

第五章 本案例帷幕牆工程施工管理探討

5.1 不符合規定 NCR (Non-Conformance Report) 檢討

一、不符合規定 (NCR) 係因施工中品質或過程不符合圖說規範，業主或監造單位提出書面要求改善之文件。從 NCR 發生之數量與成因可以洞悉專案執行時所遭遇的問題與解決方式，詳見不符合規定彙整表(附錄一)所示之成因與分布情形，可回饋於其他類似之專案工程管理。NCR 之發生原因依缺失類別及其詳細內容分析如下：

表 5.1 NCR 發生原因之缺失類別及內容

缺失類別	缺失項目敘述	數量	小計/比例
1.圖說問題	鋼構/帷幕牆圖說未整合	1	1 (0.74 %)
2.施工程序 不符	材料/鐵件未送檢驗先行施作/焊接	5	28 (20.59%)
	施工圖/計畫書未核准即先行施作	5	
	檢驗缺失未改善即進行下一作業	1	
	單元安裝程序錯誤或未依序安裝	2	
	防火被覆未完成即進行板片安裝	2	
	單元/底座查驗未核准先行下一作業	2	
	螺絲未經確認/核准即進行下一作業	2	
	使用鉸條未依規範規定之程序	1	
	預埋鐵件未完成檢驗即進行澆置	1	
	墩座未檢驗核可即進行防水膜施作	1	
	熱浸鍍鋅鐵件電鉸程序不符	1	
	單元吊裝完成未立即安裝風力扣件	1	
	單元版片吊裝未經允許	1	
	未提出材料/施工檢驗申請	3	
3.施工品質 不符	鐵件/預埋件施做不良	10	
	帷幕牆船運品質計畫	1	
	鉸工資格/執照不符	2	

3. 施工品質不良	單元未依核准圖組裝	1	84 (61.76%)
	安裝後鋁料變形及直料接縫不良	1	
	使用受潮且無烤箱保溫之鐸條	1	
	鐵件鐸接品質不良/鐸道不足	8	
	填縫劑施作缺失	1	
	鐵件及風力扣件不當切割	6	
	單元品質不良	10	
	品質不良之施工/鐸接	7	
	工廠組裝缺失	9	
	鍍鋅鋼架鐸接防鏽不當	2	
	推開窗未依圖施工	1	
	背板/Soffit 施作不良	2	
	玻璃安裝錯誤	4	
	螺絲使用錯誤及不當修改	2	
	底座轉換塊磨擦貼布位置錯誤	1	
	單元進場及檢驗缺失	4	
鋁擠型未做粉體塗裝	1		
伸縮縫安裝破壞帷幕牆系統功能	1		
4. 材料使用及儲存運輸問題	單元儲存及安裝後保護措施不當	3	13 (9.56%)
	裙樓 1,2 區/塔樓 15 區使用鏢栓	5	
	與規範不符之鏢栓	1	
	使用未經核准之鏢栓/固定片	1	
	石材進場未檢驗及使用未核准材料	1	
	伸縮縫材料與送審核准樣品不符	1	
5. 其他非屬本標原因	混凝土澆置高程不足	1	10 (7.35%)
	RC 外圍尺寸進出超出公差範圍	1	
	其他工種承商施工致使單元受損	1	
	泡棉被 Silicone 污染	1	
	防火被覆括除未補	1	
	WPS 未提出	1	
	不當打石	1	
	版片遭混凝土污染	1	
	未經整合之放樣基準線	1	
合計	136	100 %	

表 5.2 NCR 發生原因分析表

項 目	數量	比例
圖說問題 (Other)	1	0.7%
施工程序不符	28	20.6%
施工品質不良	84	61.8%
材料使用及儲存運輸問題	13	9.6%
其他(非屬本標原因)	10	7.4%
合 計	136	100.0%

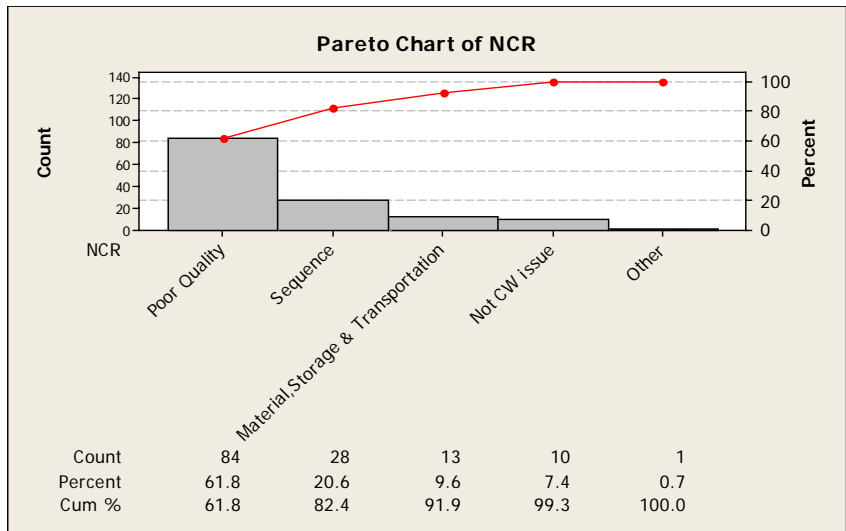


圖 5.1 NCR 發生原因柏拉圖分析

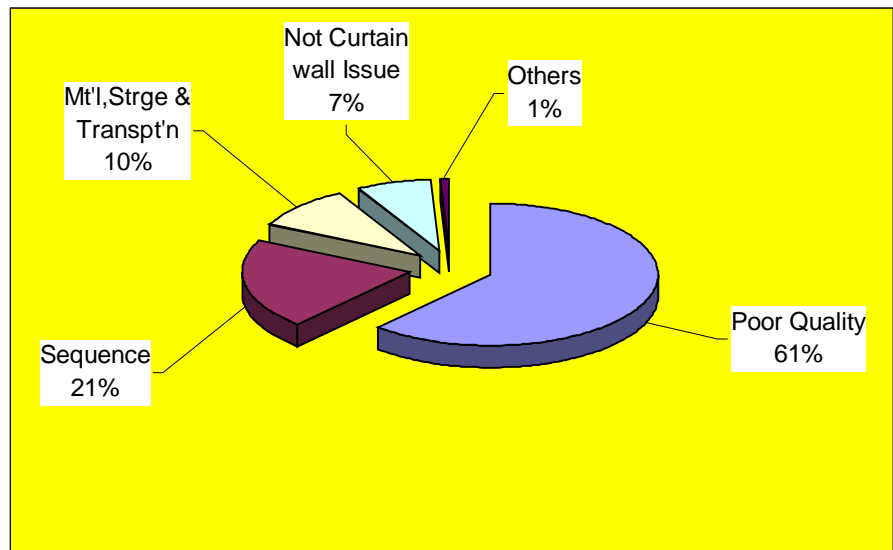


圖 5.2 NCR 發生原因分布圖

二、經彙整結果，不符合規定 (Non-Conformance Report) 之形成原因，以施工品質不良為最常見(佔 61%)，施工程序不符次之 (21%)，材料使用及儲存運輸問題又次之 (10%)。由此觀之，工程施工階段仍以品質為主要問題。其中施工品質不良又可向下探析其發生原因，以工地安裝問題為最主要原因 (32%)、工廠組裝問題次之 (24%)、銲接問題又次之 (18%)。施工品質不良之第一、第二階依六個標準差(Pyzdek, 2000)因果系統推導如下圖：()內為發生次數。

