

建築工程地梁鋼筋組立施工風險評估

胡義鴻¹ 潘煌鐸²

¹國立高雄科技大學 土木工程與防災科技研究所 研究生

²國立高雄科技大學 土木工程與防災科技研究所 教授

摘要

營造業的重大職災是各行業之首，而墜落及倒塌為兩個主要因素，事前的施工風險評估，可以有效地分析出相關作業的危害點，使用風險矩陣決定出風險的嚴重等級，再透過相關討論決定出可行的防護措施和預防對策，將其轉化成既定的施工規範及施工圖說，並納入相關工程契約中，且量化出對應的安全費用，可讓現場執行面在監督及指導時有所依據，提升現場監工人員的安全意識，也使得分包商在施作時，因有編列施工安全衛生費用，能確實依循去執行相關安全防護措施，保障施工人員的安全。本研究針對建築工程之地梁鋼筋組立進行施工風險評估，探討施工作業、合約管理、現場執行之因素影響，經由風險評估提出對應的預防對策並施行改善，發現實施風險評估後能夠明顯的降低墜落和倒塌危害的風險。風險評估之對策必須建立在有制度且明確執行的規範，並應納入工程合約及工程規範，經由提升現場施工督導的落實度，可能夠有效的降低職業災害發生。

關鍵字：地梁、鋼筋組立、風險評估、倒塌、安全衛生

Construction Risk Assessment for Foundation Beam Rebar Assembly in Building Projects

Yi-Hung Hu¹ Huang Hsing Pan²

¹*Corresponding Author, Graduate student, Department of Civil Engineering, National Kaohsiung University of Science and Technology, Taiwan*

²*Professor, Department of Civil Engineering, National Kaohsiung University of Science and Technology, Taiwan*

ABSTRACT

The major occupational accident in the construction industry was among the highest across all sectors, with falls and collapses being two primary factors. Pre-construction risk assessment can effectively identify hazardous points in operations. By using a risk matrix to determine the severity level of risks and then through relevant discussions, protective measures and preventive strategies can be decided upon. These are then translated into established construction specifications and drawings, incorporated into relevant engineering contracts, and quantified into corresponding safety costs. This allows on-site execution to have a basis for supervision and guidance, enhancing the safety awareness of on-site supervisors and ensuring subcontractors adhere to safety measures, thus safeguarding the safety of construction personnel. This study focuses on the construction risk assessment of foundation Beam rebar assembly in building construction projects. It explores the factors affecting construction operations, contract management, and on-site execution. Through risk assessment, corresponding preventive measures are proposed and implemented for improvement. It is found that implementing risk assessment can significantly reduce the risks of falls and collapses. The strategies of risk assessment must be based on systematic and clearly implemented norms, and should be included in engineering contracts and specifications. By enhancing the implementation of on-site construction supervision, it may effectively reduce the occurrence of occupational accidents.

Keywords: *foundation Beam, rebar assembly, risk assessment, collapse, safety and health*

一、緒論

1-1 前言

根據勞動部職業安全衛生署 111 年職業災害統計年報[1]分析指出，營造業歷年來之死亡職災，久居各行業之首，而墜落及倒塌分別為首要及次要因素，如圖 1 所示，因各項職災造成的經濟損失高達新台幣 334 億元之多。重大職災發生的原因為：不安全動作、不安全設備、不安全動作與設備兼具及其他(如圖 2)，其中又以不安全動作與設備兼具占比最高，而不安全動作主因是人員的安全意識不足，導致施工作業中產生不安全狀況而不自知，甚至因安全意識不足，在設置安全防護或是使用各項設備時，遺漏掉必要的步驟或必要的安全措施。

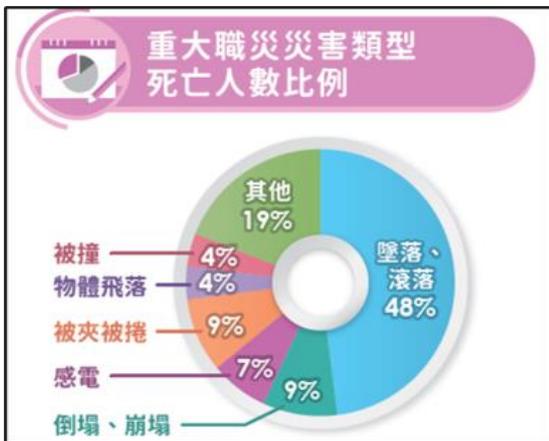


圖 1 重大職業災害類型死亡人數比例[1]

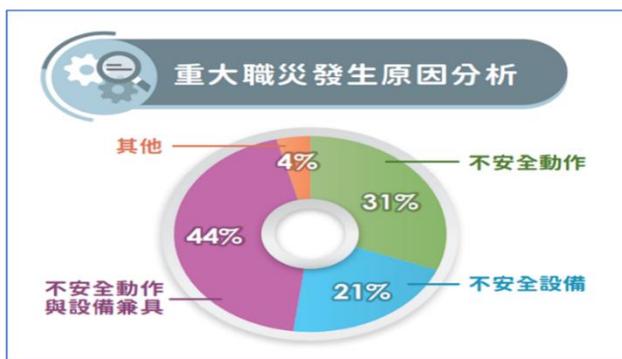


圖 2. 重大職災發生原因分析[1]

林耀煌(1995) [2]提出的建築工程致災原因，在結構工程中最常見的致災原因即有 1.施工圖未盡詳實 2.未按圖施工 3.防護措施不足等的因素，指出意外事故的發生，很大比例是因為人員自身的疏忽或是機械設備本身不安全。要避免人員本身的缺陷或疏忽，及利用完善機械設備本身的安全防護，都必須藉由良好且完整有效的管理方式去及早發先缺失的存在及修正缺失，既以乳酪理論[3]來減少疏忽與落實防護，就可能避免意外事故的產生。

