

超高強度鋼筋混凝土建築設計 施工指針之研擬

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 98 年 12 月

超高強度鋼筋混凝土建築設計 施工指針之研擬

研究主持人：林建宏

協同主持人：廖慧明

研 究 員：邱昌平、蔡江洋、鄒本駒

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 98 年 12 月

目次

圖次	II
摘要	III
第一章 緒論	
第一節 研究緣起與背景	1-1
第二節 研究範圍及方法	1-6
第三節 預期目標	1-8
第二章 超高強度鋼筋混凝土建築之特殊性	
第一節 使用高強度材料之注意點	2-1
第二節 使用高強度鋼筋混凝土建築的基本條件	2-8
第三節 高強度鋼筋混凝土構材之特性	2-9
第四節 預鑄混凝土構材之結構性能要求與施工要點	2-14
第五節 超高層鋼筋混凝土建築之耐震設計	2-15
第六節 製造與施工管理	2-17
第三章 結論與建議	3-1
第一節 結論	3-1
第二節 主要建議事項	3-3
附件一 新世代超高強度鋼筋混凝土造建築技術研討會座談會內容紀錄	
附件二 工作會議紀錄	
附件三 98 年度建築產業技術發展計畫協同研究計畫甄選會議記錄	
附件四 期中審查會議紀錄	
附件五 期末審查會議紀錄	
參考書目	
附錄 超高強度鋼筋混凝土建築設計施工指針(草案)	

圖次

圖 1.1.1 日本建築中心(BCJ)之性能評估流程圖	1-5
圖 1.2.1 研究流程圖	1-7
圖 2.1.1 各種鋼材之應力-應變關係	2-5
圖 2.1.2 高強度鋼筋之要求性能	2-5

摘 要

關鍵字：超高強度鋼筋混凝土、預鑄混凝土構材、塑鉸、降伏機構

高強度鋼筋混凝土構造之建築，可節約構材材料，增加室內可利用空間，有利於四、五十層以上的高層建築發展，於日本已為普遍應用的技術，但在國內尚乏實際案例，如予引進，必須有審慎的對策，初期宜視為新技術新工法來處理，故本研究案所列條文及解說，係以指針(Guideline)亦即準則的模式呈現。特別是施工者與設計者之間對於引用本指針，應有全盤的瞭解，並有共同的認知之智能與技術，不得斷章取義，未能引用之部分，須有具體的資料或實驗，證明其另行採用的技術為安全無虞。

一、緣起

鋼筋混凝土(RC)結構勁度較大，高樓居住品質之服務性相對較佳，且材料便給，成為建築投資者、住戶所青睞。是以，國內建築以 RC 結構為主要建材，佔建築總量之 85%以上。工程技術上，因為一直援用美國 ACI 設計施工規範，三十幾層之高層建築已為極限，且大量的耗用砂石、水泥，對自然環境影響頗大，故常被誤認為不夠環保建材。鄰國-日本，自 1988 年度開始積極推動高強度鋼筋混凝土研究發展計畫，為五年期的國家型研究計畫，簡稱 New RC 研究計畫，其主要成果有高強度鋼筋混凝土用材料之開發、施工基準之開發、結構性能評估方法之開發、設計方法之開發等。將重點置於地震時之動態行為的設計體系，要求安全率的明確化。國內高強度混凝土及鋼筋材料產製技術也漸成熟，無須太多重複的研究下，除可參考日本研究應用的成果，援引有關設計施工經驗，應可儘速導入超高強度鋼筋混凝土建築技術，促進國內 New RC 建築之應用發展。

二、研究方法說明

超高強度鋼筋混凝土建築設計施工指針之研擬，可整合國內外之相關研究，建議出合乎國內需求之設計施工指針，將超高強度鋼筋混凝土的品質管理、施工計畫等具體化，混凝土建築之非線性構架分析明確化。有助於國內使用超高強度鋼筋混

凝土的發展及確保鋼筋混凝土建築施工品質之提升。研究之具體做法為彙整國內相關之研究成果，並參考日本建築研究所之 New RC 計畫研究內容、日本建築學會出版之各種相關指針及日本建築中心「高層 RC 建築技術審查會」之審查內容及機制，擬定國內適用的設計及施工指針。同時建議國內須進行的研究項目，包括結構分析方法、構材性質實驗、高強度構材與構造之材料製作及施工技術等，商請學術單位及相關業者參與實際之研究，研究過程中邀請專家學者以座談方式檢核指針之可行性。

三、初步研究成果摘述

超高強度鋼筋混凝土建築使用高強度混凝土和高強度鋼筋，有效率的組成構材，由於構材斷面的縮小或構材數之減少等，可合理的進行 RC 造建築物的設計。但是，高強度材料比起一般強度之材料有韌性降低的傾向等，因此處理上有很多必須注意的地方。進行設計時必須首先充分理解材料的性能。此外，高強度材料從製造到施工必須有充分的品質管理，所以也必須有對應的施工體制及品質管理體制。高強度混凝土設計上的要求性能為，混凝土的抗壓強度及影響建築物勁度的彈性模數等。其中，彈性模數隨著混凝土強度而變化，但根據使用骨材的種類也會不同必須注意。其抗壓強度隨著水灰比的降低而提高，而併用矽灰等混合材，使用硬質骨材時，即使相同水灰比也可得到更高的強度。此外，高強度混凝土的品質受到使用材料品質變動的影響很大。特別是骨材表面水的安定化很重要。高強度鋼筋為，比普通強度的鋼筋强度高、斷面縮小等可有效率的形成構材。另一方面，有伸長、彎曲加工性能以及焊接性能降低的傾向。必須理解此特徵，合理的使用方法、適切的施工及品質管理。一般鋼筋的續接有搭接續接、瓦斯壓接續接、焊接續接及機械式續接等各種續接。而高強度鋼筋，根據成分調整和控制延壓及熱處理所製造，瓦斯壓接及焊接續接等加熱類型的續接，其鋼筋母材的金屬組織將起變化，很難得到與母材同等的強度，因此一般使用套管續接或注漿續接等機械式續接器。

建議之耐震設計法除確認對於中小度地震防止結構構材及非結構構材產生損壞、對於設計地震防止結構體嚴重損壞、最大考量地震結構物不致崩塌外，同時採用靜力彈塑性分析(Pushover)確認架構的降伏機構及樓層極限剪力強度。對於確認高層結構物之安全性建議採用動力歷時分析。關於結構物的動力歷時分析，當然以

構材模型最為精準和直接，但是卻須較長計算時間和龐大的記憶容量，因此實際上經常採用，將整體建築物進行側推分析後，定出各樓層等值彎曲剪力型(質點系)之恢復力特性，再針對輸入地震進行彈塑性分析。判斷建築物和地盤動力互制作用大時，也考慮其影響加入分析模型內。工程的管理重要的是施工中的過程(施工計畫、施工管理、安全對策、法令遵守等)，因此詳細之施工計畫書的製作以及其後適宜的修正相當重要的。施工計畫書之內容可包括①工程概要，②計畫工程表，③現場組織表，④安全管理，⑤指定機械，⑥主要資材，⑦施工方法(含使用機械、臨時設備計畫、工程用地等)，⑧施工管理計畫，⑨階段確認、隨時檢查計畫，⑩緊急時之體制及對應，⑪交通管理計畫，⑫環境對策，⑬現場作業環境之整備，⑭再生資源利用之促進和建設副產物之適正處理方法，⑮其他。

四、初步研究結論

透過本研究得到下述之結論：

- (1) 本研究研擬的超高強度鋼筋混凝土建築設計施工指針，可供業界推展超高強度鋼筋混凝土建築構造的指引，依循其設計施工之要求與要點的指導，引進開發優質的建築個案；個案之設計施工依工程目標與特色，仍有其發揮的空間，其中需要的特別細部要求，宜另訂個案的規範，以為其執行的基本依據。
- (2) 對於超高層建築，如擬設計的建築物形狀複雜，因載重、應力、變形不能明確的計算，本指針中特別提示，應注意不要進行設計此類建築物，亦即不適用本指針。
- (3) 超高強度鋼筋混凝土構造，可以有效的縮小結構構材斷面尺寸，大幅減少混凝土與鋼筋用量，合於國內推動節能減碳的政策目標，值得大力推動。惟其將常應用於高層建築，在施工時絕大多數以預鑄或半預鑄工法來實現，在設計施工上對於精確度必須更加嚴格的要求。
- (4) 配合本案的研究，台灣混凝土學會在相關團體的支援下，對超高強度鋼筋及高強度混凝土材料的開發應用上亦已進行有關研究探討，為使高強度鋼筋的生產本土化，業界已研發並能夠產製高強度鋼筋。而在高抗壓強度混凝土方面，過去研發成果已在國內應用多年，早有相當多的業績與成功範例。只要進一步結合產官

學研之力道，加強專業督導培訓與品質管理，有計畫的推展，預期超高強度鋼筋混凝土建築應得以在短中期期間於國內生根增長。

- (5) 超高強度鋼筋混凝土建築於 1988~1993 年間日本曾以專案計畫進行一系列的研究發展；其後於實用階段，業界大型的建設公司亦有大量的開發研究個案，值得借鏡。國內在推動超高強度鋼筋混凝土構造之際，可以蒐集參考其相關的成果，不用實施太多的研發工作，但較屬於本土化，或國內創新的案例，或應用特別的材料、工法部分，乃需要實驗予以檢驗測試、證明其適用性。

ABSTRACT

Keywords: super-high strength reinforced concrete, structural member

performance, precast concrete design, construction, yield mechanisms

Highrise building with high-strength reinforced concrete construction (New RC) has many advantages such as material saving of structural members, increase of available interior spaces, feasibility of technique and cost-down of 50-story and above for highrise buildings. Such construction has been prevailed in Japan for more than 15 years, but there is still no any application in Taiwan. It shall be considered as a new technique construction method as well as new materials and shall be applied with precautions. All the sections and the related commentaries presented herein are defined as “guidelines” instead of “building code”. These guidelines shall be carefully followed by a jointly- correlated contractor and design group with profound knowledge and careful skills. If any special design or construction method may be new or may not be a well-developed one, then a series of experimental proof-tests are required.

1. Development of “New RC” –its history background

Up to now, more than 85% of buildings in Taiwan are mainly reinforced concrete construction. Its greater stiffness or its relative better serviceability as well as its easy acquisition make it so popular among investors and consumers. According to the local building code, comparative low strength of RC structure is allowed to use which resulted in the building height to around 40 stories. Besides, common RC structure is also a non-Eco material because it consumes tremendous amount of aggregates and cement and makes a negative impact to the environments. The so-called “New RC” research project in Japan, conducted in 1988~1993 and fully developed and applied in the construction of super-high rise buildings afterwards, has been emphasized on the manufacture of super-high strength concrete and reinforcing bars, the

structural behaviors, the sophisticated analytical and design methods, to ensure structural safety under seismic motions, and the right and effective construction methods and managements, and so on.

The success of “New RC” technology in Japan can be transferred to Taiwan with less effort at this right time.

2. Brief description and the output of research project

Outlines and major important features of “New RC” are introduced herein, which are included as the compositions and physical properties of high-strength concrete and bars, the proposed structural plan of a high-rise building, basic structural member performances and their evaluations by tests, the analytical and design methods required, precast members, special manufacture or construction methods which are suitable and time-saving for highrise. Japanese scholars and experts were invited to deliver from topics related and conveyed their experiences in an arranged seminar that is aimed at the promotion of “New RC” application in Taiwan.

3. The important features of the outlines

a. About high-strength concrete of 30~150 N/mm²

To increase the strength of binder and the use of selected aggregates with high strength make it possible to obtain high-strength concrete, which require also a series of tests and many properties quite different from ordinary concrete can also be found.

b. About high strength Re-bars

Proposed standards for high strength rebars similar to USD 685A, USD 685B, USD980 as axial reinforcement for beam and columns used in Japan are introduced.

c. About New RC structural elements

The structural behaviors of beams and columns of a high-rise building

should be well understood in order to execute a more accurate analytical analysis of the whole structure under seismic motions specified. So the development of evaluation methods or experimental works become necessary.

- d. Special techniques of precast concrete manufacture and construction methods as well as construction managements are also presented

Acknowledgement

Thank to the financial support from Building Research Institute and all the help and opinions contributed to the completion of this project.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

1971 年 2 月 9 日美國加州發生 San Fernando 地震以後，加州結構技師協會(SEAOC)首先提出有關鋼筋混凝土造抗彎矩韌性立體剛構架之耐震設計法之修訂。此修訂是引用上述地震之 RC 建築結構災害實況調查報告及 PCA 研究所(Portland Cement Association Research Laboratory) RC 抗彎矩韌性立體剛構架實驗報告而所制訂的。此後 1972 年 L. A 市完全採用上法。U. B. C 也同時增加此鋼筋混凝土造抗彎矩韌性立體剛構架之有關耐震設計法。

在台灣 1974 年內政部全盤修訂了建築技術規則，其 4 章耐震規範部份就是參考 UBC 之規定。規則內有關鋼筋混凝土造抗彎矩韌性立體剛構架之特別規定完全參照 UBC 之規定。

此法引進當時至 1980 年代尚未考慮台灣的地震本土鋼筋混凝土產業之水準，及本土鋼筋混凝土韌性耐震結構之強度與韌性等之實驗證明。歷經 1985 年花蓮地震及 1999 年集集大地震以及 331 地震，如果確有依此韌性立體剛構架耐震觀念設計之建築並未聞有嚴重之破壞與倒塌。倒是有很多未依此基本耐震設計觀念而興建的 RC 高層建築嚴重的破壞與倒塌。日本跟我們一樣開始是參照 1971 年 SEAOC 之規範作為他們發展的起步。並重新研究鋼筋混凝土造抗彎矩韌性立體剛架。

國內對使用此鋼筋混凝土造抗彎矩韌性立體剛構架之設計規範應也有 30 多年應該不陌生，建築物高度也受限於當時美國 160 英尺之規定。這麼多年來，此種韌性立體剛構架被質疑著即其韌性配筋之複雜與施工難度。

此鋼筋混凝土造抗彎矩韌性立體剛架之耐震設計法在日本 1980 年代引起產官學界特別之注意，因日本土地狹小住宅高層化。此法耐震能力相當高，如能提昇鋼筋混凝土構材之高超強度化，所需材料尺寸縮小有節能減碳之效果，以日本的工業能力應可成功此新鋼筋混凝土高層建築之計劃(New RC 計劃)。此為日本新 RC 公寓或稱 Hi-RC 公寓之開始

國內平地少約 3/4 為山坡地，在 1/4 之平地上住宅高層化比日本更迫切需要。本案以國內的經驗與能力提出指針案更能反應我們的 NEW RC 公寓技術之研發應可以比美日本美國的技術與各界的成就。

鋼筋混凝土(RC)結構勁度較大，高樓居住品質之服務性相對較佳，且材料便給，成為建築投資者、住戶所青睞。是以，國內建築以 RC 結構為主要建材，佔建築總量之 85%以上。工程技術上，因為一直援用美國 ACI 設計施工規範，三十幾層之高層建築已為極限，且大量的耗用砂石、水泥，對自然環境影響頗大，故常被誤認為不夠環保建材。

高強度鋼筋混凝土構造之建築，可節約構材材料，增加室內可利用空間，有利於四、五十層以上的高層建築發展，於日本已為普遍應用的技術，但在國內尚乏實際案例，如予引進，必須有審慎的對策，初期宜視為新技術新工法來處理，故本案所列條文及解說，係以指針(Guideline)亦即準則的模式呈現。特別是施工者與設計者之間對於引用本指針，應有全盤的瞭解，並有共同的認知之智能與技術，不得斷章取義，未能引用之部分，須有具體的資料或實驗，證明其另行採用的技術為安全無虞。

鄰國-日本，自 1988 年度開始積極推動高強度鋼筋混凝土研究

發展計畫，為五年期的國家型研究計畫，簡稱 New RC 研究計畫，其主要成果有(1)高強度、超高強度鋼筋混凝土用材料之開發，開發出高強度的混凝土(強度介於 30 至 150N/mm²)及鋼筋(強度介於 400 至 1200N/mm²)，同時製作出其性能評估的試驗方法及判定基準。(2)施工基準之開發，製作出 New RC 施工基準，以別於以往的施工基準，主要之差異為結構體混凝土強度之想法及強度規定。(3)結構性能評估方法之開發，作為混凝土和鋼筋之複合體的鋼筋混凝土，提案有關握裹、錨定、圍束效果、2 方向應力下之平板強度等評估式，將適用範圍擴大到高強度。(4)設計方法之開發，將重點置於地震時之動態行為的設計體系，要求安全率的明確化。

目前於日本東京首都圈，應用超高強度 RC 於五十餘層樓超高層建築已習以為常，大幅節約工程材料，環保效益彰顯；而且採用預鑄構材的積層工法施作，工期可縮短，蔚為風氣，值得國內借鏡。

國內高強度混凝土及鋼筋材料產製技術也漸成熟，無須太多重複的研究下，除可參考日本研究應用的成果，援引有關設計施工經驗，應可儘速導入超高強度鋼筋混凝土建築技術，促進國內 New RC 建築之應用發展。

為加強國人對此 NewRC 之認識，由財團法人台灣建築中心與台灣省土木技師公會主辦，內政部營建署、內政部建築研究所及行政院公共工程委員會之指導下，於 2007 年 7 月 26 日、27 日各在台北、高雄舉辦了「新世代超高強度鋼筋混凝土構造工程技術研討會」，邀請日本學者、專家就 New RC 的發展、結構計畫及分析方法、結構安全的評估方法以及施工實例進行精闢的演講。同時邀請日方專家與國內產官學各界代表舉辦一場座談會，對於

New RC 之相關事項提出問題討論，該座談會之書面紀錄如附件一，可供參考。

本研究為了進一步讓國內產官學研單位之專家學者了解日本超高層建築之發展而於 98 年 9 月 23 日由廖慧明（主持人）邀請四位日本最資深之學者專家來台，於新時代超高層鋼筋混凝土構造工程技術第二次研討會演講四個課題(詳參考書目 25)，對於結構計劃和耐震設計的現況和性能評價（相當於我國之特殊結構審查）都有相當深入之介紹。同時介紹了高層建築物由大臣（相當於內政部長）之認定件數（RC 超高層約佔一半，其他還有 CFT、隔減震等構造），技術之變遷、構造種別之推移，混凝土強度與建物高度之關係，主筋及剪力筋強度之使用範圍，固有週期之分佈（約 1,200 棟）等，並包括日本建築中心（BCJ）性能評估之流程（參考圖 1.1.1）以及「超高層建築物之性能評估作業辦法」（如參考資料一），另外「超高層鋼筋混凝土造之施工計畫及管理」課題，提供現場預鑄工法的相關資訊(如參考資料二)。

國內目前已有產業界與學界實質進行 New RC 之相關研發與類似預鑄構材積層工法之應用。為進一步促成國內產官學研能早日使用超高強度之混凝土與鋼筋於高層建築，本研究乃著重於其設計與施工指針(或稱基準)之研訂，此處所謂指針並非一種能定義所有技術細節的類型，而是僅於實際設計和施工上給予基本原理的想法。這種軟性類型指針偏向全世界傾向發展的性能設計。希望各界在此領域發展與應用時可資遵循參考。

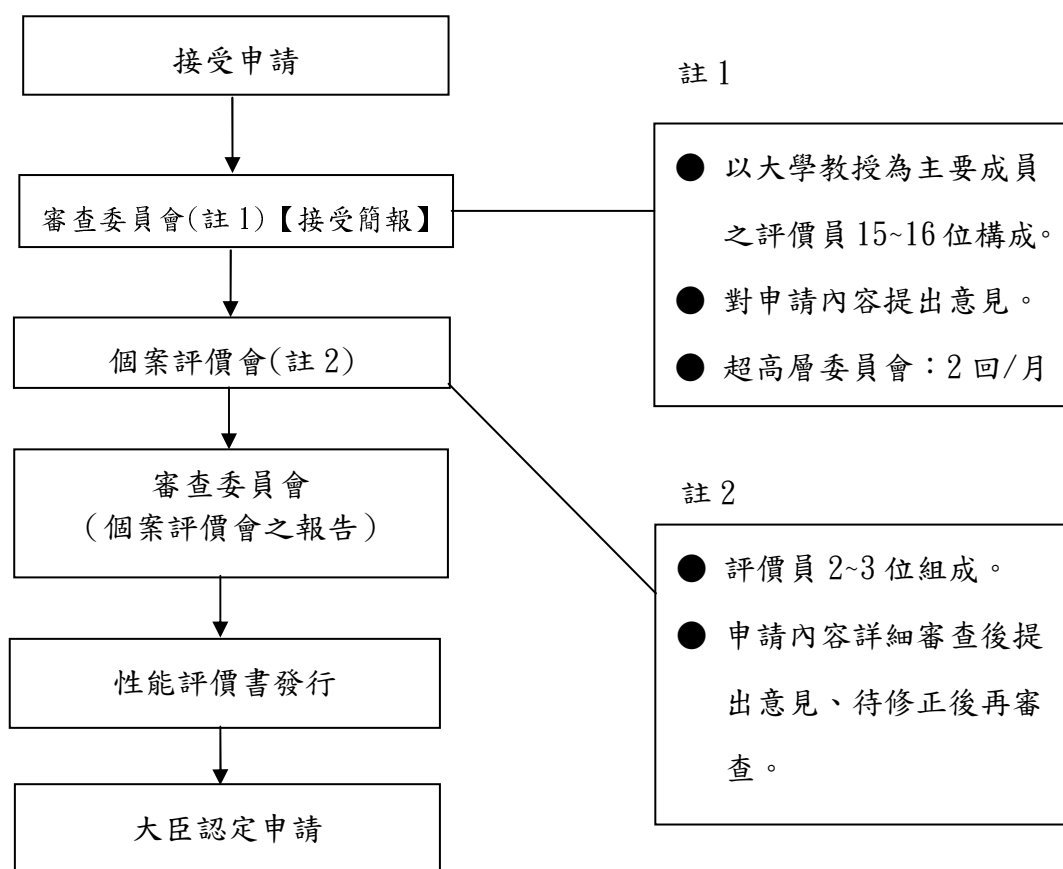


圖 1.1.1 日本建築中心(BCJ)之性能評估流程圖

第二節 研究範圍及方法

超高強度鋼筋混凝土建築設計施工指針之研擬，可整合國內外之相關研究，建議出合乎國內需求之設計施工指針，將超高強度鋼筋混凝土的品質管理、施工計畫等具體化，混凝土建築之非線性構架分析明確化。有助於國內使用超高強度鋼筋混凝土的發展及確保鋼筋混凝土建築施工品質之提升。

研究範圍針對下述各項：

- 超高強度鋼筋混凝土設計施工相關研究之收集檢討。
- 超高強度鋼筋混凝土設計外力之設定與應力、變形反應之界限。
- 超高強度鋼筋混凝土構材之非線性歷時分析方法。
- 等同現場澆置之預鑄混凝土結構設計之要求。
- 超高強度構材之製作及品質管理。
- 超高強度鋼筋混凝土品質管理與施工計畫之製作要求
- 超高強度鋼筋混凝土預鑄工法之規劃與施工管理之規定。

研究之具體做法為彙整國內相關之研究成果，並參考日本建築研究所之 New RC 計畫研究內容、日本建築學會出版之各種相關指針及日本建築中心「高層 RC 建築技術審查會」之審查內容及機制，擬定國內適用的設計及施工指針。同時建議國內須進行的研究項目，包括結構分析方法、構材性質實驗、高強度構材與構造之材料製作及施工技術等，商請學術單位及相關業者參與實際之研究，研究過程中邀請專家學者以座談方式檢核指針之可行性。研究之流程如圖 1。

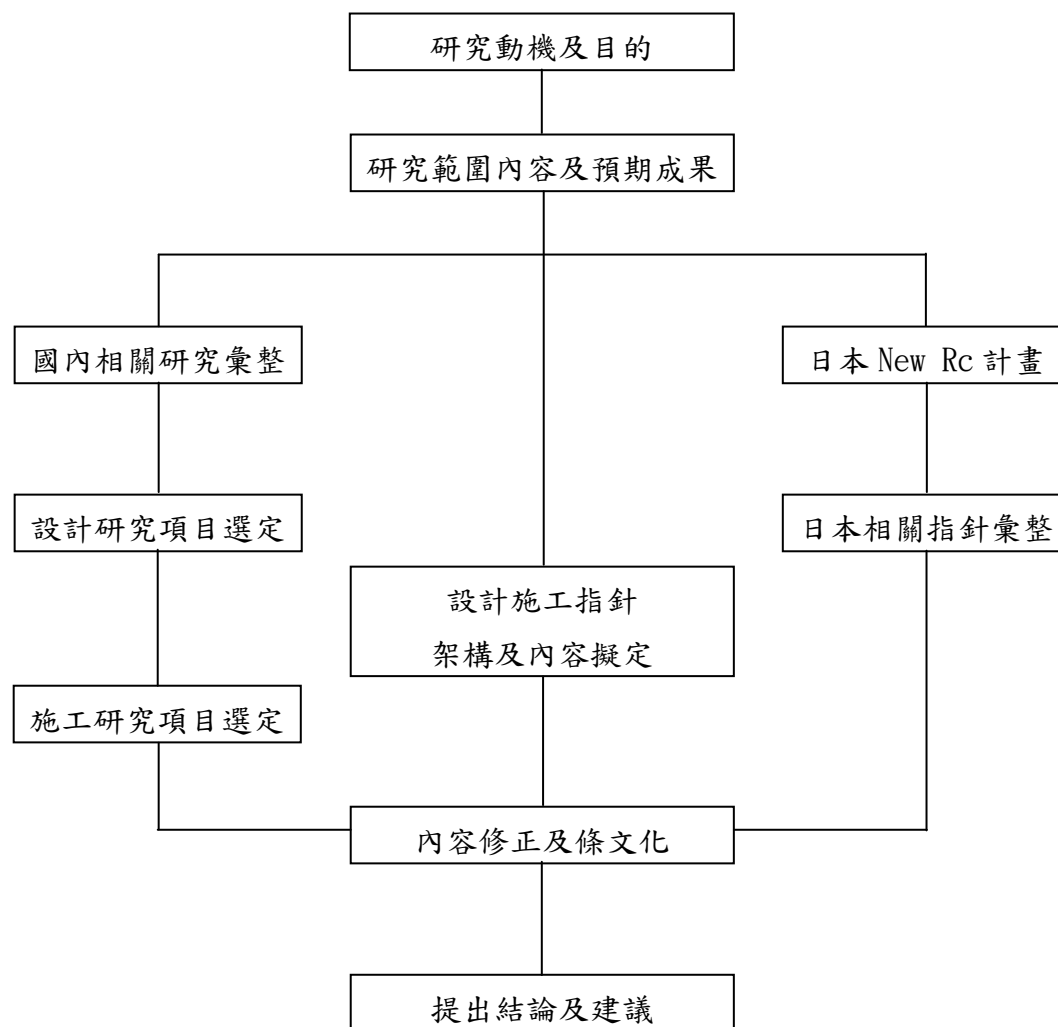


圖 1.2.1 研究流程圖

第三節 預期目標

本研究案之預期目標如下：

1. 完成超高強度鋼筋混凝土設計建議指針編輯。
2. 完成超高強度鋼筋混凝土施工建議指針編輯。
3. 建議未來超高強度鋼筋混凝土實驗研究課題方針。
4. 超高強度鋼筋混凝土施工、營運管理與人員培訓建議。

第二章 超高強度鋼筋混凝土建築之特殊性

第一節 使用高強度材料之注意點

本章所提及超高強度鋼筋混凝土建築之特殊性為，其於設計、製造與施工上之特點與特別要求。超高強度鋼筋混凝土建築使用高強度混凝土和高強度鋼筋，有效率的組成構材，由於構材斷面的縮小或構材數之減少等，可合理的進行 RC 造建築物的設計。但是，高強度材料比起一般強度之材料有韌性降低的傾向等，因此處理上有很多必須注意的地方。進行設計時必須首先充分理解材料的性能。此外，高強度材料從製造到施工必須有充分的品質管理，所以也必須有對應的施工體制及品質管理體制。

(1) 高強度混凝土

高強度混凝土於製造・搬運・澆置過程中必須有充分的品質管理。各工廠可能製造的強度範圍及品質有時差異很大。因此必須有對應的施工體制及品質管理體制。

採用高強度混凝土時，重點為，具有要求性能(混凝土強度及彈性模數)之高強度混凝土能安定的製造・供給，具有所定品質之混凝土可容易施工。

設計上的要求性能為，混凝土的抗壓強度及影響建築物勁度的彈性模數等。其中，彈性模數隨著混凝土強度而變化，但根據使用骨材的種類也會不同必須注意。其抗壓強度隨著水灰比的降低而提高，而併用矽灰等混合材，使用硬質骨材時，即使相同水灰比也可得到更高的強度。此外，高強度混凝土的品質受到使用材料品質變動的影響很大。特別是骨材表面水的安定化很重要，選擇預拌混凝土工廠時，必須考慮具有屋頂的儲藏場等，能充分管

理骨材表面水的工廠。

必須確保作為結構體混凝土中之抗壓強度的設計強度。柱等斷面大的構材，初期因為水泥的水化熱使構材溫度上升。此種溫度上升隨水泥量大而增高，即溫度愈高強度愈高。此種結果，導致澆置高強度混凝土的結構體內部強度，與強度管理用標準試體(直徑 10cm，高度 20cm)不同，初期高而長期上升變小。因此，超高強度混凝土，必須事先以構材模型等調查構材強度和標準試體之關係，將其反應於配比計畫和結構體強度管理上。此外，構材初期產生高溫，及大量水泥的水化反應，引起混凝土硬化時之收縮。其結果，受到柱筋兩端拘束的梁等中央附近，有時會發生龜裂，應該注意。

高強度混凝土比起一般強度的混凝土，黏性高為其特徵之一。因此強度確保的同時，確保製造、搬運、現場澆置可能的混凝土流動性也是重點。水灰比小，水泥量愈多的配比，混凝土的黏性變更高。因此強度愈高，攪拌效率愈低，坍度小的時候澆置也變得困難。高強度設定較大坍度，但因黏性高，不會如普通強度產生骨材分離及浮漿的危險性。 60N/mm^2 以上的超高強度採用坍度流來測定管理的方法。具有高流動性之高強度混凝土，由於高性能 AE 減水劑的進步而達到製造可能性。此混合劑具有長時間保持高流動性的優點，為現場澆置之高強度混凝土不可欠缺的材料。

矽灰的使用不僅提高混凝土強度，也有降低黏性改善施工性的效果，為 100N/mm^2 等級重要的結合材。

混凝土滿足所定的品質，及具有適切的施工性等，必須根據試拌合及施工試驗加以確認。試拌合為使用實機設備來實施。試拌

合時，確認水灰比和抗壓強度的關係，結構體混凝土強度、空氣量、坍度和坍流度，來判斷工作性。此外，確認混凝土的彈性模數及單位體積重量滿足設計時所設定的值。必要時，幫浦壓送性・澆置搗實性・表面完成性・養護方法等根據施工試驗加以確認。

要安定的製造這種高強度混凝土，具有優良設備、材料、技術力和實績的預拌混凝土工廠的協力是不可欠缺的，根據事前的調查及試拌合，從 GRMC(預拌混凝土廠驗證制度)認定工廠中選定。

施工計畫上混凝土的澆置計畫為重點。現場內混凝土之搬運利用混凝土幫浦時，配管之壓力負載有變高、流動性降低的情形，必須根據事前的實驗等來確認。使用吊桶的情形這種問題較少，適用例較多。因為混凝土具有高黏性，澆置高度及澆置速度必須考慮混凝土的工作性和配筋狀況，於可充分搗實的範圍內進行。混凝土的澆置方法可選擇垂直(V)水平(H)分離澆置，或 VH 一體澆置的任一種。使用高強度混凝土之建築物配筋量多，大多採用 VH 分離澆置。一體澆置的情形，必須考量可充分的搗實。

澆置續接處儘可能位於剪力小的地分，選定不會導致耐久性及水密性降低的位置・形狀及施工方法。採用高強度混凝土時，有時會變更柱和梁・樓板的混凝土強度。這種情形時，一般而言柱的混凝土強度將為較高強度，所以澆置續接位置設於比柱面略擴大的位置。

高強度混凝土的黏性高，表面的泥水整平較難。此外，幾乎沒有浮漿，表面容易乾燥，容易發生細微龜裂。因此必須以灑水等濕潤養護。為避免施工上的缺點，以及材料總造價的降低，即使柱使用 60N/mm^2 以上的超高強度混凝土，梁、樓板為 48N/mm^2 以下的結構計畫例很多。這種情形下，必須考量不同強度混凝土分別

澆置的技術。

施工時之高強度混凝土的品質管理・檢查，是否確保設計強度為重要的管理項目。結構體混凝土之抗壓強度為，從結構體鑽心取樣之試體或具有類似強度特性之試體(與鑽心試體強度之強度關係明確把握時之標準養護試體等)的抗壓強度來判定。此外，混凝土密實填充的確認為 RC 結構體之檢查時基本的管理項目。特別是澆置續接部分容易成為弱點，應注意品質的確保使其不會損及耐久性或結構體的連續性。

高強度混凝土的使用時，配比・搬運・澆置・品質管理等，混凝土全盤必須有高度的專門判斷。為求得品質安定精度高的結構體，設計者、施工者、專門業者必須組織品質管理體制來對應。

(2) 高強度鋼筋

高強度鋼筋為，比普通強度的鋼筋强度高斷面縮小等可效率的形成構材。另一方面，有伸長、彎曲加工性能、焊接性能降低的傾向。必須理解此特徵，合理的使用方法、適切的施工及品質管理。

而日本 New RC 計畫案以前，曾因為下述理由，鋼筋的高強度化不大被嘗試製作。

- a. 高強度剛棒因為塑性延伸少，無法期待其塑性變形。
- b. 即使期待高強度化，由撓度或開裂所決定之構材，無法降低必要鋼筋量。
- c. 以高強度鋼筋為主筋之構材，其實驗資料並未充分的累積。

鋼材一般而言，強度愈高降伏平台愈窄，破斷時之應變也變小(圖 2.1.1)。

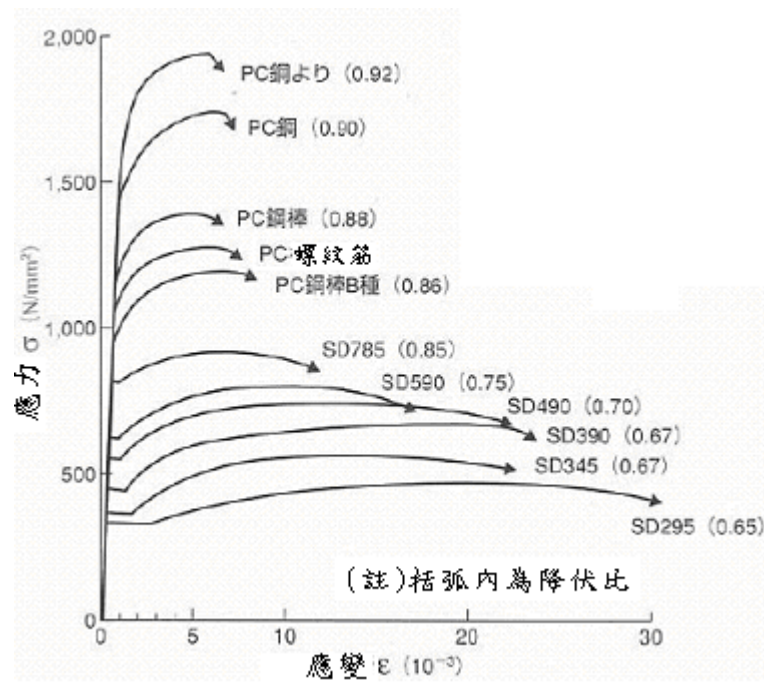


圖 2.1.1 各種鋼材之應力-應變關係

【資料來源：參考書目 16】

另一方面，於靜不定結構的建築物，至少希望主筋有明顯的降伏平台及一定的延伸率(圖 2.1.2)

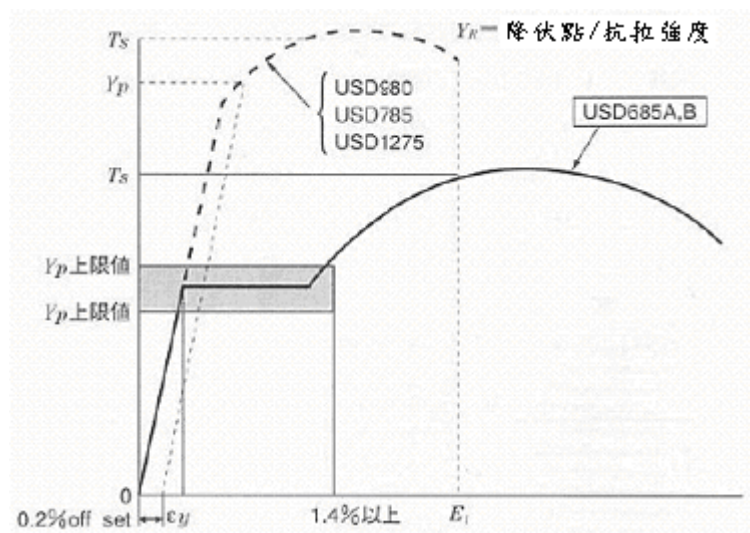


圖 2.1.2 高強度鋼筋之要求性能

【資料來源：參考書目 16】

高層 RC 造建築物，有時主筋使用 SD685、箍筋使用 SD785，有關這些鋼筋的品質可參照指針(案)第三章 3.5 之說明。

鋼筋的續接有搭接續接、瓦斯壓接續接、焊接續接及機械式續接等各種續接。而高強度鋼筋 SD685，根據成分調整和控制延壓及熱處理所製造，瓦斯壓接及焊接續接等加熱類型的續接，其鋼筋母材的金屬組織將起變化，很難得到與母材同等的強度，因此一般使用套管續接或注漿續接等機械式續接器。

(3) 高強度混凝土與鋼筋複合構材之特性

a. 混凝土

普通混凝土為，將粗骨材、細骨材以水泥漿膠結凝固之構造材料，其強度根據膠結材料之水泥漿的濃度、即水灰比(W/C)而決定。普通混凝土的抗壓強度約 $20\sim 30\text{N/mm}^2$ 。

普通混凝土的抗拉強度約為抗壓強度之 10 分之 1。將抗壓試驗用混凝土圓柱體橫置，利用抗壓強度為抗拉強度 10 倍以上的特性，以割裂試驗可簡單求出抗拉強度。普通混凝土之基本特性剪力強度，根據中空圓柱體的扭轉試驗求得，約為抗壓強度的 10 分之 1。

抗壓強度 $20\sim 30\text{N/mm}^2$ 之普通混凝土，達到抗壓強度時之軸向應變約 $0.0020\sim 0.0015$ ，抗壓強度 100N/mm^2 左右之高強度混凝土則約 0.0025 ，有若干變大的傾向。抗壓強度 $20\sim 30\text{N/mm}^2$ 之普通混凝土其彈性模數約為 $2.5\sim 3.0 \times 10^4\text{N/mm}^2$ ，高強度混凝土的彈性模數隨強度上升而變大， 100N/mm^2 等級之高強度混凝土約為 $5.0 \times 10^4\text{N/mm}^2$ ，此與鋼材不同為混凝土的大優點。

高強度混凝土之抗拉強度約為抗壓強度的 $1/15 \sim 1/20$ 。強度愈高有較小的傾向。高強度混凝土抗拉強度和抗壓強度之比率，與普通混凝土之 $1/10$ 比較為較小的 $1/15 \sim 1/20$ ，因此高強度混凝土帶給人有覺得較脆性的印象。

b. 鋼筋

普通鋼筋混凝土所用之剛棒通過約 2% 左右之降伏平台後，進入硬化區，達到增加降伏應力約 5 成的抗拉強度(降伏比 1.5)，30% 以上的伸長率後，產生大的斷面縮小而破壞，顯示出典型的韌性破壞。

隨著含碳量的增加抗拉強度增大，但是降伏平台消失，伸長率減少。碳量 0.4% 時伸長率為 20%，碳量增加到 0.5% 時伸長率為 10% 以下，不會產生斷面縮小，呈現脆性破壞。

根據日本實驗研究，高強度混凝土梁使用高強度鋼筋確實會提高其彎曲抵抗，而普通強度混凝土梁使用高強度鋼筋並無法提升其彎曲抵抗力，卻有高強度鋼筋破壞之危險性。高強度鋼筋混凝土梁使用普通強度鋼筋，其彎曲抵抗無法上升，並無任何效果。結果顯示，高強度混凝土梁應使用高強度鋼筋，普通強度混凝土梁則使用普通強度鋼筋，才為適切的使用方法。

第二節 使用高強度鋼筋混凝土建築的基本條件

RC 結構的優點有許多，而其中之一重點為比其他構造之結構體建設費低。為了利用此優點，高強度混凝土的材料、施工技術可根據下述基本條件來開發。

1) 活用高抗壓強度之設計

高強度化導致混凝土價格的上漲，可根據減少構材尺寸之設計，儘可能利用材料用量、施工量減少、模板量減少等來吸收。甚至由於構材尺寸的減小，活用建物的輕量化、有效利用面積擴大的優點，達到降低整體造價之目標。此外，由於高強度化提升耐久性，也可利用為長使用年限建築之計畫。

2) 於預拌混凝土工廠的製造

儘可能於現有工廠所保有的設備、材料、技術的範圍內製造，以控制造價上升。佔有容積 60%以上的骨材，為決定混凝土價格的重要因素。因此，選擇保有試拌合等能得到所要強度之骨材的工廠。此外，混凝土製造時，實施比一般更嚴格的製造管理。

3) 合理化施工

因為是多層樓建築，採用工業化工法，以高精度、高效率、短工期為目標。有關混凝土的搬運、澆置，儘可能根據既有技術，但是不允許發生差錯，施工要格外小心。

第三節 高強度鋼筋混凝土構材之特性

對於高強度材料建造之梁和柱的結構行為僅有最小量的有效實驗資料。為澄清結構性能評估中數處不確定的地方。日本於 New RC 計畫案中進行以下之研究，其有關高強度鋼筋混凝土構材之特性可供參考：

(1) 梁降伏後之握裹滑動破壞

結論如下述：

- (a) 握裹指標，定義為設計握裹應力與握裹滑動強度之比。可作為高強度材料梁於降伏後反復加載時，握裹滑動破壞之變形能力的量測。假如握裹指標小於 1 則梁為安全的，可避免於非彈性範圍內變形能力過度的變壞。
- (b) 當設計為雙層鋼筋時，於外層鋼筋周邊之握裹應力加速內層鋼筋周邊之握裹滑動開裂，將導致變形能力較早變弱。
- (c) 具較深斷面梁有較大握裹指標，係基於設計握裹應力之增加，但是構材的變形能力並非如較小斷面深度那麼容易受影響。

(2) 樓板於梁撓曲行為之效應。

結論如下述：

- (a) 高強度之樓板鋼筋於負彎矩時(樓板受拉)對梁之強度有貢獻。
- (b) 高強度之樓板混凝土對於梁之強度並無貢獻。
- (c) 樓板分佈鋼筋量(垂直梁軸向之鋼筋)對梁之強度無影響

- (d) 於負彎矩下(樓板受拉)樓板有效寬度根據梁單側協同寬度 $0.1L$ 、 $0.3L$ 和 $0.5L$ 依序顯現對初期勁度、降伏勁度和開裂強度有良好的預測
- (e) 於負彎矩下計算降伏載重和極限載重，有效樓板寬度可假定為整體寬度。

(3) 柱降伏後之變形容量。

結論如下述：

- (a) 與一定軸向載重比較，變化軸載重之試體具相同最大值且顯示較佳之變形能力。
- (b) 軸壓愈高，剪跨比 2.0 柱之變形能力愈小。
- (c) 剪跨比 1.5 柱產生垂直開裂其可能導致垂直滑動破壞。細長柱於定軸壓下也有相同的垂直開裂，但不致於如短柱分布那麼廣闊。

(4) 承受雙向撓曲之柱。

結論如下述：

- (a) 高軸載重其 $A_g \sigma_B$ 達 0.6 時，將於相對非常小雙向變形下的側向位移角 5% 時產生受壓破壞。
- (b) 柱軸向縮短於雙向載重時比單向載重更明顯。

(5) 受高軸壓柱之垂直滑動。

結論如下述：

- (a) 垂直滑動開裂形成之機構，可依建議之模式來說明。

(6) 柱之剪力強度。

結論如下述：

- (a) 混凝土柱其剪力強度隨 $P_w \cdot \sigma_{wy}$ 而增高，但並未成比

例。

- (b) 對於相同量的 $P_w \cdot \sigma_{wy}$ ，較多的 P_w 比較高的 σ_{wy} 有利。
- (c) 根據極限強度指針之預測值位於安全側，而軸載重之影響雖然小，卻未列入考慮。根據 Wakabayashi-Minami 理論正確考慮軸載重影響，但一般而言比起試驗結果有過高評估的結果。

(7) 梁之剪力強度。

結論如下述：

- (a) 根據 AIJ 指針混凝土有效受壓強度的折減與本研究推導定義之基本有效強度的組合，確定韌性構材之剪力設計可達到充分的正確性。

(8) 剪力壓縮破壞類型牆之撓曲強度。

結論如下述：

- (a) 所有試體最後破壞行為或多或少為牆腹板壓壞或牆筋斷裂。但啞鈴型柱甚至於破壞後也安定並可承受軸力。
- (b) 剪力強度可依 AIJ 指針評估，只要加以稍微之修正。
- (c) 當撓曲剪力必要之混凝土有效強度減少時，牆累積變形能力增加。

(9) 雙向載重下之牆變形能力。

結論如下述：

- (a) 牆受雙向載重下之變形能力較受單向載重為小。
- (b) 較高軸應力或較差的柱圍束，牆變形能力的低落更明顯。
- (c) 牆變形能力之低落應該是，隨著柱軸應變增加而導致之結果。

(10) 細長牆的剪力強度。

結論如下述：

- (a) 高強度材料之牆其復元力特性顯示為 S 型履歷，具較小之消能。剪跨比 1.33 的試體於 0.75% 變形角時，因支柱之剪力壓縮破壞而破壞，另外剪跨比 2.0 者於 1.0% 變形角時以相同的型態破壞。
- (b) 試體之牆鋼筋比小於 0.53% 者，牆水平筋降伏，較大鋼筋比者則未顯示降伏。
- (c) AIJ 指針建議之剪力強度方程式，被發現精確滿足本研究建議式用於計算混凝土有效壓縮強度，其中 $\cot \phi$ 使用大於 1.0 之值(例如 1.5)。但是實用上建議使用 $\cot \phi = 1.0$ ，給予一個安全側的評估。
- (d) 當牆鋼筋量非常高不管是使用非常高強度鋼筋或提供大量鋼筋，其效果將降低。且必須比 AIJ 指針之上限值更嚴格。

(11) 內部梁-柱接頭之握裹力。

結論如下述：

- (a) 梁柱接頭其握裹係數 μ 大於 4.0 者，從履歷形狀和能量吸收看來顯示出較差的握裹行為。等值黏性阻尼係數於 2% 側位移循環時小於 10%。
- (b) 雖然節點剪應力等級較低使梁降伏先行於節點破壞，但梁降伏後節點剪力惡化持續進展，原因可能為梁握裹惡化和高強度混凝土。
- (c) 節點破壞指標 J 必須考量握裹指標 μ 之影響，以便更有效預測梁-柱接頭之破壞模式。

(12) 雙向載重下之 3-D 接頭的剪力強度。

結論如下述：

- (a) 由於存在垂直梁與樓版之影響，3-D 梁-柱接頭之最大剪力強度比 2-D(平面)接頭高。
- (b) 在其垂直方向的加載下達到剪應力最大值後，該方向之剪應力減少。
- (c) 設計 3-D 梁-柱接頭使其接頭破壞指標 J 等於 1.0，被顯示出對於防止接頭剪力破壞比梁降伏先發生是適當的。

(13) 外部接頭之剪力強度。

結論如下述：

- (a) 利用應變之量測研究了雙層梁筋之握裹和錨定強度，並且推論第二層鋼筋之錨定強度大量降低，可能由於沿第一層鋼筋周圍之混凝土受害的原因。

第四節 預鑄混凝土構材之結構性能要求與施工要點

預鑄混凝土構材(全預鑄或半預鑄)是超高層高強度 RC 造建築物循環工法中確保構造品質與縮短工期、節省工程費用必要的工法，其設計時必須考慮構材製造與現場組立的一些問題，完工後又需具有梁、柱、牆、版等現場澆置成一體的性能，故施工者與設計者需充分溝通合作無間。其製造可分為工地預鑄與工場預鑄兩種，場地之佈設、機具設備之應用與管理都很重要。工地現場之暫置、搬運、吊裝、組立及現場 RC 作業皆須有一套嚴謹的施工作業計畫及施工品質管理。參考書目 6, 8~12 等都有充分之說明。本研究即重點整理一些較為重要之事項於「指針」之第五章及第六章中。

預鑄構造最重要之一點為柱與柱之續接以及柱與梁或梁與梁間之續接，故鋼筋之組立與工地之續接即成為一個很重要的工項。所用鋼筋形狀如日本常採用螺紋節鋼筋、套筒式續接器等為我們需充分研發、試驗與應用之項目之一。

第五節 超高層鋼筋混凝土建築之耐震設計

建議之耐震設計法除確認對於中小度地震防止結構構材及非結構構材產生損壞、對於設計地震防止結構體嚴重損壞、最大考量地震結構物不致崩塌外，同時採用靜力彈塑性分析(Pushover)確認架構的降伏機構及樓層極限剪力強度。對於確認高層結構物之安全性建議採用動力歷時分析。

關於結構物的動力歷時分析，當然以構材模型最為精準和直接，但是卻須較長計算時間和龐大的記憶容量，因此實際上經常採用，將整體建築物進行側推分析後，定出各樓層等值彎曲剪力型(質點系)之恢復力特性，再針對輸入地震進行彈塑性分析。判斷建筑物和地盤動力互制作用大時，也考慮其影響加入分析模型內。

質點系模型之反應，無法評估構材所作用之力和變形。因此對於中小度地震利用 a)最大層間相對位移角的大小，b)大於質點系模型最大層剪力之側推分析所得層剪力來確認構材並未損壞。對於設計地震力利用 a)最大層間相對位移角的大小，b)樓層最大塑性率的大小，c)超出質點系最大反應位移時，架構側推分析所計算構材的塑性率及對於脆性破壞的安全係數等，確認建築物不致嚴重破壞。

日本設計地震分為兩等級，各為回歸期 50 年及 500 年之地震，相當於國內的中小度地震及設計地震，而並無我國的最大考量地震。因此日本 New RC 設計指針近一步考慮確保所謂的架構設計變形，記載側推分析時之側力重心位置變形和基層剪力關係圖，將關係圖上達反應界限變形(等級二地震)時之面積的 2 倍以上作為設計架構變形。並檢討各樓層層間相對位移角為側力重心位置變

形角的 1.5 倍以內，防止局部樓層的過大變形。國內雖提供有最大考量地震，但 New RC 之檢討方式也可供參考。

關於上下方向地震力，考慮為分布於樓板上之質量導致的上下振動，分析時希望考量柱軸方向強度和彎曲強度互制作用，進行水平地震和垂直地震的構架反應分析。但是一般可採用基於柱軸方向彈性勁度定義之質點系進行垂直地震的反應分析，推定出柱軸力與水平地震之柱應力組合，確認建築物不會崩壞。

有關直交方向之水平地震，針對建築物主軸 45° 方向所發生的設計地震，進行質點系模型的彈塑性分析，檢討最大層間相對位移角和最大塑性率，確認柱不會脆性破壞。

第六節 製造與施工管理

日本有所謂的施工管理技師，其為通過施工管理技術檢定的人員。該制度為根據建設業法規定之國家考試。目的為，藉著建設業經營者資質之提升、建設工程承包契約的適正化，達到確保建設工程之適正施工，保護發包者的同時促進建設業之健全發展，增進公共之福祉。為達此目的，以從事建設工程者為對象進行技術檢定以求施工技術之提升。目前區分為，建設機械施工、土木施工管理、建築施工管理、電氣工程施工管理、配管工程施工管理、造園施工管理。

建築施工管理技師的工作為，製作包括鋼筋工程及木工工程、內裝粉刷工程等建築工程的施工計畫，進行現場之工程管理及品質管理。其間，從資材及人員的管理、預算管理到對周邊住民的安全管理等全部擔任。對建設公司而言建築施工管理技士的人數等於其技術力的證明，有資格者愈多其投標就更有利，因此其重要性日漸提升。

混凝土技師為具有進行混凝土之製造、施工、檢查、管理等一般業務的資格。

混凝土主任技師為於混凝土之製造、工程及研究時具有計畫、施工管理等之監督、指導的資格。

工程的管理重要的是施工中的過程(施工計畫、施工管理、安全對策、法令遵守等)，因此詳細之施工計畫書的製作以及其後適宜的修正相當重要的。

施工計畫書之內容可包括①工程概要，②計畫工程表，③現場組織表，④安全管理，⑤指定機械，⑥主要資材，⑦施工方法(含使用機械、臨時設備計畫、工程用地等)，⑧施工管理計畫，⑨階段確認、隨時檢查計畫，⑩緊急時之體制及對應，⑪交通管理計

畫，⑫環境對策，⑬現場作業環境之整備，⑭再生資源利用之促進和建設副產物之適正處理方法，⑮其他。

一般品質管理之步驟以混凝土工程為例如下：

- ① 決定管理對象之品質特性：坍度、空氣量、抗壓強度、單位體積重量、混合比例等，影響最終品質因素中，儘可能使用工程初期可測定者。
- ② 決定品質標準：表示品質與平均值之差異幅度的性質，但合乎設計圖之規格者。
- ③ 決定作業之方法：為實現品質標準之作業方法及順序，儘可能詳細的決定。
- ④ 依照作業標準施工，取得資料。
- ⑤ 確定品質規格的滿足度：以履歷圖形等來確認。以相同資料製作管理圖，確認工程處於安定狀態。
- ⑥ 不合理資料追究其原因，防止再發生：資料跑出管理界限外，或雖然於管理界限內但有不合理傾向時，追究其原因，採取防止再發生之處置。工程安定時就繼續作業。
- ⑦ 每一定時間反復管理步驟。

第三章 結論與建議

第一節 結論

超高強度鋼筋混凝土構造通常應用於高層建築，其量體龐大，設計與施工的良窳不僅影響結構的安全，更關係著眾多生命財產的保障。本研究顯示，為獲得品質良好且符合安全性能的超高強度混凝土建築物，設計與施工者的密切合作極為重要。結構設計者與營造廠商應分別具有研發或整合彈塑性結構分析、設計工具，及耐震結構構件製作與施工之能力，同時雙方應密切配合，使建築結構實際之受力與變形行為符合設計之假定。因此，超高強度鋼筋混凝土建築在國內推展的初期，應當以新工法、新技術來看待，特別是在地震頻繁的台灣地區，要達成其良好的建築工程品質，更應審慎行事，首先應盡力消除設計者未知可否合理施作的盲點，以及施工者於未能瞭解設計者的理念之下，盲目拼湊的弊病，避免可能造成重大震災的遺憾。是以其工程之設計與施工應一併考量，設計者與施工者對於其所職掌的工程目標與條件應有一體的共識，對於施作的工程技術知訊(Know-How)須彼此回饋互補，故本研究將超高強度鋼筋混凝土建築設計與施工指針合併研訂，編輯一冊，以求其聯貫性與整體性。綜合研究成果得到下述結論與建議：

- (1) 本研究研擬的超高強度鋼筋混凝土建築設計施工指針，可供業界推展超高強度鋼筋混凝土建築構造的指引，依循其設計施工之要求與要點的指導，引進開發優質的建築個案；個案之設計施工依工程目標與特色，仍有其發揮的空間，其中需要的特別細部要求，宜另訂個案的規範，以為其執行的基本依據。
- (2) 對於超高層建築，如擬設計的建築物形狀複雜，因載重、應力、

變形不能明確的計算，本指針中特別提示，應注意不要進行設計此類建築物，亦即不適用本指針。

- (3) 超高強度鋼筋混凝土構造，可以有效的縮小結構構材斷面尺寸，大幅減少混凝土與鋼筋用量，合於國內推動節能減碳的政策目標，值得大力推動。惟其將常應用於高層建築，在施工時絕大多數以預鑄或半預鑄工法來實現，在設計施工上對於精確度必須更加嚴格的要求。
- (4) 配合本案的研究，台灣混凝土學會在相關團體的支援下，對超高強度鋼筋及高強度混凝土材料的開發應用上亦已進行有關研究探討，為使高強度鋼筋的生產本土化，業界已研發並能夠產製高強度鋼筋。而在高抗壓強度混凝土方面，過去研發成果已在國內應用多年，早有相當多的業績與成功範例。只要進一步結合產官學研之力道，加強專業督導培訓與品質管理，有計畫的推展，預期超高強度鋼筋混凝土建築應得以在短中期期間於國內生根增長。
- (5) 超高強度鋼筋混凝土建築於 1988~1993 年間日本曾以專案計畫進行一系列的研究發展；其後於實用階段，業界大型的建設公司亦有大量的開發研究個案，值得借鏡。國內在推動超高強度鋼筋混凝土構造之際，可以蒐集參考其相關的成果，不用實施太多的研發工作，但較屬於本土化，或國內創新的案例，或應用特別的材料、工法部分，乃需要實驗予以檢驗測試、證明其適用性。

第二節 主要建議事項

(一) 實驗研究面

立即可行建議

- (1) 超高強度鋼筋混凝土構造應用的高強度鋼筋，其規格、材質之要求，在國內可參考日本之標準，訂定 CNS 有關的國家標準，以利業界量產使用。
- (2) 超高強度鋼筋混凝土梁柱構材斷面較小，在日本實用上，鋼筋係以螺紋套管續接器續接，並灌注特殊水泥砂漿；梁柱接頭中梁筋端部的錨定，多以端板(T-head)之機械錨定，取代鋼筋彎勾錨定。有關續接與錨定的品質要求基準，建議建築研究所配合國內產品的開發，展開系列的實驗研究。
- (3) 研擬一超高強度鋼筋混凝土造建築之結構設計例，提供爾後設計者進行實際設計之參考。

中長期建議

- (1) 超高強度鋼筋混凝土超高層建築，多以中間柱中搭接高韌性低降伏鋼板制震器或蜂巢型制震器等，作為減震消能的機制，不占空間，施作、更換維護容易，且成本較低，值得國內推廣應用。建議建研所可以模擬相關案例，進行有關制震器之實驗研究，開發先進的制震器，以利國內應用。
- (2) 為驗證超高強度混凝土柱體構材的安全性能，建議建研所應用本土超高強度混凝土製作的大尺寸的柱試體，進行實驗研究，測試續接的預鑄柱體於載重下之應力行為，以及火害開裂行為，與防火被護的需求及要求基準。

(二) 推廣應用面

立即可行建議

- (1) 本案參考相關規範指針所提之指針，經歷研究團隊十餘次的工作會議慎重探討。為使業界能順利參考應用，有關條文內容，建議建研所先召集相關專業公會團體予以審議，俾集思廣益，以臻周延。
- (2) 為利超高強度鋼筋混凝土建築發展，建議輔導台灣建築中心或相關的財團法人，成立推廣諮詢服務中心，就超高強度鋼筋混凝土技術工法，辦理講習研討會、國內外案例的參訪活動，以及國內新建工程設計施工開發案例的輔導諮詢，期有效推廣應用。

中長期建議

- (1) 超高強度鋼筋混凝土建築，不宜延用傳統鋼筋混凝土構造的建築模式，在國內推行應用的初期(預計 15 年，或 200 個建築實績)，應以全新的思維，以新工法、新技術看待，整體考核設計施工的技術，對於其設計施工之工程技術與施作能力的合理性可行性，按建築技術規則之規定予以審核認可。審核認可之機制，建議先成立單一的受理窗口，以便掌握各案，使之有齊一的標準作業模式；有關辦理機制的規範另訂之，如審核委員由指定受理窗口(機構)提名，經由中央建築主管機關備查後再予聘派之等。
- (2) 高強度鋼筋、高強度混凝土為超高強度鋼筋混凝土建築主要必備的構材，其加工製作應有更高的品質與高精確度的要求，而且更要有成熟的技術，始能達成建築安全的基本目標。為求高強度鋼筋混凝土材料之長期發展，建議輔

導相關機構，辦理工程管理人員之專業培訓，對於高強度混凝土預拌廠商及高強度鋼筋組立施工廠商，建立機制，認證管理。

附件一

新世代超高強度鋼筋混凝土造建築技術研討會 座談會內容紀錄

一、材料方面

1. 目前日本針對採用高強度鋼筋及混凝土材料之建築物，是否要求依循特定的設計及施工規範(指針)? 可否提供臺灣參考? 其材料特性為何(鋼筋與混凝土分別為何)?

日本之超高層鋼筋混凝土(RC)造建築物，其發展過程為建設公司所獨自研究開發建造的。根據各公司的設計、施工規範所設計的超高層RC造建築物，需進行學者的審查及大臣的認定。關於高強度RC，各公司參照NewRC設計指針及施工標準，修改以往的設計及施工規範，設計超高層RC造建築物及施工。設計事務所的設計也幾乎相同。

至於材料特性，高強度鋼筋有取得大臣認定之廠商的規格書。設計者有時會於廠商規格書上追加規格要求，例如加入降伏點上限值的限制等。此外，高強度混凝土的規格書，也須取得大臣認定，隨著製造者而有所不同。

台灣或許也可以參考NewRC設計指針。

2. 混凝土成份、配比設計摻劑(添加劑)有何不同?

高強度混凝土的規格，有取得大臣認定的必要，有工廠單獨、工廠和建設公司共同、建設公司單獨等各式各樣的規格。混凝土強度變高後，即使是相同設計基準強度，因施工之建設公司不同其規格也會不同。

3. 針對高強度鋼筋及混凝土材料，其強度及結構性能是否需由被認可的實驗單位審查認證後，方可採用，又其審查認證的程序及重點項目為何?

