

中国 北京鋼鉄研究総院

○ 孫 本崇

東北大学金属材料研究所

池田圭介 志村宗昭 田中英八郎

1. 結 言

低炭素鋼板の制御圧延は結晶粒の微細化を介して強度、靱性の向上をはかる有効な手段として広く研究が行なわれている。しかし、 γ 粒の細粒化、ひいては変態後の α 粒の微細化に関連する因子の数は多く、しかもそれらが相互に複雑に関連している。本研究は含Nb低炭素鋼板の結晶粒微細化に関係する因子として鋼の成分(Nb:C比)、均熱温度、圧延仕上がり温度、初期 γ 粒径、圧下率などを取り上げ、制御圧延過程でのNb(C,N)析出量、 γ 粒の再結晶に必要な臨界圧下率、再結晶 γ 粒径、さらに、未再結晶状態における有効 γ 粒界面面積の関係を調べたものである。

2. 実験方法

供試鋼は電解鉄を素材として、高周波真空溶解炉により、7種類の鋼を溶製した。それらの化学成分を表1に示す。試片として、10mm厚の矩形試片と4.5mm厚から16mm厚までのくさび形試片を用いた。試片を均熱処理後圧延温度まで $\sim 5^\circ\text{C}/\text{sec}$ の速度で冷却し、ワーク・ロール径250 ϕ mm、圧延速度20M/minの二段圧延機を用いて、1圧下で4mm厚に圧延後、 $\sim 1^\circ\text{C}/\text{sec}$ の冷却速度で室温まで冷却した。熱延前の均熱処理条件は1250 $^\circ\text{C}$ 、1200 $^\circ\text{C}$ 、1100 $^\circ\text{C}$ 、1050 $^\circ\text{C}$ の4段階とし、圧延仕上がり温度を800 $^\circ\text{C}$ 、900 $^\circ\text{C}$ 、1000 $^\circ\text{C}$ の3段階とした。なお、Nb(C,N)の析出量の定量と γ 粒組織を観察するために、均熱完了、圧延直前、圧延直後、 A_{r3} 変態点温度直上の4つの点で氷水中に焼入れした。

表1. 供試鋼の化学成分 wt%

鋼種	A	B	C	D	E	F	G
C	0.036	0.039	0.036	0.038	0.018	0.005	0.005
Mn	1.21	1.18	1.18	1.22	1.18	1.22	1.19
Si	0.24	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.23
Nb	0.00	0.018	0.046	0.094	0.049	0.050	0.098
NbC _{0.87} 形成量	0.00	1.94×10^{-4}	4.95×10^{-4}	10.1×10^{-4}	5.27×10^{-4}	4.79×10^{-4}	4.79×10^{-4}

3. 実験結果

- (1) 鋼中のC添加量は、この実験範囲内では、単純放冷、変形時、変形後のNb(C,N)析出速度にあまり影響しないが、Nb添加量の増加によってNb(C,N)の析出速度が増加する。
- (2) 変形後の γ の再結晶および部分再結晶に対する抑制効果は、変形時および変形後のNb(C,N)析出量と圧延前固溶Nb量の両者のいずれによっても説明できる。
- (3) 変形後の完全再結晶および部分再結晶に必要な臨界圧下率は、析出Nb(C,N)量の増加および初期 γ 粒径の減少によって増加する。
- (4) 臨界圧下率の増加に対するNb(C,N)析出量の効果は、完全再結晶の場合よりも部分再結晶の場合に大きく、さらに、鋼種(表1)によって、Nb(C,N)の析出量がほぼ同量であるにもかかわらず未再結晶となることがある。
- (5) 未再結晶状態では、初期 γ 粒径の減少、圧延温度の低下、圧下率の増加によって有効 γ 粒界面面積が増加する。この効果は鋼種によって異なり、NbC過飽和量(推定)が最大の鋼種(表1の鋼D)の場合、とくに顕著であった。
- (6) 未再結晶 γ 粒から形成される α 粒の粒径は、有効 γ 粒界面面積に依存し、前記の鋼種では、Nb量、C量の等しい他の鋼種に比べて、ASTM粒度番号で一つ上位の細粒となっている。