民國 109 年 3 月高雄市某建案，發生地梁鋼筋倒塌之工安事故，當下造成 1 名人員死亡、1 名人員呈現 OCHA 及三名人員重傷。事故地點位於地下五樓(深度約 16 公尺)，救援過程十分困難，必須先將倒塌之地梁鋼筋吊起並施作假支撐後，再將受困人員利用船型擔架吊掛至地面，經醫院緊急救治。本事故造成兩死三重傷，其中三名重傷者需面對後續漫長的復健治療。建設公司及營造統包商於事故發生後之處理及停工損失、罰鍰、人事費用、衍生的施工成本、傷者及亡者賠償等支出，初步統計已造成上億元的經濟損失，建設公司甚至面臨因無法如期完工交屋，而產生的龐大違約金賠償風險。

本研究旨在探討地梁鋼筋組立作業過程，分析其潛在風險，進行風險評估，而風險管理係依據職業安全衛生署頒布之營造工程施工風險評估技術指引[4]。因土木工程於施工作業最常遭遇之困難有施工作業、合約管理、現場執行，故本研究將以這三個主要項目作為風險評估分析與探討方向。

二、地梁鋼筋倒塌危害分析

2-1 整體工程概述

研究之集合住宅新建工程案，於民國 109 年 5 月開工，原預定 112 年 8 月完工，但因發生地梁鋼筋倒塌之死亡職災事故，延遲至 112 年 10 月完工，事故發生時之工程進度為：地工工程-地梁鋼筋組立(大底 PC 澆置完成)。

本集合住宅之建築物基地面積 6762.96 平方公尺，為地上 24 層及屋突 3 層，一樓挑高為 6.8 公尺，2~24 樓每層樓設計高度為 3.2 公尺，屋突三層合計總高度為 9 公尺，整棟建築物總高度合計為 81.5 公尺(如圖 3)。因停車位及建築結構需求，地下室設計總開挖深度 18.25 公尺(如圖 4)，並設置五層水平支撐做為地下室開挖過程中之安全措施，後續工程則有：筏基工程、主體結構 RC 工程、機電消防設備工程、內部裝修工程等工項。

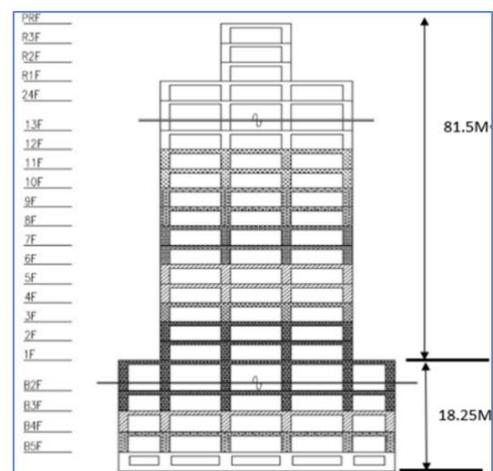


圖 3. 樓層總高度示意圖

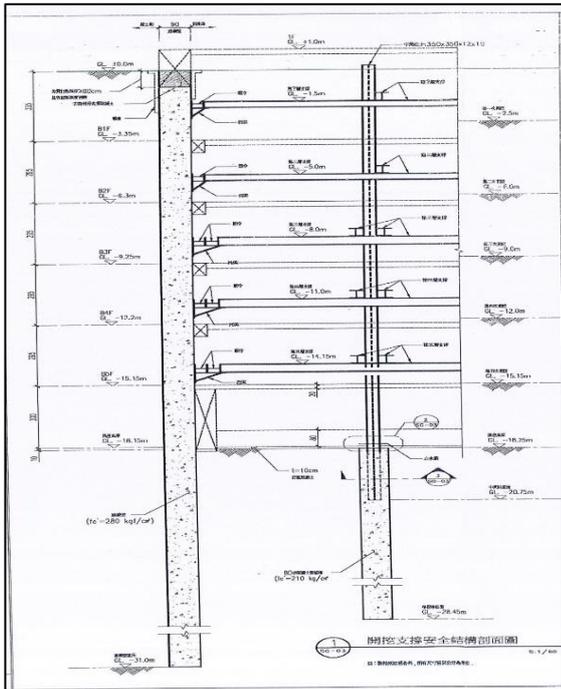


圖 4. 地下室開挖深度及水平支撐

2-2 地梁鋼筋組立作業概述

本建築案設計為筏式基礎，地梁鋼筋組立作業是筏式基礎施工過程中重要的一環，鋼筋組立是分階段性及區域性循環施作，階段性作業完成後，才能接續進行下一階段施作。筏式基礎施工流程示意圖如 5 所示，在大底 PC 層及第一層下版筋完成之後，開始進行地梁鋼筋的組立作業，第一步就是門型樣架的組立，組立樣架前須確實測量進行放樣，標記出地梁位置、地梁柱位置、門型樣架位置等，以利後續鋼筋組立過程中能確實按圖施工，於綁紮地梁鋼筋上層及下層主筋時，施工人員都必須進入到地梁位置內部，進行鋼筋傳接及綁紮固定之動作。

