

ピリジンの金属錯塩の滴定曲線は、一般の無機化合物相互間の滴定曲線に比して、屈曲点の凸部或は凹部の変化が小さい。これはピリジンとそれ等の金属塩との反応が、一般の電解質相互間の反応とは趣を異にしているためである。即ちピリジンの場合はピリジン環中のN基が一对のローンペア電子を持ち、これが金属塩に配位し、種々の錯化合物を作ると考えられる。従って反応の前後において、電荷或いはイオンの大きな出入若しくは増減がないものと信じられる。故に高周波電場内においては、一般電解質の場合のように検出量の大きな変化を期待する事は出来ない。この意味において、ピリジンのような被検体の場合には、可能な限りの高い感度で測定すべきであろう。周波数及び濃度の最適値を選択使用することは勿論、装置そのものの感度及び安定度を充分高く製作することが望ましい。以上の配慮とピリジン錯塩がかなり不安定な化合物であることを充分考慮して更に検討を加えるならば不明瞭点に関する事情は今少し判然とするであろうと考える。

4. 要 約

著者等の試作した高周波滴定装置は、一般の電解質溶液の中和並びに沈澱反応においては充分な感度と安定度を有し実用的である。

AsNO_3 , $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, NaNO_3 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ の各々のピリジン錯塩と推定される多くの屈曲点を検出し得たがそれ等についてはなお今後の検討を要する。

本研究に際し、装置の製作について助言を戴いた本学日井源意氏に謝意を表する。

文 献

- 1) Jensen F.W. and Parrack A.L. ; Ind. Eng. Chem., Anal. Ed. **18**, 595~9 (1946).
- 2) 森龍太郎 ; 化学と工業, **1**, 213 (1948).
- 3) Blaedel W.J. and Malmstadt H.W. ; Anal. Chem., **22**, 734 (1950).
- 4) 藤原鎮男 ; 東大輻射線研報, **4**, 23 (1949).
- 5) 高橋武雄, 木本浩二 ; 化学の領域, **5**, 324 (1951).
- 6) 日井雅一郎, 嘉村祐一 ; 同上, 330 (1951).
- 7) 武者宗一郎 ; 化学と工業, **5**, 483 (1952).
- 8) Forman J. and Crisp, D., Trans. Faraday Soc., **42A**, 185 (1946).
- 9) 原礼之助 ; 薬学雑誌, **71**, 1128 (1951).

V型、角型切欠をもつ丸軸の回轉曲げ疲労

大 野 元 明

1. 緒 言

丸軸の外周に略々同じ外周幅の65°V及び矩形形状角型の深い先鋭切欠をもつ軟鋼試験片について回轉曲げ疲労試験を行つてみた。目的は両者の応力集中の相違に基く耐久限度と疲労破壊の進行状態を比較することである。深い切欠を

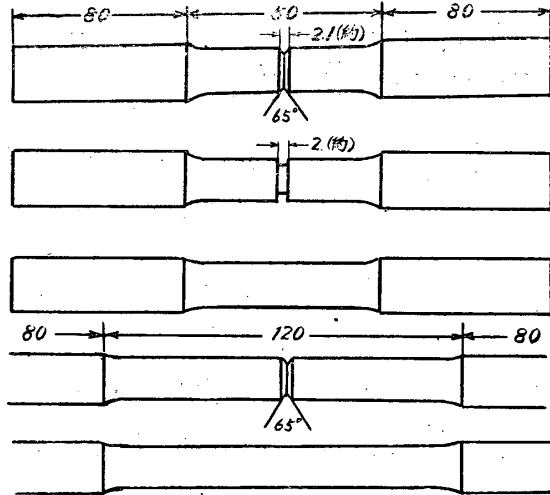
もつ耐久限度についてH. F. Moorの90°V、幅の広い角型について行つたものがある。筆者の外周幅を略々同じにした意味は切欠形状を底辺b、高さhの矩形及び三角形に揃えるためであり又先鋭切欠とした理由は切欠形状についての応力集中の相違を明瞭に表わすためである。

