

(304) 延性2相鋼の変形挙動の有限要素法による検討

茨城大学工学部 ○友田 陽, 大学院 谷本一郎
黒木剛司郎

1. 緒言 強度の異なる複数の相から構成される材料は不均質な塑性変形を起す。この不均質塑性歪分布(転位の不均一分布)は内部応力をもたう。著者ら⁽¹⁾と黒木ら⁽²⁾は、延性2相鋼において、軟質相と硬質相の平均塑性歪の差により発生する平均的內部応力(または弾性エネルギー)を連続体モデルによく計算し、変形応力を求めた。しかし、2相界面近傍で予想される高い局所的内部応力による、*plastic relaxation*(塑性緩和)の考慮は十分でない。実験的に歪分布を求めることは容易でない。で、有限要素法(FEM)により、各相の歪分布と前述の平均歪、内部応力および変形応力の関係を検討した。FEMによる弾塑性解析の利用は、すでに Karlsson ら⁽³⁾が行っているが、ここでは硬質相の形状と強度の変形挙動におよぼす影響を明らかにしようとした。

2. 方法 モデルは、写真1の光顕組織(フェライト-マルテンサイト)(I)と国尾、鈴木らの示したマルテンサイトの連結した組織(II)を基に要素分割したものをを用いた。マルテンサイト体積率は、I, IIともに約30%である。各相の変形条件は、 $\bar{\sigma} = \sigma_s + H\bar{\epsilon}$ で与えた。フェライト: $\sigma_s = 196$, $H = 2940$, マルテンサイト: $\sigma_s = 637$ (case 1) または 1274 (case 2), $H = 3626$ (MN/m²) とした。結局、I-1, I-2, II-1, II-2 (I, IIは形状, 1, 2は強度比の相違) の4種について比較した。計算には、東大計算センターのHITAC 8400を使用した。

3. 結果 写真1は、3.3%変形させた時の試料表面の様相(すべり線と組織の関係)。図1は写真1の枠内をモデル化し、3.1%変形させた時(FEM)の相当塑性歪分布を示す。各相の平均した内部応力(除荷した時の残留応力にはほぼ等しい)を図2に示す(引張軸(X)方向, σ_x , 圧縮軸(Y)方向, σ_y , と σ_z のうち, σ_x と σ_y について示した。I-2, II-2の場合、 σ_z のみを示した)。これは、Fe-C-Mn系合金によく、入線回折により測定した結果と傾向が一致する。モデル全体での応力-歪線図(5%まで)各構成相の平均応力-平均歪線図を図3に示す。

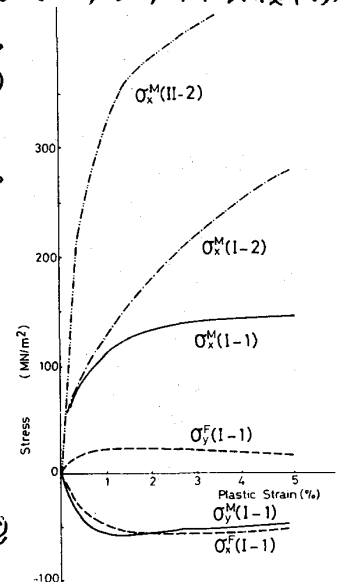


図2 変形にともなう各相の平均内部応力の変化



図1 相当塑性歪分布図

図3 試料全体、および各構成相の平均化した各応力-歪関係

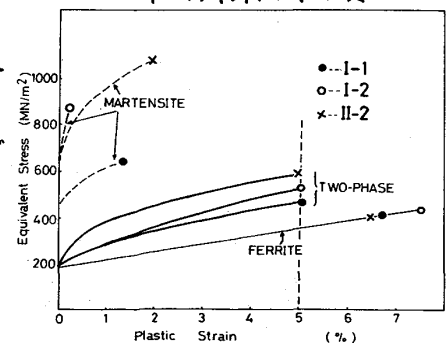


写真1 フェライト-マルテンサイト鋼であらうかの所、腐食した試料に3.3%の塑性歪を与えた時の表面の様相

参考文献: (1) Y. Tomota et al, Mater. Sci. Eng., 24 (1976) 55, (2) K. Araki et al, Trans. ISIJ 17 (1977) 710
(3) B. Karlsson, B. O. Sandström, Mater. Sci. Eng. 16 (1974) 161, (4) にと2は鈴木他 機論40 (1974) 2117, (5) 谷本他 機論 (1978)