

新商品紹介

塗装ステンレス箔の紹介

坂本佳子* 小田敬夫** 白山和*** 牧野智訓**** 杉田修一*****

Introduction of Coated Stainless Steel Foils

Yoshiko Sakamoto, Yukio Oda, Kazushi Shirayama, Tomonori Makino, Shuichi Sugita

1. 緒言

近年、携帯IT機器、次世代自動車、新エネルギー等の分野では、小型化・軽量化に加え多機能化が進み、限られた空間に実装する部品点数が増加し、板厚0.05～0.2mm程度の金属箔が多用されてきている。この金属箔は、用途に応じてめっき・塗装など成形加工後に表面処理が行われるなど、機能付与が求められる。

こうした小型部品を成形加工後に塗装して製造する場合、塗装1回あたりの製品重量が小さい、塗装用治具へのセットに手間がかかる、塗料ロスが多い、などからコスト高になる場合が多い。また、塗膜厚が部位によってばらつくなど品質の安定性も乏しい。

金属箔の中でもステンレス箔は、銅箔やアルミ箔に比べて強度、耐食性、耐熱性の点で優位性がある。そのステンレス箔にあらかじめ塗装やラミネートなどの表面処理を施した材料は、成形加工するだけで製品となるため、後塗装材に比べ、比較的安価で安定した塗膜品質を有する材料となる。

そこで当社では、ステンレス箔に機能を付与するために新たに設計した塗装ステンレス箔ラインを導入し、通板中のステンレス箔の折れシワ防止などウェブハンドリング技術（フィルム、箔などのロール状の膜状製品（ウェブ）を搬送、保管する技術）を適用するとともに、箔へ

の均一塗布を可能とするための塗装技術などの工夫を施すことにより板厚0.2mm以下の薄いステンレス箔への塗装を可能とした。

本稿では、新しいマーケットを創造できる材料として、板厚0.2mm以下のステンレス箔に塗装付与した塗装ステンレス箔の製品構成、品質特性などについて紹介する。

2. 塗装ステンレス箔の製品構成

塗装ステンレス箔の製品構成を図1に示す。基本は、下塗り塗膜を設けない1コート1ベーク構成である。塗膜の樹脂系は、塗装後に加工することを考慮し、高分子ポリエステル樹脂を選定することが多いが、低反射性、絶縁性、摺動性、耐熱性など要求品質に応じて種々選択できる。色調、光沢については、要求に応じて樹脂中への着色顔料、体質顔料の選択により種々の色調、光沢を選定できる。

塗装を施すステンレス箔の鋼種としては、一般的なSUS430、SUS304に加え、バネ性を有する高強度材、非磁性材、軟質な高加工用ステンレス箔を適用することも可能で、要求に適したステンレス箔への塗装が可能となっている。

従来、ステンレス鋼板の塗装前処理としては、ステンレス鋼板への着色を抑えた特殊なクロメート処理を施し

*マーケット開発部 高機能材料開発チーム 主任部員

**マーケット開発部 高機能材料開発チーム チームリーダー

***技術研究所 塗装・複合材料研究部 塗装第二研究チーム 主任研究員

****技術研究所 塗装・複合材料研究部 機能性材料研究チーム

*****技術研究所 塗装・複合材料研究部 機能性材料研究チーム チームリーダー

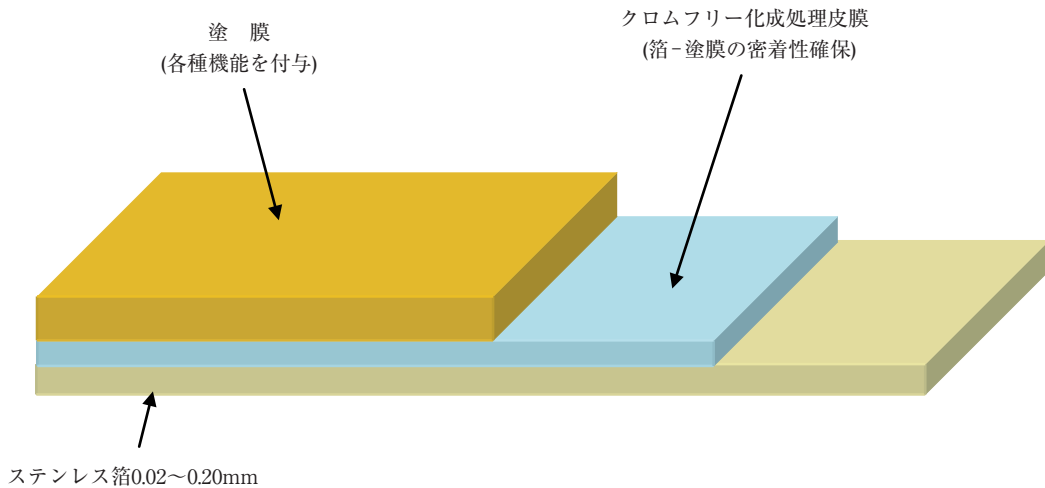


図1 塗装ステンレス箔の製品構成
Fig. 1 Structure of coated stainless steel foils.

