

國立交通大學

土木工程學系

碩士論文

IFC 建築資訊內容應用於結構分析資料擷取

Retrieving information for Structural Analysis form IFC

Building information



研究生：蔡志偉

指導教授：林昌佑 博士

中華民國九十六年八月

IFC 建築資訊內容應用於結構分析資料擷取

Retrieving information for Structural Analysis form IFC

Building information

研 究 生：蔡志偉

Student : Chih-Wei Tsai

指導教授：林昌佑博士

Advisor : Dr. Chang-Yu Lin

國 立 交 通 大 學

土木工程學系

碩 士 論 文

A thesis

Submitted to Department of Civil Engineering

College of Engineering

National Chiao Tung University

In Partial Fullfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Science

In

Civil Engineering

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十六年八月

# IFC 建築資訊內容應用於結構分析資料擷取

學生：蔡志偉

指導教授：林昌佑 博士

國立交通大學土木工程學系(研究所)碩士班

## 摘要

IFC 是一種開放性資料格式作為資訊的交換以及共享使用於整個營建管理上，採用 BIM(Building Information Model)、物件導向等技術，進行資料內容的處理，避免資料傳遞時發生錯漏造成財務和時間上得損失。

本研究的目的為了解 IFC 資料結構內容，由於 IFC 資料能用於營造業各生命週期，故冀望於結構分析時，能提供所需求的資料，做為銜接建築與結構分析資訊的傳遞，因 IFC 資料內容繁雜，本研究針對結構分析所需資料進行擷取，並建立結構分析部分資訊，以節省在結構分析時重複建置模型資訊的時間提高效率。

研究中因結構分析所需求之部分，需抽取 IFC 資料內容中的結構構件梁、柱位置、長度、斷面及材料資訊。所使用程式為“JAVA”語言撰寫，推導增加斷面性質、材料參數、節點資訊等，用以結構分析模型建置使用且補充 IFC 資訊建構不足部份。

關鍵字：IFC、結構分析、建築資訊。

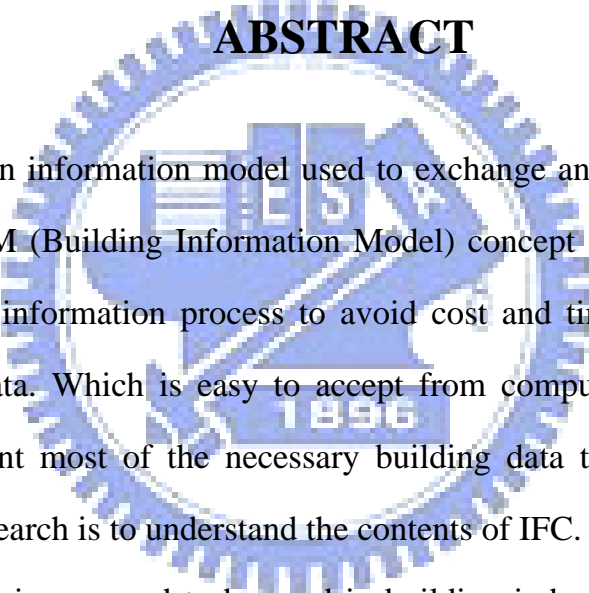
# Retrieving information for Structural Analysis form IFC Building information

Student : Chih-Wei Tsai

Advisor : Dr. Chang-Yu Lin

Institute of Civil Engineering  
National Chiao Tung University

## ABSTRACT



IFC is an open information model used to exchange and sharing information for buildings. Via BIM (Building Information Model) concept and OO(Object-Oriented) carry on the data information process to avoid cost and time loss. It use clear text format to store data. Which is easy to accept from computer aided applications. It intends to represent most of the necessary building data through its lifecycle. The purpose of this research is to understand the contents of IFC.

Although IFC is arranged to be used in building industry each life cycle phase, some efforts still need to be made within different phases. In this research, data collection from IFC file is proceeded to obtain data for structural analysis. Such information as structure beam and column, position, length, section and material information need to be collected to perform sectional, material, joints and member data. JAVA programming language is utilized to achieve this goal.

**key word : IFC 、 Structural Analysis 、 Building Information ◦**

## 誌謝

在交大兩年來研究求學過程當中，很感謝恩師昌佑教授在學業上，悉心教誨與栽培及論文研究，耐心指導其研究方向和提供新的研究資訊，擁有良好的研究環境及設備，使論文得以順利完成，師恩浩瀚，學生銘記於心。

同時於論文口試階段，承蒙洪士林和趙文成教授提供寶貴的意見，使得本文更臻完善，在此表達最由衷的謝意。

論文研究及撰寫期間，感謝研究室之友雅晶、啟勇、弘毅、秉廷學弟和奕銘學長給予的勉勵與支持，謝謝你們，使得我研究生生活更佳的絢麗。

在課業上，信宏、耀邦、欣晏、志軒、俊成、巍贏、靜芸和振剛這些朋友們在相互討論過程，增進對專業知識的了解。

最後要感謝父母和家人，於我求學期間無微不至的照顧以及關懷，讓我在學業無後顧之憂，進而專心致力於論文的研究。

在此將論文完成的喜悅奉獻給上述提及的師長、朋友及家人，望他們能健康順心，平安快樂。

# 目錄

摘要.....	i
ABSTRACT.....	ii
誌謝.....	iii
目錄.....	iv
表目錄.....	vi
圖目錄.....	vii
第一章 緒論 .....	1
1.1 前言 .....	1
1.2 研究動機與目的 .....	1
1.3 研究範圍與方法 .....	2
1.4 論文內容 .....	3
第二章 文獻回顧 .....	4
2.1 建築資訊演進 .....	4
2.2 CALS 與 STEP .....	5
2.2.1 STEP 基本架構 .....	5
2.3 IFC 資訊交換標準 .....	6
2.3.1 IFC 基本架構 .....	7
2.4 主要 CAD 軟體廠商支援 IFC 現況 .....	8
2.5 IFC 與 STEP 差異性 .....	8
2.6 相關研究文獻 .....	9
第三章 IFC 建築資訊標準 .....	11
3.1 IFC 建築資訊標準簡介 .....	11
3.2 IfcProject .....	12
3.3 IfcSite .....	13

3.4	IfcBuilding .....	14
3.5	IfcBuildingStorey .....	15
3.6	IfcBuildingElement .....	16
第四章	IFC 建築資訊資料的建立 .....	19
4.1	柱資訊設定 .....	19
4.2	梁資訊設定 .....	21
4.3	樓層資訊設定 .....	22
4.4	梁、柱位置資訊設定 .....	22
4.5	模型資訊儲存成 IFC 資訊檔案 .....	23
第五章	轉換分析模型資訊 .....	24
5.1	分析模型資訊 .....	24
5.2	由 IFC 取得分析模型資訊 .....	26
5.3	程式撰寫的步驟 .....	31
5.3	資料轉換實例 .....	33
第六章	結論與建議 .....	38
6.1	結論 .....	38
6.2	建議 .....	39
參考文獻	.....	40
附件一	.....	73
附件二	.....	91

## 表目錄

表 3-1 IfcProject 屬性資料內容 .....	41
表 3-2 IfcSite 屬性內容 .....	41
表 3-3 IfcBuilding 屬性內容 .....	42
表 3-4 IfcBuildingStorey 屬性內容 .....	42
表 3-5 IfcBeam 和 IfcColumn 屬性內容 .....	43
表 4-1 IfcRectangleProfileDef 屬性內容 .....	44
表 4-2 IfcCircleProfileDef 屬性內容 .....	44
表 4-3 IfcArbitraryClosedProfileDef 屬性內容 .....	44
表 4-4 IfcPolyline 屬性資訊內容 .....	44
表 4-5 樓層資訊(單位: mm) .....	45
表 4-6 一樓梁、柱座標點位置(單位: mm) .....	45
表 4-7 二樓梁、柱座標點位置(單位: mm) .....	46
表 4-8 結構構件斷面資料 .....	46





## 圖目錄

圖 2-1 STEP 架構圖 .....	47
圖 2-2 IFC 基本架構圖(IAI 2006) .....	48
圖 3-1 一般文字編輯軟體開啟 IFC 資訊內容 .....	49
圖 3-2 IfcQuickBrowser 開啟 IFC 資訊內容 .....	49
圖 3-3 IFC Engine Viewer 開啟 IFC 資訊內容 .....	50
圖 3-4 IFC 資訊架構圖 .....	51
圖 3-5 IfcBeam 標準幾何表示 .....	51
圖 3-6 IfcBeam 進階幾何表示 .....	52
圖 3-7 使用 IfcHalfSpaceSolid 幾何表示 .....	53
圖 3-8 IfcFacetedBrep 物體形狀 Schema 表示 .....	53
圖 3-9 IfcFacetedBrep 物體形狀表示 .....	54
圖 3-10 IfcArbitraryClosedProfileDef 表示 I 型斷面 .....	54
圖 3-11 IfcIShapeProfileDef 表示 I 型斷面 .....	55
圖 4-1 ArchiCAD10 柱設定 .....	56
圖 4-2 Column Default Settings .....	57
圖 4-3 ArchiCAD10 梁設定 .....	58
圖 4-4 Beam Default Settings .....	59
圖 4-5 ArchiCAD10 樓層設定 .....	60
圖 4-6 Story Settings .....	61
圖 4-7 柱位置設定 .....	61
圖 4-8 梁位置設定 .....	62
圖 4-9 梁、柱配置平面圖 .....	62
圖 4-10 建築物 3D 立體圖 .....	63
圖 4-11 ArchiCAD10 另存新檔設定 .....	63
圖 4-12 IFC 單位設定 .....	64
圖 4-13 IFC 建築資訊檔案開啟的 Schema 資訊 .....	64
圖 4-14 IFC 建築資訊檔案開啟的圖形資訊 .....	65
圖 5-1 IFC 資訊開始的內容 .....	66
圖 5-2 IFC 資訊結束的內容 .....	66
圖 5-3 IFC 資訊的內容 .....	67
圖 5-4 IFC2x3 所有物件的筆數 .....	67

圖 5-5 IFC 所定義的矩形形狀表示 .....	68
圖 5-6 IFC 所定義的圓形形狀表示 .....	68
圖 5-7 IFC 所定義的 T 形形狀表示 .....	69
圖 5-8 IFC 所定義的 I 形形狀表示 .....	69
圖 5-9 IFC 所定義的中空矩形形狀表示 .....	70
圖 5-10 ArchiCAD10 建立的模型實例 .....	70
圖 5-11 IFC 模型實例 .....	71
圖 5-12 BMR-012 梁物件內容 .....	72
圖 5-13 CRE-003 材料連結物件內容 .....	72
圖 5-14 BMR-012 材料連結物件內容 .....	72



# 第一章 緒論

## 1.1 前言

在國家經濟蓬勃發展因素下、社會需求增加，建築工程規模亦趨大型、複雜，建築物所需考量的，不再限制在功能需求、安全考量、造價成本等因素，設計主題、造型特色、美觀設計等亦逐漸受到重視，而建物的項目細節、系統配置、空間分配、結構分析等建築物資訊，在各水平與垂直分工階段的資訊交換，扮演工程圓滿完成非常重要的角色。

而建築物施工在各分工的階段裡，往往因為建築物涉及生命週期過長、組成元件複雜和參予廠商眾多，公司企業間並無法使用統一格式對應電腦輔助應用軟體，如工程建築 CAD 軟體、結構設計和結構分析軟體、施工估價軟體等，軟體間有特殊的資料格式類型，造成建築物在各階段流程，所傳達資訊過於繁雜、交換困難，甚至資訊傳遞過程中產生錯漏造成資訊遺失的可能。為解決此問題所造成損失，建立軟體資訊傳遞間擁有共同的建築資訊標準，以達到資訊標準化及交換順利的目標。

所謂的資訊標準是針對產品，定義其產品的生命週期過程當中，需要的通用的資料內容，讓各階段使用者，能有共同的遵守資料模式。目前針對營建業的資訊標準有國際性組織 IAI(Industry Alliance for Interperability)所訂定並以送交 IFC 資訊，IAI 為世界營造產業相關業者共同組成，針對營建產業訂定 IFC(Industry Foundation Classes)資訊交換標準模式，達到營建資訊標準共通制定目標，目前發展已經制定至 IFC2x3。

## 1.2 研究動機與目的

在建築物規劃、設計到施工各階段，須透過建築圖、結構圖、施工圖等平面圖的說明。而隨著社會需求增加，建築物不再是簡單的空間模型，可以透過平面的製圖或經由 2D 資訊內容能清楚表達的，資訊的進程由原先平面製圖演進至 2D 資訊，龐大且複雜的建物不得不從 2D 平面資訊進步至 3D 立體資訊來表示，雖然 3D 資訊可清楚描述建築物所組成構件及提供彼此形狀、位置關係、訊息等資料，但資訊的架構也相應龐大複雜。

建築物生命週期-規劃、設計、施工、管理與維護等階段，經由不同公司組織共同參與，此時擁有共同的建築資訊，以提供有效的資料訊息和靈活資訊的傳遞，本研究以了解 IAI 訂定的 IFC 資訊交換標準和藉由現有支援 IFC 資訊 CAD 軟體 Graphisoft ArchiCAD 10 建立 IFC 建築模型資訊，將 IFC 建築模型資訊透過程式的撰寫，迅速得到分析模型的資訊，目的為藉由 IFC 資訊交換的理念，將 IFC 建築模型資訊，轉換為分析模型資訊。

### 1.3 研究範圍與方法

IFC 為建築資訊交換標準，定義組成的物件幾何描述及物件功能敘述，為描述實體建築物，建築物生命週期中，從規劃、設計、分析、估價、發包、施工及營運維護各階段，可用其資訊達到交換甚至提供知識和決策的功能，因 IFC 為 Express 語言所描述的文字資料訊息，提供軟體間共有資訊，另可增加額外目的資訊內容。

本研究將內容主要在了解 IFC 資訊內容的描述，但考量 IFC 資訊範圍牽涉過於龐大，研究將針對結構分析-模型資訊，對 IFC 資訊中描述梁、柱等結構元件進行內容的抽取，過程考慮 IFC 資訊架構、關係連結和資訊應用，其利用 Graphisoft ArchiCAD 10 取得 IFC 模型資訊。

本研究範圍如下：

1. 資料收集：內容包括 IFC 建築資訊及結構分析-模型資訊兩種資訊相關資料的收集，IFC 建築資訊以組織 IAI 所訂定 IFC2x3 為主要的參考文件，結構分析-模型資訊以 Aslam Kassimali 所編寫的 Matrix Analysis of Structures，書籍內所提及的分析資料格式。
2. IFC 建築資訊標準研究：由現有 IFC 資訊交換標準相容 CAD 軟體(Graphisoft ArchiCAD)建立模型資訊，針對所匯出的 IFC 資訊內容描述，參考 IAI 訂定的 IFC2x3 建築資訊交換標準，進行了解 IFC 建築資訊交換標準下，模型資訊敘述實作部份與支援不足之處。
3. IFC 建築模型資訊資料抽取：研究中使用 Java 程式語言為程式撰寫的工具，主要將建立的 IFC 資訊內容分成 ID、Name 和屬性資料，參考 IFC2x3 建築資訊標準內，定義的資訊名稱、屬性資料進行資訊抽取，於後續程式進行演算(排序、刪選、計算)取得需求資訊。
4. 偵錯與修正：使用 Graphisoft 公司 ArchiCAD10 軟體，建立模型資訊內容後，

經由檔案匯出成 IFC 資訊檔案格式，進程式撰寫部分的驗證-資料抽取及演算過程中是否有錯誤需修正。

## 1.4 論文內容

本文內容共分成六個章節，第一章為緒論，內容包括：前言、研究動機與目的、研究範圍與方法，第二章文獻回顧就 SETP 資訊標準及其架構、IFC 資訊標準及其架構、其它相關文獻等內容進行整理，第三章為 IFC 建築資訊標準相關敘述，第四章 IFC 建築資訊資料的建立，第五章轉換分析模型資訊，最後第六章為結論與建議。



## 第二章 文獻回顧

本章節主要闡述各階段建築資訊背景、STEP 資訊交換標準及其架構、IFC 資訊交換標準及架構、STEP 與 IFC 比較和相關研究文獻。

### 2.1 建築資訊演進

以往建築資訊傳遞由建築師將建築概念，從空間物體形概念繪成平面建築圖表示後，透過相關資訊應用人員解讀平面建築圖資訊再轉成 3D 資訊內容，解讀內容要經過相關建築圖識別訓練，且訊息傳遞可能發生資訊描述困難、訊息遺漏及解讀錯誤過程中往往造成無必要各種損失，可知平面建築資訊未能明白且詳細呈述真正資訊內容尤其是大型且複雜建築物資訊傳遞更顯困難。

建築資訊由平面建築製圖，因不易保存、查閱困難等原因，進而資訊內容電子化，由平面建築製圖轉換為 2D 建築資訊（資訊電子化）易於存放管理使用，隨經濟發展、社會需求增加，建築工程規模日趨龐大且複雜，2D 建築資訊逐漸不敷使用，3D 資訊逐漸取代 2D 資訊成為建築資訊的主流，有易於資訊描述、容易解讀與實體建築物表示更能相仿等優點。

在建築設計方面，更拓展出 BIM(Building Information Model)為主軸的設計概念，主要是將沒有屬性的圖形物件附予建築元件名稱，所以建立圖形物件，改為建立建築元件的圖形資訊，與實際建築物件有相符的特性，用以便利管理各元件資訊內容並且加以利用，促使建築資訊管理上更為便捷。

BIM 建築資訊模型定義將物質和作用特性連結至設施，在設施的生命週期各個階段開始，提供知識對策等資訊服務，在 BIM 的一個基本假設，是由不同的設施參與者共同合作，在不同的生命週期階段，透過 BIM 擔任支援和表現處理的角色，擔任加入、抽取、更新或更改資訊內容，BIM 是一種能在軟體相互溝通，具連結分享的開放式標準表示 [6、7]。

BIM 是 CAD 軟體公司為了提升建築產業資訊的發展，有效率的管理建築模型相關資訊而發展出的一種描述建築模型的，將實際上的建築物構件相關的資訊與模型資訊結合，換言之，模型資訊不單單只是 2D、3D 圖形資訊，圖形資訊更是賦予建築物構件相關的資訊，稱為建築資訊模型。



建築資訊進步並就此停止，資訊的內容會隨科技、需求資訊更加完善，就目前發展研究 4D(3D+時間)及 5D(3D+時間+金額)建築資訊，能提供時間排程、建築估價等功能，但資訊描述功能亦隨著更加龐大且複雜，所須考慮因素牽連甚廣，故建築資訊該如何採用，因視實際情況需求而定，達到資訊內容最簡便、描述最完整、需求功能最完整為目標。

建築物的生命週期各階段，因功能需求在應用軟體有不同資訊檔案格式，不論檔案格式建立、軟體資訊檔案交流使用，許多有重複建立相同資訊內容困擾，造成無謂的浪費、效益上的損失，為解決上述問題，建築資訊交換標準提供程式相容、資訊共通、整合資訊等優點。

## 2.2 CALS 與 STEP

產品模型資訊交換標準 (STEP, Standard for Exchange of Product model data) 為資訊運籌管理 (CALS, Continuous Acquisition and Life Cycle Support) 基於資料交換與共享的需求所發展的一套資訊表達標準，CALS 起源於 1985 年，美國國防部為整合國防供應體鏈下各個供應廠商所推動的資訊應用策略。

CALS 最重要的基本概念為在整合各產業產品生命週期的所有資訊，包含研發設計、生產和維修等階段所有的技術資料、維修手冊、產品設計圖說及操作說明等，並將以上資訊電子化，提供各階段的參與人員使用，使產品在各個軟體間能充份應用資訊內容。

STEP 為 ISO 國際標準組織整合各國發展標準的經驗與技術後，於 1994 年公布 STEP 第一個版本 ISO10303，主要概念為發展一套通用的產品資料模式及支援產品生命週期中產品的完整表示，其目的在於使不同單位與系統間、供應鏈上下游之間有效的資料轉換，並確定轉換具有相當的精確性、一致性、時效性、再使用性，資料永續保存和整個產品生命週期的資料處理。

STEP 並不是一個特定產品的資訊交換標準，是一套標準程序提供產業或企業間建立產品標準資訊，以協助產品各生命週期間資訊分享和交換用。

### 2.2.1 STEP 基本架構

STEP 資料標準以 Parts 為單位，每一個 Part 都是 STEP 中一部分的標準，在 STEP 的架構中，這些 Part 分成五個主要類型，其架構內容可參考圖 2-1 STEP 架構圖，架構內容敘述如下：

描述方式(Description Methods):Part1-Part19 是 STEP 的基礎,包含了 STEP 的介紹,標準資訊模型建構,建構方法及步驟,產品資訊模型之標準描述語言 EXPRESS 和 EXPRESS-G。

實作及適用性測試(Implementation and Conformance):Part21-Part49,規範了電子交換檔案格式,包括了交換電子檔及交換資料庫介面及其他實作的方式。Part31-Part39,規範了如何測試實作的系統是否符合 STEP 的規格。

一般性資源(Common Resources):Part41-Part49,規範了整合性一般資源(Integrated Generic Resources),定義了產品資訊模型的基本定義。Part101-Part110,規範了整合性應用資源(Integrated Application Resources),為一般性資源的延伸為一般資源整合的延伸,為特定產業擬定的特殊定義。Part501-Part523,規範了應用解釋結構(Application-Interpreted Constructs),定義了應用協定(AP)不易精確定義的資訊模型。Part1001-Part1514,規範了應用模組(Application Modules):定義了範用的技術規範。

抽象測試套件(Abstract-Test Suites):Part300 系列,定義了測試 STEP 相關軟體產品適用性的資料及標準。

應用協定(Application Protocols):Part201-Part240,定義各產業之產品資訊模型。

STEP 是一個廣泛且複雜的工業標準,所有的工業規格都包括在內,各產業產品的標準仍然在制定當中,相關的應用工具、開發軟體亦不外如是,所以距離應用於實務上尚有一段距離。

## 2.3 IFC 資訊交換標準

IAI(International Alliance for Interoperability)成立於 1994 年,藉由電腦整合推廣專案生命週期之非營利國際組織,涵蓋學術、官方、建築、工程、營建、管理、製造、軟體、研究團體、學術機關等建築相關單位,該組織針對營建工程提出一套資訊模型標準 IFC(Industry Foundation Classes),最近 IAI 為更加貼切建築資訊的形象,亦改名為 buildingSMART[1][2][3]。

IFC 建築資訊交換標準,提供營造產業在軟體間共享或交換資訊內容,一個 IFC 資訊檔案表示一個專案模組,內容為建築物生命週期規劃、設計、施工、管理與維護各階段共有的資訊,內容包括:基本單元、建地、建築物、建築樓層和相關建築元件等訊息,藉由資訊的分享和資訊交換構成一個物件導向的資料庫。



IFC 在描述資訊採用 Express 語言，使用物件導向技術為開放性的資料，允許各軟體公司經由 IFC 建築資訊交換標準檔案格式，開發其應用工具，且提供建築業相關單位研究和發展。

### 2.3.1 IFC 基本架構

IFC 建築資訊內容由許多 Schema 所組成，這些 Schema 按照物件導向的觀念及原則，遵循階梯原則(ladder principle)，每個層級的類別可參照(reference)同一層級或較低層級的類別，但是不能參照較高層級的類別，而組成四層架構：資源層(Resource Layer)、核心層(Core Layer)、介面層(Interoperability Layer)及領域/應用層(Domain/Application Layer)。可參考圖 2-2 IFC 基本架構圖(IAI 2006)，四層架構敘述如下：

#### 1. 資源層(Resource Layer)

資源層為 IFC 架構中的最底層，資源層所定義的類別(Classes)，為一般最基本的觀念及物件，可以不依賴其他類別而單獨存在。

在 IFC Release 2.0 中所訂定資源層項目包括量測資料(measure)、輔助資料(utility)、幾何資料(geometry)、物件性質(property)及物件性質類型(property type)。

#### 2. 核心層(Core Layer)

核心層為 IFC 架構的第二層級，所定義的類別可被介面層或領域/應用層的所有類別參照(referenced)與特殊化(specialized)，核心層提供 IFC 物件模型基礎結構且定義了大部分的抽象觀念，核心層包含兩個抽象內容：(1)核心部份(Kernel)和(2)延伸部分(Extensions)：

##### (1) 核心部份

核心提供 IFC 物件模型所需要的所有基本觀念，定義物件模型結構與組成內容，核心所定義的抽象觀念為最高層所必須用到的。核心包含了物件關係、型別定義、屬性及規則的基本觀念。

##### (2) 延伸部分

延伸包含基本核心的延伸觀念或特殊觀念，提供營運/設施管理需要使用，每個延伸為核心所定義類別的特殊化。

#### 3. 介面層(Interoperability Layer)

介面層定義領域/應用層間所共用的觀念或物件模組，介面層項目包含建築元件共享(Shared Building Elements)、建築服務元件共享(Shared Building services Elements)、組成元件共享(Shared Component Elements)、管理元件

共享(Shared Management Elements)、幫助元共分享(Shared Facilities Elements)。

#### 4. 領域/應用層(Domain/Application Layer)

領域/應用層為 IFC 架構的最高層級，提供建築管理(Building Controls)、消防配管(Plumbing Fire Protection)、結構元件(Structural Elements)、結構分析(Structural Analysis)、機電設備(HVAC)、用電(Electrical)、建築(Architecture)、營建管理(Construction Management)及幫助管理(Facilities Management)等各種領域所需要的物件資訊。

關於 IFC 資訊交換標準簡介、研究組織、基本架構，詳細內容將於後續第三章 IFC 建築資訊標準與結構分析模型資訊，再另行說明和研究探討。

## 2.4 主要 CAD 軟體廠商支援 IFC 現況

1. Autodesk 為 IAI 的主要成員之一，故其主要產品 AutoCAD Architecture、Revit 系列(Revit Architecture 及 Revit Structure) 支援使用匯出或匯入 IFC2x3 資料交換標準[20]。
2. Graphisoft 產品 ArchiCAD 則需至該公司網站下載 IFC 資訊交換標準轉檔外掛程式，目前 ArchiCAD10 有轉檔程式 AC100R1\_IFC\_2x3\_63047\_WIN.RAR(May 18, 2007)，採用另存新檔的檔案儲存方式，可存成 IFC2x3 為最新的建築資料交換標準[21]。
3. Bentley 亦為 IAI 成員，主要產品 Bentley Architecture V8 可支援至 IFC2x3 最新資料交換標準 [22]。

由這些 CAD 軟體支援 IFC 資訊標準，在描述建築元件方面可發現，在訂定建築元件時，提供多種的描述方式，而目前各軟體廠商，僅將自家軟體檔案格式轉換成固定的 IFC 資訊描述方式，無法支援所有的 IFC 所描述的物件種類，產生資訊格式相容性及資訊檔案流通性的障礙。

## 2.5 IFC 與 STEP 差異性

IFC 與 STEP 訂定目標而言，即針對各產業的產品其生命週期間各個階段所需要的相關資訊，建立一套產品資訊交換標準的資訊表達方式，可以在不同軟體工

具間和產品相關廠商進行有效率的資料交換與分享。

IAI 制定 IFC 資訊標準、ISO 制定 STEP 資訊標準，但由於兩個組織成員組成特性、制定標準起源背景有所不同，因此 IFC 與 STEP 的內容、架構和應用的範圍不盡相同。

STEP 的需求起源於整合美國國防工業的相關產品資料，制定範圍涵蓋整個製造業，IFC 則由營造相關產業組織共同組成，制定範圍則針對營建產業生命週期裡，各階段共同資訊交換與分享，其組織成員有許多軟體廠商，基於商業利益和軟體需求，IFC 比 STEP 的制定和更新速度來的積極及迅速許多。

資訊模型標準的角度來看，IFC 與 STEP 是相當類似的標準，IFC 甚至引用部分的 STEP 標準，亦吸收了 STEP 標準的生命週期概念，以營建工程的生命週期來設計資訊模型。

在制定時間上來看，IFC 相較於 STEP 發展來的晚，但由於 IFC 較 STEP 單純且考量實務性的工業標準，因此發展較為迅速，在成熟程度上 IFC 已比 STEP 來的完整。

## 2.6 相關研究文獻

國內敘述 IFC 建築資訊交換標準的相關應用研究並不多，以「建築圖形資訊標準於營建業電子商務之應用研究」(89 台大 潘稟嘉)[9]，該篇論文採 Autodesk AutoCAD Architectural Desktop 2i 建立建築資訊模型轉換為 IFC1x5 資訊標準，應用物件導向、虛擬實境技術透過網際網路虛擬實境語言 VRML 共享資料庫，達到建築圖形資訊標準於營建業電子商務應用。

目前涉及模型資訊標準應用多為營建管理方面運用，有 3D 建築資訊結合時間排程的 4D 建築資訊，「鋼結構 4D 模擬系統之研究」(94 台大 謝東穎) [10]，應用 XML(eXtensible Markup Language)語言結合虛擬實境語言 X3D 與 Microsoft Project(商用排程管理軟體)，再不改變各軟體原始檔案格式下，達到相容於擴充性目標、3D 建築資訊呈現，「結構實驗 3D 資訊系統之研究」(95 黃軍棠) [11]，以 X3D 格式建立 3D 資訊編輯及管理，再以 XML 設計空間資訊與資料標準關聯描述格式，達到實驗資訊與空間資訊結合。

上述為國內建築資訊標準相關應用研究，可以發現雖然 IFC 建築資訊交換標準於 1997 年發表 IFC1x0 至今的 IFC2x3 發展趨 10 年，相關應用研究有限，可知 IFC 建築資訊標準於國內發展尚在萌芽階段，IFC 提供建築物生命週期各階段基本資訊內容，冀望能應用於各領域發展，須定義各領域完善資訊內容及資訊擴充

方式，現行階段可研究基本資訊運用及各領域發展定義擴充資訊內容研究等。



## 第三章 IFC 建築資訊標準

本章節內容主要分為 IFC 建築資訊標準和結構分析模型資訊兩部份，一為 IFC 建築資訊標準的部份物件介紹和使用方式述描，其次為結構分析模型資訊介紹。

### 3.1 IFC 建築資訊標準簡介

IFC 所描述資訊內容的方法，採用 Express 語言方式描述，Express 是一種開放式的語言型態，可以使用一般文字編輯軟體開啟資訊內容，其中所描述內容包括生命週期中所有可能需求資訊，但實際上尚未包容全部相關軟體，所需要的資訊部分。

#### IFC 資訊讀取介面

由於 IFC 資訊內容所有的物件內容是採用物件資料模式，採用一般的文字編輯軟體開啟內容會極為複雜，為有效率的探討相關的資料架構可藉由一些範例了解，範例取得的方式可藉由 IAI 網站 <http://www.iai-international.org/>，連結至其他相關網站或藉由商業/非商業應用軟體[16]，透過建立模型資訊的方式，輸出取得 IFC 資訊內容，藉此探討 IFC 資訊架構。

