

國立交通大學

工學院產業安全與防災學程

碩士論文

鋼構箱型樑製程危害分析
及職災預防之研究



The Study On Steel Structural Box-Girder Processes

Hazard Analysis And Disaster Prevention

研究生：廖哲楨

指導教授：陳春盛 教授

中華民國九十八年五月

鋼構箱型樑製程危害分析及職災預防之研究

The Study On Steel Structural Box-Girder Processes

Hazard Analysis And Disaster Prevention

研究生：廖哲楨

Student : Jer-Jan Liao

指導教授：陳春盛

Advisor : Chun-Sung Chen

國立交通大學

工學院產業安全與防災學程

碩士論文

1896

A Thesis

Submitted to Degree Program of Industrial Safety and Risk Management

College of Engineering

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Science

in

Industrial Safety and Risk Management

May 2009

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十八年五月

鋼構箱型樑製程危害分析及職災預防之研究

學生：廖哲楨

指導教授：陳春盛 博士

國立交通大學工學院產業安全與防災學程

摘要

鋼結構之橋樑由於自重較輕、施工迅速、材質均勻、構材強度一律、造型多樣美觀，非常適合大跨距、市區內興建及災橋快速復建，故展望未來鋼結構橋樑尤以箱型樑在土木工程佔有重要地位，有鑑於此，鋼結構箱型樑於製程中一定潛藏許多危害因子，而本研究目的即探討鋼結構箱型樑製程中使用之機具、設備、原物料及操作程序等危害之分析、評估及提出預防對策。

本研究應用工作安全分析方法，辨識出鋼結構箱型樑製程危害有二十種類型，其中割擦傷、撞傷、物體飛落、灼傷、感電、墜落等六類佔比例最高，由此可知此六項危害是箱型樑製程發生職業災害之主要因素，作業勞工及事業單位雇主不可不慎。

另運用風險矩陣方法進行風險評估分析結果，得到鋼結構箱型樑製程風險等級列為極高風險與高度風險合計為 149 件，其中墜落、物體飛落，撞傷及感電四項危害所佔比例最高，因此應將此四項危害列為最優先改善之風險。

最後本研究利用本質較安全設計策略，提出多項取代、減弱對策，供事業單位參考使用，希將鋼結構箱型樑製程風險降至可接受範圍，以確保勞工作業安全與健康。

關鍵詞：鋼結構箱型樑、工作安全分析、本質較安全設計

The Study On Steel Structural Box-Girder Processes Hazard Analysis And Disaster Prevention

Student : Jer- Jan Liao

Advisor : Dr. Chun- Sung Chen

Degree Program of Industrial Safety and Risk Management
National Chiao Tung University

Abstract

As steel structural bridge weighs lighter, makes construction faster. Also, evenness in material quality, constructional material of the same intensity, and the variety of models and appearance, makes it most suitable for great span, for construction in urban district and also, quick restoration of damaged bridges. Therefore, we look forward to the future construction of steel structural bridge, especially the box-girder, to become an important position in civil engineering. In view of this, the process in the construction of steel structural box-girder certainly involves of many hidden harmful factors, but the goal of this research is to analyze the use of tools, equipment, the original material & operational sequence, etc. risk analysis; to evaluate and propose of prevention countermeasures.

This research applies the job safety analysis measure, to identify of 20 different types of risk in the construction of steel structural box-girder, and which from among, cuts & abrasion, bruises, falling objects, burns, electrification, crashes and etc. 6 categories, account for the highest proportion. Thus, knowing hereby that these 6 harms are the primary factors of job injury in the construction of box-girder, and which both the laborers and employers should be careful of.

In addition, having carried out of risk assessment based on risk matrix measure, found a total of 149 cases to have graded the construction of box-girder to be of the greatest risk, and among which, crashes, falling objects, bruises and electrification, to being the 4 harms that account for the highest proportion of risk. Henceforth, should have listed these 4 harms as risks for improvement first.

Finally, this research utilized of the inherently safer design strategy in nature, proposed of many substitutions, weakened of countermeasures, for reference by the institution. Hoping to reduce the risk in the construction of steel structural box-girder to an acceptable range, in order to ensure of laborers' health and job safety.

Key words: Steel Structural Box-Girder ; Job safety analysis : JSA ;
Inherently Safer Design, ISD

誌 謝

工作與求學總是跌跌撞撞許多年，在一個偶然的機緣受勞安達人黃金銀名師鼓勵下，考上擁有美麗校園及豐厚學術氣息的理工名校交通大學，於交大這些求學的日子裡，除了努力在課業研習外，亦享受著校園生活帶來的美好點滴，感謝學校給我這一段人生旅途上最豐碩學習經歷。

在求學的日子及論文研究期間，承蒙恩師陳春盛教授悉心指導及鼓勵，及論文口試委員林國安教授與王維志教授的審閱匡正與提供寶貴意見，方得完成本論文，在此表達至高謝忱。同時，也要感謝授課陳俊瑜校長、陳俊勳教授、陳建忠教授、趙文成教授、石東生所長的教導及學長林松吉、吳昌益、翁仁成、施昭宏、丁春能，在求學上的關心及意見的提供，還有專班戰凌雲小姐行政上的協助，亦表達崇高的謝意。

個人求學及論文撰寫期間承蒙同窗其怡、文輝、學穎、偉民、義松、浩洌等人互相切磋砥礪；駐廠期間承蒙台灣世曦林枝水及蔡易勳顧問專業上指點；榮重鋼構的忠訓、晉平、智華、克融、龍星、金益、振榮、茂村及中鋼構的福利、穎川、國雄、榮州等前輩多方協助與提供資料，另感謝中正大學王一奇教授、弘林補習班陳錦紅老師在論文撰寫上的指正與協助，還有許許多多的同學及朋友所給予鼓勵與關心，使我得以完成碩士學業。

最後僅以此文獻給生育我劬勞的父母、平日對我們關懷倍至的岳父母、以及最摯愛的家人端媚、笠婷、笠媛及關心、幫助我的所有人，沒有你們大家的支持與關懷，無以完成此論文。



廖哲楨 謹誌於交大
中華民國九十八年五月

目 錄

中文摘要	.....	i
英文摘要	.....	ii
誌謝	.....	iii
目錄	.....	iv
表目錄	.....	vi
圖目錄	.....	viii
第一章 緒論	.....	1
1.1 研究動機	.....	1
1.2 研究目的	.....	1
1.3 研究範圍與方法	.....	2
1.3.1 研究範圍	.....	2
1.3.2 研究方法	.....	2
1.4 研究架構	.....	2
第二章 文獻回顧與實務觀察	.....	4
2.1 鋼構鋼橋介紹	.....	4
2.1.1 鋼構橋樑的演進	.....	4
2.1.2 鋼構橋樑之特性	.....	5
2.1.3 鋼構橋樑之種類	.....	5
2.2 鋼構廠概況	.....	6
2.2.1 鋼構廠組織架構	.....	6
2.2.2 營造業與鋼構廠運作模式	.....	7
2.2.3 鋼構廠廠內製程運作模式	.....	7
2.3 製造業職災類型與統計	.....	8
2.3.1 職業災害類型	.....	8
2.3.2 勞動災害種類及危害因子	.....	11
2.3.3 國內製造業職業災害統計	.....	15
2.4 職災發生理論模式	.....	19
2.5 安全評估方法	.....	20
2.6 風險矩陣	.....	21
2.7 本質較安全設計	.....	21
2.8 小結	.....	22
第三章 鋼構箱型樑簡介	.....	23
3.1 鋼構箱型橋樑基本組成元件	.....	23
3.2 鋼構箱型樑製程簡述	.....	23
3.2.1 鋼板進場與預塗	.....	24

3.2.2	一次加工.....	24
3.2.3	二次加工.....	25
3.2.4	假安裝.....	25
3.2.5	塗裝.....	26
3.3	小結.....	26
第四章	鋼構箱型樑製程危害之辨識、風險評估及預防策略.....	28
4.1	製程危害辨識.....	29
4.1.1	製程危害辨識步驟流程.....	29
4.1.2	製程危害辨識步驟說明.....	29
4.2	製程危害風險評估.....	32
4.2.1	定義嚴重度.....	32
4.2.2	定義危害事件發生可能性.....	33
4.2.3	風險等級.....	34
4.2.4	製程危害風險評估說明.....	36
4.3	製程危害預防策略.....	37
4.4	小結.....	37
第五章	鋼構箱型樑製程危害研究結果、分析與預防對策.....	38
5.1	製程危害辨識結果與分析.....	38
5.1.1	危害辨識結果分析.....	38
5.1.2	製程危害類型剖析.....	40
5.2	製程危害風險評估結果與分析.....	42
5.2.1	危害嚴重度結果分析.....	42
5.2.2	危害風險等級結果分析.....	44
5.3	製程危害預防對策.....	48
5.3.1	本質較安全設計取代策略.....	48
5.3.2	本質較安全設計減弱策略.....	52
5.4	小結.....	53
第六章	結論與建議.....	55
6.1	結論.....	55
6.2	建議.....	55
6.3	學術建議.....	56
參考文獻	.....	57
附錄	.....	59
附錄一	.....	59
附錄二	.....	94

表 目 錄

表 2-1	台灣省 86-97 年鋼橋累計長度統計表.....	5
表 2-2	職業災害類型分類表.....	8
表 2-3	職業災害類型分類說明表.....	9
表 2-4	勞工保險局 94-97 年製造業勞工職業傷害類型統計表.....	15
表 2-5	勞工保險局 94-97 年製造業勞工職業病成因統計表.....	17
表 2-6	製程各階段之危害分析適用方法.....	21
表 4-1	工作安全分析表.....	30
表 4-2	接鈹電銲製程單元作業拆解表.....	30
表 4-3	接鈹電銲製程之點銲打底作業工作安全分析表.....	31
表 4-4	嚴重度評估表.....	32
表 4-5	作業暴露等級評分表.....	33
表 4-6	鋼構箱型樑製造時程表.....	33
表 4-7	危害發生機率等級分類表.....	34
表 4-8	危害發生機率等級類型表.....	34
表 4-9	風險等級矩陣表.....	35
表 4-10	風險等級分類及改善行動對策表.....	35
表 4-11	接鈹電銲製程之點銲打底作業危害風險評估表.....	36
表 5-1	鋼構箱型樑製程危害類型統計表.....	39
表 5-2	鋼構箱型樑製程危害嚴重度統計表.....	43
表 5-3	鋼構箱型樑製程危害風險等級統計表.....	44
表 5-4	鋼構箱型樑製程高度風險危害類型表.....	45
表 5-5	鋼構箱型樑製程極高風險作業表.....	46
表 5-6	主要可燃性氣體之性狀表.....	52
表 A-1	鋼構箱型樑製程工作安全分析表-進料預塗.....	59
表 A-2	鋼構箱型樑製程工作安全分析表-接鈹電銲.....	62
表 A-3	鋼構箱型樑製程工作安全分析表-落樣切割.....	67
表 A-4	鋼構箱型樑製程工作安全分析表-冷作加工.....	69
表 A-5	鋼構箱型樑製程工作安全分析表-小組合電焊.....	73
表 A-6	鋼構箱型樑製程工作安全分析表-大組合電焊.....	78
表 A-7	鋼構箱型樑製程工作安全分析表-假安裝.....	84
表 A-8	鋼構箱型樑製程工作安全分析表-塗 裝.....	92
表 B-1	鋼構箱型樑製程危害風險評估表-進料預塗.....	94
表 B-2	鋼構箱型樑製程危害風險評估表-接鈹電銲.....	96
表 B-3	鋼構箱型樑製程危害風險評估表-落樣切割.....	99
表 B-4	鋼構箱型樑製程危害風險評估表-冷作加工.....	100

表 B-5	鋼構箱型樑製程危害風險評估表-小組合電焊.....	103
表 B-6	鋼構箱型樑製程危害風險評估表-大組合電焊.....	107
表 B-7	鋼構箱型樑製程危害風險評估表-假安裝.....	110
表 B-8	鋼構箱型樑製程危害風險評估表-塗裝.....	115



圖目錄

圖 1-1	研究架構圖.....	3
圖 2-1	鋼構廠組織架構示意圖.....	7
圖 2-2	職業災害的起因、對象及結果關聯圖.....	19
圖 2-3	災害發生理論模式.....	19
圖 3-1	鋼構箱型樑製造流程圖.....	24
圖 3-2	鋼構箱型樑製造流程圖示.....	27
圖 4-1	本研究內容及步驟流程圖.....	28
圖 4-2	製程危害辨識步驟流程.....	29
圖 5-1	鋼構箱型樑製程危害類型統計百分圖.....	38
圖 5-2	鋼構箱型樑製程危害嚴重度分布圖.....	43
圖 5-3	鋼構箱型樑製程危害風險等級分布圖.....	44
圖 5-4	鋼構箱型樑製程高度風險危害類型百分圖.....	45
圖 5-5	封閉式箱型樑端口示意圖.....	48
圖 5-6	U型箱型樑端口示意圖.....	48
圖 5-7	下翼鈹與加勁鈹先行潛弧銲接.....	49
圖 5-8	大組合順序變更.....	49
圖 5-9	門型吊車.....	50
圖 5-10	架空式天車.....	50
圖 5-11	人員使用超高爬梯.....	51
圖 5-12	剪刀式高空作業車.....	51
圖 5-13	人員於箱型樑上從事噴砂作業.....	51
圖 5-14	曲臂式高空作業車.....	51

第一章 緒論

1.1 研究動機

「橋樑」為兩地交通必要之路徑，是人們為了解決跨越溪河山谷的地形障礙，以架空形式的通道來溝通兩地，使兩地住民能藉由橋樑毫無阻礙的暢通往來，橋樑縮短了兩地時空距離，增進人類感情，更帶動世界文明的發展。

依郭長成(2005)【1】所述，早期先民搭建橋樑，限於材料、工具及地理環境，大多只能因陋就簡就地取材，利用竹、木、藤枝或石塊而建造。在平地多是木石橋，在兩山之間則為索橋(或稱吊橋)。但隨著文明的進步，商業的發達，在橋樑必須承載重量更重、體積更大貨物時，鋼筋混凝土橋樑的發明，適時提供此一需求，但要達成橋樑長跨距、自重輕、材質均一及建造快速等要求時，鋼構橋樑唯不二之選擇。

雖然鋼構橋樑的型式有所不同，但其製作流程卻是大同小異，且工序是相當繁雜，就以鋼構箱型樑製程為例，從鋼板材料進場預塗、落樣切割、冷作加工到箱型樑組合電焊、假安裝、人工噴砂除銹及塗裝噴漆等，都須要使用大量機械的裁剪、高溫氣體切割、各種電焊方式組合、危險性機械吊運、高壓噴砂作業及有機溶劑的噴塗等，若在此製造過程中某個環節只要有所疏忽，將使從業勞工身陷危險囹圄之中。

所以希望藉由本次研究將箱型樑鋼橋製程中勞工可能遭受危害加以辨識與分析，使作業勞工及相關業者，了解本身作業危害的認知與危害風險管控，並以本質較安全設計之策略提供箱型樑鋼橋製造業者對於職災預防之相關建議，對於本產業職災減災有所貢獻。

1.2 研究目的

鋼構箱型樑的製造，在每個製程中皆因人為、物質、環境不安全而潛伏危害因素，這些危害因素若不能一一消除或減弱，將使勞工處於一個高危險性工作場所作業，於是本研究即針對作業勞工、原物料及製造程序等深入分析，俾能提出預防對策，故本研究目地有二：

1. 對於鋼構箱型樑製程中使用之機具、設備、原物料及操作程序等，致勞工可能遭受危害加以辨識，提供勞工對作業環境危害因素之認知。
2. 提出消除製程危害因素之對策，提供業主改善製程之參考。

1.3 研究範圍與方法

1.3.1 研究範圍

本研究主要在於探討鋼構箱型樑於鋼構廠內自材料進廠至塗裝完成之製程危害分析及預防對策，對於廠內品質管理作業將予以忽略如材料取樣試驗、焊工考試、非破壞性檢驗 (NDT)、各項業主查驗及量測工作等。

1.3.2 研究方法

1. 文獻分析及實務觀察法

搜集有關本研究主題產業報導、各項危害產生之成因、消除及降低職業災害方法的研究報告等文獻，並借由個人駐廠之實務觀察經驗加以分析、整理與歸納，來瞭解本研究主題之基本材料。

2. 工作安全分析法 (Job safety analysis: JSA)

經由製造過程的觀察、與從業人員的訪談及文獻所得的資料，將其分為若干製造程序，在每項製造程序下分解若干作業項目，而從每項作業項目再細分若干步驟，在每一步驟中，從不安全、衛生狀態 (原物料、機具、設備) 及不安全行為 (操作/作業方法)，進而分析作業中可能發生危害的類型且分析其產生原因。

3. 風險矩陣

採用「風險矩陣」進行風險評估，即經由定義事故之嚴重度與危害事件發生可能性，使用矩陣組合方法得到該項作業步驟風險危害等級。

4. 本質較安全設計 (Inherently Safer Design, ISD)

應用本質較安全設計之取代 (substitution) 與減弱 (attenuation) 兩項策略，再與工程相關技術、物料及行政管理等進行結合，而運用於各項製程中，以達到移除或減低製程危害因子的量或作業人員暴露的頻率，使該製程之危害風險降到最低。

1.4 研究架構

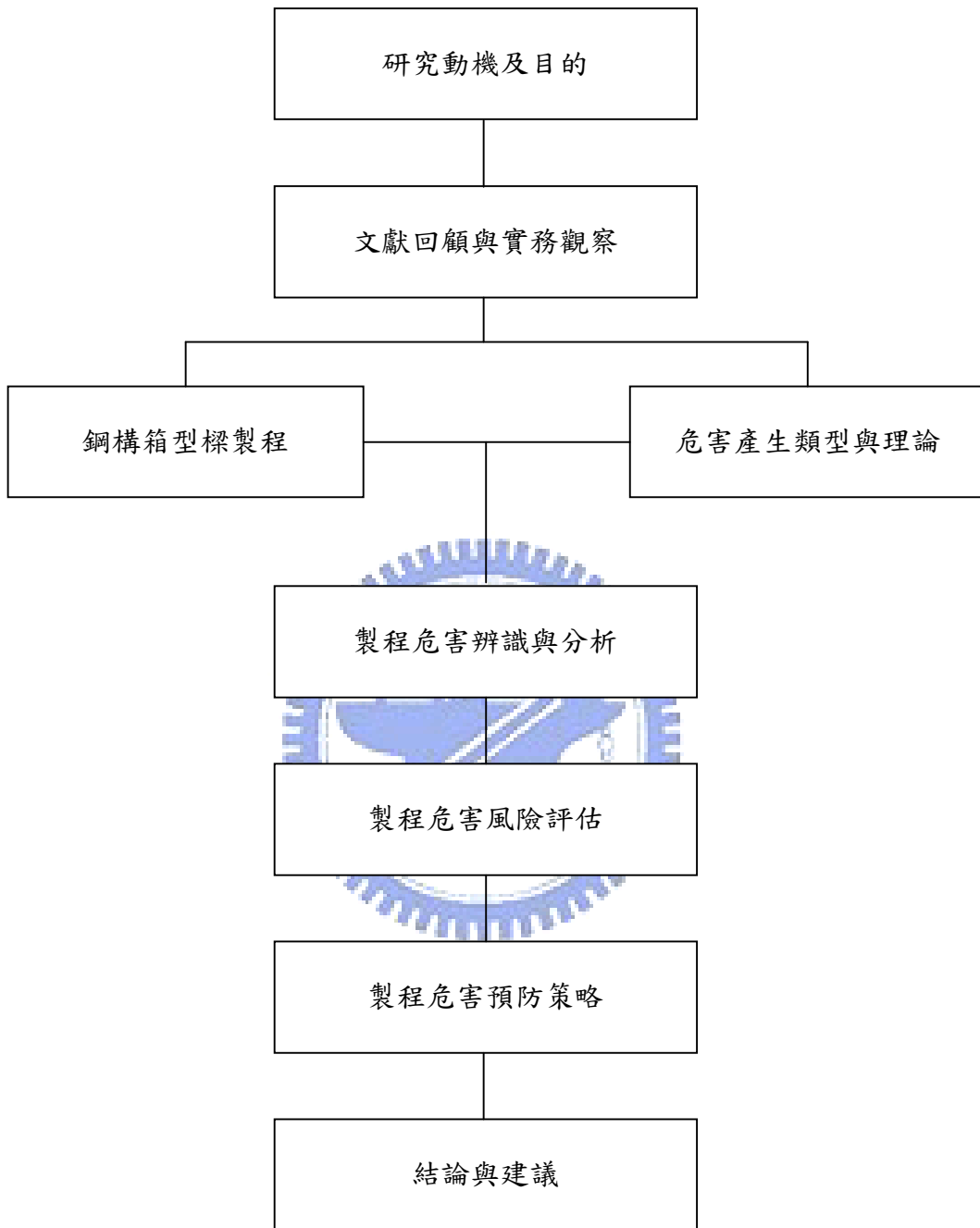


圖 1-1 研究架構圖

第二章 文獻回顧與實務觀察

2.1 鋼構橋樑介紹

2.1.1 鋼構橋樑的演進

鋼構橋樑的歷史依陳生金（2005）【2】論述，始於西元 1779 年英格蘭 Coalbrookdale 在塞文河 (Severn river) 上建造世界上首座鑄鐵橋樑。1823 年 George Stephenson (蒸汽機火車頭之發明者) 建造了第一座鑄鐵造之鐵路橋樑。十八世紀的 50 年代隨著平爐煉鋼法的問世，鋼結構得以迅速發展，例如西元 1874 年美國 Saint Louis 市由 J.B. Eads 設計之 Eads bridge 是世界上第一座鋼桁橋，跨徑達 152 公尺橫跨 Mississippi 河。1889 年英國福斯灣 (Firth of Forth) 上之福斯橋 (Forth Bridge) 採用懸臂式桁架橋樑，其懸臂桁架採用直徑 3.66 公尺之鋼管。

十九世紀末期，各種型鋼的生產進展快速，與各種不同寬厚度的鋼板組合可製任何規格和強度的鋼結構組件。1885 年生產最重的型鋼每英呎還不到 100 磅，但到了二十世紀 60 年代已超過每英呎 700 磅之厚型型鋼斷面 (板厚在 10 公分以上)。

第一次世界大戰後，摩天大樓由於鋼材之進步與鋼結構理論的發展而迅速蓬勃起來，二十世紀 20 年代又出現爭向高度發展的趨勢，1931 年紐約建造的 102 層 381 公尺高的帝國大廈 (Empire state building) 保持了 40 年最高樓的紀錄，這座大樓短短的一年又四十五天內完成，說明鋼結構設計和施工技術均有很大的進步。

第二次世界大戰後，廣泛採用銲接代替螺栓和鉚釘。戰後以來各種鋼材在不同載重下的應力狀況，包括極限強度的研究，有了長足的進展，因而能對鋼結構作更為精確和系統的分析，且可依不同的需要應用不同強度的鋼材，鋼結構已成為工業化國家土木或建築物的主要建材，如日本採用鋼結構或鋼骨鋼筋混凝土結構之建築物佔 80% 以上，而鋼橋的比例亦佔 50% 以上。

在台灣最早使用鋼橋是鐵路橋樑如 1899 年台灣鐵路南港溪橋、1901 年台灣鐵路鳳山溪橋。而最先運用於公路橋樑為 1954 年由美援建造之西螺大橋，1957 年由西德贈送鋼材所建於東西向橫貫公路之長春橋。而 1984 年完工之國道一號八堵交流道橋，為台灣高速公路使用鋼構箱型樑橋之濫觴。

本研究依交通部公路總局歷年公路橋樑統計資料，從民國 86 年到 97 年建造鋼構橋樑累計長度如表 2-1，在民國 92 年以後有顯著成長，其主要原因有三：

1. 鋼構橋樑具有施工迅速、造型優美及可在工廠預製等特性，故非常適合於都會

區高架道路、跨高速公路及河川段建造。

2. 民國 88 年 921 地震後，為了快速恢復災區交通，亦運用了鋼構橋樑自重較輕、施工迅速及構材強度均勻等特性，適合建造於災區跨河段之交通。
3. 近年來國內砂石日漸短缺，混凝土之價格也日漸高漲，鋼構橋樑的優勢逐漸增大，因此被更廣泛採用。

表 2-1 台灣省 86-97 年鋼橋累計長度統計表

年別	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97
累計座數	29	30	30	30	31	34	41	58	61	69	79	83
累計長度 (M)	2748.7	3702.4	4092.2	4092.2	4417.2	4958.2	7116.1	9992	11487.5	12582.6	13407.6	14093.6

資料來源：交通部公路總局

2.1.2 鋼構橋樑之特性

依陳建祥 (1994)【3】指出鋼構橋樑有以下九點特性：

1. 構造物自重輕，基礎承載及地震受力相對減小。
2. 結構各部份連接容易，尤以焊接為甚。
3. 可事先裝配再運往工地安裝架設，不必在現場整體建造，減少施工腹地。
4. 結構物擴建容易，對橋樑日後之加寬較易。
5. 施工迅速，可一氣呵成，非如混凝土結構須立模、拆模、養生等繁雜步驟。
6. 壽命長，新開發之特種鋼料，配合防鏽材料之研發，其抗候性特強。
7. 具有剩餘價值，舊橋拆除後，若干部份可再利用，廢料則可重新回爐煉新鋼。
8. 符合環保需求：鋼構於工廠內製作，現場架設，不似混凝土結構均需於現場澆置，養生，易於形成噪音與廢水污染。
9. 構材如因意外受損，補強容易。

綜合以上敘述可知鋼構橋樑有自重輕、施工迅速、壽命長、可製成多樣美觀造型及符合「綠建築」的精神等優點與特性。

2.1.3 鋼構橋樑之種類

鋼構橋樑依設計者理念、工址現況及業主需求等，可有不同的樣貌，但大概不出以下幾種：

1. 工型鈹樑鋼橋

此鋼橋之主樑呈工型，其基本組成是 three 片鋼鈹（即最上方之上翼鈹、中間部位的腹鈹及最下方之下翼鈹）相互焊接、栓接或鉚接而成，如 1967 年第一

次改建的台北大橋、最近正在興建中八里新店線快速道路橋等。

2. 箱型樑鋼橋

此鋼橋之主樑呈箱型，其基本組成是四片鋼板（即最上方之上翼板、中間部位左右兩邊各一片腹板及最下方之下翼板）相互焊接、栓接或鉚接而成，國內大部份市區橋樑、快速道路高架段及高速公路匝道皆採用此型式鋼橋結構施工，如公路局於 1994 年興建十八王公橋及新竹客雅溪橋等。

3. 桁架式鋼橋

橋梁隨著跨徑增大，樑高亦隨之提高，為避免樑太高，一般多採用桁架式鋼橋，其基本是由下弦構材、上弦構材、垂直構材、斜構材、橋端柱、縱樑、橫樑等構材組成桁架型式見林樹柱（2005）【4】論述。如建於 1954 年西螺大橋及 1957 年建於東西向中部橫貫公路之長春橋。

4. 拱型鋼橋

用石材建造拱橋有兩千年以上的歷史，而拱橋是利用拱圈結構將載重傳遞至基礎，行車之橋面如設於拱橋頂部為上路式拱橋，設於拱圈之下為下路式拱橋及自拱圈中間部位穿過謂之中路式拱橋，如臺北關渡大橋、麥帥二橋、稚暉橋等。

5. 斜張鋼橋

斜張鋼橋是自橋塔以鋼索斜向吊掛橋面載重，其基本構造為橋塔、鋼索、橋面板及基礎。斜張鋼橋的工程技術，目前在台灣尚屬於初級階段，位於第二高速公路跨高屏溪斜張鋼橋，其跨距約 331 公尺，為目前國內跨距最長之斜張鋼橋。

6. 吊索鋼橋

俗稱吊橋，因其建造具高難度性與高技術性，所以國內僅有簡單之人行吊索鋼橋，並無使車輛通行之吊索鋼橋。



2.2 鋼構工廠概況

2.2.1 鋼構廠組織架構

據林偉凱（2007）【5】統計，我國台灣地區鋼結構廠商大都集中於中部地區，以台中、彰化、南投地區的廠商數最多，其次為桃園、新竹、苗栗地區。從員工數分佈來看，1 至 5 人的小型鋼構廠數目最多，100 人規模以上的鋼構廠只有 15 家，本研究概以具有規模鋼結構廠商示意其組織架構如圖 2-1。

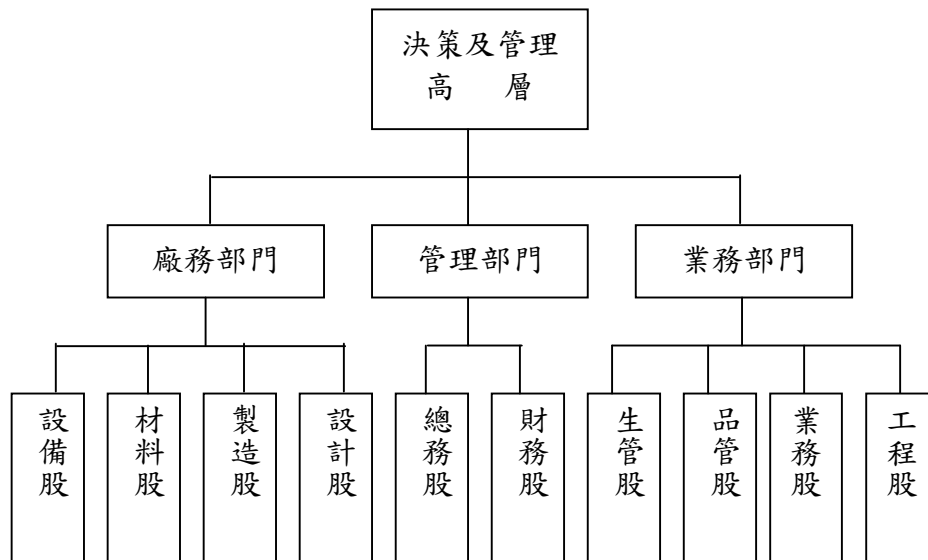


圖 2-1 鋼構廠組織架構示意圖

2.2.2 營造業與鋼構廠運作模式

現今國內公共工程發包制度，道路橋樑工程仍歸屬於土木工程範疇，依政府採購法及 2003 年 7 月獲得立法院三讀通過完成立法的營造業法內容，鋼構橋樑仍由政府公開發包給營造業者承攬再交由鋼構工廠製造。

