

(468) 9~10Cr系耐熱鋼の機械的性質におよぼす炭素量の影響

東京大学工学部 三宅英徳、○朝倉健太郎

藤田利夫、太田祐二

新日鉄製品研 乙黒頭男

1. 緒言 0.05C-10Cr-2Mo-V-Nb耐熱鋼(892鋼)は、クリープ破断強度や溶接性の点ですぐれており、ボイラー用鋼や高速増殖炉蒸気発生管用鋼への適用が期待されている。各添加元素量のクリープ破断強度などへの影響は既に報告されているが、鋼の特性に変化をあたえる炭素の影響を、9Cr-2Mo-V-Nb鋼について再検討し、10Cr系鋼の場合¹⁾と比較検討した。

2. 実験方法 供試材の化学成分を表1

表1. 供試材の化学成分 (wt%)

に示す。G1~4は、9Cr-2Mo-0.1V-0.05Nb鋼に、それぞれ0.02, 0.05, 0.094, 0.14% Cを添加したものである。一方、892, 893鋼は10Cr系鋼の場合

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Nb	N
G1	0.02	0.17	0.56	0.015	0.012	9.01	1.81	0.112	0.054	0.0332
G2	0.05	0.16	0.55	0.015	0.012	9.27	1.82	0.111	0.055	0.0349
G3	0.094	0.18	0.48	0.013	0.011	9.10	1.81	0.10	0.05	0.0200
G4	0.140	0.18	0.52	0.015	0.012	9.00	1.80	0.09	0.05	0.0228
892	0.049	0.52	0.60	0.010	0.012	10.03	2.07	0.10	0.049	0.0430
893	0.103	0.67	0.54	0.012	0.012	9.75	1.81	0.10	0.052	0.0278

に、0.05, 0.10% Cを添加したものである。熱処理は、1050°C x 2h → A.C., 700°C (または800°C) x 1h → A.C. とした。

3. 実験結果 (1)光顕組織: G1, G2, 892, 893は、δフェライト+マルテンサイト二相混合組織で、δフェライトの相比は、それぞれ、35%, 20%, 50%, 10%である。G3, G4は、マルテンサイト単相である。(2)クリープ破断強度: 10Cr系鋼の場合は炭素量による差がかなりある。9Cr系鋼の場合は、G1は低強度であるが、G2~4の強度差は小さく、特に高温域でその傾向が著しい(図1)。

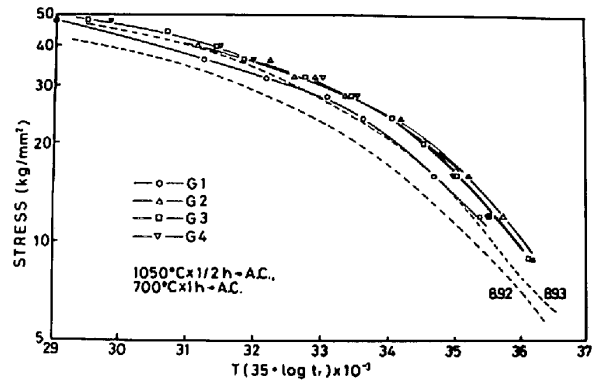


図1. クリープ・マスター破断曲線

(3)常温の機械的性質: 加工性の点から引張強さ ≤ 65 kg/mm², 破断のε ≥ 30%が必要であるとする。800°Cで焼もどしたG1~3が条件に近い。一方、室温で試験したシャルピー吸収エネルギーは、G1は低値を示すが、800°Cで焼もどしたG2~4は、焼もどし状態でも、さらに550°C or 650°C x 1000h焼もどした後も5 kg-m以上ある。(4)析出物の挙動: 単純焼もどしを施した時、炭素添加量が多いほど電解抽出析出物量も多い。Fe₂Moは低炭素材ほど析出しやすい。いずれの試料でもM₂₃C₆, M₆Cの析出が認められるが、高炭素材ではM₂₃C₆の相対量が増加する。600°C焼もどし材の電解抽出残渣をEPMAで測定した結果、残渣中のFe, Crは高炭素材になるほど著しく高くなる。マトリックス中に残るMo量は、高炭素材がやや少なく、固溶強化の効果が低炭素材に比べてわずかに小さい。(5)電顕組織: 炭化物量の差が認められる。高温側の破断材を観察したところ、粒界でのM₂₃C₆の凝集粗大化は高炭素材で著しい。(6)クリープ破断強度に関する考察: マルテンサイト単相材は、δフェライトを含む二相混合組織材よりも、焼もどし軟化抵抗が低い傾向を示す。δフェライト相はある焼もどし領域下ではむしろ硬化する。さらに、高温側におけるG3やG4は、粒界で凝集粗大化したM₂₃C₆ (M=Cr, Feなど)が強化因子として寄与しない上に、かなりの炭素を消費する結果、強度上昇に結びつかない。10Cr系鋼では、炭素量の違いによるクリープ破断強度の差があるのに対し、9Cr系鋼で差が小さい。現在、この原因について研究をすすめている。

注) 合金元素の鋼中換算値 = (全残渣量(g)/試料溶解量(g)) x 残渣分析値 (wt%)

文献 1) 佐藤他 鉄と鋼 62 (1976), S792