

## 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 298】RC「十」字梁正交區斜向裂紋**  
請問鋼筋混凝土構造十字梁，於二梁正交區



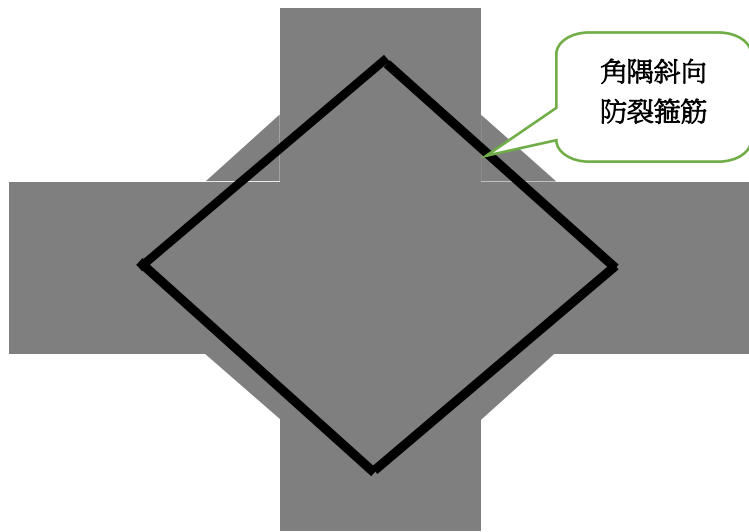
產生略呈 45 度之斜向裂紋可能會是什麼原因？



**【答】**照片中之對角斜向裂紋產生的原因可能是二向大致對稱之鋼筋混凝土構造十字梁，於二梁跨度中央正交區之下緣，會因受拉而產生二向梁正彎矩的 45 度張力合應力，因二正交梁交會區之主筋，均配置在沿二正交梁之軸向，二向主筋交會時會有高低差，且二正交梁之閉合箍筋亦可能會有一向因不易配置未施作 U 形箍筋補強而省略，因而容易產生 45 度斜向裂紋。

防止裂紋產生的方法可採 1、增大梁斷面減小梁下緣受拉側張應力；2、增加受拉側配筋量

減少鋼筋應力及伸長量；3、提高混凝土強度；4、混凝土中填加防裂纖維（例如：鋼纖維、聚丙烯纖維）；5、控制混凝土水膠比；6、延長濕治養護期間；7、避免過早拆模及加載；8、二梁正交區之 4 角隅增設角隅擴頭（詳見圖一）增大受拉斷面積，並配置角隅斜向箍筋補強等等，均屬有效。當然「十」字梁改為「井」字梁之設計也可大幅減小二梁正交區之對角方向張應力。採以上任一或多種方法合併使用均可有效改善。



圖一 二梁正交區之 4 角隅增設角隅擴張頭並配置角隅斜向鋼筋補強

【問 299】RC 韌性構架梁柱接頭區內梁主筋之直線伸展

請教鋼筋混凝土韌性構架梁柱接頭區，梁主筋於柱圍束核心內直線伸展長度的問題，現行「混凝土結構設計規範」第 15.6.4.2 節規定：「D10 至 D36 之直鋼筋，其伸展長度  $l_d$  之規定如下：

(1) 在鋼筋底下混凝土一次澆置之深度超過 30 cm： $l_d$  不得小於第 15.6.4.1 節所規定長度之

3.25 倍。

(2) 在鋼筋底下混凝土一次澆置之深度不超過 30 cm： $l_d$  不得小於第 15.6.4.1 節所規定長度之 2.5 倍。

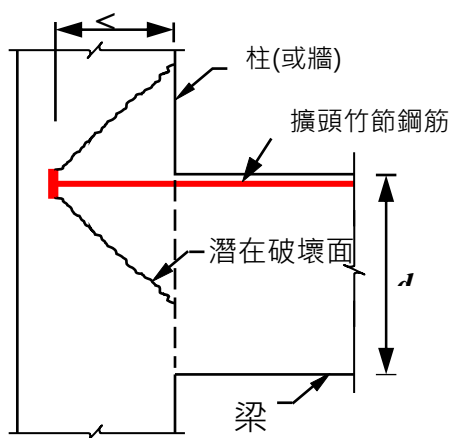
請教此處所提到之  $l_d$  是否還要去跟第 15.6.4.1 節算出來的  $l_{dh}$  去做比較，取其大值？經查技師公會標準圖中，伸展長度計算起來好像沒跟第 15.6.4.1 節之規定去做比較。

<p>15.6.4 受拉鋼筋之伸展長度</p> <p>15.6.4.1 D10 至 D36 之 90°標準彎鉤鋼筋，其伸展長度 <math>l_{dh}</math> 之規定如下：</p> <p>(1) 常重混凝土：<math>l_{dh}</math> 不得小於 <math>8d_b</math>、15 cm 及式(15-6)之規定。</p> $l_{dh} = 0.06 f_y d_b / \sqrt{f'_c} \quad (15-6)$ <p>(2) 輕質混凝土：<math>l_{dh}</math> 為(1)之 1.25 倍。</p> <p>受拉鋼筋之 90°彎鉤應置於柱或邊界構材之圍束核心中。</p> <p>15.6.4.2 D10 至 D36 之直鋼筋，其伸展長度 <math>l_d</math> 之規定如下：</p> <p>(1) 在鋼筋底下混凝土一次澆置之深度超過 30 cm：<math>l_d</math> 不得小於第 15.6.4.1 節所規定長度之 3.25 倍。</p> <p>(2) 在鋼筋底下混凝土一次澆置之深度不超過 30 cm：<math>l_d</math> 不得小於第 15.6.4.1 節所規定長度之 2.5 倍。</p> <p>15.6.4.3 直鋼筋終止於接頭者，應按第 15.6.1.3 節之規定貫穿柱或邊界構材之圍束核心。不在圍束核心內之任何部份，其直線埋置長度應增長為 1.6 倍。</p> <p>15.6.4.4 若採用環氧樹脂塗布鋼筋，則第 15.6.4.1 至 15.6.4.3 節所規定之伸展長度須乘上第 5.6.3 或 5.3.3 節所規定之修正因數。</p>
--