第1表 供試材料の機械的性質

試験片番	上降伏点 kg/mm ²	下降伏点 kg/mm ²	引張強さ kg/mm ²	真引張応力 kg/mm ²	伸 %	断面収縮 %	硬 度 V. H. N	備 考
1 ~ 10	52.0	41.0	61	70.2	5.8	10	157	V. 角
11 ~ 15	52.0	41.0	61	70.2	5.8	10	157	V
16 ~ 20	23.7	23.2	36.8	80.4	20	41	121	平滑
21 ~ 25	53.6	53.3	56	62.7	9	14	150	V
26 ~ 30	35.6		46.4					角
31	31.4	30.0	44.6	89.6	27	42	157	

2. 実験材料及び実験方法

試験片は構造用軟鋼から削り出したもので機械的性質を第1表に示した。これ等の系列の中



第1図 試験片寸法

で試験片番号1~15及び21~25のものは材質的相異は小さいが16~20のものは引張強さ其の他の性質がかなり距つているので、これで作った平滑試験片(切欠のないもの)の耐久限度は直接切欠試験片の耐久限度と比較することが出来ない。(これは材料の都合上止むを得なかつたものである)。試験片の直径はすべて12耗で長さは第1図の如く二種類とした。

試験は小野式回転曲げ試験機(1760R・P・M)により試験片の見掛応力は $\sigma = 16Wl/\pi d^3$ (但し $l = 20$ 廻) により算出した。切欠底部の曲率半径は50倍の拡大投影にて計測し、疲労進行途上の引張強さは引張試験で破壊した面の面積で最大引張荷重を除して求める。上記に関連して破面の近傍の硬度分布を測定して加工硬化の状態を見る。

第2表(A) V型切欠試験片

試験片番号	切欠角度	切欠底部半径 mm	切欠部曲率 mm	切欠部谷底径 mm	荷重 kg	見掛応力 kg/mm ²	繰返数 $\times 10^6$	備考
6	68	0.076		8.668	7	10.9	2.794100	切 断
7	67	0.050		8.480	6.54	10.9	1.500000	未切断、引張
8	66	0.050		8.562	6.72	11.2	1.351100	切 断
9	67	0.069		8.575	6.74	10.9	1.850000	未切断、引張
10	67	0.050		8.624	6.86	10.9	10.001600	
11	70	0.16		8.828	6.00	8.86	5.308400	切 断
12	69	0.09		9.011	--	--	--	引張試験
13	65	0.10		8.622	5.50	8.75	9.300000	未切断、引張
14	69	0.10		9.030	6.00	8.32	7.301200	〃
15	65	0.18		8.583	6.50	10.5	2.391300	切 断
21	64	0.11		7.808	5.00	10.7	1.029800	切 断
22	66	0.12		7.921	5.00	10.3	0.619000	未切断、引張
23	64	0.13		7.952	4.00	8.1	2.000000	〃
24	65	0.12		7.884	5.00	10.4	0.500000	〃
25	64	0.13		7.446	--	--	--	引張試験

第2表(B) 角型切欠試験片及平滑試験片

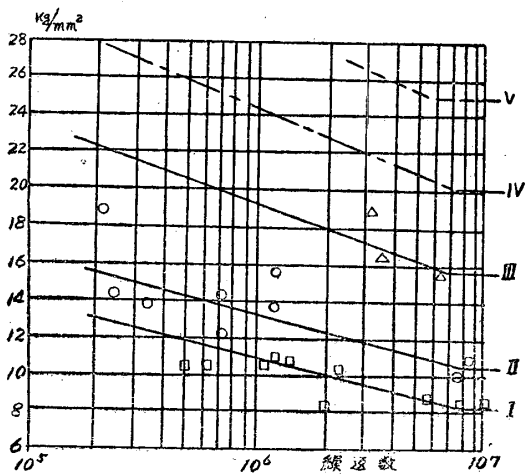
試験片番号	切欠幅 mm	切欠半径 mm	切欠部直径 mm	荷重 kg	見掛応力 kg/mm ²	繰返数	備考
1	2.02		8.685	10	15.6	1313500	切 断
2	1.98	0.04	8.694	6	9.26	7755500	未切断
				7	10.82	8311200	断
				9	13.9	332200	断
3	2.03	~	8.754	9	13.2	1069200	切 断
4	2.02	0.07	8.605	9	14.4	704100	切 断
5	2.04		8.756	8	12.1	700000	未切断、引張

