軽量高強度材料（CFRP）の高効率成形技術の確立Ⅰ

― CFRPの基材となるUDテープ製造技術の確立 ―

繊維高分子材料科　　長房秀幸*　森田達弥　鈴木重好　鈴木一之

Establishment of a high-efficiency molding technology for lightweight and high-strength materials (CFRP)

― Establishment of a UD-tape production technology for the base materials of CFRP ―

NAGAFUSA Hideyuki, MORITA Tatsuya, SUZUKI Shigeyoshi and SUZUKI Kazuyuki

keywords : Carbon fiber reinforced thermoplastic, Uni-directional tape

炭素繊維複合材料（CFRP）は、優れた材料特性を持ち活用が期待されているが、成形時間が長いという欠点がある。これを克服し、熱可塑性CFRPの高効率成形技術を確立するために、浜松工業技術支援センターは浜松地域CFRP事業化研究会に協力し、中間基材であるUDテープ製造技術の確立を目指している。浜松地域CFRP事業化研究会が開発したUDテープ製造装置におけるテープ製造条件の検討を行った結果、超音波振動装置単独では振幅95μm、荷重170N、送り速度8mm/sec以下においてボイド率5%以内、厚さ100μm以下、予備加熱装置の設置により送り速度1.6倍を達成した。予備開繊においても、開繊幅12mm以上を達成した。

キーワード：炭素繊維複合材料（CFRP）、熱可塑性 CFRP、UD テープ

1　はじめに

炭素繊維複合材料（CFRP）の一種である熱可塑性 CFRP は量産材料として期待されているが、作製に用いる樹脂の溶融粘度が高く繊維束への含浸が困難である[1)]。浜松工業技術支援センターは、一方向炭素繊維の両面に熱可塑性樹脂を接合した圧縮成形可能な中間基材（UD テープ）の開発に取り組む浜松地域 CFRP 事業化研究会に協力し、製造条件等に関する研究を進めている。高樹脂含浸の UD テープを作製することができれば、成形時の含浸時間短縮に繋がり、熱可塑性 CFRP 成形の効率化に寄与すると考えられる。本研究では超音波含浸技術を用いた製造装置のテープ製造条件と品質の関係を確認した。品質の目安として、安定したプレス成型が可能と思われるボイド率5%以下、厚さ 100μm 以下を目標値とした。加えて、含浸には開繊が重要な役割を果たす[2)] ことから、本製造装置で安定的にテープを作製できる開繊幅 12mm を目標に、予備開繊に関する検討を実施した。