依林啟文 (2007)【6】調查統計結果顯示，營造業者選擇鋼構廠以地域性考量為主，52.5% 的受訪者在工程招標前會與鋼構廠有標前協議之動作，在雙方的合作模式上，綜合營造業者最認同「長期合作關係」模式，乃雙方存在著非正式策略聯盟的關係。在選擇與鋼構廠合作上，以經驗為優先考量因素，其次才為品質、成本。

日前國內鋼構橋樑製造工廠較具規模者有中國鋼鐵結構股份有限公司，該公司每月生產(各種)鋼構產品 15,000 公噸，增產時可達月產 20,000 公噸；榮重鋼構股份有限公司，該公司每月生產(各種)鋼構產品亦達 15,000 公噸。其他鋼橋製造廠尚有振健產業股份有限公司、榮聖機械工程股份有限公司、世紀鋼鐵結構股份有限公司、東鋼鋼結構股份有限公司等等。

2.2.3 鋼構廠廠內製程運作模式

在較具規模鋼構廠是提供廠房，甚至設備及原物料，然後依製程需要招專業包商駐廠，借重小包專業能力，再運用鋼構廠的資源與管理制度，而形成密

不可分的運作模式。

依長期駐廠經驗觀察結果，鋼構箱型樑的製程概分為進鈹預塗、一次加工、二次加工、假安裝及塗裝，在鋼構廠可分為三種運用小包製造模式：

1. 橫向製造模式

即進鈹預塗交給 A 小包噴塗，一次加工交給 B 小包製作，二次加工交給 C 小包承製，假安裝交給 D 小包負責，最後塗裝交給 E 小包施工，如中國鋼鐵結構股份有限公司官田廠概以此方式運作。

2. 縱向製造模式

將進鈹預塗與塗裝交由 A 小包施工，一次加工到假安裝則全交給 B 小包負責，較小型鋼構廠大都是此方式運作。

3. 混合型製造模式

鋼構箱型橋樑是由一個接一個 BLOCK 組合而成，當此橋樑的規模較大時，其箱型樑可切割為數眾多 BLOCK，在工期壓力下，可將鋼構箱型橋樑依不同 LINE、部位或小包設備工藝能力，交由不同小包承製，其彈性運用橫向與縱向製造模式。如榮重鋼構股份有限公司新營廠概以此方式運作。

本小節所述鋼構箱型樑製程於鋼構廠承製模式，為本研究創見，可提供後學研究者進一步從事其模式優劣比較、執行效能評估等研究。

2.3 製造業職災類型與統計

2.3.1 職業災害類型

依我國勞工委員會之職業災害類型分類如表 2-2，可將職業災害類型分為二十七種類型，並分別說明如表 2-3。

表 2-2 職業災害類型分類表

分類編號	職業災害類型	分類編號	職業災害類型	分類編號	職業災害類型	
1	墜落、滾落	10	溺斃	19	無法歸類者	
2	跌倒	11	與高溫、低溫之接觸	上 下班 交通 事故	21	公路
3	衝撞	12	與有害物等之接觸		22	鐵路
4	物體飛落	13	感電		23	船舶、航空器
5	物體倒塌、崩落	14	爆炸		29	其他
6	被撞	15	物體破裂	非上 下班 交通 事故	31	公路
7	被夾、被捲	16	火災		32	鐵路
8	被切、割、擦傷	17	不當動作		33	船舶、航空器
9	踩踏	18	其他		39	其他

資料來源：勞工委員會 https://injury.cla.gov.tw/unit_main.aspx

表 2-3 職業災害類型分類說明表

分類 編號	職業災害類型	內容說明
01	墜落、滾落	指人體從樹木、建築物、機械、車輛、梯子、樓梯、斜面等墜落而言，包括所乘坐之場所崩壞動搖而墜落之情況及碗狀沙坑埋沒之情況並包括與車輛系機械一起墜落之情況，但交通事件除外，因感電而墜落時歸類於感電。
02	跌倒	指人體在近於同一平面上跌倒而言。即因拌跣或滑溜而跌倒之情況之稱。包括與車輛系機械一起跌倒之情況，交通事故除外。因感電而跌倒時，歸類於感電。
03	衝撞	除指墜落、滾落、跌倒外，以人體為主體碰撞靜止物或動態物體而言，及人體碰撞吊舉物、機械之一部分跳下之情況之謂，包括與車輛系機械一起碰撞之情況，交通事故除外。
04	物體飛落	指以飛來物、落下物等為主體碰撞人體之情況而言，包括研磨砂輪破裂、切斷片、切削粉等之飛來及包含自己所提攜物體掉落腳上之情況之謂，起因於容器之破裂，歸類於破裂。
05	物體倒塌、崩塌	指堆積物（包含積垛）施工架、建築物等崩塌而碰撞人體之情況而言，包含豎立物體倒下之情況及落磐、崩雪、地表滑落之情況。
06	被撞	除指飛來、落下、崩塌、倒塌外，以物體為主碰撞人體之情況而言，交通事故除外。
07	被夾、被捲	指被物體夾入狀態及捲入狀態而被擠壓、撻挫之情況而言，起因於沖床模型、鍛造機槌等之挫傷等歸於本類型，包含被壓輾之情況，交通事故除外。
08	被切、割、擦傷	指被擦傷的情況及以被擦的狀態而被切割等之情況而言，包含刀傷、使用工具中因物體之割傷、擦傷之情況。
09	踩踏(踏穿)	指踏穿鐵釘、金屬片之情況而言。包含穿踏地板、石棉瓦之情況，踏穿而墜落時歸屬於墜落。
10	溺斃	包含墜落水中而溺斃之情況
11	與高溫、低溫之接觸	指與高溫或低溫物體接觸而言。包含暴露於高溫或低溫之環境下之情況。 (高溫之情況) 指與火焰、電弧、熔融狀態之金屬、開水、水蒸氣等接觸之況而言。包含爐前作業中暑病等暴露於高溫環境下之情況。

		(低溫之情況) 包含暴露於冷凍庫內等低溫環境下之情況。
12	與有害物等之接觸	包含起因於被暴露於輻射線、有害光線之障害、一氧化碳中毒、缺氧症及暴露於高氣壓、低氣壓等有害環境下之情況。
13	感電	指接觸帶電體或因通電而人體受衝擊之情況而言。 (與媒介物之關係) 以金屬護蓋金屬材料為媒體而感電之情況之媒介物，歸類於此等物體所接觸之各該設備、機械設備。
14	爆炸	指壓力之急激發生或開放之結果，帶有爆音而引起膨脹之情況而言。破裂除外。包含水蒸氣爆炸。在容器、裝置內部爆炸之情況。容器、裝置等本身破裂時亦歸屬於本類。 (與媒介物之關係) 在容器、裝置等內部爆炸時之媒介物，應歸類於各該容器、裝置等。 自容器、裝置等取出內容物或在洩漏狀態而各該物質爆炸之情況之媒介物不歸類於各該容器、裝置而應歸屬於各該內容物。
15	物體破裂	指容器、裝置因物理的壓力而破裂之情況而言。包含壓壞在內。研磨機砂輪破裂等機械的破裂之情況應歸類於物體飛落。 (與媒介物之關係) 媒介物計有鍋爐、壓力容器、鋼瓶、化學設備等。
16	火災	(與媒介物之關係) 在危險物品之火災時以危險物品為媒介物，在危險物品以外之情況以作為火源之物品為媒介物。
17	不當動作	指不歸類於上述之情況，舉重而扭腰等起因於身體動作不自然姿勢，動作之反彈，引起扭筋、撻挫、扭腰及形成類似狀態而言。失去平衡而墜落、攜帶物品過重而滾落時雖與不當動作有關，亦應歸類墜落、滾落。
18	其他	指不能歸類於上述任何一類的傷口之化膿、破傷風等而言。
19	無法歸類者	指欠缺判斷資料而分類困難之情況而言。
21	上下班公路交通事故	指上下班發生之交通事故中適用公路交通法規之情況而言。
22	上下班鐵路交通事故	指上下班發生之交通事故中由公共運輸列車、電車等引起事故而言。
23	上下班船舶、航空器	指上下班發生之交通事故中由船舶、飛機等引起事故而

	交通事故	言。
29	上下班其他交通事故	指上下班發生之交通事故中，除公共運輸列車、電車外，在事業單位工作場所內之交通事故應歸類於各該項目。
31	非上下班公路交通事故	指非上下班發生之交通事故中適用公路交通法規之情況而言。
32	非上下班鐵路交通事故	指非上下班發生之交通事故中由公共運輸列車、電車等引起事故而言。
33	非上下班船舶、航空器交通事故	指非上下班發生之交通事故中由船舶、飛機等引起事故而言。
39	非上下班其他交通事故	指非上下班發生之交通事故中，除公共運輸列車、電車外，在事業單位工作場所內之交通事故應歸類於各該項目

資料來源：勞工委員會 https://injury.cla.gov.tw/unit_main.aspx

2.3.2 勞動災害種類及危害因子

依羅文基（1992）【7】將工業災害依危害因子的性質分類，及鄭世岳等（2006）【8】論述，歸納說明如下：

1. 物理性災害：包括高低溫、高低壓、音波、振動、紫外線、紅外線、 α 、 β 、 γ 射線、X 射線及中子輻射線等造成的傷害。
 - (1) 高低溫危害：在作業場所由氣溫、輻射熱等因素造成不正常或不適人體之溫度，其高溫環境可能導致傷害有熱疹、熱衰竭、中暑、熱痙攣、昏厥、熱疲勞等，而長期接觸低溫環境，易生凍傷。
 - (2) 高低壓危害：人已適應一大氣壓約 760mm-Hg 之環境，當作業環境是在一個高壓下（潛水、加壓環境）作業時，因人體未按減壓程序，以致溶解於體液的氣體產生氣體氣泡（大都為氮氣），存於組織及血管中，引起人體不適即所謂的潛水伏病。其症狀有關節疼痛、皮膚搔癢，有時會嘔吐暈眩，再沒有及時處理，將導致關節壞死，嚴重者可能致命。
 - (3) 照明及採光不足：工作因性質不同，所需之照明程度也各異，照明不足，最常見的傷害是近視，但作業場所極易因視線不良而導致人員跌倒、碰撞等意外發生。
 - (4) 游離與非游離輻射線
 - ① 游離輻射線：為輻射能量大到能夠將被照射物質，使其中的電子產生游離，其種類有 α 粒子、 β 粒子、 γ 射線、X 射線及中子輻射線等，X 射線、 γ 射線過度曝露易得皮膚癌或生殖機能障害， β 粒子、中子輻射線則會引起消化器及呼吸器的障害。
 - ② 非游離輻射線：其輻射能量無法使被照射物質產生電子游離，其包括紫外線會造成色素沈著、灼傷紅腫、皮膚老化和皮膚癌，對眼睛會造成白內障、角膜發炎；強光會引起灼傷和皮疹；雷射會造成灼傷、損害角膜、造成白

內障，甚至失明；紅外線會引起灼傷及白內障；射頻和微波會造成頭痛、頭暈及記憶力減退。

(5) 噪音及超音波：曝露於高噪音作業環境中，會使聽力減損或工作效率減低，更進而引起職業性耳聾及重聽等永久性傷害；超音波會使人有頭痛、耳朵痛的病症。

(6) 振動：在作業場所中由於操作機具產生衝擊力、不平衡力磨擦、不穩定機械相互作用力所造成。而全身性振動會使人消化不良、背痛、頭痛失眠等；局部性振動，若發生於手部，則手部之神經、血管會受傷害，使的手部血液流量減少，常有疼痛、麻木與針刺的感覺，可能致手指有發白現象，稱白指病 (vibration-induced white finger)。

2. 化學性災害：包括粉塵、煙、有害氣體、蒸氣、霧滴、可燃或易燃性物質所造成的火災或爆炸等所發生的災害。

(1) 粉塵：係指有機和無機物質，因爆破、壓碎、衝擊或研磨而產生懸浮於空氣中固體微粒。其可分為可吸入性粉塵是指粒徑小於 $100\ \mu\text{m}$ 之粉塵，可吸入人體鼻腔，但不一定進入氣管；而可吸入氣管者，其粒徑須小於 $10\ \mu\text{m}$ ，即所謂可呼吸性粉塵，此類粉塵危害較大。

粉塵引起的危害，主要是引起塵肺症，而塵肺症中又以矽肺症 (silicosis) 最嚴重，矽肺症是由於吸入之粉塵含有非結晶型二氧化矽 (SiO_2) 而導致肺部之纖維化失去彈性，致呼吸困難而喪命。

(2) 煙：氣態凝結之固體微粒。煙主要是金屬於高溫時產生之粒徑非常微小之粒狀物。其危害會引發呼吸道發炎、氣喘、過敏性肺炎等呼吸道疾病。在暴露當時，會引起金屬煙熱，其症狀似感冒，有發燒、頭痛、流鼻涕等現場，但若暴露劑量過高，亦可能造成死亡。

(3) 有害氣體

① 單純窒息性氣體：此氣體本身不具毒性，如氮、二氧化碳等，但由於其存在會使氧氣含量降低，造成缺氧環境。

② 化學窒息性氣體：當吸入該氣體後，會與人體內某物質發生化學變化，使人體失去攜氧能力而產生窒息。如一氧化碳對血紅素之親和力超過氧對血紅素之親和力，一旦吸入過多一氧化碳，即會窒息死亡。

③ 有毒氣體：此氣體對人體具有刺激性或毒性。如氯氣具刺激性，吸入過多會引起肺水腫。

(4) 蒸氣：在常態下為液體或固體型態，經揮發、昇華所產生之氣態物稱之。蒸氣對人體危害的大小，依其本身毒性大小與揮發性高低而有不同。毒性愈大物質，其蒸氣毒性越高。容易發揮為蒸氣，危害愈大。如苯會引起血癌、四氯化碳會引起肝炎、鉛危害有關節痛、肌肉痛、頭痛、疲勞，嚴重的話可能貧血、腹痛，甚至影響腎臟、神經和生殖系統。

(5) 霧滴：由氣體凝聚或液體經噴射作用而懸浮於空氣中之微小液體點滴，如鹽酸 (HCl)、硫酸 (H_2SO_4) 霧滴。

- (6) 可燃或易燃性物質：即在適當之濃度範圍，特別是氣體或蒸氣，在一定能量下引發之燃燒或爆炸危害之物質。火災及爆炸之危害是多重且劇烈的，如火災發生伴隨熱、濃煙、有毒物質等危害發生。依我國勞工委員會制定「勞工安全衛生設施規則」第十條將危險物分為爆炸性物質、著火性物質、氧化性物質、引火性液體及可燃性氣體，並於第十一至十五條列出。
3. 機械性災害：包括各種製程機械的切刺、割削、壓傷、衝撞、脫軌、振動、斷裂、挾捲等造成的災害。
- (1) 一般常見機械傷害
- ① 割傷和刺傷：係指被鋒利或尖銳的刀具及物料所割裂或刺破，輕微的割傷和刺傷可能僅傷及皮膚或肌肉的表層，但嚴重時則會深至人體骨骼，更甚使身體某一部份斷裂而造成殘廢。
 - ② 擦傷及磨傷：舉凡人體與旋轉或運動中的機件和物料接觸時，常會造成擦傷及磨傷。
 - ③ 壓傷、撞傷及夾傷：身體或其中的任何部位受到重物的壓迫、撞擊或被夾軋在兩個運動體之間，均會造成某程度傷害。常見的如：車子將人撞傷或壓至牆面、重物掉落打到腳上、手被齒輪或運轉中的皮帶夾傷等。嚴重的壓傷、撞傷及夾傷，往往會使身體的某部份永久失能或殘廢。
 - ④ 切傷和剪傷：操作切割或剪切機械如：剪床、動力裁紙機，可能因疏忽或使用不當，使身體的某些部位受到傷害。機械的切傷和剪傷經常會造成手部的殘廢。
 - ⑤ 擊傷：操作高壓噴砂機時，若誤擊未受保護人體時，輕者皮膚表皮受傷，重者可能傷至真皮層，甚至骨骼與內臟。
 - ⑥ 扭傷和用力過度：肌肉扭傷或用力過度亦是機械操作人員經常會發生的一種傷害，通常是因為工作人員由於估計錯誤，而希望在瞬間舉起或扳動某一機件或重物所引起。
 - ⑦ 骨頭斷裂：身體的某些部位往往亦會因為受到重物的強烈壓迫、撞擊或扭曲而造成骨頭斷裂。

(2) 機械危害的部位

要做好機械的安全防護，必須要了解機械危害的部位。一般而言，機械經常會對人體造成傷害的部位，主要為操作點、動力傳輸裝置、捲入點、運動機件以及飛屑、火花和斷裂的零件等。

- ① 操作點：大部分的機械傷害都是發生在操作點。操作點又稱為工作點，係指工作件或物料與機械上的加工裝置接觸的部位，如常見的切割、衝壓、剪裁和彎曲等動作均屬之。
- ② 動力傳輸裝置：機械的動力傳輸裝置如滑輪、齒輪、鏈條和皮帶輪等亦是機械經常發生危害的部位。雖然這些部位比操作點較易做好防護工作，但亦不可不慎。
- ③ 捲入點：凡機械設備上旋轉或相對運動的機件如：相互銜接的齒輪、緊密接

觸的滾筒、動力傳動帶、鍊條和有輪輻或手輪與飛輪等，均會形成捲入點。機械的捲入點不僅會直接傷害到人體的某些部位，亦極易夾進寬鬆的衣物及其他配件，而間接地造成一些無謂的傷害。

④運動的機件：旋轉、往復和直線運動的機件本身，亦會對人體造成傷害。尤其一些作間歇性運動的機件最為危險，因為當它們停止不動時，常常會使人們忘記它亦是運動的機件，因此必須特別提醒注意，以免一時疏忽而造成嚴重的傷害。

⑤飛屑、火花和斷裂的零件：大部份加工的機械都會在操作點的部位產生飛屑和火花，有時亦會因為加工不當而使工件或機械本身的零件斷裂，傷及附近的操作人員。

4. 電氣性災害：由電氣所造成的災害主要可分為感電、電氣火災、電氣爆炸及靜電災害等五種。

(1) 感電災害：電擊感電是由於電流流經人體神經系統所產生的一種突然而意外的刺激，見蔡永銘(1999)【9】論述。而其感電原因主要原因有接觸到正常情況下帶電的裸導線、接觸到絕緣已衰減或已破壞而無保護作用的一個帶電導線、設備損壞而造成開路或短路現象、靜電放電或雷擊等。

通常人體大約在受到1毫安的交流電時，即會有輕微感電的感覺。當電流逐漸增大至5毫安左右，就會有驚愕的肌肉反應，至10毫安時則會產生肌肉痙攣。當20毫安或更高的交流電流經人體時，肌肉會產生嚴重的收縮，呼吸器官亦會有麻痺的現場，此時即有可能致人於死。如果流經人體的電流超過70毫安，心肌即會發生不規則的收縮，而擾亂心臟的規律跳動，通常會使人致命。

(2) 電氣火災：如果電氣使用不當產生高熱，如常見的電線走火，即會造成嚴重的火災。此外，像高壓線路產生的電弧、靜電放電發生的火花等，均可能引燃外物而造成災害。而人體直接接觸電氣火花或電弧，亦會造成熱灼傷。

(3) 電氣爆炸：由電氣設備引起的火災，如果是在存有危險物料的工作場所中發生，即會造成爆炸，導致人員傷亡。

(4) 靜電災害：因靜電產生的電擊，雖然不常造成直接傷亡，但卻極易引發間接事故，或影響生產效率，而靜電火災則是經常導致火災或爆炸的發火源，其潛在危害亦不可輕忽。

5. 設施性災害：包括梯子、施工架及作業架等的墜落、翻倒；構築物的倒塌、崩塌；坑道的落磐、下陷等所形成的災害。

6. 搬運性及重複性骨骼肌肉傷害：

(1) 人工提舉與下背傷害：人工物料搬運為工業界常見的物料運送方法，然而由於人體先天限制，人工搬運之效率有限，過度與不當的人工物料搬運，更是造成人體下背傷害的主要因素之一，因此，物料搬運自動化在工業界極受重視。然而，由於自動化設備的昂貴，各類物料運送過程不同，包裝方法迥異，以及作業空間限制等因素，物料搬運自動化仍存在著許多瓶頸，

致使人工物料搬運仍為企業間最普遍的物料運送方法，見中華民國工業安全衛生協會勞工安全衛生教育訓練教材（2001）【10】論述。

以致於從事搬運作業人員若以不正確的姿勢，或搬運超過人體負荷物品，或長時間擔任搬運工作，皆可能因搬運行為之提舉、運送、卸下、傳遞等造成手部、臂部、腰部和運動肌肉之拉傷及下背部疼痛或坐骨神經的疼痛傷害。

- (2) 重複性骨骼肌肉傷害：一般重複性骨骼肌肉傷害又稱為累積性傷害 (Cumulated Trauma Disorders:CTDs)。因工作所產生之重複性骨骼肌肉傷害，是指工作時暴露於人因工程相關危險因子之下，所引起或加重之骨骼肌肉、週邊神經與血管的傷害或疾病。其中重複性係指身體某部位經年累月且頻率很高的不斷執行某種動作。而人因工程相關危險因子包括，使用不良的工作姿勢、重複性的施力，又缺乏適當的休息所造成的。在這些狀況下，身體組織因工作所產生的輕微傷害會慢慢累積而形成重複性傷害。

2.3.3 國內製造業職業災害統計

依行政院勞工委員會勞工保險局 (<http://www.bli.gov.tw>) 94 至 97 年給付製造業職業傷害及職業病件數，本研究整理統計如表 2-4 及表 2-5：

表 2-4 勞工保險局 94-97 年製造業勞工職業傷害類型統計表

人次 類型	年別	94 年	95 年	96 年	97 年	小計	災害人 次合計	百分 比 (%)
墜落、滾落	傷病	1140	1118	1064	1226	4548	4954	6.96
	殘廢	69	75	80	57	281		
	死亡	39	28	28	30	125		
跌倒	傷病	1335	1412	1435	1469	5651	5788	8.13
	殘廢	35	28	38	22	123		
	死亡	1	3	4	6	14		
衝撞	傷病	240	180	214	209	843	886	1.25
	殘廢	11	6	13	8	38		
	死亡	2	0	0	3	5		
物體飛落	傷病	847	737	886	826	3296	3488	4.90
	殘廢	41	44	45	39	169		
	死亡	3	6	9	5	23		
物體倒塌、崩塌	傷病	302	325	256	213	1096	1212	1.70
	殘廢	20	25	23	18	86		

	死亡	4	6	7	13	30		
被撞	傷病	605	600	555	631	2391	3722	5.23
	殘廢	31	23	20	21	95		
	死亡	6	3	7	8	24		
被夾、 被捲	傷病	5918	5830	5396	5579	22723	28422	39.94
	殘廢	1621	1475	1272	1272	5640		
	死亡	17	17	11	14	59		
被刺、割、 擦傷	傷病	3455	3751	3770	3838	14814	15506	21.79
	殘廢	142	198	179	170	689		
	死亡	2	0	0	1	3		
踩踏	傷病	69	39	23	26	157	167	0.23
	殘廢	4	3	1	1	9		
	死亡	0	0	1	0	1		
溺水	傷病	1	2	2	1	6	14	0.02
	殘廢	0	0	0	0	0		
	死亡	2	2	1	3	8		
與高溫、低 溫之接觸	傷病	533	578	542	526	2179	2279	3.20
	殘廢	17	30	20	25	92		
	死亡	2	3	3	0	8		
與有害物 等之接觸	傷病	109	125	164	113	511	568	0.80
	殘廢	17	10	9	8	44		
	死亡	3	1	5	4	13		
感電	傷病	61	75	42	29	207	263	0.37
	殘廢	3	4	6	8	21		
	死亡	14	11	5	7	37		
爆炸	傷病	66	39	32	35	172	228	0.32
	殘廢	7	16	6	8	37		
	死亡	3	10	4	2	19		
物體破裂	傷病	26	10	22	16	74	95	0.13
	殘廢	3	3	5	4	15		
	死亡	2	2	1	1	6		
火災	傷病	17	27	23	12	79	118	0.18
	殘廢	7	6	8	4	25		
	死亡	3	4	4	3	14		
不當動作	傷病	308	333	320	554	1515	1546	2.17
	殘廢	8	10	8	4	30		
	死亡	0	0	1	0	1		

其他	傷病	188	344	450	271	1253	1402	1.98
	殘廢	43	56	30	15	144		
	死亡	2	1	2	0	5		
無法歸類者	傷病	170	75	33	206	484	499	0.70
	殘廢	5	6	0	3	14		
	死亡	1	0	0	0	1		

資料來源：本研究整理統計勞工保險局給付資料

表 2-5 勞工保險局 94-97 年製造業勞工職業病成因統計表

人次 類型	年別	94 年	95 年	96 年	97 年	小 計	災害人 次合計	百分比 (%)
		眼睛疾病	傷病	0	0	0		
殘廢	0	0	0	0	0			
死亡	0	0	0	0	0			
游離輻射	傷病	0	0	0	0	0	0	0
殘廢	0	0	0	0	0			
死亡	0	0	0	0	0			
異常氣壓	傷病	0	0	0	0	0	0	0
殘廢	0	0	0	0	0			
死亡	0	0	0	0	0			
異常溫度	傷病	0	0	0	0	0	1	0.16
殘廢	0	0	0	0	0			
死亡	0	1	0	0	1			
噪音引起之 聽力損失	傷病	1	0	0	0	1	9	1.47
殘廢	5	0	0	3	8			
死亡	0	0	0	0	0			
職業性下背 痛	傷病	17	21	35	31	104	111	18.17
殘廢	0	0	3	4	7			
死亡	0	0	0	0	0			
振動引起之 疾病	傷病	1	0	0	0	1	1	0.16
殘廢	0	0	0	0	0			
死亡	0	0	0	0	0			
手臂頸肩疾 病	傷病	23	32	28	61	144	147	24.06
殘廢	1	0	1	1	3			
死亡	0	0	0	0	0			

缺氧症	傷病	0	0	0	0	0	0	0
	殘廢	0	0	0	0	0		
	死亡	0	0	0	0	0		
鉛及其化合物	傷病	0	1	0	0	1	1	0.16
	殘廢	0	0	0	0	0		
	死亡	0	0	0	0	0		
其他重金屬及其化合物	傷病	0	0	0	0	0	0	0
	殘廢	0	0	0	0	0		
	死亡	0	0	0	0	0		
有機溶劑或化學物質氣體	傷病	1	1	1	0	3	3	0.49
	殘廢	0	0	0	0	0		
	死亡	0	0	0	0	0		
生物性危害	傷病	0	0	0	0	0	0	0
	殘廢	0	0	0	0	0		
	死亡	0	0	0	0	0		
職業性氣喘、過敏性肺炎	傷病	0	0	0	0	0	0	0
	殘廢	0	0	0	0	0		
	死亡	0	0	0	0	0		
礦工塵肺症及其併發症	傷病	3	2	4	1	10	273	44.68
	殘廢	155	32	44	28	259		
	死亡	1	1	1	1	4		
矽肺症及其併發症	傷病	1	0	0	0	1	8	1.32
	殘廢	0	1	1	1	3		
	死亡	0	0	0	0	0		
石綿肺症及其併發症	傷病	0	2	0	2	4	6	0.98
	殘廢	0	1	0	1	2		
	死亡	0	0	0	0	0		
職業性皮膚病	傷病	0	0	0	0	0	0	0
	殘廢	0	0	0	0	0		
	死亡	0	0	0	0	0		
職業相關癌症	傷病	0	1	0	0	1	3	0.49
	殘廢	1	0	0	0	1		
	死亡	1	0	0	0	1		
其他可歸因於職業因素者	傷病	4	1	2	1	8	25	4.09
	殘廢	2	0	0	0	2		
	死亡	6	6	1	2	15		
腦心血管疾	傷病	無資料	2	3	3	8	23	3.77

病	殘廢	無資料	2	2	2	6		
	死亡	無資料	0	4	5	9		

資料來源：本研究整理統計勞工保險局給付資料

2.4 職災發生理論模式

何謂「職業災害」，依我國勞工安全衛生法第二條的定義，係指勞工就業場所之建築物、設備、原料、材料、化學物品、氣體、蒸氣、粉塵等或作業活動及其他職業上原因引起之勞工疾病、傷害、殘廢或死亡如圖 2-2。

(A) 起因	(B) 對象	(C) 結果
1. 就業場所之設施(包括建築物、設備、原料、材料、化學物品、氣體、蒸氣、粉塵等) 2. 作業活動 3. 其他職業上原因	勞工	1. 疾病 2. 傷害 3. 殘廢 4. 死亡