【答】現行「混凝土結構設計規範」第 15.6.4.1 節之規定，係針對具 90 度標準彎鉤受拉鋼筋於鋼筋混凝土韌性構架梁柱接頭區之伸展；而

第 15.6.4.2 節之規定，係針對直線受拉鋼筋於鋼筋混凝土韌性構架梁柱接頭區之直線伸展。二者應用時機不同，沒有關聯。

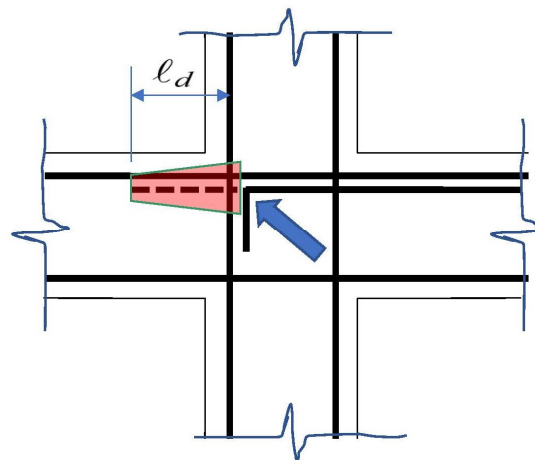
直線受拉鋼筋於鋼筋混凝土韌性構架梁柱接頭區之伸展除須符合第 15.6.4.2 節之規定外，尚須符合第 15.6.4.3 節：「直鋼筋終止於接頭者，應按第 15.6.1.3 節之規定貫穿柱或邊界構材之圍束核心。不在圍束核心內之任何部份，其直線埋置長度應增長為 1.6 倍。」之規定。惟筆者認為，梁主筋直線終止於梁柱接頭時，依據土木 401-110 第 17.5.2.1 節：「錨栓錨定鋼筋如滿足(a)或(b)的情況，其設計強度應可取代混凝土拉破或剪破強度。(a) 受拉力，假如錨栓錨定鋼筋依據第 25 章，於混凝土兩側之拉破面伸展。(b) 受剪力，假如錨栓錨定鋼筋依據第 25 章，於混凝土兩側之剪破面或沿錨栓周圍之剪破面伸展」之規定，顯示錨栓錨定鋼筋的強度，與混凝土拉破或剪破強度可互相取代，但不能合併使用。縱使柱深較深的情況，仍有可能會產生群錨拉破混凝土的現象（見圖一），因梁主筋之拉力大部分須通過構架梁柱接頭區之剪力與上或下之另側力量平衡，不易以混凝土的拉破強度承受（見圖一），筆者建議直鋼筋終止於接頭者，須檢核鋼筋受拉時，鋼筋群產生混凝土拉破破裂面通過梁柱接頭區所需之剪力強度。否則直線延伸長度應延伸至可達到第 15.6.1.3 節：「梁縱向鋼筋終止於柱內時，應延伸至柱圍束核心區之另一面……」。



圖一 群錨拉破現象(ACI 318-14)

」，其標準彎鉤可鉤住梁柱接頭區混凝土對角壓拉桿的錨定效果。因此直鋼筋終止於韌性構架梁柱接頭者，應按第 15.6.1.3 節之規定貫穿柱或邊界構材之圍束核心，未突出圍束核心或不在圍束核心內之任何部份，其直線埋置長度除應增長為 1.6 倍外，尚須滿足相當於「90 度標準彎鉤」錨定強度的等值直線長度（約相當於  $0.7l_d$  或直接保守採用  $l_d$ ，示意圖見圖二），並取其較大值。否則對於柱深較大的柱，可能會發生直線伸展長度的尾端尚在柱圍束核心內，或僅突出柱圍束核心一小段，尚無法達到同時帶動延伸段的混凝土塊，頂住梁柱接頭區混凝土對角壓拉桿的錨定效果（示意圖見圖二）。

鑒於韌性構架梁柱接頭須符合「強柱弱梁」之規定，採用第 15.6.4.2 節直線受拉鋼筋於鋼筋混凝土韌性構架梁柱接頭區之直線伸展，將會增加直線延伸末端側的梁端彎矩強度，進而影響「強柱弱梁」的檢核結果；若未將梁端彎矩強度增加的現象納入梁韌性箍筋檢核，亦可能引致梁之剪力強度不足，而發生剪力脆性破壞。因此於鋼筋混凝土韌性構架梁柱接頭區採用直線伸展時，整體構架須重新進行韌性檢核。



圖二 相當於 90 度標準彎鉤錨定強度的等值直線長示意圖