

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 機械科

佳作

最佳團隊合作獎

090905

運用影像量測與遠距網路技術於沖壓模具之整合研究

學校名稱：臺北市立木柵高級工業職業學校

作者： 職二 任大偉 職二 吳書任 職二 高竹奎	指導老師： 陳俊龍 羅文全
-----------------------------------------------	-----------------------------

關鍵詞： 影像量測、遠距網路監控、沖壓田口實驗規劃

摘要

本研究係結合沖壓技術、影像量測與遠距網路的技術，來整合一個沖壓應用系統。首先以科學與節省成本的田口方法規劃且進行沖壓實驗，再以影像技術建立一個精準的量測系統，透過影像量測探討其沖壓的毛邊與剪斷面的變化，且透過遠距網路監控的技術，達到即時溝通、討論設計。而本研究最後將此三方技術有效的整合建立成一個沖壓應用系統，而透過此系統可供業界兩地進行交流，突破空間、時間的限制與浪費不必要的資金，也可防止商業機密外流，在學校可以使老師透過電腦螢幕觀察加工實作的狀況或是應用於教學上。

壹、研究動機

實習課後的一個炎熱天氣，我們同學相約到飲料店購買飲料，等待之餘我看到了老闆上方監視系統螢幕中自己的身影與正在封裝的飲料，發現自動封杯機與我們上實習課學到的東西(沖壓模具)動作類似，而且杯緣上的『邊邊』與沖壓出來料片的毛邊有異曲同工之妙，於是不禁讓我聯想到，如果能把監視系統、沖壓模具，且在將一些相關的知識與方法加入，那這樣一來我就可以不用在大熱天奔波於外面，那這樣一來我們就可以在家監控沖壓模具。而在上車之後又使我想一則新聞報導：

『大同公司新竹廠也預計六月份會收廠！未來公司整個製造重心只會在大陸，臺灣只會留一些服務和研發等部門吧。其實台商心裡都已經有底，前往越南之後的下一站就是印度，再來就是巴西，也許可能他們就沒時間踢足球了。如果政府不對外商或大公司向以前有所優惠利益吸引，在人工成本的考量之下，勢必大家都會外移到這些人工便宜的國家去，大家就準備做臺勞吧！別說不可能，因為現在已經有一堆臺勞工程師或主管在大陸了。』

而因為現今的社會很多工廠都外移到外地，對於要兩地跑的主管與工程師都很不方便，所以使我們想建立一個專屬應用於沖壓的應用系統，可以節省許多人的時間與金錢。對於我們的研究進度與事項，規劃如表 1-1 所示，期望能順利進行與完成。

表 1-1 研究進度之甘特圖

	96/09	96/10	96/11	96/12	97/01	97/02	97/03
收集相關資料	████████████████████████████████████████						
決定題目方向與內容	████████						
相關知識學習			████████████████████				
撰寫程式與驗證			████████████████████████████████████████				
沖壓模具製作加工			████████████████████████████████████████				
準備與設計田口實驗規劃				████████████████			
進行九組沖壓實驗					████████████████		
沖壓實驗結果分析、比較						████████████	
網路應用程式實驗						████████████████	
撰寫報告						████████████████████	

貳、研究目的

根據上述的研究動機，我們訂定幾個研究目的，其敘述如下：

- (1) 了解沖壓條件對於沖壓料片的毛邊與剪斷面的關係。
- (2) 利用影像處理的觀念建立一個沖壓應用系統。
- (3) 透過遠距網路建立一個即時監控的功能。
- (4) 整合沖壓技術、影像量測與遠距製造的功能。

對於此次的研究，將學校的課程如表 2-1，以及所學的相關知識應用於此，如實習加工的沖壓模具製作，對於間隙與剪斷面找尋之間的關係，而我們也對於機械力學中所提及的拉伸試驗進一步對試驗材料做一些分析，計算機概論的『程式設計』則利用課餘自學加強網路程式撰寫，使得沖壓過程可以同時運用程式來觀察、影像量測和透過網路加以應用，最後希望能達到一個遠端監控的沖壓模具。

表 2-1 修讀相關課程與自行研讀知識

	相關課程	年級	單元名稱	應用內容
理論課程	數學	高一	1.幾何概念計算	計算沖頭量測斜邊方式。
	機械製造	高一	1.塑性加工 2.切削加工 3.工作母機	了解塑性加工的定義與加工的形式，輔助加工時的相關知識。
	程式設計	高一	1.電腦基礎概念 2.VB 撰寫程式	利用程式開發友善的操作介面。
	機械力學	高二	1.剪力 2.拉伸試驗	了解剪切過程的方式與拉伸實驗的方法。
實習課程	機械基礎實習	高一	1.鉗工 2.基本加工操作	實作加工製作。
	製圖實習	高一	1.繪圖方法 2.基本手工繪圖	輔助研究討論。
	模具基礎實習	高二	1.模具工製作 2.基本加工操作	沖頭加工製作。
	電輔繪圖實習	高二	1.電輔繪圖實作	建立工作圖檔。
其他	田口實驗方法	自行研讀	1.田口實驗設計基本介紹 2.直交表配置與應用	輔助實驗規劃與進行，以方便觀察實驗結果。
	網路程式應用		1.遠端網路控制	透過程式進行遠端控制。
	基礎影像處理		1.影像前置處理 2.影像量測定義	應用影像量測技術於料片尺寸。

參、研究設備與器材

本研究所使用的研究設備如表 3-1 所示，其可分為電腦設計類、製造加工類、量測實驗類三部份。

表 3-1 研究設備與器材

電腦設計類		
名稱	用途	
電腦與文書作業軟體	報告撰寫與表格建立	
電腦輔助繪圖軟體	輔助實驗進行與報告撰寫	
Visual Basic 6.0	電腦程式與系統建立	
Matrox Imaging Library 512	影像處理副程式	
製造加工與實驗類		
名稱	用途	圖示
中碳鋼模板、鋁、黃銅、青銅料片	沖壓模具、沖頭、實驗料片	
萬能試驗機	進行九組沖壓田口實驗	
螺旋式手動沖床	進行先前沖壓比較	
傳統加工機(銑床、磨床)	利用此工具進行製作輔助沖壓模、沖頭與實驗加工。	
螺絲攻、鑽頭		
鐵鎚、軟槌		
潤滑油		
角尺		
其他		
量測實驗類		
FS-180 光學顯微鏡	拍攝料片毛邊與剪斷面，且使用直尺做尺寸校正。	
監控設備與鏡頭		
其他		

肆、研究過程或方法

本研究於首先是收集相關資料，其資料包括有：沖床種類、沖壓形式、田口實驗方法、程式的撰寫方式.....等。我們主要將這研究分為兩個部份，一個部份是實際加工製作與實驗，一部份是電腦程式與系統建立，研究流程圖如圖 4-1 所示其分述如下：

