

(205) 凝固, 冷却中の γ 粒成長挙動に及ぼす冷却速度と成分の影響

住友金属工業(株) 中央技術研究所 °安元邦夫 前原泰裕
長道常昭 郡司好喜

1. 緒言: Cは凝固, 冷却中の γ 粒成長挙動を通じて鋼の高温延性に影響を及ぼすことを前報¹⁾で報告したが, さらに γ 単相化温度の実測と組織の観察によりCの影響についてメカニズムの詳細を検討し, 冷却速度と合金元素の影響についても検討を加えた。

2. 実験: 供試鋼の化学成分をTable.1に示す。Fe-C系(D鋼)およびFe-C-Mn系(C鋼)について各80grの試料を熔融凝固後, $0.1\sim 4^\circ\text{C/s}^{-1}$ で冷却中の熱分析を行ない, 微分曲線の解析により γ 単相化温度を決定した。また, B鋼の凝固冷却中の γ 粒界破面を高温引張試験で現出して観察した。

3. 結果: (1) 固相線度 T_s および γ 単相化温度 T_γ は冷却曲線上では読み取りが困難であるが, 温度の時間微分曲線から変曲点として明瞭に読み取れる(Fig.1)。

(2) Fe-C系の T_γ は包晶組成の $0.18\%C$ ²⁾にピークを有するが, 冷却速度が大きいほど低下する(Fig.2)。

(3) Mnの添加により T_γ ピークは低C側に移行する。第3元素Xの添加による包晶C量 C_p への影響は, Fe-X2元系状態図または実験から求められるので, その影響係数を k_x とすれば実用鋼の C_p は加算的に次式で表わせる。

$$C_p(\%) = 0.18 + \sum k_x \cdot (\% X)$$

(4) 実用鋼の $0.1\sim 0.15\%C$ 域では γ 粒が粗大化するのみならず, 速い冷却速度下で柱状 γ 粒となり易い(Photo.1, Fig.3)。

(5) したがって, 包晶反応による不均一凝固やパウダーの多量流入による凝固遅れあるいはオキシレーションマーク附近等の冷却の遅れる場所では γ 粒の柱状粗大化が助長され, 粒界の割れ感受性が加速されることになると考えられる(Fig.4)。

文献 1) 前原ら: 鉄と鋼, 70(1984), s 904

2) 田中: 鉄と鋼, 53(1967), p.1586

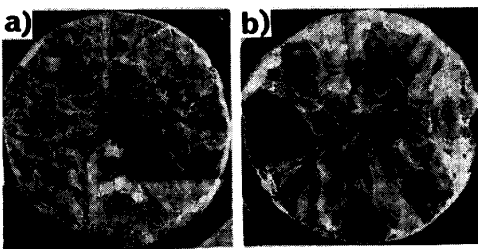


Photo.1. γ grains revealed by deformation at 1050°C . (B steels), 2°C/s^{-1} .

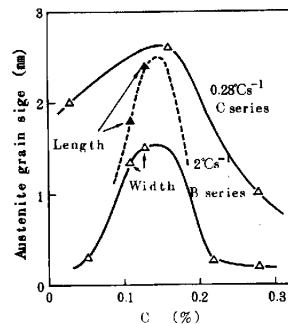


Fig.3. Influence of cooling rate on C dependency of γ grain size.

Table.1. Chemical compositions (wt %)

Steel	C	Si	Mn	P	S	Al	N
B series	0.05 ~0.24	~0.35	~0.24	~0.02	~0.02	~0.05	~0.06
C series	0.03 ~0.28	<0.01	0.68 ~0.96	~0.02	~0.006	~0.03	~0.06
D series	0.02 ~0.35	~0.01	<0.01	~0.02	~0.002	~0.03	<0.001

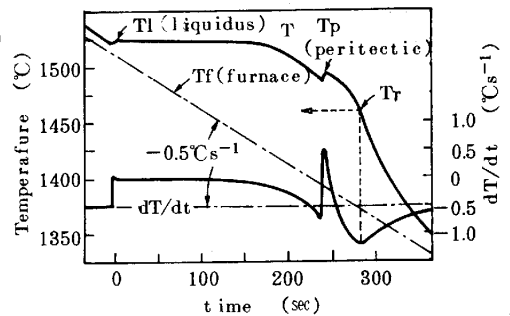


Fig.1. Thermal analysis by cooling temperature method. (Fe-0.18C)

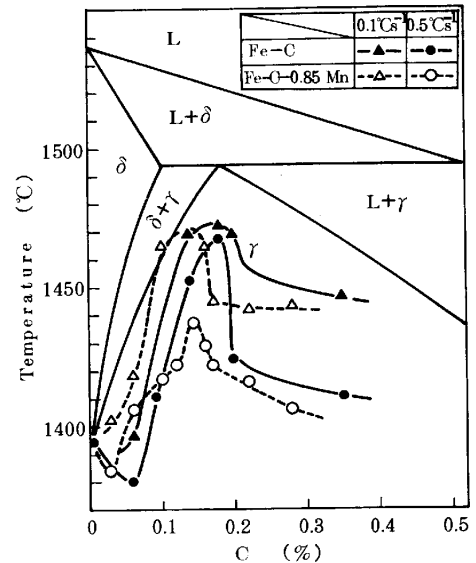


Fig.2. Measured γ formation temperature on the Fe-C phase diagram.

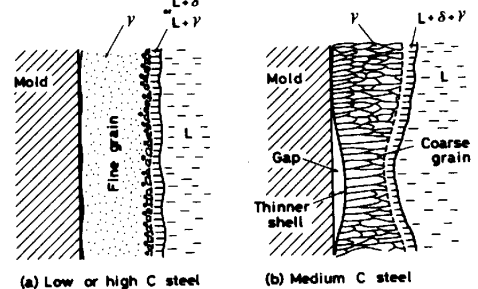


Fig.4. γ structure in solidified shell.