

多連切欠き材の疲れ挙動について

(第一報 切欠きの干渉が、回転曲げ疲れ特性に及ぼす影響について)

若原 稔, 皮籠石紀雄, 末永 勝郎*

(受理 昭和63年5月31日)

Fatigue Behavior of Steels with Multiple Notches

(Report 1 The Effect of Interaction between Notches on the Rotary Bending Fatigue Properties)

Minoru WAKAHARA, Norio KAWAGOISHI and Katsuro SUENAGA*

When many stress concentrated parts exist closely, a different fatigue behavior pattern is revealed due to their interaction than that shown by a single part.

The effect of interaction of notches on fatigue strength was investigated regarding the effect of the number of notches by the round bar specimen of S35C, with multiple 60°-V notches subjected to rotary bending. The results are obtained summarized as follows;

1) The stress concentration factor decreased by increasing the number of notches, and it approached a constant value.

In relation to this tendency, both the fatigue limit for crack initiation σ_{w1} and the fatigue limit for failure σ_{w2} increased gradually with the number of notches, and both also approached constant values, respectively.

2) The σ_{w1} showed fluctuation depending on whether or not the number of notches were odd or even, and whether the notch root radius at the "branch point" differed from the odd or even number of notches. These results suggested that some stress factors other than the maximum stress at the root of the notch governed the crack initiation and propagation.

3) The length of the non-propagation crack became shorter with an increase in the number of notches.

1. 緒 言

疲れ破壊のほとんどは表面を起点としており、その起点は一般に応力の集中している部分である。実際の機械、構造物の構成部品には例えばねじ、歯車で代表されるように構造上あるいは機能上複数の切欠きが並んで存在している場合が多く、また微視的にもそれらの表面には多数の欠陥が存在している。このように欠陥も含めて複数の応力集中部が存在する場合、破壊力学により複数き裂の干渉などに対する応力拡大係数の解析は理論的にはかなり多くの研究があり⁽¹⁾、またね

じ⁽²⁾、歯車⁽³⁾についても応力解析あるいは疲れ現象の研究が行われている。一方切欠きが多数並んだ場合の光弾性実験による応力干渉に関する詳細な報告がある⁽⁴⁾。しかし、隣接する切欠きの干渉が疲れ特性に及ぼす効果についての研究は十分とは言えない。

このような観点から著者らは二個の切欠きが存在する場合の光弾性実験による応力干渉作用、応力集中係数の解析および回転曲げ疲れ試験結果について報告した⁽⁵⁾。

本研究は、さらに切欠き数が増加し、また切欠き半径が異なった場合の光弾性実験による応力集中係数への影響および機械構造用炭素鋼の回転曲げ疲れ特性への影響について検討を行ったものである。

* 鹿児島大学名誉教授

2. 供試材料および試験片

2-1 光弾性実験

試験片は、市販の厚さ3mmのエポキシ樹脂板を用いて図1(三連切欠き試験片までを示す)、表2に示す回転曲げ疲れ試験片と形状が二次元的に相似形で、三倍の寸法を持つ板状試験片を作成した。加工、熱処理、測定については前報⁵⁾の方法に従って行われた。

2-2 疲れ試験

試験片は、市販の直径19mmの機械構造用炭素鋼S35Cを使用し、素材を870℃、30分焼きならしした後、

図1、表2に示す形状、寸法の平滑および単一より六連までの切欠き試験片に施削し、その後施削による残留応力を除去する目的で窒素ガス雰囲気中で600℃、1時間の焼きなましを行った。供試材料の化学成分を表3に、焼なまし材の機械的性質を表4に示す。

試験機は小野式回転曲げ疲れ試験機10kgf・mで、回転数は約3,400 rpmである。

表1 光弾性実験試験片寸法 (mm)

| L ₁ | L ₂ | D | d | t | ρ | p |
|----------------|----------------|----|----|-----|------|-------|
| 224 | 112 | 45 | 30 | 7.5 | 0.45 | 10.74 |
| | | | | | 0.90 | |
| | | | | | 1.80 | |

表2 疲れ試験片寸法 (mm)

| L ₁ | L ₂ | D | d | t | ρ | p |
|----------------|----------------|----|----|-----|------|------|
| 210 | 105 | 15 | 10 | 2.5 | 0.15 | 3.58 |
| | | | | | 0.30 | |
| | | | | | 0.45 | |
| | | | | | 0.60 | |
| | | | | | 0.60 | |

表3 化学成分 (%)

| | C | Si | Mn | P | S |
|-----|-----------|-----------|-----------|--------|--------|
| JIS | 0.32~0.38 | 0.15~0.35 | 0.60~0.90 | <0.030 | <0.035 |
| 供試材 | 0.39 | 0.31 | 0.75 | 0.022 | 0.015 |

表4 機械的性質

| | 降伏点 kgf/mm ² | 引張強さ kgf/mm ² | 真破断力 kgf/mm ² | 伸び % | かたさ Hv (1) |
|-----|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|---------------|
| 焼鈍材 | 41.9 | 62.3 | 118.6 | 31.8 | 172 |

