

第八章 接合設計

8.1 適用範圍

本章適用於一般鋼骨鋼筋混凝土構造之接合設計，主要包含接合設計之基本原則、梁柱接頭及構材之續接與錨定等規定。

解說：SRC 構造中之梁與柱等構材必須仰賴適當的接合設計方可成為一個有用的構架，本章闡述 SRC 構造接合設計之基本要求及相關的注意事項。惟在進行耐震設計時，除應滿足本章之規定外，亦應符合第九章「耐震設計」之相關規定。

8.2 接合設計之基本原則

1. 鋼骨鋼筋混凝土構材之接合設計應與結構分析時所作之假設相符，接合處應具有足夠之強度以傳遞所需之力。
2. 鋼骨鋼筋混凝土構材之接合設計應考慮施工先後順序之影響，在鋼筋混凝土尚未發揮預期強度時，鋼骨應能滿足施工期間強度與穩定性之要求。
3. 鋼骨鋼筋混凝土構材接合處之鋼骨、鋼筋、螺栓及接合板之配置應考慮施工之可行性且不妨礙混凝土之填充密實，並使接合處之應力能夠有效平順傳遞。

8.3 鋼骨之接合設計

鋼骨鋼筋混凝土構造中鋼骨部分之接合設計，除本規範另有規定外，應符合內政部頒佈「鋼結構極限設計法規範及解說」之相關規定。

8.4 梁與柱之接合設計

1. 鋼骨鋼筋混凝土構造若採用包覆型鋼骨鋼筋混凝土柱時，梁可為鋼梁或包覆型鋼骨鋼筋混凝土梁。
2. 鋼骨鋼筋混凝土構造若採用填充型鋼管混凝土柱時，梁應採用鋼梁設計之。
3. 鋼骨鋼筋混凝土構造之梁柱接頭處之鋼梁應直接與鋼骨鋼筋混凝土柱中之鋼骨接合。

8.4.1 接合處之應力傳遞

1. 剪力之傳遞

鋼骨鋼筋混凝土構造之梁與柱接合處應有足夠之設計強度以抵抗規定於第二章中之梁端係數化剪力。

2. 彎矩之傳遞

(1) 鋼骨部分

鋼梁與鋼柱之接合設計應能使梁翼板之拉力或壓力順利傳遞至鋼柱上。在鋼柱中與鋼梁翼板同高處，應配置適當之(柱內或柱外)連續板，以傳遞梁翼板傳入之水平力。

(2) 鋼筋混凝土部分

鋼骨鋼筋混凝土梁柱接合處之主筋應連續通過梁柱接頭，或依規定於柱中適當錨定。未連續通過梁柱接頭或未依規定錨定之主筋，不得視為具有傳遞梁與柱間彎矩之功能。

解說：在 SRC 梁柱接頭處，本規範要求設計所需之強度由鋼骨與 RC 共同分擔，鋼梁與鋼柱之接合至少須能承擔鋼梁所分配的需求剪力。

在梁柱接頭的接合形式方面，圖 C8.4.1 與 C8.4.2 顯示兩種不同的 SRC 梁柱接合方式，此二圖之主要差異在於鋼梁與鋼柱的接合方式。其中圖 C8.4.1 採用「現場銲接梁柱接合方式」，而圖 C8.4.2 則採用「托梁螺栓接合方式」。這兩種方式各有其優缺點，如表 C8.4.1 所示。

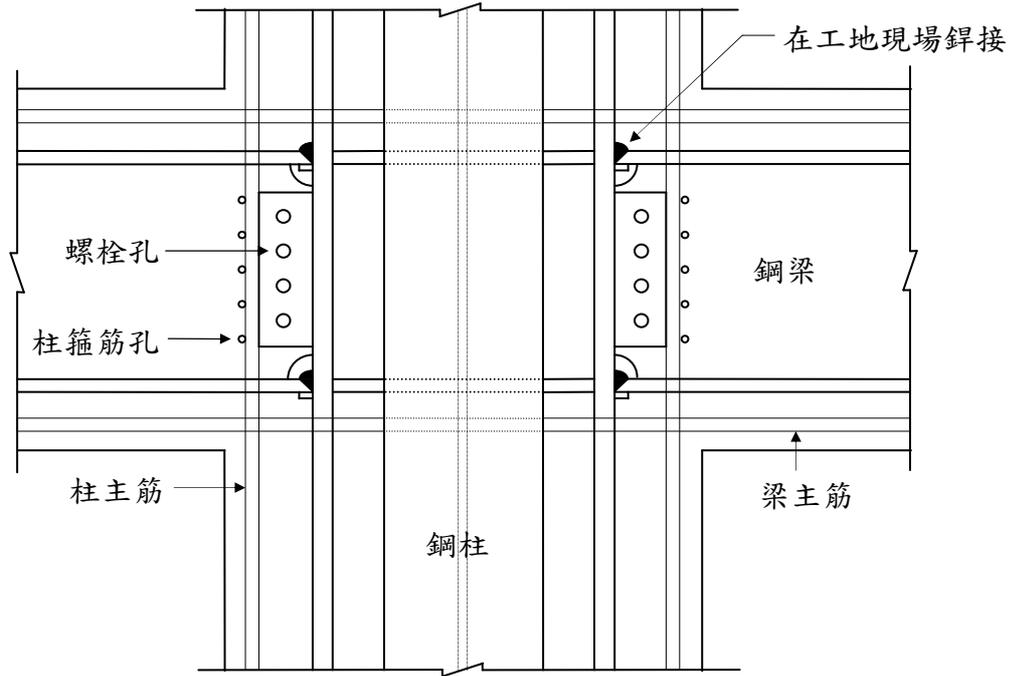


圖 C8.4.1 SRC 梁柱接頭示意圖(鋼骨接合採用工地銲接方式)

