

テーラード・ブランク溶接技術

Welding Technology for Tailor Welded Blanks

1. はじめに

テーラード・ブランク (tailor welded blank : TWB) は、板厚や材質の異なる複数の鋼板をプレス成形前に溶接し、1枚のブランクとしたものである。テーラード・ブランクの適用は、素材の最適配置を可能とし、車体の軽量化と高剛性化を両立できるため、国内においては1990年代以降そのニーズが高まり、ドアインナ、サイドパネルインナ、サイドメンバなどの各種部品への適用が増加している。^{1,2)}

JFE スチールでは、自動車メーカー各社における車体軽量化および安全性向上の要求に対応したEVI活動の強化を目指し、国内鉄鋼メーカーとして初めて、2004年にテーラード・ブランク溶接設備を導入し、2005年から営業生産を行っている。以下にその概要と現状について紹介する。

2. テーラード・ブランク溶接設備の概要

導入したテーラード・ブランク溶接設備は、JFE スチールと包括提携関係にあるドイツ ThyssenKrupp Steel AG と同じグループに属する ThyssenKrupp Drauz Nothelfer GmbH 製「Continual laser welding system」である。Photo 1 に設備の外観を、Table 1 に仕様を示す。この設備の特長は、高出力 (8 kW) CO₂ レーザの使用とレーザビーム固定・ブランク搬送形式の採用によって、高速で連続的に溶接することが可能であるという点で、ブランク寸法によらず高品質・高能率の溶接が実現できる。Photo 2 に本設備による溶接部の断面写真例を示す。軟鋼同士 (Photo 2(a))、超ハイテンとの組み合わせ (Photo 2(b))、板厚差約3倍の組み合わせ (Photo 2(c)) などいずれの場合においても、7~8.5 m/min の高速で安定した溶接を行うことができる。また、集光性に優れた高出力 CO₂ レーザを用いて高速で溶接を行うことにより、非常に溶融幅・熱影響幅の小さい溶接部が得られ、成形性に優れたテーラード・ブランクが製造できる。

テーラード・ブランクの溶接においては溶接部の品質保証が重要であるが、本設備には、ブランクの溶接中および溶接直後にオンラインで溶接品質を判定するシステムが具備されている。このシステムでは、溶接ビード形状を計測

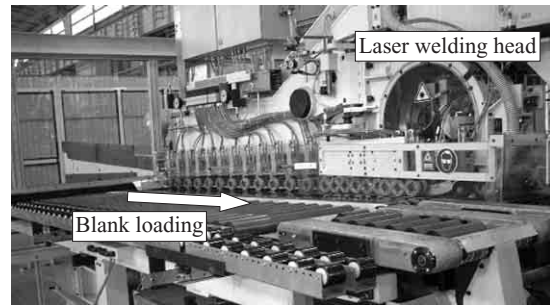


Photo 1 Appearance of welding machine for tailor welded blanks

Table 1 Specification of welding machine for tailor welded blanks

Welder specification	Welding type	Laser head fixed (blanks traveled)
	Laser oscillator	CO ₂ laser (rated power = 8 kW)
Blank size	Product length	200 - 2 000 mm
	Weld line length	200 - 1 850 mm
	Product width	400 - 3 000 mm
	Sheet thickness	0.55 - 2.6 mm
	Weld line shape	Straight line

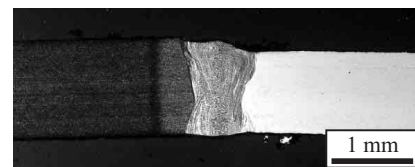
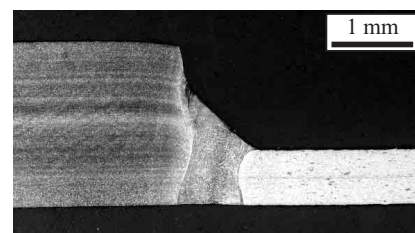
(a) 270 MPa (1.2 mm t) / 270 MPa (0.65 mm t),
Welding speed: 8.5 m/min(b) 980 MPa (1.2 mm t) / 270 MPa (1.0 mm t),
Welding speed: 7 m/min(c) 590 MPa (2.0 mm t) / 270 MPa (0.7 mm t),
Welding speed: 7 m/min

