

建築資訊建模開源及自由軟體(BIM FOSS) 本土化開發及應用研究

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 111 年 12 月

建築資訊建模開源及自由軟體(BIM FOSS)本土化開發及應用研究

研究主持人：王安強
協同主持人：賴朝俊
研究員：沈譽澄、陳士明、厲妮妮、李博明
研究助理：許勝凱、盧鼎鈞
研究期程：中華民國 111 年 3 月至 111 年 12 月

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 111 年 12 月

目次

| | |
|---------------------------------------|------|
| 表次..... | III |
| 圖次..... | IV |
| 摘要..... | VIII |
| 第一章 緒論..... | 1 |
| 第一節 研究緣起與背景..... | 1 |
| 第二節 研究目標..... | 4 |
| 第三節 研究方法與範圍..... | 5 |
| 第四節 研究流程..... | 9 |
| 第二章 文獻回顧..... | 10 |
| 第一節 國內資料蒐集..... | 10 |
| 第二節 國外資料蒐集..... | 14 |
| 第三章 BIM FOSS 推廣策略分析與執行..... | 20 |
| 第一節 成立社群..... | 20 |
| 第二節 BIM FOSS 網頁專區..... | 24 |
| 第三節 推廣策略說明..... | 28 |
| 第四章 FREECAD 介面在地中文化研究..... | 31 |
| 第五章 FREECAD 本土物件(OBJECT)開發研究..... | 37 |
| 第一節 FREECAD 物件(OBJECT)流程開發..... | 37 |
| 第二節 FREECAD 匯入物件(OBJECT)..... | 44 |
| 第三節 FREECAD 建照階段物件(OBJECT)建模應用驗證..... | 52 |
| 第六章 BIM FOSS 檔案交換作業流程研究..... | 56 |
| 第一節 檔案交換格式..... | 56 |
| 第二節 FREECAD 檔案交換作業流程..... | 59 |
| 第三節 IFC 檔案交換驗證..... | 72 |
| 第七章 BIM FOSS 設計建照階段應用案例成果驗證... | 79 |
| 第八章 結論與建議..... | 87 |

目次

| | |
|--------------------------------|-----|
| 第一節 結論 | 87 |
| 第二節 建議 | 91 |
| 參考書目 | 94 |
| 附錄一、第一次專家座談會專家意見表 | 97 |
| 附錄二、期中審查意見回覆對照表..... | 101 |
| 附錄三、第二次專家座談會專家意見表 | 108 |
| 附錄四、期末審查意見回覆對照表..... | 111 |
| 附錄五、FREECAD 本土中文翻譯條目 | 116 |
| 附錄六、BIM FOSS 設計建照階段應用案例流程..... | 108 |

表 次

| | |
|--|----|
| 表 2-1-1 設計 BIM 物件(OBJECT)的幾何與非幾何參數 資料範例 | 13 |
| 表 4-1-1 FREECAD 各工作台之繁體中文翻譯進度 | 32 |
| 表 4-1-2 中英對照表 | 34 |
| 表 5-1-1 物件(OBJECT)IFC 類型設定 | 40 |
| 表 5-3-1 FREECAD 建照階段建築物件(OBJECT)資料庫 分類與功能整理 | 52 |
| 表 7-1-1 FREECAD ARCHICAD 平面圖成果對照表 | 79 |
| 表 7-1-2 FREECAD ARCHICAD 立面圖成果對照表 | 80 |
| 表 7-1-3 FREECAD ARCHICAD 樓梯剖面圖成果對照表 | 81 |
| 表 7-1-4 FREECAD ARCHICAD 剖面圖成果對照表 | 82 |
| 表 7-1-5 FREECAD 實例模型驗證..... | 83 |
| 表 8-1-1 推廣策略與分析表 | 87 |
| 表 8-2-1 建議研究課題 | 91 |