600℃, 60min 窒素雰囲気中焼きなまし

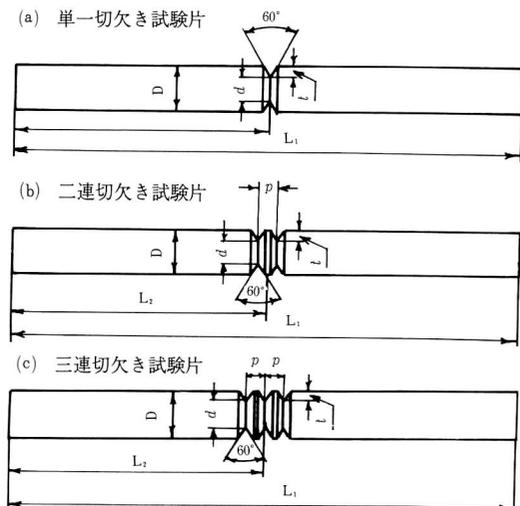
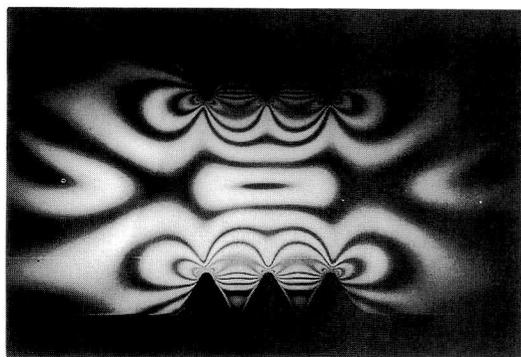
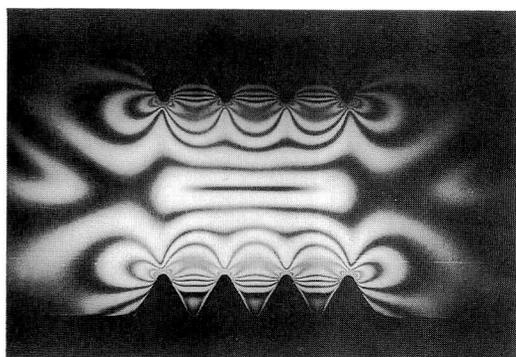


図1 疲労試験片



a) 三連切欠き試験片



b) 四連切欠き試験片

図2 光弾性写真 (ρ=0.45 mm, p=10.74 mm)

3. 実験結果および考察

3-1 光弾性実験による応力集中係数の測定

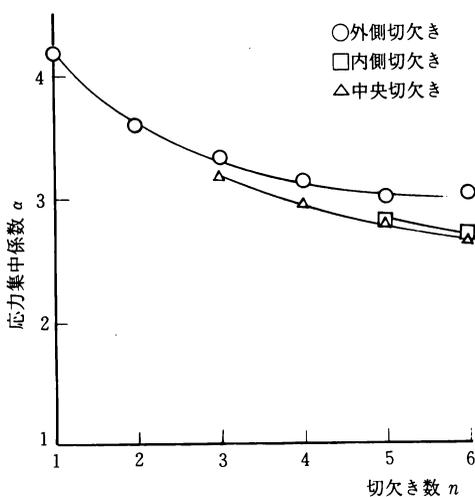
鋭い切欠き ($\rho=0.45\text{mm}$) を持つ三連切欠きと四連切欠き試験片の曲げを受ける場合の光弾性写真を図2に示す。また各切欠き材の光弾性実験より得られた二次元応力集中係数を表5, 図3, 図4に示す。ここで切欠きの名称は, 試験片中心に対称に外から順に外側切欠き, 内側切欠き, 中央切欠きと呼ぶこととする。応力集中部が近接して存在する多連切欠き材では, 最

大応力点が切欠き底よりずれる現象すなわちずれ角を生ずる。また図2の光弾性写真に見られるように, 切欠き深さがそのまま応力状態に影響しない, いわゆる有効切欠き深さ⁽⁶⁾が存在する。表5にずれ角および有効切欠き深さの測定結果も併記した。

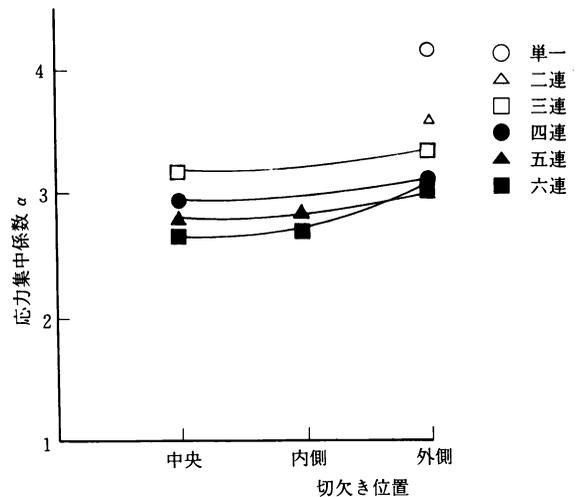
表5および図3より明らかなように切欠き数が増加するに伴い切欠きの干渉による応力集中係数の減少が見られ, その変化の割合は切欠き数の増加とともに減少している。また外側切欠きに隣接する切欠きの応力集中係数は干渉効果により急激に減少するが, その内

