

技術本部 市場開発技術部 商品技術グループ 主幹 大泉 真吾
技術本部 研究所 主幹 行方 飛史

1 はじめに

LNG 燃料は、原油などと比較し、硫黄酸化物 (SOx) などの排出が少ないクリーンなエネルギーであり、大気圧下において -162°C で液化され、その際体積が 1/600 に減少します。そのため、気体より液体で輸送・貯槽する方が容積および重量効率に優れています。その一方、極低温で保持されるため、高強度でかつ低温靱性の優れた 9%Ni 鋼が適用され、地上式 LNG タンク、船用 LNG 燃料タンクなど多くの使用実績があります。

一方、9%Ni 鋼に適用される当社の溶接材料は、70% Ni-15% Cr-2% Mo-Fe 系被覆アーク溶接棒 YAWATA® WELD B (M)、75% Ni-20% Mo-W 系 TIG 溶接用のワイヤ NITTETSU® FILLER196 およびサブマージアーク溶接用ワイヤ NITTETSU FILLER196 & フラックス NITTETSU FLUX10H が市販されています。今回、上記のラインナップに加え、理想の溶接を実現するブランド「WELDREAM®」の新品として、溶着効率に優れ、高強度・高靱性を有する 9%Ni 鋼用ガスシールドアーク溶接フラックス入りワイヤ FC-9NI を開発しました。その性能を紹介します。

2 FC-9NI の性能例

表1および表2にFC-9NIの溶着金属の機械的性質および溶着金属の化学成分の一例を示します。

表1 溶着金属の機械的性質の一例（シールドガス：CO₂）

銘柄	引張試験			衝撃試験	
	0.2% 耐力 MPa	引張強さ MPa	伸び %	vE -196°C J (横膨出量 mm)	
				各値	平均値
FC-9NI	445	699	47	87, 82, 96 (1.63, 1.73, 1.77)	88 (1.71)
参考) NK KSWL92G(C)	410 以上	660 以上	25 以上	27 以上	

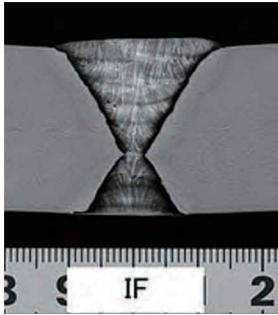
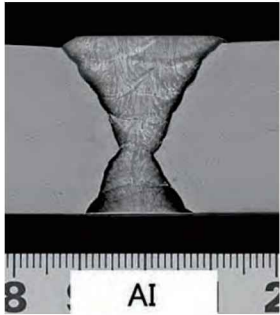
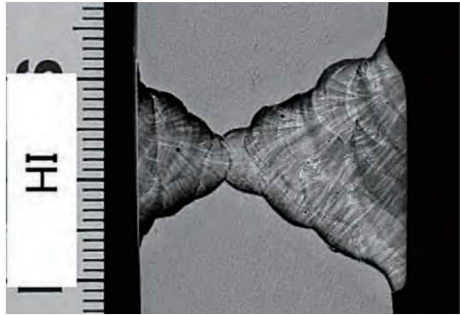
表2 溶着金属の化学成分の一例（シールドガス：CO₂）%

銘柄	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb
FC-9NI	0.02	0.3	3.0	0.001	0.001	67.2	17.8	9.7	2.0

3 溶接継手の耐欠陥性

表3に溶接継手の健全性を評価するため、JIS Z 3106（ステンレス鋼溶接継手の放射線透過試験方法）に準拠し、放射線透過試験を行いました。表3に断面マクロおよび放射線透過試験結果を示します。いずれもスラグ巻き込み、溶込み不良、融合不良および割れに類するきずは確認されず、1 類の判定になります。