圖 次

| | |
|--|----|
| 圖 1-2-1 BIM FOSS 發展路徑規劃 | 5 |
| 圖 1-4-1 研究步驟 | 9 |
| 圖 2-1-1 BIM FOSS ROADMAP | 10 |
| 圖 2-1-2 事務所 BIM FOSS 成果展示 | 12 |
| 圖 2-2-1 FREECAD 與 BLENDERBIM 的 LOGO | 17 |
| 圖 2-2-2 國外 BIM FOSS 工作實例畫面截取 | 19 |
| 圖 3-1-1 台灣建築產業自由開源 BIM 軟體 AEC FOSS BIM TAIWAN | 22 |
| 圖 3-1-2 臉書社團動態資訊畫面擷取 | 22 |
| 圖 3-1-3 4 月 BIM FOSS 分享會畫面擷取 | 23 |
| 圖 3-1-4 9 月 BIM FOSS 分享會海報 | 24 |
| 圖 3-2-1 網站規劃架構 | 24 |
| 圖 3-2-2 「關於自由軟體」頁面規劃 | 25 |
| 圖 3-2-3 「活動」頁面規劃 | 26 |
| 圖 3-2-4 AEC 自由軟體目錄(資料來源:OSARCH.ORG) | 26 |
| 圖 3-2-5 「線上教學資源」頁面規劃 | 27 |
| 圖 3-3-1 施宣光理事長 | 28 |
| 圖 3-3-2 FOSS BIM 推廣策略 | 29 |
| 圖 4-1-1 FREECAD 語系選擇 | 31 |
| 圖 4-1-2 FREECAD 各工作台之繁體中文翻譯進度 | 32 |
| 圖 5-1-1 自建門、窗物件(OBJECT)成果 | 38 |
| 圖 5-1-2 在草圖模式下建立兩個方框 | 39 |
| 圖 5-1-3 設定兩個方框的寬、高及彼此間距 | 39 |

| | |
|--|----|
| 圖 5-1-4 點選 BIM 工作台門的符號以建立門物件..... | 39 |
| 圖 5-1-5 初始門物件(OBJECT) | 39 |
| 圖 5-1-6 修改物件(OBJECT) IFC 型別設定 | 40 |
| 圖 5-1-7 物件(OBJECT)設定視窗定義 | 41 |
| 圖 5-1-8 設定門框定義 | 41 |
| 圖 5-1-9 設定門板定義 | 42 |
| 圖 5-1-10 完成之門物件(OBJECT) | 43 |
| 圖 5-2-1 ARCHICAD 圖庫管理器 | 44 |
| 圖 5-2-2 物件(OBJECT)參數調正 | 45 |
| 圖 5-2-3 儲存成 IFC | 45 |
| 圖 5-2-4 ARCHICAD/FREECAD IFC 轉換器 | 46 |
| 圖 5-2-5 匯入 ARCHICAD 物件(OBJECT) | 47 |
| 圖 5-2-6 載入 REVIT 族群 | 48 |
| 圖 5-2-7 放置 REVIT 物件(OBJECT) | 49 |
| 圖 5-2-8 物件(OBJECT)性質調整 | 49 |
| 圖 5-2-9 IFC 匯出選項 | 50 |
| 圖 5-2-10 匯入 REVIT 物件(OBJECT) | 50 |
| 圖 5-2-11 FREECAD 物件(OBJECT)屬性視窗 | 51 |
| 圖 6-1-1 IFC 層級結構 | 57 |
| 圖 6-2-1 IFC EXPORT 偏好設定 | 59 |
| 圖 6-2-2 BIM IFC 預檢功能 | 60 |
| 圖 6-2-3 FREECAD 匯出檔案視窗 | 60 |
| 圖 6-2-4 合併檔案開啟視窗 | 61 |
| 圖 6-2-5 IFC 轉換器 | 61 |
| 圖 6-2-6 IFC 轉換器導入設定 | 62 |

圖次

| | |
|---------------------------------|----|
| 圖 6-2-7 檔案匯出前後對照 | 62 |
| 圖 6-2-8 開啟 IFC | 63 |
| 圖 6-2-9 IFC 開啟範例 | 64 |
| 圖 6-2-10 連結 IFC | 64 |
| 圖 6-2-11 管理 IFC 連結(1) | 65 |
| 圖 6-2-12 管理 IFC 連結(2) | 65 |
| 圖 6-2-13 IFC 連結範例 | 66 |
| 圖 6-2-14 另存新檔視窗 | 66 |
| 圖 6-2-15 IFC 轉換器導出設定 | 67 |
| 圖 6-2-16 REVIT IFC 匯出選項 | 67 |
| 圖 6-2-17 REVIT IFC 匯出視窗 | 68 |
| 圖 6-2-18 REVIT IFC 匯出版本設定 | 68 |
| 圖 6-2-19 REVIT IFC 性質集設定 | 69 |
| 圖 6-2-20 IFC INPORT 偏好設定 | 70 |
| 圖 6-2-21 FREECAD 匯入檔案視窗..... | 71 |
| 圖 6-2-22 ARCHICAD 檔案匯出前後對照..... | 71 |
| 圖 6-2-23 REVIT 檔案匯出前後對照 | 72 |
| 圖 6-3-1 IFC 驗證流程示意圖 | 73 |
| 圖 6-3-2 材質對照 | 74 |
| 圖 6-3-3 物件(OBJECT)線條與顏色對照 | 74 |
| 圖 6-3-4 參數化物件(OBJECT)對照 | 75 |
| 圖 6-3-5 ARCHICAD 視圖對照 | 76 |
| 圖 6-3-6 材質對照 | 77 |
| 圖 6-3-7 物件(OBJECT)線條與顏色對照 | 77 |
| 圖 6-3-8 數量對照 | 78 |

| | |
|-----------------------|----|
| 圖 8-1-1 參數化的門與窗 | 89 |
|-----------------------|----|

