

SuperDyma[®] Crystal

SuperDyma[™] Crystal

鳥羽 哲也*
Tetsuya TOBA

東新 邦彦
Kunihiko TOSHIN

金藤 泰平
Taihei KANETO

河村 保明
Yasuaki KAWAMURA

森下 敦司
Atsushi MORISHITA

抄 録

偽造防止機能を有する SuperDyma[®] Crystal を開発した。SuperDyma[®] Crystal は、日本製鉄(株)独自の偽造防止技術である“めっき意匠”と、偽造品との識別容易性を高めた“クリアカラー”を組み合わせた商品である。めっき意匠では、めっき表面に文字等の任意意匠を付与可能であり、クリアカラーでは、めっき意匠の外観を損なうことなく、クロメートフリー化成処理皮膜を青色着色させることが可能である。SuperDyma[®] Crystal は従来のスーパーダイマ[®] と同等の性能を有する。

Abstract

We developed SuperDyma[™] Crystal, hot dip galvanized steel sheets with an anti-counterfeiting function. SuperDyma[™] Crystal is characterized by the combination of a “designed coating”, on whose surface arbitrary words, etc. are formed, and “transparent blue chromate-free coating”. SuperDyma[™] Crystal has the same performance as conventional SuperDyma[™].

1. 緒 言

高耐食性溶融めっき鋼板スーパーダイマ[®] (Zn-11% Al-3%Mg-0.2%Si めっき, 以下, SD と記載) は安定して優れた耐食性を有する¹⁾ため, 屋外建材用途 (特に太陽光架台用途) で最上の選択肢となっている。しかし, 近年, 東アジア市場において, SD と詐称する, 耐食性に不安のある偽造品が出回っており, 当該偽造品との識別容易化を求める声²⁾が, 太陽光架台製作メーカーを中心に高まっていた。そこで, 日本製鉄(株)独自の偽造防止技術である“めっき意匠”と, 識別容易性を高める“クリアカラー”を組み合わせることで, SD であることを識別可能とする, SuperDyma[®] Crystal を開発した (図1, 図2)。めっき意匠は, めっき鋼板の製造中に, めっき表面に文字や模様等の任意の意匠を付与する技術であることから, 製品上にインクで印字する従来の製品表示とは異なり, 容易に偽造できない。クリアカラーは, めっき意匠の外観を損なうことなく, クロメートフリー化成処理皮膜を青色着色させる技術である。本報では, めっき意匠の特徴, ならびに, クリアカラーの性能を報告する。

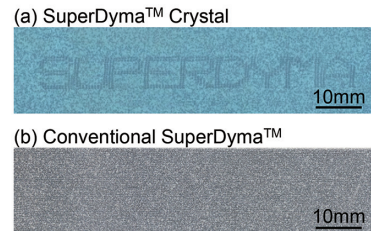


図1 (a) SuperDyma[®] Crystal と (b) 従来の SuperDyma[®] の表面外観写真

Photographs of (a) SuperDyma[™] Crystal and (b) conventional SuperDyma[™]

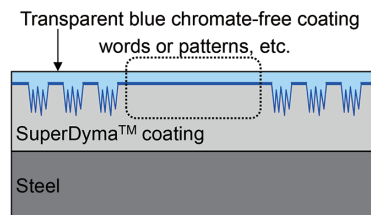


図2 SuperDyma[®] Crystal の断面構成図
Schematic cross-sectional illustration of SuperDyma[™] Crystal

* 東日本技術研究部 薄板・表面処理研究室 表面処理研究課 主任研究員 千葉県君津市君津1 〒299-1141

2. めっき意匠の特徴

2.1 めっき意匠の技術概要

めっき意匠では、局所的なめっき組織の制御によって、光沢の強い領域(以下、光沢部と記載)と光沢の弱い領域(以下、白色部と記載)を任意の意匠形状に作り分ける(図3)。SDのめっき組織は主として、デンドライト状の初晶 Al, MgZn₂ 相, 三元共晶組織 (Zn 相 /MgZn₂ 相 /Al 相), Mg₂Si 相によって構成されている²⁾。めっき意匠においては、これらの相や組織の形成挙動を制御することで、初晶 Al の表面からの露出状態を調整する。すなわち、光沢部としたい領域では初晶 Al の表面露出を減少させ、白色部としたい領域では初晶 Al の表面露出を増加させる。結果として、光沢部では表面粗さが小さくなり、光が表面で鏡面反射するのに対し、白色部では表面粗さが大きくなり、光が表面で乱反射する。上記のような光の反射挙動の違いによって、めっき意匠を視認することが可能となる。