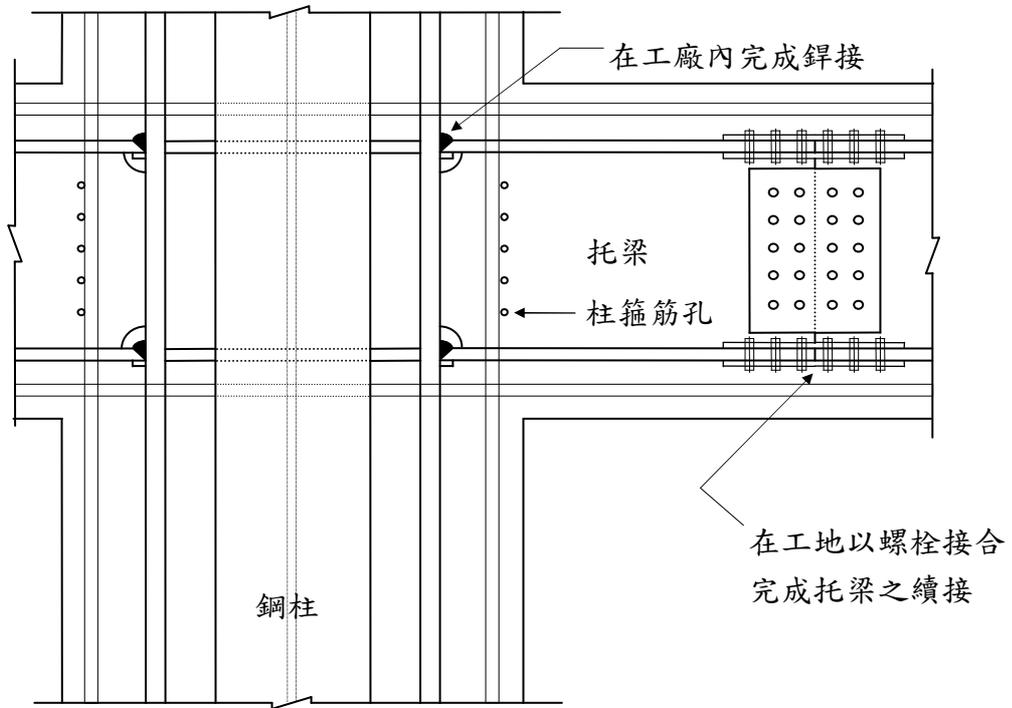


圖 C8.4.2 SRC 梁柱接頭示意圖(鋼骨接合採用托梁續接方式)

表 C 8.4.1 SRC 梁柱接頭處之鋼骨接合方式之優缺點比較

	鋼骨採用「現場銲接之接合方式」	鋼骨採用「托梁螺栓之接合方式」
主要優點	<p>(1) 接合方式較為經濟，螺栓及鋼料用量較少。</p> <p>(2) 梁與柱在鋼構廠內製作完成後，運輸至工地較為方便，運輸成本較低。</p>	<p>(1) 托梁與柱之銲接在鋼構廠內完成，銲接品質較易控制。</p> <p>(2) 無需工地銲接，有助於提昇接頭品質，施工較不受天候影響。</p> <p>(3) 托梁之腹板在鋼構廠內以銲接與鋼柱接合，SRC 梁柱接頭之箍筋配置不會受到螺栓干擾。</p>
主要缺點	<p>(1) 工地銲接之品質須嚴格控制，否則將影響接頭之安全性。</p> <p>(2) 工地銲接易受天候影響(如濕度、風速等)，在多雨地區或多雨季節，工期易受影響。</p> <p>(3) 鋼梁腹板與鋼柱大多採用螺栓接合，易使 SRC 梁柱接頭之箍筋配置受到螺栓之干擾。</p>	<p>(1) 托梁與鋼梁之續接需要使用較多之螺栓與接合板，成本較高。</p> <p>(2) 鋼柱在鋼構廠完工時已銲上托梁，搬運較為不便，運輸成本增加。</p> <p>(3) 托梁銲接時須注意控制銲接導致之變形，否則將會影響接合之精度。</p>

8.4.2 梁與柱接合處之撓曲強度比

1. 採用鋼骨鋼筋混凝土梁與鋼骨鋼筋混凝土柱接合時，在接合處之梁與柱中之鋼骨或鋼筋混凝土，其撓曲強度應符合以下規定：

- (1) 鋼骨部分：

$$\frac{\sum(M_{ns})_C}{\sum(M_{ns})_B} \geq 0.6 \quad (8.4-1)$$

- (2) 鋼筋混凝土部分：

$$\frac{\sum(M_{nrc})_C}{\sum(M_{nrc})_B} \geq 0.6 \quad (8.4-2)$$

2. 採用鋼梁與鋼骨鋼筋混凝土柱接合時，在接合處之鋼梁與鋼骨鋼筋混凝土柱中之鋼骨，其撓曲強度比應符合以下之規定：

$$\frac{\sum(M_{ns})_C}{\sum(M_{ns})_B} \geq 1.0 \quad (8.4-3)$$

惟若經分析顯示鋼梁之應力可由梁柱接頭平順傳遞至鋼骨鋼筋混凝土柱者，可採用下式取代式(8.4-3)之規定：

$$\frac{\sum(M_{ns})_C}{\sum(M_{ns})_B} \geq 0.7 \quad (8.4-4)$$

其中：

$\sum(M_{ns})_C$ = 梁柱接合處所有柱中鋼骨部分之標稱彎矩強度之
總和

$\sum(M_{ns})_B$ = 梁柱接合處所有梁中鋼骨部分之標稱彎矩強度之
總和

$\sum(M_{nrc})_C$ = 梁柱接合處所有柱中鋼筋混凝土部分之標稱彎
矩強度之總和

$\sum(M_{nrc})_B$ = 梁柱接合處所有梁中鋼筋混凝土部分之標稱彎矩
強度之總和

解說：對於梁柱接頭為「SRC 柱」接「鋼梁」時，其鋼梁與 SRC 柱內鋼骨之「撓曲強度比」的限制，由於目前日本 AIJ-SRC 規範[10]對於此種梁柱接頭之「撓曲強度比」下限為 0.4，且根據王榮進等之實驗結果[51]與國外相關研究報告[52~56]顯示此種接頭之「撓曲強度比」小至 0.4 時，其強度及韌性仍有適當的表現。因此，先前我國 SRC 規範對於此種接頭之「撓曲強度比」限制須大於 1.0 之規定顯得過於嚴格，故若經分析顯示鋼梁之應力可由梁柱接頭平順傳遞至鋼骨鋼筋混凝土柱者，可以採用公式 8.4-4 之規定取代公式 8.4-3，梁柱接頭「撓曲強度比」略放寬為 0.7。

