

## 缶用鋼板

### Steel Sheets for Can-making

岩佐 浩樹	IWASA Hiroki	JFE スチール	スチール研究所 缶・ラミネート材料研究部長
民部 英司	MINBU Hideshi	JFE スチール	西日本製鉄所 薄板商品技術部 容器室長
小川 満	OGAWA Mitsuru	JFE スチール	東日本製鉄所 商品技術部 缶用鋼板室長
望月 一雄	MOCHIZUKI Kazuo	JFE スチール	薄板セクター部 主任部員(部長)

#### 要旨

JFE は各種の最新の缶用鋼板を提供している。ユニバーサルブライトは食缶および 18 缶・ペール缶用の樹脂フィルムラミネート鋼板である。従来 TFS (ティンフリースチール) に塗装して絞り加工や缶胴溶接によって成形していた用途に対して同様に使用できる。適用されている樹脂フィルムは溶剤のような有害物質をまったく含まないことから食品用途にも安心して適用されるものである。最近、缶の形状にはさまざまな意匠性を有する缶が要求されるようになった。キャンディーやチョコレートを詰めた所謂ファンシー缶は極めて難成形であり極低炭素鋼が適用されている。

#### Abstract:

JFE has been providing various types of latest steel sheets for cans. UNIVERSAL BRITE is one of the resin-film laminated steel sheets for food cans, 18 cans and pail cans and is applicable to conventional uses, in the place of lacquered material sheets, where cans are formed by drawing and seam-welding using lacquered tin free steels (TFS). Because resin film applied does not contain any harmful substances such as organic solvents, its safety for foods has been completely assured. Recently, requirements for diverse can shape designs have been increasing. It is very hard to manufacture so-called fancy cans, like candy- or chocolate-cans, of numerous designs secured through vigorous forming processes and to which, ultra low carbon steel sheets having high formability are applied.

#### 1. はじめに

フランス人のニコラ・アペールが発明した缶詰の製造原理に基づき製造されたぶりき缶は、1824 年のパリー提督による北極探検で貴重な食料源として利用された。その後 114 年後に開缶した際に中身の牛肉は良好な状態であったという<sup>1)</sup>、これはぶりき缶の優れた長期食品保存性を示すものであり、その後も安全な食品容器として深い信頼を築いている。

その後、ぶりきに関連して連続冷間圧延プロセスの導入、電気すずめっきプロセスの導入などの製造プロセスの開発が行われ、シーム溶接性に優れた極薄すずめっき鋼板が開発された。一方ぶりきに代わる新しい塗料密着性の優れた TFS (ティンフリースチール) の出現は接着缶あるいは溶接缶として飲料缶および 18 缶の分野で今日大きく普及している。さらに、ストレッチドロー加工した缶 (TULC) の開発にともなって、これに適した熱可塑性樹

脂フィルムをラミネートした TFS の開発と量産が行われている<sup>2)</sup>。

これらのぶりきに始まる缶用鋼板の発展は、飲料および食品容器として長期安定保存性に加えて高速製缶、高速充填、薄肉化、省資源などの経済性を追究した結果であり、スチールは多様な要求に対して優れた技術開発によって主要な地位を占めてきた。鋼板の薄肉化は加工技術や缶の形状の改良もあって着実な進歩を遂げてきており、ツープース缶では鋼板の板厚は 0.18 mm まで薄肉化し、缶重量は 25 g (内容量 350 g 陽圧缶) にまで軽量化されている。近年、さらに環境適合性が社会的要求となっており、環境リスクの低減のため有害物質を使用せず、廃棄物を最小化できる製造技術、および缶のライフサイクルにおいて CO<sub>2</sub> の排出が少ないことが求められている。この点においてもスチールは優れた材料であり、スチール缶のリサイクル率は 2002 年で 86.1% に達し環境面での社会的貢献は著しい。

本報告では、このような発展の歴史の中で当社が提供する最新の缶用鋼板および技術を紹介する。

## 2. 食缶・飲料缶分野

### 2.1 食缶用新ラミネート鋼板 「ユニバーサルブライトタイプF」

食品缶詰分野においても、これまでは塗装鋼板が使用されてきたが、塗装に含まれるビスフェノールが環境ホルモン（外因性内分泌攪乱物質）にあたるため、EU では規制の動きも見られる。このような状況のもと、環境ホルモンを含まず、かつ現行の塗装鋼板と同等以上の性能（加工性、密着性、耐食性、内容物取り出し性）を持ち、現行の製缶設備に適応可能なラミネート鋼板の開発が望まれていた。

