

© 1986 ISIJ

容器用表面処理鋼板

乾 恒夫*・藤本輝則*²

Surface Treated Steel Sheet for Containers

Tsuneo INUI and Terunori FUJIMOTO

1. はじめに

容器用表面処理鋼板の主流として 170 年余の歴史¹⁾をもつぶりきは、容器材料として優れた特性を持ちながら、高価な錫を使っていることからその行き詰りが久しく叫ばれ続けてきた。しかしながら、現在においても容器用材料として、その生産量は首位を保っている。ところが、ぶりき生産量の伸びについては約 10 年前から歯止めがかかってくると言える。このことは、ティン・フリー・スチール (TFS) をはじめとするスチール缶用材料やアルミ、プラスチック、紙などの容器材料との影響が明確に現れてきたと考えられるが、第二次大戦後、日本人の食生活の変化にともなう容器の役割が大きく変わってきたという背景も見逃すわけにはいかない。缶詰が単に非常食、長期保存といった伝統的な役割ばかりでなく、高度経済成長の流れの中で、大量生産、大量消費における能率的な流通手段の役割をもつてきたこと、あるいは保存、流通性に加えて消費者にとつての利便性さらにはファッション性も容器の条件として重要と考えられるようになってきた²⁾。このように、容器に求められる役割の変化、多様化にともない使用される容器用材料も伝統的なぶりきばかりでなく、そのコスト、特徴に応じて多種の材料が使い分けられるようになってきた³⁾。

このような背景にあつて、スチール缶用材料供給メーカーは、絶えず非スチール容器用材料との競争を意識しながら、スチール缶用材料のコスト、性能、品質的優位性を確保するため、生産性の向上、生産技術の向上、新しいスチール缶用材料の開発に精力的に取り組んできた。

本稿では、ぶりきをはじめとする容器用表面処理鋼板の開発推移を概括するとともに、これらの鋼板の現状について述べる。

2. 容器用表面処理鋼板の開発推移

日本において、近代的な設備によつて本格的にぶりき

の生産が始まったのは、昭和 30 年に当時の八幡製鉄(株)において電気めつきラインが稼動し始めてからである。当時の日本のぶりき生産は、溶融点以上に加熱された溶錫槽中に鋼原板を通す、いわゆる浸漬めつき方式であつた⁴⁾。その後、この浸漬めつきぶりきは錫付着量を電気めつきによる方法まで絞れないことや、切板による通板方式のため生産性が低く、電気めつきぶりきに急速に切り換えられ、昭和 50 年頃以降、この浸漬めつき方式によるぶりきはほとんど生産されなくなつた。

昭和 30 年代に、生産性の高い電気めつきぶりきが相次いで生産されるようになったが、めつきされる錫はその主要産出国が東南アジア、南米の一部地域に偏在し、供給不安・価格高騰に対する警戒が根強かつたため、錫を使わない容器用表面処理鋼板の開発が活発に行われるようになった。その結果、昭和 30 年代の中頃、日本で開発された金属クロム、クロム水和酸化物の二層からなる TFS が、伝統的な保存容器材料として独占的な地位にあつたぶりきを脅やかす端緒となつた。

この TFS は、昭和 40 年代の初めに相次いで工業化された缶胴接合技術、すなわちミラシーム法、コノウエルド法、トーヨーシーム法により、まず飲料容器用材料として有望なことがわかり「昭和 50 年 (1975) にはぶりきは珍しいものになるであろう⁵⁾」と言われるまで期待された。

事実、TFS は炭酸飲料、ビールなどの飲料缶の急速な伸びに支えられて、その生産量は図 1 に見られるように着実に増加を続けた。一方、ぶりき生産も、TFS が出現したものの、当初はその用途が炭酸飲料缶、ビール缶に限られていたことと、高度経済成長下における需要増加により順調に伸び続けた。ぶりきのもつ種々の缶詰内容物に対する優れた耐食性、はんだ性、絞りしごき加工性、美しい金属表面光沢などぶりき本来の特徴のほか、ぶりき生産技術向上、製缶の高速化に対応した品質向上もぶりきの生産量を伸ばした大きな要因である。

昭和 50 年以降は、TFS がレトルト殺菌可能な接着

昭和 60 年 10 月 11 日受付 (Received Oct. 11, 1985) (依頼解説)

* 東洋鋼板(株)技術研究所 工博 (Technical Research Laboratory, Toyo Kohan Co., Ltd., 1296 Higashitoyoi Kudamatsu 744)

*² 東洋鋼板(株)技術研究所 (Technical Research Laboratory, Toyo Kohan Co., Ltd.)

