

東京工業大学工学部 正員 西村俊夫

"

〇丸山嘉尚

1. はじめ

鋼鉄道橋など全応力中活荷重応力のいゝ割合が大きかつて載荷数も多い構造物の設計には疲れ強さを考慮しなければならない。鉄道橋の部材形状には平滑なものもなく又作用応力は大小様々に変動する等疲れに対する影響は極めて複雑なものである。このような条件下における部材の疲れ強さを解明するための基礎的研究として著者らはさきに構造用軟鋼材で製作した平滑、 ∇ 切欠および半円切欠各試験片による2段2重重複荷重による回転曲げ疲れ実験を実施した。これと連続した実験と同様試験片による2段3重重複載荷に拡大した場合の疲れ寿命と切欠形状との関係と前回の成果も含め検討した。

2. 疲れ実験の方法

実験に供した試験片はJIS 54規格付の丸棒鋼(径 ϕ 7mm)より日本材料学会の疲勞試験方法規格に定める試験形状に削り仕上げを行ったもので次の3種類とした。即ち平滑材は直径 ϕ 7mmの内筋断面と、半円切欠および ∇ 切欠材は直径 ϕ 7mmの内筋断面材に溝底断面直径が ϕ 2mmである環状切欠を附したものである。作用応力は低→高→低の2段3重重複応力とし、1, 3次応力 σ_1 , および2次応力 σ_2 の大きさは表-1のとうりである。 σ_1 の繰返し数は $0.3, 0.5, 0.7$ の3種類、 σ_2 の繰返し数は 0.2 および 0.4 とし引き続き σ_1 の応力にもどして破断までの繰返し数を求めた。

試験機は3000rpmの小野式回転曲げ疲れ試験機である。重複載荷における重錘の転換は運転を停止させることなく手早く行った。

3. 実験結果と考察

2で述べた方法により、各試験片について実験的に求めた累積繰返し数比を表-1に示す。同表の実験値を用い横軸に1次応力の繰返し数比、縦軸に累積繰返し数比をとって整理したものが図-1である。同図より応力が低→高→低の場合、1次応力の繰返し数比が大きくなるとに従い累積繰返し数比

表-1 2段3重重複疲れ実験結果

註 ①: 各試験片の両振り疲勞限

	1 次 応 力				2 次 応 力				3 次 応 力				累積繰返し数比 Σ^*/N	図-2より 求めた累積 繰返し数比 Σ^*/N		
	σ_1 (kg/mm^2)	繰返し数 $n_1 \times 10^4$	破壊繰 返し 数 $N_1 \times 10^4$	繰返し 数比 n_1/N_1	σ_2 (kg/mm^2)	繰返し数 $n_2 \times 10^4$	破壊繰 返し 数 $N_2 \times 10^4$	繰返し 数比 n_2/N_2	σ_3 (kg/mm^2)	繰返し数 $n_3 \times 10^4$	破壊繰 返し 数 $N_3 \times 10^4$	繰返し 数比 n_3/N_3				
平滑材	30.1 (1110 σ_w)	37.5	125	0.3	33.6 (1240 σ_w)	5	25	0.2	30.1 (1110 σ_w)	112.76	125	0.90	1.40	1.20		
		62.5		0.5		10		0.4		56.87		0.46	1.16	1.26		
						5		0.2		93.11		0.79	1.49	1.31		
						10		0.4		72.72		0.58	1.48	1.36		
半円切欠材	19.4 (110 σ_w)	87.5	120	0.7	23.6 (133 σ_w)	5	29	0.2	19.4 (110 σ_w)	75.65	120	0.61	1.51	1.34		
		60		0.5		10		0.4		47.00		0.12	1.22	1.28		
						58		0.2		30.32		0.25	0.75	0.96		
						11.6		0.4		49.80		0.13	0.83	1.00		
∇ 切欠材	14.7 (108 σ_w)	84	210	0.7	18.3 (135 σ_w)	58	60	0.2	14.7 (108 σ_w)	34.70	210	0.29	0.99	1.06		
		105		0.5		11.6		0.4		21.60		0.18	1.08	1.15		
						58		0.2		29.69		0.25	1.15	1.21		
						11.6		0.4		26.85		0.22	1.31	1.26		
		63	210	0.3	18.3 (135 σ_w)	12	60	0.2	14.7 (108 σ_w)	80.98	210	0.38	0.88	0.90		
		105		0.5		24		0.4		24.35		0.12	0.82	0.93		
						12		0.2		75.73		0.36	1.06	1.00		
						24		0.4		57.56		0.27	1.17	1.05		
		147	210	0.7	18.3 (135 σ_w)	12	60	0.2	14.7 (108 σ_w)	79.78	210	0.38	1.28	1.10		
		105		0.5		24		0.4		37.47		0.18	1.28	1.17		
						12		0.2								
						24		0.4								

が増加する傾向にある。但し平滑材では $\sigma_{1/1} = 0.7$ の處で寿命の減少が見られるがこれは他の切欠材と比較し形状差によるものか、疲労限に近い2次応力を用いたためか不詳で、これらは今後の実験による。累積繰返し数比が1になる(即ち直線被害則が成立)のは平滑材で $\sigma_{1/1} = 0 \sim 0.1$ のようであり、半円およびV切欠材ではいずれも $\sigma_{1/1} = 0.4$ 附近であり平滑材の場合より累積繰返し数比が1に近いことを示している。又2次応力の繰返し数比