そこで、当社は、「内容物取り出し性」をはじめとする食缶の要求特性を満たし、かつ低コストで製造可能な食缶用新ラミネート鋼板を世界で初めて開発、実用化した。開発コンセプトを Fig. 1 に示す。

食缶用新ラミネート鋼板の構造を Fig. 2 に示す。ラミネートの下地に、冷延鋼板上に金属クロムおよびクロム水和酸化物を電解析出させた TFS を用い、新開発の 2 層 PET（ポリエチレンテレフタレート）フィルムを熱融着により積層させている。

2 層フィルムの母層には、コストの観点から、安価なホモ PET フィルムを使用している。しかし、従来のホモ PET では、結晶化速度が著しく速いため（通常のホモ PET の結晶化速度は、共重合 PET の約 10 倍）、製缶加工

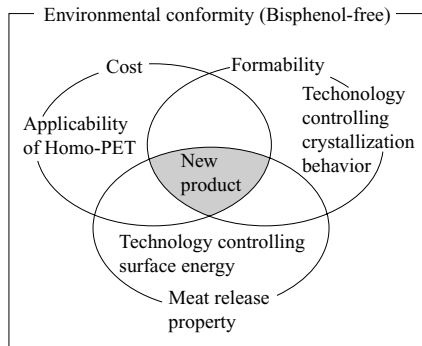


Fig.1 Development concept

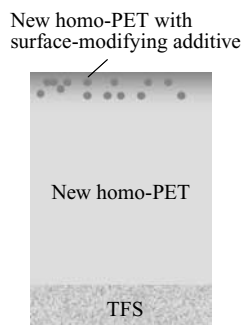


Fig.2 Cross-section of the laminated TFS for food cans

時に急激な結晶成長が起こり、加工性が阻害され、そのままでは適用できない。

そこで当社は、特殊な分子構造設計により結晶化速度を低下させた新規ホモ PET フィルムを、母層フィルムとして採用した。このフィルムを TFS にラミネート後、加工性を調査した結果を Fig. 3 に示す。ラミネート後のフィルム配向度を調整することによって、加工性を大幅に向上させることができ、食缶への加工（DRD（drawing and redrawing）加工）を実現した。なお、ラミネート後のフィルム層構造を適正化することで、さらなる加工性の向上が可能である。

さらに、2 層フィルムの上層には、「内容物取り出し性」の観点から、改良を加えた新規ホモ PET フィルムを採用している。「内容物取り出し性」は、内容物と接する材料の表面自由エネルギーと関連があり、エネルギー値が低下するとともに、特性が良好となる。表面エネルギーが異なる試験材について、「内容物取り出し性」を評価した結果を Fig. 4, Table 1 に示す。

Fig. 4 に示すように、現行の PET ラミネート鋼板は、表面エネルギーが高く「内容物取り出し性」が劣る。

そこで当社は、PET ラミネート鋼板の表面エネルギーを低下させるため、フィルムへの表面改質剤の添加を検討した。結果を Fig. 5 に示す。改質剤の種類によって、効果が異なり、表面改質剤 C が最も効果的であることが分かる。これを新規ホモ PET フィルム中へ適量添加することで、「内容物取り出し性」の改善を実現した。なお、表面改質剤の添加を上層フィルムのみ限定することで、TFS との密着性に及ぼす影響を排除するとともに、製造コストのミニマム化を図っている。

Photo 1 に当社の食缶用新ラミネート鋼板を用いて実製缶した例を示す。缶型は、1/2 ポンド缶、1 ポンド缶の 2 種類である。破洞、割れ、しわの発生がなく、良好な製缶性を有することを確認している。なお、内容物充填後、経時テストにおいても、良好な特性を維持することが分かっている。

