

UDC 620.178.3

航空宇宙技術研究所資料

TM-64

応力集中による材料の疲れ強さに関する一実験（I）

池田為治・坂元思無邪・光山敏雄

1965 年 10 月

航空宇宙技術研究所

既 刊 資 料

TM- 1	高マッハ数風洞について (I)	1961年11月	平橋 一, 清水 福寿
TM- 2	航空技術研究所計数型電子計算機設備 プログラムライブラリー (I)	1962年 2 月	木本 一, 登雄, 戸川 隼人 樋口 好美, 甫, 高橋 利之 三能 良三, 板垣 芳雄 鳥海 洲秀, 佐藤 幸雄 長洲 夫, 伝田 幸雄 細橋 本登, 井上 政一 橋竹 内和之, 山根 皓三郎 池田 為治, 坂元 思無邪
TM- 4	18cm×20cm超音速風洞について	1962年 5 月	
TM- 5	遷音速流の線型理論	1962年 8 月	
TM- 6	18cm×18cm遷音速風洞整備試験	1962年 8 月	
TM- 7	慣性力形疲労試験機	1962年 8 月	
TM- 8	アルミ合金の前歴が疲れ寿命に およぼす実験的研究	1962年 9 月	
TM- 9	方向性次元解析と相似解に関する覚書	1963年 2 月	甲藤 好郎, 小出 勉
TM-10	DATATRON 205 用 ALGOL 58 使用法について	1963年 2 月	高橋 利之
TM-11	光弾性による高速車盤の縞模様	1963年 2 月	永井 文雄, 小川 鉦一
TM-12	コーティングの断熱効果に関する実験	1963年 3 月	竹林 幸彦, 中井 映一, 小原 英
TM-13	遷音速における 45° 後退角翼の予備的 フラッタ実験	1963年 8 月	
TM-14	変断面片持梁固有振動数の一計算方法 について	1963年 3 月	中井 映一, 小原 英 鳥海 三, 安藤 泰 中井 映一, 橋本 宏 高木 俊朗, 橋本 正勝 鳥崎 忠雄, 松木 昭一 山崎 竜夫, 藤井 利
TM-16	フラッタ試験設備測定部交換ノズルの 予備試験	1963年 4 月	
TM-17	VTOL 機用 Jet Lift Engine に関す る一考察	1963年 5 月	
TM-18	ヘリコプター振動のパワースペクトル 解析	1963年 6 月	
TM-19	吹出式超音速風洞による実験データの 処理方式について (I)	1963年 6 月	新井 忠, 原 亘利
TM-20	1 m×1 m吹出式超音速風洞における AGARD 標準模型 B の三分力試験	1963年 7 月	高木 廣治, 谷 喬 斎藤 秀夫, 新井 忠 竹内 和之, 飯田 宗四郎 北谷 勇, 中井 治夫
TM-21	国産中型輸送機 Y S-11 主翼疲労試験 (第 I 報)	1963年 9 月	
TM-24	円輪と薄肉円筒の回転強度の関係	1963年11月	
TM-25	DATATRON 205 用 ALGOL 58 の Procedures ライブラリー	1964年 1 月	高橋 利之
TM-26	吹出式風洞の圧力制御 (フラッタ試験 設備の場合)	1964年 1 月	橋 爪 宏, 中井 映一
TM-28	一段式観測ロケットの超音速風洞試験	1964年 1 月	谷 喬, 原 亘利 柳原 盛三, 外立 政隆 中井 映一, 橋爪 宏 安藤 泰勝, 高木 俊朗 小橋 安次郎, 宮 沢 政文
TM-29	遷音速フラッタ試験設備の改造および 整備試験	1964年 2 月	
TM-30	二段式ロケット飛しょう体の揚力およ び圧力中心推定法	1964年 3 月	
TM-31	亜音速ジェット輸送機の遷音速風洞に おける試験	1964年 3 月	河崎 俊夫, 竹内 理
TM-32	遷音速風洞の防音	1964年 4 月	牛田 健二, 高橋 宏
TM-33	非定常境界層の遷移の研究に使用され た定温度型熱線風速計について	1964年 4 月	榎並 敬之, 山本 稀義
TM-34	極超音速風洞ノズルの境界層補正につ いて	1964年 5 月	長洲 秀夫
TM-37	気体の不完全性を考慮した極超音速風 洞ノズルの設計計算法	1964年 5 月	毛利 浩
TM-38	AGARD-A 標準模型の超音速三分力 試験	1964年 6 月	高木 廣治, 斎藤 秀夫 石原 久蔵, 蔵雄
TM-39	相似極超音速流におかれた半球面上の 境界層の遷移に及ぼす粗さと冷却の 結合影響	1964年 7 月	
TM-40	国産中型輸送機 Y S-11 胴体疲労試験 (I)	1964年 9 月	竹内 和之, 川島 矩郎
TM-41	抵抗線歪ゲージ率測定	1964年10月	田畑 浄治, 大坪 孔治 滝沢 実次, 田寺 木一 古閑 昌次, 日出 夫 泉 貞吉, 鈴木 邦男 大塚 宏, 石井 浅五郎 松本 強, 山中国 雅 広木 和之, 藤枝 郭俊一 竹内 治朗, 岡 遠一
TM-46	翼洞結合金具の疲労特性	1964年12月	
TM-47	ローター後流中のヘリコプター胴体の 抵抗について	1965年 1 月	幸尾 治朗
TM-48	極超音速風洞用ペブル加熱器の予備実 験	1965年 2 月	平林 一, 岡 遠一 二 識, 吉 永 崇

応力集中による材料の疲れ強さに関する一実験 (I)*

池田為治**・坂元思無邪**・光山敏雄**

1. ま え が き

一般に機械部品や構造物の形状は、単純なものではなく、複雑な形をしている。形状の変化する部分には必ず応力の集中を伴うので、応力の集中があるときの材料の強度が實際上重要なことである。

実験は中央円孔の切欠きによって生ずる応力集中が疲れ強さにどのように影響するかを調べるために行なったものである。実験の方法は24S相当のアルミニウム合金薄板から、板幅一定で孔径の違う試験片、または板幅と孔径の比が一定で大きさの違う相似寸法のものなどを採取し、応力が一定の大きさになるような荷重で部分片振り引張りの疲れ試験を行ない、それぞれの疲れ寿命について比較検討した。

本報告はこの実験とその結果について述べたものである。

2. 実 験

2.1 試 験 機

主として使用した疲れ試験機はボールドウィン形式の万能疲れ試験機UV-1高速型であり、この主要諸元は次のとおりである。

片振り繰返し最大荷重	2,000kg
両振り繰返し最大荷重	±1,000kg
平均最大荷重	1,000kg
繰返し回転数	3,000rpm

* 昭和40年8月21日受付

** 原動機部

試験温度

常温

300~800°C

図1は試験機本体①に引張り圧縮試験装置②を取り付けた写真で、試験片は③にそう入されている。試験機はこのほかに、大型試験片の試験については能力10トンのアムスラー共振型万能疲れ試験機¹⁾を併用した。

