

Table 3. V-notch Charpy tests of welding specimens.

No.	Steel	Transition temperature Tr_{15}						Energy to fracture E_0					
		as rolled			Normalized			as rolled			Normalized		
		0*	8	13	0	8	13	0	8	13	0	8	13
2	Cr-Cu	-36	—	-4	-60	-50	-12	5.5	—	3.0	8.0	7.0	6.0
3	Cr-Cu-Ni-P	-26	70	74	-50	0	-30	5.0	0.3	0.1	6.4	2.6	4.2
12	Cr-Cu-Si-P	-36	80	30	-54	30	22	5.4	0.5	0.8	7.2	1.0	1.0
14	Cr-Cu-Mn-Ni	-52	8	34	<-73	-14	-10	5.8	2.1	0.7	5.3	4.2	4.0
5	Cu-Ni-P (No.1)	-14	45	58	-5	20	24	4.0	0.6	0.2	2.5	1.0	0.4
13	Cu-Ni-P (No.2)	-50	56	67	-38	-12	8	5.4	0.7	0.3	4.5	3.0	2.0
16	Cu-Ni-Mo	-44	24	10	-70	-42	-68	5.8	1.5	2.0	6.3	4.0	5.0
15	Ni-Mo-V	-60	0	30	-62	-30	30	6.0	2.2	0.8	7.0	4.0	1.4
9	Mn-Mo-V	-40	0	10	-50	-18	-18	6.2	2.5	2.0	6.8	3.2	3.2
11	Mn-V-Ti	-34	12	0	-42	-20	-14	5.1	1.4	2.3	6.0	5.2	3.8

* The distance(mm) between welding center line and V-notch of test specimen.

たためと考えられる。

Vノッチの位置が熔接部にある場合と変質部にある場合では E_0 の値で、平均 $3\sim 4\text{ kg}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$ の差が認められた。各鋼種の実験値は Table 3 に示すとおりである。

(8) 耐 蝕 性 試 験

3% 食塩水については各鋼種の間で殆んど差がなく、腐蝕度は1日当り $0.23\text{ mg}/\text{cm}^2$ 程度であつた。2% HCl 腐蝕液については鋼種間でかなりの差があり、比較的成绩良好なものは Cr-Cu 鋼, Mn-V-Ti 鋼であり、腐蝕日数7日での腐蝕度はそれぞれ $16, 64\text{ mg}/\text{cm}^2$ であつた。2.7 HNO₃, 1% H₂SO₄ 腐蝕液については各鋼種間でほとんど差がなく、腐蝕度も1日目 $140\sim 170\text{ mg}/\text{cm}^2$, 3日目 $190\sim 200\text{ mg}/\text{cm}^2$, 7日目 $215\sim 220\text{ mg}/\text{cm}^2$ 程度であつた。

III. 結 言

構造用高張力鋼, Cr-Cu 系, Cr-Cu-Ni-P 系, Cr-Cu-Si-P 系, Cr-Cu-Mn-Ni 系, Cu-Ni-P 系, Cu-Ni-Mo 系, Ni-Mo-V 系, Mn-Mo-V 系, Mn-V-Ti 系などの鋼種につき機械的性質, 熔接性などを調査してみると, その強度は抗張力 $60\sim 90\text{ kg}/\text{mm}^2$ の広範囲にわたつていた。しかしその大半は抗張力 $60\text{ kg}/\text{mm}^2$, 降伏点 $40\text{ kg}/\text{mm}^2$ 以上, 伸び18%以上程度のものであり, 母材切欠脆性, 熔接性, 耐蝕性等を考慮すると, Cr-Cu 鋼, Ni-Mo-V 鋼, Mn-V-Ti 鋼が比較的良好

な結果を示した。

(78) Se 入り快削 18-8 ステンレス鋼について

神戸製鋼所, 神戸研究部

高 田 寿・〇鈴木 武

Study on Free-Cutting 18-8 Stainless Steels Containing Se.

Hisashi Takada and Takeshi Suzuki.

I. 緒 言

Se は化学的に S と同様な性質を有し, 鋼に少量の Se を加えると, 脱ガス剤 grain refiner としての役割を果たすだけでなく, 多量の selenide を生成し, これがチップブレーカーとして作用するために切削性を向上するといわれ, Se 入り快削 18-8 ステンレス鋼としては, Se 単独のものと Se に Mo あるいは Zr を共存せしめたものとの二種類ある。本研究は Se, Se+Mo および Se+Zr の, 18-8 ステンレス鋼の諸性質におよぼす影響を調査し, S の影響と比較するとともに, Se 入り快削 18-8 ステンレス鋼の特性を把握するために行つた。

II. 供 試 材

100 kVA 塩基性高周波炉で溶製した 90 kg 型鋼塊を

Table 1. Chemical composition of specimens tested.

