

熱可塑性 CFRP の通電抵抗加熱金型による成形技術

吉田 透 (よしだ とおる) 株式会社キャップ 開発部 部長

要約 プラスチック成形や熱可塑性 CFRP 成形の分野では、成形サイクル中に金型の温度を変化させて成形品の品質向上を図る試みがあり、ヒートアンドクール金型技術と呼ばれている。従来は熱源として温水や水蒸気、高温の油、カートリッジヒーターなどが使われてきた。これらの従来技術では短時間で金型を加熱することが難しく、熱エネルギーが外部環境に漏れてしまいエネルギー効率が悪いという問題があった。筆者らは金型に高周波電源を接続して、金型を電気抵抗で発熱させる方法を開発した。高性能な高周波電源を用いること、金型自体が電気抵抗で発熱することなどにより効率の良い金型加熱システムとなっている。この通電抵抗加熱金型を用いた熱可塑性 CFRP の成形技術を紹介する。

1. はじめに

近年、環境問題を背景に自動車の軽量化が求められている。家電や車椅子などの製品においても持ち運びの利便性のために軽量化への関心が高まっている。

軽量で高強度な CFRP は次世代の金属代替材料として注目されている。しかし、従来の熱硬化性 CFRP には成形サイクルタイムが非常に長いという問題がある。この課題を解決できる可能性がある熱可塑性 CFRP (以下、CFRTP) が注目され、成形技術の開発も盛んになっている¹⁾。

筆者らは、高周波電流を金型に通電して加熱する熱プレス成形技術を開発し²⁾、TAM (Thermo Assisted Molding) 成形法と呼んでいる。金型の温度を 400℃ 以上に上げられることを利用して、スーパーエンブラを使った熱可塑性 CFRP やマグネシウム合金などの難成形材料の熱プレス成形技術の開発を行っている。

従来の温水や水蒸気、高温の油、カートリッジヒーターなどを使った金型加熱技術と比較して、180℃ 以上の高温を実現できる、外部環境に漏れる熱量が少ない、短時間で加熱できるなどの特徴を持つ。近年、実用化された SiC FET 型パワートランジスタを用いた高周波電源を用いることで、よりいっそう効率が良い金型加熱システムを実現している。

2. CFRTP の熱プレス成形

連続繊維を用いた CFRTP は軽量でありながら高張力鋼板に匹敵する強度を持つ。鋼板部品の軽量化に有用であるばかりでなく、射出成形部品の補強部材として用いることで、ダイカスト部品のような複雑形状の軽量化にも応用できる。連続繊維 CFRTP を短時間で高強度に成形するのがヒートアンドクール金型を用いた熱プレス成形である。

熱可塑性樹脂は加熱すると熔融し、冷却するとただちに固化する性質を持つ。熱硬化性樹脂のような重合反応の時間が不要なため、短時間で成形できる可能性がある。

しかし、CFRTP を成形するには、樹脂を熔融して炭素繊維とともに加圧することで賦形し、さらに冷却して固化させなければならない。この間、樹脂の温度を常温から 300℃ 程度に上昇させ、また常温に戻すという激しい温度変化を必要とする。

金型の急速加熱技術には、誘導加熱現象を用いた RocTool 社の CageSystem が知られている³⁾。これに対して筆者らの方法では、金型に高周波電源を直接接続して通電することで電気抵抗によって発熱させており、他に例のない独特な技術である (図 1、図 2)。誘導加熱用のコイルや特殊な金型構造などを必要としないシンプルな急速金型加熱技術になっている。