

(223) 不安定延性破壊の実験室的再現試験

新日鉄 製品技研 ○小笠原昌雄 三村 宏
石崎 敬三

1 緒言

最近大径高压ガスパイプラインにおいて剪断破断が長距離に亘り伝播する所謂不安定延性破壊が知られている。現在この型の破壊に対する抵抗の材料特性の目安としてシャルピー試験の100%延性域における吸収エネルギーをとる考えもある。しかし脆性破壊において大型試験機により K_{Ic} 値を求めると同じ意味で不安定延性破壊に対する K_{Ic} 値を求めることが望ましい。そのため実験方法を工夫することにより実験室的に不安定延性破壊を生ぜしめること及びこれにより K_{Ic} 値を求めようを試みた。

2 実験方法

不安定延性破壊を生ぜしめるため所謂デーパーノッチ試験に次の点の変更を加えた。(図1)

- (1) 切欠部に曲率を与える。これにより単純な引張応力のほかに曲げ応力が加わり応力拡大係数が増大する。
- (2) 試験片のタブにパイプを用いる。これにより試験片系の剛性を下げ、延性破壊時の伸びを吸収し応力緩和を妨げる。

用いた試験片は降伏応力約 50 kg/mm^2 の2種の鋼種である。1つはシエルフエネルギー約 0.5 kg-m の鋼でこの実験のために作った鋼材であり S を0.3%添加して延性を減らしたものである。もう1つはシエルフエネルギーが約 3 kg-m の鋼である。

3 実験結果及び結論

上記の試験法により100%延性破面でありながら不安定な(応力で且つ急速な)破壊を生ぜしめることができた。得られた主要な結果は次の通りである。

- (1) パイプタブを用いた時のみ破壊は不安定に生ずる。厚板のタブを用いると亀裂は試験機のクロスヘッドの動きに従って緩慢に伝播する。
- (2) 亀裂の伝播速度は $20 \sim 50 \text{ m/sec}$ であった。
- (3) 曲率付試験片を用いた場合には破壊応力は平板の試験の場合の約半分であった。

曲率による曲げ応力を考慮した K_{Ic} 値は次式となる。

$$K_{Ic} = \sigma \sqrt{\pi C} \cdot f(\gamma), \quad f(\gamma) = \sqrt{\tan \gamma / \gamma}, \quad \gamma = \pi C / W, \quad (K_{Ic} \text{ との関係})$$

$$M = [1 + 0.05(l^2 / R h^3)]^{1/2}. \quad \text{但し } \sigma \text{ 応力, } C \text{ 切欠長さ, } W \text{ 板巾, } R \text{ 曲率半径, } h \text{ 板厚, } l \text{ 曲率部長さ.}$$

平板と曲率付試験片の破壊応力の差は曲率補正係数 M によってよく説明できる。

- (4) 破壊発生応力以下の応力をかけておいて楔を打込むことにより亀裂を発生させても伝播できずすぐ停止する。すなわち発生と伝播停止の K_{Ic} 値の間に殆んど差はない。
- (5) 得られた K_{Ic} 値とシャルピーのシエルフエネルギーの間には良い相関が認められた。(図2)
今後の課題: より延性の高いパイプ材造りテストできる様に試験方法を改良する。

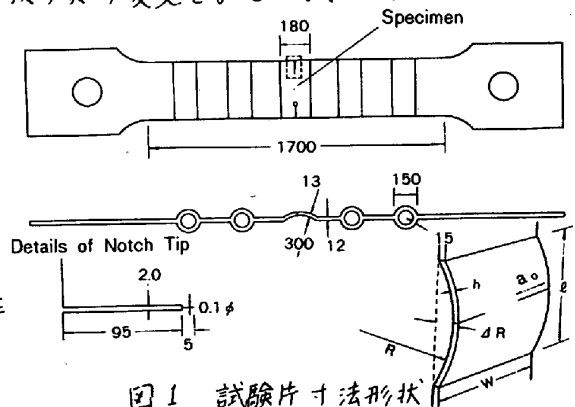


図1 試験片寸法形状

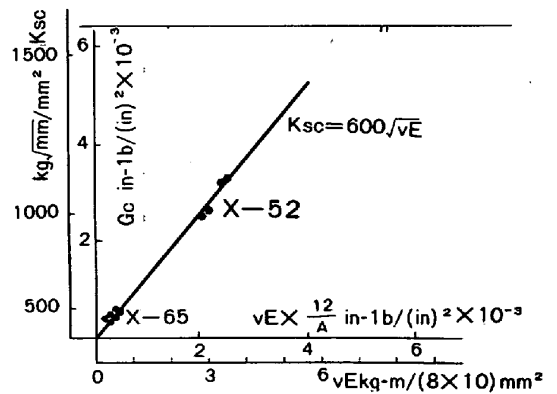


図2 シャルピー衝撃値(シエルフエネルギー vE)と延性破壊の K_{Ic} 値

との関係