圖 3-1 一般文字編輯軟體開啟 IFC 資訊內容，內容為許多的 Schema 共同組成，但在關聯性資料的連結，在閱讀卻顯得複雜且不方便。圖 3-2 IfcQuickBrowser 開啟 IFC 資訊內容，顯示內容亦為許多的 Schema 共同組成，擁有將關聯性資料，以樹狀結構連結的方式呈現，解決一般文字編輯軟體，開啟 IFC 資訊內容，閱讀上所帶來的不方便。圖 3-3 IFC Engine Viewer 開啟 IFC 資訊內容，採用物件包裹的方法，將 IFC 建築模型的資訊內容，以 3D 模型的方式來呈現，並可採用點擊物件的方式，簡單查閱物件相關的屬性內容。

基本的 IFC 建築模型資訊，主要的物件內容包括 IfcProject、IfcSite、IfcBuilding、IfcBuildingElement 等，而 IfcBuildingElement 包括：IfcBeam、IfcColumn、IfcWall、IfcSlab 等結構元件和 IfcWindow、IfcStair 等非結構元件，構件的屬性內容則包括了構件位置、座標方向、構件延伸方向、構件材料、構件的形狀大小等，本研究將以探討結構元件中的 IfcBeam 和 IfcColumn 為著重的要點之一。



## 基本 IFC 資訊內容

IFC 建築資訊交換標準，物件資訊採用物件導向的技術概念，換言之可將每個 Schema 視為一個物件，為了描述物件的特性，設定相關的屬性資料，包括物件之間彼此的關係，在屬性資訊中引代碼。

圖 3-4 IFC 資訊架構圖，研究中針對 IfcProject、IfcSite、IfcBuilding、IfcBuildingStorey、IfcBeam、IfcColumn 進行屬性資料的內容探討。

## 3.2 IfcProject

定義為設計、工程、建設或維護一項產品的工作，內容則包括背景資訊交換或分享，在此表示為一個建築計劃。

在定義上 IfcProject 應該要提供資訊內容包括：定義使用的單位系統、世界座標系統、空間座標維度、幾何表示精確度大小和世界座標系統裡指示真北方向等資訊。

IAI 針對 IfcProject 訂定該物件特有的屬性資料包括：計畫的名稱、現行計畫實行階段、計畫的背景(組成形狀的表示、單個或數個幾何表示需要定義包含世界座標系統、空間座標維度和精確度等)、計畫裡所使用的單位系統。

舉例而言，在 IFC 資訊檔案的內容有 “#54=IFCPROJECT('1YMWKJ\$h5BzPWnmt\$KxvPu', #13, 'Default Project', \$, \$, \$, \$, (#51, #168), #26);” 之敘述，其中 #54 為物件代碼，表示一個 IFC 計畫的物件名稱，物件屬性包括了 9 筆屬性資料，依照屬性資料出現順序，分別說明如下：

- (1) 物件統一編碼，範例中使用 '1YMWKJ\$h5BzPWnmt\$KxvPu' 其內容經由亂數排列組成，固定為 22 個字元長度的字串。
- (2) 物件所有人，範例中使用 #13 關聯所有人相關資訊。
- (3) 物件名稱，範例中使用 'Default Project' 作為物件的名稱。
- (4) 物件描述，範例中使用 \$，表示物件描述為 Optional。
- (5) 物件種類，範例中使用 \$，表示物件種類為 Optional。
- (6) 計畫名稱，範例中使用 \$，表示計畫名稱為 Optional。
- (7) 現行計畫實行階段，範例中使用 \$，表示計畫實行階段為 Optional。
- (8) 關係文字物件集合，範例中使用 #51 和 #168 兩物件，描述計畫背景的內容。
- (9) 單位文字物件，內容為計畫裡所使用的單位系統，範例所示為 #26 提供單位系統分配的物件。

關於 IfcProject 所定義的屬性資料，可參照表 3-1 IfcProject 屬性資料內容。

### 3.3 IfcSite

定義為一塊建地，建地可能會是一塊覆蓋著水的土地，能使建築計畫更為完整，一個建地可以建立一棟或數棟的建築物。

建地包含一個簡單的地理位置關係，使用世界座標位置的描述方式，經度、緯度及海拔高度，這是定義給新聞發佈的目的使用，真實的世界並不提供完整的世界座標位置。

建地的幾何位置，定義使用 IfcLocalPlacement，表示建地與建築物或建築構件的相對位置或世界座標位置，在計畫裡建立幾何位置的關係。

一個計畫裡，以幾個相關或不相關的建地共同組成，因此建地類型可分成：複合建地(site complx)，表示為多塊建地組合而成，屬性資料的表示為 COMPLEX。一般建地(site)，表示為一塊建地，屬性資料的表示為 ELEMENT。區塊建地(site secton)，表示為建地可分解成多個區塊，屬性資料的表示為 PARTIAL，每個區塊能再個別的定義建地類型。

IAI 針對 IfcSite 訂定該物件特有的屬性資料包括緯度位置、經度位置、高程位置、工址編號和工址地址。

舉例而言，在 IFC 資訊檔案的內容有 “#64=IFCSITE(' 25pHYjCjHEHfryUXKQ6EZ1', #13, 'Default Site', \$, \$, #61, \$, \$, .ELEMENT., (24, 28, 0), (54, 25, 0), \$, \$, \$);” 之敘述，其中 #64 物件代碼，表示一個 IFC 建地的物件名稱，物件屬性包括了 14 筆的屬性資料，依照屬性資料出現順序，分別說明如下：

- (1) 物件統一編碼，範例中使用 ' 25pHYjCjHEHfryUXKQ6EZ1' 其內容經由亂數排列組成，固定為 22 個字元長度的字串。
- (2) 物件所有人，範例中使用 #13 關聯所有人相關資訊。
- (3) 物件名稱，範例中使用 'Default Site' 作為物件的名稱。
- (4) 物件描述，範例中使用 \$，表示物件描述為 Optional。
- (5) 物件種類，範例中使用 \$，表示物件種類為 Optional。
- (6) 相對位置，範例中使用 #61，表示代表 IFC 建地物件的相對位置。
- (7) 建地形狀，範例中使用 \$，表示建地形狀為 Optional。
- (8) 建地名稱，範例中使用 \$，表示建地名稱為 Optional。

- (9) 建地類型，範例中使用.ELEMENT.，表示建地類型為一般建地。
  - (10) 建地緯度位置，範例中使用 24 度 28 分 0 秒，表示建地緯度位置。
  - (11) 建地經度位置，範例中使用 54 度 25 分 0 秒，表示建地經度位置。
  - (12) 建地高程位置，範例中使用\$，表示建地高程位置為Optional。
  - (13) 建地編號，範例中使用\$，表示建地編號為Optional。
  - (14) 建地地址，範例中使用\$，表示建地地址為Optional。
- 關於 IfcSite 所定義的屬性資料，可參照表 3-2 IfcSite 屬性內容。

### 3.4 IfcBuilding

代表一個建築物提供遮蔽、居住或滿足停留的地方，在建築計畫當中，建築物亦提供一個基本的構件組合而成的空間結構，經由建地、樓層及空間一起組合而成。

建築物連結在建地的上面，一棟建築物可能經由數個相關或不相關建築物組成，因此建築物類型可分成：複合建築物(building complex)，表示為許多建築物集合在一塊建地上面，屬性資料的表示為 COMPLEX。一般建築物(building)，指一棟建築物，建築在一塊建地上面，屬性資料的表示為 ELEMENT。區塊建築物(building section)，一棟建築物可分解成數個垂直部分，屬性資料的表示為 PARTIAL，將每個區塊能再個別定義建築物類型。

IAI 針對 IfcBuilding 訂定該物件特有的屬性資料包括：地表平面的高程、地表平面和海平面之間的高程差、建築物地址。

舉例而言，在 IFC 資訊檔案的內容有 “#77=  
IFCBUILDING('2snxXbAnnEGwh90QvAU\$Dq', #13, 'Default  
Building', \$, \$, #74, \$, \$, .ELEMENT., \$, \$, \$);” 之敘述，其中 #77 物件代碼，代表一個 IFC 建築物的物件名稱，物件屬性包括了 12 筆的屬性資料，依照屬性資料出現順序，分別說明如下：

- (1) 物件統一編碼，範例中使用'2snxXbAnnEGwh90QvAU\$Dq' 其內容經由亂數排列組成，固定為 22 個字元長度的字串。
- (2) 物件所有人，範例中使用 #13 關聯所有人相關資訊。
- (3) 物件名稱，範例中使用'Default Building' 作為物件的名稱。
- (4) 物件描述，範例中使用\$，表示物件描述為Optional。
- (5) 物件種類，範例中使用\$，表示物件種類為Optional。



- (6) 相對位置，範例中使用#74，表示代表 IFC 建築物物件的相對位置。
  - (7) 建築物形狀，範例中使用\$，表示建築物形狀為Optional。
  - (8) 建築物名稱，範例中使用\$，表示建築物名稱為Optional。
  - (9) 建築物類型，範例中使用.ELEMENT.，表示建築物類型為一般建築物。
  - (10) 建築物地表高程，範例中使用\$，表示建築物地表高程為Optional。
  - (11) 建築地表至海平面的高程差，範例中使用\$，表示建築地表至海平面的高程差為Optional。
  - (12) 建築物地址，範例中使用\$，表示建築物地址為Optional。
- 關於 IfcBuilding 所定義的屬性內容，可參照表 3-3 IfcBuilding 屬性內容。

### 3.5 IfcBuildingStorey

建築樓層指一個高度和代表為一個水平集合的空間，一個樓層組合至建築物上，樓層亦可經由數個相關的樓層共同組成，因此建築樓層類型可分成：複合樓層 (building storey complex) 可以有許多樓層共同組成，屬性資料的表示為 COMPLEX。一般樓層 (building storey)，屬性資料的表示為 ELEMENT。區塊樓層 (partial building story)，樓層也可以分解成多個水平的部份，屬性資料的表示為 PARTIAL，將每個部份個別定義為樓層組成。

IAI 針對 IfcBuildingStorey 訂定該物件特有的屬性資料包括樓層的高度。

舉例而言，在 IFC 資訊檔案的內容有

“#93=IFCBUILDINGSTOREY('10ZIHmqebEPPi1SSKXjxRG', #13, 'Ground Floor', \$, \$, #90, \$, \$, .ELEMENT., 0.);” 之敘述，其中 #93 物件代碼，代表一個 IFC 樓層的物件名稱，物件屬性包括了 10 筆的屬性資料，依照屬性資料出現順序，說明如下：

- (1) 物件統一編碼，範例中使用'10ZIHmqebEPPi1SSKXjxRG' 其內容經由亂數排列組成，固定為 22 個字元長度的字串。
- (2) 物件所有人，範例中使用 #13 關聯所有人相關資訊。
- (3) 物件名稱，範例中使用'Ground Floor' 作為物件的名稱。
- (4) 物件描述，範例中使用\$，表示物件描述為Optional。
- (5) 物件種類，範例中使用\$，表示物件種類為Optional。
- (6) 相對位置，範例中使用#90，表示代表 IFC 建築樓層物件的相對位置。
- (7) 建築樓層形狀，範例中使用\$，表示建築樓層形狀為Optional。

- (8) 建築樓層名稱，範例中使用\$，表示建築樓層名稱為Optional。
  - (9) 建築樓層類型，範例中使用.ELEMENT.，表示建築樓層類型為一般建築樓層。
  - (10) 建築樓層高度，範例中使用0.，表示建築樓層高度為0。
- 關於 IfcBuildingStorey 所定義的屬性資料，可參照表 3-4 IfcBuildingStorey 屬性內容。

### 3.6 IfcBuildingElement

泛指所有的建築構件，包含牆、版、梁、柱、門、窗、樓梯等相關建築構件，其資訊內容有幾何形狀、使用材料、量測尺寸、構件類型、相關訊息、資訊連結等，研究單究梁和柱構件物件資訊說明。

IfcBuildingElement 物件屬性幾何形狀的表示，連結至 IfcProductDefinitionShape 物件，此物件定義為所產品形狀相關的資訊，他允許多個幾何形狀表示相同的產品，所以於屬性資料連結至多個 IfcShapeRepresentation 集合物件。

IfcShapeRepresentation 物件為物體幾何形狀表示，其屬性內容依序表示為形狀敘述、形狀鑑定、形狀類型、形狀表示，其形狀敘述為文字描述，在研究中並無特定的作用，本文亦無對其屬性資訊內容做相關研究。

就目前所得資訊皆為標準或進階形狀表示，設定方法於形狀鑑定使用 'Body'，形狀類型使用 'SweptSolid'，來限定形狀表示的物件，目前研究皆為使用 IfcExtrudedAreaSolid 來代表物體形狀的表示。

標準和進階形狀表示，僅於 IfcExtrudedAreaSolid 的平面形狀支援種類和擠出方向有些許的差異，標準平面形狀支援 IfcRectangleProfileDef 和 IfcCircleProfileDef，擠出方向為平面輪廓擠出水平面，即平行於 XY 平面的座標系統，擠出的軸將垂直於平面輪廓圖形，即在 IfcExtrudedAreaSolid 擠出方向為 Z 軸方向。進階平面形狀支援 IfcRectangleProfileDef、IfcCircleProfileDef、IfcIshapeProfileDef 和 IfcArbitraryClosedProfileDef，擠出方向則支援所有的擠出方向。

物體形狀的描述方式，在研究中除了平面擠出物體物件，尚有使用多個平面組成物體，形狀定義的屬性值為 'Body' 和形狀類型的屬性值為 'Brep'，使用 IfcFacetedBrep 為形狀表示的物件連結，為一種特殊物體形狀的表示方式。

其物體形狀可由圖 3-8 IfcFacetedBrep 物體形狀 Schema 表示和圖 3-9 IfcFacetedBrep 物體形狀表示一個經由多個面組合而成並且經過切削的 I 形梁，

此描述方式用於物體細部形狀表示，實際用於型鋼切削的細部形狀需求使用，此描述方式並不在此研究的範圍內，研究所得資料多為使用平面擠出物體物件描述物體形狀的表示，故此做平面擠出物體物件內容探討。

IfcExtrudedAreaSolid 物件描述物體形狀的表示，則屬性資料包括平面形狀、物體的立體座標系統、擠出方向和擠出大，在平面形狀可由 IFC 已定訂的平面形狀或者使用任意封閉形狀表示，可參考圖 3-10

IfcArbitraryClosedProfileDef 表示 I 型斷面 和圖 3-11 IfcIShapeProfileDef 表示 I 型斷面個別表示一個 I 型斷面的平面形狀，一為使用多個座標點位，依照座標點位置順序構成 I 型的形狀，I 型形狀的相關尺寸，可經由相關的座標點位推得，另一為定義 I 型相關尺寸，依照定義的尺寸位置，描述所有的 I 型形狀。

需要注意的一點從 IfcBuildingElement 物件、IfcExtrudedAreaSolid 物件和平面形狀物件等屬性資料，有一屬性為 Position 連結至一個平面或是立體座標系統，描述內容為座標系統原點的位置和座標系統各軸所指的方向，做為座標平移和座標旋轉，如此得到 IfcBuildingElement 設定的座標位置和座標軸指向。

計算構件兩端點的座標位置，首先由平面形狀物件開始，平面形狀物件提供平面座標系統、形狀相關資訊，平面座標系統包括座標原點位置和座標軸方向，其中座標原點位置為平面形狀的形心位置。

至上層平面擠出物體物件，平面擠出物體物件包括平面形狀物件連結、立體座標系統、擠出方向、擠出大小，經由擠出方向和擠出大小，可推得構件兩端點的相對座標位置，立體座標系統則提供物體座標原點位置和各座標軸方向，做為座標平移和座標旋轉，推得物體兩端點的相對座標位置。

最後延伸至 IfcBuildingElement 屬性資料的 ObjectPlacement 連結至一個 IfcLocalPlacement 物件，提供相對位置和立體座標系統，立體座標系統同樣提供 IfcBuildingElement 座標原點位置和各座標軸方向，做為座標平移和座標旋轉，推得 IfcBuildingElement 兩端點的相對座標位置，相對位置連結至 IfcLocalPlacement 物件，同樣提供相對位置和立體座標系統直到相對位置屬性資料為 \$，表示以推導至絕對座標系統，兩端點絕對座標和絕對座標軸對應的方向。

### 3.6.1 IfcBeam

IfcBeam 為 IfcBuilding 的項目之一，定義為一個水平或近乎水平的結構的構件，從建築的觀點來看，它不一定會承受載重。

舉例而言，在 IFC 資訊檔案的內容有 “#756=

IFCBEAM(' 0\$CtWktoHDMBhkRCtp31gP', #13, ' BMR-010', \$, \$, #814, #799, \$);” 之敘述，其中 #756 物件代碼，代表一個 IFC 梁的物件名稱，物件屬性包括了 8 筆的屬性資料，依照屬性資料出現順序，說明如下：

- (1) 物件統一編碼，範例中使用 ' 0\$CtWktoHDMBhkRCtp31gP' 其內容經由亂數排列組成，固定為 22 個字元長度的字串。
- (2) 物件所有人，範例中使用 #13 提供所有人相關資訊物件。
- (3) 物件名稱，範例中使用 ' BMR-010' 作為物件的名稱。
- (4) 物件描述，範例中使用 \$，表示物件描述為 Optional。
- (5) 物件種類，範例中使用 \$，表示物件種類為 Optional。
- (6) 相對位置，範例中使用 #814，表示代表 IFC 梁物件的相對位置。
- (7) 梁的形狀，範例中使用 #799，表示代表 IFC 梁的形狀。
- (8) 梁的鑑定人，範例中使用 \$，表示梁的鑑定人為 Optional。

關於 IfcBeam 和 IfcColumn 所定義的屬性資料，可參照表 3-5 IfcBeam 和 IfcColumn 屬性內容。

### 3.6.2 IfcColumn

IfcColumn 為 IfcBuildingElement 項目之一，定義為一個垂直或近乎垂直的結構構件，從建築觀點來看，它不一定會承受載重。

範例與 IfcBeam 相似，因此不做類似物件資訊內容的描述。



## 第四章 IFC 建築資訊資料的建立

本章節為應用 ArchiCAD 製圖軟體，建立模型資訊並匯出為 IFC 模型資訊的過程和簡介，章節的重點會放在建立模型一些的注意事项，以簡單的模型資訊存成 IFC 資訊檔案模式。


ArchiCAD10 建立模型資訊分成柱資訊設定、梁資訊設定、樓層資訊設定、梁和柱位置資訊設定、模型資訊存成 IFC 資訊檔案等 5 個流程步驟，步驟的內容詳述參考下述各小節的內容。

### 4.1 柱資訊設定

ArchiCAD10 柱設定內容，如圖 4-1 ArchiCAD10 柱設定，預設柱斷面形狀有矩形、圓形和 I 形三種，設定時須輸入柱的長、寬、高、材質及 ID 等資訊內容，設定步驟如下所述。

1. 點選 ToolBox 工具列  圖示，InfoBox 工具列出現



2. InfoBox 工具列，點擊 Default Settings 旁  圖示後，會彈出 Column Default Settings 對話視窗，如圖 4-2 Column Default Settings，於對話視窗內，進行柱相關設定。
3. 柱的相關設定，Geometry and Positioning 項目，可點選斷面形狀和填入柱相關的尺寸資訊，如柱子長度、斷面尺寸大小、斷面形心位置等資訊，Model 項目，選擇材料名稱及 Listing and Labeling 項目，填寫 ID 資訊等。

ArchiCAD10 柱資訊設定，預設有矩形、圓形和 I 形等柱斷面形狀，其斷面形狀轉換為 IFC 物件名稱。

#### 矩形斷面

ArchiCAD10 矩形斷面，使用 IfcRectangleProfileDef 物件描述與 IAI 訂定 IFC2x3 描述矩形形狀，使用相同的 IfcRectangleProfileDef 物件描述，需要注意的是 IfcRectangleProfileDef.Position 屬性資料表示圖形形心的位置，(0, 0)

表示形心在 XDim 和 YDim 二分之一處的位置。

舉例而言舉例而言，在 IFC 資訊檔案的內容中有 “#94=IFCRECTANGLEPROFILEDEF(. AREA., \$, #93, 300., 300.);” 之敘述，其中物件代碼為 #94，代表了一個 IFC 矩形圖形表示的物件名稱，該物件的屬性內容包括：

- . AREA. : 定義圖形的形狀類型，表示為面積。
- \$ : 定義圖形的名稱，表示為未填入任何的資料。
- #93 : 定義圖形的形心位置，表示使用一個 #93 的物件做為資訊的內容。
- 300. : 定義矩形尺寸的寬度，表示設定矩形寬度為 300。
- 300. : 定義矩形尺寸的長度，表示設定矩形長度為 300。

### 圓形斷面

ArchiCAD10 建立圓形斷面，使用 IfcCircleProfileDef 物件描述與 IAI 訂定 IFC2x3 描述圓形，使用相同的 IfcCircleProfileDef 物件描述，需要注意的是 IfcCircleProfileDef 屬性資料的 Position 表示圖形形心位置，(0, 0) 表示形心在圓形中心點的位置。

舉例而言舉例而言，在 IFC 資訊檔案的內容中有 “#176=IFCCIRCLEPROFILEDEF(. AREA., \$, #175, 150.);” 之敘述，其中物件代碼為 #176，代表了一個 IFC 圓形圖形表示的物件名稱，該物件的屬性內容包括：

- . AREA. : 定義圖形的形狀類型，表示為面積。
- \$ : 定義圖形的名稱，表示為未填入任何的資料。
- #175 : 定義圖形的形心位置，表示使用一個 #175 的物件做為資訊的內容。
- 150. : 定義圓形尺寸的半徑，表示設定圓形半徑為 150。

### I 形斷面

ArchiCAD10 建立 I 形斷面，使用 IfcArbitraryClosedProfileDef 物件描述與 IAI 訂定 IFC2x3 描述 I 形，使用不相同的物件。

舉例而言舉例而言，在 IFC 資訊檔案的內容中有 “#271=IFCARBITRARYCLOSEDPROFILEDEF(. AREA., \$, #269);” 之敘述，其中物件代碼為 #271，代表了一個 IFC 任意封閉形狀圖形表示的物件名稱，該物件的屬性內容包括：

- .AREA. : 定義圖形的形狀類型，表示為面積。
- \$ : 定義圖形的名稱，表示為未填入任何的資料。
- #269 : 定義圖形的描述方式，表示使用一個#269的物件做為資訊的內容。

IfcPolyline 在 I 形圖形表示，使用了用 13 個座標點來描述，其中開始座標點和結束的座標點是相同的，這表示使用點連線的物件描述必須封閉起來，最後 IfcArbitraryClosedProfileDef 圖形形心位置在座標為 (0,0) 位置。


## 其他斷面

ArchiCAD10 匯出 IFC 資訊，描述斷面形狀，除矩形和圓形外，其他斷面形狀皆使用 IfcArbitraryClosedProfileDef 表示，而屬性資料的 OuterCurve.IfCurve 使用 IfcPolyline 的物件來描述斷面形狀，IfcPolyline 屬性設定內容，參考表 4-4 IfcPolyline 屬性資訊內容。


舉例而言舉例而言，在 IFC 資訊檔案的內容中有 “#269=IFCPOLYLINE((#245,#247,#249,#251,#253,#255,#257,#259,#261,#263,#265,#267,#245));” 之敘述，其中物件代碼為 #269，代表了一個 IFC 點連線方式的物件名稱，該物件的屬性內容包括：  
(#245,#247,#249,#251,#253,#255,#257,#259,#261,#263,#265,#267,#245)，定義使用一個集合的物件做為資訊的內容。

## 4.2 梁資訊設定

ArchiCAD10 梁設定內容，如圖 4-3 ArchiCAD10 梁設定，預先設定的斷面形狀分為矩形、圓形和 I 形三種，設定時須輸入長、寬、高、材質及 ID 等資訊內容，設定步驟如下所述。

1. 點選 ToolBox 工具列  Beam 圖示，InfoBox 工具列出現



2. InfoBox 工具列點擊 Default Settings 旁  圖示，123 彈出 Beam Default Settings 對話視窗，如圖 4-4 Beam Default Settings，於對話視窗內，進行梁相關設定。
3. 梁的相關設定，Geometry and Positioning 項目，點選斷面形狀及填入

梁相關的尺寸資訊，Model 項目，選擇材料資訊，Listing and Labeling 項目，填寫 ID 資訊等。

### 4.3 樓層資訊設定

ArchiCAD10 樓層資訊設定，如圖 4-5 ArchiCAD10 樓層設定，設定時需輸入樓層數、樓層名稱、樓層高度和樓層層高等資訊內容，設定方法如下所述。

1. 點選 Design 項目，Story Settings 選項，彈出 Story Settings 對話視窗，如圖 4-6 Story Settings，於對話視窗內，進行樓層相關設定。
2. 樓層的相關設定，點選 Insert Above 可增加樓層的數量，於 Name 可更改樓層名稱，Elevation 設定每層樓高度和 Height to Next 設定每樓層相對高度。

本章節所建立的建築模型範例，建築物由兩個樓層所組成，總共有三個樓層資訊，一為地表平面，其地表平面的高度為 0cm，二為一樓樓層，其一樓樓層的高度為 310cm，三為二樓樓層，其二樓樓層的高度為 620cm，樓層間距為 310cm，可參考表 4-5 樓層資訊(單位：mm)。

### 4.4 梁、柱位置資訊設定

ArchiCAD10 梁、柱位置資訊內容，參考表 4-6 一樓梁、柱座標點位置(單位：mm)和表 4-7 二樓梁、柱座標點位置(單位：mm)，其中 ID 為梁為梁、柱構件的名稱、Type 為構件的類型、x1、y1、z1 為構件起點座標位置、x2、y2、z2 為構件終點座標位置，放置梁、柱位置時，需要預先設定好梁、柱資訊設定後，柱資訊設定包括柱尺寸大小，於設定的樓層和樓層位置上放置柱，放置方式為移動滑鼠指標至設定位置上點選滑鼠左鍵即可，參考圖 4-7 柱位置設定，梁放置方式大致與柱相同，唯一不同的地方需尋找兩端點位置上點先後點選滑鼠左鍵，參考圖 4-8 梁位置設定，平面佈置，如圖 4-9 梁、柱配置平面圖，3D 模型表示如圖 4-10 建築物 3D 立體圖。

本章節製作的模型範例，所有柱斷面尺寸採用 300\*300mm，柱長為 3100mm，梁斷面尺寸採用 200\*200mm，梁長為 4000mm 和 6000mm 兩種尺寸，梁的斷面積 A



為  $400\text{cm}^2$ ，x 方向慣性  $I_x$  矩為  $13333.33\text{cm}^4$ ，y 方向慣性矩  $I_y$  為  $13333.33\text{cm}^4$ ，柱的斷面積  $A$  為  $900\text{cm}^2$ ，x 方向慣性  $I_x$  矩為  $67500\text{cm}^4$ ，y 方向慣性矩  $I_y$  為  $67500\text{cm}^4$ ，詳細結構構件斷面資料，參考表 4-8 結構構件斷面資料。

## 4.5 模型資訊儲存成 IFC 資訊檔案

如圖 4-11 ArchiCAD10 另存新檔設定，於 File 裡點選 Save as...，選擇 IFC\_2x2(\*.ifc)，儲存成 IFC2x2 資訊標準的檔案格式，彈出 IFC 資訊相關設定，於單位設定長度選項為 Millimeter，如圖 4-12 IFC 單位設定。

所製作的 IFC 建築模型資訊則參考附件一，內容為 Schema 物件組成 IFC 資訊，包括 1 組 IfcProject、IfcBuilding、3 組 IfcBuildingStorey，14 組 IfcBeam 和 12 組 IfcColumn，圖 4-13 IFC 建築資訊檔案開啟的 Schema 資訊，為使用 IfcQuickBrowser 開啟 IFC 建築模型資訊，取一組 #990 IfcBeam 聯結相關資訊內容，圖 4-14 IFC 建築資訊檔案開啟的圖形資訊，為使用 IFC Engine Viewer 開啟建築模型資訊，圖中表示為參照對應 #990 IfcBeam 的形狀和位置表示。



## 第五章 轉換分析模型資訊

本章節為程式撰寫重點的敘述，內容為使用前一章節所敘述的內容，製作 IFC 建築模型資訊，透過程式撰寫進行 IFC 資訊的抽取，並將 IFC 資訊內容轉換為結構分析時的模型資訊並且說明其過程和成果的呈現。

### 5.1 分析模型資訊

所謂的分析模型，是經由建築物的建築設計圖而來，首先將整棟的建築物視為結構元件和非結構元件的集合，結構元件的集合則稱之為結構物，在結構分析模式當中，結構元件又稱為桿件，常以桿件的軸心線來代替桿件的位置，這些桿件軸心線所組成的模型即稱為分析模型。

建築物的結構分析，常將建築物視為立體鋼架作為應用分析的模式，並且有兩個分析特點，一、所有的梁、柱交接處設定為剛性接合，二、支承類型設定為固端支承，即表示束制所有方向的自由度，需要注意的是 IFC 建築資訊所提供的內容，並未包括接合的形式和支承的類型等兩種相關的資訊。

在結構分析會將結構模型內，所有構件的斷面資訊參照材料力學所定義，為均質、等向且為線彈性材料，在嚴格的定義中，構件斷面內所有的材料，需要考慮材料彈性係數  $E$  值，轉換為一個均值的斷面形狀，再計算形心位置，經過轉換後的結構斷面，於分析模型中會視為一個質點，所有構件需視為線段，線段為構件連續的斷面形心組成。

分析模型的構件皆為斷面轉換後的均質材料，在轉換斷面時或計算構件的勁度都是需要材料彈性係數  $E$  值的提供，在考慮剪力和軸向力時，勁度的計算是需要轉換後結構斷面  $A$  值的提供，在考慮彎矩力時，勁度的計算是需要轉換後結構斷面慣性矩  $I_x$ 、 $I_y$  的提供，在考慮扭轉力時，進度的計算是需要轉換後結構斷面的扭轉慣性矩  $I_p$  的提供，故材料資訊包括材料的數量、材料的彈性係數，斷面資訊包括斷面的數量、斷面的面積、斷面的慣性矩。

分析模型尚有節點資訊，節點資訊範圍包括了所有構件端點的空間位置，為了考慮力傳遞的連續性，會將相交位置的多根構件視為一個節點，因此桿件的數量多寡並不影響節點的數量，節點資訊包括節點的數量、節點的空間位置包含橫向  $x$ 、縱向  $y$  及高程  $z$ 。

分析模型的構件資訊，在實際施工或是 CAD 繪圖時，除了構件有不連續性的產生，如斷面變換或構件轉折，會使用多根構件來描述外，一般使用一根構件表示，要注意的是分析模型的構件資訊並非如此，桿件轉折、斷面變化、多根或其他桿件的相交，這些都是必須個別再增加構件數量表示，構件通常會用線段表示，線段可以是直線也可以是曲線，桿件資訊包括桿件的數量、桿件端點的節點資訊、桿件的材料資訊、桿件的斷面資訊。

