

(530) 10Cr-2Mo系耐熱鋼における合金元素と熱処理の影響

東大工学部

○三宅英徳、朝倉健太郎、藤田利夫

1. 序論 10Cr-2Mo-0.1V-0.05Nb 鋼 (E5) の熱処理効果は、700°C 焼もどしよりも 800°C 焼もどしを施すほうが、高温長時間側のクリープ破断強度および韌性に有効であることはすでに報告した。本研究は合金元素と熱処理を変化させ、高温強化機構を解明することを目的とした。

2. 実験方法 供試材の化学成分を表1に示す。E1は10Cr、E2はE1に2Moを添加、E3、E4はE2にV、Nbを単独添加、E5は複合添加を施した。熱処理は、従来の1050°C × ½h → 700°C × 1h と、これにかわるものとして、1000°C × ½h → 800°C × 1h をおこなった。

3. 実験結果 (1) 光顕組織: E1は1050°C 焼ならしでα単相、1000°C 焼ならしで5%以下のδフェライトを含むα、E2~E5は相比約1:1のδ+α混合組織である。(2) クリープ破断強度: E1は高温長時間側で800°C 焼もどしのほうが弱くなり、E2ではマスターカーブがほぼ平行で、E3、E4では高温長時間側で熱処理による差がなくなっている。

(図1) すなわち、合金元素を添加するほど高温長時間側で熱処理の差がなくなる。(3) 破断材の電顕組織:

550°C、18hのE1はいずれの熱処理でも同じようなセリを形成しているのに対し、650°C、200~500hのE1は700°C 焼もどしのほうが転位密度が高く、回復に差が出ている(写真1(a),(b))。550°C、30h付近のE4は、700°C 焼もどしのほうはラスが残っているのに対し、800°C 焼もどしではすでにポリゴン化している(写真1(c),(d))。650°C、300~2000hのE4はいずれもポリゴン化し、差が小さくなっている。(4) 800°C 焼もどしによる改善: i) 破断延性、特にE3とE4の低温短時間側で改善。ii) シャルピー衝撃特性、焼もどした状態で0°Cで測定したところ、E3で13.4 kg·mが19.8 kg·mになるなど改善された。(5) Larson-MillerパラメータのCの最適値は、Mo、V、Nbの添加により増大するが、熱処理の影響は小さい。

表1 供試材の化学成分

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Nb
E1	0.063	0.346	0.619	0.009	0.008	9.972	<0.01	0.032	<0.005
E2	0.051	0.433	0.541	0.006	0.009	9.960	1.980	0.029	0.007
E3	0.054	0.362	0.556	0.007	0.007	9.955	1.961	0.091	0.006
E4	0.052	0.356	0.527	0.010	0.009	10.76	1.986	0.020	0.055
E5	0.050	0.291	0.563	0.009	0.007	10.57	2.003	0.092	0.057

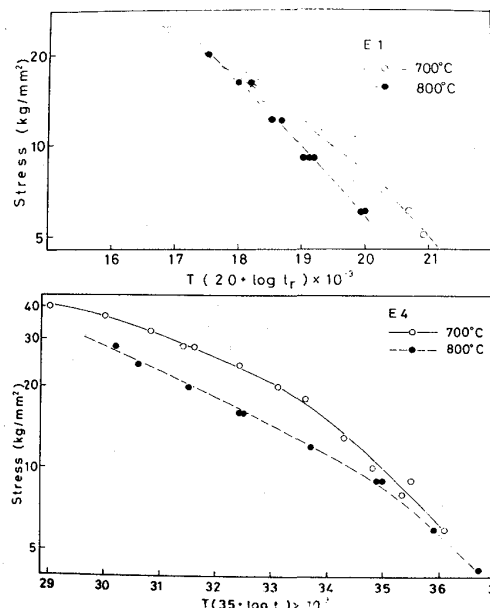


図1 E1、E4のクリープ破断強度

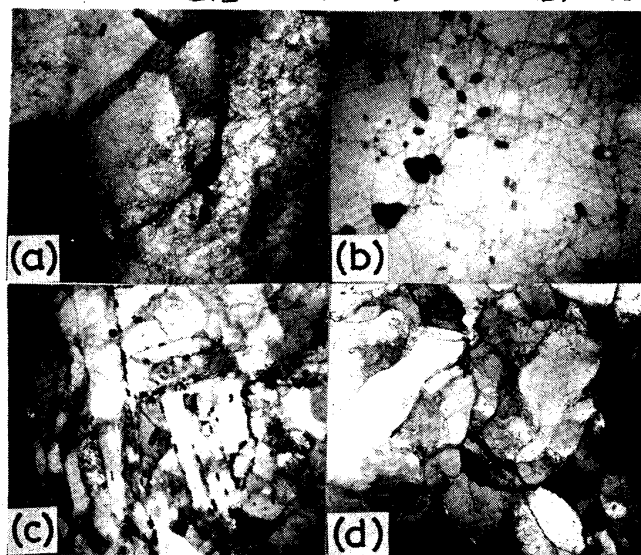


写真1. (a) E1 700°C 焼もどし 650°C 5kg/mm² 487h
 (b) E1 800°C 焼もどし 650°C 4kg/mm² 224h
 (c) E4 700°C 焼もどし 550°C 32kg/mm² 28.0h
 (d) E4 800°C 焼もどし 550°C 28kg/mm² 44.7h