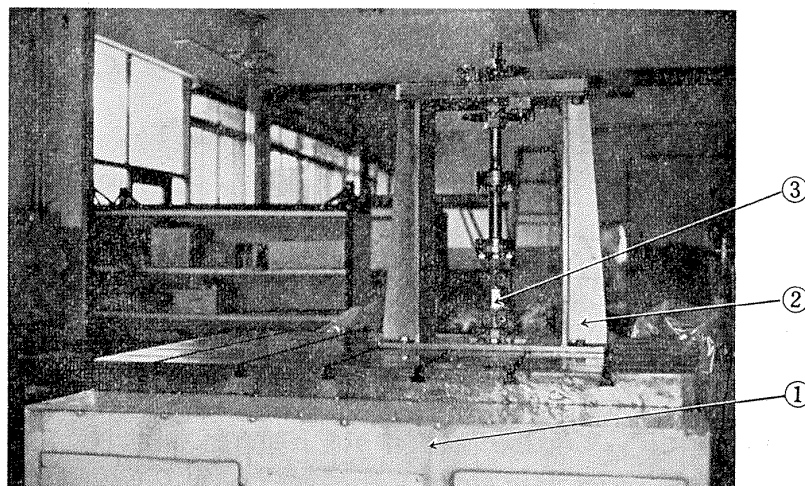


図 1

2.2 試 験 片

実験に用いた材料は2枚の異なった24S相当の高力アルミニウム合金薄板である。その1枚は米国製の規格品2024-T3（以下A材と呼ぶ）で現用旅客機の主翼外板に使用されているもので、ほかの1枚はJIS規格のA3P4-T3（以下B材と呼ぶ）である。各材料の板厚はA材が1.3mm，B材が1.6mmである。試験片は荷重の方向がいずれもこれら板材のロール方向と一致するように採取した。中央円孔の切欠き試験片（以下有孔材と呼ぶ）は平滑な試験片の中央にドリルで孔をあけたものである。図2にそれらの試験片形状の一例を示し、表1に各試験片の平行部の幅 b ，孔径 d ，幅と孔径の比 d/b ，および応力集中係数 α の値を示してある。ただし、この α の値は d/b と α の関係グラフ²⁾ から求めたものである。

図3は使用した材料の静引張り試験による公称応力 σ_0 と歪み ε の関係を示す。この歪みは図に示す範囲では歪みゲージを用いて測定したものである。表2は引張り試験の結果から得られた機械的性質を示したもので、伸びは破断直前における最小断面と思われる部分の寸法をマイクロメーターで測定して計算によって求めたものである。この寸法測定は試験片が破断するまで、手動で一定距離を引張り、そのつど行なっていた。ただしこの材料は極端なネックを起こさない。試験の結果では、A材B材とも同程度の性質である。

表 1

種 別	A 材 (米国2024-T3)							B 材 (JIS A3P4-T3)						
板厚 mm	1.3							1.6						
形状区分	AO (平滑材)	AH 1 (有孔材 $\alpha=2.73$)			AH 2 (有孔材 $b=20\text{mm}$)			BO (平滑材)	BH 1 (有孔材 $\alpha=2.73$)			BH 2 (有孔材 $b=20\text{mm}$)		
適 要	b	b	d	$\frac{d}{b}$	d	$\frac{d}{b}$	α	b	b	d	$\frac{d}{b}$	d	$\frac{d}{b}$	α
寸 法	20				0.3	0.015	2.96	3	3	0.3	0.1	0.3	0.015	2.96
					0.4	0.020	2.94	4				0.4	0.020	2.94
		5	0.5	0.1	0.5	0.025	2.93		5	0.5	0.1	0.5	0.025	2.93
					0.7	0.035	2.90	7	7	0.7	0.1	0.7	0.035	2.90
		8	0.8	0.1										
		10	1.0	0.1	1.0	0.050	2.86	10	10	1.0	0.1	1.0	0.050	2.86
		12	1.2	0.1										
		15	1.5	0.1				15	15	1.5	0.1	1.5	0.075	2.79
		20	2.0	0.1	2.0	0.100	2.73	20	20	2.0	0.1	2.0	0.100	2.73
					3.0	0.150	2.62		30	3.0	0.1	3.0	0.150	2.62
					4.0	0.200	2.52	40	40	4.0	0.1	4.0	0.200	2.52
									50	5.0	0.1	5.0	0.250	2.43
					6.0	0.300	2.35	60	60	6.0	0.1			
					8.0	0.400	2.24							
					10.0	0.500	2.16	100	100	10.0	0.1			
					12.0	0.600	2.11							
適 要 欄	b : 板幅 (mm) d : 孔径 (mm) $\frac{d}{b}$: 孔径と板幅の比 α : 応力集中係数 ²⁾													

表 2

材	料	E kg/mm ²	$\sigma_{0.2}$ kg/mm ²	σ_B kg/mm ²	伸 び %
A	材	6931	36.6	45.8	23
B	材	7084	37.4	55.2	37