Steels	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Se	Mo or Zr	Remarks
18-8	0.057	0.57	1.78	0.018	0.014	0.03	8.13	17.90	—	—	Base
(18-8)+S	0.057	0.59	1.80	0.018	0.149	0.03	8.20	18.58	—	—	
(18-8)+Se	0.062	0.65	1.68	0.018	0.015	0.04	8.23	18.49	0.221	—	
(18-8)+Se+Mo	0.060	0.63	1.67	0.019	0.013	0.04	8.23	18.00	0.224	Mo 0.11	
(18-8)+Se+Zr	0.079	0.72	1.69	0.015	0.012	0.03	8.19	18.26	0.182	Zr 0.10	

F. R.=2, 6, 19 に相当する試験材に鍛伸し, 1100°C で水冷後, 材料試験, 切削試験, 耐蝕試験を行った. 供試材の一般化学成分を Table 1 に示す.

III. 試験結果

(1) 非金属介在物の観察

as cast の非金属介在物の分布状況をみると, S 入りは結晶粒界に一部 sulphide の配列がみられ, 不規則な形が多いが, Se 入り group の介在物 (selenide) はほぼ球状であり, selenide の色は sulphide 同様, 光学顕微鏡下では灰色で, 鍛造によつて矢張り鍛伸方向に延伸する. また鍛造材の 1100°C 水靱後の清浄度を測定すると, base 材の 18-8 ステンレス鋼を除いては当然のことながら清浄度はきわめて悪い.

(2) 材料試験

F. R.=2, 6, 19, の各供試材の鍛伸, 直角両方向について引張試験, 衝撃試験を行った (F. R.=2 の供試材については小野式回転曲げ疲労試験も行った).

0.2% 耐力, 抗張力, 回転曲げ疲労限: 各供試材とも殆んど差がない.

伸び: 鍛伸方向は各供試材とも大した差がないが F. R. の増加につれて S 入りの直角方向はほかに比べて相当劣り, S 入りは方向差が大である.

絞り: base 材に比べて各快削鋼は二方向とも劣るがとくに S 入りの直角方向は低く, Se 入り group は大分恢復している.

衝撃値: base 材に比べて各快削鋼は二方向共相当劣りとくに S 入りの直角方向の低下ははなはだしい.

F. R.=2 の場合の材料試験の結果を Fig. 1 に示す.

(3) 切削試験

70φ×250mm (F. R.=6) の供試材を 1100°C×5h 水冷し, 側面切削法を採用して, 数種類の切削条件下の切削効率, 切削面, 切屑の状態より各供試材の切削性を比較

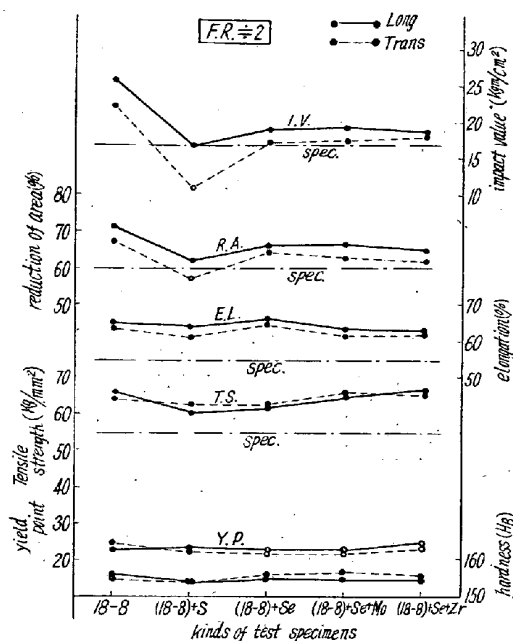


Fig. 1. Results of mechanical tests.

した.

Fig. 2 に各供試材の切削効率を示すが, 切削効率の点では S 入りがもつとも優れ, Se+Mo 入り, Se+Zr 入り, Se 入り, base 材の順であり切屑の状況から判定しても矢張り S 入りがもつとも優れ, Se 入り, Se+Zr 入り, Se+Mo 入り, base 材の順である.

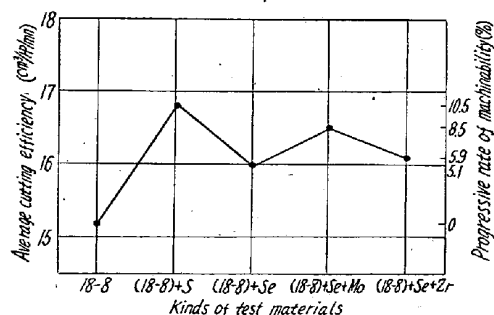


Fig. 2. Comparative curve of cutting efficiency.

Table 2. Results of corrosion test.