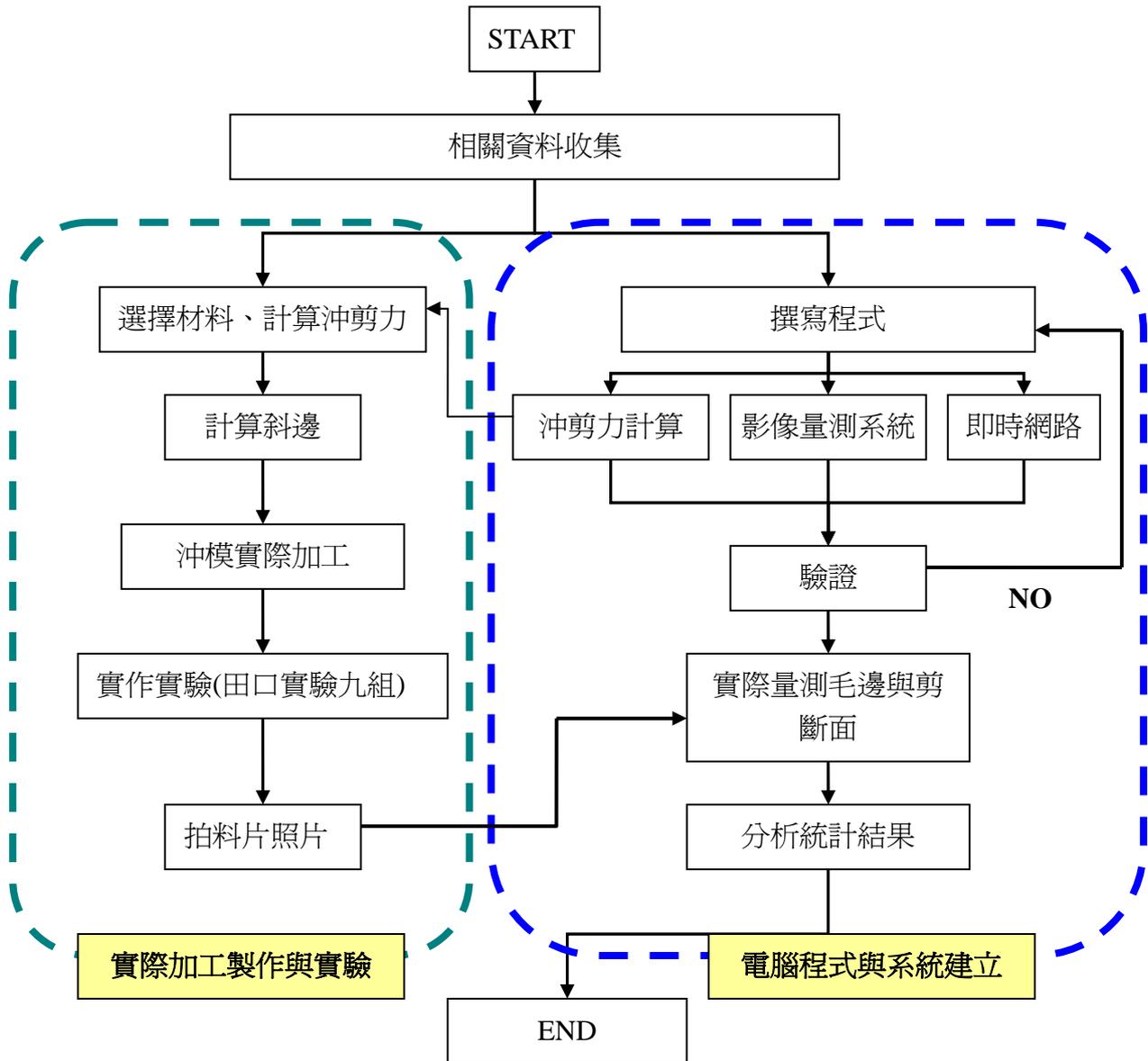


圖 4-1 研究流程圖

一、相關資料收集與資料整理

(一) 沖壓料片斜邊的量測與計算

本研究的沖壓成品設計主要探討部分是斜面的部份，而斜邊計算，如圖 4-2 所示。

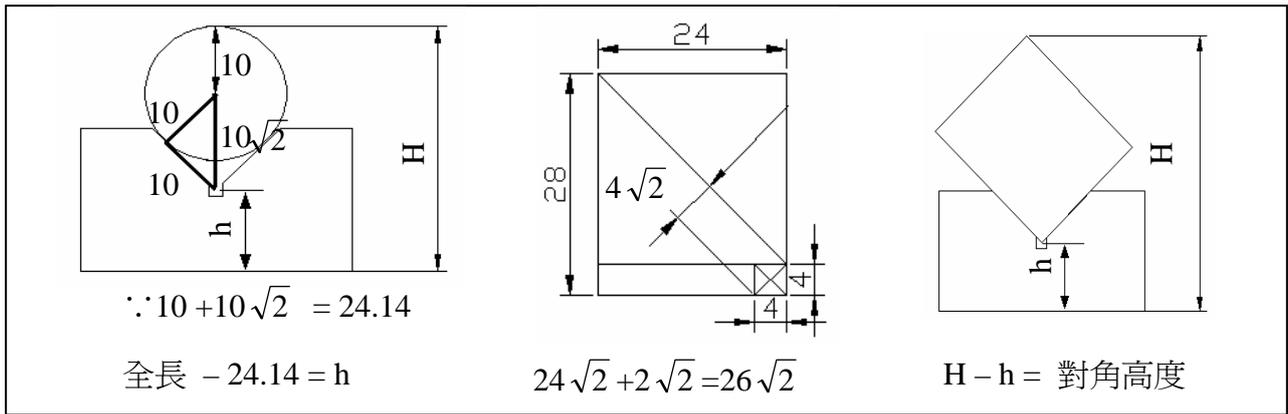


圖 4-2 斜邊計算

(二) 田口實驗設計方法

在運用田口實驗方法的同時，我們也必須依循田口實驗的流程與步驟，如圖 4-3 所示。首先必須先確定我們研究的問題，並繪製魚骨圖，如圖 4-4 所示，針對會影響的條件與因子分類並做比較，在這些條件當中選擇要實驗的條件因子，放入選用的直交表中排列，依直交表配置的實驗組數進行實驗且紀錄實驗結果，之後利用 Excel 將數據分析。利用田口實驗的方法找尋到最佳組合的條件，利用最佳條件驗證是否為最佳組合，若不是最佳實驗則需重新實驗，直到正確即可以完成實驗。

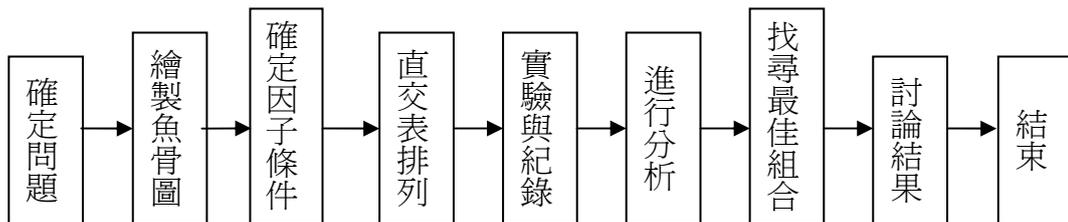


圖 4-3 田口實驗流程圖

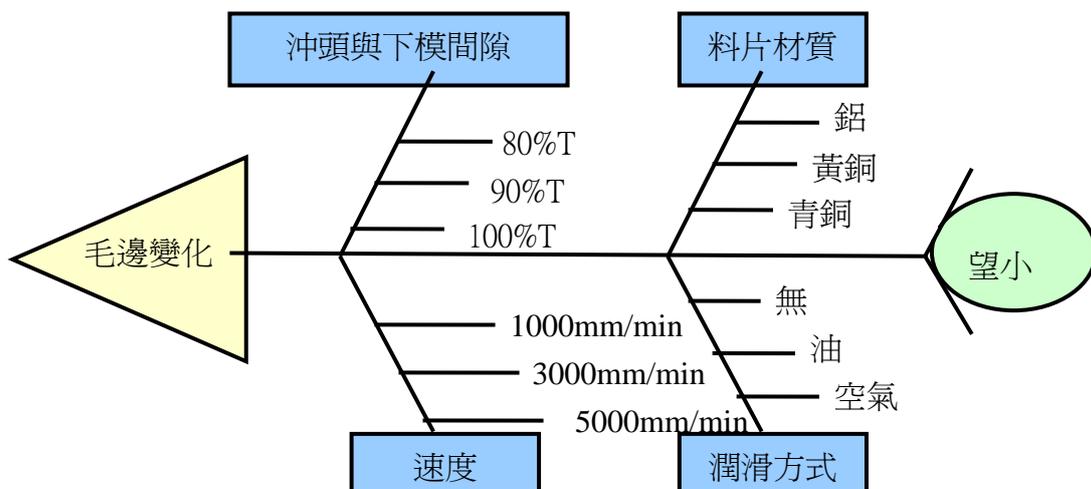


圖 4-4 沖壓影響因子之魚骨圖

表 4-1 田口實驗方法的專有名詞

專有名詞	定義
因子	為達到實驗目的而控制的操作條件或實驗變數，如切削速度、每刃進給等。
水準及水準數	用來表示因子的狀態條件稱為水準，水準的總數稱為水準數，如切削速度有 500 m/min、600 m/min、700 m/min 等三種狀態條件，所以其水準數為 3。
SN 回應圖表	可以反應因子水準間的影響程度，以全部的因子來看，如果斜率最大的因子，則表示是影響實驗最為重要的條件。而每一個因子裡最高的那一點數據就是最佳的數值條件。
品質特性	指實驗結果之特性值，如切削力及表面粗糙度等。
望小特性	即指品質特性值越小越好。其公式： $SN = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y^2 \right)$
望大特性	即指品質特性值越大越好。其公式： $SN = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y^2} \right)$

(三) 基礎影像處理

在影像處理的運用部份，我們可以將內容分為四個大部分，如圖 4-5 所示：

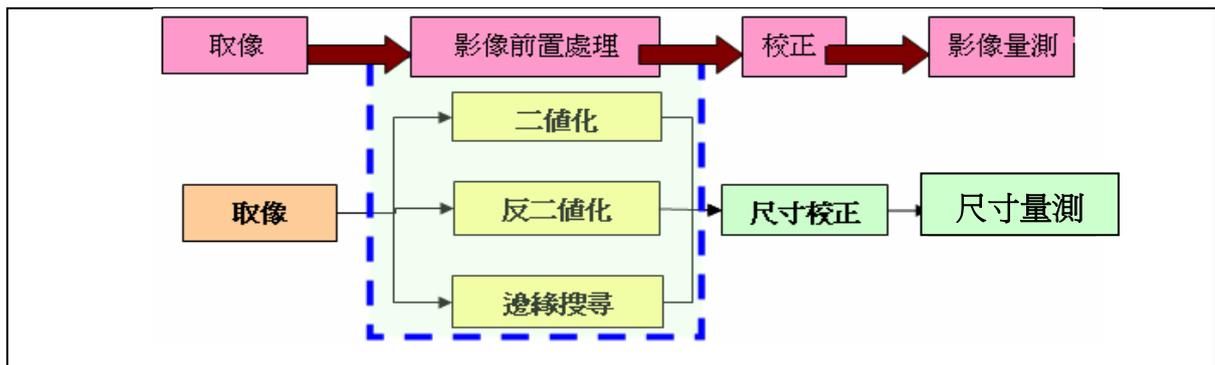


圖 4-5 影像處理使用流程圖

二、電腦程式與系統建立

在此部份依照我們的需求分別建立沖剪力計算、影像量測與網路程式應用，其程式架構如圖 4-6：

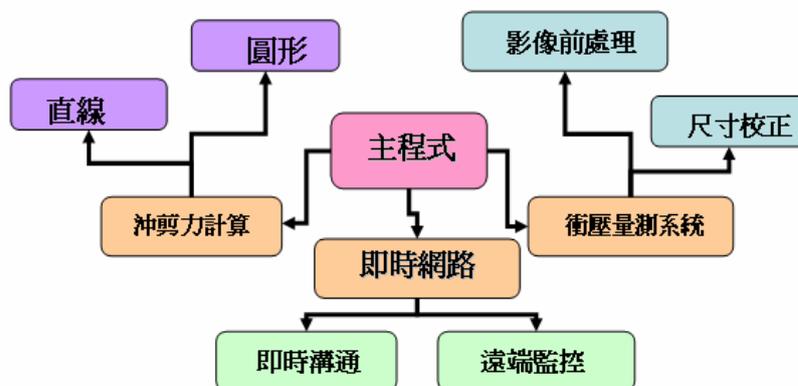


圖 4-6 程式架構圖

(一) 沖剪力計算

在計算沖剪力時，可以依沖剪的料片形狀來區分，圖 4-7 所示，如果是平口刀口，其料片周長是以 L 來計算，若是圓形 $L=\pi D$ 。利用此公式建立可以直接計算的程式。

