

4. 結 言

18-8系ステンレス鋼線の機械的性質におよぼす諸因子の影響を調べ、つぎの結果をえた。

① 伸線加工による機械的性質の変化は成分、熱処理条件に影響される。

② 伸線加工各段階のものに同一水靱処理(1150°C×1min→WQ)を行なつても加工率の影響を完全に除去することができず、加工率とともに抗張力は増加する。

③ -2.2mmφ水靱後の抗張力は水靱前の加工率に影響され、かつ熱処理時間を変えてもその影響は除去されない。

以上のうち②、③はおもに集合組織の形成度によることを明らかにした。

文 献

- 1) 渡辺: 日本金属学会誌, 22 (1958), p. 120
- 2) K. W. ANDREWS: J. Iron & Steel Inst. (U. K.), 184 (1956), p. 274
- 3) T. ANGEL: J. Iron & Steel Inst. (U. K.), 177 (1954), p. 165
- 4) 石橋: 日本機械学会論文集, 199 (1961), p. 158

669187.26:621.3.636-66

(281) エレクトロスラグ溶解法による Fe-Cr-Al電熱材について

理研ピストンリング工業研究所

小林 公正・○小川 清彦

On the Fe-Cr-Al Heating Element by the Electroslag Melting Process

Kimimasa KOBAYASHI and KIYOHICO OGAWA

1. 緒 言

近年、特殊鋼たとえばステンレス鋼、軸受鋼、耐熱鋼または工具鋼などの製造にいわゆるエレクトロスラグ溶解法を採用すると、均質で高純度の鋼塊を比較的容易に溶製できることが知られている<sup>1)</sup>。当研究所では10年ほど前から独自の開発研究を続けエレクトロスラグ溶解法によりFe-Cr-Al系高性能電熱材の工業的製造に成功している<sup>2)3)</sup>。

本実験はエレクトロスラグ溶解が電熱材の諸性質におよぼす影響を調べるために、ほぼ同一成分からなるFe-Cr-Al合金(27Cr-7Al-0.45Ti)をエレクトロスラグ溶解法および高周波溶解法で溶製し、両溶解法の差異を比較したものである。

2. 供試材料

両溶解法とも原材料は脱炭せる軟鋼パイプ、JISG 2303 低炭素 Fe-Cr 2号、JISG 2309 低炭素 Fe-Ti 1号および JISH 4181 特2種の Al をそれぞれ用いた。Table 1 に原材料の化学組成を示す。

通常エレクトロスラグ溶解法は交流電源を使用し、電極はあらかじめ溶解された合金を用い、これをスラグ浴中で溶解するのであるが、本実験では直流電源を用い、電極は原材料のままこれを複合電極として溶解した。Table 2 にその溶解条件を示す。

高周波溶解法は約300kVAの炉を使用した。ライニングはMgOを用い、原材料は軟鋼パイプ、Fe-Cr、Fe-Ti および Al の順序で投入し、出湯温度は1700°Cで、160mmφのインゴットケースに注湯した。溶解時間は約1hrで鋼塊重量は110kgであつた。

これらの鋼塊を2重のドロップハンマーで100mmφに鍛造し、さらに熱間圧延で8mmφとし、その後温間または冷間で4mmφ、2mmφおよび0.5mmφまで

Table 1. Chemical composition of raw materials (%).

Raw material	C	Si	Mn	P	S	Cr	Al	Ti	Cu	Zn	Fe
Fe(Mild steel)	0.0028	0.020	0.38	0.012	0.023	0.025	0.031	0.01	—	—	Bal.
Fe-Cr	0.025	0.60	—	0.026	0.016	62.67	—	—	—	—	〃
Fe-Ti	0.07	0.90	0.18	0.002	0.014	—	6.87	41.25	—	—	〃
Al	—	0.014	N.D.	—	—	—	Bal.	—	0.02	N.D.	—

Table 2. The conditions of electroslag melting.

Size of ingot (mm φ)	Weight of ingot (kg)	Electrical condition		Electric power/unit weight (kWh/kg)	Flux
		Voltage (V)	Ampere (A)		
165	120	40	5500	1.46	CaF <sub>2</sub>

Table 3. Chemical composition and electrical resistivity of specimens.