圖 2-2 職業災害的起因、對象及結果關聯圖

因此祇要有 (A) 之任何之一項致使 (B) 造成 (C) 之任何之一結果均應為「職業災害」，含「執行職務」所發生之交通事故。

然而災害的發生是具因果關係的，為瞭解災害發生的原因，可從災害發生理論模式中如圖 2-3，利用作業安全分析真正找出危害發生的原因，再利用工程技術、作業程序變更等方法使危害源消除。

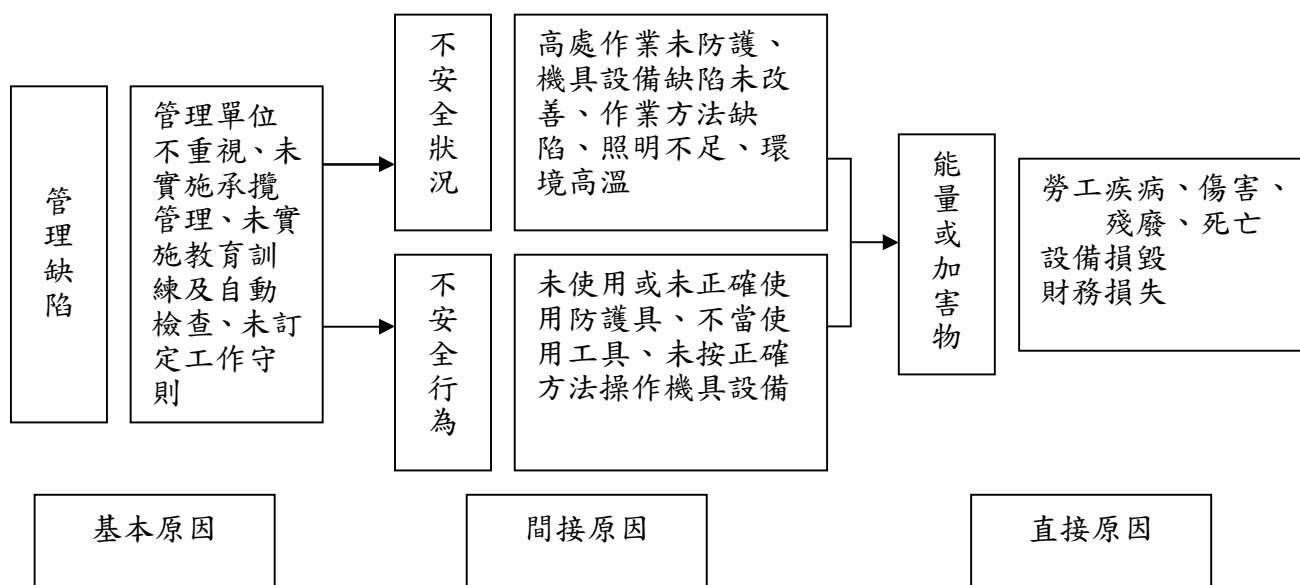


圖 2-3 災害發生理論模式

2.5 安全評估方法

安全評估方法有甚多選擇，依據我國勞委會訂定之「危險性工作場所審查暨檢查辦法」規定，屬於危險性工作場所應實施初步危害分析 (Preliminary Hazard Analysis) 以分析發掘工作場所重大潛在危害，並針對重大潛在危害實施下列之一之安全評估方法：

1. 檢核表 (Checklist)

本方法為工業安全界以檢查作業場所的危害行之已久，本表以制式化的檢查項目，提供檢查人員於作業現場逐項檢查，再將檢查結果加以處理分析。

2. 如果…會怎麼樣 (What-if)

What-if 是一種腦力激盪分析法，即由一些熟悉廠內製程及富實作經驗人員組織評估小組，再由小組成員以各自專長針對某一製程或操作上以「如果…會怎麼樣？」提出問題，使研討出可能發生的事故情況、事故的後果、現有的安全措施、建議替代方法或改善措施。

3. 危害及可操作性分析 (Hazard and Operability Studies: HAZOP)

依黃清賢 (2000)【11】論述，危害及可操作性分析是鳩集各種不同經驗、知識和專業訓練的人，在小組會議中相互研討設計及操作上問題，這些問題通常是與設計的預期目標發生其歧異之情事。分析小組設法找出偏差或偏離的原因，以及其可能造成的後果，並提出建議改善對策。

4. 失誤樹分析 (Fault Tree Analysis: FTA)

失誤樹分析是屬於一種演繹 (Deductive) 的安全評估方式，主要是針對一特定之意外事件或系統失誤，抽絲剝繭地找出其基本原因。是屬於定性與定量之方式，一般之失誤樹為樹狀之圖形，藉由圖形中之數學與統計邏輯關係，描繪出意外事件中的人為錯誤與設備失效之組合。

5. 失誤模式及影響分析 (Failure Modes and Effects Analysis: FMEA)

失誤模式及影響分析通常由各具不同專業領域的小組共同實施，透過由下而上的歸納式系統分析或流程分析方法，用來評估潛在性的錯誤。包含找出什麼會造成錯誤，以及會發生錯誤的方法 (失效模式)，決定每個失效模式對系統的影響。

本研究參考勞委會製程安全評估危害分析方法如表 2-6，選擇適合分析鋼構工廠機械設備及作業活動為主危害分析方法，以運用檢核表 (Checklist) 或工作安全分析 (Job safety analysis: JSA) 為最佳分析方法，但檢核表是依設定檢查項目進行製程危害檢核，較沒有彈性且容易疏漏其他潛伏危害，故本研究運用較具彈性工作安全分析方法，以辨識鋼結構箱型樑於鋼構工廠製造過程中有何不安全的因素及潛在危險。

表 2-6 製程各階段之危害分析適用方法

製程階段 評估方法	製程研發	基本設計	試驗工廠	細部設計	建廠階段	試車階段	正常運轉	擴廠或修改	停廠卸除
文獻 Survey	●								
如果…會怎麼樣	●	●							●
初步危害分析		●							
檢核表 & 工作安全分析		●	●		●	●	●		●
相對危害等級分析		●						●	
危害及可操作性分析			●	●		●	●	●	
失誤模式及影響分析				●		●	●	●	
失誤樹分析				●			●	●	
工廠巡查					●	●			
安全稽核							●		

本表引用勞委會製程安全評估教材

2.6 風險矩陣

目前業界在進行危害辨識與風險評估時，常使用工作安全分析（Job safety analysis：JSA）、初步危害分析（Preliminary hazard analysis：PHA）等方法，再配合風險矩陣或風險因子評估方式來進行製程風險評估，而這些搭配方法各有其優缺點及適用製程時機，其中以工作安全分析搭配風險矩陣為最普遍之評估方式。

「風險矩陣」為半定量風險評估方法，是以相對風險方式表示之，即以決定風險之嚴重度及危害發生之可能性兩大變數，以相對的方法，大略分成數個不同等級；一般大略區分成 3~5 個等級，而經由交叉相乘即得到一個 9~25 個欄位的風險矩陣，再將不同欄位風險簡化為 5 個風險等級，並定義之。

2.7 本質較安全設計

從適切有效的危害分析方法，辨識出每一製程有何危害或甚至產生危害的原因，依傳統安全設計概念，所採取方法是對於產生危害機器外加各樣設備阻擋操作人員接觸危害源，或在操作人員身體加諸各項防護具與危害源隔離。但這些做法對於危害產生並不能完全消除，萬一阻隔危害之設備或個人防護具失效，則將現場作業人員推向危險的萬丈深淵。

而本質較安全設計 (Inherently Safer Design, ISD) 是運用工程相關技術及行政管理方法，以移除、減低製程危害因子的量或作業人員暴露的頻率，使該製程之危害風險降至最低的策略方法。

本質較安全設計的策略依王世煌 (2002)【12】論述有十一種：

1. 強化 (intensification) 策略。
2. 取代 (substitution) 策略。
3. 減弱 (attenuation) 策略。
4. 限制影響 (limitation of effects) 策略。
5. 簡單化 (simplification) 策略。
6. 避免骨牌效應 (avoiding knock-on effects) 策略。
7. 防愚設計 (making incorrect assembly impossible) 策略。
8. 狀態清晰 (making status clear) 策略。
9. 容忍 (tolerance) 策略。
10. 易於控制 (ease of control) 策略。
11. 軟體 (software) 策略。

2.8 小結

本章經由鋼構橋樑介紹，了解鋼構橋樑的歷史演進、材料特性及型式種類；經由鋼構廠概況介紹，認識鋼構廠組織架構、與營造業及廠內分包運作模式；本章更對於職災類型、災害種類及危害因子詳加描述，並針對國內製造業職業災害給付加以統計，以建立本研究危害評估之危害發生機率評分之依據。

最後針對職災發生理論模式及本研究運用危害辨識之工作安全分析法、危害評估之風險矩陣與危害預防之本質較安全設計策略，加以描述、說明及比較。

第三章 鋼構箱型樑簡介

3.1 鋼構箱型橋樑基本組成元件

鋼構箱型樑通常分為兩種橫斷面，即矩形與梯形斷面，其通常用在跨距比傳統預力樑較長之橋樑路段，而絕大部份用於公路鋼構箱型樑均與混凝土橋面版組合而成，不論是直線形或曲線形箱型樑，其主要基本組成有以下部份：

1. 箱型鋼樑

上有一片與下方對稱之上翼板或兩片較窄之左右上翼板，上翼板下連接垂直或傾斜之左右腹板，樑最下方則有下翼板與腹板相連接。在了解箱型鋼樑之基本構造可清楚看出，箱型鋼樑大可看成兩個 I 型鋼樑將其下翼板連貫而成。在箱樑腹板內側可能焊有橫向加勁板是為了增強橫斷面之抗剪能力；而為了提高支承處抗反作用力，必須於箱樑支承處之內橫隔樑加設支承加勁板；而為了使下翼板避免受壓力造成挫屈，亦必須加焊縱向加勁板。

2. 剪力釘

為了達到鋼樑與橋面版之複合作用，在上翼板上植焊剪力釘與橋面版連結。

3. 橫隔梁系統

箱型鋼樑之橫隔樑系統可分為內、外兩大類。外橫隔樑裝設於兩個獨立箱型鋼樑之間，使外載重能均勻分布於整個橋樑上部結構；而內橫隔樑則分佈於箱型鋼樑長向之內部與支承處，其主要目的在增強箱型鋼樑之扭曲勁度與畸變勁度。

4. 上側支撐

在未澆置混凝土橋面版之前，為了增強箱型鋼樑之扭曲勁度，通常在上翼板下緣，腹板上緣處裝設上側支撐。

3.2 鋼構箱型橋樑製程簡述

鋼構箱型樑製造流程大致分為進板預塗、一次加工、二次加工、假安裝及塗裝，最後成品出廠如圖 3-1 流程圖所示，以下依各製造階段說明之。

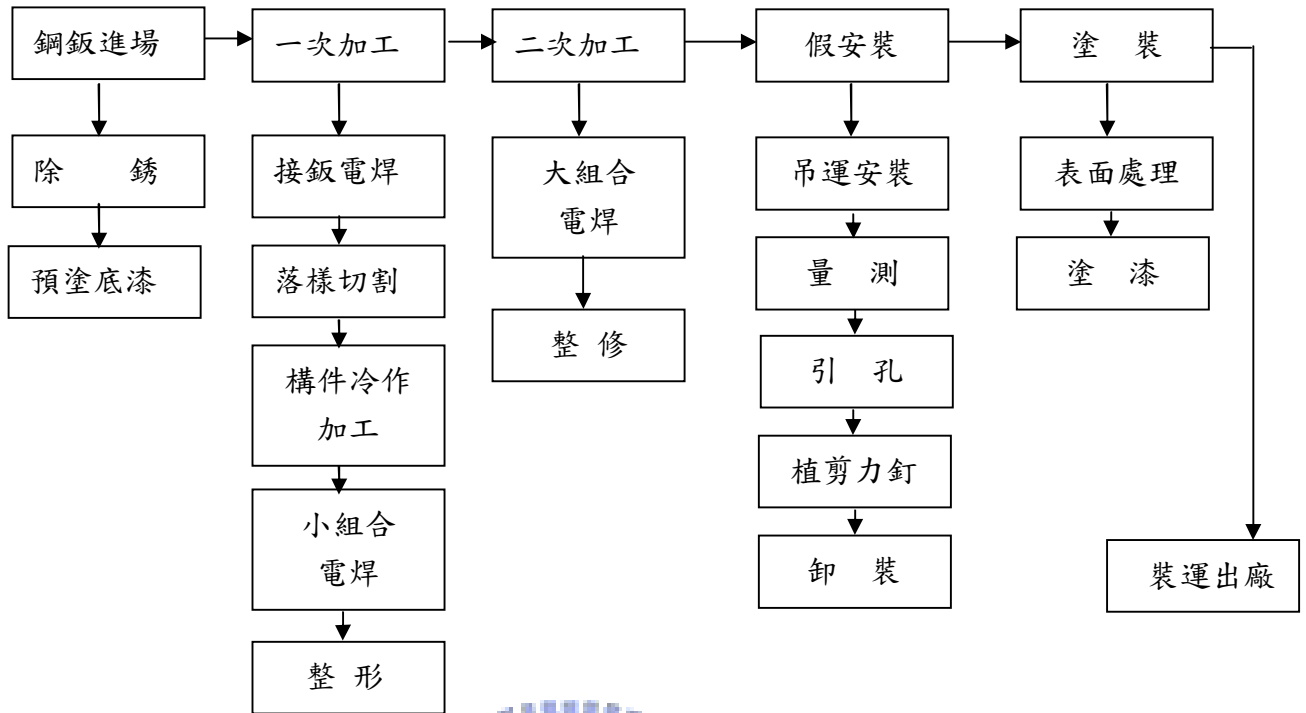


圖 3-1 鋼構箱型樑製造流程圖

3.2.1 鋼板進場與預塗

依陳純森 (2004)【13】論述，鋼構箱型樑之主要材料分為三種，即為結構用鋼料、結合材料及防護材料。在結構用鋼料上，目前以美規 ASTM〈American Society for Testing & Materials 美國材料試驗協會〉所定出一種專門作為橋樑工程使用的鋼種 ASTM A709 為主要鋼材。此鋼材除強度符合需求外，尚有良好的加工性、熔接性、甚至低溫韌性。本階段於製程方面為防止進料與製程時間過久而生銹，以自動噴砂機配合人工施作除銹及噴塗 $15\mu\text{m}$ 之無機鋅粉底漆。

3.2.2 一次加工

本階段製程概分為以下幾個項目：

1. 接板電銲

由於鋼箱樑製造長度非鋼材製造工廠規格品，以及依設計有相異板厚接合，另一方面可能考慮運輸材料之困難，本階段需將鋼板以全滲透電銲方式進行鋼板相接作業。

2. 落樣切割

依陳純森 (2004)【13】論述，在規劃設計時每塊鋼板使用不同，在鋼板表面繪製記號以供製造時使用均稱為落樣，早期落樣以人工放樣，近來由於電腦

軟體發達，而利用 NC 切割機直接放樣，依鋼板落樣線工廠利用 NC 切割機、輕便型瓦斯切割機、人工氧氣乙炔切割等進行切割。

3. 構件冷作加工

本製程是利用各式鑽床進行各箱樑端部翼板、腹板、縱向加勁板及連接板之鑽孔作業；以及運用各式加工機械進行切削、彎曲成型作業。

4. 小組合電焊

本作業將上翼板、下翼板、左右腹板各單片鋼件與加勁板進行組立、電銲；另其他如單片隔板、人孔蓋板之組立與銲接，在本階段完成單片構件，即可進行大組立電焊作業。

5. 整型作業

各構件經接板、小組合電焊後，依林東豐(1997)【14】論述因焊接部位受到局部性之急熱及急冷之交替作用，發生不均勻之熱膨脹變形，即高溫加熱部位發生塑性變形，熔著金屬亦自身收縮，以致焊接部位附近處有殘留應力及發生變形之情形。

而本作業即是要消除焊接所發生應變之工作，其方法者眾，但常用者為加熱法，可分為局部加熱冷卻法及加熱加壓法。

3.2.3 二次加工

本階段製程概分為兩個項目：

1. 大組合電焊作業

將已完成小組合及鑽孔之鋼板，放在構台並以治具固定之，通常組合是依下翼板、內隔板、左右腹板、上翼板之順序先點銲假固定之。

再將組合妥善之箱型樑利用螺栓接合及電銲等方式，可以緊密將箱型樑各單元構件結合在一起，而電銲的方法包括填角銲、部分滲透電銲及全滲透電銲等；電銲依操作方式可分為人工電銲、半自動電銲、全自動電銲等。

2. 整修作業

組合完成之單元箱型鋼樑，一定有許多焊接瑕疵如 undercut、overlap 等、瓦斯切割瑕疵如切割面粗糙、翻轉時構件受傷、甚至局部變形等，都需要以人工使用各式工具加以焊補、磨平、拋光、整形等。

3.2.4 假安裝

鋼橋屬於精密、複雜、現場施工困難之結構物，故需要在工廠內進行「假安裝」作業，以利即時修改，避免徒增運輸成本及不必要之困擾，本階段製程概分為以下項目：

1. 吊運安裝與卸裝

各單元箱型鋼樑於大組電銲、整修完成後，即將每個箱型鋼樑依設計無載重

之高程、位置、方位角等運用各式起重機具進行組合安裝，借此可修正其製造誤差，在完成假安裝後即進行卸裝作業。

2. 量測與引孔

各單元箱型鋼樑完成假安裝後，即進行各項量測工作如跨徑、拱度、各項尺寸等，在各量測尺寸合格後，便依連接板之孔位利用簡易鑽孔機，將孔引入箱型鋼樑另一端部，使箱型鋼樑真正連接起來。

3. 植焊剪力釘

爾後於上翼板與混凝土接觸面，使用植釘機鉚植入剪力釘。

3.2.5 塗裝

依陳純森(2004)【13】論述，箱型鋼樑為鋼鐵材料其主要化學成份為鐵〈Fe〉元素，由於自然之化學反應，鐵元素很容易與空氣中之氧氣〈O₂〉結合，成為氧化鐵化合物，即為鐵銹。經過長時間的化學作用，鐵銹會自然掉落，甚至於產生針孔麻點，逐漸侵蝕鋼板之厚度，而降低鋼樑結構之安全性，所以有效的塗裝是延長鋼橋使用壽命必須之製程。

1. 表面處理

再進行油漆塗裝前，首先要將鋼樑各構件表面進行除銹作業，一般是將鋼砂或砂砂以高壓空氣噴擊箱型樑外露面及內部生銹與銲道處，其潔淨度達到規範要求，其目的使之鋼材表面與第一道防蝕油漆緊密黏合。

2. 油漆塗裝

將已表面處理完畢之鋼樑，在兩小時內必須實施油漆塗裝，一般是利用幫浦產生之壓縮空氣，直接加壓於塗料，將塗料透過噴槍嘴，霧化均勻噴於箱型樑之表面，而產生與水氣隔絕作用，保護箱型樑。

3.3 小結

本章首先對鋼構箱型橋樑基本組成元件給予介紹，而鋼材也不只運用於橋樑之主樑，凡上部結構之橋面版，下部結構之帽樑、橋柱等都可以選擇使用鋼構系統。

而第二節即針對鋼構箱型樑之廠內製程加以敘述，共概分五大製作階段，每一製作階段又分若干製程如圖 3-2，使本研究能掌握各製程作業特性、製程順序、製作工法，俾利運用工作安全分析法，進行鋼構箱型樑製程危害辨識。



圖 3-2 鋼構箱型樑製造流程圖示

(圖片來源：本研究駐廠拍攝)

第四章 鋼構箱型樑製程危害之辨識、風險評估及預防策略

本研究主要標的物為鋼構箱型樑製程，其研究之目的是建立及執行該製程工作環境及作業危害之辨識、評估及防範對策，故擬定本鋼構箱型樑製程研究之步驟如圖 4-1 所示：

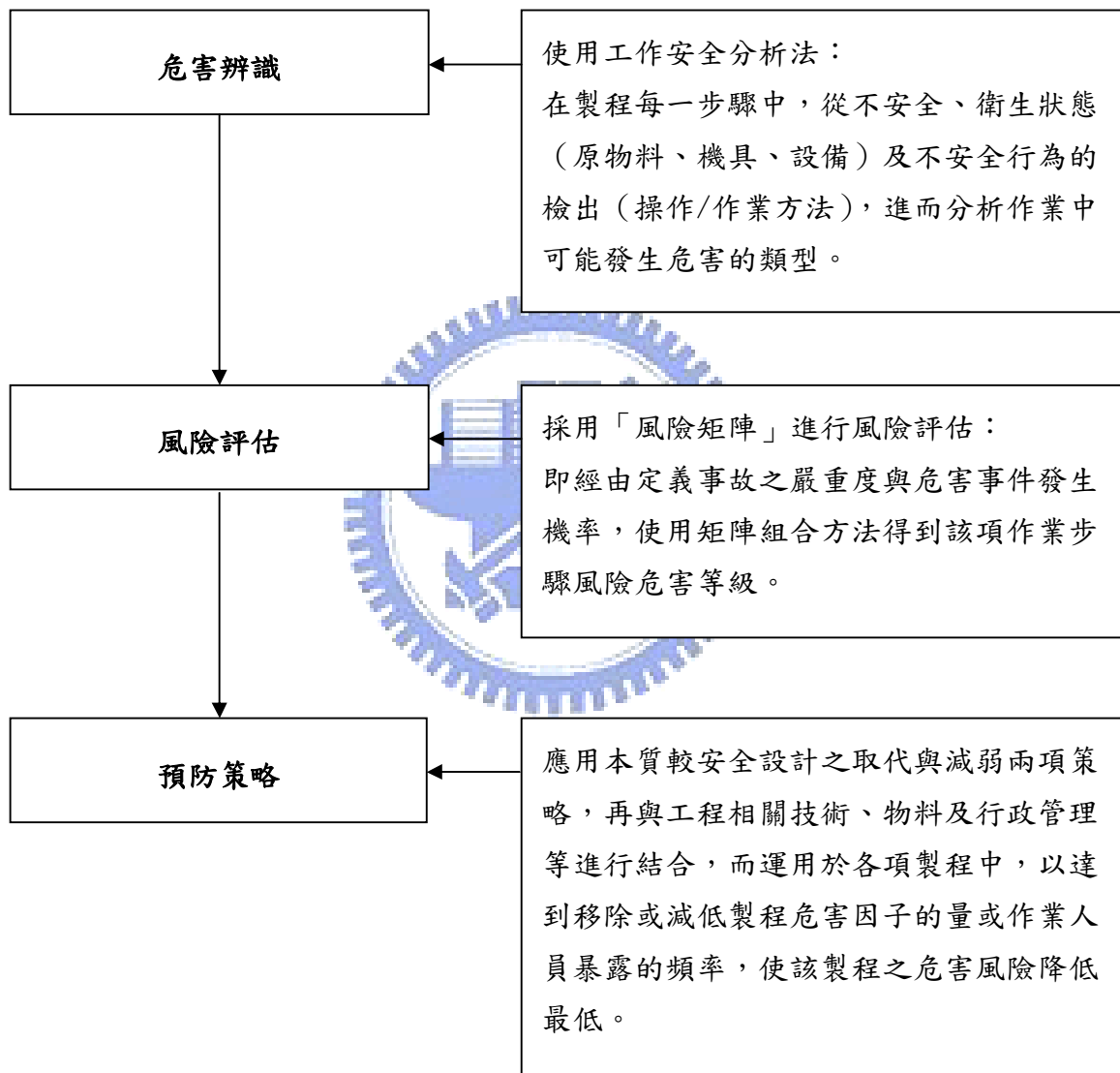


圖 4-1 本研究內容及步驟流程圖

4.1 製程危害辨識

4.1.1 製程危害辨識步驟流程

本製程危害之辨識乃採工作安全分析法進行作業中不安全、衛生狀態及不安全行為檢出，而運用結果論導出危害類型，所以在進行工作安全分析時，將按以下步驟流程執行如圖 4-2：



圖 4-2 製程危害辨識步驟流程圖

4.1.2 製程危害辨識步驟說明

工作安全分析是檢出本製程作業內不安全狀況及作業人員不安全的行為，而導致危害類型之有效方法，所以本研究參考相關文獻設計適用本製程之工作安全分析表如表 4-1，依前述危害辨識步驟，鑑別出該步驟可能導致之危害，故以下分別依危害辨識步驟之操作一一說明。

表 4-1 工作安全分析表

作業拆解		使用原物料、 機具、設備、 方法	作業 人員	危害辨識	
作業名稱	作業步驟			可能的危害狀況	可能導致之危害

1. 選定分析製程作業單元

依本研究第三章將鋼構箱型樑製程區分為進料預塗、接鈹電銲、落樣切割、冷作加工、小組合電焊、大組合電焊、假安裝及塗裝等八項製程作業，進行危害辨識之製程單元。

2. 單元作業拆解

依本研究參考相關鋼構橋樑製作流程文獻及實地鋼構工廠製程觀察，將各製程單元進行作業拆解至每一作業步驟，如表 4-2 本研究將「接鈹電銲」製程單元拆解為七個作業名稱（流程），再依每個作業名稱（流程）共拆解為二十項作業步驟，故其他七項（進料預塗、落樣切割、冷作加工、小組合電焊、大組合電焊、假安裝及塗裝）製程單元亦是依按此方式進行作業拆解。

表 4-2 接鈹電銲製程單元作業拆解表

作業名稱 (流程)	鋼鈹進場	鋼鈹開槽	點鈹打底	潛弧鈹接 (第一面)	背 剷	潛弧鈹接 (第二面)	整 型
作業步驟	準備、 板車進場	準備	對鈹	準備	鋼鈹翻面	準備	準備
	人員鈹掛	點火	電銲作業	潛弧鈹接	背剷作業	潛弧鈹接	火燄整型
	起吊、 卸下	切割	除渣	除渣	-----	除渣	-----
	-----	研磨	-----	-----	-----	-----	-----

3. 該步驟使用之原物料、機具、設備、方法及作業人員

本操作重點是依該項作業步驟所使用之原物料（半成品）、機具、設備、方法及作業人員等關鍵項目臚列其上，作為下一操作步驟推導之依據。

4. 該步驟可能的危害狀況及導致之危害

依該作業步驟表列之使用原物料(半成品)、機具、設備、方法及作業人員，藉由實地觀察、災害成因及災害事故案例等文獻，依以下五種關鍵事物進行可能危害狀況之推導及推論出導致何種危害類型。

- (1) 原物料(半成品)：依據其物理、化學性質或本身瑕疵之危害特性。
- (2) 機具及設備：依據製程步驟使用之機具及設備其操作過程中，可能產生機械性、電氣性及設施缺失之危害特性。
- (3) 方法：依據該步驟使用之操作方法及工作程序，可能產生危害之情況。
- (4) 作業人員：依據作業人員於該製程步驟，可能之不安全行為及操作失誤，可能導致之危害情況。
- (5) 製程環境：依據作業人員於該製程步驟，與不安全環境共存時，可能導致之危害情況。

如表 4-3 以接鈹電銲製程單元之點銲打底作業流程為例，運用上述五種關鍵事物所製作完成之工作安全分析表，其他製程單元所完成之工作安全分析表請參閱附錄一。

表 4-3 接鈹電銲製程之點銲打底作業工作安全分析表

作業拆解		使用原物料、 機具、設備、 方法	作業 人員	危害辨識	
作業名稱	作業步驟			可能的危害狀況	可能 導致之 危害
點焊打底	對 鈹	1. 鋼板 2. 門型吊車 3. 夾具、鋼索	吊掛 人員 吊車 操作 手	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 1.2 操作不良人員被移動中鋼鈹撞擊。 1.3 因吊具不良斷裂致鋼鈹飛落。 2.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞擊。 3.1 被夾具、鋼索鋒利毛邊割傷。	割傷 撞傷 物體 飛落
	電焊作業	1. 鋼板 2. 氣體掩護金屬電弧銲	電焊 工	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 2.1 電焊中產生大量金屬燻煙。 2.2 電焊時產生刺眼弧光。 2.3 人體可能接觸高溫母材及熔渣。 2.4 電弧焊中電弧產生高溫(3300°C以上)。	割傷 金屬 燻煙 強光 灼傷 熱疾病
	除 渣	1. 鋼板	電焊 工	1.1 人體可能接觸高溫母材及熔渣。 1.2 敲除熔渣時未著護目鏡。	灼傷 異物 入眼

4.2 鋼結構箱型樑製程危害風險評估

本研究採用「風險矩陣」進行風險評估，即將以危害暴露頻率與危害發生機率二項指標，相乘計算出其機率高低，作為危害事件發生可能性等級，再者定義事故之嚴重度等級，經由定義事故之嚴重度與危害事件發生可能性，使用矩陣組合方法來判別該項作業步驟危害風險等級，並參考風險等級對應的改善措施行動建議，執行安全衛生防止措施。

4.2.1 定義嚴重度

首先評估嚴重度可依行政院勞工委員會危害辨識及風險評估技術指引【15】考慮下列因素：

1. 可能受到傷害或影響的部位、傷害人數等。
 2. 區分傷害程度：
 - (1) 輕度傷害，如：
 - ① 表皮受傷、輕微割傷、瘀傷及粉塵刺激眼睛。
 - ② 不適和刺激如頭痛等暫時性的病痛。
 - (2) 中度傷害，如：
 - ① 割傷、燙傷、腦震盪、嚴重扭傷、輕微骨折。
 - ② 失聽、皮膚病、氣喘、因工作造成的上肢異常及輕度永久性殘障。
 - (3) 嚴重傷害，如：
 - ① 截肢、嚴重骨折、中毒、多重傷害、致命傷害。
 - ② 職業性癌症、其他嚴重縮短生命及急性致命疾病。
- 因此我們可以將嚴重度定義為以下表 4-4：