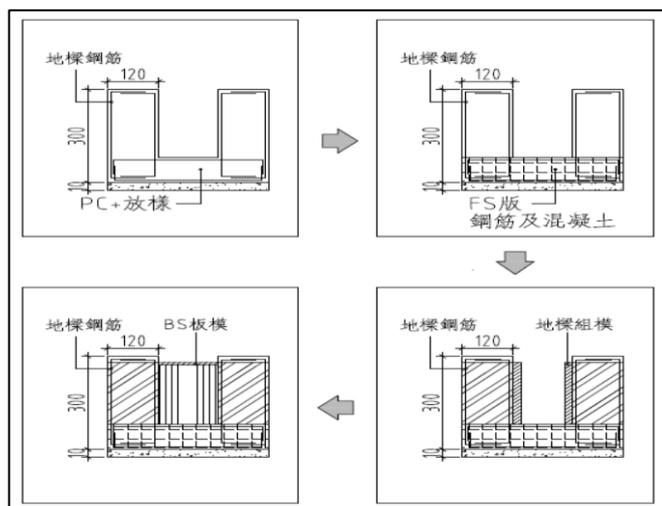


圖 5. 筏式基礎施工流程

在地梁鋼筋組立作業的過程中，已出現了骨牌理論[5]

及骨牌損失理論[3]中所述，有不安全的環境因素及人為疏忽因素存在，極可能發生危害導致事故傷害發生。事故發生之施工進度為：下層主筋佈放及綁紮固定，地梁編號為 FG14-1~FG15-4 段，為高 300 cm、寬 120 cm、設計總長度 34.1 m 之設計，如圖 6 所示，位於建築案基地東南側且分為三階段施作。

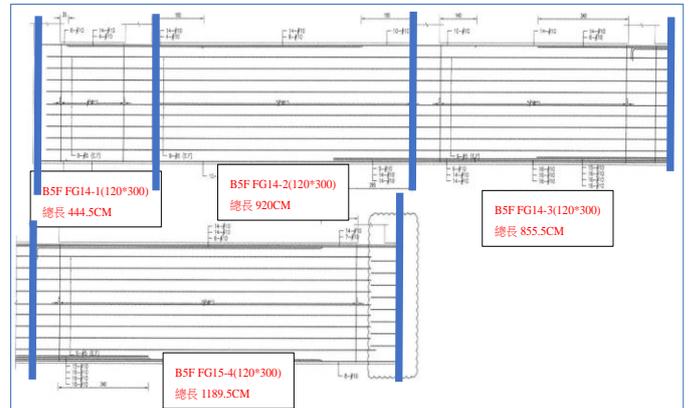


圖 6. 地梁鋼筋配置設計圖

2-3 事故調查

民國 110 年 3 月 4 日上午，工程階段已完成地下室開挖及第五層水平支撐架設，並完成打底混凝土層及版筋鋪設完畢，主承攬商將鋼筋組立工程發包給分項工程承攬商 A，次承攬商 A 再將其中某細部工項發包給鋼筋分包商 B，分包商 B 再帶領工人進行施工。

事發當下正進行地下五層之筏底板與地梁鋼筋組立工項，疑因工作筋、斜向支撐筋無法承載上層主筋及箍筋重量，導致整排地梁(X14~X15、Y1~Y10 LINE 如圖 7 所示)由南向北產生骨牌式倒塌，因當時正在組立該處地梁下層鋼筋，有施工人員進入內側，致使施工人員遭倒塌之鋼筋壓住，產生兩死三重傷之悲劇。