摘要

關鍵詞：建築資訊建模、開源及自由軟體、設計階段環境建置、設計階段應用流程

一、研究緣起

BIM 軟體商的市場壟斷，價格肆意提升，成為許多企業的負擔，阻礙 BIM 的普及化，導致營建產業數位轉型產生障礙，為了解決此困境建築研究所於 110 年啟動了「建築資訊建模（BIM）開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃」研究計畫，並為後續相關研究計畫制定 ROADMAP。因此建研所於 111 年續辦本研究計畫，以建構導入營建產業 BIM FOSS 軟體的完整環境為目標，研究內容包括推廣與強化 BIM FOSS、FreeCAD 操作介面的在地中文化、建立 BIM FOSS 本土物件（object）製作流程、驗證與商軟檔案交換作業流程，並建議 BIM FOSS 在國內推動的機制，期望 BIM FOSS 能提升國內 BIM 技術，並與國際接軌，同時在軟體商肆意漲價的市場，尋求另外可行的出路，讓國內整個營建產業都能受益，並擺脫商業軟體的綁架。

BIM FOSS 的推動為長期研究計畫，相關研究需要循序漸進實行，最終完善本土 BIM FOSS 使用環境，讓建築各專業都能將 BIM FOSS 應用融入到工作流程中。本次研究計畫的對象是建築師族群，將設計建照申請階段應用為本計畫的研究範圍，藉由建築師作為建築工程的領導角色，帶領 BIM FOSS 融入工作流程中，並在後續計畫推動到機電、結構設計以及營造施工、營運維護等，讓建築生命週期各階段逐漸展開使用 BIM FOSS，最終提升國家營建產業的生產力。

二、研究方法及過程

本次研究內容主要分為五個方向，推廣策略分析與執行上藉由與協會合作推廣、成立網路社群、建立 BIM FOSS 網頁專區、開辦 BIM FOSS 課程等方式進行推動；FreeCAD 介面在地中文化工作針對 BIM 工作常用工作台進行本土中文化翻譯，幫助 FreeCAD 本土環境優化；採用資料蒐集與調查針對建築師設計建照申請階段研究 BIM FOSS 物件(object)技術開發流程；也針對不同 BIM 軟體與 BIM FOSS 的檔案交換作業流程進行驗證；利用實際操作方法針對建築師設計建照申請階段驗證其 BIM FOSS 的作業流程。並在達到階段性成果後借助我國 BIM 與開源程式碼的專家學者們之意見，確保其適用性與目的可用於國內建築產業，也提供研究團隊後續研究方向。

三、重要發現

本次研究成果擴大 BIM FOSS 的本土使用族群，也能讓 BIM FOSS 更加有效的融入國內建築產業的工作流程中，為了完善 BIM FOSS 設計建照請照階段的建置環境與應用流程，分別進行 FreeCAD 介面在地中文化、BIM FOSS 物件技術開發流程與 BIM FOSS 檔案交換作業流程等研究，藉由完成 BIM FOSS 設計建照階段應用案例提高軟體接受度，提升建築設計階建照請照階段的 BIM 使用情形，也為後續研究做準備。

另外研究團隊也持續在進行 BIM FOSS 推廣策略分析與執行，讓 BIM FOSS 在業界擴大使用，使國內 BIM FOSS 的能量開始發酵。

四、主要建議事項

根據研究發現，本研究藉由 BIM FOSS 的發展協助我國政府在 BIM 的應用發展上能更為順利，提供我國建築產業一個使軟體不受成本影響與資料不受控制的方案，提出下列具體建議。從立即可行的建議及長期性的建議，分別說明如下：

立即可行之建議—BIM FOSS 產學界推廣與教育訓練

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

本研究發現 FreeCAD 與 Blender 是 BIM 創作的基本工具，並經過驗證確認其 IFC 轉換是可行的，而藉由本研究證明 BIM FOSS 能完成建築設計建照請照階段的 BIM 應用需求，另外本研究成果也於附件提出實例操作流程以利後續研究計畫進行。

本研究團隊也於 10/29 開辦 7 天共 42 小時的 FreeCAD 實體建模課程，提供業界教育訓練執行 BIM FOSS 技術推廣，以這兩個軟體為核心，再藉由本研究實例驗證過的作業流程為根據，持續進行業界的教育訓練與推廣，推廣對象建議以建築師事務所為主，鼓勵對象包括尚未使用 BIM 的中小型建築師事務所或設計師個人工作室，非專業者如資產管理者，業主或公部門，目的擴大 BIM 使用者，提升建築數位轉型時程。