Corrosion condition		Corrosion quantity g/m ² ·h				
Steels		40% HNO ₃ 8 h boil test		1% H ₂ SO ₄ 8h test		
JIS spec		< 0.2				
18-8	0.130}	av	0.126	89.8}	av	91.8
	0.121}			93.8}		
(18-8) + S	0.169}	"	0.177	187.0}	"	180.0
	0.184}			179.0}		
(18-8) + Se	0.145}	"	0.149	89.4}	"	89.9
	0.153}			90.3}		
(18-8) + Se + Mo	0.138}	"	0.142	54.6}	"	53.7
	0.146}			52.8}		
(18-8) + Se + Zr	0.114}	"	0.118	85.8}	"	85.8
	0.122}			85.8}		

(4) 耐 蝕 試 験

F. R.=2 の各供試材 (1100°C 水靱済) より腐蝕試験片を作製し, 40% HNO_3 および 1% H_2SO_4 沸騰 8 時間試験を行つた. その結果を Table 2 に示すが, 酸化性溶液の 40% HNO_3 に対しては, SUS-7 の規格値をいづれも満足するが, Se+Zr 入り, base 材がもつとも優れ Se, Se+Mo 入りが, これにつき S 入りはもつとも劣る. また還元性溶液の 1% H_2SO_4 に対しては Se+Mo 入りがもつとも優れ Se+Zr 入り, Se 入り, base 材, S 入りの順である. したがって耐蝕性は Se group の供試材は S 入りより相当優り, とくに Se+Mo, Se+Zr 入りは良好な耐蝕性を示している.

IV. 総 括

以上の試験結果を要約すると,

Se 入りの切削性は S 入りより劣るが, 種々な切削条件下の切削効率, 切屑の状況などより総合判断すると, Se を単独添加したものと, Mo あるいは Zr を同時に添加したものの切削性は殆んど同等である.

一方機械的性質は, 強度の点は S 入り, Se 入り (Mo あるいは Zr 共存の場合を含む) と, 18-8 ステンレス鋼 base 材と殆んど変りはないが, 横目の伸び, 絞り, 衝撃値は Se 入り group は S 入りより相当優れ, S 入りの靱性の劣化をかなり恢復する.

耐蝕性の点は Se 入り group は S 入りより良好で, とくに Mo あるいは Zr を共存せしめた場合は base 材の 18-8 ステンレス鋼より良好である.

したがって快削 18-8 ステンレス鋼として切削性に重点をおく場合は, S 入りがよく, 横目の靱性のある程度必要とするような場合には, S 入りよりも Se 入りが望ましく, 耐蝕性を重視する場合には Se に Mo あるいは Zr を共存せしめるのが望ましい.

(79) 原子炉用低 Mn ステンレス鋼の高温脆化に対する Ti, Zr の効果

日本冶金工業, 川崎製造所

川畑正夫・横田孝三・佐藤洋太・○渡辺哲弥
Effect of Ti and Zr on Hot-Shortness of Low-Mn Stainless Steels for Nuclear Reactors.

Masao Kawabata, Kōzō Yokota,
Yōta, Sato and Tetsuya Watanabe.

I. 試 験 目 的

米国においては AISI 348 および 349 ステンレス鋼が原子炉炉芯用に, 一般用の AISI 347 ステンレス鋼の改良鋼として開発された. 市場性を考えると, Co や Ta と同時に Mn を工業的に可能な程度まで低下させることの方が, 単に Co と Ta のみを技術的可能限まで極低下することよりも有効であるし, かつ实际的である.

ステンレス鋼中の Mn は脱酸成分元素であり, ステンレス鋼の熱間鍛造性を改善する元素と見なされているから Mn を低下させて他の元素を通常の範囲に留めておくことにより, ステンレス鋼の熱間加工性がある程度害われるであろうことを予期しなければならない. 原子炉炉心用の改良型 347 鋼を開発するためにわれわれはつぎのような研究を目標にだ. すなわち Mn および Co を工業的な限度まで低下させた場合に, Mn 含有量の変化に伴なつて生ずる高温延性の低下と, このことに深い関係があると思なされる氧化物および硫化物の含有量やその形態の変化との関係, またもし低 Mn 鋼の脆性が Ti, Zr そのほかの活性元素により回復するとすれば, その効果は何によるものであるかを調査した.

II. 試料および試験方法

電解鉄, 電解クローム, 電解ニッケル, フェロクローム, フェロニオブウムなどを電解金属およびフェロアロイに適宜配合し, 48 kVA 高周波試験溶解炉 (マグネシアライニング) を用いて 75mm 角×120mm 高さの角型鋼塊を溶製した. 溶解試料の化学組成はその代表例を Table 1 に示したような AISI 347 を基本とする. これらの鋼塊を 20mm ϕ の丸棒に鍛造後 1030°C 1 h 加熱急冷の溶体化処理を施し供試材とした.

熱間延性を評価する手段として熱間捩り試験や高温衝撃引張試験などが用いられているが, われわれはシャルピー試験機による高温衝撃試験によつて材料の高温脆性に対する感受性を定性的に表示するをえた. すなわち各種オーステナイト・ステンレス鋼について 1050°C~1350°C の温度域で高温衝撃試験を行い, 各温度に対する衝撃吸収エネルギーおよび試片の破断状況から脆化温度域を見出すことができ, この方法により決定した脆化温度域は, 高温衝撃引張試験法によりえられた値とよく一致した.

Fig. 1 に代表的各種 オーステナイト・ステンレス鋼の高温衝撃試験結果と, これによりえられた脆化温度域