

コーティング技術センターにおける インモールドコーティング工法の活用

Utilization of In-mold Coating Method at the Coating
Technology Center



技術開発部門 研究部
研究第二グループ
Technical Development Div.
Research Dept. Research Group 2

前田 浩志
Hiroshi MAEDA

1. はじめに

コーティング技術センター(COATING TECHNOLOGY CENTER: CTC)は、温度、湿度が調整可能な液体塗装ブース/塗装ロボットや粉体塗装ブース/粉体塗装設備をはじめ、環境に配慮した塗装を可能とするインクジェットによる加飾工法やインモールドコーティング(IMC)といった塗装設備を完備しており、お客様の夢や理想と一緒に実現できる研究開発施設です。

本報で紹介するIMC工法は塗装工法の1つですが、樹脂成形法と考えられています。基材の成形と塗膜形成を同一金型内で行うものであり、省工程が実現できる工法です。詳細は2020年刊行の弊社コーティング技報¹⁾で述べており、樹脂基材の種類により使用する設備は異なりますが、金型を用いた成形であればIMC工法で対応可能です。熱硬化性樹脂であるSMC(Sheet Molding Compound)やDCPD(ジシクロペンタジ

エン)を樹脂基材に使用する場合は、プレス機やRIM(Reaction Injection Molding)成形機を用い、熱可塑性樹脂であるABSやポリカーボネートを樹脂基材に使用する場合は、射出成型機を用いたIMC工法を弊社では推奨しています。CTCに設置してあるIMC設備は、プレス機と塗料を注入する注入機、塗料注入が可能な試作用金型を組み合わせたものであり、主にSMCの圧縮成形を対象にしています。

本設備における実施例を中心に紹介します。

2. IMC工法

IMC工法は、同一金型内でプラスチック基材の成型と塗膜形成を行う工法です。樹脂基材を成形(図1 ①)した後に金型と基材間に少し隙間を開け、熱硬化性の塗料を注入(図1 ②)し、金型を再度閉める(図1 ③)ことで塗料が熱硬化して塗膜形成が完了します。塗料の熱硬化には、樹脂基材の成形工程における加熱で金型および樹脂基材に蓄積された熱や、樹脂基材の反応

熱を利用します。この工法は、成形時間こそ長くなりますが、塗料を硬化させるために新たな熱エネルギーを必要としない点で環境負荷低減に有望です。

IMC工法の利点と注意すべき点を表1に示します。

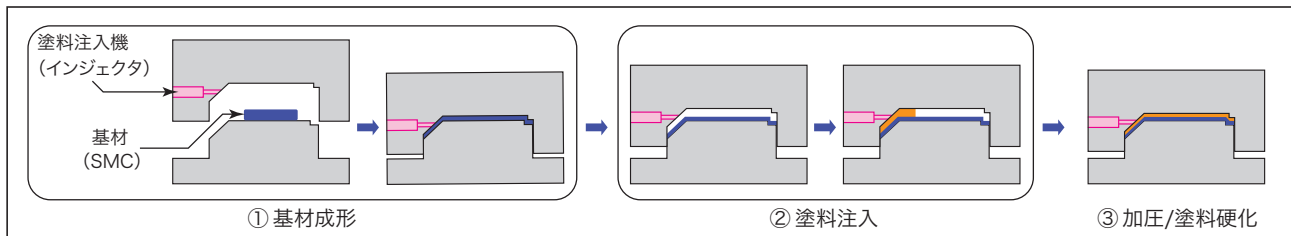


図1 IMCの工程

表1 IMC『注入法』の特長

| 特長 | | 内容 |
|-----|----------------------|--|
| 利点 | | |
| ① | 環境に優しい塗装技術 | <ul style="list-style-type: none"> 塗料は有機溶剤を含まず揮発性有機物(VOC)の排出がない 金型内クローズ環境での成形のため、低分子量物質の揮散なし 塗装・乾燥工程でのエネルギー、CO2削減(塗装関連設備不要) |
| ② | コストに対する優位性 | <ul style="list-style-type: none"> 塗装工程・塗装設備・物流が不要になり、コストダウンが可能 ゴミ、ブツ、タレなどの不良低減 |
| ③ | 高意匠性 | <ul style="list-style-type: none"> 優れた金型転写性(塗装では発現できない鏡面、梨地模様を忠実に再現) 1コートで厚膜塗装が可能(深み感が付与できる) 系外からゴミや異物が入らない |
| 注意点 | | |
| ④ | 成形品形状に対する制約 | <ul style="list-style-type: none"> 基材の片面への塗装であるため、両面塗装不可 回り込み塗装が必要な形状は不可 金型を開いた際に、隙間が開かない部分の塗装不可 |
| ⑤ | 後加工の必要性 | <ul style="list-style-type: none"> 塗料漏れ防止機構として、基材成形時に発生させたバリ取りが必要 |
| ⑥ | メタリック・パールなどの色調に対する制約 | <ul style="list-style-type: none"> 塗料の型内流動時に光輝顔料が流動方向に配向 塗料の合流部にウエルドラインが発生しやすい ※ 基材形状に対して、塗料注入位置や意匠での調整が必要(目立ちにくい状態へ) |
| ⑦ | 基材(成形樹脂)の選択性 | <ul style="list-style-type: none"> ポリオレフィン系樹脂*への塗装は困難(基材組成の改良も必要) |

