

## 第五章 結論

本研究針對熱處理型鋁合金 2024-T351、6061-T6 及 7075-T6 鋁合金之銲接性進行分析，共分為三部份：一為材料之熱裂性、一為材料之角變形、一為材料之殘留應力分析，在本研究所用之材料及條件下，獲得下列結論：

### 5.1 熱裂性分析

1. 多重熱循環對銲件熔融區熱裂敏感性並無明顯之影響，但對熱影響區卻有顯著之影響，隨著熱循環次數的增加，在熱影響區之熱裂縫會有明顯的成長，其中又以銲接金屬熱影響區(W. M. HAZ)較為嚴重。
2. 隨著外加應變量之增加，各材料之熱裂敏感性均會增加，而且不論是熔融區或熱影響均呈現相同之趨勢。
3. 就相同之材料而言，冷加工能降低材料之熱裂敏感性，其原因為冷加工後材料晶粒成纖維狀組織能阻止裂縫之延伸，而降低其熱裂縫長度。
4. 7075-T6 鋁合金成份較 6061-T6 鋁合金靠近最高熱裂傾向成份(3% Cu、1.5% Mg、8% Si)，因此熱裂敏感性較 6061-T6 為高。
5. 7075-T6 鋁合金在部份熔融區(PMZ)有明顯之 Cu 的偏析，且隨著熱循環次數之增加而趨嚴重，也因此造成此區域較高之熱裂敏感性；6061-T6 鋁合金在此區域則無合金成份之偏析現象產生，其熱裂純為晶界之液化，兩者在 PMZ 之熱裂機制並不相同。

### 5.2 角變形量分析

1. 2024-T351、6061-T6 及 7075-T6 鋁合金在有拘束及無拘束狀態下，以 GTAW 進行單 V 形槽對接銲，當 V 形槽角度為  $0^\circ$  (I 形槽)時，有拘束之銲件其角變形量大於無拘束之銲件；當 V 形槽角度為  $45^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $90^\circ$  時，則有拘束之銲件其角變形量小於無拘束之銲件。

2. 鋁合金在有拘束之狀態下進行銲接，其角變形量之大小係由材料熱膨脹產生之變形與銲道金屬凝固收縮所產生之變形兩者交互作用之結果，與無拘束狀態下其角變形量全由銲道金屬凝固收縮所造成之機制不同。
3. 銲件接頭單 V 形槽之角度大小(銲道熔填金屬量)會影響銲件之角變形量大小，銲件在無拘束狀態下，其角變形量隨單 V 形槽之角度增加而有增加之趨勢，但在  $60^\circ$  時會有下降之現象；而銲件在拘束狀態下，當單 V 形槽之角度為  $0^\circ$  時，會產生較大之角變形量，隨著角度增加其角變形量逐漸下降，在到達  $60^\circ$  時，其角變形量最小，超過  $60^\circ$  則有再上升之趨勢。
4. 在各種單 V 形槽角度下，無論是有無拘束狀態，材料高溫之降伏強度會影響材料角變形量的大小，由實驗結果可應證本次實驗所用之三種熱處理型鋁合金其高溫強度依序為 2024-T351、6061-T6 > 7075-T6。

### 5.3 殘留應力分析

1. 對接銲件其接頭開槽角度越大，其殘留拉伸應力就越大；但過小之開槽角度( $45^\circ$ )，其銲道熔填金屬量並非如銲道幾何形狀所計算之體積，而使其殘留應力大於開槽角度  $60^\circ$  之銲件，因此適當之開槽角度才能使殘留應力降低。
2. 銲接時若材料受到拘束，因無法自由膨脹及收縮，因此會產生較大之殘留應力。同時在靠近受拘束處亦會產生一殘留拉伸應力，不受拘束之銲件則無此現象產生。
3. 銲件之最終殘留應力由平衡溫度時材料之降伏強度所決定，平衡溫度時降伏強度越高之材料其殘留應力越高，鋁合金因其熱傳導係數較大，因此試片之溫差較小，所有材料之殘留拉伸應力相較於其本身之降伏強度均較低。

4. 鐸件之角變形與材料之殘留拉伸應力之關係，就同一材料而言，角變形量與殘留拉伸應力呈現正比之關係；就材料是否受拘束而言，未受拘束之鐸件其角變形量都大於受拘束之鐸件，而其殘留之拉伸應力都小於受拘束之鐸件。

