

(266) 3%Ni-Fe多結晶体の降伏

川崎製鉄 技研

船越督己 田中智夫
○渡辺修司

1. 緒言

鉄多結晶体の降伏応力は温度の低下とともに増大し、ある臨界温度以下では脆性破壊をおこす。鉄にニッケルを添加するとこのような低温脆性感度が減少するので、鉄-ニッケル合金は低温用材料として広く利用されている。本実験はFeの低温脆性におよぼすNiの影響を調べる研究の一環として、3% Ni-Feの降伏応力の温度依存性、定歪速度法による *activation parameter* を測定して、純鉄(以下にFeとかく)と比較した。また固溶炭素量をかえて、Cの影響も調べた。

2. 実験方法

高周波真空溶解した20kg鋼塊を鍛造→熱圧→冷圧→焼準→冷圧工程により最終板厚0.8mmの薄板を作り7×40(4.1)mmの平板引張試験片を切削加工後、650°C×40h in Wet H₂→650°C×20h in dry H₂→F.C.処理して引張試験に供した。また固溶炭素量をかえた試料を得るために、一度脱炭脱窒した試験片を真空カプセル中で加炭材とともに加熱(650°C)して加炭し、更に700°C×10'→brine quench 後ただちに引張試験に供した。引張試験は主に $\dot{\epsilon} = 4.2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ を用い、*activation parameter*測定のために一部に $\dot{\epsilon} = 4.2 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ も用いた。

3. 実験結果

図1に降伏応力の温度依存性を示す。その特徴を要約すれば次のごとくである。i) Feの温度依存性が大い、ii) Feは常温近傍でも温度依存性が可成ある、iii) 3% Ni-Feは常温附近では固溶硬化、低温側では固溶軟化を示す、iv) 3% Ni-FeはFeよりも低温側で温度依存性が消滅する、v) Niの添加によって双晶発生応力、脆性破壊応力が増大する、vi) 結晶粒の効果は温度に非依存な項として帰する、vii) 純鉄の固溶炭素量が増すと常温附近で固溶硬化がみられるが低温側での降伏応力に相違はあまりみられない、viii) 3% Ni-Fe中の固溶炭素量の変化は降伏応力にあまり反映されない。図2に定歪速度法によって求めた活性化エネルギー(H^*)を示す。ここで横軸は降伏応力の温度依存項(σ^*)である。3% Ni-Feの H^* は全領域(全温度領域)にわたってFeの H^* よりも低い値を示すことが注目される。b.c.c. 金属の降伏応力の強い温度依存性については、a) 侵入型固溶原子と転位との強い結合を熱的に断ち切ることによるものとする、いわゆる *impurity hardening* と b) パイエルスポテンシャルを *double kink* を形成することによってのりこえていく(*lattice hardening*) ものである、との考えがある。本実験によれば固溶炭素量をましても降伏応力の温度依存性がさらに強くなることはない。*impurity hardening* によって実験データを解釈することは困難である。したがってNiの添加による H^* の低下も固溶軟化もCとの関係においてではなく、*lattice hardening* の立場から考えるべきだ。

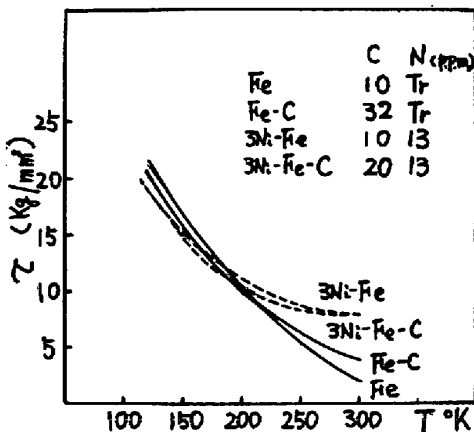


図1 降伏応力の温度依存性

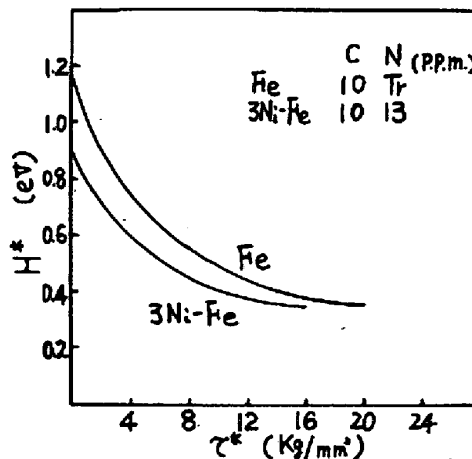


図2 活性化エネルギーのσ*依存性