日本有建築確認制度，超高層RC造也是其對象。超高層建築物有必要進行個別審查及大臣的認定，取得認定後，進行建築確認才可開工。有關個別審查流程等，今日菅野先生的演解或許會提到。

4. 有關高強度鋼筋的使用(SD685、SD785 or 預力鋼絞線)

4-1日本New RC 建案中，採用套筒螺紋鋼筋續接器的情形，甚為普遍，是否

可提供其設計及施工規範(指針)供參考。另請說明續接性能的等級及要求？

鋼筋續接的構造方法，根據告示之規定，續接器的性能判定一般依據「鋼筋續接器性能判定基準」。實際上使用之超高強度鋼筋的續接器，有取得性能評估之廠商的規格書，可作為設計時之參考資料及施工標準。

我認為這些基準及資料可作為參考。

「鋼筋續接器性能判定基準」中，續接器的性能可分為4種類，SA級、A級、B級和C級。SA級為其強度、勁度和韌性幾乎與母材相同之續接器，A級為其強度、勁度與母材相同，但其他性質稍劣於母材的續接器。超高層RC造實際使用的續接器為SA級、A級，大多為A級續接器。

4-2使用超高強度混凝土與鋼筋，鋼筋錨定長度、伸展長度與彎鉤的規定如何？是否容許搭接？有無相關實驗成果？

關於超高強度混凝土所使用超高強度鋼筋的錨定，各設計者參照鋼筋廠商的規格書及結構實驗，根據結構計算訂定其規格。超高強度鋼筋使用錨定板時，鋼筋廠商須有取得性能評估的規格書。

超高層RC造住宅，低樓層的柱梁主筋使用直徑4cm左右的大尺寸鋼筋，為了防止握裹割裂破壞，通常幾乎不使用搭接。此外，很少進行使用超高強度主筋搭接的超高強度混凝土柱的實驗。

4-3 使用超高強度混凝土與鋼筋，對於「保護層」、「鋼筋間距」、「混凝土剪力強度」是否也會造成影響而需要修改呢？

關於超高強度鋼筋的錨定，因應錨定形式、檢討對應於側邊割裂破壞、局部支壓破壞等破壞情形的錨定強度。其強度計算則應考慮主筋的保護層厚度及間距等因素。

4-4 鋼筋彎鉤錨定，鋼筋之間距是否有規定？是否容許束筋？

超高強度鋼筋的錨定，除了L形及U形的彎折錨定外，也使用鋼板和螺栓板的錨定方式。因應錨定方式，設定規格。

超高層RC住宅的柱，為了防止握裹割裂破壞，我認為沒有使用主筋成束的案例。

4-5 使用高強度的鋼筋，是否需要配合使用一定強度以上的混凝土呢？

於低強度混凝土內使用高強度主筋時，有混凝土發生早期壓壞之虞，使用對應於鋼筋強度的混凝土強度可能較佳。此外，高強度剪力補強筋，不僅可使用於高強度混凝土，也可使用於普通強度的混凝土。

4-6高強度材料傾向於適用的結構元件為何(剪力牆，剪力鋼筋，柱鋼筋、柱箍筋、梁鋼筋)，有無特殊限制？

高強度材料使用於，結構計算採用的計算式及韌性規定等之適用範圍內。超出適用範圍時，需要進行結構實驗、檢證結構性能。

4-7安全係數（強度折減係數）是否需要重新檢討呢？

強度折減係數的檢討，對於使用高強度材料構材的強度評估精度的檢證很重要。於各研究機關進行了使用高強度材料之RC造的結構實驗，提出了比較多的實驗資料。從一般強度到高強度，RC造構材的強度評估式，就其精度進行了檢證，超高層RC造建築物的設計，我認為有反應出其成果。

目前，日本建築學會於RC構造營運委員會之下，設置小委員會，就「超高強度混凝土現狀」進行調查活動。預定於今年8月的AIJ大會PD內進行中間報告。此外，參與本日演講的和泉先生為小委員會的委員。

4-8韌性容量（R）是否需要檢討？

韌性指標R為，指耐震診斷基準內的韌性指標F值吧？

韌性指標為，表示構材變形能力的指標。高強度RC造構材之變形能力的可否為，根據極限構材角和反應值(或設計保證值)的比較來檢討。構材的極限構材角為，參考實驗值進行計算值的精度檢證。

4-9預力鋼絞線是否可運用於梁、柱箍筋？其行為如何？

作為柱或梁的橫向補強筋，使用竹節PC鋼棒(非絞線)。就使用竹節PC鋼棒的柱和梁進行結構實驗，竹節PC鋼棒的剪力補強筋對強度、變形性能的提升有貢獻。

4-10高強度鋼筋，在發揮強度時，需有較大之應變，作為柱、梁主筋時，裂縫問題如何考慮？作為柱箍筋時，是否會因應變過大影響圍束效果？

於高強度鋼筋，為了不使長期載重下的拉力側混凝土的開裂寬度加大，讓

鋼筋降伏點保有一定的安全率。大多的實務計算上，使用與一般強度鋼筋相同的長期容許應力。

較密箍筋橫向拘束之高強度RC造柱的實驗結果，可評估出高強度箍筋造成的剪力強度增大。此外，箍筋的混凝土橫向拘束效果也會導致彎曲強度的增大。

二、設計、施工方面

1. 日本對於NewRC 建案之設計及施工計畫，是否需由被認可的專業公正單位審查後，方可施工，以確保其安全性及服務性(Serviceability)；此外審查程序及重點項目為何？其審查單位及資格如何建立？

超高層RC造的設計審查，根據各審查機關的審查業務規定來實施。審查的重要項目記載著此規定。有關日本建築中心的審查業務，本日菅野先生的演講會說明？

此外，審查機關的資格以法律規定之。

2. New RC在設計上有何差異？施工上應特別注意事項如坍度、施工縫、養護等。

一般而言，高強度混凝土具有最大強度後之強度降低的重要性質。高強度鋼筋則延伸能力有界限。兩者組合而成的New RC構材，一方面要發揮其高強度的優點，也要求其具有韌性。因此，New RC構材當然要根據結構計算來設計，取得混凝土和鋼筋平衡的斷面設計，即鋼筋的配置、橫向拘束外，錨定、續接等配筋細部極為重要。

3. RC 預鑄構件(預鑄樑)，預鑄、場鑄混凝土介面，包括垂直面、水平面，設計上是否有特殊考量，包括剪力傳遞、及鋼筋握裹方面，相關實驗成果為何？

日本的超高層RC造盛行使用預鑄構材，但是即使採用預鑄構材的RC造，大多的建築物設計時，也考慮其與現場澆注RC造具相同的性能，所謂與現場澆注同等型的預鑄RC造。關於這一點，本日和泉先生的演講內容會提到。此外，也得到許多實驗的成果。

日本建築學會，以最高Fc60的混凝土為對象，2002年出版了「現場澆注同等型預鑄鋼筋混凝土構造設計指針(案)・同解說」。我認為此指針可作為參考。此外，本日擔任演講者之和泉先生為原案作成委員的一位成員。

4. RC 構件中，預鑄、場鑄混凝土強度若不同，設計上如何考慮？有無不良影響？

預鑄構材和現場搗灌部分之混凝土強度不同的RC造構材，可將這兩者視為一體變形，或其他狀態，根據不同假定其強度及韌性的評估將會不同。當作整體評估時，可分別評估各部分的不同強度，但是於實務設計上，常採用等值混凝土強度，或使用較小的混凝土強度來評估構材強度。

5. T-head 可作為彎鉤錨碇之替代方案，設計上是否有特殊規定，如錨碇長度、保護層厚度、間距等？是否需考慮群組(Group)效應。

使用錨定板或突出物作為鋼筋的錨定器時，有取得性能評估的鋼筋廠商或建設公司的規格。詳細請參照各錨定器的規格書。此外，T-head鋼筋工法為，加上擴底部竹節鋼筋的機械式錨定工法(第一高周波工業、與清水建設共同開發)

6. 搭配預鑄工法，通常採用之結構系統為何？其有何優缺點？

日本的超高層RC造，使用預鑄構材變成主流。主要優點為，高品質、短工期。缺點為製造成本的提高。因此，根據超高層建物的建設條件，那些地方使用預鑄構材、適材適所的預鑄是重要的。關於這一點，請聽本日和泉先生的演講。

7. NewRC 工法，樓板主要為預鑄RC 版+場鑄RC topping，其重量較傳統RC 小梁搭配15cmRC 版大了不少，地震力亦提高，是否評估經濟性？

住宅的樓板，為了提升上下層的隔音性能，比起以往變得更厚了。另一方面，從結構和內裝設備分離的住宅及提高天花板高度的觀點，小梁變成不存在了。因此，樓板變成更厚且大型化。如問題所提到的，由於重量增加、樓板大型化，一般而言造價會提高，但是也得到了舒適居住空間的優點。

8. RC 結構，一般被認為僅能作中低樓層建物。目前日本最高之RC 建築有幾層？設計上是否與一般中低樓層RC 有所不同？如何說服一般民眾或建築專業人員，高層RC 不比鋼構安全性差

日本的超高層RC造建築物的最高樓層數，現在為59層(ParkCity武藏小杉)。

超高層RC造，需根據地震歷時反應分析進行設計，學者的審查、取得大臣認定等與一般中低層RC造有很大的不同處。

超高層建築物，S造或RC造，兩者皆須根據地震歷時反應分析進行設計，並取得學者的審查和大臣的認定。一般而言，超高層住宅採用抗風搖動較強的RC造，超高層辦公室則使用柱跨較大的S造。超高層建築物，RC造或S造的選擇係根據建築物用途而決定，假如使用相同的設計方法來檢證安全性，我想應該會得到社會上的理解。

三、新材料、新工法審查

1. NewRC 是否屬於新材料、新工法、新設備等之範疇，是否應先經過營建署所通過之「認證機構」認證通過方可執行？須檢附哪些資料？

關於台灣的「認證機構」等制度，我不大清楚…

日本目前，材料的認定和結構設計的認定是分別進行的。

2. 新材料、新工法審查，對於材料變異性及施工誤差造成與實驗中的結構行為不同，審查上有無考量？

超高層RC造住宅的設計，可參照New RC設計的想法，考慮載重及強度的不規則分佈，將極限強度設計用變形設定為較大。此外，對於構材的剪力設計，考慮鋼筋的強度上昇等，設定強度安全係數。

施工方面，例如實際製造的混凝土強度為設計基準值強度以上的值。關於此點，根據實際混凝土強度的平均值等考慮反應值的變動，也有設定較高設計用地震力的設計事例。

四. 產業部份

1. 針對臺灣地區建築產業的現況，請提供臺灣發展新世代超高強度鋼筋混凝土造建築之相關建議。

有關台灣的建築產業現況，我不大清楚……

日本已建造500棟以上的超高層RC造住宅。混凝土強度為5倍、鋼筋強度為2倍(剪力補強筋為4倍)的高強度化，以RC造建造了50層等級的超高層住宅。讓這種飛躍的發展成為可能者為New RC的成果。New RC成果的高強度RC造的技術，不僅於超高層建築，中高層建物也可適用，我認為對台灣RC造的發展應該有所幫助。

附件二

工作會議紀錄

一. 會議地點：內政部建築研究所討論室

二. 出席人員：研究團隊：廖慧明、邱昌平、蔡江洋、鄒本駒
學者專家：黃世建、葉祥海、李明濤、林克強

三. 工作會議摘要

次數	會議時間	討論內容摘要	備註
第 1 次	2009/3/19	相關資料收集、研讀	
第 2 次	2009/4/15	指針之章節內容及工作進行方式	
第 3 次	2009/5/6	分配各研究人員所擔任之指針章節	
第 4 次	2009/5/20	指針之各章節條文概要	
第 5 次	2009/6/3	指針之各章節條文概要	
第 6 次	2009/6/10	針對所研擬指針之第三章及第六章等進行討論	
第 7 次	2009/6/24	確認指針之整體架構	
第 8 次	2009/8/13	期中簡報審查意見之因應及檢討應加強部分 邀請日本學者專家舉辦第二次研討會之講題確認	研討會於 2009/9/23 舉辦
第 9 次	2009/8/26	指針內容之修正 設計案例檢討之可行性	地點：國家地震 工程研究中心
第 10 次	2009/9/9	指針內容修正及應補足部分	
第 11 次	2009/9/24	指針內容修正及應補足部分	
第 12 次	2009/10/8	指針全盤架構再確認	
第 13 次	2009/10/22	期末報告內容	
第 14 次	2009/12/2	期末報告審查意見之因應	
第 15 次	2009/12/18	最終報告檢視及後續研究課題之討論	

附件三

內政部建築研究所

本所 98 年度建築產業技術發展中程綱要計畫第二場次「高溫下含混凝土箱型鋼柱之軸向受力行為」、「全尺寸鋼筋輕質混凝土構件之力學行為研究(II)」、「鋼筋腐蝕對於鋼筋混凝土建築構件耐震性能與生命週期之影響」、「超高強度鋼筋混凝土建築設計施工指針之研擬」等 4 分項協同研究計畫

甄審會議紀錄

一、時 間：98 年 2 月 24 日（星期二）下午二時正

二、地 點：15 樓第二會議室（台北縣新店市北新路三段 200 號 15 樓）

三、主 席：王召集人榮進

記錄：曹源暉、薛凱元、蔡煒銘、鄒本駒

四、出席及請假甄審小組成員：（如簽到單）

出席：王榮進、廖慧燕、陶其駿、王亭復、高健章、蔡得時、鍾立來

請假：無

五、列席人員：秘書室（請假）、會計室（請假）、政風室（請假）

六、主持人報告：本場次甄審小組共聘甄審成員 7 人，目前會場中出席之外聘專家學者甄審成員 4 人及本所甄審成員 3 人，合計 7 人，超過甄審成員總額二分之一，外聘之專家學者甄審成員人數亦超過出席甄審成員人數之三分之一，宣布會議正式開始。

七、主辦單位報告：

（一）本中程綱要計畫自 98 年 2 月 12 日公告招標訊息，並於 98 年 2 月 18 日下午 5 時截止投標收件，本場次協同研究計畫計有 4 家廠商投標；經 98 年 2 月 19 日資格審查，資格合於規定之投標廠商共計 4 家，為楊國珍教授、顏聰教授、邱建國教授，及廖慧明建築師。本場次協同研究計畫甄審作業已於 2 月 23 日下午 3 時 10 分召開工作小組會

議，其初審意見請甄審小組參考。

(二) 本中程綱要計畫(第二場次)之甄審須知之「甄審作業流程」、「甄審項目及權重」、「優勝廠商評定方式」等要項，請甄審成員確認。

決定：出席之甄審成員均同意依原公告之甄審須知規定辦理。

八、投標受甄審廠商簡報：略。

九、甄審小組成員發言重點與投標受甄審廠商回應：

(一) 第5分項：高溫下含混凝土箱型鋼柱之軸向受力行為

甄審成員	發言重點	廠商(楊國珍教授)回應
王顧問亭復	1. 請說明採用 SN490B 鋼材之理由。	SN490B 鋼材為符合國家 CNS 標準且廣為工程界所採用之鋼材，故選用此鋼材。
	2. 請說明溫度考慮 400℃~600℃ 的理由。	試驗溫度定在 400℃~600℃ 乃因此溫度範圍內，鋼材及混凝土強度及勁度衰減較為顯著，影響結構行為較大。
	3. 如何考慮防火時效 1 小時、2 小時、3 小時及防火被覆之應用。	本計畫研究目的在於避免或減少使用防火被覆，故將以實際加載控制方式考慮防火時效。
高教授健章	1. 在高溫下，箱型柱受力後之應變(包括鋼板與混凝土)如何測量？	高溫應變計之價格過於昂貴，故不擬採用，改以量測平均應變代表局部應變。
	2. 試驗溫度如何決定？防火被覆之考量又如何？	試驗溫度係考慮材料強度及勁度變化最大，且對結構行為影響甚鉅者；本案不考慮使用防火被覆。
	3. 箱型鋼柱內灌混凝土之方法如何？是否須模擬工地之實際做法？	基本上採取由上向下灌注混凝土，並不考慮樓層高低可能採用不同澆置方法之影響。

蔡副教授得時	1. 試體若在高雄澆置，請考量吊運問題。	若在高雄製作試體，已考慮運費問題。
	2. 試驗參數及量體請明確說明。	試體已規劃為 12 組，如計畫書所列。
鍾研究員立來	1. 鋼材、銲道與混凝土之性質隨溫度之變化為何？	鋼材、銲道與混凝土之強度及勁度將隨溫度升高而下降。
	2. 在不同的溫度下，鋼材與混凝土互制之情況為何？	常溫下混凝土與鋼之互制作用即相當複雜，高溫下無相關資料，仍待探討。
	3. 在試驗時，如何確保避免端部之破壞？	端部位於電爐之外，強度及勁度較高，可避免破壞發生。
廖研究員慧燕	1. 目前之試驗計畫，包括鋼材、混凝土強度等，是否與國內常用之材料相同？	目前選用之鋼材及混凝土為符合 CNS 國家規範，且為國內高樓建築普遍採用之材料。
陶研究員其駿	1. 請提供電爐加溫對 3000 噸試驗機與台車設備之保護策略。	將勘查現場後，提出保護策略之規劃，避免造成試驗機等設備之損傷。
	2. 請詳述本案對尺寸效應之探討方式。	受限於試驗經費，採用分析方式與文獻資料探討尺寸效應之影響。

(二) 第 6 分項：全尺寸鋼筋輕質混凝土構件之力學行為研究(II)

甄審成員	發言重點	廠商（顏聰教授）回應
王顧問 亭復	1. 實尺寸試體及配筋是否足夠代表性。	考量規範與實驗目的而規劃之，足具代表性。

	2. 本案試體之最大載重若何。	依實驗室儀器設備需求，配合本研究案而訂之，詳細數字將於初步儀器測試後決定之。
	3. 試驗成果之應變與應力曲線是否與前人研究作比較。	將會有相關規範與研究進行比較與討論。
	4. 試驗前宜有數值分析，可與本試驗結果相驗證。	將會採用數值分析。
高教授健章	1. 研究參與人員高達8人，是否需要？可否減至建研所之規定？	實際領有薪資者共有4人，符合建研所之規定。
	2. 輕質骨材之來源如何？是否有穩定且品質之生產廠商可提供？品質與本案第一期所用者相同？	LWAC 的品質穩定，來源單一，與第一年訂定的料源相同。
蔡副教授得時	1. 試體尺寸是否須考量目前建築結構所使用之尺寸。	已符合目前部份結構使用之尺寸，若須再放大尺寸，將視試驗需求作考量。
	2. 混凝土強度是否考量使用目前最常用之 210kgf/cm^2 。	已包含 210kgf/cm^2 ，另一組強度係依研究規劃另行擬定。
	3. 輕質骨材之來源是否穩定，請考量。	骨材來源與品質沒有問題。
鍾研究員立來	1. 輕質混凝土會否有耐久性問題？	LWAC 經多項實驗認證，耐久性沒有問題。
	2. 有案例否？	有關 LWAC 的耐久性案例甚多，有關 LWAC 柱的研究案例則甚少。
	3. 第一年之研究成果可否預測本年度之結果？	可應用於本年度研究計畫案。
	4. 計劃執行後，其結果可否作為設計用？	可作為設計之使用。

廖 研究員 慧燕	1. 輕質骨材特性是否會因骨材不同而有很大差異，試驗結果是否僅限定於該特別骨材，或可以直接應用於其他輕質骨材？	人造輕質骨材製程大同小異，本研究成果適用其他符合規定之輕質骨材。
	2. 目前的試驗計畫與國內實際構材是否相似，試驗結果是否可直接應用於實際之結構設計參考。	可直接應用於結構設計上。
陶 研究員 其駿	1. 請詳述本案對尺寸效應之探討規劃。	依研究計畫規劃，設定三種尺寸試體，進行尺寸效應試驗。試體的決定依試驗設備與運送因素為考量。
	2. 請詳述偏心載重試驗試體之安裝方式。	偏心試驗將參考國內外研究案例進行，詳細試驗將於期中報告呈現。

(三) 第 7 分項：鋼筋腐蝕對於鋼筋混凝土建築構件耐震性能
與生命週期之影響

甄審 成員	發言重點	廠商（邱建國教授）回應
王 顧 問 亭 復	1. 以本案所做試體之配筋承受反覆載重試驗，其大小、載重程序均會影響構件微裂紋多寡及腐蝕情形，宜列述此反覆載重試驗之載重大小、程序以及與耐震性能關係。	將以一般量測標準試驗之步驟進行。鋼筋之排列初期以單根為主，以減少鋼筋間因電流效應所造成之噪訊。
	2. 試體中僅排置一根鋼筋與實際耐震斷面鋼筋差異相當大，如何以此與耐震性能套上關係。	
高 教 授 健 章	1. 是否在荷重下，試體做劣化加速作用後，才做結構力學試驗？	本研究案主要針對中性化及塩害環境下之腐蝕對於構件之耐震性能探討及研究，即不考慮應力腐蝕之效應。本研究之梁試體規劃為十根，會再依實作情形調整以利結論之撰寫。
	2. 所謂「應力腐蝕」在本研究中是否有考慮？	

	3. 試體數量多少？是否足夠做結論？	
蔡副教授得時	1. 試體量體及數量請明確說明。	梁試體數量為十根，會再依實際結果進行調整。於縮尺模型中已有加入因拌合水中含氯離子而形成腐蝕之影響。
	2. 是否可以考量 1,2 只試體以海砂或海水來製作，以模擬台灣地區實際發現之所謂「海砂屋」等。	
鍾研究員立來	1. 如何量化鋼筋腐蝕之程度？尤其對既有結構	以重量減少率為主，並以 3D 表面形狀量測，了解實際腐蝕形式。將配合目前實際使用量測系統進行實用性加強。
	2. 構件之耐震能力(勁度、強度、韌性)對鋼筋腐蝕程度之靈敏度？	
	3. 研究成果如何落實？應用在真實結構？	
廖研究員慧燕	1. 為符合實際狀況，以利於未來應用，模擬式(以電流加速腐蝕)與實際之差異如何修正推導出實際之狀況，國外是否有相關參考文獻。	配合縮尺模型試驗進行腐蝕型態調整，國外研究資料缺乏，因此調整或修正模式會再進行研究。
陶研究員其駿	1. 請先界定“建築構件”之定義，是否僅為對梁行為之探討。	僅對梁構件進行研究。試體規劃以一般梁尺寸為主，但鋼筋之數量之多少會依實驗條件進行調整，但以能反應實際情形為主。
	2. 請述明試體規劃之原則，並與文獻回顧之內容做一明確之關聯。	

(四) 第 8 分項：超高強度鋼筋混凝土建築設計施工指針之研擬

甄審成員	發言重點	廠商（廖慧明建築師）回應
王復 顧問亭	1. 「超高強度鋼筋混凝土設計」在日本是否有指針？	日本建築中心有超高層建築之構造指針，但並沒有分 RC 或 S 造。

	2. 建議指針內容對於超高強度鋼筋混凝土組成律，亦即其應力、應變曲線予以說明。	目前尚無適當資料。
高教授健章	1. 本案所用之高強度鋼筋與混凝土等材料，在國內生產之情形如何？其品質穩定性如何？本研究應對材料資訊進行調查，並建立資料庫供參考。	目前應有可行性。。
蔡副教授得時	1. 建議將本研究之章節大綱明列。	會有章節。
	2. 計畫名稱內所謂「指針」之位階為何？或建議以「使用手冊」表示。	「指針」位階應低於規範。
鍾研究員立來	1. 本計畫會否涵蓋預鑄混凝土？	只含超高層鋼筋混凝土設計施工。
	2. 本計畫之執行是否為翻譯之工作？或為蒐集國外資料再作綜整？	否。
	3. 若為翻譯工作，有版權問題否？	應無問題。
廖研究員慧燕	1. 指針是否為參考或是法令之一部分，建議釐清其法令定位。	應為將來申請新工法、新技術、新材料參考之用。
	2. 參考日本資料，是否因應本土特性修正。如材料或施工品管等國內與日本未盡相同之處，建議酌予修正，以利國內推廣應用。	應配合國內之習慣，但怎樣提昇是關鍵。
陶研究員其駿	1. 有關本案設計施工指針內容文字之呈現，應儘量與國內現行建築物耐震設計規範及 RC 規範一致，避免出現過多日文化之文字。	會儘量配合國內現行或慣用的用語。
	2. 請釐清「指針」於國內建築法系之位階，以利未來法制作業之推動。	應屬規範前之標準或規定，指針即 Guide。

十、討論事項：無。

十一、臨時動議：無。

十二、會議結論：

(一) 本會議甄審結果如次：

分項協同研究計畫名稱	投標受甄審廠商	平均分數
高溫下含混凝土箱型鋼柱之軸向受力行為	楊國珍教授	81.3 分
全尺寸鋼筋輕質混凝土構件之力學行為研究 (II)	顏聰教授	81.9 分
鋼筋腐蝕對於鋼筋混凝土建築構件耐震性能與 生命週期之影響	邱建國教授	80 分
超高強度鋼筋混凝土建築設計施工指針之研擬	廖慧明建築師	80.9 分

以上各分項投標受甄審廠商，均符合甄審須知第四點第一款「投標廠商之得分，須有過半數之出席甄審成員評定達 70 分（含）以上者方列入名次之排定。」之規定，宣布為該分項協同研究計畫之最優勝廠商，取得議價資格。

(二) 本會議結束後，請廠商依甄審小組成員發言意見妥予回應，並於 30 分鐘後至秘書室辦理議價作業。請廠商於得標後，配合甄審小組成員意見修正計畫書內容，俾以納入契約文件中。

十三、散會：下午 4 時 45 分。

附件四

內政部建築研究所

98 年度協同研究計畫案「鋼筋腐蝕對於鋼筋混凝土建築構件耐震性能與生命週期之影響」及「超高強度鋼筋混凝土建築設計施工指針之研擬」

期中審查會議紀錄

一、時 間：98 年 7 月 29 日（星期三）上午 9 時 30 分

二、地 點：本所簡報室

三、主持人：林組長建宏

記錄：蔡煒銘、鄒本駒

四、出席人員：如簽到單

五、主席致詞：(略)

六、承辦單位報告：(略)

七、研究單位簡報：(略)

八、出席人員審查意見：

(一)「鋼筋腐蝕對於鋼筋混凝土建築構件耐震性能與生命週期之影響」案：

中華民國土木技師公會全聯會 陳技師敬麟：

本計畫混凝土中性化試驗之強度反比未中性化之混凝土強度大，表示中性化並未能造成混凝土劣化；中性化造成鋼筋混凝土劣化，因會引起鋼筋銹蝕膨脹，如能對鋼筋材料加以改善，則可避免中性化問題。

中華民國建築師公會全聯會 程建築師建明：

預期成果等 4 項，生命週期定義與分析與本研究案生命週期之影響有何區別，並於期末報告呈現。

葉幹事祥海

1. 本研究除原訂之足尺寸梁反覆載重實驗外，增加中性化，電腐蝕加速實驗……等，並善用建研所耐久性相關試驗儀器設備，增進研究標的，值得肯定。
2. 足尺寸梁之反覆載重試驗，係可反應柱之耐震韌性，建議陳述之。
3. 參考文獻編碼，有些零亂，內文中(如 P.31 裂縫監控的程序於文獻[10-16])乙節，建議將文獻之案名或研究者直接敘述。又引用中國大陸文獻需注意用語轉化及其正確性。

4. 中性化箱之實驗，其控制之溫度外，其溼度如何？建議陳述。P. 37、38 試體之示意圖呈現上下底塗上 epoxy，但圖形在閱讀上，有違透視圖之意象，建議改正。
5. 耐震之因素甚多，震害除鋼筋之腐蝕外，結構系統之規則性、對稱性……等，均影響之，建議陳述在先，再著力於本研究。
6. 研究目標(預期成果)所列 1.3 項之「考慮…」，建議改為「探討…」較能貼近研究之目的。

王技師亭復：

1. 在足尺寸試體製作前，宜先將所用材料如鋼筋及混凝土先做試驗，以確認試體勁度及強度。試驗之前應先預估試體實際降伏彎矩、塑性彎矩及破壞彎矩，以為加載速率、大小之依據。
2. 本報告尚未見反覆載重加載方式及使用儀器，依所製作試體加載循環次數及百分比，宜予澄清。
3. 未腐蝕試體及腐蝕後試體在反覆載重試驗後，以何種方式及方法評估耐震性能，如強度、變位角、勁度、韌性、能量消失等，應予說明並預估。

鍾教授立來

1. 此一計畫執行完成，是否即足以解決鋼筋混凝土劣化對生命週期之影響？若否，尚有那些課題尚需解決，請說明，以作為建研所規劃研究課題之參考。
2. 梁劣化之研究成果可否引伸至柱之行為？

黃教授世建

本研究實驗項目規劃完整，應有良好成果。意見如下：

1. 大號與小號鋼筋之重量對表面積比確有不同，故腐蝕速率是否也應有所不同。
2. 本次足尺寸實驗以撓曲行為測試為主，但台灣有地震威脅，梁柱之剪力強度亦為重要檢核項目，故宜於後續研究中考量。
3. 桿件於鋼筋腐蝕後，其位移增加之參數變化對耐震行為之利弊得失，宜作較詳盡之探討。

蔡教授益超

1. 本案規劃良好，內容豐富。
2. 腐蝕含中性化腐蝕與氯離子腐蝕，兩者何種較普遍，腐蝕的情況是否有別？
本案用通電腐蝕，較相似於何種腐蝕？
3. 本案是否未規劃中性化腐蝕之梁試驗？
4. 腐蝕後降伏比降低很快，是何原因？
5. 構材之耐震指標可考慮曲率韌性 μ_{ϕ} 。

研究單位回應（依審查委員質詢順序回復如下）：

1. 文獻指出，中性化後混凝土中孔隙更加緻密，因此混凝土強度隨之增加。
但另一方面，混凝土中性化將造成鋼筋鈍態膜消失，一旦氧氣及水份藉由孔隙裂縫進入，將更易造成鋼筋鏽蝕膨脹及保護層剝落，因此中性化可造成整體鋼筋混凝土的劣化。同意委員所言，改善鋼材可避免中性化問題，然該主題非本研究範圍，期能於後續研究探討。
2. 有關生命週期定義與分析方法均會於期末報告中呈現。
3. 柱與梁的區別主要為軸力的大小，目前尚不清楚軸力對於含腐蝕鋼筋構件的影響，因此仍須相關試驗來說明。
4. 目前環境條件設定於溫度 25℃，相對濕度 70%，該試驗條件係參考文獻訂定，旨在取得最佳中性化條件。試體示意圖將依建議改正。
5. 將於文獻回顧中補充。然而，本研究範圍主要限定鋼筋腐蝕發生後對構材耐震性能之影響，有關結構系統等課題則不在研究範圍之內。
6. 期中報告圖 1.3-1 顯示反覆載重加載方式：圖中試體左側固定於強力地板，油壓制動器與試體右側連接：施加位移控制反覆載重，位移加載歷時預定為 0.25%、0.375%、0.5%、0.75%、1.0%、1.5%、2.0%、3.0%、4.0%、5.0%、6.0% 位移比，每一個位移比重複兩次以觀察強度衰減。
7. 本計畫擬採用勁度、強度、韌性、能量消散與塑鉸長度作為耐震性能指標。
未腐蝕試體彎矩強度預估已列於報告第三章第二節，未腐蝕與已腐蝕試體其他參數預估仍在進行中，結果將於期末報告中闡述。
8. 本次研究所設定之範圍是無法完成解決鋼筋混凝土劣化對生命週期之影響。但本研究案於規劃時已說明本研究課題之緣由，並已將與本研究相關

之課題說明與定位；此一部份資料將會列於期末報告中。未來只要完成各相關研究與整合，鋼筋混凝土劣化對生命週期影響之了解必能有所突破。

9. 梁劣化之研究成是無法直接延伸至柱，但可藉由此一實驗了解材料劣化對構材行為之影響，未來仍會規劃柱實驗以做進一步探討。
10. 鋼筋號數的確對腐蝕速率有所影響，但本次研究之時間與經費有限，先以 5 號鋼筋為對象進行探討，未來之後續研究將會以實驗變數考量之。
11. 本次研究之時間與經費有限，先以梁之撓曲行為為對象進行探討，未來之後續研究會將剪力強度列入考量。
12. 一般而言，通電腐蝕與中性化腐結果較為相近，但仍存在環境與材料條件所造成之誤差；氯離子腐蝕則經常拌隨孔蝕現象發生，理論上更難利用電腐蝕結果加以模擬。因此，本研究中設計縮尺模型並同時進行中性化、塩害及電腐蝕，以探討彼此間之差異性。
13. 本研究並未規劃中性化腐蝕之梁試驗，主要因為受中性化箱之大小所限制。
14. 簡報中之說明為” 降伏點比” ，並非一般所稱之降伏比。
15. 將於實驗結束後進行分析並判斷其適用性。

(二)「超高強度鋼筋混凝土建築設計施工指針之研擬」案：

中華民國土木技師公會全聯會 陳技師敬麟：

日本高層 RC 構造技術先進，若能引進使用，對國內將會很有助益，本會樂觀其成。

中華民國建築師公會全聯會 程建築師建明：

高強度混凝土就台灣地區之材料(含進口材料)所採用之數據應有足夠的試驗，以建立 CNS 或結構混凝土設計規範，包括預鑄混凝土構材要求等。

葉幹事祥海

1. 本研究之超高強度 RC 建築，其設計施工確有超乎國內現有的技術規則或規範之處，本案以「指針」為名義，可導引國內創新的建築發展，值得國內推展。
2. 有關 New RC 的構材、工法、技術，建議依建築技術規則視為新材料、新工

法、新技術事項，於個案提出時先予審核認可。

3. 本案沿用日文資料較多，名詞用語建議以國內常用之術語改進之。

王技師亭復：

1. 本計畫既為蒐集自日本超高強度 RC 設計之研究，宜先與我國現行相關規範、標準、規定等做一比較。
2. 所有本研究所參考之日本超高強度 RC 設計及施工文件，如參考文獻 2.2、2.3、2.8、2.9、3.7、4.3、4.5 等建議存檔於本所，並建立網路資料版供查閱(有版權者不能下載)參考。
3. 本研究所用名詞建議盡可能使用與本國規範、標準相同的用語。
4. 4.10.1 節中之「等值線性法」似非動力分析法之一種，而性能設計法應亦可以靜力線性或靜力非線性分析而得，並不一定屬於動力分析法。
5. 耐震性能判定基準為依建築物用途，按其損壞情況分級如表 4.4.1 中，若重要建築物，則同樣地震等級，其構件變位或塑鉸大小均宜增強一級。
6. 有關材料規定，原參考資料推測應為 JIS 標準，報告中不少部份引用 CNS，兩者可能差異不少，是否適用？請予檢討。

鍾教授立來

1. 此一計畫執行完成後，是否足以推廣應用於超高強度鋼筋混凝土結構？若否，尚有那些課題待研究？請說明，以作為建研所規劃研究課題之參考。
2. 請另立一章，彙整超高強度鋼筋混凝土建築結構相對於現有的 RC 結構在設計及施工指針上的獨特性規定。

黃教授世建

本案規劃良好，對超高強度鋼筋混凝土結構之推動很有幫助，意見如下：

1. 本案著重於設計與施工指針之研訂，確為正確方向，其除與世界潮流之性能設計接軌外，也較具可行性。故預期成果應以「指針」為方向，不宜以「規範」為目標。
2. 本案應對指定技術審查機構之審查與認可辦法作明確之建議，再由中央主管建築機關參考決定之。

蔡教授益超

1. 日本 New RC 行之有年，其相關試驗與指針可供參考。
2. 國內推廣超高強度 RC，鋼筋沿用日本規格，諒無問題。但高強度混凝土之變異性大，骨材影響最大，建議注意台灣生產之高強度混凝土的性質如彈性係數 E，潛變行為與應力-應變曲線與日本的差異，以及進行相關構材設計時那些是 RC 規範不能適用的地方(如剪力強度與圍束設計等)。

研究單位回應（依審查委員質詢順序綜合回復如下）：

1. 超高強度鋼筋混凝土結構目前雖無規範，但將來接受審查時，除須遵照一般高樓審查之內容及程序外，另需針對所採用之施工技術進行審查與檢討，並因所使用之材料強度極高及預鑄技術之難度，受審單位也須配合審查單位要求提出相關材料及結構實驗資料證實其可行性。委員所提規範，現今尚無相關資料，日本亦未出版規範，僅有 New RC 構造設計 Guideline，本研究係基於 New RC 之設計建造較以往需要更高度的工程技術與專業判斷，並期未來可供作審查單位之參考資料或審查重點，乃採用指針的模式進行研擬。另有關日本在 New RC 之相關發展，可參考本研究報告附錄所提去年建研所主辦之 New RC 研討會資料。
2. 委員所提建立網路資料版供查閱乙案，因涉版權問題，不宜公開提供閱覽，惟相關資料之取得並不困難，如本研究主要參考文獻之「Design of Modern Highrise Reinforced Concrete Structures」，是 New RC 方面的重要著作之一，為倫敦出版社版權所有，可逕由網路順利購得。該書編著者為 921 大震災時曾受邀來台演講之青山博之教授，美國亦無相關資料，New RC 文獻多為日文，青山教授曾被特邀至美國 ACI 為 New RC 進行專題演講。
3. 超高層 RC 建築實際用到超高強度材料的部分為至樓高 1/3~2/3 處，其他部分仍是使用一般的 RC 材料。而其施工部分，其關鍵則是在預鑄，此部分也可參考日本武藤清教授早期的動力設計相關資料，日本亦有參考美國的韌性立體剛構架。因美國土地廣闊，高樓 RC 住宅需求不大；日本則同台灣一樣土地狹小，該類建築需求較大，因此日本預鑄化方面較美國為先進，武藤教授亦曾建議台灣應發展高樓 RC 住宅。
4. 為推動 New RC 建築發展，今年 9 月將會再度邀請日本學者專家來台演講，介紹其審查制度及相關技術問題，屆時也期望能針對國內高強度混凝土所

顧慮的骨材、添加劑，以及強度與流動性的確保等工程問題提供實務見解。

本研究並非規範，研擬指針，本計畫介紹相關可參考之資料。

5. 日本超高強度混凝土預鑄施工強調 VH 分離工法，亦即垂直構件先建造完成再作水平構件的施作。而國內 RC 施工則是柱封模後即施作梁板，為一體成形之施作方式，此乃錯誤的施作方式。另國內於高層部分的施工仍比照低層部分繼續採用泵送灌注混凝土，以致造成灌注不順時採以加水處理之弊端，或採用更大的壓力抽送造成已灌注構體因受振動影響而發生握裹不良之情形，而國內相關實驗時之試體也並未反應實際的施工情形。相對地，國外則是採用二次施工的方式。本計畫所研擬之指針，將針對上述缺失等作概要及原則性規定，鑑於日本超高強度鋼筋混凝土設計指針規定有考慮到施工的問題，因此本研究亦將設計與施工併為考量，進行設計施工指針之研擬。

九、會議結論：

- (一) 請承辦同仁詳實記錄與會專家學者及機關團體代表之意見，並請研究團隊參酌據以積極辦理後續研究。
- (二) 本會議「鋼筋腐蝕對於鋼筋混凝土建築構件耐震性能與生命週期之影響」與「超高強度鋼筋混凝土建築設計施工指針之研擬」等二項協同研究計畫案期中審查通過。

十、散會：中午 12 時 05 分。

附件五

內政部建築研究所 98 年協同研究「鋼筋腐蝕對於鋼筋混凝土建築構件耐震性能與生命週期之影響」及「超高強度鋼筋混凝土建築設計施工指針之研擬」等 2 案期末審查會議紀錄

一、時 間：98 年 11 月 20 日（星期五）下午 2 時 30 分

二、地 點：本所簡報室

三、主持人：何所長明錦(李主任秘書玉生代) 記錄：蔡煒銘、鄒本駒

四、出席人員：(詳出席簽到單)

五、主席致詞：(略)

六、報告人簡報：(略)

七、綜合討論：(依發言先後順序)

(一)「鋼筋腐蝕對於鋼筋混凝土建築構件耐震性能與生命週期之影響」

王技師亭復：

1. 未見反復載重試驗試體設計、規畫、加載程序及試驗結果及討論。
2. 評估構材之生命週期宜包括鋼筋腐蝕、混凝土碳化、混凝土含氯量等綜合影響之評估。
3. 本次試驗僅止於混凝土碳化後之抗壓強度及鋼筋抗拉拔力等之增強，但對於碳化硬脆後對於構材抗彎曲及韌性影響未予說明。
4. 主鋼筋腐蝕後，反覆載重試驗循環曲線中應可尋求耐震性能因子，如超強係數、位移放大因子、最大強度及韌性容量等之比較。

鍾教授立來：

1. 鋼筋腐蝕對構件韌性消能之影響為何？
2. 主持人對期中審查之回應為何？
3. 可否提出較量化之結論。
4. 梁構件反復載重尚未執行，可否預測其耐震行為。

黃教授然：

1. 請統一中性化與碳化名詞之一致性。
2. 請敘明構件耐震能力的材料影響因素。
3. 於構件加速腐蝕時，可同步進行鋼筋腐蝕試驗以獲得腐蝕鋼筋的材料特性。
4. 請敘明碳化引發腐蝕與氯離子引發腐蝕之差異性。

中華民國結構技師公會全聯會代表 蔡技師東和：

目前有許多的高氯離子混凝土之老舊建築，建議在塩化造成鋼筋腐蝕後之生命週期研究中，亦將高氯離子所造成之問題納入。

中華民國建築師公會全聯會代表 程建築師建明：

請說明中性化速度與中性化速度比之差異性。

(二)「超高強度鋼筋混凝土建築設計施工指針之研擬」

王技師亭復：

- 1.本研究案各章節已溶入我國規範及材料標準，唯我國材料標準 CNS 大部份根據美國 ASTM，是否滿足日本的 New RC 超高強度 RC 之要求，又在設計方法上未有強柱弱梁規定，但又恐柱比梁先降伏導致「層降伏」或引致整體建物偏心、扭轉，是否有更佳解決分析法。
- 2.反應界限位移及架構設計位移之定義宜更清楚釐清。前者似為設計地震反應之位移，後者似定義為前者釋放能量 2 倍之變形。
- 3.圖 4.4.1 之 New RC 設計流程與我國現行規範中之精神大略相同，至於採用變形設計方法更與美國 FEMA-450 相同，而應釐清者為架構設計位移是否等同設計地震「最大」變位之規定。

鍾教授立來：

- 1.後續研究方向已於簡報中說明，請補充於研究報告中。
- 2.超高強度鋼筋混凝土建築結構之韌性、消能行為如何？
- 3.請彙整超高強度鋼筋混凝土建築與傳統鋼筋混凝土建築在設計與施工指針之差異。

黃教授然：

- 1.請於報告中敘明高強度 RC、超高強度 RC 與超高層 RC 建築之定義。
- 2.請釐清超高強度混凝土與高強度混凝土之差異。並應與我國現行相關標準或規範做比較。

中華民國結構技師公會全聯會代表 蔡技師東和：

建議更具體建議設計施工審查機制及審查內容，使這項研究能夠迅速實用化，並避免發生在制度建立前，已有一些案例在未經嚴格管控之下就先偷跑的現象。

林組長建宏：

- 1.有關報告書之格式，請協同研究計畫承辦人逐項檢核後，提供撰稿人依標準

格式之規定修正。

2.請於報告書內提出後續建議進行之相關研究課題。

3.超高層鋼筋混凝土建築設計施工指針之研擬案遺漏參考書目部分，亦請予以補充。

意見回覆情形：

(一)「鋼筋腐蝕對於鋼筋混凝土建築構件耐震性能與生命週期之影響」

- 1.中性化速度係取某條件下之中性化速度係數為參考值而進行比較，此部份將會於成果報告中詳細載明。有關中性化與碳化名詞統一問題，也將於成果報告中進行統一修正。
- 2.反復載重試驗試體設計、規畫與加載程序已載明於期末報告。反復載重試驗已準備完全並立即進行試驗，相關之試驗結果將於成果報告中展現與討論；所討論之因子會參照委員意見，並將具體之定量成果詳述於結論中。
- 3.本次研究以中性化為主，相關氯離子腐蝕等現象雖有進行試驗，但所得結果有限，會將委員所提及之問題放入建議事項中。
- 4.有關期中報告時之意見回覆會遵照委員意見放入成果報告中，亦會增列未來相關研究課題。

(二)「超高強度鋼筋混凝土建築設計施工指針之研擬」

- 1.本研究是參考日本 New RC 五年專案研究計畫，該計畫促成混凝土及鋼筋材料的強度大幅提高，使 RC 建築物朝向更高層發展，國內在 CNS 標準部分，將來可以納入超高強度 RC 所需材料之規定。
- 2.國內在 New RC 的建造上，現階段可根據建築新技術、新工法、新設備及新材料之審核認可制度。本研究成果之指針內容並不屬於規範性質，應屬於參考指引(Guideline)，目的為促進 New RC 建築在國內的發展，提供有關超高強度鋼筋混凝土建築物設計施工及審查之參考，而將來在審核制度中可依個案要求進行必要之實驗，以補充現行設計施工規範之不足，並進行 New RC 建築結構實驗結果模擬其構架在大地震時之安全檢討。
- 3.國內的規範在結構設計部分多參考美國規範，但在推動超高層鋼筋混凝土建築的發展方面，美國因土地廣大不似日本推動的積極，在日本 New RC 建築結構之材料強度不斷提高已是普遍應用的技術。而國內建築環境類似日本，有必要積極推動。

4.有關各位評審委員之意見，本案研究團隊將納入報告內容後續修正之參考。

八、結論：

- 1.為避免混淆，期末報告所使用之單位請加以統一，所用公式亦請加註所使用之單位；未完成之實驗或建議補做部分，請研究團隊依與會專家意見詳細檢討，並儘速完成。
- 2.請研究團隊加強相關實驗結果與結論建議之說明，務求審慎與明確，以利後續研究之規劃。

九、散會：(下午 5 時整)

參考書目

1. 內政部：建築物耐震設計規範及解說，95 年 1 月 1 日頒佈實施。
2. 張國鎮、黃世建等：新時代高強度鋼筋混凝土研究，第一年度研究報告，社團法人台灣混凝土學會，98 年 1 月 1 日。
3. 洪思閩、葉超雄、鄧崇任等：建築物耐震手冊之編訂(一)、(二)，內政部建築研究所主辦、中華民國地震工程學會執行，成果報告，88 年 6 月。
4. 陳斗生：台北 101 之地工考量(上)、(下)，營建知訊，2003 年 12 月。
5. 段永定、高金盛、苟昌煥、曾清銓：建築結構隔震設計手冊之研訂，內政部建築研究所成果報告，90 年 10 月。
6. 葉文凱、陳永成等：預鑄建築工程實務，內政部建築研究所主辦台灣營建研究院執行，成果報告，88 年 3 月。
7. 高層鋼筋混凝土造設計指針(暫定版)：日本住宅・都市整備公團 建築技術部 (1999)。
8. Hiroyuki Aoyama, editor: Design of Modern Highrise R.C. Structures, University of Tokyo, Japan, 2001.
9. 日本建築學會：高強度混凝土施工指針(案)・同解說(2005)。
10. 日本建築學會：高性能 AE 減水劑混凝土之配比、製造及施工指針・同解說 (1999)。
11. 日本建築學會：現場搗灌同等型預鑄鋼筋混凝土結構設計指針(案)・同解說 (2002)。
12. 日本建築學會：預鑄複合混凝土施工指針(案)・同解說(2004)。
14. 國土開發技術研究中心：NewRC 構造設計指針(1992)
15. 日本建築中心：高層建築物之構造設計實務(2002)
16. 建築技術：(特集)超高層 RC 造之設計和技術(2002)

17. 日本住宅、都市整備公團 建築技術部：高層鋼筋混凝土造設計指針 (1999)
18. 日本建築學會：建築物之限界狀態設計指針(2002)
19. 日本建築學會：長周期地震動和建築物的耐震性(2007)
20. 日本建築學會：鋼筋混凝土造建物之韌性保證型耐震設計指針・同解說(1999)
21. 日本建築學會：鋼筋混凝土造建物之耐震性能評估指針(案)・同解說(2004)
22. 日本建築學會：鋼筋混凝土造建物之品質管理及維持管理的試驗方法，(2007)
23. 日本建築學會：建築工程標準規格書・同解說(JASS 5 鋼筋混凝土工程)，(2009)
24. 新世代超高強度鋼筋混凝土構造工程技術研討會 論文集，(2007)
25. 新世代超高強度鋼筋混凝土構造工程技術 第二次研討會講義，(2009)
26. 晴海三丁目西地區(再)A1 街區住宅建設及其他工程 簡介資料 (2006)

目次

表目錄	VI
圖目錄	VII
第一章 通則	
1.1 適用範圍	1-1
1.2 適用方法及原則	1-3
1.3 名詞定義	1-3
第二章 結構計畫	
2.1 緒論	2-1
2.2 結構計畫	2-2
2.3 規則性結構系統	2-4
2.3.1 基面以上之上部結構系統	2-5
2.3.2 基面以下之下部結構系統	2-11
2.3.3 具隔震系統之特殊結構系統	2-12
2.3.4 具被動消能系統之特殊結構系統	2-12
2.4 採用超高強度鋼筋混凝土之標準結構構材	2-13
2.4.1 建議之柱、梁斷面	2-13
2.4.2 已開發或須研發之超高強度 RC 結構構材	2-15
2.5 結構體之要求目標性能	2-17
2.6 超高強度 RC 構材製造與工地施工可行性之確認	2-17
2.6.1 製造與施工品質確認之重要性	2-17
2.6.2 指定技術審查機構之審查及認可	2-18
第三章 高強度鋼筋混凝土之材料與構材性能	
3.1 總則	3-1
3.1.1 適用範圍及原則	3-1

3.1.2 材料與構材之品質目標及性能要求	3-4
3.1.3 高強度鋼筋混凝土製作與施工必須充分檢討之事項	3-5
3.1.4 設計時應有的施工考量	3-6
3.2 高強度混凝土之性能要求	3-9
3.2.1 抗壓強度	3-9
3.2.2 彈性模數	3-10
3.2.3 工作性	3-12
3.2.4 單位體積質量	3-13
3.2.5 對中性化之抵抗	3-14
3.2.6 對鹼性骨材反應之抵抗	3-15
3.2.7 鹽化物量	3-16
3.2.8 乾燥收縮、自體乾縮	3-16
3.2.9 水化熱	3-17
3.2.10 對凍結融解作用之抵抗	3-19
3.2.11 耐火性	3-21
3.3 高強度混凝土材料的一般事項	3-23
3.3.1 水泥	3-24
3.3.2 骨材	3-25
3.3.3 拌和水	3-28
3.3.4 化學摻料	3-30
3.3.5 混凝土物理性摻材	3-31
3.3.6 其他的材料	3-32
3.4 混凝土配比強度	3-32
3.4.1 坍度或坍流度	3-38
3.4.2 含氣量	3-39
3.4.3 水灰比	3-39

3.4.4 單位水量	3-40
3.4.5 單位水泥量	3-40
3.4.6 單位粗骨材量	3-41
3.4.7 化學摻料之使用量	3-41
3.4.8 品質及工作性之確認	3-42
3.5 高強度鋼筋	3-43
3.5.1 一般事項	3-43
3.5.2 力學性質	3-45
3.5.3 錨定與續接	3-48
3.6 高強度混凝土構材	3-49
3.6.1 一般事項	3-49
3.6.2 力學性質	3-50
3.6.3 高強度鋼筋混凝土之錨定和握裹	3-50
3.6.4 高強度鋼筋混凝土之圍束	3-52

第四章 耐震設計與分析方法

4.1 適用範圍	4-1
4.2 用語	4-4
4.3 耐震設計基本原則	4-5
4.4 耐震設計之判定基準	4-6
4.5 結構物之模擬方式	4-11
4.6 構材之反復受力特性	4-12
4.7 地震設計的方向性	4-15
4.8 根據靜力分析之耐震性能之確認	4-16
4.8.1 設計地震力及其豎向分配	4-16
4.8.2 架構之水平強度	4-17
4.8.3 降伏機構的保證	4-17

4.9 基礎結構	4-19
4.10 根據動力分析之耐震性能的確認	4-20
4.10.1 耐震設計分析方法	4-21
4.10.2 動力分析模型	4-23
4.10.3 構件分析模型	4-28
第五章 預鑄混凝土構材之結構性能要求	
5.1 適用範圍	5-1
5.1.1 總則	5-1
5.1.2 名詞定義	5-1
5.2 性能要求	5-7
5.2.1 性能目標	5-7
5.2.2 使用狀態之垂直載重下構材之結構性能	5-9
5.2.3 極限狀態之垂直載重下構材之結構性能	5-11
5.2.4 達到極限狀態之地震載重過程中構材之結構性能	5-11
5.2.5 耐久性、耐火性	5-15
5.3 設計原則	5-16
5.3.1 預鑄混凝土構材接合部以外部份的設計原則	5-16
5.3.2 預鑄混凝土接合部的設計原則	5-19
5.3.3 設計時對構材製造及構材組立的考量	5-31
5.4 細部規定	5-40
5.4.1 適用範圍	5-40
5.4.2 鋼筋續接	5-40
5.4.3 錨定	5-42
5.4.4 配筋規定	5-42
5.4.5 鋼筋保護層	5-43

第六章 施工及管理

6.1 通則	6-1
6.1.1 適用範圍	6-1
6.1.2 適用原則	6-1
6.2 特殊施工法之必要性	6-4
6.3 混凝土之發包、製造及輸送	6-6
6.3.1 一般事項	6-6
6.3.2 預拌混凝土工廠之選定	6-6
6.3.3 預拌混凝土之發包	6-8
6.3.4 預拌混凝土的製造管理	6-11
6.3.5 預拌混凝土的輸送	6-16
6.4 預鑄構材之組裝	6-17
6.4.1 總則	6-17
6.4.2 驗收	6-22
6.4.3 預鑄構件之裝設、組立及結合	6-23
6.4.4 預鑄構件之驗收及架設、組立以及接合的 品質管理、檢查	6-24
6.5 施工計畫及施工管理	6-25
6.5.1 製造廠之核准	6-25
6.6 施工品質之管理	6-27
6.7 施工品質之確認	6-27

參考資料

參考資料一 使用歷時分析反應之超高層建築的性能評估作業辦法

參考資料二 超高層鋼筋混凝土造之施工計畫及管理

參考書目

表目錄

表 3.2.4.1 鋼筋混凝土之單位體積質量	3-13
表 3.2.11.1 高強度混凝土之基本的爆裂防止對策	3-23
表 3.3.2.1 砂石、砂的品質	3-28
表 3.3.2.2 砂石及砂之參考級配	3-28
表 3.3.3.1 拌合水之品質基準	3-30
表 3.4.1 混凝土強度之修正值 m_{Sn} 之標準值	3-36
表 3.4.2 混凝土強度之修正強度比 m_{Kn} 之標準值	3-37
表 3.4.3 混凝土強度之修正值 T 的標準值	3-37
表 3.4.4 混凝土強度之修正值 T_n 的標準值	3-38
表 3.5.2.1 SD 590/685/785 鋼筋之力學性質	3-45
表 3.5.2.2 鋼筋混凝土用 SD 590/685/785 鋼筋之化學 成分表	3-48
表 3.6.3.1 90 度彎曲時之必要最小錨定長度	3-51
表 3.6.3.2 直通配筋時之必要柱深度	3-52
表 3.6.4.1 箍筋的最大間隔	3-52
表 4.4.1 地震時架構的水平變形和架構、構材的狀態	4-6
表 4.4.2 耐震設計判定基準和確認方法例	4-10
表 4.6.1 未超過機率與強度修正係數	4-13
表 4.9.1 基礎承載強度之設計規定	4-19
表 4.9.2 基礎側向抵抗強度之設計規定	4-19
表 5.3.3.1 構材尺寸及預裝部品的容許誤差之一例	5-34

圖目錄

圖 1.1.1 混凝土設計強度之樓層別、構材別使用範圍	1-2
圖 2.1.1 結構設計流程圖之案例	2-1
圖 2.3.1.1 管中核之標準層平面及構架立面	2-7
圖 2.3.1.2 高層鋼筋混凝土建築物主要之結構平面	2-8
圖 2.3.1.3 標準構架立面	2-10
圖 2.3.2.1 日本對高寬比值之規定	2-12
圖 2.3.4.1 耐震、隔震、制震構造與樓層數之關係	2-13
圖 2.4.1.1 典型柱斷面	2-14
圖 2.4.1.2 具核心鋼筋之外柱	2-14
圖 2.4.1.3 典型梁斷面尺寸	2-15
圖 3.1.1 日本 New RC 計畫中設定之材料強度的目標	3-3
圖 3.2.2.1 抗壓強度與彈性模數之關係	3-11
圖 3.2.4.1 設計強度和單位容積質量之關係例	3-14
圖 3.2.5.1 水灰比和中性化速度係數之關係	3-15
圖 3.2.6.1 混凝土中之含鹼量和水泥量之關係	3-16
圖 3.2.8.1 水灰比和自己收縮率、乾燥收縮率之比較	3-17
圖 3.2.9.1 高強度混凝土構材之溫度履歷	3-19
圖 3.2.10.1 空氣量對耐凍害及抗壓強度之影響	3-20
圖 3.2.10.2 變更養護條件低水灰比無 AE 混凝土之凍融 試驗結果	3-20
圖 3.2.11.1 供試體之水灰比、含水率和爆裂發生之關係	3-22
圖 3.2.11.2 柱構材加熱時之水灰比和爆裂深度的關係	3-22
圖 3.3.2.1 骨材之種類和抗壓強度的關係	3-27
圖 3.5.2.1 SD 550/685 鋼筋力學性質示意圖	3-47

圖 3.5.2.2 SD 785 鋼筋力學性質示意圖	3-47
圖 4.4.1 日本 New RC 高層建築結構設計流程	4-9
圖 4.6.1 柱之受力特性	4-14
圖 4.6.2 梁之受力特性	4-14
圖 4.10.2.1 等值剪力型	4-25
圖 4.10.2.2 等值彎曲剪力型	4-25
圖 4.10.2.3 等值構架型	4-26
圖 4.10.2.4 構材模型	4-27
圖 4.10.2.5 平面模型	4-27
圖 4.10.2.6 立體模型	4-28
圖 4.10.3.1 梁的單元素模型	4-30
圖 4.10.3.2 Takeda 恢復力環模型	4-30
圖 4.10.3.3 柱構材之 MS 模型	4-31
圖 4.10.3.4 各種牆分析模型	4-33
圖 5.2.1.1 現場澆置鋼筋混凝土構材的概念	5-4
圖 5.2.1.2 預鑄混凝土接合部的概念	5-5
圖 5.2.1.3 材軸直交接合部	5-5
圖 5.2.1.4 材軸平行接合部	5-6
圖 5.2.1.5 合成剪力牆的垂直接合部、水平接合部例	5-6
圖 5.2.4.1 降伏塑鉸範圍接合部之梁、柱交叉部架構的復 元力特性容許範圍	5-14
圖 5.3.1.1 具柔軟性之設計	5-18
圖 5.3.2.1 摩擦	5-21
圖 5.3.2.2 剪力摩擦	5-22
圖 5.3.2.3 剪力鍵	5-22
圖 5.3.2.4 接觸面壓力傳遞	5-24

圖 5.3.2.5 插銷作用	5-26
圖 5.3.2.6 鋼筋的直接續接	5-28
圖 5.3.2.7 鋼筋的間接續接	5-28
圖 5.3.2.8 包括柱梁交叉部的單位構架	5-30
圖 5.4.2.1 鋼筋和接合面之間具規定的有無	5-42
圖 6.3.4.1 依坍度監視器測定的實例	6-14
圖 6.4.1.1 預鑄構件之組立工程例	6-19
圖 6.4.1.2 作業體制之案例	6-21

第一章 通則

1.1 適用範圍

- (1) 本指針適用於主要結構構材使用高強度鋼筋混凝土之超高層鋼筋混凝土造建築物。
- (2) 本指針指定高強度鋼筋混凝土材料與構材之要求性能。
- (3) 本指針耐震設計採用性能設計法，提供超高層鋼筋混凝土造建築物之結構設計可行方法的相關規定。
- (4) 引用本指針之建築工程，施工者必須有能力實現設計圖說與本指針之各項要求，確保結構體混凝土之品質及性能。
- (5) 為求品質安定、工期縮短、提升作業安全性，超高層鋼筋混凝土造建築通常採取構材預鑄化。

[解說]

建築物的高層化要求及混凝土、鋼筋相關材料、結構性能分析等之技術開發，使得高強度混凝土造之超高層住宅建築變得可能。然而高強度鋼筋混凝土之特性與傳統鋼筋混凝土有所差異，本指針將指出其構成材料及構材的性能，及設計高強度鋼筋混凝土造超高層建築之結構計畫、分析方法、施工與管理方案。

指針同時指出超高層鋼筋混凝土建築並非全結構體都使用高強度鋼筋混凝土，而是因應所需勁度、強度配合使用對應強度之鋼筋混凝土。於結構計畫初期即應對各種強度混凝土之使用範圍作規劃，如圖 1.1.1 為規劃各種混凝土強度之樓層別、構材別使用範圍例。

本指針耐震設計採用性能設計法，該設計法之流程可簡約成 3 階段：

- a. 根據建築物之目的等把握所要求之性能，設定設計之目標性

能。

b. 為了達成目標性能採用適當的設計技術，假定架構、構材等。

c. 將所假定建築結構之性能適正的評估，表示出其性能。

性能的要求有[使用性]，其目的為確保建築物之使用容易性、居住容易性。[修復性]，其目的為對於建築物受到外部刺激受到損傷後確保修復性的容易度。[安全性]，其目的為避免建築物內外之人命直接涉及的危險。

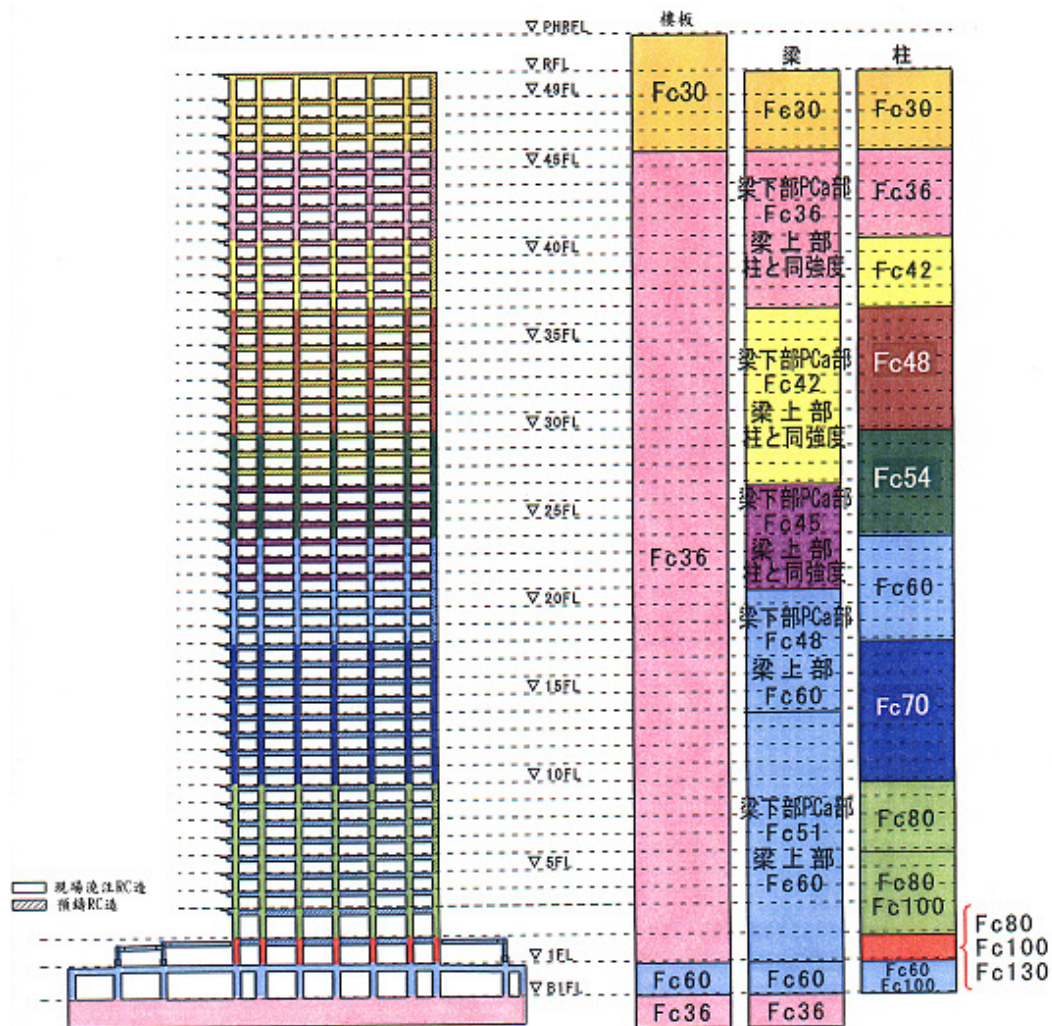


圖 1.1.1 混凝土設計強度之樓層別、構材別使用範圍

【資料來源：參考書目 26】

大量使用高強度鋼筋混凝土的建築於日本已有約 20 年左右的歷史，但於國內尚屬新材料之使用，因此初期應特別注重施工之可行性及品質的確保。施工與品質管理之說明詳見第六章。

高層鋼筋混凝土造建築為求品質安定、工期縮短、提升作業安全性常採用預鑄構材，有梁、柱、版全預鑄，也有採用半預鑄所謂適材適所的預鑄混合混凝土工法，預鑄構材和現場澆注混凝土之間力量的傳遞等，必須加以檢討，關於預鑄混凝土構材之結構性能要求詳見第五章。

1.2 適用方法及原則

- (1) 自行研發或參照本指針進行結構分析與構材設計時，應提出其特有之設計規範及設計方法。
- (2) 自行研發或參照本指針進行材料、構材之製造或施工時，應提出其特有之製造規範或施工規範。
- (3) 上述所提供之規範，須經主管機關所指定技術審查單位的認定方可據以實施。

[解說]

日本自 1988 年起，在政府推動 5 年的專案研究計畫，以及業界配合產業的技術開發下，超高強度鋼筋混凝土造超高層建築之實績比比皆是，相關領域之研究發展累積著龐大可供參考的資料。本研究案鑑於高強度鋼筋混凝土於建築之應用，在國內尚待業界引進發展階段，對於設計的資訊與技術開發，尚有多面向的探討空間，無法以「規範」的條款規定設計、施工的各細節，因此參考日本相關的研究資料及其現行作法，援用「指針」的模式，提出高強度鋼筋混凝土於設計、施工上，應遵循的重點，避免落入傳統鋼筋混凝土之思維與手法。進行實際建案時，業主與設計施

工團隊應依各建案之特色充分討論，甚至進行必要之驗證試驗後，訂定詳細的設計與施工規範以資遵循。

1.3 名詞定義

高強度鋼筋混凝土：本指針所謂之高強度鋼筋混凝土為，使用設計強度 36N/mm^2 以上 120N/mm^2 以下之混凝土，以及降伏強度 490N/mm^2 以上之鋼筋的鋼筋混凝土。

結構體混凝土：作為結構體而澆置，依周圍的環境條件及水化熱的溫度條件下所硬化之混凝土。

結構體混凝土強度：結構體中發展之混凝土的抗壓強度。

預鑄構材：於構材最終位置以外地方澆置混凝土而製造之構材。

[解說]

各章使用之名詞另於各章定義。

第二章 結構計畫

2.1 緒論

採用超高強度鋼筋混凝土構材於高層建築，其結構設計在台灣地區仍以耐震設計為首要，除須符合內政部於 95 年 1 月 1 日所頒佈實施之「建築物耐震設計規範及解說」規定外，尚須具備一套更嚴謹可行之結構計畫始得辦理設計與施工。

[解說]

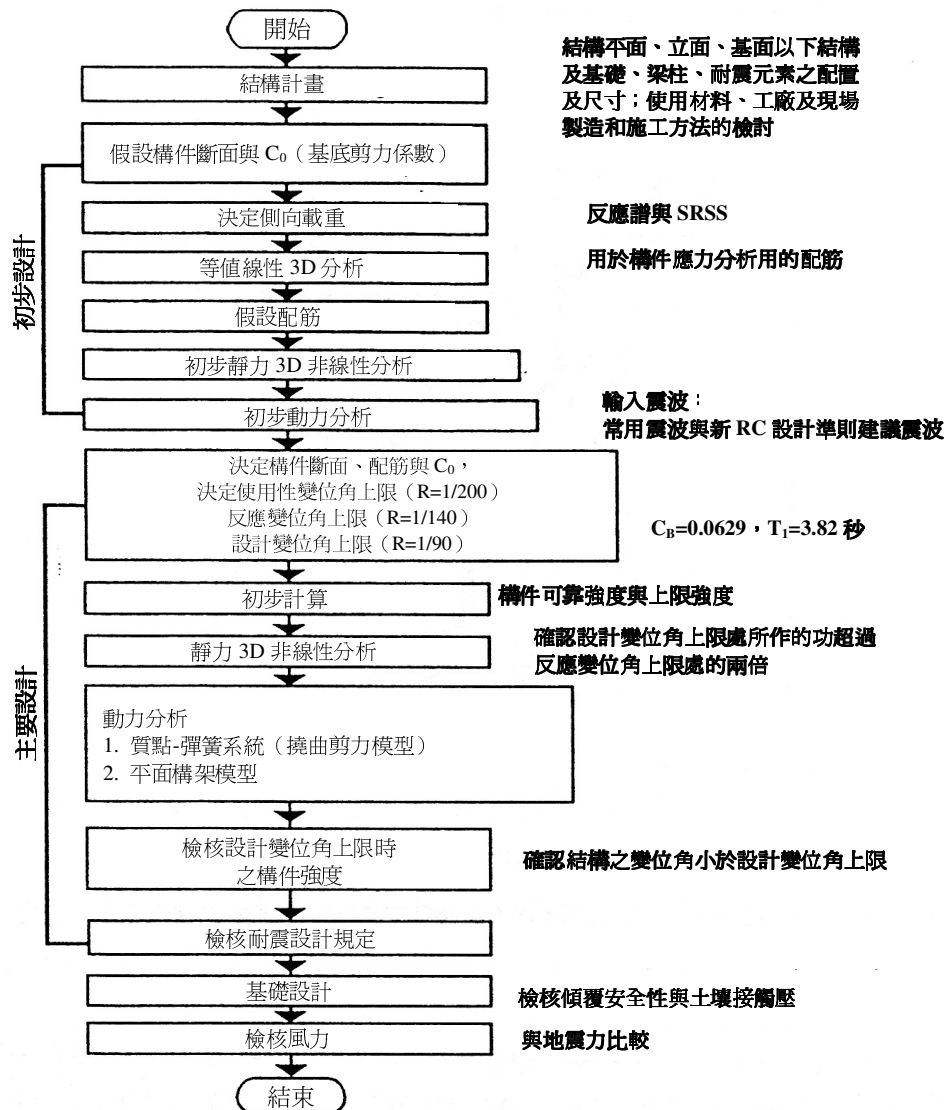


圖 2.1.1 結構設計流程圖之案例

【資料來源：參考書目 8】

(1)結構計畫係在地質調查資料完備後，配合建築需求、使用材料、最佳之製造與施工方法方案下先行擬定之一個可行計畫，經嚴謹檢討(或審查)後，用之於辦理結構設計，參考圖 2.1.1 日本 New RC 建築結構設計流程圖之案例。

(2)未來建議須通過中央主管機關指定審查機構之審查，由其訂定實施辦法後再確定之。

2.2 結構計畫

2.2.1 結構計畫之內容

結構計畫之內容至少須包含：

- (1) 規則性結構系統之詳細說明。
- (2) 使用超高強度鋼筋之計畫。
- (3) 使用超高強度混凝土之計畫。
- (4) 使用已充分研發或已普遍應用之標準結構構材及耐震元素或隔減震設施之計畫。
- (5) 含超高強度鋼筋混凝土構材之建築結構耐震分析及設計方法。
- (6) 超高強度鋼筋混凝土構材工廠或現場製造與施工計畫與工作團隊之能力。

2.1.2 指定技術審查機構

經內政部認可並授權指定辦理使用超高強度鋼筋混凝土構材之高層建築設計審查與施工審查之特殊技術審查機構，其組成及運作辦法另訂之。

[解說]

日本建設省於 1988 年開始之 New RC 計畫之開發，其目標係針對 RC 造建築物之超輕量，超高層化技術之開發，使用比一般 RC 建築結構强度高很多的混凝土與鋼筋，以抵抗 RC 柱的大軸力，並儘量以預鑄 RC 構材方式運用，使施工效率提高，讓安全又經濟的高層 RC 建築成為可能。在地震國的日本，建築物被要求具較高的耐震安全性，故耐震設計考量之重要性超出其他結構設計考量，而為了使設計之結構性能得以確實實現，而開發出如下要素技術所構成之高強度混凝土造建築物之施工法。

- (1)高性能減水劑之開發導致施工性較佳之高強度混凝土之配比，製造方法。
- (2)信賴度高的混凝土澆置，搗實方法。
- (3)大徑鋼筋之高精度的加工，組立方法。
- (4)信賴性高、施工性佳的鋼筋續接器錨定工法。
- (5)高精度且施工性佳的模板工法。
- (6)效率好的循環工法

為了控制建設公司工作團隊不良的過度競爭，日本建築中心等的高層 RC 技術審查委員會要求申請者須提出一系列文件以展示其有能力設計和建築高層 RC 建築，審查通過才能取得政府的建造許可。

國內之高層建築結構外審已行之有年，目前只有台北市和高雄市有結構預審的作法，其目的係避免建築設計完成後才做的結構設計之耐震及安全性與現場施工可行性有問題時已難以大幅度修改。由於超高強度之混凝土與鋼筋等材料與特殊結構構材之性能往往超出現行國家標準、建築設計規範和施工規範之標準與規定，故結構計畫之內容兼顧材料使用、構材使用、耐震分析方法與製造施工能力之說明，並強調事先已充分具備執行之能力，

由內政部指定之技術審查機構事先審查把關，相當於辦理新工法新技術之認定與結構預審之工作，俟通過審查後，始得辦理結構設計，於複審通過後才能取得建造執照並進行施工。

2.3 規則性結構系統

含超高強度鋼筋混凝土構材之建築結構系統以採用規則性結構系統為原則，並符合建築物耐震規範及解說中”結構系統設計詳細要求”之規定。

[解說]

超高強度鋼筋混凝土造高層建築特重耐震設計之正確性與施工可行性及效率性，故配合住宅與辦公之建築需求，以採用規則性結構系統為最佳之選擇。參考書目 3 中 1.3 節設計、施工計劃上之注意事項可做說明：(1)強調載重、應力、變形之計算，其結果與實際建築物之載重、應力、變形的狀態儘可能使其為近似值，注意不要進行與實際建物之載重，應力、變形不明確之複雜形狀的設計。(2)構材斷面宜標準化及單純化。又 2.2 節解說中之「效率良好的循環工法」，在規則性結構系統中即易達成。

參考書目 2 及 5 中對於規則性結構系統和結構系統設計詳細要求有十分詳盡之說明。

參考書目 2 中，引述「高層建築結構方案優選」一書中之資料，強調以下數點做為建築造型之選擇：

- (1)建築平面要簡單，以方形、矩形、圓形為最好，其次為正六邊形，橢圓形、扇形。
- (2)立面變化須均勻，以矩形、梯形、三角形、雙曲線形等均勻變化的幾何形狀為宜。

- (3)合適的建築高度。
- (4)建築物高寬比不宜過大。

至於合理的結構佈置則須滿足以下幾點：

- (1)結構力求對稱，使水平地震力作用下各構件受力比較均勻；
即質心與剛心幾乎重合為宜。
- (2)抗推構件合理佈置，特別注意具有很大抗堆剛度的 RC 牆體和 RC 豎筒的位置，力求在平面上對稱。
- (3)高層建築上面各層的質量分佈也儘量均勻對稱，以免質量的偏心引起扭轉效應對下層的積累而不利，故抗扭剛度亦為一要點。
- (4)結構豎向要等強，不可出現柔弱底層，承力豎構件不得中斷和突變，注意頂層大廳的合理結構剛度及屋頂塔屋之合理設計。
- (5)足夠的建築基礎埋深。

2.3.1 基面以上之上部結構系統

- (1)上部結構系統須為規則性結構，可分為三種類型：
 - a. 韌性抗彎矩立體剛構架(SMRF)
 - b. 具耐震隔震或制震等元素之立體構架二元系統
 - c. 雙管狀結構系統(Tube in Tube)及管中核結構系統 (Interior Core exterior column system)。
- (2)標準層平面外形以長方形或正方形為原則，RC 柱斷面採方型或長方形為標準，並以不大於 100 x 100 公分為原則(柱間距不大於 600cm)。
- (3)建築物立面原則上為長方形，高寬比建議小於 4。

[解說]

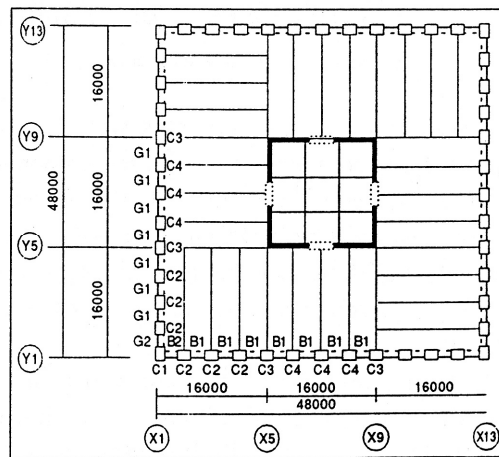
(1)、(2) 實際的建築物建造時，單獨使用這些結構系統或將其組合後複合採用的情形也有。即 a 和 b 比較會單獨採用，c 與其他系統相互組合使用的情形較多。

a. 韌性抗彎矩立體剛構架，其特徵為構架的配置於平面上、立面上較容易計畫為規則性，不會因平面上的偏心及立面方向的勁度不連續導致應力的集中，構架的破壞型式也容易掌控。日本初期的超高層 RC 建物皆為此類型，RC 梁跨度為 5m 左右，隨著材料的高強度化，跨度也增大。

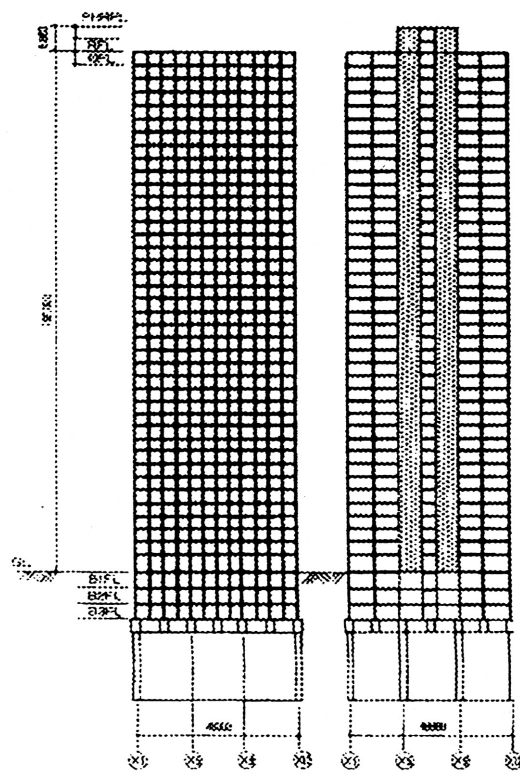
b. 耐震元素可為剪力牆或阻尼器等。具剪力牆的空間構架常利用集合住宅的一部份隔戶牆設置剪力牆。重要的是剪力牆必須平衡的配置儘可能不要產生扭轉振動。此種結構因為難以確保剪力牆與周邊構架之變形性能，實際使用的案例不多。具阻尼器的空間構架，常於大梁間加入含低降伏鋼的間柱，阻尼器於較小樓層位移時降伏，透過其彈塑性履歷吸收地震能量，可降低建築物於地震下的位移反應。

c. 雙管結構系統為除角隅外，柱梁接合部沒有直交梁的結構，水平力由雙管狀結構抵抗，這種平面常被使用。管狀結構梁的跨度較小韌性確保較困難，角隅柱由於 2 方向受力效果，變動軸力將較大等必須注意。另外有中庭形式的雙管結構，由於樓板開口等連接樓板的寬度變小時，必須注意剛隔板假定是否成立。管狀結構外周配置勁度高的構架，比一般的空間構架相對的扭轉勁度高，因此對於地震時重心和勁度中心之偏心導致的扭轉振動具有較強的抵抗力。管中核結構系統係平面核心部分有一至數個以剪力牆為主之核體，並為主要之耐震耐風結構元素。管中核之標準層平面及構架立面圖如圖 2.3.1.1。

