

超高強度鋼筋混凝土建築結構設計施工審核要項之研擬

Review Items on Structural Design and Construction for Buildings using Ultra High-Strength Reinforced-Concrete

主管單位：內政部建築研究所

陳建忠¹ 廖慧明² 林克強³ 蔡江洋⁴ 夏沛禹⁵ 鄒本駒⁶

Chen, Chien-Jung¹ Liao, Huey-Ming² Lin, Ker-Chun³ Hsia, Pei-Yu⁴

Tsay, Jiang-Yang⁵ Tsou Pen-Chu⁶

^{1,6}內政部建築研究所工程技術組 ²廖慧明建築師事務所 ³國家地震工程研究中心
⁴仲元電腦股份有限公司 ⁵新構造工程股份有限公司

摘要

本近年來有關超高強度鋼筋混凝土(New RC)於超高層建築工程之應用，各界感受到有迫切的需求也投入相當的心力。然而作為結構材料性能優越的超高強度鋼筋混凝土，從某種角度看來可說是與現行傳統的鋼筋混凝土屬於不同的材料，為了發展和普及此結構系統之應用則非精確掌握其結構構材特性不可，目前，於日本使用超高強度鋼筋混凝土之超高層建築物，都必須進行根據構材彈塑性特性之結構分析、非線性動力地震歷時反應分析等。目前國內對於高度超過 50 公尺或特殊結構等，需進行主管機關委託審查機構的結構審查，另有使用超出技術規則之材料或施工方法則又將適用於「建築新技術新工法新設備及新材料認可申請」，惟此認可辦法適用於使用超高強度 RC 之超高層建築似乎有所不足，如上述 New RC 建築並非僅需高強度材料及施工方法的認定，整體結構分析設計方法的考量也極為重要。因此參考日本 New RC 高強度材料認定・認可辦法、設計施工審核制度以及內容的演變並兼顧國內法令制度與工程實務等實情，研擬適合於國內 New RC 建築之設計施工審核要項，以利 New RC 建築實際應用與發展。本文「超高強度鋼筋混凝土建築結構設計施工審核要項」的擬定，除依據目前國內「特殊結構委託審查原則」外，將針對超高強度鋼筋混凝土造建築物之特殊處，提供加強的相關審查要項。重點有(1)使用材料的特性(組成及力學特性)，(2)組成構材的結構特性，必要時以實驗預先驗證，(3)分析方法，為求掌握結構物整體行為，建議需進行彈塑性歷時分析，(4)斷面分析時應考慮架構最大變形時的應力狀態，(5)施工之可行性評估。

關鍵詞：超高強度鋼筋混凝土、施工計劃書、歷時反應分析、預鑄混凝土構材

Abstract

In Recent years, for an application of ultra high-strength reinforced-concrete (New RC) on super high-rise buildings, the public, including researchers, building developer, building designer etc, not only have a strong interest but also have paid many efforts on it. The strengths of the New RC materials exceed range specified in the existing RC code in Taiwan.

Basically, the characteristics of structure made by the New RC materials are different from that made by traditional RC material in many aspects, especially on a concept of application. Therefore, for development and wide application of this type structural system, its structural characteristics shall be clear understood. So far, use of the New RC materials on super high-rise seismic buildings in Japan has been very mature. In Japan, the design of buildings using the New RC materials shall be based on analysis considering elastic-plastic behavior of its members and containing inelastic dynamic time history responses of the whole structure. According to Taiwan's official review system of building structure, a procedure of peer review for a building structure should be lunched as the height of building exceeds 50 meters. In addition, if a building structure adopts some materials that exceeded limitations of the related latest codes, a recognized application for new material and new construction methodology should be approved by an authorized building administration. For an initiation of developing New RC buildings in Taiwan, the recognized application gives a basic and necessary qualification for constructing New RC buildings but it is less help to positively develop the New RC industry. In fact, it needs more practical experience accumulations efficiently including material certification, analysis and design methods of individual members and whole structure, and details and arrangement of construction than just a recognized application of the new methodology. For helpful developments of Taiwan's New RC technologies on buildings, the aim of this report is to establish the review items that consider Japan's experiences and Taiwan's engineering practices. This establishment of the review items is focused on special parts on analysis, design and construction of New RC building exception Taiwan's existing "Commissioned Review Principles of Special Structure". The key points of the review items include (1) mechanical properties of the special materials used, (2) behaviors of structural members made by the materials, if needed, prequalified experiments may be conducted, (3) proposing inelastic time-history analysis method in this report to understand the overall ultimate behavior of a structure, (4) design and analysis of structural members considering a stress state under the structure reaching a maximum deformation condition, (5) feasibility estimation of construction. To rapidly and effectively accumulate engineering experiences on the New RC buildings, single review unit is recommended in this report at beginning development stage of the New RC building.

