Japan Welding Society

429 高張力鋼のSCC特性と破壊力学的評価

新日本製鐵㈱ 製品技術研究所 谷口至良
○ 小林順一

1 緒 言

応力腐食割れ（ＳＣＣ）は，海洋構造物材，タンク材，パイプ材において，重要問題になっており，現在，破壊力学的アプローチにより，一部の腐食環境中では，そのマクロ的特性が解明されつつあり，有効な評価方法と考えられている。本報では，著者らが考案した高剛性枠負荷装置を用いて，８０キロクラスの高張力鋼を供試材にして，H_2S飽和（ＮＡＣＥ）液中でのＳＣＣ特性に与える力学的条件の影響について，検討を加えた結果を報告する。

2 供 試 材

本報告で用いた供試材は実験室的１００kg溶製鋼から，板厚１５mmに圧延し焼入，焼戻しの熱処理を施したものである。化学成分及機械的性質を表１に示す。表からわかるように，８０キロクラスの高張力鋼である。

表１ 化学成分および機械的性質

Chemical Composition (wt.%)

	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	V	Mo	B
HT80	0.12	0.25	0.87	0.009	0.003	0.24	1.02	0.52	0.05	0.40	0.0011

Mechanical Properties

	Tensile Test			Charpy
	σ_y(kg/mm²)	σ_B(kg/mm²)	El.(%)	vE at -15℃
HT80	80.0	84.0	25.0	23.0

3 試験片及実験装置

試験片形状は図１に示されているような板厚１０mmの修正ＷＯＬ試験片であり，供試材の板厚中央部から切り出し加工したものである。なお，切欠は0.2mm巾の機械切欠であり，圧延ロール方向と直角に入れた。また，実験装置は図２に示されているような構造のものであり，高剛性の枠とボルト締メ負荷治具により，試験片に負荷が加わるようになっている。負荷治具にはロード・セルが組み込まれており，又，試験片のエッヂ・マウスにクリップ・ゲージを装着して，時々刻々の荷重・変位を記録し，それをもとに，破壊力学的手法により，クラック進展長及応力拡大係数Ｋ値を求めるという方法で解析を行なった。[1)]

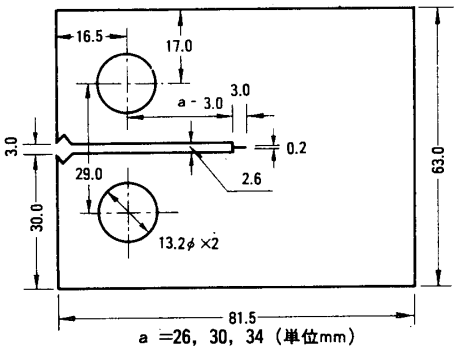

図１ 試験片形状（修正ＷＯＬ）

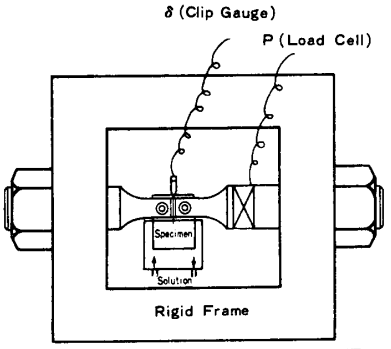

図２ 高剛性枠実験装置

4 腐食環境条件

腐食環境は５％NaCl＋０.５％酢酸＋飽和H_2Sの言わゆるＮＡＣＥ溶液中で行なった。本実験中H_2S濃度は，２５００～３０００ｐｐｍ，ｐＨは2.8～3.4，液温は２２～２５℃に制御されていた。