最後分析模型的支承資訊，需要定義節點的束制條件，束制條件為主要為了區隔結構物與其他需要考量的因素，在構件的交界處點位移動的情形，依照空間移動的情形可以分為橫向的左右移動和旋轉、縱向的前後移動和旋轉、高程的上下移動和旋轉，一共有六個方向的自由度，需要依照實際的情況，考量六個自由度的束制條件，支承資訊包括支承的數量、支承束制六個方向的自由度。

### 基本假設條件

1. 一般結構分析，使用一棟結構物作為模型資訊，所以於 CAD 軟體建立結構模型，僅建立一棟模型資訊，程式撰寫的考慮亦限制在使用一棟結構的模型資訊。
2. 不考慮複合材料所組成的結構斷面和版、牆等非結構元件的影響，所以 CAD 軟體製作構件時，設定為單一材料和僅建立由梁、柱組成的結構模型。
3. 在程式撰寫不考慮結構桿件長度會因為形心位置變化而有所改變，因此 CAD 軟體在梁、柱構件的建立位置及長度上，採用力學分析結構模型的模式，以符合結構分析模型構件設定的方式。
4. CAD 軟體並沒有允許結構物構有設定支承類型的方式存在，而分析模型又需要支承資訊，因此程式撰寫將全部高程為零的節點，設置為固定支承即表示六個自由度的束制條件為 1。
5. CAD 軟體並沒有支援詳細的材料性質，如材料彈性係數  $E$ 、材料熱膨脹係數  $\alpha$ 、材料波松比  $\mu$ 、剪彈性係數  $G$ 、材料強度  $F_y$  等資料，但分析模型資訊需要部份的材料性質，在 CAD 軟體中僅能設定構件的材料名稱，研究中將所有構件的材料名稱設定為混凝土，於程式撰寫方面將將材料強度設定為

$$f_c' = 210 \text{ kgw/cm}^2, \text{ 材料彈性係數 } E = 15000 \sqrt{f_c'} \text{ kgw/cm}^2。$$

## 5.2 由 IFC 取得分析模型資訊

分析模型資訊，包括節點、支承、材料性質、斷面性質和桿件等資訊內容，本節為說明如何從 IFC 建築資訊轉取得分析模型的資訊內容。

### 節點資訊

節點資訊表示為結構物所有構件的端點座標位置，故節點資訊內容包括，所有節點的數量、節點的座標位置，其中結點座標位置使用立體座標系統，包含橫向位置  $x$ 、縱向位置  $y$ 、高程位置  $z$  等資訊。

ArchiCAD10 建立模型資訊時已經考慮，在設計梁、柱等構件長度內，沒有其他構件與該構件接合，換言之，每一根構件長度範圍內，僅有兩個節點出現，為控制模型建立的方式，目的是用來減少相關問題的發生。

IFC 建築模型梁、柱等構件資訊，可由 3.6 節 `IfcBuildingElement` 介紹取得構件兩端點的座標位置，於 `IfcShapeRepresentation` 物件屬性中，連結平面擠出物體物件來敘述梁、柱的物體形狀。

平面擠出物體物件，使用 4 筆屬性資料描述，包括平面形狀物件、立體座標系統物件、擠出方向物件和擠出長度大小等。

平面形狀物件，此物件負責平面形狀的描述，包括平面形狀的描述、平面座標系統等，而平面座標系統包括形狀形心座標位置和座標軸所指方向。

立體座標系統物件，此物件負責立體座標系統，座標系統原點的移動和座標系統方向的旋轉，包括立體座標原點的位置  $(x, y, z)$ 、 $x$  軸的方向  $(x, y, z)$  和  $z$  軸的方向  $(x, y, z)$  等，因為  $x$ 、 $y$ 、 $z$  三軸彼此正交，可由計算推導出  $y$  軸的方向  $(x, y, z)$ 。

擠出方向的物件，此物件負責平面形狀擠出物體形狀的擠出方向，包括擠出的方向  $(x, y, z)$  等，擠出方向的起始點為立體座標系統的立體座標原點位置。

擠出長度的大小，用來描述擠出方向的長度大小。

經由平面擠出物體的物件，各個屬性內容的解說，可以知道梁、柱構件起始點的相對位置為平面形狀形心座標位置，經由擠出方向和擠出長度大小，可計算推導出構件另一點的相對座標位置，透過立體座標系統原點座標位置和座標軸所指方向做座標的平移和旋轉，如此便可以得到物體兩端點的相對位置。

梁、柱的物件屬性，其中有一個屬性內容為相對位置的物件，此物件負責 2 個相對位置資訊的提供，包括相對位置的物件、立體座標系統的物件等。

在研究中發現，相對位置的物件連結的過程為梁和柱、建築樓層、建築物、



建地各個相對位置，當連結至相對位置的物件，其中物件屬性包括\$字元符號和立體座標系統的物件，\$則表示已連結至絕對的座標系統，可計算推導出絕對的座標系統和絕對的座標位置，構件兩個端點的相對座標位置，經由此方法的計算推導過程，可以得到構件兩個端點的絕對座標位置。

使用此方式便可以得到建築物所有梁、柱構件兩個端點的絕對座標位置，經由排列組合便完成所有節點數量和節點座標位置，節點的資訊內容。

### 支承資訊

支承資訊表示為結構物所有支承束制的方式，故支承資訊內容包括，所有支承的數量、支承的座標位置、自由度的方向、自由度的數量和是否束制等，IFC 建築模型資訊並沒有提供任何支承相關資訊，基於大部分建築物多採用立體鋼架模式和將支承類型假設為固端支承來進行分析，因此支承會有 6 個方向的自由度和束制自由度的移動和旋轉，便解決自由度的方向、自由度的數量和是否束制三個資訊內容。

本論文在所有支承的數量、支承的座標位置兩項資訊的取得，是利用節點資訊的內容，將節點的高程  $z$  為零的座標位置設定為固定支承，便可以得到兩項的資訊，同時也完成支承的資訊內容。

### 材料性質資訊

材料性質資訊表示為結構物所有構件使用的材料性質，材料性質涉及許多的材料參數，會依照不同的分析模式，材料參數的內容有所增減，同樣的 IFC 建築模型資訊並沒有提供任何的材料性質相關資訊，僅賦予構件模型擁有材料的名稱。

研究的探討並沒有在此多做琢磨，原因為材料名稱不能提供材料性質相關資訊，影響材料相關性質的因素眾多，同時也無法提供完整的材料性質參數供各種分析使用，所以研究中僅判斷材料名稱為混凝土，設定混凝土強度為  $210\text{kg}/\text{cm}^2$  和混凝土彈性係數依照公制的計算方式求得，故材料性質資訊的內容，僅簡單的提供所有材料性質的數量和材料的彈性係數等兩種資訊。

本研究在材料性質資訊方面，ArchiCAD10 建立模型構件的材料設定，僅設定混凝土一種材料名稱提供使用，而材料性質資訊取得方式為搜索 IFC 建築資訊裡所有物件名稱為材料的物件和物件屬性的屬性資料，得到材料性質的資訊內容，如需配合其他的 IFC 應用軟體或是支援更豐富的材料名稱，可於後續研究增加材料性質相關的資訊內容。

## 斷面性質資訊

斷面性質資訊表示為結構物所有構件斷面形狀能提供的資訊，故斷面性質資訊包括，所有斷面形狀的數量、斷面形狀的面積 Area、斷面形狀 x 向的慣性矩  $I_x$ 、斷面形狀 y 向的慣性矩  $I_y$  和斷面形狀的扭轉慣性矩  $I_p$ 。

針對矩形、圓形、T 形、I 形和中空矩形，5 種 IFC2x3 所定義的平面形狀和斷面形狀的面積 Area、斷面形狀 x 向的慣性矩  $I_x$ 、斷面形狀 y 向的慣性矩  $I_y$  和斷面形狀的扭轉慣性矩  $I_p$  等斷面性質計算方式敘述如下：

矩形(圖 5-5 IFC 所定義的矩形形狀表示)

$$Area = XDim * YDim$$

$$I_x = \frac{XDim * YDim^3}{12}$$

$$I_y = \frac{YDim * XDim^3}{12}$$

$$I_p = I_x + I_y ;$$

圓形(圖 5-6 IFC 所定義的圓形形狀表示)

$$A = \pi * r^2$$

$$I_x = I_y = \frac{\pi r^4}{4}$$

$$I_p = I_x + I_y ;$$

T 形(圖 5-7 IFC 所定義的 T 形形狀表示)

$$A_1 = b * t$$

$$A_2 = s * (h - t)$$

$$d_1 = h - \frac{t}{2}$$

$$d_2 = \frac{h - t}{2}$$

$$y = \frac{(A_1 * d_1 + A_2 * d_2)}{A_1 + A_2}$$

$$Area = b * t + s * (h - t)$$

$$I_x = \frac{bt^3}{12} + A_1 * (d_1 - y)^2 + \frac{s(h-t)^3}{12} + A_2 * (d_2 - y)^2$$



$$I_y = \frac{tb^3}{12} + \frac{(h-t)s^3}{12}$$

$$I_p = I_x + I_y ;$$

I 形(圖 5-8 IFC 所定義的 I 形形狀表示)

$$Area = 2(b*t) + s(b-s)$$

$$I_x = 2 * \left( \frac{bt^3}{12} + b*t \left( \frac{h-t}{2} \right)^2 \right) + \frac{s(h-2t)^3}{12}$$

$$I_y = 2 * \left( \frac{tb^3}{12} + \frac{(h-2t)s^3}{12} \right)$$

$$I_p = I_x + I_y$$

中空矩形(圖 5-9 IFC 所定義的中空矩形形狀表示)

$$Circumference = 2 * (b + h - 2*t)$$

$$Area = Circumference * t$$

$$I_x = \frac{bh^3}{12} - \frac{(b-2t)(h-2t)^3}{12}$$

$$I_y = \frac{hb^3}{12} - \frac{(h-2t)(b-2t)^3}{12}$$

$$I_p = I_x + I_y$$

目前 CAD 軟體所僅支援斷面形狀為矩形和圓形兩種形狀的物件，其它斷面形狀則採用自訂封閉形狀的物件來描述，所以定義再多的斷面形狀和相關斷面性質計算方式的提供，並不會有實質上的作用存在，ArchiCAD10 建立構件模型資訊時，盡量避免使用自訂封閉形狀的物件所描述的斷面形狀，這是因為自訂封閉形狀描述斷面的形狀時，無法找到一些規則做為計算斷面性質方式的使用，所以未深入的探討，計算自訂封閉形狀的斷面性質。

經由高等材料力學得知扭轉所造成構件產生位移和破壞的影響不大，可以忽略扭轉所造成的影響，故將扭轉慣性矩  $I_p$  資訊在本研究中先不考慮。斷面性質資訊包括：所有斷面形狀的數量、斷面形狀的面積、斷面形狀 x 向的慣性矩  $I_x$ 、斷面形狀 y 向的慣性矩  $I_y$  等資訊。

最後為搜索 IFC 建築模型資訊所有斷面形狀的物件，計算出斷面形狀的面積 A、斷面形狀的慣性矩  $I_x$  和  $I_y$ ，剔除相同的資訊內容，便可以得到斷面性質資訊

內容。

## 桿件資訊

桿件資訊表示為所有桿件附屬的相關資訊，故桿件資訊包括所有桿件的數量、桿件的起點座標位置、桿件的終點座標位置、桿件的材料性質、桿件的斷面性質等，桿件資訊只需要相對應結點、支承、材料性質、斷面性質資訊內容的順序位置即可。

桿件兩個端點座標位置的方法和節點資訊相同，在此不再重複如何取得桿件兩個端點座標位置，當取得兩個端點的座標位置時，便開始對應節點資訊內容的順序位置並且記錄下來，便解決桿件起點座標位置、桿件終點座標位置兩個項的資訊內容。

在桿件接合的節點位置上，因為製作模型桿件的放置，有人為的偏移誤差和 IFC 計畫有容許誤差等因素，會發生接合位置有多個節點，產生節點和桿件資訊錯誤，研究為修正此項錯誤，在建立節點資訊，刪除重複節點的同時，多增加 1cm 以內的節點刪除，成功修正此項錯誤。

在 IAI 制定 IFC 資訊交換標準中，材料和構件是兩種不同的物件且物件屬性的屬性資料連結並無關聯存在，藉由一個材料連結的物件作為聯繫兩種物件的方式，材料連結的物件屬性內，有兩個主要的屬性資料，一為構件的集合物件，一為材料的物件，這表示材料連結的物件，可以把一種材料同時連結一根以上的構件，兩種材料以上要連結構件時，需另外再使用材料連結的物件。

ArchiCAD10 建立建築模型存成 IFC 建築模型資訊檔案後，材料連結的物件 IfcRelAssociatesMaterial 屬性中，屬性資料設定為一根構件對應一種材料，所以 IFC 建築模型有多少根構件就會有多少個材料連結的物件，如此便可以搜尋所有的梁、柱構件，找到對應的材料名稱，依照材料性質資訊的材料性質取得方式，並且和材料性質資訊內容進行比對資料順序位置，得到桿件材料性質的資訊內容。

梁、柱的物件屬性有一屬性資料為產品定義形狀的物件，定義了產品形狀表示的方式，而產品定義形狀的物件屬性有一屬性資料為形狀表示的物件，定義了形狀表示的方式，CAD 軟體則使用平面擠出物體的物件進行描述，只要尋找平面擠出物體的物件，物件屬性的屬性資料有一個平面形狀的物件，依照斷面性質資訊所介紹斷面性質計算，可以得到桿件的斷面性質的資訊內容，再搜尋所有的梁、柱構件找到斷面性質資訊並且和斷面性質資訊內容進行比對資料順序位置，得到桿件斷面性質的資訊內容。



經由上述方式可以取得建築物當中，所有的桿件的資訊內容，最後於下節進行實例結果的內容說明。

需要注意的是製作建築模型資訊的過程當中，並沒有各種載重的設定加載，因此轉換為結構分析的資訊內容亦缺乏載重資訊，本文將結構分析的資訊內容，分出為分析模型資訊與載重資訊，所討論的重點放在分析模型資訊的研究與探討。

### 5.3 程式撰寫的步驟

本研究使用 Java 程式語言撰寫，撰寫內容主要為取得物件的屬性資料加以計算，並且推得需求的資訊內容，在程式撰寫第一步驟為進行資料的抽取，要能將全部的資訊內容進行讀取，第二步驟為參照 IAI 所制定的 IFC2x3 資訊交換標準，建立需要使用的 IFC 物件，依照物件種類搜尋全部資料並取得該物件應有的屬性資料，第三步驟為依照需求的內容，使用建立好的 IFC 物件，進行讀取屬性資料並且加以計算，建立一些額外的物件資訊，第四步驟整合所有計算的資訊，依照 IFC 資訊的架構關係，連結需要的資訊內容，第五步驟將整合好的資訊內容轉換為結構分析時的模型資訊，所有程式撰寫的物件集合取名為 IFC STRU 做為程式名稱，後續提及 IFC STRU 表示為程式撰寫的部份。前面所敘述的內容為程式撰寫的步驟和步驟內容大略的描述。

#### 1. 資料的抽取

IFC 資訊內容的抽取，首先需要瞭解資料格式的內容，參考圖 5-1 IFC 資訊開始的內容、圖 5-2 IFC 資訊結束的內容和圖 5-3 IFC 資訊的內容，這三張的圖片用來表示一個 IFC 資訊交換標準的輪廓。

圖 5-1 IFC 資訊開始的內容和圖 5-2 IFC 資訊結束的內容，表示 IFC 檔案格式的架構，可用來製作 IFC 檔案格式的驗證，內容提供了檔案的描述、檔案的名稱、檔案 Schema 的版本等資訊，在程式撰寫並沒有增加檔案格式驗證的部份。

圖 5-3 IFC 資訊的內容，IFC 資訊內容由許多組的 Schema 表示，Schema 的內容包括物件代碼、物件名稱、物件屬性三種資訊，程式撰寫是將所有的 Schema 的三種資訊存入三組字串陣列，物件代碼存入名為 ID 的字串陣列，物件名稱存入 Name 的字串陣列，物件屬性存入 attribute 的字串陣列。

值得一提的是不同物件名稱所對應的物件屬性，屬性內容的資料筆數沒有固定的數量，在設計陣列大小時可預先設定較多的儲存格來使用，缺點是會佔據較

多的記憶體空間，優點是程式撰寫的內容會比較簡單，處理速度會比較迅速，或是先計算屬性資料筆數再來設定陣列大小，缺點是程式撰寫的內容會比較複雜，處理速度會比較慢，優點是記憶體空間較為節省。

## 2. 建立 IFC 的物件

要建立 IFC 物件前，要先瞭解 IAI 所制定的 IFC2x3 資料交換標準，圖 5-4 IFC2x3 所有物件的筆數，說明有 IAI 目前定義的物件共有 653 筆，定義的物件涵蓋範圍相當的廣闊，為了研究和程式撰寫的方便，僅將轉換為結構分析模型資訊過程會使用的物件，在程式撰寫的部份，將物件寫成 Class，和 IFC2x3 相同的物件資訊，有 36 組。

36 組的物件資訊包括：

- ◆ 斷面形狀物件資訊：有矩形、圓形、I 形、T 形、中空矩形和自訂斷面等 6 組。
- ◆ 自訂斷面組成的附屬物件資訊：點連線描述、複合曲線描述、圓形線、曲線的切割、曲線的整理等 5 組。
- ◆ 材料相關的物件資訊：材料的名稱和構件連結材料關係等 2 組。
- ◆ 主要的物件資訊：計畫、建地、建築物、樓層、柱和梁等 6 組。
- ◆ 點位和方向的物件資訊有，包括 2D 座標系統、3D 座標系統、座標點、座標方向、2D 轉 3D 座標系統、相對座標系統等 6 組。
- ◆ 物體形狀的物件資訊：形狀表示、斷面擠出的實體、圖形項目、產品定義形狀、圖形表示等 5 組。
- ◆ 單位系統的物件資訊：國際單位、單位的分配、基本的單位、單位的計算轉換等 4 組。
- ◆ 關係連結的物件資訊：聚集的關係、空間結構控制的關係等 2 組。

## 3. 建立計算屬性值的物件

IAI 制定的 IFC 資料交換標準，雖然採用屬性連結物件的方式，處理物件之間的關係，但是有部分的資訊需要藉由相關的物件屬性值加以計算，才能得到需求的資訊，本段為相關物件屬性值的計算，建立需求物件的介紹，有 11 組。

11 組的物件資訊包括：

- ◆ 物件代碼轉為物件名稱：尋找物件代碼所對應的物件名稱。
- ◆ 物件名稱轉為物件代碼：尋找物件名稱所對應的物件代碼。
- ◆ 刪選數字：尋找一組浮點數的陣列，刪選重複過的數字，目的為建立數字清單。

- ◆ 刪選點位：尋找一組點位的陣列，刪選重複過的點位，目的為建立點位清單。
- ◆ 刪選字串：尋找一組字串的陣列，刪選重複過的字串，目的為建立字串清單。
- ◆ 連結材料：尋找一組結構物構件的物件代碼所對應的材料名稱。
- ◆ 物件連結主要的物件：尋找關係連結的物件資訊，建立各個物件的組成關係的順序。
- ◆ 物件關係：IFC2x3 資訊交換標準，訂定了 2 組的關係連結方式，程式建立的功能為尋找物件代碼對應的關係物件。
- ◆ 所有構件的資訊：尋找 IFC 資訊內容所有的梁和柱物件資訊，整理出全部構件的起點陣列、終點陣列、斷面積陣列、慣性矩陣列等資訊內容，目的為建立構件的資訊清單。
- ◆ 所有材料的資訊：尋找 IFC 資訊內容所有的材料資訊，整理出全部的材料名稱陣列、材料強度陣列等資料內容，目的為建立材料的對照清單。
- ◆ 所有斷面的資訊：尋找 IFC 資訊內容所有斷面的資訊，整理出全部的面積陣列、慣性矩  $I_x$  陣列、慣性矩  $I_y$  陣列和扭轉慣性矩  $I_p$  陣列，目的為建立斷面相關的資訊對照清單。

#### 4. IFC 資訊物件架構：

依照 IFC 檔案內容的物件連結架構，連結物件間的關係，其關係如計劃、建地、建築物、建築樓層、梁和柱等物件間從屬關係，並列出梁、柱所有的附屬模型資訊，此部份為轉換為結構分析模型資訊的前哨站，內容皆由 IFC 資訊檔案直接可以提供的資訊，與結構分析模型資訊尚差一些資訊及資訊未做任何結構分析模型方面的處理，使用步驟 3 所建立的部分物件資訊。

#### 5. 結構分析模型資料：

依照結構分析的模型資訊內容，整理出需要的資訊部份，包括節點資訊、支承資訊、材料性質資訊、斷面性質資訊、桿件資訊等，此部份參考 Kassimali, Matrix Analysis of Structures[4]，一書的資訊輸入檔案模式，直接處理整個 IFC 檔案資訊內的梁、柱資訊，並且將資訊內容整理成資訊輸入檔案模式，使用步驟 3 所建立的部分物件資訊。

### 5.3 資料轉換實例

本實例如圖 5-10 ArchiCAD10 建立的模型實例，由 14 根梁和 12 根柱共同組

成的建築物，圖 5-11 IFC 模型實例，為使用 IFC View 共享軟體中的 IFC Engine Viewer，開啟建立的 IFC 模型範例，其 IFC 模型資訊的轉換後的模型資料內容，包括 18 個節點資訊，6 個支承資訊、1 種材料性質、2 種斷面資訊、26 個桿件資訊，使用長度單位為 cm、重量單位為 kgw。經由 IFC STRU 程式處理 IFC 模型範例，結果分述如下：

#### 節點資訊

18  
 -104, 1456, 0  
 -104, 1456, 310  
 495, 1456, 0  
 495, 1456, 310  
 -104, 1056, 0  
 -104, 1056, 310  
 495, 1056, 0  
 495, 1056, 310  
 1095, 1456, 0  
 1095, 1456, 310  
 1095, 1056, 0  
 1095, 1056, 310  
 495, 1456, 620  
 -104, 1056, 620  
 495, 1056, 620  
 1095, 1456, 620  
 1095, 1056, 620  
 -104, 1456, 620

亦即梁、柱共 52 個節點資訊，經由程式排列組成 18 個節點資訊，節點位置先後順序則依照 IFC 構件出現的先後排列，每個組節資訊則代表一個空間座標位置，例如節點 4 空間座標位置為(495, 1456, 310)，節點 6 空間座標位置為(-104, 1056, 310)。

舉範例一根梁來代表說明如何取得梁節點資訊，如圖 5-12 BMR-012 梁物件內容，其物件代碼為 #990 的 IfcBeam 物件。

梁物體形狀，由物件代碼為 #1014 的平面擠出物體物件描述，其中屬性內容 #1012，代表平面形狀物件，表示為矩形物件。屬性內容 #32，代表為擠出方向的物件，表示擠出方向指向 z 軸。屬性內容 4000 表示擠出長度為 4000。

物件代碼 #1012 的矩形物件，其中屬性內容 #1011，代表矩形形心座標系統，表示為 x 軸對應 x 軸、y 軸對應 y 軸和形心相對座標位置(-100, 0)。

梁的座標系統，由物件代碼 #1013 的立體座標物件描述，其中屬性內容 #35，代表座標點原點位置的物件，表示座標原點為(0, 0, 0)。屬性內容 #30，代



表 z 軸指向的物件，表示 z 軸指向 y 軸。屬性內容 #28，代表 x 軸指向的物件，表示 x 軸方向指向 z 軸，經由計算推導 y 軸方向指向 x 軸，此時形心相對座標位置為 (0, 0, -100)。

由座標系統的形心相對座標位置(0, 0, -100)、擠出方向 z 軸對應到座標系統 y 軸和擠出長度為 4000，計算推導出梁另一端點相對座標座標位置為 (0, 4000, -100)。

此時參照物件代碼 #990 的梁物件，其中屬性內容 #1034，代表梁的相對位置。物件代碼 #1034 的相對位置，其中屬性內容 #531，代表建築樓層的相對位置，屬性內容 #1033，代表梁的相對座標系統，表示 z 軸指向 z 軸、x 軸指向 -x 軸、y 軸指向 -y 軸和座標原點位置(-1046, 14565, 100)，此時梁形心相對座標位置為 (-1046, 14565, 0) 和另一端點相對座標位置為(-1046, 10565, 0)。

物件代碼 #531 的相對位置，其中屬性內容 #49，代表建築物的相對位置，屬性內容 #530，代表建築樓層的相對座標系統，表示 z 軸指向 z 軸、x 軸指向 x 軸、y 軸指向 y 軸和座標原點位置(0, 0, 3100)，此時梁形心相對座標位置為 (-1046, 14565, 3100) 和另一端點相對座標位置為(-1046, 10565, 3100)。

物件代碼 #49 的相對位置，其中屬性內容 \$，代表對應到絕對座標位置，屬性內容 #37，代表建築物的相對座標系統，表示 z 軸指向 z 軸、x 軸指向 x 軸、y 軸指向 y 軸和座標原點位置(0, 0, 0)，此時梁形心絕對座標位置為 (-1046, 14565, 0) 和另一端點絕對座標位置座標為(-1046, 10565, 0)。

使用上述梁節點取得的方式，可取得所有梁、柱節點資訊並刪除重複的節點資料，包括接合位置上的誤差節點，節點取得的順序，則會依照 IfcBeam 和 IfcColumn 物件代號大小，由小到大順序排列，最後得到節點資訊。

## 支承資訊

6  
1, 1, 1, 1, 1, 1, 1  
3, 1, 1, 1, 1, 1, 1  
5, 1, 1, 1, 1, 1, 1  
7, 1, 1, 1, 1, 1, 1  
9, 1, 1, 1, 1, 1, 1  
11, 1, 1, 1, 1, 1, 1

支承資訊是由節點資訊透過程式 IFC STRU，取得高成為 0 的節點設定為固端支承，因此結構物共有 6 組支承資訊，內容為按照節點資訊內容的順序，例如節點 3 為固端支承，1, 1, 1, 1, 1, 1 表示 6 個方向自由度為束制。

## 材料性質資訊



1  
217370

透過程式 IFC STRU 搜索 IFC 建築資訊範例的材料物件，得到此結構物有 1 組材料性質資訊，其材料彈性係數  $E$  為 217370，其取得方式於桿件資訊。


### 斷面性質資訊

2  
900, 67500, 67500  
400, 13333, 13333

亦即此結構物有 2 組斷面性質資訊，例如斷面 1，斷面積為 900，慣性矩  $I_x$  為 67500， $I_y$  為 67500；斷面 2，斷面積為 400，慣性矩  $I_x$  為 13333， $I_y$  為 13333。

對照圖 5-12 BMR-012 梁物件內容，物件代號為 #1012 的矩形物件，屬性資料中， $x$  為 200， $y$  為 200，使用單位為 mm，在轉換為 cm 後， $x$  為 20cm， $y$  為 20cm，計算得到斷面性質資料，面積為  $400\text{cm}^2$ ，慣性矩  $I_x$  為  $13333\text{cm}^4$ ，慣性矩  $I_y$  為  $13333\text{cm}^4$ 。

### 桿件資訊



26  
1, 2, 1, 1  
3, 4, 1, 1  
5, 6, 1, 1  
7, 8, 1, 1  
9, 10, 1, 1  
11, 12, 1, 1  
4, 13, 1, 1  
6, 14, 1, 1  
8, 15, 1, 1  
10, 16, 1, 1  
12, 17, 1, 1  
2, 18, 1, 1  
2, 6, 1, 2  
4, 8, 1, 2  
10, 12, 1, 2  
6, 8, 1, 2  
8, 12, 1, 2  
2, 4, 1, 2

4, 10, 1, 2  
18, 13, 1, 2  
13, 16, 1, 2  
18, 14, 1, 2  
13, 15, 1, 2  
16, 17, 1, 2  
14, 15, 1, 2  
15, 17, 1, 2

由程式 IFC STRU 搜索 IFC 建築資訊範例中，所有的梁、柱等構件，得知此結構物共有 26 組桿件資訊，例如桿件 6 對應桿件起點為節點 11，桿件終點為節點 12，桿件材料為材料 1 和桿件斷面為斷面 1，亦即連接至材料資訊、斷面資料可得 E、A、Ix、Iy。

如圖 5-13 CRE-003 材料連結物件內容，物件代碼為 #123 為材料連結物件，屬性資料中，#72 為連結的構件，#121 為連結的材料，依照材料性質資訊的說明，可得到材料為混凝土，設定其彈性係數 E 為  $217370\text{kgw}/\text{cm}^2$ 。

或是如圖 5-14 BMR-012 材料連結物件內容，物件代號為 #1036 的為材料連結物件，屬性資料中，#990 為連結的構件，#121 為連結的材料，依照材料性質資訊的說明，可得到材料彈性係數 E 為  $217370\text{kgw}/\text{cm}^2$ 。

每一根梁、柱構件都會對應到一個材料連結物件，連結到一種材料名稱，相同使用材料性質資訊取得的方式，得到梁、柱的材料性質，按照材料性質資訊內容順序，進行材料性質比對，得到材料性質資訊相對應的資料。

最後搜索梁、柱斷面所對應的形狀物件，相同使用斷面性質資訊取得的方式，得到梁、柱的斷面性質，按照斷面性質資訊內容順序，進行斷面性質比對，得到斷面性質相對應的資料，便得到桿件資訊所有的資料內容。

## 第六章 結論與建議

### 6.1 結論

1. 本研究重點著重於以 IFC 資訊內容研究為主，嘗試將 IFC 資訊內容轉換為結構分析所需資訊，在研究的過程當中，雖然 IAI 制定 IFC 2x3 提供相關的技術與知識，配合已實作的 IFC 資訊檔案內容加以研究，衍生了解到 Graphisoft ArchiCAD 10 在 IFC 資訊內容的描述。
2. IFC 資訊以結構構件中的梁及柱為主要的研究對象，構件在敘述斷面形狀後擠出一方向加上擠出長度形成物體，在敘述物件位置轉換時會提供該物件的局部座標系統經過平移及旋轉後放到設定位置上，而 IFC 資訊提供相對座標系統這部分需要撰寫程式得到絕對座標系統的位置。
3. ArchiCAD 10 在敘述斷面型式，可能因為是基本圖型物件只有點、線、圓形、方形與 IAI 制定的 IFC 的 ProfileDef 有圓形、矩形、T 形、I 形、L 形、中空圓形、中空方形、複合形狀、自訂斷面形狀、、、等有很多圖形並無法在 CAD 軟體匯入後顯示，而在匯出 CAD 軟體製作的 IFC 斷面型式資訊除圓形及矩形外皆為自訂斷面，為有效支援 CAD 軟體所製作的 IFC 資訊內容，在自訂斷面須特別考慮其描述方式。
4. 最後在程式成果呈現部分，依照 IFC 資訊內容拆解出得到資料連結之樹狀關係及關聯的結構構件材料名稱、桿件長度、斷面性質、構件端點相關位置、、、等資訊，最後將上述資訊內容轉換成結構分析需要的資訊格式，因 IFC 資訊內容未包含載重資訊故分析資訊未包括載重資訊。
5. 在程式成果呈現的過程，IFC 資訊內容拆解得出資訊內容，在轉換結構分析資訊時，發現既使在製作 IFC 資訊過程，刻意未加入版及梁中心線位置在上下兩柱之間，構件交接處並不僅只有一點，資訊內容有微小的點位差距問題存在，因此轉換過程當中程式有做忽略差距的步驟。