Keywords: ultra high-strength reinforced-concrete, construction plan, time history response analysis, precast reinforced-concrete members

一、研究緣起與背景

近年來有關超高強度鋼筋混凝土(New RC)於超高層建築工程之應用，各界感受到有迫切的需求也投入相當的心力。相關研究報告有「超高強度鋼筋混凝土建築設計施工指針的研擬」、「高強度鋼筋混凝土應用在超高樓層建築物之耐震性能探討」、「超高強度鋼筋混凝土建築審核認可機制之探討」等，材料方面，國內高強度鋼筋、續接器及高強度混凝土的研究頗有成果，而國外相關廠商對於高強度鋼筋、續接器等也希望提供其產品及技術，進一步更計畫進行有關高強度鋼筋混凝土構件之本土化實驗研究。

有鑑於此，預測國內今後充分利用超高強度鋼筋混凝土的超高層建築物將會漸漸普及，並隨著活用超高強度鋼筋混凝土的特性，不久將來不僅是超高層建築物，中高層建築的廣泛利用也是指日可待，然而作為結構材料性能優越的超高強度鋼筋混凝土，從某種角度看來可說是與現行傳統的鋼筋混凝土屬於不同的材料，為了其發展及普及此結構系統之應用非精確掌握其結構構材特性不可，目前，於日本使用超高強度鋼筋混凝土之超高層建築物，都必須進行基於構材彈塑性特性之結構分析、非線性動力地震歷時反應分析等。

另一方面，隨著鋼筋混凝土(RC)建物的高層化，鋼筋的高強度化和大直徑化的需求也提升，因此有關於高密度配筋和鋼筋彎曲加工等配筋設計施工的範疇內，發生了種種技術上的問題。因應此問題，市場上開發了鐔接式高強度剪力箍筋、灌漿式機械續接器及機械錨定鐵件等，以便進行超高層 RC 建物的設計、施工。目前有些中高層 RC 建築物，也有於結構設計完成後，施工的階段中，為無法獲得合理的鋼筋配置的案例。此因為於結構設計階段中未能先行考量配筋設計所致。於結構設計階段，結構設計和設計圖製作常被分別作業，配筋詳細圖於設計階段未製作完成前，即進行施工的事例甚多。而高強度、大直徑鋼筋的情形，柱梁接合處配筋細節處理，等到施工階段有時將難以進行調整。因此使用高強度、大直徑鋼筋之 RC 建築物，必須於結構設計階段時，即考慮此配筋原則與細節，製作出配筋詳細圖，確認柱梁接合部之配筋細節符合設計圖說及標準施工說明書等。如果無法如設計所預想的方式配置柱梁接合部鋼筋，將無法保證 RC 建物的結構性能。

此外為了確保品質、施工合理化、生產性、工期縮短，超高層 RC 建築採用預鑄化也是必然的發展。預鑄化有下述之優點：

1. 品質的安定

傳統工法的結構體構築受技術人員、天候、施工條件等常導致混凝土的不安定，造成結構體品質很大的變動，預鑄化可除去這些不安定因素外，同時配筋、模板的精度也提升，或部分機械化施作獲得安定的製品。

2. 工期縮短

傳統工法通常以約 7~11 天完成一個樓層的工程循環來進行，預鑄化可縮短至 5~8 天。整個超高層 RC 建築則可縮短幾個月的工期，另外預鑄結構體本身已具有一定的強度，可減少支撐或提早拆除，混凝土澆注後的第二天即可進行下一樓層的工程，或內裝工程可提早開始。特別是受天候的影響小，容易工程管理。