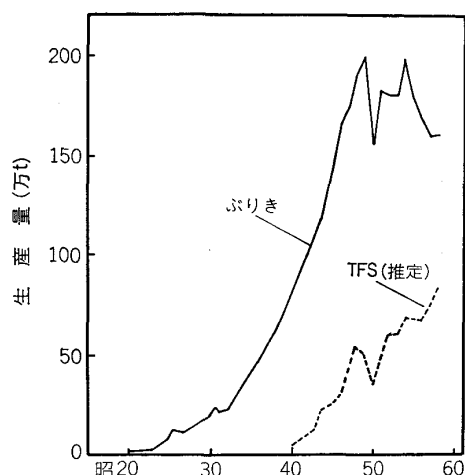


図 1 日本におけるぶりき, TFS 生産量の推移

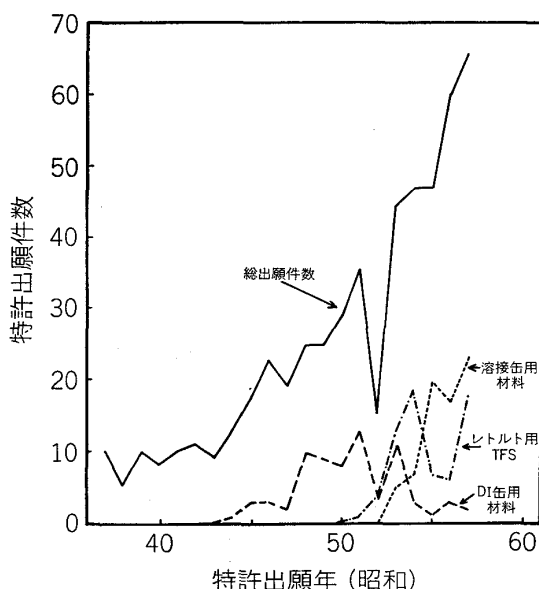


図 2 容器用表面処理鋼板の関連特許出願件数

缶に適用されはじめたことや低経済成長期に入りコスト重視の容器用材料の競合といった要因により、ぶりき生産量は図 1 に見られるように横這いから漸次減少の傾向となってきた。

以上、代表的な容器用表面処理鋼板であるぶりき、TFS についてその生産推移を概括したが、この間におけるこれらの鋼板の開発状況推移を特許出願件数でみると図 2 のとおりとなる。昭和 46 年から公開特許制度となったため、それ以前の特許公告から調査した出願件数とは直接比較することはできないが、公開制度以降だけでも、容器用表面処理鋼板に関する出願件数はかなり増加しており、開発競争は年々激しくなっていることがわかる。

昭和 40 年頃より急速に増加した炭酸飲料、ビールを中心とする飲料缶の分野にアルミ製の DI 缶 (Drawn & Ironed Can) が参入し、その占有率を着実に高めてきた。この頃、ぶりきによる DI 缶製造の研究が始ま

り、昭和 43 年頃から件数がしだいに増加した。出願件数で見ると、ぶりき DI 缶用材料に関する研究開発は、昭和 50 年頃をピークとして下降し、その代りレトルト・ホットパック缶用 TFS、溶接缶用材料の開発研究に移行した。すなわち、昭和 51 年に果汁飲料など熱間充填される内容物へ TFS が実用化されるとともに、コーヒー飲料缶などレトルト殺菌を要する用途に適用可能な特性をもつ TFS の開発が活発に行われるようになった。昭和 54 年における出願件数のピークは、当時の鉄鋼メーカー各社の開発努力をうかがわせている。一方、スイスのスードロニック社に代表される溶接法の技術改良が進み、連続的に供給される新しい銅ワイヤー中間電極を用いる溶接製缶機⁶⁾が広く普及し始めたことにより、低コストであることを志向した新しい「溶接缶用材料」のニーズがあらわれた。昭和 53 年頃から、この溶接缶用材料に関する出願件数は増加の一途をたどっている。この溶接法によれば、ぶりきにおいてはんだ製缶に最低必要とされていた錫付着量 2.8 g/m^2 以下でも十分溶接可能なことから、高価な錫を大幅に節約でき、おりからの低経済成長下において安価な容器用材料を求める製缶業界の要望に合致し、今後ますます普及すると思われる。この溶接缶用材料として、すでにニッケルめつき鋼板⁷⁾、微量ニッケル層を下地にもつ極薄錫めつき鋼板⁴⁴⁾ (Lightly Tin Coated Steel: LTS) が主として飲料缶用途で市場にでており、溶接缶用材料という製品分野を築きつつある。