試験片番号	切欠幅 mm	切欠底半径 mm	切欠部直径 mm	荷重 kg	見掛応力 kg/mm ²	繰返数	備考
26	1.98		8.576	6.64	10.7	870400	切 断
27	1.98	0.10	8.190	8	14.8	1640800	切 断
28	2.00	~	5.620	9	14.3	232900	切 断
29	1.98	0.14	8.177	10	18.7	219400	切 断
30	1.98		8.134	--	--	--	引張試験

試験片番号	直径 mm	荷重 kg	応力 kg/mm ²	繰返数	備考
16	切	11.99	16.5	3219400	切 断
17	欠	11.99	15.4	6653300	切 断
18	な	12.00	18.9	3221300	切 断
19	し	12.00	--	--	引張試験
20		11.92	22.1	197800	切 断

3. 試験結果と考察

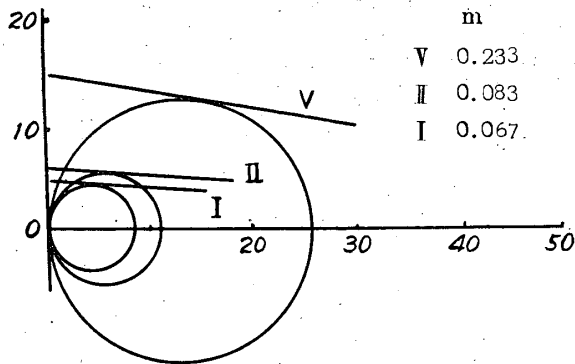
第2表 (A), (B) より見掛応力と繰返数の関係図第2図を得る。図中 IV はこの実験とは別に行つた平滑試験片 (寸法は第1図下段) の値で引張強さ 41kg/mm² の炭素鋼のもの。V は切欠試験片と同材の平滑試験片の耐久限度の推定で点線で示した。切欠試験片の耐久限度は V 型 8.5kg/mm² 角型 10.5kg/mm² となる。III の耐久限度は 15.5kg/mm² で引張強さ 38.6kg/mm² に対する比が 0.4 となつている。よつて V の推定はこれより少し高い比率 0.42 として引張強さ 60kg/mm² から求めた 25kg/mm² としておく。



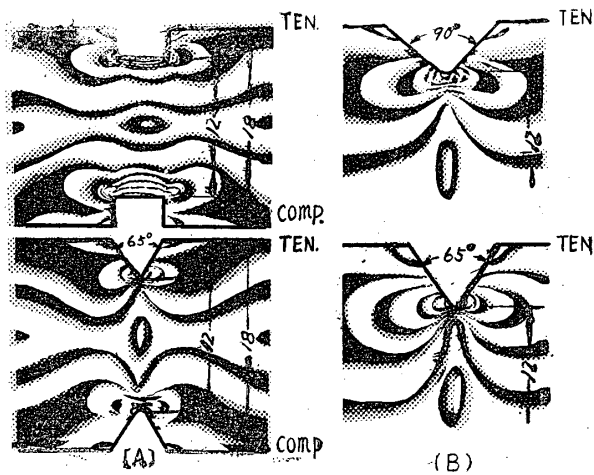
第2図 耐久線図
 I: 65°V ($\sigma_B = 61 \text{ kg/mm}^2$)
 II: 角型 (")
 III: 平滑試験片 ($\sigma_B = 36.8$)
 IV: " ($\sigma_B = 41$) 補
 V: " 推定 ($\sigma_B = 60$)

上記の値によつて疲応力集中率を求めると V 型 2.84, 角型 2.38 となる。Moor の 90°V, 角型は 2.58 及び 2.08 となつているが材料が異なるし切欠の形が違うから直接の比較にはならないが 90°V は 65°V に比して応力集中はかなり低くなることは確かである。第4図は応力集中状態を示す偏光弾性応力縞の模様を示し (A), (B) 夫々図に記入した寸法で同一曲げモーメントを作用せしめた場合を示す。65°V は角型に比して切欠底部の応力集中状態が著しく高く、又角型のものは隅角部において応力縞の密集する方向が試験片の軸に対して僅か傾きをもつている。65°V, 90°V を比較すると前者の方がかなり高い。切欠底部の縞次数は応力縞の投影で観察するところでは (A) で 5, (B) で 6 になつており両者夫々等しいことから疲労破壊は切欠底部の応力の最大値によると共に底部より内部に到る層の応力の平均値に支配されるものと考えられる。