$P = L \times T \times \tau$	$P = \pi D \times T \times \tau$
P：最大沖剪壓力 (Kg) L：剪切輪廓之全部周長 (mm) T：料片厚度 (mm) τ ：料片抗剪強度(kg/mm ²)	P：最大沖剪壓力 (Kg) L：剪切輪廓之全部周長 (mm) T：料片厚度 (mm) τ ：料片抗剪強度(kg/mm ²)
平口刀刃	圓形刀刃

圖 4-7 平口與圓形刀刃的計算公式

(二) 沖壓影像量測系統

在此系統中，首先經由影像前置處理後，接著進行校正影像尺寸比例，以計算出每 Pixel 之實際尺寸大小，再進而計算欲量測尺寸量測方向之 Pixel 值，將總 Pixel 值乘於每 Pixel 之實際尺寸即可計算出實際尺寸，如圖 4-8 所示。



圖 4-8 校正與量測示意圖

利用上述影像量測原理，對圖像之最大邊界或兩點間距進行尺寸量測，藉此以量得尺寸規格。由圖 4-9 之理論，計算出其兩點間之 pixel 值，再將此 pixel 值乘上每 pixel 之真實尺寸，即可得到兩點間之水平距離、垂直距離或長度。

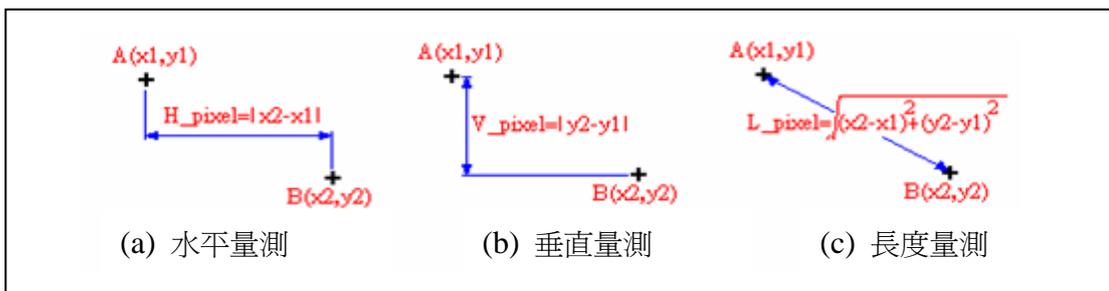


圖 4-9 兩點量測示意圖

針對這個部分，我們以一支端銑刀實際量測物來試驗，其驗證如圖 4-10 所示。

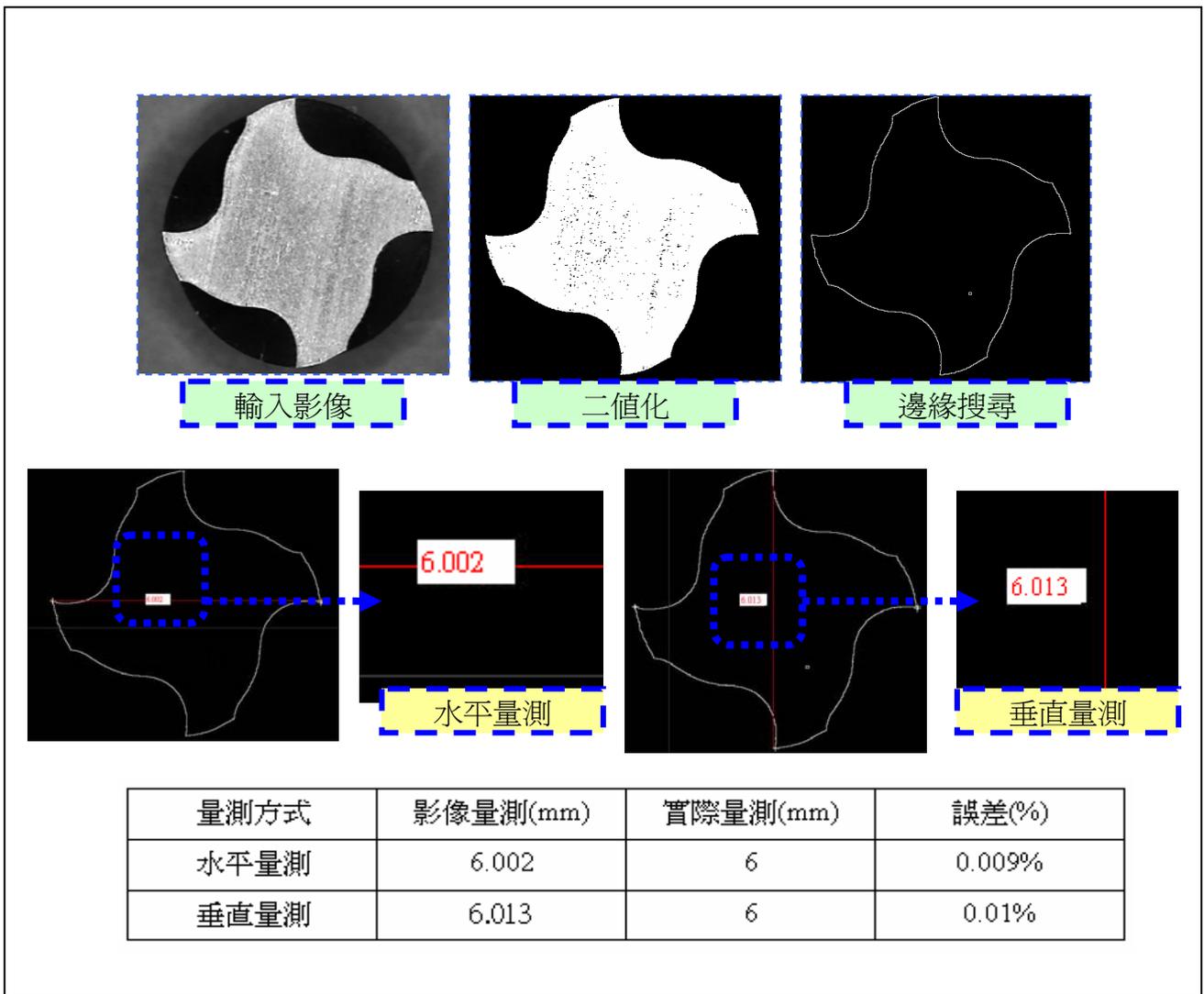


圖 4-10 驗證實驗結果

(三) 即時網路

此部份的程式是以 Winsock 控制項的 UDP 協定進行訊息的傳輸。如下圖 4-11 所示。

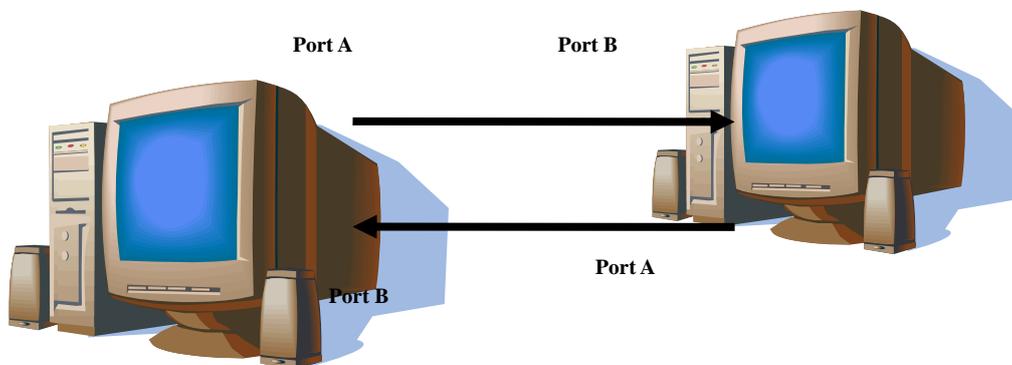


圖 4-11 即時網路應用的示意圖

三、實際加工製作與實驗

在實際加工製作與實驗的部份要先選定材料，在模具與沖頭選擇硬度較高的中碳鋼(S45C)為材料，其目的是為了防止沖頭快速鈍化。料片依實驗規劃選用鋁、黃銅、青銅三種，為了解材料特性，我們對於材料進行拉伸試驗，此三種材料拉伸結果，如圖 4-12 所示，而其中計算出來的 N 值(加工硬化指數)越大表示其延展性越好。