環境ホルモンを含まず、かつ優れた内容物取り出し性、

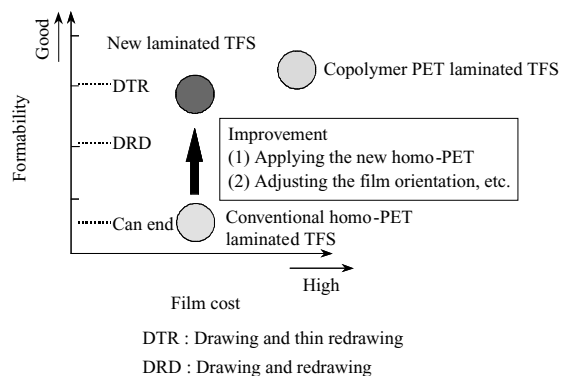






Fig.3 Formability of the new film laminated TFS

Table 1 Evaluation method for meat release property

Score	3	2	1	Before taking contents out
Meat release property	The contents are easily taken out with hardly any content left sticking to the cup	The contents are rather difficult to taken out with part of the contents left sticking to the cup	The contents are difficult to take out with much of the contents left sticking to the cup	(1) Contents: Mixture of meat, egg, and oatmeal (2) Retort condition: 121°C × 90min
Appearance after the contents were taken out				

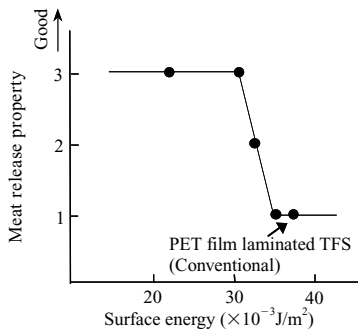


Fig. 4 Effect of surface energy on meat release property

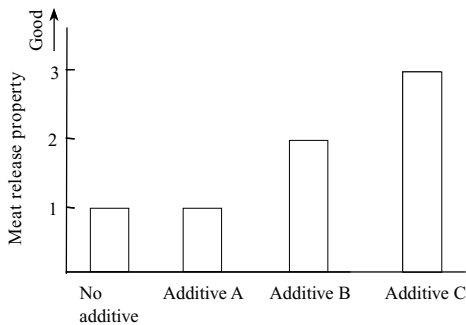


Fig. 5 Effects of various surface-modifying additives on meat release property

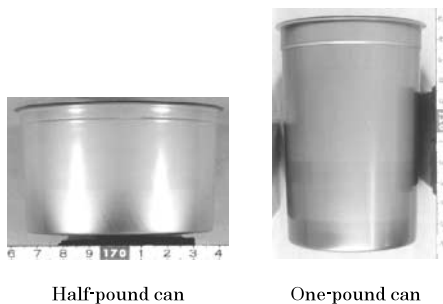


Photo 1 Cans made from the new film laminated TFS

加工性を有する食缶用新ラミネート鋼板「ユニバーサルブライトタイプF (Food)」の開発・商品化に成功した。現在、北米を中心とする海外市場向けに大量生産されており、食缶用鋼板の「次世代スタンダード商品」として、今

後大規模な拡販が見込まれる。

### 3. 18 ・ペール缶分野

#### 3.1 18 ・ペール缶用ラミネート鋼板 「ユニバーサルブライトタイプE」

近年、缶内面用塗料の原料に含まれるホルムアルデヒドなどの化学物質の有害性が指摘されており、18 缶などの大型缶分野においても、環境にやさしいラミネート缶への転換の気運が高まっている。鉄鋼メーカーからの出荷時点ですでに樹脂がコートされているラミネート鋼板を使用することで、従来製缶メーカーで行っていた内面塗装工程が省略でき、製缶コストの面でも有利である。当社では、塗装鋼板に比べ低コストで幅広い内容物を充填可能な18 缶用コイルラミネート鋼板 ユニバーサルブライトタイプE (ecology) を世界に先駆け開発、商品化した<sup>3)</sup>。

ユニバーサルブライトタイプEのフィルムには、汎用用途向けに酸性からアルカリ性の広範囲で化学的に安定であるPP (ポリプロピレン) フィルムを採用し、食品用途向けに内容物のフレーバーを損なわないPET フィルムをそれぞれ採用し、製缶ユーザーのニーズに応じた、幅広い内容物への対応を可能としている。

汎用用途向けPPラミネート鋼板の構造をFig. 6に示す。ラミネートの下地には、冷延鋼板上に金属クロムおよびクロム水酸化物を電解析出させたTFSを用いている。その上に新考案の2層PPフィルムを熱融着により積層させている。

