

669.14-422.11: 539.4.013.3: 621.88

(467)

円形断面部材の脆性破壊強度評価(その2)

— 表面切欠を有する丸棒に対する検討 —

(株)神戸製鋼所 構造研究所 ○木内 晃, 青木 満, 小林真人
機械研究所 池田一夫

1 緒言

前報では, 単一の円周切欠を有する丸棒(CNRB)に軸力が作用する場合の脆性破壊強度の評価について検討した。本報では, 軸力および軸力と曲げの組合せ荷重下での表面切欠つき丸棒(SNRB)の脆性破壊強度について検討する。

2 試験および解析

供試材は, 前報でのSMn3とSCM4, 7^号のピアノ線(JIS規格φ3502 SWRS 77B相当材, $\sigma_{0.2}=153 \text{ kg/mm}^2$, $\sigma_B=172.4 \text{ kg/mm}^2$)およびアクリル樹脂(PMMA, $\sigma_B=6.5 \text{ kg/mm}^2$)である。SMn3およびSCM4は軸力下の試験に, その他のものは組合せ荷重下での試験に用いた。なお, PMMAおよびピアノ線の一部を除いて, それ以外の切欠先端は疲労き裂である。また, 汎用プログラムMARCによる3次元弾性解析を行ない, SNRBの切欠最深部でのK値を軸力および曲げそれぞれが作用する場合について求めた。

3 結果

(1) SNRBのK値と切欠深さ比 a/D (a : 表面切欠深さ)の関係として, 軸力下での解析結果を図1に示す。これらの結果を用いて, 軸力および曲げをうけるSNRBのK値(それぞれ K_A および K_B と書く)はつぎのように表わされる。 $K_A=M_A\sigma_g\sqrt{\pi a} \dots (1)$, $K_B=M_B\sigma_b\sqrt{\pi a} \dots (2)$ ここで, σ_g : 一様断面での引張応力, σ_b : 丸棒表面での最大曲げ応力, $M_A=1.12+(0.30/D-1.85/R)a-\{6.63/D^2-10.25/(R\cdot D)\}a^2+\{23.13/D^3-18.75/(R\cdot D^2)\}a^3$, $M_B=1.12-(2.37/D+0.36/R)a+\{4.44/D^2+0.66/(R\cdot D)\}a^2+\{1.35/D^3-2.81/(R\cdot D^2)\}a^3$ である。なお, 上式の適用範囲は $a/D \leq 0.4$ の場合 $R \geq 0.5D$ (R : 表面切欠の曲率半径), $0.4 < a/D \leq 0.6$ の場合 $R \geq 0.75D$ である。

(2) 軸力下での $\sigma_{n,F}$ - T 曲線として, SMn3の場合を図2に示す。SNRBの場合も前報のCNRBと同様, 破壊領域IとIIに大別される。図2の破線および一点鎖線で示すように, 領域Iの $\sigma_{n,F}$ は曲げCOD試験からの破壊靱性値を基に, 半径方向の靱性分布を考慮に入れて(1)式から大略推定できる。いっぽう, 破壊領域IIの $\sigma_{n,F}$ は, 全面降伏応力レベルを基に設定した図3の実線を用いて評価できる。同図にプロットした点は今回行った破壊領域IIの実験点を拾い出し, その $\sigma_{n,F}/\sigma_y$ を示したものであり, 破線は引張と曲げの組合せ荷重下での降伏条件式から求められた。 α 口塑性拘束度を表わすパラメータである。実験データを結ぶ線は $\alpha=1.25$ とした実線でほぼ代表され得る。

(3) 組合せ荷重下における破壊領域Iでの $\sigma_{n,F}$ は, 破壊靱性値と K_A+K_B とを等値することにより大略推定できる。

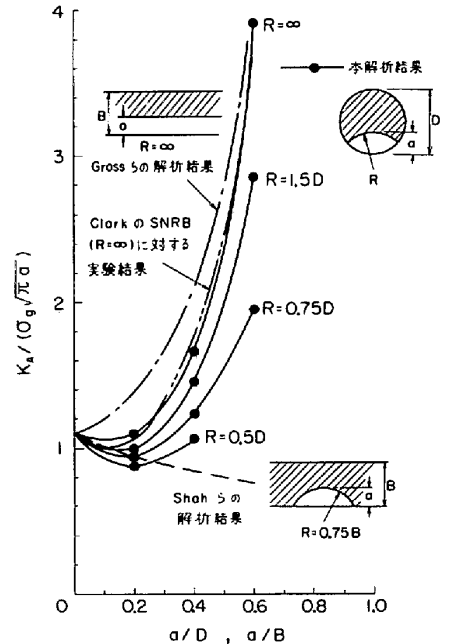


図1 軸力をうけるSNRBの切欠最深部のK値

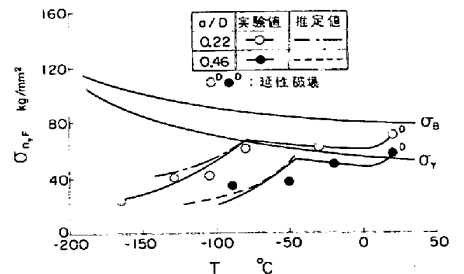


図2 $\sigma_{n,F}$ と温度の関係(SMn3, D=50mm)

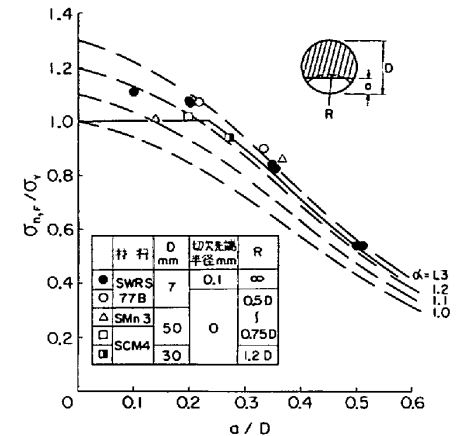


図3 破壊領域IIでの $\sigma_{n,F}/\sigma_y$ と a/D の関係