

第三章 實驗方法

本研究實驗流程如圖 3-1 所示，首先收集鋁合金電阻點鐸相關文獻，準備鐸接試片，試片規格依美國熔接學會規定，尺寸規格如圖 3-2 所示^[2]。08mm、1.0mm 和 1.2mm 板厚之材料，其試片尺寸大小為 76mm× 20mm。接著實施製程參數的搭接单點之點鐸，將鐸後所有的點鐸件，作拉伸試驗，以拉剪強度(tensile-shear strength)決定出最佳製程參數可能存在的範圍。取出最佳製程參數可能存在的試片組，進行金相試片製備，並作金相組織的觀察和微硬度試驗，進而決定最佳製程參數範圍。最後再將最佳製程參數的試片點鐸 20 組，作拉伸試驗，以拉剪強度數值來作韋伯函數的可靠度分析，最後以最小壽命決定最佳製程參數。

3-1 點鐸設備

本研究設備為單相交流點鐸機，其最大熔接入力 50kVA，最大熔接電流為 17.3kA，壓縮空氣作用於點鐸機氣壓缸活塞壓力最大為 5kg/cm²，最大電極加壓力為 740kgf，冷卻水的水量為 6L/min。研究過程中，因實驗設備之精準度及自然因素如溫度、溼度等所導致的誤差都忽略不計。

3-2 實驗試片

本研究使用鋁合金 1050-O 商用材。試片是沿軋軋方向平行切下，表面用丙酮清洗後烘乾。厚度大小為 0.8mm、1.0mm 和 1.2mm，拉剪試驗試片規格如圖 3-2 所示。在銲接前，需先在試片中心位置作記號，幫助電極帽端面能準確的對準搭疊面積的中心。

3-3 尋求最佳點銲條件

在指定厚度(0.8mm、1.0mm 和 1.2mm)和實驗設備受限的情況下，去尋求適當製程參數的範圍。電極加壓力下限設定為 30kgf，如電極加壓力小於此限，將導致爆湯。通電時間最低為 5cycles，按實驗需要往上提升。熔接電流最大電流為 17.3kA，可依實驗需求向下調整。由文獻探討得知鋁合金點銲需要大電流、短的通電時間，因此在尋求最佳點銲條件時，可以此作為點銲條件的研究方向。

實驗所得的製程參數範圍，利用點銲件之拉剪強度與銲核大小作為指標，評估最佳點銲條件可能存在的範圍，最後再利用韋伯解析的最小壽命預測將最佳點銲條件取決出來。

3-4 微硬度實驗

將銲接試片切割成適當大小，進行冷鑲埋，將鑲埋後的試片依

順序，經由#400、#600、#800、#1000 和#1200 等水砂紙研磨，再以 $1\mu\text{m}$ 、 $0.3\mu\text{m}$ ， $0.05\mu\text{m}$ 之氧化鋁粉拋光。

將拋光的試片清洗後，以 MATSUZAWA MICRO-SA Vickers 微硬度試驗機進行硬度試驗。微硬度試驗機上的荷重為 100g，加壓時間 15 秒，沿鐸核厚度方向和鐸核直徑方向，每隔 0.2mm 打一點，分別將鐸核厚度方向和鐸核直徑方向的微硬度值，作成分佈圖，可探討微硬度與不同製程參數間之相關性。

3-5 顯微組織觀察

將拋光後的金相試片，用 Keller 腐蝕液加以腐蝕，腐蝕液為 90ml 的水+5ml 的氫氟酸+10ml 的無煙鹽酸，腐蝕時間約 3 4 分鐘。將腐蝕後的試片以水清洗且烘乾，置於 OLYMPUS BH 型的光學顯微鏡下，可觀察鐸核、熱影響區和母材上顯微組織的變化。探討不同製程參數下，其鐸核的成長情形。

3-6 鐸核尺寸的量測

在良好的鐸接條件下，鐸核尺寸的大小通常代表著試片的拉剪力強度，鐸核直徑愈大，拉剪力強度愈高，因此鐸核尺寸的大小也是鐸接品質的一個很重要的指標。在 OLYMPUS BH 型的光學顯微鏡下，用金相組織的分析軟體，進行鐸核直徑與厚度的量測。將所