另外建議也能從學校教育推廣開始推廣開源自由軟體，讓老師與學生早日接觸開源自由軟體，為職場先期打造開源自由軟體環境。

中長期性建議—政府單位增列 BIM FOSS 檔案交付格式

主辦機關：公共工程委員會、內政部營建署、內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心、資策會

由於目前建築業界主要以使用專有軟體為主，國內政府機關在

BIM 檔案格式收取的規定上除了 IFC 以外，並未包含開源軟體檔案格式。建議公共工程招標需求說明可以增列收取 BIM FOSS 的檔案格式，如當初政府機關規定提供開放檔案格式.odf、.odt 等的方式，由政府機關提供需求，增加產業使用 BIM FOSS 的意願。

另外也建議可以參考國發會當初推動 LibreOffice 的方式，建議成立建築產業 BIM FOSS 推動小組，以國家力量扶植自由軟體。

長期性建議—各建築生命週期 BIM FOSS 實例研究與相關證照
主辦機關：公共工程委員會、內政部營建署、內政部建築研究所
協辦機關：財團法人台灣建築中心、大學建築與資訊相關研究所

本研究經由結論獲得建築設計建照請照階段的應用成果，但在研究方面國內僅只有本研究一個實例，因此還需要後續研究根據業界不同專案類型進行實例驗證，以加強建築相關各專業的設計階段、施工階段、維運階段的實例流程驗證，增加業界使用的信心。還需針對 BIM FOSS 的物件庫的蒐集與參數化物件建置的工作開始動作。

另外建議國家能協助成立 BIM FOSS 相關證照考試制度與交付規範，提高學校教學意願與業界徵才需求。

ABSTRACT

Summary

Keywords: Building information modeling, open source and free software, environment construction in the design stage, application process in the design stage

1. Origin of research

The market monopoly of BIM software vendors and the wanton increase in prices have become a burden for many companies, hindering the popularization of BIM and causing obstacles to the digital transformation of the construction industry. In order to solve this dilemma, the Architecture Research Institute launched "Building Information Modeling (BIM)) Open source and free software localization evaluation and development path planning" research project, and formulate ROADMAP for follow-up related research projects. Therefore, the Construction Research Institute continued this research project in 2011, with the goal of constructing a complete environment for introducing BIM FOSS software in the construction industry. The research content includes promoting and strengthening the local culture of BIM FOSS and FreeCAD operation interface, and establishing a local BIM FOSS Object (object) production process, verification and business software file exchange operation process, and suggest the mechanism of BIM FOSS in China, hoping that BIM FOSS can improve domestic BIM technology and be in line with international standards. At the same time, in the market where software vendors wanton price increases, Find another feasible way out, so that the

entire domestic construction industry can benefit, and get rid of the kidnapping of commercial software.

The promotion of BIM FOSS is a long-term research plan. Relevant research needs to be carried out step by step, and finally improve the local BIM FOSS usage environment, so that all architectural disciplines can integrate BIM FOSS applications into the workflow. The object of this research project is the architect group. The application stage of the design and construction license is the research scope of this project. With the architect as the leading role in the construction project, he will lead BIM FOSS into the work process, and in the follow-up plan Drawing is promoted to mechanical and electrical, structural design, construction, operation and maintenance, etc., so that BIM FOSS can be gradually used in all stages of the building life cycle, and ultimately improve the productivity of the national construction industry.

2. Research methods and process

The content of this research is mainly divided into five directions. In terms of promotion strategy analysis and implementation, it is promoted through cooperation with associations, establishment of online communities, establishment of BIM FOSS webpages, and opening of BIM FOSS courses; the FreeCAD interface is in the ground Cultural work is aimed at the local Chinese cultural translation of the common workbench of BIM work, helping to optimize the local environment of FreeCAD; using data collection and investigation to study the BIM FOSS object technology development process for architects in the design and construction license application stage; also for different BIM software and Verify the file exchange operation

process of BIM FOSS; use the actual operation method to verify the BIM FOSS operation process for the architect's design and construction license application stage. And after reaching the staged results, we will use the opinions of experts and scholars of BIM and open source code in my country to ensure its applicability and purpose can be used in the domestic construction industry, and also provide the research team with follow-up research directions.

