

**【問】：**

請問箱型柱橫隔板較厚，當採用電熱熔渣銲(ESW)時，柱板之最小厚度應為多大，柱板才不會產生銲接熔透之現象？又決定柱板之最小厚度時，應考慮那些因素？

**【答】：**

箱型柱橫隔板厚度 25mm(含)以下，其 ESW 入熱量約 450 KJ/cm，內隔板厚度 50mm，其 ESW 入熱量約 900 KJ/cm，這已包含一般鋼結構建築 ESW 入熱量使用範圍，圖 1 為兩種入熱量在不同柱板厚度下分析其尖峰溫度對柱板厚度距離  $a$  之關係曲線[1]，其中  $a$  為柱板內表面及一半銲道厚度( $T/2$ )之位置至柱板外表面間之距離(圖 1(a))。

尖峰溫度 1100°C 至 1500°C 是粗晶粒熱影響區(CGHAZ)，其衝擊韌性極低，且表面溫度達 1100°C 時在施工中亦容易產生柱板被熔透之現象，由圖 1(b)及圖 1(c)中顯示，橫隔板厚度 25mm(含)以下，柱板厚度使用 22mm 可以避免熔透，橫隔板厚度 50mm，柱板厚度使用 25mm 可以避免熔透。

一般鋼結構建築 ESW 入熱量為 SAW 入熱量之 15 倍左右，為 SMAW 入熱量之 25 倍左右，如此巨大之入熱量造成柱板厚度範圍內，有部分柱板被熔融成液態，未融化之母材因高入熱量而具有寬廣且明顯的熱影響區 (HAZ) 如圖 2 所示。其中 ESW 之熱影響區依據熱傳相變之再結晶不同又可以細分成粗晶粒熱影響區 (CGHAZ)、細晶粒熱影響區 (FGHAZ) 及臨界間熱影響區 (ICHAZ)，其中衝擊韌性又以 CGHAZ 最差(低於母材)，FGHAZ 最好(高於母材)，而 ICHAZ 則略高於母材[1,2]。熱影響區中各分區與尖峰溫度有關，圖 3[3]為碳含量 0.15% 時，銲接尖峰溫度與熱影響區組織之關係圖，圖中右邊為各溫度下所對應之平衡相變組織。

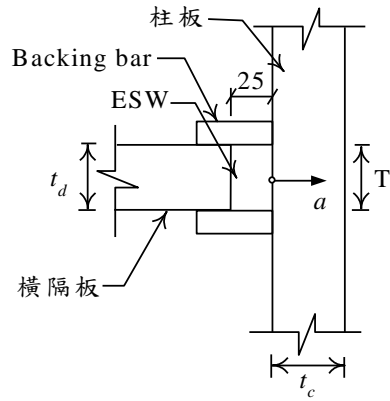
梁柱接頭抵抗地震力中，以梁柱交界面之應力最大，應力由柱板表面傳遞至橫隔板則有逐漸減小之趨勢，因粗晶熱影響區其衝擊韌性最低，所以當粗晶熱影

響區越靠近柱板表面，則接頭柱板極有可能於此處破壞，目前甚少相關研究報告顯示 ESW 下粗晶熱影響區其衝擊韌性之合格標準，但我們可由柱板中央之應力低於梁柱接頭交界面，假設粗晶熱影響區不超過柱板中央是可接受的。

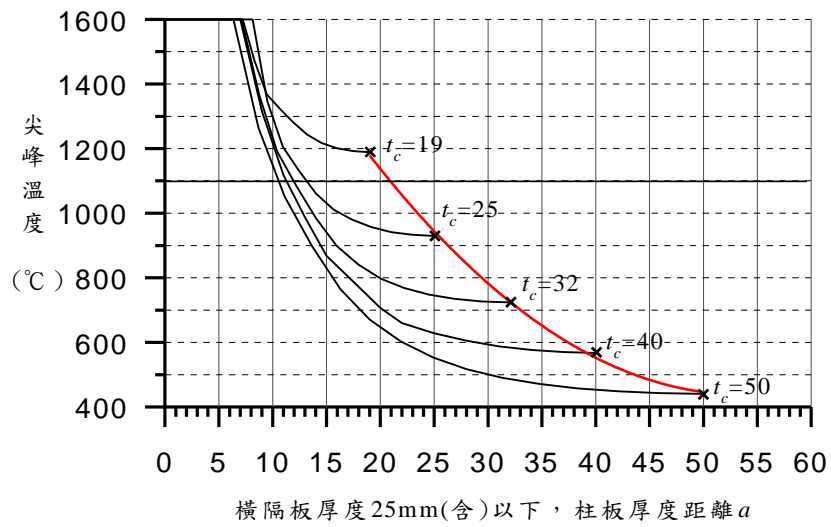
利用文獻 3 之結果以及有限元素熱傳分析，得入熱量 450KJ/cm 及 900KJ/cm 時柱板厚度方向之距離  $a$  及尖峰溫度之關係曲線(圖 1)。圖 3 中顯示，大於 1100°C 為粗晶區，於圖 1 中選擇柱板厚度中央不超過 1100°C 為標準，則橫隔板 25mm (含) 以下使用最小柱板厚度，其理論分析值為 25mm，建議最小柱板厚採用 28mm 以上，橫隔板 50mm 使用最小柱板厚度，其理論分析值為 32mm，建議最小柱板厚採用 36mm 以上，橫隔板厚度介於 25 至 50mm，可由圖 1 做內差求得理論最小柱板厚度。簡化分析結果將橫隔板厚度對應其柱板厚度列於表 1。

