

臺中市巨蛋體育館興建工程

設計階段風險評估報告書



洽辦機關：臺中市政府運動局

代辦機關：臺中市政府住宅發展工程處

設計及監造單位：九典聯合建築師事務所

中華民國 111 年 03 月 15 日

第一章 工程計畫概要	1
1.1 計畫緣起與目標	1
1.1.1 緣起	1
1.1.2 目標	1
1.2 計畫範圍及環境	3
1.2.1 基地座落	3
1.2.2 基地面積	3
1.2.3 使用分區	3
1.2.4 基地位置圖	3
1.2.5 土地使用分區	4
1.3 規劃設計構想	4
1.4 工程資料表	8
第二章 工程設計階段施工風險評估	10
2.1 辦理依據	10
2.1.1 設計階段施工風險評估辦理方式及實施流程	10
2.1.2 設計階段安全風險評估流程說明	12
2.2 施工風險評估小組之組成	13
2.3 施工風險評估使用表單	15
第三章 準備作業	17
3.1 工址環境現況調查分析	17
3.1.1 地形	17
3.1.2 地質	17
3.1.3 地下水文	20
3.1.4 臺灣地區地震概況	21
3.1.5 地質敏感區分類	21
3.2 工程功能需求分析	22
3.4 法規彙整分析	22
3.5 相關工程災害案例分析	23
3.6 工址環境現況及工程功能需求潛在危害辨識	25
第四章 設計方案評選	27
第五章 設計成果摘要說明	29

第六章 設計成果施工風險評估	39
6.1 施工風險評估方式	39
6.1.1 危害辨識	39
6.1.2 嚴重度之分級基準	42
6.1.3 風險等級之分級基準	43
6.2 本案設計工程拆解及實施風險評估	44
6.2.1 準備作業	45
6.2.2 基礎及地下室開挖	50
6.2.3 結構體工程	57
6.2.4 裝修工程	72
6.2.5 機電工程	82
第七章 設計階段施工風險評估成果之運用	92
7.1 風險評估對策說明	92
7.2 規劃設計安全考量成果訂定招標文件	95
7.2.1 職業安全衛生設施之規劃設計	95
7.2.2 大型喬木保護措施說明	101
7.3 職業安全衛生設施之規劃設計及監造	102
7.3.1 職業安全衛生管理說明	102
7.3.2 職業安全衛生管理程序	102
7.4 職業安全衛生設施圖說	104
第八章 風險資訊傳遞及風險追蹤管理	116
8.1 風險對策傳遞說明	118
8.2 洽辦機關	118
8.3 代辦機關	118
8.4 監造	119
8.5 施工廠商	119
8.6 風險對策管制表	120
8.6.1 風險對策管制表格式	120
8.6.2 風險對策管制表格式	122
附件一 設計階段風險評估會議	123

圖目錄

圖 1- 1 臺中市巨蛋體育館興建工程基地位置.....	3
圖 1- 2 土地使用風區圖	4
圖 1- 3 建築物模擬透視圖	7
圖 2- 1 設計階段安全風險評估流程圖	11
圖 2- 2 施工風險評估小組組成圖	13
圖 2- 3 合格施工安全評估人員證書	14
圖 3- 1 五萬分之一台中區域地質圖	18
圖 5- 1 場館結構模型	30
圖 5- 2 主場館結構概要圖	31
圖 5- 3 副場館結構概要圖	31
圖 5- 4 主場館屋頂結構圖	32
圖 5- 5 副場館屋頂結構圖	33
圖 5- 7 天空迴廊結構概要圖(二)	34
圖 5- 8 鋼構屋頂安裝計劃圖	37
圖 5- 9 鋼纜預力施拉作業	38
圖 6- 1 物體倒塌要因圖	40
圖 6- 2 墜落與物體飛落要因圖	40
圖 6- 3 感電災害要因圖	41
圖 6- 4 火災要因圖	41
圖 6- 5 工程內容及實施流程	44
圖 7- 1 本工程防止開挖面崩塌之風險對策	92
圖 7- 2 本工程管控人員安全之風險對策	94
圖 7- 3 職業安全衛生檢查作業流程圖	103
圖 7- 4 巨蛋場館建築圖說營造安全衛生設施	104
圖 7- 5 巨蛋場館結構圖說安全措施平面圖(一).....	105
圖 7- 6 巨蛋場館結構圖說安全措施平面圖(二).....	106

圖 7- 7 巨蛋場館結構圖說安全措施剖面圖	107
圖 7- 8 巨蛋場館結構圖說安全措施細部圖	108
圖 7- 9 實驗小學建築圖說營造安全衛生設施.....	109
圖 7- 10 實驗小學結構圖說安全措施剖面圖.....	110
圖 7- 11 實驗小學結構圖說安全措施細部圖.....	111
圖 7- 12 工程變更施工風險評估及管理實施流程.....	113
圖 8- 1 施工風險管制之整合平台示意圖	116
圖 8- 2 施工風險管制資訊傳遞流程圖	117

表目錄

表 1- 1 建築配置用途	7
表 1- 2 工程基本資料表	8
表 2- 1 設計階段施工風險評估小組職責	13
表 2- 2 施工風險評估表(標準版)	15
表 2- 3 工程基本資料表	15
表 2- 4 施工規劃階段工址環境現況及施工需求潛在危害辨識表	16
表 2- 5 工程設計方案評選表.....	16
表 3- 1 水位量測記錄表	20
表 3- 2 工程設計階段辦理施工風險評估及管理相關規定.....	22
表 3- 3 建築工程施工災害案例	24
表 3- 4 工程設計階段工程需求及工址現況潛在危害辨識表.....	25
表 4- 1 工程設計階段檔土支撐施工方案評選表.....	27
表 4- 2 工程設計階段屋頂施工方案評選表	28
表 6- 1 風險矩陣所對照的可能性分級	42
表 6- 2 危害等級嚴重度之分級基準	42
表 6- 3 風險矩陣表	43
表 6- 4 準備作業作業拆解	45
表 6- 5 準備作業風險評估表	46
表 6- 6 基礎及地下室開挖作業拆解	50
表 6- 7 基礎及地下室開挖作業風險評估表	51
表 6- 8 結構體工程作業拆解	57
表 6- 9 結構體工程作業風險評估表	59
表 6- 10 裝修工程作業拆解	72
表 6- 11 裝修工程作業風險評估表	74
表 6- 12 機電工程作業拆解	82
表 6- 13 機電工程作業風險評估表	85

表 7- 1 變更前施工風險評估表	114
表 8- 1 本工程風險對策管制表格式	121
表 8- 2 風險對策執行成果確認表	122

第一章 工程計畫概要

1.1 計畫緣起與目標

1.1.1 緣起

臺中市一直以來為孕育體育運動與音樂發展而努力，目前臺中市洲際棒球場也是流行音樂及電子音樂重鎮，大型演唱會經驗如五月天演唱會、杜蘭朵歌劇等等；但目前缺乏大型專業之室內表演場所。而室內演唱會場地部分，現今流行音樂產業仍以臺北小巨蛋及高雄小巨蛋為主，臺中市政府鑒於此計畫，未來設置專屬臺中市之中部大型體育運動場館，除了可與北部台北小巨蛋與南部高雄巨蛋場館互補外，並提供舉行國際級之運動賽事及可以容納 1 萬 5,500 人以上的大量觀眾席空間，以提供市民必要的創新與服務，提升地方與國際之交流平臺，將來的「臺中市巨蛋體育館」須能提供多樣、優質的育樂活動及各類運動比賽，同時也促使臺中市的體育運動、藝文展演、經濟活動更加活絡，邁向國際化。臺中市政府冀望未來興建之臺中巨蛋除了能實用外，更能做為代表臺中市之地標型建築物。

1.1.2 目標

台中巨蛋園區將包含一座符合國際水準的多功能、多用途的運動場館，必須能舉辦國際性運動比賽、職業比賽及各項樂性的表演，甚至可與鄰近國家或城市的同類型場館結盟，以爭取舉辦國際大型運動比賽及演唱會等娛樂性活動。「臺中巨蛋」除了實用外亦能提供多功能場地、優質的活動及各類運動比賽，並可容納大量觀眾的空間，期望成為代表臺中市之地標型建築物。本案建設預期達成目的如下：

（一）提昇舉辦國際賽事能力

擁有合乎世界標準之現代化綜合體育館臺中市洲際棒球場於 2006 年落成啟用後，陸續舉辦多項國際棒球賽事，而本案巨蛋體育館為可舉辦籃球、排球、羽球、網球及五人制足球等國際比賽之標準場地，亦可作為體操、擊劍、角力、武

術、空手道、柔道、拳擊、跆拳道等多項運動項目之國際比賽與練習使用，未來可配合提供爭取多項國際級運動賽事之競賽在臺中舉辦，除提供地區居民多樣而高水準之各項文教活動及休閒娛樂活動，並可供國內、外大型表演、運動比賽之舉辦。

（二） 打造臺中城市品牌

在國際化趨勢下，興建大型體育場館已是城市建設之重點與趨勢。伴隨著臺中已躍升為全臺第二大城市，可透過興建符合國際水準之大型多功能體育館，進而爭取舉辦國際性之運動賽事、藝文娛樂及大型會議活動，以加強國際交流，增加國際能見度，進而提昇國際形象與地位，打造臺中城市品牌。

（三） 豐富市民休閒生活

由於臺中地區長久以來缺乏大型室內運動場館及演唱會場地，市民必須遠至臺北或高雄欣賞大型運動賽事或演唱會。本案興建至少 15,500 人之大型多功能室內體育館，可舉辦運動賽事、藝文娛樂表演、展覽及大型集會活動，吸引國際水準之展覽、表演團體至臺中市進行展演、文化交流活動，提供市民高水準之表演空間，提供地區居民多樣而高水準之各項文教活動及休閒娛樂活動，以滿足臺中地方長久以來之期待，不僅可帶動市民運動風氣，亦可豐富運動休閒與藝文娛樂資源，提升臺中城市文化涵養。

1.2 計畫範圍及環境

1.2.1 基地座落

臺中市北屯區環中路一段與榮德路口西南側，屬臺中市第 14 期市地重劃區。基地北側以環中路一段及臺 74 線快速道路（路寬 80 公尺）、東側以榮德路（路寬 30 公尺，含園道退縮 10 公尺）、南側以崇德十九路（路寬 25 公尺）、西側以同榮東路（路寬 15 公尺）為界。

1.2.2 基地面積

基地面積約 69,600 m²（重劃區預定於 109 年完成地籍整理及公共設施用地之權利變更登記，目前重劃後地號仍未登載）。

1.2.3 使用分區

使用分區為文中小 6 用地，建蔽率為 50%，容積率為 280%。本計畫區內文小、文中用地於尚未開闢或設校前，得准予作文教或體育設施使用。

1.2.4 基地位置圖



圖 1- 1 臺中市巨蛋體育館興建工程基地位置

1.2.5 土地使用分區



圖 1- 2 土地使用風區圖

1.3 規劃設計構想

臺中市巨蛋體育館目標是一座符合國際水準的多功能、多用途運動場館，必須能舉辦國際性各類型運動比賽、職業比賽及各項娛樂性的表演，空間設施之設計符合國際級運動競技場地之標準，並提供 15,500 人以上之觀眾席空間並符合籃球、排球、羽球、網球、五人制足球及技擊類運動（含擊劍、角力、武術、空手道、柔道、拳擊、跆拳道）等國際級標準的運動賽事場地，及可達 13,000 人以上可售座票席位之娛樂及大型演唱會表演場所，以爭取舉辦國際大型體育賽事、高優質演唱會及藝文展演的休閒娛樂性活動，此外巨蛋附屬設施另規劃餐廳、咖啡廳、商店等商業空間，及地下及平面停車場，臺中巨蛋之基本空間需求為達成

場館使用彈性化、運動行銷國際化、休閒與娛樂整合化及戶外活動多元化，其相關說明如下：

(一) 臺中市巨蛋體育館

因應多功能場館(主、副場館)之政策目標，故依各項需求及重要性訂定優先序位(priority)，目標以打造一個屬於大家的戶外、半戶外及室內的空間，一個 Arena for AR1R1, Park for AR1R1, Concert for AR1R1 的空間場域：

(1)運動：舉辦國際交流活動，成為國際體育賽事交流平台，提倡運動生活化，規劃室內運動空間，培養正確運動與健康觀念。整體需求為提供 1 萬 5,500 人以上之觀眾席位。

(2)表演：本設計須容納至少 13,000 人以上之可售座票席位。須考量若設計為遠端舞臺型式(三面台)，單側座位因搭設舞台，於演唱會時將無法售票，故設計團隊須綜合考量巨蛋整體席位以因應不同活動之變化，並達成本案之席位要求。

(3)展覽：整體需求為可舉辦相關展覽集會的大型會場。相較於臺中世貿、會展中心等展場之定位，主要在提供臺中地區另一個可選擇的展覽場所，另一方面也可補充在非賽事及非演唱會期間之場館使用率與投資回報率。

(4)主場館：主場地應至少符合籃球、排球、羽球、網球及五人制足球場等國際比賽之標準場地，並得辦理國際賽事使用(含熱身區及球員休息區)，亦可作為擊劍、角力、武術、空手道、柔道、拳擊、跆拳道等多項運動項目之國際比賽與練習使用，同時也須滿足展覽、集會、各式表演活動之需求，建構為一個運動休閒中心，以達到行銷都市及市民運動參與之目的。

(5)副場館：副球場(供五種球類的練習熱身或比賽場地使用，或中小型表演、商展、發表會及小中型粉絲簽唱活動等多功能使用)、觀眾席、球員熱身休息區等。

（二）戶外設施

進行主題化、地標性、景觀性設計，以運動休閒產業為主軸，包含戶外廣場等戶外相關休閒空間；整體規劃朝主題化、地標化及精緻化之方向，並規劃多功能廣場及戶外運動休閒設施，提供動靜態等多元化活動。

（三）教學訓練空間之用地預留(約 0.5 公頃)

基地為文中小用地，考量未來與周邊居民的關係，設計單位須預留約 0.5 公頃之土地，供教學訓練及行政空間進行規劃設計並與巨蛋體育館之意象充分融合（本案不含工程費用及監造）。

（四）商業空間預留 BOT(約 2 公頃)

針對商業空間部分，本案將來須預留約 2 公頃之基地供商業設施使用，商業設施總樓地板面積約在 2 萬坪以上，設計單位須考量整體配置與周遭環境之關係，配合本案巨蛋進行初步構想，尤其整體館區進出動線應重點考量，將來並與 BOT 團隊做最好的介面整合。