3. Important findings

The results of this research expand the local user groups of BIM FOSS, and also allow BIM FOSS to be more effectively integrated into the workflow of the domestic construction industry. In order to improve the construction environment and application process of the BIM FOSS design and construction phase, FreeCAD Research on the interface in local culture, BIM FOSS object technology development process and BIM FOSS file exchange operation process. By completing the application cases in the BIM FOSS design and construction phase, the acceptance of the software will be improved, and the use of BIM in the architectural design phase will be improved. The situation is also a preparation for the follow-up research.

In addition, the research team is also continuing to analyze and implement BIM FOSS promotion strategies, so that BIM FOSS can be used more widely in the industry, and the energy of domestic BIM FOSS has begun to ferment.

4. Main recommendations

According to the findings of the research, this study helps the Chinese government to develop BIM applications more smoothly

through the development of BIM FOSS, and provides a solution for the construction industry in my country to keep software from being affected by cost and data from being out of control. The following specific suggestions are put forward. The immediate and long-term recommendations are as follows:

Immediately Actionable Suggestions - BIM FOSS
Industry-Academia Promotion and Education Training

Sponsor: Institute of Architecture, Ministry of the Interior

Co-organizer: Taiwan Architecture Center

This study found that FreeCAD and Blender are the basic tools for BIM creation, and it has been verified that its IFC conversion is feasible. This study proves that BIM FOSS can fulfill the BIM application requirements in the architectural design and construction phase. In addition, the research results are also In the appendix, an example operation process is proposed to facilitate the follow-up research plan.

The research team also launched a 7-day, 42-hour FreeCAD solid modeling course on 10/29 to provide industry education and training to implement BIM FOSS technology promotion. With these two software as the core, the operation process verified by this research example is According to the continuous education, training and promotion in the industry, the promotion objects are suggested to be mainly architect firms, and the encouragement targets include small and medium-sized architect firms or designer personal studios that have not yet used BIM. Non-professionals such as asset managers, Owners or public departments aim to expand BIM users and accelerate the digital transformation of buildings.

建築資訊建模開源及自由軟體(BIM FOSS)本土化開發及應用研究

In addition, it is suggested that open source and free software can be promoted from school education promotion, so that teachers and students can get in touch with open source and free software as soon as possible, and create an open source and free software environment for the workplace in advance.

Mid- and long-term suggestions—government units add BIM FOSS file delivery format

Sponsors: Public Works Committee, Ministry of Interior Construction Administration, Ministry of Interior Construction Research Institute

Co-organizers: Taiwan Architectural Center, Capital Strategy Council

Since the current construction industry mainly uses proprietary software, domestic government agencies have not included open source software file formats except for IFC in the regulations on the collection of BIM file formats. It is suggested that the file format for BIM FOSS can be added to the demand statement for public project bidding. For example, the government agency stipulated that the open file format .

In addition, it is also recommended to refer to the way the National Development Council promoted LibreOffice at the beginning, and it is suggested to establish a BIM FOSS promotion group for the construction industry to support free software with national power.

Long-term recommendations - BIM FOSS case studies and related certificates for each building life cycle

Sponsors: Public Works Committee, Ministry of Interior
Construction Administration, Ministry of Interior Construction
Research Institute

Co-organizers: Taiwan Architecture Center, University
Architecture and Information Research Institute

This study obtains the application results of the architectural design and building license application stage through the conclusion, but in terms of research, there is only one example of this study in China, so follow-up research is needed to conduct example verification according to different project types in the industry, so as to strengthen the design of various disciplines related to architecture. The example process verification of the construction phase, construction phase, and maintenance phase increases the confidence of the industry in use. It is also necessary to start work on the collection of BIM FOSS object libraries and the construction of parametric objects.

In addition, it is suggested that the state can assist in the establishment of BIM FOSS-related certificate examination system and delivery specifications, so as to improve the willingness of schools to teach and the demand for talents in the industry.

第一章 緒 論

第一節 研究緣起與背景

一、研究緣起

建築研究所於110年「建築資訊建模（BIM）開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃」[1]已得到初步研究成果，包括國外建築資訊建模（Building Information Modeling，以下簡稱 BIM）自由開源軟體（Free and Source Software，以下簡稱 FOSS）種類調查、適合本土化之 BIM FOSS 調查、撰寫 BIM FOSS 使用手冊、本地化模組開發可行性評估等，根據此研究計畫成果進行 BIM FOSS 後續本土化擴充，逐步完善 BIM FOSS 建置環境與應用流程，提供營建產業導入 BIM 的新解決方案，並在110年底以補助案成功開辦 BIM 自由及開源軟體應用教育訓練課程。