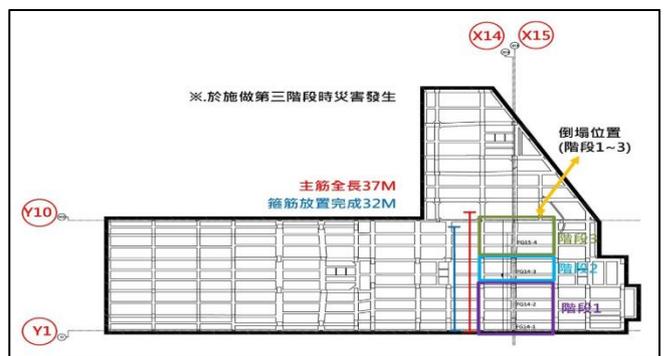


圖 7. 事故現場位置圖

職災事故發生因素初步分析如下：

1. 直接原因：
 - 人員遭受大量鋼筋擠壓(如圖 8 及圖 9)
2. 間接原因：
 - (1) 不安全行為：

僅憑過往經驗變更應架設之工作筋及斜撐。

(2) 不安全環境：

工作筋及斜撐之設置未符合規定，如圖 10 所示，依未倒塌門型架查看，斜撐僅設置單側 2 支，一支向南北、一支向東西。



圖 8. 現場地梁鋼筋倒塌-1

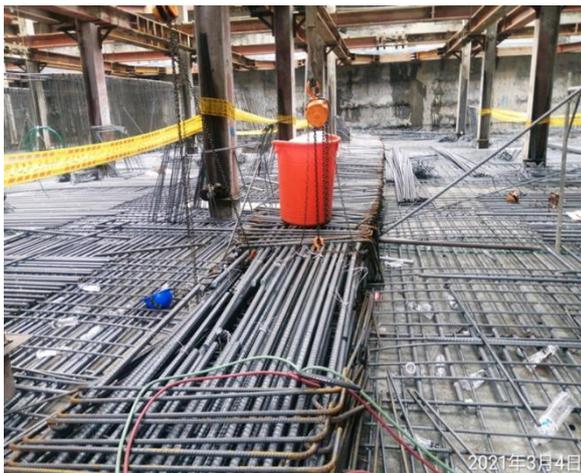


圖 9. 現場地梁鋼筋倒塌-2

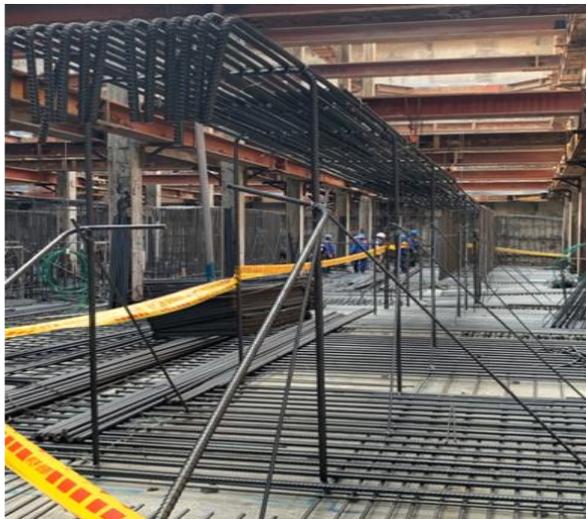


圖 10. 地梁工作筋及斜撐之設置未符合規定

2-4 事故原因分析

依照鋼筋計算書中所述，地梁鋼筋組立時，門型樣架工作筋(俗稱椅馬)應使用#10 鋼筋架設作為垂直力支撐，跨距設定為 270 公分，左右側各輔以 2 支#6 鋼筋作為斜撐，與門型架間距為 100 cm，加強固定作為斜向力支撐(如圖 11)，上述數值皆經過技師檢核計算，符合應力上之規範要求。

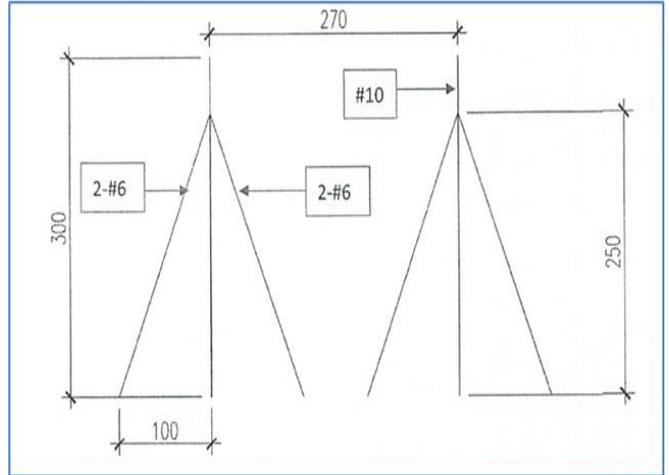


圖 11. 鋼筋斜撐設計圖

現場負責督導之工程師，因資歷尚淺且經驗不足，僅憑原設計圖面及鋼筋工程承攬商所計算出具之鋼筋料圖，並不足以供其核對及督導，工務所亦未設置專責繪圖人員，繪製完整完善的施工圖面，可供現場督導工程師核對檢查。

經檢視現場並詢問施工人員，竟依憑過往經驗，擅自將現場斜撐變更為#5 鋼筋，且僅採單側設置(如圖 12)，致使斜向支撐的承载力減少，導致地梁鋼筋組立過程中，無法承受因晃動所產生的應力，進而發生連鎖反應後倒塌，進而產生人員死亡及重傷的慘劇。

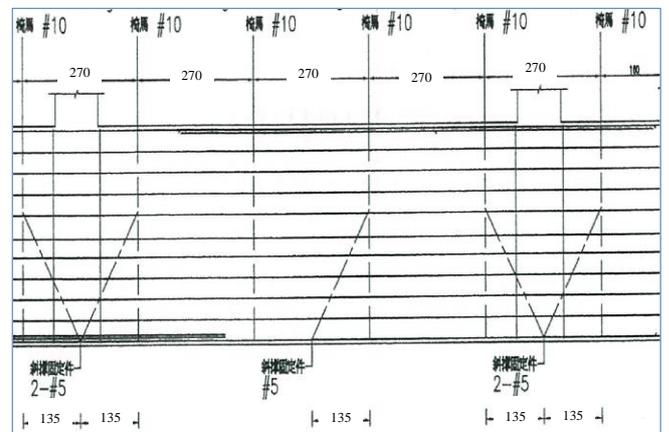


圖 12. 現場假固定鋼筋架設圖

綜上所述，在施工步驟及防護措施同時產生了漏洞，管理督導制度亦未落實，導致本件事故傷害的發生。

三、地梁鋼筋組立風險評估

3-1 作業環境調查

本案建築物基地總面積 6,762.96 平方公尺，地下室開挖總面積 5,410.12 平方公尺(如圖 13)，最外圍設計施作深度 31 公尺之連續壁作為第一道擋土支撐，並加設貫入深度 28.45 公尺的中間樁，作為水平之撐加固之用，設計開挖深度為 18.25 公尺並設置五層水平支撐。

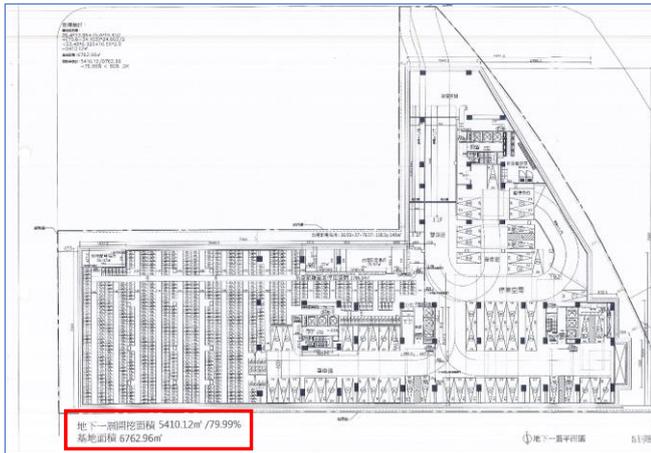


圖 13. 基地開挖總面積及配置

3.2 作業拆解及危害辨識

3.2.1 作業拆解

作業前危害調查及評估，應依施工計畫中該項作業之作業方法，分別實施下列評估：作業步驟、工作環境、工程控制(安全衛生設施)、管理控制(施工圖說、安全衛生作業標準、資格管理等)、個人防護具等，並調查討論有無殘留或新生之風險及評量風險可否接受。

