

(466)

円形断面部材の脆性破壊強度評価(その1)

— 円周切欠を有する丸棒に軸力が作用する場合 —

(株)神戸製鋼所 構造研究所 青木 満 ◯木内 晃
機械研究所 池田一夫

1 緒言

最近、寒冷地での構造物や冷凍庫などの低温構造物に使用される線材・棒鋼の需要に伴い、そのねじ継手部等の安全性確保の面から脆性破壊強度を検討する必要性が生じてきている。本研究では、このような円形断面部材の脆性破壊強度を評価するための第一段階として、単一の円周切欠を有する丸棒(CNRB)に軸力が作用する場合について検討するとともに、ねじ継手の脆性破壊強度とCNRBのそれとを比較・検討した。

2 試験および解析

供試鋼は50および80のJIS規格SMn3相当材($\sigma_y=53.8 \text{ kg/mm}^2$, $\sigma_B=77.2 \text{ kg/mm}^2$)および50のSCM4($\sigma_{0.2}=96 \text{ kg/mm}^2$, $\sigma_B=106.8 \text{ kg/mm}^2$)である。直径(D)および切欠深さ比(2C/D, 2C:切欠深さ)を変化させたCNRB(切欠先端は疲労き裂)を用いて引張試験を行ない、脆性破壊強度に及ぼす上記因子の影響を調べた。また、汎用プログラムMARCを用いて軸力と軸力によるCNRBの弾塑性解析を行なった。

3 結果

(1) 円周き裂の先端から軸対称に進展した塑性域が軸心上で結合するときの σ_n (切欠断面の平均引張応力)と σ_y との比($R\sigma_{n,gy}$ と書く)およびその後切欠断面がすべて降伏するときの σ_n/σ_y ($R\sigma_{n,gy}$)は2C/Dの増加とともにほぼ直線的に増大し、両者の差は2C/Dの増加とともに大きくなる(図1参照)。

(2) CNRBの破壊時の σ_n ($\sigma_{n,F}$)と温度との関係($\sigma_{n,F}$ -T曲線)として、SCM4の結果を図2に示す。 $\sigma_{n,F}$ -T曲線は、温度が低くなるとともに $\sigma_{n,F}$ が減少する破壊領域Iと $\sigma_{n,F}$ が温度にほとんど依存しない破壊領域IIに大別される。破壊領域Iの $\sigma_{n,F}$ に及ぼす2C/DおよびDの影響は、半径方向の塑性分布と軸力(P)とを有するCNRBのK値($K=P \cdot (1.72D/d-1.27)/D^{3/2}$, $d=D-2C$)とを用いて説明され得る。いっぽう、領域IIからIIへの遷移時の σ_n と σ_y との比($R\sigma_{n,TR}$)は、図1に示すように、(1)で述べた $R\sigma_{n,gy}$ より若干大きい値を示す。本試験結果および日本溶接協会TM委員会での実験結果から $R\sigma_{n,TR}=1.8(2C/D)+1$ と表わされ、領域IIの $\sigma_{n,F}$ はこの式を用いて安全側に推定できる。

(3) ねじ底に浅い尖鋭切欠を有するねじ継手の脆性破壊強度は、それと同一のD, 2C/Dおよび切欠尖鋭度を有するCNRBの脆性破壊強度から大略推定できる(図3参照)。

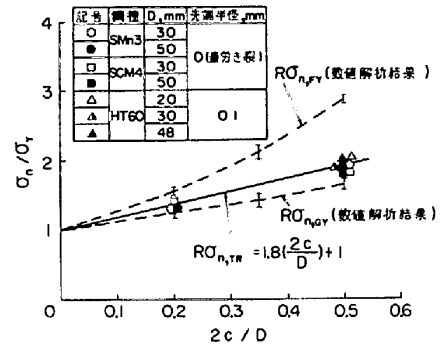


図1 σ_n/σ_y と2C/Dの関係

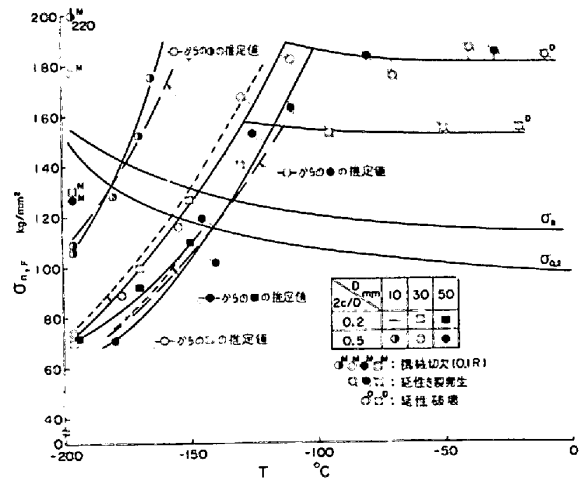


図2 $\sigma_{n,F}$ と温度の関係(SCM4)

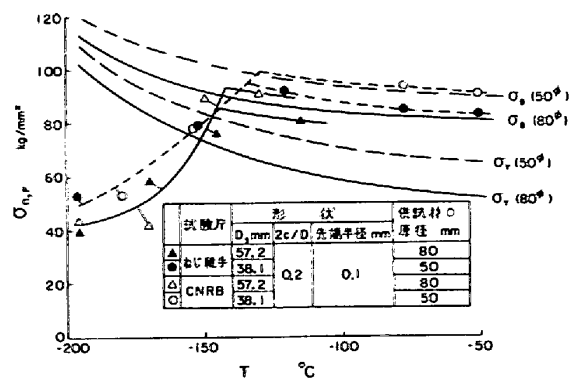


図3 ねじ継手とCNRBの $\sigma_{n,F}$ の比較(SMn3)