

1. 緒言

9% Ni 鋼は、低温において優れた靱性を有することから、LNG貯蔵タンク用材料として従来から多く用いられているが、最近貯蔵タンクの大型化に伴って安全性に対する要求が一層厳しいものとなり、一般にフェライト系鋼材においては破壊特性が荷重速度に敏感であることから、き裂伝播停止靱性などの動的破壊靱性の評価を含む、高度な破壊力学的手法に基づいた材質の評価が要求される傾向がある。本報告では動的破壊靱性の測定結果および破壊挙動におよぼす荷重速度の影響について述べ、その機構について検討した。

2. 実験方法

供試材として、化学成分およびシャルピー吸収エネルギーの異なる4種類の9% Ni 鋼(板厚30および20 mm)を用いた。これらの鋼は-196℃におけるシャルピー試験で延性的に破壊した。動的破壊靱性の測定には容量2トン米の計装化荷重試験機を用いた。また引張試験機およびグリーンブル試験機を用い、-196℃において種々の速度でシャルピー曲げ試験を行なった。

3. 実験結果

(1) 図1に-196℃における破壊靱性値をシャルピー吸収エネルギーの関数として表示した。通常の鋼の場合とは逆に衝撃荷重による破壊靱性値の方が、準静的な荷重による場合より大きな値を示した。(2, 3 Penseら, 4, 5 Tengeら)

(2) 図2に示した如く、-196℃での曲げ試験では、20 mm/min以下のクロスヘッド速度では脆性破壊の発生に伴う荷重降下が生じ、そのため吸収エネルギーは荷重速度の増大と共に低下する。これより高速では、遷移領域を経て完全延性破壊となり、吸収エネルギーは荷重速度と共に増大する。

(3) 脆性域における破壊吸収エネルギーには鋼種による差違があまり見られないが、延性域において吸収エネルギーの差は荷重速度と共に増大する。吸収エネルギーの差は主にき裂伝播エネルギーの相違による。

(4) 切欠先端近傍の温度は、図2に示した如く、クロスヘッド速度が20 mm/min以上でクロスヘッド速度と共に顕著な増大を示す。この臨界速度が脆性-延性遷移が起る速度に対応することから、荷重速度の増大による延性-脆性遷移は、き裂先端における温度上昇の挙与によると考えられる。

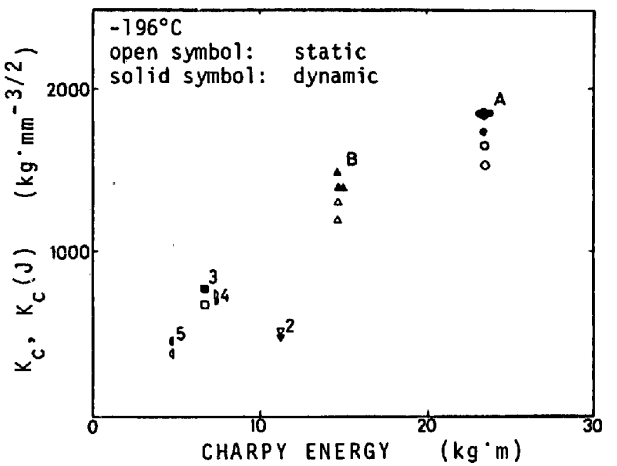


図1 準静的および動的破壊靱性値とシャルピー吸収エネルギーとの関係

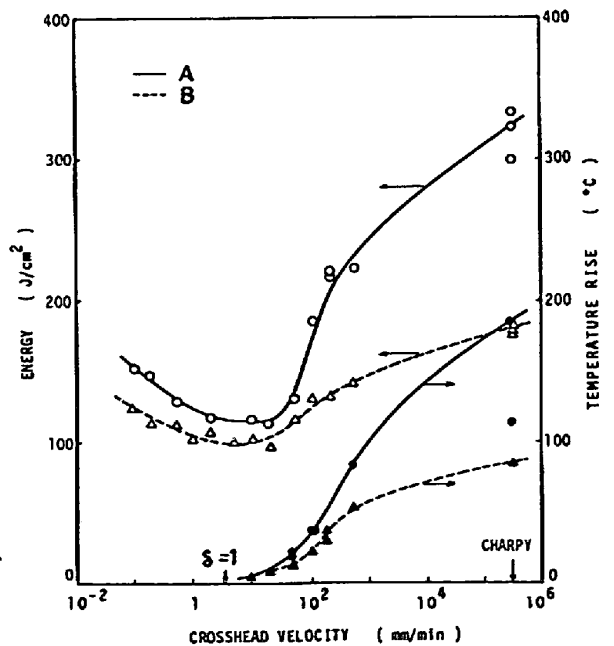


図2 破壊吸収エネルギーおよび、き裂先端近傍の温度上昇とクロスヘッド速度の関係