

國立交通大學

土木工程學系碩士班

碩 士 論 文

鋼筋混凝土房屋之鋼筋施工圖自動產生與 自動化計量系統-柱與大樑

**Automation of Quantity Calculation and Construction
Drawing of Steel in RC Building-Column and Girder**

研 究 生：林淑媛

指導教授：鄭復平 博士

中華民國 九十八 年 九 月

鋼筋混凝土房屋之鋼筋施工圖自動產生與自動化計量系統-柱與大樑

Automation of Quantity Calculation and Construction Drawing of Steel in RC Building-Column and Girder

研 究 生：林淑媛

Student：Shu-Yuan Lin

指導教授：鄭復平

Advisor：Fu-Ping Cheng

國立交通大學

土木工程研究所

碩 士 論 文

A Thesis

Submitted to Department of Civil Engineering

College of Engineering

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

in

Civil Engineering

September 2009

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十八年九月

鋼筋混凝土房屋之鋼筋施工圖自動產生與自動化計量系統-柱與大樑

研究生：林淑媛

指導教授：鄭復平 博士

國立交通大學土木工程學系碩士班

摘 要

鋼筋的施工圖數量計算在建築施工是一種極複雜而費時的工作，以計算機自動化改良其正確性及計算之效率有其必要性，本研究針對樑及柱做施工圖及數量計算自動化研究。

本研究經由鋼筋混凝土設計規範，對於樑及柱之間距進行檢核，如果過密可經由束筋及雙層鋼筋解決間距問題。經由鋼筋座標之計算解決樑柱接頭鋼筋位置衝突的問題，並以 3D 顯示其相對位置，同時準確決定箍筋大小，再由整體考量可以算出樑柱主筋搭接位置及所需鋼筋長度。

關鍵詞: RC 建築、柱、大樑、自動化、搭接

Automation of Quantity Calculation and Construction Drawing of Steel in RC Building-Column and Girder

Student : Shu-Yuan Lin

Advisor : Fu-Ping Cheng

Department of Civil Engineering

National Chiao Tung University

ABSTRACT

The construction drawing and quantity calculation of reinforcing steel in the building is a tedious works. Using computer to calculate these works to increase its accuracy and efficiency is necessary. The goal of this research is establishing an automation system to solve the above problems for girders and columns.

This research check the clear space between reinforcing steel according to reinforced concrete design specification. If the space are small than required space of the specification, using bundle bars or two layer steels to solve the problem. Calculating the coordinate of each steel to solve the position confliction between column and girder steel.

UsingSketchUp shows steel position of girder-column joints by 3D diagram. Under integrate consideration, decide the position of the splice of steel for columns and girders.

Keyword:RC building 、 column 、 girder 、 computer program 、 splice

致謝

在這兩年的研究期間，感謝鄭復平老師在課業上的辛勤指導與悉心教誨，耐心的指導論文研究方向，並提供良好的研究環境和設備，使論文得以順利完成，師恩浩瀚，學生銘記在心。

同時口試期間，承蒙交通大學工程學系師長，洪士林教授、趙文成教授以及林昌佑教授餘口試期間提供寶貴的意見，使本文更臻完善，在此表達最由衷的謝意。

撰寫論文期間，感謝研究室林昱德學長、小白學長、璧昀學妹的勉勵與支持，亦感謝潘姊姊、阿泡、葉小黃、…等研究所同學們，很開心研究所的生活中有你們，使我生活充滿歡笑，讓我度過研究時期的低潮，因為你們，我的研究所生活更加快樂。

最後將本論文獻給我最親愛的爸爸及媽媽，感謝這二十多年的養育、栽培與支持，給予我無後顧之憂的求學環境，有你們的支持才有今天的我。也感謝最漂亮的妹妹、最帥的弟弟長久的支持與包容，有你們陪伴與照顧讓我生活減去不少煩憂，在此謹以最誠摯的心將這份喜悅與各位分享。

目錄

中文摘要	I
英文摘要	II
致謝	III
目錄	IV
表目錄	VII
圖目錄	VIII
第一章 緒論	1
1.1 前言	1
1.2 研究動機與目的	1
1.3 研究方法與流程	2
1.4 研究內容	2
第二章 研究背景與文獻探討	4
2.1 文獻回顧	4
2.2 程式之介紹	7
2.2.1 ASP.NET	7
2.2.2 SQL SERVER	8
2.2.3 RUBY	9
2.2.4 SKETCH UP	11

第三章 研究流程與方法.....	12
3.1 研究流程.....	12
3.2 規範與程式之分析.....	13
3.2.1 鋼筋間距計算.....	13
3.2.2 樑柱接頭.....	15
3.2.3 箍筋位置.....	15
3.2.4 樑柱搭接.....	16
第四章 實際範例.....	19
4.1 網頁系統.....	19
4.2 輸入介面.....	19
4.3 編輯介面.....	21
4.4 匯出 Excel 檔案.....	21
4.5 執行程式介面.....	22
4.6 繪製 3D 模型.....	23
第五章 結論與未來展望.....	25
5.1 結論.....	25
5.2 建議.....	25



表目錄

表 2.1 柱筋搭接特別規定.....	29
表 2.2 柱筋搭接特別規定.....	30
表 2.3 柱筋搭接耐震特別規定.....	30
表 2.4 鋼筋間距規定.....	31
表 2.5 保護層厚度規定.....	31
表 2.6 鋼筋淨間距標準圖規範.....	32
表 3.1 柱配筋輸入範例.....	32
表 3.2 大樑配筋輸入範例.....	33
表 3.3 柱搭接長度.....	34
表 3.4 標準彎鉤伸展長度.....	35
表 3.5 甲級竹節鋼筋受拉伸展長度.....	37
表 3.6 乙級竹節鋼筋受拉搭接長度.....	39
表 3.6 受拉搭接之等級.....	41

圖目錄

圖 3.1 南棟樓層 1F 平面圖.....	42
圖 3.2 南棟樓層 2F 平面圖.....	42
圖 3.3 南棟樓層 3F 平面圖.....	43
圖 3.4 南棟樓層 4F 平面圖.....	43
圖 3.5 南棟樓層頂樓平面圖.....	44
圖 3.6 研究之工作流程.....	44
圖 3.7 柱筋之淨間距.....	45
圖 3.8 柱筋束筋型態.....	45
圖 3.9 柱鋼筋間距判斷.....	45
圖 3.10 樑鋼筋間距計算方法.....	46
圖 3.11 雙層鋼筋判斷.....	47
圖 3.12 樑筋閃柱筋判斷.....	47
圖 3.13 柱配筋標準圖.....	48
圖 3.14 樑搭接數據排列方式.....	49
圖 4.1 網頁首頁.....	49
圖 4.2 簡介頁面.....	50
圖 4.3 輸入介面.....	50

圖 4.4 柱座標輸入介面.....	51
圖 4.5 柱座標輸入介面建置完成.....	51
圖 4.6 樑座標輸入介面.....	52
圖 4.7 型號欄位不可空白.....	52
圖 4.8 柱細節輸入介面之一.....	53
圖 4.9 柱細節輸入介面之二.....	53
圖 4.10 柱細節輸入介面之三-資料表查看.....	54
圖 4.11 樑細節輸入介面之一.....	54
圖 4.12 樑細節輸入介面之二.....	55
圖 4.13 樑細節輸入介面之三-資料表查看.....	55
圖 4.14 編輯介面.....	56
圖 4.15 柱座標編輯介面.....	56
圖 4.16 柱座標修改資料.....	57
圖 4.17 樑座標編輯介面.....	57
圖 4.18 樑座標修改資料.....	58
圖 4.19 柱細節編輯介面.....	58
圖 4.20 柱細節修改介面.....	59
圖 4.21 樑細節編輯介面.....	59
圖 4.22 樑細節修改介面.....	60

圖 4.23 匯出介面	60
圖 4.24 登入匯出介面	61
圖 4.25 報表預覽模式	61
圖 4.26 匯出報表型態	62
圖 4.27 報表儲存路徑	62
圖 4.28 報表匯出 MS Excel 97-2000(只有日期)	63
圖 4.29 執行程式顯示數據介面	64
圖 4.30 主筋執行畫面	64
圖 4.31 主筋數據顯示畫面	65
圖 4.32 箍筋執行畫面	65
圖 4.33 箍筋數據顯示畫面	66
圖 4.34 柱搭接執行程式畫面	66
圖 4.35 柱搭接顯示數據畫面	67
圖 4.36 樑搭接執行程式畫面	68
圖 4.37 樑搭接數據顯示畫面	68
圖 4.38 繪製 3D 樑柱接頭介面	69
圖 4.39 Sketch up 介面	69
圖 4.40 鋼筋 3D 圖示	70
圖 4.41 箍筋 3D 圖示	70

圖 4.42 樑柱接頭三邊 3D 圖示	71
圖 4.43 主筋讀檔格式	71
圖 4.44 箍筋讀檔格式	72



第一章 緒論

1.1 前言

近年來資訊的迅速發展，土木逐漸的與資訊作相互結合，利用計算機進行資訊自動化，在土木建築的生命週期中規化與設計是結合最完善的部分，但在施工部分卻是最缺乏的，最近開始進行這方面的研究，期望在土木的建築週期有更完整的資訊結合。

1.2 研究動機與目的

為提高結構物的安全性應由基本做起，在施工上許多情況都是屬於比較難以控制，而許多缺失都是因為施工不良而產生，箍筋具有圍束效果增加混凝土強度之功用，防止柱筋核心內混凝土向外擠壓所造成的破壞，但往往在工地現場，可看到箍筋大小尺寸不合或者是主筋長度不正確，在箍筋方面，有的箍筋因為尺寸過大而斜放在柱筋上，所以箍筋斜放在柱筋上將降低箍筋本身圍束的功能，使柱或樑在安全性上有待考量，同時也浪費鋼筋用量增加施工成本，主筋方面，都是使用人工計算的方式向工廠叫料，在工地現場常常可發現鋼筋長度不足或過長的現象，當搭接長度過長，灌混凝土後必須要將鋼筋剪斷，鋼筋過短則須要再搭接，會浪費成本及人力。

本研究目的希望透過 C++ 語言撰寫程式與 ACI 規範之要求，判斷主筋長度及箍筋位置大小，經由 Ruby 語法採用 Sketchup 3D 模型呈現，避免在施工中鋼筋位置相互衝突以及箍筋過大或過小缺失，更可由程式算出鋼筋搭接所需長度，方便與工廠訂料提高效率。

1.3 研究方法與流程

本研究使用 C++ 語言撰寫程式來讀取介面輸入轉換的 Excel 資料表再配合 ACI 規範、建築物耐震設計規範等…限制，算出每一支鋼筋的座標位置，並可由 Sketchup 顯示接頭區的 3D 立體圖。透過此座標位置計算，可以避免柱主筋、樑主筋、箍筋位置相互衝突及箍筋正確大小，可算出鋼筋搭接位置及長度。使用 ASP.NET 連結 SQL2005 做資料庫與介面的整合，提供使用者擁有一個具有編輯、修改、刪除、匯出、執行 C++ 程式碼、繪製 3D 圖等…多項功能完整性介面，在同一介面方可完成多項動作，可以提供不懂資料庫的使用者有良好介面操作。

1.4 研究內容

第一章 緒論：說明研究動機、目的、與內容。

第二章 文獻回顧：撰寫 R C 設計及施工時所需的相關規範，掌握程式語言與設計軟體，並回顧是否有相關的施工自動之研究或文獻，以作為軟體設計開發之參考。

第三章 程式介紹：介紹所開發之程式的功能與計算方法。

第四章 範例展示：展示所開發之軟體介面的實際應用結果。

第五章 結論與未來展望：針對本研究之成果作一簡單之結論，並且提出後續應用與發展的可能性。



第二章 研究背景與文獻探討

進程式開發之前，有必要了解各相關工程之規定，以避免輸出與規範不符合之規定；可以透過相關文獻的研究結果與經驗加以改良，使其本研究更加完善。基於上述本章將簡介文獻以及規範。另外開發本研究所使用 ASP.NET 之介面、SQL 資料庫及輸出 3D 模型採用的 RUBY 語言及 SKETCHU 作簡介。

2.1 文獻回顧

本研究主要針對柱與大樑的鋼筋施工圖部份進行計算，依據營建署所頒訂之規範[1]，關於保護層厚度、軸向鋼筋間距、彎鉤、搭接區與搭接長度等項目決定計算鋼筋位置及長度。規範相關條目與內容列於表 2.1 至 2.6。

楊修定碩士論文“RC 建築無梁版與樓梯配筋施工圖之自動化設計” [2]，主要發展一電腦應用程式，並結合資料庫管理系統，以視窗化程式介面將建築設計圖上與樓梯、無梁版相關設計資料建於資料庫中，往後進而讀取資料庫內容，程式即可算出樓梯與無梁版主筋配置位置，依照施工規範規定與輸入之構件資料進行檢核。計算出樓梯與無梁版各向鋼筋之使用量，最後程式結合 AutoCAD 應用程式，將

樓梯及無梁版相關配筋施工圖資料與鋼筋料單資訊於 AutoCAD 中繪製出。陳建吉碩士論文“RC 建築連續壁與牆配筋施工圖之自動化設計” [3]，也是發展一套電腦應用程式，提供營造廠商參加投標所獲得 RC 結構設計圖，將建築設計圖上與 RC 建築連續壁、地下室外牆及一般 RC 牆相關設計資料通過電腦程式把資料建置於電腦資料庫中，進而透過程式讀取電腦資料庫中的設計資料來計算其各類鋼筋的使用量、混凝土體積及模板面積等工程數量，並且透過 AutoCAD 來自動繪製其內、外側配筋圖與側面配筋剖面圖，並在圖面上列出鋼筋配置狀況及鋼筋使用量資料。嚴士育碩士論文“RC 建築樓版配筋施工圖之自動化設計” [4]，研究目的主要為發展一套電腦視窗應用程式，提供相關使用者透過視窗介面將 RC 建築結構設計圖上與樓版相關設計資料輸入到資料庫中，再由程式讀取資料庫內數值資料透過 AutoCAD 依規範自動繪出樓版配筋施工圖，列出鋼筋配置狀況；且能透過開發程式來計算樓版鋼筋使用量，以當製作料單之依據。這對相關使用者在欲參與鋼筋混凝土建築之投標與施工時，能提供樓版方面相關資訊，用於控制預算、了解成本以及施工作業。

以上文獻內容都是發展一套電腦應用軟體，在經由資料庫 Access 做資料庫管理，由視窗程式介面將程式運算資料連結可直接做輸出及繪圖功能，同樣為一套發展軟體因此需要許多不同部分組合而成一套

完整的應用軟體，土木工程之浩大因此不可能經由一人完成所有軟體之開發，上述針對無樑版、樓梯、連續壁、牆、樓板等加以設計探討，發現並未對最重要之樑柱進行鋼筋數量的判斷。

周承禹碩士論文“應用 IFC 於規範自動審查系統-RC 柱構件之研究中” [5]，利用 BIM(Building Information Model)的物件導向特性與 IFC 標準資料格式，發展一套線上的規範自動審核系統，以我國的建築規範作為審核的標準，使用 IFCEngine OCX&DLL 程式作為輔助開發的工具，BIM 是一個免費的 IFC 實體檔案存取的應用程式介面，以此為基礎加以開發與應用，來完成審查系統。以「RC 柱構件」為主題，將 RC 柱構件的相關規範寫入系統，作為審核重點。額外撰寫了一個可設計柱構件之柱筋且符合 IFC 格式的程式，來彌補目前建築 CAD 繪圖軟體對鋼筋支援的不足，也讓規範自動審核系統有鋼筋的 IFC 檔案可以傳入作檢核。

上述以 IFC 做檢核規範，以柱做自動化審核，但只針對單一柱做檢核，並且具備上傳檢核規範，然而目前正在努力研究發展一套 IFC 是適合台灣建築規範的自動審查系統，但對於 CAD 繪圖軟體商對於 IFC 資料格式的支援度不足，因為資訊的標準化是必然的趨勢，而 IFC 慢慢已經變成資料標準格式，本研究可以預先做連結預備視窗，等

IFC(Industrial Foundation Classes)發展完備時可以相互連結達到完全自動化。

上述文獻，都只針對單個元件，並未做整體建築考量，也並未做樑柱計算。因此本研究將考慮整棟建築大樑、柱鋼筋做計算，並將樑柱接頭之鋼筋以 3D 模型呈現，保留視窗，等 IFC 展完備時，可以相互連結以達到安全自動化。

在程式介面開發，本研究為了在網際網路資訊平台做資訊上的交流，可以透過網際網路的模式做為輸入介面，將視窗改為網頁方式呈現，在介面設計上每一格輸入檔都有附圖示，在輸入格繁多的資料下，更可以清楚了解每個所要輸入的資料代表的意義，讓使用者在使用上更可以清楚明瞭，上述文獻主要輸出模式是建立 AutoCAD 上，在視覺上並無法顯示三度空間的立體感，實際施工是在三度平面上，經由 2D 平面還是無法具體詳細效表達施工設計圖。

2.2 程式之介紹

2.2.1 ASP.NET

ASP (Active Server Pages)，它是一種讓網頁在伺服器上「活」起來的技術，允許 Script 語言直接加在 HTML 標記的網頁中，在伺服器端產生動態和互動「活」內容的網頁。[6] ASP 屬於一種伺服端的

技術，因為這整個處理的過程都是在伺服器的電腦發生，而不是等到網頁下載到客戶端電腦的瀏覽程式執行。ASP 程式碼的網頁，因為是一個 ASP 程式，就會先在 Web 伺服器處理轉譯成 HTML 的網頁，一旦瀏覽程式向 Web 伺服器請求此網頁，這是一頁不含任何 ASP 程式碼的純 HTML 網頁，當然它有可能內含客戶端 JavaScript 或 VBScript 程式碼，最後瀏覽程式收到的就是處理過的網頁內容。

2.2.2 SQL SERVER

SQL Server 是一個整合的端對端資料解決方案，提升組織中每個使用者的工作能力，為企業資料和 BI 應用程式提供一個更安全可靠又有生產力的平台。SQL Server 2005 為 IT 專業人員以及資訊工作者提供了強大而又熟悉的工具，降低在行動裝置、企業資料系統或其他平台上建立、部署、管理和使用企業資料及分析應用程式的複雜性。透過豐富的功能集、與現有系統有互通性，以及例行工作的自動化，SQL Server 2005 為各種規模的企業提供完整的資料解決方案，以下為 SQL Server 2005 資料平台可做為各種規模的組織優點如下 [7]：

1.運用資料資產：

SQL Server 2005 包括報表、分析資料擷取等內建功能，讓使用者能夠從資料中獲得更多價值，並能提供資料給組織的每一個角落。

2.提高生產力：

透過豐富的功能以及熟悉的工具例如(例如 Microsoft Office System)整合，為組織內的資訊工作者提供了客製化之重要且即時的商業資訊，最終幫助組織所有層級的使用者，依據其最重要的資產：資料，做出更好的企業決策。

