

大型橋墩鋼筋續接安全性研究

Study about the Safety of Connecting Operation of Reinforcing Bars for Large Scale Bridge Pier



大型橋墩鋼筋續接安全性研究
**Study about the Safety of Connecting
Operation of Reinforcing Bars for Large
Scale Bridge Pier**



行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

大型橋墩鋼筋續接安全性研究 / 張智奇, 問世賢研究主持. -- 1版. -- 新北市 : 勞委會勞安所, 民101.03

面 : 公分

ISBN 978-986-03-1899-9(平裝)

1. 工業安全 2. 橋樑工程

555.56

101003570

大型橋墩鋼筋續接安全性研究

著(編、譯)者: 張智奇、問世賢

出版機關: 行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所

22143 新北市汐止區橫科路 407 巷 99 號

電話: 02-26607600

<http://www.iosh.gov.tw/>

出版年月: 中華民國 101 年 3 月

版(刷)次: 1 版 1 刷

定價: 300 元

展售處:

五南文化廣場

台中市區中山路 6 號

電話: 04-22260330

國家書店松江門市

台北市松江路 209 號 1 樓

電話: 02-25180207

本書同時登載於本所網站之「出版中心」, 網址為

http://www.iosh.gov.tw/Book/Report_Publish.aspx

- 本所保留所有權利。欲利用本書全部或部分內容者, 須徵求行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所同意或書面授權。

【版權所有, 翻印必究】

ISBN:978-986-03-1899-9

GPN:1010100462

大型橋墩鋼筋續接安全性研究

Study about the Safety of Connecting Operation of Reinforcing Bars for Large Scale Bridge Pier

研究主持人：張智奇、問世賢

計畫主辦單位：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所

研究期間：中華民國 100 年 3 月至 100 年 12 月

行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所
中華民國 101 年 3 月

摘要

由勞委會歷年重大職業災害統計資料顯示，營造業佔歷年各行業職災數之冠，公共工程職災死亡人數約佔 4 成，其中橋梁工程佔了很大的比例。我國由於區域狹隘，交通建設工程大量運用橋梁及高架道路。橋梁工程本身即較複雜，近年來墩柱高度又愈來愈高，再加上施工環境變動性較大，墩柱鋼筋續接作業施工期間的危害性也隨之愈來愈高。為有效降低大型墩柱鋼筋續接作業期間災害之發生，並保障施工人員之安全，本研究針對大型橋墩鋼筋續接作業安全進行研究。

由現場訪視與危害評估分析結果得知，大型橋墩鋼筋續接升層高度太高、墩柱鋼筋拉索受到不當額外拉力與鋼筋吊掛點設置錯誤，為大型橋墩鋼筋續接危害發生之主要原因，而人員管理與預算編列方式不當常造成工程單位之施工安全問題。本研究整合大型橋墩鋼筋續接災害要因，針對作業過程中疏於防護之潛藏危害，提出施工安全注意事項與作業檢查要點。因應大型橋墩鋼筋續接侷限空間之特性與人員作業風險較大之吊掛作業等施工項目，提出施工安全設備與改善措施，並建立大型橋墩鋼筋續接作業主體及附屬設施之危害分析與施工安全管理，完成大型橋墩鋼筋續接施工危害評估與作業安全指引之編製。

本研究提出之大型橋墩鋼筋續接施工危害評估與作業安全指引，可提供監造與施工單位掌握施工安全技術，作為建立橋墩鋼筋續接作業安全管制與查核機制之參考基礎。對於大型橋梁墩柱之工法施作安全改善措施，可作為設計單位進行工程規劃時安全措施之改良參採，可減少橋墩鋼筋續接過程不當造成勞工重大傷亡職災之發生，保障勞工在鋼筋續接作業安全。

關鍵詞：大型橋墩、鋼筋續接、作業安全指引

Abstract

According to the statistics released by the Council of Labor Affairs, the occupational accidents of construction industry had high rate, public construction shares about 40 percent of disaster deaths. Because of limited space, the transportation in Taiwan includes many large bridges and the high-rise roads. As the innated complexity of Bridge and higher height, it is very danger during the connecting operation of reinforced bars. To reduce the hazard during the connecting of the bars and protect the labors, this research focuses on the safe evaluation of the reinforcing bars connecting of the large scale piers.