表3 断面マクロおよび放射線透過試験結果

区分	下向	立向上進	横向
断面マクロ			
きずの像の分類	第1種1点1類	第1種2点1類	第1種2点1類

注) 1 種：ブローホール、2 種：スラグ巻き込み、溶込み不良、3 種：割れ、4 種：タングステン巻き込みきずの数または長さにより 1 ～ 4 類に分類。

※ NITTETSU および YAWATA は、日本製鉄株式会社の登録商標で、当社は使用許諾を受けています。

4 溶接継手の機械的性質

表 4 に FC-9Ni 溶接継手の機械的性質の一例を示します。

表 4 溶接継手の機械的性質の一例

溶接 姿勢	継手引張性能		衝撃性能	
	引張強さ MPa	破断 位置	vE -196℃ J (横膨出量 mm)	
			各値	平均値
下向	812	溶接金属	90, 89, 85 (1.34, 1.24, 1.31)	88 (1.30)
立向 上進	798	溶接金属	106, 107, 108 (1.32, 1.42, 1.50)	107 (1.41)
横向	789	溶接金属	89, 94, 97 (1.10, 1.09, 1.18)	94 (1.12)
NKSWL92G (C)	670 以上	—	27 以上	

注) 適用母材: 日本製鉄株式会社製: 7%Ni 鋼 (板厚: 25mm)

5 ビード外観

写真1にビード外観を示します。いずれもスラグ残留も少なく、ビード形状も良好でした。

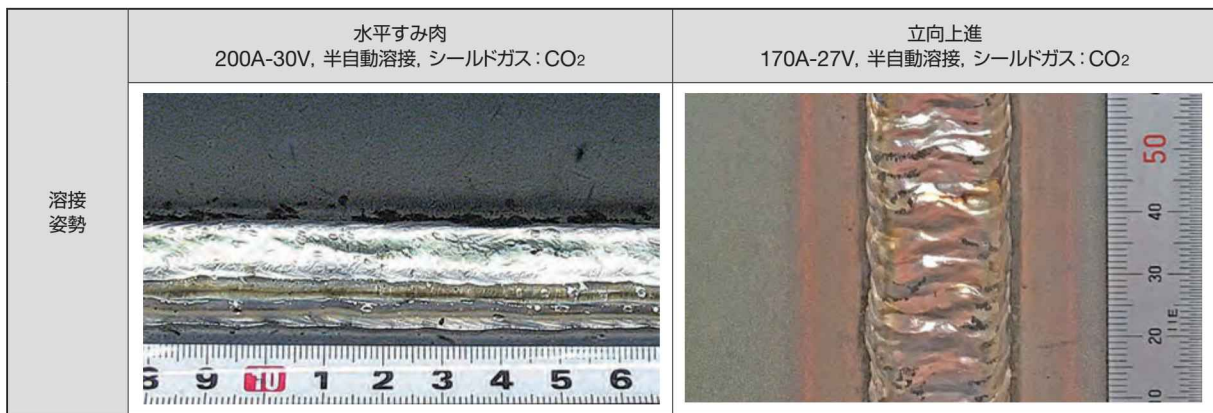


写真 1 ビード外観

6 使用上の注意点

1. シールドガスは、炭酸ガスを推奨します。
2. 原則、予熱は不要です。パス間温度は、150℃以下で管理してください。
3. 過大な溶接入熱は、溶接割れを助長しますので、溶接入熱は3.5kJ/mm以下で施工してください。
また、クレータの処理は確実に行ってください。
4. 各種船級を取得していますので、表5を参照ください。

表 5 FC-9Ni 取得船級認定

サイズ mm	船級
1.2 φ	NK KSWL92G (C)、KSWL92G (C)-YP420M-TS690M LR Mfr.'s spec (9NiS)、ABS Mfr.'s spec DNV MS (VL 9Ni)、CCS Mfr.'s spec (9NiS)

注) Mfr.'s spec、MS: 製造業者の規定による(0.2% 耐力 420MPa 以上、引張強さ 690MPa 以上)

7 おわりに

9% Ni 鋼用ガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤFC-9Ni の諸性能について紹介しました。本溶接材料を適用することにより、9% Ni 鋼を用いた LNG タンク建造の品質および能率向上の一助になれば幸いです。