地梁鋼筋組立作業為筏基工程中的重要項目，故本研究以筏基整體工程拆解出施工流程中各項作業項目。在地下室開挖至預定高程後，接續整平土面並再次繪測高程無誤，則進行大底 PC 澆置，使後續施工人員有良好之作業面，完成後即開始鋪設版筋並固定。

當版筋佈放綁紮完成後，則以放樣定位出各區域地梁位置及其接續點，開始組立第一階段鋼筋樣架及斜撐。第二階段為樣架組立完成後以移動式起重機，於地面構台配合吊放地梁上層所需鋼筋，主筋佈放完成後接續施作箍筋綁紮。第三階段為下層主筋佈放及綁紮固定，佈放完成後接續施作腰筋，用以固定及保持上下層之箍筋間距。於地梁鋼筋皆綁紮固定完成後，開始第一階段混凝土澆置，高度約莫是地梁鋼筋之一半，完成第一階段澆置後，則開始組立地梁鋼筋上層模板並完成混凝土澆置，接續施作筏式基礎的頂版並鋪設頂版之鋼筋，並再次進行混凝土澆置，完成整個筏式基礎地工項，施工流程如圖 14。



圖 14. 筏基工程作業流程拆解

3.2.2 作業危害辨識

拆解出筏基工程的第一階段作業之後，接著進行討論與分析筏基工程各項第一階段作業之內容，解析出第二階段作業以及作業步驟。在作業步驟中盡可能的發現出危害因子類型，並撰寫可能發生危害的情境，實施各項作業過程中危害因子的分析評估後，彙整製作出作業危害辨識結果如表 1 所示。

表 1. 作業危害辨識結果

作業拆解			風險辨識	
第一階作業	第二階作業	作業步驟	危害類型	可能之風險情境
PC 打底層 混凝土澆置	混凝土澆置	1. 壓送車就定位及壓送管組立 2. 壓送管輸送混凝土	飛落物 跌倒 人員撞擊	1. 拌合車行進路線未實施管制措施，導致人員遭車輛撞擊。 2. 壓送管組裝不確實，導致作業中脫落砸傷人員 3. 澆置過程中人員移動不慎跌倒
柱、梁位放樣	測量儀器就定位	基準點測定放樣柱位及地梁位置	跌倒	人員移動不慎跌倒

表1. 作業危害辨識結果 (續-1)

FS 版 下版筋鋪設	1.鋼筋吊放 2.人員鋪設	1.以移動式起重機吊放鋼筋至定位 2.施工人員依照施工圖鋪設下版筋	飛落物 人員撞擊 跌倒	<ol style="list-style-type: none"> 1. 移動式起重機作業區域未實施管制，導致作業中撞擊人員 2. 吊掛過程中未確實固定物料，致使吊掛過程中鋼筋物料散落飛落 3. 吊掛作業中，未統一指揮信號或使用無線通訊，致使鋼筋物料撞擊人員 4. 人員鋪設鋼筋過程中，不慎遭鋼筋絆倒
地梁鋼筋 樣架組立	門型樣架位置放樣及組立固定	<ol style="list-style-type: none"> 1.門型樣架組立 2.斜撐組立 3.斜撐底部植筋及電鍍固定 4.上層左右主筋固定 	倒塌 人員撞擊 飛落物 感電	<ol style="list-style-type: none"> 1. 門型樣架固定不確實，致使倒塌 2. 門型樣架斜撐固定不確實，致使倒塌 3. 斜撐電焊固定未落實防護，導致人員感電
地梁鋼筋組立	1.吊放鋼筋 2.依施工圖鋪設鋼筋並固定	<ol style="list-style-type: none"> 1.上層筋鋪設 2.箍筋綁紮 3.腰筋固定 4.下層筋鋪設 5.箍筋綁紮 6.腰筋固定 	飛落物 倒塌 跌倒 墜落 人員撞擊	<ol style="list-style-type: none"> 1. 吊掛過程中未確實固定鋼筋物料，致使吊掛過程中鋼筋物料散落飛落 2. 吊掛作業中，未統一指揮信號或使用無線通訊，致使鋼筋物料撞擊人員 3. 人員行走於下層版筋時不慎遭絆倒 4. 綁紮上層箍筋及腰筋時未設置工作平台致使人員發生墜落 5. 門型樣架及斜撐固定不確實，致使地梁鋼筋倒塌
FS 版 上版筋鋪設	1.吊放鋼筋 2.依施工圖鋪設鋼筋並固定	<ol style="list-style-type: none"> 1.橫向鋼筋鋪設 2.直向鋼筋鋪設 3.地梁柱位鋼筋綁紮 	跌倒 倒塌	<ol style="list-style-type: none"> 1. 未設置安全通道版，致使人員行走於鋼筋上時不慎遭絆倒 2. 門型樣架及斜撐固定不確實，致使地梁門型樣架超出容許應力設計而倒塌
FS 版 混凝土澆置	混凝土澆置	<ol style="list-style-type: none"> 1.壓送車就定位及壓送管組立 2.壓送管輸送混凝土 	飛落物 跌倒 人員撞擊	<ol style="list-style-type: none"> 1. 拌合車行進路線未實施管制措施，導致人員遭車輛撞擊。 2. 壓送管組裝不確實，導致作業中脫落砸傷人員 3. 澆置過程中人員移動不慎跌倒

