

建築物預鑄混凝土結構施工規範

內政部 114 年 2 月 6 日台內國字第 11408004641 號令訂定發布，
並自即日生效。

建築物預鑄混凝土結構施工規範

目錄

第一章 總則	1-1
1.1 依據.....	1-1
1.2 一般規定.....	1-1
1.3 適用範圍.....	1-2
1.4 定義.....	1-2
1.5 單位.....	1-3
1.6 試驗、查驗及檢驗紀錄之保管.....	1-3
第二章 施工計畫	2-1
2.1 施工前準備.....	2-1
2.2 施工計畫.....	2-1
2.3 施工詳圖.....	2-2
2.4 構材施工應力計算.....	2-2
第三章 材料	3-1
3.1 一般規定.....	3-1
3.2 混凝土.....	3-1
3.3 鋼筋.....	3-4
3.4 廠製鋼筋網.....	3-5
3.5 銲接製鋼線網.....	3-5
3.6 預力鋼筋.....	3-5
3.7 後拉預力之錨定器與續接器.....	3-5
3.8 握裹鋼腱之套管.....	3-6
3.9 無握裹鋼腱之裹襯(套管).....	3-7
3.10 灌漿液.....	3-7
3.11 金屬配件及預埋組件.....	3-7
3.12 材料及預鑄構材之處理作業與儲存.....	3-8
3.13 試驗及檢驗.....	3-9
第四章 預鑄構材用混凝土之基本要求	4-1
4.1 一般規定.....	4-1
4.2 適用混凝土之種類.....	4-1
4.3 混凝土配比目標強度(f'_c)與規定抗壓強度(f'_c).....	4-2
4.4 混凝土抗壓強度.....	4-3
4.5 混凝土工作性及坍度.....	4-4
4.6 混凝土之耐久性.....	4-4

第五章 預鑄構材之製造	5-1
5.1 一般規定.....	5-1
5.2 模板之組立.....	5-2
5.3 鋼材、鋼筋及銲接鋼線網之加工、組立與組件預埋.....	5-3
5.4 混凝土澆置前之檢查.....	5-4
5.5 混凝土之製造與澆置.....	5-4
5.6 混凝土澆置後養護.....	5-5
5.7 脫模.....	5-11
5.8 成品檢查.....	5-12
第六章 預鑄構材之儲存、出貨、搬運及驗收	6-1
6.1 儲存.....	6-1
6.2 出貨與搬運.....	6-2
6.3 交貨驗收.....	6-4
第七章 預鑄構材之安裝組立	7-1
7.1 一般規定.....	7-1
7.2 安裝組立前之準備.....	7-4
7.3 吊裝設備及操作.....	7-4
7.4 安裝組立作業.....	7-6
第八章 預鑄構材之接合	8-1
8.1 一般規定.....	8-1
8.2 鋼筋及鋼材之接合.....	8-3
8.3 接合用填充混凝土之施工.....	8-8
8.4 接合用水泥砂漿之施工.....	8-11
8.5 填充灌漿之施工.....	8-13
第九章 現場澆置混凝土之施工	9-1
9.1 一般規定.....	9-1
9.2 鋼筋、銲接鋼線網及鋼材之加工與組立.....	9-2
9.3 接合用金屬配件、接合用鋼筋之裝設.....	9-3
9.4 模板的組立.....	9-5
9.5 混凝土澆置前之檢查.....	9-6
9.6 混凝土澆置及搗實.....	9-6
9.7 現場澆置混凝土之試驗及檢查.....	9-7
第十章 接合部之防水	10-1
10.1 一般規定.....	10-1
10.2 防水材料.....	10-5
10.3 構材界面之防水施工.....	10-9
10.4 接合部防水之查驗及檢驗.....	10-11

第十一章 品質管制	11-1
11.1 一般規定.....	11-1
11.2 品質管制制度.....	11-1
11.3 品質管制程序.....	11-1
11.4 材料之品質管制.....	11-2
11.5 預鑄構材製造之品質管制.....	11-3
11.6 預鑄構材進場前之品質管制.....	11-8
11.7 預鑄構材組立之精度品質管制.....	11-9
11.8 預鑄構材接合之品質管制.....	11-9
11.9 預鑄工程場鑄及接合部混凝土之品質管制.....	11-12
11.10 接合部防水之品質管制檢驗.....	11-12
第十二章 查驗與檢驗	12-1
12.1 一般規定.....	12-1
12.2 預鑄構材製造前之查驗與檢驗.....	12-2
12.3 預鑄構材製造中之查驗與檢驗.....	12-2
12.4 預鑄構材出貨與交貨之查驗與檢驗.....	12-3
12.5 預鑄構材組立與接合施工之查驗與檢驗.....	12-3
附錄 A 參考標準	A-1

第一章 總則

1.1 依據

本規範依建築技術規則建築構造編(以下簡稱「建築構造編」)第三百三十二條第四項規定訂定之。

解說：

本規範參考社團法人台灣混凝土學會之「預鑄混凝土工程施工規範與解說」^[1.1](2017)及內政部發布之「建築物混凝土結構設計規範」^[1.2](2023)、「結構混凝土施工規範」^[1.3](2022)、「鋼構造建築物鋼結構設計技術規範」^[1.4](2010)與「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說」^[1.5](2011)。

1.2 一般規定

1.2.1 本規範所稱之預鑄混凝土工程，係指建築工程在工廠或現場製造之預鑄混凝土構材(以下簡稱預鑄構材)，及由預鑄構材組立所構築之結構物。

解說：

預鑄混凝土工程為採用混凝土、鋼筋與其他鋼材，利用特有的工廠或現場生產設備及生產技術，預先製造構材成品後再分別搬運至現場，吊裝組立構築結構物之一種施工技術與工法。因構材之製造與組立施工技術對結構物品質有極大影響，因此對於製造設備、製造方法及組立施工方式應訂定遵循標準。

1.2.2 本規範提供預鑄構材與系統施工的最低要求。預鑄混凝土施工應按本規範之規定辦理。本規範未規定之事項，按主管機關頒布之相關規範辦理。

解說：

本規範為一般性施工規範，內容涵蓋預鑄構材製造及組立施工等基本要求，由於本規範乃針對預鑄混凝土工程特有的生產技術而訂，與傳統的鋼筋混凝土或鋼骨鋼筋混凝土等略有不同，故若有不同之處，仍以本規範之規定為優先考慮。為避免與已有之相關規範重複，故本規範未規定事項仍應依主管機關頒布之相關規範規定辦理。

因預鑄工程進步發展快速，若欲採新材料、新工法，應依內政部發布之「建築技術規則」^[1.6](總則編第四條)之規定辦理。

1.2.3 本規範未明確規定之疑義事項，應以設計者或監造者合理解釋為準。

解說：

對未明確之疑義事項，仍以設計者或監造者依據適當之學理、可靠資料、相關規範、工程慣例與實務經驗等之合理解釋為準。

1.3 適用範圍

1.3.1 本規範適用於建築工程，其他工程若適用亦可引用。

1.3.2 在工廠或現場製造之預鑄構材，均適用本規範。

解說：

在工廠或現場製造，採用單一或積層方式鑄造、擠壓、離心等成型製造之構材均為本規範適用範圍。

1.3.3 使用於主結構、次結構或非結構性之預鑄構材，均適用本規範。

1.3.4 全部或部分由預鑄構材所構築之結構物，按結構型式分為預鑄特殊結構牆結構、預鑄特殊抗彎矩構架結構、預鑄特殊抗彎矩構架與結構牆二元結構、預鑄鋼骨鋼筋混凝土結構與預鑄混合結構，均適用本規範。

1.3.5 預鑄構材或接合部導入預力下之預鑄預力混凝土結構，均適用本規範。

解說：

預鑄構材之應用，因構築工法之發展潮流及時代背景已廣泛應用於如下結構部位：

- (1) 主結構構材：全預鑄梁柱、半預鑄梁柱、預鑄樓板等。
 - (2) 次結構構材：半預鑄合成樓板、中空樓板、小梁、預鑄樓梯、預鑄合成牆、預鑄牆等。
 - (3) 非結構性構材：預鑄帷幕牆、陽台板、扶手牆、雨遮、間柱等。
- 上列用途之各項預鑄構材均納入本規範適用範圍內。

預鑄特殊結構牆結構、預鑄特殊抗彎矩構架結構、預鑄特殊抗彎矩構架與結構牆二元結構、預鑄鋼骨鋼筋混凝土結構與預鑄混合結構之定義應符合「預鑄混凝土工程設計規範與解說」^[1.7]之規定。

1.4 定義

本規範所用之用語其定義如下：

- (1) 業主：提供工程與承包商訂定工程合約者。
- (2) 承包商：與業主簽訂工程合約承攬工程者。
- (3) 設計者：受業主或承包商委任提供設計圖說者。
- (4) 製造者：為預鑄構材之專業製造廠商，受業主或承包商委託並簽訂工程合約者。
- (5) 監造者：業主自辦或受業主委任辦理工程施工之監督者。
- (6) 工程合約書：經業主與承包商同意，為完成該工程之書面約定。
- (7) 設計圖說：包括設計圖、計算書及施工說明書等。

解說：

業主即建築法規中所稱之起造人。

承包商即建築法規中所稱之承造人。

設計者為受業主或承包商委任辦理工程設計之工程技術顧問公司、專業技師或建築師。

監造者為業主自辦或受業主委任監督工程施工之工程技術顧問公司、專業技師或建築師。

1.5 單位

本規範所使用之單位為公制，長度採用公尺(m)或毫米(mm)；力量及重量採用公噸(tf)或公斤(kgf)，如工程圖說中以其他單位標示者，應按比例換算，但換算之數值仍以本規範規定之數值為準。

解說：

依目前國內之工程習慣均採用公制，在重量單位中之公斤(kgf)，為與材料強度單位分別，故在有關力學上所用之公斤均以(kgf)為之。

1.6 試驗、查驗及檢驗紀錄之保管

承包商應保存本規範規定之試驗、查驗及檢驗紀錄，以便查閱，並保存至完工後至少2年。

解說：

預鑄混凝土工程因生產技術不同於傳統工法，分為製造、搬運與組立、接合等，各階段之管理程序均各自獨立。為明確各生產階段之責任及求管理整體化，承包商對本規範規定之有關試(檢)驗及查驗紀錄均應完整妥予保管。

預鑄混凝土工程中所有試驗、檢查紀錄應保存完工後至少2年，完工是指業主驗收日期或取得使用執照日期二者較晚者。

參考文獻

- [1.1] 社團法人臺灣混凝土學會，預鑄混凝土工程施工規範與解說，台北，2017。
- [1.2] 內政部，建築物混凝土結構設計規範，台北，2023。
- [1.3] 內政部，結構混凝土施工規範，台北，2022。
- [1.4] 內政部，鋼構造建築物鋼結構設計技術規範，台北，2010。
- [1.5] 內政部，鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說，台北，2011。
- [1.6] 內政部，建築技術規則，台北，2015。
- [1.7] 社團法人臺灣混凝土學會，預鑄混凝土工程設計規範與解說，台北，2017。

第二章 施工計畫

2.1 施工前準備

2.1.1 施工前應充分考量預鑄構材之製造、搬運、接合方式及組合順序。

2.1.2 施工前應確認設計圖說與施工規範所記載之工法。

2.1.3 承包商應針對預鑄構材接合部之施工可行性、場鑄鋼筋混凝土部分之工作性、及預鑄構材與場鑄部分接合部之施工可行性進行檢討，必要時應與設計者或監造者討論。

2.2 施工計畫

2.2.1 施工前應由承包商製作預鑄混凝土工程施工計畫書，並由監造者核定。

2.2.2 預鑄混凝土工程施工計畫至少應包含下列項目：

- (1) 工程概要
- (2) 施工管理程序
- (3) 品質要求
- (4) 工期規劃
- (5) 品質管制計畫
- (6) 預鑄構材製造計畫
- (7) 預鑄構材運輸計畫
- (8) 臨時工程計畫
- (9) 分項工程施工計畫
- (10) 勞工安全衛生計畫

解說：

承包商應擬訂預鑄混凝土工程施工計畫經監造者核定後據以施工。

預鑄混凝土工程施工計畫應包括下列內容：

- (1) 工程概要
 - (a) 一般概要：工程名稱、施工地點、工期、業主、設計者、監造者。
 - (b) 設計概要：結構、高度、基地面積、建物面積、用途。
- (2) 施工管理程序：施工管理組織圖、人員職掌。
- (3) 品質要求：設計要求品質、施工要求品質。
- (4) 工期規劃：施工程序表、預鑄構材製造工期表、組立工期表。
- (5) 品質管制計畫：預鑄構材製造品質管制、預鑄構材組立品質管制、各施工階段重點品質管制項目。
- (6) 預鑄構材製造計畫：工廠概要、使用材料、材料配比、澆置順序、養護方法、強度管理、構材規格、品檢方法、儲藏方法。
- (7) 預鑄構材運輸計畫：搬運路徑、使用車輛、載運方式。
- (8) 臨時工程計畫：臨時用道路、用水及用電。
- (9) 分項工程施工計畫：暫存計畫、安裝組立工程、接合工程、防水工程、場鑄工程、修補工程。

(10) 職業安全衛生計畫：構材組立安全規劃、各施工階段重點安全管理項目。

2.3 施工詳圖

2.3.1 預鑄混凝土工程施工前應依據設計圖說，事先繪製施工圖，經核可後始得加工製造預鑄構材。變更施工細節時，亦應經核可後始得製造。

2.3.2 施工圖應註明各構材於製造、組合及安裝組立時所需之完整資訊，應在適當位置至少載明下列項目：

(1) 製造圖

依設計圖說繪製，並說明下列各項資訊：

- (a) 預鑄構材各部分尺寸
- (b) 預鑄構材之混凝土規定抗壓強度及其特殊規定
- (c) 預鑄構材內配置鋼筋及其他金屬配件之規格、尺寸與詳細位置
- (d) 施工載重、施工程序、模板與支撐、及安全措施
- (e) 鋼筋續接之型式及詳細位置
- (f) 預力系統之規格、佈設詳細位置、預力大小與施預力程序
- (g) 伸縮縫、收縮縫、隔離縫及施工縫之位置、詳圖及施工步驟
- (h) 管線、預留孔及埋設物等之詳細位置及安裝方法
- (i) 其他重要事項

(2) 安裝圖：

標示結構物之方位、構件之編號，及其相關位置之尺寸、工地接合之位置及其注意事項，必要時應提供吊裝重量、重心位置及順序。

2.3.3 原設計圖說與製造、安裝等有關之規定均應分別加註於製造圖及安裝圖中。

解說：

預鑄構材製造前應依據設計圖說事先繪製預鑄構材製造圖，經核可後始可加工製造，嗣後若有變更製造細節時，亦同。

2.4 構材施工應力計算

預鑄構材製造與工程施工程序應詳予規劃，避免受力不當造成構材與施工品質之影響。施工前應檢討下列各階段構材應力行為：

- (1) 預鑄構材製造與施工過程。
- (2) 預力系統施工過程。

解說：

預鑄構件製造前，宜檢討預鑄構材於製造、脫模與搬運階段之應力行為，及安裝時預鑄構材之應力行為，除構材本身外亦包含相接合之構材一併分析。

預鑄構材採用預力系統配置時，宜事先檢討施預力過程對於預鑄構材之應力行為，以確保施預力過程與完成後預鑄構材不致產生毀損情況。

第三章 材料

3.1 一般規定

3.1.1 本章規定適用於預鑄構材材料及附屬品之品質。接合灌漿材料規定於第八章，防水材料規定於第十章。

3.1.2 使用材料品質及其檢驗方式應符合本章相關各節之規定。

3.1.3 使用材料來源與品質應事先獲得監造者核可；未經監造者同意，不得變更材料來源與品質。

解說：

本章對預鑄構材使用之混凝土材料、鋼筋與鋼材等結構用材料及接合、吊裝與預埋用金屬配件等之品質及儲存加以規定。

基礎及地梁等工地現場製造之混凝土及混凝土材料，請參考內政部發布之「結構混凝土施工規範」^[3.1]。

預鑄構材接合用之填充混凝土材料依第 8.3 節規定，水泥砂漿材料依第 8.4 節規定。

3.2 混凝土

3.2.1 混凝土材料包括膠結材、粗粒料、細粒料、拌和用水及化學摻料。

解說：

本節所稱混凝土材料係指組成混凝土之材料，包括膠結材、粗粒料、細粒料及拌和用水。至於混凝土施工所用之其他材料，如養護劑、脫模劑及模板材料等，見內政部發布之「結構混凝土施工規範」^[3.1]之相關規定。

3.2.2 膠結材

3.2.2.1 膠結材應符合下列相關標準：

- (1) 卜特蘭水泥：CNS 61 [卜特蘭水泥]
- (2) 水硬性混合水泥：CNS 15286 [水硬性混合水泥]
- (3) 混凝土用飛灰：CNS 3036 [混凝土用燃煤飛灰及未煨燒或煨燒天然卜作嵐材料]
- (4) 水淬高爐爐渣粉：CNS 12549 [混凝土及水泥砂漿用水淬高爐爐渣粉]
- (5) 矽灰：CNS 15648 [膠結混合料用矽灰]
- (6) 混凝土用膨脹材料：CNS 12283 [混凝土用化學摻料]

解說：

預鑄構材製造過程中一般使用蒸氣養護，因使用膠結材種類不同，預鑄構材強度發展亦異，故預鑄構材製造計畫宜標註使用膠結材種類及添加比例。

CNS 15286 之混合水泥依其混和物可分為卜特蘭高爐爐渣水泥(IS 型)、卜特蘭卜作嵐水泥(IP 型)、卜特蘭石灰石水泥(IL 型) 及三元混合水泥(IT 型)。

膠結材中混合使用適量具水硬性及潛在水硬性之卜作嵐材料，如飛灰、矽灰及水淬高爐爐渣粉等或較不具水硬性之細磨石灰石粉等，一般可增加混凝土之工作性、水密性及減少水合熱等。其中細磨石灰石粉應由符合 CNS 61 卜特蘭水泥用之天然石灰石所製成，其石灰石質量 70%以上為由一種或更多種的碳酸礦物形式所組成。

若膠結材中使用鋁質水泥、高鋁水泥、貝萊土水泥(Belite-rich cement)等特殊水泥，宜依據內政部發布之「建築技術規則」^[3.2](總則編第四條)之規定辦理。

3.2.2.2 預鑄構材澆置所用膠結材應與配比設計所用膠結材相同。

3.2.2.3 除經監造者核可外，不同來源之膠結材不可混合或交替使用

解說：

製造預鑄構材之混凝土所用膠結材宜與配比設計時相同；若製造時之膠結材與配比設計所用不同來源時，宜重新做配比設計及試驗，以證明能符合製造預鑄構材所需。

工程材料之品管除要求各項材質應滿足規定外，尚須品質均勻，故同一結構體內以使用同牌同型膠結材為宜。若膠結材之廠牌與類型在合約中有特別指定，應從其指定。

3.2.3 粒料

3.2.3.1 混凝土粒料應符合下列標準之一：

- (1) CNS 1240 [混凝土粒料]
- (2) CNS 3691 [結構混凝土用之輕質粒料]
- (3) CNS 11824 [混凝土用高爐爐渣粗粒料]
- (4) CNS 11890 [混凝土用高爐爐渣細粒料]

解說：

結構用途之預鑄構材混凝土細粒料應為潔淨之天然砂或品質良好岩石製成之機製砂。未經處理合格之海砂(包括沿海區域地下挖出之砂)含有害鹽分，不可用做混凝土細粒料。

再生粒料若經試驗證實其能符合工程需求之功能，經監造者同意後可使用於非結構用預鑄牆、板等混凝土或臨時設施。

3.2.3.2 粗粒料標稱最大粒徑應不大於下列規定之最小值：

- (1) 模板間最小寬度之 1/5；
- (2) 混凝土板厚之 1/3；
- (3) 鋼筋、鋼線、束筋、鋼腱、成束鋼腱或套管、保護層厚度等最小淨間距之 3/4。

解說：

限制粒料尺寸為保證混凝土可良好包裹鋼筋與減少蜂窩。

關於模板間最小寬度部分，在上端側翼內夾模具(倒吊模)等之特殊情況不受此限。

粗粒料之標稱最大粒徑係指至少 95%粒料通過(且 100%通過大一號篩)之粒徑篩號。粒徑過大可能導致混凝土無法充分填滿模板內部角落或包裹埋設物四周；但粒徑減小會增加粒料之總表面積，因而應增加膠結材用量，增加體積不穩定性(乾縮、龜裂及潛變量)，故應適當選擇粒徑以平衡利弊。

3.2.4 拌和用水

混凝土拌和用水應符合 CNS 13961 [混凝土拌和用水] 之規定，其檢驗方法應符合 CNS 1237 [混凝土拌和用水試驗法] 之規定。

解說：

混凝土拌和用水應潔淨，不得含油脂、酸、鹼、鹽類達有害程度有機物或其他有害混

凝土或鋼筋之物質。混凝土拌和用水可為自來水、非自來水或沖洗回收水。自來水可視為符合規定。非自來水及沖洗回收水水質應經檢驗確認符合 CNS 13961〔混凝土拌和用水〕之規定。

過量水中不純物會影響混凝土凝結時間、強度發展與體積穩定性，也可能引致析晶(白色結晶鹽析出混凝土表面)或造成鋼筋及金屬埋設物腐蝕。水中鹽分或其他有害物應與粒料或摻料中含量合計，以合計總量判斷其有害程度。

拌製混凝土所用拌和用水應與混凝土配比設計所用者相當。

液態摻料所含水分應視為拌和用水之一部分，於配比中加以調整。

3.2.5 化學摻料

3.2.5.1 摻料應經指定或核可方可使用，採用之摻料應符合下列標準之一：

- (1) 化學摻料：CNS 12283〔混凝土用化學摻料〕
- (2) 流動化摻料：CNS 12833〔流動化混凝土用化學摻料〕
- (3) 輸氣摻料：CNS 3091〔混凝土用輸氣附加劑〕

解說：

摻入混凝土之摻料，宜以符合 CNS 規範之混凝土用摻料為限。CNS 未有規範之新摻料，則應依內政部發布之「建築技術規則」^[3.2](總則編第四條)之規定申請認可，其使用仍應經監造者許可。

使用各項混凝土摻料，以能達所要求之混凝土性能且對其他混凝土性質無妨害為原則，並應經監造者核可。

摻料之用量及用法亦有所限制，配比設計前應對所用摻料，詳細閱讀其原製造廠之使用說明書，並配合使用，必要時可與供應商洽商。可信之試驗報告係指學術研究或公正機構之試驗報告，原製造廠之使用說明書之可信度應有試驗報告或優良使用紀錄佐證。若無上項之試驗報告應要求廠商委託學術研究或公正機構進行試驗評定。

施工所使用之摻料應與選用配比設計時所使用之摻料相同。

除本規範之規定外，使用摻料時，應依照產品說明書之規定。

3.2.5.2 使用不符合前節規範之混凝土化學摻劑，需經監造者預先核可。

解說：

為增進混凝土某項性質所用之摻料，若對混凝土其他性質有不良影響，致使無法符合設計要求時，不得使用。

各種摻料應有可信之試驗報告或原製造廠之使用說明書以作為配比設計之依據。必要時應進行試驗，測試其性能。

摻料之性能與使用時之溫度相關，因此應注意使用季節之氣溫，做相同溫度下之性能試驗。

3.2.5.3 含氯成分的化學摻劑不應用於預鑄混凝土。

解說：

任何含氯成分的化學摻劑均不可用於預鑄混凝土，預鑄混凝土中允許最大水溶性氯離子含量應符合內政部發布「建築物混凝土結構設計規範」^[3.3]之規定。

3.3 鋼筋

3.3.1 本節適用於預鑄構材內配置之鋼筋，不包括預力混凝土用之預力鋼筋。

3.3.2 鋼筋施工前，應依第 2.3 節之規定繪製施工詳圖，並經核可，作為施工之依據。

3.3.3 有關鋼筋之細節，除合約及本規範之規定外，應依內政部發布之「結構混凝土施工規範」^[3.1]之規定。

解說：

預力混凝土使用之預力鋼筋材料性質規定詳見第 3.6 節，但預力預鑄構材中所用之非預力鋼筋仍應遵照本節規定。

鋼筋施工前，需按第 2.3 節之規定繪製鋼筋施工詳圖，並經核可，以作為施工之依據。鋼筋施工詳圖宜標示鋼筋尺寸、加工形狀、排置位置、續接方式、續接位置、錨定及支承墊等。對預鑄構材配筋特別複雜部位宜繪製詳圖。

有關鋼筋之彎鉤、最小彎曲內徑及搭接等應符合內政部發布之「建築物混凝土結構設計規範」^[3.3]第二十五章之規定。

3.3.4 除螺箍筋及預力鋼筋可為光面鋼筋或光面鋼線外，鋼筋應有竹節或螺紋節、鋼線應為麻面，並應規定其級別，其他性質應符合 CNS 560〔鋼筋混凝土用鋼筋〕或其他相關規範之規定。

解說：

若使用標稱強度大於 $4,900 \text{ kgf/cm}^2$ [490 N/mm^2] 之鋼筋，其性質宜符合內政部發布之「建築物混凝土結構設計規範」^[3.3]第 20.2.2 節之規定。

3.3.5 鋼筋及鋼線之降伏強度可由(1)或(2)決定：

(1) 符合 CNS 2111〔金屬材料拉伸試驗法〕規定，使用 0.2% 偏移量的橫距法。

(2) 如鋼筋或鋼線有尖銳轉折或明確的降伏點，可使用指針停頓法(halt-of-force method)。

解說：

多數鋼筋實際表現出的應力應變行為是尖銳的降伏或轉折(彈塑性應力應變行為)。而較高強度等級的鋼筋、鋼線、鋼線圈、不銹鋼筋和鋼線，通常不會出現明顯降伏的應力應變行為，而是逐步降伏。

降伏強度是由製造商在工廠利用鋼筋樣品的拉伸試驗來決定。鋼筋降伏強度的試驗方法(包括橫距法及用指針停頓法(halt-of-force method))，可參考關於鋼筋及鋼線的 CNS 2111〔金屬材料拉伸試驗法〕或 ASTM 相關標準之試驗方法與定義。

3.3.6 經註明為鍍鋅或環氧樹脂塗布鋼筋者，其塗布應符合內政部發布之「建築物混凝土結構設計規範」^[3.3]第 20.5.2.1 節之規定。

3.4 廠製鋼筋網

3.4.1 廠製鋼筋網應符合相關規範之規定，其鋼筋應符合第 3.3.4 節之規定。

3.4.2 鋼筋網可使用鍍鋅鋼筋。夾緊器可為非金屬製品，若為金屬夾緊器則應鍍鋅。在鋼筋交叉夾緊處之受損塗布層應依第 3.3.6 節規定修補。

3.4.3 鋼筋網可使用樹脂塗布鋼筋。夾緊器可為非金屬製品，若為金屬夾緊器則應作樹脂塗布。在鋼筋交叉夾緊處之受損塗布層應依第 3.3.6 節規定修補。

3.4.4 若採用鉚接型(點鉚)鋼筋網應符合 CNS 6919 [鉚接鋼線網及鋼筋網] 之規定。

3.5 鉚接製鋼線網

鉚接鋼線網應規定其鋼線直徑、間距、光面或麻面。鉚接鋼線網應符合 CNS 6919 [鉚接鋼線網及鋼筋網] 之規定。

3.6 預力鋼筋

3.6.1 預力鋼筋應符合下列規定之一：

- (1) 鋼線及鋼絞線：預力混凝土所用鋼線及鋼絞線應符合 CNS 3332 [預力混凝土用鋼線及鋼絞線]
- (2) 圓鋼棒及竹節鋼棒：應符合 CNS 9272 [預力混凝土用鋼棒]

解說：

預力鋼筋應符合內政部發布之「建築物混凝土結構設計規範」^[3.3]第 20.3.1.1 節之規定。

3.7 後拉預力之錨定器與續接器

3.7.1 錨定器及續接器在被錨定或銜接之預力鋼筋達到其規格所定之要求抗拉強度值前，應不被破壞及不產生顯著變形而影響結構強度。

3.7.2 握裹鋼腱之錨定器在無握裹狀況下進行試驗，錨定器之強度應達預力鋼筋規定抗拉強度 f_{pu} 之 95%，且在錨定時其變形量與滑動量不得超過預計值。

3.7.3 錨定器強度未達預力鋼筋規定抗拉強度之 100% 者，應以全尺寸斷面之預力鋼筋在握裹狀況下進行強度試驗，以證明在規定載重下，預力鋼筋自錨定器至最高應力區之間所發展的握裹力，可達預力鋼筋規定抗拉強度之 100%，方可使用。握裹預力鋼筋之錨定器在無握裹狀況下已能達預力鋼筋規定抗拉強度之 100% 時，可不需於握裹狀況下進行試驗。

解說：

後拉預力之錨定器及續接器之強度與變形量要求，係為確保結構體在超載重作用而結構預力鋼筋已超過其彈性範圍進入非彈性區情況下，其錨定器及續接器尚不致損壞或不因過度變形而失去其原有之功能。為達到上述目的故訂定以下之要求：

握裹預力鋼筋在無握裹前所施加之預力，依規範規定僅能達到預力鋼筋規定抗拉強度之 80% ($0.8f_{pu}$)，小於規範中錨定器之強度 ($0.9f_{pu}$)，但在超載重作用下，可能達到預力鋼筋規定抗拉強度 (f_{pu}) 之 0.9 以上，因此該預鑄構材在握裹長度內所發展之握裹強度應達預力鋼筋之規定抗拉強度。此乃在確保超載重作用下結構體不致於錨定器損壞。

3.7.4 無握裹預力鋼筋之錨定器，當其所錨定之預力鋼筋達到其規定最小規定抗拉強度時，錨定器應僅產生小量之永久變形，不致降低預期之規定抗拉強度。

解說：

由於無握裹預力鋼筋中之預力應全部依靠端部錨定器傳入混凝土，因此錨定器之強度需大於預力鋼筋之規定抗拉強度，且不得因永久性之變形而降低其規定抗拉強度。

另外為確保端部錨座不因動力作用而產生彈性疲乏破壞，當結構體承受動力作用時，應考慮使用握裹預力鋼筋。

3.7.5 續接器僅能於經監造者許可之較低應力區使用。在承受預力鋼材之最小規定強度下，續接器或預力鋼筋所產生之變位量均不得超過其預計值。

3.7.6 續接器應配以適當之套管使施預力時容許移動。續接器用於握裹預力鋼筋時應有必要之設施以確保灌漿完整性。

解說：

預力鋼筋應於應力較低處進行續接。

3.7.7 在同一套管中由數根鋼絞線、鋼線或鋼棒所組成之預力鋼筋，除已考慮施加預力時之相互干擾外，應同時施加預力。

解說：

多根式預力鋼筋係同一套管內由多根鋼線(或鋼絞線或鋼棒)組成，若分批施預力時，後施預力之鋼線可能受先施預力鋼線之纏結壓迫，以致無法全線達到所需之預力，故應考慮鋼線各別施加預力時之相互干擾。

3.7.8 設計者得規定承包商，應提出錨定器及續接器符合內政部發布之「結構混凝土施工規範」^[3.1]第 14.2.3 節所規定之性能試驗報告。

3.8 握裹鋼筋之套管

3.8.1 套管材料不可與水泥中鹼性成分發生化學反應，亦不得產生電解或變質惡化之現象。套管應具相當剛度以防施工中變形或損壞，接縫處應具水密性以防止混凝土澆置時水泥砂漿侵入。

3.8.2 套管之內徑至少應比其內鋼絞線束、鋼線束或鋼棒束大 6 mm，套管內斷面積至少為預力鋼筋淨斷面積之 2 倍。

3.8.3 套管兩端應設灌漿孔及排氣孔。除曲率小且較接近水平之處外，套管之所有頂點亦應設灌漿孔或排氣孔。若套管在安置後灌漿前可能遭受冰凍時，應於所有低點設置排水孔。

解說：

握裹預力鋼筋之套管提供於施加預力後灌漿之用。一般而言，混凝土之 pH 值大於 8，因此預力鋼筋不會產生腐蝕之化學反應。若套管內灌漿之材料含有氯離子(Cl^-)成分，則可能破壞預力鋼筋表面之腐蝕鈍化層而損壞預力鋼筋。套管應具相當剛度係指應具足夠之支承，並適當綁紮固定使其免因混凝土澆置而移位，仍能保持所須之平滑曲線。

套管內徑應比內穿之鋼絞線、鋼線或鋼棒之組成外徑大 6 mm 以上，其內部斷面積至少為預力鋼筋總斷面積之 2 倍，乃在確保施加預力及灌漿作業之方便性。

灌漿孔及排氣孔之位置應適當設置，使套管能完全灌滿。在冰凍區，應於較低之位置設置排水孔，使管中之積水完全流出，以避免管內殘留水凍結時體積膨脹，導致套管脹裂。

3.9 無握裹鋼腱之裹襯(套管)