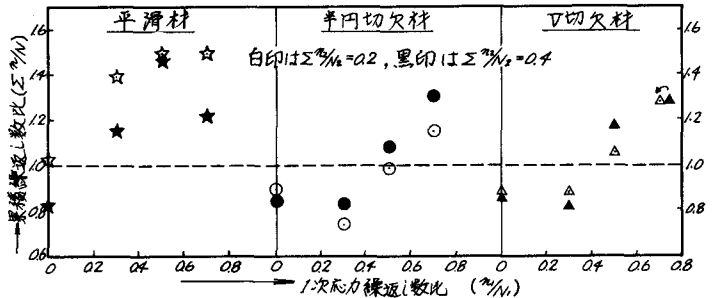


図-1 1次応力繰返し数比による累積繰返し数比の影響

が0.2および0.4の場合について累積繰返し数比への影響をみると、V切欠、半円切欠および平滑材というように形状係数が小さくなるに従い、その差違が大きくなり現はれて平滑材ではそれが顕著であった。

図-2(a)(b)(c)は表-1で示した2段3重重複疲労実験結果を検討するため、著者らが行った2段2重重複疲労実験から求めた疲労被害一繰返し数比曲線である。同図において横軸には1次応力の繰返し数比、縦軸には2次応力に対する寿命の低下率を示し、45°の破線は直線被害則が成立する線である。いま半円切欠材において $\sigma_{1/1} = 0.7$ 、 $\sigma_{2/2} = 0.4$ の場合の実験値について図-2(b)を使用して説明する。1次応力の $\sigma_{1/1} = 0.7$ による疲労被害は図上で1→2→3のように進行し、あたかも2次応力で0.3の疲労被害をうけたことに相当する。次に2次応力の $\sigma_{2/2} = 0.4$ と作用させると図上では3→4→5→6となり、3次応力で0.84の疲労被害を受けたと等しく従って3次応力で残りの繰返し数比0.16を作用させるとこの試験片は破断することになる。故に破断までの累積繰返し数比は $0.7 + 0.4 + 0.16 = 1.26$ となり実験値の1.31と大体一致する。同様にいて図-2から求めた累積繰返し数比を表-1の最右欄に示す。これらの値はV切欠および半円切欠材では実験値に比較的接近した値となっている。これに対し平滑材においては図-2から求めた値は実験値に対し切欠材よりもバラツキが大きくなっている。上記の様に2段3重重複疲労の場合の実験値と図-2から求めた値との差違が生じたことについて、このような方法で疲労寿命を推定することが適切であるか、図-2の被害曲線を作成するに当り一部推定で求めたことに無理がなかったか、又試験片の形状、応力のとり方等に向題がないか今後引き続き解明をすすめてゆきたい。

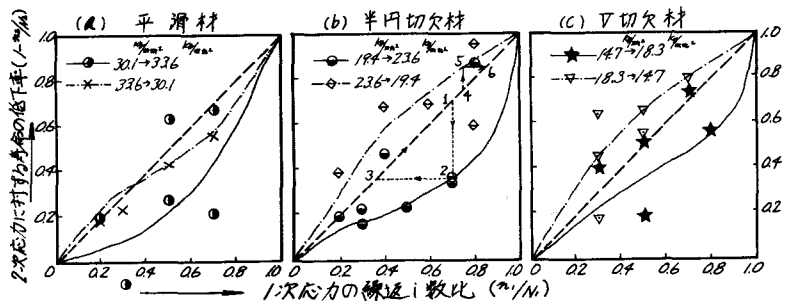


図-2 疲労被害一繰返し数比曲線

は2次応力に対する寿命の低下率を示し、45°の破線は直線被害則が成立する線である。いま半円切欠材において $\sigma_{1/1} = 0.7$ 、 $\sigma_{2/2} = 0.4$ の場合の実験値について図-2(b)を使用して説明する。1次応力の $\sigma_{1/1} = 0.7$ による疲労被害は図上で1→2→3のように進行し、あたかも2次応力で0.3の疲労被害をうけたことに相当する。次に2次応力の $\sigma_{2/2} = 0.4$ と作用させると図上では3→4→5→6となり、3次応力で0.84の疲労被害を受けたと等しく従って3次応力で残りの繰返し数比0.16を作用させるとこの試験片は破断することになる。故に破断までの累積繰返し数比は $0.7 + 0.4 + 0.16 = 1.26$ となり実験値の1.31と大体一致する。同様にいて図-2から求めた累積繰返し数比を表-1の最右欄に示す。これらの値はV切欠および半円切欠材では実験値に比較的接近した値となっている。これに対し平滑材においては図-2から求めた値は実験値に対し切欠材よりもバラツキが大きくなっている。上記の様に2段3重重複疲労の場合の実験値と図-2から求めた値との差違が生じたことについて、このような方法で疲労寿命を推定することが適切であるか、図-2の被害曲線を作成するに当り一部推定で求めたことに無理がなかったか、又試験片の形状、応力のとり方等に向題がないか今後引き続き解明をすすめてゆきたい。

(参考文献)

- 1) 西村, 丸山: 構造用軟鋼切欠材の重複荷重による疲労強さについて: 土木学会学術講演会概要(昭43.10)
- 2) 河本他: 重複繰返し応力に対する疲労強さ: 日本機械学会論文集, 26巻161号(昭和35-1)