表1. 作業危害辨識結果 (續-2)

地梁模板組立	<ol style="list-style-type: none"> 1. 模板放樣定位及吊料 2. 模板組立 	<ol style="list-style-type: none"> 1.吊放模板 2.模板依序組立 3.設置模板支撐 	人員撞擊 倒塌 飛落物	<ol style="list-style-type: none"> 1. 吊掛過程中未確實固定物料，致使吊掛過程中模板物料散落飛落 2. 吊掛作業中，未統一指揮信號或使用無線通訊，致使模板物料撞擊人員 3. 模板支撐未依規定設置，致使已組立模板倒塌
地梁混凝土澆置	混凝土澆置	<ol style="list-style-type: none"> 1.壓送車就定位及壓送管組立 2.壓送管輸送混凝土 	飛落物 跌倒 人員撞擊 倒塌	<ol style="list-style-type: none"> 1. 拌合車行進路線未實施管制措施，導致人員遭車輛撞擊。 2. 壓送管組裝不確實，導致作業中脫落砸傷人員 3. 澆置過程中人員移動不慎跌倒
地梁模板拆除	<ol style="list-style-type: none"> 1.模板拆除 2. 模板吊掛清除 	<ol style="list-style-type: none"> 1.拆除斜撐 2.拆除模板 	人員撞擊 飛落物 跌倒	<ol style="list-style-type: none"> 1. 未依順序拆除模板斜撐，致使模板撞擊人員 2. 吊掛過程中未確實固定鋼筋物料，致使吊掛過程中模板物料散落飛落 3. 吊掛作業中，未統一指揮信號或使用無線通訊，致使模板物料撞擊人員
BS 版 模板組立	<ol style="list-style-type: none"> 1.物料吊放 2.頂版組立 	<ol style="list-style-type: none"> 1.頂版支撐組立 2.鋪設頂版 	倒塌 飛落物 人員撞擊 墜落	<ol style="list-style-type: none"> 1. 未依規定設置模板支撐，致使模板倒塌並造成人員墜落 2. 吊掛過程中未確實固定模板物料，致使吊掛過程中模板物料散落飛落 3. 吊掛作業中，未統一指揮信號或使用無線通訊，致使模板物料撞擊人員
BS 版 鋼筋綁紮	<ol style="list-style-type: none"> 1.鋼筋吊放 2.鋼筋鋪設 	<ol style="list-style-type: none"> 1.依施工圖鋪設鋼筋 2.依施工圖續接鋼筋 	倒塌 人員撞擊	<ol style="list-style-type: none"> 1. 吊掛過程中未確實固定鋼筋物料，致使吊掛過程中模板物料散落飛落 2. 吊掛作業中，未統一指揮信號或使用無線通訊，致使鋼筋物料撞擊人員
BS 版 混凝土澆置	混凝土澆置	<ol style="list-style-type: none"> 1.壓送車就定位及壓送管組立 2.壓送管輸送混凝土 	飛落物 跌倒 人員撞擊	<ol style="list-style-type: none"> 1. 拌合車行進路線未實施管制措施，導致人員遭車輛撞擊。 2. 壓送管組裝不確實，導致作業中脫落砸傷人員 3. 澆置過程中人員移動不慎跌倒

3-3 地梁鋼筋組立作業施工風險分析

依據營造工程施工風險評估技術指引[4]，作業前應實施危害調查及評估，由職業安全衛生人員、工作場所負責人或專任工程人員辦理。賴柏瑾(2019)[6]研究論文中指出：「工程單位基層相關經驗普遍不足，在製作施工風險評估報告時，是依據評估者個人的知識和主觀判斷的現象，其實並無標準化項目可供依循，過於天馬行空的評估，反而面臨無法有效實施的困境，故由有相關施工專業知識的工作場所負責人及專任工程人員加入討論，有助於提升職業安全衛生人員實施施工風險評估的效益。」

風險矩陣法則是融合嚴重度與可能性兩個因素來判定其風險等級，是一種結構化、半定量風險評估技術工具，是將結果和概率的定性或半定量評級相結合，產生出評定風險等級方法，目前認為最適合分析風險的技術之一，賴瑞菊(2011)[7]研究結果指出「根據過往經驗顯示，對於大部分的風險而言，5x5矩陣是目前較實用的尺度」，本研究依此訂定風險評估的級距。

有關風險嚴重度等級之評估，係指當災害一旦發生，對施工成本、施工總工期延誤、財務損失所造成之影響，或以人員可能受傷害狀況、程度及災害損失予以推估，亦即所謂的危害嚴重度(如表2)。施工作业中事故風險發生的可能性，則是預期危害事件之發生頻率與次數或以防護設施之完整性及有效性進行推估，亦即所謂的危害可能性。風險矩陣所判定的方法，主要是由「可能性」和「嚴重度」的乘積，確定出一個風險值，其計算簡易且具有定性與定量結合的特點，其計算式為：風險=嚴重度x可能性，如表3所示。

表2. 危害嚴重度

嚴重度		人員傷亡	停工損失	財務損失
S5	重大	造成一人以上死亡或三人以上送醫	停工30天以上	一千萬以上
S4	高度	1人以上重傷且須住院療養	停工7-30天	一百萬至一千萬
S3	中度	1人以上受傷且須住院療養	停工1-7天	十萬至一百萬
S2	低度	1人以上受傷且須送醫治療	損失工作日1-3天	一萬至十萬
S1	輕度	輕度傷害：僅須敷藥處理，未造成工時損失之災害	現場清理後可復工	一萬以下

表3. 風險等級之分級

		可能性等級				
		P5	P4	P3	P2	P1
嚴重度等級	S5	25	20	15	10	5
	S4	20	16	12	8	4
	S3	15	12	9	6	3
	S2	10	8	6	4	2
	S1	5	4	3	2	1