表5 多連切欠き材の応力集中係数 (二次元値)

| ρ [mm] | | 単一切欠き | 二連切欠き | 三連切欠き | 四連切欠き | 五連切欠き | 六連切欠き |
|-------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.45 | 外側切欠き | 4.20 | 3.61 | 3.34 | 3.14 | 3.02 | 3.08 |
| | 内側切欠き | — | — | — | — | 2.82 | 2.67 |
| | 中央切欠き | — | — | 3.17 | 2.95 | 2.79 | 2.62 |
| | ずれ角 (外側切欠き) | 0 | 7.72 | 8.42 | 8.44 | 8.57 | 8.67 |
| | 有効切欠き深さ (中央切欠き) [mm] | 7.50 | 3.70 | 3.65 | 3.60 | 3.58 | 3.52 |
| 0.90 | 外側切欠き | 3.41 | 3.09 | 2.89 | 2.74 | 2.56 | |
| | 内側切欠き | — | — | — | — | 2.44 | |
| | 中央切欠き | — | — | 2.68 | 2.61 | 2.39 | |
| | ずれ角 (外側切欠き) | 0 | 7.46 | 8.00 | 8.04 | 8.08 | |
| | 有効切欠き深さ (中央切欠き) [mm] | 7.50 | 3.59 | 3.50 | 3.46 | 3.46 | |
| 1.80 | 外側切欠き | 2.57 | 2.40 | 2.28 | 2.18 | 2.13 | |
| | 内側切欠き | — | — | — | — | 2.01 | |
| | 中央切欠き | — | — | 2.12 | 2.02 | 1.98 | |
| | ずれ角 (外側切欠き) | 0 | 7.10 | 7.65 | 7.72 | 7.72 | |
| | 有効切欠き深さ (中央切欠き) [mm] | 7.50 | 3.37 | 3.32 | 3.32 | 3.26 | |



(a) 切欠き数と応力集中係数



(b) 切欠き位置と応力集中係数

図3 切欠き数に対する応力集中係数の変化 ($\rho=0.45\text{mm}$)

側の切欠きでは減少がわずかであり、村上ら⁽⁴⁾の報告と同様の傾向を示している。図4は切欠き半径が応力集中係数に及ぼす影響を示したもので、それぞれの切欠き数において切欠き半径が大きくなると応力集中係数が小さくなるが、それぞれの切欠き半径における切欠き数の増加に伴う応力集中係数の減少の割合は小さくなることを示している。有効切欠き深さ t_e については Nishioka ら⁽⁶⁾が示した $t_e=0.32p$ (p : 切欠きのピッチ) があるが、本実験の測定結果においても、表5に示されるように $t_e=0.30\sim 0.34p$ となりほぼ近い値が得られた。

3-2 疲れ限度

3-2-1 鋭い切欠き材について

図5に切欠き半径 $\rho=0.15\text{mm}$ の単一切欠きから六連切欠き試験片までの S-N 曲線を示す。図より切欠き数が増加すれば疲れ限度はわずかに上昇する傾向にあり、これは切欠きの干渉によるもので前述の応力集中係が切欠き数の増加とともに減少することからも理解できる。しかし、時間強度への影響は顕著でなく、特に高応力では切欠き数の影響は認められない。

一般に鋭い切欠き材では、き裂発生限界に対する疲れ強さ σ_{w1} と破断限界に対する疲れ限度すなわちき裂強さ σ_{w2} が存在する。図6は各切欠き数試験片における疲れ強さ σ_{w1} とき裂強さ σ_{w2} を示す。き裂強さ σ_{w2} は切欠き数の増加と共にわずかに上昇し、あ

る一定値に近づき切欠き数の影響はなくなるものと思われる。一方疲れ限度 σ_{w1} は偶数切欠き材と奇数切欠き材 (以下偶数連、奇数連と呼ぶ) で変動し、相対的に偶数連の方が高い値を示している。しかし、それぞれにおいては連数の増加は疲れ限度の上昇をきたしており、この値もまたある一定値に近づくものと思われる。このことは、奇数連の場合偶数連に比べてき裂は発生しやすいが一旦き裂が発生すると奇数、偶数の差はなくなるということであり重要な意味をもつものと思われる。光弾性実験結果からわかるように切欠き数が増すほど有効切欠き深さは小さくなり、応力集中係数は減少する。一般に切欠きが浅くなれば疲れ強さは上昇し⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾、複数切欠きによる干渉効果の結果として生じた有効切欠き深さの減少と対応している。しかし、偶数連、奇数連による疲れ強さ σ_{w1} の相違は、き裂発生限界は表面からある深さまでの応力分布で決