得結果與圖 2-11 理想鐳核尺寸相對照，了解最佳製程參數的範圍。

3-7 拉剪強度測試

本實驗所使用之儀器為國產弘達公司之 8503 型萬能試驗機。試驗的拉伸速度設定為 3mm/min，經拉伸後求得試片斷裂之最大荷重做為其拉剪強度。拉剪強度數據可用來決定最佳製程參數的範圍和探討韋伯函數的可靠度分析。

3-8 可靠度韋伯解析

本研究以拉剪強度為自變數，作為三變數之韋伯分布解析，探討鋁合金 1050-O 點鐳接合鐳核尺寸與拉剪強度之變動特性。其倖存機率函數如下：

$$S(x) = \exp \left\{ - \left[\frac{(x-x_0)}{\quad} \right]^m \right\}$$

式中 x 為試片之抗拉強度， x_0 為位置參數， \quad 是尺寸參數， m 是韋伯模數。 m 值愈大信賴性較高。

其可靠度函數如下：

$$R(x-x_0) = \exp \left\{ - \left[\frac{(x-x_0)}{\quad} \right]^m \right\}$$

此函數經微分可得機率密度函數如下：

$$f(x-x_0) = m / \quad \times \left[\frac{(x-x_0)}{\quad} \right]^{m-1} \times \exp \left\{ - \left[\frac{(x-x_0)}{\quad} \right]^m \right\}$$

由機率密度函數可以了解試片抗拉強度分配區間大小及其變

動情形。

累積分布函數

$$F(x - x_0) = 1 - S(x - x_0) = 1 - \exp \left\{ - \left[(x - x_0) / \right]^m \right\}$$

破壞函數

$$f(x - x_0) = \frac{m}{x - x_0} \times \left[(x - x_0) / \right]^{m-1}$$

接著將累積分布函數做線性轉換，可得

$$\ln \ln \left[1 / S(x - x_0) \right] = m \times \ln(x - x_0) - m \times \ln$$

經由上式可求出觀測值依大小順序排列，各序號之倖存機率為

$$S_j = 1 - j / (n + 1)$$

其中 j 表示各試片之序號， S_j 表示各試片之倖存機率， N 則為每組試片之總數。經取各觀測值之對數值 $\ln(x - x_0)$ 為橫座標，倖存機率倒數之雙對數 $\ln \ln(1 / S_j)$ 為縱座標，分別取至第一觀測值間的等分值個別求出其距離平方和，取其最小者做為位置參數 x_0 ，再經由線性迴歸即可求出斜率值，即為 m 值，可知材料接合性質變動之情形。

