

東京工業大学 正員 西村俊夫
 東京工業大学 正員 三木千寿
 ○日本鋼管K.K. 正員 福沢小太郎

1. はじめに

本報告は切欠が疲労強度におよぼす影響を調べる目的で行なった実験の結果である。さらに材料試験片(平滑材)において、静的引張試験結果を用いて繰返し数 10^5 回程度までの疲労強度を推定するのに有効なMansonによる4点法の、さらに高い繰返し領域、および切欠材への適用についての考察を加えた。

2. 実験. 試験片.

実験は60/50 TON電気油圧型疲労試験機を用い、載荷速度は600 cycles/min. ぐ、下限1 TONの片振引張荷重である。

試験片は図-1に示す5種類ぐ、切欠部の断面は平行部の1/2とし、最小断面の断面積は480mm²である。図中に示した形状係数 α はHeywoodが光弾性実験の結果から得た公式を用いて計算した値ぐ、基準応力は最小断面における公称応力を用いた。

使用した鋼材はWelten 60ぐ、そのミルシートによる機械的性質および化学成分を表-1に示す。

3. 実験結果

表-2に静的引張試験結果を示す。破断応力 σ_f は、破断荷重/破断後断面積の値である。切欠材強度の平滑材強度に対する比はそれぞれ1.07, 1.10, 1.19, 1.14と弾性域拘束効果により、1.0以上となった。

切欠の影響を明らかにするために疲労実験結果のS-N線図から各荷重繰返し数に対する上限応力を読みとり、その値を用いて切欠係数 β :(切欠材の強度)/(平滑材の強度)を計算し、さらに切欠感度 η ($\eta = (\beta - 1)/(\alpha - 1)$)を計算した結果が図-3である。図中1/4サイクルは静的引張破断における結果である。これから各試験片とも繰返し数が増すに従って η が高くなり、破壊が脆性的となることがわかる。また同図より切欠半径が大きい方が繰返し数が増す時の切欠感度の变化の割合が大きいようである。疲労実験後の破断面は切欠半径が小さい試験片が疲労クラック発生領域およびそれに続く脆性破断面の占める割合が大であった。()で囲ったデータは疲労実験を行なった上限荷重

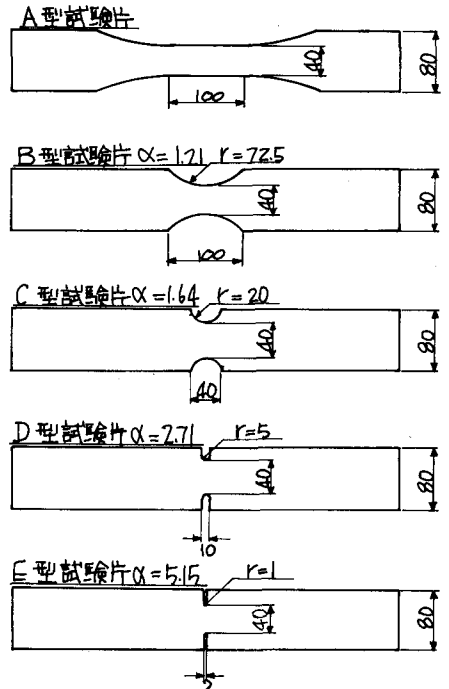


図-1 試験片

板厚 12 mm

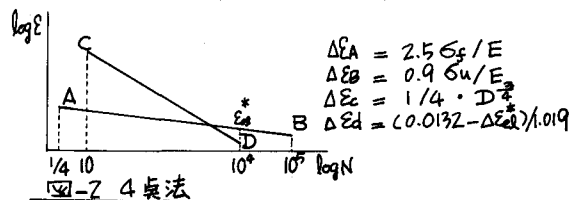
降伏点	引張強さ	伸び
60 kg/mm ²	69 kg/mm ²	34 %

C ₅₀₀	Si ₁₀₀	Mn ₁₀₀	P ₅₀₀₀	S ₅₀₀₀	Cu ₂₀₀₀	Ni ₂₀₀₀	Cr ₁₀₀₀	V
15	31	132	15	10		2	2	TR

表-1 鋼材の機械的性質と化学成分

	A型	B型	C型	D型	E型
破断荷重 P _f (TON)	31.5	33.6	34.5	37.5	35.9
引張強さ σ_u (kg/mm ²)	65.6	70.0	71.8	78.1	74.8
破断後断面積 A _f	179.2	191.4	199.4	218.4	277.4
破断応力 σ_f (kg/mm ²)	175.8	175.6	173.0	171.7	129.4

表-2 静的引張実験の結果



によつては切欠底に塑性域が存在しないものである。

4. 静的引張強度特性からの疲労強度推定

図-2に4点法を示す。この方法においては試験片に生ずる全ひずみと弾性ひずみ成分と塑性ひずみ成分に分け、それぞれに対して荷重繰返し数との関係を与えている。このうちの弾性ひずみ成分の割合に基づいて、縦軸を応力範囲(上限応力-下限応力)とし、寿命を 10^5 以上の範囲まで延長したものが本報告の寿命推定線である。図4~7での推定線で、実線は平滑材の引張実験から求めた σ_u, σ_f を用いたもの、破線は切欠材の σ_u, σ_f を用いたものである。

各試験片とも縦軸の値は切欠底における弾性応力範囲、すなわち(最小断面での公称応力範囲×形状係数 α)とした。

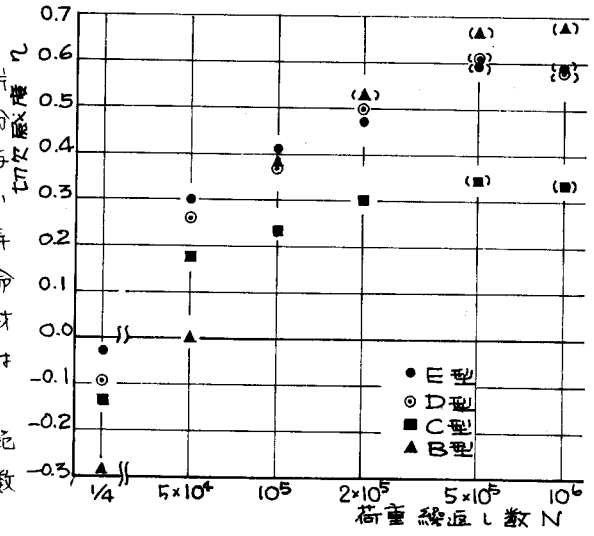


図3 荷重繰返し数と切欠感度

5. おわりに

切欠の強度を4種類変えて疲労実験を行った結果

切欠底に塑性域が存在しない応力下では切欠感度は一定になる傾向を示し、その時の荷重繰返し数は各試験片とも 5×10^5 回程度であった。

4点法を適用した時、切欠の強度により実験値との一致の度合は異なるが、この種の推定法は可能といえよう。

切欠材の疲労強度推定に本方法の適用を考へる時、切欠材のS-N線の勾配が平滑材と異なること、すなわち各繰返し数に対する疲労強度の切欠感度が変化することにより、平滑材強度からの推定線に一致して、あるいは平行な状態で切欠材の疲労実験結果が存在することは考えられない。このことから切欠材の静的引張の強度特性の評価が大きな問題点であろう。

次に本報告中、試験片に発生する最大応力という意味で($\alpha \times$ 公称応力)で実験値を整理したが、切欠底は2軸の応力状態となっていること、バウシinger効果が存在すること等の問題点も残されている。