8.5 梁柱接合細則

鋼骨鋼筋混凝土梁柱接合處之主筋、箍筋配置及柱內連續板之開孔應符合本節之規定。

8.5.1 梁柱接頭之主筋配置

1. 鋼骨鋼筋混凝土梁柱接頭處之主筋應以直接通過接頭為原則，宜儘量避免以鋼筋續接器銲於鋼柱翼板上以續接主筋。若不得已必須採用時，應符合以下之規定：
 - (1) 鋼筋續接器之種類、材料、品質與施工均應符合內政部頒佈之「混凝土結構設計規範」之相關規定。
 - (2) 以鋼筋續接器銲於鋼柱翼板上續接主筋，若主筋與鋼梁翼板不在同一水平面時，則須在鋼柱內與主筋同一水平面處加銲適當之水平加勁板(連續板)以傳遞主筋之水平力。
2. 鋼骨鋼筋混凝土梁柱接頭處之配筋應考慮直交方向主筋之相關位置及梁端與柱之接合方式，使鋼筋施工及混凝土澆置能夠順利施作。
3. 鋼骨鋼筋混凝土梁柱接頭處若需於鋼柱上穿孔以貫通主筋時，則鋼骨之貫穿孔應符合第 4.2.3 節之規定。

解說：為了確保梁柱接頭處的彎曲應力(Bending Stress) 能夠有效傳遞，SRC 梁柱接頭處之主筋應以直接通過接頭為原則。

有關採用鋼筋續接器(Coupler)銲接於鋼柱翼板來接續主筋之方式，目前尚未有充分的研究證明這種接合方式的可靠度，尤其是受到往復力作用下之力學行為並不明確。由於在翼板加銲續接器，將使柱鋼板受到垂直於板平面的拉力作用，該拉力是否會造成鋼板拉裂是一個十分值得研究的課題。此外，這種接合方式的施工品質亦是值得關心的問題。基於上述之考量，本規範建議在這些問題尚未釐清之前宜儘量避免採用此種接合方式。若非不得已必須採用此種接合方式時，至少應

符合本節規範條文中有關鋼筋續接器種類、材料與施工之規定，且務必於鋼柱內與主筋同一水平面處加銲連續板。最好能再輔以適當的實驗以證明其強度、韌性及可靠度。

圖 C8.5.1 顯示一組包覆型 SRC 梁柱接頭之細部配置圖。由於梁柱接頭是構架重要部位，因此鋼骨、主筋、箍筋均須合理配置，才能使梁應力很平順傳遞至柱上。接頭處鋼骨之設計須考量到銲接之施工性及鋼筋貫穿孔位置及大小等因素。設計時並應對直交主筋之方向、上下相關位置加以檢討。

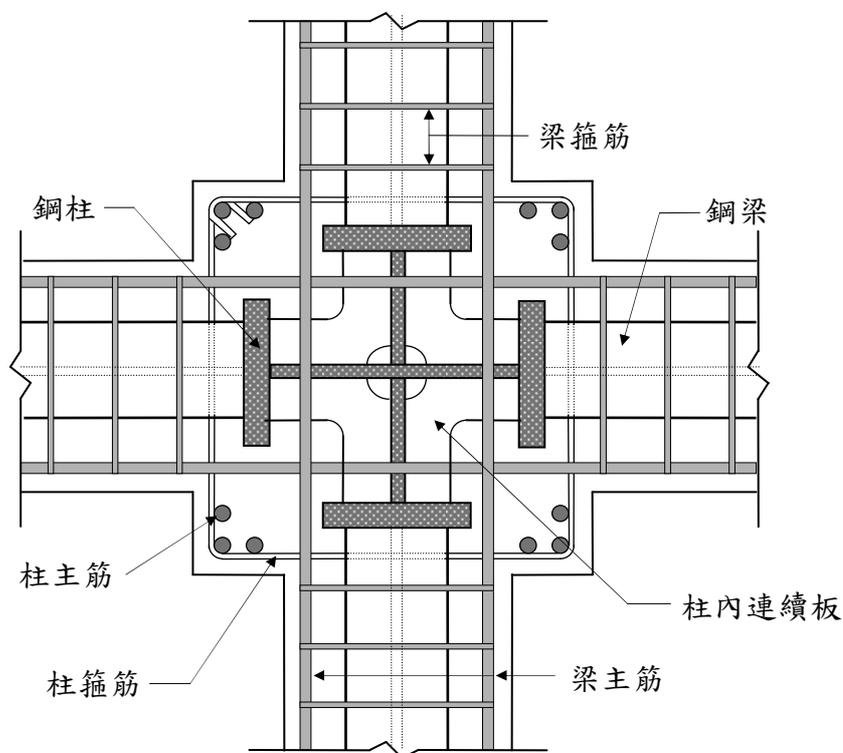


圖 C8.5.1 包覆型 SRC 梁柱接頭之接合細部示意圖

8.5.2 梁柱接頭之箍筋配置

1. 鋼骨鋼筋混凝土梁柱接頭處應配置適當之箍筋以提供混凝土必要之圍束。柱箍筋之配置應符合第 4.3.5 節之規定。
2. 在梁柱接頭區，鋼骨鋼筋混凝土柱之箍筋若採用 4 支 L 形鋼筋以搭接方式銲接而成，其搭接處之銲接須能有效發揮箍筋之拉力降伏強度。
3. 在梁柱接頭處配置箍筋時，若箍筋需穿過鋼梁腹板，則在腹板上之貫穿孔應在工廠內施作完成，且腹板上之穿孔應不損害鋼梁抵抗剪力之功能，亦不得對梁與柱之間剪力傳遞造成不利之影響。

