

工は加工度 10% 付近で幾分劣化するが、それ以上の加工度では逆に少しく抗クリープ性向上の傾向が認められる。しかし溶体化試料にくらべれば熱冷加工によつて抗クリープ性はほとんど改善されないようである。N-0は概して N-3 よりかなり抗クリープ性に乏しく比較的短時間で撓み量 10mm に達するが、N-3 とことなり冷間加工、熱冷加工のいずれによつても溶体化のままよりはかなり高温強度が改善されるものようである。

なお破断は圧延温度、圧延率にかかわらず粒界に沿つて起ることが顕微鏡的に確かめられた。

#### IV. 結 言

316L 型鋼ならびに 16-15-6 型合金について耐熱鋼としての二、三の性質におよぼす圧延加工の温度および加工度の影響をしらべた結果を要約すると、

(1) 両鋼種とも多量の N を含むものは 600°C ないし 700°C での熱冷加工による硬度増加がいちじるしい。これは熱冷加工に際して固溶 N が歪時効的に働き、加工硬化を助長するものと考えられる。

(2) 圧延加工の温度が低い場合の変形は主として結晶粒内のじりによつて起り、高温では粒界変形が主となつて粒内のじりはほとんど起らないものと推定される。

(3) 加工試片の加熱による軟化は加工温度の低いほど、また加工度の大きいほど概して速やかであるが、N を含む 16-15-6 型合金では加工温度の影響はあまり顕著ではない。

(4) 含 N 316L 型鋼の 700°C での曲げクリープ特性は冷間圧延によつてかなり害されるが、500°C 圧延では加工度の大きくなるほど幾分改善され、また 700°C 圧延では 20% 程度の加工度でかなり優れた抗クリープ性を示す。

(5) 16-15-6 型合金ではとくに N を含まない試料において加工による抗クリープ性改善の効果は明らかであるが、約 0.3% の N を含む合金では熱冷加工の効果はあまりいちじるしくなく、また冷間加工ではかえつて抗クリープ性が幾分害される。

#### 文 献

- 1) 岡本, 田中, 佐藤, 石塚: 鉄と鋼, 45 (1959) 5, p. 517~522
- 2) 岡本, 田中, 佐藤: 日本鉄鋼協会第 57 回講演大会 (昭和 34 年 4 月) にて発表
- 3) 岡本, 田中, 佐藤, 石塚: 鉄と鋼, 45 (1959) 4, p. 423~432

### (80) 25% Cr-12% Ni 鋼の性質におよぼす諸元素の影響

日本金属工業

工 塚本富士夫・工 須永寿夫・〇鈴木隆志  
Effect of Various Elements on Properties of 25% Chromium - 12% Nickel Steel.

Fujio Tsukamoto, Hisao Sunaga, Takashi Suzuki.

#### I. 緒 言

25% Cr-12% Ni 鋼 (AISI Type 309) は多量の Cr を含有するため耐酸化性がすぐれ、またオーステナイト鋼であるため高温強度が大きいので 18-8 鋼では使用に耐えない 900°C 以上の耐熱鋼として、25 Cr-20 Ni 鋼 (AISI Type 310) とともに使用されているものである。本鋼種は 25 Cr-20 Ni 鋼にくらべて Ni 量が少いにもかかわらず耐熱鋼としての性能にはさほど遜色が見られないので、Ni 資源にめぐまれないわが国としてはその性質を十分に把握するとともに有用性を確認する必要があると考えられる。本鋼種の成分範囲は AISI 規格によれば C 0.20% 以下、Mn 2.0% 以下、Si 1.0% 以下 (ASTM A-167 では 3.5% 以下)、Cr 22~24%、Ni 12~15% となつていますが、25 Cr-20 Ni 鋼よりもオーステナイトが不安定なためわずかの成分の変動によつても性質が大きく変化するのではないかと考えられる。これら成分のうちとくに影響の大きい元素としては C, Si および Ni の 3 元素ではないかと考えられるのでこの 3 成分を種々変えた試料を溶製し、常温ならびに高温における諸性質を測定した。

#### II. 供 試 材

供試材は高周波誘導炉によつて溶製した 7 種の 50 kg 鋼塊を熱間圧延により 22mm 丸棒または 5mm 板に加工したもので、いずれも 1100°C に加熱空冷により焼鈍を行つてから実験に供した。供試材の化学分析結果を Table 1 に示す。

Table 1. Chemical composition of specimens tested.

