

國立臺灣大學工學院土木工程學系

碩士論文

Department of Civil Engineering


College of Engineering

National Taiwan University

Master Thesis

大型基礎版施工規劃模式之建立

Construction Planning Model for Large Mat Foundation



鄭鴻勳

Hung-Hsun Cheng

指導教授：王明德 博士

Advisor : Ming-Teh Wang, Ph.D.

中華民國 101 年 6 月

June. 2012

國立臺灣大學碩士學位論文
口試委員會審定書

大型基礎版施工規劃模式之建立
A Model of Construction Planning Model for Large
Mat Foundation.

本論文係鄭鴻勳君 (P98521708) 在國立臺灣大學土木工程學系碩士班完成之碩士學位論文，於民國 101 年 06 月 20 日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明

口試委員：

王明德

(指導教授)

陳柏翰

賴士勳

系主任

呂良正

王明德

陳柏翰

賴士勳

呂良正

目 錄

目 錄.....	I
致謝.....	II
中文摘要.....	III
ABSTRACT.....	IV
圖目錄.....	V
表目錄.....	VIII
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	1
1.3 研究方法.....	2
1.4 研究對象與範圍.....	4
1.5 研究流程與章節結構.....	5
第二章 文獻回顧.....	7
2.1 大型基礎版定義.....	7
2.2 大型基礎版常見問題.....	8
2.3 施工方法及材料.....	9
2.4 小結.....	12
第三章 大型基礎版施工規劃重要因素檢討.....	14
3.1 研究個案案例選擇.....	14
3.2 基礎版施工常見問題說明.....	23
3.3 基礎版常見問題解決作法.....	25
3.4 彙整方案優劣分析.....	44
第四章 建立基礎版施工規劃模式.....	49
4.1 施工規劃模式.....	49
4.2 專家訪談及問卷.....	55
第五章、結論與建議.....	62
5.1 研究結論.....	62
5.2 研究建議.....	62
參考文獻.....	64

致謝

論文的完成首先感謝我的恩師 王明德教授的指導與訓練，老師精密的思考邏輯與精闢的見解指引學生論文撰述的方向，並在指導過程中，親自前往彰化工地現場指導學生，讓學生獲益良多。老師除了課業上的指導外，對於如何將學校正確學習的方法延伸應用至工作上、生活上，更是時常耳提面命。強化理論基礎並落實運用在實務上，使理論與實務結合以回饋於社會，這亦是學生終身學習的觀念及態度。在論文審查期間，承蒙台大營管組 陳柏翰博士與潤弘精密工程 賴士勳博士提供寶貴建議與指導，使得本論文更加完整充實。

感謝潤弘精密工程的栽培，給予同仁一邊工作、一邊繼續學習的機會，同時支援部分學費，使我能心無旁騖地將工作做好並同時完成學業。更感謝同事兼同窗 葦寧以及博士班學長 奇成、同事 思吟及 98 級同窗們，在這段昏天暗地、嘔心瀝血撰寫論文的日子里，給予我最大的協助、鼓勵、支持與陪伴。

最後感謝妻子 映夙對小孩的照顧與家務的分擔，以及可愛的女兒 喬安、爆笑的兒子 鈞瀚的陪伴，還有岳母 謝月華女士、小姨子 佩君、小舅子 鴻偉及東大會計的美女們在我不在家的日子對我家人的照顧，在此將這份喜悅與支持我的朋友及最親愛的家人共同分享。

謹將本論文獻給我在西方的母親 廖素玉女士，有您的養育與教育，我才能完成今日的學業，與您一同分享。

鄭鴻勳 謹誌 於台大土木工程研究所

中華民國 101 年 06 月

中文摘要

隨著高科技產業發展帶動，讓整個建築型態轉變，促使建築物興建的面積越來越大，高度越來越高，讓我們逐漸重視大面積或大體積的施工方法，因為建築量體大，倘若施工不良則引起結構品質問題、建築物營運使用困擾等。

就大型廠房工程來說，基礎版施工階段，是勞力密集度最高、材料需求量最大、受限天候影響因素導致工期緊迫、動線影響甚鉅，所以在施工細節上往往有所忽略。在趕工的情況下，導致巨積混凝土因溫差引起貫穿裂縫、混凝土數量增加、外牆與基礎版間施工縫滲水、施工介面二次整修等因素，造成工期延宕、品質不良、成本增加，由於這些因素，施工者更應該重視及面對這些問題，並以嚴謹的態度去克服它。

建廠作業在台灣已進行了三十多年，有關大型基礎版施工之相關技術及規劃文獻鮮少，後人無法善用前人經驗，過程中常常自我學習，從錯誤中修正成長累積經驗。作者過去有幸參與許多大型廠辦工程建廠作業，希望能將規劃過程與實務操作結合，建立大型基礎版施工規劃模式，提供後續建廠者參考應用，以減少錯誤提升生產效率。

關鍵詞：大型基礎版、巨積混凝土、後澆帶

Abstract

Due to the fact that the scale of Hi-Tech plants is getting larger and larger, the construction method for large area or great volume is more and more important. For large buildings, failure of structure and operation problems will arise owing to poor construction.

For large plants, the construction of foundation slab is the most difficult stage. To complete the foundation slab requires many resources such as labors and materials. Its construction period and progress will be affected by bad weather conditions. Therefore, lots of details are frequently ignored. Mass concrete often cracks because of temperature difference. In order to catch up work progress, concrete quantity tends to increase for each pouring. The leakage of construction joint between external wall and foundation slab and remedy of construction interface will cause delay, induce poor quality, and increase cost. For the above reasons, project managers must face and solve the problems with a serious and positive attitude.

The history of plant construction in Taiwan is longer than thirty years. However, the study of construction planning and programing for large mat foundation is rare. Without much helpful information, we can only learn from mistakes to accumulate our skill, knowledge and experience. As a site construction manager, I'm very lucky to be responsible for the task of completing a lot of large plant construction projects. Therefore, the purpose of this research is to build up a model of construction planning for large mat foundation, in order to allow others to avoid mistakes and provide a guideline for them to have the work done efficiently.

Keyword: large mat foundation, mass concrete, late poured band

圖目錄

圖 1.5-1 研究流程圖	5
圖 2.1-1 典型基礎版型式	8
圖 2.3-1 基礎版後澆帶施工詳圖	11
圖 2.3-2 基礎版後澆帶施工照片	11
圖 3.1-1 本研究個案建廠平面範圍圖	15
圖 3.1-2 本研究個案基礎版斷面圖	15
圖 3.1-5 PC樁施工過程圖	17
圖 3.1-6 PC樁施工不良及斷樁圖	18
圖 3.1-7 斷樁切除施工圖	18
圖 3.1-8 加工廠至工區路線圖	20
圖 3.1-9 鋼筋加工成品圖	21
圖 3.1-10 設計循環圖	22
圖 3.3-1 案例平面圖	25
圖 3.3-2 巨積混凝土施工規範要求曲線圖	26
圖 3.3-3 後澆帶分割規劃圖	29
圖 3.3-4 分區施工分割規劃圖	29
圖 3.3-5 分區施工規劃圖	30
圖 3.3-6 底層鋼筋綁紮模擬圖	31
圖 3.3-7 施工縫側模組立模擬圖	31
圖 3.3-8 夾止水帶並作止水樺模擬圖	31
圖 3.3-9 上層筋工作筋綁紮模擬圖	32
圖 3.3-10 上層筋綁紮模擬圖	32
圖 3.3-11 基礎版混凝土澆置模擬圖	32
圖 3.3-12 施工縫止水帶模擬圖	33
圖 3.3-13 施工縫止水帶施工圖	33
圖 3.3-14 一般樓版施工縫混凝土漫流圖	34

圖 3.3-15 PC面上墩座線放樣模擬圖	35
圖 3.3-16 阻泥墩座模板組立模擬圖	35
圖 3.3-17 阻泥墩座混凝土澆置模擬圖	35
圖 3.3-18 阻泥墩座模板拆除模擬圖	36
圖 3.3-19 底層鋼筋工作筋施工模擬圖	36
圖 3.3-20 底層鋼筋綁紮模擬圖	36
圖 3.3-21 底層鋼筋施工縫遮斷模擬圖	37
圖 3.3-22 底層鋼筋施工縫遮斷施工圖	37
圖 3.3-23 土方開挖高程測量圖	38
圖 3.3-24 標高器定高程刮平二次PC圖	39
圖 3.3-25 底層筋綁紮圖	39
圖 3.3-26 上層筋工作筋綁紮圖	39
圖 3.3-27 上層筋綁紮圖	40
圖 3.3-28 傳統橡膠止水帶變形圖	41
圖 3.3-29 鍍鋅止水鋼板施工模擬圖	42
圖 3.3-30 預留牆筋綁紮模擬圖	42
圖 3.3-31 混凝土澆置後柱箍筋綁紮模擬圖	42
圖 3.3-32 混凝土澆置後柱箍筋綁紮模擬圖	43
圖 3.3-33 混凝土澆置後柱箍筋綁紮	43
圖 4.1-1 施工前規劃流程圖	49
圖 4.1-2 施工前規劃模式展開圖	52
圖 4.1-3 施工前裂縫控制展開圖	52
圖 4.1-4 施工中的規劃流程圖	53
圖 4.1-5 施工後的規劃流程圖	54
圖 4.2-1 項目一評比統計圖	56
圖 4.2-2 項目二評比統計圖	57
圖 4.2-3 項目三評比統計圖	57
圖 4.2-4 項目四評比統計圖	58

圖 4.2-5 項目五評比統計圖	59
圖 4.2-6 施工規劃綜合評比統計圖	59
圖 4.2-7 施工模式綜合評比統計圖	60
圖 4.2-8 施工前評比統計圖	60
圖 4.2-9 施工中評比統計圖	60
圖 4.2-10 施工後評比統計圖	61
圖 5.2-1 巨積混凝土專家系統	63



表目錄

表 2.1-1 基礎版型式定義	8
表 2.4-1 施工規劃項目表	13
表 3.2-1 鋼筋保護現場澆置混凝土(非預力)鋼筋之最小保護層	24
表 3.3-1 版塊分割查表	27
表 3.3-2 方案優缺點分析表	29
表 3.4-1 後澆帶施工法與分區施工法分析表	44
表 3.4-2 施工縫他案法與本案分析	45
表 3.4-3 底層筋下方混凝土遮斷他案與本案分析	46
表 3.4-4 基礎版鋼筋平整度他案與本案分析	47
表 3.4-5 基礎版與外牆結構斷水他案與本案分析	48
表 4.1-1 確認任務特性分析表	49
表 4.1-2 施工法評估分析表	50
表 4.1-3 關鍵工項一覽表	51
表 4.1-4 關鍵工項價值工程方案規劃表	51
表 4.1-5 方案選擇一覽表	53

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

行政院國家科學委員會於 69 年 12 月 15 日設立我國第一個科學園區---新竹科學工業園區，主要目的在於引進國外技術人才，帶動國內傳統產業轉型，激勵工業技術升級，以創造我國高科技產業發展契機。大型廠辦工程在八〇年代隨著竹科設立與發展至今，已經邁入三十年了，其中宏碁、聯電、台積電等公司成功運作，帶領一系列的建廠風潮，因其製程需求需要較大之平面面積，故常需要設計大型基礎版來符合需求。

在廠辦工程來說，基礎版施工階段，是勞力密集度最高、材料需求量最大、受限天候影響因素導致工期緊迫、動線影響甚鉅，所以在施工細節上往往有所忽略；趕工的結果下，導致隱藏性成本增加、後續延伸的問題較難解決(如地下水滲水、後續工作面無法展開導致工期延誤等)。現場施工不良部份往往可歸責於施工規劃不良所引起，例如設計圖面有的，有做卻做不確實;設計圖中沒有的，執行單位無暇考慮，存有做完就好的心態，未能有一次就做好、做對的工作態度。如何藉由討論分析過去的施工案例以獲得更精進的施工法，增加國內施工水平，是營建現場施工從業人員面對且必須解決或改善的一大重要課題。其中，建廠常用的大型基礎版可被用來廠辦、賣場、車站、機場等，目前使用最多的是在科技廠房，量體大到一定程度時，施工困難度便提高，施工法便值得探討。

建廠作業在台灣已進行了三十多年，有關大型基礎版施工之相關技術及規劃文獻鮮少，後人無法善用前人經驗，過程中常常自我學習從錯誤中修正成長累積經驗。作者過去有幸參與許多大型廠辦工程建廠作業，希望能將規劃過程與實務操作結合，建立基礎版施工規劃模式，提供後續建廠者參考應用，以減少錯誤提升生產效率。

1.2 研究目的

本研究主要目的為建立大型基礎版施工規劃的標準作業模式，提供後續施工

者參考，茲分述如下：

- 一、彙整施工應注意事項，提出其規劃之具體方法。
- 二、建立施工規劃標準模式。提供後續施工者施工經驗參考，避免重複性問題一再探討，縮短嘗試錯誤的時間，開拓更細節的作法。

1.3 研究方法

McCutcheon & Meredith (1993)說明了個案研究方法的程序及應用在生產管理的文獻，並認為個案研究方法可以接觸到真實世界的情況，是非常有價值的科學研究方法，而且個案研究方法適用於探索、產生假設、驗證假設等不同的研究階段，達成描述、探索、解釋的目的。

Robert K. Yin (1994)於個案研究法一書中說明，個案研究的方法緣自於一個有邏輯性的實驗及推論，如何從各種資訊之中尋得各種事件的關聯性與其間的邏輯，必須採取實驗的步驟，以得到可信的結論。初步的結論只能稱之為『假說』，如何讓假說成為一個定論或理論，則要經由驗證及一般化的過程。

「個案研究」，係為「定性研究」中常被採用的一種方法，一般可分為實證性（Hypothesis Testing）及探索性（Exploratory）兩大類型（吳思華，1988）。

本個案研究採用 Stanford University, Kathleen M. Eisenhardt(1989), 「Building Theories from Case Study Research」的『個案研究法』進行探討，基本上其研究方法為下述九個步驟：

1. Getting started
2. Selecting Cases
3. Crafting Instruments and Protocols
4. Entering the Field
5. Analyzing within-case
6. Searching for Cross-Case
7. Shaping Hypotheses
8. Enfolded Literature
9. Reaching Closure

由於本研究採單一個案，故步驟精簡如下表：

步驟	活動	原因
一、啟動研究	<ol style="list-style-type: none"> 1. 定義研究問題 2. 預擬一個可能構想 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 聚焦 2. 提供較佳的構想衡量基礎
二、選擇個案	<ol style="list-style-type: none"> 1. 放棄理論與假設 2. 找出母體 3. 理論性抽樣 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保持理論的彈性 2. 限制額外的變異、強化外部效度 3. 聚焦在對理論發展有用的個案上，並且可以運用填充構想範疇的方式複製或將理論拓展
三、建立研究工具或共同之架構或語言	<ol style="list-style-type: none"> 1. 多元個案資料蒐集方法 2. 合併量化及質化的資料 3. 多調查人員 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 融合多方的證據強化理論的基礎 2. 綜合運用資料的觀點 3. 發展多元的觀點，強化基礎
四、進入田野調查	<ol style="list-style-type: none"> 1. 資料收集、田野筆記交叉運用 2. 彈性且投機的資料蒐集方法 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加速分析、修正資料蒐集方法 2. 讓調查者利用將要浮現的主題及獨特的個案特徵
五、分析資料	<ol style="list-style-type: none"> 1. 單一個案內的分析 2. 使用多元的方法作個案型態的交叉搜尋 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 熟悉資料產生初步的理論 2. 強迫研究者跳脫原始的構想，透過不同的角度來看證據
六、形成假說	<ol style="list-style-type: none"> 1. 為每個構想反覆表列證據 2. 對每個個案從事複製而非隨機的邏輯演繹 3. 尋找關係成立背後的原因 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 強化構想的定義、效度及可衡量性 2. 確認、拓展並銳化理論 3. 建立內部效度
七、文獻對照及討論	<ol style="list-style-type: none"> 1. 與衝突的文獻對照 2. 與相近的文獻對照 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立內部效度、提昇理論層次、銳化構想的定義 2. 強化理論的一般化能力、增強構想的定義、提昇理論層次
八、結論	在可能的情況下讓新理論飽和	在邊際進展有限的狀態下，終止研究

資料來源：Stanford University, Kathleen M. Eisenhardt, (1989) "Building

Theories from Case Study Research."

本個案的研究設計，採用『實證性』的個案分析法，屬於個案研究報告，研究者經歷一定的研究行動或研究實踐，除了發掘問題外，更進一步解決並提出客觀的建議。

1.4 研究對象與範圍

建築工程之生命週期包含需求緣起、可行性分析、土地取得、規劃設計、招標發包、營建施工、完工驗收、移交運轉、營運維護等過程，任何階段的運作皆對整個專案有重要的影響，而本研究是以營造工程承包商的角色進行探討，針對大型基礎版施工規劃的分析與歸納，將回饋建立成標準施工規劃。

本研究將以親自參與施工管理之太陽能廠辦工程案例為研究對象，就大型基礎版工程項目進行施工規劃分析、探討與歸納。本研究並不考慮政府政策變更、物價上漲、自然天災、社會變動、商務條款等因素所影響之工程規劃之內容。



1.5 研究流程與章節結構

1.5.1 研究流程

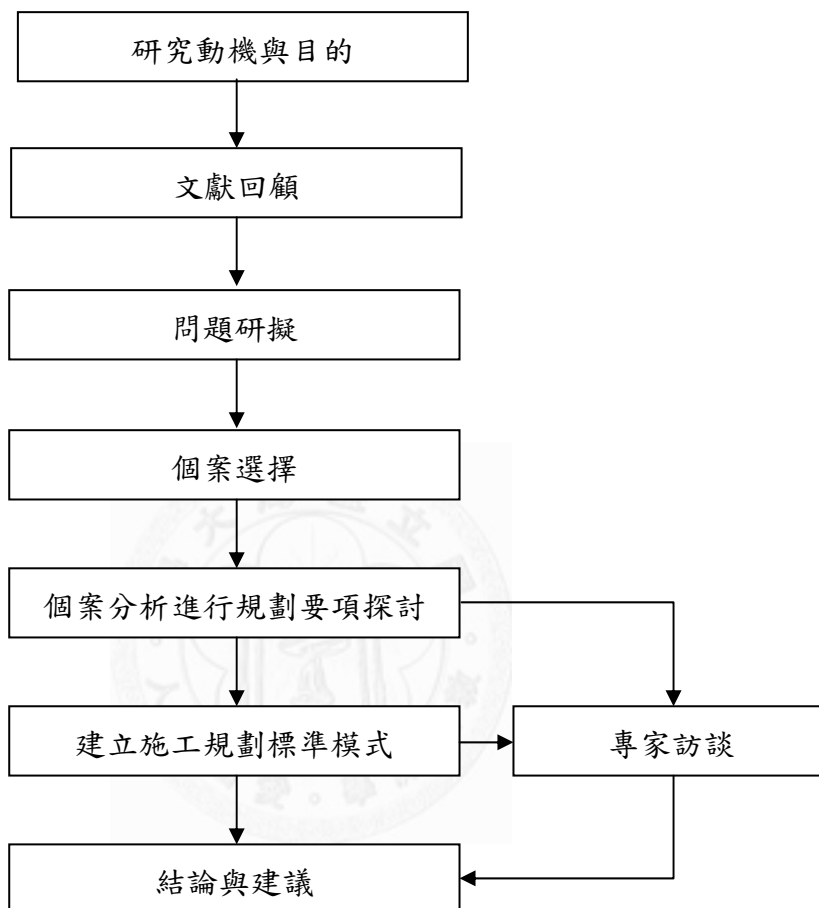


圖 1.5-1 研究流程圖

1.5.2 研究章節結構

第一章 緒論

說明本研究之背景與動機、目的、範圍與限制、流程與論文架構。

第二章 文獻回顧

大型基礎版首先考慮巨積混凝土材料問題，以工程材料搭配施工法來解決施工面積太大問題，整理相關文獻介紹後澆帶施工法與分區施工法，並提

列大型基礎版施工不當之嚴重性。

第三章 大型基礎版施工規劃

忽略大型基礎版施工後所產生的問題，選擇進行中個案作深入施工細節探討，並釐清重要規劃事項、常見施工問題，並提出解決問題作法，提供後續工作者直接切入規劃問題的核心，避免再次錯誤嘗試，影響時間成本，同時評估現有作法與慣例作法優劣，從品質、成本與工期、動線方面做探討。

