

## Q&A 專欄

本專欄於本刊不定期登出，凡與結構工程有關之問題，歡迎讀者來函提出，本刊將儘力為您提供可行的方案，供您參考。惟鑒於結構工程日趨多元化與複雜化，本欄之答案，請讀者切勿將它視為唯一之答案，讀者對於結構工程設計上或施工上之難題或疑義，仍應依實際情況，綜合考慮諸項因素後，作最佳之判斷。

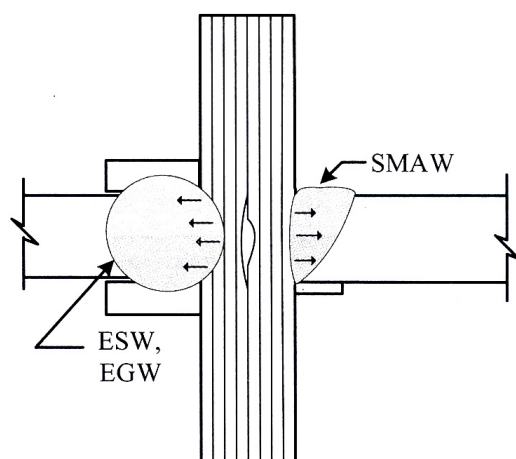
本專欄之解答，雖經會刊編輯及出版委員會委請專家審查通過，惟如有更佳之答案或有所補充，亦歡迎提供，以促進技術交流，提昇工程水準。

## 會刊編輯及出版委員會

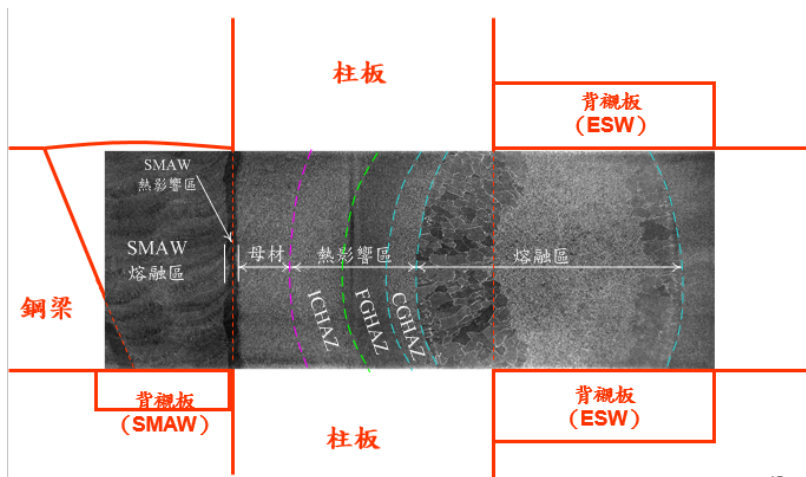
**【問292】箱型鋼柱內橫隔板四面直立式銲接  
請問箱型鋼柱之內橫隔板是否可四面均採直  
立式電熱熔渣銲接(ESW)?**

**【答】**箱型鋼柱與鋼梁之接頭中，梁翼板-箱型柱板-橫隔板為重要的傳力路徑(見圖一)，該傳力路徑是否完整健全，影響梁翼板是否能發展韌性甚大，因此箱型鋼柱與鋼梁之接頭相關設計與施工應該謹慎為之。一般鋼結構建築之箱型鋼柱斷面具封閉特性，內橫隔板銲接不易，箱型鋼柱之內橫隔板會用到電熱熔渣銲(ESW)，其入熱量較大，熱影響區之部分柱板會出現晶粒粗化(見圖二)及其衝擊韌性會降低而易產生層狀撕裂等缺點。梁柱接頭抵抗地震

力時，梁翼板於梁柱交界面處應力最大，應力經由柱板表面向內擴展傳開至柱內橫隔板，應力有逐漸略減之趨勢，但因熱影響粗晶區，其衝擊韌性會降低，所以橫隔板用到電熱熔渣銲時，須採SN-C系列以上之鋼材，且柱板須有足夠的厚度，避免熱影響粗晶區超過柱板厚度中央。橫隔板厚度為25mm(含)以下時，建議最小柱板厚採用28mm以上；橫隔板厚度50mm時建議最小柱板厚採用36mm以上，橫隔板厚度介於25至50mm時，可由內差求取最小柱板厚度。橫隔板厚度對應其柱板厚度需求，可參見表一所示，惟仍建議儘盡可能使用柱板厚度 $\geq$ 橫隔板厚度。



圖一 梁翼板與柱內隔板間傳力路徑示意圖



圖二 熱影響區(HAZ)範圍(陳正誠、梁宇宸)