2.2 めっき意匠の表面状態に対する測定結果

以下では、めっき意匠の表面状態を測定した一例として、走査型電子顕微鏡(以下、SEMと記載)と白色光干渉型顕微鏡の結果を紹介する。

SEMの測定例として、光沢部と白色部のそれぞれに対し、クロスセクションポリリッシャによって加工した後の断面

SEM像を図4に示す。当該断面SEM像では、サンプルを垂直からやや傾斜させることで、断面とともに表面の状態を確認できるようにした。さらに、観察領域に対して、二次電子像(以下、SE像と記載)と反射電子像(以下、BSE像と記載)を撮影し、表面部分は凹凸を観察しやすいSE像、断面部分はめっき組織を観察しやすいBSE像となるように、それぞれを合成した。図4より、光沢部では表面が平滑であり、白色部では表面に凹凸があることが確認できる。また、いずれのめっき組織にも初晶 Al は存在するものの、白色部では表面に近い初晶 Al が露出しているために表面凹凸が生じている様子が確認できる。

次に、白色光干渉型顕微鏡(Bruker製、Contour GT I Elite)によってめっき意匠の表面状態を調査した結果を示す。測定によって得られた約1 μ m毎の高さデータを用いて、10点 \times 10点(約10 μ m \times 約10 μ m)毎に、算術平均高さ Sa(算術平均粗さ Raを二次元に拡張した粗さ指標)を式(1)によって算出し、その大小をマッピングした(図5)。

$$Sa = \sum_{x=1}^{10} \sum_{y=1}^{10} |Z_{(x,y)} - Z_{ave}| \quad (1)$$

(ただし、 $Z_{(x,y)}$ は10点 \times 10点における(x,y)位置の高さデータ、 Z_{ave} は10点 \times 10点の高さデータの平均値。)

図5(a),(b)に測定領域におけるめっき意匠の外観写真を、図5(c)にSaマッピング像を示す。外観写真では、照明配置の影響により、光沢部は暗く、白色部は明るく撮影された。外観写真と比較して、Saマッピング像は非常によく一致し

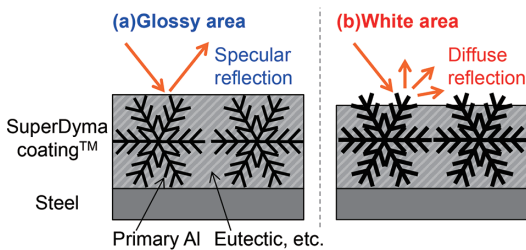


図3 めっき意匠を構成する光沢部と白色部におけるめっき組織の断面模式図

Schematic cross-sectional illustrations of "glossy area" and "white area" constituting the designed coating

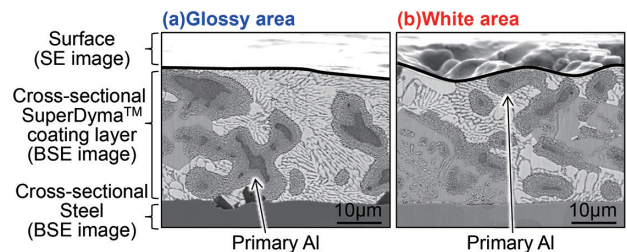


図4 めっき意匠を構成する光沢部と白色部の断面SEM像
The cross-sectional SEM images of "glossy area" and "white area" constituting the designed SD coating

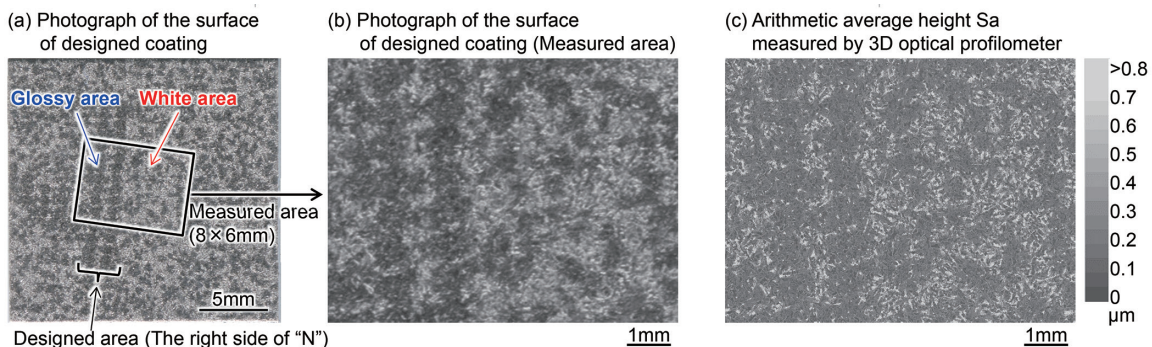


図5 SuperDyma[®] Crystalの外観写真、および、白色光干渉型顕微鏡の測定結果から算出した算術平均高さ Sa マッピング像の比較
Comparison between photographs of the surface of the designed coating and arithmetic average height Sa mapping image measured by a 3D optical profilometer

