

(275) α - δ Fe-Cr-Ni 鋼のバウシinger効果のモデルによる検討

茨城大学 工学部 ○友田 陽, 大学院 中村貞夫
工学部 黒木剛司郎

I 緒言 α - δ Fe-Cr-Ni 鋼のバウシinger効果の α 体積率(f)および δ 相間強度比 C^* ⁽¹⁾依存性は、X線回折より求めた予変形材の相応力(残留応力)の f と C^* 依存性⁽²⁾と良い相関がある。そこで、各構成相自身は等方硬化の特性をもつと仮定して、 δ 相間の塑性歪差(ミスフィット)により発生する平均内部応力のみ注目した場合のモデル計算を行い、この効果が実験結果に占める割合を検討しようとした。まず、田中-森の分散強化型合金の加工硬化理論を基にした延性 δ 相合金の変形の連続体モデル⁽³⁾を用いて、引張→圧縮変形を求めた。この種のモデルで常に問題にされる plastic relaxation の効果を別の立場からある程度考慮する方法としてFEM弾塑性解析を行い比較した。

II 方法 δ 構成相の変形条件を、次の相当応力-相当塑性歪関係式で与えた。

$$\sigma^I(\epsilon_p^I) = \sigma_y^I + H_I \epsilon_p^{I n_I}, \quad \sigma^II(\epsilon_p^{II}) = \sigma_y^{II} + H_{II} \epsilon_p^{II n_{II}} \quad (1)$$

ここで、添字Iはオーステナイト(δ)、IIはフェライト(α)を意味する。各材料定数は、 δ または α の各単相合金の引張試験結果より近似し、 $E = 206 \text{ GPa}$, $\nu = 0.3$ とした。単軸変形は文献⁽³⁾より

$$\sigma_y^I = \frac{1}{3} f A \Delta \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -2 \end{pmatrix}, \quad \sigma_y^{II} = \frac{1}{3} (1-f) A \Delta \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}, \quad A = \frac{E(7-5\nu)}{10(1-\nu^2)} \quad (2)$$

と示される平均内部応力と仮定仕事の原理を用いて応力-歪曲線と計算した。 Δ は外力(λ_3 軸)方向の各相の平均塑性歪の差を示す。

FEM解析はほぼ山田のテキスト⁽⁴⁾に従って、平面応力条件、応力制御で行った。顕微鏡写真よりモデルを作成した(図1参照)。

III 結果 連続体モデル⁽³⁾では逆変形初期に大きなバウシinger効果が生じるが、Masingモデルに似て永久軟化は小さい。そこで、図2では f と C^* の影響を $Y(iR)$ (図2参照)にフリマ示した。図3はFEMによる計算例である。これらの結果は、平均内部応力に着目すれば、実験結果の特徴とかなり良く把握できることを示している。



図1 光学顕微鏡組織例 ($f=0.51$, 枠内を450要素に分割、モデル化LK)

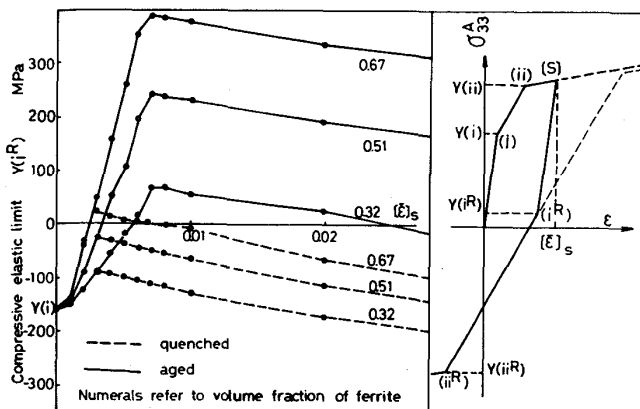


図2 連続体モデルによる計算例: $Y(iR)$ におよぼす f と C^* の影響(右図は記号, σ_{33}^A は外力)

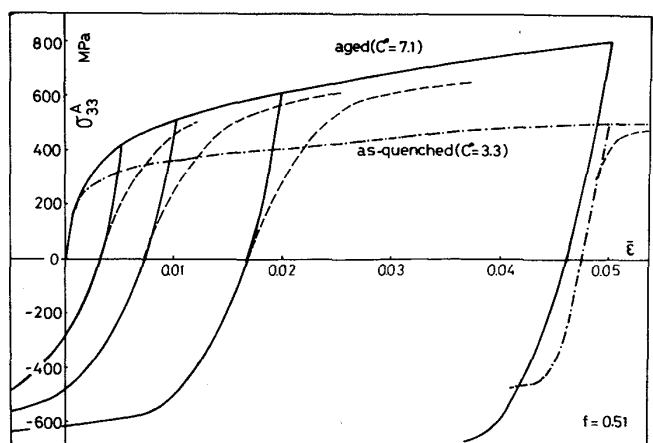


図3 FEMによる応力-歪曲線の計算例 ($f=0.51$ の場合)

参考文献 (1)田村他 鉄と鋼59(1975)454, (2)Y. Tomota et al. 投稿中, (3)Y. Tomota et al. Mater. Sci. Eng., 24(1976)85, (4)山田, 塑性・粘弾性 培風館(1972)