

無研削溶接可能ティンフリー鋼板^{*1}

久々湊 英雄^{*2} 龍 尚稔^{*3} 菊地 利裕^{*4}

Tin Free Steel for Welding without Edge Grinding

Hideo Kuguminato Naotoshi Ryu Toshihiro Kikuchi

1 はじめに

塗料や化学薬品などが充填される 18 リットル缶、ペール缶などの胴体には、電解クロム酸処理を施したティンフリー鋼板 (chromium plated tin free steel, JIS G 3315) を素材に、銅ワイヤー型電気抵抗加熱シーム溶接機で接合されたものが多く用いられるようになった。ティンフリー鋼板は、ふりきに比べ塗膜密着性に優れ、経済的にも有利であるが、水和酸化 Cr めっき層の電気抵抗が大きいので溶接作業が難しかった。十分な接合強度が得られる下限電流と、散りの発生が少なくなる上限電流との範囲で定義される適正溶接電流範囲 (available welding current range, ACR) が小さいため、めっき仕上げまでの溶接ができないので、溶接の直前に溶接部表面を研削・除去している。このため、製缶工程には研削機および研削屑の吸引装置が必要になりライン構成が複雑で、生産性にも劣った。研削面は、めっき層が失われるため塗膜密着性が劣化するうえ Cr 層を均一に除去することは難しく、溶接の不安定性が指摘されていた。

したがって、事前に研削処理を施さなくても安定した溶接が可能になるティンフリー鋼板が望まれていた。当社では、金属 Cr を部分的に隆起状にめっきすることにより、無研削で溶接を行っても ACR が大きく、安定溶接が可能になる隆起状金属 Cr 型ティンフリー鋼板 (溶接缶用ティンフリー鋼板) を開発・商品化した¹⁻⁵⁾ので、その概要を紹介する。

2 溶接缶用ティンフリー鋼板の特長と用途

2.1 特長

- (1) Cr めっき層を隆起状金属 Cr にしたので、被溶接部を事前に研削処理を施さなくても、散りの発生が少なく、ナゲットが連続し ACR が大きくなるので、安定溶接作業が可能になる^{1,2,4,5)}。
- (2) 研削粉の発生がないので、製缶ラインのクリーン化を図れる。

(3) 隆起の数が過多になると色調は黒化するので、めっき条件の厳密な管理により、溶接性と色調を両立させる範囲に隆起の数を制御している。したがって、色調は従来材と同等である^{4,6)}。

(4) 耐食性は従来材と同等である¹⁻⁷⁾。

(5) 調質度は従来と同じ原板を用いるので同等である¹⁻⁹⁾。

2.2 用途

溶接後に拡加工が施される 18 リットル缶、ペール缶などの大型缶は、溶接強度をより大きくする必要がある。これら大型缶用の鋼板に適している。

3 表面微細構造とその役割

Photo 1 にティンフリー鋼板最表層の原子間力顕微鏡 (AMF) 像を示すが、部分的に 100 nm 程度の高さに隆起していることが分かる。この隆起状金属 Cr により溶接時の加圧力で、金属 Cr の上層にめっきされている厚みが約 10 nm 程度の水和酸化 Cr 層を機械的に破壊する。その結果、金属 Cr 同士が接触が起これ、電気回路が形成され、電極直下の圧接部の接触抵抗が小さくなり溶接性が改善される⁸⁻¹⁰⁾。

4 適性溶接電流範囲

Fig. 1 に溶接缶用ティンフリー鋼板の適正溶接電流範囲 (ACR) を従来材と比較して示す。溶接は銅ワイヤー型商用溶接機 ((株) N.P.W 技研製) を用いて、溶接速度 21 m/min、溶接電流周波数 180~300 Hz、オーバーラップ幅 0.8 mm の条件で行った。試験片は、低炭素アルミキルド鋼を素材に調質度 T4CA、板厚 0.32 mm、板面粗度はブライトに仕上げた原板に 2 種類のめっきを施したティンフリー鋼板を用いた。いずれの周波数においても、溶接缶用ティンフリー鋼板の ACR は金属 Cr が平坦な従来ティンフリー鋼板に比べて大きくなった。これは隆起状金属 Cr が水和酸化 Cr 層を破壊する効果と水和酸化 Cr 量を低目に制御した合成効果と考えられる⁷⁻⁹⁾。また、周波数が大きくなるにしたがって ACR は大きくなったが、これはナゲットピッチが小さくなった効果であると考えられる⁷⁻⁹⁾。

^{*1}平成 7 年 7 月 31 日原稿受付

^{*2}千葉製鉄所 管理部缶用鋼板管理室 (兼) 技術サービス室 主査 (課長)

^{*3}千葉製鉄所 管理部缶用鋼板管理室

^{*4}千葉製鉄所 第 2 冷間圧延部冷延技術室 主査 (掛長)

