

東京工業大学 正員 西村俊夫
 東京工業大学 正員 三木千寿
 東京工業大学 学生員 田辺寛明

1) はじめに

実際の橋梁の疲労に起因する事故では、リベット継手部、溶接継手部など応力集中部から発生した疲労き裂が、母材中に進展し、部材の破断に至ることが多い。

本報告は、切欠きが疲労き裂の進展におよぼす影響について、切欠き底から疲労き裂が発生し進展する時の切欠きの影響と、疲労き裂が進展して切欠きに近づく時の挙動を、実験により調べたものである。

疲労実験における荷重速度は、600 cpm。その波形は、sin波であり、実験を一定荷重繰り返し毎に中断して、レプリカ法によりき裂長さを調べた。

実験に用いた鋼材は、板厚12mmのSM50B材で、その機械的性質は、次の通りである。

降伏点：37 kg/mm² 引張り強さ：56 kg/mm²
 伸び：27%

2) 切欠き底からの疲労き裂の発生と進展

図1は、実験に用いた試験片の形状寸法で、それぞれ試験片の形状係数は、縦断面応力を基準として、S型10.4、Q型6.3、R型3.19である。

応力拡大係数(K値)の計算は、内側から発生したき裂長さ(λ₁, λ₂)と、切欠き長さ(ℓ)を合計した長さの1/2を有効き裂長さ(α)として、行なった(α = 1/2(ℓ + λ₁ + λ₂))。

図2, 3, 4はR, Q, S型試験片それぞれの疲労き裂の進展速度 da/dN と、K値の関係を示したものである。

図より切欠きの鋭いS型では、ほぼ1本の直線関係になっているのに対し、Q型では切欠き底より4mm程度のき裂、R型では3.5mm程度のき裂に対応する付近で勾配が変化する傾向が認められる。これは、この付近まで切欠きの影響があることを示していると考えられる。この結果は、西谷らが行なった主軸端にき裂を持つ円孔の応力拡大係数の解析結果と、良い対応を示している。しかし、疲労き裂の進展速度に對

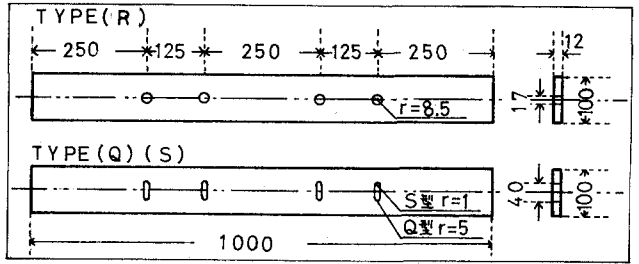


図-1 試験片形状

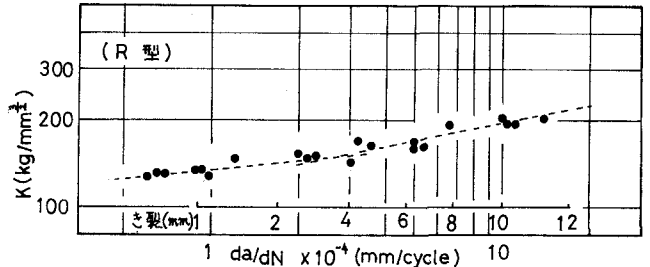


図-2 き裂進展速度とK値

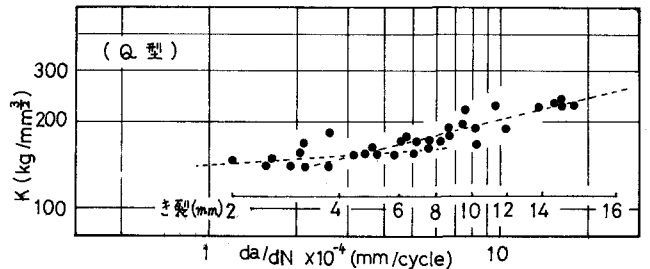


図-3 き裂進展速度とK値

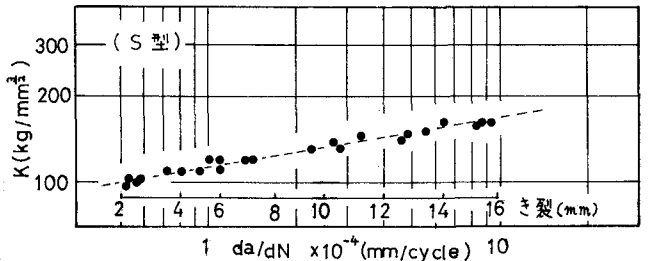


図-4 き裂進展速度とK値

する影響は、非常に小さく切欠きを含めたき裂長さを
用いて、K値を計算して、疲れき裂の進展速度を推定
しても、実際にはあまり問題ないと言えよう。

3) 切欠きに近づく疲れき裂の挙動

実験は、図5に示す有孔板について行なった。それ
ぞれの試験片においては、板幅中央の孔の両側に切欠
き欠端半径0.1mm長さ1.5mm (Type A は5mm)の非
常に鋭い切欠きをつけてあり、疲れき裂はこの先端よ
り発生する。