た。光沢部では、大半のSaが $0.3\mu\text{m}$ 以下と平滑であった一方、白色部ではSaが $0.5\mu\text{m}$ 以上の領域が多く存在する粗い表面であった。

以上より、めっき意匠の形成が表面凹凸に起因することが確認された。

3. クリアカラーの性能

3.1 JASO 耐食性

クリアカラー（以下、当該化成処理皮膜を仮称としてAと記載）の耐食性を調査するため、複合サイクル試験の1つである日本自動車技術会規格（JASO）試験（JASO M609-91）を実施した。サンプルは上部が平面、下部がエリクセンとなるように加工した。端面および裏面はテープによってシールした。比較材として、汎用クロメートフリー処理材（SD-QN）³⁾、GIのクロメート処理材（GI-Y）を用いた（比較材は以降の試験でも同様）。各サンプルの30cycle後の外観を比較することで評価した。

JASO 試験の結果を図6に示す。GI-Yでは、エリクセン部を中心に赤錆が発生したものの、SD-Aは、SD-QN同様、平面部での白錆発生は認められず、エリクセン部での白錆発生は軽微であった。以上より、SD-Aの耐食性はGI-Yより優れ、SD-QNと同等であることが確認された。

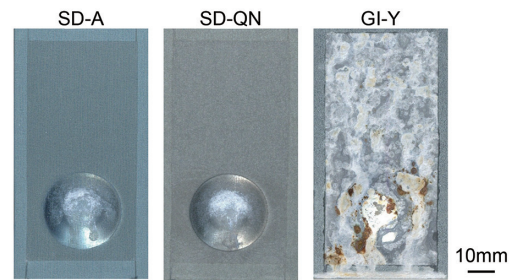


図6 JASO 試験 30cycle 後のサンプル外観写真
Photographs of the samples after the 30 cycles of the JASO test

	Before	1M	2M	3M	6M
SD-A					
SD-QN					

図7 宮古島暴露試験における外観色の変化
Photographs of SD-A and SD-QN during the exposure test at Miyakojima, Japan, focused on color changes

3.2 暴露耐食性

暴露時の色変化を調査するため、宮古島暴露試験場（一般財団法人日本ウエザリングテストセンター、〒906-0203 沖縄県宮古島市上野字宮国 1338-1 番地）にて暴露試験を行った。暴露期間は1, 2, 3, 6か月とした。サンプルは端面を塗装シールし、南面45度傾斜で暴露した。なお、めっき意匠の視認性変化も併せて調査した。

暴露試験の結果を図7、図8に示す。SD-Aの青みは暴露期間の経過とともに、若干の退色が認められたが、6か月経過後も青みは残存した。また、暴露試験6か月経過後のめっき意匠は、そのままではやや視認しづらくなるものの、サンプルに対してLEDライトを照射した条件では明確にめっき意匠が視認できることが確認された。

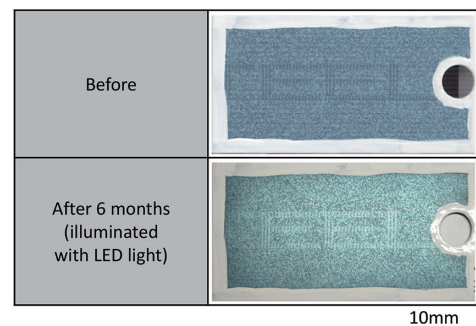


図8 暴露試験6か月後におけるSuperDyma® Crystalのめっき意匠の視認性
Photographs of SuperDyma™ Crystal before and after the 6-month exposure test at Miyakojima, Japan, focused on an appearance change of the designed coating

3.3 潤滑性

プレス成形に影響を及ぼす潤滑性を調査するため、連続加重式引掻強度試験機（新東科学(株)製、TYPE10）を用いて、クーラント液、防錆油が付着した状態での動摩擦係数を測定した。摺動子として10mm径の鉄球を使用し、荷重1.0N、摺動速度150mm/minの条件で表面を摺動させ、要した摺動荷重から動摩擦係数を求めた。

