

耐食性に優れるクロメートフリープレコート鋼板の開発

The Development for the Chromate Free Pre-painted Steel Sheet with High Corrosion Resistance

植 田 浩 平^{*(1)}
Kohei UEDA

金 井 洋^{*(2)}
Hiroschi KANAI

古 川 博 康^{*(3)}
Hiroyasu FURUKAWA

木 全 芳 夫^{*(3)}
Yoshio KIMATA

抄 録

プレコート鋼板は塗装を施した後に成形加工されて使用される。そのため、加工部での塗膜密着性や鋼板が露出する切断端面部からの腐食が問題となる。塗膜密着性や端面耐食性を担保するために、現行のプレコート鋼板には6価クロムを含む処理が施されている。しかし、6価クロムは環境負荷物質であり、近年の環境保全の観点から、これを含まない製品の開発が望まれていた。この要望に応えて、6価クロムを含まない屋外耐食性に優れるクロメートフリープレコート鋼板を開発した。開発した商品は、折り曲げ加工、深絞り加工、プレス成形等の様々な加工を行っても塗膜が剥離することなく、更には屋外耐食性にも優れていた。開発品は6価クロムを含む現行の屋外用プレコート鋼板の代替として充分適用可能であることが明らかとなった。

Abstract

Pre-painted steel sheet goes through forming processes after painting. Therefore, the paint adhesion at deformed parts and the corrosion from the edges are serious problems. To avoid these problems, the conventional pre-painted steel sheet is treated including the six-valent chrome. However, the demands for the chromate free pre-painted steel sheet are increasing recently from the viewpoint of environmental issues. Therefore, we have developed the chromate free pre-painted steel sheet exhibiting high corrosion resistance. This product has good paint adhesion in the various forming ways such as bending, drawing and press forming. Furthermore, it has high corrosion resistance in the outdoor exposure test. It is concluded that the newly developed product can replace the conventional product.

1. 結 言

プレコート鋼板とは図1に示すような予め塗装を施した鋼板のことである。ユーザーではこれを使用することで塗装工程が省略できるため、VOC(揮発性有機化合物: Volatile Organic Compound)問題の解決、塗装設備に使用していたスペースの有効活用など多くのメリットが生じる。そのため近年、プレコート鋼板の需要は高まり、家電メーカーや建材メーカーを中心に広く用いられている¹⁾。プレコート鋼板は、鋼板上に塗膜が被覆された状態で加工、切断されることが一般的である。そのためプレコート鋼板は、加工部での塗膜密着性や鋼板が露出する切断端面部での耐食性が要求される。

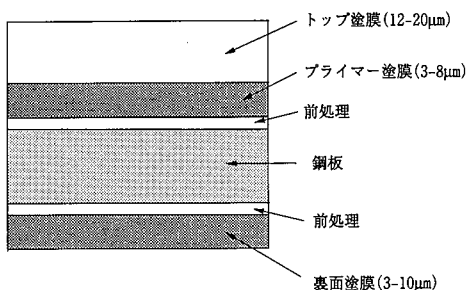


図1 代表的なプレコート鋼板の構成図

このような要求性能を担保するために、プレコート鋼板に密着性と耐食性に優れる塗装前処理を施すことが一般的である。密着性と耐食性に優れる前処理としてはクロメート処理やりん酸亜鉛処理が知られており²⁾、現行のプレコート鋼板は、浴管理の容易さ、処理方法の簡便さなどから6価クロムを含むクロメート処理が汎用的に使用されている。更に、現行のプレコート鋼板には、切断端面部の耐食性をより向上させるために、プライマー塗膜中に6価クロム系の防錆顔料が用いられている。しかし近年、環境負荷物質を種々の工業製品から排除しようとする動きが盛んとなってきており、自動車メーカーや家電メーカーを中心に6価クロムを排除した製品造りの動きが強くなってきている。

新日本製鐵では、早くからこのような動きをとらえ、6価クロムを含まない表面処理鋼板の開発を進めており、クロメートフリー電気亜鉛めっき鋼板“ジンコート21”、クロメートフリー溶融亜鉛めっき鋼板“シルバージンク21”や電気亜鉛めっき鋼板を原板とした屋内用途向けクロメートフリープレコート鋼板を開発している³⁾。本報では、新たに開発した、屋外用でも使用することができる耐食性に優れるクロメートフリープレコート鋼板(以下クロメートフリーPCMと称する)の性能を、従来のクロメートを含むプレコート鋼板(以下クロメートPCMと称する)と比較した結果を述べる。