2層フィルムの表層側には耐熱性の観点から、高融点

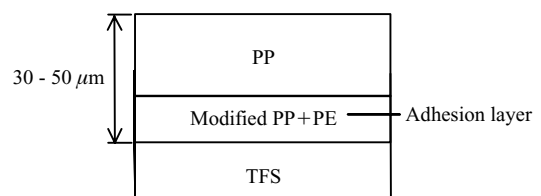


Fig. 6 Cross section of PP laminated steel sheet for 18 can

(160 μm) の PP を配置し、缶外面に内容物表示などを印刷する際の焼き付け工程の熱に対してフィルムの溶融防止を図っている。

また、PP フィルムは元来難接着性樹脂であり、下地の TFS に接着させるためには接着層が必要である。接着層には酸変性により接着性を付与した PP に、変性 PE (ポリエチレン) を適量混入したものを採用した。PE を混入することで、熱融着時の溶融濡れ性が改善するため TFS との界面密着力が増大する。しかし逆に混入量が多すぎると、表層側の PP フィルムとの組成差が大きくなるため、2 層間の密着力が低下する。

Fig. 7 に、PP ラミネート鋼板の疵付耐食性およびフィルム剥離強度におよぼす接着層の PE 混入比の影響を示す。疵付耐食性は、クロスカットを施したラミネート鋼板を、剥離性の高いアルカリ性溶液に高温で 2 週間浸漬してフィルム剥離長を測定した。一方、剥離強度は、5 mm 幅に剪断した試験片をフィルムを内側にして貼り合わせ、Tピール法によりフィルムを剥離し、強度を測定した。

接着層への PE 混入比が増すにつれ、TFS 界面との密着力が増加するため、疵付部からのアルカリ溶液の侵入を防ぎ、界面剥離が抑制される。一方 PE 混入比が増すにつれ、2 層間の組成差は大きくなるため、層間密着力が低下し、フィルム剥離強度は低下する。剥離強度が低い場合には、たとえば缶蓋巻き締め部などで容易にフィルムが剥離し、十分な耐圧強度が得られないなどの弊害を起こす。

Fig. 7 からわかるように、疵付耐食性とフィルムの密着強度を両立する PE 混入比に適正域が存在する。当社では、接着層 PE 混入比を適正域におくことで、優れた耐食性と

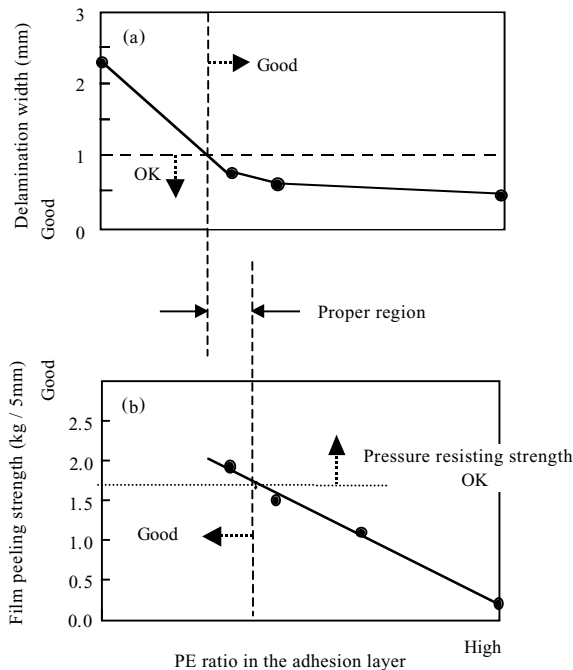


Fig.7 Influence of PE ratio in adhesion layer on (a) cross-cut part corrosion resistance and (b) film adhesion strength

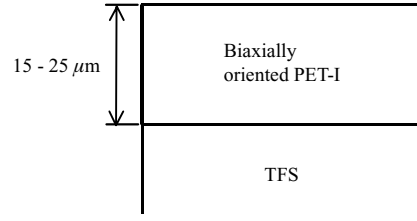


Fig.8 PET laminated steel sheet for 18 can



Photo 2 An example of 18 welded can made of Universal Brite type E

密着性の両立を実現している。

Fig. 8 に、食品用途向け PET ラミネート鋼板の構造を示す。TFS 上に、イソフタル酸を共重合化した 2 軸延伸 PET フィルムを積層しており、フィルムの中の配向結晶の量を適切に制御することで、加工性とフィルム強度の両立を図っている。このフィルムは、有機酸や硫化物などの食品成分に対する耐食性が高く、食品用途として好適である。

Photo 2 にユニバーサルブライトタイプ E を用いて実製缶した例を示す。

これは、後述の無研磨溶接が可能な溶接缶用 TFS (JFE ブライト) に PP フィルムをラミネートした鋼板で作製した 18 溶接缶である。酸性～アルカリ性の汎用内容物に対し優れた耐食性を示すとともに、危険物保安技術協会の基準をクリアする高い耐圧強度を実現し、製缶メーカーから高い評価を受けている。

