

(45) 一方向凝固ステンレス鋼の凝固組織とマイクロ偏析について

東京大学工学部 梶山正孝 梅田高照  
川崎製鉄技術研究所 ○松山隼也

1 緒言

オーステナイト系ステンレス鋼は、耐食性のために組織の均一性が一般に望まれるが、凝固時に非平衡相、炭化物が生成されるだけでなく、 $\gamma$ 相中Cr, Niが不均一に分配される。これを均質化焼鈍すると、 $\gamma$ 相の均質化、 $\delta$ 相、炭化物の消滅が行なわれると同時に、溶質元素間の相互作用により、 $\delta$ 相基地中に更に異った相、すなわちの相、二次炭化物などが生成される。したがって、良好なステンレス鋼製造の基礎的知見を得る目的で、このような複雑な均質化過程を定量的、かつ速度論的に解析するためには、初期条件としての鑄造時の状態を明らかにしておく必要がある。そこで一方向凝固させた18Cr-8Ni, 25Cr-20Ni実用ステンレス鋼を用いて、まず鑄造時の組織とマイクロ偏析について検討した。

2 実験方法

凝固組織を簡単にし、解析を容易にするため、電解鉄、電解Ni, 低炭素Fe-CrおよびCの影響をみるための試料では高炭素Fe-Crを所定の割合で高周波溶解し、発熱鑄型に注湯して一方向凝固させた。インゴットの寸法は約100×100×150 mmで、その化学組成はTable 1に示す通りである。このとき、あらかじめ、チル面より20 mm間隔で5か所に挿入したPt-20Rh-Pt-40Rh熱電対により、各位置での冷却曲線を測定し、これから種々の凝固条件をもとめた。

インゴットの中央縦断面マクロ組織で、柱状晶が一方向に成長したことを確認したのち、マイクロ試料を採取して10%しゅう酸水溶液にて電解腐食し、1次テンドライトアーム間隔 $d_1$ ならびに2次アーム間隔 $d_2$ を測定して凝固条件との関係を調べた。

つきに、柱状晶成長方向に垂直な面で、EPM Aにより2次アームと45°の方向にCr, Ni, Cの線分析を行ない、各元素の分布状態、偏析比 $I (= C_{max}/C_{min})$ をもとめ、さらに点分析法でテンドライト周辺の等濃度線を測定した。

3 実験結果

(1) Fig 1 に示す通り、 $d_1, d_2$ は平均冷却速度を $v$ とすると、ほぼ $1/\sqrt{v}$ に比例する。ただし試料Aは初晶の $\delta$ 相が1相で凝固したのち $\delta \rightarrow \gamma$ 変態を起ると考えられるため、テンドライト組織を現出させることができなかった。試料B, C, Dはともに典型的な板状テンドライト組織がみられ、Bは高次の枝も発達していた。

(2) Cr, Niともにテンドライトの中心部で $C_{min}$ となり、同一相での $I$ はFig 2に示すように、チル面からの距離に対しほとんど一定であり、すなわち冷却速度に依存しないことがわかった。Niの偏析比は試料B, C, Dで変らずほぼ1である。Crの偏析比が試料CよりDで低いのは、共晶の析出によるためである。

Table 1 Chemical composition (wt %)

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
A	0.05	0.02	0.02	0.012	0.014	7.71	17.70
B	0.59	0.03	0.05	0.013	0.014	8.56	17.53
C	0.08	0.07	0.06	0.014	0.012	19.11	25.56
D	0.36	0.10	0.05	0.014	0.013	19.23	25.30

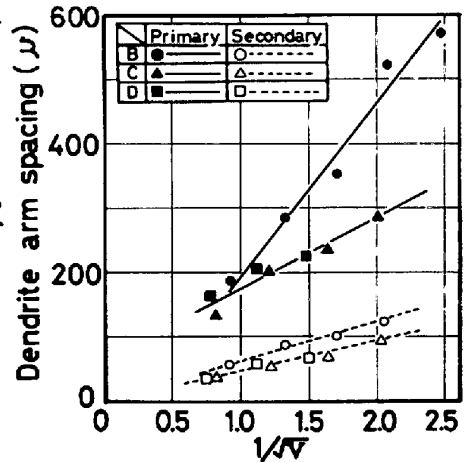


Fig. 1 Dendrite arm spacing v.  $1/\sqrt{v}$  ( $v$ : Average cooling velocity, °C/sec)

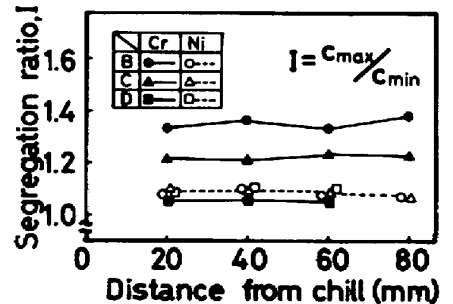


Fig. 2 Segregation ratio v. distance from chill