5 実験結果及考察

５－１ 亀裂進展速度と応力拡大係数Ｋとの関係

図３に，試験片が受ける荷重一変形の履歴の例を示す。

NII-Electronic Library Service

Japan Welding Society

試験片の代表変形として，エッヂ・マウスの変位V_1をとると，図中，実線で示されるような荷重－変位関係をたどる。まず，初期負荷によって，0点からA点に，初期亀裂長によって決まる線型関係線上を移動し，SCC発生により，今度は，高剛性枠の剛性によって決まる線上AB線上を，その材料のSCC特性に応じた時間関係を満足しつつ移動する。亀裂停止点Bにおいて，負荷荷重を解放すると，理論的には，0点に戻るわけであるが，亀裂内部に腐食生成物が堆積するため，開口変位が残留する点Cに移動する。SCC特性は，AB線上の時間変化から解析される。図4に，このようにして求めた応力拡大係数K値と亀裂進展速度$\dot{a}$との関係の例を示す。図より，初期K値を，負荷荷重や初期亀裂長を変えることにより変化させても，亀裂停留のK値，すなわちK_{ISCC}値は70～92kg・mm$^{-\frac{3}{2}}$におさまっている。しかし，$\dot{a}$～K関係は，従来，それ程，厳しくない環境中での実験結果とは異なっており，aが異常落下や上昇している現象が見られる。これは，一つにはNACE液という厳しい環境のため，亀裂先端のミクロな特性がマクロ特性に大きく影響していると考えられる。

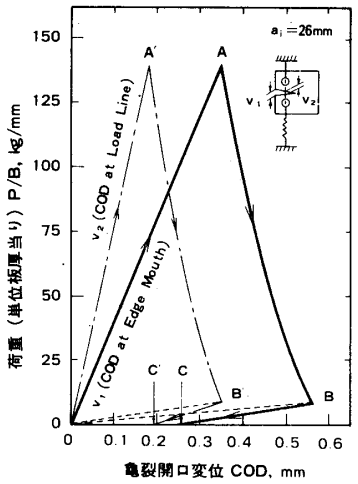

図3　荷重と亀裂開口変位の関係

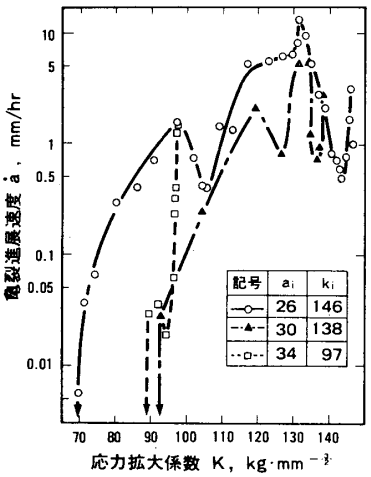

図4　亀裂進展速度と応力拡大係数の関係

5－2　初期K値と潜伏時間

一般に，人工海水のような比較的おだやかな腐食環境では，SCC発生前に潜伏時間が存在するが，本実験では，腐食環境下に15分程度浸漬した後，負荷を加えた場合，潜伏時間は存在しなかった。しかし，負荷後に浸漬した場合には，初期K値によって，長さは異なるが，顕著に潜伏時間が存在することが，確認された。図5は，初期K値と潜伏時間との関係を示したものであるが，初期K値が高い程，潜伏時間が短かくなっている。このように，浸漬・負荷の順序が，SCC発生現象に関係している理由として，無負荷状態では，水素が短時間に，鋼中のあらゆる場所に浸入するのに対し，負荷後浸漬の場合は，形成された切欠先端部の塑性域に水素が浸入し，割れを誘発させるのに時間がかかることが考えられる。

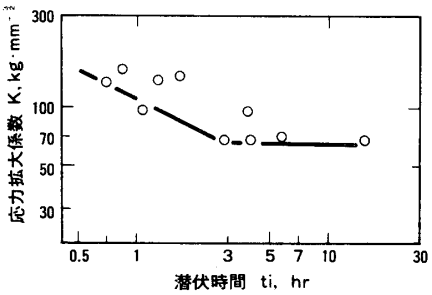

図5　K値と潜伏時間

6　結　　言

高張力鋼のSCC特性を，新たに考案した実験装置を用いて，検討した結果，発生，進展の挙動がよく把握されることが明らかになった。

7　参考文献

谷口他：鉄と鋼№4．Vol. 65 (1979) p. 408

NII-Electronic Library Service