

图 2 台湾台科大教学大楼 PC 外墙版 3~7F 平面分割

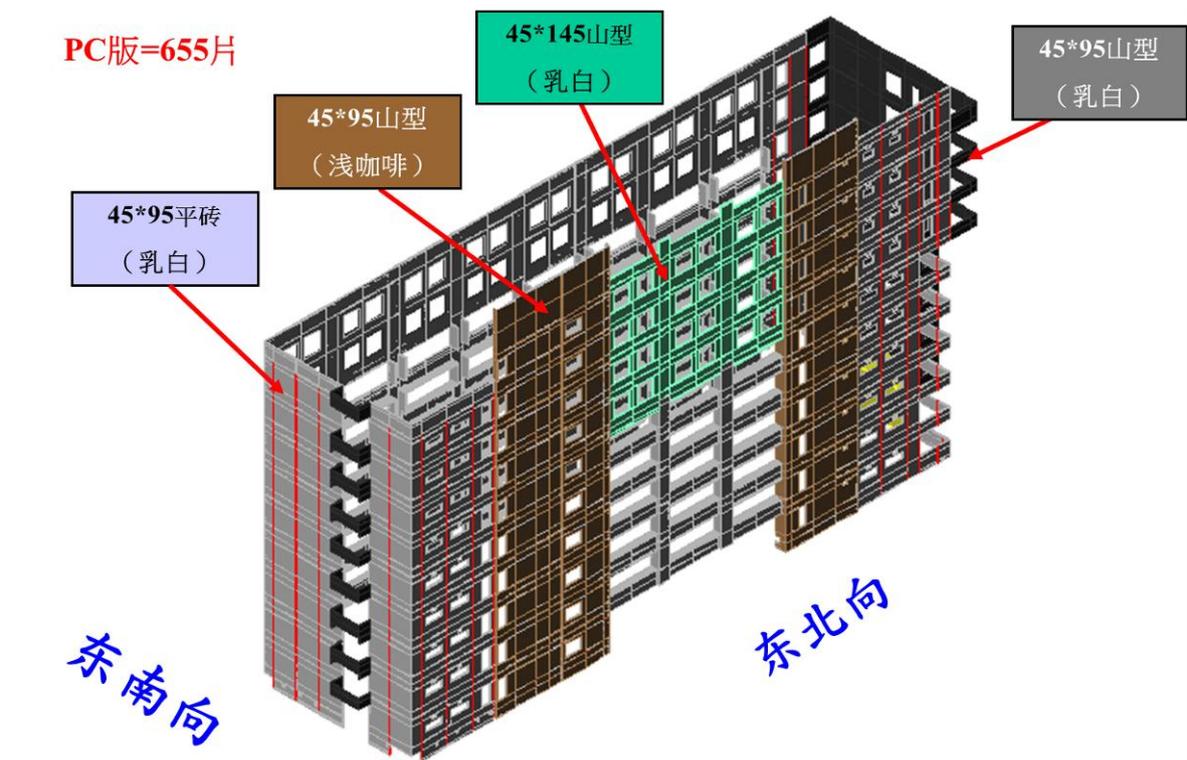


图 3 台湾台科大教学大楼 PC 外墙版分割透视图

2. 模矩化与标准化：在分割 PC 外墙版时，应尽量从模矩化与标准化考虑，以节省墙版型式种类，进而减少钢模的数量，以达到经济合理的成本。
3. 造型与配色的建筑设计理念：同一片 PC 外墙版外饰完成面可多样组合，可以是清水面，或预嵌磁砖、石材，或搭配造型模，以完美配合建筑设计理念，且 PC 外墙版由于是在工厂完成，整个外饰面的质量是远高于现浇的外饰面。



图 4 台湾中和地政大楼树影造型清水 PC 外墙版

4. 不同属性外墙版的介面设计：当建筑物外墙是不同属性外墙版组合而成时，例如 PC 外墙版 + 现浇结构 + 金属帷幕墙 + 乾挂石材时，则介面设计要注意各系统的结构耐震设计及防水设计要分别独立，不能依附在另一种属性的外墙版上。

5. 与机电工程之整合：规划 PC 外墙版时，需同时整合机电工程的要求，如预留空调管孔、预留给排水管、预砍电器开关盒、预嵌灯具灯盒…等。

2.2. 力学模式

PC 外墙版为考虑地震时层间变位问题，其接头设计一般可分为水平移动型 (Sliding) 及回转型 (Rocking) 及固定型 (Fixing) 三种类型，分述如下：

1. 水平移动型 (Sliding)：宽型版一般采水平移动型，其选定标准为：
 - a. $W / H \geq 0.5$ 层间变位 $\leq 25\text{mm}$
 - b. 于采用水平移动型接头时，需检核水平缝填缝材之抗剪断能力。

