

# JFE スチールの代表的な缶用鋼板商品と製造プロセスの特徴

## Typical Products and Manufacturing Processes of Can Materials in JFE Steel

小島 克己 KOJIMA Katsumi JFE スチール スチール研究所 缶・ラミネート材料研究部長

### 要旨

JFE スチールは各種金属容器に用いられる缶用鋼板を製造、販売している。ぶりきから始まる缶用鋼板の長い歴史を通じ、社会状況の変化、製缶技術の進歩、お客様要望の多様化に対応するため、JFE スチールは独自の特徴ある商品と製造プロセスを発展させてきた。本稿では、その一端を紹介する。

### Abstract:

JFE Steel has been manufacturing the can materials. Distinctive products and manufacturing processes have been developed to meet the needs of the times. This paper outlines typical products and manufacturing processes in JFE steel.

## 1. はじめに

缶用鋼板は缶飲料や食品缶詰の容器であるスチール缶の材料として用いられる鋼板であり、ぶりき（錫めっき鋼板）、ティンフリースチール（電解クロム酸処理鋼板）などの表面処理鋼板がその代表例である。

本稿では、JFE スチールが製造している代表的な缶用鋼板商品について、その特徴と製造プロセスを紹介する。

## 2. 缶用表面処理鋼板

JFE スチールでは、前身の川崎製鉄、日本鋼管のそれぞれにおいて 1960 年代初頭から電気めっきぶりきの製造を、1970 年代初頭からティンフリースチールの製造を始めている。以来、スチール缶の変遷に伴う缶用表面処理鋼板への要求の変化に応じ、ぶりき、ティンフリースチールそれぞれにおいて改良および派生商品の開発を進め、さらに樹脂フィルムを被覆したラミネート鋼板をラインナップに加えるなどしながら、品揃えの充実を図り続けている。図 1 に JFE スチールの代表的な缶用表面処理鋼板の被膜層構造を模式的に示す。以下、それぞれについて概要を紹介する。

### 2.1 ぶりき

ぶりきは、金属光沢を有する美しい表面外観とともに、耐食性、溶接性、印刷性などにおいて優れた特性を持ち、その用途は食品缶、飲料缶、18 リットル缶、美術缶など、あらゆる金属容器に及ぶ。また、表面に錫を持つことによる優

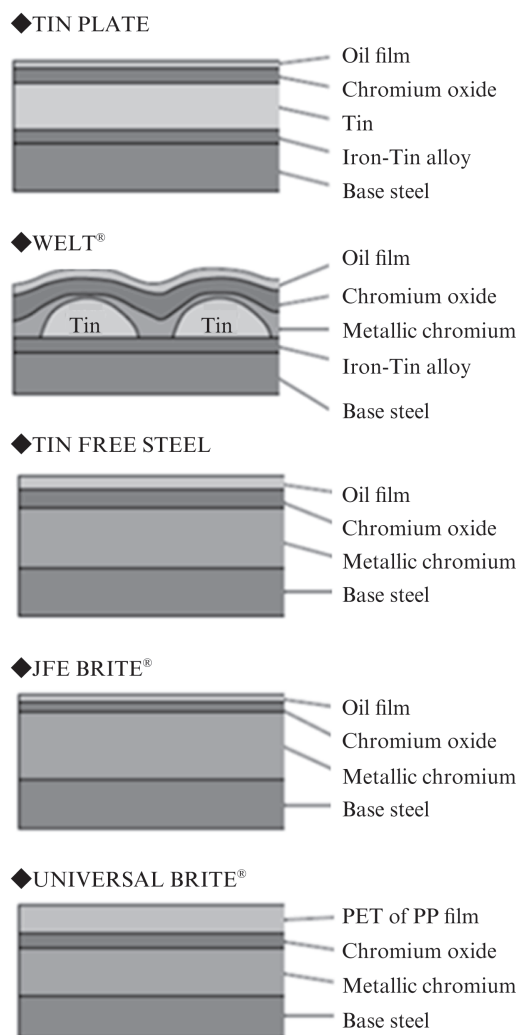


図 1 JFE スチールの缶用表面処理鋼板の層構造

Fig. 1 Schematic layer images of typical can material products in JFE Steel

2016 年 8 月 24 日受付

れた半田性から、電機部品などの分野でも広く使用されている。

ぶりきの表面処理方法である電気錫めっきの代表的なめっき浴には、フェロスタン浴、ハロゲン浴、Methane Sulfonic Acid (MSA) 浴がある<sup>1)</sup>。JFE スチールでは、西日本製鉄所福山地区においてフェロスタン浴を、東日本製鉄所千葉地区においては MSA 浴を用いてぶりきの製造を行っている。

