

高強度・高加工性缶用鋼板「JATT<sup>®</sup>」の開発

## Development of High Strength and High Formability Steel Sheets for Can Materials

## 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板厚0.2 mm前後の極薄鋼板であり、この鋼板に錫めっき処理や電解クロム酸処理等を施したものが<sup>3</sup>、それぞれぶりき、ティンフリースチール等の表面処理鋼板として実用化されている<sup>1)</sup>。

缶用鋼板は地球環境保全の観点から、薄ゲージ化による輸送時の軽量化がお客様から求められており、板厚低減に伴う缶体強度の低下を補うため鋼板の高強度化が必要となっている。薄ゲージ化は、鉄使用量を削減できるため、1缶当たりの鋼板製造過程で発生するCO<sub>2</sub>を削減できる効果もある。また、昨今のニーズの多様化に対応するため、加工性の向上による缶デザイン性の向上が求められている<sup>2)</sup>。本稿では、新たに開発した高強度化と高加工性を両立する缶用鋼板JATT<sup>®</sup>の設計思想と特性ならびに適用事例について紹介する。

## 2. 開発鋼の設計思想と特性

## 2.1 設計思想

缶用鋼板を高強度化するため、従来は、冷延鋼板を連続焼鈍炉で再結晶焼鈍処理した後に、さらに冷間圧延することで加工硬化させ高強度化する技術が適用されてきた(2回圧延, DR法<sup>3)</sup>)。しかし、DR法では高強度化する反面、加工歪みにより伸びが低下するため、高加工性が求められるEasy Open Endや、3ピース缶胴用途の加工時に、リベット、フランジ、ビード部等で割れが発生することが課題となっていた。

これらの課題の解決には、C、Mn等の固溶強化元素やNb、Ti等の析出強化元素を添加する手法が考えられる。しかし、食缶等に使用される缶用鋼板は、ASTM規格(ASTM A623M)により、耐食性劣化の観点から、合金添加量が厳しく制限されており、自動車や建材等で適用される多量の強化元素添加による強化法を適用することには限界がある。そのため、従来技術では、薄ゲージ化を可能とする高強度と高加工性を両立する缶用鋼板を提供することは不可能であった。

JFEスチールでは、強化元素の見直しによる強化機構の最適化と、製造条件最適化による強化機構発現の最大化を図ることで、ASTM規制内の最小限の強化元素添加で、高強度と高加工性を両立する缶用鋼板JATTを新たに開発し、量産を開始した。

## 2.2 原板特性

表1に開発鋼の硬さ、降伏強さ、伸びの目標範囲を示し、図1に開発鋼の降伏強さと伸びのバランスを示す。従来の高強度鋼であるDR7、DR8グレード鋼と同等の強度レベルでありながら、高い伸びが実現できた。また固溶や析出強化効果を最大限引き出すことで、これまでのT4、T5グレード鋼に比べ、大幅な高強度化を実現した。

図2に加工性の向上効果をエリクセン試験で調査した結果を示す。DR8材と比較し、開発鋼ではエリクセン値が顕著に上昇した。以上述べたように、開発鋼は合金元素添加量をASTM規制内に抑制しつつ、析出元素最適化と製造条件最適化による強化機構の最大活用する独自の材質設計思

表1 開発鋼の機械特性の目標範囲

Table 1 Target range of mechanical property of developed steel

	Grade	Rockwell hardness, HR30T	Yield strength (MPa)	Elongation (%)
JATT <sup>TM</sup>	6	67 ± 4	460 ± 50	≥ 15
	7	69 ± 4	480 ± 50	≥ 15
	7.5	71 ± 4	520 ± 50	≥ 15
	8	72 ± 4	550 ± 50	≥ 10

