(528) 準安定鋼の塑性応力に対するモデルおよび実験式
(加工誘起マルテンサイト変態を伴なう塑性応力の解析)

日新製鋼(株)・周南製鋼所　○星野和夫
田中照夫

1. 緒言

先に，γ 単相あるいは γ 相，α' 相の混在組織における γ 相の $\sqrt{\rho}$ の挙動について検討し，γ 相の $\sqrt{\rho}$ は ε と α' 量のみに依存し，含有するC，N量に何ら依存していないことを述べた。一方 C，N含有量の高い準安定ステンレス鋼は，それらの低い鋼よりも高い塑性応力を示すことは事実である。γ 相の $\sqrt{\rho}$ の挙動のみでは，この事実を説明しきれない。本報告は，$\sqrt{\rho}$ の挙動を考慮した中間型モデルを設定し，塑性応力に対する実験式について言及する。

2. モデルの設定

図1のような中間型モデルを考える。

S.Z (single phase zone)と D.Z (dual phase zone) では応力一定モデルとする。

$$\sigma_S = \sigma_0 + 6.5\times10^5 \cdot m \cdot \varepsilon_S{}^{3/4} \quad \cdots\cdots (1)$$

$$\varepsilon = \varepsilon_S \cdot V_S + \varepsilon_D \cdot (V\alpha' + V_D)$$

$$= \varepsilon_S\{1-(\frac{1+v}{v})V_{\alpha'}\} + \varepsilon_D \cdot (\frac{1+v}{v})V_{\alpha'} \quad \cdots (2)$$

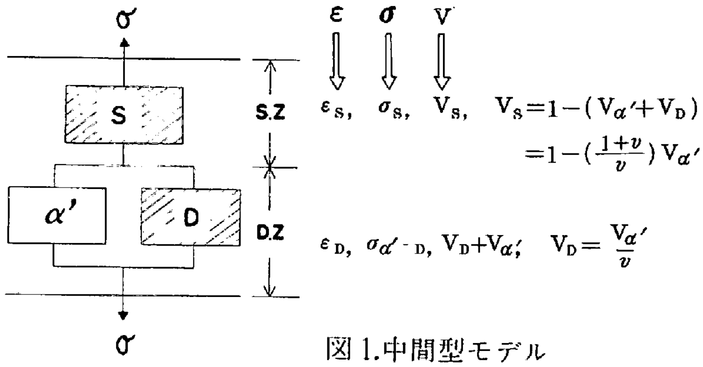

図1.中間型モデル

D.Z での α' 相と γ 相とには，歪一定モデルが働くとする。

$$\sigma_{\alpha'-D} = \sigma_{\alpha'} \cdot V_{\alpha'} + \sigma_D \cdot V_D = \sigma_{\alpha'} \cdot V_{\alpha'} + \sigma_D \cdot V_{\alpha'}/v \quad \cdots\cdots (3)$$

$\sigma_{\alpha'} \approx$ const. : f (C, N)

$$\sigma_D = \sigma_0 + 6.5\times10^5 \cdot m \cdot \{\varepsilon_D{}^{3/4} + \frac{1}{5}(\frac{V_{\alpha'}}{V_{\alpha'}+V_D})^{1/2}\}$$

$$= \sigma_0 + 6.5\times10^5 \cdot m \cdot \{\varepsilon_D{}^{3/4} + \frac{1}{5}(\frac{v}{1+v})^{1/2}\} \quad \cdots\cdots (4)$$

3. 計算結果

塑性応力(σ)を計算するためには，ε_S あるいは ε_D，v，$V_{\alpha'}$ を知る必要がある。一方，σ および α' 量の実測値があれば，(1), (2), (3), (5) 式を数値解析することによって，ε_S，ε_D，v は算出しうる。準安定ステンレス鋼5種を用いて求めた v は，ε と γ 安定度の依存性をもっているが，次のような処理によって一元化しうる。すなわち，基準の α' 相生成傾向を $(V_{\alpha'}/V_\gamma)_S = 10\cdot\varepsilon^{2.5}$ とし，各材料の α' 相生成傾向を $(V_{\alpha'}/V_\gamma)_i = A_i \varepsilon^{B_i}$ とする。

各材料において，$(V_{\alpha'}/V_\gamma)_S = (V_{\alpha'}/V_\gamma)_i$ となる仮のひずみを $\tilde{\varepsilon}_i$ とし，この $\tilde{\varepsilon}_i$ と v をプロットすると，図2のようになり，$v = 9\cdot\tilde{\varepsilon}_i{}^{2.35}$ で表示しうる。各材料とも $\tilde{\varepsilon}_i$ vs ε_i は判っているので，各ひずみにおける v は計算しうる。

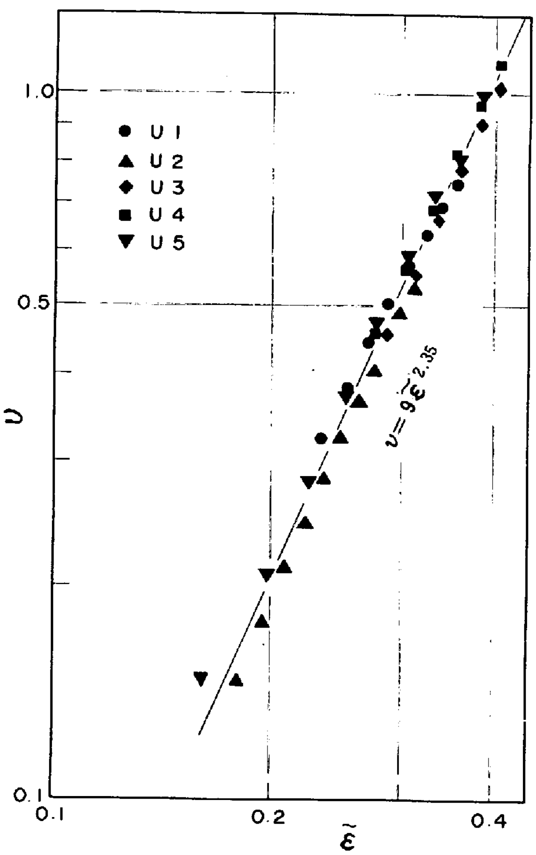

図2.$\tilde{\varepsilon}$ と v の関係

以上のように，v が決まれば，S.Z と D.Z では応力一定モデル($\sigma_S = \sigma_{\alpha'-D}$)が成り立つとしていることから導き出せる(5)式と(2)式より，ε_S，ε_D は計算しうる。

$$\sigma_0 + 6.5\times10^5 \cdot m \cdot \varepsilon_S{}^{3/4} = \sigma_{\alpha'} V_{\alpha'} + [\sigma_0 + 6.5\times10^5 m\{\varepsilon_D{}^{3/4} + \frac{1}{5}(\frac{v}{1+v})^{1/2}\}] \cdot V_{\alpha'}/v \quad \cdots\cdots (5)$$