

引拔及び熔接流線型管の比較振動試験

研究生 野村 親 雄

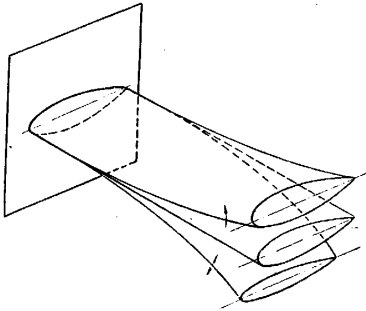
1. 緒 言

鋼板をまげて、後縁を熔接して作った流線型管と、引抜き流線型管とでは、⁽¹⁾ 壓縮強度試験に於ては、何等異なる所は無い様である。

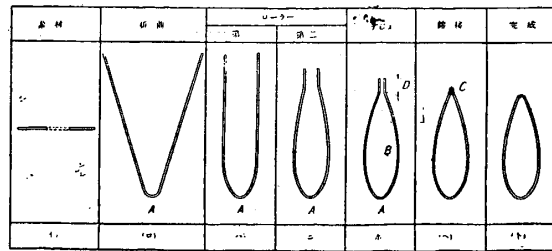
次に第1圖の如き振動を加へたならば、

- (1) 引抜き管と熔接管とでは、何れが永く持ち耐えるであらうか。
- (2) 兩者に於て破壊の状況は如何に違ふであらうか、そして熔接管は、如何なる部分から破壊するであらうか。

といふ二點について、試験をしたので、その結果を報告する次第である。



第 1 圖



第 2 圖 熔接流線型管製作順序

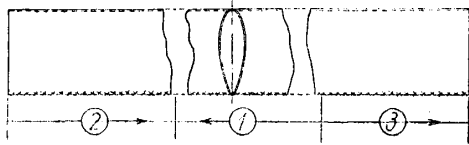
2. 熔接流線型管の製作法⁽¹⁾

熔接流線型管の製作法は、五工程にわけらるが、之を略示すれば第2圖の如くである。更に、この作業を略述すれば、

- (イ) 折曲作業
- (ロ) ローラー作業
- (ハ) プレス作業
- (ニ) 熔接作業
- (ホ) 完成作業

而してローラー作業第2及びプレス作業に於ては、共に心金を用ひる。熔接作業に於ては、まづ、第2圖(ホ)のD部を所要の寸度までに仕上げる。熔接には酸素、アセチレン瓦斯焰を用ひる。熔接作業で最も注意すべき事項は、熔接に依る管の捩れを防ぐ事である。捩れを防ぐためには、プレス作業を終つたものを熔接臺に充分固定し、初めに點熔接を行つて後、第3圖に示す如く、1, 2, 3の順序に、矢印の方向に熔接する事を要する。斯様にして試作した流線型管の長さは約1,540及850耗であつた。熔接作業が終了後、管断面に曲りがあれば、

(1) 中川守之 立川飛行機株式会社研報第31號。



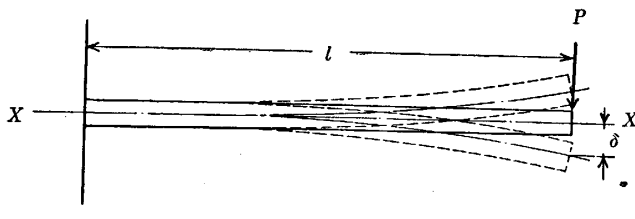
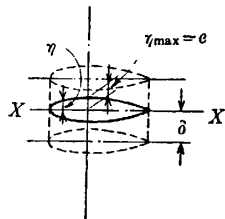
第3圖 溶接の順序