Specimen	Composition (%)								Electrical resistivity (μΩ-cm)	Melting method
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Al	Ti		
A	0.024	0.21	0.24	0.017	0.005	26.86	6.88	0.45	157.7	Electroslag furnace
B	0.034	0.58	0.26	0.018	0.016	26.63	6.80	0.43	156.1	Induction furnace

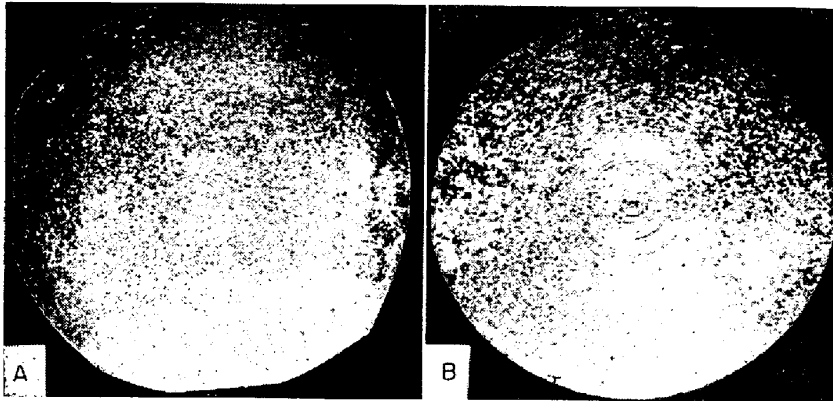


Photo. 1. Macrostructure of 100 mm  $\phi$  forged billet (etched with 10% sulfuric acid).

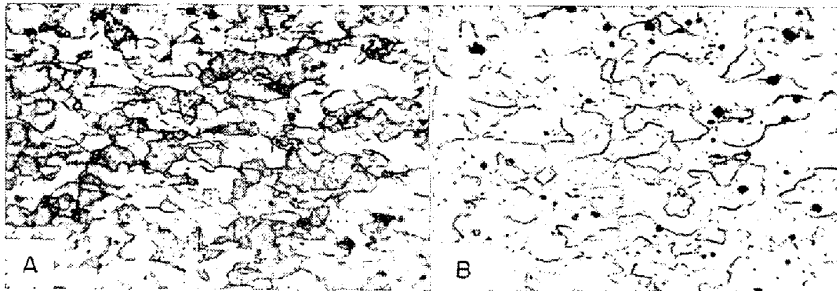


Photo. 2. Microstructure of 8 mm  $\phi$  rod (etched with 70% aqua regia heat treatment : 735°C  $\times$  30 min in air.)

Table 4. Cleanliness of specimens.

Specimen	Cleanliness amount of inclusions (%)
A	0.328
B	0.639

伸線した。

Table 3 に供試材料の化学組成 (8 mm  $\phi$  で試験) および固有抵抗 (4 mm  $\phi$  で試験) を示す。なお目標合金成分は 27Cr-7Al-0.45Ti である。

### 3. 実験方法とその結果

#### 3.1 組織写真

鍛造後 100 mm  $\phi$  ビレットの横断面を観察したマクロ組織写真を Photo. 1, また 735°C  $\times$  30 min の熱処理をほどこした 8 mm  $\phi$  の縦断面の顕微鏡組織写真を Photo. 2 に示す。

#### 3.2 清浄度

試料は 8 mm  $\phi$  より採取し, 400 倍の光学顕微鏡で測定視野数 60 をもって測定した。その結果を Table 4 に示す。

#### 3.3 引張試験およびシャルピー衝撃試験

引張試験では 8 mm  $\phi$ , 4 mm  $\phi$ , および 2 mm  $\phi$  について行ない, 抗張力, 伸び, 絞り を測定した。標点距離はすべて 100 mm である。またシャルピー衝撃試験は 8 mm  $\phi$   $\times$  65 mm の試料で行なった。なお試料の熱処理温度は 8 mm  $\phi$  は 735°C  $\times$  30 min, 4 mm  $\phi$  と 2 mm  $\phi$  は 690°C  $\times$  40 min である。その結果を Fig. 1 および