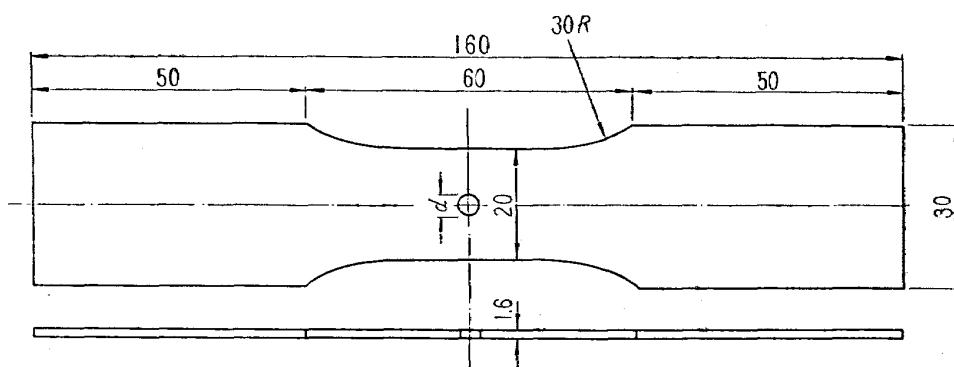


図 2

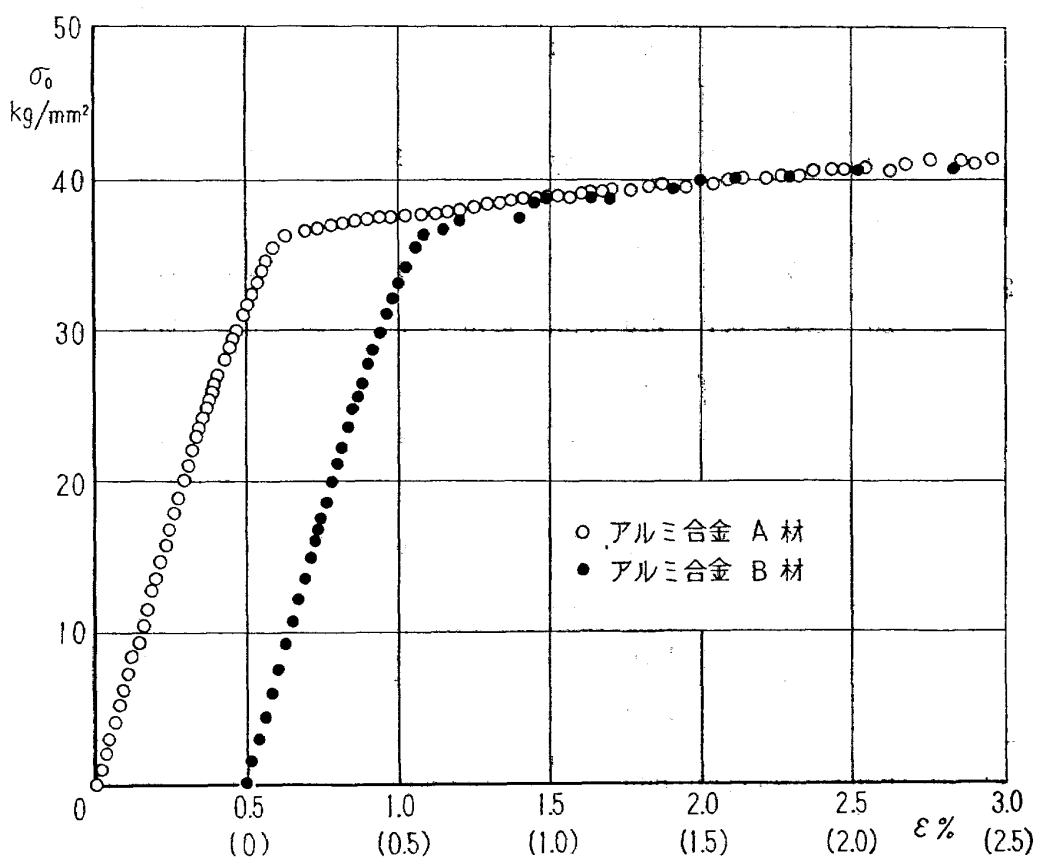


図 3

2.3 実 験

実験は平均応力をもった部分片振りの引張り繰返し疲れ試験で、応力条件は試験片の有効最小断面積あたりの公称応力の最大値 σ_{max} が常に最小値 σ_{min} の5倍になるように選んだ。このような応力条件はさきに行なった実験¹⁾にならったもので、ほかに理由はない。実験はこのような応力条件のもとで、各試料の平滑な標準試験片 ($b=20\text{mm}$) を用いて、繰返し応力と疲れ寿命の関係 ($S-N$ 線図) を調べたことのほか、次のような実験を行なった。

(a) アルミニウム合金 A 材

(i) 試験片形状区分 AH 1 (相似寸法の有孔材)

形状条件 $d/b=0.1$, $\alpha=2.73$, (一定)

$d=0.5\sim2.0\text{mm}$

応力条件 $\sigma_{\max}=20\text{kg/mm}^2$, $\sigma_{\min}=4\text{kg/mm}^2$, (一定)

実験目的 孔径 d と疲れ寿命 N の関係 (有孔材の寸法効果)

(ii) 試験片形状区分 AH 2 (幅一定で孔径の異なる有孔材)

形状条件 $b=20\text{mm}$, (一定), $d=0.3\sim12.0\text{mm}$, $d/b=0.015\sim0.6$, $\alpha=2.96\sim2.11$

応力条件 $\sigma_{\max}=20\text{kg/mm}^2$, $\sigma_{\min}=4\text{kg/mm}^2$, (一定)

実験目的 孔径対板幅 d/b (応力集中係数 α) と疲れ寿命 N の関係

(b) アルミニウム合金 B 材

(i) 試験片形状区分 BO (板幅が違い平滑材)

形状条件 $b=3\sim100\text{mm}$,

応力条件 $\sigma_{\max}=21.58\text{kg/mm}^2$, $\sigma_{\min}=4.32\text{kg/mm}^2$, (一定)

実験目的 平滑試験片の寸法効果

(ii) 試験片形状区分 BH 1 (相似寸法の有孔材)

形状条件 $d/b=0.1$, $\alpha=2.73$, (一定) $d=0.3\sim10.0\text{mm}$

応力条件 $\sigma_{\max}=20.75\text{kg/mm}^2$, $\sigma_{\min}=4.15\text{kg/mm}^2$, (一定)

実験目的 孔径 d と疲れ寿命 N の関係 (有孔材の寸法効果)

(iii) 試験片形状区分 BH 2 (幅一定で孔径の異なる有孔材)

形状条件 $b=20\text{mm}$, (一定) $d=0.3\sim5.0\text{mm}$,

$d/b=0.015\sim0.25$, $\alpha=2.96\sim2.43$,

応力条件 $\sigma_{\max}=20.18\text{kg/mm}^2$, $\sigma_{\min}=4.04\text{kg/mm}^2$ (一定)

実験目的 孔径対板幅 d/b (応力集中係数 α) と疲れ寿命 N の関係

3. 実験結果とその考察

3.1 平滑材の繰返し応力 σ_o と疲れ寿命 N の関係

図 4 は標準の平滑試験片 ($b=20\text{mm}$) を用いて, 応力レベルを変えて行なった実験の $S-N$ 線図である。図の \circ と \bullet 印は A 材と B 材の区別を示したもので, 図の縦軸には繰返しの公称最大応力 $\sigma_{\max}\text{kg/mm}^2$ をとり, 横軸には破断までの繰返し数 N を対数目盛でとってある。

これらの実験結果では, N の値が 1×10^7 に耐える時間強度 σ_{\max} は A 材が 16.5kg/mm^2 , B 材が 20kg/mm^2 であった。それぞれの時間強度と引張り強さ σ_B との比は, いずれも 0.36 であ

って、 σ_B の値が小さなものは時間強度も小さくなっている。しかし、両者とも傾斜部の傾向はほとんど同じ線上である。

一般に鋼以外の銅やアルミニウムおよびその合金については、 $S-N$ 曲線は繰返し数が 1×10^7 を越えても水平にならないで右下りの状態を続けるといわれている。しかし24Sアルミニウム合金では、さきの実験¹⁾ または従来の多くの実験と同様に水平部が存在するようである。この実験では N が 1×10^7 程度で破断しないときは試験を中止しているの、さらに疲れ寿命が長いときの状態は不明である。