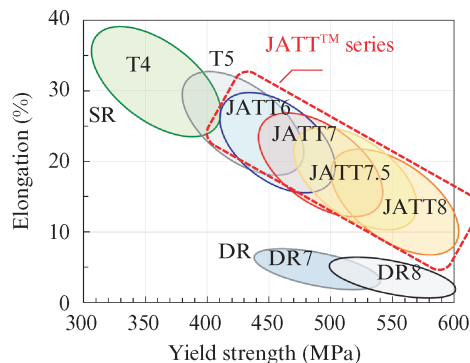


図1 開発鋼の降伏強度—伸びバランス

Fig. 1 Yield strength — elongation balance of developed steel

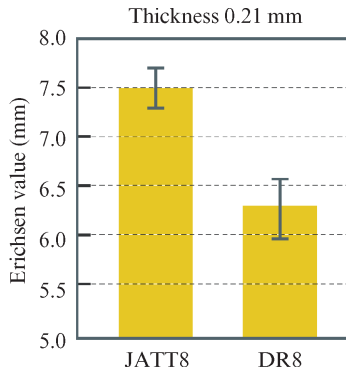


図2 開発鋼のエリクセン加工性  
Fig. 2 Erichsen value of developed steel

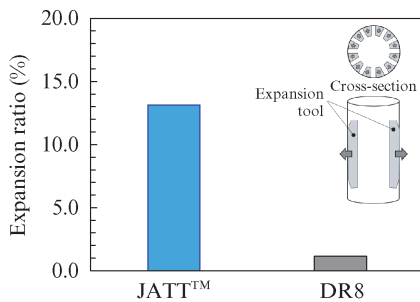


図3 開発鋼の拡缶性  
Fig. 3 Expansion ratio of developed steel

想により、DR材と同等の高強度を維持しつつ、かつ従来平均3~5%の伸びに対し、最大15%以上の伸びを実現した。

### 2.3 加工性向上の効果

開発鋼の加工性向上の効果を評価する目的で、板厚0.23 mmの開発鋼とDR8を用いて上下の蓋無しの缶（呼び内径52.4 mm）を製作し、内側に缶径方向へ広がる金型を装入し、缶の円周を広げることで拡缶性を評価した。拡缶性は、 $\text{拡缶率}(\%) = (\text{拡缶後径} - \text{拡缶前径}) / (\text{拡缶前径}) \times 100$ とし、拡缶率が高いと拡缶性に優れるとした。図3に開発鋼の拡缶率を示す。DR8が約1%の拡缶率に対して、開発鋼の拡缶率は13%程度と高く、DR8に比べて高加工性である開発鋼の優位性が明確に現れた。

次に、開発鋼の製蓋性を#202缶の蓋で調べた。図4にEasy Open Endの成形工程を示す。最も厳しい加工となるリベット部やタブのカシメ部において、割れは発生せず、良好な成形性を示した。

## 3. 開発鋼の技術的意義と実用化状況

JATTは主に高い加工性が求められるEasy Open Endや、3ピース缶胴用向け等にすでに実用化されており、2017年から量産を開始している。図5に適用例を示す。一部のアイテムではJATTの適用により、板厚を0.21 mmから

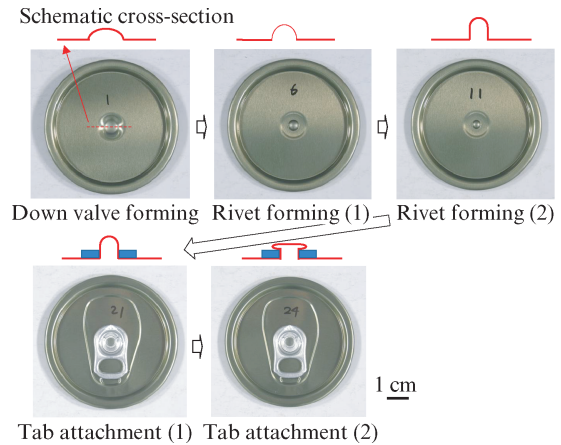


図4 Easy-Open-End 成形工程  
Fig. 4 Forming process of easy-open-end



図5 開発鋼の適用事例  
Fig. 5 Applications of developed steel

0.18 mmにゲージダウンすることが可能になった。また、従来DR材より加工の自由度が高く缶デザインの可能性が広がり、また従来SR材（1回圧延、通常の冷延一焼鈍材）と比較し強度が高く座屈やデント変形を軽減できるため、さらなる用途拡大による生産量の増加が見込まれる。このようにJATTは実用的にも優れた特性を有するだけでなく、薄ゲージ・軽量化の実現により、地球環境に優しく、かつグローバルなお客様の多様なニーズに応える缶用鋼板として、今後ますます広く使われることが期待される。

#### 参考文献

- 1) 小島克己. 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長. JFE 技報. 2017, no. 39, p. 1-3.
- 2) 齋藤勇人, 假屋房亮, 鈴木善継, 川合稔, 中村紀彦, 杉田一久, 石井健太郎, 大谷大介, 神宮貴文, 中田有紀. 薄ゲージ化と製缶時の加工自由度に貢献する高強度・高加工性缶用鋼板「JATT®」の開発. まてりあ. 2020, vol. 59, no. 1, p. 44-46.
- 3) 東洋鋼鋳株式会社. ふりきとティンフリースチール. 改定第2版, アグネ, 1974, 371p.

本稿は、参考文献2)の論文の一部表現を変更して転載しております。

#### お問い合わせ先

JFE スチール 薄板セクター部  
TEL: 03-3597-3740 FAX: 03-3597-3943  
ホームページ: <https://www.jfe-steel.co.jp/products/can/index.html>