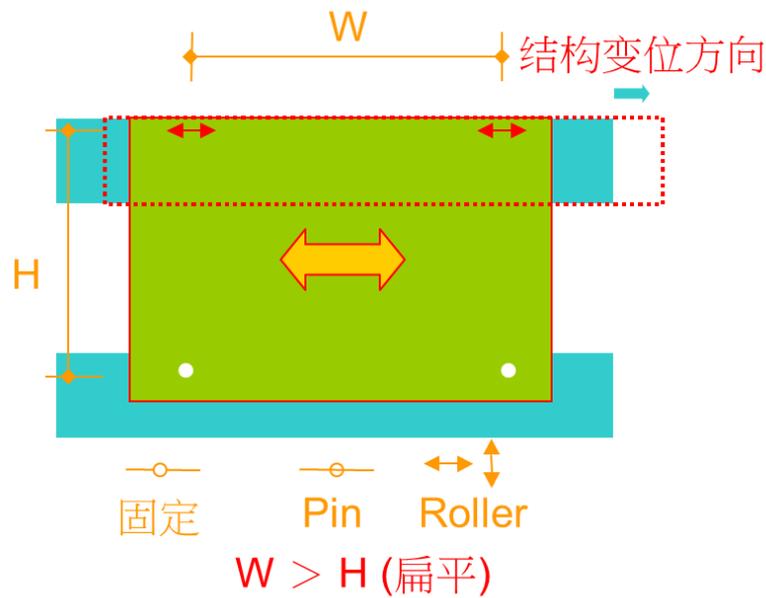
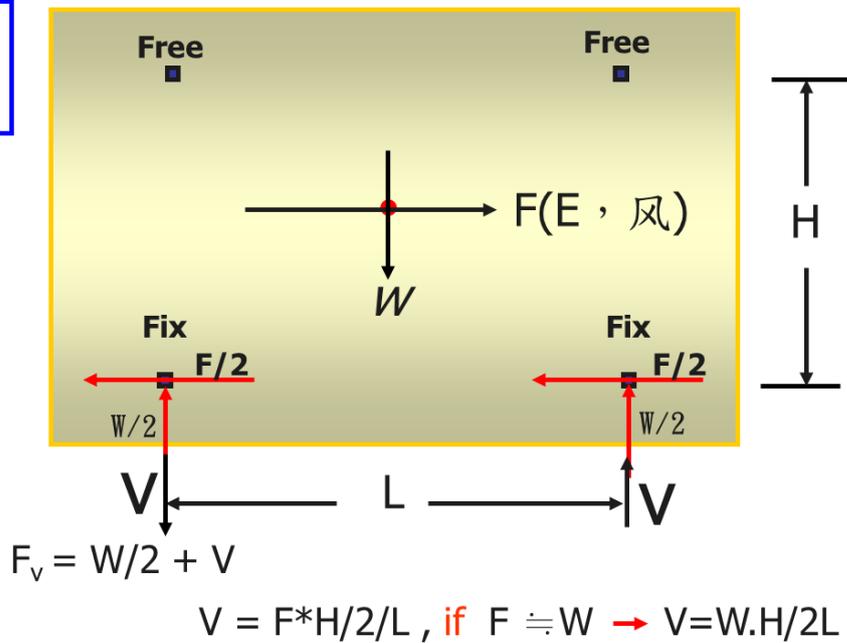


图 5 水平移动型版片运动方式

Sliding
近似解



求得 $F_v = W/2 + W \cdot H/2L = W/2 [1 + (H/L)]$

所以 1. If: $H/L = 0.5$; $F_v = W/2 [1 + H/L] = 0.75W$

2. If: $H/L = 1$; $F_v = W/2 [1 + H/L] = W$

3. If: $H/L = 2$; $F_v = W/2 [1 + H/L] = 1.5W$

图 6 水平移动型的力学分析近似解

2. 回转型 (Rocking)：高而窄之版一般采回转型，其选定标准为：
- c. $W / H < 0.5$ 层间变位 $\leq 25\text{mm}$
 - d. 于采用回转型接头时，需检核垂直缝填缝材之抗剪断能力。

