

(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

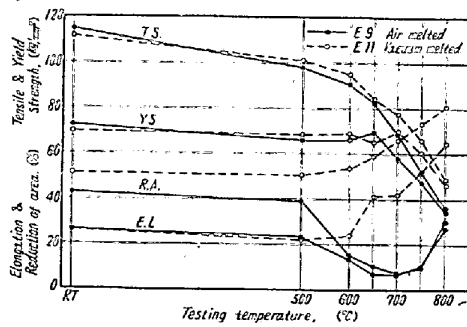


Fig. 1 Short time tensile test properties of vacuum- and air-melted A286.

Fig. 3は真空熔解材および Allegheny Ludlum Steel 社<sup>4)</sup>, 著者の実験した Timken 16-25-6 の引張試験結果<sup>5)</sup>を比較図示したものである。Fig. 3によれば A286 は Timken 16-25-6 に比し強度, 靱性ともにすぐれていることは明らかである。A286 では

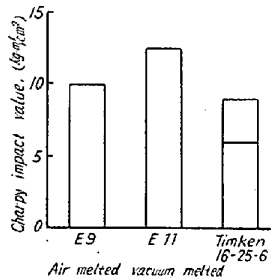


Fig. 2. Charpy's impact value of A286 and Timken 16-25-6.

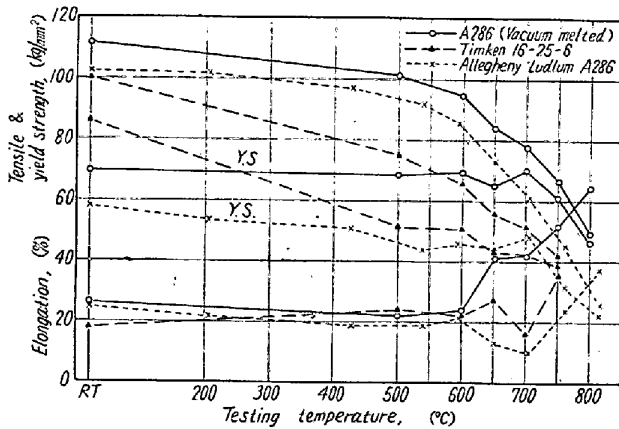


Fig. 3. Comparison of short-time tensile test properties of A286 and Timken 16-25-6.

常温より 700°C の間の耐力はほとんど低下せぬが Timken 材では加工硬化により常温の耐力は高いが, 500°C では常温より低下し A286 より低くなっているのが特徴的である。

IV. クリープ破断試験

Fig. 4 は兩種熔解材の 650°C におけるクリープ破断試験結果を示す。切欠付試験片は図に示す切欠形状で, 応力集中係数 2.5 である。Fig. 4 によれば平滑材および切欠材ともにクリープ破断強度は大気中熔解材に比べ真空熔解材は高いことが明らかである。また真空熔解材は平滑材より切欠材のクリープ破断強度が高く, 切欠靱

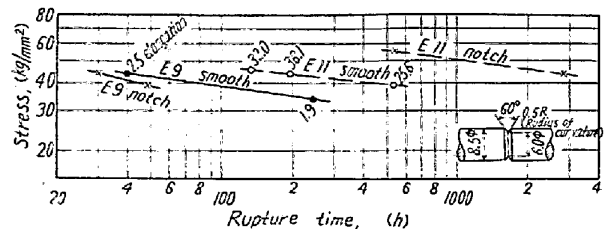


Fig. 4. Creep rupture strength of air- and vacuum-melted A286.

性であることを示しているが, 大気中熔解材は逆に切欠脆性を示している。切欠材破断応力 / 平滑材破断応力にて切欠感度を比較すると 100 h 破断応力では真空熔解材は 1.48, 大気中熔解材は 0.84 であり, 真空熔解材は大気中熔解材に比べ切欠に対し鈍感であるといえる。

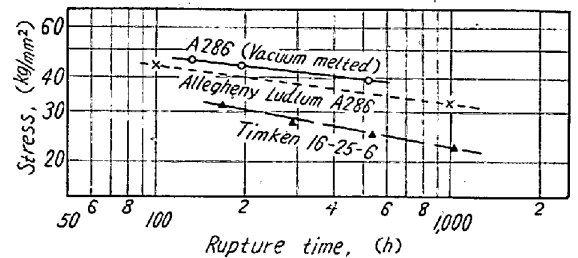


Fig. 5. Comparison of creep rupture strength at 650°C of A286 and Timken 16-25-6.

Fig. 5 は真空熔解材および Allegheny Ludlum Steel 社<sup>4)</sup>, 著者の実験した Timken 16-25-6 の 650°C のクリープ破断応力を比較したもので, A286 が Timken 16-25-6 に比し 650°C にていちじるしく高いクリープ破断応力を示すことは明らかである。

V. 結 言

大気中および真空熔解により試作した A286 の機械的性質について Timken 16-25-6 と比較して本鋼の特徴をまとめると次のごとくなる。

(1) 真空熔解した A286 は Timken 16-25-6 に比べ短時間強度, およびクリープ破断応力はいちじるしく高く, また靱性も良好である。また A286 では常温より 700°C まで耐力がほとんど低下せず一定なることは Timken 16-25-6 では 500°C にてすでに常温より低下していることと対照的である。