表 1

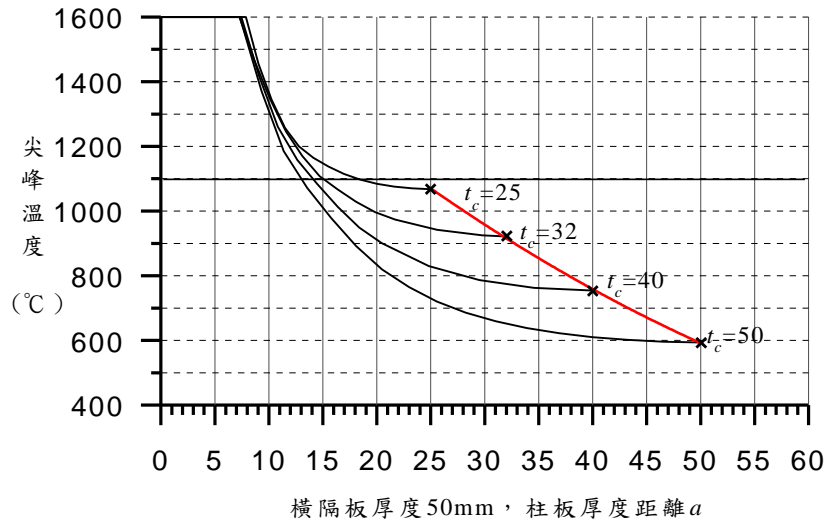
橫隔板厚度(mm)	最小柱板厚度(mm)
25 (含) 以下	28
28~40	32
45~50	36



(a)



(b)



(c)