3. ぶりき

ぶりきは鋼原板上に電気めつきされた錫層と、さらに耐錆性、耐硫化黒変性、塗装性を向上させるため、重クロム酸ソーダ浴中で陰極処理により生成させたクロメート層を基本構造とするという点では、電気めつきぶりきの製造が確立されて以来変わっていない。しかし、これらの各層の役割については電気めつきぶりき使用初期の耐食性に対する懸念から、主として酸性果実缶における錫めつき層の内面腐食機構について詳細に研究され、1950 年代にピククルラグテスト、鉄溶出 (Iron Solution Value) テスト、表面錫結晶粒度などの諸テスト⁸⁾、少し遅れて鉄・錫合金-錫カップル電流測定 (Alloy-Tin Couple: ATC) テスト⁹⁾として確立され、現在でも重要な耐食性の指標として用いられている。ぶりきの用途は、未塗装で使用される酸性果実缶から、人工飲料などに適用される塗装缶の比重が高まり⁹⁾、クロメート層はこうした塗装缶における塗装性に対する要因として重要視され検討が行われた。

ぶりきの塗料密着性は、錫層表面に生成する錫酸化物によつて大きく左右される。ぶりき表面に存在する無定形の錫酸化物は塗装焼付する時に、斜方晶 SnO 、 $\alpha\text{-SnO}_2$ に結晶化するが、 $\alpha\text{-SnO}$ 、 SnO_2 が成長するぶり

きは塗料密着性が悪く、斜方晶 SnO が成長するぶりきは塗料密着性が良いと報告されている¹⁰⁾。クロメート層は、ぶりきの常温経時および塗装焼付時の錫酸化物の成長抑制に寄与している。このクロメート層は数 10 Å 程度で非常に薄く、微量の金属クロムも確認されているが、その分布は特定な個所に島状に析出していると考えられている¹¹⁾。このクロメート層をより均一に析出させ、魚肉缶などに使用された場合の硫化黒変性を改善する方法として、リフロー後に Na₂CO₃ 水溶液中で陰極処理することにより、リフロー時に生成した錫酸化物を還元除去する方法もとられている¹²⁾。

3.1 絞りしごき缶用ぶりき

ぶりきの錫めつき層には優れた耐食性のほかに著しい展延性があり、絞りしごき缶においては良好な固体潤滑剤となるため、ぶりきの DI 加工を可能にした。国内では、調質度 T-1, T-2.5, 板厚 0.30~0.34 mm の #25~50 ぶりき (錫めつき量 2.8~5.6 g/m²) が主に用いられているが、材料コスト低減のため、錫めつき量の低減、原板厚みの減少、硬質化が進められている。この用途においては、原板である鋼の清浄度、機械的性質の均一性、板厚精度なども DI 缶の品質を左右する重要な因子であるが^{13)~16)}、近年著しく進歩した連続鋳造材は十分その要求に答えている。DI 缶は缶胴壁が薄いため、ビール缶、炭酸飲料缶など内圧缶として用いられているが、液体窒素充填技術の進歩、普及により非内圧缶である果汁飲料缶へも適用されると考えられる¹⁷⁾。この DI 缶の分野には、鋼より高価な金属ではあるが耐食性、加工性の優れているアルミが競争相手として存在しており、DI 缶用ぶりきに課せられている品質、コストに対する要求はますます厳しい方向に進んでいる。

3.2 イージーオープン蓋用ぶりき

イージーオープン蓋 (Easy Open End: EOE) は、当初アルミで実用化され飲料缶消費の著しい増加をもたらしたことは良く知られているが、その材料は現在においてもアルミがほとんどである。アルミは塩分による腐食があることからトマトジュース、野菜ジュース、スポーツドリンクなどにはぶりきが使用されている。現在のぶりき EOE は開口性 (タブを引張る時の抵抗) の点でアルミ EOE より劣り、この改善が今後の適用拡大のポイントとなつている。EOE 用ぶりきの原板として、セメント微細化高炭素材¹⁸⁾¹⁹⁾、セメント粗大化材²⁰⁾²¹⁾、小径ロールでの繰返し曲げによる表層歪み負荷材²⁰⁾²²⁾、その他材料成分を限定した鋼材²³⁾²⁴⁾などが提案されており、この EOE 分野への進展が大いに期待される。