圖 2.3 顯示截至 1991 年日本實際建造的結構平面與結構系統，每一形式之結構平面在兩方向上大約 30~40 公尺。



a. 標準層平面



(a) Y1 frame (b) Y5 frame

b. 構架立面圖

圖 2.3.1.1 管中核之標準層平面及構架立面

【資料來源：參考書目 8】

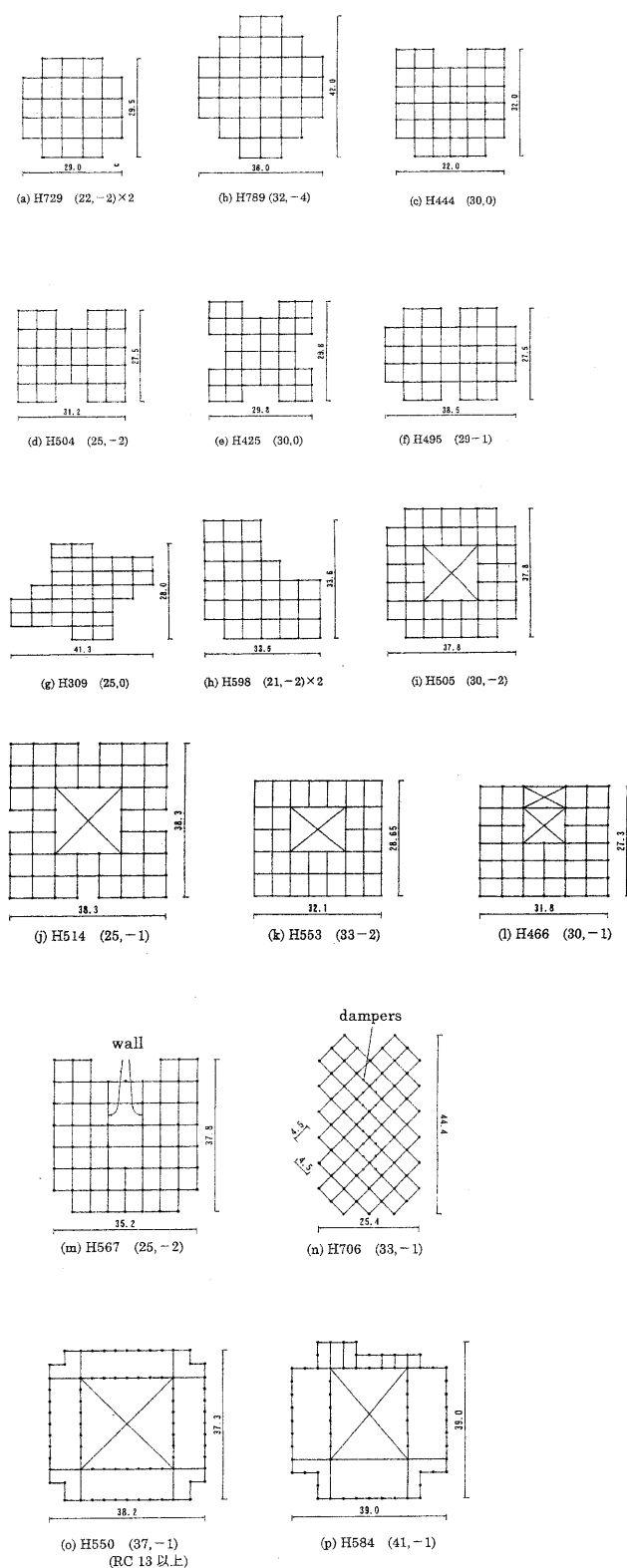


圖 2.3.1.2 高層鋼筋混凝土建築物主要之結構平面

【資料來源：參考書目 8】

圖 2.3.1.2(a)-(i)為空間構架系統，兩方向之跨距約略相同且每個構架皆為抗彎構架。圖 2.3.1.2(m)-(n)為空間構架系統含耐震元件，(m)圖為含剪力牆系統，由以往剪力牆系統對於中低型建築物能有效抵抗地震力的經驗可以推測，剪力牆系統應用於高層建築應有同樣不錯之效果，但其性能或許會和設置於中低型建築物些差異。這些分析都能將藉助非線性靜力或動力分析來進一步探討。當兩方向均設置剪力牆系統時，期兩方向剪力牆系統將產生交互作用，分析將變得相當複雜。(n)圖所示為加裝消能元件，其能於地震過程中吸收部份的能量，以減少結構損壞，此技術即為結構被動消能控制。圖(o)、(p)為雙管系統，管狀結構意指在四邊箱形結構系統中以相對較小的跨距環狀排列而成。平面構架的跨距大約在 3~4 公尺，雙管的距離約 10 公尺以上。雙管系統之設計時，最重要的考量是短跨距之結構須檢核其韌性行為。

(三)高層鋼筋混凝土建築物立面的形狀都相當規則，為避免相鄰樓層間勁度較大的變化，總樓層數從 30 層到 45 層以上，且每層高約 3 公尺，但於地面第一樓層由於為建築物之出入口，有著空間的需求或特殊的用途，因此第一層高度大都提高為 4 公尺或更高，建築物高度除以建築物寬度即高寬比值大約都小於等於 4。標準構架立面如圖 2.3.1.3 所示。

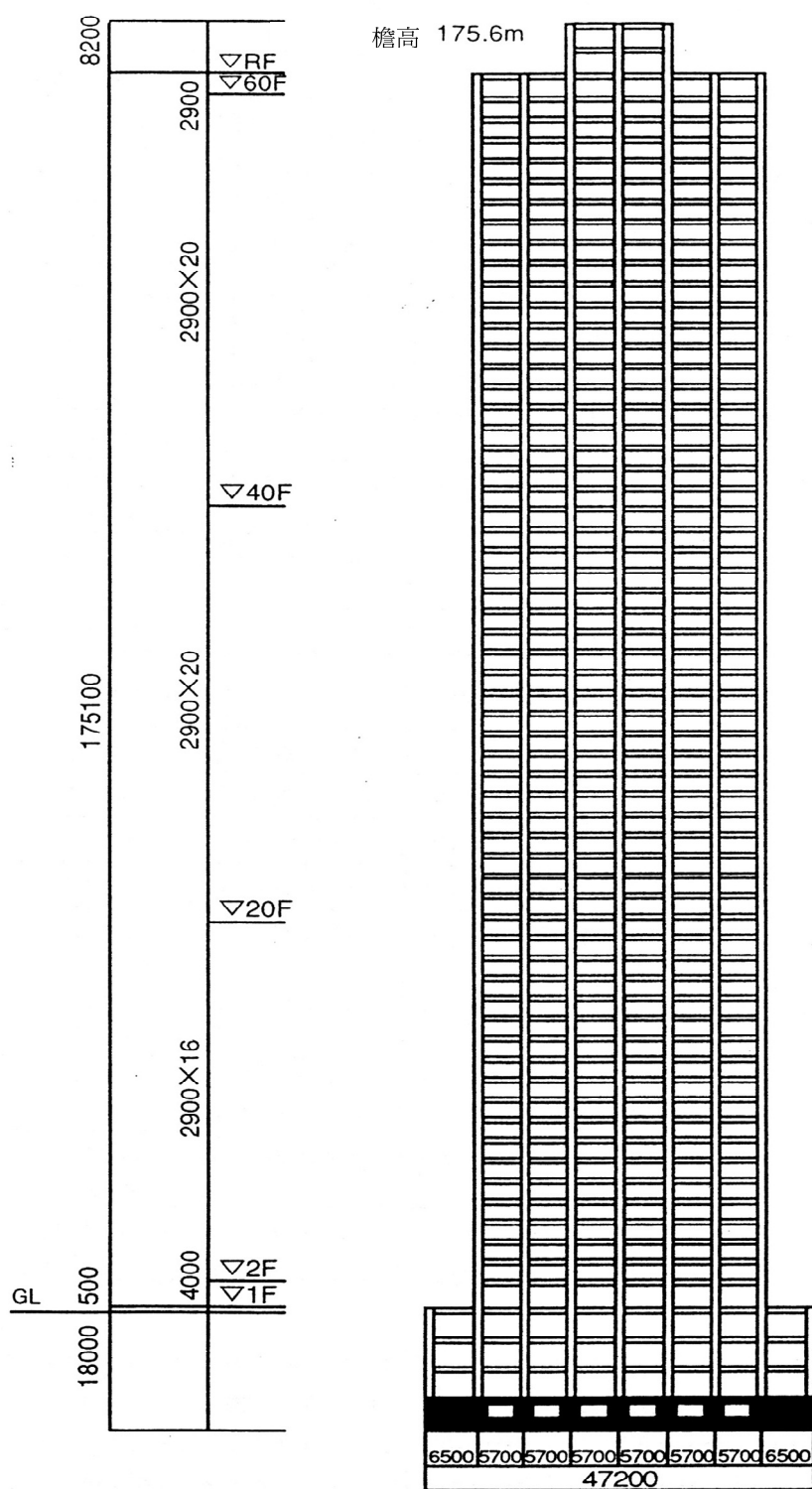


圖 2.3.1.3 標準構架立面

【資料來源：參考書目 8】

2.3.2 基面下之下部結構系統

- (1)基面下之下部結構系統包括地下室構造及其下之基礎結構，一般地下室構造外圍有勁度很高的外牆。下部結構也可能包括一部分剛性構架或擴大之空間構架於地面上。
- (2)下部結構系統之強度與勁度不得低於上部結構者。
- (3)需有足夠的基礎埋深。

[解說]

參考書目 8 中建議高樓建築結構的下部結構需有足夠的建築基礎埋深，對於減少建築的整體傾斜、防止傾覆和滑移，都能發揮一定的作用。高樓地下室的設置，可設計成補償性基礎，可減少地基變形且有助於在可能液化的地基上減輕液化的危害。

日本建設省 1982 年之規定，高樓的基礎埋深宜大於高度的 1/10(圖 2.3.2.1)。日本高層 RC 建築的 80%以上都建造有地下室的下部結構。地下室提供較厚的擋土牆，其也可作為剪力牆，因此可考慮比地面樓層具更大的側向勁度和強度，但地下室和基礎使用的混凝土不必如第一層柱一樣的強度，只要確保承壓強度剛好等於第一層柱底者即可。

國內有關高層建築地下室下方之厚重基礎版、外圍連續壁以及承載樁和抗浮基樁之設計，可參考書目 4.「台北 101 之地工考量」以及參考書目 2. 中 7.1.2 節之說明。

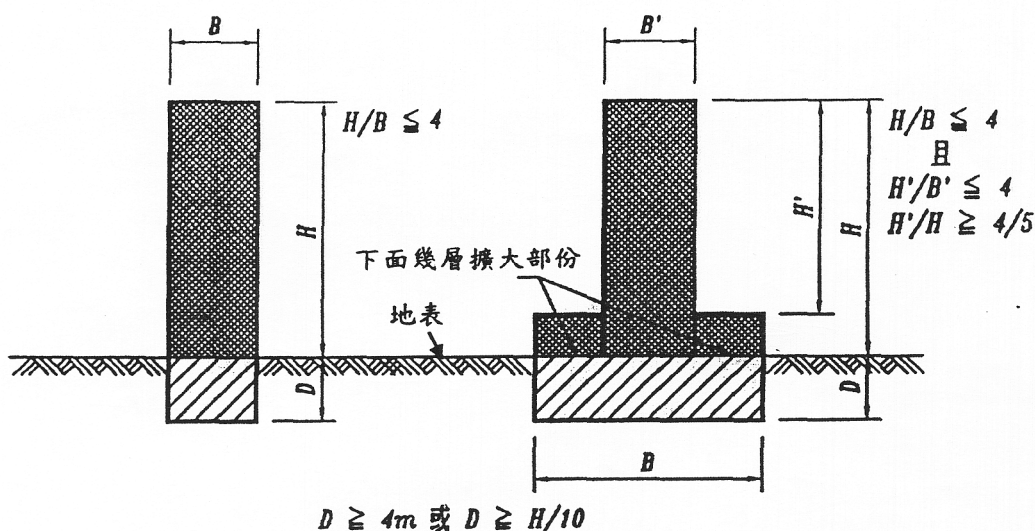


圖 2.3.2.1 日本對高寬比值之規定

【資料來源：參考書目 1】

2.3.3 具隔震系統之特殊結構系統

隔震系統介於上部結構與下部結構之間，其耐震規定依建築物耐震規範之要求。

[解說]

參考書目 1 中對於隔震系統於第九章中有很詳盡之規範與解說。U 又於參考書目 2 中更有進一步之介紹其設計內容與設計規範及範例。

2.3.4 具被動消能系統之特殊結構系統

上部結構系統中裝設被動消能裝置，須依建築物耐震規範之規定辦理。

[解說]

參考書目 1 中對於被動消能系統於第十章中有很詳盡之規範與解說。

日本千葉大學和泉信之教授以 1972 年至 2006 年共 512 棟超高層

RC 造建築物之構造特性做分析指出自 1995 年左右開始已有增加使用隔、減震系統之趨勢；512 棟中，RC 耐震 369 棟，RC 隔震 75 棟，RC 制震（即被動減能式）有 68 棟，如圖 2.3.4.1 所示。後兩者的樓層數約在 20~60 層，高寬比 H/B 則為 2~6。

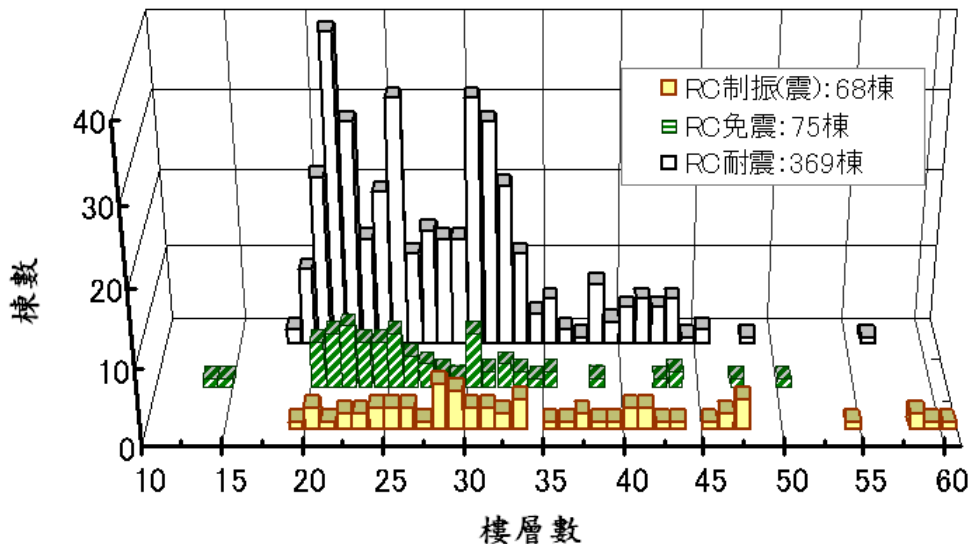


圖 2.3.4.1 耐震、隔震、制震構造與樓層數之關係

【資料來源：參考書目 25】

2.4 採用超高強度鋼筋混凝土之標準結構構材

2.4.1 建議之柱、梁斷面

(1)柱:為克服大地震時之傾倒彎矩，其於低樓層外柱產生支配性的軸力，RC 柱斷面採正方形；除了一般主筋配置(中、高樓層者)在偏外緣外(如圖 2.4.1.1 之標準柱斷面)，另須在柱斷面中心部份配置額外之核心鋼筋(如圖 2.4.1.2 受甚大軸力之標準柱斷面)。

(2)大梁:原則上採矩形斷面，其深度不大於 80cm，但具有較大之梁寬約 60cm 以提供一層 4 根至 5 根大直徑軸向鋼筋的空間，如圖 2.4.1.3 所示。適當使用四肢之箍筋。

[解說]

(1)、(2) 典型的柱斷面如圖 2.4.1.1 所示，柱構材尺寸大約方形且其最大尺寸在低樓層約 90 公分左右，縱向鋼筋比約 2~3%。為提供核心混凝土之圍束效果，許多建設公司發展了數種橫向鋼筋類型。為抵抗大地震所造成之傾倒彎矩於低樓層外柱產生支配性的軸力，如圖 2.4.1.2 所示於柱斷面的中心部份配置額外之縱向鋼筋，典型的梁斷面尺寸如圖 2.4.1.3 所示，梁深大都不超過 80 公分，寬度約 60 公分左右。

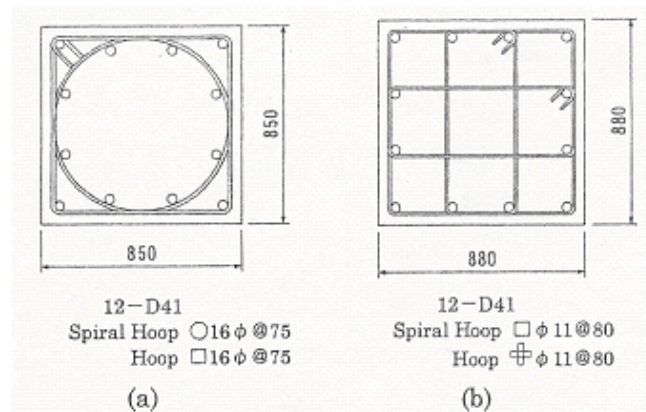


圖 2.4.1.1 典型柱斷面

【資料來源：參考書目 8】

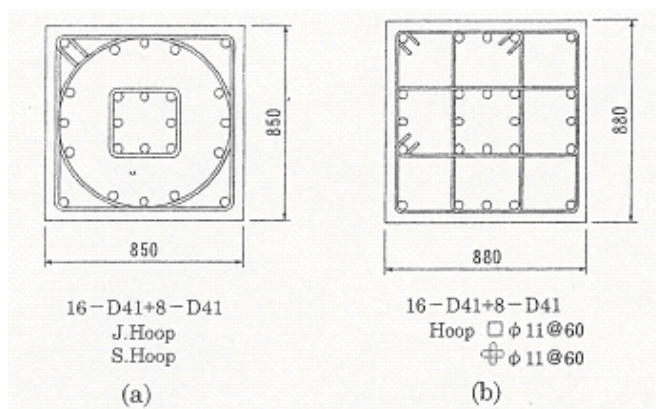


圖 2.4.1.2 具核心鋼筋之外柱

【資料來源：參考書目 8】

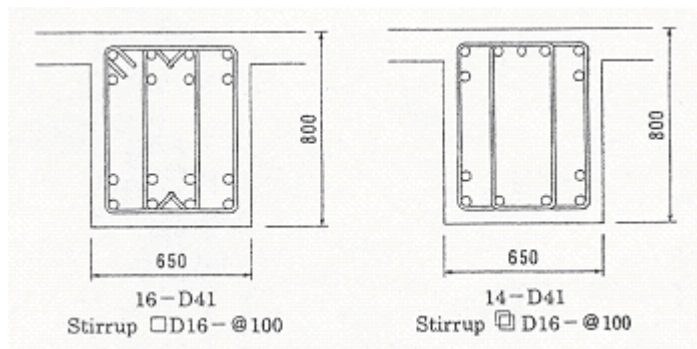


圖 2.4.1.3 典型梁斷面尺寸

【資料來源：參考書目 8】

2.4.2 已開發或須研發之超高強度 RC 結構構材

為評估高層建築結構之耐震性能，各種超高強度 RC 構材本身及梁柱接頭之力學行為，包括梁之撓曲和剪力行為、柱和牆之雙向撓曲和剪力行為，以及梁柱接頭之剪力和錨定行為等須進行試驗以便檢驗理論和分析之預測，而能有效用於實際設計或整體結構耐震性能評估。

[解說]

以日本為例，New RC 研究計畫案結構構材委員會之目的為，開發由高強度混凝土和高強度鋼筋建造之結構構材包括接頭之力學性能評估方法，以及建議針對需求性能設計結構構材之方法。重點放在儘可能基於定量和合理的程序來評估結構性能之方法。採用一般強度材料建造之結構構材所使用之既有理論和分析方法為高強度構材評估方法之基礎，並進行試驗以便檢驗理論和分析之預測。參數試驗之計畫基於「經驗設計」路徑儘可能避免增加實驗體數量及伴隨的預算增多。

參考書目 8. 中之 4.2 到 4.4 節顯示主要試驗計畫依序為梁和柱、牆、和梁柱接頭。梁和柱對應於組成抗彎構架的結構構

材。位於抗彎構架之梁經常稱為桁梁(girder)或大梁以便於與樓板小梁區別，該章則全部使用梁這個名稱。柱永遠指那些位於抗彎構架，垂直站立並支承重載的構材。此處的牆指所謂的剪力牆抵抗由地震力導致之水平載重。既然如此結構牆抵抗剪力及傾倒彎矩，而且這種牆之結構行為不一定受剪力支配，尤其位於高層建物之牆，本章內僅使用簡單的稱為牆。梁柱接頭非獨立構材但事實上其為抗彎構架內的一部分，因為此部分對於抵抗側向載重佔有重要的位置，近十年來受到特別的注意。有時又稱為梁柱接合處、桁梁至柱接頭、桁梁至柱接合處或稱接頭區，本章使用梁柱接頭(beam-column joints)之稱呼。參考書目 16 之 4.5 節為結構構材委員會作業之總結，以容易應用於實際設計之樣式呈現，包括梁之撓曲和剪力行為、柱和牆之雙向撓曲和剪力行為，以及梁柱接頭之剪力和錨定行為。New RC 計畫案，對於高強度材料建造之梁和柱的結構行為僅有最小量的有效實驗資料。許多試驗計畫由結構構材委員會之委員規劃為，用於澄清結構性能評估中數處不確定的地方。該文獻中數個章節主要顯示 13 個系列的試驗體，其內容為：

- (1) 梁降伏後之握裹滑動破壞。
- (2) 樓板於梁撓曲行為之效應。
- (3) 柱降伏後之變形容量。
- (4) 承受雙向撓曲之柱。
- (5) 受高軸壓柱之垂直滑動。
- (6) 柱之剪力強度。
- (7) 梁之剪力強度。
- (8) 剪力壓縮破壞類型牆之撓曲強度。
- (9) 雙向載重下之牆變形能力。
- (10) 細長牆的剪力強度。

- (11)內部梁-柱接頭之握裹力。
- (12)雙向載重下之 3-D 接頭的剪力強度。
- (13)外部接頭之剪力強度。

2.5 結構體之要求目標性能

結構體之要求目標性能包括下述各項

- (1) 超高強度凝土性能
- (2) 超高強度鋼筋性能
- (3) 超高強度 RC 之結構構材性能
- (4) 超高強度 RC 結構之耐震設計方法
- (5) 超高強度 RC 結構之製造與施工

以上各種目標或性能分別於下列各章中討論之。

2.6 超高強度 RC 構材製造與工地施工可行性之確認

2.6.1 製造與施工品質確認之重要性

超高強度混凝土和鋼筋與一般混凝土和鋼筋相比，具有不同之物理性質，故超高強度 RC 構材之製作與施工須以一系列室內試驗及全尺寸施工試驗以確認其製造品質，另須依據超高強度 RC 造混凝土結構施工規範擬定詳細且確定可行之施工計畫(含工作團隊管理與執行能力之證明)經指定之技術審查機構審核認可後始能施工。

[解說]

為了 RC 造建築物能夠高層化又能確保結構體鋼筋混凝土的品質，而採用品質必須可以確認的高強度混凝土和高強度鋼筋及鋼筋續接等材料，而為了使設計之結構性能得以確實實現，則高強度鋼筋混凝土工程之製造與施工須至少滿足解說 2.2 中之 6 個要

素，參考書目 10、11 及 12 之施工指針・同解說與本研究案中各章所敘明者皆為可用於超高層高強度鋼筋混凝土構造施工規範之製訂、可要求業者遵循而由建築主管機關用於管控施工品質確保建物安全之重要技術規定。

日本已有數百 New RC 高層建物興建完成，大部分採預鑄工法方式為之，其品質、成本、工期、安全、人力、環保等各方面之優點超過傳統工法，參考書目 6 及 2 中皆有說明；惟其在設計上及製造和施工上之要求也相對的有更多巨細彌遺的要求。如參考文獻 8 第 8 章「New RC 結構之施工」即強調全尺寸施工試驗和 New RC 施工基準。參考書目 10 中 1.1 節要求「混凝土之製造者及施工者，必須具有能實現設計及本指針所要求結構混凝土品質及性能的充分技術力」。本研究第五章及第六章即參考上述文獻敘明一些重要之指針。

2.6.2 指定技術審查機構之審查及認可

製造與施工之審查及認可辦法另訂之，且須經中央建築主管機關同意後施行之。

[解說]

參考書目 2 之第七章對於日本在 1998 年修正實施之建築基準法有關建築物之設計、施工、完工委託指定之民間確認檢查機構代辦建築確認，中間檢查及完了檢查等有相當詳細之介紹。參考書目 1 即引用美國與日本的制度於[耐震工程品管]中對於專業結構設計審查、結構施工之特別監造、核准之製造廠、預鑄施工、施工品質與品保等有嚴謹之規範。

第三章 高強度鋼筋混凝土之材料與構材性能

3.1 總則

3.1.1 適用範圍及原則

- (1) 本指針適用於使用設計強度 36N/mm^2 以上 120N/mm^2 以下之高強度混凝土，以及降伏強度 490 N/mm^2 以上之高強度鋼筋的鋼筋混凝土工程。
- (2) 有關本指針未明示之事項，除依據內政部之結構混凝土工程設計、施工規範外，得參考可信賴的資料以及必要的試驗證明，但必須確定可達到設計要求及本指針規定的結構品質。
- (3) 關於設計強度超過 120N/mm^2 之超高強度混凝土，採用可信賴資料及必要試驗證據時，必須確保可達到設計所要求之結構體混凝土品質及性能。
- (4) 引用本指針之工程，混凝土及結構物之製造者及施工者，必須有能力實現設計圖說與本指針之要求，並有充分技術以達成結構體混凝土之品質與性能。

[解說]

- (1) 高層鋼筋混凝土造建築物於其下層的基柱，或如預鑄混凝土構材，必須是承受高軸壓應力的構材，係為應用高抗壓強度混凝土的結構物。特別是，近年來於建築領域，開發出使用設計強度超過 36N/mm^2 高強度混凝土之 20~40 層左右的高層鋼筋混凝土造建築物之設計、施工法，於日本東京都圈及近畿圈為中心，多數的高層集合住宅即以高強度的鋼筋混凝土造建造。

非地震帶的國家，以鋼筋混凝土構造 20 層以上的高層造建築物並不困難，但位處地震帶的日本，建築物的耐震安全性要求較高，較高樓層時鋼筋混凝土構造因柱體構材變粗，自重甚大，使其耐震性有疑慮，以致二、三十年前，鋼筋混凝土造的

建築僅限於中低樓層，而 10 層以上之建築物乃選用鋼骨或鋼骨鋼筋混凝土構造。此外，以往結構體混凝土的品質未能確實掌握，也是導致鋼筋混凝土造高層建築物無法有效發展的原因。

但是，大都市土地的高度利用為無可避免的需求，建築物高層化既為必然的趨勢。鋼骨構造因為構材的勁度較低，遭受強風與地震時搖晃較大，如對於居住者會產生不舒適感；以鋼骨鋼筋混凝土構造，施工複雜且建築成本較高。因之，以超高強度鋼筋混凝土來興建高層建築乃受到業界關注，並得以研究開發；1988~1993 年日本建設省推動實施「鋼筋混凝土造建築物之超輕量、超高層化技術之開發(略稱 New RC 總計畫)」的總合技術開發計畫，以設計強度 $60\sim 120\text{N/mm}^2$ 之高強度混凝土為研究開發對象，此後，高強度混凝土之材料、配比、製造、施工、品質管理的相關技術得以躍進(圖 3.3.1)。

國內高強度混凝土的應用已有許多績效，參考日本的範例，在國內以高強度鋼筋混凝土來構造超高層建築，應為可以積極推動實踐的大事。高強度鋼筋混凝土對較低樓層柱體斷面得以縮小，可大量減少混凝土材料的耗用，較輕的結構體也可以降低地震力的作用。由於大型構造實驗及高度立體構架解析等之開發，導入耐震性檢討結果的結構設計法，使設計之結構性能得以確實實現，加上新的建築施工技術指針，應可有效啟動高強度鋼筋混凝土建築發展。

建造高層鋼筋混凝土造建築物，鋼筋混凝土構造之施工應特別注重下列重要的技術。

- a. 高性能減水劑之開發應用，須使高強度混凝土之配比、拌製方法，以利於建築的施工性。
- b. 混凝土的澆置、搗實工法，須具有可靠的信賴性。

- c. 直徑較大的鋼筋工程，應有高精度的加工、組立方法
 - d. 鋼筋的續接器、錨定工法，應有高度的信賴性、優良的施工性。
 - e. 模板工法應具有高精度，並有良好的施工性。
 - f. 應用效率好的循環工程。
- (2) a. 本指針設定的高強度混凝土設計強度為 36N/mm^2 以上 $\sim 120\text{N/mm}^2$ 以下，高強度鋼筋之降伏點 490N/mm^2 以上。係參照在日本二十餘年的發展技術，已經有相當多(60 米以上 RC 建築超過 500 棟)成功的實績，可以借鏡。
- b. 高強度混凝土不同於普通混凝土之性質，其並非中低強度者之延伸，通常視其為一種新材料，其微觀結構、巨觀之力學性質及破壞模式等已不同於普通強度混凝土。故 ACI Committee 363 中提到，目前規範中 RC 構材之設計方法與公式，對於強度超過 6000psi(約 42N/mm^2)之混凝土構材，其公式之應用須重新評估，最好的方法就是利用新的實驗數據及分析，對現行規範中之公式做些修訂。

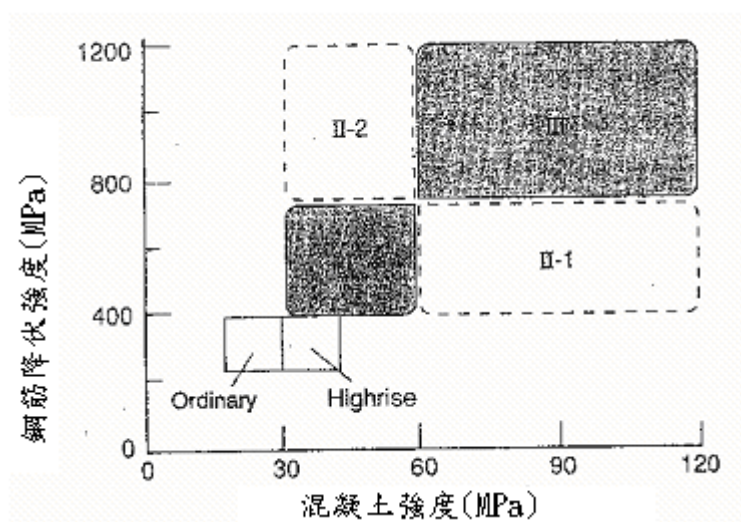


圖 3.1.1 日本 New RC 計畫中設定之材料強度的目標

【資料來源：參考書目 8】

3.1.2 材料與構材之品質目標及性能要求

- (1) 混凝土之品質要求應符合 3.2~3.4 相關各節的規定。
- (2) 鋼筋之品質要求應符合 3.5 相關各節的規定。
- (3) 混凝土及鋼筋之品質，應能確實滿足結構體及構材所需之性能。
- (4) 使用高強度混凝土及高強度鋼筋構築之結構體及構材，必須滿足設計所要求之結構性能、耐久性能、耐火性能，及使用性能。

[解說]

高強度鋼筋混凝土之結構體、構材對建築的功能意義，與一般其他結構與構材相同，其要求之性能和材料品質水準主要如下：

(1) 對於各種載重、外力的結構安全性

結構、構材具有承受各種載重(自重、活載、風、雪、地震)之結構安全的能力，以及具有因應溫度變化、應力疲勞、衝擊、其他特殊外力之結構安全。為了確保結構安全性，結構體混凝土必須具有必要的抗壓強度、應力彈性模數，製造時不得有明顯的裂紋，及進行澆置、搗灌、養護時不得有有害的缺陷。

(2) 平常時之使用性

於經常載重下的使用性，與構材的撓度及振動、裂縫等有關係。影響這些性能的因素常源自於混凝土之潛變及收縮等所引起，故混凝土配比與施工法必須對降低潛變及收縮採取有效的措施。此外，由於混凝土乾縮裂縫或接續澆置冷縫的缺陷而受損的情形很多，亦應防患。高強度混凝土乾燥收縮量、自體乾縮量較大，並應設法減少水泥用量過多的問題，對於水化熱之溫度應力開裂，須採取對策。

(3) 耐久性

結構物之結構安全性及使用性，除了災害等之外，也會因

長期性的劣化而受損，因此確保耐久性是重要的。耐久性為與中性化、鹼性骨材反應、鹽化物量、乾燥收縮、水化熱、凍融損害等性能有關。高強度混凝土因為具有密緻的細微構造，對於大氣中之二氧化碳及鹽化物之侵入具有高度的抵抗性，但是水泥量多，由於自體乾縮或溫度應力產生開裂，或使用不當的骨材時，恐有產生鹼性骨材反應之虞，故於材料、配比之選定、施工及維持、保全上必須注意。

(4) 耐火性

高強度混凝土因為比常用的混凝土組織密緻，火災時表面容易爆裂，會引致構材強度降低的危險性。因此為了確保結構安全性，並控制火災時之爆裂，於混凝土材料、配比之選定、構材之斷面設計、粉刷材之選定等需採取有效的對策。

(5) 其他性能(尺寸精度、混凝土之完成狀態、保護層厚度)

為維護超高層建築結構物應有的結構安全性、使用性、耐久性，混凝土構材必須確保尺寸精度、完整狀態，以及保護層厚度等要求。為了達成這些性能，結構體混凝土應有可靠可行的施工性，即於模板內可以緊密填充，確保混凝土具有足夠的流動性及自充填性的品質。有別於一般混凝土，新拌狀態的高強度混凝土配比，要求較低的水灰比，具有較高的膠結性，以達到設計要求的力學特性及耐久性，並能滿足結構體基本性能，良好的施工性。訂定材料、配比，並於設計圖說中規定坍度或坍流度，以及含氣量等，乃為重要的事項。

3.1.3 高強度鋼筋混凝土製作與施工必須充分檢討之事項

高強度混凝土其設計強度超過 60N/mm^2 ，如其採用可信賴資料，以及必要的試驗證明者，為確保可達到設計所要求的性能，

其必須檢討之事項如下：

- (1) 材料與配比：以抗壓強度為依據，選定可達到混凝土抗壓強度要求品質的材料(水泥、骨材、混合材料)。
- (2) 混凝土的拌製方法：調查工廠設備，技術員的技術能量、經驗及製造方法，選定能安定的拌製超出 60N/mm^2 強度的混凝土之拌和廠。
- (3) 混凝土強度之管理方法：設定合理的強度管理方法，以保證結構體能確實達到目標強度。
- (4) 施工方法：應用合理施工之輸送、澆置、搗實、養護方法，達成混凝土所需的要求品質。
- (5) 結構體混凝土強度：事前透過根據室內試拌和、實機試拌和、實尺寸構材的施工試驗等，確認結構體混凝土達成目標強度之水準。
- (6) 混凝土的耐火性：混凝土強度超過 80N/mm^2 時，應先檢討其耐火性(爆裂性)，並提出相關的對策，反應於其設計規格。
- (7) 溫度裂縫之檢討：由於水化熱可能產的溫度裂縫，應予解析，並對於混凝土之配比、施工有適當的對策

[解說]

高強度混凝土之製造、施工，與普通混凝土的情況差異甚大，對於材料、配比之決定，製造、施工及品質管理之實施，必須有高度的技術和經驗。

3.1.4 設計時應有的施工考慮

根據本指針進行高強度鋼筋混凝土造建築物之計畫及施工時，施工上應注意考量的要點如下：

- (1) 載重、應力、變形之計算，其結果與實際建築物之載重、應力、

變形的狀態盡可能使其為近似值。對於形狀複雜之建築物，其載重、應力、變形不能明確的計算，應注意不要進行設計此類建築物。

- (2) 注意施工計畫的便利性，使構材的斷面達到標準化，及單純化的目標。
- (3) 構材斷面於計算時，考慮保護層厚度、有效深度、鋼筋之交叉導致錯開的位置，以及有效率之續接器施工等配筋的情形。
- (4) 配筋應注意混凝土的填充性，使混凝土和鋼筋能變成一體作用。柱與梁之接合部，須根據實尺寸圖、模型等確定配筋的實情，使混凝土能充分的填充。
- (5) 設計時應充分考慮材料調配的實情，施工時期、施工技術及施工管理之程度。
- (6) 設計者應事先就施工方法，與施工者充分的討論。

[解說]

本項係強調使用高強度鋼筋混凝土造建築物的設計與施工時，設計者和施工者需立於共同的基盤，更重要的是要擁有共通的認識、資訊。通常，於建築工程，施工者有忠實作出所設計的東西，實現設計意圖之建築物性能的義務。但是，建築物的設計圖說僅係顯示該建築物的應有形狀，並以圖面表示為主，有關記載於規格、說明書內之要求，有時並未必足夠，尚須注意圖面所顯示者與規格書之內容，是否有不一致的地方。施工者僅能基於該時點，就可利用的材料、勞務、機械、工法等來進行；從這些面向來看，假如有不可能或有相當的困難時，將無法完成設計者想要的建築物。以往，施工者的需求常被設計者忽視，也從未被設計者如此的強烈關注；但是使用高強度混凝土，特別是高層鋼筋混凝土造建築物之工程時，施工者對於設計者的回饋是相當重

要的。

- (1) 結構設計可說是：實現之建築物受到固定載重、活載重、地震載重等之載重時其結構體力學上舉動的模擬。此於一般的鋼筋混凝土造的設計也相同，但是使用特別高強度混凝土之建築物，因為一般上規模大、載重導致斷面的應力也較高，根據結構設計的判斷和實際間之差異必須盡可能的小。因此，應力狀態及破壞之預測希望為單純、明快者。例如即使為構架結構，也不希望各構架之勁度中心，及破壞模式顯著不同；如結構全體的復元力特性為不安定且不明快，勁度中心與重心有顯著的偏心，會產生扭轉的狀態等。
- (2) 構材斷面的標準化及單純化，使鋼筋及模板的加工、組立有更計畫的且容易的進行，重要的是能提昇施工的精度。特別是，高層的鋼筋混凝土造建築物往上建造時，為了使鋼筋的組立、搬運，模板的搬運、組立，混凝土的澆置能順暢進行，期待構材斷面、鋼筋的組立、接合尺寸等之標準化。
- (3) 計算構材斷面時，例如，同一平面交叉之梁的上端筋，將位於另一方梁筋之上，依此情形將影響結構上之斷面形狀。凡此關於鋼筋之加工、組立時產生的問題，必須加以考慮，事先檢討斷面的計算。
- (4) 構材的接頭及鋼筋的續接部分，也必須檢討是否可保持所定之鋼筋間距，或鋼筋之組合是否可行性。複雜的位置，不以實尺寸之圖示等檢討確認是不易發現問題的，因此設計時必須先行的檢討考量。
- (5) 高強度混凝土，坍度或坍流度即使很大，其膠結黏性也很強，因此混凝土的填充性必須特別考量。又混凝土用的骨材，因為各地骨材的品質不同，為適合於高強度混凝土需求，應預先檢

討其取得的可能性。

施工者之技術水準，包括協力業者必須事先考量。技術水準的要求太高，有時無法完成良好的工程，此外特殊施工的問題，則應有選定施工者之要求。

- (6) 設計者必須將設計的意圖，充分傳達給施工者。施工者從施工技術面，必須將有關其實現之可能性的資訊，提供給設計者。施工依某種順序進行，但是例如(4)所述鋼筋之接頭的位置關係，與施工順序有密接的關係。此外，鋼筋是否於現場組立或預組，將會改變細部的配置。不管如何，兩者皆必須於事前調整，一旦問題產生後再當場處理的話，很可能影響施工的精度與品質。

3.2 高強度混凝土之性能要求

為確保所用之高強度混凝土能滿足結構體之目標性能，設計時須明確規定混凝土之抗壓強度、彈性模數、工作性、單位體積重、耐久性、耐火性、對中性化之抵抗性、對鹼骨材反應之抵抗性、氯離子含量、乾縮、水化熱，及對凍融抵抗性等性能。

[解說]

依下列各節之規定及說明。

3.2.1 抗壓強度

- (1) 結構體混凝土之抗壓強度應為設計強度以上。
- (2) 使用之混凝土的抗壓強度應為結構體修正強度以上。

[解說]

- (1) 設計強度為結構體承受耐力的基本要求，結構體構材強度自應在設計強度之上，同時為考慮結構體的耐久性能，混凝土不會

因為可能局部分劣化，而降低其強度，影響長期使用結構安全性能，結構混凝土之抗壓強度應確實保有設計基準以上的強度。

(2) 結構體鑽心試體強度係數個鑽心試體強度的平均值，其與澆置實驗試體的抗壓強度又有所差異，故使用混凝土之抗壓強度應大於設計強度，再加上鑽心試體與實驗試體的差額(正數)，亦即使用之混凝土的抗壓強度應大於結構體修正強度。

3.2.2 彈性模數

結構體混凝土之彈性模數，可使用(3.1)式，或根據可信賴資料於設計圖說內規定。

$$E=33500 \times k_1 \times k_2 \times \left[\frac{\gamma}{24} \right]^2 \times \left[\frac{f_c}{60} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (3.1)$$

其中，E：混凝土之彈性模數(N/mm²)

γ ：混凝土之氣乾單位體積質量(kN/m³)

f_c ：混凝土之抗壓強度(N/mm²)

k_1 ：根據使用骨材所定之常數

k_2 ：根據混合材料所定之常數

[解說]

混凝土之彈性模數為確保結構安全性及使用性，評估建築物及構材之變形、勁度時之重要的性質。混凝土之彈性模數和抗壓強度的關係，於超過 36N/mm² 之高強度混凝土時按(3.1)式計算。該式為 1999 年版日本建築學會「鋼筋混凝土構造計算規準·同解說」所採用之式，此外(3.2)式所示為可根據 ACI 式來推定。

$$E = 3320 \sqrt{f_c} + 6900 \quad (21\text{N/mm}^2 < f_c < 83\text{N/mm}^2) \quad (3.2)$$

(3.1)式中根據所使用骨材決定之常數 k_1 ，及根據摻合材料決

定之常數 k_2 ，其值如下。

$k_1 = 0.95$ ：石英片岩、安山岩、玄武岩

$k_1 = 1.2$ ：石灰石

$k_1 = 1.0$ ：其他的骨材

$k_2 = 0.95$ ：矽灰、爐石粉微粉末

$k_2 = 1.1$ ：飛灰

$k_2 = 1.0$ ：未使用混合材料

如圖 3.2.2.1 所示，高強度混凝土的彈性模數受到骨材及摻料之種類、品質的影響， k_1 、 k_2 為根據骨材種類、摻料種類所決定之值。此外，彈性模數雖隨著強度的增加而增大，而高強度混凝土大多使用較多的低熱水泥與矽灰等之火山灰摻料，其強度會隨齡期增加的傾向。在特定的測試齡期增長之下，彈性模數也隨著抗壓強度強度進展而增加，有時無法忽視，否則會有設計強度之彈性模數值與設計預期產生差異甚大的情形。

因此，決定設計時之彈性模數時，希望能事前考量檢討使用材料、配比，如設計時無法確定將使用之材料時，即可以使用(3.2)式。

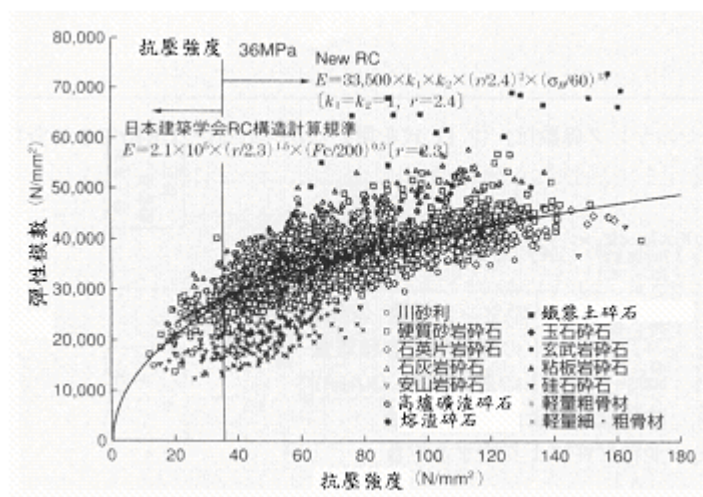


圖 3.2.2.1 抗壓強度與彈性模數之關係

【資料來源：參考書目 9】

3.2.3 工作性

- (1) 混凝土之工作性，以卸料地點之坍度或坍流度表示之，並應具有自充填的填充性、粒料析離之抵抗性。
- (2) 坍度或坍流度之目標值，設計強度超過 36N/mm^2 未達 50N/mm^2 時之坍度為 23cm 以下或坍流度 50cm 以下；設計強度超過 50N/mm^2 未達 60N/mm^2 時，以坍流度 60cm 以下為準；設計強度超過 60N/mm^2 時，其坍流度以 60cm~65cm 為準。

[解說]

- (1) 混凝土係使用各種材料的組合，隨著科技的進步，具有較佳的材料析離抵抗性乃為必要的要求。高強度混凝土之工作性以坍度與坍流度來判定，坍度判定基準依 CNS 1176[混凝土坍度試驗法] (JIS A 1101-1998(混凝土之坍度試驗方法))，坍流度則依 CNS 14842[高流動性混凝土坍流度試驗法] (JIS A 1150-2001(混凝土之坍流度試驗方法))來量測。而其自充填之性能係以 CNS 14840[自充填混凝土障礙通過性試驗法(U形或箱形法)]，與 CNS 14841[自充填混凝土流下性試驗法(漏斗法)]之標準測試之，其目標在確認混凝土澆置時不致產生流動性不佳，以及可能產生骨材析離的現象。
- (2) 一般而言，混凝土強度愈高混凝土的黏性也變的愈高，即使相同坍度或坍流度，其材料析離抵抗也增大。

根據 1997 年以後，日本主要 RC 造建築物之設計強度、坍度或坍流度設定值之實績案例分析顯示：設計強度未達 50N/mm^2 時，坍度管理的情形，大多設為 21cm 以下，也有將目標坍度值設為 23cm。當設計強度為 $50\sim 60\text{N/mm}^2$ 時，坍流度

大多設定目標為 50~60cm 左右。設計強度超過 60N/mm^2 時，因為混凝土的黏性高，析離抵抗性也大，坍流度以 60~65cm 為準。此外，鋼管柱充填混凝土 CFT 構造，其高流動混凝土的坍流度設為 60~65cm 的情形較多。

3.2.4 單位體積質量

- (1) 結構體混凝土之單位體積質量，根據實際狀況決定。
- (2) 結構體混凝土之單位體積質量，根據新拌混凝土的單位體積質量推定。

[解說]

(1)(2) 結構設計在計算載重、外力時，必須先選定結構體混凝土單位體積質量。鋼筋混凝土構材之單位體積質量係以混凝土之氣乾單位體積質量，加上斷面內所配置鋼筋的質量來決定。混凝土的氣乾單位體積質量因使用之材料、配比差別而有所不同，因此結構設計之前，就必須推定實際應用的配比，以決定計算構材的重量。根據日本建築學會「鋼筋混凝土結構計算標準與解說」中說明，在沒有特別調查時，結構混凝土單位體積質量可使用如表 3.2.4.1 所示之值。

表 3.2.4.1 鋼筋混凝土之單位體積質量

混凝土種類	氣乾狀態之混凝土的單位體積質量(t/m^3)	標準值		
		F_c 之範圍 (N/mm^2)	採用無筋混凝土時之單位體積重量 (kN/mm^3)	鋼筋混凝土之單位體積重量 (kN/mm^3)
普通混凝土	2.2~2.4	$F_c \leq 36$	23	24
		$36 < F_c \leq 48$	23.5	24.5
		$48 < F_c \leq 60$	24	25
輕量混凝土 1 種	1.7~2.1	$F_c \leq 27$	19	20
		$27 < F_c \leq 36$	21	22
輕量混凝土 2 種	1.4~1.7	$F_c \leq 27$	17	18

F_c : 混凝土的設計強度

高強度混凝土與一般的混凝土比較，其單位水泥量較大，單位水量較小，其單位體積質量也變成稍大。根據實際的工程使用之配比，以高強度混凝土的設計強度和實用的單位體積質量案例統計，分佈如圖 3.2.4.1 所示，與表 3.2.4.1 所示的數值大致相同，該表資料仍值得參用。但是，如使用特別的材料、配比，而其變動很大時，最好預先予以試拌確認，使設計值的假設能與實況相契。

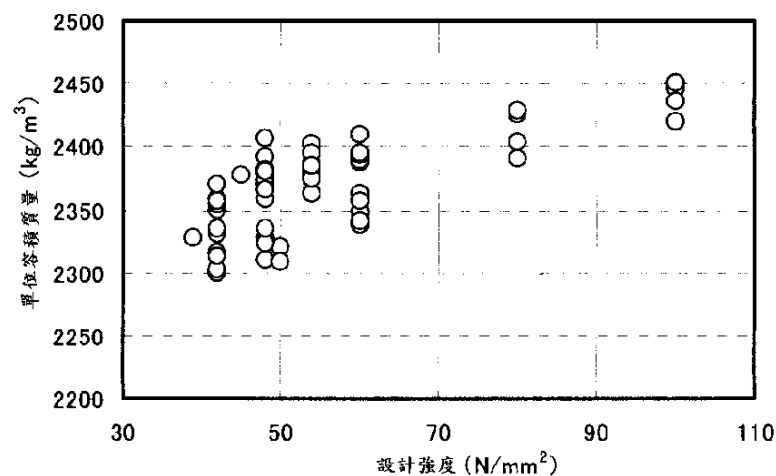


圖 3.2.4.1 設計強度和單位容積質量之關係例

【資料來源：參考書目 9】

3.2.5 對中性化之抵抗性

混凝土應具有阻抗中性化所需的特性。

[解說]

新澆置的混凝土具有鹼性與相當的緻密性，可以保護內部的鋼筋。但是，構材因長期暴露於大氣中，混凝土之中性化由外而內，導致鋼筋之鏽蝕，外層混凝土剝落，結構性能低落。為確保結構安全，在耐用年限內，一般要求混凝土中性化的深度，不得到達鋼筋位置，使鋼筋不發生腐蝕的現象，而將混凝土對中性化的抵抗性，與保護層厚度設定為耐久性的指數。高強度混凝土的

組織較一般混凝土緻密，如圖 3.2.5.1 所示，中性化速度係數隨抗壓強度之增加而變小，抗壓強度超過 60N/mm^2 時之中性化係數為 0.5 以下。此外，高強度混凝土對於氯離子的滲透性的阻抗也較佳，考慮這些因素，可以用來設定構材之耐用年數及保護層厚度。一般而言，為了結構安全上的考量，高強度混凝土的保護層厚度，仍設定與普通混凝土之要求相同，以期待有較高之耐久性。

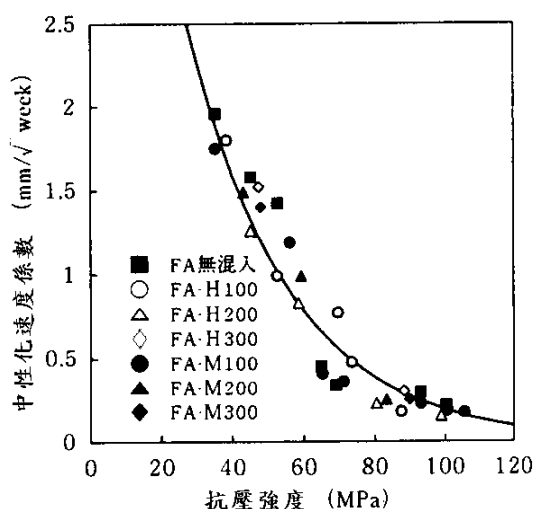


圖 3.2.5.1 水灰比和中性化速度係數之關係

【資料來源：參考書目 9】

3.2.6 對鹼性骨材反應之抵抗性

混凝土的成分應確認，不得有引起鹼性骨材反應之虞者。

[解說]

高強度混凝土因單位水泥量較多，混凝土中之鹼性總量變成較大。根據 CNS 61[卜特蘭水泥](JIS R 5210(卜特蘭水泥))之規定，卜特蘭水泥之全部鹼性含有率須在 0.75%以下。在預拌混凝土中，為控制鹼性骨材反應，其含鹼總量設定在 3.0kg/m^3 以下。如圖 3.2.6.1 所示，單位水泥用量於 400kg/m^3 以上時，混凝土中之含鹼總量控制於 3.0kg/m^3 以下將有困難。因此，混凝土中應使用不致產生有害的鹼性反應骨材。

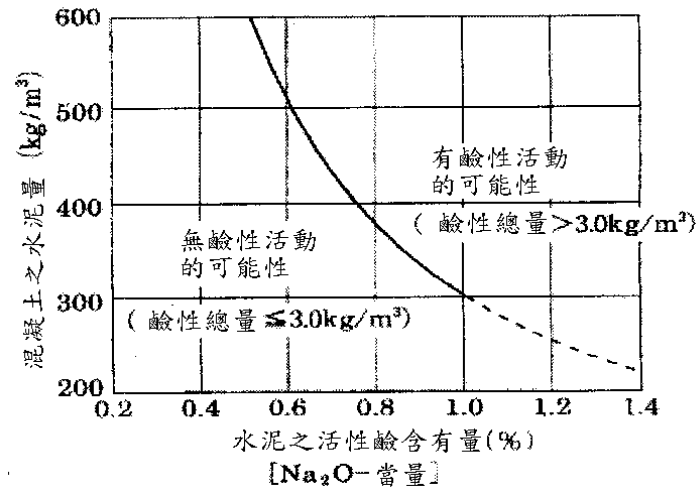


圖 3.2.6.1 混凝土中之含鹼量和水泥量之關係

【資料來源：參考書目 9】

3.2.7 鹽化物量

混凝土中之鹽化物量應予限制，氯離子應在 0.30kg/m^3 以下。

[解說]

混凝土中之鋼筋發生腐蝕的條件為混凝土的中性化，及氯離子的滲入，同時，也必須有水分及氧氣的供給。混凝土中氯離子含量如超過一定的限量，鋼筋即變成容易鏽蝕，因此必須避免或降低混凝土內所含氯離子含量至較少。普通混凝土中氯離子之鹽化物含量以 CNS 13465[新拌混凝土中水溶性氯離子含量試驗法]測定，上限值應在 0.30kg/m^3 以下。

3.2.8 乾燥收縮與自體乾縮

混凝土之乾燥收縮及自體乾縮應予控制，其裂紋應不致有害於構材耐久性之虞。

[解說]

混凝土的乾燥收縮率的目標為 7×10^{-4} 以下。高強度混凝土盡管單位水量少，但實際上要將收縮率控制在 6×10^{-4} 以下，有時會

仍有困難。此係因為單位水泥用量較大，隨著水泥之水化自體乾縮增大，使得外觀上之收縮變大。當水灰比降低，及使用矽灰等摻料，如圖 3.2.8.1 所示，相對於乾燥收縮率，自體乾縮率變大。實際上，乾燥收縮和自體乾縮很難明確辨別，實際的構材則以兩者綜合來表示。高強度混凝土用之於牆體、樓版、梁等構材，於施工階段常會有發生大裂紋的情形，因此，事前必要進行裂紋控制的檢討。

混凝土之開裂控制對策，在鋼筋混凝土設計施工規範上，會以預拱的方式防患梁之彎曲開裂寬度與最大開裂寬度，或以保護層厚度、鋼筋間距，以及鋼筋應力之加強設計為對策。裂縫寬度控制之目標值為 0.3mm 左右，大於此數的開裂，必要時應進行適當的補修。

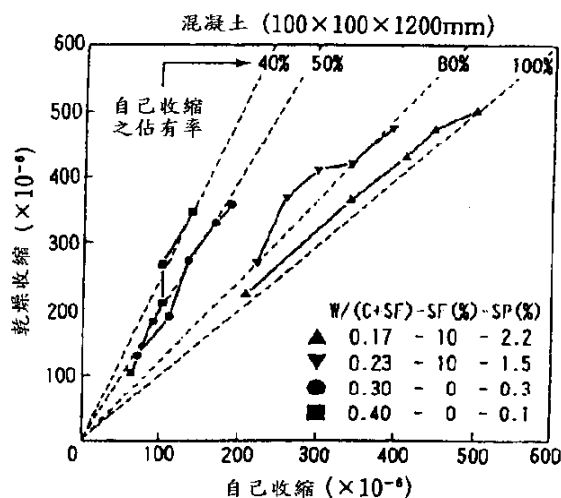


圖 3.2.8.1 水灰比和自體收縮率、乾燥收縮率之比較

【資料來源：參考書目 9】

3.2.9 水化熱

混凝土之水化熱，不得阻礙結構體混凝土強度之發展，且有效控制裂紋限度，使其不得有害於構材之耐久性。

[解說]

高強度混凝土為提高其強度，其單位水泥量較多，水化反應使得水化熱變大，柱、梁、地下結構體等斷面上比較大的構材，受到水化熱之高溫，溫度上昇的履歷從水泥之水化反應開始，即急劇的發展，於數日之內即會超過 60°C 的溫度。如圖 3.2.9.1 所示，夏天時期澆置時，或使用水化熱大的普通卜特蘭水泥等，因散熱不易，有時會達到 100°C 的高溫。

在溫度履歷之下，剛澆置齡期較輕的混凝土，於初期強度發展快速，但之後高溫履歷卻阻礙長期的強度增進，比起未受到高溫履歷之標準養護試體，其實際強度乃有較低的現象。因此，按本指針設計時，要求參考試體強度，修正其實際強度。混凝土強度之修正值，需根據使用的水泥、骨材、摻料的種類等材料，以及水灰比等配比設計、養護條件等而不同，必須事前實驗或根據可信賴資料等加以檢討。混凝土強度之修正值過大時，為得到配比強度，須降低水灰比，反使水泥量增加，工作性的降低。因此，控制高溫履歷常導致強度降低，故必須審慎選定材料、配比。

此外，與一般的混凝土比較，即使構材斷面不大，也常發生由於水化熱之溫度開裂。特別是基礎地梁或地下結構體等比較厚重的構材，因構材之拘束度也較大，容易發生溫度應力之裂紋；同樣的，於高強度混凝土施工時，亦會有發生溫度開裂的可能性，事前均需予以預先檢討。

有關降低水化熱導致開裂的方法，與一般巨積混凝土構材相同，施工上以降低單位水泥量，或採用低發熱型水泥，或分開澆置等均係可行的對策。

關於溫度應力導致之開裂發生的可能性，以及裂紋寬度之計算方法，可參考日本混凝土工學協會所提的計算程式等。

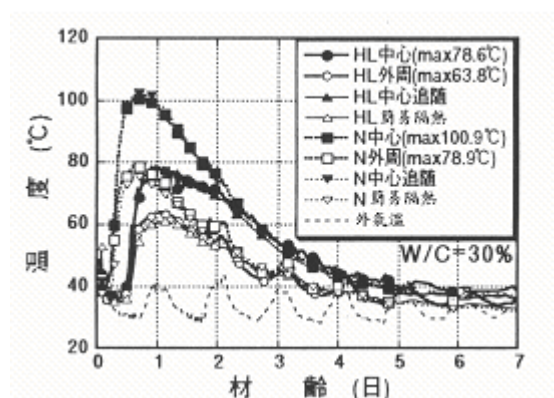


圖 3.2.9.1 高強度混凝土構材之溫度履歷

【資料來源：參考書目 9】

3.2.10 對凍結融解作用之抵抗

- (1) 混凝土應具有對凍融作用之所需的抵抗性。
- (2) 混凝土有凍融損害之虞時，其設計之含氣量以 4.5% 為準。

[解說]

(1)(2) 台灣地區較少考量凍融現象，但高山易下雪地帶則應予注意。按標準的凍融試驗顯示，隨著水灰比的減少，高強度混凝土的耐凍害性能會提升，在較低的含氣量下，比一般的混凝土更具有耐凍害性能。但是，如圖 3.2.10.1(b)所示，過高的含氣量反而使抗壓強度的降低。水灰比較小的高強度混凝土，對含氣量的增加其抗壓強度的降低較多。因此，必須適切設定含氣量的容許值，以確保結構體混凝土的強度與耐久性。

另一方面，即使是高強度混凝土，根據強度等級及使用材料、配比、養護條件，含氣量較少時，因凍融而產生劣化的狀況仍屬常見，需予注意防患。

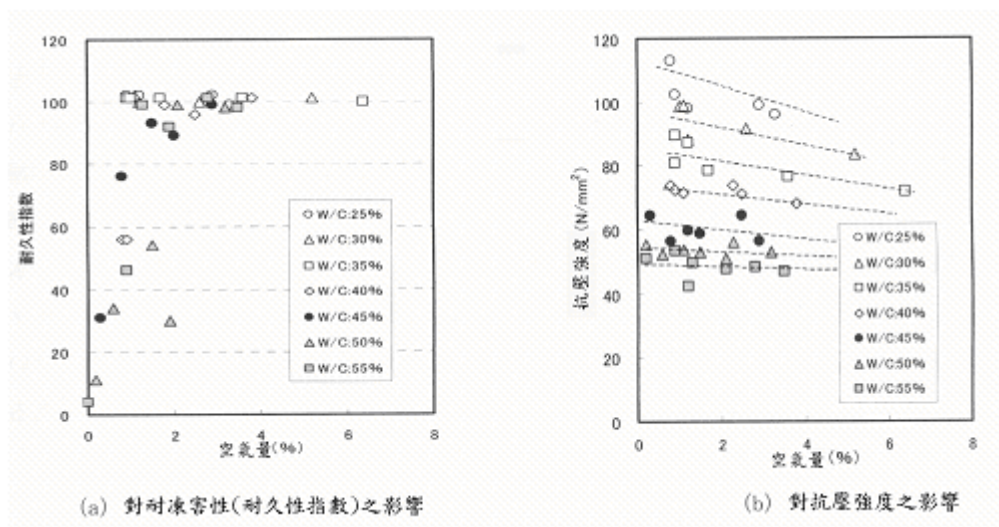


圖 3.2.10.1 含氣量對耐凍害性及抗壓強度之影響

【資料來源：參考書目 9】

圖 3.2.10.2 為含氣量 1% 左右之高強度混凝土的凍融試驗結果。從此圖得知水中養護後立即進行凍融試驗的話，高強度混凝土顯示出優良的耐凍害性，但是將此混凝土置於屋外曝露一年或放置屋內半年後再進行相同的凍融試驗，可明白其耐凍害性會大量降低。以含氣量 4% 左右之高強度混凝土，進行相同的試驗，也無法認定耐凍害性的降低；確保一定的含氣量是凍害防止之有效對策，一般設定混凝土的含氣量以 4.5% 為標準。

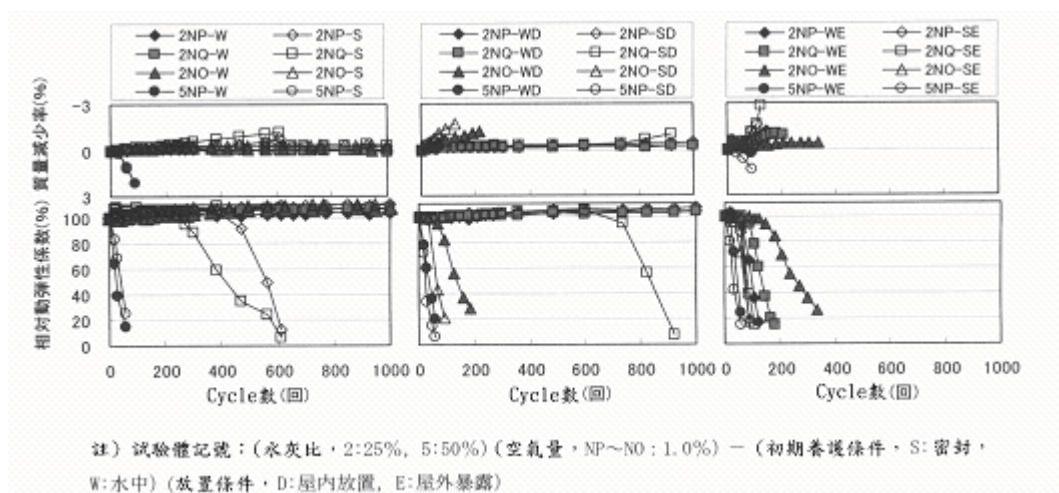


圖 3.2.10.2 變更養護條件之低水灰比無 AE 混凝土之凍融試驗結果

【資料來源：參考書目 9】

3.2.11 耐火性

- (1) 混凝土於火災時應保有耐火性或結構承载力，其構材不得發生有害之變形、破壞、脫落。
- (2) 設計強度 80N/mm^2 以上之高強度混凝土，為了確保構材之耐火性能，需根據可信賴資料或實驗等加以檢討，必要時應採取適當防護措施與對策。

[解說]

- (1) 高強度混凝土因為比一般的混凝土組織密緻，火災時表面容易開裂剝落，常被誤認為有大幅降低構材強度的危險性。特別是設計強度 80N/mm^2 以上之高強度混凝土，爆裂的程度大，損及構材強度之虞也變大，因此必須評估火災時之安全性。有關爆裂之機構及控制對策以往的研究並不足夠，爆裂之原因一般認為是混凝土中的水分、非常的熱應力與加熱速率、作用應力、骨材種類等。其中，混凝土中之水分氣化後發生之蒸氣壓，使得表層之混凝土剝離；表面加熱的混凝土急劇膨脹產生的非常之熱應力超過混凝土強度而爆裂，這些複合作用被認為主要的原因。

圖 3.2.11.1 顯示加熱後，混凝土圓柱試體的水灰比-含水量、試驗體之爆裂狀況的關係；即使是水灰比非常小，低含水率也會產生爆裂。水灰比 55~65%(抗壓強度 $30\sim50\text{N/mm}^2$) 含水率 5%以上，水灰比 35%~45%(抗壓強度 $60\sim90\text{N/mm}^2$) 含水率 4%以上者發生爆裂，即使是水灰比 25%, 30%(抗壓強度 $80\sim100\text{N/mm}^2$) 含水率 3%左右也發生爆裂。解說圖 3.2.11.2 顯示將柱試驗體加熱後之爆裂深度和水灰比的關係²⁰⁾。水灰比 35%左右以下者，發生超過保護層厚度之激烈的爆裂。

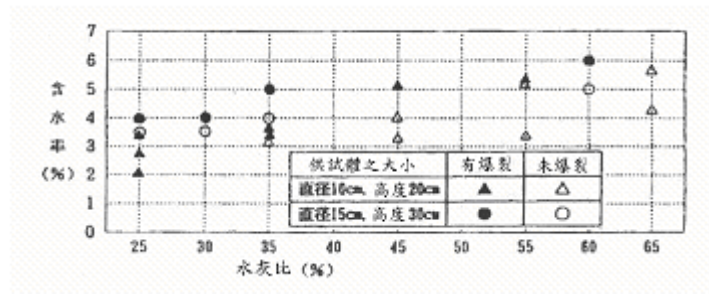


圖 3.2.11.1 試體之水灰比、含水率和爆裂發生之關係

【資料來源：參考書目 9】

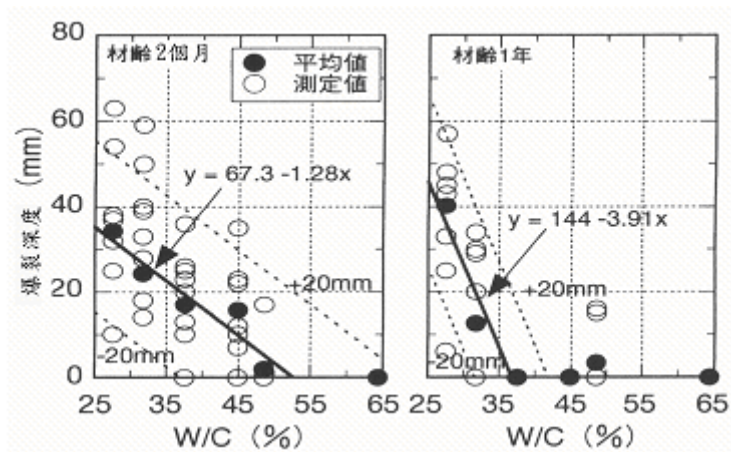


圖 3.2.11.2 柱構材加熱時之水灰比和爆裂深度的關係

【資料來源：參考書目 9】

高強度混凝土的主要爆裂防止對策可參考表 3.2.11.1 所示之方法。實際的超高層 RC 造建築物工程中，有以水泥砂漿被覆混凝土表面的方法，及混凝土中混入有機纖維控制爆裂的方法等。

表 3.2.11.1 高強度混凝土之基本的爆裂防止對策

	基本的想法	具體的方法
1	降低表層部之溫度上昇溫度斜率	・耐火塗料塗布 ・水泥砂漿塗布
2	使汽化之蒸氣壓力降低，水分移動變容易	・合成纖維之混入 ・離心成型預鑄製模板之使用 ・構材之強制乾燥 ・通氣管之配置
3	防止因爆裂導致之混凝土的飛散	・以鋼板被覆混凝土 ・表層部配置鋼絲網筋

【資料來源：參考書目 9】

3.3 高強度混凝土材料的一般事項

- (1) 混凝土材料及其檢驗方法須符合國家標準 CNS 及本章相關規定。
- (2) 使用之材料必須能滿足混凝土的要求性能，未經監造者同意，材料來源與品質不得變更。

[解說]

- (1) 一般混凝土工程上除了強度的要求外，尚須具有必要的工作性、耐久性，高強度混凝土也不例外，特別是，有關工作性及強度必須充分的考慮。

要求提高混凝土的高強度，常要求降低水灰比，反而形成流動性不佳的混凝土。國內業界常以較高的水泥用量來增加混凝土的強度，但是，結構體內水化熱會變大，導致混凝土表面的乾縮裂縫，與結構體強度之發展滯緩，耐久性低落的狀況，為改善這些問題，適切的選定使用材料與配比乃為重要的對策。

關於高強度混凝土之使用材料於國家標準 CNS 之品質規定已有相關的要求，材料的選定必須滿足其規定的標準。關於品

質標準未整備之材料，必須根據實驗等適切的方法來確認其品質。

- (2) 即使是使用品質已確認的材料，是否能發揮混凝土應有的性能，或發揮所預期的效果，必須同時慎審考量材料的選定與適當的配比設計試驗，以確認能滿足混凝土的要求性能。

3.3.1 水泥

- (1) 水泥的種類應為符合 CNS 61[卜特蘭水泥]標準的卜特蘭水泥，CNS 3654〔卜特蘭高爐水泥〕標準的高爐水泥，CNS 11270〔卜特蘭飛灰水泥〕標準的飛灰水泥。
- (2) 根據混凝土的要求性能，可使用將 a 項之卜特蘭水泥和 3.3.5 項所規定之摻料調配成之混合水泥。此時，摻料之添加率應在 40%以下，調配後水泥的品質應符合[高強度混凝土用水泥的品質基準]。

[解說]

- (1) 常用的混凝土，大多使用普通卜特蘭水泥，但是設計強度為 60N/mm^2 以上之高強度混凝土時，則大多使用低水灰比，且可確保流動性或有效控制水化熱之低熱系的卜特蘭水泥。CNS 61[卜特蘭水泥]作為低熱系之水泥，有第Ⅱ型中度水化熱水泥，及第Ⅳ型低水化熱水泥。這些水泥的特徵為，水泥化合物之中，對長期強度發展較佳之水化反應為比較緩的矽酸鹽(C_2S)量較多。
- (2) 設計強度為 80N/mm^2 以上時，以常用的水泥難以得到穩定的高強度混凝土。達到高強度的方法甚多，但是最基本的方法為降低水灰比。近年來由於化學摻料的發達，得以降低水灰比，而且能獲得更高強度的混凝土。但是，僅降低水灰比，會影響

混凝土的工作性；因此，要得到實用的超高強度混凝土，乃加入了矽灰，因其為超微細粒子之效果，可以更進一步的增進混凝土的強度及工作性。

3.3.2 骨材

- (1) 骨材之種類為砂石、碎石、砂或碎砂，其應用應使混凝土之得到構材所須抗壓強度及彈性模數者。
- (2) 粗骨材之最大尺寸，砂石以 25mm，碎石以 20mm 為準。
- (3) 碎石、碎砂、砂石、砂之品質應符合 CNS 1240〔混凝土粒料〕混凝土骨材之標準。但是，碎石之粒形判定實積率為 57%以上，碎砂之微粒分量為 5%以下。
- (4) 將異種的骨材混合使用時，混合前之品質必須各自滿足前項之規定。但是，有關鹽化物和粒度，混合後之品質應滿足前項規定。
- e. 骨材之使用應根據 CNS 13618[粒料之潛在鹼質與二氧化矽反應性試驗法]，CNS 13619[水泥與粒料之組合潛在鹼質反應性試驗法]判定為無害者。
- f. 使用 a 項所規定以外之骨材時，應依根據可信賴資料及經試驗確認可達到設計要求所須之品質者，方可申請使用。

