

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。

【問 302】版開孔補強鋼筋

監造開了缺失單，內容是有關版開口鋼筋補強的缺失，要求版筋在版開口邊緣切斷的主筋，必須要有 90 度彎鉤，但版開口通常都是等到版筋鋪過去之後，再拿乙炔氧氣去切鋼筋切出開口，要達到監造要求，我只能再補上 90 度彎鉤鋼筋去跟原本截斷的版筋搭接，可是這樣子就必須再去加工要拿來搭接的 90 度彎鉤鋼筋，然後再補上去，相當費工，而且我也沒看過有這樣要求的，通常都只是在開口周圍加上足夠的縱橫兩向及斜向的補強筋即可，怎麼連被截斷的版筋都要求要有 90 度彎鉤？請問版筋在版開口邊緣切斷的版鋼筋有需要做 90 度彎鉤嗎？

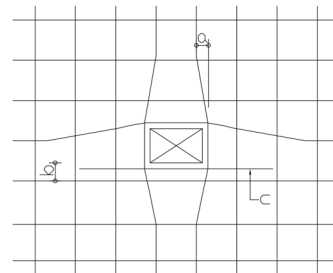
【答】

鋼筋與混凝土結構版之開孔補強標準圖原則是提供較小開孔使用，且工程師須先依個案使用活載重及開孔周邊靜、活載重(例如隔間牆、機械或設備)情況，以及鋼筋與混凝土材料之強度以及開孔尺寸等資料，來檢核確認是否有結構安全疑慮後始可採用。

對開孔之長邊尺寸小於 30 公分，或版鋼筋通過電線出線盒或預埋件之寬度為 30cm 以下的小型預埋件時，建議版鋼筋避免採截斷方式，亦避免採向上彎起繞過預埋件方式處理。

會刊編輯及出版委員會

版之開孔補強標準圖對小於 30 公分之開孔，通常會建議將與該等設備衝突之版鋼筋直接採用斜率小於 1:6 之緩和曲線向預埋件二側偏折，距離預埋件外緣 5 公分通過。不可向上偏折跨過預埋件或電線出線盒。對於距預埋件側邊大於 5 公分之版鋼筋，須於距預埋件側面 5 公分處增設平行於預埋件邊的補強筋，此時補強筋二端並各須自預埋件之外緣延伸伸展長度 1.3Ld 以上(見下圖一)，以便將受力接回原設計版筋。此種情況無切斷版鋼筋作彎鉤的問題。



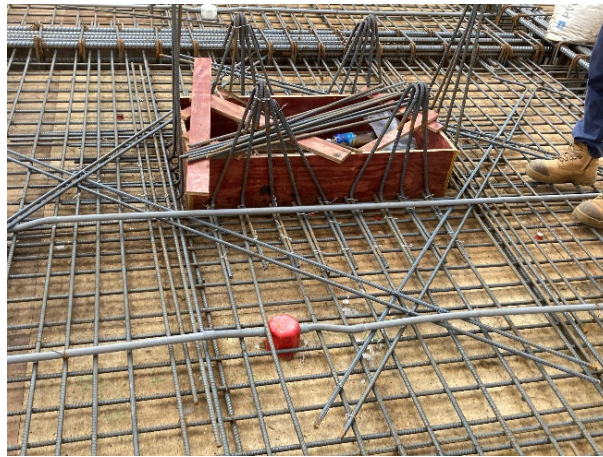
附註:

- 1.版開口較小時，主筋盡可能不予切以斜率小於1:6(如圖中a)分開至近開孔角隅10cm前直線通過開孔。
- 2.開口距主筋不得大於5cm，若大於5cm(如圖中之b)則須加補強筋(如圖中之c)
- 3.c之補強筋號數同主筋，兩邊延伸開口以外至少1.3Ld
- 4.版鋼筋單排時，補強筋為單排，版鋼筋雙排時，補強筋為雙排。

圖一 預埋件或開孔之長邊尺寸小於 30 公分之補強標準圖

對開孔之長邊尺寸超過 30 公分，小於或等於 80 公分者，被開孔截斷的版鋼筋須將被截斷的等量鋼筋，平分至孔邊補強之，須特別注意的是平移至孔邊的補強筋數量，不得將原已配置於孔邊的原設計直通版筋計入補強筋

數量內（亦即，斷幾支版筋就要補足幾支，且版鋼筋為單層時補強筋亦為單層，版鋼筋為上、下雙層時補強筋亦須為上、下雙層）（補強筋數量不足的案例見下圖二）。

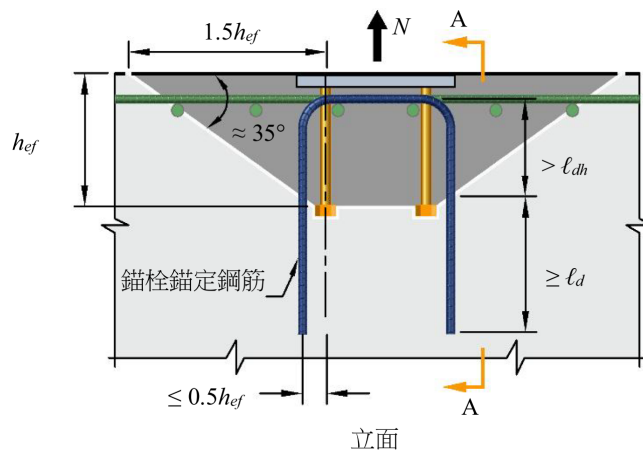


圖二 補強筋數量不足的案例

除了補足被開孔截斷的版鋼筋外，其二端延伸長度，除須滿足搭接長度外，因補強筋與被截斷的版鋼筋間有相當大的錯位距離，可能之最大的錯位距離為垂直於補強筋方向之孔邊尺度之半，再加孔邊鋼筋保護層約 5cm，此外尚須考慮錯位搭接效應。