## 6.2 建議

1. 支援軟體廠商在 IFC 支援的資訊內容皆有完整度問題存在，且 IAI 所制定之 IFC 資訊內容在結構分析領域，未有與一般 CAD 軟體匯出之 IFC 資訊有轉換性，在 IAI 及支援廠商成熟度及完整度並不完善，IFC 資訊尚有一段加強空間。
2. 目前研究當中未有自行製作 IFC 資訊內容能力且 IFC 資訊內容非常龐大，研究過程中尚有許多 IFC 資訊內容並未使用及研究，目前僅研究 IFC 資訊在資料屬性抽取方式，僅須再將抽取資訊屬性內容加以演算進而達到 IFC 資訊分享的目的。
3. 程式撰寫開始並未考慮到成果呈現方式，在成果方面可以採用視窗化的方式進而加強成果的美觀易讀性、呈現方式更加靈活等優點，可更突顯撰寫程式部分的完整性。
4. IFC 資訊描述結構構件方面不僅只限於斷面擠出方式，尚有其他描述方式例如：由許多面組成構件，但這些未有 CAD 軟體廠商的支援，目前僅可以在一些 Ifc View 軟體上顯示物件形狀，在研究中亦未處理這類特殊描述方式，在支援程度方面受到限制，可供後進探討之。



## 參考文獻

- [1] IAI, The EXPRESS Definition Language for IFC Development, USA, <http://www.iai-international.org/>。
- [2] IAI, FC2x3\_Final\_HTML\_distribution, USA, 2006, <http://www.iai-international.org/>。
- [3] IAI, IFC\_2x\_Technical\_Guide, USA, 2000, <http://www.iai-international.org/>。
- [4] Kassimali Aslam, Matrix Analysis of Structures, USA。
- [5] IAI, buildingSMART\_Glossary\_V05, USA, 2007, <http://www.iai-international.org/>。
- [6] National Institute of Building Sciences, National BIM Standard, USA, 2006。
- [7] General Services Administration, BIM Guide Overview, USA, 2006。
- [8] AEC3, IFC and Geographic Information(IFG), Germany, 2004。
- [9] 潘稟嘉,「建築圖形資訊標準於營建業電子商務之應用研究」,碩士論文,國立臺灣大學, 2000。
- [10] 謝東穎,「鋼結構工程 4D 模擬系統之研究」,碩士論文,國立台灣大學, 2005。
- [11] 李兆平,「建築設施在營運與維護階段資訊共享-以學校教室為例」,碩士論文,國立交通大學, 2001。
- [12] 黃軍棠,「結構實驗 3D 資訊處理系統之研究」,碩士論文,國立台灣大學, 2006。
- [13] 王志仁,「國內外營建業電子化發展概況之比較」,碩士論文,國立交通大學, 2007。
- [14] 良葛格, Java JDK5.0 學習筆記, 碁峯資訊, 2005。
- [15] 廖文棋, Java 2 精華, 儒林資訊, 1999。
- [16] 古頤榛, Java 2 教學範本, 碁峯資訊, 2001。
- [17] IAI, <http://www.iai-international.org/>。
- [18] IfcWiki, <http://www.ifcwiki.org/>。
- [19] buildingSmart, <http://www.iai-tech.org/>。
- [20] 台灣 Autodesk 網站, <http://www.autodesk.com.tw/>。
- [21] Graphisoft 總公司網站, <http://www.graphisoft.com/>。
- [22] 台灣 Bentley 網站, <http://www.bentley.com.tw/>。



表 3-1 IfcProject 屬性資料內容

屬性名稱	屬性性質	屬性資料
GlobalId		<a href="#">IfcGloballyUniqueId</a>
OwnerHistory		<a href="#">IfcOwnerHistory</a>
Name	OPTIONAL	<a href="#">IfcLabel</a>
Description	OPTIONAL	<a href="#">IfcText</a>
ObjectType	OPTIONAL	<a href="#">IfcLabel</a>
LongName	OPTIONAL	<a href="#">IfcLabel</a>
Phase	OPTIONAL	<a href="#">IfcLabel</a>
RepresentationContexts	SET [1:?]	<a href="#">IfcRepresentationContext</a>
UnitsInContext		<a href="#">IfcUnitAssignment</a>

表 3-2 IfcSite 屬性內容

屬性名稱	屬性性質	屬性資料
GlobalId		<a href="#">IfcGloballyUniqueId</a>
OwnerHistory		<a href="#">IfcOwnerHistory</a>
Name	OPTIONAL	<a href="#">IfcLabel</a>
Description	OPTIONAL	<a href="#">IfcText</a>
ObjectType	OPTIONAL	<a href="#">IfcLabel</a>
ObjectPlacement	OPTIONAL	<a href="#">IfcObjectPlacement</a>
Representation	OPTIONAL	<a href="#">IfcProductRepresentation</a>
LongName	OPTIONAL	<a href="#">IfcLabel</a>
CompositionType		<a href="#">IfcElementCompositionEnum</a>
RefLatitude	OPTIONAL	<a href="#">IfcCompoundPlaneAngleMeasure</a>
RefLongitude	OPTIONAL	<a href="#">IfcCompoundPlaneAngleMeasure</a>
RefElevation	OPTIONAL	<a href="#">IfcLengthMeasure</a>
LandTitleNumber	OPTIONAL	<a href="#">IfcLabel</a>
SiteAddress	OPTIONAL	<a href="#">IfcPostalAddress</a>

表 3-3 IfcBuilding 屬性內容

屬性名稱	屬性性質	屬性資料
GlobalId		<a href="#">IfcGloballyUniqueId</a>
OwnerHistory		<a href="#">IfcOwnerHistory</a>
Name	OPTIONAL	<a href="#">IfcLabel</a>
Description	OPTIONAL	<a href="#">IfcText</a>
ObjectType	OPTIONAL	<a href="#">IfcLabel</a>
ObjectPlacement	OPTIONAL	<a href="#">IfcObjectPlacement</a>
Representation	OPTIONAL	<a href="#">IfcProductRepresentation</a>
LongName	OPTIONAL	<a href="#">IfcLabel</a>
CompositionType		<a href="#">IfcElementCompositionEnum</a>
ElevationOfRefHeight	OPTIONAL	<a href="#">IfcLengthMeasure</a>
ElevationOfTerrain	OPTIONAL	<a href="#">IfcLengthMeasure</a>
BuildingAddress	OPTIONAL	<a href="#">IfcPostalAddress</a>

表 3-4 IfcBuildingStorey 屬性內容

屬性名稱	屬性性質	屬性資料
GlobalId		<a href="#">IfcGloballyUniqueId</a>
OwnerHistory		<a href="#">IfcOwnerHistory</a>
Name	OPTIONAL	<a href="#">IfcLabel</a>
Description	OPTIONAL	<a href="#">IfcText</a>
ObjectType	OPTIONAL	<a href="#">IfcLabel</a>
ObjectPlacement	OPTIONAL	<a href="#">IfcObjectPlacement</a>
Representation	OPTIONAL	<a href="#">IfcProductRepresentation</a>
LongName	OPTIONAL	<a href="#">IfcLabel</a>
CompositionType		<a href="#">IfcElementCompositionEnum</a>
Elevation	OPTIONAL	<a href="#">IfcLengthMeasure</a>

表 3-5 IfcBeam 和 IfcColumn 屬性內容

屬性名稱	屬性性質	屬性資料
GlobalId		<a href="#">IfcGloballyUniqueId</a>
OwnerHistory		<a href="#">IfcOwnerHistory</a>
Name	OPTIONAL	<a href="#">IfcLabel</a>
Description	OPTIONAL	<a href="#">IfcText</a>
ObjectType	OPTIONAL	<a href="#">IfcLabel</a>
ObjectPlacement	OPTIONAL	<a href="#">IfcObjectPlacement</a>
Representation	OPTIONAL	<a href="#">IfcProductRepresentation</a>
Tag	OPTIONAL	<a href="#">IfcIdentifier</a>



表 4-1 IfcRectangleProfileDef 屬性內容

屬性名稱	屬性性質	屬性資料
ProfileType		<a href="#">IfcProfileTypeEnum</a>
ProfileName	OPTIONAL	<a href="#">IfcLabel</a>
Position		<a href="#">IfcAxis2Placement2D</a>
XDim		<a href="#">IfcPositiveLengthMeasure</a>

表 4-2 IfcCircleProfileDef 屬性內容

屬性名稱	屬性性質	屬性資料
ProfileType		<a href="#">IfcProfileTypeEnum</a>
ProfileName	OPTIONAL	<a href="#">IfcLabel</a>
Position		<a href="#">IfcAxis2Placement2D</a>
Radius		<a href="#">IfcPositiveLengthMeasure</a>

表 4-3 IfcArbitraryClosedProfileDef 屬性內容

屬性名稱	屬性性質	屬性資料
ProfileType		<a href="#">IfcProfileTypeEnum</a>
ProfileName	OPTIONAL	<a href="#">IfcLabel</a>
OuterCurve		<a href="#">IfcCurve</a>

表 4-4 IfcPolyline 屬性資訊內容

屬性名稱	屬性性質	屬性資料
Points	LIST [2:?]	<a href="#">IfcCartesianPoint</a>

表 4-5 樓層資訊(單位：mm)

No	Name	高程	樓層高
2		6200	3100
1		3100	3100
0	Ground Floor	0	3100

表 4-6 一樓梁、柱座標點位置(單位：mm)

ID	Type	x1	y1	z1	x2	y2	z2
CRE-003	柱	-1046	14565	0	-1046	14565	3100
CRE-004	柱	4954	14565	0	4954	14565	3100
CRE-005	柱	10954	14565	0	10954	14565	3100
CRE-010	柱	-1046	10565	0	-1046	10565	3100
CRE-011	柱	4954	10565	0	4954	10565	3100
CRE-012	柱	10954	10565	0	10954	10565	3100
BMR-003	梁	-1046	14565	3100	4954	14565	3100
BMR-004	梁	4954	14565	3100	10954	14565	3100
BMR-012	梁	-1046	14565	3100	-1046	10565	3100
BMR-013	梁	4954	14565	3100	4954	10565	3100
BMR-014	梁	10954	14565	3100	10954	10565	3100
BMR-015	梁	-1046	14565	3100	4954	10565	3100
BMR-016	梁	4954	14565	3100	10954	10565	3100



表 4-7 二樓梁、柱座標點位置(單位：mm)

ID	Type	x1	y1	z1	x2	y2	z2
CRE-003	柱	-1046	14565	3100	-1046	14565	6200
CRE-004	柱	4954	14565	3100	4954	14565	6200
CRE-007	柱	10954	14565	3100	10954	14565	6200
CRE-005	柱	-1046	10565	3100	-1046	10565	6200
CRE-006	柱	4954	10565	3100	4954	10565	6200
CRE-008	柱	10954	10565	3100	10954	10565	6200
BMR-017	梁	-1046	14565	6200	4954	14565	6200
BMR-018	梁	4954	14565	6200	10954	14565	6200
BMR-019	梁	-1046	14565	6200	-1046	10565	6200
BMR-020	梁	4954	14565	6200	4954	10565	6200
BMR-021	梁	10954	14565	6200	10954	10565	6200
BMR-022	梁	-1046	14565	6200	4954	10565	6200
BMR-023	梁	4954	14565	6200	10954	10565	6200

表 4-8 結構構件斷面資料

結構構件(cm)	面積 A(cm <sup>2</sup> )	慣性矩 Ix(cm <sup>4</sup> )	慣性矩 Iy(cm <sup>4</sup> )
梁(400)	400	13333.33	13333.33
梁(600)	400	13333.33	13333.33
柱(310)	900	67500	67500

APPLICATION PROTOCOLS AND ASSOCIATED ABSTRACT-TEST SUITES

<ul style="list-style-type: none"> <li>I 201 Explicit draughting [ATS 301=X]</li> <li>I 202 Associative draughting [X]</li> <li>I 203 Configuration-controlled design (e2=1,e1=1)[X]</li> <li>I 204 Mechanical design using boundary rep [I]</li> <li>X 205 Mechanical design using surface rep [W]</li> <li>X 206 Mechanical design using wireframe [X]</li> <li>I 207 Sheet metal die planning and design [I]</li> <li>X 208 Life-cycle product change process [X]</li> <li>I 209 Composite &amp; metal structural anal &amp; related design [X]</li> <li>I 210 Electronic assy, interconnection &amp; packaging design [X]</li> <li>X 211 Electronic P-C assy test diag. &amp; remanuf [X]</li> <li>I 212 Electrotechnical design and installation [C]</li> <li>X 213 Num control (NC) process plans for mach'd parts [X]</li> <li>I 214 Core data for automotive mech design processes (e2=E)[F]</li> <li>I 215 Ship management [X]</li> <li>I 216 Ship moulded forms [X]</li> <li>X 217 Ship piping [X]</li> <li>I 218 Ship structures [X]</li> <li>X 219 Dimension inspection [X]</li> <li>O 220 Proc. pig, radg, assy of layered electrical products [X]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>C 221 Functional data &amp; their schem rep for process plant [X]</li> <li>X 222 Design-variant for composite structures [W]</li> <li>X 223 Exch of design &amp; mfg product info for cast parts [I2]</li> <li>I 224 Mech pdt def for p. pig using mach'ng feat [e2=X,e3=A]</li> <li>I 225 Building elements using explicit shape rep [C] [X,I]</li> <li>X 226 Ship mechanical systems [C]</li> <li>I 227 Plant spatial configuration (e2=C) [X]</li> <li>X 228 Building services: HVAC [X]</li> <li>X 229 Design &amp; mfg product info for forged parts [X]</li> <li>X 230 Building structural frame: steelwork [X]</li> <li>X 231 Process-engineering data [X]</li> <li>I 232 Technical data packaging: core info &amp; exch [I]</li> <li>W 233 Systems engineering data repr (to be PAS 20342) [X]</li> <li>X 234 Ship operational logs, records, and messages [X]</li> <li>W 235 Materials info for des and verif of products [X]</li> <li>W 236 Furniture product and project data [W]</li> <li>W 237 Computational Fluid Dynamics</li> <li>A 238 Computer numerical controllers</li> <li>W 239 Product life-cycle support</li> <li>W 240 Process plans for machined products</li> </ul>
--	---

j.gnell, 89-Oct-23; rev. 03-04-07. Origin: ISO 10303 Editing Committee. On-line: <http://www.nist.gov/step/>

COMMON RESOURCES (with 13584-20 logic model of expr.(I) and 15531-42 Time (W))

APPLICATION MODULES (Technical specifications)

For status of the modules access the file via the SOAP home page.

**Legend: TS Status**  
 0-10 =O=prop->agrd for ballot  
 10-20=A=NP ballt circ->NP agrd  
 20-60=D=DTS dev->reg as TS  
 >60 =T=TS Published

INTEGRATED-APPLICATION RESOURCES

<ul style="list-style-type: none"> <li>I 101 Draughting (e1=I)</li> <li>X 102 Ship structures</li> <li>X 103 E/E connectivity</li> <li>I 104 Finite element analysis</li> <li>I 105 Kinematics (e1=I, e2=D)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>X 106 Building core model</li> <li>C 107 Finite-element analysis definition relationships</li> <li>C 108 Parametrization/Constraints for expl geom. prod. info</li> <li>C 109 Assembly model for products</li> <li>W 110 Mesh-based computational fluid dynamics</li> </ul>
--	--

INTEGRATED-GENERIC RESOURCES

<ul style="list-style-type: none"> <li>41 Fund of pdct descr &amp; spt (e2=1,e1=I)</li> <li>42 Geom &amp; top rep (e3=1,e2e1=1,e3=P)</li> <li>43 Repr spec specialization (e2=I,e1=I,e2=I)</li> <li>44 Product struct condg (e2=1,e1=I)</li> <li>45 Materials (e1=I)</li> <li>46 Visual presentation (e1=I, e2=D)</li> <li>47 Tolerances (e1=I)</li> <li>X 48 Form features</li> <li>49 Process structure &amp; properties</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>I 50 Mathematical constructs</li> <li>E 51 Mathematical description</li> <li>W 52 Mesh-based topology</li> <li>W 53 Numerical Analysis</li> <li>C 54 Classification Set theory</li> <li>A 55 Procedural and hybrid represent.</li> <li>W 56 State</li> <li>W 57 Expression extensions</li> <li>A 58 Risk</li> </ul>
---	--

APPLICATION-INTERPRETED CONSTRUCTS

<ul style="list-style-type: none"> <li>I 501 Edge-based wireframe</li> <li>I 502 Shell-based wireframe</li> <li>I 503 Geom-bounded 2D wireframe</li> <li>I 504 Draughting annotation</li> <li>I 505 Drawing structure &amp; admin.</li> <li>I 506 Draughting elements</li> <li>I 507 Geom-bounded surface</li> <li>I 508 Non-manifold surface</li> <li>I 509 Manifold surface</li> <li>I 510 Geom-bounded wireframes</li> <li>I 511 Topological-bounded surface</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>I 512 Faceted B-representation</li> <li>I 513 Elementary B-rep</li> <li>I 514 Advanced B-rep</li> <li>I 515 Constructive solid geometry</li> <li>X 516 Mechanical-design context</li> <li>I 517 Mech-design geom presentation (e1=I)</li> <li>I 518 Mech-design shaded presentation</li> <li>I 519 Geometric tolerances (e1=I)</li> <li>I 520 Assoc draughting elements</li> <li>@521 Manifold surfaces</li> <li>E 522 Machining features</li> <li>A 523 Curve swept solid</li> </ul>
--	--

IMPLEMENTATION METHODS

<ul style="list-style-type: none"> <li>I 21 Clear-text encoding exch str (e1=I,e2=I)</li> <li>22 Standard data access interface</li> <li>23 C++ language binding (to #22)</li> <li>I 24 C language binding (to #22)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>C 25 EXPRESS to OMB XML</li> <li>X 26 ILL language binding (to #22)</li> <li>I 27 IAVA language binding (to #22)</li> <li>@28 XML rep for EXPRESS-schemata &amp; data</li> <li>X 29 Lwt Java binding (to #22) (DTS)</li> </ul>
--	---

**Legend: Part Status** (E, F, I safe to implement)  
 0=C=Preliminary Stage (Proposal->agrd for NP ballot)  
 10=A=Proposal Stage (NP ballot circ->NP approval)  
 20=W=Preparatory Stage (Wkg Draft devel->CD regis)  
 30-C=Committee Stage (CD circulation->DIS regis)  
 40=E=Enquiry Stage (DIS circ->FDIS registration)  
 50=F=Approval Stage (FDIS circ->Int'l Std regis)  
 @=A115C, approved for publication (ISO status 40.95 or 50.99)  
 60=I=Publication Stage (Int'l Std published)  
 98=X=Project withdrawn

**DESCRIPTION METHODS**  
 I 1 Overview and functional principles  
 I 11 EXPRESS language ref man. (e1=I,e2=C e2=C-e2=X ISO 20303-X e1=X)  
 I 12 EXPRESS-4 language ref man. (Type 2 tech report, not a 10303 part)  
 X 13 Architecture and Methodology reference manual  
 E 14 EXPRESS X Language reference manual

**CONFORMANCE TESTING METHODOLOGY & FRAMEWORK**  
 I 31 General concepts  
 I 32 Requirements on testing jobs and plans  
 X 33 Structures and use of abstract test suites  
 I 34 Abstract test methods for Part 21 implementation  
 C 35 Abstract test methods for Part 22 implementation

圖 2-1 STEP 架構圖

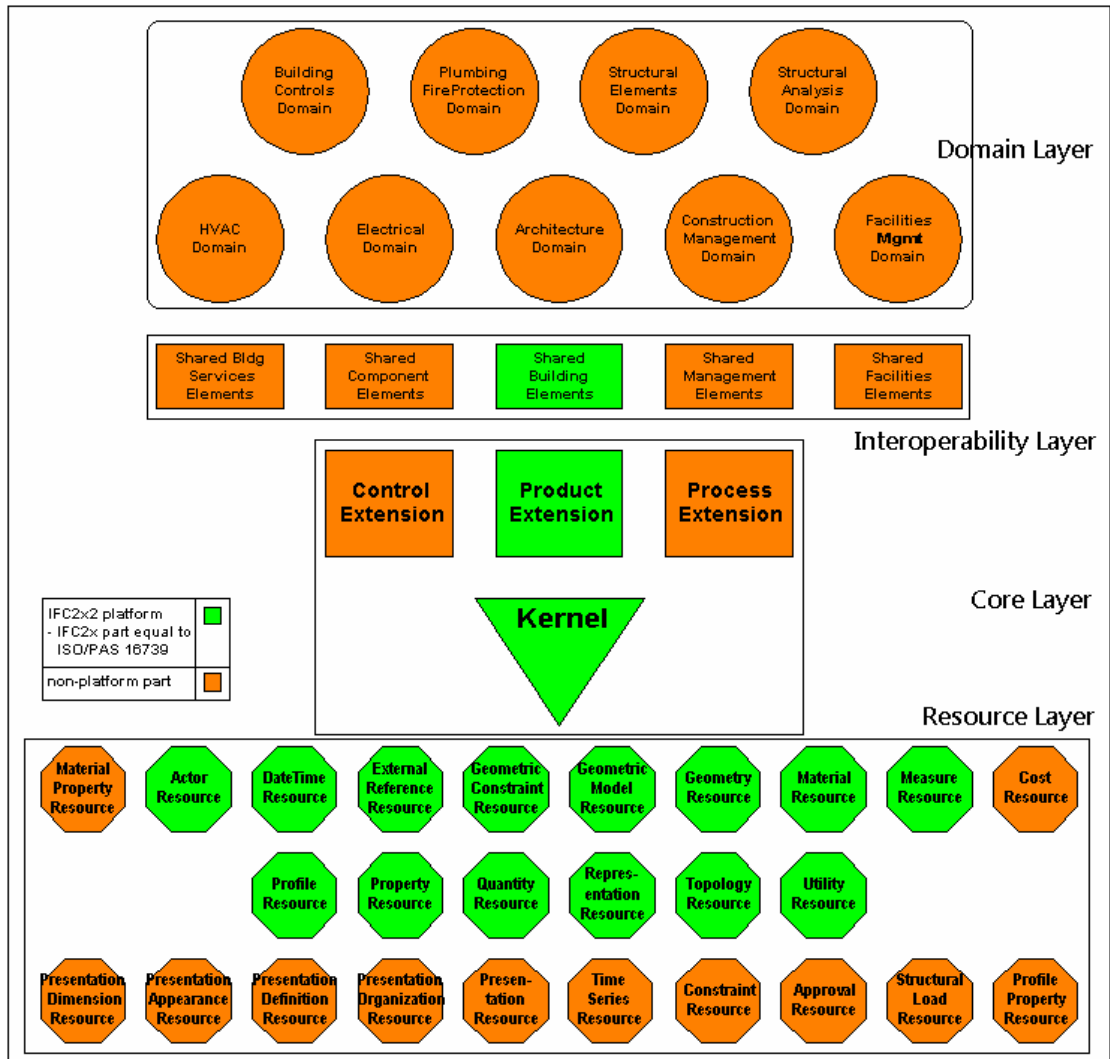


圖 2-2 IFC 基本架構圖(IAI 2006)

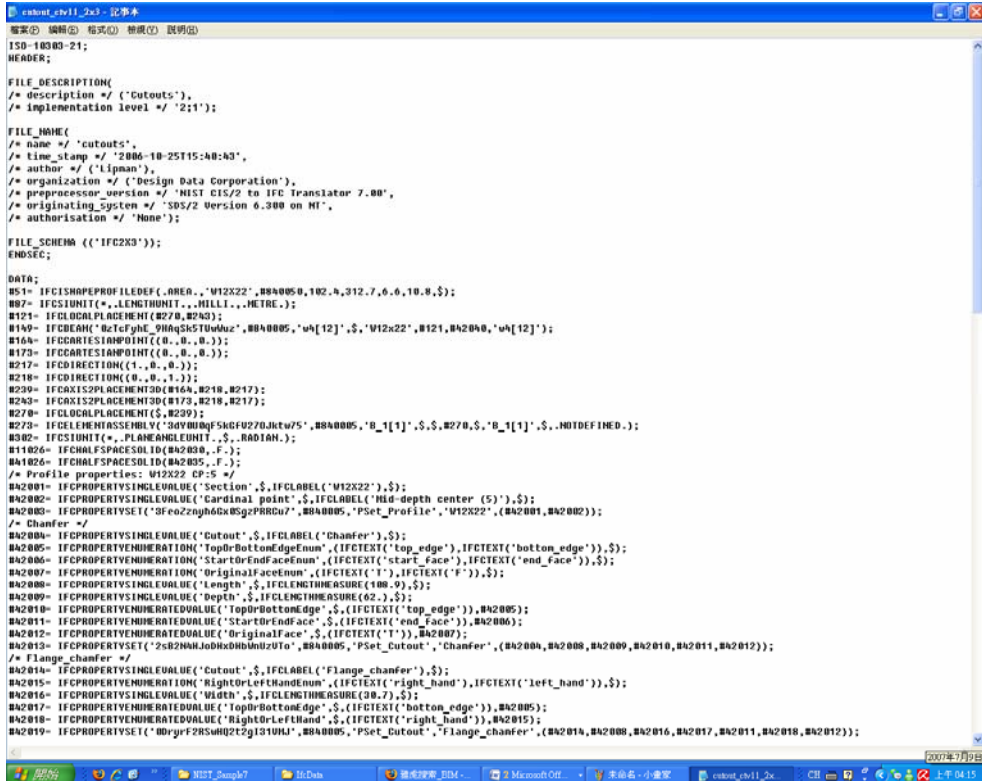


圖 3-1 一般文字編輯軟體開啟 IFC 資訊內容

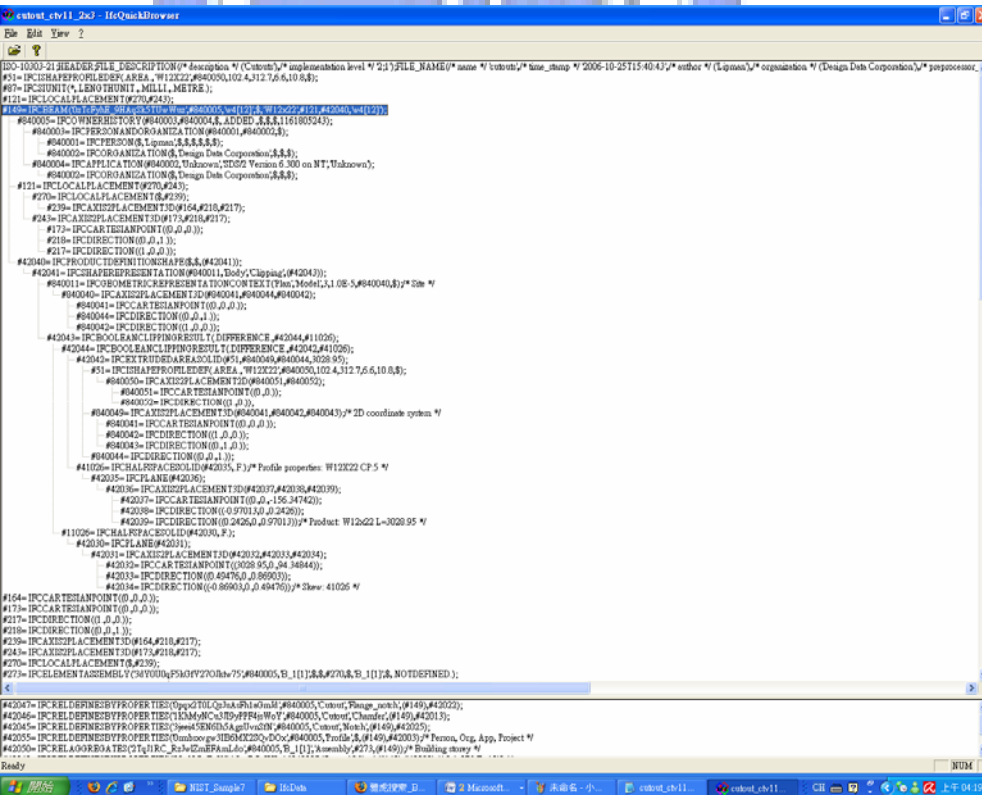


圖 3-2 IfcQuickBrowser 開啟 IFC 資訊內容

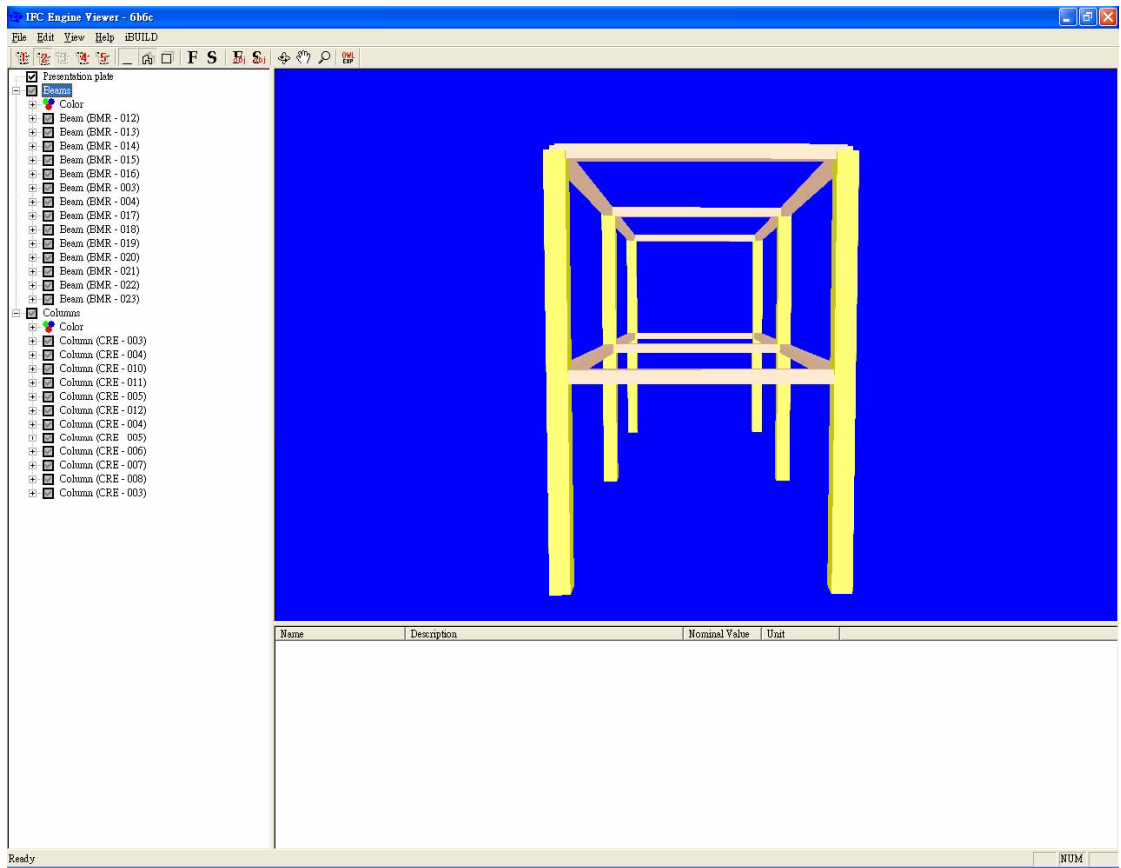
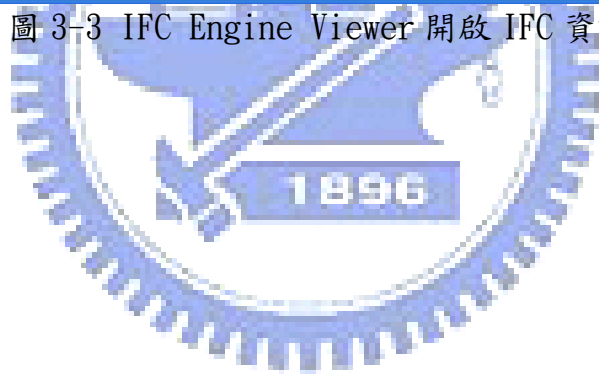


