

柱內橫隔板四面直立式銲接

【問】請問箱型柱之柱內橫隔板是否適合四面均採電熱熔渣銲接方法（ESW）施銲？

【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，該傳力路徑是否健全對梁柱接頭韌性發展有顯著的影響，因此其相關設計與施工應該謹慎為之。由於箱型鋼柱之封閉特性，導致柱內橫隔板與箱型柱板間之接合，採用電熱熔渣銲接（ESW）成為不可避免的現實問題，通常每塊橫隔板至少會有一組對邊（即兩邊）採用ESW與柱板接合。

電熱熔渣銲入熱量較大且部分柱板會被熔融，容易造成柱板熱影響區之晶粒粗化及衝擊韌性降低等現象。梁柱接頭抵抗地震力時，以梁柱交界面之應力最大，應力由柱板表面擴展傳開至橫隔板，應力有逐漸減小之趨勢，但因影響區之粗晶區之衝擊韌性會降低，所以橫隔板用到電熱熔渣銲時，柱板需有足夠的厚度，避免熱影響區之粗晶區太接近柱板表面。橫隔板厚度為25mm（含）以下時，建議之最小柱板厚度為28mm；橫隔板厚度介於28至40mm時，建議之最小柱板厚度為32mm；橫隔板厚度介於45至50mm時，建議之最小柱板厚度為36mm，見表1。

表1 橫隔板厚度與對應之最小柱板厚度

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

此外，箱型柱角隅處是ESW的起點或是終點，這些位置容易產生銲接瑕疵甚或缺陷。過去的試驗結果顯示，梁翼板與箱型柱邊切齊時（圖1），ESW處非常容易產生非預期的破壞，嚴重影響梁韌性之發展。有鑑於此，梁翼板應該自柱邊退縮1.5倍柱板厚度（圖2）。

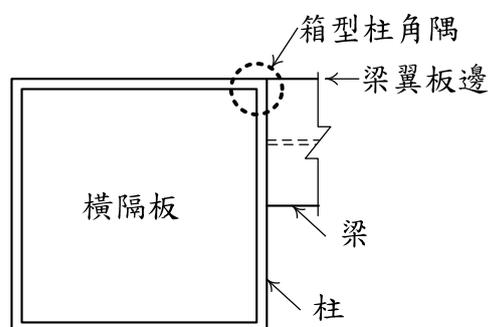


圖1 梁翼板邊與柱邊切齊之情況

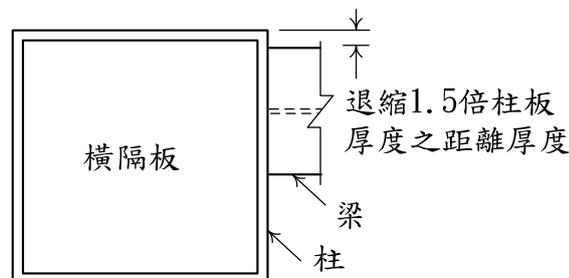


圖2 梁自柱邊退縮之情況

為避免橫隔板與柱板連接處之(ESW)銲道產生非預期的破壞，設計與施工建議參考文獻^[3]並遵守下列原則：

- 1、ESW 銲接時應控制熔融區均勻對稱、均勻的熔透發展，避免因偏弧致銲道產生偏斜及熔透不足的現象。當銲道橫向剖面為長方形時，宜採用具橫向擺動功能之設備，確保無偏弧現象。
- 2、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。
- 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、使用與橫隔板厚度相匹配之柱板厚度，如表 1。
- 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」。尤其是板厚 40mm 以上時須符合 CNS 13812 SN400C、SN490C 或 SM570M-CHW 之鋼材。
- 7、梁自柱邊退縮 1.5 倍柱板厚度之距離。
- 8、配合採用「梯形切削減弱式高韌性梁柱接頭」，其消能效果佳，且可降低梁翼板-箱型柱板-橫隔板傳力路徑上，銲道及熱影響區強度及韌性之需求。

電熱熔渣銲銲接速度快且銲工技術水平的需求相對較低，因此國內鋼構業開始有橫隔板四邊均採用電熱熔渣銲接的作法。「日本建築學會」出版之「鐵骨工事技術指針工場製作篇」中提到，橫隔板四邊均採用電熱熔渣銲施工的作法已成為鋼構製作的主流。不過該指針中也提到橫隔板的厚度比柱板厚度大時，韌性會下降，此外該指針敘述的一些試驗中，所使用鋼板的化學成分都很低，尤其是磷、硫的含量都明顯低於 SN 490C 及 SN 400C 鋼材的要求。綜合上述，除了文獻[3]及上述 8 點原則需滿足外，當柱板使用 SN 490C 或 SN 400C 鋼材時，橫隔板四邊採用電熱熔渣銲與柱板連接應該是一個合理的選擇。

【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篇」。