3.降低 IT 複雜性：

SQL Server 2005 簡化了商業應用軟體和分析應用程式的開發、部屬和管理，提供彈性的開發的環境給人員，並提供整合、自動化的管理工具給資料庫管理員。

4.降低整體擁有成本：

SQL Server 2005 中的整合方式，以及強調使用和部屬功能的簡化，提供最低的前置、實作和維護成本，快速回收資料庫的投資報酬。

2.2.3 RUBY

Ruby 是一個注重均衡的語言，它的發明者松本行弘[8]曾經說過 Ruby 就像人的身體一樣，表面上看來簡單，但是內在卻是相當的複雜，然而在 Ruby 中所有的東西都是個物件，所有的資訊與程式碼都

可以給與他們所擁有的屬性與行為，物件導向程式設計中稱屬性為實體變數而行為稱為方法。和其他許多的物件導向語言不同，Ruby 故意的只提供單一繼承，但是 Ruby 提供模組的觀念，類別可以混入模組並且可以自由的取用模組內的所有方法。Ruby 具有以下的特點：

[9]

- 1.Ruby 具有例外處理的能力，就如其他程式語言一樣，可以讓使用者輕鬆的處理錯誤狀況。
- 2.Ruby 對於所有的物件具有一個真正的標記-清除式的垃圾收集器，使用者不必去維護擴充函式庫中的參考計數器。
- 3.Ruby 中撰寫 C 的擴充程式比較方便，它擁有許多方便的 API 可以讓 C 呼叫 Ruby，這樣可以將 Ruby 當成 script language 嵌入到其他軟體之中，也具有 SWIG 的呼叫界面，SWIG 是個幫助使用 C 或者 C++ 編寫的軟體能與其他各種高級編程語言進行嵌入聯接的開發工具。
- 4.如果作業系統支援，Ruby 可以動態的載入擴充函式庫。
- 5.Ruby 具有與作業系統無關的多緒能力，可以在所有可以執行 Ruby 的平台上都能夠達到多目標，而不必管作業系統是否支援，就算是 MS-DOS 也可。

6.Ruby 具有高度的移植性：它大部份是在 GUN/Linux 上發展出來，但是可以執行於多種的作業系統如：UNIX、MAC OS X、Windows 95/98/Me/NT/2000/XP、DOS、BeOS、OS/2,等等…。

2.2.4 SKETCH UP

SketchUp 是用來產生、檢視與修改 3D 概念的工具。[10]此工具擁有簡單與功能強大的特性，讓進行這些工作更加快速與容易。喜歡手繪素描的設計者，在使用過 CAD 工具之後常會覺得麻煩而令人洩氣，在此環境中，使用者不需要學習種類繁多、功能複雜的指令集，因為 SketchUp 將一套精簡而強健的工具集和一套智慧推定導引系統。如此便大大簡化 3D 繪圖的過程，讓使用者專注於設計上。因此 SketchUp 是一套設計的環境，不需要在教育訓練與支援上做具大的投資，就能夠以動態地、創造性地探索 3D 模型或材料、燈光的介面，使用 SketchUp 能夠以對話方式編輯模型、移動牆壁、增加地板、更改組件套用或調整材料等，只是利用一些強大的工具就可以完成所有的工作，這樣是因為結合了無與倫比的即時彩現與動態展現特色，才能提供如此令人印象深刻的圖形通訊功能 3D 模型。

第三章 研究流程與方法

本程式在判斷及計算上可分為樑柱主筋的鋼筋間距計算、樑柱接頭的樑主筋與柱主位置筋衝突判斷、樑柱箍筋位置及樑柱主筋搭接四個部分。

3.1 研究流程

本研究的規範和程式分析為主要重點，一開始必須要廣泛收集相關樑、柱規範資料，本研究採用[11]潘榮傑建築事務所「照南國民中學老舊校舍整建工程(南棟)」為案例，圖 3.1 至 3.5 為各樓層之平面圖，由於本研究僅探討樑柱位置為方型者，因此只針對平面圖紅框處之樑、柱探討。將設計資料以及基本資料作統合計算並判斷，使其符合規範之要求併完成配筋自動化。為能提高使用者方便性而建立操作介面，將需要功能統合在同一介面，於是需要做功能及介面之整合，並且以呈現 3D 模型，本研究流程如圖 3.6 所示。

3.2 規範與程式之分析

因為 Visual C++ 在語法上比一般程式語言還要嚴謹，而且 Visual C++ 更有許多強大的整合環境，因此本研究採用 Visual Studio 2005 中的 C++ 做為撰寫程式依據。

3.2.1 鋼筋間距計算

本研究所需資料如表 3.1 及 3.2。在計算鋼筋座標點位置時必須知道鋼筋間距因此在做程式判斷時，取得保護層、箍筋號數、主筋號數及主筋支數等資料，而可求出鋼筋淨間距如圖 3.7。本研究是參照 [11] 照南國民中學老舊校舍整建工程中的設計圖，以柱筋配置圖做為基本資料，有各種柱鋼筋應有的分配位置。而依據圖 3.8 得知束筋分布情況可以分成此四種類型。可將四根以內鋼筋接觸合成一束如單根鋼筋作用，此種成束鋼筋簡稱為束筋[1]，在本研究中只考慮第一種類型束筋。

分配柱主筋間距位置程式判斷流程(圖 3.9)，經由柱寬、保護層厚度、箍筋直徑、主筋直徑、主筋支數，可計算柱主筋淨間距是否大於 d_b 或大於 2.5cm，假使判斷結果為真，則完成判斷式，反之需改以束筋配置，直到所有柱主筋間的淨間距符合規範，才停止柱主筋淨間距的判斷式。

柱有給予標準鋼筋配置圖，所以束筋位置是採用輸入的方式，不需要判斷束筋位置，計算鋼筋間距時必須計算有束筋的間距以及沒有束筋兩種間距，鋼筋有束筋時下一支鋼筋只距離上一根鋼筋一個主筋號數，而間距始採用規範 $1.0'D$ ，如果沒有束時最小間距則為 d_b ，即可完成此束筋的分配位置。

樑筋與柱筋判斷式大同小異，唯一不同之處在於柱筋的分配在設計圖中已經有基本位置分配資料，然而樑筋並沒有基本的樑主筋分配位置，因此必須判斷採用雙層配筋或是束筋的方式如圖 3.10，在工地施工時，束筋施工比雙層鋼筋施工方便，所以大多都會優先考慮束筋排列方式，在本研究中有樑束筋時會先在兩端假設有束筋，其次在考慮中間點的方式排列，當束筋無法滿足時在採用雙層配筋的方式，雙層鋼筋假使間距小於規範，外層鋼筋減少一根，內層鋼筋加一根，在做上層鋼筋間距之判斷，直到間距符合規範才停止動作如圖 3.11。

依據鋼筋配置圖了解樑鋼筋配筋比柱鋼筋多，因此樑鋼筋比柱鋼筋預留更多矩陣空間，雖然腹筋不會這麼多，但為了統一性將都預留 20 矩陣空間。

3.2.2 樑柱接頭

確定柱的座標位置最後依序找柱相連四邊的樑，分為左樑、右樑、上樑、下樑，左右樑為橫向代表 Y 值相同，反之上下樑為直向代表 X 值相同，在搜尋起點樑座標點的過程中，Y 值相同找到與柱相符合的 X 與 Z 值代表尋找到在柱右邊的大樑，反之如果在終點收尋到與柱相符合的 X 與 Z 值代表尋找到在柱左邊的大樑，假使為柱邊無樑則為空值-9999 無法判別的值，在樑柱接頭會有所謂的高差，本研究先假設此高差為 0。

本研究將樑柱接頭的判斷式將此包裝成副程式方法，更針對相同步驟而變數不同的程式碼可提高效率，不會造成主要程式碼內部的過多冗長；針對每一支樑主筋判斷是否有與柱主筋位置相衝突，如果相互衝突，樑主筋必須要閃柱主筋，判斷方法為樑主筋半徑加上柱主筋半徑為最小間距，樑筋座標點減柱筋座標點 < 樑主筋半徑加上柱主筋半徑的最小間距，表示樑筋與柱筋有衝突，所以就需要將樑筋偏移到沒有衝突之位置(圖 3.12)。

3.2.3 箍筋位置

柱的箍筋擺放位置，為柱上以頂版 5cm，擺放第一跟箍筋位置，柱下以四邊最大樑深下 5cm 擺放第一根箍筋位置，圍束區及樑

柱接頭區皆為緊密箍筋，圍束區 L_o 等於柱之長邊尺寸但不小於 $1/6$ 柱淨高或45cm，其緊密箍筋間距不得超過構材斷面最小尺度之 $1/4$ 或10cm，而非緊密箍筋區的箍筋擺放位置依照設計間距擺放。

避免箍筋衝突樑筋，箍筋座標位置-樑筋座標位置 $>$ 箍筋半徑加上樑筋半徑為最小間距，假使小於最小間距則偏移箍筋直到箍筋與樑筋無衝突。

同樣的樑也是經由圖 3.14 可以了解到箍筋分配圖，分為左、中、右三段，依據柱配筋標準圖得知擺放靠近柱端必須離 5cm，則左右段有標示箍筋所需支數、箍筋號數以及間距，中間段只給箍筋號數及間距，所以中間段的箍筋支數須由樑的垮距扣掉左右段所擺放的箍筋距離除上中間段的箍筋間距即可求出箍筋所擺放的位置。

3.2.4 樑柱搭接

柱筋搭接依據柱的搭接長度及標準彎勾延伸長度如(表 3.3)至(表 3.5)。鼓勵搭接能在低應力區內搭接，雖然搭接和伸展具有相同之強度，但搭接之鋼筋滑移量是比伸展者為大，故藉乙級搭接係數 1.3，來鼓勵搭接之錯置並降低搭接鋼筋組之應力，這可減少搭接鋼筋之滑移量以幫助搭接區之裂縫控制，並可限制應力從搭接鋼筋傳遞到相鄰未搭接鋼筋之機會，然而錯開搭接間距在受拉構材鋼筋之續接，應依

規定使用全銲續接或可靠之機械式續接器，相鄰鋼筋之續接至少須錯開 75 cm。

耐震規範中也提到[12]，鋼筋採用銲接續接時，須考慮鋼筋之可銲性，且其接合強度至少達鋼筋規定降伏強度之 1.25 倍。鋼筋採用銲接或機械式續接器續接時，同一斷面之鋼筋最多只能隔根續接，且隔根續接處應相距 60 cm 以上。鋼筋如採用性能較佳之續接器續接時可不受本條文之限制，惟須經分析或實驗證明，且施工品質須嚴格管制。肋筋、橫箍、埋設物及其他類似物品不得銲接於設計所需之縱向鋼筋上。鋼筋之搭接僅容許於構材淨長之中央 $1/2$ 內，並應考慮為拉力搭接。銲接或機械式續接器可用於構材淨長之任何斷面。

首先需要收尋 X、Y 座標點相同在不同樓層 Z 的連續柱，柱筋的搭接，本研究採用隔層搭接以單數樓層及雙數樓層為搭接錯開的區別依據，搭接長度在規範中詳細規定，而搭接區依規範在柱淨高中間 $1/2$ 處為搭接區，在搭接時須要預留搭接長度參照(表 3.4)，當搭接到頂層時也須要預留頂層的標準彎勾，經由柱斷面配筋與搭接次數及可計算出住所需的鋼筋數量及長度。

a. 鋼筋搭接計算

想要計算連續樑的鋼筋搭接，意謂著要能瞭解整個連續樑段的元件。為此本程式在計算之前，會先將所有節點搜尋一次，找出所有的連續樑段。

找到連續樑段後，便可以進行搭接的計算。由於搭接通常是在單一個連續樑段中發生，所以計算搭的程式接也是一次算一段。

由於樑的主筋配筋資料分為三區，每一區都有不同的鋼筋數目，所以程序進入每一區時都要檢查是否有需要使用新的鋼筋或切斷鋼筋，然後再延長所有鋼筋的使用長度至該區結尾，然後檢查是否有需要使用搭接的鋼筋。如此三個步驟在進入每根樑的每一區時重複執行。唯二的例外來自於第一根樑的第一區之前與最後一根樑的第三區之後需要加上彎鉤延伸長度。

當鋼筋長度不足需要搭接時，上層筋（樑中央搭接）與下層筋（樑端搭接）有不同的搭接區，基礎樑與一般樑的搭接區也不同（上層在樑端搭接，下層在樑中央搭接）。雖然各自有些許的不同，但是整體流程並沒有太大的差異(圖 3.14)

第四章 實際範例

本章節將操作流程的介面以網頁方式表現，共分為輸入項目、編輯項目、匯出項目、執行程式以及 3D 繪圖所表示，輸入項目、編輯項目都可分為柱座標、柱細節、大樑座標、大樑細節，首先將所需要的資料經由輸入介面，再由程式轉成 Excel 檔儲存於資料庫中，柱座標資料包括柱編號、柱座標、柱型號，經由柱資料中的型號找到柱所有的配筋資料，反之大樑也相同。

4.1 網頁系統

開啟首頁點選進入(圖 4.1)系統網頁，就可以開始進入本系統，本系統分成輸入、編輯、匯出、執行程式顯示資料、繪製 3D 圖形五大單元，將執行不同項目(圖 4.2)。

4.2 輸入介面

輸入可以分樑柱座標與細節如圖 4.3，在輸入介面中有搭配圖示讓使用者清楚知道輸入的數據代表意義，可分為平面圖以及柱筋鋼筋分配圖，柱座標資料中需輸入樓層數、柱型號、XY 座標(圖 4.4)，柱

型號都採以下拉式選單，其它是採用空格輸入的方式，當細節資料有增加新型號時，會透過關連性使座標型號也會增加選擇，當按下輸入時會出現資料已建置完成如(圖 4.5)，完成時可透過輸入介面下方資料查看是否存入資料庫，此表只具備排序察看功能並不具編輯修改，是為了確定資料庫已存入資料庫；然而樑的座標輸入介面跟柱都一樣，唯一不同之處在於，樑具有起始點與終點，但設計概念與柱相同，樑座標點輸入介面如圖 4.6。

每一型號之柱細節資料包括，型號、柱長、柱寬、XY 方向柱筋支數、主筋號數、箍筋號數、混凝土強度，而型號為必要輸入資料，沒有輸入型號則無法將資料存入資料庫中(圖 4.7)，第二部分是在柱的設計中有發生束筋的跟筋配置模式，因此也需要做考慮，在束筋上必須輸入輸筋位置、XY 向鋼筋數量等等…圖 4.8，主筋輸入完畢之後當然需要輸入箍筋的部分，箍筋輸入則為第三部分圖 4.9，在座標中還有採用下拉式選單，可是在細節中為了考慮特殊案例之多，所以都採用相同的空格輸入，避免產生特殊案例時無法修改或輸入資料，在輸入資料中都有圖示讓使用者更可方便使用與座標的輸入介面相同，下方都有具備可查看以及排序是否以存入資料庫，因為細節資料繁多，將全部輸出為一張資料表，在資料表過長使用上不方便也不具美觀性，因此將此分為細節查看資料表分兩個部分，可針對所需部分

做查看即可(圖 4.10)，按下輸入按鈕時雖然會有顯示已建置資料完成，但可以利用更新資料庫做查看的動作，是為了避免輸入多筆資料後才發現資料並未存入資料庫要從新輸入的麻煩，大樑在細節輸入上將整段鋼筋分為左中右三段、上下鋼筋以及腹筋，每一段都需要輸入鋼筋號數、尺寸長度等等…，其設計理念與柱細節相同(圖 4.11)、(圖 4.12)、(圖 4.13)。

4.3 編輯介面

編輯介面可分為柱座標、柱細節、樑座標、樑細節的樑柱編輯介面(圖 4.14)，所有的編輯介面都統一格式(圖 4.15、4.17、4.19、4.21)，具有編輯、修改、刪除，當點選編輯時，點選的那一筆資料會轉換成可輸入之空格，輸入完成時資料表最右側有更正與取消，當點選更正時透過網頁觸發事件將資料修改完成，點選取消時將又回到原介面並不會對資料做更改(圖 4.16、4.18、4.20、4.22)，因為資料數據過多，因此可以依據點選資料項目進行排序以利快速找到所需要資料。

4.4 匯出 Excel 檔案

在匯出介面也分做樑柱的匯出頁面(圖 4.23)，為了能使程式讀取 Excel 檔案，在 ASP.NET 裡具有報表的功能，能做統計輸出不同格式

等功能，因此透過電腦處理，也能具有將資料輸出成檔案及書面資料之功能，在進入資料報表時必須先登入使用者帳號與密碼，本系統在設計此網頁時，採用需要設定帳號密碼才可以登入資料庫，這是為了避免資料外洩提供一層保護，當輸入帳號密碼時，除了需要填入帳號密碼外還有資料庫名稱(圖 4.24)，而資料庫名稱能夠清楚了解到所使用的資料為何，登入時將有完整的報表呈現，在 ASP.NET 中已經設定好報表輸出格式與資料，因此可做預覽的模式(圖 4.25)，不僅可以匯出各類型檔案模式，更可以做列印以及放大縮小等功能，本系統需要輸出 Excel 檔案因此點選匯出如(圖 4.26)，由圖中匯出格式可以發現到將可匯成 RPT、PDF、Word、Excel 等…格式，本研究是匯出 MS Excel 97-2000(只有日期)的格式，然後再選擇儲存的路徑(圖 4.27)即可完成匯出動作，匯出 Excel 檔案(4.28)。

4.5 執行程式介面

執行程式時，會做柱主筋座標位置及樑主筋座標位置及箍筋位置之計算，呈現主筋、箍筋、柱筋以及樑筋的搭接如(圖 4.29)，當點選主筋位置時將出現執行程式以及顯示數據圖(4.30)，必須先跑過執行程式得到新的資料，按下顯示數據即可輸出某樑柱接頭主筋的位置(圖 4.31)，第一行數據是顯示 X 方向位置，第二行數據為 Y 方向位置，

第三行數據為 Z 方向位置，第四行為主筋半徑，第五行資料為 X、Y、Z 三方向以 1、2、3 代表，而正負代表座標方向的正負。

箍筋介面呈現方式與主筋相同如(圖 4.32)，當須要顯示數據時也是須要先執行程式碼，之後才按下顯示數據所輸出數據(圖 4.33)，此為某一樑柱接頭之箍筋位置，第一行資料為 X 方向座標位置，第二行為 Y 向座標位置，第三行為 Z 方向位置，第四行資料為箍筋的寬度，第五行為箍筋的高度，寬度與高度都為內徑，第五行資料為箍筋的直徑，第六行與主筋一樣為三方向。