Photo 2 Examples of cross sections of laser welds

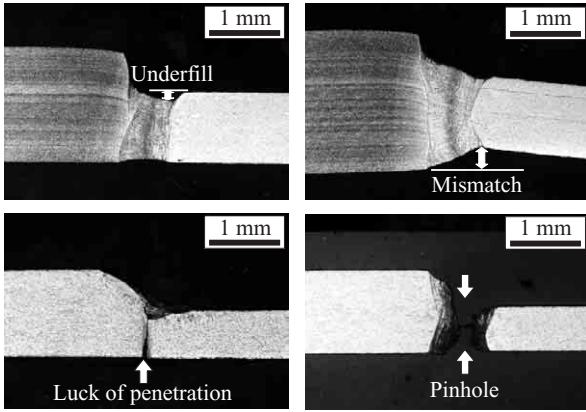


Photo 3 Welding defects detected by sensor system

し外観上の欠陥の有無を判別する形状センサー、溶接中のレーザ誘起プラズマの発光量から溶け込み状態を判別する溶け込みセンサー、および、溶接ビードに光を照射し透過光を検知することによって、穴あきの有無を判別するピンホールセンサーの3種のセンサーを組み合わせることにより、溶接欠陥の検出を高速でかつ効果的に行っている。Photo 3に本システムによって検出された溶接欠陥の例を示す。溶融部のアンダーフィル (underfill)、鋼板突合せ部の段差 (mismatch)、裏面溶け込み不足 (lack of penetration)、穴あき (pinhole) など、レーザ溶接において想定されるすべての溶接欠陥の検出が可能であることが分かる。

3. テーラード・ブランク溶接設備の操業状況

本テーラード・ブランク溶接設備は、2005年10月に西日本製鉄所倉敷地区構内の水島鋼板工業にて営業生産を開始し、現在は比較的溶接長の長いドアインナを中心に月産約100,000枚のテーラード・ブランクを出荷している。また、品質管理については、ブランク切断などの溶接前工程の管理を一元化するとともに、先に説明したセンサーシステムの溶接品質判定データを個々のブランクごとに記録・保存することで、ブランク全数1枚ごとの一貫品質管理体制を確立している。

4. テーラード・ブランク溶接技術の研究開発

JFEスチールでは、以前からテーラード・ブランクの溶接技術に関して、レーザ溶接部硬さの成形性への影響³⁾、ハイテン材レーザ溶接部および溶接継手の特性評価^{4,5)}などの研究開発を行ってきた。今後もテーラード・ブランクは自動車車体の軽量化・高剛性化のための重要技術であり、特にハイテン材の有効活用という観点から注目すべき技術である。

Photo 4は、板厚1.0 mmの440 MPa級超微細粒ハイテ

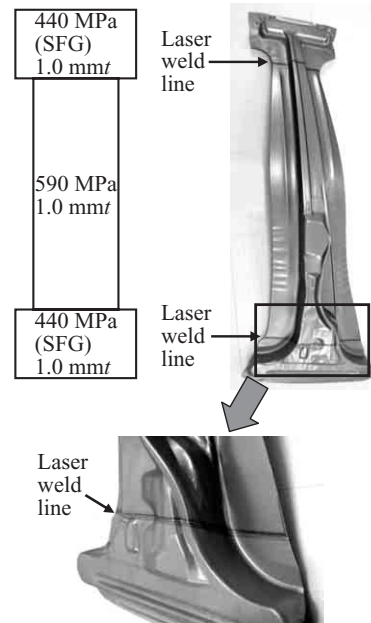


Photo 4 Prototype center pillar using 440 and 590 MPa grade high tensile steel sheets

ン材 (SFG ハイテン)⁶⁾ と 590 MPa 級冷間圧延鋼板を用いたテーラード・ブランクによるセンターピラーの試作例である。通常は軟鋼が用いられる深絞り性の厳しい形状に対して、特に絞り量が大きい上下の部位に成形性に優れたSFGハイテンを配置することにより、高い成形性の保持と強度・剛性の向上を両立することが可能となる。今後は、このような実部品の試作評価など、ユーザー各社への部品提案につながる実用的な研究開発を推進していく。

5. おわりに

今回のテーラード・ブランク溶接設備の導入により、JFEスチールとして、テーラード・ブランクの技術開発・製品供給を行うことができる体制が整った。今後は、ThyssenKrupp Steel AGに蓄積されたノウハウを活用し、自動車メーカー各社の軽量化・安全性向上などのニーズに対応したEVI活動をよりいっそう推進していく。

参考文献

- 1) 夏見文章. プレス技術. vol. 34, no. 8, 1996, p. 18-25.
- 2) 桜井寛. 塑性加工シンポジウム. 212nd, 2002, p. 61-68.
- 3) 木谷靖, 大井健次, 安田功一, 中野善文. 溶接学会全国大会講演概要. no. 55, 1994, p. 42-43.
- 4) 黒沢伸隆, 狩野裕隆, 安田功一. 溶接学会全国大会講演概要. no. 69, 2001, p. 56-57.
- 5) 小野守章, 吉武明英, 大村雅紀. 溶接学会論文集. vol. 21, no. 4, 2003, p. 559-567.
- 6) 田中靖, 占部俊明, 長滝康伸. JFE技報. no. 4, 2004, p. 15-21.

(問い合わせ先)

JFEスチール 薄板セクター部
TEL: 03-3597-3734 FAX: 03-3597-3035