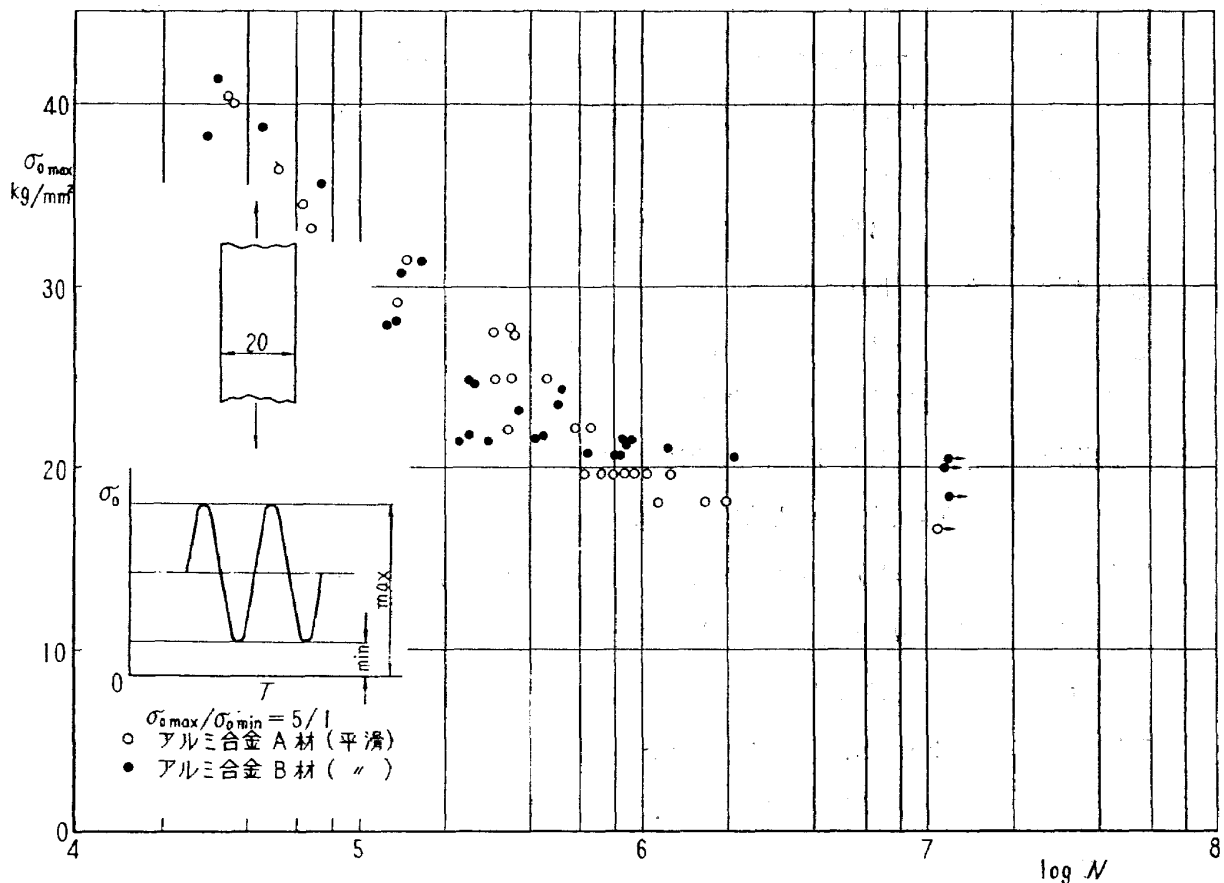


図 4

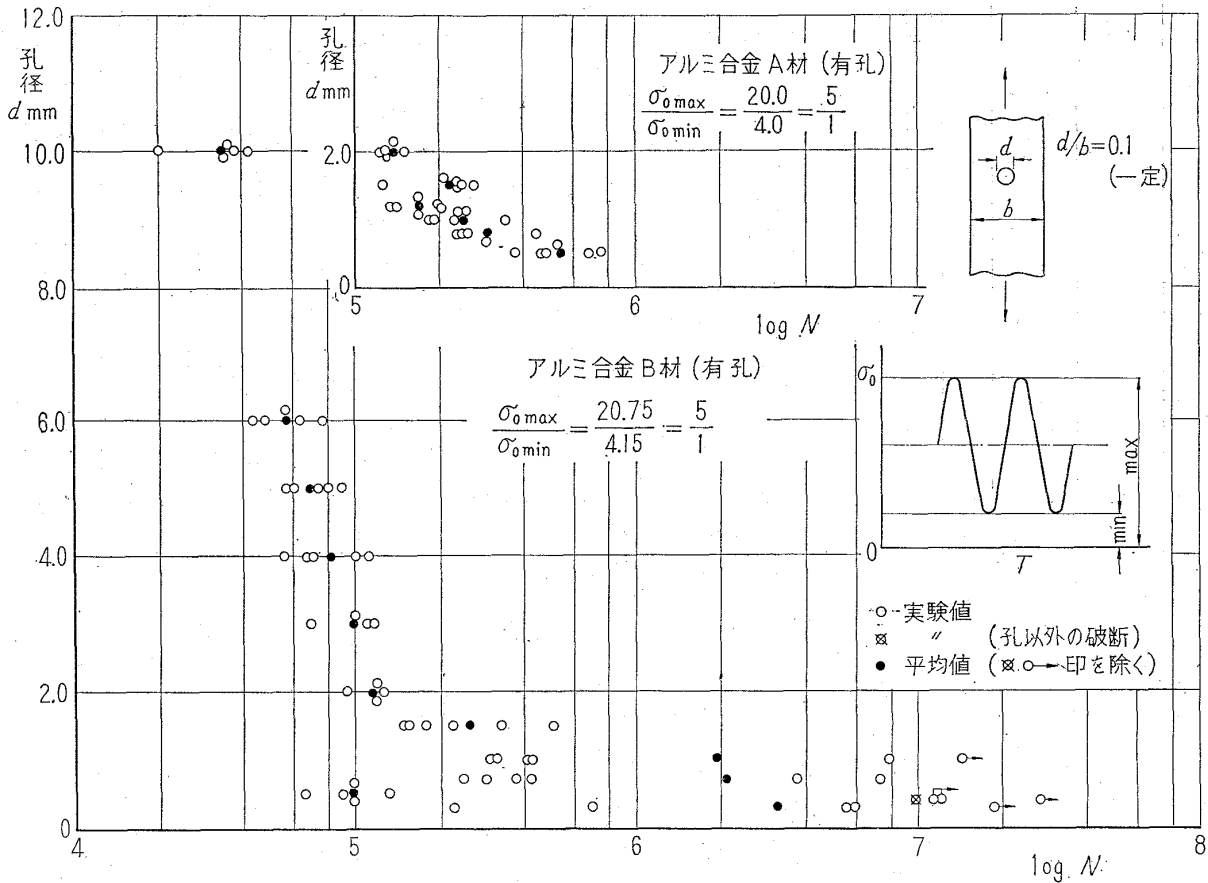
3.2 相似試験片の孔径 d の大きさと疲れ寿命 N の関係

図5は d/b が 0.1 ($\alpha=2.73$) の一定である相似寸法の試験片で、孔径が違うときの実験「a-i」と「b-ii」で得られた値を図示したものである。図の○印は実験値を示し、●印は同じ孔径のもので得られた値の平均値である。図は縦軸に孔径 d mm をとり、横軸には破断までの繰返し数 N を対数目盛にとってある。

