

PS—26

12Cr 耐熱鋼の長時間クリープ破断組織

東京大学 大学院
工学部

朴 翔晃
藤田利夫

1. 序論 通常、低温長時間側のクリープ強度、組織を知ろうとするとき、高温短時間強度、組織から Larson-Miller 外挿法などによって推定しているが、析出強化、matrix の回復などのいろいろな問題が指摘されている。本研究では、実際の長時間側(1万~6万h)のクリープ破断材を用いて、長時間側の強度組織を評価することを目的とした。今回は主として V+Nb の効果、Mo, W, V の単独添加の場合について考察した。

2. 実験 供試材の成分概略を表1に示す。

〈表1. 供試材の化学成分〉

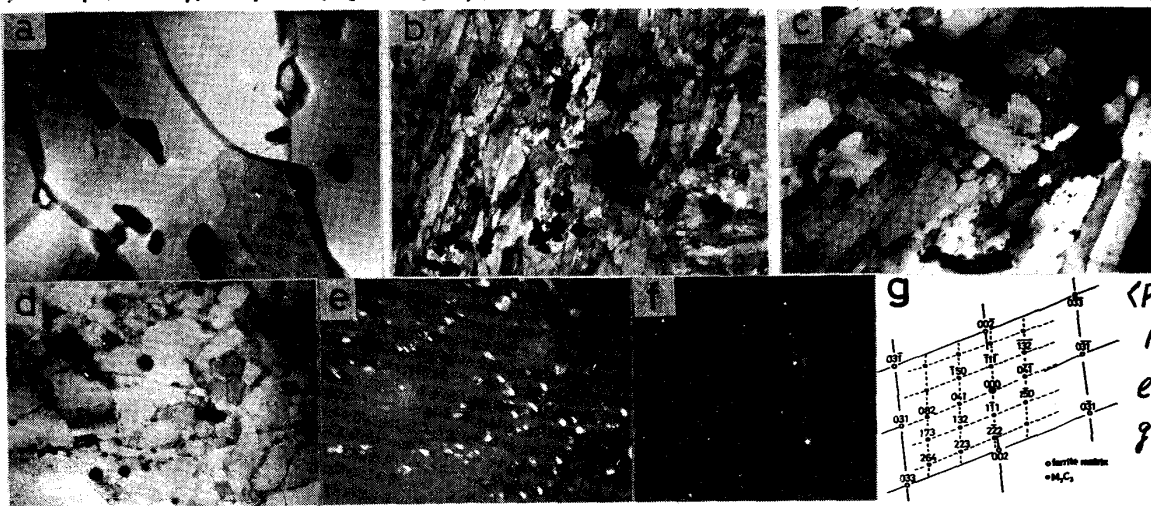
前熱処理は $1150^{\circ}\text{C} \times 1/2 \text{ h} \rightarrow \text{O.Q.}$, $700^{\circ}\text{C} \times 1 \text{ h} \rightarrow \text{A.C.}$ である。主として、 600°C , 650°C の長時間側クリープ破断材について、OM, TEM, EPMA, X線回折装置などを用いて調べた。

Q2C-0.4Si-0.8Mn-11.5Cr		Q2 C-0.3Si-0.8Mn-10.5Cr-1.4Mo-0.03B-0.02N			
M1	+0.04 N	M5	+0.20V	M9	+0.25V +0.05Nb
M2	+1.07 Mo	M6	+0.20V +0.06Nb	M10	+0.15V +0.05Nb
M3	+0.76 W	M7	+0.20V +0.13Nb	M11	+0.15V +0.15Nb
M4	+0.38 V	M8	+0.25V +0.08Nb	M12	+0.12V +0.20Nb

3. 結果および考察 (1) 単純 12Cr 鋼に Mo, V の添加は長時間側強度に有効であって、LM 外挿値より強い強度を示す。複合添加の場合、V は 0.25% 付近、Nb は 0.1% 付近で最高の強度を示す。(2) 応力によって加速される回復度は Hv 硬度 50 前後であって、複合添加の場合、 600°C 長時間側では Hv 210~250 (破断部から 10mm は離れた所)、 650°C では Hv 195~210 であり、単独添加の場合、 650°C 長時間側で Hv 130~160 硬度を示す。(3) 電解分離による残渣の X 線回折結果では、主炭化物 $\text{M}_{23}(\text{C}, \text{B})_6$ 以外に M1 鋼では $\text{Cr}_2(\text{C}, \text{N})$, M4 鋼では VC ($a=4.27 \text{ \AA}$), Nb が 0.13 以上の場合は (Nb, V)C ($a=4.39 \sim 4.43 \text{ \AA}$) が同定された。Mo 添加鋼 (M2, M5+M12) の場合、ASTM カードによる X 線回折結果では、長時間側 (1万h 以上) で Fe_2Mo が同定されたが、電顕下では確認できず、むしろ M_7C_3 が長時間側まで微細に存在するのが確認できた (Photo 2)。(4) EPMA の残渣分析結果から成分表の範囲では、V, Nb の寄与は添加量に比例して析出強化にそれぞれ寄与する。また残渣中の Mo 増加と高強度には深い関連を示した。(5) M1~M4 鋼の 650°C 長時間組織はいずれも亜結晶粒成長段階であって、(Photo 1a) 析出物周囲にはよく発達した低位網が観察される。(6) 複合添加鋼の 600°C 長時間組織は LM 法予想 (78.4 学会発表) より回復がすすまず、 M_{23}X_6 の凝集にもかかわらず微細析出物がいぜんと析出している。旧オーステナイト粒界への凝集より、マルテンサイトパケット粒界への凝集、 δ 相中の凝集が目立ち、新相にマルテンサイト形状の重要さがわかった。(Photo 1b) (7) 複合添加鋼の 650°C 長時間組織は、全体の半分が亜結晶粒成長段階、半分はポリゴニゼーション段階であって、 δ 相内部には微細析出物 ($<100 \text{ \AA}$) の析出は認められない (Photo 1c)。

〈Photo 1〉

- a. M1; $650^{\circ}\text{C} \times 3 \text{ kg/mm}^2$
 $t_r=8815 \text{ h}$ ($\times 10,000$)
b. M8; $600^{\circ}\text{C} \times 20 \text{ kg/mm}^2$
 $t_r=26223 \text{ h}$ ($\times 5,000$)
c. M8; $650^{\circ}\text{C} \times 12 \text{ kg/mm}^2$
 $t_r=32070 \text{ h}$ ($\times 5,000$)



〈Photo 2〉

- M12; $650^{\circ}\text{C} \times 12 \text{ kg/mm}^2$
e; B.F. f; D.F.
g; P. h; Key Diagram.
 $t_r=10595 \text{ h}$