無握裹鋼腱之裹襯(套管)應符合下列規定：

- (1) 具適當之抗拉強度及防水性以避免在運送、工地儲存及安裝時發生不能修護之損壞、變質或變形。
- (2) 應在預力鋼筋無握裹部分保持連續。
- (3) 應防止漿液滲入及塗敷材料散失。
- (4) 可為連續之管狀物或以螺旋式包捲。

解說：

所稱裹襯(套管)變質係指金屬套管銹蝕或紙質套管腐爛變質。為防止施加預力作業上之困難應防止混凝土澆置時漿液滲入管內，並防止管內預力鋼筋之保護塗料散失或流出管外。以連續性金屬圓管作為套管乃傳統式之作法。亦有以油脂或瀝青材料塗敷於預力鋼筋之表面，再以防水紙或塑膠材料以螺旋式包裝於預力鋼筋之外部，亦可視為另一種無握裹裹襯。

3.10 灌漿液

3.10.1 灌漿液應符合內政部發布之「結構混凝土施工規範」^[3.1]第 14.2.7 節之規定。

3.10.2 細粒料應符合 CNS 3001 [圬工砂漿用粒料] 之規定。

3.11 金屬配件及預埋組件

3.11.1 接合用之金屬配件

3.11.1.1 接合用金屬配件之材質，應予標註。接合用金屬配件如使用鋼筋時，鋼筋之材質依照第 3.3 節之規定。

3.11.1.2 接合用金屬配件之形狀及尺寸，應標註於設計圖說。

3.11.1.3 續接器中所使用之各項零件形狀與尺寸，應依照設計圖說之規定。

3.11.1.4 高強度螺栓與銲接材料之種類與材質應依照設計圖說之說明。

解說：

接合用之金屬配件，為預鑄構材接合部分所使用金屬配件之總稱，一般均在五金工廠或預鑄構材製造工廠製造並預先埋設在預鑄構材內，在現場大部分採用銲接接合。埋設在預鑄構材之接合用金屬配件有鋼材或牆與底板構材相互接合用之插筋等。在現場使用之金屬配件有錨固在基礎部分之金屬配件、構材間接合用之預埋鋼板、錨定筋等。

接合用金屬配件之鋼材品質，可參照內政部發布之「鋼構造建築物鋼結構施工規範」^[3.4]第二章材料之規定選用，並予明示；銲接用金屬配件所使用之鋼材，宜為適合銲接者。銲接部分之鋼材、鋼筋不可採用剪切，應使用瓦斯熔切或鋸斷之方式，以防止切斷面發生微細裂縫。

接合用金屬配件之形狀及尺寸，應於設計圖說中明示，委託金屬配件製造工廠製造時，宜對銲接人員之資格、金屬配件之形狀、尺寸等之製品規格及對檢查結果等加以核可。

3.11.2 安裝用之金屬配件

- 3.11.2.1 預鑄構材吊裝用金屬配件，應足夠承受所需之安全荷重，其品質依照設計圖說之規定。
- 3.11.2.2 組立用斜向支撐等所需之預埋金屬配件，應足夠承受所需之安全荷重，其品質依照設計圖說之規定。
- 3.11.2.3 吊裝用及組立用預埋金屬配件之形狀及尺寸，依照設計圖說之規定。
- 3.11.2.4 若未註明且設計圖說亦未說明，則應在施工計畫書中依據金屬之安全荷重選用適合形狀與尺寸，經監造者核可後實施。

解說：

安裝用之金屬配件係預埋於預鑄構材內之吊鉤等，用於將預鑄構材吊起、搬運及移動。吊裝用金屬配件，應足夠承受所需之安全荷重。一般使用之吊鉤需選用合適的材料製成，且該彎鉤能耐反覆吊裝所受荷重，應避免直接取鋼筋加工而成，以避免無預警之脆斷發生，故材料選擇時要特別注意。

「安全荷重」非單指金屬配件類之強度，應包括金屬配件於預鑄構材內之錨定或握裹強度，取其較小值。吊裝用金屬配件，除承受單純的拉應力外，亦承受剪應力及彎曲應力等之複合應力。故設計吊裝用金屬配件時，考慮可能發生的各種狀況，並具充分之安全性。

組立斜向支撐用之預埋金屬配件，亦使用與一般吊裝用金屬配件類似之吊鉤或預埋金屬配件。其材料品質之考慮要點與吊裝用金屬配件同，惟仍應對預鑄構材組立中可能發生之外力(如風力、地震力等)具充分之安全性。

吊裝用及組立用預埋金屬配件，宜符合設計圖說或說明所示之形狀及尺寸，並符合其使用目的。

3.11.3 預埋組件

預埋組件之種類、形狀、材質應依照設計圖說規定。

解說：

預埋組件係指預先埋設在預鑄構材中之各種組件，但不包含鋼筋或預先安裝的面飾材。

3.12 材料及預鑄構材之處理作業與儲存

3.12.1 混凝土材料準備及儲存，應符合內政部發布之「結構混凝土施工規範」^[3.1]。

3.12.2 鋼材、接合用金屬配件、吊裝用金屬配件及預埋組件等應分類整理儲存，不可長期曝露屋外受潮。

解說：

製造預鑄構材用之水泥、粒料、摻料等混凝土材料及鋼筋、銲接鋼線網、鋼板等之處理及儲存，參照內政部發布之「結構混凝土施工規範」^[3.1]及「鋼構造建築物鋼結構施工規範」^[3.4]。

預鑄構材製造工廠及工地施工之材料，如加工完成之鋼材類(鋼骨預鑄構材或接合用金屬配件)、鋼筋組件及銲接鋼線網，各種預埋組件類等，其大小參差不齊，種類繁多，因此需依照類別與工程別標記分類並分別放置，使能與預鑄構材製造圖或檢查目錄等相互對照。避免與其他種類混淆。

各類材料之儲存除遵守作業場地安全規定外，對於金屬材料應有專用處所妥善保管，以避免銹蝕、損傷與變形。鋁質之埋置物應符合內政部發布之「建築物混凝土結構設計規範」^[3.3]第 20.6.3 節之規定。

3.13 試驗及檢驗

材料之試驗及檢驗，應符合第十一章及第十二章之規定。

解說：

預鑄構材製造所用之材料，如水泥、摻料、粒料及鋼鐵組件等之品質檢驗，詳見第十一章及第十二章相關內容。

參考文獻

- [3.1] 內政部，結構混凝土施工規範，台北，2022。
- [3.2] 內政部，建築技術規則，台北，2015。
- [3.3] 內政部，建築物混凝土結構設計規範，台北，2023。
- [3.4] 內政部，鋼構造建築物鋼結構施工規範，台北，2007。

第四章 預鑄構材用混凝土之基本要求

4.1 一般規定

4.1.1 本章規定適用於預鑄構材之混凝土基本要求。

解說：

本章規定用於製造預鑄構材的新拌混凝土及硬固混凝土之基本要求。

上述混凝土之外，填充混凝土尚須依照第 8.3 節，牆之水平接合部分用之水泥砂漿尚須依照第 8.4 節，現場澆置混凝土尚須依照第九章或內政部發布之「結構混凝土施工規範」[4.1]。

4.1.2 預鑄構材使用之混凝土，應具有設計圖說要求之工作性、強度及耐久性。

解說：

本項係規定具有規定品質之混凝土，經在模型內澆置、搗實、養護而鑄造預鑄成構材，其硬固混凝土應具備之品質。

預鑄構材使用之混凝土，係指未成為預鑄構材前之新拌混凝土與已成為預鑄構材後之硬固混凝土，需符合要求之品質。

新拌混凝土之工作性，包括流動性、不易析離、澆置、搗實、修飾等性能宜符合本規範要求。尤其是每一預鑄構材係個別製造，其模型狀態、鋼筋組立、接合金屬配件或管線等埋設物種類及埋設狀況均較特殊，且混凝土澆置及搗實方法等與一般的現場澆置混凝土不盡相同，所以其的工作性宜能符合預鑄混凝土品質的要求。

具備上述性能的新拌混凝土，當其硬固後，也應具備符合要求的強度及耐久性。標準養護齡期 28 天後之抗壓強度宜符合設計圖說規定。經標準養護硬固後之混凝土，其耐久性應能適應各種不同劣化環境，且能耐久使用。耐久性通常考慮之項目包括收縮、中性化、凍融作用、鹼質粒料反應、鋼筋腐蝕等，當建築物設置在潮風影響、承受凍融或酸性很強的區域，需要規定能適應這些劣化環境的性能。

4.1.3 預鑄構材應具有設計圖說規定之強度及耐久性。

解說：

本工法所指之預鑄構材，在製造過程中，一般會採加熱養護方式，這種特殊養護之混凝土，仍需要符合規定之抗壓強度及耐久性。所以經相同養護條件下之試體抗壓強度宜符合本規範第 4.4 節之規定。至於耐久性，在預鑄構材製造的全部過程都需依照第五章之規定，對第十一章及第十二章所述之品質進行管理及試驗，且檢查也需合格。

4.2 適用混凝土之種類

4.2.1 混凝土依其使用粒料分為普通混凝土及輕質混凝土。

4.2.2 使用混凝土之種類，應予標示。

解說：

本施工規範規定之預鑄構材是結構用構材，混凝土之種類分為使用普通粒料(砂、礫石、碎砂、碎石等)之普通混凝土，及使用輕質粒料之輕質混凝土。各種混凝土性質不同，故使用種類宜予標示。另外混凝土使用之膠結料組成也會影響混凝土性質，故使用種類也應予以標示。

4.3 混凝土配比目標強度(f'_{cr})與規定抗壓強度(f'_c)

4.3.1 若配比強度資料足夠建立標準差，則配比目標強度的計算應符合表 4.3.1 之規定。

表 4.3.1 強度資料足夠之抗壓強度計算表

規定抗壓強度 f'_c (kgf/cm ²)	配比目標抗壓強度 f'_{cr} (kgf/cm ²)
抗壓強度 350 以下	取式(4-1)及式(4-2)之較大者
	$f'_{cr} = f'_c + 1.34S$ (4-1)
	$f'_{cr} = f'_c + 2.33S - 35$ (4-2)
抗壓強度大於 350	取式(4-3)及式(4-4)之較大者
	$f'_{cr} = f'_c + 1.34S$ (4-3)
	$f'_{cr} = 0.9f'_c + 2.33S$ (4-4)
備註： f'_{cr} ：配比目標抗壓強度 (kgf/cm ²)、 f'_c ：規定抗壓強度 (kgf/cm ²)、S：標準差 (kgf/cm ²)	

4.3.2 若配比強度資料不足以建立標準差，則配比目標強度的計算應符合參照表 4.3.2 之規定。

表 4.3.2 抗壓強度資料不足之抗壓強度計算表

規定抗壓強度 f'_c (kgf/cm ²)	配比目標抗壓強度 f'_{cr} (kgf/cm ²)
抗壓強度小於 210	$f'_{cr} = f'_c + 70$
抗壓強度介於 210~350 之間	$f'_{cr} = f'_c + 85$
抗壓強度大於 350	$f'_{cr} = 1.10f'_c + 50$

解說：

本規範所稱「配比目標強度」為考慮規範允許之最低抗壓強度，亦為配比設計時混凝土所能達到之抗壓強度，混凝土之配比目標強度宜比規定抗壓強度適當提高，但也需考慮成本因素而不宜過度提高。

以強度定為混凝土驗收基準時，應依 CNS 1231 [工地混凝土試體製作及養護法] 之規定製作標準試體，並進行標準養護。而混凝土試體之取樣及強度要求可參考 CNS 3090 [預拌混凝土] 之相關規定。

由於混凝土材料、人員操作及試驗之變異，因此要求混凝土試體之配比目標強度 f'_{cr} 應相當高於規定目標強度 f'_c ，其提高量取決於試驗結果之標準差及由先前數據所估計值之準確度，提高量之估算參照表 4.3.1 及表 4.3.2。

式(4-1)符合任何連續 3 組強度試驗結果之平均值等於或大於規定抗壓強度 f'_c ，式(4-2)符合當規定目標強度為 350 kgf/cm² 以下時，任何一組強度試驗結果(同組全部圓柱試體強度之平均值)不低於 $f'_c - 35$ kgf/cm²。

式(4-3)符合當規定抗壓強度為大於 350 kgf/cm² 時，任何一組強度試驗結果不低於 0.90 f'_c 。

由於配比目標強度 f'_{cr} 須大到足以同時滿足連續 3 組強度的平均值及最低強度要求，因此需採用以上公式所得之最高配比目標強度 f'_{cr} 。

計算大於 f'_c 之超量設計值或配比目標強度之第一步，是判定有無與工程採用之規定強

度相差在 70 kgf/cm^2 以內之類似混凝土配比，且有 30 組連續試驗之紀錄。如果這是一個新的配比或強度等級，且沒有標準差資料可用，則表 4.3.2 提供 3 種設定級別的超量設計值。

4.4 混凝土抗壓強度

4.4.1 在構材製造工廠採樣之混凝土試體，經標準養護 28 天後，其抗壓強度平均值，應在規定抗壓強度以上。

4.4.2 在構材製造工廠採樣之混凝土試體，經與該批構材在相同養護條件下，構材混凝土之抗壓強度係以該批試體之平均抗壓強度表示，並應滿足下列條件

- (1) 試體之平均抗壓強度，達構材脫模所需強度始可脫模。
- (2) 試體之平均抗壓強度，達構材出貨所需強度始可出貨。
- (3) 試體之平均抗壓強度，在保證強度齡期不得低於規定抗壓強度。

解說：

構材使用之混凝土抗壓強度，一般係指以標準養護 28 天齡期之混凝土試體抗壓強度表示之，且應符合設計圖說要求之最小抗壓強度。

預鑄構材混凝土之養護，一般採用加熱養護（如蒸汽養護或熱模養護）方式提高早期強度以提早脫模；通常，經過加熱養護之混凝土，其 28 天齡期的抗壓強度，都比經標準養護者為低。因此，進行預鑄構材混凝土之配比設計時，宜考量此因素對 28 天齡期抗壓強度的影響，使得混凝土之抗壓強度平均值不低於規定強度。加熱養護的普通強度預鑄混凝土，一般以構材脫模時的強度為關鍵，如能保持脫模時的強度，則抗壓強度將不低於規定強度。

在夏天氣溫高，構材混凝土之養護溫度會比標準養護溫度高，這種狀況之構材混凝土 28 天齡期抗壓強度有時會比標準養護混凝土之 28 天齡期抗壓强度高。

不需早期脫模或高強度混凝土之構材，其構材脫模時之強度並非關鍵，所以對其抗壓強度宜規定最低值，故預鑄混凝土也與工地澆置混凝土同樣規定「標準養護試體之 28 天齡期抗壓強度之平均值，須大於規定強度」。

構材混凝土之抗壓強度係指預鑄構材中各部分所顯出的抗壓強度，一般認為由構材鑽取的試體之抗壓強度反應接近該強度。但是為了確認構材混凝土之抗壓強度或品質管理，無法經常由構材鑽取試體，一般都是在構材製造廠從澆置構材之混凝土取樣製作試體，並與該批構材在相同養護條件下養護，而以該試體之抗壓強度來表示構材抗壓強度，並據此強度做為品質管理依據。

4.4.3 脫模時所需強度，係以構材脫模時，不致產生有害裂縫或損傷為準，且應經設計者認可。

4.4.4 出貨時所需強度，係以構材出貨時，不致產生有害裂縫或損傷為準，且應經設計者認可。

解說：

脫模時及出貨時所需強度，係以構材脫模及出貨時，以不致產生有害裂縫或損傷為準，為構材在製造管理上之重要數值，也意味對構材混凝土在製造過程中有適當的品質管理。另因構材混凝土在脫模及出貨時之強度尚在發展中，因此最後之抗壓強度平均值不可低於脫模及出貨時所需強度。

構材脫模時，不致產生有害裂縫或損傷的構材混凝土抗壓強度，依構材形狀、尺寸、

重量、脫模方法、脫模後之處理方式等而異。一般平面澆置之板，床模不動，由板之一側將板拉起者，則因自重會使構材發生彎曲應力，所以脫模時之建議強度約為 120-150 kgf/cm²，視構件尺度並經設計者確認而定。若將床模傾斜約 70°~80°或採垂直澆置者，當垂直吊起時構材不會受到彎曲應力，故脫模時之建議強度約 80~100 kgf/cm²即可。此外，亦可在更低強度就脫模，惟在較低強度脫模立放於儲存場時，宜注意構材之挫屈問題。

出貨時所需強度，雖以構材出貨時不致產生有害裂縫或損傷的強度即可，但一般為了顯示構材混凝土之品質保證，仍規定出貨時之強度較規定強度高的情形比較多。

4.4.5 構材混凝土抗壓強度之保證強度齡期為指 28 天，在 28 天以內者應予標示。

4.4.6 上述相關抗壓強度之判定，依照第十一章之規定。

解說：

預鑄混凝土一般因採蒸氣加熱養護，故與現場施工之混凝土比較，其 28 天齡期以後之強度發展趨緩，所以構材混凝土試體抗壓強度之保證強度齡期通常都規定在 28 天。

4.5 混凝土工作性及坍度

4.5.1 混凝土之工作性，應適合澆置、搗實，並能完全填充模具內部及鋼筋、鋼材之周圍，且應儘量避免析離現象。

解說：

預鑄構材製造時，因模板內有鋼筋、鋼料、銲接鋼線網、窗框、接合用金屬配件、配管、配線類、木磚、插銷及修飾材料等配置，故混凝土澆置時，不可移動模內埋設物位置，且宜將混凝土填滿其周邊及模板之各個角落。

混凝土搗實工具以採用不會擾動模板內部埋設物位置者為宜。預鑄構材使用之混凝土，宜考量工廠使用之模板或振動機種類後，選用符合使模板內混凝土密實要求之工作性，且不會發生泌水或析離現象者。

4.5.2 混凝土坍度或坍流度之目標值及注意事項應予註明。若未註明則依照過往之實驗數據訂定，並經監造者認可後實施。

解說：

在混凝土施工性良好之狀況下，生產之構材有較佳品質，因此構材使用之混凝土，在工作性適宜之範圍內，以選用坍度或坍流度較佳者。如牆等板狀構材，通常用床板狀模型平面澆置，而樓梯等特殊形狀構材或半預鑄梁構材等，常使用垂直澆置之模型，為使混凝土材料能流動至模型各處，因此，建議採用具高坍度或高坍流度之混凝土配比設計，而混凝土之配比設計宜予標示。

4.6 混凝土之耐久性

4.6.1 混凝土之耐久性應依據暴露環境分類與分級、混凝土拌成物基於暴露分級之要求、暴露於凍融環境之混凝土總含氣量、混凝土離子含量等條件決定，並符合設計圖說之規定。

解說：

混凝土之耐久性應符合內政部發布之「建築物混凝土結構設計規範」^[4.2]第 19.3 節之規定。構材使用之混凝土耐久性需求依據暴露環境分類與分級、混凝土拌成物基於暴露分級之要求、暴露於凍融環境之混凝土總含氣量、混凝土離子含量等條件而定，再以較保守

的方式提出最低規定抗壓強度及配比要求。為確保構材之整體品質，使用之混凝土配比宜同時滿足安全性及耐久性規定。灌漿材料之耐久性要求應符合內政部發布之「建築物混凝土結構設計規範」^[4.2]第 19.4 節之規定。

4.6.2 除另有規定外，為防制鋼筋腐蝕，混凝土中允許最大水溶性氯離子含量應符合內政部發布之「建築物混凝土結構設計規範」^[4.2]第 19.3.2 節之規定。

解說：

氯離子會促進混凝土中鋼筋腐蝕，造成膨脹、剝落，危及結構物安全性，故列為構材用混凝土耐久性檢核項目之一。

本規定中之混凝土氯離子含量，係指混凝土中所含水溶性氯離子之總量，並不包含來自外界環境者。未受外來氯離子汙染之硬固混凝土，因水泥之水化作用及物理吸附，其水溶性氯離子含量會隨時間增加而較新拌時低。為增加構材耐久性，故依「建築物混凝土結構設計規範」訂定硬固混凝土中最大水溶性氯離子含量之規定，其試驗方法與試驗頻率應依內政部發布之「施工中建築物氯離子含量管理實施要點」規定辦理。

參考文獻

- [4.1] 內政部，結構混凝土施工規範，台北，2022。
- [4.2] 內政部，建築物混凝土結構設計規範，台北，2023。

第五章 預鑄構材之製造

5.1 一般規定

5.1.1 預鑄構材之製造以工廠生產為原則，其他因工程或特殊情況需要，經相關人員認可後，亦可採用現場生產。

解說：

預鑄構材之製造以固定工廠製造為原則，其工廠設備、品質管理及製造經驗，均因結構所需性能不同宜詳加規定載明。如因工程或特殊情況需要，現場(含臨時工廠)製造預鑄構材亦可被接受，惟宜進行現場製造之影響評估，除符合政府既定基本法規外，且宜詳細註明基本設備、生產動線、品質控制等規定及標準，並經相關人員(業主或監造者等)認可。

5.1.2 預鑄構材之製造應依據預鑄混凝土工程施工計畫書及施工詳圖，以確保預鑄構材之品質。

解說：

預鑄混凝土工程施工計畫書除依第 2.2 節施工計畫內容規定編撰外，亦宜詳述下列(1)至(8)項，並經相關人員認可。

- (1) 使用材料：混凝土用材料(膠結材、粒料、摻料)、鋼材、鋼筋、鉸接鋼線網、脫模劑及其它所需之結構用預埋組件。(使用材料需經相關規範檢驗合格)
- (2) 混凝土配比計畫
 - (a) 設計條件：規定強度、出貨日程所需強度、脫模時所需強度、混凝土種類、坍度、空氣含量、氯離子含量、氣乾單位容積質量(輕質混凝土)、粗粒料標稱最大粒徑、標準偏差。
 - (b) 配比設計：配比強度、水灰比，配比表。
- (3) 養護條件：前置時間、升溫速率、最高溫度，恆溫時間及降溫速率。
- (4) 強度管理：脫模時強度、出貨日強度、28 天設計強度、標準養護、試驗頻率(初期、安定期)之計畫。
- (5) 製造規格：位置與尺寸之容許誤差、成品規格。
- (6) 製造程序
- (7) 製程及成品檢查規定
- (8) 儲存方法

預鑄構材之製程，宜依據預鑄混凝土工程施工計畫書內容，其品質宜符合第三章至第五章之規定。

每日一循環之預鑄構材製造工廠，其標準流程例如圖 R5.1。

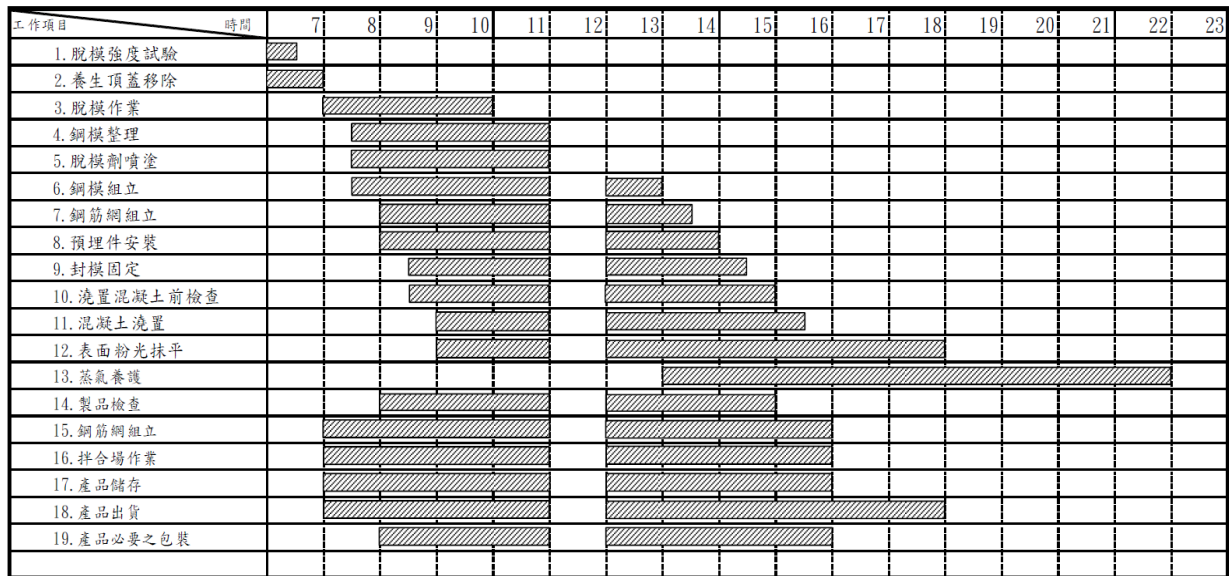


圖 R5.1 每日一循環之預鑄構材製造工程範例^[5.1]

依上圖例每日上午 7 時，由品管相關人員確認脫模強度後，可先由數人進行拆卸預鑄構材養護設備及拆模作業之準備。8 時即可由全體作業員加入進行拆模及吊移預鑄構材至檢查修飾場，當預鑄構材移出數量達某一程度時，即可分別就模板清理、組立及預鑄構材修飾(氣泡填捕、缺角補修、面飾材整修等)等工作同時展開作業。

混凝土拌和控制相關人員，每日測定粒料含水量，粒料庫補料後亦應進行粒料含水量測定。鋼筋及資材整理人員按預鑄混凝土工程施工計畫書進行。

脫模預鑄構材吊運班人員負責移出合格預鑄構材至成品儲存場堆疊，同時亦負責連絡出貨車輛及裝載區等後續工作。

鍋爐操作人員依養護時程配合出班，一般為下午開始出工，並持續監管養護過程的蒸氣鍋爐運作及溫度控制，若因冬天溫度過低需要採用熱拌混凝土時，則配合需求提早運轉鍋爐。

脫模時宜注意加熱養護棚內之溫度是否與外界溫差過大，若是溫差大於 20 °C 以上時，宜分次開棚緩降溫度，以避免造成預鑄構材表面裂紋。

5.2 模板之組立

5.2.1 預鑄構材製造用模板應清理潔淨，不得有彎翹扭曲，組立時其尺寸、平直度、角度應準確。

5.2.2 脫模劑應依工廠加熱養護及生產方法不同慎選適合者，對混凝土硬化、影響面飾材料黏著或會使混凝土面產生氣泡者，均不得使用。

解說：

模板分別由底床及周邊模組成，為確保預鑄構材尺寸之精度及長期翻用次數，預鑄用模板一般以鋼製模板為原則，另為配合成品造型特性可以採用系統模板、FRP 模、橡膠模為之。

周邊模(側模)在底模床上放樣後以螺栓栓固，一般成品厚度、邊長等之誤差平均值因生產方式及工廠設備而有不同，經驗上得知，鋼模設置尺寸較預鑄構材設計尺寸小 1~2 mm 仍

可被接受。底床鋼模製作不論剛性多強，若安裝不良會造成彎翹及扭曲，或雖安裝水平仍於使用時常因多次脫模反覆受力產生扭曲變形現象，故長久翻用時宜考慮底床水平採可調式設計，於使用次數達一定數量時宜進行校正。

預鑄構材使用加熱養護時，構材因上下溫差易產生扭曲變形，故底床周圍宜使蒸氣可上下迴流，讓受熱面均勻分佈。周邊模中央頂部易有向外膨脹現象，其原因為螺栓受熱鬆弛或因周邊中央頂部混凝土夾有殘渣；或支點過長造成加勁鋼板彎曲之故，因此模板清理及螺栓栓固應充分注意，鋼模強度亦宜考慮變形加勁作業。

底模與周邊模及周邊模本身之組接方法會因預鑄構材形狀、銲接順序，混凝土強度、鋼模接合設計方式等而異，為利於拆組作業，控制成品精度，翻製容易，宜力求其堅固。預鑄構材脫模後，底床及周邊模之清潔工作宜隨即展開，殘留之混凝土渣或薄膜易造成鋼模面鏽蝕及組裝時殘渣累積影響成品精度，故徹底清模十分重要。

脫模劑宜依工廠加熱養護及生產方法不同慎選適合者，塗抹方法有噴霧式、拖把式及滾筒式等，宜慎防用量過多殘留於鋼模，導致混凝土表面與面飾材料(例如磁磚、氟素漆等材料)黏著不良，且宜在組紮鋼筋前完成，以避免汙染鋼筋或其他預埋組件，配筋或預埋組件作業後若有汙染亦宜注意清除之。

5.3 鋼材、鋼筋及銲接鋼線網之加工、組立與組件預埋

5.3.1 鋼材、鋼筋及銲接鋼線網之加工、組立應依據預鑄構材製造圖辦理。

5.3.2 接合用金屬配件、鋼筋及預埋組件，應依據預鑄構材製造圖，以治具或墊塊等正確配置固定，以混凝土澆置完成時不致移動為原則。

解說：

鋼筋通常在特定鋼筋加工廠內完成組立，完成預組鋼筋籠，再經由小搬運吊放至鋼模底床上配置，故鋼筋加工廠內宜採用與預鑄構材形狀相同之框架或依施工詳圖規格，以原尺寸放樣後預組鋼筋籠製造工作架。

預組之鋼筋籠如組紮不實，搬運過程會造成變形或散落問題，為避免上述情況發生，鋼筋交接點綁紮方向宜垂直交錯綁紮施作，勿以同方向綁紮，避免搬運時變形散亂。組紮方式之要領參照圖 R5.2。

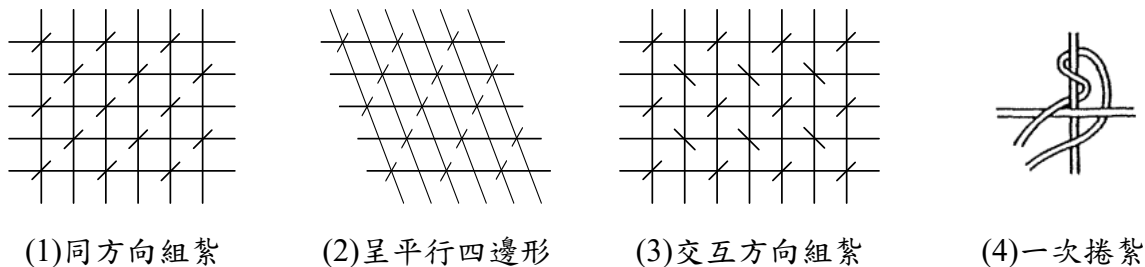


圖 R5.2 鋼筋綁紮之方向^[5.1]

綁紮用鐵絲宜使用鍍鋅鐵絲，以防產生鐵鏽。若使用可銲鋼筋組合時，銲條選用及銲接機電流量宜依規定標準施作，非可銲鋼筋採銲接時，會損及母材斷面，只能以綁紮方式施作。

錨定用鋼材銲接於鋼板為接合用金屬配件時，宜先行預熱母材，且銲接後徐徐降溫，防止急速冷卻致銲接處根部脆裂。

預組鋼筋籠因規格尺寸類似者繁多，但鋼筋直徑不同，因此宜以明顯標示區分管理以防止誤用，此乃澆置混凝土前優先檢查的項目之一。

鋼筋籠入模前，模面之預埋組件、板中央接合組件或周邊模接合用鋼筋可能已先行配置，是否影響到鋼筋籠吊放，均宜詳細檢討。外露鋼筋宜保持足夠之接合長度。

接合金屬配件或閉口處周邊往往因補強鋼筋而更錯雜，故施工之順序、保護層確保均宜事前詳細檢討。在鋼筋保護層方面，易疏忽宜注意的位置如下：

- (1) 樓板滴水線勾縫與板筋。
- (2) 板片上層鋼筋易在澆置混凝土時下沉。
- (3) 預埋組件或加強筋處。
- (4) 可雙向使用之墊塊配置因轉向而產生保護層厚度不同。

5.4 混凝土澆置前之檢查

預鑄構材製造用模板及配筋與組件預埋之狀況，於澆置混凝土前應先行檢查，其方法應符合第十一章之規定。

解說：

模具尺寸雖在模板組立時已檢查，但在混凝土澆置前仍宜再次複查，尤其是預組鋼筋籠入模後，接合金屬配件及一些附屬預埋物，分段組立之其他鋼模板，治具位置都要再次核對。

模具於每日混凝土澆置前的檢查宜含鋼筋規格、尺寸、層數、周圍之保護層厚度及其他預埋組件，檢查方法詳見第十一章之規定，符合規定後方可進行灌漿作業。

每組模具每日檢查結果及其相關資料均宜妥加歸檔保存，俾供日後調閱使用。

一般(檢查)資料至少含預鑄構材施工大樣圖、檢查表二種，檢查表內容及表格可自行規劃設計，檢查項目、方法及抽樣比率均宜經相關人員認可後進行(詳第十一章品質管理及試驗檢查)。