これらの結果は孔径 d が小さくなると N が大きくなり、特に d が 2mm より小さくなると急激に N が大きくなり、 1×10^7 を越えても破断しないもの、あるいは孔以外で破断したものもある。また、 d が 2mm より大きくなると、直線的に N が小さくなり、ばらつきも少なくなっている。

いる。

相似寸法の試験片では、寸法が小さくなると切欠係数 β も小さくなるといわれている³⁾。この実験「a-i」, 「b-ii」でも同様な傾向である。これは平滑材でも寸法が小さくなると疲れ寿命が長くなる（図6参照）こととも関係があるようだが、そのほかに切欠きの状況（この実験では孔の大きさ）にも大きな影響があると思われる。



図

3.3 平滑試験片の寸法効果

平滑試験片で板幅 b が異なる時の実験「b-i」によって得られた値は図6に示してある。図は縦軸に板幅 b をとり、横軸に破断までの繰返し数 N を対数目盛でとってある。図の \circ 印は実験値を示し、 \bullet 印は同じ板幅について得られた値の平均値を示してある。ただし、平均値は N が 1×10^7 を越えても破断しないものは除いてある。

結果は板幅 b の大きなものでは N があまり変わらないのに対し、 b が小さくなると N が大きくなり、特に b が 10mm より小さなものでは 1×10^7 を越えても破断しないものが多くなっている。

寸法の大きな試験片は小さなものに比べて疲れ強さが低くなるといわれている³⁾。この実験による結果でも同様な傾向がみられる。これは小型試験片では繰返し応力が予定した値よりも低いので

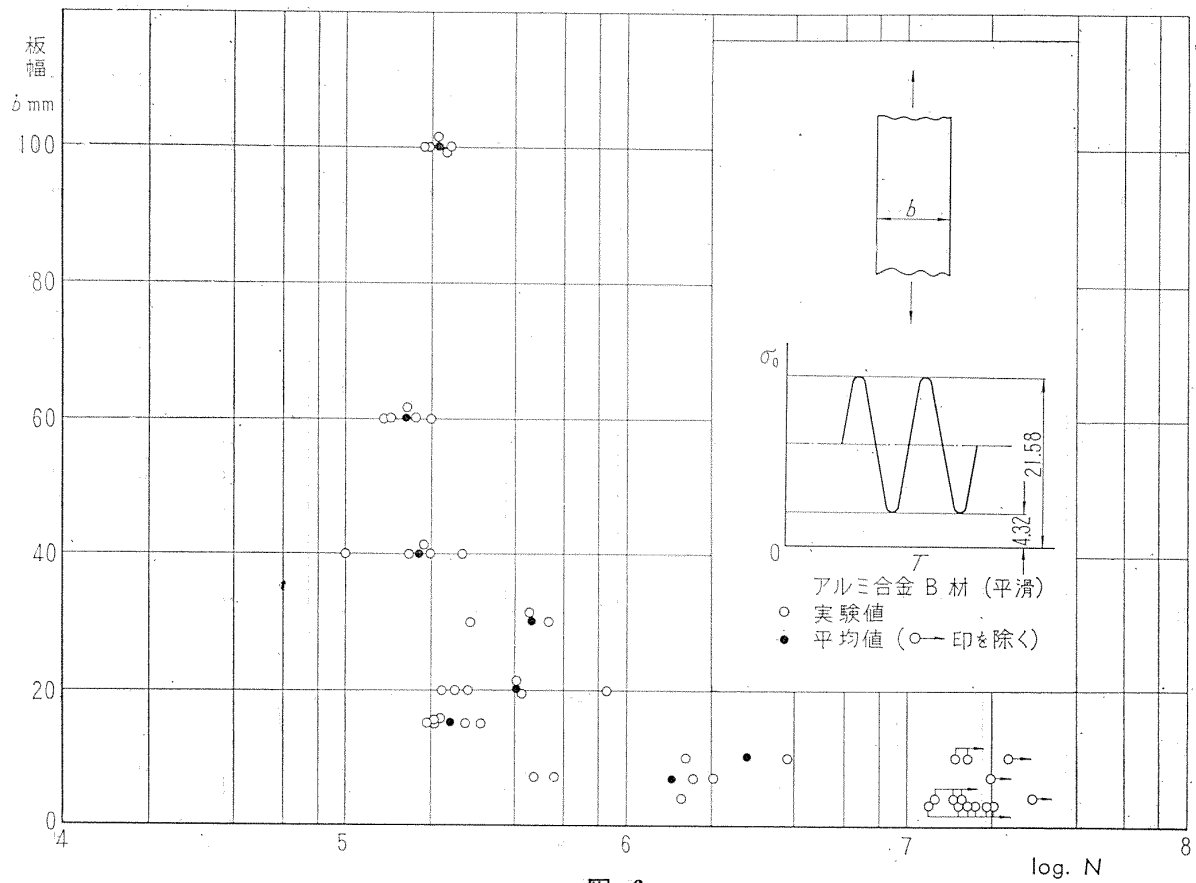


図 6

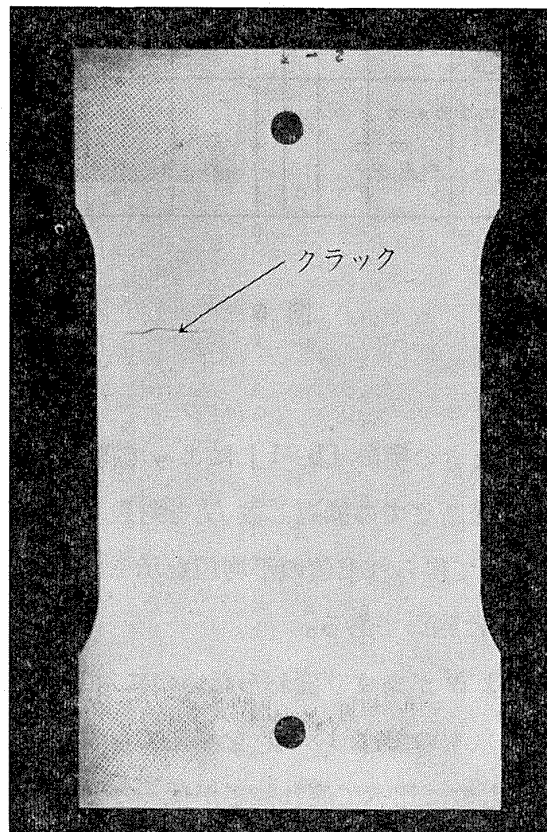


図 7

ないかと思われるほどであるが、調べた範囲ではそのような傾向はみられなかった。

平滑板の疲れ破壊はいままで行なった実験のうちのほとんど全部の試験片が板の周縁部（切削した平行部）からクラックを生じて破断している。しかしこの実験「b-i」で使用した最大の試験片（ $b=100\text{mm}$ ）5本のうち3本は図7の写真で見られるような平面の部分に巨視的クラックを発生した。これに対しほかの2本は周縁部にクラックが発生した。この大型試験片の試験は共振型の試験機で行なったもので、クラックの発生によって試験を中止したのであるが、クラック発生までの繰返し数 N は平面部に発生したものが、周縁部に発生したものよりわずかに大きくなっているだけで、ほとんどばらつきの範囲内であると思われる。応力の集中がないと思われる平滑材でも、実際にはなんらかの欠かんが存在し、初期クラックはその部分に発生して破壊に至ると思われる。欠かんは材質またはロールや切削加工上のものなどが考えられるが、いずれの欠かんも同等であるとすれば、形状が大きくなると、材質やロール加工による欠かんが切削による周縁部のものより疲れ寿命に影響していることであるかもしれない。