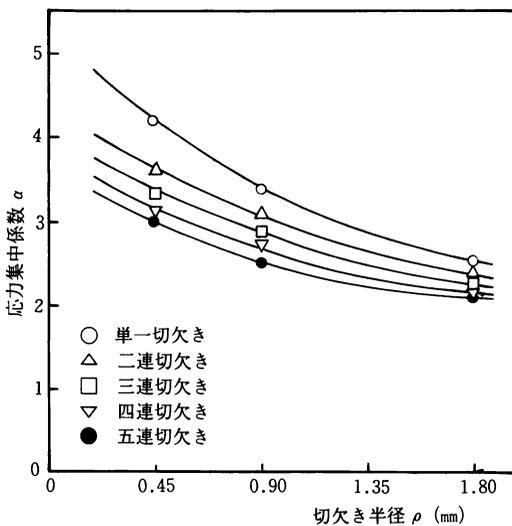


図4 二次元応力集中係数

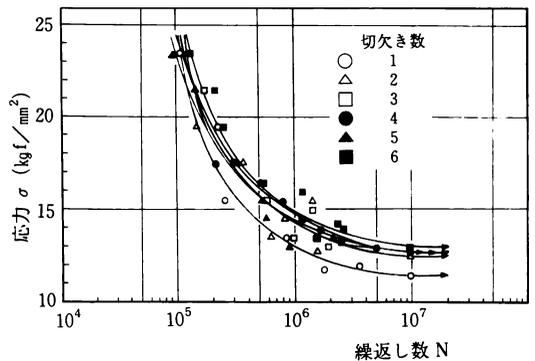


図5 S-N 曲線 ($\rho=0.15\text{mm}$)

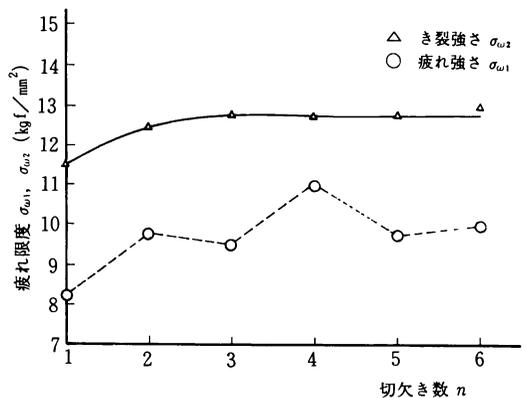


図6 切欠き数と疲れ限度

まり、それは第一近似として最大応力と応力勾配で規定される⁽⁷⁾ことを考慮すると、表5に示した応力集中係数が切欠き数の増加とともに一様に変化していることおよび応力勾配も奇数と偶数では大きく変化することは考えられないことから奇異に思えるが、その詳細については、中央に切欠き底のある奇数連は、山のある偶数連と比較してわずかにたわみが大きくなることも含めて、切欠き底のき裂発生までの応力状態について更に検討することが必要と思われる。

3-2-2 切欠き半径の影響について

図7、図8に三連切欠き材と四連切欠き材の各切欠き半径試験片についてのS-N曲線を示す。両図を比較すると、偶数連切欠き材と奇数連切欠き材では時間強度に異なった傾向があることが認められる。すなわち、偶数連ではその時間強度は切欠き半径の変化による影響が大きく、かなりの変化を示しているが、奇数連ではその影響は小さく比較的せまい範囲内におさまっている。しかし、この現象もさらに切欠き数が増す

と偶数と奇数による差は減少し、切欠き半径の大きさの影響のみに着くものと思われる。表6に各切欠き形状試験片における疲れ限度 σ_{w1} 、 σ_{w2} を示し、また前述の光弾性実験より得られた各切欠き数に対する応力集中係数の変化を図9に、さらに疲れ限度 σ_{w1} 、 σ_{w2} の変化を図10に示す。図9に示されるように、それぞれの切欠き半径について応力集中係数は切欠き数の増加とともに漸減し、切欠き数による影響も減少してさらに切欠き数が増せばそれぞれにほぼ一定値になるものと思われる。しかるに、き裂発生限界の応力 σ_{w1} においては図10に示されるようにすべての切欠き半径において偶数連と奇数連では変動し、偶数連の方が追加切欠きによる干渉効果が大きく、このことは前項の鋭い切欠き材 $\rho=0.15\text{mm}$ の場合と同様である。しかし、その干渉効果は切欠き半径によって異なり、切欠きが鈍くなれば効果が減少することを示している。また $\rho=0.30\text{mm}$ におけるき裂強さ σ_{w2} は切欠き数の増加とともに単調に増加して偶数、奇数による差はなく、