3.3 溶接缶用ぶりき

ぶりきは長年にわたり缶用材料として大量に使用されてきたが、はんだの合金成分である鉛の毒性について、食品衛生上の問題から、高錫はんだ、または純錫はんだ

へ移行するなどの対策がとられつつあつたが、昭和 54 年に FDA による鉛規制計画が公表されて以後、はんだ缶から溶接缶への移行が検討されはじめた。こうした背景にあつて、銅ワイヤーを中間電極とするシーム溶接機は毎分 500~600 缶の製缶が可能になるほど進歩し、今後ますます溶接缶は伸びると予想される。従来からのぶりきはそのまま溶接缶用ぶりきとして使用可能であるが、溶接法においては溶接部の重ね代 (ラップ代) が 0.4~0.5 mm と著しく狭いため、ぶりきの寸法、形状精度、および溶接通電々流量に影響を与える板端部の錫のオーバーコートなどについても厳しい品質管理が要求されるようになった。

4. ティン・フリー・スチール

ティン・フリー・スチールという表現は周知のように錫 (Tin) を使わないぶりき代替の容器用表面処理鋼板を意味しており、本来錫を使わない容器用表面処理鋼板のすべてに対して使われるべきものであるが、昭和 30 年代中頃に日本で世界に先がけて開発されたクロムめつき型 TFS は、開発以来それに匹敵する性能をもつ材料が出現せず、TFS という表現はもつぱらクロムめつき型の材料のみに与えられてきたため、日本では TFS と言えばこのクロムめつき型の材料を指すまでになつた。(外国ではクロムめつき型 TFS は ECCS と呼ばれている) 最近になつて溶接缶用材料としてニッケルめつき鋼板が開発⁷⁾され本来この材料も TFS と呼ばれるべきものであるが、ここではクロムめつき型 TFS のみについて述べ、ニッケルめつき鋼板は次項の溶接缶用材料で触れることとする。

我が国においては、昭和 43 年に接着法による製缶法が開発され、TFS は飲料缶にまで用途が拡大され、おりからの飲料消費ブームに乗りその生産量は急速に増加したことはすでに述べたが、その後昭和 51 年に TFS 接着缶は果汁飲料など熱間充填する内容物へ、昭和 53 年には世界ではじめて加熱殺菌の必要な内容物へ適用されるまで進展した。これに対し、従来からの TFS では接着強度劣化を起し実用的でないところから、各 TFS メーカーは TFS の塗料二次密着性向上に取り組みようになった。

この加熱殺菌缶用の TFS の開発においては、オージェ電子分光分析法 (AES)、光電子分光分析法 (XPS) などの新しい界面分析法によるところが大きく、TFS の表面状態と塗料二次密着性との関係が相当明らかになつた。

塗料二次密着性は、通常 Tピール剥離法による強度で評価されている。図 3²⁵⁾は改善後 (A), 改善途中 (B, C), 改善前 (D, E) の TFS にエポキシ・フェノール系塗料を塗装し、ナイロン系接着剤で接着後 90°C の 0.4% クエン酸水溶液中に浸漬して塗料二次密着性を調

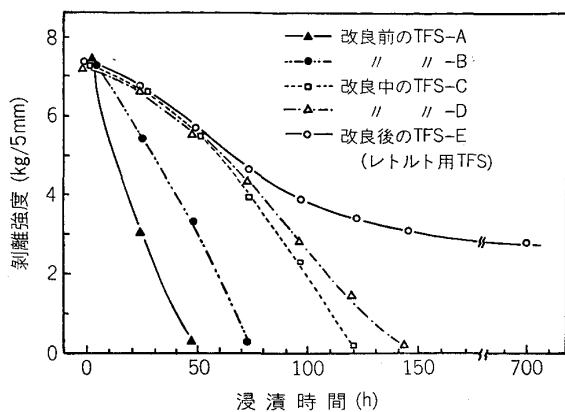


図 3 90°C, 0.4% クエン酸水溶液中での塗料密着性の変化

べたものであるが、改善後のサンプルは 700 h の浸漬経時後でも約 3 kg/5 mm を維持している。このように TFS 表面は塗料二次密着性と大きく関係しているが、TFS 表面側から見ると塗料二次密着性は次の諸点と関連している²⁵⁾²⁶⁾。