之を直し、溶着鐵の盛りを鑪で仕上げると、外觀に於て引拔管と何等變りなく仕上げられる。尙試作した溶接流線型管寸度は、第4圖の如きものである。

3. 振動試験

3-1. 試験方法

今流線型管を、第5圖の如く、スパン: l で、一端を固定、他端を自由にして、自由端を同圖の如く、 $X-X$ 軸に直角な方向に



第5圖

振動させる。そして、振動の一瞬を捉へて、この状態が自由端に、 P なる静荷重を受けて撓んだ状態と同様な状態にあると假定した。すると、自由端の撓は、

$$\delta = \frac{Pl^3}{3EI} \dots \dots \dots (1)$$

茲に

- δ = 自由端の撓 m.m.
- P = 自由端の荷重 kg
- l = スパン m.m.
- E = ヤング係數 kg/mm²
- I = $X-X$ 軸のまはりの慣性モーメント mm⁴

固定端に於て荷重 P に依て断面内に生じる應力を σ とすれば、

$$\sigma = \frac{M}{I} \eta = \frac{Pl}{I} \eta$$

$$\therefore P = \frac{\sigma I}{le} \quad (\eta = e \text{ に於て}) \dots \dots \dots (2)$$

茲に

- M = 曲げモーメント kg-m.m.
- η = $X-X$ 軸より縁に至る距離 m.m.
- $\eta_{(\max)} = e$ m.m.

今、この材料の疲限度を σ_f とし、(2)式の σ に入れると、

$$P = \frac{\sigma_f I}{le}$$

$$\therefore \delta = (l^3/3EI)(\sigma_f I/le) = (\sigma_f/3Ee)l^2 \dots \dots \dots (3)$$

斯様にして材料の疲限度を用ひて、撓: δ を求め、 δ を振幅として、前述の如き振動を與

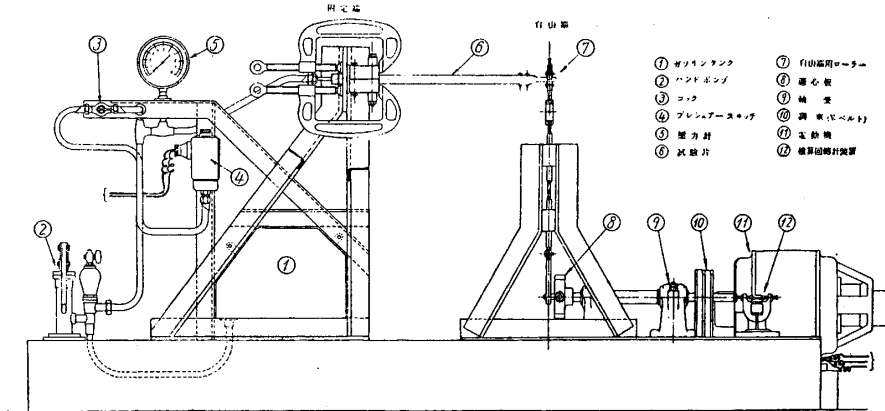
へる事にした。

振動数は 2,000 回轉/分 を用ひた。この程度の振動数は、試験片の固有振動数よりも低い。而して、若し、試料の質量を無視して理想的に試験が出来たとすれば、例へば、疲限度 (10^7) を用ひれば、破壊に至る繰返し数は、 10^7 であり、又破壊の最初に生ずる點は、第 5 圖の η_{max} 、即ち $\eta=e$ に於て上下面何れかの場所であると考へられる。

3-2. 試験装置

試験装置の概要を第 6 圖に示す。

振動中固定端又は、試料の何れかの點に於ける破壊を、その發生と殆んど同時に知るため



第 6 圖 試験装置

に、試験片⑥の中には、「ガソリン」槽①から「ガソリン」を手押し「ポンプ」②に依て壓入する。途中「コック」③、Pressure Switch ④、壓力計⑤がある。手押し「ポンプ」②で「ガソリン」を 4~5.5 kg/cm² に壓入して③を閉ぢる。振動試験中若し試験片に、その肉厚を通して破壊を生じると、其處から「ガソリン」が洩出して管内の壓力が低下し、④が作用して電動機⑪の回路を斷ち、之を停止させる。

