

(242) 窒素添加 003C-17Cr-13Ni-2.5Mo ステンレス鋼の強度特性について

日本冶金工業(株)川崎製造所 工博 横田孝三, 工博 深瀬幸重
江波戸和男, 遠沢浩一郎, 藤本弘次

1. 目的 低炭素 17Cr-13Ni-2.5Mo ステンレス鋼(SUS33 系合金)はその優れた耐食性および耐粒界腐食性の故に広く化学工業に重用されている。しかし極低炭素鋼であるため強度が低く、特に設計上耐力の要求される構造材料として用いる場合には強度面での改善が望まれる。そこで著者らはSUS33の優れた耐食性を損うことなく強度を高める1つの方法として窒素添加を試み、さらに工業的規模で製造した厚板について各種性質の検討とともにその特性の評価を行なった。

2. 供試材および実験内容

表1. 供試材の化学組成

供試材の化学組成を表1に示す。表に示す実験室規模および工業的規模によるN添加材について組織、耐食性、低温、常温、 $\sim 600^{\circ}\text{C}$ の機械的性質および溶接性の検討を行なった。

3. 実験結果 1) 表1 A 系列の 0.02N $\sim$ 0.20N 材について 1050°C $\frac{1}{2}$ 水冷却溶化処理材

分類	試料記号	化学組成 (wt.%)							製造規模 および 試料寸法
		C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	N	
A	0.02N	0.02	0.61	1.27	13.73	17.20	2.34	0.02	誘導炉溶解 10kg 鋼塊 18mm ϕ 棒
	0.08N	0.02	0.40	1.32	13.80	17.27	2.50	0.08	
	0.13N	0.02	0.60	1.28	13.63	17.80	2.49	0.13	
	0.20N	0.02	0.61	1.34	13.56	17.68	2.44	0.21	
B	SUS33	0.03	0.68	1.58	13.79	16.86	2.39	0.03	アーク炉溶解 5.2m 鋼塊 5.15mm 厚板
	N 添加 SUS33	0.03	0.54	1.60	13.82	17.48	2.57	0.19	

の試験結果を図1に示す。0.02C-17Cr-13Ni-2.5Mo 鋼はN添加により常温および高温強度は直線的に増大する。N添加による強化能は常温で約 $6.8 \text{ kg/mm}^2 / 0.1\% \text{ N}$ (0.2% 耐力), 約 $4.2 \text{ kg/mm}^2 / 0.1\% \text{ N}$ (引張強さ) であり、この傾向は高温でも認められる。一方N添加による衝撃値、応力腐食割れ抵抗および耐食性の劣化は認められない。2) SUS33 の市販厚板 (5mm および 15mm) と同一製造方法により 0.18% N 添加 SUS33 厚板も工業的規模で製造した。表1 B 系列の両者について各種性質を表2に比較した。0.19% N を含有する 003C-17Cr-13Ni-2.5Mo 鋼の耐力は通常の SUS33 の約 1.5 倍の 40 kg/mm^2 が得られる。同表には溶接継手の試験結果も併記した。D316L メタルアーク溶接によって溶接のままで継手効率約 100% が得られる。このような強度特性のもとで耐食性は SUS33 と同等である。さらにこれら特性におよぼす板厚、熱処理条件などの影響を検討し、N 含有材の強度特性を評価した。

表2. N 添加 SUS33 および溶接材の特性

性質	試験項目	SUS33 15mm t	0.19% N 入り SUS33 15mm t	
			母材	D316L X2N9-7 に溶接材
組織	粒度番号	5.0	8.0	-
	Screening Test**	Dual (I)	Dual (I)	Isolated Ferrite Rods
耐食性	5% H_2SO_4 (9h/1h)	4.47	3.22	-
	Struys Test***	B	B	B
常温 機械的 性質	0.2% 耐力 (kg/mm^2)	28.5	41.1	41.1
	引張強さ (kg/mm^2)	55.6	73.4	72.4
	伸び (%)	62.0	48.6	30.2
	硬さ (Hb)	148	197	87.4 HRC
	衝撃値 (kg-m/cm^2)	30	30	-
	曲げ 180°	180° OK	180° OK	180° OK
	高温 機械的 性質 (400°C)			
高温 機械的 性質 (400°C)	0.2% 耐力 (kg/mm^2)	15.0	21.5	28.9
	引張強さ (kg/mm^2)	46.0	59.3	50.3
	伸び (%)	43.0	41.8	17.4

* As welded. ** $677^{\circ}\text{C} \times 1\text{hr. A.C}$ *** $650^{\circ}\text{C} \times 2\text{hr. A.C}$

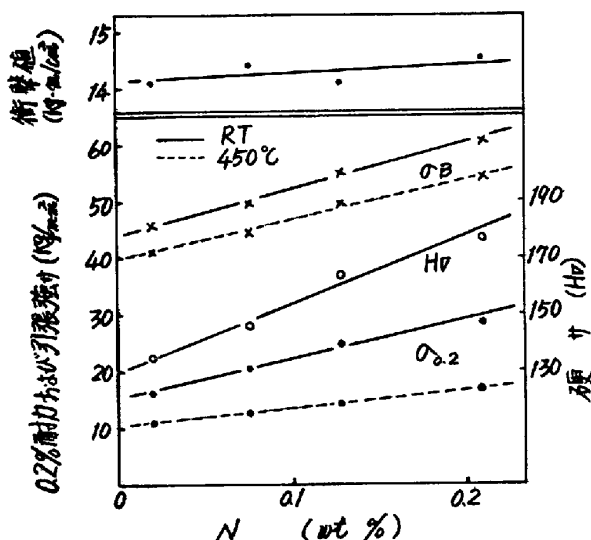


図1. 0.02C-17Cr-13Ni-2.5Mo 鋼の機械的性質におよぼすNの効果 ($1050^{\circ}\text{C} \times \frac{1}{2} \text{ hr. W.Q.}$)