

# 電磁誘導技術による急速加熱成形

## 1. 電磁誘導加熱冷却成形システムしくみ

電磁誘導加熱システムは金型の表面層を急速に加熱、正確なサイクルタイムで繰り返し加熱冷却を可能とするシステムである。金型内部に設置されたフレキシブルな誘導ケーブル（図中ではインダクタと記載）に交流電流を流すことで誘導電流がケーブル周囲の型に流れ、集中して渦電流が誘導されることで表層に熱抵抗が生じる（図1）。

誘導ケーブルを金型の表層部の薄い部分に加熱をさせるために成形面から均一な深さの場所に適正に誘導ケーブルを配置することが重要である。加熱の性能は誘導ケーブルを通す位置やその太さ、出力周波数、電力、金型の磁性特性に代わるため誘導の解析作業が非常に重要となる。

一般的に誘導ケーブルには銅の線を利用し、金型の加熱したい面全体を一筆書きで配置される。曲面であっても誘導ケーブルを金型内に配置することができれば面全体を均一な熱量で加熱することができ、水や油による一直線の加熱経路に比べその熱のばらつきは非常に小さく加熱することができる（図2）。

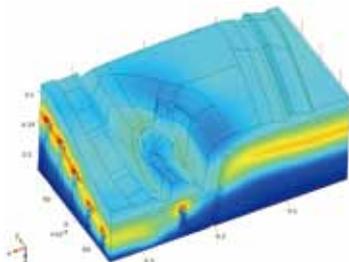


図1 金型のキャビティ面の誘導加熱

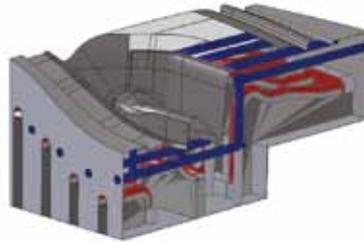


図2 誘導加熱冷却経路図（溝に沿う誘導ケーブルと直線の冷却経路）

## 2. 電磁誘導加熱冷却システムの性能

- ① 金型の加熱温度は400℃以上可能
- ② 加熱経路が柔軟に設計でき熱分布の最適化が可能
- ③ 加熱スピードは他の加熱方法に比較し2倍以上早く、サイクルが正確
- ④ 金型の薄い表層を加熱しているため加熱や冷却エネルギー効率に優れていて省エネ
- ⑤ 誘導装置の設置や移設が容易で大型の金型に複数の装置の増設も可能
- ⑥ 部品形状が複雑でも加熱ネットワークの設計が可能



加熱スピード



加熱最大温度



エネルギー消費

	加熱スピード	加熱最大温度	エネルギー消費
電磁誘導加熱方式	25℃/sec	400℃以上	1
スチーム：加圧熱水	10℃/sec	140℃	2～3倍の消費
電気ヒーター式	5℃/sec	300℃	5～10倍の消費

図3 誘導加熱と他の方式の性能の比較熱

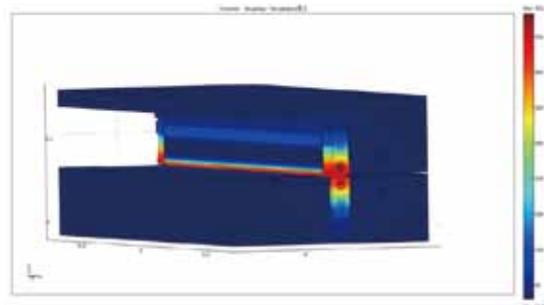
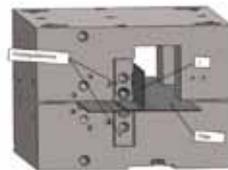
### 3. 誘導加熱成形の事例

#### 3-1. 380°CでPEKK/CFRP部材を加熱プレスによる熱融着

採用事例として航空機部品CFRPを誘導加熱で接合したストリング部品がある。PEKK/CF複合材の平面材と90度に曲がった部材接合部を380°Cで加熱し金型でプレスして熱融着させている。局所の加熱なので昇温も早くまた水による冷却も非常に早い。接合部の金型表層が400°Cに加熱されている状態でその他周囲の型全体は100°C以下の状態でサイクル成形が可能であるため非常にサイクルが早い。CFRPプレス成形金型の場合、90°Cから380°Cまで60秒で加熱できる(写真1)。



熱可塑性強化繊維複合材同士のウェルディング加工例(熱融着)



PEKK/CF@380°C  
サイクルタイム 5分以内  
加熱 60秒 90→380°C  
加圧 60秒  
冷却 140秒  
加圧 10Bar

写真1 接合平面部の金型表層が400°Cに加熱、型全体は100°C以下の状態

#### 3-2. PPS/CF材中空パイプ成形で座席の軽量化

航空機関係だが座席の脚にCF部材を利用した事例だ(写真2)。筒状にPPS樹脂がプリプレグされたカーボン繊維をシリコンバッグにはめこみ中から空気で圧力をかけながら金型を急速加熱して成形する(写真3)。型を330°C程度まで加熱することでPPSを十分に繊維に含浸させることが可能でまた誘導により急速加熱冷却が完了するためシリコンバッグの利用が可能になった。欧米の大手飛行機メーカーにおいて軽量化による燃費向上に寄与したと聞く。



