(GRB 編號)
PG11302-0251

鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範之修正研擬

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 113 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

(GRB 編號)
PG11302-0251

鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範之修正研擬

受 委 託 者 ：國家地震工程研究中心

計畫主持人：劉郁芳

共同主持人：周中哲

研 究 助 理 ：莊勝智

參 與 人 員 ：陳奕勳、於積璿、林皇佐

研 究 期 程 ：中華民國 113 年 2 月至 113 年 12 月

研 究 經 費 ：新台幣 121 萬元

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 113 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目次

目次 i

摘要 iii

ABSTRACT vii

第一章 緒論 1

第一節 研究緣起與背景 1

第二節 研究方法及進度說明 2

第二章 鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範修正草案對照表 3

第三章 結論與建議 43

參考文獻 45

附錄一 鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範修正草案 51

附錄二 鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說修正草案 105

附錄三 第一次專家學者會議紀錄 279

附錄四 第二次專家學者會議紀錄 283

附錄五 期中審查意見回應表 285

附錄六 期末審查意見回應表 291

摘要

本案以建研所自 2021 年起進行的鋼骨鋼筋混凝土構造研究之成果著手，並蒐集美日台最新鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範及研究文獻，以及考量國內工程實務設計與施工條件，邀集學者專家彙整鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範之修正建議與內容，廣納各界意見，凝聚共識，提出國內「鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範」相關條文及解說修訂草案供規範委員會審議，以作為未來鋼骨鋼筋混凝土構造之設計及施工依據。

關鍵詞：鋼骨鋼筋混凝土、鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範、鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說

一、研究緣起

目前我國「鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範」(2011)至今 13 年未有更新版本，但該版規範是以我國 2004 年版「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說」、1998 年版「鋼結構極限設計法規範及解說」、2002 年版「混凝土工程設計規範與解說」，以及日本建築學會 2001 年版「鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」、1994 年版「鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針(案)・同解説」等國內及日本相關規範為依據，其後國內鋼結構規範、混凝土規範及美日鋼骨鋼筋混凝土規範已多次進行修訂，但國內現行規範已有十多年的時間未進行檢討修訂，期間國內學者進行鋼骨鋼筋混凝土構造之研究已有數項成果供參考(周中哲等人，2020-2023；劉郁芳等人，2020-2023)，並已納入鋼骨鋼筋混凝土設計規範修正草案：包含鋼骨斷面寬厚比、柱主筋間距、柱角隅繫筋、鋼筋混凝土柱與鋼梁之接合(RCS)及 SRC 梁主筋與鋼柱以續接器接合等相關議題，故施工規範內容需要配合設計規範更新修訂，以反映最新的研究理論及工程界實務上之需求。

二、研究方法及過程

本研究先從「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範柱及接合設計之修正研擬」(周中哲及劉郁芳等人，2021)之研究案成果著手，將該案建議設計規範之修正內容同步更新於施工規範對應條文中，及參照「包覆填充型鋼骨鋼筋混凝土柱與梁主筋以續接器接合之接頭耐震試驗」(周中哲及劉郁芳等人，2022)與「鋼骨鋼筋混凝土構造柱內連續板經濟化參數之試驗研究」(周中哲及劉郁芳等人，2023)之研究案試驗成果進行相關條文內容修訂，並蒐集美日台最新鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範及研究文獻，同時考量國內工程實務設計及施工上之疑義提出相關議題，研擬施工規範修正建議。本計劃將召開專家學者會議，邀請學術界及業界人士針對目前 SRC 施工規範疑義處進行討論，針對相關課題蒐集國內外研究文獻，擬定未來台灣鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範相關條文修訂草案，使施工規範更臻完善，能更全面符合實務設計及施工需求。

三、重要發現

1. 本案根據美日最新鋼骨鋼筋混凝土相關施工規範、國內最新鋼結構與混凝土結構相關規範、國內最新實驗與研究成果，以及專家學者會議結論與審查會議意見，完成「鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範修正草案」之研擬。

2. 本案亦基於施工規範草案內容對照進行「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說修正草案」之研擬，以使鋼骨鋼筋混凝土兩規範內容及用詞統一。

3. 本案提出之鋼骨鋼筋混凝土兩規範之修正草案納入最新之研究理論，可作為未來鋼骨鋼筋混凝土工程實務設計及施工之依據，提升國內工程之技術與品質。

四、主要建議事項

(1) 建議一

辦理鋼骨鋼筋混凝土構造施工及設計兩規範之規範審查會議：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：國家地震工程研究中心

本案已根據最新國內外鋼骨鋼筋混凝土相關規範及研究成果完成「鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範修正草案」及「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說修正草案」之研擬。建議內政部國土署辦理後續規範審查之程序，以使國內之工程師有最新鋼骨鋼筋混凝土構造設計及施工之參考依據，提升國內工程之技術與品質。

ABSTRACT

This study commences with the research results of SRC structures since 2021 by the Architecture and Building Research Institute, then gathers the U.S., Japan, and Taiwan's latest Construction design codes and research. Furthermore, the domestic engineering design practices and construction conditions will also be considered. Moreover, seminars will be held to gather suggestions for the revision of SRC construction specifications from professionals. Finally, the draft amendment to the “Construction Specifications of Steel Reinforced Concrete Structures” will be drawn up for review under the specifications commit, and become the basis of SRC structural design and construction in the future.

Keywords: Steel Reinforced Concrete (SRC), Construction Specifications of Steel Reinforced Concrete Structures, Design Specifications and Commentary of Steel Reinforced Concrete Structures.

第一章 緒論

自九二一大地震後，國內開始大量採用鋼骨鋼筋混凝土為建築物之構造型式，但在建築土木工程領域中，鋼骨鋼筋混凝土構造設計及施工複雜度高，工地常無法按設計圖施工，但設計與施工關係建築結構物之安全甚鉅，故鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範為建築工程中不可輕忽之依據。

目前我國「鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範」(2011)至今 13 年未有更新版本，期間國內鋼結構規範、混凝土規範及日本鋼骨鋼筋混凝土規範已多次進行修訂，且我國在鋼骨鋼筋混凝土設計上有更多新的實驗與研究成果，國內的施工技術與檢驗方式也有大幅度的改變，在鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範中已有多項議題提送修正草案研擬，故施工規範內容需要再次更新修定，以反映最新的研究理論及配合工程界實務上之需求。本研究先以鋼骨鋼筋混凝土設計規範之修正草案開始，對應施工規範相應條文進行修正，並根據美日最新相關施工規範及研究文獻進行其餘議題條文新增與修正，重整 SRC 施工規範，使其與設計規範同步更新，可互為對照更臻完善，並同時解決業界在設計及施工上之困難。

第一節 研究緣起與背景

過去十年間，國內學者進行鋼骨鋼筋混凝土構造之研究已有數項成果供規範草案修訂，其中包含接力式繫筋、鋼骨斷面寬厚比、柱主筋間距、柱角隅繫筋及鋼筋混凝土柱與鋼梁之接合(RCS)等相關條文，並 SRC 梁主筋與鋼柱以續接器接合之力學行為已經試驗證實可行性，且業界存在如接頭區箍筋規定、柱箍筋與鋼梁衝突時之配置及梁主筋連續通過梁柱接頭等疑慮，故可見施工規範有多項待修正檢討之議題。

第二節 研究方法及進度說明

本研究先從「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範柱及接合設計之修正研擬」(周中哲及劉郁芳等人，2021)之研究案成果著手，將該案建議之修正內容更新於施工規範對應條文中，及參照「包覆填充型鋼骨鋼筋混凝土柱與梁主筋以續接器接合之接頭耐震試驗」(周中哲及劉郁芳等人，2022)、「鋼骨鋼筋混凝土構造柱內連續板經濟化參數之試驗研究」(周中哲及劉郁芳等人，2023)、及劉郁芳等人(2022)與 Liu 等人(2024)之研究成果進行相關條文內容修訂，並蒐集美日台最新鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範及研究文獻，邀請學術界及業界人士針對目前 SRC 施工規範疑義處研擬解決方案，同時考量國內工程實務設計及施工，擬定未來台灣鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範相關條文修訂草案，使施工規範更臻完善，能全面符合學理設計及實務施工需求。

本計畫自 113 年 2 月 23 日完成簽約，同年 2 月份開始蒐集國內外鋼骨鋼筋混凝土施工規範及研究文獻。6 月 20 日召開第一次專家學者會議，討論規範修正草案內容及業界待解決之議題，之後依據專家學者會議意見，進行規範修正草案內容。6 月 28 日完成期中報告及工作事項查核表，並於 7 月 12 日進行期中審查會議。7 月下旬至 9 月中進行國內外規範差異性相關研究及施工經驗蒐集分析檢討。9 月 23 日召開第二次專家學者會議，之後依據專家學者會議意見，修改規範草案內容。10 月 11 日完成期末報告及工作事項查核表，並於 10 月 18 日進行期末審查會議。最後將依合約規定於 12 月 6 日提交成果報告及電子檔光碟作為結案依據。

第二章 鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範修正草案對照表

本研究參考「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範柱及接合設計之修正研擬」(周中哲及劉郁芳等人，2021)、「包覆填充型鋼骨鋼筋混凝土柱與梁主筋以續接器接合之接頭耐震試驗」(周中哲及劉郁芳等人，2022)、「鋼骨鋼筋混凝土構造柱內連續板經濟化參數之試驗研究」(周中哲及劉郁芳等人，2023)之研究案試驗成果、國內外專家學者之研究文獻及國內外構造施工及設計規範等，提出鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範修正草案(附錄一)，及鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說修正草案(附錄二)。

修正規定	現行規定	說明
1.1 適用範圍 1.1.1 本規範依據建築技術規則建築構造編第四百九十七條規定訂定之。 1.1.2 本規範適用於鋼骨鋼筋混凝土結構之施工。 1.1.3 本規範未規定者應依內政部發布之下列規範之規定辦理： 1. 結構混凝土施工規範。 2. 鋼構造建築物鋼結構施工規範。 **解說：** 鋼骨鋼筋混凝土結構(Steel Reinforced Concrete，以下簡稱 SRC)，指構材由鋼骨與鋼筋混凝土，或鋼骨與混凝土兩部分結合成一體之結構(Steel Concrete，簡稱 SC)。由於目前國內設計完成之	**1.1 適用範圍** 1.1.1 本規範依據建築技術規則建築構造編第四百九十七條規定訂定之。 1.1.2 本規範適用於鋼骨鋼筋混凝土結構之施工。 1.1.3 本規範未規定者應依內政部發布之下列規範之規定： 1. 結構混凝土施工規範。 2. 鋼構造建築物鋼結構施工規範。 **解說：** 鋼骨鋼筋混凝土結構(以下簡稱 SRC 結構)，指構材由鋼骨與鋼筋混凝土，或鋼骨與混凝土兩部分結合成一體之結構。由於目前國內設計完成之 SRC 結構，常有難以施工之情況，致施工品質無法	1. 調整 1.1 節解說部分敘述，並新增 SC 結構之簡稱。

SRC 結構，常有難以施工之情況(特別是梁柱接頭)，致施工品質無法達到原設計要求，因此本規範除供施工者遵循外，設計者亦應參酌本規範對所作之設計檢討施工之可行性。 SRC 構材使用於地面以下時，應注意施工準確性、耐久性，必要時須考慮該部份 SRC 構材強度之折減。 SRC 構材得與純鋼骨或純鋼筋混凝土構材混合使用。	達到原設計要求，因此本規範除供施工者遵循外，設計者亦應參酌本規範對所作之設計檢討施工之可行性。 SRC 構材使用於地面以下時，應注意施工準確性、耐久性，必要時須考慮該部份 SRC 構材強度之折減。 SRC 構材得與純鋼骨或純鋼筋混凝土構材混合使用。	
2.1 一般規定 2.1.1 鋼骨鋼筋混凝土結構施工前，承造人須依本章之規定訂定施工計畫書，並經監造人核可後方得施工。 2.1.2 混凝土結構與鋼結構均應依相關施工規範之規定訂定施工計畫書。 2.1.3 不同工作項目間之介面整合及施工順序均應訂定於施工計畫書中。 2.1.4 施工計畫書必要時得作修正，並須經監造人核可。 **解說：** 1. 施工計畫書應包括工廠製造計畫書、現場安裝計畫書及品質管制計畫書等： (1) 製造計畫書之內	**2.1 一般規定** 2.1.1 鋼骨鋼筋混凝土結構施工前，承造人須依本章之規定訂定施工說明書，並經監造人核可後方得施工。 2.1.2 混凝土結構與鋼結構均應按相關施工規範之規定訂定施工說明書。 2.1.3 不同工作項目間之介面整合及施工順序均應訂定於施工說明書中。 2.1.4 施工說明書必要時得作修正，並須經監造人核可。 **解說：** 1. 施工說明書應包括工廠製造計畫書、現場安裝計畫書及品質管制計畫書等： (1) 製造計畫書之內	1. 將 2.1 節中施工說明書及施工計畫書兩詞統一修正為施工計畫書，並將本規範其他章節相關解說或條文內容一併修正。 2. 調整 2.1 節解說第 5 點之敘述。

容應包括工程概要、組織系統、機具設備、工程預定進度表、製作圖及放樣之規定、材料使用及管理、冷作加工、銲接、塗裝、運輸儲存、自主檢查等。 (2) 安裝計畫書之內容應包括前置規劃、組織系統、工程預定進度表、使用機具設備、電力、人力計畫、安裝作業程序、自主檢查、安衛規定等。 (3) 品質管制計畫書之內容應包括契約及規範之參照順序、管理責任及品質管制組織系統、品質管制流程與檢驗程序、品質管理標準及表單、不合格品之管制、矯正與預防措施、文件管理等。	容應包括工程概要、組織系統、機具設備、工程預定進度表、製作圖及放樣之規定、材料使用及管理、冷作加工、銲接、塗裝、運輸儲存、自主檢查等。 (2) 安裝計畫書之內容應包括前置規劃、組織系統、工程預定進度表、使用機具設備、電力、人力計畫、安裝作業程序、自主檢查、安衛規定等。 (3) 品質管制計畫書之內容應包括契約及規範之參照順序、管理責任及品質管制組織系統、品質管制流程與檢驗程序、品質管理標準及表單、不合格品之管制、矯正與預防措施、文件管理等。	
2. 承造人應充分瞭解設計圖說之規定並按圖施工。如設計圖說上未明確規定時，得由承造人提出施工方法，並經監造人審核	2. 承造人應充分瞭解設計圖說之規定並按圖施工。如設計圖說上未明確規定時，得由承造人提出施工方法，並經監造人審核	

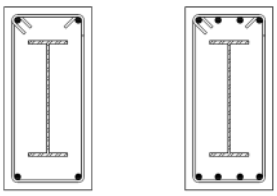
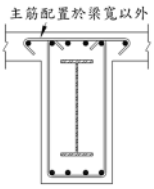
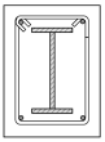
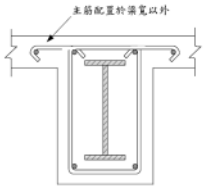
後施工。 3. 承造人應在施工前依其採用之工法及施工順序檢核施工載重，並附於工作計畫中，經監造人核可後方得施工。 4. 施工計畫核可的程序應於合約書內詳細訂定。此一程序包括提出的時機、提出的方式、計畫書內容、檢討修正、核定時限、核定權責人員等。 5. SRC 構材係由鋼骨與鋼筋混凝土兩部份合成，施工程序上一般係先行組立鋼骨後再綁紮鋼筋與澆置混凝土，施工過程中的載重係由鋼骨承擔，但鋼骨所提供之強度並非 SRC 構材之全部強度，故應詳細檢討施工過程中各階段之結構安全性與穩定性。	後施工。 3. 承造人應在施工前依其採用之工法及施工順序檢核施工載重，並附於工作計畫中，經監造人核可後方得施工。 4. 施工計畫核可的程序應於合約書內詳細訂定。此一程序包括提出的時機、提出的方式、計畫書內容、檢討修正、核定時限、核定權責人員等。 5. SRC 結構之構材係由鋼骨與鋼筋混凝土兩部份合成，鋼骨所提供之強度並非全部結構之強度，施工程序上一般係先行組立鋼骨柱後再綁紮鋼筋與澆置混凝土，施工中鋼骨之強度與穩定性均非完成施工後完整結構之強度與穩定性，故應檢討施工過程中各階段之結構安全性與穩定性。	
2.2 施工程序 施工程序除應確保施工品質外，並須考量施工過程中結構體之安全性與穩定性。 **解說：** 施工順序須考量施工	**2.2 施工程序** 施工程序除應確保施工品質外，並須考量施工過程中結構體之安全性與穩定性。 **解說：** 施工順序須考量施工	1. 同 2.1 節，將本節解說中施工說明書及施工計畫書兩詞統一修正為施工計畫書。

過程中，載重可能僅由部份構件，或其中之鋼骨構材承載，因此其結構安全性是否符合設計原意，須於施工計畫書中檢討載明。 鋼筋工程施工程序須考量基礎錨栓埋置所需空間及時機等。	過程中，載重可能僅由部份構件，或其中之鋼骨構材承載，因此其結構安全性是否符合設計原意，須於施工說明書中檢討載明。 鋼筋工程施工程序須考量基礎錨栓埋置所需空間及時機等。	
2.3 施工詳圖 施工計畫書中應包含施工詳圖，並須經監造人核可。施工詳圖若有變更亦須經監造人核可。 **解說：** 1. 繪製施工詳圖能提早瞭解施工重點，以建立施工順序，並可預先解決問題(例如：尺寸錯誤、設計與實際不符、窒礙難行等)。 2. 承造人所繪製之施工詳圖應納入各種有助於施工之詳圖。 3. 有關鋼骨製作、鋼筋加工、模板組立、鋼筋配置、梁柱接頭、埋設物、補強筋、鋼骨組立臨時支撐及其他配件之安裝等，均應詳細繪製施工詳圖，並經監造人核可。 4. 鋼結構施工計畫須納入鋼筋工程及混凝土	**2.3 施工詳圖** 施工說明書中應包含施工詳圖，並須經監造人核可。施工詳圖若有變更亦須經監造人核可。 **解說：** 1. 繪製施工詳圖能提早瞭解施工重點，以建立施工順序，並可預先解決問題(例如：尺寸錯誤、設計與實際不符、窒礙難行等)。 2. 承造人所繪製之施工詳圖應納入各種有助於施工之詳圖。 3. 有關鋼骨製作、鋼筋加工、模板組立、鋼筋配置、梁柱接頭、埋設物、補強筋、鋼骨組立臨時支撐及其他配件之安裝等，均應詳細繪製施工詳圖，並經監造人核可。 4. 鋼結構施工計畫須納入鋼筋工程及混凝土	1. 同 2.1 節，將本節條文中施工說明書及施工計畫書兩詞統一修正為施工計畫書。

工程所需之配合工作，例如，鋼筋貫穿孔、鋼筋續接器及灌漿孔、排氣孔等之位置，以及基礎錨栓埋置空間及時機等。	工程所需之配合工作，例如，鋼筋貫穿孔、鋼筋續接器及灌漿孔、排氣孔等之位置，以及基礎錨栓埋置空間及時機等。	
2.4 鋼骨開孔計畫 鋼骨施工前，承造人應依設計圖說確定鋼結構開孔之位置、尺寸、大小及補強方法等，並繪製施工詳圖，經監造人核可後方得施工。 **解說：** 鋼骨之任何開孔均應繪製施工詳圖，並依設計圖說之規定加以補強，且須監造人書面核可，以確保結構物之安全。	**2.4 鋼骨開孔計畫** 2.4.1 鋼骨施工前，承造人應依設計圖說確定鋼結構開孔之位置、尺寸、大小及補強方法等，並繪製施工詳圖，經監造人核可後方得施工。 2.4.2 設計圖說未明確規定時，得由承造人會同監造人提出施工方案，並經起造人或其代表人審查核可後方得施工。 **解說：** 鋼骨之任何開孔均應繪製施工詳圖，並依設計圖說之規定加以補強，且須監造人書面核可，以確保結構物之安全。	1. 依據最新「鋼構造建築物鋼結構施工規範」修正本節條文敘述。
2.6 施工安全 施工安全應依職業安全衛生相關法令規章及契約規定辦理。	**2.6 施工安全** 施工安全必須遵照勞工安全衛生相關法令規章及契約規定辦理。	1. 調整本節條文敘述敘述，以及依最新職業安全衛生相關法令修正本節條文引用之法令名稱。
第三章 材料 3.1 鋼骨鋼筋混凝土結構之各項材料品質均應符合設計圖說之規定。 3.2 各項材料如須使用同等規格品時，除須證明其材質及加工性均符合設	**第三章 材料** 3.1 鋼骨鋼筋混凝土結構之各項材料品質均應符合設計圖說之規定。 3.2 各項材料如須使用同等規格品時，除須證明其材質及加工性均符合設	1. 依據最新「鋼構造建築物鋼結構施工規範」修正本節條文敘述。

計圖說之規定外，並應經設計人核可後，方得採用。 3.3 材料應依契約及圖說之規定辦理抽樣檢驗證明其品質。	計圖說之規定外，並應經設計人及監造人核可，方得採用。 3.3 材料應依契約及圖說之規定辦理抽樣檢驗證明其品質。	
4.2 鋼筋工程施工計畫 4.2.1 鋼筋工程施工前應擬訂施工計畫，敘明鋼骨與鋼筋之配置關係及配筋之順序，並檢討混凝土之澆置及填充性。 4.2.2 設計圖說如有疑義應以書面提請監造人處理，必要時轉請設計人處理，監造人或設計人應於約定期限內具體答覆。 **解說：** SRC 結構因有鋼骨存在，無法完全依鋼筋混凝土結構相同之方法配筋，擬訂施工計畫書時應特別注意以下情況： 1. 直交梁之主筋若因施工性不佳而須彎折時，鋼筋偏折處須用橫箍筋或螺箍筋作橫向支撐。橫向支撐須能承受鋼筋偏折部份橫向分力 1.5 倍之推力，且須配置於偏折點 15 cm 以內。 2. SRC 構材之鋼筋，若採用銲接方式續接者，須採用可銲鋼筋。	**4.2 鋼筋工程施工計畫** 4.2.1 鋼筋工程施工前應擬訂施工計畫，敘明鋼骨與鋼筋之配置關係及配筋之順序，並檢討混凝土之澆置及填充性。 4.2.2 設計圖說如有疑義應以書面提請監造人處理，必要時轉請設計人處理，監造人或設計人應於約定期限內具體答覆。 **解說：** SRC 結構因有鋼骨存在，無法完全依鋼筋混凝土結構相同之方法配筋，擬訂施工說明書時應特別注意以下情況： 1. 直交梁之主筋若因施工性不佳而須彎折時，鋼筋偏折處須用橫箍筋或螺箍筋作橫向支撐。橫向支撐須能承受鋼筋偏折部份橫向分力 1.5 倍之推力，且須配置於偏折點 15 cm 以內。 2. 梁-柱接頭區內之柱箍筋，若採用 4 支“L”形箍筋貫穿梁腹板後	1. 同 2.1 節，將本節解說中施工說明書及施工計畫書兩詞統一修正為施工計畫書。 2. 配合 4.3 節解說之修正內容，將本節解說第 2 點敘述中須採用可銲鋼筋之對象調整為所有須採銲接作為續接方式之鋼筋，並增加鋼筋銲接應依 AWS D1.4/D1.4M 之規定辦理等敘述。

鋼筋銲接應依 AWS D1.4/D1.4M (AWS，2018)相關章節之規定辦理，且需進行試驗確認銲接強度及品質。 3. 施工計畫書內容與設計圖說之規定不符時，應提請監造人轉設計人核可後始得施作。	再以銲接方式續接者，其柱箍筋須採用可銲鋼筋。 3. 施工說明書內容與設計圖說之規定不符時，應提請監造人轉設計人核可後始得施作。	
4.3 鋼筋配置 4.3.1 鋼筋之配置應繪製施工詳圖，並須經監造人核可。 **解說：** 1. 主筋之一般要求 (1) 矩形斷面之SRC構材至少應於斷面四個角落各配置一根主筋。 (2) SRC連續構架中，柱之主筋或梁之端部主筋若未連續通過梁柱接頭或未依規定適當錨定時，應視其為構材之補助筋，且不計其對構材強度之貢獻。 (3) 設計者應避免在SRC梁或柱中配置過密的主筋。 2. 梁之主筋 (1) SRC梁之主筋排列，一般以在斷面四個角落各配置一	**4.3 鋼筋配置** 4.3.1 鋼筋之配置應繪製施工詳圖，並須經監造人核可。 **解說：** 1. 主筋之一般要求 (1) 矩形斷面之SRC構材至少應於斷面四個角落各配置一根主筋。 (2) SRC連續構架中，柱之主筋或梁之端部主筋若未連續通過梁柱接頭或未依規定適當錨定時，應視其為構材之補助筋，且不計其對構材強度之貢獻。 (3) 設計者應避免在SRC梁或柱中配置過密的主筋。 2. 梁之主筋 (1) SRC梁之主筋排列，一般以在斷面四個角落各配置一	1. 依據國內最新研究成果移除本節解說第2點第(1)項之部分敘述，並新增採用鋼筋續接器銲接於填充型鋼管混凝土柱翼板上續接梁主筋時應符合之規定。 2. 根據國內施工實務新增本節解說第2點第(3)項之部分內容及本節解說第7點之部分內容。 3. 依據國內最新研究成果及最新「建築物混凝土結構設計規範」新增本節解說第3點第(2)項之部分內容。 4. 依據日本最新鋼骨鋼筋混凝土設計規範(2014)及配筋指針(2005)調整本節解說之部分內容。 5. 依據國內最新研究成果於本節解說第5點新增接力式繫筋相關內容。

根主筋為原則，如圖 C4.3.1 所示。若採用鋼筋續接器銲接鋼柱翼板上續接梁主筋時，應符合 4.3.5 及 4.3.6 節之相關規定。 (2) SRC 梁之部分主筋若配置於梁寬以外之樓板內，如圖 C4.3.2 所示(日本建築學會，2005)，此時應注意主筋的保護層是否足夠，且其末端須錨定於柱混凝土之核心之遠端。 (3) 對於SRC結構中之梁主筋建議以單層配置為原則，以便於主筋與箍筋的配置。  圖 C4.3.1 包覆型 SRC 梁之主筋配置示意圖(周中哲等人，2022)  圖 C4.3.2 包覆型 SRC 梁(頂部主筋配置於樓板內)示意圖(日本建築學會，2005) 3. 柱之主筋 (1) 矩形斷面之SRC柱	根主筋為原則。主筋不宜配置於鋼梁翼板之正上方或下方，以免主筋在梁柱接頭處受到柱內鋼骨阻擋而無法連續通過梁-柱接頭，如圖 C4.3.1 所示。 (2) SRC 梁之部分主筋若配置於梁寬以外之樓板內(如圖 C4.3.2 所示)，惟此時應注意主筋的保護層是否足夠及主筋不可與鋼柱翼板衝突等問題，其末端須錨定於柱混凝土之核心之遠端。  圖 C4.3.1 包覆型 SRC 梁之主筋配置示意圖  圖 C4.3.2 包覆型 SRC 梁(頂部主筋配置於樓板內)示意圖[8] 3. 柱之主筋 (1) 矩形斷面之SRC柱至少應於斷面四個角落各配置一根主筋。一般柱內之主筋排列，以在每個角落各配置三根主筋為原則，如圖 C4.3.3 所示。主筋	6. 配合國內施工實務將圖 C4.3.16(原圖 C4.3.10)由包覆十字形鋼骨鋼筋混凝土柱調整為包覆填充型箱型柱。 7. 配合本規範調整參考文獻之引用格式修正解說部分內容。 8. 配合本節修正內容更新本節解說所有圖片。

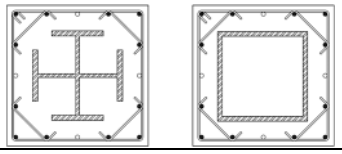
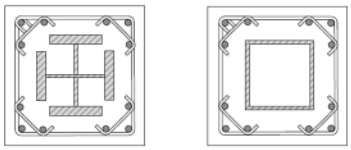
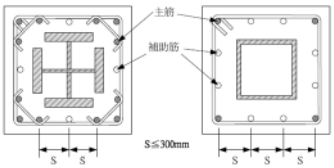
至少應於斷面四個角落各配置一根主筋。一般柱內之主筋排列，以在每個角落各配置三根主筋為原則，如圖 C4.3.3 所示。主筋不得配置於鋼梁翼板之上下方，以免主筋在梁柱接頭處受到梁內之鋼骨阻擋而無法連續通過梁柱接頭。 (2) SRC 柱中之主筋間距不得大於 300 mm，且主筋與主筋之淨間距不得低於 40 mm、主筋標稱直徑之 1.5 倍與粗粒料最大粒徑之(4/3)倍等三值之最大者。若主筋間距大於 300 mm 時，則須加配 D13 (#4)以上之軸向補助筋，如圖 C4.3.4 所示(日本建築學會，2005)，補助筋可以不錨定，且補助筋應不計其對柱強度之貢獻。 (3) 頂層柱之柱主筋頂端須以標準彎鉤或機械式錨頭錨定之。 	不得配置於鋼梁翼板之上下方，以免主筋在梁柱接頭處受到梁內之鋼骨阻擋而無法連續通過梁柱接頭。 (2) SRC 柱中之主筋間距不得大於 300 mm。若主筋間距大於 300 mm 時，則須加配 D13 (#4)以上之軸向補助筋(如圖 C4.3.4 所示)，補助筋可以不錨定，且補助筋應不計其對柱強度之貢獻。 (3) 頂層柱之柱主筋頂端須以標準彎鉤或機械式錨頭錨定之。  (a) (b) 圖 C4.3.3 SRC 柱之主筋配置示意圖[6]  圖 C4.3.4 SRC 柱之補助筋與間距要求[8] 4. 梁之箍筋 圖 C4.3.5 為 SRC 梁的箍筋形狀示意圖。	

圖 C4.3.3 SRC 柱之主筋配置示意圖(陳生金等人，1996；周中哲等人，2021)

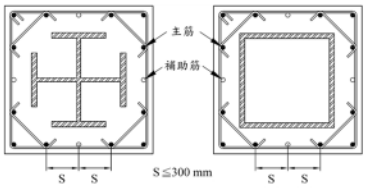
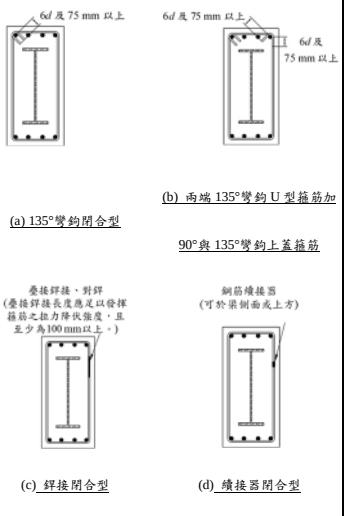


圖 C4.3.4 SRC 柱之補助筋與間距要求(日本建築學會，2005)

4. 梁之箍筋

鋼筋之標準彎鉤幾何規定應依「建築物混凝土結構設計規範」(內政部，2024)之規定辦理。

SRC 梁的箍筋形狀可參考日本建築學會「鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説」(日本建築學會 2005)之規定，如圖 C4.3.5 所示。若採用圖 C4.3.5(c)之銲接閉合型箍筋，鋼筋須於疊接銲接之銲道兩端各預留 2*d* 以上。



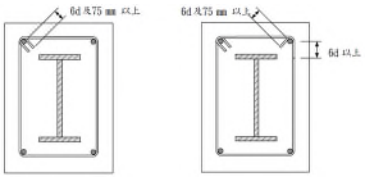
(a) 135°彎鉤閉合型

(b) 兩端 135°彎鉤 U 型箍筋加 90°與 135°彎鉤上蓋箍筋

(c) 銲接閉合型

(d) 續接器閉合型

圖 C4.3.5 SRC 梁箍筋配置示意圖(日本建築學會，2005)



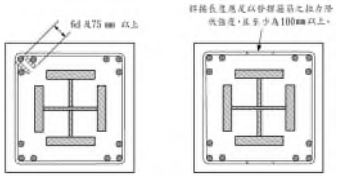
(A) 135°彎鉤閉合型

(B) 兩端135°或180°U形彎鉤加 90°與 135°冂形彎鉤

圖 C4.3.5 SRC 梁箍筋配置示意圖[8]

5. 柱之箍筋

圖 C4.3.6 為 SRC 柱的箍筋形狀示意圖；圖 C4.3.7 為 SRC 柱四個角落增加配置繫筋之示意圖[14]，此繫筋可提供主筋固定及柱內混凝土圍束之效果。



(a) 135°彎鉤閉合箍筋

(b) 疊接銲接箍筋(需採可銲鋼筋)

圖 C4.3.6 SRC 柱箍筋配置示意圖[8]

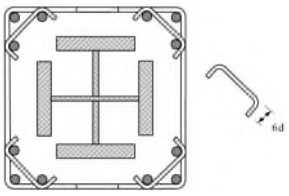
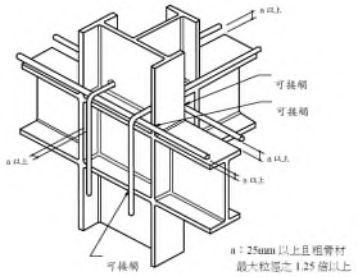


圖 C4.3.7 SRC 柱角落隔繫筋配置示意圖[6]

6. 鋼筋與鋼骨之淨間距

(1) 主筋與鋼骨之淨間距：

主筋與鋼骨鋼板面平行時，須考量混凝土之填充性與鋼筋之握裹性等，其淨間距應保持 25 mm 以

5. 柱之箍筋 閉合箍筋參照「建築物混凝土結構設計規範」(內政部，2024)，為一閉合式箍筋或連續繞箍，可由數根鋼筋構件構成，且構件之兩端均為耐震彎鉤。鋼筋之標準彎鉤幾何規定應依「建築物混凝土結構設計規範」(內政部，2024)之規定辦理。 SRC 柱的箍筋形狀可參考日本建築學會「鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説」(日本建築學會，2005)之規定，如圖 C4.3.6 所示。若採用圖 C4.3.6(a)之 135°彎鉤閉合型箍筋與圖 C4.3.6(b)之 135°彎鉤雙 L 閉合型箍筋，彎鉤應於柱內交替配置。根據文獻(日本建築學會，2014；Lee 等人，2014)，圖 C4.3.6(a)之 135°彎鉤閉合型箍筋與圖 C4.3.6(b)之 135°彎鉤雙 L 閉合型箍筋的性能和圖 C4.3.6(c)之銲接閉合型箍筋相近。若採用圖 C4.3.6(e)之螺箍筋，需注意扭曲、銲接變形及主筋續接的施工順序。	上，且不得小於粗骨材最大粒徑之 1.25 倍，若間距太小則無法發揮鋼筋之握裹力。但主筋與鋼骨鋼板面垂直時，其間距不受此限。圖 C4.3.8 為鋼骨與鋼筋淨間距之示意圖。 (2) 箍筋與鋼骨之淨間距： 箍筋不得與鋼骨鋼板面密貼，其淨間距應保持 25 mm 以上。  圖 C4.3.8 鋼骨與鋼筋之間距示意圖[8] 7. 鋼骨之最小混凝土包覆厚度與鋼筋之混凝土保護層 圖 C4.3.9 與圖 C4.3.10 分別表示 SRC 梁與 SRC 柱之斷面配置細部圖。圖中之 a 與 b 分別為主筋與箍筋之最大直徑(含竹節凸起之高度)，c 與 d 則為鋼骨至混凝土面之距離。當鋼筋尺寸不同時，圖中的 c 與 d 亦隨著改變，如表 C4.3.1 所示。表中之 c 與 d 係依照鋼筋之	

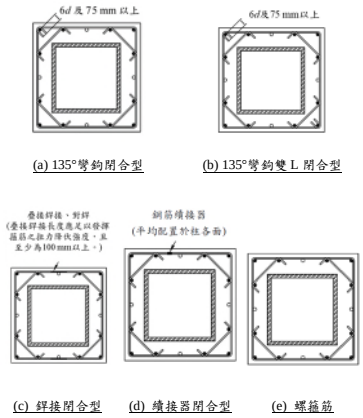


圖 C4.3.6 SRC 柱箍筋配置示意圖

圖 C4.3.7 為 SRC 柱四個角落增加配置角隅繫筋之示意圖，根據文獻(陳生金等人，1996)，此繫筋可提供主筋固定及柱內混凝土圍束之效果。

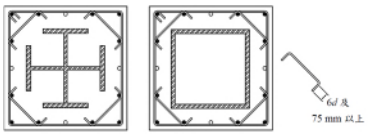


圖 C4.3.7 SRC 柱角落隅繫筋配置示意圖(陳生金等人，1996)

SRC 圓柱的箍筋形狀可參考日本建築學會「鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説」(日本建築學會，2005)之規定，如圖 C4.3.8 所示。圓柱箍筋原則上應採用工廠製造的螺箍筋，若採用圖 C4.3.8 (a)之 90°彎鉤閉合型圓箍筋，彎鉤及重疊處應於柱內交替配置(Lee 等人，2013)。

最大直徑計算，一般竹節鋼筋之最大直徑如圖 C4.3.11 所示。

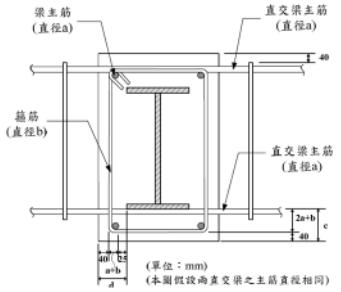


圖 C4.3.9 SRC 梁斷面配置細部示意圖[1]

表 C4.3.1 SRC 梁斷面鋼骨最小混凝土包覆厚度

梁主筋號數	箍筋號數	c (mm)	d (mm)
#8 (D25)	#3	109	105
	#4	112	108
	#5	116	112
#10 (D32)	#3	125	113
	#4	128	116
	#5	132	120

註：(1) 本表假設兩直交梁之主筋直徑相同。

(2) 本表中之 c 與 d 值係依圖 C4.3.11 中之竹節鋼筋最大直徑計得。

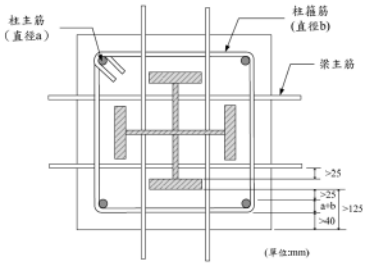
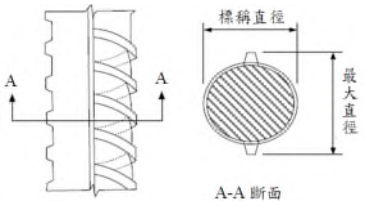


圖 C4.3.10 SRC 柱斷面保護層厚度示意圖[1]



鋼筋號數	標稱直徑 (mm)	最大直徑 (mm)
#3	10	11
#4	13	14
#5	16	18
#6	19	22
#7	22	26
#8	25	28
#9	29	33
#10	32	36
#11	35	40

圖 C4.3.11 竹節鋼筋之最大直徑[1]

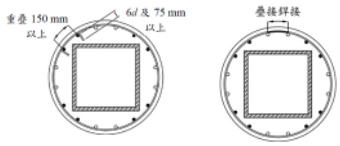
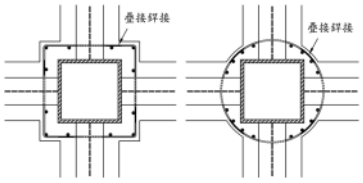
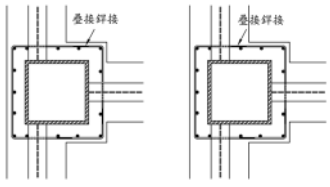
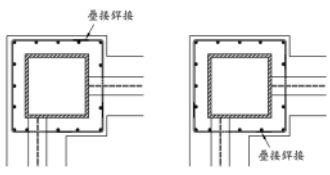
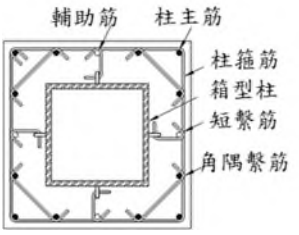
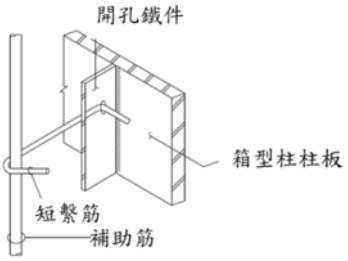
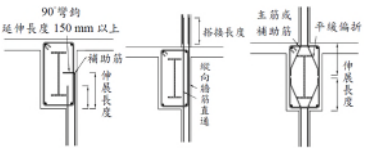
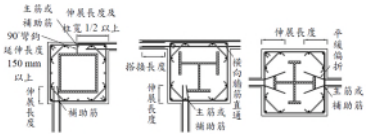
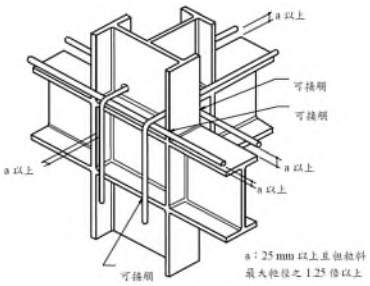
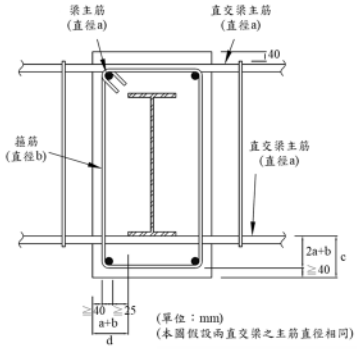
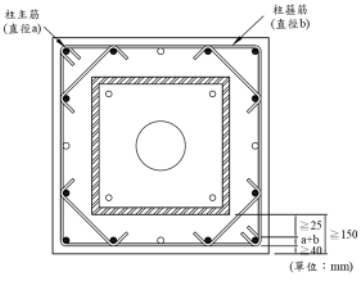
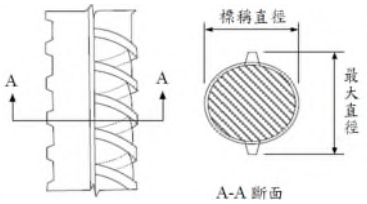
 (a) 90°彎鉤閉合型　(b) 銲接閉合型 圖 C4.3.8 SRC 圓柱箍筋示意圖 SRC 梁柱接頭箍筋可能會因鋼梁腹板阻擋而需要採用分段銲接之型式,如圖 C4.3.9 所示。分段銲接之配置可參考日本建築學會「鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説」(日本建築學會，2005)之規定，箍筋被分割成數段後應透過現場銲接或是鋼筋續接器適當連接。鋼筋銲接應符合 4.2 節解說第 2 點之相關規定，且銲接位置原則上應位於梁核心混凝土範圍內。  (a) 中柱  (b) 邊柱  (c) 角柱 註：角隅繫筋未繪出。		

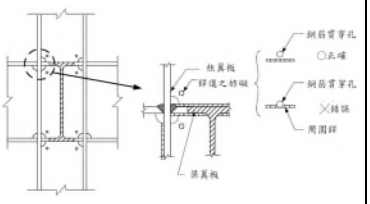
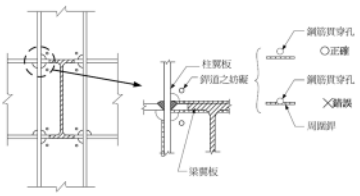
圖 C4.3.9 梁柱接頭箍筋採分段銲接型式示意圖 根據文獻(陳正誠等人，2014、2016)，包覆填充型鋼管混凝土柱橫向鋼筋採用閉合箍筋，搭配角隅繫筋及接力式繫筋，可以發揮所需之混凝土圍束效果，如圖 C4.3.10 所示。而接力式繫筋的作法是，銲接一塊有開孔的鐵件在箱型柱上，並使用一短繫筋(D13 (#4)以下)連結開孔鐵件及補助筋，如圖 C4.3.11 所示。  圖 C4.3.10 SRC 柱橫向鋼筋示意圖  圖 C4.3.11 接力式繫筋細部示意圖 6. 非結構牆與梁或柱接合 圖 C4.3.12 和圖 C4.3.13 分別為 SRC 梁、柱與 RC 非結構牆的接合示意圖。圖中鋼筋搭接長度及鋼筋伸展長度應依「建築物混凝土結		

構設計規範」(內政部，2024)相關規定辦理。  (a) 縱向牆筋於梁內錨定　(b) 縱向牆筋直通　(c) 縱向牆筋偏折 註：板筋及橫向牆筋未繪出。 圖 C4.3.12 SRC 梁與 RC 非結構牆的接合示意圖(日本建築學會，2005)  (a) 橫向牆筋於柱內錨定　(b) 橫向牆筋直通　(c) 橫向牆筋偏折 註：縱向牆筋未繪出。 圖 C4.3.13 SRC 柱與 RC 非結構牆的接合示意圖(日本建築學會，2005) 7. 樓板鋼筋 若鋼筋混凝土樓板鋼筋於施作過程中，因遇鋼梁或斜撐等構件而導致樓板鋼筋無法直通時，應與設計人確認該處是否有剪力傳遞需求，並提出鋼筋補強方案經設計人同意後施作補強。 8. 鋼筋與鋼骨之淨間距 (1) 主筋與鋼骨之淨間距： 主筋與鋼骨鋼板面平行時，須考量混凝土之填充性與鋼筋之握裹性等，其淨間		

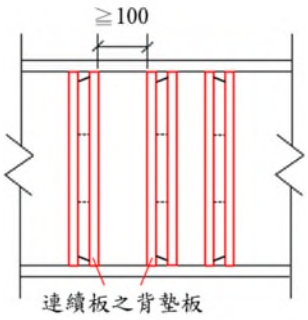
距應保持 25 mm 以上，且不得小於粗粒料最大粒徑之 1.25 倍，若間距太小則無法發揮鋼筋之握裹力。但主筋與鋼骨鋼板面垂直時，其間距不受此限。圖 C4.3.14 為鋼骨與鋼筋淨間距之示意圖(日本建築學會，2005)。 (2) 箍筋與鋼骨之淨間距： 箍筋不得與鋼骨鋼板面密貼，其淨間距應保持 25 mm 以上。  註：梁主筋應錨定至柱心之遠端。 圖 C4.3.14 鋼骨與鋼筋之間距示意圖(日本建築學會，2005)		
9. 鋼骨之最小混凝土包覆厚度與鋼筋之混凝土保護層 圖 C4.3.15 與圖 C4.3.16 分別表示 SRC 梁與 SRC 柱之斷面配置細部圖。圖中之 a 與 b 分別為主筋與箍筋之最大直徑(含竹節凸起之高度)，c 與 d 則為鋼骨至混凝土面之距離。當鋼筋尺寸不同時，圖中		

的 c 與 d 亦隨著改變，如表 C4.3.1 所示。表中之 c 與 d 係依照鋼筋之最大直徑計算，一般竹節鋼筋之最大直徑如圖 C4.3.17 所示。  圖 C4.3.15 SRC 梁斷面配置細部示意圖(內政部，2011a) 表 C4.3.1 SRC 梁斷面鋼骨最小混凝土包覆厚度 梁主筋號數 | 箍筋號數 | c (mm) | d (mm) #8 (D25) | #3 | 109 | 105 #4 | 112 | 108 #5 | 116 | 112 #10 (D32) | #3 | 125 | 113 #4 | 128 | 116 #5 | 132 | 120 註：(1) 本表假設兩直交梁之主筋直徑相同。 (2) 本表中之 c 與 d 值係依圖 C4.3.17 中之竹節鋼筋最大直徑計得。  圖 C4.3.16 SRC 柱斷面保護層厚度示意圖		

 鋼筋號數 | 標稱直徑 (mm) | 最大直徑 (mm) #3 | 10 | 11 #4 | 13 | 14 #5 | 16 | 18 #6 | 19 | 22 #7 | 22 | 26 #8 | 25 | 28 #9 | 29 | 33 #10 | 32 | 36 #11 | 35 | 40 圖 C4.3.17 竹節鋼筋之最大直徑(內政部，2011a)		
4.3.3 梁-柱接頭處鋼筋之配置應避免在鋼骨上鑽孔，若須鑽孔，則其位置及尺寸須經設計人書面核可。 4.3.4 鋼骨上之貫穿孔位置不得妨礙銲道或銲接開孔。 **解說：** 於鋼柱翼板上鑽孔，對其強度及變形能力皆有很大之影響，故原則上接頭處之鋼筋儘可能採取不在鋼骨上設置鋼筋貫穿孔，儘可能採鋼筋續器續接方式通過鋼柱。此外，直交方向之主筋，須定出各向之上下關係。 鋼柱及鋼梁腹板上之鋼筋貫穿孔如圖 C4.3.18 所示，應避開銲道及銲接扇形開孔，且儘可能設置於不損傷斷面性質之位置。此外，鋼	4.3.3 梁-柱接頭處鋼筋之配置應避免在鋼骨上鑽孔，若須鑽孔，則其位置及尺寸須經設計人書面核可。 4.3.4 鋼骨上之貫穿孔位置不得妨礙銲道或銲接開孔。 **解說：** 於鋼柱翼板上鑽孔，對其強度及變形能力皆有很大之影響，故原則上接頭處之鋼筋儘可能採取不在鋼骨上設置鋼筋貫穿孔，儘可能採鋼筋續器續接方式通過鋼柱。此外，直交方向之主筋，須定出各向之上下關係。 鋼柱及鋼梁腹板上之鋼筋貫穿孔如圖 C4.3.12 所示，應避開銲道及銲接扇形開孔，且儘可能設置於不損傷斷面性質之位置。此外，鋼	1. 配合本規範調整字型格式更新圖 C4.3.18(原圖 C4.3.12)內之文字字型。

筋貫穿孔原則上應於工廠加工，孔緣並須磨成平順曲線。鋼筋貫穿孔邊緣應距銲道邊 15 mm 以上，距銲接扇形孔邊緣 25 mm 以上。 貫穿孔會造成鋼骨斷面強度及塑性變形能力降低，因此梁-柱接頭處附近(一般為構材深之 1.5 倍範圍內)原則上不得設置鋼筋貫穿孔。  圖 C4.3.18 鋼筋貫穿孔與銲道及扇形孔相關位置示意圖(內政部，2011b)	筋貫穿孔原則上應於工廠加工，孔緣並須磨成平順曲線。鋼筋貫穿孔邊緣應距銲道邊 15 mm 以上，距銲接扇形孔邊緣 25 mm 以上。 貫穿孔會造成鋼骨斷面強度及塑性變形能力降低，因此梁-柱接頭處附近(一般為構材深之 1.5 倍範圍內)原則上不得設置鋼筋貫穿孔。  圖 C4.3.12 鋼筋貫穿孔與銲道及扇形孔相關位置示意圖[2]	
5.1 一般規定 5.1.1 鋼結構工程之施工應依設計圖說及本章之規定辦理。 5.1.2 鋼骨穿孔、切割及鋼筋續接器銲接、剪力釘植釘等工項應於工廠內完成施工，若須於工地施工時，應先經監造人核可。 **解說：** SRC 結構中之鋼骨穿孔、切割或鋼筋續接器銲接、剪力釘植釘等工項應依設計圖說辦理，並在工廠內完成，以確保施工品質。若不得	**5.1 一般規定** 5.1.1 鋼結構工程之施工應依照設計圖說及本章之規定辦理。 5.1.2 鋼骨穿孔、切割及鋼筋續接器銲接等，若須於工地施工時，應先經監造人核可。 **解說：** SRC 構造中之穿孔、切割或續接器之銲接應依照設計圖說辦理，並在工廠內完成，以確保施工品質。若不得已須在工地進行銲接時，則應先經監造人核可方可施作。	1. 調整本節條文部分敘述，並根據國內施工實務新增5.1.2 節條文與本節解說部分內容，以及新增圖 C5.1.1。

已，前述工項須在工地施作時，應先經監造人核可後方可施作。 此外，鋼筋續接器之銲接施工建議可參考AWS D1.1/D1.1M (AWS，2020)之銲接相關施工規定。 受限於連續板之全滲透銲接施工，如要同時進行箱型柱內三片以上連續板的銲接工作，其連續板之開槽側的背襯板與相鄰連續板之背襯板間的淨間距應不小於 100 mm，如圖C5.1.1 所示。 鋼梁翼板採用韌性切削之施工建議可參考「鋼構造梁柱抗彎接合設計手冊與參考圖」(林克強等人，2017)或相關研究(周中哲等人，2023；Liu 等人，2024)。 鋼梁翼板於塑鉸區範圍內建議避免銲接剪力釘或安全網掛鉤等配件，若需銲接建議參考 AISC 341-22 (AISC，2022) 、 AISC 358-22 (AISC，2022)及 AWS D1.8/D1.8M (AWS ，2021)之相關規定。鋼骨上之剪力釘植釘銲接施工規定可參考「鋼構造建築物鋼結構施工規		

範」(內政部，2007)之相關規定。  圖 C5.1.1 箱型柱內相鄰連續板之內側背墊板淨間距		
5.2 鋼結構施工詳圖 鋼結構施工前應依據設計圖說，事先繪製施工詳圖，經核可後始得加工製造。變更施工細節時，亦應經核可後始得製造。 施工詳圖須註明各構材於製造、組合及安裝時所需之完整資料，至少應包含下列各項： 1. 安裝圖：標示結構物之方位、構件之編號，及其相關位置之尺寸、工地接合之位置及其注意事項，必要時應提供吊裝重量、重心位置及順序。 2. 製造圖：依設計圖說繪製，並說明下列各項資料： (1) 構材之尺寸、重量、數量、編號、表面處理方式及相關位置。 (2) 配件(含吊耳)之尺寸、位置、數量及編號。 (3) 螺栓之孔徑大小、	**5.2 鋼結構施工詳圖** 鋼結構施工前應依據設計圖說，事先繪製施工詳圖。施工詳圖須註明各構材於製造、組合及安裝時所需之完整資料，至少應包含下列各項： 1. 安裝圖：標示結構物之方位、構件之編號，及其相關位置之尺寸、工地接合之位置及其注意事項，必要時應提供吊裝重量、重心位置及順序。 2. 製造圖：依設計圖說繪製，並說明下列各項資料： (1) 構材之尺寸、重量、數量、編號、表面處理方式及相關位置。 (2) 配件之尺寸、位置、數量及編號。 (3) 螺栓之孔徑大小、位置及數量。 (4) 銲接之型式、尺寸、長度及相關技術。 (5) 螺栓或銲接是否為	1. 依據最新「鋼構造建築物鋼結構施工規範」新增本節條文部分內容。

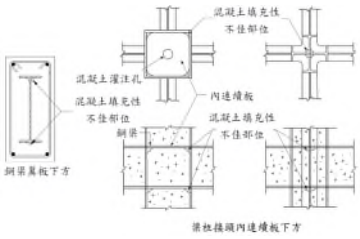
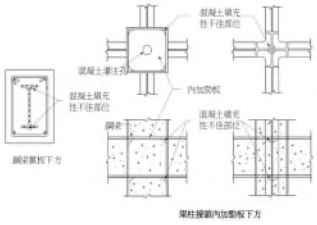
位置及數量。 (4) 銲接之型式、尺寸、長度及相關技術。 (5) 螺栓或銲接是否為廠製或現場施工及其他注意事項。 (6) 鋼筋工程及混凝土工程所需之配合工作。例如，鋼筋貫穿孔、鋼筋續接器及灌漿孔、排氣孔等之位置，以及基礎錨栓埋置空間及時機等。 3. 材料表：依製造圖，列表標示每一構材與配件等之斷面尺寸、長度、數量、重量、材質等資料。 4. 原設計圖與製造、安裝等有關之規定均應分別加註於製造圖及安裝圖中。	廠製或現場施工及其他注意事項。 (6) 鋼筋工程及混凝土工程所需之配合工作。例如，鋼筋貫穿孔、鋼筋續接器及灌漿孔、排氣孔等之位置，以及基礎錨栓埋置空間及時機等。 3. 材料表：依製造圖，列表標示每一構材與配件等之斷面尺寸、長度、數量、重量、材質等資料。 4. 原設計圖與製造、安裝等有關之規定均應分別加註於製造圖及安裝圖中。	
6.1 一般規定 模板工程之施工應依設計圖說及本章之規定辦理。	**6.1 一般規定** 模板工程之施工應依照設計圖說及本章之規定辦理。	1. 調整本節條文部分敘述。
6.3 模板支撐 6.3.1 模板支撐之承載力與穩定性應符合施工安全之需求。 6.3.2 鋼承板之施工應符合施工圖說之規定。	**6.3 模板支撐** 6.3.1 模板支撐之承載力與穩定性應符合施工安全之需求。 6.3.2 鋼承板之施工應符合工程圖說之規定。	1. 配合本規範修正內容統一敘述，將工程圖說修正為施工圖說。
6.4 模板設計 6.4.1 模板之設計應使其能安全承受施工中之任何載	**6.4 模板設計** 6.4.1 模板之設計應使其能安全承受施工中之任何載	1. 依據最新「結構混凝土施工規範」修正本節解說部分內容。

重情況，並應考慮避免拆模時對混凝土造成損傷。 **解說：** 為增進混凝土施工之填充性，混凝土須具較高之流動性或工作度，故會增加模板之載重或側壓力，因此模板應具較高之強度。 有關模板設計之細節可參考「結構混凝土施工規範」(內政部，2021)。特殊結構及高架之模板，更應注意穩定性之檢討。	重情況，並應考慮避免拆模時對混凝土造成損傷。 **解說：** 為增進混凝土施工之填充性，混凝土須具較高之流動性或工作度，故會增加模板之載重或側壓力，因此模板應具較高之強度。 有關模板設計之細節可參考 ACI 347[混凝土模板施工準則]。特殊結構及高架之模板，更應注意穩定性之檢討。	
6.4.2 混凝土樓板與鋼梁一起作用之複合構材，其混凝土樓板之模板支撐應依設計人指定之施工順序及支撐方式作模板設計。 **解說：** 混凝土樓板與鋼梁一起作用之複合構材，設計人應指定其模板之支撐方式，以符合其設計原意。	6.4.2 混凝土版與鋼梁一起作用之複合構材，其混凝土版之模板支撐應依設計人指定之施工順序及支撐方式作模板設計。 **解說：** 混凝土版與鋼梁一起作用之複合構材，設計人應指定其模板之支撐方式，以符合其設計原意。	1. 調整本節條文及解說部分敘述，將版修正為樓板，並將本規範其他章節相關解說或條文內容一併修正。
6.4.3 鋼筋混凝土樓板採用鋼承板作為模板支撐者應核算其強度及撓度，必要時加設臨時支撐。	6.4.3 鋼筋混凝土樓版採用鋼承板作為模板支撐者應核算其強度及撓度，必要時加設臨時支撐。	1. 同 6.4.2 節，調整本節條文及解說部分敘述，將版修正為板。
6.5 模板繫條或吊桿之施工 模板之繫條或吊桿不得點銲於鋼骨梁、柱翼板可能產生塑性鉸之範圍。	**6.5 模板繫條或拉桿之施工** 模板之繫條或拉桿不得點銲於鋼骨梁、柱翼板可能產生塑性鉸之範圍。	1. 調整本節標題及條文部分敘述，將吊桿修正為拉桿。

解說： 為避免因點銲造成主要構材之翼板產生銲蝕等缺陷，而影響塑性鉸區之韌性，距梁、柱桿件兩端 1.5 倍桿件深度範圍內之翼板不得點銲。	**解說：** 為避免因點銲造成主要構材之翼板產生銲蝕等缺陷，而影響塑性鉸區之韌性，距梁、柱桿件兩端 1.5 倍桿件深度範圍內之翼板不得點銲。	
7.2 混凝土工程施工計畫 混凝土工程之施工須事先擬訂施工計畫，並應經監造人核可後方可施工。 **解說：** 混凝土施工計畫書中，凡足以影響混凝土施工品質之因素，均應妥為考慮，一般包括下列項目：配比設計、產製及輸送計畫、施工程序及分區澆置計畫、工作量、施工縫位置、機具配置規劃、注入口及排氣孔之配置計畫、工作人員之安排及安全措施、混凝土溫度控制、搗實計畫、養護計畫、施工安全及緊急應變計畫、特殊天候防護計畫等、品質管制計畫，並應經監造人核可後方可施工。	**7.2 混凝土工程施工計畫** 混凝土工程之施工須事先擬訂施工計畫，並應經監造人核可後方可施工。 **解說：** 混凝土施工說明書中，凡足以影響混凝土施工品質之因素，均應妥為考慮，一般包括下列項目：配比設計及產製及輸送計畫、施工程序及分區澆置計畫、工作量、施工縫位置、機具配置規劃、注入口及排氣孔之配置計畫、工作人員之安排及安全措施、混凝土溫度控制、搗實計畫、養護計畫、施工安全及緊急應變計畫、特殊天候防護計畫等、品質管制計畫，並應經監造人核可後方可施工。	1. 調整本節解說部分敘述，將施工說明書修正為施工計畫。
7.3 箱型或鋼管柱內灌混凝土注入口及排氣孔之配置計畫 7.3.1 混凝土注入口及排氣孔之配置應使混凝土能充分填充於鋼柱內，並避免於灌漿期間填充壓力過大而產生鋼柱爆裂現	**7.3 箱型或鋼管柱內灌混凝土其注入口及排氣孔之配置計畫** 7.3.1 混凝土注入口及排氣孔之配置應使混凝土能充分填充於構材內，並避免填充壓力過大而產生爆裂現象。	1. 調整本節標題、條文及解說部分敘述。

象。 7.3.2 鋼柱內灌混凝土前須確認排除鋼柱內之積水及雜物。 **解說：** 鋼柱內以壓力灌注混凝土施工，應妥善規劃注入口及排氣孔位置及保持暢通，以使鋼柱內之混凝土能充分填充。	7.3.2 箱型柱內灌混凝土前須確認排除鋼柱內之積水及雜物。 **解說：** 箱型或鋼管柱內以壓力灌注混凝土施工，應妥善規劃注入口及排氣孔位置及保持暢通，以使構材內之混凝土能充分填充。	
7.4 混凝土之特殊施工程序 特殊結構及工法之混凝土施工程序，應經營造業設置之專任工程人員核可後方可施工。 **解說：** 特殊結構及工法之施工程序，承造人應依指定之程序施工。常見之特殊結構及工法列舉如下： 1. 體育館、航空站、或地下停車場等。 2. 豎向構件應考慮因混凝土重量產生差異變形量。 3. 逆打工法及雙順打工法。 國內常使用施工性能較佳具備高流動性與耐久性的自充填混凝土(Self-Compacting Concrete，簡稱SCC)於SRC高樓建物中，但需特別注意SRC結構中灌漿孔的尺寸、SCC組成材料比例與自體收縮限制等項目。當使用SCC時，	**7.4 混凝土之特殊施工程序** 特殊結構及工法之混凝土施工程序，應經監造人核可。 **解說：** 特殊結構及工法之施工程序，承造人應依指定之程序施工。常見之特殊結構及工法列舉如下： 1. 體育館、航空站、或地下停車場等。 2. 豎向構件應考慮因混凝土重量產生差異變形量。 3. 逆打工法及雙順打工法。	1. 調整本節條文部分敘述，並根據國內最新研究及施工實務新增自充填混凝土相關內容。

需參考「混凝土工程施工規範與解說(土木 402-94)」(中國土木水利工程學會，2006)與「公共工程施工綱要規範第 03315 章」(行政院公共工程委員會，2018)之相關規定，SCC 的施工注意事項亦可參考「台北 101 大樓結構工程施工監造紀錄」(何明錦等人，2004)。		
7.5 澆置與搗實 7.5.1 新混凝土澆置之前，施工縫應進行清潔和移除乳沫，設置必要之清潔口，並清潔模板內部，確認清潔後始可澆置。 7.5.2 鋼骨鋼筋混凝土工程由於鋼骨之存在，致混凝土澆置不易，應注意澆置速度並適當搗實，且須避免搗實過度造成材料分離。 7.5.3 搗實時應避免振動棒觸及模板、鋼筋、鋼骨及鋼承板。 **解說：** SRC 結構內因有鋼骨及細部構件之存在，致鋼骨、鋼筋與模板間之間隙較小，澆置及搗實困難，粗粒料標稱最大粒徑應符合「結構混凝土施工規範」(內政部，2021)之相關規定，但較難灌置之梁柱接頭得採用較小粒徑之粗粒	**7.5 搗實** 7.5.1 鋼骨鋼筋混凝土工程由於鋼骨之存在，致混凝土澆置不易，應注意澆置速度並適當搗實，且須避免搗實過度造成材料分離。 7.5.2 搗實時應避免振動棒觸及模板、鋼筋、鋼骨及鋼承板。 **解說：** SRC 構材內因有鋼骨及細部構件之存在，致鋼骨、鋼筋與模板間之間隙較小，澆置及搗實困難，粗骨材標稱最大粒徑一般採用 20 mm，但較難灌置之梁柱接頭得採用較小粒徑之粗骨材。其他混凝土澆置施工困難處，應特別注意注入口及排氣孔之配置計畫，以確保澆置填充性及安全性。 搗實計畫應包括工作人員、搗實機具、搗實方	1. 依據最新「建築物混凝土結構設計規範」新增 7.5.1 節內容，原 7.5.1 節及 7.5.2 節之編號順延。 2. 調整本節解說部分敘述，並依據最新「建築物混凝土結構設計規範」調整或新增本節解說部分內容。

料。其他混凝土澆置施工困難處，應特別注意注入口及排氣孔之配置計畫，以確保澆置填充性及安全性。 搗實計畫應包括工作人員、搗實機具、搗實方式、及不易搗實之處。如，梁-柱接頭區之鋼梁底部、鋼骨續接板附近、肋筋彎鉤與鋼梁接觸處、鋼梁翼板與腹板之角隅等處，均應提出適當之搗實方法(參見圖 C7.5.1 所示)。 SRC 結構之梁柱接頭，若鋼筋過密導致混凝土澆注不易時，得先澆置柱至梁底以下部份，於配置梁、樓板鋼筋後再繼續澆置混凝土。  圖 C7.5.1 混凝土之填充性(內政部，2011b)	式、及不易搗實之處。如，梁-柱接頭區之鋼梁底部、鋼骨續接板附近、肋筋彎鉤與鋼梁接觸處、鋼梁翼板與腹板之角隅等處，均應提出適當之搗實方法(參見圖 C7.5.1 所示)。 SRC 結構之梁柱接頭，若鋼筋過密混凝土澆注不易時，得先澆置柱至梁底以下部份，於配梁、版鋼筋後再繼續澆置混凝土。  圖 C7.5.1 混凝土之填充性[2]	
8.2.3 品質計畫除工程契約另有規定外，應包括下列項目： 1. 管理責任。 2. 施工要領。 3. 品管標準。 4. 材料及施工檢驗程序。 5. 自主檢查表。 6. 不合格品之管制。	8.2.3 品質計畫除工程契約另有規定外，應包括下列項目： 1. 管理責任。 2. 施工要領。 3. 品管標準。 4. 材料及施工檢驗程序。 5. 自主檢查表。 6. 不合格品之管制。	1. 調整本節解說部分敘述，並依據最新國內研究成果新增本節解說部分內容。

7. 矯正與預防措施。 8. 內部品質稽核。 9. 文件紀錄管理。 10. 工程具機電設備者，應增訂設備功能運轉檢測程序及標準。 **解說：** 品質計畫之擬訂建議參考「監造計畫暨品質計畫製作綱要」(行政院公共工程委員會，2020)及「公共工程施工品質管理作業要點」(行政院公共工程委員會，2023)。 小型規模工程，得依契約規定及工程性質，縮減其品質計畫內容。品質計畫內容至少應包括品質管理標準、自主檢查表、材料及施工檢驗程序及文件紀錄管理系統等項目。品質管制計畫報告書至少應包括：一般工程概要、使用之材料與施工方法、試驗與檢查部位(陳正誠等人，2002)。 分項品質計畫之內容，除機關及監造單位另有規定外，應包括施工要領、品質管理標準、材料及施工檢驗程序、自主檢查表等項目。 本章中「品質管理」一詞簡稱為「品管」。	7. 矯正與預防措施。 8. 內部品質稽核。 9. 文件紀錄管理。 10. 工程具機電設備者，應增訂設備功能運轉檢測程序及標準。 **解說：** 品質計畫之擬訂建議參考「行政院公共工程委員會品質計畫製作綱要」及「公共工程施工品質管理作業要點」。 小型規模工程，得依契約規定及工程性質，縮減其品質計畫內容。中型規模工程，品質計畫內容至少應包括品質管理標準、自主檢查表、材料及施工檢驗程序及文件紀錄管理系統等項目。 分項品質計畫之內容，除機關及監造單位另有規定外，應包括施工要領、品質管理標準、材料及施工檢驗程序、自主檢查表等項目。 本章中「品質管理」一詞簡稱為「品管」。	
8.4.2 各主要作業項目應分別	8.4.2 各主要作業項目應分別	1. 依據最新國內研究成果