Specimen No.	C	Mn	Si	Cr	Ni
1	0.11	1.65	0.55	23.79	13.43
2	0.17	1.67	0.57	23.62	13.39
3	0.28	1.64	0.66	23.44	13.39
4	0.16	1.57	1.30	23.65	13.33
5	0.16	1.62	2.27	23.90	13.42
6	0.13	1.53	0.65	23.58	11.94
7	0.12	1.59	0.69	23.62	14.96

III. 実 験 結 果

(1) 常温機械的性質 焼鈍材の常温における引張およびカタサ試験結果を Fig. 1 に示す. 最も影響の大きいのはCで強度を高める代りに伸びおよび絞りの低下をとらなう. これに較べ Si および Ni のもたらす効果はすくない. 衝撃抵抗の変化は Fig. 2 のA曲線に見られるようにCはいちじるしく脆化させるが Si や Ni はあまり影響しない. また板材について ASTM 規格によるU屈曲試験を行なった結果ではC 0.28% の No.3は110°Cで, また Si 2.3%の No.5は115°Cで破断したほかはすべて180°Cの屈曲が可能であった. これによつて25 Cr-12 Ni 鋼においては冷間加工性の点からCは0.20%以下, また Si は2.0%以下が適当であると考えられる.

(2) 高温加熱による脆化 25-12 鋼は 25-20 鋼に比しオーステナイトが不安定なため赤熱温度範囲で長時間加熱すると sigma 相を析出して常温における靱性がいちじるしく低下する欠点があるといわれている. よつ

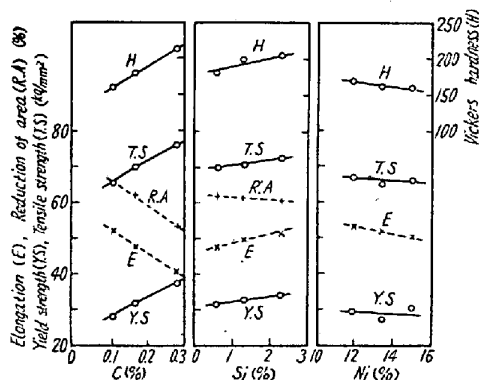


Fig. 1. Tensile and hardness test results of annealed materials.

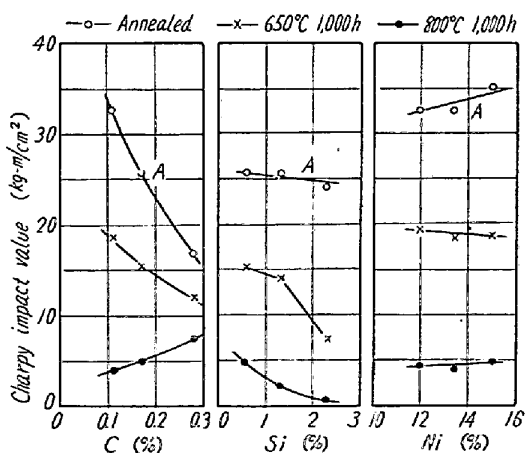


Fig. 2. Effect of prolonged exposure at 650°C and 800°C on the room temperature Charpy impact resistance.

て sigma 相の最も析出しやすい 800°C で 1000 h 加熱した後の常温衝撃抵抗を測定した. また炭化物の析出によつても脆化を起すので 650°C で 1000 h 加熱した試料について同様な試験を行なった. その結果は Fig. 2 に示すようにCは sigma の析出による脆化を抑制する効果を有するが Si は逆に脆化を促進させ, また Ni はほとんど影響を与えないものであることが知られる.

一方 650°C 加熱の場合の炭化物の析出による脆化は当然のことながら C% の増加とともに助長されるが Ni はほとんど影響しないようである. Si については2.3%を含む No.5 がいちじるしく脆化しているがこれは炭化物のほか sigma 相も析出しているためと考えられる.

(3) 高温クリープ破断性 耐熱鋼として重要な性質である高温強度および延性を比較するため 650°C 1000 h および 800°C 100 h のクリープ破断試験を行なった. その結果を Table 2 に示す. C は 650°C における破断強さをわずかに低下させるが, 破断伸びを改善する効果を有する. また 800°C の破断強さは C 量によつてほとんど影響をうけないようである. Si は 650°C および 800°C とともにクリープ破断強さを高めると同時に破断伸びをいちじるしく改善する特質があるので Si 量の増加は 25-12 鋼の高温機械的性質に対しては有益であることが知られる. これに対し Ni はクリープ破断性にはほとんど影響をおよぼさない.

Table 2. Creep rupture test results.

Specimen No.	Rupture strength (kg/mm <sup>2</sup> )			Elongation (%)
	650°C 100 h	650°C 1000 h	800°C 100 h	650°C 1000 h
1	17.5	11.4	4.8	8
2	16.8	11.2	4.8	11
3	16.6	10.7	4.7	17
4	18.5	11.7	5.2	18
5	19.8	11.7	5.6	34
6	17.7	11.7	—	8
7	17.2	11.4	—	8

(4) 耐酸化性 1300°C 以下の大気中で酸化試験を行なった結果によれば 25-12 鋼の耐酸化性は Si の添加によつていちじるしく改善されるがCはわずかに劣化させ, また Ni はあまり影響しないものであることがわかつた.