第3図は中西氏の方法に従つて耐久限界を図示し耐久限界を比較したもので図の書き方及び説明はこゝでは省略しておくが図より求めた m の値は材料応力のかゝり方が等しければ一定となるべきもので、この m の値によつても切欠効果の比較が出来る。



第3図

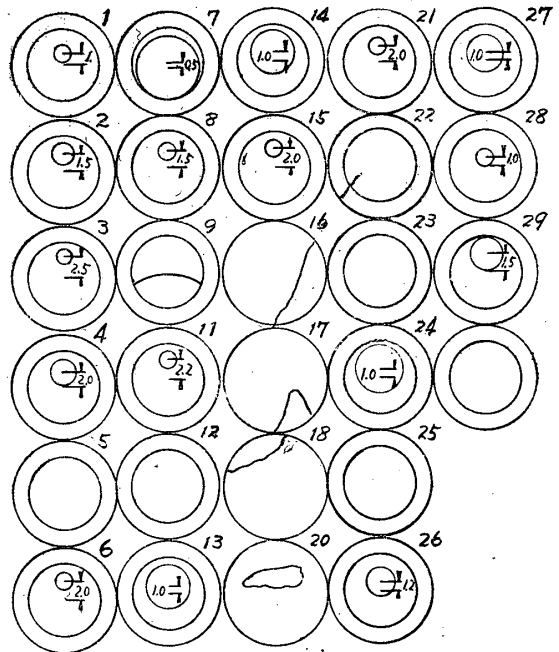


第4図 応力集中比較

亀裂は最初切欠底部の一個所に発生しこれが円周方向及び半径方向の内部に進行して行く、同時に二箇所発生することもあり得るが、実験においては大半のものは最初に発生した亀裂が偏心的に拡がって行く様である。これは第5図のNo. 7, No. 13, No. 24等の亀裂の進行の初期からNo. 1~No. 4, No. 8, No. 15等の破断時に到るまで偏心度が漸次増加することが見られる、この偏心度を漸増させる傾向は回転曲げの場合一旦亀裂が入るとその部分が先鋭切欠となつて隣接部に拡がるが、この場合に断面係数が偏心的となり切欠の深い側と切欠の浅い側或いは切欠を生じない側の底部に作用する引張応力が異りそのため偏心の傾向は破壊の進むに従つて大きくなると考えられる。第6図に偏心の値を記したがこれは大略の値であつて最大2.5耗位になつている。尚お16~20の平滑試験片では切欠試験片の如き偏心を示さないのは上記の如く亀裂の入らない側に引張応力の集中を生じないため

あろう。

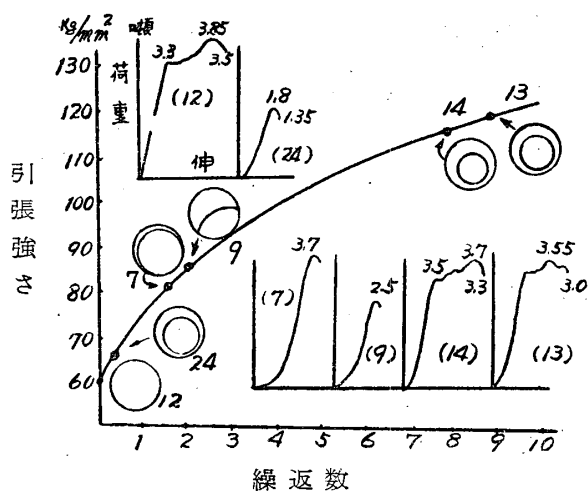
V型試験片では初欠底部を過る最小横断面上に最大応力及び最大平均剪断応力が存在し疲労破壊はこの面上に正しく生じて行くが角型切欠のものでは最初軸に軽度の傾きをもつて隅角から径の太い方へ侵入して後軸に直角な面上に進む、即ち破面は浅い皿型を呈する、その深さは0.2位耗である。