ていたが¹⁾、近年、家電・自動車業界では、環境負荷物質全廃に取り組んでおり、当社においても、クロム酸塩を全く含まないクロムフリー特殊化成処理を開発し²⁾、クロメート処理と同等以上の密着性を得ている。塗装ステンレス箔にもその技術を適用しており、6価クロムなどRoHS指令に規定されている環境負荷物質を含まない特殊化成処理皮膜を設けている。

図2には塗装ステンレス箔の製造工程を示す。基本的な構成は従来の鋼板への塗装工程と同じであるが、このラインは、ステンレス箔を塗装するために通板方法および塗装方法に工夫を加えたラインとなっている。基材ステンレス箔の板厚が薄くなることにより発生する問題は、通板中のステンレス箔の折れおよびシワである。塗装ステンレス箔の製造ラインは、通板中の折れ・シワ、またオープン出側冷却時に発生する収縮ひずみのシワに対し、防止対策を取っているため、20 μ mと薄いステンレス箔でもシワや折れのない塗装ステンレス箔を製造することができる。塗装ステンレス箔ラインの製造可能範囲を表1に示すが、従来の塗装ラインに比べると少量生産に対応可能となっている。

表1 塗装ステンレス箔の製造可能範囲

Table 1 Available size of coated stainless steel foils

原板	各種ステンレス
原板板厚	0.02~0.2mm (0.2mm以上は要相談)
製品幅	150~300mm (300mm以上は要相談)
コーティング膜厚(ドライ)	2~12 μ m (コーティング種類により変化)
標準ロット	300kg以上 (300kg未満は要相談)

3. 塗装ステンレス箔の品質特性

塗装ステンレス箔の品質特性を具体的に説明するため、ここでは、板厚0.19mmのSUS304 1/2Hを塗装原板とし、高分子ポリエステル樹脂塗膜（塗膜厚み：10 μ m、主目的：低反射性）を設けたものを供試材とした。

3.1 低反射性黒色塗装ステンレス箔の品質特性

低反射性黒色塗装ステンレス箔の塗膜密着性、光沢値などの一般特性について表2に示す。

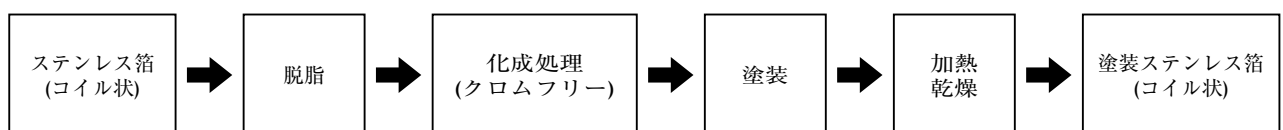


図2 塗装ステンレス箔の製造工程
Fig. 2 Manufacturing process of coated stainless steel foils.

表2 低反射性黒色塗装ステンレス箔の諸特性

Table 2 General properties of coated stainless steel foils

項目	試験方法	結果	
塗膜硬度	塗膜硬度(キズ付き)試験方法	F~H	
塗膜密着性 ¹⁾	ゴバン目試験(1mm×100マス)	100/100	
一次/二次 ²⁾	折り曲げ試験(4T)	5/5	
光沢値	60°鏡面光沢	10~20	
耐溶剤性	溶剤で濡らした綿棒で塗装面を5回ラビングし、塗膜剥離の有無を評価。	エタノール	剥離なし
		イソプロピルアルコール	剥離なし
		ヘプタン	剥離なし
		アセトン	剥離なし
		メチルエチルケトン	剥離なし

1) 塗膜密着性の評価

セロハンテープ剥離後の塗膜剥離状態を5段階評価
(優) 5 4 3 2 1 (劣)

2) 沸騰水浸漬2h後24h室内にて常温保管し、密着性試験を行った

3.1.1 塗膜密着性

表3の塗膜密着性の各試験項目において、一次、二次密着性試験で塗膜剥離は全く認められず、良好な塗膜密着性を示す。この優れた塗膜密着性は、クロムフリー特殊化成処理によるものである。