5.5 混凝土之製造與澆置

5.5.1 拌製混凝土之材料依重量計量，惟水及摻料，得使用容積計量，各材料計量之許可差依內政部發布之「結構混凝土施工規範」^[5.2]之規定。

5.5.2 混凝土應均勻拌和。

5.5.3 混凝土澆置溫度應依預鑄混凝土工程施工計畫書辦理。

5.5.4 拌和後之混凝土輸送，應保持均勻狀態，不得有材料析離現象。

5.5.5 混凝土澆置時，應使用振動工具確實搗實，避免形成缺陷。

5.5.6 混凝土表面修飾方式應依預鑄混凝土工程施工計畫書辦理。

解說：

混凝土材料之計量，基本上針對膠結材、粒料、水及摻料分別計量，膠結材、粒料以重量計，水或摻料可以重量或容積計量。

混凝土拌和是否均勻與拌和機性能及拌和時間關係甚大，宜依相關規定辦理，並經配比試拌核可後據以量產施工。

若因預鑄成品特殊需求或天候氣溫影響需要使用熱拌混凝土施作時，則熱拌混凝土之配比宜先經試拌程序，每次拌和熱拌混凝土時要確定混凝土之溫度，由於熱拌混凝土初凝時間很短，拌和後要儘速使用，故輸送及澆置計畫均宜另案詳細檢討，熱拌混凝土之坍度可能迅速降低且易附著於漏斗及吊筒，影響施工性，故熱拌溫度宜設定適合施工之工作溫度。

混凝土在輸送過程中，宜避免受外力振動導致粒料析離。一般混凝土輸送方式有軌道式輸送車、天車吊桶、拌和車、輸送帶等多種方式，可依工廠設置、預鑄構材種類、混凝土類別等決定最佳輸送方式。

混凝土在澆置時宜均勻散布避免造成空氣殘留。搗實宜視混凝土配比、工作性、種類等因素，選擇最佳方法。坍度在 4 至 8 公分時使用振動棒，更小的坍度應採用振動台，模外震動機施作搗實作業。

混凝土依配比、工作性、種類、預鑄構材規格、模具剛性、振動機種類、振動頻率、時間而有所不同，混凝土澆置前宜先行試做，以確定最佳施工方法。

接合金屬配件、開口處因補強鋼筋較多，搗實更應確實，並特別注意不得造成預埋金屬配件移位及蜂巢現象。

混凝土表面修飾方法有毛刷、木鏟刀、鐵鏟刀等，宜依大樣圖之規定及程序施工。適當粉光時機可由落球式等方式測定，一般由熟練的泥水工目視及試作判定。混凝土自澆置到粉光修飾完成所需時間與混凝土配比、拌和溫度、加熱養護方法、天候、修飾種類等有關，為提早粉光修飾時間，可採減少拌和用水或採用熱拌和等有效方法。

毛刷修飾面可採木鏟刀粗抹後再加多把乾刷併列方式水平修飾，鐵鏟刀修飾前宜採木鏟刀拍漿後再以鐵鏟刀粉光之。

大面積的粉光，應選熟練泥水工作人員及配合適當粉光機修飾(大面積)，惟粉光平面上若有金屬配件外露時，仍以人工粉光較為適宜。

為因應工地勞務不足及現場後續施工的合理化、提昇修飾品質等因素，大多於工廠修飾完成，其修飾面種類及要求，依個案規定為之。

5.6 混凝土澆置後養護

5.6.1 混凝土加熱養護時，應符合第 2.2 節施工計畫之規定。

5.6.2 加熱養護應訂定下列各項之規定，並依預鑄混凝土工程施工計畫書之規定：

- (1) 加熱開始前之前置養護方法
- (2) 養護溫度之升溫梯度
- (3) 最高養護溫度及持溫時間
- (4) 冷卻速率

解說：

第 2.2 節施工計畫中，有關預鑄構材製造中的養護條件含前置時間、溫度上升率、最高溫度及持溫時間等，均宜遵照施行。

為促使混凝土在一定時限內達到所需強度的保護方式，稱之養護，養護期間應防止熱應力、外力及水分流失對混凝土硬化造成不良影響。一般化學反應都會因溫度的上升而增加反應速率，混凝土的水化作用也會因溫度上升而加速硬化。加熱養護又稱混凝土促進養護，且宜採濕潤養護為之。一般混凝土加熱養護即蒸氣養護，以大量水蒸氣包圍混凝土養

護之方法，故兼具加熱硬化促進養護及濕潤養護兩種功能。

在夏天使用早強水泥或混凝土早強摻劑等達到脫模強度，而不採用加熱養護的例子，此種配比宜經試拌作業確定之。

採用特殊養護之方式如下：

- (1) 電熱養護：電熱線之熱反射板、高週波之電磁波等。
- (2) 斷熱養護：保持水泥之水化熱，充份保溫。
- (3) 溫風養護：溫風加熱模板，以間接傳熱，適用於直立生產方式者。
- (4) 高溫高壓養護：以高溫壓力釜(Autoclave) 養護。
- (5) 藥劑養護：使用自養護劑養護。

以上述加熱方法者，得另外以塑膠布等(隔熱效果佳者)覆蓋，可避免因水份蒸發而導致混凝土濕度不足。

蒸氣養護條件，對混凝土品質之影響可分為下列五階段，其模式參照圖 R5.3 所示：

- (1) 前置養護期：混凝土澆置後至正式養護開始前，本階段若非採用熱拌和時可施予保溫，以除去表面水。
- (2) 升溫期：蒸氣開始送入養護槽或是模型中時為正式養護開始，宜以一定的速率，緩緩提升混凝土的溫度。
- (3) 持溫期：本階段為維持養護槽內溫度之持續時期，宜控制並保持該溫度於一定值。蒸氣供給停止前，在本階段內混凝土的溫度會繼續上升，且比養護槽或模板的溫度更高。
- (4) 降溫期：本階段為停止蒸氣輸入，養護槽內溫度以一定速率緩緩下降至預鑄構材脫模移出前。
- (5) 後養護期：在脫模後置於儲存場至出貨前的養護期間，又稱為二次養護或後養護，視天候溫度情況持續噴灑補充水分，保持混凝土成品濕潤，避免產生收縮裂縫。

以下分別敘述各階段對混凝土品質的影響。

(1) 前置養護期

混凝土在加熱前有數小時的前置養護期是必要的，在混凝土未硬化前，急遽加熱將導致熱變形，此種變形是前養護期愈長而愈小(詳如圖 R5.4)。粒料的膨脹係數為 $5\sim 18\times 10^{-6}$ ，水泥硬化體在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 間的膨脹係數為 $11\sim 14\times 10^{-6}$ ，而水約是水泥硬化體的 10 倍，水泥硬化體的增加與水的減少可說明適當的前養護期將使熱變形減小之機理。且不足的前養護時間將使混凝土強度不足，乃因此種熱變形造成混凝土硬化時的組織鬆弛，圖 R5.5 顯示前養護時間與混凝土強度間之關係。在前養護一小時的情況下，升溫速度為 $30\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 時，強度甚低，若以 $10\sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，無顯著差別。故在每小時 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的升溫圖中，最適當的前置期為 3 至 7 小時，一般工廠中的前置期多採 3 小時。當養護時間與混凝土澆置後變形有很大關係，減少熱變形的一種方法是熱拌混凝土，亦即採用 $50\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 拌和混凝土時，若加熱至 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，因其熱變形小故對強度之影響亦小。熱拌混凝土的特色為混凝土澆置後至表面粉光的時間將不會因季節的溫差而有增減。另一種方法為使用密閉模板，以機械式的氣壓控制混凝土的熱變形，惟完全控制混凝土的熱變形是不可能的，但是在上述情況下可減少前置期一小時。由於水是熱變形的最大因素，故乾拌混

土或真空吸水也可縮短前養護期。

如採預熱時，應避免急速升溫，並以鐵蓋壓住，可減少熱變形及改善混凝土品質。

(2) 養護溫度上升率

急速升溫造成混凝土內部與表面的溫度差太大，宜予避免，一般多採每小時升溫 20 °C。圖 R5.6 表示不同溫度上升速率分別在 8.5 小時、3 日、7 日、28 日齡期時與混凝土強度的關係，由圖知升溫率愈低在 3~28 日的強度愈高，而在 8.5 小時的最高強度則是以每小時 50 °C 的升溫速率。

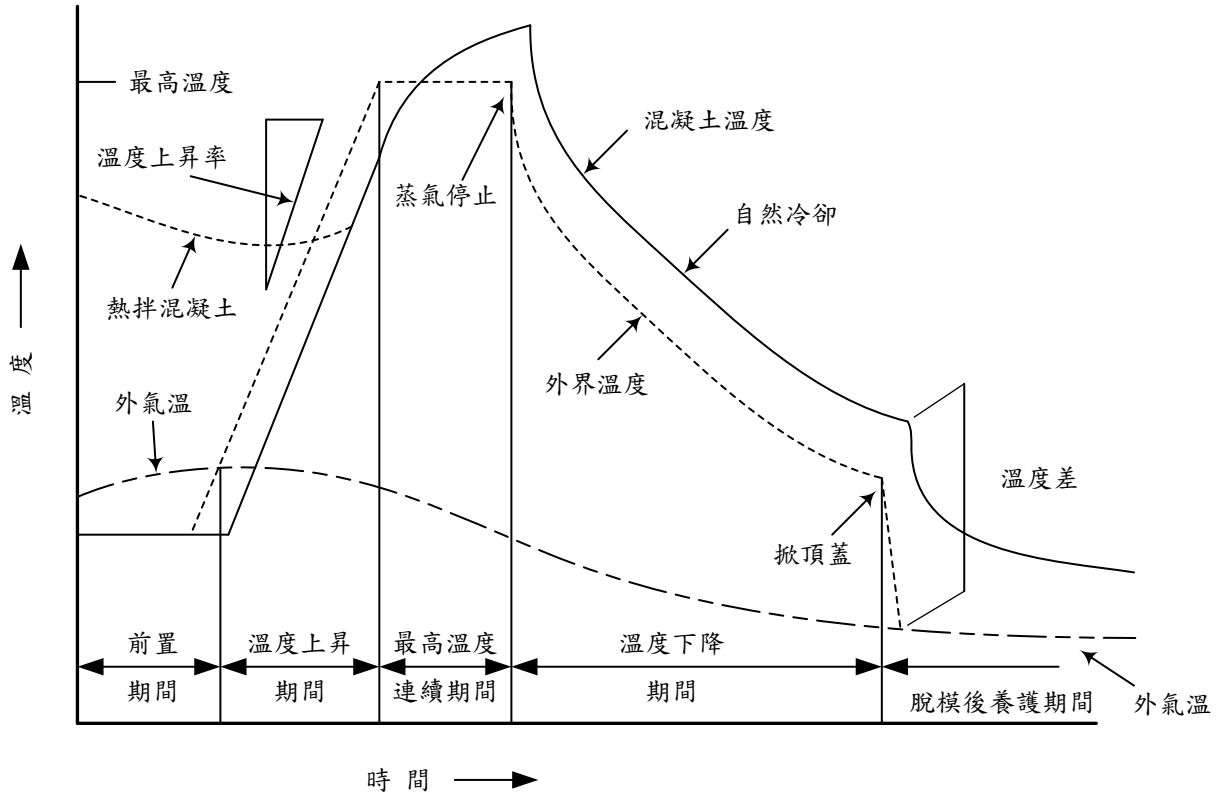


圖 R5.3 加熱養護條件之模式例^[5.1]

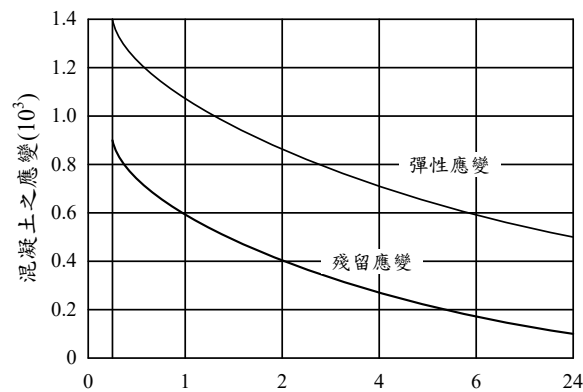


圖 R5.4 加熱養護中之混凝土的熱變形例^[5.1]

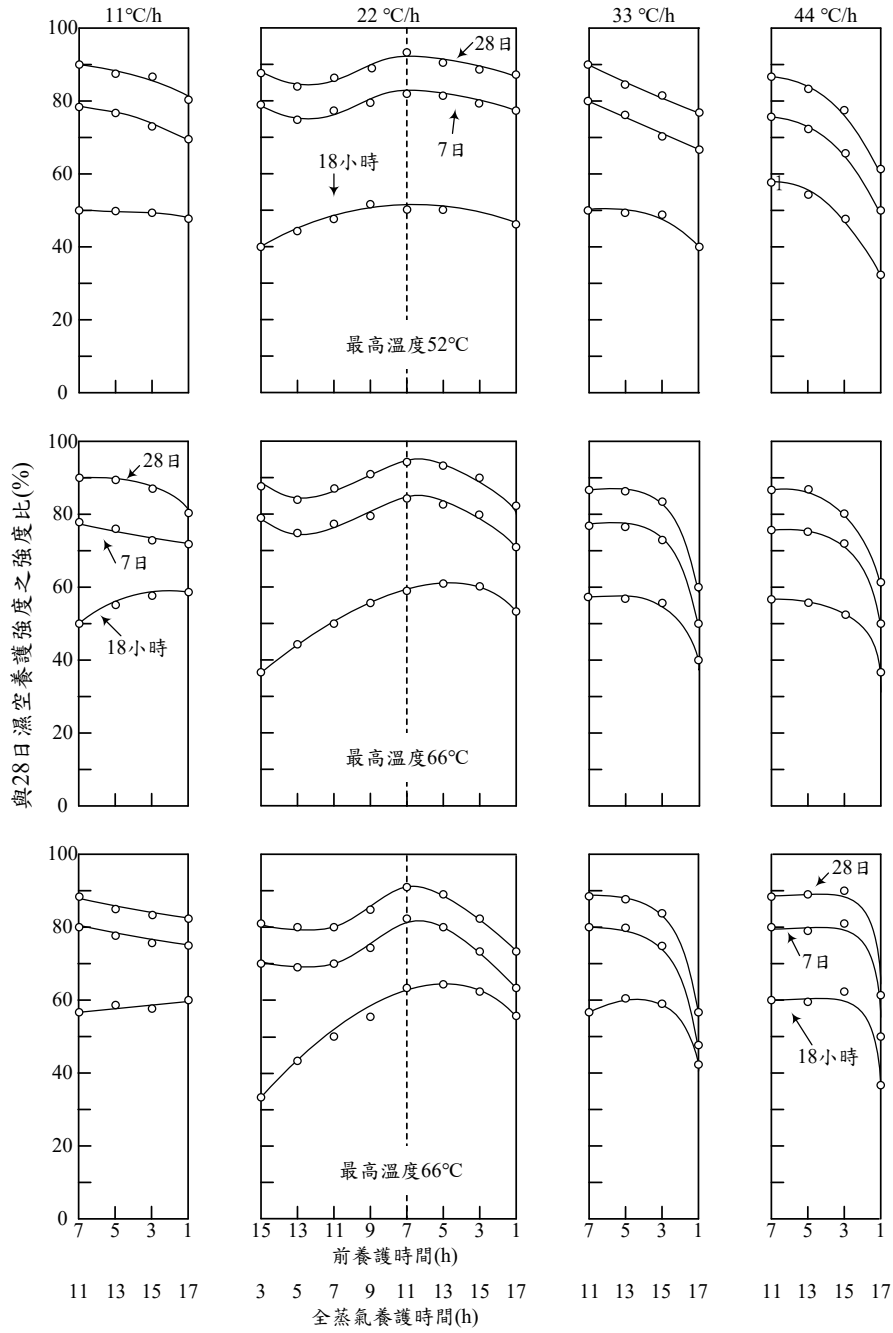


圖 R5.5 加熱養護混凝土之強度比例^[5.1]

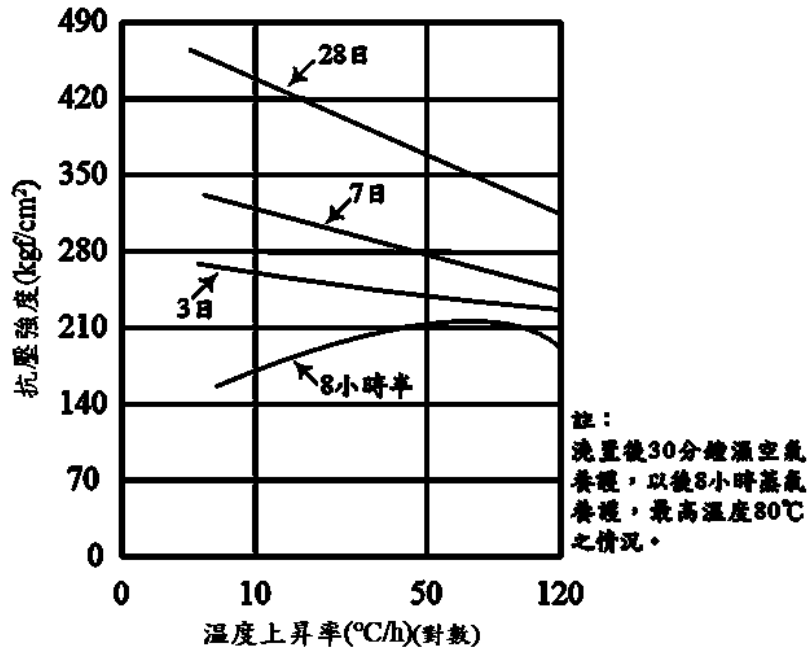


圖 R5.6 溫度上升率對抗壓強度之影響例^[5.1]

(3) 最高養護溫度及持溫時間

一般而言，早期的高溫養護可提高早期強度，但長期強度將比標準養護條件的強度為低。

最高溫度的建議值，依水泥種類而有所不同，普通卜特蘭水泥以 80 °C 以下較佳，超過將使長期強度降低，且耗損之燃油亦不符經濟原則。故一般工廠在每日一循環下多採 60 °C，二循環則採 70 °C。如圖 R5.7 所示。

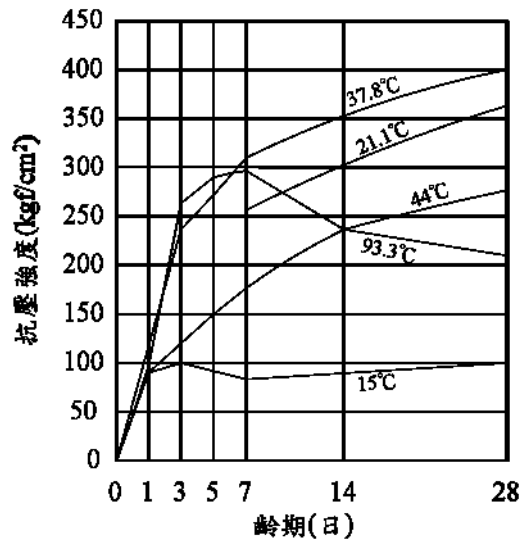


圖 R5.7 養護溫度與強度經時變化之關係例^[5.1]

(4) 冷卻速率

由圖 R5.3 可知，養護槽內溫度比混凝土本身之溫度較先升及先降，在溫度下降時，混凝土內部仍在高溫情況，由於表面冷卻收縮，產生內應力，造成表面龜裂，此種狀況在冬季時最易發生。由於混凝土預鑄構材內外部溫度差不易量測，

但為減緩內外溫差，可以分段掀開養護槽蓋或在混凝土表面鋪蓋一層保溫塑膠布來減少因溫差產生之龜裂，並減少水分快速散失。其影響如圖 R5.8。

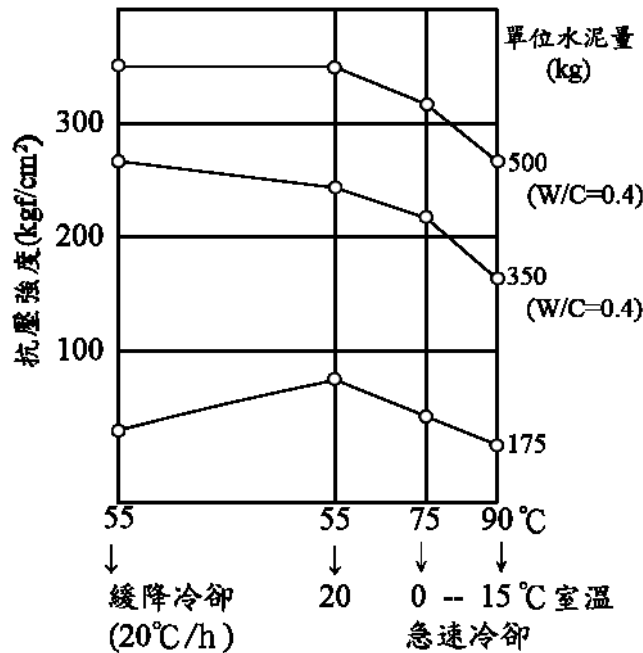


圖 R5.8 急速冷卻對混凝土之抗壓強度之影響例^[5.1]

由於養護槽內的溫度會先上升，混凝土表面會有結露水產生，但在高溫期的後期因停止輸入蒸氣，混凝土表面為乾燥狀態，因此在儲存期間，宜適時補充混凝土因養護失去的水份。如果考慮脫模後的養護，當構材脫模強度為 100~120 kgf/cm² 之間時，可在 28 天達到 210 kgf/cm² 之設計強度要求。

在預鑄構件製造過程中，由於重視模板的轉用，通常比現場澆置混凝土較早脫模，且脫模時混凝土常處於較高溫度，而高強度混凝土和厚度大的預鑄構件由於發熱量的增加會導致此趨勢更為明顯。因此，混凝土會由於急劇乾燥引起的收縮、伴隨急劇乾燥而失去氣化熱、溫度降低引起的收縮等因素，容易產生裂縫。為防止這種情況，可利用防止水分蒸發的養護墊或水密片覆蓋表面，亦可通過灑水補充水分，但如果混凝土表面溫度和水溫存在差異，則有可能因急劇的溫度下降而產生裂紋，因此需要充分研究灑水的時機。

預鑄構材在脫模後容易乾燥，尤其是厚度越小的預製構件，乾燥越迅速，因此放置於儲存場所時宜進行充分灑水養護。圖 R5.9 為蒸氣養護後根據二次養護方法之差異對於混凝土發展強度的影響例。脫模時強度為 10-12 N/mm² 的混凝土，在脫模後強度仍持續增長，為了保證材齡滿足所要求的品質基準，脫模後宜考慮補給足夠水分，亦要注意脫模後的養護溫度。初期材齡加熱養護之混凝土，長期材齡的強度增進將會停滯，脫模後進行低溫養護時，混凝土強度在後期發展的停滯傾向較為明顯，因此從強度發展的觀點，脫模後之養護溫度希望能保持於 20-25°C 左右。

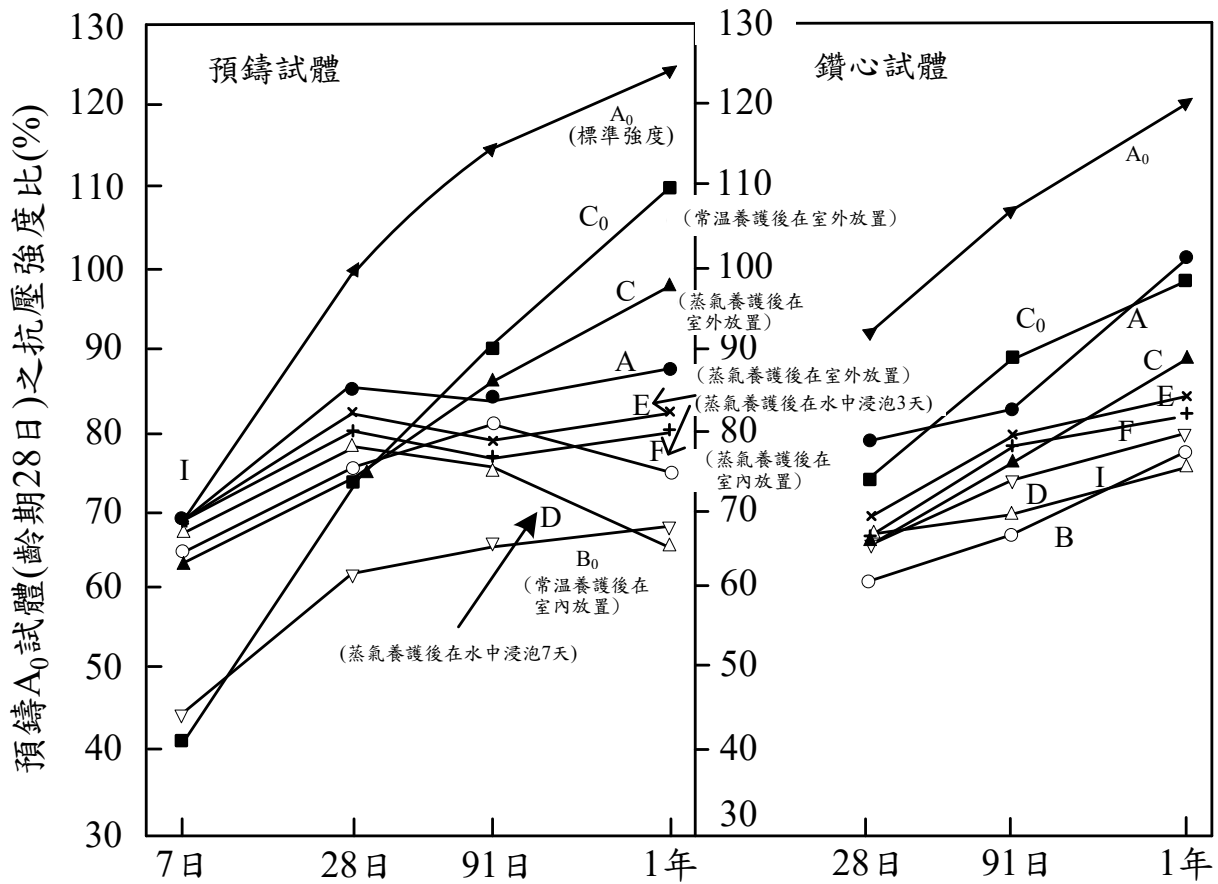


圖 R5.9 二次養護方法與強度之關係例^[5.1]

5.7 脫模

5.7.1 脫模時應確認預鑄構材混凝土之抗壓強度，達到第 4.4 節混凝土抗壓強度之規定。

5.7.2 脫模時需避免預鑄構材產生裂縫及破損。

解說：

預鑄構材脫模強度宜於預鑄混凝土工程施工計畫書中提出，且測試之脫模強度大於計畫書之脫模強度，方可進行脫模作業。脫模作業時先排邊模，再將預鑄構材由底床徐徐吊起，運往修飾場檢查及補修。

預鑄構材之脫模強度因多種因素而異，實務經驗顯示，在低強度的情形下(如 50~120 kgf/cm²)執行脫模作業，易造成混凝土局部裂損。

一般脫模金屬配件以預埋式內螺牙金屬配件、擴頭預埋拉桿或鋼絞線為之，其預埋錨定深度及周圍補強應經結構計算詳加檢討。以 U 型鋼筋替代吊鈎時，因預鑄構材多次移動，吊鈎反覆受力易致變形，宜避免採用。

脫模前周邊模(側模)之拆卸宜避免使用撬桿、榔頭搥擊造成預鑄構材損傷，預埋組件固定於鋼模上的螺絲務必先行鬆卸排除，避免造成預埋組件及周邊混凝土損傷，吊起時亦注意勿使預鑄構材底部破損或扭曲。

5.8 成品檢查

5.8.1 成品檢查之項目含形狀、尺寸、裂縫、破損、預埋組件之尺寸與固定狀態、表面狀態及保護層厚度，其方法及認定標準應符合第 11.5 節之規定。

5.8.2 輕微龜裂及破損，若在結構及防水之容許範圍內者，得修補之，惟修補後應予複驗。

5.8.3 成品檢查後之處理方式：

- (1) 檢查合格之預鑄構材，其必要資訊(製造工廠、工程名稱、製造日期及構材編號等)應明確標示。
- (2) 檢查不合格之預鑄構材應報廢。

解說：

成品檢查，通常在脫模後辦理，一般檢查結果區分為合格、不合格與待修補等三種，待修補之成品於修補後，仍需再行複驗。

成品形狀、尺寸的檢查在第一片成品完成時測定，爾後以抽樣方式檢查，惟宜在翻用 20 至 30 次後仔細檢查模具，修正調整超出容許誤差之部位。

成品較易發生龜裂、破損之區域，宜研討原因，徹底改善解決，避免類似情況重覆發生。

預埋組件種類、位置均要檢查，保護層厚度在澆置混凝土時檢測，必要時在成品混凝土面以電磁或其他工具量測實際尺寸。

成品檢查方法和標準詳如第十一章，檢查時機應在構件脫模後，檢查項目詳如下列原則，俾便工程管理：

- (1) 於施工詳圖上，以特殊或醒目的方式註明應檢查項目及其規格尺寸。
- (2) 依施工詳圖檢查。
- (3) 製造檢查表。

成品檢查主要為混凝土表面及外觀，是否需要修補宜另行記錄，混凝土澆置前的檢查與成品檢查宜分開記錄，俾便查明預嵌物與成品表面缺失間的關係。

對防水有影響的裂紋，一般定義為超過 0.1 mm 裂縫。依日本「鋼筋混凝土構造計算規準·同解說」^[5.3]，對防鏽的裂紋規定為，建築物外牆面 0.2~0.25 mm，建築物內牆面 0.3~0.4 mm 時可接受，但是宜修補至確保防水及防鏽。

破損部分修補方式包括下列：

- (1) 破損部分接著劑塗布，水泥砂漿摻入接著劑修補。
- (2) 樹脂砂漿修補。
- (3) 水泥砂漿或水泥漿修補。

以水泥砂漿接著劑修補時，破損部分如果無法一次修補時，可採分層修補，若修補處有滲水顧慮時，宜作防水性的補修(加作防水塗膜)。

修補方式依龜裂的程度不同而異，一般在 0.2 mm 以下之裂縫，以埋入注射頭壓力注入樹脂方式補修。

裂縫寬在 0.3 mm 以下之修補方法參考例如下：

- (1) 龜裂部分切成"V"型斷面，以 JIS A6024 建築修補專用 EPOXY 注入修補，其規格如表 R5.1。

- (2) EPOXY 樹脂之規格如表 R5.1，使用前將使用樹脂之品質規格與現場調配比例方法提出予有關人員認可。
- (3) EPOXY 注入後，混凝土與 EPOXY 接面不可破斷。
- (4) 注入設備
- (i) EPOXY 注入壓力可自由加減之壓力泵浦。
 - (ii) 泵浦有二液混合計量裝置，壓力在 20 kg/cm^2 以上者。
 - (iii) 壓力管及噴頭應可承受相同壓力。

表 R5.1 環氧樹脂(EPOXY)之規格^[5.1]

材	料	比	重	粘	度
注 入 劑	二液型 EPOXY (主劑及硬化劑)	1.10		200 CPS/25 °C	
化學特性		可使用時間		硬化時間	
不加溶劑時 100%之反應型		50 分以內 (20-25 °C)		4hrs/0.127mm (20-25 °C)	

輕微破損的修補，以預拌聚合劑之水泥漿 (Premix Polymer Cement Paste 簡稱 Made Paste) 或預拌聚合劑之水泥砂漿 (Premix Polymer Cement Mortar 簡稱 Made Mortar) 修補。

較嚴重之破損則在破損處清潔後，先以預拌聚合劑之水泥漿在破損處塗布，乾燥前以預拌聚合劑之水泥砂漿填充，每層厚度不大於 30 mm，經修補後的部分宜避免在搬運或組立時再次受損。

成品檢查結果如屬合格，宜在預鑄構材適當位置標註製造廠商、工程名稱、預鑄構材名稱編號、製造日期及合格認可員章等相關資料，不合格成品，以紅色噴漆標明報廢，並於期限內運離現場。合格成品在運至儲存場存放時，宜按施工計畫中的儲存方式(水平、直立、疊放順序)進行，避免成品搬運次數增加，破損機率增大，因此儲存計畫中儘量以搬運乙次為基本原則。

參考文獻

- [5.1] 內政部建築研究所，建築技術規則施工篇(草案)-預鑄混凝土工程施工規範(草案)，1996。
- [5.2] 內政部，結構混凝土施工規範，台北，2022。
- [5.3] 日本建築學會，鋼筋混凝土構造計算準則·同解說，2010。

第六章 預鑄構材之儲存、出貨、搬運及驗收

6.1 儲存

對於預期之外力，預鑄構材應有充分安全之儲存方式，且避免造成構材汗損、裂縫、破損及有害變形。儲存時間較長者，應對接合用金屬配件、外露鋼筋等，進行防鏽處理。

解說：

成品檢查合格之預鑄構材，為出貨方便及達成出貨之所需強度，需移至儲存場分類及養護，儲存方式一般採直立及平放兩種，若遇特殊造型預鑄構材需製作穩固之支撐架台確保儲存安全。

直立式(斜立式)儲放預鑄構材，宜使用適當之架台，分隔放置並排相連，以防止地震、颱風時之水平力及地基軟弱發生傾倒或下陷，儲存區之地面宜夯實，或採用經粗糙處理之混凝土鋪面。儲存架台構架兩端宜保持直立且加設支撐，以防預鑄構材扭轉、傾倒或破裂。