### 3.2 無研磨溶接可能な TFS

現在、18 缶やペール缶など、容器としてスチール缶が多く使用されている。製缶方法としては、胴ワイヤーを電極として用いる缶胴接合が広く普及している。

スチール缶の材料としては、ぶりきと TFS がある。TFS は、鋼板上に極めて薄い金属クロムとクロム水和酸化物の皮膜を形成させた表面処理鋼板であり、めっき厚みはぶりきの 1/10 以下である。TFS はすずを使用しないため、優れた塗料密着性や塗装後耐食性を有し、リサイクル性に優れた材料として広く用いられている。

しかし、この TFS の上層皮膜であるクロム水和酸化物

は、電気伝導性が極めて低いため、そのまま溶接すると通電部分が局部的に加熱し、散りと呼ばれる欠陥を発生しやすく、安定した溶接ができない。このため溶接に先立ってめっき皮膜を研削除去する工程を必要としている。めっき皮膜の除去によって、研削部分の塗料密着性や耐食性が劣化し、また、この研削屑による缶内面の汚染という問題も抱えている。このため、めっき皮膜を研削除去しないで、安定した溶接を施した溶接缶が強く望まれていた。

当社はこのニーズに適応する材料として「JFE ブライト」とワックスなしで巻き締めが可能な「JFE クリーン」を開発し、18 缶およびペール缶分野の市場で使用されている。

### 3.2.1 無研磨 TFS 「JFE ブライト」

TFS に要求される性能は無研磨溶接性能と耐食性である。皮膜は鋼上に金属クロム層、その上にクロム水和酸化物質層が形成されるが、溶接性能を満足するためにはクロム水和酸化物質層を少なくかつ均一に被覆させる必要がある。一方、耐食性を確保するためには皮膜が鋼を完全かつ均一に被覆する必要がある。

当社は、クロム水和酸化物質層を低減し、さらに、均一に被覆できるめっき液および通板パスを検討した結果、Photo 3 に示すような薄くてしかも均一なクロム水和酸化物質層の生成に成功した。また特殊な方法を採用することによって均一な金属クロム層の生成に成功した<sup>4,5)</sup>。

18 缶およびペール缶の溶接には、ラップ幅の狭いマッシュ溶接方式とラップ幅が広いワイドラップ溶接（通称バタフライ型溶接）方式が採用されている。これらの方式は、クロム層を研削除去する TFS に広く使用されているが、無研削のままでは安定した溶接性能が得られなかった。JFE ブライトは、既存の溶接機をわずかに調整するだけで安定した溶接性能が得られた。実ラインでの溶接試験の溶接部組織を Photo 4 に示す。JFE ブライトはクロム水和酸化物質層が薄かつ均一被膜であるため、散りがなく良好な溶接組織が形成され、無研磨溶接が可能となった。一方通常の TFS は散りの原因である鋼の溶け落ちが認められ溶接部の外観が劣る。

JFE ブライトのクロムめっき皮膜の被覆性を Fig. 9 の硫酸銅試験結果で示す。硫酸銅試験は鉄露出部分を銅で置

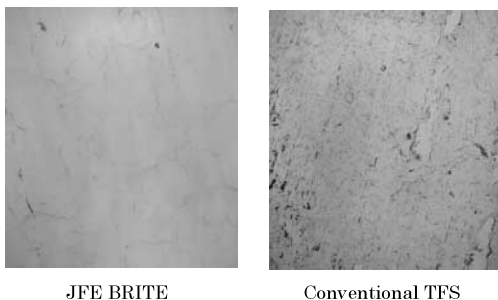


Photo 3 Electron transmission micrographs of Cr hydroxide layers (JFE BRITE vs. Conventional TFS)

