

東京工業大学 学生員 西川和広
 東京工業大学 正 員 三木千寿
 東京工業大学 正 員 西村俊夫

1.はじめに 構造物中には、必ず構造的な不連続部や溶接部など、切欠きとみなせる部分が存在する。そして、その様な位置では、たとえ一次応力が降伏点以下であっても部分的に降伏し、塑性ひずみが繰返されることにより疲れきれつが発生することがある。本報告は切欠き材の疲れ強さを、切欠き底のひずみ挙動から検討したものである。

ここでは、切欠き材の寿命を、切欠き縁に0.5mm程度の疲れきれつが発生した時点とした。そして、きれつ発生点のひずみ挙動が同じならば、きれつ発生寿命は同じであると考えている。また切欠き底のひずみは、素材の低サイクル疲労試験から得られる繰返し応力～ひずみ曲線(Cyclic Stress-Strain Curve)を、相当応力～相当ひずみ関係として用いた。有限要素法弾塑性解析により推定している。これは繰返し応力～ひずみ曲線が、定常状態での真応力振幅とひずみ振幅の関係を示すものと考えられることと、繰返し硬化、繰返し軟化が定常となるまで逐次計算することは、計算量が膨大になることによる。

2.実験方法 供試鋼材は繰返し硬化するものとしてSM50、繰返し軟化するものとしてHT80を選定した。その機械的性質は表-1に示す通りである。実験は図-1に示す4種類の切欠き試験体と、最小断面部直径が ϕ_{min} の砂時計型試験片について行った。砂時計型試験片には、動的能力 ± 5 tonの、切欠き試験体には、動的能力 ± 50 tonの電気油圧型疲労試験機を用いた。実験は第一に、砂時計型試験片に対して、完全両振りひずみ制御疲労試験を行い、ひずみ～寿命関係、繰返し応力～ひずみ曲線を求めた。切欠き試験体の実験は荷重制御で行い、その時の荷重比Rは、0および $\frac{1}{2}$ である。また同時に、切欠き周辺部3ヶ所のひずみ、および切欠き部を含む標点間距離/50mm

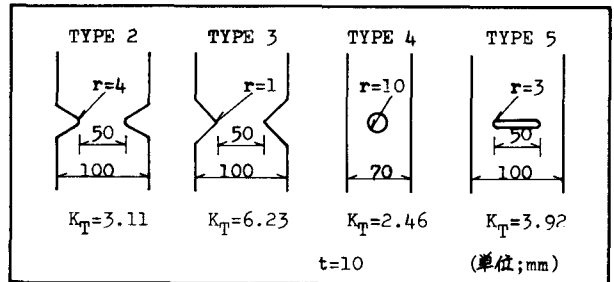


図-1 試験体の形状

表-1 供試鋼材の機械的性質			
SM50	引張強さ 51 kg/mm ²	降伏強さ 33 kg/mm ²	
HT80	引張強さ 88 kg/mm ²	降伏強さ 84 kg/mm ²	

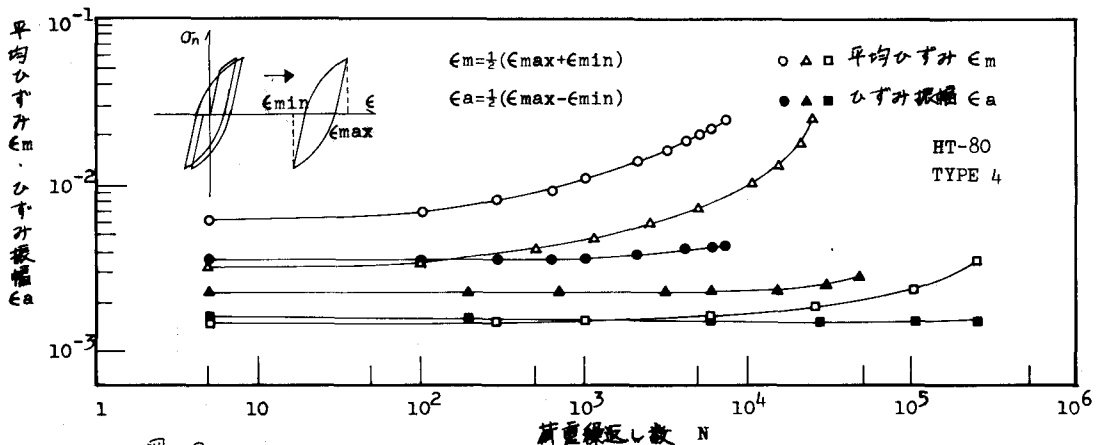


図-2

の変位を測定した。

3. 実験結果とその考察 図-2はHT80・Type4試験体の荷重繰返しに伴う切欠き近傍での平均ひずみ、およびひずみ振幅の挙動の一列であり、平均ひずみ ϵ_m はサイクリック・クリープ現象により徐々に大きくなっているが、ひずみ振幅は全寿命を通してほぼ一定となっている。SM50を用いた試験体では繰返し初期に、材料の繰返し硬化に対応して平均ひずみ、ひずみ振幅とも減少する挙動を示すが、その後は平均ひずみは徐々に増加し、ひずみ振幅はほぼ一定となる。したがって鋼種、切欠きのタイプによらず、ひずみ振幅は寿命の大部分で一定と考えて問題はない。