解說：SRC 梁柱接頭處因有鋼骨存在，接頭區箍筋之配置將比純 RC 構造複雜。圖 C8.5.2 顯示一種採用四支 L 形箍筋組合而成的配置方式，此種 L 型箍筋在搭接處應確實銲接[13]，銲接之強度應至少能發揮箍筋之降伏拉力強度。

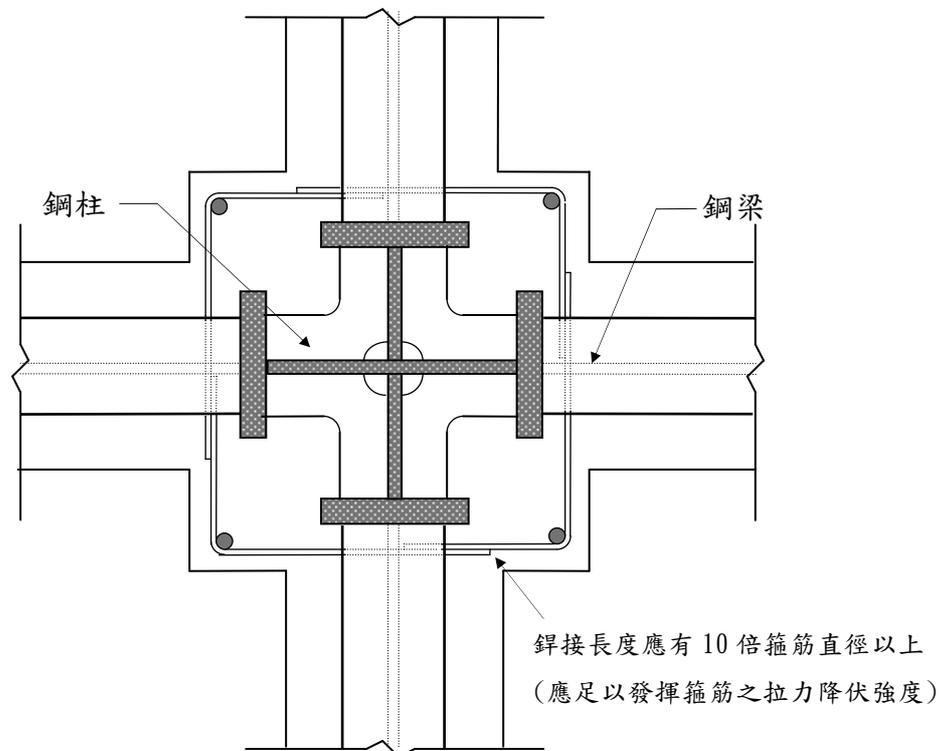
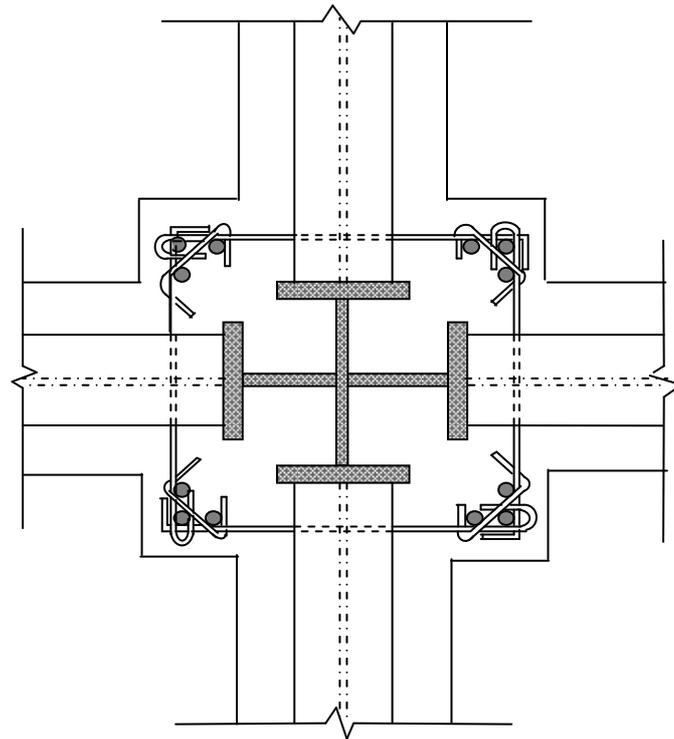


圖 C8.5.2 SRC 梁柱接頭採用四支 L 形箍筋銲接組合之形式[13]

此外，在 SRC 梁柱接頭處，圖 C8.5.3 顯示一種採用四支 90+180 度彎鉤之周邊箍筋與四支 90+135 度彎鉤之角落繫筋共同組合而成的箍筋配置方式。此種方式之特點在於無需在箍筋搭接處銲接，惟箍筋與繫筋之彎鉤製作(包括角度及長度)與施工監造必須確實，否則可能無法發揮預期之功效。



$$4 \text{ (90}^\circ + 180^\circ \text{)} + 4 \text{ (90}^\circ + 135^\circ \text{)}$$

圖 C8.5.3 SRC 梁柱接頭區箍筋配置示意圖

另一方面，在 SRC 梁柱接合處，當鋼梁的腹板採用螺栓接合之方式與鋼柱連接時，在設計上應特別注意柱箍筋在鋼梁腹板穿孔之位置不可與螺栓孔過於靠近，以避免產生如圖 C8.5.4 所示鋼梁腹板發生撕裂破壞的情形。