- (1) クロム水和酸化物の組成と構造
- (2) クロム水和酸化物層の適正厚みと均一性
- (3) 金属クロム層の適正厚みと均一性

クロム水和酸化物層の主成分は Cr, O で、このほかに電解浴中の助剤からの S, F を含んでいる。これらのうち S, F は金属クロム、クロム水和酸化物の析出効率、均一析出確保のため電解浴中に助剤として添加されている SO_4^{2-} 、 SiF_6^{2-} 、 F^- などから共析してきたもので、このうち SO_4^{2-} は共析量が多くなると塗料密着性を低下させるが²⁷⁾、一方 F^- の影響は比較的小さいことがわかった。これは、クロム水和酸化物層が吸水すると SO_4^{2-} は層内を容易に移動すること、 SO_4^{2-} は F^- 、 OH^- に比べ体積が大きいイオンであり層構造をルーズにしたりするためと推測される²⁸⁾。このようなことから、クロム水和酸化物層中の SO_4^{2-} 量を下げる努力がなされている。すなわち、電解浴中へ硫酸のほかにはけいふつ化ソーダなどふつ化物を同時に添加しクロム水和酸化物層中への SO_4^{2-} 共析量を減らすこと、さらに SO_4^{2-} をまったく含まないふつ化物単独浴を使用することも有効である。その他、最終洗浄工程において熱水で共析アニオンを抽出除去すること²⁹⁾や、陰極電解処理工程中に陽極電解¹²⁾を併用しクロム水和酸化物を一部溶解させるとともに層中における SO_4^{2-} 、 F^- 含有比を低下、および厚みを均一化させることなど多くの技術が提案されている。

クロム水和酸化物層は以上述べてきた組成、構造ばかりでなく適正厚みと均一性も重要な因子とされている。TFS の密着性は、クロム水和酸化物層における OH 基が大きく寄与しており、金属クロム面の塗料密着性はきわめて悪い。従って、金属クロム面上層のクロム水和

酸化物が均一におおることが重要である。均一におおるためには、ある程度の絶対量が必要であるが現在では 10~25 mg/m² が適正量²⁶⁾とされている。

金属クロム量が減少してくると塗料二次密着性は低下する傾向がみられるが、これは素地鋼の露出と関連していると考えられる。この金属クロムは 80~150 mg/m² が適正量²⁶⁾とされている。また、金属クロムはその量ばかりでなく、析出形態も塗料二次密着性に影響し、角状突起物が混在するような析出形態とさせることにより、塗料密着性は良好になると報告³⁰⁾されている。

以上述べたように、TFS は塗料密着性が著しく優れており、DRD 缶 (Drawn and Redrawn Can) としても注目されている。DI 缶が缶胴壁を加工前の板厚の約 1/3 にすることにより、大幅に材料節約がはかられているのに対し、DRD 缶では板厚はほぼそのままとなるので TFS のように安価な材料が望ましいことになる。絞り加工後の耐食性、塗料密着性は塗料の性能に負うところも大きいだが、TFS は耐硫化黒変性に優れているため、肉、野菜などを内容物とする用途に適している。DRD 缶の厳しい絞り加工に対して、鋼原板の内質欠陥および機械的性質の均一性は重要であるが、連続鋳造材の採用により DRD 缶の成形性は大幅に向上した。日本では、魚缶に少量ではあるが適用されている。

5. 溶接缶用材料

銅ワイヤーを中間電極とする溶接製缶法は、当初はぶりきを中心に適用されていたが、溶接機が操作熟練度を余り要しないこと、および高性能化により広く普及し³¹⁾、缶材の使用量が多くなるにつれ、ぶりきよりも低コストで溶接缶用材料として必要十分な性能をもつ材料の開発が強く望まれるようになった。

5.1 クロムめつき型 TFS

最上層に存在するクロム水和酸化物層は電気抵抗が大きく、溶接時の通電性を低下させるだけでなく、溶接界面での局部発熱を起しやすく、素地鋼の熔融飛散 (スプラッシュ) およびブローホールなど溶接欠陥の発生原因となる。また、金属クロムは鋼よりも融点が高く、鋼中への拡散速度が遅いため、抵抗溶接に対して不利に作用している。従って、TFS の溶接製缶は溶接前に溶接部の TFS 層を機械的に研削除去することにより行われる。しかし、このように研削除去することは、研削粉の堆積による缶内外面の汚染、疵発生ばかりでなく溶接部の耐食性低下などの問題があり、高品質が要求される食缶には使われていない。

5.2 ニッケルめつき鋼板

ニッケルめつき鋼板³²⁾³³⁾はクロムめつき型 TFS が開発された当時、ぶりきに代わるはんだ缶用材料として提案されたが実用化に至らなかった。近年、溶接缶用材料として見直しが行われ、表面皮膜を溶接前に除去しなく

