

(696) 超高压压力容器のぜい性破壊事故防止に必要な材料の破壊じん性について

旭化成工業 備 小林 実 田中英彦
備日本製鋼所 ○工博 岩館忠雄 竹俣裕行

1. 緒言 本研究では、実際に使用しているポリエチレン製造用の超高压压力容器用パイプ材の安全性を評価するために、破壊じん性の異なる6種類の材料を製作し、内圧疲労試験を行ない、ぜい性破壊の防止に必要な材料の破壊じん性について検討した。また超高压压力容器の安全性の評価のために必要な応力拡大係数 K_I について検討を行ない、LBB (Leak Before Break) 条件のクライテリオンを提案した。

2. 供試材および試験方法 試験に供した材料は、ポリエチレン製造用压力容器として実際に使用されている AISI 4340H 鋼で、内外径比 (O.D./I.D.) は 2.26 である。内圧疲労試験は円筒試験片の内面に長さ 2mm、幅 0.2mm、深さ 1mm を目標とした人工欠陥を放電加工によって付与し、疲労試験を行なった。試験圧力は最大 300MPa、最小内圧 30MPa とし、繰返し速度は約 6cpm、圧油は ESSO UNIVIS P12 オイルを用いた。試験温度は室温である。

3. 試験結果および考察 図1は材料の破壊じん性と破壊までの繰返し数との関係で示したものである。AS材の K_{Ic} (J) = 144MPa \sqrt{m} 材および 126MPa \sqrt{m} 材は 30000 回前後で疲労き裂が外表面に達し、LBB 条件を満足した。しかし、破壊じん性が 115MPa \sqrt{m} 以下の4個の試験片はいずれも試験途中でぜい性破壊を起こした。したがって、実際に使用されている超高压压力容器パイプ材の破壊じん性は小さくとも 144MPa \sqrt{m} 前後であるため、実際の压力容器はぜい性破壊の危険性はない。

ここで、き裂深さと繰返し数の関係から疲労き裂進展速度を求め、Newman-Raju、岩館ら、中沢らによって提案されている応力拡大係数の表示式について検討した。図2はこれらの式による解析結果とCT試験の結果を比較したものである。いずれの式による疲労き裂進展速度もCT試験の結果とよい一致を示しているが、なかでも岩館らの式が最もよい一致を示している。

図3はLBB条件の工業的なクライテリオンを検討するために、内圧円筒試験片の破壊じん性と、破壊時のき裂深さ a と肉厚 t との比の関係を示したものである。図3から応力拡大係数の表示式としては岩館らの式が推奨されるが、工業的なLBB条件の判定としては、外表面の補正係数を考慮しない Newman-Raju の式が推奨される。

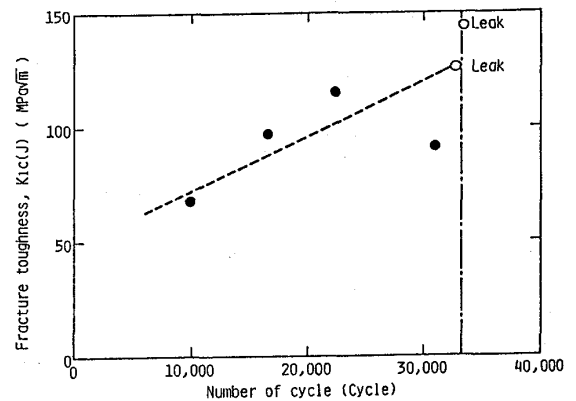


Fig.1 K_{Ic} (J) vs. Number of Cycle to Failure.

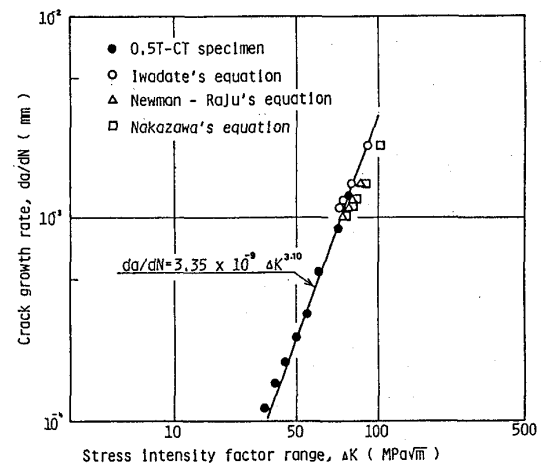


Fig.2 da/dN vs. ΔK Relation.

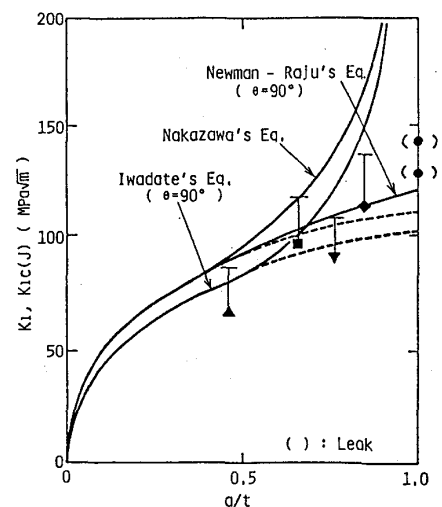


Fig.3 K_{Ic} (J) vs. a/t Relation and LBB Criterion.