柱筋搭接執行畫面(圖 4.34)，有執行程式與顯示畫面，將輸出某一根連續柱的數據(圖 4.35)，第一列為柱位置代號，由此可知柱的位置，第二列以下的數據第一行為鋼筋號數、第二行為柱筋長度。

樑搭接執行畫面(圖 4.36)，當按下執行時將會執行程式碼，按下顯示時將會顯示某段的樑筋搭接配置數據(圖 4.37)，第一列 30900-2 代表為三樓格線 X=09、Y=00、直向樑筋方向為-2，橫向樑筋方向為-1，在此以下第一行箍筋號數、第二行為搭接長度、第三行為搭接位置、第四行為判斷彎勾個數，由此可知道整段樑筋搭接的情況。

4.6 繪製 3D 模型

本研究使用 Sketchup 為繪製 3D 圖的主要軟體，此軟體雖然沒有 3D MAX、Autocad 那樣的普及，卻開放使用者可以運用所提供的

API 做基礎函式運用 Ruby 做程式上的修改，在未來運用程式自動化圖必定成為發展目標。

介面中有執行畫圖的按鈕如圖 4.38，當點選執行繪製 3D 的按鈕時，將會開啟 Sketch up(圖 4.39)，運用 Ruby 將鋼筋與箍筋不同類型的模型分別分裝成兩個檔案各別讀檔，為了避免程式上的混亂以及可以各別觀看的優點，能將圖顯示首先須要一些基本數據，主筋方面需要輸入 x 、 y 、 z 、 r 、旋轉方向的資料如圖 4.43，使用空格為分隔點判斷所讀取的資料位置，箍筋則是需要 x 、 y 、 z 、 b 、 d 、箍筋直徑、旋轉方向，同樣也是以空格做為判斷下一筆資料的依據圖 4.44。有了此座標基本資料之後，當按下執行 steel 將會顯示所有主筋的座標點位置(圖 4.40)，當按下 hoop 也會產生所有箍筋的位置圖 4.41，兩個圖可以做重疊的動作完成(圖 4.42)，由此可以了解到程式中所做的判斷是否正確，看主筋與箍筋是否重合，經過移位後鋼筋是否過密或稀疏。

第五章 結論與未來展望

5.1 結論

綜合前述各章所言，本研究所設計之程式具有下列優點。

1. 完整的空間架構，能正確的確定各元件的空間關係。除了本文所
展示的柱、大樑外，尚包含有小樑與版的擴充能力。
2. 經由程式設計流程，可計算所有鋼筋正確數量。
3. 輸入樑柱接頭點號，及可顯示樑柱接頭 3D 立體圖。
4. 適當尺寸箍筋大小，有效發揮箍筋之功效。

5.2 建議

仍有許多不足之處須要改進:

1. 本研究只考慮大樑方向為垂直及水平方向，將來可擴充為任意方向。
2. 將來 IFC 完備，使用者習慣其使用時，由 IFC 直接將設計圖匯入資料，壁面繁雜的輸入。
3. 需要再考慮因搭接產生的座標偏差位移。

參考文獻

- [1] 營建署全球資訊網站，「結構混凝土設計規範-第十三章設計細節」，
http://www.cpami.gov.tw/web/index.php?option=com_content&task=view&id=7101&Itemid=95，2009 年 2 月。
- [2] 楊修定，「RC 建築無樑版與樓梯配筋施工圖之自動化設計」，
國立台灣大學，碩士論文，2008 年 6 月。
- [3] 陳建吉，「RC 建築連續壁與牆配筋支施工圖自動化設計」，國
立台灣大學，碩士論文，2008 年 6 月。
- [4] 嚴士育，「RC 建築樓版配筋施工圖之自動化設計」，國立台灣
大學，碩士論文，2008 年 6 月。
- [5] 周承禹，「應用 IFC 於規範自動審查系統-RC 柱構件之研究」，
國立交通大學，碩士論文，2008 年 9 月。
- [6] 陳會安，ASP.NET 2.0 網頁設計範例教本，學貫行銷，台北市，
2006 年。
- [7] 台灣微軟公司，「SQL2005 整合平台」，
http://www.ch-si.com.tw/SQL_Server%202005.asp，2009 年。
- [8] 青木峰郎，Ruby 程式設計密技 268，博碩，台北市，2007 年。

- [9] Ruby官方網站「About Ruby」，
http://preview.ruby-lang.org/zh_TW/about/。
- [10] Google Earth官方網站，「Sketch up 簡介」，
<http://www.sketchup.com.tw/Software.htm>。
- [11] 潘榮傑建築事務所，「照南國民中學老舊校舍整建工程(南棟)」，苗栗縣，2007 年。
- [12] 建築物耐震設計規範，
http://www.cpami.gov.tw/web/index.php?option=com_content&task=view&id=976&Itemid=95。
- [13] 林義証，Visual C++程式設計經典，碁峰，台北市，2007 年。
- [14] 高橋，征義，Ruby Programming：向 Ruby 之父學程式設計，博碩，台北市，2006 年。
- [15] 林俊杰，Visaul C++ 2005 視窗程式設計經典，碁峰，台北市，2006 年。
- [16] Gregory Kate，羅友志譯，Visual C++ .NET 完全探索，上奇，台北市，2003 年。
- [17] 許薰尹，ADO.net 程式設計開發指南，學貫行銷，台北市，2003 年。
- [18] Beauchmin Bob，深入剖析 ADO.NET，台北培生教育，台北

市，2003 年。

〔19〕 Prata Stephen，C++ Primer Plus 中文修訂版，基峰，台北市，2003 年。

〔20〕 張耀仁，C++程式設計與應用，清蔚科技，台北市，2002 年。

〔21〕 中國土木水利工程學會，混凝土工程設計規範與解說，(土木401-96)。

〔22〕 Matz，「Ruby-Talk」，郵件論壇上的發言，
http://www.ruby-lang.org/zh_TW/about/，2000年12月

〔23〕 網路資料，「儲存資料型態」，
<http://www.dotblogs.com.tw/topcat/archive/2008/03/04/1144.aspx>。
。

附表

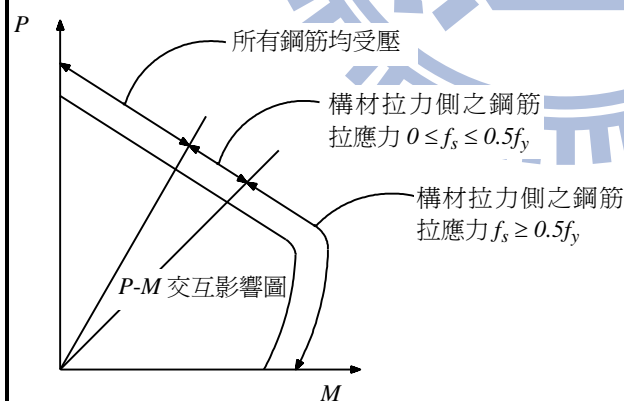
表 2.1 柱筋搭接特別規定[1]

柱筋續接之特別規定

柱筋之續接應滿足所有載重組合之要求，而其搭接、對銲續接、機械式續接器或端承續接之使用須符合第 5.18.2 至 5.18.4 節之規定。

解說：

若柱同時承受軸力及彎矩作用，則柱之一側就會出現拉應力，如圖 R5.18 所示。一旦柱出現拉力區，本節就要求柱筋作抗拉續接。就算是分析顯示柱僅承受壓力，但本節仍要求柱於每側均至少提供該側主筋面積乘以 $0.25f_y$ 之拉力強度。需要注意到柱筋之續接應滿足所有載重組合之要求。例如柱之鋼筋量係由垂直力之載重組合所控制，但柱鋼筋仍需抵抗含風力或地震力之載重組合所引發的拉力，故該柱之主筋仍需使用抗拉續接。



圖R5.18 柱筋續接之特別規定

表 2.2 柱筋搭接特別規定[1]

柱筋之搭接

在設計載重作用下柱筋只承受壓力時，則其搭接須符合第 5.17.1 及 5.17.2 節之規定，且按其適用狀況須符合下列要求：

橫箍柱在壓力作用下，若其柱筋在搭接長度內被有效面積不小於 $0.0015hs$ 之橫箍筋所圍封，則其受壓搭接長度可乘 0.83 予以折減，惟不小於 30 cm 。其中有效面積是指垂直於斷面尺寸 h 方向之箍筋面積和。

螺箍柱在壓力作用下，若其柱筋在搭接長度內被螺箍筋所圍封，則其受壓搭接長度可乘 0.75 予以折減，惟不小於 30 cm 。

在設計載重作用下柱筋承受拉力時，符合下列三條件者其搭接長度可用表 5.16.2 中之甲級，否則須為乙級：

- 一 柱筋拉應力不超過 $0.5f_y$ 。
- 二 柱任一斷面之搭接鋼筋面積百分比不大於 50% 。
- 三 柱筋搭接位置至少錯開 d 。

表 2.3 柱筋搭接耐震特別規定[1]

鋼筋之搭接僅容許於構材淨長之中央 $1/2$ 內，並應考慮為拉力搭接。

符合第 5.15.3.1 至 5.15.3.4 節之銲接或機械式續接器可用於構材淨長之任何斷面，但須符合第 15.3.6 節之規定。

表 2.4 鋼筋間距規定[1]

13.5.1	同層平行鋼筋間之淨間距不得小於 d_b ，或粗骨材標稱最大粒徑 1.33 倍，亦不得小於 2.5cm。
13.5.2	若鋼筋分置兩層以上者，兩層間之淨距不得小於 2.5 cm，各層之鋼筋須上下對齊不得錯列。

表 2.5 保護層厚度規定[1]

規範之 13.6.1 鋼筋之保護層(單位：mm， d_b 為鋼筋或鋼線之標稱直徑)

狀 況	板、牆、閣 柵及牆板	梁、柱及基腳	薄殼及摺板
不受風雨侵襲且不與土壤接觸者：			
鋼線或 $d_b \leq 16\text{mm}$ 鋼筋	20	40	15
$16\text{mm} < d_b \leq 36\text{mm}$ 鋼筋	20	40	20
$D_b > 36\text{mm}$ 鋼筋	40	40	20
受風雨侵襲或與土壤接觸者：			
鋼線或 $d_b \leq 16\text{mm}$ 鋼筋	40	40	40
$D_b < 16\text{mm}$ 鋼筋	50	50	50
澆置於土壤或岩石上或經常與水及 土壤接觸者：	75	75	
與海水或腐蝕性環境接觸者：	100	100	

表 2.6 鋼筋淨間距標準圖規範[1]

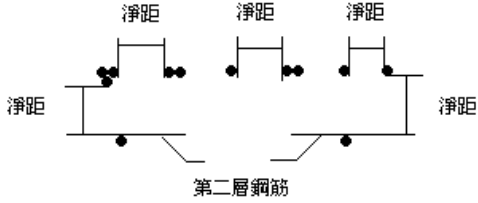

<p>1.鋼筋間最小間距</p> <p>撓曲構材(如樑版)不得小於 2.5cm 或 1.0db，1.0D' 或粗粒料徑之 1.33 倍。</p> <p>受撓曲構材(如柱牆)不得小於 4.0cm 或 1.5db，1.5D' 或粗粒料徑之 1.33 倍。</p> <p>db 為鋼筋直徑，D' 為束筋相當直徑</p>
<p>2.第二層鋼筋須與第一層鋼筋上下對齊，不得錯開且層間淨距不得小 2.5cm</p>
<p>3.鋼筋捆紮成束筋時，其相當直徑 D' 如下：</p> <p>兩根一束 $D' = 1.4db$</p> <p>三根一束 $D' = 1.7db$</p> <p>四根一束 $D' = 2.0db$</p>

表 3.1 柱配筋輸入範例

型別分類：	型號：C3		
柱尺寸參數：			
X 向柱寬：80	Y 向柱寬：40		
柱配筋參數：			
柱筋號數:7	柱箍筋號數:4	柱筋 X 向支數:6	柱筋 Y 像支數:6
束筋:			
束筋支數:2	X 向束筋位置:0		X 向束筋位置:6

表 3.2 大樑配筋輸入範例

型別分類：		型號：B3			
大梁尺寸參數：					
樑寬：40		樑深：40			
樑配筋參數：					
箍筋參數	起點端	箍筋支數：18		箍筋號數：3	箍筋間距：12
	中央區			箍筋號數：3	箍筋間距：18
	終點端	箍筋支數：18		箍筋號數：3	箍筋間距：12
主筋參數	上層主筋	起點端	截斷位置：265	主筋支數：5	主筋號數：8
		中央區		主筋支數：2	主筋號數：8
		終點端	截斷位置：215	主筋支數：4	主筋號數：8
	下層主筋	起點端	截斷位置：170	主筋支數：2	主筋號數：8
		中央區		主筋支數：4	主筋號數：8
		終點端	截斷位置：105	主筋支數：2	主筋號數：8
腰筋參數		鋼筋支數：0		鋼筋號數：0	
地樑判定		地樑識別參數：0			

表 3.3 柱搭接長度[11]

柱的竹節鋼筋搭接長度						
fy kgf/cm ²	fc' kgf/cm ²	鋼筋號數				
		D19(#6)	D22(#7)	D25(#8)	D29(#9)	D32(#10)
4200	210	110	130	160	195	225
	245	100	120	150	180	210
	280	95	110	140	170	195
	350	85	100	125	150	175
附 註	<p>1.使用本表時柱筋搭接位置在中央區且柱搭接鋼筋須有緊密箍筋圍束，箍筋 $f_y=2800 \text{ kg/cm}^2$。</p> <p>2.鋼筋搭接長度除本表列述外，可依據實際狀況參照設計規範 5.3.4 節詳細計算各別之搭接長度。</p> <p>3.柱筋隔層錯開搭接，鋼筋搭接面積小於 50%，其搭接位置在柱中央區時可用甲級搭接(及上表除 1.3)，但不得小於 30cm。</p>					

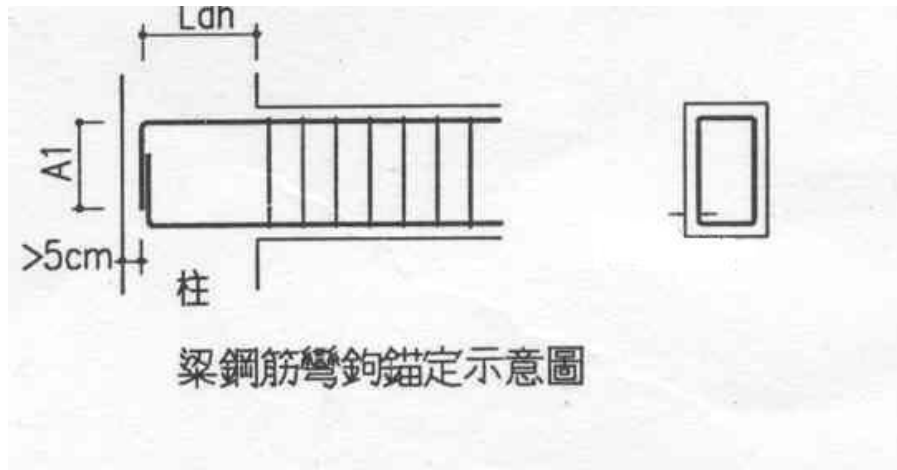
表 3.4 標準彎鉤伸展長度[11]

CNS 竹節鋼筋重量及主筋標準彎鉤延伸長					具標準彎鉤竹節鋼筋之受拉延伸長度(Ldh)單位 cm						
標準直徑 (號數)	直徑 db (mm)	斷面積 (cm ²)	重量 (kgf/m)	主筋延伸長 90°-(A1)	fy=2800 kgf/cm ²			fy=4200 kgf/cm ²			
					fc'=210	fc'=245	fc'=280	fc'=210	fc'=245	fc'=280	fc'=350
D10(#3)	9.53	0.713	0.560	15	15	15	15	17	15	15	15
D13(#4)	12.7	1.267	0.994	20	15	15	15	22	20	19	17
D16(#5)	15.9	1.986	1.560	25	18	17	16	28	26	24	21
D19(#6)	19.1	2.865	2.250	31				33	31	29	26
D22(#7)	22.2	3.871	3.040	36				39	36	33	30
D25(#8)	25.4	5.067	3.980	41				44	41	38	34
D29(#9)	28.7	6.469	5.080	49				50	46	43	39
D32(#10)	32.2	8.143	6.390	55				56	52	48	43
D36(#11)	35.8	10.070	7.900	61				62	58	54	48
附	1. 使用本表時其彎勾鋼筋側面保護層須大於 6.5cm；90°彎勾直線延長段應設置於柱或邊構材圍束區內，且保護層大										

註

於 5cm。

2. 樑在不連續支承上，應以標準彎勾錨定之。



1896

表 3.5 甲級竹節鋼筋受拉伸展長度[11]

竹節鋼筋受拉伸長度 單位 cm , kgf/cm ²										
fy kgf/cm ²	fc' kgf/cm ²	鋼筋號數								
		D10(#3)	D13(#4)	D16(#5)	D19(#6)	D22(#7)	D25(#8)	D29(#9)	D32(#10)	D36(#11)
拉力鋼筋										
2800	210	39	52	65						
	245	36	48	60						
	260	33	45	56						
	350	30	40	50						
4200	210	58	77	97	116	135	155	175	196	218
	245	54	72	90	108	125	143	162	181	202
	260	50	67	84	101	117	134	151	170	189
	350	45	60	75	90	105	120	135	152	169
拉力鋼筋										

2800	210	30	37	46						
	245	30	34	43						
	280	30	32	40						
	350	30	30	36						
4200	210	41	55	69	83	97	110	125	140	156
	245	36	51	64	77	89	102	116	130	144
	280	32	48	60	72	84	96	108	121	135
	350	42	43	54	64	75	86	97	108	121

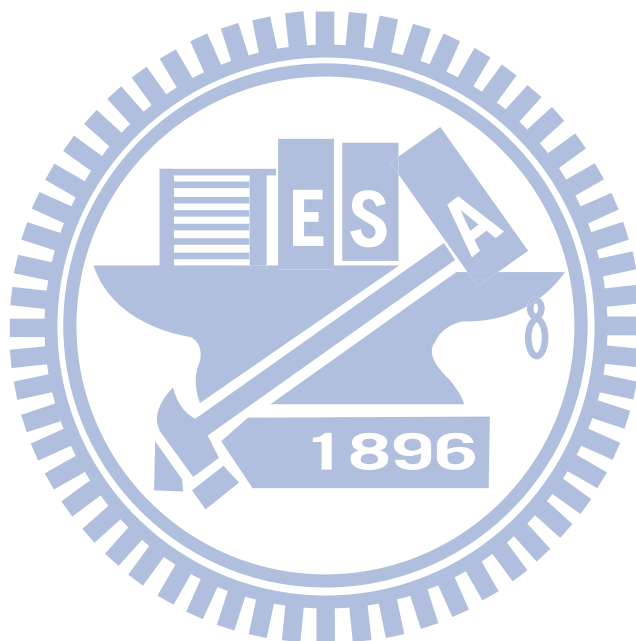
表 3.6 乙級竹節鋼筋受拉搭接長度[11]