表 1 材料の適正溶接範囲

溶接 サンプル	2KA	3KA	4KA
LTS			
Niめつき鋼板			
#25ぶりき			
TFS			
冷延鋼板			

..... スプラッシュのでない電流範囲
 ■ 溶接可能電流範囲 (ACR)
 — 溶接強度のよい電流範囲

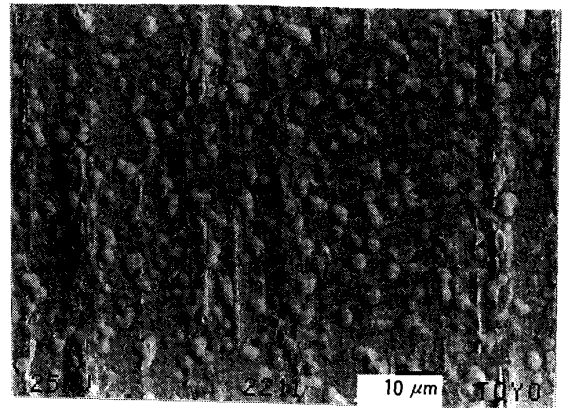


写真 1 表面錫を島状分布形態とさせた LTS の例

ても実用的な溶接が可能なることから、昭和 57 年にはコーヒー飲料缶を中心に用いられ、その後果汁飲料にも適用されている。ニッケルめつき鋼板は 0.6 g/m^2 程度のニッケルを電気めつきした後、電解クロム酸処理によりクロムを 10 mg/m^2 程度形成させたものである。溶接性は、溶接強度が十分確保され、かつスプラッシュの発生しない溶接電流範囲で評価される。表 1³⁴⁾に各種材料の溶接性評価結果を示したが、ニッケルめつき鋼板および後述する極薄錫めつき鋼板 (LTS) はいずれも十分溶接性をもっていることがわかる。Ni は酸溶液中において Cr, Sn, Fe などに比較してかなり貴な金属であるとともに、水素過電圧も小さく、Fe-Ni 間のカップル電流も大きい³⁵⁾。従つて缶内鉄溶出の点では不利であるが、電解クロム酸処理の強化、溶接条件の選定、缶内外溶接部の十分な塗膜補修など数々の注意深い検討がなされ実用化に至つたものである。

5.3 極薄錫めつき鋼板

極薄めつき鋼板が開発された当初は、 0.5 g/m^2 程度の錫めつきを施したもの³⁶⁾³⁷⁾、あるいはこの錫層をほぼ完全に鉄錫合金化したもの³⁸⁾³⁹⁾が検討されたが、塗装缶として塗装焼付時に錫は素地鋼と合金化し溶接性が低下するなどの問題をかかえていた。現在のところ、LTS において溶接製缶性を確保するには、塗装焼付後も合金化していない金属錫を 0.1 g/m^2 程度以上残すことが必要⁴⁰⁾とされている。この合金化していない錫は軟く、溶接時の加圧によつて変形し、上層のクロム・クロメートが破壊されやすくなり、溶接電流のスムーズな通過を助けるものと考えられる。溶接缶用材料としては、単に溶

接性が良好なだけでは不十分であり、耐食錆性、耐アンダーカッティング腐食性なども重要である。最近では、溶接性向上および上記耐食性向上を目的として、表 2⁴¹⁾に示すように微量ニッケルなどによる中間層をもうける試みがなされている。また、表面錫を写真 1 に例示するような島状の分布形態とすることにより、塗装焼付後も金属錫が残りやすく溶接性が確保されるとともに耐食錆性も良好となるという報告⁴⁶⁾もある。LTS は必ず塗装して使われることを前提としており、耐食性は塗膜に依存するところが大きい。この塗料密着性とも密接な関係にある後処理は、少量の硫酸、ふつ化物などの助剤を添加した CrO_3 浴中での陰極処理により少量の金属クロムを含むクロム水和酸化物層を形成する方法⁴⁷⁾がとられている。この金属クロムの安定析出には、電解クロム酸処理の直前に NaHCO_3 浴中での陰極処理により、錫酸化物を還元除去することが有効であるとの報告⁴⁷⁾がある。

コーヒー飲料缶、果汁飲料缶を中心に LTS はすでに相当量使用されているが、これらの実績および特性向上に対する努力により、一般食缶分野へ適用される日も近いと思われる。

6. プラスチックフィルム積層鋼板

ぶりき、TFS をはじめ最近ではほとんど塗装して製缶されていることはすでに述べたが、塗料の多くは溶剤型の熱硬化性塗料であり、塗膜形成に数分~10 数分という長い加熱が必要であることや、塗装焼付時に多くの