*⁽¹⁾ 鉄鋼研究所 表面処理研究部 主任研究員 工博
千葉県富津市新富20-1 ☎293-8511 ☎0439-80-2274

*⁽²⁾ 鉄鋼研究所 表面処理研究部 主幹研究員 工博

*⁽³⁾ 君津技術研究部 主任研究員

2. 実験

2.1 供試材

供試材には、開発したクロメートフリーPCMと現行のクロメートPCMを用いた。供試材は、溶融亜鉛めっき鋼板(片面亜鉛付着量60mg/m²)の両面に前処理を施した後、表面にはプライマー塗膜(膜厚:5μm)とトップ塗膜(15μm)を2コート塗装し、裏面には裏面塗料(5μm)を1コート塗装することで得られた。クロメートフリーPCMには、開発した6価クロムを一切含まない特殊前処理、同様の6価クロムを含まない特殊プライマー(ポリエステル系)を用いた。一方、クロメートPCMには、前処理に従来のクロメート処理、プライマーにクロメート系防錆顔料を含む現行の屋外用途向け(主にエアコンディショナ室外機向け)プライマー(ポリエステル系)を用いた。トップ塗料と裏面塗料は、両供試材とも同じもの(いずれもポリエステル系)を用いており、これらに6価クロムは含まれていない。

2.2 評価試験内容

2.2.1 折り曲げ加工性試験

JIS K 5400.8.1に準じた試験方法で180° T折り曲げ試験を20°Cの雰囲気中で行った。折り曲げ試験は、密着曲げである0T曲げ、評価するプレコート鋼板の間に同じ板厚の鋼板を1枚挟み込んだ状態で180°折り曲げを行う1T曲げ、同様に同じ板厚の鋼板を2枚挟み込んだ2T曲げを実施した。試験後は各加工部の塗膜損傷状態を観察した。また、加工部の塗膜を粘着テープで剥離して塗膜の剥離状態を観察した。

2.2.2 深絞り成形試験

エリクセン式の深絞り試験機を用いて円筒成形を行い、成形後の絞り加工部の塗膜損傷状態を観察した。本成形試験の絞り比は2.0とし、ポンチ及びダイスの肩Rはいずれも3mmとした。また、しわ押さえ圧(BHF)は1tとし、潤滑油はなしの条件で成形を行った。

2.2.3 ドロービード試験

表面処理鋼板をプレス加工したときに発生する表面処理層の損傷を再現する実験方法としてドロービード試験が知られている⁴⁾。そこで、プレコート鋼板をプレス加工したときの塗膜損傷を本試験にて評価した。ドロービード試験は押しつけ圧600kgf/cm²の条件で25°Cの雰囲気中で実施し、試験後の外観を観察した。

2.2.4 腐食試験

鋼板の耐食性を促進させて評価する方法とし、塩水噴霧試験が広く用いられている。しかし、実際の腐食環境は濡れと乾きの繰り返しであるが、塩水噴霧試験では濡れ時間が長すぎるため、実際の腐食環境を再現していない事が良く知られている⁵⁾。従って本実験では、実際の腐食環境により近いサイクル腐食試験NCCT法で行った。NCCTのサイクルを図2に示す。NCCTで5週間試験した後に発生する塗膜膨れ幅は、沖縄で3年暴露したときに発生する膨れ幅を再現できると言われている⁶⁾。また、実際に使用される屋外環境での耐食性を確認するために、日本国内で最も腐食環境が厳しいといわれている沖縄沿岸地区で実暴露試験も行った。

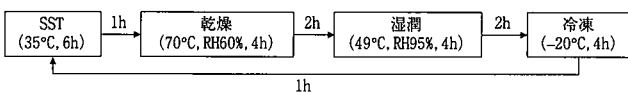


図2 NCCTの試験サイクル

3. 結果

3.1 クロメートフリープレコート鋼板の加工性

表1にプレコート鋼板を折り曲げ加工したときの結果を示す。クロメートフリーPCMは、0T曲げ加工を行っても塗膜の亀裂や剥離が無く、従来のクロメートPCMと比べて同等以上の折り曲げ加工性を有していることが分かる。図3に深絞り加工した後の各プレコート鋼板の外観写真を示す。写真からわかるように、開発したクロメートフリーPCMは深絞り成形性に優れ、絞り加工部での塗膜損傷や剥離が発生しない。また、図4にドロービード試験を行った後のプレコート鋼板の外観写真を示す。クロメートフリーPCM、クロメートPCM共に金型に塗膜がかじられたり、剥離したりすることなく、良好な外観を担保している。

3.2 クロメートフリープレコート鋼板の耐食性

図5はNCCT 5週間後の、図6は沖縄暴露3年の端面及びカット部からの最大膨れ幅を示したグラフである。いずれの試験方法でも、クロメートフリーPCMの膨れ幅はクロメートPCMの膨れ幅とほぼ同じであり、開発したクロメートフリーPCMの耐食性は、現在、エアコンディショナ室外機等の屋外用途で使用されているクロメートPCMとほぼ同等であることを確認した。沖縄暴露試験3年