Based on the results of on-site interview and construction safety assessment, the main damage reasons are connecting too high , suffering improper tension and error steel hanging point. And also, improper personnel management and bad budget usually cause problems. This research synthsised the accident factors of the reinforcing bars connecting, suggest the safety requirements and check points for the hazards. This research also suggest the safety facilities and improvement strategies and build up the hazard analysis and construction safety management system and also a guildline for the connecting of the reinforcing bars of large scale bridge piers.

The hazard analysis and guildline could be a reference for the teams of both supervision and construction to set up the basises of safety control and auditing system. The improvement strategies for the construction methodoligy could as a reference for the designer to arrange the safety facilities. The accidents of the operation could be avoided and labors could be protected if these strategies and guildline could be promoted.

Key Words: Large scale bridge pier, Reinforcing bars connecting, Safety guideline

目錄

摘 要.....	i
Abstract	ii
目錄.....	iii
圖目錄.....	v
表目錄.....	viii
第一章 緒論.....	1
第一節 研究動機與目的.....	2
第二節 研究方法與步驟.....	4
第三節 研究範圍與流程.....	5
第二章 文獻探討.....	7
第一節 大型橋墩鋼筋續接災害案例分析與探討.....	7
第二節 大型橋墩鋼筋續接作業相關規範.....	13
第三節 國內外大型橋墩鋼筋續接作業使用現況.....	19
第三章 大型橋墩鋼筋續接作業危害評估.....	39
第一節 大型橋墩鋼筋續接現場訪視與探討.....	39
第二節 大型橋墩鋼筋續接施工危害分析.....	58
第三節 大型橋墩鋼筋續接作業安全考量.....	73
第四節 大型橋墩鋼筋續接工法施工安全注意事項.....	75
第四章 大型橋墩鋼筋續接施工安全設施.....	85
第一節 大型橋墩鋼筋續接施工安全管理.....	85
第二節 大型橋墩鋼筋續接施工安全設施與改善措施.....	90
第三節 大型橋墩鋼筋續接施工作業檢查要點.....	102
第五章 結論與建議.....	108
第一節 結論.....	108
第二節 建議.....	108
誌謝.....	110

參考文獻..... 111

附錄一 墩柱帽梁鋼筋樣架安全計算..... 115

附錄二 專家座談會議記錄..... 117

附錄三 大型橋墩鋼筋續接施工危害評估與作業安全指引..... 124

圖目錄

圖 1 作業空間狹小.....	1
圖 2 歷年工作場所重大職災死亡人數統計圖.....	2
圖 3 99 年度重大職災類型分析.....	2
圖 4 鋼筋樣架.....	5
圖 5 研究流程圖.....	6
圖 6 發生倒塌之墩柱鋼筋.....	7
圖 7 現場狀況與類似之上下設備固定情形.....	8
圖 8 發生倒塌之墩柱鋼筋.....	9
圖 9 墩柱鋼筋續接作業平台發生倒塌.....	10
圖 10 墩柱施工採用鋼筋續接器.....	18
圖 11 墩柱鋼筋逐層搭接.....	20
圖 12 墩柱鋼筋樣架施工.....	21
圖 13 預鑄節塊墩柱施工鋼筋籠.....	21
圖 14 地面組裝鋼筋之工作台.....	22
圖 15 鋼筋續接配合墩柱施工昇層規劃.....	23
圖 16 施工現場墩柱樣架設計圖.....	24
圖 17 常見柱墩鋼筋樣架形式例.....	28
圖 18 日本工法-ML 工法.....	30
圖 19 ML 工法施工步驟圖.....	30
圖 20 日本 TRIC 工法現場使用情形.....	32
圖 21 從地面組搭螺旋配筋.....	33
圖 22 地面組裝圓形帶狀鋼筋及吊裝.....	34
圖 23 美國橋墩施工方式.....	36
圖 24 柱型箍筋.....	37
圖 25 螺旋箍筋.....	37
圖 26 橋墩柱設計採 SRC 構造(一).....	40
圖 27 橋墩柱設計採 SRC 構造(二).....	40
圖 28 橋墩柱施工步道與施工架.....	41
圖 29 組配未完成之施工架.....	41
圖 30 鋼筋樣架製作情形.....	42

