

國立交通大學

土木工程學系
碩士論文

建築工程施工界面問題知識庫之建立

Establishment of Construction Interface Problems Knowledge base for
Building Projects



研究生：莊知軒

指導教授：王維志 博士

中華民國九十五年六月

建築工程施工界面問題知識庫之建立

Establishment of Construction Interface Problems Knowledge base for
Building Projects

研究生：莊知軒

Student : Chih-Hsuan Chuang

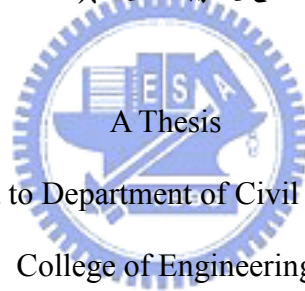
指導教授：王維志

Advisor : Wei-Chih Wang

國立交通大學

土木工程學系

碩士論文



Submitted to Department of Civil Engineering

College of Engineering

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

In

Civil Engineering

June 2006

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十五年六月

建築工程施工界面問題知識庫之建立

研究生：莊知軒

指導教授：王維志 博士

國立交通大學土木工程學系（研究所）碩士班

摘要

施工階段的界面問題往往會忠實反應出設計階段無法有效整合各包商之施工需求，因不同的工法導致即使相同位置的界面問題解決方式也有所不同，且施工界面問題之解決方法目前多採見招拆招的方式來解決，需要長時間的累積經驗才能對界面問題有較整體性的概念。對於初次接觸施工界面問題的在學學生或是新進工程人員，缺乏系統性、有效的方式認識界面問題，造成面對施工界面問題見樹不見林。

為了解決目前施工界面分類方式無法讓學習者能快速了解該施工界面問題常發生於建物何處位置，以何種型式發生衝突，故本研究利用示意圖形、施工照片佐以界面注意事項之方式，使閱讀者快速進入該界面事件情境中，藉以體會該界面問題之相關資訊，並以階層性分類方式做為知識庫的基礎架構對施工界面問題進行收集與各典型施工單元典型之界面問題之案例展示，並探討施工界面問題之建議解決方式。建立一知識庫作為新進工程人員於施工階段之教育訓練之用，或針對學生於施工學相關課程教育之用。

關鍵詞： 界面、案例問題、知識庫

Establishment of Construction Interface Problems Knowledge base for Building Projects

Student : Chih-Hsuan Chuang

Advisor : Wei-Chih Wang

Department of Civil Engineering
National Chiao Tung University

Abstract

Construction interface problems often arise if design drawings are not integrated in details or construction sequences are not planned properly. Different construction ways lead to different interface problem. The solutions to constructional interface problems vary by cases and are experienced-based. Existy studies do not provide sufficient systematically support examples to have better understand of construction interface problems and their corresponding solutions. Hence, this investigation intends to capture knowledge related to construction interface prblems based on a variety of practiced examples. The knowledge of interface prblems is represented by the features (such as Actual, Extended, Functional, Temporal, Future and Constructability). The results of this work can contribute to both education and theory in construction interface concept.

Key Words : Construcion interface, Case study, knowledge base

致謝

感謝老師 王維志教授於研究所求學期間費心指導，使本論文得以順利完成，除了在論文研究、專業知識上的教誨及指導，幫助學生突破研究的瓶頸及獲得學識的增長，在求學的方法及平常待人處世的態度上也給予學生許多深刻的啟發，讓學生得以在研究所兩年的求學過程中更加成長、茁壯，在此致上最誠摯的敬意及感謝。

同時也要感謝 曾仁杰老師、黃玉霖老師及黃世昌老師於校內論文審查時的要求及建議，口試委員 郭斯傑老師、老師及黃世昌老師在論文口試期間撥冗審閱本論文且提供許多寶貴的意見及建議，使本論文得以更加完善，在此同樣致上深深的謝意。

感謝潘冀聯合建築師事務所 黃永斌協理、劉俊龍副理、蔡政穎主任、及賴仁達學長，互助營造 林祺鈺工程師等專家在論文相關訪談及資料取得過程中不吝協助，在此致上感謝。

感謝博士班學長 宇亭學長、正章學長在碩士兩年過程中給予研究上的協助與經驗分享。水田六人組起輝、姜辰、聖賢、培浚、紹華，同窗好友汎儀、志仁、煥雲、景翔、華偉、家豪、俊男與學弟妹等及騙我來唸研究所的同袍好友濬明、尹笙、志隆，因為有了你們，讓我在枯燥乏味的論文撰寫中，有走下去的力量。

更要感謝一路走來忍受我心情轉變、喜怒無常的 Yoshino，因為你的當頭棒喝或是細心照顧，一切的支持讓我在研究所這兩年從不懷疑且充滿信心，謝謝你。

感謝爸媽的照顧及家人的關心，願意在我退伍後還支持我繼續進修，謝謝你們。

莊知軒 2006.6

目錄

摘要	I
Abstract	II
致謝	III
目錄	IV
表目錄	VII
圖目錄	IX
第 1 章 緒論	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究問題	1
1.3 研究目的	2
1.4 研究範圍與限制	2
1.5 研究方法	3
1.6 研究流程	4
1.7 研究架構	5
第 2 章 實務現況回顧	7
2.1 界面問題現況	7
2.2 台北捷運界面管理回顧	9
2.2.1 相關文獻回顧	9
2.2.2 台北捷運界面協調作為	15
2.3 小結	19
第 3 章 其它文獻回顧	21
3.1 界面之定義	21
3.2 界面問題產生之位置	22
3.3 界面問題之分類	23
3.4 界面之表達方式	30
3.5 小結	31
第 4 章 本研究之界面表達方式	45
4.1 界面單元	45

4.2	界面單元特性	49
4.3	界面干擾類型	54
4.4	施工界面問題表單	56
4.4.1	問題性質表單	56
4.4.2	案例表單	57
4.5	流程圖	60
4.6	小結	65
第 5 章	施工界面問題知識庫	67
5.1	各單元施工界面問題	67
5.2	柱牆版單元界面問題	72
5.2.1	柱牆版單元界面問題(編號柱牆版 1、柱牆版 2、柱牆版 3)	73
5.2.2	柱牆版單元界面問題(柱牆版 4)	76
5.2.3	柱牆版單元界面問題(編號柱牆版 5)	78
5.2.4	柱牆版單元界面問題(編號柱牆版 6)	80
5.2.5	柱牆版單元界面問題(編號柱牆版 7)	82
5.2.6	柱牆版單元界面問題(編號柱牆版 8)	85
5.2.7	柱牆版單元界面問題(編號柱牆版 9)	88
5.2.8	小結	92
5.3	天花以上空間單元界面問題	93
5.3.1	天花以上空間單元界面問題(編號天花以上 1、天花以上 2)	94
5.3.2	天花以上空間單元界面問題(編號天花以上 3)	99
5.3.3	天花以上空間單元界面問題(編號天花以上 4)	103
5.3.4	天花以上空間單元界面問題(編號天花以上 5、天花以上 6)	107
5.3.5	天花以上空間單元界面問題(編號天花以上 7)	110
5.3.6	天花以上空間單元界面問題(編號天花以上 8)	113
5.3.7	天花以上空間單元界面問題(編號天花以上 9)	115
5.3.8	小結	118
5.4	天花單元界面問題	119
5.4.1	天花單元界面問題(編號天花 1、天花 2)	120
5.4.2	天花單元界面問題(編號天花 3)	124
5.4.3	天花單元界面問題(編號天花 4)	127
5.4.4	天花單元界面問題(編號天花 5)	130
5.4.5	小結	134
5.5	隔間牆單元界面問題	135
5.5.1	溼式隔間牆單元界面問題	135

5.5.1.1.	溼式隔間牆單元界面問題(編號溼隔牆 1、溼隔牆 2)	136
5.5.1.2.	溼式隔間牆單元界面問題(編號溼隔牆 3、溼隔牆 4)	137
5.5.1.3.	溼式隔間牆單元界面問題(編號溼隔牆 5、溼隔牆 6)	140
5.5.1.4.	溼式隔間牆單元界面問題(編號溼隔牆 7)	143
5.5.2	乾式隔間牆單元界面問題	145
5.5.2.1.	乾式隔間牆單元界面問題(編號乾隔牆 1、乾隔牆 2)	146
5.5.2.2.	乾式隔間牆單元界面問題(編號乾隔牆 3)	147
5.5.2.3.	乾式隔間牆單元界面問題(編號乾隔牆 4)	149
5.5.2.4.	乾式隔間牆單元界面問題(編號乾隔牆 5)	151
5.5.2.5.	乾式隔間牆單元界面問題(編號乾隔牆 6)	154
5.5.3	小結	156
5.6	高架地板單元界面問題	157
5.6.1	高架地板單元界面問題(編號高架地 1)	158
5.6.2	高架地板單元界面問題(編號高架地 2)	159
5.6.3	高架地板單元界面問題(編號高架地 3)	161
5.6.4	高架地板單元界面問題(編號高架地 4、高架地 5)	163
5.6.5	小結	165
5.7	功能性空間界面問題	166
5.7.1	功能性空間界面問題(編號功能空間 1)	167
5.7.2	功能性空間界面問題(編號功能空間 2)	169
5.7.3	功能性空間界面問題(編號功能空間 3)	172
5.7.4	功能性空間界面問題(編號功能空間 4)	175
5.7.5	小結	177
第 6 章	結論與建議	179
6.1	結論	179
6.2	後續研究之建議	180
參考文獻		i
附錄 A-口試委員問題回應		vi

表目錄

表 2-1 捷運相關研究整理.....	10
表 2-2 台北捷運局工程界面的整合方法.....	11
表 2-3 捷運機電工程界面管理.....	12
表 2-4 捷運界面協調方法.....	14
表 2-5 台北捷運淡水線界面協調作為.....	15
表 3-1 界面之定義.....	21
表 3.2 界面分類之意義.....	25
表 3.3 界面元件分類表.....	26
表 3.4 侵略元件之分類及典型之範例.....	26
表 3.5 包容元件之分類及典型之範例.....	27
表 3.6 整體界面元件之分類及典型之範例.....	28
表 3.7 整體侵略元件之分類及典型之範例.....	28
表 3.8 整體包容元件之分類及典型之範例.....	28
表 3.9 界面文獻彙整比較表.....	32
表 3.10 施工界面文獻彙整比較表.....	39
表 3.11 MEP 與本研究的比較.....	41
表 3.12 建築工程機電系統施工界面整合之探討與本研究的比較.....	42
表 3.13 高層集合住宅與設備界面之整合與本研究的比較.....	43
表 4.1 界面事件歸納表.....	45
表 4.2 各單元特性比較表.....	53
表 4.3 局部界面元件界面作用、次作用表.....	54
表 4.4 問題性質表單欄位內容.....	56
表 4.5 案例表單欄位內容.....	57
表 4.7 問題性質表單.....	59
表 4.8 案例表單.....	59
表 5.1.1 界面問題總表.....	68
表 5.2.1 柱牆版單元界面問題總表.....	72
表 5.2.2 柱牆版單元界面問題(柱牆版 1、柱牆版 2、柱牆版 3).....	73
表 5.2.3 柱牆版單元界面問題(柱牆版 4).....	76
表 5.2.4 柱牆版單元界面問題(柱牆版 5).....	78
表 5.2.5 柱牆版單元界面問題(柱牆版 6).....	80
表 5.2.6 柱牆版單元界面問題(柱牆版 7).....	82
表 5.2.7 柱牆版單元界面問題(柱牆版 8).....	85
表 5.2.8 柱牆版單元界面問題(柱牆版 9).....	88
表 5.3.1 天花以上空間單元界面問題總表.....	93
表 5.3.2 天花以上空間單元界面問題(天花以上 1、天花以上 2).....	94

表 5.3.3 天花以上空間單元界面問題(天花以上 3).....	99
表 5.3.4 天花以上空間單元界面問題(天花以上 4).....	103
表 5.3.5 天花以上空間單元界面問題(天花以上 5、天花以上 6).....	107
表 5.3.6 天花以上空間單元界面問題(天花以上 7).....	110
表 5.3.7 天花以上空間單元界面問題(天花以上 8).....	113
表 5.3.8 天花以上空間單元界面問題(天花以上 9).....	115
表 5.4.1 天花單元界面問題總表	119
表 5.4.2 天花單元界面問題(天花 1、天花 2).....	120
表 5.4.3 送風口型式	123
表 5.4.4 天花單元界面問題(天花 3).....	124
表 5.4.5 天花單元界面問題(天花 4).....	127
表 5.4.6 天花單元界面問題(天花 5).....	130
表 5.5.1.1 溼式隔間牆單元界面問題總表	135
表 5.5.1.2 溼式隔間牆單元界面問題(溼隔牆 1、溼隔牆 2).....	136
表 5.5.1.3 溼式隔間牆單元界面問題(溼隔牆 3、溼隔牆 4).....	137
表 5.5.1.4 溼式隔間牆單元界面問題(溼隔牆 5、溼隔牆 6).....	140
表 5.5.1.5 溼式隔間牆單元界面問題(溼隔牆 7).....	143
表 5.5.2.1 乾式隔間牆單元界面問題總表	145
表 5.5.2.2 乾式隔間牆單元界面問題(乾隔牆 1、乾隔牆 2).....	146
表 5.5.2.3 乾式隔間牆單元界面問題(乾隔牆 3).....	147
表 5.5.2.4 乾式隔間牆單元界面問題(乾隔牆 4).....	149
表 5.5.2.5 乾式隔間牆單元界面問題(乾隔牆 5).....	151
表 5.5.2.6 乾式隔間牆單元界面問題(乾隔牆 6).....	154
表 5.6.1 高架地板單元界面問題總表	157
表 5.6.2 高架地板單元界面問題(高架地 1).....	158
表 5.6.3 高架地板單元界面問題(高架地 2).....	159
表 5.6.4 高架地板單元界面問題(高架地 3).....	161
表 5.6.5 高架地板單元界面問題(高架地 4、高架地 5).....	163
表 5.7.1 功能性空間界面總表	166
表 5.7.2 功能性空間界面問題(功能空間 1).....	167
表 5.7.3 功能性空間界面問題(功能空間 2).....	169
表 5.7.4 功能性空間界面問題(功能空間 3).....	172
表 5.7.5 功能性空間界面問題(功能空間 4).....	175

圖目錄

圖 1.1 研究範圍	3
圖 1.2 研究流程	5
圖 2.1 目前所負責工程之界面問題是否嚴重	8
圖 2.2 工程興建期間各階段界面問題浮現可能性	8
圖 3.1 界面分類	24
圖 3.2 界面元件分類圖	27
圖 3.3 典型界面事件示意圖	29
圖 4.1 柱牆版單元示意圖	49
圖 4.2 天花以上空間單元示意圖	50
圖 4.3 天花單元示意圖	50
圖 4.4 隔間牆單元示意圖	51
圖 4.5 高架地板單元示意圖	52
圖 4.6 功能性空間單元示意圖	52
圖 4.7 標準層柱牆樑版單元施工流程界面分析圖	60
圖 4.8 天花單元施工流程界面分析圖	61
圖 4.9 隔間牆單元施工流程界面分析圖(濕式隔間牆).....	62
圖 4.10 隔間牆單元施工流程界面分析圖(乾式隔間牆).....	63



第1章 緒論

1.1 研究動機

近年來，因工程規模日趨龐大，造成工程分工日漸變細，且各廠商之專業性也隨著科技進步或工法進步而提高，因此產生界面問題的地方也愈來愈多。且為了加快工期，提高使用者滿意度，亦或減少因界面問題增加之成本開支，有效辨識界面問題並解決界面問題，於達成土木工程如期、如質、如算之目標，扮演了舉足輕重的角色。

界面問題普遍存在於目前工程界中，也的確可能會於工程生命週期的各階段發生(王維志，2000)，施工階段的界面問題往往會忠實反應出設計階段無法有效整合各包商之施工需求，因不同的工法導致即使相同位置的界面問題解決方式也有所不同，且界面解決方法目前多採見招拆招的方式來解決，需要長時間的累積經驗才能對界面問題有較整體性的概念。本研究擬收集常見施工界面問題且加以分類歸納，並提供建議解決方法，藉此讓面對施工界面問題的工程師，能進入狀況並解決問題。

1.2 研究問題

目前研究多著眼於設計規劃階段之界面問題整合，鮮少有從基本面施工部份進行討論。界面問題一直存在於工程界中，也不斷被拿出來討論，但是對於初次接觸界面問題的在學學生或是新進工程人員，面對界面問題見樹不見林，並且缺乏有系統、有效的方式認識界面問題，也因此產生以下問題：

➤ 施工界面問題缺乏有效、系統性的分類

目前工程界面相關之書籍或學術研究，界面問題的分類方式多是採取隨著工程生命週期方式來分類歸納(例如從基礎工程、軀幹工程到屋頂工程，最後為裝修工程)，但因界面問題種類繁多，如此分類方式容易使閱讀者或學習者失去焦點，無法得知在各階段何種界面問題是可以避免的，又何種界面問題是最重要的。

➤ 缺乏從施工面切入解決界面問題之討論

現有之研究多從設計階段討論並解決界面問題，利用各工種所需之空間，進行空間限制分析與資源分配，或於繪製施工圖時利用套圖(CSD/SEM)之方式找出界面衝突點，

針對衝突規劃對策，但鮮少有針對施工界面部份進行討論其解決方案。

1.3 研究目的

為了解決前段所述之問題，本研究之研究目的，主要有下列兩點：

- 一、 為了解決目前施工界面分類方式無法讓學習者能快速了解該界面問題常發生於建物何處位置，以何種型式發生衝突，故本研究擬參考過往文獻研究之界面問題分類方式，建構本研究之施工界面問題分類架構，並利用圖形、施工照片佐以界面注意事項之方式，使閱讀者能了解該界面問題之相關資訊。
- 二、 為解決目前界面研究與討論多從設計階段著手，本研究擬針對各施工單元典型之界面問題作案例展示，並探討施工界面問題之建議解決方式。

1.4 研究範圍與限制

研究範圍：

- 一、 本研究以一般性 RC 建築為對象作土建與機電、土建與土建、機電與機電典型施工界面之資料收集、問題分類及提供各問題建議可行之解決方式，探討機電設備、管線等與建築、結構之界面衝突點。
- 二、 本研究僅就典型施工界面問題進行施工性、安全性、便利性等討論，因施工界面造成舒適性、經濟性、工程進度等界面問題與因工程分標、工程協調或專案經理處理經驗能力所造成之界面問題則不在本研究範圍。

