

であるが、100 h 程度のクリープ破断試験の結果では C 量が多いほどすぐれていることがわかる。しかし長時間のクリープ破断強さは必ずしも良くなるとは限らないから数千時間程度のクリープ破断試験を行なう必要がある。

S 14~S 16 は C を一定にして B を 0.05~0.15% 添加したものであるが B を単独で 28Cr-15Ni 系ステンレス鋼に添加するとかえって短時間のクリープ破断強さは低下する。

したがって前述の結果から Mo, Ti を添加した上で B を添加しなければならないことがわかる。

Table 2 に全試料の 10 h および 1000 h のクリープ破断強さを示す。

Table 2. Creep-rupture strength of 28Cr-15Ni stainless steels.

Steel No.	Rupture strength (kg/mm ²)		Steel No.	Rupture strength (kg/mm ²)	
	10 h	100 h		10 h	100 h
S 1	0.79	0.45	S 11	0.77	(0.48)
S 2	0.74	0.42	S 12	0.90	0.54
S 3	0.65	(0.43)	S 13	(1.08)	0.64
S 4	0.66	0.36	S 14	0.74	0.45
S 5	0.63	(0.34)	S 15	0.74	0.47
S 6	0.80	0.48	S 16	0.73	0.40

() ; extrapolated.

これらの結果から 28Cr-15Ni 系ステンレス鋼のクリープ破断強さを良くするには C 量を多くすることがもつとも有効であることがわかる。

(170) A 286 の機械的性質におよぼす溶解法の影響

(A 286 に関する研究—V)

住友金属工業車輛鍛事業部

工博○長谷川太郎・落合 治・山下 静夫

Effect of Melting Procedure on Mechanical Properties of Alloy A 286.

(Studies on the alloy A 286—V)

Dr. Taro Hasegawa, Osamu Ochiai
and Shizuo Yamashita.

I. 緒 言

前報^{1)~3)}までに A 286 の機械的性質、金属組織などにおよぼす真空溶解法、成分などの影響について報告した。これらの結果によれば大気中溶解材に比べ真空溶解

材が高温機械的性質がすぐれていることが明らかであった。

本報では消耗電極式溶解法を加えて、大気中高周波溶解、真空高周波溶解の 3 種の溶解法によりタービン・ローターを試作し、それぞれの鍛伸材とともにローターの機械的性質を調べた結果を報告する。

II. 供 試 材

供試材：100 kg および 50 kg 塩基性高周波溶解炉、50 kg 真空溶解炉、300 kg および 5 kg 消耗電極式アーク溶解炉により溶製した材料を用いた。鋼塊重量、溶解雰囲気は Table 1 のとおりである。鍛伸材は各鋼塊から 15 mm φ に鍛伸したものをを用いた。ローターは E 10 (大気中溶解)、E 13 (アーク溶解材)、E 11 (真空溶解材) の鍛伸材と同一鋼塊から 250 mm φ および 380 φ のローターを製作した。

Table 1 に示すごとく化学成分は AMS 5735 B にしたがう標準のものである。真空雰囲気では N, O, H 量の低いことが認められる。熱処理は鍛伸材、ローターともに Table 2 に示す標準の固溶化処理および時効処理を行なった。

III. 鍛伸材の機械的性質

1) 短時間引張り性質

常温引張り性質は大型アーク溶解 E 13、真空溶解 E 11 が大気中溶解にくらべて絞りが高いが、そのほかは大差ない。Fig. 1 に 650°C の引張り試験結果を示す。アーク溶解材は大気中溶解にくらべてやや靱性が優れる程度で大差なく、真空溶解材は強度、靱性とも大気中溶解材より高い。

2) 650°C クリープ破断試験

Fig. 2 は 650°C、43.9 kg/mm² の一定試験条件で行なった平滑および 2 種の切欠付クリープ破断試験結果を示す。

平滑試験結果ではアーク溶解材は大型、小型、減圧 Ar、真空のいずれの場合も大気中溶解材にくらべて大差はない。大型アーク溶解材 E 13 は引張り試験と同様に若干破断後伸びがすぐれている。真空溶解 E 11 はほかの 2 溶解法にくらべていちじるしくすぐれた破断時間および伸び値を有する。

切欠付クリープ破断試験の結果はアーク溶解材は大型では大気中溶解よりすぐれ、小型では大差はない。真空溶解はいちじるしく高い切欠破断強度を示す。また CV 3 型試験片の切欠の応力集中係数 α_K は CV 1 型試験片のそれより大きいが大気中溶解、アーク溶解では CV 3 型は CV 1 型より破断時間は短くなり、真空溶解で

Table 1. Chemical composition and melting procedure of materials tested.