2　方法

2.1　超音波含浸

図1の装置により、超音波加工条件毎の UD テープを製作し、テープの断面写真からボイド率、厚さを測定した。

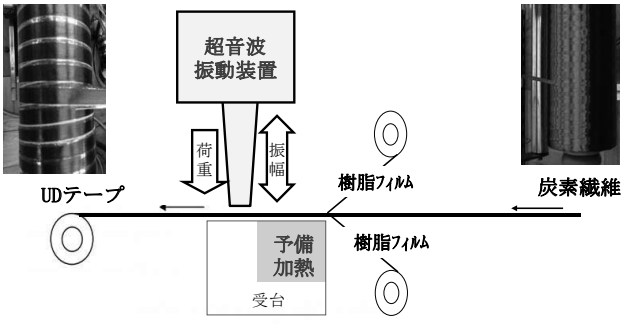

図1　UDテープ製造装置

2.2　予備開繊

図2の装置により、開繊加工後の各種条件毎の開繊幅を測定した。

---

* 現　工業技術研究所　食品科

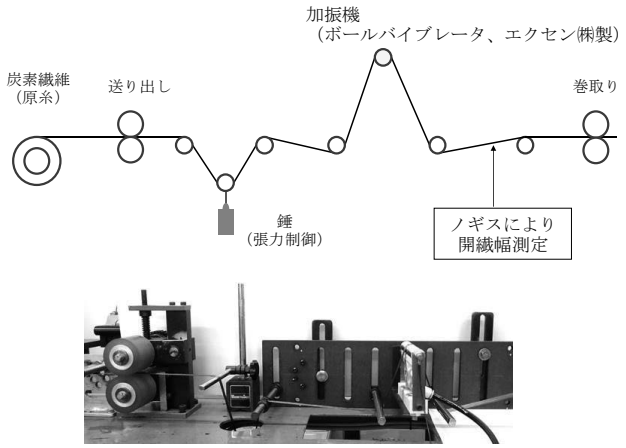

図２　予備開繊検討装置

3　結果および考察

3.1　超音波含浸

超音波振動装置の条件（振幅、荷重、送り速度）を各5水準に設定し、実験計画法に基づく要因効果分析をした結果、振幅・荷重が大きく、送り速度が遅いほどボイド率が低下した（図3）。この結果より、振幅・荷重を安定稼働できる振幅 95μm、荷重 160−170N に設定したところ、送り速度8mm/sec 以下においてボイド率5%以下（図4）、厚み 100μm 以下であった（図5）。また、材料の予備加熱を行うことで、ボイド率 5% 以下のテープを送り速度 1.6 倍以上で加工できることが確認された（図6）。