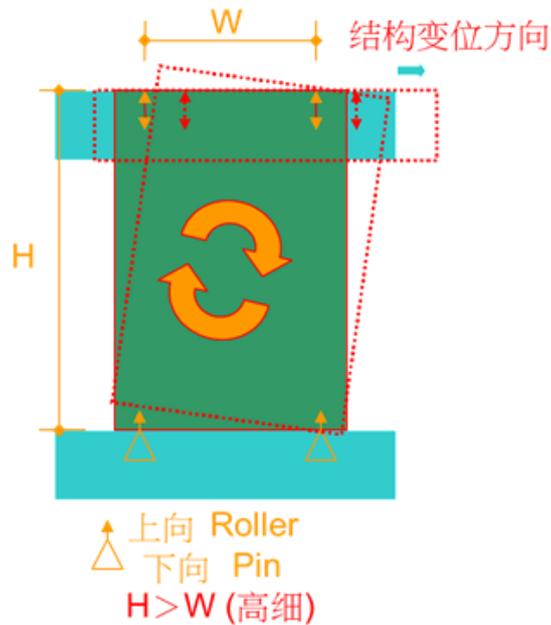
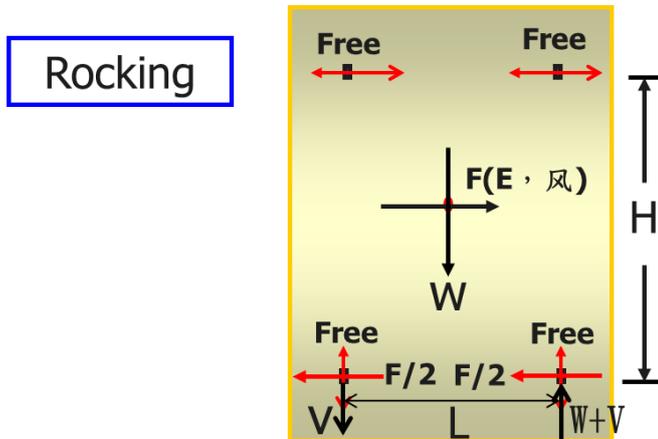


图 7 回转型版片运动方式



$$F_v = V ; V \cdot L + W \cdot L/2 = F \cdot H/2$$

$$V = (F \cdot H/2 - W \cdot L/2) / L, \text{ if } F \doteq W \rightarrow V = W \cdot (H/2L - 0.5)$$

求得 $F_v = W \cdot H/2L - W/2 = W/2[(H/L) - 1]$

所以 1. If: $H/L = 0.5$; $F_v = W/2[(H/L) - 1] = -0.25 W$ (增加倾倒)

2. If: $H/L = 1$; $F_v = W/2[(H/L) - 1] = 0$

3. If: $H/L = 2$; $F_v = W/2[(H/L) - 1] = 0.5 W$ (帮助稳定)

图 8 回转型的力学分析近似解

3. 固定型 (Fixing)：基本上墙版跟随主结构一起运动，一般来说，像阳台版（上下无接触墙版）、包柱之小型角版（黏住柱子一起运动）等类型墙版如图 9，均适用之。

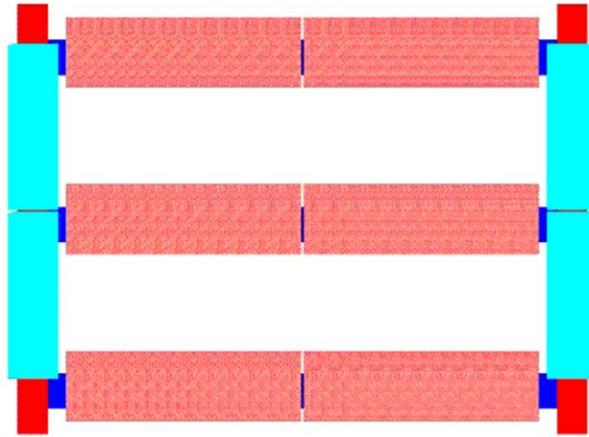


图 9 固定型的适用包梁版及包柱版型式

综合三种型式，可归纳如下：

- a. 不管是水平移动型(sliding)或回转型(rocking)或固定型 (Fixing)，墙版在『室内室外的方向』的运动，是不被允许的，必须被限制固定，且必须能抵抗正、负风压。
- b. 墙版接合铁件滑动孔滑动尺寸均需同时考虑地震（含风力）滑动的尺寸需求+生产制造的误差+工地施工的误差（含主结构本身的误差）。
- c. 湿式墙版系统，一般均以滑动型(sliding)系统设计；一边与楼版浇置在一起，另三边放开，以利跟随地震（含风力）晃动。所以湿式墙版系统，底部尺寸大于高度尺寸，会比较有效率。

2.3. 防水理念

1. PC 外墙版防水工程的原则：『导水 优于 堵水』 『排水 优于 防水』。

2. 水的侵入力学机构如图 10 所示，实际设计 PC 外墙版防水时，应以形状导水及排水优先设计，再以断水防水辅助，才能达到功能性的需求。

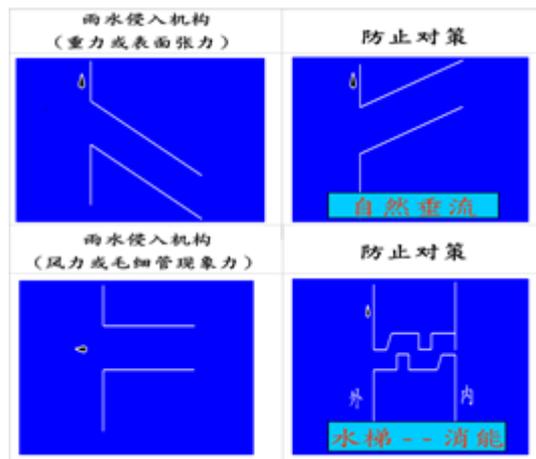


图 10 固定型的适用包梁版及包柱版型式

3. 润泰 PC 外墙版防水设计考虑以上原则基本以采用封闭式形状防水设计，再加上分区分层断水设计为辅，防水剖面如图 11 所示，各部位使用的材料示意如图 12 所示。