[解說]

- (1) 通常，高強度混凝土使用，普通骨材之砂石、砂與碎石、碎砂。一般而言，碎石、砂、碎砂的使用會因為河砂、砂石的供給影響，骨材品質也因開採的地域而異。此外，碎石比起砂石，因為於機械性的契合及與水泥漿的附著性較佳，較適用於高強度的混凝土，河川砂石為骨材亦有得到 60N/mm^2 設計強度的工程實績。

一般岩石的強度比混凝土強度高，因此通常岩質符合國家標準的骨材，對混凝土強度發展性的影響不大。但是，超高強度的混凝土，岩質的影響較大，混凝土強度超過 60N/mm^2 之時，必須認清骨材的選擇是重要的大事。對於高強度發展性較佳的骨材，不僅岩石要強度高，尚須要求有較佳的水泥漿體之附著性及變形能力等。

(2) 粗骨材之最大尺寸應考慮保護層及鋼筋間距，高強度混凝土尚必須注意施工性。因此，砂石時以 25mm，碎石時以 20cm 為準。同時，砂石、砂的品質應符合 CNS 1240〔混凝土粒料〕混凝土骨材之標準。另外，考慮砂石與水泥拌和時可能會再增加混凝土的氯離子含量，有關砂的氯離子含量，設定為 0.02% 以下。

(3) 因受到開採的限制與良質骨材減少的影響，多處料源的骨材混合使用之情況日漸增加；同時，混凝土的性能，受到各別骨材之影響很大。因此，將不同種類骨材混合使用時，應確認各類骨材之品質規定。高強度混凝土中不可含有脆弱骨材，否則高強度發展性將也受到影響。不管使用什麼種類的骨材，均應注意各類骨材的品質。圖 3.3.2.1 顯示骨材種類和抗壓強度的關係，普通混凝土中骨材的種類對其抗壓強度的影響很小，但是高強度混凝土中其影響變得顯著。

高強度混凝土的抗壓強度受到骨材的抗壓強度，耐磨耗量及 400kN 破碎率的影響。此外，高強度混凝土的抗壓強度於粗骨材的最大尺寸變小時增大。抗壓強度小的骨材使用量增加時，混凝土的抗壓強度也有降低的傾向。使用表面粗糙碎石時，骨材與水泥漿體之附著力較大，對混凝土的高強度化有利。

設計強度 150N/mm^2 (實際的抗壓強度為 180N/mm^2 左右) 等級

之混凝土時，有報告指出根據不同的骨材種類，其強度最大值和最小值之差約為 30%。

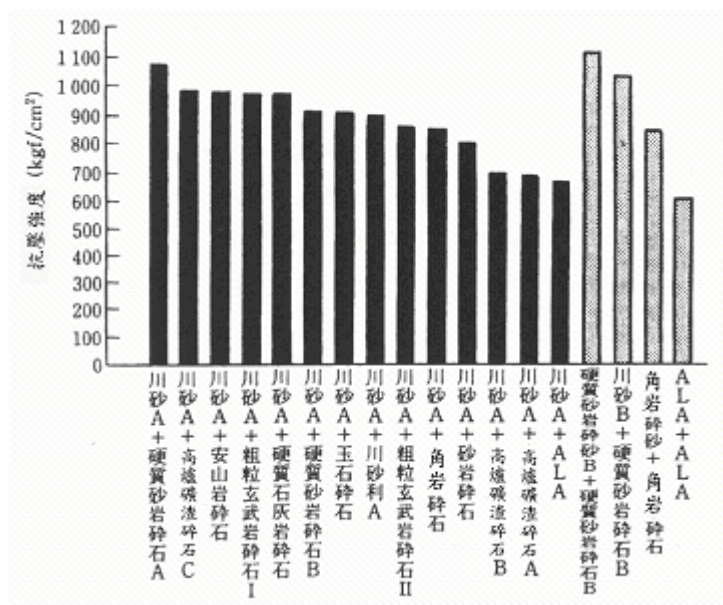


圖 3.3.2.1 骨材之種類和抗壓強度的關係

【資料來源：參考書目 9】

- (4) 國內使用的砂石有鹼骨材反應之事實，即鹼性矽酸反應。其反應的條件來自於水泥、摻料等之混凝土材料、環境條件帶來之鹼性反應，以及具有反應性之骨材。高強度混凝土因增加水泥量，混凝土中之鹼性含量變多，一般應以化學法或水泥砂漿棒法(依國家標準 CNS 13618、CNS 13619 之試驗法)，來判定混凝土中不含有害之骨材。
- (5) 使用一般天然的砂石以外的骨材，例如，欲應用礦渣、輕質骨材時，因高強度混凝土性能要求較高，必須事前實驗分析確認其品質無虞後方得使用。此外，本指針建議高強度混凝土之中，不得混用再生再利用之骨材。

表 3.3.2.1 砂石、砂的品質

種類	絕乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	黏土塊量 (%)	依微量試驗所 失去的量(%) ⁽¹⁾	有機不純物	鹽 化 物 (NaCL)(%)
砂石	2.5 以上	3.0 以 下	0.2 以下	1.0 以下	--	--
砂	2.5 以上	3.5 以 下	1.0 以下	3.0 以下	比標準色液或比 色樣本的色淡	0.02 以下

[註](1)參照日本 JIS A 1103[骨材之微粒分量試驗方法]

【資料來源：參考書目 9】

表 3.3.2.2 砂石及砂之參考級配

種 類	最 大 尺 寸 :mm	通過篩者之質量分率(%)												
		50	40	30	25	20	15	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15
砂 石	25	--	--	100	95~ 100	--	30~ 70	--	0~ 10	0~ 5	--	--	--	--
	20	--	--	--	100	90~ 100	--	20~ 55	0~ 10	0~ 5	--	--	--	--
砂	5	--	--	--	--	--	--	100	90~ 100	80~ 100	50~ 90	25~ 65	10~ 35	2~ 10 ⁽¹⁾

[註](1) 將碎砂混合使用時之混合的細骨材為 15%。

【資料來源：參考書目 9】

3.3.3 拌和水

(1) 拌和水應為自來水，或符合 CNS 13961〔混凝土拌和用水〕標準之水，其檢驗應按 CNS 1237〔混凝土用水品質試驗法〕之規定者。

(2) 拌和水不得使用回收水。

[解說]

拌和用水的品質，影響混凝土的流動性，也影響隨著時間歷程經影響坍度、坍流度的變化，以及硬固行為、強度發展性、中性化及乾燥收縮等之耐久性，因此拌和用水的品質對於高強度混凝土極為重要。

(1) 一般混凝土所使用之拌和水，使用工業用水、地下水、河川水、湖泊水、自來水。自來水，因為作為飲用水加以處理，當作混凝土使用之拌和水是理想的，即使無特別加以試驗也可使用。但是，其他的水因為沒有類似自來水的處理，因此必須確認品質。例如，地下水可能溶解有構成土壤等的成分，河川水及湖泊水有時會混入工廠廢水、家庭排水、或河口附近的海水。因此，使用自來水以外的水時，其水質應符合 CNS 13961〔混凝土拌和用水〕之標準，另可參照表 3.3.1 之拌和水的品質基準規定為條件。

(2) 高強度混凝土所使用之拌和水，不得使用回收水。

常見的回收水係為混凝土之製造工廠內洗淨的排水，以及清洗附著於搬運車、工廠的攪拌機、儲藏槽等之混凝土及回頭混凝土之排水，含有泥漿水及沉澱後的上層水之總稱。回收水變異性很大，對高強度混凝土之品質的影響未有足夠的調查資料，但是一般的混凝土，拌和水中部分使用回收水時，報告指出根據其所含泥漿濃度，將影響摻料的使用量、隨著時間之坍度變動、抗壓強度、乾燥收縮、中性化深度等，故建議高強度混凝土中不得使用回收水拌和。

表 3.3.1 拌和水之品質基準

項目	品質
懸濁物質之量	2g/l 以下
溶解性蒸發殘留物之量	1g/l 以下
氯離子(Cl ⁻)量	200ppm 以下
水泥之凝結時間的差	開始為 30 分以內，結束為 60 分以內
水泥砂漿之壓縮強度的比例	齡期 7 天及 28 天為 90%以上

* 根據 JIS A 5308-2003 附屬書 3 表 1

【資料來源：參考書目 9】

3.3.4 化學摻料

- (1) 混凝土使用之化學摻料應符合下列規定：CNS 12283〔混凝土用化學摻料〕化學摻料、CNS 12833〔流動化混凝土用化學摻料〕流動化摻料之標準。
- (2) 對特定的混凝土之要求性能，可根據[高強度混凝土用化學摻料之選定方法]選定之化學摻料，但仍應符合 CNS 12283〔混凝土用化學摻料〕之規定。
- (3) 對於使用 a 項及 b 項規定以外之化學摻料，應根據可信賴資料或經試驗確認可達到設計要求之品質者，方可申請使用。

[解說]

- (1) 高強度混凝土所使用之化學摻料為，須符合 CNS 12283〔混凝土用化學摻料〕化學摻料、CNS 12833〔流動化混凝土用化學摻料〕流動化摻料之品質者。

高強度混凝土與普通強度混凝土比較，單位用水量及水膠比小，變成總粉體量多的配比，有混凝土的黏性變高，施工性變壞的傾向。為了改善施工性，使用高性能 AE 減水劑，即使少單位水量及低水膠比也可製造出高坍度，且流動性佳的混凝土。

土。一般使用符合 CNS 12283〔混凝土用化學摻料〕所規定之高性能 AE 減水劑。高性能 AE 減水劑之主成分可概分為 (Polycarbon)、萘系鹽(naphthalene)、硫氨酸系(aminosulfon)、三聚氰氨系(melamine)。現在高強度混凝土，從其高分散性及高機能性的著眼，應用高分子羧酸基(Polycarbon)之產品為主流。此外，於工程現場為了得到新拌混凝土的工作性使其具有流動化特性，常使用之流動化劑應符合 CNS 12833〔流動化混凝土用化學摻料〕標準。

- (2) 高強度混凝土之配比，膠結材的種類會依目標強度等級而使用材料不同，如設計強度 60N/mm^2 以下常用普通水泥， $60\sim 80\text{N/mm}^2$ 者則用低熱系水泥，強度高於 80N/mm^2 者則主要使用混入矽灰等之微粒子的低熱系水泥，。

高強度混凝土隨著所要求強度的提高，其使用材料及配比也變化，為達成混凝土要求性能要求，其使用之化學摻料的選定應先予試驗確認，其化學摻料的品質，應滿足 CNS 12833〔流動化混凝土用化學摻料〕之規定。

- (3) 使用 a 項及 b 項所規定以外之化學摻料時，應具有「高強度混凝土用高性能 AE 減水劑之性能判定基準」，或根據其他可信賴資料及試驗確認可達到要求的品質。

3.3.5 混凝土物理性摻料

- (1) 混凝土物理性摻材應符合下列規定：CNS 12549〔混凝土及水泥壩料用水淬高爐爐渣粉〕之高爐爐渣粉，CNS 3036〔卜特蘭水泥混凝土用飛灰及天然或煅燒卜作嵐攪和物〕之飛灰 C 類或 F 類，ASTM C1240〔Specification for Silica Fume for Use in Hydraulic-Cement Concrete and Mortar〕之矽灰。

- (2) 對於 a 項以外之混凝土摻材，應根據可信賴資料，或經試驗確認可達到設計規定要求之品質者，方得申請使用。

[解說]

[高強度混凝土用水泥之品質基準]係參照日本之 JASS 5T-701-2005 之規定

3.3.6 其他的材料

混凝土中添加的其他材料，事前應根據可信賴資料或經試驗確認可達到設計所要求的品質者，方可申請使用。

[解說]

混凝土中可使用的其他材料須根據可信賴資料或試驗確認過者。

例如，設計強度超過 60N/mm^2 之高強度混凝土，於火災時有爆裂的問題。爲了抑制此爆裂，可以添加非鋼纖維中之聚丙烯，或聚乙烯醇等之短纖維作為防止爆裂材，以有效的降低爆裂；使用時必須根據可信賴資料及試驗加以確認。

3.4 混凝土配比強度

- (1) 混凝土配比強度以標準養護的試體，於第 m 天齡期的抗壓強度來表示。設計強度在 48N/mm^2 以下的一般混凝土，其配比強度可使用標準養護試體，於 28 天齡期的抗壓強度來表示。
- (2) 混凝土的試體抗壓強度係指按 CNS 1230〔混凝土試體在試驗室模製及養護法〕規定，製作混凝土試體與標準養護方法，在特定齡期的實驗抗壓強度。有關高強度混凝土其實際結構混凝土的強度須根據混凝土設計要求強度下，以試體實驗抗壓強度，並按其齡期、外部環境的溫度變化等條件予以修正，以判定實際結構體混凝土強度。

[解說]

(1)按日本建築學會出版的高強度混凝土施工指針與解說所示，實際結構混凝土強度並非僅以 28 天之齡期標準試體強度作為要求強度，並應依設計強度、齡期、工作環境溫度變化等作適當的調整，混凝土配比強度以標準養護後之試體於第 m 天齡期的抗壓強度來表示，根據下述(1)或(2)之規定。此外，混凝土的設計強度在 48N/mm^2 以下時，配比強度以標準養護的試體，於 28 日齡期的抗壓強度來表示，可根據(3)訂定之。

(1) 結構混凝土之抗壓強度係按 CNS 1230〔混凝土試體在試驗室模製及養護法〕規定，作為混凝土試體的標準養護方法。根據結構混凝土修正強度進行結構體混凝土強度之判定時，配比強度訂定時應使其滿足(3.3)及(3.4)式，或(3.5)及(3.6)式。

$$\text{或 } mF \geq F_c + mS_n + K \sigma_1 \quad (\text{N/mm}^2) \quad (3.3)$$

$$mF \geq (F_c / mK_n) + K \sigma_1 \quad (\text{N/mm}^2) \quad (3.5)$$

$$mF \geq \alpha (F_c / mK_n) + 3 \sigma_1 \quad (\text{N/mm}^2) \quad (3.6)$$

(2) 結構體混凝土之強度管理用的試體養護方法，係給予和結構體混凝土溫度履歷類似之溫度履歷，進行結構體溫度養護；根據結構體修正強度來判定結構體混凝土強度時，配比強度訂定時應使其滿足(3.7)及(3.8)。

$$mF \geq F_c + \Delta F_1 + mS' n + K \sigma_1 \quad (\text{N/mm}^2) \quad (3.7)$$

$$\text{其 } mF \geq \alpha (F_c + \Delta F_1 + mS' n) + 3 \sigma_1 \quad (\text{N/mm}^2) \quad (3.8)$$

中

,

mF ：結構體混凝土之強度管理齡期為 n 日，決定配比強度之齡期為 m 日時之配比強度(N/mm^2)。

F_c ：混凝土之設計強度(N/mm^2)。

ΔF_1 ：考慮結構體混凝土強度與給予結構體混凝土溫度履歷類似之溫度履歷的強度管理用試體之強度差的增加值，為 $3N/mm^2$ 以上，事前進行施工試驗，或根據可信賴的資料來決定。

mS_n ：根據標準養護後之試體於齡期 m 日的抗壓強度，和結構體混凝土於齡期 n 日之抗壓強度差的混凝土強度修正值(N/mm^2)。其中 mS_n 為大於 $0(N/mm^2)$ 的數值。

mK_n ：根據標準養護後之試體於齡期 m 日的抗壓強度，與結構體混凝土於齡期 m 日之抗壓強度比的混凝土強度修正比($mK_n = F_{sn}/f_{sm}$)。其中 mK_n 不得大於 1.0 的數值。

mS'_n ：根據標準養護後之試體於齡期 m 日的抗壓強度，與給予結構體混凝土之溫度履歷類似的溫度履歷進行結構體溫度養護後之試體，於齡期 n 日之抗壓強度差的混凝土強度修正值(N/mm^2)。其中 mS'_n 為大於 $0(N/mm^2)$ 的數值。

$F_c + mS_n$ 、 F_c/mK_n ，及 $F_c + \Delta F_1 + mS'_n$ ：結構體修正強度(N/mm^2)。

σ_1 ：結構體混凝土強度管理用試體之抗壓強度的標準偏差，如無實績時，於(1)的情形為 $0.1(F_c + mS_n)$ 或 $0.1(F_c/mK_n)$ ；於(2)的情形為 $0.1(F_c + \Delta F_1 + mS'_n)$ (N/mm^2)。

K ：考慮對於結構體修正強度之參差不齊的正規偏差，為 1.73 以上。但是，混凝土之設計強度為 $80 N/mm^2$ 以上時，須不得小於 2.0。

α ：對結構體修正強度之容許最小值和結構體強度之比，不得小於 0.85。但是，混凝土之設計強度為 80 N/mm^2 以上時，需為 0.9 以上。

(3) 結構體混凝土之強度管理用試體之養護方法，採用現場養護或現場密封養護，根據品質基準強度判定結構體混凝土強度時，配比強度訂定時應使其滿足(3.9)及(3.10)式，或(3.11)及(3.12)式。但是，混凝土之設計強度以不大於 48N/mm^2 為限。

1) 結構體混凝土之強度管理齡期為 28 日的情形(以現場水中養護管理)

$$F \geq F_q + T + 1.73 \sigma_2 \quad (\text{N/mm}^2) \quad (3.9)$$

$$F \geq 0.85 (F_q + T) + 3 \sigma_2 \quad (\text{N/mm}^2) \quad (3.10)$$

2) 管理齡期超過 28 日，且在 91 日之內，第 n 日的結構體混凝土之強度(以現場密封養護管理)

$$F \geq F_q + T_n + 1.73 \sigma_2 \quad (\text{N/mm}^2) \quad (3.11)$$

$$F \geq 0.85 (F_q + T_n) + 3 \sigma_2 \quad (\text{N/mm}^2) \quad (3.12)$$

其中，

F ：混凝土之配比強度(N/mm^2)

F_q ：混凝土之品質基準強度(N/mm^2)。 $(F_q = F_c + \Delta F)$

ΔF ：考慮結構體混凝土之強度與試體之強度差異的增加值，為 3 N/mm^2

T ：管理齡期為 28 日時之結構體混凝土強度，與混凝土之澆置後 28 日時，根據預測平均氣溫的混凝土強度的修正值(N/mm^2)

T_n ：管理齡期超過 28 日，且在 91 日之內，第 n 日的結構

體混凝土之強度時，與混凝土之澆置後第 n 日，根據預測平均氣溫的混凝土強度的修正值(N/mm^2)。

σ_2 ：使用之混凝土的強度標準偏差(N/mm^2)。

(2) 齡期 m 日及 n 日為，28 日以上 91 日以內之範圍。(但是， $28 \leq m \leq n \leq 91$)

(3) 於齡期 m 日標準養護後之試體的抗壓強度，與齡期 n 日之結構體混凝土抗壓強度之差 mS_n ；齡期 m 日標準養護後之試體的抗壓強度與齡期 n 日之結構體混凝土抗壓強度的比 mK_n ，二者係根據試驗，並考慮使用材料、配比、構材尺寸、澆置齡期來決定。此外，混凝土之設計強度為 $60 N/mm^2$ 以下時，關於混凝土強度之修正值 mS_n ，或修正強度比 mK_n 參考下述之(1)或(2)。

(1) mS_n 根據表 3.4.1，對應水泥之種類、混凝土之設計強度而決定。如使用的水泥，非表 3.4.1 所列舉者，根據試驗來決定。

(2) mK_n 根據表 3.4.2，對應水泥之種類、混凝土之設計強度而決定。如使用的水泥，非表 3.4.2 所列舉者，根據試驗來決定。

表 3.4.1 混凝土強度之修正值 mS_n 之標準值

水泥的種類	設計強度		
	mS_n	$36 < F_c \leq 48$	$48 < F_c \leq 60$
普通卜特蘭水泥	$28S_{91}$	9	12
中庸熱卜特蘭水泥	$28S_{91}$	3	5
	$56S_{91}$	6	10
低熱卜特蘭水泥	$28S_{91}$	3	3
	$56S_{91}$	6	10

【資料來源：參考書目 9】

表 3.4.2 混凝土強度之修正強度比 mK_n 之標準值

水泥的種類	設計強度
-------	------

	mKn	$36 < F_c \leq 60$
普通卜特蘭水泥	$_{28}K_{91}$	0.83
中庸熱卜特蘭水泥	$_{28}K_{91}$	0.92
	$_{56}K_{91}$	0.85
低熱卜特蘭水泥	$_{28}K_{91}$	0.95
	$_{56}K_{91}$	0.85

【資料來源：參考書目 9】

(4) 根據預測平均氣溫之混凝土強度的修正值 T 及 T_n ，依據下述(1)或(2)。

(1) T 根據表 3.4.3，對應水泥之種類、預測平均氣溫的範圍而決定。如使用的水泥，非表 3.4.3 所列舉者，需根據試驗或可信賴之資料來決定。

(2) T_n 根據表 3.4.4，對應水泥之種類、預測平均氣溫的範圍而決定。如使用的水泥，非表 3.4.4 所列舉者，需根據試驗或可信賴之資料來決定。

表 3.4.3 混凝土強度之修正值 T 的標準值

水泥的種類	從混凝土澆置到 28 日為止之期間的預測平均溫度範圍($^{\circ}\text{C}$)		
普通卜特蘭水泥	16 以上	8 以上 16 未滿	3 以上 8 未滿
中庸熱卜特蘭水泥	17 以上	13 以上 17 未滿	9 以上 13 未滿
混凝土強度根據氣溫 之修正值(N/mm^2)	0	3	6

【資料來源：參考書目 9】

表 3.4.4 混凝土強度之修正值 T_n 的標準值

水泥的種類	齡期 n(日)	從混凝土澆置到 n 日為止之期間的 預測平均氣溫範圍(°C)		
		8 以上	4 以上 8 未滿	2 以上 4 未滿
普通卜特蘭水泥	42	8 以上	4 以上 8 未滿	2 以上 4 未滿
	56	4 以上	2 以上 4 未滿	--
	91	2 以上	--	--
中庸熱卜特蘭水泥	42	9 以上	5 以上 9 未滿	3 以上 5 未滿
	56	5 以上	2 以上 5 未滿	--
	91	2 以上	--	--
混凝土強度之修正值 $T_n(N/mm^2)$		0	3	6

【資料來源：參考書目 9】

(5) 結構體混凝土強度之標準偏差 σ_1 ，考慮使用材料、配比、澆置時期等根據試驗而決定。未進行試驗時，設定為 $0.1 \times (F_c + m S_n)$ 或 $0.1 \times (F_c + m K_n)$ 。但是，當 σ_1 的值已有充分資料可參考時，得使用該值。

(6) 使用之混凝土強度的標準偏差 σ_2 ，根據預拌工廠之實績而決定。未有實績時，使用 $0.1 \times F_q$ 之值。

3.4.1 坍度或坍流度

混凝土拌和後，應使其能滿足工作性規定之坍度或坍流度。

[解說]

為滿足工作性，卸料澆置之坍度或坍流度目標值，於拌和時應考慮氣溫、輸送距離來決定。夏季時，可考慮坍度或坍度流之損失而決定。另外冬季時，坍流度有時會比出貨時變的更大，因此必須注意。

3.4.2 含氣量

拌和時之含氣量，應使其能滿足卸料時之混凝土含氣量規定。但是，有受凍害之虞的含氣量以 4.5% 為準。

[解說]

拌和時之含氣量應使其滿足卸料時之目標值，需考慮氣溫、運送距離以決定之。特別是夏季時或運送距離較長時，有時含氣量或許會降低，因此為了得到卸料時所要之含氣量，應考慮運送及運搬中之含氣量變化。

混凝土使用 AE 劑由於混入微細的空氣，可確保對於工作性之改善及凍融作用之抵抗性。但是，混入 1% 的空氣，混凝土的強度約下降 4%。因此大多將設計強度 80N/mm^2 級之高強度混凝土設定含氣量為 2% 以下，設計強度 60N/mm^2 級之高強度混凝土設定含氣量為 2.0~3.0%，設計強度 42N/mm^2 左右則設定含氣量約 3.0%。

3.4.3 水灰比

- (1) 訂定水灰比時，應使混凝土能達到配比強度。
- (2) 膠結材料中之摻料對水泥的置換率，應根據試拌或可信賴之資料來訂定。

[解說]

- (1) 影響高強度混凝土抗壓強度之要因比一般常用強度混凝土為多，這些要因和抗壓強度之關係與影響程度，目前尚未充分的掌握。其中以水灰比(或水膠比)對抗壓強度的關係較為明確，同時，因預拌混凝土廠之使用材料、製造設備、品質管理等也會有很大差異，因此一定要根據試拌決定之。高強度混凝土之實績少的預拌混凝土廠，使用實機設備於試拌時，預先保握水灰比與混凝土強度的關係，乃是重要的工作。

3.4.4 單位水量

- (1) 拌和之單位水量應考慮單位水泥量、化學摻料之添加量，以及新拌混凝土之工作性等而訂定。
- (2) 設計強度在 48N/mm^2 以下時，單位水量需於 185kg/m^3 以下；設計強度超過 48N/mm^2 時，需於 175kg/m^3 以下。此外設計強度 80N/mm^2 以上時，訂定單位水量應特別注意不得使單位水泥量、化學摻料之添加量有過大之情形。

[解說]

- (1)(2) 高強度混凝土由於適當使用高性能 AE 減水劑，即使單位水量 175kg/m^3 以下也可確保良好的工作性。但是，由於骨材情形，即使使用高性能 AE 減水劑，以 175kg/m^3 以下拌和水有時還是難以要得到良好工作性；若有此種狀況時，可增加單位水量至 185kg/m^3 的上限。但是，增加單位水量的同時，也要增加單位水泥量，因此單位水量不要輕易增加。特別是設計強度 80N/mm^2 以上之高強度混凝土，單位水量設為 175kg/m^3 時，單位水泥量將為 700kg/m^3 以上。因此，設計強度 80N/mm^2 以上時，單位水量大多為較少的 $150\sim 165\text{kg/m}^3$ ，而以化學摻料的添加量調整工作性。但是，單位水量太小的話，由於化學摻料添加量之增加將成為混凝土之凝結遲緩及工作性降低的原因，希望能設定適當的值。

3.4.5 單位水泥量

混凝土之單位水泥量，在可達到所須之品質的範圍內，盡可能減少。

[解說]

高強度混凝土中水灰比(水膠比)變小的話，單位水泥量必然會變多。但是為了抑制水化熱，最好是水泥量盡可能減少。

單位水泥量之上限值並無特別設定，但是單位水泥量變大的話，由於混凝土黏性的增大將導致工作性變差，及水化熱之增大，以及提高自體收縮，有導致開裂發生的危險性。因此使用高性能 AE 減水劑，減少單位水量，就需盡可能減少單位水泥量。僅用此方法有困難時，必須檢討使用水化熱較小的水泥或膠結材料。

3.4.6 單位粗骨材量

混凝土單位粗骨材量，在可達到良好工作性之範圍內，盡可能加大。

[解說]

粗骨材為混凝土的骨幹，其用量在單位體積中愈大，表示骨質愈多，在緻密配比下，有利於強度的發展，故於能得到良好工作性之範圍內，可盡可能取大值。

3.4.7 化學摻料之使用量

- (1)混凝土中高性能 AE 減水劑之使用量，應使其能達到構材品質與施工所需的坍度或坍流度及含氣量。
- (2)特別化學摻料的使用方法及使用量，根據試拌結果決定之。

[解說]

- (1)(2) 於高強度混凝土，為得到現場施工可能的工作性，大多需要高性能 AE 減水劑。特別是，使用碎石、碎砂、河砂等之骨材，高性能 AE 減水劑更是不可欠缺。高性能 AE 減水劑減水小效果大，增加其使用量，即使單位水量一定也可大幅提高流動性。但是，使用量過多時有凝結遲緩之傾向，寒冷季節有時於施工上會產生障礙。相反的量過少時，流動性之經時降低很大，難

以確保施工時所定之工作性。因此，可參考廠商之建議值，根據實機試拌以確認工作性，來決定使用量。高性能 AE 減水劑之效果大多會受到氣溫的影響，因此施工期間較長時，必須因應氣溫的變化調整使用量。

3.4.8 品質及工作性之確認

- (1) 根據 3.4.1~3.4.7 所規定之配比的混凝土，應滿足構材所定之品質，並根據試拌或施工試驗，確認其具有適切的工作性。
- (2) 試拌或施工試驗，需使用實際的生產設備，盡可能以接近實際施工的條件來實施。但已有很多實績者，得以省略。

[解說]

- (1) (2) 最終的計畫配比，根據試拌或施工試驗等，確認於實際之施工條件下，能滿足混凝土的品質後再決定之。但是，使用試拌的實績很多，保有結構體混凝土強度之資料的預拌混凝土廠，或保有很多施工實績及施工實驗資料之施工者，可省略試拌，或標準期、夏季及冬季的施工試驗。但是，必須預先確認代表性配比之品質及其工作性。

混凝土之配比，原則上根據試拌來決定。試拌不是根據小型攪拌機的室內試驗，必須使用實際機械設備來實施。小型攪拌機與實機設備的拌和量及攪拌機之拌和性能有很大差異，會產生工作性及強度發展傾向的差異，因此一定要以實機設備來實施。合格的配比，假如有充分實績的話，則無須特別實施根據實機設備進行試拌。但是，有關無出貨實績的配比，或強度超過 60N/mm^2 的配比，得要求進行實機設備的試拌，確認新拌混凝土的性狀及強度發展。

3.5 高強度鋼筋

3.5.1 一般事項

- (1) 鋼筋材料及檢驗方法須符合國家標準 CNS 或本節相關規定。
- (2) 以下所規定之鋼筋相關性質，乃針對鋼筋標稱降伏強度為 550 N/mm^2 、 685 N/mm^2 及 785 N/mm^2 之材質等級者，若鋼筋標稱降伏強度不超過 490 N/mm^2 者之相關力學與細部加工性質，應符合「結構混凝土設計規範」之相關規定。
- (3) 鋼筋標稱降伏強度 550 N/mm^2 、 685 N/mm^2 等級者：作為主筋或鋼筋需要韌性變形需求者之用，應用於 D19~D57 尺寸之鋼筋，其力學性質應符合 3.5.2 之規定。鋼筋表面採用螺紋節，並避免使用搭接續接與彎鉤錨定為原則，惟經可靠的分析數據、適當的分析結果、或可信的研究成果證實可行者不在此限。
- (4) 鋼筋標稱降伏強度 785 N/mm^2 等級者：作為剪力或圍束箍筋、或鋼筋無需韌性變形需求者之用，應用於 D10~D16 尺寸之鋼筋，其力學性質應符合 3.5.2 之規定。閉合箍筋可採用電焊續接於直線段，惟此電焊接合應取樣進行試驗，試體破壞不得發生於電焊接合及熱影響區，且強度應大於母材實際強度。

[解說]

高強度鋼筋之細節可參照社團法人台灣混凝土學會之「鋼筋混凝土用鋼筋(SD 550/685/785)(草案)」之規定。

超高強度鋼筋混凝土是將超高強度混凝土與超高強度鋼筋適當地複合而得，因此我國在想推動超高強度鋼筋混凝土高層構造時，首先應制訂可供使用之超高強度鋼筋統一規格，以利材料生產、品管與應用。我國與日本因地狹人稠，為獲得更多的使用空間，促使建築物逐漸朝向空中發展，且同位於高風險地震區對建築耐震需求較為嚴苛，顯示我國與日本有相同的都市發展背

景。日本自 1988 年起開始推動 New RC 計畫，至今已有多年經驗，在日本現行鋼筋混凝土規範之外，新世代高強度鋼筋混凝土高層構造已有 15 年經驗，以相關的設計指針為依據進行設計，目前也有許多成功的 New RC 構造相關工程實績，此一成功經驗，值台灣借鏡。

- (1) 比較我國與日本 SD 490 鋼筋材料之力學性質，其結果顯示 CNS 560 與 JIS G 3112 對於 SD 490 鋼筋之力學性質規定幾乎相同。因此我國若想新增 SD 550/685/785 鋼筋規格，其力學性質應可參考日本 SD 590/685/785 鋼筋之規定。台灣混凝土學會參考日本東京大學退休名譽教授青山博之（Hiroyuki Aoyama）之專書 Design of Modern High-rise Reinforced Concrete Structures(參考書目 8)，再以國家標準 CNS 560 鋼筋混凝土用鋼筋為基礎，建議新增鋼筋混凝土用鋼筋 SD 550/685/785（案），再提交國家標準審議，期儘速成為 CNS 之國家標準，作為國人使用超高強度混凝土構造之參據。
- (2) 本節所指超高強度鋼筋乃指 SD 550/685/785 鋼筋，故採用 SD 550/685/785 鋼筋之構造者，其鋼筋之製作、錨定與續接細節應符合本節之規定辦理，但若鋼筋與混凝土強度符合「結構混凝土設計規範」範疇者，依其相關規定辦理。
- (3) 根據 3.5.2 節超高強度鋼筋基本力學性質之規定，鋼筋標稱降伏強度 550 N/mm^2 、 685 N/mm^2 等級者需符合強度抗降比 R_{SR} (f_u/f_y) 與降伏平台之規定，故可確保此類鋼筋具有韌性變形能力，在實際應用上作為梁、柱構件主筋用，或鋼筋所配置位置需提供大量變形者。為確保使用超高強度鋼筋之高強度鋼筋混凝土施工品質，鋼筋應避免使用搭接續接與彎鉤錨定為原則，因此鋼筋表面採用螺紋節，以有效克服鋼筋續接與

錨定問題。同時電焊對此類大號鋼筋的強度與韌性影響甚鉅，若無充分的研究成果證實電焊接合對鋼筋強度與韌性無不良影響前，嚴禁於鋼筋實施電焊（包括臨時固定用之點焊）

- (4) 根據 3.5.2 節超高強度鋼筋基本力學性質之規定，鋼筋標稱降伏強度 785 N/mm^2 等級者僅需符合強度最小值規定，無強度抗降比與降伏平台之規定，故此類鋼筋僅建議用於提供強度而無韌性需求之鋼筋，如梁、柱構件的剪力或圍束箍筋，或剪力牆中提供剪力強度用之鋼筋。此類小號鋼筋允許使用電焊對接，惟焊接後之鋼筋力學性質應符合 3.5.2 節之規定。

3.5.2 力學性質

- (1) 強度 550 N/mm^2 、 685 N/mm^2 與 785 N/mm^2 等級鋼筋之力學性質，應分別符合鋼筋混凝土用鋼筋中 SD 550/685/785 鋼筋力學性質之規定。
- (2) SD 550/685/785 鋼筋之機械性質應符合表 3.5.2.1 之規定。

表 3.5.2.1 鋼筋混凝土用鋼筋之機械性質

符 號	機 械 性 質								
	降伏點或 降伏強度 (³) N/mm ²	抗拉 強度 N/mm ²	實際抗拉強度 實際降伏強度	達降伏 強度上 限之應 變 (⁴)	試片		伸長率 %	彎 曲 角 度	彎 曲 直 徑
SD 550	550-675	690 以上	1.25 以上	0.014 以上	2 號 14A 號		12 以上	90°	標稱直徑 之 4 倍
SD 685	685-785	860 以上	1.25 以上	0.014 以上	2 號 14A 號		10 以上	90°	標稱直徑 之 4 倍
SD 785	785 以上	930 以上	—	—	母 材	2 號 14A 號	8 以上	180°	標稱直徑 之 3 倍
					鐸 接 處 (⁵)	2 號 14A 號	5 以上	—	—

註⁽³⁾ 參考 CNS 2111，降伏點不明顯時以 0.2 %橫距法測定。

註⁽⁴⁾ SD 550 或 SD 685 鋼筋須有降伏平台，SD 550 鋼筋負載達 650 N/mm²時，SD 685 鋼筋負載達 785 N/mm²時，所對應之應變值均不得少於 0.014。參考 CNS 2111 及 2112，拉伸試驗時，以位移計求出伸長量除以標點距離，可求得軸向平均應變。

註⁽⁵⁾ 鋼筋混凝土用鋼筋 SD 785 直線對鐸不得彎曲。

[解說]

本節之鋼筋力學性質主要參考日本 New RC 高強度鋼筋規格之力學性質訂定之，SD 685A 與 SD685B 鋼筋降伏強度介於 685 至 785 N/mm²之間，抗拉強度有鑑於日本 USD 685A 與 USD 685B 鋼筋規定之降抗比 (f_y/f_u) 為 0.8 以下，但我國 CNS 則是採用抗降比 R_{SR} ，因此定 SD 550 與 SD 685 抗降比為 1.25 以上，據此訂定抗拉強度下限值。各種鋼筋之降伏強度上、下限與抗拉強度下限值詳表 3.5.2.1 與圖 3.5.2.1 所示。

為確保 SD 550/685 鋼筋具有適當的韌性變形能力，特別規定鋼筋進行拉伸試驗時，須以伸長計求出伸長量除以標點距離為軸向平均應變，對應負載達表 3.5.2.1, 中降伏強度上限之應變值不得少於 0.014。此即確保鋼筋達規定之降伏強度上限應力時，其應變值至少為降伏應變的 4 倍，(SD 550 與 SD 685 鋼筋降伏應變分別約為 0.003 與 0.0035)。對實際量測而言，定義降伏平台長是有困難的，硬固硬化起始應變不易定點，但對應降伏強度上限應力之應變比較明確。

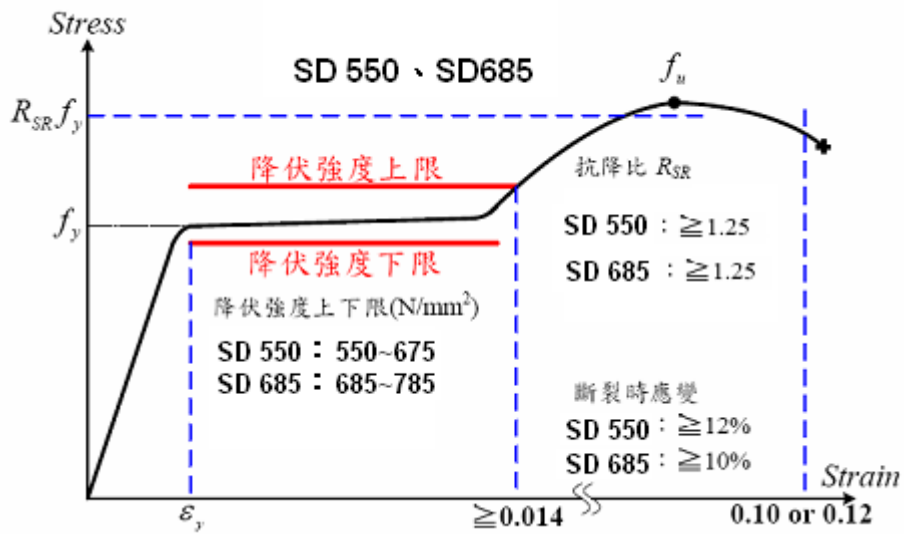


圖 3.5.2.1 SD 590/685 鋼筋力學性質示意圖

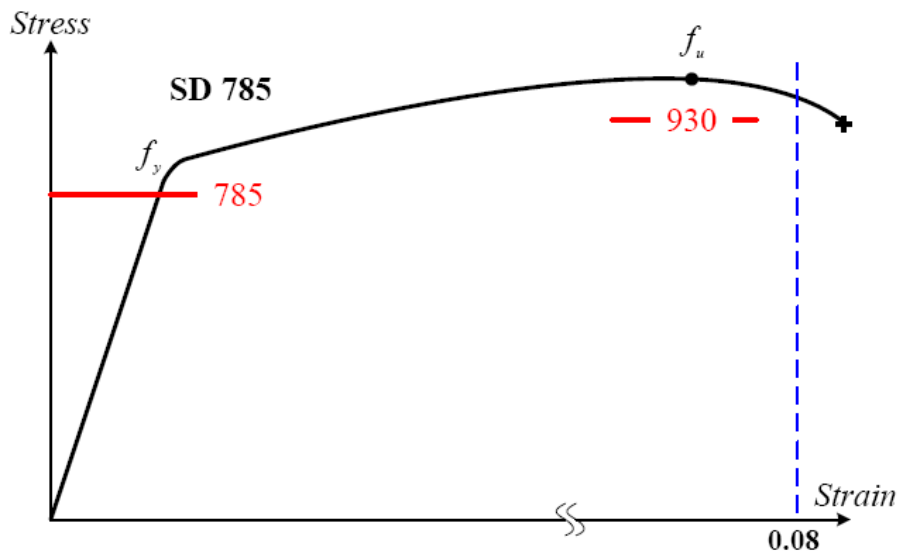


圖 3.5.2.2 SD 785 鋼筋力學性質示意圖

在鋼筋彎曲試驗方面，相較於 SD 490 鋼筋彎曲直徑規定，（D25 以下為 5 倍標稱直徑，D25 以上為 6 倍標稱直徑，CNS 與 JIS 標準相同），SD 550/685/785 鋼筋之彎曲直徑規定較為嚴格，其中 SD 550/685 均規定為 4 倍標稱直徑，而 SD 785 則是均

規定 3 倍標稱直徑。

表 3.5.2.2 列出 SD 590/685/785 鋼筋之化學成分，提供做為參考。

表 3.5.2.2 鋼筋混凝土用 SD 590/685/785 鋼筋之化學成分表

符號	化 學 成 分 %				
	C	Mn	P	S	Si
SD550	0.40 以下	1.80 以下	0.040 以下	0.040 以下	1.00 以下
SD 685	0.50 以下	1.80 以下	0.030 以下	0.030 以下	1.50 以下
SD 785	0.50 以下	1.80 以下	0.030 以下	0.030 以下	1.50 以下

3.5.3 錨定與續接

- (1) SD 550/685/785 鋼筋之錨定與續接檢驗須符合國家標準，若引用其他國家之相關規範標準，惟須依審查單位認可之標準為之。
- (2) SD 550/685 鋼筋之錨定與續接分別採用機械錨定與續接器續接為原則，其他經試驗成果證實可行之錨定或續接方法者不在此限。
- (3) SD 785 鋼筋可採用標準彎鉤作為端部錨定及使用搭接對鋼筋進行續接，鋼筋標準彎鉤細節與搭接長度依「結構混凝土設計規範」之規定決定。

[解說]

高強度鋼筋混凝土續接器之性能可參照社團法人台灣混凝土學會之「高強度鋼筋續接器續接性能評估基準(草案)」之規定。

- (1) 超高強度 SD 550/685/785 鋼筋之錨定與續接之檢驗標準與一般強度之鋼筋大致相同，故應符合相關國家標準檢驗之，亦可使用其他國家更先進的檢驗標準，在引用其他國家相關檢驗標準時，應特別注意檢驗標準的一致性，同時須經審查單位核可。

- (2) SD 550/685 鋼筋應用於大號鋼筋，其錨定與續接方法建議分別採用機械錨定與續接器續接為原則，此可降低鋼筋在端部錨定與續接處之壅塞情形，有效提升混凝土澆灌品質，以獲得高品質之超高強度鋼筋混凝土構造。
- (3) SD 785 鋼筋主要應用於梁、柱構件之小號剪力鋼筋或圍束箍筋，建議採用「結構混凝土設計規範」規定之鋼筋標準彎鉤與搭接細節，作為鋼筋端部錨定及搭接之標準，若計算公式與鋼筋強度有關時，鋼筋降伏強度應取 785 N/mm^2 或 8000 kg/cm^2 計算之。

3.6 高強度混凝土構材

3.6.1 一般事項

- (1) 鋼筋強度大於 490 N/mm^2 者應避免使用續接搭接，惟經可靠的分析數據、適當的實驗結果、或可信的研究成果證實可行者不在此限。
- (2) 鋼筋強度大於 490 N/mm^2 者，其材質不利於電焊，故此類鋼筋應避免採用電焊進行搭接或對接續接，惟經實驗結果證實該接合能提供作為主筋或箍筋所需之強度與韌性要求者不在此限。
- (3) 高強度鋼筋混凝土構材之鋼筋端部錨定應避免採用彎勾錨定，而採機械錨定為原則，以降低鋼筋端部錨定處之鋼筋擁擠程度，提升混凝土澆注品質。
- (4) 結構構材之混凝土保護層、鋼筋間距與鋼筋比限制等，應符合「結構混凝土設計規範」之相關規定。

[解說]

3.6.2 力學性質

- (1) 高強度鋼筋混凝土之彈性模數、乾縮、潛變、裂縫、鋼筋續接與鋼筋於混凝土中之握裹及錨定等基本力學性質，可利用可靠的分析數據、適當的實驗結果或可信的研究成果，確認「結構混凝土設計規範」中力學模型的可行，或建立可靠、合理且適用於結構分析與設計之力學模型。
- (2) 高強度鋼筋混凝土構材之軸力、撓曲與及剪力等相關強度設計值，可利用可靠的分析數據、適當的實驗結果或可信的研究成果，確認「結構混凝土設計規範」中力學模型的可行性，或建立可靠且合理之力學模型計算之。惟結構分析與設計中所採用之力學模型應與實際構材之受力變形行為相符。
- (3) 基於「強柱弱梁」之結構設計原則，結構構材之設計亦應符合「結構混凝土設計規範」之耐震設計中，僅允許梁構件端部或基面層上部之柱底發生彎矩塑鉸之塑性機制，其相鄰構材與梁柱接頭在塑鉸強度發生時應保持彈性。

[解說]

3.6.3 高強度鋼筋混凝土之錨定和握裹

- (1) 梁主筋和柱主筋的錨定形式原則上為直通配筋、彎曲錨定或為鋼板錨定形式。
- (2) 主筋應具有足夠的錨定長度去抵抗架構設計變形時之應力。

[解說]

(1) 鋼筋混凝土為合成結構材料由混凝土和鋼筋構成，因此要使混凝土和鋼筋保持整體行為時，就必須由握裹和錨定來提供。此基本需求當然適用於具高強度的 New RC 材料。因為新 RC 結構希望採用與傳統鋼筋混凝土類似的鋼筋配置，因此握裹和錨定容量必須隨鋼筋應力而增加。

梁主筋對柱梁接頭的錨定方法，通常於外柱梁接頭採用彎曲錨定或鋼板錨定，於內柱梁接頭採用直通配筋方式的錨定。

彎曲錨定由彎曲前的直線部分、彎曲部分和彎曲後的餘長所構成，錨定性能大半由彎曲部的支壓力所決定。彎曲部支壓力機構受到混凝土強度、彎曲半徑等各種因素的影響。日本 New RC 提出如下述的構造規定及必要的錨定長度(表 3.6.3.1)可供參考。

- a. 錨定投影長度為主筋徑的 8 倍以上且大於 15cm。
- b. 彎曲部開始位置為構材深度之中心軸外側。
- c. 餘長採 180 度彎曲時為主筋的 8 倍且 6cm 以上，90 度彎曲時為主筋徑的 10 倍以上。

梁端會產生塑鉸的構架，假如直通配筋的錨定足夠，接頭區所接合之構材可得安定的遲滯迴圈。表 3.6.3.2 為根據日本 New RC 所提案設計法計算出之必要柱深。該表上端數值為軸力比 1/6，下端數值為軸力比 1/3 的情形，並假定受拉和受壓降伏於柱兩面對稱發生，且梁直通筋每支的柱寬為主筋徑的 6 倍以下。

從上述表中可知，即使混凝土變成高強度其受拉強度並不會隨之等比例增強，而主筋變為高強度將使得錨定長度及柱深度變成比普通鋼筋混凝土為大。

表 3.6.3.1 90 度彎曲時之必要最小錨定長度(d:主筋徑)

鋼筋等級	混凝土強度(N/mm ²)			
	42	60	80	100
SD390	13.5d	10.5d	8.0d	8.0d
	10.0d	8.0d	8.0d	8.0d
SD490	—	15.5d	12.5d	10.5d
	14.5d	11.5d	9.0d	8.0d
USD685	—	—	—	—
	—	—	16.0d	13.5d

【資料來源：參考書目 9】

上端數字:不考慮箍筋之效應， 下端數字:考慮箍筋之效應

無數字記載者表示於此條件下無法錨定

表 3.6.3.2 直通配筋時之必要柱深度(d:主筋徑)

鋼筋等級	混凝土強度(N/mm ²)			
	42	60	80	100
SD390	21.0d	16.6d	13.7d	11.8d
	18.4d	14.5d	12.0d	10.4d
SD490	26.3d	20.7d	17.1d	14.8d
	23.0d	18.2d	15.0d	12.9d
USD685	36.8d	29.0d	24.0d	20.7d
	32.2d	25.4d	21.0d	18.1d

【資料來源：參考書目 8】

3.6.4 高強度鋼筋混凝土之圍束

圍束箍筋可區別為，降伏塑鉸計畫範圍和其以外範圍應，應採用有效圍束主筋和混凝土之形狀和配置。

[解說]

高強度混凝土達到抗壓強度後缺乏韌性，將引起急劇的破壞。為了控制此種急劇的強度下降，使用高強度鋼筋的圍束是有效果的。

降伏塑鉸計畫範圍，原則上因應構材的結構特性而決定，但是可取從構材端往中央達構材深度的 1.0 倍以上的長度為範圍。參照日本 New RC 建議之箍筋最大間隔如表 3.6.4.1 所示。柱梁接合部箍筋之間隔依照非塑鉸範圍之規定。

箍筋的形狀有螺旋狀、焊接閉合型、具彎鉤型等。箍筋比(pw)應為 0.2%以上。

表 3.6.4.1 箍筋的最大間隔 (db:主筋徑)

構材	箍筋尺寸	降伏塑鉸範圍	非塑鉸範圍
柱	D10 鋼筋	10cm 以下	15cm 以下
	D13 以上鋼筋	15cm 且 6db 以下	20cm 且 8db 以下
梁	D10 鋼筋	15cm 以下	20cm 以下
	D13 以上鋼筋	20cm 且 8db 以下	30cm 且 10db 以下

【資料來源：參考書目 8】

第四章 耐震設計與分析方法

4.1 適用範圍

使用含高強度鋼筋及高強度混凝土之超高層鋼筋混凝土造建築物，應由地震時可預期為整體降伏形之降伏機構的明快架構所構成者，本章提供結構設計可行方法之一。

[解說]

- (1) 一般而言，建築物的結構設計由要求性能之設定和要求性能之實現的兩步驟所構成。要求性能依建築物用途、重要性、耐用年限、結構類別、結構形式、規模、外力等條件綜合判斷後，各建築物分別定出。另外，結構設計時，為了實現要求性能的設計方法、或確認所設計建築物的結構性能滿足要求性能的方法也是有各種方法。

建築物的形態、結構樣式多式多樣，嚴密規定適用對象範圍或全部網羅代表性設計及性能確認方法是不可能的。因此本指針適用之對象僅作某種程度的限定，並進行要求性能的設定，提供設計或性能確認的方法。所以使用本指針時，判斷對象建築物是否適用本指針的同時，應該根據特別的調查、研究等的結果修正本指針的一部份後而使用，希望結構技術者有柔軟的對應。

- (2) 本指針設定之使用材料，混凝土為 36N/mm^2 以上， 120N/mm^2 以下之高強度混凝土，鋼筋為 490N/mm^2 以上之高強度鋼筋。但是設計方針並未設定在此材料範圍，可應用於較高強度材料。

(3) 耐震設計時，對於水平地震力，設定抵抗機構為所期待的降伏機構，進行設計並保證不要形成設定外的降伏機構。但是，構架的變形達到設計所設定之界限變形時，一定會形成設定的降伏機構並非所要求的性能，不會產生設定外之降伏機構，即設定外的部位不會產生塑性鉸才是所要求性能。

(4) 適用建築物為，可設定明快的全體降伏機構的建築物。即地震產生降伏機構時，設定構架全體形成可吸收地震能量的「梁降伏型構架」，各層的梁端形成彎曲降伏塑性鉸的構架為主。某層的柱比梁先行降伏導致僅該層比其他層先行降伏，所謂「層降伏」的構架排除在對象外。

柱形成降伏塑性鉸的構架，不僅會引致能量對層的集中，由於柱軸力變動的影響產生勁度的不平衡，因直交方向地震的影響，即使是整形的建築物，也有可能與偏心的構架一樣產生扭轉振動。但是，柱的降伏僅及於局部性並確認全體構架不會產生層降伏時可適用。

(5) 由複雜的平面或立面所組成的構架時，地震時通常難以評估會形成怎樣的降伏機構。此外，地震時之反應狀況也比整形的建築物不利，且其推定也不容易。因次，有關平面上勁度和重心有偏心的結構，立面上勁度顯著不連續的結構，排除在適用對象外。

(6) 關於構架的結構形式，只要是全體降伏機構能明快設定者並無特別限定的必要。代表的結構形式例，整形的立體構架結構、剪力牆構架結構及管狀(tube)結構皆可適用。

(7) 對於建築物高度的適用範圍並未設定。但是，檢討時是以適

用高度 45m~200m 左右的建築物為前提。超出此範圍外的建築物，至少要檢討下述事項。

a) 高度 200m 以上的建築物，其基本週期大概會超過 5 秒。影響這樣長週期結構物的地震性質現階段不明點很多。因此，適用於超過 200m 的建築物時，有關輸入地震、風載重、P- Δ 效果有必要再檢討。

b) 高度 45m 以下的建築物，與高度超出 200m 的建築物相同，適用時輸入地震及評估基準等有必要再檢討。

- (8) 不同材料強度的混用：建築物的各樓層位置或各構材使用不同混凝土時，為了使勁度等之結構特性的連續性不致混亂，應注意設計基準強度的差不要太大。

基礎部分一般很少使用高強度混凝土。此時與上部結構的混凝土強度差別很大時，破壞可能進展到基礎部分必須注意。此外樓板使用 PC 板時，樓板對大梁勁度、強度的效果必須加以檢討。

- (9) 降伏機構原則上設定為梁端形成塑性鉸的全體降伏形。柱產生降伏時，恐會產生應力集中於局部有形成層降伏機構之虞。計畫梁降伏形成全體降伏形之降伏機構時，可預設以下位置形成塑性鉸：(a)各層梁端部，(b)地面樓層最下層之柱腳，(c)地面樓層最下層之剪力牆的牆腳，(d)最上層之柱頭。考慮軸力、配筋等條件，確認能確保必要的變形能時，可預設下述位置產生降伏塑鉸：(a)軸力小的建築物上樓層部分的柱，(b)由於地震力之拉力使軸力變小之柱(包括軸力為拉力的柱)。

4.2 用語

降伏機構：承受地震力等水平力的結構，構材形成降伏塑性鉸，隨著結構物水平位移的增加形成水平強度的增大變成極小狀態的機構。與塑性力學中彈塑性構架變成強度增大為零的機構不同。

全體降伏形：如梁先行降伏型，塑性變形導致之水平位移不會集中於特定層的降伏形。

部分降伏形：如柱降伏型，塑性變形導致的水平位移集中於特定層的降伏形。

降伏塑性鉸：斷面發生彎曲降伏，產生塑性旋轉變形的部位。

塑性鉸計畫構材：計畫降伏塑性鉸的構材。作用地震力等之載重時預定會形成降伏塑性鉸。

非塑性鉸構材：不計畫降伏塑性鉸的構材。作用地震力等之載重時不可形成降伏塑性鉸。

外力重心位置：根據設定之靜力地震力分布所決定之水平載重的合力作用點位置(將水平力視為重力所稱的重心位置。)

使用界限位移(角)：中小度地震力及風壓力作用時，使用上不會產生障礙的位移(角)。由設計者所訂定，層間位移角不得大於 $1/200$ 。

反應界限位移(角)：設計地震力所導致反應位移(角)的上限值。

架構設計位移(角)：對於載重，特別是地震載重的不確定性、結構物的各種差異性，為了確保耐震設計上的安全性，設計時以大於反應界限位移(角)的值作為設定於結構物的位移(角)。根據靜力側推分析水平力之和與靜力外力之重心位置的變形關係曲線上，可確保達反應界

限變形為止的面積(作功量)的 2 倍以上面積(作功量)的架構變形，由設計者訂定。

可靠強度：考慮計算式的精度、材料強度的差異性等所計算出作為極限強度下限值的構材強度。

上限強度：考慮計算式的精度、材料強度的差異性等種種強度上升因素所計算出作為極限強度上限值的構材強度。

平均強度：計算出作為極限強度平均值的構材強度。

強度增減係數：計算可靠、上限強度時，乘上平均強度之係數。

4.3 耐震設計基本原則

- (1) 超高層鋼筋混凝土建築之耐震設計應採用動力分析確認其要求性能。
- (2) 耐震設計之基本原則，係使建築物結構體在中小度地震時滿足使用性功能，設計地震時滿足安全性功能，最大考量地震時則應滿足側向強度要求以及適當的崩塌機制。

[解說]

- (1) 中低層建築物之耐震設計趨勢以強柱弱梁的崩塌機制為基本假定，但是高層建築物傾向於受到高次振態的顯著影響，而且梁多半不會在設計地震變形限制範圍內發生降伏，其設計地震力通常不是根據基本假設的機制，而是根據動態地震反應分析計算而得。此外使用高強度材料的構件，其降伏變位會增大至約為一般構件的兩倍。使用高強度材料的高層建築也不會在設計地震變形限制範圍內產生多數梁端塑鉸。在此情況下，根據上述崩塌機制進行之耐震設計是不切實際

的，應該改採動力分析進行設計。因此本指針對超高強度鋼筋混凝土建築結構提出了一套耐震設計方法。

此耐震設計方法並非對於結構構件尺寸規格之細節規定，而是著重於讓建築物達到性能要求的基本原則，與對設計建築物結構行為的評估方法。國內 RC 建築設計通常由地震力所控制。因此本指針所建議之設計方法主要針對耐震設計，不考慮靜載重與活載重等長期載重、風力、溫度變化及潛變與乾縮等設計。針對地震以外載重之設計可直接採用一般設計方法。

(2) 此處所提及之中小度、設計及最大考量三種地震力水準與動力分析時之輸入地震要求根據目前建築物耐震設計規範所規定。

作用中小度地震時，應使建築物的變形不會超過產生使用上障礙的變形。對於設計地震力，應確認建物的架構從耐震的觀點看來是充分安全的。

4.4 耐震設計之判定基準

對於耐震設計規範所述之三種地震水準以及達到架構設計位移時，架構的水平變形和架構、構材的狀態應滿足表 4.4.1 之規定。

表 4.4.1 地震時架構的水平變形和架構、構材的狀態

等級	位移角	構材	架構狀態
中小度地震	層間相對側向位移角在使用界限位移角以內	原則上所有構材不發生降伏	
設計地震	外力重心位置的反應位移角在反應界限位移角以內，且層間相對側向位移角為反應界限位移角的1.5倍以內	容許構材降伏	強度不可下降

架構設計 位移		(1) 塑鉸計畫構材確保韌性能 (2) 非塑鉸構材確保具充分強度不會形成塑鉸	
最大考量 地震	最大反應位移角於架構設計位移角以內		

• 使用界限位移角為 $1/200$ 以下，由使用者設定。
 • 反應界限位移角為 $1/120$ 以下，由使用者設定。
 • 架構設計位移為，根據靜力側推分析之水平力和與作用外力重心位置之位移關係曲線上，將反應界限位移為止之面積的兩倍以上面積作為可確保的架構變形。由設計者定之。

[解說]

一般而言 New RC 建築物會比傳統 RC 建築物之使用期間長，且適用於大規模結構物的可能性高，考慮發生地震災害時對社會的影響較大，因此比起傳統 RC 造規定稍微高的耐震性能。即 New RC 建物的耐震性能為以梁降伏形為前提滿足下述(1)~(3)各項。

(1) 對於建築物使用期間可能遭受一次的中小度地震，層間相對位移角限制在使用界限位移角內，用來控制結構物與非結構物之破壞。結構物遭受中小度地震力時，必須滿足使用性功能規定。使用性可藉由非線性動力分析進行檢核。使用性功能規定包括： a. 任何樓層之層間相對側向位移角應小於使用性位移角上限， b. 原則上所有構件都不可發生降伏，與 c. 非結構構材不可發生損害。

(2) 結構物遭受設計地震力時，必須滿足安全性功能規定。安全性規定亦可藉由非線性動力分析進行檢核。結構物在設計地震作用下可因為鋼筋降伏而產生部分非線性行為，但必須維持在穩定變形的範圍內且側向承載強度不至於下降。要達到此一目標，應遵守安全性規定如下：a. 最大結構變位角應小於反應位移角上

限，反應界限位移角用來控制在可能遭遇設計地震力下之變形，其上限考慮破壞為可修復的程度以及高層建築物最重要的 $P-\Delta$ 效應對結構體反應的影響而可加以修正，b. 任何樓層之最大層間相對側向位移角應小於前項規定之 1.5 倍，以確認變形不會集中於特定樓層，c. 容許發生降伏但不容許強度之下降。

(3) 材料特性起因之構材強度和變形能力(恢復力特性)的差異性，某種程度下可加以考慮。但是地震的特性及建築物解析模型起因之反應的差異性，尚有許多不確定因素。建築物設計若僅進行反應界限變形時之應力、變形則尚殘留著幾許不安。因此參照日本 New RC 導入下述之檢討。

- 對於架構設計位移，以靜力側推分析結果檢核之安全性規定如下：a. 塑鉸應維持在其變形限度範圍內，b. 未預期會發生塑鉸的部位不應該發生塑鉸，c. 脆性破壞，如剪力破壞或握裹滑移破壞，皆不應發生。第 1 項規定可確認設計位移角上限位在構件的變形下限位置。第 2 項與第 3 項規定原則上仍應以材料強度上限所對應之受力情況進行檢核，此受力情況可直接由可靠材料強度所對應之受力乘以一適當的放大係數而得。

根據此耐震設計之判定基準，建議結構設計的標準流程如圖 4.4.1 所示，耐震設計判定基準的確認方法如表 4.4.2 所示。此處所示之流程為一範例，並非規定結構設計之手法及流程。因為確認所要求性能之具體的設計方法，會因對象建築物的結構特性及分析方法等而有所差異。

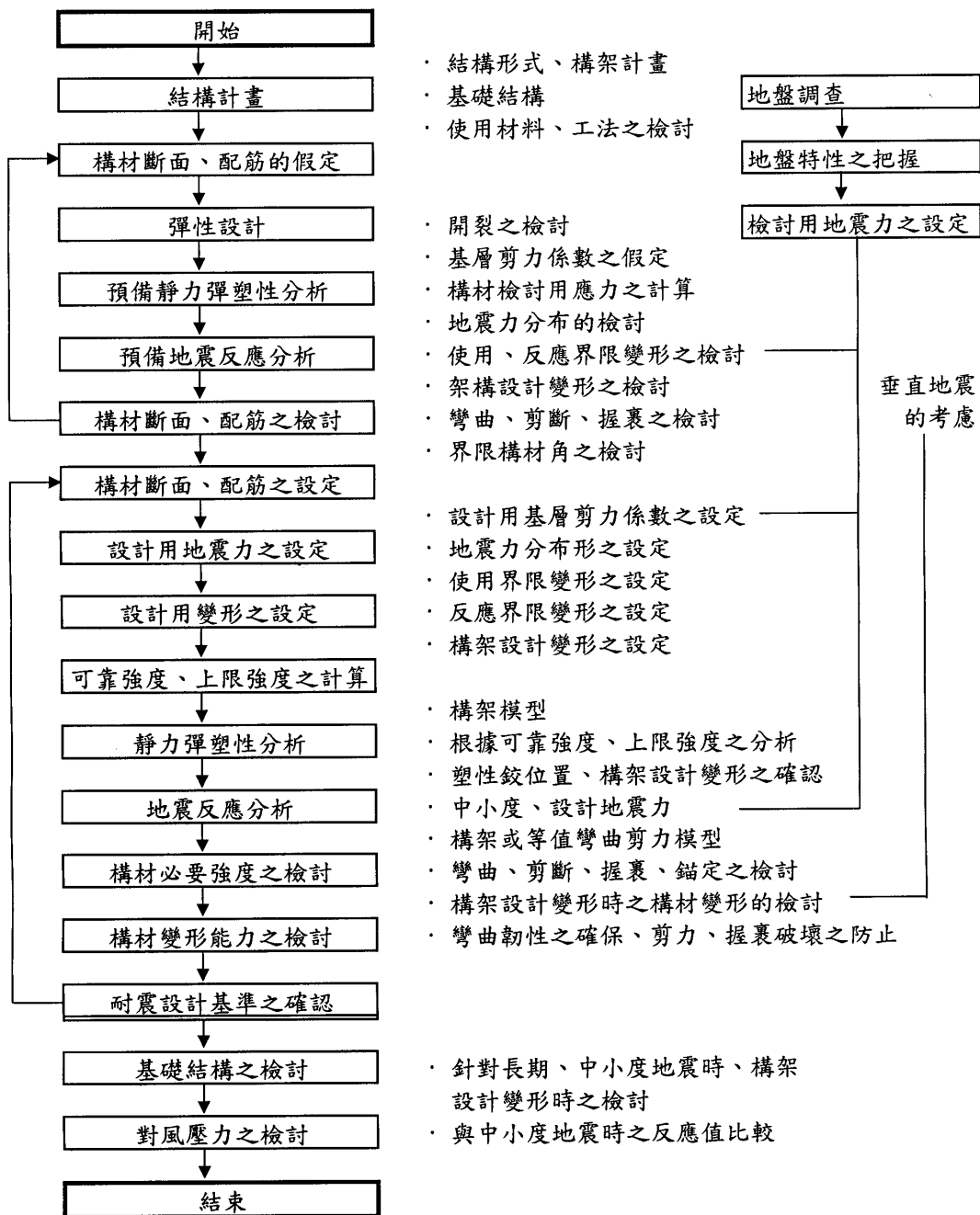


圖 4.4.1 日本 New RC 高層建築結構設計流程

【資料來源：參考書目 14】

表 4.4.2 耐震設計判定基準和確認方法例

耐震設計判定基準	設計上之確認方法例
1) 動力設計之判定基準	• 輸入地震波3波以上(與設計反應譜相符之水平地震紀錄) • 等值彎曲剪力模型、構架模型
• 對於中小度地震 ① 層間位移角應小於使用界限位移角 ② 原則上構材不發生降伏	① 最大反應層間位移角小於使用界限位移角 ② 構架模型：構材之最大反應值未達恢復力曲線的第2轉折點 等值彎曲剪力模型：最大反應層剪力於彈性限度層剪力以下
• 對於設計地震力 ③ 重心位置之位移角小於反應界限位移角 ④ 層間位移角於反應界限位移角之1.5倍以下 ⑤ 允許構材之降伏，但架構之強度不能降低	③ 重心位置之最大反應位移角小於反應界限位移角 ④ 最大反應層間位移角於反應界限位移角的1.5倍以下 ⑤ 構架模型：構材之最大反應力和最大反應變形小於構材檢討時之值 等值彎曲剪力模型：最大反應層剪力和最大反應層間位移角小於構材檢討時之值
• 對於最大考量地震力	⑥ 最大反應位移角小於架構設計位移角

2) 靜力設計之判定基準	• 構架模型
• 架構設計位移時 ⑦ 確保塑鉸計畫構材之韌性能 ⑧ 非塑鉸確保充分的強度	⑦(根據上限強度)使用最大構材變形和最大構材應力以上的值，進行彎曲韌性、剪力、握裹的檢討。 ⑧(根據上限強度)使用最大構材應力以上之值，進行彎曲、剪力、握裹、錨定之檢討，塑鉸位置之確認。

4.5 結構物的模擬方式

- (1) 建物的模型化時，除了應適當評估架構的結構特性外，也應適切考慮地震時預設之架構降伏機構、反應變形等，進行模型化。
- (2) 建物的地震動力分析，原則上將結構體模擬成立體構架來評估，如果能適當呈現構件的非線性特性，動力分析可簡化成簡單的質點與彈簧模型。
- (3) 建物原則上將包括基礎結構部份、周邊地盤部分形成一體來進行模擬。但是適切考慮地盤-基礎-建物系之互制效果的模型不在此限。

[解說]

- (1) 進行實際設計時，對不同分析方法採用不同的結構模型進行分析是比較方便的。每個結構模型應該依照特定分析方法所要滿足的目標，選擇將原型建築物理想化的方式。靜力分析應根據適當的構架模型進行分析，最好採用立體構架，並考慮組成構

件的非線性力學性質。

- (2) 動力分析基本上是為了瞭解地震作用時的位移情形，因此不一定要以構架模型來進行。只要能夠適當呈現出構件的非線性特性，也可以使用簡單的質點與彈簧模型。為達此目標，通常採用的程序是先進行靜態側推分析，再將層剪力與層間位移關係理想化為適當的多線性彈簧。不過仍建議至少以構架模型進行一次動力分析，最好使用導致質點與彈簧模型引起最大反應的輸入地震，以確認使用簡化模型時可能發生的問題。

4.6 構材之反復受力特性

- (1) 構材或斷面模型化時，應考慮材料的變動性，計算勁度、強度、變形等評估式的差異性等計算可靠強度與上限強度，根據各強度決定反復受力特性。
- (2) 計算構材之遲滯迴圈能量消耗時，應選擇適當的遲滯迴圈特性，最好能利用試驗數據適切的加以驗證。

[解說]

- (1) 考慮材料性質的變異性與強度、勁度及變形評估計算公式的不確定性，定義構件之可靠強度與上限強度，並根據此兩種強度決定構件之反復受力特性。

日本 New RC 研究案成果建議採取下述方法，可供參考。

在決定可靠強度和上限強度時，未超越機率（Probability of nonexceedance）根據試驗數據統計取 0.90。如果規定強度與計算強度的比值呈常態分佈，那麼構件的可靠強度和上限強度就可由根據平均材料強度求得的承載強度 R 、規定強度與計算強度之平均比值 AR 、及比值的變異係數 COV，依照下

列方式估算：

$$\text{可靠強度} = R \times AR \times (1.0 - 1.28 \times \text{COV}) = R \times \phi$$

$$\text{上限強度} = R \times AR \times (1.0 + 1.28 \times \text{COV}) = R \times \gamma$$

表 4.6.1 所示為在不同未超越機率下，用於柱與梁之係數 ϕ 和 γ

表 4.6.1 未超越機率與強度修正係數

【資料來源：參考書目 8】

未超越機率	ϕ 用於柱	ϕ 用於梁	γ 用於柱	γ 用於梁
90%	1.01	0.97	1.49	1.11
95%	0.94	0.95	1.55	1.13
99%	0.81	0.92	1.68	1.16
99.9%	0.67	0.88	1.83	1.20

ϕ ：可靠強度之強度修正係數

γ ：上限強度之強度修正係數

在中小度與設計地震下使用動力分析檢核結構反應位移角，以及採用靜力分析計算結構極限側向強度以檢核設計位移角上限時，所有構件應採用可靠強度。

上限強度則是在非預期塑鉸發生部位的設計，或檢核構件發生脆性破壞的可能時，用於靜力分析之塑鉸部位。

鋼筋混凝土構件的勁度設定在開裂和降伏時發生改變。此處的降伏指的是在單向漸增受力時，勁度發生顯著降低的位置，不見得是構成構件之材料開始降伏的位置。

日本 New RC 案研究成果如下述可供參考：

a. 初始勁度與開裂點的計算採用平均值。柱與梁之降伏強度

介於可靠強度與上限強度間的變化，加以理想化後分別如圖 4.6.1 與 4.6.2 所示。

b. 根據構件在試驗中表現的一般行為。對柱而言，其降伏變位並不會隨著降伏強度而有顯著改變，因此其降伏變位可由平均降伏強度與平均降伏勁度求得，並假設可靠與上限降伏點之變位相同，如圖 4.6.1 所示。另一方面，梁的降伏變位會以近似線性的關係隨降伏強度增加而增加，因此先從平均降伏強度與平均降伏勁度找出平均降伏點後，可靠與上限降伏強度再由開裂點與降伏點之連線內插或外插求得，如圖 4.6.2 所示。