竹節鋼筋受拉搭接長度 單位 cm										
fy kgf/cm ²	fc' kgf/cm ²	鋼筋號數								
		D10(#3)	D13(#4)	D16(#5)	D19(#6)	D22(#7)	D25(#8)	D29(#9)	D32(#10)	
頂層拉力鋼筋 ㉔										
2800	210	50	57	64						
	245	47	62	78						
	260	44	58	73						
	350	39	52	65						
4200	210	75	100	126	151	176	201	227	255	
	245	70	93	116	140	163	186	210	236	
	260	65	87	109	131	152	174	197	221	
	350	58	78	97	117	136	156	176	197	
一般拉力鋼筋 ㉕										

2800	210	36	48	60						
	245	33	44	55						
	280	31	41	52						
	350	30	37	46						
4200	210	54	72	90	108	125	144	162	182	
	245	50	66	83	100	116	133	150	168	
	280	47	62	78	93	109	124	140	158	
	350	42	56	70	84	97	111	126	141	
附註	<p>1.所謂頂層鋼筋及水平鋼筋下混凝土一次澆置大於 30cm 者。</p> <p>2.經依現場狀況檢核搭接長度後，其施工性能不佳者，應採用其它之錨定或續接(如續接器或鉚接等)方式。</p>									

表 3.7 受拉搭接之等級[21]

搭接等級	鋼 筋 情 況
甲級	符合： 在規定搭接長度內鋼筋之使用量至少為分析需要量之兩倍；且在 在搭接長度內之搭接鋼筋面積百分比不大於50%者。
乙級	其他



圖

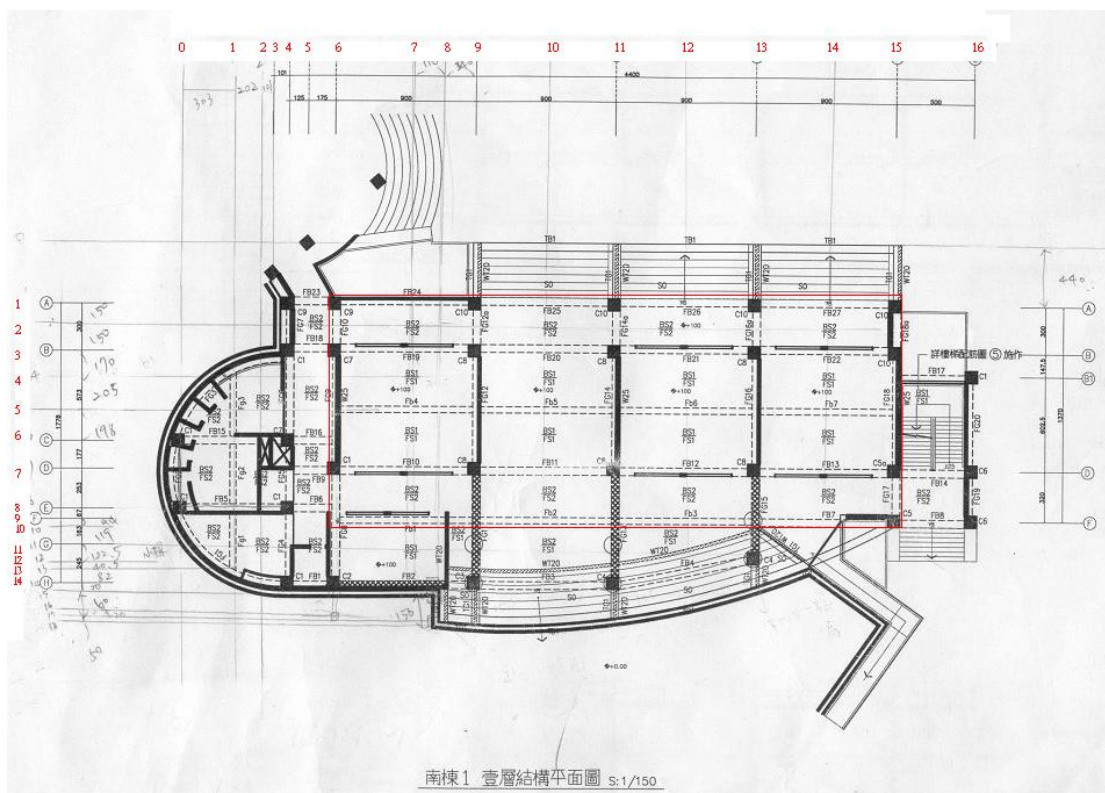


圖 3.1 南棟樓層 1F 平面圖[11]

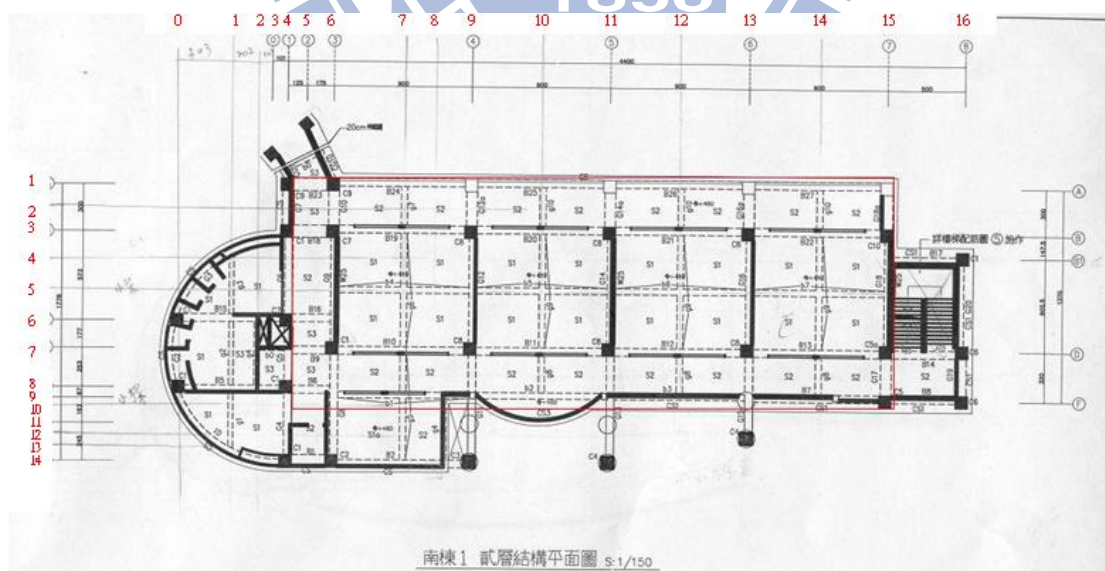


圖 3.2 南棟樓層 2F 平面圖[11]

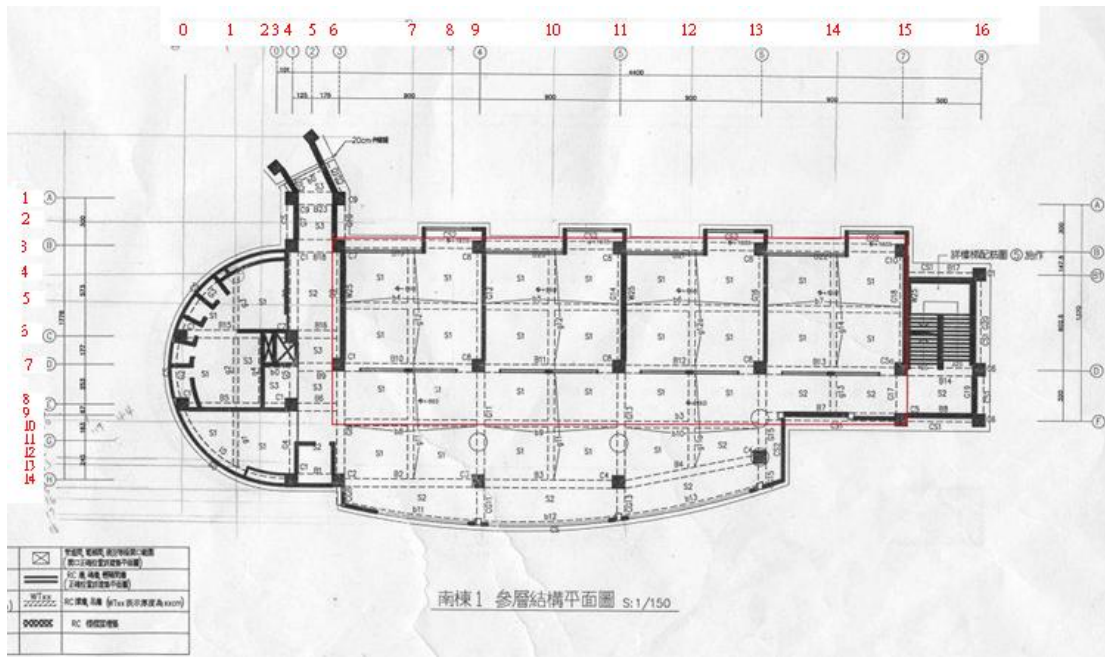


圖 3.3 南棟樓層 3F 平面圖[11]

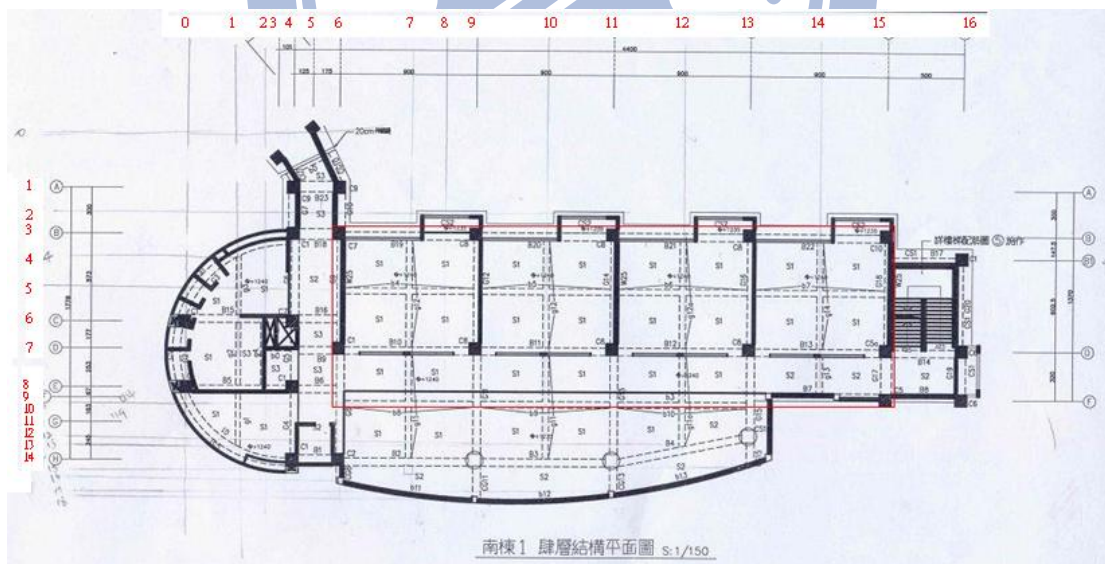


圖 3.4 南棟樓層 4F 平面圖[11]

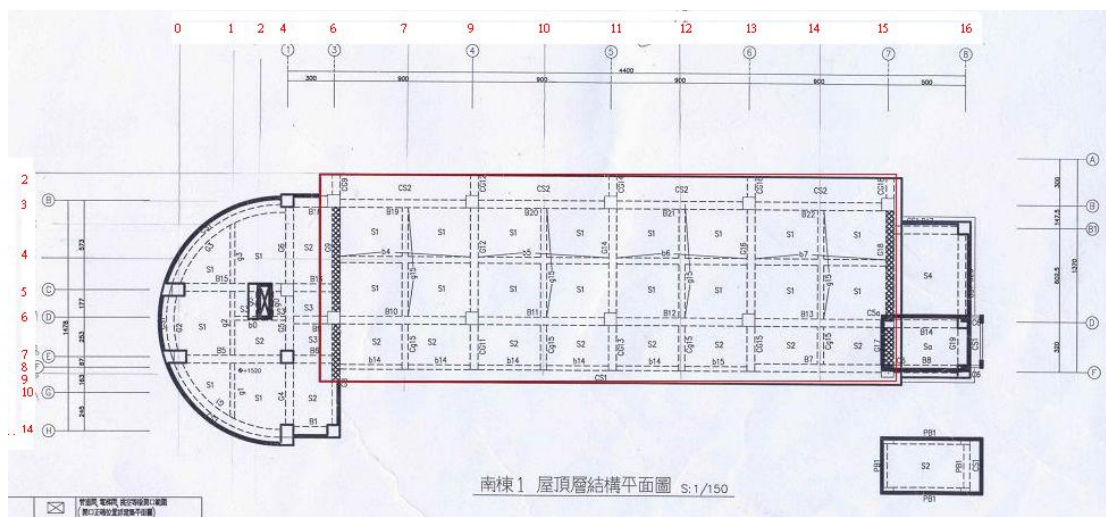


圖 3.5 南棟樓層頂樓平面圖[11]

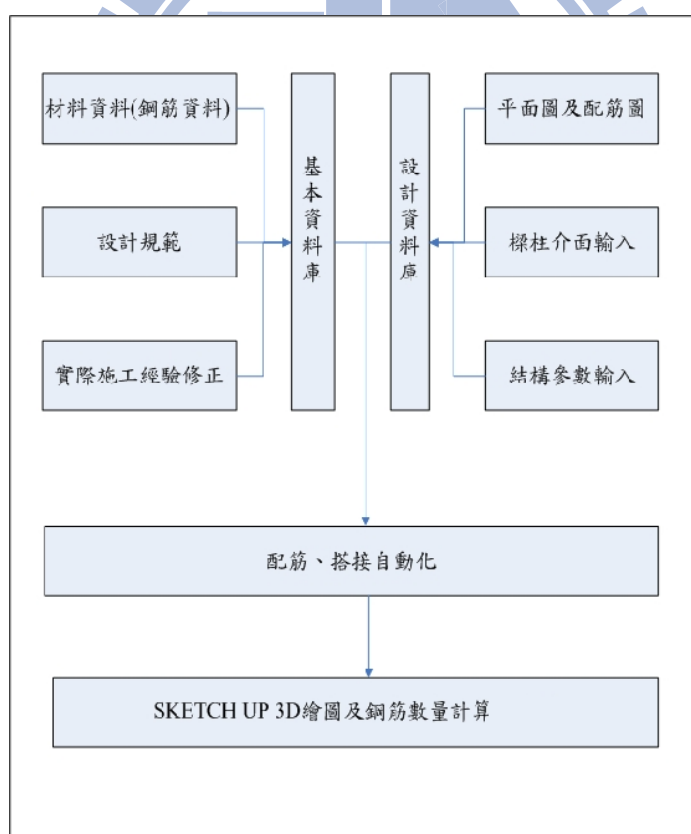


圖 3.6 研究之工作流程

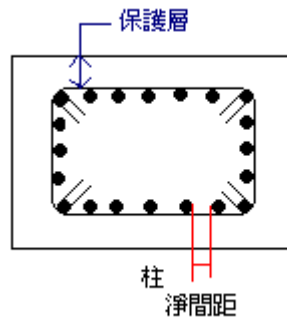


圖 3.7 柱筋之淨間距

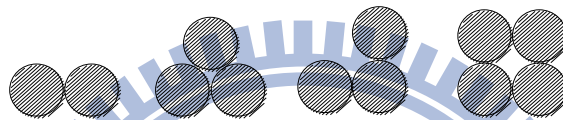


圖 3.8 柱筋束筋型態[1]