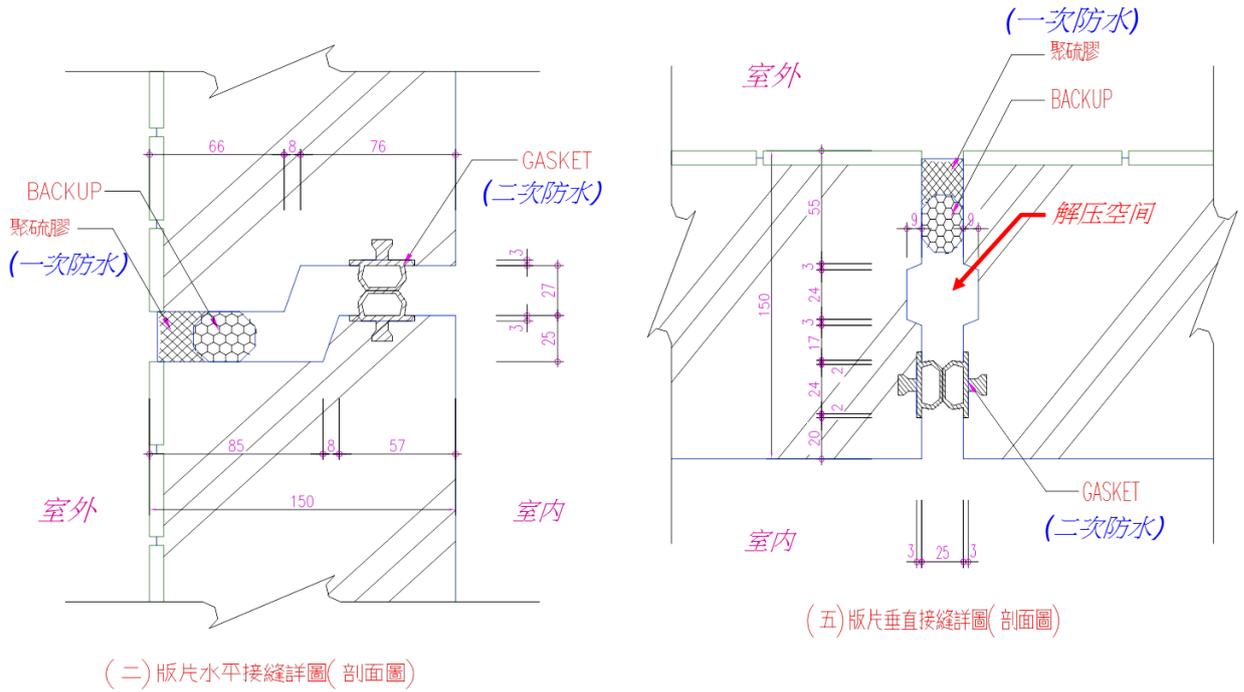


图 11 PC 外墙版防水剖面图

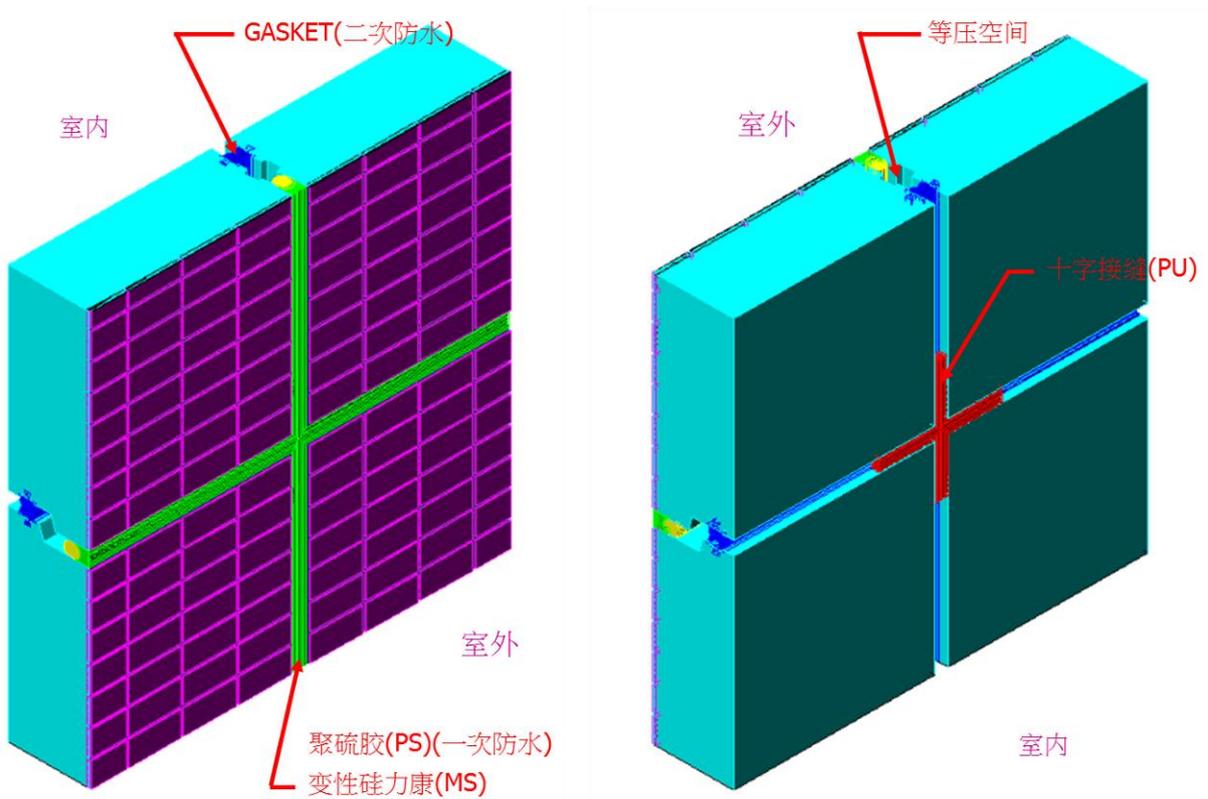


图 12 PC 外墙版各部位防水材料示意图

3. 预制混凝土外墙版施工上注意事项

3.1. 施工前之规划作业

1. 从生产性及施工性检讨施工图：PC 外墙版初稿完成时，需依照工厂生产性做详细的检讨并回馈给设计，例如是否可脱膜，及脱膜吊点位置及方向是否适宜…等等。也需依照工地吊装施工性检讨并回馈给设计，例如吊装被铁件局限导致无法施工，或吊点位置不在重心位置，上下接合铁件位置不相同…等等。