繪製品質管制流程圖表，並標示檢驗之管制點。 **解說：** 施工流程圖或程序表可供明瞭施工步驟，並顯示品質管制重點。 承造人須依工程特性調整品質管制重點。一般 SRC 工程之檢驗重點如下： 1. 機具檢查(如規格、效能、備份等)。 2. 量具校驗(如鋼捲尺、經緯儀、水準儀、扭力板手等)。 3. 進料檢驗(如結構用鋼板及型鋼材料驗證以及銲接材料、高強度螺栓螺帽墊片等各種材料之型號、外觀、尺度、機械性能、化學成分等) (陳正誠等人，2002)。 4. 各種施工作業之事先確認(如與設計圖說及施工圖比對確認等)。 5. 放樣校核(如位置、尺度、高程等)。 6. 構件檢驗(如尺度、外觀、鑽孔或開孔位置及大小等)。 7. 鋼板接合面前處理(如除銹、除漆、研磨、打毛等)。 8. 栓接檢驗(如高強度	繪製品質管制流程圖表，並標示檢驗之管制點。 **解說：** 施工流程圖或程序表可供明瞭施工步驟，並顯示品質管制重點。 承造人須依工程特性調整品質管制重點。一般 SRC 工程之檢驗重點如下： 1. 機具檢查(如規格、效能、備份等)。 2. 量具校驗(如鋼捲尺、經緯儀、水準儀、扭力板手等)。 3. 進料檢驗(如各種材料之型號、外觀、尺度、機械性能、化學成分等)。 4. 各種施工作業之事先確認(如與設計圖說及施工圖比對確認等)。 5. 放樣校核(如位置、尺度、高程等)。 6. 構件檢驗(如尺度、外觀、鑽孔或開孔位置及大小等)。 7. 鋼板接合面前處理(如除銹、除漆、研磨、打毛等)。 8. 栓接檢驗(如高強度螺栓之扭力、摩擦係數檢驗等)。 9. 銲接檢驗(如試銲、破壞檢驗及非破壞檢驗	新增本節解說部分內容。

螺栓之扭力、摩擦係數檢驗等)。 9. 銲接檢驗(如試銲、破壞檢驗及非破壞檢驗等)。 10. 組件檢驗(如尺度、垂直度、水平度、試裝等)。 11. 鋼筋檢驗(如長度、彎鉤、間距、錨定、續接等)。 12. 模板檢驗(如尺度、支撐、密合、清理等)。 13. 混凝土檢驗(如配比、工作度、強度、澆置、搗實、養護、外觀、等)。 14. 灌漿孔及混凝土填充箱型柱緊結器之施作確認(陳正誠等人，2002)。 15. 鋼骨與鋼筋之配置及混凝土澆置之施工性檢討之確認(陳正誠等人，2002)。 16. 合約規定之其他管制要求。	等)。 10. 組件檢驗(如尺度、垂直度、水平度、試裝等)。 11. 鋼筋檢驗(如長度、彎鉤、間距、錨定、續接等)。 12. 模板檢驗(如尺度、支撐、密合、清理等)。 13. 混凝土檢驗(如配比、工作度、強度、澆置、搗實、養護、外觀、等)。 14. 合約規定之其他管制要求。	
9.1 一般規定 本章所規定之品質檢驗及驗收係指監造人依合約及工程圖說之規定施行品質檢驗及驗收。	**9.1 一般規定** 本章所規定之品質檢驗及驗收，指監造人按照合約及工程圖說之規定，施行品質檢驗及驗收。	1. 調整本節解說部分敘述。
9.3 品質評定 各項檢驗結果應依合約之規定評定之，且符合相關規範標準。 **解說：**	**9.3 品質評定** 各項檢驗結果應依合約之規定評定之，且符合相關規範標準。 **解說：**	1. 依據最新中國國家標準(CNS)更新本節解說引用之文獻。

評定方法最好採用統計方法分析，其分析步驟及評定方式依採用檢驗計畫之種類而定，其詳細內容可參見 CNS 2779-1 及 9445-1 之規定。	評定方法最好採用統計方法分析，其分析步驟及評定方式依採用檢驗計畫之種類而定，其詳細內容可參見 CNS 2779 及 9445 之規定。	
10.2 監造計畫內容 **監造計畫之內容除另有規定外，應包括下列項目：** 1. 監造範圍。 2. 監造組織及權責分工。 3. 品質計畫審查作業程序。 4. 施工計畫審查作業程序。 5. 材料與設備抽驗程序及標準。 6. 施工抽查程序及標準。 7. 品質稽核。 8. 文件紀錄管理系統等。 9. 工程具機電設備者，應訂設備功能運轉測試等抽驗程序及標準。 **解說：** 監造計畫之擬訂建議參考「監造計畫暨品質計畫製作綱要」(行政院公共工程委員會，2020)。	**10.2 監造計畫內容** **監造計畫之內容除另有規定外，應包括下列項目：** 1. 監造範圍。 2. 監造組織。 3. 品質計畫審查作業程序。 4. 施工計畫審查作業程序。 5. 材料與設備抽驗程序及標準。 6. 施工抽查程序及標準。 7. 品質稽核。 8. 文件紀錄管理系統等。 9. 工程具機電設備者，應訂設備功能運轉測試等抽驗程序及標準。 **解說：** 監造計畫之擬訂建議參考「行政院公共工程委員會監造計畫製作綱要」。	1. 調整本節解說部分敘述。
10.3 監造單位工作重點 **監造人應依合約規定監督品質管理作業，亦得要求承造人提報其品質管理資**	**10.3 監造單位工作重點** **監造人應依合約規定監督品質管理作業，亦得要求承造人提報其品質管理資**	1. 依據最新「公共工程施工品質管理作業要點」新增或調整本節條文部分內容。

料。監造單位及其所派駐現場人員工作重點如下： 1. 訂定監造計畫，並監督、查證承造人履約。 2. 承造人之施工計畫、品質計畫、預定進度、施工圖、施工日誌、器材樣品及其他送審案件之審查。 3. 重要分包廠商及設備製造商資格之審查。 4. 訂定檢驗停留點，辦理抽查施工作業及抽驗材料設備，並於抽查(驗)紀錄表簽認。 5. 抽查承造人放樣、施工基準測量及各項測量之成果。 6. 發現缺失時，應即通知承造人限期改善，並確認其改善成果。 7. 督導承造人執行工地安全衛生、交通維持及環境保護等工作。 8. 履約進度及履約估驗計價之審核。 9. 履約界面之協調及整合。 10. 契約變更之建議及協辦。 11. 機電設備測試及試運轉之監督。 12. 審查竣工圖表、工程結算明細表及契約所載其他結算資料。 13. 驗收之協辦。 14. 協辦履約爭議之處理。	**料。監造單位及其所派駐現場人員工作重點如下：** 1. 訂定監造計畫，並監督、查證承造人履約。 2. 承造人之施工計畫、品質計畫、預定進度、施工圖、器材樣品及其他送審案件之審查。 3. 重要分包廠商及設備製造商資格之審查。 4. 訂定檢驗管制點，並於適當檢驗項目會同承造人取樣送驗。 5. 抽查施工作業及抽驗材料設備，並填具抽查(驗)紀錄表。 6. 發現缺失時，應即通知承造人限期改善，並確認其改善成果。 7. 督導承造人執行工地安全衛生、交通維持及環境保護等工作。 8. 履約進度及履約估驗計價之審核。 9. 履約界面之協調及整合。 10. 機電設備測試及試運轉之監督。 11. 依規定填報監造報表。 12. 其他工程事宜。 **解說：** 「品質管理資料」係指各種材料、施工設備與施工作業之檢驗報表及圖	

15. 依規定填報監造報表。 16. 其他工程監造事宜。 前項各 S 款得依工程之特性及實際需要，擇項訂之。如屬委託監造者，應訂定於招標文件內。 **解說：** 「品質管理資料」係指各種材料、施工設備與施工作業之檢驗報表及圖表等。	表等。	
參考文獻 中國土木水利工程學會(2006)，「混凝土工程施工規範與解說(土木 402-94)」。 中華民國鋼結構協會(2022)，「鋼結構施工規範(TISC 031-2022)」，台北。 內政部 (2007)，「鋼構造建築物鋼結構施工規範」，台北。 內政部 (2010)，「鋼結構極限設計法規範及解說」，台北。 內政部 (2011a)，「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說」，台北。 內政部 (2011b)，「鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範」，台北。 內政部 (2021)，「結構混凝土施工規範」，台北。 內政部 (2023)，「建築技術規	**參考文獻** [1] 內政部營建署，「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說」，民國九十三年，台北。 [2] 內政部建築研究所，「鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範與解說」，民國九十年，台北。 [3] 內政部營建署，「鋼結構極限設計法規範及解說」，民國八十七年，台北。 [4] 內政部營建署，「混凝土工程設計規範與解說」，民國九十一年，台北。 [5] 內政部營建署，「建築技術規則」，民國九十一年，台北。 [6] 陳生金，陳正誠，林文賢，「鋼骨鋼筋混凝土構材與接合之耐震細部設計準則」，內政部建築研究所專題研究成果報	1. 調整本規範參考文獻條列方式，並一併修正本規範引用文獻之格式。

則」，台北。 內政部 (2024)，「建築物混凝土結構設計規範」，台北。 日本建築學會 (2005)，「鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説」，Architecture Institute of Japan (AIJ)，東京。 日本建築學會 (2014)，「鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計と保有水平耐力－」，AIJ-SRC Code, Architecture Institute of Japan (AIJ)，東京。 行政院公共工程委員會 (2018)，「公共工程施工綱要規範第 03315 章」，台北。 行政院公共工程委員會 (2020)，「監造計畫暨品質計畫製作綱要」，台北。 行政院公共工程委員會 (2023)，「公共工程施工品質管理作業要點」，台北。 何明錦、甘錫瀅、謝紹松 (2004)，「台北 101 大樓結構工程施工監造紀錄」，內政部建築研究所，台北。 周中哲、劉郁芳、周德光、黃司睿、陳蓮安 (2021)，「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範柱及接合設計	告，民國八十五年六月，台北。 [7] 日本建築學會 (2001)，「鐵骨鐵筋混凝土構造計算規準同解說」，*AIJ-SRC Code*, Architecture Institute of Japan (AIJ)，東京。 [8] 日本建築學會 (1994)，「鐵骨鐵筋混凝土構造配筋指針(案)同解說」，Architecture Institute of Japan (AIJ)，東京。	

之修正研擬」，內政部建築研究所。 周中哲、劉郁芳、周德光、趙品鈞 (2022)，「包覆填充型鋼骨鋼筋混凝土柱與梁主筋以續接器接合之接頭耐震試驗」，內政部建築研究所。 周中哲、劉郁芳、莊勝智、陳奕勳 (2023)，「鋼骨鋼筋混凝土構造柱內連續板經濟化參數之試驗研究」，內政部建築研究所，台北。 林克強、莊勝智、林志翰、李昭賢、林德宏 (2017)，「鋼構造梁柱抗彎接合設計手冊與參考圖」，國家地震工程研究中心技術報告，NCREE-2017-003，台北。 陳正誠、吳品達、許瑜麟 (2016)，「包覆填充型箱型柱接力式繫筋橫向鋼筋配置對撓曲行為之影響」，內政部建築研究所，台北。 陳正誠、周佳希、吳品達 (2014)，「包覆填充型箱型柱橫向鋼筋配置方式之軸向強度與韌性」，內政部建築研究所，台北。 陳正誠、陳生金、馬道奇、鍾偉舜、徐敏晃 (2002)，「鋼骨鋼筋混凝土建築結構施工實務手冊之研究」，內政部建築研究所，台北。		

陳生金、陳正誠、林文賢(1996)，「鋼骨鋼筋混凝土構材與接合之耐震細部設計準則」，內政部建築研究所專題研究成果報告，台北。 經濟部標準檢驗局 (2020)，CNS 2779-1「計數值檢驗抽樣程序－第 1 部：依允收品質界限(AQL)檢索之逐批檢驗抽樣方案」，台北。 經濟部標準檢驗局 (2020)，CNS 9445-1「計量值檢驗抽樣程序－第 1 部：單一品質特性與單一允收品質界限(AQL)逐批檢驗依 AQL 檢索之單次抽樣計畫」，台北。 AISC (2022), Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications, ANSI/AISC 358-22, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL. AISC (2022), Seismic Provisions for Structural Steel Buildings, ANSI/AISC 341-22, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL. AWS (2018), Structural Welding Code—Steel Reinforcing Bars, AWS		

D1.4/D1.4M:2018, American Welding Society, Miami, FL. AWS (2020), Structural Welding Code—Steel, AWS D1.1/D1.1M:2020, American Welding Society, Miami, FL. AWS (2021), Structural Welding Code—Seismic Supplement, AWS D1.8/D1.8M:2021, American Welding Society, Miami, FL. Lee, T.K., Chen, C.C., Hwa, K. and Pan, A.D.E., (2014). "Performance of large reinforced concrete columns under axial compression loads." Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Structures and Buildings, 167(5): 300–311. Lee, T.K., Chen, C.C., Pan, A.D.E., Hsiue, K.Y., Tsai, W.M. and Hwa, K., (2013). "Experimental evaluation of large circular RC columns under pure compression." Structural Concrete, 14(1): 60–68. Liu, Y.F., Chou, C.C., Chao, P.C., Chen, Y.S., Chow, T.K. and Jhuang, S.J., (2024). "Cyclic Tests of		

Subassemblage Connections for SRC or RC Beam to a Concrete-Filled Steel Box Column.” 18th World Conference on Earthquake Engineering, 18WCEE, Milan, Italy.		

第三章 結論與建議

第一節 結論

本案根據美日最新鋼骨鋼筋混凝土相關施工規範、國內最新鋼結構與混凝土結構相關規範、國內最新實驗與研究成果，以及專家學者會議結論與審查會議意見，完成「鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範修正草案」之研擬。此外，本案亦基於施工規範草案內容及建研所 2021 年至 2023 年鋼骨鋼筋混凝土構造相關研究案之成果對照進行「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說修正草案」之研擬，以使鋼骨鋼筋混凝土兩規範內容及用詞統一。本案提出之鋼骨鋼筋混凝土兩規範之修正草案納入最新之研究理論，可作為未來鋼骨鋼筋混凝土工程實務設計及施工之依據，提升國內工程之技術與品質。

第二節 建議

(1) 建議一

辦理鋼骨鋼筋混凝土構造施工及設計兩規範之規範審查會議：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：國家地震工程研究中心

本案已根據最新國內外鋼骨鋼筋混凝土相關規範及研究成果完成「鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範修正草案」及「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說修正草案」之研擬。建議內政部國土署辦理後續規範審查之程序，以使國內之工程師有最新鋼骨鋼筋混凝土構造設計及施工之參考依據，提升國內工程之技術與品質。

參考文獻

中國土木水利工程學會 (2006)，「混凝土工程施工規範與解說(土木 402-94)」。

中華民國鋼結構協會(2022)，「鋼結構施工規範(TISC 031-2022)」，台北。

內政部 (2007)，「鋼構造建築物鋼結構施工規範」。

內政部 (2010)，「鋼結構極限設計法規範及解說」。

內政部 (2011)，「鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範」。

內政部 (2011)，「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說」。

內政部 (2021)，「結構混凝土施工規範」。

內政部 (2023)，「建築技術規則」。

內政部 (2024)，「建築物混凝土結構設計規範」。

日本建築學會 (2005)，「鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説」，Architecture Institute of Japan (AIJ)，東京。

日本建築學會 (2014)，「鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計と保有水平耐力－」，AIJ-SRC Code, Architecture Institute of Japan (AIJ)，東京。

行政院公共工程委員會 (2018)，「公共工程施工綱要規範第 03315 章」。

行政院公共工程委員會 (2020)，「監造計畫暨品質計畫製作綱要」。

行政院公共工程委員會 (2023)，「公共工程施工品質管理作業要點」。

何明錦、甘錫瀅、謝紹松 (2004)，「台北 101 大樓結構工程施工監造紀錄」，內政部建築研究所。

周中哲、吳松城 (2017)，「高強度混凝土充填箱型鋼柱於高軸力下之耐震試驗」，中華民國結構工程學會，結構工程，第 32 卷第 1 期，pp. 25-48，(2017.03)。

周中哲、陳冠維、林德宏 (2020)「箱型鋼柱於不同寬厚比軸力及近斷層地震下的耐震行為與背骨曲線發展」，中華民國結構工程學會，結構工程，第 35 卷第 4 期，pp. 57-75，(2020.12)。

周中哲、劉郁芳、周德光、黃司睿、陳蓮安 (2021)，「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範柱及接合設計之修正研擬」，內政部建築研究所。

周中哲、劉郁芳、周德光、趙品鈞 (2022)，「包覆填充型鋼骨鋼筋混凝土柱與梁主

筋以續接器接合之接頭耐震試驗」，內政部建築研究所。

周中哲、劉郁芳、莊勝智、陳奕勳 (2023)，「鋼骨鋼筋混凝土構造柱內連續板經濟化參數之試驗研究」，內政部建築研究所。

林克強、莊勝智、林志翰、李昭賢、林德宏 (2017)，「鋼構造梁柱抗彎接合設計手冊與參考圖」，國家地震工程研究中心技術報告，NCREE-2017-003。

陳正平 (2017)，「鋼筋續接器銲接在鋼骨上之品質檢驗要點」，台灣省土木技師公會技師報。

陳正誠 (2000)，「附錄 B：鋼筋續接器續接施工規範及解說」，鋼筋工程技術發展編，科技圖書公司。

陳正誠、吳品達、許瑜麟 (2016)，「包覆填充型箱型柱接力式繫筋橫向鋼筋配置對撓曲行為之影響」，內政部建築研究所。

陳正誠、周佳希、吳品達 (2014)，「包覆填充型箱型柱橫向鋼筋配置方式之軸向強度與韌性」，內政部建築研究所委託研究成果報告，2014 年 12 月。

陳正誠、陳生金、馬道奇、鍾偉舜、徐敏晃 (2002)，「鋼骨鋼筋混凝土建築結構施工實務手冊之研究」，內政部建築研究所。

陳生金，陳正誠，林文賢 (1996)，「鋼骨鋼筋混凝土構材與接合之耐震細部設計準則」，內政部建築研究所專題研究成果報告。

陳誠直、林南交、鄭錦銅、蔡克銓 (2002)，「鋼筋混凝土柱與鋼梁接頭行為」，中國土木水利工程學刊，第 29 卷，第 3 期，4-18 頁。

經濟部標準檢驗局 (2020)，CNS 2779-1「計數值檢驗抽樣程序－第 1 部：依允收品質界限(AQL)檢索之逐批檢驗抽樣方案」。

經濟部標準檢驗局 (2020)，CNS 9445-1「計量值檢驗抽樣程序－第 1 部：單一品質特性與單一允收品質界限(AQL)逐批檢驗依 AQL 檢索之單次抽樣計畫」。

福知保長、外狩吉隆 (1988)，「SRC-RC 梁の接続部に関する実験的研究」，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.10. No.3，pp.201~204。

劉郁芳、周中哲、周德光、趙品鈞 (2022)，「包覆填充型鋼骨鋼筋混凝土柱與梁主筋以續接器接合之接頭耐震試驗」，國家地震工程研究中心技術報告，NCREE-22-015。

劉郁芳、周中哲、莊勝智、陳奕勳 (2023)，「鋼骨內灌混凝土柱內連續板之試驗及研究」，國家地震工程研究中心技術報告，NCREE-23-015。

劉郁芳、周德光、周中哲、黃司睿、陳蓮安 (2022)，「臺灣鋼骨鋼筋混凝土構造規範之柱及梁柱接頭設計條文修訂發展」，結構工程，第三十七卷，第三期，5-25 頁。

劉郁芳、周德光、周中哲、黃司睿、陳蓮安、陳冠儒 (2021)，「臺灣鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範柱及梁柱抗彎接頭條文修訂計畫」，國家地震工程研究中心技術報告，NCREE-21-015。

歐昱辰、周中哲、王威儒、賴柏丞(2021)，「新型鋼骨預鑄混凝土複合式構架接頭試驗報告」，國家地震工程研究中心，NCREE-21-003。

AISC (2016), Seismic Provisions for Structural Steel Buildings, ANSI/AISC 341-16, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL.

AISC (2016), Specification for Structural Steel Buildings, ANSI/AISC 360-16, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL.

AISC (2022), Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications, ANSI/AISC 358-22, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL.

AISC (2022), Seismic Provisions for Structural Steel Buildings, ANSI/AISC 341-22, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL.

AISC (2022), Specification for Structural Steel Buildings, ANSI/AISC 360-22, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL.

ASCE Task Committee on Design Criteria for Composite Structures in Steel and Concrete. (1994). “Guidelines for design of joints between steel beams and reinforced concrete columns,” Journal of structural engineering, Vol. 120, Issue 8, 2330-2357. Reston, VA, USA.

AWS (2018), Structural Welding Code—Steel Reinforcing Bars, AWS D1.4/D1.4M:2018, American Welding Society, Miami, FL.

AWS (2020), Structural Welding Code—Steel, AWS D1.1/D1.1M:2020, American Welding Society, Miami, FL.

AWS (2021), Structural Welding Code—Seismic Supplement, AWS D1.8/D1.8M:2021, American Welding Society, Miami, FL.

Chou, C. C. and Chen, G. W. (2020). “Lateral cyclic testing and backbone curve development of high-strength steel built-up box columns under axial compression,” Engineering Structures, 223(2020), 11147.

Chou, C. C. and Uang, C. M. (2002), “Cyclic Performance of a Type of Steel Beam to Steel-Encased Reinforced Concrete Column Moment Connections,” Journal of Constructional Steel Research, Vol. 58, pp. 637-663.

Chou, C. C. and Wu, S. C. (2019). “Cyclic lateral load test and finite element analysis of high-strength concrete-filled steel box columns under high axial compression,” Engineering Structures, 189(2019), 89-99.

Deierlein, G.G., Sheikh, T.M. and Yura, J.A. (1989). “Beam Column Moment Connections for Composite Frames：Part 2,” Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol.115, No.11, pp. 2877-2896.

Kanno, R, and Deierlein, G.G. (1997), “Seismic Behavior of Composite (RCS) Beam-Column Joint Subassemblies,” Composite Construction III, ASCE, Reston, VA.

Kathuria, D., Yoshikawa, H., Nishimoto, S., Kawamoto, S., Deierlein, G., (2015) “Design of Composite RCS Special Moment Frames,” John A. Blume Earthquake Engineering Technical Report 189. Stanford Digital Repository.

Lee, T.K., Chen, C.C., Hwa, K. and Pan, A.D.E., (2014). “Performance of large reinforced concrete columns under axial compression loads.” Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Structures and Buildings, 167(5): 300–311.

Lee, T.K., Chen, C.C., Pan, A.D.E., Hsiue, K.Y., Tsai, W.M. and Hwa, K., (2013). “Experimental evaluation of large circular RC columns under pure compression.” Structural Concrete, 14(1): 60–68.

Liang, X. and Parra-Montesinos, G. (2004), “Seismic Behavior of RCS Beam-Column-Slab-Subassemblies and Frame Systems,” Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol.130, No.2, pp. 310-319.

Liu, Y.F., Chou, C.C., Chao, P.C, Chen, Y.S., (2024). “Cyclic Tests of Subassemblages with a Concrete-Filled Box Column Connected to SRC or RC Beams using Couplers.” Journal of Building Engineering. (Under review)

Liu, Y.F., Chou, C.C., Chao, P.C., Chen, Y.S., Chow, T.K., Jhuang, S.J., (2024). “Cyclic Tests of Subassemblage Connections for SRC or RC Beam to a Concrete-Filled Steel Box Column.” 18th World Conference on Earthquake Engineering, 18WCEE, Milan, Italy.

Nishiyama, I., Hasegawa, T. and Yomanouchi, H. (1990), “Strength and Deformation Capacity of Reinforced Concrete Column to Steel Beam Joint Panels,” Building Research Institute Report 71, Ministry of Construction, Tsukuba, Japan

Parra-Montesinos, G. and Wight, J.K. (2000), “Seismic Response of Exterior RC Column-to-Steel Beam Connections,” Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 126, No. 10, pp. 1,113–1,121.

Parra-Montesinos, G. and Wight, J.K. (2001), “Modeling Shear Behavior of Hybrid RCS Beam-Column Connections,” Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol.127, No.1, pp. 3-11.

Sheikh, T.M., Deierlein, G.G., Yura, J.A. and Jirsa, J.O. (1989). “Beam Column Moment Connections for Composite Frames：Part 1,” Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol.115, No.11, pp. 2858-2876.

附錄一 鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範修正草案

第一章 總則

1.1 適用範圍

1.1.1 本規範依據建築技術規則建築構造編第四百九十七條規定訂定之。

1.1.2 本規範適用於鋼骨鋼筋混凝土結構之施工。

1.1.3 本規範未規定者應依內政部發布之下列規範之規定辦理：

1. 結構混凝土施工規範。
2. 鋼構造建築物鋼結構施工規範。

解說：

鋼骨鋼筋混凝土結構(Steel Reinforced Concrete，以下簡稱 SRC ~~結構~~)，指構材由鋼骨與鋼筋混凝土，或鋼骨與混凝土兩部分結合成一體之結構(Steel Concrete，簡稱 SC)。由於目前國內設計完成之 SRC 結構，常有難以施工之情況(特別是梁柱接頭)，致施工品質無法達到原設計要求，因此本規範除供施工者遵循外，設計者亦應參酌本規範對所作之設計檢討施工之可行性。

SRC 構材使用於地面以下時，應注意施工準確性、耐久性，必要時須考慮該部份 SRC 構材強度之折減。

SRC 構材得與純鋼骨或純鋼筋混凝土構材混合使用。

1.2 用語定義

本規範用語之定義如下：

1. 工程契約：經起造人與承造人同意，為完成該工程，以書面約定之承諾。
2. 工程圖說：指設計圖、施工圖、規範、說明書及補充說明書等。

第二章 施工計畫

2.1 一般規定

2.1.1 鋼骨鋼筋混凝土結構施工前，承造人須依本章之規定訂定施工~~說明~~計畫書，並經監造人核可後方得施工。

2.1.2 混凝土結構與鋼結構均應~~按~~依相關施工規範之規定訂定施工~~說明~~計畫書。

2.1.3 不同工作項目間之介面整合及施工順序均應訂定於施工~~說明~~計畫書中。

2.1.4 施工~~說明~~計畫書必要時得作修正，並須經監造人核可。

解說：

1. 施工~~說明~~計畫書應包括工廠製造計畫書、現場安裝計畫書及品質管制計畫書等：
   (1) 製造計畫書之內容應包括工程概要、組織系統、機具設備、工程預定進度表、製作圖及放樣之規定、材料使用及管理、冷作加工、銲接、塗裝、運輸儲存、自主檢查等。
   (2) 安裝計畫書之內容應包括前置規劃、組織系統、工程預定進度表、使用機具設備、電力、人力計畫、安裝作業程序、自主檢查、安衛規定等。
   (3) 品質管制計畫書之內容應包括契約及規範之參照順序、管理責任及品質管制組織系統、品質管制流程與檢驗程序、品質管理標準及表單、不合格品之管制、矯正與預防措施、文件管理等。

2. 承造人應充分瞭解設計圖說之規定並按圖施工。如設計圖說上未明確規定時，得由承造人提出施工方法，並經監造人審核後施工。

3. 承造人應在施工前依其採用之工法及施工順序檢核施工載重，並附於工作計畫中，經監造人核可後方得施工。

4. 施工計畫核可的程序應於合約書內詳細訂定。此一程序包括提出的時機、提出的方式、計畫書內容、檢討修正、核定時限、核定權責人員等。

5. SRC ~~結構之~~構材係由鋼骨與鋼筋混凝土兩部份合成，~~鋼骨所提供之強度並非全部結構之強度，~~施工程序上一般係先行組立鋼骨~~柱~~後再綁紮鋼筋與澆置混凝土，施工過程中的載重係由鋼骨承擔，但鋼骨所提供之強度並非 SRC 構材之全部強度~~施工中鋼骨之強度與穩定性均非完成施工後完整結構之強度與穩定性~~，故應詳細檢討施工過程中各階段之結構安全性與穩定性。

2.2 施工程序

施工程序除應確保施工品質外，並須考量施工過程中結構體之安全性與穩定性。

解說：

施工順序須考量施工過程中，載重可能僅由部份構件，或其中之鋼骨構材承載，因此其結構安全性是否符合設計原意，須於施工~~說明~~計畫書中檢討載明。

鋼筋工程施工程序須考量基礎錨栓埋置所需空間及時機等。

2.2.1 鋼骨鋼筋混凝土工程之施工應按工程規模、工作性質、工作環境及工地特性等，排定分區分層之施工順序。

解說：

SRC 工程之施工，因工作時段、機具、材料供應能力、人員配合方式等之限制而有分區、分層之必要。鋼骨施工與混凝土施工得採用不同之分區分層。

2.3 施工詳圖

施工~~說明~~計畫書中應包含施工詳圖，並須經監造人核可。施工詳圖若有變更亦須經監造人核可。

解說：

1. 繪製施工詳圖能提早瞭解施工重點，以建立施工順序，並可預先解決問題(例如：尺寸錯誤、設計與實際不符、窒礙難行等)。

2. 承造人所繪製之施工詳圖應納入各種有助於施工之詳圖。

3. 有關鋼骨製作、鋼筋加工、模板組立、鋼筋配置、梁柱接頭、埋設物、補強筋、鋼骨組立臨時支撐及其他配件之安裝等，均應詳細繪製施工詳圖，並經監造人核可。

4. 鋼結構施工計畫須納入鋼筋工程及混凝土工程所需之配合工作，例如，鋼筋貫穿孔、鋼筋續接器及灌漿孔、排氣孔等之位置，以及基礎錨栓埋置空間及時機等。

2.4 鋼骨開孔計畫

~~2.4.1~~ 鋼骨施工前，承造人應依設計圖說確定鋼結構開孔之位置、尺寸、大小及補強方法等，並繪製施工詳圖，經監造人核可後方得施工。

~~2.4.2 設計圖說未明確規定時，得由承造人會同監造人提出施工方案，並經起造人或其代表人審查核可後方得施工。~~

解說：

鋼骨之任何開孔均應繪製施工詳圖，並依設計圖說之規定加以補強，且須監造人書面核可，以確保結構物之安全。

2.5 材料儲存及搬運計畫

材料之儲存及搬運應防止材料變質、變形或銹蝕。

2.6 施工安全

施工安全~~必須遵照勞工~~應依職業安全衛生相關法令規章及契約規定辦理。

第三章 材料

3.1 鋼骨鋼筋混凝土結構之各項材料品質均應符合設計圖說之規定。

3.2 各項材料如須使用同等規格品時，除須證明其材質及加工性均符合設計圖說之規定外，並應經設計人~~及監造人~~核可後，方得採用。

3.3 材料應依契約及圖說之規定辦理抽樣檢驗證明其品質。

第四章 鋼筋工程

4.1 一般規定

鋼筋工程之施工應依設計圖說及本章之規定辦理。

解說：

SRC 結構因鋼骨之存在，部份鋼筋施工無法採取和鋼筋混凝土結構相同方法施工，故本章對 SRC 結構之配筋細節加以規範。

4.2 鋼筋工程施工計畫

4.2.1 鋼筋工程施工前應擬訂施工計畫，敘明鋼骨與鋼筋之配置關係及配筋之順序，並檢討混凝土之澆置及填充性。

4.2.2 設計圖說如有疑義應以書面提請監造人處理，必要時轉請設計人處理，監造人或設計人應於約定期限內具體答覆。

解說：

SRC 結構因有鋼骨存在，無法完全依鋼筋混凝土結構相同之方法配筋，擬訂施工~~說明~~計畫書時應特別注意以下情況：

1. 直交梁之主筋若因施工性不佳而須彎折時，鋼筋偏折處須用橫箍筋或螺箍筋作橫向支撐。橫向支撐須能承受鋼筋偏折部份橫向分力 1.5 倍之推力，且須配置於偏折點 15 cm 以內。

2. SRC 構材~~梁柱接頭區內~~之~~柱箍~~鋼筋，若採用 ~~4 支"L"形箍筋貫穿梁腹板後再以~~銲接方式續接者，~~其柱箍筋~~須採用可銲鋼筋。鋼筋銲接應依 AWS D1.4/D1.4M (AWS，2018)相關章節之規定辦理，且需進行試驗確認銲接強度及品質。

3. 施工~~說明~~計畫書內容與設計圖說之規定不符時，應提請監造人轉設計人核可後始得施作。

4.3 鋼筋配置

4.3.1 鋼筋之配置應繪製施工詳圖，並須經監造人核可。

解說：

1. 主筋之一般要求

(1) 矩形斷面之 SRC 構材至少應於斷面四個角落各配置一根主筋。

(2) SRC 連續構架中，柱之主筋或梁之端部主筋若未連續通過梁柱接頭或未依規定適當錨定時，應視其為構材之補助筋，且不計其對構材強度之貢獻。

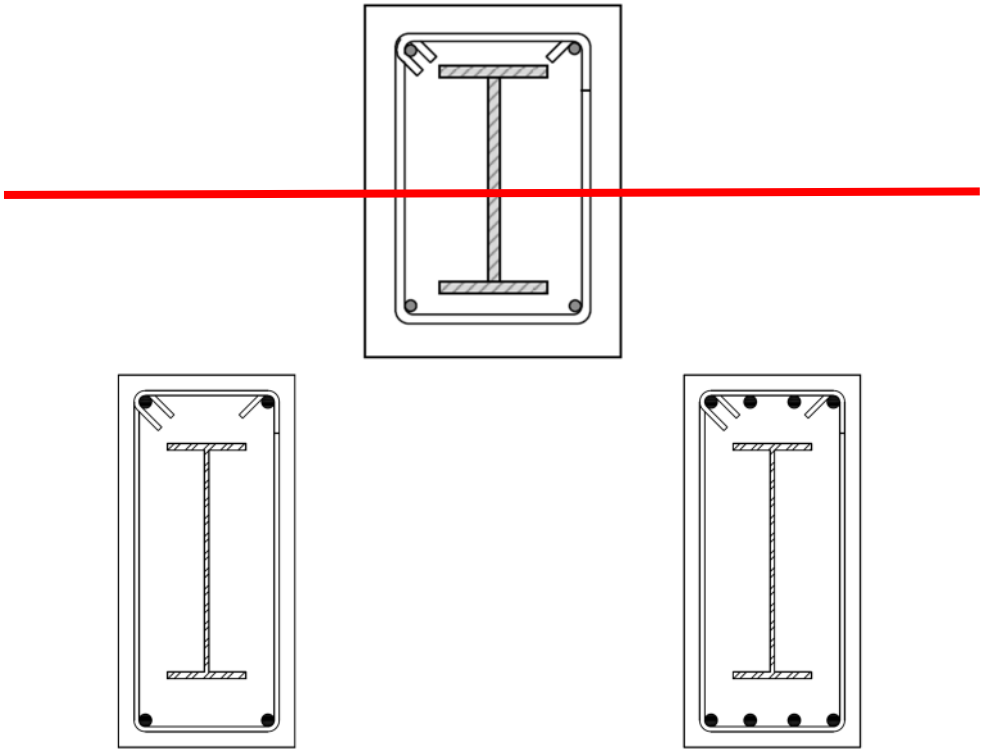
(3) 設計者應避免在 SRC 梁或柱中配置過密的主筋。

2. 梁之主筋

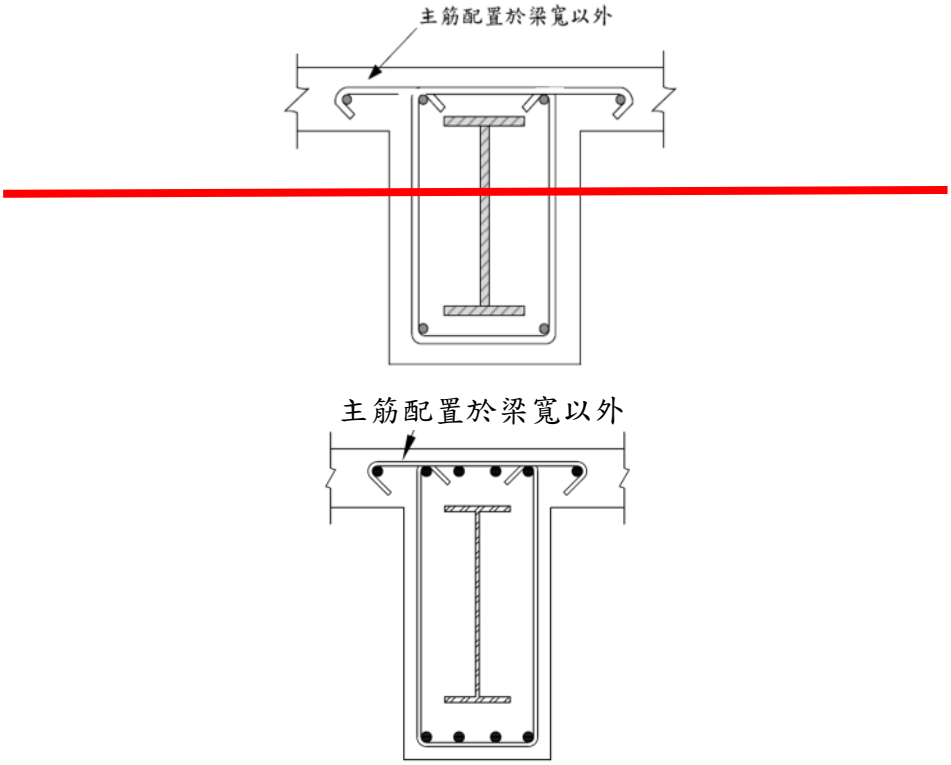
(1) SRC 梁之主筋排列，一般以在斷面四個角落各配置一根主筋為原則~~，主筋不宜配置於鋼梁翼板之正上方或下方，以免主筋在梁柱接頭處受到柱內鋼骨阻擋而無法連續通過梁-柱接頭~~，如圖 C4.3.1 所示。若採用鋼筋續接器銲接於鋼柱翼板上續接梁主筋時，應符合 4.3.5 及 4.3.6 節之相關規定。

(2) SRC 梁之部分主筋若配置於梁寬以外之樓板內~~(~~，如圖 C4.3.2 所示~~)~~ (日本建築學會，2005)，~~惟~~此時應注意主筋的保護層是否足夠~~及主筋不可與鋼柱翼板衝突等問題~~，且其末端須錨定於柱混凝土之核心之遠端。

(3) 對於 SRC 結構中之梁主筋建議以單層配置為原則，以便於主筋與箍筋的配置。



圖C4.3.1 包覆型SRC梁之主筋配置示意圖 (周中哲等人，2022)



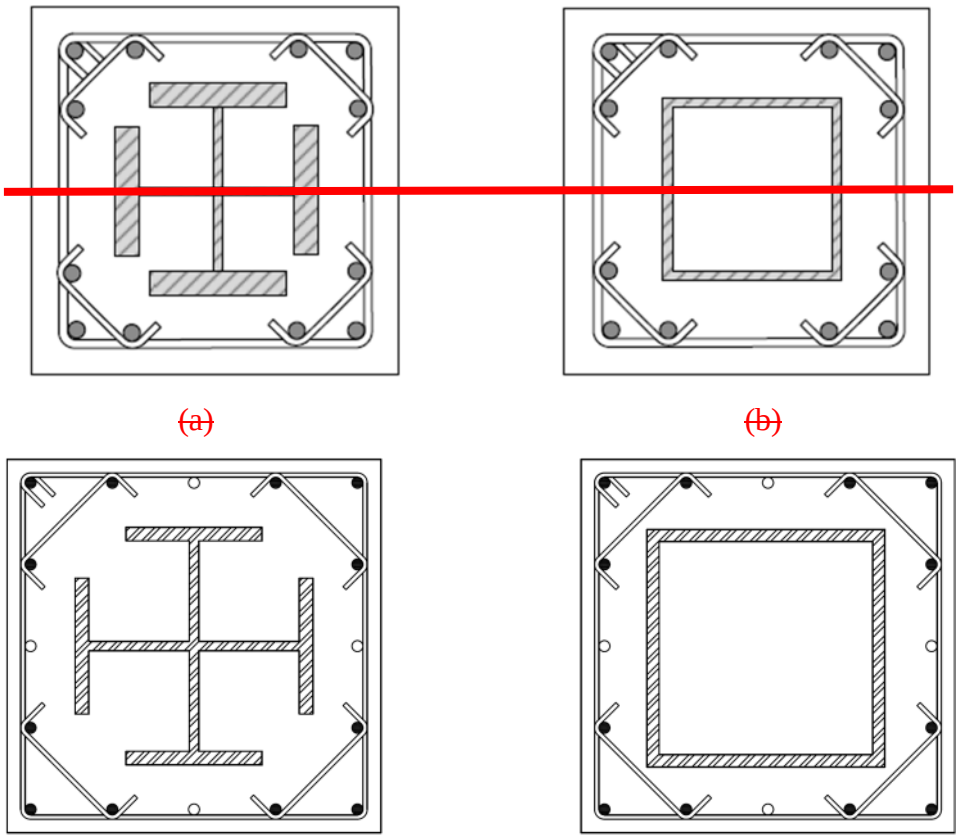
圖C4.3.2 包覆型SRC梁(頂部主筋配置於樓板內)示意圖~~[8]~~(日本建築學會，2005)

3. 柱之主筋

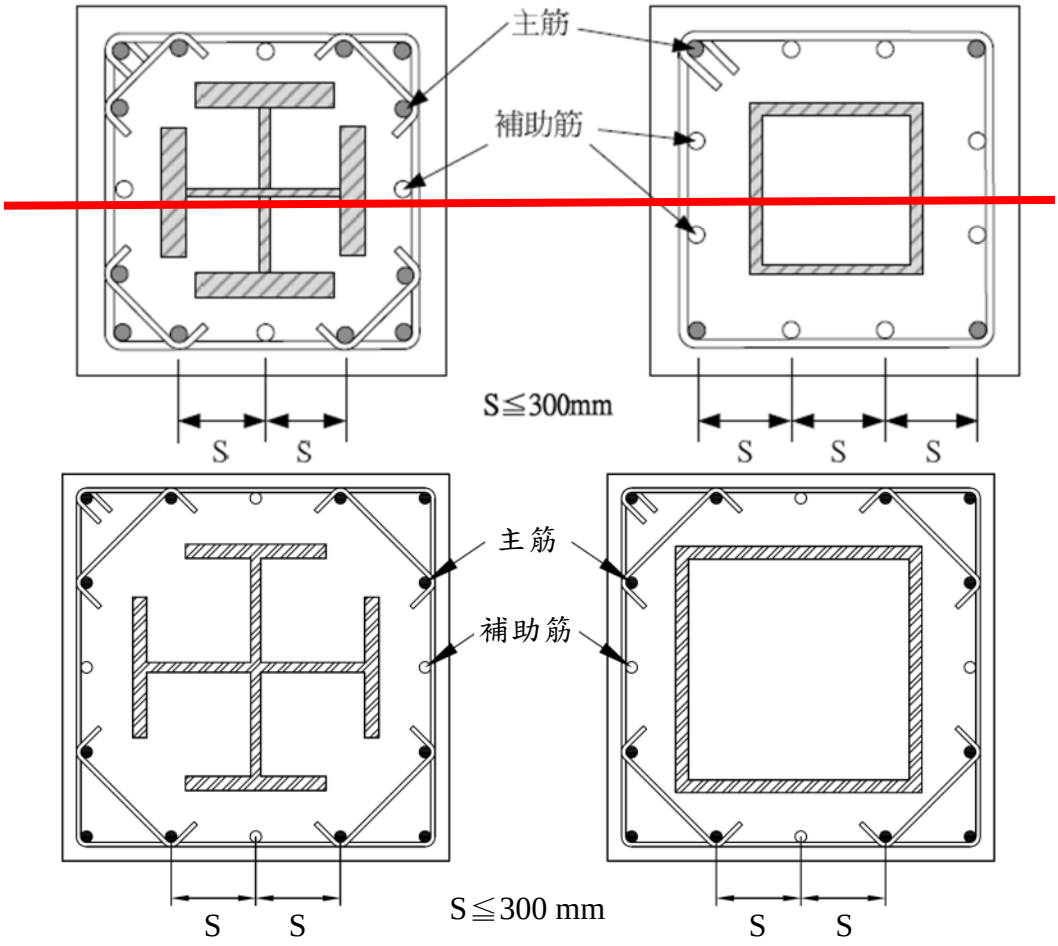
(1) 矩形斷面之 SRC 柱至少應於斷面四個角落各配置一根主筋。一般柱內之主筋排列，以在每個角落各配置三根主筋為原則，如圖 C4.3.3 所示。主筋不得配置於鋼梁翼板之上下方，以免主筋在梁柱接頭處受到梁內之鋼骨阻擋而無法連續通過梁柱接頭。

(2) SRC 柱中之主筋間距不得大於 300 mm，且主筋與主筋之淨間距不得低於 40 mm、主筋標稱直徑之 1.5 倍與粗粒料最大粒徑之(4/3)倍等三值之最大者。若主筋間距大於 300 mm 時，則須加配 D13 (#4)以上之軸向補助筋(，如圖 C4.3.4 所示)(日本建築學會，2005)，補助筋可以不錨定，且補助筋應不計其對柱強度之貢獻。

(3) 頂層柱之柱主筋頂端須以標準彎鉤或機械式錨頭錨定之。



圖C4.3.3 SRC柱之主筋配置示意圖[6](陳生金等人，1996；周中哲等人，2021)

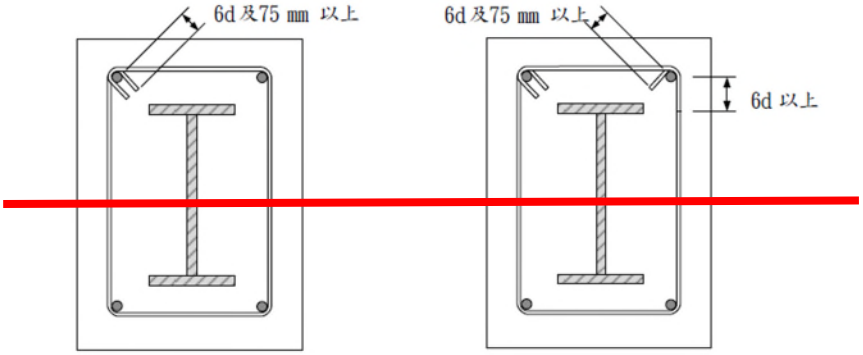


圖C4.3.4 SRC柱之補助筋與間距要求~~[8]~~(日本建築學會，2005)

4. 梁之箍筋

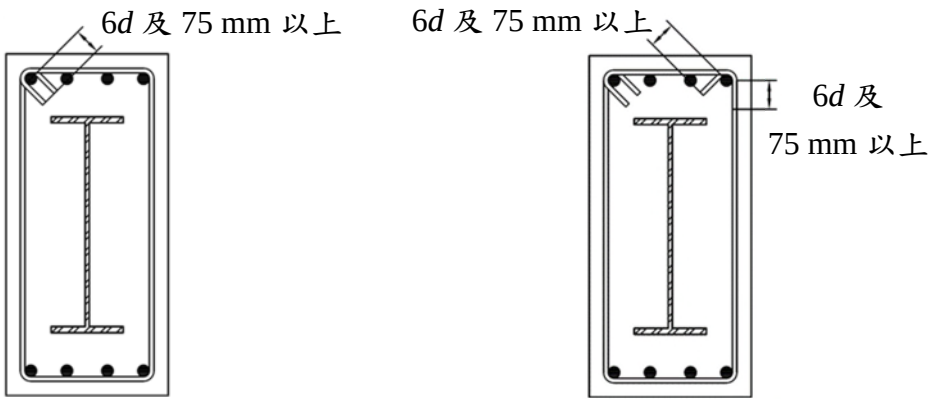
~~圖 C4.3.5 為 SRC 梁的箍筋形狀示意圖。~~鋼筋之標準彎鉤幾何規定應依「建築物混凝土結構設計規範」(內政部，2024)之規定辦理。

SRC 梁的箍筋形狀可參考日本建築學會「鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説」(日本建築學會，2005)之規定，如圖 C4.3.5 所示。若採用圖 C4.3.5(c)之銲接閉合型箍筋，鋼筋須於疊接銲接之銲道兩端各預留 2*d* 以上。



~~(A) 135°彎鉤閉合型~~

~~(B) 兩端135°或180°U形彎鉤加90°與135°口形彎鉤~~

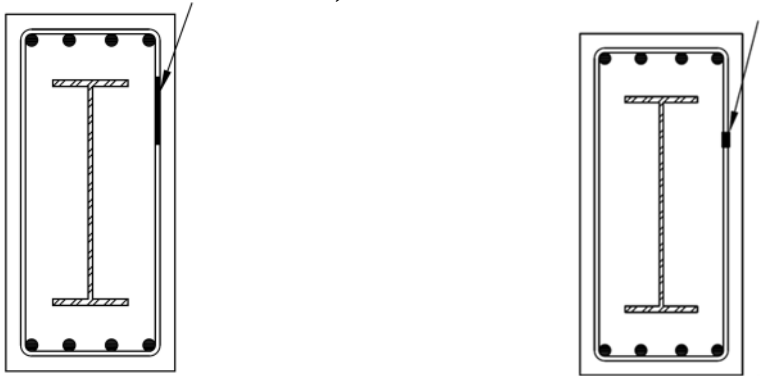


(a) 135°彎鉤閉合型

(b) 兩端135°彎鉤U型箍筋加90°與135°彎鉤上蓋箍筋

疊接銲接、對銲
(疊接銲接長度應足以發揮箍筋之拉力降伏強度，且至少為 100 mm 以上。)

鋼筋續接器
(可於梁側面或上方)



(c) 銲接閉合型

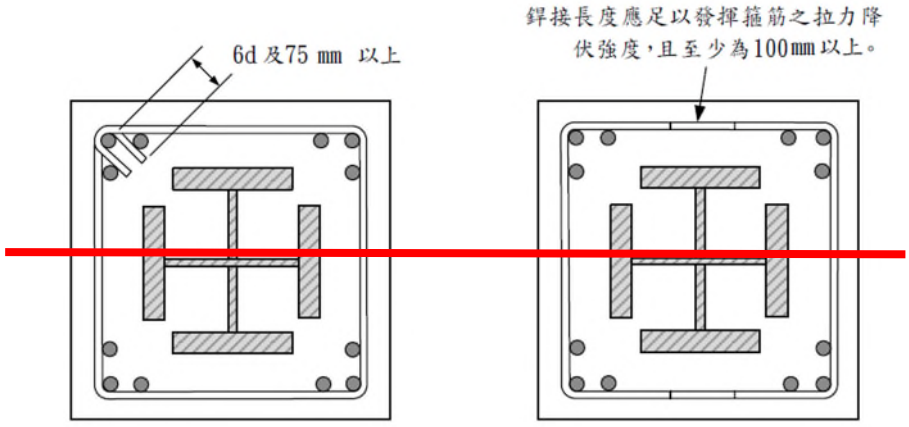
(d) 續接器閉合型

圖C4.3.5 SRC梁箍筋配置示意圖~~[8]~~(日本建築學會，2005)

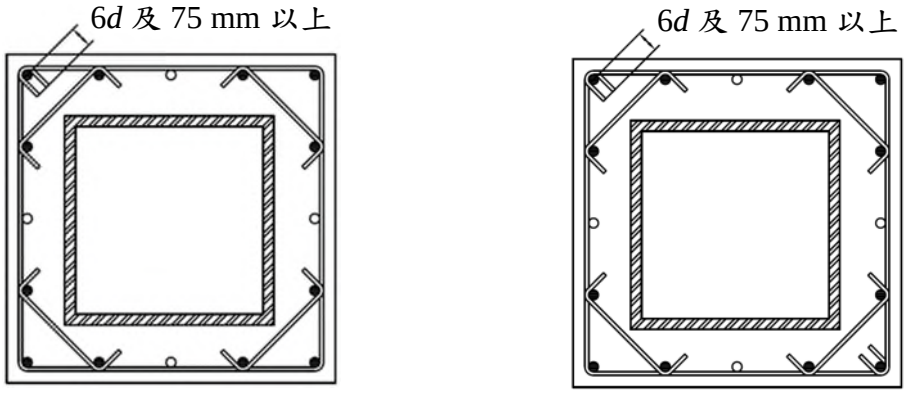
5. 柱之箍筋

~~圖 C4.3.6 為 SRC 柱的箍筋形狀示意圖；~~閉合箍筋參照「建築物混凝土結構設計規範」(內政部，2024)，為一閉合式箍筋或連續繞箍，可由數根鋼筋構件構成，且構件之兩端均為耐震彎鉤。鋼筋之標準彎鉤幾何規定應依內政部「建築物混凝土結構設計規範」(內政部，2024)之規定辦理。

SRC 柱的箍筋形狀可參考日本建築學會「鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説」(日本建築學會，2005)之規定，如圖 C4.3.6 所示。若採用圖 C4.3.6(a)之 135°彎鉤閉合型箍筋與圖 C4.3.6(b)之 135°彎鉤雙 L 閉合型箍筋，彎鉤應於柱內交替配置。根據文獻(日本建築學會，2014；Lee 等人，2014)，圖 C4.3.6(a)之 135°彎鉤閉合型箍筋與圖 C4.3.6(b)之 135°彎鉤雙 L 閉合型箍筋的性能和圖 C4.3.6(c)之銲接閉合型箍筋相近。若採用圖 C4.3.6(e)之螺箍筋，需注意扭曲、銲接變形及主筋續接的施工順序。



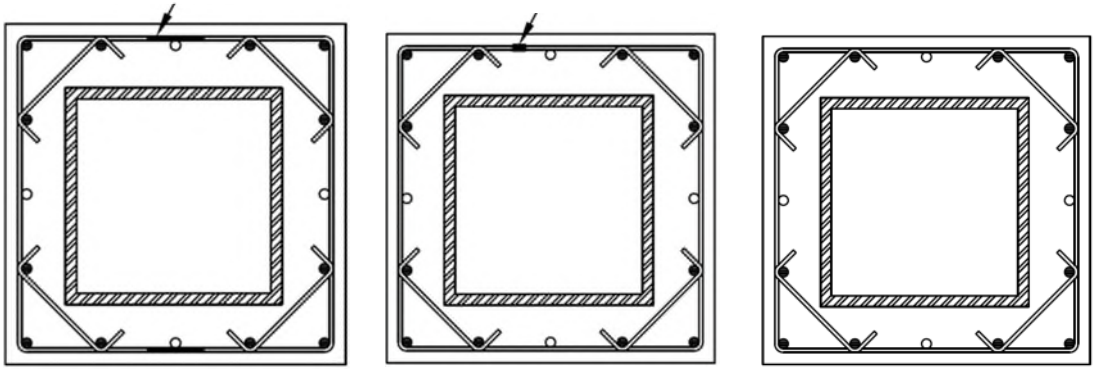
~~(a) 135°彎鉤閉合箍筋~~　　~~(b) 疊接銲接箍筋(需採可銲鋼筋)~~



(a) 135°彎鉤閉合型　　(b) 135°彎鉤雙L閉合型

疊接銲接、對銲
(疊接銲接長度應足以發揮箍筋之拉力降伏強度，且至少為 100 mm 以上。)

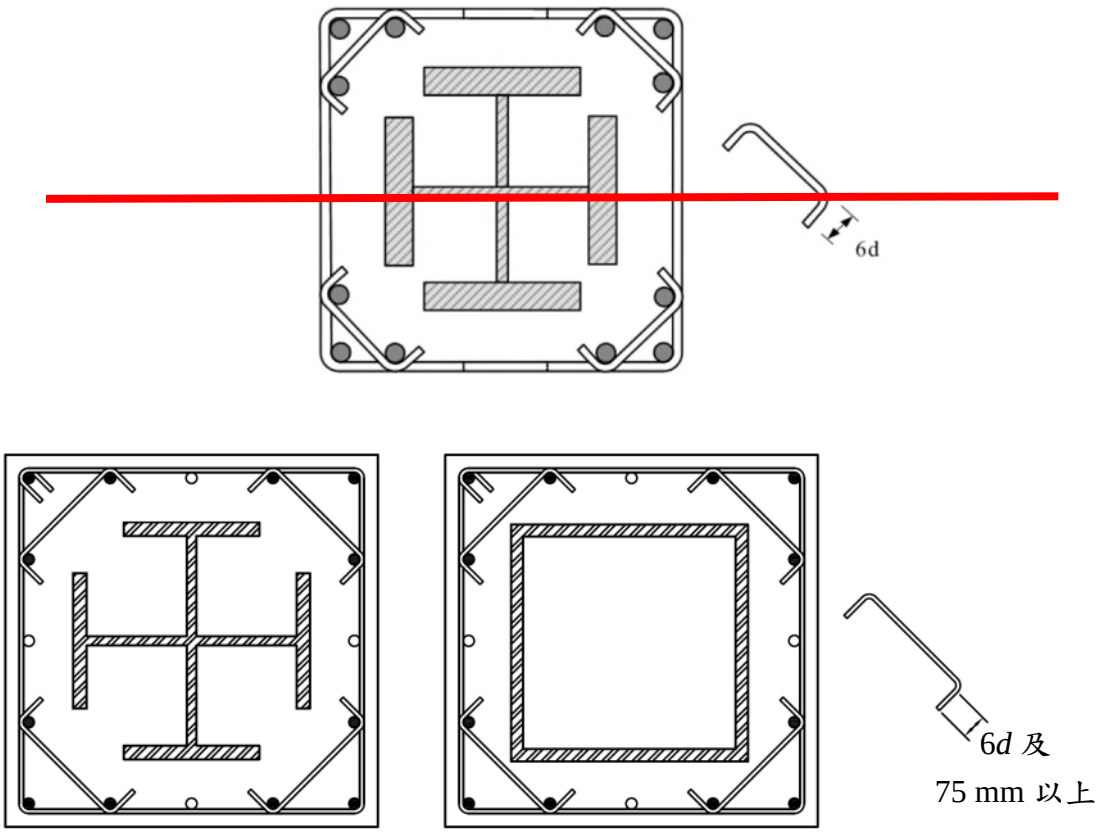
鋼筋續接器
(平均配置於柱各面)



(c) 銲接閉合型　　(d) 續接器閉合型　　(e) 螺箍筋

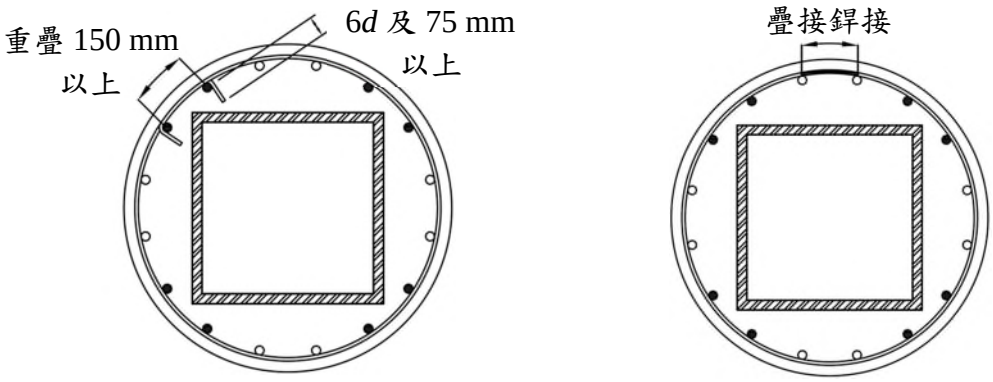
圖C4.3.6 SRC柱箍筋配置示意圖~~[8]~~

圖 C4.3.7 為 SRC 柱四個角落增加配置角隅繫筋之示意圖~~[14]~~，根據文獻(陳生金等人，1996)，此繫筋可提供主筋固定及柱內混凝土圍束之效果。



圖C4.3.7 SRC柱角~~落~~隅繫筋配置示意圖~~[6]~~(陳生金等人，1996)

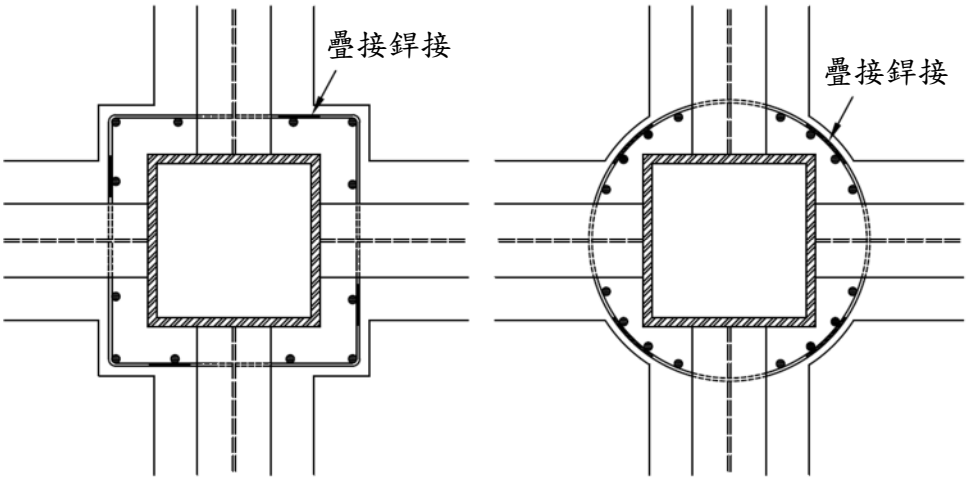
SRC 圓柱的箍筋形狀可參考日本建築學會「鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説」(日本建築學會，2005)之規定，如圖 C4.3.8 所示。圓柱箍筋原則上應採用工廠製造的螺箍筋，若採用圖 C4.3.8 (a)之 90°彎鉤閉合型圓箍筋，彎鉤及重疊處應於柱內交替配置(Lee 等人，2013)。



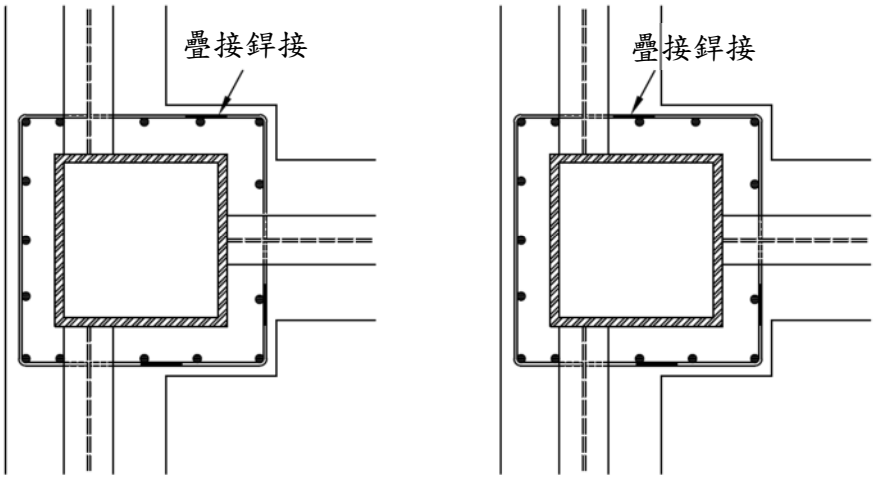
(a) 90°彎鉤閉合型　　(b) 銲接閉合型

圖C4.3.8 SRC圓柱箍筋示意圖

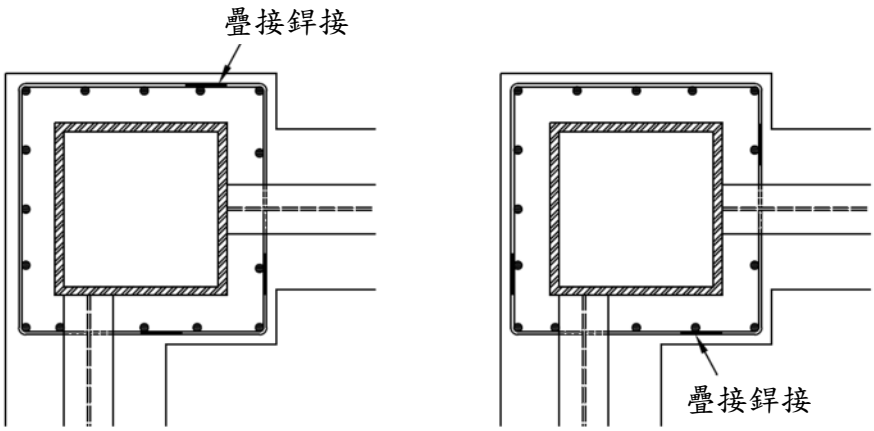
SRC 梁柱接頭箍筋可能會因鋼梁腹板阻擋而需要採用分段銲接之型式，如圖 C4.3.9 所示。分段銲接之配置可參考日本建築學會「鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説」(日本建築學會，2005)之規定，箍筋被分割成數段後應透過現場銲接或是鋼筋續接器適當連接。鋼筋銲接應符合 4.2 節解說第 2 點之相關規定，且銲接位置原則上應位於梁核心混凝土範圍內。



(a) 中柱



(b) 邊柱

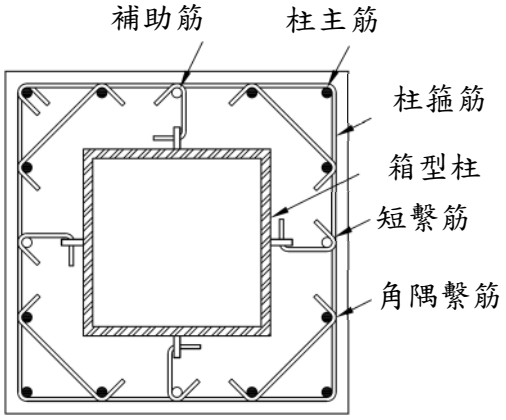


(c) 角柱

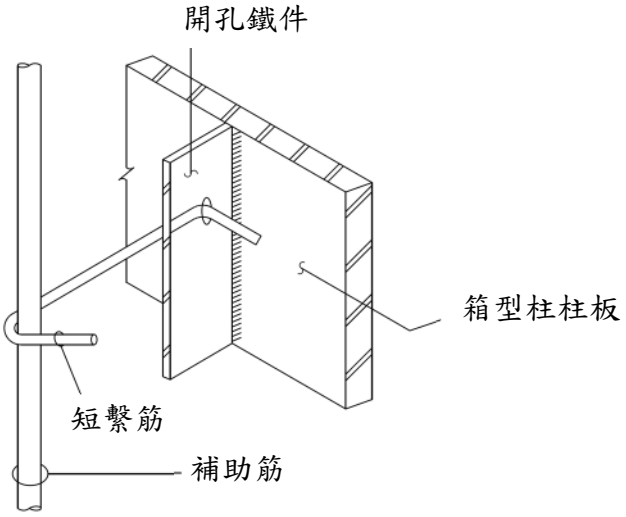
註：角隅繫筋未繪出。

圖C4.3.9 梁柱接頭箍筋採分段銲接型式示意圖

根據文獻(陳正誠等人，2014、2016)，包覆填充型鋼管混凝土柱橫向鋼筋採用閉合箍筋，搭配角隅繫筋及接力式繫筋，可以發揮所需之混凝土圍束效果，如圖 C4.3.10 所示。而接力式繫筋的作法是，銲接一塊有開孔的鐵件在箱型柱上，並使用一短繫筋(D13 (#4)以下)連結開孔鐵件及補助筋，如圖 C4.3.11 所示。



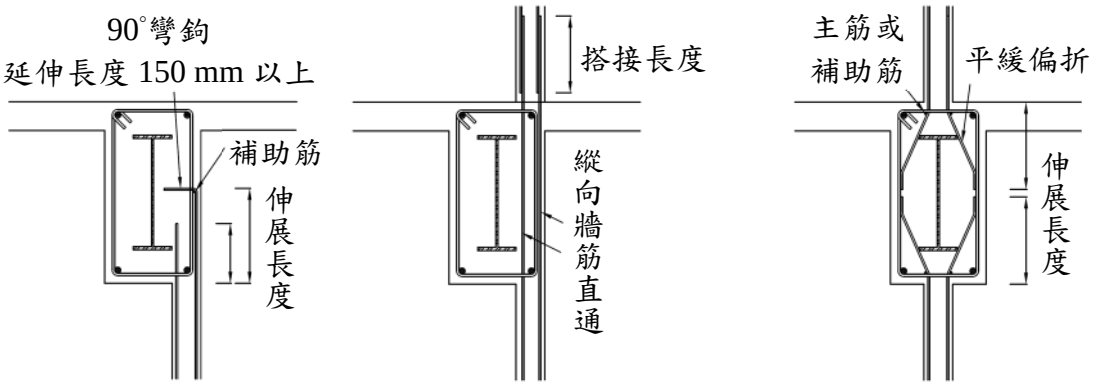
圖C4.3.10 SRC柱橫向鋼筋示意圖



圖C4.3.11 接力式繫筋細部示意圖

6. 非結構牆與梁或柱接合

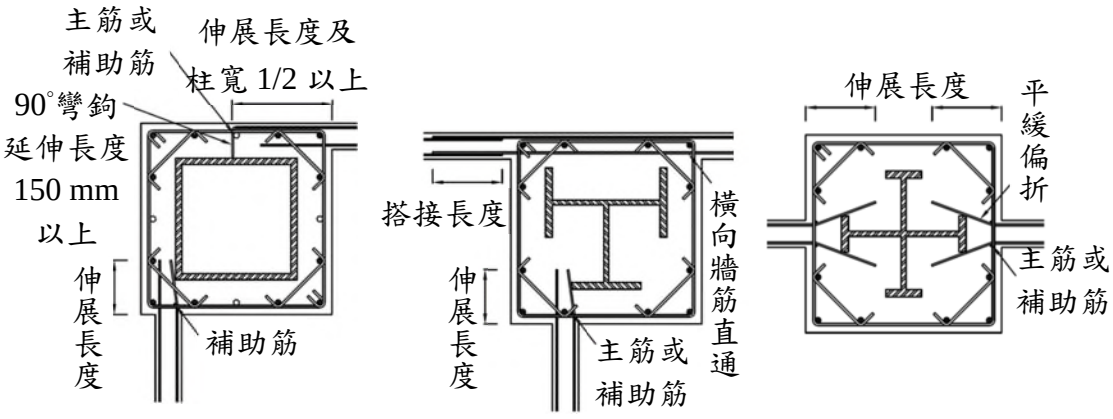
圖 C4.3.12 和圖 C4.3.13 分別為 SRC 梁、柱與 RC 非結構牆的接合示意圖。圖中鋼筋搭接長度及鋼筋伸展長度應依「建築物混凝土結構設計規範」(內政部，2024)相關規定辦理。