平放式儲存預鑄構材可依儲存區地盤承载力及板片厚度以枕木併排分層疊放，併排之枕木宜垂直預鑄構材長邊配置，且需要時常檢查枕木有否壓壞或腐朽、儲存區地盤及架台是否下陷，以防止預鑄構材發生彎曲應力及剪應力。梁柱等長形預鑄構材所使用之枕木無論大小僅能放置兩支。若放置三枕木，梁柱預鑄構材不能與枕木平均接觸時，易使堆積的預鑄構材發生彎曲裂縫。儲放板預鑄構材時，宜依設計脫模組件之相同位置點，放置四塊枕木，堆疊板預鑄構材之每片枕木位置需相同，不可隨意放置，以免造成應力不均導致預鑄構材變形。

梁及特殊造型板如陽台板、屋簷板、預鑄 KT 板等預鑄構材，如圖 R6.1，若將枕木置於末端易產生與設計相違之應力，而造成開裂，需特別留意。一般宜將枕木置於脫模吊鉤下方位置，以減少開裂。

儲存區堆疊計畫宜依出貨時程，妥善調配，為使各工程均能出貨順利，靈活應用裝卸設備，將不同工程之各種預鑄構材分類分區堆放儲存。儲存時注意事項如下：

- (1) 避免急速乾燥而影響混凝土強度發展，宜適時加防護及保濕(如帆布、不織布、噴灑水分或養護劑等處置)。
- (2) 避免儲存之預鑄構材與土壤直接接觸及受其他污染物汗損。
- (3) 製造標記要清楚目視。
- (4) 儲存時間較長時，預鑄構材上預埋之接合安裝用金屬配件，宜加做防鏽處理。



圖 R6.1 各類預鑄構材儲存方式示意圖

6.2 出貨與搬運

- 6.2.1 應依據出貨計畫辦理，以免對現場之預鑄構材安裝組立造成妨礙。
- 6.2.2 應確認預鑄構材混凝土抗壓強度是否達到第 4.4 節規定出貨時強度。
- 6.2.3 應防止預鑄構材出貨過程產生有害之裂縫、破損及變形。
- 6.2.4 應依據施工計畫書辦理搬運工作，並避免造成預鑄構材產生裂縫、破損。
- 6.2.5 搬運時應依據交通有關法令，並採取適當之安全措施，防止發生事故。

解說：

預鑄構材出貨時，宜依施工計畫排定之出貨時程，及安裝順序進行檢討，再依工程現場主辦人員協調各構材放置場所及排放順序，確定出貨計畫。

預鑄構材一般由拖板車運至工程現場直接吊裝，故宜按組立順序來決定堆置順序。預鑄構材出貨時，宜標示構材之齡期及抗壓強度，並附出貨相關自檢文件。為防止預鑄構材在裝卸或搬運途中產生開裂、破損、變形，宜妥善維護。預鑄構材平放時，若車台扭曲易致構材發生開裂，枕木間隔不宜過大，並加鋪橡膠隔震材綁縛固定，防止運輸過程中因路況，車台跳動、振動所發生之開裂情況，宜選擇適當之裝載方式，且考慮可能之突發狀況，如緊急剎車時預鑄構材與預鑄構材間之安全固定。

於設計預鑄構材尺寸時除應考慮高度、寬度及重量之法規限制外，宜事先調查行經路線、沿路橋梁、隧道、架空線等狀況，以免造成通行障礙。此外，於預鑄構材運輸路線上

要事先瞭解其交通規則、交通流量、有否管制時段等因素，於事前擬定因應措施。

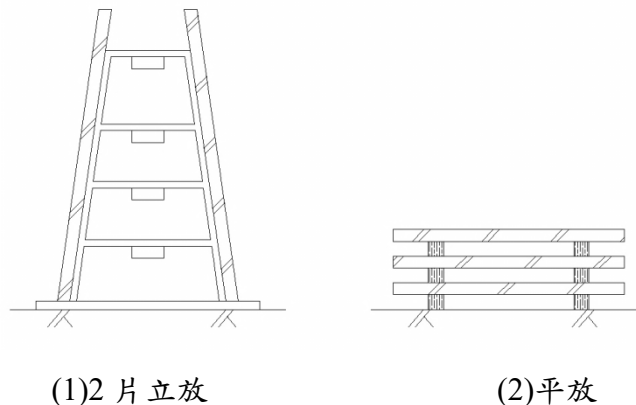
搬運時預鑄構材產生之輕微裂損，雖不致影響構材本身使用，但對耐久性可能有不良影響，故搬運時為防止構材裂損，宜注意以下各點：

- (1) 預鑄構材運輸，先選定適當運輸車輛及配置適當保護之運輸架。
- (2) 裝卸時小心操作，保持載物後整體之平衡及對稱性，減少車輛轉彎時翻落之風險。
- (3) 為防止預鑄構材發生裂損，載運架台與車台間需設置防震彈性墊材。
- (4) 防止搬運途中震動及移動，宜以鋼索或強力尼龍拉索加緊縛器緊固之。
- (5) 依照計畫行車路線行駛，並避免瞬間起動及緊急煞車，以保持行駛間運載安全。

預鑄構材運輸車輛，宜依構材大小、重量、運輸距離、道路狀況等選定合適車種。使用拖車時，因迴轉半徑較大，交叉路口轉彎時，宜注意往來車輛，以確保安全。必要時宜加導引車輛，及警示燈具等明顯的標示。

預鑄構材直立排放時，如圖 R6.2 所示，搬運架台宜以型鋼及鋼管為主材，架台兩側需先斜放一片板預鑄構材，其餘板預鑄構材則立放其間。為避免突出之鋼材接合組件間互相碰觸造成預鑄構材磨損，排放時考慮採用其他保護方法。

預鑄構材平放搬運時，於預鑄構材間可置入角材，使枕木處減少彎曲應力。除角材外，亦可放置舊輪胎、橡皮、粗麻繩等，惟使用這些材料時，易產生黑色附著物於預鑄構材表面，宜注意防止其影響表面修飾。



(1) 2 片立放

(2) 平放

圖 R6.2 裝載方法^[6.1]

預鑄構材搬運時，需依照相關交通法令規定。根據交通部道路交通安全規則^[6.2]第 79 條規定，一般卡車載貨限制規定如下：

- (1) 容許長度：裝載物不得前伸超過車頭以外，體積或長度非框式車廂所能容納者，伸後長度最多不得超過車輛全長百分之三十，並應在後端懸掛危險標識，日間用三角紅旗，夜間用紅燈或反光標識。廂式貨車裝載貨物不得超出車廂以外。
- (2) 容許寬度：裝載貨物寬度不得超過車身。
- (3) 容許高度：裝載貨物高度自地面算起，大型車不得超過 4 公尺，小型車不得超過 2.85 公尺。
- (4) 容許重量：裝載貨物不得超過核定之總重量或行駛橋梁規定之載重限制。

如超過上列限制時，應填具申請書，繪製裝載圖，向起運地或車籍所在地公路監理機關申請核發臨時通行證，憑證行駛。

6.3 交貨驗收

6.3.1 交貨驗收時，應確認預鑄構材附有檢查合格證明之文件及標示。

6.3.2 完成交貨驗收之預鑄構材暫時放置於工程現場時，應設置架台妥善堆放，以防止產生有害之汙損、裂縫或破損等。

解說：

預鑄構材交貨時的責任區分：

(1) 預鑄廠責任範圍：以出貨運抵至工程現場交貨驗收為止。

(2) 工地責任範圍：卸到工程現場完成交貨驗收後開始。

因此在工程現場預鑄構材點收時要確實，以明確責任歸屬。

預鑄構材搬運至工程現場時，可直接由卡車或板車上，使用經檢驗合格之固定式或活動式起重機械，進行安裝組立作業(塔式或軌道式吊車，輪式或履帶式吊車)。

若於工程現場儲存時，臨時儲存場之要求可依第 6.1 節所列適當設置。臨時堆放時，宜架設臨時架台，以防止預鑄構材扭曲變形或汙損，並預防傾斜或倒塌。

為避免破損及泥土等汙物附著於架台最下一層的預鑄構材，因此在架台底面先鋪設碎石或隔絕物再放置角材。若接合部有泥土附著物或汙物未完全去除時，在接合部混凝土面會產生接著不良影響。

參考文獻

- [6.1] 內政部建築研究所，建築技術規則施工篇(草案)-預鑄混凝土工程施工規範(草案)，1996。
- [6.2] 交通部，道路交通安全規則，2016。

第七章 預鑄構材之安裝組立

7.1 一般規定

預鑄構材之安裝組立應依據預鑄混凝土工程施工計畫辦理，並應確保結構及表面裝修之品質。

解說：

預鑄構材安裝組立精度攸關建築物之結構尺度及表面裝修品質，故對預鑄構材之安裝組立，事前宜充分檢討。

預鑄構材安裝組立施工前宜將安裝組立作業、順序及相關注意細節等詳細檢討後作成預鑄構材安裝組立分項施工計畫，據此計畫實施安裝組立作業，經監造者核定後施工，並於每階段安裝組立作業前工作會議再次確認或修正。

預鑄構材安裝組立分項施工計畫中安裝組立工程之作業要點至少包含下列各項目，使作業人員徹底瞭解及檢討。

- (1) 計畫安裝組立之全部預鑄構材分類(安裝位置、重量、形狀)
- (2) 安裝組立之作業流程及注意事項
- (3) 使用機械、材料、設施用具及其管理辦法(勞工安全施行細則、起重機管理規定)
- (4) 安裝人員及手工具配置
- (5) 預鑄構材運入儲存分類及聯絡方法
- (6) 組立檢查要點及放樣，測量精度基準控制
- (7) 安全注意事項

在擬定及執行安裝組立計畫時，對使用起重機，吊車組立之作業，應事先檢查固定式起重機及移動式起重機等起重揚升機具的安全檢查及定期保養，起重揚升機具應設有安全預警及緊急制動設備以因應風力過大、超載或地震等突發事件，每日使用前需詳細查核使用之鋼纜索、夾具及吊裝扣環等，若有異樣或安全疑慮應即刻反映處理。

預鑄構材組立分項施工計畫編列時，宜按不同工法之安裝工序與注意事項加以區分。

預鑄特殊結構牆工法、預鑄特殊抗彎矩構架工法、預鑄特殊牆二元結構工法、鋼骨鋼筋預鑄混凝土工法、預鑄混合結構工法及帷幕預鑄混凝土工法等，宜詳列各預鑄構材續接系統與柱梁續接系統中所採用之續接材料、續接步驟及臨時支撐等各階段施工相關注意事項。預鑄特殊抗彎矩構架工法與帷幕預鑄混凝土工法流程例如圖 R7.1 至 R7.2 所示。

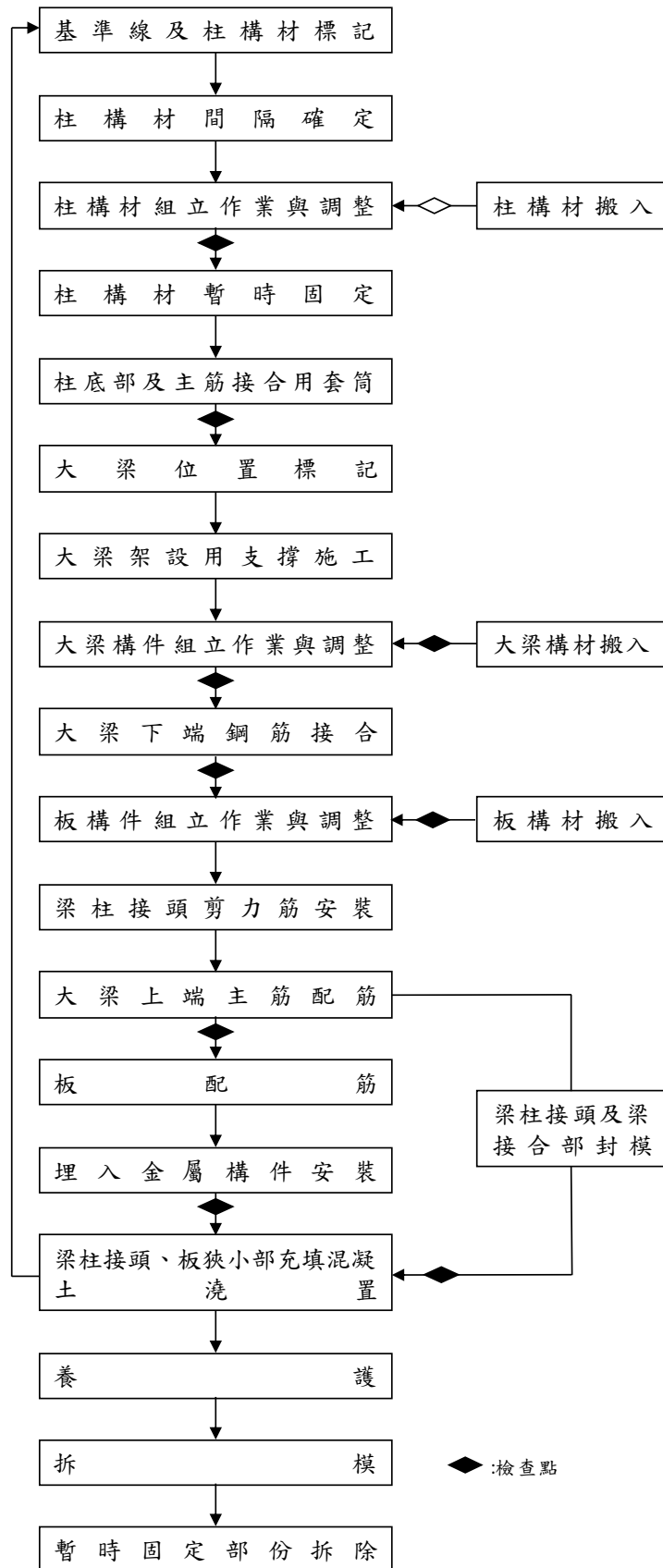


圖 R7.1 預鑄特殊抗彎矩構架工法安裝組立流程例

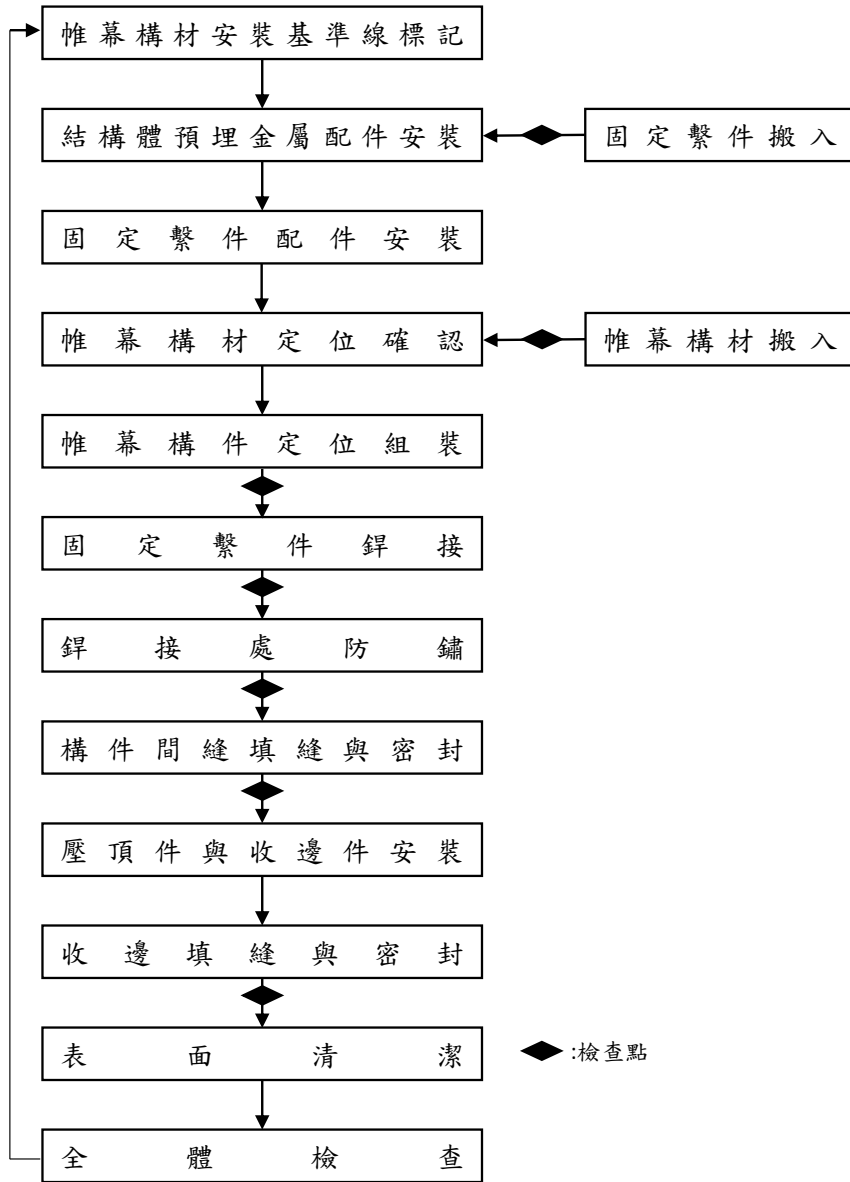


圖 R7.2 帷幕預鑄混凝土工法安裝組立流程例

7.2 安裝組立前之準備

7.2.1 預鑄構材安裝組立前應確認構材之尺寸及其吊放位置，避免形成組立之障礙。

7.2.2 預鑄構材安裝組立前應勘查運輸路線與工地吊裝環境。

解說：

預鑄構材安裝組立前宜依據施工詳圖核對預鑄構材製造無誤，合乎品管認定標準，標記編號正確，並徹底了解其預鑄構材結構計算書與吊裝施工規範要求條件，例如構材搬運、翻轉、吊升之方法宜符合結構計算之要求條件，以免預鑄構材遭受不當異常之外力而損傷，其接合方式亦宜符合結構之接合設計原理，避免組立接合後之結構行為違背原來設計理念。安裝組立前應進行必要之量測或放樣程序，瞭解其誤差狀況，以利安裝組立預鑄構材之順遂與調整。

安裝組立作業前宜舉行相關界面廠商之協調溝通會議，對彼此間相關問題及要求有較佳之瞭解。該協調會宜討論載重細節、搬運預鑄構材之順序與進度、運輸工具之種類、貨車與吊車進出路線、吊運技術及器具、接合、組立方法與順序、臨時支撐對其他廠商之影響、以及堆置場地等事項。這些事前準備之目的在確保所有措施均可達成且無障礙。

於工地現場內進行預鑄構材運輸時，要事先瞭解工地現場路基狀況是否良好，如載重車輛及吊車停放於已完成之地下室頂面進行作業時，宜檢核其載重對原設計結構體是否超額負載，若有超額負載情況，宜經結構計算，進行補強或在下方樓層結構施作回撐補強後方可進行後續組裝作業，並於安裝組立過程檢查補強回撐的穩定性。

7.3 吊裝設備及操作

7.3.1 預鑄構材組立作業所使用之吊裝設備及用具，應確認其充分具備能符合使用目的之性能及法令之規定。

7.3.2 吊裝設備之操作人員，應為符合職業安全衛生相關法規之資格要求。

解說：

預鑄混凝土工程使用之吊裝設備，依設置型態可以分為移動式與固定式二種，並按建築物之基地形狀、鄰房限制，以及預鑄構材重量選定適合之機種。移動式吊車分為履帶式(Crawler-mounted Tower Crane)及輪式(Truck-mounted Tower Crane)兩種為多，履帶式之機械本體長度較短，揚重能力較大，吊車設置所需要面積較少(輪式需具有伸縮支腳)。固定式吊車(又稱塔式吊車)分為平臂式及舉臂式兩種，吊車頂端具有吊臂可將預鑄構材吊至接近建築物，在臂長涵蓋的作業半徑內，按起重點距塔節中心之半徑距離，揚昇適當重量之起吊物件，距塔節愈近愈可揚昇較重之重物，最遠端則揚重能力最輕。其它較小型之預鑄構材則可使用一般油壓式吊卡車(Rough Terrain Crane)，機動靈活的卸載吊放預鑄構材。

固定式塔式吊車適用於無道路供吊車移動或較高之建築物，通常使用在高層預鑄工程。

選用吊車機種時宜檢討下列各點：

- (1) 對組立作業，其額定荷重是否適當。
- (2) 組立作業之最大半徑與最小半徑是否適當。
- (3) 吊升與吊降速度是否適當。
- (4) 組裝、拆卸工序及機械是否適當。
- (5) 預鑄構材組立作業所選用之吊車型式性能，應參考各機型最新型錄，並配合工地

配置條件慎選之。

預鑄構材組立時使用之主要用具有水平吊桿(Beam)、吊升用鋼索以及支持垂直預鑄構材之斜支撐。

預鑄構材之重心與吊升用鐵件之位置不平衡時會使吊升之預鑄構材傾斜而產生不必要之應力，常為造成預鑄構材破損及組立精度低劣之原因，因此宜使用水平吊桿吊升預鑄構材，水平吊桿例如圖 R7.3 所示。

吊升用鋼索(Wire)依預鑄構材大小、重量、傾角(介於 45° 至 60° 間)、確保安全係數等因素選定(依起重升降機具安全規則第 65 條安全係數應在 6 以上)，其長度及直徑規格大小符合才可使用，其保管方法、使用次數於預鑄構材組立分項施工計畫中訂定之。

牆板預鑄構材組立時，使用之斜支撐桿宜確保預鑄構材組立時不傾倒，並考慮於固定端結合強度達成前可抵抗地震、颱風等外力，以充分確保安全，牆預鑄構材垂直水平精度之微調參照第 7.4.4 節解說。一般常用例如圖 R7.4 所示。

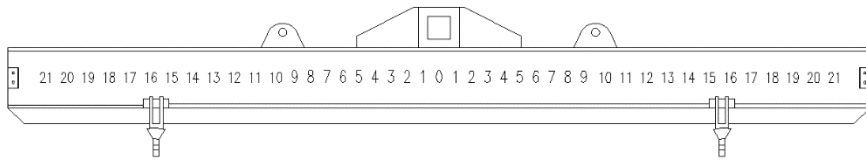


圖 R7.3 吊升用水平吊桿例



圖 R7.4 牆板預鑄構材組立用斜支撐之例

起重機(吊車)操作員執行機械操作時，以作業安全為第一，對機械操作、吊升網綁及檢查維修宜具有相當熟練之經驗與技術。

起重機(吊車)操作員之資格宜符合勞工安全衛生法規之相關規定，並熟練下列事項：

- (1) 對操作之機型性能熟練且具備操作證照(一機三證：係指移動式起重機檢查合格證、操作人員合格證及吊掛人員合格證)。
- (2) 對停放區域及停放地點，確實執行撐角支撐鋪墊，並事先準備鋪放墊材。
- (3) 事前研究對起重作業之整體計畫及組立順序，謹慎操作。
- (4) 操作之安全規則。

7.4 安裝組立作業

7.4.1 預鑄構材之安裝組立作業應依安裝組立圖說及施工計畫書執行。

7.4.2 預鑄構材之安裝組立作業應指派作業指揮者，並依其指示作業。

7.4.3 預鑄構材安裝組立前應先將接合部外露金屬件及預留鋼筋等整理完成，以利後續預鑄構材之組立與接合。

解說：

組立作業前宜利用預鑄構材分割圖製成組立圖，利用此圖面對組立順序模擬放樣，此圖面之組立順序、預鑄構材重量、組立用支撐等配置宜明示，以達到作業安全，提高施工效能為原則。

預鑄構材之組立作業，一般需要起重、銲接、泥作及防水等等專業工作人員組成團隊共同作業，故宜指定單一作業指揮者統籌指揮，作業人員數量依個案編定。

為維持後續防水施工之品質，需在牆板預鑄構材組立前將其側面及底端附著塵埃汙物清除，另在預鑄構材接合部之預埋接合金屬件或預留鋼筋處，充分核查及清理汙染，以避免安裝組立時，因預埋金屬件瑕疵，延誤組立作業或造成意外事故。

7.4.4 當預鑄構材組立時使用垂直支撐或斜支撐，應以螺栓或電銲暫予固定。

7.4.5 組立之預鑄構材應與樓板放樣墨線及基準水平符合，並妥善固定，防止柱、梁或牆預鑄構材傾倒或移位，以確保其精度。

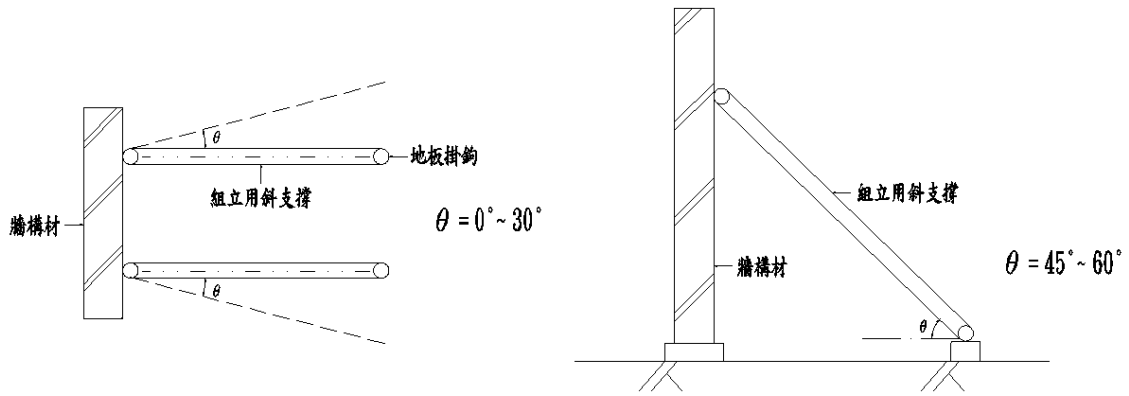
7.4.6 預鑄構材組立後，其組立位置之精度應符合第十一章規定。

解說：

預鑄構材組立使用垂直支撐或斜支撐等當作假固定時，支撐宜使用螺栓或銲接與樓板預埋墩座固定，樓板預鑄構材必要時宜使用預留連接鋼筋等予以接合，尤其牆板預鑄構材組立時宜注意其作業順序以防止事故發生。牆板依基準線吊放後宜隨即裝上斜支撐予以假固定。斜撐通常使用可抵抗壓力或張力之伸縮鋼管，且要確定其支撐設置狀態是否安全，調整完成時需插入制動插銷固定。

牆板使用一支斜支撐來支持時，如受到其他尚在組立中之牆板直接撞擊將會有傾倒的危險，故除非與直交牆材有銲接接合外，單片牆板均需要二支以上之鋼管支撐。惟建築物之角隅端部區，無空間設置二支支撐時，應在相鄰兩側板預鑄構材之頂端增設拉力連桿，避免變形不均，如圖 R7.4 所示。

必要時，牆板上段可加設鋼纜索補強以抵抗側拉力，直至結構接合完成後才能將鋼索放開。至於支撐角度務必能發揮斜支撐性能，且可維持其立面及平面角度的確實性。為確保上述要求，可搭配使用金屬件(如吊鉤、插銷)等之配置計畫，如圖 R7.5 所示。

圖 R7.5 組立用斜支撐之安裝方法例^[7.1]

於預鑄特殊結構牆工法之預鑄特殊結構牆構材之位置放樣墨線是在樓板面完成後進行，墨線放樣時宜注意誤差控制。預鑄構材要對準墨線組立，垂直精度要特別注意上下預鑄構材之位置不得有偏心。此外，牆板之吊裝宜使用不受強風影響的放樣方法，如雷射儀等設備。

鋼骨鋼筋預鑄工法，其鋼骨吊裝之調整通常與一般鋼骨工程相同，用固定式錘線或經緯儀控制垂直度，同時採用鋼索或鬆緊器(Turnbuckle)與高低調整墊塊(Level-block)。帶牆之梁預鑄構材，若其牆身相對於梁預鑄構材產生偏心時，組立時會有傾倒之可能，宜請有經驗之重型支撐架施工人員垂直組立之。

樓板預鑄構材在預鑄特殊結構牆工法中為直接置於預鑄特殊結構牆構材上，在鋼骨鋼筋預鑄工法時則置於鋼構梁上。無論何種方式，樓板之水平均由預鑄特殊結構牆構材或鋼構梁之水平而定，故確保預鑄特殊結構牆構材之高程精度及鋼構梁翼板面之水平精度為首要之務。第一層樓板，因基礎一般為現場施工之鋼筋混凝土結構，基礎頂面高程之精度較難以確保，可採用底鋪水泥砂漿等材料來調整樓板預鑄構材之高程而組立，取當層之最高點為基準(並考慮如彈性膠等防水材之勾縫寬及鋼製承座板 (Setting plate)之銲接長等)，以水泥砂漿、鋼板、螺栓，進行高程調整工作。

當採用水泥砂漿時，宜至少在樓板組立前二天施工，且底板混凝土宜充分濕潤以避免預鑄特殊結構牆構材及樓板組立時水泥砂漿發生破裂情況。當採用鋼板墊塊時，若以薄片重疊宜注意墊片組立時不能鬆動，完成高程調整時要將鋼墊片銲接固定。置放鋼墊片，不得防礙防水處理或內部之裝修。樓板、屋頂板、陽台板或雨庇之前端齊平，可使用水線(鋼琴線)來輔助組立時之定位。

- 7.4.7 在安裝組立作業中如有可能遇到強風時，各預鑄構材應使用支撐加固，必要時應予補強或視狀況停止作業。
- 7.4.8 安裝組立預鑄構材時，應確認其下方層在結構上之安全性無虞方可進行。
- 7.4.9 安裝組立時，發生裂縫或破損之預鑄構材，其處置應符合結構強度、防水及外觀之要求。

解說：

預鑄構材製造尺寸之容許誤差雖有規定，但是組立位置之容許誤差應符合施工計畫規

定，組立精度的要求，係針對結構強度、防水、裝修、裝潢等不影響之精度，其容許值與預鑄構材之接合方式有關；隙縫寬度要求依設計圖說規定，外觀上之縫寬控制宜按全棟整體整齊觀點要求。水平接合部亦同，施工上宜注意避免產生結構上缺陷。高程之誤差不宜太大，以避免接合處之補強板上下方向銲接長度不足，或避免埋入灌漿式套筒(Sleeve)續接器內之鋼筋長度不足，產生結構上重大的缺陷。

預鑄構材組立作業受天候影響之最主要因素為風與雨。尤其對風作用之安全管理宜充分留意，一般採取下列之對策：

- (1) 在組立作業場所之組立位置附近設置風速計，隨時測定風速之狀態。
- (2) 若發生風速超過 10 m/sec 以上之陣風時，即應停止預鑄構材之組立作業。
- (3) 對能事先預測之颱風或暴風，施工中建築物預鑄特殊結構牆構材之支撐宜事先予以補強，以防止預鑄構材受風而傾倒；固定式塔式吊車操作室、使其旋臂處於自由旋轉之狀態，而履帶式吊車宜將其吊臂放下，以防止吊車傾倒。

下雨時考慮安全管理與品質管理，宜停止組立及銲接作業，其作業中止與否之判斷，依安全衛生管理者指示辦理。

組立時發生龜裂及破損之可能原因如下：

- (1) 銲接時電銲熱量過熱造成的影響。

為免銲接時之高熱使周圍預鑄構材混凝土發生龜裂，宜分次進行。

- (2) 組立吊裝過程處置不當。

為組立機械性能不適當、組立過程粗率、施工精度不良導致水平接合部之接合金屬件產生障礙應修改金屬件所致。因此，宜事前小心檢討，配合適切之品管防止。龜裂或破損之容許界限參考第十一章之標準。

龜裂或破損之補修與製品檢查一樣，判斷其補修之可行性，宜依其發生部位及大小程度而定。如圖 R7.6 之陽台懸臂板產生龜裂且裂縫穿透內部時，已對結構強度造成缺陷，引致修補困難，而宜以廢板處理。若對結構強度不造成減弱程度之表面輕微傷害，則可考慮以補修方式補救。破損之補修，可使用高分子砂漿或樹脂砂漿等修補，使預鑄構材表面恢復原有之狀態，並考慮組立後內外修飾方法。裂縫補修對結構性能及防水性能均有很重要的影響，裂縫較大時，可採用環氧樹脂(Epoxy)填充注入或塗佈等方法。

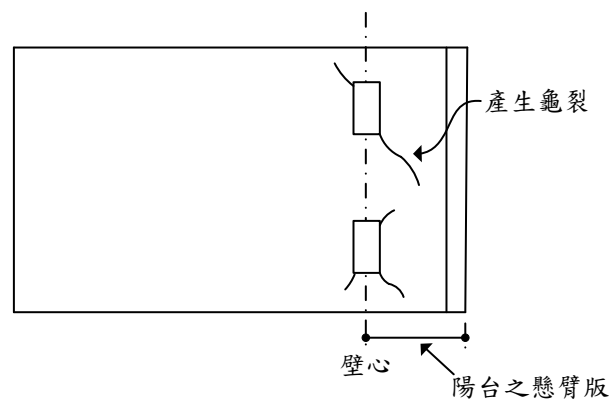


圖 R7.6 結構強度上之缺陷例^[7.1]

