

日本鋼管(株)技術研究所 ○山本定弘 高橋隆昌

大内千秋

1. 緒言

Nb化合物の安定相としては、 $\delta$ 相(NbC)と $\epsilon$ 相(NbN)が存在するが、実用鋼で生成する化合物は一般にNbのCarbo-nitride(NbC<sub>x</sub>N<sub>y</sub>)と称されている。Nb(C<sub>x</sub>N<sub>y</sub>)の正確な組成やNbNの生成条件に関する詳細な報告は少ないが、Brauer, 盛らは単純化したFe-Nb-C, Fe-Nb-N系においてNb(C<sub>x</sub>N<sub>y</sub>)の組成を検討し、組成と格子定数の間の関連を報告している。本研究では、C/Nb, N/Nbのモル比を広範囲に変化させた鋼種及び実用鋼を用いて、各Nb化合物の生成条件、Nb(C<sub>x</sub>N<sub>y</sub>)の組成を抽出残渣のX線回折による相同定及び格子定数変化に基づいて調査した。またAl, Ti等の窒化物形成元素の存在に伴なうNb化合物の組成変化を、圧延加熱温度を変化させた制御圧延材を主体に、焼準, 焼戻し処理材を含めて検討した。

2. 実験方法

供試鋼の成分範囲を表1に示した。制御圧延における加熱温度は900~1250℃, 900℃以下の圧下率は60%である。また焼準条件は900℃ 1 hr, 焼戻し条件は600℃ 1hrである。抽出残渣のX線回折にはCuターゲットを用い、回折角度の補正のためWパウダーを表面に塗布した。

(wt%)									
C	Si	Mn	Nb	sol Al	N	Others	C/Nb Mole ratio	N/Nb Mole ratio	
0.002 0.14	0.25	1.1~ 2.0	0.027 0.171	0.017 0.049	0.0020 0.0203	0~0.3 Mo 0~0.013 Ti	0.15~ 4.17	0.10~ 1.44	

3. 実験結果

- Nb化合物としてはNbC<sub>0.86</sub>, Nb(C<sub>x</sub>N<sub>y</sub>), NbNが同定された。NbNはC/Nbモル比が0.3以下で、N/Nbモル比が0.65以上の場合にのみ存在し、実用鋼では形成されない。
- NbC<sub>0.86</sub>は、低温加熱制御圧延及び焼準, 焼戻し等により各加熱温度でAlNが未固溶な場合に形成される。またTiが添加された場合及び低N鋼(N ≤ 0.0025%)でC/Nbモル比が2.0以上の場合にもNbC<sub>0.86</sub>が析出する。
- その他の場合はNb(C<sub>x</sub>, N<sub>y</sub>)が存在し、X及びYの値はC/Nbモル比及びN/Nbモル比により変化するが大部分の鋼ではX+Y=0.83~0.86である。低N鋼の場合でもC/Nbモル比が2.0より小さい領域ではNb(C<sub>x</sub>, N<sub>y</sub>)が形成され、C/Nbモル比の低下により析出物中のCの割合Xが減少する。また実用鋼(C: 0.05~0.20%)の場合は、N量により組成が支配され、N量が増加するほど析出物中のCの割合Xが減少する。

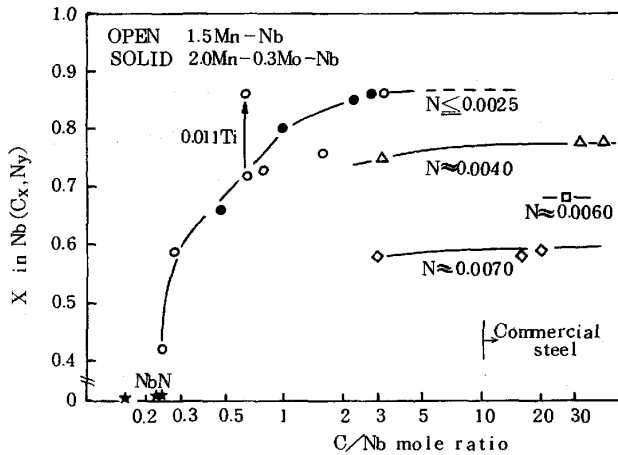


Fig. 1. The effect of C/Nb mole ratio on the composition of Nb(C<sub>x</sub>, N<sub>y</sub>)

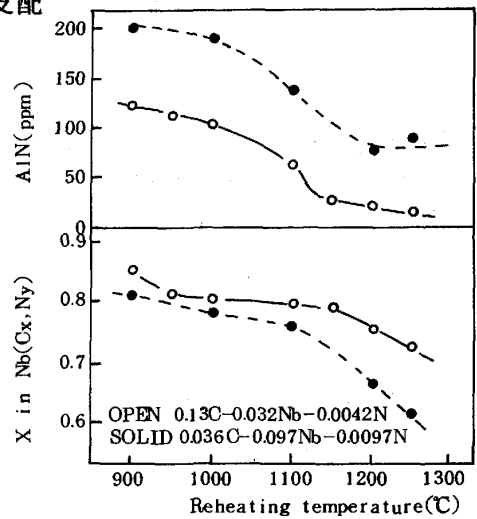


Fig. 2. The effect of reheating temperature on the composition of Nb(C<sub>x</sub>, N<sub>y</sub>)