

# 目錄

摘要 .....	3
第一章 前言 .....	4
1.1 何謂抽管 .....	5
1.2 抽拉加工的分類與特色 .....	7
第二章 抽管種類與模具選用方法 .....	9
2.1 直抽管 .....	9
2.2 單抽管 .....	9
2.3 雙抽管 .....	10
2.4 外擴管 .....	11
2.5 束管 .....	12
第三章 模具的選擇 .....	13
第四章 材料的選擇 .....	15
4.1 材料規格之選擇 .....	15
4.2 材料長度計算公式 .....	16
第五章 抽製動畫過程 .....	18
第六章 皮膜處理過程 .....	19
6.1 鐵材 .....	19
6.2 鋁材 .....	20

第七章 廢水處理 .....	21
7.1 操作規程 .....	21
7.2 檢測方式 .....	22
第八章 參考表格 .....	23
8.1 參考文獻 .....	23
8.2 金屬比重表 .....	23
8.3 金屬材料重量表 .....	24
8.4 參考圖表 .....	26
8.5 表面粗度對照表 .....	29
8.6 製成流程圖 .....	30
附錄 .....	33
附件一 .....	33
附件二 .....	33
附件三 .....	34
附件四 .....	34
附件五 .....	35
附件六 .....	35
結論 .....	36

# 摘要

抽拉與輓軋無疑在金屬上是主要的塑性加工技術。所謂抽拉主要在冷間進行，不只針對棒、線等實心材料，也可用於製造管等中空材料。

本專題『**抽管工程技術及動作**』研究係探討一般性抽製原理與加工程序、及抽拉時所導致材料的變形等。其內容為眼模抽製所致材料的變形、實際作業程序、抽拉所致材料組織或性質的變化等。最後透過 Solid Works 軟體編制整個抽拉製程動畫。

## 第一章 前言

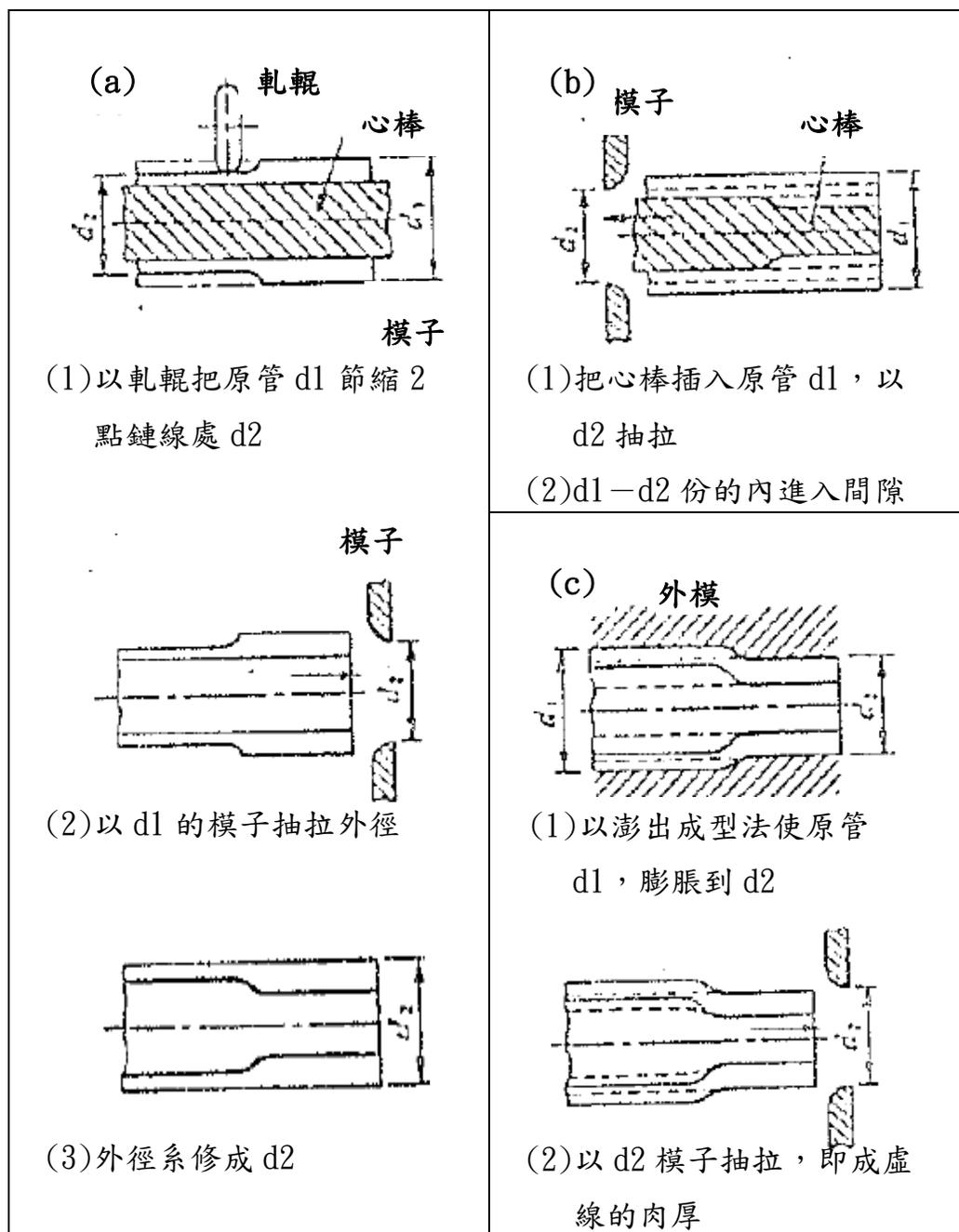
抽拉加工是史前鑄造技術，搥打技術萌芽時，就已經從金銀等軟金屬做成線的加工法。當時的眼模是石或硬木。從 17 世紀到 19 世紀建立工業體制，到 20 世紀又開發鑽石眼模、超硬眼模等，抽拉機械進步發展，促使抽拉加工顯著進步。目前，抽拉與軋軋無疑是金屬的主要塑性加工技術。抽拉主要在冷間進行，不只針對棒、線等實心材，也可用於製造管等中空材。

現在的抽拉(抽線、棒、管的抽拉)業界重要的課題之一是降低成本，例如如何增高機械的效率，增高眼模壽命，省力化。而且，滿足客戶對製品品質、外觀、尺寸精度、價格等的苛求乃是生產業者迎接新世紀的唯一生存之道。為此，需改進素材的製造技術，進行金屬組織學研究，詳細了解廣義的熱處理、塑性變形。

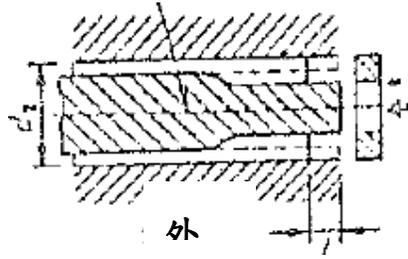
一般性抽製原理與加工程序、及抽拉時所導致材料的變形等。其內容為眼模抽製所致材料的變形、實際作業程序、抽拉所致材料組織或性質的變化等。

## 1.1 何謂抽管：

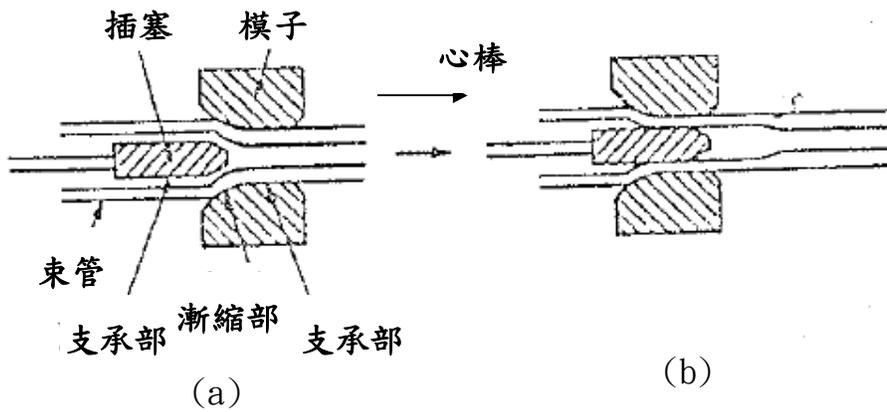
把心軸(棒)插入材料管之內徑，以外模抑制外徑，心軸控制內徑之作業，壓縮管端，藉由推力、拉力或軋軋等式，達成外徑變化、控制管件厚度之作業稱為精密抽管，簡稱抽管。下圖為管件複合式加工圖例：



