

造船耐食鋼「JFE-SIP[®]」シリーズJFE-SIPTM Series Corrosion-Resistant Steel for Ships

1. はじめに

船舶には、海水の影響を受ける外面はもとより、内面にも積み荷などの影響を受けて腐食する部位が多くあり、維持管理コストの増加や、安全・安心の確保が課題となっている。JFE スチールでは、船舶に使用される鋼材の耐食性向上に向け、船舶の各々の腐食環境に即して耐食性を発揮する造船耐食鋼を順次開発し、「JFE-SIP[®](JFE-Steel for Ship Inside Protection)」としてシリーズ化している。

ここでは「JFE-SIP」シリーズの特長について紹介する。

2. 「JFE-SIP[®]」シリーズの概要

現在、当社では、表1に示すとおり4種類の船舶の腐食環境に対応する耐食鋼を「JFE-SIP」シリーズとして商品化している。このうちJFE-SIP-BT（バラスタタンク用）は、IMO（International Maritime Organization）のPSPC¹⁾（Performance Standard for Protective Coatings）により、重防食塗装が義務化されている中で、塗装後の塗膜劣化を抑制する効果を持ち、維持管理費の低減および船舶の長寿命化に寄与するものである。JFE-SIP-CC（石炭カーゴホールド用）の側壁は、CSR（Common Structural Rules）規則²⁾により腐食予備厚、側壁塗装が義務化されている中で、腐食減耗を抑制することで、維持管理費の低減および船舶の長寿命化に寄与するものである。JFE-SIP-OT1（タンカーの内底板用）、JFE-SIP-OT2（タンカー上甲板用）は、塗装義

務（PSPC）の特例として無塗装での使用が認められたものであり³⁾、維持管理費の低減のみならず、建造時の造船所における塗装作業負荷を大幅に軽減するものである。

3. 「JFE-SIP[®]」シリーズの特長3.1 JFE-SIP[®]-BT の特長

船舶に不可欠であるバラスタタンクの腐食は、主として充填する海水によって生じる。特に、上甲板裏面では乾湿繰り返し戻りの厳しい腐食環境にさらされ、電気防食も非没水のため効果を発揮しない。典型的な劣化形態は塗装下腐食であり、さび、塗膜膨れ・剥離が相互に影響しながら広がっていく。JFE-SIP-BTは、当社が世界で初めて開発した、従来15年の塗装寿命が25年以上に延長することが期待できる鋼⁴⁾である。本鋼を使用することにより、補修時の負荷を著しく軽減できる。初適用後、現時点で10年超の航行実績があり、ドック入り時に評価を継続している。

船級承認については、DH36、DH40、EH40のグレード、最大42mmまでの板厚でNK船級の特認を取得した実績がある。

3.2 JFE-SIP[®]-CC の特長

石炭運搬船のカーゴホールド（貨物倉）では、石炭の硫黄分と結露水とが反応して希硫酸を生成し鋼を激しく腐食するため、塗装もしくは腐食予備厚の付与が義務付けられている。カーゴホールドでは、積荷や荷役装置がたびたび

表1 JFE-SIP[®]シリーズの特長
Table 1 JFE-SIPTM series and features

Series	Applicable area	Grade	Thickness (mm)	Features
JFE-SIP-BT	Ballast tank	DH36 DH40 EH40	6-42	Improves coating corrosion resistance in seawater
JFE-SIP-CC	Coal carrier	AH32 AH36 AH40 DH32 DH36 DH40	6-35	Reduces plate thickness loss due to corrosion by sulfuric acid generated in coal and dew water
JFE-SIP-OT1	Inner bottom for oil tank	AH32-RCB AH36-RCB DH32-RCB DH36-RCB	6-50	Suppresses pitting corrosion of salt water (oil coat defect part). This steel can be used without painting
JFE-SIP-OT2	Upper deck for oil tank	AH32-RCU AH36-RCU AH40-RCU DH32-RCU DH36-RCU DH40-RCU EH32-RCU EH36-RCU EH40-RCU	6-40	Suppresses general corrosion of H ₂ S, SO _x in dew water. This steel can be used without painting

2020年6月29日受付

接触することで塗装を物理的に剥離するため、長期の防食効果は期待できず、再塗装および局所的には腐食による損傷のため鋼の交換の必要が生じる。

JFE-SIP-CCは、当社が世界で初めて開発した、積荷の石炭が引き起こす腐食を抑制する耐食鋼⁵⁾である。実験室での石炭積載腐食試験では鋼の腐食速度が大幅に低減することを確認しており、石炭運搬船の維持管理費の削減が期待できる。また、本鋼は、従来鋼と同等の溶接性や加工性を有しており、船舶建造に際しての特別な施工管理も不要である。本鋼は2014年の開発以降、現在建造中の船舶を含め9隻に適用されている。