3.4 孔径対板幅 d/b （応力集中係数 α ）と疲れ寿命 N の関係

同じ大きさの板幅に孔径だけを変えて行なった実験「a-ii」, 「b-iii」で得られた破断までの繰返し数 N の値を図8, 9および10に示す。それぞれの図では縦軸に孔径対板幅 d/b をとり、横軸には N を対数目盛にとってある。図の8と9は材料別に実験値を示したもので、○印が実験値、●印が同じ d/b のもので得られた N の平均値を示してある。ただし、平均値は N が 1×10^7 を越えても破断しないもの、または孔以外で破断したものを除いてある。図10はそれぞれの平均値だけを同一グラフに図示したもので、○印がA材、●印がB材のものである。

これらの結果ではいずれも d/b の値が0.1より大きくなると N はあまり変わらないか、またはやや大きくなる傾向がある。 d/b が0.1より小さくなると、 N は大きくなって孔がないとき（ $d/b=0$ ）の値に漸近している。また、孔径が小さくなると孔から破断しないものがあり、この傾向はB材で特に顕著である。

応力集中係数 α と切欠係数 β との間には、 $\alpha \geq \beta \geq 1$ の関係があるといわれている³⁾。この実験でも同様な傾向であるが、特に興味あることは d が小さくなると α が大きくなるにもかかわらず β は1に近づくようである。実験では繰返し公称応力をそろえるために、孔径 d の大きなものほど荷重は小さくなっている。しかし調べた結果では、荷重精度は低荷重であるために特に問題になるほどでなかった。