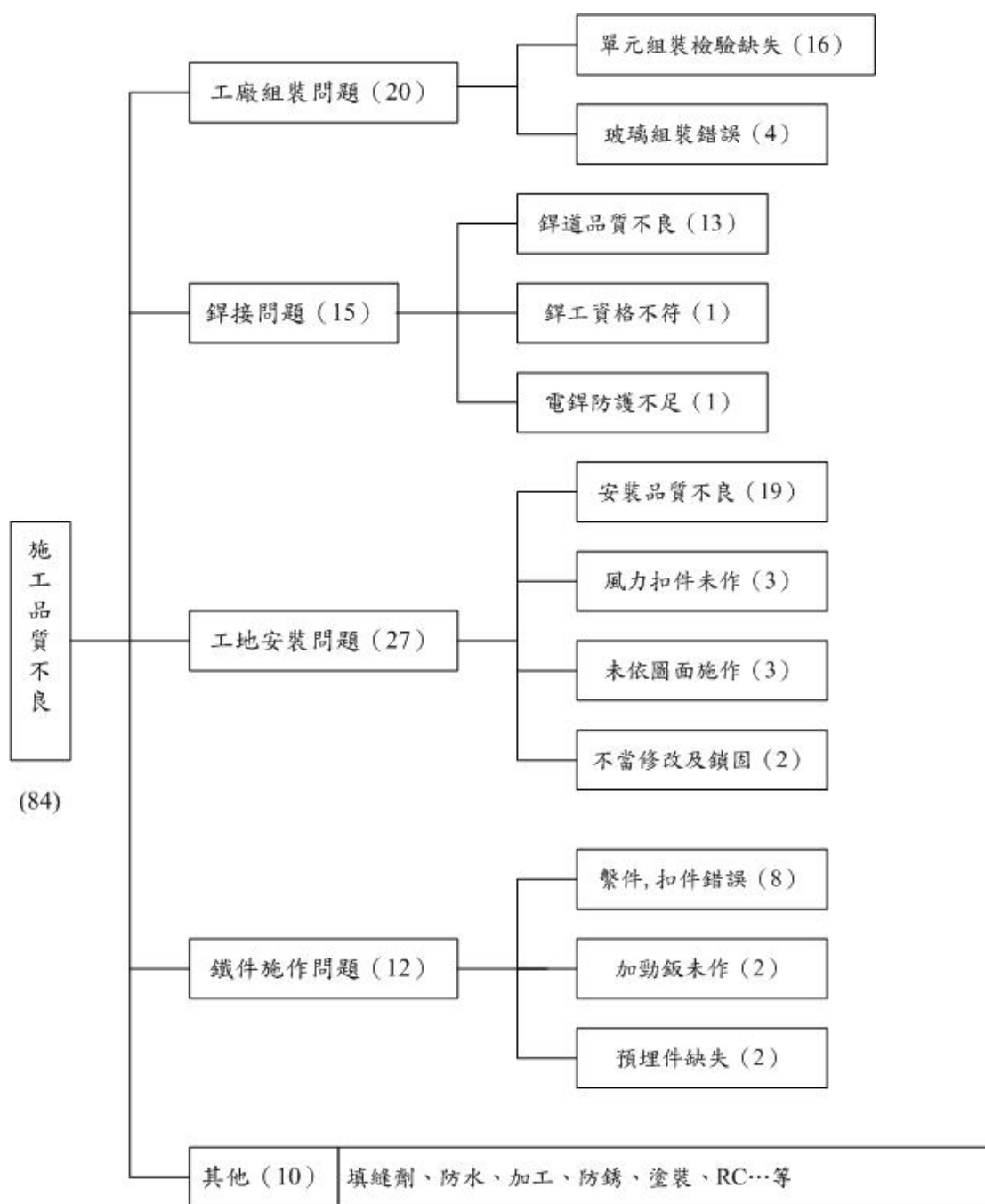


圖 5.3 施工品質不良之因果系統圖

三、在施工品質不良之第一階項目中，「工廠組裝問題」雖非屬於現場施工管理探討之範圍，但仍會影響到現場施工之品質，且其第二階之原因描述仍未具體，故概述於後：

1. 單元組裝檢驗缺失：依附錄中之紀錄，其發生之時間集中於2001年10月至2002年1月，恰是帷幕牆單元版片開始吊裝階段，乃監造單位之品管重點，且其缺失所屬之帷幕牆分區均為裙樓之第1、2區及塔樓之第15區（1~7F）。而單元安裝初期之缺失回餽至工廠，亦減少其後期此類缺失發生之頻率。
2. 玻璃組裝錯誤：本項缺失描述分別為錯誤的玻璃安裝、玻璃順序組裝錯誤、玻璃室內與室外面工廠組裝錯誤及玻璃正反面錯置等，綜整其原因實僅為一種，因本案之可視部玻璃採用Low E之雙層低輻射熱強化玻璃(Viracon, 2005)以減少輻射之貫流率，達到節約能源之目的，Low-E雙層玻璃之輻射率為0.02~0.11，一般未鍍膜玻璃輻射率為0.84(台灣玻璃, 2005)。而其設計原理如下：

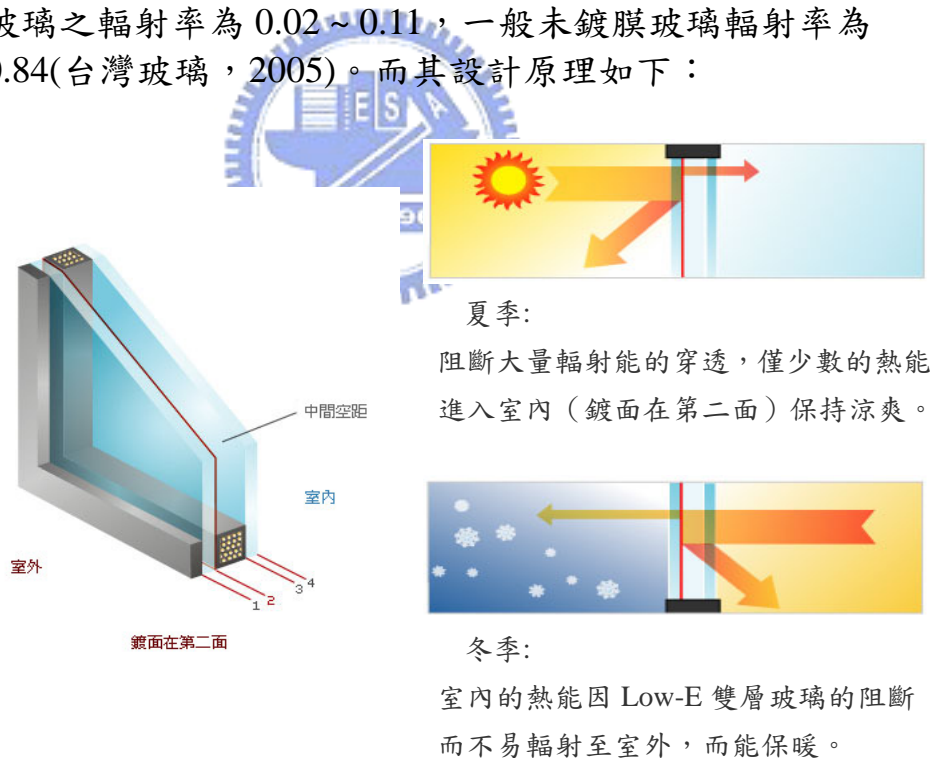


圖 5.4 Low E 雙層低輻射熱強化玻璃

5.2 現場改善建議 FMP (Field Modification Proposal) 檢討

一、帷幕牆施工常常在現場遭遇到一些困難，諸如為了改善施工性而修改預埋件、鐵件，為了解決不合適設計而變更材料、五金，或與其他工程之介面有衝突而須作修正或補強，甚至為了回覆 NCR 而提出現場改善建議，這些措施均透過一定程序審核而執行，現場問題可獲致及時有效的解決，可避免因現場遭遇到困難而阻礙工程之進行或造成延宕，更有助於業主與承商共同為達成目標而凝聚共識。詳現場改善建議彙整表（附錄二）。

表 5.3 FMP 發生原因之缺失類別及內容

缺失類別	缺失項目敘述	數量	小計/比例%
1. 修改鐵件或其位置	樑下件/二次件	13	59 (55.66%)
	預埋件/剪力釘	6	
	連接件	15	
	托座	3	
	支撐	1	
	修正安裝程序	1	
	修正或取消鋁料	2	
	修正尺寸位置	8	
	修正焊接長度或方式	9	
	切除鐵件	1	
2. 變更材料/五金/連接件/圖面	螺栓/螺帽/矽膠	7	21 (19.81%)
	變更螺栓位置	1	
	變更螺栓尺寸	2	
	變更圖面	1	
	變更鋁鈹厚度	1	
	變更泛水鈹	1	
	變更玻璃厚度	1	
	變更/取消泡棉	3	
	增加或移除材料	2	
	變更防水施工程序	1	
3. 回覆 NCR/RFI	回覆 NCR	10	11 (10.38%)
	回覆 RFI	1	