千葉地区では操業開始以来、高電流密度の操業が可能で生産性の高いハロゲン浴を用いてきたが、環境によりやさしい操業への転換の観点から、高効率操業が可能で Chemical Oxygen Demand (COD) の低い MAS 浴に注目し、添加剤の開発<sup>2)</sup>、セル構造改造、除鉄システム導入などを行い<sup>3)</sup>、2005 年以降 MAS 浴を用いた操業に移行した。MSA 浴による操業は環境調和と品質、経済性を兼ね備えためっきプロセスであり、今後の他ラインへの展開も視野に改善を続けている。

## 2.2 ウェルト®

ぶりきを用いた缶は半田付けによって缶胴を接合する方法で実用化が始まったが、1980 年代以降、製缶速度が速く生産性に優れた溶接による接合方法が普及した。従来の半田付けによる接合には 5.6 g/m<sup>2</sup> 程度の錫付着量が必要<sup>4)</sup>とされていたが、溶接では 1 g/m<sup>2</sup> 程度まで低減しても接合が可能となったため、錫量の低減によるコストダウンの観点から各社において薄目付ぶりきの開発が進められた。

JFE スチールでは、錫付着量の低下に伴う耐食性の劣化を補うため、表層に Ni 拡散層を形成させためっき基板を下地に用い、その上層にめっきした錫を島状に分布させた「ウェルト」を開発することで溶接性と耐食性の両立を果たした<sup>5)</sup>。Ni 拡散層の形成は、焼鈍ライン入側に Ni めっき層を備えた千葉地区 No. 4 CAL (Continuous Annealing Line) の独自技術である。

## 2.3 JFE ブライト®

1950 年代に生じた錫の供給不安を背景に、錫を用いない新たな缶用表面処理鋼板が求められ、電解クロム酸処理鋼板であるティンフリースチール (Tin Free Steel) が 1960 年代初頭に日本で実用化された<sup>6)</sup>。ただし、ティンフリースチールは最表層のクロム水和酸化物の電気抵抗が高いため、通常はめっき層を研磨などで除去しなければ溶接することができなかった。「JFE ブライト」は最表層のクロム水和酸化物を通常のティンフリースチールよりも均一に薄く析出させることで電気抵抗を低下させ、めっき層の研磨除去無しで溶接を可能とした、JFE スチールの独自の画期的なティンフリースチールである。

## 2.4 ユニバーサルブライト®

樹脂ラミネート鋼板を用いた飲料缶の実用化<sup>7)</sup>に伴い、

JFE スチールは福山地区 No. 2 TFL (Tin Free steel Line) にラミネート設備を導入し、ラミネート鋼板の製造を開始した。

さらに JFE スチールは、環境ホルモンを含有しないという PET (ポリエチレンテレフタレート) フィルムの特性に着目し、ラミネート鋼板の食品缶詰用途での展開を視野に、食品缶詰用新ラミネート鋼板「ユニバーサルブライト」タイプ F を開発、商品化を実現した<sup>8)</sup>。「ユニバーサルブライト」タイプ F の特長は、食品缶詰で必要とされる内容物の取り出し易さと、絞り加工の際にフィルム損傷などが生じない高い成形性を両立したことにある。特殊な表面改質剤を PET フィルムへ添加することによりフィルムの表面エネルギーを低下させ、内容物とフィルムとの密着を避けることにより優れた内容物取り出し性を実現した<sup>9)</sup>。さらに、特殊な構造を有する新しいホモ PET フィルムを独自のラミネート技術と組み合わせることにより、PET 樹脂の結晶化を抑制し、加工性を大幅に改善した。