第四章 基礎版施工規劃標準模式

承襲上一章現行作法細節探討後，本章將分階段建立標準流程，從標準流程讀者立即了解基礎版施工邏輯、細節及應注意事項，有效落實施工規劃及現場執行成效。

第五章 結論與建議

以個案中現行作法，作為施工規劃基礎，除考量標準施工規劃思考邏輯，再加入個案解決問題的作法，期望能帶給後續施工者的參考作法。然而，每個案例的設計條件、專案標的、背後環境條件、施工區域民情等皆不同，需因地制宜的適當調整，依據施工規劃基本原則，再加入調整元素，才能達到施工如期、如質、如成本。

第二章 文獻回顧

2.1 大型基礎版定義

淺基礎之型式包含獨立基腳、聯合基腳、連續基腳及筏式基礎等，設計時應視載重情況、地層條件及結構需求等選擇適用之基礎型式(內政部建築物基礎構造設計規範，2001)。大型基礎版為獨立基腳、聯合基腳、連續基腳之延伸，故亦為淺基礎型式的一種。

基礎版(Mat Foundation)是座落在大面積上的一塊大型結構版(如圖 2.1-1)，延伸整個建築。通常被設計用來減少或分散結構體荷重，以減少差異沉陷。基礎版剛性與厚度比獨立基礎還要大，亦常使用在軟弱地質上(McCarthy, 2007)。

本文研究之基礎版為座落在群樁上的鋼筋混凝土塊，因為該區設備有微震需求，所以厚度設計為 2~3m。一般中、小型基礎版，往往分一次或二次即施工完成，工期短、成本差異小、變異數低，所以不在本文討論範圍內，本研究只針對大型基礎版施工規劃作探討，大型基礎版混凝土量大，溫度效應大、材料使用數量大、施工機具及動線安排須謹慎。大體積混凝土的裂縫可以分為三種：即表面裂縫、深層裂縫和貫穿裂縫(陳桂玲，2011)。施工不當即會發生深層裂縫與貫穿裂縫，嚴重影響結構行為。

本研究將基礎版大小作以下定義(如表 2.1-1)，本定義主要以混凝土澆置量為基準，為避免產生額外風險，所以控制澆置工作。小型基礎版設定澆置混凝土數量為 3000m³，以 3 台混凝土壓送車來施工，每台澆置預定 1000m³，壓送工率 80m³/台，完成澆置時間 12.5 小時，加上整體粉光施工時間 8 小時，共 20.5 小時。若早上八點開始混凝土澆置至隔天早上八點，澆置過程控制在 24 小時內，隔天即可施作其他作業，如養護、放樣、鷹架搭設等。

若一次澆置數量太大，影響後續作業並行，所以需要分區施工，分區越多、介面越多，所帶來風險越大，所以值得讓人深去探討。除了影響後續作業外、供料不足、人員疲憊、管理不易、動線不佳、天候影響等皆是無法預期之風險。

表 2.1-1 基礎版型式定義

項目	混凝土量	分區施工	風險
小型基礎版	3,000m ³ 以內	1 次	微小
大型基礎版	3,000m ³ 以上	2 次以上	大

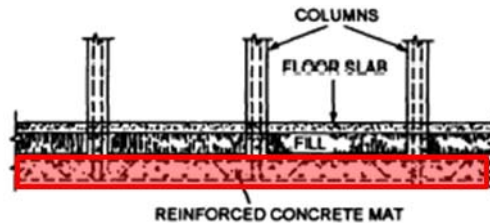


圖 2.1-1 典型基礎版型式

2.2 大型基礎版常見問題

基礎版施工階段若不謹慎，不但會造成品質瑕疵，也會產生如工期、成本及運轉使用上等許多問題。常見問題分物理性質、材料成本、介面、品質及管理，說明如下：

- 一、物理性質：當混凝土結構體過長時，在降溫過程中產生貫穿混凝土版塊的基底反射溫度裂縫(詹穎雯等，2009)。此裂縫會導致地下水經裂縫滲入室內等造成結構或裝修的破壞。
- 二、材料成本：鋼筋、混凝土材料量體過大，若施工規劃不當易導致材料超耗，造成成本流失。
- 三、介面問題：二次施工縫處理，造成隱藏性成本增加、施工縫的設置，影響施工動線及後續施工面的展開、施工縫混凝土澆置與一次混凝土交界產生地坪不平整，影響後續裝修面飾材的施作。
- 四、品質問題：基礎版與地下室外牆施工縫無結構斷水，外側防水遭到破壞，容易滲水造成地下室潮濕發霉及影響地下室設備、牆面及地面裝修材。
- 五、管理面：範圍與數量大，若施工規劃不當，讓施工面展開不連續，則人力及機具資源投入中斷，延宕工期。

2.3 施工方法及材料

2.3.1 巨積混凝土材料

美國混凝土學會在 ACI116R 中將巨積混凝土(Mass concrete)定義為：「體積達到須採控制水化熱及體積變化等龜裂防治措施之混凝土」。ACI 116R-001 定義巨積混凝土：「混凝土體積及尺寸夠大，需要量測水泥水化熱與體積變化，以減少熱應力所產生裂縫」。ACI 301 委員會則建議，對於混凝土斷面之最小尺寸達 75cm 以上者，或單位水泥用量超過 360kg/m³ 者，應依工程特性考慮水化熱問題。美國混凝土學會 ACI 116R-17 巨積混凝土的定義如下：「任何體積的混凝土其體積尺寸大到須要採取某些措施以克服水泥水化時產生的熱量且須要顧及其體積變化以減少開裂。」現今工程中基礎版(Mat foundation)設計厚度往往超過 3.25ft(1.0 m)，都可稱之為巨積混凝土。

英國混凝土協會 Concrete Society Digest 中將巨積混凝土定義為：「尺寸達到需特別考慮混凝土供應、澆灌順序、冷縫、塑性沉陷、水化熱及溫度裂縫等因素之混凝土」。

混凝土配比調整（如添加飛灰或高爐石粉）可以降低水化熱、預冷骨材、冷卻拌和水及加冰拌和。依國內外經驗，要降低巨積混凝土結構的溫度應力，可由控制溫度和改善約束條件二方面著手。除材料問題外，溫度鋼筋、分層及版塊分縫分塊澆置、在夜間施工、施工場所遮蔭、加強蓄水養護等外在配合條件都是重要的環節。

當基礎版規模大到某一個程度後，則巨積混凝土材料仍然會造成溫度裂縫，無法滿足大型基礎版施工的需求，有學者認為為了防止混凝土溫度裂縫，減輕溫度應力可以從控制混凝土溫度、改善約束條件和加強混凝土早期養護三個方面考慮(龐國, 2010)。本研究以改善約束條件考量，對混凝土結構進行合理地分區分塊，避免施工面積過大，合理安排澆置工序，提高其抗裂能力，加強養護，防止表面乾縮。

2.3.2 後澆帶施工法

後澆帶(late poured band)是指在現場澆置鋼筋混凝土結構中，只在施工期間留

存的臨時性的變形縫(如圖 2.3-1)，當作消化沉降收縮變形之用，根據工程需要，保留一定時間後，再用微膨脹混凝土澆置密實成為連續的結構(中國建築安全網，2008)。

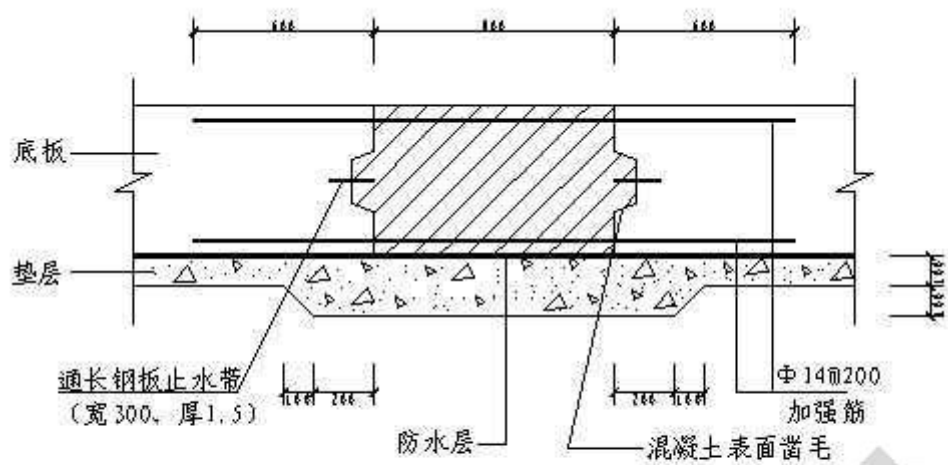
設置後澆帶是目前鋼筋混凝土結構設計常用的方法，後澆帶施工法對工程品質與經濟效益都有好處(ZHAO Qing-feng, ZENG Sheng,2011)。

後澆帶是大體積混凝土結構裂縫控制的有效方法之一，使用這種方法可以滿足超厚超大結構的無縫設計。(袁昆，2002)

後澆帶在大尺度板式混凝土結構中有廣泛之應用，但從縮短工期、提高結構抗震、剛度及整體性上之考慮，則盡量少設或不設後澆帶。因此，大尺度板式混凝土結構中後澆帶的應用研究工作，具有重要的技術經濟意義(严平，2006)。

後澆帶施工法廣泛被使用在一般工程實例上，有圖說、施工照片等，但該方法仍有無法解決之施工困難點，施工縫之設置就是最難施工的環節，也是最重要的一環，風險極高，因為施工不慎會造成側模爆裂，混凝土漫流至施工縫區，且礙於頂層鋼筋連續的關係，工班無法進入搶救，即宣告失敗。

後澆帶混凝土的澆築時間一般來講是越遲越好，但又不可能無限期推遲，因此設計上一般要求混凝土在主體結構完成 60d 後再予以澆築。此時，主體結構的變形量基本達到 70%左右，後澆帶混凝土澆築後其結構變形產生的應力足以由建築物自身承擔，使結構不至于產生裂縫或少產生裂縫。現實生活中就有類似的教訓。若主體混凝土的澆築齡期太短，主體混凝土的收縮大部分尚未完成就倉促澆築後澆帶混凝土，則使後澆帶失去了應有盡有的作用，在強大的結構與收縮應力作用下，梁板會被拉裂(王朝網絡，2006)。



基础底板后浇带大样



zhulong.com

圖 2.3-1 基礎版後澆帶施工詳圖



圖 2.3-2 基礎版後澆帶施工照片

2.3.3 分區施工法

詹穎雯等人(2009)曾研發巨積混凝土基礎版專家系統雛型，目的為輔助工程師於設計基礎版塊結構時有一參考依據，以及施工單位可依照系統建議方式進行施工單元切割、各種養護工作及養護時程，以減少結構物裂開機率進而期望能提高工程品質。其研究所開發之巨積混凝土基礎版專家系統，可用以粗估版塊結構澆置後之水合溫升及其應力行為，並可提供施工區塊分割、各種養護工作及養護時程建議。此專家系統應可提供施工單位作為施工之參考，期能減少混凝土基礎版結構物裂開之機率進而提高工程品質。但專家系統中之混凝土材料資料與現地實驗資料及工程實務資料仍顯不足，仍需藉由實際案例對各假設參數進行適當之修正，以提高系統分析之準確性。

現行分區施工法針對版塊大小、混凝土數量、養護方式等並無明確定義，一般施工皆以下列幾點作考量：

- 一、混凝土數量大小，期望澆置時間以不超過 24 小時為原則，時間拉長對機械、人員皆不利。
- 二、混凝土預拌廠出料情況，量大即無法負荷。
- 三、混凝土壓送車數量，發包中雙方共同律定最大出車數量，量太大亦無法負荷。
- 四、鋼筋綁紮工項為要徑之一，鋼筋工班出工人數決定分區循環工期。
- 五、土方開挖動線及整體施工動線是否順暢。

分區施工法可以有效解決後澆帶施工無法避免之問題，而二種施工法亦有相同重要須解決之處。本研究將問題歸類及描述，並在本研究中提出具體有效作法，作為他案之圭臬。

2.4 小結

因大型基礎版規劃施工若不嚴謹，將產生許多問題，如工期、成本及營運使用，故本研究將針對以上常見問題提出解決方案，並彙整歸納應探討之施工規劃項目如表(2.4-1)所列。

歸納來源主要個案成本結算及修繕回饋二大部份，成本超支最大原因隱性成

本增加，其中包括施工縫介面二次處理、材料超量等；而修繕回饋已經進入建物後期營運使用階段，其中包括樓板裂縫、地下室外牆滲水等。

表 2.4-1 施工規劃項目表

項次	施工規劃項目	原因分析
一	大型基礎版施工法	隱性成本增加 樓版裂縫
二	施工縫設置	隱性成本增加 滲水
三	底層筋下方遮斷	隱性成本增加
四	控制鋼筋平整度	樓板裂縫 材料超量
五	基礎版與外牆斷水	滲水



第三章 大型基礎版施工規劃重要因素檢討

本章將針對研究的個案案例，討論大型基礎版施工規劃的重要項目及其考慮細節。

3.1 研究個案案例選擇

本文研究選擇某大型廠辦工程建廠為研究大型基礎版施工規劃的案例。研究個案的建廠廠區面積長 471.8m、寬 394.8m 共計 193,739 平方公尺，興建建築物共計二十餘棟，以其中一棟面積最大一棟為大型基礎版施工規劃案例(如圖 3.1-1)。其中一棟大樓其基礎版建築長 156.4m、寬 70.4m，面積共計 10,843 平方公尺，換算後約 3,614 坪，三層樓高共 18.5m，工期為期 12 個月。基礎版混凝土量為 22,850 立方公尺，基礎版鋼筋數量 2,610 噸，基礎版挖土方數量為 32,734 立方公尺。以該棟基礎版規模與量體已無法分二次或三次施工就能完成的，所以基礎版的施工規劃就非常重要，工序、施工動線、人員機具、建築細節、材料備料等，皆屬於規劃範疇內。通常施工規劃未想透徹，往往一開始就亂，工程始終會完成，但其背後所付出的代價，超乎工程估算所能預期，施工規劃的重要性就在此，如期、如質、如成本，才是作工程的精神。

研究個案期初因為平行包 PC 樁工程延誤，無法如期交地。因合約訂定最終完成期限，施工規劃就必須特別謹慎注意工期的掌控。PC 樁工程延誤雖不可歸責於我方，但施工中的風險無法預期，過程中一有閃失，工期便立即吃緊。工期緊迫的情況下，現場工作就會趕工，趕工過程中，程序、品質及安全衛生就會失守，管理就會出現警訊，風險馬上提高。所以我們將本案中的外生在環境限制與內在環境限制作說明。

案例中，主要承攬廠商共計四家，承攬商下還有次分包商。施工介面的協調也是非常重要的課題，但在此不深入探討這項問題。廠區內，由業主指派獨立安全衛生管理單位稱安全協議組織，直接對業主回報，負責業主以下分包商之安全衛生管理相關事宜。

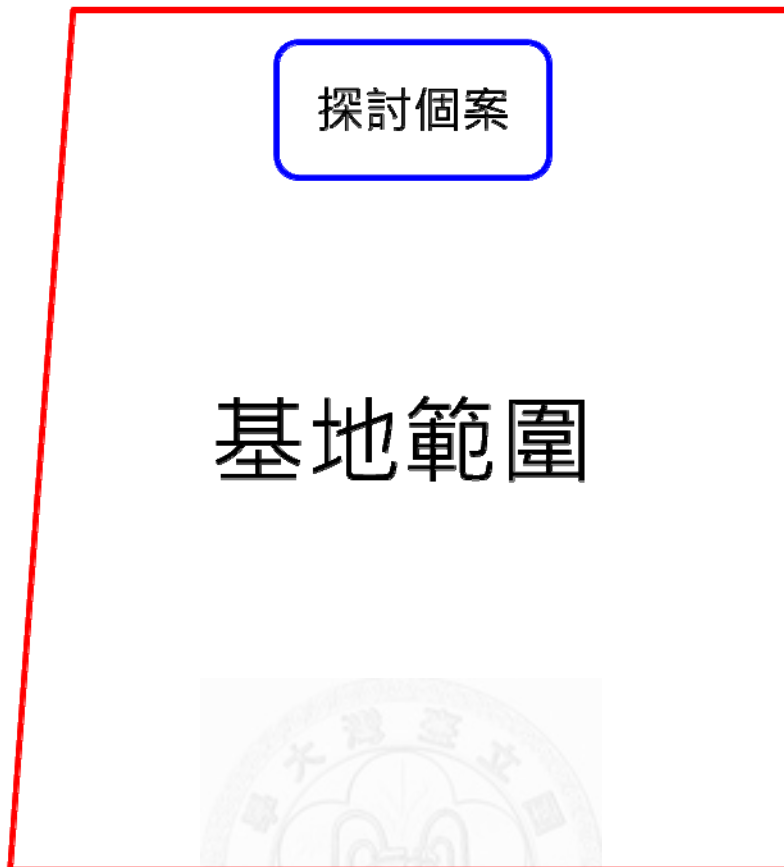


圖 3.1-1 本研究個案建廠平面範圍圖

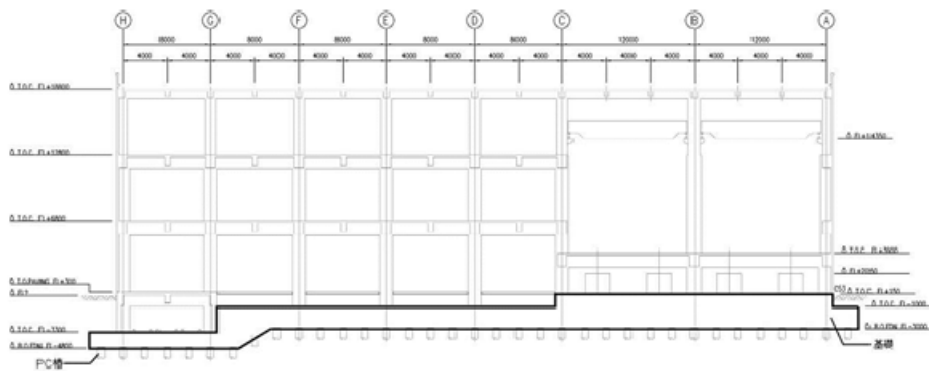


圖 3.1-2 本研究個案基礎版斷面圖

3.1.1 外在環境限制

綜合外部因素影響工程施工因子，詳述如下：

一、廠區內主承攬商多，業主整合困難度高

本案例主要承攬商為中鼎工程、潤弘精密、麗明營造、萬鼎工程共計四家，礙於業主人力有限，許多施工細節、介面及施工順序時程無法掌控，同時大面積的工作展開，造成現場衝擊不斷，造成重工、延誤等情況發生，變數非常大。

本案業主並無發包PCM作整合管理，事事均需經過駐地業主代表，因為衝擊仍多，所以由業主召開施工協調會、空間撥交會議等來解決目前窘境，施工協調會議陸續解決動線問題，但實際上的先後順序、時間排程並未全解決，因為承攬商們只是告知要做什麼，而未做系統性的協調。所謂系統性的協調就是釐清主要目標為何，先用水？先用電？製程設備進口安裝區？通訊？基地排水等，再作工項工序時間的安排，而不是全部同時施工。

二、土方暫置區由平行包之分包商管理，增加運土困難度

業主因為考量整體土方挖填平衡，所以不外運，但基地內場地受限，只能收納部分土方，其餘土方須在園區內尋找暫置區。業主直接透過萬鼎工程分包商尋覓到基地外一處可臨時暫置土方的場地，其場地交由該分包商管理，雖是業主指示指定土方暫置場，但仍有很多變數如下：

- (一)入口管制時間無法配合工進時間，影響工期。
- (二)道路至棄土地點之臨時通道崎嶇不平，影響土車搬運工率。
- (三)土方暫置場入口缺乏洗車設施，支援水車及人力協助清洗，影響成本。
- (四)從土方暫置場運出土方要付費，這跟原本定義不同，與業主及萬鼎分包商談判過程中，影響工期。

三、前一個工項無法完整交地，影響後續工項啟動

基礎版施工前，由中鼎承攬PC植入樁基礎工程，原開會協議施工動向由東向西進行，現場卻由西向東走，發現時已施作1/5了，所有的規劃需要立即做變動。中鼎基礎工程進度已落後，為協助業主趕回落後工期，在施工協議會中提到，請中鼎分區完整撥出來，但現場無法按照所約定事項履行西側(如圖3.1-3)完