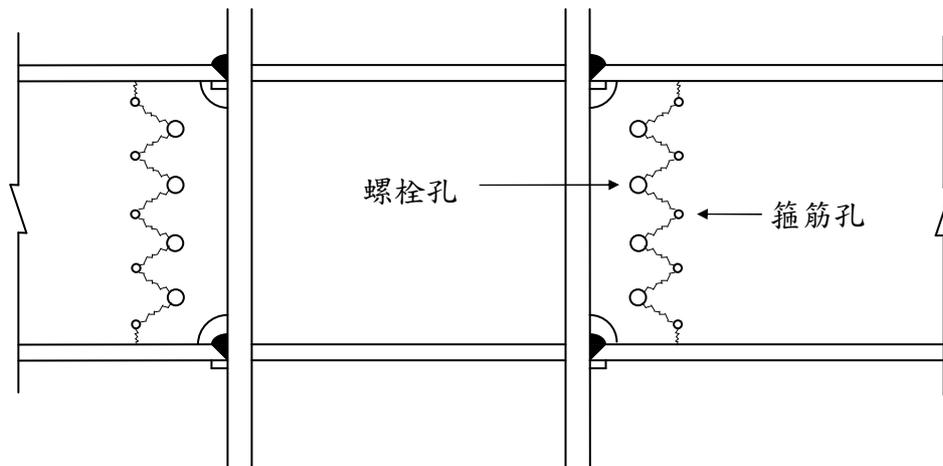
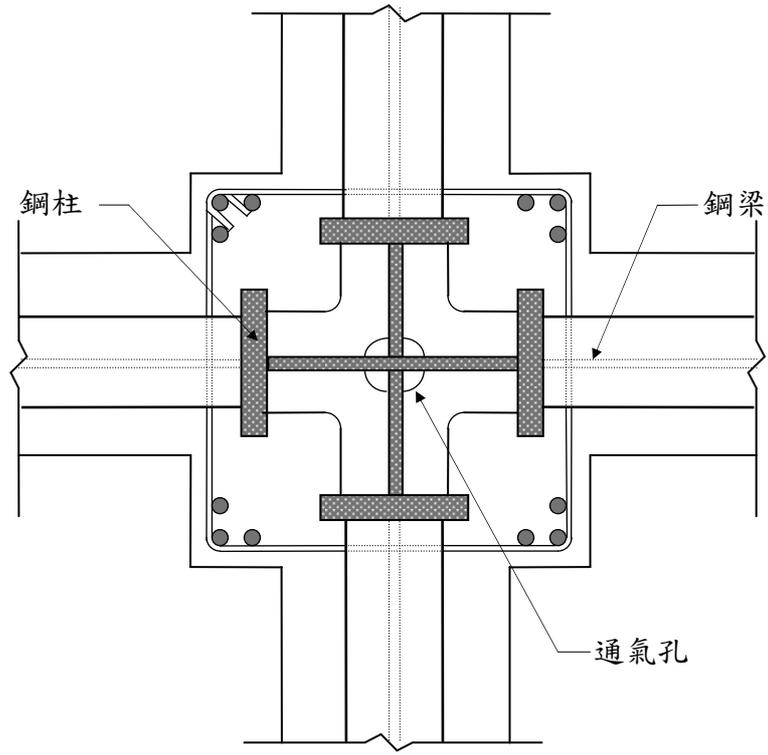


圖 C8.5.4 鋼梁腹板螺栓孔與箍筋孔太靠近可能造成腹板撕裂破壞

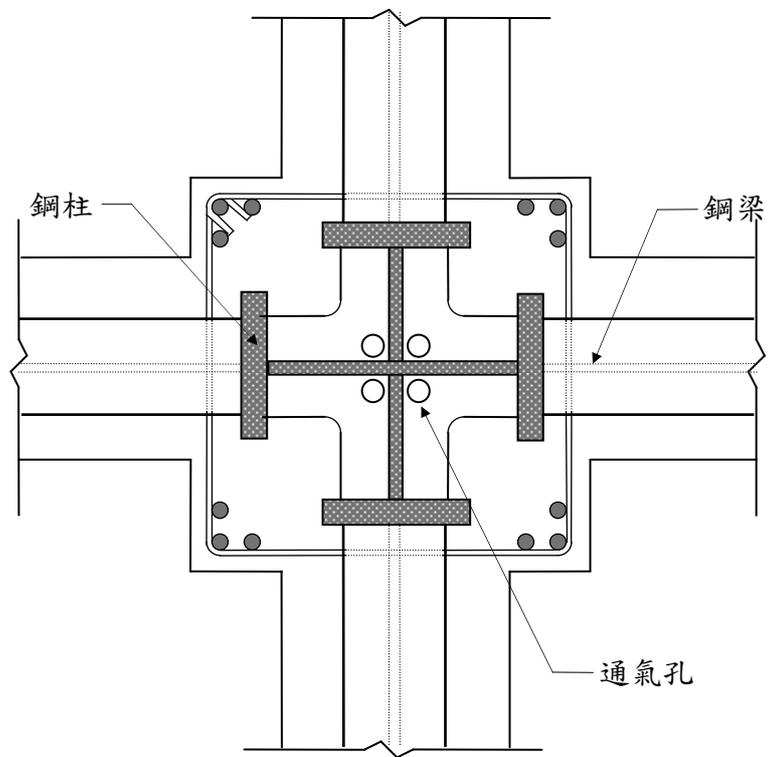
8.5.3 梁柱接頭處之柱內連續板

鋼骨鋼筋混凝土梁柱接頭處，鋼柱內應配置適當之連續板(橫隔板)，惟連續板之設計應考慮混凝土之澆置及填充性，必要時應於連續板上設置適當尺寸之灌漿孔或通氣孔，但開孔之大小應不影響連續板傳遞水平力之功能。