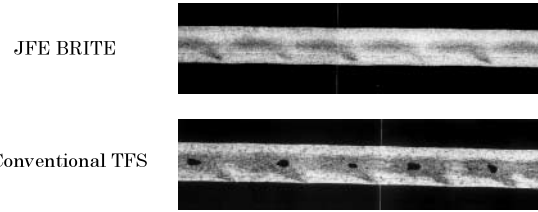


Photo 4 Photographs of longitudinal sections of the welds

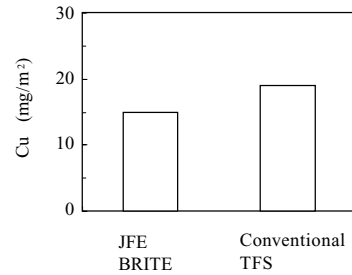


Fig.9 Cu extraction obtained by the CuSO<sub>4</sub> dipping test

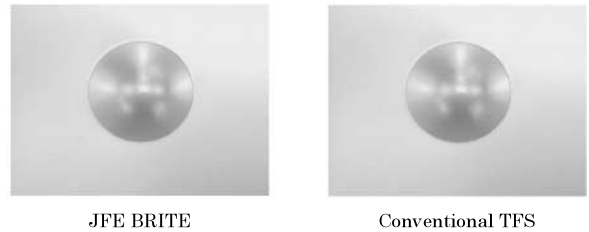


Photo 5 Results of humidity cabinet test (Temperature : 30 , Humidity : 70 - 80% , 3d)

換析出する試験方法であり、小さい析出値は鋼をより完全に被覆していることを示している。JFE ブライトのクロムめっき皮膜は、通常 TFS と同等の値で、被覆性に優れている。また、Photo 5 にエリクセン加工後の裸耐食性試験結果を示す。JFE ブライトは、通常 TFS と同等以上で裸耐食性の優れた皮膜であることを示している。

JFE ブライトは無研磨溶接可能な TFS として、18 缶およびペール缶の製造に幅広く使用されているだけでなく、3.1 節で述べたように、これらの市場において、現在、環境に優しい（クリーン+塗装工程省略）ラミネート鋼板の素材として広く使用されている。

### 3.2.2 無研磨 TFS 「JFE クリーン」

JFE クリーンの皮膜構成を Fig. 10 に示す。表面の皮膜構成は、溶接性に優れた JFE ウェルトをベースにしている。溶接性と滑り性を確保するため錫をめっきしているが、外観や耐食性を TFS に極力近づける観点から、その量は最小限にしている。また、塗料密着性、耐内容物性（対アルカリ）を確保するため、クロム付着量（金属クロム、クロム水和酸化物質）を上げている。

#### (1) 溶接性

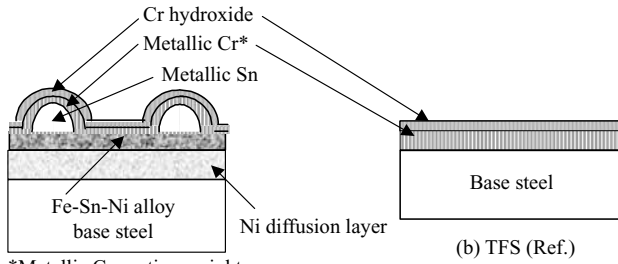
18 缶用溶接機で皮膜を無研削の状態での溶接性を評価した結果、十分な溶接可能電流範囲（ACR）を確

Table 2 Examples of corrosion resistance test

	Lacquer (Inside)				Without lacquer	
	Water paint	Detergent	Soy sauce	NaOH	Ethyl alcohol	Recycled thinner
JFE CLEAN	○	○	○	△	○	○
TFS	○	○	○	○ - △	○	○

○ : Good, △ : Fair

50°C×1 month



\*Metallic Cr coating weight  
JFE WELT < 10 mg/m<sup>2</sup>  
JFE CLEAN > 30 mg/m<sup>2</sup>

(a) JFE CLEAN, JFE WELT

Fig. 10 Schematic cross-sectional views of JFE CLEAN, JFE WELT and TFS

着量 2.8 g/m<sup>2</sup> のふりきとほぼ同等で、良好な滑り性を有している。

(3) 耐内容物性

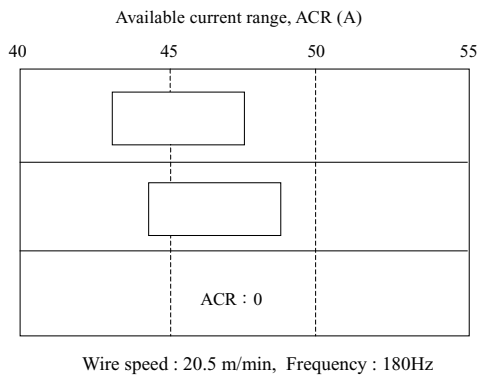
無地で強アルカリ溶液に適用した場合には変色することもあるが、それ以外の内容物や内面塗装仕様の場合では TFS と同等の耐内容物性を有することを確認した (Table 2)。