また切欠き近傍で、有限要素法によるひずみ振幅と測定値を比較した結果、両者は良く一致しており、したがって切欠き底のひずみ振幅は、この解析方法で予測できると言える。

図-3は、切欠き試験体のき裂発生寿命を、計算より求めた切欠き底の塑性ひずみ振幅に対してプロットしたものである。図中には、砂時計型試験片のひずみ制御試験から得られたき裂発生寿命、破断寿命と塑性ひずみ振幅の関係も示した。両鋼種とも切欠きのTypeの差はほとんどなくなり、また砂時計型試験片のひずみ制御試験結果とも非常に近い。

したがって、き裂発生位置のひずみ振幅が同じなら、き裂発生寿命は同じという仮定は、ほぼ満足されているものと考えられる。

4. おわりに 現在以下の項目について考察を進めている。

i. 切欠きの鋭さ、応力の大きさにより、疲れき裂の発生位置が異なり、ひずみ振幅の解析にそのことを考慮すべきと考えられる。

ii. 切欠き底中心部から発生したき裂と、切欠き縁で発生した時の補正方法。

本実験の多くは、鹿島建設・田辺寛明氏(当時大学院生)により行われたものであり、ここに記して感謝致します。

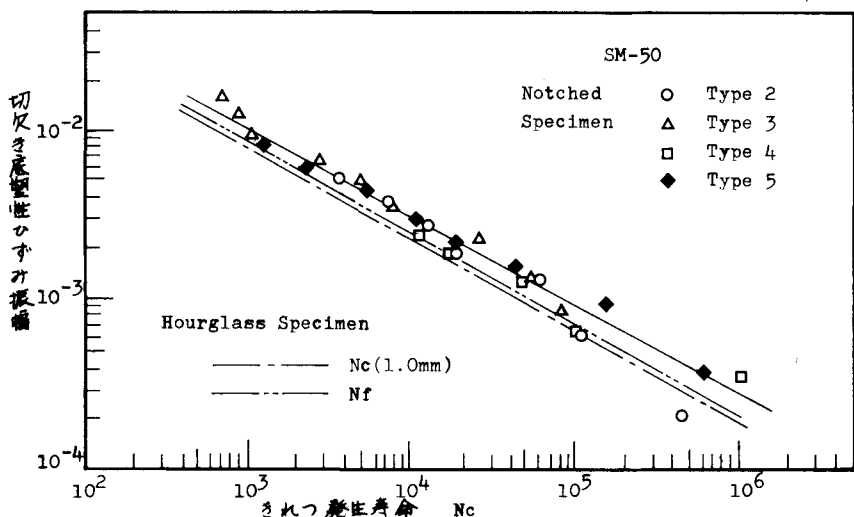


図-3(a)

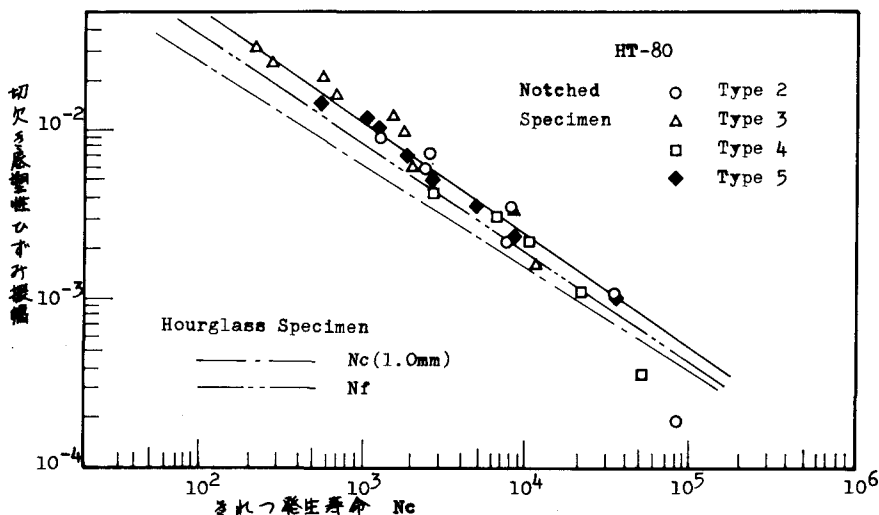


図-3(b)