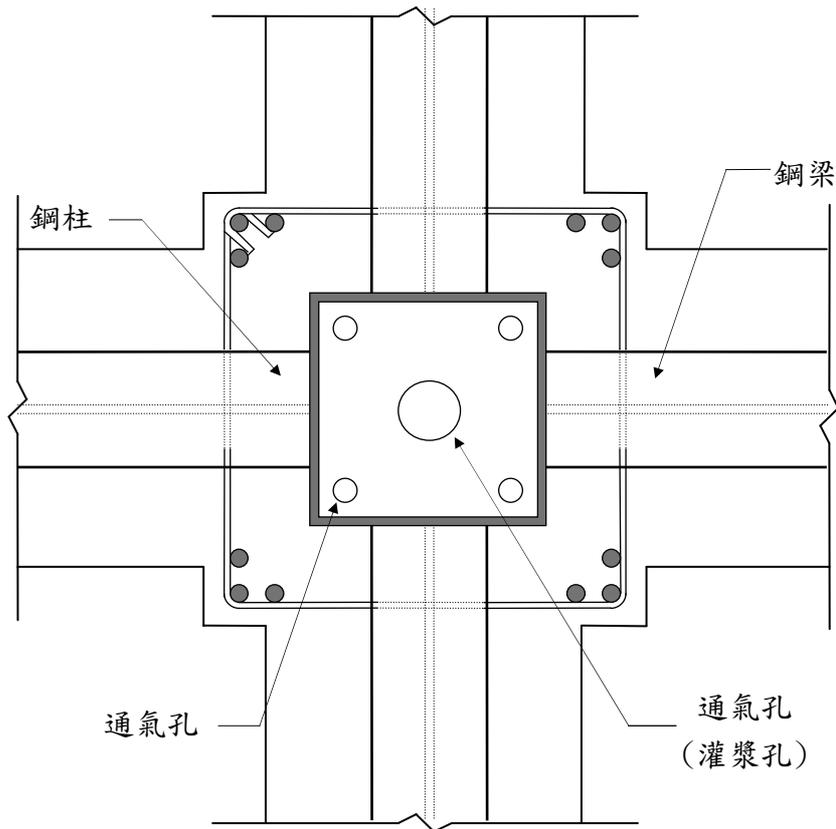
解說：為了使 SRC 梁柱接頭處所澆注之混凝土不致產生空洞 (尤其是在角落之處)，在柱內連續板開孔以利混凝土填充密實確有其必要性。惟設計時應注意開孔之面積不宜過大，開孔後之連續板應仍具有足夠之強度以傳遞由鋼梁翼板傳來之拉力與壓力。此外，混凝土應具有適當之級配及工作度，施工時並應避免發生骨材析離之現象。圖 C8.5.5 顯示三種於柱內連續板開孔的方式[13]。



(a)



(b)



(c)

圖 C8.5.5 SRC 柱內之連續板適當開孔以利澆置及填充混凝土

8.6 續接與錨定

8.6.1 通則

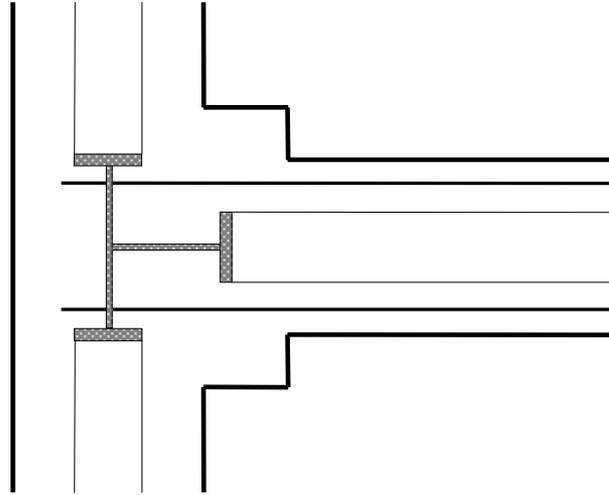
1. 構材之續接處應具有足夠之強度且能平順傳遞續接之應力。
2. 鋼骨鋼筋混凝土構材中鋼骨及鋼筋之續接應避開應力較大之處，且兩者應避免設於同一斷面上。
3. 柱之鋼骨續接位置須離梁柱接頭處梁之上下緣至少一公尺以上，且柱之鋼骨續接須採全滲透鐸或高強度螺栓接合，以發揮斷面之全部強度。
4. 構材續接處之鋼筋續接長度、錨定長度及彎鉤加工，除本規範另有規定外，應依內政部頒佈之「混凝土結構設計規範」之相關規定辦理。

8.6.2 主筋之續接與錨定

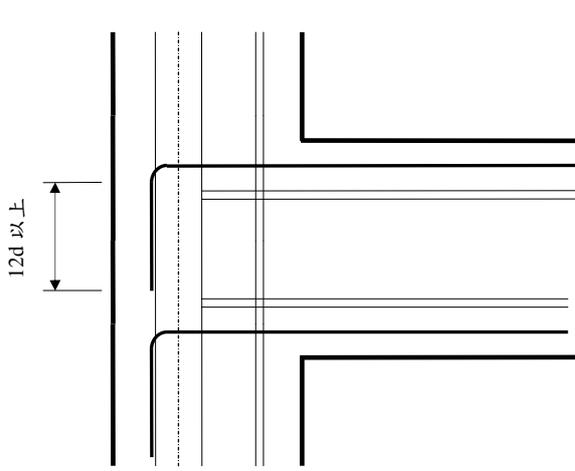
1. 鋼骨鋼筋混凝土梁之主筋續接應距柱之混凝土面 1.5 倍之梁深以上。
2. 鋼骨鋼筋混凝土柱之主筋續接應距梁之混凝土面 500mm 以上，且任一斷面之主筋續接面積百分比不得大於 50%。
3. 利用瓦斯壓接或機械鋼筋接續器作鋼筋續接時，應距離鋼骨續接處之補強板或螺栓 250mm 以上，以免影響混凝土之填充性。
4. 鋼骨鋼筋混凝土柱在基礎處主筋之續接位置應在基礎版上方一倍鋼骨柱寬以上，且不小於 500mm。
5. 鋼骨鋼筋混凝土梁之主筋錨定於柱內時，受張力之鋼筋應以超過柱中心線再彎折錨定為原則。梁之主筋錨定於梁柱接頭內時，主筋須超過柱中心線，且鋼筋之水平直線部分須深入柱混凝土面 10 倍主筋標稱直徑以上，90 度彎鉤應直線延伸 12 倍主筋標稱直徑以上。
6. 鋼骨鋼筋混凝土柱最上層四角隅主筋之上端須採用 180 度或 90 度彎鉤，其彎鉤須朝柱斷面內彎曲。