研究限制：

- 一、 本研究假設在設計階段已完成初步各式圖面等施工界面問題之衝突排除，而僅就單純之現場施工界面問題進行討論。
- 二、 因案例收集對象、訪談對象皆為某一建築師事務所，所以該事務所承攬之業務性質相同或該事務所之工程師等經歷背景相同，因此可能造成施工界面問題之收集產生盲點，

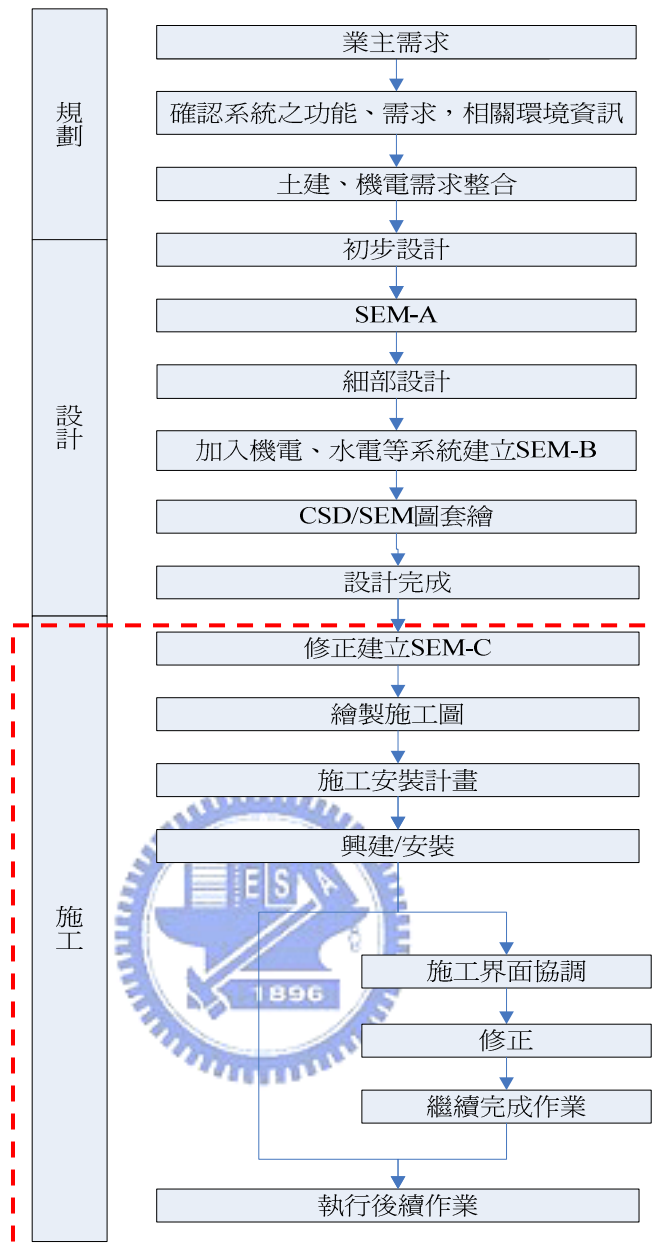


圖 1.1 研究範圍(參考賴銘利，2005)

1.5 研究方法

為了達到上述之研究目的，本研究將透過下列方法及步驟進行：

一、確定研究動機、目的、範圍與限制

先就傳統土建與機電設備之界面問題資料收集與了解，進而確定研究動機，並就目前研究討論缺乏之部份思考研究目的，

二、文獻回顧

本研究蒐集相關書籍、期刊、報告等資料，彙整歸納相關界面問題，並從過往研究整理適合界面問題分類之方式。

三、實務案例及專家訪談

藉由案例收集與工地實際資料收集(照片、相關文件)，以了解界面問題於施工階段時發生之情形，以及訪談實務界現場施工人員，整理各種界面問題之解決方式。

四、歸納整理

歸納現有之學術研究界面問題分類方式及工地現場實際界面問題類型，並加以適當之連接。

五、案例研究

透過實際案例來說明研究成果之實際施工界面事件處理情形及注意事項。

1.6 研究流程

圖 1.2 所示為本研究之流程進行，首先確立研究方向為「工程施工界面問題」後，再收集目前有關土建與土建、土建與機電、機電與機電之施工界面實務案例或文獻，了解現階段研究或實務於此部份有何結論，與有何缺乏之處，且以工程施工界面問題之收集整理與解決問題之方式加以彙整，做為本研究之目的，希冀能做為初次接觸工程界面之工程師之學習資料並提供各種典型界面問題之建議解決方法。

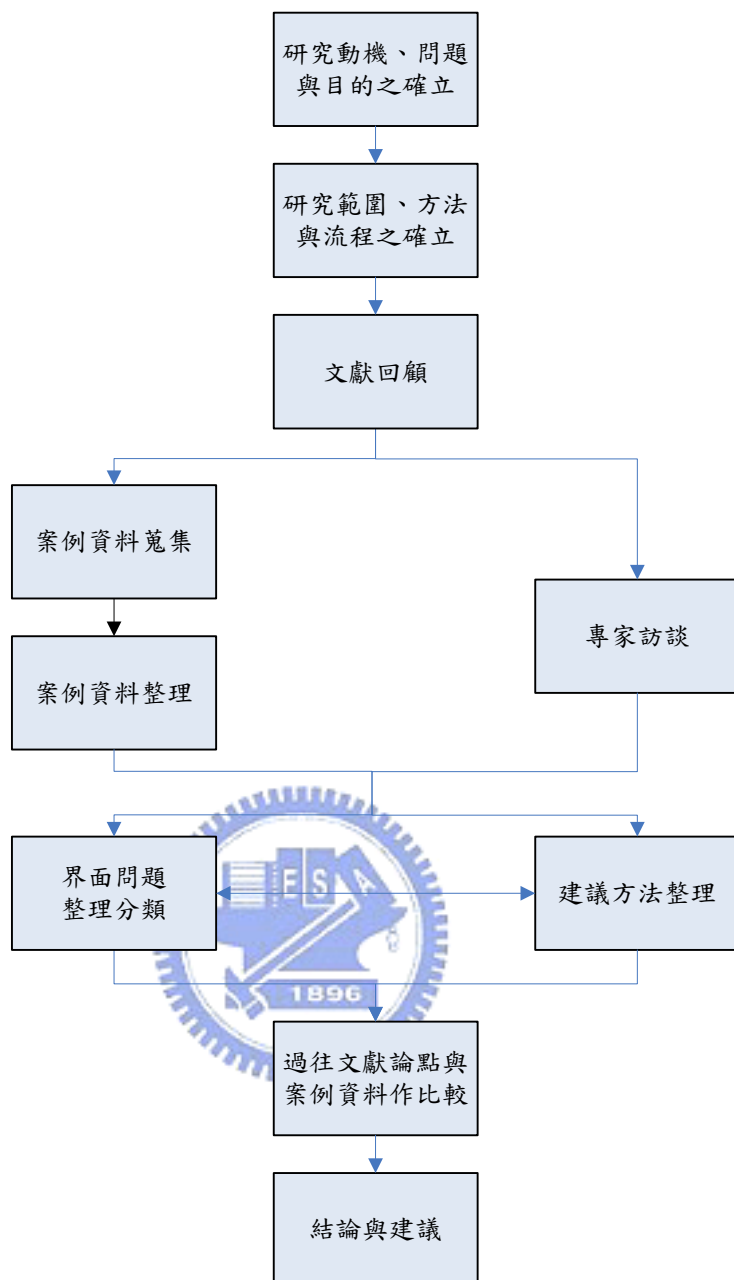


圖 1.2 研究流程

1.7 研究架構

本研究論文共分為六章，各章內容敘述如下：

第一章 緒論

說明本研究之研究動機、目的、方法與流程。

第二章 實務現況回顧

透過本章了解目前實務現況對於工程界面之處理方式，並對各文獻進行探討。

第三章 其他文獻回顧

蒐集有關過往工程界面研究之相關文獻，以了解工程界面之定義、分類，對各相關文獻作探討並研討相關課題。

第四章 本研究之界面表達模式

利用本章介紹本研究所採用之界面問題分類與表達模式。

第五章 施工界面知識庫

說明該部份土建與機電施工界面之分類及透過實際案例資料呈現界面問題，並探討該問題之建議解決方法。

第六章 結論與建議

結論本研究之初步結果，並提供相關建議予後續研究參考者。



第2章 實務現況回顧

本章先就界面問題現況作一探討，且以台北捷運之界面管理之相關技術及管理流程為對象，進行文獻整理，以了解目前實務上在進行界面管理的操作情形。

2.1 界面問題現況

賴宇亭君於民 89 年其為國科會研究計畫—「考慮工程界面之新進度網圖模式」(王維志, 2000)所作之研究中，針對國內某一公共工程施工品質管理訓練班進行問卷調查，其學員多為現任之工地主任、建築師監造、現場工程師等身處現場第一線之管理人員，對施工現場之界面影響皆有一定程度之瞭解。而此問卷之設計目標有四，主要為瞭解：

- (1) 界面問題是否普遍存在於建築工程計畫中
- (2) 分標之多寡對界面問題之影響
- (3) 工程興建期間各階段界面問題浮現之可能性
- (4) 建築工程中界面問題最嚴重之工程類別

本次問卷調查總計共發出 240 份問卷，回收 135 份問卷，回收率為 56.25%，經篩選後，得到有效問卷 109 份。而其中，以第一項和第三項之調查問題和本研究最為相關，茲將其結果分析節錄如次：

一、界面問題是否普遍存在於建築工程計畫中？

問卷內將界面問題之存在程度區分成 0~9 十個量級，0 代表界面問題不存在，1 代表界面問題存在但非常不嚴重，9 代表界面問題存在且非常嚴重。茲將問卷結果整理如圖 2.1 所示。而由圖 2.1 可得知，受訪者中，對目前所負責工程之界面問題之嚴重性，有 31 人 (27.93%) 認為不嚴重，44 人 (39.64%) 認為普通，而有 36 人 (32.43%) 認為嚴重，各約佔三分之一。但經細察問卷後面之文字回函和初步訪談，發現似乎實務界已有將界面問題視為必然發生現象之趨勢，故此數據應有低估之可能。而在此情形下，仍只有約三分之一的受訪者認為界面問題不嚴重，不難推知現況中之界面問題是十分普遍且影響不小。

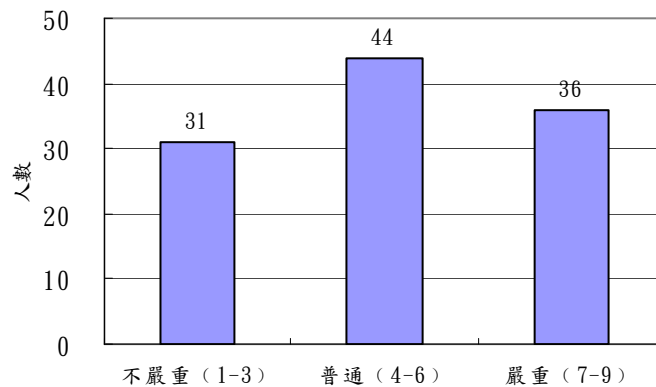


圖 2.1 目前所負責工程之界面問題是否嚴重 (王維志, 2000)

二、工程興建期間各階段界面問題浮現之可能性?

茲將整個工程生命週期分為綜合規劃、初步設計、細部設計、施工規劃、結構施工、設備安裝、設備試車、完工驗收等八個階段，請受訪者分別勾選各階段界面問題浮現之可能性，而所得之數據整理如圖 2-2 所示。而由此圖可知，綜合規劃及初步設計階段，受訪者認為界面問題浮現之機會並不大，而隨著工程逐漸進展，從細部設計、施工規劃、結構施工到設備安裝，界面問題浮現之可能性亦隨之有逐漸升高，尤其是施工規劃、結構施工及設備安裝等三個實際施工階段，有 45%~55% 之受訪者認為有很高的機會發生界面問題。故可知，施工階段之界面問題相對於工程興建期間其他各階段而言，有顯著較高之傾向，因此，尋找並解決施工界面問題，對營建管理領域，著實重要。

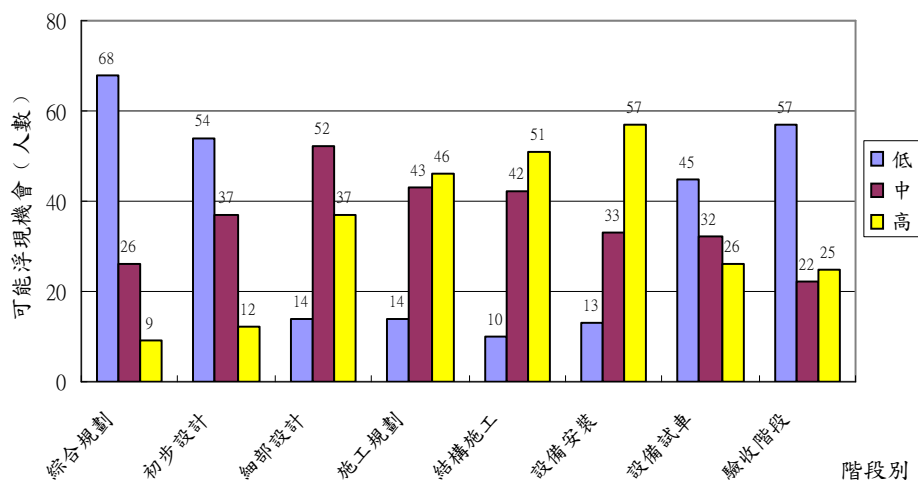


圖 2.2 工程興建期間各階段界面問題浮現可能性 (王維志, 2000)

由以上可知對於具有實務經驗的工程師而言，界面問題的確普遍存於目前工程界中，施工階段為工程生命週期的各階段中，為最為容易發生界面問題之階段。因此，為有效降低界面問題與界面問題可能造成之影響，需能掌握並了解界面問題之型態、發生位置及時間點。

2.2 台北捷運界面管理回顧

因台北捷運各路線完工後，相關文獻對於捷運工程特有之機電與土建界面整合與管理方法多有發表，以下先就過往與捷運管理相關文獻進行回顧及整理，與以捷運淡水線為例，說明討論於捷運工程生命週期中各個階段在界面管理上的一些主要應注意事項。

2.2.1 相關文獻回顧

由表 2-1 可知，過往文獻對於捷運工程之界面問題多有研究，且有關捷運工程界面管理之部份，多以捷運機電系統為切入點。



表 2-1 捷運相關研究整理(整理自賴銘利，2005)

作者	文獻	時間	摘要
黎煥霖	界面協調在淡水線捷運工程的實際作為	1994	<ul style="list-style-type: none"> ● 依工程生命週期說明淡水線捷運工程之界面協調實際作為。 ● 綜合說明界面協調機制主要分為會議、審查流程、書信往來及圖面協調等方法。這些方法具有制度、活動、資料及人員等四個基本要件。
張辰秋	捷運工程設備整合之探討	1997	針對捷運工程設備整合做一探討，分別由設備之界面、界面整合時程及界面整合之重要問題等方面討論。
林陵三、蕭永豐	台北捷運系統機電工程界面概述與整合	1999	介紹台北都會區大眾捷運系統各機電工程，以供深入瞭解各機電工程相互間之界面種類，及台北捷運對工程界面的整合方法。
裴文正	捷運工程界面整合管理	2000	<ul style="list-style-type: none"> ● 界面協調不良實例。 ● 將界面作業分為：釐訂、分工、設計、施工、測試等五階段。
張兆麟	捷運專案計畫施工管理	2000	<ul style="list-style-type: none"> ● 說明台北捷運之計畫特性及發包方式之影響。 ● 說明土木/建築/機電 施工特性以利整合協調。 ● 將界面整合管理分為時程、界面項目及界面作業三個部份。
張辰秋	捷運機電系統工程時程控制與管理技術	2000	捷運機電工程界面管理可分為： <ol style="list-style-type: none"> 1. 內部界面：機電工程與土建工作的互動以及水電／環控之配合。 2. 外部界面：機電工程與捷運公司模擬演練的互動、危機處理與安全管制。
簡哲宏	台北捷運淡水線「軌道工程介面」探討	—	<ul style="list-style-type: none"> ● 軌道界面之問題描述。 ● 淡水線設計、施工階段界面協調方法。
葉展青	捷運核心機電系統	2001	就捷運電聯車操作、運轉的關聯性予以界定捷運核心機電系統與捷運核心機電系統之系統整合部份。
賴榮吉、謝宇珩	捷運工程因工期展延衍生公平調整合約金額探討	2002	<ul style="list-style-type: none"> ● 規劃、設計、施工各階段可掌握及不可抗拒之因素。 ● 各階段業主及廠商應注意事項。 ● 工期展延須付出之成本。

林陵三等(1999)介紹台北都會區大眾捷運系統各機電工程可分為(1)電聯車 EMU、(2)號誌系統 Signaling、(3)供電系統 Power Supply、(4)通訊系統 Communication、(5)電扶梯及電梯 Escalator and Elevator、(6)自動收費系統 Automatic Fare Collection, AFC、(7)環控系統 Environmental Control System, ECS、(8)機廠設施及工作車 Depot & Workshop Equipment and Service Locomotive、(9)車站及隧道工程 Station & Tunnel Services 等九大系統。

文中提到：「界面的形成來自兩關連標間之功能依存或實體安排之相互配合需求，屬於本質性的需求，故可稱為“本質性”界面」，而「界面之處理，需關連的兩承包商及業主之相關單位，各盡其權利義務，在適當時機，依據既定程序及規定進行。因此，若涉及合約、法規、時程及組織，這些都是因處理界面需要而衍生相互配合需求，可稱為“衍生性”界面」。本質性界面分為，第一類為依處理時所涉技術之不同，再分為(1)功能界面(functional interface)-基於設備之軟體功能需求所形成之相互協定事項，(2)實體界面(physical interface)-設備之間組裝協定，或設備於所在環境中之運作空間需求與安排；第二類為依工程別之不同，再分為(3)機機界面(systemwide E&M interface)-泛指機電標之間所應進行之界面協調事項，包含全部之功能界面，與少數設備組裝的實體界面，(4)機土界面(systemwide civil interface)-泛指機電標所需要土建標之設計、施工存有之實體安排工序之協調事項，全數為實體界面以供深入瞭解各機電工程相互間之界面種類，並說明台北捷運局對工程界面的整合方法，如表 2-2 所示。

表 2-2 台北捷運局工程界面的整合方法(賴銘利，2005)