建築研究所根據「建築資訊建模（BIM）開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃」[1]成果報告書最後提出的 Road Map，於今年111年續辦以建構導入營建產業 BIM FOSS 的建築師請照階段的完整環境為目標，包括推廣與教育訓練所需資料與強化 FreeCAD 軟體，建立 BIM FOSS 在國內推動的機制；研究 BIM FOSS 的軟體介面與相關內容的本土中文化、設計階段本土化物件(object)開發，以及檔案交換作業流程的精進；除此之外在推廣上研究如何成立 BIM FOSS 本土化社群並持續進行推廣，另外也扶持相關建材與設備廠商進入建築數位轉型並與建築產業建立合作夥伴關係。

二、研究背景

我國營建產業數位化勢在必行，透過 BIM 可帶給建築工程全生命週期各種不同的效益，因此各機關及企業陸續將在國外發展成熟的 BIM 軟體引進國內產業使用，目前國內主流的 Revit、ArchiCAD 皆為國際軟體大廠開發的 BIM 軟體，雖然商業軟體相對成熟好用，但軟體卻十分昂貴，一套軟體動輒耗費數十萬元的開銷。

近來 Revit 軟體商更將授權方式變更為訂閱(subscription)制，與

以往賣斷即可永久使用之授權方式不同改採每年租賃制度且費用逐年調漲；ArchiCAD 雖保留買斷制，但每年新版本的更新費用也是逐年提高，這令國內許多中小企業受到成本因素遲遲不敢採用 BIM 作為生產工具。

另外長期建築產業在 BIM 的協作能力充斥著難以解決問題，每個 BIM 軟體都是由各自獨立的檔案格式所組成，各軟體在格式設計上都無法與其他軟體整合運用，這與建築產業是團隊工作是互相矛盾的，軟體不僅彼此流通性差，更嚴重影響到建築物的生產效率。在以工業基礎分類(Industry Foundation Classes, 下簡稱 IFC)交換上，國內已有多篇論文指出，由於 IFC 尚在發展當中，市面上許多家軟體雖然宣稱自己支援 IFC，然而其相互間的相容性卻沒有達到預期，這仍有待進一步努力。(國立交通大學 樊啟勇、林昌佑(民96) IFC 資料標準之結構物資訊擷取與建立)[2] (中央大學土木工程系 陳俊嘉、周建成(民103)。BIM 軟體之 IFC 相容性研究：以設施管理應用為例。)[3] (台北科技大學土木與防災研究所 陳振宏、林祐正(民102)。整合 IFC 於 BIM 資料擷取與檢核之研究。)[4] (台北科技大學土木與防災研究所 陳春逢、林祐正(民103)。建置 IFC-based BIM 資訊管理系統之研究。)[5]，歐盟建築師也在近年針對 Revit 檔案的互通性問題聯署寫信給 Autodesk，內容指出「顯然，Revit 2023 還有其他改進，但它們總體上不是應用程序的戰略性重新規劃。仍然需要戰略性重啟，以創建一個適合下一代全球專案的可互操作設計和交付的平台。當與 RVT 文件格式綁定時，這是一件很難做的事情。」「我們將繼續監控 Autodesk 的進度，並詳細地報告我們當前產品與客戶對下一代互操作設計和文檔軟體基礎設施的要求之間存在的差距分析。」「公開信小組將要求該行業團結起來，為開發未來 AEC 可互操作數位化設計和交付軟體平台製定一套共同的規範。」[6]

彙整 BIM 相關建築研究所研究報告，根據報告書內容指出我國 BIM 發展困境主要原因為以下幾點：

1. 價格昂貴與商業模式不穩定。
2. 檔案格式版本限制也不符合建築生命週期使用的穩定性。
3. 不開放程式碼，軟體限制大、彈性小，無法根據使用者客製化。
4. 軟體檔案格式不同，交換不易且正確建置或轉換 IFC 需要專業的學習。
5. 彼此競爭流通性差，建築產業是團隊工作，嚴重影響生產力的效率。

(內政部建築研究所 賴朝俊(民111)。建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃)[1] (內政部建築研究所 周光宙(民109)。BIM 應用推廣及宣導計畫書。)[7] (內政部建築研究所。108年度 BIM 推廣宣導講習會北部場活動報導。)[8]

上述產業界困境都是因為軟體商的發展策略所造成的，藉由 BIM FOSS 新的解決方案預計可以幫助產業很好的解決問題，例如多數 BIM FOSS 不是由企業控制的，其軟體本身也是免費提供，若能在產業中發展，藉此能有效的抑制軟體商肆意調整軟體價格，讓市場能有一個數位軟體工具價格的平衡機制。

