

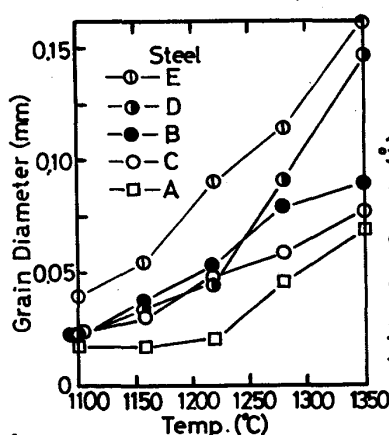
株式会社神戸製鋼所 加古川製鉄所 工博 並松 裕

○ 小林 洋

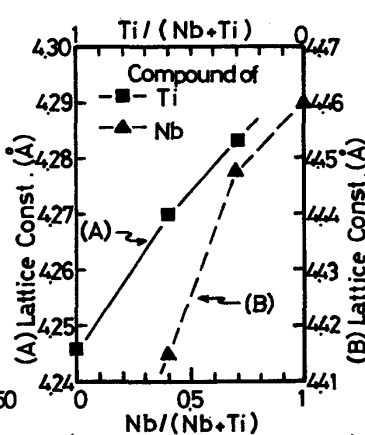
1. 緒言 TiNはオーステナイト結晶粒の粗大化を防止する有効な析出粒子として知られ、溶接熱影響部の靱性改善などに実際に利用されている。NbはNb(C,N)として析出し、鋼を強化させる元素として重要である。Nb(C,N)とTiNは同じNaCl型の結晶構造を有し、互いに他方の構成原子を固溶することが知られている。そのために、TiとNbが共存する鋼において形成されるTiおよびNbの化合物は複雑となり、詳細には解明されていない。本研究ではこれらの化合物の組成、析出形態および析出量を調べ、それらとオーステナイト結晶粒の成長挙動との関係を明らかにした。

2. 実験方法 第1表は本研究で用いた鋼の化学成分と 第1表 供試鋼の化学組成(wt.%)
示す。低炭素高マンガン系基本組成とし、Nb, Tiの単独および組 Steel C Si Mn N Al Nb Ti
合せ添加によって析出粒子の種類および量を変化させた。供試鋼 A 0.06 0.36 1.77 0.0065 0.025 - 0.023
は950℃で15時間焼鈍し、NbとTiの化合物を完全に析出させた状態 B 0.04 0.36 1.73 0.0044 0.031 0.044 0.033
で、以下の実験に供した。これらの試料を1100℃～1350℃の温度範囲で高周波誘導により加熱し、水冷した。その際のオーステナイト結晶粒を測定し、析出粒子を抽出し、フリカにより電子顕微鏡観察した。さらに析出粒子を電解抽出残渣として採取し、それらの格子定数を測定するとともに、これに含まれるTiおよびNb量を化学分析した。

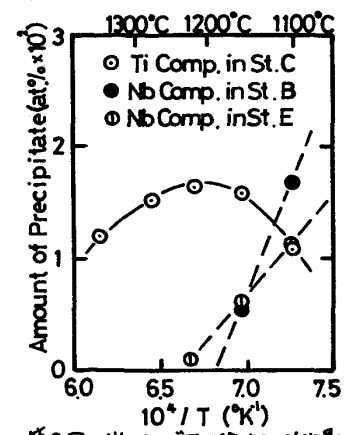
3. 実験結果 第1図には各温度で5秒間保持した場合のオーステナイト粒径と加熱温度の関数として示す。Tiのみ添加したA鋼では著しくオーステナイト結晶粒の成長は抑制されるが、これにNbを添加したB, C鋼では特に低温で、粒成長は逆に促進されることが示されている。電子顕微鏡観察によれば、B, C鋼を低温に加熱した場合には微細なTi化合物は独立には析出しておらず、Nb化合物と合体した状態で存在する。第2図はNb化合物およびTi化合物の格子定数とNbおよびTiの添加比率の関数として示す。Nb化合物の格子定数はTi量とともに減少し、Ti化合物のそれはNb量とともに増加する。これはNb(C,N)にTiがおよびTiNにNbがそれぞれ固溶した化合物が形成されたことを意味する。第3図はNb化合物およびTi化合物の析出量を加熱温度の関数として示す。C鋼でのTi化合物の析出量は1220℃で最大となり、これより低温では逆に減少することが注目される。B鋼とE鋼ではNb量は同一であるにもかかわらず、Tiを含むB鋼のNb化合物はE鋼のそれより低温で溶体化を完了する。以上の結果からNbとTiが共存する鋼でオーステナイトの粒成長抑制が低下するのはTiとNbをそれぞれ固溶したNbおよびTi化合物が合体した状態で析出するので析出粒子は粗大化し、さらにTi化合物の析出量も減少し、粒界の“pinning”効果が減少するためである。



第1図 加熱温度とオーステナイト粒径との関係



第2図 TiおよびNb化合物の格子定数



第3図 NbおよびTi化合物の析出量と加熱温度との関係