*CTCの設備では、対象外

3. IMC塗装設備の活用

本設備で実施可能な検討内容について紹介します。

装置は表2に示すように圧縮成形機(プレス機)に塗料注入ができる専用の金型と塗料注入機とを組み合わせましたものです。注入機は、塗料の注入量で塗装膜厚を調整することが可能となるため、注入量を制御できる機能が必要となります。装置の概要を図2に示します。

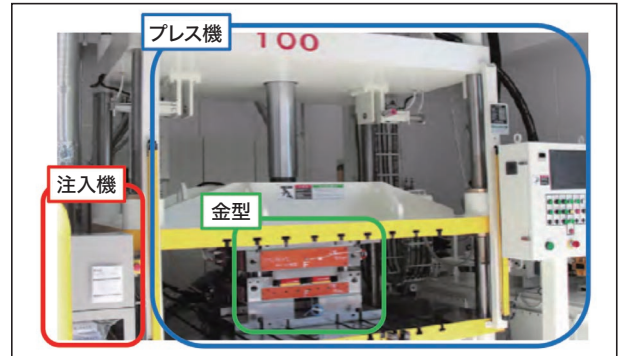


図2 CTCに設置のIMC設備

表2 圧縮成形により成形する基材を対象としたIMCに必要な設備構成

| 設備 | 必要性能 |
|-----------|---|
| プレス機(成形機) | <ul style="list-style-type: none"> 対象となる基材種、製品サイズに合ったサイズおよび性能 |
| 塗料注入機 | <ul style="list-style-type: none"> 塗料を循環させる機構(熱硬化性塗料であるため、硬化を防ぐ) インジェクタ部(金型取り付け部)の冷却機構(熱硬化性塗料であるため、硬化を防ぐ) 正確に塗料注入量をコントロール(塗料注入量で塗膜厚が決まる) |
| 金型 | <ul style="list-style-type: none"> 塗料注入機のインジェクタ部を取付られる(基材形状から、最適な塗料注入口を決める) 基材成形時にバリを発生させる形状(バリは、塗料漏れ防止機構として働く) |

基材は主に熱硬化性のガラス繊維強化プラスチック(GFRP)や炭素繊維強化プラスチック(CFRP)などが対象であり、形態としてはSMCを標準としています。基本として、金型を用いた圧縮成形が可能な基材を対象としています。なお、SMC以外の場合は基材ごとに成形時の流動性が異なるため、金型形状の再検討や成形条件の最適化、および塗料漏れ防止機構(バリ)を如何に安定して作るかなどの検討が必要になります。

SMCは、表3に示すように強度が高く優れた耐薬品性を示しますが、繊維と母材となる樹脂が混合しているため、成形後に巣穴が生じやすく平滑性が得られ難いという欠点があります。従って、塗装する際には巣穴を埋めるための目止め工程が必要となり、平滑性を付与するためには多層コートが必要となります。このような工程を大幅に削減する方法としてIMC工法を提案しており、デモンストレーションの見学および共同検討を実施しています。

表3 塗装用基材としてのSMCの利点、欠点

| 利点/欠点 | 内容 |
|-------|--|
| 利点 | <ul style="list-style-type: none"> 耐熱性があり、高温焼付け塗装が可能である。 塗料シンナーに侵されない。 基材変形による塗膜クラックの発生がない。 |
| 欠点 | <ul style="list-style-type: none"> 塗膜にピンホールが発生しやすい。 塗膜の平滑性が得られにくい。 塗料の付着性にバラツキを生じやすい。 |

図3は、CFRPのSMCを使用して、樹脂成形のみを行った基材に対してメタリックベース塗料とクリアー塗料をスプレーで塗装したもの(a)とIMC工法で樹脂成形とプライマー塗膜を同時成形した後にメタリック塗料とクリアー塗料をスプレー塗装したもの(b)を比較した写真です。

プライマーを同時成形しないと基材に生じる巣穴により、メタリックベース塗装時に置換発泡が発生しており、基材の凹凸もそのまま残っています。一方、IMC工法にてプライマーを形成した塗装品は、塗料の浸透によって巣穴も埋まり、基材の凹凸も緩和されています。

