

日本鋼管(株)中央研究所

○早川 均 井原義人
田村 学

1. 緒言 近年ボイラおよび高速増殖炉用に高強度の改良高クロム・モリブデン鋼が注目を集めているが、成分系によっては著しく脆化することが知られている。本研究では、ボイラ用に使用実績が増加し、次期大型炉用構造材料の有力候補と考えられている ASTM A 213 T91 (通称 US mod. 9Cr-1Mo 鋼), 高速炉伝熱管用の低炭素系 9Cr-1Mo 鋼(F-9)⁽¹⁾ および比較材としての STBA 26 を対象に広い温度範囲で時効脆化挙動を調査した。

2. 実験方法 US mod. 9Cr-1Mo, STBA 26 を 50 kg 高周波炉で溶製し、熱間圧延にて 12 mm 板に仕上げた。また F-9 鋼は 5 ton V I F より溶製した 1 ton 鋼塊を熱間鍛造、圧延を終り、12 mm 板に仕上げた。3 鋼種とも NT 後 450 ~ 700 °C の温度水準で 10² ~ 10⁴ h 加熱し、0 °C, 2 mm V ノッチシャルピ試験で靱性評価、光顕, SEM, 分析 TEM による組織観察, 破面観察, さらに硬さ測定を行なった。

3. 実験結果 1) 500 ~ 600 °C の範囲において, C, Nb 量および V の添加に関係なく 9Cr-1Mo 鋼は脆化する。(Fig.1) しかし硬さの変化はみられなかった。

2) いずれも NT 材は粒内延性破壊であるのに対し, 時効脆化材の破面はリバーパターンを伴う擬へき開破壊の様相を呈していた。

3) 600 °C × 10⁴ h 時効材では鋼種を問わず, 粒界, 粒内ともに炭化物の粗大化が認められた。ただし F-9 鋼の δ-フェライトには析出物はみられなかった。(Fig.2)

4) 時効材の炭化物を分析 TEM で同定すると, F-9 鋼に一部 NbC が確認されたほかは, M₂₃C₆ 型炭化物で占められている。

Table 1. Chemical Composition (wt%)

	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Nb	B	T.N
US mod. 9Cr	0.107	0.45	0.43	8.57	1.03	0.22	0.08	—	0.032
F - 9	0.061	0.31	0.53	8.40	0.94	0.17	0.22	0.0015	0.010
STBA 26	0.094	0.56	0.52	8.99	1.01	—	—	—	0.012

5) 9Cr-1Mo 系鋼における時効脆化のメカニズムは M₂₃C₆ 型炭化物が粗大化し, 粒界における M₂₃C₆ よりクラックが発生し, 粒内 M₂₃C₆ が伝播を加速することが考えられる。

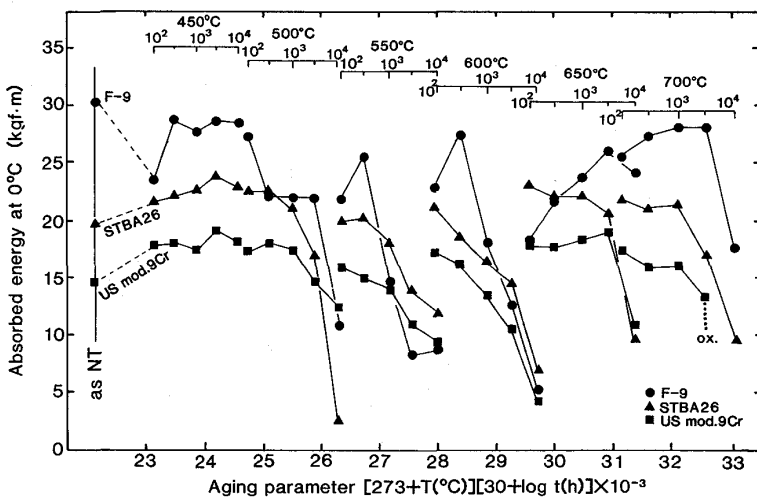


Fig.1 Variation of 0°C absorbed energy after aging at 450 ~ 700 °C

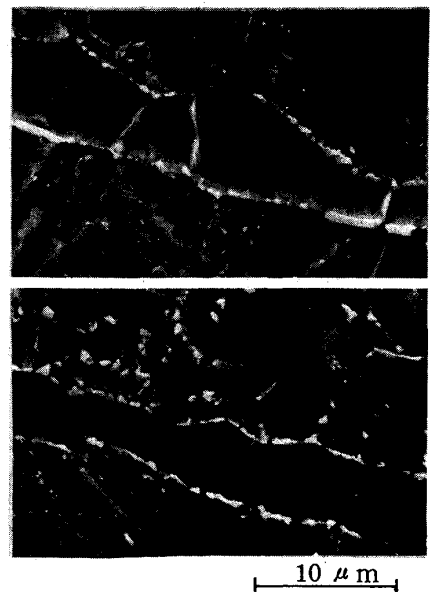


Fig.2 Microstructures of F-9.(SEM)
a) as NT b) 600°C, 10⁴h aged

(1) 田村, 井原, 山之内: 鉄と鋼 70 (1984) S 524