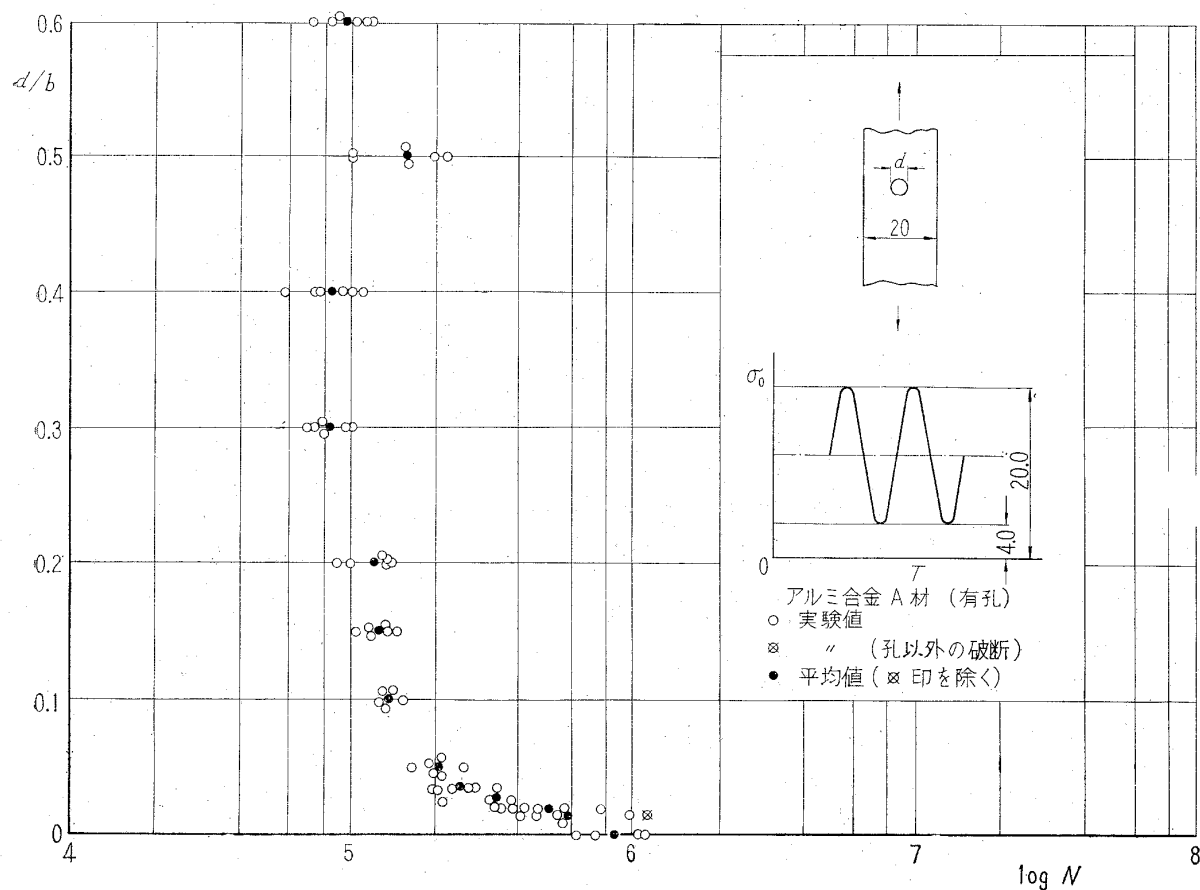


図 8

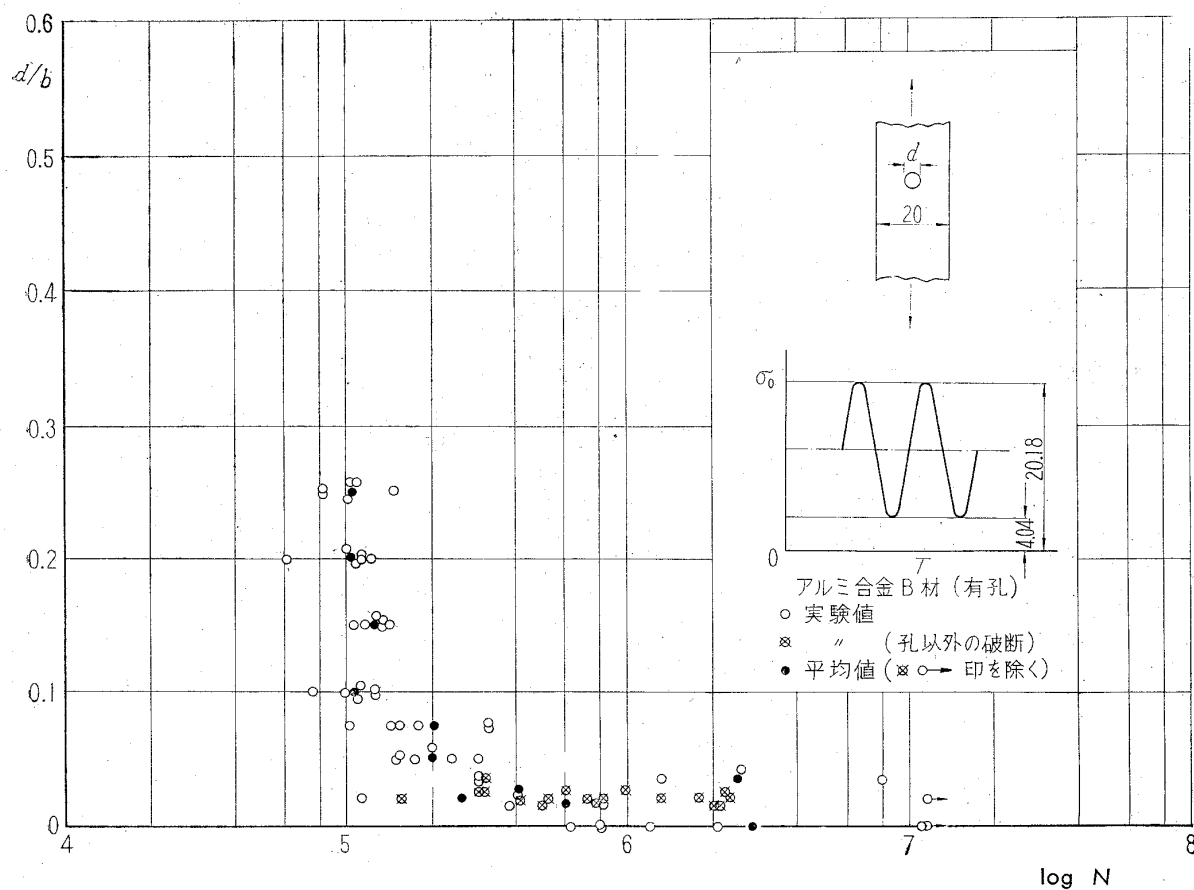


図 9

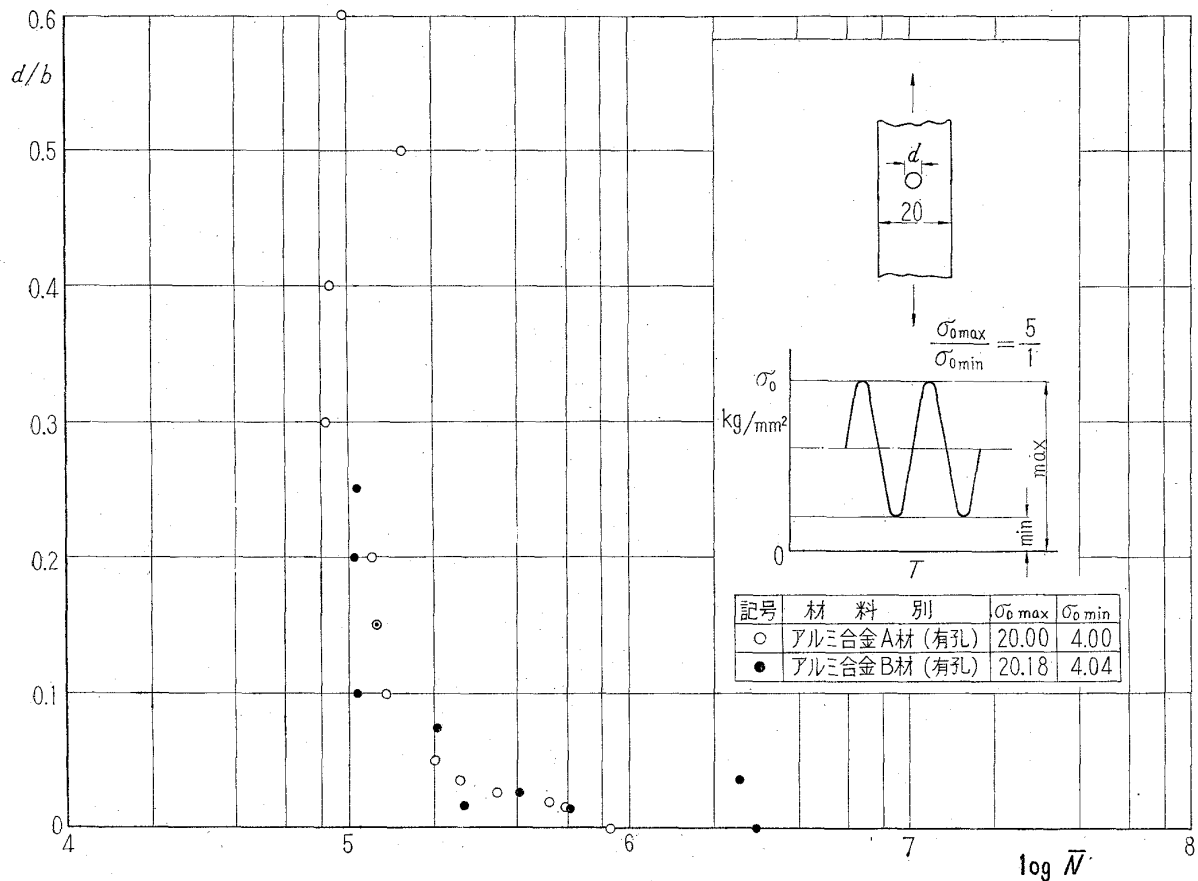


図 10

4. む す び

以上の実験結果を要約すると、24S アルミニウム合金薄板の部分片振り引張りによる疲れ破壊の性質は次のようである。

(1) 平滑材の $S-N$ 線図には鋼材と同様に水平になる部分があるらしい。そのような応力は σ_B の約1/3であった。

(2) 応力集中係数が同じであっても、孔径 d が大きなもの (板幅も大きい) より、小さなもの (板幅も小さい) が疲れ寿命は長い。

(3) 平滑材の疲れ寿命は寸法が大きなものより、小さいものが長く、特に大型の試験片では切削加工による欠かんよりも、材質やロール加工上の欠かんが疲れ寿命に影響するようである。

(4) 板幅が一定であれば、孔径 d の大きさがある値より小さくなれば、応力集中係数が大きくなるにもかかわらず、疲れ寿命は平滑材の値に近づくなどである。

実験は 4.6 黄銅板についても行なったが、その結果では (1) を除いたほかは同様である。

これらのことから、小型試験片による実験結果、または弾性計算による結果から実物の疲れ寿命を推定することはむずかしい。けれども、きわめて小さな円孔切欠きによる集中応力では、疲れ寿