4.介面問題	與鋼構衝突	2	4 (3.77%)
	遺漏鋼構加強件	2	
5.其他(雜項)	材料表面處理與圖面不符	2	11 (10.38%)
	工地現場補漆	1	
	提出計算確認安全	2	
	現場無法施作	1	
	五金/PU 防水止漏	2	
	混凝土敲除修護	1	
	無效之加強設計	1	
	修理受損版片	1	
合計		106	100%

表 5.4 FMP 發生原因分析表

項 目	數量	比例
修改鐵件或其位置	59	55.7%
回覆 NCR,RFI	11	10.4%
變更材料,五金,連接材,圖面	21	19.8%
介面問題(Other)	4	3.8%
其他(雜項)	11	10.4%
合 計	106	100.0%

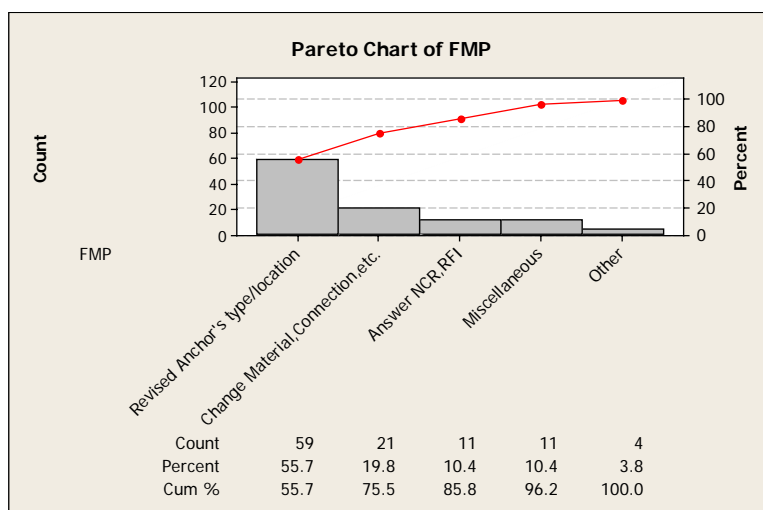


圖 5.5 FMP 之成因柏拉圖分析

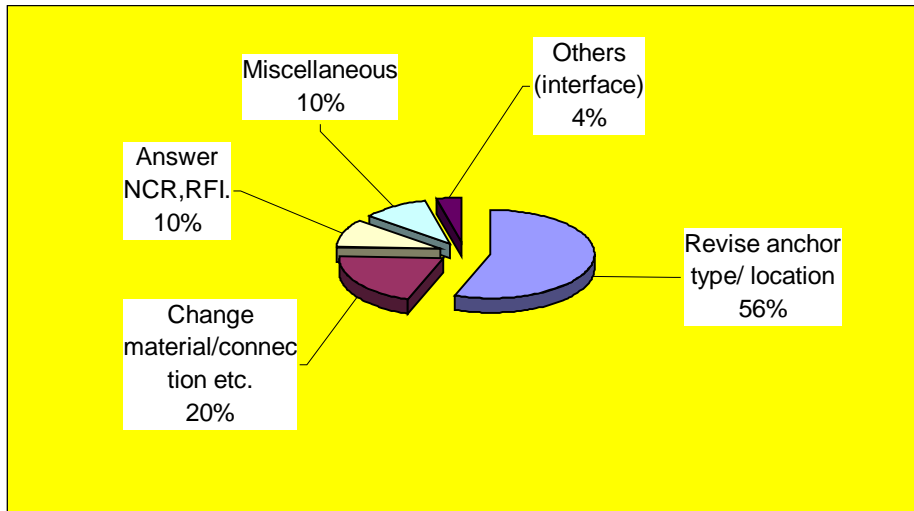


圖 5.6 FMP 之成因及其分布比例

二、現場改善建議（Field Modification Proposal）之形成原因，以修改鐵件及其位置為最多(佔 56%)，變更材料、五金、連接材及圖面次之（20%），回覆 NCR/RFI 又次之（11%）。工地修改建議攸關工作進度推展之順利與否，依統計以連接件、樑下件、預埋件及相關之焊接尺寸位置或方式為最普遍；變更材料則以螺栓/螺帽最多。

5.3 圖說釋疑/要求澄清 RFI(Request For Information)檢討

一、圖說釋疑及要求澄清事項乃是在工程進行前，對於工作內容充分了解之狀態。舉凡工作範圍之確認、施作位置/尺寸/高程/厚度/數量之澄清、使用材料五金之建議、要求增加配件或補強、業主口頭指示(OWI)之確認或回覆 RFI 等，都將影響到工程進行是否順利，圖說釋疑及要求澄清事項之彙整探討，除了可以增進工作的正確性與流暢度，也可以使圖說之完整性與介面整合之確實性趨於完善。詳圖說釋疑/要求澄清彙整表(附錄三)。

表 5.5 RFI 發生原因分析表

項 目	數量	比例
確認業主指示事項(OWI)	5	3.4%
增加材料,加勁鈹,包鈹	14	9.5%
材料表面處理方式	7	4.7%

尺寸,位置,數量,高程,厚度澄清	35	23.6%
圖說規範,設計澄清	70	47.3%
介面澄清	7	4.7%
工作範圍確認	7	4.7%
回覆圖說釋疑澄清(Other)	3	2.0%
合 計	148	100.0%

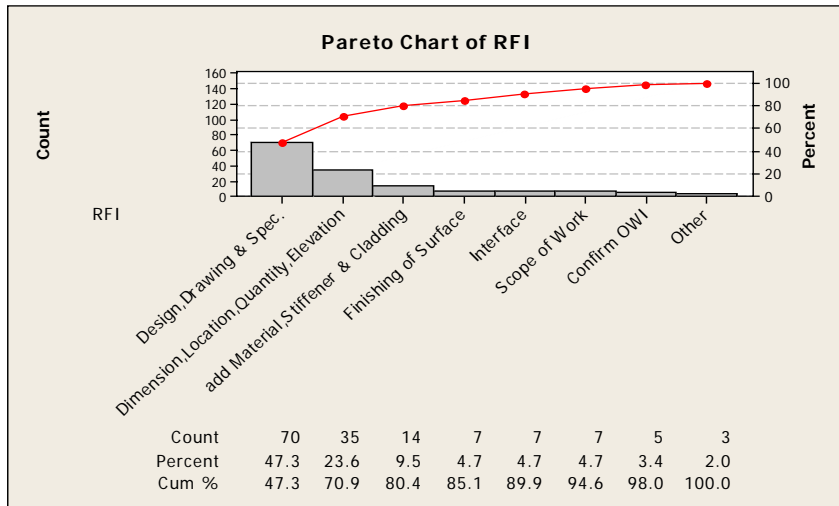


圖 5.7 RFI 之成因柏拉圖分布

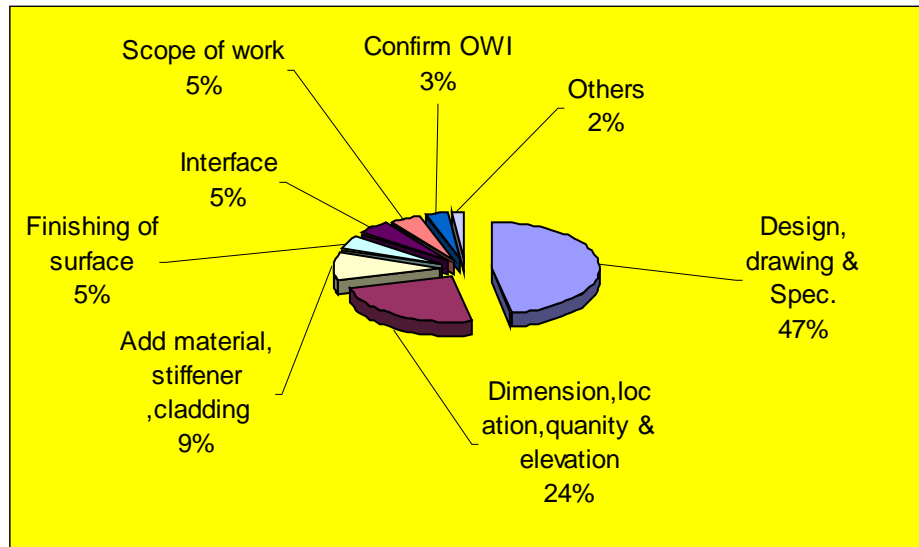


圖 5.8 RFI 之成因及其分布比例

二、圖說釋疑/要求澄清(Request For Information)之形成原因，以圖說、規範設計澄清為最多(佔 47%)，尺寸、位置、數量、高程、厚度澄清次之(24%)，增加材料、加勁鈹及包鈹又次之(10%)。由此可見，圖說、規範設計加上尺寸、位置、數量、高程、厚度等之澄清，佔去所有澄清釋疑之 70%，故詳閱圖說並整合問題及早提出解決，是工程人員不可或缺之專業素養。而增加材料、介面澄清與工作範圍之確認將影響到工程之成本，所以更須謹慎以對，以維護承包商之權益。