	機土界面	機機界面
定義	機電標所需與土建標之設計、施工存有之實體安排關係之協調事項。	機電標之間所應進行之界面協調事項，包含全部之功能界面與少數的設備組裝的實體界面。
基本規劃	(1) 彙整土建設計單位及其他單位之基本需求。 (2) 委約圖說中的界面規劃。 (3) 細部設計顧問服務合約草案中之界面工作規定。	技術規範中的界面規劃及界面事項訂定

細部設計	(1) 細部設計顧問設計文件之送審及審查。 (2) 機電承商使用土建圖說確認並修正設定單位之預估需求	(1) 召開機電界面管制會議， (2) 界面控制文件 ICD 送審及審查。 (3) 系統整合測試程序之送審及審查。
施工	(1) 依界面需求管制程序召開施工安裝計畫及施工安裝計畫會議。 (2) 施工界面圖說請機電承商確認或修正。 (3) 混凝土澆注前檢驗。 (4) 機電標設備進場安裝事項協調。	參與系統界面整合測試作業。

張辰秋(2000)說明捷運機電系統工程為一功能性工程，偏重技術面工作，有順序性及系統連貫性，係土建工程的下流工作，依賴土建工程提供良好的工作環境，工作內容較土建工作細緻、精密，具備多元技術並且工程界面繁雜的特點。並將捷運機電工程界面管理分為內部界面及外部界面，內部界面包括機電工程與土建工作的互動及水電／環控之配合，而外部界面則包括機電工程與捷運公司模擬演練的互動、危機處理及安全管制，如表 2-3 所示。

表 2-3 捷運機電工程界面管理(賴銘利，2005)

機電工程 界面	主要考量	說明
內部界面	機電工程與土建工作的互動	捷運建設初期以土建為主，機電為輔，機電工程管線的佈設，設備位置的安排，進場時機及工作環境的配合，均仰賴土建藉由 SEM/CSD 圖說，CIP 會議做適當的處理；機電工程進場後，高壓供電前，土建與機電角色逐漸易位，三軌送電後改由機電為主，土建為輔。
	水電／環控之配合	主要包括低壓供電、提供機房接地銅排、提供不斷電系統、啟動機房抽排風、啟動空調以及緊急發電機測試等。這些工作看似簡單，實際運作時，卻伴隨大量的界面協調。


外部界面	機電工程與捷運公司 模擬演練的互動	讓捷運公司充分了解工程進度及預定通車時程，以利期規劃人力安排訓練，而模擬演練的時機、時段以及所需要的設備，均應先行溝通配合。提供的協助至少包含人員訓練、人力支援、安全管制、設備使用及演練時程安排。
	危機處理	危機處理的管理，機電工程須經測試來驗證其品質與效能，過程難免產生瑕疵，首先必須有一指揮處理中心對所有的界面以一致的處理原則及步調，做好協調及資料提供適宜。
	安全管制	機電工程到了測試階段尤其重視安全的管制，在工作區段管制上，系統整合工務所(CFO)是最重要的角色，另外也必須考慮捷運公司路權範圍之管制區，再加上其他進入管制區之承商注意其工作區段之月台及軌道沿線之安全。

裴文正(2000) 針對整體施工界面管理，將界面作業階段分為(1)「釐定」：藉由訂定設備功能特性釐定界面，並以「標」為主體；(2)「分工」：界定關連設備所應提供、獲得以及共同參與的事項；(3)「設計」：在細部設計階段，對於存在著界面的關連設備，就所需的詳細協定內容進行書面確認；(4)「施工」：依據界面設計的協定資料，確定設備的完整功能、實體特性，再予生產、施工、安裝及(5)「測試」：測試界面作業的作業情形，等五個階段。

黎煥霖(1994)以淡水線捷運工程為例，說明其在界面協調依生命週期各階段的實際作為，並歸納出主要協調制度為會議、審查流程、書信往來及圖面協調四大類，而每一種協調工具都具有(1)協調所依循的制度(institution)、(2)協調的活動(activities)、(3)協調的資料(material)及(4)參與協調的人員(participant)等四個基本要件。

而捷運工程在為了有效管理如此龐大且複雜的界面問題，針對界面的整合上至今發展了幾項重要的協調方法，也隨著工程的完工及各種技術研討會及期刊陸續發表出來，如表 2-4 所示。

表 2-4 捷運界面協調方法(賴銘利，2005)

協調方法	方法及功能	
SEM 圖 結構機電整合 界面圖	Structural Electrical Mechanical Drawings	Category-A：細部設計前之基本資料。
	於行控中心、車站、機廠或隧道內，土建工程為配合機電系統安裝，並考量結構安全，綜合整理各關聯承包商所提之意見需求，將其所需的開孔、機座、套管、預埋物件等，彙整歸納入結構設計圖中，提供土木施工之用途。	Category -B：加入水電標及空調標細部設計顧問與機電系統標的需求。
		Category -C：施工階段由各機電承商對 Category -B 進行確認修訂建議綜整而成，提供土建承包商繪製施工圖。
CSD 圖 機電整合界面圖	 <p>Combined Service Drawings 協助配置機電設備及主要管路的位置及檢討設備運搬之動線有無衝突，避免設備管路間的實體界面。CSD 圖係作為施工階段 SEM 圖製作之依據，並供相關承商據以準備各自之施工圖。</p>	
ICD 界面控制文件	<p>Interface Control Document 藉由各類控制表，達到輔助整合界面問題的一種手段。當承包商認為合約內某一項目與其他承商有關時，若無法解決時，就將該項目列為 ICD 文件，在界面會議進行協調。</p>	
CIP 施工界面協調計畫	<p>Coordinated Installation Program 由各個工地的土建承包商主持，處理該工地範圍的界面協調的會議。合理的排定相關承包商的施工時程與施工順序，建立以時間為基礎的 CIP 網圖，合理排定各相關承包商的施工時程與施工順序，使各相關承包商有合理的施工時程，進而防止廠商先做先贏。</p>	

2.2.2 台北捷運界面協調作為

台北捷運淡水線為台北捷運路網中最早動工之高運量路線，因此於工程期間採取之界面問題因應措施與界面整合管理方法對於後續相類似工程具有指標作用，淡水線在整個工程推動期間針對界面問題協調的作為如表 2-5 所示。

表 2-5 台北捷運淡水線界面協調作為(賴銘利，2005)

生命週期	目的	協調動作	內容
規劃階段	定義系統需求、條件及執行方式。	會議、書面及非書面之資訊溝通。	<ol style="list-style-type: none"> (1) 機電系統選擇及整合。 (2) 路權取得。 (3) 社經資料取得。
設計階段	定義界面責任及協調工具，作為施工之依據。	TARF 及 CMDR 審查	<ol style="list-style-type: none"> (1) 設計主管單位收到設計顧問設計之文件後，送給相關單位審查並提供意見。
		審查會	<ol style="list-style-type: none"> (1) 某些特殊文件或特殊條文之審查，主辦單位會召開會議請各單位來討論以解決問題。
		CSD/SEM 圖說	<ol style="list-style-type: none"> (1) 機電包商將機電系統所需之牆面開孔、預埋管健、地板開孔或套管等需求藉此圖說告知土木包商。 (2) CSD/SEM 圖說又分為三類，SEM-A 為細部設計前之基本資料，SEM-B 為加入水電標及空調標細部設計顧問與機電系統標的需求，SEM-C 為由各機電承商確認需求後定版。 (3) 而土木承包商將依照 SEM-C 之需求施作。

		<p>界面事項規定</p>	<p>(1) 設計單位在製作合約時必須負責編寫各項界面規定，除了有專門的章節說明外也會在合約適當的部份列出相關條文。</p>
		<p>進場時刻、條件</p>	<p>(1) 於合約中訂出機電標進入工地施作之條件及日期。 (2) 機電標稱之為進場日期(access dates)，土木合約中稱為進場里程碑(guaranteed milestone)。唯進場條件之認定尚需在施工階段進行界面協調加以修正。</p>
		<p>設計協調</p> 	<p>(1) 由於土木、建築、水電、空調等方面的合約，是先由細部設計顧問完成設計以後再發包，因此除了在設計準則上會規定一些界面事項以外，細部設計顧問之間也會依實際的需要進行某些協調工作。</p>
<p>施工階段</p>	<p>(1) 解決實際發生的界面問題。 (2) 依合約管理架構進行各單位的協調工作。</p>	<p>機電界面會議 (Interface meeting)</p>	<p>(1) 由系統工程處主辦，依合約不同及界面關係而有不同的會議，參加的單位包含承包商、工務所及設計單位之相關人員。 (2) 討論的內容除各合約之界面項目外，各單位在工作中發現必須協調之項目亦可在會議中提案討論。此會議約一個月召開一次。</p>
		<p>界面管制文件 (ICD, Interface Control Documents/Drawings)</p>	<p>(1) 當某承商認為合約內某一項目與其他承商有關係時，就主動將該項目之文件列為 ICD 文件，送該相關承商審查。 (2) 若相關承商有意見則利用界面會議進行協調，若沒有問題，則在該文件上簽名後退還原承商做為雙方處理該界面之依據。</p>

		CSD/SEM 圖說	<p>(1) 施工階段的 CSD/SEM 圖主要工作在於確認及完成 SEM-C 之需求審查。</p> <p>(2) 機電承商的需求如果還有衝突則必須先協調解決，才能成為定版圖，交給土建承商去施作。</p>
		CIP/ECIP 會議	<p>(1) CIP(Coordinated Installation Program)會議是由各個工地的土建承包商主持，處理該工地範圍之界面協調的會議。</p> <p>(2) 通常每個工地大約只涵蓋土木承商所負責的幾個車站，每個月召開一次，出席代表包括各合約的承商代表及工務所代表。</p> <p>(3) 早期某些發包合約中此會議是由土木的監造工務所主持成為 ECIP(Engineers' Coordinated Installation Program)。</p>
		 <p>CIP/ECIP 網圖</p>	<p>(1) 每個 CIP 會議關聯承商，必須提出自己的安裝計畫，交給土木承商，再由土木承商綜合整理一份總的安裝計劃或時程，此文件即為 CIP 網圖。</p> <p>(2) 若由土木監造工務所製作，則稱為 ECIP 網圖。</p>
		三月/四週預定進度報表	<p>(1) 除 CIP 網圖外，土木承包商必須預告其工作進度給關連承商，以便關連承商配合。此進度預告資料稱為 Rolling Schedule，分為三個月預訂進度表及四週預定進度表。</p>

		<p>水泥澆置單</p>	<p>(1) 水泥澆置乃土木工程之重要關鍵，在打水前必須檢查關連廠商的預埋管、開孔等需求是不是正確處理了。</p> <p>(2) 通常土木承商在水泥澆置以前必須先申請土木工務所的許可，土木的監造工務所則會要求關連承商先確認無誤以後，才會准許土木承商澆置水泥。</p>
		<p>進場條件</p>	<p>(1) 一般在合約階段對於所謂的進場條件並沒有明確而完整的定義，因此必須在施工階段進行協調。</p> <p>(2) 並規定在土建標的里程碑日期的三個月以前，由各個土建承商召開協調會確認里程碑的認定標準，做為里程碑驗收時依據。</p>
	 <p>機電、土建、軌道界面 協調會報</p>		<p>(1) 施工階段後期，機電工程進入全面施工的高峰，工務處與機工處間的協調業務增加，因此每週召開一次協調會報，其中每兩週由兩個工程處的處長共同主持一次，另一週則由兩個處的副總工程司主持。</p> <p>(2) 由於層級提高，而且每週檢討執行情形，成為最有決策權力的會議，通常稱為「兩處界面會議」。</p>
		<p>安衛協議組織</p>	<p>(1) 各個捷運工地依照安全衛生法的規定必須設立安衛協議組織，專門處理各個承包商間的環境清潔、廢棄物清運、車輛清洗、工地廁所等費用及責任分攤事宜。</p> <p>(2) 其組織架構和 CIP 會議類似，但是參與人員是各個包商的主辦安全衛生的工程師。</p>

2.3 小結

目前實務於界面管理作法多為施工前的圖面進行套繪找出界面衝突點加以整合，或為施工後利用各式控制表單與現場協調會議進行解決界面問題，而以台北捷運為例，多數界面整合動作皆集中在於施工前階段進行，希望能在實際問題發生前，儘量找出界面問題加以解決，以降低該界面問題對工程影響。

但即使如此，界面問題仍對專案工期、品質等有很大的影響，除了工程本質就隱含許多未能於施工前發現之不確定性，於現場施工後發生之界面問題的因應解決方式和界面問題協調處理效率，都與現場工程師之經驗多寡有很大的關係，所以，上述文獻提供許多界面管理之方法，為的就是讓現場界面問題處理方式優劣差異減少，並提高界面問題處理之效率、品質。





第3章 其它文獻回顧

3.1 界面之定義

由表 3-1 可知，過去研究分別對「界面」有不同之定義，賴銘利(2005)提到界面不外乎是「兩個或兩個以上之『單位』間，相互關聯而需協調解決者」。而所謂『單位』可能為承包商、工項、材料，但該『單位』僅構成界面之一面，而『相互關連』之各種不同的互動關係更是造成界面問題難以解決之原因。

表 3-1 界面之定義(整理自賴銘利，2005)

作者	時間	界面定義
王明德	1996	兩個或兩個以上的相關單位在工作上發生衝突（可能是空間上衝突或時間上衝突）或是在權責上發生糾紛之事務。
謝文通	1996	發生在建築與設備產業「交集的領域」中，亟待整合之對象。
鄭國雄	1999	針對特定事情或工程項目，在規劃、設計、施作及使用養護各階段，所牽涉相互關連之其他事情或工作項目。
郭哲明	1999	工作流程中重疊的部份，也就是每一個作業前，考量可能影響作業本身項目及下個作業之先行作業。
戴培達	1999	事物與事物之間所產生相互關聯之事，基於功能性與實體性而須經由協商處理者。
葉宏安	1999	於同一工程下，不同分標廠商或同樣分標廠商下但不同協力廠商間之相互影響面。
顧文翔	2000	兩個或兩個以上的不同廠商在合約、時間或空間等方面有接觸支點，亦即需互相配合之處。
賴宇亭	2000	兩個以上之界面元件在界面點產生之作業。
劉正章	2001	在施工階段中，工作流程中可重疊之部份；也就是在每一個作業內，考量和先行作業間或後續作業間可能相互影響、需協調之一待處理面。
賴銘利	2005	兩個或兩個以上之『單位』間，相互關聯而需協調解決者。

3.2 界面問題產生之位置

工程生命週期的各階段中，界面問題可說是無時無刻發生，戴培達(財團法人台灣營建研究院，結構機電界面圖(CSD/SEM)整合訓練班，2005)提到，以往，總是認為分工合作，是完成一項艱鉅工程的最好方式，但由許多前例來看，分工並非解決完成工作的正面處理方式，反而因其間所產生的界面問題，未妥善處理，將會造成其間之複雜性。而從分標方式來看，有以下界面問題產生之原因：

1. 設計標：由業主於細部設計完成後發包，承包廠商依據設計圖施工，這就是所謂的「設計標」。
2. 功能標：由業主需求與必須達到的功能一一列出，並將規範定好，由承包廠商自行設計、採購、測試，保證品質功能均能夠到業主需求者，稱之為「功能標」。

以捷運工程為例，大致分為兩大領域，就是土建與機電系統而從開始規劃、細部設計到施工、試車運轉等，可以說都是完全分別去進行，其間的溝通、協調若非進行得很密切與配合，則就產生了界面上的問題，而就機土界面的技術層面上，應考慮：

1. 機電設備與土建設施間的組裝協定。
2. 機電設備佈纜路徑需求。
3. 機電設備之空間需求(包括運輸、安裝、操作、維修等)。
4. 機電設備室的需求。
5. 包絡線及其禁侵空間。

以機機界面的技術層面上，應考慮：

1. 同一機電標內次系統間的界面。
2. 同一路線內不同機電標間的界面。
3. 機電設備之空間需求(包括運輸、安裝、操作、維修等)。
4. 延伸線或分段運車時同一機電標但不同承商間系統相容性界面。
5. 不同路線同一機電標但不同承商間的系統相容性。

3.3 界面問題之分類

由於因工程規模日益龐大與各承包商分工日趨專業，因而產生之工程界面問題變化也較以往更為複雜，為有效提高管理之效率，針對諸多界面關係予以適當之分類整理，絕對是界面管理之首要工作。

David R.Riley 等(1995)「Patterns of construction-Space use in multistory building」提到，利用對空間特性如中心作業(core activities)，面作業(floor activities)，邊緣作業(perimeter activities)等，區分工種與施工方式。並將靜置空間區分為堆置區(layout area)，卸貨區(unloading area)，材料動線(material path)，儲存空間(storage area)，人員動線(personnel path)，臨時空間(staging area)，預製空間(prefabricate area)，工作空間(work area)，工具及設備空間(tool & equipment area)，廢棄物空間(debris area)，危險空間(hazard area)，防護空間(protected area)。並將正在施作之空間分為線型(linear)、隨機(random)、水平(horizontal area)、垂直(vertical)、螺旋(spiral)及外構(building face)等，用來作業界面問題發生衝突之相互影響方式，並以此作為界面協調之參考。

ThomasM 等(2003)「Knowledge and reasoning for MEP coordination」提到，針對機電、管線問題將界面問題區分為 Acture(實體性)、Extend(延伸性)、Functional(功能性)、Temporal(暫時性)、Future(後續性)五種分類，並以此邏輯發展 Solution Class，以面對多變之界面問題。

Pavit 及 Gibb(2003)「帷幕牆施工界面管理」一文中提到「專案之決策攸關於界面管理」，認為界面管理可包含(1)連接兩種以上元件，而經過標準化設計、組合性施工可減少之「實體界面」，(2)不同專業包商間應詳予分辨依契約規定各自應負責任以預防之「契約界面」及(3)同時包括互動頻仍之許多不同工種、工班的「組織界面」，設計、施工部門間各項聯繫接觸，需界定清楚應由誰授權辦理。在特殊帷幕牆的建築物外界面，施工界面管理是確實必要的。帷幕牆之外牆版採購作業程序是非常瑣碎的，典型的外牆版系統所繪製的圖面顯示出界面管理的錯綜複雜。文中討論英國政府基金研究專案為外牆版及窗之界面設計及管理發展出標準化策略-CladdISS，其原則包括：流程圖(process maps)，行動方案(action plan)，管理策略(management strategy)，檔案管理(bibliography)及規範(standard)、材料(materials)、維護(maintenance)、接頭(joint)、位移量(movements)及允許誤差(tolerances)等項目。此研究將促使標準化策略發展及避免局部的界面問題在工地發生，同時可以透過專案導引各項界面之管理。

