

(413) 高張力低合金鋼の応力腐食キ裂発生

金沢大教育 広瀬幸雄 京大工 田中啓介 金沢大教育 生永雅之

1 緒言

金属材料の応力腐食割れ感受性評価には従来平滑材が多く使用されてきたが、材料にキ裂ないしはキ裂状欠陥が存在する場合応力ないしはひずみの集中のため著しく異った強度となる。このため近年破壊力学手法が環境強度解析に適用されるに至ったが充分に発展していない。本研究では、低温焼戻し処理した低合金鋼のNCM8の切り欠き平板を用い、3.5% NaCl 溶液中でのキ裂発生寿命に及ぼす切欠き半径の影響について破壊力学的観点より明らかにした。この種の研究は材料の環境強度を実用状態に近い状態で評価するために必要であるばかりでなく、応力腐食割れに及ぼす応力の持つ物理的意味を明らかにする点でも重要である。

2 実験方法

供試料は市販のSNCM8鋼で、化学成分および応力腐食割れ試験片と同一の熱処理後の機械的性質は別報(高張力切欠き材の破壊靱性)と同様である。切欠き試験片は(a)CT試験片(b)三臭曲げ試験片で板厚は(a)は5.5mm および(b)は10mmである。応力腐食割れ試験装置は単軸レバー式の装置で荷重はホッパからの砂の出し入れで5tonまで可変できる。環境条件として3.5% NaCl 溶液、液温は20±2℃を循環させ5hrごと循環のための溶液を取り変えた。キ裂の発生は移動顕微鏡および一部電位差法を使用した。

3 実験結果

切欠き半径 ρ を0.12~0.5mmと変えた場合の切欠き底におけるキ裂発生寿命 t_m は図1に示す如く見掛けの応力拡大係数 K_0 と $\sqrt{\rho}$ の比の一価関数となった。このことは次のように説明できる。モードIの変形を受ける ρ の前方の位置における荷重方向の応力 $\sigma_y(r)$ は

$$\sigma_y(r) = (1 + \rho/2r) K_0 / \sqrt{2\pi r} \quad (1)$$

ただし $r = t + \rho/2$ である。ここで切欠き底での最大応力、 σ_{max} は(1)式で $r = 0$ において

$$\sigma_{max} = 2 K_0 / \sqrt{\pi \rho} \quad (2)$$

となる。従って図1は σ_{max} でキ裂発生寿命が規定されていることになる。しかしながらK割試験において K_{IPECC} が存在し、この値はキ裂先端に更にキ裂が生成されない条件と考えると有限の切欠き半径を有していることになる。前報の有効切欠き半径 ρ_{eff} と定義するとこの切欠き半径以下の切欠きでは σ_{max} が同一でもキ裂が発生しないことになり、K一定で K_0 が K_{IPECC} 以下では ρ が ρ_{eff} より小さくなり σ_{max} が増大するが割れないことになる。この ρ_{eff} の存在は応力腐食割れの発生が切欠き先端での最大応力条件のみで決まっているのではなく先端からある有限の領域において力学的条件を満たすことが必然的に必要であることを意味する。このことはキ裂の発生には先端近傍の有限領域で割れやすくなる何らかの微視的過程で損傷が進行する必要性を意味している。この有限領域は破壊域(Fracture process zone)と称すべきもので、その大きさは破壊の物理的挙動と材料の微視構造によって決まると考えられるが力学的条件および切欠きと直結するという力学的不安定条件の大小関係で決まるとであろう。なお発生寿命に及ぼすfrank angleの影響については当日発表する。

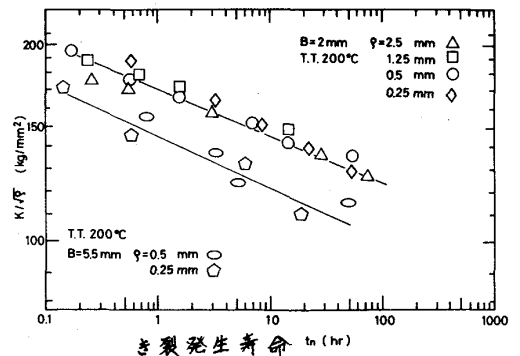


図1 キ裂発生寿命 t_m と $K/\sqrt{\rho}$ の関係