解說：SRC 構材之續接原則，首先應確保續接處有足夠之強度且能有效的傳遞應力。梁或柱之主筋續接位置應避開應力較大之處，故不應在梁柱接頭處續接主筋。

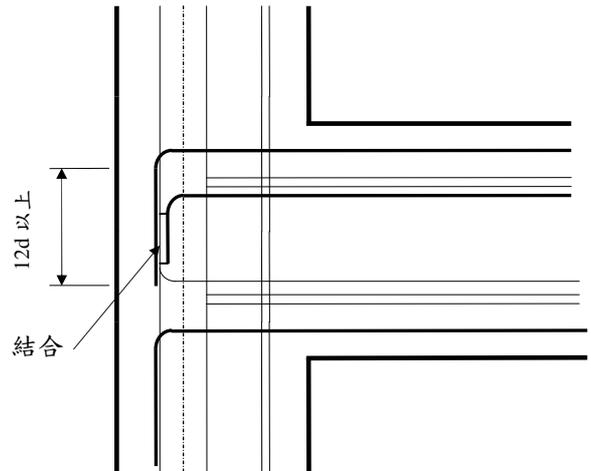
圖 C8.6.1 顯示幾種梁主筋於柱內之錨定方式。SRC 梁之主筋錨定於柱內時，有必要確保其錨定長度，鋼筋應以超過柱中心線再彎折 90 度彎鉤錨定為原則，且鋼筋之水平直線部分須深入柱混凝土面 10 倍主筋標稱直徑以上，90 度彎鉤應直線延伸 12 倍主筋標稱直徑以上。另一方面，有關版筋於 SRC 梁內之錨定，設計者可參考圖 C8.6.2 所示的幾種方式[13]。



(a) 邊柱斷面示意圖

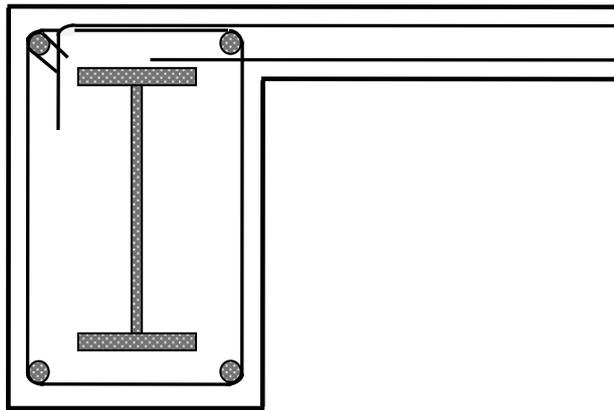


(b) 鋼筋穿過鋼柱腹板錨定

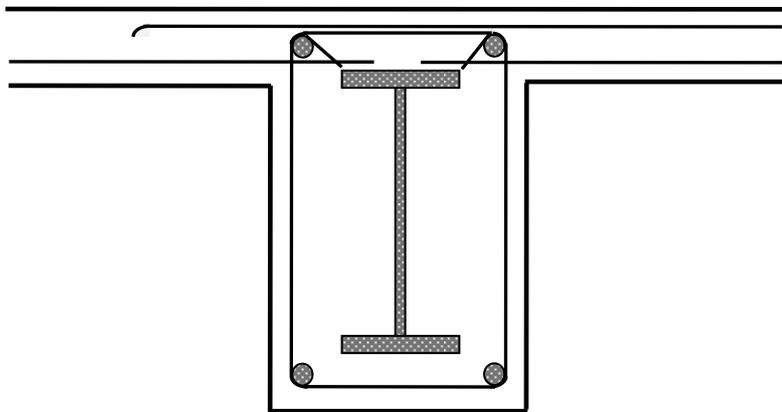


(c) 雙排筋結合錨定

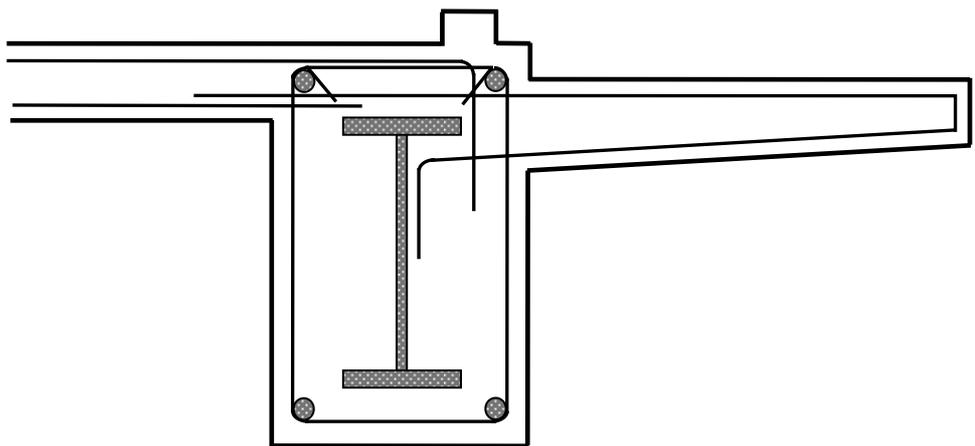
圖 C8.6.1 梁筋於邊柱內之錨定方式



(a) 端部



(b) 連續端



(c) 懸臂版

圖 C8.6.2 版筋於 SRC 梁內之錨定方式

8.7 構材斷面之轉換續接

1. 鋼骨鋼筋混凝土梁轉換成鋼筋混凝土梁，或鋼骨鋼筋混凝土柱轉換成鋼筋混凝土柱時，應檢討以下各事項：
 - (1) 轉換處儘可能位於該構材反曲點附近彎矩較小的位置。
 - (2) 轉換處應配置適當的剪力釘與箍筋，使鋼筋混凝土與鋼骨間能有效傳遞應力。
 - (3) 轉換處之鋼筋混凝土部份之彎矩強度應大於該處需求彎矩之 1.1 倍，若有不足則應於轉換處加設補強鋼筋，並以該處彎矩之 1.1 倍設計補強筋量。
2. 當設計鋼骨鋼筋混凝土柱與鋼筋混凝土梁相接時，為使應力傳遞平順，應使鋼筋混凝土梁之應力先傳遞至鋼骨鋼筋混凝土梁上，再由鋼骨鋼筋混凝土梁與鋼骨鋼筋混凝土柱相接合。