圖 3-3 IFC Engine Viewer 開啟 IFC 資訊內容



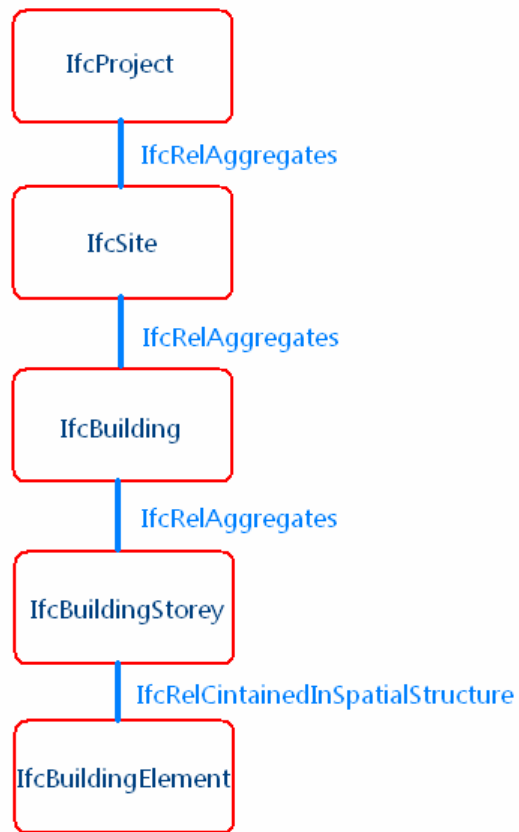


圖 3-4 IFC 資訊架構圖

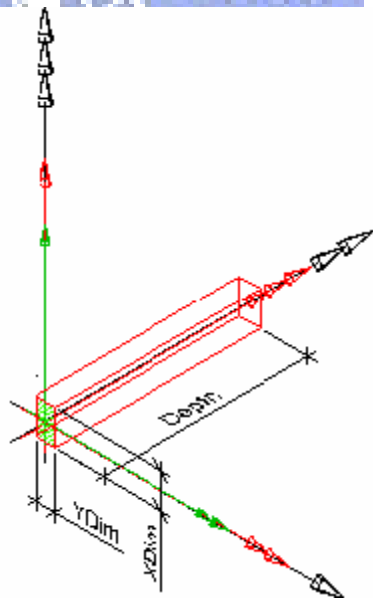


圖 3-5 IfcBeam 標準幾何表示



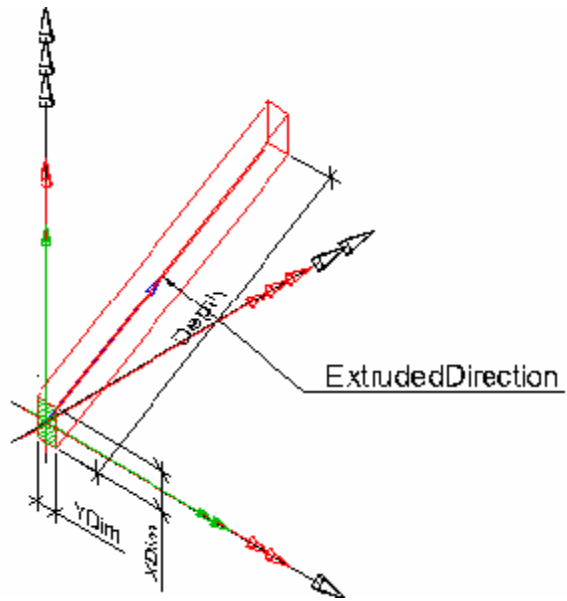


圖 3-6 IfcBeam 進階幾何表示



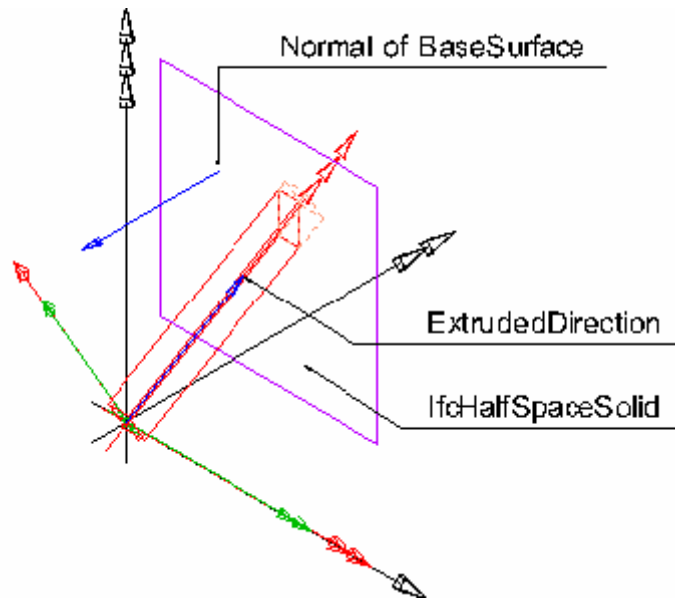


圖 3-7 使用 IfcHalfSpaceSolid 幾何表示

```

#149= IFCBEAM('2tR0c2rMTiJQuU5xxZNqVt',#840005,w4[12],'W12x22',#121,#42031,w4[12]);
┌─ #840005= IFCOWNERHISTORY(#840003,#840004,$,ADDED,$,$,$,1161805320);
┌─ #121= IFCLOCALPLACEMENT(#270,#243);
┌─ #42031= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,(#42032));
┌─ #42032= IFCSHAPE REPRESENTATION(#840011,'Body','Brep',(#42034));/* B-rep: W12x22 I
┌─ #840011= IFCGEOMETRICREPRESENTATIONCONTEXT('Plan','Model',3,1.0E-5,#8400
┌─ #42034= IFCFACETEDBREP(#42234);
┌─ #42234= IFCCLOSEDSHELL((#42108,#42111,#42114,#42117,#42120,#42123,#4212
┌─ #42108= IFCFACE((#42109));
┌─ #42109= IFCFACEOUTERBOUND(#42110,T);
┌─ #42110= IFCPOLYLOOP((#42035,#42043,#42046,#42038));
┌─ #42035= IFCCARTESIANPOINT((78.19679,-51.2,156.35));
┌─ #42043= IFCCARTESIANPOINT((78.19679,-5.12,156.35));
┌─ #42046= IFCCARTESIANPOINT((75.49603,-5.12,145.55));
┌─ #42038= IFCCARTESIANPOINT((75.49603,-51.2,145.55));
┌─ #42111= IFCFACE((#42112));
┌─ #42114= IFCFACE((#42115));
┌─ #42117= IFCFACE((#42118));
┌─ #42120= IFCFACE((#42121));
┌─ #42123= IFCFACE((#42124));
┌─ #42126= IFCFACE((#42127));

```

圖 3-8 IfcFacetedBrep 物體形狀 Schema 表示

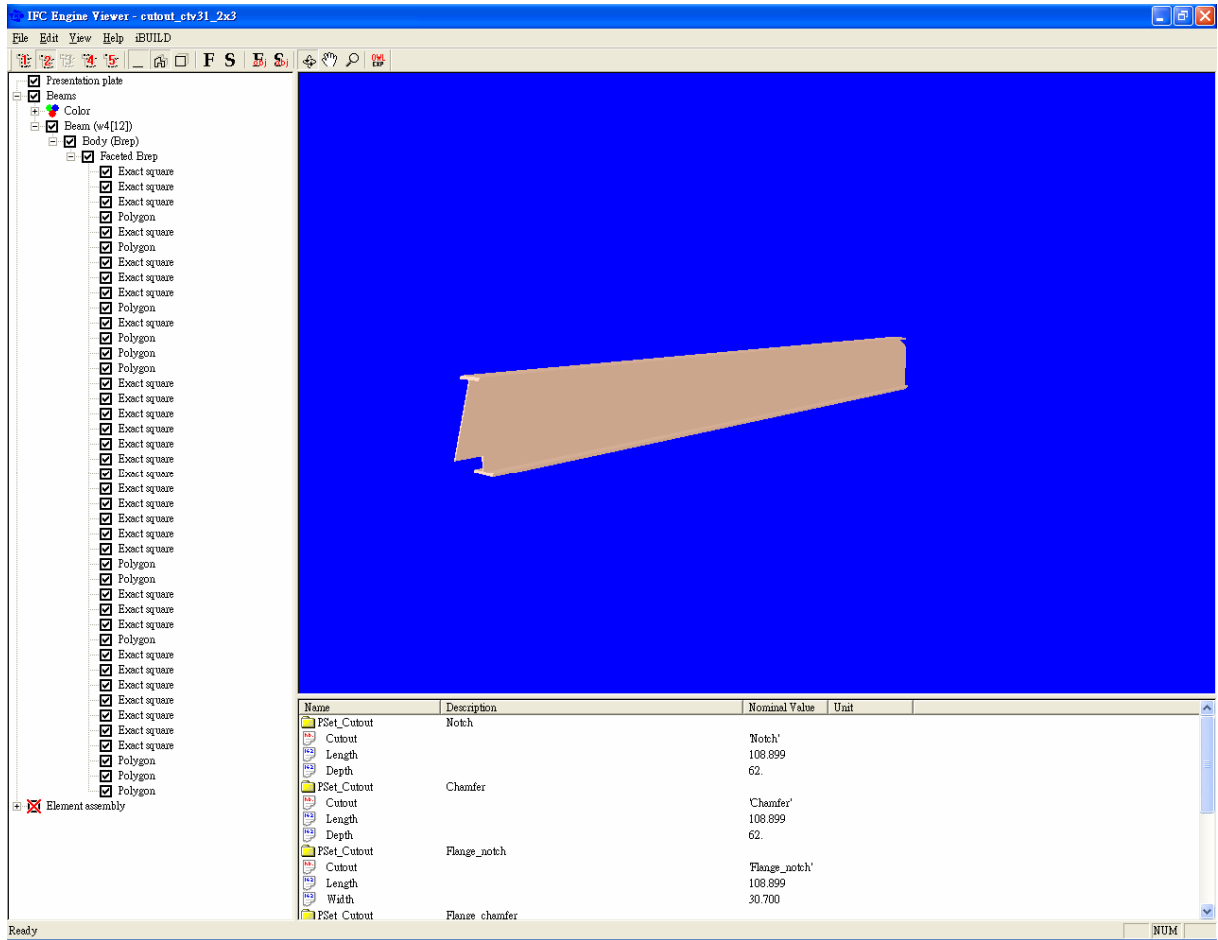


圖 3-9 IfcFacetedBrep 物體形狀表示

```

#121=IFCBEAM('3q07QQciWpGPwkYt2Hs7XT',#60005,'I-Beam','Beam','W10X60',#129,#3179,'I-Beam');
#60005=IFCWNERHISTORY(#60003,#60004,$,ADDED,$,$,$,1161806394);
#129=IFCLOCALPLACEMENT($,#131);
#3179=IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,#3180);
#3180=IFCSHAPEREPRESENTATION(#60011,'Body','SweptSolid',(#3181));
#60011=IFCGEOMETRICREPRESENTATIONCONTEXT('Plan','Model',3,1.0E-5,#60040,$);/* Site */
#3181=IFCEXTRUDEDAREASOLID(#125,#60049,#60044,36);/* Product: ROD2 L=36. */
#125=IFCARBITRARYCLOSEDPROFILEDEF(AREA,'W10X60',#3014);
#3014=IFCPOLYLINE((#3001,#3002,#3003,#3004,#3005,#3006,#3007,#3008,#3009,#3010,#3011,#3012,#3001));
#3001=IFCCARTESIANPOINT((-10.1,10.2));
#3002=IFCCARTESIANPOINT((-10.1,9.52));
#3003=IFCCARTESIANPOINT((-5.26,9.52));
#3004=IFCCARTESIANPOINT((-5.26,0.68));
#3005=IFCCARTESIANPOINT((-10.1,0.68));
#3006=IFCCARTESIANPOINT((-10.1,0.0));
#3007=IFCCARTESIANPOINT((0.0,0.0));
#3008=IFCCARTESIANPOINT((0.0,0.68));
#3009=IFCCARTESIANPOINT((-4.84,0.68));
#3010=IFCCARTESIANPOINT((-4.84,9.52));
#3011=IFCCARTESIANPOINT((0.0,9.52));
#3012=IFCCARTESIANPOINT((0.0,10.2));
#3001=IFCCARTESIANPOINT((-10.1,10.2));
#60049=IFCAXIS2PLACEMENT3D(#60041,#60042,#60043);/* 2D coordinate system */
#60044=IFCDIRECTION((0,0,1));

```

圖 3-10 IfcArbitraryClosedProfileDef 表示 I 型斷面

```

#721= IFCBEAM(2bkYT9N0gIwhUaB63w3UX',#40005,I-Beam,'Beam','W10X60',#729,#2065,I-Beam);
#40005= IFCOWNERHISTORY(#40003,#40004,$,ADDED,$,$,$,1161806220);
#729= IFCLOCALPLACEMENT($,#731);
#2065= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,(#2066));
#2066= IFCSHAPE REPRESENTATION(#40011,Body,'SweptSolid',(#2067));
#40011= IFCGEOMETRICREPRESENTATIONCONTEXT(Plan,Model,3,1.0E-5,#40040,$)/ * Site */
#2067= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#725,#40049,#40044,36)/ * Product: ROD2 L=36. */
#725= IFCISHAPEPROFILEDEF(.AREA,'W10X60',#40050,10.1,10.2,0.42,0.68,$);
#40050= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#40051,#40052);
#40051= IFCCARTESIANPOINT((0,0));
#40052= IFCDIRECTION((1,0));
#40049= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#40041,#40042,#40043)/ * 2D coordinate system */
#40044= IFCDIRECTION((0,0,1));