採用 CladdISS 作為改善界面管理的辦法：CladdISS 是一種互動型之唯讀磁碟 (CDROM) 軟體工具，提供外牆版界面之最佳化技術及管理策略，CladdISS 的目標鎖定與建築物外框相關之所有成員，特別是設計者/建築師、承包商/專案經理人、專業外牆承包商及工程師。它建議增加產能、提高品質及減少浪費，並降低在設計、製造、安裝、及生命週期之費用。CladdISS 包括四個步驟：(1)回顧界面管理策略(2)確認外牆版類型及其他建築元件(3)將各界面之剖面加以分類及(4)設計定案前仔細討論各關鍵性的工項。因為施工過程中各項界面持續造成困擾，所以有必要儘早認知及瞭解問題所在。首先，確認界面管理之不同類型，及對專案之影響，進一步查明在專案中有效之界面管理之必要性，特別是在結構之重要部份，包括在技術設計、整體細部設計、採購、運送 (programming)、物流(logistics)各階段。為達到成功之界面管理，必須了解專案之組織 (structure)及採購計畫，例如：契約、成效、分包策略(workpackaging)等之管理形式均將造成複雜之界面管理爭議。當然，後續增加之專業廠商也會潛在增加界面問題。

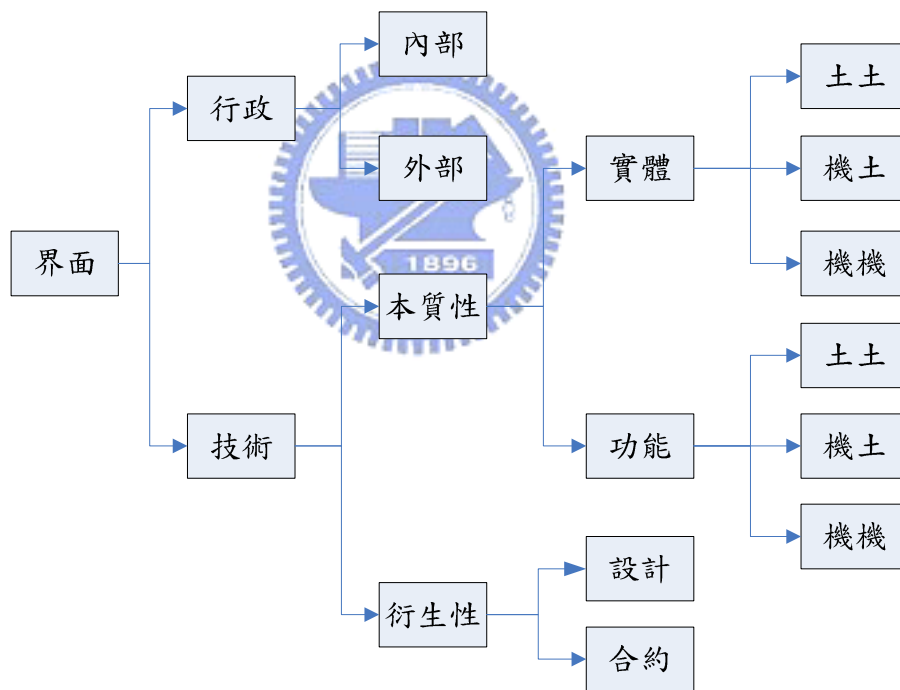


圖 3.1 界面分類(戴培達，1999)

戴培達(1999)提到，以宏觀的角度來說，界面一辭可以涵蓋整個工程專案進行過程中所有「元件」之間的「交互作用」關係之情形，但隨著不同的角度及性質，上述「元件」及「交互作用」等代表的意義便有所不同，「元件」可能是承包商、合約、樑、機電設備或水管，而「交互作用」可能是重疊、穿透、協助或先後的次序等關係。由圖 2.3 可以清楚看出界面之分類架構，可將「界面」分為四個層級，不同的層級界面問題涉及

的元素及關係便不同，但其從屬關係並非絕對，例如可以將機電與機電間的實體界面與功能界面，其架構應隨管理角度作適當的變動。而賴銘利(2005)也將這些分類各自代表的意涵整理如表 3-2 所示。

表 3.2 界面分類之意義(賴銘利，2005)

層級	界面分類	說明
I	行政	各單位間行政往來之關連性界面。
	技術	工程施工中可能遭遇之界面。
II	外部	工程專案團隊與其他相關單位間之行政往來所遭遇之界面問題。
	內部	工程專案團隊內部單位間行政往來所遭遇之界面問題
	本質性	來自兩關連標間功能依存，或實體安排之相互配合需求，屬本質性的需求。即與”工程本體”之進行有關聯者。
	衍生性	因處理本質性界面問題而衍生之相互配合需求。涉及合約、法規、時程及組織。
III	實體	設備與設備間組裝的協調，或設備與其在空間中搬運、組裝、設備纜線之佈設路徑、維修空間等事宜之協調。即土建與土建、土建與機電、機電與機電間，因相互間的關係而必須於對方的領域中，採取某項措施，有實體物理上之關係存在者。
	功能	某系統必須經由另一系統配合方能達到預期功能者。 建立在設備間的軟體功能協定事項，如：操作性能、訊號傳輸、干擾防制、系統相容等。
	設計	因處理本質性界面問題而與專案原本之設計需求間產生衝突或不密合等問題。
	合約	因處理本質性界面問題之行為而與專案之合約條文有衝突或不密合等問題。
IV	土土	兩個土建施工標的分界點，或土建標內土木、結構、建築裝修等不同作業之互相配合點。
	機土	機電標所需與土建標之設計、施工存有之實體安排關係之協調事項。
	機機	機電標之間所應進行之界面協調事項，包含全部之功能界面與少數的設備組裝的實體界面。

賴宇亭(2000)於「Automated Representation of Construction Interface」一文中提到，因缺乏系統化表達界面問題的方式，而讓工程師或施工人員往往無法了解界面問題，甚至與其他包商溝通或協調不良，也影響解決界面問題的效率，所以「自動化工程界面表現系統(Construction Interface Automated Representation(CIAR)system)」也因此產生。並將「界面元件」區分為侵略元件(aggressor)與包容元件(container)。而侵略元件又區分為「點」與「管」，包容元件則又區分成「平面」、「實體」和「圍蔽空間」。界面元件之分類如表 3.3 所示。

表 3.3 界面元件分類表(劉正章，2001)

元件類別	元件	典型例子
侵略元件	點	出線盒、開關面板、燈具
	管	線槽、污水管
包容元件	平面	牆面、樓板
	實體	柱、樑
	空間	天花板與樓板內之空間、管道間

依侵略元件「點」可能發生之干擾情形為「嵌入」、「附著」，而侵略元件「管」可能發生之干擾情形為「全部包含」、「穿透」、「立體交錯」、「平行配置」、與「層配置」。侵略元件之分類及典型之範例如下表。

表 3.4 侵略元件之分類及典型之範例(劉正章，2001)

	分類	定義	典型例子	特性
侵略元件	點	凡安裝方式或具備之行為屬性為「嵌入」、「附著」等情況之構件。	輕鋼架天花板上之燈具、逃生門上之指示標誌、一般混凝土天花上之燈。	只要其作業程序相同、隸屬於同一工作項目，即視為單一「點」狀元件予以討論。
	管	凡安裝方式或具備之行為屬生為「全部包含」、「穿透」、「立體交錯」、「平行配置」、與「層次配置」等情況	天花板上之水管與電管等	以其連續性為基礎，一段段地考量評估

而依包容元件「平面」可能發生之干擾情形為「全部包含」、「部份包含」、「穿透」和「附著」。而包容元件「實體」可能發生之干擾情形和「平面」相同，為「全部包含」、「部份包含」、「穿透」和「附著」。和「平面」最大之差異在於，由於其本身為結構上之重點，對其之任何動作，均需謹慎考慮是否會對未來之結構安全產生影響，使否需加以補強。依包容元件「空間」可能發生之干擾情形為「交錯」、「平行配

置」與「層次配置」。

表 3.5 包容元件之分類及典型之範例(劉正章，2001)

	分類	定義	可能發生之干擾	舉例
包容元件	平面	干擾發生之位置可視為一連續之物體	「全部包含」、「部份包含」、「穿透」和「附著」	一般之牆面、地面等
	實體	干擾發生之位置在結構上之重點部位	「全部包含」、「部份包含」、「穿透」和「附著」	柱、梁
	空間	干擾之位置發生在一被侷限之空間內	「交錯」、「平行配置」與「層次配置」	管道間、天花板與樓板內之空間、尚未灌漿之柱樑或牆面

江文章(2002)的靜態界面表達系統，靜態界面表達系統其界面元件依不同位階考量而分為兩部份，第一部份以整體(Global)為考量的整體界面元件，整體界面元件可分為侵略元件、包容元件，而侵略元件又可分為設備、實體，包容元件分為建築之整體空間。第二部份以局部(Local)為考量的局部界面元件，局部界面元件亦可分為侵略元件、包容元件，而侵略元件又可分為點、管，包容元件分為平面、實體、空間。

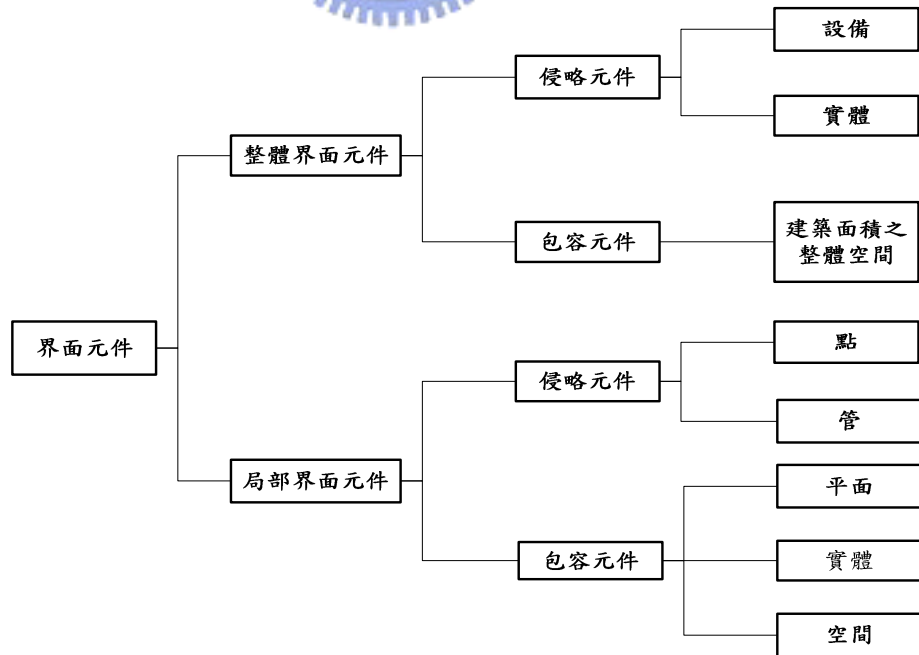


圖 3.2 界面元件分類圖(江文章，2002)

表 3.6 整體界面元件之分類及典型之範例(江文章，2002)

元件類別	元件	典型例子
侵入元件	設備	空調、消防
	實體	柱、樑
包容元件	建築面積之整體空間	建築平面、立面圖所構成之整體空間

侵略元件為具干擾性質的構件。其依干擾性質不同，又區分為「設備」元件和「實體」元件兩大類。「設備」元件為非結構體的各種裝置系統，「實體」元件為建築物中主結構體的各部份。典型之侵略元件如表 3.7。

表 3.7 整體侵略元件之分類及典型之範例(江文章，2002)

	分類	定義	典型例子	特性
侵略元件	設備	非結構體的各裝置系統	空調、電氣、給排水衛生、消防、電梯設備	為滿足生活機能的各種設置，均可視為設備
	實體	建築物中主結構體的各部位	主結構體的柱、梁、樓版、基礎等	為滿足結構體安全的實體構造，均可視為實體設備

包容元件為提供場所而直接被侵略元件所干擾之元件。「建築面積之整體空間」凡干擾發生在一整體建築面積的空間內皆可稱之。可干擾情形為「立體交錯」、「層次配置」、「位置干擾」、「尺寸干擾」。整理如表 3.8。

表 3.8 整體包容元件之分類及典型之範例(江文章，2002)

	分類	定義	可能發生之干擾	舉例
包容元件	建築面積之整體空間	干擾之位置發生在一整體的建築面積的空間內	「交錯」、「層次配置」、「平行配置」、「位置干擾」、「尺寸干擾」、「立體交叉」	一層樓之所有為建築空間

賴宇亭(2005)於「Modeling of construction interface effects through DSM」提到，建築工程有六處常發生界面問題典型的界面事件(IEs, Interface Events)，分別是柱牆板(IE01)、天花以上至樓板之空間(IE02)、天花(IE03)、內部隔間牆(IE04)、高架地板(IE05)、功能性空間(IE06)，

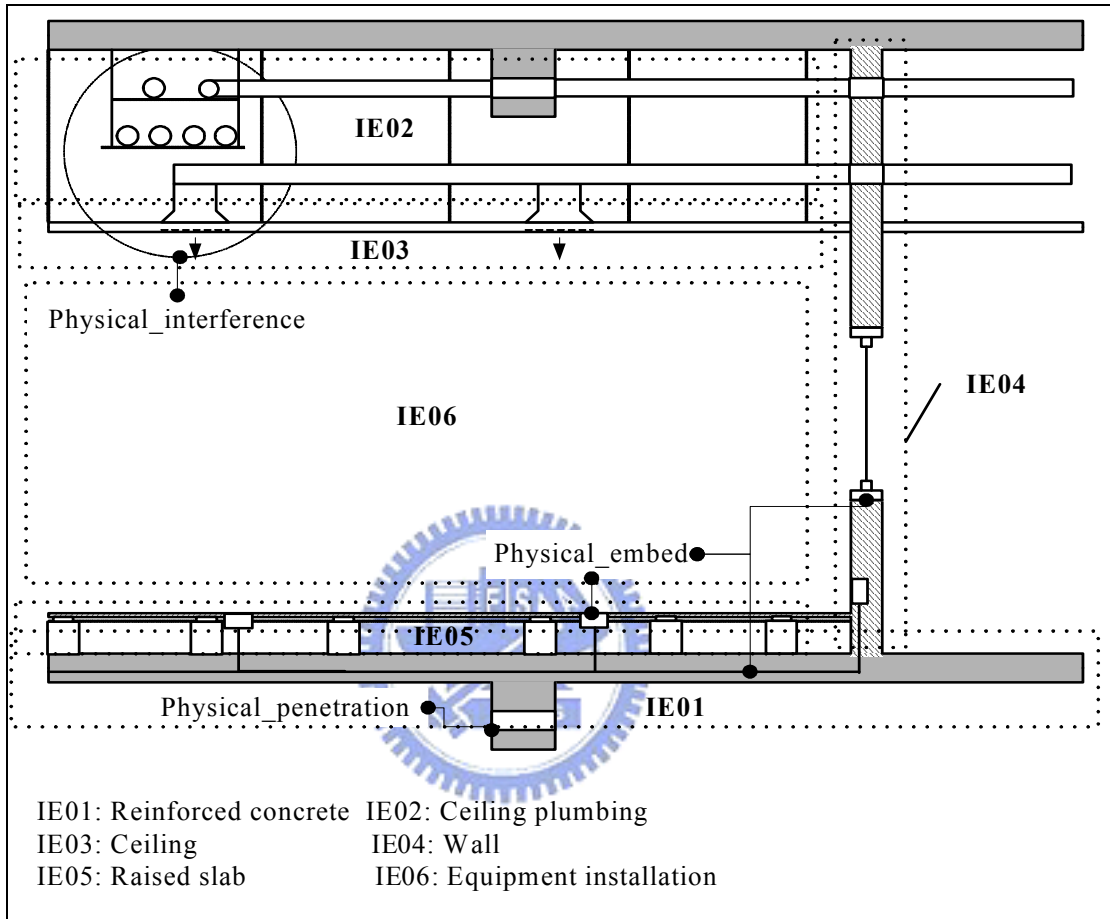


圖 3.3 典型界面事件示意圖(賴宇亭，2005)

3.4 界面之表達方式

由於過往界面相關研究眾多，也因此對於界面問題也有不同的表達方式，本小節經由過往文獻對於表現界面問題之各種不同方式作一回顧彙整，做為本研究後續發展界面表達模式之基礎。

江哲銘等(1995)於「集合住宅管線系統調查與設置準則之研究」報告中，將設備系統之給排水衛生設備、換氣及空調設備、消防及燃燒設備、電氣及電訊設備及管線設備共同部份依施作位置、配管方式、防震性能、防火區劃、材料規範、維修更新、水壓、保溫工程、防音防振、防水性能、防火性能、管(線)徑、污染與檢驗等準則項目進行「管線系統設置準則」各表彙整，整理出各界面問題與其解決方式，並提供專家諮詢之設置準則。

李政憲等(1995)於「高層集合住宅建築與設備界面之整合」一文中，利用「整合分析矩陣」將建築與建築、建築與設備或設備與設備間界面問題的分析，表現在該矩陣上，並將各界面點進行分析與系統編碼，利用「界面整合查核表」進行各空間別之整合事項檢核，用「工程範圍區分表」界定工程發包之界面範圍，最後利用「整合圖例與說明」表，說明各細項界面問題案例與解決方法之展示。

郭哲明、吳毓勳(1999)於「建築工程施工界面整合之研究」報告中，利用「魚骨圖」將施工階段之文獻蒐集與營造業者訪談經驗作一分析彙整，依要素別分析出作業流程中出現之界面問題後，再以各單項作業流程為骨幹，將其施工步驟拆解，以「流程界面分析圖」討論各步驟間之界面問題，並將施工步驟、注意事項、範圍結合成「界面問題檢核表」作為找出各階段各工項之工程界面問題。

賴宇亭(2000)於「Automated Representation of Construction Interfaces」中，發展出「自動化工程界面表達系統(Construction Interface Automated Representation(CIAR) system)」，作為可以自動化表達工程界面資訊(包含型式、問題原因、互動方式、影響)之工具，利用「侵略者」、「包容者」等分類，將各工項之界面問題互動方式利用「圖示」表現在進度網圖之中。

江文章(2002)將界面問題區分為「靜態界面表達系統」與「動態界面表達系統」，「靜態界面表達系統」乃利用「整合分析矩陣」與各編號之界面問題表，將各元件與元

件之實體界面作用與功能界面作用進行表達、描述，而「動態界面表達系統」則將各種不同的界面資訊加上時間軸串連，以了解過程中各片斷的界面資訊本身隱含的時間資訊，藉由整合的資訊得到界面—時程—元件 3D 之相關訊息，進一步使工程的設計階段與施工階段串連起來，減少施工問題的產生。