（五）兒童遊樂場用地之整合(約 0.23 公頃)

基地西南側緊鄰長條帶狀土地為兒童遊樂場用地，考量本園區開發之整體性，設計單位須將兒童遊樂場用地進行規劃設計並與巨蛋體育館之意象充分融合，以利園區開放空間之整體串聯（本案不含工程費用及監造）。

（六）與同榮段社會住宅及西南側住宅群

考量未來步行人潮主要來自於南側及西南側，以及同榮段社會住宅區，設計單位應就附近環境的紋理做充分的考量，特別是舉辦大型戶外或室內活動時的噪音、振動、光害、交通等議題，詳加探討，以利創造出友善環境。

基地建築配置用途概述之內容整理，詳請參閱表 1-1 面積檢討表；建物模擬透視圖，詳請參閱圖 1-3。

表 1- 1 建築配置用途

開發期程 使用用途 樓層	一期開發			二期開發
	巨蛋場館		實驗小學	BOT 預定地
	主場館	副場館		
B3F~B4F	停車空間	停車空間	--	停車空間
B2F	觀眾席、球場區、健身房、休息室、辦公室、停車空間、儲藏室		--	
B1F	觀眾席、健身房、停車空間		機房	
1F	觀眾席、商業空間、售票區、辦公室、機房、中央控制室	觀眾席、球場區、休息室、售票區	教室、辦公室	商場
2F	觀眾席、VIP 室、商業空間	觀眾席、辦公室	教室、會議室、圖書室	
3F	觀眾席、商業空間	辦公室、重訓室	辦公室	
4F	觀眾席	--	--	
5F~12F	--	--	--	

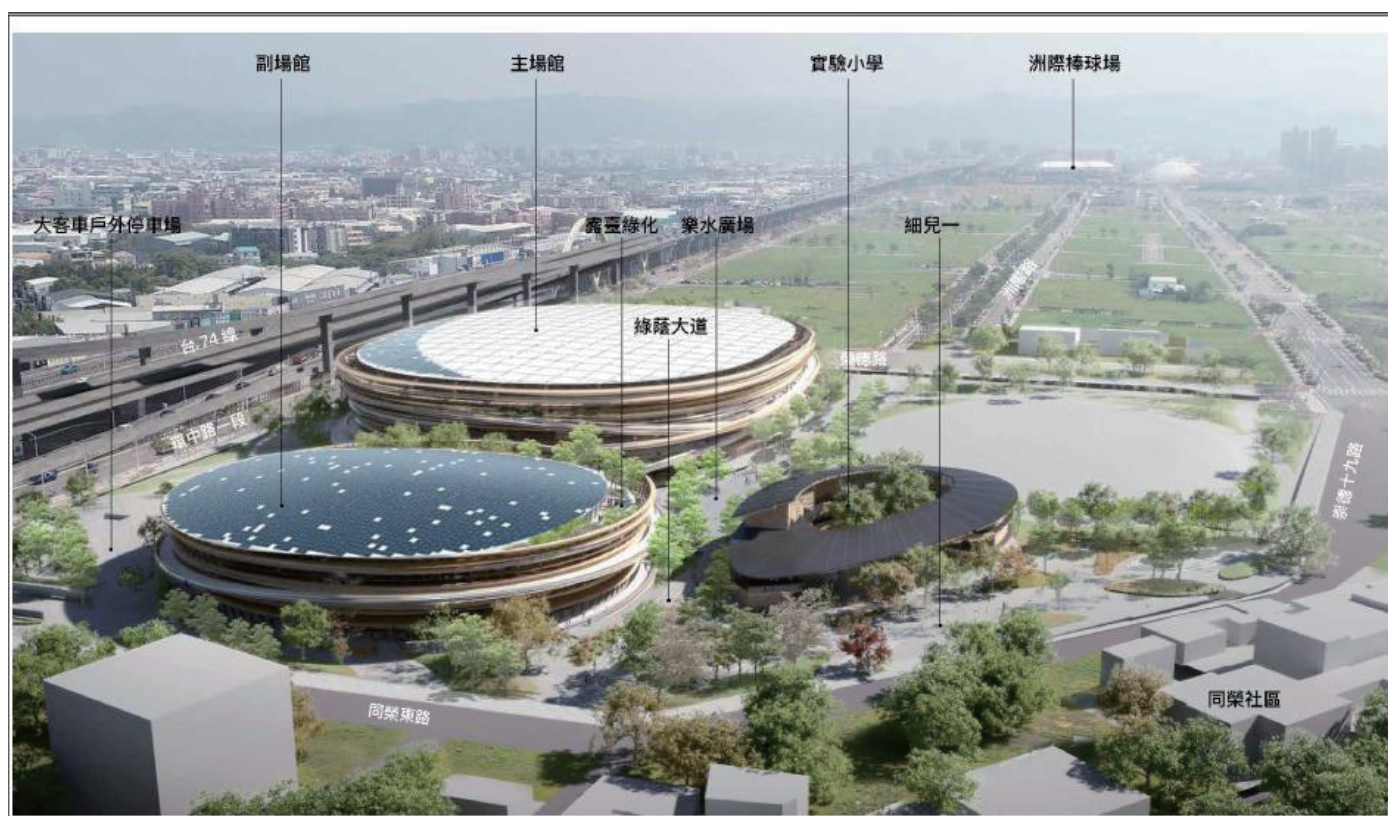


圖 1- 3 建築物模擬透視圖

1.4 工程資料表

本設計案資料收集針對地質、交通、鄰近建物、地下管線、天候等環境做初步評估，除颱風、雨季等存在風險，無較大環境限制影響因素，工程基本資料表請詳【表 1-2】。

表 1-2 工程基本資料表

工程名稱	臺中市巨蛋體育館興建工程			
基地位置	北屯區榮德段 61, 62, 63, 64, 65 地號共 5 筆			
工程相關單位		地址	代表人	電話
工程業主	臺中市政府運動局	台中市西屯區台灣大道三段 99 號	李昱叡	04-22891111
設計單位	九典聯合建築師事務所	台北市中山區中山北路三段 47 號 8 樓	程景煌	02-25923535
工址環境現況	地形	基地內部現留有既有大片野生植栽，進行整地作業時可能會有相關作業危害產生。		
	地質	本工程基地內之地層應無液化現象發生之虞。		
	交通	北側鄰 80R2 寬環中路一段，與東西向快速道路高架路段；基地與高架路段橋墩間距離約 36R2。基地東側鄰 30R2 寬之榮德路，西側鄰 10R2 寬之同榮東路；南側鄰 15R2 寬崇德十九路		
	氣象、海象	地面風全年以北風(N)為最多風向，就季節而言，春、秋、冬三季以吹北風(N)頻率最高，而夏季則有南南西風(SSW)吹拂。108 年各月之平均風速介於 1.1 R2/sec 至 1.6 R2/sec 之間，年平均風速為 1.4 R2/sec。		
	鄰近建築或構造物	無既有建築或地上設施		
	架空纜線	無既有地上設施		
	地下管線及埋設物	無		
	施工限制	新建物位置與地形有 3~4 米高程落差，本案採用斜坡明挖工法，須配合邊坡保護及排水，並設置欄杆、工作梯以防墜落。		

	相關研究	環境影響評估報告
工程需求	構造型式	鋼構(SC)與鋼筋混凝土(RC)
	工程規模	建築高度:主場館 27R2 副場館 19.5R2 實驗小學 12R2(自GR1=0) 基地面積: 69513.10R2² 巨蛋 44567.12R2²、小學 4942.86R2² 總樓板面積:巨蛋131744.57R2² 小學3289.72R2²
	用途	文教設施
	其他	巨蛋體育館(主、副場館):地下四層,主場館地上四層、副場館地上三層各一棟。) 實驗小學:預計興建地下一層,地上三層小學一棟。

第二章 工程設計階段施工風險評估

2.1 辦理依據

2.1.1 設計階段施工風險評估辦理方式及實施流程

風險管理需要分析作業環境、危害類型、危害造成之後果、評估風險、降低風險措施、評估降低後風險之分析表，依「職業安全衛生法」規定，工程之設計或施工者，應於設計或施工規劃階段實施風險評估，致力防止工程施工時發生職業災害，並應參照政府法令規定。

工程施工風險管理即是針對潛在施工風險進行有效管理之作為，其管理係一套有系統地確認、分析和回應施工風險之過程，其不僅要對潛在施工風險的事件，於事前備有各種有效的方法來應變，降低其對工程的影響外，也期望降低潛在施工風險事件發生的機率。工程施工風險管理將從界定風險管理範圍開始，針對周圍環境、施工動線、結構形式、施工法等潛在危害，進行危害辨識、風險評估以至風險處理等階段之實施。實施過程中，按系統性風險管理流程對潛存於工址環境、工程設計之「本質危害」以適當之方法予以發覺、評估、處置，以提高工程之安全，期間並與設計工作部門進行一連串之諮詢、溝通，過程中並藉由監督、檢查及報告等以掌握實施狀況，**設計階段施工風險評估及管理實施流程**，請詳圖 2-1。

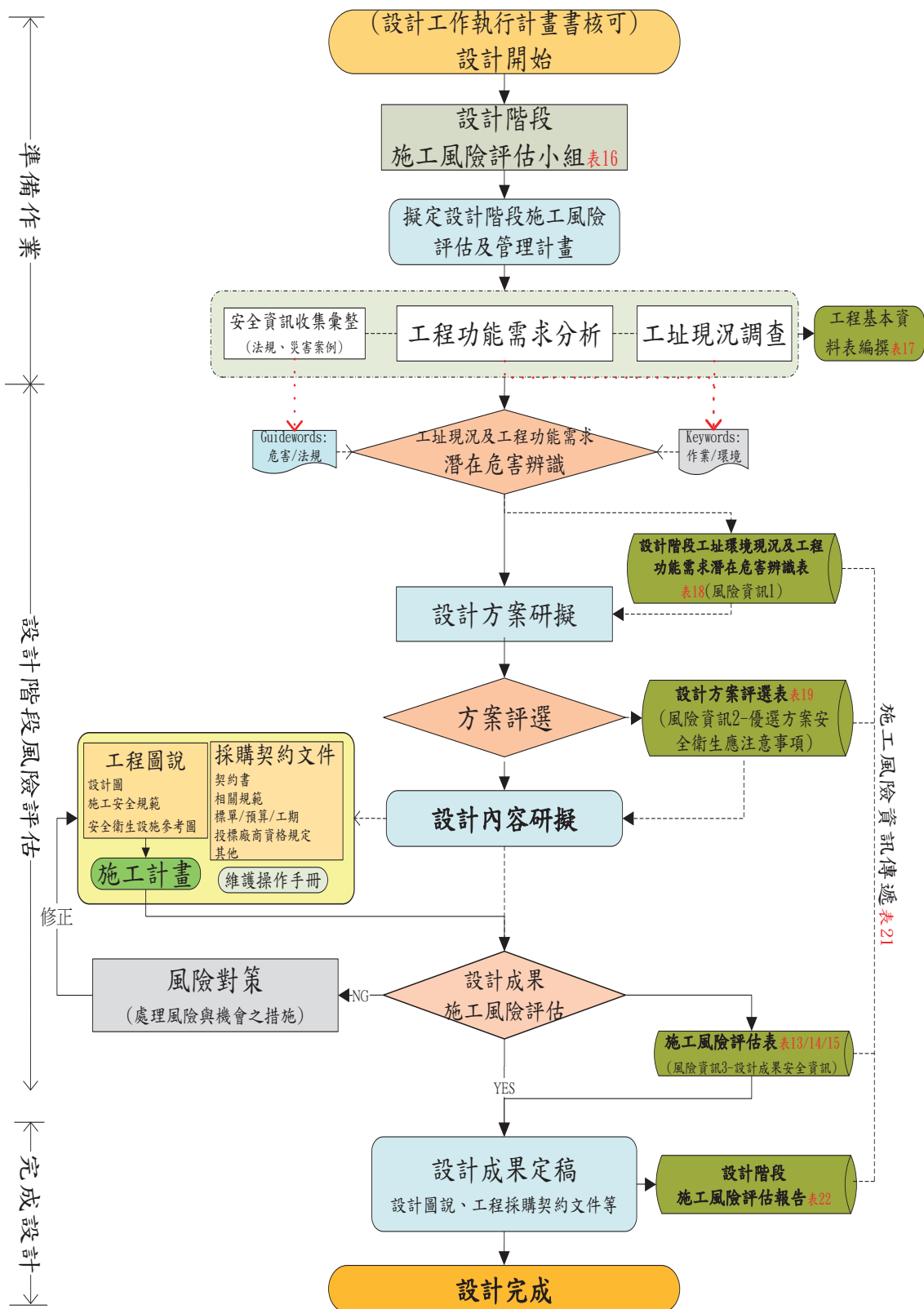


圖 2- 1 設計階段施工風險評估及管理實施流程

2.1.2 設計階段安全風險評估流程說明

一、準備作業：

1. 設計者應召集所顧及協力廠商等從事設計工作相關人員，以及具備風險評估專業能力之職業安全衛生人員，組成施工風險評估小組，以辦理階段施工風險評估。
2. 評估前應彙整工址環境現況調查成果，以分析工程功能需求，收集施工安全衛生相關法令及災害案例，據以製作工程基本資料表，摘訴工程基本資訊，以為設計階段施工風險評估之重要依據。

二、設計階段風險評估：

1. 應自工址環境現況調查及工程功能需求分析等準備階段即實施危害便是，以掌握工程設計之本質危害。
2. 將施工安全衛生納入可行設計方案評選項目，篩選出優選方案，就該方案之潛在危害研提施工安全衛生應注意事項。
3. 經評估出不可接受之風險項目，應擬定對策，以修正設計、選用較安全之工法、規劃施工階段應設置之安全衛生設施、管理制度及個人防護具之使用，編列職業安全衛生預算等。

