

(770) 加速冷却におけるフェライト細粒化機構の検討
(制御冷却の基礎的検討-第1報)

日本鋼管(株)中央研究所 ○阿部 隆 東田幸四郎
小指軍夫

1. 緒言

加速冷却による細粒化効果は①フェライト変態開始温度 Ar_3 の低下作用及び②変態過程での粒成長の抑制によってこれまで定性的に説明されてきた⁽¹⁾。しかしながら両者の機構がそれぞれ細粒化にどの程度寄与しているか、あるいは変態特性に対する加速冷却と合金元素添加の類似性・相違点など不明確な点も多い。本報では細粒化機構の詳細な検討を目的として①加速冷却による Ar_3 及び変態組織の変化の定量的検討②冷却途中における変態過程の観察を行なった。 Table 1 Chemical composition (wt%)

2. 実験方法

Table 1 に示される 2 水準の Base 鋼に合金元素として C・Mn・Ni・Mo，微量元素として Nb・V を変化させた実験室溶解鋼を供試鋼として用いた。熱間加工シミュレータ(容量 5Ton.) を使用し加工後の変態点を非接触電子光学式による膨張収縮量検出により測定した。

Steel	C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo	Nb	V	Ti	Sol.Ai	T.N
I	Base	0.09	0.25	1.45	0.01	0.003	tr	tr	tr	0.006	0.055	0.0020
	Variables			1.10 -1.68			0.20 -0.82	0.30 0.50	0.006 0.015	0.02 0.05		
II	Base	0.14	0.25	0.80	0.007	0.004	tr	tr	tr	tr	0.025	0.0060
	Variables	0.14 -0.41										

円柱試験片を 1050℃ に加熱後再結晶域圧延として 1050℃×30%，未再結晶域圧延として 800℃×(0~30%) の条件で圧下し，加工後 5 秒以内に冷却速度 1~10℃/s の範囲で連続冷却することを基本パターンとした。一部の試料については変態過程の観察のために連続冷却途中からの急冷を行なった。試験後サンプル中央部の変態組織を観察しフェライト粒径等の組織量をリニアアナライザを用いて行なった。

3. 結果

- (1) 加速冷却による Ar_3 低下量は本実験の範囲において冷却速度 V_c (℃/s) に対し $\Delta Ar_3 = -40 \log(V_c/0.8)$ の関係で与えられた(Fig.1)。Si-Mn 鋼を 10℃/s で加速冷却した場合の Ar_3 の低下量は空冷条件における 0.6% Ni 添加に相当した。
- (2) Ar_3 の低下に伴うフェライト粒径 d_α の変化を加速冷却材と Ni 添加材とで比較検討した(Fig.2)。Ni 添加は Ar_3 を大きく低下させるが細粒化にそれほど寄与せず，逆に加速冷却は Ar_3 の変化の割合に比し著しい細粒化効果を示した。一方，過冷度を基準とした場合も Ar_3 を基準とした場合と同様に Ni 添加に比べ加速冷却の方が著しい細粒化効果を示した。
- (3) 空冷相当材では Ar_3 近傍で核生成したフェライト核が比較的高温域で成長するのに対し加速冷却材は比較的低温域までその成長が抑制された。
- (4) 加速冷却によるフェライト細粒化は Ar_3 低下作用，過冷度の増大のみでは説明されず Ar_3 近傍で核生成したフェライトの成長抑制効果および，より低温域での新しい核生成の促進効果とにより主に説明される。これは合金元素添加では達成し得ない加速冷却固有の効果といえる。

参考文献 (1)大内・大北・山本：鉄と鋼，67(1981)，P.969

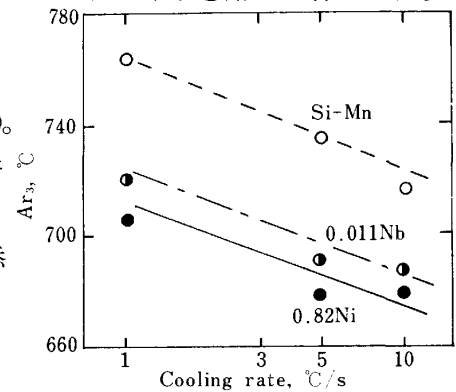


Fig.1 Variation of Ar_3 with accelerated cooling.

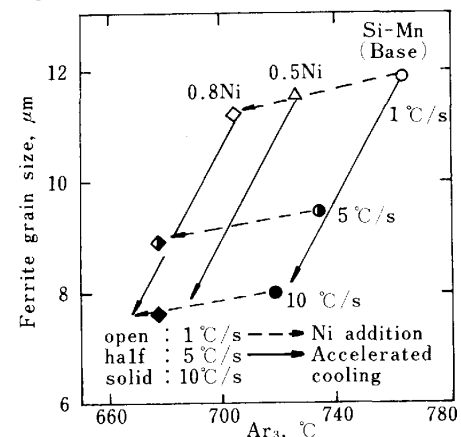


Fig.2 Relation between Ar_3 and d_α of accelerated cooled and Ni added steels.