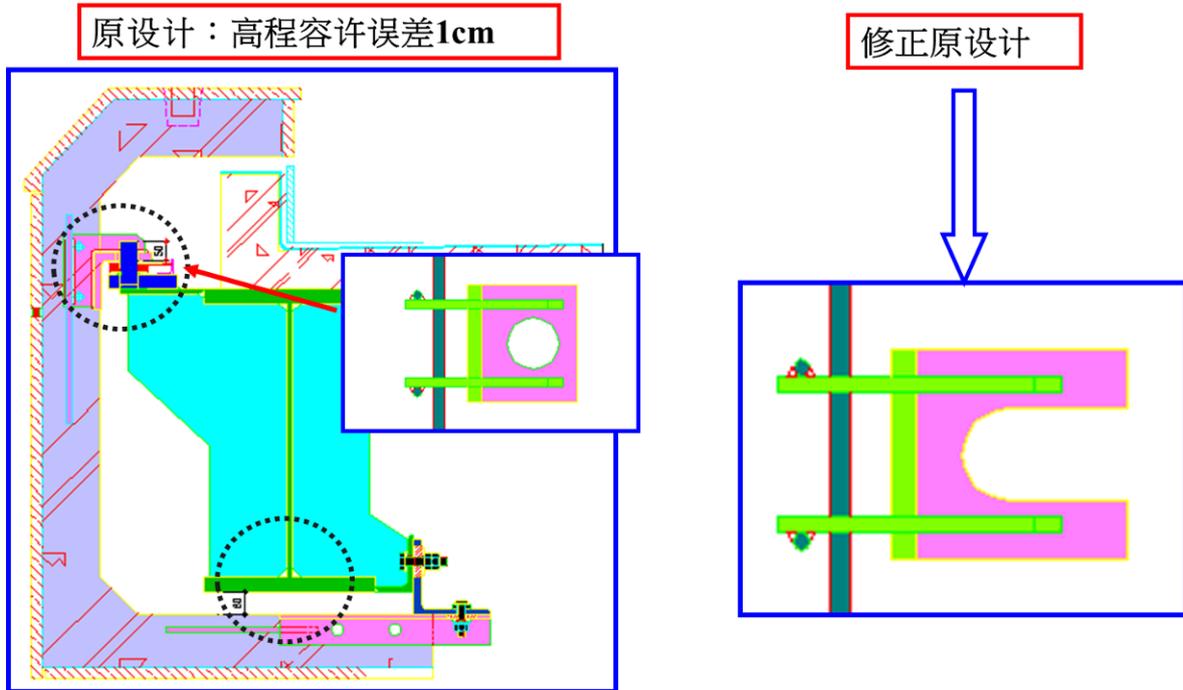


图 13 台湾帝宝 PC 外墙版施工性检讨案例

2. 清图作业：将各图面尺寸闭合以发现施工图的尺寸错误，易出错处的检核要领如下：

- a. 分段尺寸與總尺寸之閉合
- b. 牆版分割與高程之閉合
- c. 剖圖與大樣圖尺寸之相對應
- d. 牆版鐵件與天花高程之檢核。
- e. 預鑄 Type 的轉換處
- f. 變更設計之連動處
- g. 轉接層、屋頂層之介面尺寸
- h. 誤差吸收空間之檢核
- i. 複合介面圖面之整合與檢核
- j. 與隔間系統之檢核

3. 測量点及控制点的查核：

- a. 先从基地内控制点放样各栋楼层引升控制点，各点间需做导线闭合确认精度达到要求。
- b. 各层楼版灌浆后，需立即引升控制点并放出墙板进出线及铁件中心线及版片分割线。