上面提到過 BIM FOSS 的檔案為開放程式碼，這能讓使用者確實的擁有檔案資料而不是被商業軟體廠商控制，並能根據使用者需求進行軟體的客製化，在此之上插件的開發也能促成新的商業行為產生，更有利於產業發展，同時因台灣市場小不受到國際軟體大廠的重視，BIM 軟體的功能也不會根據本地工作流程的使用需求調整，可是在開源程式碼的環境下，BIM FOSS 就能很好的處理軟體本地化的問題。

BIM FOSS 檔案格式的開啟上沒有版本限制的問題，並能隨時更新至最新版本，且建築產業開源軟體的社群是以 OPENBIM 為理

念在進行開發工作，在軟體本身架構上更貼近 IFC 檔案格式的交換標準，如此產業的團隊工作模式、符合建築生命週期的穩定性。本研究團隊藉由推廣 BIM FOSS，幫助我國建築產業完善 BIM FOSS 的建置環境與應用流程，拉攏建築產業裡更多的人使用 BIM FOSS，將能整體提升我國 BIM 技術能力與數位發展程度。

第二節 研究目標

本研究計畫延續110年的研究計畫成果，根據成果報告書提出的發展路徑規劃 ROADMAP 圖1-2-1(資料來源：建築資訊建模(BIM)開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃研究報告)[1]，本次研究的工作流程主要是放在建築設計的請照階段，並針對建築師族群工作用到的環境與模型建置過程進行研究，日後將循序漸進，從建築師族群擴展到建築相關的專業技師群體，並再延續到施工階段、營運維護階段及其他材料設備廠商，藉由逐年累積研究成果，最終讓 BIM FOSS 擴展到建築全生命週期使用，也能在建築產業配合政府單位推廣開源軟體。

今年研究計畫則以完成設計請照階段 BIM FOSS 建置環境及應用流程為目標。本篇研究目標如下：

1. 持續研究在地化 BIM FOSS 相關議題，完整設計階段 BIM FOSS 建置環境及應用流程。
2. 推廣 BIM FOSS 至國內營建相關產業使用。
3. 降低 BIM FOSS 軟體學習門檻，提高軟體接受度。
4. 建立本土設計用參數化物件(object)技術開發流程與商業軟體物件(object)的轉換流程。
5. 藉由提供產業製作物件(object)方法讓 BIM FOSS 物件(object)能逐漸累積物件(object)並彙整成本地物件(object)庫。
6. 建立 BIM FOSS 與 BIM 商業軟體間的檔案交換流程。

7. 以實例驗證設計階段 BIM FOSS 本地應用流程。

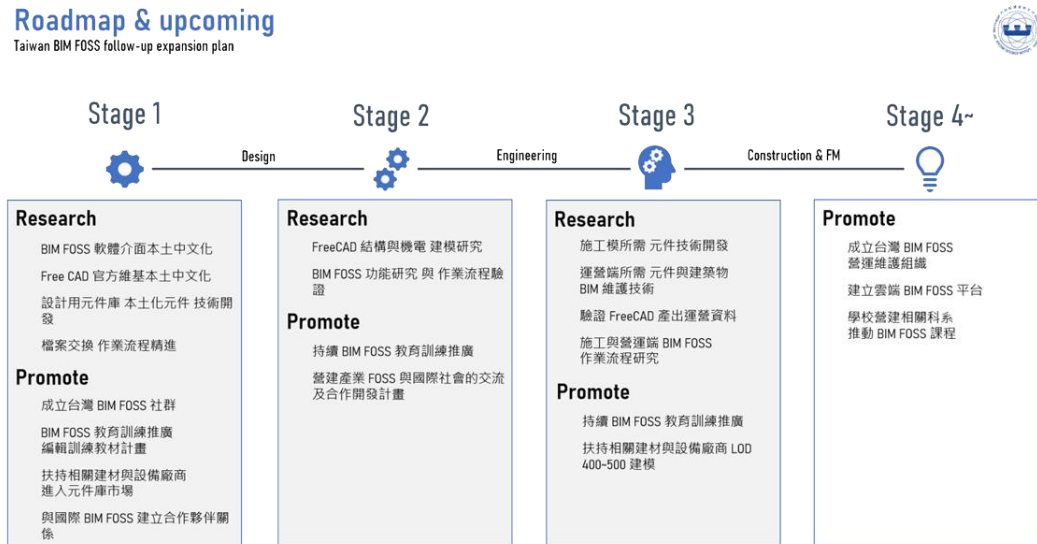


圖 1-2-1 BIM FOSS 發展路徑規劃

第三節 研究方法與範圍

一、研究方法

本研究採取文獻回顧/資料調查蒐集之主要原因，是因國內 BIM 開源及自由軟體起步較歐美等先進國家晚且執行經驗少，需要借助國外相對完整的資料與案例來驗證本土的 BIM FOSS 各種類的執行方法。當本研究計畫有了階段性成果後，需借助我國 BIM 與開源程式碼的專家學者們之意見，藉以確保其適用性與目的可用於國內建築產業，本研究計畫還會使用實際操作方法來驗證 BIM FOSS 作業流程，確保能正常的應用於設計請照階段，最終本研究成果能提供給我國需要執行 BIM 專案的單位及部門參考，內容如下：