表一 柱板厚度建議值

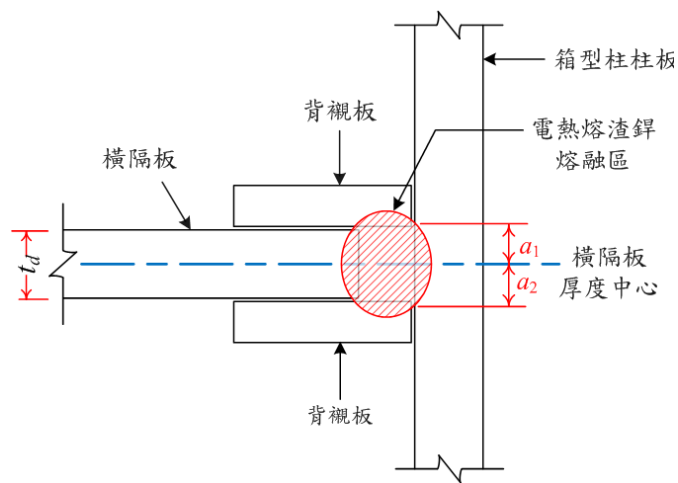
橫隔板厚度(mm)	最小柱板厚度(mm)
25 (含) 以下	28
28~40	32
45~50	36

為避免橫隔板與柱板連接處之(ESW)銲道產生非預期的破壞，設計與施工建議確實遵守下列原則：

- 1.加強電熱熔渣銲接(ESW)之品質管制，ESW銲接時應控制熔融區均勻對稱，避免因偏弧致銲道產生偏斜及熔透不足的現象。當直立式電熱熔渣銲接槽孔為大於 25mm 長方形

時，建議採用具擺幅功能之設備，確保無偏弧現象。

- 2.應確實進行銲道熔透程度檢驗，橫隔板厚度中心到銲道之上、下二端與柱板交接處之距離，通常應不小於  $(t_d/2) + 2 \text{ mm}$ ，其中  $t_d$  為橫隔板厚度(見圖三)。



圖三 橫隔板厚度中心到銲道之上、下二端與柱板交接處之距離

3. 控制組立或吊裝之誤差，確保橫隔板厚度中心與接入梁之翼板厚度中心對齊，並加強檢驗。
4. 使用與梁翼板接合細部總厚度（包括蓋板、額外填角銲道等）相匹配之橫隔板厚度。
5. 使用與橫隔板厚度及接入梁之翼板厚度相匹配之柱板厚度，柱板厚度不宜小於 20mm。
6. 柱板應選用衝擊韌性值較佳之鋼材材質，可

參考鋼結構協會「結構用鋼使用時機參考表」。不論板厚均採符合 CNS 13812 SN C 系列或 SM570M CHW 之鋼材。

7. 配合採用「梯形切削減弱式高韌性梁柱接頭」（見圖四），其消能效果佳，可大幅減低梁-柱銲道之強度及韌性需求。



圖四 梯形切削減弱式高韌性梁柱接頭

橫隔板其中二側若採用半自動或人工銲接的缺點亦有其缺點，因箱型柱內隔板四面均須與柱板銲接，其中兩面之銲接的方式一般以半自動或人工銲接開槽銲的方式處理。另外兩面，受限於柱子蓋板後無法銲接的緣故，一般都採用電熱熔渣銲接又稱釣魚銲的方法，將橫隔與柱板間之空穴以電熱熔渣銲接填滿。內隔板在組立時，必須在電熱熔渣銲道空穴的兩側組立兩塊襯板，以保護銲接中鐵水不致外溢。但由圖五照片上可以看出，在交角的地方，開槽銲接需保留一小段（約 50mm）作為襯板的

組立寬度而無法銲接。不僅如此，該處也自然成為電銲起弧或終弧的地方，而電銲起弧或終弧時，電壓電流均屬於不穩定的狀態，常造成銲道瑕疵。超音波檢測又受限於該處為銲道邊界，受到襯板邊沿底部空隙的反射的影響，超音波檢測結果判讀困難，因此大多情況都對該處的超音波檢測回波忽略，致該處銲道的可靠度有所疑慮，尤其是梁偏在柱邊時，其未銲接之寬度更會影響結構安全；而橫隔板四邊均採電熱熔渣銲接則可避免掉這些問題。



圖五 梯形切削減弱式高韌性梁柱接頭

近來因人工較貴，又因橫隔板四周均採用電熱熔渣銲接（ESW）品質較易控制，銲接速度又快，銲接完成之銲道完整無間斷，因此橫隔板四周均採用電熱熔渣銲接之鋼構廠越來越多，「日本建築學會」“鐵骨工事技術指針工場製作編”亦認為「四面均採直立式銲接（ESW）」已成為鋼構製作的主流，尤其是配合採用「梯形切削減弱式高韌性梁柱接頭」消能效果顯著，可降低銲道之強度及柱板韌性需求，四面電熱熔渣銲接之工法實為解決國內鋼結構施工缺工問題之方案之一。

**【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] 中華民國鋼結構協會(2009)“技術備忘錄第001號：橫隔板與箱型柱板間ESW或EGW相關之設計與施工”。
- [4] 日本建築學會 “鐵骨工事技術指針工場製作編”。