```

圖 3-11 IfcIShapeProfileDef 表示 I 型斷面



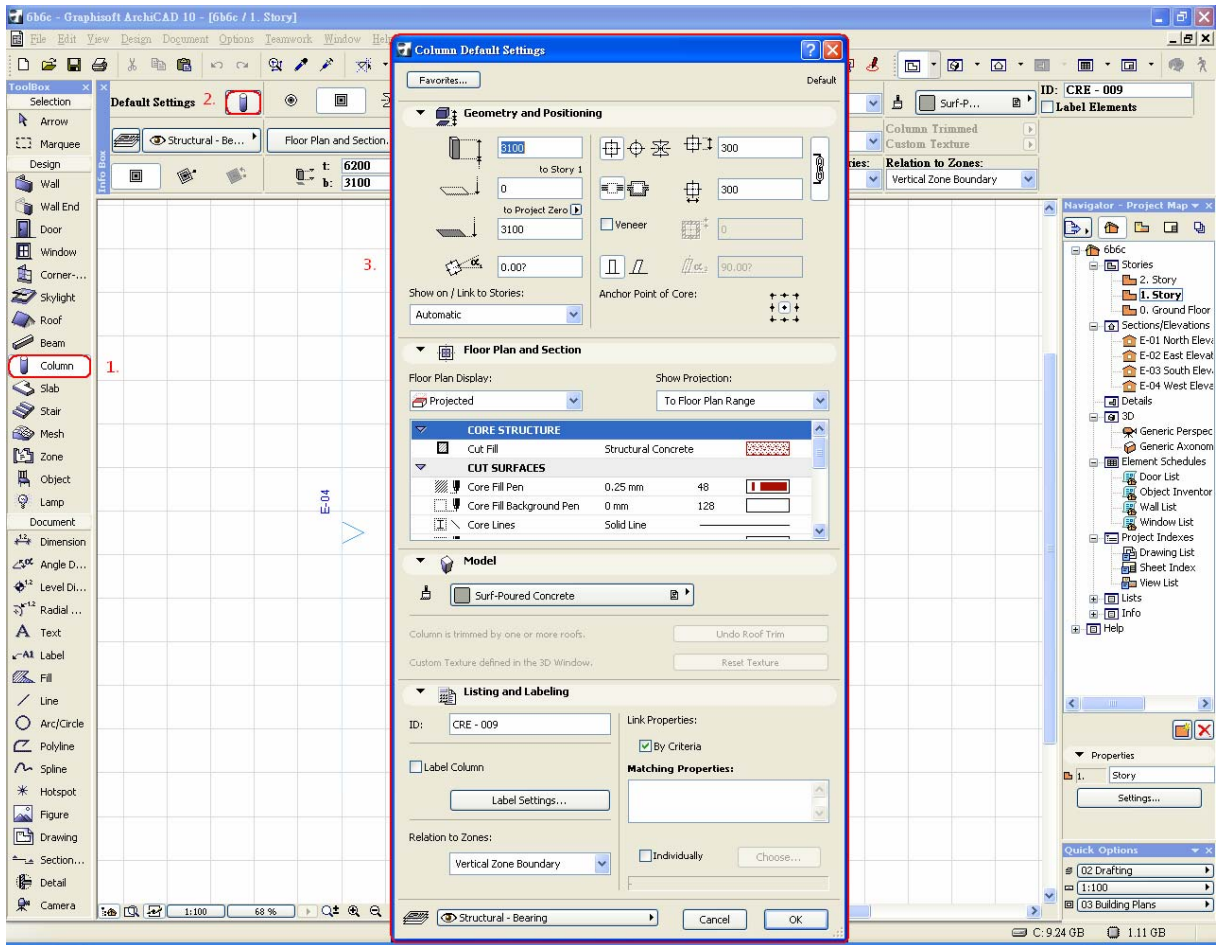


圖 4-1 ArchiCAD10 柱設定

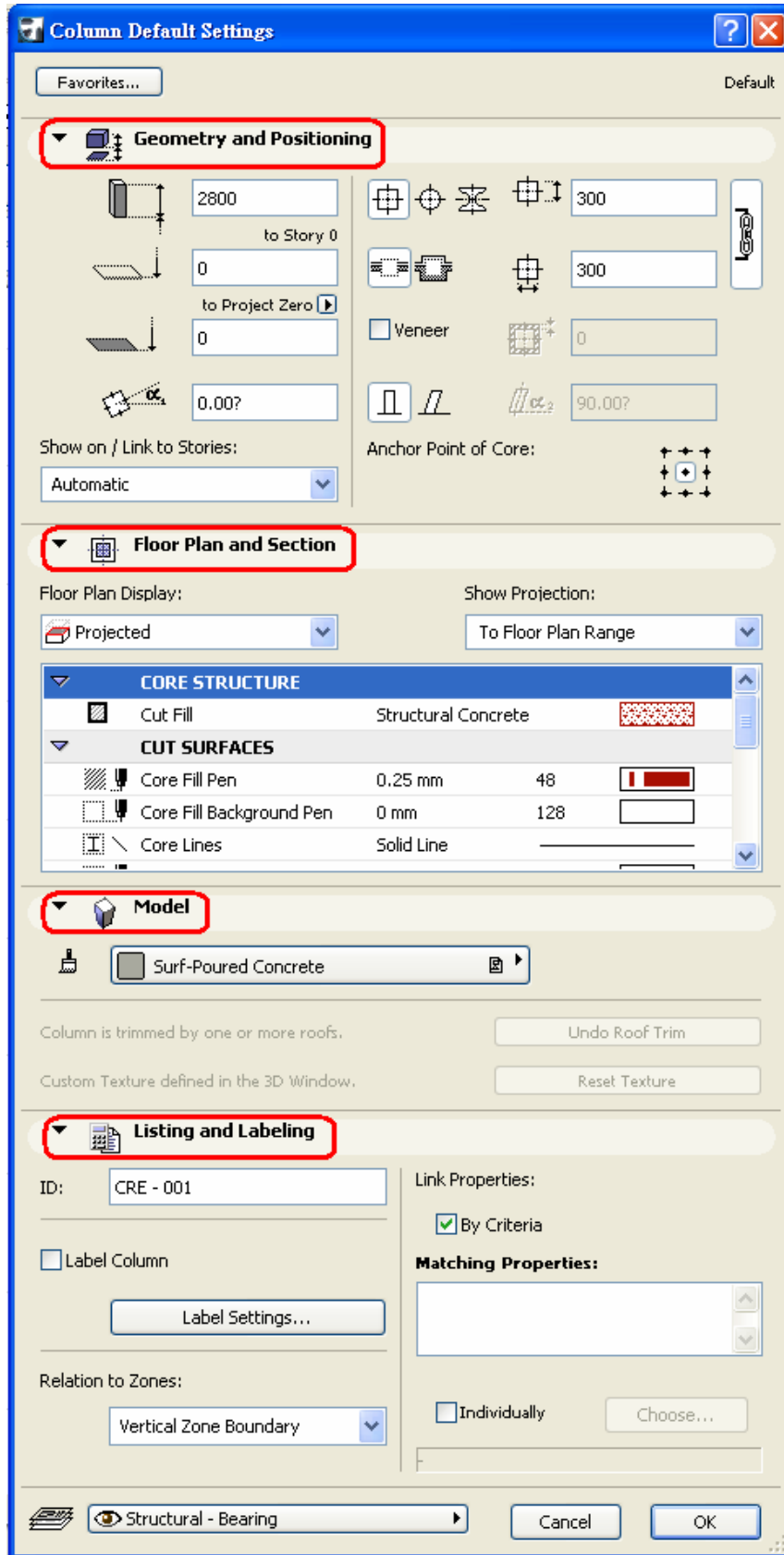


圖 4-2 Column Default Settings



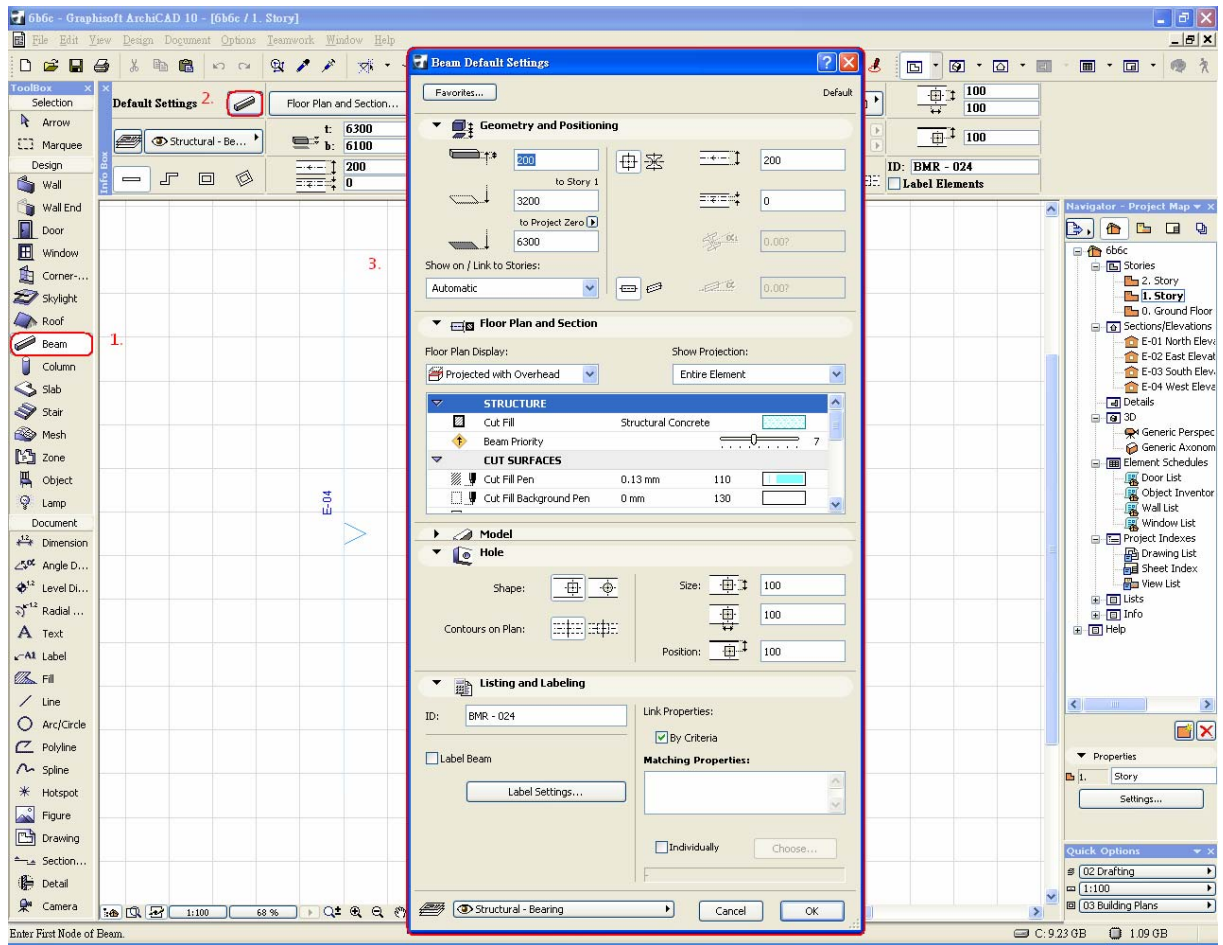


圖 4-3 ArchiCAD10 梁設定

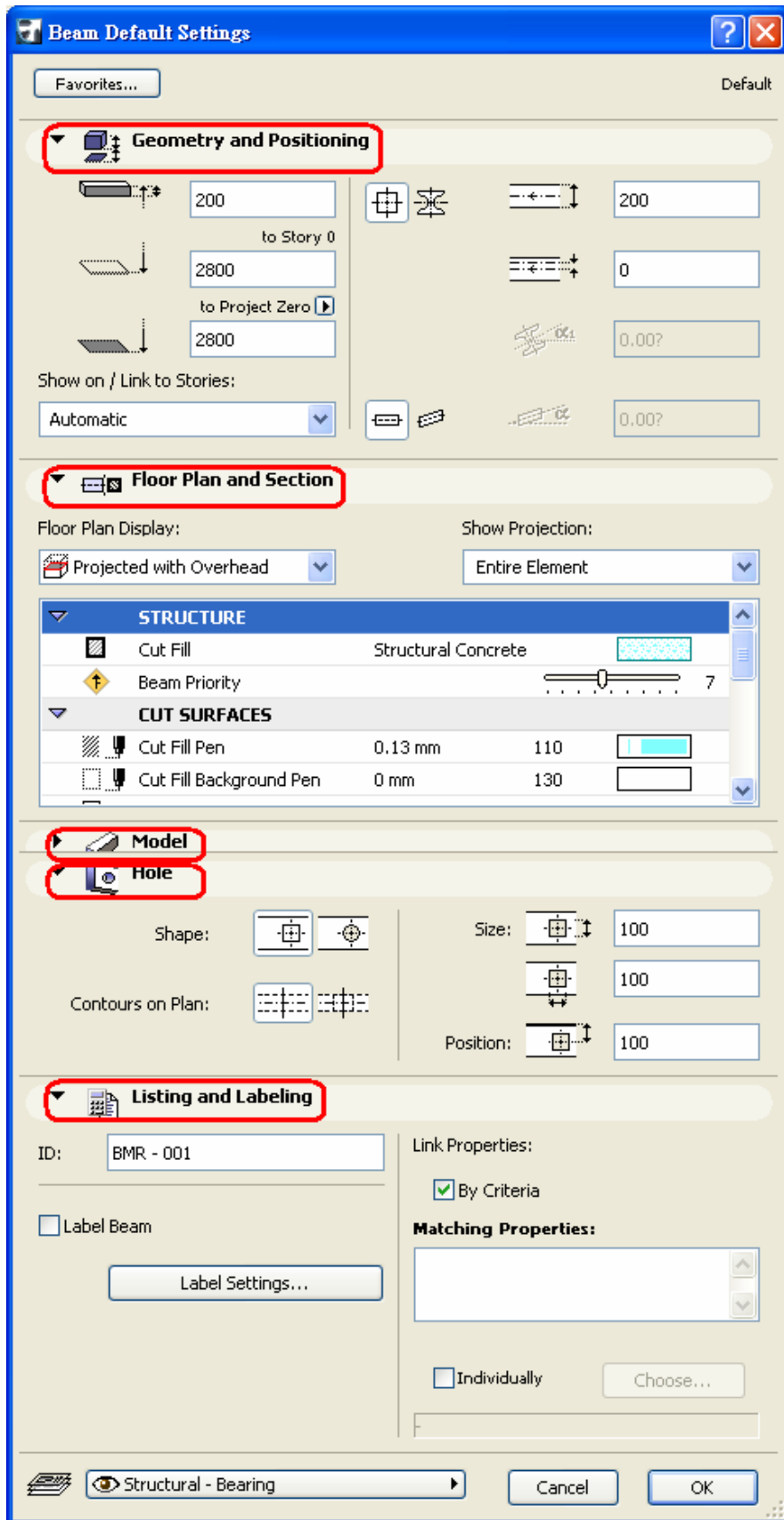


圖 4-4 Beam Default Settings

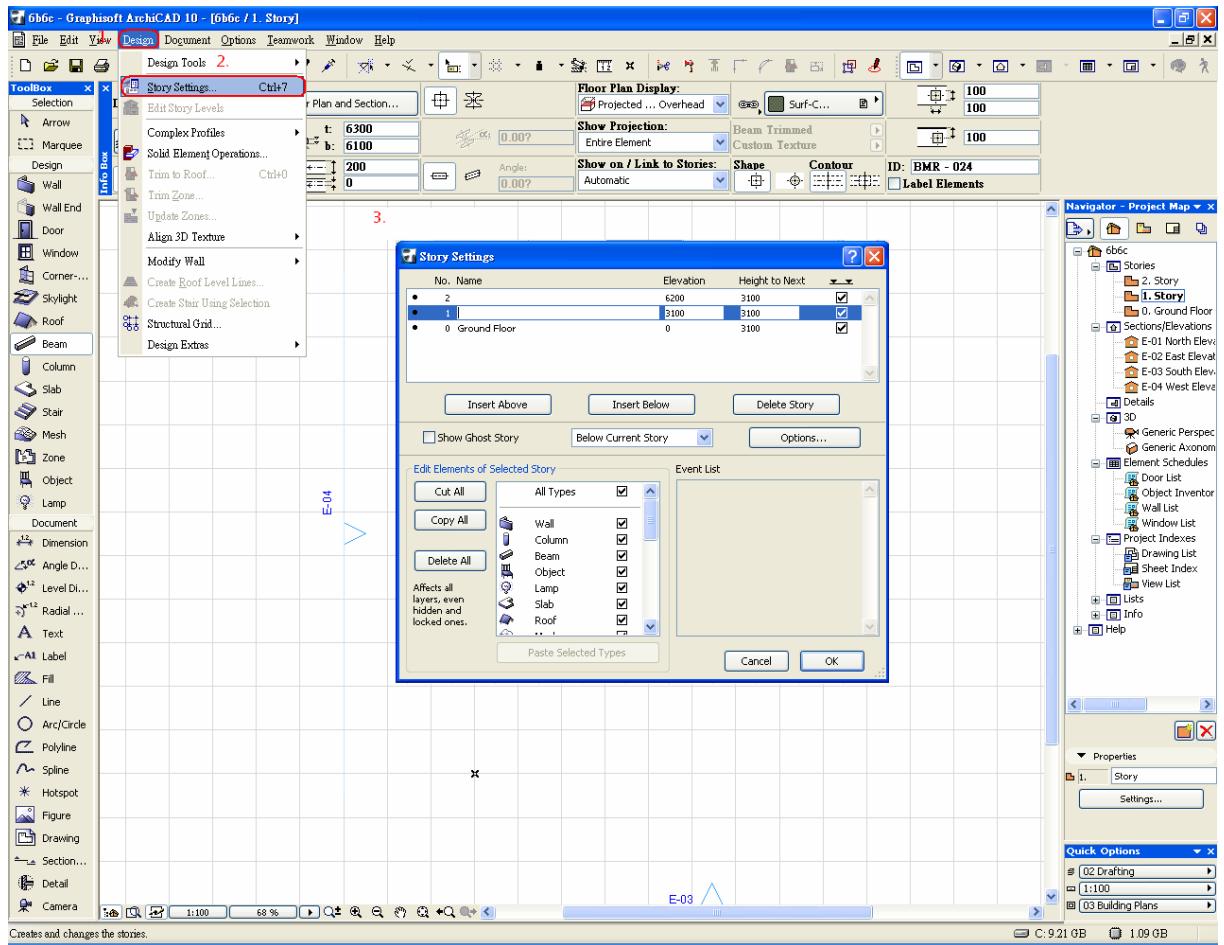


圖 4-5 ArchiCAD10 樓層設定

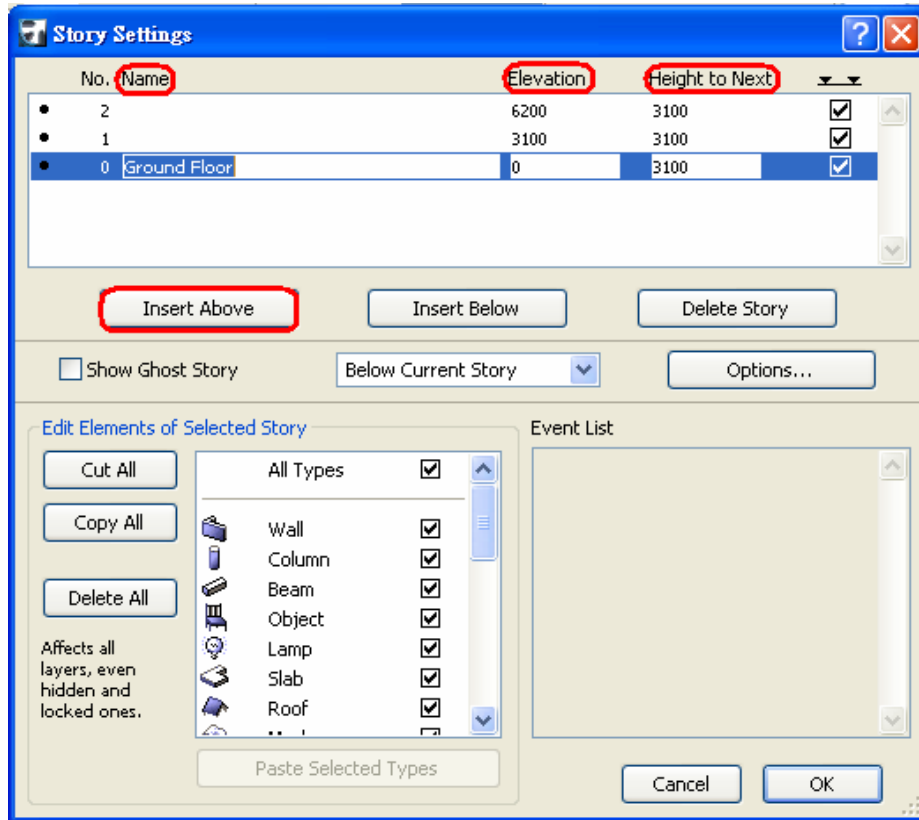


圖 4-6 Story Settings

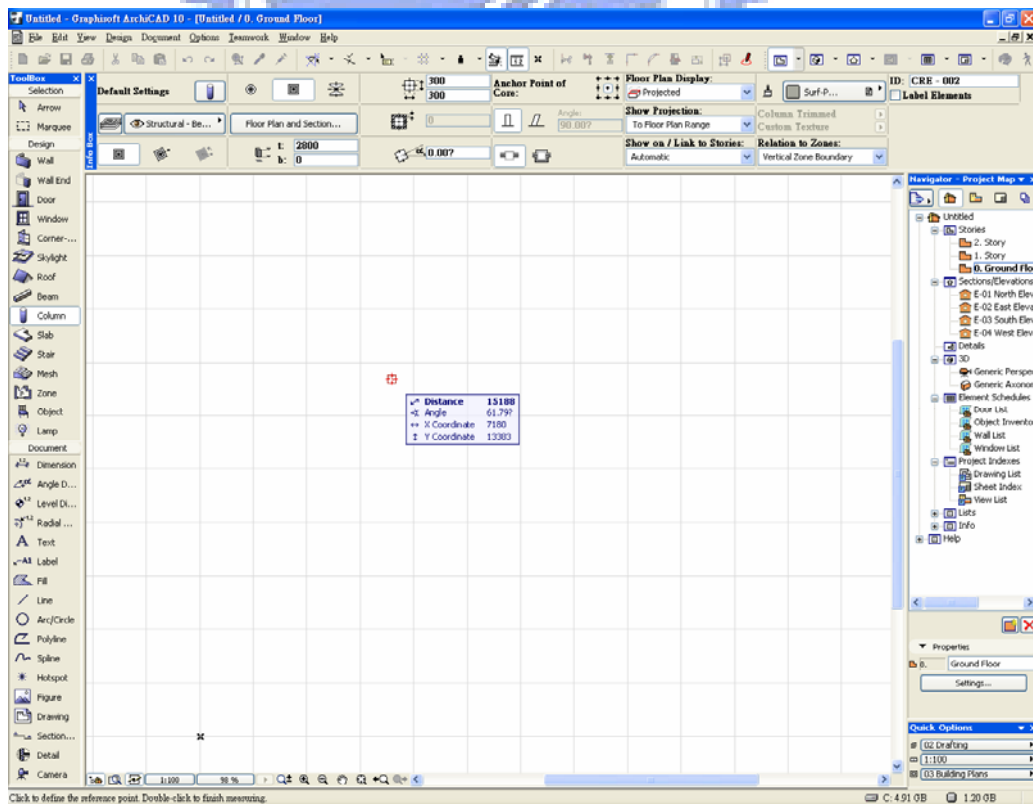


圖 4-7 柱位置設定

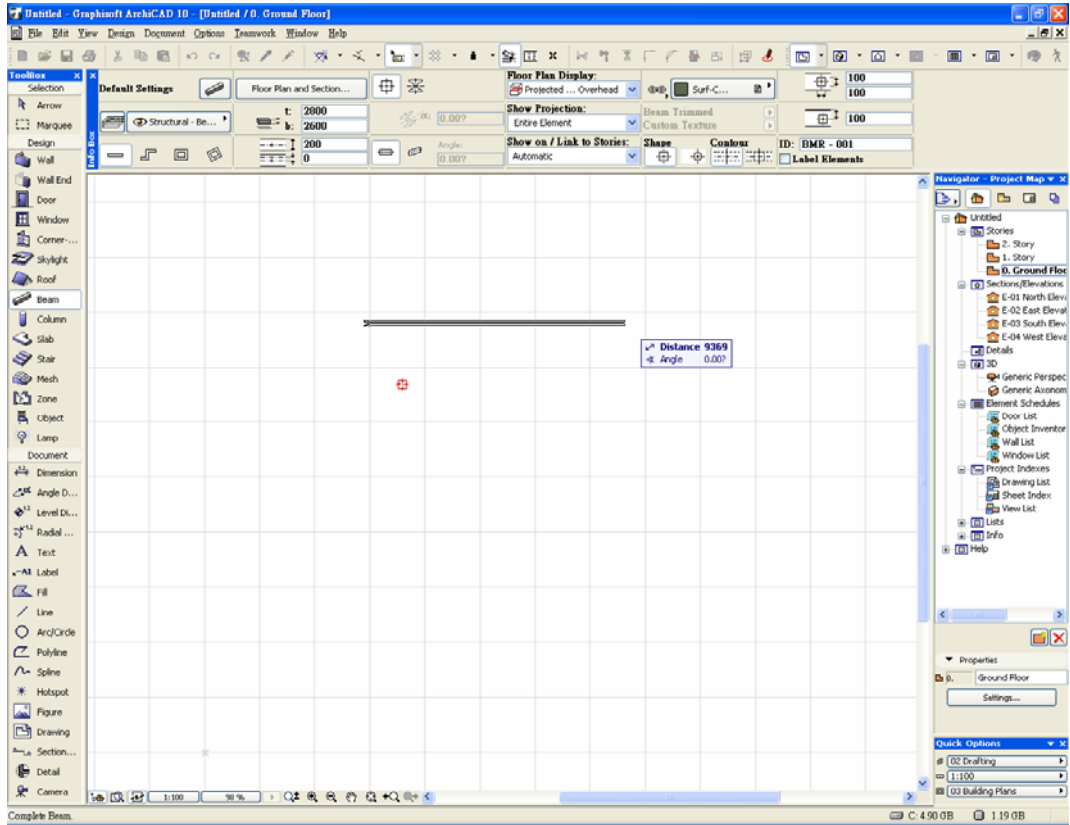


圖 4-8 梁位置設定

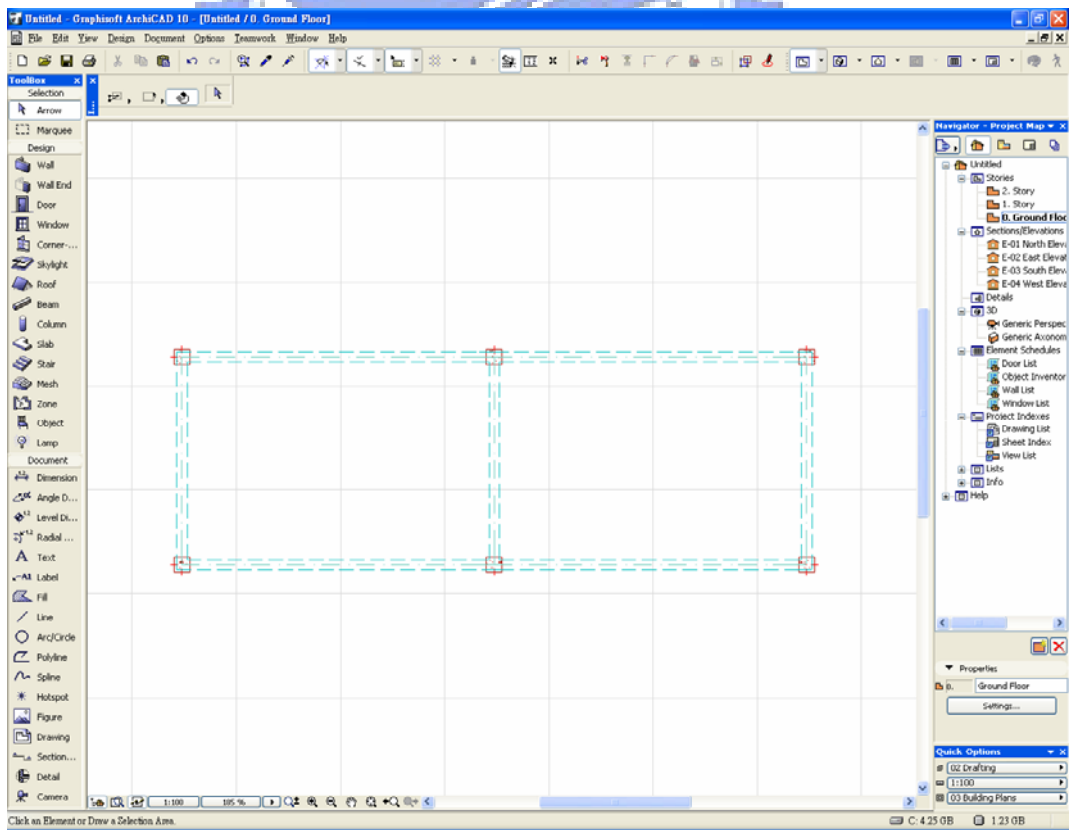


圖 4-9 梁、柱配置平面圖

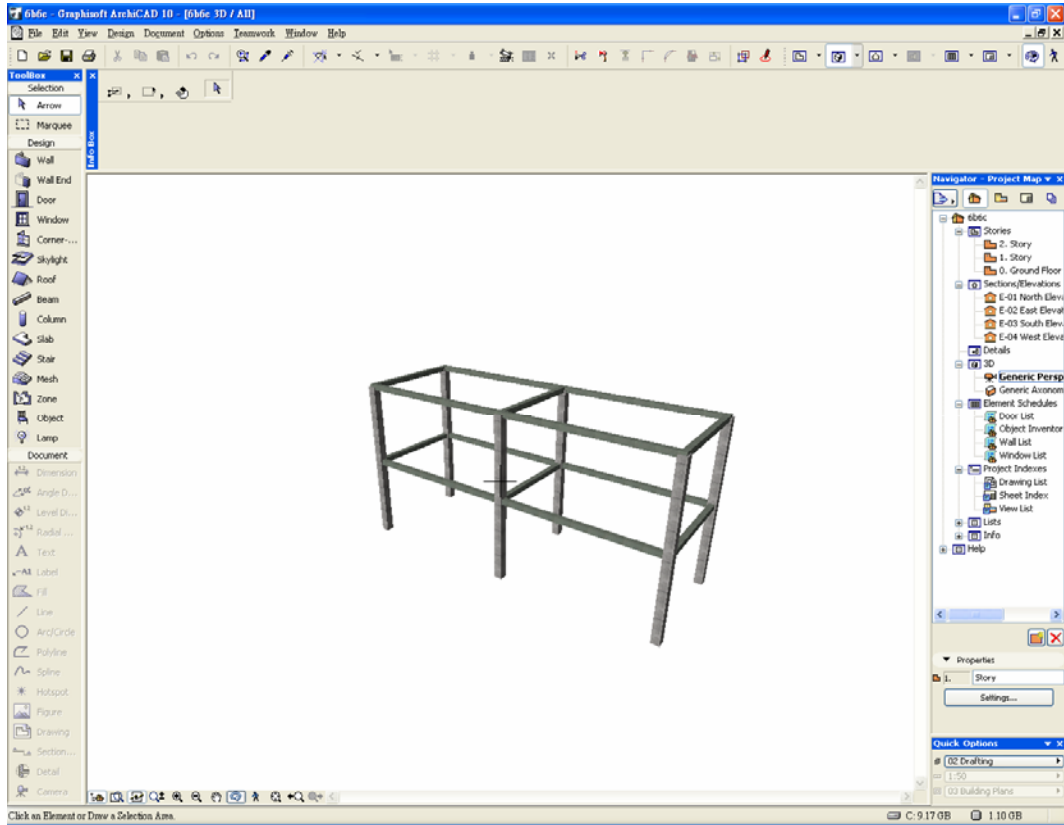


圖 4-10 建築物 3D 立體圖

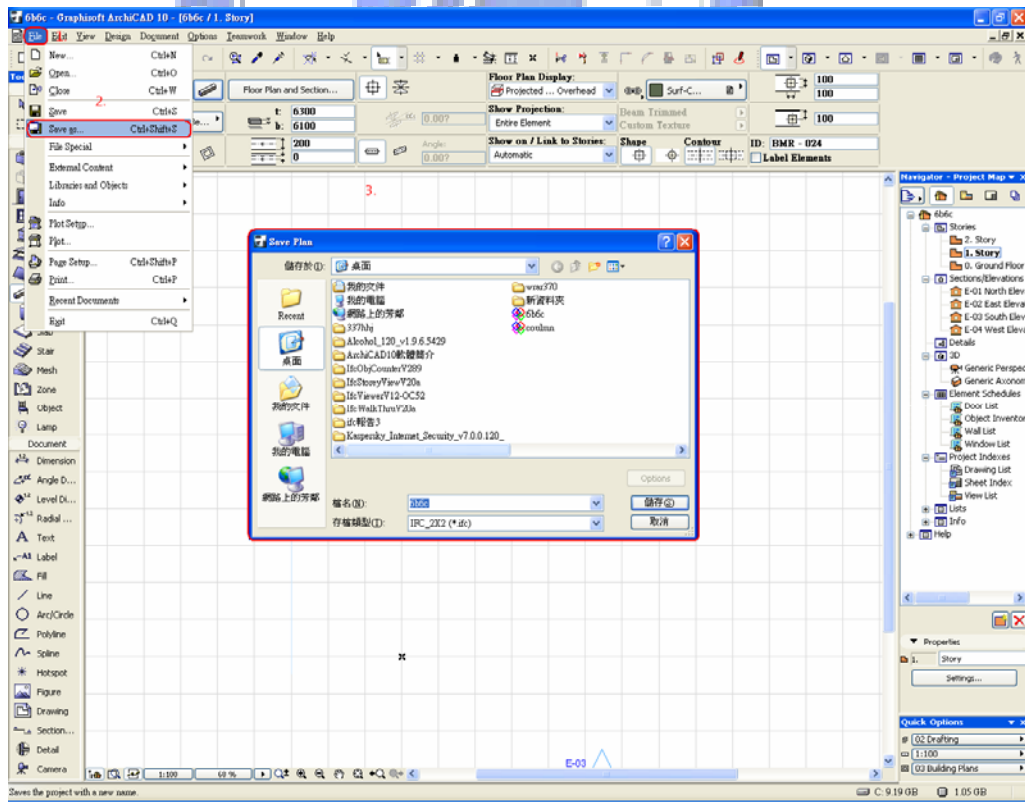


圖 4-11 ArchiCAD10 另存新檔設定



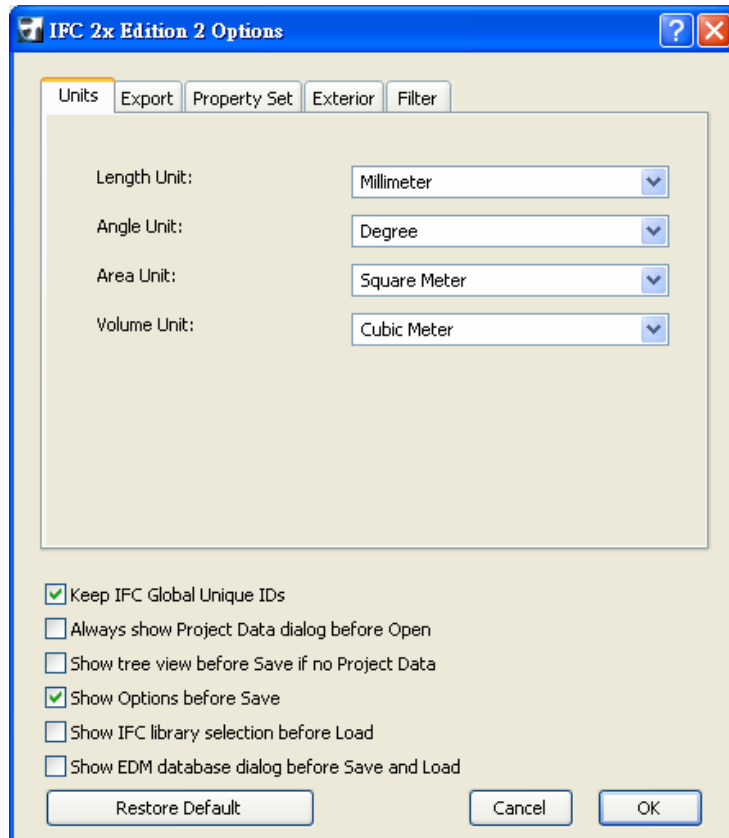


圖 4-12 IFC 單位設定

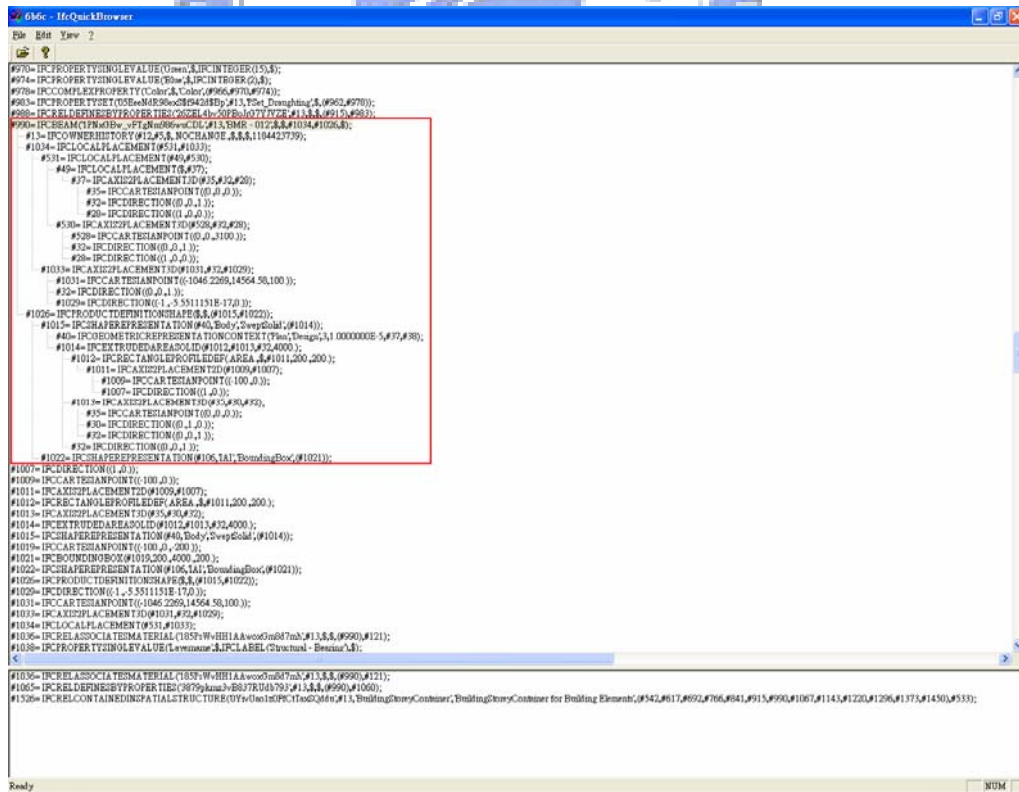


圖 4-13 IFC 建築資訊檔案開啟的 Schema 資訊

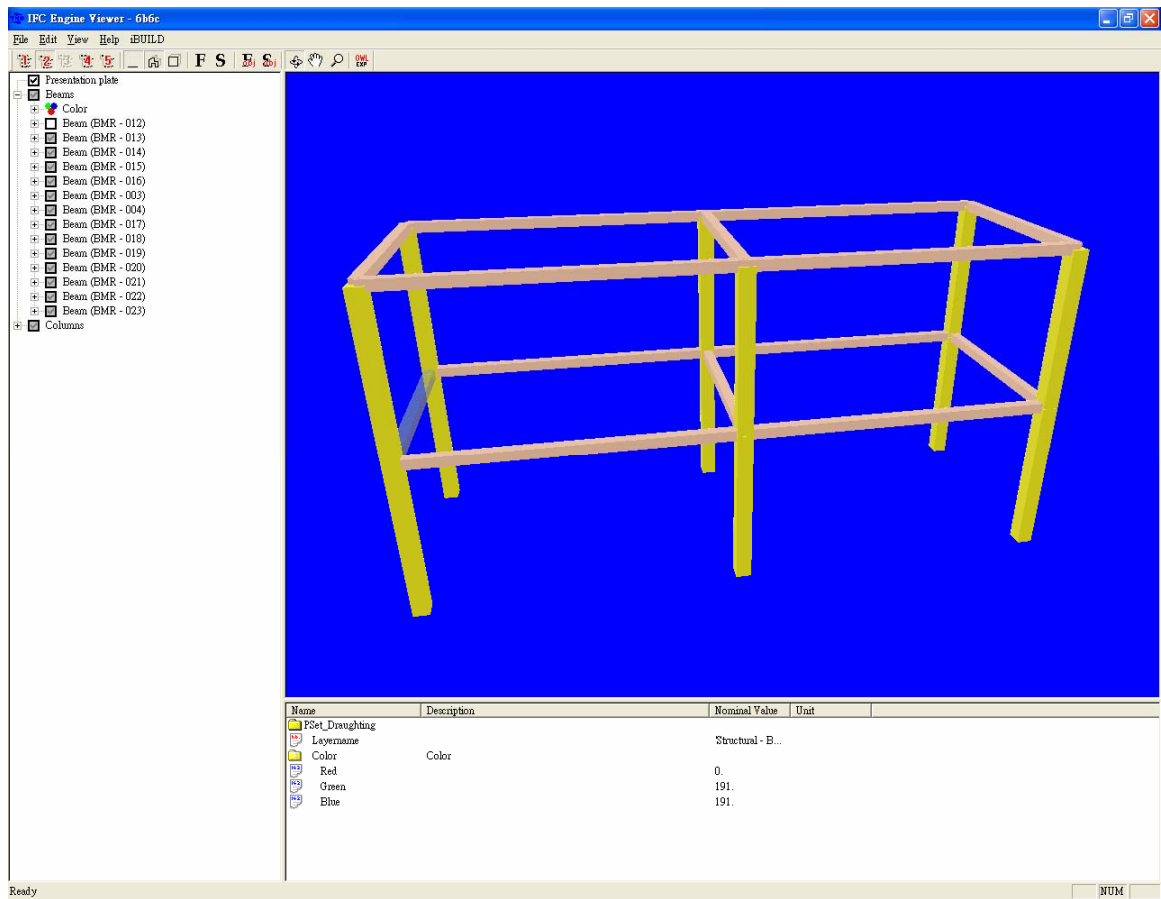


圖 4-14 IFC 建築資訊檔案開啟的圖形資訊



```

ISO-10303-21;
HEADER;
FILE_DESCRIPTION(('ArchiCAD 10.00 Release 1 generated IFC file.','B
FILE_NAME('C:\\Documents and Settings\\Administrator\\IS\\IS\\IS\\-I
FILE_SCHEMA(('IFC2X2_FINAL'));
ENDSEC;

DATA;
#1= IFCORGANIZATION('GS','Graphisoft','Graphisoft',$,$);
#5= IFCAPPLICATION(#1,'10.0','ArchiCAD 10.0','ArchiCAD');
#6= IFCPERSON($,'Undefined',$,$,$,$,$,$);
#8= IFCORGANIZATION($,'OrganizationName',$,$,$);
#12= IFCPERSONANDORGANIZATION(#6,#8,$);
#13= IFCOWNERHISTORY(#12,#5,$,.NOCHANGE.,,$,$,1184267142);
#14= IFCSIUNIT(*,.LENGTHUNIT.,.MILLI.,.METRE.);
#15= IFCSIUNIT(*,.AREAUNIT.,$.SQUARE_METRE.);
#16= IFCSIUNIT(*,.VOLUMEUNIT.,$.CUBIC_METRE.);
#17= IFCSIUNIT(*,.PLANEANGLEUNIT.,$.RADIAN.);
#18= IFCMEASUREWITHUNIT(IFCPLANEANGLEMEASURE(0.017453293),#17);
#19= IFCDIMENSIONALEXPONENTS(0,0,0,0,0,0,0);
#20= IFCCONVERSIONBASEDUNIT(#19,.PLANEANGLEUNIT.,'DEGREE',#18);
#21= IFCSIUNIT(*,.SOLIDANGLEUNIT.,$.STERADIAN.);
#22= IFCSIUNIT(*,.MASSUNIT.,$.GRAM.);

```



圖 5-1 IFC 資訊開始的內容

```

#294= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('21obv6aYD2xAj5gz_7tcpo',#13,$,$,(#2
#296= IFCPROPERTYSSINGLEVALUE('Layername',$,IFCLABEL('Structural - Be
#300= IFCPROPERTYSSINGLEVALUE('Red',$,IFCINTEGER(168),$);
#304= IFCPROPERTYSSINGLEVALUE('Green',$,IFCINTEGER(15),$);
#308= IFCPROPERTYSSINGLEVALUE('Blue',$,IFCINTEGER(2),$);
#312= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',$,'Color',(#300,#304,#308));
#317= IFCPROPERTYSET('094rWicrFCX9sk1qQLQFg4',#13,'PSet_Draughting',
#322= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('2fgcbjGgzCTvd90w_n0aYy',#13,$,$,(#2
#324= IFCRELCONTAINEDINSPATIALSTRUCTURE('1YP0jjcNb1zw6CwURbT2UL',#13
#326= IFCCARTESIANPOINT((0.,0.,3100.));
#328= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#326,#32,#28);
#329= IFCLOCALPLACEMENT(#49,#328);
#331= IFCBUILDINGSTOREY('2gPH9$6zXBK9mSGLin0tao',#13,'',$,$,#329,$,
#340= IFCCARTESIANPOINT((0.,0.,6200.));
#342= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#340,#32,#28);
#343= IFCLOCALPLACEMENT(#49,#342);
#345= IFCBUILDINGSTOREY('3h7S7yyNj0xFJjH10io633',#13,'',$,$,#343,$,
#354= IFCRELAGGREGATES('0vY7dsu3T7oAhtpQYLJLb',#13,'BuildingContair
#356= IFCRELAGGREGATES('0pgTqAtc1FaA1U1X5ETkYk',#13,'ProjectContaine
ENDSEC;
END-ISO-10303-21;