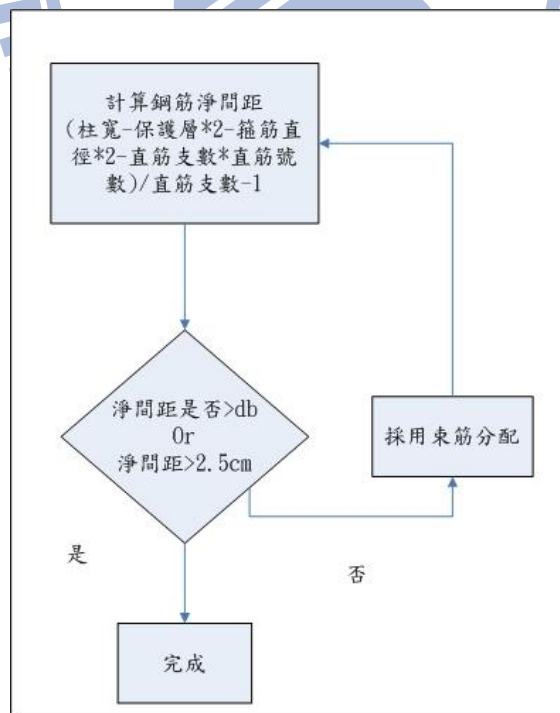


圖 3.9 柱鋼筋間距判斷

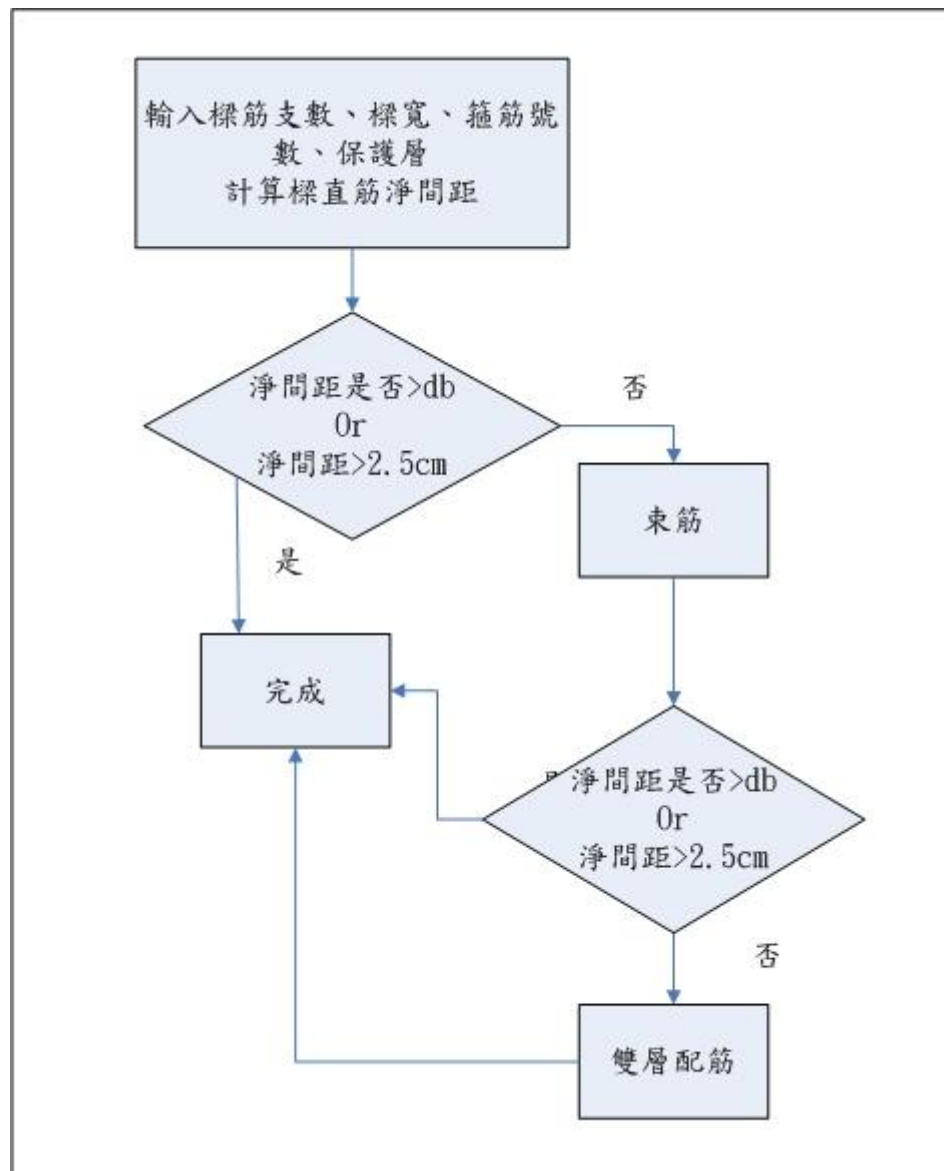


圖 3.10 樑鋼筋間距計算方法

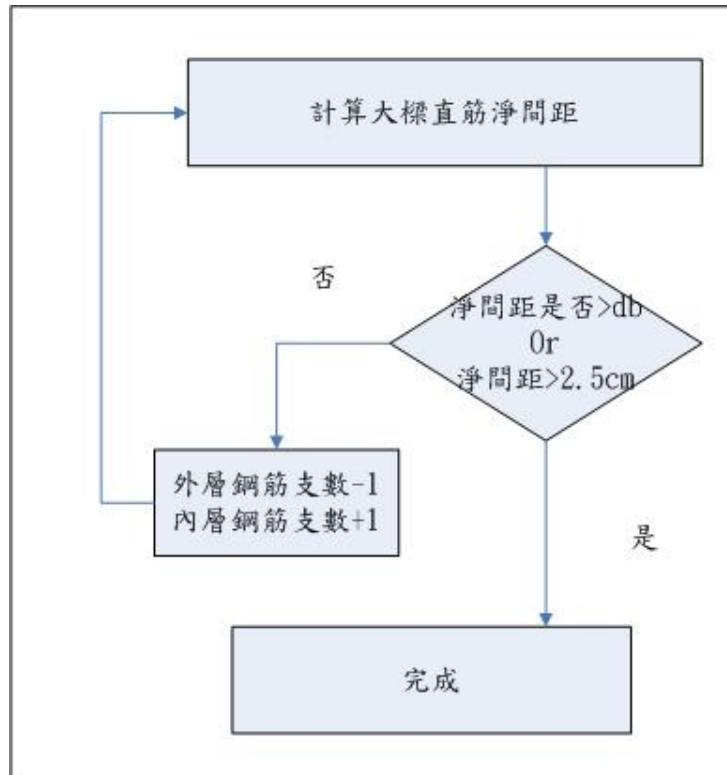


圖 3.11 雙層鋼筋判斷

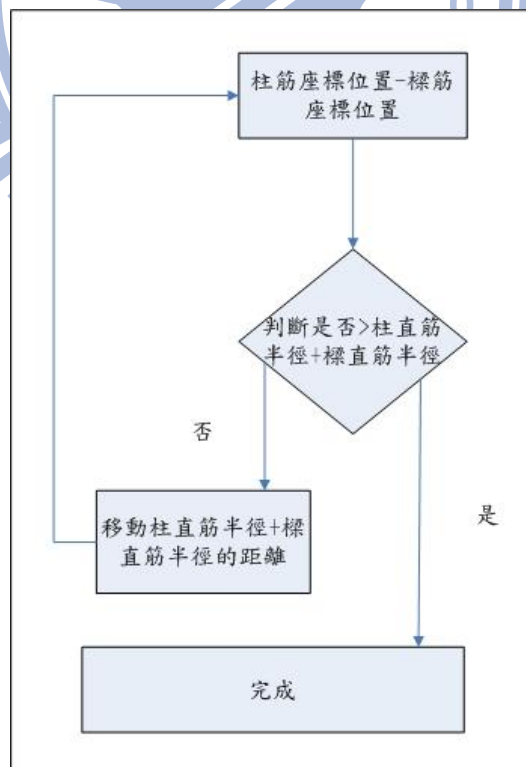


圖 3.12 樑筋閃柱筋判斷

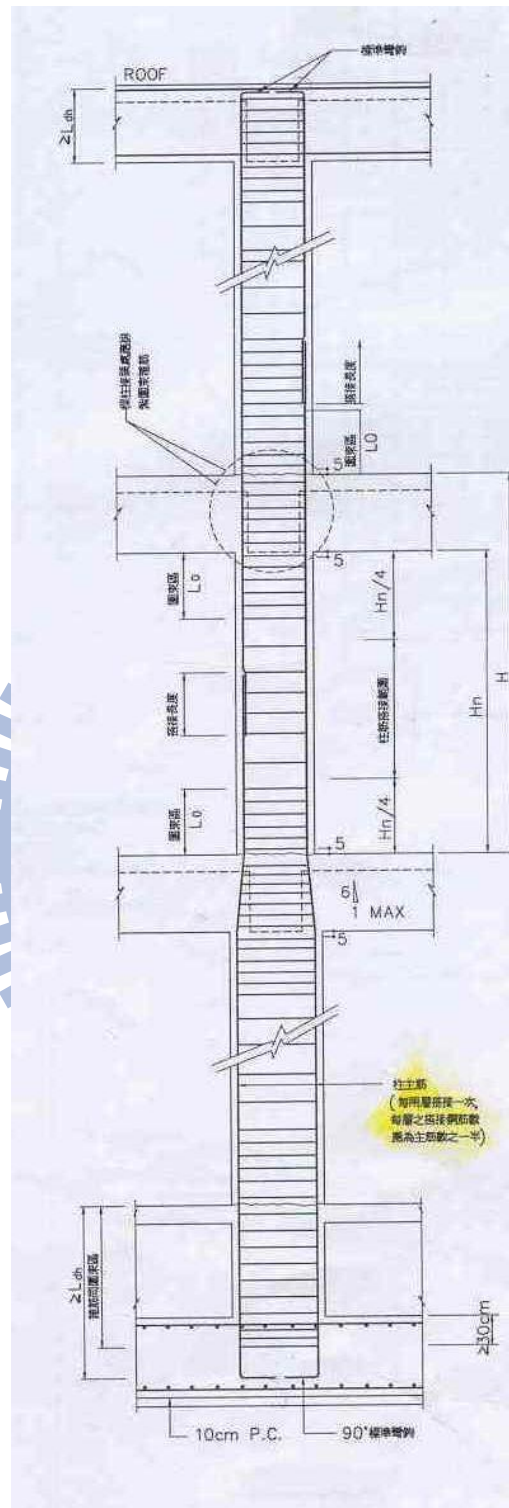


圖 3.13 柱配筋標準圖[11]

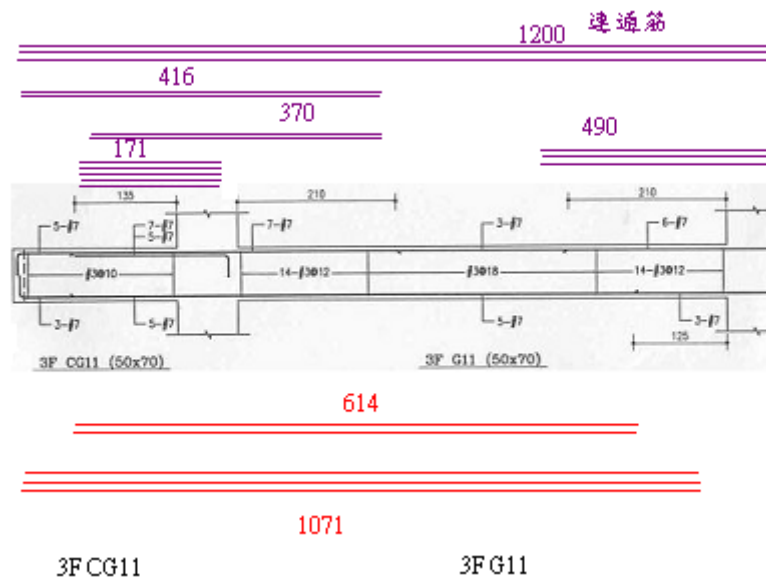


圖 3.14 標搭接數據排列方式



圖 4.1 網頁首頁

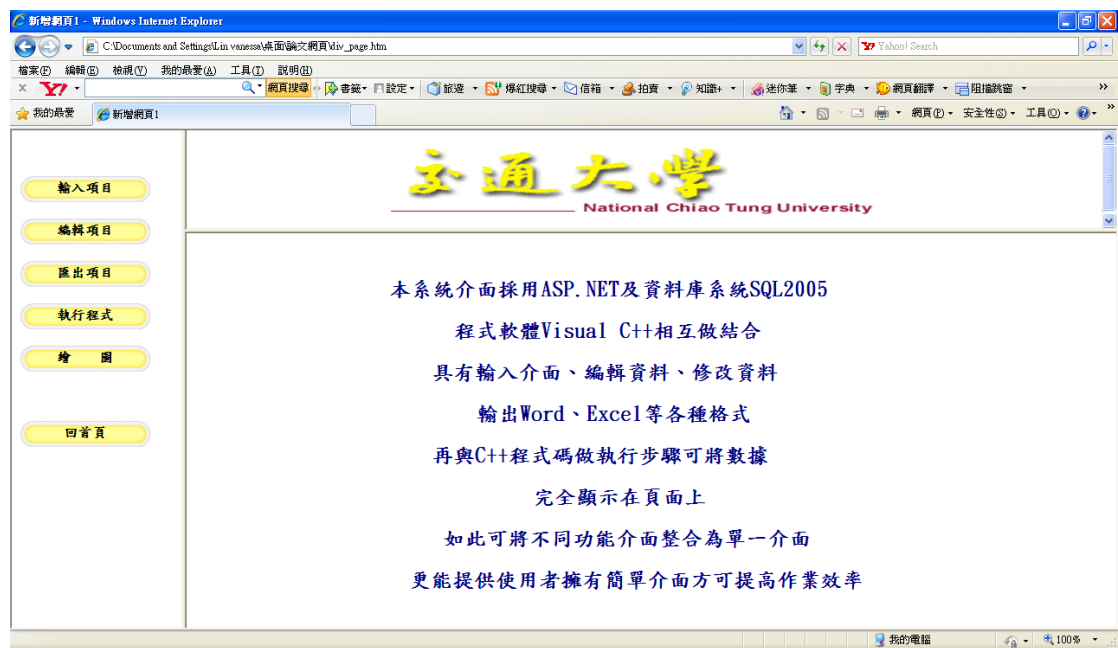


圖 4.2 簡介頁面



圖 4.3 輸入介面



圖 4.4 柱座標輸入介面

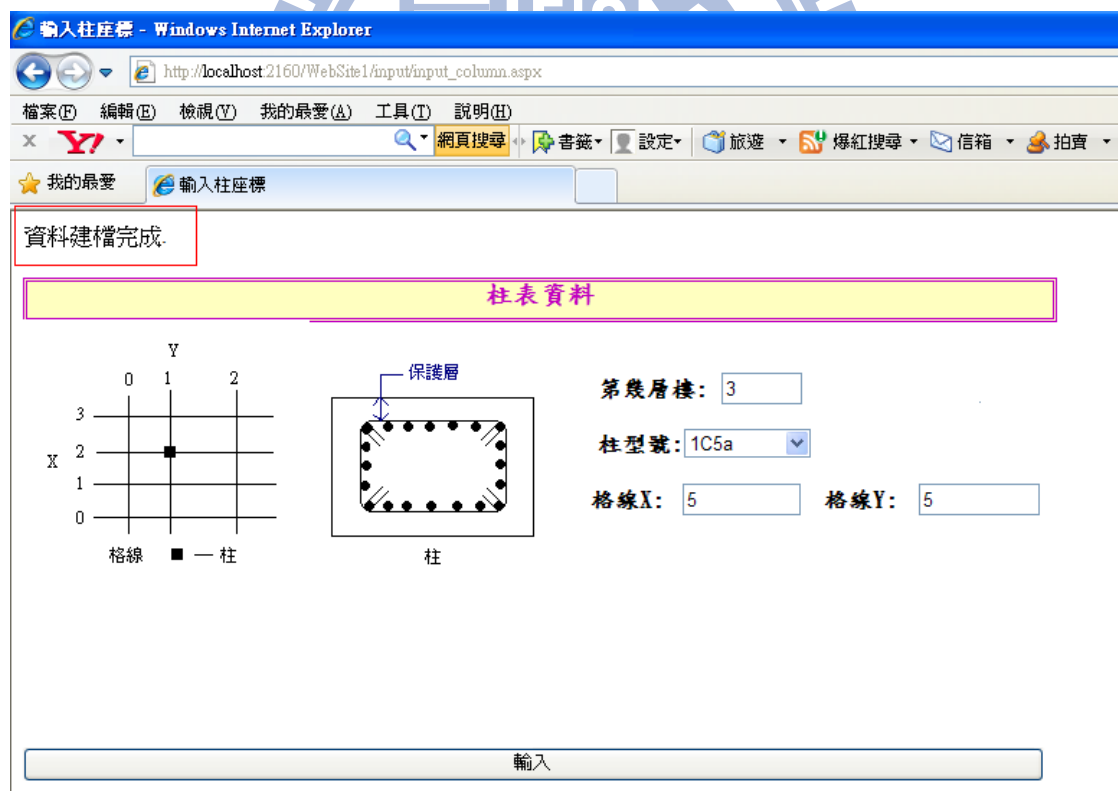


圖 4.5 柱座標輸入介面建置完成

輸入大樑座標 - Windows Internet Explorer

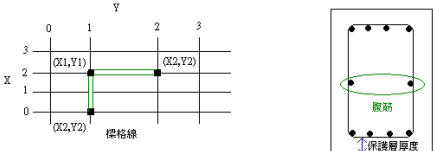
http://localhost:2160/WebSite1/angutinput_beam.aspx

檔案(F) 編輯(E) 檢視(V) 我的最愛(A) 工具(T) 說明(H)

Y! 網頁搜尋 書籤 設定 旅遊 爆紅搜尋 信箱

我的最愛 輸入大樑座標

樑表資料



樑樣高: 樑型號: 1F-FB1

X1: Y1:
X2: Y2:

輸入

識別碼	levelb	coordxb	coorzyb	coordxe	coorzye	typeb	profb
1	1	4	1	6	1	1F-FB23	3
2	1	6	1	9	1	1F-FB24	3

完成

圖 4.6 樑座標輸入介面

輸入柱細節 - Windows Internet Explorer

http://localhost:2160/WebSite1/input/input_column_dtl.aspx

檔案(F) 編輯(E) 檢視(V) 我的最愛(A) 工具(T) 說明(H)

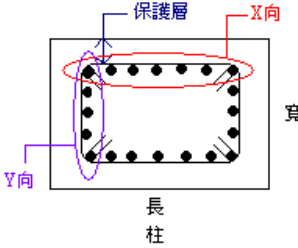
Y! 網頁搜尋 書籤 設定 旅遊 爆紅搜尋 信箱

我的最愛 輸入柱細節

以下欄位未輸入:

- 型號欄不可空白

柱細節資料



型號:

柱長: cm 柱寬: cm

X方向幾支柱筋: Y方向幾支柱筋:

柱主筋: ex.#7 柱箍筋: ex.# 4

混凝土強度: 280 kgf/cm²

圖 4.7 型號欄位不可空白

輸入柱細節 - Windows Internet Explorer

http://localhost:2160/WebSite1/angut/fingert_column_fld.aspx

檔案(F) 編輯(E) 檢視(V) 我的最愛(A) 工具(T) 說明(H)

我的最愛 輸入柱細節

柱細節資料



型號:

柱長: cm 柱寬: cm

X方向幾支柱筋: Y方向幾支柱筋:

柱主筋: ex:#7 柱箍筋: ex:#7

鋼筋長度: cm 混凝土強度: 280 kgf/cm²

束筋資料



束筋幾支:

X向束筋幾支: Y向束筋幾支:

束筋第一個位置: 束筋第二個位置:

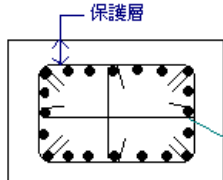
5 4 3 2 1 0

束筋柱

完成

圖 4.8 柱細節輸入介面之一

箍筋資料



柱

箍筋支數:

繫筋支數X: 繫筋支數Y:

繫筋號數: 橫箍筋間距:

輸入

圖 4.9 柱細節輸入介面之二

輸入柱細節 - Windows Internet Explorer

http://localhost:2160/WebSite1/angutinput_column_dtl.aspx

我的最愛 輸入柱細節

no	typedtl	clong	cbread	steel	hoop	stmountx	stmounty	bind	bindx	bindy	placeone	placetwo	nosamex
1	1C1	80	80	8	4	7	7	0	0	0	0		
2	1C10	80	80	8	4	7	7	0	0	0	0		
3	1C11	80	80	8	4	6	6	0	0	0	0		
4	1C11a	80	80	8	4	6	6	0	0	0	0		
5	1C12	80	60	8	4	6	5	0	0	0	0		
6	1C13	80	60	8	4	7	6	0	0	0	0		
7	1C14	80	60	8	4	7	6	0	0	0	0		
8	1C15	60	80	8	4	5	6	0	0	0	0		
9	1C16	60	80	8	4	5	6	0	0	0	0		
10	1C17	80	80	8	4	6	6	0	0	0	0		

12345678910

no	typedtl	nnumber	nplaceone	nplacetwo	nplacethree	nosame	nplaceone	nplacetwo	constrong	steellong
1	1C1								280	1000
2	1C10								280	1000
3	1C11								280	1000
4	1C11a								280	1000
5	1C12								280	1000
6	1C13								280	1000
7	1C14								280	1000

完成

圖 4.10 柱細節輸入介面之三-資料表查看

輸入樑細節 - Windows Internet Explorer

http://localhost:2160/WebSite1/angutinput_beam_dtl.aspx

我的最愛 輸入樑細節

大樑細節資料

編號: 小樑寬: 小樑深: 地樑:

鋼筋

箍筋 腹筋

左端

支數: 尺寸: 間距: 支數: 尺寸:

