

(610) 水素助長割れ感受性(K_{IH})と破面形態との対応

(焼戻脆化した压力容器用Cr-Mo鋼の水素脆性に関する研究-第2報)

日本製鋼所室蘭製作所 研究部 村上 賀国 ○野村 徹 室 正彦

本社材料研究所 工博 大西 敬三

1. 緒言 前報¹⁾において $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼の水素助長割れ感受性が焼戻脆化によって増加する事を示した。

このことは、高温高压水素環境で用される材料の低温域における水素助長割れ進展の可能性を指摘している。本報では、各種Cr-Mo鋼の水素

助長割れ感受性を検討し、焼戻脆化量($v\text{Trs}$)と室温における K_{IH} (Stress Intensity for Hydrogen Assisted Crack Growth)との関係を明らかにする。また破面解析により K_{IH} との対応を検討した。

2. 供試材および実験方法 表1に示す組成を有する5種の材料を用いて試験した。 $v\text{Trs}$ を変化させる為に焼戻し時の冷却速度制御とステップクール処理を行った。1T-Mod. WOL試験片に加工後、表2に示す環境条件で試験を実施した。試験の詳細はASTM, E 2404に従った。

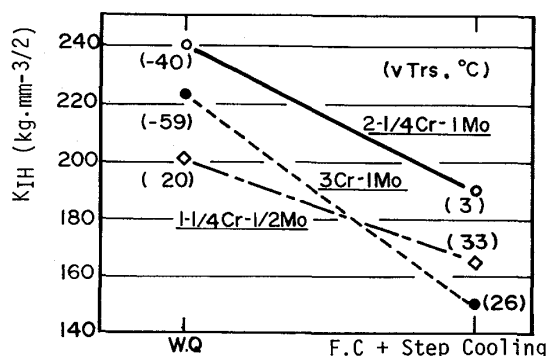
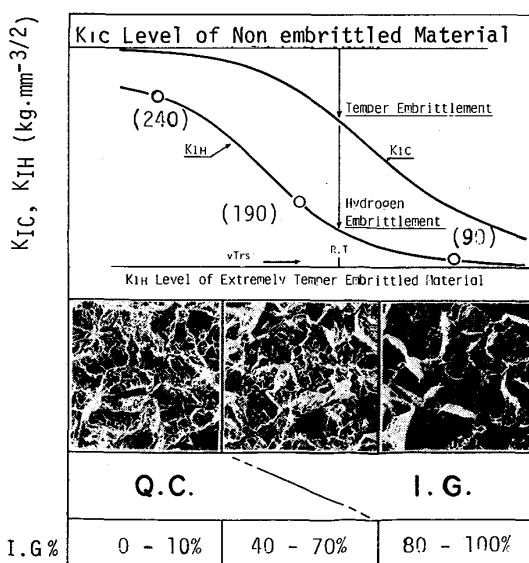
3. 実験結果と考察 図1に焼戻脆化の有無による K_{IH} の変化をC, D, Eの3鋼種について示す。鋼種による水素助長割れの感受性は、 $3\text{Cr}-1\text{Mo} > 2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo} > 1\frac{1}{4}\text{Cr}-\frac{1}{2}\text{Mo}$ の順となっている。図2に $v\text{Trs}$ をパラメータとして K_{IC} , K_{IH} の関係、及び各 K_{IH} における破面形態と粒界破面率を示す。室温における K_{IC} は焼戻脆化の初期段階では、その変化が小さく $v\text{Trs}$ が室温を越えてからその低下が著しくなる。 K_{IH} は焼戻脆化の比較的早い段階での低下が大きいと考えられる。この事は、 $v\text{Trs}$ が極めて低い靱性領域では不純物の粒界偏析による効果が少ないので焼戻脆化の効果が小さく水素脆化は粒内の擬へき開面に生じている。また著しく焼戻脆化した状態では粒界の分離強度そのものが焼戻脆化により低下しているので水素吸蔵状態では破面も粒界型となり K_{IH} の値も変化は小さく、ある一定の下限值に近づくものと考えられる。中間的な焼戻脆化領域では両者の現象が混在しており K_{IH} の値は、 K_{IC} に比べてかなり低くなっていることが注目される。

表1 供試材の化学成分 (wt.%)

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	.016	.028	.027	.0046
C	.16	.85	.56	.013	.010	.01	1.28	.01	.51	<.005	.017	.015	.0017
D	.16	.27	.51	.015	.010	.01	2.28	.01	1.01	<.005	.022	.019	.0029
E	.15	.29	.50	.014	.008	.01	3.08	.01	.99	<.005	.024	.017	.0021

表2 試験条件

Method	Specimen	Environment	Condition
Bolt Load	Mod. 1T-WOL	500 ppm H_2S +0.5% Acetic Acid	$30 \pm 3^\circ\text{C}$ 1,000hr

図1 各Cr-Mo鋼の K_{IH} に及ぼす焼戻脆化処理 (Step Cooling) の影響。図2 $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼の K_{IH} と破面形態の変化との対応図

参考文献 1)村上 他:鉄と鋼, 65 (1979), S930