動摩擦係数の測定結果を図9に示す。クーラント液や防錆油が付着した条件において、SD-AはSD-QN、GI-Yと同等の結果となった。潤滑性には問題はないと考えられた。

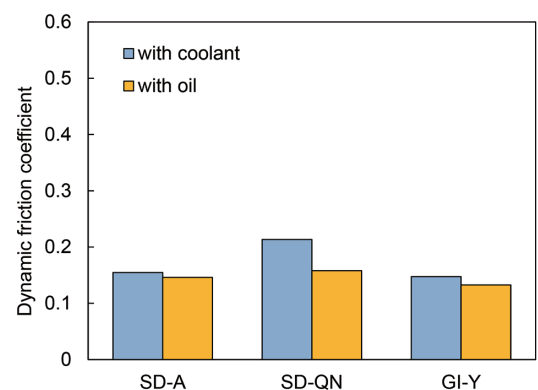


図9 鉄球摺動試験によって得られた動摩擦係数
Dynamic friction coefficient with coolant or oil measured by steel ball sliding test

3.4 耐指紋性

指紋の付着性を調査するため、JIS-K-2246 に準拠する人工指紋液に 5 秒間浸漬させ、前後の色差 ΔE^* を測定した。

耐指紋性の結果を図 10 に示す。いずれのサンプルも色差 ΔE^* は小さく、外観変化は僅かであったが、SD-A は最も良好な耐指紋性を示した。

3.5 耐エタノール性

表面汚れを除去する際のエタノール拭きの影響を調査するため、エタノールを染み込ませたガーゼを摺動試験機に取り付け、500g 荷重で 20 回往復摺動させ、サンプル外観を確認した。

摺動試験後の SD-A の外観写真を図 11 に示す。ガーゼ側には僅かな青の色移りが認められたものの、サンプルの変色は認められず、良好な耐エタノール性を示した。

4. 結 言

SuperDyma® Crystal は、従来のスーパーダイマ® に偽造防止機能を付与した商品であり、日本製鉄独自の偽造防止技術である“めっき意匠”と、偽造品との識別容易性を高めた“クリアカラー”を特徴とすることを紹介した。めっき意匠では、めっき表面に文字等の任意の意匠を付与するために、表面粗度の小さい光沢部と、表面粗度の大きい白色部を局部的に配置させることが可能である。クリアカラーは、めっき意匠の外観を損なうことなく、クロメートフリー化成処理皮膜を青色着色させることが可能である。SuperDyma® Crystal は、従来のスーパーダイマ® と同等の性能を有することから、従来同様の用途で使用可能である。

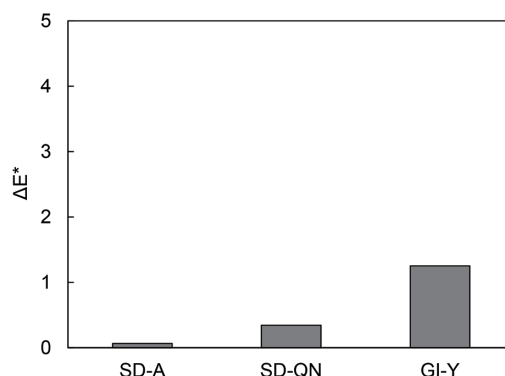


図 10 耐指紋性試験前後の ΔE^* 変化
 ΔE^* changes of samples in the anti-fingerprint test



図 11 エタノールをしみ込ませたガーゼを摺動させた後の SD-A のサンプル外観
A photograph of SD-A after sliding gauze with ethanol

参考文献

- 1) 森本康秀 ほか：鉄と鋼. 89 (1), 161 (2003)
- 2) 山田亘 ほか：新日鉄技報. (392), 38 (2012)
- 3) 布田雅裕 ほか：新日鉄住金技報. (398), 57 (2014)



鳥羽哲也 Tetsuya TOBA
東日本技術研究部 薄板・表面処理研究室
表面処理研究課 主任研究員
千葉県君津市君津1 〒299-1141



河村保明 Yasuaki KAWAMURA
東日本技術研究部 薄板・表面処理研究室
表面処理研究課長



東新邦彦 Kunihiko TOSHIN
人事室 人事課長



森下敦司 Atsushi MORISHITA
鉄鋼研究所 研究企画室長



金藤泰平 Taihei KANETO
東日本技術研究部 薄板・表面処理研究室
表面処理研究課 主幹研究員