

造船用鋼材

Steel Products for Shipbuilding

鈴木 伸一	SUZUKI Shinichi	JFE スチール	スチール研究所	厚板・形鋼研究部	主任研究員（課長）
村岡 隆二	MURAOKA Ryuji	JFE スチール	スチール研究所	厚板・形鋼研究部	主任研究員（副課長）
小日向 忠	OBINATA Tadashi	JFE スチール	西日本製鉄所	鋼材商品技術部	主任部員（副部長）
遠藤 茂	ENDO Shigeru	JFE スチール	スチール研究所	厚板・形鋼研究部	主任研究員（課長）
堀田 知夫	HORITA Tomoo	JFE スチール	西日本製鉄所	鋼材商品技術部	主任部員（課長）
小俣 一夫	OMATA Kazuo	JFE スチール	厚板セクター部長		

要旨

造船用鋼材について、その商品設計の考え方、性能を紹介する。溶接工数の大幅削減で生産性向上に貢献するコンテナ船用新大入熱溶接対応 TMCP (thermo-mechanical control process) 鋼板および LP 鋼板 (longitudinally profiled steel plate, テーパープレート)、腐食の面から船舶の高性能化に貢献する原油タンカー用耐食鋼 NAC5、ケミカルタンカー用クラッド鋼板、原油の積み下ろし時使用される荷油管の腐食磨耗性能の向上を図った JFE-MARINE-COP および TMCP 技術を駆使し厚板並みの溶接性を有する造船用形鋼の 6 種類である。

Abstract:

Product designs and properties of 6 steel products for shipbuilding are described. They are new TMCP (thermo-mechanical control process) steel plates, weldable with high heat input, for container ships and LP (longitudinal profile) plates, both contribute to the increase in productivity at shipyards through the large reduction of welding time, anti-corrosion steel plates for crude oil tankers NAC5 which contribute to high performance of ships from the viewpoint of corrosion, clad steel plates for chemical tankers, anti-corrosion pipes, JFE-MARINE-COP, used in crude oil tankers for loading and unloading crude oil,

1. はじめに

近年、造船業界では、船舶の多様化（専用船化）にあわせ、船舶の高性能化と建造の生産性向上が強力に推進され

2. 厚板

2.1 大入熱溶接用鋼「EWEL」

近年の遠距離物流の増加を背景にコンテナ船の大型化が急速に進んでおり、最近では 8 000 TEU クラスの大型船の建造が進められている。こうした大型コンテナ船においては使用される鋼材の高強度化、厚肉化が著しく、降伏強度 390 N/mm² 級、最大板厚 65 mm 以上の鋼板が用いられ始めている。このような厚肉鋼板の溶接には高能率溶接方法であるエレクトロガスアーク溶接 (EGW) による立向 1 パス施工の適用が進んでおり、その際の溶接入熱は 400 kJ/cm を超える超大入熱となる。このため溶接熱影響部 (HAZ) の組織は著しく粗大化し、継手部の靱性が大き

く劣化するという問題がある。また、高強度化、厚肉化に対しては、炭素当量 (C_{eq}) の増加や合金元素の添加が必要であり、溶接性、溶接継手靱性を劣化させる原因となる。

Table 2 Corrosion resistance of stainless clad steel

	P JIS G0578 50°C, 24 (l^2)	I JIS G0575 16, 1	SCC (U B 20%N C 500, 8
KA+316L	27.1 24.1 A 25.6	N	N

Table 3 Corrosion rate in phosphoric and sulfuric acids

しい性能を要求されるものの一つと言える。

クラッド鋼板の製造方法には種々あるが、当社では圧延クラッド法により製造している。以下に、圧延クラッド鋼板の優れた性能の一部を示す。

クラッド鋼板の合せ材の耐食性を加速試験により評価した結果を Table 2 に示す。耐孔食性、耐粒界腐食性、耐 SCC 性のいずれも、ステンレス鋼の無垢材と同等の性能を有している。また、実際の積荷のなかで、特に強い薬品の代表として挙げられる、粗製リン酸と硫酸について、耐食性を評価した結果を Table 3 に示す。加速試験とするため、試験温度をそれぞれ 75、50 と高目にしてはいるが、良好な耐食性を有していることが確認できる。