圖 31 墩柱鋼筋與安全設施	42
圖 32 墩柱鋼筋工作台及鋼索警示	42
圖 33 鋼索牽繫鋼筋樣架	42
圖 34 使用系統式施工架之工作台	44
圖 35 橋墩續接使用鋼筋續接器	46
圖 36 使用型鋼架作為上下設備	47
圖 37 工作台使用型鋼架架設	48
圖 38 橋墩鋼筋續接工作平台及上下設備	52
圖 39 工作平台設置護欄與上下設備	52
圖 40 工作平台加設防護網	52
圖 41 鋼筋樣架作為工作架	53
圖 42 施工平台必要墜落防護設施不足	53
圖 43 施工平台未設置上下設備	53
圖 44 上下設備須配合施工階段重覆組拆	55
圖 45 預先設置放置上下設備之區塊	55
圖 46 使用未經設計之臨時上下設備	55
圖 47 拉設固定鋼索警示線	56
圖 48 調節器掛鈎無防滑舌片	57
圖 49 張緊器掛鈎無防止鋼索脫落裝置	57
圖 50 設置安全上下設備、無擋土設施	58
圖 51 橋墩施作與邊坡作業	58
圖 52 墩柱鋼筋倒崩塌特性要因圖	70
圖 53 墩柱鋼筋作業墜落、滾落特性要因圖	71
圖 54 墩柱鋼筋物體飛落特性要因圖	72
圖 55 施工前與每日施工須注意之事項	78
圖 56 鋼筋組立作業施工架設置示意圖	91
圖 57 鋼索夾固定方法	92
圖 58 直接套結鋼索變形	93
圖 59 以緊張器錨定在混凝土塊	93
圖 60 以調整器錨定在擋土支撐上	93
圖 61 以緊張器錨定在鋼板樁	93
圖 62 以調整器錨定在岩錨上	93
圖 63 鋼索緊張器	94

圖 64 鋼索夾鞍座鎖長邊..... 95

圖 65 高壓電線加裝防護套管及警示..... 97

圖 66 人員由樣架內爬梯進行脫鈎作業..... 98

圖 67 使用自動脫鈎器應用於吊掛鋼筋樣架..... 99

表目錄

表 1 基礎施工(配合鋼筋施工)步驟	25
表 2 ML 工法與傳統 RC 橋墩技術比較表.....	31
表 3 TRIC 工法流程.....	33
表 4 TRIC 工法與傳統工法施工效率比較表.....	35
表 5 3H 工法與傳統工法之比較.....	36
表 6 新進與傳統工法之選用建議.....	37
表 7 橋梁墩柱續鋼筋續接作業流程表	49
表 8 常見橋墩鋼筋續接上下設備	54
表 9 99 年重大職災災害類型	59
表 10 大型橋墩鋼筋續接初步危害分析表	59
表 11 鋼筋續接作業施工災害發生原因一覽表	63
表 12 鋼筋續接施工平台作業危害分析表	65
表 13 施工災害初步分析表	67
表 14 最小風壓表	74
表 15 鋼筋續接施工日常安全注意事項	76
表 16 鋼筋樣架作業標準程序	79
表 17 施工平台組搭注意事項	80
表 18 橋梁工程設計階段安全考量事項	87
表 19 鋼索徑與索夾數量	94
表 20 斜拉鋼索檢點表	96
表 21 直立鋼筋自動脫鈎器性能表(例)	98
表 22 使用直立鋼筋自動脫鈎器注意事項	99
表 23 墩柱鋼筋作業自主安全巡視檢點表(參考例)	103
表 24 異常措施的心理準備	106