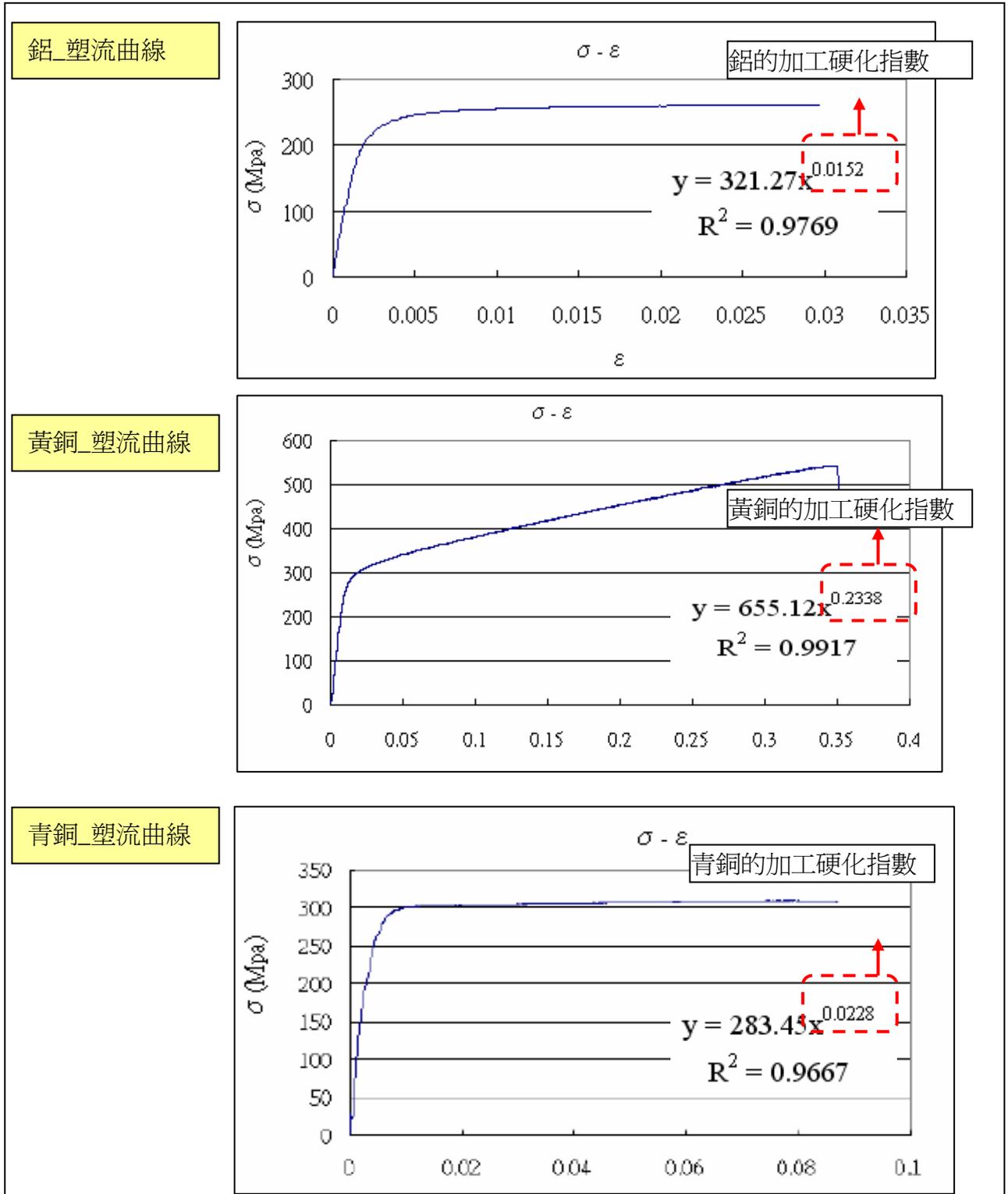


圖 4-12 三種材料拉伸實驗結果

爲了要加以探討速度的影響，所以我們所以先以曲柄式手動沖床與萬能試驗機比較沖壓結果，了解其運動動作是否一致，如圖 4-13 所示，其運動形式是一致，差別於萬能試驗機動作較緩慢，並不會影響沖壓結果，故使用萬能試驗機進行沖壓，以定速度方式進行。而本研究爲了有科學、效率且節省資源的探討，使用田口實驗方法進行。實驗過程當中我們必須先決定要實驗的條件因子，其因子分別有沖頭間隙、料片材質、沖壓速度、潤滑方式四種，其水準詳見表 4-1 所示，將各個水準與田口直交表整理過後，九組實驗如表 4-2 所示，依條件需要製作沖頭與加工製造。

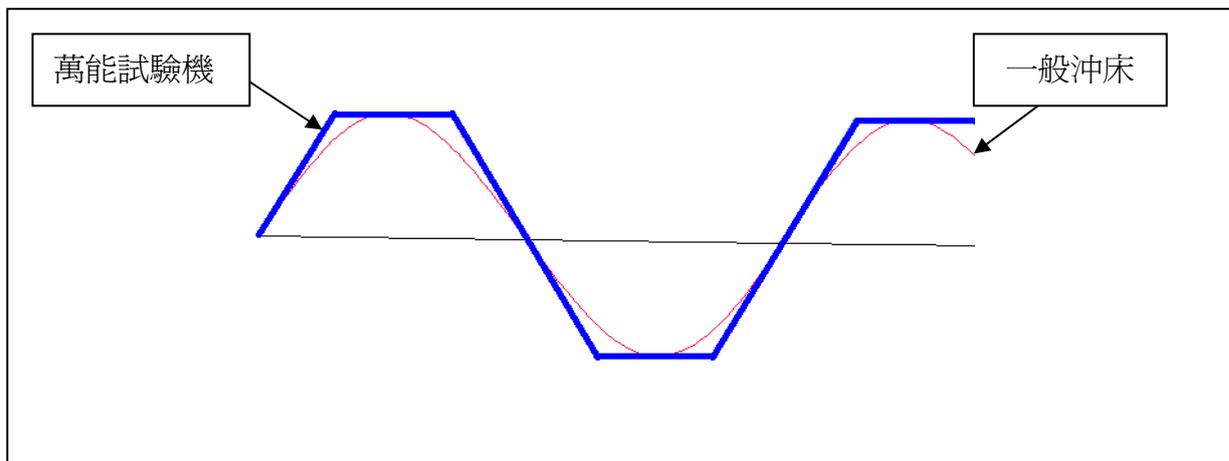


圖 4-13 萬能試驗機與一般沖床運動曲線比較

表 4-2 條件因子水準表

	1	2	3
A.沖頭與模具間隙 (mm)	80%T	90%T	T
B.料片材質	鋁	黃銅	青銅
C.沖壓速度 (mm/mim)	1000	3000	5000
D.潤滑方式	無	油	空氣

表 4-3 田口實驗九組

EXP	A	B	C	D
1	80%T	鋁	1000	無
2	80%T	黃銅	3000	油
3	80%T	青銅	5000	空氣
4	90%T	鋁	3000	空氣
5	90%T	黃銅	5000	無
6	90%T	青銅	1000	油
7	T	鋁	5000	油
8	T	黃銅	1000	空氣
9	T	青銅	3000	無