3. 減少高處的鋼筋、模板作業，提升安全性，同時大量減少模板使用，為對地球環境有利的優良工法。

如上述此等 New RC 建築之建造因材料強度及施工方式，可能或必須超過目前建築技術規則與結構混凝土設計規範的一般規定，如何確保設計的安全性及施工的可靠性成為此等建築物發展上的課題。

目前國內對於高度超過 50 公尺或特殊結構等，需進行主管機關委託審查機構的結構審查，另有使用超出技術規則之材料或施工方法則又將適用於「建築新技術新工法新設備及新材料認可申請」，惟此認可辦法適用於使用超高強度 RC 之超高層建築似乎有所不足，如上述 New RC 建築並非僅需高強度材料及施工方法的認定，整體結構分析設計方法的考量也極為重要。因此參考日本 New RC 高強度材料認定、認可辦法、設計施工審核制度以及內容的演變並兼顧國內法令制度與工程實務等實情，研擬適合於國內 New RC 建築之設計施工審核要項，以利 New RC 建築實際應用與發展。

二、研究範圍及方法

鄰國日本自 1988 年開始由政府主導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，至今 New RC 建築已超過 700 棟，最高 59 層高達 200 公尺，顯示該工程技術應用已趨成熟。國內近年來對於相關課題亦投入相當的心力，惟 New RC 建築之發展尚處於研究階段，開發建設廠商雖對此種建築物感到應興趣卻又抱著觀望心態。此乃國內尚未整合出一套 New RC 的審核認定標準，可說是主要原因之一，不確定的審核內容、不確定的審核期間，將使廠商裹足不前。有鑑於此，參考日本 New RC 發展過程及審查內容的演變，考量國內實情，期待能研擬出適用於國內之超高強度鋼筋混凝土設計施工的審核機制。

具體作法為彙整國內相關之審查機制，並參考日本建築學會出版之各種相關資料、日本建築中心「高層 RC 建築技術審查會」之審查內容及機制、及「混凝土構造評定委員會」之鋼筋及續接器等評定報告書等，擬定國內適用之設計施工審核要項內容。同時建議國內須進行的研究項目，包括結構非線性分析方法的開發、構材性能實驗、高強度材料製作及施工技術、預鑄工法的推廣等，商請學術單位及相關業者參與實際的研究，研究過程中邀請專家學者以座談方式檢核研究內容之可行性。

日本於高層混凝土建築的發展過程中，審核機制已由初期的單一機構擴展到成熟期的指定多處審查機構，可見審核內容項目已趨於標準化，其中許多成果都可由報告或圖書取得，利於直接引用，或參照國情透過國內專家之建議討論加以修正。因此採用如此研究方法可於最短時間達到最佳的成果。

目前國內已有高層建築結構設計審查辦法，由主管建築機關委託學術單位、建築師及技師公會等進行審查。審查內容已相當完備，且運作已相當順暢，對鋼筋混凝土建築而言，僅適用於現行鋼筋混凝土設計規範所規定之一般強度鋼筋混凝土造

的高層建築物。主要審查項目有(1)建築及基地概況，(2)結構系統，(3)設計載重，(4)結構分析，(5)結構材料，(6)結構設計細部，(7)臨時開挖檔土措施，(8)與結構安全相關之施工系統，(9)結構設計圖。

高強度鋼筋混凝土材料與結構之特徵有

1. 一定以上強度的混凝土其彈性係數、抗壓強度時之應變、抗拉強度不會隨強度大增大而變大，另外，潛變係數、收縮應變，乾燥收縮應變小，而自收縮應變大。
2. 達到混凝土抗壓強度時幾乎為彈性，抗壓強度後急速破壞，最大強度以後之斜率的控制必須有某種程度以上的橫向圍束鋼筋量，已獲得足夠之韌性，圍束鋼筋量不足時，欠缺改善效果。
3. 初期勁度之評價方法，幾乎與普通強度的混凝土相同。高強度混凝土之裂縫為貫穿粗骨材，形成平滑的破壞面、此構材之裂縫影響剪力傳遞路徑。
4. 主筋為高強度鋼筋時，降伏變形變大，有時於主筋降伏達彎曲極限強度前，因混凝土達到極限壓應變而達最大強度。彎曲極限強度之計算，必須考慮高強度鋼筋與混凝土的應力-應變關係。
5. 剪力強度，使用適切的有效抗壓強度係數，可根據以往的剪力極限強度計算式求出。
6. 界限變形，與使用普通強度之混凝土相同，軸力比的大小及構材抗壓性能或規定抗壓性能之結構因素將成為性能評價的基本。