(d) 心棒



- (1) 把心棒插入原管  $d_2$ ，以外模抑制外徑，壓縮管端
- (2) 鍛粗壓縮的 1 份，成為肉厚



在管的抽拉加工中，使心棒抽拉(薄肉部)及空抽拉(厚肉部)工程配合抽拉速度，反覆內徑成形用插塞的進出，即能在外徑一定的管中連續成形厚肉部及薄肉部。

## 1.2 抽拉加工的分類與特色

(一) 線或棒的抽製：抽製材的斷面為實心，形狀為圓形或異形。

(二) 管的抽製：斷面常為圓形，也有異形的中空斷面。管的抽製可如下分類：

空抽：縮小外徑為目的，不用心棒，肉厚因抽製條件而異，有數%的增減。

心棒抽製：同時減少外徑與肉厚。使用眼模和從外部支持的心棒（固定塞）。長管使用浮動心棒。也有先把比管長長的棒狀心棒插入管中，一起抽拉的心棒抽拉。

心棒也負擔抽拉力，適合脆弱材料，抽拉後須除去心棒。

(三) turks head 或滾子模：通常在眼模抽製法得不到中心點，此法則有。所以，理論及實際的抽拉力都少於眼模式抽拉力，加工時，因施加充分的壓縮變形，材料不易發生缺陷。

(四) 其他抽製法：

(1) 逆張力抽拉法：1940年起受重視，作用於線等的張力增加而減少模面壓，所以眼模壽命增長，抽拉材的變形均勻化，材料的集合組織也增加，有的材料可

改善物理或機械性性質，缺點是機械的構造或作業複雜。

(2) Christopherson 法：線經由眼模入口的長管到達眼模入口，線與管內徑間稍有間隙，線上的液體潤滑劑運到眼模入口的期間成為高壓，進行強制潤滑作用，未廣用。

(3) 無模抽製：不用眼模，將材料的一部分加熱而拉張，縮小線徑，金屬方面尚在研究階段。製造通信用光纖時，從加熱 200°C 的光纖母材拉張 125 $\mu\text{m}$  線徑的光纖而製造的方式即此系統。

(4) 旋轉眼模：有利於保持圓線的斷面形狀。

(5) 利用超音波：使超音波作用於眼模，減少磨擦。用液中式眼模時，作用於液而清掃眼模。

(6) 溫間抽線：最近獲高評價，尚有潤滑問題。

## 第二章 抽管種類與模具選用方法

抽管一般可分為真抽管、單抽管、雙抽管及外擴管等多種，模具的使用亦有所不同，以下簡單的分類可供參考：

### 2.1 直抽管(Plangage Butted, PG 管)：

所謂的直抽管是指成品只有一個外徑及厚度者，在抽製過程只需一個步驟即可完成者，是所有抽管作業最單純的；直抽管普遍用於長尺寸或小外徑。

如〈附件一〉  $\varnothing 29.8 \times 2.0$

注意事項：空抽時(即不放置內徑模具時)，需注意厚度及外境的變化，厚度有可能變薄或變厚，外徑則趨於縮小化。

### 2.2 單抽管(Single Butted, SB 管)：

所謂的單抽管是指成品抽製過程只需一個步驟即可完成者，但厚度為二個以上之管件；單抽管支外徑原則上都相同，但厚度漸增；〈附件二〉為參考圖樣。 $\varnothing 22.2 \times 0,8/0.6$

特例： $\varnothing 22.2 \times 0,8/0.6/0.8$ ，為後叉用管，會把後端薄的地方稍為加大一點，以利錐拔加工，避免因厚度太薄而疲管件因加工時硬化破裂。

模具選擇：成品之外徑即為模具規格，例 $\varnothing 31.8 \times 1.3/0.9$ 直接用 $\varnothing 31.8$ 的外模即可。

### 2.3 雙抽管(Double Butted, DB 管)：

所謂的雙抽管是指成品的抽製，需經“厚度形成”與“外徑成型”兩道過程方可完成者謂之；也就是先處理管件厚度，再完成管件外徑。

因為心軸中間外徑較大，在退料時，於半成品後段部份會產生擴管現象，以致管件半成品有二種外徑，為解決此問題，再抽管過程以二次步驟來完成。如<附件三>所示。

雙抽管之抽管模具則為：成品外徑

例： $\varnothing 31.8 \times 0.9/0.6/0.9$

抽管模用  $\varnothing 32.0$

成型模用  $\varnothing 31.8$

例如： $\varnothing 31.8 \times 1.0/0.7/1.0$ 。可將抽管外模改成  $\varnothing 32.2$

再經由成型模具過模即可完成。雙抽管在成型時，需注意管件真直度的問題。

★單抽管厚端在前，薄端在後，裁切時需於厚端位噴漆做記號，以避免混淆，以防恣意裁切而將厚端部分切除。

★雙抽管於裁切時，亦需於固定端(一般為縮口端)噴漆做記號；因心軸於製作時以固定長度，若有其他尺寸要求，噴漆端則不限定於縮口端。

★厚薄管的用意為強度相同，重量減輕，故不同長度的產品，心軸也會有所不同(L3 部分)，做 401 L~450L、501L~550L、551L~600 L...的產品約需六支心軸(間距 50mm)，方可應付各種不同長度的需求。

## 2.4 外擴管(Buldge Butted : BB 管)

管件於軸製過程中，因心軸之設計前後不一(前大後小)，於退料時造成管徑被擴大之現象，而產出之管件稱為外擴管；外擴管一般分為二個外徑、二個厚度；二個外徑，三個厚度兩種基本型。

如<附件四、附件五>

例如：A：  $\varnothing 29.6/28.6 \times 1.5/0.9$

B：  $\varnothing 29.6/28.6 \times 1.2/0.6/0.9$

外擴管在抽管時，建議抽管時，材料不要衝過抽管模，以避免於退料時產生退料力量過大而致心軸彎曲。另外需考量座管(Post)的使用。三段厚度式的外擴管，因 L3 及外擴長度不同，在選擇心軸時要特別小心，銅雙軸管之選擇模式。

## 2.5 束管(Contracted Butted)：

將管件外徑一部份縮小，而厚度仍維持不變(理論是，實際不是)之管件稱之。

例： $\varnothing 31.8 \times 1.4$  束 $\varnothing 28.6$  L1=50

束管生產機具選擇原則為：成品最小外徑在束管長度低於 100mm，且成品長度超過 200mm 以上時，束管作業可選擇以束管機來加工，如此尚可維持一定之同心範圍，及控制束管部分之彎曲不良。

若束管長度太長，或成品長度太短，則需使用抽管機來加工，操作方式同 PG 管生產方式；但為求管件同心度，需考慮材料及束管內靜作心軸之適當設計，若生產數量大則作固定式心軸；若量小則以管件套心軸的方式克服心軸大小差異的困擾。

束管之成品會將材料拉長，故生產前硬先設算材料之延伸長度，以避免成品長度太長而產生不必要之麻煩。另外束管時厚度會稍微增加，若需注意內徑之管件，應先予以控制。

如〈附件六〉

### 第三章 模具的選擇

#### 一、外模的選擇：

外模可分為抽管模及成型模，座主要的差別在於眼模的長度。

##### A. 管件外壁平滑的考量：

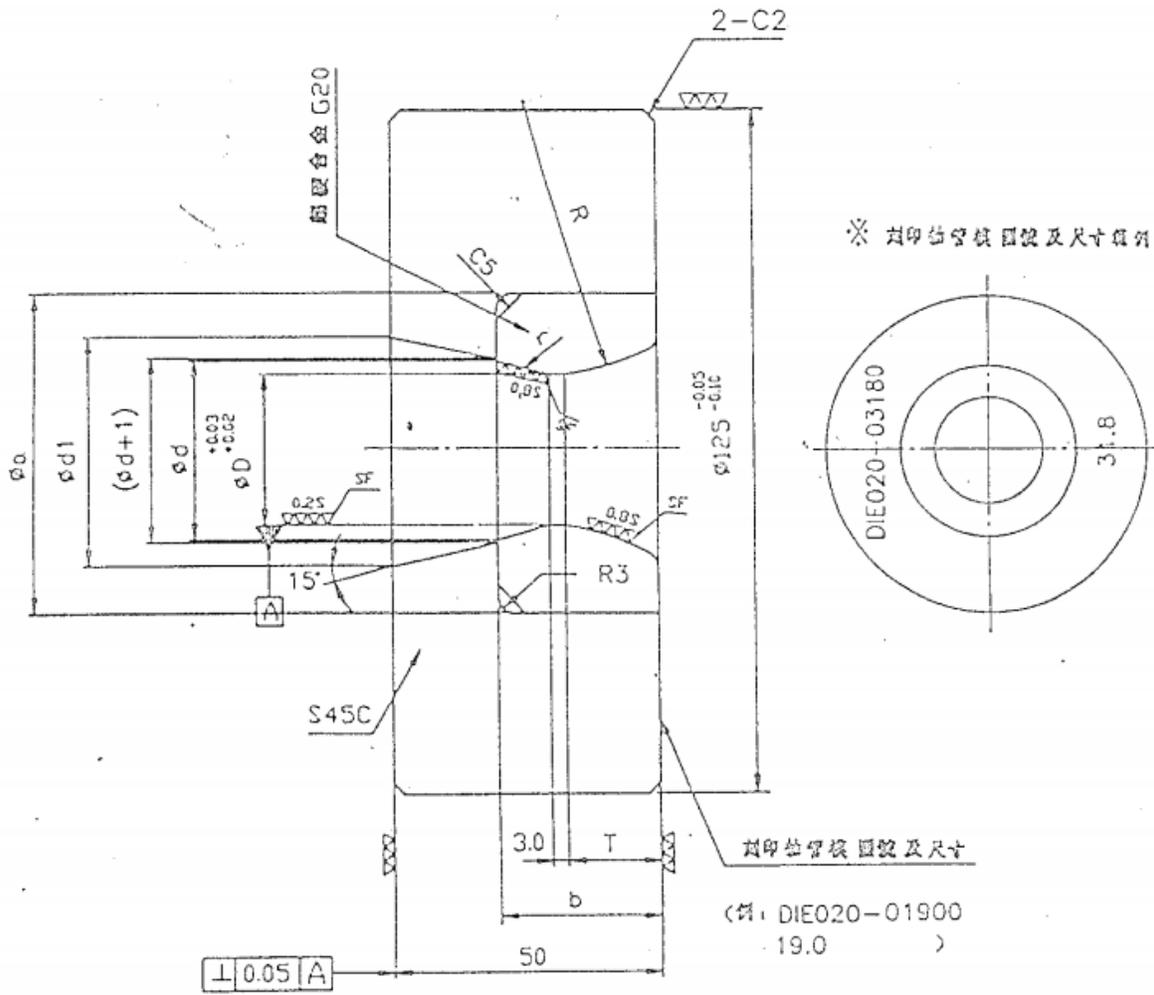
因模具本身其公差存在，同一規格之模具不可能完全一樣，為避免抽製的成品表面有明顯之凹痕，故抽管模以加大尺寸方式製作；日本增加 0.4mm、逢聯為 0.3mm、峰豪為 0.2mm。