(a) 縱向牆筋於梁內錨定　(b) 縱向牆筋直通　(c) 縱向牆筋偏折

註：板筋及橫向牆筋未繪出。

圖C4.3.12 SRC梁與RC非結構牆的接合示意圖(日本建築學會，2005)



(a) 橫向牆筋於柱內錨定　(b) 橫向牆筋直通　(c) 橫向牆筋偏折

註：縱向牆筋未繪出。

圖C4.3.13 SRC柱與RC非結構牆的接合示意圖(日本建築學會，2005)

7. 樓板鋼筋

若鋼筋混凝土樓板鋼筋於施作過程中，因遇鋼梁或斜撐等構件而導致樓板鋼筋無法直通時，應與設計人確認該處是否有剪力傳遞需求，並提出鋼筋補強方案經設計人同意後施作補強。

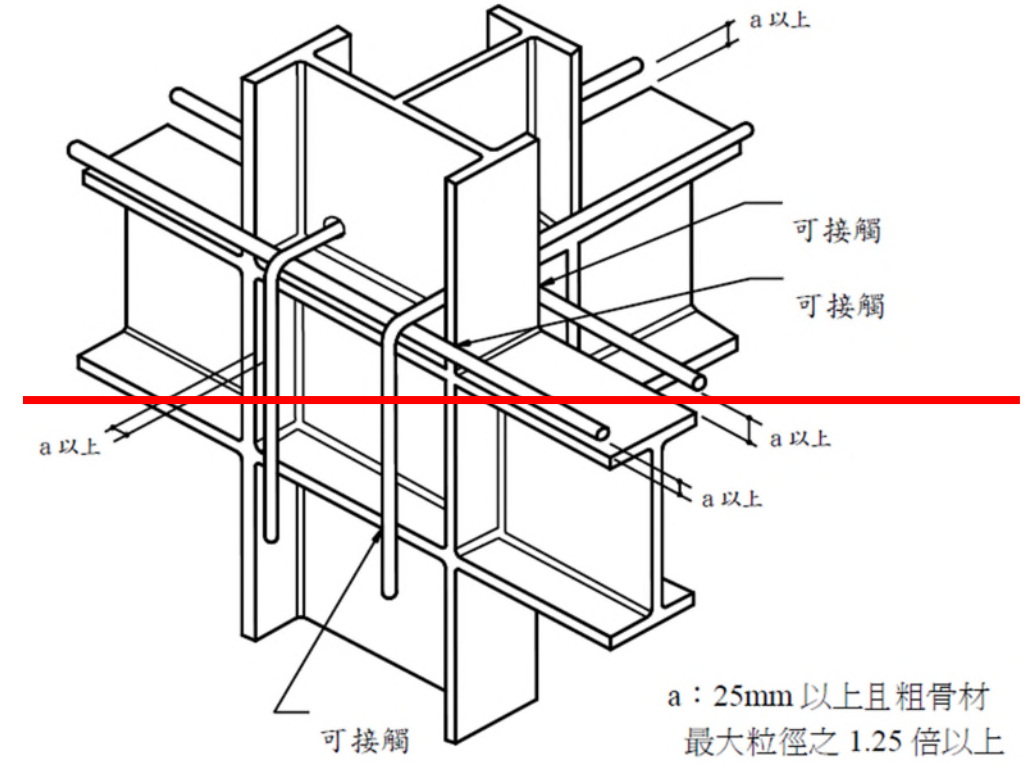
~~6~~8. 鋼筋與鋼骨之淨間距

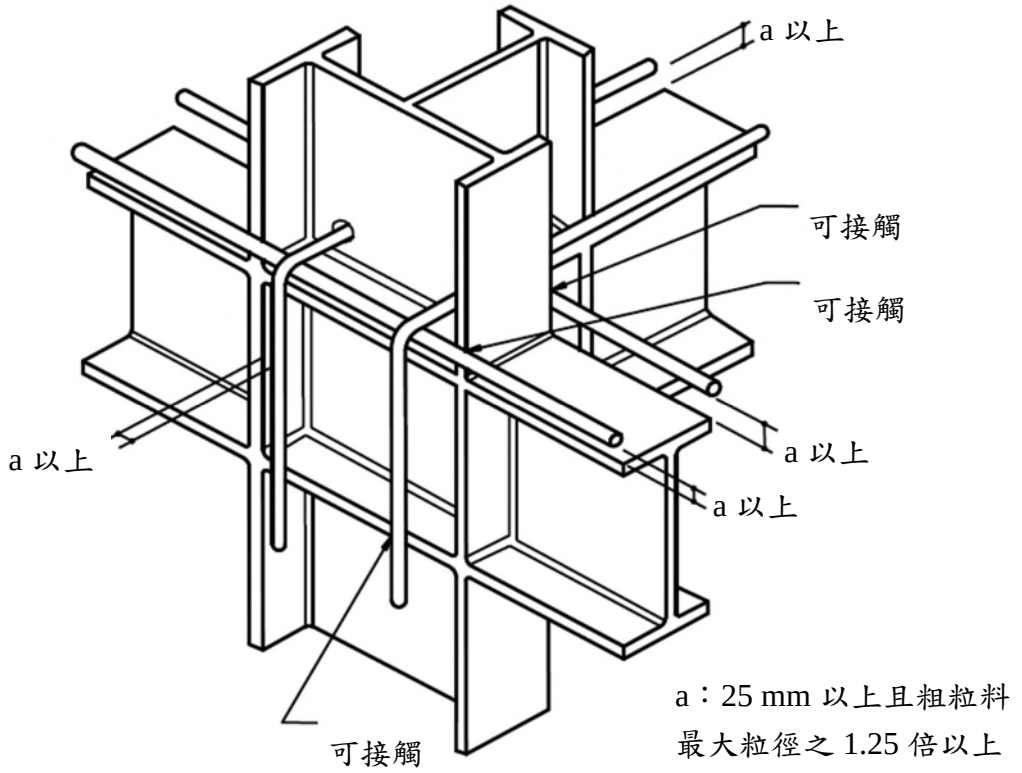
(1) 主筋與鋼骨之淨間距：

主筋與鋼骨鋼板面平行時，須考量混凝土之填充性與鋼筋之握裹性等，其淨間距應保持 25 mm 以上，且不得小於粗~~骨材~~粒料最大粒徑之 1.25 倍，若間距太小則無法發揮鋼筋之握裹力。但主筋與鋼骨鋼板面垂直時，其間距不受此限。圖 C4.3.~~8~~14 為鋼骨與鋼筋淨間距之示意圖(日本建築學會，2005)。

(2) 箍筋與鋼骨之淨間距：

箍筋不得與鋼骨鋼板面密貼，其淨間距應保持 25 mm 以上。



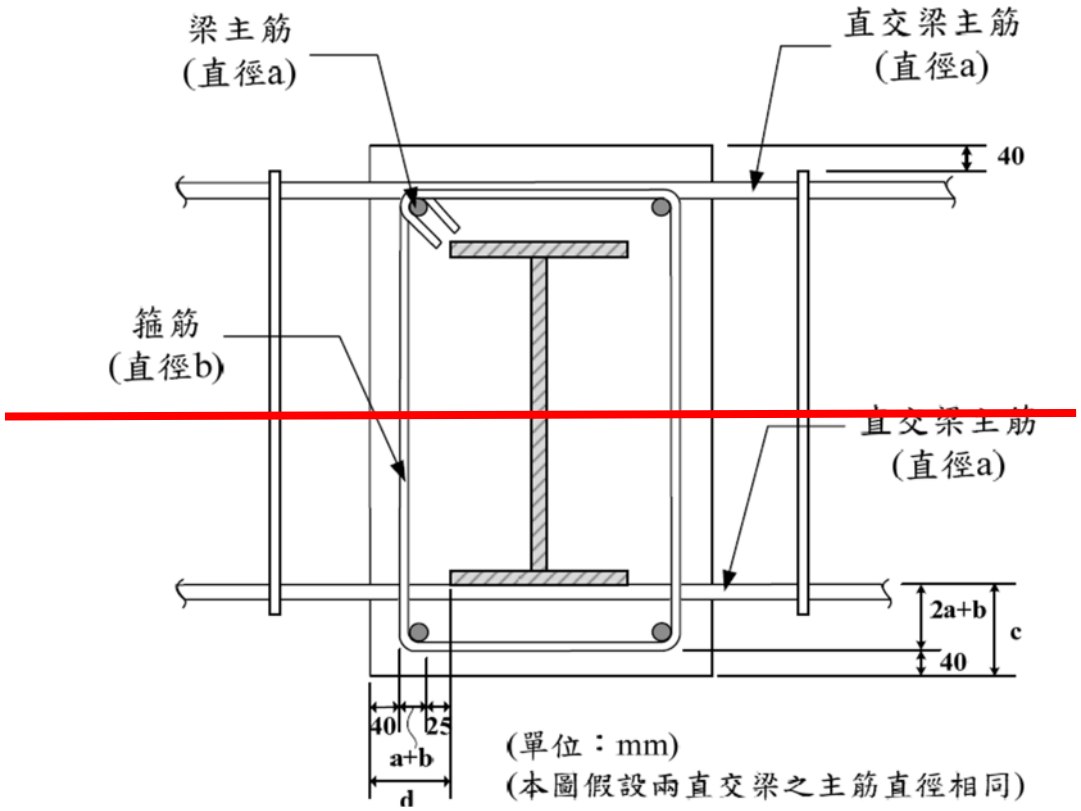


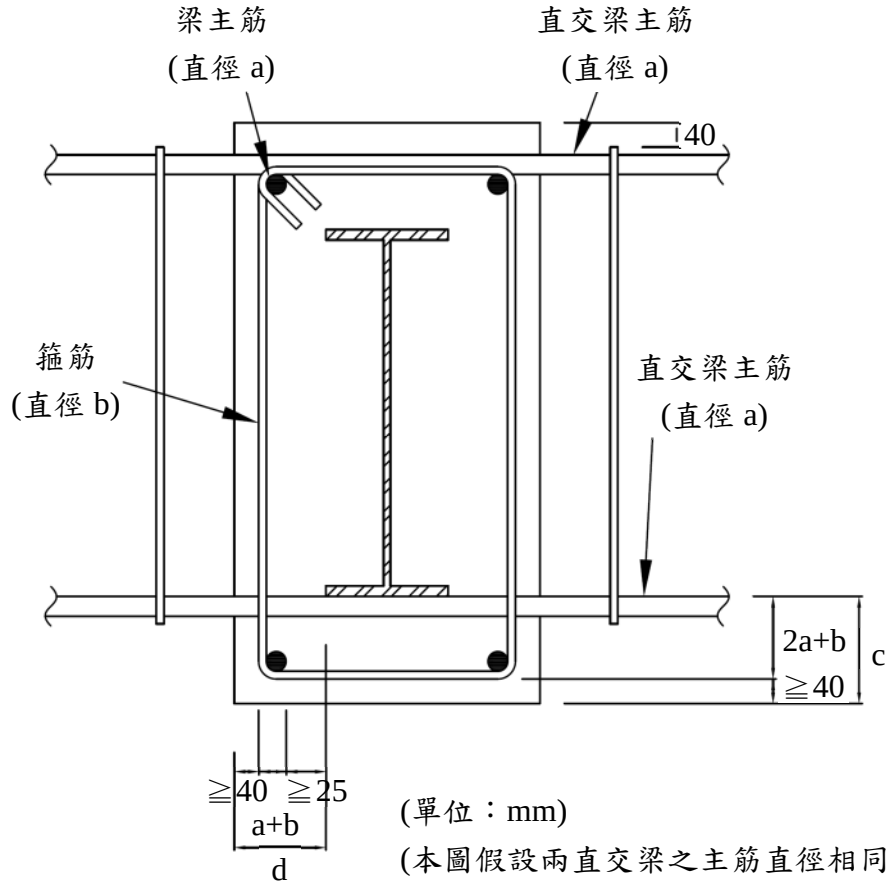
註：梁主筋應錨定至柱心之遠端。

圖C4.3.~~8~~14 鋼骨與鋼筋之間距示意圖~~[8]~~(日本建築學會，2005)

~~7~~9. 鋼骨之最小混凝土包覆厚度與鋼筋之混凝土保護層

圖 C4.3.~~9~~15 與圖 C4.3.~~10~~16 分別表示 SRC 梁與 SRC 柱之斷面配置細部圖。圖中之 a 與 b 分別為主筋與箍筋之最大直徑(含竹節凸起之高度)，c 與 d 則為鋼骨至混凝土面之距離。當鋼筋尺寸不同時，圖中的 c 與 d 亦隨著改變，如表 C4.3.1 所示。表中之 c 與 d 係依照鋼筋之最大直徑計算，一般竹節鋼筋之最大直徑如圖 C4.3.~~11~~17 所示。





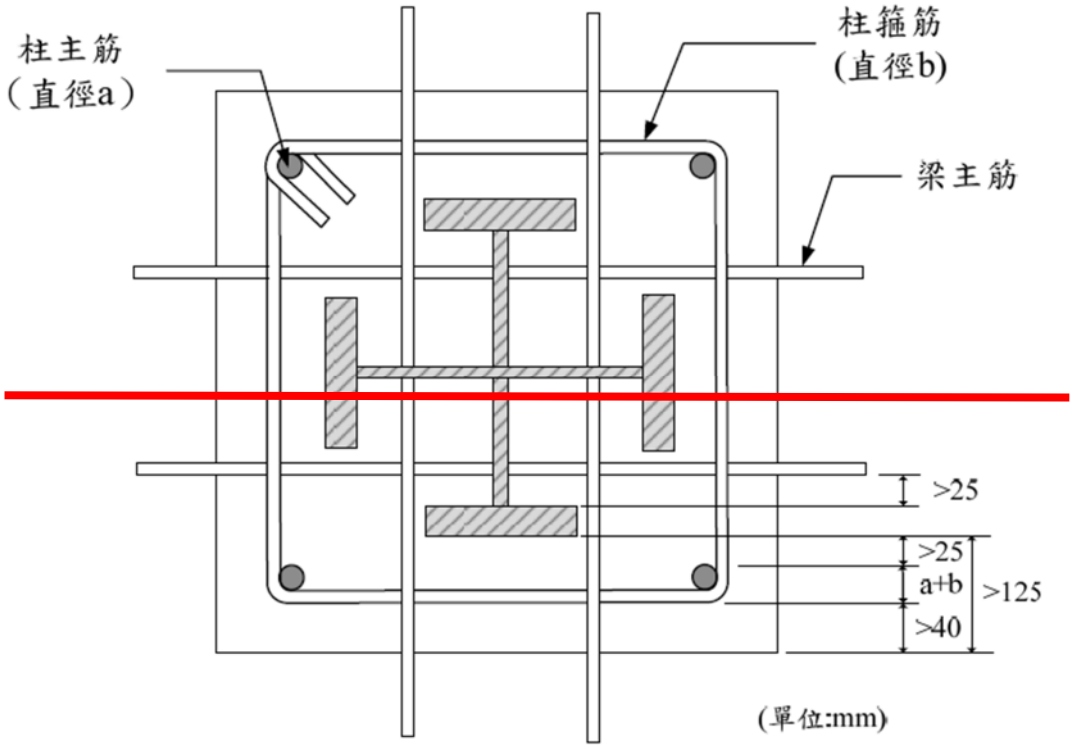
圖C4.3.~~9~~15 SRC梁斷面配置細部示意圖~~[1]~~(內政部，2011a)

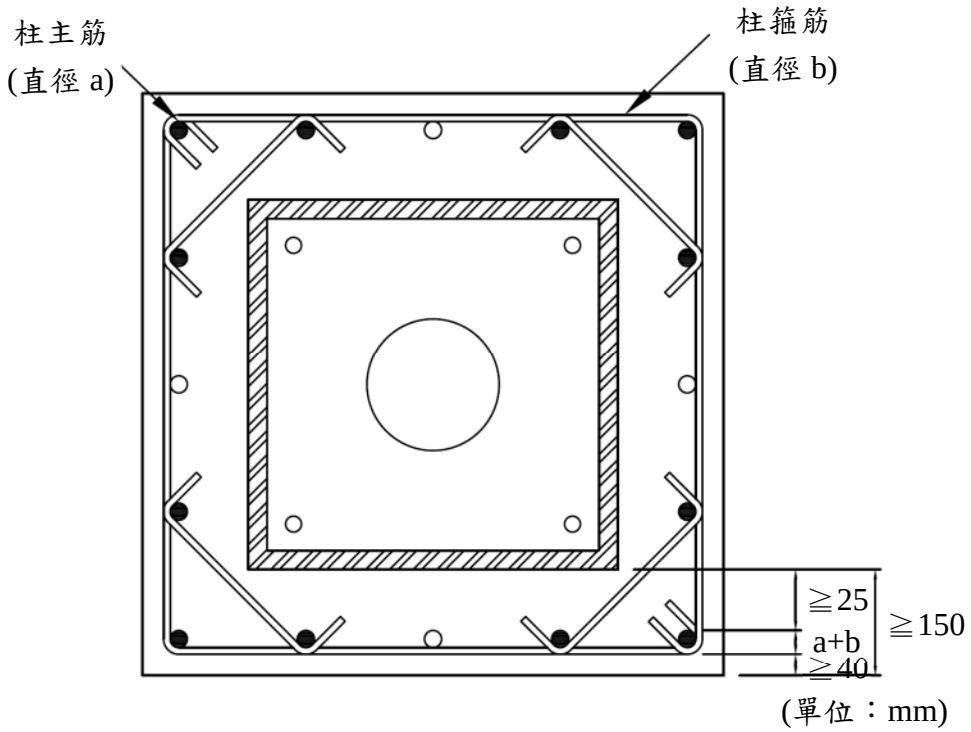
表 C4.3.1 SRC 梁斷面鋼骨最小混凝土包覆厚度

梁主筋號數	箍筋號數	c (mm)	d (mm)
#8 (D25)	#3	109	105
	#4	112	108
	#5	116	112
#10 (D32)	#3	125	113
	#4	128	116
	#5	132	120

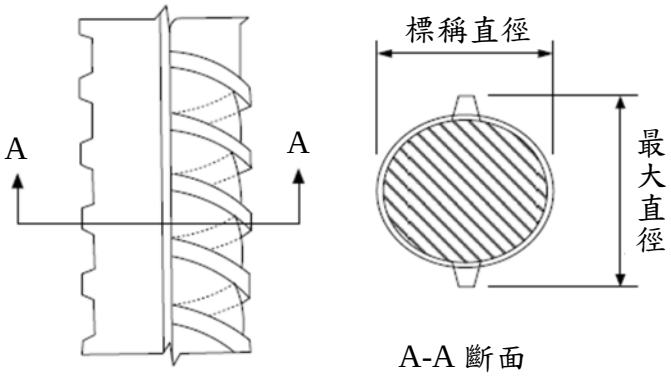
註：(1) 本表假設兩直交梁之主筋直徑相同。

(2) 本表中之 c 與 d 值係依圖 C4.3.~~11~~17 中之竹節鋼筋最大直徑計得。





圖C4.3.~~10~~16 SRC柱斷面保護層厚度示意圖~~[1]~~



鋼筋號數	標稱直徑 (mm)	最大直徑 (mm)
#3	10	11
#4	13	14
#5	16	18
#6	19	22
#7	22	26
#8	25	28
#9	29	33
#10	32	36
#11	35	40

圖C4.3.~~11~~17 竹節鋼筋之最大直徑~~[1]~~(內政部，2011a)

4.3.2 柱主筋之續接位置須設置於不致影響鋼柱之吊裝及柱腳錨栓鎖緊作業之高度。

解說：

鋼骨組立時既要避免折彎鋼筋，又無法利用鋼筋間隙鎖緊錨栓，因此柱主筋續接位置之高度應以不影響鋼柱之吊裝及柱腳錨栓之鎖緊作業，可視需要於鋼骨組立後採用機械式續接器續接柱主筋，續接位置建議在距基板以上鋼骨柱深尺寸處，且為 500 mm 以上。柱腳部之主筋不得為了安裝鋼柱而予以反復彎折。

4.3.3 梁-柱接頭處鋼筋之配置應避免在鋼骨上鑽孔，若須鑽孔，則其位置及尺寸須經設計人書面核可。

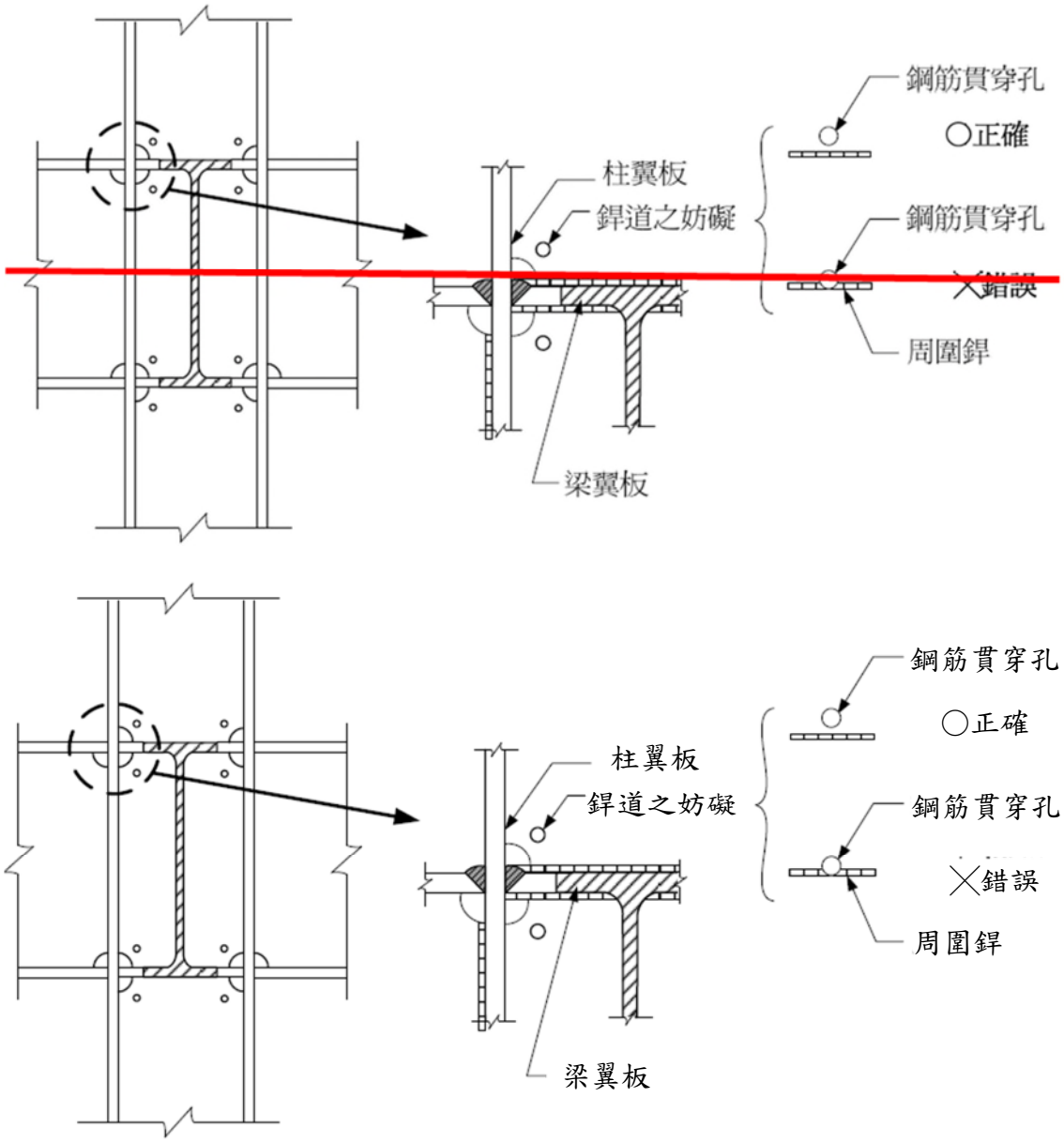
4.3.4 鋼骨上之貫穿孔位置不得妨礙銲道或銲接開孔。

解說：

於鋼柱翼板上鑽孔，對其強度及變形能力皆有很大之影響，故原則上接頭處之鋼筋儘可能採取不在鋼骨上設置鋼筋貫穿孔，儘可能採鋼筋續器續接方式通過鋼柱。此外，直交方向之主筋，須定出各向之上下關係。

鋼柱及鋼梁腹板上之鋼筋貫穿孔如圖 C4.3.~~12~~18 所示，應避開銲道及銲接扇形開孔，且儘可能設置於不損傷斷面性質之位置。此外，鋼筋貫穿孔原則上應於工廠加工，孔緣並須磨成平順曲線。鋼筋貫穿孔邊緣應距銲道邊 15 mm 以上，距銲接扇形孔邊緣 25 mm 以上。

貫穿孔會造成鋼骨斷面強度及塑性變形能力降低，因此梁-柱接頭處附近(一般為構材深之 1.5 倍範圍內)原則上不得設置鋼筋貫穿孔。



圖C4.3.~~12~~18 鋼筋貫穿孔與銲道及扇形孔相關位置示意圖~~[2]~~(內政部，2011b)

4.3.5 鋼筋藉由鋼筋續接器之轉接，將鋼筋受力傳入鋼骨時，鋼筋續接器之位置必須隔著鋼骨之鋼板構件正對，或透過正對之橫隔板成一直線轉接。

4.3.6 鋼筋續接器採銲接方式固定者，其材質須為可銲鋼材。

第五章 鋼結構工程

5.1 一般規定

5.1.1 鋼結構工程之施工應依照設計圖說及本章之規定辦理。

5.1.2 鋼骨穿孔、切割及鋼筋續接器銲接、剪力釘植釘等工項應於工廠內完成施工，若須於工地施工時，應先經監造人核可。

解說：

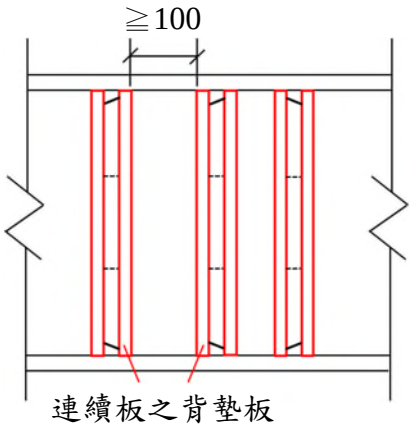
SRC ~~構造~~結構中之鋼骨穿孔、切割或鋼筋續接器~~之~~銲接、剪力釘植釘等工項應依照設計圖說辦理，並在工廠內完成，以確保施工品質。若不得已，前述工項須在工地~~進行銲接~~施作時，~~則~~應先經監造人核可後方可施作。

此外，鋼筋續接器之銲接施工建議可參考 AWS D1.1/D1.1M (AWS，2020)之銲接相關施工規定。

受限於連續板之全滲透銲接施工，如要同時進行箱型柱內三片以上連續板的銲接工作，其連續板之開槽側的背襯板與相鄰連續板之背襯板間的淨間距應不小於 100 mm，如圖 C5.1.1 所示。

鋼梁翼板採用韌性切削之施工建議可參考「鋼構造梁柱抗彎接合設計手冊與參考圖」(林克強等人，2017)或相關研究(周中哲等人，2023；Liu 等人，2024)。

鋼梁翼板於塑鉸區範圍內建議避免銲接剪力釘或安全網掛鉤等配件，若需銲接建議參考 AISC 341-22 (AISC，2022)、AISC 358-22 (AISC，2022)及 AWS D1.8/D1.8M (AWS，2021)之相關規定。鋼骨上之剪力釘植釘銲接施工規定可參考「鋼構造建築物鋼結構施工規範」(內政部，2007)之相關規定。



圖C5.1.1 箱型柱內相鄰連續板之背墊板淨間距

5.2 鋼結構施工詳圖

鋼結構施工前應依據設計圖說，事先繪製施工詳圖，經核可後始得加工製造。變更施工細節時，亦應經核可後始得製造。

施工詳圖須註明各構材於製造、組合及安裝時所需之完整資料，至少應包含下列各項：

1. 安裝圖：標示結構物之方位、構件之編號，及其相關位置之尺寸、工地接合之位置及其注意事項，必要時應提供吊裝重量、重心位置及順序。
2. 製造圖：依設計圖說繪製，並說明下列各項資料：
   (1) 構材之尺寸、重量、數量、編號、表面處理方式及相關位置。
   (2) 配件(含吊耳)之尺寸、位置、數量及編號。
   (3) 螺栓之孔徑大小、位置及數量。
   (4) 銲接之型式、尺寸、長度及相關技術。
   (5) 螺栓或銲接是否為廠製或現場施工及其他注意事項。
   (6) 鋼筋工程及混凝土工程所需之配合工作。例如，鋼筋貫穿孔、鋼筋續接器及灌漿孔、排氣孔等之位置，以及基礎錨栓埋置空間及時機等。
3. 材料表：依製造圖，列表標示每一構材與配件等之斷面尺寸、長度、數量、重量、材質等資料。
4. 原設計圖與製造、安裝等有關之規定均應分別加註於製造圖及安裝圖中。

第六章 模板工程

6.1 一般規定

模板工程之施工應依照設計圖說及本章之規定辦理。

6.2 模板工程施工計畫

模板工程施工前應依第二章之規定擬訂施工計畫。

6.3 模板支撐

6.3.1 模板支撐之承載力與穩定性應符合施工安全之需求。

6.3.2 鋼承板之施工應符合~~工程~~施工圖說之規定。

6.4 模板設計

6.4.1 模板之設計應使其能安全承受施工中之任何載重情況，並應考慮避免拆模時對混凝土造成損傷。

解說：

為增進混凝土施工之填充性，混凝土須具較高之流動性或工作度，故會增加模板之載重或側壓力，因此模板應具較高之強度。

有關模板設計之細節可參考~~ACI 347[混凝土模板施工準則]~~「結構混凝土施工規範」(內政部，2021)。特殊結構及高架之模板，更應注意穩定性之檢討。

6.4.2 混凝土~~版~~樓板與鋼梁一起作用之複合構材，其混凝土~~版~~樓板之模板支撐應依設計人指定之施工順序及支撐方式作模板設計。

解說：

混凝土~~版~~樓板與鋼梁一起作用之複合構材，設計人應指定其模板之支撐方式，以符合其設計原意。

6.4.3 鋼筋混凝土樓~~版~~板採用鋼承板作為模板支撐者應核算其強度及撓度，必要時加設臨時支撐。

6.5 模板繫條或~~拉~~吊桿之施工

模板之繫條或~~拉~~吊桿不得點銲於鋼骨梁、柱翼板可能產生塑性鉸之範圍。

解說：

為避免因點銲造成主要構材之翼板產生銲蝕等缺陷，而影響塑性鉸區之韌性，距梁、柱桿件兩端 1.5 倍桿件深度範圍內之翼板不得點銲。

第七章 混凝土工程

7.1 一般規定

混凝土工程之施工應依設計圖說及本章之規定辦理。

7.2 混凝土工程施工計畫

混凝土工程之施工須事先擬訂施工計畫，並應經監造人核可後方可施工。

解說：

混凝土施工~~說明書~~計畫書中，凡足以影響混凝土施工品質之因素，均應妥為考慮，一般包括下列項目：配比設計~~及~~、產製及輸送計畫、施工程序及分區澆置計畫、工作量、施工縫位置、機具配置規劃、注入口及排氣孔之配置計畫、工作人員之安排及安全措施、混凝土溫度控制、搗實計畫、養護計畫、施工安全及緊急應變計畫、特殊天候防護計畫等、品質管制計畫，並應經監造人核可後方可施工。

7.3 箱型或鋼管柱內灌混凝土~~其~~注入口及排氣孔之配置計畫

7.3.1 混凝土注入口及排氣孔之配置應使混凝土能充分填充於~~構材~~鋼柱內，並避免於灌漿期間填充壓力過大而產生鋼柱爆裂現象。

7.3.2 ~~箱型~~鋼柱內灌混凝土前須確認排除鋼柱內之積水及雜物。

解說：

~~箱型或~~鋼~~管~~柱內以壓力灌注混凝土施工，應妥善規劃注入口及排氣孔位置及保持暢通，以使~~構材~~鋼柱內之混凝土能充分填充。

7.4 混凝土之特殊施工程序

特殊結構及工法之混凝土施工程序，應經~~監造人~~營造業設置之專任工程人員核可後方可施工。

解說：

特殊結構及工法之施工程序，承造人應依指定之程序施工。常見之特殊結構及工法列舉如下：

1. 體育館、航空站、或地下停車場等。
2. 豎向構件應考慮因混凝土重量產生差異變形量。
3. 逆打工法及雙順打工法。

國內常使用施工性能較佳具備高流動性與耐久性的自充填混凝土(Self-Compacting Concrete，簡稱 SCC)於 SRC 高樓建物中，但需特別注意 SRC 結構中灌漿孔的尺寸、SCC 組成材料比例與自體收縮限制等項目。當使用 SCC 時，需參考「混凝土工程施工規範與解說(土木 402-94)」(中國土木水利工程學會，2006)與「公共工程施工綱要規範第 03315 章」(行政院公共工程委員會，2018)之相關規定，SCC 的施工注意事項亦可參考「台北 101 大樓結構工程施工監造紀錄」(何明錦等人，2004)。

7.5 澆置與搗實

7.5.1 新混凝土澆置之前，施工縫應進行清潔和移除乳沫，設置必要之清潔口，並清潔模板內部，確認清潔後始可澆置。

7.5.~~1~~2 鋼骨鋼筋混凝土工程由於鋼骨之存在，致混凝土澆置不易，應注意澆置速度並適當搗實，且須避免搗實過度造成材料分離。

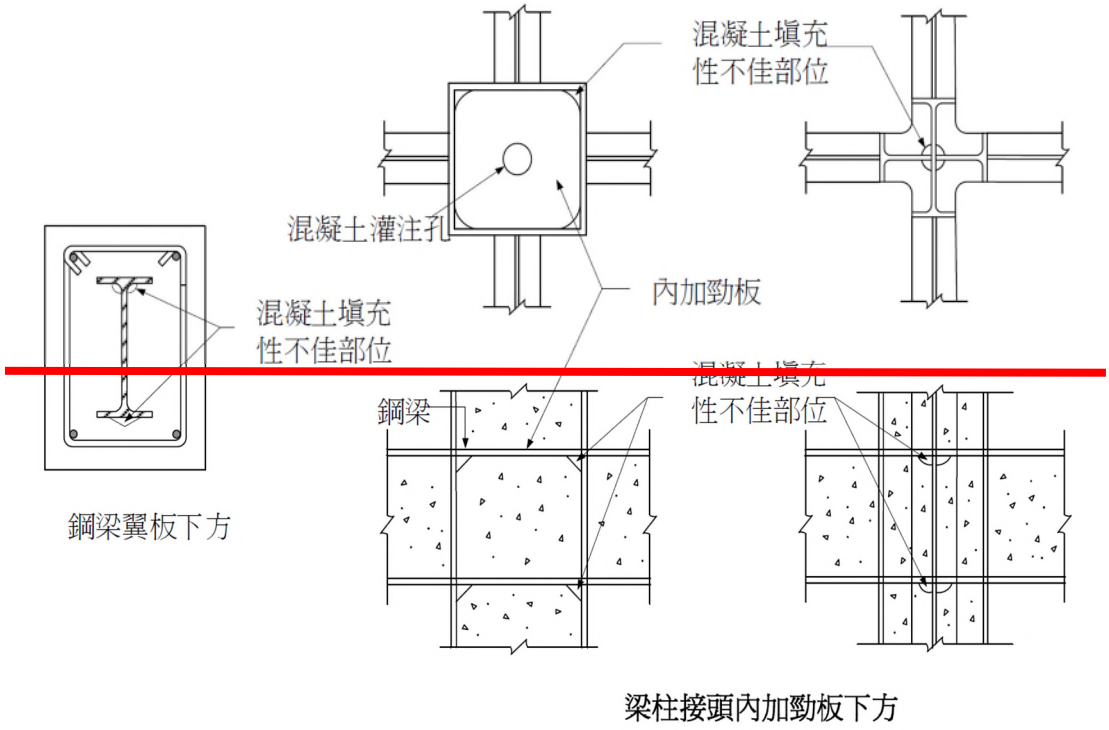
7.5.~~2~~3 搗實時應避免振動棒觸及模板、鋼筋、鋼骨及鋼承板。

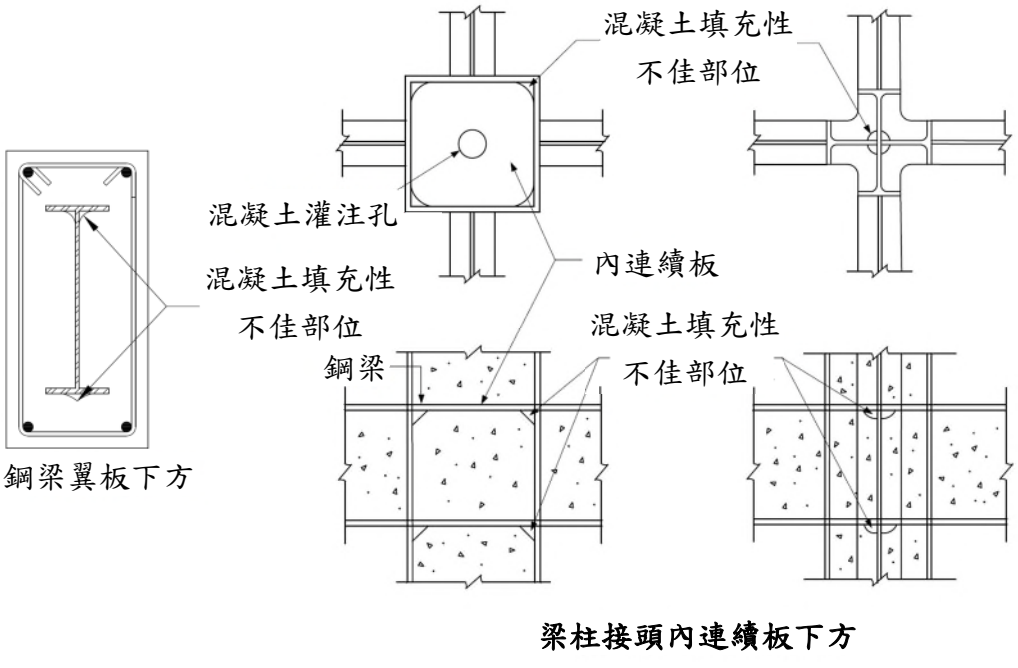
解說：

SRC ~~構材~~結構內因有鋼骨及細部構件之存在，致鋼骨、鋼筋與模板間之間隙較小，澆置及搗實困難，粗~~骨材~~粒料標稱最大粒徑~~一般採用 20 mm~~應符合「結構混凝土施工規範」(內政部，2021)之相關規定，但較難灌置之梁柱接頭得採用較小粒徑之粗~~骨材~~粒料。其他混凝土澆置施工困難處，應特別注意注入口及排氣孔之配置計畫，以確保澆置填充性及安全性。

搗實計畫應包括工作人員、搗實機具、搗實方式、及不易搗實之處。如，梁-柱接頭區之鋼梁底部、鋼骨續接板附近、肋筋彎鉤與鋼梁接觸處、鋼梁翼板與腹板之角隅等處，均應提出適當之搗實方法(參見圖 C7.5.1 所示)。

SRC 結構之梁柱接頭，若鋼筋過密導致混凝土澆注不易時，得先澆置柱至梁底以下部份，於配置梁、~~版~~樓板鋼筋後再繼續澆置混凝土。





圖C7.5.1 混凝土之填充性~~[2]~~(內政部，2011b)

第八章 品質計畫

8.1 一般規定

8.1.1 為確保施工品質能符合工程契約及設計圖說之要求，承造人應擬訂品質計畫，並指派專業人員負責品質管理工作。

8.1.2 承造人應依各施工階段進行檢驗，對必要之品質管理作業應會同監造人辦理。

解說：

工程品質一旦發生問題事後補救非常困難，因此承造人應依合約之規定實施品質管理作業。「品質管理資料」係指各種材料、施工設備與施工作業之檢驗報表及圖表等。

8.2 品質計畫

8.2.1 承造人應依合約之規定及工程特性，擬訂品質計畫，報經監造人核可後據以執行。

解說：

品質計畫得視工程規模及性質，分為整體品質計畫與分項品質計畫二種。整體品質計畫應依契約規定提報，分項品質計畫得於各分項工程施工前提報。

8.2.2 品質計畫若有修正，須經監造人核可。

解說：

工程施工無法事先掌握不確定因素，故須隨時檢討及作必要之修正，以確保品質計畫之可行性。對於缺失較多之項目應加強管制，包括增加管制點或抽驗頻率等。品質計畫若有修正須經監造人核可。

8.2.3 品質計畫除工程契約另有規定外，應包括下列項目：

1. 管理責任。
2. 施工要領。
3. 品管標準。
4. 材料及施工檢驗程序。
5. 自主檢查表。
6. 不合格品之管制。
7. 矯正與預防措施。
8. 內部品質稽核。
9. 文件紀錄管理。
10. 工程具機電設備者，應增訂設備功能運轉檢測程序及標準。

解說：

品質計畫之擬訂建議參考「~~行政院公共工程委員會~~監造計畫暨品質計畫製作綱要」(行政院公共工程委員會，2020)及「公共工程施工品質管理作業要點」(行政院公共工程委員會，2023)。

小型規模工程，得依契約規定及工程性質，縮減其品質計畫內容。~~中型規模工程，~~品質計畫內容至少應包括品質管理標準、自主檢查表、材料及施工檢驗程序及文件紀錄管理系統等項目。品質管制計畫報告書至少應包括：一般工程概要、使用之材料與施工方法、試驗與檢查部位(陳正誠等人，2002)。

分項品質計畫之內容，除機關及監造單位另有規定外，應包括施工要領、品質管理標準、材料及施工檢驗程序、自主檢查表等項目。

本章中「品質管理」一詞簡稱為「品管」。

8.3 品管組織

8.3.1 品質計畫中應明列品管單位之組織架構、人員資格、人數與工作職掌。

解說：

承造人品管組織應包括各項施工管理單位及獨立之品質管制單位，直接向承造人之工地最高主管負責。品管人員應為專任，且施工時應在工地執行職務。

8.3.2 品管有關之檢驗及試驗作業應由認可之試驗單位辦理，且須經監造人核可。

解說：

試驗作業包括工程材料、半成品及成品之試驗與施工機具之校驗等。承造人無認可之試驗單位自行辦理者，得委託具該作業能力之認可單位代辦，惟均須經監造人核可。

8.4 品管標準

8.4.1 承造人應依合約規定及工程特性，訂定品管標準。

解說：

承造人應依工程設計圖說之規定訂定品管標準，通常須酌加安全餘裕，以防施工誤差太大造成不合格。

8.4.2 各主要作業項目應分別繪製品質管制流程圖表，並標示檢驗之管制點。

解說：

施工流程圖或程序表可供明瞭施工步驟，並顯示品質管制重點。

承造人須依工程特性調整品質管制重點。一般 SRC 工程之檢驗重點如下：

1. 機具檢查(如規格、效能、備份等)。

2. 量具校驗(如鋼捲尺、經緯儀、水準儀、扭力板手等)。
3. 進料檢驗(如結構用鋼板及型鋼材料驗證以及銲接材料、高強度螺栓螺帽墊片等各種材料之型號、外觀、尺度、機械性能、化學成分等)(陳正誠等人，2002)。
4. 各種施工作業之事先確認(如與設計圖說及施工圖比對確認等)。
5. 放樣校核(如位置、尺度、高程等)。
6. 構件檢驗(如尺度、外觀、鑽孔或開孔位置及大小等)。
7. 鋼板接合面前處理(如除銹、除漆、研磨、打毛等)。
8. 栓接檢驗(如高強度螺栓之扭力、摩擦係數檢驗等)。
9. 銲接檢驗(如試銲、破壞檢驗及非破壞檢驗等)。
10. 組件檢驗(如尺度、垂直度、水平度、試裝等)。
11. 鋼筋檢驗(如長度、彎鉤、間距、錨定、續接等)。
12. 模板檢驗(如尺度、支撐、密合、清理等)。
13. 混凝土檢驗(如配比、工作度、強度、澆置、搗實、養護、外觀、等)。
14. 灌漿孔及混凝土填充箱型柱緊結器之施作確認(陳正誠等人，2002)。
15. 鋼骨與鋼筋之配置及混凝土澆置之施工性檢討之確認(陳正誠等人，2002)。

~~14~~16. 合約規定之其他管制要求。

8.4.3 品管人員工作重點如下：

1. 依據工程契約、設計圖說、規範、相關技術法規訂定品質計畫，據以實施。
2. 執行內部品質稽核，如稽核自主檢查表之檢查項目、檢查結果是否詳實記錄等。
3. 品管統計分析、矯正與預防措施之提出及追蹤改善。
4. 品質文件、紀錄之管理。
5. 其他提升工程品質事宜

8.4.4 品管標準應詳列工程各階段之管制項目、規範合格標準、施工管制標準、檢驗時機、抽樣方法、抽樣頻率、檢驗方法、不合標準時之處置方法等，作為執行品質管制之依據。

8.5 品管作業程序

承造人應依合約規定及工程特性，訂定品管標準。承造人應就各工程項目擬訂品管標準作業程序，且至少包括以下內容：

1. 品管作業流程。
2. 隨機抽樣方法。
3. 樣品及檢驗編號系統。
4. 相關材料規範、作業規範、檢驗方法等。
5. 統計分析方法。
6. 管制圖之繪製法。
7. 執行品管所需之其它文件或圖表。

8.6 檢驗方法及頻率

8.6.1 各種材料及施工品質之檢驗，應按本規範相關章節之規定辦理。

8.6.2 各種檢驗之頻率應依合約之規定辦理，且須符合本規範相關章節之規定。

解說：

本規範各章節所規定各種檢驗之頻率係最低標準，承造人應視實際需要增加檢驗頻率，品質越不穩定者越需較高之檢驗頻率。

8.7 儀器、設備之檢驗及校正

各項儀器、設備之檢驗應依規定期限，定期辦理校正作業。

解說：

各項儀器、設備之檢驗校正標識應黏貼於儀器外表，以供查驗。

8.8 品管資料之統計分析

8.8.1 品管資料應定期統計分析，以評估品質之變異。

8.8.2 品質管制資料若有不符合管制標準之情況，應通知相關單位、研判原因及採取改善措施，改善結果亦須列入紀錄。

解說：

施工品管有許多不同統計工具，其中以品質管制圖及直方圖較簡易且具效果。

8.9 品管檔案之管理

8.9.1 承造人應將品管計畫書、設備、儀器校正報告、檢驗報告、統計分析結果、改善措施等文件妥為分類建檔保存。

8.9.2 施工期間，監造人得隨時查閱或要求施工單位提報各項品管檔案。

8.9.3 工程驗收後，品管資料保存期限應依合約規定處理。

解說：

施工品管必須重視各項文件資料之保存，以供追蹤、分析及研究之用。

第九章 品質檢驗及驗收

9.1 一般規定

本章所規定之品質檢驗及驗收~~，~~係指監造人~~按照~~依合約及工程圖說之規定~~，~~施行品質檢驗及驗收。

9.2 品質檢驗

9.2.1 品質檢驗計畫應依合約及本規範之相關章節之規定擬定，並至少包括以下項目：

1. 品管人員組織。
2. 檢驗項目。
3. 檢驗作業程序。
4. 檢驗批量及樣本數。
5. 抽樣方法。
6. 檢驗方法。
7. 分析方法。
8. 合格基準。

解說：

品質檢驗計畫各項目說明如下：

1. 檢驗項目：如混凝土之抗壓強度檢驗、鋼骨之銲道檢驗等。
2. 檢驗批量及樣本數：「檢驗批量」為將檢驗對象歸納成一批之量，若檢驗合格，該批全批予以驗收，否則全批視為不合格。檢驗批量應盡可能選擇品質相近者，例如應將同一鋼廠供應之同一爐號之鋼板作為一檢驗批量。
3. 抽樣方法：可分主觀選樣與隨機抽樣兩種，通常應盡量採用隨機抽樣，特殊狀況(如品質有疑慮、或已發現瑕疵)則宜採主觀選樣。例如：新拌混凝

土採隨機抽樣，但結構體混凝土之鑽心取樣，應由監造人會同結構設計人選擇具代表性又安全之部位鑽取。

4. 檢驗方法：不同檢驗方法會獲得不同結果，相互間也常無法換算，故各種檢驗應採用標準方法，若無標準方法可遵循，應盡量採合理公認之方法，同一工程之檢驗方法宜前後一致，使檢驗結果具連續性。

5. 分析方法：檢驗結果如何分析計算應事先確定，分析法應配合檢驗方法採適當之計數值或計量值表示法。對於少數偏離值是否剔除及如何剔除均應規定。偏離值之剔除法可參考 CNS 11771 [化學分析及物理試驗許可差總則]之附錄 4[共同實驗中之異常值處理法]，或 ASTM E178 [異常觀測值之處理實務]加以規定。

6. 合格基準：檢驗分析結果之合格基準應事先規定，避免事後爭議，並事先擬妥不合格時之處理原則。發生不合格情形時，通常包括再進一步辦理抽驗確認(增加樣本數或採更準確之檢測法等)、安全評估、修復或補強措施、拆除重作等措施。

9.2.2 承造人執行品質管制所作之檢驗，若經監造人會同辦理者，其檢驗結果得作為品質檢驗及驗收之依據。

9.3 品質評定

各項檢驗結果應依合約之規定評定之，且符合相關規範標準。

解說：

評定方法最好採用統計方法分析，其分析步驟及評定方式依採用檢驗計畫之種類而定，其詳細內容可參見 CNS 2779-1 及 9445-1 之規定。

9.4 施工品質不符合規定之處置

9.4.1 施工品質不符合規定時承造人應進行安全影響評估並提出改善方案，經監造人核可後始可施作。

解說：

結構體安全影響評估結果應分成可接受、修復或補強、拆除重作等情況：

1. 可接受：係指施工品質雖不符合規範規定，但評估結果結構體無安全疑慮，不必進一步修復或補強。
2. 修復或補強：係指施工品質不符合規定，但評估結果顯示該結構體之現有強度雖不符合規定，但經適當修復或補強後即可接受。
3. 拆除重作：係指經評估結果結構體有安全疑慮，且不適合採修復或補強方式補救者，則該不合格部分及受其影響部分應拆除重作。

9.4.2 結構體修復或補強之內容涉及變更設計，應經設計人核可。

9.5 驗收

工程之驗收時機及內容，應依合約規定辦理。

第十章 監造計畫

10.1 一般規定

監造人應配合承造人之施工計畫與品質計畫，擬妥監造計畫。

解說：

為求檢驗周全順利，相對於承造人之品質計畫，監造人亦須擬定監造計畫。監造計畫中之品質檢驗計畫內容必須配合承造人之施工計畫與品質計畫擬訂，以便及時檢驗及採取必要措施。例如：鋼骨之銲接狀況及鋼筋之配置等，一旦被混凝土包覆即不易檢驗。

工程品質一旦發生問題，事後補救非常困難，因此監造人應依合約規定查核、監督承造人之品質管理作業。

10.2 監造計畫內容

監造計畫之內容除另有規定外，應包括下列項目：

1. 監造範圍。
2. 監造組織及權責分工。
3. 品質計畫審查作業程序。
4. 施工計畫審查作業程序。
5. 材料與設備抽驗程序及標準。
6. 施工抽查程序及標準。
7. 品質稽核。
8. 文件紀錄管理系統等。
9. 工程具機電設備者，應訂設備功能運轉測試等抽驗程序及標準。

解說：

監造計畫之擬訂建議參考「~~行政院公共工程委員會~~監造計畫暨品質計畫製作綱要」(行政院公共工程委員會，2020)。

10.3 監造單位工作重點

監造人應依合約規定監督品質管理作業，亦得要求承造人提報其品質管理資料。監造單位及其所派駐現場人員工作重點如下：

1. 訂定監造計畫，並監督、查證承造人履約。
2. 承造人之施工計畫、品質計畫、預定進度、施工圖、施工日誌、器材樣品及其他送審案件之審查。
3. 重要分包廠商及設備製造商資格之審查。
4. 訂定檢驗~~管制~~停留點，~~並於適當檢驗項目會同承造人取樣送驗。~~辦理抽查施工作業及抽驗材料設備，並於抽查(驗)紀錄表簽認。
5. 抽查~~施工作業及抽驗材料設備，並填具抽查(驗)紀錄表。~~承造人放樣、施工基準測量及各項測量之成果。
6. 發現缺失時，應即通知承造人限期改善，並確認其改善成果。
7. 督導承造人執行工地安全衛生、交通維持及環境保護等工作。
8. 履約進度及履約估驗計價之審核。
9. 履約界面之協調及整合。
10. 契約變更之建議及協辦。
11. ~~10~~ 機電設備測試及試運轉之監督。
12. 審查竣工圖表、工程結算明細表及契約所載其他結算資料。
13. 驗收之協辦。
14. 協辦履約爭議之處理。
15. ~~11~~ 依規定填報監造報表。

~~12~~16. 其他工程監造事宜。 前項各款得依工程之特性及實際需要，擇項訂之。如屬委託監造者，應訂定於招標文件內。

解說：

「品質管理資料」係指各種材料、施工設備與施工作業之檢驗報表及圖表等。

參考文獻

~~[1] 內政部營建署,「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說」,民國九十三年,台北。~~

~~[2] 內政部建築研究所,「鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範與解說」,民國九十年,台北。~~

~~[3] 內政部營建署,「鋼結構極限設計法規範及解說」,民國八十七年,台北。~~

~~[4] 內政部營建署,「混凝土工程設計規範與解說」,民國九十一年,台北。~~

~~[5] 內政部營建署,「建築技術規則」,民國九十一年,台北。~~

~~[6] 陳生金,陳正誠,林文賢,「鋼骨鋼筋混凝土構材與接合之耐震細部設計準則」,內政部建築研究所專題研究成果報告,民國八十五年六月,台北。~~

~~[7] 日本建築學會 (2001),「鐵骨鐵筋混凝土構造計算規準同解說」,*AIJ SRC Code*, Architecture Institute of Japan (AIJ),東京。~~

~~[8] 日本建築學會 (1994),「鐵骨鐵筋混凝土構造配筋指針(案)同解說」,Architecture Institute of Japan (AIJ),東京。~~

中國土木水利工程學會 (2006),「混凝土工程施工規範與解說(土木 402-94)」。

中華民國鋼結構協會(2022),「鋼結構施工規範(TISC 031-2022)」,台北。

內政部 (2007),「鋼構造建築物鋼結構施工規範」,台北。

內政部 (2010),「鋼結構極限設計法規範及解說」,台北。

內政部 (2011a),「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說」,台北。

內政部 (2011b),「鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範」,台北。

內政部 (2021),「結構混凝土施工規範」,台北。

內政部 (2023),「建築技術規則」,台北。

內政部 (2024),「建築物混凝土結構設計規範」,台北。

日本建築學會 (2005),「鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説」,Architecture Institute of Japan (AIJ),東京。

日本建築學會 (2014),「鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力

度設計と保有水平耐力－」，AIJ-SRC Code, Architecture Institute of Japan (AIJ)，東京。

行政院公共工程委員會 (2018)，「公共工程施工綱要規範第 03315 章」，台北。

行政院公共工程委員會 (2020)，「監造計畫暨品質計畫製作綱要」，台北。

行政院公共工程委員會 (2023)，「公共工程施工品質管理作業要點」，台北。

何明錦、甘錫瀅、謝紹松 (2004)，「台北 101 大樓結構工程施工監造紀錄」，內政部建築研究所，台北。

周中哲、劉郁芳、周德光、黃司睿、陳蓮安 (2021)，「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範柱及接合設計之修正研擬」，內政部建築研究所。

周中哲、劉郁芳、周德光、趙品鈞 (2022)，「包覆填充型鋼骨鋼筋混凝土柱與梁主筋以續接器接合之接頭耐震試驗」，內政部建築研究所。

周中哲、劉郁芳、莊勝智、陳奕勳 (2023)，「鋼骨鋼筋混凝土構造柱內連續板經濟化參數之試驗研究」，內政部建築研究所，台北。

林克強、莊勝智、林志翰、李昭賢、林德宏 (2017)，「鋼構造梁柱抗彎接合設計手冊與參考圖」，國家地震工程研究中心技術報告，NCREE-2017-003，台北。

陳正誠、吳品達、許瑜麟 (2016)，「包覆填充型箱型柱接力式繫筋橫向鋼筋配置對撓曲行為之影響」，內政部建築研究所，台北。

陳正誠、周佳希、吳品達 (2014)，「包覆填充型箱型柱橫向鋼筋配置方式之軸向強度與韌性」，內政部建築研究所，台北。

陳正誠、陳生金、馬道奇、鍾偉舜、徐敏晃 (2002)，「鋼骨鋼筋混凝土建築結構施工實務手冊之研究」，內政部建築研究所，台北。

陳生金、陳正誠、林文賢 (1996)，「鋼骨鋼筋混凝土構材與接合之耐震細部設計準則」，內政部建築研究所專題研究成果報告，台北。

經濟部標準檢驗局 (2020)，CNS 2779-1「計數值檢驗抽樣程序－第 1 部：依允收品質界限(AQL)檢索之逐批檢驗抽樣方案」，台北。

經濟部標準檢驗局 (2020)，CNS 9445-1「計量值檢驗抽樣程序－第 1 部：單一品

質特性與單一允收品質界限(AQL)逐批檢驗依 AQL 檢索之單次抽樣計畫」，台北。

AISC (2022), Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications, ANSI/AISC 358-22, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL.

AISC (2022), Seismic Provisions for Structural Steel Buildings, ANSI/AISC 341-22, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL.

AWS (2018), Structural Welding Code—Steel Reinforcing Bars, AWS D1.4/D1.4M:2018, American Welding Society, Miami, FL.

AWS (2020), Structural Welding Code—Steel, AWS D1.1/D1.1M:2020, American Welding Society, Miami, FL.

AWS (2021), Structural Welding Code—Seismic Supplement, AWS D1.8/D1.8M:2021, American Welding Society, Miami, FL.

Lee, T.K., Chen, C.C., Hwa, K. and Pan, A.D.E., (2014). “Performance of large reinforced concrete columns under axial compression loads.” Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Structures and Buildings, 167(5): 300–311.

Lee, T.K., Chen, C.C., Pan, A.D.E., Hsiue, K.Y., Tsai, W.M. and Hwa, K., (2013). “Experimental evaluation of large circular RC columns under pure compression.” Structural Concrete, 14(1): 60–68.

Liu, Y.F., Chou, C.C., Chao, P.C., Chen, Y.S., Chow, T.K. and Jhuang, S.J., (2024). “Cyclic Tests of Subassemblage Connections for SRC or RC Beam to a Concrete-Filled Steel Box Column.” 18th World Conference on Earthquake Engineering, 18WCEE, Milan, Italy.

