

神戸製鋼

加古川製鉄所

自在丸 二郎

○ 小林 洋

緒言 AlおよびNbはオーステナイトの結晶粒を微細化する元素として知られているが粒成長におよぼす本質的な添加元素の影響についてはほとんど明らかにされていない。本研究ではAl, V, Nbが存在する場合のオーステナイトの粒成長速度, その溶質原子濃度依存性あるいは粒成長のための活性化エネルギーを算出し, LückeとDierkerの粒界移動のモデルに従って考察した。

実験方法 表1に本実験で使用した鋼種の化学成分を示す。試料は950℃×1hr. 焼準処理を行ないAl, V, Nbの化合物は析出せしめた状態のものをを用いた。これらの試料を1150℃, 1200℃, 1250℃, 1300℃に保持したソルトバス中にて加熱し, その保持時間を変え, 水中に急冷した後オーステナイト粒径を測定した。

結果と考察 図1にNbを0.10%添加した場合の各温度における

保持時間とオーステナイト粒径との関係を示す。高温になるほど直線

の勾配は大きくなり, 成長速度は大きくなっている。この直線の勾配から得られる速度定数kは

LückeとDierkerによれば, $k = \Delta F / C \cdot \exp \{ -(Q + E) / RT \}$ (1)

で与えられる。 ΔF は粒界移動のための駆動力, Cは溶質原子濃度, Qは溶質原子の γ 鉄中の不純物拡散のための活性化エネルギー, Eは溶質原子の粒界との結合エネルギーである。図2は各鋼種におけるkの値と温度との関係を示している。鋼種1, 4, 5では(1)式から予想されるアーレニウス型のよい直線関係がある。これらの直線の勾配から計算される活性化エネルギーは鋼種1, 4, 5においてそれぞれ65.4, 65.0および93.7 Kcal/molである。Qの値は拡散実験から決められており, Nb, V, Alに対してそれぞれ82.3, 63.0および56.0 Kcal/molであることが知られている。

(1)式を用いてこれらの活性化エネルギーから計算される各元素の粒界との結合エネルギーはNb, V, Alでそれぞれ11.4, 2.0および9.4 Kcal/molとなる。この

ことから粒界移動が添加元素による“Drag 効果”によって支配されているものとすればNbはもっとも粒成長を抑制する作用のある元素であることが説明され, Vはこの意味では効果が少ないといえるであろう。Nb量が0.10および0.17%添加した場合にはこのような直線関係が存在しない。(1)式によればkは1/Cと比例関係にある。図3は各温度におけるkの値とNb量の逆数との関係を示したものである。

1150℃では直線関係がないが1300℃ではよい直線関係が認められる。このことは1300℃では粒界はNbによる“Drag 効果”で支配されていると考えられる。従って1300℃でのkの値を真の値とし, 鋼種5で得られた活性化エネルギーを用いて1150℃におけるkの値を求めると破線のごとく直線関係が得られる。すなわち低温側ではNbによる“Drag 効果”の他に析出物による粒成長の抑制作用が存在することが明らかである。

表 1						
鋼種	C	Si	Mn	Al	Nb	V
1	0.06	0.05	1.58	0.030	—	—
2	0.06	0.05	1.60	0.029	0.17%	—
3	0.06	0.05	1.26	0.032	0.10	—
4	0.06	0.05	1.24	0.032	—	0.12
5	0.06	0.05	1.26	0.029	0.051	0.058

効果

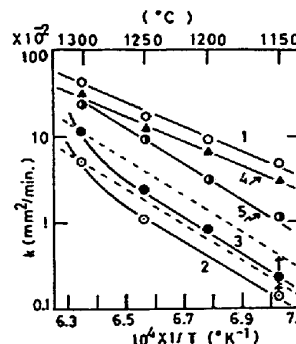


図2. k値の温度依存性

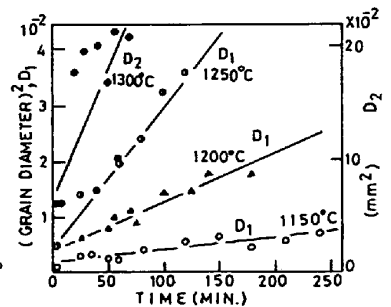


図1. オーステナイト粒径と時間の関係

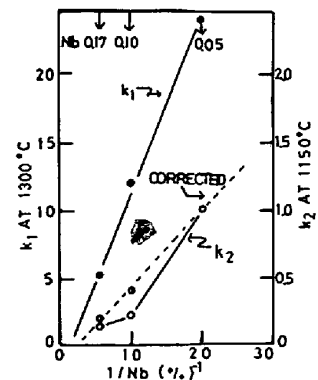


図3. k値のNb量依存性