##### B. 為達組織係密化：

經由成型過程中，金屬組織內部結構會有些微之變化，此變可強化管件之強度。

##### C. 降低抽管時之阻力：

若直接使用成型模抽管，因眼模較長，阻力較大，比較不適合作為決定厚度之第一次抽管製程，故以抽管模配合心軸，先將所要厚度製造出來，再使用成型模來修飾外徑。



## 第四章 材料的選擇

### 4.1 材料規格之選擇

#### (一) 選擇外徑：

以心軸最大外徑+(1~3mm)+(成品最大厚度×2)為選擇材料之基本原則。

例： $\varnothing 31.8 \times 1.3 / 0.9$

心軸最大外徑為 $(\varnothing 31.8 - 0.9 \times 2 = 30.0)$

$\varnothing 30.0 + (1 \sim 3) + (1.3 \times 2) = \varnothing 33.6 \sim 35.6$

故材料之外徑可以選 $\varnothing 33.6$ 至 $\varnothing 35.6$ 之間皆可使用。

\*若無適當材料可選用大一號外徑的材料，作為替代材料。但需先透過前製處理，例如：束管或多抽一次。

#### (二) 選擇厚度：

一般選擇厚度考量的重點以：不超過成品最小厚度加0.6mm為原則。

例： $\varnothing 31.8 \times 1.3 / 0.9$

$0.96 + 0.6 = 1.5\text{mm}$

故材料厚度可選1.3mm或1.4mm或1.5mm，以1.3mm為最佳；但厚度需足厚方可，否則抽出之管件會彎曲或長度不足而遭致損失。

\*若選用材料為熱軋管件(HR)，建議再裁切材料時，先行過磅以確保重量。

## 4.2 材料長度計算公式

以下為公式的代碼：

Wp：成品重量

WM：材料重量

LM：材料長度

O.D.M：材料外徑

tM：材料厚度

$$LM = [O.D.M - tM \times 0.2466 / Wp] + (20 \sim 40)$$

$$\text{例：成品 } \phi 32.1 \times 1 \times 0.02466 \times 510 = 391(\text{g})$$

選用材料之一： $\phi 34.0 \times 1.5\text{t}$

$$LM = [(34 - 1.5) \times 1.5 \times 0.2466 / 391] + 30 = 355(\text{mm})$$

選用材料之二： $\phi 35.0 \times 1.5\text{t}$

$$LM = [(35 - 1.5) \times 1.5 \times 0.2466 / 391]^{-1} + 25 = 340(\text{mm})$$

選用材料之三： $\phi 35.0 \times 1.3\text{t}$

$$LM = [(35 - 1.3) \times 1.3 \times 0.2466 / 391]^{-1} + 30 = 390(\text{mm})$$

選用材料之四： $\phi 35.0 \times 1.2\text{t}$

$$LM = [(35 - 1.2) \times 1.2 \times 0.2466 / 391]^{-1} + 30 = 420(\text{mm})$$

例：外徑、厚度及長度已知

$$\varnothing 31.8 \times 1.2 \quad 5500\text{mm}$$

$$W = (\text{O.D.M} - t) \times t \times 0.02466 \times L$$

$$\begin{aligned} W &= (31.8 - 1.2) \times 1.2 \times 0.02466 \times 5500 \\ &= 4980(\text{g}) \\ &= 1.98(\text{kg}) \end{aligned}$$

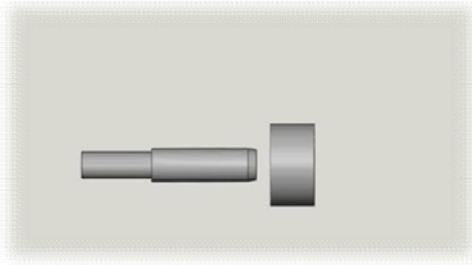
例：外徑、厚度及重量已知

$$\varnothing 31.8 \times 1.2 \quad 4980(\text{g})$$

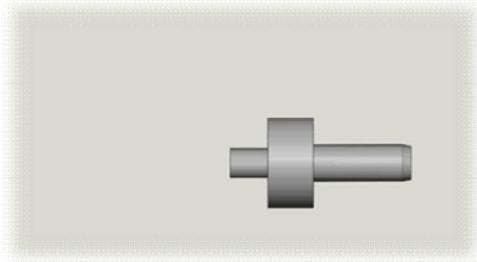
$$L = W / [ (\text{O.D.M} - t) \times t \times 0.02466 ]$$

$$\begin{aligned} L &= 4980 / [ (31.8 - 1.2) \times 1.2 \times 0.02466 ] \\ &= 5500(\text{mm}) \end{aligned}$$