c. 检查各放样线的精度是否符合要求才能开始吊装墙版。

d. 若为高楼建筑，则需每5~6层闭合修正楼层引升控制点以确认控制点没有累计误差。

3.2 乾式 PC 外墙版的施工流程

1. 标准施工流程如图 14 所示：

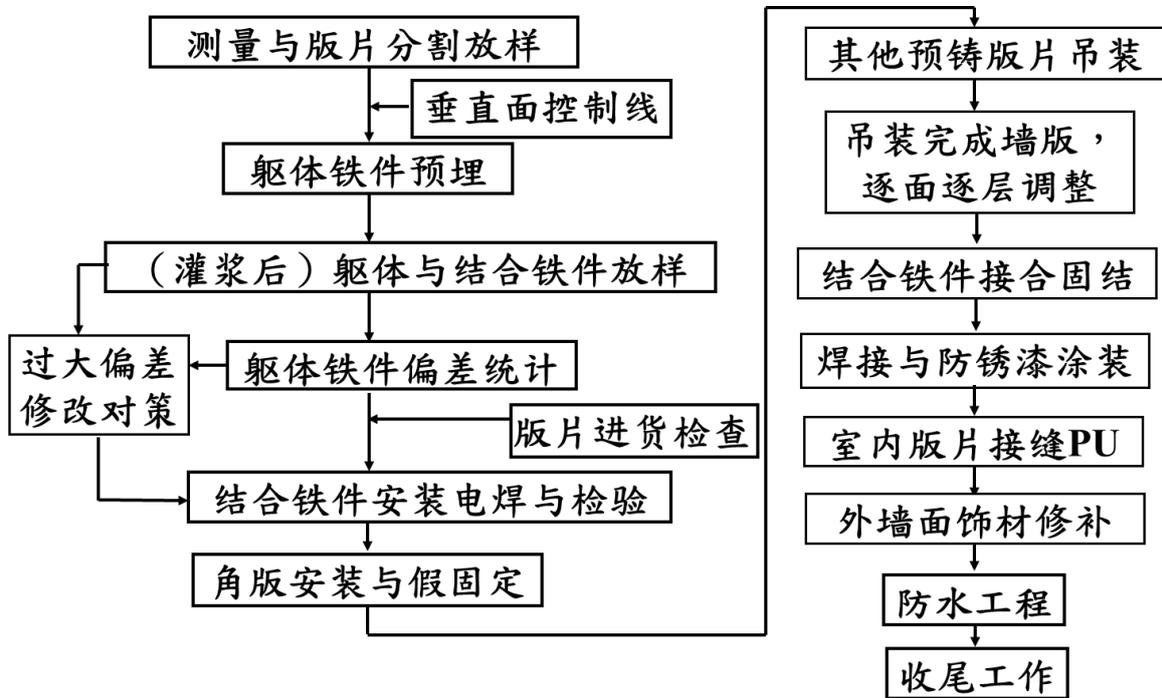


图 14 乾式 PC 外墙版施工流程

2. 各动作分解说明：

1. 测量及版片分割放样，如图 15 所示。



图 15 墙版分割线、铁件中心线、墙版进出线放样

2. 垂直面控制线，如图 16 所示。



图 16 利用延长角尺量测垂直控制线

4. 躯体铁件预埋固定，如图 17 所示。



图 17 躯体铁件预埋及电焊固定

4. 吊装前统计躯体铁件误差，如图 18 所示。



图 18 躯体铁件误差修正

5. 当铁件偏差过大需确认修改对策，如图 19 所示。



图 19 结构体躯体铁件误差修正

6. PC 外墙版版片进货检查，如图 20 所示。



图 20 进货检查：1. 墙版成品尺寸 2. 墙版预埋铁件位置 3. 水电预留孔位置及大小 4. 预嵌窗位置 5. 防水胶条位置

7. 结合铁件安装电焊与 MT 检测，如图 21 及图 22 所示。



图 21 结合铁件安装电焊



图 22 磁粉探伤 MT 检测

8. 角版安装与假固定，如图 23 所示。



图 23 墙版安装前清洗及安装假固定

9. 其他 PC 外墙版版片安装，如图 24 所示。



图 24 其他 PC 外墙版版片安装

10. 逐面逐层调整 PC 外墙版，如图 25 所示。



图 25 PC 外墙版版片调整

11. 结合铁件接合电焊或螺栓锁断固结，如图 26 所示。