附錄二 鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說修正草案

第一章 通則

1.1 適用範圍

本規範適用於以鋼骨鋼筋混凝土建造之建築結構設計。本規範未規定事項應按內政部所定之相關規定辦理。

解說：

本規範之適用範圍是以鋼骨鋼筋混凝土(Steel Reinforced Concrete，簡稱SRC)為主所建造的一般建築物。有關橋樑或其它特殊構造之設計，請另行參考其它相關設計規定。

我國的鋼構造(S)與鋼筋混凝土構造(RC)設計規範主要是參考 AISC (American Institute of Steel Construction)與 ACI (American Concrete Institute)規範而訂定，因此國內 SRC 設計規範亦朝向結合 AISC 與 ACI 規範的方向進行。目的在使我國的 S、RC 及 SRC 三種設計規範能夠互相配合，並具有一貫性。一個經過適當設計的 SRC 構造，可以有效發揮鋼骨與 RC 的優點，並能互相彌補缺點，達到安全與經濟的目標。本規範主要是針對 SRC 構造，關於一般鋼構造或 RC 構造之設計，設計~~者~~人應依內政部所定之相關規定辦理：

(1) 鋼構造：應依「鋼結構極限設計法規範及解說」辦理[1]。

(2) 鋼筋混凝土構造：應依「~~混凝土結構設計規範~~建築物混凝土結構設計規範」辦理[2]。

另外，有關國內常使用於建築物的鋼骨混凝土(Steel Concrete， 簡稱 SC)構造之設計，此種構造的混凝土包覆部份主要係提供鋼骨的防火保護以及增加構件的勁度，由於此類構造在設計時混凝土包覆部份之配筋，通常未能完全符合「建築物混凝土結構設計規範」[2]的規定，故建議強度計算不予考慮外覆

的鋼筋混凝土，惟計算建築物的週期時仍應考慮內灌及外覆混凝土部分對構件勁度之貢獻。

1.2 設計基本要求

1.1.1 極限狀態

鋼骨鋼筋混凝土構造之設計應考慮以下兩種極限狀態：

1. 強度極限狀態：包含降伏、挫屈、傾倒、疲勞或斷裂等極限狀態。
2. 使用性極限狀態：包含撓度、側向位移、振動或其他影響正常使用功能之極限狀態。

解說：

進行結構設計時，不僅要考慮強度極限狀態(Strength Limit State)之因素，亦應考量到使用性極限狀態(Serviceability Limit State)之影響。一個成功的結構設計，除了要達到安全無虞的目標之外，更應該使結構物能夠發揮正常的使用功能。因此諸如撓度變形、側向位移或振動等現象均應予適當之考慮，以免影響建築物的正常運作。

1.1.2 結構分析

鋼骨鋼筋混凝土構造之結構分析應符合以下之要求：

1. 結構分析應以公認合理之方法為之，以求得鋼骨鋼筋混凝土構造各部位在組合載重作用下所受之載重效應。
2. 結構分析所採用之載重與外力之組合應符合第二章及第九章之相關規定。

1.1.3 設計強度

鋼骨鋼筋混凝土構材及接合之設計強度必須大於或等於由因數化載重組合所計得之設計載重效應，即

$$\phi R_n \geq \Sigma \gamma_i Q_i \qquad (1.2\text{-}1)$$

其中：ϕR_n = 設計強度

$\Sigma \gamma_i Q_i$ = 設計載重效應(需要強度)

ϕ = 強度折減係數，依本規範相關章節之規定決定之

R_n = 標稱強度，依本規範相關章節之規定決定之

γ_i = 載重放大係數，依本規範相關章節之規定決定之

Q_i = 載重效應，指組合載重所引致之軸力、剪力、彎矩或扭力等

解說：

結構物從設計、施工至使用過程中常有許多之不確定因素，例如：結構分析之假設與載重預估之不準確性、材料強度及施工之變異性等。

早期的設計理念主要係單方面以折減材料強度作為安全係數，稱為容許應力設計法(Allowable Stress Design, ASD)。後來的設計法傾向以可靠度分析為基礎之極限強度設計法(Ultimate Strength Design, USD)或載重與抗力係數法(Load and Resistance Factor Design, LRFD)。此法係以機率模式將材料強度與載重變異性當作決定強度折減係數ϕ與載重放大係數γ的依據，使結構物的安全性更趨合理。如(1.2-1)式所示ϕ及γ係以可靠度方法決定之。此法的基本要求是使結構物的設計強度(Design Strength,即ϕR_n)大於或至少等於其需要之強度(Required Strength, 即$\Sigma \gamma_i Q_i$)。

本規範採用極限強度設計法，其基本原則之一是要能與國內現行的鋼構

造與 RC 構造設計規範互相配合，以免產生不相容或矛盾的情形。因此，國內工程師們在研讀 SRC 構造設計規範時會覺得自然易懂。

1.3 耐震設計

鋼骨鋼筋混凝土構造之耐震設計應滿足以下之要求：

1. 鋼骨鋼筋混凝土構造之設計~~者~~人應審慎規劃適當的結構系統，並考慮結構立面與平面配置之抗震能力，以期達到耐震設計之目標。
2. 有關設計地震力之大小應符合內政部所定之「建築物耐震設計規範及解說」之要求。
3. 鋼骨鋼筋混凝土構造之耐震設計，除了應滿足一般設計規定之外，應再符合第九章「耐震設計」之相關規定。

解說：

台灣地區位於環太平洋地震帶，應注意加強結構之耐震能力。一般而言，在中小型地震發生時，應能夠使建築物不造成任何損壞，以維持正常使用功能。不過在大地震發生時，若限制建築物仍須保持彈性，將造成不經濟的設計結果。因此，基於安全與經濟之雙重考量，在大地震發生時將容許結構物產生塑性變形，但重點在於結構物必須具備適當的韌性容量，以避免建築物崩塌而造成嚴重的人員傷亡。

有關設計地震力之大小，應符合內政部所定「建築物耐震設計規範及解說」之要求[3]。惟前開規定將來有調整時，應從其規定。

1.4 材料

鋼骨鋼筋混凝土構造使用之材料應符合以下之要求：

1. 鋼結構之材料：應符合內政部所定之「鋼結構極限設計法規範及解說」之相關規定。
2. 鋼筋混凝土材料：應符合內政部所定之「~~混凝土結構設計規範~~建築物混凝土結構設計規範」之相關規定。
3. 鋼骨鋼筋混凝土構造所使用之材料包括鋼板、型鋼、鋼筋、水泥、螺栓、銲材、剪力釘等均應符合國家標準。無國家標準適用之材料應依相關之國家檢驗測試標準或中央主管建築機關認可之國際通行檢驗規則檢驗，確認符合其原標示之標準，且證明達到設計規範之設計標準者。
4. 鋼骨鋼筋混凝土構造使用之材料若由國外進口者，應具備原製造廠家之品質證明書，並經公立檢驗機關依國家標準，或國際通行檢驗規則檢驗合格，證明符合設計規範之設計標準。

1.5 設計與施工之配合

鋼骨鋼筋混凝土構造設計時，應考慮配合相關施工規範之要求，如施工規範有不足時，應在工程合約內另訂條文規定之。

解說：

為確保構造品質，進行設計時應詳細考慮施工可行性。SRC 構造之施工應依照內政部所定之「鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範」辦理[5]。

1.6 製圖要求

1.6.1 結構設計圖

結構設計圖應依照結構計算書之結果繪製，包含下列各項：

1. 建築物全部構造設計之平面圖、立面圖及必要之詳圖。平面圖應註明方位及與建築線之位置，圖上應註明使用之尺寸單位。
2. 構材之尺寸及鋼骨與鋼筋之配置詳圖。
3. 構材中之鋼骨斷面尺寸、主筋與箍筋之尺寸、數目、間距、錨定、彎鉤之詳圖與鋼筋續接之規定。
4. 接合部詳圖，包括梁柱接頭、構材續接處、基腳及斷面轉換處。
5. 一般規定事項：
   (1) 設計所採用之設計規範、版本與設計載重。
   (2) 鋼骨、鋼筋、混凝土、銲材、螺栓等之規格及強度。
   (3) 以高強度螺栓接合之接頭應註明摩阻型接合或承壓型接合。
   (4) 直接承壓之柱與底板及加勁板之承壓面，必要時應加註需要加工之程度。
   (5) 加勁材或斜撐應註明繪製施工圖所需之資料。

1.6.2 施工詳圖

鋼骨鋼筋混凝土構造施工前，承造~~者~~人應依據設計圖說，事先繪製施工詳圖。施工詳圖應求明細周全，使依圖施工無疑義。有關鋼骨製作、安裝、鋼筋排置、模板組立、梁柱接頭、補強筋、臨時支撐及其它配件之安裝等均應繪製施工詳圖。

解說：

本節要求施工詳圖應明細周全以使依圖施工無疑義，其主要目的在於確

保 SRC 構造從設計到施工的落實，以避免因施工不確實而失去設計之原意。有關繪製施工詳圖所需之經費應於工程合約中明定之。

1.6.3 製圖符號

1. 結構設計圖之繪畫圖線應依中國國家標準 CNS 3 工程製圖之一般準則辦理。
2. 構材符號

   (B)代表梁，(C)代表柱，(F)代表基腳，(G)代表大梁，(J)代表格柵，(P)代表桁條，(UU)代表上弦構材，(LL)代表下弦構材，(UL)代表腹構材，(S)代表樓~~版~~板，(W)代表牆壁。
3. 鋼材符號

   (L)代表角鋼，(C)代表槽鋼，(W 或 H)代表寬翼 I 型鋼，(S 或 I)代表標準 I 型鋼，(WT 或 HT)代表寬翼 T 型鋼，(ST 或 IT)代表標準 T 型鋼，(Z)代表 Z 型鋼，(PL)代表鋼板，(中)代表方棒鋼，(ϕ)代表圓棒鋼，(TS)代表筒鋼，(PP)代表鋼管，(HC)代表空腹鋼，(□)代表銲接箱型斷面，(BH)代表銲接寬翼 I 型鋼，(RH)代表熱軋寬翼 I 型鋼。
4. 銲接符號

   銲接符號及標註符號方法應依中國國家標準 CNS 3-6 工程製圖之銲接符號之規定辦理。

1.7 單位

本規範採用公制之單位，長度採用公釐(mm)、公分(cm)或公尺(m)，重量採用公斤(kg)或公噸(t)，力量採用公斤(kgf)或公噸(tf)。

第二章 載重

2.1 適用範圍

本章適用於一般鋼骨鋼筋混凝土構造設計之載重大小及載重組合。鋼骨鋼筋混凝土構造之耐震設計除依本章之規定外，亦應符合第九章「耐震設計」之相關要求。

解說：

進行結構設計時，合理估計結構物承受的載重是一件重要的工作。本章有關各種載重大小之規定主要依據以下兩項原則訂定：

(1) 政府已頒佈之規定，如內政部所定之「建築技術規則」[6]。

(2) 政府尚未頒佈但已由國內外具公信力之學術研究機構或相關團體完成具體研究者，原則上可參考其成果。

2.2 靜載重與活載重

靜載重為建築物本身各部分之重量及固定於建築物構造上各物之重量。垂直載重中不屬於靜載重者均為活載重，活載重應考慮建築物施工及使用中可能發生之情況。

靜載重與活載重之大小應符合建築技術規則建築構造編第一章之載重相關規定。

2.3 地震力

鋼骨鋼筋混凝土構造應依其重要性、震區、地質狀況、結構系統等因素考慮設計地震力。地震力之大小應符合內政部所定之「建築物耐震設計規範及解說」之相關規定。

解說：

SRC 構造設計採用之設計地震力應符合內政部所定之「建築物耐震設計規範及解說」[3]之要求。惟前開規定將來有調整時，應從其規定。

2.4 風力

鋼骨鋼筋混凝土構造應具有足夠強度與穩定性以抵禦施工中及完工後所受之風力載重。風力載重之大小應符合建築技術規則建築構造編第一章之載重相關規定。

解說：

有關國內建築物所能承受之風力載重，應符合內政部所定之「建築物耐風設計規範及解說」[7]之要求。惟前開規定將來有調整時，應從其規定。

2.5 載重係數與載重組合

鋼骨鋼筋混凝土構造所需提供之強度須依因數化載重組合後之臨界狀況決定之。臨界狀況之決定須檢核下列之載重組合：

(1) 1.4(D+F) (2.5-1)

(2) 1.2(D+F+T)+1.6(L+H)+0.5(L_r 或 S 或 R) (2.5-2)

(3) 1.2D+1.6(Lr 或 S 或 R)+(1.0L 或 0.8W) (2.5-3)

(4) 1.2D+1.0L+1.6W+0.5(L_r 或 S 或 R) (2.5-4)

(5) 1.2D+1.0E+1.0L+0.2S (2.5-5)

(6) 0.9D+1.6W+1.6H (2.5-6)

(7) 0.9D+1.0E+1.6H (2.5-7)

其中：D = 靜載重

L = 活載重

F = 液體力，因液體之重量與壓力所造成之載重

T = 溫度、潛變、乾縮與不均勻沉陷等力所造成之效應

H = 土壤力，因土壤、土壤中水的重量與壓力所造成之載重

L_r = 屋頂活載重

S = 雪載重

R = 雨載重

W = 風力

E = 地震力，依內政部所定「建築物耐震設計規範及解說」之規定，惟其中起始地震力降伏放大係數 α_y 之值取為 1.0。

例外：公式(2.5-3)、(2.5-4)與(2.5-5)中，若結構物之用途非為車庫、公眾集會場所或活載重大於 0.5 t/m^2 時，L 之載重係數可取為 0.5。

解說：

在極限強度設計法(USD)中，結構物的安全度主要受到載重放大係數(γ)與

構材強度折減係數(ϕ)兩者之影響。載重係數及載重組合方式的決定應考慮到載重的不確定性、超載之可能性及不同形式載重同時發生之或然率等因素。在載重係數與載重組合方面，由於國內尚缺乏此方面較深入詳細之調查資料，而美國方面在曾進行大規模之研究調查，故本規範乃建議目前暫時採用 2002 年 ASCE (American Society of Civil Engineers)所發佈的 ASCE-7-02 “Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures” [49]作為載重係數與載重組合之主要依據，待將來國內有新的本土研究成果時，再依其建議修正之。

2.6 載重係數與強度折減係數之配合

鋼骨鋼筋混凝土構造因同時涉及鋼骨構材與鋼骨鋼筋混凝土構材之設計，有關載重係數與強度折減係數之使用與配合，應依本規範相關章節之規定辦理。

解說：

本規範採用 ASCE-7-02 [49]的建議作為載重係數與組合之主要依據。基本上，此一規定與內政部所定之「鋼結構極限設計法規範及解說」[1]中的規定大致相同。不過，此一規定與國內工程師多年來熟悉的 1999 年版或更早期的 ACI-318 鋼筋混凝土設計規範中所採用的載重係數有明顯差異。例如，對於靜載重與活載重組合所採用之載重係數大小，鋼結構極限設計法規範中採用 1.2D 與 1.6L，但是 ACI-318-99 規範則採用 1.4D 與 1.7L，亦即這兩種規範所採用的載重係數並不一致。

由於 ASCE-7-02 的載重係數與載重組合逐漸獲得認同，因此在 2005 年出版的 ACI-318-05 規範 “Building Code Requirements for Structural Concrete” [50] 已經在其第九章中採用 ASCE-7-02 的載重係數與組合，並同時調整所應該相對採用的強度折減係數。

ACI-318-05 規範與 ACI-318-99 規範在載重係數與組合的使用上有明顯不

同，本規範對於 SRC 構造中的 RC 部分所採用的強度折減係數，如表 C2.6.1 所示，即是依照 ACI-318-05 規範第九章中之規定。

表 C2.6.1 RC 部分之載重係數與強度折減係數之配合

折減係數 / 載重係數	撓曲 ϕ_b	剪力 ϕ_v	壓力 ϕ_c	
			橫箍筋	螺箍筋
ACI-318-99 (舊)	0.9	0.85	0.7	0.75
ACI-318-05 (新)	0.9	0.75	0.65	0.7

2.7 衝擊載重

鋼骨鋼筋混凝土構造承受活載重並有衝擊作用時，除另行實際測定者按實計算外，設計時所使用之活載重須予增加，其增加量應符合建築技術規則建築構造編第一章之相關規定。

解說：

快速移動之活載重通常會對結構物產生瞬間之衝擊效應，設計時須加以妥當考慮。例如當有吊車存在時，吊車梁將承受此類動態載重，而其考慮應以總體移動重量計之。此外，對於特殊之衝擊振動則須另予考慮，以免造成結構破壞或機械運轉產生困難，而此類特殊衝擊振動設計並不在本規範所包含範圍內，需要時應參考其它相關設計標準。

2.8 施工及其它載重

鋼骨鋼筋混凝土構造設計時應考慮可預期之施工載重，並將所考慮之施工載重大小註明於設計圖說上。唯因各種特殊施工機具或工法所須之不同施工載重應由承造~~廠商~~人計算並詳附於施工計畫中，並經結構設計~~者~~人審核簽認方得施工。

其它載重如屋頂積水、溫度變化、潛變、乾縮、水壓力、土壤側壓力、不均勻沈陷等之效應對結構有顯著之影響時，應於結構設計時予以適當之考慮。

解說：

因實際承包商所採用之各種工法及機具各有不同，於結構設計時無法全部計入，故僅要求結構設計~~者~~人將其所考慮之施工載重註明於設計圖說上，施工時因採用之工法、機具不同而影響其施工載重，應於施工時再予檢討。

第三章 一般規定

3.1 配筋基本原則

1. 鋼骨鋼筋混凝土構造之配筋，至少應考慮下列各項因素：
   (1) 力學上之特性；
   (2) 混凝土之填充性；
   (3) 鋼骨及鋼筋之接合及配筋之順序；
   (4) 結構體之耐久性及耐火性。
2. 鋼骨鋼筋混凝土構材之主筋配置，應考慮梁與柱接頭處主筋之連續性與施工性等問題。
3. 鋼骨鋼筋混凝土構材之配筋應能提供混凝土適當之圍束。鋼骨鋼筋混凝土構材在可能發生塑性變形之區域其配筋須使其能發揮適當之塑性變形能力。
4. 鋼骨鋼筋混凝土構材之鋼筋與鋼骨之間應保持適當之間距，以利混凝土之澆置及發揮鋼筋之握裹力。
5. 鋼骨鋼筋混凝土構材之主筋與箍筋配置應符合本規範第 4.3、4.4 與 4.5 節之相關規定。
6. 鋼骨鋼筋混凝土構材之鋼骨與鋼筋應有適當之混凝土保護層，並應符合本規範第 4.6 節之規定。
7. 鋼骨鋼筋混凝土構材在鋼骨斷面上設置鋼筋貫穿孔時應不妨害鋼骨抵抗外力與變形之能力，且應符合本規範第 4.2.4 節之規定。

解說：

SRC 構造因同時有鋼骨與 RC 存在，若完全依照一般鋼構造或 RC 構造來設計，將可能導致部分地方無法施工或達不到預期之設計目標。例如在 SRC 構造中若考慮到鋼骨周圍之主筋、箍筋等因素，則鋼骨之混凝土保護層常須達 100 mm 以上[10]。在 SRC 梁柱接頭處，鋼骨的存在使得鋼筋的配置更形複雜，

而鋼骨之存在也衍生出混凝土填充性等問題。有關 SRC 梁與柱斷面之配筋細則，本規範在 4.3、4.4、4.5 與 4.6 節中有詳細之規定，設計~~者~~人應予注意，避免設計出不合理或難以施工的斷面。

3.2 施工可行性

鋼骨鋼筋混凝土構造之設計除考慮強度、勁度與韌性之需求外，並應檢討施工之可行性。在決定鋼骨鋼筋混凝土構造中鋼骨與鋼筋之關係位置時，應依本規範相關構造細則之規定於構造中較複雜之處檢核鋼筋配置及混凝土施工之可行性。

解說：

為確保 SRC 構造之施工可行性，設計~~者~~人應針對構材續接處、梁柱接頭等較複雜處繪製詳圖，以檢核鋼筋配置及混凝土澆置是否有困難。

3.3 施工應力

施工應力若由鋼骨單獨承受時，施工期間中之載重及外力應依實際情況確認結構體之安全性，包含強度、穩定性等。施工過程中所產生之應力及變形均應加以適當考慮。

解說：

為確保 SRC 構造於施工期間之安全性，設計~~者~~人應詳細考慮施工過程中及混凝土硬化前結構的強度及穩定性是否足夠，以避免發生意外。

3.4 鋼骨斷面之寬厚比

1. 鋼骨鋼筋混凝土構造中，未受混凝土包覆之鋼構材，其斷面肢材寬厚比應依內政部所定之「鋼結構極限設計法規範及解說」之相關規定設計。

2. 鋼骨鋼筋混凝土構造中，受鋼筋混凝土完全包覆之鋼構材且符合第 4.3、4.4、4.5 與 4.6 節之相關規定者，其鋼骨斷面肢材之寬厚比不得大於表 3.4-1 與 3.4-2 所列之值。填充型或包覆填充型鋼管混凝土柱之鋼管斷面肢材寬厚比或徑厚比不得大於表 3.4-3 所列之值。上述表中之λ_{pd}與λ_p分別表示耐震設計與結實斷面之鋼骨斷面肢材寬厚比之上限，上述表 3.4-2 及表 3.4-3 中之λ_p、λ_{hd}分別表示結實斷面與高韌性構件之鋼骨斷面肢材寬厚比之上限，其中 F_{ys} 為鋼骨之規定降伏應力，E_s 為鋼骨之彈性模數，單位均為 tf/cm^2。

表 3.4-1 鋼骨鋼筋混凝土梁之鋼骨斷面肢材寬厚比限制

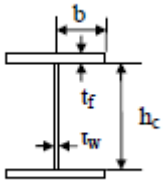
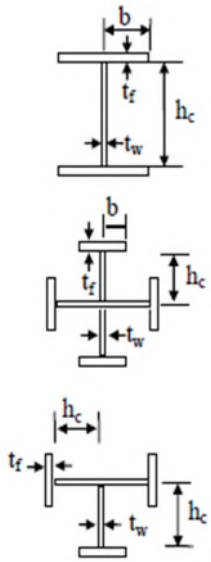
梁斷面肢材寬厚		鋼材種類	λ_{pd}	λ_p
	b/t_f	SS490、SM490 與 SN490 級 (A572 Gr.50)	$21/\sqrt{F_{ys}}$	20
		SS400、SM400 與 SN400 級 (A36)	$21/\sqrt{F_{ys}}$	23
	h_c/t_w	SS490、SM490 與 SN490 級 (A572 Gr.50)	$138/\sqrt{F_{ys}}$	91
		SS400、SM400 與 SN400 級 (A36)	$138/\sqrt{F_{ys}}$	107

表 3.4-2 鋼骨鋼筋混凝土柱之鋼骨斷面肢材寬厚比限制

~~柱斷面肢材寬厚~~		~~鋼材種類~~	~~λ_{pd}~~	~~λ_p~~
	~~b/t_f~~	~~SS490、SM490 與 SN490 級 (A572 Gr.50)~~	~~$21/\sqrt{F_{ys}}$~~	~~20~~
		~~SS400、SM400 與 SN400 級 (A36)~~	~~$21/\sqrt{F_{ys}}$~~	~~23~~
	~~h_c/t_w~~	~~SS490、SM490 與 SN490 級 (A572 Gr.50)~~	~~$123/\sqrt{F_{ys}}$~~	~~81~~
		~~SS400、SM400 與 SN400 級 (A36)~~	~~$123/\sqrt{F_{ys}}$~~	~~96~~

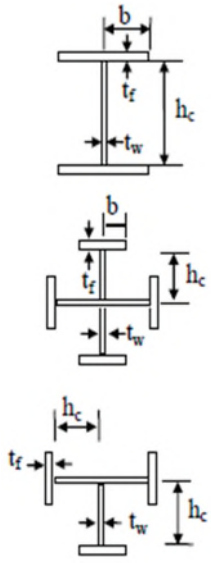
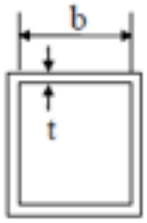
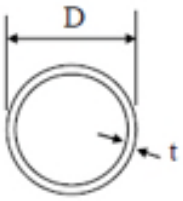
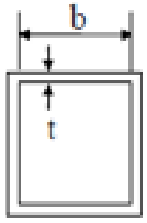
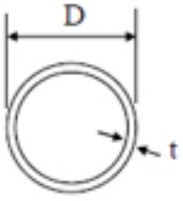
柱斷面肢材寬厚		鋼材種類	λ_{hd}	λ_p
	b/t_f	SM570 級 (A572 Gr.60)	$0.46\sqrt{E_s / R_y F_{ys}}$	$0.74\sqrt{E_s / R_y F_{ys}}$
		SS490、SM490 與 SN490 級 (A572 Gr.50)		
		SS400、SM400 與 SN400 級 (A36)		
	h_c/t_w	SM570 級 (A572 Gr.60)	$1.86\sqrt{E_s / R_y F_{ys}}$	$3.02\sqrt{E_s / R_y F_{ys}}$
		SS490、SM490 與 SN490 級 (A572 Gr.50)		
		SS400、SM400 與 SN400 級 (A36)		

表 3.4-3 填充型鋼管混凝土柱之鋼骨斷面肢材寬厚比限制

~~柱斷面肢材寬厚~~		~~鋼材種類~~	~~λ_{pd}~~	~~λ_p~~
	~~b/t~~	~~SS490、SM490 與 SN490 級 (A572 Gr.50)~~	~~$\sqrt{3E_s / F_{ys}}$~~	~~61~~
		~~SS400、SM400 與 SN400 級 (A36)~~	~~$\sqrt{3E_s / F_{ys}}$~~	~~72~~
	~~D/t~~	~~SS490、SM490 與 SN490 級 (A572 Gr.50)~~	~~$\sqrt{8E_s / F_{ys}}$~~	~~109~~
		~~SS400、SM400 與 SN400 級 (A36)~~	~~$\sqrt{8E_s / F_{ys}}$~~	~~150~~

柱斷面肢材寬厚		鋼材種類	λ_{hd}	λ_p
	b/t	SM570 級 (A572 Gr.60)	$1.4\sqrt{E_s / R_y F_{ys}}$	$2.26\sqrt{E_s / R_y F_{ys}}$
		SS490、SM490 與 SN490 級 (A572 Gr.50)		
		SS400、SM400 與 SN400 級 (A36)		
	D/t	SM570 級 (A572 Gr.60)	$0.076(E_s / R_Y F_{ys})$	$0.15(E_s / R_Y F_{ys})$
		SS490、SM490 與 SN490 級 (A572 Gr.50)		
		SS400、SM400 與 SN400 級 (A36)		

解說：

~~SRC 構材中，由於鋼骨受到鋼筋混凝土的包覆，因此鋼骨抵抗局部挫屈能力將優於純鋼骨的情況。對於鋼骨所需的混凝土保護層厚度及斷面中的鋼筋配置，均必須符合本規範第 4.3、4.4、4.5 與 4.6 節之規定。這是因為鋼骨斷面抵抗挫屈能力之提昇，必須仰賴充份的混凝土圍束及適當的鋼筋配置。~~

~~表 3.4-1 至 3.4-3 中所列的 SRC 構材之鋼骨斷面肢材寬厚比λ_p值之限制，主要參考日本建築協會 AIJ-SRC 規範的標準[10]，因為日本在這一方面有較深入的研究與經驗。依照 AIJ-SRC 規範的規定，SRC 構材內鋼骨斷面肢材寬厚比之限制大約比在純鋼骨狀態下之值放寬 1.5 倍左右。相對於 SRC 梁而言，AIJ-SRC 規範對於 SRC 柱中的鋼骨斷面之「腹板寬厚比」有較嚴格之限制，這是因為柱腹板比梁腹板受到較大的軸壓應力作用的緣故[10]。~~

參考日本 AIJ-SRC [10]規範以及美國 AISC341-22 [87]與 AISC360-22 [88]規範，發現美國規範相較於日本規範採用較為嚴格的斷面肢材寬厚比，此外根據近年國內研究[63, 64, 71, 72]，鋼管內灌混凝土(concrete-filled tube CFT)柱即使採用 AISC341-16 [68]高韌性構件的寬厚比λ_{hd}要求，在高軸力作用下(40%P_n)，撓曲強度無法在 0.04 弧度的層間側位移角保持 90%的最大強度，因此~~進行耐震設計時~~在未有更多的研究成果前，對於可能發生塑性變形之處，鋼骨斷面肢材寬厚比應採用較嚴格的~~λ_{pd}~~λ_{hd}值，以確保斷面具有足夠的韌性變形能力~~避免發生局部挫屈的現象~~。2011 年版「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說」[82]將柱斷面肢材寬厚比之限制分為λ_{pd}與λ_p二值，此次λ_p改採 AISC360-22[88]之計算公式，λ_{pd}改以 AISC341-22 [87]之λ_{hd}計算公式取代。

另一方面，對於僅有外部受到鋼筋混凝土包覆而內部並未填充混凝土之鋼管混凝土柱，在未有進一步研究成果之前，其鋼骨斷面肢材寬厚比之上限仍以暫時採用純鋼結構之設計標準為宜。

3.5 構材之勁度

1. 鋼骨鋼筋混凝土構材之勁度應以合理之方法評估之，對於受撓曲之構材應適當考慮混凝土開裂對勁度折減之影響。
2. 鋼骨與鋼筋之彈性模數 E_s 可取為 2,100 (tf/cm^2)。
3. 混凝土之彈性模數 E_c 可依以下規定計算：

   混凝土單位體積重量在 ~~1.5 至 2.5 tf/m^3~~1440 至 2560 kgf/m^3 之間且規定抗壓強度在 ~~210~~280 至 420kgf/cm^2 範圍內時，彈性模數 E_c 可依下式計算：

   ~~$E_c = w^{1.5} \times 4{,}270 \sqrt{f_c'}$ (kgf/cm^2)~~ ~~(3.5-1)~~

   $E_c = w^{1.5} \times 0.11 \sqrt{f_c'}$ (kgf/cm^2) (3.5-1)

   其中：w = 混凝土單位體積重量~~(tf/m^3)~~ (kgf/m^3)

   f_c' = 混凝土規定抗壓強度 (kgf/cm^2)

   常重混凝土之彈性模數 E_c 可取為 ~~$15000\sqrt{f_c'}$~~ $12000\sqrt{f_c'}$ (kgf/cm^2)

解說：

相對於純鋼骨構造，由於 SRC 構材之勁度較大，有助於降低構材之變形量與減少建築物整體之側向位移，這是 SRC 構造很重要的優點。以鋼管混凝土柱為例，充填於鋼管內部的混凝土可以在不增加構材斷面積的情況下，有效提高構材之勁度與抗壓強度。

受到混凝土開裂對構材勁度折減的影響，如何合理的評估包覆型 SRC 構材之勁度是一個值得關心的問題。最近出版的 ACI 318-05 結構混凝土設計規範[50]中，對於 RC 構材的勁度評估提出深入的建議。不過，由於 SRC 構材中有鋼骨存在，其情形並非與 RC 構材完全一致，惟在尚未有進一步之研究成果之前，ACI 規範仍具參考價值。此外，當混凝土的規定抗壓強度大於 420 kgf/cm^2

時，其彈性模數應根據可信之研究結果，以公認合理之方法評估之，混凝土之彈性模數 E_c 應依「建築物混凝土結構設計規範」[2]辦理。

3.6 受壓構材之有效長度

鋼骨鋼筋混凝土柱之有效長度(KL)不得大於該柱斷面最小寬度之 30 倍，其它鋼骨鋼筋混凝土受壓構材之有效長度不得大於該構材斷面最小寬度之 50 倍。

解說：

目前美國 ACI[9]、AISC[11]或 NEHRP 設計規範[12]並未對 SRC 受壓構材之最大有效長度作出明確規定。本節之內容係參照日本 AIJ-SRC 規範第三章之規定[10]，其目的在提供設計~~者~~人一個合理的構材長細比的範圍，避免設計過於細長的構材。本節所稱之其它受壓構材係指鋼骨鋼筋混凝土構造中除了 SRC 柱以外之受壓桿件，如斜撐構材。

3.7 P–Δ效應

鋼骨鋼筋混凝土構造之設計應以合理之方法考慮 P–Δ效應之影響，設計時應注意 P–Δ效應對構材產生額外彎矩及對整體構架側向穩定性之影響。

解說：

構架同時承受垂直及水平力時，水平力所造成之水平位移對垂直力而言乃為一偏心距，而此偏心距加上垂直力的作用會對構架產生二次彎矩(Secondary Moment)，一般稱此作用為 P–Δ效應。此效應會導致每一層樓之梁、柱構材承受額外之彎矩及額外之樓層水平位移。

無側撐系統構架之水平勁度通常比含側撐系統構架低，水平位移較大，因而其 P–Δ效應也就比較顯著。惟不論構架是否含側撐系統，構架之設計皆

須將 P–Δ效應納入考慮範圍。無側撐系統剛架，其側向位移加上垂直力的作用產生 P-Δ效應，使剛架中的構材承受額外之彎矩，其中柱的部分在第八章互制公式中已加以考慮。

在考慮 P–Δ效應時，設計~~者~~人可進行二階分析(Second Order Analysis)；或以一階分析(First Order Analysis)之結果並在設計梁柱構材時採用第八章之公式來考慮彎矩放大效應之影響。

3.8 構架之穩定性

1. 含斜撐、剪力牆等側撐系統之構架

   若構架以具有足夠勁度與強度之斜撐構材、剪力牆或其他等效方法保持側向穩定，其受壓構材之有效長度係數 K 得採用 1.0，若欲採用小於 1.0 之 K 係數，其值須以合理之分析方法求得。

   含斜撐、剪力牆等側撐系統之多層構架，應以結構分析印證其具有足夠之勁度與強度以維持構架在載重作用下之側向穩定，防止構架挫屈或傾倒，且分析時應考慮水平位移之效應。

   多樓層構架中，若樓~~版~~板、抗剪力之外牆或內牆與構架適當的連結在一起且具有足夠之勁度與強度，則上述同一方向抗剪力之牆可視為共同作用之豎向側撐系統。

2. 不含斜撐、剪力牆等側撐系統之構架

   若構架不含斜撐、剪力牆等側撐系統，而主要依靠梁、柱系統保持側向穩定者，其受壓構材之有效長度係數應以合理構架分析決定之，且其值不得小於 1.0。

   不含斜撐、剪力牆等側撐系統之構架在承受載重時之分析應考慮構架穩定性及柱軸向變形之效應。

解說：

受壓構材之有效長度(KL)之觀念是用來衡量構材與整體構架之間互制關係對受壓構材強度之影響。此觀念使用有效長度係數(K)將構架內長度(L)之受壓構材轉換成等強度而長度為 KL 之簡支受壓構材。

圖 C3.8.l 所示為 6 種不同理想化邊界狀況之柱在承受軸向力下 K 係數之理論及建議值[11]。實際結構之邊界狀況比理想化邊界狀況還複雜，但為分析方便起見，可將實際邊界狀況假設成理想狀況，而其誤差則由比理論值較大之有效長度係數來補償，故大體上而言，建議值會比理論值大一些。值得注意的現象是，當柱端無相對側向位移時(如 a, b 及 c)，則其有效長度係數不大於 1；反之若柱端有相對側向位移(如 d, e 及 f)，則其有效長度係數不小於 l。

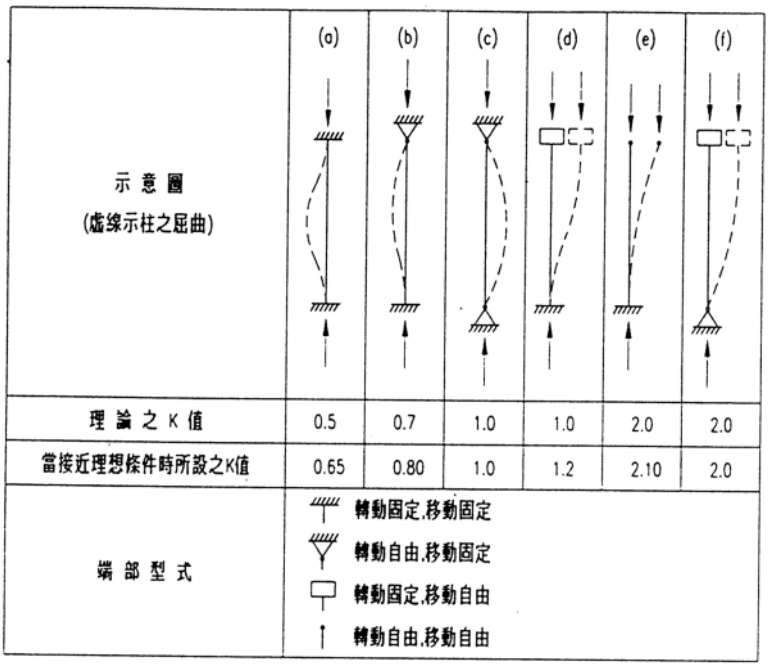


圖 C3.8.1 柱之理想化有效長度係數 K [11]

目前有數種合理的方法來估計 K 值，連線圖解法(Alignment Chart Method)為一在準確性及簡單性上較能為大部分設計者人接受之方法。設計時當構架內構材斷面假設完成時，柱之 K 值即可依圖 C3.8.2 求得，其中右圖適用於不含斜撐、剪力牆等側撐系統之構架，左圖則適用於含斜撐、剪力牆等側撐系統之構架。上述的方法雖然具有簡單易用的優點，惟應注意此二圖之建立過程乃

基於下述之假設[11]：

1. 結構之行為屬於彈性行為。
2. 所有構材皆為均勻斷面。
3. 所有梁柱接點皆為剛接。
4. 含斜撐系統剛架中梁兩端之轉角大小相等方向相反，亦即梁承受單一曲率。
5. 不含斜撐系統剛架中梁兩端之轉角大小相等方向相同，亦即梁承受正、反兩向曲率。
6. 接頭上端柱與下端柱之勁度比與柱之 I/L 成正比。
7. 所有柱之勁度係數 $L\sqrt{P/EI}$ 相等。
8. 所有的柱同時產生挫屈。

上述之假設情況與實際結構之行為並非完全一致，若實際情況與假設情況相差太大，則可能造成較大的誤差。

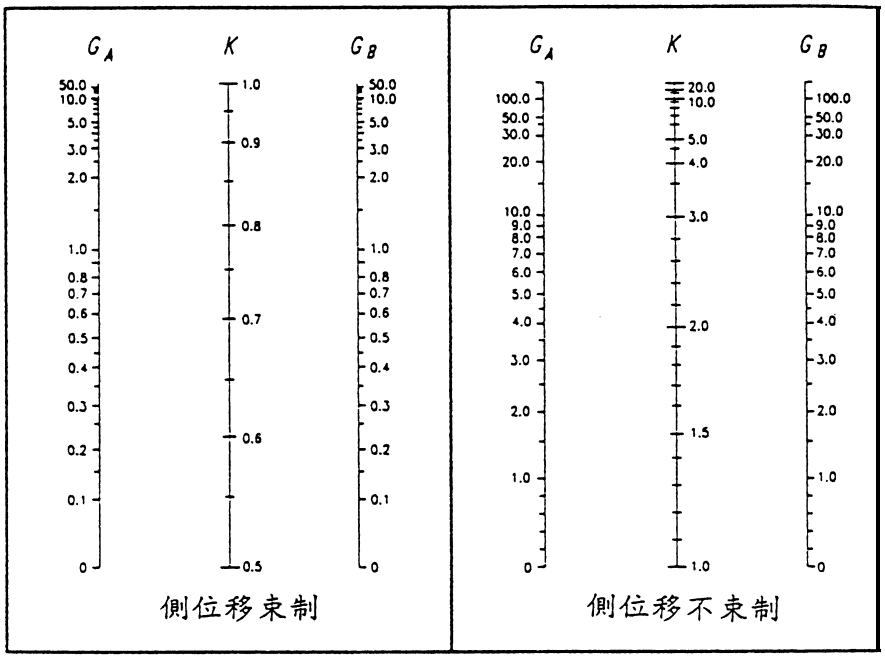


圖 C3.8.2 柱有效長度係數 K 值之連線圖(Alignment Chart) [11]

上圖中 G 值之定義：$G=\dfrac{\sum(I_c/L_c)}{\sum(I_g/L_g)}$

其中下標 A 與 B 分別代表柱之兩端；Σ 表示所在挫屈平面上所有剛接至該節點桿件之和；I_c 與 L_c 分別代表柱之慣性矩與長度；I_g 與 L_g 分別為梁之慣性矩與跨度。I_c 與 I_g 之旋轉軸垂直於挫屈平面。

當柱端支承於但不剛接於基礎時，理論上 G 值為無窮大，實際上理論 G 值只適用於近乎無摩擦力之插銷型態鉸支承，其它型態之支承一般會提供某種程度之束制功能，實際設計時 G 值可採用 10。當柱支承於具相當勁度且經合理設計之基礎上，則 G 值可採用 1.0；若經合理之分析證明則亦可使用較小之 G 值。

第四章 構造細則

4.1 適用範圍

本章適用於一般鋼骨鋼筋混凝土構造之相關設計細則，內容主要包括鋼骨、主筋、箍筋之配置細則及混凝土保護層等規定。

解說：

影響 SRC 構造品質的因素很多，其中居於關鍵地位者為鋼骨、主筋、箍筋之配置等構造細則。有關 SRC 梁柱接合之細則規定，詳見第八章「接合設計」。進行耐震設計時，除應滿足本章之要求外，亦應符合第九章「耐震設計」之相關規定。

4.2 鋼骨

鋼骨鋼筋混凝土構造中之鋼骨配置，除本規範另有規定外，應依內政部所定之「鋼結構極限設計法規範及解說」之相關規定辦理。

4.2.1 鋼骨之配置

鋼骨鋼筋混凝土構造中之鋼骨配置，應考慮鋼骨與鋼筋之相互關係，以確保鋼筋配置之合理性及混凝土之填充性。

解說：

SRC 構造因同時存在鋼骨與鋼筋，設計~~者~~人在配置鋼骨時，應於構造複雜之位置考慮鋼筋配置之可行性，並應注意混凝土施工之填充性。

4.2.2 鋼骨之續接

鋼骨鋼筋混凝土構造中鋼骨之續接位置宜避開應力較大之處，並應減緩應力集中現象。

4.2.3 鋼骨之鋼筋貫穿孔

1. 在鋼骨斷面上設置鋼筋貫穿孔將造成鋼骨斷面積之減少，可能會對構材之強度及抵抗變形之能力產生不良影響。設計~~者~~人應於配置鋼筋貫穿孔之前審慎評估其可行性。

2. 鋼骨鋼筋混凝土梁或柱之鋼骨斷面之翼板，原則上不得設置鋼筋貫穿孔。

3. 鋼骨鋼筋混凝土柱之鋼骨斷面之腹板，於必要時得設置鋼筋貫穿孔。在 H 型鋼骨斷面之腹板，或由 H 型鋼所組成之十字型鋼骨斷面之腹板上設置之貫穿孔，其限制如下式：

$$Z_n / Z \geq \nu Y \qquad (4.2\text{-}1)$$

其中：Z ＝ 鋼骨全斷面之塑性斷面模數

Z_n ＝ 斷面減損後鋼骨斷面之塑性斷面模數

Y ＝ 鋼材之降伏比，按表 4.2.1 規定

ν ＝ 應變硬化造成應力提高之安全係數，依表 4.2.1 規定

表 4.2.1 Y 與ν之值

鋼骨	Y	ν
A36	0.62	1.2
SS400、SM400 與 SN400 級	0.59	
A572 Gr.60 與 SM570 級	0.81	1.1
A572 Gr.50	0.77	
SS490、SM490 與 SN400 級	0.66	
SM490Y 與 SMA490 級	0.74	
其他	0.70	

若不得已須違反本節第(2)款之規定設置貫穿孔時，須滿足公式(4.2-

1)之規定，且 v 與 Y 之乘積須為表 4.2.1 之 1.1 倍。

4. 鋼筋貫穿孔應事先在工廠內加工完成，且一處貫穿孔以通過一支鋼筋為原則。
5. 開孔之位置不得妨礙銲道或螺栓接合。貫穿孔之邊緣以距銲道邊緣 15 mm，距銲接用之切角邊緣 25 mm 以上為宜。
6. 臨時增設貫穿孔時，須符合本節之規定且其貫穿孔位置、尺寸及補強方法，須經設計者人核可後方可施作。

解說：

本節之規定主要參考日本 AIJ-SRC 規範之要求[10]。SRC 梁或柱之鋼骨斷面之翼板(Flange)，原則上不得設置鋼筋貫穿孔。

在鋼骨斷面上設置鋼筋貫穿孔會造成鋼骨斷面積之減少，使得鋼材之強度降低，故設計者人應於配置鋼筋貫穿孔之前審慎評估其可行性。

SRC 柱之鋼骨使用鋼管或銲接箱型斷面時，因其全斷面承受軸力與彎矩，故應避免 SRC 梁之主筋貫穿鋼柱翼板。

SRC 柱構材之 H 形或十字形鋼骨斷面腹板 (Web) 上常需設置鋼筋貫穿孔，腹板主要承受剪力，雖然其抗剪之能力常超過所需，但開孔過大或太多時也會影響構材強度，故應審慎為之。

在梁柱接頭附近，因其應力較大，貫穿孔所造成之影響也較嚴重。由於塑性鉸將使構材產生某種程度之旋轉，塑性區之長度一般為構材深之 1 至 1.5 倍，為安全起見，於距接頭表面 2 倍構材深以外方得設置貫穿孔。

在梁柱接頭處之鋼板常設有銲接切角，在其附近開孔將可能助長對斷面或銲道之損傷。因此在梁柱接頭處附近之鋼骨翼板原則上不宜設置鋼筋貫穿孔。較詳細之規定可參考日本建築學會出版之「鐵骨鐵筋混凝土構造配筋指針

(案)‧同解說」[13]。

4.2.4 梁之開孔

1. 鋼骨鋼筋混凝土梁之開孔不得對安全性造成不利之影響，鋼骨之開孔應事先在工廠內加工完成。
2. 若設計所需要之強度大於開孔處之強度，則應於開孔處進行適當之補強。
3. 鋼骨鋼筋混凝土梁之開孔口徑不宜超過該梁斷面深度之 0.4 倍，亦不宜超過內包鋼骨斷面深度之 0.7 倍，且孔邊應距鋼筋混凝土梁上下緣各 180mm 以上及鋼梁上下緣各 80mm 以上。
4. 梁之開孔並列時，開孔之中心間距應為孔徑平均值之 3 倍以上。

解說：

設備管線於梁上設置貫穿孔將減低梁之強度及剛性，故建築結構、設備各負責人應充分協調溝通尋求最合理之管線通路。

貫穿孔應分別對彎矩及剪力檢討補強，彎矩之檢討可從鋼骨翼板及梁主筋上著手，而剪力部分應對鋼骨及 RC 各別強度加以考量。

H 型鋼及組合型鋼之補強方法可以將鋼板銲於腹板上，或直接以鋼管補強。鋼套管須於工廠製作加工與鋼骨一體成形，由於此一方式不易變更開孔位置，故應儘早繪製設備施工圖，俾使能夠與建築施工圖一併檢討，並反映在鋼骨製作圖上。此外，即使計算上不須補強之小孔，但各小孔合併值超過規定值時，仍應視同一大孔予以補強。

4.3 鋼筋

鋼骨鋼筋混凝土構造中之主筋與箍筋配置，除本規範另有規定外，應依內政部所定之「~~混凝土結構設計規範~~建築物混凝土結構設計規範」之相關規定辦理。

4.3.1 主筋之一般要求

1. 矩形斷面之鋼骨鋼筋混凝土構材至少應於斷面四個角落各配置一根主筋。
2. 主筋應採用竹節鋼筋且直徑須為 D16 以上。
3. 主筋與主筋之淨間距應大於以下之最小者：(1) 25 mm，(2) 主筋標稱直徑之 1.5 倍，(3) 粗骨材最大粒徑之 1.25 倍。
4. 鋼骨鋼筋混凝土連續構架中，柱之主筋或梁之端部主筋若未連續通過梁柱接頭或未依規定適當錨定時，應視其為構材之補助筋，且不計其對構材強度之貢獻。

解說：

對於未連續通過梁柱接頭之主筋應視其為「補助筋」之規定，主要是為了避免主筋因受鋼骨阻擋而導致施工者任意將主筋在梁柱接頭處切斷或彎折。設計~~者~~人應避免在 SRC 梁或柱中配置太密的主筋，以免造成此種不合理的現象。

4.3.2 梁之主筋

1. 矩形斷面之鋼骨鋼筋混凝土梁之主筋排列，一般以在斷面四個角落各配置一根主筋為原則。~~主筋不宜配置於鋼梁翼板之正上方或下方，以免主筋在梁柱接頭處受到柱內鋼骨阻擋而無法連續通過梁柱接頭。~~若採用鋼筋續接器銲接於鋼柱翼板上續接梁主筋時，應符合 8.5.1 節之相關規定。
2. 鋼骨鋼筋混凝土 T 型梁之部分主筋若配置於梁寬以外之樓板內，則其末端須錨定於柱混凝土之核心內。

解說：

SRC 梁之主筋以在斷面四個角落各配置一根主筋為~~宜~~原則，必要時得於梁之每個角落配置兩根主筋作上下層配置，或採用鋼筋續接器銲接於鋼柱翼板上續接梁主筋[85, 86, 89]，如圖 C4.3.1 所示。

~~若不能於梁之角落配置兩層主筋，可能的解決方法之一為~~此外，也可將梁主筋之一部分配置於樓~~版~~板內，~~如圖 C4.3.2 所示[13]。~~惟此時應注意主筋的保護層是否足夠~~及主筋不可與鋼柱翼板衝突等問題~~，如圖 C4.3.2 所示[13]。

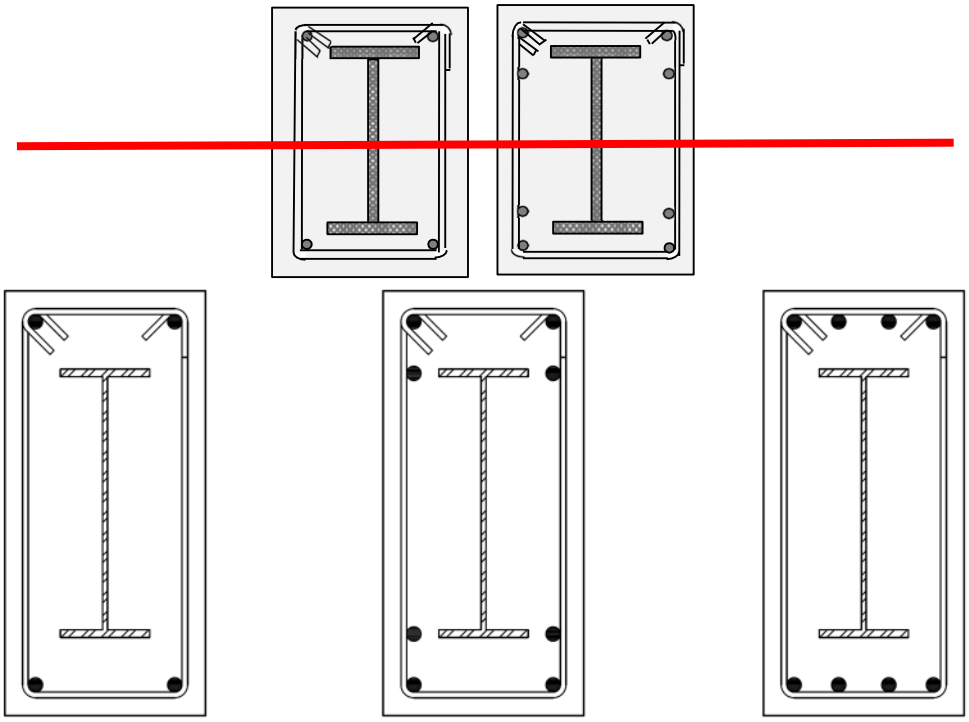


圖 C4.3.1 包覆型 SRC 梁之主筋配置示意圖

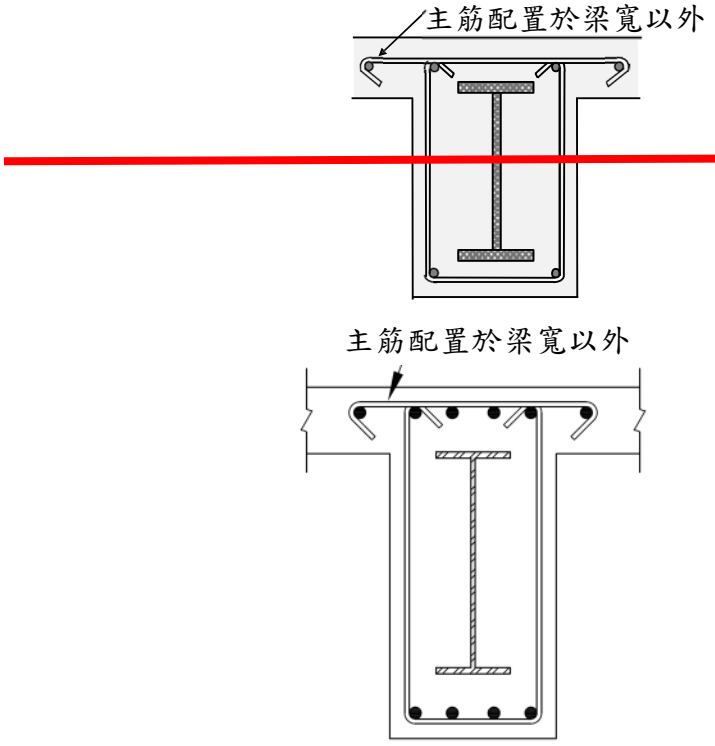


圖 C4.3.2 包覆型 SRC 梁(頂部主筋配置於樓板內)[13]

4.3.3 柱之主筋

1. 矩形斷面之鋼骨鋼筋混凝土柱至少應於斷面四個角落各配置一根主筋。一般柱內之主筋排列，以在每個角落各配置三根主筋為原則。主筋不宜配置於鋼柱翼板之上下方或左右兩側，以免主筋在梁柱接頭處受到梁內鋼骨阻擋而無法連續通過梁柱接頭。
2. 鋼骨鋼筋混凝土柱中之主筋間距不得大於 300 mm。且主筋與主筋之淨間距不得低於 4 cm、主筋標稱直徑之 1.5 倍與粗粒料最大粒徑之(4/3)倍等三值之最大者。若主筋間距大於 300 mm 時，則須加配 D13 以上之軸向補助筋，補助筋可以不用錨定，且補助筋應不計其對柱強度之貢獻。
3. 鋼骨鋼筋混凝土柱中 RC 部分所分擔之需要軸力強度 P_{urc}，在 $P_{urc}>0.3A_cf_c'$ 或 $f_c'>700\ kgf/cm^2$ 時，鋼骨鋼筋混凝土柱中之主筋間距不得大於 200 mm。

解說：

一般而言，矩形斷面之SRC柱以在斷面的每個角落配置三根主筋為原則，如圖 C4.3.3 所示。SRC 柱之主筋集中分佈在斷面的四個角落上，主要是為了避免主筋在梁柱接頭處受到 SRC 梁內之鋼骨阻擋而無法連續通過梁柱接頭。

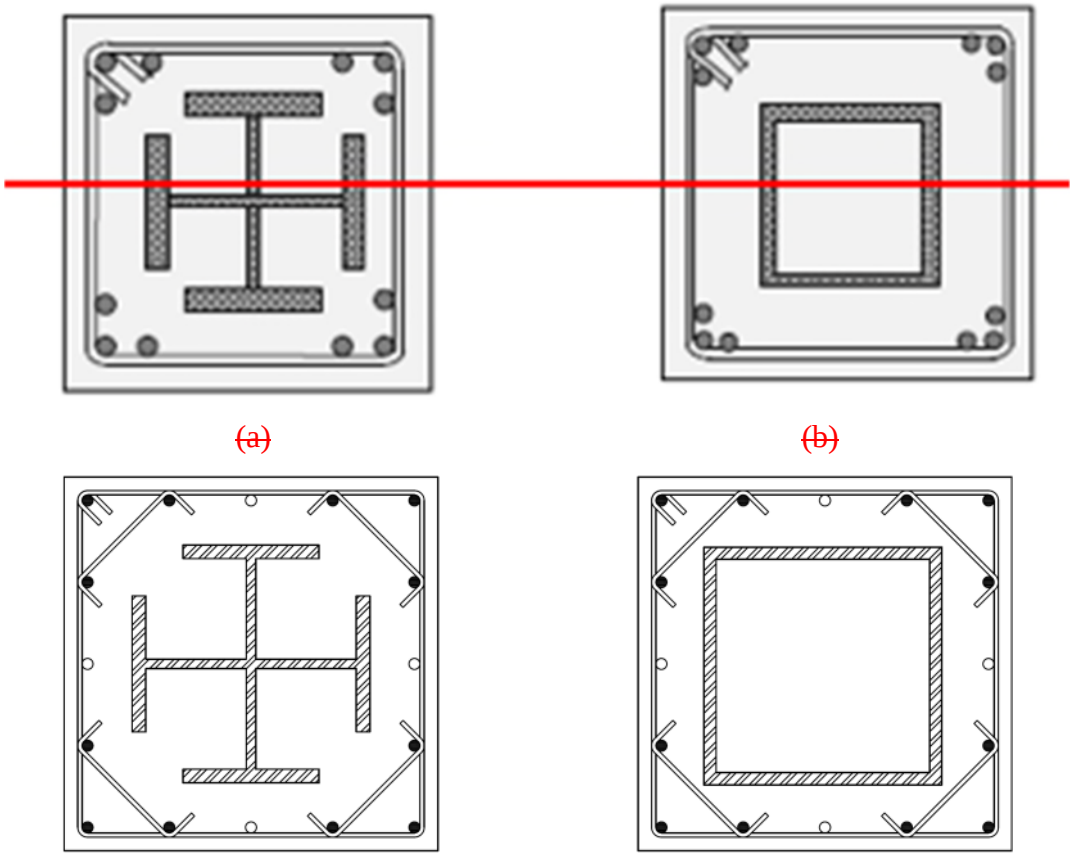


圖 C4.3.3 SRC 柱之主筋配置示意圖

設計者人在配置 SRC 柱之主筋時，尚應注意柱中相鄰主筋之間距。若 SRC 柱中相鄰主筋的間距大於 300 mm 時，由於鋼筋對混凝土的圍束效果將會明顯減弱，限制鋼筋最小間距之目的在於澆置混凝土時，使之易流入鋼筋及模板間之空隙，不產生蜂窩現象，同時確保避免因鋼筋排列過密導致發生剪力或收縮裂縫之情形，對較高 P_{urc}/A_cf_c' 值而言，壓力控制行為是可預期的，對較高混凝土抗壓強度而言，行為傾向於較脆性，柱主筋間距限制為 200 mm 亦為改善在前述臨界狀況下之性能[2]，由於 SRC 結構中鋼骨應佔有一定程度比例，故建議不宜採用較高之 P_{urc} 及 f_c' 值，故應如圖 C4.3.4 所示，在 SRC 柱之長向增加配置 D13 以上之補助筋[13]。一般而言，補助筋在梁柱接頭處常受到 SRC 梁內之鋼骨阻擋而無法連續通過梁柱接頭，故不計其對 SRC 柱強度之貢獻。

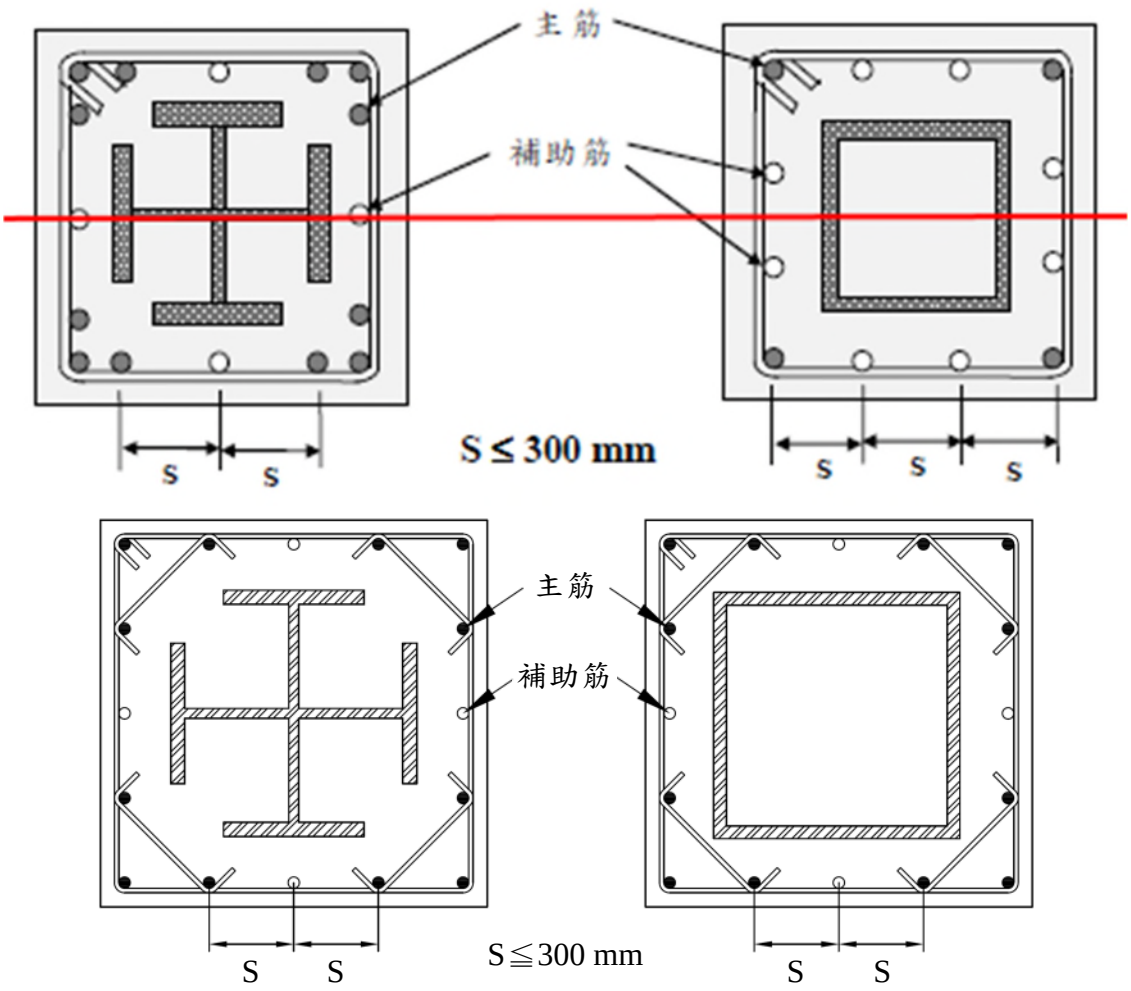


圖 C4.3.4 SRC 柱之補助筋與間距要求 [13]

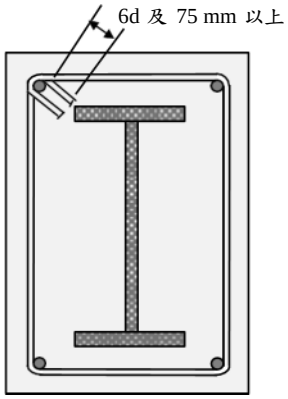
4.3.4 梁之箍筋

1. 鋼骨鋼筋混凝土梁中之箍筋直徑須為 D10 以上。
2. 梁之箍筋之最小間距不得小於 75 mm。
3. 梁之箍筋使用 D10 時，其間距不得大於梁深之一半，且在 250 mm 以下。使用較大直徑之箍筋時，可適量增大間距，惟仍不得大於梁深之一半，且在 450 mm 以下。
4. 包覆型鋼骨鋼筋混凝土梁，其最小箍筋比 $(\rho_w)_{min}$ 應不小於 0.1%，其中 $\rho_w = A_v/(b\text{~~S~~}s)$，$A_v$ 為箍筋在間距 ~~S~~s 範圍內之斷面積，b 為構材斷面寬度。

解說：

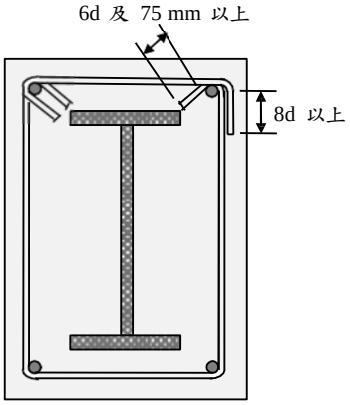
一般 SRC 構造中，剪力大多為鋼骨所承擔。相對於 RC 構造而言，箍筋在剪力補強之比重較為緩和。箍筋在 SRC 構造中，除了提供部分剪力強度之外，主要功能尚有圍束混凝土，防止鋼骨局部挫屈及鋼筋挫屈等。

有關 SRC 構材中箍筋之配置，目前國外各規範中仍以日本 AIJ-SRC 規範較為完備，本節之規定係依據 AIJ-SRC 規範第三章之建議[10]。本節第(2)項所規定最小間距，主要考慮箍筋之彎勾與主筋之勾搭及內有鋼骨的狀況下混凝土之施工性。有關 SRC 構材中箍筋之彎鉤，設計~~者~~人可參考 AIJ「SRC 配筋指針(案)、同解說」之規定[13]。圖 C4.3.5 顯示 SRC 梁中幾種可能的箍筋形狀示意圖。



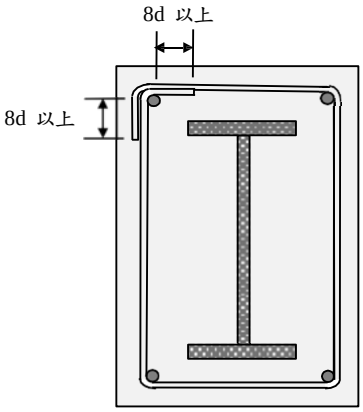
(a) 135°彎鉤閉合形

(塑性區)



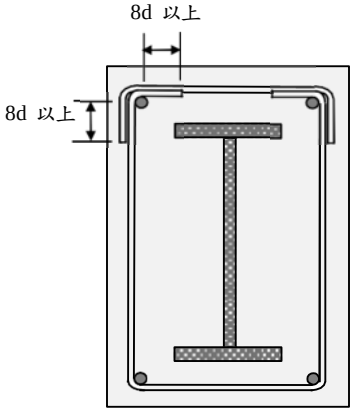
(b) 兩端 135°彎鉤 U 形加

90°與 135°彎鉤ㄇ形(塑性區)



(c) 90°彎鉤閉合形

(非塑性區)



(d) 兩端 90°彎鉤 U 形加

兩端 90°彎鉤ㄇ形(非塑性區)

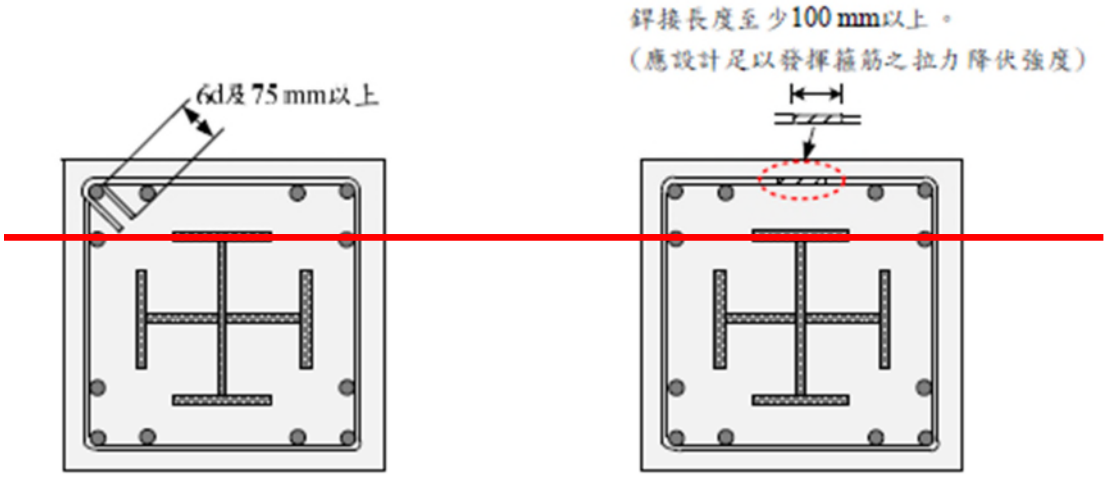
圖 C4.3.5 SRC 梁箍筋配置示意圖[13]

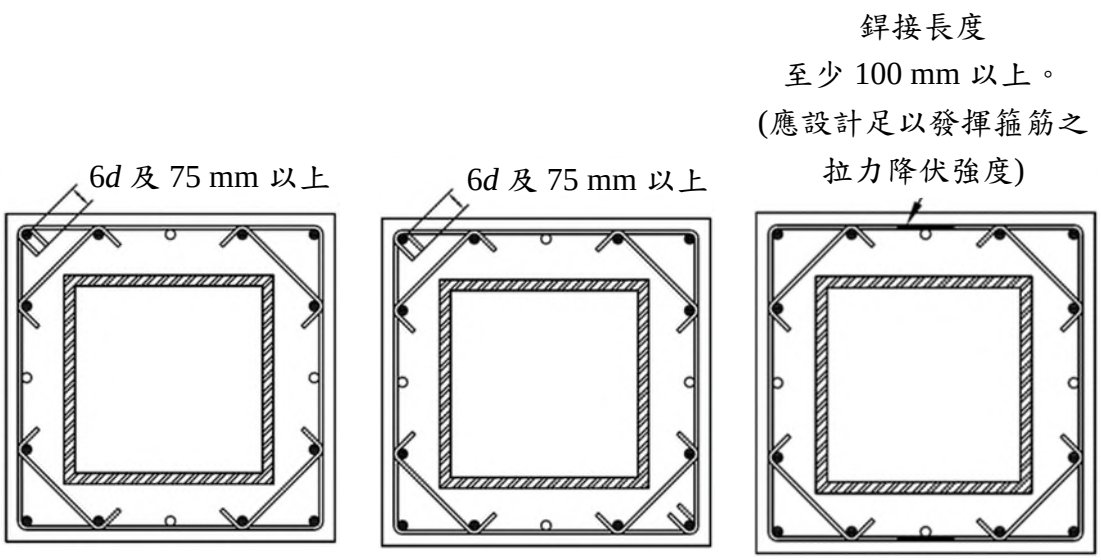
4.3.5 柱之箍筋

1. 鋼骨鋼筋混凝土柱中之箍筋直徑須為 D10 以上。
2. 柱箍筋間距不得小於 75 mm。
3. 柱之箍筋使用 D10 時，在距離梁柱接頭交接面 1.5 倍柱寬範圍內，其間距不得大於 100 mm；在距離梁柱接頭交接面 1.5 倍柱寬範圍外，其間距不得大於 150 mm~~，~~。當使用較大直徑之箍筋時，可適量增大間距，惟不得超過 200 mm。
4. 含 I 型或十字型鋼骨之包覆型鋼骨鋼筋混凝土柱，其最小箍筋比 $(\rho_w)_{min}$ 應不小於 0.1%，其中 $\rho_w = A_v/(bs)$，A_v 為箍筋在間距 s 範圍內之斷面積，b 為構材斷面寬度。
5. 包覆型鋼管混凝土柱，其最小箍筋比 $(\rho_w)_{min}$ 應不小於 0.2%，其中 $\rho_w = A_v/(b's)$，A_v 為箍筋在間距 s 範圍內之斷面積，b′為混凝土斷面有效寬度，其值為全斷面寬度減去鋼管斷面之寬度。
6. 柱箍筋應採用閉合箍筋，閉合箍筋為一閉合式箍筋或連續繞箍，可由數根鋼筋構件構成，且構件之兩端均為耐震彎鉤。

解說：

閉合箍筋及耐震彎鉤需滿足「建築物混凝土結構設計規範」[2]之要求。本節有關 SRC 柱箍筋間距之限制係源自 AIJ-SRC 規範第三章之規定[10]。有關 SRC 柱中之箍筋彎鉤，設計~~者~~人可參考 AIJ「SRC 配筋指針(案)、同解說」之規定[13]。圖 C4.3.6 顯示 SRC 柱中幾種可能的箍筋形狀示意圖。





(a) 135°彎鉤閉合箍筋　(b) 135°彎鉤雙 L 閉合型　(c) 疊接銲接箍筋 (需採可銲鋼筋)

圖 C4.3.6 SRC 柱箍筋配置示意圖[13]

此外，圖 C4.3.7 顯示一種在 SRC 柱四個角落增加配置繫筋之示意圖[14]。此方式之特點在於提供主筋固定效果，並可能有助於柱內混凝土之圍束。

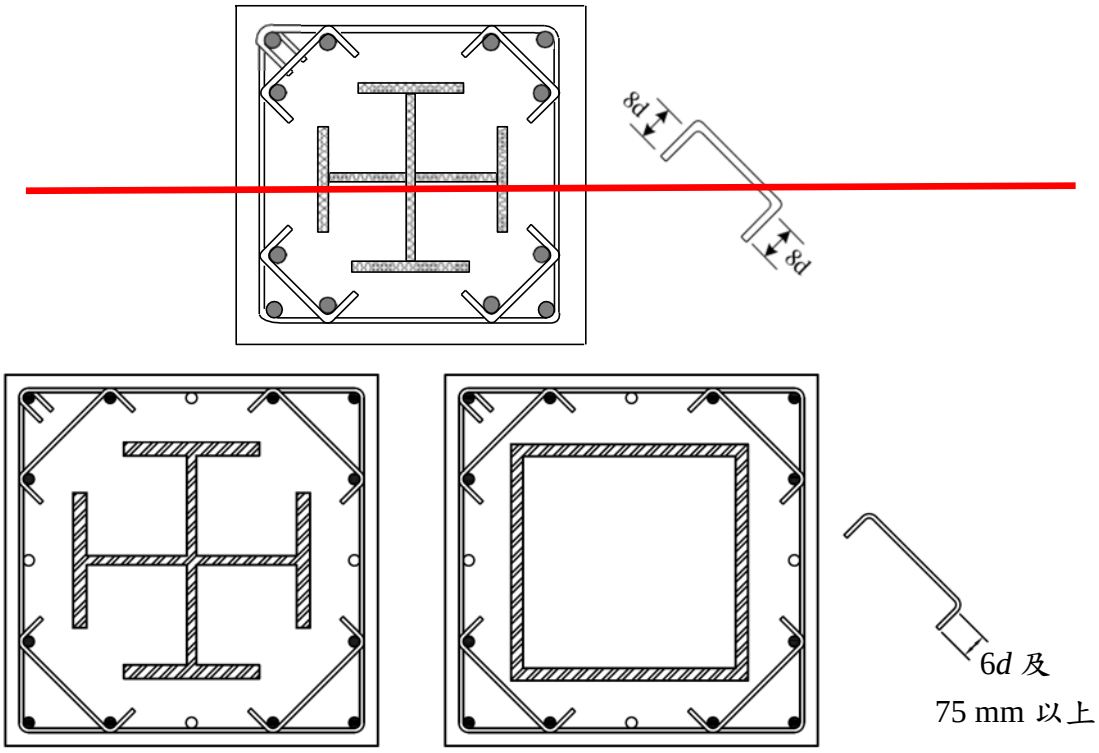


圖 C4.3.7 SRC 柱角落繫筋配置示意圖[14]

近來有許多採用五螺箍(5-Spirals)之 SRC 柱與接頭之試驗成果出現，研究顯示這種 SRC 構造具有良好的強度、韌性與經濟效益[58~60]。如圖 C4.3.8 所示，五螺箍以一個大圓螺箍搭配四個小圓螺箍組成。小圓螺箍具有以下功能：(1)圍束矩形柱四個角落混凝土；(2)固定與支撐主筋；(3)對大螺箍提供側向束制。

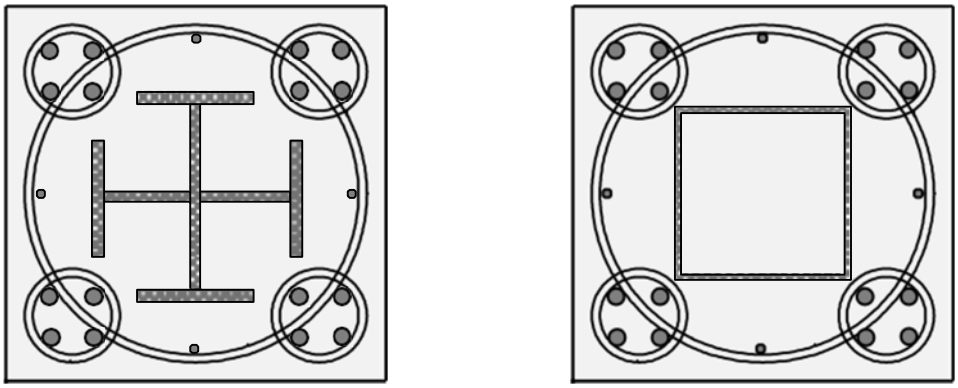


圖 C4.3.8 配置「五螺箍」之矩形 SRC 柱斷面示意圖[58,59]

五螺箍突破傳統單一螺箍無法應用於矩形柱的限制；且由於螺箍具有連續

性，不像橫箍筋需要在角隅以彎鉤固定，因此有助於節省箍筋用量。在施工方面，五螺箍 SRC 柱若以預鑄(Precast)工法施作，有助於節省成本及縮短工期；若以現場澆置混凝土施工，則宜採用預組鋼筋籠之方式施作。研究顯示，進行五螺箍設計時，小螺箍之圍束直徑可取約 0.3 倍左右的大螺箍圍束直徑。大螺箍之鋼筋線徑通常比小螺箍稍大，例如大螺箍之線徑若採用 D16 鋼筋，小螺箍則可採用 D13 鋼筋。此外，大螺箍與小螺箍宜具有相同之間距以利互相嵌合[58,61]。

近來有採用接力式繫筋方式增加包覆填充型鋼管混凝土柱內主筋圍束的試驗成果，研究顯示這種 SRC 構造具有良好圍束箱型柱外圍混凝土的效果，在柱板寬厚比足夠時，接力式繫筋試體之表現與直通式繫筋試體相似[66, 83]。如圖 C4.3.9 和圖 C4.3.10 所示，接力式繫筋由開孔鐵件及短繫筋(D13(#4)以下)組成，在鋼柱表面設置開孔鐵件，鐵件銲接在鋼柱上，而短繫筋一端勾住鐵件開孔處，另一端則勾住柱主筋。接力式繫筋主要功能為固定外圍主筋及提供充足的圍束效果與圍束外圍混凝土，其圍束力經過短繫筋、箱型柱橫向柱板、箱型柱縱向柱板、箱型柱橫向柱板、短繫筋的路徑來傳達。使用此種接力式繫筋需檢核傳力路徑構材強度，包括但不限於開孔鐵件、周邊銲道及箱型柱柱板等。

依據文獻顯示若核心鋼柱採用材料為 SN490B 且寬厚比在 27 至 37 之間的箱型柱，包覆之混凝土材料強度 f_c' 為 280kgf/cm^2，於固定軸力 0.2P_n 下，使用接力式繫筋之效果與直通式繫筋幾乎相同，對撓曲強度及韌性的發展是足夠的[66, 83]。