命は平滑材よりも實際上あまり小さくならないことがわかった。また、応力集中がある場合の疲れ寿命は切欠部の境界条件を考えればある程度予想されるかもしれない。この境界条件は切欠きの状態や材質によって決まるものであろうと思われるが、これについては目下実験を続けながら検討を行なっている。

終わりにのぞみ、この実験については佐藤前ロケット部長（現 東京工業大学教授）の御指導を受けたことに謝意を表わします。

文 献

- 1) 池田為治, 坂元思無邪: アルミ合金の前歴が疲れ寿命におよぼす実験的研究, 航技研資料 TM-8 (昭和38)
- 2) 鷗戸口英善: 機械学会論文集, 15巻50号 (昭和24)
- 3) 日本機械学会編, 機械工学便覧, 材料力学編 3 章 (昭和26年版)

<p>NAL TM-64 航空宇宙技術研究所 応力集中による材料の疲れ強さに関する一実験 (I)</p> <p>1965年10月 12ページ</p> <p>この実験は24Sアルミニウム合金の薄板を用いて、中央円孔の切欠きによる集中応力が疲れ寿命に及ぼす影響について調べたものである。 疲れ試験は公称応力が一定になる荷重による部分片振りの引張りであって、同一応力集中係数で寸法の違う場合、または板幅一定で孔径の違う場合などについて実験を行なった。 実験の結果では、切欠き円孔の径が特に小さくなると、弾性計算による応力集中係数が大きくなるにもかかわらず、疲れ寿命は平滑材の値に近づき、また、切欠き部以外のところで破断するものもあり、集中応力の影響が少なくなるようである。</p>	<p>I. 池田 為治 坂元 思無邪 光山 敏雄</p> <p>II. NAL TM-64</p> <p>III. 620.178.3</p>
<p>NAL TM-64 航空宇宙技術研究所 応力集中による材料の疲れ強さに関する一実験 (I)</p> <p>1965年10月 12ページ</p> <p>この実験は24Sアルミニウム合金の薄板を用いて、中央円孔の切欠きによる集中応力が疲れ寿命に及ぼす影響について調べたものである。 疲れ試験は公称応力が一定になる荷重による部分片振りの引張りであって、同一応力集中係数で寸法の違う場合、または板幅一定で孔径の違う場合などについて実験を行なった。 実験の結果では、切欠き円孔の径が特に小さくなると、弾性計算による応力集中係数が大きくなるにもかかわらず、疲れ寿命は平滑材の値に近づき、また、切欠き部以外のところで破断するものもあり、集中応力の影響が少なくなるようである。</p>	<p>I. 池田 為治 坂元 思無邪 光山 敏雄</p> <p>II. NAL TM-64</p> <p>III. 620.178.3</p>
<p>NAL TM-64 航空宇宙技術研究所 応力集中による材料の疲れ強さに関する一実験 (I)</p> <p>1965年10月 12ページ</p> <p>この実験は24Sアルミニウム合金の薄板を用いて、中央円孔の切欠きによる集中応力が疲れ寿命に及ぼす影響について調べたものである。 疲れ試験は公称応力が一定になる荷重による部分片振りの引張りであって、同一応力集中係数で寸法の違う場合、または板幅一定で孔径の違う場合などについて実験を行なった。 実験の結果では、切欠き円孔の径が特に小さくなると、弾性計算による応力集中係数が大きくなるにもかかわらず、疲れ寿命は平滑材の値に近づき、また、切欠き部以外のところで破断するものもあり、集中応力の影響が少なくなるようである。</p>	<p>I. 池田 為治 坂元 思無邪 光山 敏雄</p> <p>II. NAL TM-64</p> <p>III. 620.178.3</p>
<p>NAL TM-64 航空宇宙技術研究所 応力集中による材料の疲れ強さに関する一実験 (I)</p> <p>1965年10月 12ページ</p> <p>この実験は24Sアルミニウム合金の薄板を用いて、中央円孔の切欠きによる集中応力が疲れ寿命に及ぼす影響について調べたものである。 疲れ試験は公称応力が一定になる荷重による部分片振りの引張りであって、同一応力集中係数で寸法の違う場合、または板幅一定で孔径の違う場合などについて実験を行なった。 実験の結果では、切欠き円孔の径が特に小さくなると、弾性計算による応力集中係数が大きくなるにもかかわらず、疲れ寿命は平滑材の値に近づき、また、切欠き部以外のところで破断するものもあり、集中応力の影響が少なくなるようである。</p>	<p>I. 池田 為治 坂元 思無邪 光山 敏雄</p> <p>II. NAL TM-64</p> <p>III. 620.178.3</p>

TM-49	Queen-Air 機の失速特性について	1965年 2 月	幸尾 治朗, 岡 遠一
TM-50	LS-A 型ロケットの曲げ剛性および振動試験について	1965年 5 月	照井 祐一, 鎌田 幸男
TM-51	超音速風洞空力データ表示記録装置	1965年 5 月	中井 暎夫, 高島 一明
TM-53	ベクトルのノルムと行列のノルム —数値解法の収束条件その他への応用—	1965年 5 月	谷 喬利, 近 藤 洋史
TM-54	熱衝撃試験用風洞整備試験	1965年 5 月	板垣 芳雄
TM-55	ロケット模型風洞試験における超音速相似則の応用	1965年 5 月	武藤洋治郎, 池田 為治
TM-56	2024-T4アルミニウム合金平滑丸棒の 常温回転曲げ疲労試験	1965年 5 月	坂元思無邪, 光山 敏雄
TM-57	極超音速における軸対称物体の前面抵抗	1965年 7 月	河崎 俊夫, 谷 喬
TM-58	試験用飛しょう体の超音速風洞実験	1965年 7 月	石田 誠, 河野 哲雄
TM-59	ジェットリフトエンジン空気取入口の 実験(I)	1965年 8 月	曾 我 国 男
TM-60	吹出式超音速風洞における実験データの 処理方式について (II)	1965年 9 月	齋藤 秀夫, 木村 友昭
TM-61	クインエア機の風洞試験	1965年 9 月	近 藤 博, 増田 惣平
TM-62	高温歪ゲージの温度特性試験	1965年 9 月	原 亘利, 高島 一明
TM-63	2024-T3アルミニウム合金の有孔補強 平板の軸荷重による疲労特性	1965年 9 月	関根 英夫, 中 正 夫
		1965年 10 月	戸川 保子, 矢沢 健司
		1965年 10 月	広末 健一, 田村 征一
			塚野 雄吉, 能 村 実
			佐野 四郎, 能 村 実
			別府 信宏
			江川 幸一
			飯田 宗四郎

注：欠番は配布先を限定したもの

航空宇宙技術研究所資料 64 号

昭和 40 年 10 月 発行

発行所 航空宇宙技術研究所

東京都調布市深大寺町1880

電話武蔵野三鷹 (0422) (44) 9171(代表)

印刷所 奥村印刷株式会社
東京都千代田区西神田 1-10