第一章 緒論

近年來國內積極推動捷運系統工程、都會及區域性高架道路或鐵路改善工程等交通建設公共工程，在台灣地狹人稠地理特性的影響下，高架道路及橋梁工程之設計施工數量越來越多，墩柱為橋梁工程整體關鍵施工項目，鋼筋續接又為橋梁墩柱結構施作重點，橋墩高度越來越高，大型橋墩續接作業施工人員之安全越顯重要。由於大型橋墩續接作業常為一旁是高速公路或溪流之施工環境(如圖 1)，在作業空間有限且人員多在高處進行作業情形下，當施工單位對於大型橋墩鋼筋續接作業過程中之危害與作業流程未事先加以防護規劃，在不良施工條件下，容易發生墜落、倒塌、物體飛落等危害，對於勞工生命無法有充分的保障。故在大型橋墩續接作業施工過程中須採有效預防控制對策、做好施工安全措施，以保護勞工安全。



圖 1 作業空間狹小

根據行政院勞工委員會以往的職業災害統計，營造業重大職災死亡人數佔全產業死亡人數約 50%(如圖 2)，主要災害類型為墜落與倒塌、崩塌(如圖 3)[1]，而公共工程職災死亡人數佔營造業死亡人數比例又約佔 4 成[2]，故無論何種營造作業均不可忽視施工安全。現今橋梁的構築高度愈來愈高，從歷年職災資料顯示，墩柱鋼筋續接作業不當常造成大量人員傷亡及慘重的損失，甚至直接影響公共安全。是故，為了降低此類職業災害的危害風險，有必要針對此類施工安全進行研析，以提升大型橋墩鋼筋續接作業的安全性。