5.4 技術送審(Technical Submission)檢討

5.4.1 各階段技術送審之內容：

一、系統設計發展、風雨試驗及施工圖繪製階段(89.11~ 90.10)

1. 鋁擠型(Extrusion)樣品
2. 帷幕牆施工計劃
3. 推開窗五金

二、施工圖及結構計算書送審階段(90.8~91.2)

1. 預埋件(Embed)大樣圖(Shopping Drawing)
2. 一次鐵件(Kicker)大樣圖及結構計算
3. 預埋件結構分析
4. 裙樓/塔樓吊裝軌道示意圖及結構計算
5. 遺失之圖面
6. Zone 33 防火玻璃及防火材料、五金樣品板
7. Zone 22,22A 塔樓屋頂 95-101F 大樣圖及計算書
8. Zone 33 防火玻璃結構計算與回覆
9. Zone 12 結構玻璃材料試驗
10. Zone 21 塔樓屋頂鋪面系統(Paving Deck)及大樣圖

三、單元版片製作階段(90.9~91.8)

1. 花崗石樣品與石材供應商資料送審
2. 5mm 鋁鈹之樣品與供應商資料送審
3. 5mm 鋁鈹烤漆之樣品與供應商資料送審
4. Zone 11,11A,11B,18,18A 鋁鈹及不銹鋼鈹樣品/資料送審
5. 螺栓出廠證明

6. SFS 螺絲化性檢驗報告
7. 鋁擠型(Extrusion)測試報告
8. Zone 6,7 鋁鈹色樣送審
9. 各區玻璃樣品送審
10. Zone 8,10,14 膠條(Gasket ; G54)樣品/資料送審
11. Dow Corning 填縫劑黏著試驗

四、現場放樣及預埋件(1、2次鐵件)階段(90.4~92.5)

1. 材料試驗報告
2. 鉸工考試報告
3. QA/QC 計劃
4. 焊接程序(WPS)
5. 輕型樓版吊車結構分析
6. HILTI 化學螺栓樣品送審
7. 焊接程序規範(WPS)之程序品質紀錄(PQR)
8. 塔頂預埋件及一次鐵件大樣圖
9. 石材版片單元試驗報告
10. Zone 33 防火玻璃施工計畫
11. Zone 20 塔樓 90-91F 覆碗造型不鏽鋼週邊收頭樣品
12. 91F Granite “Misty Rose” 樣品送審

五、單元版片安裝階段(90.10~93.5)

1. 防水工程施工計畫
2. 防水工程承包商資格審查
3. 防水材料(PU)樣品送審
4. 防水材料(Cold fluid-applied waterproof coating)樣品送審
5. 防水工程品管計畫、安全計畫
6. 層間塞樣品送審
7. 滴水封(Drop Seal)樣品送審
8. 點固定式玻璃(Glass point fixing)樣品送審
9. 填縫材供應商資料與產品資料
10. 可開窗把手樣品送審
11. 店面不鏽鋼及雨庇協力承商資料送審
12. Zone 11,18 不鏽鋼樣品、固定件五金樣品及資料送審

13. PE Foam 樣品/資料送審
14. Zone 24 扶手欄杆焊接點樣品送審
15. 混凝土及點鋸鋼絲網樣品送審
16. Zone 14 採光罩玻璃送審
17. PU 防水膜測試報告
18. 塔樓洗窗機設備使用審查
19. Sika PU 膠黏著試驗
20. Zone 10,14 螺栓樣品(S.S.F)送審
21. Zone 31 造型樑鋁擠型樣品送審
22. Zone 26 伸縮縫蓋板不鏽鋼鉸鍊及蓋板實品
23. 25mm 厚隔熱棉樣品送審
24. Zone 25 中央圓徽章施工計畫
25. Zone 24 角隅不鏽鋼造型飾物施工計畫
26. Zone 33 防火玻璃及防火材料、五金樣品板

5.4.2 技術送審之流程及其結果之代號與意義

一、技術送審之流程如下：

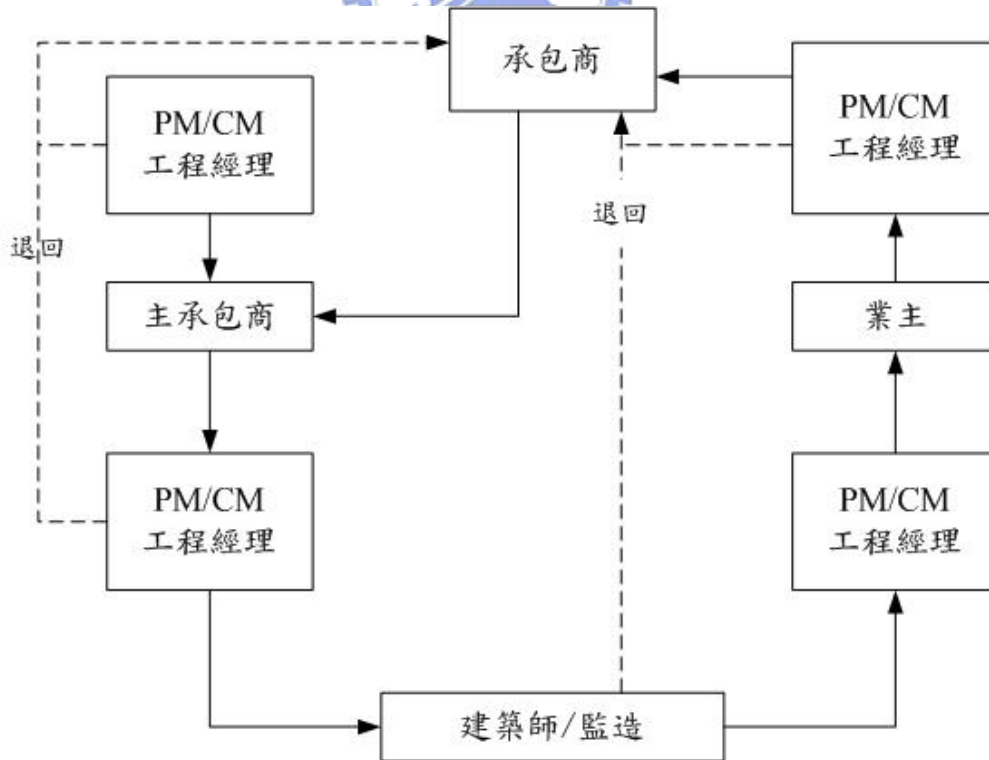


圖 5.9 技術送審流程圖

二、技術送審結果之代號與意義如下表：

表 5.6 技術送審結果之代號與意義

代號	Status	狀態
A	Approved, Work may proceed	核准, 可開工.
B	Revise and resubmit for record, Work may proceed subject to incorporation of changes indicated.	修改後重新提出, 可開工. 但須依圖面上之修正進行製作.
C	Revise and re-submit, Work may not proceed.	修正後重新提出, 不可開工
D	Reject, Not Apporved.	未核准, 退件, 乙方應提出變更後之方案.
R	Under review	審核中
PS: 送審結果為B,C,D者, 應於15天內重新提送.		

