

(393) = 二次硬化型 Ni-Cr-Mo 鋼の強度と破壊靱性について

金属及材料技術研究所

斎藤 鉄哉 内山 郁

1. 緒言 著者は、J 積分概念にもとづく破壊基準すなわち臨界 J 値を実測することにより、高強度鋼の破壊靱性値を求め、それと強度あるいは組織などとの関係について検討を行ってきた。本報では、強度水準 $\sigma_B \approx 1300 \sim 1800 \text{ N/mm}^2$ 程度の二次硬化型 Ni-Cr-Mo 鋼を溶製し、同様な実験を行ったので、その結果について報告する。

2. 供試材および実験方法 用いた鋼は、20 Kg 高周波真空溶解炉により溶製し、水素雰囲気中で $1200^\circ\text{C} \times 8 \text{ hr}$ の加熱処理を施した後、同温度での熱間鍛圧により 16 mm 角棒としたもので、その化学組成および変態点を表 1 に示す。

表 1 供試鋼の化学組成 (Wt%) および変態点 ($^\circ\text{C}$)

記号	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	V	S	P	N	Ms	As	A _f
741	0.27	1.20	1.23	2.21	2.62	1.23	0.39	0.007	0.006	0.0025	388	780	885
742	0.18	1.16	1.22	2.19	2.68	1.22	0.36	0.008	0.005	0.0022	420	796	909
743	0.10	1.19	1.23	2.21	2.67	1.23	0.37	0.007	0.006	0.0024	475	802	929

950 $^\circ\text{C} \times 25$
min のオース
テナイト化後、
油冷し、300
~600 $^\circ\text{C}$ の温
度域で 100 min

の等時時効処理を行い、引張試験および曲げ試験を行った。後者の試験には、10 \times 12 mm 角、長さ 55 mm の V 切欠き (先端半径 $r_0 = 1 \text{ mm}$) 付きの試験片を用いた。この曲げ試験片には、あらかじめ切欠き底に約 2.5~5.0 mm の長さの疲労き裂を導入した。曲げ試験においては、荷重-時間、荷重-COD および荷重-変位曲線を記録し、同時に Acoustic Emission の検出を行って、後の臨界 J 値の算出に利用した。さらに、組織の観察あるいは引張、曲げ試験片の破面の観察を行った。

3. 実験結果 図 1 は、100 min の等時時効処理によって得られた 3 鋼種の引張性質を示したものである。この図からわかるように、3 鋼種ともに二次硬化を示し、UTS は 500 $^\circ\text{C}$ 付近で大となる。また、0.2% 耐力は同温度より多少低温側で極小値を示し、 σ_B/σ_y は大となる。この傾向は均一伸びの変化にも現れており、0.2% 耐力が極小値をとる温度付近で、均一伸びは大となる。全伸びも同温度付近で極大となるが、絞りに関しては全体的に見て、ほぼ単調に時効温度の上昇とともに増加している。本実験に用いた程度の強度水準としては比較的良質な引張延性を有していると言えよう。一方、実測した臨界 J 値から求めた平面歪破壊靱性値 K_{Ic} は時効温度により大きく変化することが明らかとなった。すなわち、焼入れのままの状態と比較して、350 $^\circ\text{C}$ での時効により K_{Ic} は多少増大する傾向を示すが、450 $^\circ\text{C}$ あるいは 500 $^\circ\text{C}$ での時効処理で急激な低下を示し、その後、再び σ_B の低下にもなって K_{Ic} は増加する傾向にある。このような性質の変化は炭化物の種類、析出状態あるいはその大きさなどと密接に関係していると考えられる。

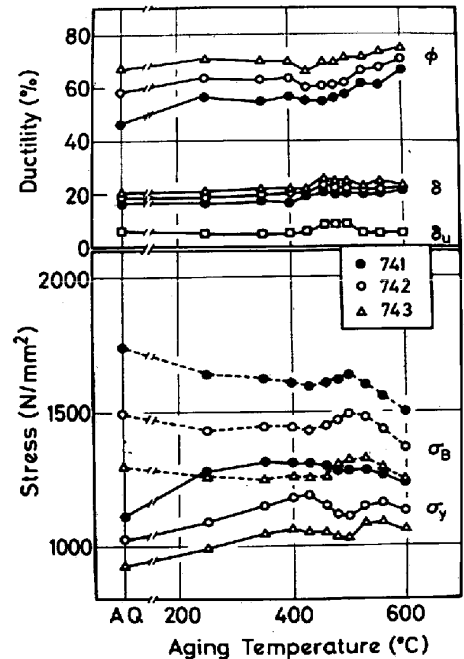


図 1. 時効処理による引張性質の変化