また、塗膜の耐溶剤性試験でも塗膜の膨潤や塗膜剥離は認められず、良好な塗膜密着性を示している。

3.1.2 光沢値

光の反射防止用途に使用される塗装ステンレス箔は、光の反射防止に効果的な黒色つや消し塗膜を適用し、光沢値は10~20と低めに設定している。さらに低光沢を要求される場合には、着色顔料、体質顔料の選択により光沢値3以下の低反射塗装ステンレス箔も製造可能である。

3.2 加工性

塗装ステンレス箔は、加工性、潤滑性に優れた樹脂を適用しているが、加工条件によっては成形プレス加工時の塗膜剥離、金型とのクリアランスにより塗膜かじりなど、問題が生じる場合がある。以下に加工例を紹介する。

3.2.1 折曲げ加工

クリアランスと塗膜かじりの関係を確認するため、図3にL曲げ試験方法、図4に加工曲げ部の外観写真を示す。クリアランスは、板厚に対しての割合で表示しているが、図4からわかるように、クリアランス0%と厳しい場合では、塗膜にかじりが発生するが、クリアランス10%以上では発生していない。

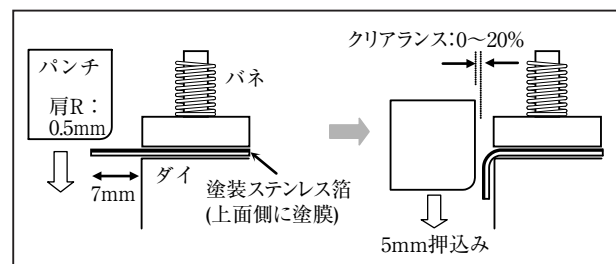


図3 L曲げ試験方法

Fig. 3 Schematic diagram of L bending test.

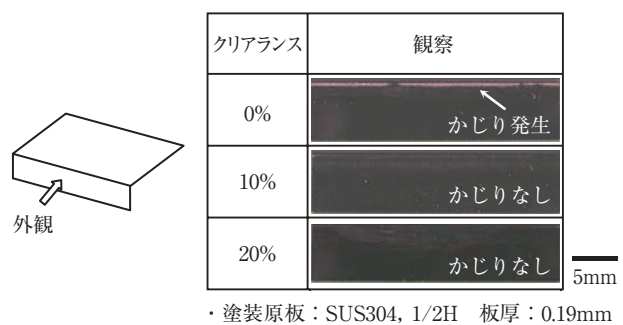


図4 加工曲げ部の外観

Fig. 4 Appearance of bending test samples.

よって、塗装ステンレス箔を成型加工する場合は、塗膜厚みを考慮してステンレス箔無垢材の場合よりクリアランスは緩い方向へ調整する。また曲げ加工の場合、1) 予備曲げ工程の導入・増加、2) 肩Rを緩くする、3) カム

スライドの適用なども塗膜のかじり防止に効果的である。

3.2.2 角筒絞り加工

表3に携帯電話カメラケース部品への加工プレス条件

表3 加工プレス条件(携帯電話カメラケース筐体)

Table 3 Conditions for deep drawing test for camera case of mobile phone

項目	内容
プレス機	110トン サーボプレス機
パンチ肩R	1.0mm
ダイ肩R	1.0mm
クリアランス	図5の②、③工程は10% ④工程は35%
潤滑油	あり(塩素系)
加工速度	20SPM

の一例、図5に加工工程、図6には加工不良例(塗膜かじり、塗膜浮き)を示す。

図6の加工不良例において、塗膜かじりは④フランジカット工程で発生しており、原因は②絞り工程での形状

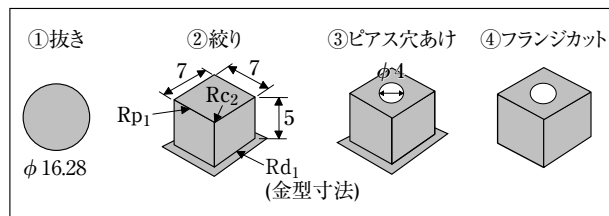


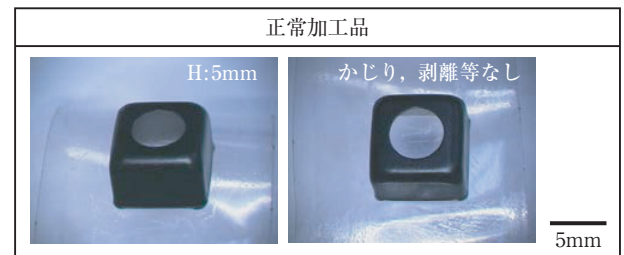
図5 絞り加工の工程

Fig. 5 Process of deep drawing test.

