

(400)

D C B 試験による不安定延性破壊の研究

日本鋼管 技研

○工博 越 賀 房 夫
理博 川 原 正 言
栗 田 義 之
秋 山 俊 弥
岩 崎 紀 夫

1. 緒 言

高圧操業下の天然ガス輸送用ラインパイプにみられる不安定延性破壊は、破壊の開始、伝播条件、および、これら条件と材質との関連という点からみて、未だ解明からほど遠い状態にあると言わねばならない。ここでは実験室規模の小型試験によって、ラインパイプの不安定延性破壊を再現し、それによって、このモードの破壊の伝播条件を明らかにすることを試みた。再現試験が具備すべき必要条件としては、(1) 荷重上昇過程で安定亀裂の成長に引き続く不安定破壊が発生し、(2) その伝播モードは板厚面内45°剪断タイプで、かつ、(3) 亀裂伝播速度は50~200 m/秒の3条件が挙げられる。

2. 実験方法

図1に示す如き全長1mのDCB(ダブルカンティレバービーム)試験片を皿パネを介して、引張負荷する。試験片には破壊発生部の切欠と共に巾方向中央部に亀裂進展を直進させるため適当な曲率をもったグループを賦与した。亀裂速度、および亀裂伝播中の荷重変化はシンクロスコープにより動的に測定した。また亀裂伝播状況を毎秒200コマの高速カメラにより追跡した。なお、供試材は強度、延性、靱性の異なる数種の鋼である。

3. 実験結果および考察

このパネつきDCB試験により、緒言(1~3)の不安定延性破壊の必要条件を鋼種によらず再現させることが出来た。亀裂は加速されてのち減速、停止し、荷重変化には2つのステージが認められる(図2)。さらに塑性変形はすべて、被試験部としてのグループ部に集中するが、一方試験片の巨視的曲げ変形は抑えられ、試片全体としては、おおむね弾性的挙動を呈する。これらの実験結果をもとに、DCB試験を単位板厚の単純片持梁の自由端に剪断力が働くモデルに置き換え^{1,2)}、亀裂がΔだけ進展した時のエネルギー増分のバランスから、破壊特性値としてのKc値を求めた。こうして求めた破壊伝播特性値Kcは、図3に示すように、鋼種が決まれば、ほぼ一定に定まり亀裂速度にはあまり依存しない。

参考文献

- (1) Timoshenko and Goodier, Theory of Elasticity, McGraw-Hill, P 41
(2) P.P.Gillis and J.J.Gilman, Journal of Applied Physics, vol 35, (1964) No.3

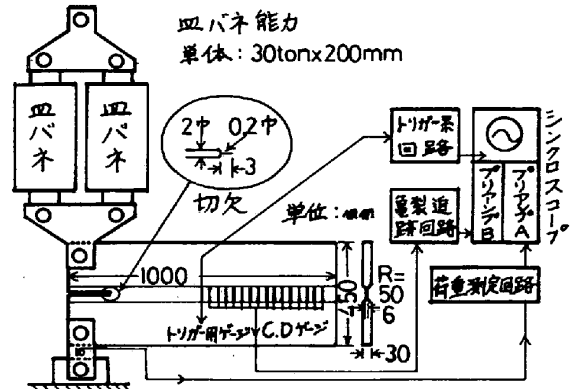


図1. DCB試験引張, 測定系統図

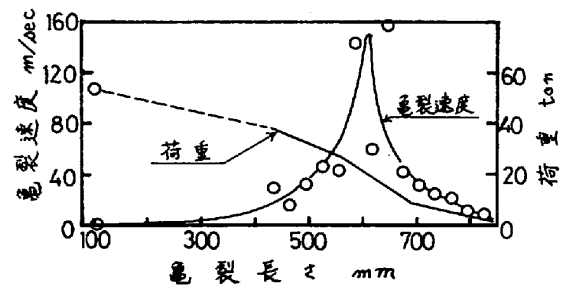


図2. 亀裂速度, 荷重変化の測定例

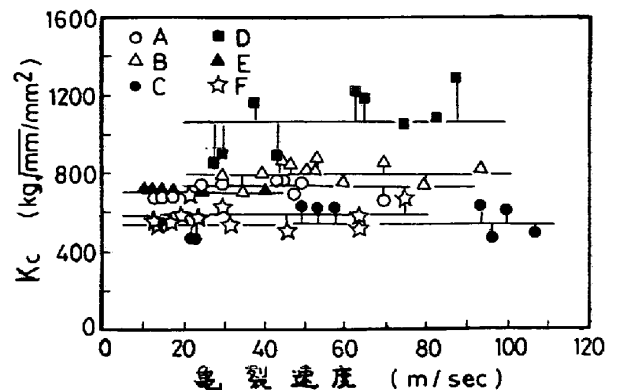


図3. 亀裂速度とKc値の関係