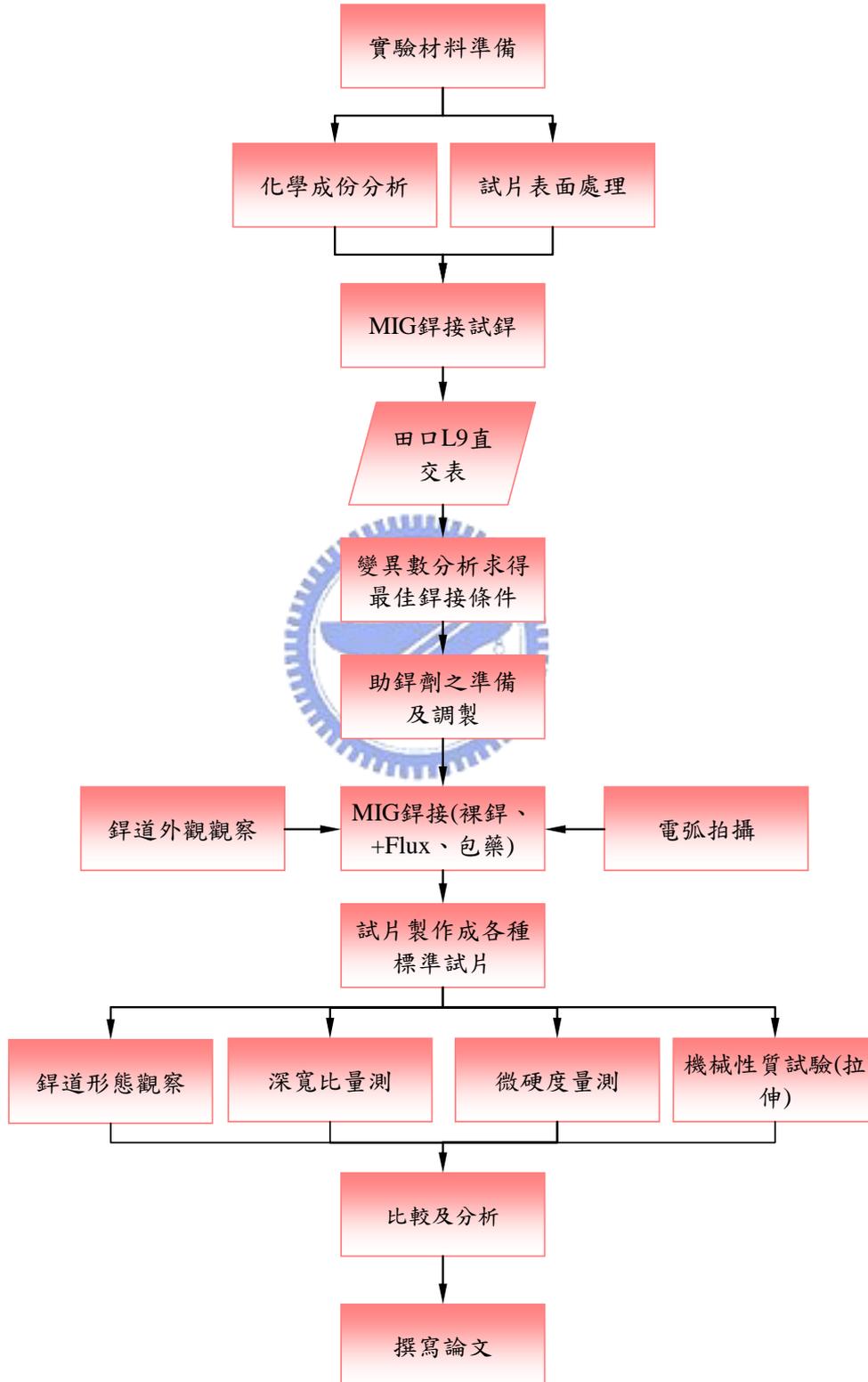


# 第三章 實驗設備及方法

## 3.1 實驗流程



## 3.2 GMAW 之設備

### 1.GMAW 主要設備

本實驗係採用惰氣金屬極電弧銲接法(GMAW)，所使用之機型為美國 HOBART MEGA-PULSE MPI-350 型銲接機，搭配 HOBART 2450 型自動送線機，其外觀照片如圖 3-1 所示。圖 3-2 則為 GMAW 銲槍外觀與所使用銲接夾具之照片。