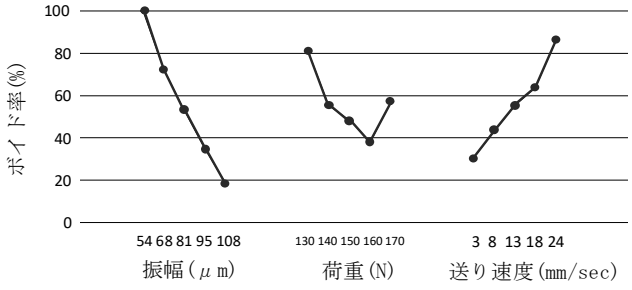

図３　実験計画法に基づく要因効果分析の結果

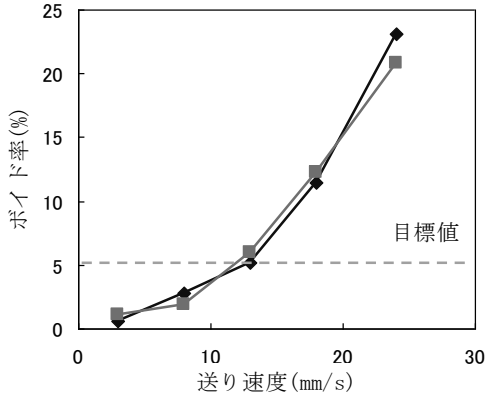

図４　振幅95μm、荷重160N、170Nにおける送り速度とボイド率の関係

■：荷重160N時、◆：荷重170N時

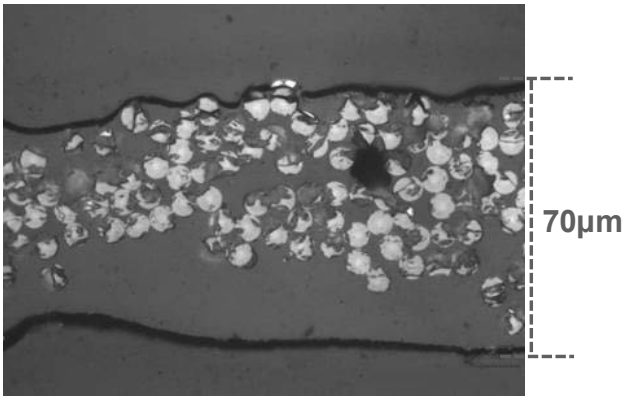

図５　振幅95μm、荷重170N、送り速度8mm/secで作製したUDテープの断面

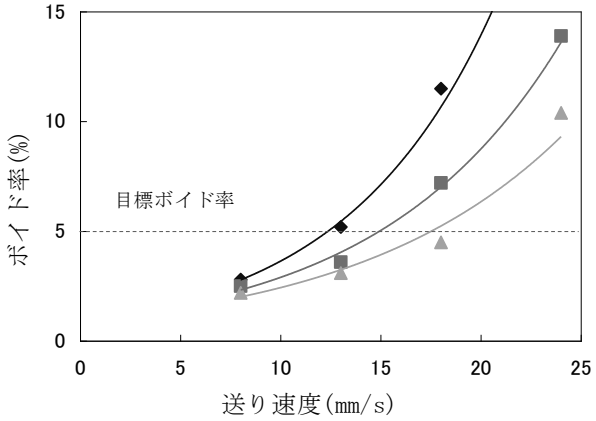

図６　振幅95μm、荷重170N、送り速度8mm/secにおける送り速度とボイド率の関係と予備加熱装置の効果

◆：予備加熱無し、■：150℃加熱、▲：200℃加熱。

3.2　予備開繊

開繊装置の条件（加振機への繊維導入角度、加振機周波数、送り速度、錘の重さ）を各3水準に設定し、要因効果分析をした結果、角度・送り速度が小さく、周波数を大きくすると開繊幅が大きくなることがわかった（図7）。錘に関しては0g、200g では安定しなかった（図8）。これらの結果を踏まえ、送り速度について検討したところ、錘 104g、送り速度 40mm/sec 以下で目標値の開繊幅 12mm 以上となった（図9）。

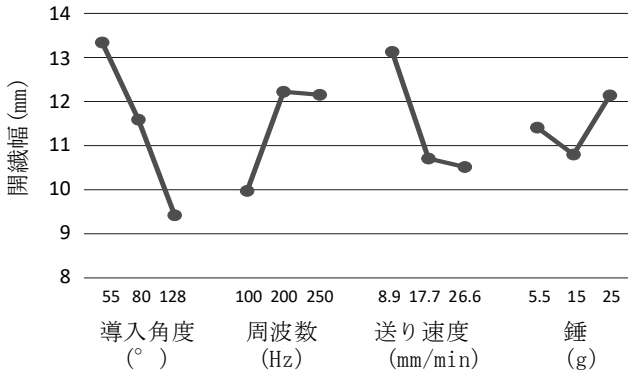

図７　実験計画法に基づく要因効果分析の結果

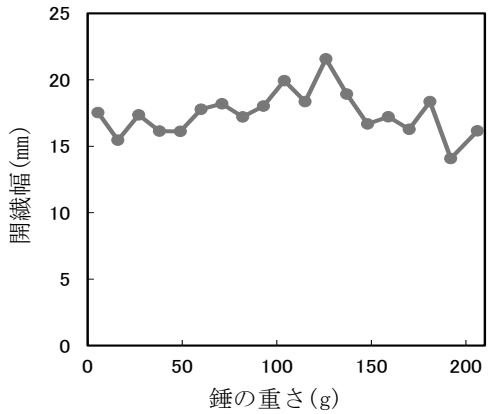

図８　導入角度55°、周波数240Hz、送り速度10mm/secにおける錘と開繊幅の関係

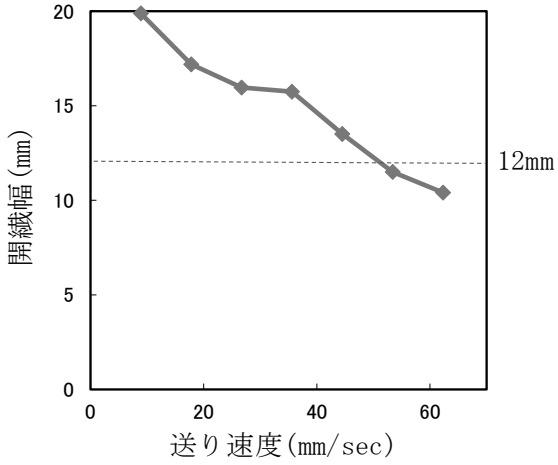

図９　導入角度55°における送り速度と開繊幅の関係

◆：周波数239-245Hz、錘104g

4　まとめ

UDテープ製造装置の条件を検討した。超音波振動装置単独では振幅 95μm、荷重 170N、送り速度8mm/sec 以下においてボイド率5%以内、厚さ 100μm 以下を達成し、予備加熱装置により送り速度 1.6 倍を達成した。開繊においても、繊維導入角度 55°、周波数 230Hz、錘 104g、送り速度 40mm/sec 以下にて開繊幅 12mm 以上を達成した。

謝辞

協力頂いた浜松地域 CFRP 事業化研究会様に感謝致します。

参考文献

1）米山猛：CFRP量産成形のための塑性加工．日本塑性加工学会会報誌，1（7），471-477（2018）．
2）川邊和正　他：開繊された強化繊維束の樹脂含浸挙動．材料，47（7），735-742（1998）．