中端

支數: 尺寸: 間距: 左端箍筋個數:

完成

圖 4.11 樑細節輸入介面之一

輸入詳細節 - Windows Internet Explorer

http://localhost:2160/WebSite/angutinput_beam_dtl.aspx

我的最愛 輸入詳細節

左端

支數: 尺寸: 間距: 支數: 尺寸:

中端

支數: 尺寸: 間距: 左端箍筋個數:

右端

支數: 尺寸: 間距: 中端箍筋個數:

上層主筋

下層主筋

左端

長度: 支數: 尺寸: 長度: 支數: 尺寸:

中端

長度: 支數: 尺寸: 長度: 支數: 尺寸:

右端

長度: 支數: 尺寸: 長度: 支數: 尺寸:

輸入

完成

圖 4.12 樑細節輸入介面之二

輸入詳細節 - Windows Internet Explorer

http://localhost:2160/WebSite/angutinput_beam_dtl.aspx

檔案 編輯 檢視 我的最愛 工具 說明

網頁搜尋 書籤 設定 縮進 爆炸搜尋 信箱 拍賣 知識+ 迷你筆 字典 網頁翻譯 掃描檔案

我的最愛 輸入詳細節

no	Sbtype	SB	SD	fhom	fhoize	fhosp	mhom	mhoize	mhosp	rhom	rhoize	rhosp	ustfl	ustfm	ustfsize	ustml	ustmm	ustmsize	ustrl
1	R1F-B1	50	70	4	10	4	10	4	10	4	10	5	7	5	7				
2	4F-B1	50	70	4	10	4	10	4	10	4	10	10	7	10	7				
3	4F-B2	70	50	4	8	4	8	4	8	4	8	250	9	7	3	7	250		
4	4F-B3	70	50	4	8	4	8	4	8	4	8	250	9	7	3	7	250		
5	4F-B4	70	50	4	10	4	10	4	10	4	10	250	9	7	3	7	250		
6	3F-B1	50	80	5	10	5	10	5	10	5	10	12	8	12	8				
7	3F-B2	70	50	4	8	4	8	4	8	4	8	260	8	8	3	8	260		
8	3F-B3	70	50	4	8	4	8	4	8	4	8	260	8	8	3	8	260		
9	3F-B4	70	50	4	8	4	8	4	8	4	8	260	8	8	3	8	260		
10	2F-B1	50	80	5	10	5	10	5	10	5	10	11	8	11	8				

12345678910...

no	Sbtype	ustrm	ustrsize	dstfl	dstfm	dstfsize	dstml	dstmm	dstmsize	dstrl	dstrm	dstsize	sflm	sflsize	ground	homl	homm	homr
1	R1F-B1	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7	0	0	0	1			
2	4F-B1	10	7	9	7	9	7	9	7	9	7	0	0	0	2			
3	4F-B2	9	7	5	7	4	7	5	7	2	4	0	1					
4	4F-B3	9	7	5	7	4	7	5	7	2	4	0	1					
5	4F-B4	9	7	5	7	4	7	5	7	2	4	0	1					
6	3F-B1	12	8	11	8	11	8	11	8	0	0	0	2					

網路網路 100%

圖 4.13 樑細節輸入介面之三-資料表查看



圖 4.14 編輯介面

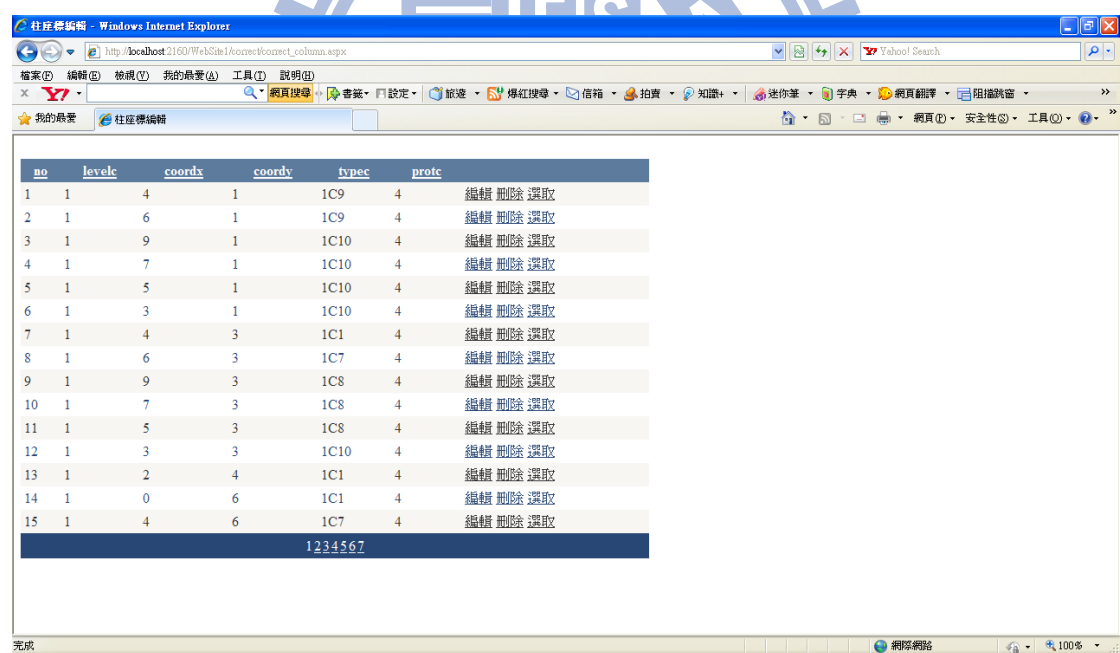


圖 4.15 柱座標編輯介面

柱座標編輯 - Windows Internet Explorer

http://localhost:2160/WebSite1/ConnectWormet_column.aspx

我的最愛 柱座標編輯

no	levelc	coordx	coordy	typec	protc	
1	1	4	1	1C9	4	更新 取消
2	1	6	1	1C9	4	編輯 刪除 選取
3	1	9	1	1C10	4	編輯 刪除 選取
4	1	7	1	1C10	4	編輯 刪除 選取
5	1	5	1	1C10	4	編輯 刪除 選取
6	1	3	1	1C10	4	編輯 刪除 選取
7	1	4	3	1C1	4	編輯 刪除 選取
8	1	6	3	1C7	4	編輯 刪除 選取
9	1	9	3	1C8	4	編輯 刪除 選取
10	1	7	3	1C8	4	編輯 刪除 選取
11	1	5	3	1C8	4	編輯 刪除 選取
12	1	3	3	1C10	4	編輯 刪除 選取
13	1	2	4	1C1	4	編輯 刪除 選取
14	1	0	6	1C1	4	編輯 刪除 選取
15	1	4	6	1C7	4	編輯 刪除 選取

1234567

圖 4.16 柱座標修改資料

大樑座標編輯 - Windows Internet Explorer

http://localhost:2160/WebSite1/ConnectWormet_beam.aspx

我的最愛 大樑座標編輯

識別碼	levelb	coordxb	coordyb	coordxe	coordye	typeb	protb	
1	1	4	1	6	1	1F-FB23	3	編輯 刪除 選取
2	1	6	1	9	1	1F-FB24	3	編輯 刪除 選取
3	1	9	1	7	1	1F-FB25	3	編輯 刪除 選取
4	1	7	1	5	1	1F-FB26	3	編輯 刪除 選取
5	1	5	1	3	1	1F-FB27	3	編輯 刪除 選取
6	1	4	3	6	3	1F-FB18	3	編輯 刪除 選取
7	1	6	3	9	3	1F-FB19	3	編輯 刪除 選取
8	1	9	3	7	3	1F-FB20	3	編輯 刪除 選取
9	1	7	3	5	3	1F-FB21	3	編輯 刪除 選取
10	1	5	3	3	3	1F-FB22	3	編輯 刪除 選取
11	1	3	4	2	4	1F-FB17	3	編輯 刪除 選取
12	1	0	6	4	6	1F-FB15	3	編輯 刪除 選取
13	1	4	6	6	6	1F-FB16	3	編輯 刪除 選取
14	1	6	7	9	7	1F-FB10	3	編輯 刪除 選取
15	1	4	7	6	7	1F-FB9	3	編輯 刪除 選取
16	1	9	7	7	7	1F-FB11	3	編輯 刪除 選取
17	1	7	7	5	7	1F-FB12	3	編輯 刪除 選取
18	1	5	7	3	7	1F-FB13	3	編輯 刪除 選取
19	1	3	7	2	7	1F-FB14	3	編輯 刪除 選取
20	1	0	8	4	8	1F-FB5	3	編輯 刪除 選取

圖 4.17 樑座標編輯介面

大樑座標編輯 - Windows Internet Explorer

http://localhost:2160/WebSite/Account/beam_edit.aspx

我的最愛 大樑座標編輯

識別碼	levelb	coordxb	coordyb	coordxe	coordye	typeb	protb
1	1	4	1	6	1	1F-FB23	3 更新 取消
2	1	6	1	9	1	1F-FB24	3 編輯 刪除 選取
3	1	9	1	7	1	1F-FB25	3 編輯 刪除 選取
4	1	7	1	5	1	1F-FB26	3 編輯 刪除 選取
5	1	5	1	3	1	1F-FB27	3 編輯 刪除 選取
6	1	4	3	6	3	1F-FB18	3 編輯 刪除 選取
7	1	6	3	9	3	1F-FB19	3 編輯 刪除 選取
8	1	9	3	7	3	1F-FB20	3 編輯 刪除 選取
9	1	7	3	5	3	1F-FB21	3 編輯 刪除 選取
10	1	5	3	3	3	1F-FB22	3 編輯 刪除 選取
11	1	3	4	2	4	1F-FB17	3 編輯 刪除 選取
12	1	0	6	4	6	1F-FB15	3 編輯 刪除 選取
13	1	4	6	6	6	1F-FB16	3 編輯 刪除 選取
14	1	6	7	9	7	1F-FB10	3 編輯 刪除 選取
15	1	4	7	6	7	1F-FB9	3 編輯 刪除 選取
16	1	9	7	7	7	1F-FB11	3 編輯 刪除 選取
17	1	7	7	5	7	1F-FB12	3 編輯 刪除 選取
18	1	5	7	3	7	1F-FB13	3 編輯 刪除 選取
19	1	3	7	2	7	1F-FB14	3 編輯 刪除 選取
20	1	0	8	4	8	1F-FB5	3 編輯 刪除 選取

網路網路 100%

圖 4.18 樑座標修改資料

編輯柱細節 - Windows Internet Explorer

http://localhost:2160/WebSite/Account/column_edit.aspx

我的最愛 編輯柱細節

no	typedid	clong	chread	steel	hoop	stmounty	stmounty	bind	bindy	bindy	placeone	placetwo	nosamex	nonumber	noplacex	noplaceto	noplacethree	nosamey	noplacemy
1	1C1	80	80	8	4	7	7	0	0	0	0								
2	1C10	80	80	8	4	7	7	0	0	0	0								
3	1C11	80	80	8	4	6	6	0	0	0	0								
4	1C11a	80	80	8	4	6	6	0	0	0	0								
5	1C12	80	60	8	4	6	5	0	0	0	0								
6	1C13	80	60	8	4	7	6	0	0	0	0								
7	1C14	80	60	8	4	7	6	0	0	0	0								
8	1C15	60	80	8	4	5	6	0	0	0	0								
9	1C16	60	80	8	4	5	6	0	0	0	0								
10	1C17	80	80	8	4	6	6	0	0	0	0								
11	1C18	60	80	8	4	5	6	0	0	0	0								
12	1C19	80	60	8	4	6	5	0	0	0	0								
13	1C19a	80	60	8	4	7	6	0	0	0	0								
14	1C2	80	80	8	4	6	6	0	0	0	0								
15	1C20	70	70	8	4	6	6	0	0	0	0								