整撥交，造成後續擋土工項無法進行，重疊作業規劃無效。

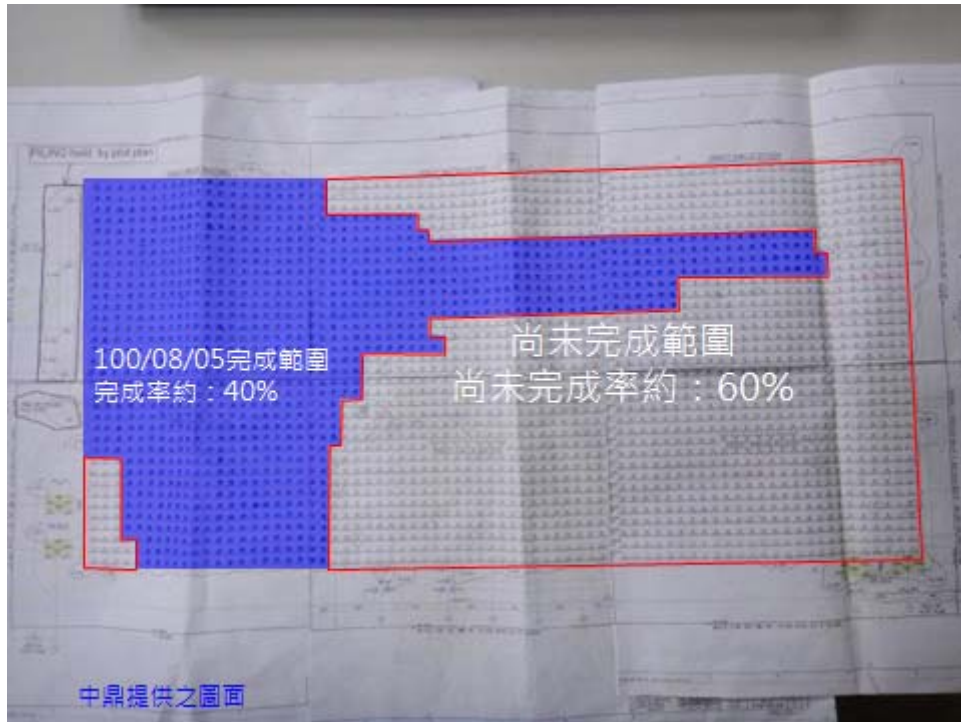


圖 3.1-5 PC 樁施工過程圖

四、基樁設計密集度過大

群樁打擊後周邊砂土密實度增加，收尾段 PC 植入樁敲擊無法達到預定高程及斷樁現象發生，造成土方開挖困難度，緊急尋覓切樁廠商進場施工，延伸工期延誤、工程項目增加影響成本等問題。

該點影響到分區施工之分區線，原預計到 Line11，實際只能到 Line7，若等 PC 樁切除完成，耽誤工期至少 7 天。基礎版施工受限氣候影響及地下水湧水，必須變更分區規劃，避開下雨風險，將 Line7 前的工項完成，在細分二小區，同時展開另一小區工作面。而 Line11~Line7 即形成要徑，需投入資源趕工，避免又影響其他分區施工，其分區施工環環相扣，調整後要立即回歸規劃順序。



圖 3.1-6 PC 樁施工不良及斷樁圖



圖 3.1-7 斷樁切除施工圖

五、設計未完成，現場進度受制

建廠初期設計只將輪廓描繪出，礙於業主初次蓋廠及設備自行採購，被設備尺寸、荷重及精密度牽制住，而圖面上暫停住的範圍非常多，往往就是改變配筋

或是變形狀，造成無法混凝土澆置，延誤工進。

在本案例成品大樓棟中 PULLER 區，因為設備商尚未確認，基礎尺寸、位置都是關鍵，而業主假設得標機率大的廠商資訊給設計者進行設計，就在混凝土澆置時緊急喊暫停，經過 3 小時的反覆確認，現場澆置節奏因此而打亂，加上混凝土材料商供應不順，該區混凝土澆置時間比預估長了 5 小時，增加許多隱藏性成本。

六、平行包太多，施工動線受制

基地外部路面、排水等工程屬於萬鼎工程，基地外部管線、設備管架基礎等工程屬於中鼎，而平行包下又有許多分包商，然而業主將日後廠區行車動線當成主要施工動線，這是非常大的問題，因為廠區行車動線寬度遠小於施工中動線。

廠區內中央大道寬度 10m，是最寬、最主要的動線，而該道卻被設備管架鋼構吊車與材料佔置，無法協調，原因是業主將日後廠區行車動線當成主要施工動線，無臨時施工通道，業主也不願多花成本在假設工程上，其他施工廠商，鋼筋材料進場、混凝土預拌車進場、施工吊車進場等，皆須繞其餘寬度較小通道。而通道設置並非為堅固的硬鋪面，而是路面材料為級配加上柏油的柔性路面，其路面適用一般轎車行駛，並不適用在施工便道，因為施工中行駛的車輛荷重較重，所以施工車輛在繞小路時常常輪胎沉陷卡住動彈不得，造成施工不便。

七、東北季風影響，刮強風、吹沙塵

彰濱工業區吹東北季風，根據現場測試統計，最大風速為 17m/s，平均風速為 11m/s，強風吹起沙層視線與呼吸皆很困難，施工人員需配帶護目鏡及口罩，造成出工意願低及工率降低。鋼筋材料普遍使用吊車吊放置定點，工班再作綁紮，但由於風速過大，吊車無法伸臂吊運，為不讓工期延誤，採取人工搬運方式，進行施工，造成無形成本的增加。

八、工區偏遠，環境惡劣，地域性工班素質不高，管理不易

彰濱工業區分三區，伸港、線西及鹿港區，而線西區是其中較偏遠的一區，交通不便利、冬天氣候冷、東北季風肆虐及生活機能不佳，所以匯集的人群相對

較少，施工人員的水準也相對不高。相形之下，工班素質與一般性的施工人員差異就非常大了，而建築工程依舊為傳統勞力技術產業，靠的仍然是這一批施工人員的技術，次承攬商雇主也認知到這一點，所以聘僱的薪資就不高，這些問題造成承攬商管理不易。

九、鋼筋加工廠幅地小、遠，小搬運費時

向業主與其他承攬商協調完成後，律定鋼筋加工廠位置及範圍(如圖 3.1-8)，鋼筋加工廠的任務為存放進場鋼筋、成型加工區、加工成品存放區、吊車站置區及吊卡車搬運動線等。鋼筋加工成型品長度長15m，加上彎鈎加工後寬1.5m(如圖 3.1-9)，成品小搬運非常困難，也不易存放，無形中降低掉卡車搬運的工率，也浪費不少成本。

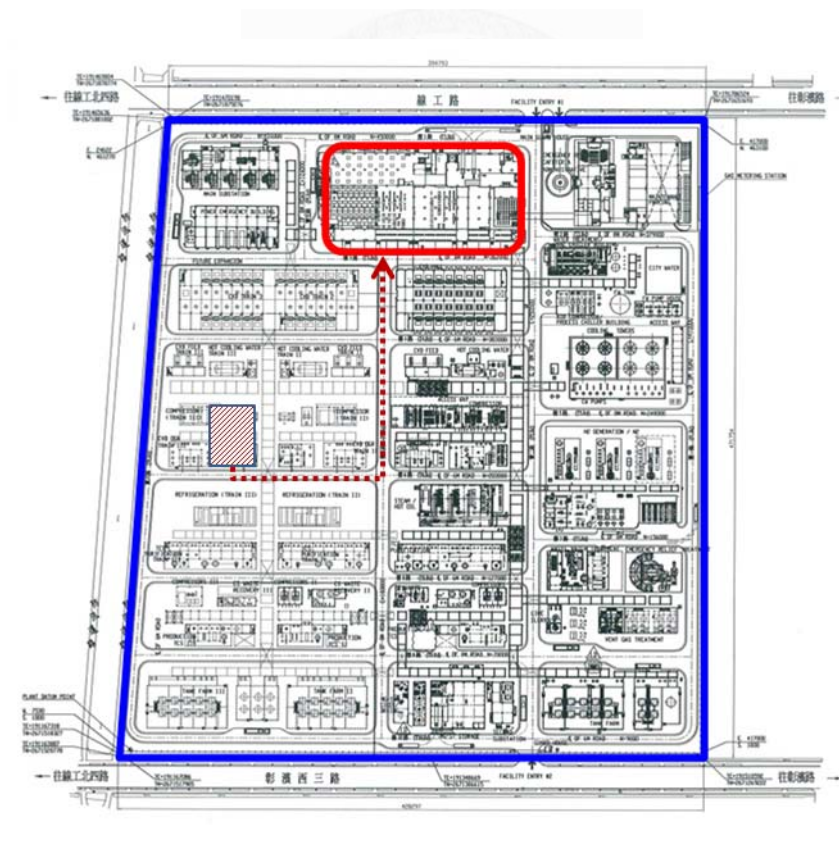


圖 3.1-8 加工廠至工區路線圖



圖 3.1-9 鋼筋加工成品圖

3.1.2 內在環境限制

一、設計循環，造成內耗

本案例結構設計單位為中鼎工程，以傳統模式設計，而為帶給業主經濟效益，可以縮短工期，提前生產，且凸顯潤弘預鑄工法，在成品大樓棟結構變更為預鑄柱及預鑄樑之半預鑄結構。設計循環(如圖 3.1-10)，建築細部設計及預鑄設計由潤弘執行，但須回到中鼎統一出圖，工地與預鑄廠再根據中鼎圖說繪製施工圖及預鑄構件圖。檢討完變更、變更後再檢討都是一般性會發生的，由於設計循環太攏長，皆會待一段時間正式圖說才會進版，等待時間形成空轉。

工地會接觸到公司內部三個設計單位，設計整合部、預鑄設計部及結構部，設計整合部負責建築細部設計，預鑄則負責預鑄件設計，結構部負責檢核細部設計與預鑄介面相關結構。工地檢討出的施工問題與細設不同、結構部對部分修正結構等不敢背書，費盡唇舌、做出佐證資料彙辦各單位、能量消耗極大後，才同意修圖，各單位堅持立場的行為是正確的，但更應該秉持客觀態度來處理，才不致造成內部資源損耗、耽誤時程。

二、預鑄吊裝，影響施工動線

變更預鑄工法，在履帶吊車與塔吊分析結論後，使用 300T 履帶吊車，而預鑄吊車使用在成品大樓南側或北側。履帶吊車需求路寬 11m，佔盡了整條路，且預鑄吊裝同時，預鑄構件進廠存放在道路，使用道路長度 40m，當預鑄吊裝施工時，其他工項則無法施工，無法重疊施工下，工項亦無法重疊爭取縮短工期的機會。

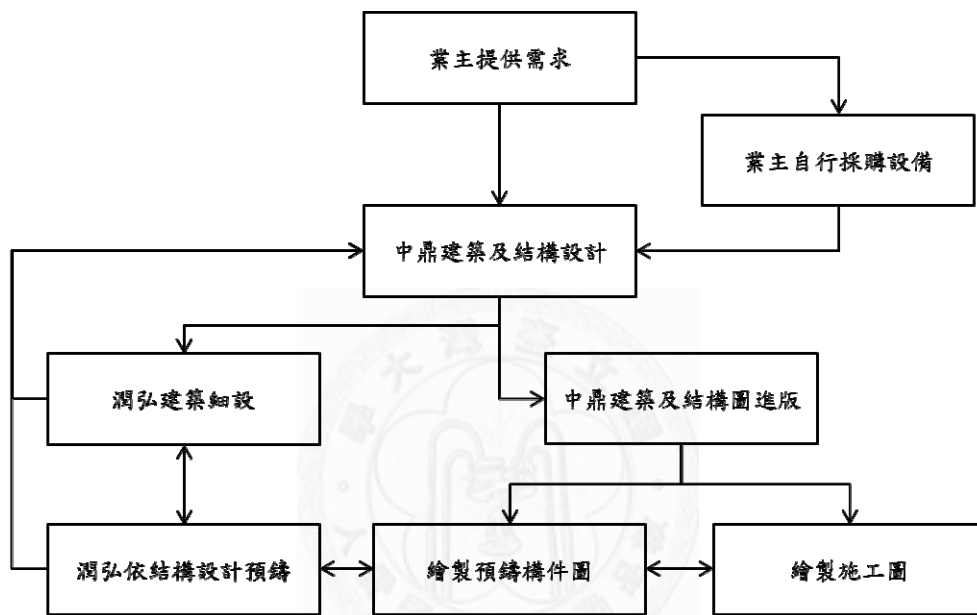


圖 3.1-10 設計循環圖

三、材料與代工發包策略，影響資源分配

本案潤弘承攬 12 棟，鋼筋材料總數量為 11,683T，模板工程總數量 180,000m²，鋼筋材料廠商只採構一家，鋼筋綁紮、模板組立等工班皆只採購一家，本案量體不算小，且陸續啟動，評估鋼筋最大出工數為 100 人、模板出工數為 120 人，礙於只發包一家廠商，平均鋼筋出工數為 58 人、模板出工數為 70。影響如下

- (一) 資源受制於人，無法找其他協力商支援。
- (二) 先啟動之棟別若工期耽誤，則影響工班資源調度，分散人力去搶救。
- (三) 鋼筋材料供料因為製程，耽誤進廠時間。

四、總公司協助工地作價值工程，延誤鋼筋備料時間

中鼎設計基礎版，而潤弘協助價值工程檢討，朝三層底層鋼筋降為一層或變更筏式基礎等，一般設計確認後，進行鋼筋檢料後開始備料，鋼筋合約內簽訂下單後三週始能進貨，但往往因生產線塞車，影響鋼筋材料進廠時間。

五、工地組織人力分配不均，工作面展開後，導致品質把關力不從心

工地組織設置太多監督單位，現場執行人數不足，平行式工作面展開，管理人員負責安全、衛生、進度、品質、成本、內業等，心有餘而力不足，工作細膩度降低，影響品質。

六、基礎版整體施工規劃

施工前的規劃非常重要，從降水、擋土、土方開挖、PC 樁頭處理、防潮布施工、鋼筋綁紮等，數量、品質、進度的細節作完整的思考。

3.2 基礎版施工常見問題說明

在前一小節說明在成品大樓施工過程，仍有外在環境限制條件及內在限制條件，這些限制條件，有些可以透過溝通避免、有些則否，其於無法避免的條件就是風險，我們在此不探討風險的處置，而著重於規劃面本質，以下就針對規劃面的具體事項逐步檢討說明：

一、基礎版施工法規劃不良

大型基礎版基本上屬於巨積混凝土，首先須從巨積混凝土材料著手，定義分區尺寸大小，分析出來的尺寸大小，一般在施工面仍須再調整過，其次是施工動線的安排，其施工動線包含混凝土澆置動線、其他區域的施工動線等，先後順序、進出，環境動態的演變須與大環境作結合模擬，才不至於進退二難，荒腔走板。混凝土的澆置決定後續工項的展開，面的成型代表其他工作的啟動。

大型基礎版施工往往忽略問題本質，避重就輕，皆以方便施工為前提，若施工時不管後果，則後果施工完後會陸續找上門。溫度貫穿裂縫、滲水等嚴重影響使用機能時，須再付出相當大的成本作補救。

二、施工縫不易施工，影響進度、成本及品質

施工縫為階段性施工通常遇到的工項，主要將混凝土澆置時作遮斷，避免混

凝土漫流，施工不良會衍伸劣質混凝土打石、清潔、滲水等問題，下一小節針對施工縫的設置做詳細規劃說明。

三、底層筋下方混凝土遮斷施工不佳，影響成本、品質及進度

基礎版下方保護層 15cm，使用一般性剪止流筋網遮斷，較難抵抗混凝土側壓力，造成滲漏漿體，隔日須立即作浮漿打石、鋼筋面清除殘渣，且止流筋網處混凝土搗實不確實，形成隱密性蜂窩，造成結構弱面及滲水來源。

四、基礎版鋼筋平整度不佳，造成保護層品質瑕疵

基礎版除巨積混凝土產生溫度貫穿裂縫外，鋼筋的保護層也非常重要，保護層在設計上有律定相關尺寸，依據行政院公共工程委員會制定施工綱要規範內，與海水或腐蝕環境接觸者保護層為 10cm(如表 3.2-1)，而本案位址在彰濱工業區，地下水皆是海水，保護層不足則易受海水侵蝕混凝土爆裂影響結構，所以本案保護層設計 15cm。保護層太大，則影響建物承载力，所以鋼筋的保護層非常重要，而影響的關鍵因子是鋼筋的平整度。

表 3.2-1 鋼筋保護現場澆置混凝土(非預力)鋼筋之最小保護層

說 明		板、牆、閣柵及牆板	梁、柱及基腳	薄殼及摺版
不受風雨侵襲且不與土壤接觸者	$d_b \leq 16\text{mm}$	20	40	15
	$16\text{mm} < d_b \leq 36\text{mm}$	20	40	20
	$d_b > 36\text{mm}$	40	40	20
受風雨侵襲且不與土壤接觸者	$d_b \leq 16\text{mm}$	40	40	40
	$16\text{mm} < d_b$	50	50	50
澆置於土壤或岩石上或經常與水及土壤接觸者		75	75	
與海水或腐蝕環境接觸者		100	100	

五、基礎版與外牆斷水不確實，造成地下水位滲進，影響室內空間使用

基礎版雖屬淺基礎，但仍有低於地下水位的高程，也有局部屬地下室範圍的區域，一般檢討低低於地下水位，則地下室外牆作外側防水，基礎版與結構外牆內加作一道斷水，等同而第二道防水保險。一般性的作法，採用橡膠止水帶施工，而橡膠止水帶的施工品質可以做到不錯，但由於預留給該工項的時間都不夠，往往形同虛設，下一小節說明使用不同材料取代橡膠止水帶，帶來更大斷水的功效。

3.3 基礎版常見問題解決作法

本小節以在建個案作系統性的施工規劃，從後澆帶施工法無法克服的施工問題，經施工過程的品質掌控制等細節，作以下說明：

3.3.1 基礎版施工法規劃

一、在建案例現況條件

(一)基礎版面積：長度 156.4m、寬度 70.4m、10,843 平方公尺(m²)

(二)基礎版厚度：2m、3m

(三)基礎版位置：彰化縣線西鄉彰濱工業區線工路

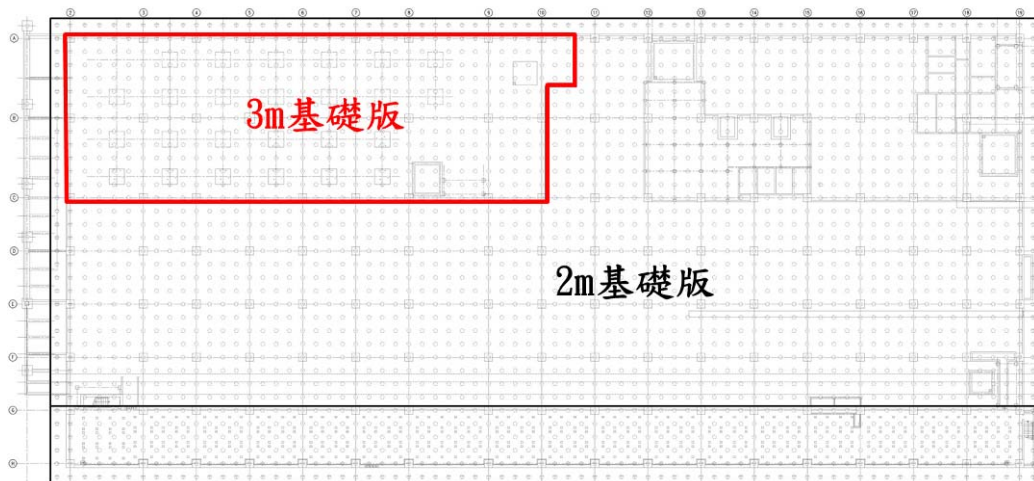


圖 3.3-1 案例平面圖

二、巨積混凝土材料設計配比建議

鄭瑞濱(2012)針對本案提出巨積混凝土材料設計配比的水化發展與建議：

- (一) 配比於澆置後 3.5~4 天間達最高溫升 (估計 80°C)
- (二) 達最高溫升後，以 11°C/d 開始溫降至 35 °C 使與基礎溫度 (估計約 20 °C) 產生 15 度的綜合溫差，約需 4 天。
- (三) 整體養護所需時間約 8 天。
- (四) 建議以 90 天齡期強度為驗收依據；90 天齡期強度達 315kg/cm² 以上，配比試拌時，並建立強度發展曲線，作為分段驗收依據。
- (五) 試拌時，進行溫昇確認。
- (六) 接觸地下水之構造物，耐久一般要求：使用 Type II 水泥、水膠比 0.45 以下、膠結物料 400kg/m³ 以上、90 天抗壓強度 315 kg/cm² 以上。

混凝土預拌廠則依此建議進行材料配比設計及試拌，配比設計後須經專業檢核再開始試拌作業，試拌過程須經嚴格品管督導。當混凝土結構體過長時，在降溫過程中亦可產生貫穿混凝土版塊的基底反射溫度裂縫(詹穎雯等，2009)。所以基礎版規模大到某一個程度時，材料已經無法完全解決裂縫問題時，須搭配施工法來預防裂縫的發生，下一小節針對施工法作探討。