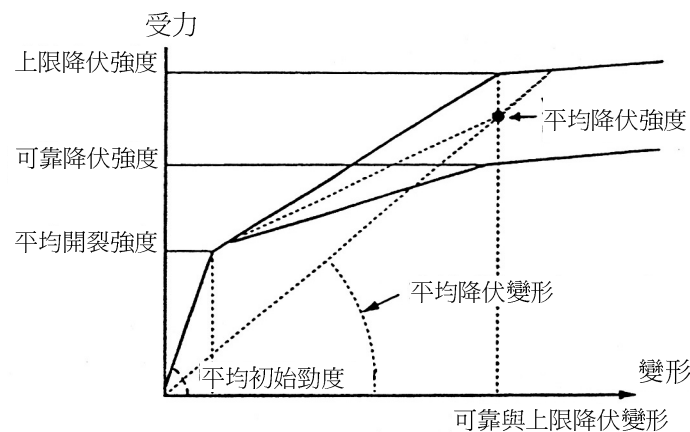


圖 4.6.1 柱之受力特性【資料來源：參考書目 8】

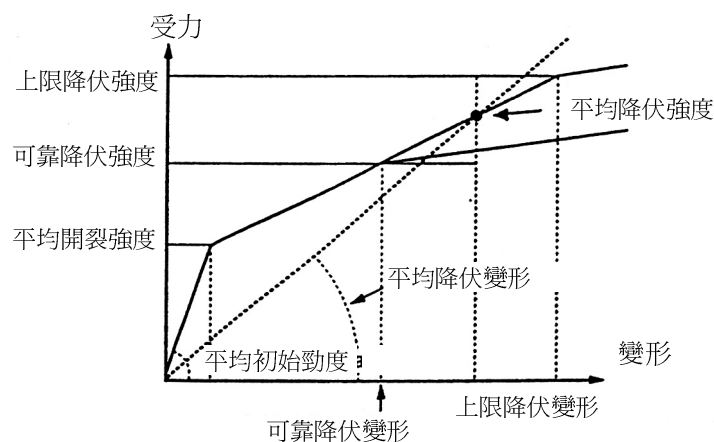


圖 4.6.2 梁之受力特性【資料來源：參考書目 8】

- (2) 計算構件的遲滯迴圈能量消耗，應選擇適當的遲滯迴圈特性。若遲滯迴圈的面積設定得太大，會造成對構件消能能力的高估，而導致對反應變形量的低估。一般常用的簡化非線性遲滯迴圈模型，例如雙線性或三線性模型，本身即有這樣的傾向，所以其使用應有所限制。推薦使用比較複雜的模型，例如 Takeda 模型或軟化三線性模型 (Degrading trilinear model)。

4.7 地震設計的方向性

- (1) 檢核結構安全時應就作用於任何方向的單軸地表振動與單軸靜態水平力來進行。
- (2) 結構有明顯可見的偏心現象時，應進行雙軸向動力分析。
- (3) 考慮垂直振動的效應，建議低層部的柱軸力可增加垂直載重下軸力的 20%。

[解說]

- (1) 地震沒有固定的方向，因此建築物也應要能抵抗從任何方向來的地震力。雙軸向水平地震由於重疊傾覆效應，對角隅柱造成的軸力遠比單軸地震所造成的還要高上許多，也會造成柱同時承受雙軸撓曲彎矩與剪力的作用。

指針要求結構安全應就作用在任何方向的單軸地表振動與單軸靜態水平力進行檢核。對普通的規則矩形構架建築物來說，應就其長軸與短軸再加上一斜軸向，一般取 45 度角，進行檢核。其中通常長軸與短軸會受到變形規定的限制，而斜軸向則會受到強度規定的限制。

- (2) 如上述，設計時可設定單軸水平地震作用於任何方向，故一般並沒有必要考慮雙軸向地震同時作用。但對某些特殊情

況，例如結構有明顯可見的偏心現象時，就需要進行雙軸向動力分析。在實際進行設計時，雙軸向地震中的次要主軸方向振動幅度可設定為主要主軸方向的三分之二。

(3) 一般認為垂直振動的影響在較高的建築物中會較為顯著。

因為當高度增加，基本振動週期會拉長，故水平加速度相對地變小，但在這同時，垂直加速度並沒有減弱，甚至在某些情況下還會視結構的垂直向反應而增大。因此對較高的建築物而言，垂直與水平加速度的比值會較大。指針建議將低層部的柱軸力由垂直載重下的軸力增加 20%，以考慮垂直振動之效應。

4.8 根據靜力分析之耐震性能的確認

4.8.1 設計地震力及其豎向分配

靜力分析之設計地震力根據「建築物耐震設計規範」所規定。地震力之豎向分配根據「建築物耐震設計規範」所規定或根據建物之振動特性做適當的設定。

[解說]

本項規定建築物必須確保的最小限水平強度。

地震力沿建築物高度的分布形狀，必須能確實表現建物於地震時之振動性狀。超高層建築物之地震反應受到 2 次以上高次振態的影響，根據日本 New RC 針對 60 層純構架之剪力係數的分配，以 A_i 分布、SRSS 法分布、倒三角形分布、倒三角形+頂部集中分布進行研究，結果 SRSS 法之外力分布為考慮建物之地震振動特性時最符合的分布形，倒三角形+頂部集中分布則最為保守。其餘兩分布形於高層部有一部分會有過小評估之虞。此處所謂 SRSS 法為利

用建築物彈性模型和設計用反應譜以 SRSS 所求得之樓層剪力分布形。

超高層 RC 建築物基本周期長，且採用剛強的基礎結構，地盤-建物之互制作用對地震力之豎向分配的影響比對中低層 RC 建築為大。而本指針對於地震反應分析模型原則上為包括基礎結構的模型，因此設定地震力之豎向分配，儘可能採用考慮互制作用之振動形態。

4.8.2 架構的水平強度

於架構設計變形時，確認架構之極限層剪力強度大於 4.8.1 所設定之設計用地震力的層剪力。

[解說]

架構設計變形主要為檢討構材的變形性能。另外一個重要的耐震指標為確保架構的強度。架構設計變形為根據側推分析之水平力總和與靜力重心位置之變形關係曲線上，能確保反應界限變形為止之面積的 2 倍以上面積的架構變形。

強度確保之確認為使用根據可靠強度的恢復力特性進行側推分析。這種情形下外力分布形如 4.8.1 所規定必須使其接近地震反應時之分布形。

4.8.3 降伏機構的保證

- (1) 架構設計變形時，確認架構不會形成預定外之降伏機構。
- (2) 非塑鉸部位的強度確認其大於下述規定之必要彎矩、軸力、剪力、握裹力。
 - 降伏塑鉸以外的必要強度應使用塑鉸計畫部位的彎曲上限強度來計算。

- (3) 降伏塑鉸應對確保下述所規定之變形能力進行檢討。
- 降伏塑鉸於形成架構設計變形以前，確認不致發生彎矩及軸力導致的壓壞以及剪力導致的破壞或握裹破壞。
- (4) 塑鉸計畫部位未形成降伏塑鉸部位，可作為非塑鉸部位檢討確保本項(2)之強度，或作為降伏塑鉸檢討確保本項(3)之變形能力。

[解說]

(1)使用根據可靠強度之恢復力的靜力側推分析達到架構設計變形為止，確認架構不會形成結構計畫所預定以外的降伏機構。但是，達到架構設計變形為止即使並未形成所計畫之降伏機構也無妨。

(2)為保證不會發生預定以外之降伏塑鉸及破壞，確認非塑鉸計畫部位或構材之強度大於本項規定之必要強度。

架構設計變形時塑鉸形成部位以外之必要強度的計算，原則上使用塑鉸計畫部彎曲上限強度之恢復力特性的側推分析。可將架構設計變形時之塑鉸形成部以外的各部位應力(根據可靠強度恢復力之側推分析)放大，作為設計用應力。放大係數考慮強度計算式的精度、材料的差異性等，可使用計算塑鉸計畫部上限強度之強度增減係數(γ)和計算可靠強度之強度增減係數(ϕ)的比。

(3)關於形成降伏塑鉸之部位，必須確認架構變形時對該部位所產生應力、變形確保其強度和韌性。

鋼筋混凝土結構，拉力鋼筋之降伏前，或即使拉力鋼筋降伏後，受壓側混凝土的早期壓壞要確保韌性是困難的。梁的情形，通常只要配置適當的壓力鋼筋都可期待相當大的韌性。但是T型梁等，應注意受壓鋼筋比較小時韌性的降低。同時作用彎矩和軸力的柱，彎曲韌性受軸力之影響很大。兩方向彎曲、反覆彎曲、軸

力變動等都為重要的因素。彎曲韌性之檢討可基於材料應力-應變關係之斷面非線性分析，將混凝土的應變控制於一定限度內等的方法來進行。

4.9 基礎結構

基礎結構之承載強度和側向抵抗強度各應滿足表 4.9.1 及表 4.9.2 的規定。

表 4.9.1 基礎承載強度之設計規定

【資料來源：參考書目 14】

載重等級	應力狀況	沉陷	基樁之上舉力
長期載重	小於長期載重下之容許承載應力	對上部結構不會造成破壞	小於 W_p
中小度地震力	小於短期載重下之容許承載應力	對上部結構不會造成破壞	小於 $(2T_u/3 + W_p)$
架構設計變形	小於極限承載應力 (定義為造成沉陷量達樁直徑 10% 之載重)	無過大傾斜或造成上部結構的變形	小於 $(T_u + W_p)$

W_p ：考慮浮力時之樁自重

T_u ：極限抗拉拔強度

表 4.9.2 基礎側向抵抗強度之設計規定

【資料來源：參考書目 14】

載重等級	規定	備註
長期載重	所有構件皆維持彈性	當側向變形影響到上部結構時應加以檢核。 側向變位容許值可由工程師自行選定。
架構設計變形	可容許部份降伏，但整體側向抵抗強度不可減弱	

[解說]

基礎的設計不僅是基礎版下部的設計，必須將基礎梁、地下室的設計、上部結構的垂直及水平力順暢的傳遞至地盤、地震輸入、

基礎變形對上部結構之影響等作綜合的考量。此外，樁基礎時，更須慎重檢討樁頭接合部之設計。

基礎結構之設計，設計者要充分保握地盤的液化、地盤下陷等之條件加以檢討。

4.10 根據動力反應分析之耐震性的確認

- (1) 對於中小度地震，各層的層間相對位移角小於使用界限位移角，且原則上各構材不會產生塑性鉸。
- (2) 對於設計地震力，於外力重心位置之位移角應小於反應界限位移角，各層之層間相對位移角為其 1.5 倍以下，且架構不會形成預定外之降伏機構。

[解說]

(1)對於中小度地震，各構材不得有產生過大開裂等大損傷，且確認建物具有充分之勁度、強度。為了確認，規定此地震下建物各層之反應層間相對位移角小於 $1/200$ 的使用限界位移角內。假如能控制此種程度的位移，二次構材不會有大損傷，混凝土即使產生龜裂也可進行環氧樹脂等的注入修補。

有無發生降伏塑鉸的確認，以構材應力和構材降伏強度之比較來進行。構材的降伏強度定義為，假如構材之恢復力特性模擬為 3 折線，則第 2 折點為其降伏強度。

(2)對於設計地震，確保人命的保全、地震後建物再使用性之耐震安全性。其設定目標為，確認建物之外力重心位置的位移角小於 $1/120$ 的反應限界變形。高層建築物受高次振態之影響各層之層間位移角要保持無太大差異並不容易，但是考慮架構的平衡，不希望變形集中於特定層，因此限定層間位移角不得大於反應位移角的 1.5 倍。

設計地震反應分析時重心位置的位移角上限值為 $1/120$ ，各構材之變形能大概設定如下：柱為 $1/100$ ，梁為 $1/50$ 。

4.10.1 耐震設計分析方法

(1) 耐震設計常使用之分析方法有 a. 歷時分析法、b. 彈性反應譜法、c. 性能設計法。

(2) 實際進行設計時，應選擇適當且符合分析目的之簡單模型。

[解說]

(1) 在設計時使用何種動力分析方法，主要根據輸入設計地震之表示形式或設定方式。如果已知地震是一決定論的，例如根據其他工址過去的加速度記錄來決定的歷時振動，則結構模型的往復受力反應就可由逐步數值計算求得，也就是所謂的「歷時分析」(time-history response analysis)，此方法對於評估結構的非線性反應非常有用。然而，要以決定論模擬出一處工址在未來可能發生的地震歷時記錄還是很困難。因此動力分析還沒有成為耐震設計規範所要求的標準工具。

另一方面，如果設計地震是以彈性反應譜或傅立葉反應譜(Fourier spectrum)的形式來表示，也就是近年之設計規範最常採用的形式，則任何彈性系統的最大反應都可由「模態分析」(Modal analysis)求得。每個基本模態的最大反應都可以明確地計算出來，而系統的最大反應可以由所有支配模態的組合，例如以平方和開根號(SRSS)的方式求得。然而，如果結構的反應超過彈性範圍，就要靠彈性反應譜來估算非線性反應，也就是所謂的「等值線性化」(Equivalent linearization)，把非線性反應和線性反應譜拉上關係。

即使設計地震規定為彈性反應譜形式，也有另外一套計算非線性反應的方法，就是利用能符合規定的反應譜產生人工地震進行歷時分析。然而，這樣的反應譜也只是從過去地震的反應譜平滑化而來，不見得能夠代表工址未來可能發生的地震。同時主要的歷時特性都是在人工地震的虛擬過程設定的，例如所謂的「包絡線」(Envelope curve) 或「相位頻譜」(Phase spectrum)。因此若使用同樣的彈性反應譜生成不同的振動，非線性歷時反應也會不同。

歷時分析的結果，特別是反應值的絕對最大值，會因分析情況的差異而受到輸入地震特性設定所影響。必須先理解分析結果的變異性和分析中的假設有關係，而設計規範對性能的要求應考慮反應值的變異性。然而，要找出一套合理的方法還是很困難。

因此，近年來所提出的功能性設計方法 (Performance-based design) 對非線性變位的規定採用「側推分析」(Push-over analysis)，一套以設定的側向載重分配形態進行的非線性靜力分析，作為評估非線性反應之標準設計工具。在計算得的受力-變位關係線上的非線性反應點，是以決定論的方式由規定的線性反應譜，也就是由等值線性化的方式求得。

然而，歷時分析在設計上還是很有用的，如果工程師或結構設計者對其假設和可能的誤差有正確的瞭解。通常設計者能夠猜想得到，甚至在某些特殊地震下的詳細結構動態行為，亦即例如非線性反應變位與構件在高次模態下的變形和內力等，這些沒辦法由靜力分析得到的結果，也能夠在設計時提供配筋判斷的有用資訊。

- (2) 如果工程師或研究者使用商業電腦軟體進行非線性分析，卻缺乏對分析方法的瞭解，程式對使用者而言可能會變成一個「黑箱」，導致使用者不加思索地採用其分析結果。為了能將動力分析的結果適當地反映在耐震設計上，結構設計者必不可缺的是對分析方法與其假設至少要有概念性的認識。最好設計者還能夠根據合理的理論背景，大致瞭解分析方法的假設與結果之間的關係。或者建議以可能變化的不同結構與地震參數值，盡可能多進行幾次動力分析。

非線性歷時分析可依很多種不同的結構模型進行，這些模型主要由其自由度的差異來區分。結構模型，或其自由度數量，應考量分析目的謹慎地選擇。在實際進行設計時，無目的地使用太複雜的模型不但無用，有時候反而還會造成誤判。因此選擇適當且符合分析目的的簡單模型是很重要的。

4.10.2 動力分析模型

- (1) 進行動力分析所採用的振動分析模型有 a. 等值剪力型、b. 等值彎曲剪力型、c. 等值架構型、d. 構材模型
- (2) 根據建築物平面形狀，可分為 a. 平面模型、b. 立體模型

[解說]

近年來，由於電腦演算能力的發達，動力分析方法也基於構材彈塑性特性之立體精算模型，開發出可時時刻刻追蹤構材應力、變形之分析工具，但是動力分析模型化只要不損及建築物振動特性，考慮電腦計算時間等希望儘可能採用簡易的模型。特別是，於基本設計階段的預備反應分析等層級時，通常要進行多種狀況的檢討，所以採用簡易模型的檢討即可。

但是，於實施設計層次，根據設計方法不僅是建築物全體的舉

動，甚至是構材的健全性也想追蹤時，採用精算模型有時較合理，設計者必須根據分析的目的選擇分析方法。

設定反應分析所使用建築物的振動模型時應考慮下述原則。

- a. 設定建築物之振動系模型時，應使其能適切保握根據建築物的構造方法、振動性狀所產生於建築物各部分的力及變形。
 - b. 推定建築物的基礎結構和地盤的動態互制作用將對建築物之振動特性帶來很大影響時，應設定可適切考慮該影響之振動系模型。
 - c. 振動系模型的恢復力特性及阻尼特性，應能適切反應建築物的構造方法及振動性狀。
 - d. 設定樓層之恢復力特性時採用方法為，適切假定各樓層的地震力豎向分布，並於適切考慮各構材之彈塑性恢復力特性下，進行靜力彈塑性分析(側推分析)根據其結果而求得，或以類似的方法來計算。
- (1) 建築物的振動分析模型，能否表現建築物實際基本振動特性為重要的判定基準。即，如高層建築物第一次基本週期較長者，高次模態對建築物的反應有很大的影響，因此不僅是第一次週期，也必須包括高次的週期是相當重要的。假如並非如此時，所得到的結果將無法表現實際的反應性狀，與設計基準的比較也將毫無意義。

建築物之振動分析模型，可分為下述 4 種。

a. 等值剪力型

本模型為建築物的寬度比高度大，建築物於地震時之變形以構架變形為主體，即使忽略柱軸方向變形也沒有問題時所使用，各平面架構的各層從層剪力和層間變形的關係計算等值勁度的方法(圖 4.10.2.1)。

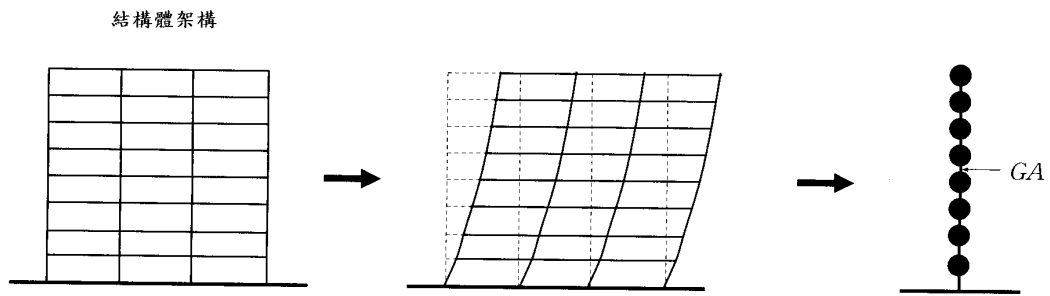


圖 4.10.2.1 等值剪力型

【資料來源：參考書目 15】

b. 等值彎曲剪力型

本模型使用於，建築物的高度比寬度大的情形，由於柱軸方向變形，無法忽略建築物整體之彎曲變形時。通常將各架構之各層的全水平變形分離為柱伸縮的水平變形(彎曲變形)和構架變形(剪力變形)，從各層之剪力和彎矩的關係，計算出等值彎曲勁度和等值剪力勁度(圖 4.10.2.2)。

將此種建築物置換成等值剪力型時，建築物之第一次基本週期與精算模型一致，但隨著高次振態，與精算模型間產生誤差。

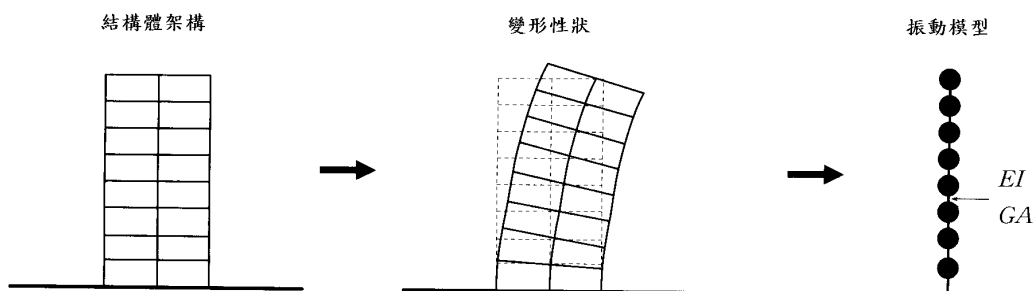


圖 4.10.2.2 等值彎曲剪力型

【資料來源：參考書目 15】

c. 等值架構型

本模型使用於單一跨度，或使用 1 層深度之柱(超級柱)或梁(超級梁)提高構架勁度之巨大結構架構時。此方法為將超級

柱、超級梁置換成等值柱、等值梁，其交點部分置換成等值接合部的方法(圖 4.10.2.3)。

將此種建築物置換成等值剪力型或等值彎曲剪力型時，建築物之第一次基本週期與精算模型一致，但隨著高次振態，與精算模型間將產生誤差。

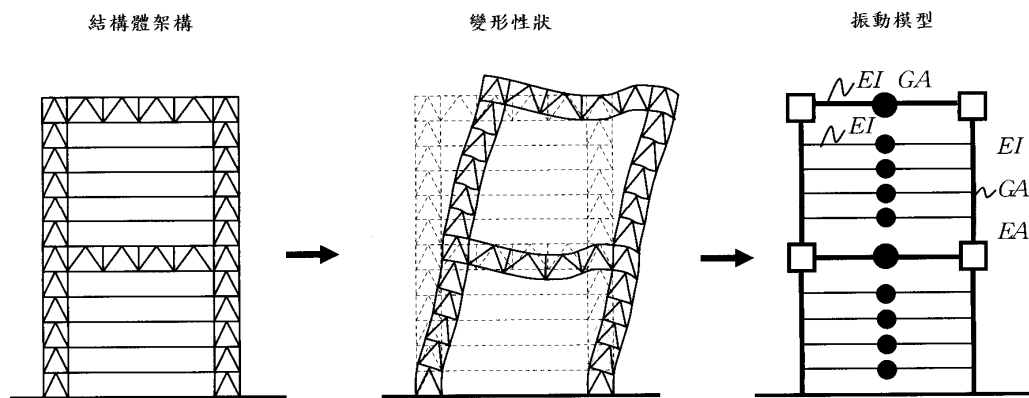


圖 4.10.2.3 等值架構型

【資料來源：參考書目 15】

d. 構材模型

本模型將柱、梁置換成線材，構材考慮彎曲、剪力、軸變形元素，其接合部，置換成剛域或剪力格板，通常稱為精算模型或構材模型(圖 4.10.2.4)。此為，根據特殊的理由想精密的直接求得構材地震反應力時所使用，比上述三種模型具有更大的自由度，進行非線性反應分析時，計算時間及記憶容量將大量增加。

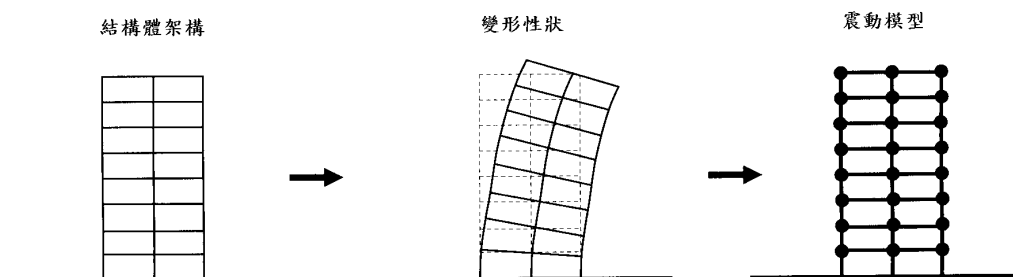


圖 4.10.2.4 構材模型

【資料來源：參考書目 15】

(3) 根據建築物之平面形狀，可分為立體模型和平面模型。

a. 平面模型

一般建築物，即整形平面其結構體架構直交，對於水平力各架構的水平變形相同時，可採用平面模型為分析模型。

此模型為，將各架構作為獨立之平面架構進行勁度評估，根據該架構的變形形狀選擇最佳的振動系，最後將這些以剛隔板連結(圖 4.10.2.5)。

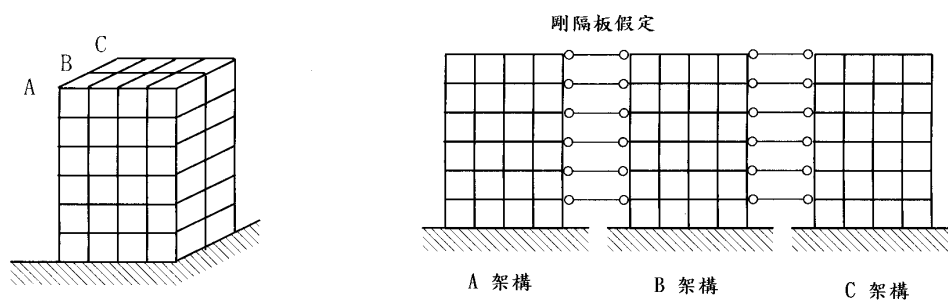


圖 4.10.2.5 平面模型

【資料來源：參考書目 15】

b. 立體模型

管狀結構或含牆架構和純架構並存使建築物產生扭轉時，或因平面不整形即使於架構方向作用水平力垂直方向也產生水平變形，建築物的主軸方向與架構方向具有傾斜度時，使用立體

模型較佳(圖 4.10.2.6)。此種建築物，將架構分解成獨立的平面構架進行分析為不適當，將各構架整合成一體之立體架構從其應力-變形進行勁度評估較佳。將各構架立體配置最後以剛隔板將其連結。

此外，主軸與架構方向具有傾斜時，等值剪力型無法表現其特性，使用彎曲剪力型或構材模型較佳。

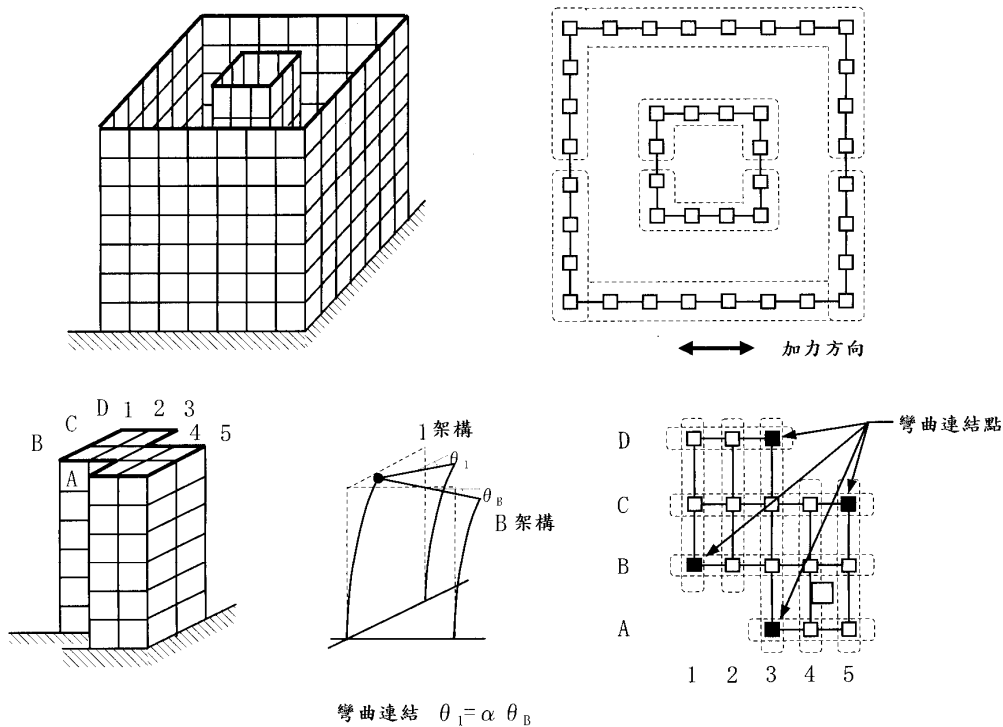


圖 4.10.2.6 立體模型

【資料來源：參考書目 15】

4.10.3 構件分析模型

進行構材模型非線性分析時，結構物構件應使用適當的分析模型。用於模擬結構物主要構件有(1)梁單元素模型、(2)柱多軸彈簧模型、(3)牆分析模型。

[解說]

(1) 圖 4.10.3.1 所示的單元素模型是最常被用於柱、梁的構件分析模型。此模型是一個彈性直線元素在兩端加上兩個非線性轉動彈簧。通常非線性轉動彈簧外面還會再加上剛域，以代表相交構件的深度。當非線性剪力變形要獨立於撓曲變形之外另行考慮時，則會在彈性直線元素的中間再加上一個非線性剪力彈簧。當此模型是用於柱時，也可以再加上一個非線性軸力彈簧。

如果能正確地決定非線性勁度或降伏變形，此模型可對非線性結構行為提供良好的模擬。Takeda 恢復力環模型是最廣泛被用於彎矩-轉角關係的模型，如圖 4.10.3.2 所示。梁或柱的降伏勁度可由經驗公式求取。要決定一端轉動彈簧柔度時，必須假定沿構件長度方向之非線性曲率分佈形式，通常使用的是反對稱曲率分佈。

此分析模型基本上只適用於單軸受撓，而不考慮雙軸受撓互制的狀況。軸力的變化對撓曲勁度、開裂與降伏強度的效應非常重要，在實際設計時，此效應可透過根據不同預測軸力等級預先求得的恢復力環來考慮，因為此預測對規則矩形構架構成的建築結構並不困難。然而一般而言，單元素模型中並未考慮此效應。

彈性，但可加上一剪力彈簧或剪力元素以呈現非線性剪力變形。MS 元素中的彈簧數量因材料性質、斷面形狀與尺寸，以及主筋配置方式而異。在一鋼筋混凝土構件中，可將鋼彈簧配置在主筋中心點，而混凝土彈簧配置在適當分割成如 2×2 、 3×3 、 4×4 、或更多小區域的個別形心處。MS 元素中的彈簧數量可能影響模擬柱構件之受力-變位關係時的精確度。如果混凝土保護層能獨立模擬，則可將不同的恢復力環模型分別套用於保護層和核心內受圍束混凝土。

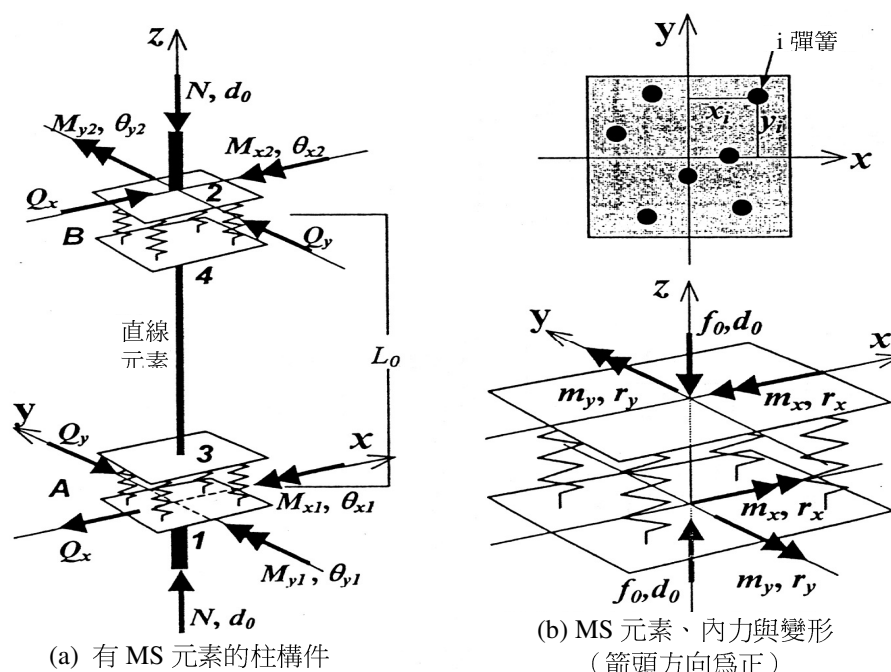


圖 4.10.3.3 柱構件之 MS 模型

【資料來源：參考書目 8】

(3) 牆和柱唯一的差別就是水平斷面的形狀。用於柱的分析模型也可以用於牆構件，特別是細長的牆。然而，建議最好使用特別為牆發展的模型，它會與柱的分析模型有所差異，因為牆的結構特性和柱有幾點不同如下：

(a) 牆的剪力變形與撓曲變形之比值相對較大。因此在設計

與分析時除了撓曲破壞模式以外，也應該考慮剪力破壞

(b) 牆構件由多種不同的元素組成，例如牆版、邊界柱與梁。

牆的結構行為會受到它們的合成方式所影響

(c) 拉力側邊界柱的非線性軸向伸長量並非小到可以忽略，而且也比壓力側邊界柱的縮短量大得多

(d) 在構架中，牆的勁度相對較大，而且會對整體結構分析結果發生嚴重影響。

(e) 單層牆的彎矩分佈並非反對稱，且因結構系統而異。

這裡介紹用於牆的幾種不同分析模型。如圖 4.10.3.4(a)所示，包含撓曲、剪力與軸向彈簧，用於柱的單元素模型也可作為牆構件的一種簡化模型，如果能適當地決定彈簧的非線性特性，就能準確模擬牆的整體行為。然而，進入非線性階段後應變形心的移動，也就是拉力側發生大量軸向伸長的情況並未被考慮在這個模型裡，因為它假設構件繞中心線轉動。因此，舉例來說，利用此模型進行分析時，無法反映拉力側與壓力側連接梁的韌性差異。

所謂的纖維模型 (Fiber model)，如圖 4.10.3.4(b)所示，是一種盡可能精確模擬牆長度方向的撓曲曲率分佈的模型，除了用於牆以外，也常用於柱和梁。然而，此模型無法反映非線性剪力變形或握裹破壞等行為，縱使它需要用到相對大量的自由度。因此，纖維模型也不適合用於整個構架的結構分析。

為考慮拉力側的大量非線性軸向伸長，常用的是如圖 4.10.3.4(c)所示的三直線元素模型 (TVLEM: Three vertical line element model)。其中邊界柱是以含有非線性軸向彈簧的直線元素來代表，當承受對稱撓曲彎矩時可提供撓曲剛性。中間的牆版部分則以含有非線性撓曲、剪力與軸向彈簧的單元素模

型來模擬，在承受反對稱撓曲彎矩時可提供剪力與撓曲剛性。為了區分出邊界柱和牆版的效應，中間的撓曲彈簧應特別考慮。若要將兩者效應分得更清楚，則中間牆版部分的撓曲彈簧可以拿掉，而只剩剪力和軸向彈簧，變成另外一種模型，如圖 4.10.3.4(d)所示，此模型或可稱為多直線元素模型

(MVLEM: Multiple vertical line element model)，在某種層面上和纖維模型是一樣的。

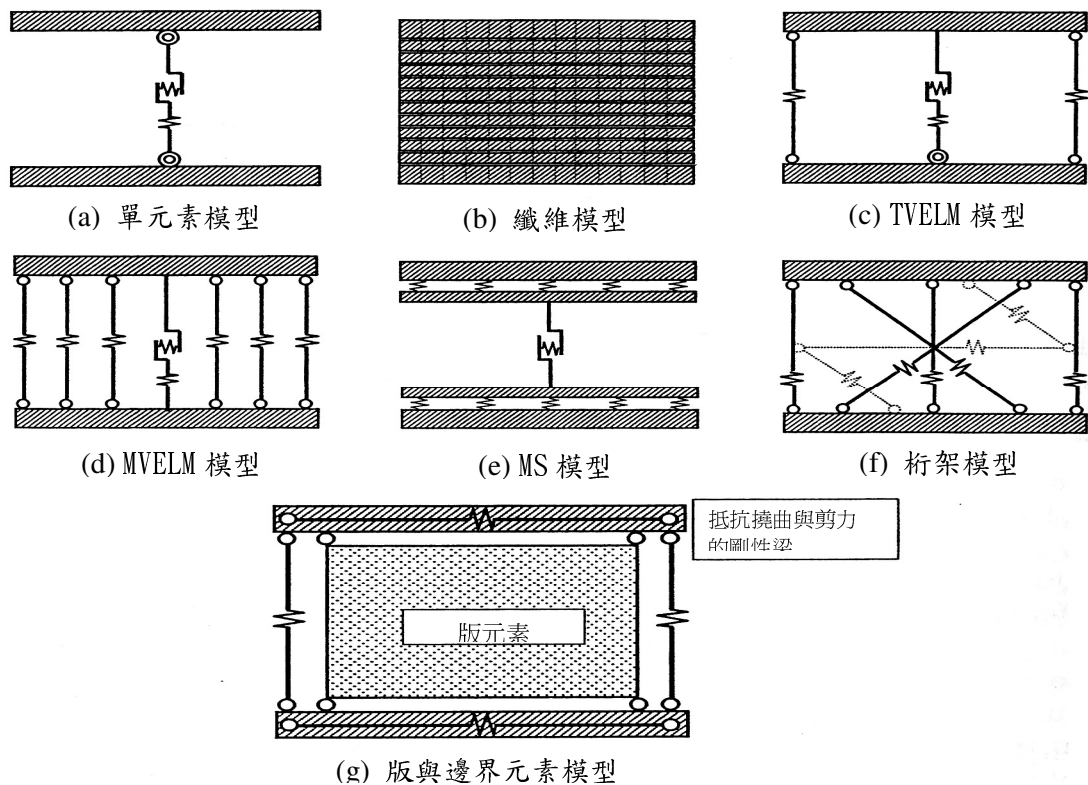


圖 4.10.3.4 各種牆分析模型

【資料來源：參考書目 8】

第五章 預鑄混凝土構材之結構性能要求

5.1 適用範圍

5.1.1 總則

- (1) 本章所稱之預鑄混凝土構材為預鑄複合混凝土之鋼筋混凝土造構材。
- (2) 預鑄混凝土構件之設計應符合第 5.2 節之目標性能，為達到該目標性能，可參考相關規範、研究成果、或依可信之實驗結果或分析數據等，經法定之審查單位認可後方可應用。
- (3) 本章所指之預鑄混凝土構材的構材為結構用構材，包括柱、梁、樓版及剪力牆。
- (4) 預鑄混凝土構材應能與現場澆注混凝土接合一體化，其接合部則必需確保鋼筋的連續性。
- (5) 包括預鑄混凝土構材之整體結構的設計載重，及相關構材應力、變形與裂縫寬度的計算，應符合結構混凝土設計規範之規定。

[解說]

本章內容大部分參照日本之研究成果。

5.1.2 名詞定義

使用狀態：在經常作用之載重下，不損害日常使用性的臨界狀態。

極限狀態：使用期間內對於極少作用的大載重，結構物不發生倒塌的臨界狀態。

垂直載重：靜載重、活載重等引致之垂直力。

地震載重：由地震載重及垂直載重的組合載重。

格式化: 左: 3.5 cm, 右: 3.5 cm, 上: 3 cm, 下: 3 cm

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 靠右

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 間距 套用後: 0.5 列

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 字型: 14 點

格式化: 縮排: 左: 0.63 cm, 凸出: 5.4 字元, 行距: 固定行高 25 pt, 定位點: 3.75 字元, 清單標籤 + 不在 5.25 字元

刪除: 只

格式化: 項目符號及編號

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除:

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 縮排: 凸出: 3.75 字元, 左 3 字元, 第一行: -3.75 字元, 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 字型: 14 點

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

刪除: 1

格式化: 定位點: 30.75 字元, 左 + 不在 17.3 字元 + 34.61 字元

刪除: 5 -

塑鉸(範圍)：容許地震載重所引致之彎矩產生塑性變形的部位(範圍)。

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

預鑄混凝土：於構件最終位置以外地方澆注的混凝土。預鑄混凝土有可分為固定工廠製造者，與工址內或周邊之敷地內設置的製造設備所製造者，本指針對此兩者沒有特殊的區別。

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

現場澆注混凝土：於構件最終位置所澆注的混凝土。現場澆注混凝土與「現地澆注混凝土」使用上具相同的意思。

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

預鑄鋼筋混凝土構材：含預鑄混凝土部份之鋼筋混凝土構材。柱、梁(包括小梁)、樓板、剪力牆、以及柱梁交叉部其他的構材。預鑄鋼筋混凝土構材有時僅稱為預鑄混凝土構材。

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

現場澆注鋼筋混凝土構材：於構件最終位置澆注硬化之混凝土所形成之構材。有時僅稱為現場澆注混凝土構材。

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

預鑄混凝土合成梁：將預鑄混凝土梁和現場澆注混凝土構材於結構上一體化的梁。

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

預鑄混凝土合成剪力牆：將預鑄混凝土壁板、預鑄混凝土柱，或者預鑄混凝土梁使用現場澆注混凝土等，使其結構上成為一體的剪力牆。

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

預鑄混凝土合成樓板：將預鑄板和現場澆注混凝土於結構上一體化的樓板。預鑄混凝土合成板有時簡稱為合成樓板。

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

現場澆注混凝土樓板：於現場將混凝土一體化澆注的樓板。

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

構材交叉部：柱·梁交叉部，牆·樓板交叉部，梁·小梁交叉部、梁·樓板交叉部等之構材和構材的接續處。

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

預鑄混凝土接合部：設置於預鑄混凝土構材內、預鑄混凝土

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

刪除: 2

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 靠右

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

構材間、或預鑄混凝土構材和現場澆注混凝土構材間，對預鑄混凝土構材的結構性能產生影響的鄰近部分。預鑄混凝土的接合部有時簡稱為接合部。

標準現場澆注混凝土構材：與預鑄混凝土相同材料、斷面尺寸、配筋，且無預鑄混凝土接合部之一體建造的假想現場澆注混凝土構材。

材軸直交接合部：預鑄混凝土接合部之中，為了將構材於軸方向分割而設置的接合部。

材軸平行接合部：預鑄混凝土接合部之中，特別是，位於預鑄混凝土構材內，與構材軸平行連續的接合部。

預鑄混凝土合成剪力牆的水平接合部：預鑄混凝土合成剪力牆內之預鑄混凝土接合部之中，邊梁和牆之間水平方向所連續設置之接合部，有時僅稱為水平接合部。

接合元件：構成預鑄混凝土接合部之部分當中，結構材料或結構材料的不連續部分，構成應力傳遞路徑者(或意圖使其不產生特定的應力)。例如境界面直交鋼筋或預鑄混凝土和現場澆注混凝土之澆注接續面上的混凝土的不連續部分。

預鑄混凝土接合面：構成預鑄混凝土接合部的混凝土等因澆注接續等形成的不連續面。預鑄混凝土接合面有時僅稱為接合面或境界面。

接合筋：透過預鑄混凝土接合面，期待能於預鑄混凝土和現場澆注混凝土間以傳遞應力為目的而所配置的鋼筋。

鋼筋續接：沿軸向不連續的鋼筋間，為使鋼筋所產生之拉力、壓力、剪力以及其複合應力能傳遞的方法。例如，搭接續接、焊接續接、機械性續接等。

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 項目符號及編號

格式化: 字型: 14 點

刪除: 本章所稱之預鑄混凝土

構材包括預鑄複合混凝土之

鋼筋混凝土構材，及鋼骨鋼筋

混凝土造及鋼骨造之鋼筋混

凝土部份預鑄混凝土構材。

預鑄混凝土構件之設計應符

合第 5.2 節之目標性能，為達

到該目標性能，可參考相關規

範、研究成果或依可信之實驗

結果或分析數據等，經法定之

審查單位認可後方可應用。

格式化: 字型: 14 點, 不加底線

格式化: 字型: 14 點

刪除: 1

格式化

... [1]

刪除: 5 -

[解說]

本指針案所使用之用語，是為了達成本指針案的目的所使用被認為最適當者。下述補充說明其定義。

現場澆注鋼筋混凝土構材

有時僅稱為現場澆注混凝土構材。

預鑄鋼筋混凝土構材

不僅是構材全部為預鑄混凝土的構材(全預鑄構材)，構材的一部分包括預鑄混凝土的情形也將其構材整體定義為預鑄鋼筋混凝土構材。合成樓板、合成梁、合成柱、合成剪力牆也包括為預鑄鋼筋混凝土構材。

基準現場澆注混凝土構材

預鑄鋼筋混凝土構材和基準現場澆注混凝土構材間的關係如圖 5.2.1.1 所示。

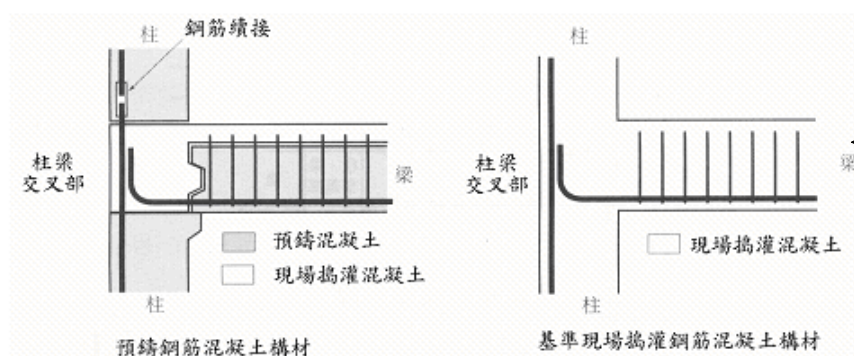


圖 5.2.1.1 現場澆置鋼筋混凝土構材的概念

【資料來源：參考書目 11】 (圖省略一部分配筋)

預鑄混凝土接合部

包括於預鑄混凝土接合部的範圍如圖 5.2.1.2 所示。

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 縮排: 左: 0.32 cm, 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 縮排: 左: 3 字元, 凸出: 2.25 字元, 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 縮排: 左: 3 字元, 凸出: 2.25 字元, 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 縮排: 左: 3 字元, 凸出: 2.25 字元, 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 解

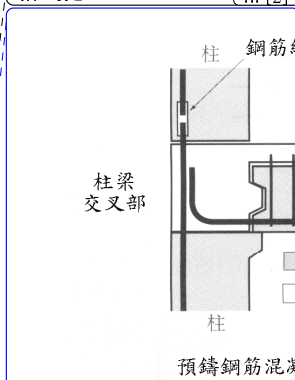
刪除: 10

格式化: 縮排: 凸出: 2.25 字元, 左 3 字元, 第一行: -2.25 字元

格式化: 字型: 14 點

格式化: 縮排: 凸出: 2.25 字元, 左 3 字元, 第一行: -2.25 字元

格式化: ... [2]



刪除:

格式化: 字型: 14 點

格式化: ... [3]

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 解

刪除: 11

刪除: 2

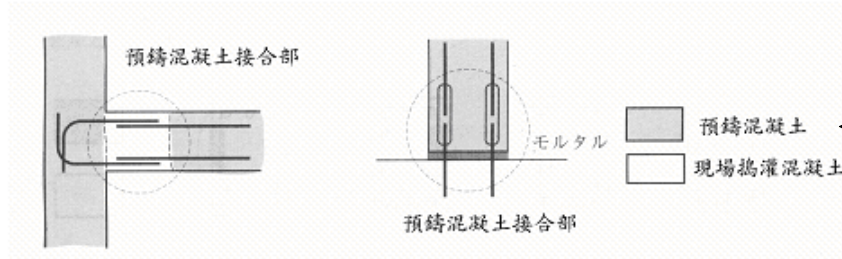


圖 5.2.1.2 預鑄混凝土接合部的概念

【資料來源：參考書目 11】

材軸直交接合部

材軸直交接合部如圖 5.2.1.3 所示。構材端部的構材交叉部和接合部也包括於材軸直交接合部。

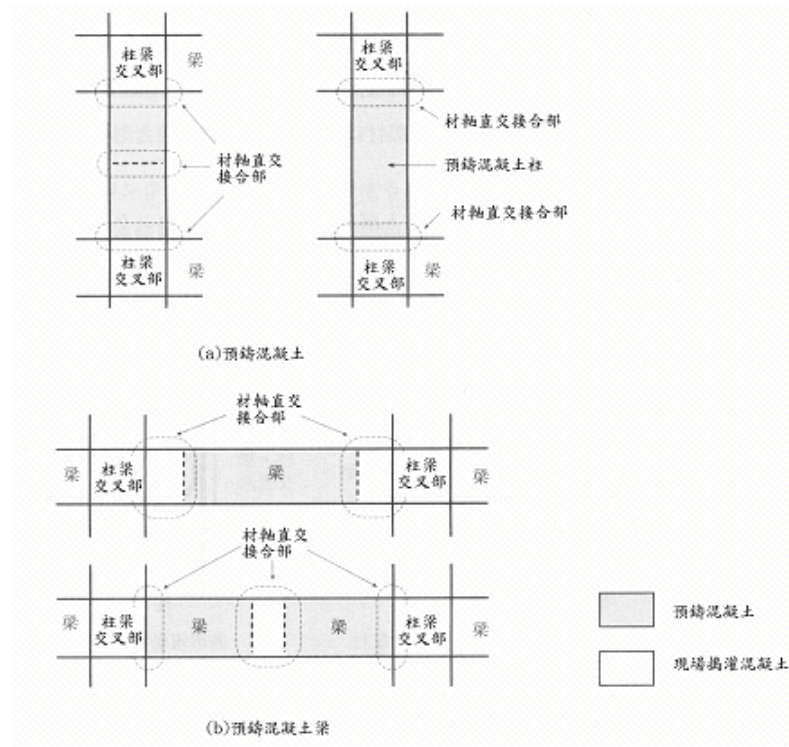


圖 5.2.1.3 材軸直交接合部

【資料來源：參考書目 11】

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 靠右

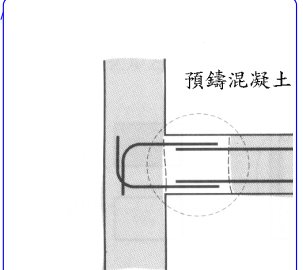
格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 縮排: 凸出: 2.25 字元, 左 3 字元, 第一行: -2.25 字元

格式化: 字型: 14 點

格式化: 縮排: 凸出: 2.25 字元, 左 3 字元, 第一行: -2.25 字元

格式化: 縮排: 左 5.25 字元, 第一行: 2 字元



刪除:

格式化: 字型: 14 點

格式化: 縮排: 左: 3 字元, 凸出: 2.25 字元, 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 解...12

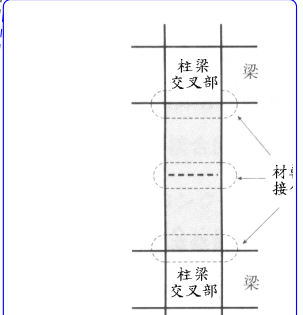
... [4]

格式化: 字型: 14 點

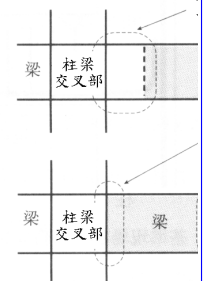
格式化: 縮排: 第一行: 1.92 字元

格式化: ... [5]

格式化: 縮排: 第一行: 2 字元



(a)預



(b)預

刪除:

刪除: 1

格式化: 定位點: 30.75 字元, 左 + 不在 17.3 字元 + 34.61 字元

材軸平行接合部

材軸平行接合部之例如圖 5.2.1.4 所示。

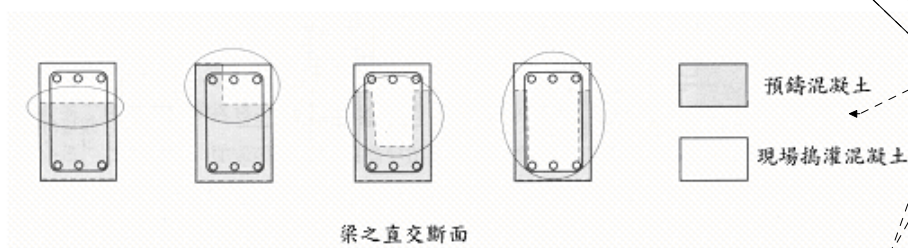


圖 5.2.1.4 材軸平行接合部

【資料來源：參考書目 11】

預鑄混凝土合成剪力牆之垂直接合部・水平接合部

預鑄混凝土合成剪力牆之例如圖 5.2.1.5 所示。垂直接合部為，邊柱和牆板間或是牆板和牆板間垂直方向連續的接合部，也包括梁端部及梁中間部。水平接合部為，邊梁的上或下面與牆板間水平方向連續的接合部，也包括柱間的接合部。

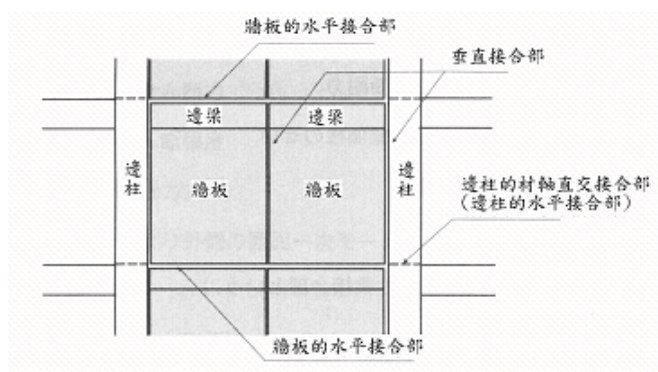


圖 5.2.1.5 合成剪力牆的垂直接合部、水平接合部例

【資料來源：參考書目 11】

格式化: 字型: 14 點

格式化: 縮排: 左: 3 字元, 凸出: 2.25 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 解...13

... [6]

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化

... [7]

格式化: 縮排: 凸出: 2.25 字元, 左 3 字元, 第一行: -2.25 字元

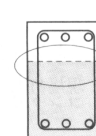
格式化: 字型: 14 點

格式化: 縮排: 凸出: 2.25 字元, 左 3 字元, 第一行: -2.25 字元

格式化

... [8]

格式化: 縮排: 第一行: 2.5 字元



刪除:

格式化: 字型: 14 點

格式化: 縮排: 左: 3 字元, 凸出: 2.25 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 解...14

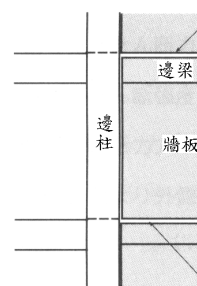
... [9]

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化

... [10]



解圖14 合成剪

刪除:

刪除: 2

鋼筋續接

鋼筋續接中，與周圍有無混凝土無關，有從一支鋼筋到一支鋼筋試圖直接傳遞應力的直接續接，和試圖透過周圍的混凝土傳遞鋼筋間應力的間接續接。

5.2 性能要求

5.2.1 性能目標

- (1) 預鑄混凝土構材應於接合部配置適當的接合元件，使其 (a)勁度、(b)強度及 (c)回復力特性等力學性能，與現場澆注混凝土構材相同，且須與現場澆注混凝土構材具同等的耐久性與耐火性。
- (2) 具有 5.2.2 節至 5.2.4 節所示之力學特性，及 5.2.5 節所示耐久性、耐火性的預鑄混凝土構材，可視為與現場澆注混凝土構材具同等的性能。
- (3) 各種預鑄構件及接合部之設計，經相關研究或本節第 (4) 款證實具有與現場澆注混凝土構材同等性能者，亦可視為具 5.2.2 節至 5.2.4 節所示之構材結構性能。
- (4) 為了與現場澆注鋼筋混凝土構材具同等性能，應先定出預鑄混凝土構材接合部的合理設計方法和適用範圍，再根據適當的實驗和解析方法驗證，確認依其設計法所獲得的構材符合與 5.2.2 節至 5.2.4 節所規定的結構性能時，則可視為根據該設計法設計之預鑄混凝土構材與現場澆注混凝土構材具有同等性能。

[解說]

- (1) 本指針適用的預鑄混凝土構材，因使用與現場澆注鋼筋混凝土構材相同之設計載重與結構分析方法，為了可將現場

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體
 格式化: 靠右
 格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體
 格式化: 字型: 14 點
 格式化: ... [11]
 格式化: 縮排: 左 5.25 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除:

... [12]

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 目標

格式化: 字型: 14 點

刪除: 目標

刪除: 的...特性...澆置...
 ... [13]

刪除: 1...1...以...1...澆置
 ... [14]

刪除: 全部滿足第 5.2 以後因
 ... [15]

刪除: 搗灌...的首...的...接
 ... [16]

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 案...範圍...搗灌...所適
 ... [17]

刪除: 1

格式化: ... [18]

刪除: 5 -

澆注鋼筋混凝土構材和預鑄混凝土構材適當組合使用，有關預鑄混凝土構材的 (a)勁度、(b)強度及 (c)回復力特性，必須具備以下的力學性能。

刪除: 搗灌...材適所...元...

如...述...特性

... [19]

a) 勁度

接合部和構材的設計應力，必須能以現場澆注鋼筋混凝土構材的建物

刪除: 搗灌

所使用之結構分析方法精確的推定。因此，接合部要具充分勁度，預鑄混凝土構材的勁度必須與現場澆注混凝土構材相等。接合部本身的勁度難以規定，因此檢討含接合部構材的勁度具有同等性。

刪除: 搗灌

b) 強度

接合部為了能傳遞構材的設計應力必須具有足夠的強度。理由為，萬一構材於健全的階段而接合部發生破壞或降伏的話，建物全體的結構系統將產生不可預期的崩塌機構或降伏機構。因此，即便使用預鑄混凝土構材，為了與現場澆注鋼筋混凝土構材所構成之結構物具相同的反應，預鑄鋼筋混凝土構材必須與現場澆注鋼筋混凝土構材具同等強度。

刪除: 基準...搗灌...搗灌

... [20]

c) 回復力特性

回復力特性為，在地震之正負反覆變形作用下，構材抵抗力的歷時特性。回復力特性和地震時能量的吸收能力有關。如果預鑄和現場澆注鋼筋混凝土構材在同一振幅的正負反覆變形時，具有同等的能量吸收，則預鑄和現場澆注混凝土造建築物的地震反應也將相等。但是，本指針適用範圍內的預鑄鋼筋混凝土構材，要使勁度和強度與現場澆注鋼筋混凝土構材相同是容易的，可是一般而言由於接合

刪除: 元

刪除: 元...時構材對正負反復

變形之...履...元...對...係...

受到同一振幅的正負反復變

形時的能量吸收...鋼筋混凝

土構材...搗灌...同等的話...

案...基準...搗灌

... [21]

格式化: 縮排: 第一行: 0 字
元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 2

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 靠右

刪除: 要素...附加...原...多

少...看出有...化的...附加...

的...的話...搗灌...的...案...

附加

... [22]

元件所產生的額外變形，回復力特性約略可觀察出滑動傾向。但是，即使受到這樣的影響，如果由接合部所產生額外變形導致層間變形角的增量僅佔層間變形角很小比例時，預鑄和現場澆注鋼筋混凝土造建築物之地震反應差異很小。本指針依據上述的背景，因此接合部所產生的額外變形必須非常小。

本指針內，對於預鑄混凝土構材其能得到如上述關於勁度、強度、回復力特性的力學性能者，被認為與現場澆注混凝土構材具同等性能。但是，對於實際結構物內的構材，作用於預鑄混凝土構材的載重或變形大小均不相同的。因此結構物內只要該構材所產生的反應範圍具同等的性能即可。其中與現場澆注混凝土構材具同等的力學性能規定於5.2.2節至5.2.4節中。

格式化: 縮排: 第一行: 1 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 案...元...搗灌...大小...

為各自...不...的所有構材，...

其結構物中...當...構材...

的...此處，...對應構材應力和

必要性能將...搗灌...[...][...]

內

... [23]

- (2) 本指針並不規定合乎適用範圍的接合細部，而預鑄混凝土構材應符合第5.2節與現場澆注混凝土構材具同等性能的性能目標規定之。

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 案，...未將...以詳細的

規格去規定...根據性能規

定將與...搗灌...的...以第

5.1 預鑄混凝土構材的目標

... [24]

- (3) 本指針主要規定其設計原則。設計與施工團隊對超高強度鋼筋混凝土構造系統應需充分瞭解，並具有統合與研發相關設計與施工等問題及提出解決方案之能力，以證實製造及施工的細節與方法能符合設計預期之同等性能。

刪除: 第5.2以後，各章內決

... [25]

刪除: 規定

- (4) 根據實驗確認預鑄混凝土構材的性能，以適用本指針進行設計的原則。

刪除: 1...垂直載重時使用臨

... [26]

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 於經常作用之...之...交

... [27]

刪除: 1

格式化: 定位點: 30.75 字元, 左+不在 17.3 字元+ 34.61 字元

刪除: 5 -

5.2.2 使用狀態之垂直載重下構材之結構性能

- (1) 在使用狀態之垂直載重作用下，預鑄混凝土主要結構構材中，柱、梁、剪力牆及構材接合部，對於(a)開裂寬

度，(b)撓度，必須具有必要之使用性能。

(2) 在使用狀態之垂直載重作用下，預鑄混凝土次要結構構材中，小梁、樓板，對於(a)開裂寬度，(b)撓度，(c)振動，必須具有必要之使用性能。

(3) 不可因使用狀態之垂直載重作用，而導致預鑄混凝土構材的接合部產生有害的殘留變形。

刪除: 具有確保...性的
... [28]

刪除: 於...經常作用之...之...
確保...性的
... [29]

刪除: (3) ...經常作用之
... [30]

[解說]

(1) 針對垂直載重的使用臨界狀態，考慮部位(樓板及屋頂之別，外部及內部之別)或用途(住宅、事務所、倉庫等之別)，耐久性的目標等，訂定容許最大開裂寬度，容許最大撓度，不會產生有害振動的界限。

刪除: 出

(a) 開裂寬度的限制值，結構混凝土設計規範第 3.7.2 節建議，建築物外面為 0.33mm，建築物內面為 0.4mm。

刪除: ...RC 規範⁵⁻¹⁻¹⁾6 條容許應力度的解說中，一般的限制值，...2...~0.25...0.3~
... [31]

(b) 撓度的限制值，建議樓板短邊撓度的限制值為有效跨度之 1/200~1/500 左右。設計時不得產生有害的開裂、撓度或振動。

刪除: (b)

格式化: 項目符號及編號

(2) 樓板勁度降低將導致發生樓板振動破壞的問題。

刪除: RC 規範 18 條...規定...本指針案第 4 章以後的設計法，對於 5.2.2 節表 5.2.2.1 所定垂直載重，
... [32]

(3) 接合元件由於使用性垂直載重下所產生的設計應力，應維持於彈性範圍內。即鋼筋於彈性範圍內，混凝土不能產生有害的開裂。本指針第 4 章以後的設計法，對於 5.2.2 節表 5.2.2.1 所定的垂直載重，應力必須在 5.2.2 所定接合部要素的強度以下，採用強度設計法。此時會產生滑動的接合部，根據滑動量來抵抗的強度不同時，以滑動量 0.3mm 時之接合要素的負擔應力作為強度，採用將接合部的影響導致之變形設為最小限的方法。

刪除: ...的話會有...障...害...RC 規範付 5. 樓板的振動評估中，顯示出振動感覺的評估方法，此可作為參考。
... [33]

刪除: ...要素...經常作用之...設計時限定其於...案
... [34]

刪除: 2

5.2.3 極限狀態之垂直載重下構材之結構性能

極限垂直載重下，預鑄混凝土構材，不可形成崩塌機構，且不發生構材掉落之性能。

[解說]

- (1) 對於垂直載重的極限臨界狀態，於架構考慮形成崩塌機構的界限以及發生構材掉落的界限來規定。此外，認可滑動量的增大或超過彈性範圍開裂的擴大等部份的損壞。此臨界狀態的檢討，對於乘上載重係數的垂直載重，架構不能形成崩塌機構，且應力的再分配後構材不可掉落能安全的傳遞垂直載重，使其能以具韌性的應力傳遞機構來抵抗。這種情形下的應力傳遞機構，與抵抗使用臨界狀態下之垂直載重不同的應力傳遞機構也可。

5.2.4 達到極限狀態之地震載重過程中構材之結構性能

- (1) 對於構架達到極限狀態之地震載重過程中，預鑄混凝土構材必須具有下述(2)至(7)的性能。
- (2) 當構架的極限狀態下，設計時考慮彎曲破壞以外的破壞而產生損傷之構架構材(稱為「彎曲破壞以外的構材」)，必須具有下述之性能。
- 強度為標準現場澆注混凝土構材的同等以上。
 - 勁度與標準現場澆注混凝土構材沒有明顯的差異。
- (3) 於架構的極限狀態下，在降伏塑鉸範圍內設置材軸直交接合部的構架構材(稱為「降伏塑鉸範圍接合構材」)，必須具有下述之性能。
- 降伏強度為基準現場澆注混凝土構材的同等以上。
 - 強度為基準現場澆注混凝土構材的同等以上。
 - 對於設計變形範圍內的反復變形，維持基準現場澆注

格式化 ... [35]

格式化 ... [36]

格式化: 靠右

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 最小行高 25 pt

刪除: 1

刪除: 時極限臨界狀態之...的 ... [37]

格式化 ... [38]

格式化 ... [39]

刪除: 乘上載重係數之...必須 ... [40]

格式化: 行距: 最小行高 25 pt

格式化 ... [41]

刪除:

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 1...時達到極限臨界狀 ... [42]

格式化 ... [43]

刪除: 時...架構達到極限臨界 ... [44]

刪除: 於...構...臨界 ... [45]

格式化 ... [46]

刪除: 基準...搗灌 ... [47]

刪除: 基準...搗灌 ... [48]

格式化 ... [49]

刪除: 臨界

格式化 ... [50]

刪除: 搗灌

刪除: 搗灌

刪除: 搗灌

刪除: 搗灌

格式化 ... [51]

刪除: 1

格式化 ... [52]

刪除: 5 -

注混凝土構材的同等以上強度。

d. 彎曲降伏時的變形，與基準現場澆注混凝土構材沒有明顯的差異。

刪除: 搗灌

e. 對於設計變形範圍內的反復變形，復元力特性與基準現場澆注混凝土構材沒有明顯的差異。

刪除: 搗灌

(4) 於架構的極限臨界狀態下，構材內的一部分發生降伏塑鉸，但降伏塑鉸範圍內不包括材軸直交接合部的構架構材(稱為「非降伏塑鉸範圍接合構材」)，必須具有下述之性能。

a. 構材發生彎曲降伏時的構材變形與現場澆注混凝土構材沒有明顯的差異。

刪除: 基準

b. 確實發生彎曲降伏，彎曲降伏前不發生這個以外的破壞。

刪除: 搗灌

(5) 於架構的極限臨界狀態下，構材內確實不發生降伏塑鉸的構架構材(稱為「非降伏構材」)，必須具有下述之性能。

a. 構材之設計應力時的構材變形，與現場澆注混凝土構材的變形沒有明顯的差異。

刪除: 基準

刪除: 搗灌

(6) 主要的結構構材中，對於地震時載重，架構達到極限臨界狀態時任何部分皆未達降伏強度之構架以外的構材(稱為「非構架構材」)，必須具有下述之性能。

a. 架構即使因地震力而產生變形，預鑄混凝土構材也不會發生掉落。

格式化: 縮排: 左 5.25 字元, 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 縮排: 凸出: 2.25 字元, 左 3 字元, 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 縮排: 左 5.25 字元, 行距: 固定行高 25 pt

(7) 構材交叉部，必須具有下述的性能。

a. 和現場澆注混凝土構材具有幾乎同等的勁度和強度。

刪除: 基準

刪除: 搗灌

刪除: 2

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 靠右

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 5-1-1)

[解說]

- (1) 對於地震力和垂直力組合的極限臨界狀態，定義為架構的變形達到架構所定義的極限水平變形狀態時。RC 規範內並未明示極限臨界水平變形，而本指針案為，進行架構的非線形漸增載重分析時，以最大層間變形角達 $1/30 \sim 1/25$ 左右之值的狀態為極限臨界狀態的目標值。未進行架構的非線性漸增載重分析時，以層間變形角 $1/50$ 為極限臨界狀態的目標值。另外，對於鋼筋混凝土結構，風載重的水平力比地震力小很多可以忽略，因此對風載重的目標性能並未定義。
- (2) 設計其會產生剪力破壞或握裹破壞的構材者，規定必要的構材性能。
- 強度比現場澆注混凝土構材高時，確認崩塌機構不會變化。例如，確定設定為彎曲破壞的構材不會產生剪力破壞。
 - 強度時的切線勁度，以現場澆注混凝土構材的 $\pm 20\%$ 以內為目標值。
- (3) 降伏塑鉸範圍內設置材軸直交接合部之梁、柱、剪力牆，規定必要的構材性能。必要的性能如圖 5.2.4.1 所示。
- 彎曲降伏強度為，以不低於基準現場澆注混凝土構材為目標值。
 - 強度為，以不低於基準現場澆注混凝土構材為目標值。
 - RC 規範設定之設計塑性變形的等級並非明確，因此此處，例如於包括柱、梁交叉部的部分架構，層間變形角為 $1/50$ 的範圍內，一方向加力時之包絡線無強度下降，同一振幅反復加載時的強度下降率大於 80% 者。此外，由於接合部要素的影響，預估基準現場澆注混凝土構材之彎曲強度上升時，不會因此導致剪力破壞等脆性破壞的產生。例如，

刪除: 基準

刪除: 搗灌

刪除: 的

刪除: 候

刪除: 基準

刪除: 搗灌

刪除: 解

刪除: C

刪除: 1

刪除: 搗灌

刪除: 搗灌

刪除: 搗灌

刪除: 1

格式化: 定位點: 30.75 字元, 左 + 不在 17.3 字元 + 34.61 字元

刪除: 5 -

填充水泥砂漿之套管續接器等，使用續接器勁度相當高的鋼筋續接器於降伏塑角範圍時，鄰接部分將產生大變形由於應變硬化引起強度上升提高彎曲強度。這樣的結果，構材會有發生過大剪力，或鋼筋的延伸應變會有集中於一部分之虞。此結果，產生強度的下降或最壞的情形為，鋼筋的破壞。要避免產生上述的狀態。

- d. 彎曲降伏時之變形於包括柱、梁交叉部之部分架構的切線勁度上，以在基準現場澆注混凝土構材的 $\pm 20\%$ 以內為目標值。
- e. 於包括柱、梁交叉部之部分架構，層間變形角為 $1/50$ 的範圍內，對於同一振幅的第二次反復，一次循環的消能量為，以不小於基準現場澆注混凝土構材的 80% 為目標值。