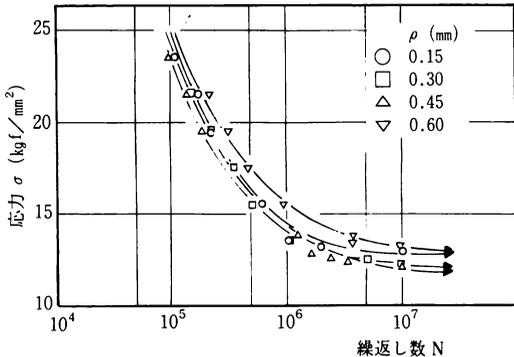


図7 S-N 曲線（三連切欠き）

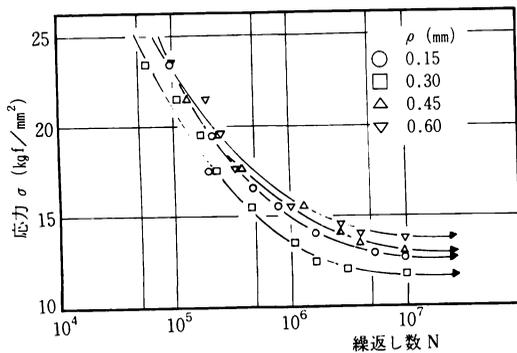


図8 S-N 曲線（四連切欠き）

表6 疲れ限度

| | 切欠き半径 ρ (mm) | 疲れ強さ σ_{w1} (kgf/mm ²) | き裂強さ σ_{w2} (kgf/mm ²) | 応力集中係数 α (三次元) |
|-----------------------|----------------------|--|--|--------------------------|
| 平滑試験片 | | | | |
| | | 24.75 | — | 1.00 |
| 単 一 切 欠 き | 0.15 | 8.25 | 11.50 | 3.94 |
| | 0.30 | 10.50 | 11.50 | 3.13 |
| | 0.45 | 12.25 | — | 2.60 |
| | 0.60 | 14.00 | — | 2.36 |
| 二 連 切 欠 き | 0.15 | 9.75 | 12.50 | 3.43 |
| | 0.30 | 11.75 | 12.00 | 2.86 |
| | 0.45 | 13.25 | — | 2.45 |
| | 0.60 | 14.75 | — | 2.32 |
| 三 連 切 欠 き | 0.15 | 9.50 | 12.75 | 3.23 |
| | 0.30 | 11.25 | 12.25 | 2.71 |
| | 0.45 | 12.00 | — | 2.36 |
| | 0.60 | 12.75 | — | 2.13 |
| 四 連 切 欠 き | 0.15 | 11.00 | 12.75 | 3.03 |
| | 0.30 | 11.50 | 11.75 | 2.58 |
| | 0.45 | 13.00 | — | 2.26 |
| | 0.60 | 13.75 | — | 2.05 |
| 五 連 切 欠 き | 0.15 | 9.75 | 12.75 | 2.94 |
| | 0.30 | 11.50 | 12.25 | 2.44 |
| | 0.45 | 13.00 | — | 2.17 |
| | 0.60 | 13.25 | — | 2.01 |
| 六 連 切 欠 き | 0.15 | 10.00 | 13.00 | 2.96 |
| | 0.30 | 12.50 | 13.00 | 2.16 |
| | 0.45 | 13.75 | — | 1.91 |
| | 0.60 | 14.25 | — | 1.83 |