三、完成設計：

1. 彙整「工程採購文件」及「設計階段施工風險評估報告」，傳遞於工程業主，據以辦理工程採購。
2. 傳遞於施工階段相關單位辦理施工規劃、施工安全監造等事宜。

2.2 設計階段施工風險評估小組之組成

本案風險評估小組成員如【圖 2-3】所示，相關職責如【表 2-1】所示。

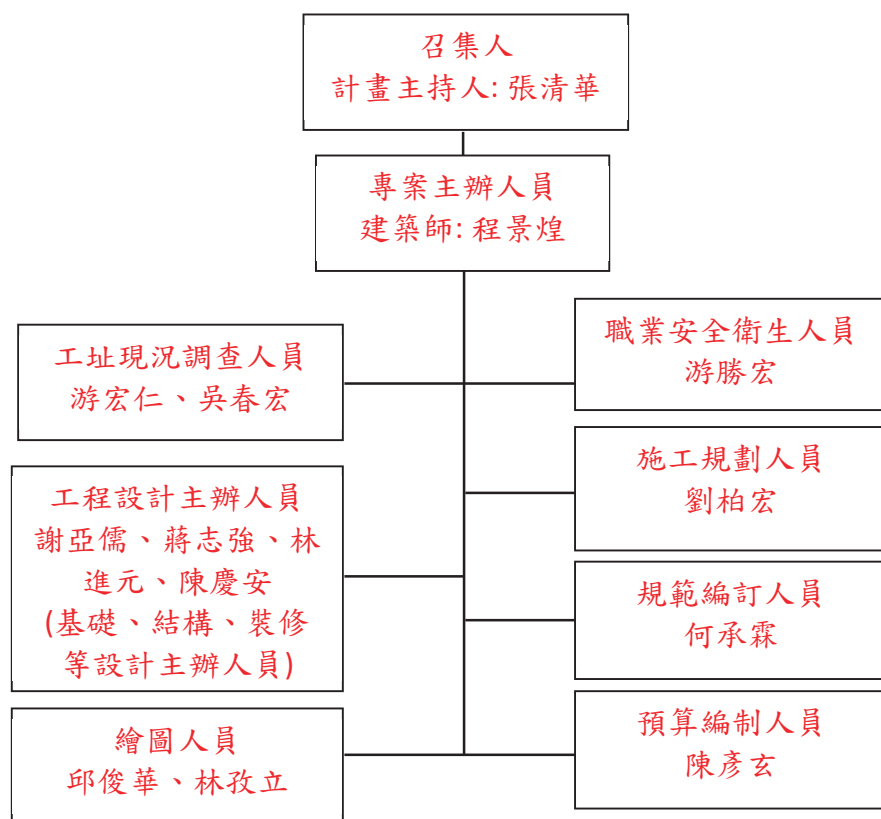


圖 2- 2 設計階段施工風險評估小組組成圖

表 2-1 設計階段施工風險評估小組職責

職稱	負責人／單位	職掌	備註
洽辦機關	臺中市政府運動局	業主	
代辦機關	臺中市政府住宅發展工程處	協助業主溝通協調，提供專業工程建議	
計畫主持人	程景煌	綜理設計成果安全評估事宜	
設計單位建築	謝亞儒	設計內容之掌握並說明	

師			
相關工程設計技師	結構：蔣志強 機電：林進元 景觀：陳慶安	相關工程項目之設計及說明	
職業安全衛生人員	游勝宏	- 負責擬訂風險管理架構、組織功能，建立質化與量化之管理標準，定期向計畫主持人提出報告並適時向計畫經理反應風險管理執行情形，提出必要之改善建議。 - 對風險控制措施無法達到預期成效者，應適時予以修正，必要時得重新研討其他控制措施之可行性。	具備風險評估專業知識之合格職業安全衛生人員，合格證書附於下圖3-4)
施工規劃工程師	劉柏宏	- 設計階段風險評估過程中所遭遇之困難、施工障礙等應回饋職業安全衛生人員。 - 定期檢視以確保風險評估之有效執行。 - 如有設計變更須重新檢討施工相關規劃。	
規範工程師	何承霖	- 依據「風險評估報告書」將相關風險因應減輕對策套用至施工規範。 - 定期檢視施工規範以確保風險評估之有效執行。 - 如有設計變更須重新檢討施工規範。	
預算工程師	陳彥玄	- 依據「風險評估報告書」編列工程預算 - 如有設計變更須重新檢討工程預算。	
設計圖說工程師	邱俊華、林孜立	- 繪製相關安全衛生設施圖說並加以說明。 - 如有設計變更須重新檢討圖說以確保其安全衛生設施圖說能符合設計現況使用。	
防災規劃	方志峰	- 依據設計成果、施工方式與環境條件進行防災規劃 - 如有設計變更須重新檢討防災規劃以確保風險評估及相關防災事項能有效執行。	



姓 名	游勝宏	職類(項)名稱	
身 分 證 統 一 編 號	F124695641	勞工安全衛生管理	
出生年月日	民國 68年 7 月 17日		
生效日期	民國 91年 3 月 3 日		
補證次數			
證照編號	020627	級別	乙級

圖 2- 3 合格施工安全評估人員證書

2.3 施工風險評估使用表單

表 2-2 施工風險評估表(標準版)

工程名稱：										評估日期：									
分項工程：A																			
作業條件	作業環境					防護設施	工程控制												
	機具設備						管理控制												
					個人防護具														
作業內容					風險辨識					風險分析					風險處理				
					可能之風險狀況 (風險來源、起因、事件、可能後果等)					風險評量					風險對策				
編號					作業步驟(作業方法、程序、工具、材料等)					風險可接受					執行成果摘紀 (修正設計或施工計畫、施工安全衛生設施圖說、規範、預算等)				
a					第一階作業名稱：														
i					ii 第二階作業名稱：														
Aai01					作業步驟 1														
b					第一階作業名稱：														
i					第二階作業名稱：														
Abi01					作業步驟 1														

評估人員： 審查人員： 核准人員：

表 2-3 工程基本資料表

工程名稱					
基地位置					
工程相關單位	代表人	地址	電話	Email	
工程業主					
專案營建管理					
設計單位					
監造單位					
施工廠商					
工址環境現況	地形				
	地質				
	交通				
	氣象、海象				
	鄰近建築或構造物				
	架空纜線				
	地下管線及埋設物				
	施工限制				
	相關研究				
	其他				
施工需求 (依各別工程規劃需求填寫)	可用資源(機具設備)				
	可用資源(人力)				
	可用資源(材料)				
	工程分包策略				

填表說明：表內「工址環境現況」及「施工需求」等欄位所列項目內容僅供參考，事業單位得依個案工程特性修正、補充。

表 2-4 設計階段工址環境現況及工程功能需求潛在危害辨識表

工程名稱：

承辦部門：

日期：

類別	潛在危害	危害對策	對策處置人員	備註
工址環境現況 (例如：地形、河川、通路狀況、地質、地下水、鄰近構造物、氣象、海象、施工限制等)				
工程功能需求 (例如：高度、跨徑、基礎深度、特殊構造、新材料、新工法等)				
評估人員：			核准：	

填表說明：

1. 「工址環境現況」及「工程功能需求」等欄位內容，分別依調查成果及個案工程設計功能需求填寫。
2. 「對策處置人員」指依據危害辨識結果研擬設計方案之相關人員。

表 2-5 設計方案評選表

工程名稱：

承辦部門：

日期：

設計方案研擬背景 (如：工址環境現況、設計功能需求等)									
評選項目及權重 方案概述	功能 (%)	技術 (%)	成本 (%)	工期 (%)	工址環境 (%)	安全 (%)	維護 (%)	評分	排序
優選設計方案潛在危害及 施工安全衛生應注意事項									
核准：				製表：					

填表說明：

1. 「設計方案研擬背景」欄應摘述設計方案研擬之背景，如：工址環境現況、設計功能需求等。
2. 「方案概述」欄摘述各候選方案內容。
3. 表列評選項目僅供參考，得依個別工程特性設定相關評選項目及其權重配分，惟「安全」為必要之項目，且其權重應不低於各項目權重之平均值。
4. 以滿分100分分別評定各項目之得分，再乘以權重後加總得總分。
5. 依總分排序，以篩選出優選方案。
6. 辨識優選方案之潛在危害，並研提施工安全衛生應注意事項，以為後續辦理設計人員參考。

第三章 準備作業

3.1 工址環境現況調查分析

3.1.1 地形

臺中盆地是臺灣中部一座盆地地形，於臺中市豐原區至南投縣名間鄉之間，並 跨境於彰化縣芬園鄉下茄荖一帶，面積約 380 平方公里，是臺灣最大的盆地。

臺中盆地內平坦地勢，是由大肚溪支流的烏溪、大里溪、筏子溪從山上挾帶泥沙沖刷下來所形成的聯合沖積扇，主要構成的沖積扇有：古代大甲溪沖積扇、太平 至霧峰山麓野溪沖積扇、霧峰至草屯烏溪沖積扇、草屯至名間貓羅溪沖積扇，因此 盆地全境地質是以礫石、砂與黏土構成的沖積層，盆地東側偶有野溪於山口留下的 階地堆積層。臺中盆地的地勢則是以扇頂位於烏溪橋附近為盆地最高點，海拔約 95 公尺左右，沿烏溪向西流去烏日附近，海拔已降至盆地最低點約 25 公尺左右，自 此便脫離臺中盆地。整體而言，盆地是呈由東向西的傾面。

位居臺中盆地正中央的烏溪沖積扇，流經九九峰、土城平原，自象鼻坑附近出山，對岸即茄荖山，位於草屯鎮御史里，為烏溪環流丘，自北麓流經，形成兩山對 望的隘口景觀，自此出山便形成網流狀的廣大沖積扇。

本案基地介於環中路一段、榮德路及更生巷之間，基地地勢平坦。

3.1.2 地質

（一） 區域地質概況

引用民國89年6月之經濟部中央地質調查所之五萬分之一臺灣地質圖做對照，本基地位於臺中市北屯區，附近的斷層為車籠埔斷層，距離基地約 6.5 公里；而附 近的背斜為大肚山背斜，距離基地約 7.2 公里。

基地位置之地層為沖積層，土層分布為礫石、砂、粉砂及黏土，而沖積層旁附 近土層包括頭嵙山層、卓蘭層及紅土化階梯階地堆積層。頭嵙山層土層為砂礫互層 或厚層礫岩間夾砂岩凸鏡體，卓蘭層土層為砂岩、粉砂岩及頁

岩互層，紅土化階地 堆積層土層為紅土、礫石、夾薄層砂岩。本基地所在之區域地質圖詳圖 3-3 所示。

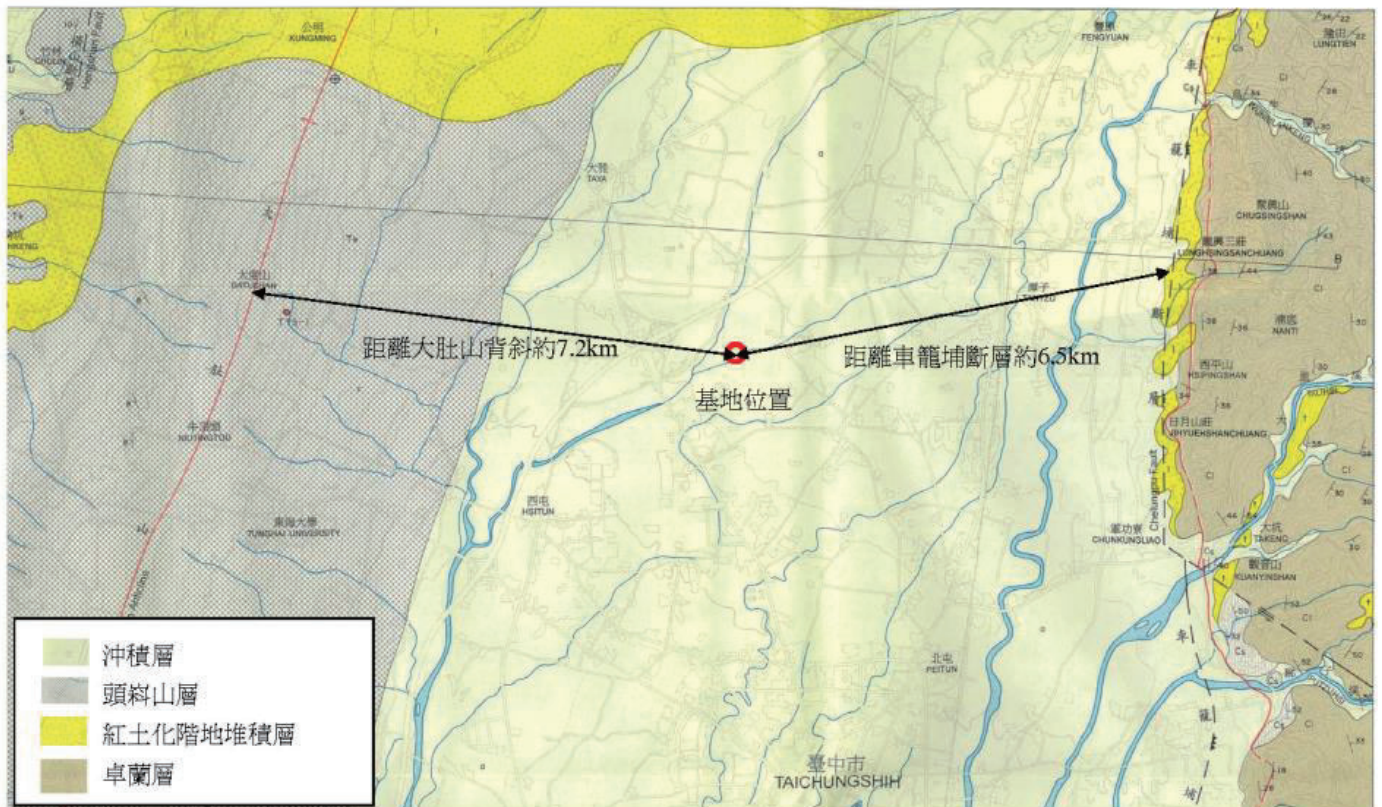


圖 3- 1 五萬分之一台中區域地質圖

(二) 地層剖面圖、地層分類及描述

依據現場鑽探資料與實驗室試驗結果，可歸納研判出各鑽孔土層分佈情形。本報告說明基地 22 處鑽孔之土層分佈特性，係依據鑽孔位置剖面線(圖 6-3)，以地表為基準。本基地鑽孔土層分佈多為回填土層及其下之卵礫石層鑽孔剖面線分別說明，土層分佈如下：

