

ミスト法を用いたプリフォーム表面処理法の開発

卒業論文要旨

機能性材料工学研究室

野崎裕平

1. 諸言

FRP は金属材料よりも丈夫で軽量であり、繊維と樹脂の組み合わせにより特性が様々ある。FRP に用いられる繊維と樹脂は、強固な接着をすることが望ましいが、無機繊維を強化材にした場合、有機材料である樹脂とは接着性が悪い。そのため、シランカップリング剤による界面処理を行うことにより、接着性の向上や機械的強度の向上を図ることが出来るようになる。界面処理法は、浸漬法とスプレー法の 2 つが挙げられる。浸漬法は、メーカーでの大量処理に用いられる。一方、スプレー法は界面処理をやり直す時に用いられる。しかし、スプレー法は、広い空間が必要になり、ムラが出来やすく、均一な処理が難しい。

よって、本研究ではスプレー法に代わる界面処理法として、マイクロミスト法による繊維界面処理法を提案し、その確立を目的として実験を行った。

2. 材料および実験方法

本研究では、強化繊維に界面の再処理を行ったガラス織物を、樹脂にエポキシ樹脂を用いて FRP を成形した。ガラス繊維には、企業から購入した段階で、サイジング剤やカップリング剤の処理があらかじめ施されている。よって、繊維を 350℃まで加熱し、処理剤を焼飛ばし、超音波洗浄により、汚れ等を取り除く。

次にカップリング剤の処理を行う。本研究では、1%濃度のエポキシシランカップリング剤 (KBM-403, 信越化学工業 (株)) を用いた。本研究では、浸漬法またはマイクロミスト法によって界面処理を行った。浸漬法では、この溶液にガラス織物を 5 分間漬けた。マイクロミスト法による処理法の概念図を図 1 に示す。図 1 のミストを添加させるノズル部は固定されているが、ガラス繊維を置いている土台が左右に移動することで、織物の全面に界面処理を行うことができる。なお、カップリング剤を添加した繊維は炉に入れて、110℃で 1 時間乾燥させた。

本研究では、界面処理の種類として、再処理なし (Non)、浸漬処理 (Dip)、1 層 1 往復 (1-1)、2 層 1 往復 (2-1)、2 層 2 往復 (2-2)、4 層 1 往復 (4-1)、4 層 2 往復 (4-2)、4 層 4 往復 (4-4) の処理を行った織物繊維を用い、VaRTM 成形法を用いて FRP の成形を行った。

その後、FRP を幅 20mm、高さ 100mm の試験片に切り出した。出来た試験片に 20mm×20mm のタブを取り付け、引張試験を行った。

3. 実験結果および考察

引張り試験より、処理の種類にかかわらず応力-ひずみ曲線は非線形性を示すことが分かった。この原因は、損傷観察の結果から、横糸にクラックが発生したためであると思われる。このクラックの生じ易さは繊維-樹脂界面の界面強度に依存するので、剛性低下によって界面特性を評価する。

そこで、初期剛性によって正規化した剛性をひずみ 0.001 ごとに計算し、その評価を行った。図 2 に、すべての試験片に関して、正規化剛性と引張りひずみの関係を示す。グラフより、4 層 1 往復処理以外のミスト処理を行った試験片の正規化剛性は、浸漬処理試験片の値より同等かそれ以上であることが分かった。これは、層の数が増加するとミストが奥まで浸透し難くなるためであると思われる。以上より、本研究で用いた織物をミスト法で再処理する場合、2 層ならば 1 往復での効果が表れるが、4 層では界面再処理効果を得るためには 2 往復以上の処理が必要であることが分かった。これは、プリフォームの積層数 (厚み) を増やしていく場合、より長くミスト処理を行う必要があることを示唆している。

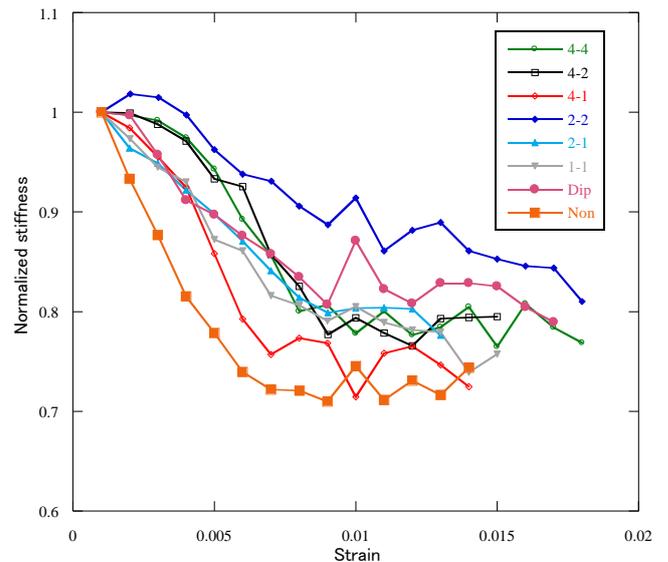


図 2. 織物 GFRP のひずみと正規化された剛性の関係

4. 結言

本研究では、ガラス織物にマイクロミスト法による界面再処理を行い、FRP を成形してその特性を調べた。実験結果より、マイクロミスト法による界面再処理は浸漬法と同じポテンシャルを持つことが分かった。さらに、ガラス織物プリフォームの積層数が増えると、より長くミスト処理を行う必要があることが示された。ただし、本稿ではベースの上にプリフォームを設置したためにミストが厚み方向に流れにくかったと思われる。より効果的な再処理手法の確立のためには、ミストの流れを詳細に調べる必要があるだろう。

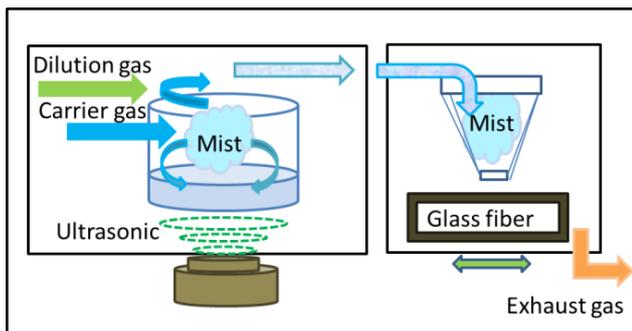


図 1. マイクロミスト法による処理法の概念図