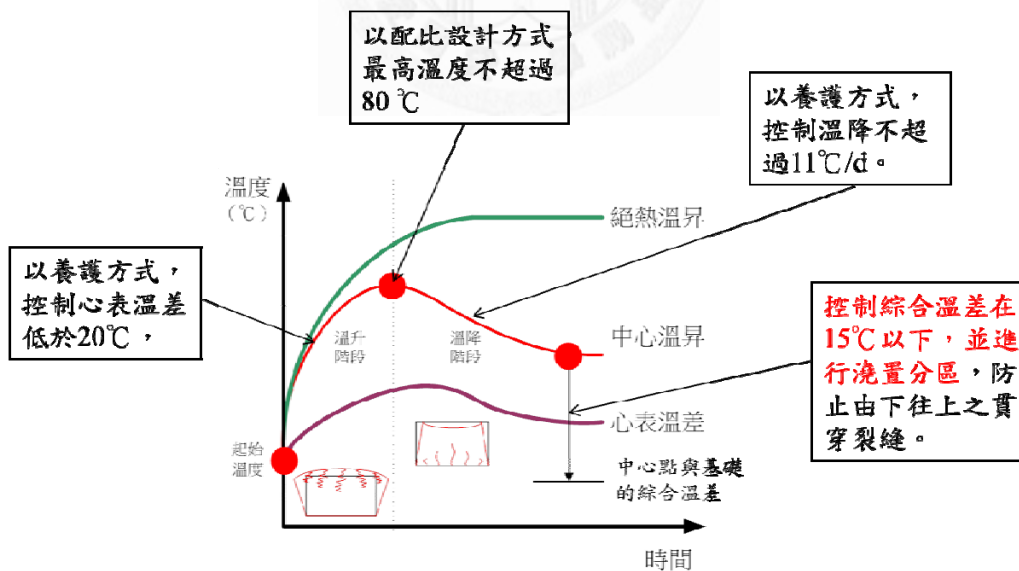


圖 3.3-2 巨積混凝土施工規範要求曲線圖

三、控制貫穿裂縫尺寸估算

鄭瑞濱(2012)設定本案基礎版澆置分區尺寸估算變數為：

- (一)基礎高度 H=2m、3m
- (二)基礎水平阻力係數 $C_x=0.1 \text{ kN/m}$
- (三)混凝土極限拉伸應變 $\varepsilon_p=100 \mu$
- (四)綜合溫差 $T=15^\circ\text{C}$
- (五)貫穿裂縫公式，資料來源：(台灣營建研究院巨積混凝土施工裂縫改善計畫，2005)

$$L_{\max} = 2\sqrt{\frac{EH}{C_x}} \operatorname{arcosh} \left| \frac{\alpha T}{\alpha T - \varepsilon_p} \right|$$

其中，E：混凝土彈性模數
H：牆高
 C_x ：基礎之水平阻力係數
 α ：混凝土熱膨脹係數
T：綜合溫差
 ε_p ：混凝土之極限拉伸變形
arcosh：雙曲餘弦之反函數

鄭瑞濱(2012)依貫穿裂縫公式求得本案基礎版分割尺寸為：3m 厚度基礎版的分區尺寸在 61m 內；2m 厚度基礎版的分區尺寸在 49m 內。我們則定義作施工規劃，依現況做適當調整，在下一小節作說明。

表 3.3-1 版塊分割查表

H	C	ε_p	T	L_{\max}	H	C	ε_p	T	L_{\max}
H=1m	0.1	0.5×10^{-4}	15	19.2	H=3m	0.1	0.5×10^{-4}	15	33.3
			25	13.9				25	24.0
			35	11.4				35	19.7
		15	35.3	15			61.1		
		25	22.0	25			38.1		
		35	17.3	35			30.0		
	0.6	0.5×10^{-4}	15	7.9		0.6	0.5×10^{-4}	15	13.6
			25	5.7				25	9.8
			35	4.7				35	8.1
		15	14.4	15			24.9		
		25	9.0	25			15.5		
		35	7.1	35			12.3		
H=2m	0.1	0.5×10^{-4}	15	27.2	H=4m	0.1	0.5×10^{-4}	15	38.5
			25	19.6				25	27.7
			35	16.1				35	22.8
		15	49.9	15			70.5		
		25	31.1	25			43.9		
		35	24.5	35			34.7		
	0.6	0.5×10^{-4}	15	11.1		0.6	0.5×10^{-4}	15	15.7
			25	8.0				25	11.3
			35	6.6				35	9.3
		15	20.4	15			28.8		
		25	12.7	25			17.9		
		35	10.0	35			14.2		

四、施工法分析

本案基礎版在柱線 G-H/1-18 處高程位於地下一層樓，與其他版塊有高低落差，影響不大，所以探討高版區基礎版施工規劃。以往慣性使用後澆帶施工法，本案加入分區施工法作分析，從巨積混能土觀點切入，再經由施工規劃調整，分析如下：

(一)後澆帶施工法施工規劃(如圖 3.3-3)：

1. 以 2m 版厚而言，分割尺寸*版厚=混凝土體積(49*49*2=4,802m³)，現場合理壓送車數量為 3 台，基本上 1600m³/台，壓送工率 80m³/台，推估混凝土澆置時間至少為 20 小時，此不包含混凝土供料不及、壓送管爆裂、壓送車故障、施工人員疲憊等因素。澆置時間太長影響其他作業時間，無法同步展開，對工期、對資源幫助不大，將版塊大小調整為 28m*28m、24m*28m，調整混凝土最佳澆置數量為 2000m³~3000m³，控制澆置時間為 14 小時內。
2. 加入鋼筋工班、混凝土壓送車、模板工班等資源，實際工期排完後調整 36 天完成，較具合理性。
3. 後澆帶原預估增加施工費用 64 萬，加上清潔費用、動線覆蓋費用約 20 萬，共增加約 84 萬。
4. 後澆帶混凝土澆置雖非要徑，若待基礎版完成再澆置則變成要徑，若要分段澆置，則又須遮斷，除成本增加外，施工困難度極高。

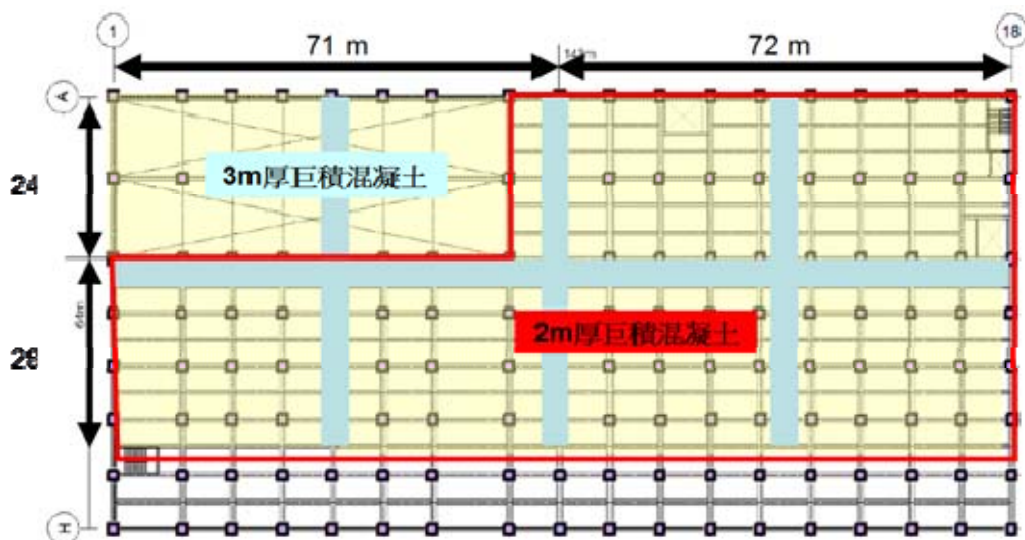


圖 3.3-3 後澆帶分割規劃圖

(二)分區施工法施工規劃(如圖 3.3-4)：

1. 將版塊大小調整為 28m*28m、24m*28m，調整混凝土最佳澆置數量為 2000m³~3000m³，控制澆置時間為 14 小時內。
2. 初步估計 16 天工期完成，但加入鋼筋工班、混凝土壓送車、模板工班等資源，實際工期排完後調整 43 天完成，較具合理性。
3. 分區施工工序節奏安排緊湊，銜接不上容易延誤工期。

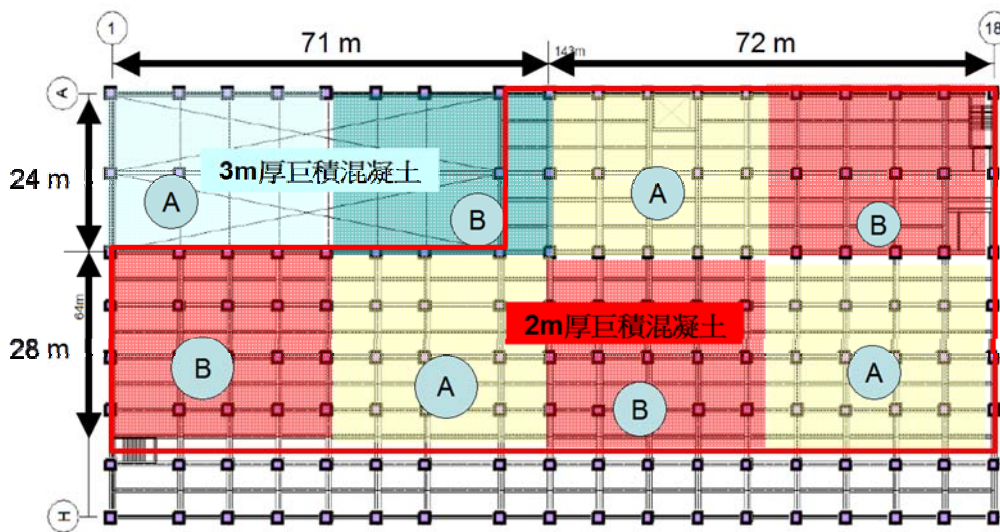


圖 3.3-4 分區施工分割規劃圖

(三)方案分析

表 3.3-2 方案優缺點分析表

項目	方案 A_後澆帶	方案 B_分區施工
優點	工序方向清楚，工班不易弄錯，容易管理。	成本較低
缺點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 後澆帶的施工及混凝土的澆置施工困難度高 2. 後續施工動線差 3. 後澆帶不易清潔 4. 增加後澆帶動線覆蓋工項 5. 影響後續工項展開 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 工序要讓工班清楚，工項要安排緊湊，不易管理 2. 因為巨積混凝土關係，限定基礎版與版澆置間隔需 8 天，拉長工期

根據表 3.2 分析，選擇了方案 B 分區施工法(如圖 3.3.4)，其版塊混凝土澆置順序為 3→4→8→9，穿插 2→5→7→10，分區跳格澆置，基礎版施工法施工前規劃(如圖 3.3-5)。

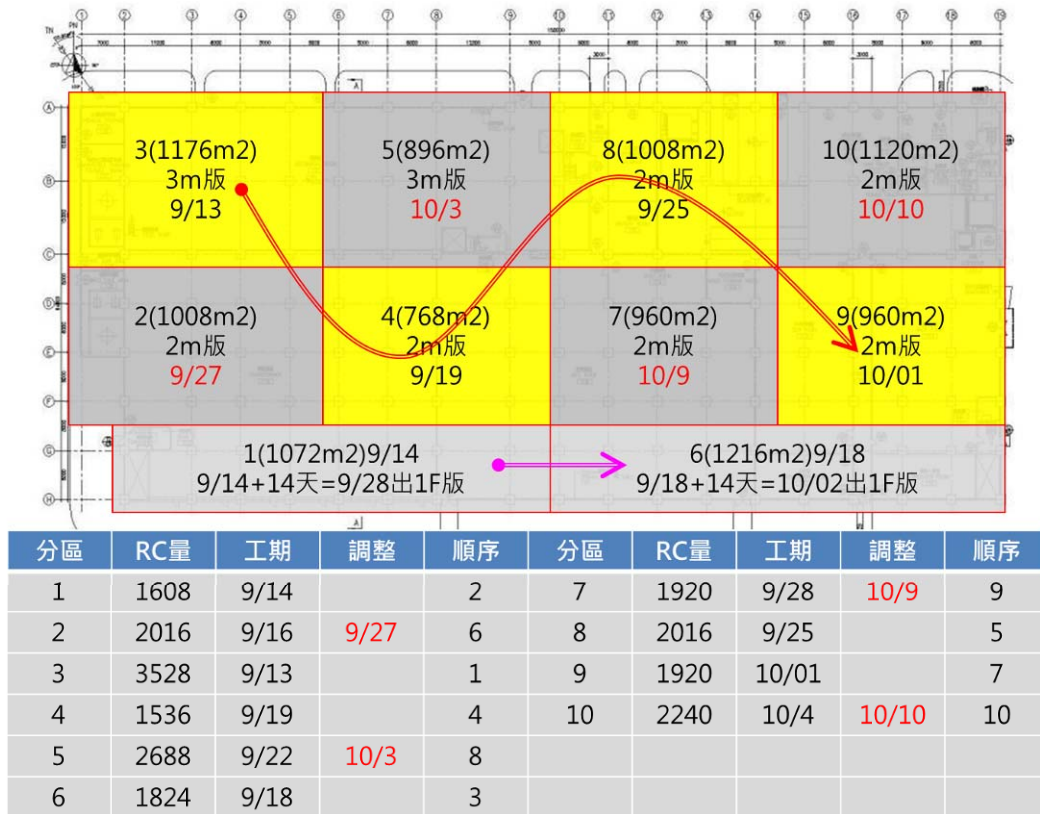


圖 3.3-5 分區施工規劃圖

3.3.2 施工縫設置

施工縫的設置用於一般分次施工上，施工困難度高、廠商支出成本也高、又在混凝土澆置的要徑，所以在施作上潦草趕工帶過，而基礎版的施工縫重要性非常高，施工不良引起地下水滲水、結構的弱面等。