在本研究當中我們針對斜邊的毛邊做探討，所以在這部份的間隙控制非常的重要，經加工後再依實驗條件進行沖壓。

伍、研究結果

在本研究的實驗結果主要可以分為二個部份，包括有電腦程式的應用與沖壓實驗的結果。其詳述如下：

一、電腦程式的應用

而我們所建立的程式當中其功能可以分為三個部份，沖壓剪切力計算、沖壓量測系統、網路程式應用，其敘述如下：

(1) 程式主畫面

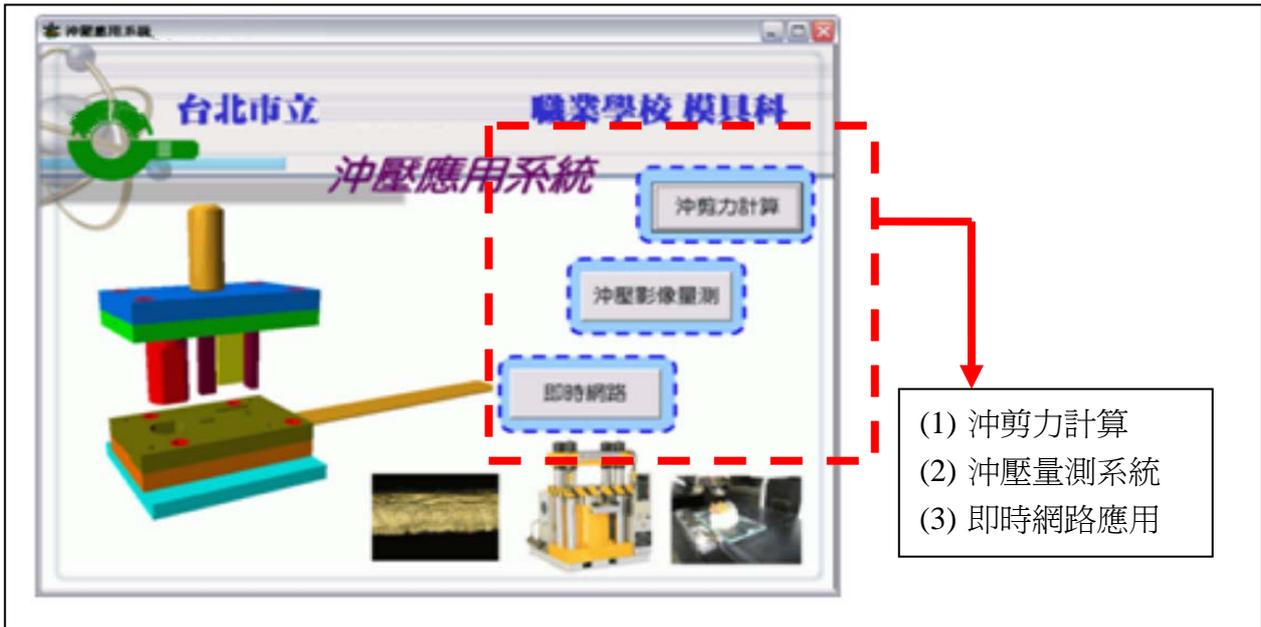


圖 5-1 程式主畫面

(2) 沖壓剪切力計算



圖 5-2 沖壓剪切力計算畫面

(3) 沖壓量測系統

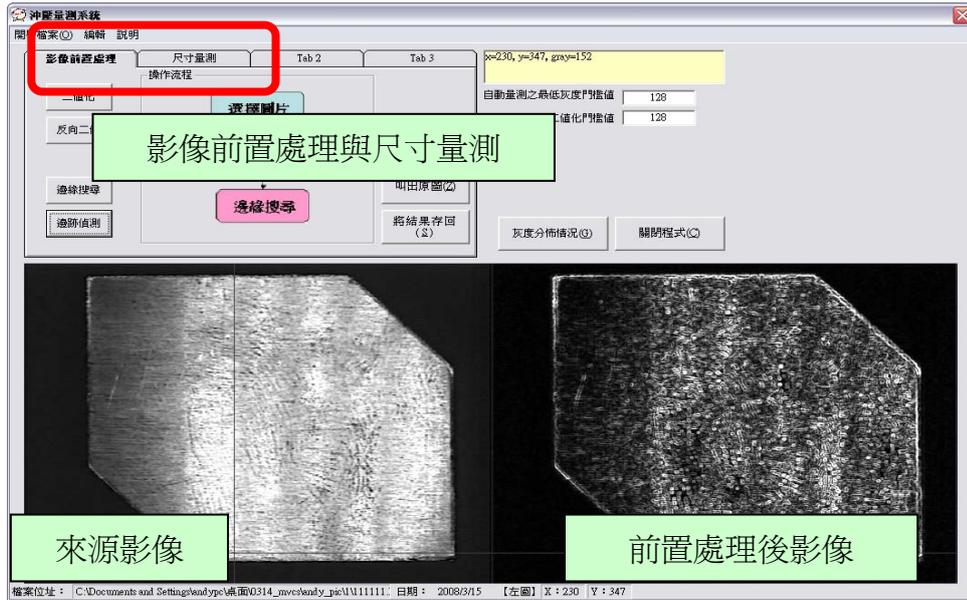
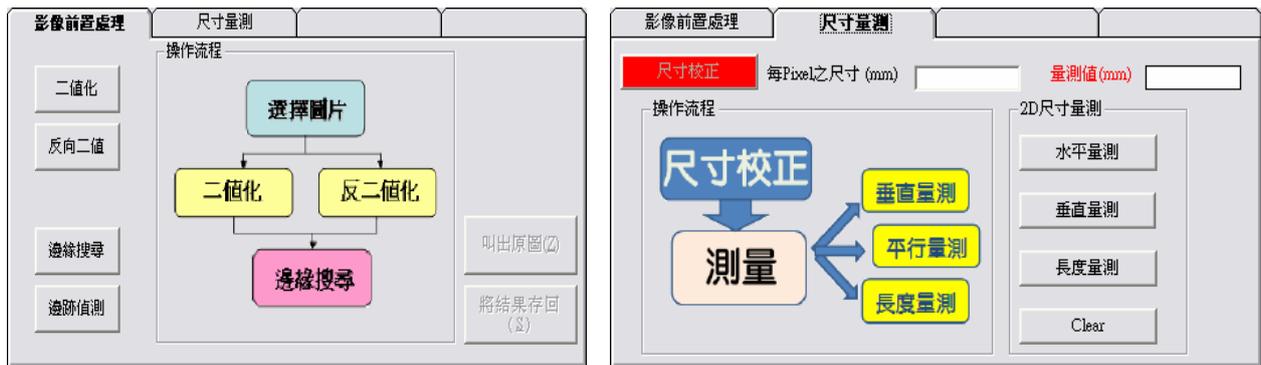


圖 5-3 沖壓量測系統



(a) 影像前置處理

(b) 尺寸量測

圖 5-4 沖壓量測功能

(4) 即時網路應用程式



圖 5-5 即時網路應用畫面



(a) 遠端的對話視窗



(b) 近端的對話視窗

圖 5-6 即時溝通畫面

二、沖壓實驗的結果

經由九組田口沖壓實驗後，可觀察毛邊與剪斷面的變化，而我們則使用所建立的影像量測程式來量測變化比例。其分別觀察毛邊與剪斷面的變化如下：

(一)毛邊的變化

如下圖 5-7 所示，是經由光學顯微鏡所拍攝的圖片，經由影像前置處理以及尺寸校正而可以量得，分別量測同組試驗不同料片並且紀錄於表 5-1。

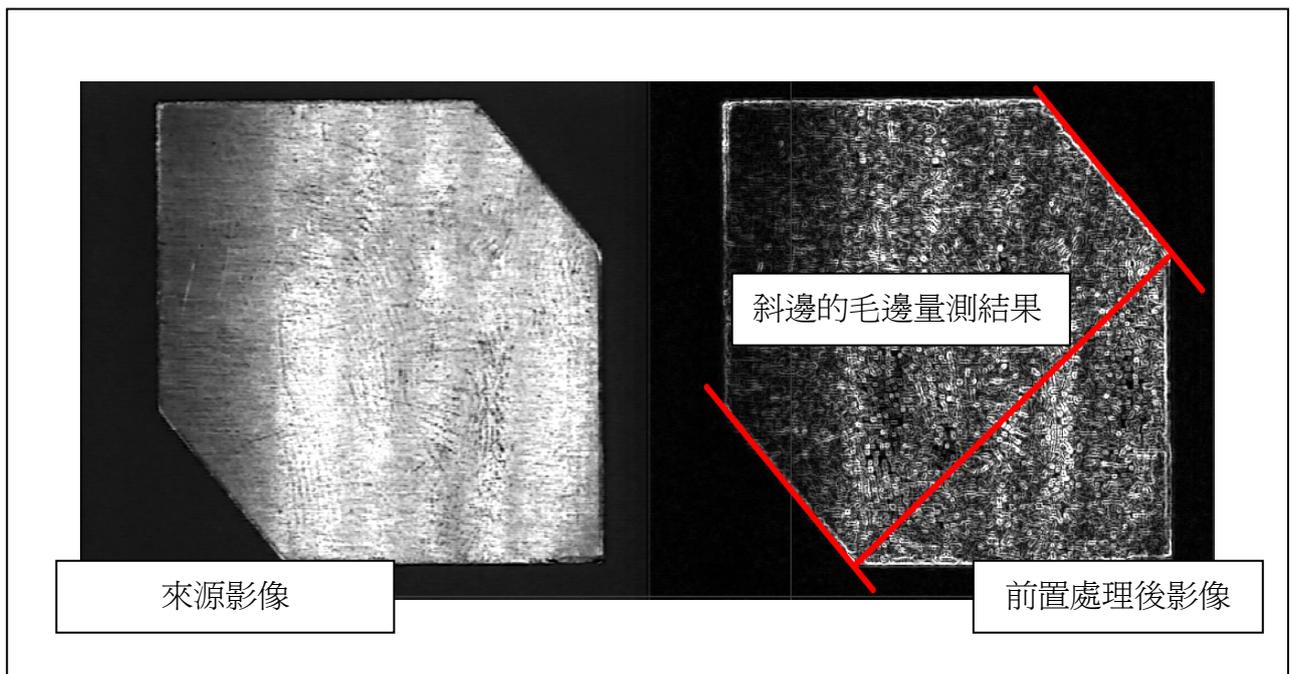


圖 5-7 量測示意圖

表 5-1 毛邊量測結果

EXP	量測 1	量測 2	量測 3	量測 4	量測 5	平均
1	0.075	0.076	0.073	0.076	0.074	0.074
2	0.129	0.121	0.127	0.127	0.126	0.126
3	0.108	0.100	0.099	0.111	0.112	0.106
4	0.118	0.110	0.111	0.119	0.121	0.116
5	0.157	0.154	0.162	0.160	0.153	0.157
6	0.133	0.131	0.132	0.131	0.132	0.132
7	0.179	0.174	0.176	0.177	0.173	0.175
8	0.232	0.229	0.231	0.233	0.230	0.231
9	0.216	0.212	0.216	0.218	0.200	0.212

(二) 剪斷面的觀察

利用更高倍率來觀察料片上面的剪斷面，而可以發現這九組的斷面分佈都不相同，其分佈比例如下表 5-2，圖 5-8 為料片剪斷面拍攝過程，圖 5-9 為剪斷面細部觀察。