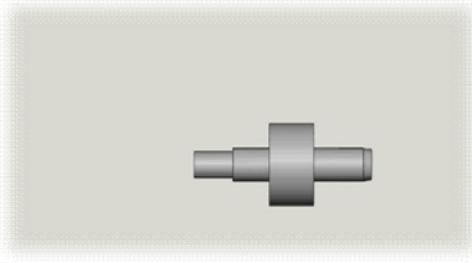
## 第五章 抽製動畫過程



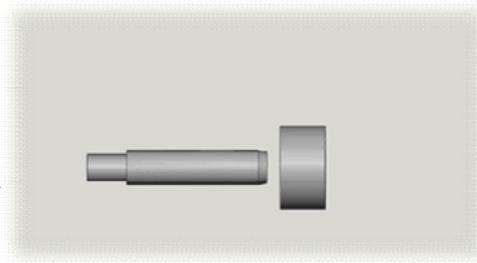
↓ 心軸插入材料管通過眼膜。



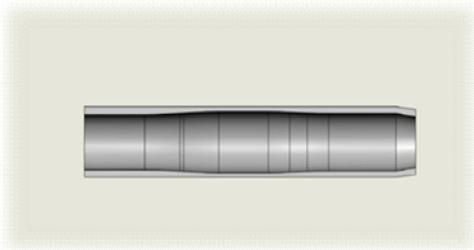
抽製過程材料管變長。 ↓



↓ 心軸與材料管通過眼模，在退料時而產生束管。

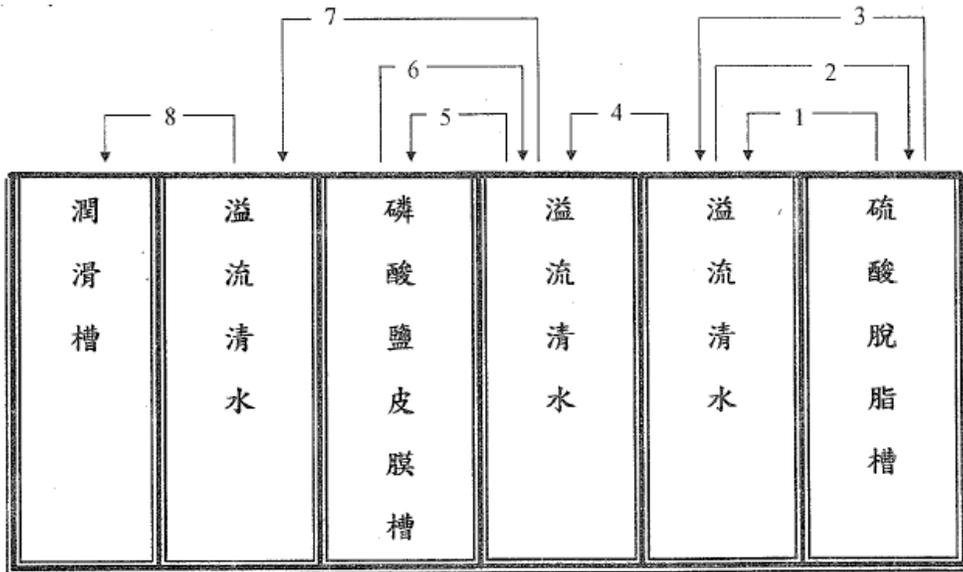


↓ 心軸中間外徑較大，在退料時，於半成品後段部份會產生擴管現象。



## 第六章 皮膜處理過程

### 6.1 鐵材皮膜處理過程：



溫度：70~80°C  
時間：5~10 分鐘  
次數：1 次

浸洗

溫度：70~80°C  
時間：5~10 分鐘  
次數：1 次

浸洗

浸洗

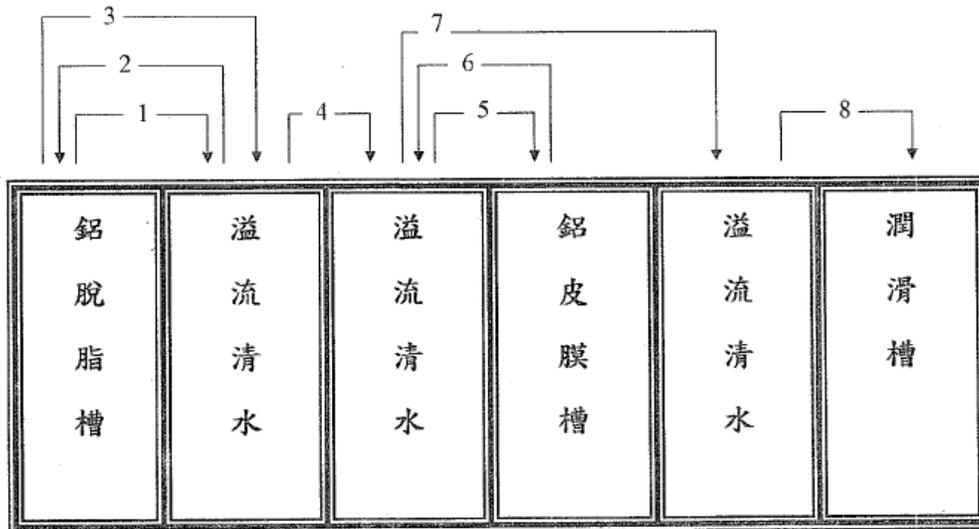
溫度：70~80°C  
時間：3~15 分鐘  
次數：2 次

備註：吊起滴乾

備註：半吊搖晃

備註：  
第一次擺動管件  
第二次殘餘清除

## 6.2 鋁材皮膜處理過程：



溫度：常溫  
時間：5~10 分鐘  
次數：2 次

浸洗

浸洗

溫度：80~90°C  
時間：30~60 秒  
次數：1 次

浸洗

溫度：70~80°C  
時間：5~10 分鐘  
次數：1 次

備註：  
第一次攪動管件  
第二次殘餘清除

備註：搖晃

備註：吊起滴乾

## 第七章 廢水處理

### 7.1 操作規程

石灰	聚合氯化鋁 (PAC)	聚丙烯胺 (PAM)	硫酸亞鐵
加水配製成 20%的容液	加水配製成 2%的容液	加水配製成 0.1%的容液	加水配製成 10%的容液

1. 將皮膜污水通過排水溝引入調節池。
2. 將廢水導入調節池後，俟水位超過上限，先開啟攪拌石灰和 PAC 溶液閥門，PAC 藥槽閥門在啟動提升泵進行回流攪拌。
3. 當 PH 值達到 12 左右時，關閉加藥閥門，再不斷回流的情況下，將水抽到反應池，進行泥水分離。
4. 將調節池廢水抽到反應池超高攪拌設備後，開啟攪拌裝置，再投加硫酸亞鐵，調節 PH 值至 8 左右，最後投加 PAM，直至呈現較大泡沫時停止加藥及攪拌裝置，定時檢測 PAM 溶液投加量是否過量，觀察廢水中泡沫是否較大，能否較快沉降；若效果不佳需重新調節，確定藥品投加量。
5. 經固液分離後的水，先將泥上清液排至中間水池，經過濾塔過濾，經清水池由排放堰溢流至排水溝，再排反應池污泥，排放到污泥池。

6. 過濾塔每週進行一次反沖，時間大約 6 分鐘左右，反沖水流回調節池。
7. 污泥池內污泥經濃泵抽入板框壓濾機，進行污泥脫水乾化，泥塊由操作工人清理，存放在固定乾燥陰涼處，到一定庫存量請環保所收購處理，滲液回流到調節池再處理。
8. 停機時，水泵閥門關閉應是先關出水，後關進水閥。

## 7.2 檢測方式

1. 硫酸 + 脫脂劑：溫度 70~80℃  
    玻美濃度 10~15 度  
    時間 3~5 分
2. 清水洗：HP - 6.5~7 - 溢流
3. 皮膜化成：溫度 70~80℃  
    玻美濃度 45~50 度  
    時間 5~10 分
4. 清水洗：HP - 6.5~7 - 溢流
5. 潤滑劑：HP - 9，時間 5~20 分  
    (目視濃稠，結塊狀態)

## 第八章 參考表格

### 8.1 參考文獻

- 1、抽管工程介紹—匠材有限公司
- 2、抽線抽管塑性加工—賴耿陽 編著

### 8.2 金屬比重表

名 稱	比 重	名 稱	比 重
白 金	21.561	鎳 板	8.285
黃 金	19.316	鑄	8.109
水銀(32°F)	13.596	軟 鋼	7.868
鉛 板	11.432	鋼 板 棒	7.850
鑄 鉛	11.368	鑄 鋼	7.848
純 銀	10.517	5%白銅鋼	7.819
熟 紫 銅	8.927	鋁 青 銅	7.787
磨涅耳合金	8.906	不 鏽 鋼 甲	7.785
紫 銅 板	8.895	不 鏽 鋼 乙	7.775
鑄 紫 銅	8.815	熟 鐵	7.707
青 銅 板	8.735	鑄 錫	7.418
黃 銅 版	8.687	白 色 合 金	7.322

鑄黃銅	8.622	鑄鐵	7.209
磷青銅	8.600	鋅板	7.209
黃銅線	8.558	鑄鋅	6.872
黃銅	8.510	鉛板	2.681
黃銅(板管)	8.471	鑄鉛	2.569

### 8.3 金屬材料重量表

種類	重量(磅)		體積	比重
	立方吋	立方呎		
鑄鐵	0.260	450	3.85	7.10
鍛鐵	0.278	480	3.60	7.80
鋼	0.284	490	3.53	7.85
銅	0.321	552	3.15	8.90
黃銅	0.308	518	3.37	8.10
鋅	0.258	445	3.85	7.20
鋁	0.096	116	10.35	2.56
鉛	0.096	710	2.44	11.35

## 換 算

1 立方吋 = 16.3870 立方公分

1 立方呎 = 0.02832 立方公尺

1 立方公尺 = 35.3148 立方呎

1 磅 = 16 兩 = 0.4536 公斤

1 公斤 = 2.2046 磅 = 35.274 兩

1 英吋 = 2.54 公分 = 25.4 公厘

1 英尺 = 12 英吋 = 0.3048 公尺

1 公尺 = 3.2808 英尺 = 39.370 英吋

1 公分 = 0.3937 英吋

## 8.4 參考圖表

機械構造用碳素鋼管

JIS G3445 Carbon Steel Tubes for Machine Structural Purposes

Class 種類	Symbol 代號	Chemical Composition% 化學成份					Tension Test / 抗張試驗			
		C 碳	Si 矽	Mn 錳	P 磷	S 硫	Tensile Strength N/mm <sup>2</sup> 抗張強度	Yield Point N/mm <sup>2</sup> 降伏點	Elongation of Test Piece 試驗片伸長率%	
11	A	STKM11A	0.12max.	0.35max.	0.60max.	0.040max.	0.040max.	290min.		35min.
12	A	STKM12A	0.20max.	0.35max.	0.60max.	0.040max.	0.040max.	340min.	175min.	35min.
	B	STKM12B						390min.	275min.	25min.
	C	STKM12C						470min.	355min.	20min.
13	A	STKM13A	0.25max.	0.35max.	0.30-0.90	0.040max.	0.040max.	370min.	215min.	30min.
	B	STKM13B						440min.	305min.	20min.
	C	STKM13C						510min.	380min.	15min.
14	A	STKM14A	0.30max.	0.35max.	0.30-1.00	0.040max.	0.040max.	410min.	245min.	25min.
	B	STKM14B						500min.	355min.	25min.
	C	STKM14C						580min.	410min.	15min.
15	A	STKM15A	0.25-0.35	0.35max.	0.30-1.00	0.040max.	0.040max.	470min.	275min.	22min.
	C	STKM15C						580min.	430min.	12min.
16	A	STKM16A	0.35-0.45	0.40max.	0.40-1.00	0.040max.	0.040max.	510min.	325min.	20min.
	C	STKM16C						620min.	460min.	12min.
17	A	STKM17A	0.45-0.55	0.40max.	0.40-1.00	0.040max.	0.040max.	550min.	345min.	20min.
	C	STKM17C						650min.	480min.	10min.
18	A	STKM18A	0.18max.	0.55max.	1.50max.	0.040max.	0.040max.	440min.	275min.	25min.
	B	STKM18B						490min.	315min.	23min.
	C	STKM18C						510min.	380min.	15min.
19	A	STKM19A	0.25max.	0.55max.	1.50max.	0.040max.	0.040max.	490min.	315min.	23min.
	C	STKM19C						550min.	410min.	15min.
20	A	STKM20A	0.25max.	0.55max.	1.60max.	0.040max.	0.040max.	540min.	300min.	23min.