Fig. 2 に示す。

#### 3.4 寿命試験および酸化増量

寿命試験は 0.5 mm  $\phi$  の試料を用い, JISC 2524 に規定された U 法の 1300°C でおこなった。その結果を Table 5 に示す。また酸化増量では 6.5 mm  $\phi$   $\times$  30 mm の試料の全表面をエメリー紙 0~4 まで研磨し, 試験温度 1250°C の実験炉で 25hr 加熱後重量増加を測定した。その結果を Table 5 および Fig. 3 に示す。

### 4. 考 察

#### 4.1 溶製材の合金成分, 清浄度および結晶組織

Table 3 から明らかなように主成分である Cr, Al, Ti は両溶解材にほとんど差は認められない。しかし Si, S ではかなりの差を生じている。高周波溶解の場合 Si 量が Table 1 に示した原材料から混入する計算量 (0.18%) より多いのはライニング材の SiO<sub>2</sub> が一部還元されて鋼塊中に溶解し増加したものである。S はこれまでにエレクトロスラグ溶解法では, スラグと溶湯が反応し, 脱硫がおこなわれるとされている<sup>4)</sup>。本実験でも両溶解材は Table 1 に示した原材料含有量から S は約 0.018% 混入することが期待されるが, エレクトロスラグ溶解材は 0.005% であり, 高周波溶解材にくらべ, 脱硫が著しく行なわれていることがわかる。

清浄度は, Table 4 に示したようにエレクトロスラグ溶解材が良好である。

マクロ組織は Photo. 1 に示したように, エレクトロスラグ溶解材が結晶組織がやや緻密でまた均一である。

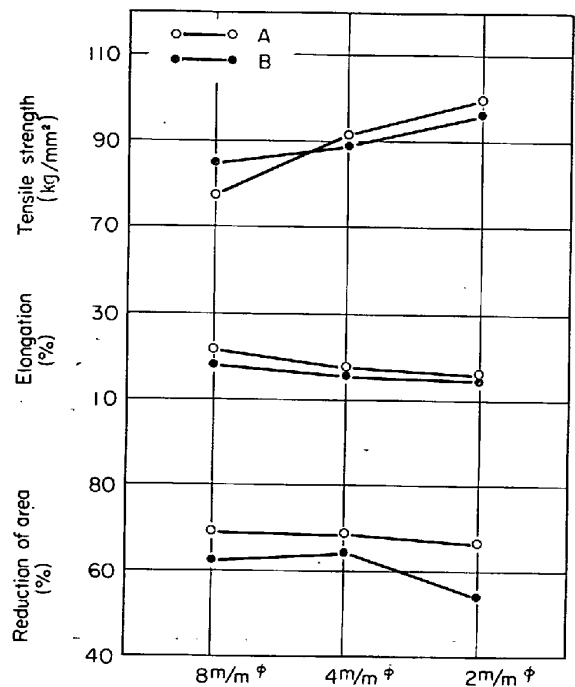


Fig. 1. Mechanical properties.

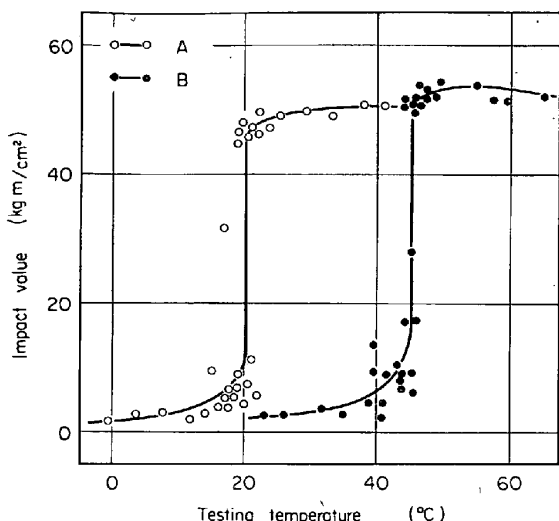


Fig. 2. Relations between impact value and testing temperature.