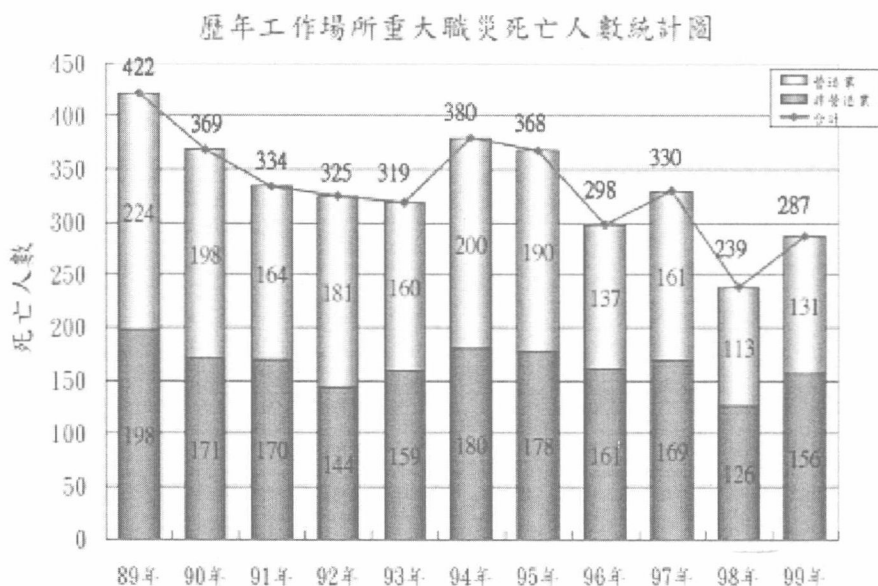


圖 2 歷年工作場所重大職災死亡人數統計圖

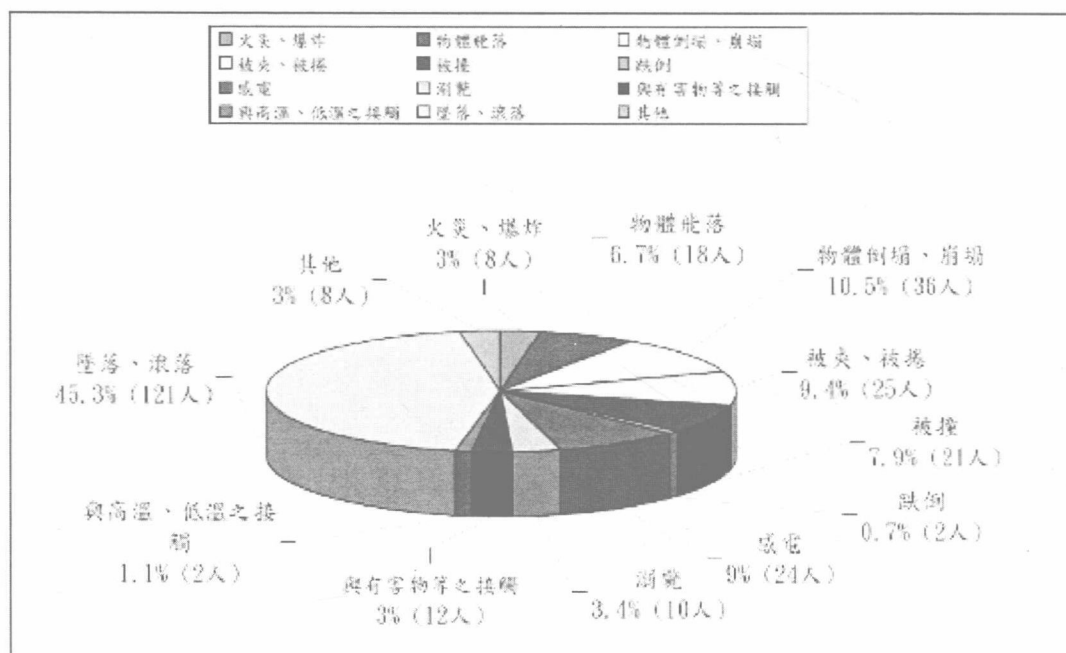


圖 3 99 年度重大職災類型分析

第一節 研究動機與目的

一、研究動機

國內許多公共交通建設仰賴橋梁工程之構築，多數橋梁工程為克服地形及地物障礙，其構築高度與地表存有相當程度之落差，始能跨越施工障礙，如此對於施工過程安全性難免有所影響。傳統的橋梁工程多數採鋼筋混凝土墩柱結構設計施工[3]，其優

點是施工技術成熟、工程資源配置及成本較易掌控等，但國內橋梁高度越來越高的趨勢下，從事大型墩柱鋼筋續接作業時，人員在高架作業與施工空間狹小的環境中，具有諸項潛在危害或風險。由歷年來勞委會職災統計資料顯示，墩柱鋼筋續接作業常因單一災害事故造成多名勞工的重大傷亡，向來公共工程的災變常具新聞性，透過新聞媒體的報導，導致民眾對公共工程不重視施工安全的負面觀感。

再進一步探究，橋墩柱為橋梁結構重要支撐，且鋼筋又為鋼筋混凝土構造物之骨幹，是最主要的施工材料之一[4]，因此現場常須設置上下設備或搭設施工平台等施工輔助設備，提供施工人員從事鋼筋續接作業之便利性與安全性，然而設備不完善與人員不安全行為，也是導致職業災害發生的主因，當施工單位未有完善之安全作業標準程序提供作業人員遵行時，進行大型橋墩鋼筋續接作業時，就很容易發生職業災害事故。為避免從事大型橋墩續接作業時因工法應用不當或現場施工管理不當而產生災害，本研究藉由橋墩鋼筋續接作業施工工法之探討、作業災害分析及現況調查等方面著手，進一步整理橋墩續接鋼筋危害分析、作業災害要因分析與改善機制。最後，編製大型橋墩鋼筋續接施工危害評估與作業安全指引，期能提供施工相關單位運用宣導、輔導，對設計與施工單位規劃調整較安全施工方法，以確保勞工安全。

二、研究目的

現行橋樑墩柱施工，雖引進或開發許多新的技術、設備機具，但仍以傳統橋墩柱鋼筋混凝土結構為大宗[5]，而橋墩施工作業危害，則以墜落、倒塌、物體飛落為主。橋墩柱鋼筋混凝土結構的施工過程，又以鋼筋續接作業安全性容易被忽略，近年來重大橋梁基礎工程多次發生鋼筋續接不當，或未設置穩固之鋼筋施工內架或其他額外有效之穩定措施，造成嚴重倒塌致死職業災害之發生[6]，工地現場常出現橋墩鋼筋續接事先未有施工規劃及安全考量，使用鋼索支持墩柱鋼筋繫固不妥且強度不足等情形。因應交通部重大橋梁工多次鋼筋續接作業時發生倒塌致死災害，本研究針對鋼筋續接工程進行危害要因分析，掌握大型橋墩鋼筋續接營造工程主要潛在危害，探討大型橋梁墩柱之工法施作安全與改善措施，建立大型橋墩鋼筋續接之施工安全注意事項與查核技術，並編製橋墩鋼筋續接作業安全指引，以減少橋墩鋼筋續接不當造成勞工重大傷亡職災之發生。