表1 T折り曲げ試験の結果

	クロメートフリーPCM	クロメートPCM
0T曲げ	亀裂, 剥離なし	亀裂, 剥離なし
1T曲げ	亀裂, 剥離なし	亀裂, 剥離なし
2T曲げ	亀裂, 剥離なし	亀裂, 剥離なし

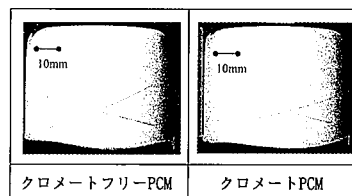


図3 深絞り加工を施したプレコート鋼板の外観

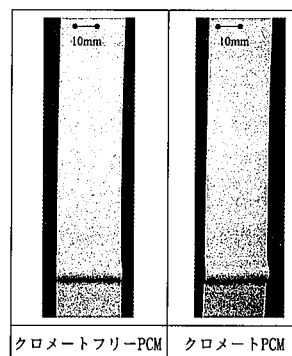


図4 ドロービード試験を施したプレコート鋼板の外観

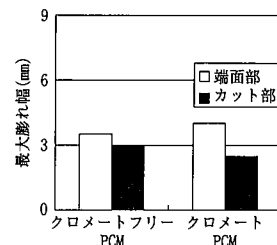


図5 NCCT 5週での最大膨れ幅

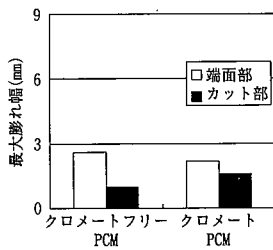


図6 沖縄暴露3年の最大膨れ幅

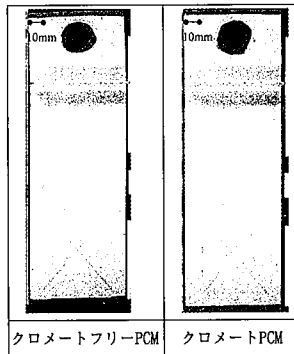


図7 沖縄暴露3年後のプレコート鋼板の外観写真

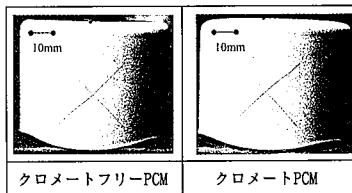


図8 沖縄暴露2年後の深絞り加工を施したプレコート鋼板の外観写真

後の試験片の外観写真を図7に示す。写真からも両者の端面及びカット部耐食性には顕著な腐食が見られない。更に、試験片には

OT折り曲げを施した部位も設けているが、折り曲げ加工部位からの腐食もほとんど見られない。

図8はそれぞれのプレコート鋼板をカップ形状に絞り加工した試験片を沖繩に2年暴露したサンプルの外観写真である。開発したクロメートフリーPCMは絞り加工部の耐食性に優れ、クロメートPCMと同様にほとんど腐食が発生していない。

4. 結 言

本報では、新たに開発した溶融亜鉛めっき鋼板を原板に用いた耐食性に優れたクロメートフリーPCMの加工性と耐食性を現行の屋外用途クロメートPCMと比較して評価し、以下の結果を得た。

- (1) 開発したクロメートフリーPCMは折り曲げ加工、深絞り加工、プレス加工等の様々な加工を行っても加工部で塗膜が損傷したり、剥離することなく加工部密着性に優れる。
- (2) 開発したクロメートフリーPCMは、屋外耐食性にも優れる。端面、カット部、折り曲げ加工部そして絞り加工部のいずれの部位も現行の屋外用途クロメートPCMと同等の耐食性である。
- (3) 以上の結果から、開発したクロメートフリーPCMは、様々な形状を有する屋外製品に適用することが可能であることを確認した。

参考文献

- 1) 植田浩平, 金井洋: 色材, 72(8), 525(1999)
- 2) 前田重義: 表面技術, 37(9), 430(1986)
- 3) 金井洋, 山崎真, 森陽一郎, 植田浩平, 森下敦司, 古川博康, 仲澤真人, 石塚清和, 和氣亮介: 新日鉄技報, 371, 43(1999)
- 4) 園田栄, 奥村泰雄: 鉄と鋼, 77(8), 1352(1991)
- 5) 黒川重男, 番典二, 大和康二, 市田敏郎: 鉄と鋼, 72(8), 1111(1986)
- 6) 西岡良二, 野村広正, 植田浩平, 山崎隆生, 金井洋: 材料とプロセス, 9, 522(1996)