

(668) YS110ksi級低合金耐サワー油井管の開発

川崎製鉄 鉄鋼研究所 元田邦昭 (現: 川鉄テクノサービス)

○玉置克臣

知多製造所 増田敏一

1 緒言

サワー環境の油ガス井にはAPI 5AC C90グレードの油井管が広く用いられているが、深井戸に対しては、より高強度のYS110ksi級低合金耐サワー油井管への要求が強い。筆者らは適正成分系の検討を経て、NACE SSCC限界応力が0.8SMYS以上のYS110ksi級油井管の開発に成功した。

Table 1 Chemical Composition of Laboratory Heats

Steel	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Nb	V	Ti	Al
A	0.24	0.25	0.64	0.015	0.004	1.01	0.56	0.031	-	0.009	0.069
B	0.26	0.25	0.52	0.008	0.004	2.03	0.59	0.053	0.077	0.026	0.065
C	0.26	0.26	0.54	0.006	0.005	2.83	0.59	0.052	0.077	0.025	0.076
D	0.26	0.25	0.51	0.009	0.003	1.98	0.99	0.056	0.087	0.021	0.065
E	0.43	0.17	0.62	0.010	0.003	1.00	0.75	0.034	-	-	0.059
F	0.45	0.27	0.62	0.012	0.003	1.04	0.80	0.035	0.052	0.032	0.066
G	0.46	0.26	0.81	0.012	0.003	1.45	1.01	0.062	-	-	0.065

2 実験

2.1 成分検討

表1に示す0.25及び0.45C-

CrMo系 30kg鋼塊を15mm 厚の板に圧延し種々のQT処理を施してSSCC試験に供した。

2.2 造管実験

表1の鋼Fの成分系で5t鋼塊を溶製し、7"X0.507"及び7"X0.788"に造管し、外面水焼入れ後種々の強度に焼戻し、NACE, シェルベンド, DCB等のSSCC試験に供した。

3 結果

① 0.45C-1Cr-0.8Mo-Nb-V-Ti系がSMYS(110ksi)の80%以上の σ_{th} を示す最適の成分系である(表2)。

② 実パイプに於いても0.8SMYS以上の σ_{th} が規格YSの全範囲に於いて達成され、DCB、シェルベンド試験でも良好な結果が得られた。(図1、表2)

③ 本鋼の優れた耐SSCC特性は、高い焼入れ性(図2)、700°C以上の高温焼戻し、炭化物の球状化、Cr, Mo等の成分添加量の適正化などによるものである。

④ C110級油井管の開発に成功した。

Table 2 Tensile Properties and SSCC Test Results of Laboratory Steels

Steel	Tempering Condition	YS (MPa)	TS (MPa)	σ_{th} (MPa)	Sc (MPa)	K _{ISCC} (MPa/m)
A	645°C x 30min	822	940	414	-	-
B	670°C x 30min	789	923	379	-	-
C	660°C x 30min	804	951	341	-	-
D	690°C x 30min	809	932	362	-	-
E	690°C x 60min	794	906	514	903	34.7
F	715°C x 60min	827	932	703	779	39.4
G	715°C x 60min	822	910	455	786	32.8

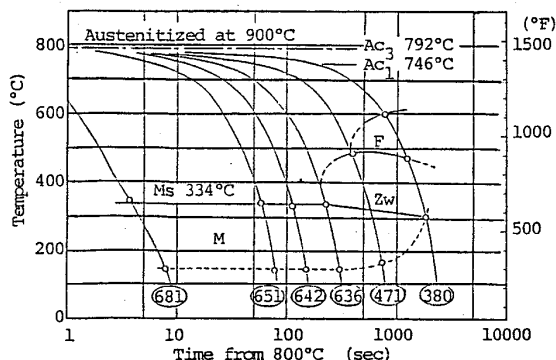
 σ_{th} ; NACE threshold stress.

Fig.2 Continuous Cooling Transformation Diagram of Steel F
○: Hv(10)

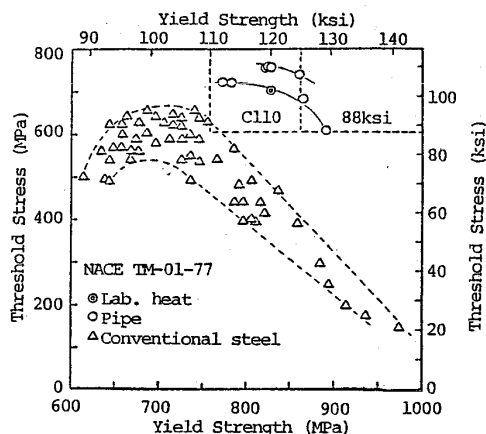


Fig.1 Comparison of Threshold Stress of Newly Developed Steel with Conventional Cr-Mo Steels