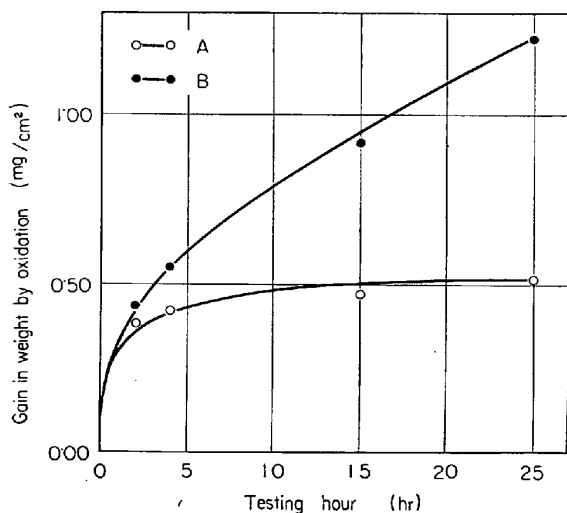


Fig. 3. Relations between gain in weight by oxidation and testing hour at 1250°C.

Table 5. Life value and gain in weight by oxidation of specimens.

Specimen	Life value U type 1300°C (cycle to rupture)	Grain in weight by oxidation 1250°C × 25hr (mg/cm² · hr)
A	397	0.0204
B	255	0.0487

4.2 機械的性質

Fig. 1 より抗張力、伸びおよび絞りは両溶解材にさほどの差は認められない。しかし、Fig. 2 に明らかなように靱性-脆性の遷移温度はエレクトロスラグ溶解材が 20°C であるのに対し、高周波溶解材では 45°C であり、両者に著しい差が生じた。遷移温度がエレクトロスラグ溶解の場合低温側にあることは鍛造、熱間圧延などが比較的困難な Fe-Cr-Al 系合金を加工する場合に高

周波溶解材にくらべ有利であることを示している。この相違については前述したようにエレクトロスラグ溶解材の結晶組織が緻密で均一で、清浄度も良好であることが、そのおもな原因と考えられる。

4.3 寿命値および酸化増量

寿命値では Table 5 により、エレクトロスラグ溶解材が 1.5 倍以上も長く、酸化増量も Table 5 および Fig. 3 よりエレクトロスラグ溶解材のほうが少ない。

Fig. 3 より明らかなようにエレクトロスラグ溶解材の酸化増量は 10hr 以上の酸化時間ではほぼ一定値に達しているが、高周波溶解材は 25hr の酸化時間でもなお増加の傾向を示している。これはエレクトロスラグ溶解材が高周波溶解材にくらべ、高温酸化時に試料の表面に緻密で剝離しにくい Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 被膜を生成するためであると考えられる。

5. 結 言

Fe-Cr-Al 系電熱材合金 (27Cr-7Al-0.45Ti) をエレクトロスラグ溶解法で溶製し、機械的性質および電熱材の諸特性を測定した結果、通常の高周波溶解材にくらべ寿命値および酸化増量試験結果が良好であり、また遷移温度が低温側に約 20°C 移行し、電熱材として優れた結果が得られた。

実験に当たつてご指導下さつた当社真殿常務および虎石研究所長に厚く感謝の意を表します。

文 献

- 1) A. F. TREGUBENKO and S. A. LEIBENZON: エレクトロスラグ再溶解法, (昭 39-5), 日ソ通信社
- 2) 真殿: 日本特許, No. 263047
- 3) 真殿: 日本特許公告, 昭 35-16201
- 4) A. C. WILLIAMS: J. Iron & Steel Inst (U. K.), (1964), p. 581

669.14.018.252.3  
: 621.73.01:539.4

(284) 高速度鋼の組織および各種性質におよぼす鋼塊サイズ、鍛造比の影響

日立金属, 安来工場  
工博 新持喜一郎・清永欣吾・○渡辺力蔵  
Effect of Ingot Size and Forging Ratio on the Structure and Various Properties of High Speed Steels

Dr. Kiichiro SHINJI, KINGO KIYONAGA  
Rikizo WATANABE

1. 緒 言

高速度鋼の組織あるいは各種性質は鋼塊サイズや鍛造比などの熱間加工条件によつてきわめて大きな影響を受けるので、とくに太物高速度鋼の製造にあつては、これらの熱間加工条件と組織や性質との関係を熟知した上で鍛造方案を立てる必要がある。これまで熱間加工条件と組織や性質との関係については断片的には古くから研究されているが<sup>1)2)</sup>、十分系統的に行なつた研究はあまりないようである。またこれまでの高速度鋼の組織評価は標準写真との比較や綫状炭化物集団の幅の測定など