高層鋼筋混凝土結構物的施工，大多使用柱及梁為預鑄構材而現場組立的工法。常用的工法有(1)將柱、梁構材預鑄化，柱梁接合部為現場澆置混凝土的工法，(2)柱構材預鑄化，接合部及梁構材結合成一預鑄構材，於梁中央部接合的工法，(3)柱構材與接合部結合為一預鑄構材，梁構材預鑄化，於梁端部接合工法。柱梁架構建物之柱梁接合部，大地震時之應力相當高，確保其耐震性能及保握這些性能對架構恢復力特性的影響是重要的。

有鑑於此，本研究的範圍將針對超高強度混凝土、鋼筋所衍生之材料特性、設計分析方法及施工技術等提供進一步的審查項目，主要增加之審查項目為

1. 耐震設計方法，將要求考慮構材彈塑性行為之非線性歷時分析。
2. 使用之高強度混凝土、高強度鋼筋、續接器、錨定鐵件等材料時，需經過主管機關之新材料認可。
3. 採用預鑄積層工法時，應提出施工計畫，預鑄構材之接續方法或位置超出規範要求時，應以構材實驗方式證明其可行性。

三、研究成果

3.1 審查重點

本案「超高強度鋼筋混凝土建築結構設計施工審核要項」之擬定，正期待如日本建築中心之「技術檢討(指導)委員會」發揮技術的累積及推廣的使命，除目前國內「特殊結構委託審查原則」外，將針對超高強度鋼筋混凝土造建築物之特殊處，提出加強的相關審查要項，並參考國外資料提供審查要項內容說明等，以供參考。加強重點有(1)使用材料的特性(組成及力學特性)及各樓層使用材料強度之區分(如圖1)，(2)組成構材的

結構特性，必要時以實驗預先驗證，(3)分析方法，為求掌握結構物整體行為，建議需進行彈塑性歷時分析，(4)斷面分析時應考慮架構最大變形時的應力狀態，(5)施工之可行性評估。