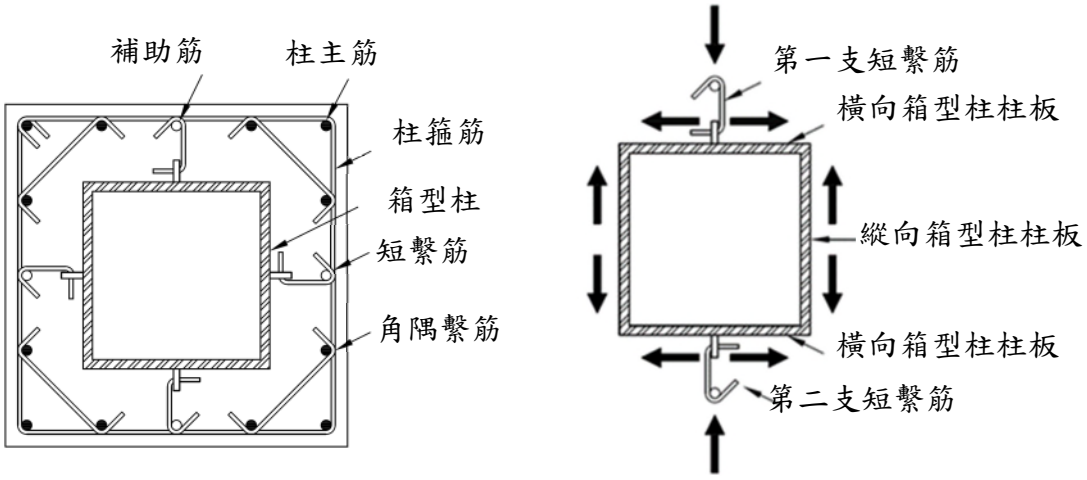


圖 C4.3.9 配置接力式繫筋之 SRC 柱斷面示意圖

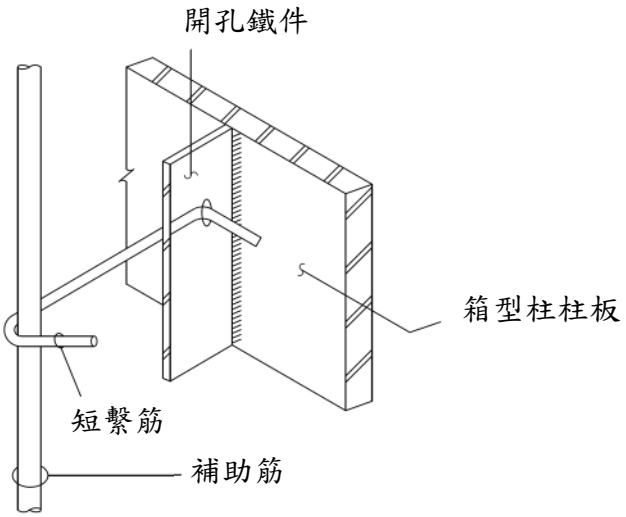


圖 C4.3.10 接力式繫筋細部示意圖

4.4 鋼筋與鋼骨之淨間距

1. 主筋與鋼骨之淨間距：

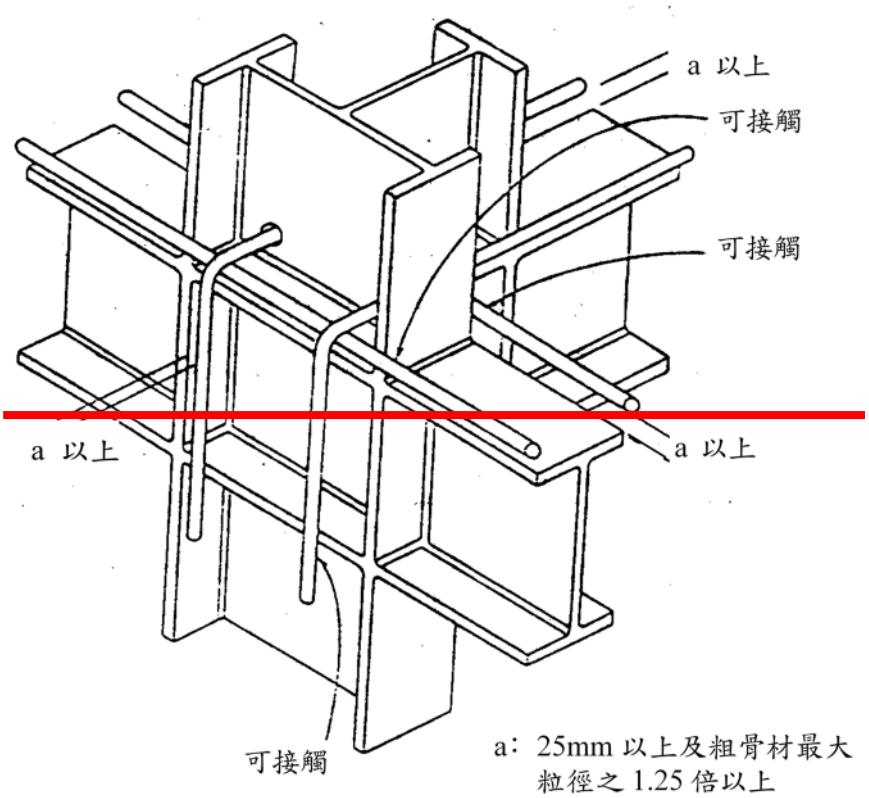
   主筋與鋼骨板面平行時，其淨間距應保持 25 mm 以上，且不得小於粗骨材最大粒徑之 1.25 倍。但主筋與鋼骨板面垂直時，其間距不受此限。

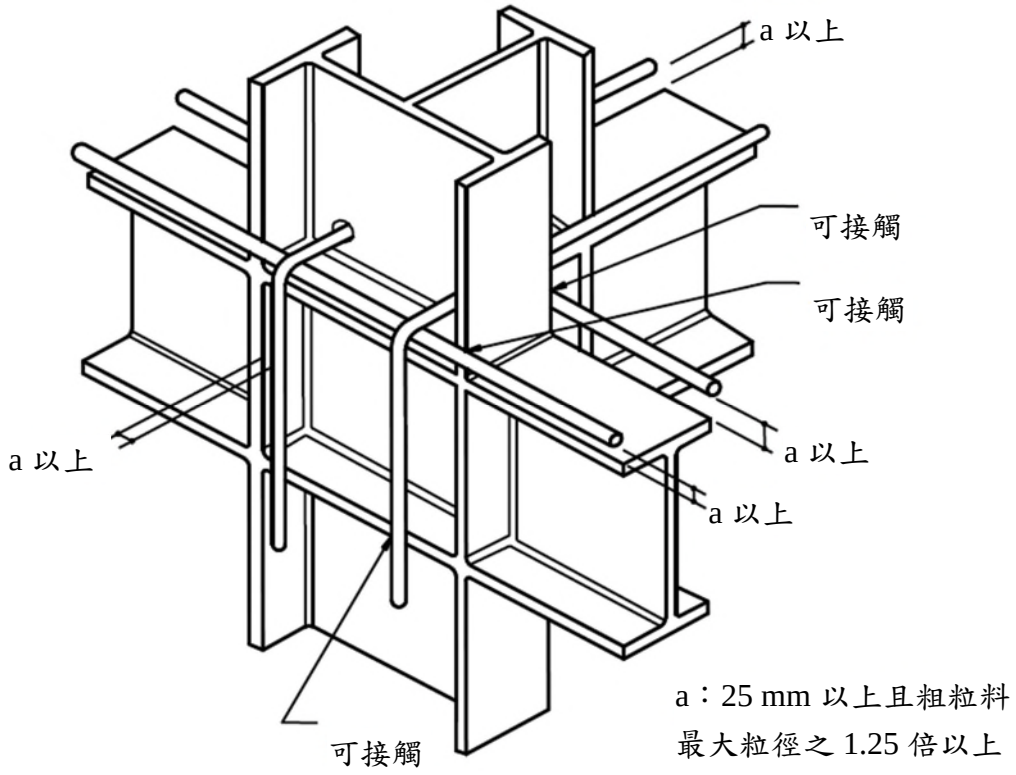
2. 箍筋與鋼骨之淨間距：

   箍筋不得與鋼骨面密貼，其淨間距應保持 25 mm 以上。

解說：

檢討鋼骨和鋼筋之配置時，須考量混凝土之填充性與鋼筋之握裹性等。通常主筋和軸方向鋼骨板面之淨間距應為 25 mm 以上且為粗骨材最大粒徑之 1.25 倍。若間距太小則無法發揮鋼筋之握裹力。但主筋和鋼骨面直交接觸時則可不受此限。圖 C4.4.1 顯示一鋼骨與鋼筋間距之示意圖[13]。





註：梁主筋應錨定至柱心之遠端。

圖 C4.4.1　鋼骨與鋼筋之間距示意圖[13]

4.5 鋼骨與鋼筋之混凝土保護層

1. 鋼骨之混凝土保護層厚度

   鋼骨之最小保護層厚度應考慮鋼筋配置及施工之需要，當鋼板與主筋平行時，鋼骨之混凝土保護層厚度一般須為 100 mm 以上。當鋼骨鋼筋混凝土構材之主筋為 D22 以上時，鋼骨之混凝土保護層須為 125 mm 以上。

2. 鋼筋之混凝土保護層厚度

   鋼筋之最小保護層厚度，除本規範另有規定外，應按內政部所定之「~~混凝土結構設計規範~~建築物混凝土結構設計規範」之相關規定辦理。

解說：

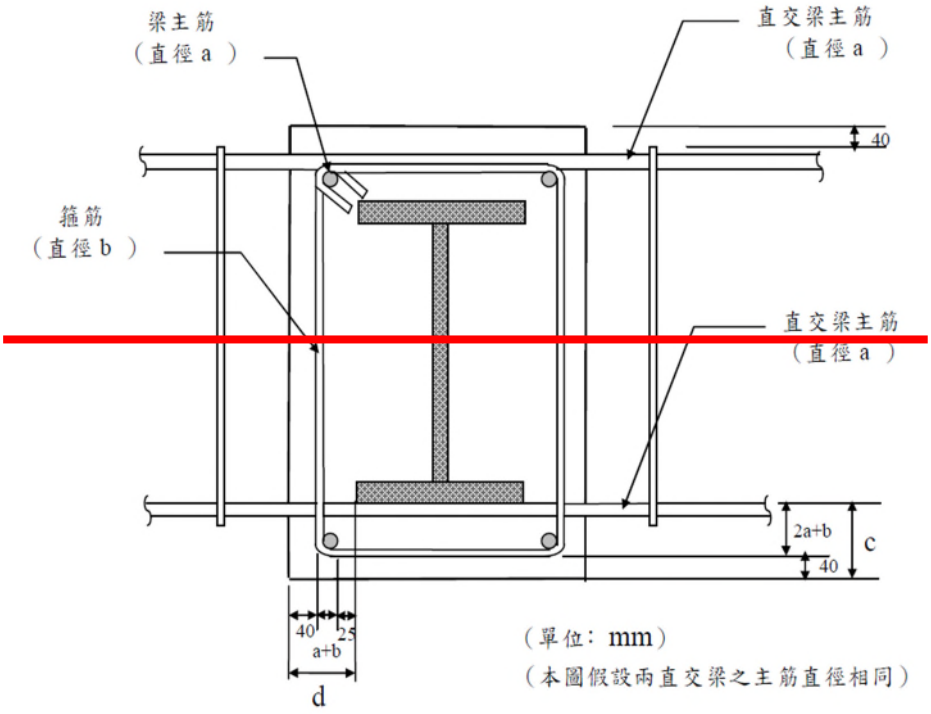
鋼筋及鋼骨所需混凝土保護層最小厚度，主要在於確保構材之耐久性及耐火性。雖然純鋼骨保護層厚度僅需 50 mm，但鋼骨鋼筋混凝土之鋼骨表面至混凝土表面之厚度，一般須為 125 mm 以上，以使混凝土中之鋼筋有足夠之握裹效力與保護層[10]。

以 SRC 結構桿件常用之鋼筋尺寸為例，若主筋為 D25、箍筋為 D13，考慮鋼筋之最外徑尺寸，鋼骨之混凝土保護層厚度一般須為 125 mm 以上。

圖 C4.5.1 與 C4.5.2 分別顯示 SRC 梁與 SRC 柱之斷面配置細部圖。圖中之 a 與 b 為主筋與箍筋之最大直徑(含竹節凸起之高度)，c 與 d 則為鋼骨至混凝土面之距離。當鋼筋尺寸不同時，圖中的 c 與 d 亦隨著改變，如表 C4.5.1 所示。表中之 c 與 d 係依照鋼筋之最大直徑計算，一般竹節鋼筋之最大直徑如圖 C4.5.3 所示。

設計上除了鋼骨保護層厚度須加以考慮外，鋼骨與鋼筋之間距，混凝土之填充性也須加以檢討。檢討事項包括鋼骨與鋼筋之間距，鋼筋與鋼筋之間距，肋筋及箍筋彎勾角度，梁柱接頭之配置，鋼筋續接之型式等。一般而言，各構材之假

設斷面可在梁柱接頭部位以 1/5 至 1/10 之比例下充分檢討其保護層厚度。



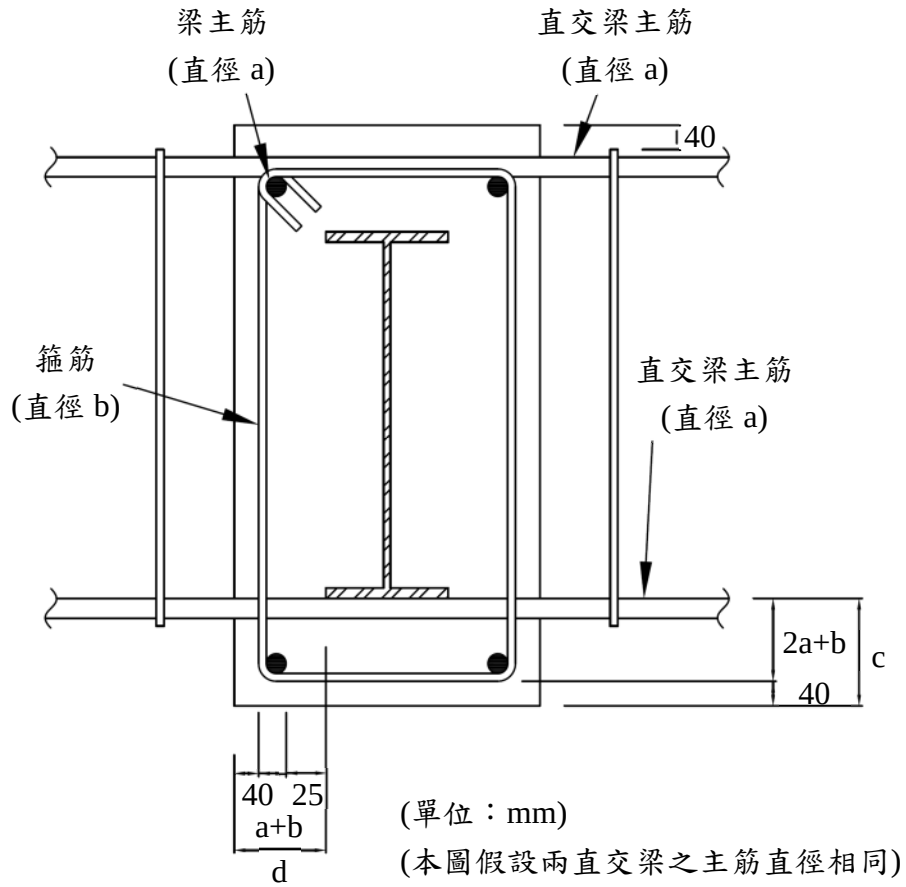


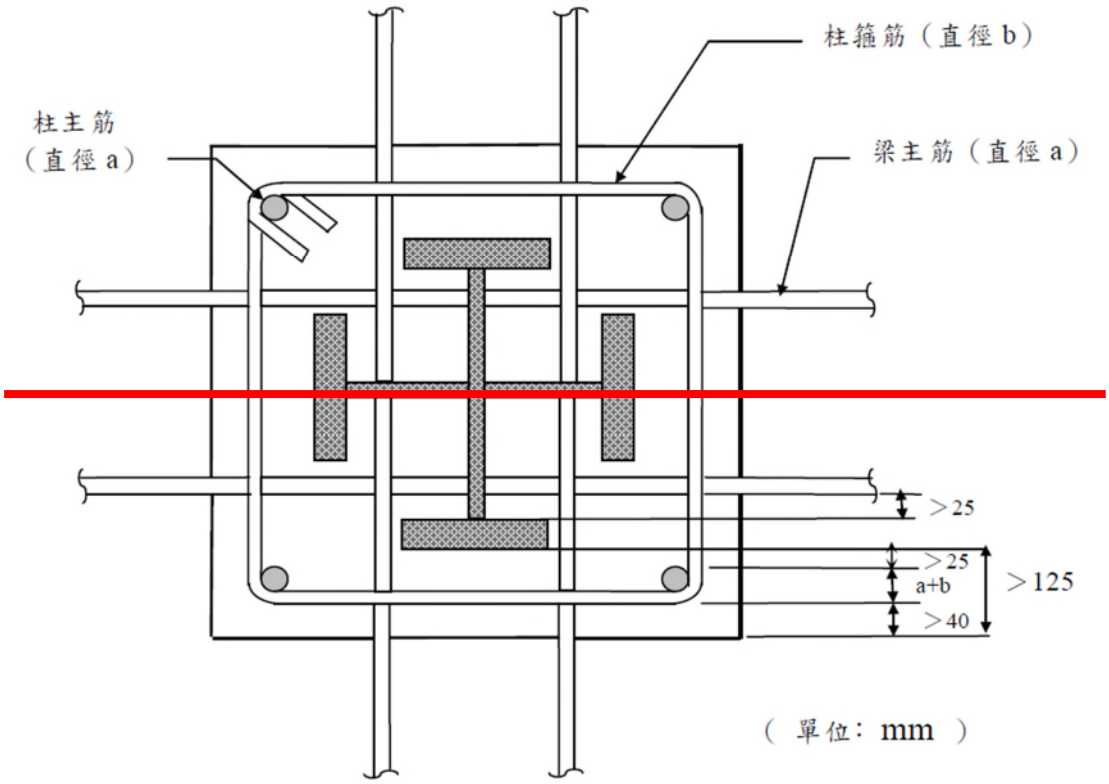
圖 C4.5.1 SRC 梁斷面配置細部示意圖

表 C4.5.1 鋼骨鋼筋混凝土梁斷面鋼骨最小保護層厚度

梁主筋號數	箍筋號數	c (mm)	d (mm)
#8 (D25)	#3	107	104
	#4	115	107
	#5	114	111
#10 (D32)	#3	123	112
	#4	126	115
	#5	130	119

註：(1) 本表假設兩直交梁之主筋直徑相同。

(2) 本表中之 c 與 d 值係依圖 C4.5.3 中之竹節鋼筋最大直徑計得。



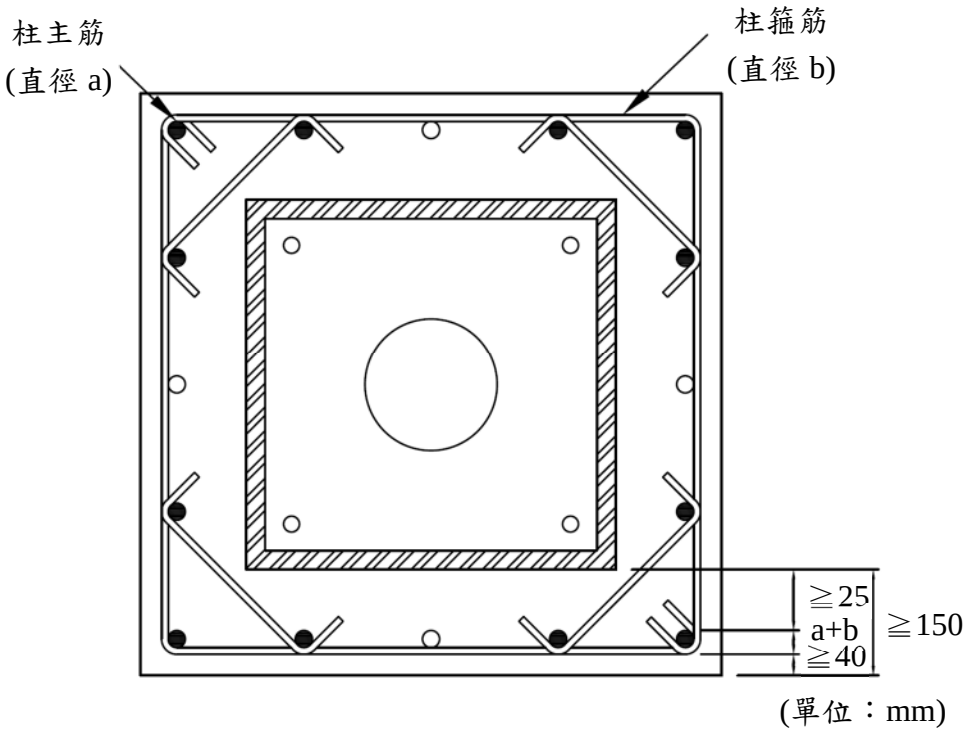
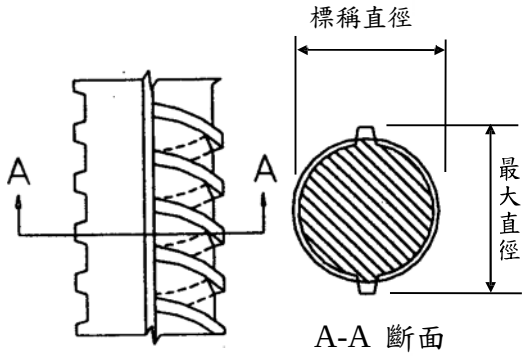


圖 C4.5.2 SRC 柱斷面配置細部示意圖



鋼筋號數	標稱直徑 (mm)	最大直徑 (mm)
#3	10	11
#4	13	14
#5	16	18
#8	25	28
#9	29	33
#10	32	36
#11	35	40

圖 C4.5.3 竹節鋼筋之最大直徑

4.6 混凝土

鋼骨鋼筋混凝土工程所用之混凝土，應經適當配比設計以確保產製之混凝土具有適當之強度、工作度及其他所需品質。除本規範另有規定外，混凝土之配比與施工應按內政部所定之「結構混凝土施工規範」之規定辦理。

4.6.1 混凝土之配比

1. 鋼骨鋼筋混凝土工程所用混凝土之配比應具有適當之工作度，其粗骨材之用量得酌減 10 %以內。
2. 鋼骨鋼筋混凝土工程所用之混凝土，其粗粒料之標稱最大粒徑不得超過鋼筋與鋼筋或鋼筋與鋼骨之淨間距的五分之四。

解說：

SRC 構造所用混凝土之粗骨材標稱最大粒徑一般採用 20 mm，但較難灌注之梁柱接頭，得採用較小粒徑之粗骨材。SRC 構材由於斷面內存在鋼骨之緣故，有時需適度減少混凝土粗骨材之用量，但以 10%為限，如此將可增加混凝土之流動性及充填性[5]。

4.6.2 混凝土之施工

1. 預拌混凝土之產製應符合 CNS 3090 [預拌混凝土]之規定。
2. 鋼骨鋼筋混凝土工程之混凝土應特別考慮混凝土之工作度，以符合充填性之要求，使混凝土與鋼骨充分結合避免蜂窩現象。
3. 混凝土澆注時應注意不易填充之處，尤其在鋼梁翼板下方及梁柱接頭之柱內連續板下方，施工時應避免骨材析離之現象。

解說：

對於混凝土澆置較為困難之 SRC 梁柱接頭區、鋼梁之底部、鋼骨續接板附近、腹板之角隅等處，施工時應特別注意使混凝土之填充情況良好，以免發生蜂窩現象。

第五章 受彎矩作用之構材

5.1 適用範圍

本章適用於受彎矩作用之鋼骨鋼筋混凝土構材。設計~~者~~人可採用包覆型鋼骨鋼筋混凝土梁或鋼梁作為抗彎矩構材。

採用包覆型鋼骨鋼筋混凝土梁時，其設計應符合本章之規定。採用鋼梁時，其設計應符合內政部所定之「鋼結構極限設計法規範及解說」之相關規定。

5.2 包覆型鋼骨鋼筋混凝土梁

本規範所稱之包覆型鋼骨鋼筋混凝土梁，係指型鋼或組合鋼骨斷面完全包覆於鋼筋混凝土之中，且符合第 5.3 節之一般要求規定之鋼骨鋼筋混凝土梁。

解說：

圖 C5.2.1 顯示兩種合理配筋的 SRC 梁斷面圖。 SRC 梁之配筋以分佈在斷面四個角落為宜，配筋不應過密，以利主筋通過梁柱接頭。

圖 C5.2.2 顯示幾種不合理的 SRC 梁配筋情形。這些斷面的主要缺點是配筋太密，在梁柱接頭處，一部份的主筋將因為被 SRC 柱中的鋼骨阻擋而無法連續貫通，使梁柱接頭處主筋的連續性發生問題。如果 SRC 梁之主筋無法連續貫通梁柱接頭，將導致梁柱接頭處彎矩傳遞中斷，造成不良後果。

另一方面，圖 C5.2.3 顯示幾種空腹型(Open Web)斷面，此種空腹型的 SRC 梁多用於 SRC 構造發展之初期[10]，目前已甚少使用，主要是因為以前型鋼斷面較少且價格較貴之緣故。空腹型斷面雖具有混凝土澆置較易、鋼料較省及管線穿過容易等特色，但因其韌性較差且較為耗工，目前多已被採用型鋼的 SRC 斷面取代。

圖 C5.2.1 包覆型 SRC 梁斷面及配筋示意圖

圖 C5.2.2 配筋太密的 SRC 梁斷面(梁柱構架中不宜使用)

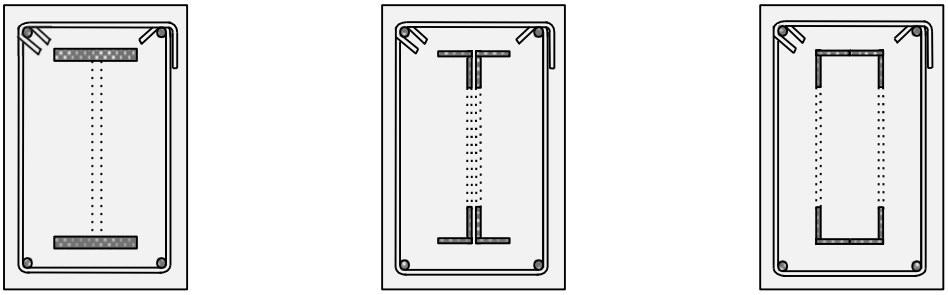


圖 C5.2.3 空腹型 SRC 梁(不建議使用)

5.3 一般要求

1. 鋼骨鋼筋混凝土梁中之主筋與箍筋配置應符合 4.3 節之規定。
2. 鋼骨鋼筋混凝土梁中之鋼骨與鋼筋之混凝土保護層應符合 4.5 節之規定。
3. 鋼骨鋼筋混凝土梁中之鋼骨斷面肢材寬厚比應符合 3.4 節表 3.4-1 中 λ_p 之規定。
4. 鋼骨鋼筋混凝土梁中鋼骨之規定降伏應力 F_{ys} 不宜大於 3,520 kgf/cm^2，鋼筋之規定降伏應力 F_{yr} 不宜大於 5,600 kgf/cm^2，混凝土之規定抗壓強度 f_c' 不宜小於 ~~210~~280 kgf/cm^2。
5. 鋼骨鋼筋混凝土梁若需採用規定抗壓強度 f_c' 大於 420 kgf/cm^2 之混凝土時，應以公認合理之試驗證明其可行性與可靠度。
6. 除非預先設置充分之臨時支撐，鋼骨鋼筋混凝土梁中之鋼梁應能承受混凝土凝固前之全部靜載重。

解說：

進行 SRC 梁設計時，對於鋼筋間距、箍筋配置、鋼筋與鋼板之淨間距以及混凝土保護層之厚度等亦應妥善規劃，以確保 SRC 梁能夠發揮預期之功能。

設計時不得將長向主筋緊貼於鋼板，至少應保持 25 mm 以上之淨距。詳細的 SRC 構造設計細則應參照第五章之規定辦理。

SRC 梁中鋼骨斷面肢材寬厚比之限制已較純鋼梁時之限制略為放寬，其緣由如 3.4 節之解說所述。

混凝土抗壓強度之限制主要是因為混凝土強度與品質之穩定性。有關鋼筋與鋼骨降伏強度之上限規定，主要是鑑於目前的實驗資料大多仍以採用降伏強度 F_{yr} 不大於 5,600 kgf/cm^2 之鋼筋及 F_{ys} 不大於 3,520 kgf/cm^2 (50ksi)之鋼骨所得之結果。若將來有較充分的實驗結果証明採用高強度之混凝土或鋼材

亦能得到預期之強度與可靠性，則將不排除使用之可能性。

5.4 設計彎矩強度

符合5.2與5.3節規定之包覆型鋼骨鋼筋混凝土梁，其設計彎矩強度$\phi_b M_n$應不小於由因數化載重組合所計得之最大需要彎矩 M_u。設計彎矩強度$\phi_b M_n$得採用以下三種方式之一決定之：

1. 採用「強度疊加法」，依本章5.4.1節之規定計算。
2. 依內政部所定之「~~混凝土結構設計規範~~建築物混凝土結構設計規範」相關規定計算。
3. 依內政部所定之「鋼結構極限設計法規範及解說」相關規定計算。

鋼骨鋼筋混凝土梁端部之主筋若未連續通過梁柱接頭，或未依規定於柱中適當錨定時，均應視為補助筋且不計其對彎矩強度之貢獻。

5.4.1 強度疊加法

包覆型鋼骨鋼筋混凝土梁之設計彎矩強度$\phi_b M_n$得採用「強度疊加法」計算如下：

$$\phi_b M_n = \phi_{bs} M_{ns} + \phi_{brc} M_{nrc} \qquad (5.4\text{-}1)$$

其中：ϕ_{bs} = 0.9，鋼骨部分之彎矩強度折減係數

ϕ_{brc} = 0.9，鋼筋混凝土部分之彎矩強度折減係數

M_{ns} = 鋼骨部分之標稱彎矩強度，其值為 ZF_{ys}，Z 為鋼骨之塑性斷面模數，F_{ys} 為鋼骨之規定降伏應力

M_{nrc} = 鋼筋混凝土部分之標稱彎矩強度，依內政部所定之「~~混凝土結構設計規範~~建築物混凝土結構設計規範」之相關規定計算

解說：

對於 SRC 梁彎矩強度之計算，本規範採用「強度疊加法」(Strength Superposition Method)之觀念來求得。有關強度疊加法的合理性，日本京都大學的若林實(Minoru Wakabayashi)教授曾針對此一問題進行深入探討[15,16]。基本上，由於 SRC 構材是 S 與 RC 之組合體，且在日本 AIJ-SRC 規範與本規範均未強制要求 SRC 構材中之鋼骨斷面均須配置剪力釘，故乃假設：在極限狀態下，鋼骨表面與混凝土之間的握裹力(Bond Force)可以保守的忽略。

強度疊加法的主要特色在於能夠使 SRC 梁之設計更簡便可行，並可以略為保守的合理預估 SRC 梁的彎矩強度。採用強度疊加法進行設計時，設計~~者~~人可先決定鋼骨之尺寸，由鋼骨先負擔一部份之彎矩，剩餘之彎矩再由 RC 負擔；或設計~~者~~人亦可先決定混凝土之尺寸與配筋，剩餘之彎矩再由鋼骨負擔。

雖然本規範所採用的強度疊加法與日本 AIJ-SRC 規範[10]所採用的簡單疊加法(Simple Superposition Method, SSM)在概念上相近，不過仍然有以下幾項十分重要的差異[17,18,19,20,21]：

(1) 本規範採用的設計方法為極限強度設計法(USD)，日本 AIJ-SRC 規範則採用容許應力設計法(ASD)。

(2) 在鋼骨與 RC 之強度計算方面，本規範係將 SRC 構材中的鋼骨與 RC 部分分別依照國內工程師熟悉的 AISC 規範[11]及 ACI 規範[9]個別計得其強度之後再予疊加，以求得 SRC 構材之強度。此一方式與 AIJ-SRC 規範並不相同，AIJ 係將 SRC 梁中之鋼骨與 RC 部分分別依照日本的鋼結構與 RC 設計規範求得後再予疊加。

(3) 由於教育背景之因素[22]，國內多數的工程師對於鋼結構與 RC 的設計仍以美國 AISC 與 ACI 規範作為主要的參考。再者，目前內政部所定的「建築技術規則」中[6]，其鋼結構與 RC 規範亦以 AISC 與 ACI 規範為藍本而訂定。因此，本規範所採用的方法將使內政部頒佈

的 Steel、RC 及 SRC 三種規範能夠具有一貫性。

另一方面，本規範容許 SRC 梁之彎矩強度亦得採用另外兩種方式決定的原因，在於「~~混凝土結構設計規範~~建築物混凝土結構設計規範」[2]與「鋼結構極限設計法規範及解說」[1]亦為內政部已經正式頒佈之規範。

近年來部分有關 SRC 梁之研究顯示，採用 ACI 規範之合成梁計算法亦可近似預估 SRC 梁之彎矩強度[23,24]。不過，因該法將鋼骨視為等量的竹節鋼筋，在計算上可能複雜許多。有關強度疊加法略偏保守的假設忽略鋼骨與混凝土之間的合成作用與 ACI 規範將鋼骨未配置剪力釘之 SRC 梁假設為完全合成作用(Fully Composite)，其合理性尚有進一步討論之空間[23,25,26]。

在強度折減係數的使用方面，本節 RC 部分之彎矩強度採用ϕ_{brc}＝0.9 係依據 ACI-318-05 規範第九章而訂定[50]。

此外，本節對於 SRC 梁端部主筋配置之規定，主要在避免設計~~者~~人在 SRC 梁內配置過多主筋，導致施工時主筋無法連續通過梁柱接頭的現象。倘若在 SRC 梁內配置過多主筋，工人可能因施工困難而將主筋於梁柱接頭處切斷或彎折，將嚴重損壞梁柱接頭傳遞彎矩之功能。

5.5 設計剪力強度

符合 5.2 與 5.3 節規定之包覆型鋼骨鋼筋混凝土梁，其鋼骨部分及鋼筋混凝土部分之設計剪力強度應分別滿足以下之要求：

$$\phi_{vs}V_{ns} \geq (M_{ns}/M_n)V_u \qquad (5.5\text{-}1)$$

$$\phi_{vrc}V_{nrc} \geq (M_{nrc}/M_n)V_u \qquad (5.5\text{-}2)$$

其中：$\phi_{vs}V_{ns}$ = 鋼骨部分之設計剪力強度，ϕ_{vs} ＝0.9，V_{ns} 依 5.5.1 節計算

$\phi_{vrc}V_{nrc}$ = 鋼筋混凝土部分之設計剪力強度，ϕ_{vrc}＝0.75，V_{nrc} 依 5.5.2 節計算

M_{ns} = 鋼骨部分之標稱彎矩強度，依 5.4.1 節計算

M_{nrc} = 鋼筋混凝土部分之標稱彎矩強度，依 5.4.1 節計算

M_n = 鋼骨鋼筋混凝土梁之標稱彎矩強度，依 5.4.1 節計算

V_u = 由因數化載重組合所引致作用於鋼骨鋼筋混凝土梁之需要剪力

解說：

本節要求 SRC 梁中的鋼骨部分與 RC 部分的設計剪力強度應分別大於或等於其所對應的需要剪力強度，而鋼骨與 RC 部分的需要剪力強度之大小則與其各別所分擔的彎矩大小有關[10]。

當考慮耐震設計時，本規範對 SRC 梁之剪力設計有較嚴格之規定，除本節之要求外，並應符合第九章之相關規定。

在強度折減係數方面，本節 RC 部分之剪力強度折減係數採用ϕ_{vrc}＝0.75，而非 ACI-318-99 結構混凝土設計規範所用之ϕ_v＝0.85 的原因，在於本規範使用的載重係數是依據 ASCE-7-02 訂定[49]，而非直接採用 ACI-318-99 規範中

的載重係數之緣故。因此需要將 RC 部分之強度折減係數相對的調整，ϕ_{vrc}＝0.75 是依據 ACI-318-05 規範第九章而訂定[50]。

5.5.1 鋼骨部分之剪力強度

符合 5.2 與 5.3 節規定之鋼骨鋼筋混凝土梁，其鋼骨部分之標稱剪力強度 V_{ns} 應依以下規定計算：

$$V_{ns} = 0.6F_{yw}A_w \tag{5.5-3}$$

其中 F_{yw} 為腹板之規定降伏應力，A_w 為腹板斷面積，$A_w=t_w\times d$，t_w 為腹板厚度，d 為鋼骨斷面之深度。

解說：

公式(5.5-3)所示的鋼骨標稱剪力強度係基於 AISC-LRFD 規範中對鋼梁剪力強度之規定[11]，惟因符合 5.2 與 5.3 節規定之包覆型鋼骨鋼筋混凝土梁，其鋼骨部分受到混凝土之適當圍束，故可不考慮鋼骨腹板剪力挫屈之問題。

5.5.2 鋼筋混凝土部分之剪力強度

符合 5.2 與 5.3 節規定之鋼骨鋼筋混凝土梁，其鋼筋混凝土部分之標稱剪力強度 V_{nrc} 應為以下第 1 及第 2 項計算所得之較小者：

1. 一般剪力破壞

$$V_{nrc}=V_{nr}+V_{nc} \tag{5.5-4}$$

其中：

(1) V_{nr} 依以下規定計算，惟不得大於 $2.12\sqrt{f_c'}bd$

(i) 剪力鋼筋與構材長軸垂直時：

$$V_{nr}=\frac{A_v F_{yh} d}{s} \tag{5.5-5}$$

(ii) 剪力鋼筋與構材長軸斜交時：

$$V_{nr}=\frac{A_v F_{yh}(\sin\theta+\cos\theta)d}{s} \tag{5.5-6}$$

其中：A_v = 剪力鋼筋在間距 s 之斷面積，cm^2

F_{yh} = 剪力鋼筋之規定降伏應力，kgf/cm^2

d = 拉力鋼筋形心至混凝土受壓外緣之距離，cm

s = 剪力鋼筋之間距，cm

θ = 斜向剪力鋼筋與構材長軸之交角，度

(2) V_{nc} 依以下規定計算：

(i) 構材僅受剪力與彎矩作用時：

$$V_{nc}=0.53\sqrt{f_c'}bd \tag{5.5-7}$$

(ii) 構材受軸壓力作用時：

$$V_{nc}=0.53(1+\frac{P_{urc}}{140A_g})\sqrt{f_c'}bd \qquad (5.5\text{-}8)$$

(iii) 構材承受較大軸拉力作用時，V_{nc} 得依下式計算，或由箍筋承受全部剪力：

$$V_{nc}=0.53(1+\frac{P_{urc}}{35A_g})\sqrt{f_c'}bd \geq 0 \qquad (5.5\text{-}9)$$

其中：f_c' = 混凝土規定抗壓強度，kgf/cm^2

b = 鋼骨鋼筋混凝土構材之全斷面寬度，cm

A_g = 鋼骨鋼筋混凝土構材全斷面之面積，cm^2

P_{urc} = 鋼筋混凝土部分分擔之需要軸力，依公式 (7.3-5)決定，壓力為正值，拉力為負值

2. 剪力摩擦破壞

$$V_{nrc}=V_{nr}'+V_{nc}'+V_{ns}' \qquad (5.5\text{-}10)$$

其中：

(1) V_{nr}' 依以下規定計算，惟不得大於 $2.12\mu\sqrt{f_c'}bd$：

(i) 剪力摩擦鋼筋與剪力摩擦面垂直時：

$$V_{nr}'=\mu A_{vf}F_{yh}(\frac{d}{s}) \qquad (5.5\text{-}11)$$

(ii) 剪力摩擦鋼筋與剪力摩擦面斜交且剪力導致剪力摩擦鋼筋承受拉力時：

$$V'_{nr} = A_{vf} F_{yh} (\mu \sin\theta_f + \cos\theta_f)(\frac{d}{s}) \quad (5.5\text{-}12)$$

其中：μ = 剪力摩擦面之摩擦係數，如表 5.5.1 所示

A_{vf} = 剪力摩擦鋼筋在間距 s 之斷面積，cm^2

θ_f = 剪力摩擦鋼筋與剪力面之交角，度

(2) $V'_{nc} = K_1 b'd$ (5.5-13)

其中：b' = 全斷面寬度扣除鋼骨翼板寬度後之淨寬度，cm

K_1 = 沿剪力摩擦面之混凝土對剪力阻抗之經驗常數，當採用常重混凝土時為 28 kgf/cm^2，天然砂輕質混凝土時為 17.5 kgf/cm^2，全輕質混凝土時為 14 kgf/cm^2

(3) V'_{ns} = 沿剪力摩擦面鋼骨翼板上所配置之剪力釘對剪力強度之貢獻。剪力釘之抗剪強度依內政部所定之「鋼結構極限設計法規範及解說」相關規定計算。

表 5.5.1 剪力摩擦係數μ

剪力面狀況	μ
(1) 混凝土整體澆置	0.8λ
(2) 混凝土澆置於硬化混凝土面而該面	
(a) 經表面粗糙處理	0.55λ
(b) 未經表面粗糙處理	0.35λ
混凝土種類	λ
(1) 常重混凝土	1.0
(2) 天然砂輕質混凝土	0.85
(3) 全輕質混凝土	0.75

解說：

本節有關 SRC 梁中 RC 部分的剪力設計主要考慮兩種可能的破壞模式：(1)一般剪力破壞與(2)剪力摩擦破壞[10,27,28,29]。

~~在一般剪力破壞方面，公式(5.5-4)係依據內政部所定的「混凝土結構設計規範」訂定[2]。~~在剪力摩擦破壞方面，圖 C5.5.1 顯示一個 SRC 斷面發生剪力摩擦破壞的情形[28]。由於 SRC 斷面中有鋼骨存在，因此在斷面中的混凝土部分沿著鋼骨翼板的水平方向將可能形成一個弱面，且當翼板寬度愈大時，破壞的可能性愈大。目前 ACI-318-05 規範[50]在剪力摩擦設計公式中並未考慮 RC 斷面中內含鋼骨之情形，故本規範並未直接引用其結果。

由於一般包覆型 SRC 斷面中均有配置剪力鋼筋，此時剪力鋼筋亦扮演抵抗剪力摩擦破壞的角色。剪力摩擦之設計係假想 SRC 構材在某一斷面上因剪力作用而產生裂縫。當裂縫面開始滑動分離時，此種分離所產生的作用力由穿過假想裂縫的鋼筋承擔。經由鋼筋應變產生的拉力

提供了大小相等方向相反的正向夾緊力；此種夾緊力又產生平行於裂縫的摩擦力，並阻止進一步的滑動[27,28]。

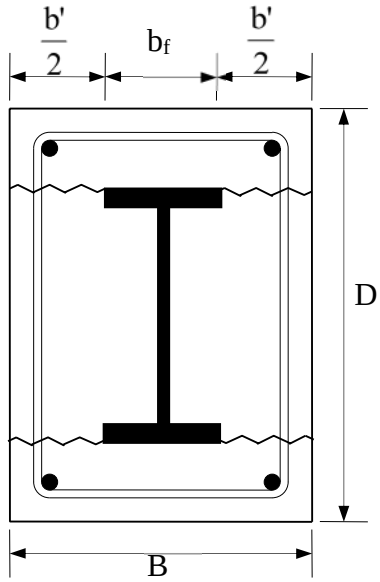


圖 C5.5.1 SRC 斷面之剪力摩擦破壞[10,28]

剪力摩擦設計公式(5.5-10) 中之 V'_{ns} 係考慮到沿剪力摩擦面鋼骨翼板上所配置之剪力釘對剪力強度之貢獻。至於公式(5.5-11)與(5.5-13)則分別表示 SRC 斷面中剪力鋼筋與混凝土對剪力摩擦破壞的抵抗能力[28]。如果斷面中之剪力鋼筋與混凝土對剪力摩擦破壞的抵抗能力已經足夠，則鋼骨翼板無需配置剪力釘。

公式(5.5-13)中 $V'_{nc} = K_1 b' d$ 的 b' 為 SRC 全斷面寬度扣除鋼骨翼板寬度後的淨寬度，該式表示寬度為 b' 的混凝土對剪力摩擦的抵抗能力。該式保守的假設鋼板翼板與混凝土之交界面為光滑面，忽略其間握裹力之貢獻[10,28]，其中 K_1 之值係依據文獻[30]之實驗結果所得之常數。另一方面，由於剪力摩擦係數 μ與剪力面之情況及混凝土之種類有關，故μ值之大小應該反映此一現象。表 5.5.1 係參考 ACI-318-05 規範及文獻[30,31]之研究成果修訂而得。

圖 C5.5.2 顯示一 SRC 構材受剪力摩擦作用之情形[28,29]，其中圖(a) 顯示構材可能之剪力摩擦破壞面，圖(b)則顯示混凝土摩擦面抵抗剪力傳遞之水平摩擦力 V_{hf} 。依據 Hofbeck [30] 與 Mattock [31]之研究，圖(b)中混凝土摩擦

面抵抗剪力傳遞之水平摩擦力 V_{hf} 可表示為

$$V_{hf}=\mu A_{vf}F_{yh}+K_1A_c \tag{C5-1}$$

其中第一項為由箍筋所提供之被動摩擦力，而第二項則為由混凝土摩擦面之粗糙性所提供之互鎖力。當吾人欲將此一水平力轉換為相當的垂直剪力時，可經由梁斷面上某一點之水平剪應力與垂直剪應力相等之關係推導求得，公式(5.5-11)與(5.5-13)即為所求之結果。

圖 C5.5.3 顯示 SRC 構材中之 RC 部分所提供垂直於構材長軸方向之標稱剪力強度 V_{nrc} 與混凝土摩擦面抵抗剪力傳遞之水平摩擦力 V_{hf} 之關係[28,29]。圖中作用在水平摩擦面上之剪應力 τ_{yx} 為

$$\tau_{yx}=\frac{V_{hf}}{b's} \tag{C5-2}$$

圖中沿垂直剪力 V_{nrc} 作用方向之剪應力為 τ_{xy}，若將 τ_{xy} 保守的以作用於面積 b' d 上之平均剪應力計算之，則

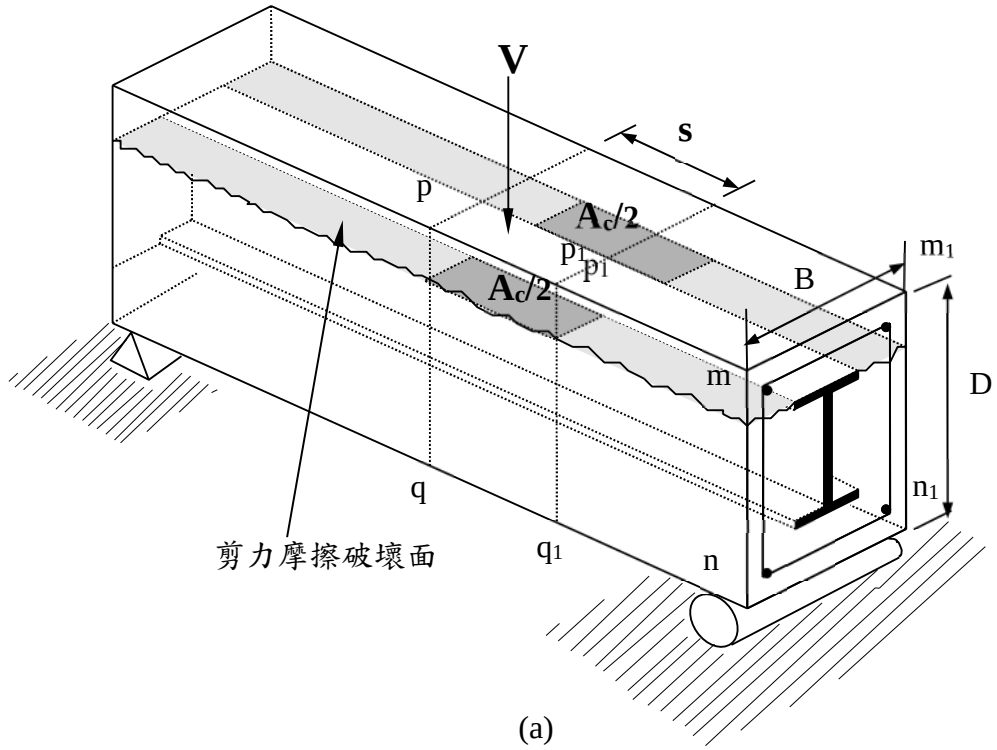
$$\tau_{xy}=\frac{V_{n\,rc}}{b'd} \tag{C5-3}$$

圖中作用在水平摩擦面上之剪應力 τ_{yx} 應等於作用在垂直面上之剪應力 τ_{xy}，即

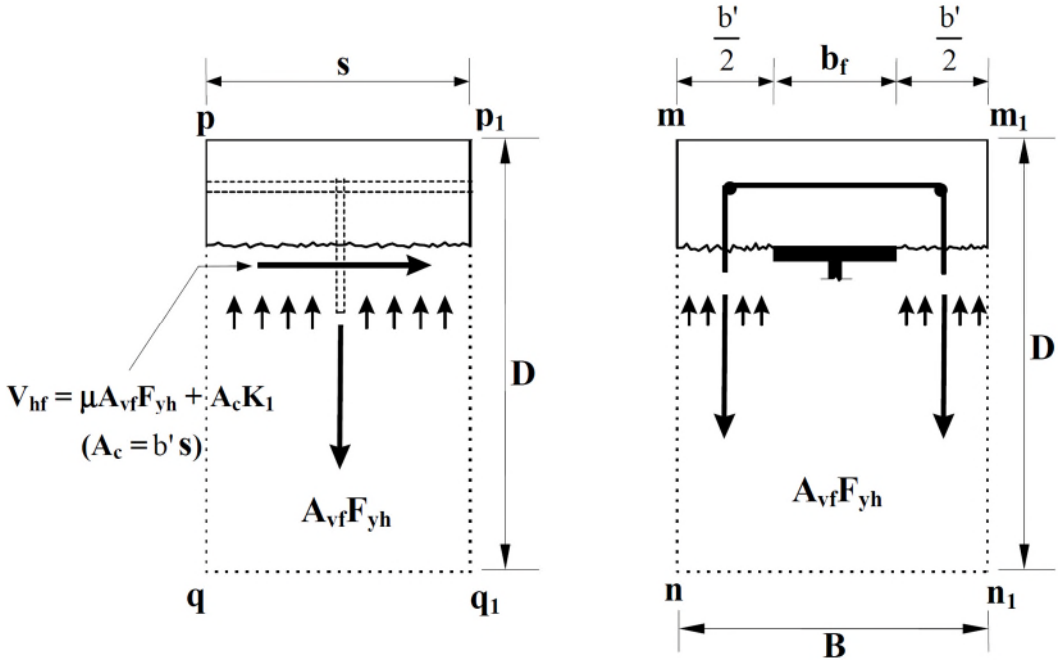
$$\frac{V_{n\,rc}}{b'd}=\frac{V_{hf}}{b's} \tag{C5-4}$$

將式(C5-1)之 V_{hf} 代入式(C5-4)，則 SRC 構材中 RC 部分抵抗剪力摩擦破壞之剪力強度可表示如下[28,29]

$$V_{n\,rc}=\mu A_{vf}F_{yh}(d/s)+K_1b'd \tag{C5-5}$$



(a)



(b) (c)

圖 C5.5.2 SRC 梁剪力摩擦破壞的受力情形[28,29]

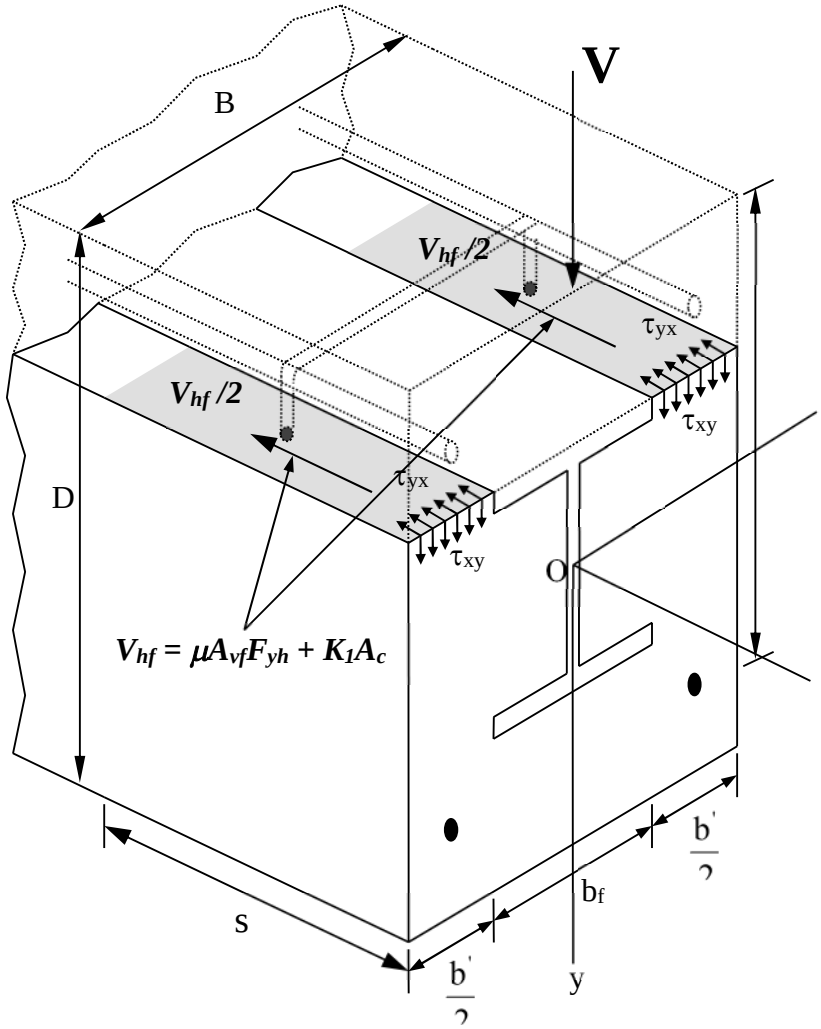


圖 C5.5.3 SRC 構材剪力摩擦破壞面之剪應力關係圖[28,29]

第六章 受彎矩作用之構材

6.1 適用範圍

本章適用於僅受軸壓力作用之包覆型鋼骨鋼筋混凝土構材與鋼管混凝土構材之設計。對於同時受軸力與彎矩共同作用之鋼骨鋼筋混凝土構材，其設計應符合第七章之規定。

6.2 柱之種類

1. 包覆型鋼骨鋼筋混凝土柱：

   由型鋼或組合鋼骨斷面完全包覆於鋼筋混凝土之中所組成之鋼骨鋼筋混凝土柱，且符合第 6.3 節之相關規定者。

2. 鋼管混凝土柱：

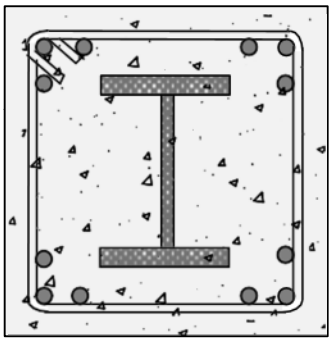
   鋼管混凝土柱依混凝土填充或包覆方式之不同，可分為(1)填充型鋼管混凝土柱(2)包覆填充型鋼管混凝土柱，且均應符合第 6.3 節之相關規定者。鋼管混凝土柱之鋼管部分得由矩形或圓形鋼管組成，或由鋼板銲接組成箱形或圓形鋼骨斷面。

3. 由數個獨立鋼骨斷面組成之鋼骨鋼筋混凝土柱：

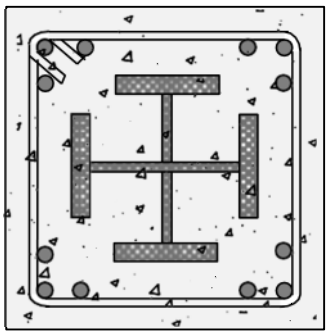
   如果鋼骨鋼筋混凝土柱斷面是由數個獨立的鋼骨斷面所組成，鋼骨斷面之間須以適當的繫條或繫板互相連結，以確保組合構材之整體性。

解說：

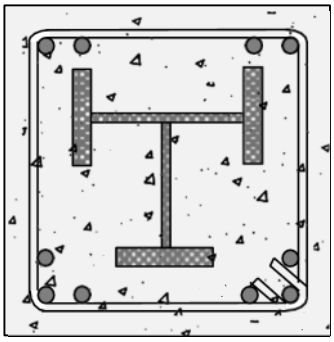
圖 C6.2.1 與 C6.2.2 顯示幾種包覆型 SRC 柱與鋼管混凝土柱之斷面。在 SRC 梁柱構架中，包覆型 SRC 柱之主筋以分佈在斷面四個角落為宜 [10]。惟當 SRC 柱斷面較大時，若相鄰主筋的間距大於 300mm 時，則應加配補助筋，詳如第四章之圖 C4.3.4 所示。有關詳細的 SRC 柱鋼筋配置規定，設計~~者~~人應參照本規範第 4.3 與 9.6 節之內容。



(a) 包覆 I 型 SRC 柱

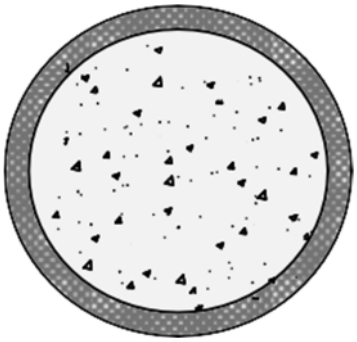


(b) 包覆十字型 SRC 柱

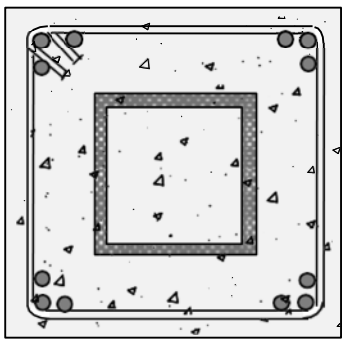


(c) 包覆 T 字型 SRC 柱

圖 C6.2.1 包覆型 SRC 柱斷面



(a) 填充型鋼管混凝土柱



(b) 包覆填充型鋼管混凝土柱

圖 C6.2.2 鋼管混凝土柱斷面

相對於純鋼柱而言，填充型鋼管混凝土柱(Concrete-Filled Tubular Column, CFT 柱)主要的特色是可以在不增加柱斷面積之情況下，有效增加柱之抗壓強度與勁度。

設計~~者~~人宜注意圖 C6.2.3 所顯示的幾種不合理的 SRC 柱配筋圖。這些柱斷面的主要缺點是配筋太密，將使得梁柱接頭處施工困難。當 SRC 柱與 SRC 梁交會時，此種配筋太密的 SRC 柱中的一部份主筋，將受到梁柱接頭處之鋼梁翼板的阻擋，因而導致一部份主筋無法連續通過梁柱接頭。如果梁柱接頭處之柱主筋無法連續貫通，則將導致接頭處之彎矩傳遞發生問題，因此梁柱構架中不宜使用太密的 SRC 柱配筋方式。

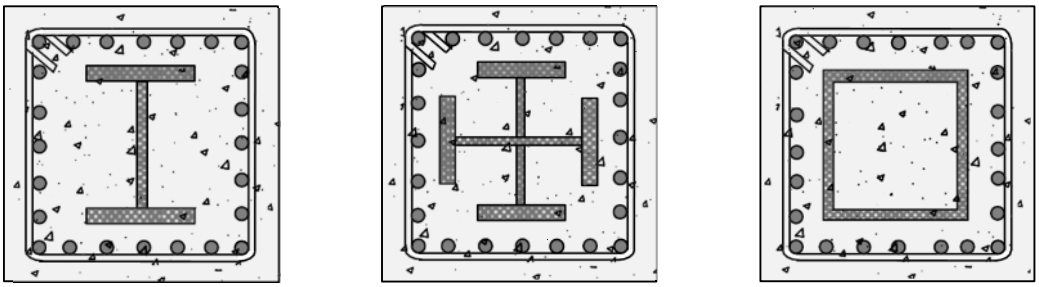


圖 C6.2.3 配筋太密的 SRC 柱斷面(梁柱構架中不宜使用)

另一方面，如果 SRC 柱內之鋼骨是由二個或多個獨立分開的鋼骨斷面所組成(目前較不常用)，應使用繫條或繫板連結 SRC 柱內各個獨立的鋼骨斷面，以增進整體構材之穩定性，亦對鋼骨斷面內的混凝土有圍束之功能。

本規範於第五章之解說中曾述及宜儘量避免使用空腹形(Open Web Section)的 SRC 斷面，若不得已必須採用時，則應在各鋼骨斷面間配置適當之繫條或繫板互相連結。

6.3 一般要求

1. 鋼骨鋼筋混凝土柱中之鋼骨斷面積不得少於構材全斷面積之 2%。若鋼骨斷面積少於構材全斷面積之 2%，則應依內政部所定之「~~混凝土結構設計規範~~建築物混凝土結構設計規範」之規定設計。
2. 鋼骨鋼筋混凝土柱中之鋼筋混凝土，其主筋、箍筋及混凝土保護層均應符合第 4.3、4.4 及 4.5 節之規定。
3. 鋼骨鋼筋混凝土柱中之鋼骨斷面肢材寬厚比，應符合 3.4 節表 3.4-2 與 3.4-3 中λ_p之規定。
4. 鋼骨鋼筋混凝土柱中之鋼骨其規定降伏應力不宜大於 ~~3,520~~4200 kgf/cm^2，鋼筋之規定降伏應力不宜大於 5,600 kgf/cm^2，混凝土規定抗壓強度 f_c'不宜小於 ~~210~~280 kgf/cm^2。
5. 包覆型鋼骨鋼筋混凝土柱若需採用規定抗壓強度 f_c'大於 420 kgf/cm^2 之混凝土時，或填充型鋼管混凝土柱採用抗壓強度 f_c'大於 560 kgf/cm^2 之混凝土時，應以公認合理之試驗證明其可行性與可靠度。

解說：

有關 SRC 柱斷面最小鋼骨比之限制，美國 AISC-LRFD 之規定為 4% [11]，而日本 AIJ-SRC 規範則僅要求不得小於 0.8% [10]。此兩種不同的規定各有特色，AISC 之規定可以使 SRC 構造中之鋼骨發揮較大之貢獻，並有助於縮小柱斷面之尺寸。AIJ 之規定則賦予設計~~者~~人較大的自由選擇空間。我國 SRC 規範採用最小鋼骨比為 2 %之限制主要係在上述兩者之間取一折衷值[21]。

在 SRC 柱採用高強度的混凝土方面，本節之限制主要考量當混凝土強度提高時，其脆性的現象將更為明顯，同時目前國內外的相關研究仍然有限。惟若有公認合理的試驗證明其可行性與可靠度，且在實際施工時亦能確保混凝

土之品質，則混凝土之強度限制應可考慮酌予放寬。

6.4 設計受壓強度

符合 6.3 節規定之鋼骨鋼筋混凝土柱，其設計受壓強度$\phi_c P_n$應不小於由因數化載重組合所計得之最大需要受壓強度 P_u。設計受壓強度$\phi_c P_n$得採用以下三種方式之一決定之：

1. 採用「強度疊加法」，依本章 6.4.1 節之規定計算。
2. 依內政部所定之「~~混凝土結構設計規範~~建築物混凝土結構設計規範」相關規定計算。
3. 依內政部所定之「鋼結構極限設計法規範及解說」相關規定計算。

鋼骨鋼筋混凝土柱端部之主筋若未連續通過梁柱接頭，或未依規定適當錨定時，均應視為補助筋且不計其對彎矩強度之貢獻。

6.4.1 強度疊加法

鋼骨鋼筋混凝土柱之設計受壓強度$\phi_c P_n$得採用「強度疊加法」計算如下：

$$\phi_c P_n = \phi_{cs} P_{ns} + \phi_{crc} P_{nrc} \qquad (6.4\text{-}1)$$

其中：P_{ns} = 鋼骨部分之標稱受壓強度，依 6.4.2 節之規定計算

P_{nrc} = 鋼筋混凝土部分之標稱受壓強度，依 6.4.3 節之規定計算

ϕ_{cs} = 鋼骨部分之強度折減係數，$\phi_{cs}=0.85$

ϕ_{crc} = 鋼筋混凝土部分之強度折減係數

(1) 包覆型鋼骨鋼筋混凝土柱：

(i) 配置橫箍筋，$\phi_{crc}=0.65$

(ii) 配置螺箍筋，$\phi_{crc}=0.7$

(2) 鋼管混凝土柱：

(i) 填充型鋼管混凝土柱，$\phi_{crc}=0.75$

(ii) 包覆填充型鋼管混凝土柱，ϕ_{crc} ＝0.7

解說：

有關 SRC 柱設計受壓強度之計算，本規範採用強度疊加法來求得，亦即 SRC 柱之受壓強度為鋼骨部分與混凝土部分抗壓強度貢獻之和[21]。

對於本規範採用的 SRC 柱設計強度公式，文獻[20,32,33]中針對多組不同斷面與長度的 SRC 柱進行探討(包含包覆 I 型、包覆十字型、鋼管混凝土斷面)，分別比較公式(6.4-1)與實驗值或假設斷面所計得之 SRC 柱受壓強度。研究結果顯示，公式(6.4-1)可以得到合理的結果。其中文獻[33]廣泛收集國內外 SRC 梁、柱與梁柱之實驗資料作為比較之基準。

另一方面，本規範容許 SRC 柱之設計受壓強度 $\phi_c P_n$ 亦得採用另外二種方式決定的原因之一，在於「~~混凝土結構設計規範~~建築物混凝土結構設計規範」[2]與「鋼結構極限設計法規範及解說」[1]係由內政部已經頒佈之合法規範，可提供設計~~者~~人另外的選擇。

在強度折減係數方面，本節採用 SRC 柱配置橫箍筋時 ϕ_{crc} ＝0.65，配置螺箍筋時 ϕ_{crc} ＝0.7，而非 ACI-318-99 規範中所用之 ϕ_c ＝0.7 或 0.75 的原因，在於本規範使用的載重係數是依據 ASCE-7-02 訂定[49]，而非直接採用 ACI-318-99 規範中的載重係數之緣故，因此需要將 RC 部分之強度折減係數作相對的調整，此調整係依據 ACI-318-05 規範第九章而訂定[50]。

此外，本節對於 SRC 柱端部主筋配置之規定，主要在避免設計~~者~~人在 SRC 柱內配置過多主筋，導致施工時主筋無法連續通過梁柱接頭的現象。倘若設計~~者~~人在 SRC 柱內配置過多主筋，工人可能因施工困難而將主筋於梁柱接頭處切斷或彎折，將會嚴重損壞梁柱接頭傳遞彎矩之功能。

6.4.2 鋼骨部分之標稱受壓強度

鋼骨鋼筋混凝土柱中鋼骨部分之標稱受壓強度 P_{ns} 依以下規定計算：

(1) 當 $\lambda_c \le 1.5$ 時：

$$P_{ns} = \left[\exp\left(-0.419\lambda_c^2\right) \right] F_{ys} A_s \qquad (6.4\text{-}2)$$

(2) 當 $\lambda_c > 1.5$ 時：

$$P_{ns} = \left(0.877/\lambda_c^2 \right) F_{ys} A_s \qquad (6.4\text{-}3)$$

其中：F_{ys} = 鋼骨之規定降伏應力，kgf/cm^2

A_s = 鋼骨之斷面積，cm^2

$$\lambda_c = \frac{KL}{\pi r_{eff}} \sqrt{\frac{F_{ys}}{E_s}} \qquad (6.4\text{-}4)$$

KL = 鋼骨鋼筋混凝土構材之有效長度，cm

E_s = 鋼骨之彈性模數，kgf/cm^2

r_{eff} = 鋼骨鋼筋混凝土構材中鋼骨斷面之有效迴轉半徑

$$r_{eff} = r_s + \alpha \sqrt{\frac{I_g}{A_g}} \qquad (6.4\text{-}5)$$

r_s = 鋼骨斷面之迴轉半徑，cm

I_g = 鋼骨鋼筋混凝土構材全斷面之慣性矩，cm^4

A_g = 鋼骨鋼筋混凝土構材全斷面之面積，cm^2

α = 鋼骨斷面有效迴轉半徑修正因子，其值如下：

(1) 包覆型鋼骨鋼筋混凝土柱內含 I 型鋼骨斷面：

(i) 對強軸彎曲：α =0.2

(ii) 對弱軸彎曲：α =0.4

(2) 包覆型鋼骨鋼筋混凝土柱內含十字或 T 型鋼骨斷面：

α =0.3

(3) 填充型鋼管混凝土柱：α=0.1

(4) 包覆填充型鋼管混凝土柱：α=0.2

解說：

在鋼骨部分的受壓強度方面，本節主要參考 AISC-LRFD 規範中鋼柱強度之設計公式[11]。不過，由於 SRC 柱中的鋼骨受到混凝土的包覆或填充，除了較不易發生挫屈之外，對於具有相同斷面尺寸與長度的鋼構材而言，SRC 柱中鋼骨之真實有效長細比 (Slenderness Ratio) 將比在純鋼柱情況下之值為低。為了反映鋼骨受混凝土束制的影響，本節採用一個參數"r_{eff}"，即 SRC 構材中鋼骨之有效迴轉半徑 (Effective Radius of Gyration)，來作為 SRC 柱中鋼骨強度計算之依據，如公式(~~7~~6.4.5)所示。由於 r_{eff} 的大小與 SRC 柱斷面型式有關，故對於不同型式的 SRC 斷面可由一個稱為"α"的修正係數來考慮之。較為詳細的背景資料可參考文獻[20,33]之研究結果。

