

(729) 3Cr-Mo-W系圧力容器用鋼の機械的性質に及ぼす合金成分の影響

東京大学大学院 ○池 兼河 東京大学工学部 藤田 利夫
川崎製鉄水島研 下村 順一

1. 緒言

重質油分解・石炭液化プロセス等の高温・高圧水素環境下で使用する圧力容器材は、さらに、高温・高水素圧化へ移行しつつあり、耐環境性の優れた材料の開発が強く要求されている。耐水素侵食性に関する材料選定指針となる現行のNelson曲線はCr含有量の増加に伴い、耐水素侵食性が向上する事を指摘している。本研究では従来の2.25Cr-1Mo鋼を改良し、耐水素侵食性を強化した3Cr-Mo-W鋼に対してクリープ破断強度、焼戻脆化感受性、微細組織等に及ぼす合金成分と熱処理の影響を調べた。

2. 実験方法

供試材の化学成分と熱処理をTable 1と2に示す。供試材はMo、V、W量を変化させ、合金元素の影響を調べた。熱処理は950℃～1080℃の間で溶体化処理し、300mm厚肉材を水冷時中心部に相当する制御冷却を行った後、T.P=20.6x10³のPWHTを行った。熱処理した材料はクリープ破断試験、加速脆化処理、電顕観察、X線回折等によって高温強度、焼もどし脆化感受性、微細組織、析出物の挙動等を調べた。

3. 実験結果

Fig. 1に示す600℃でのクリープ破断試験の結果では高温で焼入した場合はWを多く含むH1が高いクリープ破断強度を示すが、低い温度で焼入した場合はWを含まないH5の方が高いクリープ破断強度を示す。しかし、Wを多く含む材料は高いvTrsと焼もどし脆化感受性を示す。TEM観察結果、高温で焼入れた場合、Wを含むH1～H4鋼に現われる粒径に沿った棒状のM₆C炭化物が高温強度をかなり高めるが、遷移温度と焼もどし脆化感受性に悪影響を与えらると思われる。Vの影響はVを0.3%含むH1、3、5はVを0.2%含むH2、4よりも優れたクリープ破断強度を示した。また、vTrsについてはFig. 2に示す様に全般的に2.25Cr-1Mo鋼より低いW添加量と焼入温度の高い程高くなる。Vは0.2%～0.3%位ではあまり靱性には悪影響を与えないと考えられる。析出物の同定結果は水素添加圧力容器の高温・高圧水素に対して不安定なFe₃C、Mo₂C等は検出されず、Wを含むH1～H4ではM₆Cが主炭化物として検出されたが、Wを含まないH5ではM₂₃C₆、M₇C₃が主炭化物として同定された。

Table 1 Chemical composition (wt %)

	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V	Nb	Ti	B	N
H1	0.13	0.056	0.50	3.01	0.71	1.27	0.29	0.024	0.016	0.0011	0.0029
H2	0.13	0.054	0.51	3.03	0.71	1.27	0.20	0.025	0.016	0.0011	0.0032
H3	0.13	0.054	0.50	3.02	1.00	0.58	0.30	0.025	0.015	0.0012	0.0031
H4	0.13	0.056	0.51	2.92	1.01	0.58	0.21	0.025	0.014	0.0011	0.0037
H5	0.12	0.060	0.50	3.03	1.01	-	0.30	0.027	0.015	0.0011	0.0035

Table 2 Heat treatments

(950°C-1080°C) x 2h → R.T
*(Cooling rate; 15°C/min, 800°C→400°C)
690°C x 24.5h PWHT→F.C (T.P=20.6 x 1000)

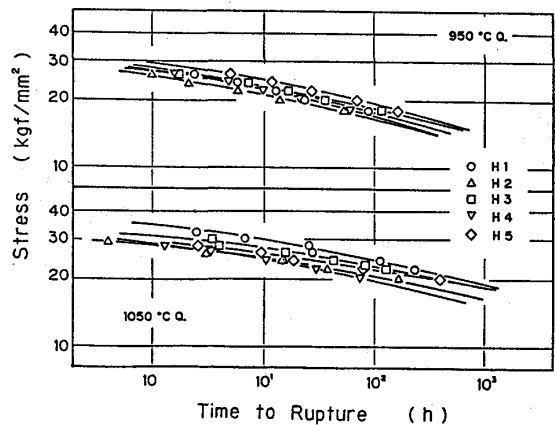


Fig. 1 Effect of quenching temperature & alloying elements on creep rupture strength.(at 600°C)

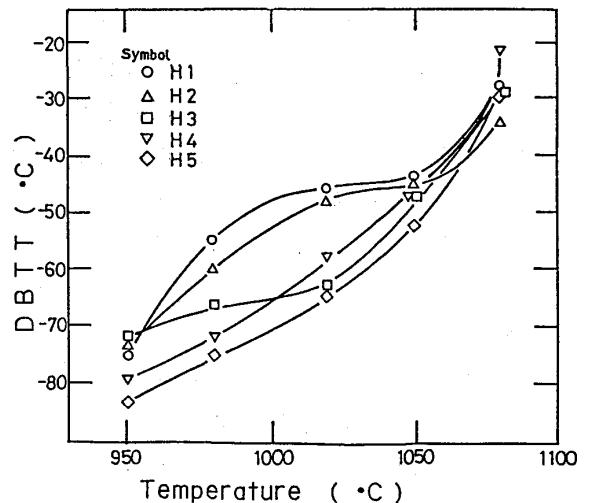


Fig.2 Effect of quenching temperature on DBTT