參考文獻

- [7.1] 內政部建築研究所，建築技術規則施工篇(草案)-預鑄混凝土工程施工規範(草案)，1996。

第八章 預鑄構材之接合

8.1 一般規定

8.1.1 預鑄構材之接合用材料與施工，應符合本章或設計圖說之規定。

解說：

預鑄構材之接合用材料與施工方法，常用下列幾種方法：

- (1) 將預鑄構材突出之主鋼筋插入另一構材內預埋之鋼製套筒(Sleeve)內，再於套筒內灌注專用水泥砂漿(Grout)之接合法：此法多用於預鑄柱或預鑄剪力牆之接合部，另也用於預鑄梁之主筋續接。用此接合方式時構材底部以底鋪水泥砂漿或接縫填充料填滿。續接器之施工依第 8.2.1 節、底鋪水泥砂漿之施工依第 8.4.1 節、接縫填充料之施工依第 8.5.1 節辦理。
- (2) 預鑄構材端部之接合部以混凝土填充：此法多用於預鑄梁或預鑄剪力牆之接合部，預鑄構材突出鋼筋之接合，梁主筋使用機械式續接或對銲續接，牆筋一般則使用扇形槽銲(Flare Groove)或搭接方式續接。接合部混凝土的施工依第 8.3 節、鋼筋機械式續接依第 8.2.1 節、鋼筋對銲續接依第 8.2.2 節、扇形槽銲(Flare Groove)依第 8.2.3 節、搭接方式依內政部發布之「結構混凝土施工規範」^[8.1]辦理。
- (3) 構材內預留鋼材相互銲接後，再填充水泥砂漿之接合法：此法多用於預鑄混凝土板、預鑄階梯、次要牆等接合。鋼材的銲接依第 8.2.3 節、填充砂漿之施工依第 8.4.2 節辦理。
- (4) 構材預埋類似鋼骨結構之連接板(Gusset Plate)或型鋼，利用高強度螺栓接合：用於鋼骨鋼筋混凝土預鑄工法。高強度螺栓接合依第 8.2.5 節辦理。

上述為本章所使用之一般預鑄構材接合方法，另有次要牆如隔間牆所使用之普通螺栓接合等其他接合方法，其種類及方法按個別部位依規定或依設計圖說辦理，無規定或設計圖說可遵循時，依內政部發布之「結構混凝土施工規範」^[8.1]或「鋼構造建築物鋼結構施工規範」^[8.2]規定辦理。

8.1.2 構材之接合應依預鑄混凝土工程施工計畫中之接合部分項工程施工計畫辦理。

解說：

預鑄工法中，預鑄構材的接合與安裝組立為現場主要的工作，是確保結構體品質相當重要的工項，因此宜在依預鑄混凝土工程施工計畫書中，針對接合部之施工方式製作接合部分項工程施工計畫書，以確保構材接合部之品質相關工項均被確認後，再進行各項接合工程。此外，接合之品質取決於鋼筋加工組立精度及構材組立精度，所以相關作業人員宜針對精度之管理事先規劃責任分工。施工圖說宜明訂接合的時機、順序、執行人員、材料、設備、作業要點、檢查方法、合格標準等。

在接合部施工期間，因考慮到可能於組合時遭遇地震造成工地安全疑慮，構材於組裝後盡可能迅速進行接合部施工。

在使用會伴隨接合部收縮之接合方法時，接合部若被外力拘束，則接合部及其周圍會產生歪斜，例如填充混凝土或填充砂漿的收縮等。因此設計圖說上宜載明構材接合的順序。若設計圖說無特別指示，但能預測接合部可能產生歪斜時，宜將上述情況納入考慮，檢討接合順序後再製作接合部分項施工計畫書。

在多跨度結構的情況下，一般由中央附近開始，向外延伸依序進行接合，接合部的拘束力較小，能降低因歪斜產生之殘留應力。

針對接合作業的工作人員、材料及設備、作業要點、檢查，除依據第 8.2 節之規定外，並依照內政部發布之「結構混凝土施工規範」^[8.1]，銲接接合依照內政部發布之「鋼構造建築物鋼結構施工規範」^[8.2]。可將施工及檢查的順序製成流程圖進行整理，範例如圖 R8.1 為銲接施工管理流程圖。在檢查時，要注意多層配筋之情況，以避免後續工程施工完成後無法進行鋼筋接合部之檢查。

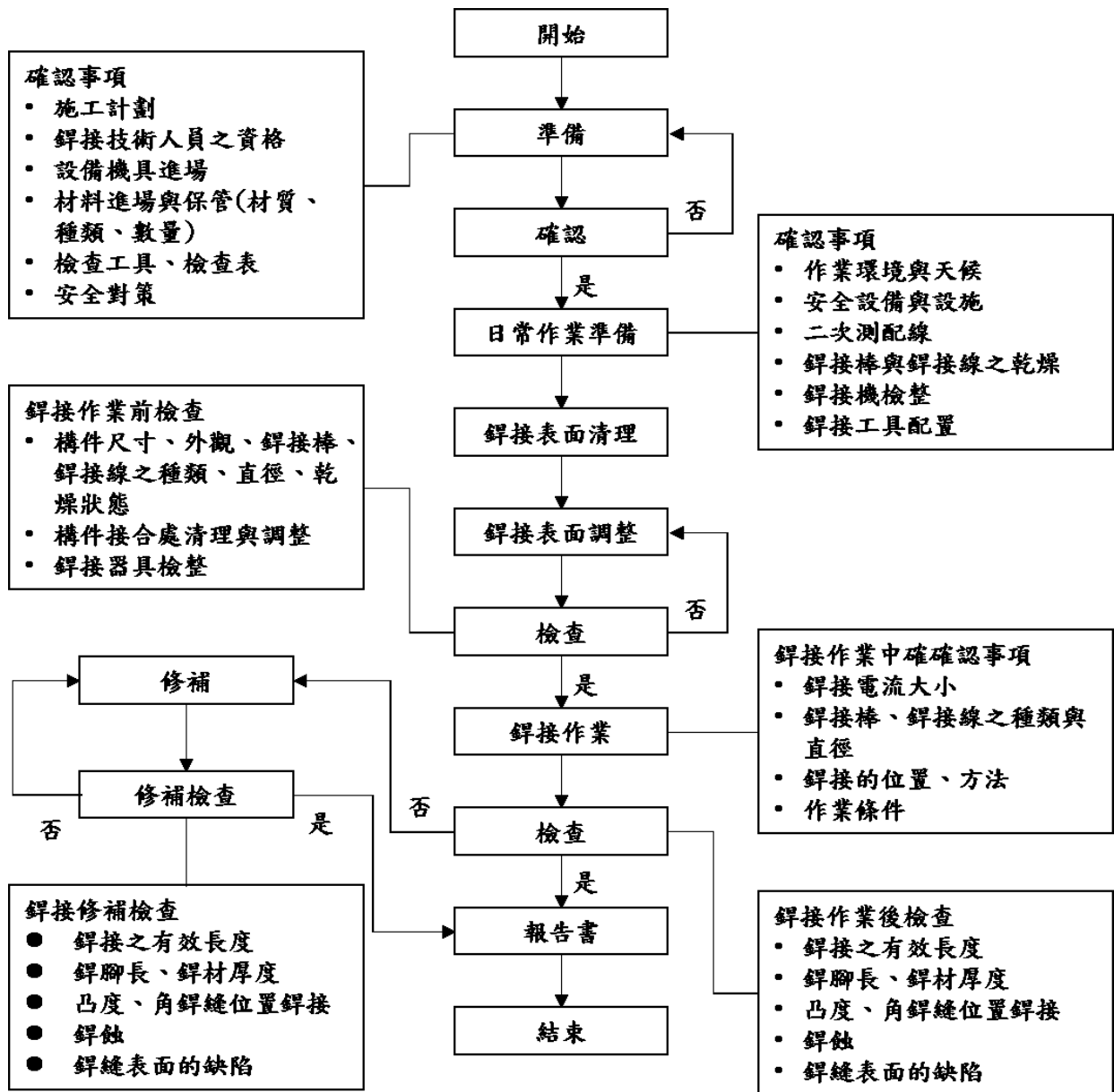


圖 R8.1 銲接施工管理流程圖範例^[8.4]

8.2 鋼筋及鋼材之接合

8.2.1 鋼筋機械式續接

8.2.1.1 分項工程施工計畫書採用機械式續接時，應依該施工計畫施作，以確保鋼筋續接性能。機械式續接之檢驗與允收應符合內政部發布之「建築物混凝土結構設計規範」^[8.3]第 26.6.5 節之規定。

解說：

鋼筋機械式續接常用方法如下：

- (1) 螺紋節鋼筋續接器：螺紋節鋼筋以具有內螺紋之續接器續接，以專用水泥砂漿或其他經認可材料填充間隙。多用於預鑄構材在現場澆置混凝土接合部之鋼筋續接。
- (2) 水泥砂漿填充式套筒續接器：續接套筒，使用水泥砂漿或其他經認可之填充材料固定接合部。
- (3) 以止動螺帽固定接合部：鋼筋經加工具有外螺紋，使用續接器及止動螺帽鎖至設定扭力值固定接合部。
- (4) 油壓壓合續接器：使用油壓鉗壓合續接器與鋼筋。

上述機械式續接方法如圖 R8.2，在預鑄工法以(1)及(2)為主為較具代表性的續接方式。

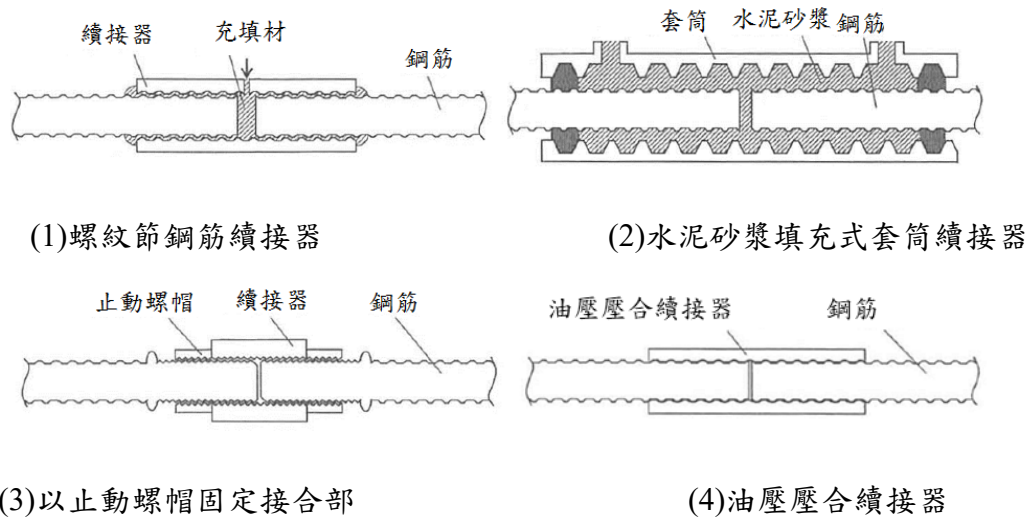


圖 R8.2 機械式續接工法範例^[8.3]

鋼筋續接器的設計通常具有專利權，各樣式的續接器及續接套筒具有特定之安裝程序及適用條件，其他樣式之續接器可以參閱美國混凝土學會 ACI 439.3R-07 報告^[8.5]及日本土木學會之鋼筋錨定續接手冊(鉄筋定着継手指針)^[8.6]，鋼筋強度等級在 SD 490 以下，可以選擇的續接器樣式及工法較多，高強度鋼筋可以選擇的續接器樣式較少。

依內政部發布之「建築物混凝土結構設計規範」^[8.3]第 18.2.7.1 節規定，機械式續接應分為第一類、第二類或第三類，適用範圍不同。實際續接位置應依設計圖說、施工詳圖或工程司指示辦理。

機械式續接除其強度規定外，尚需考慮其滑動量、延展性、伸長率、實測強度、續接位置、續接器間距、保護層厚度等對構材之影響。在撓曲構材，鋼筋經機械式續接後其勁度不得降低為原則；在鋼筋可能降伏至非線性變形的地方，機械式續接宜具有足夠之強度及韌性以避免續接處先破壞，設計者可以經由鋼筋續接器性能試驗或構材耐震試驗來證明

機械式續接性能是否符合要求。

除依據經認可之機械式續接法製成該工程之分項工程施工計畫書後進行施工外，需由分項工程施工計畫書中所訂定之合格專業廠商進行施工。作成之分項工程施工計畫書中，宜規定作業人員、材料、設備、作業順序、各作業的內容、檢查時間及內容等。

8.2.1.2 機械式續接之施工應特別注意下列事項：

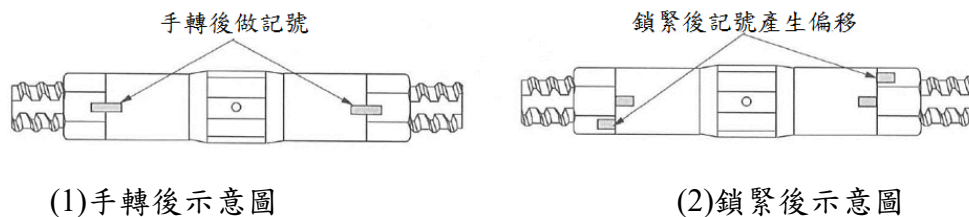
- (1) 螺紋節續接器應避免鋼筋插入長度不夠或未鎖緊，若需要在鋼筋與續接器之間隙注入填充料者，尚應避免填充料注入不足。
- (2) 套筒式續接應避免鋼筋插入長度不夠及填充料注入不足。
- (3) 止動螺帽續接器應避免鋼筋插入長度不夠或未鎖緊。

解說：

機械式續接器需依特定施工法施作才能發揮預期之續接性能，因此需依受認可之分項工程施工計畫書進行施作。

(1) 螺紋節鋼筋續接

螺紋節鋼筋續接是利用具有內螺紋續接器接合螺紋節鋼筋之續接法，於續接器與鋼筋之間灌注入有機填充劑(如樹脂)或無機填充劑(如砂漿)使其固定避免滑動，或利用止動螺帽以扭力鎖緊接合。使用扭力方式接合時為防止忘記鎖緊螺帽，應作標記如圖 R8.3 所示作為鎖緊之確認。此外無論哪種方式，將預定之鋼筋長度插入續接器中，施工時於鋼筋上標記，確保正確之插入長度。



(1)手轉後示意圖

(2)鎖緊後示意圖

圖 R8.3 螺紋節鋼筋續接止動螺帽標示確認鎖緊範例^[8.4]

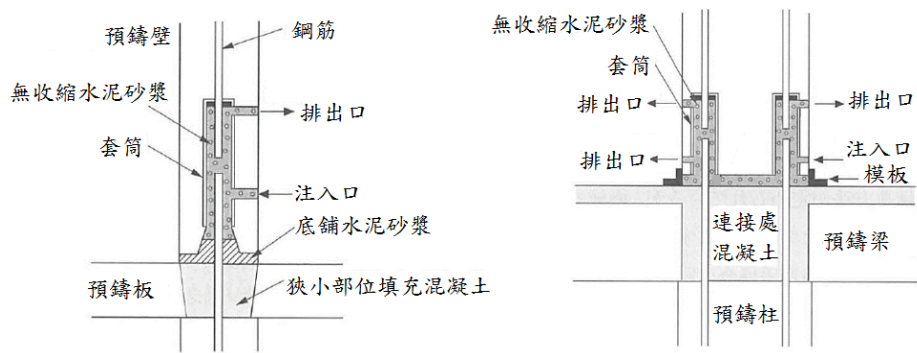
(2) 續接套筒

續接套筒是將被續接之鋼筋插入鋼製套筒後，於套筒內灌注專用水泥砂漿，待砂漿硬固後使套筒與鋼筋結成一體，藉由填充砂漿與鋼筋表面竹節、套筒內壁之間的握裹力來傳遞鋼筋應力，此乃鋼筋機械式續接工法之濕式接頭(Wet Joint)，如圖 R8.4 所示。此續接工法施作簡單，易吸收施工誤差，無鋼筋伸縮及殘留應力的問題，不似乾式接頭特別要求製造及組立時之尺寸精度，因此，續接套筒適合用於預鑄構材鋼筋之接合。

另一方面，預鑄構材中預埋之續接套筒不同於其他的續接器、銲接接合或高強度螺栓接合，無法於施工後取出進行抗拉試驗，亦無法以放射線或超音波等方式檢驗續接品質，因此於預鑄構材製造時及現場施工前、中、後等各階段對材料及施工進行嚴密之品質管理檢查相當重要。預鑄構材中預埋續接套筒內所插入之鋼筋，一方是預鑄構材製造時插入，另一方為接合時預鑄構材突出之鋼筋，無論是哪一方，皆於構材接合後均無法檢查其插入長度，因此宜於插入前進行檢測後再行施工。特別是接合構材中突出鋼筋之插入長度、接合部之接縫間隙寬度、及預鑄構材端面所埋入套筒尺寸等，

在鋼筋插入長度之管理上皆要納入考慮。此外，灌漿作業是影響套筒接合品質的重要工作，施工時宜力求全部灌入專用水泥砂漿以穩定品質，且其抗壓強度應大於品質管理上所規定之強度，故灌漿作業施工前宜擬訂分項施工計畫書，同時針對下列項目建立施工管理及品質檢查制度：

- (a) 灌注材料之管理(如材料品質、進場驗收、保管方法等)。
- (b) 灌漿用設備、器材之檢查與管理。
- (c) 灌漿作業所規定之技能，及選定有關灌漿工程管理員及灌漿操作人員。
- (d) 作業環境(如作業條件、灌注材料拌和時間及灌注溫度設定等)。
- (e) 灌注材料之拌和管理(如拌和用水質、水量計量法、拌和方法及時間等)。
- (f) 灌漿之品質管理試驗(如抗壓強度、流度、試體數量、養護方法及接受標準等)。
- (g) 灌注口及排出口阻塞或附著物之檢查及確認。
- (h) 灌漿施工位置、數量及全部灌注完成與否之確認。



(1)底鋪水泥砂漿法(牆構件)

(2)同時注入(柱構件)

圖 R8.4 套筒式續接灌漿範例^[8.4]

8.2.2 鋼筋全銲續接

8.2.2.1 分項工程施工計畫書採用全銲續接時，應依該施工計畫施作，以確保鋼筋續接性能。

解說：

預鑄工法較常使用鋼筋全銲續接，是在銲接時一邊熔入銲材一邊同時使用 CO₂ 氣體遮護保護銲接處以隔絕空氣而使電弧安定，並調整其滲透率。

與機械式續接一樣，鋼筋銲接後之續接性能應該被檢驗，依內政部發布之「建築物混凝土結構設計規範」^[8.3]第 25.5.7 節規定，鋼筋全銲續接後取樣執行拉伸試驗拉力至少應達到鋼筋最小規定降伏強度之 1.25 倍，彎曲試驗銲接續接處不能有斷裂或出現裂紋現象^[8.7]。此外，用以抵抗地震引致力之鋼筋銲接應不使用於特殊抗彎矩構架梁或柱接頭面起算兩倍構材深度範圍內，或因側向位移超過線性行為範圍外時，導致鋼筋可能降伏之臨界面起算兩倍構材深度範圍內，其相關規定應符合內政部發布之「建築物混凝土結構設計規範」^[8.3]第 18.2.8 節。

鋼筋之銲接應經許可，鋼筋在未查驗其可銲性並挑選適當之銲接程序者，不得銲接。鋼筋之銲接需按美國銲接學會“Structural Welding Code -Reinforcing Steel (AWS D1.4)”^[8.8]之

規定辦理。AWS D1.4 要求個別鋼筋應依其化學組成來決定其銲接所需之預熱及中繼溫度。

8.2.2.2 鋼筋全銲續接之施工，應特別注意下列事項：

- (1) 鋼筋截切面之預留間隔應在分項施工計畫書規定範圍內，避免過大。
- (2) 隨著多根鋼筋之銲接順序，銲接處冷卻時可能會有束制效應，為避免殘餘應力過大，應決定適合的作業順序施作。

解說：

鋼筋全銲續接需依所定施工法進行施作才能發揮預期之續接性能，因此需依被認可之分項施工計畫書進行施作。

鋼筋全銲續接，因為於銲接冷卻後會產生 1 mm 左右的收縮量，施工時要將此納入考慮。此外為了降低伴隨冷卻收縮產生的殘餘拉應力，宜留意下面兩點：

(1) 鋼筋截切面之預留間隔

一般而言，鋼筋截切面之預留間隔愈大，銲接產生之收縮量愈大。因此訂定施工計畫時，鋼筋截切面間隔若非必要不宜加大。但是，鋼筋截切面間隔過小可能引起銲接不良，因此也要特別注意。

(2) 作業順序

依據過往的實驗^[8.10-8.13]，在同一接合處之鋼筋使用連續銲接之殘餘應力約 0~29 MPa，而銲接與銲接之間隔 70 至 90 分鐘情況下，殘餘應力達 80 MPa。因此，在同一接合處連續銲接可降低殘餘應力。此外，銲接處的外力束制效應愈大時殘留應力也愈大，因此宜擬定降低銲接接合預鑄構材束制效應之對策。以建物整體來說，由中央向外側延伸之順序施工較妥適。

8.2.3 其他銲接接合

8.2.3.1 鋼材銲接及鋼材與鋼筋、鋼筋與鋼筋之扇型槽銲法，應由具備銲接證照之技術人員執行。

8.2.3.2 銲接時要注意：

- (1) 銲接部及銲接材應為完全乾燥狀態。
- (2) 作業環境不受風雨之影響。
- (3) 作業環境不受低溫之影響。

解說：

接合部之構材接合用鋼材或鋼筋之銲接，對建築結構強度有直接影響。因此在品質管理觀點上存在可靠度之確認問題，其銲接成效全仰賴銲接人員之技術水準而定，因此，就銲接部位之品質管理而言，應將銲接計畫、管理及有能力指導銲接人員之管理技術員全部納入考量，除依銲接的種類、位置及方法適當選定銲接的鋼材、鋼筋、銲條及銲接機等作業用具外，仍需對銲接人員之技術能力加以確認。從事銲接工作之人員應領有我國有關機構核發之執照，具有能力判斷銲接方法、作業姿勢、母材形狀、板厚等銲接技術。有關機構由業主於合約中規定。

內政部發布之「鋼構造建築物鋼結構施工規範」^[8.2]中，針對各種銲接工法之各種材料、銲接設備、銲接人員、銲接施工、銲接檢查及補修等項目均有詳述，可依循據以實施銲接作業。「鋼構造建築物鋼結構施工規範」^[8.2]是針對一般鋼骨結構為對象，而預鑄工法仍有

下列特點：

- (1) 接近構材混凝土處銲接較多。
- (2) 小規模的銲接處多且分散。

依此特點進行銲接時，應採用適合預鑄工法之銲接方法，有關銲接種類、位置及方法等規定，宜於設計圖上明示。

強風或雨天原則上宜避免銲接作業。不得已需要在雨天或高濕度環境下進行銲接時，因為銲條容易受潮且銲接面潮濕會產生氣孔或龜裂現象，故銲接部位及銲條、銲線等銲材均需要十分乾燥。在強風下銲接時，易引起電弧不安定或遮護(Shield)不足，形成氣孔(Blow Hole)等之銲接缺陷。手持遮護金屬電弧銲接(SMAW)時，風速以 10 m/s 為限，氣體遮護金屬電弧銲接(GMAW)則風速以 2 m/s 為限，另於高處作業時有作業安全性問題，為避免受風影響應設置適當之擋風及人員安全設備。

在氣溫 0 °C 以下時，熔化金屬因急速冷卻如同淬火狀態，非但材質會變硬，且銲接部位容易產生龜裂等缺陷，故不得進行銲接作業。若不得已需要在 0 °C 以下時進行銲接時，應在銲接外圍約 100 mm 範圍施以 36 °C 以上之預熱，但注意避免過熱而致混凝土龜裂。

8.2.4 高強度螺栓接合應符合「鋼構造建築物鋼結構施工規範」^[8.2]。

解說：

高強度螺栓接合，是將構材混凝土中之錨定鋼板或型鋼以高強度螺栓鎖固，利用接合面的摩擦力及承壓力來傳遞應力，是一種可靠的乾式接合法，常用於高層預鑄工法中柱與梁之接合。由於構材突出之預埋金屬配件不易變形且其本身剛性大，很難吸收製造時之誤差，因此螺栓接合是一種高精度要求之接合法。

為確保其接合部之性能，對高強度螺栓之品質、鎖固方法、摩擦面處理、檢查方法及判定標準等，全部可依循內政部發布之「鋼構造建築物鋼結構施工規範」^[8.2] 第五章之規定，而高強度螺栓之材料及施工方法應特別說明並註記於設計圖說上。

8.2.5 其他接合

8.2.5.1 其他接合之種類、位置及施工方法應按設計圖說規定。

8.2.5.2 其他之接合部，在接合前後應予檢查，其檢查方法及判定標準應符合第十一章規定。

解說：

其他接合方式中較常被使用者，例如非結構牆中在預鑄構材內，預留螺紋鋼筋或螺栓穿過螺栓孔，使用普通螺栓之接合方法。螺栓接合方法為手工具鎖緊的程度。

8.2.6 鋼筋及鋼材之接合試驗、檢查應符合第十一章之規定。

解說：

在鋼筋及鋼材之接合上，確保品質為相當重要的事，因此適當的進行試驗、檢查為必要的。其方法、時機及次數、合格標準等，應符合第十一章之規定。

8.3 接合用填充混凝土之施工

8.3.1 接合用填充混凝土之施工應符合內政部發布之「結構混凝土施工規範」^[8.1]及下列規定。

8.3.1.1 填充混凝土之規定強度應高於構材混凝土設計強度，且不低於 280 kgf/cm²。

解說：

用於預鑄構材接合部之填充混凝土，可分為二種，一種用於預鑄特殊抗彎矩構架工法或預鑄特殊結構牆工法接合部，一種用於預鑄特殊結構牆工法中相鄰接合牆體之垂直接合部，本規範區分，前者為接合部填充混凝土，後者為狹小部填充混凝土。其中狹小部填充混凝土在預鑄工程中宜使用特有的樣式，但接合部填充混凝土則使用一般現場澆置的混凝土進行施工。

接合部填充混凝土之設計強度宜明示，凡預鑄特殊結構牆建築物之預鑄構材相互間及其與現場澆置混凝土構材之接合部，所使用接合用混凝土或水泥砂漿之規定強度在 280 kgf/cm² 以上，接合部混凝土是建築物構材相互接合成一體的重要部位，因此，其規定強度，應高於構材設計強度。

8.3.1.2 填充混凝土所用材料，應符合第三章之規定。

解說：

接合部混凝土所用之材料及其品質，依第三章之規定為準。接合部混凝土之使用部位通常是斷面小且接合鋼筋多，混凝土填充易產生問題之處，故其粗粒料標稱最大粒徑以 15 mm 以下為原則，預拌混凝土使用之小礫石，若填充性沒有問題，其標稱最大粒徑可依斷面形狀用至 20 mm 以下。

8.3.1.3 澆置前接合部應先將異物清除，並於封模處及構材接合面灑水潤濕。

解說：

封模材料一般多使用夾板，也有用鋁或塑膠等製品者。模板及構材之接合面宜事先灑水，以避免因構材吸收水份使接合面產生缺陷，形成接合部弱面導致被接合之構材無法結成一體。另若接合面未將水泥漿及油污等附著物清除乾淨，則可能會導致防水不良的後果。

此外，由於接合部之斷面小且填充量也少，在夏季接合部混凝土填充後為避免急速乾燥而產生龜裂，在樓板和屋頂板構材之接合處，宜依需要進行灑水等適當養護。

8.3.1.4 澆置時填充混凝土應密實填滿於構材之間。

解說：

儘管接合部混凝土澆置量少且係局部施工，但它是結構上重點部位，卻也是容易發生隔音及防水性能的弱點部位，因此施工時宜十分注意，尤其是底鋪水泥砂漿及接合部混凝土部位若有填充不良時，往往會造成隔音性能不佳等問題。樓板構材接合部混凝土及水泥砂漿之澆置比較容易，但如前述在垂直接合部之混凝土由於斷面較小且於高處澆置，所以澆置時宜以適當工具充份搗實或在模板外側輕輕敲打，使其填充密實。除非模板非常堅固且十分緊密外，避免使用振動機。此外為防止漏漿，模板與構材宜密貼。鎖緊模板時不得使用鐵線，應使用模板繫桿(Form Tie)等螺栓式之器具。

8.3.1.5 有受凍害之虞時，應作適當保溫養護，其方法應予明示。

解說：

在接合部混凝土凝結或硬化初期階段，受凍結及解凍反覆作用時，會使混凝土發生硬化不足、強度變低及隨機開裂等現象，導致混凝土品質低劣。故在初期養護階段及初期養護完成後，作好適當保溫養護措施，方可獲得所需之強度。對於防止初期凍害之養護方法，宜予明示。

8.3.1.6 接合部混凝土之試驗、檢查應符合第十一章之規定。

8.3.2 狹小部位混凝土之施工應符合下列規定。

8.3.2.1 狹小部混凝土應符合第三章混凝土品質要求。

8.3.2.2 狹小部混凝土於澆置處所用之模板，在混凝土施工時應無異常變形、模板接合處無漿體滲漏。

8.3.2.3 施工前應先清潔澆置處取出異物，於封模及預鑄構材之接合處灑水使其濕潤。

8.3.2.4 施工時，使混凝土填充於澆置處的各角落，以獲得密實的混凝土。

8.3.2.5 狹小部混凝土之品質管制，應符合第十一章之規定。

解說：

為滿足狹小部填充混凝土及使用材料的品質，在預拌混凝土下訂時，宜與生產者進行充分協調相關特定需求。狹小部填充混凝土的澆置位置一般為接合鋼筋密集之狹小空間，為使混凝土能密實的到達各角落，混凝土訂料時之注意事項，宜與生產者充份協商後訂定，並獲監造者認可。此外，若狹小部填充混凝土為工地現場拌和混凝土，雖依特別註記辦理，仍宜參考內政部發布之「結構混凝土施工規範」^[8.1]。

狹小部填充混凝土常為流動性高的混凝土，因此該部分之模板宜設計為不因混凝土之注入而移動及脹大。此外，為使水泥砂漿及填充砂漿不會從預鑄構材與模板的接面漏出，模板與預鑄部材宜緊密接合。模板之固定不得使用鐵線，宜使用螺栓式之繫桿固定。模板雖然多使用普通夾板，也有使用鋁製及塑膠製品。此情況下，水泥砂漿等也有可能較容易漏出，因此可使用防水填縫料等防止縫隙產生漏漿。一般而言，外牆多採用如解說圖 R8.5 之單縫模(Self forming)的工法，多不再使用外部模板。

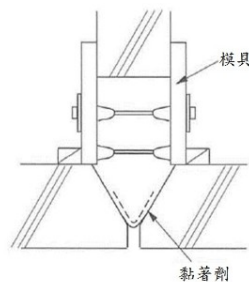


圖 R8.5 單縫模板上視圖例^[8.4]

模板及構材之接合面宜灑水，以避免因構材吸收水份使接合面產生缺陷，此時，接合面會變得不完全、接合強度下降、受力時會產生滑動。此外，若接合面未將水泥漿及油污等附著物清除乾淨，則可能會導致防水性受到損害的後果。

狹小部填充混凝土雖為注入量少之部分施工，但為結構上重要之部位，也容易成為隔音或防水性能上之弱點，因此施工時宜多加留意。底鋪水泥砂漿及填充混凝土只要有些微

之填充不良，可能會產生隔音性能低落，因此宜多加留意。此外為防止漏漿，模板與構材宜密貼。鎖緊模板不得用鐵線，應使用模板繫桿(Form Tie)等螺栓式之器具。

模板可保護新澆置之混凝土不受低溫及外力影響。為防止初期凍害，於確認混凝土抗壓強度超過 50 kgf/cm^2 後，才能取下模板。於平均氣溫在 10°C 以上時，可省略混凝土抗壓強度試驗，依解說表 R8.1 所示之日數過後，再拆除模板較為妥當。

表 R8.1 填充混凝土拆模參考時間

水泥種類 平均溫度	混凝土齡期 (天)	
	早強水泥	一般水泥、混合水泥
20 °C以上	2	4
10 °C至 20 °C	3	6

8.4 接合用水泥砂漿之施工

8.4.1 底鋪水泥砂漿

8.4.1.1 底鋪水泥砂漿之配比依設計圖說辦理，或依下列(1)、(2)點研訂，並經工程監造者認可。

- (1) 使用現成之調合製品時，應確保其強度高於設計強度。
- (2) 在現場計量砂漿時，依所定的強度及所需之施工性研訂。

解說：

構材水平接合處所用之底鋪水泥砂漿，不僅支承構材之垂直荷重，亦負擔地震時之壓力及摩擦剪力，在結構強度上扮演重要的角色，因此底鋪水泥砂漿之規定強度應大於預鑄構材及現場澆置混凝土之設計強度以上，其值應予明示。近年增加之預鑄特殊抗彎矩構架工法中，多位於豎向構材之下方留有接縫與鋼筋作機械式續接時一併灌注填充砂漿(Grout)；使用底鋪水泥砂漿的比較少。另一方面在預鑄牆工法中，會形成狹長形之接合部，不適合灌注填充砂漿之施工，因此一般多採用底鋪水泥砂漿工法。