一般構造用角形鋼管

JIS G3466 Carbon Steel Square Pipes for General Structural Purposes

Class 種類	Symbol 代號	C 碳	Si 矽	Mn 錳	P 磷	S 硫	Tensile Strength N/mm <sup>2</sup> 抗張強度	Yield Point N/mm <sup>2</sup> 降伏點	Elongation of Test Piece 試驗片伸長率%
	STKR400	0.25max.	—	—	0.04max.	0.04max.	400min.	245min.	23min.
	STKR490	0.18max.	0.55max.	1.50max.	0.04max.	0.04max.	490min.	325min.	23min.

SAE 規格之化學成份 Carbon Steel Tubes 碳素鋼管

SAE No.	Chemical Composition % 化學成份		SAE No.	Chemical Composition % 化學成份		SAE No.	Chemical Composition % 化學成份	
	C 碳	Mn 錳		C 碳	Mn 錳		C 碳	Mn 錳
1005	0.06max.	0.35max.	1022	0.18~0.23	0.70~1.00	1043	0.40~0.47	0.70~1.00
1006	0.08max.	0.25~0.40	1023	0.20~0.25	0.30~0.60	1044	0.43~0.50	0.30~0.60
1008	0.10max.	0.30~0.50	1025	0.22~0.28	0.30~0.60	1045	0.43~0.50	0.60~0.90
1010	0.08~0.13	0.30~0.60	1026	0.22~0.23	0.60~0.90	1046	0.43~0.50	0.70~1.00
1012	0.10~0.15	0.30~0.60	1029	0.25~0.31	0.60~0.90	1049	0.46~0.53	0.60~0.90
1015	0.13~0.18	0.30~0.60	1030	0.28~0.34	0.60~0.90	1050	0.48~0.55	0.60~0.90
1016	0.13~0.18	0.60~0.90	1035	0.32~0.38	0.60~0.90	1053	0.48~0.55	0.70~1.00
1017	0.15~0.20	0.30~0.60	1038	0.35~0.42	0.60~0.90	1055	0.50~0.60	0.60~0.90
1018	0.15~0.20	0.60~0.90	1039	0.37~0.44	0.70~1.00	1060	0.55~0.65	0.60~0.90
1020	0.18~0.23	0.30~0.60	1040	0.37~0.44	0.60~0.90			
1021	0.18~0.23	0.30~0.90	1042	0.40~0.47	0.60~0.90			

種類 Grade	材料編號 Material No	化學成份 Chemical composition %							抗拉強度 Tensile Kg/mm <sup>2</sup>	伸長率 Elongation %	撞管試驗 Remaining Test	壓扁試驗 Flattening Test	
		碳C	矽Si	錳Mn	磷P	硫S	鉻Cr	鉬Mo					
構造鋼管 ERW Steel Tubes	STKM 11A	0.12max	0.35max	0.60max					>30	>35	D ≧ 1.3D	D ≧ 1/2D	
	STKM 12A								>35	>35	D ≧ 1.2D	D ≧ 2/3D	
	STKM 12B	0.20max	0.35max	0.60max					>40	>25	D ≧ 1.2D	D ≧ 2/3D	
	STKM 12C								>48	>20			
	STKM 13A								>38	>30	D ≧ 1.2D	D ≧ 2/3D	
	STKM 13B	0.25max	0.35max	0.30-0.90					>45	>20	D ≧ 1.2D	D ≧ 3/4D	
	STKM 13C								>52	>15			
	STKM 14A								>42	>25	D ≧ 1.2D	D ≧ 3/4D	
	STKM 14B	0.30max	0.35max	0.30-1.00					>51	>15	D ≧ 1.1D	D ≧ 7/8D	
	STKM 14C								>56	>15			
	STKM 15A	0.25-0.35	0.40max	0.30-1.00	0.04max	0.04max	-----	-----	>48	>22	D ≧ 1.2D	D ≧ 3/4D	
	STKM 15C								>59	>12			
	STKM 16A	0.35-0.45	0.40max	0.40-1.00					>52	>20	D ≧ 1.1D	D ≧ 7/8D	
	STKM 16C								>63	>12			
	STKM 17A	0.45-0.55	0.35max	0.40-1.00					>58	>20	D ≧ 1.1D	D ≧ 7/8D	
	STKM 17C								>66	>10			
	STKM 18A								>45	>25	D ≧ 1.1D	D ≧ 7/8D	
	STKM 18B	0.18 max	0.55max	1.50max					>50	>23	D ≧ 1.1D	D ≧ 7/8D	
	STKM 18C								>52	>15			
	STKM 19A	0.25max	0.55max	1.50max					>50	>23	D ≧ 1.1D	D ≧ 7/8D	
STKM 19C								>56	>15				
STKM 20A	0.25max	0.55max	1.60max					>55	>23	D ≧ 1.1D	D ≧ 7/8D		
鉻鎳合金鋼管 Cr-Ni Alloy Steel Tubes	SCM415	AP	0.13-0.18	0.15-0.35					>50	>25	D ≧ 1.2D	D ≧ 1/2D	
	NOAP								>65	>10	D ≧ 1.1D	D ≧ 7/8D	
	SCM430	AP	0.28-0.33	0.15-0.35	0.60-0.85	0.03max	0.03max	0.90-1.20	0.15-0.30	>50	>25	D ≧ 1.2D	D ≧ 1/2D
	NOAP								>70	> 8	D ≧ 1.1D	D ≧ 7/8D	
	SCM435	AP	0.33-0.38	0.15-0.35					>50	>25	D ≧ 1.2D	D ≧ 1/2D	
	NOAP								>70	> 7	D ≧ 1.1D	D ≧ 7/8D	
	SCM440	AP	0.38-0.43	0.15-0.35					>50	>25	D ≧ 1.2D	D ≧ 1/2D	
	NOAP								>75	> 5	D ≧ 1.1D	D ≧ 7/8D	
	SAE4130	AP	0.28-0.33	0.15-0.35	0.40-0.60					>50	>25	D ≧ 1.2D	D ≧ 1/2D
	NOAP									>70	> 8	D ≧ 1.1D	D ≧ 7/8D
	SAE4135	AP	0.32-0.39	0.15-0.35	0.65-0.95	0.035max	0.04max	0.80-1.10	0.15-0.25	>50	>25	D ≧ 1.2D	D ≧ 1/2D
	NOAP									>70	> 7	D ≧ 1.1D	D ≧ 7/8D
SAE4140	AP	0.38-0.43	0.15-0.35	0.75-1.00					>50	>25	D ≧ 1.2D	D ≧ 1/2D	
NOAP									>75	> 5	D ≧ 1.1D	D ≧ 7/8D	

種類 Grade	材料編號 Material No	化學成份 Chemical composition %								狀態 Condition	抗拉強度 Tensile Kg/mm <sup>2</sup>	伸長率 Elongation %		
		矽Si	鎳Fe	銅Cu	錳Mn	鎂Mg	鉻Cr	鋅Zn	鈦Ti				鋯Zr	
高強度 鋁合金 High Impact Aluminium Alloy	2014	0.50-1.20	0.70max	3.90-5.00	0.40-1.20	0.20-0.80	0.10max	0.25max	0.15max	-----	T6	>42	> 6	
	7005	0.35max	0.40max	0.10max	0.20-0.70	1.00-1.80	0.06-0.20	4.00-5.00	0.001-0.005	0.08-0.20	0	>25	>12	
	7046	0.12max	0.15max	2.00-2.60	0.10 max	1.90-2.60	0.04max	5.70-6.70	0.06max	0.08-0.15	T651	>40	>10	
	7050	0.12max	0.15max	2.00-2.60	0.10 max	1.90-2.60	0.04max	5.70-6.70	0.06max	0.08-0.15	T651	>55	>10	
	7075	0.12max	0.15max	2.00-2.60	0.10 max	0.04max	0.04max	0.25max	0.15max	-----	0	>28	> 6	
耐蝕鋁合金 Anti-Corrosion Aluminium Alloy	5083	0.40max	0.40max	0.10max	0.40-0.10	4.00-4.90	0.05-0.25	0.25max	0.15max	-----	H112	>27	> 5	
	6061	0.40-0.80	0.70max	0.15-0.40	0.15max	0.80-1.20	0.04-0.35	0.25max	0.15max	-----	0	>15	>14	
	6063	0.20-0.60	0.35max	0.10max	0.10max	0.04max	0.10max	0.10max	0.10max	-----	T4	>26	> 8	
											T6	>15	>10	
												T6	>21	> 9