不良と推定される。このような場合②絞り工程のパンチコーナーの研磨により、形状を調整すると塗膜かじりは解消できる。

また塗膜浮きは②絞り工程にて発生しており、原因は、絞り時の材料流入のバランス不良と推定される。このような場合は、ダイのコーナーRを研磨し、流入状態を調整すると塗膜浮きが解消できる。

以上、金型などの改善を行うことにより、塗膜かじり、塗膜浮きのない加工が可能となる(図7参照)。



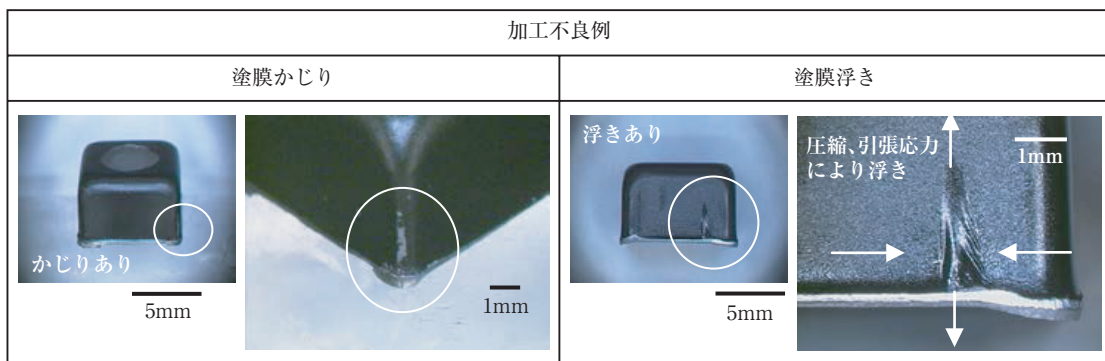
・塗装原板: SUS304, 1/2H 板厚: 0.19mm

図7 絞り加工後の外観

Fig. 7 Appearance after deep drawing test.

3.2.3 円筒絞り加工

表4に円筒絞りの加工プレス条件の一例、図8には円筒絞り後の外観を示す。ここでLDRとは素材における成形性の指標であり、 $LDR = \text{プランク径} / \text{パンチ径}$ で表す。LDRが大きければ深く絞れる。SUS304の場合 $LDR = 2.1$ 程度であることから³⁾、図8に示す通り、ステンレス箱が破断しない限り、塗装ステンレス箱においても塗膜の破断や塗膜剥離なく加工可能であることを示し



・塗装原板: SUS304, 1/2H 板厚: 0.19mm

図6 絞り加工後の外観

Fig. 6 Appearance after deep drawing test.

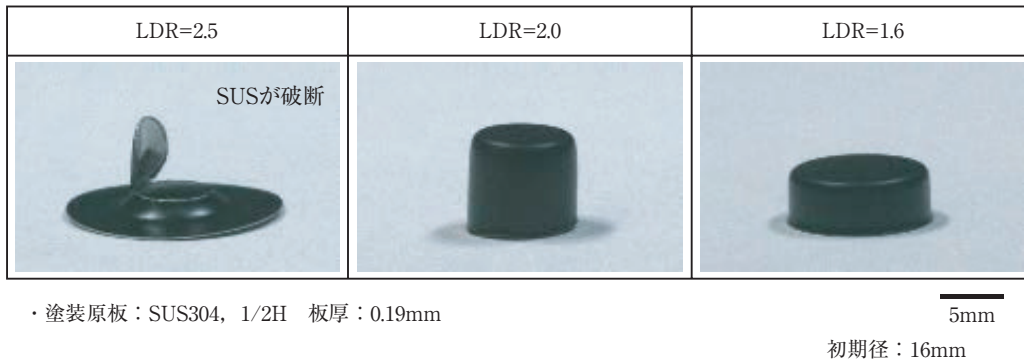


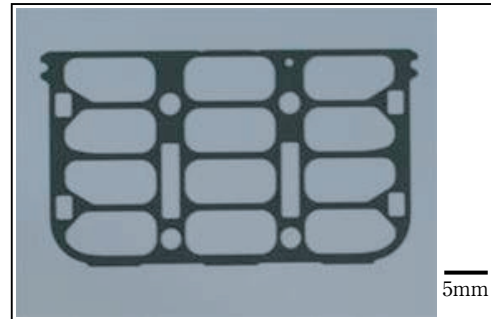
図8 円筒絞り後の外観

Fig.8 Appearance after cylindrical drawing test.