一方、内容物が多岐にわたる 18 リットル缶・ペール缶などの大型缶用途に対し、JFE スチールは新開発の 2 層型 PP (ポリプロピレン) フィルムを用いたラミネート鋼板である「ユニバーサルブライト」タイプ E を開発、商品化した<sup>10)</sup>。母層にブロック PP を用いることで、柔軟性と耐熱性を両立し、変性 PP に変性 PE (ポリエチレン) を適量添加した接着層により高い密着性を達成した。この結果、界面活性剤を含むさまざまな内容物への適用と外面印刷による意匠性の付与を可能とした。

なお、「ユニバーサルブライト」タイプ F は表面技術協会平成 17 年度技術表彰を、また「ユニバーサルブライト」タイプ E は日本金属学会 2005 年度技術開発賞をそれぞれ受賞した、JFE スチールの独自商品である。

## 3. ぶりき原板

JFE スチールは自社商品に用いる物以外にも、海外アライアンス向けとしてぶりき原板 (めっき原板となる冷延鋼板) を製造、供給している。国内外のお客様から寄せられる、それぞれの市場に応じた広範な要望に応えるため、JFE スチールは特徴的な特性を備えたぶりき原板の開発、およびその製造プロセスの開発に注力している。以降、その幾つかを紹介する。

### 3.1 N 固溶強化を利用した硬質缶用鋼板

板厚低減による缶のコストダウンにあたり、それに伴う缶体強度の低下を補うため、缶用鋼板の硬質化が求められた。しかし、耐食性劣化の観点から、自動車用鋼板などで用いられる多量の元素添加による強化方法を缶用鋼板に適用することには難があった。そこで、こうした問題のない方法として、JFE スチールでは N による固溶強化を積極的に利用する方法を検討し、100 ppm 程度の N を添加した硬質材を

開発した<sup>11)</sup>。近年では、N添加技術に改良を加えることにより材質制御の幅をさらに拡大し、溶接缶胴の一層の板厚低減に寄与している他、エアゾール缶ボトム材などにも適用用途を広げている。

### 3.2 耐時効性に優れた缶胴加工缶用鋼板

板厚低減に伴う缶体強度低下を補うには、鋼板硬質化の他、缶胴加工により缶体自体の剛性を向上させる方法がある。缶胴加工時の課題として、加工部でのストレッチャー・ストレインの発生による意匠性の劣化があり、降伏点伸び低減のため鋼板には耐時効性の向上が求められた。耐時効性の向上にはバッチ焼鈍の適用などの対処が知られているが、製造効率上必ずしも望ましい方法ではない。JFE スチールは添加元素の成分に加え、熱間圧延、焼鈍などの製造条件を最適化することで、低炭素鋼をベースとした耐時効性に優れた缶胴加工缶用鋼板を開発することに成功した<sup>12)</sup>。

### 3.3 大型溶接缶向け Nb-B 複合添加極低炭素鋼板

焼鈍方法をバッチ焼鈍から連続焼鈍に変更することは、リードタイムの短縮による在庫削減や CAL 稼働率の向上などの効果が期待でき、製造効率向上の観点で望ましい点が多い。一方で、ペール缶等の大型溶接缶の用途では、連続焼鈍材では溶接強度などで必要な特性が得られないという課題があった。JFE スチールは Nb-B 複合添加極低炭素鋼を開発することによりこの課題を解決した<sup>13)</sup>。また、新たな成分系で生じたスラブ割れの根本原因の究明<sup>14)</sup>により、プロセス上の課題を克服して安定した商業生産を可能とした。

### 3.4 板厚低減に対応する冷間圧延技術

ぶりき原板のような極薄材の高速冷間圧延では高い潤滑性を確保する必要がある。JFE スチールが開発したハイブリッド潤滑による冷間タンデムミルの高速圧延技術は、**図 2**に示すように、エステル系合成潤滑油の低濃度エマルジョンを循環供給する循環給油方式をベースに、ハイブリッド潤滑システムで供給する高濃度エマルジョン中の油滴が鋼板表面で油膜を形成する挙動を積極的に制御することにより、高速