Mark	Melting furnaces	Melting atmosphere	Ingot weight kg	C	Si	Mn	P	S	Cr
E10	100 kg H. F. Basic	Air	100	0.05	0.87	1.24	0.005	0.014	15.41
E15	50 kg H. F. Basic	Air	50	0.04	0.90	1.27	0.004	0.019	15.90
E13	Arc (large)	50 mm Hg Ar	270	0.06	0.67	1.61	0.010	0.014	14.46
E16	Arc (small)	"	2.8	0.04	0.88	1.23	0.004	0.017	15.60
E17	"	1×10^{-3} ~ 0.05 mmHg	2.5	0.04	0.87	1.22	0.004	0.016	15.68
E11	50 kg Vacuum	2×10^{-3} mmHg H. treat	50	0.06	1.00	1.36	0.004	0.010	15.83
AMS 5735 B		—	—	<0.08	0.40 ~ 1.00	1.00 ~ 2.00	<0.040	<0.030	13.50 ~ 16.00

Mark	Melting furnaces	Ni	Mo	V	Ti	Al	B	N	O	H
E10	100 kg H. F. Basic	26.18	1.20	0.31	1.90	0.19	0.0003	0.013	—	—
E15	50 kg H. F. Basic	26.56	1.17	0.40	2.35	0.19	0.0001	0.009	0.0022	—
E13	Arc (large)	25.75	1.11	0.27	1.83	0.16	0.0006	0.011	0.0036	—
E16	Arc (small)	26.13	1.25	0.29	2.14	0.20	0.0002	0.010	0.0043	53×10^{-5}
E17	"	26.10	1.28	0.30	2.17	0.17	0.0006	0.006	0.0031	9×10^{-5}
E11	50 kg Vacuum	26.83	1.33	0.35	2.30	0.23	0.0016	0.005	0.0008	8×10^{-5}
AMS 5735 B		24.00 ~ 27.00	1.00 ~ 1.50	0.10 ~ 0.50	1.75 ~ 2.25	<0.35	—	—	—	—

Table 2. Heat treatment of bars and rotor discs tested.

Solution treatment	Aging
980°C × 1 h - Oil cooling	718°C × 16 h - Air cooling

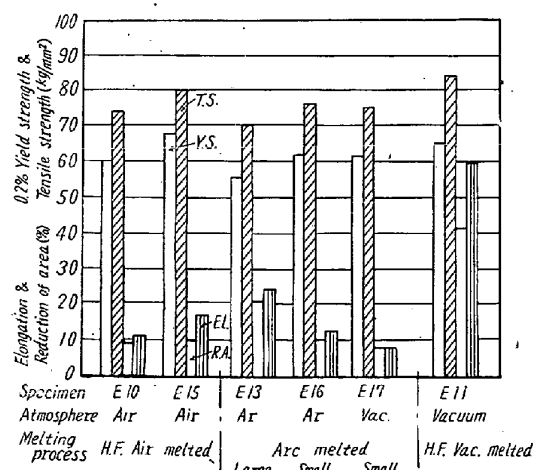


Fig. 1. Effect of melting procedure on short time tensile properties at 650°C of alloy A286.

は逆に 8 倍以上の長時間となり、切欠感受性が非常に鈍感であることを示す。

IV. ローター材の機械的性質

1) 短時間引張り性質

	D mm ϕ	d mm ϕ	γ mm	Nee. ang.	α_K
CV 1	8.5	6.0	0.5	60°	2.5
CV 3	8.5	6.35	0.2	60°	3.6

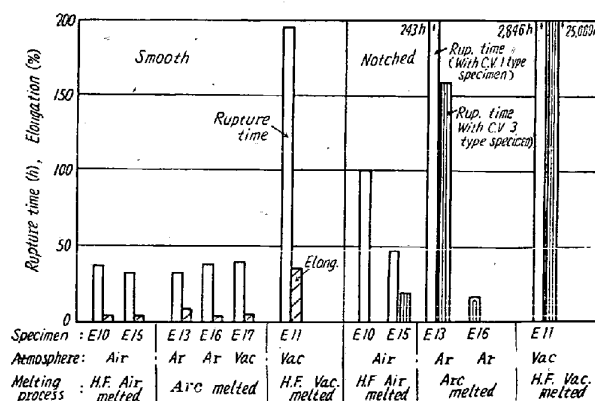


Fig. 2. Effect of melting procedure on smooth and notch creep-rupture strength at 650°C, 43.9 kg/mm² of the alloy A286.

650°C のローター各部の機械的性質をそれぞれの鍛伸材と比較して Fig. 3 に示す。

各溶解法ともほぼ鍛伸材に匹敵する性質を示している。大気中溶解ローターでは中心部の強度、靱性がやや低くなる傾向があるが、大型アーク溶解は各部ともほぼ同じ機械的性質を有し、大型アーク溶解材の中心部が健全である特徴を示すものといえよう。

短時間引張り性質は大気中溶解、アーク溶解、真空溶

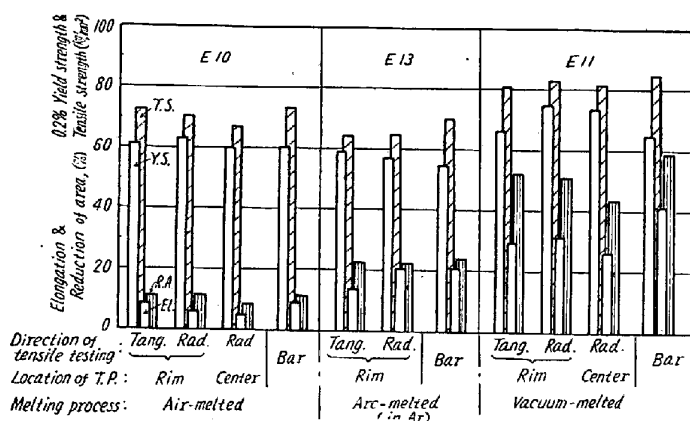


Fig. 3. Effect of melting procedure on short time tensile properties at 650°C, rotor disc and bar of the alloy A286.