圖 3-1 HOBART MEGA-PULSE MPI-350 GMAW 銲接機



圖 3-2 銲槍、台車、夾具等外觀

## 2.設備調整控制單元及刻度實際值關係

經過初步銲接確認結果，得到設備調整控制單元與實際值關係如圖 3-3，自走台車操作控制；如圖 3-4 自走台車走行速度控制與實際值關係。

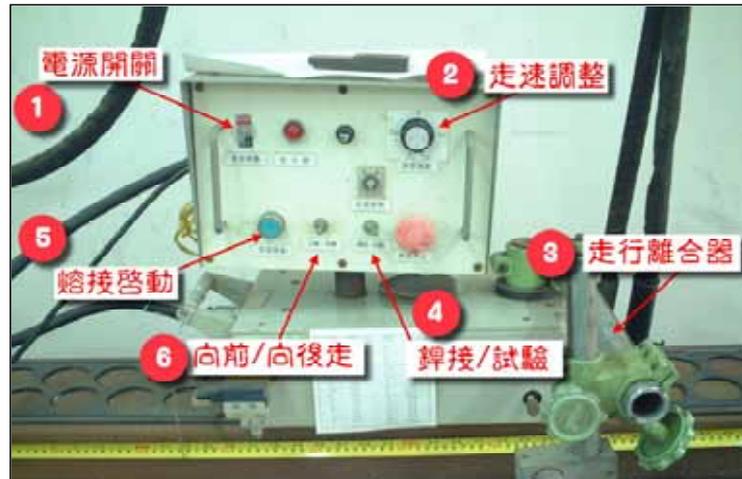


圖 3-3 自走台車操作控制



圖 3-4 自走台車走行速度控制與實際值關係

如圖 3-5 為銲接起弧後送線速度顯示及調整；圖 3-6 為 HOBART MEGA-PULSE MPI-350 GMAW 銲接機及 HOBART 2450 型自動送線機之控制，本次實驗銲接機 PROCESS 需調整至 CV OUTPUT 之位置，SYNERGIC SCHEDULE 需調整至 C 或 D 的位置；輸出電源線需接在(-)及(CV)之位置。

如圖 3-7 為電壓控制刻度與實際值之關係。



圖 3-5 銲接起弧後送線速度顯示及調整



圖 3-6(A) HOBART 2450 型自動送線機之控制



圖 3-6(B) HOBART MEGA-PULSE MPI-350 GMAW 銲接機實驗型態調整



圖 3-6(C) HOBART MEGA-PULSE MPI-350 GMAW 銲接機實驗輸出電源



圖 3-7 HOBART MEGA-PULSE MPI-350 GMAW 銲接機銲接電壓控制

### 3.3 銲接試驗

#### 3.3.1 實驗材料準備

##### 1. 母材(base metal)

本研究所採用的實驗材料為 SAE1020 低碳鋼。在銲接前先將所有的試片(尺寸為 150mm×75mm×5mm)表面很容易因氧化而生成一層鏽皮，此外，切割試片時可能沾有油污，所以先使用砂輪研磨器裝上鋼刷輪（如圖 3-8 所示），並將表面鏽皮除去後再利用#400 砂紙研磨試片之表面，最後使用丙酮擦拭表面油污。