一般施工縫的設置有二種，一種是止流筋網牆加上止水鋼板，另一種是模板加上止水帶，本小節直接說明模板加上止水帶施工細節，於 3.4 小節再作優劣分析。

一、施工縫設置工序 3D 模擬

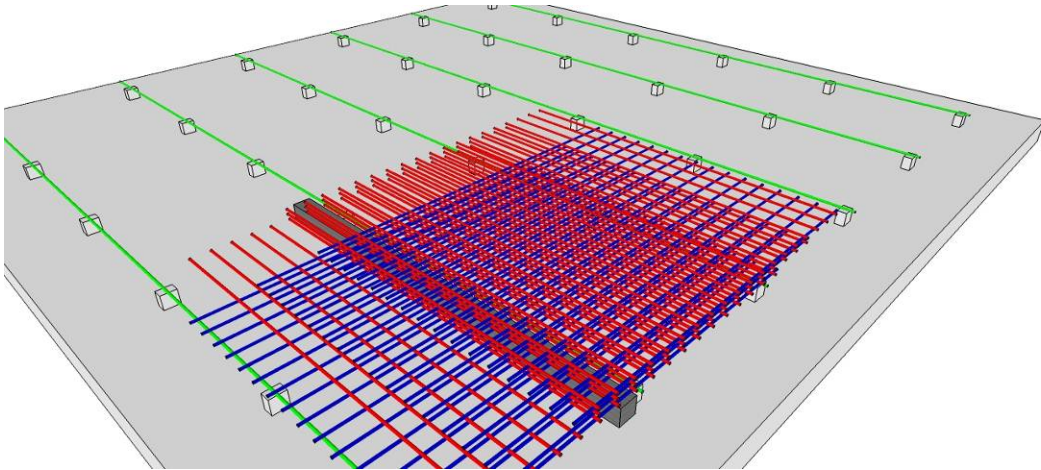


圖 3.3-6 底層鋼筋綁紮模擬圖

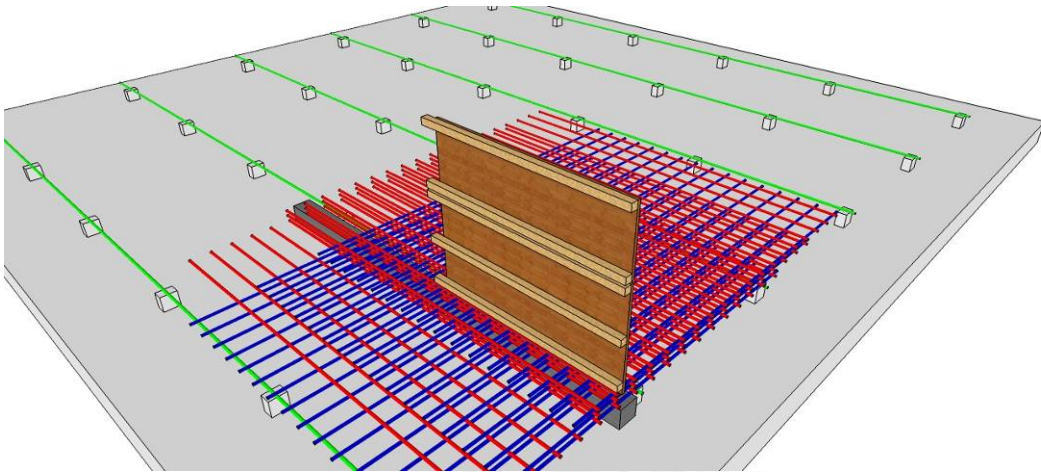


圖 3.3-7 施工縫側模組立模擬圖

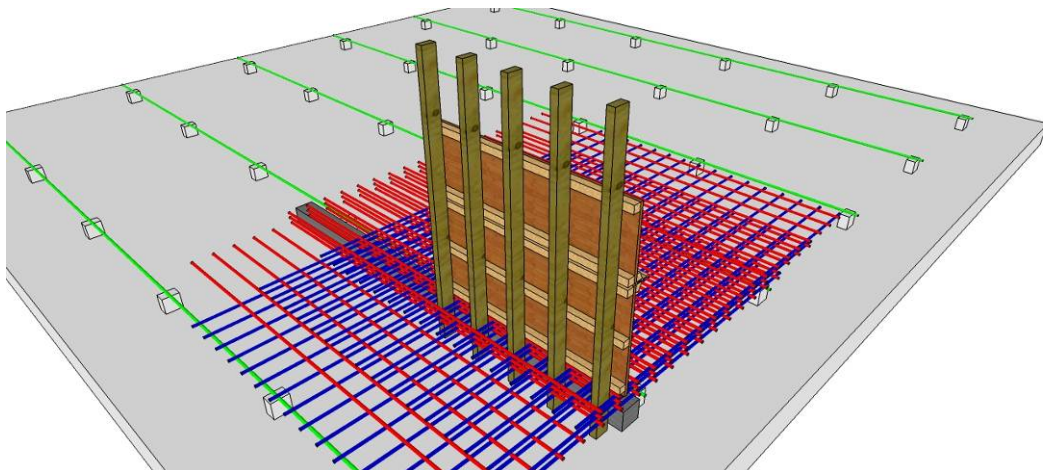


圖 3.3-8 夾止水帶並作止水樁模擬圖

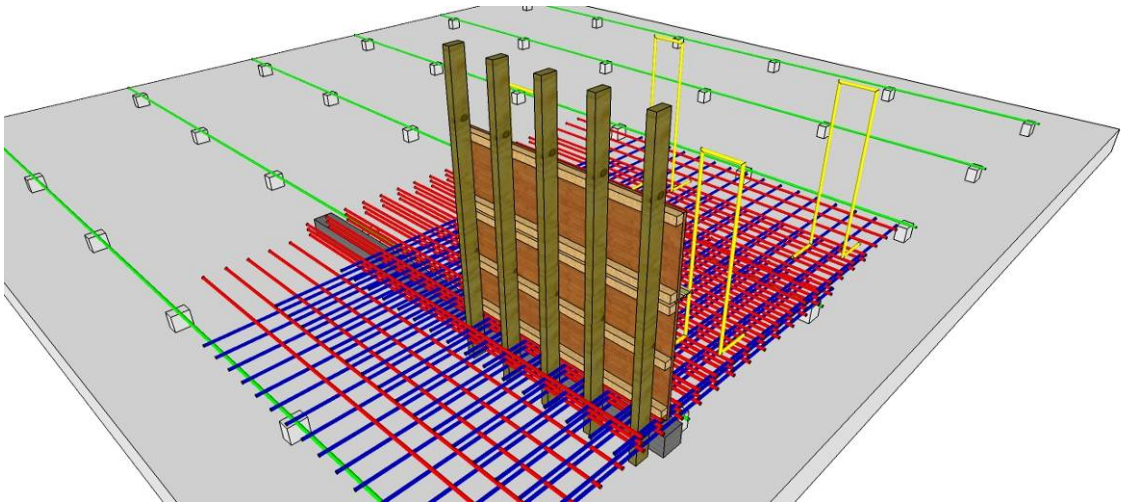


圖 3.3-9 上層筋工作筋綁紮模擬圖

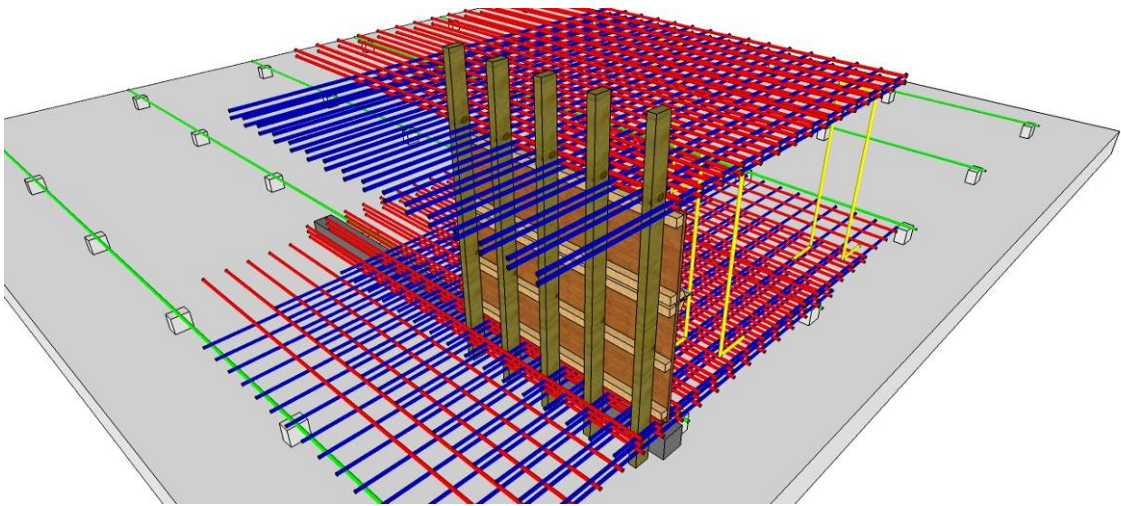


圖 3.3-10 上層筋綁紮模擬圖

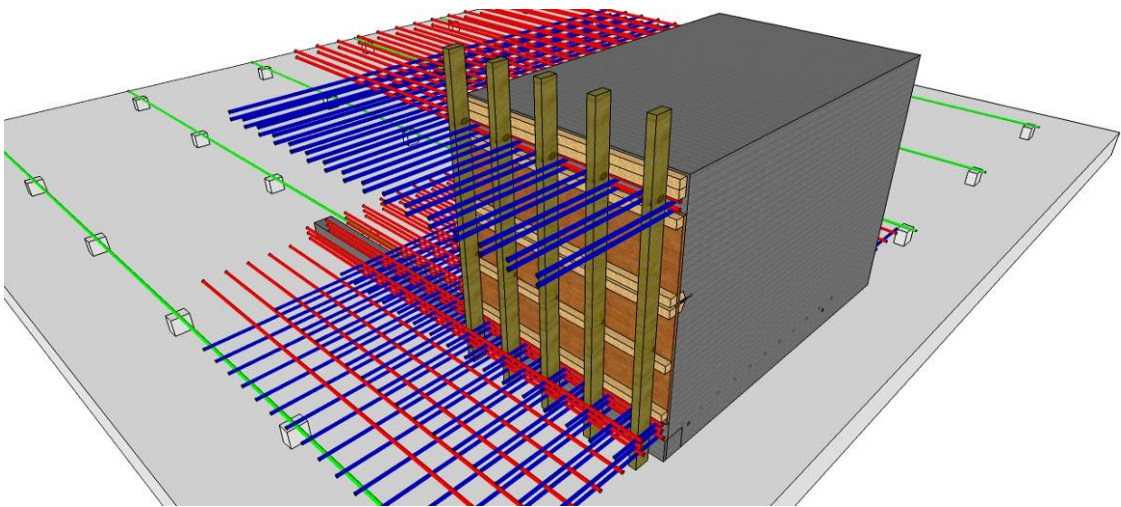


圖 3.3-11 基礎版混凝土澆置模擬圖

二、工序要點說明

- (一)底層鋼筋紮：底層鋼筋有三層，以堆疊預留接長度方式綁紮。
- (二)施工縫側模組立：施工縫側模採取單元式組立，側模頂部高程控制在頂層下層筋下方，上層筋綁紮時依著模板放置即可。
- (三)夾止水帶並作止水樁：施作止水帶及止水樁功效，在增加地下水滲水路徑，避免地下水沿著施工縫滲出版面，止水樁施作時需考慮順利拆模。
- (四)上層筋工作筋綁紮：工作筋架設需考慮上層筋綁紮的高程。
- (五)上層筋綁紮：依照工作筋與側模高度進行綁紮。
- (六)混凝土澆置：混凝土澆置按照規範分層澆置。

三、施工縫規劃與實務操作

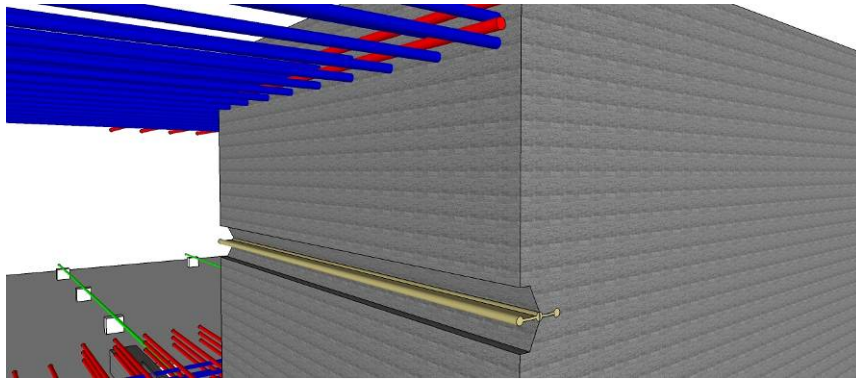


圖 3.3-12 施工縫止水帶模擬圖



圖 3.3-13 施工縫止水帶施工圖

3.3.3 底層筋下方混凝土遮斷

底層鋼筋下方的模板遮斷困難度是非常高的，一般以止流筋網施工，施工不佳時混凝土漫流(如圖 3.3-14)，造成品質瑕疵，修補費用甚高、耽誤工期。基礎底部保護層厚度 15cm，使用止流筋網也非常難施工，使用夾板固定及拆除施工難度也非常高。在本案規劃了有效阻擋混凝土的作法，以下說明。

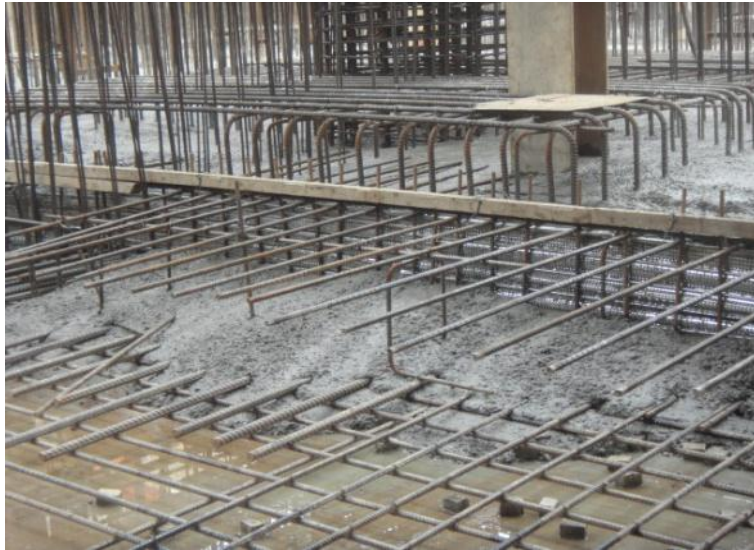


圖 3.3-14 一般樓版施工縫混凝土漫流圖

一、底層鋼筋施工縫遮斷工序 3D 模擬

施工工序為放樣→組模→RC 澆置→模板拆除→鋼筋工作筋施工→底層鋼筋綁紮，確實將底部施工縫完全遮斷，使混凝土無空隙漫流，而三層鋼筋重疊之間隙則由夾板一片一片遮住，粗骨材自然會抵擋漿體滲流，達成遮斷混凝土的目的。

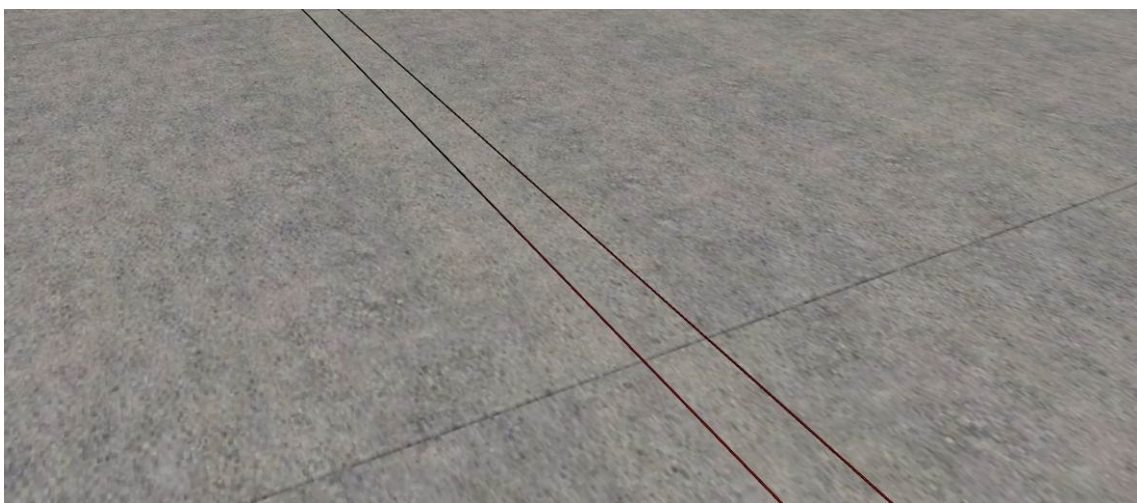


圖 3.3-15 PC 面上墩座線放樣模擬圖

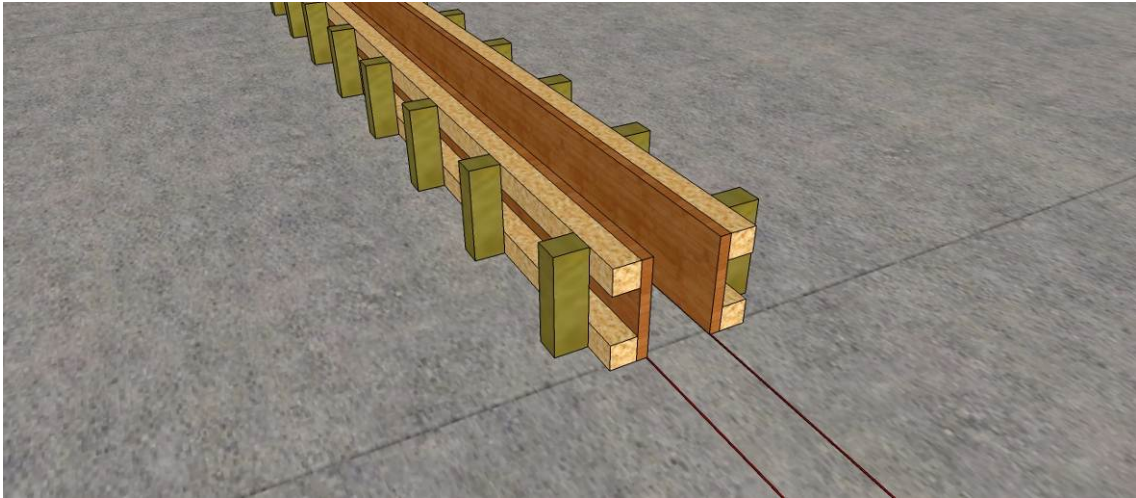


圖 3.3-16 阻泥墩座模板組立模擬圖

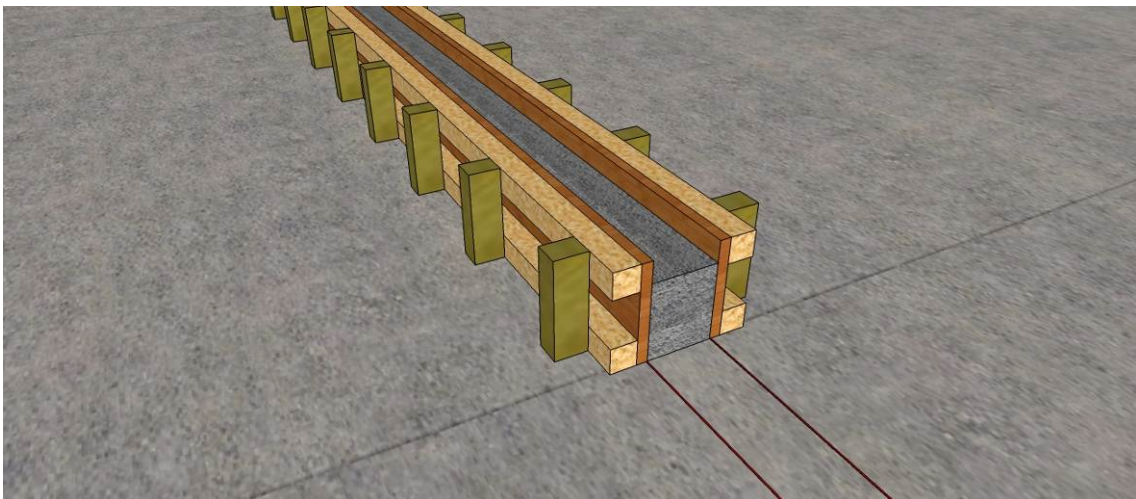


圖 3.3-17 阻泥墩座混凝土澆置模擬圖

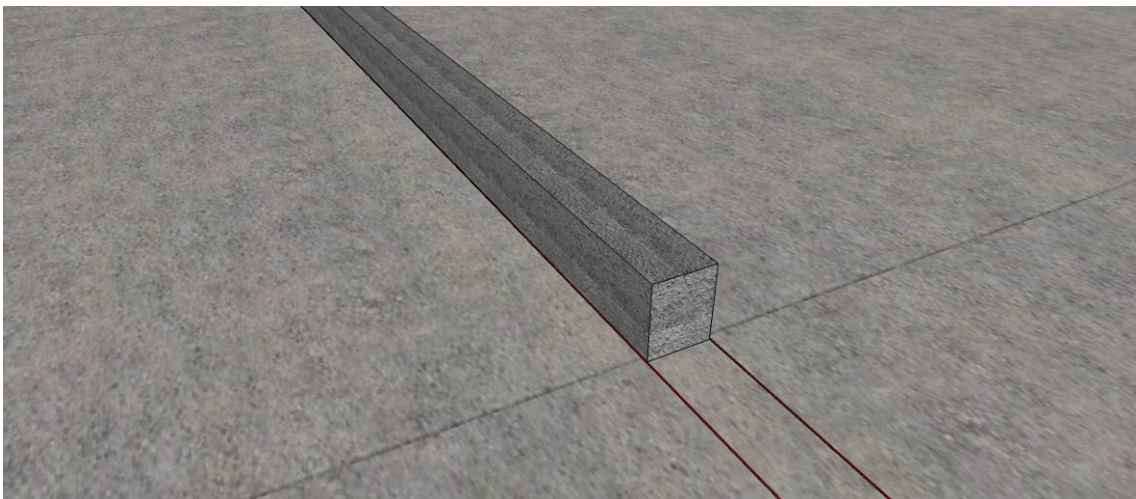


圖 3.3-18 阻泥墩座模板拆除模擬圖

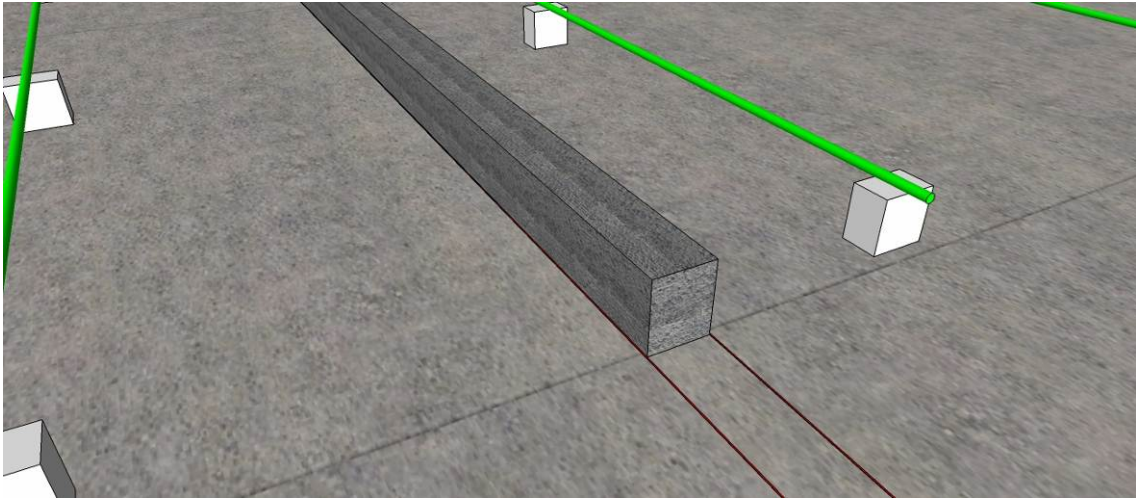


圖 3.3-19 底層鋼筋工作筋施工模擬圖

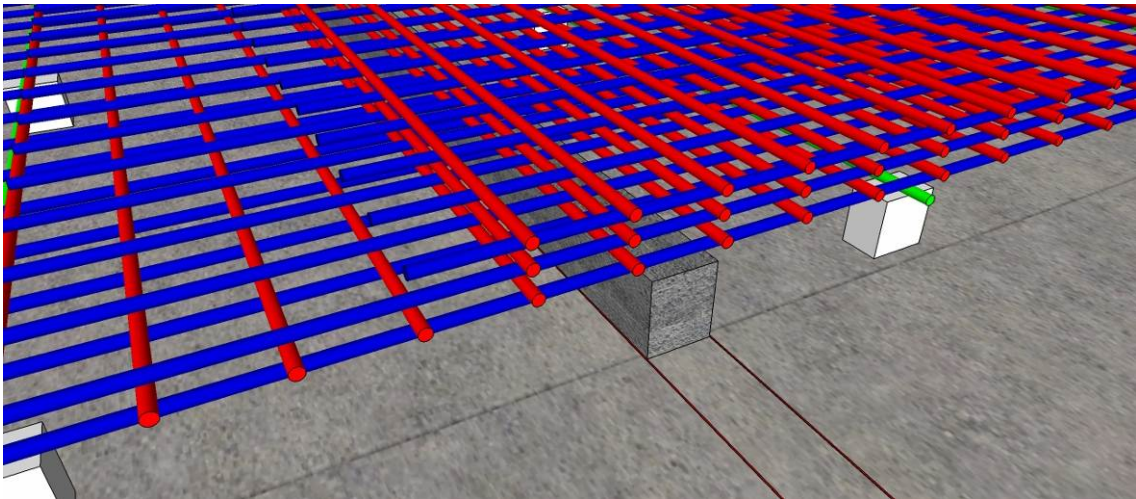


圖 3.3-20 底層鋼筋綁紮模擬圖

二、工序要點說明

- (一)阻泥墩座放樣：阻泥墩座放樣前，確認分區施工界線，在施工圖上明確定義清楚尺寸，施工時間點要掌控在基礎鋼筋綁紮前、PC 澆置後。
- (二)模板組立：墩座混凝土澆置完成面高度，定義在底層鋼筋之第一層鋼筋下高程，側模須作高程量測及標記
- (三)混凝土澆置：依據模板定義高程，進行灌漿作業，混凝土強度與基礎版混凝土強度一致，灌漿完成面須以鏟刀抹平。