表 4-4 嚴重度評估表

嚴重度	傷害程度	權重
重大事件	一人死亡或三人送醫急救。	A
嚴重傷害	* 截肢、嚴重骨折、中毒、多重傷害、致命傷害。 * 職業性癌症、其他嚴重縮短生命及急性致命疾病。	B
中度傷害	* 需送外就醫。 * 割傷、燙傷、腦震盪、嚴重扭傷、輕微骨折。 * 失聽、皮膚病、氣喘、因工作造成的上肢異常及輕度永久性殘障。	C
輕度傷害	* 需至廠內醫務室治療。 * 表皮受傷、輕微割傷、瘀傷及粉塵刺激眼睛。 * 不適和刺激如頭痛等暫時性的病痛。	D
虛驚事件	未造成人員受傷之事件。	E

4.2.2 定義危害事件發生可能性

再者定義危害事件發生可能性是：

危害事件發生可能性 = 危害暴露頻率 * 危害發生機率

評估危害暴露頻率，依該項作業單元佔全部製程時間與作業人員其暴露此作業時間相加作為評分標準如表 4-5，分數越高表示暴露時間越久。

表 4-5 作業暴露等級評分表

暴露等級	該項作業佔全部製程時間百分比	評分	人員於該作業步驟操作時間	評分
連續暴露	$30\% \leq W$	5	從事該作業，每日累計超過六小時以上。	5
高度暴露	$20\% \leq W < 30\%$	4	從事該作業，每日累計超過四小時以上，六小時以下。	4
中度暴露	$10\% \leq W < 20\%$	3	從事該作業，每日累計超過二小時以上，四小時以下。	3
低度暴露	$5\% \leq W < 10\%$	2	從事該作業，每日累計超過一小時以上，二小時以下。	2
偶而暴露	$W < 5\%$	1	從事該作業，每日累計不到一小時。	1

依鋼構廠排定每個鋼構箱型樑製造時程，各作業單元所需製造時間如表 4-6。

表 4-6 鋼構箱型樑製造時程表

作業單元	進料預塗	接板電銲	落樣切割	冷作加工	小組合電焊	大組合電焊	假安裝	塗裝	合計
所需作業天數	1	6	4	2	5	15	20	7	60
所佔全部製程時間%	2	10	7	3	8	25	33	12	100

而危害發生機率，本研究引用林建平(2004)【16】危害頻率等級分類標準，加以重新界定機率等級，並依本研究表 2-4 及表 2-5 中每一危害所佔百分比反映作業勞工遭受該災害之發生機率，此等危害發生機率將依表 2-4 及表 2-5 之百分比統計區分為三級，如表 4-7，再由此表將所有危害類型之發生機率依評分等級分別列表於表 4-8。

表 4-7 危害發生機率等級分類表

危害發生機率等級	百分比 (%)	評分
高度發生機率	$10\% \leq P$	3
中度發生機率	$5\% \leq P < 10\%$	2
低度發生機率	$0.01\% \leq P < 5\%$	1

表 4-8 危害發生機率等級類型表

危害發生機率等級評分	職業傷害類型	職業病成因類型
3	被夾、被捲、刺傷、割傷、擦傷	職業性下背痛、手臂頸肩疾病、礦工塵肺症及其併發症
2	墜落、跌倒、被撞	
1	衝撞、物體飛落、物體倒塌、踩踏、溺水、與高溫、低溫之接觸、與有害物等之接觸、感電、爆炸、物體破裂、火災、不當動作、其他、無法歸類者	異常溫度、噪音引起之聽力損失、振動引起之疾病、鉛及其化合物、有機溶劑或化學物質氣體、矽肺症及其併發症、石綿肺症及其併發症、職業相關癌症、其他

4.2.3 風險等級

風險是依據危害事件發生可能性和嚴重度加以評估分類，藉由風險矩陣的方法，並考量不同作業危害發生頻率與嚴重性，以交叉組合下所得到不同風險等級如表 4-9，最後利用風險等級分類及改善行動對策表如表 4-10，定性描述方式來評估危害之風險程度及決定是否為可接受風險之簡單方法，並依其行動對策進行改善。

表 4-9 風險等級矩陣表

風險評分 可能性機率權重	嚴重度	A	B	C	D	E
	21~30	1	1	2	3	4
11~20	1	1	2	3	4	
5~10	1	2	3	4	5	
3~4	2	3	3	4	5	
1~2	2	3	4	5	5	

表 4-10 風險等級分類及改善行動對策表

風險評分	風險等級	改善行動對策	備註
1	極高風險	應立即檢討目前執行之防護措施，並立刻採取改善行動。 須定期查核改善措施之執行狀況。	不可接受風險，應將其風險等級降至 4 或 5
2	高度風險	應立即執行作業安全觀察，並儘速採取改善行動。 須定期查核改善措施之執行狀況。	
3	中度風險	應加強作業安全巡視，在一定時程內，應採取降低風險之控制措施，但須衡量所需成本等相關因素。 須定期查核改善措施之執行狀況。	
4	低度風險	暫時無須增加額外控制措施，但在不增加成本條件下，應考慮執行改善措施。 須定期查核改善措施之執行狀況。	可接受風險
5	輕度風險	維持現況，可不須改善。	

4.2.4 製程危害風險評估說明

接下來藉由鋼結構箱型樑製程工作安全分析表，將各製程作業單元依上述定義之嚴重度、危害暴露頻率（該項作業佔全部製程時間A+人員於該作業步驟操作時間B）及危害發生機率進行風險矩陣分析，如表4-11即藉由接鈹電銲製程單元之點銲打底作業工作安全分析表，所進行危害風險等級評定結果，而所謂風險矩陣所表示風險等級，只是相對性之風險比較，而非絕對性之量化風險。

其他製程單元所完成之風險評估表請參閱附錄二。

表 4-11 接鈹電銲製程之點銲打底作業危害風險評估表

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級
				A	B				
點焊打底	對 鈹	鋼鈹	割傷	3	2	3	15	D	3
		鋼鈹	撞傷	3	2	2	10	C	3
		鋼鈹	物體飛落	3	2	1	5	B	2
		門型吊車	撞傷	3	2	2	10	C	3
		夾具、鋼索	割傷	3	2	3	15	D	3
	電焊作業	鋼鈹	割傷	3	3	3	18	D	3
		氣體掩護金屬電弧銲	金屬燻煙	3	3	1	6	D	4
		氣體掩護金屬電弧銲	強光	3	3	1	6	D	4
		氣體掩護金屬電弧銲	灼傷	3	3	1	6	D	4
		氣體掩護金屬電弧銲	熱疾病	3	3	1	6	D	4
	除 渣	鋼鈹	灼傷	3	2	1	5	D	4
		鋼鈹	異物入眼	3	2	1	5	D	4

4.3 製程危害預防策略

鋼構箱型樑製程，乃將一片片沉重鋼板運用大量機械、工具及人員的操作使之成品出廠。在這一連串製造過程中依不同機械使用功能、製程單元的目的、人員作業的方法，一定衍生不同危害類型。而要做到絕對本質安全化是不可能辦到的，而只能做到相對的本質較安全化。

在應用本質較安全設計之策略上有不同方法，依實務及經濟考量，本研究選擇取代（substitution）與減弱（attenuation）兩項策略，再與工程相關技術、物料及行政管理等進行結合，而運用於各項製程中，以達到移除或減低製程危害因子的量或作業人員暴露的頻率，使該製程之危害風險降到最低。

4.4 小結

綜觀本章所論述重點有三：

1. 建立鋼構箱型樑製程危害辨識資料

依個人駐廠實務經驗及相關鋼構橋樑製程文獻，將鋼構箱型樑製程分八大單元，而運用所設計之工作安全分析表，逐項依製作流程步驟，抽絲剝繭辨識出 425 項可能的危害狀況及其導致之危害類型。

2. 建立鋼構箱型樑製程危害風險評估資料

依據所建立鋼構箱型樑製程危害辨識資料，再運用所定義危害嚴重度與危害發生可能性兩項指標，利用風險矩陣方法，來建立 425 項危害之風險等級。

3. 簡述製程危害預防策略

簡述所選擇製程危害預防策略，乃應用本質較安全設計之取代與減弱兩項策略原則，來做為職災消弭運用之對策。

第五章 鋼構箱型樑製程危害研究結果、分析與預防對策

5.1 製程危害辨識結果與分析

5.1.1 危害辨識結果分析

本研究利用工作安全分析方法，將鋼構箱型樑製程分進鈹預塗、接鈹電焊、落樣切割、冷作加工、小組合電焊、大組合電焊、假安裝及塗裝等八項單元實施危害辨識（附錄一），並將危害類型分析統計製作表 5-1，可辨識出鋼構箱型樑製程危害有二十種類型，分別為割擦傷、撞傷、物體飛落、灼傷、感電、墜落、肌肉骨骼傷害、跌倒、異物入眼、夾捲傷、火災、金屬燻煙、強光、物體倒塌、熱疾病、與有機溶劑之接觸、爆炸、下背痛、矽粉塵危害及噪音等，其中割擦傷（17.4%）、撞傷（15.5%）、物體飛落（9.2%）、灼傷（7.5%）、感電（7.3%）、墜落（6.6%）等六類佔有 63.5% 之多如圖 5-1，由此可知在鋼構箱型樑製程中，上述六項危害是箱型樑製程發生職業災害之主要因素，作業勞工及事業單位雇主不可不慎。

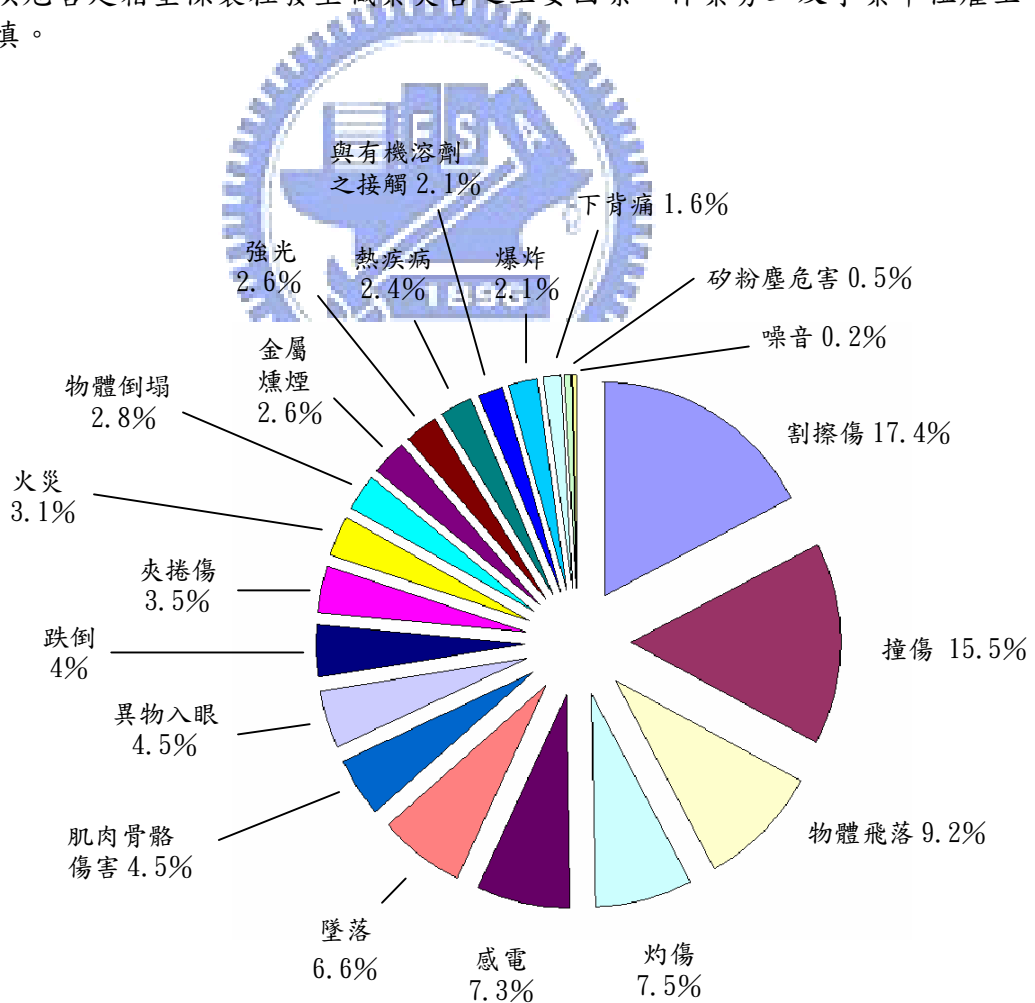


圖 5-1 鋼構箱型樑製程危害類型統計百分圖

表 5-1 鋼構箱型樑製程危害類型統計表

製程 危害 類型	進鈹 預塗	接鈹 電銲	落樣 切割	冷作 加工	小組 合電 焊	大組 合電 焊	假安 裝	塗裝	小計	百分比 %
割擦傷	10	16	4	16	14	9	3	2	74	17.4
撞傷	10	8	4	4	12	8	17	3	66	15.5
物體飛落	5	3	1	8	5	4	12	1	39	9.2
灼傷	0	12	2	4	6	5	3	0	32	7.5
感電	0	6	2	3	5	7	8	0	31	7.3
墜落	2	1	0	0	0	3	17	5	28	6.6
肌肉骨骼 傷害	0	3	1	9	2	3	1	0	19	4.5
異物 入眼	0	4	0	2	3	5	4	1	19	4.5
跌倒	0	4	1	1	3	2	3	3	17	4.0
夾捲傷	1	0	0	10	3	0	1	0	15	3.5
火災	1	3	2	1	1	1	2	2	13	3.1
物體倒塌	2	1	0	0	2	2	5	0	12	2.8
金屬 燻煙	0	2	0	0	3	3	3	0	11	2.6
強光	0	2	0	0	3	3	3	0	11	2.6
熱疾病	0	1	0	0	3	4	2	0	10	2.4
與有機溶劑 之接觸	5	0	0	0	0	0	0	4	9	2.1
爆炸	0	2	1	1	2	1	2	0	9	2.1
下背痛	0	3	1	1	0	1	1	0	7	1.6
矽粉塵 危害	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0.5
噪音	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.2
小計	37	72	19	60	67	61	87	22	425	100.0

5.1.2 製程危害類型剖析

以下就上述二十項危害類型分別剖析之：

1. 割擦傷危害

因於箱型樑製程中所有製品皆為鋼鐵材料，這些材料本身存有銳利角隅、切鑽後毛邊、切屑等皆可能造成人體肌膚割傷及刺傷；再者作業人員操作冷作機械如鑽孔機、鋸床等，可能因疏忽或操作不當，使作業勞工身體受到切割及磨擦傷害；另值得注意的是箱型樑表面除鏽作業中，操作高壓噴砂機時，若誤擊未受保護人體時，輕者皮膚表皮受傷，重者可能傷至真皮層，甚至骨骼與內臟。在本研究分析上以冷作加工製程發生割擦傷機率為最高。

2. 撞傷危害

經本研究危害辨識結果，作業人員遭受撞擊受傷有以下三項加害物：

(1) 吊舉物平移造成

吊車吊舉鋼板、箱樑等構件平行移動，因管制不當或操作不良，造成人員身體受重物撞擊而受傷，嚴重時可能導致死亡。

(2) 行駛車輛運動造成

堆高機及拖板車為鋼構廠最常使用之搬運機具，頻繁進行鋼板、構件之搬運，若場地規劃不良、人員駕駛未注意，是極易造成人員受撞傷。

(3) 門型吊車運行造成

門型吊車為鋼構廠最多也是最重要之起重機具，其雖然有固定之軌道供其移動，但若人員站立位置不良，是易於遭到該吊車行走部所撞擊。

3. 物體飛落危害

經危害辨識結果亦可分三項發生原因：

(1) 吊舉物脫落造成

吊車進行鋼板、箱樑等構件或其他設備吊升時，因吊具、鋼索本身材質不良、鉤掛未妥善或操作失誤，造成吊舉物脫落導致人員受傷，重則死亡。

(2) 手拉吊車本身與結構物固定不良或超負荷吊料，致機體及吊舉物一同飛落。

(3) 進行高處假安裝作業時，人員攜帶工具、箱樑堆置構件物料皆可能飛落地面，造成人員受傷。

4. 灼傷危害

箱型樑在進行火鋸切割、火鋸整型、電焊作業及背剷作業時，皆會產生高溫母材、高熱熔渣，作業人員很容易碰觸或噴濺到，而造成皮膚灼傷。

5. 感電危害

鋼構箱型樑為鋼鐵構件，其結合需大量使用各式電銲機、電動研磨機、小型鑽床等。而依危害辨識結果有以下兩點將造成感電危害：

(1) 依勞工安全衛生設施規則 243 條及 250 條規定，鋼構箱型樑為導電良好體，其電動機具所使用電源處未設置防止感電用漏電斷路器或其使用之交流電焊機，未有自動電擊防止裝置，皆可能造成人員感電危害。

(2) 對於電動機具之移動電線無架高或採取保護措施，甚至任意致於積水地面上，另對於絕緣被覆破壞或老化未即時更換，若加上潮濕環境，人員於箱型樑內部作業，是極易有感電情事發生。

6. 墜落危害

經危害辨識結果，造成鋼構箱型樑製程墜落危害的發生有下述兩個原因：

(1) 不安全的狀況

在進行 2 公尺高度以上從事鋼板、箱型樑等之鉤掛作業；箱型樑上組合電銲、除鏽和噴漆作業及箱型樑假安裝作業時，雇主未設置安全防護設施或未提供安全上下設備、施工架等，致使作業勞工有墜落之虞。

(2) 不安全的行為

作業人員未遵守安全規定，不使用安全上下設備，而逕自利用堆高機之貨叉、吊車的吊鉤進行人員的爬升行為。

7. 肌肉骨骼傷害

因製程上需要作業人員身體某部位不斷執行某些動作，而產生之肌肉骨骼傷害。如長期執行手拉吊車、手搖鍊條拉緊器進行吊物、拉緊構件動作，及長時間搬運機具、小型構件等皆可能造成手部、臂部和運動肌肉之傷害。

8. 異物入眼危害

電焊作業後焊渣敲除、鋼材研磨之飛屑及敲除剪力釘根部之陶瓷護罩，皆可能因人員未配戴護目眼鏡，而導致異物飛入眼睛受傷。

9. 跌倒危害

人員向前仆倒為跌倒，而因地面原因向後仰臥稱為滑倒，本危害皆包含之。而於箱型樑製程中因瓦斯管、箱型樑突出之加勁板、箱型樑植焊之剪力釘都會使人員不注意而絆倒，而於假安裝作業因剪力釘絆倒，亦可能造成墜落事故發生；另因於鋼板上人員從事加熱冷卻整型作業，因鋼板上潑水而造成人員滑倒。

10. 夾捲傷危害

因箱型樑製程中使用機械設備種類繁多，如鑽孔機、鋸床等可能因刀具及傳動部份之鍊條、皮帶等無適當安全防護措施，致作業人員因操作、保養有被夾捲之危害。

11. 火災危害

箱型樑製程中不管是鋼板切割或箱型樑整形，都需大量使用易燃性氣體如乙炔、烷類氣體；助燃氣體如高壓氧氣。若作業現場未將易燃物移除或做有效之阻隔，一旦著火又無即時滅火設備，將使工廠遭受極大災害損失。

12. 物體倒塌危害

從箱型樑製程危害辨識造成物體倒塌可歸納以下三項：

(1) 物料堆置不當造成

因製程鋼板、箱型樑半成品及成品堆置過高、堆置方式不當，使儲放物有倒塌之危害。

(2) 鋼件組立電焊時固定不良造成

進行大組合電焊時因內隔板或左右腹板假固定不良，造成倒塌致電焊人員被壓傷，重則死亡。

(3) 移動式起重機操作不當造成

因假安裝作業，需使用移動式起重機配合起吊箱型樑，若吊升超過額定荷重、旋轉不當、外伸撐座未完全伸出或地面不平、地面濕滑鬆軟等原因，易造成起重機翻覆事故。

13. 金屬燻煙危害

在電銲作業時高溫弧光亦燃燒銲藥，使產生之氣體可以避免銲接之金屬因高溫產生氧化作用，但因燃燒金屬物質所蒸發凝結物，即為金屬燻煙，而電銲作業勞工不管是立姿或蹲姿，其口鼻正好是此金屬燻煙的逸散方向，尤其於箱型樑內部進行電銲作業時更為嚴重。

14. 強光危害

依箱型樑製程危害辨識強光產生之作業有兩項：

(1) 電焊作業

電銲時銲條與工作母材間作碰觸並立刻離開一小段距離，此時電弧產生，此高亮度弧光為一高溫強光，除對皮膚有灼傷危害，更散發強烈非游離輻射線，若長期曝露紅外線對眼睛易導致白內障；而皮膚過度曝露紫外線會導致紅斑，長期曝露甚至可能導致皮膚癌。

(2) 背剷作業

進行背剷作業，當電流通過碳棒時即產生高溫電弧將工作母材熔解，若人員無適當護眼面罩，將立即造成眼睛不適，若長期曝露，亦導致與電焊作業相同強光危害。

15. 熱疾病危害

若為矩形箱型樑，在箱樑內部電銲，其內部將為高溫工作場所；另於戶外進行箱型樑組合電焊及假安裝作業，若無適當遮蔽直接曝露炙熱陽光下亦於高溫下工作。

常見的熱疾病包括熱中暑、熱衰竭、熱痙攣、及熱暈厥等，其中尤以熱中暑最危險，若不緊急作適當的處理會有死亡之虞。

16. 與有機溶劑之接觸危害

在箱型樑製程中與有機溶劑之接觸，只有在鋼板進板預塗及最後成品塗裝，在一般箱型樑進行噴漆工作，內部塗裝需三道柏油漆，外部兩道底漆一道中途漆一道面漆，重點再於封閉式箱型樑內部塗裝，對勞工健康有非常大的危害

17. 爆炸危害

正如火災危害所述，箱型樑製程中不管是鋼板切割或箱型樑整形，都需大量使用易燃性氣體如乙炔、烷類氣體；助燃氣體如高壓氧氣。若無妥善管制、儲存、使用並設置完善安全與滅災系統，將使火災爆炸發生之機率與嚴重性大大提昇。

18. 下背痛危害

在進行小型鋼構件、瓦斯切割機、潛弧電焊機、千斤頂等較重物品搬運時，若以不正確的姿勢，或超過人力負荷物品，或長期擔任搬運工作，皆可能因搬運動作而造成下背部疼痛傷害。

19. 矽粉塵危害

在鋼板進料預塗前及箱型樑假安裝完成塗漆前，皆要進行噴砂〈矽砂；二氧化矽佔 96% 左右〉除銹的工作。其鋼板除銹可使用隧道式自動噴砂機，而箱型樑因型體大且不一致只能採人工噴砂作業，若作業人員未使用適當防護具，長時間曝露於游離二氧化矽(silica)粉塵，此粉塵一旦吸入人體內，而沈積於肺泡中造成肺部纖維化之不可逆傷害，也就是所謂的「矽肺症」。

20. 噪音危害

在進行背剷時 AIR 快速吹氣聲及鋼板整形時火燄快速燃燒聲，長期或過度暴露皆影響聽力。

5.2 製程危害風險評估結果與分析

5.2.1 危害嚴重度結果分析

由鋼構箱型樑製程危害工作安全分析表進行風險評估分析結果(附錄二)，經統計整理製作表 5-2 及圖 5-2，得到嚴重度為 A 者(重大事件) 0 件、嚴重度為 B 者(嚴重傷害) 有 141 件(33.18%)、嚴重度為 C 者(中度傷害) 有 92 件(21.65%)、嚴重度為 D 者(輕度傷害) 有 192 件(45.17%) 及嚴重度為 E 者(虛驚事件) 0 件。由此可知勞工傷害一旦發生，有 33.18% 可能是嚴重傷害，而嚴重傷害往往很容易就變成重大事故，所以事業單位要有未雨綢繆、戒慎恐懼之觀念與作為，保障勞工安全、避免企業損失(包含財物、形象)一刻也不容緩。

表 5-2 鋼構箱型樑製程危害嚴重度統計表

製程 嚴重度 等級	進鈹 預塗	接鈹 電銲	落樣 切割	冷作 加工	小 組 合 電 焊	大 組 合 電 焊	假 安 裝	塗 裝	小 計	百 分 比 %
重大事件	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
嚴重傷害	12	16	6	19	15	17	47	9	141	33.18
中度傷害	10	14	6	14	14	12	19	3	92	21.65
輕度傷害	15	42	7	27	38	32	21	10	192	45.17
虛驚事件	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
小 計	37	72	19	60	67	61	87	22	425	100.00

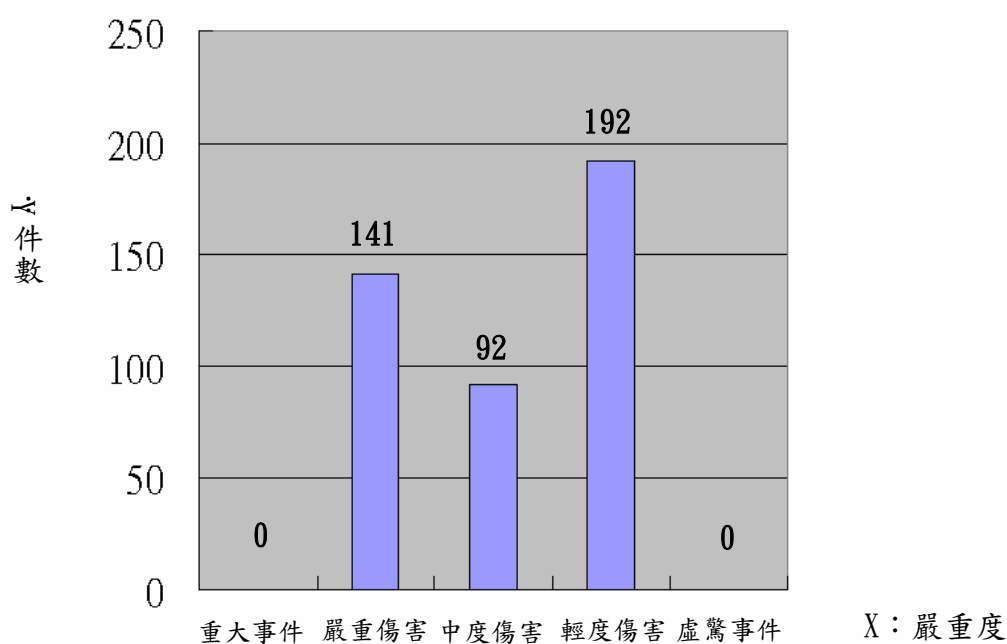


圖 5-2 鋼構箱型樑製程危害嚴重度分布圖

5.2.2 危害風險等級結果分析

由鋼構箱型樑製程危害工作安全分析表進行風險評估分析結果(附錄二)，製作表 5-3 及圖 5-3，得到本研究製程風險等級列為極高風險為 27 件(6.35%)、高度風險為 122 件(28.70%)、中度風險 155 件(36.47%)、低度風險 120 件(28.24%)及輕度風險 1 件(0.24%)，則不可接受風險佔 304 件(71.52%)，而風險評估乃利用風險矩陣方法所表示之風險等級，為相對性的風險比較，實非絕對性之量化風險值。

表 5-3 鋼構箱型樑製程危害風險等級統計表

製程 風險 等級	進鈹 預塗	接鈹 電鈹	落樣 切割	冷作 加工	小組 合電 焊	大組 合電 焊	假安 裝	塗 裝	小計	百分比 %
極高風險	1	0	0	2	0	3	18	3	27	6.35
高度風險	8	18	4	5	9	24	48	6	122	28.70
中度風險	23	30	11	30	34	13	6	8	155	36.47
低度風險	5	24	4	22	24	21	15	5	120	28.24
輕度風險	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.24
小計	37	72	19	60	67	61	87	22	425	100.00

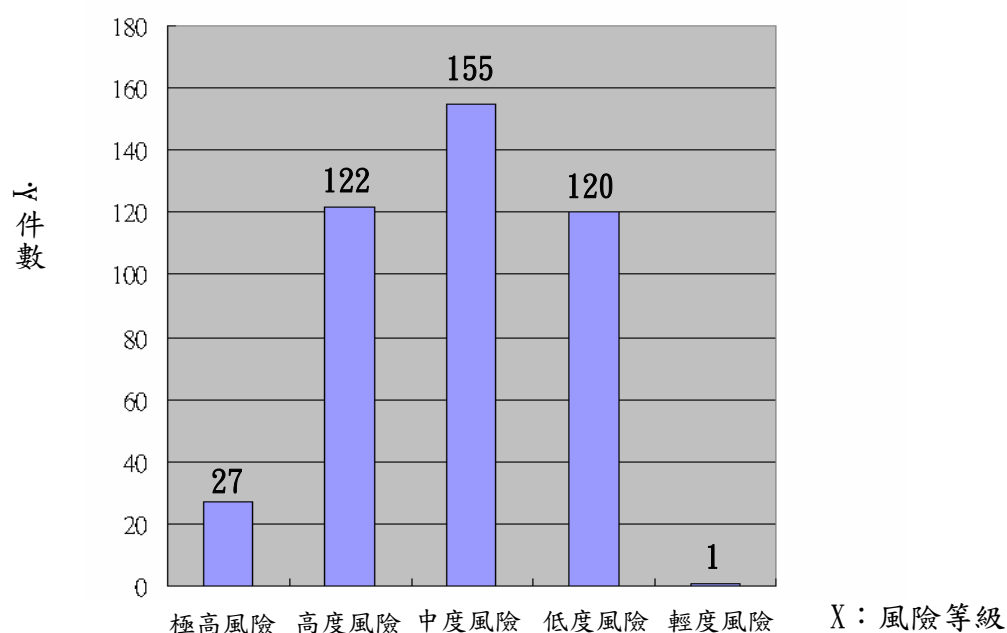


圖 5-3 鋼構箱型樑製程危害風險等級分布圖

風險等級列極高風險為 27 件，墜落危害佔 23 件及捲入危害佔 4 件；而列高度風險為 122 件，物體飛落危害佔 24 件、撞傷危害佔 24 件、感電危害佔 21 件、火災危害佔 13 件、肌肉骨骼傷害佔 9 件、倒塌危害佔 9 件、爆炸危害佔 6 件、墜落與下背痛危害各佔 5 件、捲入危害佔 4 件及矽粉塵危害佔 2 件，因此將列為極高風險與高度風險危害製作統計表 5-4 及圖 5-4，且將列為極高風險製程 27 件製表 5-5 詳述之，如此可知本製程高度風險危害類型所佔之比例及極高風險作業之製程步驟，可提供事業單位進行優先改善作業項目，消弭高度潛在危害職業災害發生。