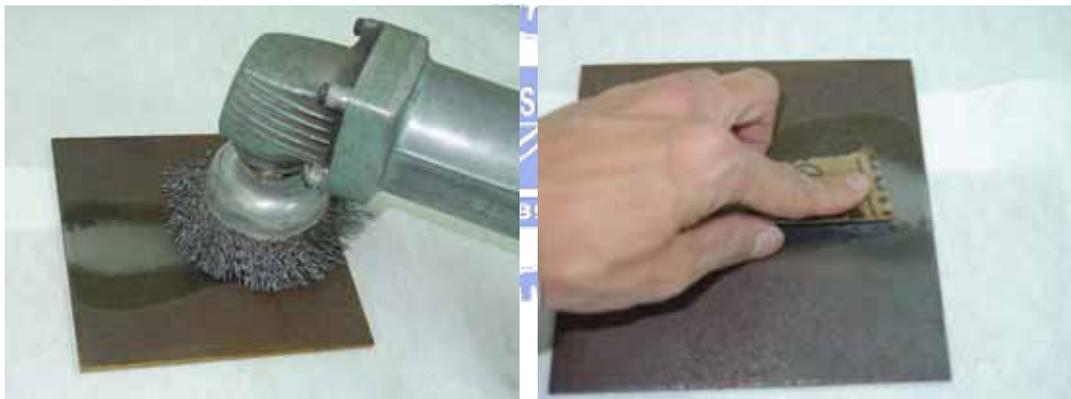


圖 3-8 銲接試片之前處理

##### 2. 填充金屬(filler metal)

本實驗中所使用之銲線有裸線 ER70S-6、包藥銲線 E71T-1 兩種。銲線直徑皆為 1.6mm，其成份如表 3-1 所示[34]。

表 3-1 填料金屬成份表[34]

ALLOY 銲線型號	C	Si	Mn	P	S	Fe
ER70S-6	0.08	0.58	1.15	0.014	0.01	—
E71T-1	0.05	0.5	1.3	0.015	0.01	Bal.

### 3.3.2 銲接方法

利用如圖 3-1 HOBART MEGA-PULSE MPI-350 GMAW 銲接機進行不開槽填料銲接，如圖 3-9 不開槽填料對接示意圖示。

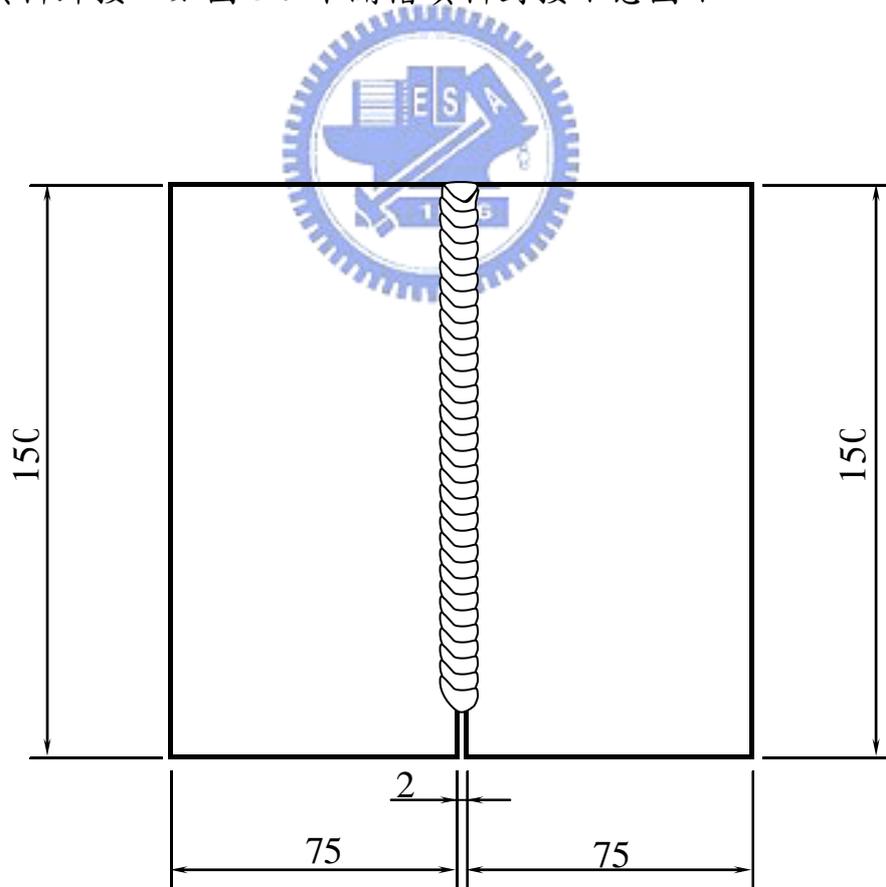


圖 3-9 不開槽填料對接示意圖(單位：mm)