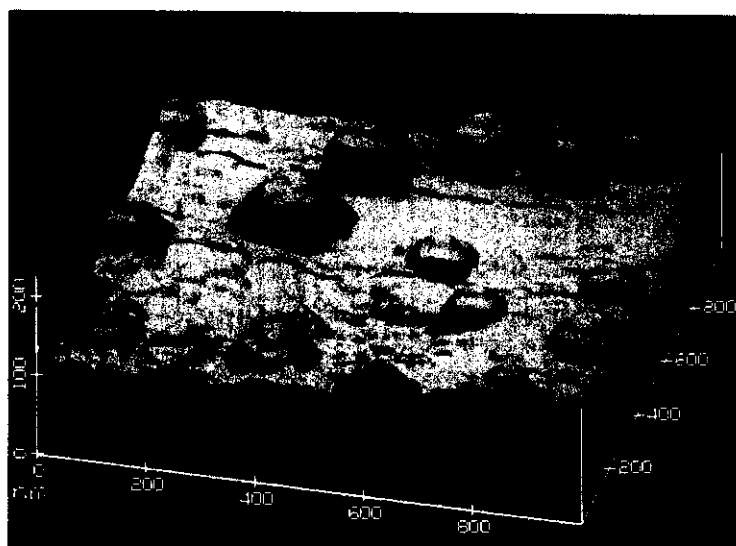


Photo 1 Atomic force microscopic image of weldable tin free steel

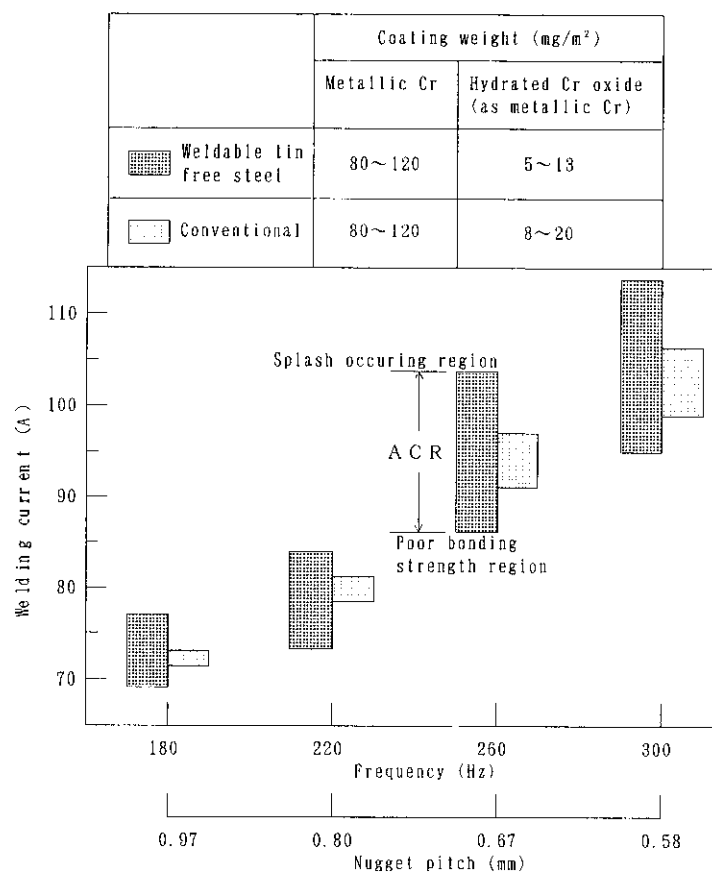


Fig. 1 Comparison of available welding current range (ACR) between weldable tin free steel and conventional one

5 耐内容物性

Table 1 に、溶接缶用ティンフリー鋼板を用いて無研削で溶接後に補修塗装・焼き付けて仕上げた缶と比較のための従来缶に、各種内容物を充填し、1、3、6、12 箇月貯蔵ごとに缶の内外面の変化を

観察し、評価・判定を行った実缶試験の結果を示す。溶接缶用ティンフリー鋼板は、水和酸化 Cr 量を低目に制御しているが、耐食性は従来材と同等で良好であることが確認できた。なお、食用油については 12 箇月貯蔵後に金属 (Fe、Cr、Pb、Sn、Ni) 溶出量を分析して、比較・評価を行ったが、この調査においても差は見られなかった⁷⁾。

Table 1 Results of packing test

Can type	Contents	Treatment of inside surface	Corrosion resistance of inside surface (after 12 months)	
			Weldable tin free steel	Conventional
18 liter can	Water paint	Coating	Good	Good
	Oil paint	Plain	Good	Good
	Lacquer solvent (toluene)	Plain	Good	Good
	1, 1, 1-trichloroethane	Plain	Good	Good
	Cleaner (neutral)	Coating	Good	Good
	Cleaner (alkaline)	Coating	Good	Good
	Petrolic agricultural chemicals	Coating	Good	Good
	Soup	Coating	Good	Good
	Soy sauce	Coating	Good	Good
	Soybean paste	Coating	Good	Good
Pail can	Motor oil	Coating	Good	Good

6 おわりに

(1) ティンフリー銅板のCr層を隆起状金属Cr型にすることと、水和酸化Cr量を適切に低減することにより、無研削溶接が可能になった。

(2) 隆起の数は、下限は安定溶接が得られ、上限は色調が変化しない範囲に管理されているので、溶接性の安定とともに色調は従来材と同等である。

(3) Crめっき層は溶接性を改善するために改質したが、耐内容物性は従来材と同等である。

参 考 文 献

- 川崎製鉄㈱：特公昭63-26200（登録番号1600569）
- 川崎製鉄㈱：特公平4-31036（登録番号1897034）
- 川崎製鉄㈱：特公平4-31037（登録番号1897823）
- 川崎製鉄㈱：特開平3-229897
- 川崎製鉄㈱：特開平5-287591
- 菊地利裕，緒方 一，望月一雄，森戸延行，市田敏郎，木村 肇：材料とプロセス，5(1992)2，670
- 久々湊英雄，石川冬彦，大川順弘，姫野 誠，菊地利裕，緒方 一：材料とプロセス，6(1993)2，588
- 菊地利裕，緒方 一，望月一雄，森戸延行，市田敏郎，木村 肇：材料とプロセス，4(1991)5，1616
- 菊地利裕，緒方 一，望月一雄，久々湊英雄，姫野 誠：材料とプロセス，6(1993)6，計38
- 菊地利裕，望月一雄，久々湊英雄：表面技術，（投稿中）

＜問い合わせ先＞

鉄鋼企画営業本部 薄板技術 Tel 03-3597-3483