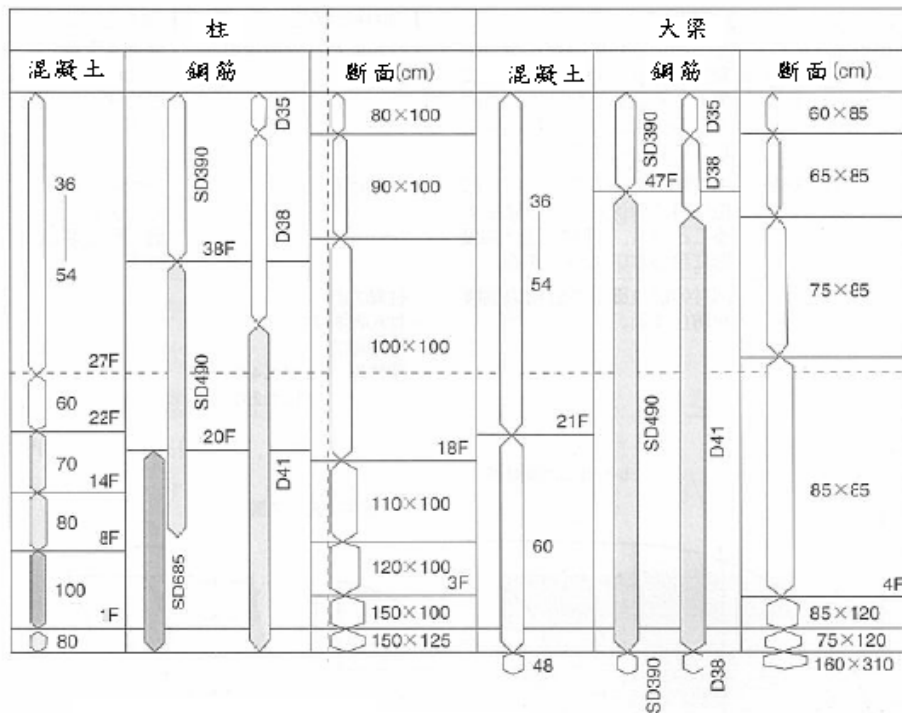


圖 1 材料強度使用區分圖

3.2 審查適用對象

本研究審查要項之適用對象將針對使用超高強度之鋼筋混凝土建築物，或鋼筋混凝土造建築其結構施工方法採用預鑄工法者。

儘管國內筋混凝土設計規範對混凝土應用之強度並無上限限制，但因高強度混凝土有不同之特性，超過此強度之混凝土其製造、運送、澆置與養護皆比一般強度混凝土有一些更應注意的細節。另外於設計上，此超高強度混凝土的力學性質等有與一般強度混凝土有所不同。根據研究高強度混凝土之應力-應變關係，達抗壓強度之應變隨著混凝土之高強度化而增大，但是其傾向根據粗骨材之種類、量及最大尺寸而不同，因此應力-應變的關係式必須考慮粗骨材為變數。此外高強度混凝土之抗壓強度與彈性係數(E值)之關係，也與骨材種類及混和材種類有關。在此將混凝土強度超過 8,000Psi(約 560 Kgf/cm²)之混凝土納入審查對象內。

現行鋼筋混凝土設計規範規之耐震設計規定，鋼筋降伏強度不得超過 4200kgf/cm²。當鋼筋強度過高時，特別達 SD550、SD685 等級者，除鋼筋搭接續接長度過長不利施工性外，鋼筋本體不適合進行電銲與彎折之加工作業，因此為方便鋼筋的續接與端部錨定作業，鋼筋表面節理形狀製作成螺紋節形式，並採用續接器續接；鋼筋端部錨定可利用螺帽型錨定器做為端部錨定。此 SD685 高強度螺紋節鋼筋、鋼筋套筒續接器、與鋼筋端部錨定器皆為超高強度鋼筋混凝土結構系統之重要關鍵元件。因此將主筋使用 SD550、SD685 等級之鋼筋及其續接、錨定元件納入審查對象。

3.3 審查流程

使用高強度材料之建築物申請審查流程，申請者、審查單位之作業流程如下表。

	申請者	審查單位(委員會及事務員)
事前作業	提出審查申請	事務員—說明申請要領、申請圖說、手續要領、預定時程
申請	預審資料 <ul style="list-style-type: none"> • 申請書 • 設計概要圖說 	事務員—提出資料之確認
第一次委員會	出席委員會 <ul style="list-style-type: none"> • 使用材料 • 結構設計概要說明 • 施工方法概要說明 	委員會—內容審查、是否接受正式審查、小委員會成員(擔任委員)之決定、審查期間之預定 事務職員—小委員會開會之通知(不接受審查時退回圖說)
小委員會	出席小委員會(詳細檢討) <ul style="list-style-type: none"> • 質疑事項回答 • 追加檢討事項書 	小委員會—小委員會審查 <ul style="list-style-type: none"> • 詳細的審查 • 複數回審查(必要時)
第二次委員會	委員會(原則上僅提出資料) <ul style="list-style-type: none"> • 質疑事項回答書 • 追加檢討資料 • 追加檢討項目一覽表 	委員會 - 委員會審議 <ul style="list-style-type: none"> • 擔任委員報告審查結果 • 審查之決定 • 審查報告書之審議(適合的情形) 事務職員—通知結果(不適合時不再審查，並附上理由書)
發行審核報告書	領取審查報告書 提出最終圖書	事務職員 <ul style="list-style-type: none"> • 發行審查報告書 • 最終圖書之保管