(四)模板拆除：混凝土澆置完成後，清潔作業隨即完成，避免影響鋼筋綁紮。

(五)底層鋼筋工作筋施工：鋼筋工作筋高度與 RC 墩座高度一致。

(六)底層鋼筋綁紮：待工作筋完成後，立即進行底層鋼筋綁紮，第一層下層筋直接放置在工作筋與阻泥墩座上方，就可立即綁紮。

三、底層鋼筋施工縫規劃與實務操作

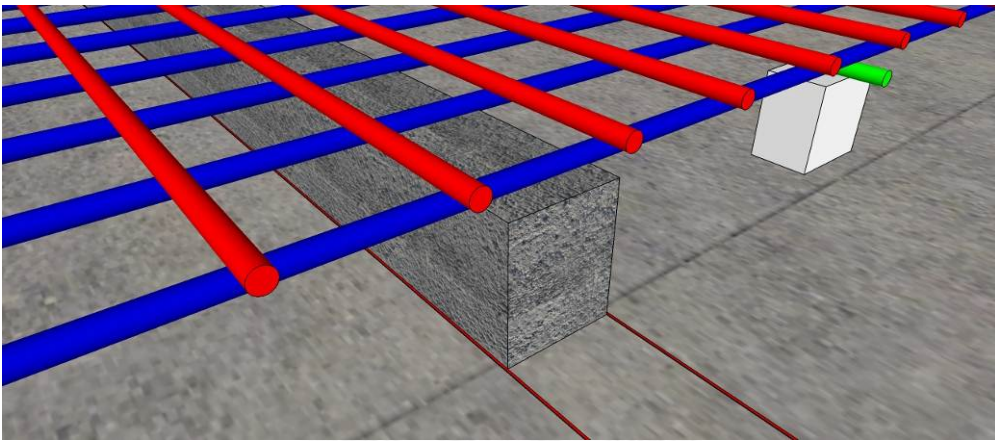


圖 3.3-21 底層鋼筋施工縫遮斷模擬圖



圖 3.3-22 底層鋼筋施工縫遮斷施工圖

3.3.4 控制鋼筋平整度

羅夏立(2008)從材料力學來說，鋼筋抗拉強度非常高，而混凝土有較高的抗壓強度，抗拉強度卻較低，在他們共同工作時，混凝土處於受壓區，主要承受壓應力，鋼筋處於受拉區，主要承受拉應力，所以鋼筋位置即決定了共同工作的混凝土構件的有效截面，當鋼筋越靠近受拉區邊緣，越能發揮其承受拉力的力學性能，如鋼筋位置發生偏位，移動到受壓區域，那麼鋼筋混凝土構件所承受的拉力將完全由混凝土承擔，由於混凝土較差的抗拉性能，極易造成結構破壞。

由此可見，鋼筋保護層在結構構件中的作用十分重要。如果保護層過薄，易使結構構件表面產生裂紋，使構件中鋼筋暴露於外界，造成鋼筋鏽蝕。若保護層過厚，受力鋼筋位置偏移，將使結構構件有效截面降低，特別是懸挑構件上部鋼筋下沉，嚴重的將出現懸挑構件斷裂垮塌的危險。

一般以角鋼取代工作筋，預做到控制鋼筋保護層，提高精準度，然而該方案每根角鋼必須作高程量測導致施工時間長，施工及材料費用高，往往令人卻步，而快速忽略過，大型基礎版施工除了工法的律定外，工作的細節關係到隱藏性的問題，混凝土一澆置下去，很難打掉重做，所以營造業施工者的良心非常重要，我們將能考量的問題考慮進去，期望能有所精進。本案使用成本較省的方案施作，以標高器標定高程刮平 PC 的配套作法，有效控制鋼筋保護層。

一、控制鋼筋平整度工序實務操作



圖 3.3-23 土方開挖高程測量圖



圖 3.3-24 標高器定高程刮平二次 PC 圖



圖 3.3-25 底層筋綁紮圖



圖 3.3-26 上層筋工作筋綁紮圖



圖 3.3-27 上層筋綁紮圖

二、工序要點說明

- (一)土方開挖高程測量：土方開挖時確實掌控開挖高程，同時將 PC 面高程噴漆在 PC 樁頭上。除了平整度外，更能控制混凝土澆置數量。
- (二)標高器定高程刮平二次 PC：一次 PC 後防潮布施工，在防潮布上覆蓋二次 PC 作保護，再次控制二次 PC 澆置高程，此次使用雷射釘標高器，再次修正高程。
- (三)底層筋綁紮：二次 PC 面上開始底層筋綁紮，因為基礎鋼筋重量較重，所以保護層墊塊放置及強度需足夠。
- (四)上層筋工作筋綁紮：工作筋的高度需經過計算，綁紮時仍須檢控高程，拉水平水線進行綁紮，再次修正高程。
- (五)上層筋綁紮：開始上層筋綁紮，這階段已無法控制鋼筋保護層了，綁紮完成後施作標高器，就可知道保護層尺寸的控制。

以本案的作法，保護層精度的可掌控在正 0.5cm、負 1.5cm 內，控制鋼筋的平整度則保障了保護層的足夠。

3.3.5 基礎版與外牆結構斷水

一般基礎版與外牆斷水作法為橡膠止水帶，由於橡膠止水帶的固定繁瑣，與澆置前後的維護(圖 3.3-28)，不易施工、費時、費工、不易清潔，本案採用鍍鋅鋼板取代傳統橡膠止水帶，鍍鋅鋼板勁度強，混凝土澆置時不會影響品質，因為斷

水位置做在外牆雙層鋼筋中間，一旦橡膠止水帶在澆置中變形，因為鋼筋的密集，則很難修改。



圖 3.3-28 傳統橡膠止水帶變形圖

一、基礎版與外牆結構斷水工序 3D 模擬

施工工序為基礎版上層鋼筋綁紮完成→柱筋組立→牆心線放樣→鍍鋅止水鋼板電焊→柱列帶鋼板刻溝→牆筋預留筋綁紮。

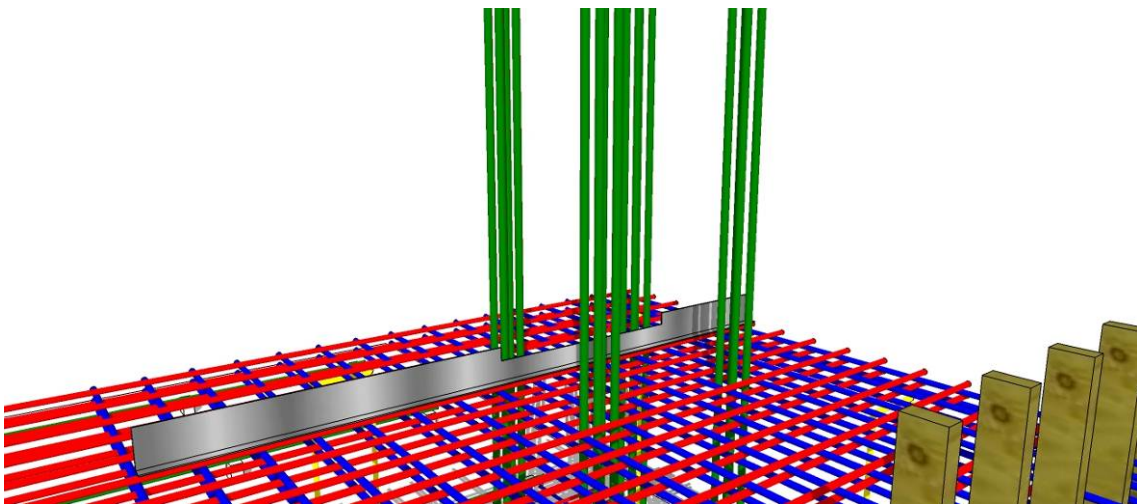


圖 3.3-29 鍍鋅止水鋼板施工模擬圖

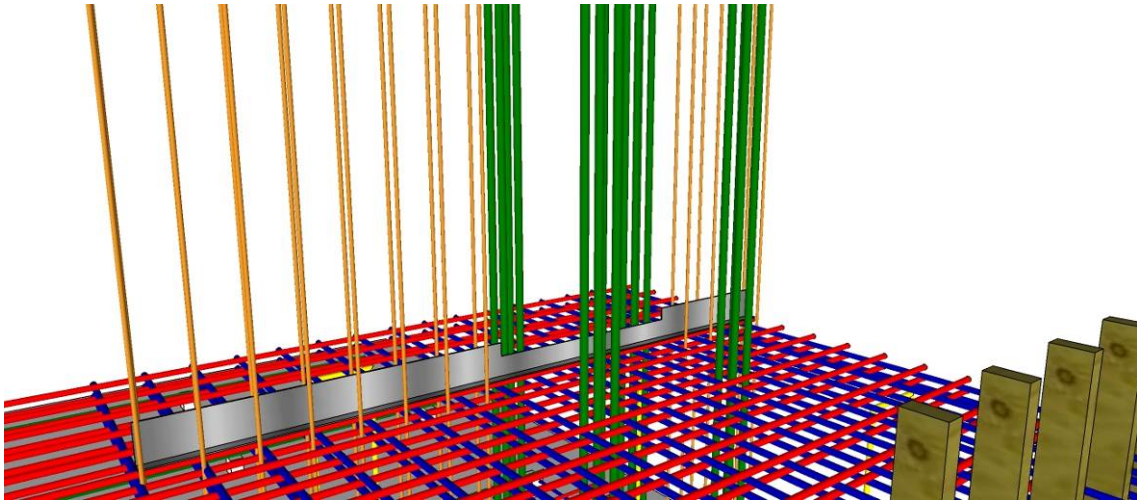


圖 3.3-30 預留牆筋綁紮模擬圖

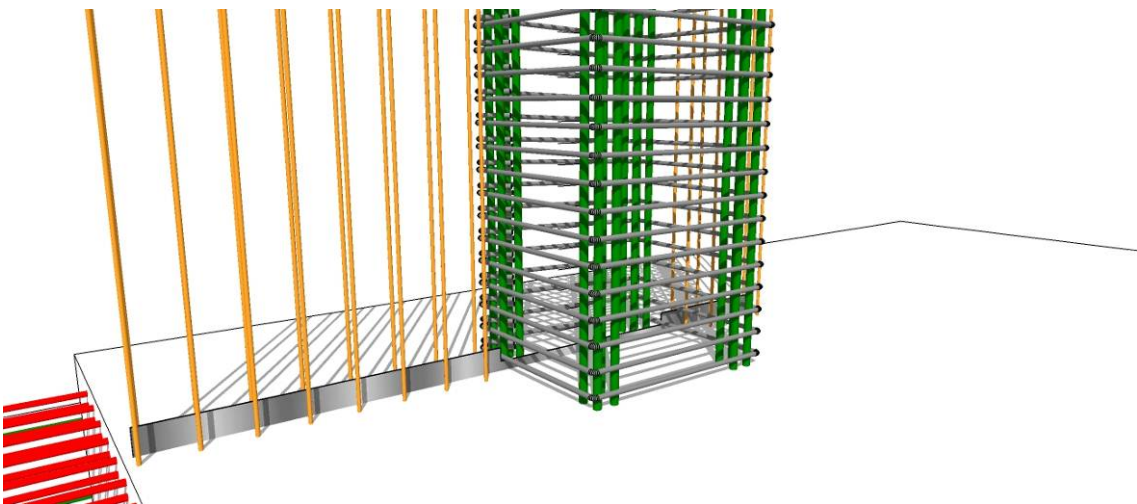


圖 3.3-31 混凝土澆置後柱箍筋綁紮模擬圖

二、結構斷水工序說明

- (一)鍍鋅止水鋼板施工：止水鋼板高度亦須考慮基礎版設計保護層，基本上高於混凝土澆置面 10cm，止水鋼板總高度則由施工者自行定義，因為與成本有關，材料與工資間作抉擇。止水鋼板完成面測量後開始進行焊接，鋼板與鋼板間以矽利康填補縫隙。
- (二)柱列帶鋼板切溝：在柱位處若要注意鋼板的長度，影響柱箍筋的綁紮，因為第一個筋綁紮距版面 5cm 開始，但鋼板的長度通常高於版面 10cm，造成箍筋綁紮無法到達定位，造成另一個品質瑕疵問題。所以

在柱列帶鋼板切溝，讓第一箍到達定位。

三、基礎版與外牆結構水施工規劃與實務操作

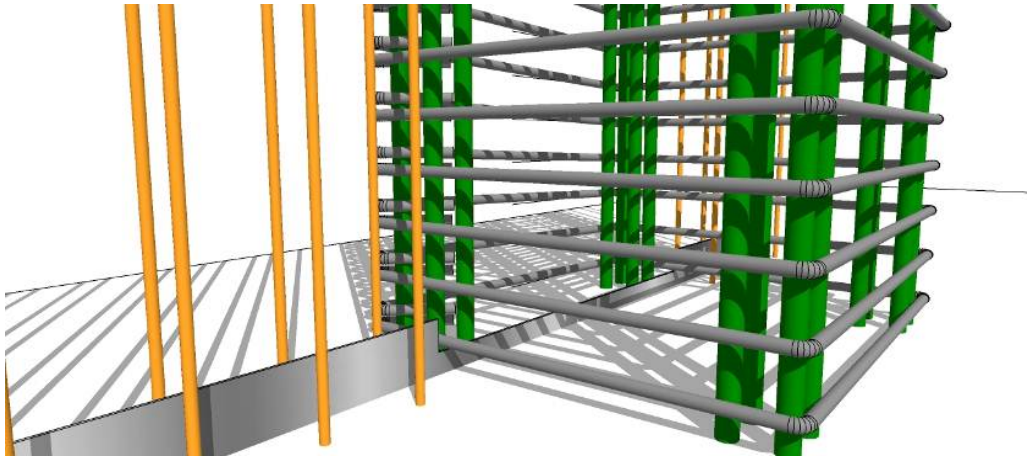


圖 3.3-32 混凝土澆置後柱箍筋綁紮模擬圖



圖 3.3-33 混凝土澆置後柱箍筋綁紮

3.4 彙整方案優劣分析

本小節以在建個案作以成本、品質、工期及風險，將歸納的五個問題項目評估，分述如下各表：

表 3.4-1 後澆帶施工法與分區施工法分析表


工法	後澆帶施工法	分區施工法
施工		
成本	止流筋網牆、膨脹混凝土價差、動線覆蓋、清潔等費用(+840,000)	-
品質	<ol style="list-style-type: none"> 1. 後澆帶混凝土連接縫面不易平整 2. 後澆帶澆置時間間隔 60 天，鋼筋表面鏽蝕無法處理 3. 底部容易堆積砂土及積水，不易清理 4. 鋼網牆變形後，達不到原設計尺寸 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 順平施工縫，品質較易控制 2. 版塊獨立施工，品質控制佳 3. 介面處容易清潔
工期	與開挖相同方向較快，管理容易(不考慮後澆帶澆置時間)	+7 天
風險	<ol style="list-style-type: none"> 1. 影響後續工項或下一樓層施工 2. 後澆帶失敗搶救難 3. 位置易造成應力集中 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 鋼筋配料、工項進場安排要費心安排 2. 材料餘料分散，損耗容易增大

表 3.4-2 施工縫他案法與本案分析



工法	鋼網牆施工縫_他案作法以本案評估	傳統模板加橡膠止水帶施工縫_本案
施工		
成本	<p>2,500 元/m² (+455,000)</p>	<p>1,200 元/m² -</p>
品質	<ol style="list-style-type: none"> 1. 勁度強，受側壓結構不易變形 2. 鋼網牆易造成結構弱面 3. 地下水沿介面微縫滲出機率高 4. 滲水帶出鋼筋紅色鏽水 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 滲水路徑長，阻水效果大 2. 以混凝土相同材料銜接，緊密度大 3. 單面模施工容易爆模 4. 單面模側混凝土不易搗實
工期	<p>+5 天</p>	<p>-</p>
風險	<p>鋼筋補強餘料增多，無形成本難預估</p>	<p>單面模側壓力大，恐拉動基礎版鋼筋，產生易位間距不足或過大</p>

表 3.4-3 底層筋下方混凝土遮斷他案與本案分析





工法	止流筋網遮斷_他案作法以本案評估	阻泥墩座遮斷_本案
施工		
成本	250 元/m -	350 元/m (+35,000)
品質	1. 止流筋網無背擋，容易滲漿，殘漿造成品質瑕疵 2. 混凝土搗實不易，產生蜂窩機率大	1. 底部混凝土漿水滲不出墩座，品質佳 2. 若地下水位高，底層鋼筋直接接觸海水，造成鋼筋鏽蝕
工期	不估要徑工期	不估要徑工期
風險	殘漿形成劣質混凝土，花費額外成本清理，介面費用無法預估	分割確認後需提前施工，否則恐估工期要徑

表 3.4-4 基礎版鋼筋平整度他案與本案分析

工法	鋼架控制高程_他案作法以本案評估	標高器刮平 PC+工作筋控制高程_本案
施工		
成本	+1,717,171 元	-
品質	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可精密控制高程 0.5cm 內 2. 勁度強，不受基礎版上層筋重量下陷 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以 PC 面控制底部高程，高程差 3~5cm 2. 工作筋承重基礎版上層版筋重量變形，造成版面鋼筋下陷
工期	+7 天	-
風險	鋼筋綁紮作業不連續，工班資源調度不容易	勁度高程檢控誤差大，影響鋼筋保護層

表 3.4-5 基礎版與外牆結構斷水他案與本案分析

工 法	止水帶斷水_他案作法以本案評估	止水鋼板斷水_本案
施 工		
成 本	500 元/m (+69,000)	350 元/m -
品 質	<ol style="list-style-type: none"> 1. 材料質軟，不易固定，灌漿前後不維持 2. 材料材質年限較長，不易腐蝕 3. 接縫膠合施工不易 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 斷水效果大 2. 鍍鋅材料年限較短，亦滲出鏽水 3. 有效遏止柱位處滲水
工 期	+10 天	-
風 險	施工不良斷水無效，滲水機率大	版片接縫打膠，年限到失敗機率大

經過五個項目分析後本案採取方案如下：

- 一、項目一：分區施工法
- 二、項目二：傳統模板加橡膠止水帶施工縫
- 三、項目三：阻泥墩座遮斷混凝土
- 四、項目三：標高器刮平 PC+工作筋控制高程
- 五、項目三：止水鋼板斷水

第四章 建立基礎版施工規劃模式

4.1 施工規劃模式

經由第三章以案例將施工規劃項目具體分析後，本章將針對施工規劃過程建立一套標準流程，便於供後續施工者能有參考之範本，避免重新再來過，可依個案不同的環境條件做調整，並追溯到設計源頭，考慮更詳盡、更周延。

4.1.1 施工前

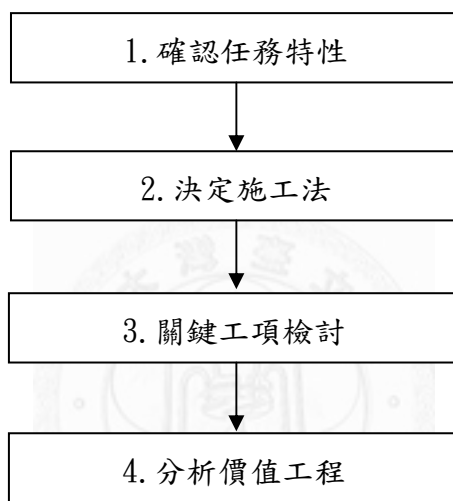


圖 4.1-1 施工前規劃流程圖

一、確認任務特性

剛接手新建案時，建造已經是中段作業了，前階段作業的業主需求、設計者初衷，都是建造者需要花心思了解。

表 4.1-1 確認任務特性分析表

項次	項目	規劃因子
1	成本掛帥	業主的標準要明確確認，作施工規劃時以最低成本最做考量，但基本的工期及品質要兼顧。
2	有使用需求	一般有使用需求都是落在業主有接單生產的情境，此時的重點在於工期，以最迅速、簡單、安全的工法與設計達到縮短工期目的。
3	做口碑	品質第一，多花費一些小成本，讓品質提升的作法都可考慮，高品質經的起千錘百鍊，有口皆碑。
4	三者兼顧	此階段的作法亦不同，要區分重要、次重要、不

		重要的面向做規劃，依照不同工程項目做動態性的規劃，以品質，或以成本，或以工期不斷調整，最後的呈現才能三者兼顧。否則，實務的規劃方案，很難三者兼顧。
--	--	---

二、決定施工法

施工法往往是決定成本、工期長短的重要關鍵，所以決定工法前須先了解任務特性，才不至於一發不可收拾。依據表 4.1.1 施工法評估分析表進行規劃並分析，按個案特性選擇較適當之施工方法。

表 4.1-2 施工法評估分析表

項次	項目	規劃因子
1	定義版塊分割尺寸	巨積混凝土材料配比 依據現況條件調整分割尺寸 加入考量基礎版鋼筋檢料再次調整分割 考量混凝土澆置量 考量壓送車可施工數量 考量預拌廠供貨能力 考量預拌車運輸動線 考量版塊澆置順序 工作面的展開 往後考慮其他工序及工項的影響
2	成本分析	評估工法成本差異 是否有隱藏性成本發生 個案不同，實際訪價
3	工期分析	分析工序，正確排出工期 思考工期的差異
4	品質分析	施工中品質控制的難易度
5	風險分析	工法所帶來的風險，影響層面多大。 所衍生風險，可否解決