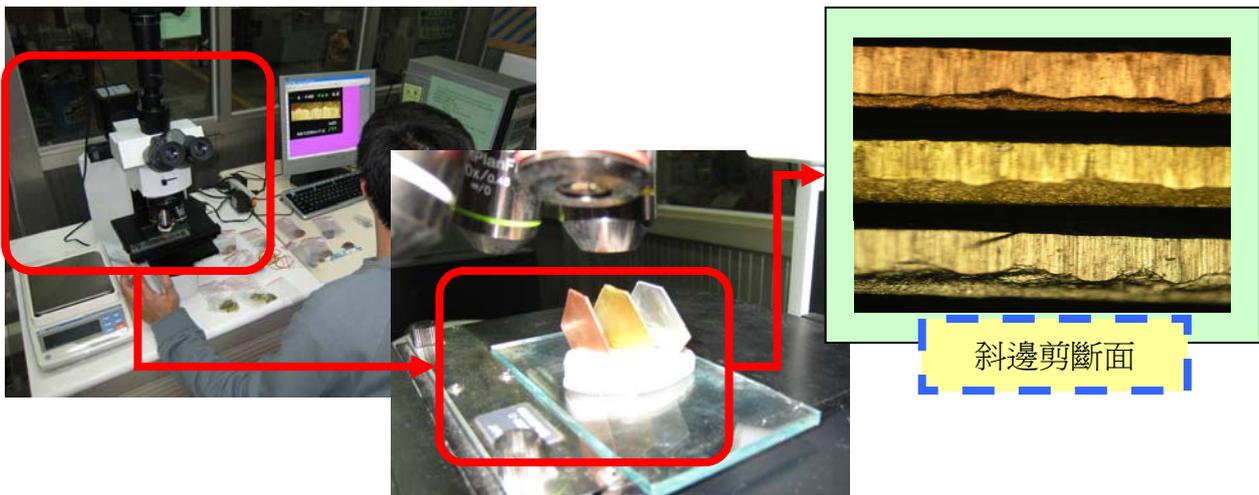


圖 5-8 剪斷面拍攝過程

表 5-2 撕裂區面與亮帶區分佈比例

EXP	A.間隙	B.材質	C.速度	D.潤滑	亮帶區	撕裂區
1	80%T	鋁	1000	無	63%	37%
2	80%T	黃銅	3000	油	58%	42%
3	80%T	青銅	5000	空氣	69%	31%
4	90%T	鋁	3000	空氣	49%	51%
5	90%T	黃銅	5000	無	50%	50%
6	90%T	青銅	1000	油	76%	24%
7	T	鋁	5000	油	0	100%
8	T	黃銅	1000	空氣	0	100%
9	T	青銅	3000	無	0	100%

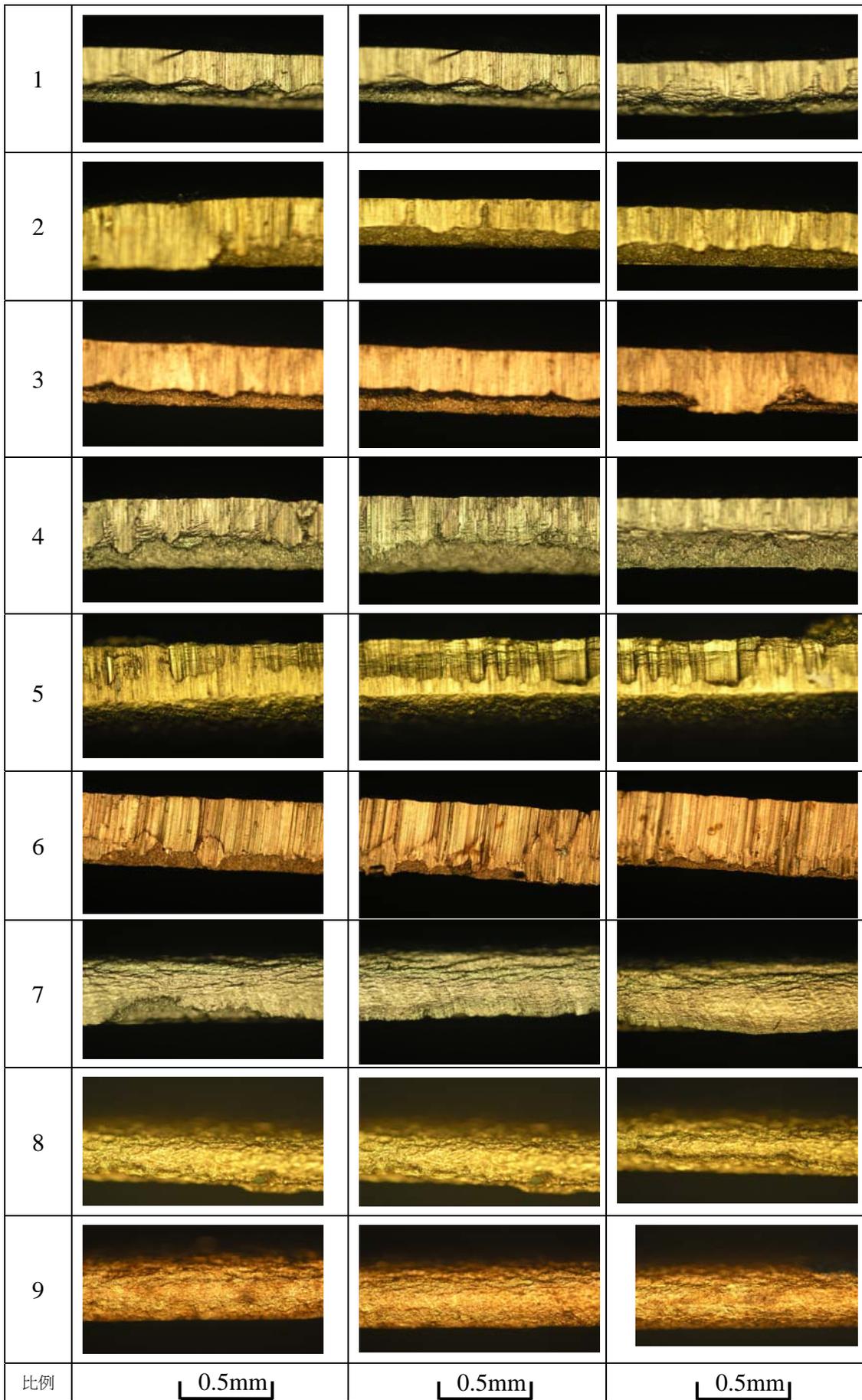


圖 5-9 斜邊剪斷面的情況

陸、討論

本研究針對三個部份來做討論，分別是電腦程式的應用、沖壓實驗的結果、網際網路應用。其分別敘述如下：

一、電腦程式的應用

在電腦程式的應用，我們自行建立沖剪力計算、沖壓量測系統、即時網路應用的程式，在此部分我們針對沖剪力計算、沖壓量測系統來討論，其分別敘述如下：

(一) 沖剪力計算

對此部份我們加以計算我們沖壓的實驗料片的沖剪力大小為多少，如圖 6-1 所示，而實際計算與程式計算的數值可以達到完全相同的結果。

Parameter	平口刀刃沖頭 (Flat Blade Die)	圓形沖頭 (Circular Die)
Formula	$P = L \times T \times \tau$	$P = \pi D \times T \times \tau$
P	最大沖剪壓力 (Kg)	最大沖剪壓力 (Kg)
L	剪切輪廓之全部周長 (mm)	剪切輪廓之全部周長 (mm)
T	料片厚度 (mm)	料片厚度 (mm)
τ	料片抗剪強度 (kg/mm ²)	料片抗剪強度 (kg/mm ²)
Input L	30 (mm)	-
Input T	0.5 (mm)	0.5 (mm)
Input τ	50 (kg/mm ²)	60 (kg/mm ²)
Input D	-	5 (mm)
Result P	750 Kg	471 Kg

圖 6-1 沖剪力計算的應用

(二) 沖壓量測系統

在先前驗證過程式的正確性與可用性，我們可以得知驗證的結果有些許的誤差，但其結果是在我們的允許範圍之內。對於此部分的誤差，經由我們討論可以歸納出二點原因：

- 1.對於操作者在量測時所挑選的位置，會因為像素之間的誤差而有誤差。
- 2.被拍攝物與拍攝角度的問題會導致圖像有所改變，因此產生誤差。

二、沖壓實驗的結果

利用上述的沖壓影像量測系統，將量測的毛邊變化與剪斷面分佈狀況紀錄於表中，其討論結果分述如下：

(一) 毛邊變化的討論

將此九組數據代入雜音雜訊比的公式中計算其因子之間的影响程度，下圖 6-2 是因子之間回應圖。從圖中可發現到斜率最大代表影响實驗最強，而我們希望毛邊變化越小則必須挑選最高點的位置，最高點代表最佳實驗數值，所以由圖 6-2 發現下列兩點：

- 1.若由四個因子來看，其最佳實驗組合是使用鋁當料片、下模與沖頭間隙 80%T，速度 1000mm/min 以及搭配無任何介質潤滑方式。
- 2.若以斜率來看，其中是以下模與沖頭間隙影響最大，其次是料片的材質。