1. BR3-1~BR3-4 孔位

(1)自地表面至深度 1.5 R2 間，為回填土層，無劈管取樣。

(2)自深度 1.5 R2 至深度 2.1 R2 間，為棕黃色粉質黏土夾細砂，BR3-3 孔有

劈管取樣，SPT-N 值為 50；本地層之含水量為 18.8%，單位 $1.94\text{t/R}2^3$ ，液性限度為 32.7%。

(3)自深度 2.1 R2 至最大鑽探深度 45.1 R2 間，為卵礫石層，無劈管取樣。

2. BR3-4、BR3-21~BR3-22 孔位

(1)自地表面至深度 1.1 R2 間，為回填土層，無劈管取樣。

(2)自深度 1.1 R2 至最大鑽探深度 30.1 R2 間，為卵礫石層，無劈管取樣。

3. BR3-5~BR3-8 孔位

(1)自地表面至深度 1.7 R2 間，為回填土層，無劈管取樣。

(2)自深度 1.7 R2 至深度 2.4 R2 間，為棕黃色粉質黏土，BR3-6、BR3-7 孔有劈管取樣，SPT-N 值介於 16~18 間，屬極堅實之黏土層；本地層之含水量介於 14.0~15.3%間，單位重介於 2.07~2.09 t/R2³ 間，液性限度介於14.7~15.5%間。

(3)自深度 2.4 R2 至最大鑽探深度 45.1 R2 間，為卵礫石層，無劈管取樣。

4. BR3-9~BR3-12 孔位

(1)自地表面至深度 2.8 R2 間，為回填黏土，BR3-12 孔有劈管取樣，SPT-N值為 15，屬極堅實之黏土層；本地層之含水量為 7.7%，單位重為 1.33 t/R2³，液性限度為 22.7%。

(2)自深度 2.8 R2 至深度 3.3 R2 間，為棕黃色粉質黏土，BR3-9 孔有劈管取樣，SPT- N 值為 14，屬堅實之黏土層；本地層之含水量為 19.1%，單位重為 1.94 t/R2³，液性限度為 35.6%。

(3)自深度 3.3 R2 至最大鑽探深度 45.2 R2 間，為卵礫石層，無劈管取樣。

5. BR3-13~BR3-16 孔位

(1)自地表面至深度 2.3 R2 間，為回填土、礫石層，BR3-16 孔有劈管取樣，SPT-N 值介於 17~18 間，屬中等緊密之砂土層；本地層之含水量為 9.1%，單位重為 1.53 t/R2³。

(2)自深度 2.3 R2 至最大鑽探深度 45.1 R2 間，為卵礫石層，無劈管取樣。

6. BR3-17~BR3-20 孔位

(1)自地表面至深度 1.9 R2 間，為回填土層，無劈管取樣。

(2)自深度 1.9 R2 至深度 3.3 R2 間，為棕黃色砂質粉土，BR3-18 孔有劈管取樣，SPT- N 值介於 11~26 間，屬中等緊密之粉土層；本地層之含水量介於 14.7~19.3% 間，單位重介於 $1.62 \sim 1.75 \text{ t/R2}^3$ 間。

(3)自深度 3.3 R2 至最大鑽探深度 45.2 R2 間，為卵礫石層，無劈管取樣。

3.1.3 地下水文

鑽探進行期間，依據鑽孔 BR3-1、BR3-8、BR3-10、BR3-11、BR3-13、BR3-20、BR3- 22 內埋設之水位觀測井量測成果，BR3-1 量測水位在深度 29.90 R2~29.91 R2，BR3-8 量測水位在深度 29.81 R2~29.89 R2，BR3-11 量測水位在深度 30.75 R2~30.90 R2，BR3- 14 量測水位在深度 30.50 R2~31.54 R2，BR3-20 量測水位在深度 31.43 R2~31.70 R2，BR3-10、BR3-22 中水位井深度均在水位之上，故未能量得水位。

根據鑽探報告顯示基地底面下，大部份土壤係為卵礫石，其土壤性質緊密 ($\phi=45^\circ$, $N=50$)，具有很高之穩定性。於基地內量測水位結果，其水位深度約為 29.9 R2~31.7 R2 左右。水位量測紀錄表，詳請參閱表 3-1。

表 3-1 水位量測記錄表

埋設孔號	BH-1	BH-8	BH-10	BH-11	BH-13	BH-20	BH-22	備註
埋設日期	110.01.09	110.01.06	110.01.03	110.01.03	109.12.29	109.12.26	110.01.04	
孔位深度 (m)	127.67	127.04	128.37	128.20	129.30	128.74	126.70	
埋設深度 (m)	45.80	45.80	30.80	45.80	45.90	45.80	26.00	
埋設設備	水位井(深度)							
109.12.28	-	-	-	-	-	31.45	-	
109.12.29	-	-	-	-	-	31.43	-	
109.12.30	-	-	-	-	31.22	31.45	-	
110.01.03	-	-	-	-	-	-	-	
110.01.04	-	-	-	30.90	-	-	-	
110.01.05	-	-	-	30.75	31.49	-	-	
110.01.06	-	-	-	30.78	30.50	31.62	-	
110.01.07	-	29.81	-	30.80	31.54	31.66	-	
110.01.08	-	29.82	-	30.81	31.54	31.70	-	
110.01.09	29.90	29.85	-	30.82	31.54	-	-	
110.01.10	29.90	29.88	-	-	-	-	-	
110.01.11	29.91	29.89	-	-	-	-	-	

3.1.4 臺灣地區地震概況

臺灣位於太平洋西岸弧狀列嶼中，呂宋弧與琉球弧銜接處，菲律賓海板塊隱沒到屬歐亞大陸板塊之琉球弧底下，另外包含呂宋弧在內的菲律賓海板塊騎跨到包含南中國海亞板塊在內之歐亞大陸板塊之上，而臺灣是因呂宋弧直接與亞洲大陸碰撞後所隆起之年輕島嶼。在這雙重隱沒及弧陸碰撞作用之下，使得臺灣地區地震活動十分頻繁，根據歷史記載，臺灣發生過數次重大災害性地震。近數十年來，隨著臺灣工商業發達，各種重大公共工程不斷進行，都會區人口密度逐漸增高，一單發生破壞性地震，生命財產之損失將數倍於以往。綜合整理臺灣地區地震危害度分析相關資料，以提供工程設計參考來降低地震所帶來之災害及損失。

3.1.5 地質敏感區分類

依據地質法子法「地質敏感區劃定變更廢止辦法」，將地質敏感區劃分「地質遺跡地質敏感區」、「地下水補注地質敏感區」、「活動斷層地質敏感區」及「山崩與地滑地質敏感區」等四類。本案依中華民國航空測量及遙感探測學會（110年1月18日航測會字第1109001351號）環境敏感地區函覆，經濟部中央地質調查所說明，本案位於地下水補注地質敏感地區範圍內。

3.2 工程功能需求分析

台中巨蛋預定落腳於 14 期重劃區，臨近水湳經貿園區、中部科學園區及台中洲際棒球場。串連台中人文、運動與盛會活動，旨在成為台中市發展經濟的重要發動機。也希望藉由爭取舉辦國際賽事，帶起運動經濟產業發展創新及藝術與文化的跨域整合！

3.4 法規彙整分析

我國現行有關工程規劃設計階段實施風險評估及相關考量分別於：政府採購法、職業安全衛生法、職業安全衛生管理辦法、加強公共工程職業安全衛生管理作業要點等法規中訂定。(參照表 3-2)

表 3-2 工程設計階段辦理施工風險評估及管理相關規定

法規名稱	條目	內容摘要	備註
政府採購法 108.5.22	第 70-1 條	機關辦理工程規劃、設計，應依工程規模及特性，分析潛在施工危險，編製符合職業安全衛生法規之安全衛生圖說及規範，並量化編列安全衛生費用。 機關辦理工程採購，應將前項設計成果納入招標文件，並於招標文件規定廠商須依職業安全衛生法規，採取必要之預防設備或措施，實施安全衛生管理及訓練，使勞工免於發生職業災害，以確保施工安全。	
職業安全衛生法 108.5.15	第 5 條	工程之設計或施工者，應於設計、製造、輸入或施工規劃階段實施風險評估，致力防止此等物件於使用或工程施工時，發生職業災害。	
職業安全衛生管理辦法 105.2.19	第 12-4 條	第十二條之二第一項之事業單位(第一類事業勞工人數在二百人以上者)，將營繕工程之規劃、設計、施工及監造等交付承攬或委託者，其契約內容應有防止職業災害之具體規範，並列為履約要件。	

加強公共 工程職業安 全衛生管理 作業要點 103.12.30	十三、	機關於工程規劃、設計時，應要求規劃、設計單位依職業安全衛生法規，規劃及提供下列資料，納入施工招標文件及契約，據以執行： （一）安全衛生注意事項。 （二）安全衛生圖說。 （三）施工安全衛生規範。 （四）安全衛生經費明細表。	
	四、	機關規定之其他安全衛生規劃、設計資料。機關辦理工程採購時，應專項編列安全衛生經費，並列入招標文件及契約，據以執行。 前項經費應依工程規模及性質，審酌工程之潛在危險，配合災害防止對策，擬訂計量、計價規定，並依據工程需求覈實編列。	

3.5 相關工程災害案例分析

經搜尋重大職業災害公開網營造業重大職災實錄中與建築工程作業相關之案例計 10 例，摘要如表 3-3。

表 3-3 建築工程施工災害案例

分項工程	災害類型	罹災人數	場所(肇災處)	發生日期
準備	被撞	1	於開挖面測量作業時遭挖溝機挖斗撞擊	108/06/09
基礎及開挖	物體飛落	1	地下開挖面	110/01/25
	被撞	1	於開挖面測量作業時遭挖溝機挖斗撞擊	108/06/09
	物體倒塌、 崩塌	1	施工便道旁的開挖區	107/09/25
結構體	墜落、滾落	1	地梁旁筏式基礎模板組立作業場所	109/01/06
	感電	1	自來水員工訓練園區興建工程 E 棟 1 樓 C2 柱模板組立處	107/09/06
	墜落、滾落	1	行政大樓結構工程 4 樓模板支撐水平繫條安裝作業場所	107/03/12
裝修	墜落、滾落	1	林○○、林○○住宅 1 樓	108/11/27
	感電	1	禾林建設大廈銷售中心	108/06/06
機電	墜落、滾落	1	臺南市西港區大竹林 56-6 號之 1 樓大型乾倉西南側角隅	110/02/10

3.6 工址環境現況及工程功能需求潛在危害辨識

表 3-4 工程設計階段工程需求及工址現況潛在危害辨識表

工程名稱：臺中市巨蛋體育館興建工程

承辦部門：

日期：

類別	潛在危害	危害對策	對策處置人員	備註
工程需求 (例如：基礎深度、特殊構造、新材料、新工法等) 工址現況 (例如：地形、河川、通路狀況、地質、地下水、鄰近構造物、氣象海象、施工限制等)	開挖坍塌	1. 分兩階段斜坡明挖，坡度 R3:R1=1.5:1。 2. 部分開挖邊界另構築擋土柱。 3. 進行邊坡保護及排水系統。 4. 作業時指派專人監視。	地工設計人員	
	地層崩塌	1. 妥適之地層探查，以掌握地層構造狀況。 2. 設置並運作安全監測設施。	地工設計人員	
	模板支撐崩塌	1. 規範應依預期載重妥予設計模板支撐，並置備設施圖說，並建立按圖施工機制。 2. 規範應訂定混凝土澆置計畫。	結構設計人員	
	湧水	1. 妥適之地層探查，以掌握地層含水狀況。 2. 預先設置導水、排水設施。 3. 必要之灌漿等地層固設施。	地工設計人員	
	吊裝機具倒塌、傾倒	1. 妥適之氣象調查，以掌握風向及風速狀況。 2. 基礎施工計算符合規定。 3. 定期巡檢維護。	結構設計人員	
	機具車輛災害	規範下列事項： 1. 車輛系營建機具確實設置倒車及轉向警報系統、行車視野輔助系	地工設計人員	

		統等安全裝置。 2. 設置人車分道設施。		
評估人員：			核准：	

說明：

1. 工程需求內容依個案工程設計功能需求填寫。
2. 「對策處置人員」指依據危害辨識結果研擬設計方案之相關人員。

第四章 設計方案評選

表 4-1 工程設計階段檔土支撐施工方案評選表

工程名稱：臺中市巨蛋體育館興建工程

承辦部門：設計組

日期：

項目及配分	工法技術 (15%)	機具設備 (10%)	人力 (15%)	成本 (15%)	工期 (10%)	安全 (15%)	環境 (10%)	其他 (10%)	評分	排序
方案 1： 地下室擋土支撐採用「反循環基樁工法」	13	8	15	12	9	14	6	8	85	3
方案 2： 地下室擋土支撐採用「連續壁(壁樁)工法」	14	9	15	10	9	15	9	8	89	2
方案 3： 地下室擋土支撐採用「明挖安息角工法」	15	10	15	15	10	12	6	8	91	1
最優選施工方案潛在危害及施工安全管理應注意事項	一、潛在危害：邊坡容易坍滑，須注意邊坡加固作業及排水。 二、施工安全管理應注意事項：施工過程對邊坡持續監測，並備妥處理方案。									
核准：				製表：						

說明：

1. 表列評分項目僅供參考，各工程應依其特性設定評分項目。
2. 依工程特性設定各項目權重配分，惟安全之權重建議不低於 15%。
3. 評分後應辨識最優選施工方案潛在危害並研提施工安全應注意事項，以為後續發展施工計畫內容之參考。

表 4-2 工程設計階段屋頂施工方案評選表

工程名稱：臺中市巨蛋體育館興建工程

承辦部門：設計組

日期：

項目及配分	工法技術 (15%)	機具設備 (10%)	人力 (15%)	成本 (15%)	工期 (10%)	安全 (15%)	環境 (10%)	其他 (10%)	評分	排序
方案 1： 屋頂鋼構採用「固定式起重機吊裝」	14	8	15	15	9	14	9	8	92	2
方案 2： 屋頂鋼構採用「移動式起重機吊裝」	14	9	15	14	9	14	8	8	91	3
方案 3： 屋頂鋼構採用「預力鋼索吊裝」	15	10	15	12	10	15	10	8	95	1
最優選施工方案潛在危害及施工安全管理應注意事項	一、潛在危害：鋼索須確實檢查，避免有斷裂。 二、施工安全管理應注意事項：施工過程對作業區域嚴格監控，並備妥處理方案。									
核准：			製表：							

說明：

1. 表列評分項目僅供參考，各工程應依其特性設定評分項目。
2. 依工程特性設定各項目權重配分，惟安全之權重建議不低於 15%。
3. 評分後應辨識最優選施工方案潛在危害並研提施工安全應注意事項，以為後續發展施工計畫內容之參考。

第五章 設計成果摘要說明

本案計畫為「臺中市巨蛋體育館興建工程」的規劃設計暨監造案，工址位於台中市北屯區，整塊基地鄰近台中洲際棒球場，建築基地範圍內新建主場館、副場館兩棟巨蛋結構分別為地上 3 層及 2 層，共用地下 4 層停車場之共構結構。副球場為地上型式巨蛋，主球場則為下沉式，巨蛋球場底部樓版位於地下 2 層，有助於緩和巨蛋對周邊天際線的衝擊，兩者建築物高度分別為約 27.0R2 及 19.5R2，筏基深度 2.5R2，地下室開挖深度約為 18.9R2。