自由端は、第 7 圖の如く、2 個の「ローラー」で挟まれ、⑦の下端は、電動機から V「ベルト」に依り毎分 2,000 回轉する軸に取付いた偏心板⑧に連結する。⑦と⑧に依り、必要な振幅が與へられる。

3-3. 試験片

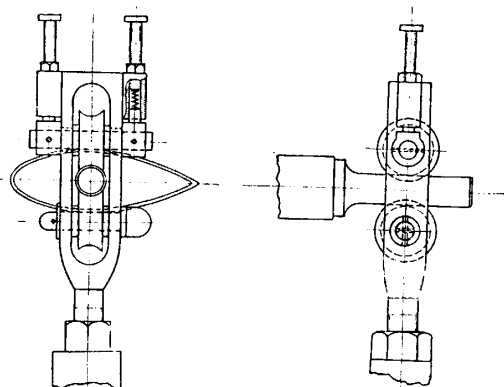
まづ試料は第 1 表の通りである。

第 1 表⁽¹⁾

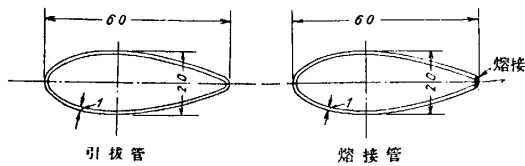
材 質		成 分					
		C %	P %	S %	Mn %	M ₀ %	Cr %
溶にた 接用材 管ひ料	A	約 0.25	> 0.06	> 0.06	—	—	—
	B	0.25~0.35	> 0.03	> 0.03	> 0.6	0.15~0.30	0.8~1.2
引 拔 管		約 0.3	*	*	—	—	—

(1) 此の表は分析した結果でなく、之等材料の規格である。

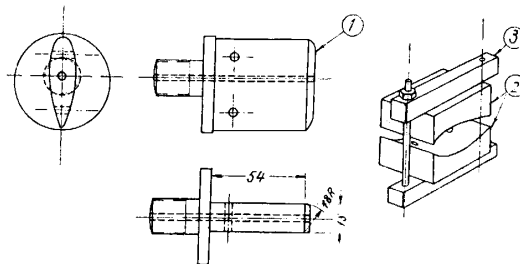
* 印は、規定なし。



第7圖 自由端



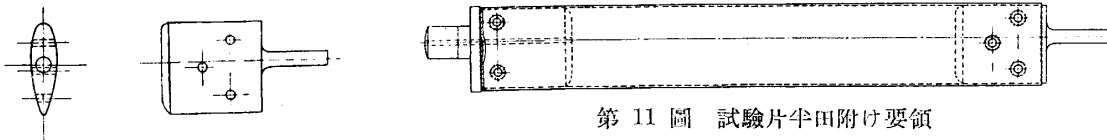
第8圖 振動試験用管断面



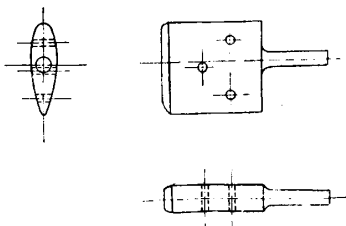
第9圖 固定端金具

本試験に用ひた寸度は 60×20 m.m. で第8圖に示す。(試験片に用ひる時、長さは約400 m.m.).