方法	バリアー層の形成方法	特徴	文献
A	Ni, Ni 系合金のフラッシュめつき (室温経時で Ni-Sn 合金形成)	電析 Sn が原子面密度の高い (200) 面へ強く配向 Ni $10 \sim 20 \text{ mg/n}^2$ 程度が最適 (Ni 量増加→純 Sn 量減少→溶接性低下)	42) 43)
B	Ni めつき→連続焼鈍 (Ni 拡散層の形成)	Ni 拡散層の形成により地鉄電位が貴に移行 (Fe-475 mV, Ni 拡散 Fe-350~360 mV, Sn-340 mV) →ATC 値, STC 値 小	44)
C	Sn めつき→連続焼鈍 (Fe の多い Fe-Sn 合金形成)	調質圧延によるプレアロイ層のき裂部に、再 Sn めつき、 リフローで FeSn_2 形成され、アロイ層緻密化→ ATC 値小, 溶出 Fe 量減少	45)

表 2 塗装焼付時の Sn 合金成長を抑制する層をもつ LTS

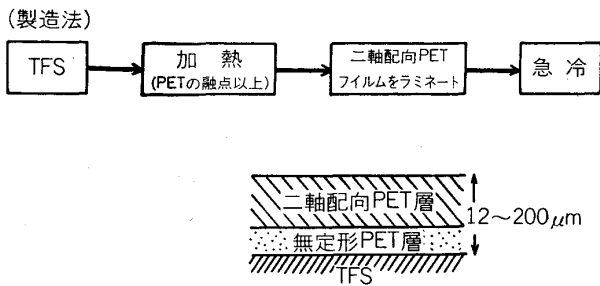


図 4 PET フィルム積層 TFS の一例

有機溶剤が排出することなど生産性、エネルギー消費、公害などの面で問題をかかえている。このような状況の下で、表面処理鋼板のストリップにプラスチックフィルムを積層し製缶材料として供給しようとする試みがなされている⁴⁸⁾。例えば、12~200 μ m の二軸配向のポリエチレンテレフタレートフィルムを融点~融点+160°C に加熱された TFS ストリップに図 4⁴⁸⁾ に示すプロセスで積層させたものは、積層後のフィルム表層に二軸配向層が残っているので加工性、耐食性ともに良好であり、DRD 缶、あるいは腐食性の強い内容物の缶蓋、びん蓋に適している。今後の発展が期待される缶用材料の一つであろう。

7. おわりに

容器用表面処理鋼板においては、ぶりがきが現在においても生産量では首位を保っているもののここ 10 年間は停滞から減少傾向を、TFS は着実に増加傾向を示しており、スチール缶用材料の潮流は確実に変わりつつあると感じられる。スチール缶用材料メーカーは、連続铸造材の採用による鋼板材料の均一化、表面処理鋼板の製造技術の向上、および種々の品質保証対策の成果などにより、スチールの缶用材料としての信頼性を高めるとともに、レトルト殺菌可能な接着缶用 TFS の開発、新しい溶接缶用材料の開発などスチール缶材の機能を高めてきたが、最近では、プラスチック、紙などほかの競合容器材料の進出はめざましく、スチール缶の特徴である耐圧性、耐熱性も PET、レトルトパウチなどによつて侵されつつある²⁾。また、容器もコスト、機能、流通性など多くの観点から合理的に選択される傾向にあり、スチール缶用材料を取りまく環境はますます厳しくなると思われる。

スチールは資源的にも安定であり、今後も引き続き製造プロセスの改良、合理化、および板厚、表面皮膜量の低減などによりコスト削減を追求するとともに、高品質、高機能を付加した新しい容器用表面処理鋼板の開発を推進することが必要である。そのためには、目的とする機能に応じて、プラスチックなど関連材料との複合化も考慮し、広い視野での研究開発を継続するべきであろう。