刪除: 搗灌

刪除: 搗灌

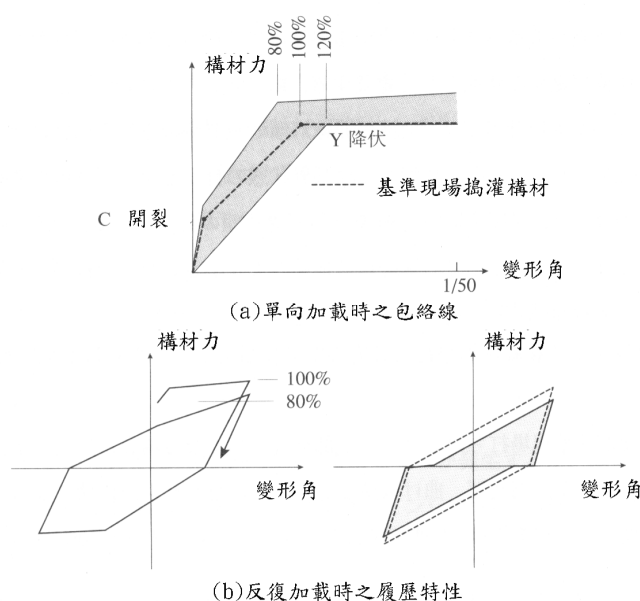


圖 5.2.4.1 降伏塑角範圍接合部之梁、柱交叉部架構的復元力特性容許範圍

【資料來源：參考書目 11】

格式化: 字型: 14 點

格式化: 靠左, 縮排: 左: 0 cm, 凸出: 5.14 字元, 第一行: -5.14 字元

刪除: 1

刪除: 具

格式化: 字型: 14 點

格式化: 靠左

刪除: 2

(4) 於降伏塑鉸範圍外設置材軸直交接合部之梁、柱、剪力牆，規定必要的構材性能。

a. 彎曲降伏時之變形於包括柱、梁交叉部之部分架構的切線勁度上，以在現場澆注混凝土構材的 $\pm 20\%$ 以內為目標值。

(5) 根據所謂崩塌機構保證設計，為使梁的降伏先行發生而設計使其不產生降伏塑鉸的柱，或如支承陽台樓板的懸臂梁於極限臨界狀態時決不會因地震力而降伏等，規定被如此設計之構架構材的必要性能。

a. 構材彎曲降伏時的切線勁度，以在基準現場澆注混凝土構材的 $\pm 20\%$ 以內為目標值。

(6) 如樓板、屋頂板、支承陽台樓板的懸臂梁，極限臨界狀態時也傳遞應力，但設計時使其不會降伏，規定這種構材之必要性能。

a. 不僅是柱或梁的彈性變形，即使考慮承受地震力之梁反復彎曲降伏產生塑性延伸變形時之跨度間隔的變化，基礎移動導致構材支承點間隔的變化，支承構材之垂直構材頂部的水平位移導致支承點間隔的變化等，樓版也不會產生掉落的情形。

(7) a. 彎曲降伏變形時，包括柱、梁交叉部之部分架構的層間變形和層剪力關係的切線勁度，應在現場澆注混凝土構材之其關係的 $\pm 20\%$ 以內。柱、梁交叉部所佔層間變形的變形成分，以和基準現場澆注混凝土構材的成分幾乎同等為目標。

5.2.5 耐久性、耐火性

(1) 預鑄混凝土構材，必須確保與標準現場澆注混凝土構材

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 靠右

刪除:

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 項目符號及編號

格式化: 縮排: 左: 3 字元, 凸出: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 基準

刪除: 搗灌

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 搗灌

格式化: 縮排: 左: 3 字元, 凸出: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 縮排: 左: 3 字元, 凸出: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 基準

刪除: 搗灌

刪除: 搗灌

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 1

格式化: 縮排: 凸出: 2.25 字元, 左 3 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 基準

刪除: 搗灌

刪除: 1

格式化: ... [53]

刪除: 5 -

具同等以上之耐久性。

- (2) 預鑄混凝土構材，必須確保與標準現場澆注混凝土構材具同等以上之耐火性。

[解說]

- (1) 預鑄混凝土構材之周圍部份以現場澆注混凝土澆注的情形

下等，有乾燥收縮導致開裂之虞時，應注意由於開裂導致耐久性能上及防水性能上發生障礙的情形。這種情形下，首先考慮使用膨脹混凝土等避免發生開裂，開裂本身於結構性能上不會有特別大的影響時，避免開裂導致實質之保護層厚度不足，進行防銹措施或防水措施等對策，使性能不至有所損傷。例如，可採用 a) 於接合部使用之材料為具耐久性的材料，b) 建築物外牆會浸水的部分，使用防水布，防止鋼筋耐久性的降低等方法。

- (2) 鋼筋混凝土之鋼筋最小保護層之確保為，意圖使火災時鋼筋的溫度上升導致鋼筋強度之下降能控制在一定範圍以內。因此，預鑄混凝土構材，必須與現場澆注混凝土構材具同等的保護層厚度。另外，接合部鐵件等未充分埋入預鑄混凝土構材時，應該進行耐火被覆處理以避免由於鐵件的溫度上升導致有害的強度下降。

5.3 設計原則

5.3.1 預鑄混凝土構材接合部以外部份的設計原則

- (1) 預鑄混凝土構材除了接合部以外部份，應該與現場澆注之混凝土構材相同，必須滿足結構混凝土規範中有關彎曲應力、剪應力、握裹、錨定以及變形限制的相關規定。故應該考慮(a)和現場澆注混凝土構材之鋼筋位置的差

刪除: 基準

格式化: 縮排: 左 3 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 搗灌

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 搗灌

刪除: 搗灌

刪除:

刪除:

參考文獻

5-1-1)

鉄筋コンクリート構造計算規

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 字型: 14 點

格式化: 縮排: 左: 3 字元, 凸出: 2.25 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 2

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 靠右

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

異，(b)預鑄混凝土和現場澆注混凝土之抗壓強度與鋼筋握裹強度的不同。

(2) 預鑄混凝土構材之設計時，應該考慮(a)構材製作及施工時之容許誤差，(b)施工之順序，(c)溫度變化，(d)混凝土之乾燥收縮。

[解說]

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 項目符號及編號

(1) 本指針案，以預鑄混凝土構材之勁度為基準假定其與現場澆注混凝土構材相同，根據現場澆注鋼筋混凝土造建物相同的設計條件和結構分析，建議採用滿足 RC 規範所規定之斷面設計之設計法。這種情況下，必須考慮現場澆注混凝土構材和預鑄混凝土構材的差異性。例如，(a)彎曲強度略算式或剪力強度實驗式等的係數，大部分根據現場澆注混凝土所使用習慣性的構材配筋為前提而決定的。具體而言，預鑄混凝土構材的情形為，為了確保配置於水泥砂漿填充套管續接器外側的箍筋保護層厚度，主筋有向內側偏移的情形。這種情況下充分考慮以往略算式或實驗式的適用性，使用考慮主筋位置之精算的構材強度計算方法。此外，(b)現場澆注混凝土構材，將混凝土強度視為一樣，計算彎曲強度或剪力強度，但是預鑄混凝土構材，相同構材內或相同斷面內有混凝土強度不同的情形。此種情況下，必須考慮混凝土勁度或強度的不同。第 5 章「材軸直交接合部」之後有特別規定時以該方法為準。

(2) 預鑄混凝土構材之接合部的應力傳遞機構，因為(a)容許誤差內的尺寸變動，(b)施工順序，(c)溫度變化，(d)乾燥收縮等而有變化，所以推定包括預鑄混凝土構材之構材接合部的強度時，有必要考慮上述各點。

刪除: 1

格式化: 定位點: 30.75 字元, 左 + 不在 17.3 字元 + 34.61 字元

刪除: 5 -

(a) 預鑄混凝土構材之尺寸和施工之容許誤差

構材之長度或柱組立位置完全與設計一樣是困難的。例如實際的支座長度比設計小的時候造成應力集中的狀況。因此，考慮構材長度或組立位置於容許誤差範圍內的變動，指定支座長度以確實地確保必要的強度。

(b) 施工順序

由於架設時之支撐工程的工法，於構材內產生殘留應力。因此檢討接合部的強度時，考慮施工順序及施工時載重進行設計。考慮施工順序的設計，附錄 5.1 長期應力所示為一案例。

(c) 溫度變化、乾燥收縮、潛變

乾燥收縮或溫度變化之伸縮而使構材的長度產生變化時，預鑄混凝土構材與現場澆注混凝土構材不同時會於接合部產生應力集中，此為接合部附近開裂或保護層混凝土剝落的原因。為了防止這種不好的現象，例如圖 5.3.1.1 所示必要時設計成具有可追隨變形的柔軟性。

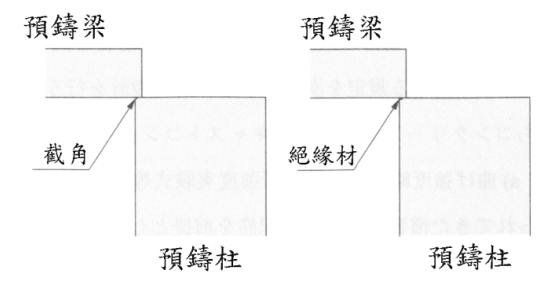


圖 5.3.1.1 具柔軟性之設計

【資料來源：參考書目 11】

格式化: 項目符號及編號

格式化: 項目符號及編號

刪除: 解

刪除: C

刪除: 2

格式化: 置中

刪除: 2

格式化: 字型: 14 點

刪除: 5.2 設計原則

刪除: 5.2.1 預鑄混凝土構材之接合部以外部份的設計原則

(1) 預鑄混凝土構材除了接合部以外部份，應該與現場搗灌之混凝土構材相同，必須滿足 RC 規範內之彎曲應力、剪應力、握裹、錨定以及變形限制的相關規定。此種狀況下，應該考慮(a)和現場搗灌混凝土構材之鋼筋位置的差異，(b)預鑄混凝土和現場搗灌混凝土之壓縮強度、與鋼筋之握裹強度的不同。

... [54]

刪除: [解說]

<#>本指針案，以預鑄混凝土

... [55]

刪除:

刪除: 2

5.3.2 預鑄混凝土接合部的設計原則

- (1) 預鑄混凝土接合部的設計，應依下述步驟進行以滿足 5.2.3 節到 5.2.5 節所規定預鑄混凝土構材必要的性能。
- 假定具適當勁度和韌性之接合要素的種類、配置和個數。
 - 考慮構材形狀和材料特性，使用考慮力平衡和接合要素上所產生之應力和變形關係的適當模型，計算於接合要素上所產生的應力。
 - 確認 a. 所假定接合要素的強度大於接合要素上所產生的應力。
- (2) 接合元件之設計應考慮使用與極限狀態下之強度需求，及對應不同受力型式之強度容量，此接合元件之強度需求與容量可依附件 A 之建議計算，或依可靠之計算或實驗結果決定之。
- (3) 作用於混凝土境界面之壓力，根據接觸面壓應力或支壓力來傳遞。作用於混凝土境界面之軸力和剪力之組合應力，隨著作用應力和容許變形，以摩擦、接觸面壓應力來傳遞，或是選擇剪力摩擦、剪力鍵或插銷作用。作用於鋼筋之軸力的傳遞，選擇直接續接器或間接續接器。
- (3) 預鑄混凝土接合部的模型，因應實際載重的大小非考慮非線性不可。
- (4) 預鑄混凝土接合部的模型應考慮(a)構材製作及施工的容許誤差，(b)隨著架構的塑性變形產生之支撐構材的移動，(c)鋼筋位置的錯誤，(d)混凝土乾燥收縮量之不同，(e)壓縮強度、握裹強度不同等之預鑄混凝土構材和現場澆注混凝土構材間的不同等影響。
- (5) 考慮包括構架之接合部位置、種類、個數，評估接合元件的變形導致對構材回復力特性的影響，應注意將該影響盡量減低。

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 靠右

刪除: 2

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 1...1

... [56]

格式化: 縮排: 左: 2.25 字元, 凸出: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: <#>接合要素所產生應

力由構材應力計算出。此構材應力，對於各臨界狀態和構材種類的組合，原則上根據表

... [57]

格式化

... [58]

刪除:

格式化: 項目符號及編號

刪除:

... [59]

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化

... [60]

刪除:

... [61]

刪除: <#>接合部的應力傳

... [62]

格式化

... [63]

格式化

... [64]

刪除:

刪除: 搗灌

刪除: 構...要素...元

... [65]

刪除: 該

刪除: 1

格式化

... [66]

刪除: 5 -

[解說]

(1) 爲了得到本指针第 5.1 「預鑄混凝土構材的目標性能」所規定與現場澆注同等的性能，考慮了許多接合部的設計方法。本指针案本章以後之預鑄混凝土接合部的設計方法，其原則如下述。即，不管基準現場澆注混凝土構材的破壞模式種類為何，設計時應防止變形集中於接合要素上。爲了滿足此目標，採用接合要素的強度要大於接合要素所產生應力的強度設計法。

如現場澆注混凝土和預鑄混凝土的續澆注面，以混凝土境界面的摩擦力傳遞剪力的部分，作用於構材的彎曲和剪力的組合，會帶給接合部的強度和破壞模式很大的影響。因此，即使是相同種類的接合部，應該就建築物中所有的接合部，考慮其位置的應力組合，各別進行安全檢討爲原則。

(2) 此處未顯示彎曲應力的應力傳遞要素。於本指针第 5.2 以後，原則上將彎曲應力視爲混凝土的壓縮力和鋼筋拉力及剪力的組合。即，接合部彎曲應力之傳遞的確認爲，將彎曲抵抗作用分解爲，傳遞壓力之接合要素，傳遞拉力之接合要素以及傳遞剪力之接合要素各自的抵抗力，且還原爲各自接合要素的設計。

(a) 摩擦

於混凝土的續澆注面上，混凝土間可能由續澆注面的化學性黏著作用傳遞剪力。但是，界面的狀態受到續澆注面的方向或乾燥收縮的影響而不一定，強度有很大的參差不齊。不知什麼原因失去化學性黏著作用後，混凝土面和混凝土面之間在壓力作用的條件下，作用引起境界面滑動的剪力 P 時，以所謂的摩擦力來抵抗剪力 P (圖

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 搗灌

刪除: 搗灌

格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 搗灌

刪除: 搗灌

刪除:

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 項目符號及編號

刪除: <#>於垂直載重時的使用臨界狀態下，如第 5.1 所規定，接合要素的變形有必要使其足夠微小。同時，接合要素所產生的應力，不得大於各接合要素的強度。這時，檢討使用臨界狀態用的應力，對於彎曲和剪力的任一種，就載重係數爲 1.0 的存在應力進行檢定。且此時，為了使接合部的變形足夠微小，條件變成爲僅

... [67]

刪除:

刪除: 搗灌

刪除: 搗灌

刪除: 搗灌

刪除: 解

刪除: 2

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 靠右

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

刪除: C

刪除: 2

5.3.2.1)。此摩擦抵抗顯示出比黏著作用更安定的剪力傳遞性能。根據構材的伸縮等，構材端部支座部分產生錯位變形 μ 時，摩擦力 μN 發生作用。摩擦係數 μ 為，根據 ACI318/95⁵⁻²⁻² 所規定表 5.2.2.4 之摩擦力。

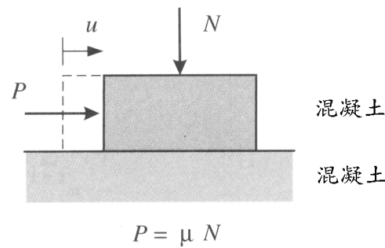


圖 5.3.2.1 摩擦

【資料來源：參考書目 11】

格式化: 字型: 14 點

刪除: 2

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

(b) 剪力摩擦

混凝土面和混凝土面之境界面的兩側，有充分錨定於混凝土而橫切境界面的鋼筋時，此種情況下作為境界面的剪力傳遞機構，為眾所週知的剪力摩擦概念(圖 5.3.2.2)。因應混凝土境界面的錯位變形，境界面產生開裂。其結果，橫切境界面的鋼筋產生拉力，做為反力，境界面產生壓縮應力 σ 。因此可傳達的剪力為，作用於境界面的壓縮應力 σ 乘上因應境界面狀態的摩擦係數 μ 所得的值。此外，境界面作用軸力時，壓應力可加上軸方向應力。

刪除: 5-2-3)-5-2-9)

刪除: 解

刪除: C

刪除: 2

剪力摩擦為，從其機構的假定可知，境界面產生某種程度的錯位變形和開裂，橫切境界面的鋼筋不產生拉應力的話剪力傳達機構無法成立。因此，有必要使容許境界面的錯位變形控制為較小的情況時，對應的將作用

格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 1

格式化: 定位點: 30.75 字元, 左 + 不在 17.3 字元 + 34.61 字元

刪除: 5 -

剪力的大小和剪力摩擦的強度比值因應容許變形量使其較小是可能的。

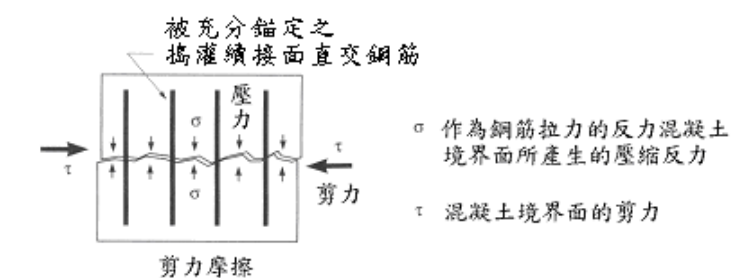


圖 5.3.2.2 剪力摩擦

【資料來源：參考書目 11】

(c) 剪力鍵

剪力鍵為，以相互嵌合之凹凸形狀的混凝土進行剪力傳遞的機構，達到剪力強度之前，境界面幾乎不會產生錯位變形。為了制止剪力鍵的變形，預先考量剪力鍵的形狀，使作用於剪力鍵的剪應力小於混凝土的拉力強度即可。此外，剪力鍵受到反覆的剪力，產生斜向裂縫時，為了平衡斜向裂縫方向作用的壓縮力，可於境界面配置直交鋼筋即可。

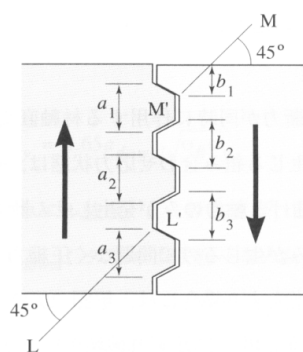


圖 5.3.2.3 剪力鍵

【資料來源：參考書目 11】

如圖 5.3.2.3 所示剪力鍵的強度為，剪力鍵前面混凝土的支壓抵抗和剪力鍵的剪力破壞所決定的剪力抵抗兩者的小值。考慮如圖 5.3.2.3 的狀態，由左側剪力鍵之破壞所決定的剪力強度為 Q_L ，右側剪力鍵之破壞所決定的剪力強度為 Q_R 時，以兩者之小值為剪力鍵的剪力強度。 Q_L 和 Q_R 有下述的提案式。

$$Q_L = \min \{Q_{Lsk1}, Q_{Lsk2}\} \quad (5.1)$$

$$Q_R = \min \{Q_{Rsk1}, Q_{Rsk2}\} \quad (5.2)$$

$$Q_{Lsk1} = \alpha \sigma_{BL} \sum_{i=1}^n w_i x_i \quad (5.3)$$

$$Q_{Rsk1} = \alpha \sigma_{BR} \sum_{i=1}^n w_i x_i \quad (5.4)$$

$$Q_{Lsk2} = 0.5 \sqrt{\sigma_{BL}} \sum_{i=1}^n a_i w_i \quad (5.5)$$

$$Q_{Rsk2} = 0.5 \sqrt{\sigma_{BR}} \sum_{i=1}^n b_i w_i \quad (5.6)$$

其中， n ：前面發生支壓應之力之剪力鍵個數（圖 5.3.2.3 的情形， $n=3$ ）， x_i ：剪力鍵的高度（深度）， w_i ：剪力鍵的接觸面寬， σ_{BL} ， σ_{BR} ：境界面兩側的混凝土壓縮強度（單位： N/mm^2 ）， α ：支壓耐力係數通常取 1.0 以上的值，但採用保守側的 1.0。 a_i ， b_i ：剪力鍵接合根部長度，此處剪力鍵的剪力強度採用 $0.5\sqrt{\sigma_B}$ 。根據以往的研究，僅剪力鍵的剪力強度被認為相當的參差不齊。此外，如圖所示考量最外緣的剪力鍵有沿破壞面 M-M' 及 L-L' 破壞之虞，在此，使用與混凝土的受拉強度相當的值 $0.5\sqrt{\sigma_B}$ 。

(d) 接觸面壓縮應力傳遞

彎曲、軸力及剪力同時作用之材軸直交接合部，混凝土

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 靠右

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

刪除: 解...C...2...解...C...2... [68]

格式化: 字型: 14 點

格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

$$Q_L = \min \{Q_{Lsk1}, Q_{Lsk2}\}$$

$$Q_R = \min \{Q_{Rsk1}, Q_{Rsk2}\}$$

$$Q_{Lsk1} = \alpha \sigma_{BL} \sum_{i=1}^n w_i x_i$$

$$Q_{Rsk1} = \alpha \sigma_{BR} \sum_{i=1}^n w_i x_i$$

$$Q_{Lsk2} = 0.5 \sqrt{\sigma_{BL}} \sum_{i=1}^n a_i w_i$$

$$Q_{Rsk2} = 0.5 \sqrt{\sigma_{BR}} \sum_{i=1}^n b_i w_i$$

刪除:

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 解...C...2 [69]

格式化: 字型: 14 點

刪除: 5-2-1(6)-5-2-1(8)

刪除:

格式化: 項目符號及編號

刪除: 1

格式化: 定位點: 30.75 字元, 左 + 不在 17.3 字元 + 34.61 字元

刪除: 5 -

面和混凝土面之境界面所產生的組合應力狀態為，直壓應力和剪應力幾乎成比例增大。僅發生彎曲和軸力而未發生剪力之材軸直交接合部，因為境界面僅產生直壓應力所以毫無問題可傳遞壓應力。剪應力隨直壓應力比例增大時，如圖 5.3.2.4 所示，剪應力大於直壓應力乘上摩擦係數之值時，形成錯位的破壞模式，剪應力小於上述值時，混凝土面和混凝土面的境界面不致產生錯位變形，被認為可顯示出如整體現場澆注混凝土相同的應力傳遞性能。這種壓力與剪力組合的傳遞機構為，接觸面壓應力傳遞。

前述(a)之根據摩擦的應力傳遞為，說明於比較小的壓縮力 N 作用下發生錯位變形時的剪力抵抗，而(d)之接觸面壓縮應力傳遞為，說明於相當大壓縮力 N 作用下，不產生錯位變形時的剪力抵抗。接觸面壓應力傳遞機構的摩擦係數 μ ，根據境界面粗糙的程度而不同，但可知與(a)之摩擦應力傳遞的摩擦係數幾乎相同。此處，摩擦係數採用 ACI318/95 所規定之摩擦係數。

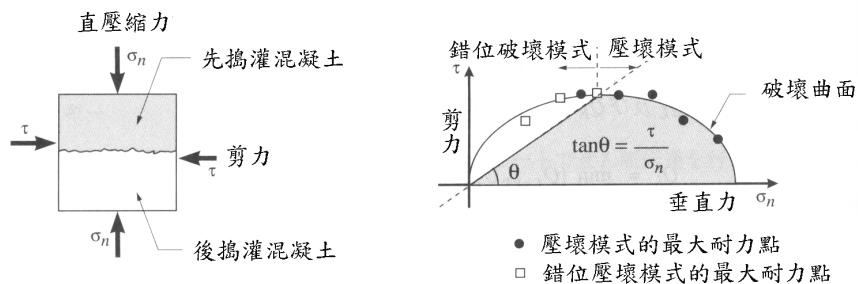


圖 5.3.2.4 接觸面壓力傳遞

【資料來源：參考書目 11】

(e) 插銷作用

與境界面直交鋼筋無法確保充份錨定力時，上述(b)根據摩擦力的剪力傳遞無法成立，作用於境界面的剪力，如圖 5.3.2.5 所示伴隨著錯位鋼筋本身的彎曲透過剪力「抵抗」來傳遞。因此，插銷作用為，因應混凝土的壓應力和鋼筋應力的錯位變形以及鋼筋從兩側混凝土拔出為前提，所以剪力傳遞的評估有必要慎重的對應。作為鋼筋一支的插銷抵抗最簡單形式的強度式如下式之提案。

$$Q_{dowel} = 1.3d_b^2\sqrt{\sigma_B\sigma_y} = 1.65a_{dowel}\sqrt{\sigma_B\sigma_y} \quad (5.7)$$

其中， Q_{dowel} ：鋼筋一支的插銷強度， d_b ：鋼筋直徑， σ_B ：混凝土設計基準強度， σ_y ：插銷鋼筋標稱降伏點， a_{dowel} ：插銷鋼筋一支的面積。此外，插銷鋼筋單側的錨定長度有必要具某種程度。插銷鋼筋同時負擔拉力時，鋼筋的全塑性彎矩降低插銷抵抗也減小。鋼筋的拉應力 $\sigma_s = \alpha\sigma_y (\alpha < 1)$ 時，插銷的抵抗如下式。

$$Q_{dowel} = 1.3d_b^2\sqrt{\sigma_B\sigma_y(1-\alpha^2)} = 1.65a_{dowel}\sqrt{\sigma_B\sigma_y(1-\alpha^2)} \quad (5.8)$$

式(5.7)為假定前面混凝土的壓縮破壞(取支壓強度)和產生鋼筋的降伏狀態，假定產生某種程度之滑動狀態時應該注意。因為此滑動量很難定量化，不容許過大滑動的部分，其對應方法可採降低混凝土的支壓強度來適用。

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 靠右

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 解

刪除: C

刪除: 2

刪除: 5-2-20)-5-2-21)

刪除: $Q_{dowel} = 1.3d_b^2\sqrt{\sigma_B}$

刪除: o

格式化: 字型: 14 點

格式化: 字型: 14 點

格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: $Q_{dowel} = 1.3d_b^2\sqrt{\sigma_y}$

刪除: 解

格式化: 字型: 14 點

格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 最小行高 25 pt

刪除: 1

格式化: 定位點: 30.75 字元, 左 + 不在 17.3 字元 + 34.61 字元

刪除: 5 -

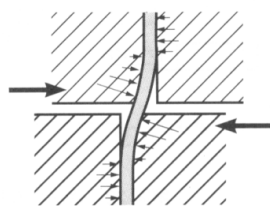


圖 5.3.2.5 插銷作用

【資料來源：參考書目 11】

刪除: 2

格式化: 字型: 14 點

(f) 支壓

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

接合部傳遞應力到混凝土的部分為，預鑄混凝土構材的支座、剪力鍵的契合部分、插銷鋼筋周邊的混凝土等，有局部性的混凝土作用大壓力的部分。此種部分依支壓來傳遞局部壓縮力。為了不要產生過大壓力使預鑄混凝土發生有害的變形或作用支壓部分的混凝土發生壓壞，有必要確認支壓應力不得大於支壓強度。

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

(g) 直接續接

格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

預鑄鋼筋混凝土構材的接合部，成為鋼筋和鋼筋之間拉力與壓力的應力傳遞為，採用水泥砂漿填充套管續接、螺旋續接、全熔焊接續接、喇叭型焊續接、重疊續接、連結續接等。這些之中，如解圖 C5.2.2.6 所示者為將鋼筋的拉力或壓力直接於鋼筋間傳遞的續接。這些鋼筋續接所要求的性能，因應其被使用的部位而有所不同。部位可分類為，a) 柱、梁構材端的降伏塑鉸範圍內或鄰接塑鉸與塑鉸部幾乎受到同等應變履歷的部分，以及連層剪力牆的水平接合面附近被要求較大的反復塑性變形的部分(通常為連層剪力牆的最底層部分)，b) 離

刪除: 5-2-22)

刪除: 2

格式化: 字型: (英文)標楷體,
(中文)標楷體

格式化: 靠右

格式化: 字型: (英文)標楷體,
(中文)標楷體

開塑鉸範圍不產生塑性域內反復應變履歷的部分僅負擔拉力或插銷力的部分等。對於這些個別的要求性能被要求進行不同的性能確認實驗。性能評估試驗為，因應被要求的性能實驗的載重類型不同，針對應力(應變)振幅、反復加載次數等的殘留強度、續接處的滑動量等來評估。

有關使用圖 5.3.2.6 所示的續接器，或對焊鋼筋等直接續接，「2001 年版建築物的構造關係技術基準解說書」中出示有「鋼筋續接性能判定基準」，根據此試驗法有各種工法的性能清楚的評估。目前使用很廣的續接為取得 A 級續接之評定者。使用 A 級續接之構材實驗，包括續接全數皆位於塑鉸內的情形，相對於使用無續接的連續鋼筋，所得的報告為結構性能並沒有任何較差的狀況。不產生反復塑性變形的部分，考慮可使用 B 級以下等級的續接，但是現狀並無此種續接的工法，因此限定僅使用 A 級續接。但是，水泥砂漿填充套管續接的情形，因為大塑性應變區鋼筋會從續接器拔出(母材部鋼筋應變為 5%~6%)，假如使用於連層剪力牆的牆腳部鋼筋被要求非常大的拉力塑性伸長的部分時，希望於結構設計上考量鋼筋續接部不要產生過大的塑性伸長。有關牆垂直接合部的鋼筋等使用之喇叭型焊續接，因為要傳遞相當於鋼筋母材降伏點的拉力，因此非確保充分喉厚和焊接長度不可。關於喉厚及焊接長度的必要值根據相關規準、指針。這些之外的直接續接有瓦斯壓接續接，但壓接作業時有必要縮短鋼筋距離，不適合於預鑄混凝土的接合部因此不使用。

刪除: 解

刪除: C

刪除: 2

刪除: 5-2-23)

刪除: 1

格式化: 定位點: 30.75 字元,
左 + 不在 17.3 字元 + 34.61
字元

刪除: 5 -

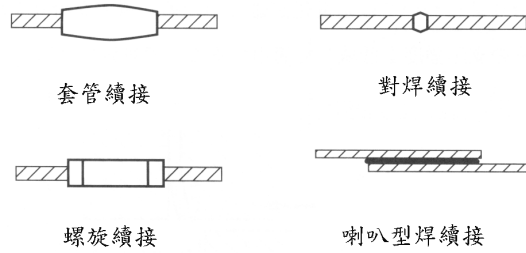


圖 5.3.2.6 鋼筋的直接續接

【資料來源：參考書目 11】

(h) 間接續接

間接續接，如重疊續接鋼筋和鋼筋不直接傳遞應力，所謂需透過混凝土來傳遞應力的續接。重疊續接使用於塑鉸範圍外時，採用以往日本建築學會編「鋼筋混凝土構造計算規準・同解說」中規定之重疊部的接合細部即可。有關重疊續接使用於塑鉸部時的行為有林等的實驗。

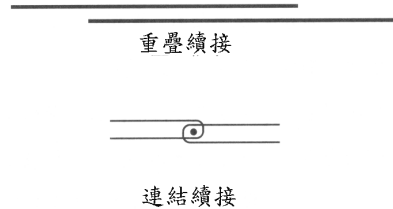


圖 5.3.2.7 鋼筋的間接續接

【資料來源：參考書目 11】

如圖 5.3.2.7 所示，將鋼筋端部加工成迴圈狀，根據插筋傳遞拉力者，稱為連結續接。預鑄工法中有效之鋼筋續接的一種，但是迴圈部分的直徑，插筋的直徑及混凝土壓縮強度等帶給續接強度的影響因素不明確，因

格式化: 字型: 14 點

刪除: 2

格式化: 縮排: 第一行: 3 字

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 5-2-24)

格式化: 字型: 14 點

格式化: 縮排: 第一行: 3.75 字元

刪除: 2

格式化: 字型: 14 點

格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 解

刪除: C

刪除: 2

刪除: 2

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 靠右

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

此有必要透過實驗的檢証。

(i) 接合用鋼製續接

梁端部的接合部，使用頭狀螺桿或焊接鋼筋的鋼板等各種接合用鋼製續接。這些續接，剪力和錯位變形的關係根據細部而不同，因此需要依實驗或解析來把握應力變形關係。

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: <#>進行接合要素的強度計算時，如根據剪力鍵和插銷作用的剪力傳遞，不可累加複數之應力傳遞機構的強度。原因為，各個的接合要素達到強度時的變形並非相同的。強度的單純累加，有將接合部的強度過大評估的危險。在此，原則上，相同種類的應力經常根據 1 種類的應力傳遞機構來傳遞。此外，根據此原則的話接合部的強度一般上會變成過小評估，但是其結果，接合部使用複數的接合要素時，接合部的強度一定

... [70]

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 項目符號及編號

刪除: 具體的方法，根據本指

... [71]

格式化: 縮排: 左: 0.75 字元, 凸出: 2.25 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 搗灌

刪除: 1.

格式化: 定位點: 30.75 字元, 左 + 不在 17.3 字元 + 34.61 字元

刪除: 5 -

(3) 構材被視為彈性之載重小的範圍，可使用線性彈性梁理論，但是混凝土產生開裂後，或者，鋼筋降伏後，材料的應力應變關係進入非線性的範圍。此種狀況下為了計算接合部要素應力，有必要考慮非線性之接合部要素應力計算的模型。鋼筋混凝土構材，混凝土產生開裂後，應力傳遞的機構將會變化。一般而言，材料於彈性範圍內之彈性分析為精確的，處理彎曲降伏等的塑性範圍時，簡單的近似桁架法比彈性分析容易求得精確的應力。接合部要素應力計算模型，較精確這一點是理想的，但是一般而言，簡單的模型精度低，複雜的模型精度佳。滿足簡單和精度雙方是困難的，而簡單且精確的將實際現象模型化者為可說是較佳的力學模型。力學模型為，不僅能良好吻合製作該模型所利用的實驗範圍，超過該範圍之實驗條件的結果也應該良好吻合。設計者應該從這種觀點來看儘量使用合理的模型。模型的妥當性尚未明朗化前，設計時有必要考慮適當的安全率。

(7) 使用預鑄混凝土構材時，將包括接合部預鑄混凝土構材的復元力特性設定與現場澆注混凝土構材幾乎同等的復元力特

性時，間接的保證這些構材所構築的建築物與現場澆注鋼筋混凝土造具有同等的耐震性能。此時，架構的復元力特性根據(1)各構材的復元力特性，(2)構材應力，(3)構材的組合方式而決定，因此必要時應考慮預鑄混凝土構材受到反復變形時帶給其復元力特性的影響。

刪除：搗灌

(a) 各構材的復元力特性

於接合部，微視的看僅有產生少許滑動等局部性變形也無可奈何。在此，選擇不會因這種局部性變形影響復元力特性之變化或架構之地震反應的接合部。

格式化：縮排：第一行：1.5 字元，行距：固定行高 25 pt

(b) 架構的復元力特性

格式化：行距：固定行高 25 pt

預鑄混凝土構材的復元力特性，包括局部性接合部之變形的影響。架構的復元力性，如圖 5.3.2.8 所示包括 1 個柱梁交叉部的部分架構(單元架構)

格式化：縮排：第一行：1.5 字元，行距：固定行高 25 pt

其接合部的個數愈多影響就愈大。計入其影響後，使架構的地震反應進入與現場澆注整體混凝土一樣的範圍內，計畫接合部的個數、接合部的位置和接合要素的種類。

刪除：解

刪除：C

刪除：2

格式化：行距：固定行高 25 pt

刪除：搗灌

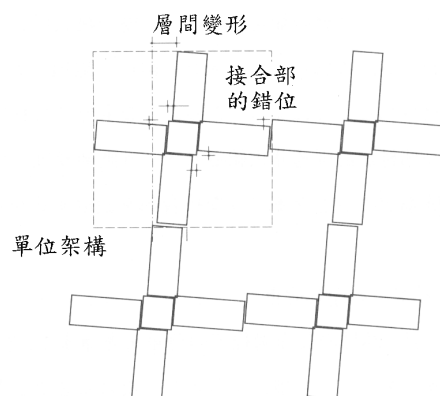


圖 5.3.2.8 包括柱梁交叉部的單元構架

【資料來源：參考書目 11】

格式化：字型：14 點

格式化：縮排：第一行：6 字

刪除：2

(c) 強度上有餘裕之接合部之變形的影響

格式化：字型：14 點

格式化：行距：固定行高 25 pt

刪除：2

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 靠右

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

接合部本身的復元力特性，有時不與架構的復元力直接連結。例如，如根據直接剪斷的剪斷抵抗，一旦達到最大強度後滑動變形增大但是於比強度小許多的應力下使用的話，接合部，包括其構材作為架構的復元力特性幾乎不產生影響。這種接合部，其對單元架構之復元力特性的影響可以忽略。

5.3.3 設計時對構材製造及構材組立的考量

- (1) 預鑄混凝土構材設計時，需考慮構材於製作過程中之(a)作業載重、(b)儲存方法、(c)容許誤差、(d)混凝土模板的運用、(e)搬運等，使施工容易且能確實執行。
- (2) 預鑄混凝土構材設計時，需考慮構材組立時之(a)容許誤差、(b)施工載重、(c)與現場澆注混凝土構材之模板的配合、(d)吊升計畫、(e)決定位置的容易性、(f)作業空間、(g)現場焊接、(h)現場混凝土的澆注等，使施工容易且能確實執行。

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 2

格式化: 縮排: 左: 0 cm, 凸出: 2.25 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 澆灌

刪除: 澆灌

刪除: 等

〔解說〕 在此，敘述有關預鑄混凝土構材和接合部的設計時對構材製造及構材組立的考量。根據此節，預鑄接合部的設計者，應該考慮構材製造及構材組立之相關事項。

- (1) 預鑄鋼筋混凝土構材，設計時應考慮結構安全性、施工容易性、施工品質管理的容易性、經濟性等項目。

格式化: 字型: 14 點

格式化: 縮排: 左: 0 cm, 凸出: 3 字元, 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

預鑄混凝土構材的製作，於固定工廠或以設置於建築工地內或周邊基地內的製造設備來進行。這些於組立前，有破損、變形、超過容許誤差等不良品時應該被廢棄。如果發生這樣的事情，製品的淘汰率變高將形成不經濟，此外，構材無法如計畫供給，施工無法如計畫進行。設計者，設計時應

格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 1

格式化: 定位點: 30.75 字元, 左 + 不在 17.3 字元 + 34.61 字元

刪除: 5 -

掌握使不良品產生的機率變小的原則來設計接合部等，充分考慮設計時所對應的各點。

(a) 構材的製作過程中考慮的作業載重

設計構材時，考慮構材製作過程中的載重。例如，拆除模板時，構材本身的自重外，也要考慮將混凝土從模板剝離時必要的力。不使構材上產生開裂或潛變變形等有害變形，於產生拉力的地方配置補助鋼筋等，除了預鑄混凝土構材的設計時要考慮，吊升用的插入位置、儲存時的堆積方法等也有考慮的必要。

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

(b) 構材製造工廠

根據適當的製造設備和品質管理體制製造出如 JASSIO(建築工程標準施工說明書・預鑄混凝土工程)所示同等以上品質之預鑄混凝土構材。工程現場製作預鑄構材時，也應確保適當的製造設備和品質管理體制以確實達到 JASSIO 所示品質。

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 縮排: 第一行: 0.75 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 5-2-25)

格式化: 字型: 14 點

刪除: 5-2-25)

(c) 混凝土的配比和養生

預鑄混凝土工廠使用之混凝土的配比，與現場澆注混凝土相當不同。一般而言坍度較小，為了確保拆模時的強度，具有標稱強度較高的特徵。因為坍度小，鋼筋太擁擠時，混凝土的澆注將不容易，有必要特別注意過密的配筋。此外，因為標稱强度高，實際強度有時大於設計基準強度很多。

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 縮排: 第一行: 0.75 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 搗灌

刪除: 搗灌

(d) 儲存方法

預鑄混凝土構材，設計時除了儲存時的自重外，因其他外力產生的應力也要考慮。必要時，指定構材製作工廠內的堆積方法、層數。構材上所產生的應力，因儲存時之架

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 縮排: 第一行: 0.75 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 2

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 靠右

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

台的間隔或堆積層數等而不同。儲存中可能產生拉力的位置上確保配補助鋼筋。此外，儲存或移動時應注意不要發生剪力鍵或托架、支承座等的破損、預鑄構材突出筋的彎曲等。為了使應力傳遞上重要的這些構材不容易破損，設計者，有必要考慮剪力鍵不要太小、不要做出銳角等。此外，鋼筋的回彎有害於鋼筋的強度和韌性，絕對不可有將預鑄材的突出鋼筋彎曲後出廠，於現場再將其彎回的事情。儲藏時間較長時，為了不使接合鐵件或鋼筋腐蝕，應指定進行適當的養護方法。

(e) 容許誤差

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 縮排: 第一行: 0.75 字元, 行距: 固定行高 25 pt

能製造出如尺寸正確之構材的假定是非現實的。在此，確認接合部之應力傳遞時，以容許誤差範圍內之施工時應力傳遞上最危險側的尺寸來檢討接合部的結構安全性。此外，根據工法，有時會發生不減少容許誤差的話現實上現場無法收頭的情形。設計者應預先考量不要發生這種事，於設計圖書上指定適當的容許誤差。但是，不要忘了容許誤差減小的話品質管理將提高費用。

根據工法，確保接合部的結構強度時必要的精度也不同，容許誤差設為一樣是無意義的。因此一般的容許誤差是不規定的。理解工法的設計者將必要的精度指定於設計圖書上。於日本「預鑄混凝土構架結構之研究報告」其施工指針所提供容許誤差的目標如表 5.3.3.1 所示。表 5.3.3.1 所示的項目外，就(1)突出鋼筋的傾斜、位置，(2)接受突出鋼筋之套管的裝設位置、傾斜，(3)構材端面的直角度，(4)傳達剪力之混凝土表面的形狀，有必要指定其容許誤差。

刪除: PRESSS

格式化: 字型: 14 點

刪除: 5-2-27)

刪除: 解

刪除: C

刪除: 2

刪除: 解

刪除: C

刪除: 2

刪除: .

刪除: 1

格式化: 定位點: 30.75 字元, 左 + 不在 17.3 字元 + 34.61 字元

刪除: 5 -

表 5.3.3.1 構材尺寸及預裝部品的容許誤差之一例

【資料來源：參考書目 11】

檢查項目	容許誤差	適用構材
構材的長度	± 5mm	柱、梁、牆、樓板
寬、深	± 3mm	柱、梁
構材的厚度	± 3mm	牆、樓板
面的扭轉、翹曲	5mm	柱、梁、牆、樓板
面的凹凸	6mm	柱、梁、牆、樓板
構材邊的彎曲	5mm	柱、梁、牆、樓板
對角線長度	10mm	柱、梁、牆、樓板
預裝部品位置	10mm	柱、梁、牆、樓板

(f) 作業空間

澆注現場澆注混凝土部份，必要時須於構材及現場澆注混凝土用模板包圍之狹小空間內進行鋼筋續接及配筋作業。因此，進行接合部細部設計時，注意將此部分的作業空間儘可能取得較廣是重要的。

採用之預鑄混凝土構材工法為，檢討依照設計階段之斷面計算所需鋼筋是否能確實配置。當然特別是最後階段時的收頭，沿著施工順序的階段也應檢討鋼筋是否可組立。

此外，鋼筋的續接為，根據使用之續接工法而不同，但如果沒有一定以上的鋼筋間隔、作業空間則無法施工。此外，焊接續接或瓦斯續接，為了確保安定的續接性能需要有一定的作業空間。此外，需要再焊接作業時希望能一併確保必要空間。因此，選擇續接工法時，參照該續接工法的施工說明書以確認必要之施工空間的大小，確定所設計之接合部細部其續接作業是可能的。採

刪除:

格式化: 縮排: 第一行: 0.75 字元

刪除: 2

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

格式化: 行距: 固定行高 22 pt

刪除: 2

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 靠右

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

用作業儘可能容易進行，較大作業空間之接合部設計。
必要時，進行施工實驗以確認這些。

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

(g) 混凝土模板的運用

格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

期待模板的轉用，企圖使構材形狀尺寸的標準化，於經濟效率上是重要的。此外，為了保持預鑄混凝土構材的安定品質，重要的是不要將構材作成不必要的複雜形狀。

預鑄混凝土構材，很多都預先設置有設備開口或開口補強筋，也很多設置有內插筋。這些都變成配筋困難的原因，檢討必要的保護層厚度是否有不足。

構材端部主筋突出形狀的預鑄混凝土構材同志，為了突出鋼筋之同志能夠續接，鋼筋位置和鋼筋軸和構材軸之平行度特別需要保持精度。為此，設置適當的隔墊等，考慮如何保持鋼筋的位置，不要由於構材澆注時混凝土的重量，造成鋼筋位置或方向錯位等。

刪除: 搗灌

設置小的剪力鍵時，剪力鍵的凹面大小比粗骨材尺寸小的話，澆注混凝土時，因為剪力鍵的內部骨材無法進入，對剪力鍵強度的確保不佳。剪力鍵根部的斷面形狀通常為長方形(圓形等長方形以外的形狀也不是說不存在)。考慮填充混凝土的施工性，剪力鍵各方向的長度如下述所示之值。但是，剪力鍵突出方向(凹入方向)的傾斜在 30 度以下。此角度為不會使剪力鍵產生滑動破壞的角度($\tan^{-1}(\mu)$: μ 為摩擦係數，為 0.6)。

刪除: 搗灌

長方形剪力鍵 $\min(a, w, x) \geq 1.25 \times MS$

圓形剪力鍵 $d \geq 1.25 \times MS$

其中， a : 長方形剪力鍵的根部長度， w : 長方形剪力鍵

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 1

格式化: 定位點: 30.75 字元, 左 + 不在 17.3 字元 + 34.61 字元

刪除: 5 -

的根部寬， x ：長方形剪力鍵的高度(深度)， d ：圓形剪力鍵根部直徑， MS ：填充混凝土粗骨材之最大粒徑。

此外，剪力鍵的凹入形狀應能避免雨水的蓄積。

(h) 搬運

預鑄混凝土構材因為以吊車等搬運、移動，需要於預鑄混凝土構材內設置吊裝用鐵件。此為以鋼筋彎曲加工而成的彎鉤或既製的插入類、鋼索等。預鑄混凝土構材上設置吊裝鐵件的位置為，選定吊裝預鑄混凝土構材時於構材上產生最小彎矩的位置，計畫時注意不會發生有害的彎曲開裂。此外預鑄混凝土吊裝時會產生有害彎曲開裂之虞時，需預先配置補助鋼筋。

預鑄混凝土構材於工廠製作並以卡車等搬運到施工現場時，預鑄混凝土構材的寬度、高度、長度等，必須為道路交通法所規定尺寸以下。

- (2) 提示設計接合部的設計者，有關組立時應該考量的必要最小限事項。[詳細部分記述於日本「預鑄混凝土構架結構之研究報告」施工指針內。](#)

(a) 容許誤差

預鑄混凝土構材組立施工時的精度，有時為預鑄混凝土構材的尺寸精度和組立精度的累加須注意。有關柱和梁構材組立的精度，管理目標值的一例如表 5.3.3.2 所示。

(b) 施工載重

[施工時的預鑄混凝土構材，依其組立施工的順序、支撐工程的有無等，應進行與建築物完成時的應力狀態不同的應力檢討。例如，將預鑄鋼筋混凝土合成梁架設於柱間的情形，大梁中央未設立支撐工程時，必須以柱間的單純梁進行](#)

格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除:

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 項目符號及編號

刪除: 詳細部分，記述於解說

預鑄混凝土工程施工之

PRESS 施工指針⁵⁻²⁻²⁷⁾ 內。

格式化: 字型: 14 點

格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 解

格式化: 字型: 14 點

格式化: 項目符號及編號

刪除: 2

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 靠右

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

應力檢討。此時除了檢討大梁自重、澆注混凝土重量、作業載重的組合外，小梁、樓板不使用支撐工法的話，其載重也要預先加入進行設計。預鑄混凝土構材組立時，對於搬運中的動載重、強風、地震等水平力，需預先計畫臨時斜向支承等以確保足夠的安全。

表 5.3.3.2 柱、梁構材組立位置的精度

【資料來源：參考書目 11】

項目	管理目標值
柱構材水平位置的錯位	± 5mm 以下
柱構材的傾斜	± 5mm 以下
柱構材的高度	± 5mm 以下
梁構材水平位置的錯位	± 5mm 以下

刪除:

... [72]

格式化: 字型: 14 點

格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元

格式化: 字型: 粗體

刪除:

解表

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

格式化: 縮排: 第一行: 6 字

格式化: 字型: 14 點

刪除:

<#>施工載重

施工時的預鑄混凝土構材，依其組立施工的順序、支撐工程

... [73]

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 字型: 14 點

刪除: 搗灌

刪除: 澆注混凝土重量、作業

... [74]

刪除: 搗灌

格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 搗灌

刪除: 搗灌

刪除: 搗灌

刪除: 搗灌

刪除: 1

格式化: ... [75]

刪除: 5 -

(c) 現場澆注混凝土的模板

預鑄混凝土構材相互的接合，為了吸收預鑄混凝土構材的製造誤差或組立誤差等，大多以現場澆注混凝土為填充的接合部細部。接合部的位置和接合部細部決定時，考慮模板工程作業性的同時，另一方面也影響建築的美觀、修飾，因此需包括這些的檢討後再決定。

混凝土的澆注接續面，不僅發生於預鑄混凝土構材的相互間，也會產生於現場澆注混凝土的彼此間。例如，柱、梁、樓板的預鑄混凝土構材交叉的柱、梁交叉部內，梁和柱梁交叉部使用壓縮強度高的混凝土，樓板使用壓縮強度低的混凝土時，2 種類混凝土的境界部分使用澆注續接用金屬網。其位置應避開危險斷面等，而設於結構上影響較小的位置。這

種施工要領，應該明記於設計圖或工程施工說明書。

一般爲了保持合板模板的間隔，使用模板繫杆。期待模板的反復使用或轉用性也有使用薄鋼板的模板，預鑄構材預先裝設模板保持用的插入物對提高作業性有效。

← 格式化: 行距: 固定行高 25 pt

(d) 吊裝計畫

吊裝組立起重機的性能，以吊重和最大迴轉半徑乘績的最大傾倒彎矩來表示。預鑄混凝土構材的重量變大後就需要性能更高的起重機，費用隨著變高。另一方面預鑄混凝土構材的重量變小的話，接合個數變多作業性也降低，所以充分考量施工現場的條件後提出構材的分割計畫。通常根據經驗得知，預鑄混凝土構材的重量大概超出 100kN 則大多會有施工困難的情形。

← 格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

← 格式化: 行距: 固定行高 25 pt

(e) 位置配合

預鑄混凝土柱或牆組立時，為了確保構材水平位置及垂直性的精確度，需要設置斜向支撐等臨時固定。爲確保上述作業順利，預鑄構材之設計時，應考慮臨時裝置鐵件的可被設置。

← 格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

← 格式化: 行距: 固定行高 25 pt

(f) 現場焊接

進行現場焊接時，須由具有符合焊接姿勢之焊接執照的焊接作業者執行。進行確實的施工為，當然要取得能保持所規定品質的作業空間外，重要的是接合部的施工，儘可能焊接作業為容易作業的向下方向的焊接。

← 格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

焊接鋼筋時，焊接後冷卻中產生 1mm 左右的收縮。因此

刪除: 2

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 靠右

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

從預鑄混凝土的接合面突出之構材相互間以突出鋼筋為焊接續接的接合時，除非將同一斷面的鋼筋焊接全部同時進行，否則先行焊接鋼筋受到壓縮後焊接鋼筋的拉力而產生受拉的殘留應力。殘留應力因為是斷面內的內部應力，不影響構材的極限強度，所以不需特別於設計時考慮。但是，由於焊接時的收縮，可能引起構材的移動，確保支承座之長度時考慮因收縮引起的構材移動。

(g) 現場澆注混凝土、水泥砂漿

接合部內澆注之現場澆注混凝土、水泥砂漿，擔負著應力傳達上極為重要的角色。水泥砂漿厚度太小時將無法吸收其下方之不平，因此設計接合部時要確保必要的厚度。此外，墊底水泥砂漿，厚度太薄的話硬化途中硬化水被接觸的乾燥混凝土所吸收，無法發展出強度，所以要確保一定的厚度。現場澆注混凝土時施工前確實除去凹面的積水。此外，凹面的積水因為長期間水的滯留將造成耐久性降低的原因，因此希望現場澆注混凝土面上儘可能不要設置凹的部分。注意，預鑄構材的上面有凹面的情形也會變成同樣的問題。

套管內填充方式的鋼筋續接為，從兩側或單側插入鋼筋的筒狀套管內填充高強度水泥砂漿等的填充材所構成的直接續接，為了能吸收某種程度的施工誤差，主要多用於柱主筋或牆的軸向接合筋。一般採用的方法為，柱或牆於單側的預鑄混凝土端部預先埋入插上鋼筋端部的套管，再將相對的鋼筋於現場插入。梁主筋也可使用這種方法，但是梁從預鑄混凝土架設的關係，大部分將套管配置於材軸直交之接合部的填充混凝土部份，需要確保沿梁主筋讓套管移動空間的餘

刪除:

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化: 項目符號及編號

刪除: 搗灌

格式化: 縮排: 第一行: 1.5 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 搗灌

刪除: 搗灌

刪除: 搗灌

刪除: 1.

格式化: 定位點: 30.75 字元, 左 + 不在 17.3 字元 + 34.61 字元

刪除: 5 -

裕。從接合面突出鋼筋間的續接採用壓著套管方式時，因為需要插入將套管壓著於鋼筋之工具的空間，注意鋼筋間的間隔有時因此而被決定。

刪除: 同志

格式化: 字型: 14 點

5.4 細部規定

5.4.1 適用範圍

本章所規定之鋼筋配置細節僅適用於本指針規定的預鑄混凝土構材，若有不足，另依結構混凝土設計規範之相關規定辦理。

〔解說〕 本章之構造規定為舉出至前章為止未記載之設計上的限制或數值上的規定而整理後記載之。但是，本章未記載之事項根據結構混凝土設計規範及其他各種相關規範。

刪除:

... [76]

刪除:

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 3

刪除: 構造

格式化: 字型: 14 點

刪除: 3

刪除: (1)

格式化

... [77]

刪除: 之規定...，使用...案之

... [78]

格式化: 字型: 14 點

格式化: 縮排: 左: 0 cm, 凸出: 3 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: RC 規範⁵⁻³⁻¹⁾

刪除: (1) 本章所示之限制

... [79]

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

格式化表格

刪除: 3...重疊

... [80]

格式化

... [81]

刪除: 重疊...降伏...是...的...

... [82]

刪除: 重疊...交叉...是...最

... [83]

刪除: 就...搗灌...行重疊...期

... [84]

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 2

5.4.2 鋼筋續接

- (1) 鋼筋續接原則上不得使用於塑鉸範圍內。但根據計算或實驗結果證實可確認安全性時，梁鋼筋續接可使用於塑鉸範圍內。
- (2) 鋼筋續接原則上不可使用於柱梁接合部。但根據計算或實驗結果證實可確認安全性時，頂層 T 形或 L 形之柱梁接合部可容許鋼筋續接。
- (3) 當預鑄混凝土內配置之鋼筋和現場澆注混凝土內配置之鋼筋進續接時，預期能與標準現場澆注混凝土具同等之應力傳遞條件，現場澆注混凝土內部配置之鋼筋與接合面之間距，原則上應為現場澆注混凝土之粗骨材最大粒徑的 1.25 倍以上。

〔解說〕

鋼筋續接原則上根據結構混凝土設計規範之規定辦理。

- (4) 重疊續接基本上設置於構材應力及鋼筋應力小的地方，原則上不用於降伏塑鉸範圍內。但是，根據工法有主筋的續接位置位於構材端部的例子，也有將梁之重疊續接使用於降伏塑鉸的情形。本指針案未具體的顯示設計法，但是這種情形下根據本會「重疊續接的全數續接設計指針(案)・同解說」，且考慮預鑄混凝土接合部特有的狀況進行檢討。
- (5) 最上層的 T 形或 L 形柱梁交叉部，一般而言應力不會大，且從柱主筋或梁主筋錨定長度的關係，容許不得已於柱梁交叉部內使用重疊續接。
- (6) 考慮現場澆注混凝土的填充性，如圖 5.4.2.1 所示規定現場澆注混凝土部內配置之鋼筋與接合面最小的間距尺寸。此最小間距尺寸為對一般常用之粗骨材最大粒徑 20mm 時，使其間距成為 25mm 以上，與 JASS 之 21 節的記述能一致。希望間距小於 25mm 時，根據本文採用粗骨材的最大粒徑較小的混凝土，或必須降低現場澆注混凝土和鋼筋的握裹力。此外，預鑄混凝土側之鋼筋與澆注續接面之間距，因為確保澆注混凝土澆注時所規定的保護層厚度因此沒有特別規定。但是，預鑄混凝土部份之製造後，到現場澆注混凝土澆注為止預定經過相當的期間，必須考慮某些影響時，確保與現場澆注混凝土側相同的間距，或講求可排除影響的對策。

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 靠右

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

刪除: 重疊

刪除: RC 規範⁵⁻³⁻¹⁾ 16 條

刪除:

刪除: 5-3-2)

刪除:

刪除:

刪除: 搗灌

刪除: C

刪除: 3

格式化: 字型: 14 點

刪除: 搗灌

刪除: 搗灌

刪除: 搗灌

刪除: 現場搗灌

刪除: 搗灌

刪除: 搗灌

刪除: 1

格式化: 定位點: 30.75 字元, 左 + 不在 17.3 字元 + 34.61 字元

刪除: 5 -

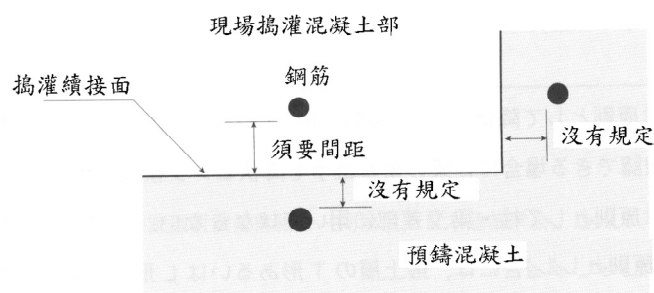


圖 5.4.2.1 鋼筋和接合面之間距規定的有無

【資料來源：參考書目 11】

5.4.3 錨定

(1) 預鑄混凝土和現場澆注混凝土之接合筋的錨定，當未進行特別的檢討時，依據下述規定配置。此錨定長度以接合面為計算起點。

- 根據剪力摩擦傳遞剪力時，鋼筋直徑 25 倍以上的直線錨定，或投影錨定長度為鋼筋直徑之 10 倍並設置標準彎鉤。
- 根據插銷作用的剪力傳遞時，錨定長度確保為鋼筋直徑的 8 倍以上。

[解說]

為確保剪力摩擦的剪力傳遞效能，接合筋必須充分錨定。鋼筋毛定規定可參考結構混凝土設計規範之規定訂定之。

5.4.4 配筋規定

- 於柱或梁構材，期待由直交於材軸直交接合部之接合面的主筋插銷作用傳遞剪力時，於接合面近旁配置與接合面平行的補助鋼筋。

刪除

刪除: 3

刪除: 具

格式化: 字型: 14 點

格式化: 字型: 14 點

格式化: 字型: 14 點

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 3

格式化: 縮排: 左: 0 cm, 凸出: 2.25 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 結合

刪除: 澆灌

刪除: 根據

刪除: 此外,

刪除: 處之

刪除: 的起點為

刪除

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 一般性的鋼筋錨定, 原 ... [85]

格式化: 縮排: 左: 0.85 cm, 行距: 固定行高 25 pt

刪除

格式化: 字型: 14 點

刪除: <#>特別的檢證為實驗 ... [86]

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 3

格式化 ... [87]

刪除: 2

- (2) 預鑄混凝土構材接合部所使用之接合鋼筋的直徑為，構材最小尺寸的 0.15 倍以下。

[解說]

- (1) 對於預鑄混凝土部構材端部材軸直交接合部之預鑄混凝土側，以及對於預鑄混凝土構材中間部材軸直交接合部之預鑄混凝土側和現場澆注混凝土側的兩方向，從接合面起 50mm 以內位置追加配置一組與近旁外周繫筋或外周箍筋同形狀的補助鋼筋。但是，繫筋或箍筋配置於接合面 50mm 以內位置時，可不作追加配筋。
- (2) 於預鑄混凝土合成剪力牆的牆板等，相對於預鑄構材的薄，接合筋過粗的話有造成混凝土開裂之虞，因此控制其最大直徑。特別是，接合筋的鋼筋續接使用注入水泥砂漿等之續接器時，續接器的直徑比接合筋的直徑粗許多，為了防止混凝土的剝離必須加以補強。

5.4.5 鋼筋保護層

- (1) 預鑄混凝土構材之鋼筋保護層厚度，應符合結構混凝土設計規範之相關規定。
- (2) 柱及梁之主筋保護層厚度，應至少為主筋直徑的 1.5 倍以上。
- (3) 鋼筋從預鑄混凝土構材突出時，此鋼筋或於現場與此鋼筋續接之鋼筋保護層厚度，應符合結構混凝土設計規範中現場澆注混凝土之保護層厚度規定。
- (4) 埋入混凝土中之鋼板保護層厚度其最小值為 50mm，設計保護層厚度與鋼筋的情形相同。

[解說]

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 字型: (英文)標楷體, (中文)標楷體

格式化: 靠右

刪除:

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 搗灌

格式化: 字型: 14 點

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 3

格式化: 字型: 14 點, 粗體

格式化: 字型: 14 點

刪除: 厚度

格式化: ... [88]

刪除: 的設計

刪除: 考慮建築基準法施行令 ... [89]

刪除: 對於

刪除: ,

刪除: 確保

刪除: 對於

刪除: 連結

刪除: 搗灌

刪除: 的規定根據 JASS

刪除: 對於

刪除: 的混凝土

格式化: 縮排: 左: 0 cm, 凸出: 3 字元, 行距: 固定行高 25 pt

刪除: 1

格式化: ... [90]

刪除: 5 -

鋼筋保護層厚度指從鋼筋到混凝土表面的最短距離。本指針就預鑄混凝土部份和現場澆注混凝土合成後之狀態規定其保護層厚度。總之，預鑄混凝土之接合面的保護層厚度不是檢討的對象。

(1) 鋼筋混凝土之保護層厚度的最小值，至少應符合結構混凝土設計規範之相關規定。

(2) 保護層厚度的設定除了從耐久性、耐火性的觀點外，也包括有將鋼筋所產生應力適當的傳遞到混凝土的目的。一般而言鋼筋所產生應力為了能由握裹適當的傳遞到混凝土，對於該鋼筋必須有其直徑之 1.5 倍左右的保護層厚度。因此，對於通常最外鋼筋的保護層厚度經常會變小的預鑄混凝土構材而言為特別應該要注意的事項，對於柱和梁之主筋，也規定主筋的保護層厚度。

(3) 設置於梁中間部之材軸直交接合部或剪力牆的垂直接合部等，從預鑄混凝土構材突出之鋼筋周邊填充現場混凝土的部位，此部分的保護層厚度僅可依現場澆注混凝土構材的程度去管理。因此，即使是預鑄混凝土構材所使用的鋼筋，保護層厚度也根據現場澆注混凝土構材的規定。

(4) 鋼板埋入混凝土內時，依建築基準法施行令第 79 條之 3 規定為 50mm 以上。此外，鋼板保護層厚度的確保有困難時必須採取適當的防銹措施。

刪除: 案… 搗灌

… [91]

刪除: 對於

格式化: 行距: 固定行高 25 pt

刪除: (最小保護層厚度) 為，
柱、梁、剪力牆的情形為
30mm，樓板、屋頂、非剪力牆
等之情形為 20mm。此外，與
土壤接觸部分為 40mm(使用
輕量混凝土 1 種時為 50mm)。
另外，受到海水作用時之最小
保護層厚度根據 JASS⁵⁻³⁻⁴⁾ 的
規定

刪除: 保護層厚度的容許差，
根據預鑄混凝土的製造實績
適當的決定。確實執行品質管
理的專門製造工廠，容許誤差
… [92]

格式化: 項目符號及編號

刪除: … 搗灌… JASS⁵⁻³⁻⁴⁾

… [93]

刪除:

刪除:

… [94]

格式化: … [95]

刪除: [解說]

<#> 爲了得到本指針第 5.1

… [96]

格式化: 字型: (英文) Calibri,
(中文) 新細明體, 12 點, 非
粗體

刪除: 2

第 1 頁: [1] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
----------------	--------	-----------------------

定位點: 30.75 字元, 左 + 不在 17.3 字元 + 34.61 字元

第 4 頁: [2] 格式化	j-yang	2009/6/25 4:29:00 PM
----------------	--------	----------------------

縮排: 凸出: 2.25 字元, 左 3 字元, 第一行: -2.25 字元

第 4 頁: [3] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:33:00 PM
----------------	--------	-----------------------

縮排: 左: 3 字元, 凸出: 2.25 字元, 行距: 固定行高 25 pt

第 5 頁: [4] 刪除	j-yang	2009/6/25 4:33:00 PM
---------------	--------	----------------------

解

第 5 頁: [4] 刪除	j-yang	2009/6/25 4:33:00 PM
---------------	--------	----------------------

12

第 5 頁: [5] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:34:00 PM
----------------	--------	-----------------------

字型: 14 點

第 5 頁: [5] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:34:00 PM
----------------	--------	-----------------------

字型: 14 點

第 6 頁: [6] 刪除	j-yang	2009/6/25 4:37:00 PM
---------------	--------	----------------------

解

第 6 頁: [6] 刪除	j-yang	2009/6/25 4:35:00 PM
---------------	--------	----------------------

13

第 6 頁: [7] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:34:00 PM
----------------	--------	-----------------------

字型: 14 點

第 6 頁: [7] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:34:00 PM
----------------	--------	-----------------------

字型: 14 點

第 6 頁: [8] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:34:00 PM
----------------	--------	-----------------------

字型: 14 點

第 6 頁: [8] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:34:00 PM
----------------	--------	-----------------------

字型: 14 點

第 6 頁: [9] 刪除	j-yang	2009/6/25 4:37:00 PM
---------------	--------	----------------------

解

第 6 頁: [9] 刪除	j-yang	2009/6/25 4:37:00 PM
---------------	--------	----------------------

14

第 6 頁: [10] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:35:00 PM
-----------------	--------	-----------------------

字型: 14 點

第 6 頁: [10] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:35:00 PM
-----------------	--------	-----------------------

字型: 14 點

第 6 頁: [10] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:35:00 PM
-----------------	--------	-----------------------

字型: 14 點

第 7 頁: [11] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:35:00 PM
-----------------	--------	-----------------------

縮排: 左: 3 字元, 凸出: 2.25 字元, 行距: 固定行高 25 pt

第 7 頁: [12] 刪除	j-yang	2009/10/12 1:35:00 PM
----------------	--------	-----------------------

第 7 頁: [13] 刪除	kclin	2009/6/2 2:26:00 PM
----------------	-------	---------------------

的

第 7 頁: [13] 刪除	kclin	2009/6/2 2:36:00 PM
----------------	-------	---------------------

特性

第 7 頁: [13] 刪除	kclin	2009/6/2 5:40:00 PM
----------------	-------	---------------------

澆置

第 7 頁: [13] 刪除	kclin	2009/6/2 1:47:00 PM
----------------	-------	---------------------

，

第 7 頁: [13] 刪除	kclin	2009/6/2 2:37:00 PM
----------------	-------	---------------------

置

第 7 頁: [14] 刪除	kclin	2009/6/2 1:48:00 PM
----------------	-------	---------------------

1

第 7 頁: [14] 刪除	kclin	2009/6/2 1:48:00 PM
----------------	-------	---------------------

1

第 7 頁: [14] 刪除	kclin	2009/6/2 1:48:00 PM
----------------	-------	---------------------

以

第 7 頁: [14] 刪除	kclin	2009/6/2 1:48:00 PM
----------------	-------	---------------------

1

第 7 頁: [14] 刪除	kclin	2009/6/2 5:40:00 PM
----------------	-------	---------------------

澆置

第 7 頁: [15] 刪除

kclin

2009/6/2 1:52:00 PM

全部滿足第 5.2 以後因應種類所定之該當規定的預鑄混凝土構
材

第 7 頁: [15] 刪除

kclin

2009/6/2 1:52:00 PM

也

第 7 頁: [15] 刪除

kclin

2009/6/2 1:52:00 PM

1

第 7 頁: [15] 刪除

kclin

2009/6/2 1:53:00 PM

1

第 7 頁: [15] 刪除

kclin

2009/6/2 1:55:00 PM

力學特性者

第 7 頁: [16] 刪除

kclin

2009/6/2 2:53:00 PM

搗灌

第 7 頁: [16] 刪除

kclin

2009/6/2 1:55:00 PM

的

第 7 頁: [16] 刪除

kclin

2009/6/2 1:55:00 PM

首

第 7 頁: [16] 刪除

kclin

2009/6/2 1:55:00 PM

的

第 7 頁: [16] 刪除

kclin

2009/6/2 1:56:00 PM

接著

第 7 頁: [16] 刪除

kclin

2009/6/2 1:57:00 PM

確認

第 7 頁: [16] 刪除

kclin

2009/6/2 1:57:00 PM

檢証

第 7 頁: [16] 刪除

kclin

2009/6/2 1:57:00 PM

設計

第 7 頁: [16] 刪除

kclin

2009/6/2 1:58:00 PM

得到

第 7 頁: [16] 刪除

kclin

2009/6/2 1:58:00 PM

1

第 7 頁: [16] 刪除

kclin

2009/6/2 1:58:00 PM

1

第 7 頁: [16] 刪除

kclin

2009/6/2 1:58:00 PM

者同等

第 7 頁: [16] 刪除

kclin

2009/6/2 1:59:00 PM

，可視為

第 7 頁: [16] 刪除

kclin

2009/6/2 1:59:00 PM

搗灌

第 7 頁: [16] 刪除	kclin	2009/6/2 1:59:00 PM
----------------	-------	---------------------

的

第 7 頁: [17] 刪除	kclin	2009/6/2 2:44:00 PM
----------------	-------	---------------------

案

第 7 頁: [17] 刪除	kclin	2009/6/2 2:47:00 PM
----------------	-------	---------------------

範圍

第 7 頁: [17] 刪除	kclin	2009/6/2 2:40:00 PM
----------------	-------	---------------------

搗灌

第 7 頁: [17] 刪除	kclin	2009/6/2 2:43:00 PM
----------------	-------	---------------------

所適用之

第 7 頁: [17] 刪除	kclin	2009/6/2 2:46:00 PM
----------------	-------	---------------------

、相同

第 1 頁: [18] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
-----------------	--------	-----------------------

定位點: 30.75 字元, 左 + 不在 17.3 字元 + 34.61 字元

第 8 頁: [19] 刪除	kclin	2009/6/2 2:40:00 PM
----------------	-------	---------------------

搗灌

第 8 頁: [19] 刪除	kclin	2009/6/2 2:48:00 PM
----------------	-------	---------------------

材適所

第 8 頁: [19] 刪除	kclin	2009/6/2 2:40:00 PM
----------------	-------	---------------------

元

第 8 頁: [19] 刪除	kclin	2009/6/2 2:40:00 PM
----------------	-------	---------------------

如

第 8 頁: [19] 刪除	kclin	2009/6/2 2:50:00 PM
----------------	-------	---------------------

述

第 8 頁: [19] 刪除	kclin	2009/6/2 2:54:00 PM
----------------	-------	---------------------

特性

第 8 頁: [20] 刪除	kclin	2009/6/2 2:56:00 PM
----------------	-------	---------------------

基準

第 8 頁: [20] 刪除	kclin	2009/6/2 2:51:00 PM
----------------	-------	---------------------

搗灌

第 8 頁: [20] 刪除	kclin	2009/6/2 2:51:00 PM
----------------	-------	---------------------

搗灌

第 8 頁: [21] 刪除	kclin	2009/6/2 2:56:00 PM
----------------	-------	---------------------

元

第 8 頁: [21] 刪除	kclin	2009/6/2 2:58:00 PM
----------------	-------	---------------------

時構材對正負反復變形之

第 8 頁: [21] 刪除	kclin	2009/6/2 3:03:00 PM
----------------	-------	---------------------

履

第 8 頁: [21] 刪除	kclin	2009/6/2 3:03:00 PM
----------------	-------	---------------------

元

第 8 頁: [21] 刪除	kclin	2009/6/2 3:05:00 PM
對		
第 8 頁: [21] 刪除	kclin	2009/6/2 3:04:00 PM
係		
第 8 頁: [21] 刪除	kclin	2009/6/2 3:09:00 PM
受到同一振幅的正負反復變形時的能量吸收，		
第 8 頁: [21] 刪除	kclin	2009/6/2 3:07:00 PM
鋼筋混凝土構材		
第 8 頁: [21] 刪除	kclin	2009/6/2 2:51:00 PM
搗灌		
第 8 頁: [21] 刪除	kclin	2009/6/2 3:09:00 PM
同等的話		
第 8 頁: [21] 刪除	kclin	2009/6/2 3:12:00 PM
案		
第 8 頁: [21] 刪除	kclin	2009/6/2 3:12:00 PM
基準		
第 8 頁: [21] 刪除	kclin	2009/6/2 2:51:00 PM
搗灌		
第 9 頁: [22] 刪除	kclin	2009/6/2 3:13:00 PM

