形方法であり、樹脂注入機などの複雑な機器も不要。正確に計量された樹脂がほぼそのまま製品となって成形されるので成形後のトリミング作業も簡素化され、作業効率が向上する。HLU/SPU との比較では脱泡作業が不要となるため、工数の削減が可能です。

(3)環境改善

成形時は特殊シリコンフィルムで覆っているため、スチレンモノマーの揮発を抑制し安全でクリーンな作業環境に近付く。また、周辺材料、トリミングによる産業廃棄物も大幅に軽減される。

(4)品質向上

VPI-B 型製作時にシートワックスで成形品の厚みを設計し、樹脂/強化材は計量したものを使用するので寸法安定性を確保できる。HLU よりも強化剤比率を上げて高強度化が可能となり、成形品の積層面平滑性が得られる。

4. VPI 用特殊シリコンの性質

FRP 成形においては二次接着やトップコート、塗装仕上げを要求されることが多いが、一般的な 2 液性シリコーンは粘度調整のためにシリコーンオイルが添加されており、シリコーンオイルは硬化反応しないために FRP 製品の硬化阻害や二次接着不良を引き起こすことがある。

そのため、VPI 成形で使用する特殊シリコンによる製品表面の汚染を懸念する声もあるが、VPI で使用する特殊シリコンフィルムは表面に溶剤や油脂類のない「架橋ゴム」であるため、FRP 製品にシリコーン成分が移行しない。



写真 2

さらに 200℃まで耐熱性能を有しているので加熱成形にも使用できる。(瞬間温度 240℃)

5. VPI-B 型の製作

既存の A 型を利用して VPI-B 型を製作する。VPI-B 型の製作時に重要なことは、A 型には 130 mm のフランジ幅が必要となることである。この幅を広くとったフランジ部分に VPI 成形において重要なバキューム経路を作る。現在、HLU などで使用されている A 型のフランジ幅が狭い場合は、130 mm になるよう改造すれば VPI 成形は可能である。

VPI-B 型の製作手順は写真 2 に示す通り。

従来のクローズド・モールド法と比較して VPI-B 型製作手順は簡素化されている。B 型製作を外部に委託する必要はなく、特殊シリコンの硬化も常温で 15 分程度なので、立ち面に専用スプレー機で塗布しても垂れ落ちる心配が少ないうえ、ほぼ無臭なので数時間あれば自社で内製が可能である。
写真 2

6. VPI 成形の手順

VPI-B 型を製作した翌日から量産成形ができる。通常の HLU 成形型と同様に A 型に離型剤を塗布し必要に応じてゲルコート塗布を行った後は、写真 3 に示す手順で成形作業を進める。

VPI 成形の特徴は下記の通りである。

- ① 大気圧は約 10 トン/㎡の圧力を全体に均一に



図 1 VPI 成形の樹脂含浸イメージ

与えるので、理論値で 8～9m の高さまで樹脂を押し上げる力を持つ。

- ② VPI-B 型の底部や側面を問わず、全体に均等な大気圧が掛かるので樹脂は全体に均等な厚みに広げられる。(図 1)
- ③ VPI-B 型は大気圧で A 型に圧着されるので強化材が樹脂の流動によって流され動くことがない。
- ④ 強化材を配置し、VPI-B 型で覆った内部は樹脂の含浸前に真空に近い状態となるので、樹脂量が適切であれば含浸ムラは発生しない。
- ⑤ VPI-B 型はシリコンゴムなどで離型剤などを塗布する必要がない。
- ⑥ 真空に近い状態にしてから樹脂を注入するので途中でゲル化しない限り、端部まで樹脂は含浸する。

7. VPI を用いたフェノール樹脂成形

従来、FRP 用フェノール樹脂成形は樹脂に揺変性がなく、垂れやすいことや反応水によるピンホール発生などの問題により取り扱いが困難であった。しかし、クローズド・モールド法である VPI では垂れ

の問題がない。また反応水の発生を抑えた新開発のフェノール樹脂「XMWF-2520-LV」を VPI と組み合わせることで、特に問題であったピンホールの発生が最小限に抑制されている。

さらには、VPI でフェノール FRP を成形する時にヒータークロスを使用すればフェノール樹脂の硬化に必要な温度を得られるので大型の硬化炉を必要とせず作業時間の短縮になる。