解說：圖 C8.7.1 與圖 C8.7.2 分別顯示一組 SRC 梁與 RC 梁之斷面轉換，及一組 SRC 柱與 RC 柱之斷面轉換示意圖。有關 SRC 構材與 RC 構材斷面之轉換續接，文獻[13]有較為詳細的資料。

為了使 SRC 構材的應力能順利傳遞至 RC 構材上，在轉換處 SRC 構材之鋼骨可以配置適當的剪力釘，轉換處之 RC 部份亦可加配補強箍筋與長向補強筋。

有關轉換處之補強，依文獻[13]之建議，若轉換處之彎矩為梁端 RC 部份彎矩之 1/1.1 倍以上時，則於轉換處須加設補強筋。補強筋之計算方式為依 1.1 倍轉換處之彎矩計算必要之主筋量，扣除原設計主筋量後即為補強筋量。補強筋之錨定方法與續接相同，可不須延伸至梁柱接頭內。

為使應力傳遞平順，若設計上需要有 SRC 柱與 RC 梁相接時，應採用「漸進方式」來進行構材斷面之轉換續接，即先以 SRC 柱接一段 SRC 梁，再將 SRC 梁轉換為 RC 梁。

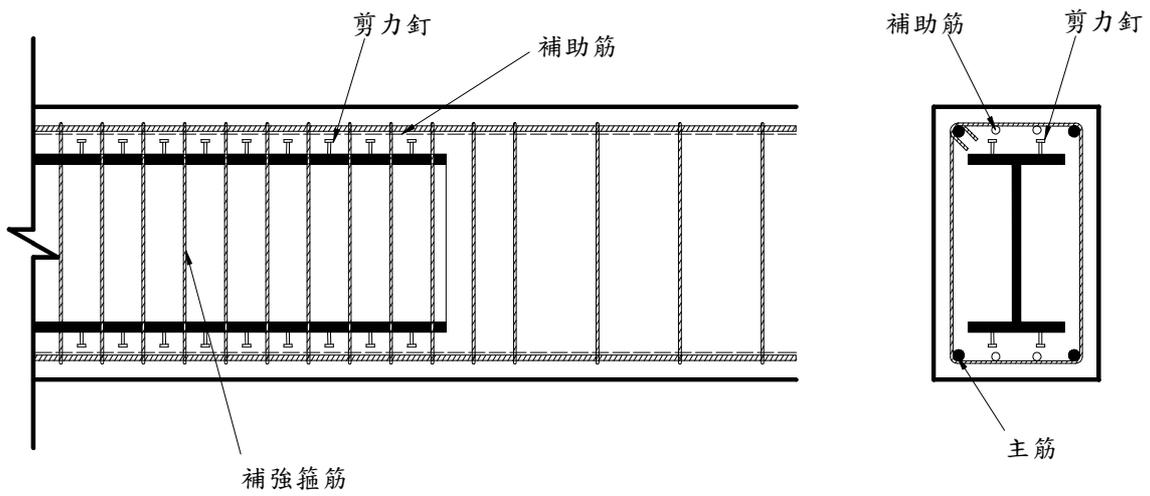


圖 C8.7.1 SRC 梁與 RC 梁之斷面轉換示意圖

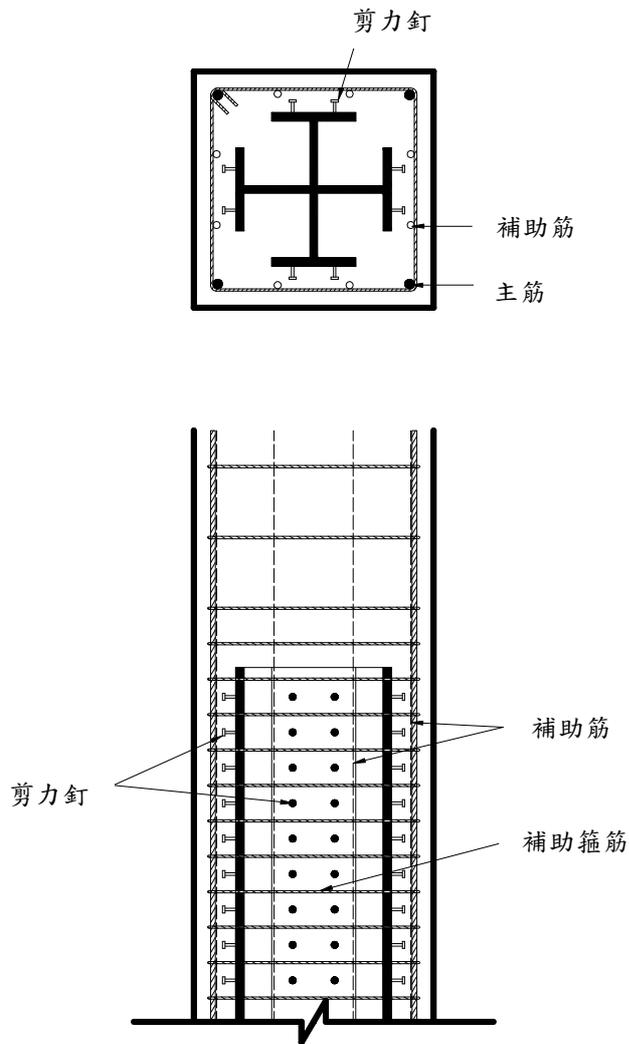


圖 C8.7.2 SRC 柱與 RC 柱之斷面轉換示意圖