6.4.3 鋼筋混凝土部分之標稱受壓強度

鋼骨鋼筋混凝土柱中鋼筋混凝土部分之標稱受壓強度 P_{nrc} 為以下兩式所計得之較小值：

$$P_{nrc} = \phi_e\left(0.85f_c'A_c + A_rF_{yr} \right) \quad (6.4\text{-}6)$$

$$P_{nrc} = \phi_e\left[\frac{\pi^2(EI)_{rc}}{(KL)^2} \right] \quad (6.4\text{-}7)$$

其中：ϕ_e = 0.8，配置橫箍筋時

ϕ_e = 0.85，配置螺箍筋時

f_c' = 混凝土之規定抗壓強度，kgf/cm^2

A_c = 混凝土部分之斷面積，cm^2

F_{yr} = 鋼筋之規定降伏應力，kgf/cm^2

A_r = 鋼筋之斷面積，cm^2

KL = 鋼骨鋼筋混凝土構材之有效長度，cm

$(EI)_{rc}$ = 鋼筋混凝土部分之撓曲剛度，$(EI)_{rc}=E_cI_g/5$，E_c 為混凝土彈性模數，I_g 為全斷面對形心軸之慣性矩

解說：

公式(6.4-6)與(6.4-7)分別表示 RC 短柱與長柱之標稱受壓強度，後者為 Euler 柱挫屈強度。公式中 ϕ_e 與 $(EI)_{rc}$ 之計算主要參考 ACI-318-05 規範中之規定[50]。ϕ_e 主要考慮最小偏心距 (Eccentricity)與持久載重效應之影響；而 $(EI)_{rc}$ 則保守的不計鋼筋對勁度之貢獻，這主要是考慮在較大的應變下，混凝土與鋼骨可能剝離，此時鋼筋對構材勁度之貢獻將明顯降低，甚至鋼筋可能發生局部挫屈現象。

6.5 柱腳之設計

6.5.1 設計要求

1. 鋼骨鋼筋混凝土柱腳之設計應確保其能抵抗各種載重組合下所承受之軸力、彎矩與剪力。
2. 錨栓之設計需能抵抗在各種載重組合下，鋼柱端所承受之拉力與剪力，包含由柱底部束制產生之彎矩所引致之淨拉力分量。
3. 利用螺栓或鋼棒構成埋置構件以抵抗拉力載重時，設計時需將載重藉握裹力、剪力、承載力或聯合作用力傳遞至混凝土上。
4. 柱基與混凝土間之承載力：

   柱基下方之混凝土其設計承壓強度為$\phi_{cp}P_p$，其中$\phi_{cp}=0.6$。P_p之值計算如下：

   (1) 由混凝土全面積支承時

   $$P_p = 0.85f_c' A_1 \tag{6.5-1}$$

   (2) 鋼骨承壓面積小於混凝土全部面積時

   $$P_p = 0.85f_c' A_1\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \tag{6.5-2}$$

   其中：A_1 = 鋼骨在混凝土支承上之承壓面積，cm^2

   A_2 = 混凝土之有效擴大承壓面積，cm^2，其值為混凝土支承面上與承壓面積同心且幾何形狀相似之最大面積，且$\sqrt{A_2/A_1}\le 2$

解說：

當基板承壓面積小於混凝土基座之支承面積時，由於基板周圍之混凝土可對承壓區產生圍束作用，此圍束作用將可提高混凝土之承壓強度，公式(6.5-

2)中之$\sqrt{A_2/A_1}$即在提高混凝土之承壓力[1]。圖 C6.5.1 說明如何決定有效擴大承壓面積 A_2。

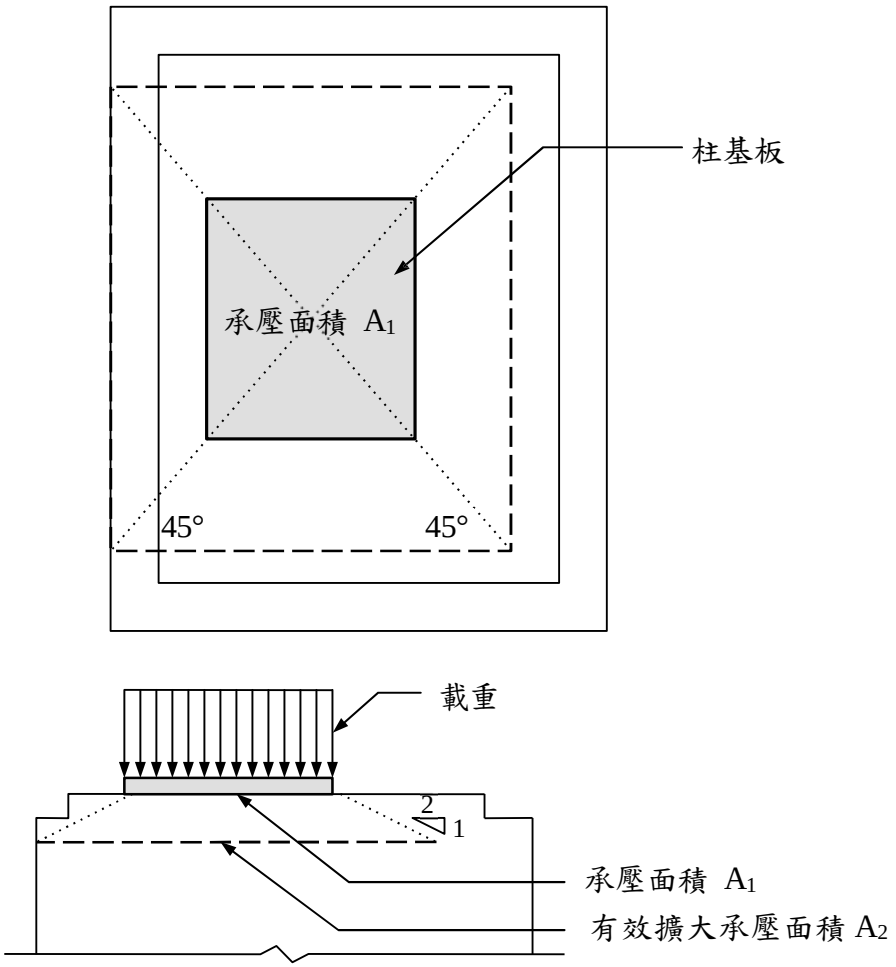


圖 C6.5.1 鋼骨基板之承壓面積[1]

6.5.2 設計細則

1. 鋼骨鋼筋混凝土柱之鋼骨柱腳應設置施工上必要之錨定螺栓及柱基板。
2. 鋼骨鋼筋混凝土柱之鋼骨組立若影響柱腳主筋時，鋼骨柱腳之斷面設計可採漸縮方式，惟不得影響柱腳之安全性及抵抗外力之能力。
3. 柱腳下方梁內主筋之配置不宜過密以免影響鋼骨基座錨定螺栓之安裝。

解說：

SRC 柱腳可設計為露出型或埋入型[13]。露出型柱腳係指 SRC 柱之鋼骨基板固定於基礎梁上之 SRC 柱腳；埋入型柱腳指鋼骨基板埋入基礎梁內之 SRC 柱腳。

對露出型柱腳而言，設計~~者~~人應檢核柱基板下方及環繞柱基板周圍之混凝土是否具有足夠之強度，以抵抗由基板上方 SRC 柱中鋼骨及混凝土所傳遞之軸力、彎矩與剪力。對埋入型柱腳而言，由於鋼骨埋入地梁內，埋入部分之鋼骨將受到周圍混凝土之側向束制，此側向束制有助於降低柱基板處之需要彎矩強度。

基於施工的理由，鋼骨柱腳即使未受到彎矩作用仍須配置適當的錨定螺栓與柱基板。圖 C6.5.2 顯示一個 SRC 柱基腳採用漸縮鋼骨斷面並於鋼骨上配置剪力釘之設計示意圖。設計~~者~~人宜注意鋼骨斷面之縮小應不對柱腳之安全性產生不良之影響。

此外，基腳下方梁之配筋不宜過密，否則在施工現場常發生為了安裝基座錨定螺栓而將主筋切斷之情形。可能的解決方法之一是將梁寬度適當的加大以配置主筋，並預留適當空間給錨定螺栓[13]。

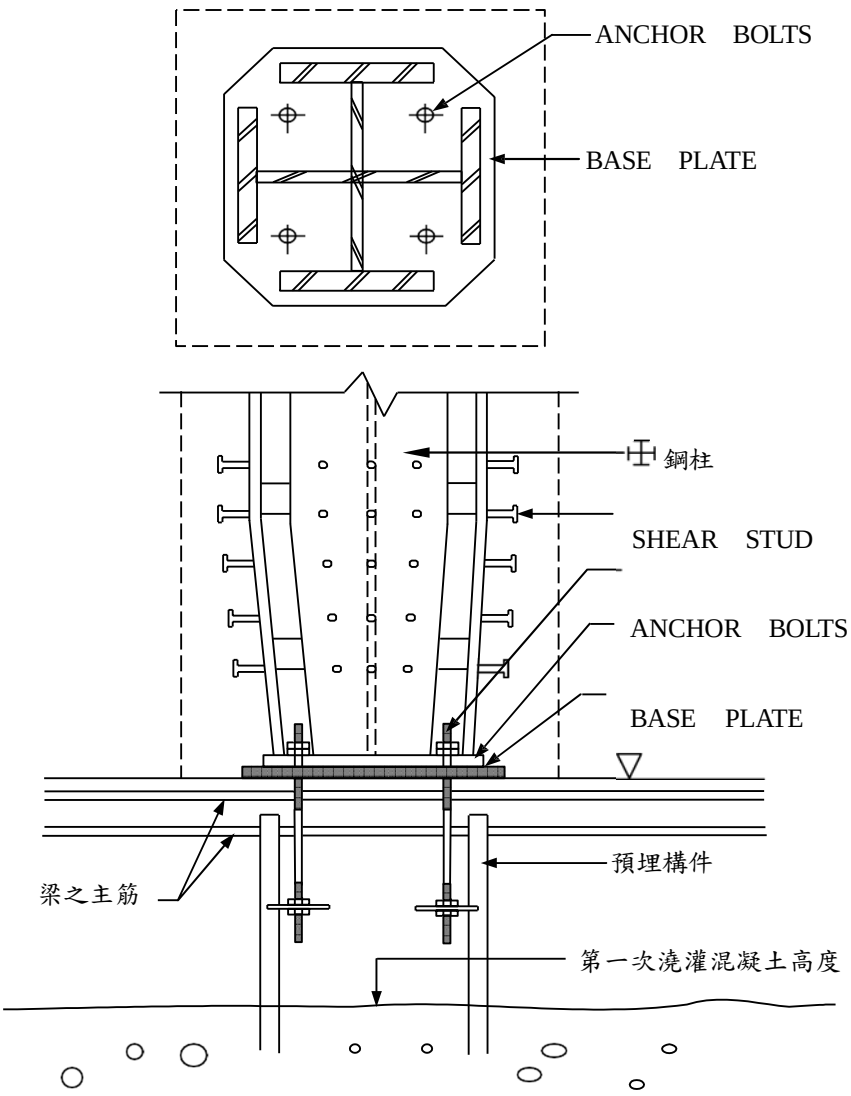


圖 C6.5.2 SRC 柱基腳採用漸縮鋼骨斷面

第七章 受軸力與彎矩作用之構材

7.1 適用範圍

本章適用於受軸力與彎矩共同作用之鋼骨鋼筋混凝土構材，此構材應具雙對稱或單對稱斷面，且符合本規範第 5.2 節與第 6.2 節之規定。

解說：

本章適用於具雙對稱或單對稱斷面之 SRC 構材受軸力與彎矩共同作用之情形。倘設計~~者~~人採用非對稱斷面 SRC 構材或當構材受到扭矩之作用時，則應適當考慮扭力造成之影響。有關 RC 部分受扭矩作用之設計可參考內政部所定之「~~混凝土結構設計規範~~建築物混凝土結構設計規範」[2]之相關規定。

7.2 設計強度

受軸壓力與彎矩共同作用之鋼骨鋼筋混凝土構材，其設計強度得採用以下三種方式之一決定之：

1. 採用「強度疊加法」，依本章第 7.3 節與第 7.4 節之相關規定。
2. 依內政部所定之「~~混凝土結構設計規範~~建築物混凝土結構設計規範」之相關規定。
3. 依內政部所定之「鋼結構極限設計法規範及解說」之相關規定。

解說：

本節允許採用三種不同之方法來決定 SRC 梁-柱(Beam-Column)構材之設計強度。

第一種方法為本章建議之設計法，該法採用「強度疊加」(Strength Superposition)與「相對剛度」(Relative Rigidity)的概念來進行設計[20,21,32,33]。該法之設計步驟是先依據 SRC 構材內部的鋼骨及 RC 之「相對剛度」來分擔外力，然後再採用「強度疊加」法來檢核 SRC 梁-柱之強度。該法依據鋼骨及

RC 相對剛度之大小，可以適當的考慮鋼骨及 RC 分擔外力之比例。在進行 SRC 構材之設計時，設計~~者~~人可以先決定鋼骨之尺寸，由鋼骨先行分擔一部分外力，剩餘之外力再由 RC 部分來承擔；設計~~者~~人亦可先決定混凝土之尺寸與配筋，剩餘之部分便與設計一般純鋼骨構材相同，有助於使設計更為簡便。

第二種方法為存在於內政部所定之「~~混凝土結構設計規範~~建築物混凝土結構設計規範」中的設計法[2]。該法主要是將 SRC 構材中之鋼骨視為等量的鋼筋來設計(依 ACI-318 規範訂定)，並假設鋼骨與 RC 之介面無相對滑動發生，亦即屬於完全合成作用(Fully Composite)之狀況。

第三種方法為存在於內政部所定之「鋼結構極限設計法規範及解說」中的設計法[1]。該法主要是透過幾個轉換係數(依 AISC-LRFD 規範訂定)，將 SRC 構材中之鋼筋與混凝土轉換為等量的鋼骨，然後再依照純鋼結構的方法來進行設計。

7.3 受軸壓力與彎矩共同作用之構材

7.3.1 軸力與彎矩之分配

鋼骨鋼筋混凝土構材中之鋼骨部分與鋼筋混凝土部分，應共同分擔由組合載重所引致之需要軸力 P_u 與需要彎矩 M_u，即

$$P_u = P_{us} + P_{urc} \tag{7.3-1}$$

$$M_u = M_{us} + M_{urc} \tag{7.3-2}$$

其中：P_u = 由組合載重引致作用於鋼骨鋼筋混凝土構材之需要受壓強度

M_u = 由組合載重引致作用於鋼骨鋼筋混凝土構材之需要彎矩

強度(含 P-Δ 效應)，依 7.4 節之規定分別對 x 軸或 y 軸計算

P_{us} = 鋼骨部分之需要受壓強度，可依鋼骨與鋼筋混凝土之相對剛度以下式決定之

$$P_{us} = P_u \cdot \left[\frac{E_s A_s}{E_s A_s + 0.55 E_c A_c} \right] \quad (7.3\text{-}3)$$

M_{us} = 鋼骨部分之需要彎矩強度，可依鋼骨與鋼筋混凝土之相對剛度以下式分別對 x 軸或 y 軸決定之

$$M_{us} = M_u \cdot \left[\frac{E_s I_s}{E_s I_s + 0.35 E_c I_g} \right] \quad (7.3\text{-}4)$$

P_{urc} = 鋼筋混凝土部分之需要受壓強度，可依鋼骨與鋼筋混凝土之相對剛度以下式決定之

$$P_{urc} = P_u \cdot \left[\frac{0.55 E_c A_c}{E_s A_s + 0.55 E_c A_c} \right] \quad (7.3\text{-}5)$$

M_{urc} = 鋼筋混凝土部分之需要彎矩強度，可依鋼骨與鋼筋混凝土之相對剛度以下式分別對 x 軸或 y 軸決定之

$$M_{urc} = M_u \cdot \left[\frac{0.35 E_c I_g}{E_s I_s + 0.35 E_c I_g} \right] \quad (7.3\text{-}6)$$

其中：E_s，E_c = 分別為鋼骨與混凝土之彈性模數

A_s，A_c = 分別為鋼骨部分與混凝土部分之斷面積

I_s ，I_g = 分別為鋼骨部分之慣性矩與鋼骨鋼筋混凝土全斷面積之慣性矩

7.3.2 軸力與彎矩之分配

受軸壓力與彎矩共同作用之鋼骨鋼筋混凝土構材，其設計強度應依以下之步驟檢核之：

(一) 鋼骨部分之強度檢核

受軸壓力與彎矩共同作用之鋼骨鋼筋混凝土構材，其設計強度應依以下之步驟檢核之：

(1) 當 $P_{us} < 0.2\phi_{cs}P_{ns}$ 時：

$$\frac{P_{us}}{2\phi_{cs}P_{ns}} + \left(\frac{M_{uxs}}{\phi_{bs}M_{nxs}} + \frac{M_{uys}}{\phi_{bs}M_{nys}} \right) \le 1.0 \qquad (7.3\text{-}7)$$

(2) 當 $P_{us} \ge 0.2\phi_{cs}P_{ns}$ 時：

$$\frac{P_{us}}{\phi_{cs}P_{ns}} + \frac{8}{9}\left(\frac{M_{uxs}}{\phi_{bs}M_{nxs}} + \frac{M_{uys}}{\phi_{bs}M_{nys}} \right) \le 1.0 \qquad (7.3\text{-}8)$$

其中：ϕ_{cs} = 鋼骨部分之軸力強度折減係數，依第六章決定之

ϕ_{bs} = 鋼骨部分之彎矩強度折減係數，依第五章決定之

P_{us} = 鋼骨部分之需要受壓強度，依(7.3-3)式決定之

P_{ns} = 鋼骨部分僅受軸力時之標稱受壓強度，依第六章之規定計算

M_{uxs}, M_{uys} = 對 x 軸或 y 軸彎曲時鋼骨部分之需要彎矩強度，依(7.3-4)式分別對 x 軸或 y 軸決定之

M_{nxs}, M_{nys} = 對 x 軸或 y 軸彎曲時鋼骨部分之標稱彎矩強度，依第五章之規定計算

(二) 鋼筋混凝土部分之強度檢核

鋼骨鋼筋混凝土構材中之鋼筋混凝土部分受到軸力 P_{urc} 與彎矩 M_{urc} 共同作用下，其設計強度應符合內政部所定之「混凝土結構設計規範」之相關規定，其中鋼筋混凝土部分所受到之軸力 P_{urc} 與彎矩 M_{urc} 應分別依(7.3-5)與(7.3-6)式決定之。

(三) 軸力與彎矩之重新分配

當上述步驟(一)與(二)之強度檢核均能滿足，表示鋼骨鋼筋混凝土構材

之強度符合設計要求。若上述步驟(一)與(二)之強度檢核均不能滿足時，則表示構材強度不足，應予重新設計。

若鋼骨鋼筋混凝土構材中之鋼骨部分或鋼筋混凝土部分，其中之一不能滿足強度檢核之要求時，則可依以下方式重新分配鋼骨與鋼筋混凝土所需分擔之軸力與彎矩，然後再重覆上述步驟(一)與(二)之強度檢核。軸力與彎矩重新分配之方式如下：

$$\overline{P}_{us} = P_{us}/\beta \quad \text{且} \quad \overline{P}_{urc} = P_u - \overline{P}_{us} \tag{7.3-9}$$

$$\overline{M}_{us} = M_{us}/\beta \quad \text{且} \quad \overline{M}_{urc} = M_u - \overline{M}_{us} \tag{7.3-10}$$

其中：β = 軸力與彎矩重新分配係數，其值為依公式(7.3-7)前三項或(7.3-8) 式前三項相加之和

$\overline{P}_{us}$, $\overline{P}_{urc}$ = 重新分配後，鋼骨部分與鋼筋混凝土部分所分擔之需要受壓強度，用以取代 P_{us} 與 P_{urc}

$\overline{M}_{us}$, $\overline{M}_{urc}$ = 重新分配後，鋼骨部分與鋼筋混凝土部分所分擔之需要彎矩強度，用以取代 M_{us} 與 M_{urc} (分別對 x 軸或 y 軸計算)

解說：

SRC 構材受軸力與彎矩共同作用時，其設計步驟可以歸納如下[21]：

(1) 經由結構分析，計算 SRC 構材之需要軸力 P_u 與需要彎矩 M_u。

(2) 依據相對剛度之大小，將軸力 P_u 與彎矩 M_u 分配給 SRC 構材中的鋼骨與 RC。

(3) 依據步驟(一)與(二)，分別檢核鋼骨與 RC 之強度是否滿足需求。

(4) 若鋼骨與 RC 之檢核均滿足需求，表示 SRC 構材之強度符合要求。反之，若均不能滿足，則表示不符合要求。

(5) 若步驟(一)與(二)之檢核其中之一不能滿足要求時，則可依步驟(三)重新調整鋼骨與 RC 分擔之軸力與彎矩，然後再重複鋼骨與 RC 之強度檢核。

上述方法之主要特色在於以合理的方式讓鋼骨與 RC 共同分擔外力。從力學觀點而言，SRC 構材中之鋼骨與 RC 是依照其「相對剛度之比例」(Relative Rigidity Ratio, RRR)來分擔軸力與彎矩，此法稱為「剛度分配法」[32,33]，此一概念也是材料力學中廣為熟知的方法。

此法的另一特點在於能使 SRC 梁-柱的設計得以簡化，當設計~~者~~人將 SRC 構材受到的軸力與彎矩分配給鋼骨與 RC 之後，接下來的設計過程便與設計一般純鋼骨與純 RC 構材相同。有關此設計法的合理性，文獻[20,21,32,33,34]中有較詳細之背景說明，其中並比較此法與美國 ACI-318、AISC-LRFD 及日本 AIJ-SRC 規範所計得之 SRC 梁-柱強度，研究顯示此法可以獲得合理的結果。文獻[34]並廣泛收集國內外 SRC 梁-柱之實驗資料[35- 46]以作為比較之基準。

有關 SRC 構材中 RC 部分之強度計算，本規範主要依照國內「~~混凝土結構設計規範~~建築物混凝土結構設計規範」[2]之規定辦理。此外，由於 RC 構材受軸力與彎矩共同作用時的強度計算過程較為複雜，文獻[20]提出一個經過簡化且略為保守的強度檢核方法提供設計~~者~~人參考。該法將 RC 構材受軸力與單向彎矩共同作用時的 P-M 交互作用曲線保守的簡化為兩條直線公式，並採用 Bresler 的 Reciprocal Load Method 來考慮 RC 構材受軸力與雙向彎矩共同作用之情況，有助於簡化 RC 部分之強度計算。茲將此簡化的強度檢核方法敘述於后：

(1) 經由結構分析，計算 SRC 構材之需要軸力 P_u 與需要彎矩 M_u。

(a) 當 $P_{urc} \le \phi_{crc}(P_{nb})_{rc}$ 時

$$\frac{\phi_{crc}(P_{nb})_{rc} - P_{urc}}{\phi_{crc}(P_{nb})_{rc}} + \frac{M_{urc} - \phi_{brc}M_{nrc}}{\phi_{brc}(M_{nb})_{rc} - \phi_{brc}M_{nrc}} \le 1.0 \qquad \text{(C7-1)}$$

(b) 當 $P_{urc} > \phi_{crc}(P_{nb})_{rc}$ 時

$$\frac{P_{urc}-\phi_{crc}(P_{nb})_{rc}}{\phi_{crc}P_{nrc}-\phi_{crc}(P_{nb})_{rc}}+\frac{M_{urc}}{\phi_{brc}(M_{nb})_{rc}}\le 1.0 \qquad \text{(C7-2)}$$

其中：P_{urc} = SRC 構材中 RC 部分之需要受壓強度，依(7.3-5)式決定

P_{nrc} = RC 部分僅受軸壓力作用時之標稱受壓強度，依第 6.4.3 節之規定計算

M_{urc} = SRC 構材中 RC 部分之需要彎矩強度，依(7.3-6)式決定

M_{nrc} = RC 部分之標稱彎矩強度，依第 5.4.1 節之規定計算

$(P_{nb})_{rc}$ = RC 部分於平衡破壞狀態下之標稱受壓強度

$(M_{nb})_{rc}$ = RC 部分於平衡破壞狀態下之標稱彎矩強度

ϕ_{crc} = RC 部分僅受軸壓力作用時之強度折減係數，依第 6.4.1 節之規定計算

ϕ_{brc} = RC 部分受彎矩作用時之強度折減係數：

(i) 當 $P_{urc}\ge 0.1(A_g f_c')$ 時，$\phi_{brc}=\phi_{crc}$

(ii) 當 $P_{urc}<0.1(A_g f_c')$ 時，$\phi_{brc}=0.9-\left[\frac{0.9-\phi_{crc}}{0.1A_g f_c'}\right]$

其中 A_g 為 SRC 構材之全斷面積

當採用填充型鋼管混凝土柱(CFT 柱)時，鋼管內部混凝土之彎矩強度計算，可參考日本 AIJ-SRC 規範之建議[13]。AIJ-SRC 規範認為鋼管內部未受軸壓力作用之混凝土應不計其彎矩強度，但是混凝土若受軸壓力作用則可發揮一部分抗彎矩能力。因此依據 AIJ-SRC 規範，鋼管內部混凝土於平衡破壞狀態下之標稱受壓強度，$(P_{nb})_{rc}$，其值可取為$(P_{nb})_{rc}=0.5P_{nrc}$，P_{nrc} 為混凝土部分僅受軸壓力作用時之標稱受壓強度。此外，對於鋼管內部之混凝土於平衡破壞狀態下之標稱彎矩強度，

$(M_{nb})_{rc}$，其值可依以下方式計算[13,20]：

(i) 對矩形鋼管斷面而言，$(M_{nb})_{rc} = \frac{1}{8} P_{nrc} H_c$

(ii) 對圓形鋼管斷面而言，$(M_{nb})_{rc} = \frac{1}{3\pi} P_{nrc} D_c$

其中 H_c 為矩形鋼管內之混凝土斷面寬度(平行於撓曲平面)，D_c 為圓形鋼管內混凝土之斷面直徑。

(2) 當 RC 部分受軸力與雙向彎矩共同作用時:

RC 部分受軸力與雙向彎矩共同作用時，應滿足以下規定:

$$\phi_{crc} (P_{nxy})_{rc} \geq P_{u\,rc} \qquad \text{(C7-3)}$$

其中：P_{urc} = RC 部分之需要受壓強度，依(7.3-5)式決定之

$(P_{nxy})_{rc}$ = RC 部分在 x 軸向之偏心為 e_x 且 y 軸向之偏心為 e_y 時的標稱受壓強度。當 RC 部分受壓軸力大於 10%之標稱受壓強度時，可依 Bresler 公式計算 $(P_{nxy})_{rc}$：

$$\frac{1}{(P_{nxy})_{rc}} = \frac{1}{(P_{nx})_{rc}} + \frac{1}{(P_{ny})_{rc}} - \frac{1}{P_{nrc}} \qquad \text{(C7-4)}$$

$(P_{nx})_{rc}$ = RC 部分在 y 軸方向偏心為 e_y 時之標稱軸向受壓強度

$(P_{ny})_{rc}$ = RC 部分在 x 軸方向偏心為 e_x 時之標稱軸向受壓強度

P_{nrc} = RC 部分僅受軸向壓力作用時之標稱受壓強度，依第 6.4.3 節之規定計算

在進行軸力分配時，公式(7.3-3)採用 $0.55E_cA_c$ 係考量混凝土材料的非線性行為，針對不同強度之混凝土，考慮受力超過線性階段後之行為而求得近似割線模數 (Secant Modulus) 平均值[20,33]。由於一般 SRC 柱之主筋量不高(每個角落三支)，且考量在極限狀態下，混凝土開裂後鋼筋可能發生挫屈，故忽略鋼筋對構材勁度之貢獻。此外，在進行彎矩分配時，公式(7.3-4)採用 $0.35E_cI_g$ 係參照 ACI-318 規範 [2]之建議，考慮混凝土開裂對構材勁度折減之影響。

關於軸力與彎矩重新分配之規定，主要是考量在極限狀態下，當 SRC 構材中的鋼骨或 RC 其中之一超過負荷時，可以藉由應力重新分配 (Stress Redistribution) 之機制由另一方繼續承擔外力，此一方式可達到較為經濟之設計結果。本規範所採用的在極限狀態下軸力與彎矩重新分配之規定，與日本 AIJ-SRC 規範[10]所採用的「一般化疊加法」(Generalized Superposition Method, GSM)在概念上相近，但是在計算過程上則予有效簡化。

7.4 構材之 P–Δ效應

受軸壓力與彎矩共同作用之鋼骨鋼筋混凝土構材，設計時應考慮 P-Δ 效應對彎矩放大之影響，此效應可採用一階分析法或二階分析法決定之。若採用一階分析法時，應依以下之公式計算構材之需要彎矩強度 M_u：

$$M_u = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt} \tag{7.4-1}$$

其中：M_{nt} = 假設構架無側位移時，構材之需要彎矩強度

M_{lt} = 構架受側位移時，構材之需要彎矩強度

B_1，B_2 = 彎矩放大係數，應依以下規定計算：

(1) B_1 之計算：

$$B_1 = \frac{C_m}{\left(1 - P_u / P_{e1}\right)} \geq 1.0 \tag{7.4-2}$$

其中：P_u = 鋼骨鋼筋混凝土構材之需要受壓強度

$$P_{e1} = \frac{\pi^2 (EI)_{SRC}}{(KL)^2} \tag{7.4-3}$$

$$(EI)_{SRC} = E_s I_s + \left(E_c I_g / 5\right)$$

KL = 鋼骨鋼筋混凝土構材之有效長度， K≦1.0

C_m = 修正係數，假設構架無側位移，C_m 值如下：

a. 構材兩端之支承點間無橫向載重時：

$$C_m = 0.6 - 0.4(M_1/M_2) \tag{7.4-4}$$

M_1/M_2 為所考慮彎曲平面上無支撐段兩端較小與較大彎矩之比值；當構材呈雙曲率彎曲時，M_1/M_2 為正值，若為單曲率彎曲，則為負值。

b. 構材兩端之支承點間有橫向載重時:

當構材兩端受束制時，$C_m=0.85$

當構材兩端未受束制時，$C_m=1.0$

(2) B_2 之計算：

$$B_2=\frac{1}{1-\left(\sum P_u / \sum P_{e2}\right)} \tag{7.4-5}$$

或

$$B_2=\frac{1}{1-\sum P_u\left[\Delta_{oh} / (\sum HL)\right]} \tag{7.4-6}$$

其中：$\sum P_u$ = 鋼骨鋼筋混凝土構材之需要受壓強度

$$P_{e2} = \frac{\pi^2 (EI)_{SRC}}{(KL)^2} \tag{7.4-7}$$

$(EI)_{SRC} = E_s I_s + \left(E_c I_g / 5\right)$

KL = 鋼骨鋼筋混凝土構材之有效長度，$K \geq 1.0$

Δ_{oh} = 樓層之側向相對位移

$\sum H$ = 造成 Δ_{oh} 之樓層側向水平力之和

L = 樓層高度

解說：

SRC 構造設計必須考慮 P-Δ效應，該效應可經由二階(Second Order)非線性分析法考慮之。至於一階(First Order)構架分析法，係指在結構分析時並未考慮因側位移引起構材內力變化之傳統彈性分析法。由於 P-Δ效應，受軸力與彎矩共同作用之構材將因側位移的發生而受到額外彎矩的作用，此額外的彎矩

稱為二次彎矩(Secondary Moment)。

倘若設計者人僅採用一階分析法，則應以公式(7.4-1)來計算 P-Δ效應所引起的放大彎矩[1,2]。該式中的 B_1 與 B_2 均為彎矩放大係數，而 M_{nt} 及 M_{lt} 則分別表示無側移構架及有側移構架以一階彈性構架分析法所求得之需要彎矩強度。

公式(7.4-2)中的 C_m 係數為一等效彎矩修正係數。由於彎矩放大係數 B_1 之推導過程中假設最大彎矩發生在構材中央附近，倘若最大彎矩發生於構材端部，則設計時即須以 C_m 係數加以修正以求得等效的放大彎矩[14]。公式(7.4-5)中$\sum P_u$ 為作用於同一樓層之總垂直力，$\sum P_{e2}$ 為同一樓層中抵抗側移之所有柱構材之 P_{e2} 總和。

7.5 受軸拉力與彎矩共同作用之構材

具雙對稱或單對稱斷面之鋼骨鋼筋混凝土構材承受軸拉力與彎矩共同作用時，須滿足 7.2 節與 7.3 節之相關規定。惟其中：

P_u = 需要軸拉力強度

P_n = 標稱軸拉力強度，構材受拉時不計混凝土之拉力強度

M_u = 需要彎矩強度，構材受拉時不考慮 P-Δ效應

鋼骨部分受軸拉力作用下之強度折減係數$\phi_{ts}=0.9$

鋼筋混凝土部分受軸拉力作用下之強度折減係數$\phi_{trc}=0.9$

解說：

當 SRC 構材受拉力作用時，不需考慮 P-Δ效應，且由於混凝土抗拉能力甚弱，設計時不計其拉力強度。

在強度折減係數方面，本節使用 RC 部分受軸拉力作用之折減係數 $\phi_{trc}=0.9$ 係依據 ACI-318-05 規範第九章而訂定[50]。

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及包覆填充型鋼管混凝土柱時，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、以鋼筋續接器續接梁主筋至鋼柱翼板~~，~~或依規定於柱中適當錨定。~~未連續通過梁柱接頭或~~未~~依~~符合上述規定~~錨定~~之梁主筋，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。

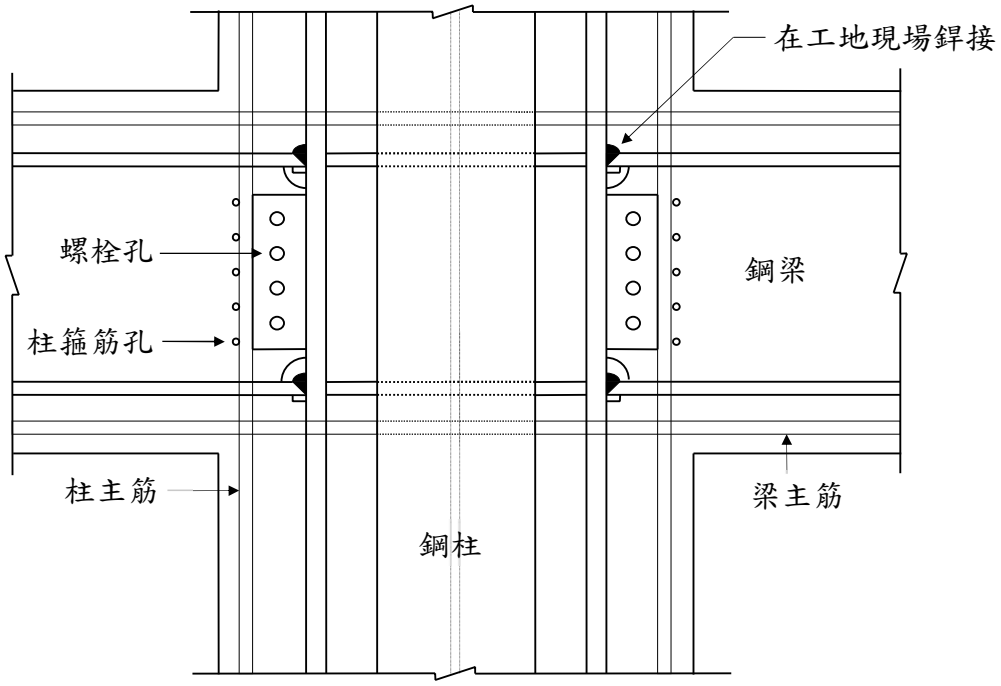


圖 C8.4.1 SRC 梁柱接頭示意圖(鋼骨接合採用工地銲接方式)

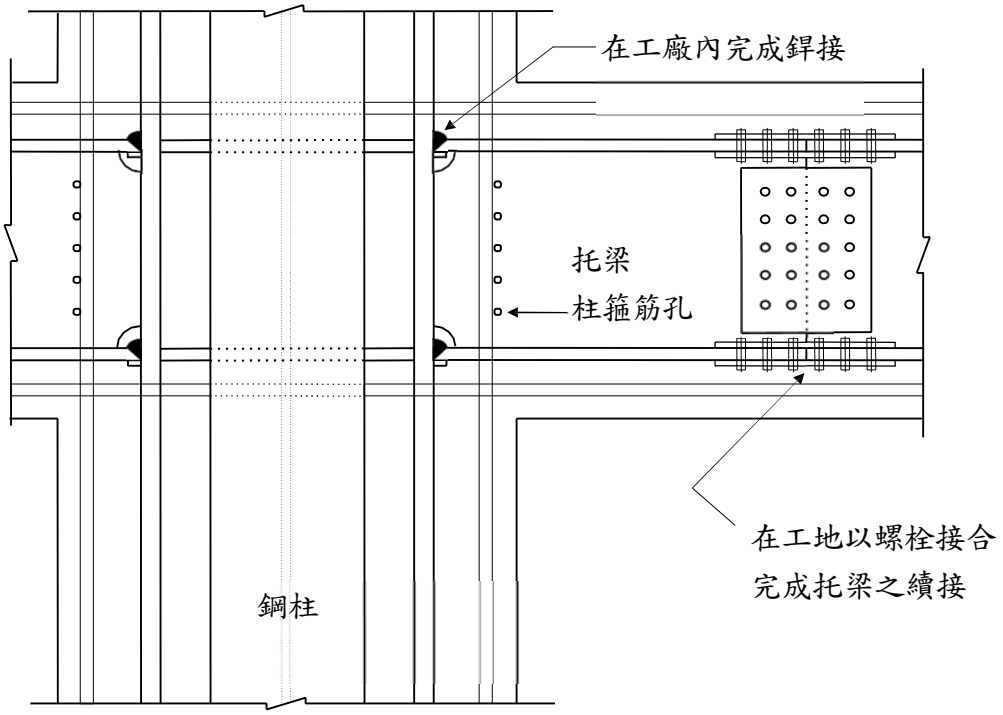


圖 C8.4.2 SRC 梁柱接頭示意圖(鋼骨接合採用托梁續接方式)

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	(1) 接合方式較為經濟，螺栓及鋼料用量較少。 (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。	(1) 托梁與柱之銲接在鋼構廠內完成，銲接品質較易控制。 (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。 (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。
主要缺點	(1) 工地銲接之品質須嚴格控制，否則將影響接頭之安全性。 (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。 (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。	(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。 (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。 (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。

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

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

   (2) 鋼筋混凝土部分

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

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：

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

   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：

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

   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~~，或以鋼筋續接器銲於鋼柱翼板上~~以~~續接梁主筋。若~~不得已必須~~採用鋼筋續接器續接梁主筋時，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~~或採用鋼筋續接器(Coupler)銲接於鋼柱翼板來接續主筋~~之方式~~[85, 86, 89]~~，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~~鋼筋續接器接續梁主筋之方式時，~~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。

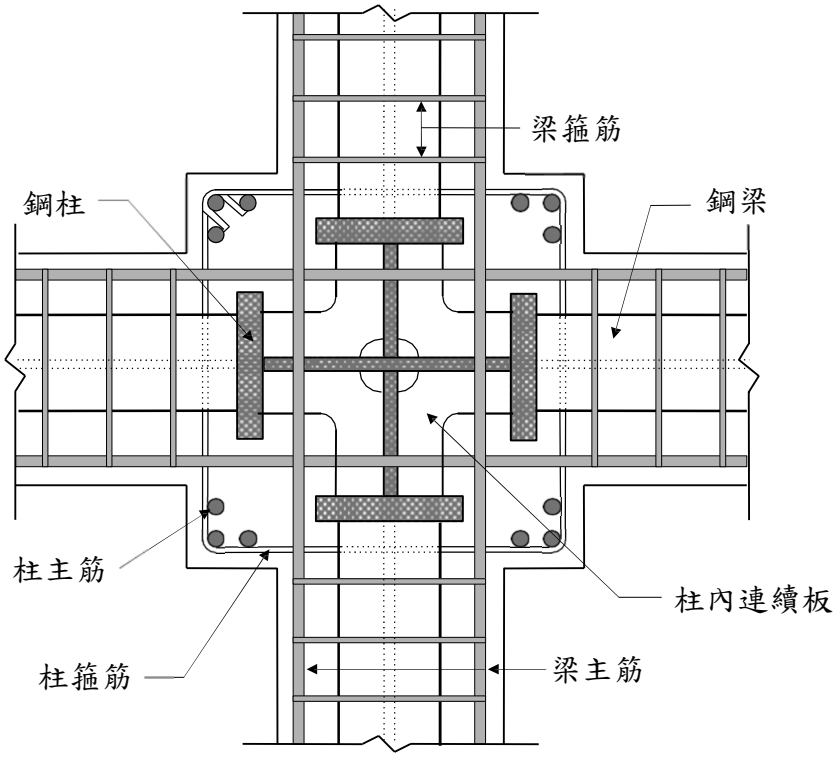


圖 C8.5.1 包覆型 SRC 梁柱接頭之接合細部示意圖

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。

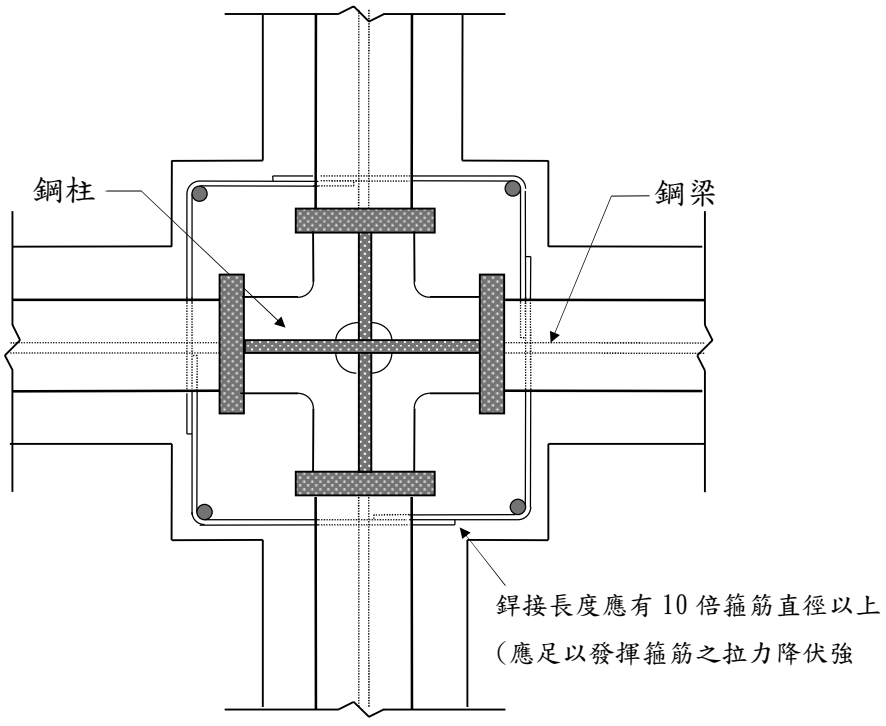


圖 C8.5.2 SRC 梁柱接頭採用四支 L 形箍筋銲接組合之形式[13]

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。

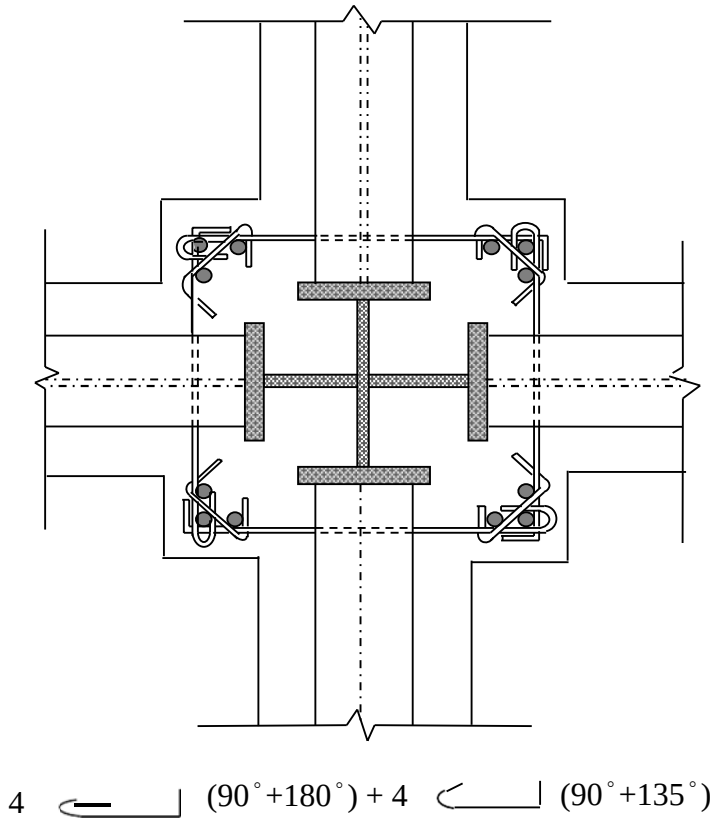


圖 C8.5.3 SRC 梁柱接頭區箍筋配置示意圖

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。

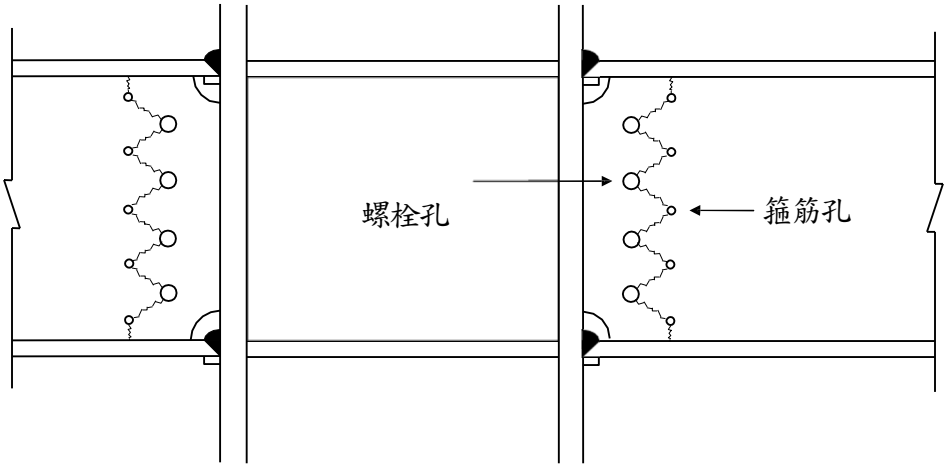


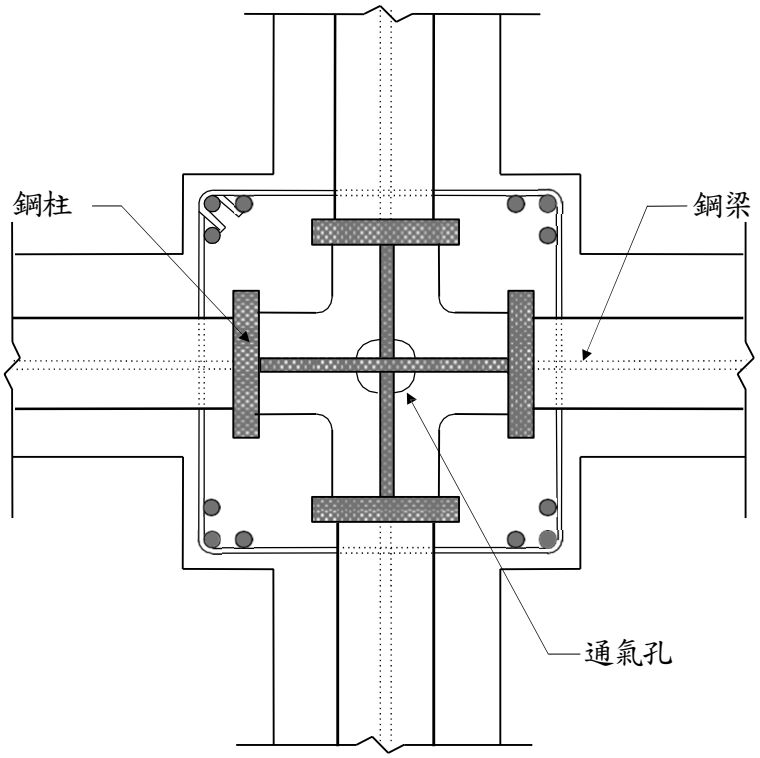
圖 C8.5.4 鋼梁腹板螺栓孔與箍筋孔太靠近可能造成腹板撕裂破壞

8.5.3 梁柱接頭處之柱內連續板

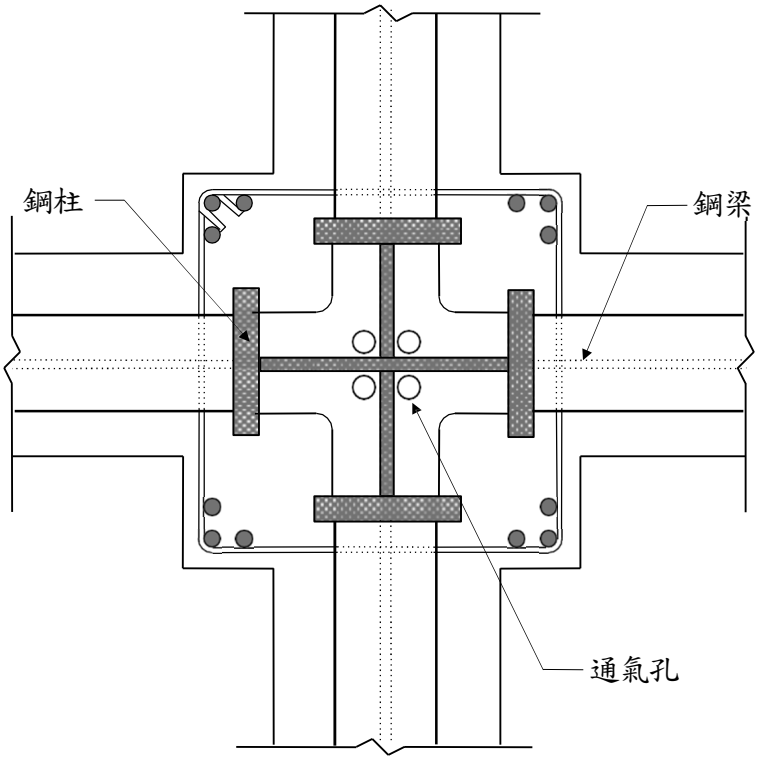
鋼骨鋼筋混凝土梁柱接頭處，鋼柱內應配置適當之連續板(橫隔板)，惟連續板之設計應考慮混凝土之澆置及填充性，必要時應於連續板上設置適當尺寸之灌漿孔或通氣孔，但開孔之大小應不影響連續板傳遞水平力之功能。

解說：

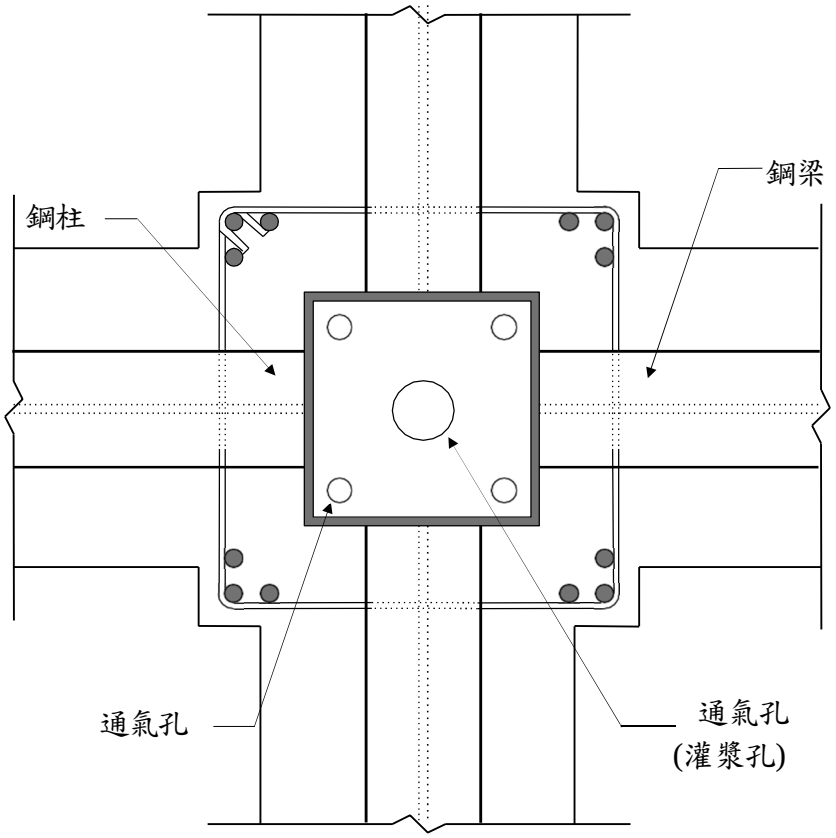
為了使 SRC 梁柱接頭處所澆注之混凝土不致產生空洞(尤其是在角落之處)，在柱內連續板開孔以利混凝土填充密實確有其必要性。惟設計時應注意開孔之面積不宜過大，開孔後之連續板應仍具有足夠之強度以傳遞由鋼梁翼板傳來之拉力與壓力。此外，混凝土應具有適當之級配及工作度，施工時並應避免發生骨材析離之現象。圖 C8.5.5 顯示三種於柱內連續板開孔的方式[13]。



(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 鋼筋混凝土柱與鋼梁之接合

1. 當鋼梁嵌入鋼筋混凝土柱或牆時，應在鋼梁的翼板間提供承壓面板。

2. 鋼梁與鋼筋混凝土柱之連接，應在接頭提供橫向箍筋以滿足混凝土結構設計規範之要求。

3. 在梁柱接頭處配置箍筋時，若箍筋需穿過鋼梁腹板，需符合 4.2.4 節及 8.5.2 節第 3 點規定。

4. 梁柱接頭之設計剪力強度$\phi_v V_n$應為鋼骨部分與鋼筋混凝土部分剪力強度之和。即

$$\phi_v V_n = \phi_{vs} V_{ns} + \phi_{vrc} V_{nrc} \qquad (8.6\text{-}1)$$

其中$\phi_{vs} V_{ns}$與$\phi_{vrc} V_{nrc}$分別為鋼骨與鋼筋混凝土部分在梁柱接頭之設計剪力強度，其值應依以下規定計算：

(1) 鋼骨部分：

鋼骨接頭區之設計剪力強度為$\phi_{vs} V_{ns}$，ϕ_{vs}=0.9，且標稱剪力強度V_{ns}應依以下規定計算：

$$V_{ns} = 0.60 F_{yw} t_w h \qquad (8.6\text{-}2)$$

其中：h = 平行於鋼梁方向之柱深，cm

(2) 鋼筋混凝土部分：

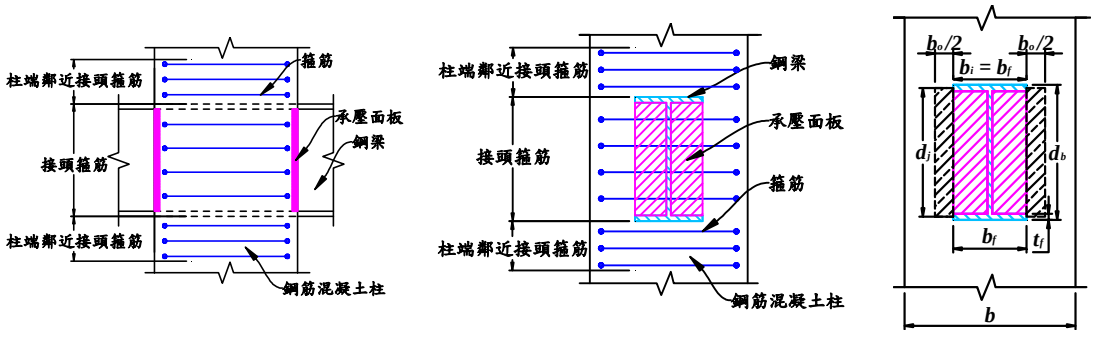
常重混凝土接頭區之設計剪力強度為$\phi_{vrc} V_{nrc}$，ϕ_{vrc}＝0.75，且標稱剪力強度V_{nrc}應依以下規定計算：

$$V_{nrc} = 3.2\sqrt{f'_c} A_j \times 0.75 \qquad (8.6\text{-}3)$$

其中：A_j = 接頭有效面積，詳 9.7.1 之規定，且梁柱接合應依公式 C8.6-3~C8.6-9 進行承壓破壞檢核

解說：

鋼梁和鋼筋混凝土柱之間的複合斷面接頭如圖 C8.6.1(a)(b)所示，梁柱接頭之剪力強度可以由鋼筋混凝土和鋼梁提供之強度和計算。這種以疊加計算剪力強度的方式[69, 73, 79]，已被用來驗證一些有實驗數據支持的複合斷面接頭[74, 77, 79, 80]。圖 C8.6.1(a)中顯示了鋼筋混凝土柱與鋼梁的連接，其中鋼梁連續穿過柱，並在梁柱接頭外續接。在美國和日本，已經有許多對此類接頭進行單向載重和循環載重下大規模的測試[70, 74, 76, 77, 78, 80]。這些結果顯示設計細節良好的鋼筋混凝土柱與鋼梁之複合斷面接頭可以與鋼骨或鋼筋混凝土接頭有一樣的耐震效果。陳誠直等人[65]進行鋼筋混凝土柱與鋼梁的接合反覆載重試驗，在接頭設置 L 型及 U 型箍筋，提供接頭區良好圍束以及剪力強度。試體在層間變位達 6%時，鋼梁翼板撕裂，為最終破壞模式，結構變形集中於鋼梁，柱則保持在彈性範圍內，消能機制主要由鋼梁非線性行為所提供，符合強柱弱梁之設計，此接頭所顯現之韌性並不亞於採耐震設計細節之 RC 接頭。另外 AISC-341-16 [68]認為接頭剪力強度大都以單向載重試驗作為公式推導背景，反覆載重的試驗不足，且複合斷面的行為需保守估計，建議將鋼筋混凝土強度再折減 25%，故式(8.6-3)中以乘 0.75 反映。近年美日規範與國內的複合斷面梁柱接頭設計及剪力強度計算比較可參考劉郁芳等人[84]之研究報告。



(a) 立面圖　　(b) 側視圖　　(c) 接頭區尺寸

圖 C8.6.1 鋼筋混凝土柱與鋼梁複合結構系統梁柱接頭示意圖

鋼筋混凝土柱與鋼梁之接合設計也可參考國內外研究成果[67, 75]：

(1) 接頭區之有效寬度：鋼筋混凝土柱與鋼梁複合式結構系統梁柱接頭之接頭區有效寬度為內交會區寬度 b_i 與外交會區寬度 b_o 之總和：

(a) 內交會區寬度 b_i 應等於鋼梁翼板寬度 b_f 。

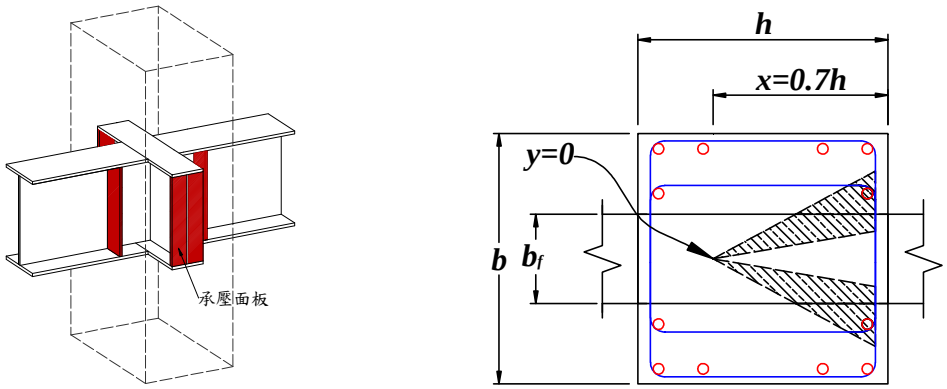
(b) 外交會區寬度 b_o 應依以下規定計算：

$$b_o = \frac{7}{15}h - b_f \le b - b_f \qquad \text{(C8-6-1)}$$

其中：b = 垂直於鋼梁方向之柱寬，cm

b_f = 鋼梁翼板寬度，cm

鋼筋混凝土柱與鋼梁複合式結構系統之梁柱接頭尺寸參數可參考C8.6.1(c)。外交會區寬度 b_o 計算方法主要考慮接頭區幾何尺寸以及額外補強配置驅動接頭區內鋼梁翼板寬度以外之混凝土形成壓桿以承受剪力之效果[75]，原建議計算式為 $b_o = y + 2/3\alpha_x x - b_f \le b - b_f$ ，其中 x、y 及 α_x 為與額外補強配置可驅動外交會區混凝土之受剪寬度有關之計算參數。而國內目前針對實尺寸鋼筋混凝土柱與鋼梁複合式結構系統梁柱接頭之實驗研究僅透過承壓面板進行接頭區補強，如圖 C8.6.2(a)所示，故外交會區寬度計算之規定主要依此補強方式並參考國外文獻[75]之建議值：$x = 0.7h$ 、$y = 0$ 、$\alpha_x = 1.0$ ，代入原式而推得公式 C8.6-1，計算公式示意可參考圖 C8.6.2(b)。



(a) 補強立面圖　　(b) 外交會區寬度計算

圖 C8.6.2 承壓面板補強示意圖

(2) 接頭區之剪力強度：

(a) 鋼筋混凝土柱與鋼梁複合式結構系統梁柱接頭之設計剪力強度$\phi_v V_n$應不小於 9.7.1 節第 2 款所規定之需要剪力強度V_u。

(b) 鋼筋混凝土柱與鋼梁複合式結構系統梁柱接頭之設計剪力強度$\phi_v V_n$應為內交會區與外交會區設計剪力強度之和[75]。即：

$$\phi_v V_n = \phi V_{in} + \phi_c V_{on} \qquad \text{(C8-6-2)}$$

其中ϕV_{in}與$\phi_c V_{on}$分別為內交會區部分與外交會區部分之設計剪力強度，其值應依以下規定計算：

1. 內交會區部分：內交會區之設計剪力強度ϕV_{in}應為接頭區內鋼梁腹板與內交會區混凝土設計剪力強度之和，且不得大於以下規定之上限值：

$$\phi V_{in} = \phi_s V_{spn} + \phi_c V_{icn} \le \frac{\phi_b \left(M_{vb} - V_b h \right)}{d_j} \qquad \text{(C8-6-3)}$$

其中$\phi_s V_{spn}$為接頭區內鋼梁腹板之設計剪力強度，參考「鋼結構極限設計法規範及解說」[1]之強度折減係數建議值，$\phi_s = 0.9$；

$\phi_c V_{icn}$ 為內交會區混凝土之設計剪力強度，參考「建築物混凝土結構設計規範」[2]之強度折減係數建議值，$\phi_c = 0.75$；$\phi_b \left(M_{vb} - V_b h\right)/d_j$ 為內交會區之設計剪力強度上限，$\phi_b = 0.65$。其值應依以下規定計算：

I. 接頭區內鋼梁腹板：接頭區內鋼梁腹板之標稱剪力強度 V_{spn} 依以下規定計算：

$$V_{spn} = 0.6\alpha_{sp} F_{yw} t_w h \qquad \text{(C8-6-4)}$$

其中：α_{sp} = 接頭區內鋼梁腹板標稱剪力強度調整因子，接頭形式為外部接頭時，取 0.8；接頭形式為內部接頭時，取 0.9

II. 內交會區混凝土：內交會區混凝土之標稱剪力強度 V_{icn} 依以下規定計算，且不得大於以下規定之上限值：

$$V_{icn} = 5.3\alpha_c \sqrt{f_c'} b_i h \le 0.5 f_c' b_f d_j \qquad \text{(C8-6-5)}$$

其中：α_c = 內交會區混凝土標稱剪力強度調整因子，接頭形式為外部接頭時，取 0.6；接頭形式為內部接頭時，取 1.0

d_j = 接頭區之有效深度，取鋼梁上下翼板之中心距，cm

內交會區混凝土標稱剪力強度上限之目的在於避免內交會區混凝土壓桿端點之承壓破壞，其將混凝土極限承壓應力 $2.5 f_c'$ 假設均佈作用於承壓面板上下部共 $0.20 b_f d_j$ 之受力面積的總力定義為內交會區混凝土標稱剪力強度上限值。

III. 規定之強度上限：內交會區之設計剪力強度不得大於 C8.6-

3 之上限：

公式 C8.6-3 規定之內交會區設計剪力強度上限，係為避免過大之鋼梁剪力於未達內交會區剪力強度時，造成相鄰鋼梁翼板之柱端混凝土承壓擠碎情況先行發生，而上限值即為對應柱端承壓強度之接頭區受剪力。若柱端混凝土承壓強度不足，可透過額外銲接於鋼梁翼板上之垂直鋼筋進行承壓補強，如圖 C8.6.3(a)所示，垂直鋼筋之設計應符合「建築物混凝土結構設計規範」[2]中伸展長度與「鋼結構極限設計法規範及解說」[1]中銲接等相關規定。

其中 V_b 為接頭區左右兩側與鋼梁交界面之平均剪力，kgf，其值依以下規定計算：

$$V_b = \frac{(V_{b1} + V_{b2})}{2} \qquad \text{(C8-6-6)}$$

M_{vb} 為接頭區承壓彎矩強度，kgf-cm，其值依以下規定計算：

$$M_{vb} = C_{cn} h \left(1 - \frac{\beta_1}{2}\right) + h_{vr} \left(C_{vrn} + T_{vrn}\right) \qquad \text{(C8-6-7)}$$

上式中：

V_{b1} = 接頭區左側與鋼梁之交界面剪力，kgf

V_{b2} = 接頭區右側與鋼梁之交界面剪力，kgf

β_1 = 壓力區等值應力塊深度與中性軸深度比值，計算方法參考「建築物混凝土結構設計規範」[2]

C_{vrn} 及 T_{vrn} = 當採用銲接於鋼梁翼板上之垂直鋼筋以增加混凝土承壓強度時，C_{vrn} 為垂直鋼筋標稱壓合力，其為垂直壓力鋼筋之斷面積與鋼筋之規定降伏應力之乘積，kgf；T_{vrn} 為垂直鋼筋標稱拉合力，其為垂直

拉力鋼筋之斷面積與鋼筋之規定降伏應力之乘積，kgf；兩者之和須符合以下要求：

$$C_{vrn} + T_{vrn} \le \frac{C_{cn}}{2} \qquad \text{(C8.6-8)}$$

h_{vr} = C_{vrn} 與 T_{vrn} 之距，cm

C_{cn} = 承壓區混凝土標稱垂直承壓強度，kgf，其值依以下規定計算：

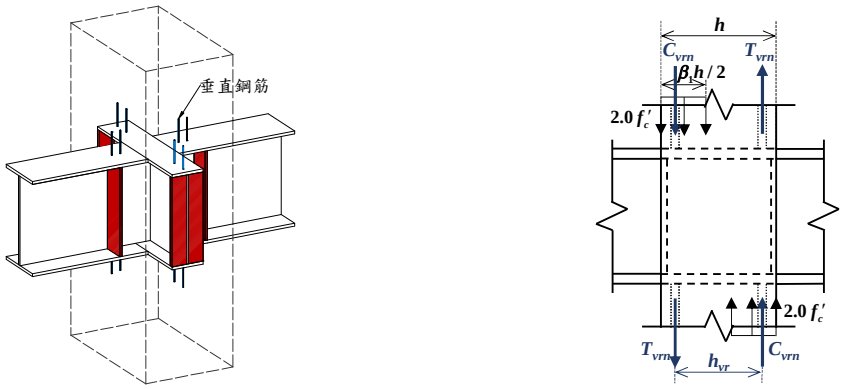
$$C_{cn} = 2.0 f_c' b_f \left(\beta_1 h / 2\right) \qquad \text{(C8.6-9)}$$

公式 C8.6-8 針對垂直鋼筋承壓強度貢獻之限制係避免其配筋量過高，反而使內交會區混凝土承受過大之承壓應力而擠碎。

公式 C8.6-9 針對承壓區混凝土標稱垂直承壓強度 C_{cn} 之計算，係在符合下段梁柱接合細節第(a)款柱端鄰近接頭處之橫向鋼筋圍束規定前提下，將混凝土極限承壓應力 $2.0 f_c'$ 以等值應力塊概念作用於承壓區混凝土 $b_f \left(\beta_1 h / 2\right)$ 之受力面積的總力定義為承壓區混凝土標稱垂直承壓強度。垂直鋼筋及承壓區混凝土之力學機制可參考圖 C8.6.3(b)。