三、技術送審之檢討時機與問題彙整

技術送審之彙整檢討時機 (Jun-03), 為裙樓已經完成安裝, 塔樓部分已經完成標準層 (26F~90F) 及 26F 以下樓層之技術審核, 而 90F 以上亦已送審中, 故全部帷幕之技術送審均已完成 (施工電梯與最後塔吊拆除約於 30-Apr-04 完成, 但並無增加額外之技術送審)。此階段檢討足以涵蓋全部施工過程與範圍, 所以代表性、完整性均已足夠。問題彙整如下表：

表 5.7 技術送審代號、狀態與數量、比例統計表

※綜合上述規定, 可施工者為評定A或B, 不可施工者為評定C或D. 評定為 R者亦不可施工, 審核結果有下列組合及其所佔比例.				
代號	狀態	意義	數量	%
A或B	可施工	審核通過或局部修正再送	140	41.67
C	不可施工	未審核通過, 修正重送	15	4.46
D	不可施工	退回, 狀態最差者	62	18.45
A, B+C	不可施工	大部分核可, 少部分需修正	1	0.30

A, B+D	不可施工	大部分核可,少部分未通過	74	22.02
R	不可施工	審核中,未知結果	30	8.93
無	與施工無直接關係	通常為結構計算之送審	14	4.17
	合計		336	100

四、對工程之影響

1. 技術送審之審核結果乃是施工可否進行之依據，依據上述之統計，截至彙整檢討時機（Jun-03）尚有甚大之比例未完全核准，即代號為 C、D、R 及 A,B+C、A,B+D 等之總合，超過總件數之半數。對工程進度推展之影響不可謂不大，雖業主亦協助加速技術送審之完成，而大部分核可部分亦准予施作，但監造單位仍以此未完全通過而暫不予計價，造成工程款積壓過多無法請領，對承包商之財務壓力有非常大之影響。
2. 依審查核准所需時間與所佔比例統計表（如表 5.8），審查核准歷時超果 31 天以上者約達 47%，其中審查核准歷時 60 天以上者約達 10%。顯示審查時間過於冗長，對於本案之緊迫工期殊為不利。

表 5.8 審查核准所需時間與所佔比例統計表

	審查核准歷時(天)	件數	比例 %
1	30 天以下	159	47.32
2	31 天~60 天	124	36.91
3	61 天~90 天	19	5.65
4	91 天以上	14	4.17
5	其他（時程不明）	20	5.95
	合計	336	100.00

五、因應對策及改善建議

1. 監造與 CM 單位對於審查結果為「不可施工」之評定宜再慎重，避免造成無謂之作業等待或機具、人工閒置。
2. 審查結果為「大部分核可,少部分需修正」或「大部分核可,少部分未通過」者應確實說明其不可施工之原因，否則應改列為「可施工」之代號。

3. 縮短監造與 CM 單位審核之時間，對應於施工承包商不捨晝夜、週末假日加緊趕工，監造與 CM 單位應設定審查時限剋日完成，否則應犧牲假日配合審查，以免延誤工期。

5.5 施工進度與介面檢討

本案超高層大樓施工中，帷幕牆安裝進度與結構工程（鋼構及 RC 結構等）、防火被覆及水電空調等之關係非常密切，其中造成施工遲延之原因有以下各項，檢附本案帷幕牆安裝與相關之鋼構階段完成、結構版完成時間表（附錄四）供對照。（T.C. Pavitt., and A.G.F. Gibb., 2003）

1. 施工工期特別長：本案工期長達 5~6 年，諸多因素可能造成施工遲延，較其他短工期專案更不易評估其風險。
2. 參與單位眾多：工程施工中需有各項資源投入，承包商、材料供應商、顧問、業主單位及政府主管機關等，任何一個單位配合之時程一有延誤，即可能造成整體工程之遲延。另外，施工過程中除監造單位外，勞安、環保、品管稽核等單位都可能對施工過程或環境要求改善，這些要求都可能造成部分施工之中斷。
3. 複雜度高：本案帷幕牆在 34F 以上之每八層樓退縮露台，因涉及不鏽鋼造型所在之角隅鋼結構需補強，且位於機房與逃生避難空間，加上洗窗機設備安裝之相關設施，使得原本狹隘的空間，益顯得複雜。
4. 其他因素：如強風豪雨無法進行吊裝作業及 921、331 地震等。

就帷幕牆施工進度與結構工程之關係而言，帷幕牆之預埋鐵件作業需在鋼結構鋼承浪板（尤其是邊板；或稱擋泥版）完成立即安裝、焊接固定。常見之狀況是承浪板之邊板高程或進出與帷幕牆放樣結果不吻合，需與鋼構包重新校核，而在此同時，水電配管已進行中，主承包商之混凝土澆置時間也已安排，預埋鐵件作業在被壓縮之工期中，將遭遇上述介面廠商工程品質、進度及天候（雨天無法焊接）不可抗拒因素等問題。

帷幕牆在 34F 以上之每八層樓退縮露台，因涉及角隅鋼結構補強之施工（不鏽鋼造型如意），其工作包含鋼板材料訂購、現場研磨除漆、電銲、檢驗及補漆等，作業繁複，勢必無法跟上當層帷幕牆單元版片之安裝進度，其落後帷幕牆單元版片安裝之時程差約達二至三週。

帷幕牆單元版片之儲放與安裝作業須在鋼構安裝及混凝土結構版完成（含養護）後才可進行。在較高樓層帷幕牆單元版片之安裝須加緊速度，否則，室內隔間及相關作業將受天候（強風、豪雨）之影響而無法進行。

再就帷幕牆施工進度與防火被覆之關係，塔樓在 34F（實際高度約 40F）以下部分，受風力影響較小，故帷幕牆與防火被覆之施工順序與一般大樓相同，即防火被覆先行施工，帷幕牆緊接其後安裝。但在 34F 以上部分，因受風力影響頗大，必須帷幕牆先行施工，防火被覆再隨後施作。這種受施工位置之高程而改變作業次序，將影響帷幕牆單元版片儲放空間及動線之調整；另外，防火被覆施作前之防護措施亦隨之改變。

防火被覆承包商因不諳角隅鋼結構補強（不鏽鋼造型如意安裝之用）施工作業之細節，故常將該部分鋼構噴塗防火被覆後，待帷幕牆施作該處電銲及補強時又需將防火材刮除。

至於帷幕牆施工進度與其他介面之關係，因各樓層之儲放需仰賴施工電梯垂直運送，施工電梯通常白天提供施工人員搭乘及水電、裝修材料運送，而帷幕牆版片因體積龐大，白天運送效率亦受運送拖板車（國內製造之版片）或貨櫃車（國外製造之版片）於市區行駛之種種限制而不理想，遂於夜間 20：00~02：00 運送版片，並以施工電梯垂直運送才符合效益。在 34F 以上之每八層樓退縮之角隅有不鏽鋼造型如意，在其安裝之同時需注意照明承包商之航空警示燈（含接地）是否已裝配完成，通常應在工廠中安裝較為妥當。

5.6 其他缺失原因與改善對策

5.6.1 品質管理

A. 二次鐵件(Anchor)

缺失情形: 1.二次鐵件與預埋件銲道腳長不足.

2.二次鐵件塗裝材質/顏色(鋅絡黃;黃色)與規範(鋅粉底漆;灰色)要求不符.

位置: 塔樓 47F 二次鐵件.

時間: 2002.11.01

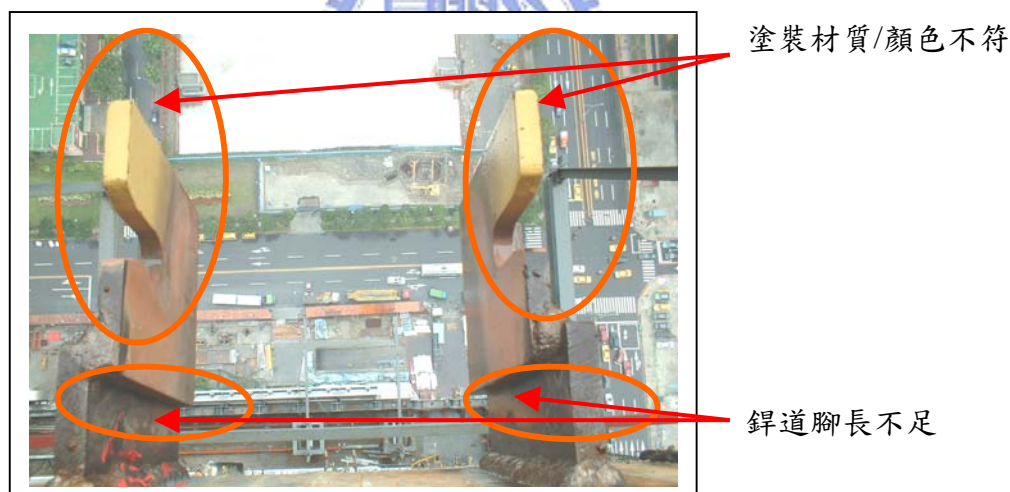
改善對策: 1.銲道腳長不足處補銲.