陳曉晴(2004)之「**建築工程機電系統施工界面整合之探討**」中，利用各階段之「工作界面表」說明該界面問題之工作項目、發生地點、問題陳述，搭配簡易圖示與界面分類與責任分界，並說明該工項之前置與後續作業，該「工作界面表」則能幫助建立機電系統施工作業之排序邏輯網圖與界面管理方式。

3.5 小結

綜合上述文獻有以下之**表 3.9** 界面文獻彙整比較表、**表 3.10** 施工界面文獻彙整比較表。並針對其中 ThomasM 等(2003)「Knowledge and reasoning for MEP coordination」、陳曉晴(2004)之「**建築工程機電系統施工界面整合之探討**」與李政憲等(1995)於「**高層集合住宅建築與設備界面之整合**」三篇文獻作一整理比較(**表 3.11**、**表 3.12**、**表 3.13**)。

目前界面相關文獻與書籍對於界面問題之分類與表達方式皆有所不同，而多數文獻採用「界面表」的方式針對不同工項之界面問題進行陳述與提供解決方式，所以導致界面問題分類的邏輯性就相當重要，因為界面問題可大可小，若不能透過適當的界面問題分類方式，則界面事件表所呈現出的問題就容易亂無章法，讓參考者無法有效的、系統性的了解界面問題，這也是本研究所需要特別注意的。

表 3.9 界面文獻彙整比較表

界面文獻彙整比較									
			探討範圍						
			設計階段			發包階段		施工階段	
#	篇名	作者/年代	設計	空間	工序/進度	包商界面	合約界面	施工協調	施工
1	Patterns of construction-space use in multistory building	David R.Riley Victor E. Sanvido (1995)		利用對空間之特性區分工種、施工方式等					
2	Space Planning Method for Multistory Building Construction	David R. Riley, Victor E. Sanvido (1997)		利用類似資源整平之方式，將空間視為一種資源，加以移動藉以消除空間衝突。					
3	Dynamic layout planning using a hybrid incremental solution method.	P. P. Zouein I. D. Tommelein (1999)		利用 hybrid incremental solution method 規劃安排空間配置。					
4	Spatial Integration in Construction	Leonhard E. Bernold, M. ASCE (2002)		先就過去傳統測量方式進行介紹，再來說明雷射技術與GPS發展後在土木建築部份的不同					
5	Automated generation of work space	Burcu Akinci Martin		利用現有 3D 技術，導入時程觀念而成					

界面文獻彙整比較

界面文獻彙整比較									
			探討範圍						
			設計階段			發包階段		施工階段	
#	篇名	作者/年代	設計	空間	工序/進度	包商界面	合約界面	施工協調	施工
	required by construction activities.	Fischer John Kunz (2002)		4D-SpaceGen 及轉換矩陣					
6	Indentification and resolution of work space conflicts in building construction	Sy-Jye Guo (2002)		利用現行 CAD 技術與 MS-project 排程式結合	利用現行 CAD 技術與 MS-project 排程式結合				
7	Representing Work Spaces Generically in Construction Method Models	Burcu Akinci, Martin Fischer, John Kunz, Ray Levitt (2002)		以工班功能、機具功能、空間功能代表該所被估據之空間之屬性					
8	Automated Representation of Construction Interfaces	Yu-Ting Lai, Wei-Chih Wang (2000)			將界面型式標在作業與作業間之進度關係上。				
9	Scheduling model incorporating the effect of construction interfaces	Yu-Ting Lai Wei-Chih Wang (2000)			利用 CI-based、SEM、CIP 等方法，將各部份介面問題之責任歸屬轉化成參數，用以計算最後總工期可能落後與超前之天數。				

界面文獻彙整比較

界面文獻彙整比較									
			探討範圍						
			設計階段			發包階段		施工階段	
#	篇名	作者/年代	設計	空間	工序/進度	包商界面	合約界面	施工協調	施工
10	考慮施工界面影響之進度網路模式	王維志 賴宇亭 劉正章			將施工界面視為一不確定因素，以電腦模擬提供量化之界面時程管理資訊。				
11	界面作業群組化管理之實務運用	賴銘利 (2005)			利用界面事件報告作為界面問題的管理及記錄界面專案進度之影響。				利用界面事件報告作為界面問題的管理及記錄界面專案進度之影響。
12	Parametric Coordinator for Engineering Design	Chee-Kiong Soh Zhonghui Wang (2000)	利用 Parametric Coordinator 作為設計變更資訊管理之方法						
13	Coordination Issues in Chinese Large Building Projects.	Yuhong Wang (2000)	針對不同文化於設計部份之協調溝通作討論。						
14	Benefit-Cost Metrics for Design Coordination of Mechanical, Electrical, Plumbing System in Multistory	David R. Riley Priya Varadan Jennifer S. James H. Randolph Thomas (2005)	討論設計協調的成本，和因協調而減少的衝突所伴隨的利益						

界面文獻彙整比較

界面文獻彙整比較									
			探討範圍						
			設計階段			發包階段		施工階段	
#	篇名	作者/年代	設計	空間	工序/進度	包商界面	合約界面	施工協調	施工
	Buildings								
15	高層集合住宅 建築與設備介 面之整合—介 面整合編碼系 統及資料庫模 型之整合	謝文通 (1996)	「建築與設備 介面整合編碼 系統」與「建築 與設備介面整 合資料庫模型」						
16	Coordinating Building System: Process and Knowledge	C. B. Tatum Thomas Korman (2000)	針 對 MEP coordination 找 出量身定做的 設計、施工知識 架構。						針 對 MEP coordination 找 出量身定做的 設計、施工知識 架構。
17	Knowledge and reasoning for MEP coordination	Thomas M. K orman Martin A. Fischer C.B. Tatum (2003)	針 對 MEP coordination 找 出量身定做的 知識架構。						針 對 MEP coordination 找 出量身定做的 知識架構。
18	Interface management within construction: In particular building facade.	T. C. Pavitt A. G. F. Gibb (2003)	透過將介面問 題分為實體、合 約、組織三部 份，並評估這三 部份之間的互 動。			透過將介面問 題分為實體、合 約、組織三部 份，並評估這三 部份之間的互 動。	透過將介面問 題分為實體、合 約、組織三部 份，並評估這三 部份之間的互 動。		透過將介面問 題分為實體、合 約、組織三部 份，並評估這三 部份之間的互 動。
19	Prototype Tool for Mechanical, Electrical, and Plumbing Coordination	Thomas M. Korman C. B. Tatum (2006)	知識整合系統 提供設計、施 工、維護、運轉 階段。						知識整合系統 提供設計、施 工、維護、運轉 階段。

界面文獻彙整比較

界面文獻彙整比較									
			探討範圍						
			設計階段			發包階段		施工階段	
#	篇名	作者/年代	設計	空間	工序/進度	包商界面	合約界面	施工協調	施工
20	高層集合住宅建築與設備介面之整合	李政憲、陳志聰、吳武易 (1995)	研擬規劃設計與施工階段的整合架構，並尋由實際案例的操作，以驗證其實用性。						研擬規劃設計與施工階段的整合架構，並尋由實際案例的操作，以驗證其實用性。
21	界面表達系統與界面管理體系之研究—以土建與機電之界面為對象	江文章 (2002)	以流程管理角度建構專案工程之界面管理體系與流程架構。					以流程管理角度建構專案工程之界面管理體系與流程架構。	以流程管理角度建構專案工程之界面管理體系與流程架構。
22	設計與施工介面問題之研究—以公路工程為案例	詹堯安 林建良	建構因果回饋圖，呈現出系統結構、決策、與各種問題發生的因果關係。						建構因果回饋圖，呈現出系統結構、決策、與各種問題發生的因果關係。
23	界面協調在淡水線捷運工程的實際作為	黎煥霖	針對從設計、發包、施工等部份介紹界面協調之方法				針對從設計、發包、施工等部份介紹界面協調之方法		針對從設計、發包、施工等部份介紹界面協調之方法
24	Construction Coordination Activities: What is Improtant and What Consumes Time	D. Darshi de Saram Syed M. Ahmed (2001)						利用問卷確認為達成協調功能需要那些作業，而那些作業是重要的。	

界面文獻彙整比較

界面文獻彙整比較									
			探討範圍						
			設計階段			發包階段		施工階段	
#	篇名	作者/年代	設計	空間	工序/進度	包商界面	合約界面	施工協調	施工
25	Communication Patterns in Construction at Construction Manager Level	Igal M. Shohet Shay Frydman (2003)						討論在管理層級上的溝通協調模式。(以色列)	
26	Suitability of the Critical Incident Technique to Measure Quality of Construction Coordination	D. Darshi De Saram ; Syed M. Ahmed. (2004)						利用 CIT 評估施工協調品質。	
27	台北捷運淡水線「軌道工程介面」探討	簡哲宏						就軌道工程部份，土建與機電，機電與機電間介面問題協調過程之累積經驗感想之分享。	
28	施工界面管理與改善	葉宏安、汪俊男、王維志 (1999)							利用「全程界面管理模式」「類總包、任務編組」「界面整合作業」及 3I 矩陣找出界面問題並解決之。

界面文獻彙整比較

界面文獻彙整比較									
			探討範圍						
			設計階段			發包階段		施工階段	
#	篇名	作者/年代	設計	空間	工序/進度	包商界面	合約界面	施工協調	施工
29	建築工程自動化—建築工程 施工界面整合 之研究	郭哲明、吳 毓勳 (1999)							利用「特性要因 圖」、「單項流 程圖」、「檢核 表」做為界面之 記錄 或自主檢 查模式。
30	集合住宅系統 化工法技術性 規範分析整 理—設備水電 部份	周家鵬 (1995)							將相關法令依 其架構體系及 審查作業流程 予以分類。
31	建築工程機電 系統施工界面 整合之探討	陳曉晴 (2004)							針對機電系統 界面之來源 側、傳輸側、端 末側三方面探 討。

表 3.10 施工界面文獻彙整比較表

施工界面文獻彙整比較									
篇名	作者/年代	探討範圍						優缺點比較	
		資料庫	問題分類 邏輯	建議解決 方式	界面衝突 示意	施工照片 /示意圖	優點	缺點	
Interface management within construction: In particular building facade.	T. C. Pavitt A. G. F. Gibb (2003)		○	○			<ul style="list-style-type: none"> ● 發展出 CladdISS 系統專為解決與外牆有關之界面問題。 ● 針對外牆有深入的討論。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 該論文僅以外牆出發點討論各界面議題。 	
Knowledge and reasoning for MEP coordination	Thomas M. Korman Martin A. Fischer C. B. Tatum (2003)		○	○			<ul style="list-style-type: none"> ● 具有邏輯性的 MEP 界面問題解決方式。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 僅套用“最適合”之案例說明，但實際管該邏輯性可能不夠。 	
Prototype Tool for Mechanical, Electrical, and Plumbing Coordination	Thomas M. Korman C. B. Tatum (2006)			○			<ul style="list-style-type: none"> ● 發展 MEP 整合系統，並實際電腦化。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 目前此系統背後，尚缺一套完成的知識庫或資料庫來提供該系統作動。 	
設計與施工介面問題之研究—以公路工程為案例	詹堯安 林建良			○			<ul style="list-style-type: none"> ● 對介面問題建構因果回饋圖，呈現出系統結構、決策、與各種問題發生的因果關係。 		
集合住宅系統化工法技術性規範分析整理—設備水電部份	周家鵬 (1995)		○	○			<ul style="list-style-type: none"> ● 對施工規範及法規部分有深入的探討。 ● 針對設備水電部份有工法之介紹。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 未能從該文獻中了解其探討之主題。 	
高層集合住宅建築與設備介面之整合	李政憲、陳志聰、 吳武易 (1995)	○	○	○		○	<ul style="list-style-type: none"> ● 針對高層集合式住宅進行問卷，直接獲取建築與設備間之界面問題。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 需具備某種程度以上之機電設備背景才能了解界面問題之現況。 	

施工界面文獻彙整比較

篇名	作者/年代	探討範圍						
		資料庫	問題分類 邏輯	建議解決 方式	界面衝突 示意	施工照片 /示意圖	優缺點比較	
							優點	缺點
							<ul style="list-style-type: none"> ● 發展各設備之各階段界面整合查核表。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 僅針對住宅類建築作探論，不夠全面。
施工界面管理與改善	葉宏安、汪俊男、 王維志 (1999)			○			<ul style="list-style-type: none"> ● 利用「全程界面管理模式」「類總包、任務編組」「界面整合作業」及3I矩陣找出界面問題並解決之 	
建築工程自動化—建築工程 施工界面整合之研究	郭哲明、吳毓勳 (1999)			○			<ul style="list-style-type: none"> ● 以施工流程為基礎，標示界面問題，充份了解該界面問題與工項次序之前後關係。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 僅以文字說明，無圖說或照片加以幫助了解各式界面問題。
界面表達系統與界面管理體系之研究—以土建與機電之 界面為對象	江文章 (2002)		○				<ul style="list-style-type: none"> ● 針對界面干擾型式有完整的探討說明。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 有關施工界面之部分，也僅有對界面干擾型式之說明探討，並未以實例說明
建築工程機電系統施工界面 整合之探討	陳曉晴 (2004)	○	○	○		○	<ul style="list-style-type: none"> ● 利用「工作界面表」詳細說明機電界面之分類、發生位置、解決方式等。 ● 提供 MEP 之問題解決邏輯。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 僅以 MEP 為探討對象。 ● 機電背景需求高。
本研究		◎	◎	◎	◎	◎		

○表示探討範圍

◎表示本研究探討範圍

表 3.11 MEP 與本研究的比較

		MEP	本研究
相異點	研究對象	機電	土建、機電
	問題分類的方法	Heuristic 法	專家訪談/文獻回
	是否有資料庫	無	有
	界面干擾型式	無	有
	問題分類型式	<ul style="list-style-type: none"> ● Actual ● Extended ● Function ● Temporal ● Future 	<ul style="list-style-type: none"> ● 實體性 ● 延伸性 ● 功能性 ● 暫時性 ● 後續性 ● 施工性
	解決方法分類型式	<ul style="list-style-type: none"> ● Detailing ● Layout ● Positioning ● Application ● Scheduling 	預防方式： <ul style="list-style-type: none"> ● 套圖 ● 變更設計 ● 工序排程 施工後改善： <ul style="list-style-type: none"> ● 打除重做 ● 修補
思考方向	從正面思考界面問題處理邏輯	從錯誤案例反向思考界面處理邏輯	
相同點	成果	回饋給設計、施工	回饋給設計、施工
	研究範圍	設計階段的施工界面	施工階段的施工界面

表 3.12 建築工程機電系統施工界面整合之探討與本研究的比較

		機電系統施工界面整合	本研究
相異點	研究範圍	設計、施工界面	施工界面
	研究對象	機電/機電	土建/機電，機電/機電， 土建/土建
	問題分類的方法	無	專家訪談
	界面干擾型式	無	有
	問題分類型式	<ul style="list-style-type: none"> ● 來源側。 ● 傳輸側。 ● 端末側。 ● 安全性。 ● 機能性。 ● 土建配合。 ● 施工性。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 實體性 ● 延伸性 ● 功能性 ● 暫時性 ● 後續性 ● 施工性
	解決方法分類型式	套圖階段： <ul style="list-style-type: none"> ● 2D(空間衝突分析、衝突辨識、規劃衝突對策(平移、重疊、繞道)) ● 3D(衝突對策(上下交疊、上下交錯、上下彎折)) 施工階段： <ul style="list-style-type: none"> ● 5W 分析方法 ● 二級整合排序邏輯 	預防方式： <ul style="list-style-type: none"> ● 套圖 ● 變更設計 ● 工序排程 施工後改善： <ul style="list-style-type: none"> ● 打除重做 ● 修補
相同點	思考方向	從案例思考界面處理邏輯	從案例思考界面處理邏輯
	是否有資料庫	有	有
	成果	回饋給設計、施工	回饋給設計、施工

表 3.13 高層集合住宅與設備界面之整合與本研究的比較

		高層集合住宅	本研究
相異點	研究範圍	設計、施工、發包界面	施工界面
	問題分類的方法	無	專家訪談
	界面干擾型式	無	有
	問題分類型式	<ul style="list-style-type: none"> ● 便利性。 ● 舒適性。 ● 施工性。 ● 經濟性。 ● 安全性。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 實體性 ● 延伸性 ● 功能性 ● 暫時性 ● 後續性 ● 施工性
	解決方法分類型式	無	預防方式： <ul style="list-style-type: none"> ● 套圖 ● 變更設計 ● 工序排程 施工後改善： <ul style="list-style-type: none"> ● 打除重做 ● 修補
思考方向	利用問卷，討論分析住宅使用者之意見，並進行案例收集。	從錯誤案例反向思考界面處理邏輯	
相同點	研究對象	土建/機電	土建、機電
	是否有資料庫	有	有
	成果	回饋給設計、施工	回饋給設計、施工



第4章 本研究之界面表達方式

於 3.3 節與 3.4 節回顧了過往研究之界面問題分類方式與界面問題表達方式，經彙整各種方式後，發展出本研究之界面表達方式，也利用本章對本研究之界面表達方式作一介紹。

4.1 界面單元

賴宇亭(2005)於「Modeling of construction interface effects through DSM」提到之工程有六處常發生界面問題典型的界面事件(IEs, Interface Events)，分別是柱牆板(IE01)、天花以上至樓板之空間(IE02)、天花(IE03)、內部隔間牆(IE04)、高架地板(IE05)、功能性空間(IE06)，本研究利用該六個界面事件做為界面問題分類之基本架構。並利用某知名建築師事務所實務上所使用之界面查核表為基礎，檢核該六個界面事件是否足夠涵蓋說明實務界常見之典型界面問題。檢核結果如表 4.1。