巨蛋主場館平面尺度約為 144X121 公尺與副場館平面尺度約為 87X97 公尺，均為大跨度屋頂結構，其屋頂圓弧拱起程度亦會影響整體結構構架的行為。對於大跨距屋頂採用圓弧拱起較高者，其拱效應顯著，整個巨蛋屋頂底部呈向外推力，需有張力環配置。若採用扁平微微拱起者，其梁效應較為顯著，整個巨蛋呈向內擠縮行為，其四週需要較高向外平衡勁度。

以本案為例，兩座場館為符合大跨度力學需求及控制巨蛋屋頂拱起幅度的景觀視覺衝擊，於扁平屋頂結構空間內配置雙向度鋼構桁架系統，取其用較小的桁架腹桿深度創造利於聲學、視覺的較大室內容積及視覺空間。

然而有鑑於國內設計案例，鋼桁架系統的經濟跨度約為 60R2，本案最大跨度約 129R2，故提出建議採用雙向度「鋼桁架 + 鋼纜張弦之複合系統」，以取鋼纜結構適用於大跨度的經濟性。然而扁平的張弦桁架結構屬於張力結構 (Tensile Structure) 系統，對於側向變位敏感，需要更高的環形邊界勁度控制變位，同時穩定屋頂下沉的內擠行為。

另本案規劃進行風洞試驗。試驗項目：

- 一、 建築主要抗風系統之設計風載重試驗：主要在考量整體風力 - 包含屋蓋結構及巨蛋整體結構。抗風系統設計風載重之特性，除了需考量建築之整體受力大小外，亦須考量風力在建築物上之分布形式。因為在不同風向上其風力分布型態不同，而不同的風力分布型態，也會造成不同的結構反應，因此需考量多個風向條件下之受風載重型態。
- 二、 建築局部構件及外部被覆物之設計風壓試驗：針對披覆物，透過風洞試

驗量測 36 個風向角情形下，建築物各處之風壓，以取得建築物各個局部位置所可能產生之最大風壓，作為局部構件及披覆物設計條件。

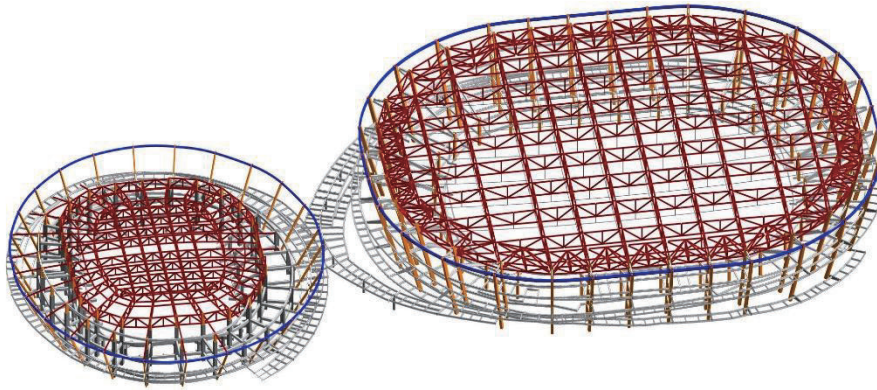


圖 5- 1 場館結構模型

一、 結構系統概要

主場館由於屬於超長跨距屋頂，故於巨蛋雙向屋頂的鋼桁架下弦採用「鋼桁架 + 張弦鋼纜」的複合式張弦梁 (String_BeaR2) 結構系統，即上弦桿為完整鋼構桁架系統，下弦桿為立桿與鋼纜形成的張弦梁系統。鋼纜雙向配置於巨蛋屋頂，鋼纜雙向行為有益於提升整體屋頂提高吊重需求之承載能力，同時無損其經濟性。

然而其整體屋頂仍為蛋形圓弧，故除上述藉由複合鋼纜張弦解決面內承載能力外，亦須於巨蛋屋頂鋼桁架複合系統週圍，配置張力環以環狀拉應力束制屋頂內擠行為，同時張力環亦可串連巨蛋外周支撐構架，達到均勻分散應力效果。

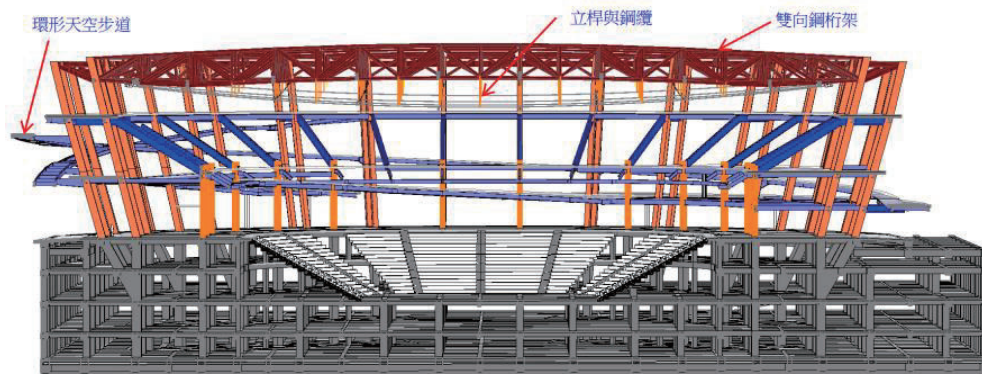


圖 5- 2 主場館結構概要圖

副場館由於屋頂長向跨距僅為約 61R2，屬於鋼桁架經濟跨度應用，故結構系統方案建議採用雙向正交鋼桁架系統，其地上層垂直力及側向力結構系統由於巨蛋屋頂跨度水平側向內擠力較小，配置採用鋼筋混凝土梁柱韌性立體構架即可，惟為維持整體環型勁度其環向仍需以環梁串連。

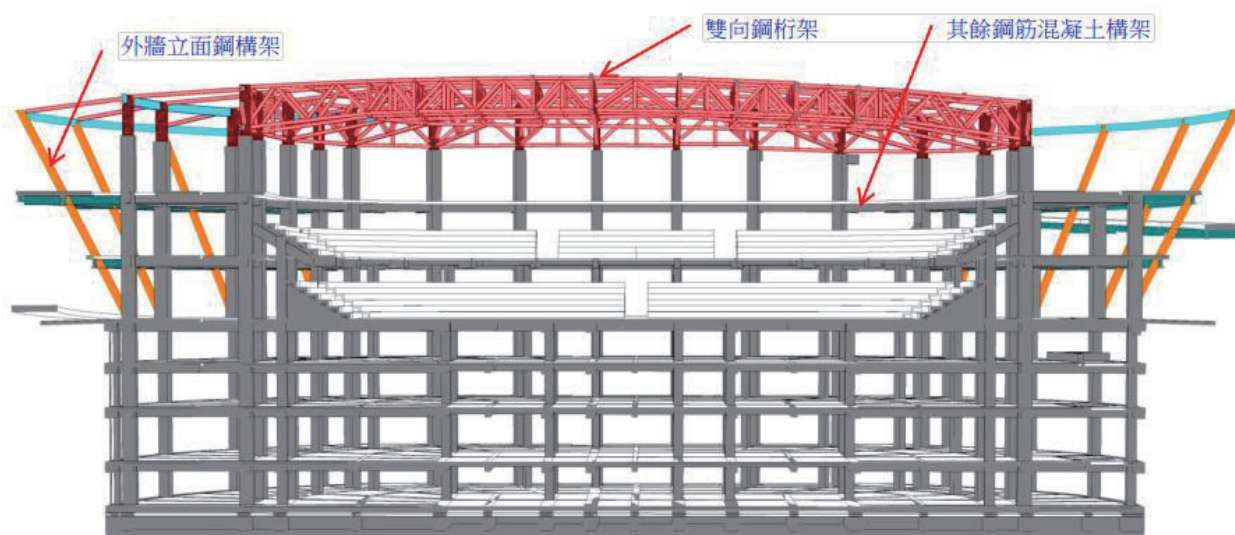


圖 5- 3 副場館結構概要圖

二、 屋頂結構

巨蛋主場館屋頂的「上弦鋼構桁架 + 下弦張弦鋼纜」的複合式張弦梁 (String_ Bear2) 結構系統，具備鋼桁架系統的剛性、鋼纜系統的輕量及高承载力。兩者的結合，如建築視覺的透視圖。因為採用鋼纜、鋼桿或型鋼，屋頂視覺上無雜亂的鋼斜撐，僅有通透、明亮及簡潔的細小結構骨架，徹底表現出建築的美與結構大跨度的張力。

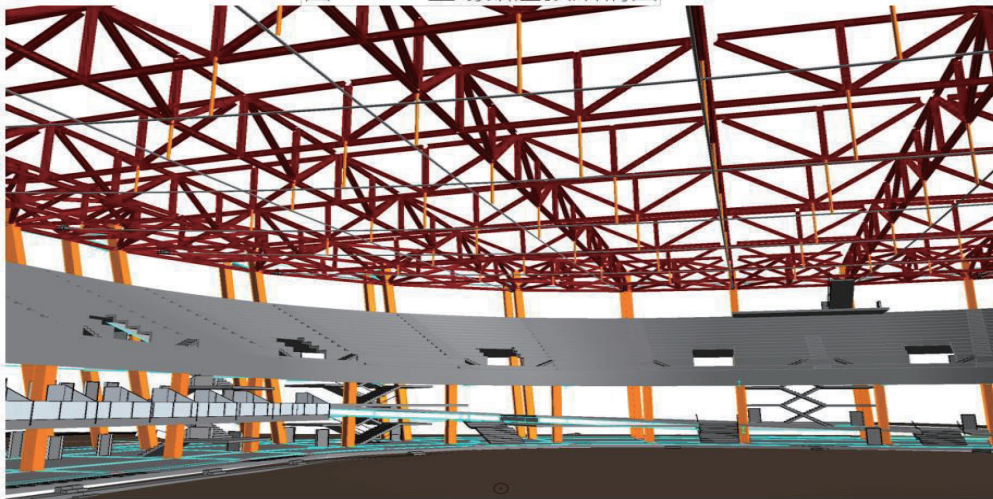


圖 5- 4 主場館屋頂結構圖

巨蛋副場館屋頂的「雙向鋼構桁架」結構系統，具備鋼桁架系統的剛性及高承載力。本系統係採用適宜小跨度屋頂的雙向 2D 鋼構桁架之「組合系統」，以形塑整體 3D 屋面空間行為。其中，在傳統鋼桁架由於為了追求良好工地續接品質，常以大量螺栓續接設計取代工地焊接，然而當整體續接量太龐大，亦常無意中使結構系統失去簡潔的構造美。故本案建議設計階段應妥善減少工地續接點，規劃以少量、高品質的工地焊接要求之「工地翼版焊接、腹板螺栓接合」原則，傳達傳統平凡構造中的不凡，除兼具造價的經濟性外，更具體表現結構的豐富性與建築視覺簡潔。

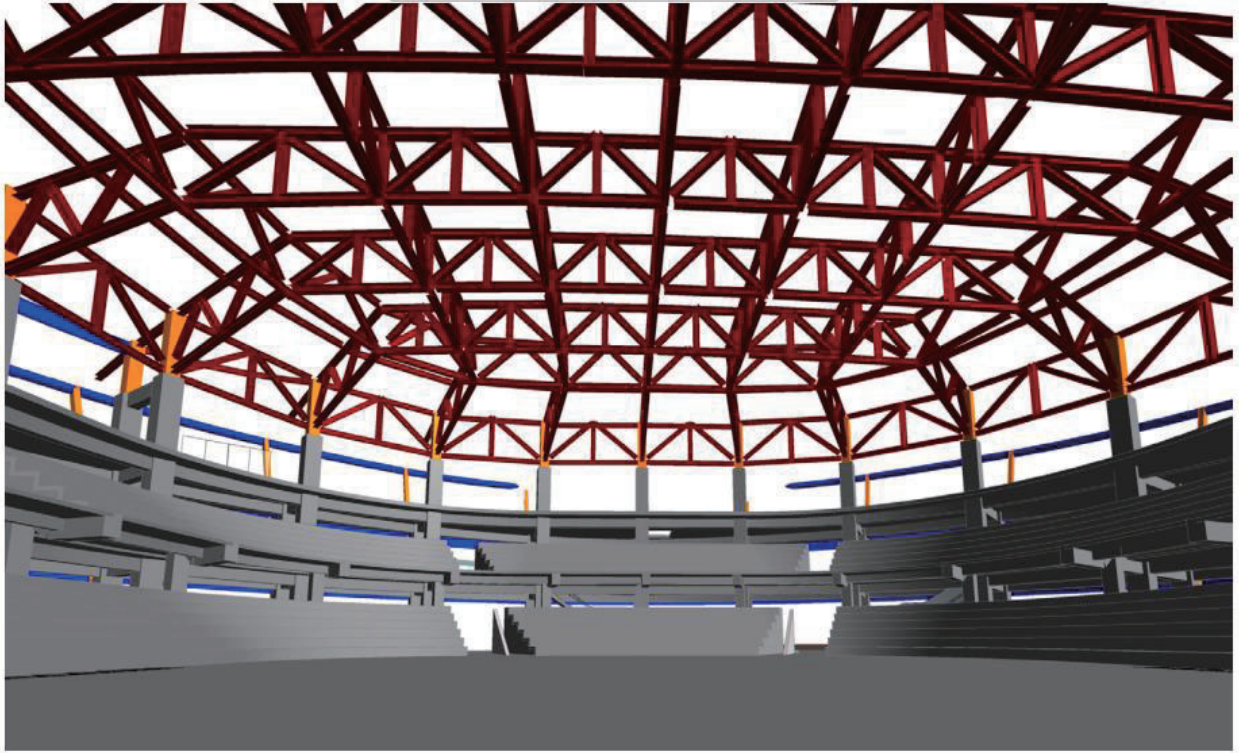


圖 5- 5 副場館屋頂結構圖

三、 環形天空步道

環形天空步道本案採用環形的外傾柱梁鋼結構系統，天空步道還帶上下投影重疊交錯，利用外傾柱梁環形結構系統可有效串連架構各個步道空間，搭配外挑懸臂梁支撐步道成景觀廊道平台，簡潔明瞭的主從構架層次，內可作為帷幕系統支撐構架、外可滿足環形步道建築功能需求，而不繁雜影響主要結構系統的傳力路徑。

