

(325) 250ksi級マルエージ鋼のくびれの開始と加工硬化率、転位組織の関連について

東京都立大学 工学部 坂木庸見 ○杉本公一 宮川大海

1 緒言 高強度材に要求される機械的性質は、強度が高くかつ延性が高いことであるが、一般に高強度になるにしたがい延性が極端に低下するという問題が生ずる。そのため高強度材ではとくに延性の支配因子を解明することが必要とされる。本研究は250ksi級マルエージ鋼を用い、変形の進行に伴う加工硬化率の変化を調べ、くびれの開始と一様伸びを支配している因子と変形機構を明らかにする。

2 実験方法 供試材には市販の250ksi級マルエージ鋼を用い平行部50mm、直径5mmの引張試験片を作製した。その後820°C、1時間の焼入れ後、430°C、480°C、530°C、580°Cで3時間の時効を施し、焼入れ材を含め計5条件の熱処理について室温にて引張試験を行なった(歪速度=1.67×10⁻⁴sec⁻¹)。

さらに引張試験中の各荷重において、一時除荷して試験片直径を逐次測定し、真ひずみ-真応力曲線を作製し、加工硬化率の変化を調べた。また変形の各段階における転位組織を観察した。

3. 実験結果 0.2%耐力、引張強さは480°C、530°C時効材で最高となり、一様伸びは480°C時効材で最低となった。また530°C、580°Cの高温時効材では480°C以下の低温時効材および焼入れ材と比較して著るしく大きい一様伸びを示した(図1)。通常の引張試験で求めた一様伸び(図1)は、図2に示した真応力と加工硬化率曲線の交点($d\sigma/d\varepsilon = \sigma$)でのひずみ ε_u とほとんど等しく、くびれの開始するときの歪を意味した。

加工硬化率とくびれの開始との関係についてみると、480°C時効材[図2-(a)]のように ε_u が小さい材料は、変形初期に加工硬化率は急激に減少してくびれの開始条件を満たし、くびれの開始後は一定の低い加工硬化率($d\sigma/d\varepsilon = 700\text{MN/m}^2$)を示した。530°C時効材[図2-(b)]の場合、変形のごく初期においては、480°C時効材と同様に加工硬化率は急激に減少したが、析出硬化のため $d\sigma/d\varepsilon = 3700\text{MN/m}^2$ という加工硬化率の比較的高い段階が生じたためくびれの開始が遅れた。くびれの開始後の加工硬化率は480°C時効材の場合と同程度であった。結論として少し過時効気味の熱処理を施すと析出硬化によって加工硬化率の高い段階が生じてくびれの開始を遅らせ、しいては高い一様伸びを示す材料が得られることがわかった。

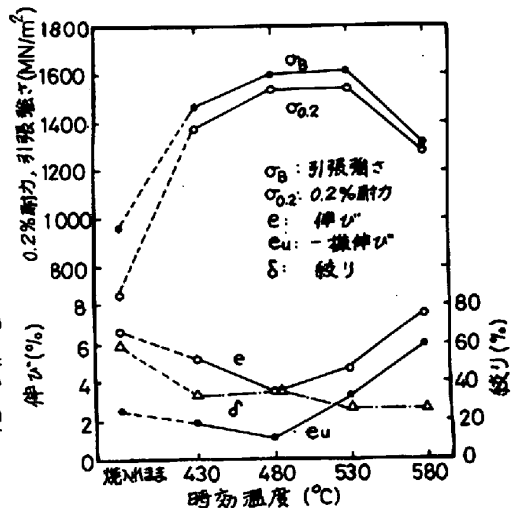


図1. 機械的性質におよぼす時効温度の影響

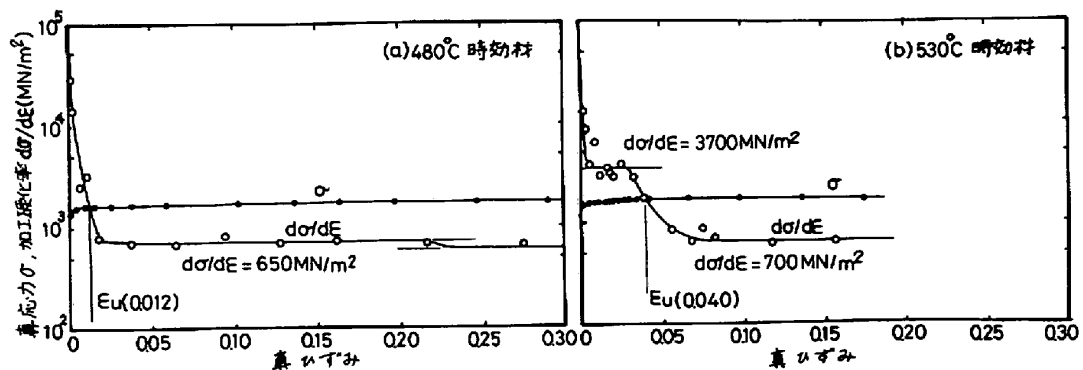


図2. 真応力-真ひずみ、加工硬化率-真ひずみ曲線(a)480°C時効材 (b)530°C時効材