

(227) 18Niマルエージ鋼の破壊靱性におよぼすAl, Tiの影響  
 (超強力鋼の靱性に関する研究-Ⅱ)

70227

金属材料技術研究所

河部義邦  
 中野恵司

金尾正雄

緒言

破壊靱性値  $K_{Ic}$  は高強度側では降伏強さに大きく支配される。例えば、米国産のマルエージ鋼では  $K_{Ic} \approx 3.63 - 1.1 \sigma_y$  ( $\sigma_y$  (Ksi 単位) の関係があると報告されている。それに対し、著者らの高純度材料を用い、小型鋼塊から作成した供試材がどの程度の靱性値を有しているか、また  $K_{Ic}$  が  $\sigma_y$  のみによつて一義的に決定されるかの2点を把握するため、 $K_{Ic}$  におよぼす降伏強さ水準の影響を調べた。 $\sigma_y$  は熱処理と強力な硬化性元素の量によつて大幅に変えることができる。したがつて、本報告では時効温度とAl, Tiの量を変え、 $K_{Ic}$  におよぼす降伏強さ水準の影響を中心として、添加元素、時効温度の観点からも検討した。

試料および実験方法

供試材の化学成分を表1に示す。K-1~4は脱酸のための0.05% Alと種々の量のTiを添加した試料、K-5~7はAlとTiを複合添加した試料である。 $K_{Ic}$ の測定には前報のA型試験片を用い、400, 440, 480, 520℃で3分時効した。引張試験は板厚4mm, 幅5mm, 標長間距離25mmの試験片を用い、ストレインゲージ式伸び計を取付け、標長間の伸びを破断まで直接測定した。至速度は  $2 \times 10^{-2} / \text{min}$ , 試験温度は20℃である。

表1 供試材の化学成分(重量%)

	C	Ni	Co	Mo	Al	Ti
K-1	0.001	17.9	8.25	5.06	0.009	—
K-2	0.001	18.1	8.26	5.04	0.014	0.19
K-3	0.001	18.0	8.24	5.09	0.017	0.32
K-4	0.001	18.0	8.20	5.10	0.018	0.55
K-5	0.001	18.1	8.27	5.08	0.11	—
K-6	0.001	18.2	8.28	4.86	0.061	0.34
K-7	0.001	18.1	8.19	5.08	0.081	0.62

結果

0.2%耐力, 引張強さは時効温度の上昇に伴い増加し、480℃から520℃で最大になつた。その場合、Tiの添加は強度増加にかなり寄与するが、Alはほとんど効果がなかつた。また、Tiを添加してないK-1, K-5では520℃時効で逆変態による $\beta$ 相が生成し、 $\sigma_y$ ,  $\sigma_b$ は増加しているにもかかわらず、破断伸び( $\epsilon_t$ )と一様伸び( $\epsilon_u$ )は増加した。図1に $K_{Ic}$ と時効温度との関係を示した。K-1試料の $K_{Ic}$ は時効温度に依存せず、しかも低い。Tiを0.2, 0.4%添加すると $K_{Ic}$ は改善される。しかし、Tiを過剰に添加し、しかも520℃で時効した場合には、 $K_{Ic}$ は大きく減少した。Alは本実験の添加量の範囲では $K_{Ic}$ を改善する傾向を示した。また、AlとTiを複合添加した場合には両者の加算的な効果が生じた。一般的には、 $K_{Ic}$ は $\sigma_y$ の増加に伴い低下する傾向を示した。しかし、 $\sigma_y$ の大きい側で、かなり大きくなるばらつきが生じた。この現象はTi添加量の多い試料を520℃で時効したとき、 $\sigma_y$ がほとんど変わらないにもかかわらず、 $K_{Ic}$ が大きく低下したためである。そして、この現象はマルテンサイトのラス境界に数多くの大きな析出物が生じている微細組織と対応した。また、平面ひずみ状態で破断したflatな破面はすべてnormal ruptureであり、これらの破壊がlow energy tearによることが確かめられた。また、 $K_{Ic}$ と $\epsilon_t$ ,  $\epsilon_u$ との間にはまったく相関性が認められなかつた。

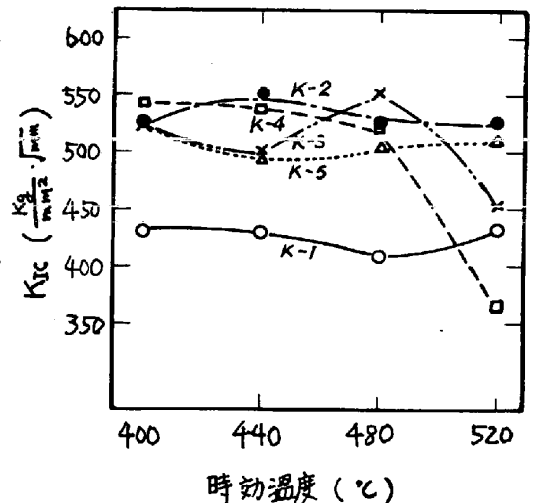


図1  $K_{Ic}$ と時効温度の関係