要素

第 9 頁: [22] 刪除

kclin

2009/6/2 3:13:00 PM

附加

第 9 頁: [22] 刪除

kclin

2009/6/2 3:13:00 PM

原

第 9 頁: [22] 刪除

kclin

2009/6/2 3:15:00 PM

多少

第 9 頁: [22] 刪除

kclin

2009/6/2 3:15:00 PM

看出有

第 9 頁: [22] 刪除

kclin

2009/6/2 3:16:00 PM

化的

第 9 頁: [22] 刪除

kclin

2009/6/2 3:16:00 PM

附加

第 9 頁: [22] 刪除

kclin

2009/6/2 3:17:00 PM

的

第 9 頁: [22] 刪除

kclin

2009/6/2 3:18:00 PM

的話

第 9 頁: [22] 刪除

kclin

2009/6/2 2:51:00 PM

搗灌

第 9 頁: [22] 刪除	kclin	2009/6/2 3:19:00 PM
----------------	-------	---------------------

的

第 9 頁: [22] 刪除	kclin	2009/6/2 3:19:00 PM
----------------	-------	---------------------

案

第 9 頁: [22] 刪除	kclin	2009/6/2 3:20:00 PM
----------------	-------	---------------------

附加

第 9 頁: [23] 刪除	kclin	2009/6/2 3:20:00 PM
----------------	-------	---------------------

案

第 9 頁: [23] 刪除	kclin	2009/6/2 3:20:00 PM
----------------	-------	---------------------

元

第 9 頁: [23] 刪除	kclin	2009/6/2 2:51:00 PM
----------------	-------	---------------------

搗灌

第 9 頁: [23] 刪除	kclin	2009/6/2 3:26:00 PM
----------------	-------	---------------------

大小

第 9 頁: [23] 刪除	kclin	2009/6/2 3:27:00 PM
----------------	-------	---------------------

為各自

第 9 頁: [23] 刪除	kclin	2009/6/2 3:27:00 PM
----------------	-------	---------------------

不

第 9 頁: [23] 刪除	kclin	2009/6/2 3:29:00 PM
----------------	-------	---------------------

的所有構材，

第 9 頁: [23] 刪除	kclin	2009/6/2 3:29:00 PM
----------------	-------	---------------------

其結構物中

第 9 頁: [23] 刪除	kclin	2009/6/2 3:29:00 PM
----------------	-------	---------------------

當

第 9 頁: [23] 刪除	kclin	2009/6/2 3:29:00 PM
----------------	-------	---------------------

構材

第 9 頁: [23] 刪除	kclin	2009/6/2 3:30:00 PM
----------------	-------	---------------------

的

第 9 頁: [23] 刪除	kclin	2009/6/2 3:32:00 PM
----------------	-------	---------------------

此處，

第 9 頁: [23] 刪除	kclin	2009/6/2 3:33:00 PM
----------------	-------	---------------------

對應構材應力和必要性能將

第 9 頁: [23] 刪除	kclin	2009/6/2 2:51:00 PM
----------------	-------	---------------------

搗灌

第 9 頁: [23] 刪除	kclin	2009/6/2 3:34:00 PM
----------------	-------	---------------------

1

第 9 頁: [23] 刪除	kclin	2009/6/2 3:34:00 PM
----------------	-------	---------------------

1

第 9 頁: [23] 刪除	kclin	2009/6/2 3:34:00 PM
----------------	-------	---------------------

內

第 9 頁: [24] 刪除

kclin

2009/6/2 3:35:00 PM

案，

第 9 頁: [24] 刪除

kclin

2009/6/2 3:35:00 PM

未將

第 9 頁: [24] 刪除

kclin

2009/6/2 3:37:00 PM

以詳細的規格去規定

第 9 頁: [24] 刪除

kclin

2009/6/2 3:41:00 PM

。

第 9 頁: [24] 刪除

kclin

2009/6/2 3:45:00 PM

根據性能規定將與

第 9 頁: [24] 刪除

kclin

2009/6/2 2:51:00 PM

搗灌

第 9 頁: [24] 刪除

kclin

2009/6/2 3:45:00 PM

的

第 9 頁: [24] 刪除

kclin

2009/6/2 3:46:00 PM

以第 5.1 預鑄混凝土構材的目標性能來

第 9 頁: [25] 刪除

kclin

2009/6/2 4:34:00 PM

第 5.2 以後，各章內決定所規定設計法之適用範圍。對於第 5.1 內所定義現場搗灌混凝土構材之性能，開發了合理的設計法來確認

與其具同等性者，有關其妥當性被確認者，期待未來能將其設計法追加於第 5.2 之後。

第 9 頁: [26] 刪除

kclin

2009/6/2 2:23:00 PM

1

第 9 頁: [26] 刪除

kclin

2009/6/2 5:09:00 PM

垂直載重時使用臨界狀態之

第 9 頁: [26] 刪除

kclin

2009/6/2 5:09:00 PM

的

第 9 頁: [27] 刪除

kclin

2009/6/2 4:43:00 PM

於經常作用之

第 9 頁: [27] 刪除

kclin

2009/6/2 4:44:00 PM

之

第 9 頁: [27] 刪除

kclin

2009/6/2 4:38:00 PM

交叉

第 10 頁: [28] 刪除

kclin

2009/6/2 8:36:00 PM

具有確保

第 10 頁: [28] 刪除

kclin

2009/6/2 8:37:00 PM

性的

第 10 頁: [29] 刪除

kclin

2009/6/2 4:43:00 PM

於

第 10 頁: [29] 刪除	kclin	2009/6/2 5:12:00 PM
-----------------	-------	---------------------

經常作用之

第 10 頁: [29] 刪除	kclin	2009/6/2 4:44:00 PM
-----------------	-------	---------------------

之

第 10 頁: [29] 刪除	kclin	2009/6/2 8:37:00 PM
-----------------	-------	---------------------

確保

第 10 頁: [29] 刪除	kclin	2009/6/2 8:37:00 PM
-----------------	-------	---------------------

性的

第 10 頁: [30] 刪除	kclin	2009/6/2 4:42:00 PM
-----------------	-------	---------------------

(3)

第 10 頁: [30] 刪除	kclin	2009/6/2 5:13:00 PM
-----------------	-------	---------------------

經常作用之

第 10 頁: [31] 刪除	kclin	2009/6/2 5:16:00 PM
-----------------	-------	---------------------

第 10 頁: [31] 刪除	kclin	2009/6/2 4:47:00 PM
-----------------	-------	---------------------

RC 規範⁵⁻¹⁻¹⁾6 條容許應力度的解說中，一般的限制值，

第 10 頁: [31] 刪除	kclin	2009/6/2 4:45:00 PM
-----------------	-------	---------------------

2

第 10 頁: [31] 刪除	kclin	2009/6/2 4:45:00 PM
-----------------	-------	---------------------

~0.25

第 10 頁: [31] 刪除

kclin

2009/6/2 4:45:00 PM

0.3~

第 10 頁: [32] 刪除

kclin

2009/6/2 4:54:00 PM

RC 規範 18 條

第 10 頁: [32] 刪除

kclin

2009/6/2 4:54:00 PM

規定

第 10 頁: [32] 刪除

kclin

2009/6/2 5:16:00 PM

本指針案第 4 章以後的設計法，對於 5.2.2 節表 5.2.2.1 所定
垂直載重，

第 10 頁: [33] 刪除

kclin

2009/6/2 5:16:00 PM

第 10 頁: [33] 刪除

kclin

2009/6/2 5:23:00 PM

的話會有

第 10 頁: [33] 刪除

kclin

2009/6/2 5:24:00 PM

障

第 10 頁: [33] 刪除

kclin

2009/6/2 5:24:00 PM

害

第 10 頁: [33] 刪除

kclin

2009/6/2 5:25:00 PM

RC 規範付 5. 樓板的振動評估中，顯示出振動感覺的評估方法，此可

作為參考。

第 10 頁: [34] 刪除	kclin	2009/6/2 5:16:00 PM
第 10 頁: [34] 刪除	kclin	2009/6/2 5:25:00 PM
要素		
第 10 頁: [34] 刪除	kclin	2009/6/2 5:26:00 PM
,		
第 10 頁: [34] 刪除	kclin	2009/6/2 5:48:00 PM
經常作用之		
第 10 頁: [34] 刪除	kclin	2009/6/2 5:48:00 PM
設計時限定其於		
第 10 頁: [34] 刪除	kclin	2009/6/2 5:48:00 PM
,		
第 10 頁: [34] 刪除	kclin	2009/6/2 5:50:00 PM
案		
第 1 頁: [35] 格式化	j-yang	2009/6/26 2:33:00 PM
字型: (英文)標楷體, (中文) 標楷體		
第 1 頁: [36] 格式化	j-yang	2009/6/26 2:33:00 PM
字型: (英文)標楷體, (中文) 標楷體		
第 11 頁: [37] 刪除	kclin	2009/6/2 8:46:00 PM

時極限臨界狀態之

第 11 頁: [37] 刪除	kclin	2009/6/2 8:46:00 PM
-----------------	-------	---------------------

的

第 11 頁: [38] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:37:00 PM
------------------	--------	-----------------------

字型: 14 點, 粗體

第 11 頁: [38] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:37:00 PM
------------------	--------	-----------------------

字型: 14 點

第 11 頁: [39] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:37:00 PM
------------------	--------	-----------------------

縮排: 左: 1.4 cm, 行距: 最小行高 25 pt, 取消項目符號與編號

第 11 頁: [40] 刪除	kclin	2009/6/2 8:47:00 PM
-----------------	-------	---------------------

乘上載重係數之

第 11 頁: [40] 刪除	kclin	2009/6/2 8:49:00 PM
-----------------	-------	---------------------

必須保持

第 11 頁: [40] 刪除	kclin	2009/6/2 8:49:00 PM
-----------------	-------	---------------------

能

第 11 頁: [41] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:38:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 最小行高 25 pt, 編號 + 階層: 1 + 編號樣式: 1, 2, 3, ... + 起始號碼: 1 + 對齊方式: 左 + 對齊: 0.32 cm + 定位點之後: 1.38 cm + 縮排: 1.38 cm

第 11 頁: [42] 刪除	kclin	2009/6/2 8:23:00 PM
-----------------	-------	---------------------

第 11 頁: [42] 刪除	kclin	2009/6/2 8:51:00 PM
-----------------	-------	---------------------

時達到極限臨界狀態

第 11 頁: [42] 刪除	kclin	2009/6/2 8:52:00 PM
-----------------	-------	---------------------

的

第 11 頁: [43] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:37:00 PM
------------------	--------	-----------------------

縮排: 凸出: 2.25 字元, 左 3 字元, 行距: 固定行高 25 pt

第 11 頁: [44] 刪除	kclin	2009/6/2 8:53:00 PM
-----------------	-------	---------------------

時

第 11 頁: [44] 刪除	kclin	2009/6/2 8:53:00 PM
-----------------	-------	---------------------

架構達到極限臨界狀態

第 11 頁: [45] 刪除	kclin	2009/6/2 8:57:00 PM
-----------------	-------	---------------------

於

第 11 頁: [45] 刪除	kclin	2009/6/2 8:57:00 PM
-----------------	-------	---------------------

構

第 11 頁: [45] 刪除	kclin	2009/6/3 5:49:00 AM
-----------------	-------	---------------------

臨界

第 11 頁: [46] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:37:00 PM
------------------	--------	-----------------------

縮排: 左 5.25 字元, 行距: 固定行高 25 pt

第 11 頁: [47] 刪除	kclin	2009/6/2 8:28:00 PM
-----------------	-------	---------------------

基準

第 11 頁: [47] 刪除	kclin	2009/6/2 2:51:00 PM
-----------------	-------	---------------------

搗灌

第 11 頁: [48] 刪除	kclin	2009/6/2 8:28:00 PM
-----------------	-------	---------------------

基準

第 11 頁: [48] 刪除	kclin	2009/6/2 2:52:00 PM
-----------------	-------	---------------------

搗灌

第 11 頁: [49] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:37:00 PM
------------------	--------	-----------------------

縮排: 凸出: 2.25 字元, 左 3 字元, 行距: 固定行高 25 pt

第 11 頁: [50] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:37:00 PM
------------------	--------	-----------------------

縮排: 左 5.25 字元, 行距: 固定行高 25 pt

第 11 頁: [51] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:38:00 PM
------------------	--------	-----------------------

縮排: 凸出: 1.5 字元, 左 5.25 字元, 行距: 固定行高 25 pt

第 1 頁: [52] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
-----------------	--------	-----------------------

定位點: 30.75 字元, 左 + 不在 17.3 字元 + 34.61 字元

第 1 頁: [53] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
-----------------	--------	-----------------------

定位點: 30.75 字元, 左 + 不在 17.3 字元 + 34.61 字元

第 18 頁: [54] 刪除	kclin	2009/6/3 8:23:00 AM
-----------------	-------	---------------------

5.2.1 預鑄混凝土構材之接合部以外部份的設計原則

- (1) 預鑄混凝土構材除了接合部以外部份，應該與現場搗灌之混凝土構材相同，必須滿足 RC 規範內之彎曲應力、剪應力、握裹、錨定以及變形限制的相關規定。此種狀況下，應該考慮(a)和現場搗灌混凝土構材之鋼筋位置的差異，(b)預鑄混凝土和現場搗灌混凝土之壓縮強度、與鋼筋之握裹強度的不同。
- (2) 預鑄混凝土構材之設計時，應該考慮(a)構材製作及施工時之容許誤差，(b)施工之順序，(c)溫度變化，(d)混凝土之乾燥收縮

[解說]

本指針案，以預鑄混凝土構材之勁度為基準假定其與現場搗灌混凝土構材相同，根據現場搗灌鋼筋混凝土造建物相同的設計條件和結構分析，建議採用滿足 RC 規範所規定之斷面設計之設計法。這種情況下，必須考慮現場搗灌混凝土構材和預鑄混凝土構材的差異性。例如，(a)彎曲強度略算式或剪力強度實驗式等的係數，大部分根據現場搗灌混凝土所使用習慣性的構材配筋為前提而決定的。具體而言，預鑄混凝土構材的情形為，為了確保配置於水泥砂漿填充套管續接器外側的箍筋保護層厚度，主筋有向內側偏移的情形。這種情況下充分考慮以往略算式或實驗式的適用性，使用考慮主筋位置之精算的構材強度計算方法。此外，(b)現場搗灌混凝土構材，將混凝土強度視為一樣，計算彎曲強度或剪力強度，但是預鑄混凝土構材，相同構材內或相同斷面內有混凝土強度不同的情形。此種情況下，必須考慮混凝土勁度或強度的不同。第 5 章「材軸直交接合部」之後有特別規定時以該方法為準。

預鑄混凝土構材之接合部的應力傳遞機構，因為(a)容許誤差內的尺寸變動，(b)施工順序，(c)溫度變化，(d)乾燥收縮等而有變化，所以推定包括預鑄混凝土構材之構材接合部的強度時，有必要考慮上述各點。

預鑄混凝土構材之尺寸和施工之容許誤差

構材之長度或柱組立位置完全與設計一樣是困難的。例如實際的支座長度比設計小的時候造成應力集中的狀況。因此，考慮構材長度或組立位置於容許誤差範圍內的變動，指定支座長度以確實地確保必要的強度。

施工順序

由於架設時之支撐工程的工法，於構材內產生殘留應力。因此檢討接合部的強度時，考慮施工順序及施工時載重進行設計。考慮施工順序的設計，附錄 5.1 長期應力所示為一案例。

溫度變化、乾燥收縮、潛變

乾燥收縮或溫度變化之伸縮而使構材的長度產生變化時，預鑄混凝土構材與現場搗灌混凝土構材不同時會於接合部產生應力集中，此為接合部附近開裂或保護層混凝土剝落的原因。為了防止這種不好的現象，例如解圖 C5.2.1.1 所示必要時設計成具有可追隨變形的柔軟性。

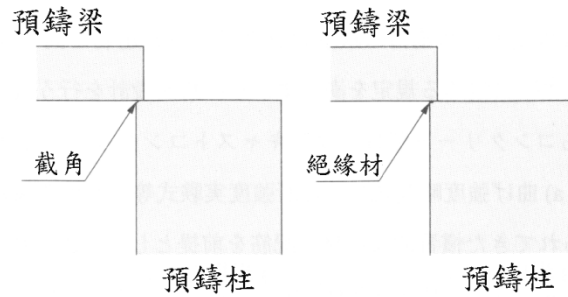


圖 5.2.1.1 具柔軟性之設計

第 19 頁: [56] 刪除

kclin

2009/6/3 5:54:00 AM

1

第 19 頁: [56] 刪除

kclin

2009/6/3 5:54:00 AM

1

第 19 頁: [57] 刪除

kclin

2009/6/3 6:47:00 AM

接合要素所產生應力由構材應力計算出。此構材應力，對於各臨界狀態和構材種類的組合，原則上根據表 5.2.2.1 和表 5.2.2.2 的組合來決定。

第 19 頁: [58] 格式化

j-yang

2009/10/12 1:42:00 PM

行距: 固定行高 25 pt, 編號 + 階層: 1 + 編號樣式: 1, 2, 3, ... + 起始號碼: 1 + 對齊方式: 左 + 對齊: 0 cm + 定位點之後: 0 cm + 縮排: 0.82 cm

第 19 頁: [59] 刪除

kclin

2009/6/3 6:47:00 AM

表 5.2.2.1: 垂直載重下接合要素設計時所使用的應力組合和載重係數

構材應力 構材的種類	使用臨界狀態	極限臨界狀態
	彎曲·軸力·剪斷	彎曲·軸力·剪斷
所有的構材	$(G + P + S)$	$(\alpha G + \beta P + \gamma S)$

G：靜載重產生的應力

P：活載重產生的應力

S：積雪載重產生的應力(僅特定行政廳指定之多雪地域的建築物才考慮)

α ：固定載重的載重係數(1.4 以上)

β ：活載重的載重係數(1.7 以上)

γ ：積雪載重的載重係數 (1.7 以上)

表 5.2.2.2:接合要素設計時根據使用地震載重的應力放大係數

構 材應力 構材的種類	極限臨界狀態	
	彎曲・軸力	剪斷
彎曲破壞以外的 構材 非降伏構材 非架構構材	$(\gamma_1 K_1)$, $(\gamma_2 K_2)$ 或 $(\gamma_3 K_3)$	$(\gamma_1 K_1)$, $(\gamma_2 K_2)$ 或 $(\gamma_3 K_3)$
降伏範圍接合 構材 非降伏範圍接 合構材	$(\gamma_2 K_2)$ 或 $(\gamma_3 K_3)$	
γ_1 ：彈性架構應力的放大係數(1.5 以上) γ_2 ：機構形成時之放大係數(1.0 以上) γ_3 ：架構達到極限臨界狀態時構材所產生應力的放大係數 (1.0 以上) K_1 ：根據 RC 規範 7 條 1 項所求得短期設計用彎曲應力或 剪應力		

K_2 : 假定部分架構形成彎曲降伏機構時之彎曲應力或剪應力

K_3 : 架構達極限臨界狀態時構材所產生的應力

第 19 頁: [60] 格式化	j- yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	---------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [60] 格式化	j- yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	---------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [60] 格式化	j- yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	---------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [60] 格式化	j- yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	---------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [60] 格式化	j- yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	---------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [60] 格式化	j- yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	---------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [60] 格式化	j- yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	---------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [60] 格式化	j- yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	---------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [60] 格式化	j- yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	---------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [60] 格式化	j- yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	---------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [60] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [60] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [60] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [60] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [60] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [60] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [60] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [60] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [60] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [60] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [61] 刪除	j-yang	2009/10/15 4:00:00 PM
-----------------	--------	-----------------------

第 19 頁: [62] 刪除	kclin	2009/6/3 6:47:00 AM
-----------------	-------	---------------------

接合部的應力傳遞，根據假定 1 種類之接合要素的應力傳遞為原則。

依使用混凝土境界面接合要素之應力傳遞的各種類給予的強度式原則上根據表 5.2.2.3 所定。但是，考慮接合要素的變形將強度累加時不在此限。表 5.2.2.3 的摩擦係數根據表 5.2.2.4 所規定。

表 5.2.2.3: 依接合要素之應力傳遞的各種類給予

強度式

接合要素之應力傳遞的種類	強度式
由於軸壓縮力的摩擦	$\tau_u = \mu \sigma_0$
接觸面壓縮應力傳遞	$v_u = \mu N$
剪斷摩擦	$\tau_u = \mu (P_s \sigma_y + \sigma_0)$ 但是， $\tau_u < 0.3 \sigma_B$
插銷鋼筋(每一支)	$v_u = 1.65 a_{\text{dowel}} \sqrt{\sigma_B \sigma_y}$
剪力鍵	剪力鍵前面的支壓強度 $1.0 \sigma_B$ 和剪力鍵本身的剪力強度 $0.5 \sqrt{\sigma_B}$ 兩者的小值。
支壓強度	$\sigma = \alpha \sigma_B$
其中 τ_u ：單位面積的剪斷強度(N/mm ²) μ ：摩擦係數 σ_0 ：單位面積之應力其垂直方向的分量(N/mm ²) v_u ：剪斷強度(N) N ：垂直方向之應力(N)	

P_s ：接合面的單位面積，橫切接合面的鋼筋面積，直交鋼筋與接合面不直交時，為乘上 $\cos \theta$ 的低減值。（ θ 為接合面的垂線與鋼筋所成的角度）

σ_y ：直交鋼筋的標稱降伏點(N/mm^2)，但是 σ_y 超出 800 N/mm^2 時使用 800 N/mm^2 。

σ_B ：混凝土的壓縮強度(N/mm^2)，設計時使用混凝土的設計標準強度 F_c 。

a_{dowel} ：插銷鋼筋 1 支的面積(mm^2)，插銷鋼筋與接合面未直交時，為乘上 $\cos \theta$ 的低減值。（ θ 為接合面的垂線與鋼筋所成的角度）。

α ：支壓耐力係數(=1.0)

表 5.2.2.4: 摩擦係數

境界面狀態	摩擦係數 (等值的摩擦係數)
特別是先行搗灌混凝土表面未處理時和後續搗灌混凝土間的境界面	0.6λ
將先行搗灌混凝土成為現場搗灌混凝土澆注時之境界面，進行表面泥膜清除等清淨作業，且設置 5mm 左右之人為凹凸面的境界面	1.0λ
適用於無續搗灌面一體搗灌混凝土時的等值摩擦係數	1.4λ
輕值混凝土時， λ 為 0.75，普通混凝土時， λ 為 1.0。	

第 19 頁: [63] 格式化 j-yang 2009/10/12 1:42:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [63] 格式化 j-yang 2009/10/12 1:42:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [63] 格式化 j-yang 2009/10/12 1:42:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [63] 格式化 j-yang 2009/10/12 1:42:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [63] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:42:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [63] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:42:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [63] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:42:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [63] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:42:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [63] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:42:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [63] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:42:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [63] 格式化 j-yang 2009/10/12 1:42:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [63] 格式化 j-yyang 2009/10/12 1:42:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [63] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:42:00 PM

行距： 固定行高 25 pt

第 19 頁: [63] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 19 頁: [63] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 19 頁: [63] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 19 頁: [64] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 19 頁: [64] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 19 頁: [64] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 19 頁: [64] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 19 頁: [64] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 19 頁: [64] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 19 頁: [64] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 19 頁: [64] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 19 頁: [64] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 19 頁: [64] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [64] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [64] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:42:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 19 頁: [65] 刪除	kclin	2009/6/3 6:02:00 AM
-----------------	-------	---------------------

構

第 19 頁: [65] 刪除	kclin	2009/6/3 6:12:00 AM
-----------------	-------	---------------------

要素

第 19 頁: [65] 刪除	kclin	2009/6/3 6:02:00 AM
-----------------	-------	---------------------

元

第 1 頁: [66] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
-----------------	--------	-----------------------

定位點: 30.75 字元, 左 + 不在 17.3 字元 + 34.61 字元

第 20 頁: [67] 刪除	kclin	2009/6/3 6:49:00 AM
-----------------	-------	---------------------

於垂直載重時的使用臨界狀態下，如第 5.1 所規定，接合要素的變形有必要使其足夠微小。同時，接合要素所產生的應力，不得大於各接合要素的強度。這時，檢討使用臨界狀態用的應力，對於彎曲和剪力的任一種，就載重係數為 1.0 的存在應力進行檢定。且此時，為了使接合部的變形足夠微小，條件變成為僅期待勁度高的結合要素。

於垂直載重時的極限臨界狀態下，容許接合部某種程度的變形，也同時防止架構形成破壞機構而不安定或發生掉落的情

形，要求接合要素所產生的應力不得大於接合要素的強度。檢討極限臨界狀態用的應力，對於彎曲和剪力的任一種，要求考慮載重係數。結構物之設定使用年限中的靜載重和活載重的載重係數 α 和 β ，參照 ACI318-95 的規定⁵⁻²⁻²⁾，靜載重為 1.4 以上，活載重為 1.7 以上。且此時，因為接合部的變形可能有較大的情形，剪力鍵等韌性低的接合要素所負擔的力量，不要計入強度內。

於地震載重之極限臨界狀態下，保持與基準現場搗灌混凝土構材相等的強度，且設計的原則為，彎曲降伏後不要使變形僅集中於構成接合部之接合要素的部分。因此，為了不使變形僅集中於接合部所包括的結合要素，要確保接合要素的強度。檢討水平載重時之極限臨界狀態時，原則上使用極限臨界狀態時之架構應力來檢定。為了計算此應力，必須使用非線性側推分析等變得繁瑣。此外，假如引用保證型指針的 4.5 節，極限臨界狀態的狀態為下述情形的任一種，(1)降伏塑鉸的塑性變形達到極限變形的狀態，(2)於部分樓層形成部分降伏機構的狀態，(3)構材的脆性破壞，喪失垂直載重的支承能力，(4)由於基礎結構的破壞導致建物倒塌。因此，設計者的判斷是必要的。在此，認定下述的 2 種便利方法，(1)如 RC 規準⁵⁻²⁻¹⁾15 條之剪力設計所規定的，對短期設計用載重使用彈性構材應力放大的方法(使用放大係數 γ_1 的方法)和(2)將部分構架之構材端的降伏彎矩所定應力放大的方法(使用放大係數 γ_2 或 γ_3 的方法)。放大係數 γ_1 為短期載重時之應力和架構形成崩塌機構時之應力的比值，強度抵抗型的架構，有必要使用比 1.5 更大的值。放大係數 γ_2 為，針對等值靜態水平力架構形成崩塌機構時的構材應力與架構極限臨界狀態之應力的比值，設定為反應 2 方向地震的影響、動態地震力導致應力的增大、由於樓板的協力效果

及應變硬化的強度增大等，所以必須為等於構材設計應力的放大係數或更大的值。

現行建築基準法令內，針對短期應力使用短期容許應力設計。本指針案就預鑄混凝土構材也將其視為整體的構材進行有關彎曲、剪力、握裹的短期容許應力設計。但是，有關接合部不採用短期容許應力設計。這是因為，本指針採用的接合部設計對於地震時的極限臨界狀態應力，接合要素採用強度設計，且接合要素的變形要維持於非常小的狀態，所以對於比其更小的短期應力時的接合部變形可保證為充分的小。

第 23 頁: [68] 刪除	j- yang	2009/6/25 4:43:00 PM
-----------------	---------	----------------------

解

第 23 頁: [68] 刪除	j- yang	2009/6/25 4:43:00 PM
-----------------	---------	----------------------

C

第 23 頁: [68] 刪除	j- yang	2009/6/25 4:43:00 PM
-----------------	---------	----------------------

2

第 23 頁: [68] 刪除	j- yang	2009/6/25 4:44:00 PM
-----------------	---------	----------------------

解

第 23 頁: [68] 刪除	j- yang	2009/6/25 4:45:00 PM
-----------------	---------	----------------------

C

第 23 頁: [68] 刪除	j- yang	2009/6/25 4:45:00 PM
-----------------	---------	----------------------

2

第 23 頁: [68] 刪除	j- yang	2009/6/25 4:45:00 PM
-----------------	---------	----------------------

解

C

2

進行接合要素的強度計算時，如根據剪力鍵和插銷作用的剪力傳遞，不可累加複數之應力傳遞機構的強度。原因為，各個的接合要素達到強度時的變形並非相同的。強度的單純累加，有將接合部的強度過大評估的危險。在此，原則上，相同種類的應力經常根據 1 種類的應力傳遞機構來傳遞。此外，根據此原則的話接合部的強度一般上會變成過小評估，但是其結果，接合部使用複數的接合要素時，接合部的強度一定產生某種程度的餘裕。此外，可將不同接合部細部的設計視為相同的方法，也有設計單純可適用一貫方法的優點。

檢定接合要素的強度時，原則上考慮接合部材料強度的參差不齊特性等的效果有必要使用降低的接合部強度。表 5.2.2.3 除了支壓強度的強度式外，為確實根據包括接合要素之試體的直接剪力試驗所導出的強度式，並非給予構材中接合部的實際強度，而是考慮剪力摩擦、境界面的錯位變形性等幾乎為強度下限值之給予式，插銷為，考慮變形量的複數式給予平均強度的公式，考慮剪力鍵的韌性低及很大的參差不齊可視為包括安

全係數的公式。但是，如前述實際的構材，因為強度有餘裕，表 5.2.2.3 的「依接合要素之應力傳遞的種類給予的強度式」所出示的接合要素的強度沒有必要低減。

第 29 頁: [71] 刪除

kclin

2009/6/3 6:16:00 AM

具體的方法，根據本指針第 5 章以後的各章。

第 37 頁: [72] 刪除

j-yang

2009/10/16 9:51:00 AM

第 37 頁: [73] 刪除

j-yang

2009/10/16 9:51:00 AM

施工載重

施工時的預鑄混凝土構材，依其組立施工的順序、支撐工程的有無等，應進行與建築物完成時的應力狀態不同的應力檢討。例如，將預鑄鋼筋混凝土合成梁架設於柱間的情形，大梁中央未設立支撐工程時，必須以柱間的單純梁進行應力檢討。此時除了檢討大梁自重、

第 37 頁: [74] 刪除

j-yang

2009/10/16 9:51:00 AM

澆注混凝土重量、作業載重的組合外，小梁、樓板不使用支撐工法的話，其載重也要預先加入進行設計。預鑄混凝土構材組立時，對於搬運中的動載重、強風、地震等水平力，需預先計畫臨時斜向支承等以確保足夠的安全。

第 1 頁: [75] 格式化

j-yang

2009/10/12 1:54:00 PM

定位點: 30.75 字元, 左 + 不在 17.3 字元 + 34.61 字元

第 40 頁: [76] 刪除

j-yang

2009/10/12 1:52:00 PM

第 40 頁: [77] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:52:00 PM
------------------	--------	-----------------------

縮排: 左 3 字元, 第一行: 0 字元, 行距: 固定行高 25 pt

第 40 頁: [78] 刪除	kclin	2009/6/3 8:31:00 AM
-----------------	-------	---------------------

之規定

第 40 頁: [78] 刪除	kclin	2009/6/3 8:32:00 AM
-----------------	-------	---------------------

，使用

第 40 頁: [78] 刪除	kclin	2009/6/2 9:58:00 PM
-----------------	-------	---------------------

案之第 5.2 以後之

第 40 頁: [78] 刪除	kclin	2009/6/3 8:32:00 AM
-----------------	-------	---------------------

所設計

第 40 頁: [79] 刪除	kclin	2009/6/3 8:35:00 AM
-----------------	-------	---------------------

- (1) 本章所示之限制或數值包括相當多的規格所定事項。此與到第 4 章為止所規定性能設計上的各種要求於性格上稍有不吻合的地方，但是構材的所有舉動不一定完全清楚，所以有必要訂立某些限制或數值間接的使其滿足要求性能。因此，根據理論上或實驗性檢證能明確的滿足要求性能的話，可不根據本章規定而進行建築物或部分構材的設計。

第 40 頁: [80] 刪除	kclin	2009/6/2 9:59:00 PM
-----------------	-------	---------------------

3

第 40 頁: [80] 刪除	kclin	2009/6/2 9:59:00 PM
-----------------	-------	---------------------

重疊

第 40 頁: [81] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:53:00 PM
------------------	--------	-----------------------

縮排: 凸出: 2.25 字元, 左 3 字元, 行距: 固定行高 25 pt

第 40 頁: [82] 刪除	kclin	2009/6/2 10:04:00 PM
-----------------	-------	----------------------

重疊

第 40 頁: [82] 刪除	kclin	2009/6/2 10:06:00 PM
-----------------	-------	----------------------

降伏

第 40 頁: [82] 刪除	kclin	2009/6/2 10:07:00 PM
-----------------	-------	----------------------

是

第 40 頁: [82] 刪除	kclin	2009/6/2 10:05:00 PM
-----------------	-------	----------------------

的

第 40 頁: [82] 刪除	kclin	2009/6/2 10:05:00 PM
-----------------	-------	----------------------

重疊

第 40 頁: [82] 刪除	kclin	2009/6/2 10:06:00 PM
降伏		
第 40 頁: [83] 刪除	kclin	2009/6/2 10:06:00 PM
重疊		
第 40 頁: [83] 刪除	kclin	2009/6/2 10:06:00 PM
交叉		
第 40 頁: [83] 刪除	kclin	2009/6/2 10:07:00 PM
是，		
第 40 頁: [83] 刪除	kclin	2009/6/2 10:08:00 PM
最上		
第 40 頁: [83] 刪除	kclin	2009/6/2 10:08:00 PM
的		
第 40 頁: [83] 刪除	kclin	2009/6/2 10:08:00 PM
交叉		
第 40 頁: [83] 刪除	kclin	2009/6/2 10:09:00 PM
使用		
第 40 頁: [83] 刪除	kclin	2009/6/2 10:09:00 PM
重疊		
第 40 頁: [84] 刪除	kclin	2009/6/2 10:13:00 PM

就

第 40 頁: [84] 刪除

kclin

2009/6/2 2:53:00 PM

搗灌

第 40 頁: [84] 刪除

kclin

2009/6/2 10:11:00 PM

行重疊

第 40 頁: [84] 刪除

kclin

2009/6/3 8:52:00 AM

期待試圖

第 40 頁: [84] 刪除

kclin

2009/6/3 8:52:00 AM

基準

第 40 頁: [84] 刪除

kclin

2009/6/2 2:53:00 PM

搗灌

第 40 頁: [84] 刪除

kclin

2009/6/3 8:52:00 AM

的情形

第 40 頁: [84] 刪除

kclin

2009/6/2 2:53:00 PM

搗灌

第 40 頁: [84] 刪除

kclin

2009/6/3 8:54:00 AM

內

第 40 頁: [84] 刪除

kclin

2009/6/3 8:55:00 AM

確保

第 40 頁: [84] 刪除	kclin	2009/6/2 2:53:00 PM
-----------------	-------	---------------------

搗灌

第 42 頁: [85] 刪除	kclin	2009/6/3 8:04:00 AM
-----------------	-------	---------------------

一般性的鋼筋錨定，原則上根據 RC 規範 17 條。

第 42 頁: [86] 刪除	kclin	2009/6/3 8:04:00 AM
-----------------	-------	---------------------

特別的檢證為實驗性的檢證。

爲了實現根據剪力摩擦的剪力傳遞，接合筋必須充分的被錨

定。因此參考 RC 規範⁵⁻³⁻¹⁾ 17 條之構造規定來訂立。

參考 PRESS⁵⁻³⁻³⁾之記述所規定。

第 42 頁: [87] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:53:00 PM
------------------	--------	-----------------------

縮排: 凸出: 2.25 字元, 左 3 字元, 行距: 固定行高 25 pt

第 43 頁: [88] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

縮排: 凸出: 2.25 字元, 左 3 字元, 行距: 固定行高 25 pt

第 43 頁: [89] 刪除	kclin	2009/6/2 10:22:00 PM
-----------------	-------	----------------------

考慮建築基準法施行令第 79 條規定之最小保護層厚度的容許

差適當的設定

第 1 頁: [90] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
-----------------	--------	-----------------------

定位點: 30.75 字元, 左 + 不在 17.3 字元 + 34.61 字元

第 44 頁: [91] 刪除	kclin	2009/6/3 8:05:00 AM
-----------------	-------	---------------------

案

第 44 頁: [91] 刪除	kclin	2009/6/2 2:53:00 PM
-----------------	-------	---------------------

搗灌

保護層厚度的容許差，根據預鑄混凝土的製造實績適當的決定。確實執行品質管理的專門製造工廠，容許誤差可設定比假定為現場搗灌混凝土而訂立之 JASS5⁵⁻³⁻⁴⁾所規定 10mm 的更小值。JASS5⁵⁻³⁻⁴⁾內記述著決定設計保護層厚度時對於最小保護層厚度必須考慮 5~10mm 左右的施工誤差。

搗灌

JASS5⁵⁻³⁻⁴⁾

参考文献

5-3-1)

10-1) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説，日本建築学会，1999.

5-3-2)

10-2) 重ね継手の全数継手設計指針(案)・同解説, 日本建築学会, 1996.

10-3) プレキャストコンクリートラーメン構造に関する研究報告書, 建築研究所, 社団法人建築業協会, 社団法人プレハブ建築協会, 財団法人日本建築センター, 1993

5-3-4)

10-4) 建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事, 日本建築学会, 1997.

5-3-5)

10-5) 建築工事標準仕様書・同解説 JASS10 プレキャストコンクリート工事, 日本建築学会, 1997.

5.3.2 預鑄混凝土接合部の設計原則

預鑄混凝土接合部の設計, 應依下述步驟進行以滿足 5.2.3 節到 5.2.5 節所規定預鑄混凝土構材必要的性能。

- a. 假定具適當勁度和韌性之接合要素的種類、配置和個數。
- b. 考慮構材形狀和材料特性, 使用考慮力平衡和接合要素上所產生之應力和變形關係的適當模型, 計算於接合要素上所產生的應力。
- c. 確認 a. 所假定接合要素的強度大於接合要素上所產生的應力。

接合元件所產生應力由構材應力計算出。此構材應力, 對於各臨界狀態和構材種類的組合, 原則上根據表 5.2.2.1 和表 5.2.2.2 的組合來決定。

接合元件之設計應考慮使用與極限狀態下之強度需求, 及對應不同受力型式之強度容量, 此接合元件之強度需求與容量可依附附件 A 之建議計算, 或依可靠之計算或實驗結果決定之。

表 5.2.2.1: 垂直載重下接合元件設計時所使用的應力組合和載重係數

構材應力 構材的種類	使用狀態	極限狀態
	彎曲·軸力·剪力	彎曲·軸力·剪力
所有的構材	$(D + L)$	$(\alpha D + \beta L)$
D：靜載重產生的應力 L：活載重產生的應力 α：固定載重的載重係數(1.4 以上) β：活載重的載重係數(1.7 以上)		

表 5.2.2.2: 地震載重下接合元件設計時所使用的應力放大係數

構 材應力 構材的種類	極限狀態	
	彎曲・軸力	剪力
彎曲破壞以外 的構材 非降伏構材 非構架構材	$(\gamma_1 K_1) , (\gamma_2 K_2)$ 或 $(\gamma_3 K_3)$	$(\gamma_1 K_1) , (\gamma_2 K_2)$ 或 $(\gamma_3 K_3)$
降伏範圍接合 構材 非降伏範圍接 合構材	$(\gamma_2 K_2)$ 或 $(\gamma_3 K_3)$	
γ_1 ：彈性架構應力的放大係數(1.5 以上) γ_2 ：機構形成時之放大係數(1.0 以上)		

γ_3 ：架構達到極限臨界狀態時構材所產生應力的放大係數
(1.0 以上)

K_1 ：根據 RC 規範 7 條 1 項所求得短期設計用彎曲應力或剪應力

K_2 ：假定部分架構形成彎曲降伏機構時之彎曲應力或剪應力

K_3 ：構架達極限臨界狀態時構材所產生的應力

作用於混凝土境界面之壓力，根據接觸面壓應力或支壓力來傳遞。作用於混凝土境界面之軸力和剪力之組合應力，隨著作用應力和容許變形，以摩擦、接觸面壓應力來傳遞，或是選擇剪力摩擦、剪力鍵或插銷作用。作用於鋼筋之軸力的傳遞，選擇直接續接器或間接續接器。

接合部的應力傳遞，根據假定 1 種類之接合要素的應力傳遞為原則。依使用混凝土境界面接合要素之應力傳遞的各種類給予的強度式原則上根據表 5.2.2.3 所定。但是，考慮接合要素的變形將強度累加時不在此限。表 5.2.2.3 的摩擦係數根據表 5.2.2.4 所規定。

表 5.2.2.3: 依接合要素之應力傳遞的各種類給予強度式

接合要素之應力傳遞的種類	強度式
由於軸壓縮力的摩擦	$\tau_u = \mu \sigma_0$

接觸面壓縮應力傳遞	$v_u = \mu N$
剪斷摩擦	$\tau_u = \mu (P_s \sigma_y + \sigma_0)$ 但是， $\tau_u < 0.3 \sigma_B$
插銷鋼筋(每一支)	$v_u = 1.65 a_{\text{dowel}} \sqrt{\sigma_B \sigma_y}$
剪力鍵	剪力鍵前面的支壓強度 $1.0 \sigma_B$ 和剪力鍵本身的剪力強度 $0.5 \sqrt{\sigma_B}$ 兩者的小值。
支壓強度	$\sigma = \alpha \sigma_B$
其中 τ_u：單位面積的剪斷強度(N/mm²) μ：摩擦係數 σ_0：單位面積之應力其垂直方向的成分(N/mm²) v_u：剪斷強度(N) N：垂直方向之應力(N) P_s：接合面的單位面積，橫切接合面的鋼筋面積，直交鋼筋與接合面不直交時，為乘上 $\cos \theta$ 的低減值。(θ 為接合面的垂線與鋼筋所成的角度) σ_y：直交鋼筋的標稱降伏點(N/mm²)，但是 σ_y 超出 800 N/mm² 時使用 800 N/mm²。 σ_B：混凝土的壓縮強度(N/mm²)，設計時使用混凝土的設計標準強度 F_c。 a_{dowel}：插銷鋼筋 1 支的面積(mm²)，插銷鋼筋與接合面未直交時，為乘上 $\cos \theta$ 的低減值。(θ 為接合面的垂線與鋼筋所成的角度)。 α：支壓耐力係數(=1.0)	

表 5.2.2.4: 摩擦係數

境界面狀態	摩擦係數 (等值的摩擦係數)
特別是先行澆注混凝土表面未處理時和後續澆注混凝土間的境界面	0.6λ
將先行澆注混凝土成為現場澆注混凝土澆注時之境界面，進行表面泥膜清除等清淨作業，且設置 5mm 左右之人為凹凸面的境界面	1.0λ
適用於無續澆注面一體澆注混凝土時的等值摩擦係數	1.4λ
輕值混凝土時， λ 為 0.75，普通混凝土時， λ 為 1.0。	

預鑄混凝土接合部的模型，因應實際載重的大小非考慮非線性不可。

預鑄混凝土接合部的模型應考慮(a)構材製作及施工的容許誤差，(b)隨著架構的塑性變形產生之支撐構材的移動，(c)鋼筋位置的錯誤，(d)混凝土乾燥收縮量之不同，(e)壓縮強度、握裹強度不同等之預鑄混凝土構材和現場澆注混凝土構材間的不同等影響。

考慮包括構架之接合部位置、種類、個數，評估接合元件的變形導致對構材回復力特性的影響，應該注意將該影響盡量減低。

第 44 頁: [95] 格式化 j-yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j-yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j-yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j-yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距： 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距： 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化	j-yang	2009/10/12 1:54:00 PM
------------------	--------	-----------------------

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j-yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j-yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j-yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距： 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j-yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距： 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j-yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:54:00 PM

行距: 固定行高 25 pt

第 44 頁: [95] 格式化 j- yang 2009/10/12 1:54:00 PM

[解說]

爲了得到本指針第 5.1「預鑄混凝土構材的目標性能」所規定與現場澆注同等的性能，考慮了許多接合部的設計方法。本指針案本章以後之預鑄混凝土接合部的設計方法，其原則如下述。即，不管基準現場澆注混凝土構材的破壞模式種類為何，設計時應防止變形集中於接合要素上。爲了滿足此目標，採用接合要素的強度要大於接合要素所產生應力的強度設計法。

如現場澆注混凝土和預鑄混凝土的續澆注面，以混凝土境界面的摩擦力傳遞剪力的部分，作用於構材的彎曲和剪力的組合，會帶給接合部的強度和破壞模式很大的影響。因此，即使是相同種類的接合部，應該就建築物中所有的接合部，考慮其位置的應力組合，各別進行安全檢討爲原則。

於垂直載重時的使用臨界狀態下，如第 5.1 所規定，接合要素的變形有必要使其足夠微小。同時，接合要素所產生的應力，不得大於各接合要素的強度。這時，檢討使用臨界狀態用的應力，對於彎曲和剪力的任一種，就載重係數爲 1.0 的存在應力進行檢定。且此時，爲了使接合部的變形足夠微小，條件變成為僅期待勁度高的結合要素。

於垂直載重時的極限臨界狀態下，容許接合部某種程度的變形，也同時防止架構形成破壞機構而不安定或發生掉落的情形，要求接合要素所產生的應力不得大於接合要素的強度。檢討極限臨界狀態用的應力，對於彎曲和剪力的任一種，要求考慮載重係數。結構物之設定使用年限中的靜載重和活載重的載重係數 α 和 β ，參照 ACI318-95 的規定⁵⁻²⁻²⁾，靜載重爲 1.4 以上，活載重爲 1.7 以上。且此時，因為接合部的變形可能有較大的情形，剪力鍵等韌性低的接合要素所負擔的力量，不要計入強度內。

於地震載重之極限臨界狀態下，保持與基準現場澆注混凝土構材相等的強度，且設計的原則爲，彎曲降伏後不要使變形僅集中於構成接合部之接合要素的部分。因此，爲了不使變形僅集中於接合部所包括的結合要素，要確保接合要素的強度。檢討水平載重時之極限臨界狀態時，原則上使用極限臨界狀態時之架構應力來檢定。爲了計算此應力，必須使用非線性側推分析等變得繁瑣。此外，假如引用保證型指針的 4.5 節，極限臨界狀態的狀態爲下述情形的任一種，(1)降伏塑鉸的塑性變形達到極限變形的狀態，(2)於部分樓層形成部分降伏機構的狀態，(3)構材的脆性破壞，喪失垂直載重的支承能力，(4)由於基礎結構的破壞導致建物倒塌。因此，設計者的判斷是必要的。在此，認定下述的 2 種便利方法，(1)如 RC 規準⁵⁻²⁻¹⁾15 條之剪力設計所規定的，對短期設計用載重使用彈性構材應力放大的方法(使用放大係數 γ_1 的方法)和(2)將部分構架之構材端的降伏彎矩

所定應力放大的方法(使用放大係數 γ_2 或 γ_3 的方法)。放大係數 γ_1 為短期載重時之應力和架構形成崩塌機構時之應力的比值，強度抵抗型的架構，有必要使用比 1.5 更大的值。放大係數 γ_2 為，針對等值靜態水平力架構形成崩塌機構時的構材應力與架構極限臨界狀態之應力的比值，設定為反應 2 方向地震的影響、動態地震力導致應力的增大、由於樓板的協力效果及應變硬化的強度增大等，所以必須為等於構材設計應力的放大係數或更大的值。

現行建築基準法令內，針對短期應力使用短期容許應力設計。本指針案就預鑄混凝土構材也將其視為整體的構材進行有關彎曲、剪力、握裹的短期容許應力設計。但是，有關接合部不採用短期容許應力設計。這是因為，本指針採用的接合部設計對於地震時的極限臨界狀態應力，接合要素採用強度設計，且接合要素的變形要維持於非常小的狀態，所以對於比其更小的短期應力時的接合部變形可保證為充分的小。

此處未顯示彎曲應力的應力傳遞要素。於本指針第 5.2 以後，原則上將彎曲應力視為混凝土的壓縮力和鋼筋拉力及剪力的組合。即，接合部彎曲應力之傳遞的確認，將彎曲抵抗作用分解為，傳遞壓力之接合要素，傳遞拉力之接合要素以及傳遞剪力之接合要素各自的抵抗力，且還原為各自接合要素的設計。

摩擦

於混凝土的續澆注面上，混凝土間可能由續澆注面的化學性黏著作用傳遞剪力。但是，界面的狀態受到續澆注面的方向或乾燥收縮的影響而不一定，強度有很大的參差不齊。不知什麼原因失去化學性黏著作用後，混凝土面和混凝土面之間在壓力作用的條件下，作用引起境界面滑動的剪力 P 時，以所謂的摩擦力來抵抗剪力 P (解圖 C5.2.2.1)。此摩擦抵抗顯示出比黏著作用更安定的剪力傳遞性能。根據構材的伸縮等，構材端部支座部分產生錯位變形 μ 時，摩擦力 μN 發生作用。摩擦係數 μ 為，根據 ACI318/95⁵⁻²⁻²⁾ 所規定表 5.2.2.4 之摩擦力。

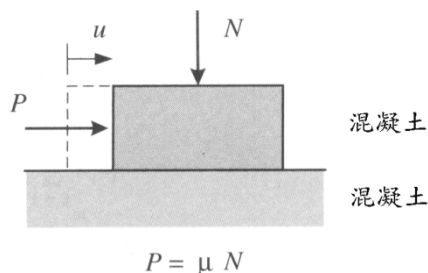


圖 5.2.2.1 摩擦

剪力摩擦

混凝土面和混凝土面之境界面的兩側，有充分錨定於混凝土而橫切境界面的鋼筋時，此種情況下作為境界面的剪力傳遞機構，為眾所週知的剪力摩擦概念⁵⁻²⁻³⁾⁻⁵⁻²⁻⁹⁾(解圖 C5.2.2.2)。因應混凝土境界面的錯位變形，境界面產生開裂。其結果，橫切境界面的鋼筋產生拉力，做為反力，境界面產生壓縮應力 σ 。因此可傳達的剪力為，作用於境界面的壓縮應力 σ 乘上因應境界面狀態的摩擦係數 μ 所得的值。此外，境界面作用軸力時，壓應力可加上軸方向應力。

剪力摩擦為，從其機構的假定可知，境界面產生某種程度的錯位變形和開裂，橫切境界面的鋼筋不產生拉應力的話剪力傳達機構無法成立。因此，有必要使容許境界面的錯位變形控制為較小的情況時，對應的將作用剪力的大小和剪力摩擦的強度比值因應容許變形量使其較小是可能的。

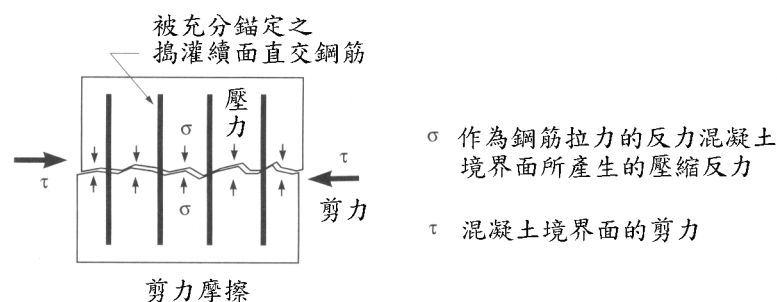


圖 5.2.2.2 剪力摩擦

剪力鍵

剪力鍵為，以相互嵌合之凹凸形狀的混凝土進行剪力傳遞的機構⁵⁻²⁻¹²⁾，達到剪力強度之前，境界面幾乎不會產生錯位變形。為了制止剪力鍵的變形，預先考量剪力鍵的形狀，使作用於剪力鍵的剪應力小於混凝土的拉力強度即可。此外，剪力鍵受到反覆的剪力，產生斜向裂縫時，為了平衡斜向裂縫方向作用的壓縮力，可於境界面配置直交鋼筋即可。

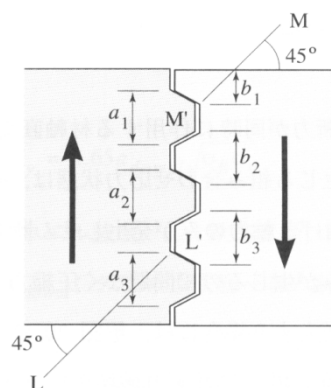


圖 5.2.2.3 剪力鍵

如解圖 C5.2.2.3 所示剪力鍵的強度為，剪力鍵前面混凝土的支壓抵抗和剪力鍵的剪力破壞所決定的剪力抵抗兩者的小值。考慮如解圖 C5.2.2.3

的狀態，由左側剪力鍵之破壞所決定的剪力強度為 Q_L ，右側剪力鍵之破壞所決定的剪力強度為 Q_R 時，以兩者之小值為剪力鍵的剪力強度。 Q_L 和 Q_R 有下述的提案式。

$$Q_L = \min \{Q_{Lsk1}, Q_{Lsk2}\} \quad \text{解式 (1)}$$

$$Q_R = \min \{Q_{Rsk1}, Q_{Rsk2}\} \quad \text{解式 (2)}$$

$$Q_{Lsk1} = \alpha \sigma_{BL} \sum_{i=1}^n w_i x_i \quad \text{解式 (3)}$$

$$Q_{Rsk1} = \alpha \sigma_{BR} \sum_{i=1}^n w_i x_i \quad \text{解式 (4)}$$

$$Q_{Lsk2} = 0.5 \sqrt{\sigma_{BL}} \sum_{i=1}^n a_i w_i \quad \text{解式 (5)}$$

$$Q_{Rsk2} = 0.5 \sqrt{\sigma_{BR}} \sum_{i=1}^n b_i w_i \quad \text{解式 (6)}$$

其中， n ：前面發生支壓應力之剪力鍵個數(解圖 C5.2.2.3 的情形， $n=3$)， x_i ：剪力鍵的高度(深度)， w_i ：剪力鍵的接觸面寬， σ_{BL} ， σ_{BR} ：境界面兩側的混凝土壓縮強度(單位： N/mm^2)， α ：支壓耐力係數通常取 1.0 以上的值，但採用保守側的 1.0。 a_i ， b_i ：剪力鍵接合根部長度，此處剪力鍵的剪力強度採用 $0.5\sqrt{\sigma_B}$ 。根據以往的研究，僅剪力鍵的剪力強度被認為相當的參差不齊^{5-2-16)~5-2-18)}。此外，如圖所示考量最外緣的剪力鍵有沿破壞面 M-M' 及 L-L' 破壞之虞，在此，使用與混凝土的受拉強度相當的值 $0.5\sqrt{\sigma_B}$ 。

接觸面壓縮應力傳遞

彎曲、軸力及剪力同時作用之材軸直交接合部，混凝土面和混凝土面之境界面所產生的組合應力狀態為，直壓應力和剪應力幾乎成比例增大。僅發生彎曲和軸力而未發生剪力之材軸直交接合部，因為境界面僅產生直壓應力所以毫無問題可傳遞壓應力。剪應力隨直壓應力比例增大時，如解圖 C5.2.2.40 所示，剪應力大於直壓應力乘上摩擦係數之值時，形成錯位的破壞模式，剪應力小於上述值時，混凝土面和混凝土面的境界面不致產生錯位變形，被認為可顯示出如整體現場澆注混凝土相同的應力傳遞性能⁵⁻²⁻¹⁹⁾。這種壓力與剪力組合的傳遞機構為，接觸面壓應力傳遞。

前述(a)之根據摩擦的應力傳遞為，說明於比較小的壓縮力 N 作

用下發生錯位變形時的剪力抵抗，而(d)之接觸面壓縮應力傳遞為，說明於相當大壓縮力 N 作用下，不產生錯位變形時的剪力抵抗。接觸面壓應力傳遞機構的摩擦係數 μ ，根據境界面粗糙的程度而不同，但可知與(a)之摩擦應力傳遞的摩擦係數幾乎相同。此處，摩擦係數採用 ACI318/95 所規定表 5.2.2.4 之摩擦係數。

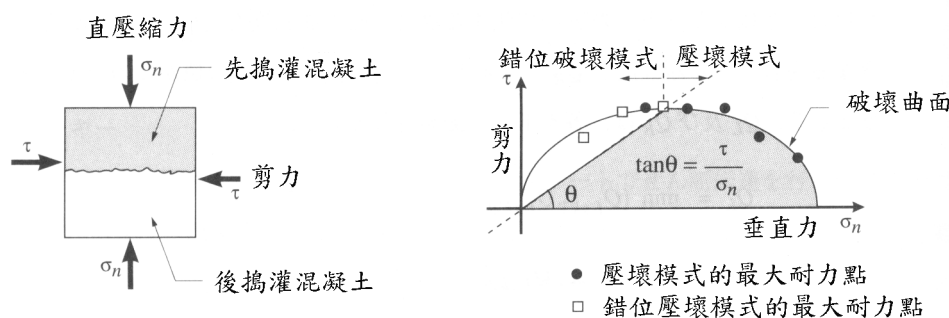


圖 5.2.2.4 接觸面壓力傳遞

插銷作用

與境界面直交鋼筋無法確保充份錨定力時，上述(b)根據摩擦力的剪力傳遞無法成立，作用於境界面的剪力，如解圖 C5.2.2.5 所示伴隨著錯位鋼筋本身的彎曲透過剪力「抵抗」來傳遞。因此，插銷作用為，因應混凝土的壓應力和鋼筋應力的錯位變形以及鋼筋從兩側混凝土拔出為前提，所以剪力傳遞的評估有必要慎重的對應。作為鋼筋一支的插銷抵抗最簡單形式的強度式如下式之提案^{5-2-20)~5-2-21)}。

$$Q_{dowel} = 1.3d_b^2\sqrt{\sigma_B\sigma_y} = 1.65a_{dowel}\sqrt{\sigma_B\sigma_y} \quad \text{解式 (7)}$$

其中， Q_{dowel} ：鋼筋一支的插銷強度， d_b ：鋼筋直徑， σ_B ：混凝土設計基準強度， σ_y ：插銷鋼筋標稱降伏點， a_{dowel} ：插銷鋼筋一支的面積。此外，插銷鋼筋單側的錨定長度有必要具某種程度。插銷鋼筋同時負擔拉力時，鋼筋的全塑性彎矩降低插銷抵抗也減小。鋼筋的拉應力 $\sigma_s = \alpha\sigma_y$ ($\alpha < 1$) 時，插銷的抵抗如下式。

$$Q_{dowel} = 1.3d_b^2\sqrt{\sigma_B\sigma_y(1-\alpha^2)} = 1.65a_{dowel}\sqrt{\sigma_B\sigma_y(1-\alpha^2)} \quad \text{解式 (8)}$$

解式(7)為假定前面混凝土的壓縮破壞(取支壓強度)和產生鋼筋的降伏狀態，假定產生某種程度之滑動狀態時應該注意。因為此滑動量很難定量化，不容許過大滑動的部分，其對應方法可採降低混凝土的支壓強度來適用。

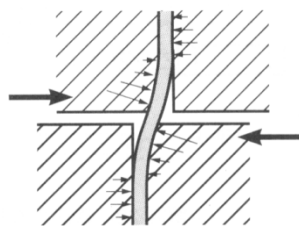


圖 5.2.2.5 插銷作用

支壓

接合部傳遞應力到混凝土的部分為，預鑄混凝土構材的支座、剪力鍵的契合部分、插銷鋼筋周邊的混凝土等，有局部性的混凝土作用大壓力的部分。此種部分依支壓來傳遞局部壓縮力。為了不要產生過大壓力使預鑄混凝土發生有害的變形或作用支壓部分的混凝土發生壓壞，有必要確認支壓應力不得大於支壓強度。

直接續接

預鑄鋼筋混凝土構材的接合部，成為鋼筋和鋼筋之間拉力與壓力的應力傳遞為，採用水泥砂漿填充套管續接、螺旋續接、全熔焊接續接、喇叭型焊續接、重疊續接、連結續接等。這些之中，如解圖 C5.2.2.6 所示者為將鋼筋的拉力或壓力直接於鋼筋間傳遞的續接⁵⁻²⁻²²⁾。這些鋼筋續接所要求的性能，因應其被使用的部位而有所不同。部位可分類為，a)柱、梁構材端的降伏塑鉸範圍內或鄰接塑鉸與塑鉸部幾乎受到同等應變履歷的部分，以及連層剪力牆的水平接合面附近被要求較大的反復塑性變形的部分(通常為連層剪力牆的最底層部分)，b)離開塑鉸範圍不產生塑性域內反復應變履歷的部分僅負擔拉力或插銷力的部分等。對於這些個別的要求性能被要求進行不同的性能確認實驗。性能評估試驗為，因應被要求的性能實驗的載重類型不同，針對應力(應變)振幅、反復加載次數等的殘留強度、續接處的滑動量等來評估。

有關使用解圖 C5.2.2.6 所示的續接器，或對焊鋼筋等直接續接，「2001 年版建築物的構造關係技術基準解說書」⁵⁻²⁻²³⁾中出示有「鋼筋續接性能判定基準」，根據此試驗法有各種工法的性能清楚的評估。目前使用很廣的續接為取得 A 級續接之評定者。使用 A 級續接之構材實驗，包括續接全數皆位於塑鉸內的情形，相對於使用無續接的連續鋼筋，所得的報告為結構性能並沒有任何較差的狀況。不產生反復塑性變形的部分，考慮可使用 B 級以下等級的續接，但是現狀並無此種續接的工法，因此限定僅使用 A 級續接。但是，水泥砂漿填充套管續接的情形，因為大塑性應變區鋼筋會從續接器拔出(母材部鋼筋應變為 5%~6%)，假如使用於連層剪力牆的牆腳部鋼筋被

要求非常大的拉力塑性伸長的部分時，希望於結構設計上考量鋼筋續接部不要產生過大的塑性伸長。有關牆垂直接合部的鋼筋等使用之喇叭型焊續接，因為要傳遞相當於鋼筋母材降伏點的拉力，因此非確保充分喉厚和焊接長度不可。關於喉厚及焊接長度的必要值根據相關規準、指針。這些之外的直接續接有瓦斯壓接續接，但壓接作業時有必要縮短鋼筋距離，不適合於預鑄混凝土的接合部因此不使用。

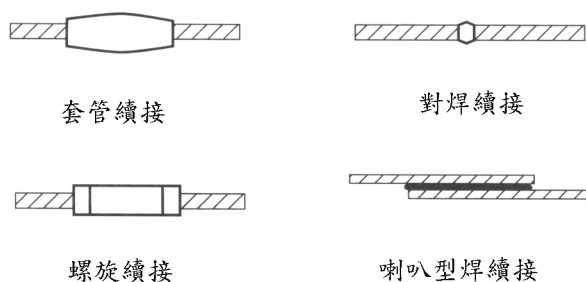


圖 5.2.2.6 鋼筋的直接續接

間接續接

間接續接，如重疊續接鋼筋和鋼筋不直接傳遞應力，所謂需透過混凝土來傳遞應力的續接。重疊續接使用於塑鉸範圍外時，採用以往日本建築學會編「鋼筋混凝土構造計算規準・同解說」中規定之重疊部的接合細部即可。有關重疊續接使用於塑鉸部時的行為有林等的實驗⁵⁻²⁻²⁴⁾。

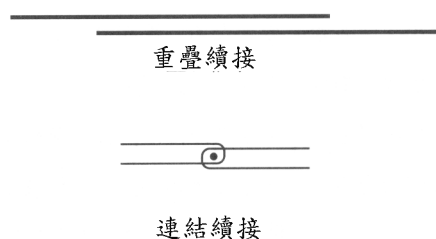


圖 5.2.2.7 鋼筋的間接續接

如解圖 C5.2.2.7 所示，將鋼筋端部加工成迴圈狀，根據插筋傳遞拉力者，稱為連結續接。預鑄工法中有效之鋼筋續接的一種，但是迴圈部分的直徑，插筋的直徑及混凝土壓縮強度等帶給續接強度的影響因素不明確，因此有必要透過實驗的檢証。

接合用鋼製續接

梁端部的接合部，使用頭狀螺桿或焊接鋼筋的鋼板等各種接合用鋼製續接。這些續接，剪力和錯位變形的關係根據細部而不同，因

此需要依實驗或解析來把握應力變形關係。

進行接合要素的強度計算時，如根據剪力鍵和插銷作用的剪力傳遞，不可累加複數之應力傳遞機構的強度。原因為，各個的接合要素達到強度時的變形並非相同的。強度的單純累加，有將接合部的強度過大評估的危險。在此，原則上，相同種類的應力經常根據 1 種類的應力傳遞機構來傳遞。此外，根據此原則的話接合部的強度一般上會變成過小評估，但是其結果，接合部使用複數的接合要素時，接合部的強度一定產生某種程度的餘裕。此外，可將不同接合部細部的設計視為相同的方法，也有設計單純可適用一貫方法的優點。

檢定接合要素的強度時，原則上考慮接合部材料強度的參差不齊特性等的效果有必要使用降低的接合部強度。表 5.2.2.3 除了支壓強度的強度式外，為確實根據包括接合要素之試體的直接剪力試驗所導出的強度式，並非給予構材中接合部的實際強度，而是考慮剪力摩擦、境界面的錯位變形性等幾乎為強度下限值之給予式，插銷為，考慮變形量的複數式給予平均強度的公式，考慮剪力鍵的韌性低及很大的參差不齊可視為包括安全係數的公式。但是，如前述實際的構材，因為強度有餘裕，表 5.2.2.3 的「依接合要素之應力傳遞的種類給予的強度式」所出示的接合要素的強度沒有必要低減。

構材被視為彈性之載重小的範圍，可使用線性彈性梁理論，但是混凝土產生開裂後，或者，鋼筋降伏後，材料的應力應變關係進入非線性的範圍。此種狀況下為了計算接合部要素應力，有必要考慮非線性之接合部要素應力計算的模型。鋼筋混凝土構材，混凝土產生開裂後，應力傳遞的機構將會變化。一般而言，材料於彈性範圍內之彈性分析為精確的，處理彎曲降伏等的塑性範圍時，簡單的近似桁架法比彈性分析容易求得精確的應力。接合部要素應力計算模型，較精確這一點是理想的，但是一般而言，簡單的模型精度低，複雜的模型精度佳。滿足簡單和精度雙方是困難的，而簡單且精確的將實際現象模型化者為可說是較佳的力學模型。力學模型為，不僅能良好吻合製作該模型所利用的實驗範圍，超過該範圍之實驗條件的結果也應該良好吻合。設計者應該從這種觀點來看儘量使用合理的模型。模型的妥當性尚未明朗化前，設計時有必要考慮適當的安全率。

- (7) 使用預鑄混凝土構材時，將包括接合部預鑄混凝土構材的復元力特性設定與現場澆注混凝土構材幾乎同等的復元力特性時，間接的保證這些構材所構築的建築物與現場澆注鋼筋混凝土造具有同等的耐震性能。此時，架構的復元力特性根據(1)各構材的復元力特性，(2)構材應力，(3)構材的組合方式而決定，因此必要時應考慮預鑄混凝土構材受到反復變形時帶給其復元力特性的影響。

(a)各構材的復元力特性

於接合部，微視的看僅有產生少許滑動等局部性變形也無可奈何。在此，選擇不會因這種局部性變形影響復元力特性之變化或架構之地震反應的接合部。

(b)架構的復元力特性

預鑄混凝土構材的復元力特性，包括局部性接合部之變形的影響。架構的復元力性，如解圖 C5.2.2.8 所示包括 1 個柱梁交叉部的部分架構(單元架構)

其接合部的個數愈多影響就愈大。計入其影響後，使架構的地震反應進入與現場澆注整體混凝土一樣的範圍內，計畫接合部的個數、接合部的位置和接合要素的種類。

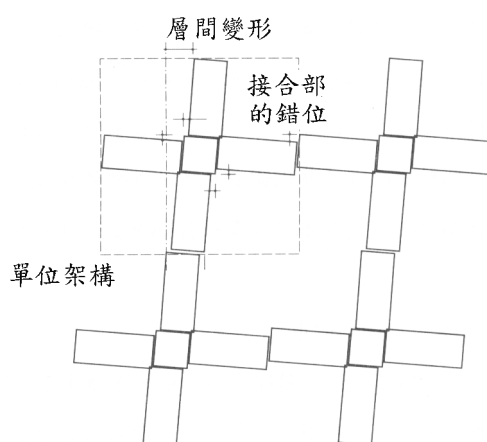


圖 5.2.2.8 包括柱梁交叉部的單位構架

(c)強度上有餘裕之接合部之變形的影響

接合部本身的復元力特性，有時不與架構的復元力直接連結。例如，如根據直接剪斷的剪斷抵抗，一旦達到最大強度後滑動變形增大但是於比強度小許多的應力下使用的話，接合部，包括其構材作為架構的復元力特性幾乎不產生影響。這種接合部，其對單元架構之復元力特性的影響可以忽略。

第六章 施工與管理

6.1 通則

6.1.1 適用範圍

本章適用於採用符合第三章性能要求之高強度鋼筋混凝土材料與構材施工之高層建築結構。

[解說]

高強度鋼筋混凝土之高層建築結構須滿足第三章材料與構材之性能要求，若部分採用預鑄構材則須滿足第五章之預鑄混凝土構材之結構性能要求。故製造與施工皆宜參照第三、第五以及本章之規定。

6.1.2 適用原則

- (1)設計者之設計圖說須明示其依本指針規定所採用之指定材料、特殊構材、特殊的鋼筋續接器及錨定工法等，並指出其適用之處所和適用之工法等，必要時須製訂補充施工規範。
- (2)施工者須與設計者充分溝通於檢討構法及施工性，經設計者同意後提出完整之整體施工計畫及重要工項之分項施工計畫與品質管理計畫。
- (3)建築及結構設計須經中央主管建築機關指定之技術審查機構審查通過，並確認施工者之技術能力及其施工計畫之可行性後始能取得建築執照。
- (4)製造與施工須由設計監造者與施工者執行嚴謹之一、二級品管，未來另須由中央主管建築機關認可之民間(施工)確認檢查機構辦理建築確認、中間檢查及完了檢查，以確保施工品質。

[解說]

以日本一棟 54 層超高層 RC 造建築物為例^[參考書目 25]，其標準層平面及架構計劃圖如圖 6.1.2.1 及 6.1.2.2 所示。平面上，大梁跨距小於 6m，為大型 RC 樓板加上立體剛構之結構。立面上，其基

面已下有箱型的地下連續壁及場鑄擴底 RC 基樁，基面以上有鋼管 RC 柱、低降伏點鋼之制震柱(被動消能元件)、高強度 RC 造之預鑄柱及預鑄梁，其混凝土強度為 $30\sim 100\text{N/mm}^2$ ，高強度主筋則為 SD390、SD490 到 USD685B 不等，如圖所示，主筋之標稱直徑很大為 D41~D29。為了水平配管等設備與結構體分離，採用高低差之大型 RC 樓板，而混凝土設計強度較低的陽台結構亦採用預鑄為主如圖 6.1.2.3 所示。為了確保超高層結構之構材及整體結構能達到所要求材料性能、構材性能及結構整體性能，其施工與一般 RC 造者相當不同，設計者與施工者須為技術能力高且彼此自規劃開始至施工完了都需充分溝通合作無間始能建造良好。

以日本為例，高強度混凝土材料與構材之研發與使用，往往各大建設公司接有自己的特色；而現場之施工方法與施工管理雖大同小異仍有各自的一套。故詳細之施工規範、施工計劃及品質計劃等仍以設計與施工團隊依建築個案之不同而製訂為宜並據以嚴格實施。