图 26 PC 外墙版结合铁件电焊或螺栓锁断固结

12. 铁件防锈漆涂装，如图 27 所示。



图 27 铁件防锈漆涂装

13. 室内聚胺酯防水施做，如图 28 所示。



图 28 室内聚胺酯防水施做

14. 外墙版面饰材修补，如图 29 所示。



图 29 面饰材修补前需将吊点先以硅酮填塞

15. 外墙耐候性防水胶施打，如图 30 所示。



图 30 外墙耐候性防水胶施打

16. 收尾工作，如图 31 所示。



图 31 收尾工作—防护铁网及泥做粉刷

3.3 湿式预制外墙版的施工流程

1. 标准施工流程如图 32 所示：

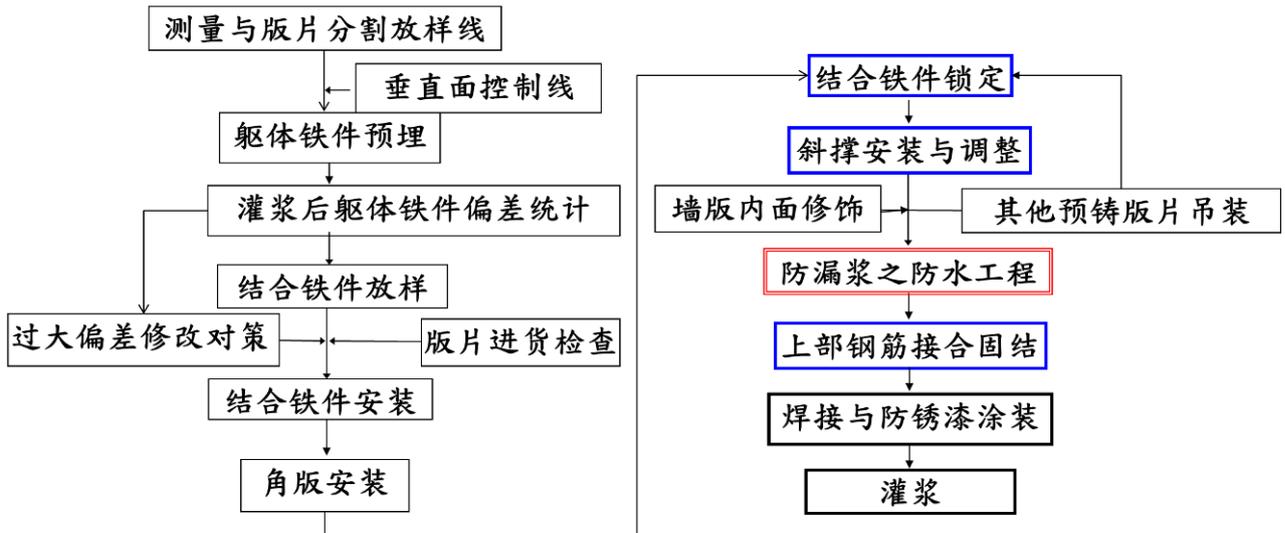


图 32 湿式 PC 外墙版标准施工流程

2. 各动作分解说明（与乾式 PC 外墙版相同流程不再赘述）：

1. 湿式 PC 外墙版放样及样线检查，如图 33 所示。



图 33 湿式 PC 外墙版分割线放样及样线检查

2. 湿式 PC 外墙版安装，如图 34 所示。



图 34 湿式 PC 外墙版起吊及安装

3. 结合铁件锁定及承重铁件调整，如图 35 及图 36 所示。



图 35 结合铁件锁定



图 36 临时承重铁件调整

4. 斜撑安装与调整，如图 37 所示。



图 37 湿式 PC 外墙版斜撑安装与调整

5. 防漏浆之防水工程施做，如图 38 所示。

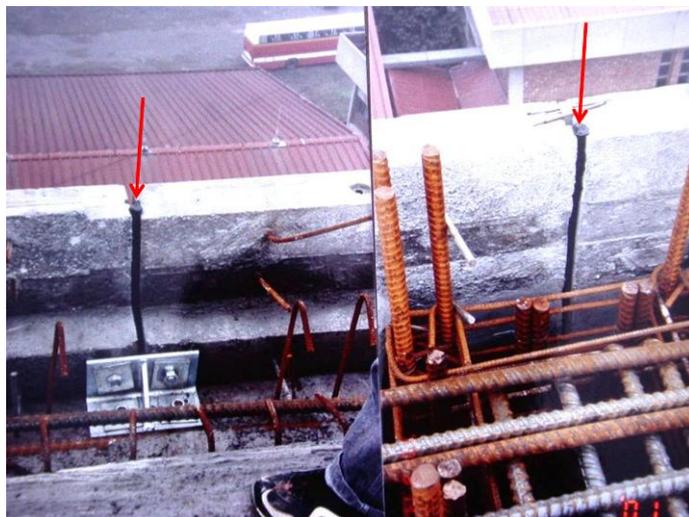


图 38 防漏浆防水施做

6. 上部钢筋接合固定，如图 39 所示。



图 39 上部钢筋接合固定

3.4 乾式墙版与湿式墙版的比较如表 1 所示。