また XMWF-2520-LV のホルムアルデヒド含有量は 0.3% (測定方法: 塩酸ヒドロキシルアミン法) と、一般的なフェノール

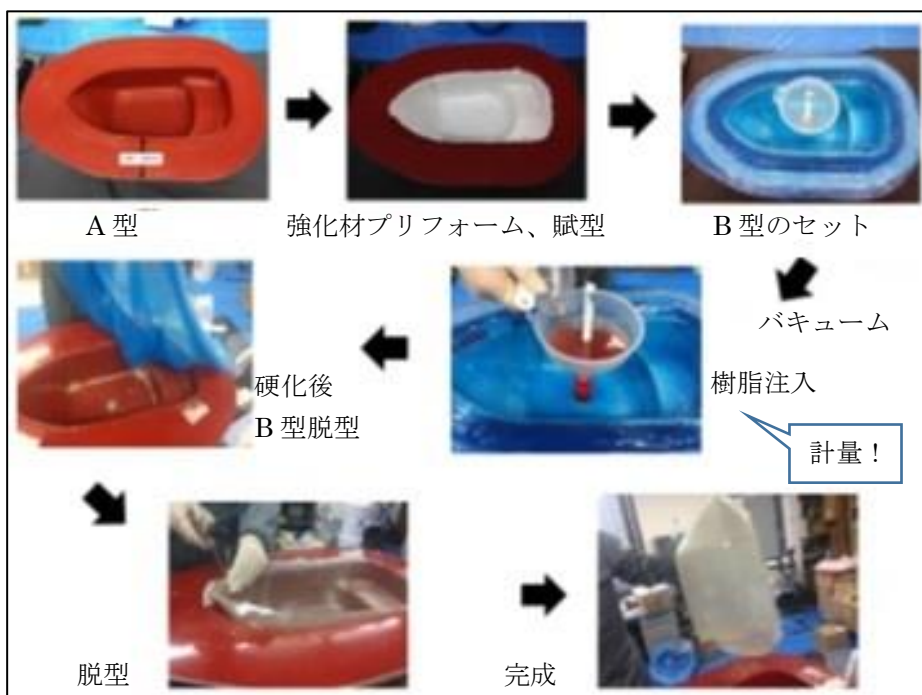


写真 3

樹脂の半分以下のため、作業時のホルムアルデヒド臭気も軽減可能である。

8. オプションパーツ

(1) エコ・アンカー:VPI-B 型用吊り金具

大型の VPI-B 型を製作する時に埋め込むことで VPI-B 型をホイストで吊り下げ設置することが可能になる。エコ・アンカー1 個あたりの負荷は 4 kg までを目安とし、VPI-B 型の大きさに合わせて増設する(写真 4)。



写真 4 左: エコ・アンカー 右: エコ・アンカー使用例



写真 5 ヒータークロス

(3) モーフランナー(変形樹脂ランナー)

樹脂の注入時にモーフランナー内を真空にすることで樹脂の流路を確保し、誘導する。樹脂が通過した後にモーフランナーの真空を解除すると、流路は VPI-B 型全体と同様に大気圧がかかりプレスされるので、積層面は平らになり成形品に流路の跡を残さない(写真 6)。

(2) ヒータークロス(15cmW・30cmW)

VPI-B 型にヒータークロスを埋め込むので、低熱量で大型の加熱炉を超える加熱処理が可能になりエネルギー量を削減できる。また短時間での温度上昇、下降を可能にすることで成形サイクルを短縮できる利点もある。さらにはフェノール樹脂成形時の加熱などに使用できる(写真 5)。

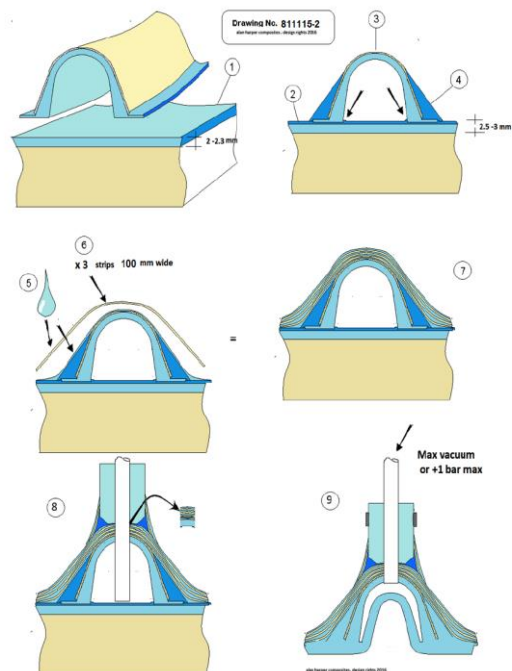
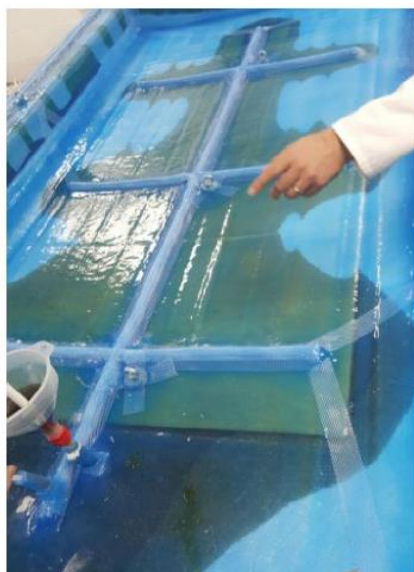


写真 6 左: モーフランナーを用いた成形の様子 右: モーフランナーの仕組み

GRP ジャパンでは、『真空プレス成形』用型/特殊シリコンフィルム製作のご相談受付をはじめ、専用樹脂や硬化剤、強化材など、必要な全ての資材を取り揃え、皆様のお問合せをお待ちしています。

<VPI の導入ご相談は、(株)GRP ジャパンまで>

神戸市中央区御幸通 4-2-15 三宮米本ビル 6F <http://www.grp.ne.jp/> E-mail: info@grp.ne.jp

【神戸本社】 Tel 078-265-1671 / Fax 078-265-1676
 【東京営業所】 Tel 03-6459-3064 / Fax 03-6459-3065
 【福岡営業所】 Tel 093-701-9115 / Fax 093-701-9116