表 5-4 鋼構箱型樑製程高度風險危害類型表

危害類型 風險等級	墜落	物體 飛落	撞傷	感電	火災	肌肉 骨骼 傷害	倒塌	捲入	爆炸	下背 痛	矽粉 塵	小計
極高風險	23	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	27
高度風險	5	24	24	21	13	9	9	4	6	5	2	122
小計	28	24	24	21	13	9	9	8	6	5	2	149
百分比%	18.8	16.1	16.1	14.1	8.7	6.0	6.0	5.4	4.0	3.4	1.4	100

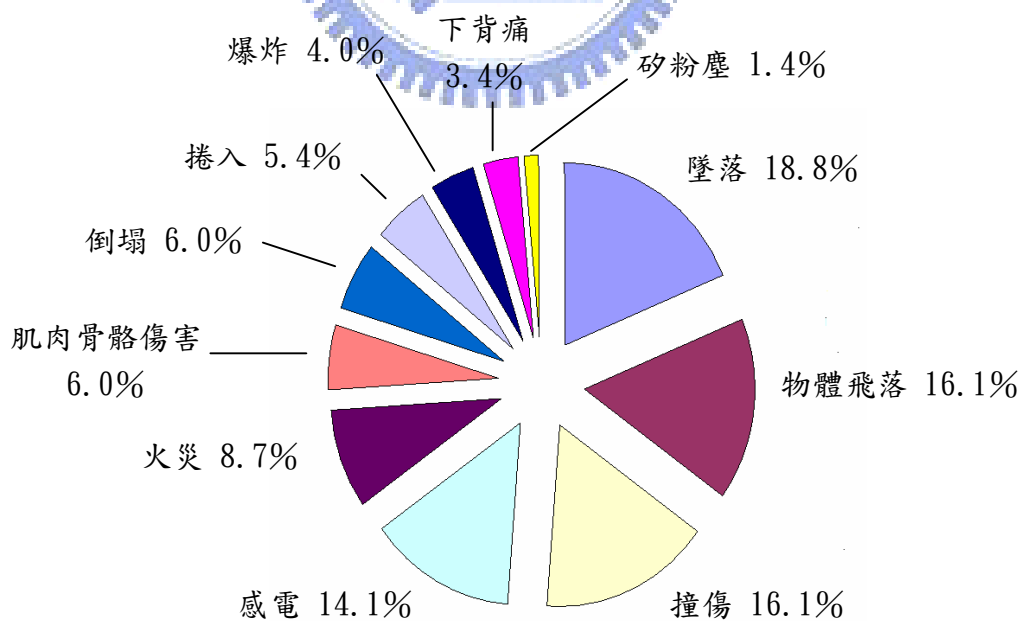


圖 5-4 鋼構箱型樑製程高度風險危害類型百分圖

表 5-5 鋼構箱型樑製程極高風險作業表

製程	加害物	導致危害	作業危害說明
進鈹預塗除銹作業	隧道式自動噴砂機	捲入	因鋼鈹預塗前吊至自動滾輪上，利用動力將鋼鈹輸送至隧道式自動噴砂機內進行噴砂作業，若人員接觸其動力傳輸裝置，將可能遭受捲入危害。
冷作加工鑽孔作業	鑽孔機鑽頭	捲入	人員進行鑽孔作業時，倘鑽頭尚未完全停止及其動力傳輸裝置未防護，人員常因手套、衣服、頭髮誤觸，而遭捲入之傷害。
冷作加工鋸切作業	鋼鋸機	捲入	倘鋸條尚未完全停止及其動力傳動機構護罩安裝不良或未裝，人員常因手套、衣服、頭髮誤觸，而遭捲入之傷害。
大組合電焊左右腹鈹與上翼鈹組合	位能	墜落	人員在高度超過2公尺以上進行左右腹鈹與內隔鈹點焊，使用不合格施工架及合梯，致人員有墜落之危害。
大組合電焊全面電焊	位能	墜落	人員在高度超過2公尺以上箱型樑上進行電焊作業，因箱型樑邊緣未裝置護欄，人員有墜落之危害。
大組合電焊全面電焊	位能	墜落	人員在高度超過2公尺以上箱型樑上進行整修作業，因箱型樑邊緣未裝置護欄，人員有墜落之危害。
假安裝場地準備	位能	墜落	人員可能違反規定站立於堆高機貨叉上進行鋼架定位(包含校正、解鉤等)作業，致人員有墜落之危害。
假安裝場地準備	位能	墜落	人員可能使用不合格施工架、合梯及爬梯進行鋼架定位(包含校正、解鉤等)作業，致人員有墜落之危害。
假安裝箱樑吊裝	位能	墜落	箱型樑進場，人員需至箱型樑上進行吊掛繫鉤及解鉤作業，致人員有墜落之危害。
假安裝箱樑吊裝	位能	墜落	從事箱型樑吊掛拼裝作業時，人員需至箱型樑上進行吊掛繫鉤及解鉤作業，致人員有墜落之危害。
假安裝箱樑吊裝	位能	墜落	從事箱型樑拼裝作業時，人員需至箱型樑上及外橫隔樑鋼件處進行螺栓鎖固作業，致人員有墜落之危害。
假安裝箱樑吊裝	位能	墜落	從事箱型樑拼裝作業時，人員可能違反規定站立於堆高機貨叉上，進行箱型樑及外橫隔樑鋼件處螺栓鎖固作業，致人員有墜落之危害。
假安裝箱樑吊裝	位能	墜落	從事箱型樑拼裝作業時，人員可能使用不合格施工架、合梯及爬梯進行箱型樑及外橫隔樑鋼件處螺栓鎖固作業，致人員有墜落之危害。
假安裝量測作業	位能	墜落	人員於箱型樑上進行量測作業時，因箱型樑邊緣未裝置護欄或其他防護措施，致人員有墜落之危害。
假安裝引孔作業	位能	墜落	人員於箱型樑上進行引孔作業時，因箱型樑邊緣未裝置護欄或其他防護措施，致人員有墜落之危害。

製程	加害物	導致危害	作業危害說明
假安裝引孔作業	鑽孔機	捲入	人員於箱型樑上進行引孔作業時，人員常因手套、衣服、頭髮誤觸，而遭鑽頭捲入之傷害。
假安裝植焊剪力釘	位能	墜落	人員於箱型樑上進行植焊剪力釘作業時，因箱型樑邊緣未裝置護欄或其他防護措施，致人員有墜落之危害。
假安裝卸裝作業	位能	墜落	從事箱型樑吊掛卸裝作業時，人員需至箱型樑上進行吊掛繫鉤及解鉤作業，致人員有墜落之危害。
假安裝卸裝作業	位能	墜落	從事箱型樑卸裝作業時，人員需至箱型樑上及外橫隔樑鋼件處進行螺栓解固與拆卸作業，致人員有墜落之危害。
假安裝卸裝作業	位能	墜落	從事箱型樑卸裝作業時，人員可能違反規定站立於堆高機貨叉上，進行箱型樑及外橫隔樑鋼件處螺栓解固與拆卸作業，致人員有墜落之危害。
假安裝卸裝作業	位能	墜落	從事箱型樑卸裝作業時，人員可能使用不合格施工架、合梯及爬梯，進行箱型樑及外橫隔樑鋼件處螺栓解固與拆卸作業，致人員有墜落之危害。
假安裝整修作業	位能	墜落	人員於箱型樑上進行整修（如拋磨作業）作業時，因箱型樑邊緣未裝置護欄或其他防護措施，致人員有墜落之危害。
假安裝場地復原	位能	墜落	人員可能違反規定站立於堆高機貨叉上進行鋼架吊掛繫鉤及拆卸作業，致人員有墜落之危害。
假安裝場地復原	位能	墜落	人員可能使用不合格施工架、合梯及爬梯進行鋼架吊掛繫鉤及拆卸作業，致人員有墜落之危害。
塗裝表面處理	位能	墜落	人員於箱型樑上進行人工噴砂除銹作業時，因箱型樑邊緣未裝置護欄或其他防護措施，致人員有墜落之危害。
塗裝噴漆作業	位能	墜落	人員於箱型樑上進行人工噴塗無機鋅粉底漆作業時，因箱型樑邊緣未裝置護欄或其他防護措施，致人員有墜落之危害。
塗裝噴漆作業	位能	墜落	人員於箱型樑上進行中塗漆至面漆人工噴塗作業時，因箱型樑邊緣未裝置護欄或其他防護措施，致人員有墜落之危害。

5.3 製程危害預防對策

目前事業單位對於製程中勞工所曝露之危害，最直接的防護方法，就是提供勞工使用個人防護具，如電銲時使用面罩、皮手套、護圍、絕緣鞋等，油漆及噴砂作業時，則提供呼吸防護具等，若勞工能依規定戴用多少也能阻隔危害曝露的濃度與強度。但此防護措施只有治標不能治本，只能頭痛醫頭、腳痛醫腳，根本無法減少危害的持續發生，倘若這些防護具一旦失效，更使作業勞工直接曝露於危害的盤絲洞中。

而製程危害風險即由危害事件發生可能性與嚴重度二項指標組合而成，所以如何消弭危害發生可能性及減輕危害發生嚴重度，是本研究危害預防對策所著力之關鍵。

因此運用本質較安全設計之取代 (Substitution) 策略，即以較安全之設計、製程、機具及物質來消弭危害發生可能性或降低嚴重度；運用減弱 (Attenuation) 策略，即以行政管理或相關工程技術來減輕危害發生嚴重度，如此才能從危害發生源頭得到風險的控制。

5.3.1 本質較安全設計取代策略

本取代策略部份引用及引文廖哲楨等 (2006)【17】研究概念及論述。

1. 設計取代

- (1) 鋼構箱型樑並非鋼構橋樑型式之唯一選項，箱型樑基本構件是由上下翼板、左右腹板及中間隔板所組合而成 (圖 5-5)。此型式鋼構橋樑將箱型樑內部組合成侷限空間，對於在箱型樑內部電銲作業勞工將產生高溫環境、高濃度金屬煙塵等危害；對於噴砂作業時產生高濃度矽粉塵危害；對於噴漆作業時產生高濃度有機溶劑危害。

在不影響橋樑結構設計下，若鋼構橋樑能以不封閉型式設計時，即於製造時因而增加較佳自然通風，可減輕上述危害發生嚴重度，而減少作業勞工職業災害的產生。如可以工型板樑或 U 型箱型樑 (圖 5-6) 等設計取代。

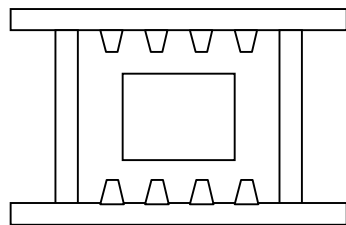


圖 5-5 封閉式箱型樑端口示意圖

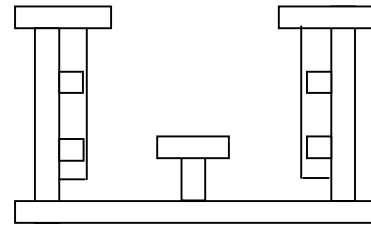


圖 5-6 U 型箱型樑端口示意圖

(圖面來源：引用工業安全科技季刊 60 期 53 頁)

- (2) 油漆塗裝亦非鋼構橋樑防蝕唯一的方法，在設計上可以選擇熱浸鍍鋅、鋅鋁熔射覆膜，見中華民國防蝕工程學會論文集 (2006)【18】、蕭威典 (2006)

【19】等方法取代油漆塗裝，可以免除作業人員與有機溶劑接觸之危害，亦將有機溶劑儲存上有火災危害一併消除。

2. 製程取代

在製程取代方面，是改變製造流程或組合順序來取代現有製程，而使危害完全消失或減輕：

(1) 大組合電焊時強光、金屬燻煙及熱疾病危害之防止

在進行上下翼板與縱向加勁板組合電焊時，可改變製程於單片小組立時即以潛弧銲接電焊完成（圖 5-7），因潛弧銲接法是焊道為焊藥所掩蓋，不會產生強光及大量金屬燻煙，見謝俊明（2006）【20】，而且潛弧銲接為自動銲接法，作業勞工可避免操作半自動銲接法所產生強光、金屬燻煙及高溫帶來的危害。

(2) 大組合電焊時墜落危害之防止

單個箱型樑高度往往超過 2 公尺甚至 5、6 公尺時，若依組合順序先隔板與下翼板，再腹板、再上翼板，往往使勞工處於高處作業中，如將組合順序調整為高度最高腹板平躺組立架上，再組合上下翼板、隔板、另一片腹板（圖 5-8），使高度減為下翼板 2~3 公尺高度甚至 2 公尺以下，如此將使勞工避免位於高處中作業或減輕位能所造成墜落傷害。



圖 5-7 下翼板與加勁板先行潛弧銲接

（圖片來源：本研究駐廠拍攝）



圖 5-8 大組合順序變更

（圖片來源：工業安全科技季刊 60 期 53 頁）

(3) 假安裝時墜落危害之防止

假安裝即於廠內模擬工地現場之安裝，但要考慮高程差是否過大（尤以鋼構橋匝道工程），而使箱型樑拼裝時組立過高，造成人員常處於高處中作業，所以進行假安裝作業時，應以相對高程拼裝，並考慮結構物特性而改變拼裝方式，可採取分段式、橫向式或逆向式等假安裝方式，使人員於箱型樑上位能減低或減少於箱型樑上作業機會及時間。

(4) 植焊剪力釘時墜落危害之防止

可考量調整植焊剪力釘製程時機，變更在假安裝箱型樑卸裝後，可使植焊剪力釘人員於箱型樑上位能減低；另一方面可使進行假安裝作業時，人員不因箱型樑上植有剪力釘而跌倒，甚至墜落。

3. 機具取代

- (1) 使用磁力吸盤取代傳統吊具：鋼板進行搬運時可使用磁力吸盤，完全消除使用傳統吊具時，人員需至拖板車上鉤掛鋼板，而有墜落之危害。
- (2) 使用脫鉤器取代人工解鉤：進行箱型樑、鋼架、墩座或其他物件吊掛作業時，可使用手控或遙控脫鉤器進行脫鉤，完全消除使用傳統吊具時，人員需爬至吊舉物上解鉤之墜落危害。
- (3) 使用架空式天車取代門型吊車：門型吊車（圖 5-9）因移動時往往人員站立位置的不注意，遭門型吊車行走部撞傷，若能以架空式天車（圖 5-10）取代，則完全消除撞傷危害的發生。



圖 5-9 門型吊車

（圖片來源：本研究駐廠拍攝）



圖 5-10 架空式天車

（圖片來源：志陞工業有限公司網站）

- (4) 以全自動機具取代半自動機具、人工操作機具：例如以全自動潛弧銲機取代半自動 CO₂ 電銲機；以全自動噴砂機取代人工噴砂；以 NC 鑽床取代手鑽床。如此可減少勞工因操作機械而受傷機會，以及直接接觸有害物質的機會。
- (5) 使用氣動工具取代人力工具：如使用氣動鑿鏈進行焊渣去除，可避免長時間使用人力除渣，而導致肌肉骨骼之傷害；另使用氣動工具取代電力工具，可消除感電危害產生。
- (6) 使用電動工具取代人力工具：如使用鏈條式電動吊車取代手拉吊車，可避免長期使用人力操作手拉吊車，導致肌肉骨骼之傷害。
- (7) 使用動力搬運機具取代人力搬運：如使用液壓升降台取代人力抬舉、提攜作業；使用自動進料與輸送帶取代人力搬運，將可消除使用人力搬運，導致肌肉骨骼傷害及下背痛危害。
- (8) 使用高空作業車取代施工架、合梯、爬梯或站立箱型樑上作業：

①假安裝作業人員最常使用不合規定之移動式施工架、合梯及超高爬梯（如圖 5-11），從事螺栓鎖固、解固、整修等工作，致發生墜落危害機會大增，若以本質較安全高空作業車取代（如圖 5-12），則可消除人員墜落職災發生。



圖 5-11 人員使用超高爬梯

（圖片來源：本研究駐廠拍攝）



圖 5-12 剪刀式高空作業車

（圖片來源：北京科林威德航空技術有限公司網站）

②鋼構廠目前塗裝作業人員皆爬上往往高度超過 2 公尺以上箱型樑，從事人工噴砂（如圖 5-13）、噴漆作業，可能因箱型樑邊緣未裝置護欄或其他防護措施，致人員有墜落之危害。是否亦可考量將塗裝場地整理整頓並鋪設混泥土地坪，而引進曲臂式高空作業車（如圖 5-14）進行塗裝作業，可根本上消除墜落之危害。



圖 5-13 人員於箱型樑上從事噴砂作業

（圖片來源：本研究駐廠拍攝）



圖 5-14 曲臂式高空作業車

（圖片來源：晉億行貿易有限公司網站）

4. 物質取代

- (1) 在進行鋼材切割作業時，儘可能以爆炸範圍小之可燃性氣體取代爆炸範圍大者，如單考量爆炸範圍時乙烯可取代乙炔如表 5-6。

表 5-6 主要可燃性氣體之性狀表

物質名稱	爆炸界限 (vol%)		發火 溫度 (°C)	比重 (空氣 =1)	沸點 (°C)
	下限	上限			
氫, H ₂	4.0	75	585	0.9	-252.2
乙炔, C ₂ H ₂	2.5	100	299	0.9	-83.3
乙烯, C ₂ H ₄	3.1	32	450	1.0	-103.9
甲烷, CH ₄	5.3	14.0	537	0.6	-161.7
乙烷, C ₂ H ₆	3.0	12.5	515	1.0	-89.0
丙烷, C ₃ H ₈	2.2	9.5	466	1.6	-42.4
丁烷, C ₄ H ₁₀	1.9	8.5	405	2.0	-0.6

資料來源：工業安全科技季刊 60 期

- (2) 較安全材料取代不安全材料：如使用耐磨雙絕緣電纜取代一般電線當作電源延長線；另使用較安全電線插座（如內裝有漏電斷路器之插座、防雨插座）取代一般電線插座，將消弭大部份的感電事故發生。
- (3) 使用可滾渣包藥鐸材（德國 Drahtzun Stein 無縫包藥潛弧焊線-Topcore 735B-1D）進行全滲透鐸接，因其滲透能力強且能將熔鐸中廢渣滾至鐸道外，可省去開槽及背剷作業。使作業勞工免受在進行開槽及背剷作業時，所產生弧光、高熱及噪音之危害。

5.3.2 本質較安全設計減弱策略

1. 時間減弱

採用行政管理措施限制人員工作時間，可以減少人員暴露危害頻率。如減少背剷、噴砂、噴漆、電焊等作業時間，可以減弱噪音、矽粉塵、有機溶劑、強光及金屬燻煙對人體危害。

2. 空間減弱

- (1) 採用行政管理措施劃一管制區域，限制人員進入吊舉物作業範圍內或箱型樑上方有構件組裝作業範圍，以防止物體飛落之危害。
- (2) 改善作業空間的配置，減少人員搬運物件的距離，以降低人員肌肉骨骼之傷害。

- (3) 以隔欄加大與冷作加工機械如鑽床、鋸床等安全距離，防止無關作業人員誤闖，導致意外災害的發生。
- (4) 廠內可採取人車分道之動線管制措施，使人員減少受搬運車輛如堆高機、拖板車等撞傷之機會。

3. 能量減弱

- (1) 採取行政管理或工程技術限制行駛車輛速度，降低人員受撞擊之嚴重度。
- (2) 假安裝作業時箱型樑下方設置防墜網，攔截墜落人員之位能。
- (3) 露天工作場所可設置移動式工棚或儘可能移入室內作業，以減弱太陽輻射能量，減少人員熱疾病危害。
- (4) 高壓氣體鋼瓶應設置遮陽設備，以降低爆炸之危害。
- (5) 使用工程技術設置立扇於電焊作業人員的側面，立扇以每分鐘 33 公尺風速氣流通過作業區離地 60 公分的上空，將有效排除金屬燻煙與降低熱氣，引用謝俊明 (1999)【21】。
- (6) 減少一次搬運物件重量，降低作業人員肌肉骨骼承受重量而減少受傷機會。
- (7) 降低構件堆置高度，以防止堆置不良，物體倒塌與飛落之能量傷害。
- (8) 考量以工程技術設置集塵及局部排氣設備，改善噴砂及噴漆作業之矽粉塵與有機溶劑之濃度。
- (9) 於濕滑鋼板應以行政管理嚴格要求作業人員，穿著防滑工作鞋，增加與固定端之磨擦係數。
- (10) 交流電焊機一律裝設自動電擊防止裝置，使鉚條未接觸母材前，將非鉚接中之交流電焊機輸出側電壓降至 25V 以下之安全電壓，見吳啟瑞等 (1999)【22】，以防止作業人員誤觸電鉚條、電源側或負載側端子而發生感電事故。
- (11) 裝置漏電斷路器與接地保護一起使用，可使電器發生漏電的情形時，漏電電流就會以地線作為迴路，那麼流過斷路器內的火線和中線的電流便不相同，斷路器內的檢知器使開關跳掣，從而切斷電路的電源，以防人員受感電危害。

5.4 小結

綜合本章研究論述所得有三：

1. 鋼構箱型樑製程危害辨識結果的呈現

利用工作安全分析方法，將鋼構箱型樑各製程之工作安全分析表（附錄一），經歸納及分析，辨識出本製程危害類型達二十種，其中割擦傷、撞傷、物體飛落、灼傷、感電、墜落等六類危害所佔比例最高，由此可知此六項危害是箱型樑製程中發生職業災害之主要因素。

2. 鋼構箱型樑製程危害風險評估結果的呈現

利用風險矩陣方法進行鋼構箱型樑各製程之危害風險評估（附錄二），經歸納及分析，得到三項結果：

- (1) 嚴重度為嚴重傷者有 141 件 (佔 33.18%)，由此可知勞工傷害一旦發生，有 33.18% 可能是嚴重傷害。
 - (2) 列為極高風險為 27 件 (6.35%)、高度風險為 122 件 (28.70%)、中度風險 155 件 (36.47%)、低度風險 120 件 (28.24%) 及輕度風險 1 件 (0.24%)，則不可接受風險佔 304 件 (71.52%)。
 - (3) 將列為極高風險與高度風險合計之 149 件，依危害類型統計結果以墜落、物體飛落、撞傷及感電等四項危害類型所佔比例最高。
3. 鋼構箱型樑製程危害預防的貢獻

利用本質較安全設計之策略，提出多項取代 (設計、製程、機具及物質)、減弱 (時間、空間及能量) 對策，而本研究提供之對策皆非常實用及具防災功能，對於本製程危害預防應有相當的貢獻。



第六章 結論與建議

6.1 結論

近年來鋼構橋樑的興建，似乎成為國家營建土木能力的展現及都市景觀的特色指標，如全長 3910 公尺桁樑式日本明石大橋、最大跨徑達 1088 公尺中國大陸連接江蘇南通到蘇州的蘇通大橋，而國內擁有美麗造型二高斜張橋、台北基隆河麥帥橋及苗栗新東大橋等，再再體現鋼構橋樑適合大跨距、可製造型優美構件的特性。

本研究殷鑑將來鋼構橋樑尤以箱型，將成為國內設計新建橋樑主流且為災橋快速復建不二選擇，是故對於鋼結構箱型樑於鋼構工廠製程中職業災害的預防是有其探討之必要，因此本研究運用工作安全分析及風險矩陣方法，進行危害因子辨識與作業工項風險評估，最後採用本質較安全設計概念，提出多項取代與減弱防災策略，並且得到以下結論：

1. 經工作安全分析方法將鋼結構箱型樑製程，分進鈹預塗、接鈹電焊、落樣切割、冷作加工、小組合電焊、大組合電焊、假安裝及塗裝等八項單元實施危害辨識，可辨識出鋼結構箱型樑製程危害有二十種類型，尤以割擦傷、撞傷、物體飛落、灼傷、感電、墜落等六項類型，在鋼結構箱型樑製程中，發生職業災害之主要因素。
2. 經本研究風險評估結果，分析 425 項危害發生勞工受嚴重程度，得到嚴重度為嚴重傷害者有 141 件（佔 33.18%），因此可知勞工一旦受到傷害，有 33.18% 可能是嚴重傷害，而受嚴重傷害勞工往往因搶救不及或其他併發症易成為重大職災，所以事業單位要有未雨綢繆、戒慎恐懼之觀念與作為，保障勞工安全、避免企業損失（包含財物、形象）一刻也不容緩。
3. 運用風險矩陣方法進行風險評估分析結果，得到鋼結構箱型樑製程風險等級列為極高風險與高度風險合計為 149 件，其中墜落、物體飛落，撞傷及感電四項危害所佔比例最高，因此應將上述危害列為最優先改善之風險。
4. 由相關橋樑及鋼結構物施工文獻研究統計顯示，墜落、物體飛落與感電為最嚴重發生職災類型，而與本研究分析結果，亦顯見上述危害為本製程風險等級高者，故本研究結果對於作業人員危害認知及事業單位雇主危害風險的控制，提出相當切實的告知與運用對策。
5. 依本製程研究分析結果，比較營造業危害發生類型，「撞傷」危害在本製程風險等級高出營造業，肇因本製程物件起吊移動頻繁、車輛載運平常，致使撞傷危害風險等級於本製程居高之主因，是故消弭物件起吊移動與車輛運行危害發生，是降低撞傷危害風險等級之不二法門。

6.2 建議

1. 建議從事鋼結構箱型樑製造事業單位，可參考本研究危害分析結果及本質較安全設計對策，對於製程人員實施危害告知，對於危害潛在因子應利用行政管理與工程技術消弭災害發生的可能性及減輕其嚴重度。

2. 建議事業主於鋼構工廠建廠前之設計階段，應將本質較安全設計概念導入生產製程中，對於工廠配置、設備安全設計、避災防護、人員安全動線規畫等做最佳化設計。
3. 業界對於鋼構廠分級制度的推動，見陳生金（2006）【23】，仍處於紙上談兵之階段，然綜觀其分級標準概以鋼構製造廠所具備適當之人力組織、製造實績、製作工藝、設備能力等來判定等級，對於鋼構廠安全管理、防災作為並未著重，再此建議相關分級制度推動單位，應將鋼構廠安全管理承諾與作為納入分級制度判定指標項目，以提升安全文化。

6.3 學術建議

1. 本研究僅針對目前鋼構箱型樑製程危害，提出本質較安全設計原則性對策，若製程方式改變或事業單位提出更佳減災減災方法時，建議從事風險評估研究者，應另作危害分析、風險評估及選擇最適當安全防災設計策略。
2. 本研究只針對鋼構箱型樑製程進行危害分析與評估，然鋼構工廠何只製造鋼構橋樑，凡鋼結構建築、工業廠房、車體、桶槽等都是其營業工作項目，建議後學研究者可以製程區域劃分，針對鋼構工廠進行危害分析與評估，並提出適用災害預防對策。