3.4 審查必要資料

3.4.1 預審提出之資料

預審時提出之資料，與目前各主管建築機關委託結構審查之初步內容大致相同，但是高強度鋼筋混凝土建築，對於使用之高強度鋼筋及混凝土的結構性能，有超出目前規則或規範所記載者，以及施工方法為顧及品質管理及縮短施工期間，經常採用積層預鑄工法，施工便利上所導致結構性能的影響及施工的可能性等，皆應於預審時提出討論，以便於正式審查時提供更確實之說明資料，包括材料的認可及構材實驗之驗證等。其資料包括申請書及各種圖說。如(1)建築設計概況，(2)結構計畫概要，(3)結構設計概要，

(4)結構圖，(5)地質調查概要，(6)使用特殊材料或特殊裝置，(7)特殊工法及預定進行之實驗。

3.4.2 詳細審查時提出之資料

通過初審後，進行結構之詳細設計及施工可行性的確實檢討。確認使用材料已通過認可，構材特性之調查或實驗，使分析時所使用構材之力學特性更趨於實際狀況。除初審時之彈性分析外，同時強調考慮構材非線性之歷時分析，檢討建築物之性能，針對各種等級之地震，使用不同大小的設計地震波，根據所得反應值判定該建物之使用性及安全性能。正式審查應提出之資料和圖說如下述：(1)使用材料之認證，(2)構材性能調查或實驗結果，(3)特殊裝置之檢討，(4)結構安全檢討，(5)施工計畫，(6)施工管理與查核方式。

四、結論與建議

4.1 結論

於「超高強度鋼筋混凝土建築設計施工指針之研擬」的報告中曾經指出，為獲得品質良好且符合安全性能的超高強度混凝土高層建築物，設計與施工者之密切合作極為重要。結構設計者與施工廠商應分別具有分析設計能力及構材製作與施工能力，雙方密切配合，使建造完成之建築物受外力作用時，其應力與位移反應符合設計之預期。因此，超高強度鋼筋混凝土造超高建築於國內推展初期，應以新材料、新技術看待，其審核內容應比目前實施之「特殊結構委託審查原則」有所加強，審查機構也考慮初期由單一機構處理，發揮技術的累積及推廣指導的使命。

本研究主要針對高強度鋼筋混凝土造高層建築提供設計施工審查項目之研擬，將針對高強度材料所導致之特殊性，提供加強審查的要項。其要點為：

1. 高強度材料之特性

包括高強度混凝土之彈性模數、配比計劃、施工品質管理等，高強度鋼筋之力學特性、搭配使用之續接器/描定器的認定等，構成高強度鋼筋混凝土之組成律(應力-應變關係)。

2. 高強度鋼筋混凝土構材之特性

如構材之遲滯迴圈設定等，應以實體結構實驗加以預先驗證，或參照既有可信賴之資料。

3. 結構分析方法

必要之構材特性應符合所使用材料之特性，除根據目前法規所要求以靜力為主之分析方法外，應使用非線性歷時分析確實掌握建築物之耐震性能。

4. 構材之斷面設計

使用斷面設計之應力，應考慮到建築物最大可能變形時(彈塑性)之應力，僅根據彈性分析所得應力，與建築物進入塑性後之應力再分配會有所不同。同時考慮材料強度之差異性，分析外力之可信性等，有必要時更將設計應力乘上放大係數。經過詳細彈塑性分析，確保塑鉸發生位置，則可依塑鉸處確保變形性能，飛塑鉸處確保強度之設計原則。

5. 施工可行性評估

高層鋼筋混凝土造建築物，為縮短工期、確保品質等，常採用預鑄循環工法。施工計劃之製作、施工圖之繪置、預鑄工法之續接位置、現場澆置混凝土之施工、工區之分割、品質管理之方法等都應事先列入評估。

4.2 建議

1. 舉辦研討會加強超高強度鋼筋混凝土審查要項及需求內容等的推廣

超高強度鋼筋混凝土與現行傳統的鋼筋混凝土屬於不同的材料，須精確掌握其結構構材特性，目前於日本使用超高強度鋼筋混凝土之超高層建築物，都必須進行基於構材彈塑性特性之結構分析、非線性動力地震歷時反應分析等。當前國內對於高度超過 50 公尺或特殊結構等，需進行主管機關委託審查機構的結構審查，另如超高強度鋼筋混凝土有使用超出技術規則之材料或施工方法則又須適用於「建築新技術新工法新設備及新材料認可申請」。本研究所整理之審查要項及需求內容有必要先推廣給業界及審查單位瞭解，以利發展及普及此種結構系統之應用。