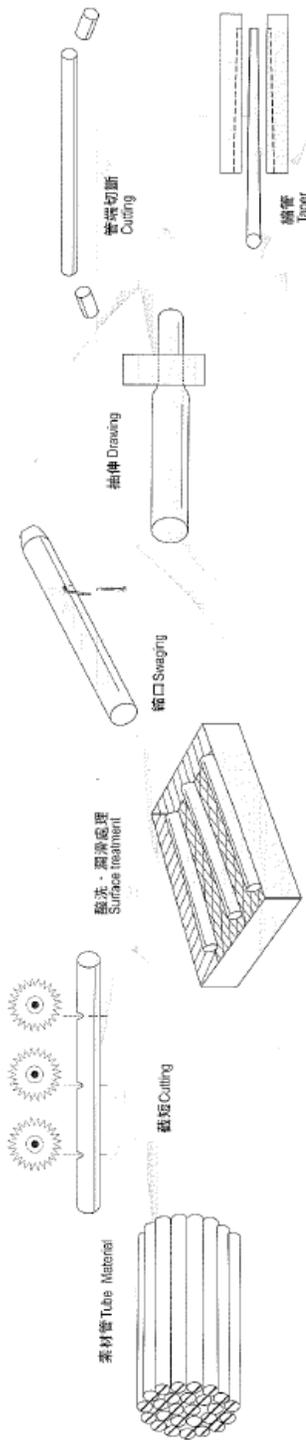
Reference JIS G3445, G4105 Conversion Unit : kg/mm<sup>2</sup> = 9.8N/mm<sup>2</sup>

March, 2007

## 8.5 表面粗度對照表

	Ra $\mu\text{m}$	CLA $\mu\text{''}$	Rt $\mu\text{m}$	Rz $\mu\text{m}$	RMS $\mu\text{m}$	RMS $\mu\text{''}$	法國	英國 SUIZE	俄羅斯 Ra $\mu\text{m}$		
	0.008	0.32	0.08	0.04	0.009	0.30	9	N1	▽14		
	0.010	0.40	0.10	0.05	0.011	0.40					
	0.012	0.50	0.12	0.06	0.013	0.50			10	N2	▽13
	0.016	0.63	0.16	0.08	0.018	0.70					
	0.020	0.80	0.20	0.10	0.022	0.90					
	0.025	1	0.25	0.12	0.027	1.10					
	0.030	1.20	0.30	0.15	0.033	1.30	11	N3	▽12		
	0.032	1.25									
	0.040	1.60	0.40	0.20	0.044	1.80	12	N4	▽11		
	0.050	2	0.50	0.25	0.055	2.20					
	0.060	2.40	0.60	0.30	0.066	2.65					
	0.063	2.50	0.63	0.32	0.073	2.87					
	0.080	3.20	0.80	0.40	0.088	3.50					
	0.090	3.60			0.10	4.20					
	0.10	4	0.90	0.50	0.11	4.40					
	0.125	5	1.05	0.60	0.137	5.40					
0.14	5.60					13	N5	▽10			
0.16	6.30	1.30	0.85	0.177	7						
0.18	7.20			0.20	8	14	N6	▽9			
0.20	8	1.60	1	0.22	8.80						
0.25	10	2	1.20	0.27	10.80						
0.30	12	2.50	1.60	0.33	13.20						
0.32	12.50			0.35	14						
0.35	14										
0.40	16	3	2	0.44	17.60						
0.45	18	3.50	2.25	0.50	20						
0.50	20	4	2.50	0.55	22	15	N7	▽8			
0.63	25	5	3	0.73	28.70						
0.80	32			0.88	35	16	N8	▽7			
1	40										
1.25	50	10	6	1.37	54.60						
1.50	60			1.77	69.70						
1.60	63										
1.80	72										
2	80			2.20	88	17	N9	▽6			
2.50	100	15	10	2.70	108						
3.2	125			3.55	140						
4	160			4.40	176						
5	200	30	20	5.50	220	18	N10	▽5			
6	240										
6.30	250			7.30	287						
8	320			8.80	350						
10	400	50	40	11	440						
12.5	500			13.7	546						
16	630			17.7	697	19	N11	▽4			
20	800	100	80	22	880						
25	1000			27	1080						
32	1250					20	N12	▽3			
40	1600	200	160	44	1760						
50	2000										
63	2500							▽2			
80	3200	400	320	88	3500						
100	4000										
註：1 $\mu\text{m}$ = 0.001mm = 39.37 $\mu\text{''}$ 1 $\mu\text{''}$ 0.000.001 = 0.0254 $\mu\text{m}$											

## 8.6 製成流程圖



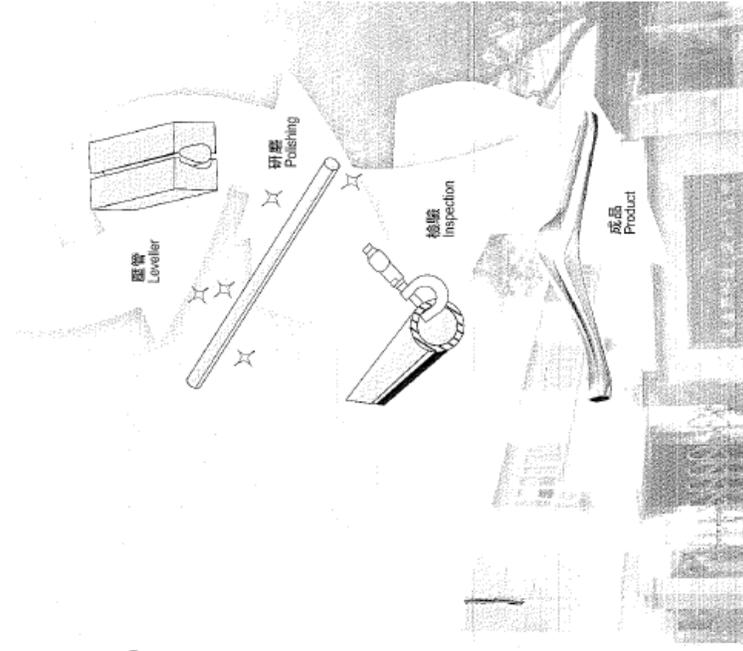
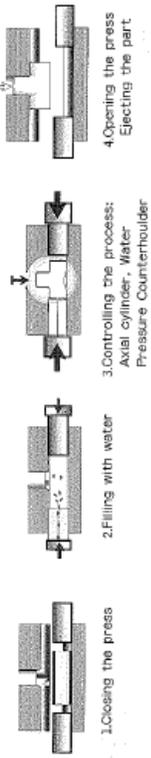
### 液壓管 厚薄管產品用途

- 自行車車架管
- 自行車前叉、腳管、下叉管
- 自行車座管
- 自行車車手管 (500M/M~1300 M/M)
- 跑步機滾輪用管、回輪滑板車...等

### PRODUCT APPLICATIONS OF HYDROFORMED AND DB TUBES

- BICYCLE FRAME TUBES
- BICYCLE FRONT FORK, STEMS, CHAIN STAY TUBES
- BICYCLE SEAT POST TUBES
- BICYCLE HANDLE BAR (500M/M~1300 M/M)
- RUNNING MACHINE ROLLER USAGE TUBES AND 4 WHEELS SCOOTERS... ETC
- CAR EXHAUST PIPES AND INSTRUMENT PANEL SUPPORTS.
- CAR ENGINE MOUNTS AND BUMPER SUPPORTS.
- MOTORCYCLE AND ALL-TERRAIN VEHICLE FRAME TUBES.
- LED-LAMP ORNAMENT AND FURNITURE...ETC.

