

東京工業大学 正員 西村俊夫
東京工業大学 正員 三木千寿

1. はじめに

橋梁等鋼構造物中には必ず切欠きを含み、その疲労破壊に起因する破壊事故は切欠き部が起点となった場合がほとんどである。本報告は異なる切欠き強度を有する試験片について、疲れきれつが発生して伝播し、最終破断に至る挙動を実験的に調べたものである。

実験に用いた鋼材は SM50B であり、その諸性質は表-1 に示す。

2. 実験その1

実験方法；図-1 における試験片 A,B,C,D 型を用いて下限 1 TON の片振一定荷

重疲労実験を行い、疲れきれつの発生とその伝播について調べた。試験片の形状係数は A 型 5.76, B 型 2.78, C 型 2.18, D 型 2.32 である。疲れきれつの発生は両側切欠き部素線 4ヶ所に貼布したワイヤストレインゲージが切断することにより検知し、発生した位置にフラックゲージを用いてその伝播を測定した。荷重繰返し速度はきれつ発生までは 600 回/分であり、発生後はその伝播が測定できる速度に調節した。破断時の速度は 120 回/分である。

実験結果；疲労破断回数 N_f および疲れきれつを検知した回数 N_c を図-2 に示す。またきれつの伝播を測定した結果を、きれつ長さ a と繰返し数 N を片数で整理したものが図-3 である。 N_c はゲージの切断する感度により大きな誤差を含んでいることが考えられるが、全寿命中きれつの存在しない寿命の割合 N_c/N_f は A-1.0.60, A-2.0.32, B-10.84, B-2.0.81, C-1.0.78, D-10.97, D-2.0.84 となる。図-3 においてきれつ長さが 1mm 程度まで急勾配の範囲があり、その後 $\log a$ と N がほぼ直線となっている。この 1mm までの挙動はきれつが板厚方向に垂直してはいないこともあるが、 N_c の前にきれつが存在していたことによると考えられる。きれつがさらに進むと再び急勾配となるが、こ

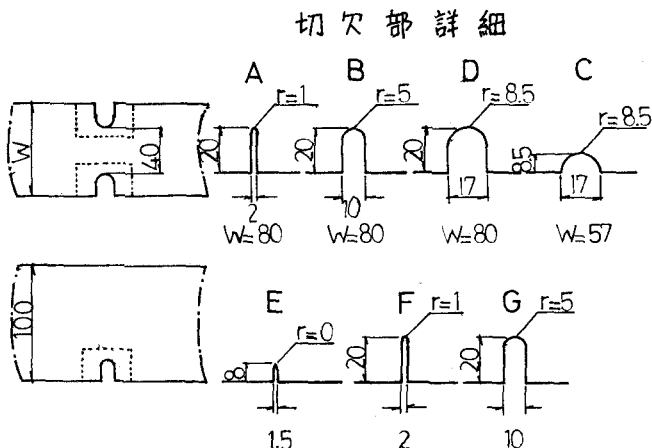


図-1 試験片

降伏点	引張強さ	伸び	C _{Mn}	Si _{Mn}	Mn _{Mn}	P _{Mn}	S _{Mn}
37 kgf/cm ²	56 kgf/cm ²	27 %	18	42	137	17	12

