

# 加工後の外観に優れるクロメートフリー鋼板 「エコフロンティア JE」

## Chromate-free Coated Steel Sheet with Excellent Appearance After Press Forming “Eco Frontier JE”

### 1. はじめに

金属材料のプレス加工において、そのほとんどは工具と被加工材との摩擦の制御および金属表面の損傷防止のためにプレス油が使用される。しかし、化成処理した亜鉛めっき鋼板で深絞りなどのプレス加工を連続かつ高速で行うと、プレス金型やプレス油の温度が上昇することによって潤滑性が低下し、金型と亜鉛めっき鋼板のかじりが発生して、プレス後外観を著しく損ねやすい。

これは、連続高速プレス時のしごき工程で、亜鉛めっき鋼板と金型の摺動によって鋼板上のめっき皮膜や化成処理皮膜が少なくとも一部は剥離物となって脱離することが避けられないため、洗浄しても解消されにくいプレス表面の黒ずみ（表面黒化）となりプレス後外観を損ねてしまう。一方、剥離物はプレス油に蓄積されると、以後のプレス加工材に再付着してしまうため、最終工程で脱脂洗浄が必要となる。そこで、生産性の観点からプレス後の脱脂洗浄の必要がないプレス後の表面外観が求められるようになってきた<sup>1)</sup>。

このような要望に応えるため、JFE スチールはプレス加工後の外観に優れるクロメートフリー亜鉛めっき鋼板「エコフロンティア\* JE」（以下、JE）を開発し、製造・販売を開始した。

### 2. エコフロンティア\* JE の皮膜設計思想

#### 2.1 加工後外観向上の考え方

プレス加工後の亜鉛めっき鋼板表面に黒ずみが発生するのは、連続高速プレス時に亜鉛めっき鋼板上の皮膜が成形に追従できなくなることで損傷を受けやすいためであると考えられる。そこで、電機向けに汎用的に使用させる化成処理鋼板と化成処理皮膜のない鋼板で加工後外観を評価した。**写真1**に示すように、皮膜のない鋼板には黒ずみ観察されず、しごき部の表面形状が平滑になっているのに対して、従来材の場合は、黒ずみ部に皮膜は50%程度残存しており、かつ、しごきを受けた部分は極微細な凹凸形状を有してい

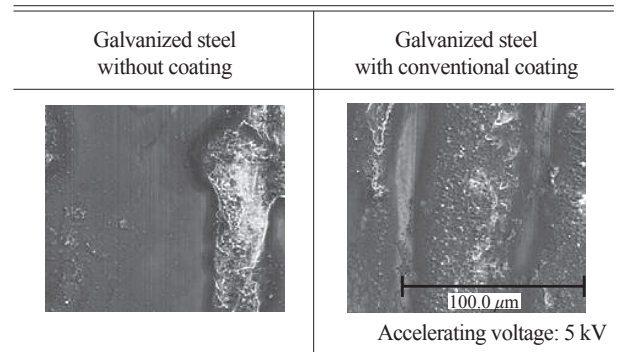


写真1 黒ずみ発生部の二次電子像

Photo 1 Scanning electron microscope (SEM) images of the surfaces at the drawn area

ることから、加工時に損傷を受けた皮膜が凹凸形状となってしごき部に多く残存していることが黒ずみの原因と考えられる。連続高速プレスでは皮膜が損傷を受けることを避けられないため、黒ずみ改善には以下の対策が有効であると考えられる。

- (1) 鋼板しごき部の皮膜残存量低減  
亜鉛との密着性低下（適正化）、薄膜化
- (2) 剥離物の再付着低減  
低粘着性成分適用

#### 2.2 プレス加工後外観に影響を及ぼす 化成皮膜組成の検討

鋼板しごき部の皮膜残存量は化成処理液の亜鉛との反応性と相関性があると考え、反応性を变化させた処理液による化成皮膜のプレス後外観を調査した結果、反応性の低い無機系皮膜は、黒ずみがほとんど発生しないのに対して、反応性を付与させるために反応促進成分を加えていくと黒ずみの発生が顕著になり、反応性の低い皮膜が有効であることが分かった。一方、プレス加工時に発生する剥離物が粘着性を有さない皮膜が再付着しにくいと考え、化成処理液の加熱乾燥（110℃×90 min）後の形態で評価した結果を**写真2**に示す。汎用の鋼板では加熱乾燥後に膜状になり粘着性が高いが、反応促進成分の添加によって反応性を变化させると、反応促進成分の少ない方が粉状となり粘着性が低いことが分かった。

