

(220)

高張力冷延鋼板の時効性に及ぼす第2相組織の影響

(水焼入焼鈍法による高張力冷延鋼板の開発——第5報——)

日本鋼管 技研 工博中岡一秀 荒木健治○栗原 極

福山製鉄所 福中司郎

1. 緒 言: 高張力冷延鋼板の製造法の中で、水焼入連続焼鈍法は通常冷延板用キャップド鋼あるいはそれに少量の強化元素を添加するだけで、強度・加工性等の優れた製品を得ることができる¹⁾ 唯一の方法である。次にこの方法により製造された製品は i) 塗装焼付処理により高い降伏応力が付与できる(焼付硬化性) ii) 常温で遅時効である、という優れた性質を有している。²⁾ この理由について前報²⁾ で i) は一種の歪時効であり ii) は噴流水中焼入により組織が2相組織となっている事によることを指摘した。

今回は、焼付硬化性を有する鋼の時効性について、第2相の種類・体積率を変化させた材料を用いて調査した結果を報告し、水焼入連続焼鈍冷延高張力鋼の遅時効性についてその理由を考察する。

2. 実験方法:

0.06% C キャップド鋼熱延板を実験室冷間圧延し、ソルトバスで850℃焼鈍-700~850℃噴流水中焼入-300℃焼戻、あるいは850℃焼鈍後空冷-400℃過時効処理で、第2相をマルテンサイト(体積率変化)、パーライト、セメンタイトとし、調質圧延後、引張試験・焼付硬化性試験(170℃×20分)・時効試験(38℃×8日~30日)を行った。その他適宜比較材を用いて実験した。

3. 実験結果: 試料間の差異が最も顕著に現われる降伏点伸びは、同一のキャップド鋼を素材としても第2相形態により大きく異なり、セメンタイト、パーライトの試料(符号C, P)では増加するが、マルテンサイトの試料(符号M1~3)では、体積率の低い場合を除き0のままである。これらの実験結果より、時効性への第2相形態・体積率の影響の仕方が明らかとなった。

4. 考 察: 2相組織の場合の変形応力は、各相ごとの歪の分布を考慮すると次式で表わされる。

$$\bar{\sigma} = f_1 \int \phi(\epsilon, \bar{\epsilon}) \sigma_1(\epsilon) d\epsilon + f_2 \int \phi_2(\epsilon, \bar{\epsilon}) \sigma_2(\epsilon) d\epsilon \quad (1)$$

ここに、 $\bar{\sigma}$: 平均応力、 f : 体積率、 ϕ : 分布函数、 $\bar{\epsilon}$: 平均歪、 σ : 単相の場合の応力-歪関係である。

この式を用いて硬質第2相がある場合に降伏点伸びの回復が強く抑えられる原因を考察する。まず第1項に着目する。時効を行うと σ_1 は降伏点伸びを発生する。この場合歪分布巾が非常に狭ければ第1項の積分は $\sigma_1(\bar{\epsilon})$ となり単相の場合の降伏点挙動がほぼそのまま現われる^{※)}。しかし実際には硬質第2相の変形量は軟質第1相に比べ遙かに小さいので³⁾、第1相内の歪は第2相に隣接する部分ではほぼ第2相と等しくなり、それを補うため他の部分で大きな変形が起る事になる。これは ϕ がブロードになる事に対応し、第1項の積分を行った後では単相の場合のようなシャープな上降伏点は現れ難くなる(図2)。また第2相の応力(第2項)も降伏点発生を抑制する方向に作用する。焼付硬化処理で降伏点が発生するのは、 σ_1 自体の上降伏点が鋭く、また降伏点伸びが大きいためである。なお、降伏点伸び=0の条件は $\partial \bar{\sigma} / \partial \bar{\epsilon} > 0$ である。

※) 単相・第2相体積率の低い場合に相当。

1) 荒木他 鉄と鋼 61 (75) S 149; 2) 岩瀬他

ib id. 61 (75) S 150; 3) 友田, 黒木, 田村 ib id. 61 (75) 107; 時効性への影響

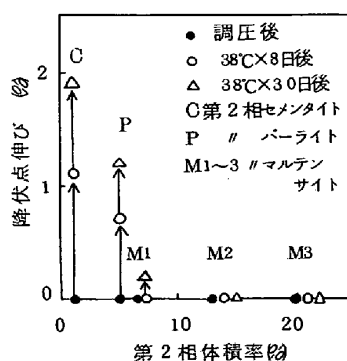


図1. 第2相形態・体積率の

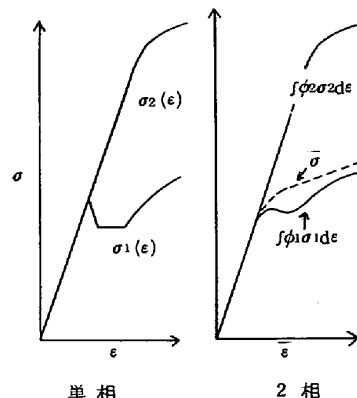


図2. 時効後の応力-歪関係