主場館與副場館之環形天空步道於 2F 高度互相串連，此處步道寬度倍增，距離各場館外傾柱過遠，無法已外挑懸臂梁來支撐步道，結構規劃採圓形柱支撐平台，端部於適當位置將設置伸縮縫與各場館之步道系統銜接，使各場館結構系統各自獨立，避免產生不良之干涉行為。

由於天空步道結構係由結構柱外挑懸臂梁構築，其勁度偏軟，除結構強度及變位需克服外，人員活動之舒適性亦需詳加考量，人員之活動包括步行、跑步、自行車等，需依據

AISC_Steel Design_Guide_Series_11_-Floor_Vibrations_

Due_to_R3uR2an_Activity 之規定進行檢討。設計上控制天空步道之基本振動頻率避開人員活動之外力擾動頻率以防止共振效應，並達到規範限制之振動加速度標準，如此則視為符合規範人舒適度之標準。

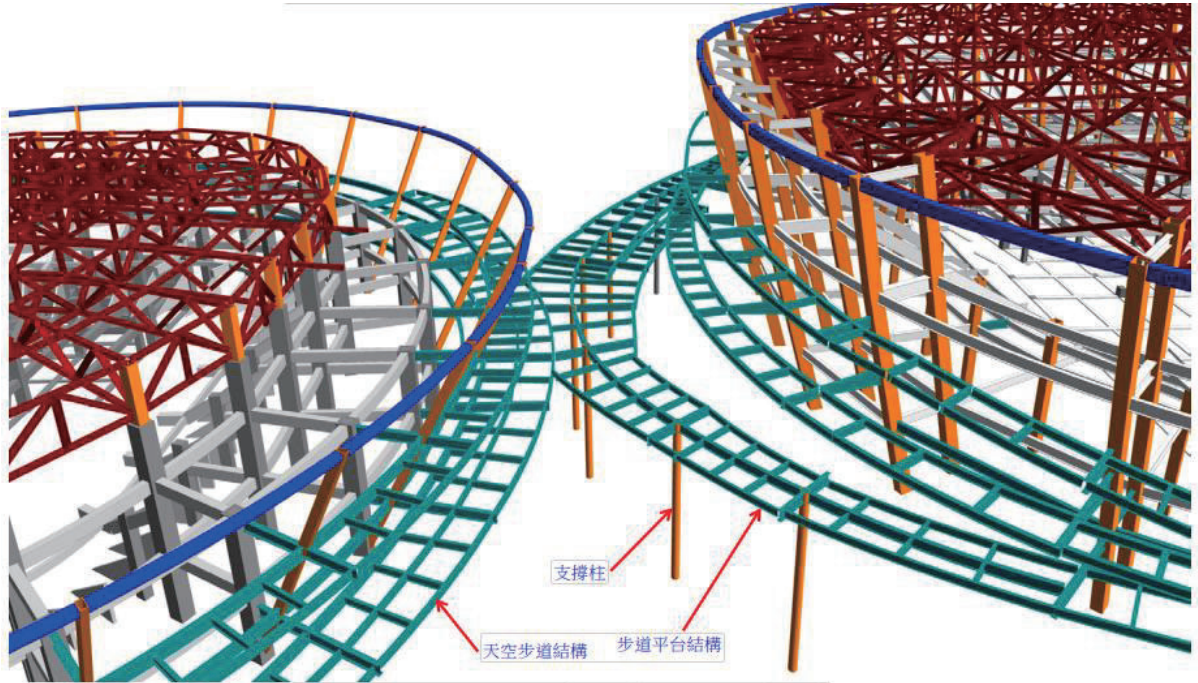


圖 5- 6 天空迴廊結構概要圖(一)

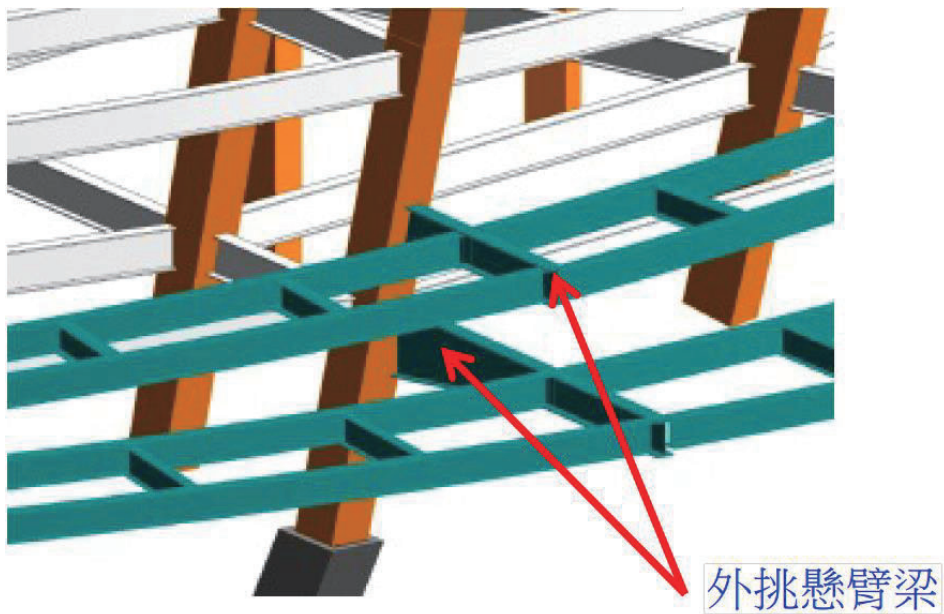
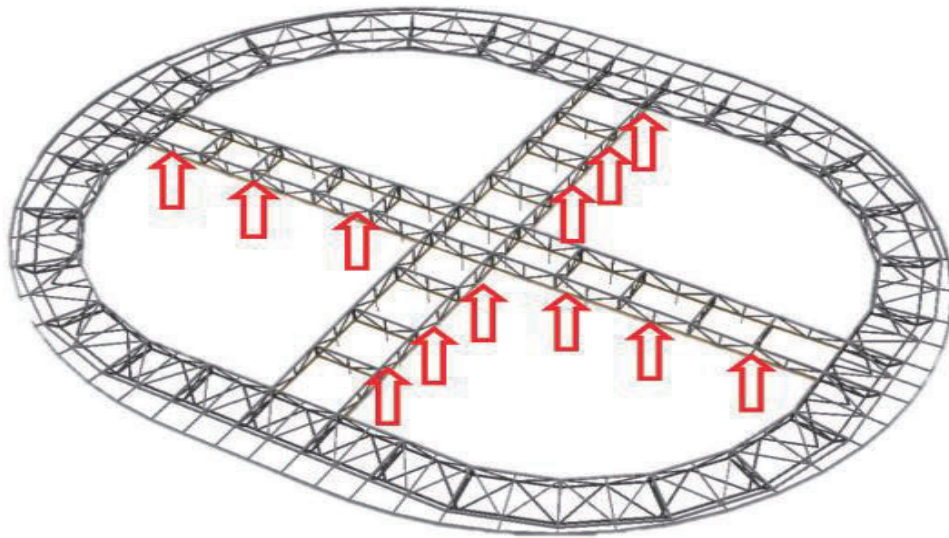


圖 5- 7 天空迴廊結構概要圖(二)

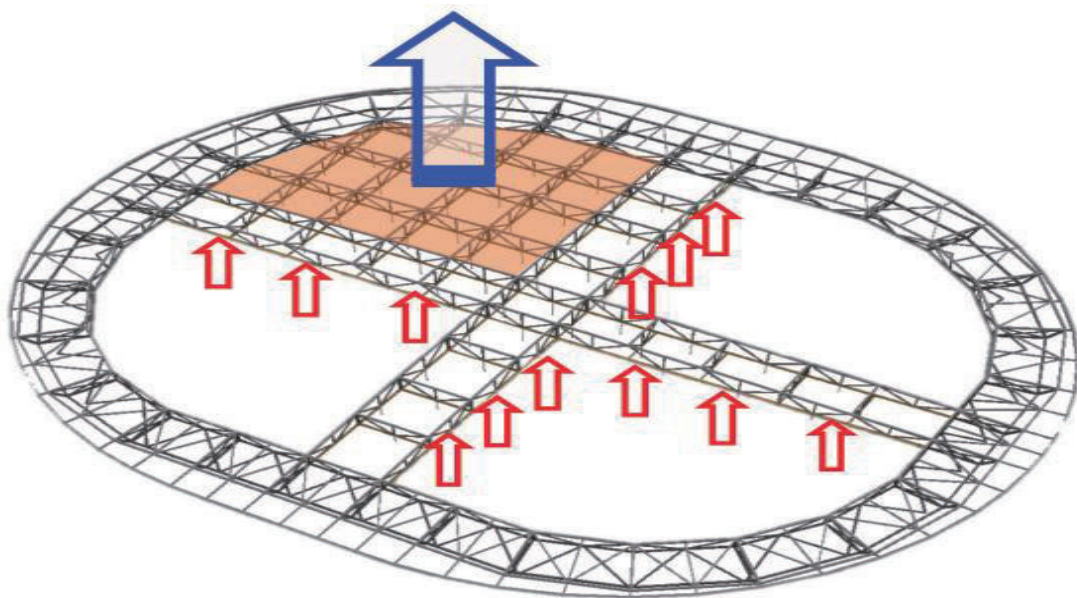
四、 鋼構屋頂安裝計畫

巨蛋屋頂下方可供施工階段作業空間，均為本案地下停車場結構之普通結構樓版，因此不適宜站立類似重型履帶式吊車等重型吊裝機具。另一方面，由於巨蛋屋頂下方高度較高，故屋頂鋼構若採大區塊鋼構屋頂整體吊裝(R3eavy_Rlifting)，容易產生大量體鋼構吊升過程的穩定性安全問題，且整體區塊屋頂鋼構架吊裝亦有多部位同步鎖固之高施工精度要求的困難。因此吸取本案結構顧問於大巨蛋設計案等之施工經驗，研擬建議採用「雙向中央跨行架」搭配「區塊、雙向鋼構桁架各片單元式吊裝」作為本案鋼構屋頂之安裝工法，既可避免動用重型機具、不必大量堆置鋼構構件、亦可藉助雙向中央行架的結構承載能力，安裝其餘鋼桁架而不必再架設臨時暫撐架，大量簡化施工步驟降低臨時工程費。



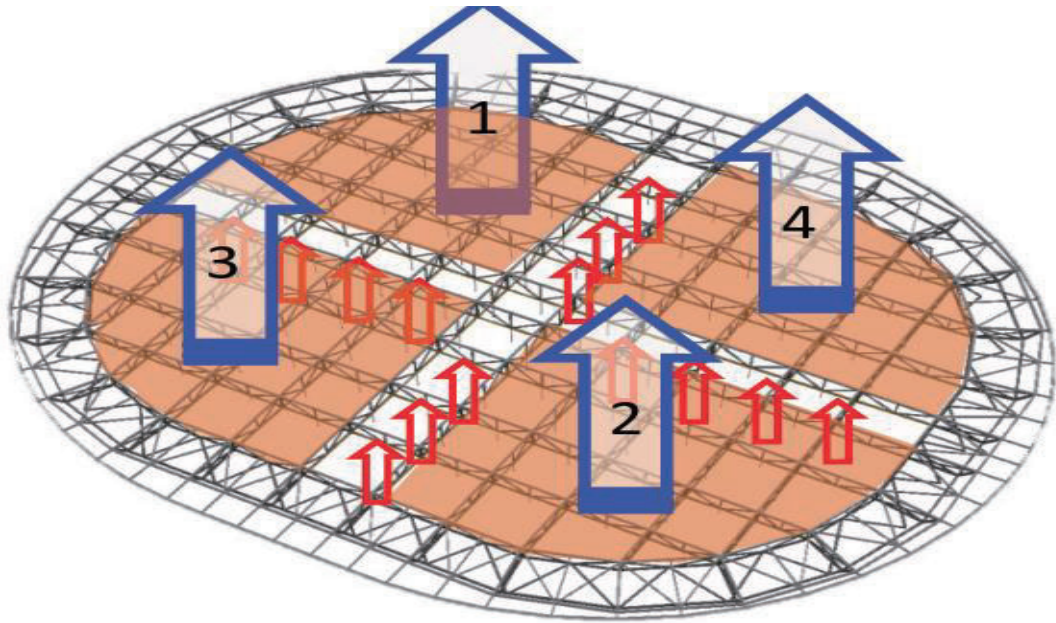
(施工階段 Ⅰ)

- 主場館外環鋼構架吊裝及組立
- 主場館雙向中央跨，架設型鋼重型暫撐架（含側向束制）
- 現場小搬運、小吊裝，組立雙向中央桁架
- 雙向中央跨桁架，鋼纜安裝及第一階段預力施拉



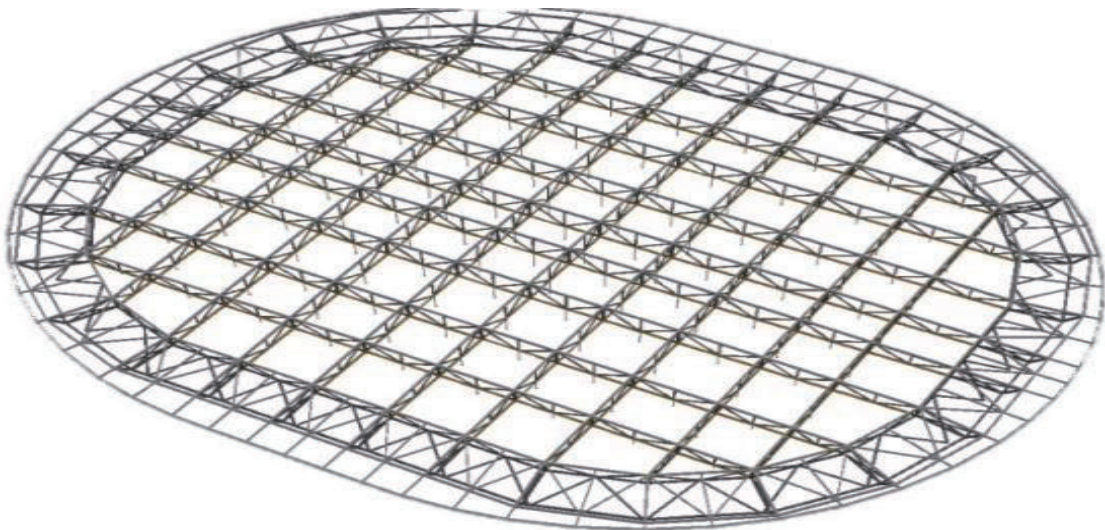
(施工階段 Ⅱ)