試験片は、両端に金具を挿入する。そして試験片全体の長さ方向の中心線は、流線型管の両端に於ける夫等断面の慣性モーメント主軸の交点を通る直線とする。

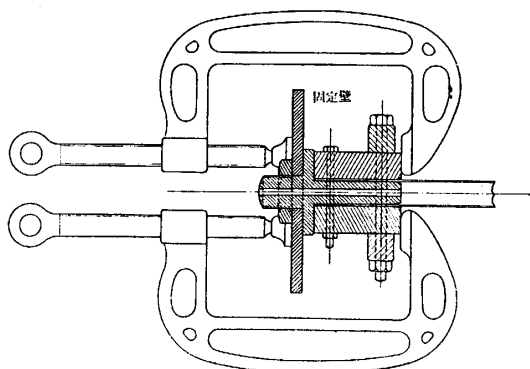


第11圖 試験片半田付け要領

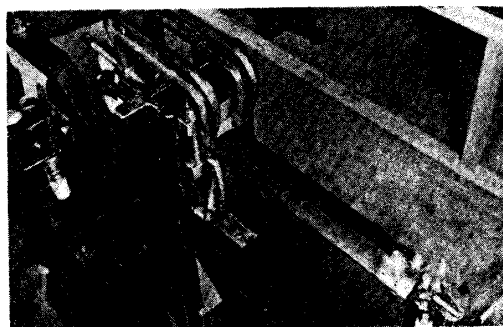


第10圖 自由端金具

試験片の固定端金具を第9圖、自由端金具を第10圖に示した。之等の金具と管の結合は、まづ両端とも「ハンダ」付けをして(第11圖の如く)、自由端は3本の「ボルト」及び「ナット」で締めつけ、固定端は第9圖の押へ金②を、2本の「ボルト」で締め、更に、③を上下にあて、2本の「ボルト」で締めつけ、その上、②を大型「シャコマン」で固定壁に締め付ける。第12圖及寫真1参照。



第12圖 固定端取付圖

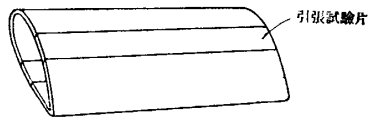


寫真1
試験片を取付けた状況

3-4. 試験経過

振幅は、(3)式を用ひるのであるが、まづ溶接管材の機械的性質を見るために、第13圖の如

第 2 表



第 13 圖 引張試験片採取

くに平らな近くからの引張り試験片を採り、同時に引抜管からも採つて引張り試験を行つた。その結果は第 2 表の通りであつた。

材 質		引張強さ kg/mm ²	伸 率 % (50mm G.L)	備 考	
熔 接 管	A	47.2	—	1 枚	
	B {	①	76.3	17.3	3 枚平均
		②	78.0	16.7	2
引 抜 管		55.5	30.0	2 枚平均	

但し、B の①は、板材熱処理後熔接、②は、熔接後熱処理⁽¹⁾。

而して、A を基にして、之に近い成分の資料について引張り強さと、⁽¹⁾ 疲れ限度との比をこつてみると、

$$\frac{\text{疲 限 度}}{\text{引 張 強 さ}} = 0.43$$

となつたので、この比を 0.5 にこつて A の疲れ限度を假定した。即ち、

$$\text{疲 限 度} = 0.5 \times 47.2 = 23.6 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

故に、(3)式に於て、

$$\left[\begin{array}{ll} \sigma_f = 23.6 \text{ kg/mm}^2, & E = 22,000 \text{ kg/mm}^2 \\ l = 370 \text{ mm}, & e = 10 \text{ mm}. \end{array} \right.$$

であるから、

$$\delta = \frac{\sigma_f}{3E_e} l^2 = \frac{23.6}{3 \times 22000 \times 10} \times 370^2 = 4.895 \text{ m.m.}$$

依て、振幅を 4.9 m.m. にとる事にした。

試験に當つて固定端は、完全に固定する事は出来ず、極く少量ではあるが振動して居た様である。

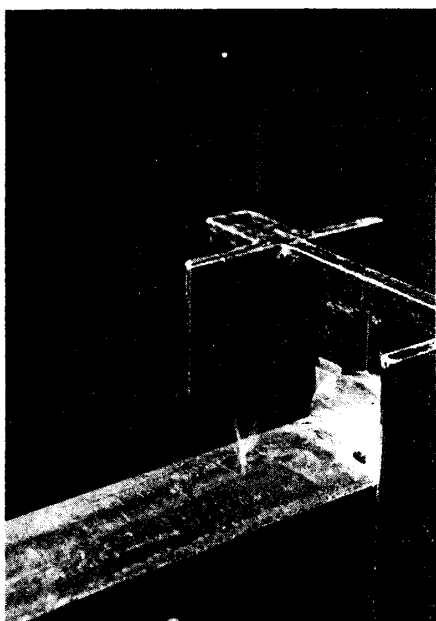
試験片 No. 3 (熔接した流線型管) 及び No. 6 (引抜管) が破壊した後に、押へ金具を取除き、再び「ガソリン」を壓入し、その龜裂から「ガソリン」の噴出する様子を寫真 2, 3 に示す。