以前底鋪水泥砂漿是以在工地現場調配拌和為主流，但最近市面已有販售調合完成之底鋪水泥砂漿成品。使用調合完成之底鋪水泥砂漿成品時，宜進行試驗確認其是否有足夠之施工性，以及其抗壓強度是否能達到設計強度以上。

若底鋪水泥砂漿於現場進行調配拌和時，其配比一般是將水泥與砂(細粒料)以一定重量比例，再調整水灰比以確保其具有足夠的抗壓強度及適當的施工性，依配比方法及所使用細粒料之物性及細度模數而異，若使用粒徑分布不均及低品質之細粒料時，則難以確保底鋪水泥砂漿兼具足夠的抗壓強度及適當的施工性。尤其是在現場拌和之底鋪水泥砂漿，由於在現場很難取得所需細度之砂，故以所用之砂進行試拌，方能確定其配比能滿足規定強度及施工性。

8.4.1.2 底鋪水泥砂漿施工前，接合面應清潔並適度潤濕。

解說：

預鑄構材的接合面若為乾燥狀態，接合面會吸收底鋪水泥砂漿中的水份，水泥砂漿會因此變乾可能導致水化反應不完全或無法獲得適當之施工性。因此於底鋪水泥砂漿施工前，預鑄構材的接合面宜清潔並充份灑水潤濕。施工時因灑水造成有多餘水分殘留時，使用布及刷毛除去多餘水份，因為多餘的水會增加底鋪水泥砂漿之水灰比，或造成水泥漿析離等。

8.4.1.3 底鋪水泥砂漿使用現成之調合成品時，依各成品所定之材料及拌和方式進行拌和，並依其所定方式進行施工性試驗。

8.4.1.4 底鋪水泥砂漿鋪設時應充份均勻鋪滿於接合部。

解說：

依圖 R8.10 之範例，利用牆等構材之自重使接合部之水泥砂漿能充份均勻鋪滿，故在牆構材組立時底鋪水泥砂漿之施工方法及施工性為重要之因素。

底鋪水泥砂漿之施工方法如圖 R8.11 所示，為使水泥砂漿能充份均勻鋪滿於接合部，在牆厚度範圍鋪滿水泥砂漿，並高出定位用水平調整材 10 mm，待牆構材吊裝後，將溢出之水泥砂漿壓入接合部內，若有多餘溢出物待乾固後再修整去除。

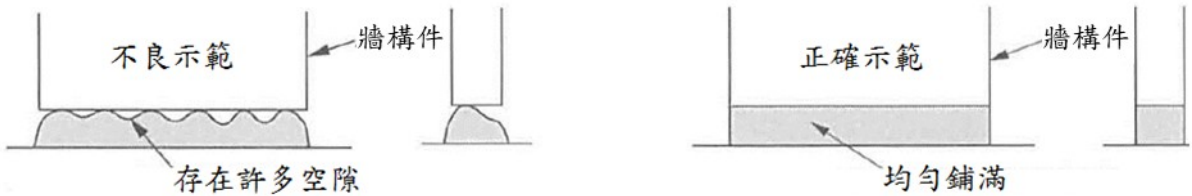


圖 R8.10 底鋪水泥砂漿之不良及正確示範^[8.4]

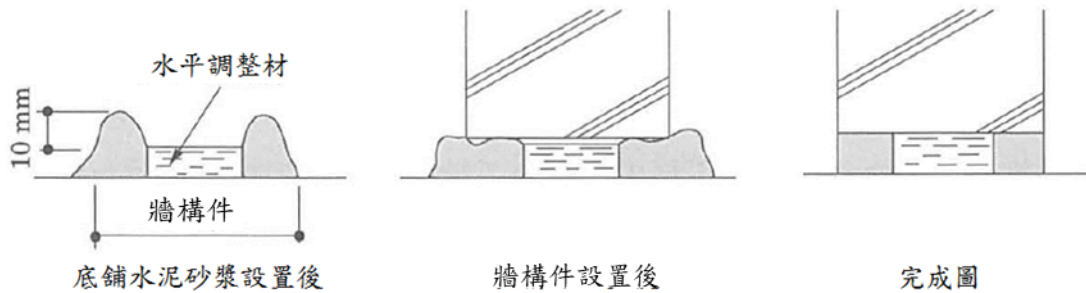


圖 R8.11 底鋪水泥砂漿之施工^[8.4]

8.4.1.5 底鋪水泥砂漿之試驗檢查應符合本規範第十一章規定。

解說：

底鋪水泥砂漿，普通每層(接縫寬度)是 20 mm 厚度，目前在現場均依經驗來判定施工性，但是底鋪水泥砂漿與填縫水泥砂漿及填充水泥砂漿不同，需要有結構設計所要求的抗壓強度，不可單憑經驗進行判斷，需要有更客觀的方式進行品質管制。因此底鋪水泥砂漿之施工性及抗壓強度之試驗方法，試驗及檢查依第十一章之規定辦理。

8.4.2 填充水泥砂漿

8.4.2.1 填充水泥砂漿配比，依其所需之性能及施工性研訂。

解說：

填充水泥砂漿多用於填充鋼材銲接接合處及未被要求一體成型結構之接縫處，強度多未指定。但在陽台板及樓地板構材之填充水泥砂漿若未密實施工，防水性能及隔音性能有大幅受損之可能性。因此，依部位個別確認所需使用之填充水泥砂漿性能，調合成能確實填充之施工性。

8.4.2.2 填充水泥砂漿之施工，應確認鋼筋及鋼材接合完成後進行。

解說：

填充水泥砂漿於施工後，無法以目視檢查其內部填充狀態，因此填充水泥砂漿之施工

於鋼材之接合及相關作業確認全部完成後進行。特別是預鑄構材之接合為鋼筋與鋼材的續接，若於未續接狀態時即遭填充水泥砂漿覆蓋，會發生日後檢查也無法發現之重大結構缺陷。為排除此危險狀態發生，工程中鋼筋與鋼材尚未完成續接部位不能進行填充水泥砂漿之施工。

8.4.2.3 填充水泥砂漿施工前，應清潔及潤濕填充部位。

解說：

填充水泥砂漿施工前，與底鋪水泥砂漿同樣宜清潔預鑄構材之接合面並充份潤濕，使接合構材與填充水泥砂漿能順利接合。

8.4.2.4 填充水泥砂漿施工時，應充份搗實，避免填充不完全。

解說：

填充水泥砂漿施工時，為避免填充部分內部產生空隙，先訂定每次之填充範圍再施工。

8.5 填充灌漿之施工

8.5.1 間隙、接縫處之填充料

8.5.1.1 間隙、接縫處之填充料依設計圖說辦理，無特別規定時，依所定之強度及施工性選定後，經監造者認可。

解說：

間隙、接縫處之填充料(Grout)為預鑄柱構材設置後於柱底部間隙部注入，或是預鑄梁構材間預留間隙接合時於構材間之間隙注入之填充料。一般會指定其抗壓強度高於所接合構材混凝土之抗壓強度。填充料依特別註記辦理，無特別註記時，選定能達到規定強度並將接合部間隙完全填充之施工性與預先調合配比之產品，並得監造者之同意。

8.5.1.2 間隙、接縫處之填充料施工，應先研訂能將選定材料確實填充至施工處之計畫後施行。

解說：

灌注入間隙或接縫處填充料之接合部多為十分狹小卻是大面積的情況。特別是柱底接縫處為水平接縫，因此填充料需能無阻塞且不產生間隙地擴散填滿接縫。因此施工時一般使用電動幫浦壓力灌漿。此類施工，除壓力灌漿注入口外，若無設計其他空氣排出口，內部可能會有空隙的產生，因此使用之填充料除注意施工性外，宜採用能確實填充之施工計畫。

間隙、接縫處等填充料之灌漿作業，如圖 R8.12 及圖 R8.13 所示，在預鑄柱內所埋設之續接套筒內灌注入填充料時，也同時於該柱底部接縫處灌注入相同之填充料，此為一般所採用之同時灌注入法。此時，為防止填充料漏出，會於柱底部水平接縫處四邊用砂漿作為模板，若柱為高強度混凝土時，為使填充料能全面充滿，會於柱的外側設立模板。以砂漿作為模板時，多使用與填充料同品質的稠砂漿，於填充料灌注入前一日製作 2 至 3 cm 高度的模板。

近年來如圖 R8.14 之梁柱接頭預鑄工法也已經實用化，也有由預鑄梁柱接頭預設之填充料灌注入孔，將下層的柱主筋貫穿梁柱接頭至續接套筒及水平接縫處之填充劑同時壓力灌漿灌注入的工法。因填充料注入後難以修正，因此先訂定施工時之填充狀況確認方法後施工。可利用試驗施工來確認所採行之灌漿計畫能確實填充。

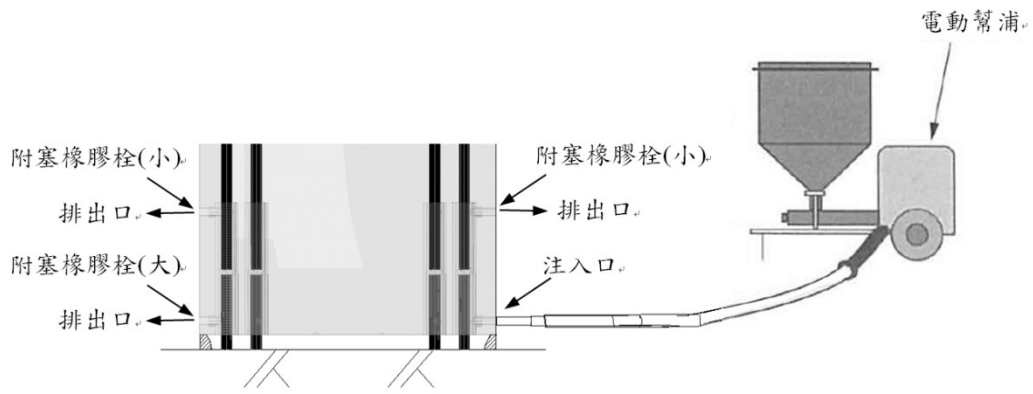


圖 R8.12 預鑄柱續接套筒與柱底接縫同時灌注填充料之範例^[8.4]

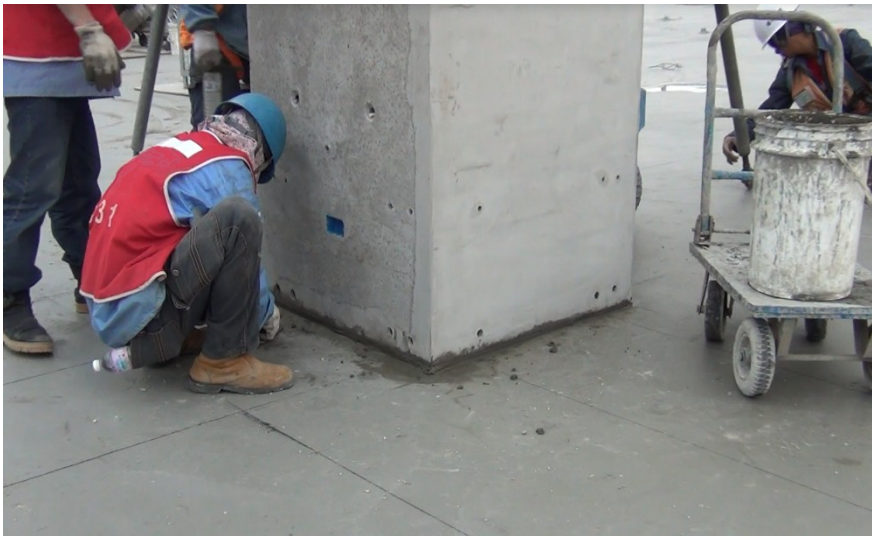
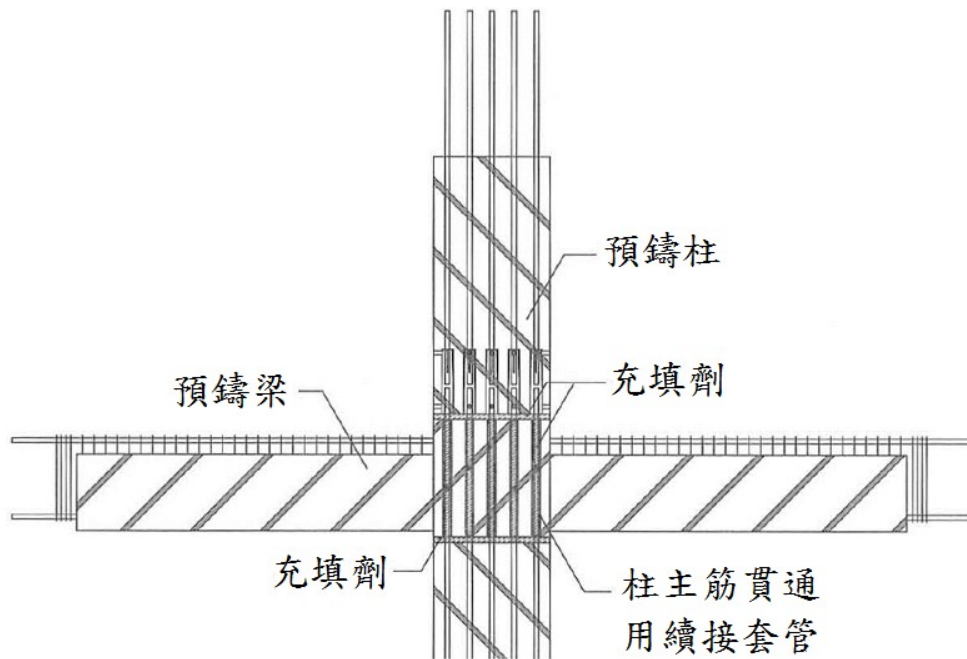


圖 R8.13 預鑄柱續接套筒與柱底接縫同時灌注填充料之照片



(1)梁柱接頭施工圖範例



(2)實際梁柱接頭施工圖

圖 R8.14 預鑄梁柱接頭灌注填充料之範例^[8.4]

8.5.1.3 間隙、接縫處之填充料施工前，填充處應先清除異物並潤濕，避免填充時產生阻礙。

解說：

如同前述，灌注入間隙、接縫處等填充料注入處若有異物，會產生填充不完全之空隙，空氣的排出口若阻塞則會發生灌注入不良。因此間隙、接縫處之填充料灌注入前，使用空壓機等設備仔細將異物清除，並於接縫處灑水潤濕，避免填充砂漿之水份被混凝土吸收而導致硬化後強度不足而產生裂縫。

8.5.1.4 間隙、接縫處等填充料，施工時應確實填充至各角落，避免填充不完全。

解說：

灌注入填充料之接縫處若有開口，此時無法於灌注入口的相反側灌注入，因此針對注入位置宜加以注意。如圖 R8.12 之同時灌注入場合，續接套筒內之空氣排出口若能充份發揮功能，就能輕鬆地將水平接縫處密實填滿，但為了將填充料均勻地填充至接縫處各角落，宜由柱構材角落的套筒灌注入口灌漿。而直接由接縫處注入填充料時，水平接縫處由接近柱的角落部分位置開始注入，垂直接縫處由接縫處的下側壓力往上注入。無論是什麼場合，於注入前所灑的水會與填充料一起排出，因此於注入時宜注入較多之填充料，再將排出之填充料清除。待確認離注入口最遠之套筒開始排出填充料時，結束注入作業。

8.5.1.5 間隙、接縫處之填充料試驗及檢查應依其使用說明書之方法進行。

解說：

間隙、接縫處之填充料，依種類、品牌有其不同之材料特性，因此在品質管理上宜相當注意。間隙、接縫處之填充劑品質管理相關試驗及檢查依材料使用說明書進行。

8.5.2 鋼筋續接器填充料

8.5.2.1 鋼筋續接器填充料，依所使用之續接器個別規定選用，依續接工法之使用說明書進行施工。

8.5.2.2 鋼筋續接器填充料之試驗及檢查應符合第十一章之規定。

解說：

鋼筋續接器填充料為用於注入續接器內之填充料，可依續接器使用說明書內容評定，使用其所定之填充料並依續接工法分項工程計畫書正確施工。就算是同樣的續接方法，依鋼筋強度等級不同，所使用之填充劑也有所不同，應特別留意。因此在續接器與接縫同時注入的場合也一樣，續接器及接縫處兩者皆應使用續接工法所規定之材料，因此應事先確認該材料是否能滿足接縫處之強度要求。

鋼筋續接器填充料的試驗及檢查，依核定之分項施工計畫書規定施行。

參考文獻

- [8.1] 內政部，結構混凝土施工規範，台北，2002。
- [8.2] 內政部，鋼構造建築物鋼結構施工規範，台北，2007。
- [8.3] 內政部，建築物混凝土結構設計規範，台北，2023。
- [8.4] 日本建築學會，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，東京，2013。
- [8.5] ACI Committee 439.3R-07, (2007), Types of Mechanical Splices for Reinforcing Bars, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2007, 20 pp.
- [8.6] 日本土木學會，鉄筋定着継手指針，東京，2007。
- [8.7] 公共工程施工綱要規範，第 03210 章 鋼筋，台北，2016。
- [8.8] American Welding Society, AWS D1.4/D1.4M, Structural Welding Code -Reinforcing Steel. 2005.

第九章 現場澆置混凝土之施工

9.1 一般規定

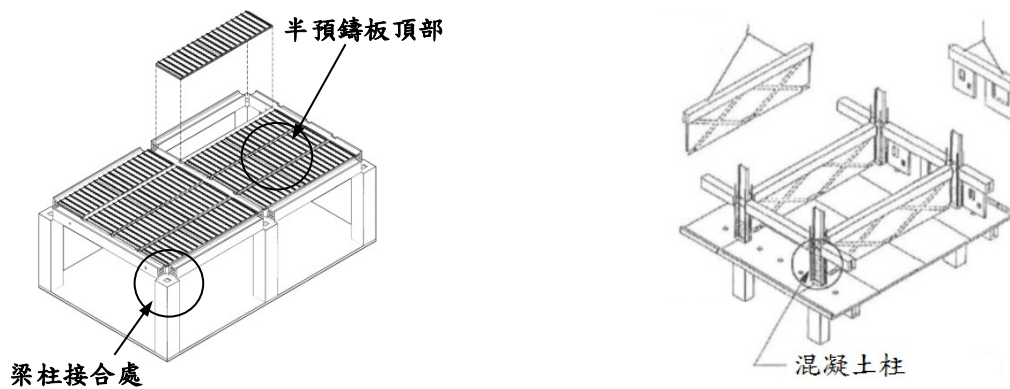
9.1.1 本章適用於現場澆置混凝土之施工。狹小部位填充混凝土之施工應符合第 8.3.2 節之規定。

解說：

各種預鑄工法之現場澆置混凝土部分範例如圖 R9.1 所示。本規範將建築物預鑄混凝土工法之現場澆置混凝土區分為以下幾種樣式：

- (1) 如同使用了基礎及基礎梁、H 型鋼之預鑄鋼骨鋼筋混凝土工法中的柱，在現場澆置混凝土構築之構材。
- (2) 預鑄構材間之接合處以及預鑄梁柱構材之接頭區，在現場澆置混凝土之部分。
- (3) 半預鑄複合樓板及半預鑄梁之混凝土面層，在現場澆置混凝土之部分。
- (4) 預鑄牆工法中垂直接合部之狹小部填充混凝土，如第 8.3.2 節。

以上為本章所提及具代表性之現場澆置混凝土施工範例，除第(4)項狹小部填充混凝土可依第 8.3.2 節之規定辦理外，第(1)~(3)項之現場澆置混凝土部分之施工宜按本章之規定。



(1)預鑄特殊抗彎矩構架工法中現場澆置部分 (2)預鑄鋼骨鋼筋混凝土工法中現場澆置部分

圖 R9.1 各種預鑄工法之現場澆置混凝土範例^[9.1]

9.1.2 現場澆置混凝土部分之施工，依分項施工計畫施行。

9.1.3 本章未規定之事項，依內政部發布之「建築物混凝土結構設計規範」^[9.2]與「結構混凝土施工規範」^[9.3]辦理。

解說：

預鑄混凝土工法之現場澆置混凝土為構築建築物基礎、樓板，或用於接合預鑄構材以組成完整結構物之重要工項，決定建築物之最終品質，因此，宜依預鑄混凝土工程施工計畫製成分項施工計畫後施行。分項施工計畫除明訂鋼筋工程或接合用金屬配件之裝設、模板工程或混凝土工程之要點外，預鑄構材之組立及接合等相關事項亦為重點事項，宜明確記載其交疊時的上下順位、作業方法及作業順序(包含腳踩的地方、手和工具合理的作業空間以及選用合適的工具)。

9.2 鋼筋、銲接鋼線網及鋼材之加工與組立

9.2.1 鋼筋及銲接鋼線網之加工組立依設計圖說施行，並避免於混凝土澆置完成前發生擾動。

解說：

現場澆置混凝土部分之鋼筋配置及組立，原則上依內政部發布之「結構混凝土施工規範」^[9.3]辦理，但是預鑄構材接合處之鋼筋，通常會與預鑄構材內預埋之鋼筋進行續接或與其交錯，與場鑄混凝土工法相比，預鑄工法之接合部需要具有更高的精度。因此，宜依照設計圖說作成之鋼筋施工圖正確地進行施工，此外，為了避免因混凝土澆置而導致鋼筋移位，組立宜堅固，必要時得增加補強。

另外，鋼筋的加工宜依鋼筋施工圖說作成鋼筋加工圖說。鋼筋施工圖說內宜明示已考慮過配筋及預鑄構材的吊掛、裝設順序、鋼筋組立方法、交疊時的上下順位及排列；鋼筋加工圖說宜明示鋼筋之加工尺寸、端部之切斷方法(鋸切、剪切、或焰切等)。此外，於製作此類相關圖說時，宜作成各重要場所之原尺寸圖後，檢討詳細位置關係及保護層厚度，再決定加工尺寸及其容許誤差。

9.2.2 鋼筋之續接方法及位置、固定方法及長度，應依設計圖說辦理。

解說：

預鑄構材內預埋之鋼筋續接及錨定多數位於現場澆置混凝土之區域內，因此該區域之混凝土品質將決定構材及整體建築結構之性能。鋼筋之續接方法及位置、錨定方法及長度，宜依設計圖說辦理。圖 R9.2 為預鑄特殊抗彎矩構架工法的柱與梁接頭交會區的詳細配筋圖例。一般而言，預鑄構材接合部之現場澆置混凝土部分，因空間限制無法以搭接方式續接鋼筋，因此鋼筋多使用全銲續接或機械式續接，針對這些續接方法的施工請依第八章之相關規定。另外，預埋於預鑄構材的鋼筋與鋼筋之間，或與現場澆置混凝土部分所配鋼筋之間的搭接續接，依內政部發布之「結構混凝土施工規範」^[9.3]進行施作。

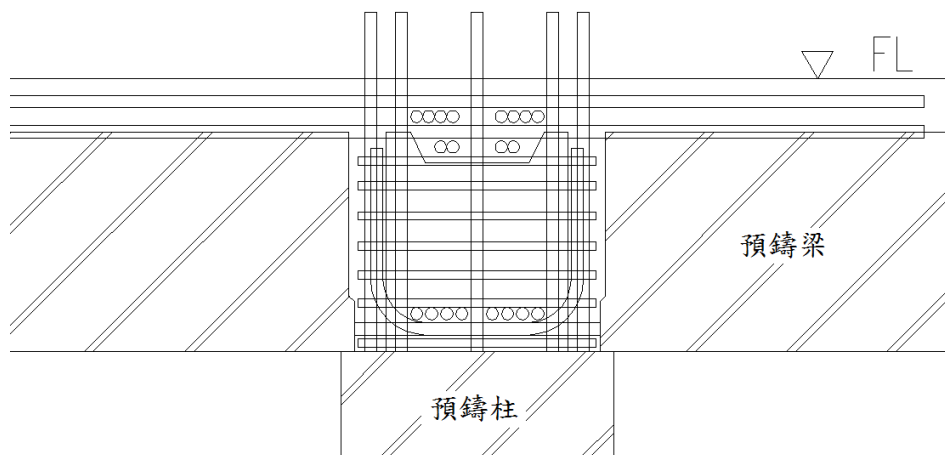


圖 R9.2 預鑄特殊抗彎矩構架工法之柱與梁接頭交會區之配筋細部圖例

9.2.3 鋼材之加工、組立應依設計圖說施作。

解說：

預鑄鋼骨鋼筋混凝土工法之預鑄構材及鋼構材接合處，鋼構材之精度即為結構體完成精度，因此鋼構材在加工及組立時宜十分注意其精度控制。

9.3 接合用金屬配件、接合用鋼筋之裝設

9.3.1 預鑄構材接合處之接合用金屬配件或接合用鋼筋應依設計圖說進行正確的配置，為避免因混凝土澆置產生移位，應固定於模板上，並於混凝土澆置前確認接合用金屬配件或接合用鋼筋之裝設位置、數量及種類等。

解說：

預鑄牆工法接合用金屬配件之使用範例如圖 R9.3 所示。接合用金屬配件的形狀、鋼筋直徑、鋼板厚度及其材質等依設計之要求而不同，宜加以注意不同種類之差異。在接合用金屬配件種類無法減少之前題下，讓預鑄構材製造工廠備妥接合用金屬配件及其附件，隨同預鑄構材進貨時一同進場，以方便管理。另外，接合用金屬配件於現場檢查時宜嚴格的執行，其裝設及儲存依第三章之規定辦理。

預鑄特殊抗彎矩構架工法的預鑄柱主筋可利用套筒進行續接，套筒與鋼筋的接合範例如圖 R9.3 所示。預鑄特殊牆抗彎矩構架工法中柱的接合用鋼筋亦採套筒續接。此類工法之接合用鋼筋的號數較大、根數多、且密集配置，因此在精度管理上要特別注意。

若接合用金屬配件及接合用鋼筋之裝設位置誤差過大，則於混凝土澆置後難以修補，因此在檢討施工圖時，宜事先完成將記載有接合用金屬配件裝設狀態之模板組立圖，以利於混凝土澆置前進行詳細的檢查。接合用金屬配件的裝設，宜於模板組合完成並經正確量測接合位置後確定，可使用定位板(template)等適當的夾具固定於模板上。另外，續接套筒接合用鋼筋宜使用能確保垂直或傾斜精度的方法固定。於預鑄特殊抗彎矩構架工法中，用於固定預鑄柱接合用鋼筋位置之型板如圖 R9.4 所示。



圖 R9.3 預鑄特殊結構牆工法之接合用金屬配件及預鑄特殊抗彎矩構架工法之接合用鋼筋



圖 R9.4 接合用鋼筋之定位板照片

9.3.2 接合用金屬配件及接合用鋼筋之裝設位置與頂部高度的許可差，應特別記載並符合第十一章之規定。

解說：

接合用金屬配件之裝設精度視接合方式而定，宜依設計條件訂定適當之許可差。訂定接合用金屬配件之裝設精度容許誤差宜考慮之因素，包括設計上可事先預期之上下堆疊順位之多餘空間、依接合方法所需之許可差、預鑄構材及接合用金屬配件本身之容許誤差等。可參照表 R9.1 之規定。此外，預鑄特殊牆抗彎矩構架工法中，裝設於柱及特殊結構牆構材之接合用金屬配件的位置之精度標準為 ± 3 mm。

在垂直接合部補強用鋼筋及續接套筒接合用鋼筋等無法進行過度修正之部位，如接合用金屬配件之位置超過許可差時，宜研擬適當之修正方法，並經監造者核定。

上部裝設有預鑄構材的混凝土頂部，其水平精度也是相當重要。水平精度可用砂漿等進行調整，但預鑄特殊結構牆工法中在基礎及特殊結構牆的水平接縫處施作之底鋪水泥砂漿強度與厚度關係經試驗調查顯示，底鋪水泥砂漿的強度與厚度成反比，若厚度超過 3 cm 則強度會急劇的下降。因此，底鋪水泥砂漿在頂部整平時，厚度宜不大於設計之規定值。

表 R9.1 接合用金屬配件裝設之許可差範例^[9.4]

		面外 偏移	面內 偏移	水平方向 傾斜度	頂部 位置	垂直方向 傾斜度
接合用金屬配件	水平方向	5 mm	10 mm	5 mm	-	-
	垂直方向	-	-	-	5 mm	5 mm
鋼筋	垂直接合處 縱向鋼筋	不超過鋼筋直徑		-		
	構材接合用 縱向鋼筋	5 mm	5 mm	-	5 mm	1/40
	其他鋼筋	10 mm	10 mm	-	-	-

9.3.3 接合用金屬配件及接合用鋼筋應避免附著水泥、砂漿及混凝土。

解說：

混凝土在澆置時，宜避免接合用金屬配件表面附著混凝土。接合用金屬配件若附著混凝土，可能會導致與鋼筋、鋼骨間的握裹性能降低，或對銲接性能產生障礙。為防止此類事件產生，宜預先將接合用金屬配件以塑膠管等覆蓋保護。若接合用金屬配件及鋼骨等附著混凝土時，待混凝土乾燥後，在預鑄構材組立之前，採用鋼刷將附著之混凝土徹底去除乾淨。

9.4 模板的組立

9.4.1 模板應考慮預鑄構材之製造及組立精度後進行施工。

解說：

模板的材料、結構計算、加工、組立、模板及支撐架的存置期間、支柱移設、拆除等等，依內政部發布之「結構混凝土施工規範」^[9.3]辦理。預鑄特殊結構牆工法之基礎及基礎梁施工，與一般的場鑄工程模板工程無異。預鑄構材接合部的現場澆置混凝土部分，為了與預鑄構材結合，該部分之精度會被預鑄構材精度及該預鑄構材組立精度所控制，必要時得利用現場澆置混凝土部分來吸收施工誤差，藉此調整並確保整體結構之精度。另一方面，考量與尺寸統一預鑄構材間之相容性，可採用容易組立、拆解、轉用性高的系統化模板。另外，單純接合部之模板工項所佔全部工程比率小，且屬區域性的作業，可採僅由少數作業人員能簡便及迅速組裝、拆除之系統模板。

9.4.2 支撐預鑄構材之模板、支撐架應組裝牢固。

解說：

與預鑄構材結合的模板，有時需要支撐預鑄構材的重量，組立時宜比一般模板更為堅固。一般而言，預鑄構材及現場澆置混凝土部分宜有各自的支撐架，亦可兼用之；使用現場澆置混凝土部分的支撐架來支撐預鑄構材時，為防止傾倒可架設為門型，或利用系統式支撐架，以增加安全性。

9.4.3 現場澆置混凝土用模板封模時應避免與預鑄構材表面之間產生間隙及歪斜。

解說：

與預鑄構材結合之現場澆置混凝土用模板，通常於預鑄構材組立後進行裝設。如圖 R9.5 所示。為吸收預鑄構材的精度及組立所產生之誤差，多使用夾板模板。若考量模板的重複使用性而採用鋼製及系統化模板時，宜事先規劃該模板與預鑄構材間空隙止漏方法。



圖 R9.5 預鑄構材與現場澆置混凝土部分之模板例

9.5 混凝土澆置前之檢查

混凝土澆置前，應檢查模板的組立、配筋及預埋件之裝設狀態。

解說：

預鑄混凝土工法的現場澆置混凝土是續接預鑄構材之重要部位，且該部位之混凝土表面會影響建物美觀，因此，現場澆置混凝土於澆置前之檢查相當重要。現場澆置混凝土部分之模板、鋼筋、金屬配件等所需精度與預鑄構材製造時之要求相同，其檢查可依預鑄構材製造時混凝土澆置前的檢查進行。

9.6 混凝土澆置及搗實

9.6.1 混凝土澆置前，應先清潔澆置處取出異物，並於封模處及混凝土面灑水使其潤濕。

多餘的水應清除。

9.6.2 接合部之現場澆置混凝土應能一次全部澆置完成。

9.6.3 應考慮澆置點、澆置量、澆置場所等情況，採用能將混凝土確實填充至各角落之方法。

9.6.4 為避免混凝土搗實不良，應使用適當之振動工具搗實。

解說：

預鑄構材與現場澆置混凝土之接續面若存在異物，可能會形成影響結構品質的重大缺陷，因此於澆置前務必將其清除乾淨。此外，乾燥狀態的預鑄構材表面容易吸水，使得與其相接之現場澆置混凝土接觸面容易產生蜂窩狀缺陷，因此宜事前灑水使其表面潤濕。

預鑄構材接合部係結構上重要的部位，所以澆置於該部位的現場澆置混凝土需與預鑄構材確實接合，宜訂定能將整個接合部一次全部澆置的計畫，以確保結合為一整體。當澆

置時使用兩台以上的混凝土預拌車時，要注意澆置時間不能有間隔。

當預鑄構材接合部之狹小空間內預留有鋼筋或剪力樺時，宜檢討混凝土的填充性及避免粒料析離，尤其採用經樓板面層將混凝土流入牆體之澆置法，在牆體與樓板垂直接合部及狹小處，混凝土容易堵塞在澆置口附近鋼筋密集處而產生填充不良，因此要事先檢討澆置方法及澆置順序。

