

マイクロ波を用いた熱可塑性 CFRP の高速成形技術の開発

マイクロ波プロセスによる熱可塑性 CFRP の新規高速成形

(産総研) ○堀田裕司、島本太介、富永雄一、今井祐介、佐藤公泰

[2PD23]

(Tel: 052-736-7383、y-hotta@aist.go.jp)

国立研究開発法人 産業技術総合研究所の堀田裕司らの研究グループは、マイクロ波 (MW) プロセスを用いた熱可塑性 CFRP (熱可塑性樹脂をマトリックスとした炭素繊維強化プラスチック) を 1 分以下で成形可能な高速成形技術を開発した。

炭素繊維を樹脂と複合化した CFRP は、軽量かつ機械特性に優れた部材として、エネルギー機器、輸送機器、建材土木産業などの分野で注目されている。CFRP には、マトリックスに熱硬化性樹脂を用いた熱硬化性 CFRP と熱可塑性樹脂を用いた熱可塑性 CFRP がある。特に、熱可塑性樹脂は加熱による軟化・熔融特性に優れることから、成形時間の短縮などの生産性に係る製造コストが低く且つ大量生産性に優れている。そのため、自動車などの輸送機器関連分野に於いては、熱可塑性 CFRP に関して 1 分以下の高速成形技術の開発が期待されている。

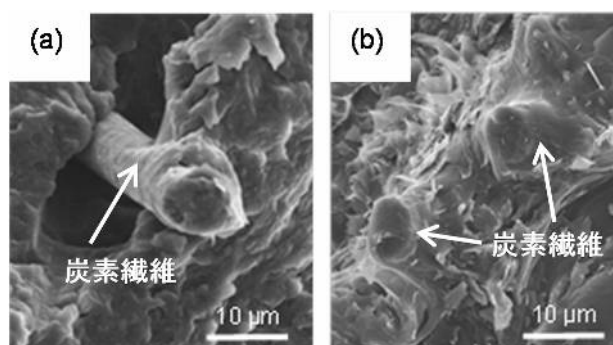


図 1 マイクロ波照射後の熱可塑性 CFRP の破断面。(a)従来の熱可塑性 CFRP、(b)h-BN で高熱伝導化したマトリックスで構成された熱可塑性 CFRP。樹脂は PA6 を使用。

炭素繊維はマトリックス樹脂と比較して、マイクロ波 (MW) を選択的に吸収し、CFRP の内部から急速に加熱を引き起こす。そのため、熱可塑性 CFRP の新規高速成形として MW プロセスが期待できる。しかしながら、炭素繊維 ($10 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) とマトリックス樹脂 ($0.2\sim 0.3 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) の熱伝導率が大きく異なるため、急速に加熱された炭素繊維から熱の行き場がなくなり、炭素繊維とマトリックスの界面に熱が籠もることによって、繊維界面近傍の熱劣化が引き起こされる (図 1(a))。このことから、実際には MW プロセスは熱可塑性 CFRP の成形には適用できないとされていた。そこで我々の研究グループでは、マトリックスの熱伝導率に着目し、高熱伝導性フィラーの六方晶窒化ホウ素 (h-BN) を熱可塑性樹脂と複

合化した高熱伝導性マトリックスで熱可塑性 CFRP を作製し、MW 照射を行った。h-BN は MW を吸収しにくいいため、高熱伝導性マトリックスの熱劣化抑制効果を明確に検討することが可能である。図 1(b)に示す様に、高熱伝導性マトリックスで作製した熱可塑性 CFRP は、MW を照射後も劣化の様子は観察されない。これは、MW によって加熱された炭素繊維からの熱が、熱可塑性 CFRP 中のマトリックスを高速に伝播し、マトリックスの熱劣化を抑制したと考えられる。

また、マトリックスの高熱伝導性は、熱可塑性 CFRP の高熱伝導化に寄与し、MW 照射によって発熱した CFRP から放熱が引き起こされる。そのため、放熱された熱を成形型内にとじ込められれば、熱可塑性 CFRP は急速に加熱されて成形が可能になると考えられる。この考えのもと、我々の研究グループでは、MW プロセスに適応可能な成形型の開発に取り組んだ。開発した成形型(図 2)を用いて、熱可塑性 CFRP の MW 成形を実施した。図 3(b)で示す様に、高熱伝導性マトリックスで構成された熱可塑性 CFRP は MW 照射から 1 分以下で成形され、型に合致した形状に高速成形が可能であることを見出した。

本研究で開発した、MW プロセスを用いた熱可塑性 CFRP の高速成形技術が、輸送機器の軽量部材の開発だけでなく、幅広い CFRP の用途へ適用されることに寄与できれば幸いである。

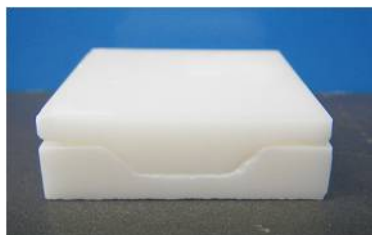


図 2 開発したマイクロ波プロセス用の CFRP 成形型

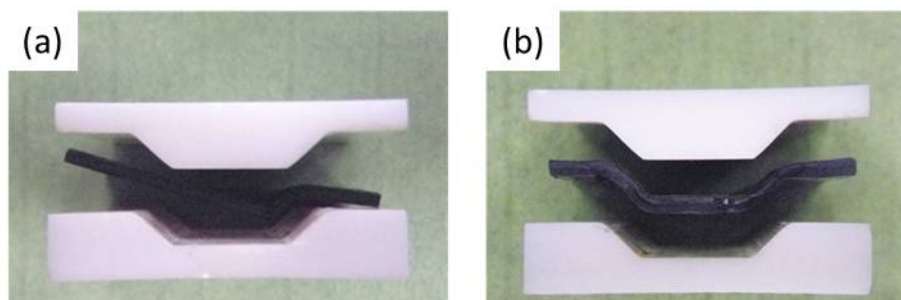


図 3 マイクロ波(MW)照射後の成形の様子。(a)従来の熱可塑性 CFRP、(b)高熱伝導性マトリックスで構成した熱可塑性 CFRP

<適用分野> 自動車分野などの輸送機器における CFRP の一次・二次構造部材、軽量性が要求されるスポーツ部材、耐腐食性が要求される建材土木関連部材などへ、生産性を考慮しながら CFRP の応用展開が期待できる。