完成 網路網路 100%

圖 4.19 柱細節編輯介面

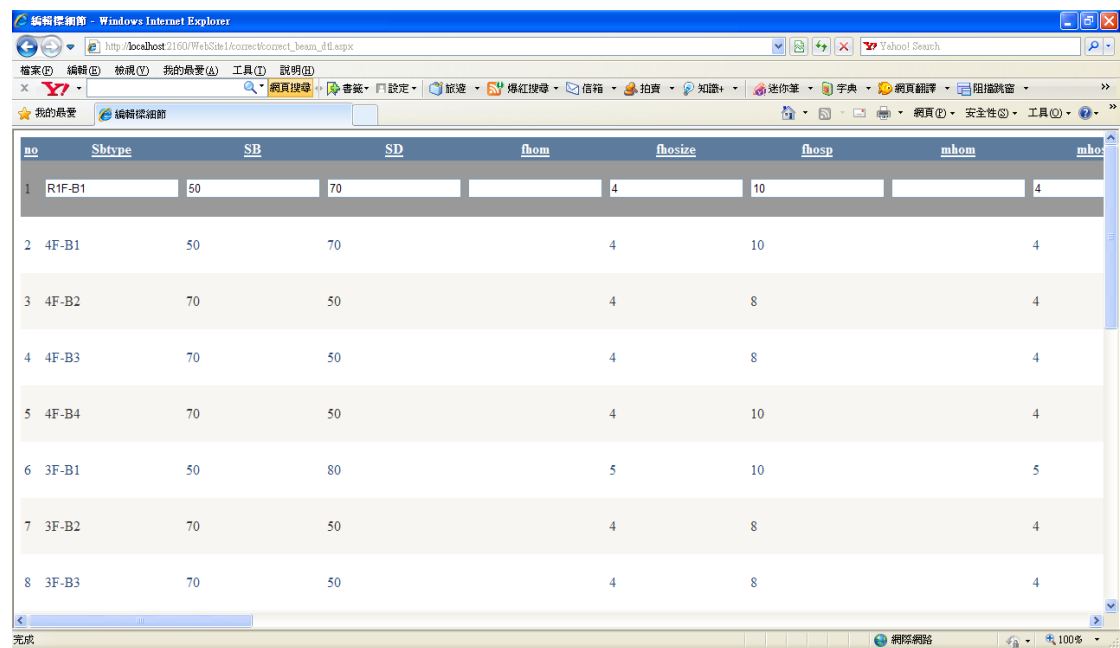


圖 4.22 樑細節修改介面



圖 4.23 匯出介面

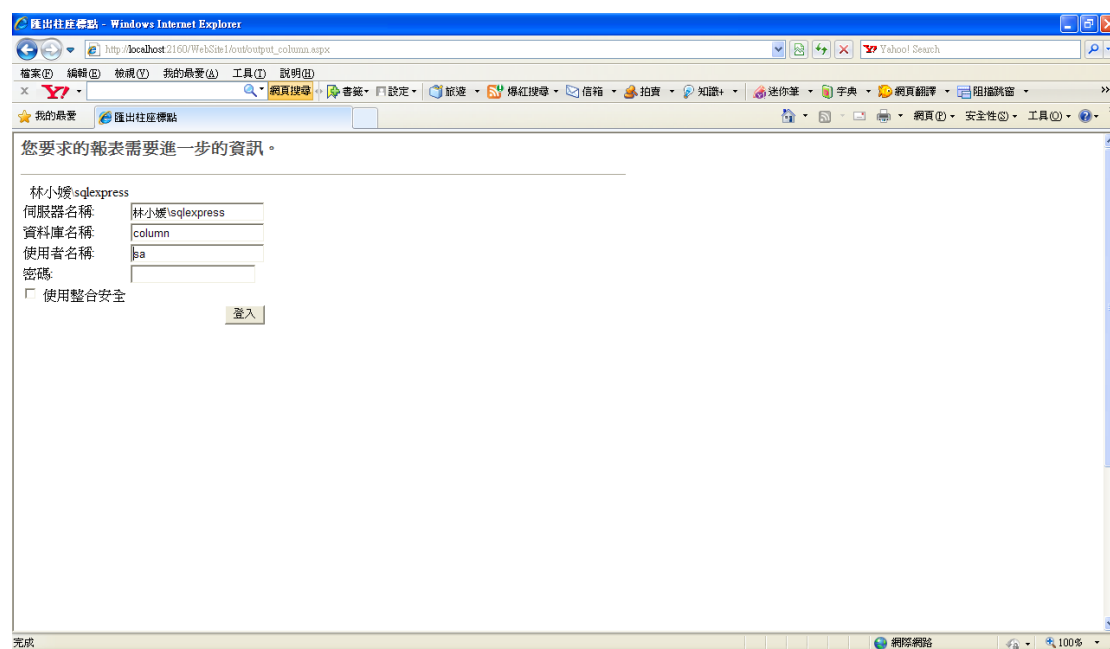


圖 4.24 登入匯出介面

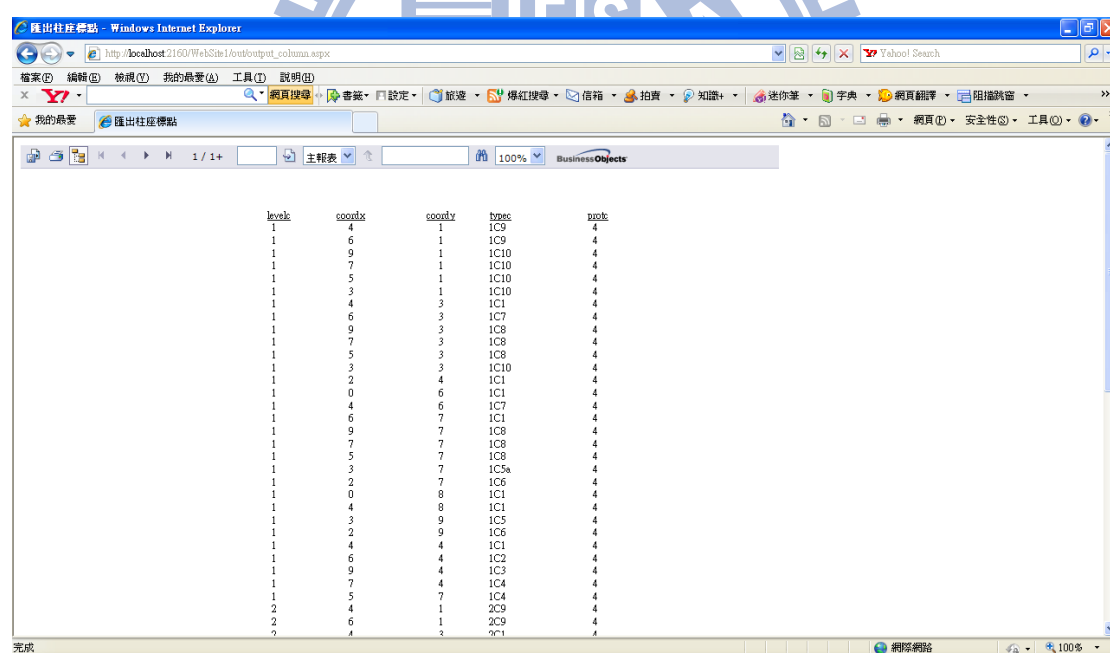


圖 4.25 報表預覽模式

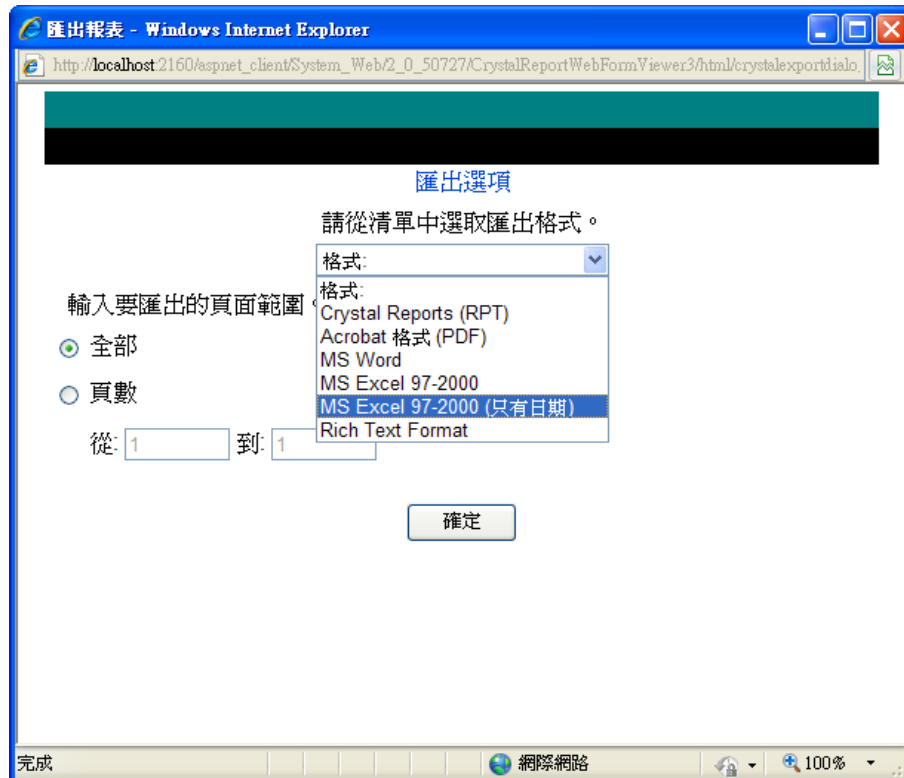


圖 4.26 匯出報表型態

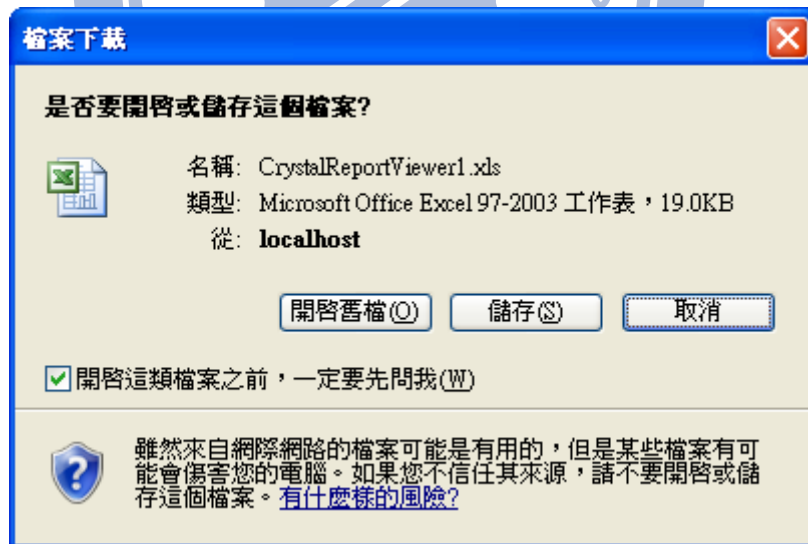


圖 4.27 報表儲存路徑

[illegible]

圖 4.28 報表匯出 MS Excel 97-2000(只有日期)



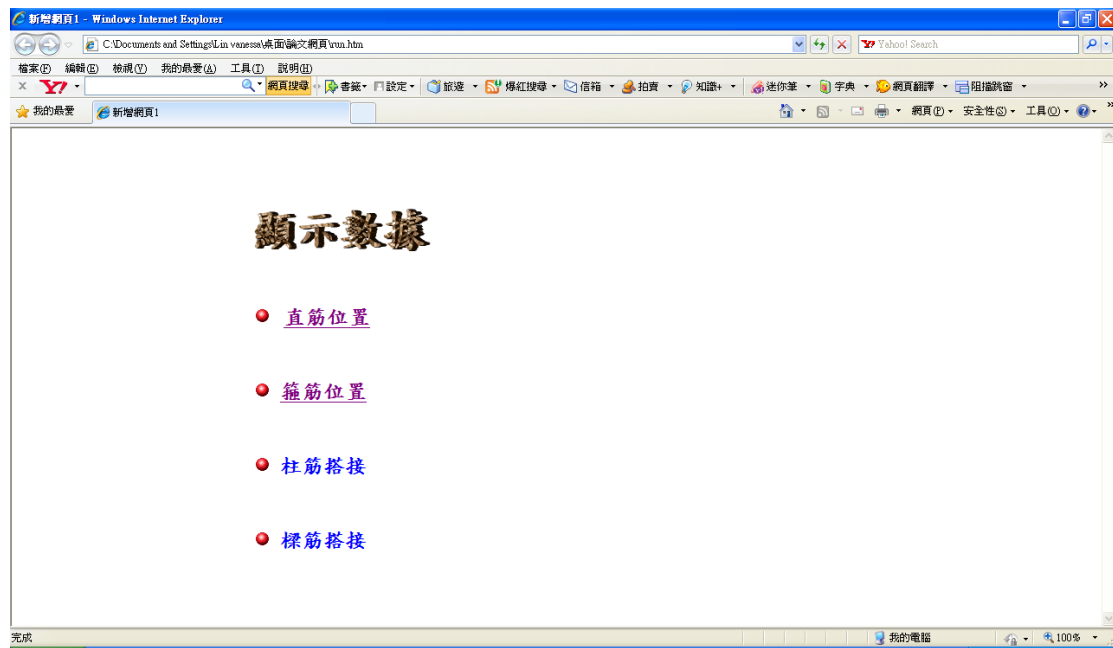


圖 4.29 執行程式顯示數據介面



圖 4.30 主筋執行畫面

63

33.46	33.46	0	1.27	-3	—— X Y Z R 方向
33.46	-33.46	0	1.27	-3	
20.076	33.46	0	1.27	-3	
20.076	-33.46	0	1.27	-3	
6.692	33.46	0	1.27	-3	
6.692	-33.46	0	1.27	-3	
-6.692	33.46	0	1.27	-3	
-6.692	-33.46	0	1.27	-3	
-20.076	33.46	0	1.27	-3	
-20.076	-33.46	0	1.27	-3	
-33.46	33.46	0	1.27	-3	
-33.46	-33.46	0	1.27	-3	
33.46	20.076	0	1.27	-3	
-33.46	20.076	0	1.27	-3	
33.46	6.692	0	1.27	-3	
-33.46	6.692	0	1.27	-3	
33.46	-6.692	0	1.27	-3	
-33.46	-6.692	0	1.27	-3	

圖 4.31 主筋數據顯示畫面

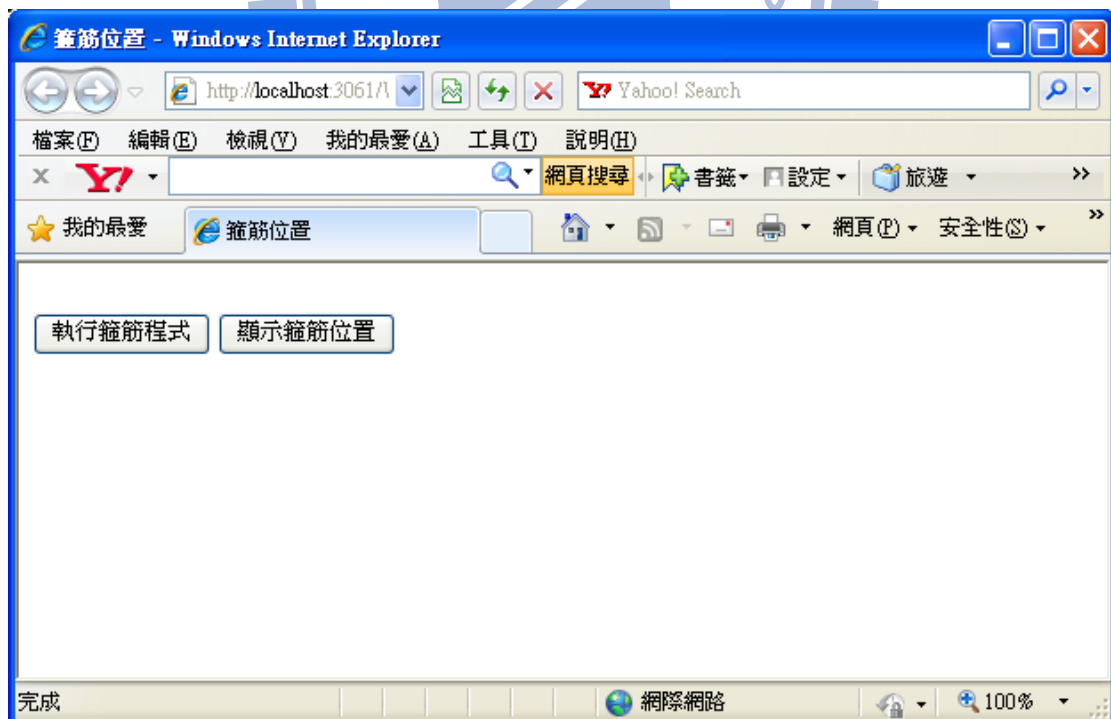
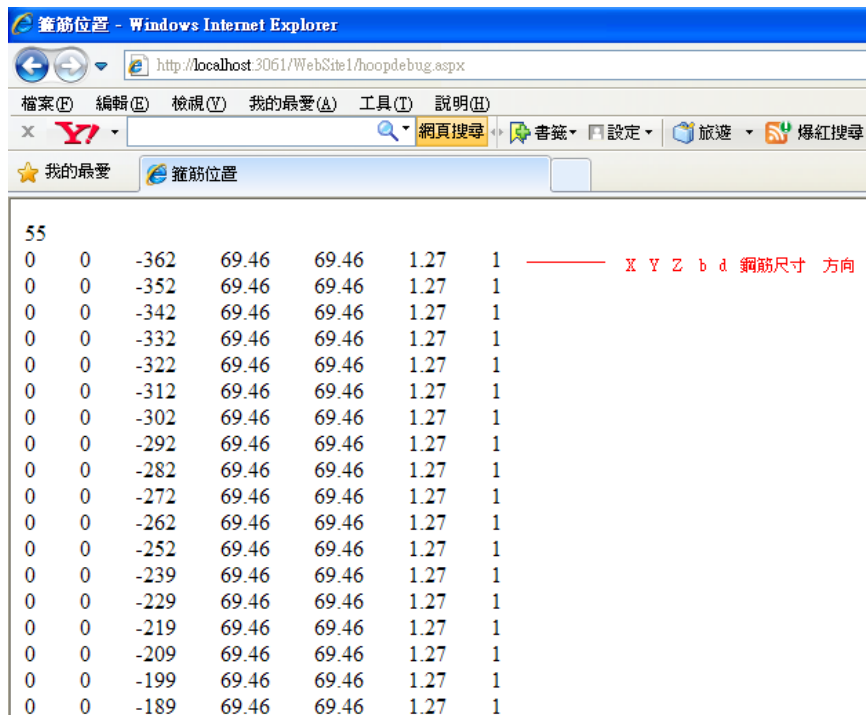


圖 4.32 箍筋執行畫面



55							
0	0	-362	69.46	69.46	1.27	1	
0	0	-352	69.46	69.46	1.27	1	
0	0	-342	69.46	69.46	1.27	1	
0	0	-332	69.46	69.46	1.27	1	
0	0	-322	69.46	69.46	1.27	1	
0	0	-312	69.46	69.46	1.27	1	
0	0	-302	69.46	69.46	1.27	1	
0	0	-292	69.46	69.46	1.27	1	
0	0	-282	69.46	69.46	1.27	1	
0	0	-272	69.46	69.46	1.27	1	
0	0	-262	69.46	69.46	1.27	1	
0	0	-252	69.46	69.46	1.27	1	
0	0	-239	69.46	69.46	1.27	1	
0	0	-229	69.46	69.46	1.27	1	
0	0	-219	69.46	69.46	1.27	1	
0	0	-209	69.46	69.46	1.27	1	
0	0	-199	69.46	69.46	1.27	1	
0	0	-189	69.46	69.46	1.27	1	