### 3.3.3 最佳銲接參數的選擇

實驗開始之首要工作在尋找 SAE1020 之最佳銲接參數。參數包括銲接電流、電壓、銲接速度、火嘴至工作物表面之距離、對接銲接工作物之對接間隙。而最佳參數的判定，系依據銲道表面狀況、熔透深度 (penetration)、銲道深寬比，經由田口實驗分析法所獲得之最適參數組。

銲接參數之尋找，本實驗預計以下列步驟進行：

#### 1. MIG 銲接試銲

Step1. 將加工完成之試片，以事先選定的一組銲接參數試銲。

Step2. 檢查已經銲完之試片表面狀況是否理想，有無銲蝕(undercut)或堆搭(overlap)。

Step3. 沿銲道垂直面，利用切割機截取某一斷面，以細銼刀將段面磨亮，查看熔透情形。

Step4. 表面熔透不佳或熔透不全則視實際情況，將參數作適當修正。

#### 2. 田口實驗分析法

Step5. 決定銲接因素及水準，本實驗以 4 個控制因素、3 個水準，並選擇  $L_9(3^4)$  表來作參數分析，如表 3-1 所示。

Step6. 按照 4 因素 3 個水準  $L_9(3^4)$  直交表進行銲接工作。

Step7. 獲得實驗數據並求得 S/N 比。

Step8. 獲得銲接最佳參數。

表 3-2  $L_9(3^4)$  直交表

Expt. No.	Column			
	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

### 3.4 銲藥之準備與配製方法

助銲劑採用日本試藥工業株式會社所生產，助銲劑的成分是以深寬比效果較佳的四種，為  $\text{MoO}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$  與  $\text{MgCO}_3$  之粉末，粒度為 #400 號。

單一助銲劑配製方式為先將適量的丙酮溶劑與經充分研磨均勻後的粉末混合成泥漿狀，接著再利用扁平毛刷將此泥漿狀助銲劑均勻塗敷於工件欲進行結合位置處。均勻攪拌後，塗敷於銲道表面上，如圖 3-10 為銲藥配製過程，塗敷厚度以能遮蓋待銲工件表面金屬光澤為宜，如圖 3-11 所示為塗佈示意圖。待丙酮揮發後，銲藥即覆著於銲道上，然後再進行銲接。