表4 絞り加工プレス条件

Table 4 Conditions for deep drawing test

項目	内容
プレス機	15トンプレス機
パンチ肩R	0.3mm
ダイ肩R	1.0mm
クリアランス	5%
潤滑油	あり(塩素系)
加工速度	60SPM



・塗装原板：SUS304, 1/2H 板厚：0.15mm

図9 塗装ステンレス箔の用途例

Fig.9 Applied examples of coated stainless steel foils.

ている。

円筒絞り加工においても角筒絞り加工と同様に、1) 金型表面粗度低減のための金型ペースト磨き (#1000～#2000)、2) ステンレス箔無垢材の場合よりクリアランスは緩い方向へ調整、3) 加工度が厳しい場合は潤滑油を使用するなどの対応が塗膜かじり、塗膜浮きには有効である。

4. まとめ

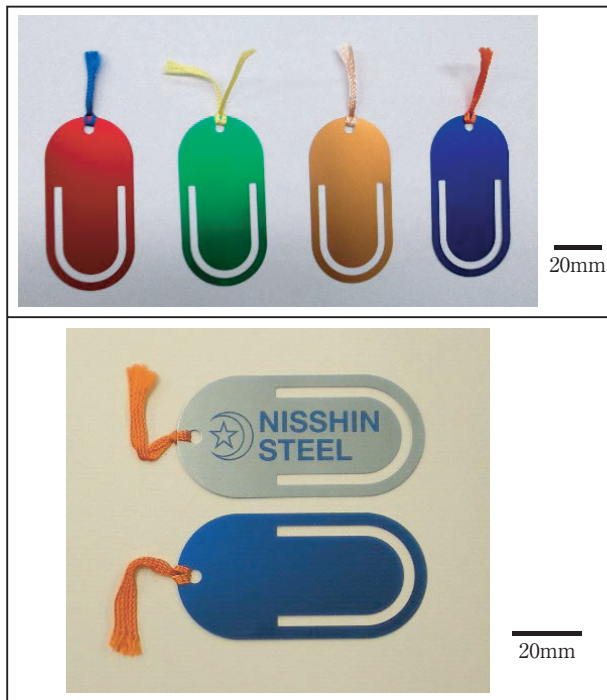
塗装ステンレス箔は、当社の塗装ステンレス鋼板と同様にプレコートとしての塗膜特性と加工性を兼ね備えた材料である。本稿では、高分子ポリエステル樹脂を塗膜とした塗装ステンレス箔を主に紹介し、加工時での塗膜かじり、塗膜浮きについて対応策の一例を示した。塗装ステンレス箔の適用が考えられる用途例としては、図7に示す携帯電話カメラケース部品、図9に示す携帯電話ボタンパネル部品、図10に示す液晶ベゼル部品などが挙げられる。また図11には、塗装ステンレス箔を用いて作製した「しおり」(当社ノベルティ)を示す。「しおり」形状へは打ち抜きプレスにて加工し、裏面側の文字



・塗装原板：NSSTF-1, HT 板厚：0.15mm

図10 塗装ステンレス箔の用途例

Fig.10 Applied examples of coated stainless steel foils.



・塗装原板：SUS304，1/2H 板厚：0.1mm

図11 塗装ステンレス箔の用途例

Fig.11 Applied examples of coated stainless steel foils.

はシルク印刷を適用した。塗装ステンレス箔の塗膜は、プレス加工時およびシルク印刷後も塗膜剥離などの発生がなく良好な仕上がりとなっている。

結 言

当社の塗装ステンレス箔について諸特性を紹介した。本材料は、ステンレス一貫メーカーの強みを生かした当社のステンレス箔製造技術と、当社の独自技術である塗装前処理、塗膜設計、塗装技術を適用した商品である。

今後、当社の塗装ステンレス箔が携帯IT機器・OA関連機器を始め、次世代自動車、新エネルギーなどの分野において、軽量・薄型化の実現に対して、一助となることを願っている。

参考文献

- 1) 圓谷浩, 公文史城, 大崎勝久, 小浦節子, 福本博光, 波多野勇治：日新技報, 78 (1998), 76.
- 2) 公開特許公報：特許第3548979号
- 3) 根本力男：ステンレス鋼の基礎と上手な使い方, 日本工業出版編, (2009), 106～108.