```

圖 5-2 IFC 資訊結束的內容

```

#1= IFCORGANIZATION('GS','Graphisoft','Graphisoft',$,$);
#5= IFCAPPLICATION(#1,'10.0','ArchiCAD 10.0','ArchiCAD');
#6= IFCPERSON($,'Undefined',$,$,$,$,$);
#8= IFCORGANIZATION($,'OrganizationName',$,$,$);
#12= IFCPERSONANDORGANIZATION(#6,#8,$);
#13= IFCOWNERHISTORY(#12,#5,$,.NOCHANGE.,,$,$,1184267142);
#14= IFCSIUNIT(*,.LENGTHUNIT.,.MILLI.,.METRE.);
#15= IFCSIUNIT(*,.AREAUNIT.,$.SQUARE_METRE.);
#16= IFCSIUNIT(*,.VOLUMEUNIT.,$.CUBIC_METRE.);
#17= IFCSIUNIT(*,.PLANEANGLEUNIT.,$.RADIAN.);
#18= IFCMEASUREWITHUNIT(IFCPLANEANGLEMEASURE(0.017453293),#17);
#19= IFCDIMENSIONALEXPONENTS(0,0,0,0,0,0,0);
#20= IFCCONVERSIONBASEDUNIT(#19,.PLANEANGLEUNIT.,'DEGREE',#18);
#21= IFCSIUNIT(*,.SOLIDANGLEUNIT.,$.STERADIAN.);
#22= IFCSIUNIT(*,.MASSUNIT.,$.GRAM.);
#23= IFCSIUNIT(*,.TIMEUNIT.,$.SECOND.);
#24= IFCSIUNIT(*,.THERMODYNAMICTEMPERATUREUNIT.,$.DEGREE_CELSIUS.);
#25= IFCSIUNIT(*,.LUMINOUSINTENSITYUNIT.,$.LUMEN.);
#26= IFCUNITASSIGNMENT((#14,#15,#16,#20,#21,#22,#23,#24,#25));
#28= IFCDIRECTION((1.,0.,0.));
#30= IFCDIRECTION((0.,1.,0.));
#32= IFCDIRECTION((0.,0.,1.));

```

圖 5-3 IFC 資訊的內容



*Entities (653) :*

[Ifc2DCompositeCurve](#)  
[IfcActionRequest](#)  
[IfcActor](#)  
[IfcActorRole](#)  
[IfcActuatorType](#)  
[IfcAddress](#)  
[IfcAirTerminalBoxType](#)  
[IfcAirTerminalType](#)  
[IfcAirToAirHeatRecoveryType](#)  
[IfcAlarmType](#)  
[IfcAngularDimension](#)  
[IfcAnnotation](#)  
[IfcAnnotationCurveOccurrence](#)  
[IfcAnnotationFillArea](#)  
[IfcAnnotationFillAreaOccurrence](#)  
[IfcAnnotationOccurrence](#)  
[IfcAnnotationSurface](#)  
[IfcAnnotationSurfaceOccurrence](#)  
[IfcAnnotationSymbolOccurrence](#)  
[IfcAnnotationTextOccurrence](#)

圖 5-4 IFC2x3 所有物件的筆數

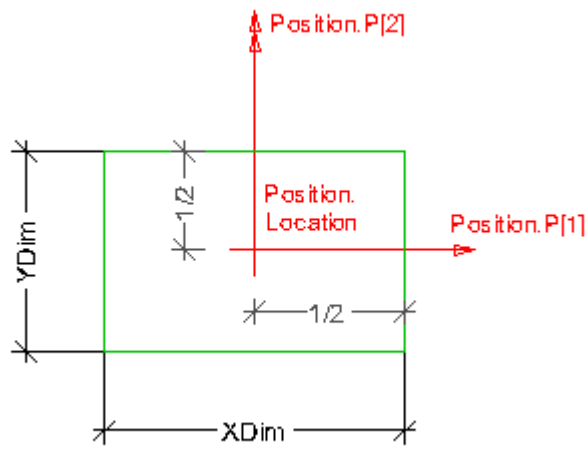


圖 5-5 IFC 所定義的矩形形狀表示

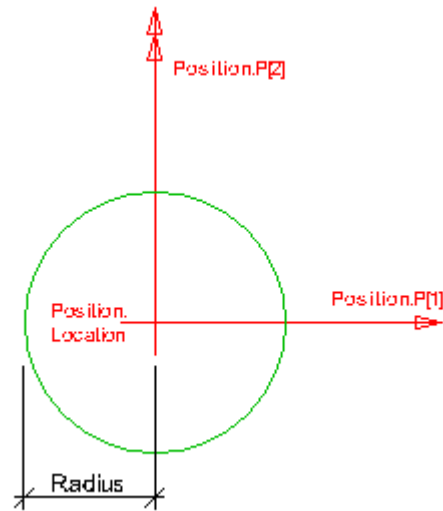


圖 5-6 IFC 所定義的圓形形狀表示

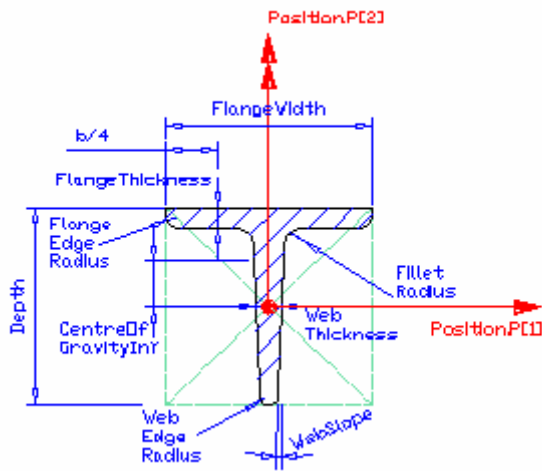


圖 5-7 IFC 所定義的 T 形形狀表示

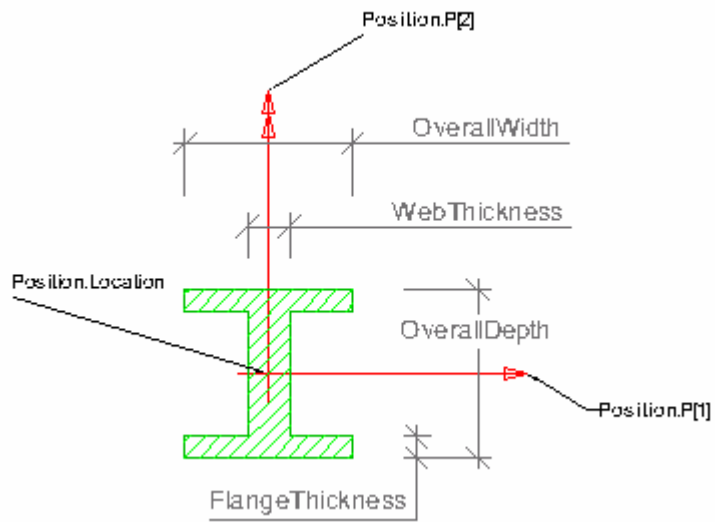


圖 5-8 IFC 所定義的 I 形形狀表示



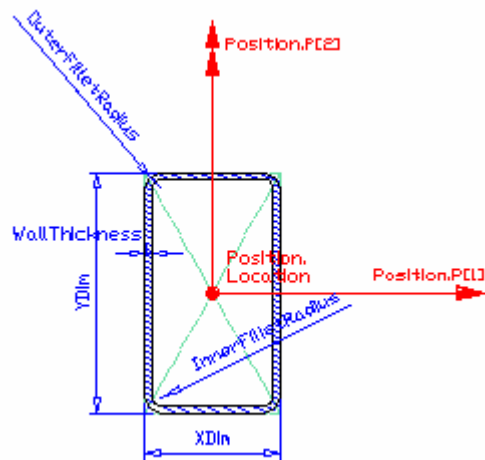


圖 5-9 IFC 所定義的中空矩形形狀表示

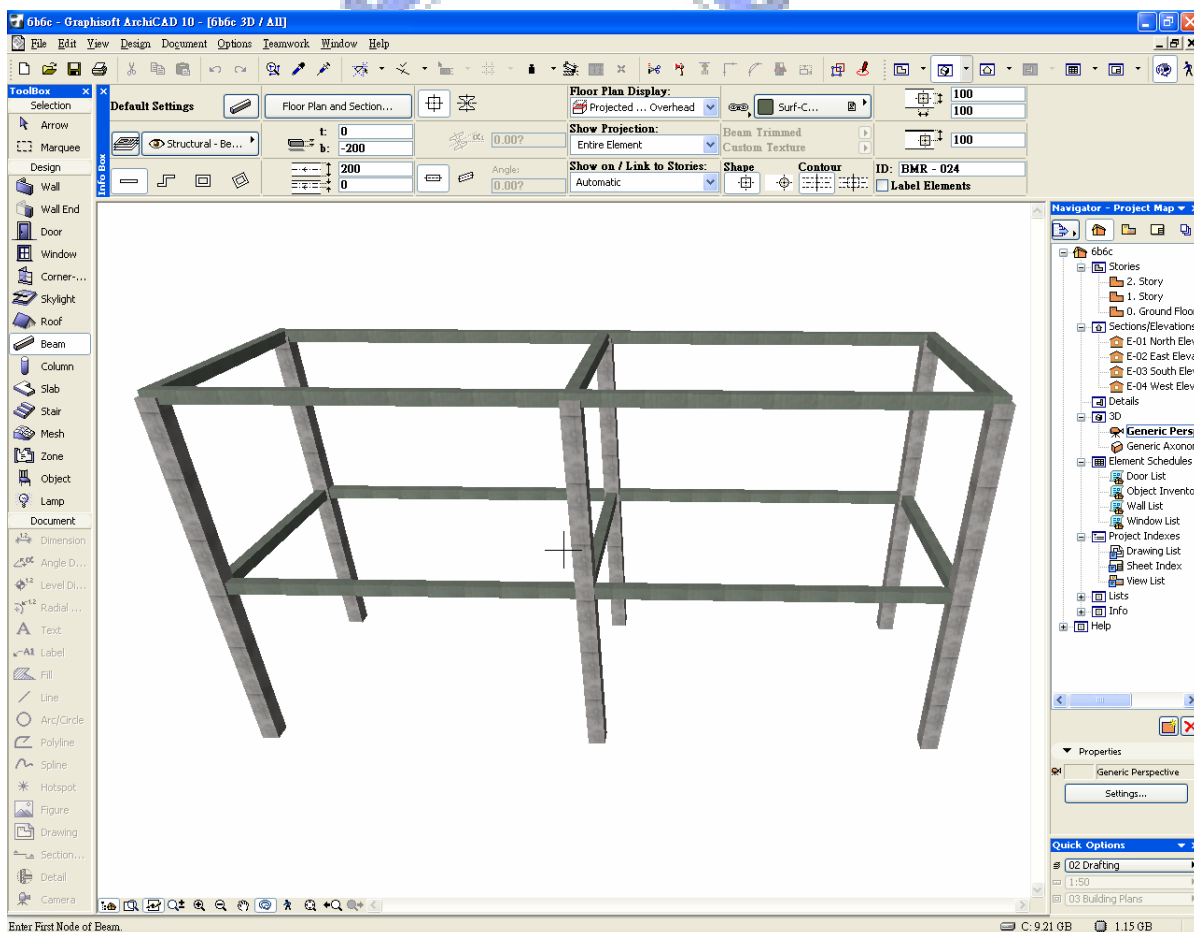


圖 5-10 ArchiCAD10 建立的模型實例



```

#990= IFCBEAM('1PNxGBw vFTgNm986wuCDL',#13,BMR - 012',$,$,#1034,#1026,$);
#13= IFCOWNERHISTORY(#12,#5,$,NOCHANGE,$,$,$,1184423739);
#1034= IFCLOCALPLACEMENT(#531,#1033);
#531= IFCLOCALPLACEMENT(#49,#530);
#49= IFCLOCALPLACEMENT($,#37);
#37= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#32,#28);
#35= IFCCARTESIANPOINT((0,0,0));
#32= IFCDIRECTION((0,0,1));
#28= IFCDIRECTION((1,0,0));
#530= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#528,#32,#28);
#528= IFCCARTESIANPOINT((0,0,3100));
#32= IFCDIRECTION((0,0,1));
#28= IFCDIRECTION((1,0,0));
#1033= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#1031,#32,#1029);
#1031= IFCCARTESIANPOINT((-1046.2269,14564.58,100));
#32= IFCDIRECTION((0,0,1));
#1029= IFCDIRECTION((-1,-5.5511151E-17,0));
#1026= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,#1015,#1022);
#1015= IFCSHAPE REPRESENTATION(#40,Body,SweptSolid,(#1014));
#40= IFCGEOMETRICREPRESENTATIONCONTEXT(Plan,Design,3,1.0000000E-5,#37,#38);
#1014= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#1012,#1013,#32,4000);
#1012= IFCRECTANGLEPROFILEDEF( AREA,$,#1011,200,200);
#1011= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#1009,#1007);
#1009= IFCCARTESIANPOINT((-100,0));
#1007= IFCDIRECTION((1,0));
#1013= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#30,#32);
#35= IFCCARTESIANPOINT((0,0,0));
#30= IFCDIRECTION((0,1,0));
#32= IFCDIRECTION((0,0,1));
#32= IFCDIRECTION((0,0,1));
#1022= IFCSHAPE REPRESENTATION(#106,1AI,BoundingBox,(#1021));

```

IfcBuilding LocalPlacement

IfcBuildingStorey LocalPlacement

IfcBeam LocalPlacement

平面出物體的物件

矩形形狀的物件

矩形的平面相對座標系統

平面擠出物體的相對座標系統

擠出的方向

圖 5-12 BMR-012 梁物件內容

```

#123= IFCRELASSOCIATESMATERIAL(05zy97nX T0A9rdunygVEJ,#13,$,$,#72,#121);
#13= IFCOWNERHISTORY(#12,#5,$,NOCHANGE,$,$,$,1184423739);
#72= IFCCOLUMN(20342sNI1AZPT708NWL$6p,#13,CRE - 003',$,$,#119,#113,$);
#121= IFCMATERIAL('Structural Concrete');

```

圖 5-13 CRE-003 材料連結物件內容

```

#1036= IFCRELASSOCIATESMATERIAL(185PsWvHH1AAwoxGm8d7mh,#13,$,$,#990,#121);
#13= IFCOWNERHISTORY(#12,#5,$,NOCHANGE,$,$,$,1184423739);
#990= IFCBEAM('1PNxGBw vFTgNm986wuCDL',#13,BMR - 012',$,$,#1034,#1026,$);
#121= IFCMATERIAL('Structural Concrete');

```

圖 5-14 BMR-012 材料連結物件內容



#38= IFCDIRECTION((6.1230318E-17,1.));  
 #40= IFCGEOMETRICREPRESENTATIONCONTEXT('Plan','Design',3,1.0000000E-5,#37,#38);  
 #42= IFCPROJECT('2AppkTgXrDqu1tOSqGiI\$3',#13,'Default Project',,\$,\$,\$,(#40,#106),#26);  
 #49= IFCLOCALPLACEMENT(\$,#37);  
 #51= IFCBUILDING('1vwimUhLf2tQ3OdIlhLEGZ',#13,'Default Building',,\$,\$,#49,\$\$,ELEMENT.,,\$,\$);  
 #60= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#32,#28);  
 #61= IFCLOCALPLACEMENT(#49,#60);  
 #63= IFCBUILDINGSTOREY('1BCtUo0HrChvPqZz\$gLQI3',#13,'Ground Floor',,\$,\$,#61,\$\$,ELEMENT.,0.);  
 #72= IFCCOLUMN('20342sNI1AZPT7O8NWL\$6p',#13,'CRE - 003',,\$,\$,#119,#113,\$);  
 #89= IFCDIRECTION((1.,0.));  
 #91= IFCCARTESIANPOINT((0.,0.));  
 #93= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#91,#89);  
 #94= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,,\$,#93,300.,300.);  
 #95= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#32,#28);  
 #96= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#94,#95,#32,3100.);  
 #97= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#96));  
 #101= IFCCARTESIANPOINT((-150.,-150.,0.));  
 #103= IFCBOUNDINGBOX(#101,300.,300.,3100.);  
 #104= IFCDIRECTION((6.1230318E-17,1.));  
 #106= IFCGEOMETRICREPRESENTATIONCONTEXT('Plan','Sketch',3,1.0000000E-5,#37,#104);  
 #109= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#103));  
 #113= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$,(#97,#109));  
 #116= IFCCARTESIANPOINT((-1046.2269,14564.58,0.));  
 #118= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#116,#32,#28);  
 #119= IFCLOCALPLACEMENT(#61,#118);  
 #121= IFCMATERIAL('Structural Concrete');  
 #123= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('05zy97nXT0A9rdunygvJEJ',#13,\$,\$,(#72),#121);  
 #125= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Layername',\$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),\$);  
 #129= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Red',\$,IFCINTEGER(168),\$);  
 #133= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Green',\$,IFCINTEGER(15),\$);  
 #137= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Blue',\$,IFCINTEGER(2),\$);  
 #141= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',\$,'Color',(#129,#133,#137));  
 #146= IFCPROPERTYSET('1vIH9qitb789\$UJkTcm9\$u',#13,'PSet\_Draughting',\$,(#125,#141));  
 #151= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('3EaMoGFTj69eRqqtIqTBR',#13,\$,\$,(#72),#146);  
 #153= IFCCOLUMN('1H82O7bbr4khkywRi\_xnbA',#13,'CRE - 004',,\$,\$,#196,#190,\$);  
 #171= IFCDIRECTION((1.,0.));  
 #173= IFCCARTESIANPOINT((0.,0.));  
 #175= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#173,#171);  
 #176= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,,\$,#175,300.,300.);

#177= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#32,#28);  
 #178= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#176,#177,#32,3100.);  
 #179= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#178));  
 #183= IFCCARTESIANPOINT((-150.,-150.,0.));  
 #185= IFCBOUNDINGBOX(#183,300.,300.,3100.);  
 #186= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#185));  
 #190= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$,(#179,#186));  
 #193= IFCCARTESIANPOINT((4953.7731,14564.58,0.));  
 #195= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#193,#32,#28);  
 #196= IFCLOCALPLACEMENT(#61,#195);  
 #198= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('3wstoUv1b0v9wQGJaA1wmS',#13,\$,\$,(#153),#121);  
 #200= IFCPROPERTYINGLEVALUE('Layername',\$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),\$);  
 #204= IFCPROPERTYINGLEVALUE('Red',\$,IFCINTEGER(168),\$);  
 #208= IFCPROPERTYINGLEVALUE('Green',\$,IFCINTEGER(15),\$);  
 #212= IFCPROPERTYINGLEVALUE('Blue',\$,IFCINTEGER(2),\$);  
 #216= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',\$,'Color',(#204,#208,#212));  
 #221= IFCPROPERTYSET('3wgr7zJvvEC8syfYNnHpDU',#13,'PSet\_Draughting',\$,(#200,#216));  
 #226= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('1eY0iQvGT4zQc5yleD14Zy',#13,\$,\$,(#153),#221);  
 #228= IFCCOLUMN('08GledAjrA\_xxek0z0oyUR',#13,'CRE - 010',\$,\$,(#270,#264,\$);  
 #245= IFCDIRECTION((1.,0.));  
 #247= IFCCARTESIANPOINT((0.,0.));  
 #249= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#247,#245);  
 #250= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,\$,(#249,300.,300.));  
 #251= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#32,#28);  
 #252= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#250,#251,#32,3100.);  
 #253= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#252));  
 #257= IFCCARTESIANPOINT((-150.,-150.,0.));  
 #259= IFCBOUNDINGBOX(#257,300.,300.,3100.);  
 #260= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#259));  
 #264= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$,(#253,#260));  
 #267= IFCCARTESIANPOINT((-1046.2269,10564.58,0.));  
 #269= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#267,#32,#28);  
 #270= IFCLOCALPLACEMENT(#61,#269);  
 #272= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('1WJrB2oAT1Cfyx2qLq45R5',#13,\$,\$,(#228),#121);  
 #274= IFCPROPERTYINGLEVALUE('Layername',\$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),\$);  
 #278= IFCPROPERTYINGLEVALUE('Red',\$,IFCINTEGER(168),\$);  
 #282= IFCPROPERTYINGLEVALUE('Green',\$,IFCINTEGER(15),\$);  
 #286= IFCPROPERTYINGLEVALUE('Blue',\$,IFCINTEGER(2),\$);  
 #291= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',\$,'Color',(#278,#282,#286));



#296= IFCPROPERTYSET('03Kjr54dn99AfaIKqtOIae',#13,'PSet\_Draughting',\$(#274,#291));  
 #301= IFCRELEDEFINESBYPROPERTIES('0XNE3W4QD6kQvYTffP3VI5',#13,\$,\$,#228,#296);  
 #303= IFCCOLUMN('3RgeYQ6XPDbwqKb\_MhpBvM',#13,'CRE - 011',,\$,\$,#345,#339,\$);  
 #320= IFCDIRECTION((1.,0.));  
 #322= IFCCARTESIANPOINT((0.,0.));  
 #324= IFCAxis2PLACEMENT2D(#322,#320);  
 #325= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,\$,#324,300.,300.);  
 #326= IFCAxis2PLACEMENT3D(#35,#32,#28);  
 #327= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#325,#326,#32,3100.);  
 #328= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#327));  
 #332= IFCCARTESIANPOINT((-150.,-150.,0.));  
 #334= IFCBOUNDINGBOX(#332,300.,300.,3100.);  
 #335= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#334));  
 #339= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$,#328,#335);  
 #342= IFCCARTESIANPOINT((4953.7731,10564.569,0.));  
 #344= IFCAxis2PLACEMENT3D(#342,#32,#28);  
 #345= IFCLocalPLACEMENT(#61,#344);  
 #347= IFCREASSOCIATESMATERIAL('3NXQcEev9FHOOcMfgIQoda',#13,\$,\$,#303,#121);  
 #349= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Layername',\$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),\$);  
 #353= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Red',\$,IFCINTEGER(168),\$);  
 #357= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Green',\$,IFCINTEGER(15),\$);  
 #361= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Blue',\$,IFCINTEGER(2),\$);  
 #365= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',\$,'Color',(#353,#357,#361));  
 #370= IFCPROPERTYSET('1\$Kbzq0cfAWBFtnqahcwDA',#13,'PSet\_Draughting',\$(#349,#365));  
 #375= IFCRELEDEFINESBYPROPERTIES('1spQizK2j5AxlPd6TYH5rA',#13,\$,\$,#303,#370);  
 #377= IFCCOLUMN('20\_UJV51H95eVbO56XFBuG',#13,'CRE - 005',,\$,\$,#420,#413,\$);  
 #394= IFCDIRECTION((1.,0.));  
 #396= IFCCARTESIANPOINT((0.,0.));  
 #398= IFCAxis2PLACEMENT2D(#396,#394);  
 #399= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,\$,#398,300.,300.);  
 #400= IFCAxis2PLACEMENT3D(#35,#32,#28);  
 #401= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#399,#400,#32,3100.);  
 #402= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#401));  
 #406= IFCCARTESIANPOINT((-150.,-150.,0.));  
 #408= IFCBOUNDINGBOX(#406,300.,300.,3100.);  
 #409= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#408));  
 #413= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$,#402,#409);  
 #416= IFCCARTESIANPOINT((10953.773,14564.58,0.));  
 #419= IFCAxis2PLACEMENT3D(#416,#32,#28);

#420= IFCLocalPlacement(#61,#419);  
 #422= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('1h5kruhWx9\_QoWOOZy0QUz',#13,\$,\$,(#377),#121);  
 #424= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Layername',\$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),\$);  
 #428= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Red',\$,IFCINTEGER(168),\$);  
 #432= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Green',\$,IFCINTEGER(15),\$);  
 #436= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Blue',\$,IFCINTEGER(2),\$);  
 #440= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',\$,'Color',(#428,#432,#436));  
 #445= IFCPROPERTYSET('2LhT1jMbjD7Qo\$QUXkHnMH',#13,'PSet\_Draughting',\$,(#424,#440));  
 #450= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('2Z92k7IpXC\_QBBE3eODPOK',#13,\$,\$,(#377),#445);  
 #452= IFCCOLUMN('16Mlo0ab5Epvot1Jwl8\_25',#13,'CRE - 012',\$,\$,#494,#488,\$);  
 #469= IFCDIRECTION((1.,0.));  
 #471= IFCCARTESIANPOINT((0.,0.));  
 #473= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#471,#469);  
 #474= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,\$,#473,300.,300.);  
 #475= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#32,#28);  
 #476= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#474,#475,#32,3100.);  
 #477= IFCSHAPE REPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#476));  
 #481= IFCCARTESIANPOINT((-150.,-150.,0.));  
 #483= IFCBOUNDINGBOX(#481,300.,300.,3100.);  
 #484= IFCSHAPE REPRESENTATION(#106,'IAI','Bounding Box',(#483));  
 #488= IFCPRODUCT DEFINITION SHAPE(\$,\$,(#477,#484));  
 #491= IFCCARTESIANPOINT((10953.773,10564.58,0.));  
 #493= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#491,#32,#28);  
 #494= IFCLocalPlacement(#61,#493);  
 #496= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('1LPNYDxsfByhFzN2wUC9rF',#13,\$,\$,(#452),#121);  
 #498= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Layername',\$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),\$);  
 #502= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Red',\$,IFCINTEGER(168),\$);  
 #506= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Green',\$,IFCINTEGER(15),\$);  
 #510= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Blue',\$,IFCINTEGER(2),\$);  
 #514= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',\$,'Color',(#502,#506,#510));  
 #519= IFCPROPERTYSET('2QifX5z8fCAQIZpwkaiiE4',#13,'PSet\_Draughting',\$,(#498,#514));  
 #524= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('2lCHUaPJz8yFz6h0DiVcut',#13,\$,\$,(#452),#519);  
 #526=  
 IFCRELCONTAINEDINSPATIALSTRUCTURE('2W0UuIPp97cvezeV9sWNyx',#13,'BuildingStoreyContainer'  
 ',BuildingStoreyContainer for Building Elements',(#72,#153,#228,#303,#377,#452),#63);  
 #528= IFCCARTESIANPOINT((0.,0.,3100.));  
 #530= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#528,#32,#28);  
 #531= IFCLocalPlacement(#49,#530);  
 #533= IFCBUILDINGSTOREY('2BufPOwOX1Swtp\$ukx0bCJ',#13,"\$,\$,#531,\$,\$,ELEMENT.,3100.);

#542= IFCCOLUMN('119q5mdP53sfmJ0L0J1gym',#13,'CRE - 004',,\$,#585,#579,\$);  
 #560= IFCDIRECTION((1.,0.));  
 #562= IFCCARTESIANPOINT((0.,0.));  
 #564= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#562,#560);  
 #565= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,,\$,#564,300.,300.);  
 #566= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#32,#28);  
 #567= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#565,#566,#32,3100.);  
 #568= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#567));  
 #572= IFCCARTESIANPOINT((-150.,-150.,0.));  
 #574= IFCBOUNDINGBOX(#572,300.,300.,3100.);  
 #575= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#574));  
 #579= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$,(#568,#575));  
 #582= IFCCARTESIANPOINT((4953.7731,14564.58,0.));  
 #584= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#582,#32,#28);  
 #585= IFCLocalPLACEMENT(#531,#584);  
 #587= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('2PyTMGfAn55BSkd9Ik51nP',#13,\$,(#542),#121);  
 #589= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Layername',\$.IFCLABEL('Structural - Bearing'),\$);  
 #593= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Red',\$.IFCINTEGER(168),\$);  
 #597= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Green',\$.IFCINTEGER(15),\$);  
 #601= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Blue',\$.IFCINTEGER(2),\$);  
 #605= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',\$.Color',(#593,#597,#601));  
 #610= IFCPROPERTYSET('0jfpTCiHr4SeOxTguG7YQe',#13,'PSet\_Draughting',\$(#589,#605));  
 #615= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('0m\_ErDxlz7JAK4s65NYpxR',#13,\$,(#542),#610);  
 #617= IFCCOLUMN('3GFQNSxqz0QPGpTm1XPcZJ',#13,'CRE - 005',,\$,#659,#653,\$);  
 #634= IFCDIRECTION((1.,0.));  
 #636= IFCCARTESIANPOINT((0.,0.));  
 #638= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#636,#634);  
 #639= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,,\$,#638,300.,300.);  
 #640= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#32,#28);  
 #641= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#639,#640,#32,3100.);  
 #642= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#641));  
 #646= IFCCARTESIANPOINT((-150.,-150.,0.));  
 #648= IFCBOUNDINGBOX(#646,300.,300.,3100.);  
 #649= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#648));  
 #653= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$,(#642,#649));  
 #656= IFCCARTESIANPOINT((-1046.2269,10564.58,0.));  
 #658= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#656,#32,#28);  
 #659= IFCLocalPLACEMENT(#531,#658);  
 #661= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('2Ks2knkhkz8Ug1BhXmqKjDA',#13,\$,(#617),#121);

```

#663= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Layername',$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),$);
#667= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Red',$,IFCINTEGER(168),$);
#671= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Green',$,IFCINTEGER(15),$);
#676= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Blue',$,IFCINTEGER(2),$);
#680= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',$,'Color',(#667,#671,#676));
#685= IFCPROPERTYSET('0c238ac8T5sR66BmzmPgVf',#13,'PSet_Draughting',$,(#663,#680));
#690= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('3ApS_4NA950PXB9S8bxFk',#13,$,$,(#617),#685);
#692= IFCCOLUMN('084mgJK9r27h5c37S2tFO0',#13,'CRE - 006',$,$,#734,#728,$);
#709= IFCDIRECTION((1.,0.));
#711= IFCCARTESIANPOINT((0.,0.));
#713= IFCAxis2PLACEMENT2D(#711,#709);
#714= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,$,#713,300.,300.);
#715= IFCAxis2PLACEMENT3D(#35,#32,#28);
#716= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#714,#715,#32,3100.);
#717= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#716));
#721= IFCCARTESIANPOINT((-150.,-150.,0.));
#723= IFCBOUNDINGBOX(#721,300.,300.,3100.);
#724= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#723));
#728= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,(#717,#724));
#731= IFCCARTESIANPOINT((4953.7731,10564.569,0.));
#733= IFCAxis2PLACEMENT3D(#731,#32,#28);
#734= IFCLocalPLACEMENT(#531,#733);
#736= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('1bunKABcPFNx4wd3NYTGU9',#13,$,$,(#692),#121);
#738= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Layername',$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),$);
#742= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Red',$,IFCINTEGER(168),$);
#746= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Green',$,IFCINTEGER(15),$);
#750= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Blue',$,IFCINTEGER(2),$);
#754= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',$,'Color',(#742,#746,#750));
#759= IFCPROPERTYSET('0NHJC$IUjDOPHUdvmFVsQL',#13,'PSet_Draughting',$,(#738,#754));
#764= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('3mKF0FkZ9APB14G2tSleP$',#13,$,$,(#692),#759);
#766= IFCCOLUMN('2GPbcByyPBIA0ZVoSpENx_',#13,'CRE - 007',$,$,#809,#803,$);
#783= IFCDIRECTION((1.,0.));
#785= IFCCARTESIANPOINT((0.,0.));
#787= IFCAxis2PLACEMENT2D(#785,#783);
#788= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,$,#787,300.,300.);
#789= IFCAxis2PLACEMENT3D(#35,#32,#28);
#790= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#788,#789,#32,3100.);
#791= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#790));
#795= IFCCARTESIANPOINT((-150.,-150.,0.));