写真2 航空機の座席の脚にカーボンが採用



写真3 中空パイプ成形金型

### 3-3. 高意匠性を実現する高転写成形

電磁誘導加熱成形では金型の転写性能が格段に向上する。ロックツールでは97%という転写性能を実現している(図4)。レーザーで加工したキャビティ表面(写真4)真と箱型の射出成形品(写真5)。塗装やフィルムによる2次工程の加飾を必要とせず工数の削減が可能になる。またこの技術は自動車内装部品に使われている。高光沢とデザイン性を転写成形で実現した例である(写真6、7)。

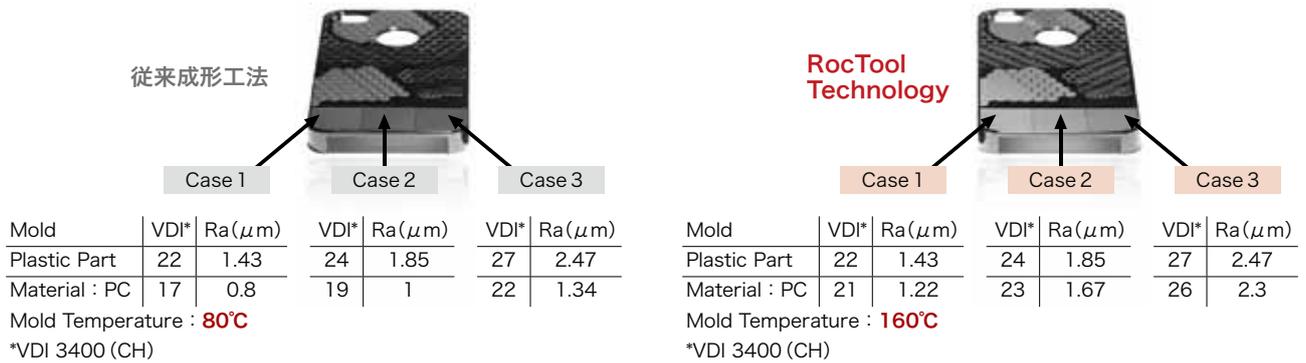


図4 80°C温調金型と160°C誘導加熱金型とシボ転写性能の違い

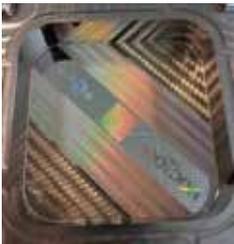


写真4 レーザーエッチング加工のキャビティ

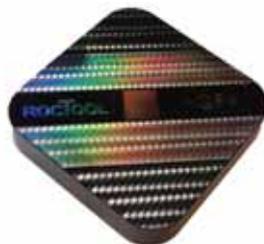


写真5 転写で光の反射を実現した成形部品



写真6 自動車のダッシュボードカバーへの採用例



写真7 光沢と加飾デザインを転写成形で実現した内装部品



写真8 欧州車のリアライトに外装プラスチック部品の採用例

車の外装プラスチック部品にも高光沢による塗装レスの動きが加速してきた。欧州車の高級車のリアライトの外装に2色成形部品に誘導加熱金型による成形部品が採用された(写真8、9)。



写真9 2色成形で塗装レスを誘導加熱システムで採用

## 4. 誘導加熱技術の導入検討の際に

本技術のご検討にあたり次のサービスをご利用されることを勧めたい。

### 1. デモンストレーションセンターにて実機成形トライアル

当社のテスト金型や装置を実際に利用して性能の確認が可能。また試作金型の製作請負も行っているので試作も可能(装置はデモセンタ利用)。

### 2. 誘導成形適合性解析

当社では無料でお客様の試作、開発案件にご相談に応じている。必要な型構造、サイクルタイム予想、加熱冷却性能、必要出力、電力量など無償で解析し装置の適正な出力が分かり装置の選択ができる。

### 3. 誘導加熱解析、熱流動解析、誘導金型設計製作支援サービス

当社では誘導加熱冷却解析を行っている。またお客様の金型の設計に誘導加熱冷却の設計を行い型の製作はお客様で製作していただいている(当社で受託型製作も可能)。

### 4. 適正な出力の誘導装置の選択 (図5)

電磁誘導システム装置基本仕様

電磁誘導 加熱装置 (XXKW)	ROC-50	ROC-E-100	ROC-E-200	ROC-E-100DZ 2系統出力 (200KW)	ROC-E-300	ROC-E-150DZ 2系統出力 (300KW)	Units
Power	50	100	200	2 × 100	300	2 × 150	KW
AC line Power	60	134	250	268	370	370	KWA
AC votage	400～480	400～480	400～480	400～480	400～480	400～480	Volts
Frequency	50～60	50～60	50～60	50～60	50～60	50～60	Hz
dimensions	762 × 721 × 436	1300 × 600 × 500	1300 × 600 × 500	1300 × 600 × 500	1300 × 600 × 500	1300 × 600 × 500	mm
weight	68	250	145	300	430	430	KG
frequency range	20～50	20～60	15～30	15～45	15～30	15～30	KHZ
flow	19	24	25	40	45	45	l/mn
water temp	20～35	20～35	20～35	20～35	20～35	20～35	°C



図5 電磁誘導装置システムのラインアップ (50KWから300KW)

ロックツール株式会社

〒102-0074 東京都千代田区九段南3-7-12 九段玉川ビル4F  
TEL : 03-6265-6889 FAX : 03-6265-6884

お問い合わせ

[info@roctool.jp](mailto:info@roctool.jp)

WEB

[www.roctool.jp](http://www.roctool.jp)