

(521) オーステンパー処理したSi鋼のTRIPと歪誘起変態

残留オーステナイトを含む鋼板の研究-9

新日本製鐵㈱ 薄板研究センター ○松村 理 佐久間康治
工博 武智 弘

1. 経 緯

Cを0.4%, Siを1.5%, Mnを0.8%程度含む鋼を2相域処理後急冷し、オーステンパー処理した鋼(以下AT鋼と称す)において、残留オーステナイト(γ_R)が適度に安定であれば、体積率20%以下でもTRIP (Transformation Induced Plasticity)効果により均一伸びが著しく向上する⁽¹⁾。しかしこの種の鋼について、そのTRIPまたは歪誘起変態のkineticsを検討した例は無い。

2. KINETICS

Burkeの式をもとに⁽²⁾, γ_R を含む鋼の取扱いに適した形に改め(時間 $t \rightarrow$ 歪 ε , $V_M = V_{r0} - V_r$)

$$-dV_r/d\varepsilon = k_p V_r^2 \varepsilon^{p-1} \quad (1)$$

を得た。ここで V_M, V_r :それぞれ歪誘起 α' と γ_R の体積率, V_{r0} :焼鈍まま材の V_r , ε :引張真歪, k_p :歪に対する安定性に関する定数, p :自触媒指数。 k_p, p が V_r に依らねば(1)は積分可能で

$$1/V_r - 1/V_{r0} = (k_p/p) \varepsilon^p \quad (2)$$

AT鋼⁽¹⁾ははじめ γ_R を含み歪誘起変態を起こすことの知っているDP鋼⁽³⁾, 2相ステンレス鋼⁽⁴⁾, 準安定オーステナイトステンレス鋼⁽⁵⁾についての既報データを[2]に代入した結果をFig 1, Table 1に示す。自触媒指数 p が V_{r0} (または V_r)レベルで異なる値をとることが注目される。

自触媒指数と V_r との関係を明確にするため、自触媒項を $(V_{r0} - V_r)^q = V_M^q$ と仮定すると、

$$-dV_r/d\varepsilon = k_q V_r^2 (V_{r0} - V_r)^q \quad (3)$$

を得る。 k_q は定数, q は自触媒指数で p より明確な意味を持つ。詳細は略すが, [3]より q は V_r のみに依存する定数であることが確認された(Table 2)。以上より, AT鋼の歪誘起変態は(1)で $p=1$, [3]で $q=0$ とした場合, つまり自触媒効果の無い場合として

$$-dV_r/d\varepsilon = k V_r^2 \quad (4)$$

で表わされる。自触媒効果が認められぬ理由は, γ_R 粒が微細分散し他相に妨げられて変態の伝播が阻止されるためである。[4]にもとづけば, 例えばAT鋼の加工硬化挙動等が説明できる。

- 1) 松村, 佐久間, 武智: 鉄と鋼, 71(1985) S1293. 2) J. Burke: Kinetics of Phase Transformation in Metals, Pergamon P., Oxford(1965). 3) T. Furukawa et al: Structure and Properties of DP steel, AIME, New York(1979). 4) 中村, 若狭: 鉄と鋼, 61(1975), 69. 5) D.C. Ludwigson and J. A. Burger: JISI, 192(1969), 63.

Table 1. V_{r0} , p , and k_p in austempered 0.4C-1.5 Si - 0.8 Mn steels and reference steels.

Steel	V_{r0}	p	$k_p (\frac{k_p}{p})$	Note
Austempered 0.4 C 1.5 Si 0.8 Mn	790°C×5min→ 400°C×1.5min	0.175	65	$V_{r0} \leq 0.2$: Fine discrete grains of retained austenite → $p \approx 1$
	400°C×3min	0.192	52	
	400°C×6min	0.171	33	
	400°C×15min	0.169	25	
	400°C×30min	0.120	94	
Dual phase	0.089		≈ 600	
Duplex stainless	≈ 0.5	≈ 2		$V_{r0} \approx 0.5$: Lamellar structure consisting of ferrite and austenite → $p \approx 2$
Metastable austenitic stainless	A	1.00	(17)	$V_{r0} = 1$: Pure austenite → $p \approx 3$
	F		(61)	

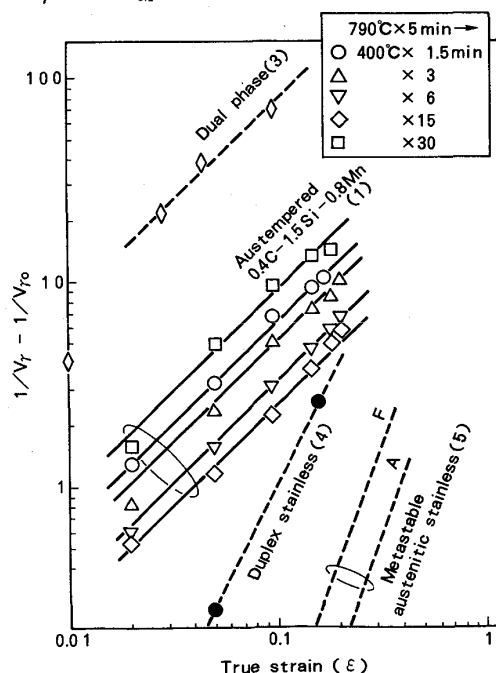


Fig. 1 Variations of $(1/V_r - 1/V_{r0})$ with strain. The slope of lines is equal to strain exponent p .

Table 2 Relation between q and V_r .

V_r	0.4	0.5	0.8
q	0	≈ 1	≈ 1.3