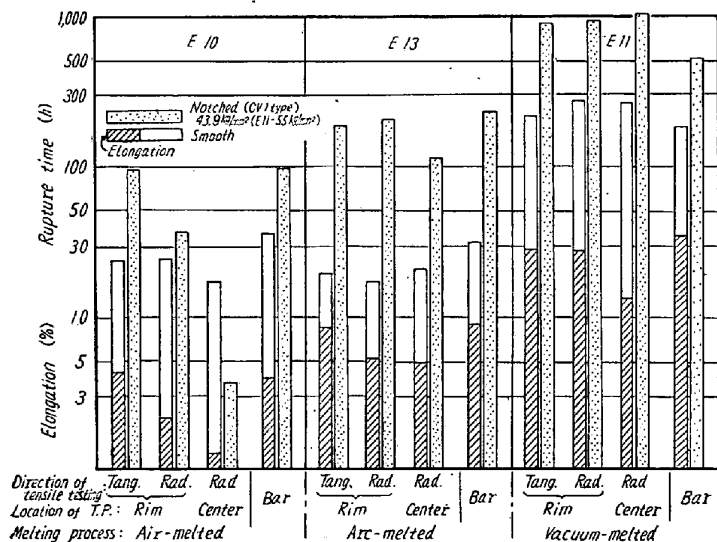


Fig. 4. Effect of melting procedure on smooth and notch creep-rupture strength at 650°C, 43.9 (55.0) kg/mm² of rotor disc and bar of alloy A286.

解の順に良くなる。

2) 650°C クリープ破断試験

650°C のローター各部の平滑および切欠付クリープ破断試験結果を鍛伸材と比較して Table 4 に示す。

平滑試験片の結果では各溶解法とも、破断時間は鍛伸材と同程度の値を得られる。伸び値は大気中溶解ローターは外周部に比べて中心部が非常に低くなる。アーク溶解では短時間と同様その傾向が小さい。

切欠付試験の結果は大気中溶解ローターは外周部は鍛伸材と同等であるが、外周から中心になるにしたがつて破断時間がいちじるしい低下を示し、中心部半径方向では切欠脆化を示す。

アーク溶解、真空溶解では各部とも切欠強化を示し鍛伸材と匹敵する切欠クリープ破断強度が得られる。

クリープ破断性質は大気中溶解、アーク溶解、真空溶

解の順によくなるが真空溶解ローターはとくにすぐれた強度と切欠靱性を有する。

V. 結 言

3種の溶解法により製作した鍛伸材およびローター材の機械的性質を比較した結果をまとめるとつぎのごとなる。

鍛伸材:

(1) 短時間性質は常温ではいちじるしい差はなく、650°C で真空溶解が強度、とくに靱性がもつとも高く、アーク溶解は大気中溶解にくらべて大差はないが大型アーク溶解材の靱性が高い。

(2) 650°C クリープ破断試験結果は溶解法の差がさらに明瞭となり、平滑、切欠試験ともに真空溶解がもつとも高い強度、靱性を示す。アーク溶解、大気中溶解の比較は平滑では差はないが、切欠ではアーク溶解のうち大型アーク溶解は大気中より非常に高い強度を示す。小型アーク溶解は大気中溶解と差はない。

ローター材:

(1) 短時間性質は各溶解法ともローター材は鍛伸材と匹敵する性質が得られた。常温ではアーク溶解、真空溶解が大気中溶解にくらべて靱性が高い。650°C ではあきらかに大気中、アーク、真空溶解の順に靱性が高くなる。常温 650°C を通じて真空溶解は強度がもつとも高く、大気中溶解は中心部が強度、靱性が低い傾向が見られる。

(2) 650°C クリープ破断試験はアーク溶解、真空溶解は鍛伸材と匹敵する性質を有し溶解法の差は明瞭となり平滑、切欠を通じて真空溶解がもつとも高い強度、靱性を有する。平滑ではアーク溶解、大気中溶解は強度は大差はないが、靱性は前者がすぐれる。大気中溶解ローターは中心部の靱性が非常に低い。この傾向は切欠付試験でさらにあきらかとなり、中心部は切欠脆化となる。アーク溶解は真空溶解について良好な切欠強度を有する。

文 献

- 1) 長谷川: 鉄と鋼, 45 (1959) 9, p. 179~181
- 2) 長谷川: 鉄と鋼, 46 (1960) 3, p. 197~199
- 3) 長谷川: 鉄と鋼, 46 (1960) 3, p. 199~200