參考文獻

1. 郭長成，跨越阻隔通兩地臺灣橋樑的興建，台灣月刊，民國九十四年。
2. 陳生金，鋼結構工程之演進，中華民國鋼結構協會技術資訊，民國九十四年。
3. 陳建祥，鋼結構橋樑之優越性分析，中華民國鋼結構協會技術資訊，民國九十五年。
4. 林樹柱，認識鋼橋，台北，財團法人中興工程科技研究發展基金會，民國九十四年。
5. 林偉凱，台灣鋼結構市場之現況分析與未來展望，中華民國鋼結構協會研究報告，民國九十六年。
6. 林啟文，營造業承攬鋼構工程的風險與成功要素，國立高雄第一科技大學，碩士論文，民國九十五年。
7. 羅文基，工業安全衛生，再版，台北市，三民書局股份有限公司，民國八十一年。
8. 鄭世岳，李金泉，蕭景祥、魏榮男，工業安全與衛生，第五版，台北縣中和市，新文京開發出版股份有限公司，民國九十五年。
9. 蔡永銘，現代安全管理，修訂四刷，台北市，揚智文化事業股份有限公司，民國八十八年。
10. 中華民國工業安全衛生協會，勞工安全衛生教育訓練教材，台北市，中華民國工業安全衛生協會，民國九十年。
11. 黃清賢，危害分析與風險評估，修訂初版，台北市，三民書局股份有限公司，民國八十九年。
12. 王世煌，工業安全風險評估，初版，台北市，揚智文化事業股份有限公司，民國九十一年。
13. 陳純森，鋼結構工程實務，初版，台北市，科技圖書股份有限公司，民國九十三年。
14. 林東豐，鋼結構施工法，第六版，台北市，大中國圖書公司，民國八十六年。
15. 行政院勞工委員會，危害辨識及風險評估技術指引，台北市，民國九十八年，行政院勞工委員會。
16. 林建平，橋樑工程勞工安全管理之研究，國立交通大學，工學院產業安全與防災學程碩士論文，民國九十三年。
17. 廖哲楨、陳俊瑜、吳佳蓉，以本質較安全策略探討鋼構箱型樑製程危害，工業安全科技季刊 60 期，台北市，民國九十五年，經濟部工業局。
18. 中華民國防蝕工程學會，鋼構造物腐蝕檢測及防蝕新技術應用研習會論文集，台北市，民國九十五年，中華民國防蝕工程學會。
19. 蕭威典，熔射覆膜技術，初版一刷，台北市，全華科技圖書股份有限公司，民國九十五年。
20. 謝俊明，鋼材電焊作業勞工重金屬暴露評估研究，台北市，民國九十五年，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所。
21. 謝俊明，不銹鋼電弧焊煙霧暴露危害與評估技術之檢討與建議，台北市，民國八十

- 八年，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所。
22. 吳啟瑞，李尚懿，張志忠，楊成發，顏世雄，蘇文源，電銲機自動電擊防止裝置使用現況調查，台北市，民國八十八年，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所勞工安全研究季刊。
 23. 陳生金，鋼構廠分級制度簡介，中華民國鋼結構協會研究報告，民國九十五年。
 24. 經濟部工業局、中華民國工業安全衛生協會，化學製品業損害防阻評估指引，台北市，經濟部工業局、中華民國工業安全衛生協會，民國九十一年。
 25. 徐耀賜，鋼橋設計原理，初版，台北市，全華科技圖書股份有限公司，民國八十八年。
 26. 蔡俊鏡，橋樑—築橋亦築夢，初版，台北市，科技圖書股份有限公司，民國九十二年。
 27. 林深淵，甘瑞典，田俊銘，孫高，鄭文欽，鋼結構橋樑之製程及吊裝施工研究，年份不詳。
 28. 行政院公共工程委員會，橋樑鋼結構工程施工品質管理及查核作業手冊，一版，台北市，行政院公共工程委員會，民國九十四年。
 29. 陳弘毅，火災學，五版，台北市，鼎茂圖書出版股份有限公司，民國九十二年。
 30. 張一岑，防火與防爆，初版，台北市，揚智文化事業股份有限公司，民國八十八年。
 31. 賴獻玉，編製營造作業安全技術手冊鋼結構工程，台北市，中華民國鋼結構協會，民國九十年。
 32. 鍾安財，橋梁工程施工安全之分析與防災探討—以鋼構箱型梁為例，國立中興大學土木工程學系，碩士學位論文，民國九十五年。
 33. 中華民國鋼結構協會，鋼結構施工規範，台北市，中華民國鋼結構協會，民國九十七年。
 34. 臺北市政府勞工局勞動檢查處，鋼構組配施工安全作業程序及圖說—鋼骨大樓施工篇一，臺北市，第三版，臺北市政府勞工局勞動檢查處，民國九十年。
 35. 榮民工程股份有限公司，高鐵太保站至嘉義市新闢五十公尺寬計劃道路工程第二標(5K+550~8K+881)鋼構橋樑工程製造施工計畫書，台北市，民國九十三年。
 36. 榮民工程股份有限公司，新竹生活圈客雅溪邊道路工程-鋼橋樑製裝工程施工計畫書，臺北市，民國九十二年。
 37. 榮民工程股份有限公司，103線二重疏洪道橋蘆洲端匝道工程鋼構橋樑工程製造施工計畫書，台北市，民國九十二年。
 38. 行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，公共工程施工安全風險管理防災手冊—職災分析及風險管理技術之應用，台北市，民國九十七年。
 39. Bollinger, Robert E. et al., "Inherently Safer Processes: A Life-Cycle Approach," CCPS/AICHE(1996)
 40. Kletz, Trevor A., "Process Plants: A Handbook for Inherently Safer Design," Taylor & Francis.(1998)
 41. American Welding Society, "Structure Welding Code-Steel", 19th Edition (AWS D1.1/D1.1M:2002)

附錄

附錄一

表 A-1 鋼構箱型樑製程工作安全分析表-進料預塗

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業名稱	作業步驟			可能的危害狀況	可能導致之危害
鋼板進場	準備、板車進場	1. 拖板車	拖板車司機 卸料人員	1.1 交管不良被移動中拖板車撞擊。	撞傷
	人員鉤掛	1. 鋼板 2. 門型吊車 3. 夾具、鋼索 4. 拖板車	吊掛人員 吊車操作手	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 2.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞擊。 3.1 被夾具、鋼索鋒利毛邊割傷。 4.1 人員爬上拖板車上安裝夾具。	割傷 撞傷 墜落
	起吊、卸下	1. 鋼板 2. 門型吊車 3. 夾具、鋼索	吊掛人員 吊車操作手	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 1.2 操作不良人員被移動中鋼板撞擊。 1.3 鋼板儲存堆置不良。 1.4 因吊具不良斷裂致鋼板飛落。 2.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞擊。 3.1 被夾具、鋼索鋒利毛邊割傷。	割傷 撞傷 倒塌 物體飛落
除 銹	起吊、卸下	1. 鋼板 2. 門型吊車 3. 夾具、鋼索	吊掛人員 吊車操作手	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 1.2 操作不良人員被移動中鋼板撞擊。 1.3 人員爬上堆置鋼板上安裝夾具。 1.4 因吊具不良斷裂致鋼板飛落。 2.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞擊。 3.1 被夾具、鋼索鋒利毛邊割傷。	割傷 撞傷 墜落 物體飛落

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業名稱	作業步驟			可能的危害狀況	可能導致之危害
除 銹	鋼板進入 噴砂機除銹	1. 隧道式自動噴砂機	自動噴砂機操作手	1.1 自動噴砂機傳動機構護罩安裝不良或未裝，致人體誤觸捲入點。 1.2 自動噴砂機進行除銹時，集塵設備未安裝或異常，致粉塵飛揚。	捲入 矽粉塵暴露
預塗底漆	準 備	1. 無機鋅粉底漆	塗裝作業人員	1.1 傾倒及攪拌油漆時，人員未著呼吸防護具，致吸入有機溶劑。 1.2 存放塗料及稀釋劑之庫房。未保持通風及未設防火設備。	與有機溶劑之接觸 火災
	第一面噴漆	1. 無機鋅粉底漆 2. 噴漆機 (無氣噴塗法 Airless Spray)	塗裝作業人員	1.1 進行噴漆作業時，人員未著呼吸防護具，致吸入有機溶劑。 1.2 壓送油漆皮管不良破裂及銜接處連接不良斷裂，致油漆四處噴濺。	與有機溶劑之接觸
	鋼板起吊	1. 鋼板 2. 門型吊車 3. 夾具、鋼索	吊掛人員 吊車操作手	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 1.2 操作不良人員被移動中鋼板撞擊。 1.3 因吊具不良斷裂致鋼板飛落。 2.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞擊。 3.1 被夾具、鋼索鋒利毛邊割傷。	割傷 撞傷 物體飛落
	第二面噴漆	1. 鋼板 2. 無機鋅粉底漆 3. 噴漆機 (無氣噴塗法 Airless Spray)	塗裝作業人員	1.1 因吊具不良斷裂致鋼板飛落。 2.1 進行噴漆作業時，人員未著呼吸防護具，致吸入有機溶劑。	物體飛落 與有機溶劑之接觸

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業名稱	作業步驟			可能的危害狀況	可能導致之危害
預塗底漆	第二面噴漆	1. 鋼板 2. 無機鋅粉底漆 3. 噴漆機 (無氣噴塗法 Airless Spray)	塗裝作業人員	3.1 壓送油漆皮管不良破裂及銜接處 連接不良斷裂，致油漆四處噴濺。	
	卸料、堆置	1. 鋼板 2. 門型吊車 3. 夾具、鋼索	吊掛人員 吊車操作手	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 1.2 操作不良人員被移動中鋼板撞擊。 1.3 因吊具不良斷裂致鋼板飛落。 1.4 鋼板儲存堆置不良。 2.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞 擊。 3.1 被夾具、鋼索鋒利毛邊割傷。	割傷 撞傷 倒塌 物體飛落



表 A-2 鋼構箱型樑製程工作安全分析表-接鈹電銲

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業名稱	作業步驟			可能的危害狀況	可能導致之危害
鋼鈹進場	準備、板車進場	1. 拖板車	拖板車司機 卸料人員	1.1 交管不良被移動中拖板車撞擊。	撞傷
	人員鈎掛	1. 鋼鈹 2. 門型吊車 3. 拖板車	吊掛人員 吊車操作手	1.1 未著防護具被鋼鈹鋒利邊緣割傷。 2.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞擊。 3.1 人員爬上拖板車上安裝夾具。	割傷 撞傷 墜落
	起吊、卸下	1. 鋼鈹 2. 門型吊車 3. 夾具、鋼索	吊掛人員 吊車操作手	1.1 未著防護具被鋼鈹鋒利邊緣割傷。 1.2 操作不良人員被移動中鋼鈹撞擊。 1.3 因吊具不良斷裂致鋼鈹飛落。 1.3 鋼鈹儲存堆置不良。 2.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞擊。 3.1 被夾具、鋼索鋒利毛邊割傷。	割傷 撞傷 物體飛落 倒塌
鋼鈹開槽	準備	1. 鋼鈹 2. 瓦斯切割機	冷作工	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 2.1 人員可能被瓦斯管絆倒。 2.2 搬運瓦斯切割機可能造成手部、腰部和肌肉之拉傷及下背部疼痛。	割傷 跌倒 下背痛 肌肉骨骼傷害
	點火	1. 鋼鈹 2. 瓦斯切割機	冷作工	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 2.1 人體與切割氣燄接觸。	割傷 灼傷

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業名稱	作業步驟			可能的危害狀況	可能導致之危害
鋼板開槽	切割	1. 鋼板 2. 瓦斯切割機	冷作工	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 1.2 人體可能接觸高溫母材及熔渣。 2.1 人體與切割氣燄接觸。 2.2 未移除周遭易燃物或未有效隔絕。	割傷 灼傷 火災
	研磨	1. 鋼板 2. 手持電動砂輪機	冷作工	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 1.2 人體可能接觸高溫母材及熔渣。 2.1 電源處未裝置漏電斷路器。 2.2 人員未著護目鏡。	割傷 灼傷 感電 異物入眼
點焊打底	對板	1. 鋼板 2. 門型吊車 3. 夾具、鋼索	吊掛人員 吊車操作手	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 1.2 操作不良人員被移動中鋼板撞擊。 1.3 因吊具不良斷裂致鋼板飛落。 2.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞擊。 3.1 被夾具、鋼索鋒利毛邊割傷。	割傷 撞傷 物體飛落
	電焊作業	1. 鋼板 2. 氣體掩護金屬電弧 銲 GMAW(Gas Metal Arc Welding)	電焊工	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 2.1 電焊中產生大量金屬燻煙。 2.2 電焊時產生刺眼弧光。 2.3 人體可能接觸高溫母材及熔渣。 2.4 電弧焊中電弧產生高溫 (3300 °C 以上)。	割傷 金屬燻煙 強光 灼傷 熱疾病
	除渣	1. 鋼板	電焊工	1.1 人體可能接觸高溫母材及熔渣。 1.2 敲除熔渣時未著護目鏡。	灼傷 異物入眼

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業名稱	作業步驟			可能的危害狀況	可能導致之危害
潛弧銲接 (第一面)	準備	1. 鋼板 2. 潛弧焊機	電焊工	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 2.1 電纜線破損接觸鋼板或電源接點未防護，致人體接觸感電。 2.2 搬運潛弧焊機可能造成手部、腰部和肌肉之拉傷及下背部疼痛。	割傷 感電 下背痛 肌肉骨骼傷害
	潛弧銲接	1. 潛弧焊接法 SAW (Submerged Arc Welding)	電焊工	1.1 電纜線破損接觸鋼板或電源接點未防護，致人體接觸感電。	感電
	除渣	1. 鋼板	電焊工	1.1 人體可能接觸高溫母材及熔渣。 1.2 敲除溶渣時，可能濺傷眼睛。	灼傷 異物入眼
背剷 〈Carbon gouging〉	鋼板翻面	1. 鋼板 2. 門型吊車 3. 夾具、鋼索	吊掛人員 吊車操作手	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 1.2 操作不良人員被移動及翻轉中鋼板撞擊。 1.3 因吊具不良斷裂致鋼板飛落。 2.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞擊。 3.1 被夾具、鋼索鋒利毛邊割傷。	割傷 撞傷 物體飛落

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業名稱	作業步驟			可能的危害狀況	可能導致之危害
背 剷 〈Carbon gouging〉	背剷作業	1. 鋼板 2. 掘槽熔切機 3. 以碳棒進行背剷作 業	電焊工	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 2.1 掘槽熔切機未安裝自動電擊防止 裝置，致人員有感電之虞。 3.1 背剷中產生大量金屬燻煙。 3.2 背剷時產生刺眼高溫弧光。 3.3 背剷時AIR快速吹氣聲之長期暴 露。 3.4 人體可能接觸高溫母材及熔渣。 3.5 未移除周遭易燃物或未有效隔絕。	割傷 感電 金屬燻煙 強光 噪音 灼傷 火災
潛弧銲接 (第二面)	準 備	1. 鋼板 2. 潛弧焊機	電焊工	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 2.1 電纜線破損接觸鋼板或電源接點 未防護，致人體接觸感電。 2.2 搬運潛弧焊機可能造成手部、腰部 和肌肉之拉傷及下背部疼痛。	割傷 感電 下背痛 肌肉骨骼傷害
	潛弧銲接	1. 潛弧銲接法 SAW (Submerged Arc Welding)	電焊工	1.1 電纜線破損接觸鋼板或電源接點 未防護，致人體接觸感電。	感電
	除 渣	1. 鋼板	電焊工	1.1 人體可能接觸高溫母材及熔渣。 1.2 敲除溶渣時，可能濺傷眼睛。	灼傷 異物入眼
整 型	準 備	1. 鋼板 2. 瓦斯氣體管 3. 瓦斯氣體 4. 高壓氣體鋼瓶	整型作業手	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 2.1 人員可能被瓦斯管絆倒。 2.2 人體接觸高溫瓦斯火燄。	割傷 跌倒 灼傷 爆炸

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業名稱	作業步驟			可能的危害狀況	可能導致之危害
整 型	準 備	1. 鋼板 2. 瓦斯氣體管 3. 瓦斯氣體 4. 高壓氣體鋼瓶	整型作業手	2.3 乙炔氣體為可燃物，受烈日曝曬於下，瓶內氣體膨脹壓力上升，如鋼瓶之鋼板無法承受，即發生爆炸。	
	火燄整型	1. 鋼板 2. 瓦斯氣體管 3. 瓦斯氣體 (局部加熱冷卻法) 4. 高壓氣體鋼瓶	整型作業手	1.1 人體接觸高溫鋼板。 1.2 人體可能在光滑鋼板上滑倒。 2.1 人員可能被瓦斯管絆倒。 3.1 人體接觸高溫瓦斯火燄。 3.2 未移除周遭易燃物或未有效隔絕。 4.1 乙炔氣體為可燃物，受烈日曝曬於下，瓶內氣體膨脹壓力上升，如鋼瓶之鋼板無法承受，即發生爆炸。	灼傷 跌倒 火災 爆炸



表 A-3 鋼構箱型樑製程工作安全分析表-落樣切割

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業名稱	作業步驟			可能的危害狀況	可能導致之危害
鋼鈹落樣	準備	1. CNC 落樣切割機	落樣人員	1.1 電源處未裝置漏電斷路器。 1.2 落樣火嘴調整。	感電 割擦傷
	起吊、卸下	1. 鋼板 2. 門型吊車 3. 夾具、鋼索	吊掛人員 吊車操作手	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 1.2 操作不良人員被移動中鋼鈹撞擊。 1.3 因吊具不良斷裂致鋼鈹飛落。 2.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞擊。 3.1 被夾具、鋼索鋒利毛邊割傷。	割傷 撞傷 物體飛落
	CNC 落樣	1. CNC 落樣切割機	落樣人員	1.1 人員站立位置於桁臂路徑，遭移動中落樣桁臂撞擊。	撞傷
鋼鈹切割	準備	1. CNC 落樣切割機 2. 輕便型瓦斯切割機	冷作工	1.1 電源處未裝置漏電斷路器。 1.2 切割火嘴調整。 2.1 搬運瓦斯切割機可能造成手部、腰部和肌肉之拉傷及下背部疼痛。	感電 割擦傷 下背痛 肌肉骨骼傷害
	CNC 切割	1. CNC 落樣切割機	冷作工	1.1 人體與切割氣錠或高溫鋼板接觸。 1.2 人員站立位置於桁臂路徑，遭移動中切斷桁臂撞擊。 1.3 未移除周遭易燃物或未有效隔絕。	灼傷 撞傷 火災

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業名稱	作業步驟			可能的危害狀況	可能導致之危害
鋼板切割	瓦斯切割	1. 輕便型瓦斯切割機	冷作工	1.1 人體與切割氣燄或高溫鋼板接觸。 1.2 人員可能被瓦斯管絆倒。 1.3 未移除周遭易燃物或未有效隔絕。 1.4 乙炔氣體為可燃物，受烈日曝曬於下，瓶內氣體膨脹壓力上升，如鋼瓶之鋼板無法承受，即發生爆炸。	灼傷 跌倒 火災 爆炸

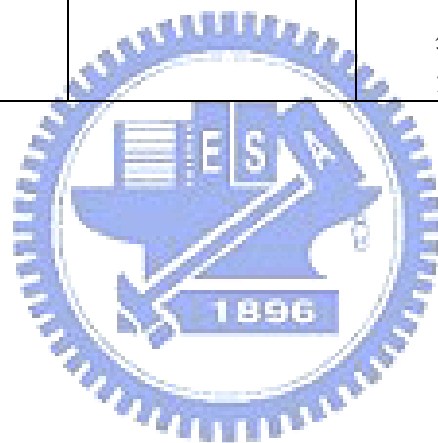


表 A-4 鋼構箱型樑製程工作安全分析表-冷作加工

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業名稱	作業步驟			可能的危害狀況	可能導致之危害
鑽孔作業	準備	1. 鑽頭 2. 鑽孔機 3. 堆高機	冷作工 堆高機作業手	1.1 安裝鑽頭時被鋒利邊緣割傷。 2.1 電源處未裝置漏電斷路器。 2.2 可能誤觸啟動開關。 3.1 交管不良被移動中堆高機撞擊。	割傷 感電 捲入 撞傷
	置料、固定	1. 鋼板 2. 手拉吊車 3. 固定夾具	冷作工	1.1 搬運時被鋼板鋒利邊緣割傷。 1.2 因吊具不良斷裂致鋼板飛落。 1.3 鋼板搬運放置時遭夾傷。 1.4 使用人力搬運鋼板可能造成手部、 腰部和肌肉之拉傷。 2.1 手拉吊車固定未妥善或超負荷吊 料致機體飛落。 2.2 長時間使用手拉吊車，易造成上肢 肌肉傷害。 3.1 固定鋼材時可能操作不良，造成擦 傷。	擦割傷 物體飛落 夾傷 肌肉骨骼傷害
	鑽孔、除渣	1. 鑽頭 2. 鑽孔機	冷作工	1.1 鑽頭尚未完全停止逕自錯誤操 作，遭轉動中鑽頭捲入或割傷。 2.1 清除鐵屑遭鋒利鐵屑割傷。	捲入 割傷
	解開、卸料	1. 鋼材 2. 手拉吊車	冷作工	1.1 卸料、搬運時被鋼板鋒利邊緣或毛 邊割傷。 1.2 因吊具不良斷裂致鋼板飛落。	擦割傷 物體飛落 夾傷

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業名稱	作業步驟			可能的危害狀況	可能導致之危害
鑽孔作業	解開、卸料	1. 鋼鈹 2. 手拉吊車 3. 固定夾具	冷作工	1.3 鋼鈹搬運放置時遭夾傷。 1.4 使用人力搬運鋼鈹可能造成手部、 腰部和肌肉之拉傷。 2.1 手拉吊車固定未妥善或超負荷吊 料致機體飛落。 2.2 長時間使用手拉吊車，易造成上肢 肌肉傷害。 3.1 解開鋼材時操作不良，造成擦傷。	肌肉骨骼傷害
鋸切作業	準備	1. 鋼鋸機 2. 堆高機	冷作工 堆高機作業手	1.1 安裝鋸片時被鋒利邊緣割傷。 1.2 電源處未裝置漏電斷路器。 1.3 可能誤觸啟動開關。 2.1 交管不良被移動中堆高機撞擊。	割傷 感電 捲入 撞傷
	置料、固定	1. 鋼材 2. 手拉吊車 3. 鋼鋸機	冷作工	1.1 搬運時被鋼材鋒利邊緣割傷。 1.2 因吊具不良斷裂致鋼材飛落。 1.3 鋼材搬運放置時遭夾傷。 1.4 使用人力搬運鋼板可能造成手部、 腰部和肌肉之拉傷。 2.1 手拉吊車固定未妥善或超負荷吊 料致機體飛落。 2.2 長時間使用手拉吊車，易造成上肢 肌肉傷害。 3.1 可能誤觸啟動開關。	割傷 物體飛落 夾傷 肌肉骨骼傷害 捲入

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業名稱	作業步驟			可能的危害狀況	可能導致之危害
鋸切作業	鋸斷、除渣	1. 鋼材 2. 鋼鋸機	冷作工	1.1 鐵屑或髒物飛入眼睛。 1.2 清除毛邊時易割傷手部。 2.1 鋸床傳動機構護罩安裝不良或未裝，致人體誤觸捲入點。 2.2 夾頭未夾緊鋼材或鈍化鋸條容易斷裂傷人。 2.3 更換鋸片遭割傷。 2.4 鋸條因過熱而發生斷裂。	異物入眼 割傷 捲入
	成品搬移	1. 鋼材 2. 手拉吊車 3. 鋼鋸機 4. 堆高機	冷作工 堆高機作業手	1.1 搬運時被鋼材鋒利邊緣割傷。 1.2 因吊具不良斷裂致鋼材飛落。 1.3 鋼材搬運放置時遭夾傷。 1.4 使用人力搬運鋼板可能造成手部、腰部和肌肉之拉傷。 2.1 手拉吊車固定未妥善或超負荷吊料致機體飛落。 2.2 長時間使用手拉吊車，易造成上肢肌肉傷害。 3.1 可能誤觸啟動開關。 3.2 可能誤觸空轉鋸條。 4.1 交管不良被移動中堆高機撞擊。	割傷 物體飛落 夾傷 肌肉骨骼傷害 捲入 撞傷

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業名稱	作業步驟			可能的危害狀況	可能導致之危害
開槽作業	準備	1. 鋼鈹 2. 瓦斯切割機 3. 堆高機	冷作工 堆高機作業手	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 2.1 人員可能被瓦斯管絆倒。 2.2 搬運瓦斯切割機可能造成手部、腰部和肌肉之拉傷及下背部疼痛。 2.3 乙炔氣體為可燃物，受烈日曝曬於下，瓶內氣體膨脹壓力上升，如鋼瓶之鋼鈹無法承受，即發生爆炸。 3.1 交管不良被移動中堆高機撞擊。	割傷 跌倒 下背痛 肌肉骨骼傷害 爆炸 撞傷
	點火	1. 鋼鈹 2. 瓦斯切割機	冷作工	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 2.1 人體與切割氣燄接觸。	割傷 灼傷
	切割	1. 鋼鈹 2. 瓦斯切割機	冷作工	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 1.2 人體可能接觸高溫母材及熔渣。 2.1 人體與切割氣燄接觸。 2.2 未移除周遭易燃物或未有效隔絕。	割傷 灼傷 火災
	研磨	1. 鋼鈹 2. 手持電動砂輪機	冷作工	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 1.2 人體可能接觸高溫母材及熔渣。 2.1 電源處未裝置漏電斷路器。 2.2 人員未著護目鏡。	割傷 灼傷 感電 異物入眼

表 A-5 鋼構箱型樑製程工作安全分析表-小組合電焊

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業名稱	作業步驟			可能的危害狀況	可能導致之危害
翼板及 腹板與加勁 板組合	準備	1. 交流電焊機 2. 夾具、工作鐵件 3. 堆高機	冷作工 堆高機作業手	1.1 未安裝自動電擊防止裝置，致人員有感電之虞。 1.2 碰觸破損之焊接柄夾頭的帶電部分或電焊條、碰觸未有絕緣保護之電源端子、電焊機箱體或電源線路漏電。 2.1 可能受工作鐵件割傷。 3.1 交管不良被移動中堆高機撞擊。	感電 割傷 撞傷
	起吊、定位	1. 鋼件 2. 門型吊車 3. 夾具、鋼索	吊掛人員 吊車操作手 冷作工	1.1 未著防護具被鋼件鋒利邊緣割傷。 1.2 操作不良人員被移動中鋼件撞擊。 1.3 因吊具不良斷裂致鋼件飛落。 2.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞擊。 3.1 被夾具、鋼索鋒利毛邊割傷。	割傷 撞傷 物體飛落
	點 焊	1. 鋼件 2. 交流電焊機 3. 手動電弧焊 SMAW (Shielded Metal Arc Welding)	冷作工或電焊工	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 2.1 未安裝自動電擊防止裝置，致人員有感電之虞。 2.2 碰觸破損之焊接柄夾頭的帶電部分或電焊條、碰觸未有絕緣保護之電源端子、電焊機箱體或電源線路漏電。	割傷 感電

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業名稱	作業步驟			可能的危害狀況	可能導致之危害
翼鈹及 腹鈹與加勁 鈹組合	點 焊	1. 鋼件 2. 交流電焊機 3. 手動電弧焊 SMAW (Shielded Metal Arc Welding)	冷作工或電焊工	3.1 電焊時產生刺眼弧光。 3.2 電焊中產生金屬燻煙。 3.3 人體可能接觸高溫母材及熔渣。 3.4 敲除溶渣時，可能濺傷眼睛。 3.5 可能在露天日曬下作業。 3.6 電弧焊中電弧產生高溫 (3300 °C 以上)。	強光 金屬燻煙 灼傷 異物入眼 熱疾病
	半成品搬移、 堆置	1. 鋼件 2. 門型吊車 3. 夾具、鋼索 4. 堆高機	吊掛人員 吊車操作手 堆高機作業手 冷作工或電焊工	1.1 未著防護具被鋼件鋒利邊緣割傷。 1.2 鋼鈹搬運放置時遭夾傷。 1.3 操作不良人員被移動中鋼件撞擊。 1.4 因吊具不良斷裂致鋼件飛落。 1.5 堆置不良造成鋼件傾倒。 2.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞 擊。 3.1 被夾具、鋼索鋒利毛邊割傷。 4.1 交管不良被移動中堆高機撞擊。	割傷 夾傷 撞傷 物體飛落 倒塌
單片隔鈹及 其他小構件 組合	準 備	1. 交流電焊機 2. 夾具、工作鐵件 3. 堆高機	冷作工 堆高機作業手	1.1 未安裝自動電擊防止裝置，致人員 有感電之虞。 1.2 碰觸破損之焊接柄夾頭的帶電部 分或電焊條、碰觸未有絕緣保護 之電源端子、電焊機箱體或電源 線路漏電。 2.1 可能受工作鐵件割傷。 3.1 交管不良被移動中堆高機撞擊。	割傷 感電 撞傷

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業名稱	作業步驟			可能的危害狀況	可能導致之危害
單片隔板及 其他小構件 組合	起吊、定位	1. 鋼件 2. 門型吊車 3. 夾具、鋼索 4. 手拉吊車	吊掛人員 吊車操作手 冷作工	1.1 未著防護具被鋼件鋒利邊緣割傷。 1.2 操作不良人員被移動中鋼件撞擊。 1.3 鋼板搬運放置時遭夾傷。 1.4 因吊具不良斷裂致鋼件飛落 1.5 使用人力搬運鋼板可能造成手 部、腰部和肌肉之拉傷。 2.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞 擊。 3.1 被夾具、鋼索鋒利毛邊割傷。 4.1 手拉吊車固定未妥善或超負荷吊 料致機體飛落。 4.2 長時間使用手拉吊車，易造成上肢 肌肉傷害。	割傷 撞傷 夾傷 物體飛落 肌肉骨骼傷害
	點 焊	1. 鋼件 2. 交流電焊機 3. 手動電弧焊 SMAW (Shielded Metal Arc Welding)	冷作工或電焊工	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 2.1 未安裝自動電擊防止裝置，致人員 有感電之虞。 2.2 碰觸破損之焊接柄夾頭的帶電部 分或電焊條、碰觸未有絕緣保護 之電源端子、電焊機箱體或電源 線路漏電。 3.1 電焊時產生刺眼弧光。 3.2 電焊中產生金屬燻煙。 3.3 人體可能接觸高溫母材及熔渣。	割傷 感電 強光 金屬燻煙 灼傷