而して、

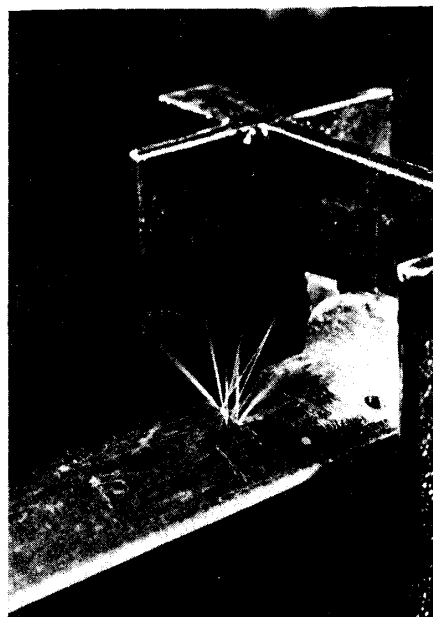
- A 材に依る熔接流線型管……試験片 No. 4, 7~12
- B 材 " " …… { " No. 19, 20……板材熱処理後熔接
- " " " " …… { " No. 21, 22……熔接後熱処理
- 引 抜 管 …… " No. 5, 6

であつて、試験経過は、第 3~5 表の如きであつた。

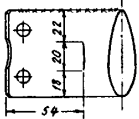
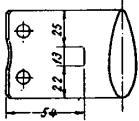
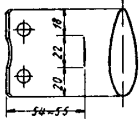
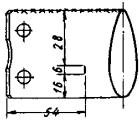
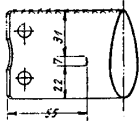
(1) An Investigation of the Fatigue of Metals, H. F. Moor and Kommers.
The Fatigue of Metals, Moore and Kommers.
The Fatigue of Metals, Gough.



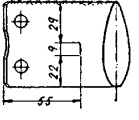
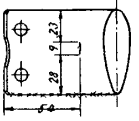
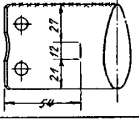
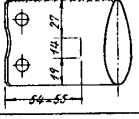
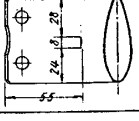
寫 眞 2



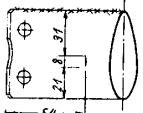
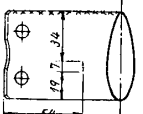
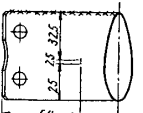
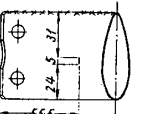
寫 眞 3

試験片	全繰返数	破壊状況	備考
N ^o 4	32,800		上面のみに crack を生ず 他に異状なし
N ^o 5	74,800		同上
N ^o 6	70,400		同上
N ^o 7	55,300		上面に漸く認めうる crack を生じ他に異状なし
N ^o 8	60,200		上面に漸く肉眼にて認めうる crack を生ず他に異状なし

第 3 表

N ^o 9	42,100	 	上下両共に crack を生ず
N ^o 10	87,700		上面
N ^o 11	46,900		上面
N ^o 12	60,100		上面

第 4 表

N ^o 19	729,900		上面のみに crackを生ず
N ^o 20	433,000		下面のみに crackを生ず
N ^o 21	2,990,500		Crackは極く小さく 肉眼にては殆んど 認められず(下面)
N ^o 22	711,800		上面に殆んど肉眼 にては認め得ざる crackを生ず

