

1. 緒言

高温、高圧水素環境で運転される大型圧力容器用鋼材は、運転条件の高温、高圧化に伴って高強度化されるすう勢にあり、圧力容器の安全性を評価するため、水素脆化下限界応力拡大係数 K_{IH} を強度レベルと関連づけて求めることが要求されている。しかし、 K_{IH} の試験方法にはまだ問題が多く、求められた値もばらつきが大きい。この研究は、熱処理で強度を変えた鋼の K_{IH} を、ライジングロードとホールディングロードの2つの方法で求め比較したものである。

2. 実験方法

供試材*の化学成分をTable 1、機械的性質をTable 2に示す。サイドグループ付き疲労予き裂1 T-C T試験片を、微量の硫化ナトリウムを含む腐食液に浸せきし約3 ppmの水素を吸蔵させ常温空气中でつぎのような試験を行った。

ライジングロード法： $\dot{K} \doteq 0.2 \text{ MN/m}^{3/2}/\text{min}$ で負荷し、荷重-変位曲線を水素無添加材と比較して $K_{IH}(r)$ を求める。

ホールディングロード法：数個の試験片を用意し、 $\dot{K} \doteq 27 \text{ MN/m}^{3/2}/\text{min}$ で数段階の K_I レベルにそれぞれ負荷し20 h保持して水素き裂長さ a を測定する。 a と K_I の関係をプロットし $a \rightarrow 0$ に外挿して $K_{IH}(h)$ の値を求める。

き裂進展はすべて交流電位差法でモニタリングした。

3. 実験結果

Fig. 1に実験結果を示す。比較のため水素無添加材の $K_{IC}(J)$ 、水素き裂が進展し最終破断したときの $K_{IX}(H)$ 、Landesらの結果も示した。110と130級の鋼では $K_{IH}(r)$ と $K_{IH}(h)$ の値は一致したが85級では差が見られた。Fig. 2に85級のライジングロード途中で荷重保持したときのき裂進展挙動を示す。 $K_{IH}(h)$ 以上では引続いてき裂成長が見られたが、 $K_{IH}(r)$ と $K_{IH}(h)$ の間では成長しなかった。SEM観察と合わせつぎのような結論が得られた。(1) $K_{IH}(r)$ は塑性変形下の安定き裂成長に対する下限界値で、すべり面分離による粒内破壊が主であった。(2) $K_{IH}(h)$ は定荷重下のひずみ誘起水素拡散に依存するsubcriticalなき裂成長に対する下限界値で、破面は主として粒界であった。

Table 1 Chemical composition of steel (wt.%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Sol.Al	N
0.13	0.15	0.45	0.003	0.002	2.29	1.05	0.030	0.0039

* J P V R C 水素脆化専門委員会 T / G-V 共通実験材

1) Hydrogen Effects in Metals (1981), p.933 [TMS-AIME]

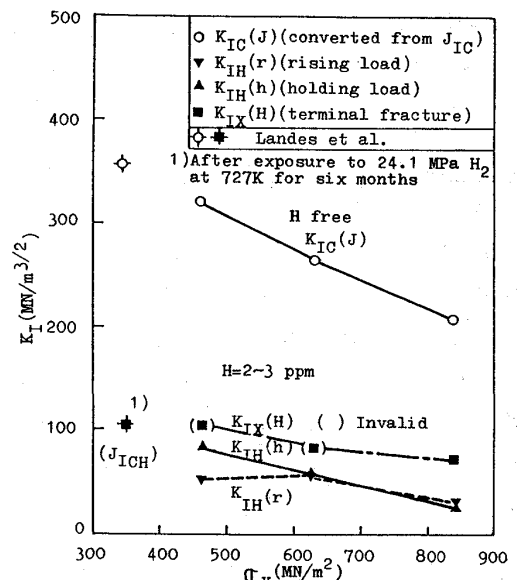


Fig. 1 Effect of yield strength on hydrogen embrittlement

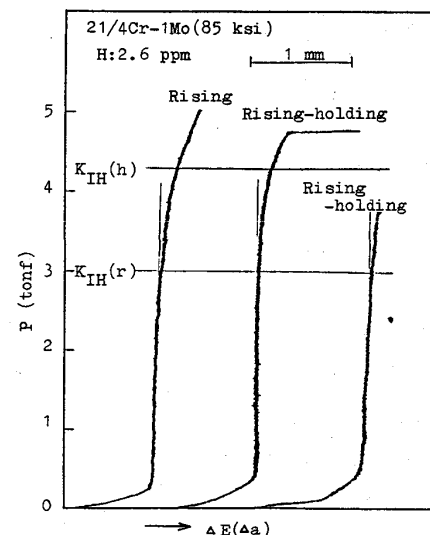


Fig. 2 Crack growth under rising-holding load conditions

Table 2 Mechanical properties

Grade (ksi)	YS (MN/m ²)	TS (MN/m ²)	El (%)	RA (%)
85	451	606	25.4	82.6
110	618	734	20.5	81.2
130	823	935	18.5	76.5