圖 1 不同隔板厚度下尖峰溫度與柱板厚度之關係圖

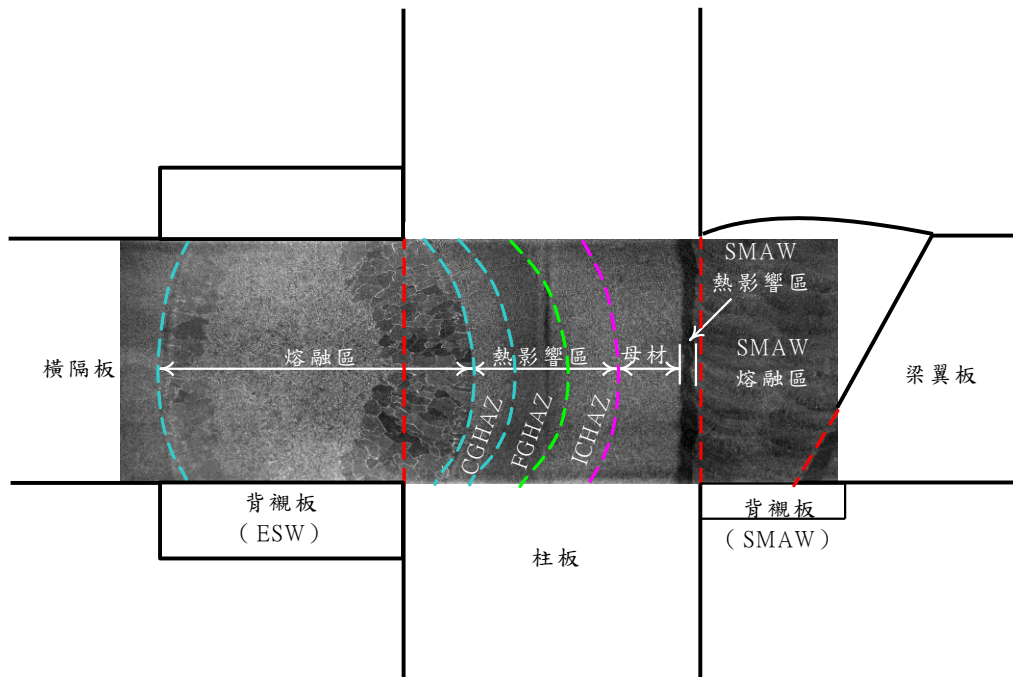


圖 2 梁柱接頭中 ESW 及 SMAW 之熱影響區

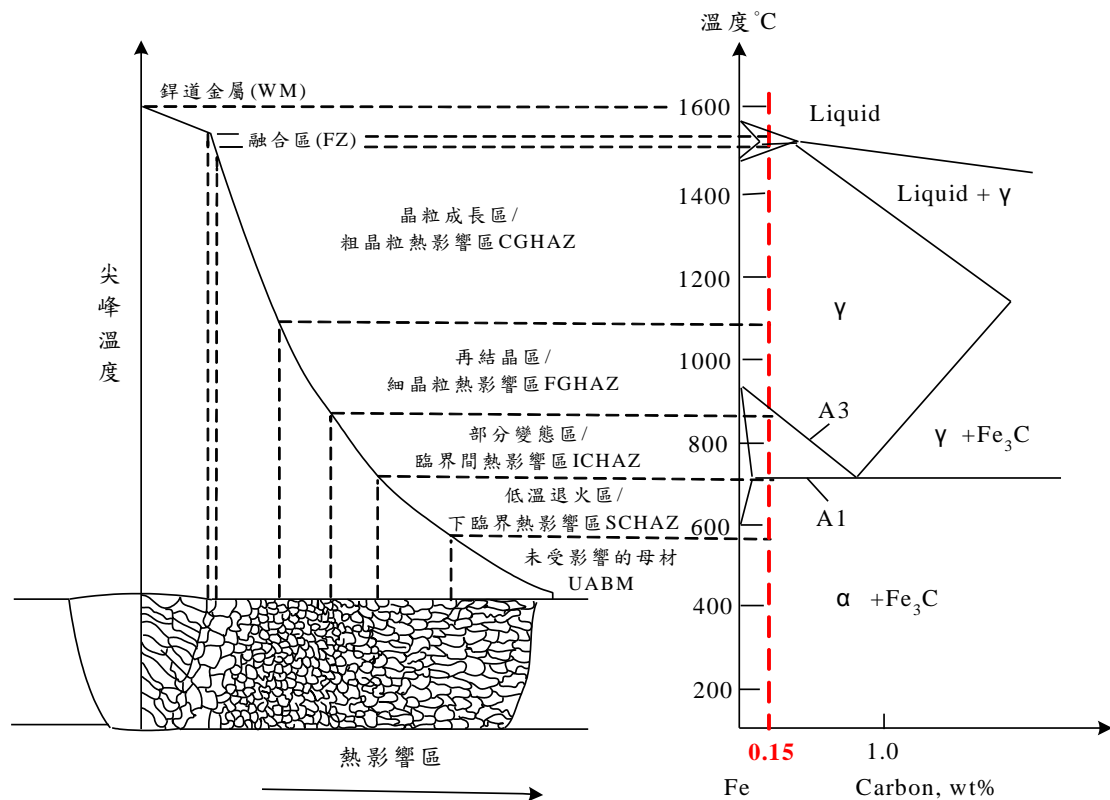


圖 3 鋼材碳含量 0.15% 其銲接熱影響區組織[3]

#### 參考文獻

- [1] 梁宇宸、陳正誠、蔡顯榮，「受高入熱量 ESW 銲接下箱型鋼柱材質之影響」，論文編號 I-0353，中華民國第九屆結構工程研討會，國賓大飯店，高雄，2008 年 8 月 22~24 日
- [2] 梁宇宸、陳正誠、蔡顯榮，「電熱熔渣銲(ESW)對箱型柱板材質之熱影」，鋼結構設計與施工技術研討會，中華民國鋼結構協會（2008）。
- [3] D.Francois and F.M. Burdekin, “State of the Art Resume on Significance of Local Brittle Zones”, Welding in the World, Vol.41, No.2, pp.138-143 (1998).