

(416) 焼戻脆化したCr-Mo鋼の水素脆性に関する研究

日本製鋼所室蘭製作所 ○村上賀国 野村 徹 室 正彦
材料研究所 工博 大西敬三

1. 緒言 焼戻脆化と水素脆化の重畳現象について、高強度鋼では既に考察例も多い。¹⁾²⁾ Hichoら³⁾は2%Cr-Mo

表1. 供試材の化学成分

Heat	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Mo	Al	As	Sn	Sb
A	.16	.31	.57	.026	.004	.04	2.41	.04	1.03	.017	.032	.028	.0019
B	.15	.46	.64	.023	.016	.19	2.45	.26	1.10	.006	.028	.027	.0046

鋼について同様の可能性を指摘している。このことは高温高圧水素反応用圧力容器材料としての本鋼種の低温域における破壊安全性に関わる問題として注目される。本実験では現象の概要を知る目的で2%Cr-Mo鋼の水素助長割れ感受性と焼戻脆化との関係を調べた。

表2. 各状態でのvTrs

Heat	Treatment	vTrs (°C)
A	WQ	-57
	FC(20°C/hr)	-4
	Step Cooling	42
B	Step Cooling	196

2. 供試材および実験方法 表1の組成を有する2種の材料を高周波炉にて溶製し、鍛造、調質後、焼戻し時の冷却速度とステップクーリングの採否により表2の如く破面遷移温度、vTrsを調整した。さらに表3に示した要領で試験片の採取と各種試験を実施した。分析の結果いずれの方法の場合も水素量は2.0~2.5ppmであった。なお比較のため岩館ら⁴⁾の方法により衝撃試験結果から室温におけるK_{IC}を推定した。

表3. 試験条件

Method	Heat	Specimen	Environment	Condition
Constant Load	A	10 mm φ Kt=6.2	500 ppm H ₂ S + 0.5%	30°C
Bolt Load	B	Mod. 1T-WOL	CH ₃ COOH Solution	30°C 1000 hr
Rising Load	A	1T-CT	H ₂ S Gas (400°C 200kg/cm ²)	R.T. C.H.S. .01mm/min

3. 実験結果と考察 図1に焼戻脆化状態による静的疲労曲線の変化を示す。焼戻脆化により潜伏期間、下限界応力とも明らかに低下しており、水素助長割れ発生の感受性が増すことが知られたが、vTrsが-4°Cと42°Cで有意差がなく、脆化の初期の効果が大きいことを示唆している。図2にvTrsとK_{IC}, K_{TH}の関係を示す。これは仮にvTrsを焼戻脆化量を表わすパラメータとし、Groeneveld⁵⁾らのデータも参考にして比較したものであるが、vTrsの上昇によるK_{IC}の低下に比べて、亀裂発生挙動同様、脆化の初期でのK_{TH}の低下が比較的大きいことを示している。また著しく焼戻脆化した場合のK_{TH}は非脆化材のK_{IC}のおよそ10%程度まで低下している。しかし、vTrsのシフトをある程度抑えてもK_{TH}の向上は大きくなく、実際的な対策の難しさがうかがわれる。今後現象面では焼戻脆化量をどのような量で表現して水素脆化現象と定量的に関連づけてゆくかがひとつの問題である。また実際の対策の面では従来の焼戻脆化対策がどの程度まで有効かについて水素脆化を加味した場合の具体的把握が必要と考えられる。講演時には破壊形態の観察結果についても考察する。

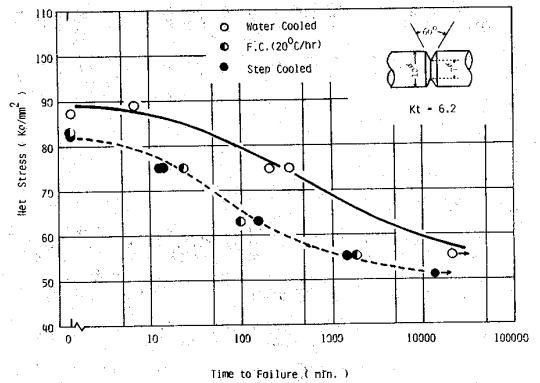


図1. 水素環境下での静的疲労曲線の焼戻脆化による劣化 (A鋼)

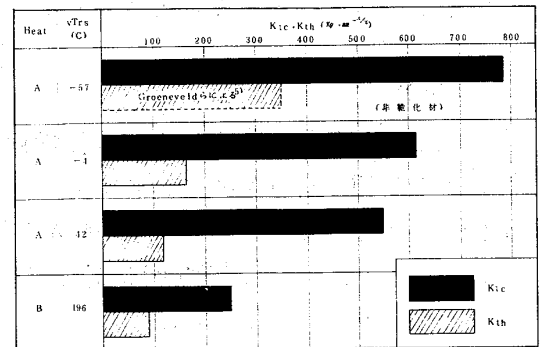


図2. 焼戻脆化量とK_{TH}の関係

参考文献 1) R. Viswanathan and S. J. Hudak, Jr.: Metallurgical Transactions, Vol.8A, 1977, p.1633. 2) C. L. Briant, H. C. Feng and C. J. McMahon, Jr.: Metallurgical Transactions, Vol.9A, 1978, p.625. 3) G. E. Hicho and C. M. Gilmore: ASTM STP 645, 1978, p.351. 4) T. Iwadate, T. Karaushi and J. Watanabe: ASTM STP 631, 1977, p.493. 5) T. P. Groeneveld and A. R. Elsea: 29th Annual Petroleum Mechanical Engineering Conference, 1974.