

(362) 塑性曲線への中間型モデルの導入

(不安定オーステナイト系ステンレス鋼の塑性曲線のマクロモデル-Ⅱ)

日新製鋼(株) 岡南製鋼所 ○星野和夫 井川秀

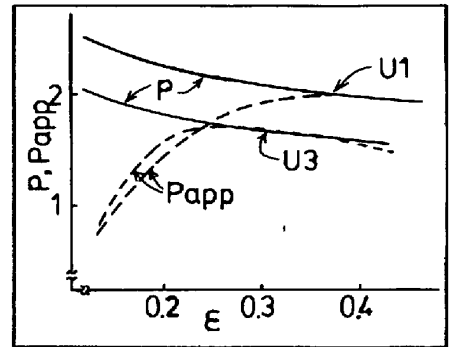
1. 緒言. 先に不安定 γ 系ステンレス鋼の塑性曲線を解析するに際し, γ 相の加工硬化係数に対する従来の値を修正し, C 量による異なる α' 相の強度を考慮すれば, 混合則を基本とした見掛け上の計算式が得られることを示した¹⁾. しかし, この計算式は α' 相の強度に対し, ひずみ依存性を考慮してゐないため, γ 相の安定度が大きく変るとともに突刺値との差が大きくなるという欠点を有する. 本報告は, α' 相の強度にひずみ依存性を導入し, しかも α' 相の変位挙動に応じて中間型モデルと混合則を組み合わせ, 塑性応力の近似式を提示せんとしたものである.

表1 供試材の概要

	S1	M1	U1	U2	U3	U4	U5
G.S	7.5	8.5	5.5	7.0	6.5	6.5	6.5
K_A (kg/mm^2)	39.3	176.2	155.2	179.1	151.9	148.0	127.6
σ_i (kg/mm^2)	43.0	54.4	47.9	55.3	46.9	45.7	39.4

2. 実験方法. 用いた供試材の化学成分は, (その2)に示したものと同一である. 表1に示すような結晶粒をもつ板厚0.7mmの材料から, JIS 13B号片を採取し引張試験に供した. 引張試験は20~23°Cにコントロールされた室で, ひずみ速度 $1 \times 10^{-3} \text{ sec}^{-1}$ で行った. なお, 計算に必要な α 量は, (その2)で求めた実験式を用いて算出した.

3. 実験結果および考察. γ 相の放射線硬化領域の塑性応力は, $\sigma_A^u = K_A \epsilon^{0.5} = \sigma_i (\epsilon/\epsilon_i)^{0.5} \dots (1)$ (K_A :強度因子, σ_i :放射線硬化領域の相点 ϵ_i の真応力)と与えられる. ϵ_i は正確に定め難いので $\epsilon_i = 0.0953$ とする. かりに α 相と γ 相との間に混合則がなりたつと, α' 相の受け持つ応力, 単位 α' 相の強度をそれぞれ σ_M^u, σ_A^u とすると, $\sigma_M^u = \sigma_M^u V_M = \sigma - K_A \epsilon^{0.5} V_A \dots (2)$ が得られる. (1), (2)式より求まる σ_M^u, σ_A^u の比を見掛け上の相対強度比 P_{app} とする. U_1, U_3 の例を図1に示す. つまり,



$\sigma_M^u = K_M \epsilon^{n_M} \dots (3)$ (K_M : α' 相の強度因子, n_M : α' 相の加工硬化係数)と与えられると, σ_M^u と σ_A^u との比を相対強度比 P とすると,
 $P = (K_M \epsilon^{n_M} / K_A \epsilon^{0.5}) \cdot \epsilon^{n_M - 0.5} = \delta \cdot \epsilon^{n_M - 0.5} \dots (4)$ (δ はひずみ ϵ での σ_M^u と σ_A^u との比で, P と区別して強度比と名付ける.)と与えられる. 本実験から直接 n_M, K_M は求められませんが, ϵ_{mt} 以降の P_{app} の挙動から $n_M - n_A$ は推定しうるし, ϵ_{mt} での P の値すなわち δ がわかれば K_M は必要がない. $n_M - n_A \approx -0.2$ として計算した P を図1に示した.

図1. P, P_{app} のひずみ依存性

ϵ_{mt} より小さいひずみ領域において, P_{app} と P は相反する挙動をとる. この領域での P_{app} の挙動は, γ 相よりも α' 相の方が加工硬化係数が大きいことと σ_M^u が σ_A^u よりも低いことを意味しており, α' 相の特性として矛盾する. この矛盾は, 全ひずみ領域に混合則を適用したことにあると考えられ, ϵ_{mt} より小さいひずみ領域には図2のような中間型モデルを導入する. このモデルにおいて, $C-Z$ は図1の P の値があるはまりかゝる混合則のなりたつ領域であり, $F-Z$ は α' 相の影響を受けずに変形する γ 相である. このモデルによる塑性応力は(5)式で与えられる. すなわち, ϵ_{mt} より小さいひずみ領域は(5)式で与えられる, ϵ_{mt} より大きいひずみ領域は混合則を基本とする(6)式で与えられる.

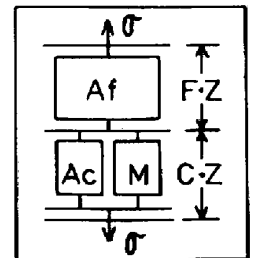


図2. 中間型モデル

$$\sigma = K_A \left\{ \delta^2 \epsilon / \epsilon - (\delta^2 - 1)(1 + \delta^{-1}) \cdot V_M \right\}^{0.5} \dots (5) \quad (\delta = V_M / V_A = V_M / V_A \text{ at } \epsilon = \epsilon_{mt}, \epsilon_i = (1 + P\delta) / (1 + \delta))$$

$$\sigma = \sigma_A + \sigma_M = K_A \cdot \epsilon^{0.5} (V_A + P V_M) \dots (6)$$

1) たとえば, D.C. Ludwigson et al.: JISI, 207 (1969) 63

2) 星野: 日本鉄鋼協会第90回講演大会講演概要集, 61 (1975) 12, 5754