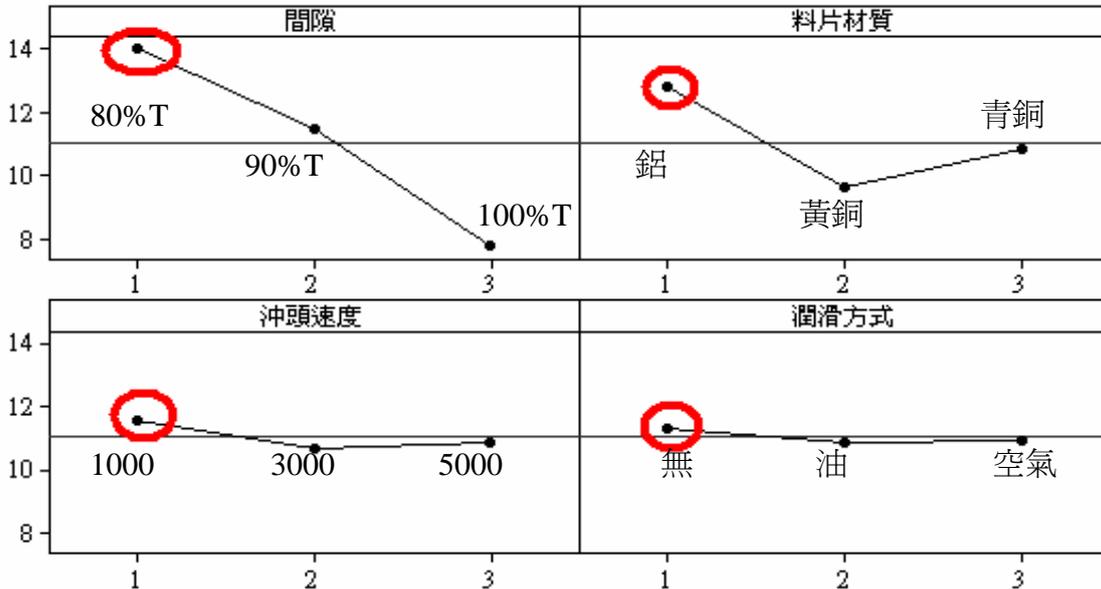


圖 6-2 因子之間回應圖

根據上述兩點，我們可以證實間隙與材料材質對於沖壓很重要，所以我們必須好好挑選適合的間隙與材質。針對間隙與材質來比較，如圖 6-3、圖 6-4 所示。由此兩個圖可以發現：

- 1.在同樣間隙之下(80%T、90%T、100%T)，其變化的趨勢都是一致的。其黃銅的毛邊變化最大，其次是青銅，而最後是鋁。
- 2.在同樣材料之下，隨著間隙變大則毛邊也變大。
- 3.在同間隙下隨著加工硬化指數越大，則毛邊會越大。

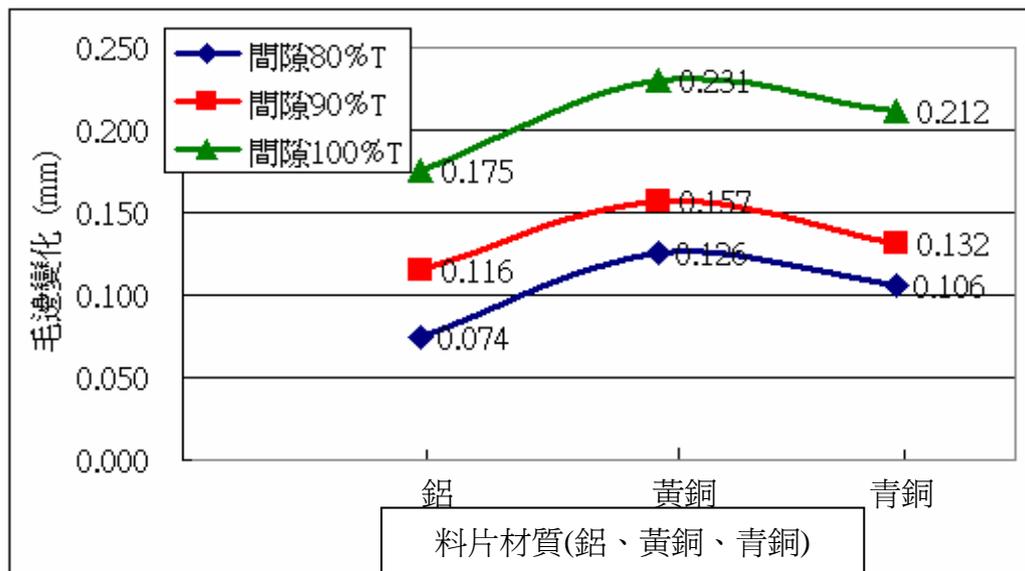


圖 6-3 在同間隙下毛邊變化情況

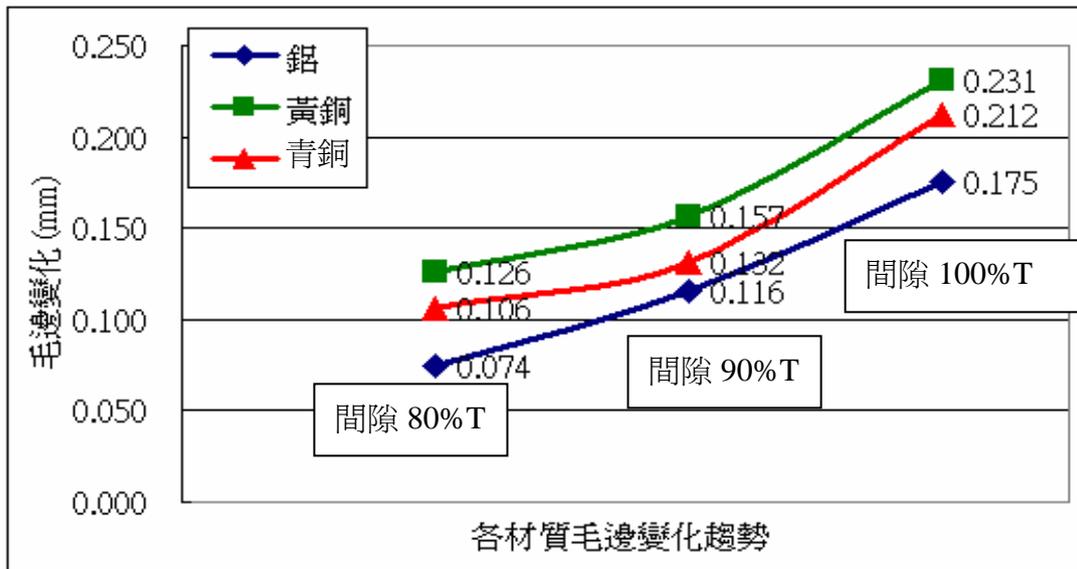


圖 6-4 在同材料下毛邊變化情況

(二) 剪斷面分佈的討論

對於剪斷面的分佈，一般可以分四個區域，其順序為模輓區、亮帶區、撕裂區、毛邊區，我們可明顯觀察到亮帶區與撕裂區的分佈，此部分忽略模輓區、毛邊區的討論。而由圖 6-5、6-6 所示，可以看見：

1. 隨著間隙變大，撕裂區也變大。
2. 若由加工硬化指數來看，得知因為黃銅的 N 值較大，且撕裂區也較大。
3. 隨著間隙變大，亮帶區會變小。
4. 若由加工硬化指數來看，得知因為黃銅的 N 值較大，且亮帶區也較小。

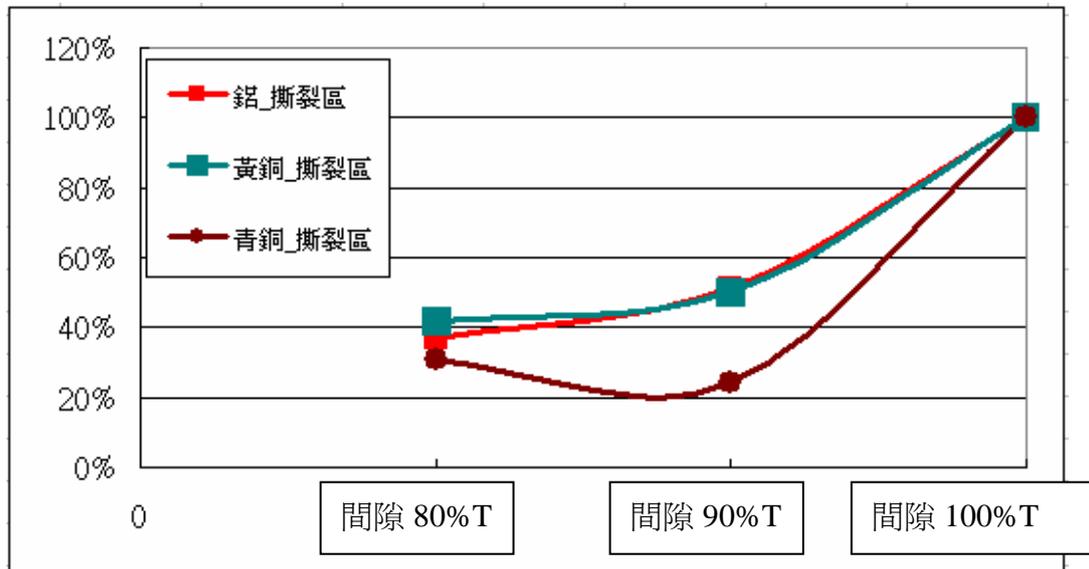


圖 6-5 三種材質撕裂區的分佈

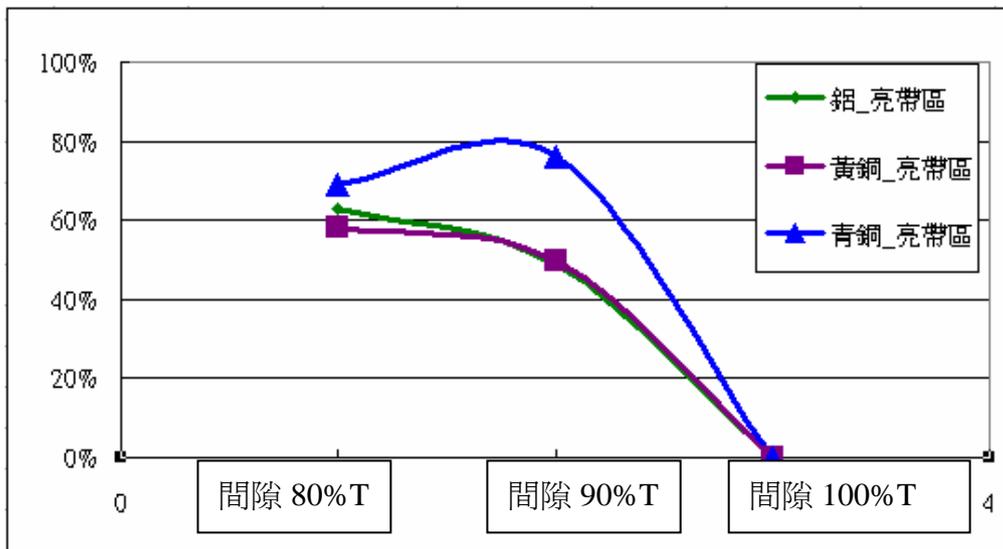


圖 6-6 三種材質亮帶區的分佈

綜合上面兩個部份，我們知道毛邊與剪斷面會由間隙與材料性質的影響，而我們由拉伸試驗中得到的加工硬化指數，則可以判斷其品質，所以我們可以針對加工硬化指數研判毛邊的變化。