第 5 表

3-5. 試験結果

試験の結果をまとめると第16圖となる。同圖(a)は(b)に於ける引抜管及びA材熔接管の詳細である。

而して、上述の試験に依て、次の如き結果が得られた。

(1) 各管を繰返し、振動数の順に示すと次の如くなる。

- 最低 ① A材熔接管
 ↓
 ② 引 抜 管
 ↓
 ③ B材熔接管 (熱処理後熔接)
 ↓
 最高 ④ 同 上 (熔接後熱処理)

そして、①と②とは、大差はないが、①は②より若干弱く、之等を③、④に比べるとその差は著しい。之等の中の強さの差は、結局使用した材料の材質に依て現はれたものと考へられる。即ち、疲限度/引張強さが、①乃至④に於て一様であるとすれば、第2表を参照すると疲限度は、①が最低で次に②、③、④の順となり、従つて、同種の振動に依れば①が最も弱く、④が最も強い結果になつたものと考へられるのである。

(2) 何れの場合も、破壊箇所は、第5圖に於ける τ_{\max} の邊に生じた。即ち、熔接した流線型管でも τ_{\max} の邊が破壊する前に熔接部附近が破壊する事は無かつた。

4. 結 論

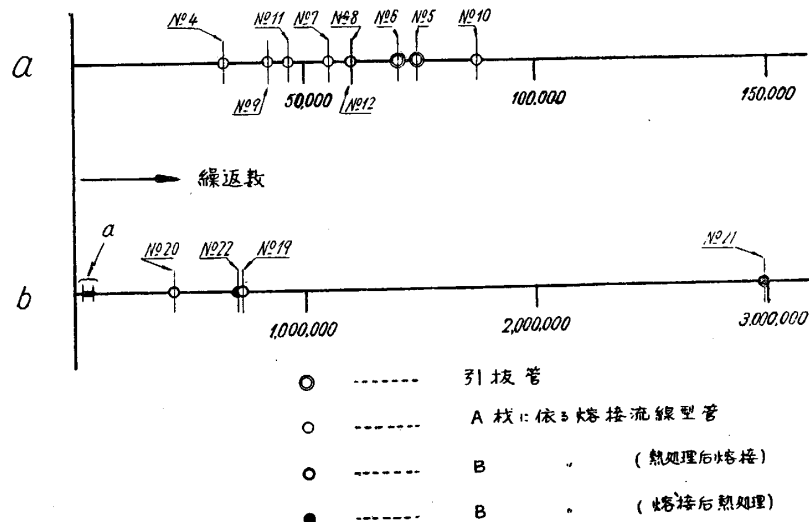
引抜き及び熔接流線型管について、上述の結果、次の結論が得られた。即ち、實驗に於て與へた様な振動に對しては、

- (1) 引抜管を標準にとるならば、強さを嚴密に必要としない所には、A材熔接管を用ひても良かるべく、又引抜管と同等の強度を必要とする所には、B材熔接管を用ひれば、

強さの點では充分であらう。

(2) 熔接管に於ては破壊は引抜管と同様で、熔接部又は、その附近の方が先きに破壊を生じる事はまづないと考へられる。

本振動試験に當つて、御懇篤なる御指導を賜つた井口博士竝に實驗に助力された材料部諸氏に深く感謝の意を表します。



第 16 圖 試 験 結 果

以 上

正 誤 表

航研彙報 第百六十三號

燃料滑油用導管接手比較振動試験に就て
引拔及び熔接流線型管の比較振動試験 ……野村親雄論文

頁	行	誤	正
144	1	<u>試験</u> 試験片の……	<u>疲労</u> 試験片の……
151	欄外	引拔及び <u>熔</u> 接……	引拔及び <u>熔</u> 接……
152	第一表内	>	<
153	欄外	引拔及び <u>熔</u> 接……	引拔及び <u>熔</u> 接……
155	〃	〃	〃
157	〃	〃	〃