圖 3-10 銲藥配製過程

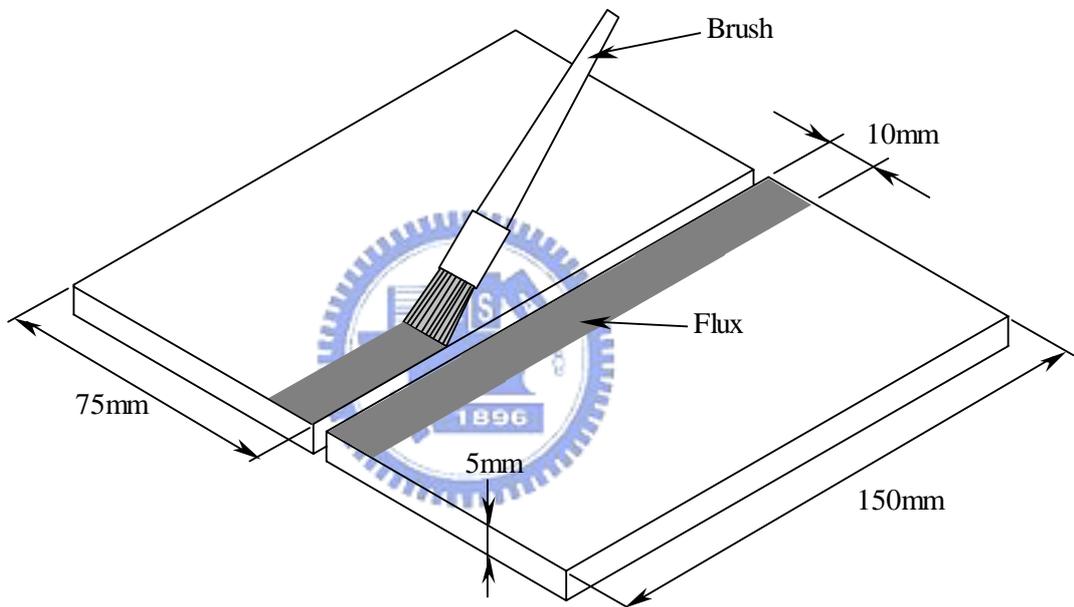


圖 3-11 MIG 對接 Flux 塗佈示意圖

混合助銲劑配製方式，混合比例如表 3-3 所示；其調配之方法是先利用天平秤重量（如圖 3-12 所示），當銲藥為 80%時秤重 4g、60%時秤重 3g、40%時秤重 2g、20%時秤重 1g。秤好後混合放置於鉢(mortar)內用杵(pestle)研磨均勻後置於真空小塑膠袋內封口封好以保持乾燥，待銲

接使用時再取出與丙酮混合成泥漿狀，接著再利用扁平毛刷將此泥漿狀助銲劑均勻塗敷於工件。

如表 3-4 為本次實驗添加助銲劑、包藥銲線銲接及裸線銲接試片編號。

表 3-3 混合助銲劑之調配比例

NO	Flux種類及調配比例	
1	MoO <sub>3</sub> (60%)	+ Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (40%)
2	MoO <sub>3</sub> (60%)	+ SiO <sub>2</sub> (40%)
3	MoO <sub>3</sub> (80%)	+ MgCO <sub>3</sub> (20%)
4	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (40%)	+ SiO <sub>2</sub> (60%)



圖 3-12 利用天平秤重量調配 Flux

表 3-4 銲接試片編號及添加成份表

試片編號	助銲劑	添加成份
1	NO Flux(裸線)	—
2	MoO <sub>3</sub>	100%
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	100%
4	SiO <sub>2</sub>	100%
5	MgCO <sub>3</sub>	100%
6	MoO <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	60%+40%
7	MoO <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub>	60%+40%
8	MoO <sub>3</sub> +MgCO <sub>3</sub>	80%+20%
9	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub>	40%+60%
10	包藥銲線	—

### 3.5 電弧形狀拍攝

為了瞭解活性助銲劑的添加對電弧形態產生的影響，在進行 MIG-Flux 銲接時，架設 CCD、濾光鏡與黑玻璃，與銲槍以同步的方式擷取銲接電弧的影像（如圖 3-13 所示），然後將此數位訊號儲存在電腦，藉以分析添加活性助銲劑對電弧收縮的情形與銲道深度提升之機制。

取電弧型狀圖像，所選擇之區域皆為銲件中間部位，同時避免電弧不穩定部份。



圖 3-13 CCD 影像擷取設備

### 3.6 鐸道外觀拍攝

為瞭解各種助鐸劑對試片鐸後之表面品質狀況，本實驗利用數位相機來拍攝鐸道表面之情況，並且將圖形放大分析其鐸道外觀平整性與飛濺物之形態。

### 3.7 鐸道截面觀察

鐸接後之試片，將鐸接試片之頭尾二端約各 40mm 予以切除後，取垂直鐸道方向的橫截面來作金相實驗，而且每個鐸件至少取三個試片進行鑲埋成直徑 40mm 之圓塊。其中實驗步驟為：取樣與切取試片→鑲埋→研磨→拋光→腐蝕→鐸道型態觀察，如圖 3-14 所示。

此外，在本實驗中，經熱鑲埋後用之試片，利用碳化矽砂紙研磨至 2,000 號，再用氧化鋁粉拋光至  $0.05\ \mu\text{m}$ 。經拋光完成後的試片，必須以

清水與酒精清洗乾淨並用吹風機吹乾，最後將試片予以浸蝕，隨即用光學顯微鏡拍照及觀察其金相組織。浸蝕液的選用係採用 Nital(硝酸 5%+酒精 95%)，浸蝕時間則約為 4~5 秒鐘。