預鑄特殊結構牆工法的基礎梁頂部常與樓板構材搭接或裝設接合用金屬配件，因此混凝土澆置的空間較小。混凝土澆置時宜使用漏斗澆置，並注意不要移動模板，宜使用振動棒進行搗實。另外，最上層可利用鋤刀將模板的上端或沿著尺規仔細抹平，特別是埋有接合用金屬配件部分，澆置時要注意在金屬配件之內側不要產生空隙，模板拆除後發現有不合格的地方，宜直接進行修補。混凝土澆置後，為防止日照、乾燥及低溫，應進行灑水及覆蓋等適當之養護措施。

9.7 現場澆置混凝土之試驗及檢查

現場澆置混凝土之試驗及檢查應符合第十一章之規定。

解說：

現場澆置混凝土部分多為預鑄混凝土工法中重要的位置，因此現場澆置混凝土及接合部混凝土的品質將影響建築物之結構性能，宜進行相關試驗及檢查。試驗及檢查之方法、頻率及次數、允收標準等依第十一章之規定辦理。

參考文獻

- [9.1] 日本建築學會，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，東京，2013。
- [9.2] 內政部，建築物混凝土結構設計規範，台北，2023。
- [9.3] 內政部，結構混凝土施工規範，台北，2002。
- [9.4] 社團法人預鑄建築協會，プレキャスト鉄筋コンクリート工事施工技術指針，東京，2014。

第十章 接合部之防水

10.1 一般規定

10.1.1 構材接合部防水使用之材料與施工，應符合本章規定。

10.1.2 接合部防水應依設計及施工條件，選定可滿足所需防水性能之方法。

10.1.3 防水施工作業時，應依據設計圖說及防水工程分項施工計畫執行。

解說：

預鑄工法施工重點之一在於接合部之防水處理，為使建築物有整體防水效果，除構材之混凝土需澆置密實外，宜於構材接合部施以適當防水措施，防水材料主要有填縫材與密封材，其種類與材質依第 10.2 節之規定辦理。

本章所述內容以建築外殼預鑄構材接縫之防水為主，主要有：預鑄外牆水平接縫、預鑄外牆垂直接縫、預鑄外牆十字接縫、屋頂層水平接縫、預鑄陽台板水平接縫、開口板片上方之泛水接縫等，各接縫相關位置如圖 R10.1 所示，接縫細節可參考圖 R10.2 至圖 R10.10 之圖例。

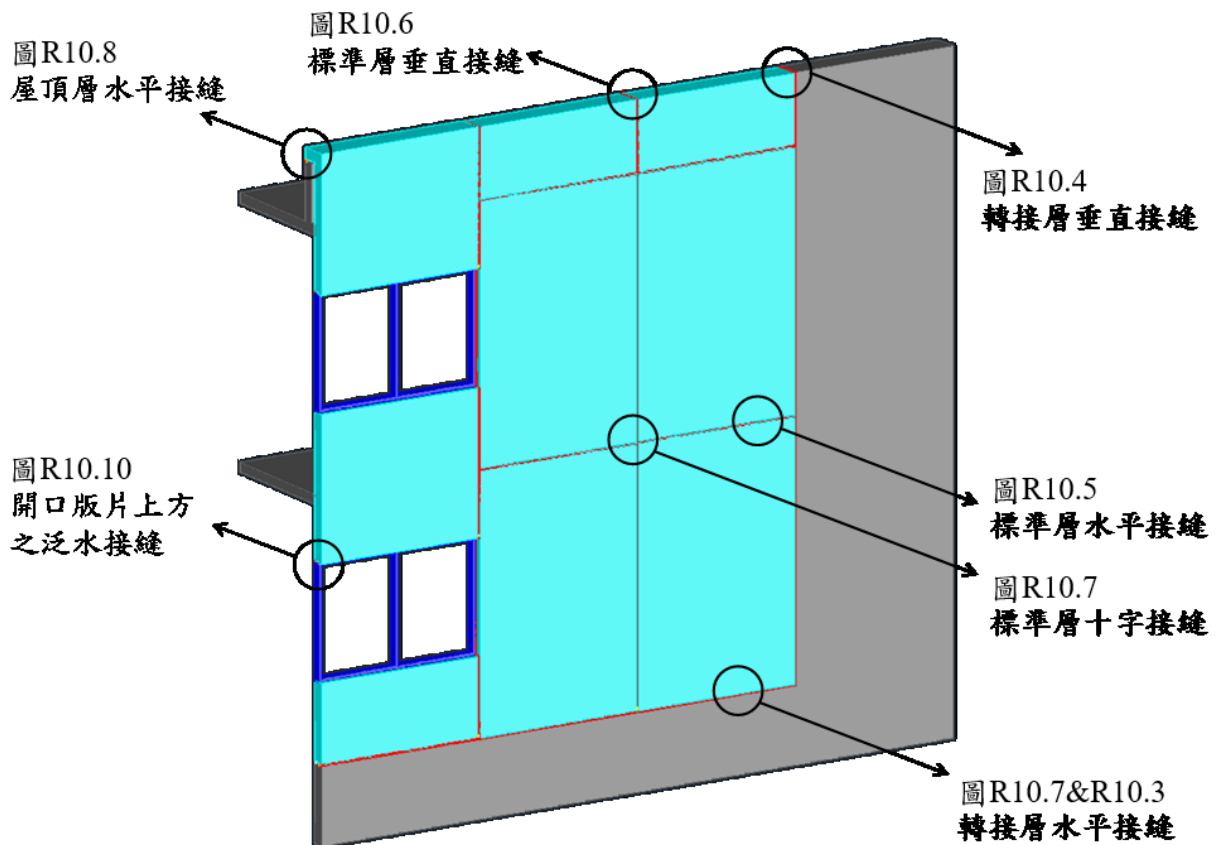


圖 R10.1 預鑄構材各類接縫位置示意圖

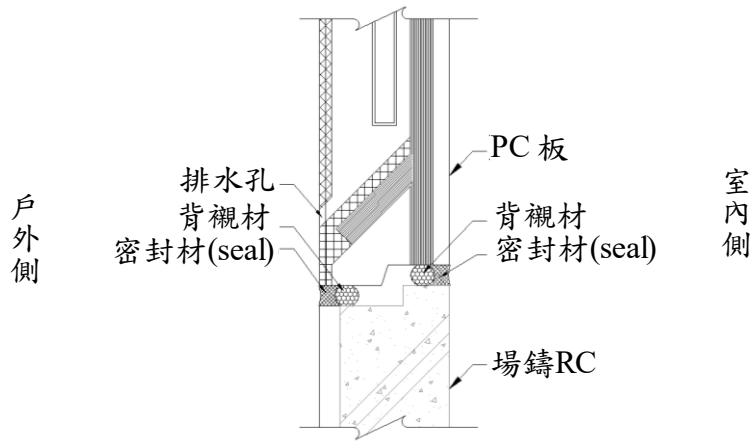


圖 R10.2 轉接層水平接縫圖例(一)(立剖面)

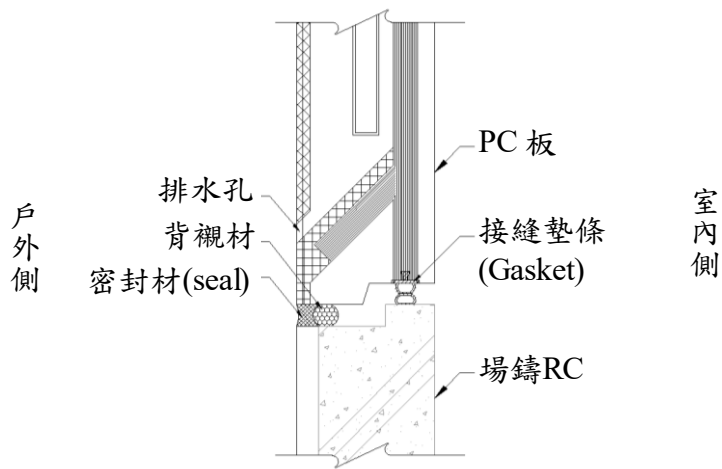


圖 R10.3 轉接層水平接縫圖例(二)(立剖面)

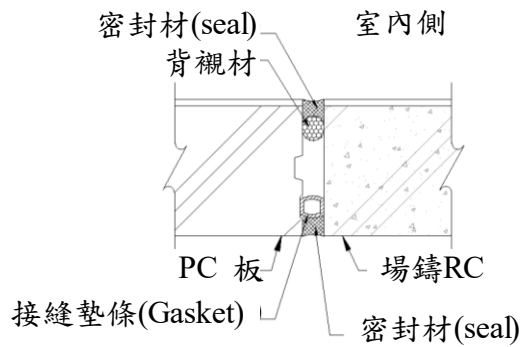


圖 R10.4 轉接層垂直接縫圖例 (平剖面)

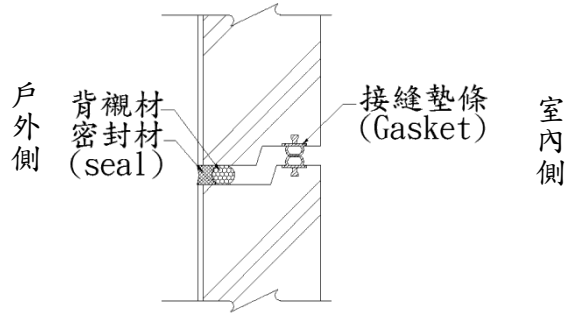


圖 R10.5 標準層水平接縫圖例 (立剖面)

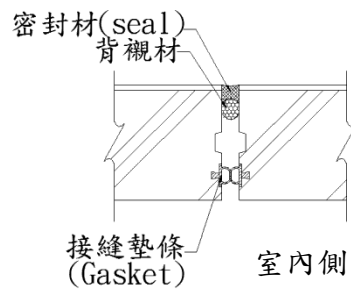


圖 R10.6 標準層垂直接縫圖例 (平剖面)

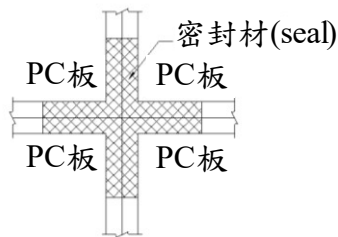


圖 R10.7 標準層十字接縫圖例

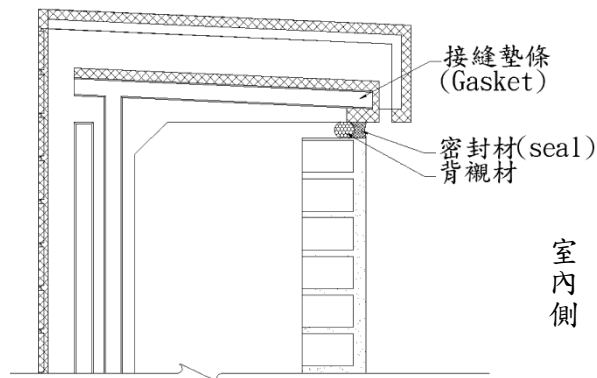


圖 R10.8 屋頂層泛水墩水平接縫圖例

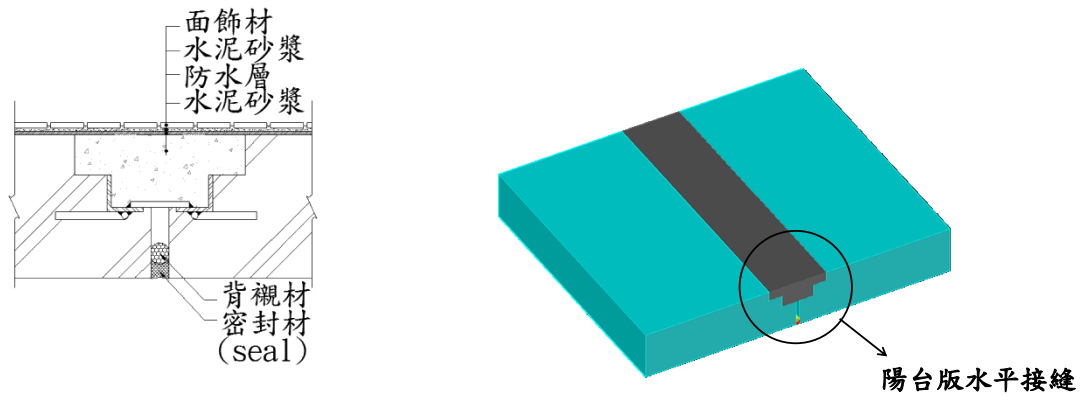


圖 R10.9 陽台板水平接縫圖例 (立剖面)

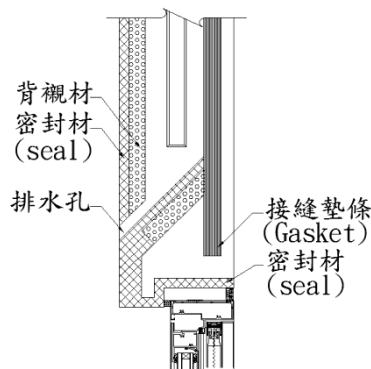


圖 R10.10 開口板片上方之剔水接縫圖例 (立剖面)

預鑄工法漏水之可能原因有：

- (1) 構材破損或裂縫處修補不良。
- (2) 防水處清理及混凝土或砂漿之表面處理不良。
- (3) 牆構材橫向接縫之帶狀密封材壓縮不良，通常是由於間隙尺寸高於帶狀密封材，致使帶狀密封材無法壓縮變形至所需厚度，因而在帶狀密封材與構材小口面間殘留孔隙，影響止水效果。
- (4) 防水材接著面之界面底劑(Primer)種類選用錯誤。
- (5) 液狀填縫材長時間處於高溫環境使材質劣化。
- (6) 接縫處填縫材之寬深比不適當，若縫寬小於填縫深則彈性填縫材易產生龜裂及頸縮現象，容易在受紫外線照射時加速劣化。
- (7) 雙成分型填縫材施工不良，如混合比有誤或調拌時間不足時，將產生硬化不良現象。
- (8) 為確保接合部之防水性能，除材料及作業環境外，從事施工技術人員之技能是重要因素。因此，防水施工宜選定具有相當技能之人員來施作。

除施工因素外，設計時宜參考下列做法，以利完善防水工程：

- (1) 構材為達防水機能常將接合部設計成凹凸狀，但接合部形狀應盡量簡化，以免在構材製造、搬運及組立過程中因故破損而導致漏水。
- (2) 平屋頂之洩水坡度，宜至少 1/100 以上。另外，為考量結構減重，可經由設計不同

長度之下層預鑄柱，直接以結構體形狀達到平屋頂之洩水坡度。

- (3) 通常雨水排水溝設置緊靠於屋頂女兒牆之周邊，宜配合構材形狀、洩水坡度及防水方法等設計規劃，使雨水排洩順暢。
- (4) 屋頂宜規劃採用高腳式落水頭，以避免雜物阻塞影響排水。
- (5) 女兒牆底部宜設置洩水孔，其高度不宜高於屋突層進出平台面的高程。

防水施工時宜依據設計圖說及分項施工計畫之規定，而分項施工計畫中宜特別註明與注意下列事項：

- (1) 下雨時及下雨後表面之乾燥狀況。
- (2) 反應硬化型材料施工時之溫度條件。
- (3) 填縫材施工時之風速條件。
- (4) 密閉作業場所使用溶劑型界面底劑或接著劑時之通風條件。

10.2 防水材料

10.2.1 填縫材之種類、材質等應依 CNS 8901〔建築用油性填縫材料〕選用合適者。

10.2.2 密封材之種類、材質等應依 CNS 8903〔建築用密封材料〕選用合適者。

10.2.3 其他防水材料應符合其相關規範之規定。

解說：

本工法外牆或其他接縫防水所用之建築用填縫材及密封材，宜依 CNS 8901〔建築用油性填縫材料〕或 CNS 8903〔建築用密封材料〕標準中表 R10.1 或表 R10.2 所列選用合適者。

CNS 8901〔建築用油性填縫材料〕適用於建築物接縫部分，門窗周圍填縫及龜裂修補等使用之填縫材料；CNS 8903〔建築用密封材料〕適用於以非定形狀態填充到金屬、混凝土、玻璃等建築組件接合處之嵌縫，經硬化後與建築組件接著，可確保水密性及氣密性之建築用密封材料。

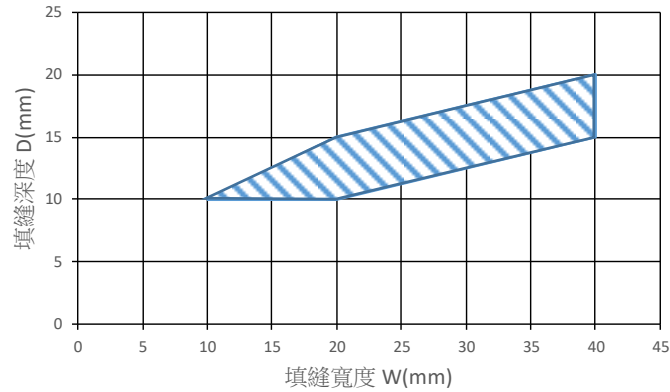
防水設計宜考慮接縫尺寸、被接著面材質、使用位置、裝修材種類等條件，填縫防水接縫寬度與密封材填充深度比應在 2:1 之規定範圍內，若密封材之填充深度太淺且縫深小於 10 mm 時，將減低其耐久性，故填充深度，宜確保在 10 mm 以上，填縫寬度與填縫深度可參考圖 R10.11 之容許範圍設計。表 R10.2 中一液型之密封材，一般適用於無位移之 10mm 寬度以下小縫，而多液型之密封材則適用於寬度 40 mm 以下縫隙，允許縫隙有錯位者。

表 R10.1 密封材依主要成分之分類表

依主要成分分類	代號	主要成分
矽氧類	SR	silicone 矽膠 (有機聚矽膠氧烷)
聚異丁烯類	IB	polyisobutylene 聚異丁烯系 (末端有矽烷基的聚異丁烯)
改質矽氧類	MS	modified silicone 變性矽膠系(末端有矽氧烷之聚醚)
聚硫類	PS	polysulfide 多硫化合物
聚丙烯酸酯氨基甲酸酯類	UA	acrylurethane 丙烯尿烷
聚胺脂類	PU	polyurethane 聚胺脂
聚丙烯酸酯類	AC	acryl resin 丙烯酸樹脂

表 R10.2 密封材依成品形態之分類表

劃分	代號	成品形態
一液型	1	事前已被調製成可直接使用者。
多液型	2	在施工前，將主劑與硬化劑等混和供使用者。



註：填縫深度(即密封材之厚度)，從填縫寬度與其必要接著面積間之關係算定，宜設計於合乎如圖示之容許範圍之內。

圖 R10.11 構材接合部使用密封材接縫尺寸之容許範圍標準值

密封材依耐久性能分類如表 R10.3 所示，查驗方法依 CNS 8904 [建築用密封材料試驗法] 第 5.17.4 節之規定，測試 3 個試體是否有溶解、膨潤、微細裂紋及底材有無明顯剝離等異常現象，界定其耐久性能等級。

表 R10.3 密封材依耐久性能之分類表

試驗條件	依耐久性能劃分					
	10030	9030	8020	7020	7010	9030G ^(a)
壓縮加熱溫度(°C)	100	90	80	70		90 ^(b)
變形率(%)	±30		±20		±10	30 ^(c)

註：^(a) 適用於劃分為 G 類型的一液型矽氧類密封材。

^(b) 表示剪切加熱溫度。

^(c) 表示剪切變形率。

表 R10.4 為密封材之主要成分及耐久性能分類表，表中標示「○」為通過表 R10.3 之性能測試者，選用密封材種類時，宜依被著體類別、耐久性、層間變位量吸收程度(變形追蹤性)及污染性等相關因素選定密封材料，表 R10.5 為目前市場可見密封材與用途之對應表，可做為選用參考。

表 R10.4 密封材主要成分分類及耐久性能比對表

依主要成分劃分	代號	依耐久性劃分					
		10030	9030	8020	7020	7010	9030G
矽氧類	SR	○	○				○
聚異丁烯類	IB	○	○				
改質矽氧類	MS		○	○			
聚硫類	PS		○	○			
聚丙烯酸酯氨基 甲酸酯類	UA		○	○			
聚胺脂類	PU		○	○	○		
聚丙烯酸酯類	AC				○	○	

註：依主要成分分類後，對照耐久性能之分類。

表 R10.5 密封材之用途對應表

填縫材之種類			矽膠		變性矽膠	多硫化合物	聚胺脂			
			1 成分	2 成分	2 成分	2 成分	2 成分	1 成分		
耐久性分類			9030G	10030	9030	8020	8020	8020		
帷幕牆	組合形成		玻璃周邊接縫		◎					
			方立無目接縫		◎					
	金屬板形式		玻璃周邊接縫		◎	○				
			拼裝板間接縫		◎	◎				
	預鑄外牆板形式	貼石材預鑄外牆板	預鑄外牆板之接縫			◎	○			
			窗框周邊接縫			◎	○			
貼磁磚預鑄外牆板		塗裝預鑄外牆板	玻璃周邊接縫	○	◎		○			
混凝土牆	鋼筋混凝土牆、窗邊周邊牆式預鑄外牆板		有塗裝			○	○	◎	◎	
			無塗裝			◎	◎			
	貼石材(濕式)(包括石材面預鑄外牆板接縫)		石板接縫(大理石除外)			○	◎			
			大理石接縫				◎			
			窗框周邊接縫			◎	◎			
	貼磁磚		磁磚接縫			◎	◎			
			磁磚下之接縫					◎	◎	
玻璃周邊接縫					○	◎				
外裝拼裝板	高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土板		高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土板間、窗框周邊接縫	有塗裝			○	○	◎	◎
			無塗裝			◎	○			
	氟素樹脂塗裝鋼板		常乾燒付塗裝填縫			◎	◎			
	塗裝鋼板珐瑯鋼板		鋼板接縫			◎	○			
			窗框周邊接縫			◎	○			
	玻璃纖維混凝土預鑄板押出成型水泥板		拼裝板接縫			◎	○	○	○	
窗框周邊接縫					◎	○				
玻璃	單窗		玻璃周邊接縫	◎	◎		○			
	連窗		玻璃周邊接縫	○	◎		○			
	玻璃帷幕		玻璃接縫	◎	◎					
窗框	窗框周邊窗框工場填縫		排水板接縫			◎	○			
			填縫劑承接				◎			
蓋板	金屬製蓋板		蓋板間接縫			◎				
	石材製蓋板		蓋板間接縫			◎	◎			
	預鑄外牆板蓋板		蓋板間接縫			◎	○			

註：◎：推薦填縫劑 ○：可使用填縫劑

10.3 構材界面之防水施工

10.3.1 防水施工前，應檢視防水接合部及其四周之混凝土狀態，若有裂縫或缺損，應予以修補，以免影響防水性能。

10.3.2 防水施工時，應先將接合部混凝土面(底床)之灰塵及雜物等有害防水之附著物，清除乾淨並乾燥之。

10.3.3 界面底劑應選擇適於防水材料者。

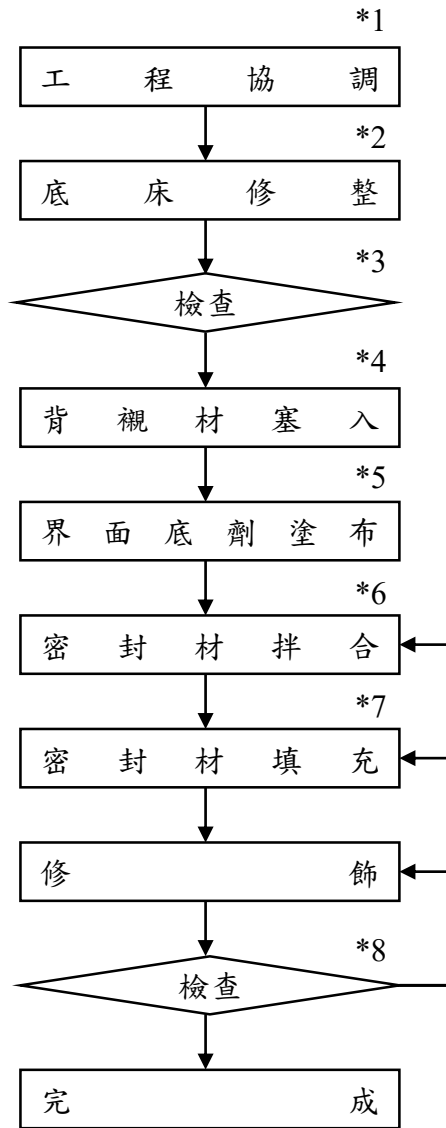
10.3.4 進行結合部縫隙密封作業時，應先將背襯材安裝至規定深度，塗布適用之界面底劑後，再以密封材將接合部縫隙填滿，並確實填充以避免氣泡混入。

解說：

預鑄接合部防水施工前，應檢視接合部之混凝土狀態，可為預鑄混凝土或場鑄混凝土，若有裂縫或缺損可能對防水造成妨礙時，應予以修補，修補方式視裂縫寬度或缺損尺寸而異，可參考第 5.8 節解說之方式處理，修補材料與既有混凝土間要有足夠接著力，以防在兩者界面形成水路。缺角修補，若有必要，可先於缺角處植入錨釘再進行修補，增加界面接著力。

防水部位經檢視及修整後宜塗布界面底劑，界面底劑宜與 10.2 節防水材料搭配選用。

預鑄建築接合部之防水工程宜針對防水部位擬定具體之施工步驟，應依實際狀況擬定，圖 R10.12 為預鑄外牆及其他構材接合部之密封防水施工流程範例，內容包含工程協調、底床修整、檢查、背襯材、界面底劑、填縫材(密封材)及完成面修飾等項目，可作為參考。



*1.外牆裝修工程(拆鷹架時間)與內部裝修工程之協調。

*2.構材缺損部分填充打底密封材，水泥漿去除。

*3.檢查底床之縫寬、氣泡及清潔狀況。

*4.選用適合接縫寬之背襯材，用工具將之塞入所規定之深度。

*5.選用適合底床及密封材之界面底劑，考慮塗布後乾燥及容許曝露時間，並注意塗布範圍不得過大。

*6.依主劑與硬化劑之混和比率及規定拌合時間(10分至15分)，並注意拌合時不溶入氣泡。

*7.擠壓槍嘴放置於接縫中央，填充時防止氣泡滲進密封材內，使密封材與接著面密貼且其表面應予修飾平齊。

*8.檢查密封材填充狀況、表面之平滑度及其硬化狀態。

(注意點)

密封材填充時，如遇貼面磚或廚具等已有表面修飾的地方應以膠帶護邊。

聚胺脂系之密封材雖可直接施施工，但聚硫化物系及矽酮類之密封材則具污染修飾材之性質，因此，宜以變性界面劑塗布維護之。

圖 R10.12 預鑄外牆及其他構材接合部密封防水施工流程^[10.1]

10.4 接合部防水之查驗及檢驗

接合部防水材料之驗收及防水施工時之查驗及檢驗應符合第十一章之規定。

解說：

接合部防水材料之驗收可依目視、儀器測量或是出貨證明等方式進行，以確認材料可以符合防水工程規範之品質。

此外，防水施工時宜於施工前、施工中與施工後，以目視、指觸及儀器測量等進行檢驗或查驗，可依防水工程事項區分，運用確認表格以利管理。

建築物預鑄混凝土結構施工規範

參考文獻

[10.1] 內政部建築研究所，建築技術規則施工篇(草案)-預鑄混凝土工程施工規範(草案)，1996。

第十一章 品質管制

11.1 一般規定

預鑄構材之製造、出貨、搬運、進場、吊裝、接合及防水等各項施工作業之承包商品質管制應符合本章之規定。

解說：

預鑄混凝土工程承包商施工管理之目標為安裝後之品質符合規範規定，包括構材之製程品質管制、運搬儲放、吊裝及接縫防水處理等四方面。品質管制宜做必要之試驗與檢查，以其結果為依據。本章為承包商品質管制作業宜遵循之規定。

11.2 品質管制制度

11.2.1 預鑄構材製造前，製造者為確保品質符合設計要求，應訂定品質管制計畫，並由監造者核定。

11.2.2 品質管制由指定的品質管制負責人執行。品質管制負責人，應為具品質管制專長之人員。

11.2.3 品質管制之查驗應會同有關人員共同進行，查驗後應提出查驗結果作成紀錄，並提送相關單位作為驗收之依據。

11.3 品質管制程序

11.3.1 為確保預鑄混凝土工程施工之品質能符合設計水準，工程進行中，承包商應在施工各階段對使用之材料、施工與成品之品質進行管制。

11.3.2 品質管制之項目、方法、時間、次數及品質管制標準，應依設計圖說或品質管制計畫之規定執行。

11.3.3 品質管制所需樣品與試體之取樣，或試驗與檢查之對象，應足以代表品質管制部分之品質。

11.3.4 品質管制之結果若未能符合標準時，依合約規定辦理。

解說：

為確保品質管制所進行之查驗項目、方法、次數等，依照各工程設計圖說之規定辦理。若該工程無特別規定時，承包商可依據本章之相關規定辦理。

品質查驗所需之取樣，宜足以代表取樣母體之品質，因此取樣之數量、時機及作業程序等宜於品質管制計畫中明訂之。

11.4 材料之品質管制

11.4.1 混凝土使用之膠結料、粒料、拌和用水及化學摻料之品質管制，應符合表 11.1 之規定。

表 11.1 混凝土使用材料之品質管制項目

項 目	查驗依循標準	時機、次數	品質管制標準
水泥	CNS 61 CNS 15286	依設計圖說或品質 管制計畫之規定	材料查驗依 CNS 規定，並出具材料 檢驗報告文件
水淬高爐爐渣粉	CNS 12549		
飛灰	CNS 3036		
矽灰	CNS 15648		
粒料	CNS 1240		
拌和用水	CNS 1237		
化學摻料	CNS 12283 CNS 12833		

11.4.2 鋼筋及鐔接鋼線網、鐔接鋼筋網之品質管制，應符合表 11.2 之規定。

表 11.2 鋼筋及鐔接鋼線網、鐔接鋼筋網之品質管制項目

項 目	查驗依循標準	時機、次數	品質管制標準
鋼筋	CNS 560	依設計圖說或品質 管制計畫之規定	材料查驗依 CNS 規定，並出具材料 檢驗報告文件
鋼線	CNS 1468		
鐔接鋼線網 鐔接鋼筋網	CNS 6919		

11.4.3 鋼材之品質管制，鋼材等級應依 CNS 2473 [一般結構用軋鋼料] 規定，查驗應符合 CNS 2608 [鋼料檢驗之通則] 之規定。

11.4.4 金屬配件及預埋組件之查驗標準，應按設計圖說之規定。

11.5 預鑄構材製造之品質管制

11.5.1 預鑄構材製造前，應確認構材使用混凝土之抗壓強度、坍度、含氣量、水溶性氯離子含量等符合設計圖說或品質管制計畫規定。

11.5.2 預鑄構材混凝土澆置前之品質管制查驗項目包含模具、配筋、金屬配件及預埋組件等，查驗方法及品質管制標準應符合表 11.3 之規定。

表 11.3 預鑄構材混凝土澆置前之品質管制項目

項 目	查驗方法	時機、次數	品質管制標準
模具	以目視與量尺對照構材製造圖	構材全數	1. 模板內部尺寸應與設計圖說相符 2. 模板應用螺栓、錐形繫件拴緊固定 3. 表面應清理乾淨，脫模劑塗布應適當均勻
配筋	以量尺對照配筋圖	構材全數	1. 鋼筋直徑、支數、間距應與配筋圖相符 2. 應確保保護層厚度
金屬配件 預埋組件	以目視與量尺對照構材製造圖	構材全數	金屬配件、預埋組件之種類、位置與數量應與構材製造圖相符並緊牢固定

解說：

預鑄廠之混凝土通常由工廠自設的混凝土產製設備供給，與一般預拌混凝土廠所提供之混凝土不盡相同，因此，混凝土品質受預鑄廠內之混凝土拌和設備、系統良窳影響極鉅。預鑄廠與一般現場因生產程序與環境差異，故所使用之混凝土配比、搬運、搗實及養護等條件也不相同，宜依其特性與需求進行品質管理。

模具及預埋組件位置精度容許誤差值，如表 R11.1 所示。

表 R11.1 模具及預埋組件位置精度容許誤差表

量測部分	容許誤差(mm)	量測部分	容許誤差(mm)
邊長	±2	模床面二向之彎曲量	2
板厚	±1	開口內部尺寸	±3
對角線長差	4	模床面平整度	2
側面彎曲量	2	預埋組件位置	±3
模床角隅之翹曲量	2		

11.5.3 預鑄用混凝土之品質管制應符合 11.4 之規定。

表 11.4 預鑄用混凝土之品質管制項目

項目	查驗方法	時機、次數	品質管制標準
配比	以配比表確認	製造初期或澆置中隨時	應符合配比表訂定之數值
試料取樣	CNS 1174		
新拌混凝土狀態	目視	製造初期或澆置中隨時	工作性適當，品質均勻穩定
坍度及坍流度	CNS 1176 CNS 14842	配比管理用抗壓強度試驗試體取樣時，或構材混凝土試驗試體取樣時澆置中認為品質有變化時	依設計圖說或品質管制計畫之規定
含氣量	CNS 9661	同上	與含氣量目標值相差±1.5%以內
單位重	CNS 11151	同上	與配比設計值相差±3.5%以內
新拌混凝土溫度	CNS 3090	同上	依設計圖說或品質管制計畫之規定
抗壓強度	CNS 1231 CNS 1232	每種混凝土配比每日一次以上，澆置時每次取樣一組，且每 120 m ³ 至少取樣一組試體(一組至少為 2 個以上)	依設計圖說或品質管制計畫之規定
硬固混凝土氯離子含量	CNS 1078 CNS 14702 CNS 14703	依「施工中建築物氯離子含量管理實施要點」之規定	依設計圖說或品質管制計畫之規定