表 4.1 界面事件歸納表

工程項目	界面	注意事項		所屬 IEs		
		土建	機電			
基礎土方施工及環境工程	整地開挖、土方搬運、樁頭處理	大底施作時，避雷針設備接地及排水導水臨時擋土措施應完成		電阻值測試	柱牆版(IE1)	
	基礎載重試驗	開挖面平板載重試驗 基礎磨擦承載試驗	屬建築			
	施工範圍基地排水規劃	外管連接及測繪週邊高程	兩排、管溝、陰井、集水井、污水井			
	道路工程	導路高層及照明規劃	導路整地及挖填			
	景觀植栽工程	植栽工程	導路劃線、銜接處修補復原及植栽保覆	電源/開關/燈具/預埋管	柱牆版(IE1)	
	消防工程 噴灌系統	室外消火栓 水源位置數量之配置	景觀植栽配合	管路配置/穿牆套管及防水		
地下結構體	結構大底	避雷接地與埋設管須先完成		電阻值測試	柱牆版(IE1)	
		靜電接地，防護網接地與埋管施工完成		電阻值測試	柱牆版(IE1)	
		地下室停車空間邊溝排水管及高帽落水頭配置	屬建築			柱牆版(IE1)
		機械設備排水預埋管需完成		預留管線至集水坑	柱牆版(IE1)	
		複壁排水系統	預留淺溝及落水頭	預留管路至集水坑	柱牆版(IE1)	
		集水坑排水泵設備及電源	預留集水坑及配合泵補深度和容量	排水泵設備及電源	柱牆版(IE1)	
	地下室水箱	水箱管路預埋		屬機電	柱牆版(IE1)	
	幫浦是否有基座及螺栓預埋		基座及螺栓預埋/幫浦/配管	功能空間(IE6)		

	地下室外牆	各外管線位置、數量預留及電信局外線之進入建築土木工程預留開口 (依主管機關核可文件為準)		屬機電	柱牆版(IE1)
	地下室機房(變電、空調、消防)	設備基座及螺栓預埋		屬機電	功能空間(IE6)
		機房通風百葉	屬建築		功能空間(IE6)
		地坪排水及清潔，排至集水坑，預埋配合建築施工		屬機電	柱牆版(IE1)
	餐廳廚房配備餐室/回收室	餐廳配餐室/回收室四周是否有排水溝以利地面快速排水		給排水配管(含排水井及水泵尺寸檢查)	柱牆版(IE1)
		排水集水池及套管預埋施工			柱牆版(IE1)
	地下室停車場/地下倉庫	機電管線應於施工前套圖及協調配合施工		屬機電	柱牆版(IE1)
		地下室停車場進出口鐵捲門電源預留		屬機電	柱牆版(IE1)
		車道照明配合	燈具位置	電源/開關/燈具/預埋管	天花(IE3)
		排水及地面清潔口		給排水配管管路預埋	柱牆版(IE1)
地上結構物	柱	機電管線預埋管(含消防指標)		屬機電	柱牆版(IE1)
		機電出線口預埋		屬機電	柱牆版(IE1)
		鐵捲門電源電壓預留		屬機電	柱牆版(IE1)
		防火捲門之消防偵煙器		屬機電	
		垂直度要求	室內之牆及柱要求為各牆面(不論長短)均不得超過1/500 以上之誤差)		
	樓版、樓梯踏面	設備基礎座及螺栓預埋		屬機電	功能空間(IE6)
		機器設備排水套管預留		設備排水配管	柱牆版(IE1)
		照明及機電設備管線預埋		屬機電	柱牆版(IE1)
		平整度要求	Clean room 地坪規範要求		
		吊裝平台/採光天井落水頭及配管	配合外牆板施工	地坪排水配管	柱牆版(IE1)
	樓版開口	冷凍倉庫	樓版預降及防水	地坪排水配管	柱牆版(IE1)
		圖說需有開孔補強大樣詳圖(含止水墩)	屬建築		柱牆版(IE1)
		設備 move in 吊裝動線開口	屬建築(位置尺寸由設備商提出)配合施作		功能空間(IE6)
		垂直管導位置開口(含止水墩)	屬建築(位置尺寸由設備商提出)配合施作	屬 MEP(防火防煙填塞)	柱牆版(IE1)
	樓版與天花板間	樑	穿樑管線的預埋套管	建築結構補強	屬機電
封板前管線試壓檢查完成				屬機電	天花以上(IE2)
天花板內各管線之吊架確認				屬機電	天花以上(IE2)
設備吊掛(如風機及排水)依天花板之工進，先進場施工				屬機電	天花以上(IE2)
機電管線施工前套圖及協調施工順序				屬機電	天花以上(IE2)
下垂之管線預留(應配合天花深度)				屬機電	天花以上(IE2)
外牆 RC 牆外牆百葉	外牆組立面材貼磚	管路牆面開孔		預留套管及防水施工	柱牆版(IE1)
		外牆通風百葉	預留孔及百葉安裝，離水網	配合管路開孔，及集水需求	功能空間(IE6)

帷幕牆	帷幕金屬包版	兩庇/室外天花板照明	金屬板開孔	燈具配線	天花(IE3)	
		外牆照明支撐	燈具結構補強	提供位置及型式	天花(IE3)	
		通風百葉開孔	預留開孔及安裝百葉		功能空間(IE6)	
外牆/門扇	區隔室內外牆體之門窗捲門		設備	電源、配管		
	外牆開口	空調通風/排煙百葉窗	建築配合		功能空間(IE6)	
	建築防撞距離(伸縮縫蓋板)		屬建築			
室內隔牆及門扇	室內隔牆及門扇施作(不含廁所)	機電管線預埋管		管線預埋	柱牆版(IE1)	
		機電出線盒預埋		管線預埋	柱牆版(IE1)	
		鐵捲門電源預留		管線預埋	柱牆版(IE1)	
		防火捲門之消防偵煙器屬機電包		管線預埋,及偵煙器含連動	柱牆版(IE1) 隔間牆(IE3)	
		管線預留及管線穿越防火區防火填塞	開孔補強	防火填塞	柱牆版(IE1) 隔間牆(IE3)	
		機房內牆百葉	預留孔及百葉安裝	MEP 負責牆未使用之百葉空間封閉及防水版處理	功能空間(IE6)	
		機房內排水施工		屬機電	柱牆版(IE1)	
屋頂/屋突層	屋頂/屋突層結構體	屋頂避雷裝置		屬機電	柱牆版(IE1)	
	屋頂水箱、給水用水及消防用水	屋頂水塔預埋管、通風		屬機電	柱牆版(IE1)	
		爬梯施工	屬建築			
	防水及隔熱工程	通氣管是否有防水及防倒灌之措施			屬機電	柱牆版(IE1)
		通氣管穿越樓版處之防水設施			屬機電	柱牆版(IE1)
		建築屋面排水系統	屬建築			柱牆版(IE1)
		設備基礎及預埋螺栓			屬機電	功能空間(IE6)
		管路基礎及預埋螺栓			屬機電	功能空間(IE6)
		煙囪套管隔熱防水措施			屬機電	柱牆版(IE1)
	附屬設施	卸貨升降台	卸貨升降台電源/油壓機配管	機坑預留/設備安裝	電源、配管	
鐵捲門		防火捲門與消防系統聯結及測試	軌道/設備/箱體安裝	電源、配管		
			防火捲門火警控制盤位置	電源、配管		
冷卻水塔		冷卻塔安裝與土建基座配合				功能空間(IE6)
屋頂洗窗機		洗窗機形式	洗窗機基座/掛勾	電源、配管		
自動倉儲系統		預留機坑	屬建築			柱牆版(IE1)
		電源、配管			屬機電	柱牆版(IE1)
		貨架基礎軌道螺栓預埋及相關補強				功能空間(IE6)
電梯(非無塵室)		電梯電源				
		結構環梁立柱(RC、SRC)				
		電梯隔牆	土建配合事項			
		乘場探制版與門框預留孔留設				
		外門框與 RC 構造靠坑道內側填縫處理				
		吊勾與 H 型鋼樑施作及套圖				
		電梯機坑維修插座配置及照明	預留機坑/爬梯	電源、配管		
		裝修收邊配合	土建配合事項			
		電梯機坑集水陰井泵浦配置			電源、配管、泵浦	
		電梯機房風扇/插座及施工通風百頁			屬機電	
		電梯機房照明用緊急電源			屬機電	
		電梯對講機拉線至警衛室			屬機電	
安檢配合事項			電源提供			

地坪施工	設備機房 EPOXY 工程	協調設備安裝與 EPOXY 施工順序	非機房區 EPOXY 地坪	運轉設備避震座 (基礎) 機房區 EPOXY (屬機電)	功能空間 (IE6)
	PVC 導電地磚	含自平式水泥調整平整度/靜電接地預埋	C/R 外之 PVC 導電地磚	C/R 外接地箱接點	
	靜電接地點預留		負責拉線至接地點	屬機電	
	發電機油槽防漏墩			屬機電	
天花板	C/R 外需吊頂之空間	暗架天花燈具開孔	開孔、補強及收邊骨料	燈具	天花 (IE3)
		礦纖天花燈具開孔		燈具	天花 (IE3)
		暗架天花檢修口 (視系統需求)			天花 (IE3)
		暗架天花空調出風口		出回風口	天花 (IE3)
		室內排煙匣門天花開孔		排煙匣門	天花 (IE3)
		灑水頭/感知器		屬機電	天花 (IE3)
		廣播喇叭天花開孔		屬機電	天花 (IE3)
		管線支撐架		屬機電	天花以上 (IE2)
	設施顏色選用應與天花板搭配			天花 (IE3)	
	水平調整	屬建築	天花板上各系統施工屬機電	天花 (IE3)	
FAB 棟	僅施作電梯昇降道、梯間牆體及梯間門扇	防火填塞 (防火阻絕)		屬機電	
		梯間燈具插座		管線預埋	
	室內隔牆及門扇全面施作	機電管線預埋管配合		管路預留	柱牆版 (IE1)
		機電出線口預留		管路預留	柱牆版 (IE1)
		消防箱體配合牆面預埋		消防箱體預埋固定配管	柱牆版 (IE1) 隔間牆 (IE3)
		鐵捲門電源預留		管路預留	柱牆版 (IE1)
		防火捲門之消防偵煙器		屬機電	
		管線預留及穿越防火區防火填塞		防火填塞/開孔補強	柱牆版 (IE1) 隔間牆 (IE3)
		機電封牆後之牆面開孔/塗料修補 (輕隔間)		屬機電	柱牆版 (IE1) 隔間牆 (IE3)
	機電封牆後之牆面開孔/塗料修補 (RC 牆)		屬機電	柱牆版 (IE1) 隔間牆 (IE3)	
	垂直管道間隔牆	維修門	屬建築		
		開孔防火填塞		屬機電	
		管線固定支架		屬機電	
管道間內之分隔牆		屬建築			
FAB 棟 CUB 棟	便器、廁所內隔間、門扇、洗手台、穿衣鏡、燈槽、明鏡	洗臉盆、檯面及小便斗配合	檯面 (支撐補強)	面盆	隔間牆 (IE3)
		衛生器具固定支撐補強 (不含檯面)	牆面瓷磚鋪設	屬機電	隔間牆 (IE3)
		烘手機/擦紙巾架位置及電源埋設		屬機電	隔間牆 (IE3)
		給皂機設備			隔間牆 (IE3)
		茶水間混合龍頭		屬機電	
		茶水間紙巾架			隔間牆 (IE3)
		衛浴配件 (如掛衣勾、紙巾架)	屬建築		隔間牆 (IE3)
		茶水間洗檯儲物櫃燈具及開關電源		屬機電	隔間牆 (IE3)
		茶水間開飲機設備/電源		屬機電	隔間牆 (IE3)
		通風排氣	百葉	屬機電 (含風機/配電)	功能空間 (IE6)
		隔間	屬築		隔間牆 (IE3)

由上表結果可見，該事件除垂直空間(如電梯間、垂直管道間等)之界面事件，未能含括在六個 IE 之中，其他的部份皆能歸納於六個 IE 之中，這也說明本研究未討論垂直性空間之施工界面問題。

4.2 界面單元特性

本研究以「單元」對上述六處界面事件說明，並利用本節對各單元之特性說明如下：

1. 柱牆版單元部份：

RC 柱牆板單元多為結構體主要受力之部份，且 RC 結構主要施工工項為鋼筋作業與 RC 澆置作業，RC 澆置作業也被視為 RC 構造作業重要的分水嶺，各種工項於澆置前後針對施工問題所採取的因應措施相差甚大。不同於一般木造或磚造建築，RC 結構施作不當所造成之品質不良之部份，通常都採取修補或是打除重作之方式補救，但即使完成補救動作，該品質不良之部份強度已大為減低，甚至是未達設計強度。因此，機電部份包含設備、管線於 RC 柱牆版單元配合施作時，特別需要與鋼筋作業和 RC 澆置作業配合，如此才能在兼具設計強度與機電設備管線功能下完成該單元。

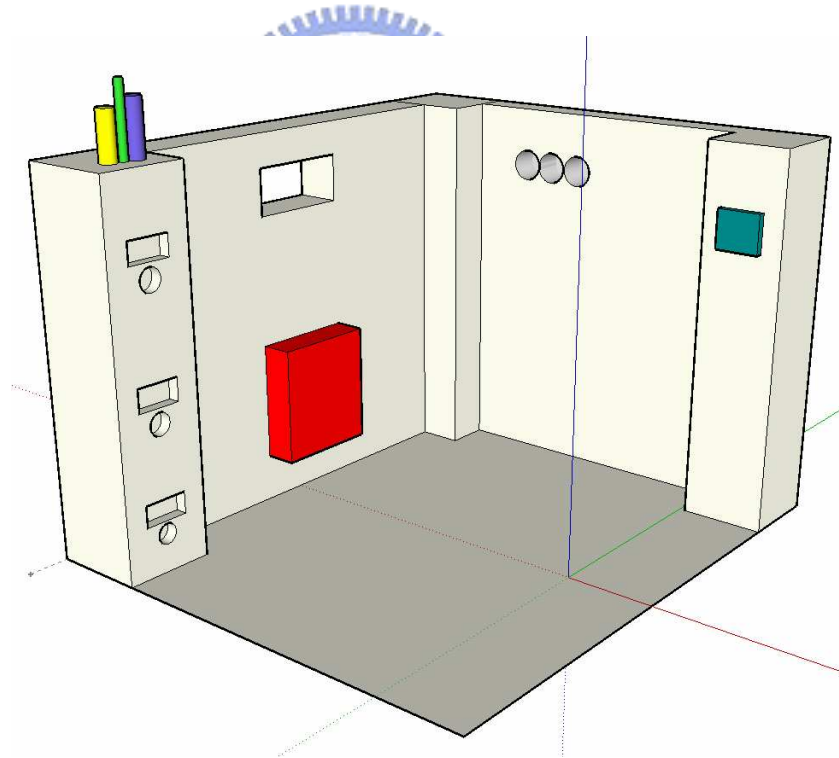


圖 4.1 柱牆版單元示意圖

2. 天花以上空間單元部份：

天花以上空間單元是指樓版面以下到天花骨架以上一平面空間，一般作為樓層平面管線(包含空調管、消防管、污廢水管等)配管之用。該空間因使用者

需求設計天花高程與該樓層高度配合之緣故，導致該空間高程因此受限。除此之外，管線因功能需求而對安裝位置、安裝方式有所特別要求，也造成彼此管線間互相干擾、影響，如何在有限的空間內符合各管線特性之需求，是重要的課題。

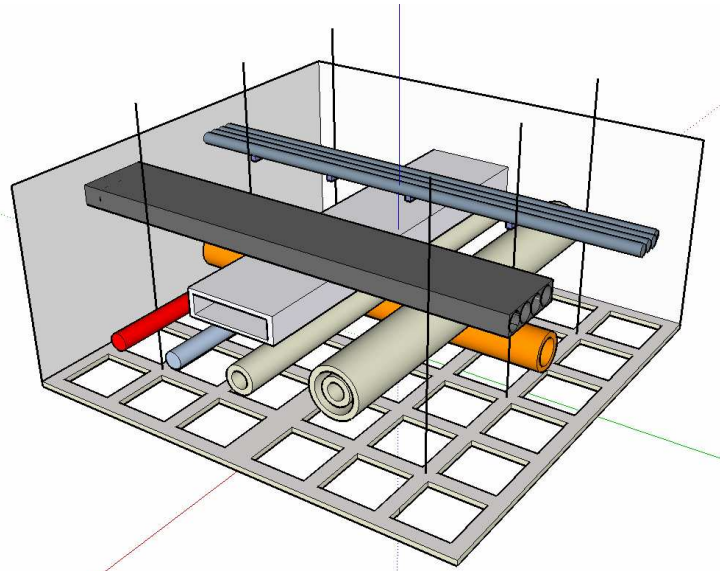


圖 4.2 天花以上空間單元示意圖

3. 天花單元部份：

因天花單元為使用者會直接接觸之部份，所以除了本身天花面施工品質良好達成美觀要求外，天花面上安裝之機電設備(如燈具、消防灑水頭、消防感知器等)都與該空間之使用者直接相關，而這些設備會因安裝位置而直接、間接影響其原有功能或是使用者之舒適度，因此天花單元應特別注意這些問題。

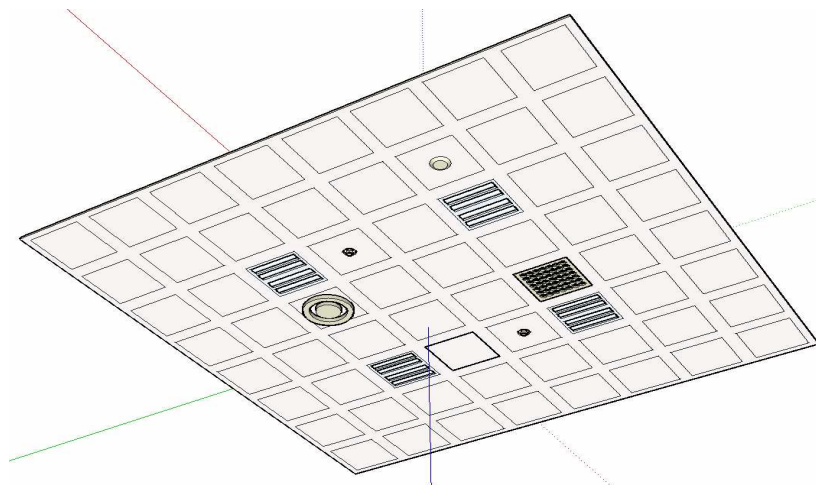


圖 4.3 天花單元示意圖

4. 隔間牆單元部份(濕式灌漿牆、乾式隔間牆)：

此單元所指之隔間牆乃是非主結構體，僅為區分室內空間之用之隔間牆，且此隔間牆為利用鋼(骨)架配合填充材施作。隔間牆如同天花單元之特性，為使用者直接接觸之部份，許多機電設備開孔或安裝都會出現在隔間牆上，也因隔間牆之骨架設計強度僅為支撐本身之用，因此設備安裝時均需考慮此一重點。隔間牆還兼具消防防火區劃之功能，因此隔間牆上之開孔、穿管也需注意其防火功能性、安全性。