2. 研擬超高強度鋼筋混凝土造高層建築結構設計施工審查之申請資料案例，提供申請者參考

本研究主要針對高強度鋼筋混凝土造高層建築，研擬設計施工審查項目，針對高強度材料所導致之特殊性，提供加強審查的要項。其內容包括高強度材料之特性、高強度鋼筋混凝土構材之特性、結構分析方法、構材之斷面設計、施工可行性評估等項目。其審查內容及流程等不同於以往，

並含預審須提出之資料，雖與目前各主管建築機關委託結構審查之初步內容大致相同，但是高強度鋼筋混凝土建築，對於使用之高強度鋼筋及混凝土的結構性能，有超出目前規則或規範所記載者，以及施工方法為顧及品質管理及縮短施工期間，經常採用積層預鑄工法等不同工法，因此有必要研擬超高強度鋼筋混凝土造高層建築之申請資料案例提供申請者參考。

3. 研訂預鑄構材之設計施工指針及材料製品規範等，推動預鑄建築發展

超高強度鋼筋混凝土在日本發展多年，高層建築已普遍使用，而其工法中，預鑄及半預鑄工法為關鍵技術。預鑄可大量減少現場施工工種與勞工數量，縮短工期，並有效提升結構構件施工品質，因此國內有必要研擬預鑄構材之設計施工指針，並透過更多有關高強度鋼筋混凝土的相關實驗與研究，制定出高強度材料、製品之規範，作為產業界進一步研發之依據。並推動中低層建築使用預鑄工法，同時也有助於超高強度鋼筋混凝土建築的發展。

參考文獻

1. 內政部營建署、(2002)，「建築物耐震設計規範及解說」。
2. 內政部建築研究所、(2009)，「超高強度鋼筋混凝土建築設計施工指針之研擬」。
3. 內政部建築研究所、(2011)，「高強度鋼筋混凝土應用在超高樓層建築物之耐震性能探討」。
4. 內政部建築研究所、(2011)，「超高強度鋼筋混凝土建築審核認可機制之探討」。

5. 台灣建築中心、(2007),「新世代超高強度鋼筋混凝土構造工程技術研討會論文集」。
6. 台灣建築中心、(2009),「新世代超高強度鋼筋混凝土構造工程技術第二次研討會論文集」。
7. 台灣建築中心、(2011),「新世代超高強度鋼筋混凝土構造工程技術第三次研討會論文集」。
8. 國家地震研究中心、(2012),「超高強度材料於高層 RC 建築之應用研討會」。
9. 結構工程學會、(2012),「先進鋼筋混凝土結構耐震分析與設計研討會」。
10. H.Aoyama (university of Tokyo,Japan)(2001) Design of Modern Highrise Reinforced Concrete Structures
11. ACI Committee、(1997),「State-of-Art Report on High-Strength Concrete」, ACI 363R-92。
12. 日本建築センター、(2002),「高層建築物の構造設計實務」。
13. 日本建築センター、(2012),「BCJ 超高層業務方法書」。
14. 日本建築學會、(1999),「鉄筋コンクリート造建築物の靱性保證型耐震設計指針・同解説」。
15. 日本建築學會、(2004),「プレキャスト複合コンクリート施工指針(案)・同解説」。
16. 日本建築學會、(2004),「鉄筋コンクリート造建築物の耐震性能評価指針(案)・同解説」。
17. 日本建築學會、(2005),「高強度コンクリート施工指針(案)・同解説」。
18. 日本建築學會、(2007),「鉄筋コンクリート造建築物の品質管理および維持管理のための試験方法」。
19. 日本建築學會、(2013),「建築工事標準仕様書・同解説(JASS 10 プレキャスト鉄筋コンクリート工事)」。
20. 日本混凝土工學、(2012),「日本と台灣における超高層鉄筋コンクリート造建築物之耐震設計」, 論文集 Vol. 34, No. 2。