

(402) 塑性変形仕事量に及ぼす動的ひずみ時効の影響

新日鐵 君津製鐵所 ○小宮邦彦 上原規正
阿部光延 工博武智 弘

1. 緒言

各種鋼材を総合した場合の強度と延性の関係については、たとえば強度を代表する特性値と延性を代表する測定値との積が一定になるというような考え方ができる。これはある場合には正しいが、すくなくとも固溶 $C(N)$ 量、ひずみ速度が同時に変動する場合には正しくない。本報ではこの強度と延性の関係を塑性変形仕事量として捉え、これに及ぼす固溶 $C(N)$ 量、ひずみ速度の影響などについて考察をおこなった。

2. 実験方法

工場において冷延された板厚 0.8 mm の商用低炭素薄鋼板 ($C: 0.03 \sim 0.05\%$, $Mn: 0.28 \sim 0.32\%$) を素材として JIS 5 号試片を切出し、700 °C × 5 mm の焼鈍後室温までの冷却途中の各温度から焼入れし固溶 $C(N)$ 量を調整した。その他 Ti 添加極低炭素鋼板 ($C: 0.01\%$, $Ti: 0.07\%$) などを比較のために用いた。引張試験は室温においておこない、ひずみ速度は $10^{-5} \sim 10^{-1} \text{ sec}^{-1}$ を採用した。固溶 $C(N)$ 量は横振動型内部摩擦装置により、同様熱処理を受けた別試片のスネークピーク高さとして評価した。塑性変形仕事量に相当する値としては真応力 (Kg/mm^2) - 真ひずみ (比率) 曲線下の面積を用い、降伏点伸び段階あるいはくびれ発生後もこの面積に含めた。

3. 実験結果

ある一定のひずみ速度についてみれば、引張強さと破断伸びの積が一定であるような関係が得られるが、ひずみ速度が変わればこの積は一定でなくなる (図 1)。動的ひずみ時効の生ずる場合には真応力 - ひずみ曲線下の面積が低下する (図 2)。 $\sigma \propto \sqrt{Nt}$, $\epsilon \propto Nm \cdot L$, $Nm = \alpha \cdot Nt$, $L = \sqrt[3]{Nt}$ とすれば近似的には、 $W \propto \alpha \cdot Nt$ と表わされる (σ : 応力, ϵ : ひずみ, Nt : 全転位密度, L : 転位の平均自由行程, α : 1 以下の正の係数, W : 塑性変形仕事量)。 Nt を鋼材中に含み得る転位の最大密度と考えれば、たとえば 10^{12} cm/cm^3 程度の一定値とみなせるから α が一定である限り W は一定となる。したがって動的ひずみ時効の生ずる場合には α が低下すること、すなわち可動転位が変形中にかなり頻りに不動転位化することを示唆している。

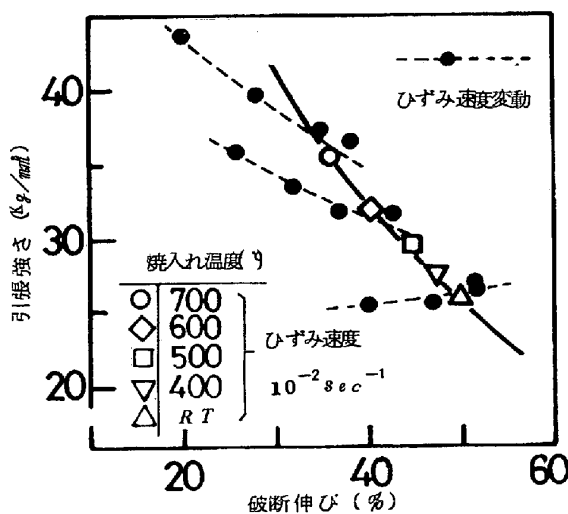


図 1. 固溶 $C(N)$ 量の異なるリムド鋼の強度と延性の関係

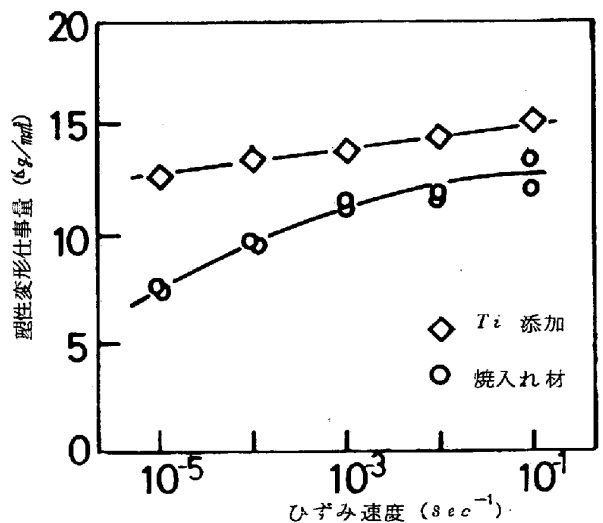


図 2. 動的ひずみ時効と塑性変形仕事量