### Hydroforming Tubes Process



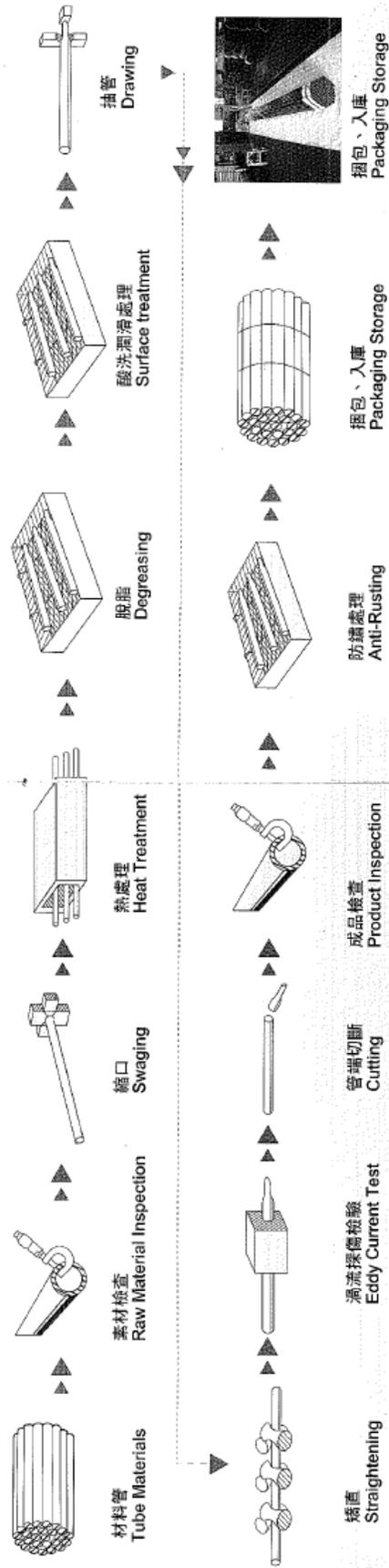
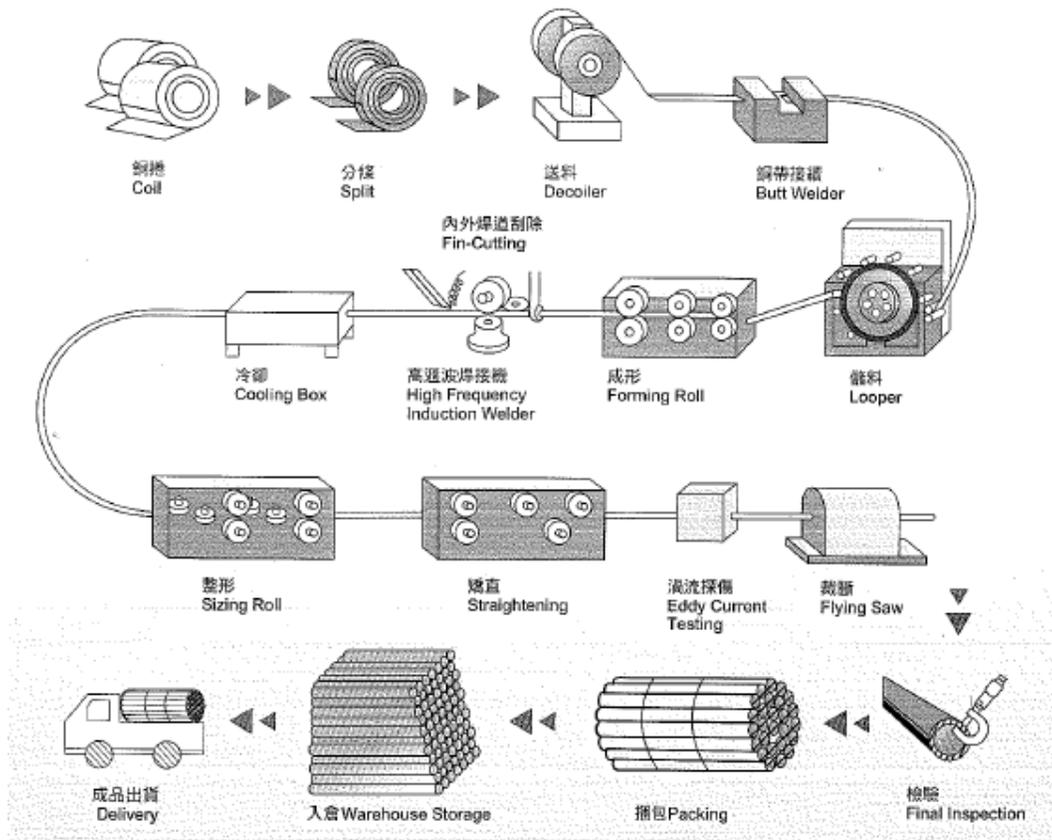
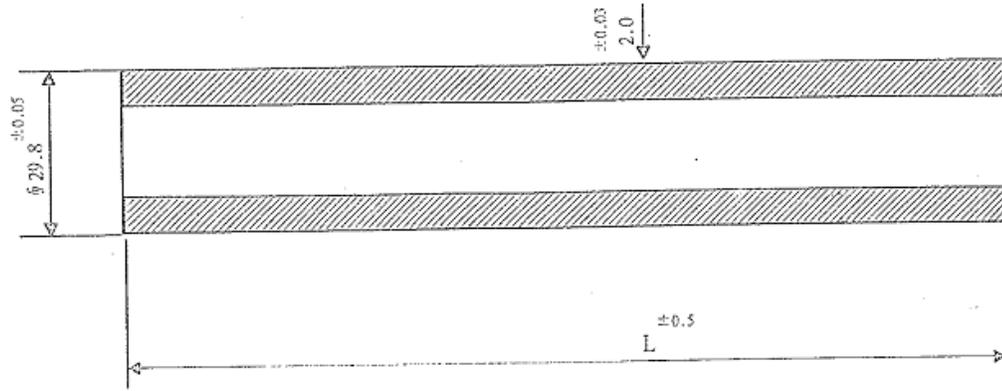


Figure 1. Manufacturing process of steel pipe



# 附錄

## 附件一



規格(SPEC.):  $\phi 29.8 \times 2.0$

長度(LENGTH): 145mm

重量(WEIGHT): 200gw

材質(MATERIAL): STKM 11A-HR

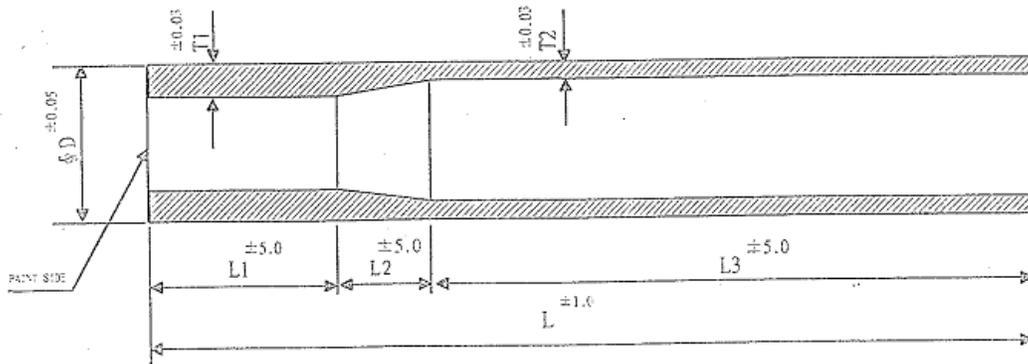
匠材有限公司(JOIN MATERIAL CO., LTD)

DRAFTS: DANIEL WU(吳清和)

DRAWN: PG\_C020.SAM UNITS:MM

DATE: 20 OCT. '97

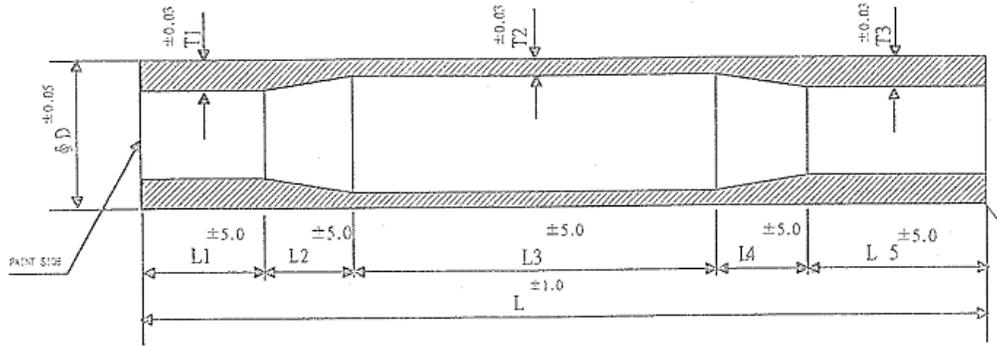
## 附件二



ITEM	PRODUCT CODE	$\phi D$	T1	T2	L1	L2	L3 (MIN.)	L3 (MAX.)	L (MIN.)	L (MAX.)	WEIGHT (MIN.)	WEIGHT (MAX.)	NOTE
01													
02	SB01-2220T80M-C	22.2	0.8	0.6	160	30	211	235	401	425	146	154	
03	SB01-2220T80S-C	22.2	0.8	0.6	160	30	236	260	426	450	154	162	
04													
05													
06													
07													
08													

