

(690) 鋼の(α+γ)2相域での脆化に及ぼす動的α析出の作用

京都大学 工学部 牧 正志, 田村 今男
 大学院* 学生** の長道常昭, 阿部直樹(現トヨタ自動車)

1. 緒言

低合金低炭素鋼を(α+γ)2相域において低歪速度で変形すると、延性が低下することが知られている。これはγ粒界にフィルム状に析出したαに応力が集中するためであると考えられているが、詳細な研究は少ない。本研究では、Nb鋼とB鋼を用い、2相域の延性に及ぼすαの析出形態と分布、特に変形中に生成するα(動的析出α)の生成挙動、(2)歪速度、(3)微量添加元素(Nb, B)の影響について研究した。

2. 実験方法

供試材としてNb鋼(0.12C, 0.038Nb, 0.039V)およびB鋼(0.19C, 0.0016B)を用い、6.3mmφ×130mmの丸棒試験片に加工した。グリーン試験機によりオーステナイト化処理後、種々の試験温度で冷却し、歪速度 $2 \times 10^{-2} s^{-1}$ および $9 s^{-1}$ で引張試験を行った。なお引張試験は不活性ガス雰囲気中で行ない、試験後ただちに水冷して組織を観察した。

3. 結果

(1)変形前に試験温度で等温保持することにより生成するα(静的析出α)は、Nb鋼ではγ粒界全体を覆うように薄くフィルム状に析出する傾向が強く、保持時間の増加につれて成長しフィルムの幅が厚くなるが、B鋼ではγ粒界に塊状に析出し成長する。(Photo.1(a))

(2)低速変形 ($\dot{\epsilon} = 2 \times 10^{-2} s^{-1}$) (Fig.1)

(a)両鋼ともに(α+γ)2相域で脆化する。これは初析αがγ粒界に生成するためである。

(b)両鋼ともに試験開始までの保持時間が増加すると、脆化域が高温側に広がる。これは、保持時間の増加により、より高温でもγ粒界にαが静的析出するためである。

(c)両鋼ともにγ/α相域に近い2相域の温度で延性が最も悪くなる。これは、変形によりα析出が促進されることから、変形前にγ/α相であったのが、変形中にαがγ粒界全体を覆うようにフィルム状に動的析出するためである。また動的析出したフィルムの幅は、B鋼ではあまり薄いものに対し (Photo.1(b)), Nb鋼では極めて薄いため、Nb鋼の方がB鋼よりも脆化の程度が大きい。

(3)高速変形 ($\dot{\epsilon} = 9 s^{-1}$)

高歪速度で変形すると、2相域での脆化は起こらない。これは、従来から言われているαのflow stressの歪速度依存性が大きいために、歪速度が増加するとαの強度がγと同程度にまで増加することに加え、延性に極めて悪い影響を及ぼす動的析出αが生成しえないことも一因と考えられる。

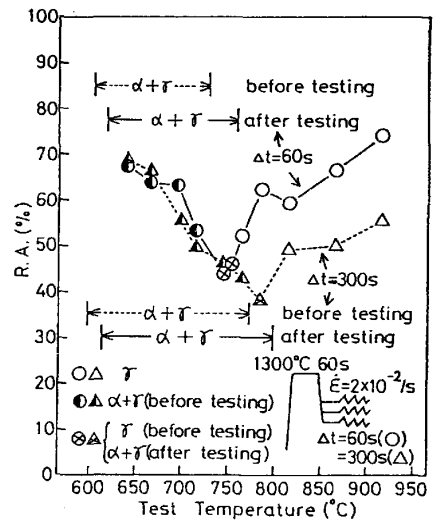


Fig.1 Effect of test temperature and holding time at test temperature on the reduction in area in Nb steel.

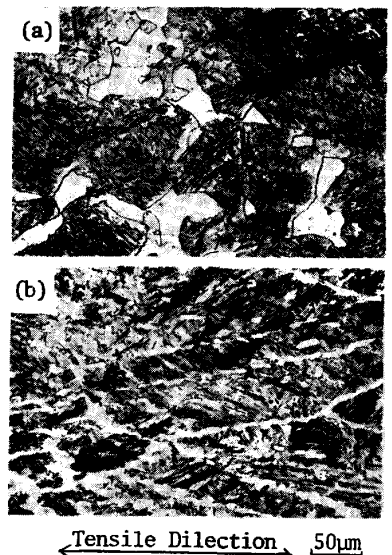


Photo.1 Morphology of ferrite in B steel.

(a) Static precipitated α (1300°C×60s → 745°C×3000s → W.Q.)
 (b) Dynamic precipitated α (1300°C×60s → 745°C×60s → Tensile test → W.Q.) (745°C, $\dot{\epsilon} = 2 \times 10^{-2} s^{-1}$)