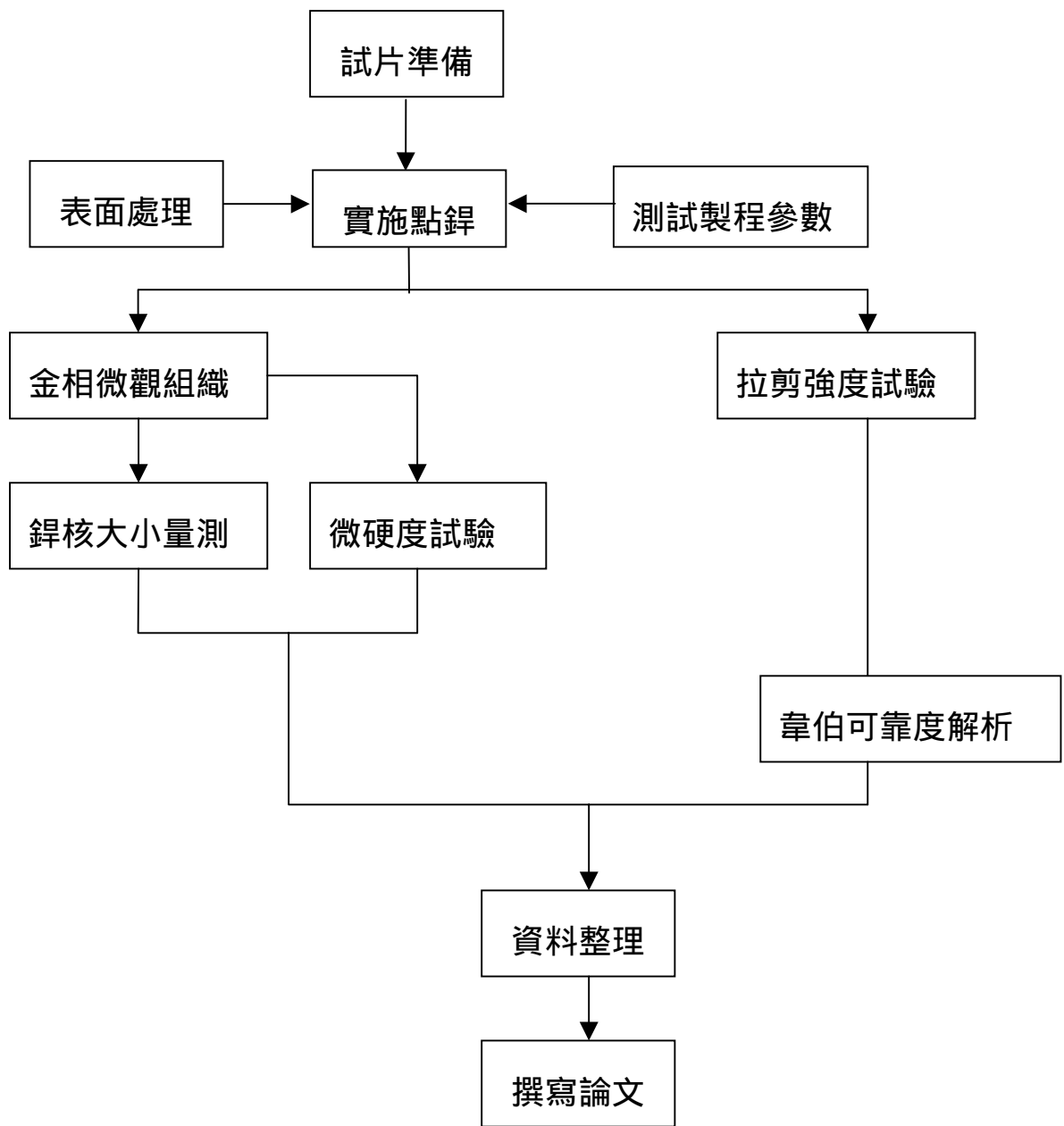
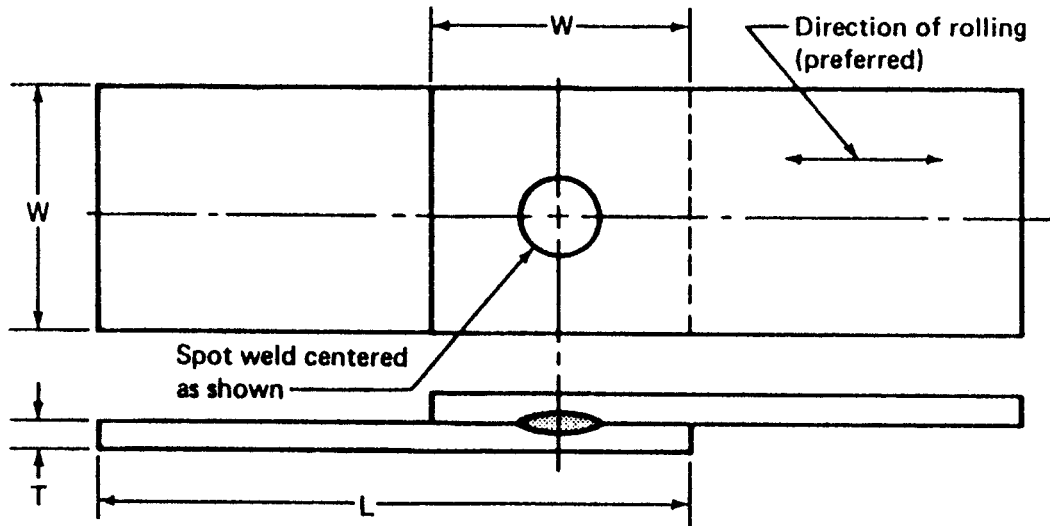


圖 3-1 實驗流程圖



T	W	L
Thickness of thinner sheet,mm	Specimen width,mm	Recommended length,mm
Up to 0.762	15.875	76.2
0.7874 1.27*	19.05*	76.2*
1.2954 2.54	25.4	101.6
2.5654 3.302	31.75	127
3.3274 4.826	38.1	127
4.8514 and over	50.8	152.4

圖 3-2 拉剪試驗規格尺寸^[2]

(*代表本實驗所採用之尺寸)