

(811) P、Sの低減にともなう溶接部破壊靱性の向上 (高潔淨高靱性9%Ni厚鋼板の開発 第2報)

日本鋼管(株)技術研究所 ○小嶋敏文 渡邊 之
福山製鉄所 徳永高信

1. 緒言

前報では鋼中不純物元素であるPおよびSの極限的な低減が9%Ni鋼の潔淨性を著るしく高め、その結果として低温靱性を向上させることを述べた。本報では引続き溶接継手の破壊靱性におよぼすこれら元素の影響について、三点曲げCOD試験および大型脆性破壊試験の結果を中心に述べる。

2. 供試材ならびに試験方法

供試鋼の化学組成をTable 1に示す。表中の(A)~(G)は、実験室的に溶製したP含有量の異なる9%Ni鋼である。また(H)および(I)はいずれも極低(P,S)系9%Ni鋼工場溶製材であり、前者は焼入れ焼もどし処理が、また後者はとくに靱性を高める目的で特殊熱処理が施されている。また(J)は比較材として選択した工場溶解材(焼入れ焼もどし処理)である。これらの鋼を高Ni基合金系、または共金系溶接材料を用いて溶接し、試験に供した。溶接はすべて全自動TIG溶接法により立向上進姿勢で行っている。溶接入熱は26および39 kJ/cmとした。ただし大型脆性破壊試験のための試片作成にあたっての残留応力付与ビードは、サブマージアーク溶接法を用いて溶接した。

三点曲げCOD試験は、Fig.1に示すバネ荷重形式の試験機(容量6トン)により行い、また大型脆性破壊試験は5000トンテストリグにより行った。

3. 試験結果

得られた試験結果から概略次に示す事実が判明した。

- (1) 極低(P, S)系鋼の溶接継手熱影響部は、鋼の熱処理、溶接入熱および切欠位置に無関係に-170℃において0.5mmを上回る高いCTOD値を示す。(Fig.2参照)
- (2) 一方P含有量の異なる実験室溶製材を用いた同様の試験結果から、-170℃におけるCTOD値はP含有量の増大にともなう緩やかに低下するが、0.021%Pの場合にも0.20mm以上の高い値を示す。
- (3) しかしながら-196℃においてはP含量の低減により溶接熱影響部のCTOD値が著るしく改善され、熱影響部内のもっとも劣化した位置においてもCTOD値は0.15mm以上の高い値を示す。
- (4) 極低(P, S)系鋼および比較鋼(0.006%P)について行った大型脆性破壊試験において、PおよびSの低減が破壊靱性を著るしく向上させることが確認された。(Table 2参照)

Table 1. Chemical compositions of steels used

No	C	Si	Mn	P	S	Ni	Thickness (mm)
(A)~(G)	0.06	0.25	0.45	0.002~0.023	0.002	9.10	20
(H)	0.06	0.26	0.44	0.0018	0.0006	9.19	30
(I)	0.05	0.23	0.44	0.0026	0.0017	8.86	30
(J)	0.06	0.25	0.46	0.006	0.003	8.90	30

Table 2. T-cross weld deep notch test results

Steel	Testing Temp (C)	Gross Fracture Stress (kg/mm ²)	Net Fracture Stress (kg/mm ²)	Kc* (kg·mm ^{-3/2})
H	-170	57.9	96.5	1141
	-196	46.8	80.0	922
J	-170	44.5	74.2	877
	-196	35.7 (39.0)	59.5 (64.9)	704 (76.9)

*Kc = $\sigma_f \sqrt{\pi c} \sec \frac{\pi c}{W}$ (W=500mm, c=100mm)
() at maximum load

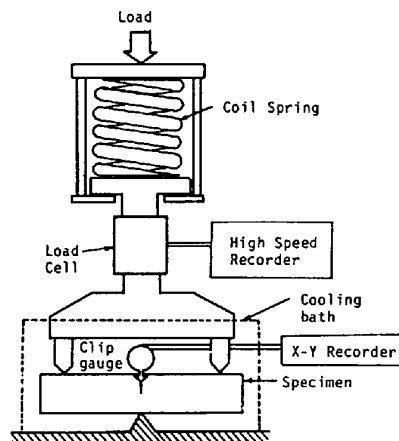


Fig.1. Schematic configuration of coil spring loading

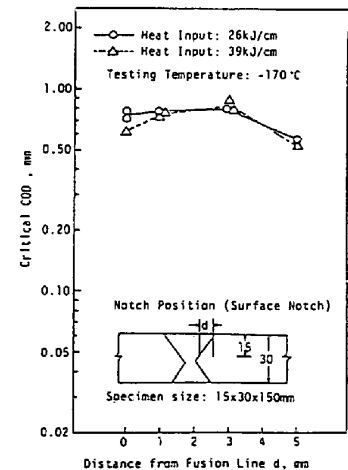


Fig.2. Results of COD test(BS5762)