船級承認については、AH32, AH36, AH40, DH32, DH36, DH40のグレード、最大35mmまでの板厚でNK船級の特認を取得した実績がある。

3.3 JFE-SIP®-OT1の特長

2013年1月以降の原油タンカーには、タンクの底板および上板に塗装もしくは耐食鋼のいずれかを適用することが規定されている³⁾。原油タンカーの底板の表面には、オイルコートおよび海水からなる層が形成されており、無塗装の場合、オイルコートの欠陥部で孔食が発生する。そのため、ドック入り時に、孔食深さに応じて樹脂または溶接で補修する必要がある。

JFE-SIP-OT1⁶⁾は、このようなタンカー底板の腐食環境に対応し孔食内部の腐食を低減する性能を有し、IMO規定の腐食試験における腐食速度は従来鋼の約1/20であるとともに、IMO性能基準の腐食速度のクライテリア(≦1.0mm/y)を満足するため、無塗装での使用が可能である。本鋼は、2006年の開発以降、現在までに国内外で9隻1.5万トン超に適用されている。

船級承認については、AH32-RCB, AH36-RCB, DH32-RCB, DH36-RCB, のグレード、最大50mmまでの板厚、加えてZ35の耐ラメラテア性の承認を取得している。

3.4 JFE-SIP®-OT2の特長

原油タンカーの原油と上板との空隙には、防爆のために充填されたイナートガスおよび原油の気化成分などに起因する、硫黄酸化物(SOx)、硫化水素(HS)などの腐食性ガスが水蒸気とともに存在し、昼夜の寒暖差から結露が発生することにより上板裏面で激しい全面腐食を起こす。上板裏面にはロンジ材が多数あることから、建造時における上向き塗装作業の負荷は大きく、加えて補修塗装時には高所作業となるため、塗装作業の削減は今後大きな課題になっていくと考えられる。

JFE-SIP-OT2⁶⁾は、このようなタンカー上板裏面の腐食環境に対応して開発した、全面腐食を低減する鋼である。JFE-SIP-OT2の腐食速度はIMO性能基準のクライテリア(≦2.0mm/25y)を十分満足し、無塗装での使用が可能である。

船級承認については、AH32-RCU, AH36-RCU, AH40-RCU, DH32-RCU, DH36-RCU, DH40-RCU, EH32-RCU, EH36-RCU, EH40-RCU, のグレード、最大40mmまでの板厚、加えてZ35の耐ラメラテア性の承認を取得している。

3.5 JFE-SIP®-OT1, 2の溶接材料

JFE-SIP-OT1, OT2を用いて塗装フリーとするためには、溶接継手部についても、耐食性試験の合格、承認が必要となっている。当社では、各造船所で使用される溶接方法、溶接材料の組合せについて建造前に確認し、適宜腐食試験、評価を実施し、現在数十ケースに及ぶ継手が適用承認されている。また、GMA溶接では、従来の溶接材料では必要な耐食性を満足しなかったため、新たに開発されたDW-50JST, DW-50JSTB((株)神戸製鋼所製)を用いて承認を取得している。

4. おわりに

JFEスチールの造船耐食鋼「JFE-SIP®」シリーズの特長を紹介した。今後、さらに様々な用途や使用環境に応じた新商品を開発し、品質の向上に努め、造船時、航行時ともに満足いただける地球環境に優しい造船耐食鋼を提供していく所存である。

参考文献

- 1) Nippon Kaiji Kyokai: Guidelines for Performance Standard for Protective Coatings Contained in IMO Resolution MSC, 215 (82), (2007).
- 2) IACS: Common Structural Rules for Bulk Carriers, (2006).
- 3) SOLAS Chapter II-1, Part A-1, Reg. 3-11, as amended by resolution MSC. 291 (87), APPENDIX, Test Procedures for Qualification of Corrosion Resistant Steel for Cargo Tanks in Crude Oil Tankers.
- 4) 塩谷和彦, 橋俊一. パラスタタンク耐食鋼適用船の塗装劣化挙動. 日本船舶海洋工学会論文集. 2016, vol. 24, p. 211-218.
- 5) 池田博司, 塩谷和彦, 伊木聡, 山村直一, 長谷和邦. 石炭運搬船用高耐食性鋼板の開発. まてりあ. 2018, vol. 57, no. 3, p. 117-119.
- 6) 池田博司, 寒沢至, 三島永嗣. 原油タンカー荷油タンク用耐食鋼(JFE-SIP®-OT1, OT2)の開発. JFE技報. 2020, vol. 46, p. 8-14.

〈問い合わせ先〉

JFEスチール 厚板セクター部

TEL : 03-3597-3542 FAX : 03-3597-3533

ホームページ : <http://www.jfe-steel.co.jp/products/atuita/index.html>