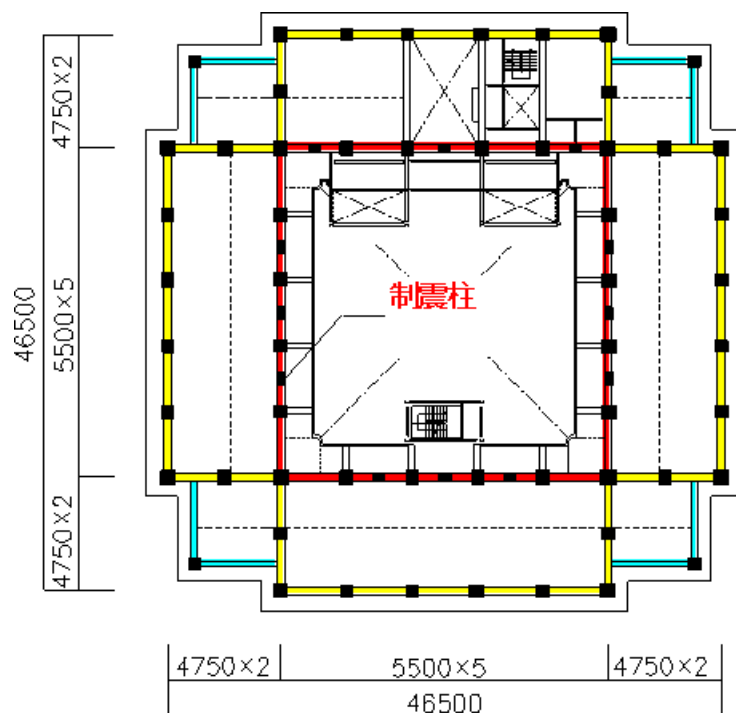


圖 6.1.2.1 標準層平面圖【資料來源：參考書目 25】

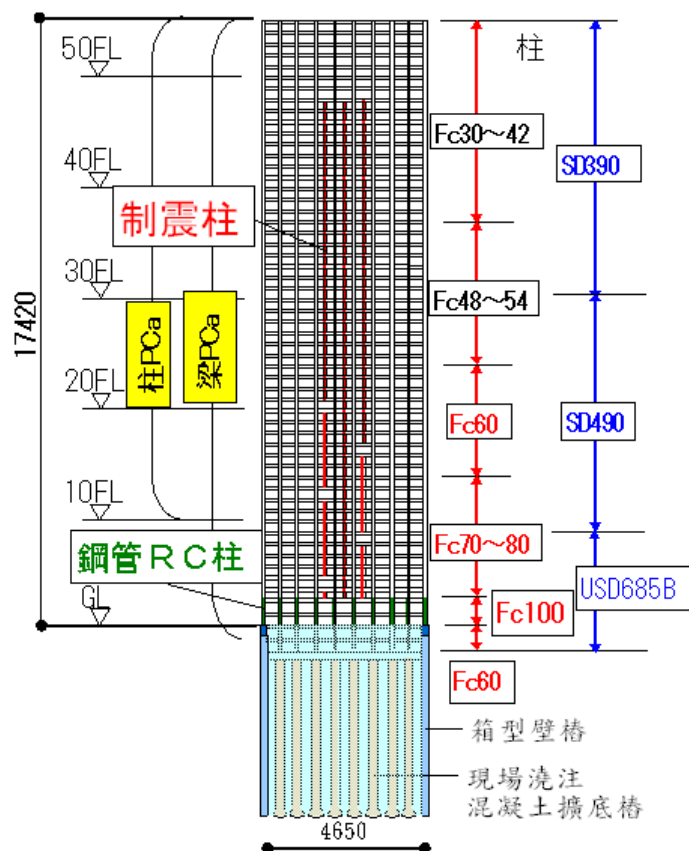


圖 6.1.2.2 架構計劃圖

【資料來源：參考書目 25】

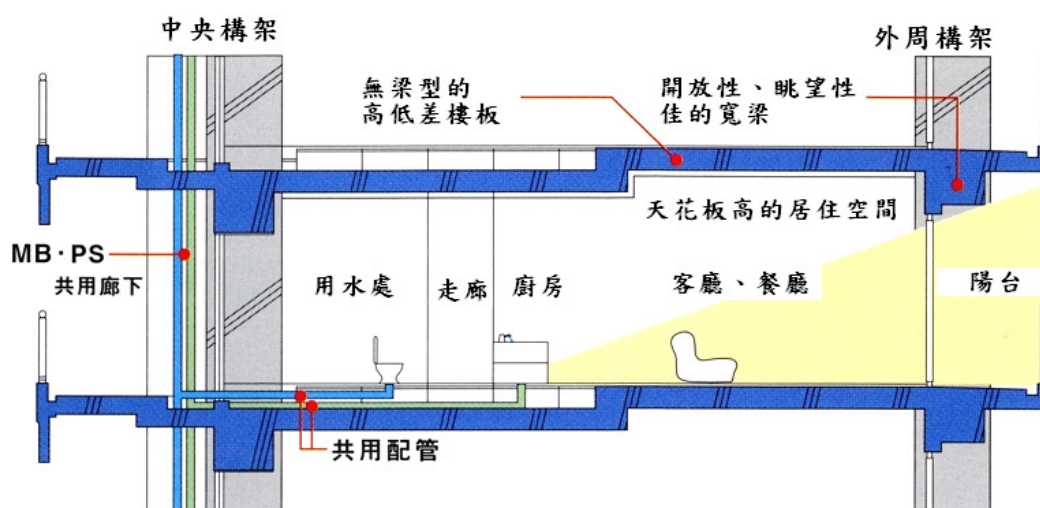


圖 6.1.2.3 結構體與設備的分離

【資料來源：參考書目 25】

6.2 特殊施工法之必要性

超高層建築使用超高強度鋼筋混凝土時，為了品質的安定、工期的縮短、提升作業的安全性等，通常採取構材預鑄化、循環工法等一些特殊的施工法。因應採用之工法須製訂一套施工規範及施工計畫。

[解說]

超高層建築之鋼筋混凝土構材通常採用預鑄化，有下述之優點。(1)品質的安定：現場澆注的結構體構築(傳統工法)，品質受到天候、作業員之技術、工作架、作業姿勢等很大的影響。預鑄化可排除這些變動因素，當然容易得到高品質構材，現場的品質管理重點也集中於預鑄構材和現場澆注部份的結合部。(2)工期的縮短：預鑄化構材之循環工法比傳統工法每樓層約可縮短工期4至5天。超高層建築的話結構體構築期間可縮短幾個月或半年以上，另外預鑄化也可由於混凝土養護期間之縮短、支撐工程之減輕、外裝材的預貼等，裝修、設備工程的較早施工帶給工期縮短很大的效果。(3)提升作業之安全性：構材之預鑄化，現場的勞務工數可大幅減少，也減少於高處的作業或組模板、拆模等危險作業。另外對於作業環境之改善也有很大效果。(4)降低環境負荷：由於採用預鑄化，模板用木材及假設材使用量之減少，拆模時及結構體調整時發生之混凝土殘渣的減少，預拌混凝土車等搬運車輛台數之減少等，都達到降低地球環境之負荷。

進行超高層鋼筋混凝土結構之施工計畫時，下述施工法案例可供參考。

(1) 主體建築結構工程建造循環流程：

採用標準化的結構構材，進行預鑄化與機械化的合理化施工，使每一樓層的施工期間符合經濟效益與品質要求。除了模板及鋼筋組立的機具能重複使用外，也提昇

作業的熟悉效果。

(2) 工地現場預鑄化施工法：

a. 鋼筋的預組化：

- 柱鋼筋的預組一般以各樓層進行，主筋的續接原則上採用機械式續接。
- 梁鋼筋的預組，於梁與梁相交的部位，也就是柱梁接頭區，導入十字、乂字、井字等形式，在吊車能力允許範圍內進行最大的預組。

b. 柱模板的板片規格化，採用從外側將板片鎖緊的「柱模板鎖緊法」，使組模與拆模作業簡單化，提升施工進度。

c. 梁、樓板的一體化、大型化：梁模板內藏式之平板式模板。

(3) 柱與梁樓版的混凝土分別澆注：柱筋組立並封模後，即先行灌漿至梁底高度，此時在沒有梁配筋與樓板配筋的情況下，於這些豎立部分可十分堅固的打造出高品質的混凝土。梁筋及樓板鋼筋組立完成並安置好模板及支撐系統後再行澆置部份柱體及全面的梁與樓板系統。

(4) 大型塔吊機與平台升降機

a. 大型塔吊機：高層建築結構體是一個樓層接一個樓層的「積層工法」，塔吊的機柱與升降機的支架應選擇可簡單增長機種。

b. 平台升降機：用於起重往復4~5層樓間的多用途構件。

6.3 混凝土之發包、製造及輸送

6.3.1 一般事項

- (1) 混凝土之製造，原則上於預拌混凝土工廠內進行。
- (2) 預拌混凝土工廠，使用符合CNS A2042(預拌混凝土)之規定並通過預拌混凝土廠驗證制度的工廠。

[解說]

a. b. 高強度混凝土之製造，原則上於配備有可製造高強度混凝土設備之預拌混凝土工廠內進行。高強度混凝土之製造時，爲了能安定供給所要品質之混凝土，製造者應與施工者充分協議製作出有關混凝土製造及品質管理之計畫書，根據計畫書進行混凝土之製造。

預拌混凝土工廠，應使用取得符合CNS A2042(預拌混凝土)之規定並通過預拌混凝土廠驗證制度的工廠。個別審查項目中，必須有各種類之結構體混凝土抗壓強度和標準養護供試體抗壓強度間之關係資料的整備，及6 個月以上之生產實績等。

6.3.2 預拌混凝土工廠之選定

預拌混凝土工廠應滿足下述之條件，選定可製造、供給所定品質的高強度混凝土，且具備有優良品質管理能力者。

- (1) 得到預拌混凝土廠驗證制度(GRMC)表示認定之工廠，可判斷具有使用之高強度混凝土的製造能力。
- (2) 有可能取得第3章所規定之混凝土材料者。
- (3) 工廠內常駐有取得GRMC認定資格之技術者(混凝土品管師、混凝土試驗技術員及混凝土產製技術員等專業人員證書)，採取混凝土之製造及品質管理有直接關係的體制，具可供給良好品質之混凝土之體制者。

(4)工廠位於規定時間以內混凝土之澆置可結束的搬運距離內。

[解說]

預拌混凝土工廠之選定時，於工程開始前，將可製造滿足設計、施工上之要求條件的高強度混凝土、可供給安定品質之高強度混凝土，從工廠之製造設備、使用材料、配比、試拌合等進行綜合性的判斷。工廠之選定時，就下述事項進行調查檢討。

(1)取得GRMC表示認定之工廠，必須要充分具備製造高強度混凝土之設備。高強度混凝土之製造能力的判斷為，取得高強度混凝土之GRMC表示認定的工廠，基於製造設備的狀況，根據生產實績之品質管理資料、實機試拌合等來判斷。

(2)確認使用預定之水泥(結合材)及混合材料可取得，骨材等確認滿足第3章混凝土材料所規定之品質。此外，確認使用材料之品質管理及儲藏設備已充分的整備。

(3)製造高強度混凝土之預拌混凝土工廠，必須有關於混凝土之配比、製造、品質管理等具高度技術及豐富知識、經驗並取得合法認定之技術者。此合法認定之技術者為，財團法人台灣營建研究院辦理之預拌混凝土廠驗證制度(GRMC)認定之混凝土品管師、混凝土試驗技術員及混凝土產製技術員等專業人員證書，並常駐於工廠。此外，製造設計基準強度為80 N/mm²以上之高強度混凝土時，選定混凝土品管師一位以上常駐於工廠。

(4)高強度混凝土，比普通混凝土水灰比及單位水量較少，因此新鮮混凝土之品質的經時變化有變大的傾向。工廠應考慮這些因素，位於規定時間之限度內混凝土之澆置可完成之距離內。

6.3.3 預拌混凝土之發包

預拌混凝土發包時，確認其符合CNS A2042(預拌混凝土)或GRMC有關高強度混凝土之認定，承造人與製造者協議以下事項。

- (1) 水泥的種類及品質
- (2) 骨材的種類及品質
- (3) 粗骨材的最大尺寸
- (4) 根據骨材之鹼性反應性的區分
- (5) 水的區分
- (6) 混合材的種類、品質及標準的使用量
- (7) 其他的材料
- (8) 混凝土的鹽化物含有量
- (9) 空氣量
- (10) 混凝土的最高或最低溫度
- (11) 水灰比的上限值
- (12) 單位水量的上限值
- (13) 單位水泥量之下限或上限值。
- (14) 混凝土的標稱強度或管理強度、判定基準強度以及保證這些的材齡
- (15) 混凝土配比方法
- (16) 拌合方法(材料的置入順序、拌合時間及拌合量)
- (17) 混凝土之輸送路徑和輸送時間
- (18) 預拌混凝土得驗收檢查方法
- (19) 製造管理的方法

[解說]

使用高強度混凝土時，對應設計圖說記載之設計基準強度，這些混凝土必須選擇各製造者而發包。有關根據混凝土標準養護試

體和結構體混凝土鑽心試體強度之關係的混凝土強度修正值，各製造工廠也會不同。因此，需進行充分檢討、協議或確認後發包。於新建工程，採用已經取得GRMC認定之混凝土時，高強度混凝土之製造及品質管理也應基於認定時之規定進行，因此有時會與設計圖說之要求品質不一致。因此，希望將施工者和製造者之責任範圍明確化，事前協議有關發包・製造、驗收的必要事項，並訂立契約。

(1) (2) (3) (6)水泥、骨材及混合材料，從第3章規定物品之中選定。

(4) 高強度混凝土，單位水泥量愈多鹼性總量愈多將難以控制鹼性反應。因此使用根據CNS 13618粒料之潛在鹼質與二氧化矽反應性試驗法(化學法)或CNS 13619水泥與粒料之組合潛在鹼質反應性試驗法(水泥砂漿棒法)或JIS A 1145-2001(骨材之鹼性反應性試驗方法・化學法)或JIS A 1146-2001(骨材之鹼性反應性試驗方法・砂漿棒法)判定為無害的物品。

(5) 拌合水，使用第3章規定之自來水或滿足拌合水品質基準之自來水以外的水。此外，確認不能使用回收水。

(7) 必要時加以指定控制爆裂用之有機纖維等之其他材料。

(8) 混凝土之鹽化物量，氯離子應在 0.30kg/m^3 以下。高強度混凝土內，單位水泥量多的話，混凝土用化學混合劑的使用量將變多，因此有關從這些的混入也必須注意。以使用材料之氯離子量的實績值為基本從基準調合表計算，或進行試拌合確認新鮮混凝土中之鹽化物量在規定值以下。

(9) 於高強度混凝土，確認沒有受到凍害之虞的情形，空氣量大多設定於3%以下。但是，有受到凍害之虞的情形以4.5%為標準。

(10) 混凝土溫度應為 10°C 以上 35°C 以下。預測混凝土溫度會超出此範圍時，必要時必須採取材料之加熱、混凝土之冷卻等的措

施。此外，可預先計算混凝土之拌合後溫度、輸送中之溫度下降、溫度上升。

(11) (12) (13) 水灰比、單位水量、單位水泥量應依第4章配比所規定之值。

(14) 發包之標稱強度或管理強度，應為滿足結構體修正強度(F_c+mS_n , F_c/mK_n 或 $F_c+\Delta F+mS'_n$)以上之質。JIS A 5308-2003(預拌混凝土)之高強度混凝土的標稱強度和坍度·坍流度之組合如解說表5.1所示。此外，發包時之設計基準強度和JIS A 5308之標稱強度(大臣認定時之管理強度)的關係例如解說表5.2及5.3所示。標稱強度45為止為JIS A 5308的普通混凝土，標稱強度50到60為JIS A 5308的高強度混凝土，這些以上成為大臣認定品之高強度混凝土。另外，即使是JIS A 5308之高強度混凝土的範圍內，工廠假如取得高強度混凝土的JIS表示認定或取得大臣認定，則發包之管理強度(標稱強度)與必要之強度相同即可。

(15) 配比以實績及實機設備之試拌合結果為基本，根據第4章，選定滿足第2章規定之強度·耐久性·施工性等。製造之預拌混凝土工廠取得大臣認定時，可根據其認定來選定。取得大臣認定之混凝土，配比決定之責任者，根據製造者之情形及施工者之情形等認定內容會有不同，必須預先明確化。

(16) 高強度混凝土，結合材量多，黏性也變高，因此材料的投入順序、拌合時間以及拌合量等，使用實機設備進行試拌合後決定。根據計量器及攪拌氣之能力，1次拌合量必須小於公稱容量，及必須將最小拌合量設定比普通混凝土時為大等，有時會有高強度混凝土特有的限制。

(17) 決定運送路徑及待機場所等的同時，也考慮輸送時間有交通擁塞等的事情。

(18) 有關驗收檢查，除根據第6.1節規定以外，依照工程會施工

綱要規範規定之製品檢查方法。

此外，同一天澆置設計基準強度不同之混凝土時，於混凝土攪拌運輸車上表示標稱強度(管理強度)的記號等，預先協議防止設計基準強度不同構材錯誤澆置的對策。

(19)使用符合CNS A2042(預拌混凝土)或JIS A 5308-2003(預拌混凝土)之高強度混凝土時，基於CNS及GRMC之規定根據製造者之公司內規格。使用GRMC認定之高強度混凝土時，預先明確依照認定時之製造管理方法等管理方法。

6.3.4 預拌混凝土的製造管理

(1)混凝土的製造依照製造者根據CNS A2042(預拌混凝土)或JIS A 5308-2003(預拌混凝土)的規定製作之公司內手冊，或取得GRMC認定之高強度混凝土製造手冊來進行。

(2)製造者依照CNS A2042(預拌混凝土)或JIS A 5308-2003(預拌混凝土)之規定、公司內手冊、高強度混凝土製造手冊進行製造管理，以及確認特別指示的事項，反應之後作業的同時，其結果迅速向施工者報告。

(3)施工者必要時應派遣品質管理擔當者至工廠。會同必要事項的管理、檢查。

[解說]

(1)高強度混凝土之製造，當發包混凝土符合CNS A2042(預拌混凝土)或JIS A 5308(預拌混凝土)之高強度混凝土時，基於CNS之規定遵照公司內說明手冊或公司內規格即可。取得GRMC認定之高強度混凝土時，應依照認定時之高強度混凝土製造說明書進行。認定之內容中也有施工公司變為製造者之情形，因此應預

先明確現場之混凝土工程擔任者及製造管理擔任者等之管理方法。

高強度混凝土之製造，注意下述各點。

a. 材料之管理

高強度混凝土受到材料之品質變動很大的影響，因此進行時應充分考量材料之品質管理、儲藏管理。

(a)水泥之儲藏設備為，各種類分別儲藏，且不得引起水泥的固化、風化。使用矽酸塵、高爐礦渣微粉末等之結合材時，各使用適合之儲藏設備。

(b)骨材應進行品質管理及儲藏管理，使其能確保粒度、表面水率等之品質安定。骨材之儲藏設備應有屋頂、屋蓋等加以覆蓋，依種類、尺寸分別儲藏，底部應設排水使其不致積水。從儲藏設備到混凝土攪拌站之搬運設備，應不得使骨材之粒度產生變動。

(c)混凝土用化學混合劑儲藏時，應區別種類、品牌等，注意日射、溫度、不得混入異物及雨水。

b. 計量及製造設備

(a)攪拌器之能力於製造設備中為重要的。高強度混凝土因為黏性變高，必須為對強制拌合及動力馬達的強化等拌合具有充分能力的攪拌器。

(b)水泥、骨材、水、混合材料之計量，基本上根據CNS A2042(預拌混凝土)或JIS A 5308之規定。高強度混凝土單位水泥量多，相對的高性能AE減水劑之使用量也變多。因此，對於攪拌器之公稱容量，必須有水泥和高性能AE減水劑之足夠容量的計量器。例如，單位水泥量 $600\text{kg}/\text{m}^3$ 時，高性能AE減水劑之使用量以1.8%計算時為 $10.8\text{ kg}/\text{m}^3$ 。攪拌 5m^3 時變成 54kg ，必須有可量

測此以上之計量器。

c. 骨材之表面水及粒度

(a)高強度混凝土之製造管理，單位水量對品質有很大的影響，因此骨材之表面水率的管理變得重要。骨材之表面水率的測定次數比通常次數實施更多，或根據自動表面水測定裝置長時監測，將表面水率之變動反應到水之計量值。細骨材之表面水率，希望能每批量測，至少出貨開始前及中斷再開前、製造中間時以及認為材料變動時迅速實施。表面水率之測定方法有各種方法，選擇適當方法而實施。此外，自動表面水測定裝置容易受骨材之密度及吸水率變動之影響，所以材料之品質管理的同時測定裝置之日常點檢及定期的校正是重要的。此外，80N/mm²以上之高強度混凝土，單位水量大多時候甚至變的少，所以粗骨材之表面水的管理也重要。

(b)骨材之粒度會影響及工作性。即使是相同種類的細骨材也應於複數的瓶內分別儲藏，使用時配合計量，或根據各粒度進貨・儲藏等，使將骨材粒度保持一定。

d. 拌合

有關拌合，應注意下述事項，必須決定量、時間等。

(a)水泥計量器之容量

因為單位水泥(結合材)量多，會有水泥計量器的容量決定1次拌合量的情形。應事前確認該工廠之計量器。

(b)拌合方法、時間

高強度混凝土的品質，受到拌合方法及時間的影響。高強度混凝土單位水泥量多，黏性有變高之傾向，拌合時間也變長。因此，可將水泥砂漿先行拌合，或將材料的投入順序、拌合時間依各配比設定。拌合方法及時間根據攪拌器之型式、性能而不

同，應以實機設備進行試拌合，參考坍度、坍流度、空氣量、抗壓強度等之結果而決定。

(c)攪拌器之負載電流

作為決定適當拌合方法及時間的一種方法，使用攪拌器之負載電流及坍度監測為有效的。圖6.3.4.1所示為根據坍度監視器測定的案例。攪拌器的負載電流，於混凝土的材料充分分散後將變成幾乎成一定值，所以此時間可定為拌合完成之時間(成一定值再過10秒以上拌合後排出)。

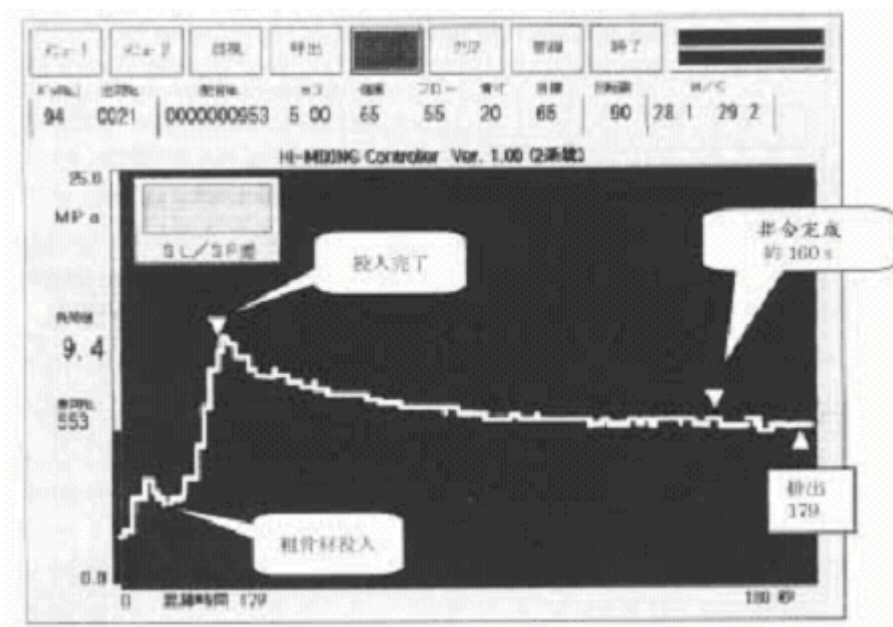


圖6.3.4.1 依坍度監視器測定的實例

【資料來源：參考書目9】

(d)拌合量

混凝土之一批次的混合量，必須決定拌合時之攪拌器最大負載電流，或不可超過攪拌器之容許負載電流的範圍。因此，高強度混凝土之最大拌合量，變得比攪拌器之公稱容量小的情形很多。高強度混凝土約為一般性公稱容量的60~70%左右。100N/mm²以上之高強度混凝土有時為公稱容量之50%以下。使用矽酸塵、高爐礦渣微粉末等之結合材時，也有根據材料之投入方法及拌

合方法來決定拌合量的情形。

混凝土之拌合量少時攪拌器之攪拌能力降低，也會有影響品質之情形，因此最小拌合量也最好應於事前確認。

(e)工作性之確認方法

以目視拌合完成之坍度來確認時，高強度混凝土容易將坍度過小判斷。因此製造技術者預先認知根據目視的坍度與實測坍度的差異是重要的，不希望高強度與通常之混凝土交互出貨。

以坍流度管理之混凝土，因為難以目視判定，把握攪拌機的負載電流和實測坍流度之關係，作為管理之參考。

e. 混凝土攪拌車洗淨時之殘水

混凝土攪拌車裝載混凝土時，將洗淨時之殘水完全排出後，再行裝載。將混凝土攪拌車之滾筒逆轉，以便製造操作者確認沒有殘水是有效的。

f. 混凝土攪拌車之附著水泥砂漿

混凝土攪拌車之附著水泥砂漿，有關高強度混凝土因為無足夠之技術資料所以不採用。

- (2) 製造之管理，使用之混凝土根據CNS A2042(預拌混凝土)或JIS A 5308(預拌混凝土)時，根據依照GRMC的公司內說明書，由製造者實施。取得GRMC認定而製造時，根據認定之取得形態會有與施工者為同一公司的情形，但是現場之施工者和品質管理體制應根據不同之組織來進行製造管理。施工者對於製造者進行之製造管理必要時應加以確認。製造者，應事前明確品質管理制度和責任範圍的同時，關於製造管理・檢查之行為者、方法、頻率、是否合判定基準、不合格時之處置預先與施工者確認。此外，下述為應注意點。

- a. 高強度混凝土對於使用材料之品質應充分注意。特別是，

應經常確認滿足第3章所示之品質。此外，根據GRMC認定之高強度混凝土時，應確認滿足認定時所規定之品質基準。

b. 混凝土之計量，原則上應留下印字記錄。特別是有關細骨材之表面水的設定值及高性能AE減水劑之使用量，即使是同一日內的製造途中也會有變更，因此與水量之計量值同時記錄·保管。

c. 坍流度與空氣量從出貨到卸貨之間隨著經過時間而變化，因此製造擔任者應與施工者及製品管理試驗擔任者取得密切的聯絡，為使其合乎卸貨時所定之品質，加以管理或講求適當的處置是重要的。

d. CNS A2042(預拌混凝土)或JIS A 5308-2003(預拌混凝土)之個別審查事項中，高強度混凝土之製造工程的管理對於單位水量之測定，要求1次/1 日以上之頻率。但是，現狀為，適合高強度混凝土之測定方法及管理方法並未確立。因此，製造工程管理之單位水量的測定應與施工者協議必要時加以實施。

(3) 關於高強度混凝土之製造管理，施工者與製造者必須事前充分的討論。此外，製造中也緊密聯繫是重要的。因此，施工者決定品質擔當者，必要時派遣到工廠，會同管理、檢查加以確認。解說表6.14所示為施工者之製造管理的案例(綜合建設公司和預拌混凝土工廠之共同認定時)。此外發生不合格或重大問題時，確認工程管理及製品管理狀況等，究明原因後協議再發防止措施。

6.3.5 預拌混凝土的輸送

混凝土的輸送以開始拌合後的90分鐘以內卸貨為標準，至澆注完成之時間限度為120分鐘以內。

[解說]

高強度混凝土大多使用比以往之AE減水劑具較高的坍度經時保持性能之高性能AE減水劑，但是拌合後超過60~90分鐘的話坍度或坍流度會有降低的情形。除此之外也會伴隨著，幫浦壓送性及填充性的降低、表面修飾的困難度等，有產生施工上不順暢之虞。希望混凝土的輸送時間能儘可能縮短，6.2搬運所規定之拌合後到澆置完成之時間限度為以120分鐘為基準，混凝土之輸送，從拌合後到卸貨為止之時間以90分鐘內為標準。但是，考慮混凝土吊桶等之施工能率，希望於60分鐘以內能卸貨。此外，即使超過90分鐘，新鮮及硬化混凝土之性狀被充分確認時，取得工程監造者之認定可變更時間之限度。

高強度混凝土其混凝土之單位容積質量比普通強度之混凝土為大，因此注意不要超過混凝土攪拌車之積載重量。

高強度混凝土從混凝土表面的乾燥有加速的傾向，因此裝設混凝土攪拌車儲槽之頂蓋，及防止夏季由於日射導致之溫度上升，於待機中對滾筒的灑水及裝設頂蓋等是有效的。

混凝土之卸貨時，為使滾筒車內之混凝土均一，卸貨之前將滾筒以高速轉動30~60秒左右後，再排出為佳。

6.4 預鑄構材之組裝

6.4.1 總則

- (1) 本章適用於預鑄構件之驗收及裝設、組立以及接合。
- (2) 預鑄構件之驗收及裝設、組立以及接合，基於施工計畫書製作出包括安全計畫之施工要領書。
- (3) 預鑄構件之驗收及裝設、組立以及接合，須指定一有決定權之作業指揮者，並根據其指示進行。

(4) 作業指揮者，作業開始前關於施工要領書所規定之作業內容，應讓全體關係者徹底了解。

[解說]

(1) 本章適用於，製造工廠出貨之預鑄構件，於工程現場驗收，裝設於建築物所預定之位置加以組立，預鑄構件相互間或預鑄構件與既有結構體以及構件接合時。

(2) 施工者，於工程進行前，根據施工計畫書，於實施作業之協力業者協同下，製作本工程之施工要領書規定預鑄構件的驗收、暫時放置、裝設、組立、接合等。施工要領書包括下述所示項目，記述作業順序、作業要點、注意事項、管理的基準等。

- a. 工區區分和起重機之配置
- b. 臨時計畫(鷹架或支撐工程等之配置，臨時電氣之配置等)
- c. 構件之搬入順序和構件製造工廠的聯絡方法
- d. 構件之驗收檢查項目，方法及管理基準
- e. 臨時放置場所及臨時放置方法
- f. 組立作業之人員配置和管理組織
- g. 構件之組立作業順序及接合作業順序和注意事項
- h. 組立時之注意點(嵌入、承座等)
- i. 構件之組立及接合作業之反復範圍
- j. 組立精度之管理基準
- k. 安全注意項目

預鑄構件之組立工程例，如圖 6.4.1.1 所示。

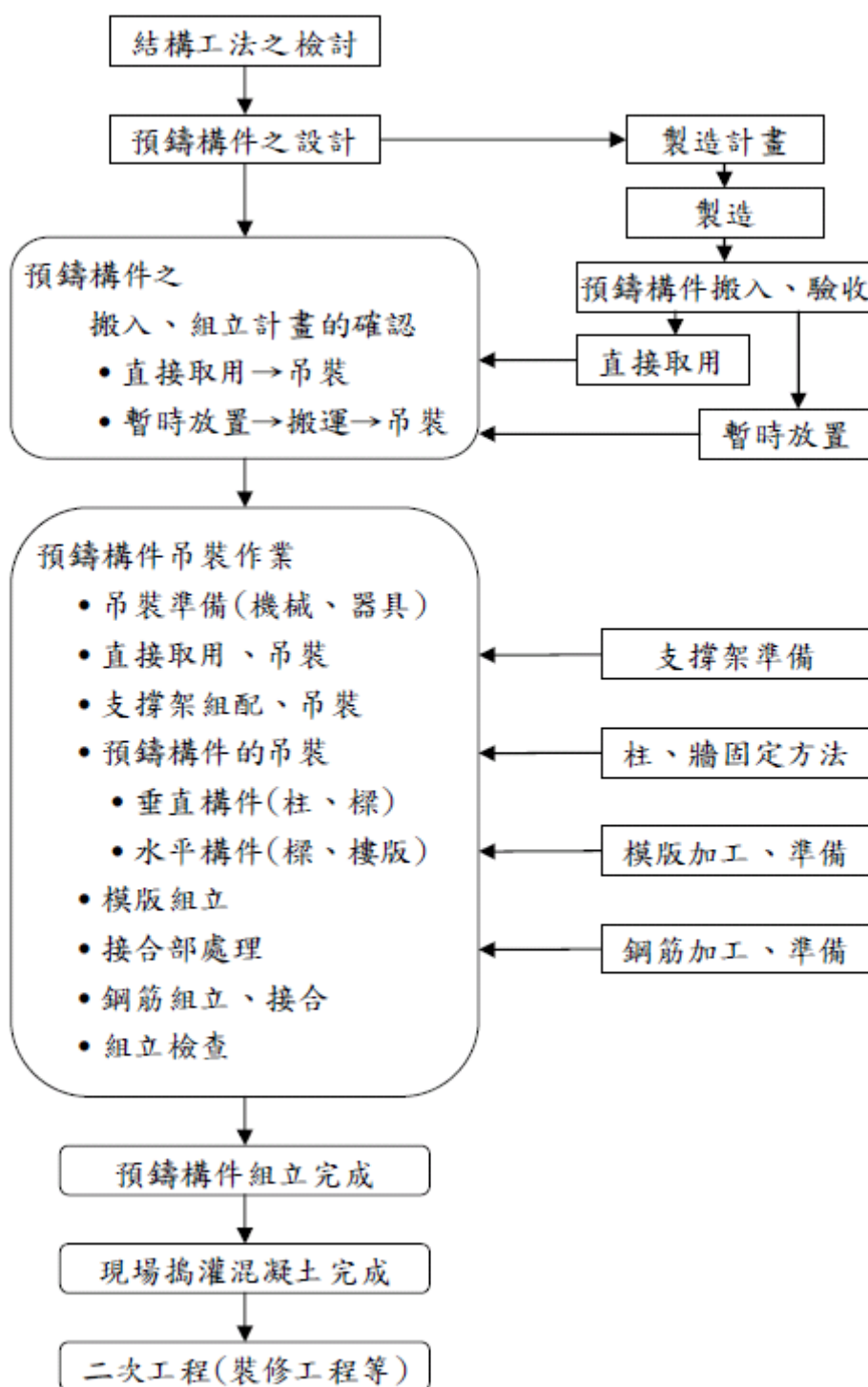


圖 6.4.1.1 預鑄構件之組立工程例

【資料來源：參考書目 12】

這些施工要領書包括，於現場預鑄構件的驗收、組立、接合時之對應以及接合補強筋之配置、接合部模板之裝置、現場搗灌混凝土之澆置階段的構築作業。爲了確保結構安全性和結構強度，預鑄構件除了正確的組立、正確的配筋外，現場搗灌混凝土必須密實的澆置。爲此，重要的是製作從構件搬入到組立結束的施工要領書。此外，作業上之安全計畫書應記入下述事項，對於工程讓相關人員徹底了解是相當重要的。

- a. 安全組織體制
- b. 工程責任者及作業員之資格、執照
- c. 作業員之配置
- d. 於作業中之安全注意事項
- e. 確立作業中之資訊傳遞體制

清楚記載設計者、工程監造者、施工者以及實際進行工程者等之公司名稱，承辦人姓名，製作安全對應之組織圖。圖 6.4.1.2 顯示作業體制之案例。於實際作業中，各業務群組中之作業責任者以及從事作業者之姓名、掛勾操作者以及起重機等之資格或執照別清楚記載其姓名。明記卸貨、掛勾位置之作業員數、建構、組立作業位置之作業員數等。明記卸貨、掛勾時使用之掛勾用鋼索補助用具的種類，預鑄構件之暫時放置，吊入方法等，對於預鑄構件之重量預先確認起重機之性能(作業半徑及吊載重之關係)具充分的安全。

於作業中由於構件之供給遲延、機械之故障等導致組立作業停止，或者發生如受傷等事故之緊急事態時，有關危機管理之對應方法，資訊傳達方法必須讓全體工程管理者以及作業者徹底明瞭。

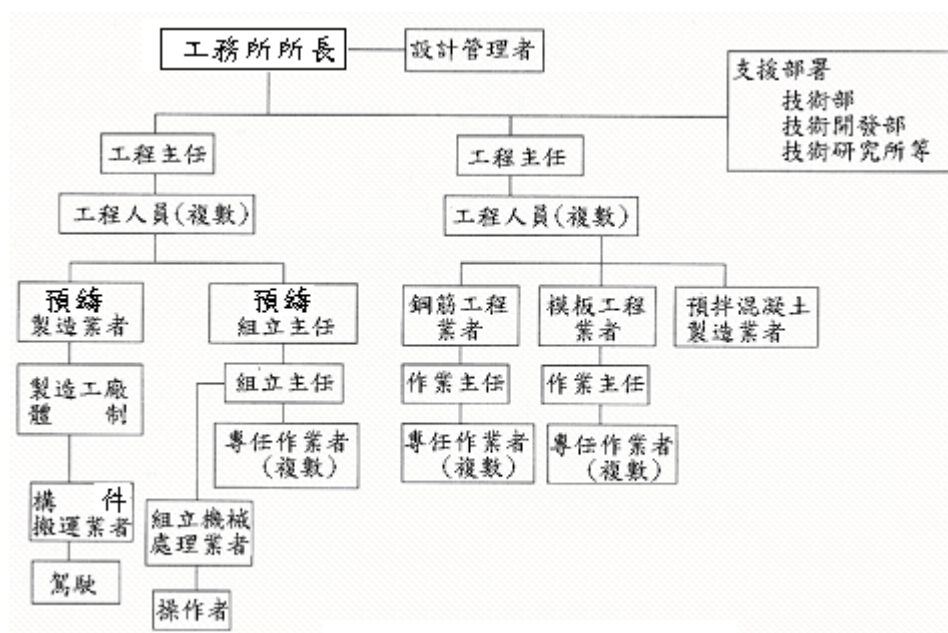


圖 6.4.1.2 作業體制之案例

【資料來源：參考書目12】

- (3) 裝設、組立，接合時，組立作業由起重機操作者、卡車駕駛員、鷹架工、鐵工、畫線工、水泥工等混合團隊所構成。因為各自所屬母體皆不同，為了工程能圓滑的進行，組成工作團隊是重要的。事前全體團隊，關於工程之順序、各職之配置、信號之統一等進行充分的討論，選定工程指揮者，於該指揮下進行作業，為了安全、確保品質是重要的。作業開始之前於各團隊進行 KY 活動(危險預知活動)等也是重要的。

樓板上之組立作業用，有時使用移動式構台或固定式構台。勞動安全衛生規則內，為了防止勞動災害，作業用構台之限制載重必須每人皆知。因此必須顯示構台別之容許載重。

- (4) 預鑄構件之搬入、驗收、組立、接合作業之前，關於施工要領書所定內容，必須讓作業者全體徹底了解。有關起重機操作員之資格，因為對應於機械之形式，吊升能力而訂定各種的資格，應由有該資格者來操作。運轉作業員，除了精通機械之機構及其

性能外，作業全體之內容以及組立順序等預先充分把握是重要的。

6.4.2 驗收

- (1) 構件之驗收根據施工計畫書進行。
- (2) 將預鑄構件暫置於現場時，應設置承受台使其不致產生有害的裂縫、破損、沾污等，同時講求安全對策。

[解說]

- (1) 將預鑄構件搬入工程現場驗收時，從製造工廠到現場為止的運送過程中，必須確認是否有受到預想外的外力作用，而帶來有害的影響。此外，對於被搬入構件的處理可區分為，立即進行組立工程，或者暫時放置後再進行組立，應該搬入所確定的位置。不管如何，預鑄構件的驗收及預鑄構件移動用機械的準備，暫置場所的調整和承受台之準備，組立時必要的吊裝器具等之準備是必要的。預鑄構件驗收時，確認出貨時之檢查完成表示(Marking)，檢查是否有裂縫、破損、有害的變形等，僅接受合格品。驗收檢查之具體方法，預先規定於施工計畫書。合格品搬入所預定之場所，區分為立即使用於組立之構件和暫置構件，對應構件的使用時期搬運到所預定的位置。
- (2) 預鑄構件之搬入，應配合現場之組立工程搬入，希望將構件直接從搬運車輛的載台吊起進行組立作業。但是，考慮工廠的所在位置距工程現場較遠，交通混雜無法如計畫搬入等，為了不使組立工程產生問題，而形成將搬入成品暫置於現場或周邊的情形。暫置時，考慮到組立之期間預想不到的外力或自重，決定支承台防止傾倒之固定方法等以避免構件產生裂縫、破損等。使用支承台重疊放置預鑄構件時，注意應配置上構件和下構件於支承台之相同位置。參考於製造工廠之預鑄構件的儲藏方法來訂定這

些方法。

6.4.3 預鑄構件之裝設、組立及結合

- (1) 預鑄構件之裝設、組立根據施工要領書進行。
- (2) 預鑄構件之接合種類及方法，依位置不同根據設計圖說進行。此外，預鑄構件之接合，依據施工要領書進行。
- (3) 鋼筋與鋼材之接合有，焊接接合、機械式續接、瓦斯壓接續接或搭接續接，根據鋼筋續接器續接施工規範草案。
- (4) 垂直之預鑄構件，架設、組立、接合時應注意下述 a. ~e. 事項，以便能確保結構上之一體性。
 - a. 預鑄構件於所定位置精度良好架設的同時，組立時更須堅固的組立以求得所定之垂直精度。
 - b. 預鑄構件之接合，以接合部補強筋來補強。
 - c. 預鑄構件和現場搗灌混凝土的一體性，根據接合面補強筋或凸出物等來確保。
 - d. 預鑄構件間之細縫，於內側端部設置截角(Taper)，其間隙填充混凝土以求其一體性。此外，爲了防止漏漿，將細縫寬度設置為所定值之下，或進行塞縫使其無漏漿之情形。
 - e. 預鑄構件應以支撐工程支承，使其不致於因現場搗灌混凝土之壓力，而引起裂縫或破損等。
- (5) 水平的預鑄構件，架設、組立、接合時應注意下述 a. ~e. 事項，以便能確保結構上之一體性。
 - a. 預鑄構件原則上於垂直的現場搗灌混凝土達到所定強度後再進行架設、組立。
 - b. 預鑄構件使用具充分強度之支撐工程，於所定位置、高度及水平進行精度良好的架設、組立及接合。
 - c. 預鑄構件之承座以 15~30cm 為標準。此外，其精度為 $\pm 10\text{mm}$ 。

- d. 預鑄構件間及預鑄構件和周邊構件之接合部，配置與預鑄複合混凝土構件內之配筋量相同程度量之接合部補強筋。
- e. 預鑄構件間之細縫，於內側端部設置截角(Taper)，其間隙填充混凝土以求其一體性。此外，爲了防止漏漿，將細縫寬度設置為所定值之下，或進行塞縫使其無漏漿之情形。

[解說]

- (1) 於預鑄構件之架設及組立前，應先確認假設材料、使用機械等之準備狀況，使其不會造成組立作業之麻煩，並可確保結構及裝修之品質。此外，組立前，預先表示作為基準墨線的軸向心，位置墨線或偏移墨線。

施工計畫書內除組立用起重機及假設材料等之配置外，應詳細檢討構件之組立順序、配置、組立精度、組立之重點等，並預先訂定之。此外，因為於構件製造工廠的推積順序也依此而決定，除搬運方法外和製造工廠的聯絡方法也必須預先訂定。利用構件分割圖(配置)等，來表示組立之順序，也可將包括支撐工程等之假設材使用方法預先製作成組立圖。

6.4.4 預鑄構件之驗收及架設、組立以及接合的品質管理、檢查
預鑄構件之驗收及架設、組立以及接合的品質管理、檢查根據
6.4.3。

[解說]

品質管理、檢查依 6.4.3 進行。

6.5 施工計畫及施工管理

為提昇NEW RC建築結構耐震品質，其建築結構之耐震設計與施工工程品質管，除依相關法規已有明定者從其規定外，應依據核定之施工管理計畫書及建築物耐震設計規範第七章耐震工程品質管及附錄之規定辦理，以保障公共之安全。

[解說]

施工計畫書中之內容除建築主管機關之規定者外，得包含品質管制計畫，提出品質管制計畫報告書。

施工品質管制計畫內容至少應包括：

- (1) 品質管制預定表。
- (2) 工程品質管制表。
- (3) 自主檢查表。

施工品質管制計畫報告書至少應包括：

- (1) 一般工程概要。
- (2) 使用之材料與施工方法。
- (3) 試驗與檢查部位。

參考資料二“超高層鋼筋混凝土造之施工與管理”要點可供參考採用。

6.5.1 製造廠之核准

當承載結構載重之構材及其組件之製造在製造廠執行時，這些製造之項目須經特別監督。

(1) 製造與完成步驟：

監造者須確認製造廠維持依核准之施工規範或文件來進行細部製造、品質管制程序及製造廠監督管制。

例外：若製造廠依據下列之規定而受核准，則不須作特別監督。

(2) 製造廠之核准：

若製造廠依規定申請無須特別監督而被核准時，本規範之特別監督可不執行。此種核准與否係依據製造廠之書面製造程序及品質管制手冊是否有經過依據核准之特別監督單位所作之週期性之監督。於製造完畢後，被核准製造廠應提送一份證明書，證明其製品有依據核准之施工規範或文件製造。

[解說]

核准之製造廠須提送其作業完全符合核准之圖說與規範之證明至建築主管機關與專業技師及建築師。核准之製造廠之資格必須符合以下條件：

1. 製造廠已發展出並提送詳細製造程序手冊，反應其主要品質管制程序提供其對技術工藝及製造廠監督管制。
2. 製造廠之品管能力、製造程序手冊所列之工廠及人員等須由經建築主管機關核准之監督或品管機構來認證。
3. 週期性工廠監督必須由建築主管機關核准之監督人或品管機構來執行以監督品管計畫之有效性。
4. 特別監督人須負責向核准之權責單位建築主管機關提出有關程序手冊任何變更之書面報告。任何製造廠核准報告若有足夠之理由可能被取消。對製造廠之再核准須依過去一年之品管程序執行。

製造廠若有委託結構專業技師或建築師執行品質管制之認證，並經主管建築機關同意，可不需特別監督。

建築主管機關核准之監督或品管機構為獨立開業之結構專業技師或建築師或技術顧問機構。此項認證應每年至少一次。

有關各類專業製造廠之分級可參照內政部及相關單位之研究報告來訂定。

6.6 施工品質之管理

承造之施工廠商應提出由負責人及專任工程人員簽署之施工計畫，施工計畫書中之內容除建築主管機關之規定者外應包含品質管制計畫，提出品質管制計畫報告書。

於施工期間承造人將施工品質管制作業之結果按時彙整成品質管制結果報告書，送請相關監督人審查簽認。由起造人送交主管機關備查。

施工品質管制計畫內容至少應包括：

- (1) 品質管制預定表。
- (2) 工程品質管制表。
- (3) 自主檢查表。

施工品質管制計畫報告書至少應包括：

- (1) 一般工程概要。
- (2) 使用之材料與施工方法。
- (3) 試驗與檢查部位。

[解說]

1. 公共工程委員會對於公共工程之施工與品管所出版之一系列書刊及表件皆足以參照使用。
2. 參考書目 1 對結構特別監督人及相關制度有詳細說明。

6.7 施工品質之確認

承造之施工廠商應提送下列資料，送請相關監造人及結構特別監督人作為品質確認作業之用：

- (1) 結構施工品質管制人員，其資格應具結構專業技師資格

或經結構施工品質管制訓練通過具有證明者，可於結構專業技師指導下執行結構施工品質管制。

(2) 施工品質管制計畫。

(3) 施工品質管制計畫報告書。

(4) 施工品質管制結果報告書。

(5) 接受到施工品質保證計畫之簽收及依據執行。

結構特別監督人於施工完成前，應提供施工品質確認計畫書，其內容至少應包括：

(1) 耐震系統有依規定執行施工品質管制。

(2) 特別監督及試驗依據相關施工規範執行。

(3) 試驗之型式及頻率。

(4) 特別監督之內容及頻率。

(5) 規定之試驗及特別監督報告之提送頻率及提送單位。

(6) 於施工完成後，完成施工品質確認報告書，提送起造人及建築師及建築管理機關。

[解說]

1. 結構特別監督人與相關制度於參考書目 1 有詳細說明。

2. 日本之施工品質制度於參考書目 2 中有詳細說明。

參考資料

參考資料一

使用歷時反應分析之超高層建築的性能評估作業辦法

(西川教授 摘要版)

第1條 適用範圍

本作業辦法書，適用於有關建築基準法(下稱「法」)第20條第一號(包括第二號口、第三號口及第四號口)之認定的性能評估。

第2條 性能評估用提出圖書

性能評估用提出圖書如下述。(1)有關性能評估申請書以外的樣式其他根據另定之申請要領。

(1) 性能評估申請書等

性能評估申請書

建築物概要及結構概要記載表

評估基準和檢討結果記載表

結構檢討之概要記載表

地震反應分析所用恢復力之概要記載表

(2) 建築設計概要書

2-1 一般事項

- ①建物名稱 ②建築地點 ③地域・地區 ④用途 ⑤建築物業主
⑥設計・監造者名(一般、結構) ⑦施工者名 等

2-2 建築物概要

- ①敷地面積 ②建築面積 ③總樓地板面積 ④標準層面積 ⑤容積率
⑥樓層數(地上、地下、塔屋)
⑦高度關係(簷高、建築物高度、最高部高度、基礎底深度、基樁支承深度)
⑧基準層樓高
⑨結構類別(基礎、架構、樓板、剪力牆、斜撐、外牆、內牆等)
⑩主要設備概要(空調、衛生、電氣、電梯等) 等

2-3 建築計畫概要

- ①敷地周邊環境 ②全體計畫概要 等

2-2 所須圖面

- ①配置圖 ②各樓平面圖 ③主要立面圖 ④主要剖面圖 ⑤主要細部圖 等

(3) 結構計畫概要書

- ①主體結構及架構形式 ②耐震・耐風設計方針
- ③耐震・耐風性能目標一覽表(動力・靜力) ④地盤及建物支承條件
- ⑤斷面設計方針 ⑥施工計畫和結構計畫上之關係 等

(4) 結構設計概要

- ①主使用材料及容許應力
- ②關於固定載重、活載重、積雪載重以及其他載重之檢討(有關固定載重、活載重、積雪載重之結構計算書)
- ③設計用層剪力的檢討(層剪力之豎向分布形等)
- ④應力分析概要 ⑤應力圖 ⑥構材設計(構材斷面、續接、接頭等之設計)
- ⑦地下層及基礎之設計
- ⑧關於耐震設計之檢討(有關建築物作用地震力之結構計算書)
- ⑨關於耐風設計之檢討(有關建築物作用風壓力之結構計算書)
- ⑩屋頂覆蓋材、外裝材等對風壓、地震等之檢討
- ⑪於土砂災害特別警戒區域內具有居室之建築物，對於土砂災害之檢討 等

(5) 結構圖

- ①基礎平面圖 ②各層平面圖 ③構架圖 ④構材斷面表
- ⑤構材詳細圖 ⑥其他特殊設計部份之結構圖 等

(6) 地盤調查概要

- ①地質・地形概要 ②鑽探(地盤)調查位置圖
- ③鑽探結果・柱狀圖(包括 N 值之地盤斷面圖)
- ④支承地盤之耐力判定資料
- ⑤其他必要時，地下水位測定・孔內水平載重試驗・室內土質試驗・PS 檢層・常時微動測定結果等相關資料 等

(7) 歷時反應分析概要

- ①歷時反應分析之方針(分析方法、使用之程式)
- ②採用地震波(地震波之選擇及製作方法等)
- ③反應分析結果(反應最大加速度分布、反應最大層剪力分布、反應最大傾倒力矩分布、反應最大層間位移(位移角)分布、反應最大塑性率分布及及構計算書)

(8) 其他

8-1 施工計畫概要(需要特殊施工計畫之建築物的情形)

①施工之基本方針

②施工管理計畫(品質規準類及管理體制)以及公法概要 等

8-2 實驗及調查報告書

根據實驗或特別調查進行結構計算及檢討時，其報告書 等

8-3 特殊材料之概要

①根據建築基準法規定所認定之材料時，其認定書之影印本(包括附件)

②指定建築材料以外之材料時，其品質及品質管理

8-4 特殊裝置之概要及維持管理概要

①特殊的裝置(隔震層、制振構材、主動制振裝置、融雪裝置等)之概要

②有關申請物件之特殊裝置的維持管理體制及定期檢點、應急檢點、詳細檢點項目及判斷基準 等

8-5 對不符合規範規定之構造方法的檢討書

影響強度及韌性或其他建築物之結構特性的力學特性值(對應該部分及其周圍之接合實況的加力試驗、根據對應構成該部分之各元素勁度、韌性其他力學特性值以及元素相互接合實況之力及變形平衡的結構計算) 等

第3條 評估方法

省略

第4條 評估基準

4.1 對長期載重之安全性

- (1)根據建築物各部分之固定載重及活載重其他對應實況的載重及外力(多雪區域隨著積雪載重、土壓、溫度變化的載重，材料之收縮導致之載重等)，確定建築物之結構耐力上主要部分不會產生損傷。
- (2)所謂不產生損傷為，根據建築基準法所規定方法或同等之方法加以確認。關於混凝土系結構，確認不會產生耐久性上有害之龜裂。

4.2 對積雪載重之安全性

省略

4.3 對風壓力之安全性

- (1)有關作用於建築物之風壓力，根據規範所規定方法進行結構計算。
- (2)規定之載重下不產生損傷為，根據規範所定方法確認建築物之結構耐力上主要部分於容許變形(包括粉刷材輕微的修復即可恢復原有狀態程度之變形)以內。

(3)規定之載重下部會產生倒塌・崩壞為，根據規範所規定方法確認建築物之結構耐力上主要部分顯示彈性範圍(風壓力之持續時間內不產生進行性變形的範圍)以內的舉動。

(4)高度超過100m以上之高層部其細長比(高度/短邊寬度)為3以上之建築物，於上述(2)及(3)，應適當考慮直交方向之振動及扭轉振動。

4.4 對地震力之安全性

有關作用於建築物之地震力根據規範所規定方法進行結構計算並根據下述各項加以評估。但是，地震作用對建築物之影響確定比暴風、積雪、其他地震以外的載重及外力作用較小的情形，不在此限。

4.4.1 水平方向輸入地震力之設定

(1)使用告示所定開放工學基盤之加速度反應譜，將適切考量根據建設地表層地盤之增幅作成之地震波(以下稱告示波)作為設計用輸入地震力。此時，應滿足告示所規定持續時間等之事項，使用適切考慮位相分布所製作之3地震波以上。

(2)根據告示之但書，基於建設地周邊之活斷層分布、斷層破壞模型、過去之地震活動、地盤構造等，適切的作成建設地之模擬地震波(以下稱現場波)的情形，可代替前項告示波之中極少發生之地震力作為設計用輸入地震力。此時，使用適切考慮位相分布所製作之3地震波以上(與告示波併用時，與告示波合計3波以上)。

(3)上述(1)及(2)之任一情形，為了確認所作成地震波為適切者，併用下述之地震波作為設計輸入地震力。即過去代表性觀測地震波中，考慮建設地及建築物特性適當選擇3波以上，將其最大速度振幅為250mm/s、500mm/s所製作之地震波，各作為較少發生之地震力、極少發生之地震力。另外，上述之最大速度振幅值可乘上法規所規定之Z值。

4.4.2 使用反應分析建築物之振動系模型的設定

(1)建築物之振動系模型，根據建築物之構造方法、振動性狀而設定時，應使其能適切把握建築物各部分產生之力及變形。此種情形下，對特定構材之反應值可直接評估具有適當構造方法、振動性狀之建築物時，因應其目的設定適合的振動系模型。

(2)具有推定建筑物和地盤之動態互制作用對建築物有很大影響之基礎結構時，設定可適切考慮該影響之振動系模型。

(3)振動系模型之恢復力特性及阻尼特性，應適切的反應建築物的構造方法及振動特性。

(4)設定層之恢復力特性時，使用下述或與其同等之方法來進行，即

適切假定地震力於各樓層之分布，並於適當考慮各構材的彈塑性恢復力特性下進行靜力彈塑性分析的結果。

4.4.3 對水平地震力之反應計算

- (1)建築物之各反應值，將承受輸入地震力之振動系模型的運動方程式以適切的方法求解而得到。
- (2)將建築物之平面直交主軸2方向各自作用地震力時之反應另行計算。此外，2方向同時作用地震立時之反應或對主軸45度方向作用地震立時之反應的影響跟據適切的方法加以評估。
- (3)將上下方向地震之影響考慮與水平方向地震力的同時性，並考慮建築物之規模及形態適切的評估。
- (4)對於平面上大尺寸之建築物等，具有恐受到輸入地震位相差影響之虞的規模及形態的建築物，根據適切的方法考慮其影響。
- (5)對於垂直方向的載重，適切考慮其對水平方向變形的影響。

4.4.4 評估判定基準

(1)損傷界限

對於較少發生之地震動，根據下述①及②的方法加以確認。(但是有關隔震層確認於隔震材料相關認定之範圍內使用時，可不依①及②的方法)。

- ① 確認各層之反應層間位移角不超過200分之一的範圍。但是，確認過結構耐力主要部分之變形不會導致建築物的部分有顯著損傷之虞者，不在此限。
- ② 建築物結構耐力主要部分所產生之應力於短期容許應力內，或確認地震後不會殘留有害龜裂或應變。但是，對於制振構材則不在此限。

(2)倒塌、崩壞界限

對於極少發生之地震動，根據下述①至④的方法加以確認建築物不會倒塌、崩壞。(但是有關隔震層確認於隔震材料相關認定之範圍內使用時，可不依①至④的方法)。

- ① 各層之反應層間位移角不超過100分之一。
- ② 各層之層反應塑性率不超過2.0。此時，作為計算塑性率之基準的變形考慮構造方法及振動特性適切的設定。
- ③ 構成構造耐力主要部分之各構材的反應塑性率，應小於根據該構材之構造方法、構造特性等所設定之界限值(該值超過4.0時為4.0)。此時，作為計算塑性率之基準的變形考慮構造方法及振動特性適切的設定。(但是，制振構材不在此限)

④ 反應值超過①至③所示之值時，對應其超過程度，確認下述事項。

- a. 使用可計算各構材之反應值的適切解析模型，確認層間位移角、層的塑性率及構材塑性率等之妥當性。
- b. 反應分析使用之構材的恢復力特性，到超出反應變形範圍為止適切的模型化，且具有該模型化適切的結構細部。
- c. 進行可計算隨水平變形之垂直載重附加影響的適切反應分析。

以下部分省略

4.7 外裝材等之安全性

屋頂外覆材、外裝材及面向屋外之隔牆，對於風壓及地震其他振動及衝擊於結構耐力上為安全之要求，根據下述(1)及(2)的方法加以確認。

(1)對於告示第三號所定暴風及較少發生之地震不會損傷之要求，根據4.3及4.4所定方法之結構計算所得反應值來加以確認。

(2)基於2000年建設省告示第1458號所定方法，確認風壓力對結構耐力上之安全性。

以下部分省略

參考資料二

超高層鋼筋混凝土造之施工計畫及管理

(荻原行正先生 摘要版)

1. 超高層鋼筋混凝土結構的基本施工計畫

(1) 從設計階段的施工性考量…結構體斷面的標準化

柱、梁構材斷面的「標準化」使鋼筋混凝土造之模板、鋼筋、混凝土的作業單純化。提高模板及鋼筋組立器具的轉用性，同時提高作業的熟悉效果。

(2) 鋼筋的預組化…柱筋的預組化

主筋原則上使用大直徑高強度鋼筋，箍筋為閉合形，以求組立作業的簡易化、能率的提升。預組化以各層為單元，主筋的續接原則上使用機械式續接器。

(3) 鋼筋的預鑄化…梁筋的預鑄化

與柱相同，主筋使用大直徑高強度鋼筋，箍筋為閉合形。預組化包括接頭區，形成十字、丫字、井字形等，視起重機的能力儘可能進行大的預組化。其目的為減少起重次數以及減少高價的梁主筋續接個數。

(4) 柱模板的格板片化…柱模板的預組化

為提高模板的轉用次數，將柱模板格板式化，鎖緊方式也非模板貫穿式而採用從柱外側鎖緊方式。此法可達組立、拆模作業的簡略化，提高施工速度。

(5) 梁、樓板模板的一體化、大型化…梁模板內藏之平板式模板

將組立、拆模作業最麻煩的梁模板與樓板一體化，以大幅提升作業效率。

(6) 梁模板內藏之平板式模板的轉途與替換

將平板式模板推出拆模樓層，利用起重機移送到作業樓層。假如有兩部起重機則可同時進行預組化柱模板的作業。如此可縮短作業時間。

(7) 柱與梁樓板的混凝土分別澆注…VH 分別澆注工法

為防止柱混凝土澆注後因混凝土沉降導致柱梁界面的龜裂，柱和梁樓板的混凝土分兩次澆注。柱混凝土澆置時，因於無梁筋及樓板鋼筋處進行，可將低坍度高品質的混凝土充分搗實。

(8) 梁主筋的錨定方式

採用 VH 分別澆注工法時，重要的是柱主筋的錨定無法採用柱內彎

鉤，而是要於接頭區內完成錨定。錨定方法有「U形錨定式」和「錨定板錨定式」或「錨定螺帽式」。

(9) 陽台、樓梯的預鑄化：二次構件的乾式化

將柱、梁、樓板之主要構材以外的陽台或樓梯預鑄化。特別是樓梯採用鋼骨造，可作為施工梯先行組立至上一樓層，作業人員利用作為上下非常方便。

2. 超高層鋼筋混凝土結構的假設計畫

(1) 起重機計畫…塔吊機

採用積層工法時，考量起重機常需升高的狀況下，起吊機的機柱與升降機的支架應選擇可簡單接續的機械。

(2) 起重機計畫…平台升降機

進行結構工程時，模板等之轉用材很多，若全部使用起重機，恐怕會造成起重機的超時運作。因此使用升降機及挑出構台，專門往復4~5層樓間的轉用材搬運。

(3) 地面組立場計畫

使用於鋼筋預組、系統模板的地面組立場，最少需要「建築面積左右」。設置大型模板的地面組立場及預鑄樓板的現地工廠時，需要更大的場所。無法確保作業場時，將會影響到鋼筋預組的小型化或變更模板系統等施工計畫。

3. 超高層鋼筋混凝土結構的工程計畫

(1) 結構體工程施工順序

現場澆注工法的施工順序如下：

- a. 設置柱模板…柱模板已預組化
- b. 梁樓板大型平板模板替換、設置
- c. 柱混凝土澆注…採VH工法
- d. 吊裝梁預組鋼筋…主筋續接後、放置到梁底部
- e. 樓板配筋及陽台預鑄板設置後吊裝柱預組筋
- f. 梁、樓板混凝土澆注

(2) 主體結構循環工程

使鋼筋混凝土造之施工脫離密集勞動，根據預組化及機械化之合理化施工的工程計畫要點為，確立每一樓層的循環工程。通常而言標準的循環工法，現場工法約6~8日/層，預鑄化工法為4~5日/層。

(3) 裝修材的先行吊裝例

先行吊裝之材料主要為外牆材料，此為防止風雨先構築止水線，以便進行建築內部工程。

(4) 全體工程進度表

累積結構體循環工程，作成全體工程進度。循環工程為實際工作日數，換算成日曆天(考慮休假日及雨天等無法施工日)時，換算係數使用 1.4~1.5。

4. 超高層鋼筋混凝土結構的品質管理

(1) 每輛混凝土預拌車的時間管理

混凝土的時間管理中，「每輛預拌車從拌合開始到澆置結束的時間管理」以及「每一柱、梁、樓板的澆置時間管理」為重要的。

(2) 估算溫度與判斷混凝土強度的關係

脫模時混凝土所需強度，根據結構計算、開裂彎矩等來計算。此管理手法稱為「估算溫度」。工程開工前就數種水灰比即不同強度之混凝土進行試拌合，確認其發展強度。因此，實際工程進行時，每天測定、紀錄氣溫，確認澆置後混凝土每日的氣溫。判斷達到脫模時所需強度時，根據試體加以確認後，進行脫模作業。無法達到所需強度時，必須變更混凝土的配比強度，採取溫度修正等處置。

(3) 混凝土的管理資料表

混凝土的強度管理有「初期管理」、「7 日強度」、「28 日強度」及梁樓板之「脫模時強度」管理。「28 日強度」及「設計強度」的管理，每個構材 3 次試驗(試體 9 個)，每樓層 6 次試驗使用 18 個試體來管理。

(4) 結構體混凝土強度的測試結果

於混凝土管理資料表內，整理出結構體混凝土強度的結果。確認材齡 4~5 日之脫模時的強度，28 日時之設計強度。

5. 工地現場預鑄工法

現場預鑄工法即於工址基地內製造預鑄構材。無須工廠經費、運送費等當然比起廠製可降低成本，但是必須有製造構材的場所。即使是合理化的現場澆注工法對於施工計畫、施工管理也有許多困難的地方，但是僅將柱、梁、樓板的任一種預鑄化則可得到更合理化的施工。當然想要預鑄化本身從「設計」到「施工計畫」、「製造管理」就需要很多專門技術，但是預鑄構材本身「造價偏高」也為是否採用的檢討點。日本有柱、梁、樓板全預鑄化即無現場澆注的最先端工法，但是也有僅部份預鑄化的工法，現況為配合各自現場的狀況加以選擇。根據各構材的特徵最容易組立者為柱構材，製造也簡單、構材為一樓層高比較輕，無須過度提升塔吊機的能力。梁構材製造較難，根據跨度構材的重量也會變重。因此，此處以台灣目前較容易採用的「柱構材的現場預鑄化工法」為中心來介紹。

(1) 柱預鑄(到梁下端)、梁樓板現場施作

柱的預鑄化最單純的方法為，到梁下端為止的預鑄化方法。接頭區及梁、樓板為現場澆注。可取代柱預組筋吊裝、柱預組模板吊裝、柱混凝土澆注的工程，循環工程可縮短一天。

(2) 柱預鑄構材的製造

柱預鑄構材的製造方法有縱向澆注和橫向澆注。縱向澆注時製造場所較狹窄也可，但為了讓混凝土能從預拌車直接澆注，必須於比 GL 低的位置製造。橫向澆注需要較大的場所，如能確保儲存場此為最容易進行的方法，於日本主要採用橫向澆注。

(3) 梁筋埋入接頭區之一體型預鑄柱

柱預鑄化的進一步方法為「梁主筋埋入接頭區之一體型柱預鑄化工法」。柱的一部分即將必須與柱相同強度的接頭區預鑄化。此法為目前日本採取僅柱預鑄化工法的主流。

(4) 柱、梁鋼筋的地面作業

柱、梁鋼筋預組化後先行儲存起來。

(5) 柱混凝土的澆注

柱混凝土讓預拌車於旁邊直接澆注最理想，但是於狹窄現場反復施作時，也有可能無法直接進行。預組鋼筋及構材的搬運，必須使用吊車，有時可利用該吊車以混凝土吊桶澆注混凝土。預鑄構材的製作以一天一件的周期製造，寒冷時期必須有「蒸氣養護」的設備。

(6) 預鑄構件的存放

結構工程的循環工程即 4~5 天的期間，必須製造一樓層份所有柱構件並儲存。必須將側柱及隅柱、內柱等各式形狀的構材有效率的存放在狹窄的場所。

(7) 預鑄構件的安裝

以塔吊將柱預鑄構材吊至作業樓層。吊裝所需時間與塔吊能力有關但通常為 10 分/件。僅此吊裝作業，已完成柱配筋、柱模板、柱混凝土、梁配筋的作業。

(8) 梁主筋的續接：套管續接

柱預鑄構材的吊裝作業後，立刻進行梁主筋續接和續接處部分的箍筋配置。梁主筋的續接，日本大多採用梁用的套管續接器。因為是套管，即使梁主筋對接處有些誤差也能容易施工。

(9) 梁主筋的續接

梁主筋的套管續接器，需從注入口注入填充材直到從吐出口流出為止。在填充材凝固前，為使套管不移動設有螺栓固定著鋼筋。

(10) 柱主筋的續接：套管續接與接合隙縫的無收縮水泥

接合隙縫與套管同時填充水泥砂漿，於柱預鑄材接合處之隙縫利用

「空氣管」代替模板，充氣後可防止水泥砂漿填充材漏出。水泥砂漿從套管續接器的一處注入口進行，確認全部套管從吐出口流出水泥砂漿為止，作為填充完成的管理。

(11)梁構件的現場預鑄

製作梁預鑄構材時考慮梁上端筋與樓板澆注成一體。梁主筋的續接設於跨度中央，該部分施作模板於現場澆注混凝土。外周梁不希望於跨度間現場澆注時，可將梁主筋續接設於接頭區內。

(12)樓板的現場預鑄

工廠製造之半預鑄樓板，因道路運送關係其寬度約為 2m 左右。因此全面採用工廠製造的半預鑄樓板時，樓板的件數將變多，一片片配置也花費時間。現場可製造一個跨度一片樓板的預鑄板，一片樓板重量約 10 噸以上，因此必須提升塔吊的能力。一跨度一片半預鑄樓板時，樓板上端筋也可預先配置，大幅提升作業的合理化。

參考書目

1. 內政部：建築物耐震設計規範及解說，95 年 1 月 1 日頒佈實施。
2. 張國鎮、黃世建等：新時代高強度鋼筋混凝土研究，第一年度研究報告，社團法人台灣混凝土學會，98 年 1 月 1 日。
3. 洪思閩、葉超雄、鄧崇任等：建築物耐震手冊之編訂(一)、(二)，內政部建築研究所主辦、中華民國地震工程學會執行，成果報告，88 年 6 月。
4. 陳斗生：台北 101 之地工考量(上)、(下)，營建知訊，2003 年 12 月。
5. 段永定、高金盛、苟昌煥、曾清銓：建築結構隔震設計手冊之研訂，內政部建築研究所成果報告，90 年 10 月。
6. 葉文凱、陳永成等：預鑄建築工程實務，內政部建築研究所主辦台灣營建研究院執行，成果報告，88 年 3 月。
7. 高層鋼筋混凝土造設計指針(暫定版)：日本住宅・都市整備公團 建築技術部 (1999)。
8. Hiroyuki Aoyama, editor: Design of Modern Highrise R.C. Structures, University of Tokyo, Japan, 2001.
9. 日本建築學會：高強度混凝土施工指針(案)・同解說(2005)。
10. 日本建築學會：高性能 AE 減水劑混凝土之配比、製造及施工指針・同解說 (1999)。
11. 日本建築學會：現場搗灌同等型預鑄鋼筋混凝土結構設計指針(案)・同解說 (2002)。
12. 日本建築學會：預鑄複合混凝土施工指針(案)・同解說(2004)。
14. 國土開發技術研究中心：NewRC 構造設計指針(1992)
15. 日本建築中心：高層建築物之構造設計實務(2002)
16. 建築技術：(特集)超高層 RC 造之設計和技術(2002)

17. 日本住宅、都市整備公團 建築技術部：高層鋼筋混凝土造設計指針 (1999)
18. 日本建築學會：建築物之限界狀態設計指針(2002)
19. 日本建築學會：長周期地震動和建築物的耐震性(2007)
20. 日本建築學會：鋼筋混凝土造建物之韌性保證型耐震設計指針・同解說(1999)
21. 日本建築學會：鋼筋混凝土造建物之耐震性能評估指針(案)・同解說(2004)
22. 日本建築學會：鋼筋混凝土造建物之品質管理及維持管理的試驗方法，(2007)
23. 日本建築學會：建築工程標準規格書・同解說(JASS 5 鋼筋混凝土工程)，(2009)
24. 新世代超高強度鋼筋混凝土構造工程技術研討會 論文集，(2007)
25. 新世代超高強度鋼筋混凝土構造工程技術 第二次研討會講義，(2009)
26. 晴海三丁目西地區(再)A1 街區住宅建設及其他工程 簡介資料 (2006)