機械的性質の評価結果として、クラッド鋼の全厚引張試験結果と炭素鋼部のシャルピー衝撃試験結果を Table 4 に、また各種曲げ試験の結果を Table 5 に示す。いずれの試験結果とも、船殻材として十分な特性であることが認められる。

圧延クラッド鋼は、今後のさらなる需要拡大にも、上記のような高性能材料として対応できるものとする。

3. 鋼管

3.1 オイルタンカー内配管荷油管 「JFE-MARINE-COP」

荷油管と呼ばれる原油や海水の積み降ろしに用いるタンカー内配管は、内外面ともに原油を含んだ海水環境にさらされるため、通常、塗装した 400 MPa 級鋼管「STPY400」や Cr を含んだ鑄鉄管が用いられている。荷油管には、耐海水性に加えて、耐腐食摩耗性などが求められているが、当社では、400 MPa 級鋼管の溶接性と鑄鉄管の耐食性、耐腐食摩耗性を兼ね備えた耐海水鋼管「JFE-MARINE-COP」を開発し販売している。ここでは、JFE-MARINE-COP の特徴と使用性能について紹介する。

3.2 JFE-MARINE-COP の特徴

Table 6 に JFE-MARINE-COP の化学組成ならびに製造方法を示す。耐海水腐食性を向上させるために、Cu, Ni, Cr を添加し、さらに溶接部での選択腐食を防ぐために Ca を添加している。鋼板の製造方法として、均一なベイナイト組織とするために制御圧延と加速冷却「Super-OLAC」を適用している。

50 の人工海水中での腐食速度は、Cr 含有量の増加にともなって低下する傾向が認められ、1%の Cr を含む JFE-MARINE-COP は、Cr を含まない 400 MPa 級鋼に比べて 50%前後の腐食速度となる (Fig. 12)。

3 年間、荷油管として実船 (船名 BENETIA) で使用した JFE-MARINE-COP の鋼管断面の外観を Fig. 13 に示す。鋼管母材部、溶接部ともに、全面腐食や局部腐食に起因する減肉はほとんど認められなかった。これは均一な母材溶接熱影響部のミクロ組織と Cu, Ni, Ca の添加の効果により、溶接熱影響部の選択腐食が抑制された結果である。

含有炭素量が低い JFE-MARINE-COP は、 γ 割れ溶接割れ試験で予熱なしの条件においても、溶接低温割れは認められない (Fig. 14)。JFE-MARINE-COP の円周溶接用溶接材料として下記銘柄の手溶接 (SMAW) など各種溶接

3.3 製造実績

JFE-MARINE-COP は、JISSTPY400，STPY500 相当の強度レベルで外径 76.3 mm から 1 016 mm まで製造可重拾〇語縫 幸 つ蟹

材料が（株）神戸製鋼所との共同研究により開発されている。これらの溶接材料を用いた溶接部において良好な耐食性と耐腐食摩耗性も確認されている。

- (1) SMAW 用 /LBK52
- (2) GMAW 用 /MGK-52
- (3) TIG 用 /TGSK-52

造船用鋼材

参考文献

- 1) 小俣一夫, 吉村洋, 山本定弘. 高度な製造技術で応える高品質高性能厚鋼板. NKK 技報. no.179, 2003, p.57-62.
- 2) 木村達己, 久田光夫, 藤沢清二, 横山幸夫, 香取修治. 超大入熱溶接部靱性に優れた建築構造用厚鋼板. 川崎製鉄技報. vol.34, no.4, 2002, p.158-163.
- 3) 山本規雄. 腐食損傷に関する最近の調査結果とその強度検討. 構造シンポジウム. 2001-12, p.3-15.
- 4) 弓削佳徳, 堀紀文, 西田俊一. 川崎製鉄技報. 第Ygp7A