- 現場小搬運、小吊裝，地組鋼構桁架（每片約 50m）
- 第一區塊，雙向每片鋼構桁架單元式吊裝
- 主場館 1/4 屋頂鋼構架安裝完成



(施工階段 — III)

- 現場小搬運、小吊裝，地組鋼構桁架 (每片約 50m)
- 第二 ~ 四區塊，雙向每片鋼構桁架單元式吊裝
- 主場館全部屋頂鋼構架安裝完成



(施工階段 — IV)

- 主場館屋頂鋼構架全數安裝完成，鋼構測量校正
- 移除型鋼重型暫撐架 (含側向束制)
- 雙向中央跨桁架，鋼纜安裝及第二階段預力施拉
- 雙向各桁架，鋼纜安裝及預力雙向施拉

圖 5- 8 鋼構屋頂安裝計劃圖

五、 鋼纜預力施拉作業

巨蛋主場館的鋼纜系統預力施拉步驟與工法，與鋼纜有效預力規劃、鋼纜專業廠商錨定裝置搭配、單雙向或多處同步施拉及現場安裝定位控制檢算等因素息息相關，隨個案設計成果而異。故此處僅簡要條列本案可能的鋼纜佈設及預力施拉步驟如下：

步驟一：配合鋼構桁架吊裝及支撐架定位

步驟二：從解線盤將鋼纜解下，用絞車將鋼纜佈線至指定檢查點位置

步驟三：使用吊繩將鋼纜端部吊起並暫時固定鋼纜以防滑落

步驟四：將鋼纜末端，連接至鋼纜端錨構件，再用吊車吊起組件套入端錨套筒內

步驟五：於桁架中央位置開始，向兩側左右對稱鎖固每處鋼纜之鞍座夾件

步驟六：將千斤頂裝置與鋼纜端錨裝置安裝定位、施加預力、量測鋼纜伸長量

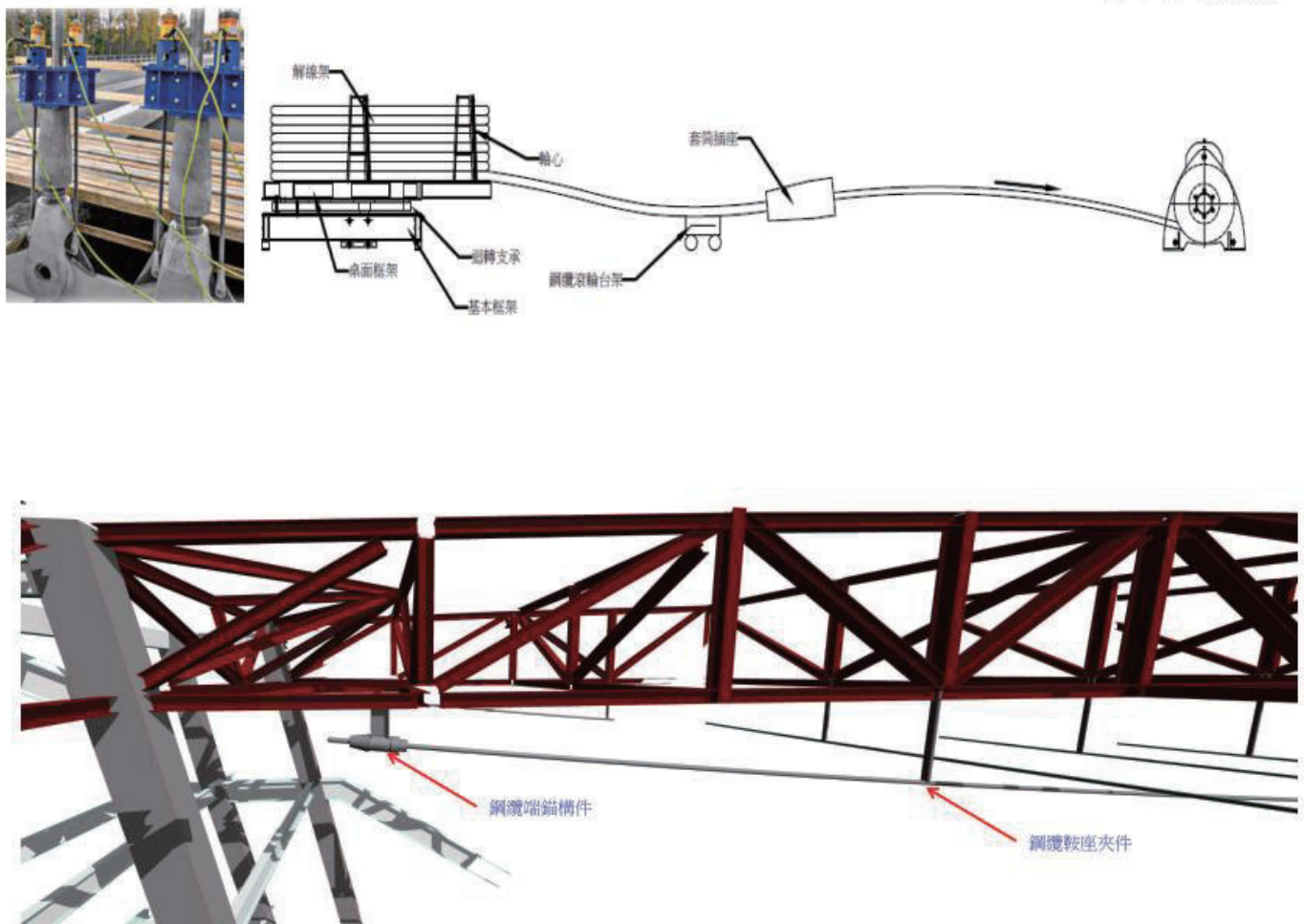


圖 5- 9 鋼纜預力施拉作業

第六章 設計成果施工風險評估

6.1 施工風險評估方式

本工程施工風險辨識經確認後，逐一就各潛在危害交互比較，判斷其發生之可能性高低及災害嚴重性之輕重，並予以量化風險評量。

有關風險可能性等級及嚴重度等級之評估，將藉由風險評估小組成員(由具施工經驗之工程師、安全衛生專業人員、合格安全評估人員)等組成，依據本公司職業安全衛生管理系統 CNS 規範之進行評估工作；完成綜整後由計畫主持人召開風險評估工作會議，並與會議中討論評定。

6.1.1 危害辨識

就工作場所環境現況及工程作業內容，依工程專業知識並參酌過去災害案例，以辨識潛存之風險來源。依經驗法則推衍風險發生機制及過程，依序進行風險狀況描述(risk description)，包括：風險(危害)來源(sources)、起因(causes)、風險作用過程之事件(events)及可能之後果(consequences)。

一、 風險來源

營造工程風險(危害)來源(risk source)如下：

(一) 工作場所危害-辨識工作場所環境潛存之危害，包括：

1. 地質、地下水、地形、氣候、水域等自然環境。
2. 鄰近建築物、構造物、架空纜線、地下管線與埋設物及其他公共設施等人為環境。
3. 臨時及安全衛生設施、施工中之工作物、機具設備等施工環境。

(二) 工程本質危害-如深開挖、高層建築、橋梁、隧道等工程作業本質之潛在危害。

(三) 機械設備危害-施工機械設備之運轉、搬運、行進、操作、維護保養等過程可能出現之危害。

(四) 物質危害-爆材、有機溶劑、易燃物質、含石綿或放射性物質材料等可能引發危害之物質材料。

(五) 高風險作業-如露天開挖、擋土支撐、模板支撐、施工架組配及拆除、

鋼構組配、隧(管)道開挖及支撐、拆除等作業。

營造工程風險(危害)主要來自：工法(method)、機具(machine)、材料(material)、人員(man)、管理(management)、環境(environment)等範疇。為便於辨識危害，可將上述 5M1E 之內容拆解繪製成魚骨圖，用以引導風險評估小組成員討論激盪找出可能引致事故之風險(危害)來源，如圖 6-1。