2.二次鐵件塗裝顏色及材質不符,係因分批採購廠商未明瞭規範要求,該批材料送回工廠重新噴砂油漆。

改善時機: 1. 銲道腳長不足---施工時.

2. 塗裝材質/顏色不符---材料進場驗收時.

改善後效益: 減少重工所造成之成本與時間浪費。



照片 5.1 二次鐵件缺失情形

B. 帷幕牆繫件焊接與特殊結構(Zone 24)

位置: Zone 24(34F、42F、50F、58F、66F、74F、82F、90F 等).

時間: 2002.8~2003.2

改善對策: 繫件焊接為安裝前置作業重要之一環,本案在角隅每八層樓退縮部分之露台結構上有不鏽鋼造型裝飾物,每處重量約達3.0噸,原設計在懸臂鋼樑端有不少之開槽焊道,而一般帷幕牆很少設計鐵件是開槽焊的,這也牽涉到非破壞檢驗之必要性,如依原設計施作

勢必造成電銲工資格問題及非破壞檢驗(UT)工作之增加。雖然經結構技師提送 FMP 核可，將開槽焊道設計改為填角銲道，但也因而耽擱一段時間，甚至產生 NCR 之情事。由此可見當帷幕牆標涵蓋到一些特殊結構時，承包商應考慮其設計、施工之特性，並注意協力廠商是否具有此項專長，及早因應。

C. 窗簾盒固定鋁件

缺失情形：防火被覆噴覆後安裝窗簾盒固定件,刮除防火材耗時費工.

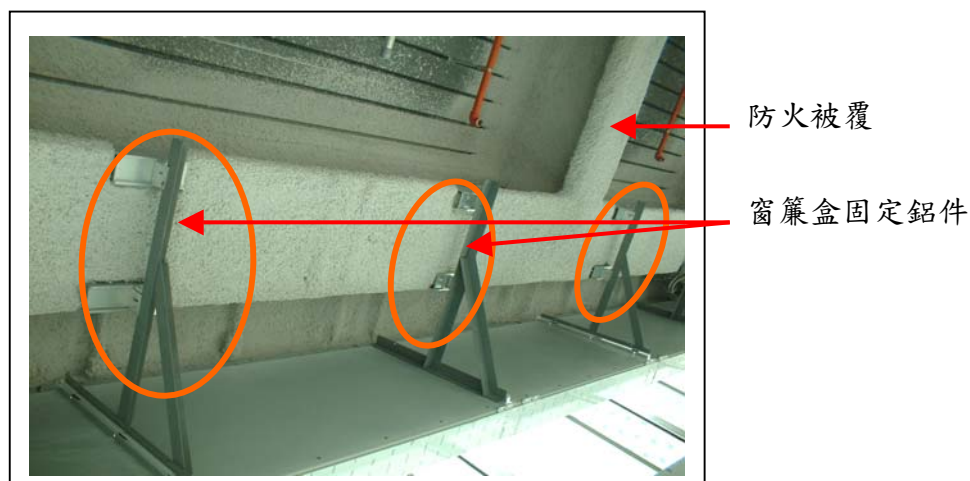
位置：塔樓 10F 及 50F.

時間：分別為 2003.03.08 及 2003.03.10.

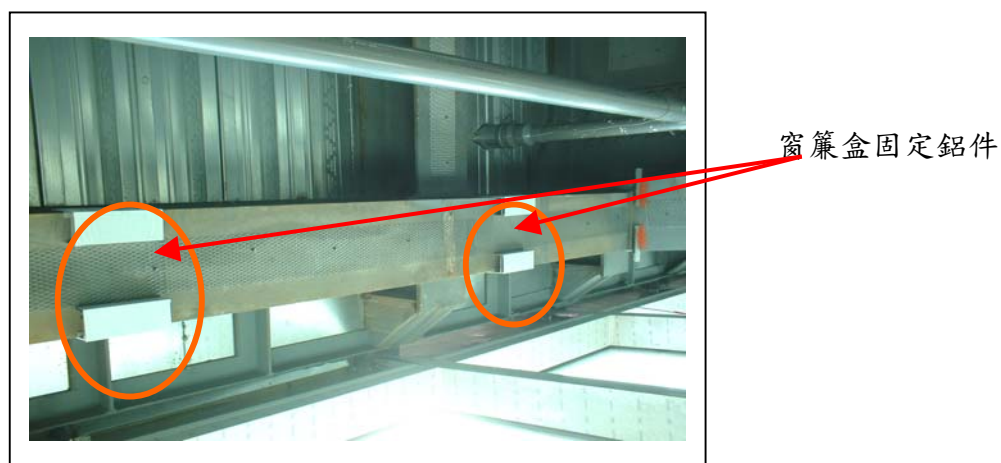
改善對策：窗簾盒固定鋁件於防火被覆噴覆前安裝,可避免安裝窗簾盒時，需刮除防火被覆材料.

改善時機：安裝窗簾盒施工前

改善後效益：減少不必要之多餘前置作業，使工作不致於停頓。



照片 5.2 窗簾盒施工缺失 a



照片 5.3 窗簾盒施工缺失 b

C. 伸縮縫蓋板

缺失情形：(上)伸縮縫蓋板於女兒牆及管道間之預埋鐵件不準確；收邊泛水鈹亦無法連續。

(下)伸縮縫蓋板於女兒牆轉角處設計不符現場需求，尺寸亦有偏差，無法安裝。

位置：Zone 26, Expansion Joint, level 6

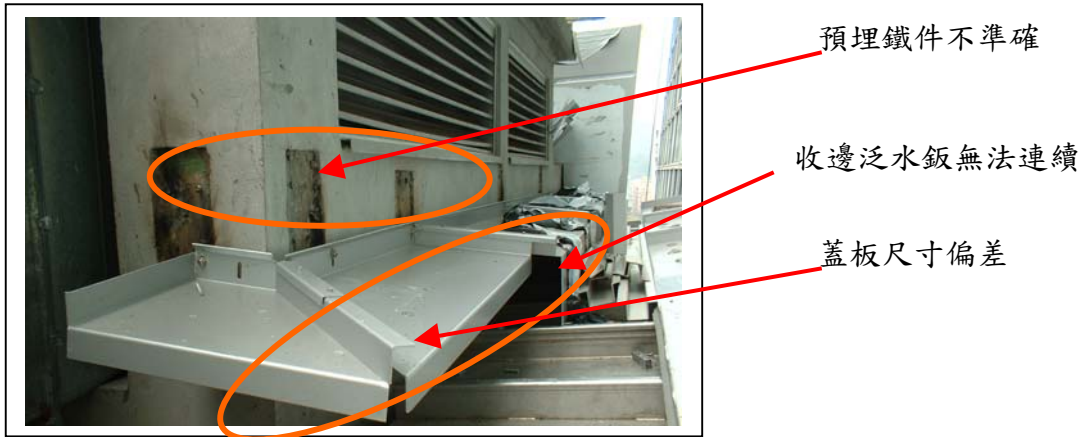
時間：2003.03.03

改善對策：1.預埋鐵件不準確者，改以膨脹螺絲或化學錨栓替代，施工法與材質另提 FMP 送核。

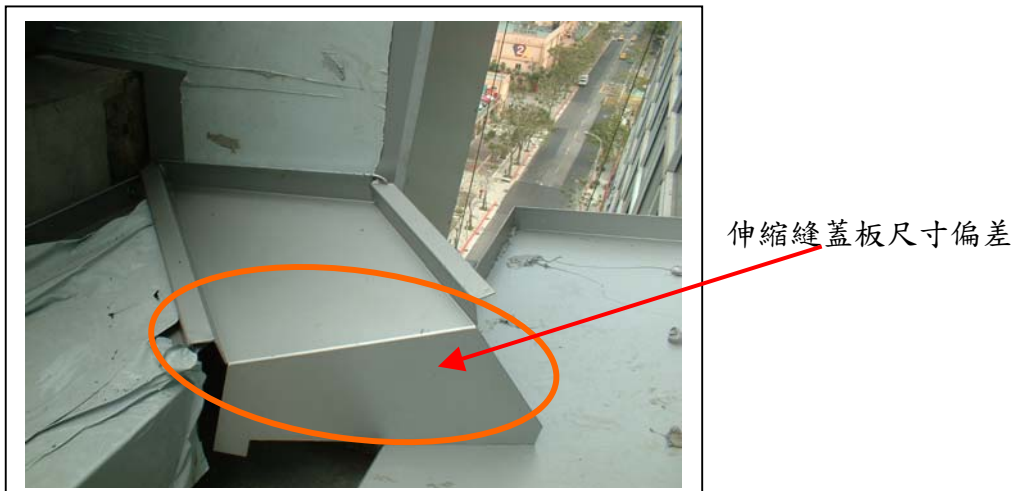
2.伸縮縫蓋板尺寸不符者，裁切修改，並注意防鏽處理。

改善時機：RC 構造施工前確認工法；伸縮縫蓋板製造前確認施工圖。

改善後效益：避免現場尺寸不符而重工。



照片 5.4 伸縮縫水平蓋板缺失(a)