4. 一般缶分野

ファンシー缶は Photo 6 に示すように、容器としての機能の他に、玩具あるいは装飾品としての機能を持つ缶で、形状、外装は多種多様であり、近年遊園地などの娯楽施設向けを中心に需要が高まっている。ファンシー缶用材料としての TFS の素材設計について述べる。

ファンシー缶の特徴は、流線形や丸みを帯びた滑らかな曲面など、美しい形状が要求されることである。したがって、その素材は、Table 3 に示す特性を満足する必要がある。特に難成形性であることが最も大きな特徴であり、Table 4 に示すように、成形の難易度が高いと言われている自動車のガソリンタンクや、飲料缶分野の DI 缶よりもその難易度は高い。

上記のような特徴を持つファンシー缶用素材の材質設計について 舟型缶 (Photo 6 の右下) を例に以下に述べる。Photo 6 の舟型缶の成形加工は、「深絞り成形 + 張り出し成形」の複合成形であり、プレス時に、曲率半径が小さい部分での壁割れが発生しやすい。この「深絞り成形 + 張り出し成形」の複合成形には、Table 5 より、全伸びおよび



Wire speed : 20.5 m/min, Frequency : 180Hz

Fig. 11 Weldability of JFE CLEAN in comparison with JFE WELT and TFS

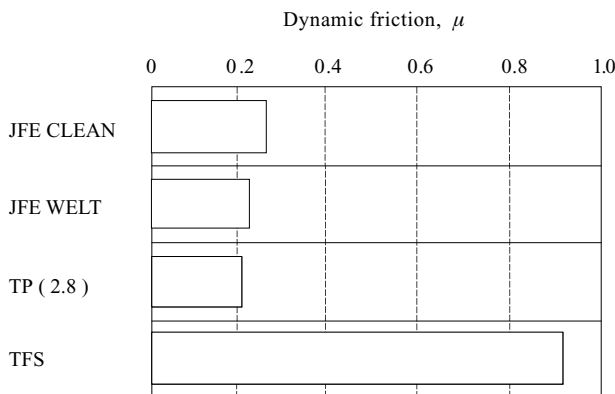


Fig. 12 Surface friction of JFE CLEAN in comparison with JFE WELT, tinplate (TP) and TFS

保できることを確認した (Fig. 11)。

(2) 滑り性

鋼板面の動摩擦係数を測定した結果 (Fig. 12) , 付



Photo 6 Fancy cans

Table 4 Influence of mechanical properties on difficult forming

Usage	Influence of mechanical property						Degree of forming	Difficulty of forming
	YP	TS	EI	<i>r</i> -value	$\Delta r$	<i>n</i> -value		
Gas tank	○	—	○	◎	—	△	Low	Middle
DI can	—	○	△	◎	◎	—	Middle	Middle
Gondola can	—	○	◎	◎	—	○	High	High

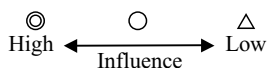


Table 5 Influence of mechanical properties on formability

Forming trouble	Mechanical properties					Thickness
	YP	TS	T-EI	<i>n</i> -value	<i>r</i> -value	
$\alpha$ -breakage (Deep drawing)	—	—	—	○	◎	○
$\alpha$ -breakage (Stretch forming)	—	△	◎	○	△	○
Bend breakage	—	△	○	△	—	◎

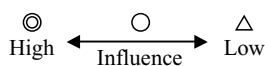


Table 3 Required properties for fancy can

Property	Effective factor
Formability	Mechanical properties, Roughness
No oil canning	Thickness
Beauty	Roughness, Appearance of material
Multi-layer paintability	Shape of material

Table 6 Average values of elongation and *r*-value

Temper grade	Elongation(%)	<i>r</i> -value
T1CAL	42	1.69
T2CAL	41	1.66
T1BAF	40	1.52
T2BAF	38	1.49

*r* 値の影響が大きい。すなわち、伸びを大きくすることにより張り出し性を向上させ、*r* 値を大きくすることにより深絞り性を向上させることができる。

ファンシー缶には当初、調質度：T2 の低炭素鋼をバッチ焼鈍した鋼板を適用していたが、加工が厳しいため極低炭素鋼を連続焼鈍した鋼板に切り替えた経緯がある。しかしそれでも、舟型缶のようにさらに加工の厳しい缶では伸び38%を、あるいは *r* 値 1.5 を下回る材料で、割れが発生した。Table 6 に、素材規格別の伸びおよび *r* 値の平均値実績を示す。舟型缶を含む難成形性ファンシー缶素材として、極低炭素連続焼鈍材 (T1CAL) を適用することで、壁割れの発生を防止した。T1 および T2 材には、極低炭素連続焼鈍鋼板を使用しており、*r* 値および伸びが、従来の低炭素バッチ焼鈍鋼板よりも高く、難成形加工により適している。