```

#797= IFCBOUNDINGBOX(#795,300.,300.,3100.);  
 #798= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#797));  
 #803= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$,(#791,#798));  
 #806= IFCCARTESIANPOINT((10953.773,14564.58,0.));  
 #808= IFCAxis2PLACEMENT3D(#806,#32,#28);  
 #809= IFCLocalPLACEMENT(#531,#808);  
 #811= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('237BqMbyXFpPfn64eksfi',#13,\$,\$,(#766),#121);  
 #813= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Layername',\$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),\$);  
 #817= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Red',\$,IFCINTEGER(168),\$);  
 #821= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Green',\$,IFCINTEGER(15),\$);  
 #825= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Blue',\$,IFCINTEGER(2),\$);  
 #829= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',\$,'Color',(#817,#821,#825));  
 #834= IFCPROPERTYSET('01rvlt5qTCChFLBy7JL9q1',#13,'PSet\_Draughting',\$,(#813,#829));  
 #839= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('2FBtkE82v0uu1GD5Jmtvfe',#13,\$,\$,(#766),#834);  
 #841= IFCCOLUMN('3CnPG6GyvBW93jfAOWnDKc',#13,'CRE - 008',\$,\$,#883,#877,\$);  
 #858= IFCDIRECTION((1.,0.));  
 #860= IFCCARTESIANPOINT((0.,0.));  
 #862= IFCAxis2PLACEMENT2D(#860,#858);  
 #863= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,\$,#862,300.,300.);  
 #864= IFCAxis2PLACEMENT3D(#35,#32,#28);  
 #865= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#863,#864,#32,3100.);  
 #866= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#865));  
 #870= IFCCARTESIANPOINT((-150.,-150.,0.));  
 #872= IFCBOUNDINGBOX(#870,300.,300.,3100.);  
 #873= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#872));  
 #877= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$,(#866,#873));  
 #880= IFCCARTESIANPOINT((10953.773,10564.58,0.));  
 #882= IFCAxis2PLACEMENT3D(#880,#32,#28);  
 #883= IFCLocalPLACEMENT(#531,#882);  
 #885= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('0Q8QgKI1f228Uarr\$p6LPj',#13,\$,\$,(#841),#121);  
 #887= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Layername',\$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),\$);  
 #891= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Red',\$,IFCINTEGER(168),\$);  
 #895= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Green',\$,IFCINTEGER(15),\$);  
 #899= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Blue',\$,IFCINTEGER(2),\$);  
 #903= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',\$,'Color',(#891,#895,#899));  
 #908= IFCPROPERTYSET('083Ar8zn17Gwxo6vhGsBSO',#13,'PSet\_Draughting',\$,(#887,#903));  
 #913= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('1a\_auT2mfBrvjztF\$60Dr3',#13,\$,\$,(#841),#908);  
 #915= IFCCOLUMN('1Ht8gOVm53KAYWr9\$2RLFV',#13,'CRE - 003',\$,\$,#958,#952,\$);  
 #933= IFCDIRECTION((1.,0.));



#935= IFCCARTESIANPOINT((0.,0.));  
 #937= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#935,#933);  
 #938= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,\$,#937,300.,300.);  
 #939= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#32,#28);  
 #940= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#938,#939,#32,3100.);  
 #941= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#940));  
 #945= IFCCARTESIANPOINT((-150.,-150.,0.));  
 #947= IFCBOUNDINGBOX(#945,300.,300.,3100.);  
 #948= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#947));  
 #952= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$,(#941,#948));  
 #955= IFCCARTESIANPOINT((-1046.2269,14564.58,0.));  
 #957= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#955,#32,#28);  
 #958= IFCLOCALPLACEMENT(#531,#957);  
 #960= IFCREASSOCIATESMATERIAL('0s8PAFVx9CLAEpikJrNMDn',#13,\$,\$,(#915),#121);  
 #962= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Layername',\$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),\$);  
 #966= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Red',\$,IFCINTEGER(168),\$);  
 #970= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Green',\$,IFCINTEGER(15),\$);  
 #974= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Blue',\$,IFCINTEGER(2),\$);  
 #978= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',\$,'Color',(#966,#970,#974));  
 #983= IFCPROPERTYSET('05EeeNdR98exS\$f942d\$Bp',#13,'PSet\_Draughting',\$,(#962,#978));  
 #988= IFCREDEFINESBYPROPERTIES('26ZEL4bv50PBoJrG7YJVZE',#13,\$,\$,(#915),#983);  
 #990= IFCBEAM('1PNxGBw\_vFTgNm986wuCDL',#13,'BMR - 012',\$,\$,#1034,#1026,\$);  
 #1007= IFCDIRECTION((1.,0.));  
 #1009= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.));  
 #1011= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#1009,#1007);  
 #1012= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,\$,#1011,200.,200.);  
 #1013= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#30,#32);  
 #1014= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#1012,#1013,#32,4000.);  
 #1015= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#1014));  
 #1019= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.,-200.));  
 #1021= IFCBOUNDINGBOX(#1019,200.,4000.,200.);  
 #1022= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#1021));  
 #1026= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$,(#1015,#1022));  
 #1029= IFCDIRECTION((-1.,-5.5511151E-17,0.));  
 #1031= IFCCARTESIANPOINT((-1046.2269,14564.58,100.));  
 #1033= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#1031,#32,#1029);  
 #1034= IFCLOCALPLACEMENT(#531,#1033);  
 #1036= IFCREASSOCIATESMATERIAL('185PsWvHH1AAwoxGm8d7mh',#13,\$,\$,(#990),#121);  
 #1038= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Layername',\$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),\$);



```

#1042= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Red',$,IFCINTEGER(0),$);
#1046= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Green',$,IFCINTEGER(191),$);
#1050= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Blue',$,IFCINTEGER(191),$);
#1054= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',$,'Color',(#1042,#1046,#1050));
#1060= IFCPROPERTYSET('0VYEOP3YjDuxw3oCo55ls3',#13,'PSet_Draughting',$,(#1038,#1054));
#1065= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('3879pkrmz3vB837RUdb793',#13,$,$,(#990),#1060);
#1067= IFCBEAM('0HUc2KqFj9nxHOdglyh_e$',#13,'BMR - 013',$,$,#1111,#1103,$);
#1084= IFCDIRECTION((1.,0.));
#1086= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.));
#1088= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#1086,#1084);
#1089= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,$,#1088,200.,200.);
#1090= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#30,#32);
#1091= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#1089,#1090,#32,4000.0114);
#1092= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#1091));
#1096= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.,-200.));
#1098= IFCBOUNDINGBOX(#1096,200.,4000.0114,200.);
#1099= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#1098));
#1103= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,(#1092,#1099));
#1106= IFCDIRECTION((-1.,0.,0.));
#1108= IFCCARTESIANPOINT((4953.7731,14564.58,100.));
#1110= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#1108,#32,#1106);
#1111= IFCLOCALPLACEMENT(#531,#1110);
#1113= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('2iJMazpFf8lgQQbYBXVMFX',#13,$,$,(#1067),#121);
#1115= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Layername',$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),$);
#1119= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Red',$,IFCINTEGER(0),$);
#1123= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Green',$,IFCINTEGER(191),$);
#1127= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Blue',$,IFCINTEGER(191),$);
#1131= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',$,'Color',(#1119,#1123,#1127));
#1136= IFCPROPERTYSET('2XHhsf2Lf2RBMpZ5PkRrA1',#13,'PSet_Draughting',$,(#1115,#1131));
#1141= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('3MAny780v4vfu34zAHec_r',#13,$,$,(#1067),#1136);
#1143= IFCBEAM('08wuDyunD8wu6qE2IoyxGY',#13,'BMR - 014',$,$,#1188,#1179,$);
#1160= IFCDIRECTION((1.,0.));
#1162= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.));
#1164= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#1162,#1160);
#1165= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,$,#1164,200.,200.);
#1166= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#30,#32);
#1167= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#1165,#1166,#32,4000.);
#1168= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#1167));
#1172= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.,-200.));

```

#1174= IFCBOUNDINGBOX(#1172,200.,4000.,200.);  
 #1175= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#1174));  
 #1179= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$,(#1168,#1175));  
 #1182= IFCDIRECTION((-1.,0.,0.));  
 #1184= IFCCARTESIANPOINT((10953.773,14564.58,100.));  
 #1187= IFCAxis2PLACEMENT3D(#1184,#32,#1182);  
 #1188= IFCLOCALPLACEMENT(#531,#1187);  
 #1190= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('0iHizFUC1DFP×Wq9gS6cwg',#13,\$,\$,(#1143),#121);  
 #1192= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Layername',\$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),\$);  
 #1196= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Red',\$,IFCINTEGER(0),\$);  
 #1200= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Green',\$,IFCINTEGER(191),\$);  
 #1204= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Blue',\$,IFCINTEGER(191),\$);  
 #1208= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',\$,'Color',(#1196,#1200,#1204));  
 #1213= IFCPROPERTYSET('3WuVaZ4o9EuwSpUp4g8hdX',#13,'PSet\_Draughting',\$,(#1192,#1208));  
 #1218= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('0xcTMqD21BBu\_aozd\_0gnF',#13,\$,\$,(#1143),#1213);  
 #1220= IFCBEAM('0rU247F3n3Vwn2gcOzrhMD',#13,'BMR - 015',\$,\$,#1264,#1256,\$);  
 #1237= IFCDIRECTION((1.,0.));  
 #1239= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.));  
 #1241= IFCAxis2PLACEMENT2D(#1239,#1237);  
 #1242= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,\$,#1241,200.,200.);  
 #1243= IFCAxis2PLACEMENT3D(#35,#30,#32);  
 #1244= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#1242.#1243,#32,6000.);  
 #1245= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#1244));  
 #1249= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.,-200.));  
 #1251= IFCBOUNDINGBOX(#1249,200.,6000.,200.);  
 #1252= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#1251));  
 #1256= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$,(#1245,#1252));  
 #1259= IFCDIRECTION((-1.9039598E-6,-1.,0.));  
 #1261= IFCCARTESIANPOINT((-1046.2269,10564.58,100.));  
 #1263= IFCAxis2PLACEMENT3D(#1261,#32,#1259);  
 #1264= IFCLOCALPLACEMENT(#531,#1263);  
 #1266= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('3JOxIC31n76g0U5M\_§iDFO',#13,\$,\$,(#1220),#121);  
 #1268= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Layername',\$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),\$);  
 #1272= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Red',\$,IFCINTEGER(0),\$);  
 #1276= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Green',\$,IFCINTEGER(191),\$);  
 #1280= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Blue',\$,IFCINTEGER(191),\$);  
 #1284= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',\$,'Color',(#1272,#1276,#1280));  
 #1289= IFCPROPERTYSET('2BtF8NmNj2VwE24AWp4fw1',#13,'PSet\_Draughting',\$,(#1268,#1284));  
 #1294= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('1J07E7gvf4QOtTwjwIosMX',#13,\$,\$,(#1220),#1289);

```

#1296= IFCBEAM('1sy$S2ptT2Fw0cPfMh_dPR',#13,'BMR - 016',,$,#1341,#1333,$);
#1314= IFCDIRECTION((1.,0.));
#1316= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.));
#1318= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#1316,#1314);
#1319= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,$,#1318,200.,200.);
#1320= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#30,#32);
#1321= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#1319,#1320,#32,6000.);
#1322= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#1321));
#1326= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.,-200.));
#1328= IFCBOUNDINGBOX(#1326,200.,6000.,200.);
#1329= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#1328));
#1333= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,#1322,#1329));
#1336= IFCDIRECTION((1.9039598E-6,-1.,0.));
#1338= IFCCARTESIANPOINT((4953.7731,10564.569,100.));
#1340= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#1338,#32,#1336);
#1341= IFCLOCALPLACEMENT(#531,#1340);
#1343= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('3a2tbFc9nFcPhOtYyB4a66',#13,$,$,#1296),#121);
#1345= IFCPROPERTYINGLEVALUE('Layername',$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),$);
#1349= IFCPROPERTYINGLEVALUE('Red',$,IFCINTEGER(0),$);
#1353= IFCPROPERTYINGLEVALUE('Green',$,IFCINTEGER(191),$);
#1357= IFCPROPERTYINGLEVALUE('Blue',$,IFCINTEGER(191),$);
#1361= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',$,'Color',(#1349,#1353,#1357));
#1366= IFCPROPERTYSET('2CPgc6W4zFR8NrIqXLPWh0',#13,'PSet_Draughting',$,#1345,#1361));
#1371= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('0hSyvfWvf8WfEA1gbtCAJD',#13,$,$,#1296),#1366);
#1373= IFCBEAM('3o18DrhYDEGh0yHOP5KC0o',#13,'BMR - 003',,$,#1417,#1409,$);
#1390= IFCDIRECTION((1.,0.));
#1392= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.));
#1394= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#1392,#1390);
#1395= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,$,#1394,200.,200.);
#1396= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#30,#32);
#1397= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#1395,#1396,#32,6000.);
#1398= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#1397));
#1402= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.,-200.));
#1404= IFCBOUNDINGBOX(#1402,200.,6000.,200.);
#1405= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#1404));
#1409= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,#1398,#1405));
#1412= IFCDIRECTION((5.9211895E-16,-1.,0.));
#1414= IFCCARTESIANPOINT((-1046.2269,14564.58,100.));
#1416= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#1414,#32,#1412);

```

#1417= IFCLOCALPLACEMENT(#531,#1416);  
 #1419= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('3S9kBYwzbFc8wpMNE0XZhz',#13,\$,\$,(#1373),#121);  
 #1421= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Layername',\$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),\$);  
 #1425= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Red',\$,IFCINTEGER(0),\$);  
 #1429= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Green',\$,IFCINTEGER(191),\$);  
 #1433= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Blue',\$,IFCINTEGER(191),\$);  
 #1437= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',\$,'Color',(#1425,#1429,#1433));  
 #1443= IFCPROPERTYSET('1GBGDkymb23PXeVtlBKSp\_',#13,'PSet\_Draughting',\$,(#1421,#1437));  
 #1448= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('1IFjLdB3P3ZQ56Wf8Bwvv6',#13,\$,\$,(#1373),#1443);  
 #1450= IFCBEAM('0B4YX2ilbBuP\_iNfAYUdTp',#13,'BMR - 004',\$,\$,#1494,#1486,\$);  
 #1467= IFCDIRECTION((1.,0.));  
 #1469= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.));  
 #1471= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#1469,#1467);  
 #1472= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,\$,#1471,200.,200.);  
 #1473= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#30,#32);  
 #1474= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#1472,#1473,#32,6000.);  
 #1475= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#1474));  
 #1479= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.,-200.));  
 #1481= IFCBOUNDINGBOX(#1479,200.,6000.,200.);  
 #1482= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#1481));  
 #1486= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$,(#1475,#1482));  
 #1489= IFCDIRECTION((5.9211895E-16,-1.,0.));  
 #1491= IFCCARTESIANPOINT((4953.7731,14564.58,100.));  
 #1493= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#1491,#32,#1489);  
 #1494= IFCLOCALPLACEMENT(#531,#1493);  
 #1496= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('3cOtrc7HLFPAA3\_y\$UH\$3',#13,\$,\$,(#1450),#121);  
 #1498= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Layername',\$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),\$);  
 #1502= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Red',\$,IFCINTEGER(0),\$);  
 #1506= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Green',\$,IFCINTEGER(191),\$);  
 #1510= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Blue',\$,IFCINTEGER(191),\$);  
 #1514= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',\$,'Color',(#1502,#1506,#1510));  
 #1519= IFCPROPERTYSET('3sXj4ovdX78wNYmFGJ4WZy',#13,'PSet\_Draughting',\$,(#1498,#1514));  
 #1524= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('0gtcig6111Bf9EErav4SvI',#13,\$,\$,(#1450),#1519);  
 #1526=  
 IFCRELCONTAINEDINSPATIALSTRUCTURE('0YivUao1z0FfCtTaxSQddu',#13,'BuildingStoreyContainer','B  
 uildingStoreyContainer for Building  
 Elements',(#542,#617,#692,#766,#841,#915,#990,#1067,#1143,#1220,#1296,#1373,#1450),#533);  
 #1528= IFCCARTESIANPOINT((0.,0.,6200.));  
 #1530= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#1528,#32,#28);

#1531= IFCLOCALPLACEMENT(#49,#1530);  
 #1533= IFCBUILDINGSTOREY('0L35HzKQPASQ7MJB3FLsbj',#13,'',\$,#1531,\$,\$,ELEMENT.,6200.);  
 #1542= IFCBEAM('0BplhxI\_LFEPo0pf3ny338',#13,'BMR - 017',\$,\$,#1587,#1579,\$);  
 #1559= IFCDIRECTION((1.,0.));  
 #1561= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.));  
 #1563= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#1561,#1559);  
 #1564= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,\$,#1563,200.,200.);  
 #1565= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#30,#32);  
 #1566= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#1564,#1565,#32,6000.);  
 #1567= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#1566));  
 #1572= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.,-200.));  
 #1574= IFCBOUNDINGBOX(#1572,200.,6000.,200.);  
 #1575= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#1574));  
 #1579= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$,(#1567,#1575));  
 #1582= IFCDIRECTION((5.9211895E-16,-1.,0.));  
 #1584= IFCCARTESIANPOINT((-1046.2269,14564.58,100.));  
 #1586= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#1584,#32,#1582);  
 #1587= IFCLOCALPLACEMENT(#1531,#1586);  
 #1589= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('1DoddS\_obEK9Wxo\$twlv41',#13,\$,\$,(#1542),#121);  
 #1591= IFCPROPERTYINGLEVALUE('Layername',\$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),\$);  
 #1595= IFCPROPERTYINGLEVALUE('Red',\$,IFCINTEGER(0),\$);  
 #1599= IFCPROPERTYINGLEVALUE('Green',\$,IFCINTEGER(191),\$);  
 #1603= IFCPROPERTYINGLEVALUE('Blue',\$,IFCINTEGER(191),\$);  
 #1607= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',\$,'Color',(#1595,#1599,#1603));  
 #1612= IFCPROPERTYSET('3NFC4dhdnErADaTwBccYdZ',#13,'PSet\_Draughting',\$,(#1591,#1607));  
 #1617= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('3aGmeRfXBÜvMkqIFR63Da',#13,\$,\$,(#1542),#1612);  
 #1619= IFCBEAM('3jn7HianbDd9TdxEmTS88T',#13,'BMR - 018',\$,\$,#1663,#1655,\$);  
 #1636= IFCDIRECTION((1.,0.));  
 #1638= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.));  
 #1640= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#1638,#1636);  
 #1641= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,\$,#1640,200.,200.);  
 #1642= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#30,#32);  
 #1643= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#1641,#1642,#32,6000.);  
 #1644= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#1643));  
 #1648= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.,-200.));  
 #1650= IFCBOUNDINGBOX(#1648,200.,6000.,200.);  
 #1651= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#1650));  
 #1655= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$,(#1644,#1651));  
 #1658= IFCDIRECTION((5.9211895E-16,-1.,0.));

```

#1660= IFCCARTESIANPOINT((4953.7731,14564.58,100.));
#1662= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#1660,#32,#1658);
#1663= IFCLOCALPLACEMENT(#1531,#1662);
#1665= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('0SRpigpGn8nf30f9i6oRMZ',#13,$,$,(#1619),#121);
#1667= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Layername',$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),$);
#1671= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Red',$,IFCINTEGER(0),$);
#1675= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Green',$,IFCINTEGER(191),$);
#1679= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Blue',$,IFCINTEGER(191),$);
#1683= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',$,'Color',(#1671,#1675,#1679));
#1688= IFCPROPERTYSET('1mZfAynq12sh_y$hy3QMXV',#13,'PSet_Draughting',$,(#1667,#1683));
#1693= IFCREDEFINESBYPROPERTIES('1LA_EtShr6kgUCK0fjmqso',#13,$,$,(#1619),#1688);
#1695= IFCBEAM('2WnPkfQPz3LhAG0XB5BJMX',#13,'BMR - 019',$,$,#1740,#1732,$);
#1713= IFCDIRECTION((1.,0.));
#1715= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.));
#1717= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#1715,#1713);
#1718= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,$,#1717,200.,200.);
#1719= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#30,#32);
#1720= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#1718,#1719,#32,4000.);
#1721= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#1720));
#1725= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.,-200.));
#1727= IFCBOUNDINGBOX(#1725,200.,4000.,200.);
#1728= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#1727));
#1732= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,(#1721,#1728));
#1735= IFCDIRECTION((-1.,-5.5511151E-17,0.));
#1737= IFCCARTESIANPOINT((-1046.2269,14564.58,100.));
#1739= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#1737,#32,#1735);
#1740= IFCLOCALPLACEMENT(#1531,#1739);
#1742= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('0Wh13JK9L5fRT51xpZYuEV',#13,$,$,(#1695),#121);
#1744= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Layername',$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),$);
#1748= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Red',$,IFCINTEGER(0),$);
#1752= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Green',$,IFCINTEGER(191),$);
#1756= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Blue',$,IFCINTEGER(191),$);
#1760= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',$,'Color',(#1748,#1752,#1756));
#1765= IFCPROPERTYSET('1hRzIU3CP2C9IVTwsQCG_V',#13,'PSet_Draughting',$,(#1744,#1760));
#1770= IFCREDEFINESBYPROPERTIES('1$AgwIofD1txOyDgTHxRve',#13,$,$,(#1695),#1765);
#1772= IFCBEAM('1UzS8Uq7D6N99M$XE$ncfO',#13,'BMR - 020',$,$,#1816,#1808,$);
#1789= IFCDIRECTION((1.,0.));
#1791= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.));
#1793= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#1791,#1789);

```



#1794= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,\$,#1793,200.,200.);  
 #1795= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#30,#32);  
 #1796= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#1794,#1795,#32,4000.0114);  
 #1797= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#1796));  
 #1801= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.,-200.));  
 #1803= IFCBOUNDINGBOX(#1801,200.,4000.0114,200.);  
 #1804= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#1803));  
 #1808= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$,(#1797,#1804));  
 #1811= IFCDIRECTION((-1.,0.,0.));  
 #1813= IFCCARTESIANPOINT((4953.7731,14564.58,100.));  
 #1815= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#1813,#32,#1811);  
 #1816= IFCLOCALPLACEMENT(#1531,#1815);  
 #1818= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('2r6fQGujj6ieelB4uQN022',#13,\$,\$,(#1772),#121);  
 #1820= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Layername',\$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),\$);  
 #1824= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Red',\$,IFCINTEGER(0),\$);  
 #1829= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Green',\$,IFCINTEGER(191),\$);  
 #1833= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Blue',\$,IFCINTEGER(191),\$);  
 #1837= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',\$','Color',(#1824,#1829,#1833));  
 #1842= IFCPROPERTYSET('1Kp3ZOvbDELfeQHnmqBoe',#13,'PSet\_Draughting',\$(#1820,#1837));  
 #1847= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('21Ex33umX7UwvRqABmJbkd',#13,\$,\$,(#1772),#1842);  
 #1849= IFCBEAM('2ri4\$gGfTDVgxC\_aMhb2R3',#13,'BMR - 021',\$\$,#1893,#1885,\$);  
 #1866= IFCDIRECTION((1.,0.));  
 #1868= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.));  
 #1870= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#1868,#1866);  
 #1871= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,\$,#1870,200.,200.);  
 #1872= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#30,#32);  
 #1873= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#1871,#1872,#32,4000.);  
 #1874= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#1873));  
 #1878= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.,-200.));  
 #1880= IFCBOUNDINGBOX(#1878,200.,4000.,200.);  
 #1881= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#1880));  
 #1885= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$,(#1874,#1881));  
 #1888= IFCDIRECTION((-1.,0.,0.));  
 #1890= IFCCARTESIANPOINT((10953.773,14564.58,100.));  
 #1892= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#1890,#32,#1888);  
 #1893= IFCLOCALPLACEMENT(#1531,#1892);  
 #1895= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('1r9zsMbGT5auckxuSciHI3',#13,\$,\$,(#1849),#121);  
 #1897= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Layername',\$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),\$);  
 #1901= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Red',\$,IFCINTEGER(0),\$);

#1905= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Green',\$,IFCINTEGER(191),\$);  
 #1909= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Blue',\$,IFCINTEGER(191),\$);  
 #1913= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',\$','Color',(#1901,#1905,#1909));  
 #1918= IFCPROPERTYSET('0\_gVydSdL2Rx8XwqJxoBeQ',#13,'PSet\_Draughting',\$(#1897,#1913));  
 #1923= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('1hxitXAC58zwQUOw4BV9kD',#13,\$,\$,#1849),#1918);  
 #1925= IFCBEAM('2N\$HtruaDEyBzAcwrtQcqn',#13,'BMR - 022',,\$,\$,#1970,#1962,\$);  
 #1942= IFCDIRECTION((1.,0.));  
 #1944= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.));  
 #1946= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#1944,#1942);  
 #1947= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,\$,#1946,200.,200.);  
 #1948= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#30,#32);  
 #1949= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#1947,#1948,#32,6000.);  
 #1950= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#1949));  
 #1955= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.,-200.));  
 #1957= IFCBOUNDINGBOX(#1955,200.,6000.,200.);  
 #1958= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#1957));  
 #1962= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$,#1950,#1958));  
 #1965= IFCDIRECTION((-1.9039598E-6,-1.,0.));  
 #1967= IFCCARTESIANPOINT((-1046.2269,10564.58,100.));  
 #1969= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#1967,#32,#1965);  
 #1970= IFCLOCALPLACEMENT(#1531,#1969);  
 #1972= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('1yimdA0drBmRVBcOH418q7',#13,\$,\$,#1925),#121);  
 #1974= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Layername',\$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),\$);  
 #1978= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Red',\$,IFCINTEGER(0),\$);  
 #1982= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Green',\$,IFCINTEGER(191),\$);  
 #1986= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Blue',\$,IFCINTEGER(191),\$);  
 #1990= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',\$','Color',(#1978,#1982,#1986));  
 #1995= IFCPROPERTYSET('2b7ShBZQP49fbWeYc3P0iR',#13,'PSet\_Draughting',\$(#1974,#1990));  
 #2000= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('2N5WizrVr3xvUpKg9VwG3j',#13,\$,\$,#1925),#1995);  
 #2002= IFCBEAM('2eWXH0QOP8RujV4XZQA\_Zh',#13,'BMR - 023',,\$,\$,#2046,#2038,\$);  
 #2019= IFCDIRECTION((1.,0.));  
 #2021= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.));  
 #2023= IFCAXIS2PLACEMENT2D(#2021,#2019);  
 #2024= IFCRECTANGLEPROFILEDEF(.AREA.,\$,#2023,200.,200.);  
 #2025= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#35,#30,#32);  
 #2026= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#2024,#2025,#32,6000.);  
 #2027= IFCSHAPEREPRESENTATION(#40,'Body','SweptSolid',(#2026));  
 #2031= IFCCARTESIANPOINT((-100.,0.,-200.));  
 #2033= IFCBOUNDINGBOX(#2031,200.,6000.,200.);

```

#2034= IFCSHAPEREPRESENTATION(#106,'IAI','BoundingBox',(#2033));
#2038= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,(#2027,#2034));
#2041= IFCDIRECTION((1.9039598E-6,-1.,0.));
#2043= IFCCARTESIANPOINT((4953.7731,10564.569,100.));
#2045= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#2043,#32,#2041);
#2046= IFCLOCALPLACEMENT(#1531,#2045);
#2048= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('0WyesydxHEmht1wcoDoFmr',#13,$,$,(#2002),#121);
#2050= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Layername',$,IFCLABEL('Structural - Bearing'),$);
#2054= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Red',$,IFCINTEGER(0),$);
#2058= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Green',$,IFCINTEGER(191),$);
#2062= IFCPROPERTY SINGLEVALUE('Blue',$,IFCINTEGER(191),$);
#2066= IFCCOMPLEXPROPERTY('Color',$,'Color',(#2054,#2058,#2062));
#2071= IFCPROPERTYSET('3SXSny2Uj5A9mp3RIPbhkm',#13,'PSet_Draughting',$,(#2050,#2066));
#2076= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('1M0AAiX5DFAP8SSps0sZ_9',#13,$,$,(#2002),#2071);
#2078=
IFCRELCONTAINEDINSPATIALSTRUCTURE('0nL8q_j0vBPONV Sess5_Lk',#13,'BuildingStoreyContainer','
BuildingStoreyContainer for Building Elements',(#1542,#1619,#1695,#1772,#1849,#1925,#2002),#1533);
#2080= IFCREL AGGREGATES('1safrieJD9b92OIgJK3UG5',#13,'BuildingContainer','BuildingContainer for
BuildigStories',#51,(#63,#533,#1533));
#2083= IFCREL AGGREGATES('0IxDOANL59eOqUED2a$SOS',#13,'ProjectContainer','ProjectContainer for
Sites',#42,(#51));
ENDSEC;
END-ISO-10303-21;

```



## 附件二

Joint data

18

-104, 1456, 0

-104, 1456, 310

495, 1456, 0

495, 1456, 310

-104, 1056, 0

-104, 1056, 310

495, 1056, 0

495, 1056, 310

1095, 1456, 0

1095, 1456, 310

1095, 1056, 0

1095, 1056, 310

495, 1456, 620

-104, 1056, 620

495, 1056, 620

1095, 1456, 620

1095, 1056, 620

-104, 1456, 620

Support data

6

1, 1, 1, 1, 1, 1, 1

3, 1, 1, 1, 1, 1, 1

5, 1, 1, 1, 1, 1, 1

7, 1, 1, 1, 1, 1, 1

9, 1, 1, 1, 1, 1, 1

11, 1, 1, 1, 1, 1, 1

Material property data

1

217370

Cross-sectional property data

2

900, 67500, 67500

400, 13333, 13333



Member data

26

1, 2, 1, 1

3, 4, 1, 1

5, 6, 1, 1

7, 8, 1, 1

9, 10, 1, 1

11, 12, 1, 1

4, 13, 1, 1

6, 14, 1, 1

8, 15, 1, 1

10, 16, 1, 1

12, 17, 1, 1

2, 18, 1, 1

2, 6, 1, 2

4, 8, 1, 2

10, 12, 1, 2

6, 8, 1, 2

8, 12, 1, 2

2, 4, 1, 2

4, 10, 1, 2

18, 13, 1, 2

13, 16, 1, 2

18, 14, 1, 2

13, 15, 1, 2

16, 17, 1, 2

14, 15, 1, 2

15, 17, 1, 2