(a)砂輪切斷機



(b)鑲埋機



(c)鑲埋後之試片



(d)研磨機



(e)拋光機



(f)深寬比量測

圖 3-14 金相實驗之步驟及設備

### 3.8 鐳道滲透深度與寬度量測

為研究混合型之助鐳劑對 SAE1020 鐳道形態之影響，將浸蝕拋光完成之試片利用實體顯微鏡量測鐳道的穿深(Depth)及寬度(Width)。本研究主要係以穿深/寬度比值(D/W ratio)做為熔深特性之評估指標，其鐳道形狀之量測示意圖如圖 3-15 所示。

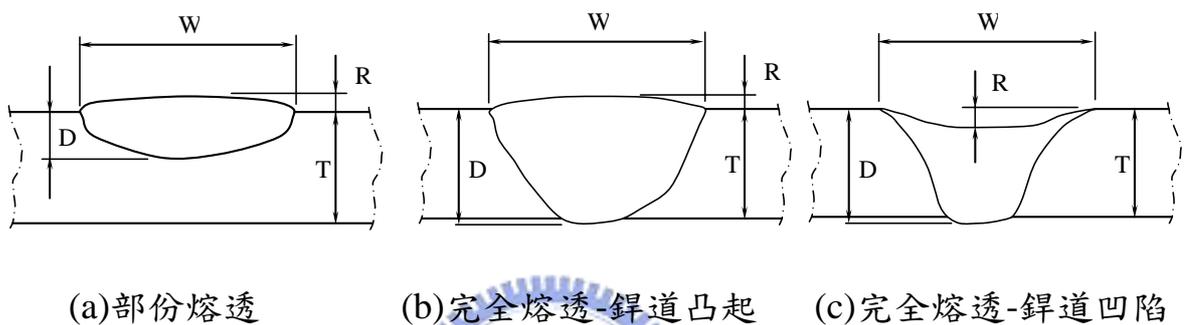


圖 3-15 鐳道形態量測示意圖

### 3.9 微硬度量測

本研究測量鐳道硬度時，係採用 Matsuzawa MHT-1 微硬度測定機（如圖 3-16 所示），試驗荷重為 200 公克，荷重加壓時間為 15 秒鐘，而量測位置則為距鐳件表面下 1mm 處，且每點間隔 0.25mm 測量一硬度，最後再將量測之值記錄並作各部位之硬度分佈線。



圖 3-16 Matsuzawa MHT-1 微硬度測定機

### 3.10 拉伸試驗

將銲妥之各組材料切割取樣，作成拉伸試片。試片規格如圖 3-17 示意圖所示，其中標點距離(gage length)為 45mm，所使用之試驗儀器為 INSTORN 850I 型，荷重 100KN 之萬能材料試驗機。

進行拉伸試驗時，因斷裂點位置雖然在設定之標點距離內，但並非在銲道上，因此抗拉強度僅能提供拉伸試片間相互比較用。

拉伸試驗進行時可用個人電腦(PC)將相關資料全部印出來，由此試驗可獲得經銲接後銲道之極限抗拉強度(UTS)、斷面縮率(reduction of area)及應力-應變曲線。

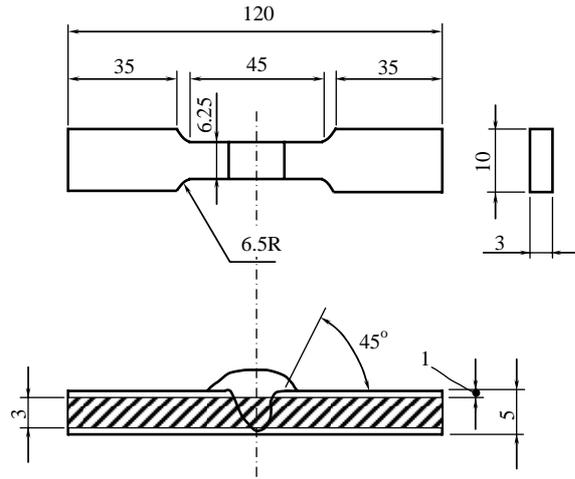


圖 3-17 拉伸試驗片選取位置及尺寸示意圖