解說：

預鑄構材用混凝土來源有預鑄廠自拌與預拌混凝土廠供料兩種，通常預鑄工廠會自設混凝土拌和設備，但若需求超過產能或臨時預鑄廠、現場預鑄等有供料需求時，則需要由預拌混凝土廠供料，預鑄用混凝土之品質管制查驗應依表 11.4 之規定辦理，另可參考內政部發布之「結構混凝土施工規範」^[11.1]之規定辦理。表 11.4 之各項內容說明如下：

(1) 試料取樣

試料取樣依 CNS 1174 [新拌混凝土取樣法] 辦理，構材所用混凝土，一般由構材製造工廠內的拌和設備製造，以堆高機、運輸桶、傾卸卡車等運輸設備搬運至生產線，再以混凝土澆置設備澆置，因此，品質管制檢驗之試料一般均由生產線上澆置之混凝土來取樣。

(2) 工作性及新拌混凝土狀態

新拌混凝土是否具有適切的稠度及粘性，是否易於施工且不析離，以目視觀察即可。在製造前及澆置中隨時觀察，且盡可能提高查看頻率為佳。

(3) 坍度及坍流度

坍度及坍流度試驗的目的為檢驗混凝土稠度，據此可以判斷其施工難易度。坍度及坍流度試驗，不論在製作配比管理用之抗壓強度試驗試體，或進行構材混凝土抗壓強度試驗試體取樣，及確認澆置中品質變化情形時均需要施作。其結果之評定，依照CNS 3090〔預拌混凝土〕規定表示其容許差。

(4) 含氣量

混凝土之含氣量會依其運輸方法、拌和後經過時間等因素而變動，由於含氣量變動對混凝土工作性及硬固後性質，即強度、耐久性、抵抗凍融性等影響甚大，故宜十分慎重管理。含氣量試驗與坍度試驗同時進行即可，評定結果之容許誤差標示於表中。

(5) 單位重

新拌混凝土之單位重可用來推估混凝土之含氣量及硬固後混凝土之氣乾單位容積質量等。查驗方法依CNS 11151〔混凝土單位重、拌和體積及含氣量(比重)試驗法〕之規定。與坍度試驗及含氣量試驗同時進行即可。評定標準、配比設計中求得未凝固混凝土單位容積質量之計算值與實測值之容許誤差標示於表中。

(6) 混凝土拌和時溫度

縮短構材製造過程所需時間的方法即為提高混凝土拌和溫度，一般係在拌和混凝土時將水蒸氣噴入拌和機內，但宜注意，斷續地提高拌和溫度不僅會影響後續的製程，超過限度的高溫也會使混凝土品質產生問題，也會改變拌和機的拌和性能。故拌和時容許之溫度範圍依設計圖說規定執行，惟宜控制在 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 以內。

(7) 標準養護試體之抗壓強度

混凝土之抗壓強度，被視為代表混凝土力學特性之重要指標。混凝土之抗壓強度試驗分為：配比強度管理用與構材混凝土強度檢查用二種，此處為前者之定義。由於製造構材，通常都採用蒸氣養護等加熱促進養護方式，此試驗為管理混凝土原材料之各種性能，故為求評估時具客觀性，採用標準養護，試驗齡期為28日。每種混凝土配比每日一次以上，澆置時每次取樣一組，且每種混凝土配比每 120 m^3 至少取樣一組試體(一組至少為2個試體以上)。

(8) 現場養護試體之抗壓強度

確認構材混凝土之抗壓強度最好是直接檢查成品，為避免破壞成品，一般均製作具代表性之試體進行查驗，以推定構材混凝土之強度。因此，以構材製造時使用之混凝土來製作試體，且在與構材同一養護條件下養護，其查驗結果用於間接代表構材之實際強度。試驗齡期則由預鑄混凝土施工之工法特性訂定脫模日、出貨日。預鑄工法生產系統上之特性為在施工各階段中構材都將承受外力作用，因此宜確認該階段中之混凝土強度，如確認脫模時及出貨日之抗壓強度等。上述各齡期抗壓強度評定標準需配合檢查目的訂定。

另因製造預鑄構材類似工業化製程，產量大與系統化，因此為能增加廠商品

質管制時效，可依CNS 14892〔混凝土加速養護試體之製作及試驗法〕辦理混凝土圓柱試體之加速試驗，其內容包括A、B、C、D等四種程序，可分別在齡期約24、28.5、49及5.25小時測得強度，目前較通用A及C程序。該加速試驗強度可用於提早顯示混凝土品質變化或用統計方法推估各齡期試體強度，但不能直接取代之。

(9) 硬固混凝土氯離子含量

硬固混凝土中最大允許之水性氯離子含量應符合內政部發布之「建築物混凝土結構設計規範」之規定，硬固混凝土氯離子含量檢測方法與試驗頻率則按內政部發布之「施工中建築物氯離子含量管理實施要點」之規定執行。

11.5.4 預鑄構材脫模時所需之強度，係以構材在脫模過程中，不致產生裂縫或損傷之強度。於每日混凝土澆置時取樣製作試體，以與構材相同條件養護，脫模時試體之抗壓強度平均值應大於脫模時所需強度。

解說：

製造預鑄構材，一般會要求縮短脫模及出貨時間，以達到構材製造之經濟性。為縮短時間，脫模時混凝土強度之發展與確認，是極重要的。

脫模時所要求之混凝土強度，依工廠製造系統及構材形狀、尺寸而異。工廠宜依第5.7節之規定設定其下限值，此值稱之為脫模時所需強度。若在未達充分強度前逕行脫模則有構材破損、品質降低及發生事故的危險。為使脫模作業提早開始，確認混凝土強度有其時效性。評定標準取2個以上試體之平均值，達第4.4節所定之強度以上。在決定脫模時，混凝土強度稍超過規定值為佳。

11.5.5 預鑄構材出貨時所需之強度，係以構材出貨至目的地，在搬運過程中，不致產生裂縫或損傷之強度。構材出貨日取試體測試抗壓強度，其平均值應大於構材出貨日所需強度。

解說：

構材出貨日之必要強度稱為出貨日所需強度。設定出貨日強度時，宜考慮構材搬運組立作業過程中，可能的作業荷重、風、地震等外力及結構體施工速度等事項。雖有確認方法，但出貨之構材經常要與相對試體在出貨時作試驗來確認混凝土強度仍有困難，因此可考慮採用下列的方法：

- (i) 由充份數量之試驗結果，推估達到出貨日所需強度之齡期。
- (ii) 以此齡期為基準，定出最短之出貨可能日數。
- (iii) 經過其日數之構材，視為已達到出貨日所需強度，即可出貨。

11.5.6 預鑄構材之品質管制應符合表 11.5 之規定。

表 11.5 預鑄構材之品質管制項目

項 目	查驗方法	時機、次數	品質管制標準
形狀、規格	量尺或水線實測	構材全數	依設計圖說或品質管制計畫之規定
裂縫	目視或龜裂測試儀器實測	構材全數	依品質管制計畫之規定
破損	目視	構材全數	有無損害情形
金屬配件、預埋組件之安裝狀態	目視及量尺	構材全數	金屬配件、預埋組件之種類、位置及數量符合設計圖說，安裝於正確位置
構材完成面狀態	目視	構材全數	完成面之種類符合構材之設計圖說
保護層厚度	目視及量尺	構材全數	依設計圖說規定

解說：

構材製造完成後，應依表 11.5 之項目全數檢查，為求其確實及方便，宜使用專用之檢查表格記錄較易於保存，成品檢查表一般都將構材製造圖一併列入，以利於與澆置前之檢查作比對。檢查結果與標準不符之項目，宜即時修正並再確認後，才可進行出貨作業。

預鑄構材尺寸精度容許誤差值，如表 R11.2 所示。

表 R11.2 預鑄構材尺寸精度容許誤差表

量測部分	容許誤差(mm)	量測部分	容許誤差(mm)
邊長	±3	板面二向之彎曲量	3
板厚	±2	開口內部尺寸	±3
對角線長差	5	表面平整度	3
側面彎曲量	4 mm	預埋組件位置	±5 mm
板角隅之翹曲量	4 mm		

11.6 預鑄構材進場前之品質管制

預鑄構材進場時，應確認有無工廠檢驗合格之證明，並檢查搬運途中是否有發生龜裂、破損、變形等情事。查驗方法及品質管制標準，應符合表 11.6 之規定。

表 11.6 預鑄構材進場前之品質管制項目

項目	查驗方法	時機、次數	品質管制標準
裂縫	目視或裂縫儀實測	構材全數	依特殊記載或品質管制計畫之規定
破損	目視	構材全數	無有害破損
變形	目視	構材全數	無有害變形
金屬配件及預埋組件	目視	構材全數	金屬配件、預埋組件之種類、位置及數量應與設計圖說相符

解說：

預鑄構材進場驗收過程中，預鑄構材的形狀尺寸、裂縫、鋼筋、金屬配件及其他之品質標準，宜於製造工廠內進行成品檢查，合格之構材方可搬運至現場。

因此，本節之品質管制是針對搬運中可能引起之裂縫、破損、變形或是預埋金屬配件狀態等項目為主。確認各項目是否已於廠內檢查完畢，並以目視判別有無異狀，特別是工廠出貨檢查證明，有記載構材修補情形時，更要特別注意。

11.7 預鑄構材組立之精度品質管制

預鑄構材組立之精度品質管制查驗應符合表 11.7 之規定。

表 11.7 預鑄構材組立之精度品質管制項目

項 目		檢 查 方 法	時 機、次 數	品 質 管 制 標 準
柱、牆	位置	以放樣墨線為基準，誤差尺寸以量尺測定	組立後構材全數	±5 mm 以下 或依品質管制計畫規定
	傾斜	以工具或儀器測定		
	高程	以工具或儀器測定		
梁、樓板	位置	梁：以放樣墨線為基準，誤差尺寸以量尺測定。 樓板：跨入梁或牆之深度以量尺測定		
	頂部高程	以工具或儀器測定		

解說：

構材組立精度之要求，可分垂直的柱、牆與水平的梁、樓板兩類，一般要求組立後之偏斜率控制在 3/1000 以下，但對較高或較長之構材，只規定偏斜率可能出現預鑄構材在接點之偏移距離過大，導致無法順利安裝之情形，因此本節規定允收標準為±5 mm 以下，以樓地板面到梁底面淨高 2.5 m 為例，柱頂 5 mm 偏移之偏斜率為 2/1000；以梁淨跨距 7 m 為例，梁中央至端部偏移 5 mm 之偏斜率為 1.4/1000，對兩者而言 5 mm 偏移皆較 3/1000 嚴格。

表 11.7 之品質管制標準可視個案需求或特性而有所調整，但應經監造認可，並於品質管制計畫規定之。

11.8 預鑄構材接合之品質管制

11.8.1 機械式續接之品質管制查驗應符合第 8.2 節之規定。

11.8.2 鋼材銲接續接之品質管制查驗，應依內政部發布之「鋼構造建築物鋼結構施工規範」^[11.2]之規定，若無國內規範者應依設計圖說之規定或可參考國外相關規定實施。

11.8.3 高強度螺栓接合之品質管制查驗應依內政部發布之「鋼構造建築物鋼結構施工規範」^[11.2]第 9.2.5 節之規定。

11.8.4 其他接合之查驗項目應符合該接合規格書等相關規定。

11.8.5 預鑄構材接合時，使用狹小部填充用混凝土之品質管制查驗應符合表 11.4 之規定，於每次澆置時以目視檢查是否填充飽滿。

解說：

一般而言，使用砂漿填充式套筒續接器，為使續接器能充分發揮功能，宜注意下列說明。

- (1) 接合用鋼筋之續接長度宜符合規定值。
- (2) 接合用鋼筋上無附著水泥殘留物、油、鐵鏽等。
- (3) 接合用鋼筋之偏位或是傾斜，需在不影響續接器性能之範圍內。
- (4) 灌漿時，確實填充專用填充料，並確保其超過所需之抗壓強度。
- (5) 搭配螺帽時，宜使用扭力扳手，檢核所需之扭力。

續接器檢查應符合製造商之規格書等相關規定，以確認下列事項。

- (1) 施工前，確保鋼筋符合偏移、傾斜、對接間隔等精度要求，或是確認接合用鋼筋上沒有不當附著物。套筒續接構材組立時之品質管制，可參考表R11.3，超出容許範圍時，經監造者核定後採取相關措施改善。此外，使用螺紋套筒續接器時，為易於確認鋼筋續接長度，續接施工前要在鋼筋上標記套筒端部位置。
- (2) 施工後，宜確認施工正確且砂漿確實填充飽滿，在規定期間內續接部位避免擾動。

表R11.3構材組立時之品質管制(套筒續接為例)

項目	查驗方法	時機、次數	品質管制標準
主筋傾斜	量測儀器測定	構材全數	依製造商之規格書容許值
主筋超出長度	量尺測定	構材全數	依製造商之規格書容許值
主筋汙染	目視	構材全數	無水泥、油類等汙染

預鑄特殊結構牆工法各接合部之銲接與 SRC 造鋼骨及構材接合部之銲接，其品質管制查驗方法與評定標準宜依設計要求規定，其中屬一般鋼骨銲接者依內政部發布之「鋼結構施工規範」^[11.2]之規定，但鋼筋與鋼板之銲接及鋼筋與鋼筋之銲接，其銲接施工標準可參照內政部發布之「建築物混凝土結構設計規範」^[11.3]及其他相關國外規範之規定，如 AWS 有關章節。

11.8.6 底鋪水泥砂漿之品質管制應符合表 11.8 之規定。

表 11.8 底鋪水泥砂漿之品質管制項目

項 目	查驗方法	時機、次數	品質管制標準
新拌水泥砂漿狀態	目視	拌和時	充分拌和均勻、工作性適當
工作性	相關規範	拌和時	特殊指定值之範圍內
抗壓強度	CNS 1010	試體取樣時間： 水泥砂漿鋪設前 或使用材料有變化時，數量依 CNS 1010 規定	抗壓強度之平均值應大於接合處預 鑄構材之設計強度
填充度	目視	每次澆置時	是否確實填充飽滿

11.8.7 鋼筋續接器用水泥漿與填充水泥砂漿之品質管制應符合表 11.9。

表 11.9 鋼筋續接水泥漿與填充水泥砂漿之品質管制項目

項 目	查驗方法	時機、次數	品質管制標準
種類、商標、 製造年月日	確認水泥漿材 料包裝之日期	每次使用時	使用期限內
使用水量	對照配比表	每次拌合時	由填充水泥砂漿材料供應商提供
拌和溫度	以溫度計插入 漿體量測	每日第 1 次拌和時	由填充水泥砂漿材料供應商提供
工作性	由填充水泥 砂漿材料供 應商提供	每日第 1 次拌和時	由填充水泥砂漿材料供應商提供
抗壓強度	CNS 1010	灌漿當天取樣，數 量依 CNS 1010 規 定辦理	由填充水泥砂漿材料供應商提供
填充度	目視	每次填充時	是否確實填充飽滿

解說：

預鑄特殊結構牆工法結構牆之水平接合部位，其底鋪水泥砂漿在結構體強度上具有重要功能，因此宜充分執行品質管理，底鋪水泥砂漿之抗壓強度試驗方法，可依 CNS 1010〔水硬性水泥壘料抗壓強度試驗法〕，但其工作性，常在現場依經驗施作，國內針對此部分尚無查驗標準，同時也欠缺在現場評估施工性之檢查方法，操作上可參考國外規範之規定，如 ASTM C230 與 JASS 10T-501。

11.9 預鑄工程場鑄及接合部混凝土之品質管制

11.9.1 場鑄及接合部混凝土之品質管制應符合表 11.4 之規定。

11.9.2 接合部之混凝土應確實填充飽滿。

解說：

針對預鑄混凝土與場鑄混凝土之品質管制，均按 CNS 之相關標準實施，兩者項目並無不同，故此節之混凝土品質管制項目可按表 11.4 之規定辦理。

於接合部位空間常較狹小或鋼筋較密集，此部位之混凝土於配比設計時，宜考慮粗粒料最大粒徑、工作性或自填充性，施工時品質管制人員以目視檢查確保填充飽滿。

11.10 接合部防水之品質管制檢驗

11.10.1 接合部防水使用材料之進場品質管制應符合表 11.10 之規定。

表 11.10 防水材料之進場驗收項目

項 目	查驗方法	時機、次數	品質管制標準
填縫材	目視確認	進場時	指定之種類或標有 CNS 之成品
帶狀密封材	核對試驗報告	進場時	符合 CNS 10209 [建築用墊條] 之品質標準
	儀器測試	每次進場取樣時	指定之規格
液狀密封材	核對試驗報告	進場時	符合 CNS 8901 [建築用油性填縫材料]、CNS 8903 [建築用密封材料] 之品質標準
不織布防水氈	核對試驗報告	進場時	符合 CNS 11228 [工程用非織物]、CNS 14497 [改質瀝青防水氈] 之品質標準
	儀器測試	每次進場取樣時	指定之規格

解說：

接合部防水為預鑄混凝土工程施工上極為重要，施工前設計者宜訂定防水部位之品質管制項目與品質管制標準，施工時依規定辦理，以確保施工品質。

接合部防水使用材料之種類已在第十章說明，表 11.10 之 CNS 標準為材料之規格，其檢驗方法依 CNS 8902 [建築用油性填縫材抖檢驗法]、CNS 8904 [建築用密封材料檢驗方法]、CNS 8644 [建築用塗膜防水材] 及 CNS 10210 [建築用墊條檢驗法] 之規定，若所用之防水材料無 CNS 標準者，可參考國外相關規定。

11.10.2 接合部防水施工時之品質管制，應符合表 11.11 之規定。

表 11.11 接合部防水施工時之品質管制項目

項目	查驗方法	時機、次數	品質管制標準
材料之存置狀態	目視觀察	存置期間	確保材料不會變質或變形
防水施作位置	確認混凝土澆置後之天數	防水施工前	超過所定之乾燥天數
	目視確認	防水施工前	充分乾燥 防水材無不平整之落差 無防水缺陷之缺角或裂縫(經過處理)
接縫之寬度及深度	量尺測定	防水施工前	±5 mm 以下或依品質管制計畫規定
帶狀密封材之貼覆狀態	目視、指觸確認	施工中，全數	原設計位置，無曲折
		施工後，全數	1. 無貼覆殘留部分 2. 密貼無隆起
液狀密封材之填充狀態	目視、儀器測量確認	塗布界面底劑時，全數	1. 界面底劑塗布為指定範圍 2. 界面底劑無塗布殘留部分及塗布不均
		注入液狀密封材時，全數	1. 防水寬幅達指定範圍以上 2. 指定之厚度
	目視確認	貼覆不織布防水氈前，全數	無防水缺陷之氣泡及凹凸
不織布防水氈之貼覆狀態	目視、指觸確認	施工中，全數	無防水缺陷之氣泡混入，端部無卷邊翹起
		施工後，全數	1. 無顯著皺褶 2. 端部不輕易卷邊
填縫材之填充狀態	目視、指觸確認	填充中，全數	無防水缺陷之空縫、氣泡混入及施打過多之殘留
		硬化後，全數	1. 無氣泡 2. 密著在兩構材間
接合部薄膜防水之狀況	目視、指觸確認	施工中，全數	符合設計規格、細部收頭處理，進出面無防水缺陷

解說

接合部之防水宜特別注重施工前之檢查與施工中之確認，若僅於施工後進行抽樣檢查，一旦有問題將會形成防水缺陷。一般施工後之檢查，僅能以目視為之，成效不彰，故依表 11.11 所訂之試驗與檢查內容於施工前、中、後進行，以下針對常見之屋頂及陽台之構材接合部及填縫材填充部位說明如下：

(1) 屋頂及陽台之構材接合部(目視檢查)

- (a) 防水層底部之混凝土或水泥砂漿素面處理狀態。
- (b) 液狀密封材之寬度、厚度及素面處理狀態。
- (c) 防水層有無鼓起及檢視重疊部分之狀態。
- (d) 防水層有無損傷或破斷。
- (e) 施工後之雨天時有無漏水。

(2) 填縫材(Sealing)填充部位

- (a) 施工前以量尺測定接縫之寬度及深度。評定標準依表 11.1 之規定。
- (b) 背襯材使用指定規格之形狀、尺寸，並以目視確認無變形、扭曲，接合部之空隙均全面安裝。
- (c) 施工完成後，以目視確認其表面之修飾狀態與形狀，無顯著之凹凸及氣泡。
- (d) 最後以目視、指觸確認填縫材之硬化及接著狀態。
- (e) 施工後之雨天時目視有無漏水。

參考文獻

- [11.1] 內政部，結構混凝土施工規範，台北，2022。
- [11.2] 內政部，鋼構造建築物鋼結構施工規範，台北，2007。
- [11.3] 內政部，建築物混凝土結構設計規範，台北，2023。

第十二章 查驗與檢驗

12.1 一般規定

12.1.1 為確保預鑄構材施工之品質能符合設計要求，工程進行中，監造者應在各施工階段對使用之材料、施工與成品按工程特性及需求得採定期或不定期之查驗，必要時加以檢驗；並對缺失提出改善要求。查驗與檢驗未能及時發現之缺點，於日後發現時仍應由承包商負責做必要之處置，以保證工程品質。

12.1.2 為使查驗與檢驗工作進行順利，監造者應事先擬具計畫，並依計畫執行，承包商應配合之。必要時，依合約得委由檢試驗單位進行檢測或試驗；檢試驗單位應經業主與監造者認可。

解說：

本章所稱查驗係指文件核對、目視檢查或簡單量具核對，檢驗係指按規定方法以儀器檢測或試驗。於各施工階段對使用之材料、施工與成品之各查驗與檢驗得包含下列事項：

- (1) 預鑄構材製造前：
 - (a) 混凝土材料品質查驗。
 - (b) 混凝土廠拌配比查驗。
 - (c) 鋼筋材料進廠品質查驗。
 - (d) 預埋配件進廠品質查驗。
 - (e) 模具開設完成查驗。
- (2) 預鑄構材製造時：
 - (a) 構材模具尺寸查驗。
 - (b) 構材鋼筋綁紮查驗。
 - (c) 構材預埋配件尺寸位置查驗。
 - (d) 構材混凝土拌和查驗與試體取樣。
 - (e) 構材澆置過程監督查驗。
 - (f) 構材脫模抗壓強度查驗。
 - (g) 構材成品查驗。
- (3) 預鑄構材出貨時：
 - (a) 構材修飾查驗。
 - (b) 構材出貨檢查。
 - (c) 構材交貨查驗。
- (4) 預鑄構材組立時：
 - (a) 構材組立精度查驗。
 - (b) 構材接合施工查驗。
 - (c) 構材防水施工查驗。
- (5) 其他：
 - (a) 查核試驗室之試驗。
 - (b) 材料或混凝土因試驗或檢查結果不符合規範要求而應增加之額外試驗或檢查。

- (c) 應承包商之請求變更材料或配比所需增加之試驗與檢查。
- (d) 其他需要之檢驗或查驗。

12.2 預鑄構材製造前之查驗與檢驗

核對承包商製造預鑄構材之使用材料及相關預埋配件品質，是否符合設計圖說與施工詳圖之規定。

解說：

構材製造前需依構材設計圖說或施工詳圖說明查驗構材製造之使用材料及相關構材內部預埋組件品質是否合乎規定。

12.2.1 混凝土使用材料之查驗及檢驗

預鑄構材所用之混凝土組成材料品質與規格，應依第三章之規定查驗及檢驗。

解說：

若合約中未對混凝土材料品質特別規定，則依本規範所定範圍加以檢驗詳見第三章。混凝土材料包括水泥、摻料、拌和水、粒料。材料品質係指第三章各節內說明之 CNS 相關品質標準。

12.2.2 鋼筋之查驗及檢驗

12.2.2.1 鋼筋之品質與規格應依第三章之規定查驗及檢驗。

12.2.2.2 鋼筋施工中，應依第 5.3 節之規定查驗。

解說：

若合約中未對鋼筋材料品質特別規定，則依本規範所定範圍加以檢驗詳見第三章。材料品質係指第三章各節內說明之 CNS 相關品質標準。

12.3 預鑄構材製造中之查驗與檢驗

核對承包商製造預鑄構材之模具尺寸、配筋、相關預埋配件與混凝土品質是否符合設計圖說與施工詳圖之規定。

解說：

預鑄構材製造中需依構材設計圖說或施工詳圖說明，查驗構材製造之模具尺寸、內部鋼筋配置及相關構材內部預埋組件位置與混凝土品質等部分。

12.3.1 工程進行中應自存料堆中抽取材料樣品，並核對是否符合規範之規定。

解說：

由於材料來源可能有所變異，同一來源之材料品質亦未必均勻，材料儲存堆放因位置不同、儲存方式不同及取用時間之不同，亦會產生性質之變異。為了維持一定之品質，應時常抽取材料樣品檢驗，以便適時修正配比。檢驗之頻率得視實際情況調適。

12.3.2 混凝土強度試驗

12.3.2.1 同一日澆置之各構材混凝土，應每日、每 100 m³ 或 450 m² 為一批，每批至少應進行一組強度試驗。

解說：

試驗頻率係規定每一種配比混凝土所應施行試驗之頻率。規定之標準為每天至少進行一組強度試驗，另外按澆置混凝土之體積或面積規定，按體積每 100 m³ 或板牆面積每 450 m²

為一批，均應進行一組強度試驗，若有餘數超過 25 m³ 或 100 m² 時應增加一組試驗。同一配比之混凝土至少需有具代表性之五組試驗結果。如果因為數量較少，無法依上述之標準取樣達五組，則應隨機從拌和批次中取樣，若拌和批次少於五次，則應每批次均取樣，取樣方法按 CNS 1174 之規定。

若需要評估養護效果、決定拆模時間或決定施預力時機時，需增加試體之數量，以供在工地環境條件下進行與結構體相同之養護，試體數量及齡期依試驗目的而定。

12.3.2.2 除另有規定外，混凝土強度試驗每一組應以二個以上試體，於 28 天齡期時之抗壓強度平均值為該組試驗結果。若監造者認為有需要時，每一組可多做試體於較早或較晚齡期進行抗壓試驗，以供參考。

12.3.2.3 試體之製作應符合 CNS 1231 [工地混凝土試體製作及養護法] 之規定。

12.3.2.4 試體之養護應與預鑄構材相同環境或依設計圖說與施工詳圖規定辦理。

12.3.2.5 抗壓強度試驗法應符合 CNS 1232 [混凝土圓柱試體抗壓強度檢驗法] 之規定，脫模強度應按設計圖說與施工詳圖所規定之齡期進行查驗。

解說：

混凝土強度試驗試體製作依 CNS 1231 規定辦理，惟養護環境應與預鑄構材相同，才能反應預鑄構材實際強度發展，作為預鑄構材脫模與出貨之評判依據。

12.3.4 預鑄構材脫模後之查驗

預鑄構材脫模後，應依設計圖說與施工詳圖檢驗其尺寸、預埋件狀態及表面外觀。

12.4 預鑄構材出貨與交貨之查驗與檢驗

核對承包商製造構材之尺寸、相關預埋配件與表面外觀是否符合設計圖與施工詳圖之規定。

解說：

預鑄構材之形狀尺寸、裂縫、鋼筋、金屬配件及其他之品質標準，宜於製造工廠內進行成品檢查，合格之構材方可搬運至現場。

本節之查驗是針對搬運中可能引起之裂縫、破損、變形或預埋金屬配件狀態等項目為主。確認各項目是否已於廠內檢查完畢，並以目視判別有無異狀，特別是工廠出貨檢查證明，有記載構材修補情形時，更要特別注意。

12.5 預鑄構材組立與接合施工之查驗與檢驗

12.5.1 預鑄構材組立與接合施工時，應符合設計圖說與預鑄構材安裝圖之規定。

12.5.2 預鑄構材組立與接合施工所使用之砂漿材料品質檢驗，應符合設計圖說與預鑄構材安裝圖之規定。

12.5.3 預鑄構材接合部之防水施工，應符合設計圖說與預鑄構材安裝圖之規定。

解說：

預鑄構材之組立與接合品質，關係整體結構物是否可達到原設計需求之關鍵，因此施工過程是否有依設計圖說與安裝圖，進行各項預鑄構材組立與接合為監造者之重要職責。

另外預鑄構材組立接合部之防水施工，也關係到結構物是否能良好服務性能與使用年限，因此監造者需依設計圖說查驗相關施工過程確保施工品質。

附錄 A 參考標準

本規範各章參考標準之代號如下：

CNS	中華民國國家標準
ACI	American Concrete Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
JIS	Japanese Industrial Standards

第三章所需參考之標準如下：

CNS 61	卜特蘭水泥
CNS 560	鋼筋混凝土用鋼筋
CNS 1237	混凝土拌和用水試驗法
CNS 1240	混凝土粒料
CNS 2111	金屬材料拉伸試驗法
CNS 3001	圬工砂漿用粒料
CNS 3036	混凝土用燃煤飛灰及未煨燒或煨燒天然卜作嵐材料
CNS 3091	混凝土用輸氣附加劑
CNS 3332	預力混凝土用鋼線及鋼絞線
CNS 3691	結構混凝土用之輕質粒料
CNS 6919	銲接鋼線網及鋼筋網
CNS 9272	預力混凝土用鋼棒
CNS 11824	混凝土用高爐爐渣粗粒料
CNS 11890	混凝土用高爐爐渣細粒料
CNS 12283	混凝土用化學摻料
CNS 12549	混凝土及水泥砂漿用水淬高爐爐渣粉
CNS 12833	流動化混凝土用化學摻料
CNS 13961	混凝土拌和用水
CNS 15286	水硬性混合水泥
CNS 15648	膠結混合料用矽灰

第四章所需參考之標準如下：

CNS 1231	工地混凝土試體製作及養護法
CNS 3090	預拌混凝土

第五章所需參考之標準如下：

JIS A6024	建築補修用及び建築補強用エポキシ樹脂
-----------	--------------------

第八章所需參考之標準如下：

ACI 439.3R	Types of Mechanical Splices for Reinforcing Bars
------------	--

第十章所需參考之標準如下：

CNS 8901	建築用油性填縫材料
CNS 8903	建築用密封材料
CNS 8904	建築用密封材料試驗法

第十一章所需參考之標準如下：

CNS 61	卜特蘭水泥
CNS 560	鋼筋混凝土用鋼筋
CNS 1010	水硬性水泥壘料抗壓強度檢驗法（用 50 mm 或 2 in 立方體試體）
CNS 1078	水硬性水泥化學分析法
CNS 1174	新拌混凝土取樣法
CNS 1176	混凝土坍度試驗法
CNS 1231	工地混凝土試體製作及養護法
CNS 1232	混凝土圓柱試體抗壓強度檢驗法
CNS 1237	混凝土拌和用水試驗法
CNS 1240	混凝土粒料
CNS 1468	低碳鋼線
CNS 2473	一般結構用軋鋼料
CNS 2608	鋼料之檢驗通則
CNS 3036	混凝土用燃煤飛灰及未煨燒或煨燒天然卜作嵐材料
CNS 3691	結構混凝土用之輕質粒料
CNS 6919	銲接鋼線網及鋼筋網
CNS 8644	建築用塗膜防水材
CNS 8901	建築用油性填縫材料
CNS 8902	建築用油性填縫材料檢驗法
CNS 8903	建築用密封材料
CNS 8904	建築用密封材料試驗法
CNS 9661	新拌混凝土空氣含量試驗法（壓力法）
CNS 10209	建築用墊條
CNS 10210	建築用墊條檢驗法
CNS 11151	混凝土單位重、拌和體積及含氣量(比重)試驗法
CNS 11228	工程用非織物
CNS 12283	混凝土用化學摻料
CNS 12549	混凝土及水泥砂漿用水淬高爐爐渣粉
CNS 12833	流動化混凝土用化學摻料
CNS 13465	新拌混凝土中水溶性氯離子含量試驗法
CNS 14497	改質瀝青防水氈
CNS 14702	硬固水泥砂漿及混凝土中酸溶性氯離子含量試驗法
CNS 14703	硬固水泥砂漿及混凝土中水溶性氯離子含量試驗法
CNS 14842	高流動性混凝土坍流度試驗法

CNS 14892	混凝土加速養護試體之製作及試驗法
CNS 15286	水硬性混合水泥
CNS 15648	膠結混合料用矽灰
ASTM C230	Standard Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement

第十二章所需參考之標準如下：

CNS 1174	新拌混凝土取樣法
CNS 1231	工地混凝土試體製作及養護法
CNS 1232	混凝土圓柱試體抗壓強度檢驗法