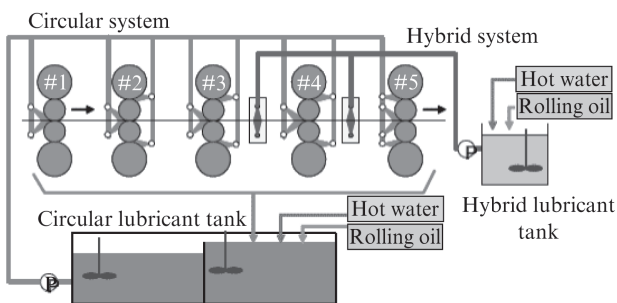


図 2 ハイブリッド潤滑システムの概要<sup>15)</sup>

Fig. 2 Schematic image of the hybrid lubrication system<sup>15)</sup>

圧延における優れた潤滑性を実現した。本技術は平成 25 年度日本塑性加工学会賞大賞を、また本技術の基礎研究は日本鉄鋼協会平成 25 年度依論文賞を受賞した<sup>15)</sup>。

### 3.5 高効率生産に対応する連続焼鈍技術

千葉地区 No. 4CAL は最少板厚 0.15 mm の極薄鋼板を炉部最高速度 1 000 m/min で通板することが可能であり、かつ焼鈍炉出側に DR (Double Reduce) 圧延まで可能な多目的の圧延機を備える世界でも屈指の高効率生産設備である<sup>16)</sup>。また、2010 年に稼働した福山地区 No. 5 CAL では、コイル毎に異なる様々な状況に応じて生産効率を最大化する炉速制御を行う自動操業最適化システムを導入することで、平均炉速の大幅な向上と品質の安定化を達成している<sup>17)</sup>。

## 4. おわりに

もっとも身近な鉄鋼商品である缶用鋼板を通じて、より良い生活の実現に少しでも寄与すべく、JFE スチールは缶用鋼板におけるこれまでの技術蓄積をより発展させ、今後とも積極的な技術開発を継続していく。

### 参考文献

- 1) 日本鉄鋼協会. わが国における缶用表面処理鋼板の技術史. 東京, 1998, p. 12.
- 2) 久保啓, 市場幹之, 鈴木威, 山下嗣人. 鉄と鋼. 2003, vol. 89, no. 1, p. 77.
- 3) 野崎卓也, 結城慶, 浜原京子. JFE 技報. 2006, no. 12, p. 27.
- 4) 東洋鋼板株式会社. ぶりきとティンフリースチール. アグネ, 東京, 1970, p. 183.
- 5) 望月一雄, 中小路尚匡, 緒方一, 大和康二, 市田敏郎, 入江敏夫. 川崎製鉄技報. 1989, vol. 21, no. 3, p. 224-230.
- 6) 乾恒夫. 第 106・107 回西山記念技術講座. 日本鉄鋼協会.
- 7) 今津勝宏. 日本機械学会論文集 (C 編). 1996, vol. 62, no. 600, p. 3320.
- 8) 山中洋一郎, 岩佐浩樹, 渡辺豊文. JFE 技報. 2006, no. 12, p. 1.
- 9) 山中洋一郎, 北川淳一, 中丸裕樹. 表面技術. 2013, vol. 64, no. 10, p. 560.
- 10) 鈴木威, 渡辺真介. JFE 技報. 2006, no. 12, p. 6.
- 11) 登坂章男, 荒谷昌利, 小原隆史, 久々湊英雄, 泉山禎男. あたりあ. 1997, vol. 36, no. 4, p. 379.
- 12) JFE 技報. 2006, no. 12, p. 11.
- 13) 多田雅毅, 小島克己, 岩佐浩樹, 梅本雅資, 堀田英輔. あたりあ. 2010, vol. 49, no. 2, p. 81.
- 14) 多田雅毅, 小島克己, 淡路谷浩, 名越正泰, 中丸裕樹. 鉄と鋼. 2014, vol. 100, no. 12, p. 1530.
- 15) <http://www.jfe-steel.co.jp/release/2013/06/130610.html>
- 16) 森忠洲. 鉄と鋼. 1993, vol. 79, no. 6, p. 619.
- 17) 見坂卓郎, 豊福達生, 岡田誠康. JFE 技報. 2015, no. 35, p. 18.



小島 克己