R5重大風險16-25、R4高度風險10-15、R3中度風險6-9、R2低度風險3-5、R1輕度風險1-2

如表3，風險等級依風險值區分為5級，分別為「R5-重大風險、R4-高度風險、R3-中度風險、R2-低度風險、R1-輕度風險」。當風險評估結果為中度風險(含)以上之等級，為不可接受的，必須提出必要之防護方式或作業管制計劃，並繪製安全衛生設施或於施工圖註明防護方式，以有效消除或降低風險發生的機率。

綜上所述，經過作業環境條件分析、作業拆解及危害辨識以及風險矩陣定義之後，實施地梁鋼筋組立作業施工風險分析，並彙整出施工風險評估表。

3-4 高風險作業項目

由施工風險評估表中得知，筏基工程施工過程中，風險等級 R5 的作業出現 3 次，歸納後為 3 種作業項目及 2 項危害因子，風險等級 R4 的作業出現 21 次，歸納後為 3 種作業項目及 3 項危害因子。在施工風險評估表中雖已列出防護措施，將風險等級降到 R3 為可接受程度，但這些作業項目的災害嚴重度高，且出現頻率也高，故仍應列為高風險作業項目進行管制及再評估。本研究將筏基工程施工過程中的高風險作業項目羅列，並再實施評估做出更進一步的防護措施，如表 4 高風險作業項目-殘餘風險防護措施。

表 4. 高風險作業項目-殘餘風險防護措施

風險等級	作業項目	危害因子	殘餘風險防護措施
R5 重大風險	地梁鋼筋組立作業	倒塌	1. 繪製門型樑架及斜撐固定施工流程圖及細部圖說 2. 應以合約項目明定安全防護措施及施工規範 3. 對施工人員進行現場教育訓練及告知施工規範及流程
R5 重大風險	地梁鋼筋上層筋及箍筋綁紮	墜落	1. 設置施工平台應考量人員使用方便性及防護效果 2. 應以合約項目明定安全防護措施及施工規範 3. 對施工人員進行現場教育訓練及告知施工規範及流程
R5 重大風險	BS版頂板模板支撐作業	倒塌	1. 現場監督人員應依模範計算書，規劃指定物料置放區域，並將載重限制明確標示告知
R4 高度風險	混凝土壓送管作業	飛落物	1. 混凝土壓送管正下方，應嚴格管制人員出入 2. 混凝土輸送壓力應維持在適當範圍 3. 混凝土壓送管移動時，操作人員與下方管尾人員，應加派監視人員監視是否會撞擊水平支撐
R4 高度風險	吊掛作業	飛落物	1. 物料吊掛動線及置放區域，應嚴格管制人員出入 2. 物料吊掛作業中，底板區域施工人員應該退避至安全區域 3. 上方吊掛指揮人員，應以無線電與移動式起重機操作人員及底板吊掛指揮人員，進行即時溝通，並注意吊掛中是否會撞擊水平支撐 4. 鋼筋物料應設置牽引繩，以供底板人員控制鋼筋物料方向
R4 高度風險	吊掛作業	人員撞擊	1. 物料吊掛動線及置放區域，應嚴格管制人員出入 2. 物料吊掛作業中，底板區域施工人員應該退避至安全區域 3. 底板吊掛指揮人員，應以無線電與上方移動式起重機操作人員進行即時溝通，並注意指定置料區域人員動態 4. 鋼筋物料應設置牽引繩，以供底板人員控制鋼筋物料方向

3-5 地梁鋼筋組立作業倒塌預防措施

3.5.1 作業防護注意事項

(1) 吊掛鋼筋不得碰撞施工中地梁，若有碰撞疑慮，應吊

掛完成後再行地梁鋼筋綁紮。

- (2) 若有施工必要的施工載重，地梁內不可有施工人員，上方施工人員應不可超過 3 人。
- (3) 不可使用吊鍊施力於上方水平支撐，避免影響水平支撐穩定性，以及不慎斷裂時造成施工中地梁衝擊力。
- (4) 門型架架設後應盡量與地坪呈現垂直狀態，避免傾角造成側向內應力。
- (5) 上方主筋懸臂部分不可超過門型 1 米，避免彎矩產生過大側向力。
- (6) 設置合格上下設備及工作平台，供施工人員使用。
- (7) 以結構分析計算，建立安全支撐條件，加強支撐穩定與強度。

3.5.2 作業改善事項

訂定施工原則及規範並落實執行下列事項：

- (1) 門型樣架間距最大 2.7 公尺，應降低間距至 2-2.5 公尺。
- (2) 每座門型樣架應以 4 支斜撐固定。
- (3) 斜撐上端點應點焊於門型樣架上並綁紮，下端則以鋼筋植筋後，與斜撐下端點焊固定並以鐵線綁紮。
- (4) 門型樣架與斜撐固定後，上側地梁主筋先固定於門型樣架兩側，形成一體結構以增加穩定度。
- (5) 門型樣架應架設水平繫桿，加強門型樣架強度。單側 L 型腳應指向地梁組立時地面自由端，加強抵抗側向力。
- (6) 上層筋綁紮固定時，應設置工作平台供施工人員使用(如圖 15)。
- (7) 繪製門型樣架組立步驟圖示。



圖 15. 地梁鋼筋組立上層筋施工工作平台

四、風險資訊傳遞及風險對策追蹤管制

在施工階段作業項目進行前，由職業安全衛生人員、工作場所負責人及專任工程人員，依據專業知識及相關施工經驗所辦理的施工風險評估，可以有效的將危害因子辨識、評估並擬定防護措施。鄭慶武(2007) [8]發表的營造業勞工傷害模式之研究指出，作業中發生的事故傷害，