惟「現行混凝土結構設計規範」第 5.15.2.3 節及「混凝土工程設計規範(土木 401-112)」第 25.5.1.3 節等均規定：「對於受撓構材中之

非接觸續接，續接鋼筋之側向心至心間距不得大於所需搭接長度之 1/5 與 15 cm 之小值」，但實務上錯位距離大於「所需搭接長度之 1/5 與 15 cm 之小值」的機會非常多，且「混凝土工程設計規範(土木 401-112)」第 17.5.2.1 節已有提及具標準彎鉤之錨栓錨定鋼筋與擴頭錨栓間之錯位搭接的概念，其錯位延伸長係依 35°拉破破壞錐計算(見下圖三)。

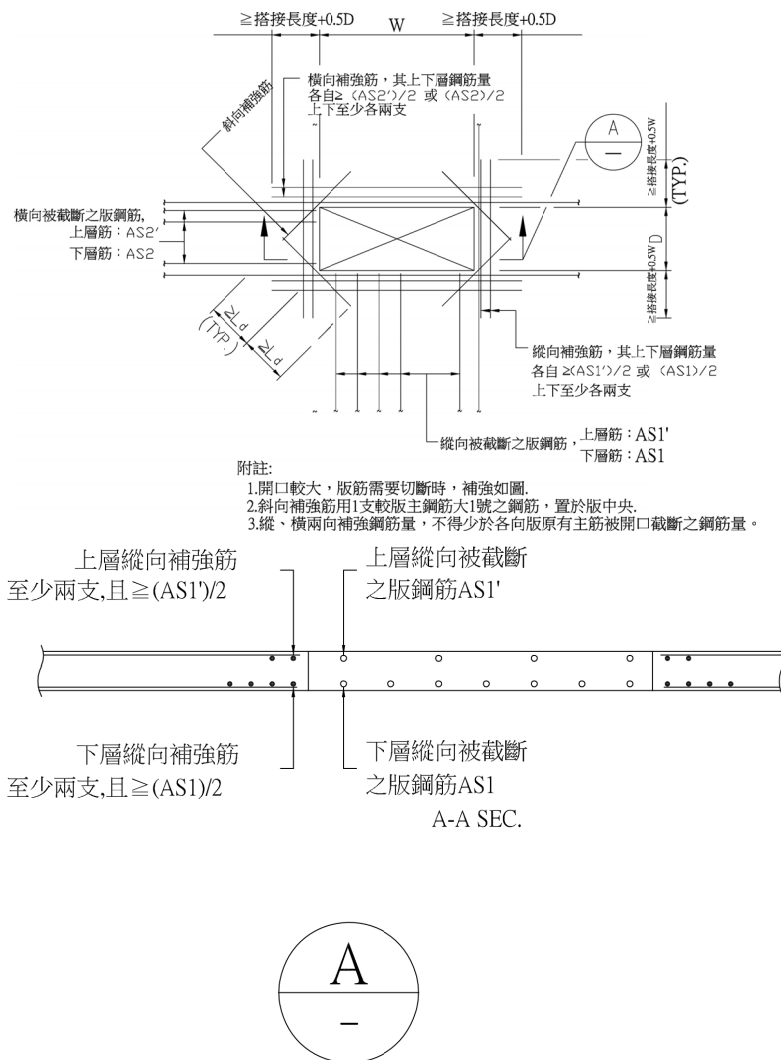


圖三 錨栓錨定鋼筋與擴頭錨栓間之錯位搭接的概念

綜合考量施工方便性，建議補足被開孔截斷的版鋼筋補強筋，其二端延伸長度，除須滿足搭接長度外須另加最大錯位鋼筋之橫向間距(假設拉破破壞錐之錐面角度為介於 $35^\circ \sim 45^\circ$ 間)。因被開孔截斷的版鋼筋在版開口處是自由端，彎矩產生之軸力等於零，理論上可以不需標準彎鉤。若被開孔截斷的版鋼筋沒有標準彎鉤，則不論補足被開孔截斷的版鋼筋補強筋是否有留設標準彎鉤，其二端延伸長度須大於或等於〔直線搭接長度+(補強筋垂直向之孔邊長) $/2$ 〕(見下圖四)；若若被開孔截斷的版

鋼筋及補強筋端部均有留設標準彎鉤，則補足被開孔截斷的版鋼筋補強筋，其二端自孔外緣延伸長度須大於或等於 $\{[(直線搭接長度)+(補強筋垂直向之孔邊長)]/2\}$ 。因開孔被截斷的鋼筋與替代(補強)筋間，藉由錯位搭接將軸力延續。惟須個案評估錯位搭接產生之額外偏心彎矩是否須提供抵抗機制予以平衡。

至於開孔四角隅處之斜向補強，僅係額外用來防裂用途，故只建議在版中央排一層，以免影響雙向主筋的抗彎矩有效深度。



圖四 開孔之長邊尺寸超過 30 公分之補強標準圖