干式与湿式帷幕墙版的主要相异处		
	干式墙版系统	湿式墙版系统
成本	较高	较低
抗震系统	滑动、滚动、固定皆可	只能设计滑动与固定
固定端之设计	靠铁件与结构躯体焊接	钢筋与楼版浇置在一起
层间塞	有	没有
长条型版片	可以晃动	若以固定设计，抗震差
预铸边梁设计	牛腿	剪力连接环
运输	无出筋	有出筋
调整	调整后靠铁件固定	靠撑拉杆，楼版预留固定座
灌浆	可以脱离灌浆，不是要径	必须结合灌浆，所以是要径
下方作业空间	好	差，有撑拉杆
调整后灌浆跑掉可能性	没有	有

3.5 半湿式预制外墙版系统的定义

- 1、有上、下部的干式铁件系统，如图 40 所示。
2. 结合铁件系统比照湿式墙版一样只设计滑动系统 (sliding)。
3. 不用斜撑撑拉杆做墙版调整动作。
4. 跟湿式一样用上层钢筋与楼版接合，不需考虑层间塞之施做。
5. 半湿式系统的调整与乾式系统相同。
6. 半湿式系统主要是选取干式跳层施工之优点及湿式无层间塞之优点。
7. 一般而言，半湿式系统使用在钢骨结构住宅大楼，可配合钢骨结构特性跳层施工，墙版施工非楼版灌浆之要径。

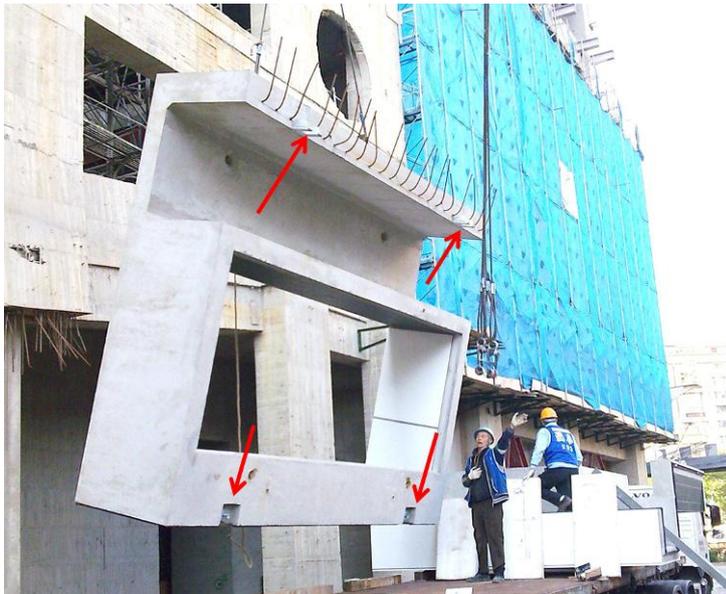


图 40 兼有乾式的上下部铁件及湿式系统的预留钢筋

4. 结束语

预制混凝土外墙版工艺的质量控制需设计、生产、施工三方面协同,才能完成好的建筑成品。我们也期许润泰未来的 PC 外墙版能朝以下四点发展:

1. 轻量化—將牆版減重及中空夾層能更好的保暖、节能及隔音 •
2. 环保材质—牆版將使用可回收或无污染的材質，減少對地球環境的衝擊 •
3. 高科技—在表面使用能防污、 奈米、低反射光波的材料
4. 預嵌太阳能版—朝綠能及自我發電的建築物目標邁進 •