2. 外交會區部分：當鋼筋混凝土柱受軸壓力作用或受小於 $0.1 A_g f_c'$ 之軸拉力作用時，外交會區混凝土之標稱剪力強度 V_{on} 可依以下規定計算，否則忽略不計：

$$V_{on} = 3.9 \alpha_c \sqrt{f_c'} b_o h \qquad \text{(C8-6-10)}$$



(a) 垂直鋼筋之配置　　(b) 垂直鋼筋及承壓區之力學機制

圖 C8.6.3 垂直鋼筋示意圖

(3) 接頭區之剪力強度：

鋼筋混凝土柱與鋼梁複合式結構系統梁柱接合之細部設計包含柱端鄰近接頭處之橫向鋼筋圍束設計、接頭區內鋼梁翼板厚度設計以及承壓面板厚度設計等，其設計須符合下列規定[75]：

(a) 使用橫向鋼筋圍束柱端鄰近接頭處時，鋼梁上下柱端 $0.4d_j$ 內皆需至少配置三層箍筋：當柱之較長邊小於 50 cm 時，箍筋尺寸至少需為 D10；當柱之較長邊介於 50 cm 與 75 cm 時，箍筋尺寸至少需為 D13；當柱較長邊介於大於 75 cm 時，箍筋尺寸至少需為 D16。且鋼梁上及下柱端 $0.4d_j$ 內箍筋總斷面積 A_t 應滿足以下規定：

$$A_t \geq \frac{V_{on}}{F_{yh}} \qquad \text{(C8-6-11)}$$

接頭區內鋼梁翼板厚度 t_f 須滿足以下規定：

$$t_f \geq 0.3\sqrt{\frac{b_f t_w d_b F_{yw}}{h F_{yf}}} \qquad \text{(C8-6-12)}$$

其中：F_{yf} = 接頭區內鋼梁翼板之規定降伏應力(kgf/cm^2)

承壓面板厚度 t_p 須滿足以下規定：

$$t_p \geq \max\left(\frac{\sqrt{3}V_{icn}}{2b_f F_{up}}, 0.2\sqrt{\frac{V_{icn}b_f}{F_{yp}d_w}}, \frac{b_f}{22}\right) \quad \text{(C8-6-13)}$$

其中：F_{up} = 接頭區內鋼梁翼板之規定降伏應力，kgf/cm^2

F_{yp} = 承壓面板之規定降伏應力，kgf/cm^2

d_w = 鋼梁斷面腹板之淨深，即鋼梁斷面上下翼板之淨間距，cm

其他相關細部設計如：接頭區內箍筋圍束設計及鋼梁腹板箍筋穿孔面積上限、接頭區內鋼梁翼板主筋穿孔之蓋板補強及延伸蓋板承壓補強等，可參考相關研究報告[67]。

8.~~6~~7 續接與錨定

8.~~6~~7.1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銲或高強度螺栓接合，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~~建築物混凝土結構設計規範」之相關規定辦理。

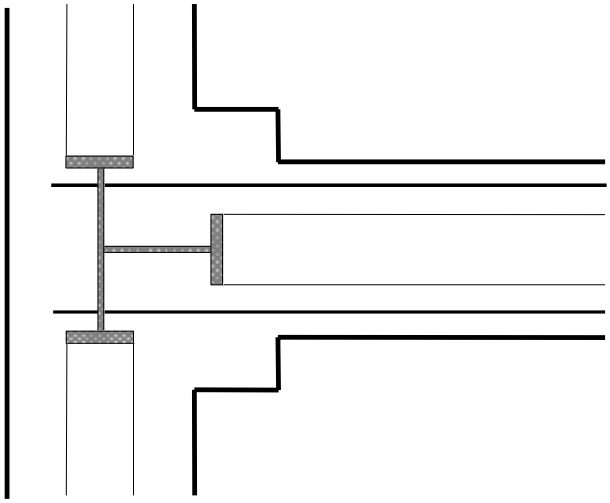
8.~~6~~7.2 主筋之續接與錨定

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 500 mm 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 250 mm 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~~板上方一倍鋼骨柱寬以上，且不小於 500 mm。
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。

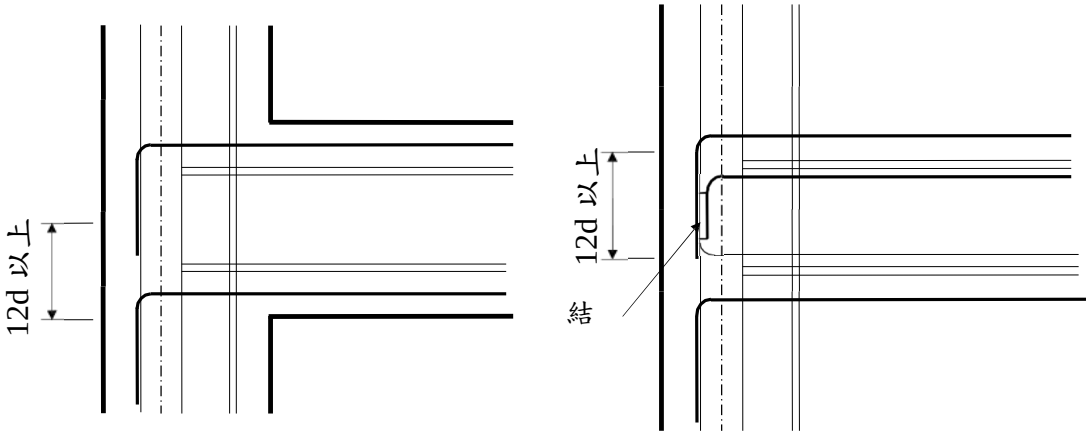
解說：

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~~7.1 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~~板筋於 SRC 梁內之錨定，設計~~者~~人可參考圖 C8.~~6~~7.2 所示的幾種方式[13]。

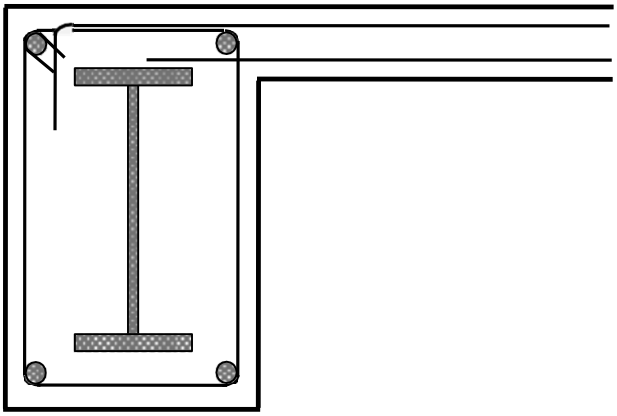


(a) 邊柱斷面示意圖

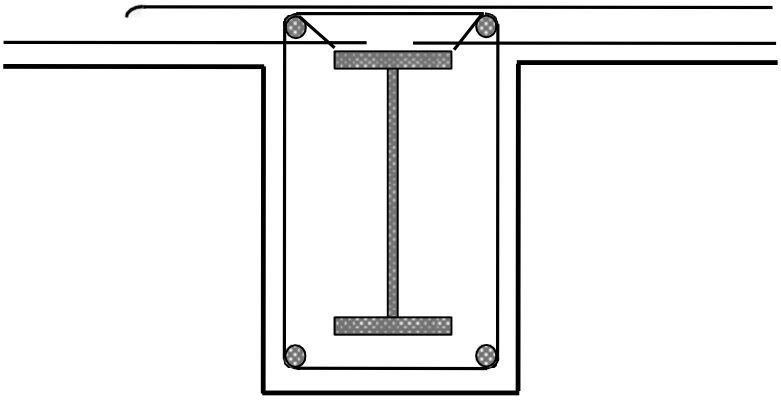


(b) 鋼筋穿過鋼柱腹板錨定　　(c) 雙排筋結合錨定

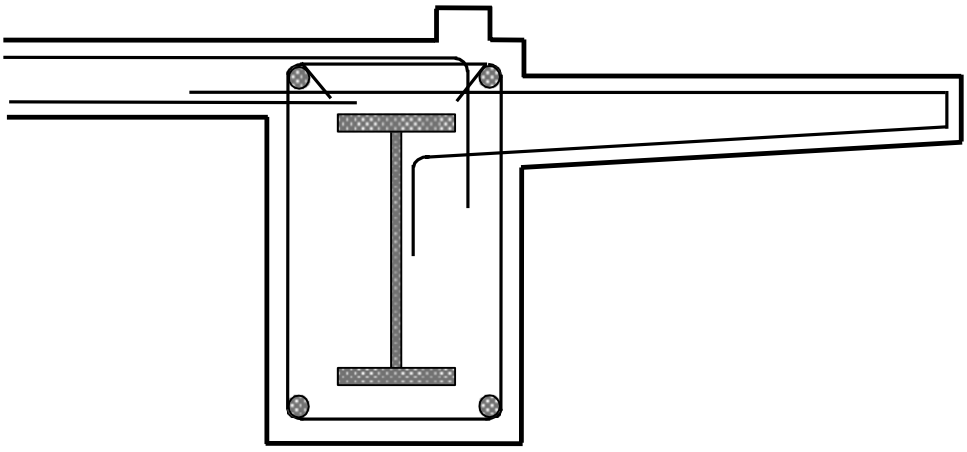
圖 C8.~~6~~7.1 梁筋於邊柱內之錨定方式



(a)　端部



(b)　連續端



(c)　懸臂~~版~~板

圖 C8.~~6~~7.2 ~~版~~板筋於 SRC 梁內之錨定方式

8.~~7~~8 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~~8.1 與圖 C8.~~7~~8.2 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。

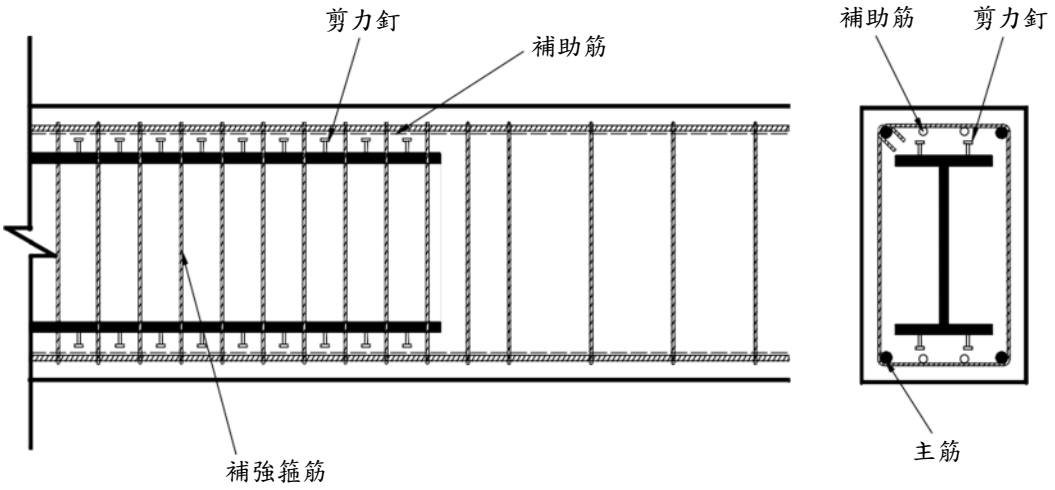


圖 C8.~~7~~8.1 SRC 梁與 RC 梁之斷面轉換示意圖

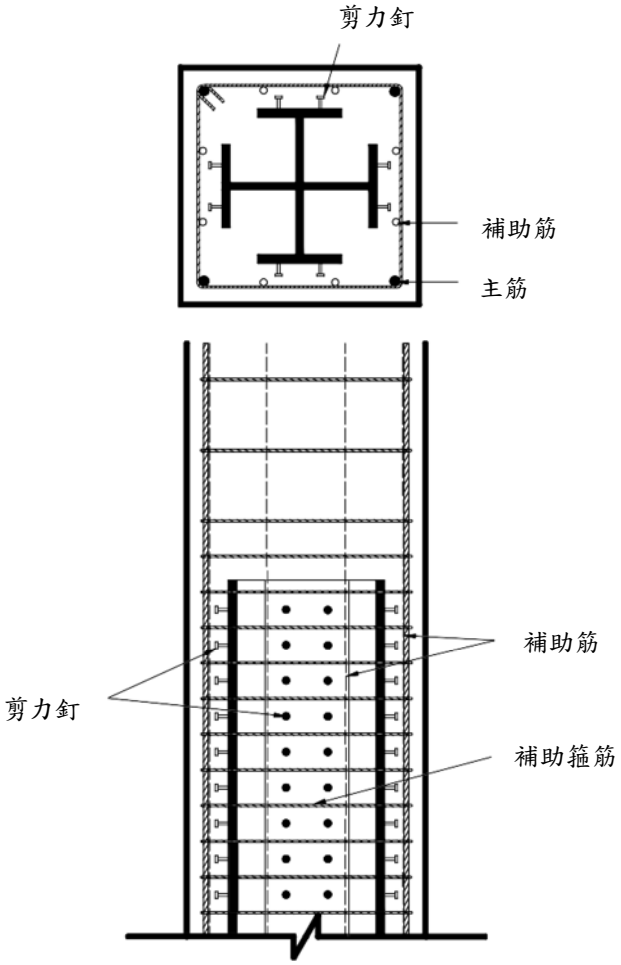


圖 C8.~~7~~8.2 SRC 柱與 RC 柱之斷面轉換示意圖

第九章 耐震設計

9.1 適用範圍

本章適用於抵抗地震力之鋼骨鋼筋混凝土抗彎矩構架，或由鋼骨鋼筋混凝土抗彎矩構架與斜撐構架或剪力牆合併使用共同抵抗地震力之二元結構系統。

9.2 材料

鋼骨鋼筋混凝土構造中，用以抵抗地震力之鋼骨、鋼筋及混凝土材料應符合以下之規定：

1. 鋼骨

鋼骨材料應符合下列規格：

CNS 2947 [銲接結構用軋鋼料]

SM400A，SM400B，SM400C，SM490A

SM490B，SM490C，SM490YA，SM490YB

SM520B，SM520C

CNS 4269 [銲接結構用耐候性熱軋鋼料]

SMA400AW，SMA400AP，SMA400BW

SMA400BP，SMA400CW，SMA400CP

SMA490AW，SMA490AP，SMA490BW

SMA490BP， SMA490CW，SMA490CP

SMA570W，SMA570P

CNS 13812 [建築結構用軋鋼料]

SN400A，SN400B，SN400C，SN490B，SN490C

CNS 4435 [一般結構用碳鋼鋼管]

2. 鋼筋

用以抵抗地震力之鋼骨鋼筋混凝土之構材，其鋼筋應符 CNS 560 [鋼筋混凝土用鋼筋]中 SD280W 或 SD420W 之要求。CNS 560 中之 SD280 與 SD420 亦可使用，惟須滿足下列條件：

(1) 實測降伏強度不得超過規定降伏強度 1,300 kgf/cm^2 以上；

(2) 實測抗拉強度與實測降伏強度之比值不得小於 1.25。

3. 混凝土

混凝土之規定抗壓強度 f_c'不得小於 ~~210~~280 kgf/cm^2。包覆型鋼骨鋼筋混凝土構材若需採用規定抗壓強度大於 420 kgf/cm^2 之混凝土時，或填充型鋼管混凝土構材若需採用規定抗壓強度大於 560 kgf/cm^2 之混凝土時，應以公認合理之試驗證明其可行性與可靠度。

解說：

CNS 2947 之規定主要沿用日本 JIS G3106「熔接構造用壓延鋼材」之標準，其鋼材編號前兩個字母為 SM，一般以 SM 系列稱之。在 SS 系列鋼材方面，由於該系列鋼材並未明訂含碳量之限制，無法明確評估其可銲性，故本章排除 SS 系列鋼材使用於耐震設計。但不使用銲接之非耐震構材(包括小梁)，仍可考慮選用 SS 系列鋼材。

另一方面，依美國 ASTM 規格，一般常用於耐震設計之鋼材包含 A36 及 A572 (Grade 50)鋼材。近年來，由於冶金科技進步等因素，A36 鋼材之「真實降伏強度」常明顯大於「標稱降伏強度」36 ksi (有時可能超出近三分之一) 。若設計~~者~~人採用 A36 鋼材作為梁構材，而以 A572 Grade 50 鋼材作為柱構材，則可能因為梁構材的真實降伏強度過高，導致強柱弱梁之檢核結果失去真實性，此點值得設計~~者~~人加以注意。

耐震設計時，一般 SRC 構造較少採用降伏強度 F_{ys} 大於 3,520 kgf/cm^2 (50

ksi) 的鋼材，主要係 F_{ys} 大於 3,520 kgf/cm^2 的鋼材通常極限應變較小，韌性相對降低，且鋼材降伏比 F_{ys}/F_{us} 亦偏大，故於耐震結構中較少使用。但由於材料科技進步快速，如有鋼材能符合強度、韌性及可銲性等需要，在有充分驗證下可考慮採用之。

鋼筋之真實降伏強度不得超出規定降伏應力太多，主要為避免彎矩強度增加致使剪力增加可能產生剪力破壞。若鋼筋降伏強度過高，混凝土與鋼筋之間在鋼筋達到降伏強度前恐已先發生握裹破壞[9]。SD280W 與 SD420W 銲接性較佳，均可滿足第(1)、(2)款之條件。此外，由於熱軋製造之鋼筋一般比水淬鋼筋具有較佳之韌性，若以續接器接續主筋時，不可採用水淬鋼筋。

混凝土材料之規定抗壓強度的下限值規定，主要在確保混凝土之強度與品質；至於抗壓強度的上限值要求，主要係因為高強度混凝土其品質控制之難度較高，強度易受施工影響，且材料韌性相對較低。惟若有充份合理之試驗證明其強度、韌性與品質之可靠性，且在施工過程仍可確保其品質時，將可考慮採用之。

9.3 柱之軸向強度

用以抵抗地震力之鋼骨鋼筋混凝土柱，除應滿足相關之載重組合外，在不考慮彎矩作用下，該柱之軸向強度須符合下列要求：

1. 受軸壓力作用時：

$$1.2P_D + 0.5P_L \pm (1.4F_u) \times P_E \le \phi_c P_n \qquad (9.3\text{-}1)$$

2. 受軸拉力作用時：

$$0.9P_D \pm (1.4F_u) \times P_E \le \phi_t P_n \qquad (9.3\text{-}2)$$

其中 P_D、P_L、P_E 分別為靜載重、活載重及地震力作用下所造成之軸力，$\phi_c P_n$ 與 $\phi_t P_n$ 為柱之設計受壓強度及拉力強度。F_u 為地震力折減係數，其值不必超過 2.5。

對於停車場、公眾集會場所或活載重超過 0.5 tf/m^2 者，(9.3-1)式中 P_L 之載重係數應取為 1.0。上列之載重組合不必超過與該柱相接各構材或接頭區在極限狀態下所能傳至柱之軸力的 1.25 倍。此外，抗彎矩構架之鋼骨鋼筋混凝土柱構材，若 $P_u / \phi P_n \le 0.5$ 且滿足本規範相關之規定時，則可不必檢核上列兩項載重組合。

解說：

SRC 柱中鋼骨之斷面積不得少於構材全斷面積之 2% 。鋼骨比小於 2%之 SRC 柱應依內政部「~~混凝土結構設計規範~~建築物混凝土結構設計規範」[2]之規定設計。

本節主要目的係考量在強烈地震發生時，SRC 柱所承擔之載重可能遠大於法規地震力作用下的彈性分析結果，因此乃採用公式(9.3-1)與(9.3-2)來估計 SRC 柱在強震下所需之設計載重。

有關設計地震力之大小，應符合內政部所定「建築物耐震設計規範及解說」之要求[3]。惟前開規定將來有調整時，應從其規定。

國內的耐震設計規範採用一個地震力折減係數(F_u)來折減地震力。主要考量一般工程之設計仍多採用彈性分析，故以彈性反應譜為設計基準，再除以一折減係數(F_u)來反映結構物的韌性抗震行為。該規範進一步考量了結構物週期與工址地質狀況的影響，將結構物依 $1.4F_u$ 倍設計地震力來設計，以確保結構物受到 $1.4F_u$ 倍設計地震力作用下，仍保持在彈性範圍。

9.4 特殊抗彎矩構架

鋼骨鋼筋混凝土特殊抗彎矩構架之設計應滿足本規範第 9.4、9.5、9.6 與 9.7 節之規定。

鋼骨鋼筋混凝土特殊抗彎構架若採用包覆型鋼骨鋼筋混凝土柱或包覆填充型鋼管混凝土柱時，梁可設計為鋼梁或鋼骨鋼筋混凝土梁；若構架採用填充型鋼管混凝土柱時，梁應以鋼梁設計之。

解說：

本規範對於採用包覆型鋼骨鋼筋混凝土柱或包覆填充型鋼管混凝土柱之特殊抗彎矩構架，其梁可採用鋼梁或鋼骨鋼筋混凝土梁。

對於採用填充型鋼管混凝土柱之構架，其梁應採用鋼梁設計，不可採用包覆型 SRC 梁。原因在於若採用 SRC 梁，則 SRC 梁與鋼管柱接合面之鋼筋混凝土將很難有效傳遞應力。因此，本規範不建議採用填充型鋼管混凝土柱與包覆型 SRC 梁結合之結構系統。

9.5 梁之設計要求

9.5.1 梁之彎矩強度

鋼骨鋼筋混凝土特殊抗彎矩構架中梁之設計彎矩強度$\phi_b M_n$ 應不小於其需要彎矩強度 M_u 。 M_u 為依本規範載重組合所計得作用於梁上之最大需要彎矩，$\phi_b M_n$ 之大小應依第 5.4 節之規定決定之。

9.5.2 梁之剪力強度

鋼骨鋼筋混凝土梁之鋼骨部分及鋼筋混凝土部分之設計剪力強度應分別滿足以下之要求：

$$\phi_{vs} V_{ns} \geq (M_{ns}/M_{pr}) V_u \qquad (9.5\text{-}1)$$

$$\phi_{vrc} V_{nrc} \geq (M_{prc}/M_{pr}) V_u \qquad (9.5\text{-}2)$$

其中：$\phi_{vs} V_{ns}$ = 鋼骨部分之設計剪力強度，$\phi_{vs}=0.9$，V_{ns} 應依 5.5.1 節之規定計算

$\phi_{vrc} V_{nrc}$ = 鋼筋混凝土部分之設計剪力強度，$\phi_{vrc}=0.75$，V_{nrc} 應依第 5.5.2 節之規定計算

M_{ns} = 鋼骨部分之標稱彎矩強度，其值依 5.4 節之規定計算

M_{pr} = 鋼骨鋼筋混凝土構材兩端交接面之可能彎矩強度，

$$M_{pr}=M_{ns}+M_{prc} \qquad (9.5\text{-}3)$$

M_{prc} = 鋼筋混凝土部分之可能彎矩強度，計算時拉力鋼筋之降伏應力 F_{yr} 應以 $1.25F_{yr}$ 取代之

V_u = 鋼骨鋼筋混凝土梁之需要剪力，應依以下規定計算

$$V_u=〔(M_{pr1}+M_{pr2})/L_n〕\pm(W/2) \qquad (9.5\text{-}4)$$

其中 W 為作用於梁上之總垂直載重；L_n 為梁之淨跨距；M_{pr1} 與 M_{pr2} 為鋼骨鋼筋混凝土梁兩端交接面之可能彎矩強度，應依 (9.5-3) 式計算。

解說：

進行結構耐震設計時，工程師宜特別注意 SRC 梁設計所需要的剪力強度 V_u 不宜採用結構分析所得之係數化剪力，而應採用梁塑性鉸產生後所引致之剪力，主要是因為此一由塑性鉸所引致之剪力為 SRC 梁最大可能的剪力。以該值作為設計之需求，其目的在避免 SRC 梁產生缺乏韌性的剪力破壞。

在強度折減係數的使用方面，本節 RC 部分之設計剪力強度之計算採用 $\phi_{vrc}=0.75$ 係依據 ACI-318-05 規範第九章而訂定[50]。

SRC 梁之需要剪力強度 V_u 的計算方法如圖 C9.5.1 所示[9]。由於塑性鉸一旦產生，其非彈性性轉角頗大，鋼筋可能進入應變硬化階段，因此計算梁彎矩強度時，鋼筋之標稱降伏應力應提高為 $1.25F_{yr}$[9]。

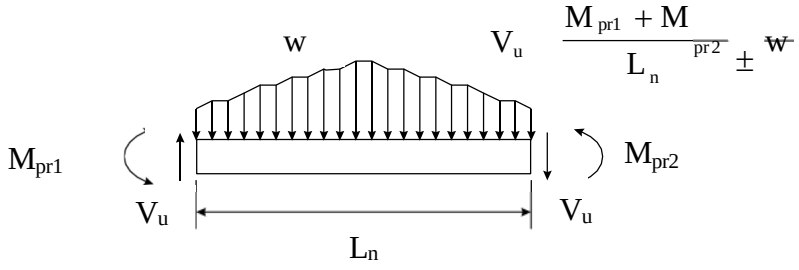


圖 C9.5.1 梁之需求剪力[9]

9.5.3 梁之設計細則

鋼骨鋼筋混凝土梁除應符合第四章之規定外，亦應滿足以下要求:

1. 梁之尺度

(1) 鋼骨鋼筋混凝土梁之淨跨距不得小於 4 倍有效梁深，且構材斷面之深寬比不得小於 0.3，梁寬亦不得小於 250 mm。

(2) 鋼骨鋼筋混凝土梁之主筋若穿過梁柱接頭，則在該方向之柱深不得少於最大主筋直徑的 20 倍。

2. 梁之主筋

(1) 鋼骨鋼筋混凝土梁之上下兩面，至少各須有兩支主筋全長貫通配置，且梁之拉力鋼筋比或壓力鋼筋比均不得超過 0.025。

(2) 鋼骨鋼筋混凝土梁在梁柱交接面或可能發生塑鉸處，其壓力鋼筋量不得小於拉力鋼筋之一半。

(3) 鋼骨鋼筋混凝土梁之主筋除非在搭接處全長配置閉合箍筋，否則不得搭接。搭接處之箍筋間距不得大於 100 mm 或四分之一梁斷面深度。此外，以下三種位置不可搭接：(i) 構材接頭內；(ii) 接頭交接面起算兩倍梁深內；(iii) 可能產生塑鉸處。

(4) 銲接與機械接頭可用於主筋與主筋之間的續接，惟同一斷面之鋼筋最多只能隔根續接，且隔根續接處應相距 600 mm 以上。

3. 梁之箍筋

(1) 在梁柱接頭交接面兩倍梁深內及可能發生塑鉸處左右各兩倍梁深須配置閉合箍筋。第一個閉合箍筋須配置在距梁柱接頭交接面 50 mm 以內。閉合箍筋之間距不得超過：(i) 四分之一梁斷面有效深度；(ii) 八倍最小主筋直徑；(iii) 24 倍閉合箍筋直徑；(iv) 300 mm。

4. 鋼梁之側向支撐

採用鋼梁設計之特殊抗彎矩構架，於可能發生塑鉸處，鋼梁之上下翼板均須設置足夠之側向支撐。側向支撐間距不得超過 $170r_y/F_{ys}$，其中 r_y 為鋼梁弱軸之迴轉半徑，F_{ys} 之單位為 tf/cm^2。

5. 鋼骨斷面寬厚比

鋼骨鋼筋混凝土梁中鋼骨斷面之肢材寬厚比應符合第 43.4 節表 43.4-1 中 λ_{pd} 之規定。

解說：

本節有關梁主筋與箍筋之限制規定主要參考 ACI 318-05[50] 耐震設計之規定。梁之最大鋼筋比限制之目的在避免鋼筋排列太密造成施工困難及主筋不易通過梁柱接頭區等問題。

梁中配置閉合箍筋之目的在使產生塑鉸處之混凝土有良好之圍束。此外，在彎曲變形可能進入反覆非線性變化處之搭接較不可靠，故此些位置主筋不可搭接。

9.6 柱之設計要求

9.6.1 柱之彎矩強度

1. 鋼骨鋼筋混凝土構造中，在梁柱接合處之梁與柱中之鋼骨或鋼筋混凝土，其撓曲強度應符合第 8.4.2 節之規定。
2. 鋼骨鋼筋混凝土構造中，各梁柱接頭應滿足下述強柱弱梁之檢核要求，若接頭處有兩方向之梁通過時，兩方向應分別檢討：

$$\frac{\sum M_C}{\sum M_B} \geqq 1.2 \qquad (9.6\text{-}1)$$

其中：$\sum M_C$ = 鋼骨鋼筋混凝土構架中，連接於梁柱接頭處各柱在接頭交接面之標稱彎矩強度之總和。柱之彎矩強度應為在所考慮方向之側力作用下，由各種載重組合之軸力作用下計算所得之最小彎矩強度。

$\sum M_B$ = 鋼骨鋼筋混凝土構架中，連接於梁柱接頭處各梁在接頭交接面之標稱彎矩強度之總和。梁彎矩強度和之方向應與柱彎矩強度和之方向相反，且作用於所考慮構架立面內梁之兩方向彎矩(順、逆鐘方向)均應考慮於(9.6-1)式之中。

解說：

本節第 1 款規定之主要目的在於確保梁柱接頭處應力傳遞的平順。日本 AIJ-SRC 規範[10]對 SRC 梁柱接頭處的鋼骨或鋼筋混凝土部分所傳遞的彎矩百分比作出限制，該限制可避免梁柱接頭處柱與梁之鋼骨或鋼筋混凝土所分擔之彎矩比例過於懸殊。

公式(9.6-1)之主要目的在於確保構架中之降伏現象先發生在梁上而非在

柱上。SRC 柱未能滿足該式時，該柱對構造強度與勁度之貢獻應不予計入。惟若忽略此些柱構材可能會造成結構不安全時，則應以最保守的方式考慮之，例如：(1)忽略此些柱之勁度但不得降低設計總剪力；(2)若此些柱構材之存在會增加扭矩則應將扭矩計入[9]。

9.6.2 柱之剪力強度

鋼骨鋼筋混凝土柱之鋼骨部分及鋼筋混凝土部分之設計剪力強度應分別滿足以下之要求：

$$\phi_{vs}V_{ns} \geq (M_{ns}/M_{pr})V_u \quad (9.6\text{-}3)$$

$$\phi_{vrc}V_{nrc} \geq (M_{prc}/M_{pr})V_u \quad (9.6\text{-}4)$$

其中：$\phi_{vs}V_{ns}$ = 鋼骨部分之設計剪力強度，ϕ_{vs}＝0.9，V_{ns} 應依 5.5.1 節之規定計算

$\phi_{vrc}V_{nrc}$ = 鋼筋混凝土部分之設計剪力強度，ϕ_{vrc}＝0.75，V_{nrc} 應依第 5.5.2 節之規定計算

M_{ns} = 鋼骨部分之標稱彎矩強度，其值依 5.4 節之規定計算

M_{pr} = 鋼骨鋼筋混凝土柱兩端交接面之可能彎矩強度，其值依(9.5-3)式計算

M_{prc} = 鋼筋混凝土部分之可能彎矩強度，計算時拉力鋼筋之降伏應力 F_{yr} 應以 $1.25F_{yr}$ 取代之

V_u = 鋼骨鋼筋混凝土梁之需要剪力，應依以下規定計算

$$V_u=(M_{ct}+M_{cb})/h_n \quad (9.6\text{-}5)$$

其中 h_n 為柱之淨高；M_{ct} 與 M_{cb} 分別為鋼骨鋼筋混凝土柱上方與下方梁柱接合處兩側之梁產生塑鉸時柱端交接面所對應之彎矩強度。

解說：

本節之目的在降低 SRC 柱在地震力作用下發生剪力破壞之風險。如圖 C.9.6.2 所示，在強柱弱梁的考慮下，塑鉸先發生在梁端，梁柱接頭兩端的梁

彎矩之和將分配至該節點上方與下方柱之斷面，而該 SRC 柱之需要剪力 V_u 則可依柱上下端彎矩推算出來。若柱之上下端彎矩分別為 M_{ct} 與 M_{cb} ，則柱之需要剪力 $V_u=(M_{ct}+M_{cb})/h_n$。

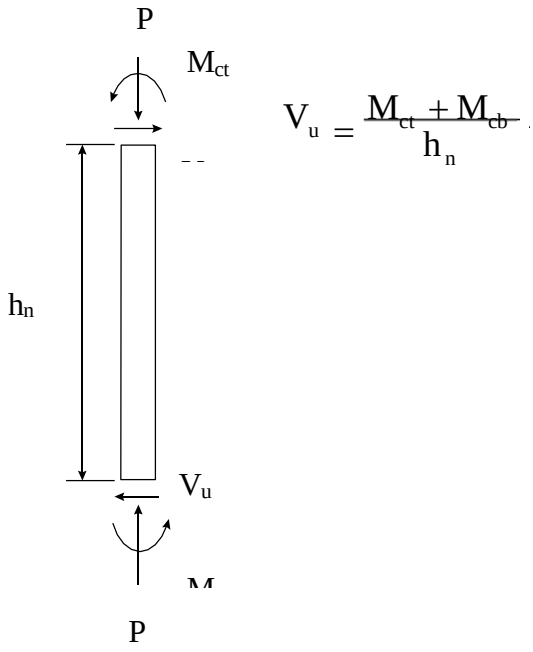


圖 C9.5.2 柱之需要剪力

9.6.3 柱之設計細則

鋼骨鋼筋混凝土柱除應符合第四章之規定外，亦應符合以下要求：

1. 柱之斷面尺寸

   通過幾何形心量測，包覆型鋼骨鋼筋混凝土柱斷面之最小尺寸不得小於 300 mm，且其與斷面另一垂直方向尺寸之比值不得小於 0.4。

2. 柱之主筋

   (1) 鋼骨鋼筋混凝土柱斷面各角落至少須設置一支主筋，且主筋斷面積與全斷面積之比不得大於百分之三。

   (2) 主筋之搭接僅容許在柱中央之一半構材長度內進行，且須以拉力搭接設計之，搭接長度內應配置適當之圍束箍筋。

   (3) 構材同一斷面處最多只能隔根續接，且隔根續接處應相距 600 mm 以上。

3. 柱之箍筋

   (1) 圍束箍筋需求量

$$A_{sh} = 0.3sb_c\left(\frac{f_c'}{F_{yh}}\right)\left(\frac{A_g}{A_{ch}}\text{-}1\right)\left[1\text{-}\left(\frac{P_s + P_{hcc}}{(P_n)_u}\right)\right] \qquad (9.6\text{-}6)$$

$$A_{sh} = 0.09sb_c\left(\frac{f_c'}{F_{yh}}\right)\left[1\text{-}\left(\frac{P_s + P_{hcc}}{(P_n)_u}\right)\right] \qquad (9.6\text{-}7)$$

其中： s = 箍筋間距，cm

b_c = 箍筋圍束之柱核心寬度，cm

f_c' = 混凝土之規定抗壓強度，kgf/cm^2

F_{yh} = 箍筋之規定降伏應力，kgf/cm^2

A_g = 柱之全斷面積，cm^2

A_{ch} = 箍筋圍束之柱核心斷面積，cm^2

$$P_s = A_s F_{ys} \tag{9.6-8}$$

$$P_{hcc} = 0.2 f_c' A_{hcc} \tag{9.6-9}$$

$$(P_n)_u = A_s F_{ys} + 0.85 f_c' A_c + F_{yr} A_r \tag{9.6-10}$$

上式中：F_{ys} = 鋼骨之規定降伏應力，kgf/cm^2

F_{yr} = 主筋之規定降伏應力，kgf/cm^2

A_s = 鋼骨部分之斷面積，cm^2

A_r = 主筋部分之斷面積，cm^2

A_{hcc} = 高度圍束區混凝土之斷面積，指鋼骨翼板所圍束之混凝土面積，若鋼骨為 H 型或 T 型斷面且對弱軸彎曲時，A_{hcc} 應取為零。惟 A_{hcc} 不得大於 2500 cm^2。

(2) 圍束範圍

梁柱接頭處之上柱底部及下柱頂部以及可能產生彎矩降伏處之兩側須以圍束箍筋圍束之，圍束之高度不得小於以下規定：

(i) 接頭交接面沿剪力作用方向之柱深度；

(ii) 柱淨高度之六分之一；

(iii) 450 mm。

惟若柱之反曲點不在柱中間一半淨高範圍內，則柱之全長均須配置圍束箍筋。

(3) 箍筋之間距

(i) 圍束區之圍束箍筋間距不得超過柱短邊的 1/4 或 150 mm，且不得大於柱主筋直徑之六倍；

(ii) 非圍束區之箍筋間距不得超過 150 mm，且不得大於柱主筋直徑之六倍；

(iii) 第一個箍筋距接頭面之距離不得大於圍束箍筋間距之一半。

(4) 繫筋

(i) 包覆型鋼骨鋼筋混凝土柱內應視需要配置適當之繫筋以協助固定主筋及提供混凝土適當之圍束；

(ii) 繫筋應勾住主筋，對同一根主筋，相鄰兩個繫筋之 90 度與 135 度彎鉤應交互擺設。

4. 鋼管混凝土柱

使用銲接箱型或圓型鋼管柱內灌混凝土時，組成鋼管柱之相鄰鋼板間之銲接須沿柱之全長以全滲透銲為之。

5. 鋼骨斷面寬厚比

鋼骨鋼筋混凝土柱中鋼骨斷面之肢材寬厚比應符合第 3.4 節表 3.4-2 與 3.4-3 中~~λ_{pd}~~λ_{hd} 之規定。

解說：

SRC 柱主筋量上限之規定旨在避免主筋太密妨礙施工，並避免引致柱過高之剪力。柱端因彎矩較大，混凝土保護層可能剝落，因此規定在該處主筋不得搭接，若主筋須搭接則須在反覆應力較小之中央一半柱長內進行，且須配置圍束箍筋。

由於 SRC 柱內部之鋼骨能夠幫忙分擔軸力，使得混凝土所需承受之軸力變少；同時，鋼骨翼板對混凝土圍束形成一個高度圍束區(Highly Confined Area)，使得混凝土受到良好的圍束。因此相較於一般純 RC 柱，SRC 柱之圍束箍筋用量可以適度折減，以反映鋼骨對混凝土圍束之貢獻[47,48]。

公式(9.6-6)與公式(9.6-7)係將一般 RC 柱之圍束箍筋需求量公式，乘以一個折減係數[1－(P_s+P_{hcc}/(P_n)$_u$)]，以作為 SRC 柱圍束箍筋需求量之計算公式；其中 P_s 為鋼骨部分之軸壓強度；P_{hcc} 為高度圍束區混凝土因受鋼骨圍束所額外提昇之軸壓強度；(P_n)$_u$ 為 SRC 柱之軸壓強度。此折減係數主要考量 SRC 柱中之鋼骨「分擔軸力」之影響及「鋼骨翼板」對混凝土圍束效應之貢獻[4,62]。

本節建議高度圍束區混凝土因受鋼骨圍束所額外提昇之軸壓強度可保守的採用 P_{hcc}= 0.2 $f_c'A_{hcc}$ 來計算，其中 A_{hcc} 為高度圍束區混凝土之面積，係指 SRC 柱中鋼骨翼板所圍束之混凝土面積，如圖 C9.6.3-1 至圖 C9.6.3-4 所示。圖中顯示，若 SRC 柱內的鋼骨翼板愈寬，則高度圍束區混凝土之面積 A_{hcc} 愈大[4,62]。本節對 A_{hcc} 不得大於 2500 cm^2 的規定，係保守考慮矩形鋼骨斷面每邊之有效圍束寬度上限為 50 cm。本節對鋼骨為 H 型或 T 型斷面且對弱軸彎曲時之 A_{hcc} 的規定，係考慮 H 型或 T 型鋼骨對弱軸彎曲時，其翼板可能無法對混凝土提供有效圍束之情形。

SRC 柱圍束區內之圍束箍筋間距規定主要參考 ACI 318-05 之規定[50]，惟 100mm 之限制酌予放寬為 150mm，其理由在於以一般鋼筋混凝土規定之箍筋間距作為 SRC 構造之設計要求似乎有過於嚴苛之虞，且 SRC 柱內之鋼骨亦可提供部分圍束混凝土之功能，因此本規範乃參考 AIJ- SRC [10]規範之規定予以放寬至 150mm。

由過去震災觀察發現，柱之非圍束區亦常有損害發生，因此有必要規定配置適量之圍束箍筋，以使整根柱具有較均勻之韌性。

填充型鋼管混凝土柱使用銲接箱型或圓型柱內灌混凝土時，相鄰柱板間須以全滲透銲沿柱之全長銲接之理由，在於避免鋼管內之混凝土受到高軸壓時產生側向膨脹導致鋼管受到環張應力 (Hoop Tension) 而引起銲接處拉力破壞。

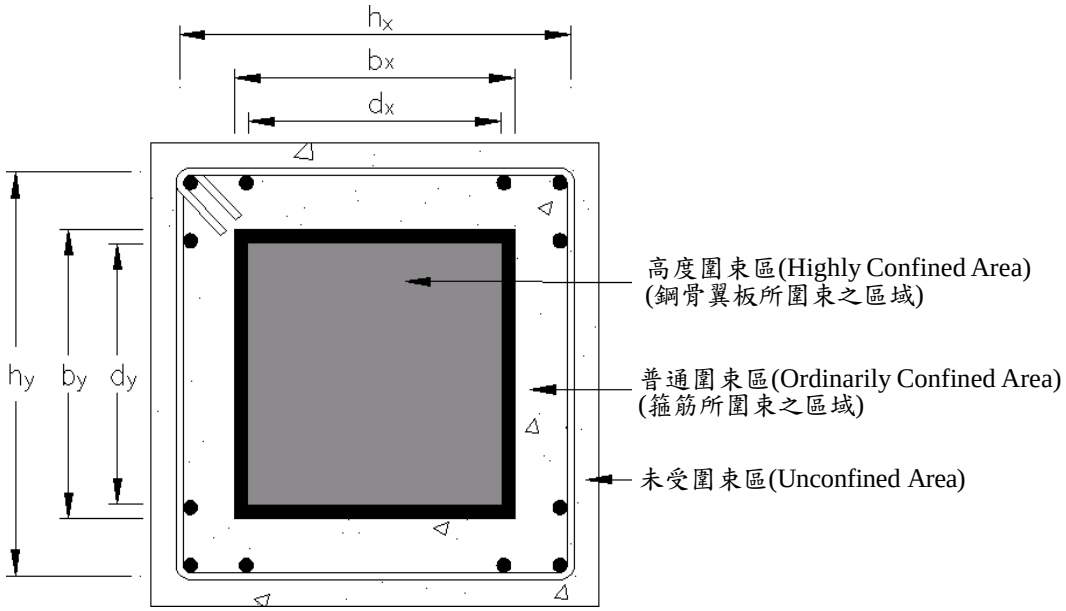


圖 C9.6.3-1 包覆填充型鋼管 SRC 柱混凝土受圍束之情形[47,48]

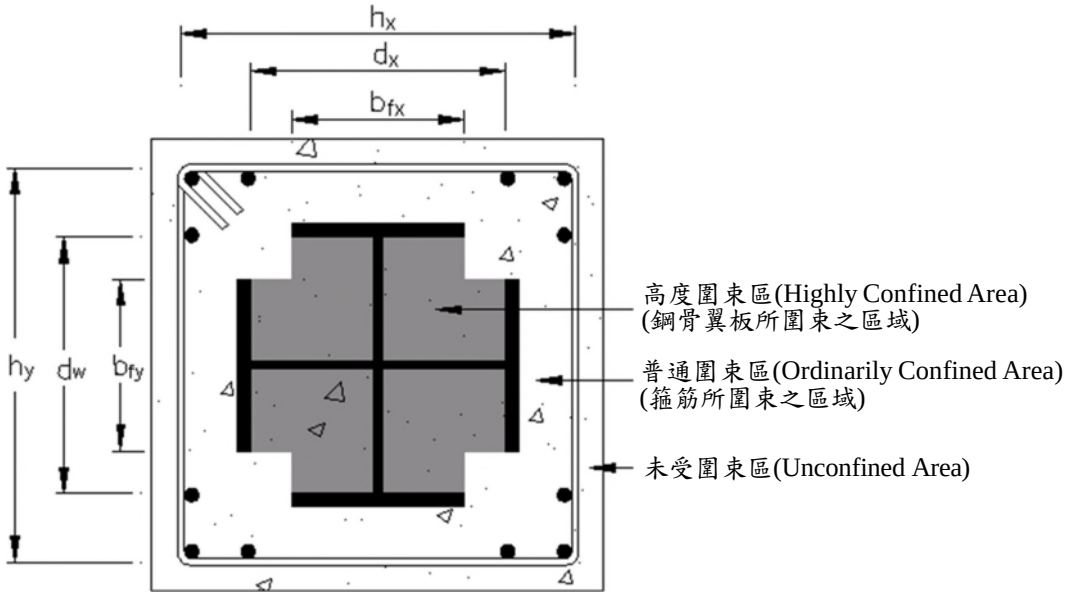


圖 C9.6.3-2 包覆十字型鋼骨 SRC 柱混凝土受圍束之情形[47,48]

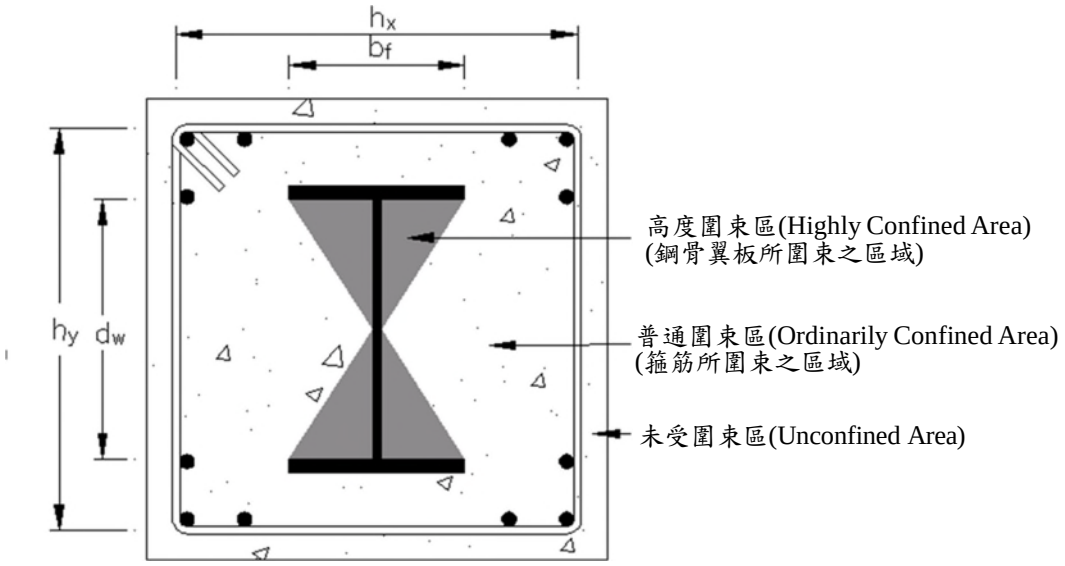


圖 C9.6.3-3 包覆 H 型鋼骨 SRC 柱混凝土受圍束之情形(對強軸彎曲時)[47,48]

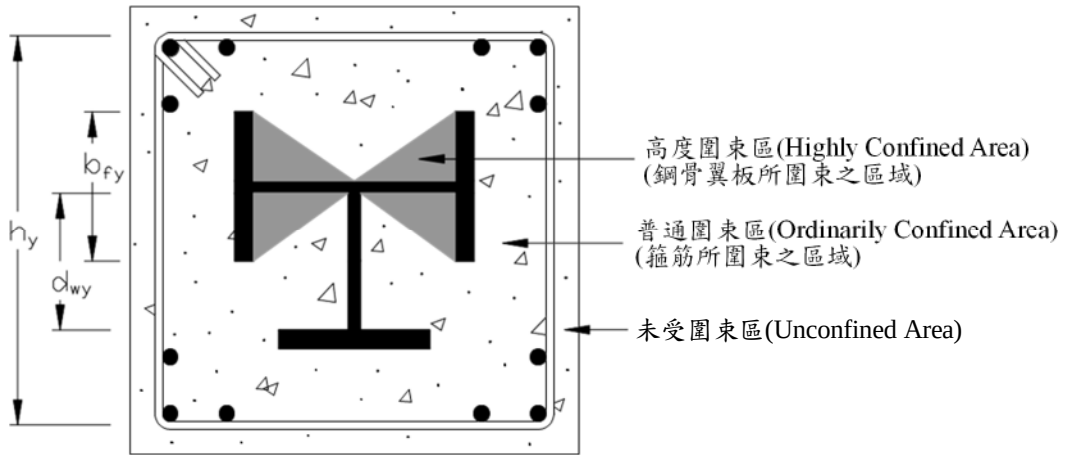


圖 C9.6.3-4 包覆 T 型鋼骨 SRC 柱混凝土受圍束之情形(對強軸彎曲時)

9.7 梁柱接頭之設計要求

9.7.1 接頭區之剪力強度

1. 鋼骨鋼筋混凝土梁柱接頭區之設計剪力強度$\phi_v V_n$應不小於本節第2款所規定之需要剪力強度V_u。

2. 鋼骨鋼筋混凝土梁柱接頭區之需要剪力強度 V_u 應依以下規定計算：

$$V_u=〔1.25F_{yr}(A_{rt}+A_{rb})+\Sigma(M_{ns}/(d_b - t_f))〕-V_T \quad (9.7\text{-}1)$$

其中：F_{yr} = 鋼骨鋼筋混凝土梁主筋之規定降伏應力

A_{rt} = 鋼骨鋼筋混凝土梁中受拉主筋之斷面積

A_{rb} = 鋼骨鋼筋混凝土梁中受壓主筋之斷面積

M_{ns} = 鋼骨鋼筋混凝土梁中鋼骨部分之標稱彎矩強度

d_b = 鋼梁斷面之深度

t_f = 鋼梁斷面翼板之厚度

V_T = 作用於鋼骨鋼筋混凝土柱上下兩端交接面之水平剪力

3. 鋼骨鋼筋混凝土梁柱接頭區之設計剪力強度$\phi_v V_n$應為鋼骨部分與鋼筋混凝土部分剪力強度之和。即

$$\phi_v V_n = \phi_{vs} V_{ns} + \phi_{vrc} V_{nrc} \quad (9.7\text{-}2)$$

其中：$\phi_{vs}V_{ns}$與$\phi_{vrc}V_{nrc}$分別為鋼骨與鋼筋混凝土部分在梁柱接頭區之設計剪力強度，其值應依以下規定計算：

(1) 鋼骨部分：

鋼骨鋼筋混凝土柱中鋼骨部分之梁柱接頭區設計剪力強度$\phi_{vs}V_{ns}$應依內政部所定之「鋼結構極限設計法規範及解說」相

關規定決定之。

(2) 鋼筋混凝土部分：

常重混凝土接頭區之設計剪力強度為$\phi_{vrc}V_{nrc}$，$\phi_{vrc}=0.75$，且標稱剪力強度 V_{nrc} 不得大於下列所示之值：

(a) 圍束接頭：

$$V_{nrc}=5.3\sqrt{f'_c}\,A_j\left[1-\frac{A_sF_{ys}}{2(P_n)_u}\right] \tag{9.7-3}$$

(b) 接頭三面或兩對面受圍束：

$$V_{nrc}=4.0\sqrt{f'_c}\,A_j\left[1-\frac{A_sF_{ys}}{2(P_n)_u}\right] \tag{9.7-4}$$

(c) 其他：

$$V_{nrc}=3.2\sqrt{f'_c}\,A_j\left[1-\frac{A_sF_{ys}}{2(P_n)_u}\right] \tag{9.7-5}$$

其中 A_j 為接頭區 RC 部分之有效受剪面積，其值如下：

(i) 接頭處之梁為鋼骨鋼筋混凝土梁時：

有效受剪面積 A_j 之深度為沿剪力方向接頭之深度；A_j 之寬度為梁之寬度加上接頭深度或加上兩倍之梁邊至柱邊距離之較小值，上述二者取小值。

(ii) 接頭處之梁為鋼梁時：

有效受剪面積 A_j 之深度為沿剪力方向接頭之深度；A_j之寬度依上述第(1)款計算，惟不得大於接頭處垂直於剪力方向柱寬之一半。

上述之梁被視為對梁柱接頭具有圍束作用者，該梁之寬度至少為柱寬之 3/4，而圍束接頭係指接頭之四面均受梁圍束。

解說：

關 SRC 梁柱接頭區設計剪力強度的計算係基於強度疊加之原理，公式(9.7-2)中鋼骨部分與鋼筋混凝土部分之強度係參照 AISC [11]與 ACI 設計規範[9]之建議。惟在計算 RC 部分之剪力強度時，若梁柱接頭為 SRC 柱接鋼梁，接頭處 RC 部分之有效受剪面積 A_j 之寬度不得大於柱寬之一半，此規定係參考日本 AIJ-SRC 規範之建議[10]。圖 C9.7.1 為 SRC 梁柱接頭區有效斷面積 A_j 之示意圖。

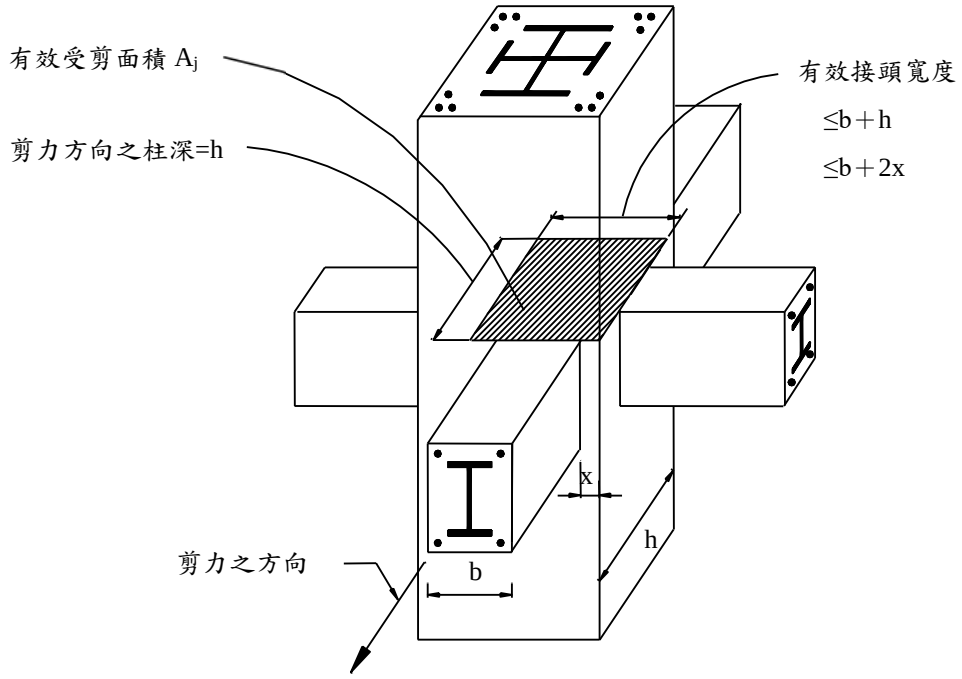


圖 C9.7.1 SRC 梁柱接頭區之有效受剪面積 A_j 示意圖

9.7.2 梁柱接合細則

1. 鋼骨部分之梁柱接合

   鋼骨部分之梁柱接合細則應依內政部所定之「鋼結構極限設計法規範及解說」之相關規定處理。

2. 梁柱接頭處主筋之錨定

   鋼骨鋼筋混凝土梁之主筋終止於柱內時，梁之主筋應延伸至柱圍束核心區之另一面並加以適當錨定。

3. 梁柱接頭處箍筋之配置

   (1) 當接頭之四邊均有鋼骨鋼筋混凝土梁連接時，在最淺梁深範圍內可配置不少於 9.6.3 節第 3 款所規定圍束箍筋量之一半，但上述四面之梁寬均不得小於柱寬之 3/4，且箍筋之間距不得超過 200 mm。

   (2) 當接頭非四邊均有鋼骨鋼筋混凝土梁連接時，其圍束箍筋之配置與柱之圍束區相同。

解說：

有關 SRC 梁柱接頭區內箍筋之配置，本節主要參考 ACI 318-05 規範[50]之規定並考慮 SRC 梁柱構材中鋼骨翼板對混凝土圍束的貢獻而酌予放鬆。

依照 ACI 規範，當梁柱接頭區為圍束接頭時(四邊均有梁連接，且梁寬不小於 3/4 柱寬)，由於接頭區內混凝土可受到較好的圍束，因此接頭區內之箍筋量應可酌予減少，其方式係採用鋼筋混凝土柱圍束箍筋量之一半且其圍束箍筋最大間距放寬至與鋼筋混凝土柱中非圍束區之箍筋間距相同。本規範沿用這種精神，但將 SRC 梁柱接頭區內之圍束箍筋最大間距酌予放寬至 200 mm (與 SRC 柱中非圍束區箍筋間距之要求相同)。

此外，根據文獻[85, 86, 89]，當 SRC 梁之鋼梁翼板採用減弱式接頭設計時能有效避免鋼梁翼板過早於梁柱接頭處產生斷裂之脆性破壞，提高梁柱接頭之韌性及耐震性能。減弱式接頭應依內政部所定之「鋼結構極限設計法規範及解說」[1]之相關規定設計。

9.8 特殊同心斜撐構架

1. 採用特殊同心斜撐構架之鋼骨鋼筋混凝土構造，其斜撐應採用鋼骨構材或內部填充混凝土之鋼管構材。
2. 斜撐構材採用鋼骨構材設計時，應符合內政部所定之「鋼結構極限設計法規範及解說」中之特殊同心斜撐構架相關規定；採用內部填充混凝土之鋼管斜撐構材，其設計應符合本規範第六章之相關規定。
3. 斜撐構材與構架之接合應符合「鋼結構極限設計法規範及解說」中之特殊同心斜撐構架相關規定。

解說：

根據 2005 年 AISC Seismic Provisions [57]將同心斜撐構架系統分為普通同心斜撐構架(Ordinary Concentrically Braced Frame，OCBF)與特殊同心斜撐構架(Special Concentrically Braced Frame，SCBF)，其中 OCBF 在彈性階段具有良好的勁度與強度，然而，就抵抗強烈地震而言，受到較大的反復水平力作用時，斜撐構材受到過大的軸向壓力而產生挫屈，甚至可能因過度之挫屈變形，導致材料在未發揮消能容量之前即提早斷裂，使得遲滯迴圈呈現衰減與束縮，嚴重影響結構系統之韌性。

特殊同心斜撐構架(SCBF)的出現改善 OCBF 之缺點，AISC Seismic Provisions 係利用斜撐構材長細比(Slenderness Ratio)及斷面寬厚比(Width-Thickness Ratio)等限制，來避免 SCBF 之斜撐構材發生非預期的挫屈變形，提

升其韌性及非彈性階段之變形能力。SCBF 在系統配置與接合細部要求上較 OCBF 嚴格，當受到較大的反復水平力作用時可承受較大之非彈性變形，使整體構架耐震性能提升。

9.9 偏心斜撐構架

採用偏心斜撐構架之鋼骨鋼筋混凝土構造，其連桿梁應採用鋼材設計，且連桿梁不可與包覆型鋼骨鋼筋混凝土柱相接。斜撐應採用鋼骨構材或內部填充混凝土之鋼管所組成。

鋼骨鋼筋混凝土偏心斜撐構架之連桿梁與斜撐之設計，應符合內政部所定「鋼結構極限設計法規範及解說」之相關規定。

解說：

偏心斜撐構架設計的基本出發點是把連桿梁(Link Beam)設計為整個構架中最先降伏且最具韌性的結構構材，同時並把斜撐、柱及連桿梁以外之梁段及梁柱接頭設計得比連桿梁還要強[57]。大地震來襲時，連桿梁是偏心斜撐構架主要的消能器，同時它的角色又好像是構架的保險絲。

一般而言，偏心斜撐構架之連桿梁宜設計為「剪力連桿梁」(Shear Link)，且在連桿梁發生充分降伏與應變硬化之最大作用力下，構架中之斜撐、柱與連桿梁外之梁段均應保持在彈性範圍內。

由於混凝土材料之韌性較鋼材為差，故不適合以 SRC 梁作為連桿梁之設計。此外，由於連桿梁被賦予較大的韌性變形能力，故亦不適合直接將連桿梁與包覆型 SRC 柱相接，以免在連桿梁發生充分降伏變形時，連帶造成 SRC 柱之混凝土嚴重開裂破壞。

在 AISC 耐震設計規定[57]中包含合成構造之偏心斜撐構架系統(C-EBF, Composite Eccentrically Braced Frames)，該規定對偏心斜撐構架之柱允許採用

鋼柱、鋼筋混凝土柱或合成柱，但是連桿梁則必須為鋼梁。

9.10 剪力牆

本節所稱之鋼骨鋼筋混凝土剪力牆，係指牆體周邊梁、柱為包覆型鋼骨鋼筋混凝土構材，牆體本身為鋼筋混凝土牆或鋼板牆，或內裝鋼板或對稱鋼骨斜撐之鋼骨鋼筋混凝土牆。

當剪力牆為鋼板牆，或是內裝鋼板或對稱鋼骨斜撐之鋼骨鋼筋混凝土牆時，其設計應符合本節之要求；當剪力牆之牆體為鋼筋混凝土牆時，其設計應依內政部所定「~~混凝土結構設計規範~~建築物混凝土結構設計規範」之相關規定處理。

內裝鋼板或鋼骨斜撐之鋼骨鋼筋混凝土剪力牆，其包覆鋼板或斜撐兩側之混凝土應具有足夠之厚度，且各側混凝土內均須配置適當之剪力鋼筋。內裝鋼骨斜撐之剪力牆，其斜撐構材應為兩支且須對稱配置。

解說：

內裝鋼板或鋼骨斜撐之 SRC 剪力牆，其牆體兩側之混凝土須具有足夠的厚度，以防止剪力牆內之鋼板或鋼骨斜撐發生挫屈現象。根據 AISC 耐震設計規定[57]之要求，採用內裝鋼板之 SRC 剪力牆若鋼板兩側均受到混凝土包覆，則鋼板各側之混凝土厚度須為 100 mm 以上；若鋼板僅單側受到混凝土包覆，則包覆鋼板之混凝土厚度須為 200 mm 以上。

此外，AISC 耐震設計規定[57]為有效控制鋼板之寬厚比，要求須於鋼板上配置適當之剪力釘以確保混凝土與鋼板密切結合，且混凝土能進一步提供足夠之勁度防止鋼板發生剪力挫屈。不過由於上述之要求尚未有充分之實驗證明，因此本節未對包覆鋼板之混凝土厚度作定量之要求，惟設計時應注意混凝土具有足夠之厚度，以防止 SRC 剪力牆內之鋼板或鋼骨斜撐發生挫屈。

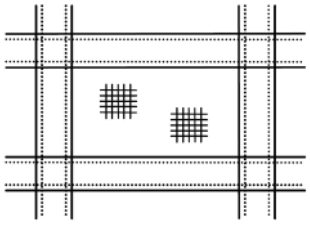
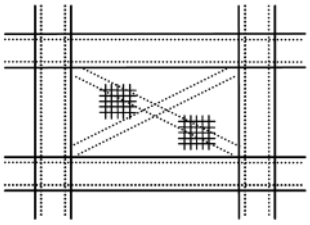
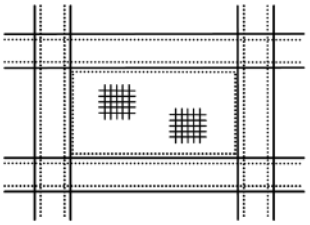
當採用內裝鋼骨斜撐之 SRC 剪力牆時，為了控制剪力牆之厚度，一般多

採用平鋼棒作為斜撐構材，平鋼棒之設計應具有足夠之拉力與壓力強度[13]。

相較於內裝鋼板或鋼骨斜撐之 SRC 剪力牆，純粹的鋼板剪力牆具有製作與施工較為方便快速之優點。近年來，由於低降~~服~~伏鋼板(Low Yield Point Steel)之研究發展進步快速，應用 LYP 鋼板之剪力牆日漸受到重視。

本節所稱之 SRC 剪力牆其周邊梁柱與牆體之組合可如表 C9.10.1 所示[13]。惟當 SRC 構造採用填充型鋼管混凝土柱與鋼梁時，由於剪力牆之牆體與鋼管柱及鋼梁之結合較為困難，因此若欲增加此種構造之側向勁度，則宜考慮採用同心斜撐或偏心斜撐系統。

表 C9.10.1 SRC 構造剪力牆型式之示意圖[13]

牆 / 梁、柱	一般鋼筋混凝土剪力牆	牆內配置鋼骨斜撐之 SRC 牆	牆內配置鋼板之 SRC 牆
包覆型 SRC 構材			

9.10.1 剪力牆之剪力強度

符合第 9.10.4 節相關規定之內裝鋼板或內裝雙對稱鋼骨斜撐之鋼骨鋼筋混凝土剪力牆，其設計剪力強度$\phi_v V_{nw}$ 應為鋼骨部分與鋼筋混凝土部分剪力強度之和，即：

$$\phi_v V_{nw}=\phi_{vs} V_{nws}+\phi_{vrc} V_{nwrc} \quad (9.10\text{-}1)$$

其中：$\phi_{vs} V_{nws}$ = 鋼骨鋼筋混凝土剪力牆中鋼骨部分之設計剪力強度，$\phi_{vs}=0.9$，V_{nws} 應依第 9.10.2 節之規定計算

$\phi_{vrc} V_{nwrc}$ = 鋼骨鋼筋混凝土剪力牆中鋼筋混凝土部分之設計剪力強度，$\phi_{vrc}=0.75$，V_{nwrc} 應依第 9.10.3 節之規定計算

解說：

目前 AISC 設計規範尚未訂定鋼板剪力牆之設計標準，當需要採用鋼板剪力牆時，應依據公開合理之研究成果審慎設計之。本節 RC 部分之強度折減係數ϕ_{vrc}＝0.75 係依據 ACI-318-05 規範而訂定[50]。

9.10.2鋼骨部分之剪力強度

1. 內裝鋼板之鋼骨鋼筋混凝土剪力牆，其鋼板之標稱剪力強度 V_{nws} 依以下規定計算：

$$V_{nws}=0.6F_{yp}A_{sp} \quad (9.10\text{-}2)$$

其中：F_{yp} = 鋼板之標稱降伏應力，kgf/cm^2

A_{sp} = 剪力方向之鋼板斷面積，cm^2

2. 內裝 X 型或 V 型雙對稱鋼骨斜撐之鋼骨鋼筋混凝土剪力牆，其斜撐之標稱剪力強度 V_{nws} 依以下規定計算：

$$V_{nws}=2P_{ns}\cos\theta_w \quad (9.10\text{-}3)$$

其中：P_{ns} = 鋼骨斜撐之標稱受壓強度，依第 6.4.1 節決定之，惟公式(6.4-5)中之 r_{eff} 應取為 r_s

θ_w = 鋼骨斜撐與水平線之夾角

解說：

內裝鋼板之 SRC 剪力牆，若在鋼板兩側之混凝土有足夠之厚度，牆中鋼板將受到混凝土之良好圍束，可不考慮局部挫屈之問題。內裝鋼骨斜撐之 SRC 剪力牆中，對稱配置之斜撐在受到側向力的作用下將會導致一支斜撐受拉力、另一支受壓力，因此斜撐所提供之剪力強度將如公式(9.10-3)所示。

9.10.3鋼筋混凝土部分之剪力強度

1. 無開孔之鋼筋混凝土剪力牆，其標稱剪力強度 V_{nwrc} 依以下規定計算：

$$V_{nwrc}=(\alpha_c\sqrt{f'_c}+\rho_n F_{yr})A_{cv} \qquad (9.10\text{-}4)$$

其中：α_c 之值依以下規定計算：

(1) 當 $H_w/L_w \leqq 1.5$ 時，$\alpha_c=0.80$

(2) 當 $H_w/L_w \geqq 2.0$ 時，$\alpha_c=0.53$

(3) 當 $1.5 < H_w/L_w < 2.0$ 時，$\alpha_c=0.53[3.0-(H_w/L_w)]$

H_w = 剪力方向全牆或設計牆段之高度，cm

L_w = 剪力方向全牆或設計牆段之長度，cm

ρ_n = 與剪力作用方向垂直之平面上之牆筋比

F_{yr} = 牆剪力鋼筋之規定降伏應力，kgf/cm^2

A_{cv} = 剪力方向全牆或設計牆段之鋼筋混凝土總斷面積，cm^2

2. 開孔之鋼筋混凝土剪力牆，其標稱剪力強度應為開孔附近各牆墩之標稱剪力強度之和與上述第 1 款所計得之標稱剪力強度之較小者。上述各牆墩之標稱剪力強度應依公式(9.10-4)計算，惟公式中 H_w/L_w 之值應取全牆高寬比與各牆墩高寬比之較大值，計算時並應符合以下規定：

(a) 剪力牆中分擔同一側向力之各牆墩，其鋼筋混凝土部分之標稱剪力強度之和不得超過 $2.11A_{cv}\sqrt{f'_c}$，且各牆墩之標稱剪力強度不得超過 $2.65A_{cp}\sqrt{f'_c}$，其中 A_{cv} 為剪力方向全牆鋼筋混凝土部分之總斷面積，A_{cp} 為剪力方向各牆墩鋼筋混凝土部分之斷面積。

(b) 剪力牆中上下開孔間之水平牆段，其鋼筋混凝土部分之標稱剪力強度不得超過 $2.65A_{cw}\sqrt{f'_c}$ ，其中 A_{cw} 為上下相鄰開孔之間距乘以牆厚之面積。