IV. 結 言

25Cr-12Ni 鋼の常温および高温の諸性質におよぼす C, Si および Ni の影響について検討した結果次の結論を得た.

(1) Cは sigma 脆性を抑制するほかクリープ破断伸びを改善する効果を示すが、常温における靱性および延性を低下させる影響が大きいので常温加工性の見地からは 0.2% を越えない方が適當である。

(2) Si はクリープ破断性質および耐酸化性をいちじるしく改善する効果を有するが、その反面 sigma 脆性を促進し、かつ約 2% 以上では常温の屈曲性の明らかな劣化を示す。Si の適量については個々の使用条件について前記特性を比較考慮して決めるべきであるが一般的にいえば 1.5~2.0% 位が適量ではないかと考えられる。

(3) Ni は 12~15% の範囲内の変動では前記諸性質に与える影響はわずかである。

### (81) 耐熱鋼 A286 の機械的性質について

(A 286 に関する研究—I)

住友金属工業, 製鋼所

工〇長谷川太郎・落合 治・理 山下静夫

#### On Mechanical Properties of Alloy A 286.

(Studies on alloy A 286—I)

Taro Hasegawa, Osamu Ochiai, Shizuo Yamashita.

#### I. 緒 言

耐熱鋼 A286 は Table 1 に示される成分の耐熱鋼で Fe-Cr-Ni 系オーステナイト地に Ti, Al, V 等析出硬化元素を含有している。本鋼は Krupp 社の 'Tindur' を改良した成分のもので、Discaloy 24, W 545 等もこれに類似した成分の合金である。本鋼は 19-9DL, Timken 16-25-6 と同様にジェットエンジン用タービンローター材等として 700°C 以下の高温で高い強度を要求される部分に汎く使用されているが、その他高

はなく、固溶化処理後時効処理を行なつて Ti, Al 等の析出硬化により高い強度を得る強析出硬化型合金に属するので、製造上困難をとまなう hot cold working は不要である。しかし著者<sup>1)</sup>の一人が Ni 基耐熱合金について報告したごとく、この種 Ti, Al による析出硬化を行う合金では熔解, 鍛造, 熱処理等の製造上の因子が機械的性質にいちじるしい影響を与えることが予想されるし、また W. W. Dyrkacz<sup>2)</sup> によれば真空熔解により本合金の機械的性質はいちじるしく改善されるといわれている。

本研究では大気中および真空熔解により製作した A 286 の一般的性質を Timken 16-25-6 と比較し、本合金の特徴および熔解法の機械的性質におよぼす影響の概要をのべたい。

#### II. 供 試 材

供試材は 100 kg 塩基性高周波熔解炉および 50 kg 真空熔解炉により熔解, 鑄込れた鋼塊を 15mmφ に鍛伸したもので、化学成分は AMS 5735 B<sup>3)</sup> による標準成分のものなることは Table 1 に示す通りである。Table 1 によれば大気中熔解材 E 9 は真空熔解材 E 11 に比し窒素量がいちじるしく多いことが認められる。

これらの試験材は Table 2 に示す標準の固溶化処理および時効処理を施しその後の機械的試験に供した。

#### III. 短時間機械的性質

Fig. 1 は常温より 800°C の間の短時間引張試験結果を示す。真空熔解材は大気中熔解材に比べ常温引張試験では絞りが高いが、そのほかは大差ない。しかるに高温引張試験では真空熔解材は抗張力, 耐力, 伸び, 絞りいずれも大気中熔解材より高く、強度では 700°C 以上で、伸び, 絞りでは 600°C 以上でとくにその差がいちじるしい。

Fig. 2 は両試料の衝撃値を比較したもので、やはり真空熔解材の方が衝撃値が高いことが明らかである。

Table 1. Chemical composition of material tested.

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Ti	Al	N
E 9	0.04	0.78	1.39	0.003	0.012	15.49	25.95	1.30	0.32	1.92	0.28	0.028
E 11	0.06	1.00	1.36	0.004	0.010	15.83	26.86	1.33	0.35	2.30	0.23	0.005
AMS 5735 B	<0.08	0.40 ~1.00	1.00 ~2.00	<0.040	<0.030	13.50 ~16.00	24.00 ~27.00	1.00 ~1.50	0.10 ~0.50	1.75 ~2.25	<0.35	—

温用ボルト材, 航空機, ミサイル機体構造材, ローター以外のジェットエンジン部品にも利用されている。

本鋼は 19-9DL, Timken 16-25-6 と異り hot cold working により高温強度を向上する加工硬化型合金で

Table 2. Heat treatment of specimens tested.

Solution treatment	Aging
980°C × 1 h-oil-cooling	718°C × 16 h-air-cooling