圖 4.33 箍筋數據顯示畫面

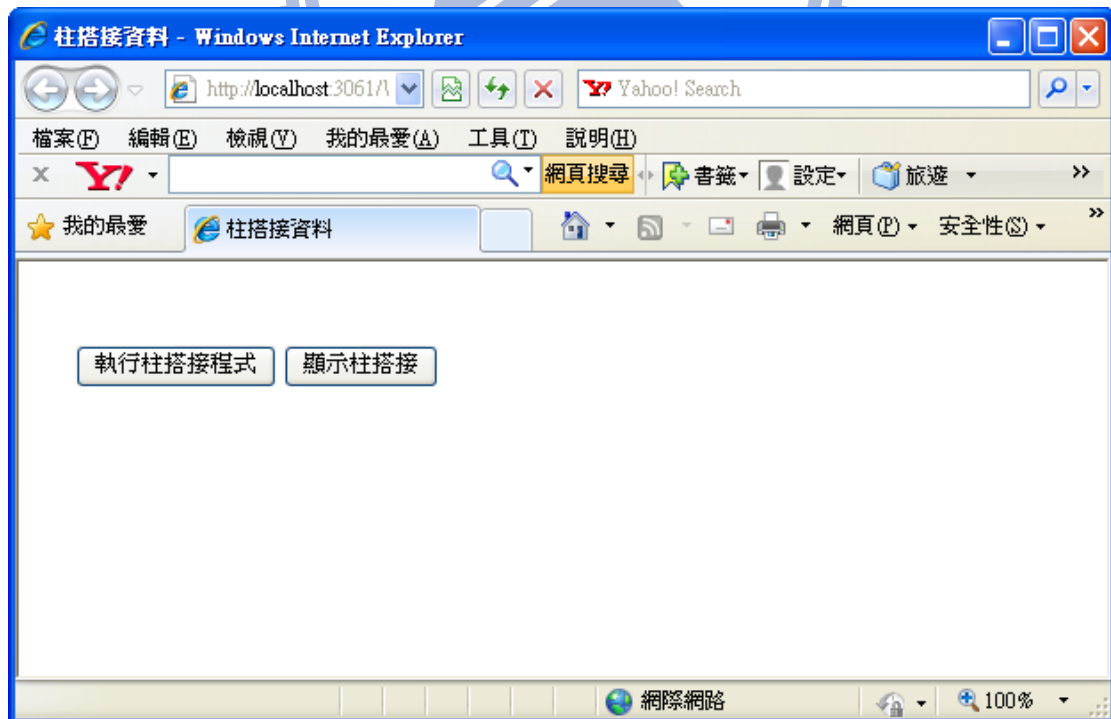


圖 4.34 柱搭接執行程式畫面

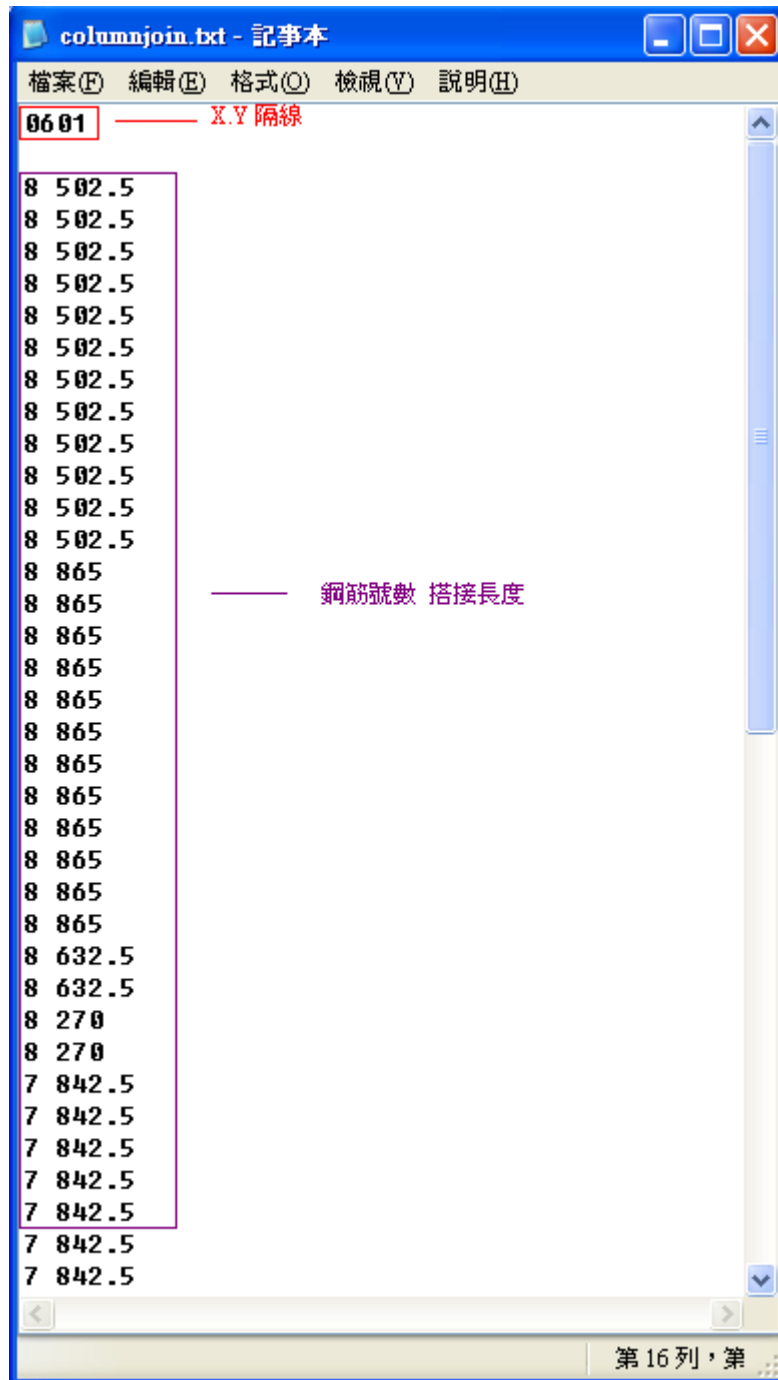


圖 4.35 柱搭接顯示數據畫面

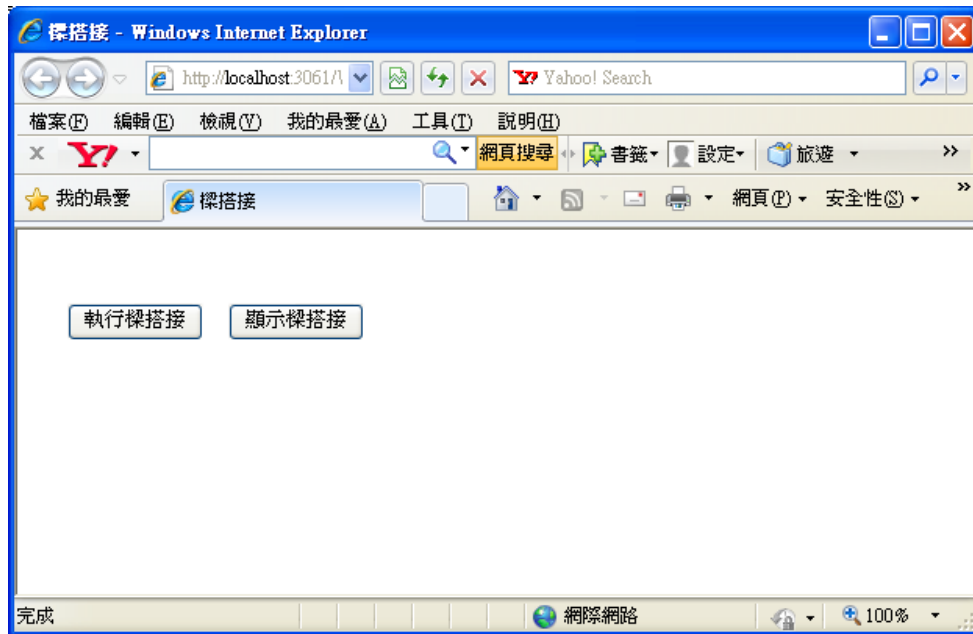


圖 4.36 樑搭接執行程式畫面

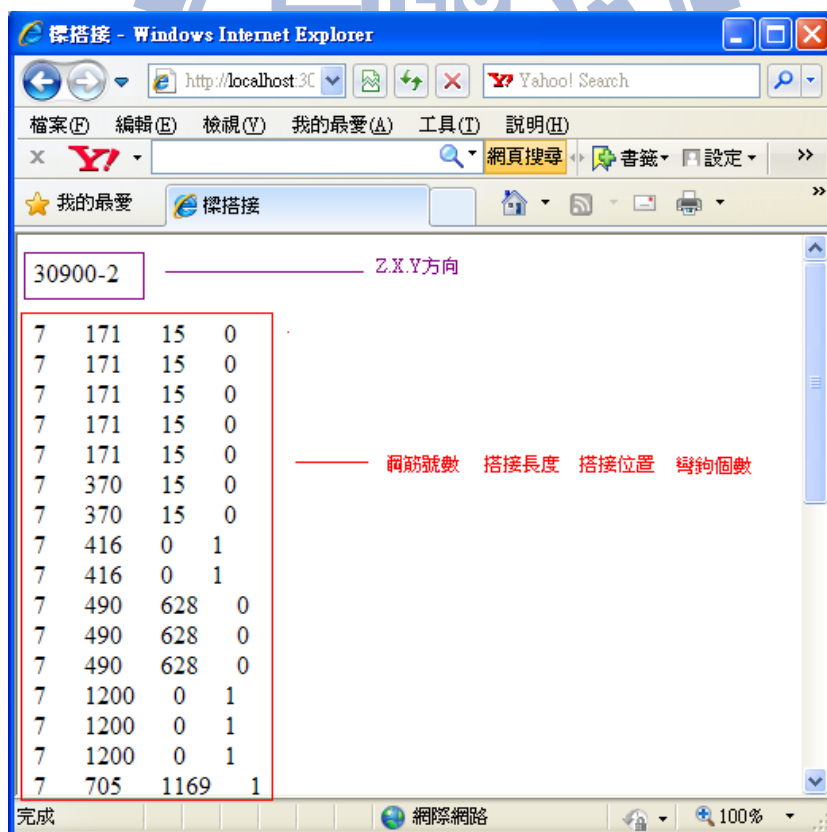


圖 4.37 樑搭接數據顯示畫面

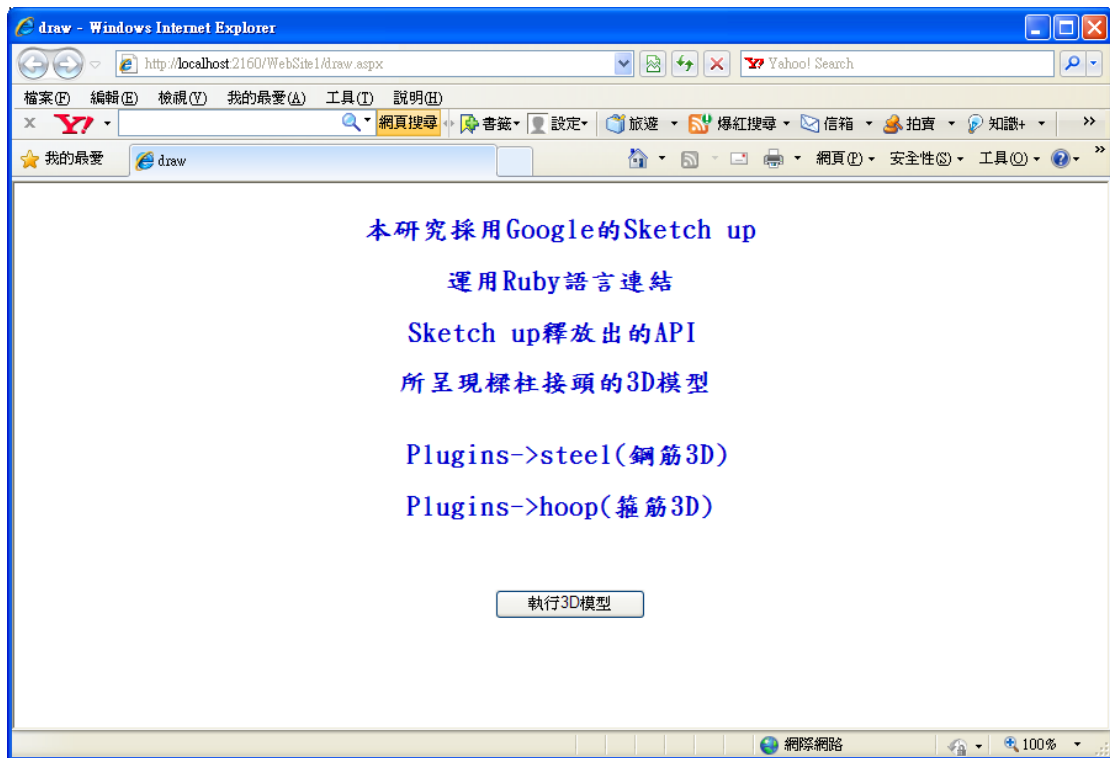


圖 4.38 繪製 3D 樑柱接頭介面

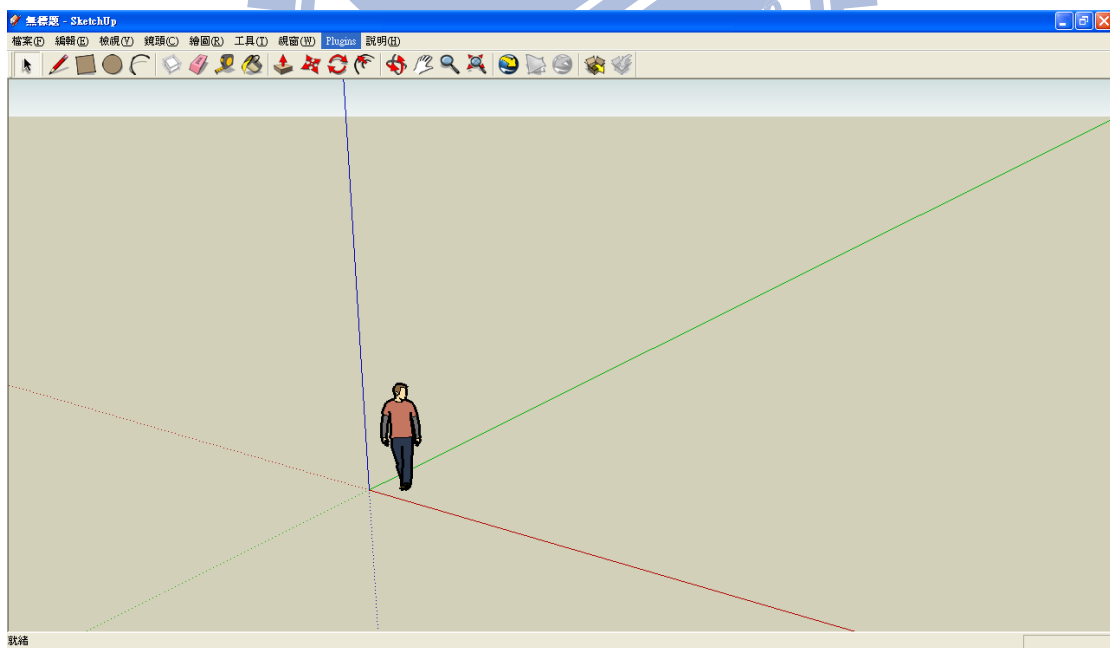


圖 4.39 Sketch up 介面

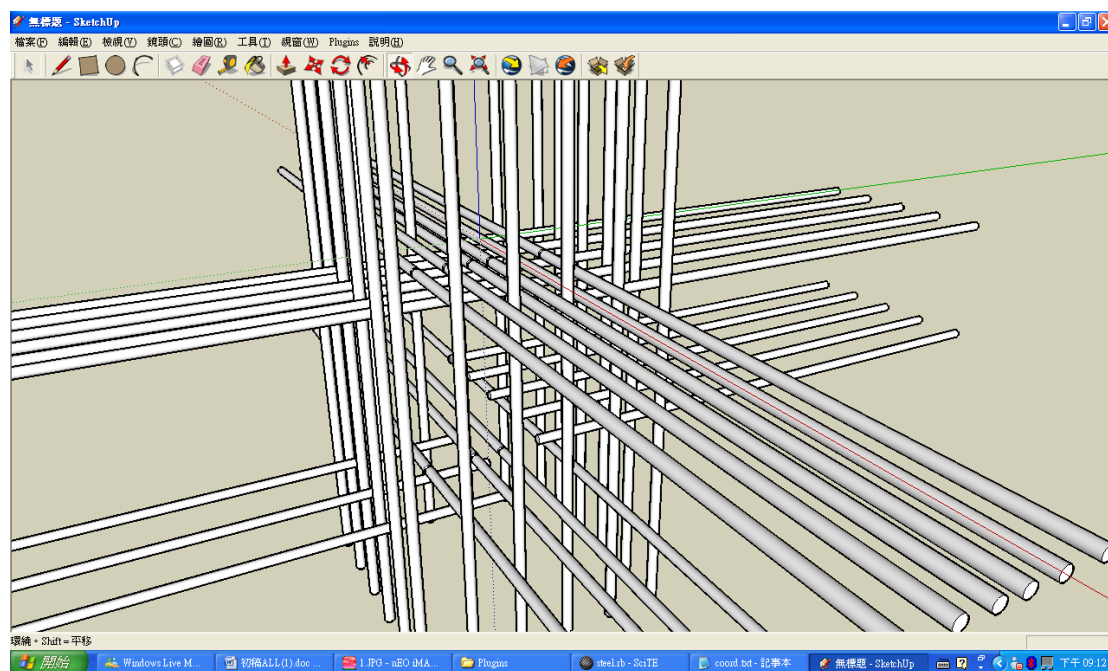


圖 4.40 鋼筋 3D 圖示

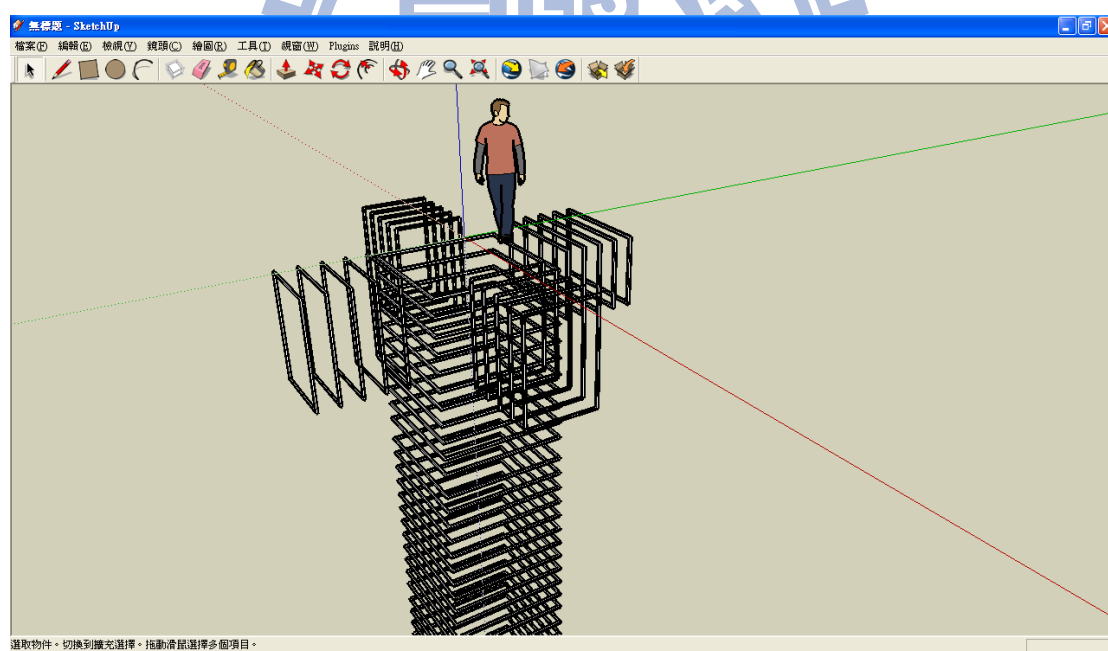


圖 4.41 箍筋 3D 圖示

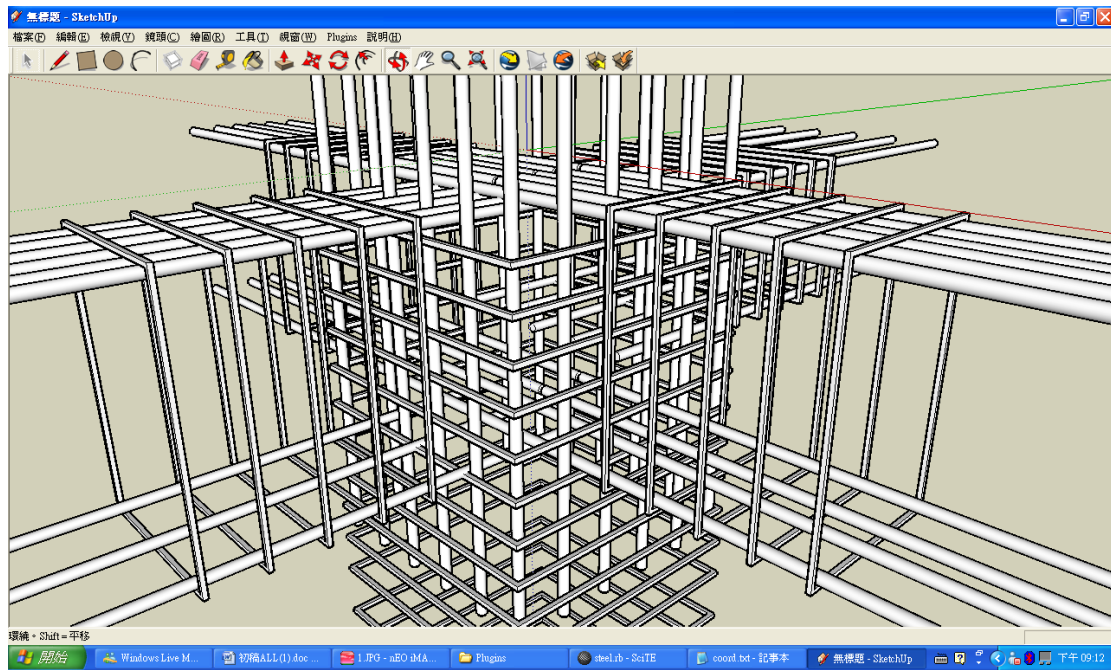


圖 4.42 樑柱接頭三邊 3D 圖示

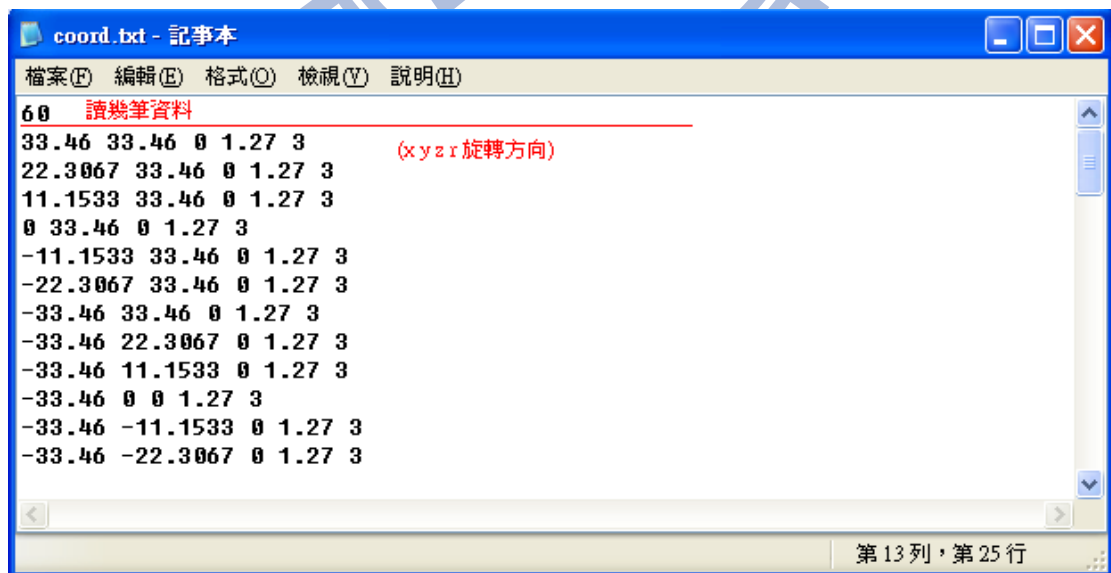


圖 4.43 主筋讀檔格式



圖 4.44 箍筋讀檔格式