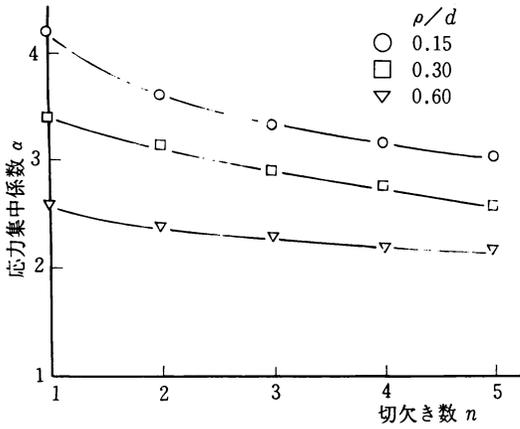


図9 切欠き数と応力集中係数

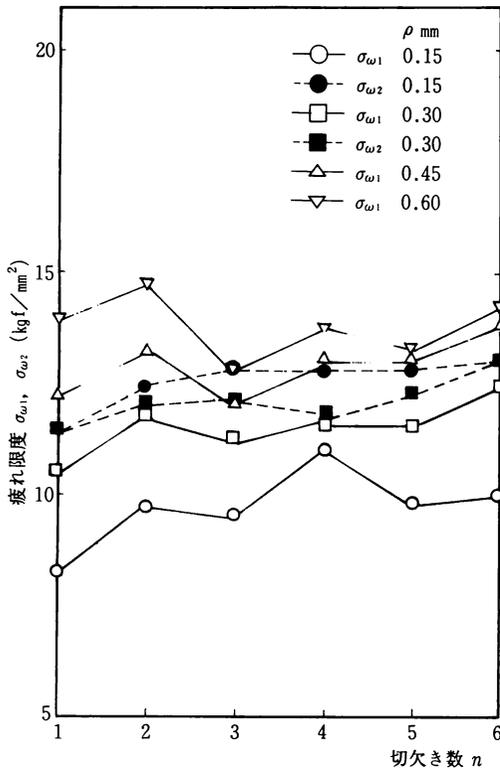


図10 疲れ限度と切欠き数

疲れ限度 σ_{w1} と異なった連数効果を示すことは $\rho=0.15\text{mm}$ の場合と同じである。前述の時間強度の連数による変化を含めて疲れ限度 σ_{w1} が切欠き数の増加とともに切欠き半径による影響が減少することは、応力集中係数の切欠き数の増加に伴う切欠き半径による影響が小さくなることから理解できる。しかしながら、応力集中係数が各切欠き半径について切欠き数の増加とともに漸減するにもかかわらず疲れ強さ σ_{w1} がすべての鋭い切欠き半径試験片において偶数連と奇数連で変動することは、板状試験片の面内曲げ疲れ試験⁽¹⁰⁾ においても同様にこの現象が現れるが、丸棒試験片のねじり疲れ試験⁽¹¹⁾ においては現れないことを考慮すると、前項で述べたように曲げによるたわみ量を含めて切欠き底におけるき裂発生のための応力状態について検討することが必要であると思われる。

3-2-3 分岐点

図11は各切欠き数における疲れ限度 σ_{w1} , σ_{w2} と切欠き半径の逆数 $1/\rho$ の関係 (偶数連と奇数連を別々に示してある。) を示したものである。それぞれの多連切欠き材においても単一切欠き材で認められる停留き裂の存在するか否かを決定する分岐点に相当するものが存在する。また、停留き裂の存在する領域は、偶数連に比べて奇数連の方が多少大きく、このことは鋭い切欠き材においてき裂強さ σ_{w2} は連数によってあまり大きな差は認められないが、疲れ限度 σ_{w1} は偶数

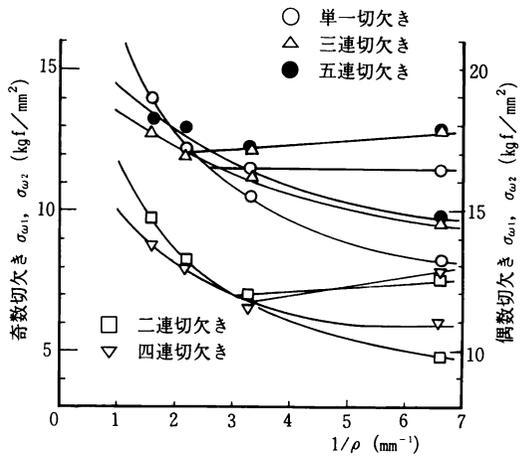


図11 分岐点

連に比べて奇数連の方が値が低いために生じた結果である。

表7はそれぞれの切欠き数試験片に対する分岐点における切欠き半径 ρ_0 、応力集中係数 α_0 および疲れ限度 σ_{w0} を示したものである。多連の切欠き材における西谷が指摘する分岐点⁽¹²⁾と思われ、偶数連と奇数連ではその分岐点に相当する切欠き半径 ρ_0 が異なり、偶数連の方が小さい値を示している。しかしながら偶数連、奇数連のそれぞれにおいてはほぼ等しい値を示し、奇数連においては $\rho_0=0.40\sim 0.50\text{mm}$ ⁽¹²⁾ の範囲内に入っている。

4. 停留き裂

4-1 き裂強さ σ_{w2} における停留き裂

多連切欠き材にも単一切欠き材と同じように停留き裂が存在する。図12は切欠き半径 $\rho=0.15\text{mm}$ 、 0.30mm を持つ鋭い切欠き材の各切欠き数において、応力はき裂強さ σ_{w2} で、繰返し数 10^7 回における外側切欠きに存在した停留き裂長さ（両外側切欠きの平均値）を示したものである。停留き裂長さは切欠き数の増加とともに減少しており、さらに増加すればある一定長さに近づくものと思われ、応力集中係数、疲れ限度などが切欠き数の増加とともに飽和する現象と対応している。停留き裂長さに関しては、単一切欠き材で極く浅い切欠きの場合を除いては、切欠き深さが浅いほど σ_{w2} の値が大きくなり停留き裂長さも長くなること示されている⁽⁸⁾。しかるに本実験では多連ほど、すなわち有効切欠き深さが浅いほど σ_{w2} の値は大きくなるにもかかわらず停留き裂長さは短くなるという逆の結果を示している。従ってFrost⁽¹³⁾、小林ら⁽¹⁴⁾が示したき裂進展応力 σ と、切欠き深さとき裂長さの和である有効き裂深さ l との関係式 $\sigma^n l = \text{const.}$ も満されない。このことからき裂の干渉は有効切欠き深さを

減少させ、疲れ強さの上昇に寄与すると同時に有効切欠き深さの減少がもたらす停留き裂長さの増加以上にき裂の進展を妨げるように作用する効果があるものと思われ、従って多連切欠き材について考える場合は、有効切欠き深さの減少のみを理由に単純に浅い切欠きの場合に置き換えることはできない⁽⁵⁾ことを示している。