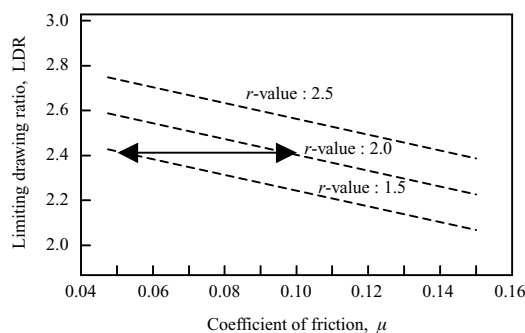


Fig. 13 Relationship between coefficient and limiting drawing ratio (LDR)

今後、より難成形性の新型缶が現れる可能性もあるが、材質面単独での対応にも限界があり、その場合には他の角度からのアプローチが必要になる。機械特性の他、絞り成形における破断防止には、摩擦抵抗を低減することも有効である。Fig.13 に示すように、絞り成形において、摩擦係数が 0.05 小さくなることと *r* 値が 0.5 小さくなることが等価である。より高い *r* 値が要求される加工に対しては、粗度あるいはワックスの仕様を検討することにより摩擦抵抗を低減することで対応できる。また新型ファンシー缶に対しては、素材設計段階で成形加工シミュレーションの解析ソフトを利用して具備すべき材料特性を見出すことも検討している。

今後、上記技術を新型難成形性缶に展開・応用して、適切な素材設計を行い、プレス時の破断などのトラブルの少ない材料を供給して行く。また、缶用鋼板の範疇に捕われない素材の適用や、プレスメーカーとの共同研究も進めて行きたい。

## 5. まとめ

本報では、近年当社が商品化している代表的な缶用鋼板を紹介した。スチール缶はこれまでに培われた安全性と信頼性をさらに向上させるとともに、社会のニーズに適合した容器用材料へと変革する必要がある。本項では、結びとして今後の容器用鋼板の開発動向について述べる。

スチールに対しては潜在的に薄肉化の要求がある。スチールの競合材料であるアルミニウム、樹脂は比重が小さいこともあってこれらの容器はスチール缶より軽量である。高速製缶および高速充填を支えるのは、スチールの強度が高いことであるが、さらなる強度が高く薄肉化した鋼板の開発を行う必要がある。薄肉化および高強度化には冷間圧延能率の向上、連続焼鈍プロセスの製造可能範囲拡大などの製造プロセス上の大きな課題があるが、製缶技術の改善も図りつつ進める必要がある。

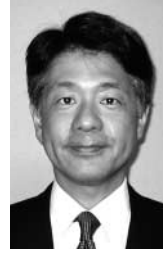
近年、容器は素材や形状が多様化している。無菌充填技術、N<sub>2</sub>ガス充填技術などの充填技術の進歩、飲料缶のライフサイクルの短縮、冷蔵保存・輸送の整備などの容器の製造から販売までの制約の緩和とともに、飲料はどのような容器にでも充填できるようになって、飲料と容器の組み合わせは多様になってきた。容器が有する機能はリシール性や内部の視認性と言われているが、容器を持った時の温かみ・馴染み感など感性におよぼす要素も重要と思われる。スチール缶の優れた特性を持ちつつ、スチール容器としてユーザーが要求する機能を提供できるかが今後のスチール缶の発展の重要な要素となるであろう。

## 参考文献

- 1) The technology of tin plate. London, Edward Arnold Ltd., 1965.
- 2) (社)日本鉄鋼協会編．わが国における缶用表面処理鋼板の技術史．東京，1998．
- 3) 鈴木威ほか．一般缶用新ラミネート鋼板．NKK 技報．no.175, 2001, p.52-53.
- 4) 日本鋼管．渡辺豊文ほか．耐食性，表面色調及び溶接性に優れた電解クロメート鋼板及びその製造方法．特許第 2610979 号．1997-02-27．
- 5) 日本鋼管．市場幹之ほか．耐アルカリ内容物性と溶接性に優れた溶接用電解クロメート処理鋼板．特許第 3248438 号．2001-11-09．



岩佐 浩樹



民部 英司



小川 満



望月 一雄