三、網際網路應用

在電腦應用程式部份當中還有一個主要的應用功能，就是利用網際網路的相關應用。其主要目的是要使遠端的人員一同參與並且加入，有著一種恰似在生產的現場，而我們也是透過 VB 程式來達到遠距網路生產的功效。

(一) 即時溝通

對於現在外面的工廠，為了使公司保護公司機密，所以將公司對外網路作嚴格控管，不能夠做即時溝通部份。而本程式對此加以設計與改善，針對遠端用戶與近端用戶必須取得相同協定才可以達到互相溝通的效果，如圖 6-7 所示。而此程式的特點有：

1. 必須達到雙方的協定才可以連線，所以可以受到保護，且在受限的環境下使用。
2. 此程式是由自行建立，並非公用軟體，所以不易被入侵。



圖 6-7 即時溝通畫面

(二) 即時監控

如圖 6-8 所示，我們可以有效的透過網路監控加工現況。而在結合上述的影像量測，我們構想可以同步透過網路，在沖床下方增設一個輸送帶，在輸送帶上方增設一個鏡頭，使料片經過鏡頭，可以透過網路即時監控量測判別成品與廢料之用。

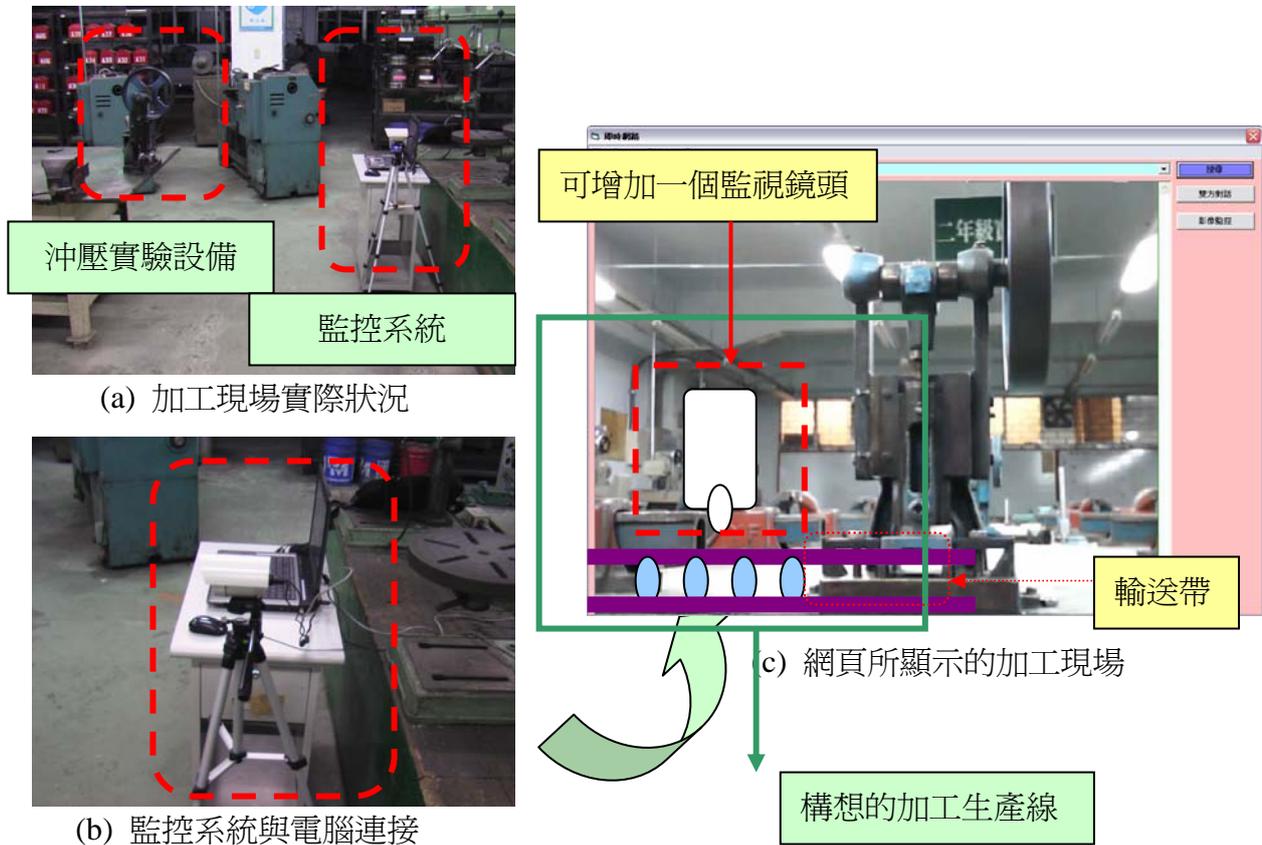


圖 6-8 即時監控現場與網路畫面

柒、結論

對於本研究分三部份來說明，分別是電腦程式應用、沖壓實驗結果、網際程式應用，其分述如下：

一、電腦程式的應用

- (一) 在沖壓模設計之前，可以有效應用本程式之沖剪力計算設計，方便使用者挑選適合的沖壓機器。
- (二) 可以利用影像量測之技巧於檢視巨大或微小之成品，經驗證後非常準確。
- (三) 利用影像量測要注意操作過程，尤其是拍攝角度與尺寸校正，而本研究在料片量測的結果甚佳，且可以更精確的達到量測的效果。

二、沖壓實驗的結果

- (一) 對於毛邊而言，間隙與料片材質影響最為明顯，間隙越小毛邊越小。對於延展性較佳的材質，要更注意間隙的調整。
- (二) 若由先前的拉伸試驗中求得的加工硬化指數(N)與毛邊變化比較得到，在同間隙下N越大則毛邊越大；相反的，N 越小則毛邊越小。

三、網際程式的應用

- (一) 自行建立網路對話程式，可以透過網路且保密的溝通，以防商業機密外流，可即時達到「共同設計、討論」。
- (二) 透過遠端監控，可以快速了解現場的加工狀況。
- (三) 若在料片送出的地方，加上一個自動化的輸送台與監控鏡頭，可透過網路即時監控與判斷毛邊是否過大、過小作成品與廢料的篩選。

結合上述三個部份，將遠距網路、電腦程式和實驗結果做為整合之用建立一項專屬於沖壓應用的系統，可以有效即時討論設計、單方的量測。而本研究已先建立沖壓影像的量測技術與沖壓的實驗相關知識，期望能在進一步將影像量測技術發揮至雙方即時量測與自動辨識毛邊大小，且搭配自動化機構的組合來挑選適合的成品，亦透過網路來達到監控之效果。本研究雖只有踏出簡單的前端設計製作，希望在未來的部份可以延續朝向沖壓自動化，並達成遠距控制的成果。

捌、參考資料與其他

1. 劉福興、鄭偉盛(民 91)，沖壓模設計。臺北縣：新文京開發出版股份有限公司。
2. 戴宜傑(民 70)，沖壓加工與沖模設計。臺北市：東喬書局。
3. 黃明達(民 91)，Visual Basic 6.0 範例與解析。臺北市：全華圖書有限公司。
4. 陳峰棋(民 92)，Visual Basic 6.0 範例與解析。臺北市：全華圖書有限公司。
5. 李輝煌(民 89)，田口方法-品質設計的原理與實務。臺北市：高立圖書有限公司。
6. 康淮(民 84)，認識影像處理。臺北市：全欣資訊。
7. 黃文吉(民 94)，C++ Builder 與影像處理。臺北市：儒林。
8. 陳耀茂譯(民 86)，田口實驗計畫法。台中市：滄海。

【評語】 090905

1. 本作品包含影像擷取，影像傳輸，影像處理，和對談網路設計，屬跨領域技術整合作品，值得鼓勵。
2. 工廠內沖壓品影像能自動傳輸給遠端專家利用影像軟體進行影像判斷和技術診斷，可增加生產效率。
3. 建議往無人化工廠技術邁進，研發影像自動診斷技術，減少專業技術人士依賴，更可提升生產能力。
4. 電腦控制生產設備更適合由本創作技術監督和提供生產參數調整，更易達成無人化工廠目的。