匠材有限公司(JOIN MATERIAL CO.) DRAFTS: DANIEL WU(吳清和) DRAWN: SB\_A580.SAM UNITS:MM DATE: 16 JAN '98

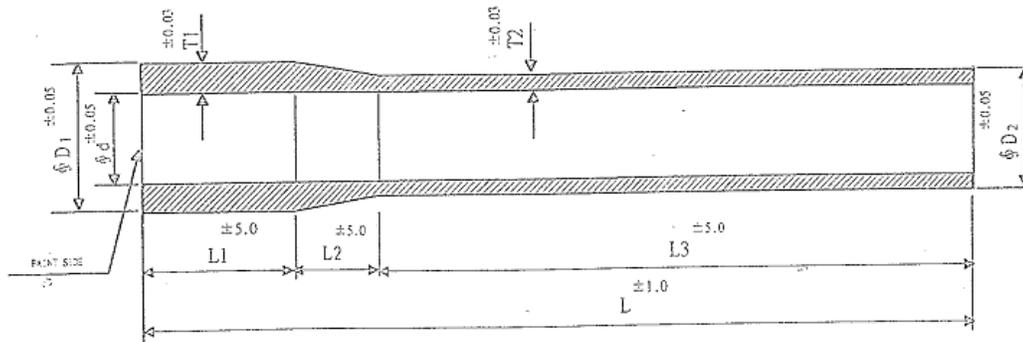
### 附件三



ITEM	PRODUCT CODE	ϕ D	T1	T2	T3	L1	L2	L3	L4	L5	L5	L	L	WEIGHT	WEIGHT	NOTE
										(MIN.)	(MAX.)	(MIN.)	(MAX.)	(MIN.)	(MAX.)	
01																
02	DB01-3180T10A-C	31.8	0.9	0.6	0.9	80	50	200	50	70	120	450	500	253	287	
03	DB01-3180T10B-C	31.8	0.9	0.6	0.9	80	50	250	50	70	120	500	550	276	310	
04	DB01-3180T10C-C	31.8	0.9	0.6	0.9	80	50	300	50	70	120	550	600	299	333	792.4
05	DB01-3180T10D-C	31.8	0.9	0.6	0.9	80	50	350	50	70	120	600	650	322	356	
06	DB01-3180T10E-C	31.8	0.9	0.6	0.9	80	50	400	50	70	120	650	700	345	379	
07																
08																

匠材有限公司(GENERAL MATERIAL CO.) DRAFTS:DANIEL WU(吳清和) DRAWN:DB\_C210.SAM UNITS:MM DATE:29 AUG '97

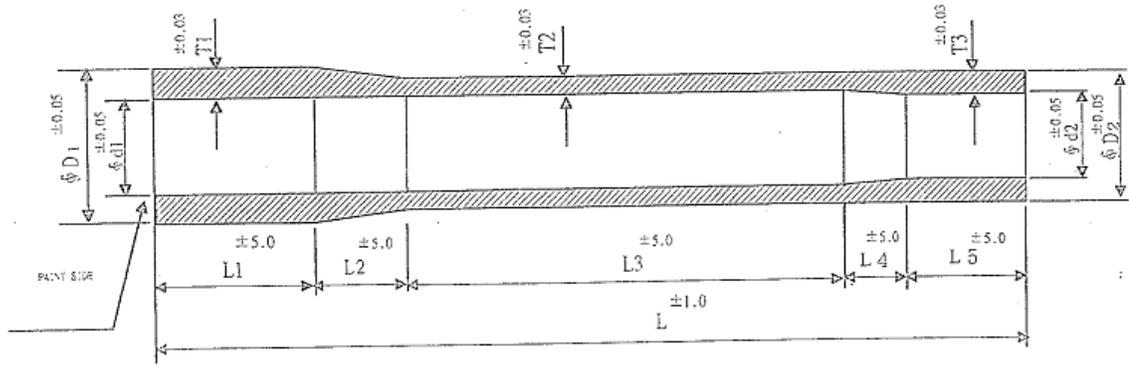
### 附件四



ITEM	PRODUCT CODE	ϕ D1	ϕ D2	ϕ d	T1	T2	L1	L2	L3	L3	L	L	WEIGHT	WEIGHT	NOTE	
										(MIN.)	(MAX.)	(MIN.)	(MAX.)	(MIN.)	(MAX.)	
01																
02	ES01-ES09T42A-C	29.6	28.6	26.6	1.5	1.0	80	25		296	320	401	425	306	322	
03	ES01-ES09T42B-C	29.6	28.6	26.6	1.5	1.0	80	25		321	345	426	450	323	339	
04	ES01-ES09T42C-C	29.6	28.6	26.6	1.5	1.0	80	25		346	370	451	475	340	356	
05	ES01-ES09T42D-C	29.6	28.6	26.6	1.5	1.0	80	25		371	395	476	500	357	373	
06	ES01-ES09T42E-C	29.6	28.6	26.6	1.5	1.0	80	25		396	420	501	525	374	390	
07	ES01-ES09T42F-C	29.6	28.6	26.6	1.5	1.0	80	25		421	445	526	550	391	407	
08	ES01-ES09T42G-C	29.6	28.6	26.6	1.5	1.0	80	25		446	470	551	575	408	425	

匠材有限公司(GENERAL MATERIAL CO.) DRAFTS:DANIEL WU(吳清和) DRAWN:BB\_A942.SAM UNITS:MM DATE:16 SEP '97

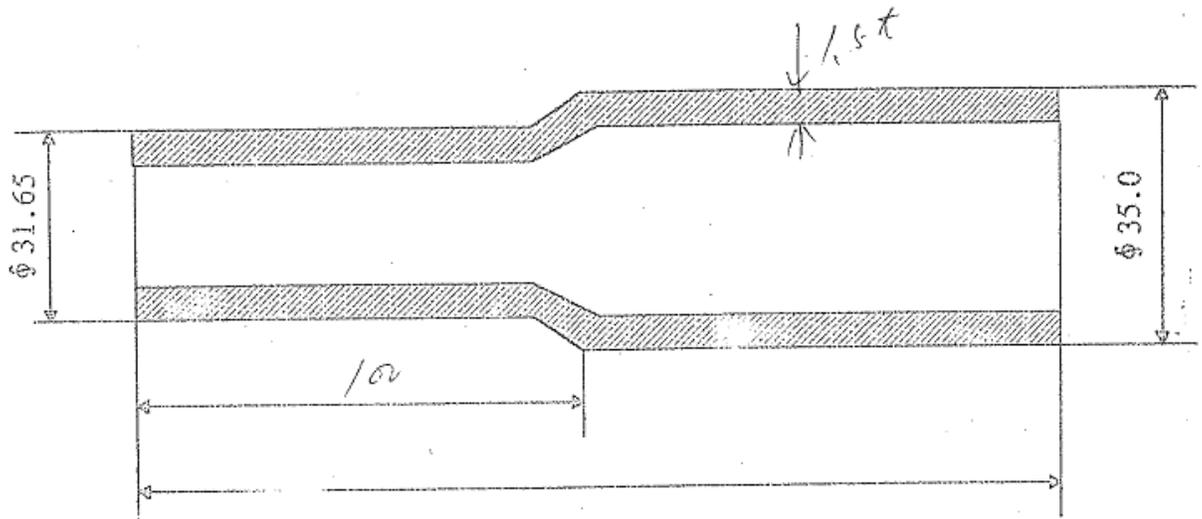
### 附件五



ITEM	PRODUCT CODE	$\phi D_1$	$\phi D_2$	$\phi d_1$	$\phi d_2$	T1	T2	T3	L1	L2	L3	L4	LS (MIN.)	LS (MAX.)	L (MIN.)	L (MAX.)	WEIGHT (MIN.)	WEIGHT (MAX.)	NOTE
01																			
02	BB02-C1BIT32A-C	30.0	28.8	27.4	26.8	1.3	0.7	1.0	80	25	135	20	65	90	325	350	213	230	
03	BB02-C1BIT32B-C	30.0	28.8	27.4	26.8	1.3	0.7	1.0	80	25	160	20	65	90	350	375	225	242	
04	BB02-C1BIT32C-C	30.0	28.8	27.4	26.8	1.3	0.7	1.0	80	25	185	20	65	90	375	400	237	254	
05	BB02-C1BIT32D-C	30.0	28.8	27.4	26.8	1.3	0.7	1.0	80	25	210	20	65	90	400	425	249	266	
06	BB02-C1BIT32E-C	30.0	28.8	27.4	26.8	1.3	0.7	1.0	80	25	240	20	65	90	430	455	264	281	
07	BB02-C1BIT32F-C	30.0	28.8	27.4	26.8	1.3	0.7	1.0	80	25	240	20	65	90	430	455	264	281	
08	BB02-C1BIT32G-C	30.0	28.8	27.4	26.8	1.3	0.7	1.0	80	25	265	20	65	90	455	480	276	293	

器材有限公司 (JOIN MATERIAL CO.)      DRAFTS: DANIEL WU (吳清和)      DRAWN: BB\_B132A.SAM      UNITS: MM      DATE: 09 OCT '97

### 附件六



$\phi 35.0 \times 1.5t$  束管 31.65 L=500 L1=100

## 結論

首先到工廠了解抽管作動方式，之後運用 Solid Works 來呈現動畫。

一開始不懂抽管到底在做什麼又是如何形成，但請教廠商後，帶我們實際觀看抽管機作動情形，心軸抽入材料管中，利用眼膜擠壓和拉伸作用，使材料管伸長，看似簡單但在這裡頭卻是一大學問。

在收集資料時，相關於抽管資料在網路上相當難以尋找，專題主要是作動畫，在這當中運用 Solid Works 繪圖轉成組合圖同時，發現是會有干涉無法呈現想要的過程，主要材料管內部的變形也無法呈現，導致在研究過程中遇到一些瓶頸，後來使用兩個組合圖組合成一個動畫。雖然有外部伸長，但實際內部僅用圖片表示內部變化。

透過這次專題了解抽管原理以及製程，在生活上實用性也很高，例如腳踏車的車架、支架、前叉等。抽管，是指將管材內徑變薄，以達成材料上的輕量化及密度更為結實。