

(657) 制御圧延鋼の恒温フェライト・パーライト変態過程の速度論的解析

日本鋼管(株)中央研究所 稲垣 裕輔

1. 緒言：従来、拡散変態や再結晶を速度論的に論ずる場合、しばしばAvrami方程式がもちいられてきた。しかしこの方程式からえられる情報は指数  $n$  と見かけの活性化エネルギー  $Q$  のみであって律速過程が単一の場合は問題はないが、複数の機構が同程度に関与し、しかも相互に競合、干渉し合う場合にはこれらから正確な結論はえられない。その場合はむしろ直接核生成サイト別に核生成速度、成長速度を測定し律速機構を論ずべきである。一方、拡散変態の場合は、変態の方位関係が生成相の核生成成長過程に介入し、変態速度を大きく支配することが考えられるのでこの点を解明する必要がある。本研究では上記2点を重視し制御圧延鋼のオーステナイトからのフェライト核の形成成長過程を調査した。

2. 実験方法：0.1%C-1.3%Mn-0.04%Nb鋼を仕上温度790°Cで制御圧延強い{332}<113>、{211}<011>集合組織を有する鋼板を作製した。この鋼板から70<sup>w</sup>×90<sup>l</sup>×12<sup>t</sup>(mm)のクーポンを切り出し、1250、1150°Cでオーステナイト化し  $r$  粒径を1mm、200 $\mu$ とした後、無加工のままあるいは830°Cで56%の1パス圧延をおこなった後、直接670~750°Cの間の一定温度に保持したソルトバス中に投入し恒温変態させた。

3. 実験結果：(1)無加工の場合：(i)核生成：フェライト核の主要生成サイトは  $r$  粒界である。核生成速度はFig.1のごとくベル型の時間依存性を示し、 $r$  粒界上の核生成サイトの核生成能は全部が同じではなく分布をもっていることを示唆している。核生成は変態温度が低いほど、 $r$  粒径が小さいほど促進される。(ii)成長：粒界に生成したフェライト核は粒界に沿う長さ、粒界に垂直な方向の厚さを  $l, w$  であらわすと  $l = \beta(t - t_0)^{\frac{1}{2}}$ ,  $w = \alpha(t - t_0)^{\frac{1}{2}}$  の形で成長する。 $t, t_0$  は焼鈍時間、潜伏期間である。定数  $\alpha, \beta$  の温度依存性は小さい。初期  $r$  粒径を大きくすると  $\alpha$  が急増するため  $r$  粒界上にフィルム状フェライトが形成される。 $r - \alpha$  界面は高温では ledge density が高いために楕円形状を示し、低温では ledge density が低く部分整合界面が大部分を占めるために直線状を呈すると考えられる。一般に初期  $r$  粒径が小さい場合は核生成過程、 $r$  粒径が大きい場合は成長過程が変態の律速過程となっている。

(iii)方位関係：変態によってフェライト量が増大しても集合組織は全量マルテンサイト変態させた場合と同じであった。このことはフェライト核の生成、成長は、マルテンサイト変態と同じ方位関係、バリエーション選択にしがっており、いずれも  $r$  相と coherent に進行していることを示している。

(2)  $r$  相未再結晶域で56%圧延した場合：(i)核生成：Fig.2に示すごとく加工によって核生成の潜伏期間は1/10に短縮される。加工材の場合  $r$  粒径がことなっても潜伏期間が同じであることから考えて加工の効果は単なる  $r$  粒界表面積の増大よりも、 $r$  粒界近傍への歪の導入に帰せられるべきである。

(ii)成長：粒界に生成したフェライトの成長は(a)  $r - \alpha$  界面の移動、(b)すでに形成したフェライトとの一次粒成

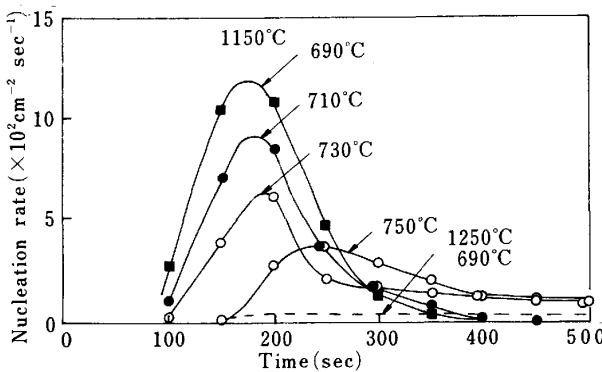


Fig.1 Temperature dependence of nucleation rate.

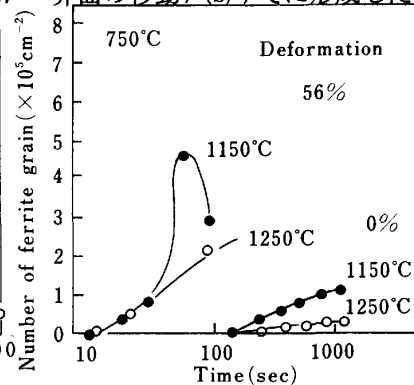


Fig.2 Effect of deformation on the nucleation of ferrite grain.

長的合体の2段階で起りいずれも  $t^{\frac{1}{2}}$  則に従う。  
(iii)方位関係：高温で変態させた場合は{112}<111><sub>r</sub>方位が{110}<112><sub>r</sub>方位より速く変態する。低温で変態させた場合は、変態の方位依存性は小さい。