據此，本研究進行大型橋墩鋼筋續接作業流程改善及作業指引編製，期使達到以下目的，以降低大型橋墩鋼筋續接作業危害，以保障勞工安全：

- (一) 收集國內外對於大型橋墩鋼筋續接之施工經驗，建立大型橋墩鋼筋續接災害要因分析與相關施工安全規定。
- (二) 進行大型橋墩鋼筋續接工地現場訪查，歸納適用於大型橋墩之施工方法，作為施工安全改善參考基礎。
- (三) 探討大型鋼筋續接之作業流程、施工危害及工法改善內容，建立大型橋墩施工安全查核技術。
- (四) 進行大型鋼筋續接施工安全評估，分析大型鋼筋續接施工危害發生要因，以掌握安全性能研究。
- (五) 提出大型橋墩施工安全設計及施工注意事項，完成大型橋墩鋼筋續接施工危害評估與作業安全指引。

第二節 研究方法與步驟

一、研究方法

(一) 文獻回顧法：

透過文獻回顧，了解過去在橋墩鋼筋續接施工過程中，有那些問題未獲得解決，並分析那些因素對施工過程之安全性有重要影響。

(二) 資料調查蒐集法：

收集國內外對於橋墩鋼筋續接之要求，以了解施工防護方面的安全規定，並與我國進行比較，整理出完善的施工規範。

(三) 專家座談法：

利用實務經驗豐富之專家，提供國外相關資訊，以期更完整掌握所有橋墩鋼筋續接施工工程之安全事項。

(四) 現場調查法：

至施工單位實地觀察，探究施工時面臨之安全問題與可預防方法，以提高施工安全技術的實用性。

二、研究步驟：

- (一) 蒐集國內外橋墩鋼筋續接災害案例。
- (二) 探討相關文獻對於橋墩鋼筋續接施工工程之要求。
- (三) 進行橋墩鋼筋續接施工工程現場訪視。
- (四) 進行橋墩鋼筋續接力學分析。
- (五) 辦理專家座談。
- (六) 建立橋墩鋼筋續接施工預防危害評估技術。
- (七) 探討橋墩鋼筋續接工法施作安全與改善措施。
- (八) 彙總研究成果與資料並提出建議。

第三節 研究範圍與流程

一、研究對象

根據職災案例分析結果與專家學者建議，本研究「大型橋墩」之對象為橋墩鋼筋續接長度 6 公尺以上危害性較高之墩柱作為研究對象，並對於大型橋墩鋼筋續接作業問題較高的樣架危害進行探討。研究中所提到之鋼筋樣架，簡稱「樣架」(如圖 4)，係指將部份結構鋼筋及固定鋼筋、斜撐等構材先於地面組配後吊裝於基礎或下層鋼筋上，後續再行組配原設計應有的全部鋼筋，此時工作架為成形的一座鋼筋結構(骨架)，較具穩固性和易於施工，國內工程界也常稱為鋼筋工作架。

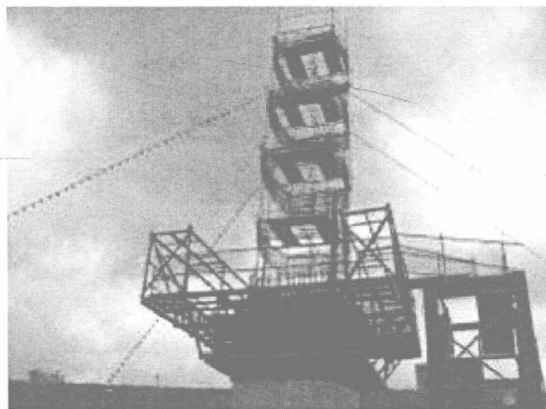


圖 4 鋼筋樣架

二、研究內容

影響橋墩柱鋼筋續接作業危害或風險相關因素既多且廣，由於本研究內容訪視工