4-2 停留き裂長さと過小応力比

図13に切欠き半径 $\rho=0.15\text{mm}$ 多連切欠き材の停留き裂長さと過小応力 σ/σ_w の関係を示す。多連切欠き材においても停留き裂長さと過小応力比の関係はほぼ直線関係⁽¹¹⁾にある。停留き裂長さは多連ほど短くなるが、き裂の発生は単一、三連、五連、二連、六連、そして四連の順に低い応力でおこり四連と六連が逆になっている傾向としては偶数連と奇数連を分けて考えると、切欠き数が少ないほど、すなわち切欠き底の最大応力が大きいほどき裂発生が早く、また偶数連より奇数連の方が発生しやすいことを示している。また、き裂強さ σ_{w2} における停留き裂長さは偶数連、奇数連には関係なく切欠き数の順に短くなっており、この

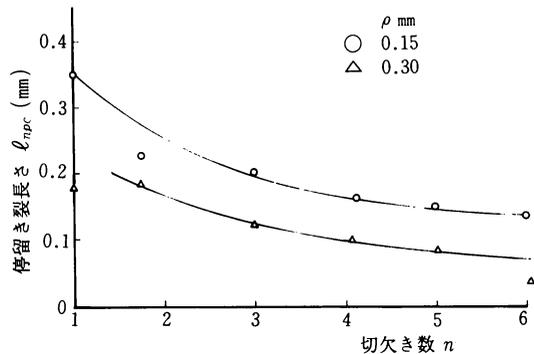


図12 外側切欠きにおける停留き裂

表7 分岐点の切欠き半径、応力集中係数、応力

| | 単一切欠き 試験片 | 二連切欠き 試験片 | 三連切欠き 試験片 | 四連切欠き 試験片 | 五連切欠き 試験片 | 六連切欠き 試験片 |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 切欠き半径 ρ_0 (mm) | 0.46 | 0.32 | 0.44 | 0.33 | 0.40 | 0.36 |
| 応力集中係数 α_0 | 2.79 | 2.79 | 2.38 | 2.53 | 2.29 | 2.01 |
| 応力 σ_0 (kgf/mm ²) | 11.50 | 12.00 | 11.90 | 11.75 | 12.20 | 13.00 |

ことは偶数連では比較的大きな応力比でき裂が発生するが応力の増加に伴う停留き裂長さの増加率が大きいことを示しており、これらの傾向は疲れ限度 σ_{w1} , σ_{w2} における場合と同じである。

図14は隣接する切欠きにおけるき裂の挙動を見るために、外側、内側および中央切欠きに生じた停留き裂と過小応力比の関係を $\rho=0.15\text{mm}$ 試験片について示したものである。図より外側き裂が最も早く発生して、き裂長さも最も大きく、切欠き（またはき裂）による

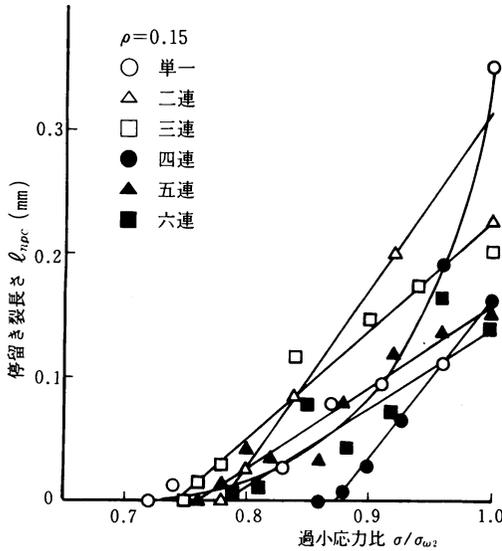


図13 外側切欠きの停留き裂

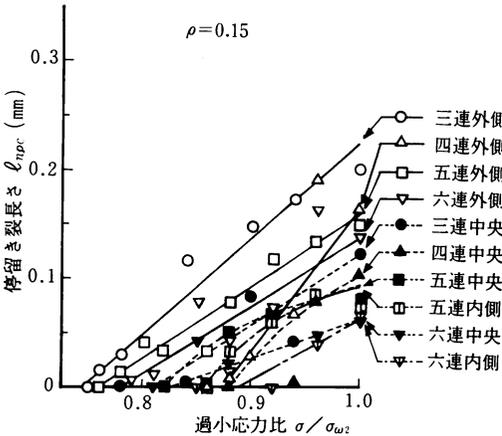
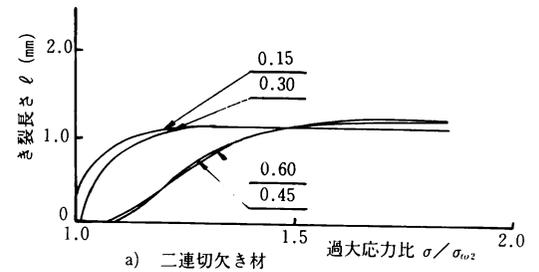


