

(44) 鉄・クロム・ニッケル合金の凝固組織とマイクロ偏析について  
鉄・クロム・ニッケル合金の凝固挙動に関する研究 第1報

日本冶金工業(株)川崎製造所 工博 加藤正一, 磯江好徳  
千野修世

1. 緒言

鉄基・ニッケル基の高合金鋼の凝固では、一般に合金濃度の差により凝固現象が異なる。すなわち合金濃度により初晶形態が異なり、鋼塊マクロ組織の柱状晶・等軸晶の生成・発達に影響され、ある濃度範囲で擬柱状晶が発達する。このような初晶形態の差による擬柱状晶の発達、さらに合金濃度と冷却速度の差によるデンドライト間の偏析について考察を試みた。

2. 実験方法

Cr濃度16%, 20%, 24%, Ni濃度5~80%で表1の組成の合金を高周波誘導炉で溶解し、得られた10kg鋼塊28個を凝固方向に平行な縦断面で切断し、柱状晶, 等軸晶, フェライト, オーステナイトの分布をマクロ組織とマイクロ組織を比較して調べた。また凝固方向と平行な面のデンドライト2次アーム間隔を測定し、従来の報告と実測値と比較して冷却速度を変えた。合金元素の分布をデンドライトの成長方向に平行な面, 直角な面でX.M.A.を用い線分析法と点分析法により分析した。Cr, Ni, Mn, Si, Feの標準試料はそれぞれ純金属を用いた。分析試料は10%シュウ酸電解法で腐食した後、分析方向に沿ってマイクロビッカースで圧痕を印し、再研磨後分析試料とした。

表1. 供試材の目標組成 (%)

合金元素	C	Si	Mn	Cr	Ni
目標組成	0.03	0.5	1.0	16~24	5~80

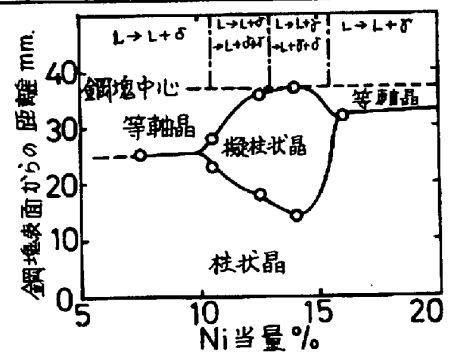


図1. マクロ組織に与えるNi当量の影響 (Fe-20Cr-Ni 10kg鋼塊)

3. 実験結果

1) 鋼塊マクロ組織

低Ni合金はδ単相で凝固し固体で $\delta \rightarrow \gamma$ 変態を伴うため1次組織は見られなかった。高Ni合金は $\gamma$ 単相で凝固し等軸チル晶, 柱状晶が見られ, 等軸晶はほとんど見られなかった。10~15Ni合金は $\delta$ 相で凝固開始するものと $\gamma$ 相で凝固開始するものがあり, 等軸チル晶, 柱状晶, 擬柱状晶, 等軸晶ゾーンが見られた。擬柱状晶は等軸晶をマクロ的に見た場合柱状晶の様に見える組織である。図1の様にこの合金では凝固過程で変態を伴う包共晶凝固の範囲で擬柱状晶が存在する。<sup>1)</sup> すなわちCrの増加, 凝固過程での $\alpha \rightarrow \gamma$ 変態の増加によって擬柱状晶が増加することが明らかになった。

2) 鋼塊のマイクロ偏析

高Ni合金のマイクロ偏析はCr, Mn, Si, Niは正に偏析しFeは負に偏析する。 $\gamma$ 相で凝固する場合NiはCrの偏析より小さいが, $\delta$ 相で凝固する場合Niの偏析はCrよりも大きくなる。マイクロ偏析の分析を行なう場合, デンドライトの成長方向に平行な面より直角断面の最大溶質濃度と最小溶質濃度を取る方が有効であった。図2, 3は直角断面の2次アームに対して45°傾斜させた線分析結果である。

文献 1) G. Blanc et al., Mém. Sci. Rev. Mét., 68, (1971) 11, 129.

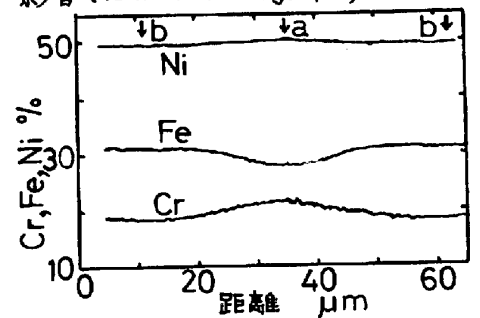


図2. Fe-20Cr-50Ni 10kg鋼塊のFe, Cr, Niの偏析。

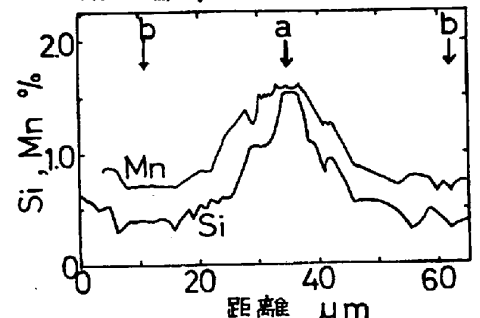


図3. Fe-20Cr-50Ni 10kg鋼塊のMn, Siの偏析。a 枝間, b 樹幹