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業名稱	作業步驟			可能的危害狀況	可能導致之危害
單片隔板及 其他小構件 組合	點 焊	1. 鋼件 2. 交流電焊機 3. 手動電弧焊 SMAW (Shielded Metal Arc Welding)	冷作工或電焊工	3.4 敲除溶渣時，可能濺傷眼睛。 3.5 可能在露天日曬下作業。 3.6 電弧焊中電弧產生高溫 (3300 °C 以上)。	異物入眼 熱疾病
	電焊作業	1. 鋼件 2. 交流電焊機 3. 方法： 3.1 氣體掩護金屬電 弧銲 GMAW (Gas Metal Arc Welding) 3.2 包藥焊線電弧焊 FCAW (Flux Cored Arc Welding)	電焊工	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 2.1 未安裝自動電擊防止裝置，致人員 有感電之虞。 2.2 碰觸破損之焊接柄夾頭的帶電部 分或電焊條、碰觸未有絕緣保護 之電源端子、電焊機箱體或電源 線路漏電。 3.1 電焊時產生刺眼弧光。 3.2 電焊中產生大量金屬燻煙。 3.3 人體可能接觸高溫母材及熔渣。 3.4 敲除溶渣時，可能濺傷眼睛。 3.5 可能在露天日曬下作業。 3.6 電弧焊中電弧產生高溫 (3300 °C 以上)。	割傷 感電 強光 金屬燻煙 灼傷 異物入眼 熱疾病

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業名稱	作業步驟			可能的危害狀況	可能導致之危害
單片隔板及 其他小構件 組合	半成品搬移、 堆置	1. 鋼件 2. 門型吊車 3. 夾具、鋼索 4. 堆高機	吊掛人員 吊車操作手 堆高機作業手 冷作工或電焊工	1.1 未著防護具被鋼件鋒利邊緣割傷。 1.2 鋼板搬運放置時遭夾傷。 1.3 操作不良人員被移動中鋼件撞擊。 1.4 因吊具不良斷裂致鋼件飛落。 1.5 堆置不良造成鋼件傾倒。 2.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞擊。 3.1 被夾具、鋼索鋒利毛邊割傷。 4.1 交管不良被移動中堆高機撞擊。	割傷 夾傷 撞傷 物體飛落 倒塌
整 型	準 備	1. 鋼板 2. 瓦斯氣體管 3. 瓦斯氣體 4. 高壓氣體鋼瓶	整型作業手	1.1 未著防護具被鋼板鋒利邊緣割傷。 2.1 人員可能被瓦斯管絆倒。 3.2 人體接觸高溫瓦斯火燄。 4.1 乙炔氣體為可燃物，受烈日曝曬於下，瓶內氣體膨脹壓力上升，如鋼瓶之鋼板無法承受，即發生爆炸。	割傷 跌倒 灼傷 爆炸
	火燄整型	1. 鋼板 2. 瓦斯氣體管 3. 瓦斯氣體 (局部加熱冷卻法) 4. 高壓氣體鋼瓶	整型作業手	1.1 人體接觸高溫鋼板。 1.2 人體可能在光滑鋼板上滑倒。 2.1 人員可能被瓦斯管絆倒。 3.1 人體接觸高溫瓦斯火燄。 3.2 未移除周遭易燃物或未有效隔絕。 4.1 乙炔氣體為可燃物，受烈日曝曬於下，瓶內氣體膨脹壓力上升，如鋼瓶之鋼板無法承受，即發生爆炸。	灼傷 跌倒 火災 爆炸

表 A-6 鋼構箱型樑製程工作安全分析表-大組合電焊

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業單元	作業程序			可能的危害狀況	可能導致之危害
下翼板與 內隔板組合	準備	1. 交流電焊機 2. 夾具、工作鐵件 3. 堆高機	冷作工 堆高機作業手	1.1 未安裝自動電擊防止裝置，致人員有感電之虞。 1.2 碰觸破損之焊接柄夾頭的帶電部分或電焊條、碰觸未有絕緣保護之電源端子、電焊機箱體或電源線路漏電。 2.1 可能受工作鐵件割傷。 3.1 交管不良被移動中堆高機撞擊。	感電 割傷 撞傷
	起吊、定位	1. 鋼件 2. 門型吊車 3. 夾具、鋼索 4. 千斤頂 5. 手搖鍊條拉緊器	吊掛人員 吊車操作手 冷作工	1.1 未著防護具被鋼件鋒利邊緣割傷。 1.2 操作不良人員被移動中鋼件撞擊。 1.3 因吊具不良斷裂致鋼件飛落。 2.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞擊。 3.1 被夾具、鋼索鋒利毛邊割傷。 4.1 搬運千斤頂掉落砸傷或拉傷。 5.1 長時間使用手搖鍊條拉緊器，易造成上肢肌肉傷害。	割傷 撞傷 物體飛落 肌肉骨骼傷害

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業單元	作業程序			可能的危害狀況	可能導致之危害
下翼鈹與 內隔板組合	點 焊	1. 鋼件 2. 交流電焊機 3. 手動電弧焊 SMAW (Shielded Metal Arc Welding)	冷作工或電焊工 	1.1 未著防護具被鋼鈹鋒利邊緣割傷。 1.2 內隔鈹固定不良，有倒塌之虞。 2.1 未安裝自動電擊防止裝置，致人員有感電之虞。 2.2 碰觸破損之焊接柄夾頭的帶電部分或電焊條、碰觸未有絕緣保護之電源端子、電焊機箱體或電源線路漏電。 3.1 電焊時產生刺眼弧光。 3.2 電焊中產生金屬燻煙。 3.3 人體可能接觸高溫母材及熔渣。 3.4 敲除溶渣時，可能濺傷眼睛。 3.5 可能在露天日曬下作業。 3.6 電弧焊中電弧產生高溫（3300 °C 以上）。	割傷 倒塌 感電 強光 金屬燻煙 灼傷 異物入眼 熱疾病
左右腹鈹與 上翼鈹組合	準 備	1. 交流電焊機 2. 夾具、工作鐵件 3. 拖板車	冷作工 拖板車司機	1.1 未安裝自動電擊防止裝置，致人員有感電之虞。 1.2 碰觸破損之焊接柄夾頭的帶電部分或電焊條、碰觸未有絕緣保護之電源端子、電焊機箱體或電源線路漏電。 2.1 可能受工作鐵件割傷。 3.1 交管不良被移動中拖板車撞擊。	割傷 感電 撞傷

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業單元	作業程序			可能的危害狀況	可能導致之危害
左右腹鈹與 上翼鈹組合	起吊、定位	1. 鋼件 2. 門型吊車 3. 夾具、鋼索 4. 手搖鍊條拉緊器	吊掛人員 吊車操作手 冷作工	1.1 未著防護具被鋼件鋒利邊緣割傷。 1.2 操作不良人員被移動中鋼件撞擊。 1.3 因吊具不良斷裂致鋼件飛落。 2.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞擊。 3.1 被夾具、鋼索鋒利毛邊割傷。 4.1 長時間使用手搖鍊條拉緊器，易造成上肢肌肉傷害。	割傷 撞傷 物體飛落 肌肉骨骼傷害
	點 焊	1. 鋼件 2. 交流電焊機 3. 手動電弧焊 SMAW (Shielded Metal Arc Welding) 4. 施工架	冷作工或電焊工	1.1 未著防護具被鋼鈹鋒利邊緣割傷。 1.2 左右腹鈹固定不良，有倒塌之虞。 2.1 未安裝自動電擊防止裝置，致人員有感電之虞。 2.2 碰觸破損之焊接柄夾頭的帶電部分或電焊條、碰觸未有絕緣保護之電源端子、電焊機箱體或電源線路漏電。 3.1 電焊時產生刺眼弧光。 3.2 電焊中產生金屬燻煙。 3.3 人體可能接觸高溫母材及熔渣。 3.4 敲除溶渣時，可能濺傷眼睛。 3.5 可能在露天日曬下作業。 3.6 電弧焊中電弧產生高溫（3300°C 以上）。 4.1 人員使用不合格施工架，在高度超過 2 公尺以上進行點焊作業。	割傷 倒塌 感電 強光 金屬燻煙 灼傷 異物入眼 熱疾病 墜落

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業單元	作業程序			可能的危害狀況	可能導致之危害
箱樑翻轉及 全面電焊	內部電焊	1. 箱樑 (BLOCK) 2. 交流電焊機 3. 焊接方法： 3.1 氣體掩護金屬電 弧銲 GMAW (Gas Metal Arc Welding) 3.2 包藥焊線電弧焊 FCAW (Flux Cored Arc Welding)	電焊工	1.1 遭箱樑內部構件或其它工作件絆 倒。 2.1 未安裝自動電擊防止裝置，致人員 有感電之虞。 2.2 碰觸破損之焊接柄夾頭的帶電部 分或電焊條、碰觸未有絕緣保護 之電源端子、電焊機箱體或電源 線路漏電。 3.1 電焊時產生刺眼弧光。 3.2 電焊中產生大量金屬燻煙。 3.3 人體可能接觸高溫母材及熔渣。 3.4 敲除溶渣時，可能濺傷眼睛。 3.5 可能在露天日曬下作業。 3.6 電弧焊中電弧產生高溫 (3300 °C 以上)。	跌倒 感電 強光 金屬燻煙 灼傷 異物入眼 熱疾病
	外部電焊	1. 箱樑 (BLOCK) 2. 交流電焊機 3. 焊接方法： 潛弧焊接法 SAW (Submerged Arc Welding)	電焊工	1.1 人員在高度超過 2 公尺以上箱樑 上進行電焊作業。 2.1 未安裝自動電擊防止裝置，致人員 有感電之虞。 2.2 碰觸破損之焊接柄夾頭的帶電部 分或電焊條、碰觸未有絕緣保護 之電源端子、電焊機箱體或電源 線路漏電。	墜落 感電

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業單元	作業程序			可能的危害狀況	可能導致之危害
箱樑翻轉及 全面電焊	外部電焊	1. 箱樑 (BLOCK) 2. 交流電焊機 3. 焊接方法： 潛弧焊接法 SAW (Submerged Arc Welding)	電焊工	3.1 搬運潛弧焊機可能造成手部、腰部 和肌肉之拉傷及下背部疼痛。 3.2 人體可能接觸高溫母材及熔渣。 3.3 敲除溶渣時，可能濺傷眼睛。 3.4 可能在露天日曬下作業。	下背痛 肌肉骨骼傷害 灼傷 異物入眼 熱疾病
	箱樑翻轉	1. 箱樑 (BLOCK) 2. 門型吊車 3. 吊具、鍊條	吊掛人員 吊車操作手	1.1 操作不良人員被移動或翻轉中箱 樑撞擊。 2.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞 擊。 3.1 因吊具、鍊條不良斷裂致箱樑飛 落。	撞傷 物體飛落
	整修作業	1. 箱樑 (BLOCK) 2. 手持電動砂輪機 3. 瓦斯氣體管 4. 瓦斯氣體 (局部加熱冷卻法) 5. 高壓氣體鋼瓶	冷作工 整型人員	1.1 人員在高度超過 2 公尺以上箱樑 上進行整修作業。 2.1 電箱未裝置漏電斷路器而手持電 動砂輪機本身漏電。 2.2 電源線破損置於鋼板及潮溼地 面，致人體接觸。 2.3 手持電動砂輪機未裝置護罩。 2.4 研磨鋼材，未戴護目鏡，遭飛屑所 傷。 3.1 人員可能被瓦斯管絆倒。	墜落 感電 割傷 異物入眼 跌倒

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業單元	作業程序			可能的危害狀況	可能導致之危害
箱樑翻轉及 全面電焊	整修作業	1. 箱樑 (BLOCK) 2. 手持電動砂輪機 3. 瓦斯氣體管 4. 瓦斯氣體 (局部加熱冷卻法) 5. 高壓氣體鋼瓶	冷作工 整型人員	4.1 人體接觸高溫鋼板。 4.2 人體接觸高溫瓦斯火燄。 4.3 未移除周遭易燃物或未有效隔絕。 5.1 乙炔氣體為可燃物，受烈日曝曬於 下，瓶內氣體膨脹壓力上升，如 鋼瓶之鋼板無法承受，即發生爆 炸。	灼傷 火災 爆炸

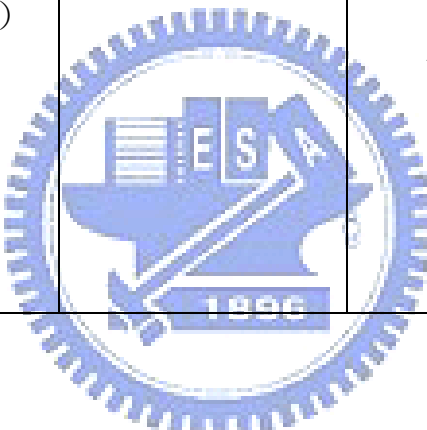


表 A-7 鋼構箱型樑製程工作安全分析表-假安裝

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業單元	作業程序			可能的危害狀況	可能導致之危害
場地準備	放樣	1. 放樣場地	放樣、測量人員	1. 場地管制不良，遭行駛機械車輛撞擊。	撞傷
	鋼架或墩座 整備	1. 鋼架、墩座及千斤頂 2. 堆高機 3. 瓦斯氣體管 4. 瓦斯氣體 (局部加熱冷卻法) 5. 高壓氣體鋼瓶 6. 交流電焊機 7. 手動電弧焊 8. 手持電動砂輪機	堆高機操作手 冷作工或電焊工	1. 1 搬運千斤頂及其他鋼件姿勢不良或超重。 2. 1 交管不良被移動中堆高機撞擊。 3. 1 人員可能被瓦斯管絆倒。 4. 1 人體接觸高溫鋼架。 4. 2 人體接觸高溫瓦斯火燄。 4. 3 未移除周遭易燃物或未有效隔絕。 5. 1 乙炔氣體為可燃物，受烈日曝曬於下，瓶內氣體膨脹壓力上升，如鋼瓶之鋼板無法承受，即發生爆炸。 6. 1 未安裝自動電擊防止裝置，致人員有感電之虞。 6. 2 碰觸破損之焊接柄夾頭的帶電部分或電焊條、碰觸未有絕緣保護之電源端子、電焊機箱體或電源線路漏電。	下背痛 肌肉骨骼傷害 撞傷 跌倒 灼傷 火災 爆炸 感電

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業單元	作業程序			可能的危害狀況	可能導致之危害
場地準備	鋼架或墩座 整備	1. 鋼架、墩座及千斤頂 2. 堆高機 3. 瓦斯氣體管 4. 瓦斯氣體 (局部加熱冷卻法) 5. 高壓氣體鋼瓶 6. 交流電焊機 7. 手動電弧焊 8. 手持電動砂輪機	堆高機操作手 冷作工或電焊工	7.1 接觸電焊中高溫鋼架。 7.2 電焊中產生金屬燻煙及刺眼弧光。 7.3 敲除溶渣時，可能濺傷眼睛。 7.4 可能在露天日曬下作業。 7.5 電弧焊中電弧產生高溫(3300°C 以上)。 8.1 電箱未裝置漏電斷路器而手持電 動砂輪機本身漏電。 8.2 電源線破損置於鋼板及潮溼地 面，致人體接觸。 8.3 手持電動砂輪機未裝置護罩。	金屬燻煙 強光 異物入眼 熱疾病 割傷
	鋼架或墩座 定位	1. 鋼架、墩座及千斤頂 2. 移動式起重機 3. 門型吊車 4. 堆高機 5. 施工架	吊掛人員 吊車操作手 堆高機操作手 冷作工	1.1 操作不良人員被移動中鋼架、墩座 撞擊。 2.1 移動式起重機吊升超過額定荷重、 旋轉不當、外伸撐座未完全伸出或 地面不平、地面濕滑鬆軟等原因， 造成起重機翻覆事故。 2.2 吊具或鋼索強度不足、吊掛不當、 吊鉤無防脫落裝置、未採取防止 吊掛物通過人員上方及人員進入 吊掛物下方之設備或措施、過捲 揚預防裝置失效或旋轉不當等。	撞傷 倒塌 物體飛落 墜落

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業單元	作業程序			可能的危害狀況	可能導致之危害
場地準備	鋼架或墩座 定位	1. 鋼架、墩座及千斤頂 2. 移動式起重機 3. 門型吊車 4. 堆高機 5. 施工架	吊掛人員 吊車操作手 堆高機操作手 冷作工	3.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞擊。 4.1 交管不良被移動中堆高機撞擊。 4.2 人員站立於堆高機貨叉上作業。 5.1 施工架組立不良。	
箱樑吊裝	箱樑進場	1. 箱樑 (BLOCK) 2. 移動式起重機 3. 門型吊車 4. 拖板車	吊掛人員 吊車操作手 拖板車駕駛	1.1 操作不良人員被移動中箱樑撞擊。 1.2 人員至箱樑上繫鉤及解鉤。 1.3 箱樑於運輸過程中牢固不確實。 2.1 移動式起重機吊升超過額定荷重、旋轉不當、外伸撐座未完全伸出或地面不平、地面濕滑鬆軟等原因，造成起重機翻覆事故。 2.2 吊具或鋼索強度不足、吊掛不當、吊鉤無防脫落裝置、未採取防止吊掛物通過人員上方及人員進入吊掛物下方之設備或措施、過捲揚預防裝置失效或旋轉不當等。 3.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞擊。 4.1 交管不良被移動中拖板車撞擊。	撞傷 墜落 物體飛落 倒塌

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業單元	作業程序			可能的危害狀況	可能導致之危害
箱樑吊裝	吊裝及鎖固	1. 箱樑 (BLOCK)、外橫 隔樑鋼件、連接鈑、 螺栓、螺帽 2. 鎖固扳手 3. 電氣設備 4. 移動式起重機 5. 門型吊車 6. 堆高機 7. 施工架	吊掛人員 吊車操作手 堆高機操作手 冷作工	1.1 操作不良人員被移動中箱樑撞擊。 1.2 人員至高度超過 2 公尺箱樑上繫 鈎及解鈎。 1.3 人員至高度超過 2 公尺箱樑上及 外橫隔樑鋼件處進行鎖固作業。 1.4 吊掛不當或放置不當致外橫隔樑 鋼件、連接鈑、螺栓、螺帽掉落。 2.1 鎖固扳手未綁繫於構件上。 3.1 使用電纜線破損或電氣設備漏電。 4.1 移動式起重機吊升超過額定荷重、 旋轉不當、外伸撐座未完全伸出或 地面不平、地面濕滑鬆軟等原因， 造成起重機翻覆事故。 4.2 吊具或鋼索強度不足、吊掛不當、 吊鈎無防脫落裝置、未採取防止 吊掛物通過人員上方及人員進入 吊掛物下方之設備或措施、過捲 揚預防裝置失效或旋轉不當等。 5.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞 擊。 6.1 交管不良被移動中堆高機撞擊。 6.2 人員站立於堆高機貨叉上作業。 7.1 施工架組立不良、使用不合格合梯 或爬梯作業。	撞傷 墜落 物體飛落 感電 倒塌

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業單元	作業程序			可能的危害狀況	可能導致之危害
量測及引孔	量測	1. 箱樑 (BLOCK)	測量人員	1.1 測量人員於高度超過 2 公尺以上箱樑，進行量測作業。	墜落
	引孔	1. 移動式磁性鑽孔機	冷作工	1.1 人員在高度超過 2 公尺以上箱樑上進行鑽孔作業。 1.2 遭轉動中鑽頭捲入或割傷。 1.3 清除鐵屑遭鋒利鐵屑割傷。 1.4 電箱未裝置漏電斷路器而鑽孔機本身漏電。 1.5 鑽孔機及其他工具放置固定不良，從箱樑上掉落。	墜落 捲入 割傷 感電 物體飛落
植焊剪力釘	植焊剪力釘	1. 電弧式植釘槍 2. 剪力釘 3. 陶瓷護罩	冷作工或電焊工	1.1 人員在高度超過 2 公尺以上箱樑上進行植釘作業。 1.2 碰觸釘槍帶電部分或碰觸未有絕緣保護之電源端子、電焊機箱體或電源線路漏電。 1.3 電焊中產生金屬燻煙及刺眼弧光。 2.1 人員可能被直立剪力釘絆倒。 2.2 剪力釘未收納妥善而掉落。 3.1 打除陶瓷護罩碎片可能濺傷眼睛。	墜落 感電 金屬燻煙 強光 跌倒 物體飛落 異物入眼

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業單元	作業程序			可能的危害狀況	可能導致之危害
卸裝及整修	卸裝作業	1. 箱樑 (BLOCK)、外橫 隔樑鋼件、連接板、 螺栓、螺帽 2. 鎖固扳手 3. 電氣設備 4. 移動式起重機 5. 門型吊車 6. 堆高機 7. 施工架	吊掛人員 吊車操作手 堆高機操作手 冷作工	1.1 操作不良人員被拆卸中箱樑撞擊。 1.2 人員至高度超過 2 公尺箱樑上繫 鉤及解鉤。 1.3 人員至高度超過 2 公尺箱樑上及 外橫隔樑鋼件處進行拆卸作業。 1.4 吊掛不當或放置不當致外橫隔樑 鋼件、連接板、螺栓、螺帽掉落。 2.1 鎖固扳手未綁繫於構件上。 3.1 使用電纜線破損或電氣設備漏電。 4.1 移動式起重機吊升超過額定荷重、 旋轉不當、外伸撐座未完全伸出或 地面不平、地面濕滑鬆軟等原因， 造成起重機翻覆事故。 4.2 吊具或鋼索強度不足、吊掛不當、 吊鉤無防脫落裝置、未採取防止 吊掛物通過人員上方及人員進入 吊掛物下方之設備或措施、過捲 揚預防裝置失效或旋轉不當等。 5.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞 擊。 6.1 交管不良被移動中堆高機撞擊。 6.2 人員站立於堆高機貨叉上作業。 7.1 施工架組立不良、使用不合格合梯 或爬梯作業。	撞傷 墜落 物體飛落 感電 倒塌

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業單元	作業程序			可能的危害狀況	可能導致之危害
卸裝及整修	整修作業	1. 箱樑 (BLOCK) 2. 手持電動砂輪機 3. 交流電焊機 4. 瓦斯氣體 (局部加熱冷卻法) 5. 高壓氣體鋼瓶	冷作工 電焊工 整型人員	1.1 人員在高度超過 2 公尺以上箱樑上進行整修作業。 2.1 電箱未裝置漏電斷路器而手持電動砂輪機本身漏電。 2.2 電源線破損置於鋼板及潮溼地面，致人體接觸。 2.3 手持電動砂輪機未裝置護罩。 2.4 研磨鋼材未戴護目鏡遭飛屑所傷。 3.1 未安裝自動電擊防止裝置，致人員有感電之虞。 3.2 碰觸破損之焊接柄夾頭的帶電部分或電焊條、碰觸未有絕緣保護之電源端子、電焊機箱體或電源線路漏電。 3.3 電焊中產生金屬燻煙及刺眼弧光。 3.4 敲除溶渣時，可能濺傷眼睛。 3.5 可能在露天日曬下作業。 3.6 電弧焊中電弧產生高溫 (3300 °C 以上)。 4.1 人體接觸高溫鋼板。 4.2 人體接觸高溫瓦斯火燄。 4.3 人員可能被瓦斯管絆倒。 4.4 未移除周遭易燃物或未有效隔絕。	墜落 感電 割傷 異物入眼 金屬燻煙 強光 熱疾病 灼傷 跌倒 火災 爆炸

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業單元	作業程序			可能的危害狀況	可能導致之危害
卸裝及整修	整修作業	1. 箱樑 (BLOCK) 2. 手持電動砂輪機 3. 交流電焊機 4. 瓦斯氣體 (局部加熱冷卻法) 5. 高壓氣體鋼瓶	冷作工 電焊工 整型人員	5.1 乙炔氣體為可燃物，受烈日曝曬於下，瓶內氣體膨脹壓力上升，如鋼瓶之鋼板無法承受，即發生爆炸。	
場地復原	鋼架或墩座 移除	1. 鋼架、墩座及千斤頂 2. 移動式起重機 3. 門型吊車 4. 堆高機 5. 施工架	吊掛人員 吊車操作手 堆高機操作手 冷作工	1.1 操作不良人員被移動中鋼架、墩座撞擊。 2.1 移動式起重機吊升超過額定荷重、旋轉不當、外伸撐座未完全伸出或地面不平、地面濕滑鬆軟等原因，造成起重機翻覆事故。 2.2 吊具或鋼索強度不足、吊掛不當、吊鉤無防脫落裝置、未採取防止吊掛物通過人員上方及人員進入吊掛物下方之設備或措施、過捲揚預防裝置失效或旋轉不當等。 3.1 人員站立位置不良，遭門型吊車撞擊。 4.1 交管不良被移動中堆高機撞擊。 4.2 人員站立於堆高機貨叉上作業。 5.1 施工架組立不良。	撞傷 倒塌 物體飛落 墜落

表 A-8 鋼構箱型樑製程工作安全分析表-塗 裝

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業單元	作業程序			可能的危害狀況	可能導致之危害
表面處理	箱樑進場	1. 箱樑 (BLOCK) 2. 門型吊車 3. 拖板車	吊掛人員 吊車操作手 拖板車駕駛	1.1 操作不良人員被移動中箱樑撞擊。 1.2 人員至箱樑上繫鉤及解鉤。 1.3 箱樑於運輸過程中牢固不確實。 2.1 人員站立位置不良,遭門型吊車撞擊。 3.1 交管不良被移動中拖板車撞擊。	撞傷 墜落 物體飛落
	除 銹	1. 箱樑 (BLOCK) 2. 人工噴砂 3. 矽鋁鐵砂	噴砂作業人員	1.1 未注意被箱樑加勁鈹等構件絆倒。 1.2 至高度超過 2 公尺箱樑進行噴砂。 2.1 人員若未做好身體防護或無關人員管制,可能遭強力噴出矽砂所傷。 3.1 人員口、鼻、眼應佩帶防護具,不然有吸入、異物入眼之危害。	跌倒 墜落 擦傷 矽肺症 異物入眼
塗 漆	無機鋅粉底漆 噴 塗	1. 箱樑 (BLOCK) 2. 無機鋅粉底漆 3. 噴漆機 (無氣噴塗法 Airless Spray)	塗裝作業人員	1.1 未注意被箱樑加勁鈹等構件絆倒。 1.2 至高度超過 2 公尺箱樑進行噴漆。 2.1 進行噴漆作業時,人員未著呼吸防護具,致吸入有機溶劑。 2.2 存放塗料及稀釋劑之庫房。未保持通風及未設防火設備。 3.1 壓送油漆皮管不良破裂及銜接處連接不良斷裂,致油漆四處噴濺。	跌倒 墜落 與有機溶劑之接觸 火災

作業拆解		使用原物料、機具、 設備、方法	作業人員	危害辨識	
作業單元	作業程序			可能的危害狀況	可能導致之危害
塗漆	連接板結合處 覆蓋	1. 箱樑 (BLOCK) 2. 刀片、膠帶、報紙	塗裝作業人員或 雜工	1.1 人員爬上高度 2 公尺以上箱樑，進 行覆蓋作業。 2.1 人員切裁報紙時可能遭刀片割傷。	墜落 割傷
	中塗漆至面漆 噴塗	1. 箱樑 (BLOCK) 2. 中塗漆、柏油漆、面 漆 3. 噴漆機 (無氣噴塗法 Airless Spray)	塗裝作業人員 	1.1 未注意被箱樑加勁鈹等構件絆倒。 1.2 至高度超過 2 公尺箱樑進行噴漆。 2.1 進行噴漆作業時，人員未著呼吸防 護具，致吸入有機溶劑。 2.2 存放塗料及稀釋劑之庫房。未保持 通風及未設防火設備。 3.1 壓送油漆皮管不良破裂及銜接 處連接不良斷裂，致油漆四處 噴濺。	跌倒 墜落 與有機溶劑之接觸 火災

附錄二

表 B-1 鋼構箱型樑製程危害風險評估表-進料預塗

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級	
				A	B					
鋼板進場	準備、板車進場	拖板車	撞傷	1	3	2	8	C	3	
	人員鉤掛	鋼板	割傷	1	3	3	12	D	3	
		門型吊車	撞傷	1	3	2	8	C	3	
		夾具、鋼索	割傷	1	3	3	12	D	3	
		拖板車	墜落	1	3	2	8	B	2	
		鋼板	割傷	1	3	3	12	D	3	
	起吊、卸下	鋼板	撞傷	1	3	2	8	C	3	
		鋼板	物體飛落	1	3	1	4	B	3	
		鋼板	倒塌	1	3	1	4	B	3	
		門型吊車	撞傷	1	3	2	8	C	3	
		夾具、鋼索	割傷	1	3	3	12	D	3	
		鋼板	割傷	1	4	3	15	D	3	
除 銹	起吊、卸下	鋼板	撞傷	1	4	2	10	C	3	
		鋼板	物體飛落	1	4	1	5	B	2	
		鋼板	墜落	1	4	2	10	B	2	
		門型吊車	撞傷	1	4	2	10	C	3	
		夾具、鋼索	割傷	1	4	3	15	D	3	
		鋼板	割傷	1	4	3	15	D	3	
	鋼板進入噴砂機除銹	隧道式自動噴砂機	捲入	1	4	3	15	B	1	
		隧道式自動噴砂機	矽粉塵暴露	1	4	1	5	B	2	
	預塗底漆	準備	無機鋅粉底漆	與有機溶劑之接觸	1	4	1	5	D	4
			無機鋅粉底漆	火災	1	4	1	5	B	2