図14 各切欠きでの停留き裂

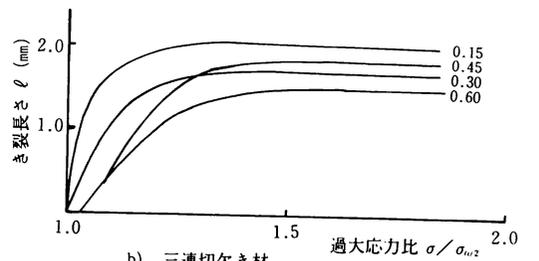
干渉効果が現れているが、それぞれの切欠き数試験片における過小応力比と停留き裂長さの関係は外側、内側、中央切欠きとも同様の傾向を示し、き裂強さ σ_{w2} における停留き裂長さには外側、内側、中央切欠きとも偶数連、奇数連による相違は認められない。五連切欠き材と六連切欠き材において内側切欠きと中央切欠きに生ずるき裂長さは、すべての試験片においてわずかではあるが中央切欠きのき裂が長く、応力集中係数とは逆の傾向を示している。このことは内側と中央切欠き部では応力集中係数の差は小さく、すなわち切欠き底の最大応力の差が小さく、一旦外側切欠き底にき裂が発生するとその干渉効果が隣接する内側切欠き部に大きく影響し、そのため内側切欠きにおけるき裂発生、進展ともに中央切欠きより遅れるものと思われる。

4-3 非破断部残留き裂長さと過大応力比

図15 a), b) に二連および三連切欠き材の疲れ限度 σ_w 以上の繰返し応力で破断した試験片で、破断しなかった残りの外側切欠き部の残留き裂長さ l と繰返し応力の疲れ限度に対する比、すなわち過大応力比 σ/σ_w の関係を示す。鋭い切欠き材 ($\rho=0.15, 0.30\text{mm}$) ではき裂強さ σ_{w2} で停留き裂が存在し、4-1で述べたようにその長さは切欠き数の増加とともに減少する。従って σ_{w2} 以上の応力では非破断外側切欠き底



a) 二連切欠き材



b) 三連切欠き材

図15 非破断部外側切欠きのき裂長さとの過大応力比の関係

には常にき裂が存在している。一方、鈍い切欠き材 ($\rho=0.45, 0.60\text{mm}$) においては、き裂発生の限界応力である疲れ限度 σ_{w1} では両外側の切欠き底にはき裂が存在せず、それ以上の応力で破断した場合でも切欠き半径に関係なくほぼ一定の過大応力比 (1.05~1.10) 以下では非破断切欠き底にき裂は認められなかった。

しかし、非破壊部に一旦発生したき裂は過大応力比が増大しても、すなわち繰返し応力が増大しても鋭い切欠き材、鈍い切欠き材ともそれぞれにある一定長さで停滞することが認められた。

5. 結 論

以上、一個の切欠きをもつ単一切欠きより六個の隣接する切欠きをもつ六連切欠きまでの試験片について、光弾性実験および回転曲げ疲れ試験を行った結果次のような結論を得た。

- 1) 時間強度に及ばず切欠き半径の影響は、偶数切欠きが奇数切欠きより大きく、切欠き数が多くなるとその影響は減少する。
- 2) 切欠き数が増加すると応力集中係数は減少してある一定値に近づき、それに関連して疲れ強さ σ_{w1} 、き裂強さ σ_{w2} とも切欠き数の増加に伴って増加しある一定値に近づくが、疲れ強さ σ_{w1} は偶数と奇数の切欠きでは変動する。
- 3) 2) に関連して分岐点における切欠き半径も、偶数切欠きと奇数切欠きではそれぞれほぼ一定値を示すが、その値は異なる。
- 4) 停留き裂長さは、切欠き数が多くなるほど短く

なりある一定値に近づく。

5) 五連と六連切欠き試験片では、内側切欠きに生ずる停留き裂長さは中央切欠きのそれより短い。

なお、本研究は昭和54年5月、日本機械学会九州支部、大分地方講演会⁽¹⁵⁾、昭和55年5月、日本材料学会、第29期総会講演会⁽¹⁶⁾において講演したものに補足を加えたものである。

文 献

- 1) 例えば、石田、機論、35-277 (昭44-9), 1815.
- 2) 大滝ほか、機論、42-360 (昭51-8), 2591.
- 3) 例えば、会田ほか、機論、34-264 (昭43-8), 1469.
- 4) 村上ほか、機論、28-194 (昭37-10), 1344.
- 5) 若原ほか、機講論、748-2 (昭49-5), 17. 若原ほか、鹿児島大学工学部研究報告、18 (昭51), 37.
- 6) K. Nishioka, J. Appl. Mech., 29-3 (1962), 575.
- 7) 西谷、機論、31-221 (昭40-1), 48.
- 8) 小林ほか、機論、35-277 (昭44-9), 1856.
- 9) 若原ほか、機論、41-352 (昭50-12), 3315.
- 10) 若原ほか、本誌第二報参照
- 11) 若原、未発表
- 12) 西谷、機論、34-259 (昭43-3), 371.
- 13) N.E. Frost, J. Mech. Eng. Sci., (3-4), 299.
- 14) 小林ほか、機論、36-291 (昭45-11), 1789.
- 15) 若原ほか、機講論、798-2 (昭54-5), 22.
- 16) 若原ほか、日本材料学会、第29期総会講演会講演論文集、(昭55-5), 185.