実験における荷重はすべて1ton-20tonであり、そ
の実験結果を表1に示す。有効き裂長さ a を2)の実験
と同様に、切欠きを含む長さの1/2とした時、 $a = 11\text{mm}$

から部材破断までの寿命は、A-D-C-Bの順に短くなり、
両側の円孔の影響が表れている。図7はA型、図8はB,C,D
型の疲れ進展速度 da/dN と、応力拡大係数の関係を示したも
のである。Type B, C, Dの応力拡大係数の計算にあたっては
両側の円孔を無視して行なった。Type Bは疲れき裂の進展に伴
ない急激に進展速度が高まる。その傾向は図8において明らか
となっている。図6は疲れき裂の進展形状を示したものである
が、Type Cではき裂がかなり両側の円孔側に曲がっており、き
裂が円孔付近に達すると進展速度の増加が鋭くなることが観察
された。しかし、図8ではそのことはさほど明らかとはなっ
ていない。Type Dでは、き裂は両側に

円孔のないType Aとほとんど同じ挙
動を示しており、Type Bのように疲
れき裂が切欠き部に入り込む場合を
除いて、切欠きが疲れき裂の進展に
およぼす影響は小さいと言えよう。

参考文献

西谷弘信 「主軸端にき裂をもつ
E円孔の引張りにおける応力拡大係
数」 日本機械学会論文集 39巻
第317号 (昭和48-1)

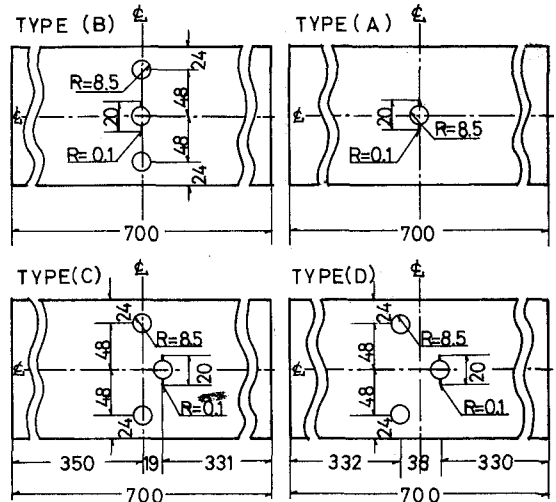


図-5 試験片形状

TYPE	N_c $a=11\text{mm}$	N_f	$N_f - N_c$
A	8.5 千回	63.6 千回	55.6 千回
B	5.8	31.0	25.2
C	7.0	36.0	29.0
D	6.1	43.4	37.3

表-1 実験結果

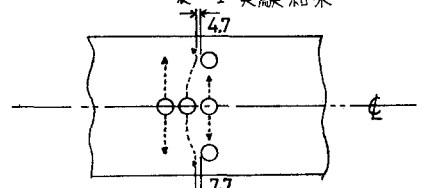


図-6 き裂進展形状

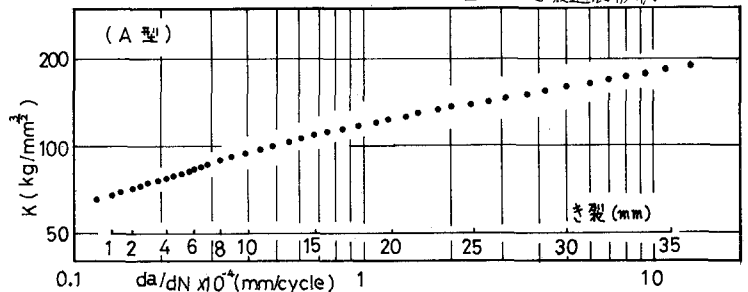


図-7 き裂進展速度とK値

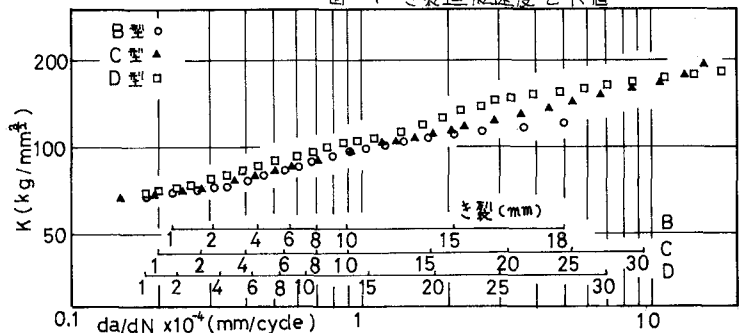


図-8 き裂進展速度とK値