3. 剪力牆沿縱軸與橫軸方向之鋼筋比均不得小於 0.0025，且每一方向之剪力鋼筋間距均不得大於 450 mm。

4. 剪力牆應於其平面內平均分散配置兩相互垂直方向之剪力鋼筋，且當 H_w/L_w 不超過 2.0 時，豎向鋼筋比ρ_v 不得小於橫向鋼筋比ρ_n。

解說：

有開孔之 SRC 剪力牆其鋼筋混凝土部分之剪力破壞可能發生於開孔附近之牆墩上，因此 SRC 剪力牆中鋼筋混凝土部分之標稱剪力強度應考慮開孔對牆體標稱剪力強度的影響[9]。

SRC 剪力牆中 RC 部分剪力強度之計算公式 (9.10-4)係依據 ACI 318-05 之相關規定而訂定[50]。公式中平行剪力作用方向之牆筋比 ρ_n 之計算方式為 $\rho_n=A_v/(t\times s)$，其中 A_v 為牆筋在間距 s 之斷面積，t 為剪力牆之厚度，s 為牆筋之間距。公式中之α_c 係數為考慮當剪力牆之高寬比較小時，剪力牆將具有較高之標稱剪力強度。

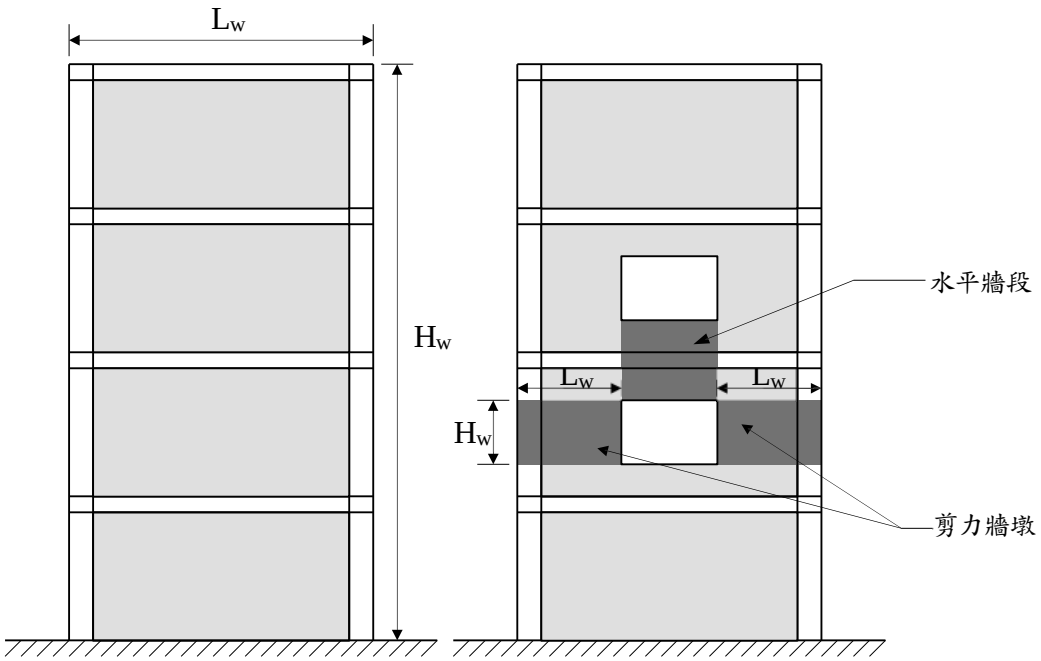
本節所稱之水平牆段(Horizontal Wall Segment)係指垂直方向開孔間之剪力牆塊；而所稱之剪力牆墩(Wall Pier)係指水平方向開孔間之垂直剪力牆塊或開孔與周邊柱間之垂直剪力牆塊(如圖 C9.10.1b)。

公式(9.10-4)中之高寬比 H_w/L_w，對無開孔剪力牆而言為全牆高寬比(如圖 C9.10.1(a)所示)；對有開孔剪力牆而言則為全牆高寬比與剪力牆墩高寬比(如圖 C9.10.1(b)所示)之較大者。

為避免牆筋量太高導致在牆筋降伏前發生剪壓破壞，本節規定 SRC 剪力

牆中分擔同一側向力之各牆墩，其鋼筋混凝土部分之標稱剪力強度和不得超過 $2.11A_{cv}\sqrt{f'_c}$ ；對於上下開孔間之水平牆段，其鋼筋混凝土部分之標稱剪力強度亦不得超過 $2.65A_{cw}\sqrt{f'_c}$ [9]。

剪力牆中縱向及橫向鋼筋之最小鋼筋比限制係依據 ACI 318-05 之鋼筋混凝土剪力牆之設計規定而訂定[50]。



(a) 無開孔之剪力牆　　(b) 開孔之剪力牆

圖 C9.10.1 剪力牆之高寬比 H_w/L_w 及剪力牆墩與水平牆段示意圖

9.10.4設計細則

1. 鋼板剪力牆或內裝鋼板之鋼骨鋼筋混凝土剪力牆，其鋼板與周邊梁柱中鋼骨之接合須能提供足夠之強度以傳遞所需之剪力。
2. 內裝鋼板之剪力牆，在配置周邊鋼骨鋼筋混凝土梁、柱之箍筋時，若須在鋼板上穿孔則鋼板之貫穿孔應在工廠內施作完成，且鋼板上之穿孔應不損害鋼板抗剪能力。
3. 剪力牆內之牆筋應均勻分佈於受剪面上，必要時須於應力傳遞複雜之處加配適當之補強筋。
4. 剪力牆內之牆筋應錨定於周邊鋼骨鋼筋混凝土梁、柱之圍束核心內，使牆筋能發揮其拉力達降伏應力。牆筋之錨定與續接，應依內政部所定「~~混凝土結構設計規範~~建築物混凝土結構設計規範」之相關規定辦理。
5. 鋼骨斜撐構材之設計應依內政部所定「鋼結構極限設計法規範及解說」之相關規定辦理。

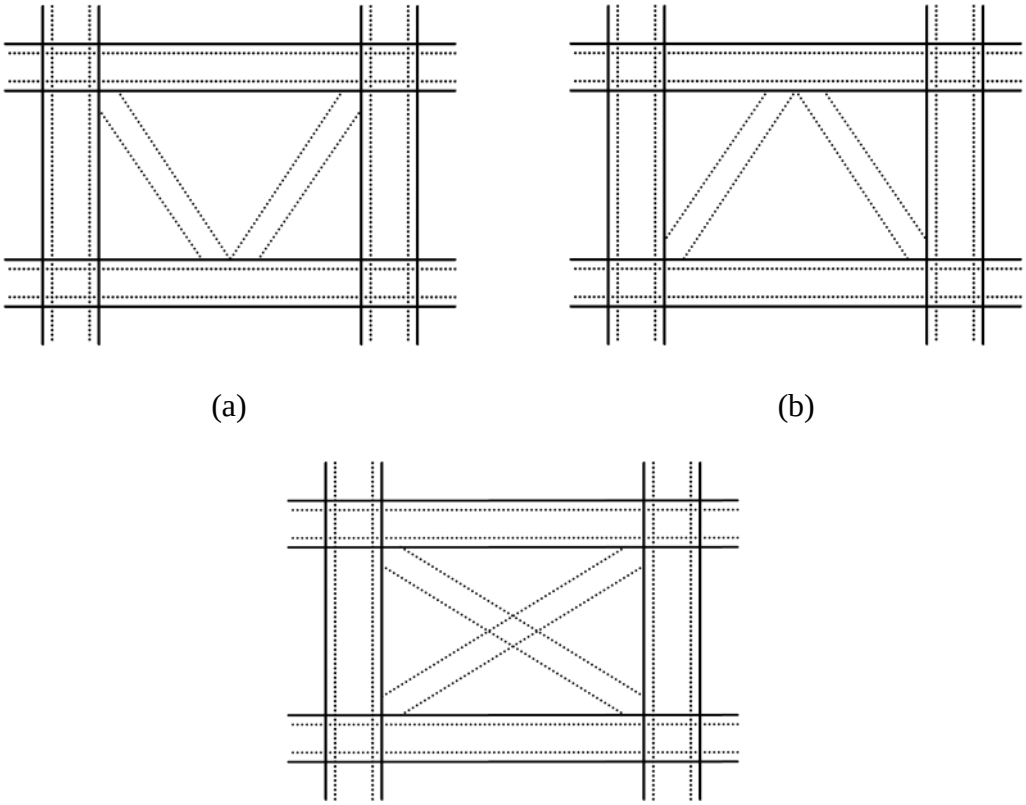
解說：

由於內裝鋼板之剪力牆其鋼板須銲在周邊 SRC 梁、柱之鋼骨翼板上，故在配置周邊梁、柱之箍筋時，一般須在鋼板上穿孔讓箍筋穿過。因此應注意鋼板上之穿孔應不損害抵抗剪力之能力，亦不得對鋼板與周邊 SRC 構材之間剪力傳遞造成不利之影響。

對於內裝鋼骨斜撐之剪力牆，本規範建議應以兩支斜撐對稱配置在一片剪力牆中，其配置方式可參考圖 C9.10.2。此外，為防止斜撐產生局部挫屈及端部因應力集中而過早破壞，在斜撐端部及容易產生較大應力處宜加配適當之補強筋，如圖 C9.10.3 所示[13]。

採用內裝鋼板之剪力牆時，牆中之鋼板可用適當的銲接直接銲在周邊

SRC 構材之鋼骨上，或在周邊構材鋼骨上銲植剪力釘，再將鋼板銲在剪力釘上之方式來傳遞剪力。牆筋錨定於周邊梁柱之混凝土核心內時，其錨定長度可依「~~混凝土結構設計規範~~建築物混凝土結構設計規範」[2]之規定處理。



(a)　　(b)

(c)

圖 C9.10.2 SRC 剪力牆中鋼骨斜撐之配置方式

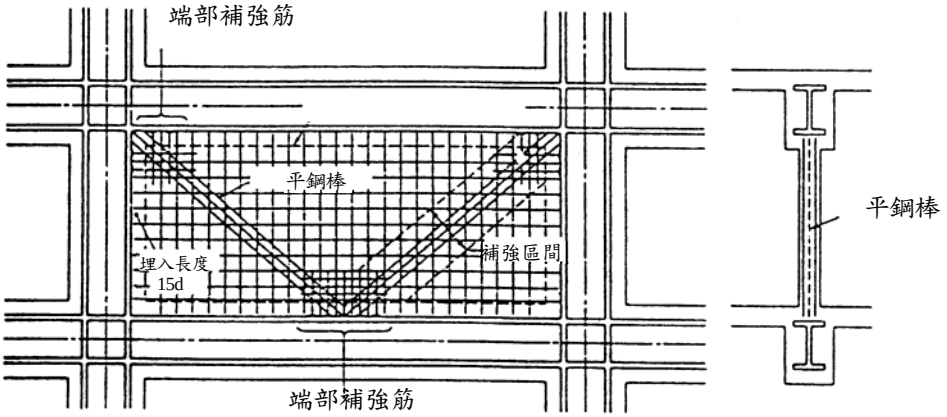


圖 C9.10.3 內裝鋼骨斜撐之 SRC 剪力牆中補牆筋之配置[13]

第十章 其它考慮事項

10.1 撓度

鋼骨鋼筋混凝土構材與整體構架應有適當之勁度，避免產生過大之撓度或變形，以確保建築物之使用性與安全性。

(1) 鋼構材

鋼骨鋼筋混凝土構造中之鋼構材，其容許撓度不得大於內政部所定之「鋼結構極限設計法規範及解說」之相關規定。

(2) 鋼骨鋼筋混凝土構材

鋼骨鋼筋混凝土構材之容許撓度不得大於內政部所定之「~~混凝土結構設計規範~~建築物混凝土結構設計規範」之相關規定。

解說：

限制 SRC 構材在使用載重下之撓度或變形，是為確保不致發生使用性之失敗或結構損壞。使用性是指在正常使用下，建築物之功能、外觀、耐久性、可維修性及居住者的舒適感等都保持合乎使用要求之一種狀態。為維持正常使用性，設計~~者~~人應依該建築物所欲發揮之功能，適當限制其結構行為之極限值。雖然功能之不正常未必會造成結構之崩塌，但可能導致昂貴之修復費用及居住者之不舒適，故有必要限制其撓度。

10.2 側向位移

由地震力或風力所引起之結構物側向位移或屋頂側向加速度，須符合下列規定：

(1) 由地震力造成建築物層間相對側向位移，須符合內政部所定之「建築物耐震設計規範及解說」之相關規定。

(2) 建築物受風力作用時，其屋頂側向加速度須符合內政部所定之「建築物耐風設計規範及解說」之相關規定。

解說：

側移過大會導致結構物的損壞，建築外覆層之分離，水密性的喪失造成功能性的破壞及使用者之不適；此外，過大的側向位移可能導致結構物與相鄰結構之碰撞，故應加以限制。

由地震造成建築物每一樓層之層間相對側位移除以層高，稱為層間相對側位移角，其值應符合內政部所定之「建築物耐震設計規範及解說」[3]之規定。

建築物在風力作用下會產生順風向振動、橫風向振動及扭轉振動，若其振動之加速度過大，會引起使用者之不適，故限制建築物屋頂之振動加速度應符合內政部所定之「建築物耐風設計規範及解說」[7]之規定。

10.3 樓~~版~~板之振動

在設計由梁支撐而無減少振動設施之寬大樓~~版~~板時，應考慮由行人走動或其他原因引起之建築物內之振動。鋼骨鋼筋混凝土構造中，樓~~版~~板支承梁之深度不宜小於以下規定：

(1) 鋼梁

支承樓~~版~~板之鋼梁，其深度不宜小於內政部所定之「鋼結構極限設計法規範及解說」之相關規定。

(2) 鋼骨鋼筋混凝土梁

支承樓~~版~~板之鋼骨鋼筋混凝土梁，其深度不宜小於內政部所定之「~~混凝土結構設計規範~~建築物混凝土結構設計規範」之相關規定。

解說：

高強度材料之使用及有效之結構系統可能導致較長跨度及較柔性之樓板結構系統，故限制其樓~~版~~板支承梁之深度有助於排除振動問題。惟對較特殊之樓板系統須考慮其靜態與動態行為，可適當的使用隔減震裝置。當規則性擾動之頻率與結構物之基本振動頻率相近時，應小心避免共振。

10.4 疲勞載重

承載機械設備之結構或供吊車行走之軌道，因經常承受往復載重，設計時應適當考慮疲勞之問題。

解說：

一般建築結構設計所採用之地震力或風力，其載重往復改變之次數不多且頻率較低，通常不需考慮疲勞問題。

10.5 屋頂積水

建築物之屋頂應有足夠之斜度及排水設施，以防止雨水累積，否則應設計屋頂在積水情況下仍具有足夠之強度及穩定性。

解說：

平屋頂可能由於撓度變形而使水積留，積水量之多少依構架之勁度而定，若構架之勁度及強度考慮不足，此等積水量可能導致屋頂倒塌。純鋼結構屋頂之設計應符合內政部所定之「鋼結構極限設計法規範及解說」[1]之相關規定。

參考文獻

(1) 內政部~~營建署~~ (2010)，「鋼結構極限設計法規範及解說」，民國九十九年，台北。

(2) 內政部~~營建署~~ (~~2011~~2024)，「~~混凝土結構設計規範~~建築物混凝土結構設計規範」，民國一~~百~~一三年，台北。

(3) 內政部~~營建署~~ (~~2011~~2024)，「建築物耐震設計規範及解說」，民國一~~百~~一三年，台北。

(4) 王榮進、翁正強、陳誠直、施祖涵、王琳、林意晴 (2009)「鋼骨鋼筋混凝土構造(SRC)設計規範之檢討修訂」，強化災害防救科技研發與落實運作方案成果研討會，行政院災害防救委員會，七月，台北。

(5) 內政部~~營建署~~ (2011)，「鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範」，民國一百年，台北。

(6) 內政部~~營建署~~ (2010)，「建築技術規則」，民國九十九年，台北。

(7) 內政部~~營建署~~ (~~2006~~2014)，「建築物耐風設計規範及解說」，民國~~九十五~~一零三年，台北。

(8) ASCE (1998) "Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures." *ASCE-7-98*, American Society of Civil Engineers, Reston, VA.

(9) ACI (2002) "Buildings Code Requirements for Structural Concrete." *ACI -318-02*, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.

(10) 日本建築學會 (2001)，「鐵骨鐵筋混凝土構造計算規準同解說」，*AIJ-SRC Code*, Architecture Institute of Japan (AIJ)，東京。

(11) AISC (1999) "Load and Resistance Factor Design Specification for Structural Steel Buildings." *AISC-LRFD-99*, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL.

(12) NEHRP (1997) "Recommended Provisions for the Development of Seismic Regulations for New Buildings." National Earthquake Hazards Reduction Program, Building Seismic Safety Council (BSSC), Washington, D.C.

(13) 日本建築學會 (1994)，「鐵骨鐵筋混凝土構造配筋指針(案)同解說」，Architecture Institute of Japan (AIJ)，東京。

(14) 陳生金，陳正誠，林文賢 (1996)，「鋼骨鋼筋混凝土構材與接合之耐震細部設計準則」，內政部建築研究所專題研究成果報告，民國八十五年六月，台北。

(15) Wakabayashi, M., (1976) "A Proposal for Design Formulas of Composite Columns and Beam-Columns," International Colloquium on Stability, pp. 65-87, Tokyo, Sept.

(16) Nakamura, T. and Wakabayashi, M., (1976) "A Study on the Superposition Method to Estimate the Ultimate Strength of Steel Reinforced Column Subjected to Axial Thrust and Bending Moment Simultaneously," Bulletin of Disaster Prevention Research Institute, Vol. 26, Part 3, No. 242, Kyoto University, Sept.

(17) 翁正強，陳村林 (1990)，「SRC 樑柱極限設計之探討: 簡單疊加強度法」，結構工程，第五卷，第四期，pp. 51-66，中華民國結構工程學會，民國七十九年十二月，台北。

(18) 翁正強，顏聖益，管啟旭 (1994)，「結合 AISC 與 ACI 規範的 SRC 樑柱設計新方法」，第二屆結構工程研討會論文集，民國八十三年十一月，南投。

(19) Weng, C. C. and Yen, S. I., (1995) "A Strength Superposition Method for Steel Reinforced Concrete (SRC) Beam-Column Design," Proc. of the International Conference on Structural Stability and Design, Sydney, Australia, Oct.

(20) 翁正強 (1996)，「直接強度疊加法在 SRC 構件設計之研究」，國科會專題研究成果報告，民國八十五年七月，台北。

(21) 翁正強，廖慧明，張荻薇，陳誠直 (1997)，「鋼骨鋼筋混凝土構造(SRC)設計規範與解說研究」，內政部建築研究所專題研究成果報告， 民國八十六年六月，台北。

(22) 翁正強，廖慧明，張荻薇，陳誠直 (1995)，「鋼骨鋼筋混凝土構造(SRC)設計規定之調查與規範架構研究」，內政部建築研究所專題研究成果報告，民國八十四年六月，台北。

(23) 翁正強，江銘鴻，顏聖益 (2000)，「鋼骨鋼筋混凝土(SRC)梁抗彎試驗與力學特性」，中國土木水利工程學刊，第十三卷，第二期，pp. 249-261，民國八十九年六月，台北。

(24) 陳正誠，陳建中 (2001)，「包覆型鋼骨鋼筋混凝土梁之撓曲行為特性」，中國土木水利工程學刊，第十三卷，第二期，pp. 263-276，民國九十年六月，台北。

(25) 翁正強、顏聖益、陳誠直、黃明慧 (2000)，「包覆型鋼骨鋼筋混凝土梁之極限彎矩強度研究」，中國土木水利工程學刊，第十二卷，第三期，pp. 521-531，民國八十九年九月，台北。

(26) 翁正強 (2000)，「包覆型鋼骨鋼筋混凝土(SRC)梁之彎矩強度理論分析研究」，國科會專題研究成果報告，民國八十九年八月，台北。

(27) 翁正強 (1998)，「鋼骨鋼筋混凝土(SRC)構材剪力設計之研究」，國科會專題研究成果報告，民國八十七年八月，台北。

(28) Weng, C.C., Yen, S.I. and Chen, C.C., (2001) “Shear Strength of Concrete Encased Composite Structural Members,” Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 127, No. 10, pp. 1190-1197, Oct.

(29) Weng, C.C., Yen, S.I. and Jiang, M.H., (2002) “Experimental Study on Shear Splitting Failure of Full-Scale Composite Concrete Encased Steel Beams,” Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 128, No. 9, pp. 1186-1194, Sept.

(30) Hofbeck, J.A., Ibrahim, I.O. and Mattock, A.H., (1969) "Shear Transfer in Reinforced Concrete," ACI Journal, Vol. 66, No. 2, pp. 119-128, Feb.

(31) Mattock, A.H. and Hawkins, N.M., (1972) "Shear Transfer in Reinforced Concrete - Recent Research," PCI Journal, Prestressed Concrete Institute, Vol. 17, No. 2, pp. 55-75, March.

(32) 翁正強，王瑋傑 (1991)，「包覆型 SRC 樑柱極限強度之研究：剛度分配法」，結構工程，第六卷，第三期，pp. 23-43，中華民國結構工程學會，民國八十年九月，台北。

(33) 翁正強、顏聖益 (1996),「鋼骨鋼筋混凝土(SRC)梁柱設計強度之研究」,土木工程技術，第四期，pp. 1-16，中華民國土木技師公會，民國八十五年三月，台北。

(34) 翁正強，陳誠直 (2001),「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範之檢討與梁柱接頭試驗研究」，內政部建築研究所專題研究成果報告，民國九十年十二月，台北。

(35) 陳誠直、翁正強、李建銘、李鴻利 (1999),「鋼骨鋼筋混凝土柱及梁柱構材之強度與耐震行為研究（二）」,內政部建築研究所專題研究成果報告，民國八十八年十月，台北。

(36) 蔡克銓、連陽、陳誠直 (1997),「鋼骨鋼筋混凝土柱軸向載重行為」，中國土木水利工程學刊，第八卷，第四期，民國八十六年十二月，台北。

(37) 林草英、黃建銘、陳璽宇 (1993),「鋼管混凝土柱單向偏心載重之結構行為」,中國土木水利工程學刊，第五卷，第四期，pp.377-386，民國八十二年十二月，台北。

(38) 陳誠直，翁正強，李健銘 (2000),「內含 T 字型鋼骨 SRC 柱行為與設計探討」,土木技術，第三卷，第二期，pp. 56-62，民國八十九年二月，台北。

(39) Weng, C.C. and Yen, S.I., (2002) “Comparisons of Concrete-Encased Composite Column Strength Provisions of ACI Code and AISC Specification,” Engineering Structures, Vol. 24, No.1, pp.59-72, Jan.

(40) El-Tawil, S. and Deierlein, G.G., (1999) “Strength and Ductility of Concrete Encased Composite Columns,” Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 125, No. 9, pp.1009-1019, Sept.

(41) Mirza, S.A., Hyttinen, V. and Hyttinen, E., (1996) “Physical Tests and Analyses of Composite Steel-Concrete Beam-Columns,” Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 122, No.11, pp.1317-1326, Nov.

(42) Munoz, P.R. and Hsu, C.-T.T., (1997) “Behavior of Biaxially Loaded Concrete-Encased Composite Columns,” Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol.123,

No.9, pp.1163-1171, Sept.

(43) Philip F.B., William F.C. and David I.M., (1995) “Seismic Performance of Steel-Encased Concrete Columns Under Flexural Loading,” ACI Structural Journal, pp. 355-364, May-June.

(44) Ricles, J.M. and Paboojian, S.D., (1994) “Seismic Performance of Steel-Encased Composite Column,” Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 120, No. 8, pp. 2474-2494, Feb.

(45) Naka, T., Morita, K. and Tachibana, M., (1977) “Strength and Hysteretic Characteristics of Steel-Reinforced Concrete Columns (Part 2),” Transaction of AIJ, No. 250, pp.47-58, Oct.

(46) Wakabayashi, M., Minami, K. and Komura, K., (1971) “An Experimental Study on Elastic-Plastic Characteristics of Composite Members Using An Encased H-Section Subjected to Combined Bending and Axial Force,” Bulletin of Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, No. 14A,, pp. 417-437, April.

(47) 翁正強，顏聖益，林俊昌 (1998)，「包覆型 SRC 柱鋼骨對混凝土圍束箍筋量之影響」，中國土木水利工程學刊，第十卷，第二期，pp. 193-204，民國八十七年六月，台北。

(48) 翁正強、王暉舜、李讓、梁景裕 (2006)「鋼骨鋼筋混凝土柱圍束箍筋量之試驗與耐震設計」，結構工程，第二十一卷，第三期，pp. 55-83，中華民國結構工程學會，九月，台北。

(49) ASCE (2002) "Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures." *ASCE-7-02*, American Society of Civil Engineers, Reston, VA.

(50) ACI (2005) "Buildings Code Requirements for Structural Concrete." *ACI -318-05*, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.

(51) 王榮進、陳誠直(2007)「鋼梁與包覆型鋼骨鋼筋混凝土柱接頭韌性行為研究」，內政部建築研究所研究報告，民國九十六年十二月，台北。

(52) Yamashita, Y., Okamoto, T., Kei, T., and Ota, H. (2000), A Study on Strength Properties of Steel Beam to SRC Column Connection which has the Less Ratio of the Flexural Strength in Steel Part of SRC Column. Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, Architectural Institute of Japan, pp. 1279-1280.(in Japanese)

(53) Okayasu, T., Fukumoto, T., Tomita, A., Fukuda, T., Kawano, K., Yanguchi, T. (2000), Experimental Study of Joints Between Steel Beam and Steel Reinforced Concrete Columns with H-shape Steel Part.1 Outline of Experimental and Results. Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, Architectural Institute of Japan, pp. 1281-1282. (in Japanese)

(54) Fukuchi, Y., Wakamatsu, S., Oshima, M. (2002), Experimental Study on Stress Transfers of Joints of SRC Columns and Steel Beams. Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, Architectural Institute of Japan, pp. 1085-1086. (in Japanese)

(55) Imanishi, M., Oshida, M., Fukazawa, K., Tachibana, M. (2003), Experimental Study on Strength of Steel Beam-to-SRC Column Connections (Part 7 Experiment of Exterior Beam-column Connections) Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, Architectural Institute of Japan, pp. 1091-1092. (in Japanese)

(56) Oshida, M., Imanishi, M., Fukazawa, K., Tachibana, M. (2003), Experimental Study on Strength of Steel Beam-to-SRC Column Connections (Part 6 Experiment of Exterior Beam-column Connections) Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, Architectural Institute of Japan, pp. 1089-1090. (in Japanese)

(57) AISC (2005) “Seismic Provisions for Structural Steel Buildings,” American Institute of Steel Construction, Chicago, Illinois.

(58) Weng, C.C., Yin, Y.L., Wang, J.C. and Liang, C.Y. (2008) “Seismic Cyclic Loading Test of SRC Columns Confined with 5-Spirals,”Science in China Series E: Technological Sciences, Vol. 51, No.5, pp.529-555

(59) 尹衍樑、翁正強、王瑞禎、梁景裕、黃俊銘 (2007)「組合式五螺箍應用於 SRC 矩形柱之試驗研發」，結構工程，第二十二卷，第三期，pp. 3-27，中華民國結構工程學會，九月，台北。

(60) 翁正強、尹衍樑、王瑞禎、梁景裕、施祖涵、蕭永興 (2008)，「預鑄五螺 SRC 梁柱接頭之反復載重耐震試驗」，結構工程，第三十三卷，第三期，pp.29-62，中華民國結構工程學會，九月，台北。

(61) 翁正強、尹衍樑、王瑞禎、梁景裕、郭美婷 (2010)「五螺箍矩形 RC 柱之軸壓試驗與優化設計研究」，結構工程，第二十五卷，第一期，pp. 71-105，中華民國結構工程學會，三月，台北。

(62) 王榮進、翁正強 (2008)「鋼骨鋼筋混凝土構造(SRC)設計規範之檢討修訂」，內政部建築研究所研究報告，十二月，台北。

(63) 周中哲、吳松城 (2017)「高強度混凝土充填箱型鋼柱於高軸力下之耐震試驗」，中華民國結構工程學會，結構工程，第 32 卷第 1 期，pp. 25-48，(2017.03)。

(64) 周中哲、陳冠維、林德宏 (2020)「箱型鋼柱於不同寬厚比軸力及近斷層地震下的耐震行為與背骨曲線發展」，中華民國結構工程學會，結構工程，第 35 卷第 4 期，pp. 57-75，(2020.12)。

(65) 陳誠直、林南交、鄭錦銅、蔡克銓 (2002)，「鋼筋混凝土柱與鋼梁接頭行為」，中國土木水利工程學刊，第 29 卷，第 3 期，4-18 頁。

(66) 陳正誠、吳品達、許瑜麟 (2016)，「包覆填充型箱型柱接力式繫筋橫向鋼筋配置對撓曲行為之影響」，內政部建築研究所，台北。

(67) 歐昱辰、周中哲、王威儒、賴柏丞(2021)，「新型鋼骨預鑄混凝土複合式構架接頭試驗報告」，國家地震工程研究中心，NCREE-21-003。

(68) AISC (2016), *Seismic Provisions for Structural Steel Buildings*, ANSI/AISC 341-16, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL.

(69) ASCE Task Committee on Design Criteria for Composite Structures in Steel and Concrete. (1994). "Guidelines for design of joints between steel beams and

reinforced concrete columns," *Journal of structural engineering*, Vol. 120, Issue 8, 2330-2357. Reston, VA, USA.

(70) Chou, C. C. and Uang, C. M. (2002), "Cyclic Performance of a Type of Steel Beam to Steel-Encased Reinforced Concrete Column Moment Connections," *Journal of Constructional Steel Research*, Vol. 58, pp. 637-663.

(71) Chou, C. C. and Wu, S. C. (2019). "Cyclic lateral load test and finite element analysis of high-strength concrete-filled steel box columns under high axial compression," *Engineering Structures*, 189(2019), 89-99.

(72) Chou, C. C. and Chen, G. W. (2020). "Lateral cyclic testing and backbone curve development of high-strength steel built-up box columns under axial compression," *Engineering Structures*, 223(2020), 11147.

(73) Deierlein, G.G., Sheikh, T.M. and Yura, J.A. (1989). "Beam Column Moment Connections for Composite Frames：Part 2," *Journal of Structural Engineering*, ASCE, Vol.115, No.11, pp. 2877-2896.

(74) Kanno, R, and Deierlein, G.G. (1997), "Seismic Behavior of Composite (RCS) Beam-Column Joint Subassemblies," *Composite Construction III*, ASCE, Reston, VA.

(75) Kathuria, D., Yoshikawa, H., Nishimoto, S., Kawamoto, S., Deierlein, G., (2015) "Design of Composite RCS Special Moment Frames," *John A. Blume Earthquake Engineering Technical Report 189*. Stanford Digital Repository.

(76) Liang, X. and Parra-Montesinos, G. (2004), "Seismic Behavior of RCS Beam-Column-Slab-Subassemblies and Frame Systems," *Journal of Structural Engineering*, ASCE, Vol.130, No.2, pp. 310-319.

(77) Nishiyama, I., Hasegawa, T. and Yomanouchi, H. (1990), "Strength and Deformation Capacity of Reinforced Concrete Column to Steel Beam Joint Panels," *Building Research Institute Report 71*, Ministry of Construction, Tsukuba, Japan

(78) Parra-Montesinos, G. and Wight, J.K. (2000), "Seismic Response of Exterior RC Column-to-Steel Beam Connections," *Journal of Structural Engineering*, ASCE, Vol. 126, No. 10, pp. 1,113 – 1,121.

(79) Parra-Montesinos, G. and Wight, J.K. (2001), "Modeling Shear Behavior of Hybrid RCS Beam-Column Connections," *Journal of Structural Engineering*, ASCE, Vol.127, No.1, pp. 3-11.

(80) Sheikh, T.M., Deierlein, G.G., Yura, J.A. and Jirsa, J.O. (1989). "Beam Column Moment Connections for Composite Frames：Part 1," *Journal of Structural Engineering*, ASCE, Vol.115, No.11, pp. 2858-2876

(81) AISC (2016), *Specification for Structural Steel Buildings*, ANSI/AISC 360-16, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL.

(82) 內政部 (2011)，「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說」，民國一百年，台北。

(83) 陳正誠、周佳希、吳品達 (2014)「包覆填充型箱型柱橫向鋼筋配置方式之軸向強度與韌性」，內政部建築研究所委託研究成果報告，2014 年 12 月。

(84) 周中哲、劉郁芳、周德光、黃司睿、陳蓮安 (2021)，「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範柱及接合設計之修正研擬」，內政部建築研究所。

(85) 周中哲、劉郁芳、周德光、趙品鈞 (2022)，「包覆填充型鋼骨鋼筋混凝土柱與梁主筋以續接器接合之接頭耐震試驗」，內政部建築研究所。

(86) 周中哲、劉郁芳、莊勝智、陳奕勳 (2023)，「鋼骨鋼筋混凝土構造柱內連續板經濟化參數之試驗研究」，內政部建築研究所。

(87) AISC (2022), *Seismic Provisions for Structural Steel Buildings*, ANSI/AISC 341-22, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL.

(88) AISC (2022), *Specification for Structural Steel Buildings*, ANSI/AISC 360-22, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL.

(89) Liu, Y.F., Chou, C.C., Chao, P.C., Chen, Y.S., Chow, T.K. and Jhuang, S.J., (2024). "Cyclic Tests of Subassemblage Connections for SRC or RC Beam to a Concrete-

Filled Steel Box Column.” *18th World Conference on Earthquake Engineering*, 18WCEE, Milan, Italy.

符號說明

A_c	SRC 構材中混凝土部份之斷面積
A_{ch}	受箍筋圍束部份柱核之斷面積
A_{cp}	SRC 剪力牆沿剪力方向各牆墩鋼筋混凝土部份之斷面積
A_{cv}	SRC 剪力牆沿剪力方向全牆鋼筋混凝土部份之總斷面積
A_{cw}	SRC 剪力牆中上下開孔之間距乘以牆厚之面積
A_g	SRC 構材全斷面之面積
A_j	梁柱接頭區鋼筋混凝土部份之有效受剪面積
A_r	SRC 構材中鋼筋部份之全斷面積
A_{rb}	SRC 梁中受壓主筋之斷面積
A_{rt}	SRC 梁中受拉主筋之斷面積
A_s	鋼骨部份之斷面積
A_{sp}	SRC 剪力牆沿剪力方向之鋼板斷面積
A_v	箍筋在間距 s 之斷面積
A_{vf}	剪力摩擦鋼筋在間距 s 之斷面積
A_w	鋼骨腹板之斷面積
A_{hcc}	高度圍束區混凝土之斷面積，指鋼骨翼板所圍束之混凝土面積。
A_1	鋼骨在混凝土支承上之承壓面積
A_2	支承處混凝土之有效擴大承壓面積
b_f	鋼梁之翼板寬度
b_i	接頭之內交會區寬度
b_o	接頭之外交會區寬度
B_1	考慮 P-Δ效應之彎矩放大係數
B_2	考慮 P-Δ效應之彎矩放大係數

C_m	彎矩修正係數
d_i	垂直於鋼筋混凝土柱方向之梁深
d_j	接頭區之有效深度
d_w	鋼梁腹板淨深度
D	靜載重
E	地震力
E_c	混凝土之彈性模數
E_s	鋼骨或鋼筋之彈性模數
f'_c	混凝土之規定抗壓強度
F	液體力，因液體之重量與壓力所造成之載重
F_u	結構系統地震力折減係數
F_{up}	承壓面板之規定極限應力
F_y	鋼板降伏應力
F_{yf}	接頭區內鋼梁翼板之規定降伏應力
F_{yh}	箍筋之規定降伏應力
F_{yp}	承壓面板之規定降伏應力(第八章)、SRC 剪力牆中鋼板之規定降伏應力(第九章)
F_{yr}	鋼筋之規定降伏應力
F_{ys}	鋼骨之規定降伏應力
F_{yw}	鋼骨腹板之規定降伏應力
h	平行於鋼梁方向之柱深
H	土壤力，因土壤、土壤中水的重量與壓力所造成之載重
H_w	SRC 剪力牆之全牆高度或所考慮牆段之高度

I_g SRC 構材全斷面之慣性矩

K 構材之有效長度係數

K_1 沿剪力摩擦面之混凝土對剪力阻抗之經驗常數

L 活載重(第二、九章)，SRC 構材之無側撐長度(第三、六、七章)

L_n 梁之淨跨距

L_r 屋頂活載重

L_w SRC 剪力牆全牆之長度或所考慮牆段之長度

M_C SRC 梁柱接頭處各柱在接頭交接面之標稱彎矩強度

M_B SRC 梁柱接頭處各梁在接頭交接面之標稱彎矩強度

M_{cb} SRC 柱下方梁柱接合處兩側之梁產生塑鉸時柱端所對應之彎矩強度

M_{ct} SRC 柱上方梁柱接合處兩側之梁產生塑鉸時柱端所對應之彎矩強度

M_{lt} 構架有側位移時，構材之需要彎矩強度

M_{nt} 構架無側位移時，構材之需要彎矩強度

M_{nrc} RC 部分之標稱彎矩強度

M_{ns} 鋼骨部分之標稱彎矩強度

$(M_{ns})_C$ 梁柱接合處柱中鋼骨部份之標稱彎矩強度

$(M_{ns})_B$ 梁柱接合處梁中鋼骨部份之標稱彎矩強度

$(M_{nrc})_C$ 梁柱接合處柱中 RC 部份之標稱彎矩強度

$(M_{nrc})_B$ 梁柱接合處梁中 RC 部份之標稱彎矩強度

M_{nxs} 鋼骨部份對 x 軸彎曲之標稱彎矩強度

M_{nys} 鋼骨部份對 y 軸彎曲之標稱彎矩強度

M_{pr} SRC 構材兩端交接面之可能彎矩強度

M_{prc} RC 部分之可能彎矩強度，計算時拉力筋之降伏應力 F_{yr} 應以 $1.25F_{yr}$ 取代之

M_u 由因數化載重組合所引致之需要彎矩強度

M_{urc} RC 部份所分擔之需要彎矩強度

$\overline{M}_{urc}$ 彎矩重新分配後 RC 部份所分擔之需要彎矩強度，用以取代 M_{urc}

M_{us} 鋼骨部份所分擔之需要彎矩強度

$\overline{M}_{us}$ 彎矩重新分配後鋼骨部份所分擔之需要彎矩強度，用以取代 M_{us}

M_{uxs} 鋼骨部份對 x 軸彎曲之需要彎矩強度

M_{uys} 鋼骨部份對 y 軸彎曲之需要彎矩強度

P_D 靜載重作用下所造成之軸力

P_E 地震力作用下所造成之軸力

P_L 活載重作用下所造成之軸力

P_{nrc} RC 部份之標稱受壓強度

P_{ns} 鋼骨部份之標稱受壓強度

P_p 柱基下方之混凝土標稱承壓強度

P_u SRC 柱之需要軸力強度

P_{urc} RC 部份所分擔之需要軸力強度

$\overline{P}_{urc}$ 軸力重新分配後 RC 部份所分擔之需要軸力強度，用以取代 P_{urc}

P_{us} 鋼骨部份所分擔之需要軸力強度

$\overline{P}_{us}$ 軸力重新分配後鋼骨部份所分擔之需要軸力強度，用以取代 P_{us}

Q_i 標稱載重效應

R SRC 構造之結構系統韌性容量值

R_n 標稱強度

R_S 鋼骨構造之結構系統韌性容量值

R_y 材料超強因子，預期降伏應力與規定降伏應力之比值(參考鋼構造建築物鋼結構設計技術規範)

S 雪載重

T	溫度、潛變、乾縮與不均勻沉陷等力所造成之效應
V_{icn}	內交會區混凝土之設計剪力強度
V_{in}	內交會區之標稱剪力強度
V_{nrc}	RC 部份之標稱剪力強度
V_{ns}	鋼骨部份之標稱剪力強度
V_{nwrc}	SRC 剪力牆中 RC 部份之標稱剪力強度
V_{nws}	SRC 剪力牆中鋼骨部份之標稱剪力強度
V'_{nc}	考慮剪力摩擦破壞時混凝土之剪力強度
V'_{nr}	考慮剪力摩擦破壞時剪力摩擦鋼筋之剪力強度
V'_{ns}	沿剪力摩擦面鋼骨翼板上所配置之剪力釘對剪力強度之貢獻
V_{on}	外交會區之標稱剪力強度
V_{spn}	接頭區內鋼梁腹板之標稱強度
V_T	作用於 SRC 柱上下兩端交接面之水平剪力
V_u	由因數化載重組合所引致之需要剪力強度
W	風力(第二章)，梁之垂直載重(第九章)
x	外交會區寬度之計算參數
y	外交會區寬度之計算參數
Y	鋼材之降伏比
Z	鋼骨之塑性斷面模數
Z_n	斷面減損後鋼骨之塑性斷面模數
b	SRC 構材之全斷面寬度
b'	SRC 構材全斷面寬度扣除鋼骨翼板寬度後之淨寬度
b_c	箍筋圍束之柱核心寬度

d	拉力鋼筋之形心至混凝土受壓外緣之距離
d_b	鋼梁斷面之深度
f'_c	混凝土之規定抗壓強度
h_c	受箍筋圍束之柱核心斷面之寬度
h_n	柱之淨高
r_{eff}	SRC 構材中鋼骨斷面之有效迴轉半徑
r_s	鋼骨斷面之迴轉半徑
r_y	鋼梁弱軸之迴轉半徑
s	箍筋之間距
t_f	鋼梁斷面翼板之厚度
t_w	鋼梁腹板厚度
w	混凝土單位體積重量
α	鋼骨有效迴轉半徑之修正係數
α_B	SRC 梁之韌性容量折減係數
α_c	內交會區混凝土標稱剪力強度之調整因子
α_C	SRC 柱之韌性容量折減係數
α_{sp}	接頭區內鋼梁腹板標稱剪力強度之調整因子
α_x	外交會區寬度之計算參數
β	軸力與彎矩重新分配係數
γ_i	載重放大係數
Δ_{oh}	樓層之側向相對位移
ϕ	強度折減係數
ϕ_{brc}	RC 部份之撓曲強度折減係數
ϕ_{bs}	鋼骨部份之撓曲強度折減係數

ϕ_{crc}	RC 部份之抗壓強度折減係數
ϕ_{cs}	鋼骨部份之抗壓強度折減係數
ϕ_{e}	RC 部份考慮最小偏心距及持久載重影響之強度折減係數
ϕ_{t}	抗拉強度折減係數
ϕ_{vrc}	RC 部份之剪力強度折減係數
ϕ_{vs}	鋼骨部份之剪力強度折減係數
λ_{hd}	高韌性構件斷面之鋼骨肢材寬厚比之上限
λ_{p}	結實斷面之鋼骨肢材寬厚比之上限
λ_{pd}	耐震設計斷面之鋼骨肢材寬厚比之上限
μ	剪力摩擦面之摩擦係數
ρ_{n}	SRC 剪力牆中平行剪力作用方向之牆筋比
ρ_{v}	SRC 剪力牆中垂直剪力作用方向之牆筋比
θ	斜向剪力鋼筋與構材長軸之夾角
θ_{f}	剪力摩擦鋼筋與剪力面之夾角
θ_{w}	鋼骨斜撐與水平線之夾角

附錄三 第一次專家學者會議紀錄

一、 **會議時間**：113 年 6 月 20 日(星期四)下午 3 時 30 分至 6 時 00 分

二、 **會議地點**：國家地震工程研究中心 804 會議室

三、 **出席人員**：

會議主席：劉郁芳、周中哲

內政部建築研究所：蔡綽芳(請假)、黃國倫、李台光

本案研究人員：莊勝智、陳奕勳、於積璿、林皇佐

委員：陳俊翰、栗正暐(請假)、張敬昌、尤信評、黃立宗、陳正平、江世雄(請假)、洪崇展、李中生(請假)、陳伯炤(請假)、郭可侯、藍朝卿(請假)、夏沛禹、陳良(請假)

四、 **會議內容**：

1. 現行「鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範」(以下簡稱 SRC 施工規範)第四章鋼筋工程中的示意圖多以包覆十字型 SRC 柱為例，然實務上 SRC 柱內鋼骨多採箱型柱，故建議可增加以箱型柱繪製的示意圖以符合實務情況。
2. 現行「SRC 施工規範」第四章鋼筋工程中所繪製的示意圖有數張不符合實務設計情況，例如圖 C4.3.1 所繪製之包覆型 SRC 梁之主筋僅繪製角落之四根主筋，然實務設計 SRC 梁之配筋量皆遠大於該示意圖之範例，故建議可將有類似情況之示意圖進行更新，以符合實務情況。
3. 現行「SRC 施工規範」第四章鋼筋工程圖 C4.3.7 之 SRC 柱角落繫筋示意圖的彎鉤延伸長度僅標注 6d，需更正為 6d 或 75 mm 以上。
4. 現行「SRC 施工規範」第四章鋼筋工程中所繪製的示意圖多未按比例繪製，建議可按比例繪製以提升規範閱讀之便利性。
5. 現行「SRC 施工規範」第四章鋼筋工程中所繪製的示意圖僅部分有繪製角落繫筋而並未統一，將統一繪製為有角落繫筋之版本。
6. 建議「SRC 施工規範」可新增「接力式繫筋」之文獻及繪製示意圖以供包覆型 SRC 柱以及 SRC 柱之轉換段之斷面設計參考。
7. 建議「SRC 施工規範」中第 4.3.1 節解說第 3-(1)點可以補充說明若每個角落配置五根主筋則須配置兩層的角落繫筋，可能會造成施工困難等內

容，並調整相關敘述。

8. 建議「SRC 施工規範」中可新增 SRC 梁中之鋼梁翼板需採韌性切削，且在翼板塑鉸區不得銲接剪力釘或安全網掛鉤等構件之規定。
9. 建議「SRC 施工規範」中可新增無韌性需求之 RC 梁與 SRC 柱接頭可採用 RC 梁主筋以臥式續接器銲接於托梁以連接鋼柱翼板之接合方式，且托梁長度須至少為一倍梁深之規定，並蒐集業界相關之標準圖供示意圖繪製參考。
10. 建議「SRC 施工規範」中可納入 2005 年版 AIJ-SRC 配筋指針梁箍筋、柱箍筋及梁柱接頭箍筋作法，唯 AIJ-SRC 配筋指針規定梁柱接頭箍筋須採用銲接或是機械式續接，而實務上常見搭接之方式，故修正建議應特別注意相關敘述。
11. 建議「SRC 施工規範」中可新增 SRC 梁主筋以單層配置為原則之規定，以及蒐集業界柱內連續板最小淨間距之設計資料供規範修正參考。
12. 實驗結果顯示 SRC 梁之箍筋採用 135 度彎鉤 U 型箍筋加上一端 90 度、一端 135 度彎鉤上蓋箍筋之組合式箍筋型式在梁端變位角 0.04 rad 時力學行為良好，故 SRC 梁可採用此箍筋型式。
13. SC 柱與 RC 柱之轉換段的鋼筋量劇增，現場不易施作，建議「SRC 施工規範」中可新增相關規定及示意圖。
14. 建議「SRC 施工規範」中可新增剪力牆與 SRC 柱或 SRC 梁接合細節相關內容。
15. 建議「SRC 施工規範」中可新增對於有剪力傳遞需求之樓板(橫隔板)，若樓板之下層筋位置與鋼梁或斜撐等構件產生衝突無法直通時，應以適當方式進行補強，且設計者應將補強方式之標準圖加入設計圖說中等規定。
16. 由於#3 (D10)及#4 (D13)鋼筋之直徑較小，即使採用可銲鋼筋仍不易確保銲接品質，故建議「SRC 施工規範」中可規定採用較大號數之鋼筋。
17. 為確保銲接品質，建議「SRC 施工規範」中可規定 SRC 結構之鋼筋銲接作業應由合格銲工進行施作。
18. 建議「SRC 施工規範」中可新增 SRC 柱之非圍束區可採用兩個 L 型箍筋之組合型箍筋之規定及相關文獻。

19. 建議「SRC 施工規範」內容中的「粗骨材」更正為「粗粒料」，以跟進2023 年版「建築物混凝土結構設計規範」之敘述。
20. 110 年版「結構混凝土施工規範」第 3.5 節中有規定粗骨材(粗粒料)最大粒徑之限制，建議「SRC 施工規範」可以新增相關內容。
21. 建議「SRC 施工規範」第八章品質計畫之修正建議應注意文字敘述，以避免後續發生爭議。

五、 會議結論：

將依會議結論更新規範修正建議，並於第二次專家學者會議提出討論，不在本案合約規定之建議事項，待未來再爭取機會進行研究或試驗。

附錄四 第二次專家學者會議紀錄

一、 **會議時間**：113 年 9 月 23 日(星期一)下午 2 時 00 分至 4 時 00 分

二、 **會議地點**：國家地震工程研究中心 804 會議室

三、 **出席人員**：

會議主席：劉郁芳、周中哲

內政部建築研究所：蔡綽芳(請假)、黃國倫、李台光

本案研究人員：莊勝智、陳奕勳、於積璿、林皇佐

委員：陳俊翰、栗正暐、張敬昌、尤信評、黃立宗、陳正平、江世雄、洪崇展(請假)、李中生(請假)、陳伯炤(請假)、郭可侯、藍朝卿(請假)、夏沛禹

四、 **會議內容**：

1. 角隅繫筋之彎鉤，與柱面交角應屬 45 度，故其彎鉤延伸長度建議參考「建築物混凝土結構設計規範」採 6*d* 即可。
2. 建議依照「建築物混凝土結構設計規範」標示繫筋彎鉤之長度。
3. 建議銲接長度等細節可直接以簡化之銲接指示進行標示即可。
4. 建議於規範中原則性提醒有關箍筋搭接處之銲接，建議採上下交疊銲接。
5. 由於電熱熔渣銲之高入熱量實屬箱型鋼柱柱內連續板銲接之重要議題，建議鋼構廠可提供連續板與柱板兩者搭配之建議厚度關係或參考文獻。
6. 施工規範修正草案 4.3 節解說第 6 點應屬非結構牆與 SRC 梁或柱之接合。
7. 建議施工規範修正草案圖 C4.3.16 中 SRC 柱之表面至鋼骨距離可參照日本 SRC 配筋指針修正為 150 mm，然而若考量施工性，建議應至少為 175 mm 或 200 mm 以上。
8. 施工規範修正草案圖 C4.3.16 中之梁柱接頭，因常見梁柱接頭偏心之設計，若可提供相關限制，有助於工程師採用較適當之設計。
9. 建議施工規範修正草案圖 C4.3.10 中之接力式繫筋開孔鐵件可參考陳正誠等人系列研究，於鐵件中加入長槽孔之配置，以便於施工。
10. 建議施工規範修正草案 4.3 節解說第 5 點有關接力式繫筋之敘述可加入陳正誠等人 2016 年之研究成果，以方便工程師參閱。

11. 根據陳正誠等人之研究成果，建議施工規範修正草案 4.3 節解說第 5 點有關接力式繫筋之敘述可補充說明建議短繫筋直徑採 D13(#4)以下。
12. 建議研究團隊會後確認施工規範修正草案圖 C4.3.3 中箍筋彎鉤延伸長度是否正確或一致。
13. 建議施工規範修正草案圖 C4.3.6 之敘述加上彎鉤應交替配置等敘述。
14. 建議施工規範修正草案圖 C4.3.8 之 SRC 圓柱圓箍筋彎鉤延伸長度參考「建築物混凝土結構設計規範」採用 6*d* 即可。另建議可參考李台光等人之 SRC 圓柱相關實驗研究文獻。
15. 建議施工規範修正草案圖 C4.3.16 調整柱箍筋之配置，以反映施工之可行性，或是增加備註說明箍筋作法可參照圖 C4.3.9 之作法。
16. 建議施工規範修正草案第 2.4.4 節條文中之原設計人改為設計人，且修正草案其他章節同步修正。

五、 會議結論：

將依會議結論更新規範修正草案，不在本案合約規定之建議事項，待未來再爭取機會進行研究或試驗。

附錄五 期中審查意見回應表

內政部建築研究所委託研究案 期中審查意見回應表		
計畫名稱	鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範之修正研擬	
執行期間	112 年 2 月 15 日 至 112 年 12 月 31 日	
委員	審查委員意見	廠商回應
陳正平	1. 建議現行施工規範中有關「設計」的部分不要加入，以免發生兩規範發生衝突不一致的情形。	遵照辦理。
	2. 期中報告中第 6 頁第 5 行：柱斷面 4 個角落繫筋兩端具 90 度標準彎鉤之「角隅繫筋」。	遵照委員意見修正。
	3. 建議非結構 RC 牆與鋼骨之接合細節不要納入施工規範。	遵照辦理。
王炤烈	1. 本項研究案是為修正 SRC 構造之「施工規範」，不是「設計規範」，故原則上甚贊成本研究成果，惟建議要注意如設計規範未修改前，本規範之適用性或寫法。	感謝委員意見，會更加注意本規範的適用性與寫法。
	2. 本修正在 CP1 增加 SC 構造，但如未訂定 SC 構造可能會造成誤用，建議在解說中至少要說明 SC 之保護層、最小鋼筋量等要符合「混凝土結	感謝委員意見，將會把 SC 構造說明寫入設計規範修正草案解說中。

	構設計規範」。	
	3. 在 CP2 與 CP3 中有規定要「設計者簽認核可」，因該內容會涉及建築法等之規定及我國實務上之執行問題，建議此部分暫寫為「並經核可後施工(或採用)」。	感謝委員意見，將會參考現行混凝土施工規範及鋼結構施工規範之敘述修正本報告寫法，使與其他規範一致。
	4. 在 CP4 之修改原則同意，惟部分內容會與設計規範之規定不符，建議要註明目前規範之規定。	遵照辦理。
邱昌平	1. 計畫名稱可否加註(部分條文及解說)幾個字。	感謝委員意見，計畫名稱無法變更或加註，但會在內容中說明。
	2. SRC 施工規範是提供 SRC 構造建築物設計人之引用，並作為發包設計圖說之一部分，承造人只能依圖說施工(或繪製施工詳圖等)。	感謝委員意見。
	3. 台灣之 SRC 結構設計，往往柱或梁的 S 斷面採用過大，SRC 中之配筋用量過多，造成混凝土之澆置非常困難，易造成不少缺失。故須在解說中註明：SRC 構材及接頭等之施工性，設計人須詳細研查而及早做出可施工之設計。(p.19 中)	遵照辦理。
	4. 第十節，SRC 造之監造計畫(不同於整體之監造計畫)，請點出須特別注意及重點加強之事項。	感謝委員意見，鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範第十章即為規範 SRC 構造監造計畫，並非整體之監造計畫。

馬一龍	1. 建議在規範 7.3 或 7.4 節，可以增列 SRC 柱混凝土接合處澆灌混凝土前應設置必要之清潔口，確認接合處清潔，始可灌漿混凝土。	遵照辦理。
吳明昌	1. 目前 SRC 柱鋼筋採鋼筋續接器接合，已取代傳統柱鋼筋的搭接方式，報告 21 頁、圖 C4.3.5 SRC 梁箍筋配筋示意圖(c)銲接閉合型，工地須有合格銲工，品質應不穩定；(d)工廠銲接閉合型，銲完後須再 UT 超音波檢測、MT 磁粉探傷，確保銲接品質；(e)續接器閉合型，梁箍筋採鋼筋續接器接合，請教圍束效果如何?實務上箍筋大部分採 4 號、5 號鋼筋，如圍束效果好，梁箍筋能用鋼筋續接器結合，工地如更易於施作，可以推廣使用。	針對鋼筋銲接作業之規定，將會新增於規範解說中。梁箍筋使用續接器閉合型，此為日本 SRC 配筋指針之建議，針對其圍束效果國內並無相關研究，待未來爭取機會進行研究或試驗。
盧志杰	1. 本計畫擬精進久未修訂之鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範，值得肯定。	感謝委員肯定。
	2. 修訂的內容多參考到年代較久之文獻，例如：AIJ (2005)，不曉得是否有更新之參考文獻。	本報告引用之 AIJ「鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説」(2005)及 AIJ「鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計と保有水平耐力－」(2014)已經為 AIJ 此兩本規範之最新版本，請委員參閱。
	3. 文獻引用方式請統一為人名年份法或序號法。	遵照委員意見統一參考文獻引用方式。

葉祥海	1. P.43 參考文獻未見編號序，內文研究之參考文獻建議以[]標註序號，如第一、二章等內文。	遵照委員意見修正參考文獻之編號與引用方式。
	2. P.39 規範之參考文獻[1]~[5]、[9]~[11]等有關規範，係建築法中央主管機關「內政部」頒行，非營建署(研究案之參考文獻有關規範部分亦同)。	遵照辦理。
	3. P.22 柱之箍筋乙節，文句較長，建議分段落，俾以閱讀。	遵照辦理。
	4. SRC 由鋼構與鋼筋混凝土組合，惟混凝土部分於規範中除參考 RC 規範外，在 SRC 構造中，混凝土應有特別要求，但未見相關研究或探討業界之施工法，致修正內容較少，如高坍度、自充填 SCC 混凝土之應用，由下往上灌漿之模式，可為參酌。	感謝委員意見，會於本計畫期末報告中多補充混凝土於 SRC 結構中的特別要求。
	5. P.23 圖 C4.3.6 柱箍筋(c)、(d)圖，角隅主筋有冂型繫筋否?	感謝委員意見，將會將整本施工規範柱圖說統一繪製為有角隅繫筋之版本。
	6. P.4~P.7 各圖部分「原規範」內容，建請校核。	遵照辦理。
陳昭維	1. 本研究案已經過前幾年的研究，並參考國外相關之規範，並依據台灣業界的設計及施工習慣，綜合考量下提出規範修正建議，甚為完整。	感謝委員肯定。

	2. 進度說明，建議補充期末之後的工作內容。(如研討會)	遵照辦理。
	3. 專家學者座談中的許多建議，研究團隊均已採納並放規範修正建議，建議補充該會議之辦理情形。	感謝委員意見，本案專家學者會議與紀錄已附在期中報告之附錄。
中華民國全國建築師公會 楊勝德	1. 第一案摘要第 5 列「以作為未來鋼骨鋼筋混凝土構造之設計及施工依據」，假如也提到設計，設計相關問題(有關續接器)，也要作說明是否比較好。	感謝委員意見，若報告內容提到設計相關內容也會詳加說明。
	2. P.4 第一列「鋼管混凝土...」，有方管、圓管之分?那「箱型柱」如何界定?	該敘述比照現行 SRC 設計規範之用法，將參考鋼結構設計規範內容統一名詞用法。
	3. P.21 圖 C4.3.5 SRC 梁箍筋焊接的實用性?	梁箍筋採用銲接之型式，此為日本 SRC 配筋指針之建議，將會蒐集業界常用且符合學理及施工性之箍筋配置放入成果報告中。
	4. P.23 圖 C4.3.8，角落→角隅。	遵照委員意見修正。
	5. P.33 7.5 搗實，「鋼骨鋼筋混凝土」→SRC，不妥。條文本身沒有出現過 SRC，解說有出現，統一就好。	遵照辦理。
中華民國土木技師公會全國聯合會 梁詩桐	1. 本報告在鋼骨鋼筋混凝土設計規範修正草案包含鋼骨斷面寬厚比、柱主筋間距、柱角落繫筋、鋼筋混凝土柱與鋼梁之接合(RCS)及 SRC 梁主筋與鋼柱以續接器接合等相關議題，主要以柱與梁主筋	遵照辦理。

	以銲接續接器接合之接頭耐震試驗結果合於規範，才有本次修正之研擬，故續接器如何銲接為重點，規範未規定銲接方式，宜以工廠焊接為主，如有變更設計圖說修正，才能在工地完成，相關規定建議在解說篇要補述銲接續接器相關範例與做法。	
	2. P.18 第三節 3.2 原設計人[設計者修正成一致性]。	遵照辦理。
	3. P22 5.柱之箍筋，新增文字為論文與規範敘述不同建議按圖說順序敘述如 1.圖 C4.3.6(a)、2.圖 C4.3.6(b) P21 梁柱接頭之箍筋：相同編修，以此類推。	遵照委員意見修正。

附錄六 期末審查意見回應表

內政部建築研究所委託研究案 期末審查意見回應表		
計畫名稱	鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範之修正研擬	
執行期間	112 年 2 月 15 日 至 112 年 12 月 31 日	
委員	審查委員意見	廠商回應
邱昌平	1. 本計畫之研究成果主要有二大項，即附錄一施工規範修正草案和附錄二之設計規範與解說修正草案。成果相當良好。	感謝委員肯定。
	2. P.49 頁解說中：...常有(因設計欠週而)難以施工之情況，致...，設計者亦應參酌本(施工)規範及設計規範(如附件二)，須檢討施工之可行性後始完成結構設計圖(重點在梁柱接頭)。(P.171 頁有提)(以上之文字，建議也落實於附錄二之中)。	感謝委員意見，將參考委員意見進行修改。
	3. 第六章模板工程，在第 6.1 節一般規定中宜定義何謂模板工程：模板(材質、尺寸，如建議用全尺寸木板或合成板等(以能做外模振動之要求)、組立材及方式(防爆模等)。	感謝委員意見，最新「結構混凝土施工規範」(2021)已有模板工程相關規定，且現行「鋼骨鋼筋混凝土施工規範」(2011)第 1.1 節適用範圍已有規定本規範未規定者應依前列規範之規定辦理，請委員參閱。
	4. SC 與 CFT(P.170 及 171)(設計規範未有 SC)防火保護？	感謝委員意見，最新「建築技術規則」(2023)及「建築物混凝土結構設計規範」(2024)已有防火相關規

		定，且現行「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範」(2011)1.1 節適用範圍已有規定本規範未規定者應按內政部所定之相關規定辦理，請委員參閱。
馬一龍	1. 建議調整文字說明：2.1 節一般規定(P.6)，第 5 點最末端文字「…，施工中鋼骨之強度與穩定性均非完成施工後完整結構之強度與穩定性…」，修正為「鋼骨施工中之不確定性因素容易影響施工後之結構強度之完整性及穩定性…」，意思表達可以更清楚明確。	感謝委員意見，將參考委員意見進行修改。
	2. 建議在設計規範第四章，或施工規範第七章，增列關於混凝土施工部分，對於混凝土澆置之施工縫設置規定，或比照 RC 規範。因 0403 地震案例中，有因施工縫位置不當引致之破壞狀況。	感謝委員意見，最新「結構混凝土施工規範」(2021)已有施工縫相關規定，且現行「鋼骨鋼筋混凝土施工規範」(2011)第 1.1 節適用範圍已有規定本規範未規定者應依前列規範之規定辦理，請委員參閱。
陳正平	1. 箍筋保護層一般僅 4 公分，當採銲接續接時，採內外搭疊銲時，造成保護層不足，亦會於受拉時造成保護層剝落。(P.60、P.65)	遵照委員意見修正圖示。
	2. 橫隔連續板間之最小淨距，簡報與期末報告不同。建議採鋼板淨距 100 mm，方便鋼筋之配置。(P.78)	感謝委員意見，將諮詢鋼構廠鋼板淨距之建議後修正。
	3. 主筋與鋼骨之淨間距只提供 T 形配置，未提供十字形配置	感謝委員意見，施工規範草案圖 C4.8.14 係出自日本建築學會「鉄

	(P.69)。建議增加十字形配置之梁主筋彎鉤延伸至十字形柱之核心遠側。	骨鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説」(2005)，故將於圖中加上梁主筋彎鉤需錨定至柱遠端之說明。
盧志杰	1. 中文參考文獻以人名年份排列，請依首字筆畫數編排。	感謝委員意見，參考文獻格式將參考最「建築物混凝土結構設計規範」(2024)及鋼結構設計規範草案進行修正。
	2. 設計規範與施工規範是否採用統一之文獻引用格式?	感謝委員意見，由於本案為施工規範之修正研擬，設計規範參考文獻格式之統一待未來建研所進行設計規範的修正再進行全面性的修正。
	3. 中文摘要後面的研究緣起與方法、過程是否應放第一章?	感謝委員意見，本研究報告書摘要格式係依照建研所研究報告之參考格式編排，請委員參閱。
吳明昌	1. 第 3 頁修正規定，鋼骨鋼筋混凝土 (Steel Reinforced Concrete，簡稱 SRC)結構，建議修正為鋼骨鋼筋混凝土 (Steel Reinforced Concrete，以下簡稱 SRC)結構。	遵照委員意見修正。
	2. 第 9 頁修正規定 3.2 部分，修正為新增原設計人，建議維持設計人。	遵照委員意見修正。
	3. 第 11 頁修正規定，如圖 C.3.2 所示(日本建築學會，2005)，建議對參考文獻編號載明出處即可。	感謝委員意見，參考文獻格式將參考最新「建築物混凝土結構設計規範」(2024)及鋼結構設計規範草案進行修正。
	4. 第 62 頁(b)135 彎鉤雙 L 閉合型，下方少一根補助筋，請圖	遵照委員意見修正圖示。

	說再檢視一次。	
陳昭維	1. 建議另以專章，說明本研究所蒐集之最新美日鋼骨鋼筋混凝土構造設計及施工規範為何?	感謝委員意見，由於本研究所蒐集之最新美日鋼骨鋼筋混凝土構造設計及施工規範之內容已納入第二章鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範修正草案對照表、附錄一鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範修正草案及附錄二鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說修正草案中，並已列於本研究報告之參考文獻中，若再以專章說明將使報告書之內容重複性過高，請委員參閱。
	2. 附錄一及二所述之專有名詞不一致，請核對。	遵照委員意見修正。
楊榮生	1. P.3，SC 之括弧註解，建議往後移。	遵照委員意見修正。
	2. 建議參考文獻能比照以前的呈現方式。	感謝委員意見，參考文獻格式將參考最新「建築物混凝土結構設計規範」(2024)及鋼結構設計規範草案進行修正。
	3. P.24，5.2 節經核可，建議應述明經誰核可。	感謝委員意見，5.2 節之修正建議係參照現行「鋼構造建築物鋼結構施工規範」(2007)及最新中華民國鋼結構協會「鋼結構施工規範(TISC 031-2022)」(2022)之相關規定，請委員參閱。
	4. 「版」是否更改為「樓板」，請慎重考慮。	本草案將參考最新「建築物混凝土結構設計規範」(2024)之用詞進行修正。
中華民國	1. 本報告在鋼骨鋼筋混凝土設計規範修正草案包含鋼骨斷	感謝委員肯定。

土木技師公會全國聯合會 梁詩桐	面寬厚比、柱主筋間距、柱角落繫筋、鋼筋混凝土柱與鋼梁之接合(RCS)及 SRC 梁主筋與鋼柱以續接器接合等相關議題，主要以柱與梁主筋以銲接續接器接合之接頭耐震試驗結果合於規範，才有本次修正之研擬，其中報告提出續接器及剪力釘銲接為重點，以工廠銲接為主，如有變更設計圖說修正，才能在工地完成，期末報告已予補正。	
	2. 柱模板於工地封模，以一般混凝土澆置，並掛外模振動機搗實。	感謝委員意見，最新「結構混凝土施工規範」(2021)已有搗實(外模振動機)相關規定，且現行「鋼骨鋼筋混凝土施工規範」(2011)第 1.1 節適用範圍已有規定本規範未規定者應依前列規範之規定辦理，請委員參閱。
國土署 黃靖諺	1. 有關 2.4.2 修正「設計圖說未明確規定時……經原設計人審查核可後方得施工」部分，「原設計人」1 詞似有涉及依建築法變更設計人或有新舊設計人情形，如僅係表達設計人角色權責，建議維持「設計人」用語。	遵照委員意見修正。
	2. 有關 3.2 修正「各項材料……經原設計人核可後，方得採用……」部分，按建築師法第 18 條規定:「建築師受委託辦理建築物監造時，應遵守左列各款之規定：……三、查核建築材料之規格及品質。四、	感謝委員意見，依建築法第 18 條規定，監造是「查核建築材料之規格及品質」，確保承造人使用之材料之規格與設計圖相符，惟當設計圖指定鋼材型號，其隱含之鋼材化學成分、機械性質亦有指定，因此同等規格品(如：相同強度)之

	其他約定之監造事項。」爰依現行法規查核材料係由監造人負責辦理。	鋼材，仍可能影響鋼結構之加工性與構件耐震設計之細節。為確保承造人採用同等規格品時，仍符合結構設計之原意，故在此特別要求需設計人核可，以供監造人查核，請委員參閱。
	3. 有關 7.4 修正「特殊結構及工法之混凝土施工程序，應經監造人核可後方可施工」部分，按建築師法第 18 條 73 年修正理由明示：「……二、原條文第四款及第五款規定之指導施工方法，檢查施工安全依建築法第十五條規定應由營造業設置之專任工程人員負責，爰予刪除……」亦即指導「施工方法」依現行法規應由營造業設置之專任工程人員負責，非監造人權責。	遵照委員意見修正。

鋼骨鋼筋混凝土構造施工規範之修正研擬
出版機關：內政部建築研究所
電話：(02)89127890
地址：新北市新店區北新路 3 段 200 號 13 樓
網址：http://www.abri.gov.tw
編者：**劉郁芳、周中哲、莊勝智、陳奕勳、於積瑨、林皇佐**
出版年月：113 年 12 月
版次：第 1 版
ISBN：978-626-7501-38-2 (平裝)