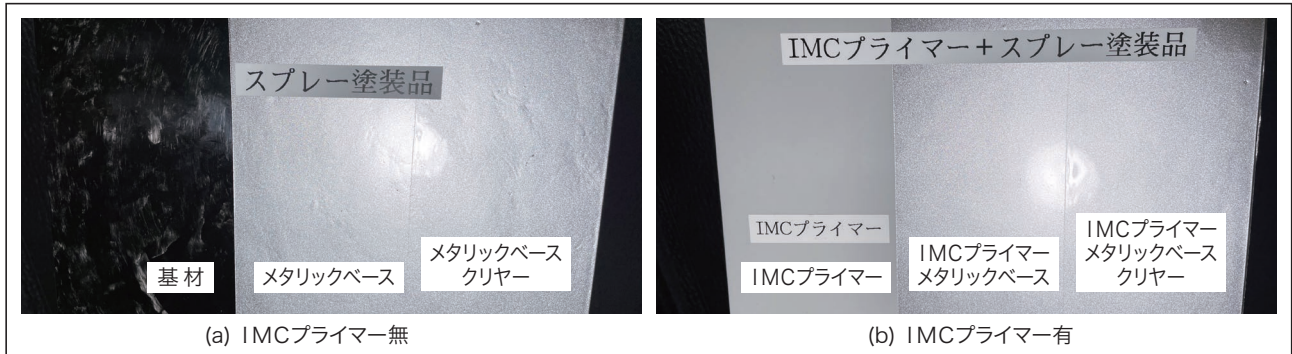


図3 SMC (CFRP)への塗装に対するIMCプライマーの効果

同様にIMC工法によりクリアーを同時成形した塗装品と樹脂成形のみを行った基材を比較した写真を図4に示します。クリアーを同時成形した塗装品は基材中の炭素繊維による模様を隠すことなく、小さな凹凸や巣穴を埋めることができます。また、表4にクリアーを同時成形した塗装品の物性を示します。クリアー塗膜を形成することで、耐候性が劣る基材を保護することができます。

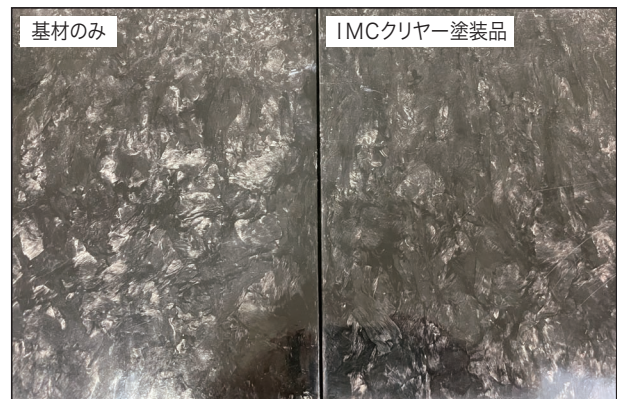


図4 SMC (CFRP)へのIMCクリアー塗装

表4 IMCクリアー塗膜の物性試験結果

| 試験項目 | 方法 | 結果 |
|--------|----------------------------------|---------------------|
| 光沢 | 60°光沢値 | 85~90 |
| 付着性 | クロスカット法(2mm碁盤目) | 100/100 |
| 硬さ | 引っかかり硬度(鉛筆法) | HB |
| 耐衝撃性 | デュポン式 500g 20cm | 異常なし |
| 耐水性 | 40°C温水浸漬×240時間 二次付着 | 外観異常なし 100/100 |
| 耐温水性 | 80°C温水浸漬×1時間 二次付着 | 外観異常なし 100/100 |
| 耐酸性 | 0.1N H2SO4滴下 4時間放置(20°C) | 外観異常なし |
| 耐アルカリ性 | 0.1N NaOH滴下 4時間放置(55°C) | 外観異常なし |
| 耐溶剤性 | キシレンラビング 10往復 | 外観異常なし |
| 耐熱黄変性 | 160°C×1時間後Δb | Δb≤0.3 |
| 促進耐候性 | キセノンアーク灯式耐候性 試験機(180W)1,200時間 | ΔE≤1.0 光沢保持率≥90% |

※ 基材:SMC(CFRP)、クリアー膜厚:100μm

4. まとめ

本報では、CTCに設置してあるIMC設備の説明および適用事例について紹介しました。IMC工法は、塗装工程の省略や塗装にかかるエネルギー削減により、カーボンニュートラルに繋がるメリットをお客様に提供できるものと考えます。従来の塗装と大きく異なる塗膜形成法であるため、IMC工法の導入については十分な事前検証が必要です。是非、弊社のIMC設備を活用していただき、お客様の環境負荷低減に貢献できるようにご協力させていただきます。

参考資料

1) 前田浩志: DNTコーティング技報, 20, p.50(2020)