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生率 C	機率 權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級
				A	B				
預塗底漆	第一面噴漆	無機鋅粉底漆	與有機溶劑之接觸	1	4	1	5	D	4
		噴漆機(無氣噴塗法)	與有機溶劑之接觸	1	4	1	5	D	4
	鋼鈹起吊	鋼鈹	割傷	1	4	3	15	D	3
		鋼鈹	撞傷	1	4	2	8	C	3
		鋼鈹	物體飛落	1	4	1	5	B	2
		門型吊車	撞傷	1	4	2	8	C	3
		夾具、鋼索	割傷	1	4	3	15	D	3
	第二面噴漆	鋼鈹	物體飛落	1	4	1	5	B	3
		無機鋅粉底漆	與有機溶劑之接觸	1	4	1	5	D	4
		噴漆機(無氣噴塗法)	與有機溶劑之接觸	1	4	1	5	D	4
	卸料、堆置	鋼鈹	割傷	1	4	3	15	D	3
		鋼鈹	撞傷	1	4	2	8	C	3
		鋼鈹	物體飛落	1	4	1	5	B	2
		鋼鈹	倒塌	1	4	1	5	B	2
		門型吊車	撞傷	1	4	2	8	C	3
		夾具、鋼索	割傷	1	4	3	15	D	3

表 B-2 鋼構箱型樑製程危害風險評估表-接鉸電銲

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級	
				A	B					
鋼鉸進場	準備、板車進場	拖板車	撞傷	3	2	2	10	C	3	
	人員鉤掛	鋼鉸	割傷	3	2	3	15	D	3	
		門型吊車	撞傷	3	2	2	10	C	3	
		拖板車	墜落	3	2	2	10	B	2	
	起吊、卸下	鋼鉸	割傷	3	2	3	15	D	3	
		鋼鉸	撞傷	3	2	2	10	C	3	
		鋼鉸	物體飛落	3	2	1	5	B	2	
		鋼鉸	倒塌	3	2	1	5	B	2	
		門型吊車	撞傷	3	2	2	10	C	3	
		夾具、鋼索	割傷	3	2	3	15	D	3	
	鋼鉸開槽	準備	鋼鉸	割傷	3	1	3	12	D	3
			瓦斯切割機	跌倒	3	1	2	8	D	4
瓦斯切割機			下背痛	3	1	3	12	C	2	
瓦斯切割機			肌肉骨骼傷害	3	1	3	12	C	2	
點火		鋼鉸	割傷	3	1	3	12	D	3	
		瓦斯切割機	灼傷	3	1	1	4	D	4	
切割		鋼鉸	割傷	3	3	3	18	D	3	
		鋼鉸	灼傷	3	3	1	6	D	4	
		瓦斯切割機	灼傷	3	3	1	6	D	4	
		瓦斯切割機	火災	3	3	1	6	B	2	
研磨		鋼鉸	割傷	3	3	3	18	D	3	
		鋼鉸	灼傷	3	3	1	6	D	4	
		手持電動砂輪機	感電	3	3	1	6	B	2	
		手持電動砂輪機	異物入眼	3	3	1	6	D	4	

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級	
				A	B					
點焊打底	對 鈹	鋼鈹	割傷	3	2	3	15	D	3	
		鋼鈹	撞傷	3	2	2	10	C	3	
		鋼鈹	物體飛落	3	2	1	5	B	2	
		門型吊車	撞傷	3	2	2	10	C	3	
		夾具、鋼索	割傷	3	2	3	15	D	3	
	電焊作業	鋼鈹	割傷	3	3	3	18	D	3	
		氣體掩護金屬電弧銲	金屬燻煙	3	3	1	6	D	4	
		氣體掩護金屬電弧銲	強光	3	3	1	6	D	4	
		氣體掩護金屬電弧銲	灼傷	3	3	1	6	D	4	
		氣體掩護金屬電弧銲	熱疾病	3	3	1	6	D	4	
	除 渣	鋼鈹	灼傷	3	2	1	5	D	4	
		鋼鈹	異物入眼	3	2	1	5	D	4	
	潛弧銲接 (第一面)	準 備	鋼鈹	割傷	3	1	3	12	D	3
			潛弧焊機	感電	3	1	1	4	B	3
潛弧焊機			下背痛	3	1	3	12	C	2	
潛弧焊機			肌肉骨骼傷害	3	1	3	12	C	2	
潛弧銲接		潛弧銲接法	感電	3	4	1	7	B	2	
除 渣		鋼板	灼傷	3	1	1	4	D	4	
		鋼板	異物入眼	3	1	1	4	D	4	
背 剷	鋼鈹翻面	鋼鈹	割傷	3	1	3	12	D	3	
		鋼鈹	撞傷	3	1	2	8	C	3	
		鋼鈹	物體飛落	3	1	1	4	B	3	
		門型吊車	撞傷	3	1	2	8	C	3	

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級
				A	B				
背 剷	鋼鈹翻面	夾具、鋼索	割傷	3	1	3	12	D	3
	背剷作業	鋼板	割傷	3	3	3	18	D	3
		掘槽熔切機	感電	3	3	1	6	B	2
		以碳棒進行背剷作業	金屬燻煙	3	3	1	6	D	4
		以碳棒進行背剷作業	強光	3	3	1	6	D	4
		以碳棒進行背剷作業	噪音	3	3	1	6	D	4
		以碳棒進行背剷作業	灼傷	3	3	1	6	D	4
		以碳棒進行背剷作業	火災	3	3	1	6	B	2
潛弧銲接 (第二面)	準 備	鋼鈹	割傷	3	1	3	12	D	3
		潛弧銲機	感電	3	1	1	4	B	3
		潛弧銲機	下背痛	3	1	3	12	C	2
		潛弧銲機	肌肉骨骼傷害	3	1	3	12	C	2
	潛弧銲接	潛弧銲接法	感電	3	4	1	7	B	2
	除 渣	鋼板	灼傷	3	1	1	4	D	4
鋼板		異物入眼	3	1	1	4	D	4	
整 型	準 備	鋼板	割傷	3	1	3	12	D	3
		瓦斯氣體管	跌倒	3	1	2	8	D	4
		瓦斯氣體	灼傷	3	1	1	4	D	4
		高壓氣體鋼瓶	爆炸	3	1	1	4	B	3
	火燄整型	鋼板	灼傷	3	3	1	6	D	4
		鋼板	跌倒	3	3	2	12	D	3
		瓦斯氣體管	跌倒	3	3	2	12	D	3
		瓦斯氣體	灼傷	3	3	1	6	D	4
		瓦斯氣體	火災	3	3	1	6	B	2
		高壓氣體鋼瓶	爆炸	3	3	1	6	B	2

表 B-3 鋼構箱型樑製程危害風險評估表-落樣切割

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級	
				A	B					
鋼板落樣	準備	CNC 落樣切割機	感電	2	1	1	3	B	3	
		CNC 落樣切割機	割擦傷	2	1	3	9	D	4	
	起吊、卸下	鋼板	割傷	2	2	3	12	D	3	
		鋼板	撞傷	2	2	2	8	C	3	
		鋼板	物體飛落	2	2	1	4	B	3	
		門型吊車	撞傷	2	2	2	8	C	3	
		夾具、鋼索	割傷	2	2	3	12	D	3	
	CNC 落樣	CNC 落樣切割機	撞傷	2	2	2	8	C	3	
	鋼板切割	準備	CNC 落樣切割機	感電	2	1	1	3	B	3
			CNC 落樣切割機	割擦傷	2	1	3	9	D	4
輕便型瓦斯切割機			下背痛	2	1	3	9	C	3	
輕便型瓦斯切割機			肌肉骨骼傷害	2	1	3	9	C	3	
CNC 切割		CNC 落樣切割機	灼傷	2	4	1	6	D	4	
		CNC 落樣切割機	撞傷	2	4	2	12	C	2	
		CNC 落樣切割機	火災	2	4	1	6	B	2	
瓦斯切割		輕便型瓦斯切割機	灼傷	2	4	1	6	D	4	
		輕便型瓦斯切割機	跌倒	2	4	2	12	D	3	
		輕便型瓦斯切割機	火災	2	4	1	6	B	2	
		輕便型瓦斯切割機	爆炸	2	4	1	6	B	2	

表 B-4 鋼構箱型樑製程危害風險評估表-冷作加工

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級
				A	B				
鑽孔作業	準備	鑽頭	割傷	1	2	3	9	D	4
		鑽孔機	感電	1	2	1	3	B	3
		鑽孔機	捲入	1	2	3	9	B	2
		堆高機	撞傷	1	2	2	6	C	3
	置料、固定	鋼鈹	擦割傷	1	2	3	9	D	4
		鋼鈹	物體飛落	1	2	1	3	B	3
		鋼鈹	夾傷	1	2	3	9	D	4
		鋼鈹	肌肉骨骼傷害	1	2	3	9	C	3
		手拉吊車	物體飛落	1	2	1	3	B	3
		手拉吊車	肌肉骨骼傷害	1	2	3	9	C	3
		固定夾具	擦割傷	1	2	3	9	D	4
	鑽孔、除渣	鑽頭	捲入	1	4	3	15	B	1
		鑽孔機	割傷	1	4	3	15	D	3
	解開、卸料	鋼鈹	擦割傷	1	2	3	9	D	4
		鋼鈹	物體飛落	1	2	1	3	B	3
		鋼鈹	夾傷	1	2	3	9	D	4
		鋼鈹	肌肉骨骼傷害	1	2	3	9	C	3
		手拉吊車	物體飛落	1	2	1	3	B	3
		手拉吊車	肌肉骨骼傷害	1	2	3	9	C	3
		固定夾具	擦割傷	1	2	3	9	D	4
鋸切作業	準備	鋼鋸機	割傷	1	2	3	9	D	4
		鋼鋸機	感電	1	2	1	3	B	3

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級
				A	B				
鋸切作業	準備	鋼鋸機	捲入	1	2	3	9	B	2
		堆高機	撞傷	1	2	2	6	C	3
	置料、固定	鋼材	割傷	1	2	3	9	D	4
		鋼材	物體飛落	1	2	1	3	B	3
		鋼材	夾傷	1	2	3	9	D	4
		鋼材	肌肉骨骼傷害	1	2	3	9	C	3
		手拉吊車	物體飛落	1	2	1	3	B	3
		手拉吊車	肌肉骨骼傷害	1	2	3	9	C	3
		鋼鋸機	捲入	1	2	3	9	B	2
		鋸斷、除渣	鋼材	異物入眼	1	4	1	5	D	4
	鋼材		割傷	1	4	3	15	D	3
	鋼鋸機		捲入	1	4	3	15	B	1
	鋼鋸機		割傷	1	4	3	15	D	3
	成品搬移	鋼材	割傷	1	2	3	9	D	4
		鋼材	物體飛落	1	2	1	3	B	3
		鋼材	夾傷	1	2	3	9	D	4
		鋼材	肌肉骨骼傷害	1	2	3	9	C	3
		手拉吊車	物體飛落	1	2	1	3	B	3
		手拉吊車	肌肉骨骼傷害	1	2	3	9	C	3
		鋼鋸機	捲入	1	2	3	9	B	2
鋼鋸機		割傷	1	2	3	9	D	4	
堆高機		撞傷	1	2	2	6	C	3	
開槽作業		準備	鋼鈹	割傷	1	2	3	9	D	4
	瓦斯切割機		跌倒	1	2	2	6	D	4

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級
				A	B				
開槽作業	準備	瓦斯切割機	下背痛	1	2	3	9	C	3
		瓦斯切割機	肌肉骨骼傷害	1	2	3	9	C	3
		瓦斯切割機	爆炸	1	2	1	3	B	3
		堆高機	撞傷	1	2	2	6	C	3
	點火	鋼鈹	割傷	1	1	3	6	D	4
		瓦斯切割機	灼傷	1	1	1	2	D	5
	切割	鋼鈹	割傷	1	4	3	15	D	3
		鋼鈹	灼傷	1	4	1	5	D	4
		瓦斯切割機	灼傷	1	4	1	5	D	4
		瓦斯切割機	火災	1	4	1	5	B	2
	研磨	鋼鈹	割傷	1	2	3	9	D	4
		鋼鈹	灼傷	1	2	1	3	D	4
		手持電動砂輪機	感電	1	2	1	3	B	3
		手持電動砂輪機	異物入眼	1	2	1	3	D	4

表 B-5 鋼構箱型樑製程危害風險評估表-小組合電焊

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級
				A	B				
翼板及腹板與加勁板組合	準備	交流電焊機	感電	2	1	1	3	B	3
		夾具、工作鐵件	割傷	2	1	3	9	D	4
		堆高機	撞傷	2	1	2	6	C	3
	起吊、定位	鋼件	割傷	2	3	3	15	D	3
		鋼件	撞傷	2	3	2	10	C	3
		鋼件	物體飛落	2	3	1	5	B	2
		門型吊車	撞傷	2	3	2	10	C	3
		夾具、鋼索	割傷	2	3	3	15	D	3
	點焊	鋼件	割傷	2	4	3	18	D	3
		交流電焊機	感電	2	4	1	6	B	2
		手動電弧焊	強光	2	4	1	6	D	4
		手動電弧焊	金屬燻煙	2	4	1	6	D	4
		手動電弧焊	灼傷	2	4	1	6	D	4
		手動電弧焊	異物入眼	2	4	1	6	D	4
		手動電弧焊	熱疾病	2	4	1	6	D	4
		半成品搬移、堆置	鋼件	割傷	2	2	3	12	D	3
	鋼件		夾傷	2	2	3	12	D	3
	鋼件		撞傷	2	2	2	8	C	3
	鋼件		物體飛落	2	2	1	4	B	3
	鋼件		倒塌	2	2	1	4	B	3

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級
				A	B				
翼板及腹板與加勁板組合	半成品搬移、堆置	門型吊車	撞傷	2	2	2	8	C	3
		夾具、鋼索	割傷	2	2	3	12	D	3
		堆高機	撞傷	2	2	2	8	C	3
單片隔板及其他小構件組合	準備	交流電焊機	感電	2	1	1	3	B	3
		夾具、工作鐵件	割傷	2	1	3	9	D	4
		堆高機	撞傷	2	1	2	6	C	3
	起吊、定位	鋼件	割傷	2	3	3	15	D	3
		鋼件	撞傷	2	3	2	10	C	3
		鋼件	夾傷	2	3	3	15	D	3
		鋼件	物體飛落	2	3	1	5	B	2
		鋼件	肌肉骨骼傷害	2	3	3	15	C	2
		門型吊車	撞傷	2	3	2	10	C	3
		夾具、鋼索	割傷	2	3	3	15	D	3
		手拉吊車	物體飛落	2	3	1	5	B	2
		手拉吊車	肌肉骨骼傷害	2	3	3	15	C	2
	點 焊	鋼件	割傷	2	2	3	12	D	3
		交流電焊機	感電	2	2	1	4	B	3
		手動電弧焊	強光	2	2	1	4	D	4
		手動電弧焊	金屬燻煙	2	2	1	4	D	4
		手動電弧焊	灼傷	2	2	1	4	D	4
		手動電弧焊	異物入眼	2	2	1	4	D	4

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級
				A	B				
單片隔板及其他小構件組合	點 焊	手動電弧焊	熱疾病	2	2	1	4	D	4
	電焊作業	鋼件	割傷	2	4	3	18	D	3
		交流電焊機	感電	2	4	1	6	B	2
		氣體掩護金屬電弧銲或包藥焊線電弧焊	強光	2	4	1	6	D	4
			金屬燻煙	2	4	1	6	D	4
			灼傷	2	4	1	6	D	4
			異物入眼	2	4	1	6	D	4
			熱疾病	2	4	1	6	D	4
	半成品搬移、堆置	鋼件	割傷	2	2	3	12	D	3
		鋼件	夾傷	2	2	3	12	D	3
		鋼件	撞傷	2	2	2	8	C	3
		鋼件	物體飛落	2	2	1	4	B	3
		鋼件	倒塌	2	2	1	4	B	3
		門型吊車	撞傷	2	2	2	8	C	3
		夾具、鋼索	割傷	2	2	3	12	D	3
		堆高機	撞傷	2	2	2	8	C	3
	整 型	準 備	鋼板	割傷	2	1	3	9	D	4
瓦斯氣體管			跌倒	2	1	2	6	D	4
瓦斯氣體			灼傷	2	1	1	3	D	4
高壓氣體鋼瓶			爆炸	2	1	1	3	B	3
火鍍整型		鋼板	灼傷	2	3	1	5	D	4

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級
				A	B				
整型	火燄整型	鋼板	跌倒	2	3	2	10	D	4
		瓦斯氣體管	跌倒	2	3	2	10	D	4
		瓦斯氣體	灼傷	2	3	1	5	D	4
		瓦斯氣體	火災	2	3	1	5	B	2
		高壓氣體鋼瓶	爆炸	2	3	1	5	B	2



表 B-6 鋼構箱型樑製程危害風險評估表-大組合電焊

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級	
				A	B					
下翼鈹與內隔板組合	準備	交流電焊機	感電	4	1	1	5	B	2	
		夾具、工作鐵件	割傷	4	1	3	15	D	3	
		堆高機	撞傷	4	1	2	10	C	3	
	起吊、定位	鋼板	割傷	4	3	3	21	D	3	
		鋼板	撞傷	4	3	2	14	C	2	
		鋼板	物體飛落	4	3	1	7	B	2	
		門型吊車	撞傷	4	3	2	14	C	2	
		夾具、鋼索	割傷	4	3	3	21	D	3	
		千斤頂	壓傷	4	3	1	7	D	4	
		手搖鍊條拉緊器	肌肉骨骼傷害	4	3	3	21	C	2	
	點焊	鋼件	割傷	4	3	3	21	D	3	
		鋼件	倒塌	4	3	1	7	B	2	
		交流電焊機	感電	4	3	1	7	B	2	
		手動電弧焊	強光	4	3	1	7	D	4	
		手動電弧焊	金屬燻煙	4	3	1	7	D	4	
		手動電弧焊	灼傷	4	3	1	7	D	4	
		手動電弧焊	異物入眼	4	3	1	7	D	4	
		手動電弧焊	熱疾病	4	3	1	7	D	4	
	左右腹鈹與上翼鈹組合	準備	交流電焊機	感電	4	1	1	5	B	2

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級	
				A	B					
左右腹鈹與上翼鈹組合	準備	夾具、工作鐵件	割傷	4	1	3	15	D	3	
		拖板車	撞傷	4	1	2	10	C	3	
	起吊、定位	鋼板	割傷	4	3	3	21	D	3	
		鋼板	撞傷	4	3	2	14	C	2	
		鋼板	物體飛落	4	3	1	7	B	2	
		門型吊車	撞傷	4	3	2	14	C	2	
		夾具、鋼索	割傷	4	3	3	21	D	3	
		手搖鍊條拉緊器	肌肉骨骼傷害	4	3	3	21	C	2	
	點焊	鋼件	割傷	4	3	3	21	D	3	
		鋼件	倒塌	4	3	1	7	B	2	
		交流電焊機	感電	4	3	1	7	B	2	
		手動電弧焊	強光	4	3	1	7	D	4	
		手動電弧焊	金屬燻煙	4	3	1	7	D	4	
		手動電弧焊	灼傷	4	3	1	7	D	4	
		手動電弧焊	異物入眼	4	3	1	7	D	4	
		手動電弧焊	熱疾病	4	3	1	7	D	4	
		施工架	墜落	4	3	2	14	B	1	
箱樑翻轉及全面電焊		內部電焊	箱樑(BLOCK)	跌倒	4	5	2	18	D	3
			交流電焊機	感電	4	5	1	9	B	2
	氣體掩護金屬電弧銲或包藥焊線電弧焊		強光	4	5	1	9	D	4	
			金屬燻煙	4	5	1	9	D	4	

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級
				A	B				
箱樑翻轉及全面電焊	內部電焊	氣體掩護金屬電弧銲或包藥焊線電弧焊	灼傷	4	5	1	9	D	4
			異物入眼	4	5	1	9	D	4
			熱疾病	4	5	1	9	D	4
	外部電焊	箱樑(BLOCK)	墜落	4	5	2	18	B	1
		交流電焊機	感電	4	5	1	9	B	2
		潛弧焊接法	下背痛	4	5	3	27	C	2
		潛弧焊接法	肌肉骨骼傷害	4	5	3	27	C	2
		潛弧焊接法	灼傷	4	5	1	9	D	4
		潛弧焊接法	異物入眼	4	5	1	9	D	4
		潛弧焊接法	熱疾病	4	5	1	9	D	4
	箱樑翻轉	箱樑(BLOCK)	撞傷	4	2	2	12	C	2
		門型吊車	撞傷	4	2	2	12	C	2
		吊具、鍊條	物體飛落	4	2	1	6	B	2
	整修作業	箱樑(BLOCK)	墜落	4	3	2	14	B	1
		手持電動砂輪機	感電	4	3	1	7	B	2
		手持電動砂輪機	割傷	4	3	3	21	D	3
		手持電動砂輪機	異物入眼	4	3	1	7	D	4
		瓦斯氣體管	跌倒	4	3	2	14	D	3
		瓦斯氣體	灼傷	4	3	1	7	D	4
		瓦斯氣體	火災	4	3	1	7	B	2
		高壓氣體鋼瓶	爆炸	4	3	1	7	B	2

表 B-7 鋼構箱型樑製程危害風險評估表-假安裝

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級
				A	B				
場地準備	放樣	放樣場地	撞傷	5	4	2	18	C	2
	鋼架或墩座 整備	鋼架、墩座及千斤頂	下背痛	5	3	3	24	C	2
		鋼架、墩座及千斤頂	肌肉骨骼傷害	5	3	3	24	C	2
		堆高機	撞傷	5	3	2	16	C	2
		瓦斯氣體管	跌倒	5	3	2	16	D	3
		瓦斯氣體	灼傷	5	3	1	8	D	4
		瓦斯氣體	火災	5	3	1	8	B	2
		高壓氣體鋼瓶	爆炸	5	3	1	8	B	2
		交流電焊機	感電	5	3	1	8	B	2
		手動電弧焊	灼傷	5	3	1	8	D	4
		手動電弧焊	金屬燻煙	5	3	1	8	D	4
		手動電弧焊	強光	5	3	1	8	D	4
		手動電弧焊	異物入眼	5	3	1	8	D	4
		手動電弧焊	熱疾病	5	3	1	8	D	4
		手持電動砂輪機	感電	5	3	1	8	B	2
	手持電動砂輪機	割傷	5	3	3	24	D	3	
	鋼架或墩座 定位	鋼架、墩座及千斤頂	撞傷	5	4	2	18	C	2
		移動式起重機	倒塌	5	4	1	9	B	2
		移動式起重機	物體飛落	5	4	1	9	B	2

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級
				A	B				
場地準備	鋼架或墩座定位	門型吊車	撞傷	5	4	2	18	C	2
		堆高機	撞傷	5	4	2	18	C	2
		堆高機	墜落	5	4	2	18	B	1
		施工架	墜落	5	4	2	18	B	1
箱樑吊裝	箱樑進場	箱樑(BLOCK)	撞傷	5	4	2	18	C	2
		箱樑(BLOCK)	墜落	5	4	2	18	B	1
		箱樑(BLOCK)	物體飛落	5	4	1	9	B	2
		移動式起重機	倒塌	5	4	1	9	B	2
		移動式起重機	物體飛落	5	4	1	9	B	2
		門型吊車	撞傷	5	4	2	18	C	2
		拖板車	撞傷	5	4	2	18	C	2
	吊裝及鎖固	箱樑(BLOCK) 外橫隔樑鋼件、連接鈹	撞傷	5	5	2	20	C	2
		箱樑(BLOCK)	墜落	5	5	2	20	B	1
		箱樑(BLOCK) 外橫隔樑鋼件	墜落	5	5	2	20	B	1
		箱樑(BLOCK) 外橫隔樑鋼件、連接鈹、螺栓、螺帽	物體飛落	5	5	1	10	B	2
		鎖固扳手	物體飛落	5	5	1	10	B	2
		電氣設備	感電	5	5	1	10	B	2
		移動式起重機	倒塌	5	5	1	10	B	2
移動式起重機	物體飛落	5	5	1	10	B	2		

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級
				A	B				
箱樑吊裝	吊裝及鎖固	門型吊車	撞傷	5	5	2	20	C	2
		堆高機	撞傷	5	5	2	20	C	2
		堆高機	墜落	5	5	2	20	B	1
		施工架	墜落	5	5	2	20	B	1
量測及引孔	量測	箱樑(BLOCK)	墜落	5	3	2	16	B	1
	引孔	移動式磁性鑽孔機	墜落	5	5	2	20	B	1
		移動式磁性鑽孔機	捲入	5	5	3	30	B	1
		移動式磁性鑽孔機	割傷	5	5	3	30	D	3
		移動式磁性鑽孔機	感電	5	5	1	10	B	2
		移動式磁性鑽孔機	物體飛落	5	5	1	10	B	2
植焊剪力釘	植焊剪力釘	電弧式植釘槍	墜落	5	5	2	20	B	1
		電弧式植釘槍	感電	5	5	1	10	B	2
		電弧式植釘槍	金屬燻煙	5	5	1	10	D	4
		電弧式植釘槍	強光	5	5	1	10	D	4
		剪力釘	跌倒	5	5	2	20	D	3
		剪力釘	物體飛落	5	5	1	10	B	2
		陶磁護罩	異物入眼	5	5	1	10	D	4
卸裝及整修	卸裝作業	箱樑(BLOCK) 外橫隔樑鋼件、連接鈑	撞傷	5	5	2	20	C	2
		箱樑(BLOCK)	墜落	5	5	2	20	B	1

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級
				A	B				
卸裝及整修	卸裝作業	箱樑(BLOCK)外橫隔樑鋼件	墜落	5	5	2	20	B	1
		箱樑(BLOCK)外橫隔樑鋼件、連接板、螺栓、螺帽	物體飛落	5	5	1	10	B	2
		鎖固扳手	物體飛落	5	5	1	10	B	2
		電氣設備	感電	5	5	1	10	B	2
		移動式起重機	倒塌	5	5	1	10	B	2
		移動式起重機	物體飛落	5	5	1	10	B	2
		門型吊車	撞傷	5	5	2	20	C	2
		堆高機	撞傷	5	5	2	20	C	2
		堆高機	墜落	5	5	2	20	B	1
		施工架	墜落	5	5	2	20	B	1
	整修作業	箱樑(BLOCK)	墜落	5	5	2	20	B	1
		手持電動砂輪機	感電	5	5	1	10	B	2
		手持電動砂輪機	割傷	5	5	3	30	D	3
		手持電動砂輪機	異物入眼	5	5	1	10	D	4
		交流電焊機	感電	5	5	1	10	B	2
		交流電焊機	金屬燻煙	5	5	1	10	D	4
		交流電焊機	強光	5	5	1	10	D	4
		交流電焊機	異物入眼	5	5	1	10	D	4
交流電焊機	熱疾病	5	5	1	10	D	4		

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級
				A	B				
卸裝及整修	整修作業	瓦斯氣體管	灼傷	5	5	1	10	D	4
		瓦斯氣體	跌倒	5	5	2	20	D	3
		瓦斯氣體	火災	5	5	1	10	B	2
		高壓氣體鋼瓶	爆炸	5	5	1	10	B	2
場地復原	鋼架或墩座 移除	鋼架、墩座及千斤頂	撞傷	5	4	2	18	C	2
		移動式起重機	倒塌	5	4	1	9	B	2
		移動式起重機	物體飛落	5	4	1	9	B	2
		門型吊車	撞傷	5	4	2	18	C	2
		堆高機	撞傷	5	4	2	18	C	2
		堆高機	墜落	5	4	2	18	B	1
		施工架	墜落	5	4	2	18	B	1

表 B-8 鋼構箱型樑製程危害風險評估表-塗 裝

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級
				A	B				
表面處理	箱樑進場	箱樑(BLOCK)	撞傷	3	2	2	10	C	3
		箱樑(BLOCK)	墜落	3	2	2	10	B	2
		箱樑(BLOCK)	物體飛落	3	2	1	5	B	2
		門型吊車	撞傷	3	2	2	10	C	3
		拖板車	撞傷	3	2	2	10	C	3
	除 銹	箱樑(BLOCK)	跌倒	3	3	2	12	D	3
		箱樑(BLOCK)	墜落	3	3	2	12	B	1
		人工噴砂	擦傷	3	3	3	18	D	3
		矽鋁鐵砂	矽肺症	3	3	1	6	B	2
		矽鋁鐵砂	異物入眼	3	3	1	6	D	4
塗 漆	無機鋅粉底漆噴塗	箱樑(BLOCK)	跌倒	3	3	2	12	D	3
		箱樑(BLOCK)	墜落	3	3	2	12	B	1
		無機鋅粉底漆	與有機溶劑之接觸	3	3	1	6	D	4
		無機鋅粉底漆	火災	3	3	1	6	B	2
		噴漆機(無氣噴塗法)	與有機溶劑之接觸	3	3	1	6	D	4
	連接板結合處覆蓋	箱樑(BLOCK)	墜落	3	1	2	8	B	2
		刀片	割傷	3	1	3	12	D	3
	中塗漆至面漆噴塗	箱樑(BLOCK)	跌倒	3	4	2	14	D	3

作業名稱	作業步驟	使用原物料、機具、設備、方法	可能導致危害	危害暴露頻率		危害發生機率 C	機率 權重 (A+B)*C	嚴重度	風險等級
				A	B				
塗 漆	中塗漆至面漆 噴 塗	箱樑(BLOCK)	墜落	3	4	2	14	B	1
		中塗漆、 柏油漆、面漆	與有機 溶劑之 接觸	3	4	1	7	D	4
		中塗漆、 柏油漆、面漆	火災	3	4	1	7	B	2
		噴漆機 (無氣噴塗 法)	與有機 溶劑之 接觸	3	4	1	7	D	4

