

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。惟鑑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，提升工程水準。

【問 313】「錨栓錨定鋼筋」與「輔助鋼筋」

請教「建築物混凝土結構設計規範」17.5.3 節表 17.5.3b 中提到的混凝土內設置「輔助鋼筋」，並於解說中敘明「錨栓相關受力對於輔助鋼筋之詳盡設計並不需要」，但又寫說宜符合圖 17.5.2.1 所示之錨栓錨定鋼筋的配置。請問何種情況之鋼筋配置才可視為「輔助鋼筋」？另外，一般的後置錨栓基本上不太可能配置拉力的錨栓錨定鋼筋，所以後置型的錨栓大部分的情況來看都無法符合圖 17.5.2.1 之規定，是否依規範來看要選擇未設置「輔助鋼筋」的強度折減因數及相應的修正因素？

【答】依據「建築物混凝土結構設計規範」2.3 節（名詞定義）中對「輔助鋼筋」(reinforcement, supplementary) 的定義為「用於限制潛在混凝土拉破之鋼筋，但不是設計用來傳遞錨栓全部設計載重至結構構材」。解說中亦說明：「輔助鋼筋之構造及配置類似『錨栓錨定鋼筋』，但非特別設計來傳遞錨栓載重至構材。常作為剪力鋼筋之肋筋可屬於此類鋼筋」。

由上述說明顯示，輔助鋼筋須具有限制潛在混凝土拉破之鋼筋，只是不需完全符合伸展長度的規定。

「建築物混凝土結構設計規範」表 17.5.3b 之錨栓強度受到混凝土拉破、握裹、邊緣脹破等破壞模式控制，將混凝土的「強度折減係數」分為配置有「輔助鋼筋」和「無輔助鋼筋」兩大類。其原理係具有輔助鋼筋者可以提供較大變形能力，強度折減係數 ϕ 值可略為增大，惟錨栓之強度設計時對於「輔助鋼筋」不需進行詳盡設計。然而，輔助鋼筋的配置一般宜儘量符合圖 R17.5.2.1(a)、圖 R17.5.2.1(b)(i) 及圖 R17.5.2.1(b)(ii) 所示之錨栓錨定鋼筋的配置。設置輔助鋼筋時於表 17.5.3(b) 中提供較多變形能力，容許增加強度折減係數 $\phi = 0.75$ （安裝方式為低敏感度，高可靠度者），等同混凝土梁剪力破壞之安全等級，與 PCI Design Handbook (MNL 120) 及 ACI 349-13 所建議相同。「無輔助鋼筋」之強度折減係數 $\phi = 0.65$ （安裝方式為低敏感度，高可靠度者）。

筆者認為，既然「輔助鋼筋之構造及配置類似『錨栓錨定鋼筋』，但非特別設計來傳遞錨栓載重至構材，常作為剪力鋼筋之肋筋可屬於此類鋼筋」，顯示「輔助鋼筋」仍須通過拉破或剪破的破裂面，屬相當嚴格而不易符合，且二者之強度之差異不大，尤其是後置式錨栓更不易符合。筆者建議設計時儘可能採「無輔助鋼筋」之強度折減係數 $\phi = 0.65$ 。實務上「錨栓錨定鋼筋」及「輔助鋼筋」一般僅適用於預埋式錨栓，不適用於後置式錨栓。原則上，「建築物混凝土結構設計規範」第 17 章主要精神是無筋混凝土。有配置「輔助鋼筋」只是略為調高強度折減係數，仍須依無筋混凝土的理念進行設計。因無筋混凝土所能提供的強度非常不易滿足預埋式結構用錨栓所需的錨定需求，僅能滿

足一般非結構設備的錨定用途，且錨栓錨定鋼筋是用在純混凝土的拉破不足時延伸埋入深度來擴展拉破破壞錐的投影面積以提高拉破強度。但對混凝土柱墩等固定斷面積的柱桿件對提高拉破強度幾乎毫無助益，且第 17 章錨栓錨定鋼筋用伸展長度用法也與第 25 章（竹節鋼筋伸展與搭接）須採搭接長度續接的規定不符。美國鋼構造協會 (American Institute of Steel Construction, AISC) 所出版的「錨栓設計指引」也不認同錨栓錨定鋼筋採用「伸展長度」的用法，而在其設計例中均採用「搭接長度」。因此筆者建議對結構用預埋式錨栓的設計，捨棄第 17 章的「伸展長度」規定，直接採用第 25 章「搭接長度」的規定才能符合結構安全需求。