第5図 破断面偏心状況

破断面及び其の附近は他の部分に比べて集中応力の繰返しを受け加工硬化する、第6図は未破断試験片の引張試験から求めた硬化部分の引張強さを繰返数に対して図示したもので 10^4 の繰返数に対しては2倍以上の強さを示している。これは図に示した疲労破面を除いた引張破面の平均強さである。

第3表は破断した試験片の一部を選んで縦断面について微小硬度計にてピツカース硬度を測定したもので測定位置は図に示した破断面の近傍8箇所であつて表の上に記した値即ち切断部から0.5耗の距離のものが下段の1耗の距離のものより著しく高いことは破面の附近の狭い範囲に硬化の生じていることが解かる。又A, Eの位置よりもB, C, Dの位置に最高硬度の現れていることは最後に破断した部分が最も硬化をうけているということを示すものである。



第 6 図

試験番号	測定箇所				
	A	B	C	D	E
1	174	174 156	162 138	152 149	179
2	156	152 145	154 141	192 151	153 147
3	---	126 123	134 131	151 123	165
4	151	174 147	172 149	194 149	161
26	118	172 105	134 117	129 115	127
27	165	156 115	156 108	107 108	111
29	123	123 117	184 128	170 115	129



第 3 表 硬度分布 (V.H.N)

4. 結 言

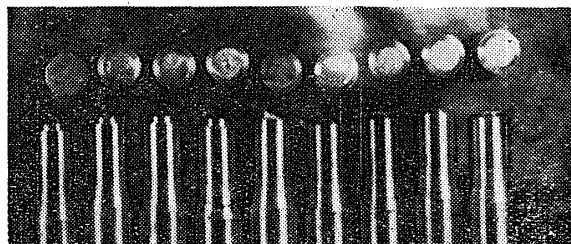
以上の実験結果によると次の様な結論となる。

(1) 試験した材料で丸軸の外周に附した幅 b 、高さ h の $65^\circ V$ 切欠は同じ b, h の角型切欠に比して耐久限度が 1:1.24 の比になっている。この相異は切欠底部から内部の層に集中する引張応力剪断応力に基き V の角度が増せば明らかに耐久限度は上昇する。

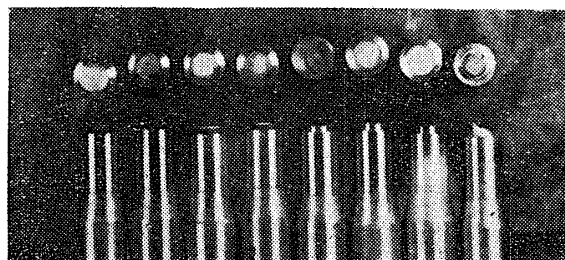
(2) 亀裂の進行は V 型では谷底を過る最小横断面上に進行し角型では隅角から発達する浅い皿型面上に進む。

(3) 疲労は切欠試験片の場合上記の面上に偏心的に進む、平滑試験片 (切欠なきもの) では亀裂の生じない側に引張応力の集中なきため斯かる偏心破断を生じない。

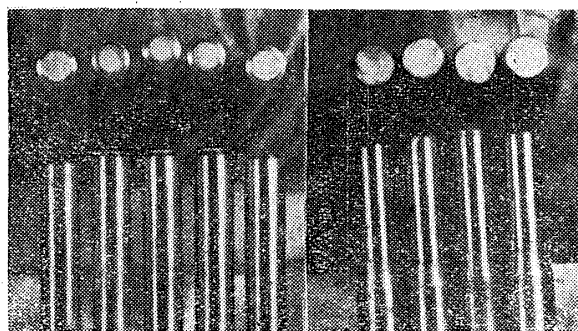
(4) 加工硬化の現象は切欠試験片では破断面の極く近くの狭い範囲内に生じ引張強さ、硬度共に上昇している。



1 2 3 4 5 6 7 8 9



21 22 23 24 26 27 29 30



11 12 13 14 15 16 17 18 20

第 7 図 試験片破断面

参 考 文 献

1. H. F. Moor 学振金属材料
2. 中西不二夫 機械学会論文集 18巻68号
3. 石橋 正 機械学会論文集 18巻68号