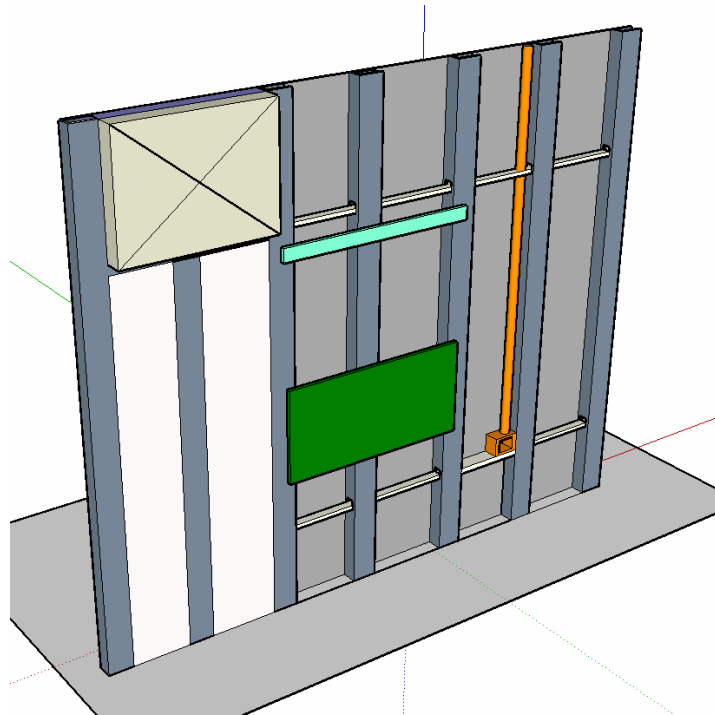


圖 4.4 隔間牆單元示意圖

5. 高架地板單元部份：

現行高架地板種類眾多，且功能性良好，也因為 RC 樓版面以上，高架地板面以下之空間可為弱電管線、網路設備管線配管利用，多為辦公室、廠房甚至是住宅所使用，對於高科技廠房更是作為迴風層之用，因此高架地板之部份也是重要課題之一。高架地板單元之特性如同天花以上空間單元，在有限之空間配線，安裝各式交換機等，且配合該空間使用特性施作地板面開孔(如 OA 辦公設備網路、弱電開口等)是本單元之重點。

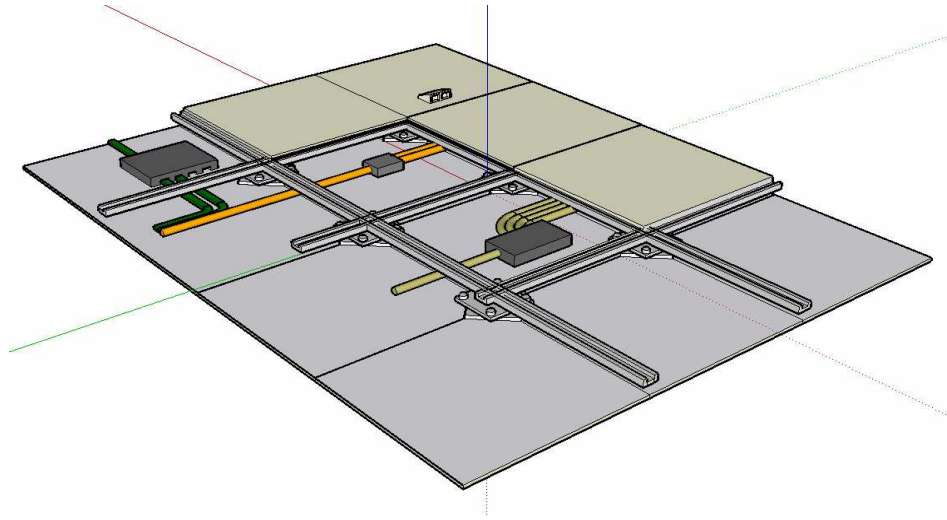


圖 4.5 高架地板單元示意圖

6. 功能性空間單元部份：

此功能性空間是泛指一般有大型設備安裝之空間(如空調機房、交換機房、電梯設備機房等)，單元之特性為現場施作時並不會直接發現問題與衝突，待大型設備進場安裝設置時，才發現該空間之問題。另外，也因大型設備之功能特性導致該空間與設備間，產生衍生性之後續問題，而這些問題若非有經驗之現場工程師是無法在第一時間查覺的。

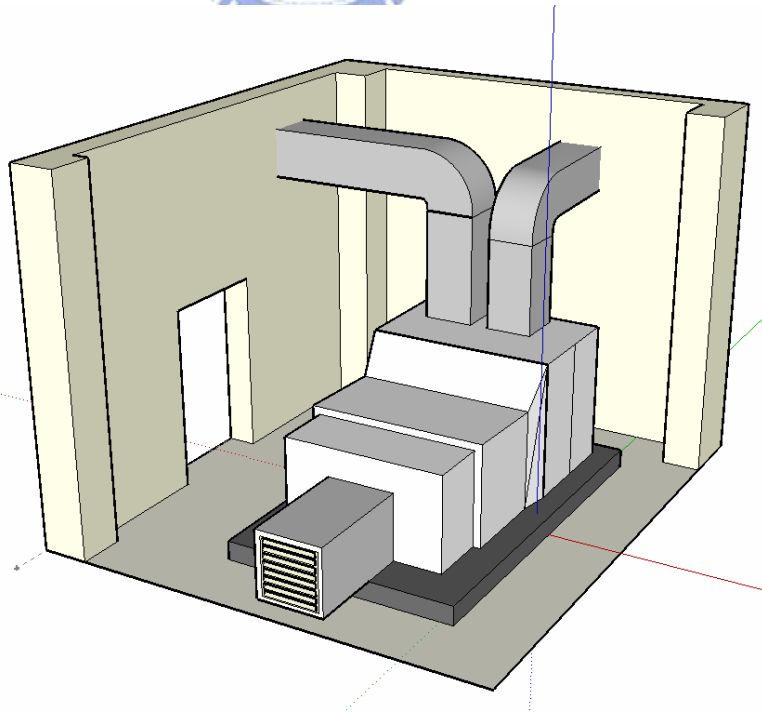


圖 4.6 功能性空間單元示意圖

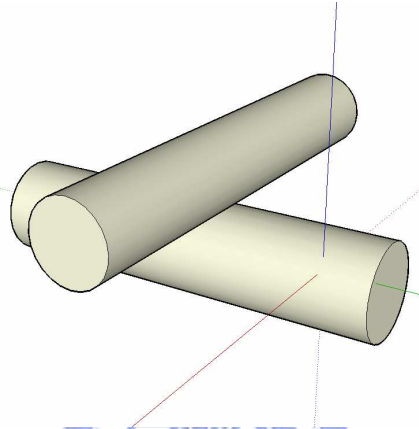
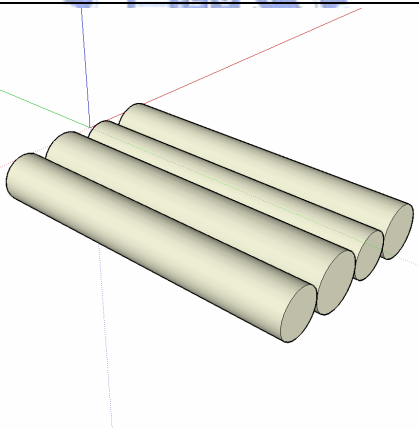
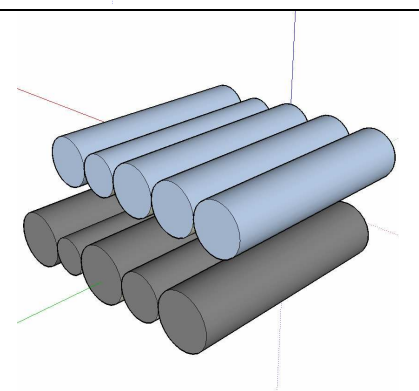
表 4.2 各單元特性比較表

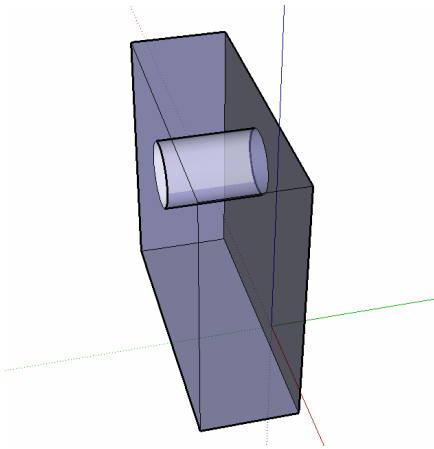
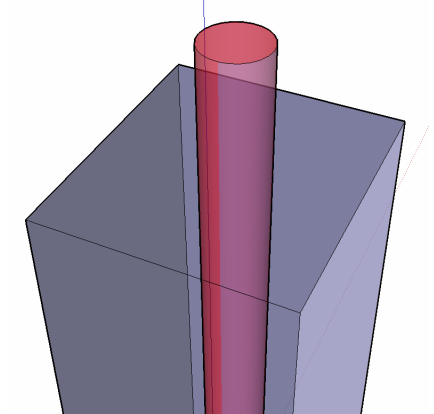
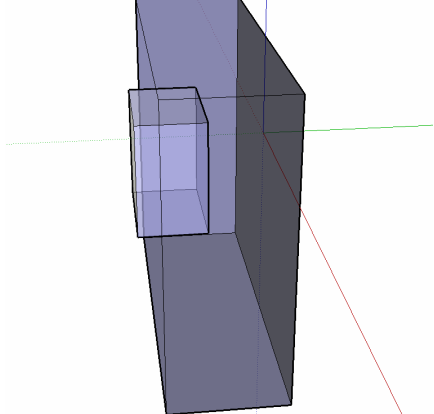
單元名稱	特性
柱牆版單元部份	<ul style="list-style-type: none"> ● 該單元為結構體受力之部份。 ● RC 結構主要施工工項為鋼筋作業與 RC 澆置作業。 ● 任何預埋孔、預埋管線需施作補強鋼筋。 ● RC 澆置作業為 RC 構造作業重要的分水嶺。 ● RC 澆置作完成後，打除修補作業不易。
天花以上空間單元部份	<ul style="list-style-type: none"> ● 空間高程有限。 ● 該空間一般作為樓層平面管線配管(包含空調管、消防管、污廢水管等)之用。 ● 管線功能性各異，尺寸相差甚大。 ● 天花作業(骨架部份)完成後，管線安裝不易。
天花單元部份	<ul style="list-style-type: none"> ● 直接影響使用者舒適度。 ● 設備安裝位置影響消防、空調功能效率。
隔間牆單元部份	<ul style="list-style-type: none"> ● 非主結構體，僅為區分室內空間之用之隔間牆。 ● 隔間牆設計強度僅為支撐本身。 ● 隔間牆兼具防火區劃之功能。
高架地板單元部份	<ul style="list-style-type: none"> ● 空間高程有限。 ● 需依使用者需求進行管線安裝與地板面開孔。
功能性空間單元部份	<ul style="list-style-type: none"> ● 泛指一般有大型設備安裝之空間(如空調機房、交換機房、電梯設備機房等)。 ● 問題點並不即時發生於土建施作階段。 ● 空間與設備間，產生衍生性之後續問題。

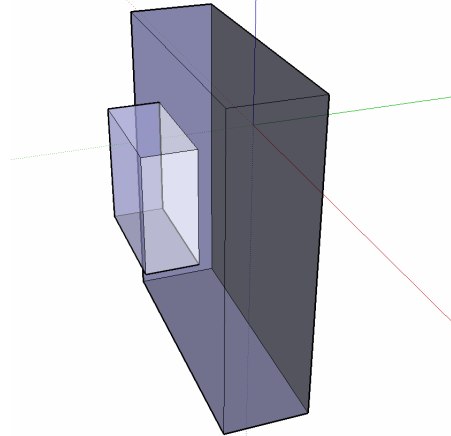
4.3 界面干擾類型

如圖 3.2「界面元件分類圖」所示，江文章(2002)的靜態界面表達系統區分為「整體界面元件」與「局部界面元件」，「整體界面元件」分類如表 3.6，而「局部界面元件」之侵略元件(點、管)與包容元件(平面、實體、空間)之整理表如表 4.3。

表 4.3 局部界面元件界面作用、次作用表

界面類型	互動方式	示意圖	典型例子
空間干擾	立體交錯		設備管線在某管道空間內交錯。
	平行配置		設備管線被平行配置於某些空間。
	層次配置		設備管線被層次配置於樓版。

界面類型	互動方式	示意圖	典型例子
	<p>穿透</p>	 <p>A 3D perspective diagram of a grey rectangular wall. A light blue cylindrical pipe passes through the wall from the top-left to the bottom-right. The pipe is partially inside and partially outside the wall. Faint red and blue lines are visible in the background.</p>	<p>水管套管穿透牆面。</p>
<p>嵌入</p>	<p>完全嵌入</p>	 <p>A 3D perspective diagram of a grey rectangular wall. A red cylindrical pipe is shown passing through the wall. The entire length of the pipe is contained within the wall, with its top and bottom surfaces flush with the wall's top and bottom surfaces. Faint red and blue lines are visible in the background.</p>	<p>電氣管線包含於混凝土柱。</p>
	<p>部份嵌入</p>	 <p>A 3D perspective diagram of a grey rectangular wall. A light blue rectangular panel is shown partially embedded in the wall. The panel is flush with the wall's surface, but its depth is less than the wall's thickness. Faint red and blue lines are visible in the background.</p>	<p>電器開關面版被部份包含於牆上。</p>

界面類型	互動方式	示意圖	典型例子
附著	附著		接線盒附著於內牆。

4.4 施工界面問題表單

為了顯示每個施工界面問題之位置、衝突方式等特性，本研究透過建立一施工界面問題表單格式讓閱讀者可以了解各施工界面問題之形式，並可作為後續查詢之用。施工界面問題表單中，主要分施工界面問題性質表單及施工界面問題案例表單兩部份，其中所含欄位之說明及各項假設限制說明如下節。

4.4.1 問題性質表單

此部份為針對知識庫各界面問題之性質作一呈現，說明各問題之名稱及所在空間等基本資訊，閱讀者透過此部份可以對該界面問題有一整體性之概念。

表 4.4 問題性質表單欄位內容

欄位名稱		內容
界面類型		該界面問題之界面衝突類型分類。
互動方式		各界面衝突類型分類之互動方式。
位置	侵略元件	說明該界面問題之侵略元件以了解該衝突之位置。
	包容元件	說明該界面問題之包容元件以了解該衝突之位置。
問題編號/名稱		該界面問題之編號與名稱。

施工說明	說明該部份之施工步驟。
照片圖說	該部份之施工照片或圖說。
注意事項	該部份可能發生問題之注意事項。

4.4.2 案例表單

此部份為針對各界面問題所收集之實際案例作一呈現，並就該案例做問題分類、預防方式分類與施工後改善方式分類。其欄位內容如表 4.5。案例問題分類部份，本研究參考 ThomasM 等(2003)「Knowledge and reasoning for MEP coordination」，針對機電、管線問題將界面問題區分為 Acture(實體性)、Extend(延伸性)、Functional(功能性)、Temporal(暫時性)、Future(後續性)五種分類，並增加 Constructability(施工性部份)，而「施工性部份」本研究僅就其因人為疏失或施工錯誤等進行討論，其餘區分定義表如表 4.6

表 4.5 案例表單欄位內容

欄位名稱	內容
案例問題分類	該界面問題之分類。
案例	問題案例說明(圖說、文字等)。
預防方式	該界面問題預防方式之分類。
施工後改善	該界面問題發生後改善方式之分類。

表 4.6 問題分類定義

問題分類型式	MEP 問題分類型式	分類定義	典型例子
實體性	Actual	兩個或兩個以上之管線或物件發生實體上之衝突。	因套圖未確實，造成管線與 RC 樑產生衝突。
延伸性	Extended	於衍生性之空間部份發生衝突。	機台配置位置與隔間牆位置產生衝突，導致機台維修門無法完全開啟。
功能性	Functional	因衝突而造成原物件功能之喪失。	因管線配置造成燈具照明因被遮蔽而產生陰影。

暫時性	Temporal	因施工順序或進度問題造成衝突。	如相關管線配管作業尚未完成，天花面材鋪設卻已完成。
後續性	Future	原物件之位置造成後續空間限制以致無法運轉、維修、或擴充。	未考慮後續之擴充性等需求而產生之衝突。
施工性 (本研究增列)	Constructability (本研究增列)	就施工性問題或該物件因施工錯誤產生後續問題。	出線盒下方位置未預留灌漿孔，導致該處產生蜂窩現象。



表 4.7 問題性質表單

界面類型		
互動方式		
位置	部份嵌入	
	侵略元件	
問題編號		柱牆版1.
施工說明		
照片圖說		
注意事項		
備註		無

表 4.8 案例表單

案例	案例一	案例問題分類					
		實體性	延伸性	功能性	暫時性	後續性	施工性
	預防方式	套圖		變更設計		工序排程	
	施工後改善	打除重做			修補		

4.5 流程圖

將上述 4.2 節之六個單元，結合郭哲明、吳毓勳(1999)於「建築工程施工界面整合之研究」之「流程界面分析圖」而有以下之整理。隔間牆部份區分為乾式隔間牆與溼式隔間牆分別討論。

