

(469) ボイラ用 Cr-Mo 鋼管のクリープ余命推定の問題点

石川島播磨重工 技術研究所 ○浅川幸一 大友 暁

目 的

実用使用管の余命は応力下の過熱や高温腐食による減肉により、クリープ損傷が加速された場合に短縮することが予想されるので、既報（鉄と鋼、Vol. 65 (1979)、P869）では、余命推定法として、外径ひずみと肉厚の経年調査が有用であることを指摘した。本報では、(1)から焚きの過熱（無応力下）などで外径ひずみの変化がなく異常な組織変化のみをうける場合の余命・(2)内圧による管の軸方向応力は周方向応力の約 1/2 であるが使用管から切出した試験片でのクリープ破断試験によりこの差が識別できるかどうか・(3)設計条件で長時間使用された場合の余命について検討した。

供 試 材

上述の(1)の場合は小径管（未使用過熱器管 2.25Cr-1Mo 鋼）の人工過熱材、(2)の場合は小径管から周方向の試験片を採取することは至難であるので 5.5 年間使用された大径管（再熱器出口ヘッダー、2.25Cr-1Mo 鋼）を用いた。(3)の場合は設計条件の変動の少ない（過熱、減肉の少ない）再熱器出口ヘッダー（(2)の 2.25Cr-1Mo 鋼と 20 年間使用された 1Cr-0.5Mo 鋼）を用いた。供試材の詳細を表 1 に示した。

試 験 結 果

(1) 750℃×5～300h、1100℃×20分過熱材の 650℃、4 kg/cm²におけるクリープ破断寿命は脱炭された 750℃×300h（0.022% C）を除き強度低下は認められず未使用材の寿命を 1 とした場合、0.78～1.18 であった。600℃、8 kg/cm²においては 0.19～1.42 であった。図 1 に 650℃、4 kg/cm²における寿命消耗率とクリープひずみの関係を示したが過熱材の余命は未使用材のクリープひずみを基準とすれば安全側に推定できる。

(2) 2.25Cr-1Mo 鋼（円周方向応力：2.1 kg/cm²）の肉厚中央部より採取した軸方向と周方向試験片のクリープ試験結果を図 2 に示したが試験片採取方向の影響については顕著な傾向は見出されなかった。

(3) 設計蒸気条件は、1Cr-0.5Mo 鋼（20 年間使用材）の場合、540℃、30 kg/cm²、2.25Cr-1Mo 鋼（5.5 年使用材）の場合、568℃、44.6 kg/cm²であるが、ラーソン・ミラーパラメーターで整理した結果から余命を求めるとそれぞれ 1.6×10⁶h、3.1×10⁶h と推定され、設計条件で運転されれば余命低下は問題にならないことがわかる。使用材とそれの再熱処理材とのクリープ寿命差は認められなかった。

表 1 供試材の詳細

No.	Materials	Dimensions	Service conditions	
			Temp(°C)	Time (hr)
1	225Cr-1Mo	45φ x 95†	—	—
2	1Cr-0.5 Mo	586φ x 38†	540	175,000
3	225Cr-1Mo	976φ x 94†	568	48,000

No.	Materials	Chemical composition (%)								
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu
1	225Cr-1Mo	0.093	0.30	0.43	0.017	0.013	0.060	2.18	0.96	0.010
2	1Cr-0.5 Mo	0.12	0.30	0.47	0.007	0.015	0.075	0.97	0.55	0.020
3	225Cr-1Mo	0.12	0.32	0.42	0.007	0.014	0.053	2.22	0.94	0.041

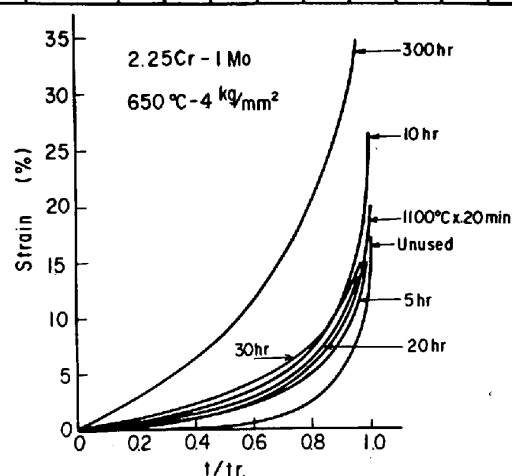


図 1 寿命消耗率とひずみに及ぼす熱処理の影響

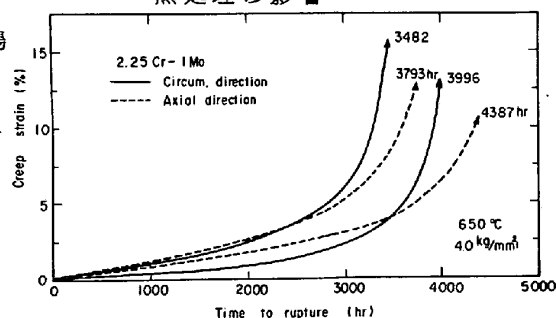


図 2 クリープ破断試験結果