大多數都是因為施工人員的不安全行為所造成，其主要原因則是施工人員本身並沒有足夠的危害意識，或是不知不知道危害因子在哪裡，致使施工人員於施工過程中做出不安全的行為。游家凱(2016) [9]指出，營建工地管理的四大關鍵因素：管理階層態度、安全作業環境、勞工安全行為與矯正預防措施，其中尤以安全作業環境中的設置合格安全裝置及措施相關性最高，且勞工安全行為需要經過教育訓練的培養，才能增進作業安全意識，並透過現場管理人的矯正預防措施，不斷的精進提升工作環境安全，這些要素則以管理階層的態度作為最大支持。

因此，施工前風險評估彙整出的所有資訊，要能有效地傳遞到施工廠商及施工人員知曉，必須將其風險評估結果納入相關的合約，並制定相關作業管制規範。如果沒有在合約中明列相關費用以及相關規範，施工廠商就會產生抗拒心態，導致作業現場無法去設置合格安全裝置及措施，或是未繪製制式施工流程及圖說，施工廠商不知道如何施作，也導致現場管理人員亦無從督導要求或派工設置，甚至現場管理人員亦無從知曉現場作業環境的危害因子在哪裡以及事故發生後的嚴重度。

施工風險評估彙整出的風險資訊，要有效地傳達讓施工廠商及人員，使其能知曉並分辨出危害在哪裡，才能防止事故災害的發生，將這些風險資訊的成果明確編列出費用並納入到工程合約，繪製及訂定相關安全施工規範，能使施工廠商有明確的指引可以遵循，現場管理人員在了解風險資訊及管制措施之後，也能知曉施工過程所產生的危害點及事故嚴重度，從而督促督導施工廠商及人員，確實按照合約規定及規範，實行相關必要的安全措施，亦能有效地對風險對策進行追蹤及管制，如有窒礙難行之處，能及時回報主管並尋求專業人員的協助，實行精進改善或矯正預防措施。陳昶宇(2022) [10]以營區的裝修工程為研究對象，其結論亦指出將風險評估所提出的風險降低對策，完整的傳遞給施工廠商及施工人員，確實可以有效減少事故傷害的發生。

五、結論

本研究在於地梁鋼筋組立作業的施工安全風險評估，以高雄市某建案之職災事故為例，經過對事故過程的原因分析，對作業過程中的危害點進行風險辨識、風險分析、風險評量，最後採用風險矩陣法對危害事件進行量化分析，並擬定危害防護措施降低風險等級，在進行相關的分析及評估後，得出下列結論：

1. 施工作業面
 - (1) 施工前實施施工風險評估，可有效地分析出作業過程中相關危害及風險程度，評估過程中針對出現頻率高及嚴重度高的危害因子及作業項目，應再進一步分析及擬定防護措施降低施工風險。
 - (2) 應依據風險評估結果，繪製標準施工圖說、安全衛生

設施圖說、標準施工流程步驟圖說。

2. 合約管理面

- (1) 應依據風險評估結果，編列出相關安全衛生設施及施工之項目及費用。
- (2) 將標準施工圖說、安全衛生設施圖說、標準施工流程步驟圖說，彙整為相關施工安全規範，納入在工程合約中。

3. 現場執行面

- (1) 施工廠商依據工程合約項目及相關施工安全規範，執行現場安全衛生之防護措施。
- (2) 現場管理監督人員依據工程合約中的相關施工規範，可有效的對施工廠商及人員，進行督導及要求執行相關安全衛生設施。
- (3) 依據相關施工安全規範，對現場施工人員進行必要之教育訓練

參考文獻

1. 勞動部職業安全衛生署 111 年職業災害統計年報--
<https://www.osha.gov.tw>。
2. 林耀煌(1995)，建築施工災害防治技術及法令制度研究架構之規劃，內政部建築研究所。
3. 骨牌損失理論，波得(Frank. E. Bird)，美國損失控制協會 1970 年。
4. 勞動部職業安全衛生署-營造工程施工風險評估技術指引- 110-02-17。
5. 骨牌理論，韓瑞奇 (W.H. Heinrich)，1931 年所著「工業意外事故的防止」。
6. 賴柏堃(2019)，營造工程規劃設計階段風險評估實行成效之研究 — 以建築工程為例。國立臺北科技大學/土木系與防災/碩士論文。
7. 賴瑞菊 (2011)，風險可接受度探討，國立中央大學/環境工程研究所/碩士論文。
8. 鄭慶武、林楨中、呂守陞(2007)，營造業勞工傷害模式之研究/工業安全衛生月刊(216)/P.26-P.45。
9. 游家凱(2016)，營建工地安全管理關鍵成功因素，雲林科技大學/營建工程系/碩士論文。
10. 陳昶宇 (2022)，建築裝修工程安全風險評估 -以營區裝修工程為例/國立高雄科技大學/土木工程系與防災科技碩士論文。

論文說明：

論文子題類別	<input type="checkbox"/> 結構與大地	<input type="checkbox"/> 環境工程	<input type="checkbox"/> 工程材料	<input checked="" type="checkbox"/> 防災及重建
	<input type="checkbox"/> 水資源工程	<input type="checkbox"/> 永續與生態工程	<input type="checkbox"/> 營建與交通	<input type="checkbox"/> AI 競賽
	<input type="checkbox"/> 其他			
計畫案編號	None			
聯絡作者	胡義鴻			
聯絡地址	高雄市新興區七賢一路 290 號 5 樓之 2			
聯絡電話/傳真	電話: 0926028372		傳真:	
E-mail	e0926028372@gmail.com			