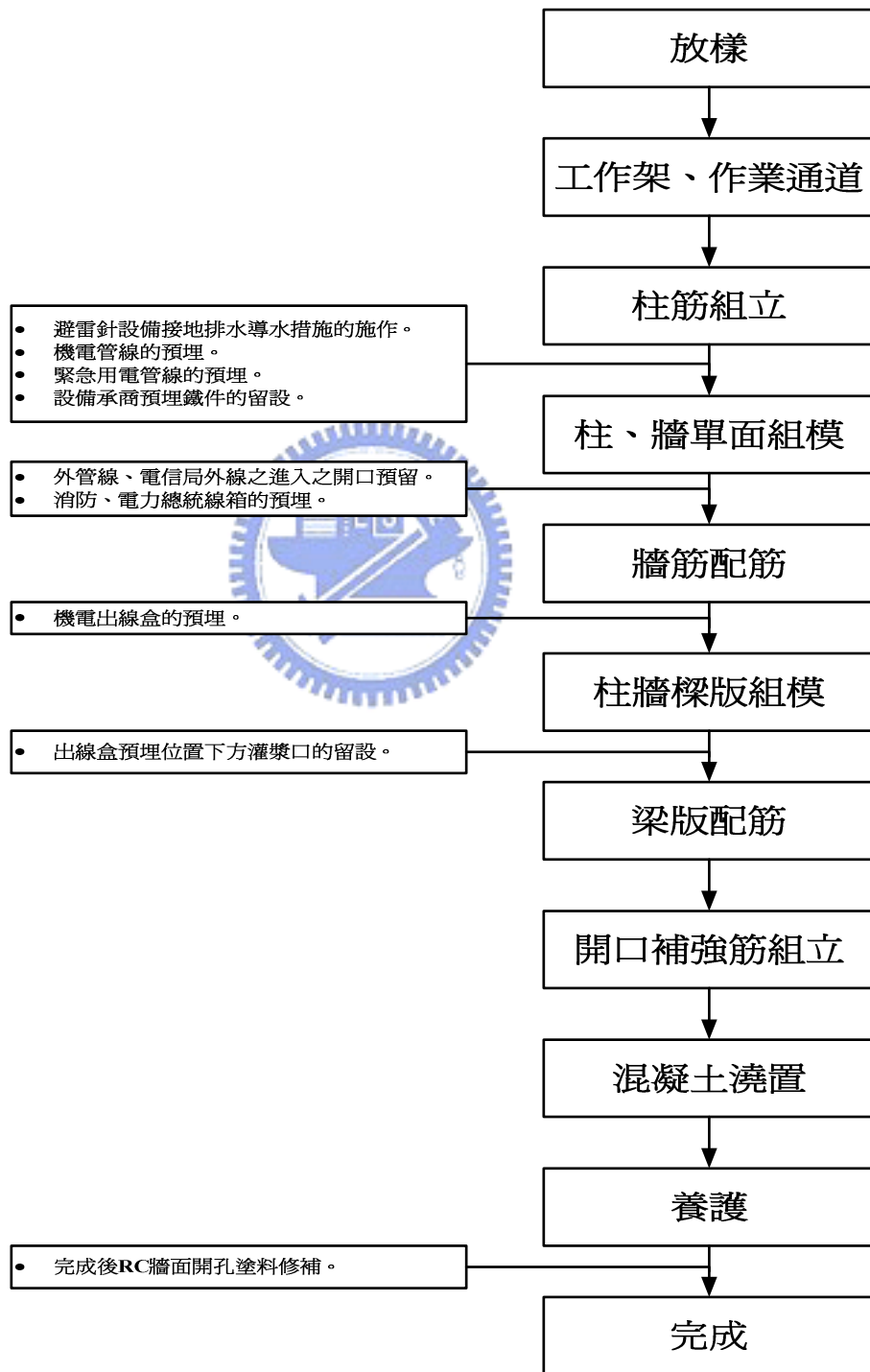


圖 4.7 標準層柱牆樑版單元施工流程界面分析圖

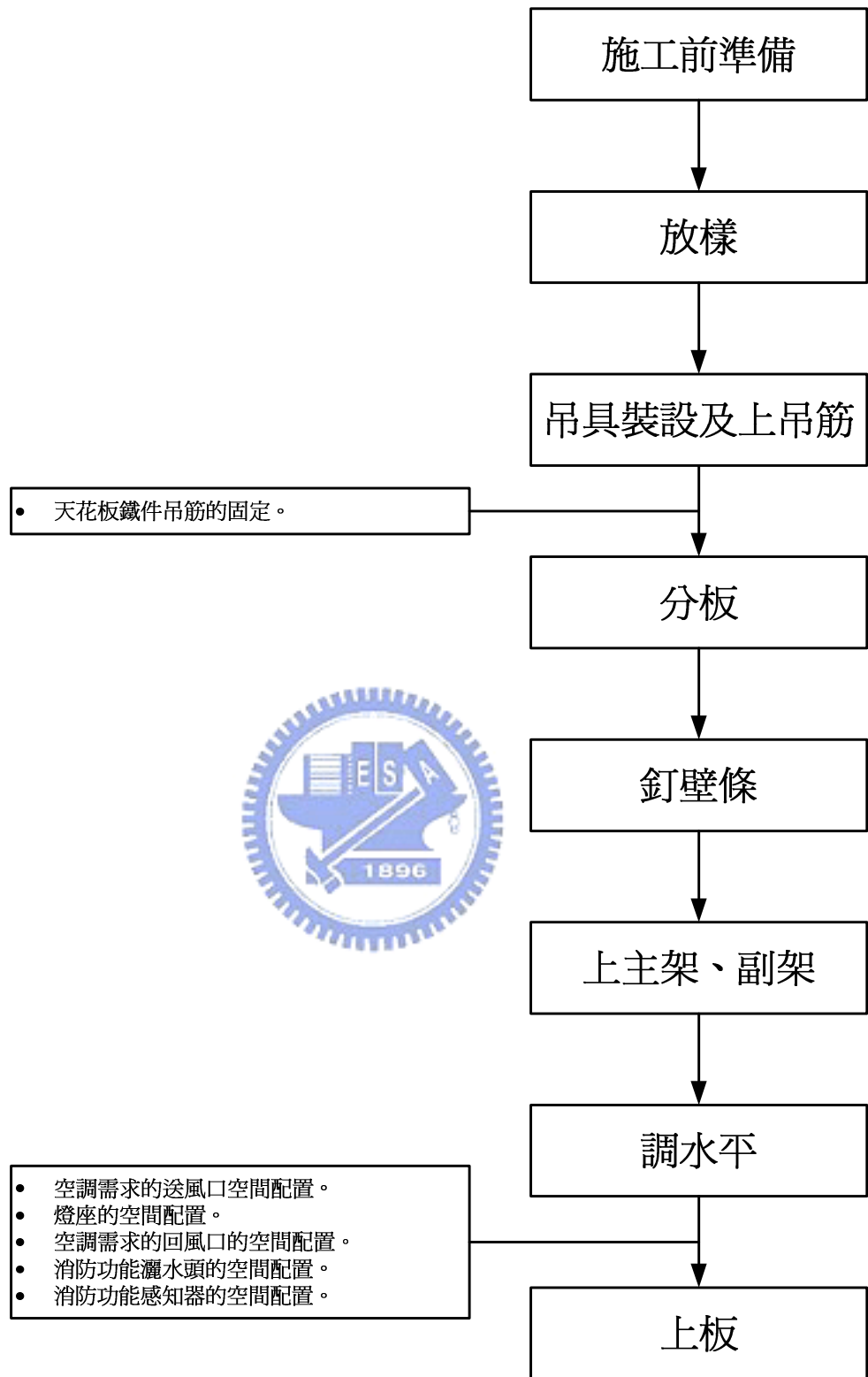


圖 4.8 天花單元施工流程界面分析圖

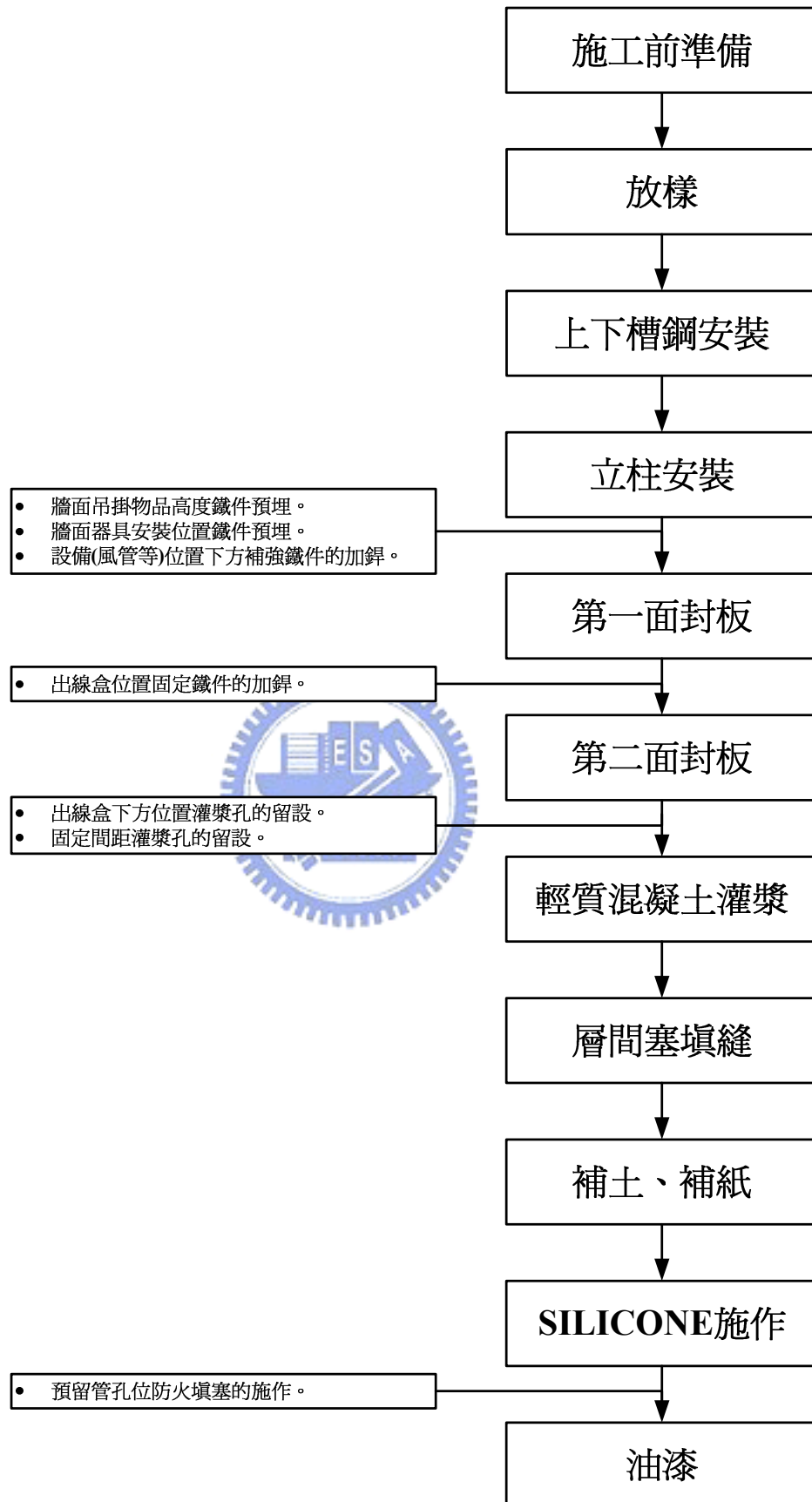


圖 4.9 隔間牆單元施工流程界面分析圖(濕式隔間牆)

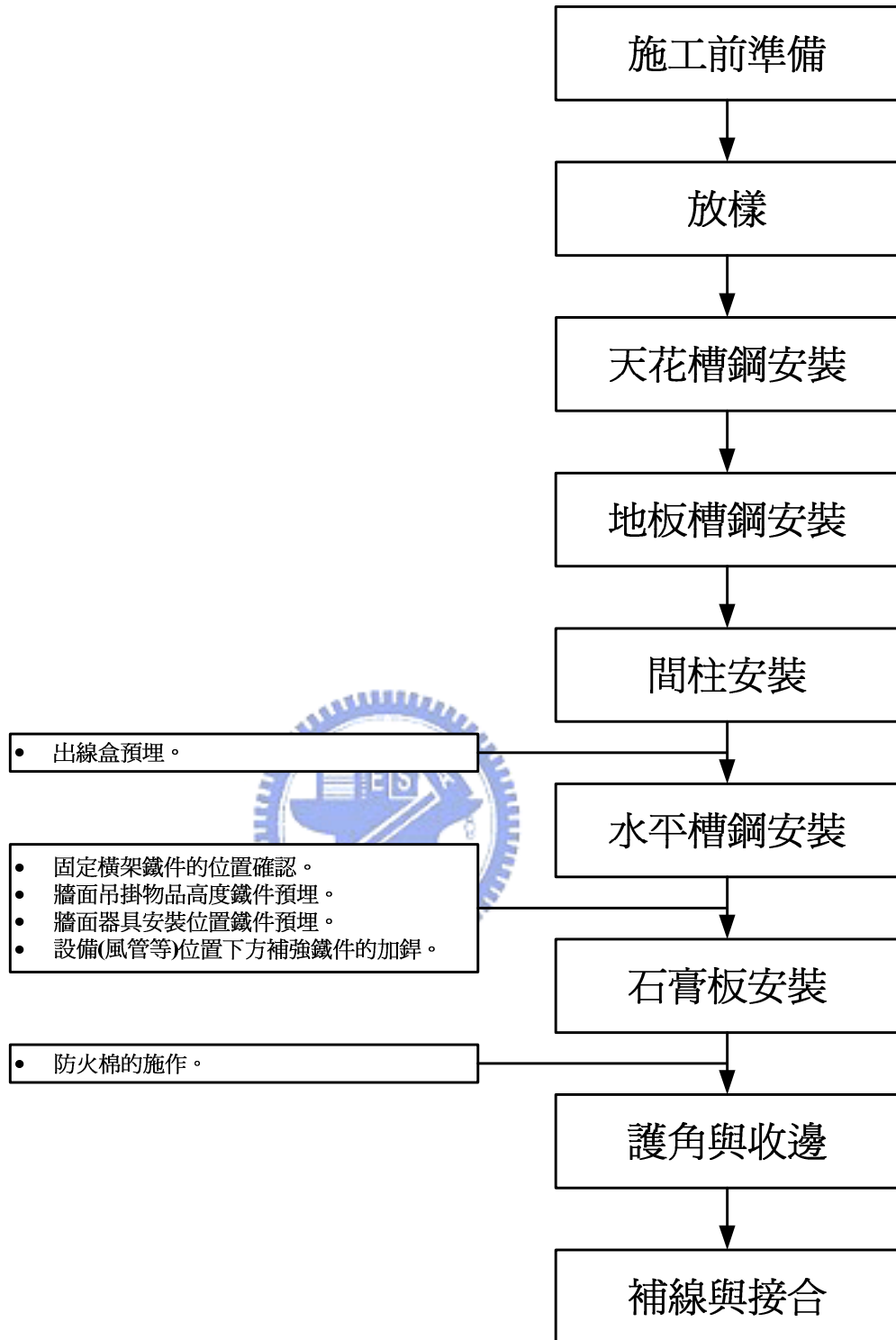


圖 4.10 隔間牆單元施工流程界面分析圖(乾式隔間牆)

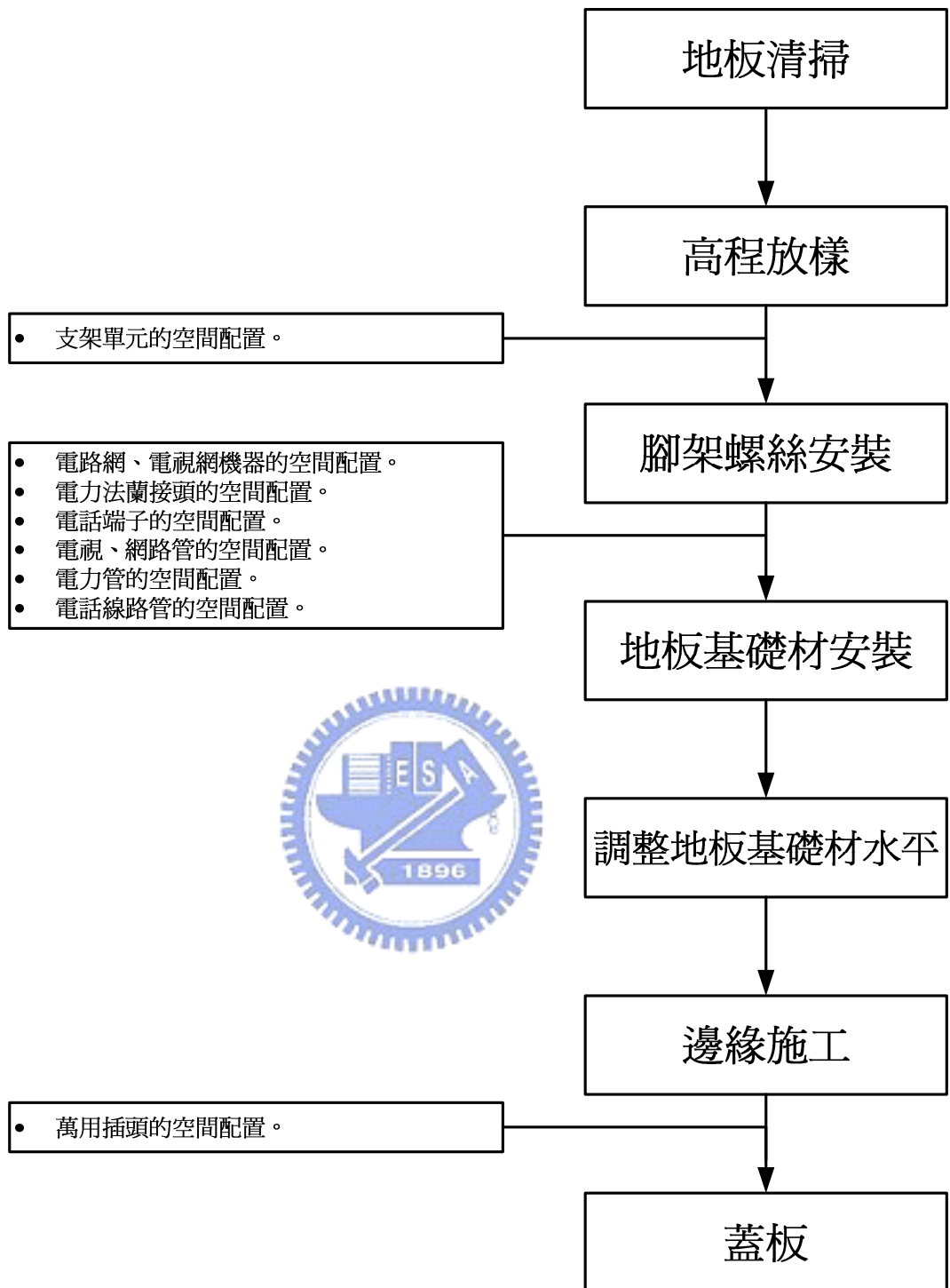


圖 4.11 高架地板單元施工流程界面分析圖

4.6 小結

各文獻、書籍表達施工界面問題之方式多有不同，而不同之施工界面問題的表達方式，也直接影響對該界面問題了解的程度。本研究採用圖像方式說明界面干擾型式，加強閱讀者各式界面干擾之作用方式，且參考綜合文獻各式分類架構，發展出「界面性質表單」與「案例表單」，使面對施工界面問題之時，能更有效了解並判別該界面問題之類型，如此則有助於依各施工界面問題之特性進行相關之對應措施，也作為後續下一章「施工界面問題知識庫」之基本。