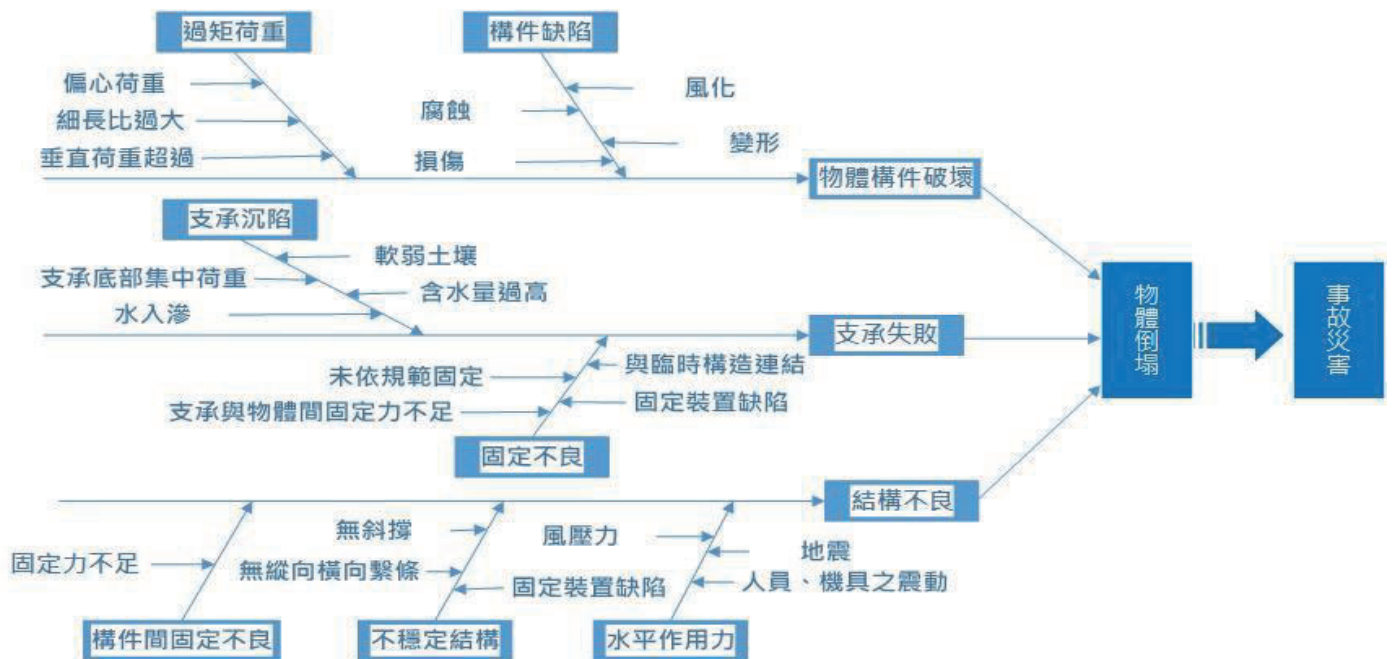


圖 6- 1 物體倒塌要因圖

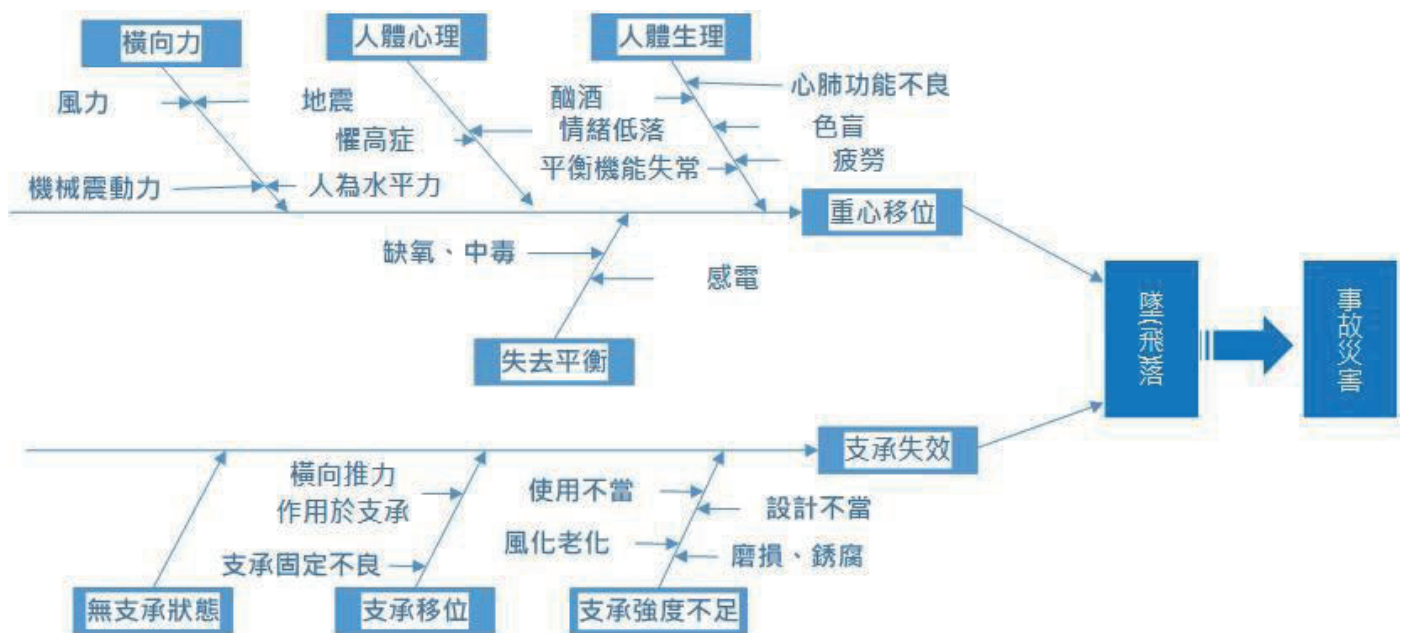


圖 6- 2 墜落與物體飛落要因圖

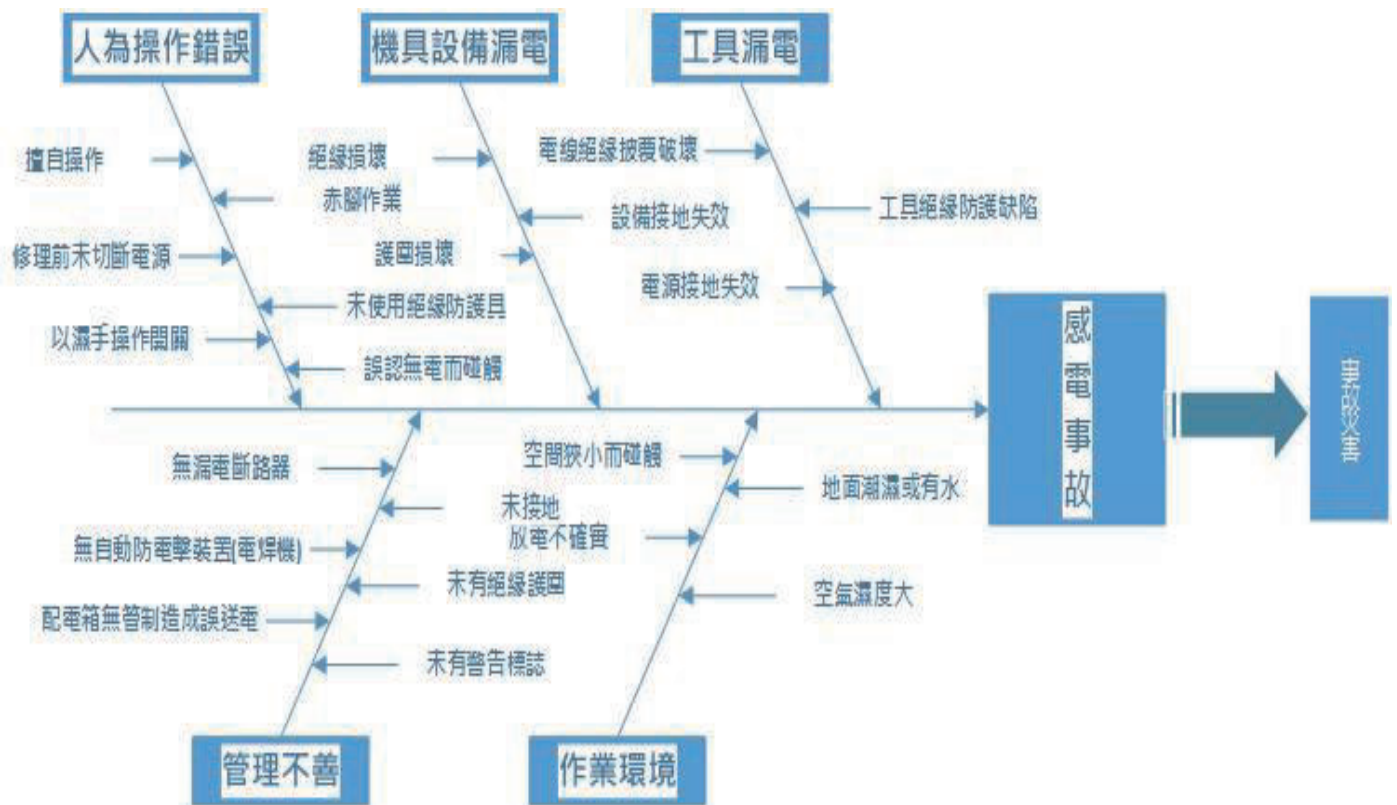


圖 6- 3 感電災害要因圖

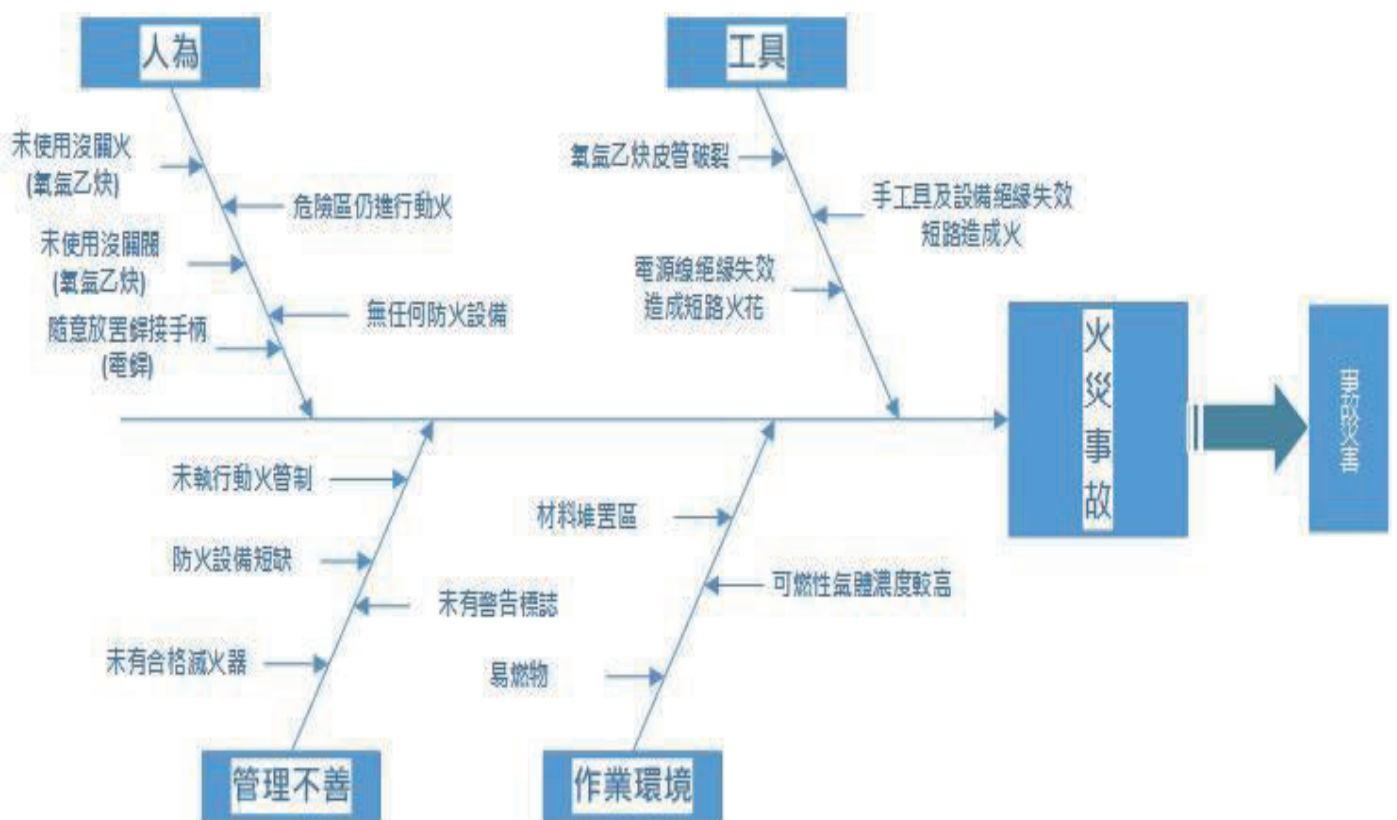


圖 6- 4 火災要因圖

6.1.2 嚴重度之分級基準

依施工風險評估實施風險矩陣所對照的可能性分級基準如下表

表 6-1 風險矩陣所對照的可能性分級

半定量分級	可能性描述	參考基準	
		作業頻率	作業人次
5	幾可確定	日常性作業	10 人以上
4	極有可能	經常性作業	6-9 人
3	可能	週期性作業	4-5 人
2	不太可能	間歇性作業	2-3 人
1	幾乎不可能	偶發性作業	1 人

風險矩陣所對照的嚴重度分級基準如【表 6-2】 所示。

表 6-2 危害等級嚴重度之分級基準

半定量分級	嚴重度描述	參考基準	
		人員可能受傷害狀況	災害損失
5	災難性的	1 人以上死亡或 3 人以上受傷	停工 1 個月以上
4	重大	1 人以上重傷	停工 1 周以上
3	中等	1 人以上受傷住院療養	停工 1 天以上
2	較低	1 人以上受傷送醫治療	停工 1 天以內
1	可忽略的	1 人以上受傷工地包紮敷藥	現場清理後即可復工

6.1.3 風險等級之分級基準

依勞動部建議做法中，利用定性描述方式來評估危害的風險程度及決定是否須取風險降低控制措施的方法，本工程依規模訂定為 5*5-5 等級 風險矩陣來評估，等級【如表 6-3】所示。

表 6-3 風險矩陣表

風險等級分析		可能性分級				
		災難性的 5	重大 4	中等 3	較低 2	可忽略的 1
嚴重度分級	幾可確定 5	25	20	15	10	5
	極有可能 4	20	16	12	8	4
	可能 3	15	12	9	6	3
	不太可能 2	10	8	6	4	2
	幾乎不可能 1	5	4	3	2	1
	極高風險 (20~25)	高度風險 (10~16)	中度風險 (5~9)	低度風險 (3~4)	極低風險 (1~2)	
風險等級		風險控制				
R5 (極高風險)	20~25	須立即採取風險降低設施，在風險降低前不應開始或繼續作業。				
R4 (高度風險)	10~16	須在一定期限內採取風險控制設施，在風險降低前不可開始作業，可能 需要相當多的資源以降低風險，若現行作業具高度風險，須儘速進行風險降低設施。				
R3 (中度風險)	5~9	須致力於風險的降低，例如： 基於成本或財務等考量，宜逐步採取風險降低設施、以逐步降低中度風險之比例。 對於嚴重度為重大或非常重大之中度風險，宜進一步評估發生的可能性，作為改善控制設施的基礎。				
R2 (低度風險)	3~4	暫時無須採取風險降低設施，但須確保現有防護設施之有效性。				
R1 (極低風險)	1~2	不須採取風險降低設施，但須確保現有防護設施之有效性。				

6.2 本案設計工程拆解及實施風險評估

各分項工程進行拆解與分析，並就分項工程拆解成果配合基地環境現況，逐一分析評估，以發掘潛在 危害、可能之災害狀況、風險評量等，進行風險對策改善後的風險評估如後。

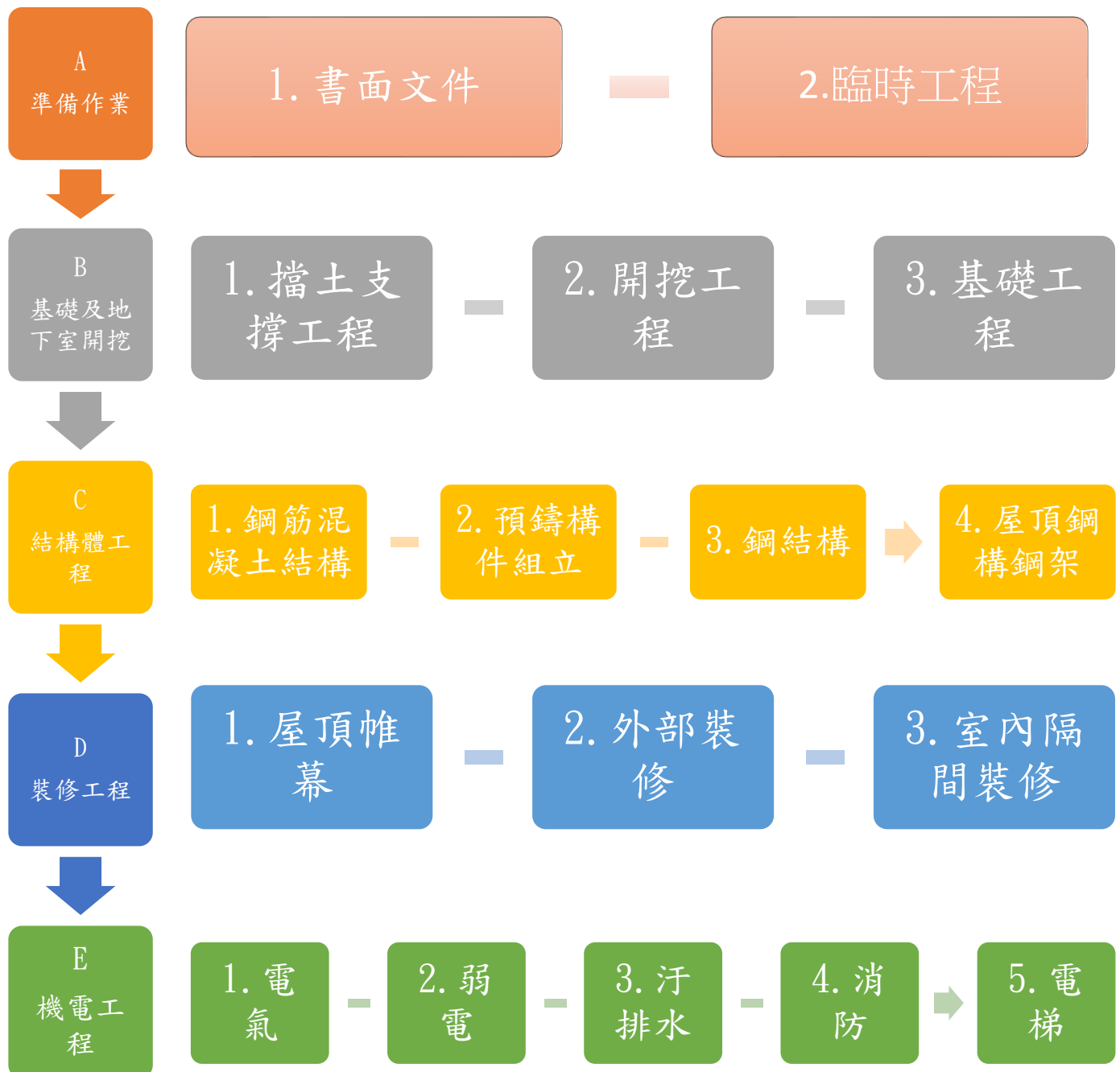


圖 6- 5 工程內容及實施流程

6.2.1 準備作業

施工前準備作業應包括：

1. 書面文件:施工計畫研擬
2. 臨時工程:施工圍籬設置、場地整備、臨時水電設置、辦公房舍設置、鄰房監測作業

作業拆解如表 3-11；其施工風險評估，如表 3-12。

表 6-4 準備作業作業拆解

分項工程：準備作業		
第一階作業	第二階作業	作業步驟
書面文件	施工計畫研擬	(1) 資料蒐集
		(2) 地下埋設物調查
		(3) 設計與分析
		(4) 施工計畫研擬
		(5) 危險性工作場所送審
臨時工程	施工圍籬設置	(1) 材料進場堆置
		(2) 圍籬架設
	場地整備	(1) 機具進場及檢查
		(2) 土方及廢棄物裝運
	臨時水電設置	(1) 給排水設施設置
		(2) 電力設施設置
	辦公房舍設置	(1) 地坪混凝土澆置
		(2) 輕鋼架組立
		(3) 牆板組立
		(4) 樓版組立
		(5) 屋頂板組立
	鄰房監測作業	(1) 監測儀器裝設
		(2) 量測作業