(2) 真空熔解した A286 は大気中熔解材に比べ短時間機械的性質でも強度, 靱性ともに高く, 650°C のクリープ破断試験においても平滑, 切欠材のクリープ破断応力は高い。また大気中熔解材に比べ真空熔解材の切欠感受性ははなはだしく低いことが認められた。

文 献

- 1) 長谷川: 鉄と鋼, Vol. 45 (1959), No. 4,
- 2) W. W. Dyrkacz: Journal of Metals, Dec. 1957
- 3) AMS 5735B: Society Automobile Engineers
- 4) Allegheny Ludlum Steel Corp.: Allegheny Blue Sheet
- 5) 長谷川等: 鉄と鋼, Vol. 43(1957), No. 6,

(82) 38% Ni 耐熱合金の諸性質におよぼす Mo, W, V および Nb の影響

日立金属工業, 安来工場

工博 小柴 定雄・〇九重 常男

Effect of Mo, W, V and Nb on Properties of 38% Ni Heat-Resisting Alloy.

Sadao Koshiba, Tsuneo Kunou.

I. 緒 言

Ni-Cr-Co-Mo (38-18-20-3) 耐熱合金はこのほか Ti および Al も含有し, Ni と Ti, Al の金属間化合物ならびに Cr および Mo の炭化物両者を形成し優れた耐熱性を示す. 今回は炭化物生成元素である Mo, W, V および Nb をそれぞれ単独に添加し, 溶体化処理硬度, 時効硬度, 常温ならびに高温機械的性質, ラプチャー強度耐酸化性および顕微鏡組織におよぼす影響について実験を行なった.

II. 実験方法

基準成分を Ni 38, Cr 18, Co 20, Mo 3, Ti 2.8, Al 0.2% とし Mo 約 3~10, W 約 2~7, V 約 1~3

Nb 約 1~3% をそれぞれ単独に添加して高周波電気炉にて 30kg 鋼塊を吹製し, 15mm 角に鍛伸して試料とした. 溶体化処理, 時効硬度は 15×15×15mm の試料で, 溶体化処理硬度は 1100~1200°C の温度より水冷して硬度を測定し, 時効硬度は 1100, 1150°C および 1200°C 水冷の試料を 500~900°C に各 1 時間時効して硬度を測定した. 時効時間による硬度は 1150°C より水冷後 750~850°C の時効温度に 100 時間まで累計的に時効し硬度を測定した. 常温機械的性質は平行部 7mm φ の引張試験片ならびにシャルピー衝撃試験片を 1150°C より水冷後 600~900°C に各 1 時間時効して機械的性質を測定した. 高温機械的性質は常温と同様の試験片を 1150°C より水冷後 750°C に 20 時間時効して 600~900°C の試験温度における機械的性質を測定した. ラプチャー試験は前述と同様の熱処理を行い 732°C の試験温度で 35.7 kg/mm<sup>2</sup> の応力をあたえ破断にいたる時間を測定した. 耐酸化試験は 10φ×20mm の試料を前述と同様の熱処理を行い管状電気炉で 700~900°C の温度に 50 時間加熱して酸化増量を化学天秤で秤量した.

III. 実験結果

(1) 試料の化学成分

Table 1 に試料の化学成分を示す. M 3~10 で Mo, W 2~7 で W, V 1~3 で V, Nb 1~3 で Nb の影響を調べた.

(2) 溶体化処理硬度

溶体化処理硬度は Mo, W, V および Nb とその量を増すにしたがい増大する. また溶体化処理温度の上昇によつては硬度を減少する.

(3) 時効硬度

Fig. 1 に Mo の場合の時効硬度を示したが他の W,

Table 1. Chemical composition of specimens.

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	W	V	Co	Nb	Al	Ti
M 3	0.03	1.03	1.23	0.014	0.009	37.76	17.86	3.06	—	—	21.38	—	0.20	2.36
M 5	0.03	0.93	0.99	0.015	0.015	37.71	17.98	5.16	—	—	21.75	—	0.19	2.39
M 7	0.03	1.02	1.12	0.010	0.013	37.86	17.95	6.75	—	—	22.00	—	0.20	2.28
M 10	0.04	1.21	1.19	0.009	0.020	37.90	18.00	9.50	—	—	21.13	—	0.21	2.41
W 2	0.04	1.24	1.25	0.011	0.016	37.27	18.10	3.16	1.54	—	21.38	—	0.22	2.35
W 4	0.03	1.00	1.16	0.011	0.011	37.27	18.21	2.96	4.16	—	20.88	—	0.20	2.36
W 7	0.04	0.92	1.23	0.008	0.018	37.79	18.11	3.06	6.35	—	21.75	—	0.21	2.38
V 1	0.03	1.08	1.19	0.009	0.016	37.47	17.81	3.06	—	0.87	21.13	—	0.23	2.28
V 2	0.05	0.98	1.14	0.011	0.024	37.47	17.96	3.06	—	1.53	21.75	—	0.20	2.38
V 3	0.06	1.02	1.23	0.011	0.016	37.47	17.99	2.96	—	2.39	20.88	—	0.22	2.45
Nb 1	0.04	1.10	1.05	0.010	0.013	38.04	17.82	2.92	—	—	20.00	1.04	0.22	2.40
Nb 2	0.04	1.10	1.08	0.009	0.013	37.64	17.51	2.96	—	—	20.50	2.26	0.21	2.41
Nb 3	0.05	1.00	1.08	0.009	0.008	37.44	17.93	2.91	—	—	20.50	3.34	0.22	2.39