

(216) 低炭素鋼の熱間延性におよぼす Nb, Al 添加の影響

住友金属工業㈱ 中央技術研究所 °前原泰裕, 大森靖也

1. 緒言

Nb や Al を含有する低炭素低合金鋼における, 低温 γ 域から $\alpha + \gamma$ 2 相域にかけての熱間延性の低下は, CC スラブの横ひび割れとの関連で多くの研究対象となっている。しかし, そのメカニズムについては不明な点も多いので, 今回は AlN や NbC の析出挙動との関連に注目して検討した。

2. 実験

供試鋼の化学成分を Table 1 に示す。実験室的に溶製した 50 kg インゴットを鍛造, 熱延により厚さ約 15 mm の鋼板とした。これらより平行部が $8\phi \times 20l$ の丸棒引張試験片を採取し, インストロン型の引張試験機にて赤外線加熱炉を用いた高温引張破断後の絞りにより延性を評価した。併せて破面の SEM 観察, 破断部近傍の顕微鏡組織観察, 析出物の TEM 観察を

Table 1. Chemical composition(wt %).

C	Si	Mn	P	S	Nb	sol. Al	N
0.1 0.2	0.3	1.0 1.5	0.02	0.008	0 0.05	0 0.05	0.0030 0.012

行った。引張試験は 1300°C に加熱後の熱履歴を種々変え, 600~1300°C, 歪速度 $10^{-5} \sim 10^{-1} s^{-1}$ の範囲で行った。

3. 結果

(1) Nb や Al を含む鋼は $\alpha + \gamma$ 域での脆化に加えて, 低温 γ 域 (800~950°C) に急冷し低歪速度変形すると著しく脆化し, 破面は粒界延性割れを呈する (Photo. 1)。脆化の程度が歪速度の低下により増大する (Fig. 1) ことから, AlN の粒界析出とともに NbC の粒内への動的析出による硬化がこれを助長しているものと考えられる。

(2) しかし, 低温 γ 域 (800~900°C) の試験温度に冷却する過程において 1000~1100°C で長時間保持すると延性は回復する (Fig. 2)。すなわち, AlN が凝集, 粗大化した後の NbC の動的析出のみでは脆化はほとんど起らず, 割れの発生, 伝播のためには結晶粒界に連続した析出物が存在する必要があることがわかる。

(3) 低温 γ の粒界割れ感受性に対する析出形態の影響は, ① AlN, NbC の粒界連続的析出, ② AlN の粒界連続的析出および NbC の粒界近傍への動的析出, ③ AlN の粗大析出に続く NbC の動的析出, の順に小さくなる。



Photo.1. Example of fractured surface: 0.2C-0.05Nb-0.02Al-0.003N, 1300°C → 800°C × 1mm, $\dot{\epsilon} = 0.83 \times 10^{-4} s^{-1}$.

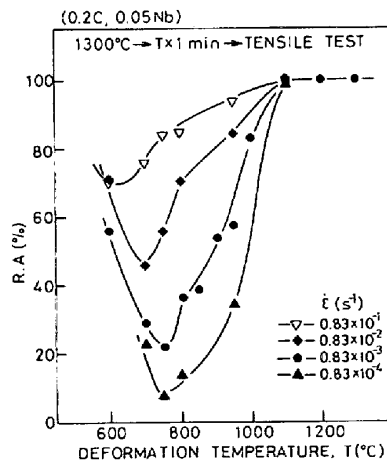


Fig.1. Effects of deformation temperature and strain rate on the reduction in area.

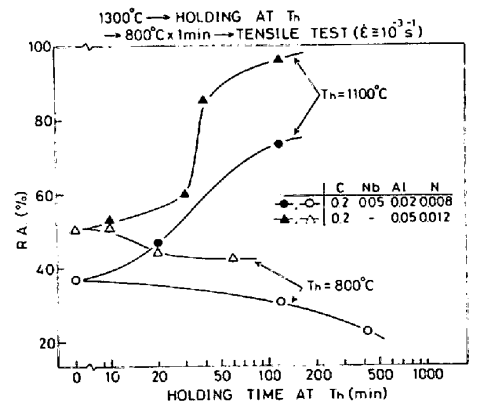


Fig.2. Effect of prior heating history on the ductility at 800°C.