文 献

- 1) 安藤卓雄: 金属表面技術, 35 (1984), p. 94
- 2) 沖 慶雄: 東鐘 (1985), 1, p. 8
- 3) 和田國男, 三宅考雄: 鉄鋼界 (昭和 58 年 8 月号), p. 11
- 4) 新日本製鉄・薄板技術部: 製鉄研究, 310 (1982), p. 14692
- 5) Dr. Howard S CANNON: The Tin Free Steel Revolution, The Packaging Institute's 30th Annual National Packaging Forum; Oct. 7~9 (1968) にて発表
- 6) Anne-Marie COLES and G. J. EVANS: Tin and Its Uses (1984) 139, p. 1
- 7) 朝野秀次郎, 東 光郎, 樋口征順, 市川政司: 製鉄研究 (1984) 315, p. 49
- 8) ASTM 623-81, 624M-79
- 9) 朝野秀次郎: 第 52・53 回西山記念技術講座 [日本鉄鋼協会編] (1978), p. 231
- 10) H. TAKANO and T. WATANABE: Proc. 2nd International Tinplate Conference (1980), p. 22 [International Tin Research Institute]
- 11) 西条謹二, 吉岡 治, 大山太郎: 東洋鋼板, 23 (1976/1977), p. 17
- 12) 緒方 一, 中小路尚匡, 望月一雄, 市田敏郎: 鉄と鋼, 71 (1985), A85
- 13) 日戸 元, 大八木八七, 中野寛文: 鉄と鋼, 66 (1980), p. 979
- 14) 松藤和雄, 下村隆良, 小林英男, 黒河照夫: 鉄と鋼, 67 (1981), S 328
- 15) 御園生一長, 藤井昭明, 福元亮一, 中島 厚: 鉄と鋼, 68 (1982), p. 147
- 16) 御園生一長, 中島 厚: 57 年度塑性加工春季講演会要旨集 (1982), p. 189
- 17) 鶴丸迪子: 包装技術, 21 (1983), p. 490
- 18) 新井信一, 朝野秀次郎: 鉄と鋼, 70 (1984), S 321
- 19) 新井信一, 朝野秀次郎: 公開特許公報 昭 58-52455 (1983), 昭 59-173240 (1984)
- 20) 福元亮一, 志水慶一, 山根啓二: 鉄と鋼, 70 (1984), S 1201
- 21) 志水慶一, 近藤嘉一, 根本忠志, 福元亮一: 公開特許公報 昭 55-62142 (1980)
- 22) 志水慶一, 近藤嘉一, 福元亮一, 池高 聖: 公開特許公報 昭 56-89342 (1981)
- 23) 青木 至, 徳永良邦, 水上義正: 公開特許公報 昭 56-163239 (1981)
- 24) 志水慶一, 近藤嘉一, 福元亮一, 吉岡 治: 公開特許公報 昭 57-98655 (1982)
- 25) 松林 宏: 金属表面技術, 33 (1982), p. 465
- 26) 鶴丸迪子: 金属, 51 (1981) 4, p. 11
- 27) S. MAEDA, T. ASAI, H. OMATA and H. OKADA: Proc. Interfinish '80 (1980), p. 432
- 28) 乾 恒夫, 西条謹二, 清水信義: 金属表面技術, 32 (1981), p. 80
- 29) 樋口征順, 塚本幸雄, 蒲田 稔: 公開特許公報 昭 56-16697
- 30) 樫山義高, 神原繁雄, 石川博司: 鉄と鋼, 70 (1984), S 1207
- 31) M. E. WARWICK: 錫とその用途 (1982) 133, p. 1
- 32) 瀬川 清, 朝野秀次郎: 特許公報 昭 36-10064 (1961)

- 33) 瀬川 清, 朝野秀次郎: 特許公報 昭 36-15252 (1961)
- 34) 朝野秀次郎, 樋口征順, 東 光郎: 金属表面技術, 33 (1982), p. 509
- 35) 樋口征順, 大賀智也, 水口俊則, 大八木八七, 辻村銃吉: 鉄と鋼, 70 (1984), S 1209
- 36) 筒井信行, 乾 恒夫, 河村宏明: 特許公報 昭 56-3440 (1981)
- 37) 東 光郎, 森田順一, 小山堅司: 特許公報 昭 57-45478 (1982)
- 38) 筒井信行, 乾 恒夫, 河村宏明: 特許公報 昭 56-54070 (1981)
- 39) 原 富啓, 影近 博, 道井 敏, 余村吉則: 特許公報 昭 58-25758 (1983)
- 40) 緒方 一, 中小路尚匡, 緋田泰宏, 大塚幸子, 市田敏郎: 鉄と鋼, 71 (1985), S 1246
- 41) 乾 恒夫: 第 106・107 回西山記念技術講座〔日本鉄鋼協会編〕(1985), p. 143
- 42) 盛山博一, 藤本輝則, 斧田一郎, 乾 恒夫: 鉄と鋼, 69 (1983), S 1233
- 43) 齊藤隆穂, 江連和哉, 林 知彦, 坂田茂雄: 鉄と鋼, 70 (1984), S 327, S 328
- 44) 望月一雄, 中小路尚匡, 緒方 一, 市田敏郎, 入江敏夫: 川崎製鉄技報, 16 (1984), p. 314
- 45) 余村吉則, 影近 博, 高野 宏, 原 富啓: 鉄と鋼, 70 (1984), S 322
- 46) 渡辺豊文, 岩佐浩樹, 神原繁雄: 鉄と鋼, 71 (1985), S 1247
- 47) 岩佐浩樹, 渡辺豊文, 神原繁雄: 鉄と鋼, 69 (1983), S 418, S 1238
- 48) 田中厚夫, 英 哲広, 久保田治則, 乾 恒夫: 鉄と鋼, 71 (1985), S 463