表-1 鋼材の機械的性質と化学成分

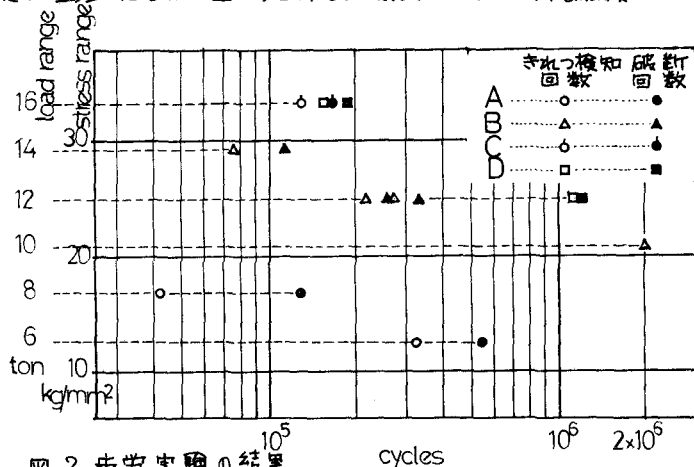


図-2 疲労実験の結果

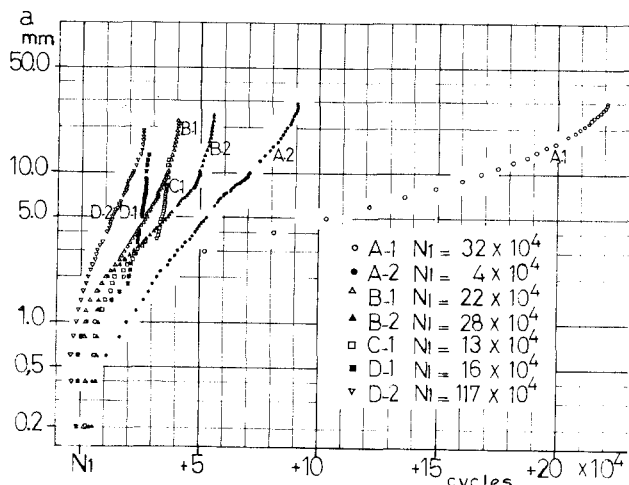


図-3 疲れきれつ伝播の測定結果

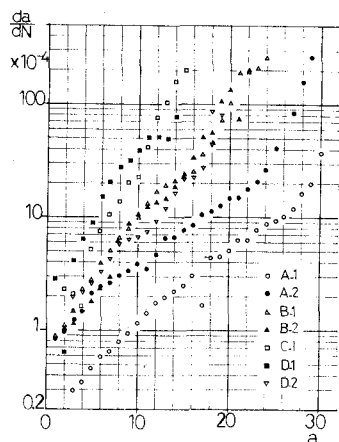


図-4 きれつ長さ伝播速度

の時のきれつ長さ。残存断面が薄くなるきれつ長さはよい状態を示している。図-4はきれつ伝播速度 da/dN ときれつ長さの関係であり、 $\log(da/dN)$ と a は直線となる範囲が存在する。そしてその勾配は荷重が大きいと大きくなり、作用荷重が等しいと異なる型の試験片でもほぼ等しい値である。

ろ. 実験その2

実験方法；部材中に疲れきれつが進展した後、破断する時の挙動を観測したものである。試験片は図-1のE.F.G型を用い、それぞれに図-5に示す法の疲れきれつを進展させた。このとききれつ伝播速度が常に10000回/1mmとなるように荷重を調節した。きれつ先端部の塑性域の形成をマイクロビッカース試験機(針圧1kg)で調べたが硬度の変化は明らかにはならなかった。

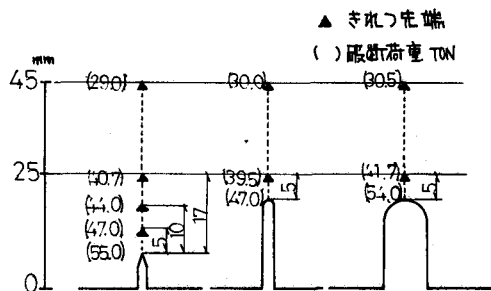


図-5 試験片中のきれつ長さ、破断荷重

実験結果；上記の疲れきれつを有する部材に対し、静的引張実験(室温)を行なった。破壊はすべての試験片で伸びをとめた脆性破壊であり、片側きれつのため引張時に偏心が生じている。図-5中にそれぞれの部材の破断荷重を示す。試験片の総幅(100mm)から切欠き長さ、きれつ長さをのぞいた幅を用いて計算した残存断面積での引張り強さ(応力)が図-6に示すものである。これより引張り強さはきれつが存在することにより各試験片間の差がなくなり、またきれつ長さにも関係なくほぼ一定値(44 kg/mm²)となっている。また残存断面積における引張破断後の断面減少率もきれつが存在すると、切欠き強さ、きれつ長さに関係なくほぼ一定となった。

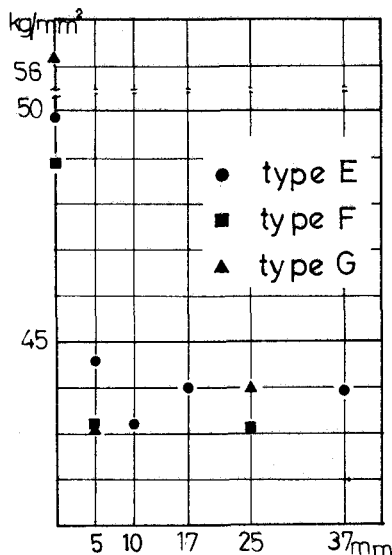


図-6 きれつ試験片の引張り強さ

4. おわりに

実験数が少なくまた測定精度にも問題はありますが、きれつの伝播速度および破断強さを調べることにより、今回実験を行なった範囲では、切欠きの強さは疲れきれつの発生には大きな要因があるが、その後の挙動にはほとんど関係がないことが明らかとなった。