皮膜剥離の絶対量も減らすために薄い皮膜前提で各種特

2011年3月9日受付

\*「エコフロンティア/Eco Frontier」は日本におけるJFEスチール（株）の登録商標である。

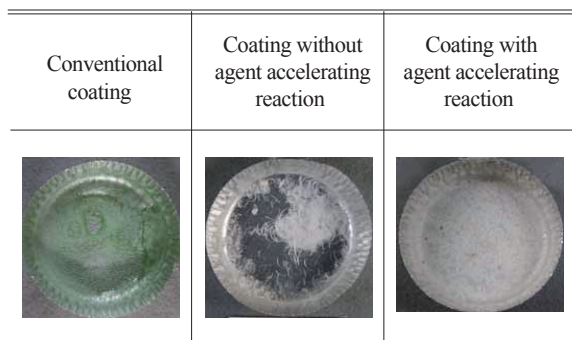


写真2 化成処理液加熱乾燥後の形態

Photo 2 Appearance after drying by heating treatment solutions

性を満たす成分の探索を行った結果、無機成分主体の皮膜で、防錆性も発現可能なシリカ<sup>2)</sup>や反応促進成分を微量含む高分子皮膜を形成することで、優れた加工後外観と各種特性を付与することができた。

### 3. 品質特性

#### 3.1 プレス加工後外観

写真3に2段絞り加工後の外観を示す。汎用の鋼板には黒ずみと剥離物の再付着が確認されるが、JEは鋼板表面に黒ずみや剥離物の付着が認められず、鋼板表面が滑らかであるため光沢感のある外観を有する。

#### 3.2 外観経時安定性（耐黒変性、耐水しみ性）

反応促進成分を多く含む皮膜の場合、湿潤環境下でこれらが溶解して黒変現象（亜鉛めっき表面のごく薄い酸化膜の存在によって黒く見える現象）<sup>3)</sup>が発生しやすい。また、脱脂洗浄などで反応促進成分が溶解することで、表面にシミが残ってしまう場合もある。反応促進成分を微量にすることで、プレス加工後の外観のみならず、これらの現象も解消することができる。

#### 3.3 耐食性

図1に化成処理皮膜厚と塩水噴霧試験（SST）で評価した耐食性の関係を示す。シリカを複合した無機系高分子皮膜とすることで、反応促進成分による亜鉛めっきとの反応によってある程度の密着性を確保することで、同一皮膜厚の従来材と比べて耐食性が大幅に向上した。従来材と同レベルの耐食性を得るのに皮膜厚を薄くすることが可能となり、加工後外観も向上する。

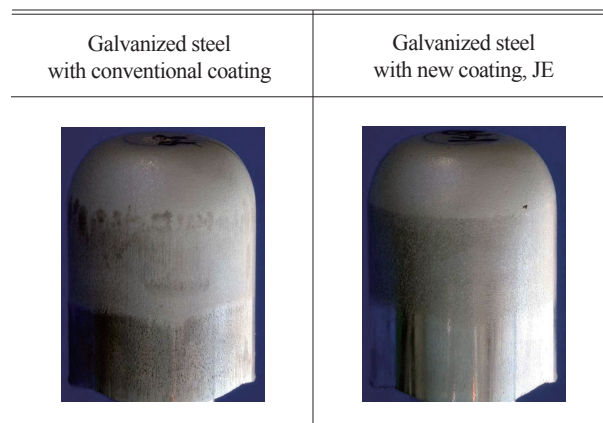


写真3 プレス加工後の外観

Photo 3 Surface appearances after press forming

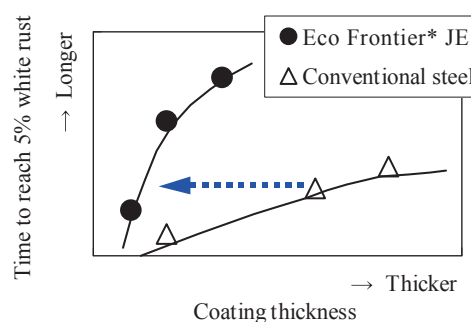


図1 皮膜厚と耐食性の関係

Fig. 1 Relation between coating thickness and corrosion resistance

#### 3.4 導電性

表面抵抗率計を用いた四探針法によって、電気抵抗値を測定した。JEは汎用の化成処理鋼板より皮膜厚を6～7割も低減することができたため、0.1 mΩ以下の抵抗値を示し、優れた導電性を有する。

### 4. おわりに

「エコフロンティア\* JE」は、一次防錆程度の耐食性と優れた加工後の外観（加工性）を有し、特に深絞りなどの加工部品に適しており、今後需要が高まると推測される小型のモーターケースなどに適用されている。

#### 参考文献

- 1) 片岡征二. 軽金属. 2005, vol. 55, no. 1, p. 39.
- 2) 窪田隆広, 山下正明. 鉄と鋼. 1995, vol. 81, no. 1, p. 633.
- 3) 大熊俊之ら. 材料とプロセス. 1990, vol. 3, no. 5, p. 1562.