照片 5.5 伸縮縫水平蓋板缺失(b)

D. 加勁板焊接銲道未符合要求

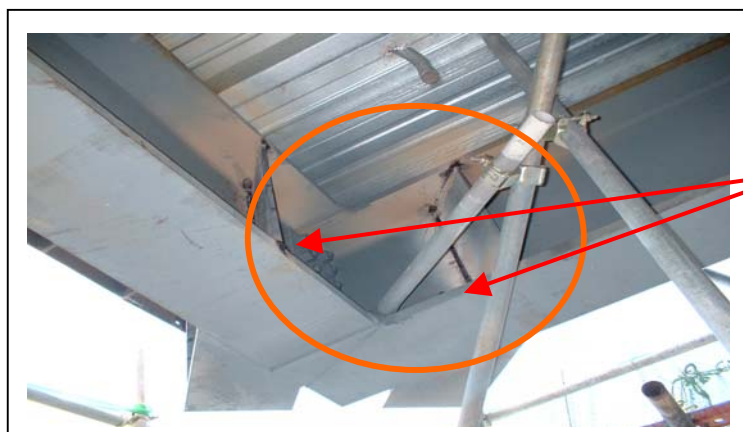
缺失情形：塔樓角隅加勁板焊接銲道未符合要求,除鏽未確實。

位置：塔樓 34F

時間：2002.11.05

改善對策：塔樓角隅加勁板焊接依規範及核可之大樣圖施作。

改善時機及改善後效益：電銲作業前確認銲道要求可避免重工。



照片 5.6 加勁板焊接缺失

E. 不鏽鋼飾物安裝

缺失情形：安裝完後未及時焊接防止跳脫鐵件；封鎖拆除吊點所留之蓋板未填妥矽膠及平整,易致滲漏水(右)。

位置：塔樓 58F 西側及南側不鏽鋼裝飾物

時間：2003.03.07

改善對策：及時焊接防止跳脫鐵件，如天候或特殊原因無法焊接,亦須作假固定以策安全(左)；拆除蓋板重新施作,並做試水(右)。

改善時機及改善後效益：安裝後確保地震時安全無慮及防水性能。



照片 5.7 不鏽鋼造型安裝缺失



照片 5.8 不鏽鋼造型安裝缺失

5.6.2 現場施工管理

A. 施工順序不符及承商施工範圍不明確

缺失情形：塔樓西北角於切入裙樓部分之不鏽鋼裝飾物,因承商對於合約承攬範圍不清楚,且未及時釋疑,造成裙樓已完工卻未安裝,受限於空間無法以塔吊安裝,將增加施工困難度與成本.原訂安裝時間為 91.12.07，延誤至 92.04.09 才完成。

位置：塔樓 8F,西北角隅

時間：2002.10.30

改善對策：1.提出 FMP 將不鏽鋼裝飾物分割成較小單元後分二次吊裝,並修改固定鐵件配合。

2.該處施工前須搭設工作架,以便於外牆進行電銲及安裝作業.並利用貨梯運送不鏽鋼造型裝飾物至 4F。

改善時機：依施工計畫於 8F 室內外不鏽鋼裝飾物安裝前。

改善後效益：減少吊裝動線及淨高限制之阻礙，亦即降低成本。



照片5.9 現場施工管理缺失

B. 角隅不鏽鋼造型飾支撐方鋼管焊接及轉角鋁鈹單元鋼架安裝費時

缺失情形：塔樓角隅不鏽鋼造型飾物支撐方鋼管焊接及轉角鋁鈹單元鋼架安裝費時,影響該處下方之帷幕牆單元安裝進度，甚至被防火被覆遮蓋,無法逕行焊接作業,轉角鋁鈹單元鋼架安裝、焊接及刮除防火被覆材耗時費工。

位置：塔樓 34F

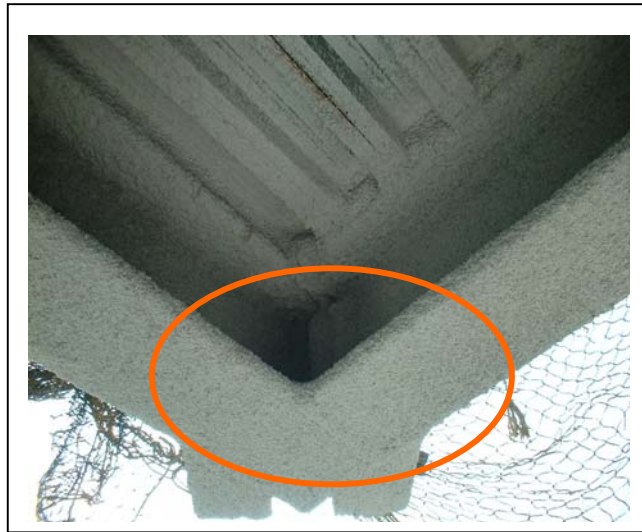
時間：2002.11.05

改善對策：塔樓角隅加勁鈹焊接進度加速,尤其是在每 8 層(33F、41F、

49F、57F、65F、73F、81F、89F) 樓板混凝土澆置及養護完成時, 迅速搭設鷹架,以利後續焊接工作. 相對於塔樓標準樓層(34F~90F) 外牆版片之安裝速度(每2~3天1層),此角隅加勁鈹焊接進度及外挑鷹架拆除才是整個塔樓進度之要徑(Critical Path),應針對此項工作加強控管.

改善時機:該層樓版施工(RC澆置及養護)完成時。

改善後效益:減少介面廠商施工進度超出配合狀態而造成工項增加。



照片 5.10 塔樓角隅加勁鈹未於防火被覆前完成



照片 5.11 塔樓角隅加勁鈹焊接位置



照片 5.12 轉角單元二次鐵件之預埋件遺漏補作(左)



照片 5.13 角隅不鏽鋼造型支撐 H 鋼組立及焊接進度落後(右)

C. 介面問題

缺失情形：42F 露台因設置洗窗機軌道及基礎,造成落水頭水管與帷幕牆 Zone 27 補強角鐵衝突。

位置：塔樓 42F.

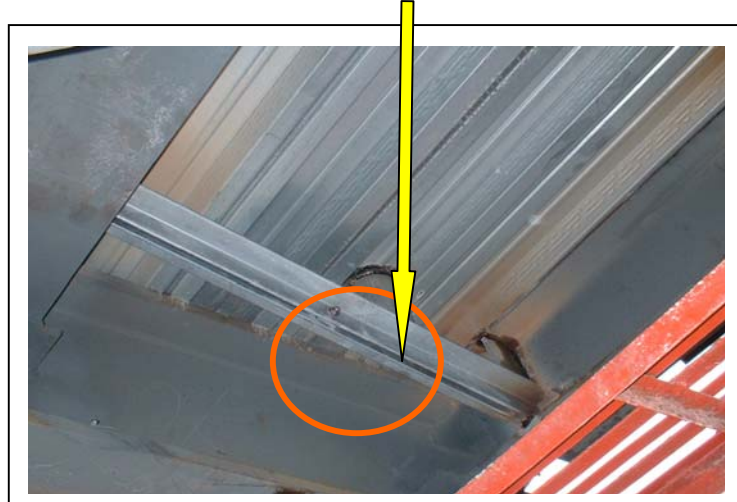
時間：2002.10.29

改善對策：此係介面問題,與設備承商及總承包商協調,落水管設置彎頭以避開補強角鐵,同時考慮 90F 亦有相同問題,及早因應。

改善時機：水電承包商施作落水管前。

改善後效益：減少介面衝突造成修改之成本。

落水頭水管與帷幕牆補強角鐵衝突



照片 5.14 露台落水管與為幕牆補牆角鋼衝突

D. 伸縮縫

缺失情形：防地震伸縮縫垂直蓋版系統遲未通過審查,延誤達 4 個月以上 (02.11~03.03), 伸縮架及橡膠/PVC 封條完成後無法後續進行垂直蓋版安裝, 致滲漏水及水平泛水銜接問題。