三、關鍵工項檢討

針對基礎版施工之關鍵工項，逐一檢討並規劃其最適施工作法。其主要關鍵工項如表 4.1.2 關鍵工項一覽表。

表 4.1-3 關鍵工項一覽表

項次	項目	規劃因子
1	施工縫	確認位置
2	底層筋下方混凝土遮斷	找尋既有施工規範與作法
3	基礎版鋼筋平整度	影響層面
4	基礎版與外牆結構斷水	後續工項影響

四、價值工程分析

表列關鍵問題後，將既有施工規範或作法與現行檢討方案做比較，從不同面向作價值工程分析，如成本、品質、進度、風險等。

表 4.1-4 關鍵工項價值工程方案規劃表

項次	不同方案分析	規劃因子
1	止流筋網牆加止水鋼板 傳統模板加橡膠止水帶	施工性較佳 備料容易
2	止流筋網遮斷 阻泥墩座遮斷	工種動員能力 工率較高
3	鋼架控制高程 標高器刮平 PC 加傳統工作筋	效果較大 品質可控制
4	橡膠止水帶 止水鋼板	成本差異

彙整歸納上述資料後，將施工前規劃模式作展開(如圖 4.1-2)，環繞品質、成本及工期三要素作分析，使用者可依需求作不同方案選擇，決定最有利於當下環境的方法。而施工前的規劃著重於決定最佳施工方法，施工中的規劃著重於施工介面的檢討與執行，施工後則以經驗回饋與修訂方法制定標準為前提。

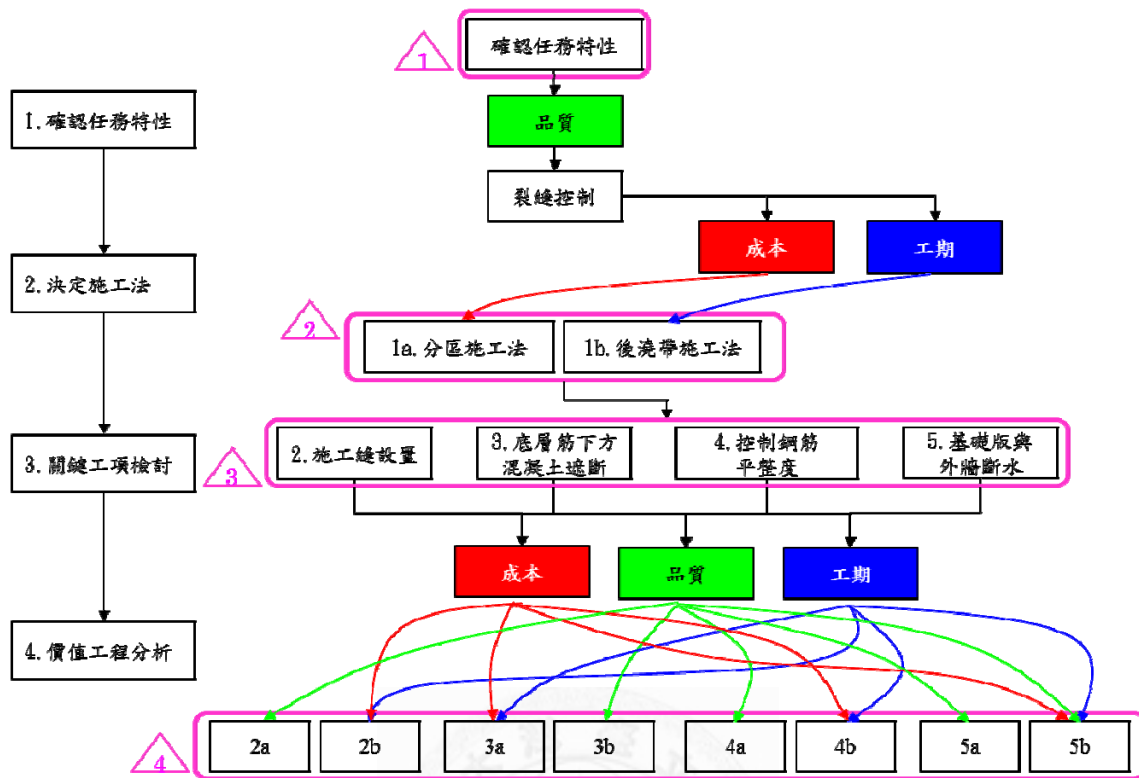


圖 4.1-2 施工前規劃模式展開圖

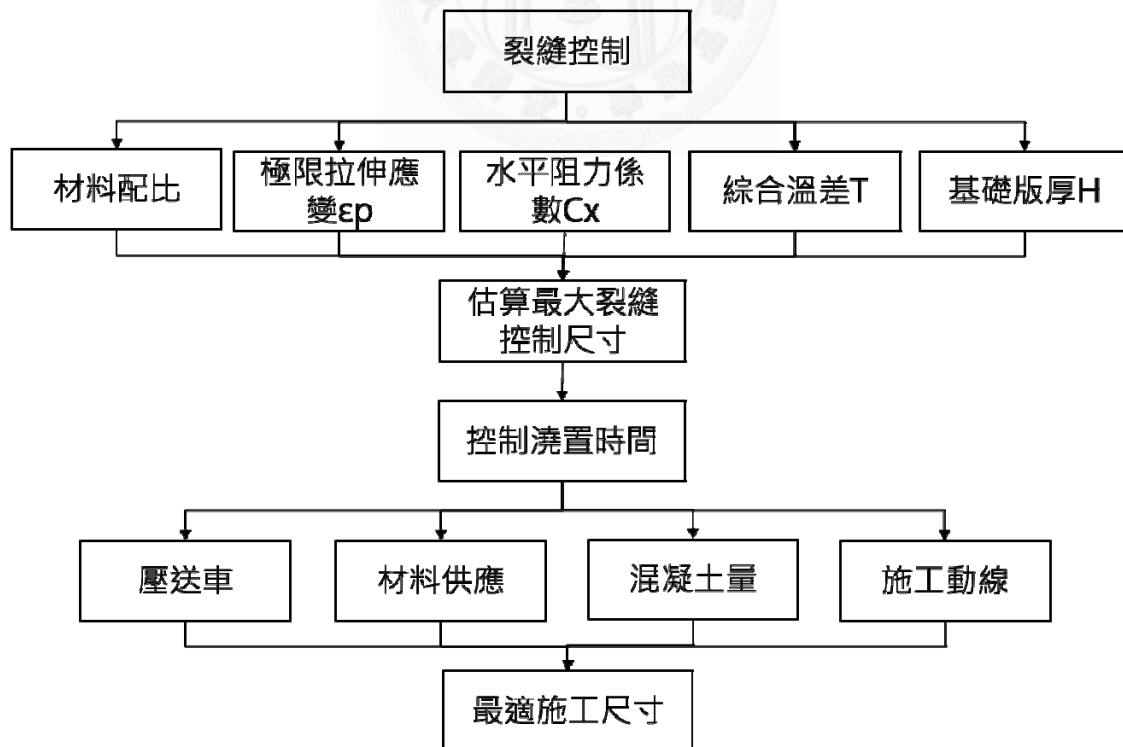


圖 4.1-3 施工前裂縫控制展開圖

表 4.1-5 方案選擇一覽表

項次	施工規劃項目	不同方案選擇	規劃因子
1	大型基礎版施工法	a. 分區施工法 b. 後澆帶施工法	1. 施工性較佳 2. 備料容易 3. 工種動員能力 4. 工率較高 5. 效果較大 6. 品質可控制 7. 成本差異
2	施工縫設置	a. 止流筋網牆加止水鋼板 b. 傳統模板加橡膠止水帶	
3	底層筋下方混凝土遮斷	a. 止流筋網遮斷 b. 阻泥墩座遮斷	
4	控制鋼筋平整度	a. 鋼架控制高程 b. 標高器刮平PC加傳統工作筋	
5	基礎版與外牆斷水	a. 橡膠止水帶 b. 止水鋼板	

4.1.2 施工中

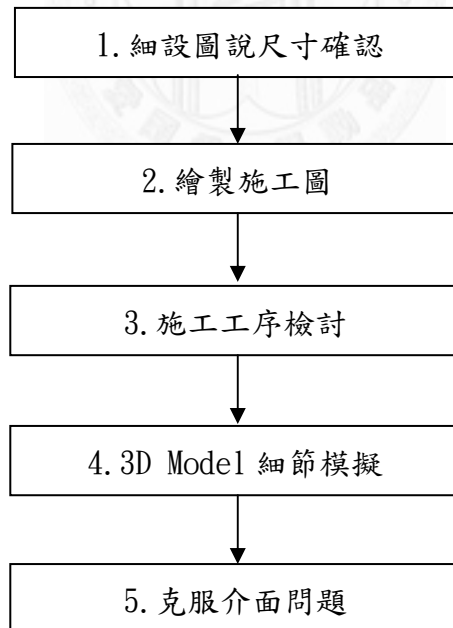


圖 4.1-4 施工中的規劃流程圖

施工中的規劃工作，著重於尺寸的正確性及執行相關問題的克服，讓現場工作可以如規劃實際落實執行。施工規劃的最終目的是完成標的物，故規劃須配合現場實際情形即當時之情境作之調整，其主要考量因素依然環繞在成本、工期與

品質這三個主要控制因素；有時更須考慮當時之氛圍，所謂氛圍舉例來說，鋼筋工班是否願意配合加班、業主的態度等情緒問題。

3D 細節模擬的用意，亦將 2D 圖面無法發現的介面問題，經由 3D 模型來更清楚呈現，並將前後工項加入情境模擬，能更清楚知道哪裡會產生介面問題，以作更細部的調整。舉例來說，基礎版與外牆結構斷水使用止水鋼板，但在柱位處若不注意鋼板的長度，將影響柱箍筋的綁紮。因為法規規定第一個箍筋綁紮須距版面 5cm 開始，但鋼板的長度通常高於版面 10cm，使箍筋綁紮無法到達定位，造成品質瑕疵。做 3D 模擬即可避免諸如此類的施工介面問題。

4.1.3 施工後

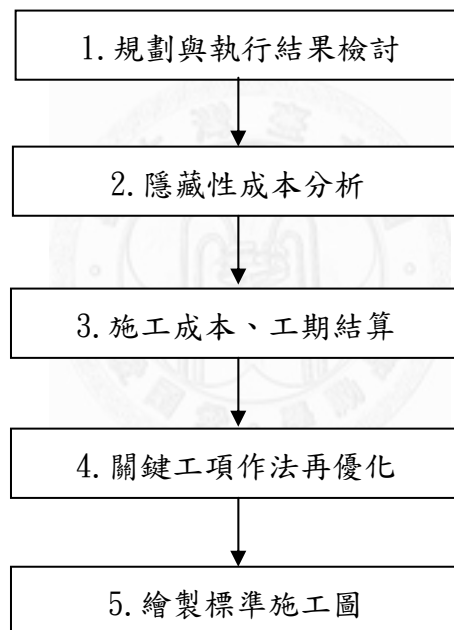


圖 4.1-5 施工後的規劃流程圖

施工後的階段，著重於彙整施工經驗並作個案回饋，其中最主要為將問題介面及解決方案整理檢討、成本結算、工期檢討、品質檢驗。將經驗回饋可修正施工規劃。將作法優化後，同時編修標準施工圖，並納入施工規範內，有助於施工技術的提升。一般公司標準施工圖或施工規範老舊，應有時常調整的機制，避免後續施工者重蹈覆轍，浪費公司成本。

4.2 專家訪談及問卷

為避免本研究陷入寡斷的情境內，本小節將以專家訪談問卷的方式，來建議、提醒本研究疏漏不足之處，讓探討的內容更加完整。問卷的人選以專案關係人為主，為兼顧各面向之意見，專家採規劃單位、施工單位及管理單位代表各一人，規劃單位代表為潤弘精密工程工程規劃部馮一道副總經理，施工單位代表為潤弘精密工程專案負責人莫惟瀚總經理，管理單位代表潤弘精密工程李志宏總經理。其三位在土木建築業服務年資平均在二十六年以上。

問卷將聚焦在基礎版施工規劃細節與建立施工規劃模式二大項，並從重要性、正確性、經濟性、可行性、效率性及可操作性等六個面向作評分，評量分數從 1~10，評分結果將提供本研究。

4.2.1 問卷內容設計

一、問卷 1：

- (一)項目一：大型基礎版施工法
- (二)項目二：施工縫作法
- (三)項目三：底層筋下方混凝土遮斷
- (四)項目四：基礎版鋼筋平整度
- (五)項目五：基礎版與外牆結構斷水

二、問卷 2：

- (一)施工前：大型基礎版施工法
- (二)施工中：施工縫作法
- (三)施工後：底層筋下方混凝土遮斷

三、六個面向評估定義如下：

- (一)重要性：評分該項次對於大型基礎版施工規劃而言是否重要。
- (二)正確性：不同方案比較，以本案為例作法是否符合工程特性。
- (三)經濟性：不同方案比較，以本案為例作法是否如分析節省成本。
- (四)可行性：不同方案比較，以本案為例作法現場可實施程度為何。

(五)效率性：不同方案比較，以本案為例作法是否達到工率的提升。

(六)可操作性：不同方案比較，以本案為例作法實務是否可以如規劃運作。

4.2.2 問卷統計及分析

一、回收問卷後繪製成圖表，並分析如下：

(一)項目一(大型基礎版施工法)：根據專家評分(圖 4.2-1)，大型基礎版施工法在大型基礎版規劃項目中是屬於重要，因為施工法的規劃，決定了後續工作的成本、品質及工期。以本案分區澆置作法而言，其作法正確性及可行性的評分是當高的，足以顯示施工規劃的邏輯與方向是符合工程實務的。而該作法的經濟性評分偏低，顯示本案施工法結算的金額細項並未交代清楚，導致問卷者對於該作法的經濟性有不確定感。

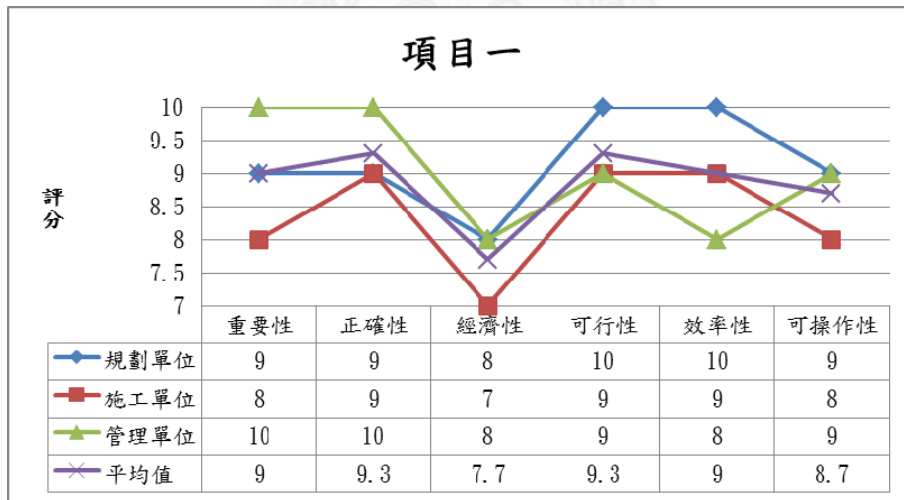


圖 4.2-1 項目一評比統計圖

(二)項目二(施工縫作法)：根據專家評分(圖 4.2-2)，施工縫的作法在大型基礎版規劃項目非常重要，平均 9.7 分高於定義施工法平均 9 分。本案作法以傳統模板加上橡膠止水帶，在可操作性上分數偏高，顯示規劃是可落實於現場施工的，但正確性在評比分數是偏低的，顯示作法仍有改善的空間，例如模板的模組化，可有助於拆組，增加工

率及現場的清潔度。

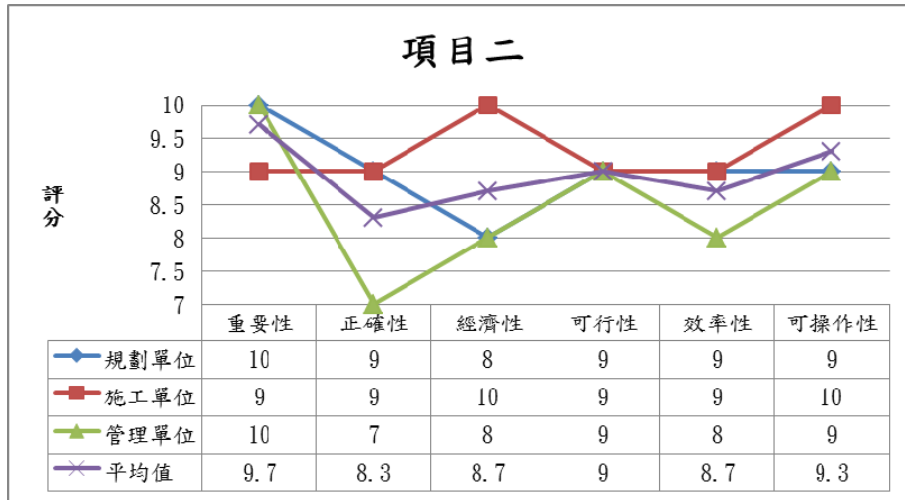


圖 4.2-2 項目二評比統計圖

(三)項目三(底層筋下方混凝土遮斷)：根據專家評分(圖 4.2-3)，底層筋下方混凝土遮斷的作法在大型基礎版規劃項目等同於施工縫非常重要，平均 9.7 分。本案作法將基礎版底層筋下方 15cm 保護層，在鋼筋尚未綁紮前，在分區施工縫處使用模板預先混凝土澆置一段阻泥墩座，而在可行性的評分相當高，顯示在現場有足夠條件實施該方案。而正確性及經濟性仍有改善的空間。

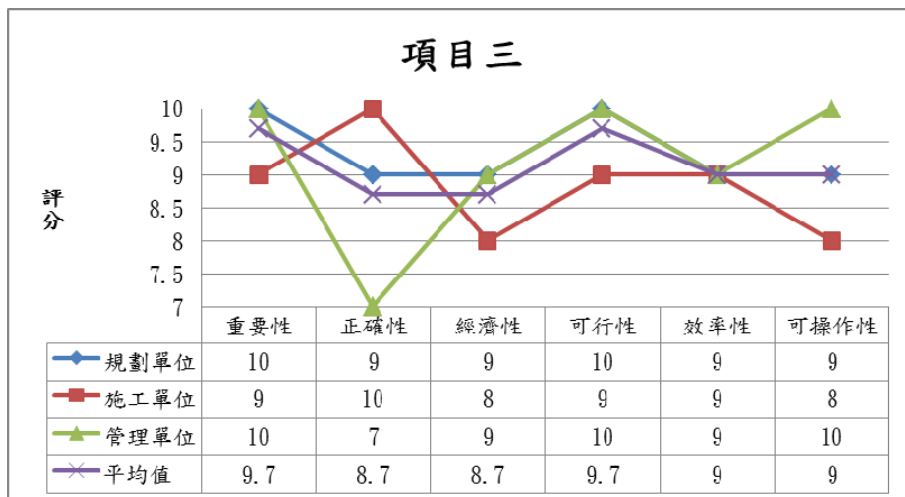


圖 4.2-3 項目三評比統計圖

(四)項目四(基礎版鋼筋平整度)：根據專家評分(圖 4.2-3)，控制基礎版鋼筋平整度在大型基礎版規劃項目的重要性相較之下分數較低，分析原因應該是此案的保護層設定較大，基本上的高程控制對保護層來說，影響並不大。在此項目四分數顯示，在二次PC時加上標高器控制高程的作法成本較省且施工性較合理，在工程效率上因為佔了要徑工期，所以仍有改善的空間。

