

(254) 共析炭素鋼における変形による平均的内部応力と焼鈍による減少過程

日本炭素(株)の沢田 彰 (株)日立製作所 篠田 哲平  
東京工業大学 森 勉

1. 緒言 塑性変形するマトリックス中に塑性変形しない介在物を含んでいる分散強化合金を変形すると、マトリックスと介在物との間に塑性歪の不均一分布を生じ、その結果として平均的内部応力が発生し、分散強化合金は硬化する。そして塑性変形しないセメントライトが塑性変形するフェライトへ分散している炭素鋼の加工硬化もこの例外ではない。本報告では、炭素鋼の加工硬化への平均的内部応力の寄与と、鋼中に貯えられたこの平均的内部応力の焼鈍過程での減少が、分散セメントライトのサイズと、形状とにどのように影響されるかを示す。又、平均的内部応力と水素脆性との関係についても示す。

2. 実験方法 供試材には共析鋼を用いた。又軟鋼を用いて鋼中に存在する平均的内部応力を評価した。共析鋼と軟鋼のフローストレスモデルをそれぞれ、 $\sigma_f(\epsilon) = \sigma_c + \Delta\sigma_b(\epsilon) + \Delta\sigma_f(\epsilon)$ ,  $\sigma_{AF} = \sigma_{OF} + \Delta\sigma_{FF}(\epsilon)$  とした。ここで  $\sigma_c$ ,  $\sigma_{OF}$  と  $\Delta\sigma_f(\epsilon)$ ,  $\Delta\sigma_{FF}(\epsilon)$  とはそれぞれ共析鋼と軟鋼とのオロワンストレスと塑性歪  $\epsilon$  で生じた平均的内部応力以下の硬化分である。又  $\Delta\sigma_b(\epsilon)$  は塑性歪  $\epsilon$  で生じた平均的内部応力である。加工硬化への平均的内部応力の寄与は、共析鋼と軟鋼のストレス・ストレーンカーブを塑性歪ゼロまで外挿し  $\sigma_c$ ,  $\sigma_{OF}$  を求め、 $\Delta\sigma_f(\epsilon) = \Delta\sigma_{FF}(\epsilon)$  とおくことから求めた。又焼鈍後も鋼中に残っている平均的内部応力は、焼鈍による歪時効が炭素鋼と軟鋼とでは同じであると仮定し、塑性歪6%を加えた後焼鈍し、再度の2%の引張りを加え、その時のフローストレス  $\sigma_A(0.02)$ ,  $\sigma_{AF}(0.02)$  を用いて  $\{\sigma_A(0.02) - \sigma_A(0.02)\} - \{\sigma_{AF}(0.02) - \sigma_{AF}(0.02)\}$  なる操作から求めた。ここで図2は  $\Delta\sigma_A(0.02) = \{\sigma_A(0.02) - \sigma_A(0.02)\}$ ,  $\Delta\sigma_{AF}(0.02) = \{\sigma_{AF}(0.02) - \sigma_{AF}(0.02)\}$  を縦軸にとっている。

3. 実験結果 図1は変形中に共析鋼に生じた平均的内部応力の変化を示す。平均的内部応力は、変形初期から急速に増加し、約6%の塑性歪で飽和している。そして三種の球状化鋼 L, S, M では介在物セメントライトのサイズによる差は、ほとんど認められない。又球状化鋼よりパーライト鋼のほうが、増加率が大きく、そして生じた平均的内部応力を球状化鋼の10~15 kg/mm<sup>2</sup> に対し23%の塑性歪ですら20 kg/mm<sup>2</sup> とするほどであった。図2は、焼鈍過程にどのように平均的内部応力が減少しているかを示している。ここで、平均的内部応力の減少は、約300℃から始まり、約500℃で消えていること加わった。又パーライト鋼と steel C-US (球状化介在物の大きさが、ほぼセメントライト板の大きさに等しい) との比較から平均的内部応力の減少に介在物形状依存性のあることがわかる。又球状化鋼同態ではサイズの大きな順に、M, S の順に減少しにくくなるというのかわかる。又水素脆性は、内部応力の大きさと著しい相関があった。

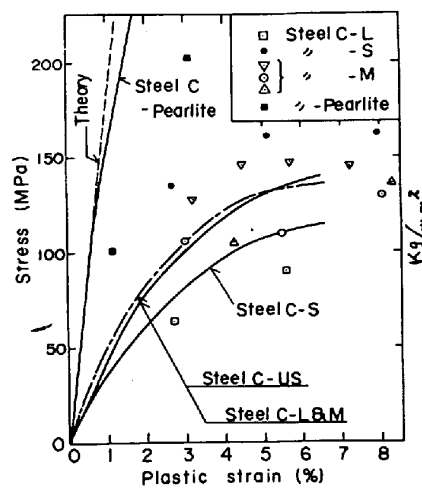


図1 平均的内部応力と塑性歪の関係

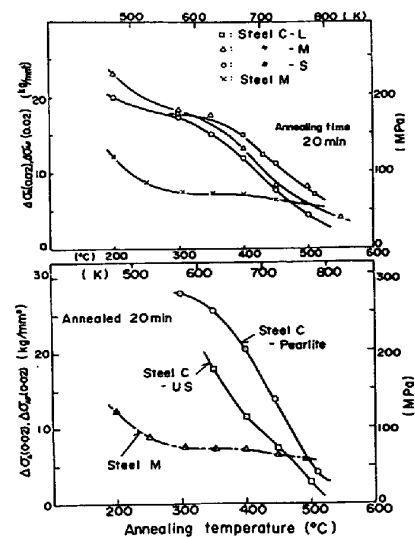


図2 焼鈍温度と平均的内部応力の減少