

カーボンニュートラルを強力に推進する CFRPの高度DDL加工を紹介

編集部

ビームホモジナイザ光学系と高出力半導体レーザを組み合わせたCFRP自動配置プロセスは、石油やガス産業用途における大規模生産を可能にしている。

「名古屋レーザフォーラム 2024」(中部レーザ応用技術研究会主催)が2024年5月22日、名古屋市において開催され、「カーボンニュートラルに貢献するレーザ加工」をテーマに8名の登壇者が講演を行った。基調講演では、独アーヘン工科大バッテリー生産技術グループリーダーのセバスチャン・ウルフ氏(Sebastian Wolf)が半導体レーザによるバッテリーの電極の最新のレーザ乾燥技術について語るとともに、独レーザーライン社(Laserline)、三菱電機、DMG森精機、デンソーなどが最新動向を紹介した。ここではレーザーライン社戦略的キーマネージャーのマーティン・ヴァイラー氏(Martin Weiler)による講演「炭素繊維強化プラスチック(Carbon Fiber Reinforced

Plastics:CFRP)およびその他の非鉄材料に向けた高度ダイレクトダイオードレーザ(Direct Diode Laser:DDL)処理」をレポートする。

CFRPの自動製造で サステナビリティを推進

炭素繊維強化ポリマーなどの熱可塑性複合材料の自動ファイバプレースメント(Automated Fiber Placement:AFP)の利点はよく知られており、数十年にわたって広く産業用途で使用されている。ビームホモジナイザ光学系と高出力半導体レーザによる熱可塑性CFRPのAFPプロセスは、石油・ガス産業におけるパイプ製造などで実用化されており、その大量生産を可能にしている。

「CFRPの処理にレーザを使用した場合のメリットは、高い精度を確保できること、応答時間が短いことによる高速処理、そしてクローズドループシステムでの制御が可能、高エネルギー密度ということが挙げられる」(ヴァイラー氏)。金属などをCFRPに置き換えることによる軽量化のメリットは、サステナビリティへの対応の面で大きい。

この手法は、カーボンやガラス、アラミドなどのエンドレス繊維で強化されたテープを使ったレーザ加工であり、2Dまたは3Dの自由な形状を製造できる。図1がプロセスの原理である。上部のテープフィーダからテープが供給され、ロールがそれを下に押し付けている。押し付けられる直前に左のヘッドから長方形で均一なレーザスポットが照射され、それによって溶けた材料をロールが圧縮していくという流れになる。

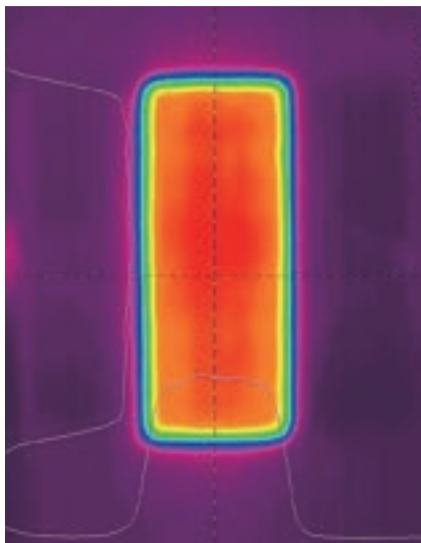


図1 均一な長方形ビームを用いたCFRPテープ自動配置

エンドレスのパイプや 高圧タンクも自動製造

ヴァイラー氏はエンドレスのパイプのテープ巻きについて紹介した。この技術はCFRP製パイプを高い安定性と最小重量で製造できる。またエンドレスであることからジョイントが不要であり、顧客が製品を展開する時間を短縮できる。特に石油・ガス業界におけるパイプの堅牢性、現場での溶接を避けたいといったニーズに応えることが可能である。

この技術は自動車業界でも応用されており、燃料電池車に不可欠な水素タンクも製造が可能である。ロボットアームと対象が同時に動きながら、プリストラクチャの周りにテープを巻いていく(図2)。これによりスチール製で60kgだった高圧容器を13kgにまで軽量化することに成功している。

少量生産や部分的強化に 対応できる

2Dまたは2.5Dフラットパネルのテーラードブランクにおいても、高い生産性を実現した生産ラインが構築されている。連続で供給される基材へのレーザーを用いたテープ配置は、最大850mm/秒での処理が可能で、サイクルタイムは3.5秒未満である。このシステムでは連続でフレキシブルな生産が可能である。

このようなケースは、例えばオンデマンド製品市場における高い生産柔軟性や自動化プロセスの実現に役立つ。また柔軟性が高く専用工具が不要で、市場投入までの期間が短くても対応できることから、将来のモビリティ市場における少量生産に役立つと考えられる。コンシューマ市場においても、例えば薄いノートPCの製造に役立てることができる。エッジなど部分的に強

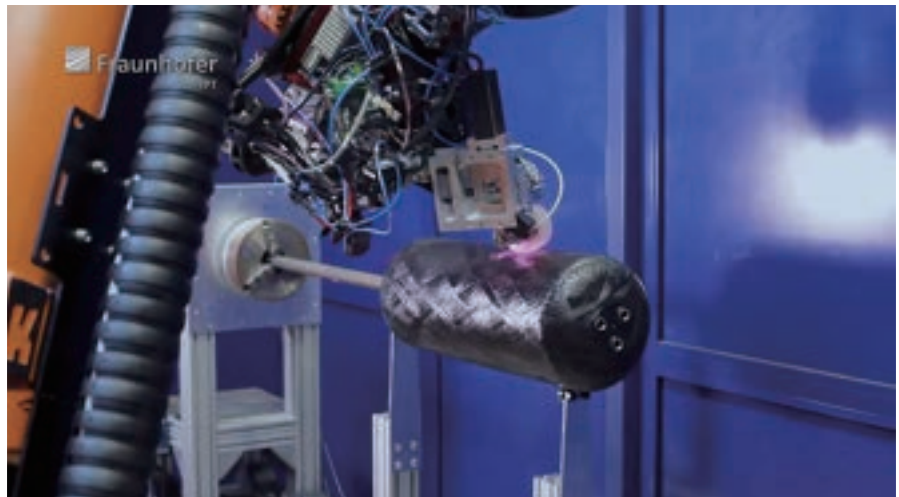


図2 エンドレスパイプやボトルの製造が可能



図3 巨大な航空機の胴体をオートクレープ外で製造

化することにより、材料価格を低減することが可能になる。

最後にヴァイラー氏は航空宇宙分野の事例について紹介した。CO₂排出規制やサステナブルとリサイクルを背景に、低排出ガス航空機への需要はますます高まっている。そこで機体を軽量かつ高速で生産することが求められるが、オートクレープはそのニーズに対して限界がある。オートクレープは高温高压でエネルギー消費量が多い。また製造する部品が巨大なため、オートクレープ自体も巨大なものが必要になる。だがこの技術を使えば、オート

クレープを使わずに、リサイクルとサステナブルを考慮した、熱可塑性プラスチックでの製造が可能になる。

図3は欧州の航空宇宙研究プロジェクト「クリーンスカイ2(Clean Sky 2)」多機能胴体実証機(Multi-Functional Fuselage Demonstrator:MFFD)の製造事例である。生産プロセス中にモニタリングを行っているため、ヘッドを随時コントロールすることができる。ヴァイラー氏はこのように、熱可塑性テープとダイオードレーザーの組み合わせ技術にはさまざまな利点があることを強調して講演を締めくくった。