位置：防地震伸縮縫 (Z26; 東向及南向; 1~6F 及 6F~10F)

時間：2002.11.06

改善對策：垂直蓋版系統係採磁鐵吸附及受地震時側向位移不致脫離, 應加速通過審核或另提 FMP, 早日完工。

改善時機：施工圖送審時。



照片 5.15 伸縮縫垂直蓋板施工缺失



照片 5.16 伸縮縫垂直蓋板施工缺失

5.6.3 安全管理

A. 不鏽鋼造型飾物卸貨及安裝

缺失情形：不鏽鋼造型飾物運輸架無人員攀爬階梯,以架設一般鷹架方式施作,耗時費工,安全措施亦未臻完善.

位置：Z24; 34F, West Central Feature Loading on ground level.

時間：2002.11.11. 05:00~08:00

改善對策：要求承商於運輸架上加設人員攀爬階梯及安全母索或欄杆,運輸架豎立後安裝臨時防側傾設施.

改善時機：不鏽鋼造型飾物吊裝前。

改善後效益：確保施工安全。



照片 5.17 不鏽鋼造型飾物施工架安全措施不當

B. 火災事故：(a)

時間：2003.1.16 上午 09:50

位置：裙樓東北側屋頂採罩旁鋁包鈹。

原因：疑是塔樓電銲作業銲渣掉落至鋁板下方,引燃隔熱 PS 板造成。

處置：1.自行接水源至火災區域澆灌及使用滅火器熄滅火勢。

2.請消防隊協助以高空雲梯車澆水滅火。

損失情形：裙樓屋頂鋁包覆板片及隔熱材燒毀約 509 m²；防水 PU 約 668 m²，無人員受傷。

改善對策：1.依損失情形擬定修復計畫,受災區修復材料準備及採購,鋁包覆板片之訂製與進場時程尤其重要。

2.請業主與設計單位重新評估鋁包覆板片下方隔熱材 PS 板屬易燃物,改以其他替代品之可行性。

3.加強電銲作業下方及周圍火災防止措施,防火毯使用(遮蔽)範圍再檢討,滅火設備於完工區域之配置再增加。

改善時機：平時宣導與巡檢。

改善後效益：避免火警災害發生造成生命、財產之損失。



照片 5.18 火災事故---裙樓東北側屋頂採光罩旁鋁包鈹火災。

C. 火災事故：(b)

時間：2003.2.28 下午 17:30

位置：裙樓南側屋頂露台。

原因：塔樓電銲作業銲渣掉落至裙樓堆放之硬化劑，高熱引起火災。
處置：自行使用滅火器撲滅。

損失情形：裙樓 6~10F 牆面鋁板燒毀約 20 m²，無人員受傷。

改善對策：1.防水材料硬化/調薄劑等易燃物質之儲放保護需加強。

2.曝露於室外之材料需防止電銲作業銲渣掉落而引起火災，考慮防火毯之遮蓋。

3.加強物料進場管制，易燃物品盡量於使用當日或前一天進場，以減少發生意外之機會。

改善時機：平時宣導與巡檢。

改善後效益：避免火警災害發生造成生命、財產之損失。



照片 5.19 火災事故---裙樓南側屋頂露台 PU 防水材起火。

D.電銲作業造成銲渣掉落

缺失情形：塔樓電銲作業造成銲渣掉落

帷幕牆進度：2003.3.6 塔樓安裝完成至 58F;裙樓已安裝完成。

位置：塔樓 58F 以上西南、西北角隅(臨接裙樓),及其他有銲渣掉落顧慮之處。

時間：2003.03.06

改善對策：如照片所示,在外挑鷹架四周包覆防火毯,電銲作業時嚴格要求架設火花承接盒(Spark Catch box)。

改善時機：平時。

改善後效益：避免電銲銲渣掉落而引起火災



照片 5.20 電銲銲渣掉落防止措施



照片 5.21 電銲銲渣掉落防止措施

E. 墜落事故

缺失情形：塔樓吊運作業不當，使用吊臂吊固定件時，因強風吹襲致小型吊車撞上女兒牆，固定片的木板傾斜翻倒，三百多公斤的固定片從 90 層往下掉落，造成鐵件墜落傷及行人、車輛。

位置：塔樓 91F 南側。

時間：2003.11.21 上午約 08:30（塔樓完成至 101F；裙樓已使用中。）

- 改善對策：
1. 鐵件、固定件等材料以人工搬運方式搬至使用樓層，避免承商為了方便、迅速而採取於外牆吊運。
 2. 派駐場監看員，隨時監管外牆作業是否採取足夠之安全措施，並嚴格管制風速超過定值之吊車使用。
 3. 未獲安檢合格之小型伸縮臂吊車禁止使用。

改善時機及效益：平時；避免意外發生即遭勒令停工。



照片 5.22 塔樓 90F 鐵件搬運不慎掉落 搬運不慎地面



照片 5.23 塔樓 90F 鐵件飛落，損害地面之汽車



照片 5.24 墜落事故-塔樓未獲安檢合格之小型伸縮臂吊車。

綜合以上安全管理缺失，對於工地所發生火災與材料墜落事故之具體安全實施對策如下：(本研究整理)

表 5.9 火災與材料墜落事故之具體安全實施對策

項目	對 策	確認方法
易燃物 管理	1. 易燃物清單建立。 2. 指定置放場所及決定保管方式。 1. 易燃物置放區附近之火源管理。收工時場地整理。	1. 易燃物：溶劑、接著劑、油漆、保麗龍、燃料。 2. 地下室及指定之樓層。 3. 收工時場地整理清潔及安全巡檢。
動火作 業管理 (焊接/ 切割火 花 防 護)	1. 鋼骨吊裝之焊接，柱吊耳及斜撐 2. 露台、陽台區域鋼承板鋪設之焊接固定、剪力釘植焊。 3. 混凝土澆置前之動火作業。 4. 帷幕牆之鐵件安裝。	1. 火花承接盒設置；防火毯加大。 2. 焊接及燒切火花承接盒內之防火毯確實鋪設。 3. 各焊接作業區域之防護對策。 4. 動火作業時監視火花是否飛落。 動火規定辦法重新檢討。
飛落物 防止管 理	1. 高張力螺絲、墊片及手工具飛落之防止。 2. 螺栓袋及工具繫線之固定。	1. 監視員設置。 2. 水平安全網全面安裝及維持。 3. 間隙開口之防護。
安全巡 視	安全巡視要點實施及表列項目實施點檢： 接及燒切作業；禁菸狀況；可燃物清狀況；飛落物防止對策；人員墜落防之實施狀況。	1. 每日上下午工區巡視安全檢查。 2. 分包商或勞工違規者，實施停工，出場或罰款。 3. 措施及設施一旦決定後，全員遵守。

5.6.4 設計圖說與製造整合問題

A. 缺失情形：外牆鉤掛式鋁板及泛水板尺寸錯誤

位置：塔樓 2F~4F. Zone 19 & Zone 31

時間：2003.08.05~2003.11.30

改善對策：由製造工廠派員至工地現場支援了解，並繪製大樣圖，鋁板及泛水板尺寸不符者送回工廠修改。

改善時機：施工圖審查前。

改善後效益：減少後續工作等待及工程進度落後。



照片 5.25 塔樓入口鉤掛式鋁板及泛水尺寸錯誤。

B. 缺失情形：不鏽鋼裝飾物背板尺寸與現場不符

位置：塔樓 42F~90F. Zone 24

時間：2003.09.05

改善對策：由協力承商提送 FMP，且在製造前丈量每一個不鏽鋼裝飾物之背板尺寸。

改善時機及改善後效益：工廠製作完成前：美觀及驗收順利。



照片 5.26 塔樓中央不鏽鋼造型飾物之背板尺寸不符。