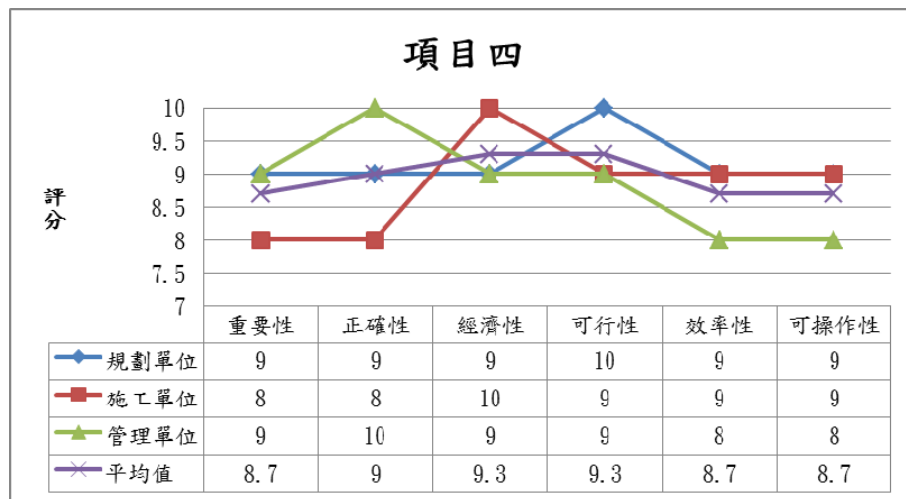


圖 4.2-4 項目四評比統計圖

(五)項目五(基礎版與外牆結構斷水)：根據專家評分(圖 4.2-5)，基礎版與外牆結構斷水作業在大型基礎版規劃項目的重要性分數屬中間偏低，分析原因應該是外牆原本就有外側防水，加上本案的使用空間屬於架設電纜槽，所以幾乎沒人走動，除了少部分維修人員外，況且在基礎版上再設置導水層加二次 RC、外牆側規劃邊溝，所以有其他措施輔助，重要性就被分散了。但該作法的正確性及經濟性顯示在高分的範圍，而在工率的提升及品質的維持，仍是可以有空間再探討的。

(六)將三個單位評分面向作平均(圖 4.2-6)，以五個項目來做比較，項目三的方案可行性是最高的，項目一的方案經濟性仍有待改善。

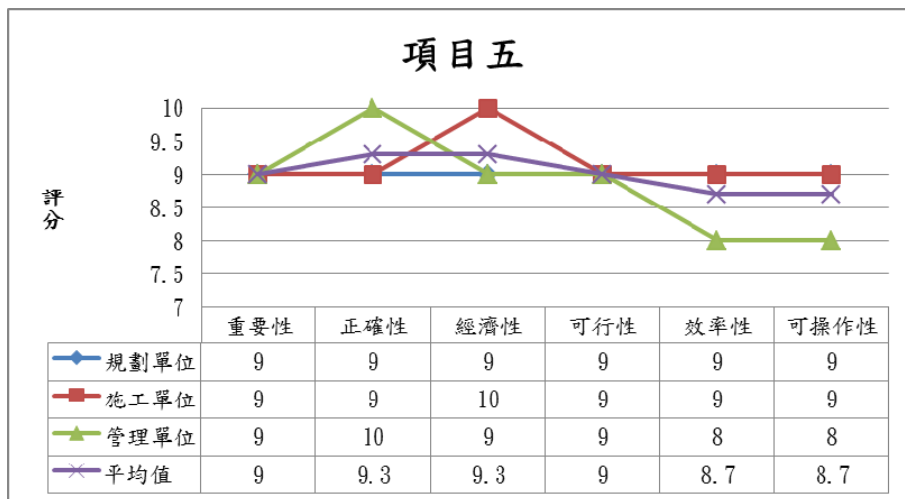


圖 4.2-5 項目五評比統計圖

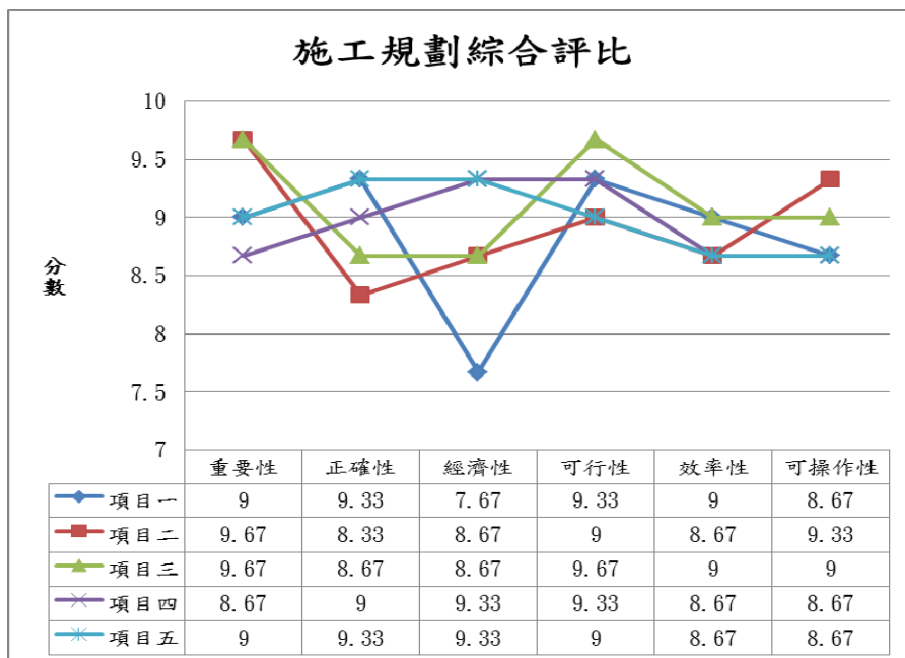


圖 4.2-6 施工規劃綜合評比統計圖

二、回收問卷 2 後繪製成圖表，分析如下：

根據專家評分綜合施工前、中、後統計圖(圖 4.2-7)，本研究建立大型基礎版施工模式的重要性是最高，而正確性的評分最低，顯示仍需加入施工架構及細節的步驟，而通案與個案的區分、模式運用程度等都是須列入探討的議題。

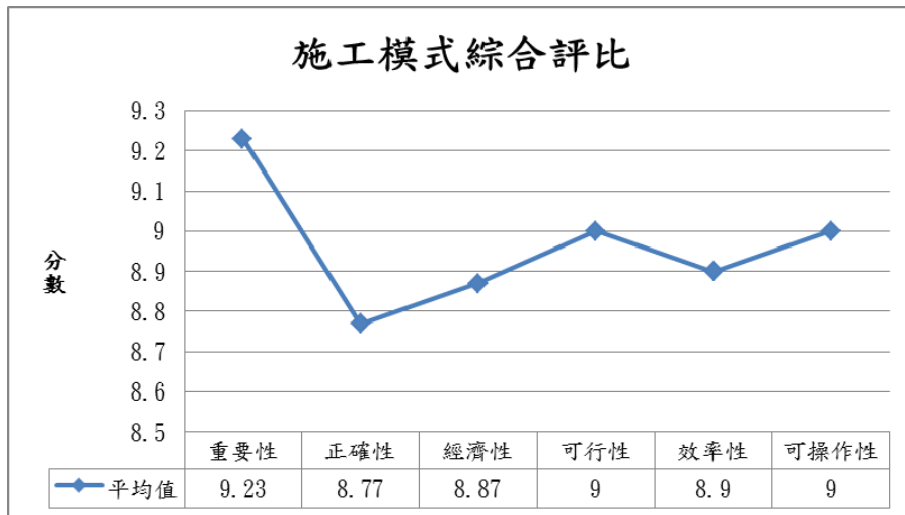


圖 4.2-7 施工模式綜合評比統計圖

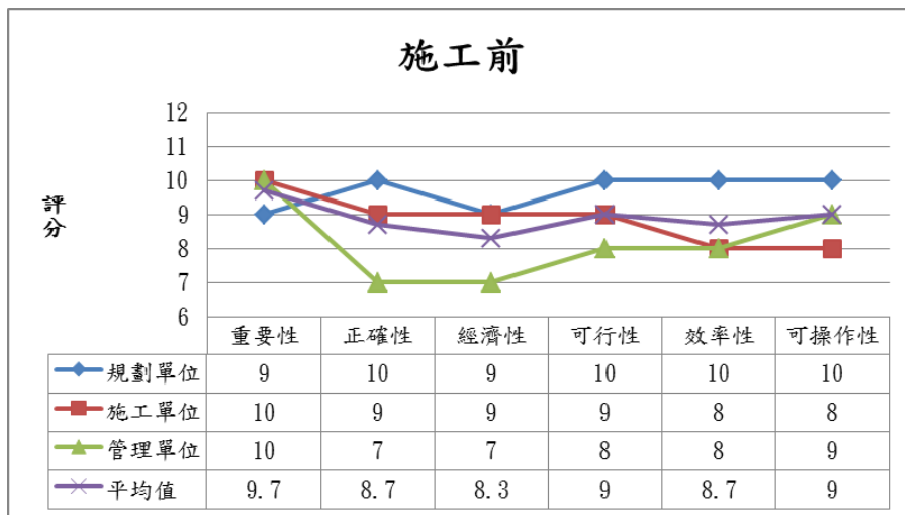


圖 4.2-8 施工前評比統計圖

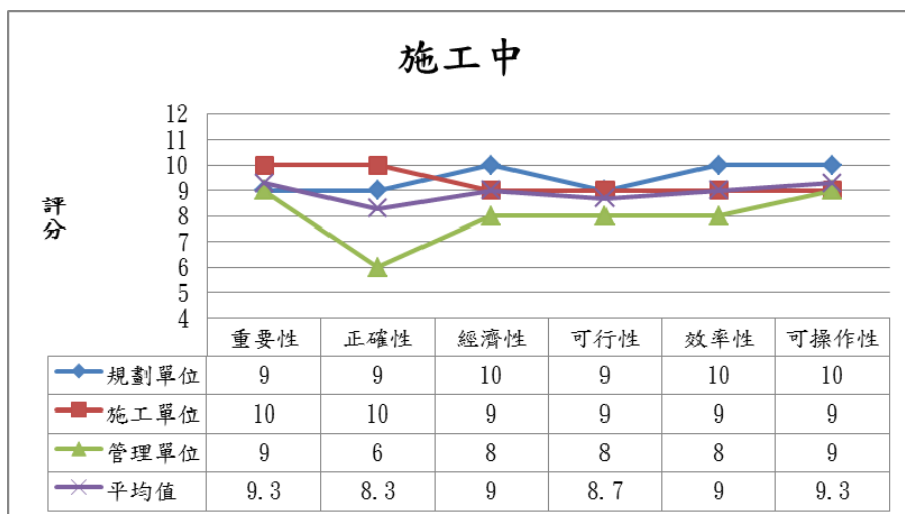


圖 4.2-9 施工中評比統計圖

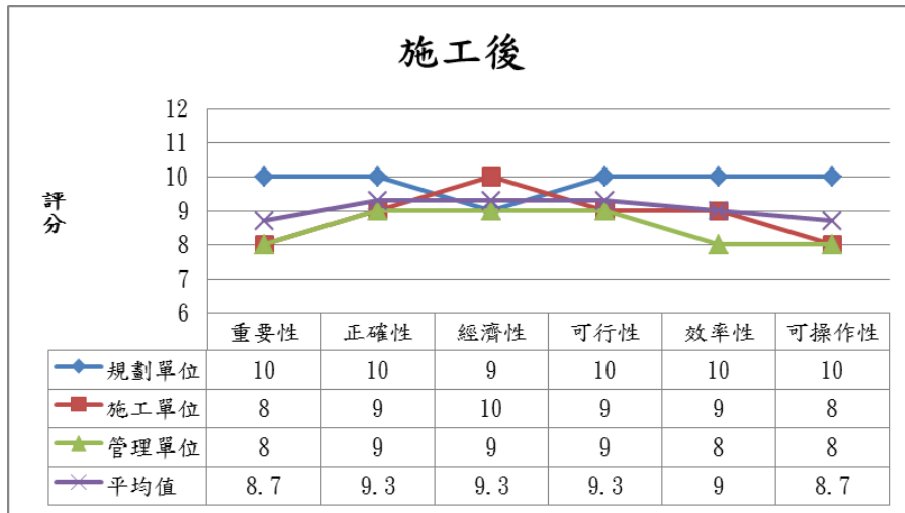


圖 4.2-10 施工後評比統計圖

4.2.4 專家建議

- 一、規劃單位代表馮一道副總經理建議：巨積混凝土施作注意事項應流程化。
- 二、施工單位代表莫惟瀚總經理建議：小細節檢討與改善對工程成果效益大。
- 三、管理單位代表李志宏總經理建議：
 - (一)項目二：單面模測壓大，會拖動鋼筋，造成柱位或牆筋位置變異，需有防止變異的機制。
 - (二)項目三：阻泥墩座與其後澆置的混凝土，會有冷縫，底版鋼筋在阻泥墩座的接觸面，會有暴露於滲入的地下水的疑慮。
 - (三)施工前：應將現場條件及資源條件的調查，納入規劃模式。
 - (四)施工中：應將品管作業及資源調派規劃納入施工規劃模式。

第五章、結論與建議

5.1 研究結論

隨著整個建築型態的轉變，促使本研究針對大型基礎版作施工規劃模式的建立與施工細節的探討。而大型基礎版因為面積大，材料數量多，相形之下除了施工不良引起結構貫穿裂縫外，影響最大的是施工中的建造成本及施工後的使用維護費用，所以探討的皆離不開品質、工期與成本。能夠依據巨積混凝土原則搭配施工法，可降低貫穿裂縫發生的機率，施工細節及工序的討論可避免介面問題造成工期延遲，經施工規劃與落實執行，可提高品質降低發生瑕疵，營運使用階段減少因品質瑕疵衍生的維護費用。

有關大型基礎版施工之相關技術及規劃文獻鮮少，後人無法延續前人經驗，過程中還是不斷從錯誤中修正學習。本研究旨在建立基礎版施工規劃模式與施工規劃細節，期望提供後續施工者思考方向並減少錯誤，有效往前發展。經由本研究案對個案實際操作與評估方式，相信定能作為日後興建大型基礎版施工規劃之參考，以及有助於提昇國內營造工程規劃與施工之整體良好品質水準。

施工規劃之生命週期含括施工前、中、後，而每一次的循環經驗回饋，將會不斷提升工程技術，經施工規劃模式後驗證所得本案價值如下：

- 一、成本節省：3,046,171 元。
- 二、工期節省：10 天。
- 三、品質容易維持。
- 四、風險得到較佳掌控。

5.2 研究建議

- 一、在施工模式中，缺少定義品質階段管控的程度、地域環境資源的調查與其動員的能力，建議後續研究者，在施工前的模式中，可加入以資料庫的方式呈現，可作為採購的依據及工率工期的排定。
- 二、施工規劃細節中缺少探討大型基礎版混凝土澆置後的養護方式及時機，養護的作用是降低水化熱避免減少表面裂縫，建議後續施工者可以在養

護方面著墨，加強規劃的完整性。

三、目前有一套巨積混凝土基礎版專家系統，由詹穎雯等(2009)所研究開發，但實務上混凝土材料資料與現地實驗資料及工程實務資料仍顯不足，建議後續施工者能將施工經驗回饋於專家系統，藉由實際案例對各假設參數進行適當之修正，以提高系統分析之準確性。

The screenshot shows the 'mass concrete 1.02' software interface. It is divided into several sections:

- 輸入區 (Input Area):** Includes fields for dimensions (長度: 40 m, 寬度: 5 m, 高度: 2 m) and atmospheric conditions (大氣及養護條件). Atmospheric conditions include (1) 大氣溫度 (°C): 30, (2) 溫度振幅 (°C): 0, (3) 時間延遲 (day): 0, and 風速 (m/s): 3. There are also fields for curing method (養護方式) and curing layer thickness (保溫措施厚度: 2 cm).
- 混凝土配比 (Concrete Mix Ratio):** Includes fields for cement (I型水泥: 160, II型水泥: 103, 礦石粉: 87, 其他礦物摻料: kg/m³), aggregate (細粒料: 849, 粗粒料: 968, 細粒料種類: 石灰岩, 粗粒料種類: 石灰岩), and admixtures (用水量: 173, 化學摻料: 3.15, 新鮮溫度 (°C): 30, 縮熱溫升估).
- 輸出區 (Output Area):** Includes tables for early cracking rates (早期開裂速率) and reflective cracking rates (反射開裂速率) over time (0.75day to 5.0day and 6day to 30day).
- 最大開裂速率 (Maximum Cracking Rate):** Includes fields for maximum cracking rate (天), maximum opening rate (%, 天), and length (m).

圖 5.2-1 巨積混凝土專家系統

參考文獻

1. Robert K. Yin (1994) “Case Study Research Design and Methods”, SAGE Publications, 2002/12/24。
2. Stanford University, Kathleen M. Eisenhardt, (1989) “Building Theories from Case Study Research”, The Academy of Management Review Vol. 14, No. 4 (Oct., 1989), pp. 532-550, Published by: Academy of Management。
3. ZHAO Qing-feng, ZENG Sheng (2011), “Application Of Super-Length Concrete Structure Late Poured Band Construction Technique”, http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-JZJI201102007.htm, 最後瀏覽日期：2012 年 8 月 6 日。
4. 湛淵源(1996) , 巨積混凝土施工案例介紹及反思, 技師報於 85 年 11 月 18 日土木日創刊新聞局出版事業登記證局版省報字第 48 號。
5. 一級建造師《建築》講義(2011): 後澆帶的處理。
<http://www.jianshe99.com/new/201102/zh364539306132211021716.shtml>, 最後瀏覽日期：2012 年 6 月 12 日。
6. 吳玉斌, 曹吉(2009), 後澆帶設計淺析及施工應用熱, phoebus9 2009 年第 23 期。
7. 湯兆緯, 顏聰, 林聰邦(2006), 混凝土厚度及飛灰取代水泥量對巨積混凝土水化熱溫升之影響, 中國土木水利工程學刊, 第十八卷, 第一期。
8. 翟延楓(2010), 現澆混凝土結構中後澆帶的施工方法總結
<http://www.reader8.cn/data/20100820/545331.html>, 最後瀏覽日期：2012 年 6 月 5 日。
9. 中國建築安全網(2008), 淺談現澆混凝土結構中後澆帶施工方法, 科技致富導 2012 年第 5 期。

10. 蕭成尧(2009)，钢筋混凝土结构中后浇带设置和施工技术，中华论文网。<http://www.studa.net/Constructs/091210/16163990.html>，最後瀏覽日期：2012年6月12日。
11. 中国混凝土与水泥制品网(2010)，后浇带混凝土浇筑时间间隔，中文科技期刊数据库。
12. 公共工程委員會委託專案研究計畫，中國土木水利工程學會(2005)，建築（含設施）工程施工計畫書，綱要製作手冊研究計畫。
13. 重庆建筑行业认证培训网(2010)，建筑施工中后浇带的介绍
<http://www.building-training.org/newsrs-4780.html>，最後瀏覽日期：2012年6月18日。
14. 论文网(2011)，如何做好现浇混凝土结构的后浇带施工
<http://www.lunwenf.com/jianzhugongcheng/3907.html>，最後瀏覽日期：2012年8月6日。
15. 张辉，张宇，杨松，王宇卿，赵秋晨(2009)，黑龙江省建筑施工专家委员会，关于超长混凝土结构采用加强带取代后浇带的工程实践。
16. 詹穎雯，廖桐柏，林平全，鄭瑞濱，李銘智(2009)，巨積混凝土基礎版專家系統簡介與應用，財團法人中興顧問社中興工程季刊，第104期。
17. 李銘智 (2003)，巨積混凝土版初期溫昇與熱應力分析，國立台灣大學土木工程學研究所碩士論文。
18. 潤弘精密工程(2011)，規劃設計會檢討報告，潤弘工程規劃部。
19. McCarthy(2007)，http://wiki.answers.com/Q/What_is_mat_foundation，最後瀏覽日期：2012年6月11日。
20. 袁昆(2002)，后浇带的应力分析及在大体积混凝土中的应用，西安建筑科技大学碩士論文。
21. 建築物基礎構造設計規範，(內政部 90.10.02 台內營字第 9085629 號函訂

- 定)。
22. 王朝網絡(2006)，http://tc.wangchao.net.cn/bbs/detail_673843.html，最後瀏覽日期：2012年6月11日。
 23. 建设工程教育网(2012)，建筑工程中混凝土后浇带的施工监理，
http://www.21cpm.net/Article/Execution/Supervision/11561_2.html，最後瀏覽日期：2012年6月11日。
 24. 罗夏立(2008)，浅议现浇钢筋混凝土结构中保护层的控制，广西城市建设工程。
 25. 林聰邦(2002)，飛灰取代部分水泥對巨積混凝土水化溫度上升之影響，國立中興大學碩士論文。
 26. 吳思華(1988)，產業政策與中華策略—台灣產業發展歷程，中國經濟企業研究所。
 27. 謝芳君(2009)，營造業差異化策略與競爭優勢之個案研究，國立台灣大學大學土木工程研究所碩士論文。
 28. 王鐵夢，建築物的裂縫控制，科技圖書股份有限公司。
 29. 台灣營建研究院(2005)，巨積混凝土施工裂縫改善計畫。