

1. 緒言

現在、様々な分野で活躍している FRP 材は、ガラスや炭素などの繊維をプラスチック樹脂に染み込ませ強度を向上させた複合材料である。また、無機繊維は有機材料である樹脂となじみにくいため、接着性の向上を目的にシランカップリング剤による界面処理が施されている。界面処理は添加量や濃度の調整が難しく、小さい繊維メーカーでは処理が厳しいのが現状である。そこで、本研究では容易な界面処理法として、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. 実験装置および方法

繊維には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ため、超音波洗浄により除去する。その後、1%濃度のカップリング剤水溶液を準備し、浸漬法とミスト法で添加する。カップリング剤はアミノシランとエポキシシランの2種類を使用し処理効果の比較をする。ミスト法については図1に示す。ミスト法では処理溶液を超音波で霧状にし、キャリアガスによってノズルまで運び添加する。特殊な部品や真空を必要とせず、装置の構成はシンプルである。ミスト法では1-10 μm の液滴を発生可能で、繊維間距離数 μm である繊維糸の中に十分添加されることが期待できる。カップリング剤の添加後は110 $^{\circ}\text{C}$ で1時間程度乾燥させる。乾燥が終了したらVaRTM成形法でFRPの成形を行い、ファイナカッターで試験片を切り出す。そして、引張試験を行う。

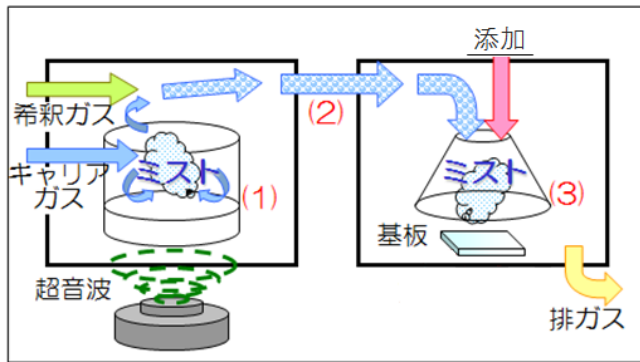


図1 ミスト法のプロセス

3. 実験結果および考察

図2に各試験片の応力-ひずみ曲線を示す。グラフより、未処理、アミノシラン浸漬処理、アミノシランミスト処理を行った材料の曲線と、エポキシシラン処理を行った二つの曲線が異なる剛性を示していることが分かる。この原因は、成形後の試験片の厚みが異なっている、すなわち繊維含有率が異なっているためである。また、グラフからは未処理とアミノシラン浸漬処理、アミノシランミスト処理の曲線はほぼ同一であり、界面処理による影響を明確に見ることができない。そこで、応力-ひずみ曲線より剛性の変化率を求めた。図3に各試験片に関して、横軸をひずみ、縦軸を初期剛性で無次元化した剛性変化率をとったグラフを示す。図より、未処理の試験片と、界面処理を行った試験片で剛性変化の曲線が異なっていることが明確に分かる。ひずみ5000 $\mu\epsilon$ まではどの試験片の剛性変化も同様であるが、それ以後は未処理の試験

片の剛性低下が大きくなる。剛性低下が生じる理由は損傷の発生であり、この結果は未処理試験片に生じる損傷が他の試験片よりも多いことを示している。引張によって生じる損傷は横糸の繊維／樹脂界面に生じており、界面処理によって界面が強化されていることを示している。また、界面処理を行った試験片の剛性低下曲線はどれも似たような結果を示しており、ミスト処理による界面強化には従来の浸漬法と同等の効果があることが分かった。今後は再現性を確かめると共に噴霧量や噴霧時間、濃度の調整など、添加量の最適化を行うことで、ミスト法による最適な界面強化方法を調べる。

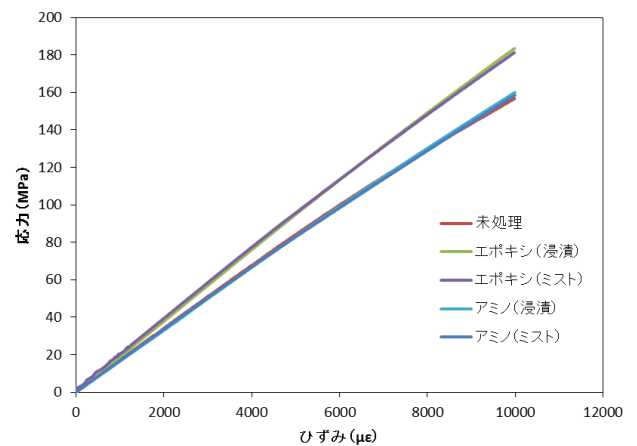


図2 応力-ひずみ曲線

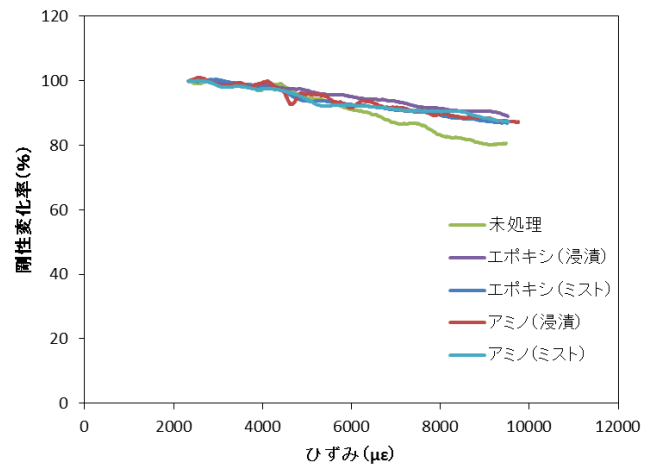


図3 剛性変化率

文献

1) 川原村敏幸, 「ミスト CVD 法とその酸化亜鉛薄膜成長への応用に関する研究」京大大学 学位論文 21-37、B(2008).