

(501) 10Cr-2Mo系耐熱鋼のクリープ破断強度と常温付近の衝撃特性

東京大学工学部 三宅英徳, 〇朝倉健太郎, 河津晴, 藤田利夫

1. 緒言 すぐれたクリープ破断強度を有する10Cr-2Mo系耐熱鋼の常温付近の靱性を調べることに
より、高温と常温の機械的性質を調べた。さらに、加熱による脆化傾向のある鋼種についてその原因を
調べ、脆化を防止し、靱性を改善することを目的とした。

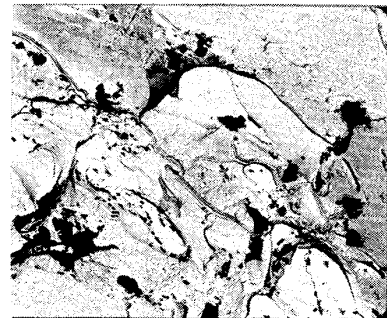
2. 実験方法 供試材の基本化学成分は、0.05C-10Cr-2Mo-0.1V-0.05Nbである。クリープ破断試験材
の熱処理は $1050^{\circ}\text{C} \times \frac{1}{2}\text{h}$, $700^{\circ}\text{C} \times 1\text{h}$ とした。また、C(0.02~0.14%), Cr(6~15%), Mo(1~3%)
量を変化させ、もしくは真空溶解材(一部La+CeまたはZr添加)につき、 $1050^{\circ}\text{C} \times \frac{1}{2}\text{h}$, 550°C or
 $650^{\circ}\text{C} \times 1\text{ or }100\text{h}$ の熱処理を施し、靱性を調べた。さらに、Nb, Vの単独、複合添加、もしくは無添
加材につき、焼もどしの靱性におよぼす効果を調べた。

3. 実験結果 (I). 諸因子の影響. (1)化学成分の影響: i) Cr量の影響. マルテンサイト(以下 α')と
 δ フェライト(以下 δ)の相比が約1:1となる10Cr付近でクリープ破断強度は最もすぐれており、安
定した焼もどし軟化抵抗を有するのに対し、靱性は10Cr付近で最も低い。ii) Mo量の影響. 長時間側
クリープ破断強度は α' 単相より δ との混合組織のほうが安定性が高いが、靱性の点からは δ の相比の高
くなる2%以上のMo添加は不利である。iii) C量の影響. クリープ破断強度も靱性もC量($\leq 0.14\%$)の高いほうが有利である。

表1. 基本組成鋼の室温でのシャル
ピー吸収エネルギー(kg-m)

		650°C		550°C	
		1h	100h	1h	100h
真空溶解	大気溶解	1.3	1.0	0.4	0.4
	-	1.3	9.0	0.7	2.9
	La+Ce	26.6	12.2	10.7	26.4
	Zr	3.8	12.5	0.6	0.9

iv) Nb, V添加の影響. クリープ破断強度は0.1V+0.05Nb付近で
ピークを持ち、高温長時間側でやや高V側にピークが移動する。
Nb, Vの微量添加はやや靱性を低下させる。(2)真空溶解材の性
質: 基本組成系鋼のクリープ破断強度は大気溶解材より低下す
るが、高温側で差は縮小する。真空溶解材は靱性の点で有利で
ある。さらに、La+Ceの希土類金属を添加することにより、クリープ破断強度は真空溶解無添加材とか
わらず、靱性は著しく改善された。(表1)。(3)熱処理の影響: 従来の $1050^{\circ}\text{C} \times \frac{1}{2}\text{h}$, $700^{\circ}\text{C} \times 1\text{h}$ にかえて、
 $1000^{\circ}\text{C} \times \frac{1}{2}\text{h}$, $800^{\circ}\text{C} \times 1\text{h}$ としたところ、靱性は大きく改善された。クリープ破断強度の点では、かえ
て 800°C 焼もどしは有利となる。一方、所定熱処理後、 550°C と 650°C で1000hまで焼もどしたところ、
 550°C 焼もどしのほうが靱性は大きく低下する。(II). 脆化機構の検討. (1)シャルピー破面. 脆化材は
擬ハキ開。(2)クラックの発生: 評価方法としてサブクラックを観察すると、 $\alpha' + \delta$ 組織材では2種のサ
ブクラックがある。一つは δ 部のレンズ状サブクラックで破面のタングに続く。他の一つは小形球状サ
ブクラックで、 $\alpha' - \delta$ 粒界に多数存在し、多くは α' 方向に広がっている。(3)クラックの伝播および停止
: クラックが α' 部で停止している場合が多く、また、クラックが δ 部
を通過する時には直線的に進む。このことから、 α' 部のほうがクラッ
クの伝播に対する障害となることがわかる。(4)破面の抽出レプリカ:
写真1に示すように、擬ハキ開破面でスジ状に見える部分に析出物が
多く観察された。また、焼もどし後にシャルピー試験されたディン
ブル破面のものでは、針状析出物の見られる部分が脆性的な破面とな
っているものが一部観察されたが、これについては改めて現在確認中
である。

写真1. 擬ハキ開破面の抽出
レプリカ