1. 文獻回顧/資料調查蒐集：

研究團隊除按本計畫目標需求蒐集國內外各方面的 BIM FOSS 相關文獻資料與實際案例外，也同時進行本研究計畫內的輔導

成立 BIM FOSS 本土社群一項工作，順便將資料放在社群上供國內先進了解 BIM FOSS 的最新資訊，另外也會將最新資訊放在本研究計畫即將成立的網頁專區，並參考國外案例進行 BIM FOSS 軟體界面的中文化與設計請照用的本土建築用物件(object)技術開發等項次的研究。

2. 舉辦專家座談會：

本研究計畫已於期中與期末通過舉辦專家座談會的方式，邀請產官學各界對於 BIM FOSS 有研究之專家來交換意見。藉由專家的經驗提供本研究計畫 BIM FOSS 相關建議，讓本研究計畫案有更多元的思考方向，使本研究計畫的內容更加完整豐富，才能真正達到符合營建產業各界需求的研究成果。

考量我國目前 BIM FOSS 有經驗者極為有限，在邀請專家方面也一併邀請自由開源軟體方面的專家，尤其在 BIM FOSS 推動上分享其推動經驗供本研究團隊參考。

3. 實際操作法：

本研究團隊藉由文獻回顧與資料蒐集調查了解國外 BIM FOSS 案例的工作流程後，以實際操作的方式驗證我國建築設計請照階段 BIM FOSS 的作業流程與 BIM 商業軟體之間的檔案交換作業流程。

目前國內對於 BIM FOSS 的研究報告書僅有本研究團隊在建研所110年「建築資訊建模(BIM)開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃」[1]的成果報告書，BIM FOSS 相關議題在國內外皆是剛起步發展的狀態，而國內未能有足夠的時間累積相關案例，但國外的建築開源軟體社群發展相當活躍，每個月定時舉辦階段性成果發表的視訊會議，本研究團隊藉由隨時蒐集國外建築開源軟體社群的最新資訊來進行相關環境建置與流程開發研究，並邀國內請專家持續給予本研究適當的建議。

二、研究範圍

本研究計畫根據建研所110年「建築資訊建模（BIM）開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃」的成果報告書[1]調查成果，在後續建模相關應用領域會以 FreeCAD 做為主要研究軟體，研究計畫也在成果中提出了 FreeCAD BIM 平台的基本建模手冊，內容有包括開源建築軟體之發展、FreeCAD 安裝簡介、BIM 工作台操作說明、建築模型實例#1 Maison Domino 多米諾屋等說明，FreeCAD 本是機械建模工具，在2008年由巴西建築師 Yorik van Havre 創建 Arch 工作台開始發展建築建模工具，成為 FreeCAD 開發的核心成員之一，並在後來2019年開發了 BIM 工作台，使 FreeCAD 能做為 BIM 的建模工具。

在所有的開源及自由軟體當中 FreeCAD 也是相對來說最適合建築產業工作的 BIM 建模工具，它獲得了 BuildingSMART IFC4.0的認證證明了它的互通性，並能與其他 FOSS 緊密聯繫的使用，達成各式各樣的 BIM 應用專案。例如搭配 LibreCAD 可進行後期 CAD 編輯作業，進而產生建築設計請照階段的2D圖說；或利用 Blender 進行效果圖及製作動畫等，也可以在設計初期先用 Blender 插件 HomeMaker 進行快速建置概念設計模型或基地模型。與商軟不同 FOSS 的概念並不局限於同一套軟體要包含所有的功能，根據使用需求靈活運用不同的 FOSS 軟體並發揮各自的長處，FOSS 也能很出色的完成建築全生命週期的 BIM 應用。

BIM FOSS 為一個長期研究計畫將分為不同階段進行，本次研究案會將研究鎖定在建築設計請照階段，因此本研究計畫物件(object)流程開發的內容模型細緻度約在美國總務管理局(GSA)BIM 指南[9]中的 LOD 200到300之間，並以建築執照申請的主要構造為

建築資訊建模開源及自由軟體(BIM FOSS)本土化開發及應用研究

主，除此之外 BIM 應用專案的工作流程會有執照圖產出的實例流程研究，藉由本研究深入研究設計請照階段 BIM FOSS 的作業流程，幫助建築師減少軟體摸索的時間且能快速應用到工作中。

第四節 研究流程

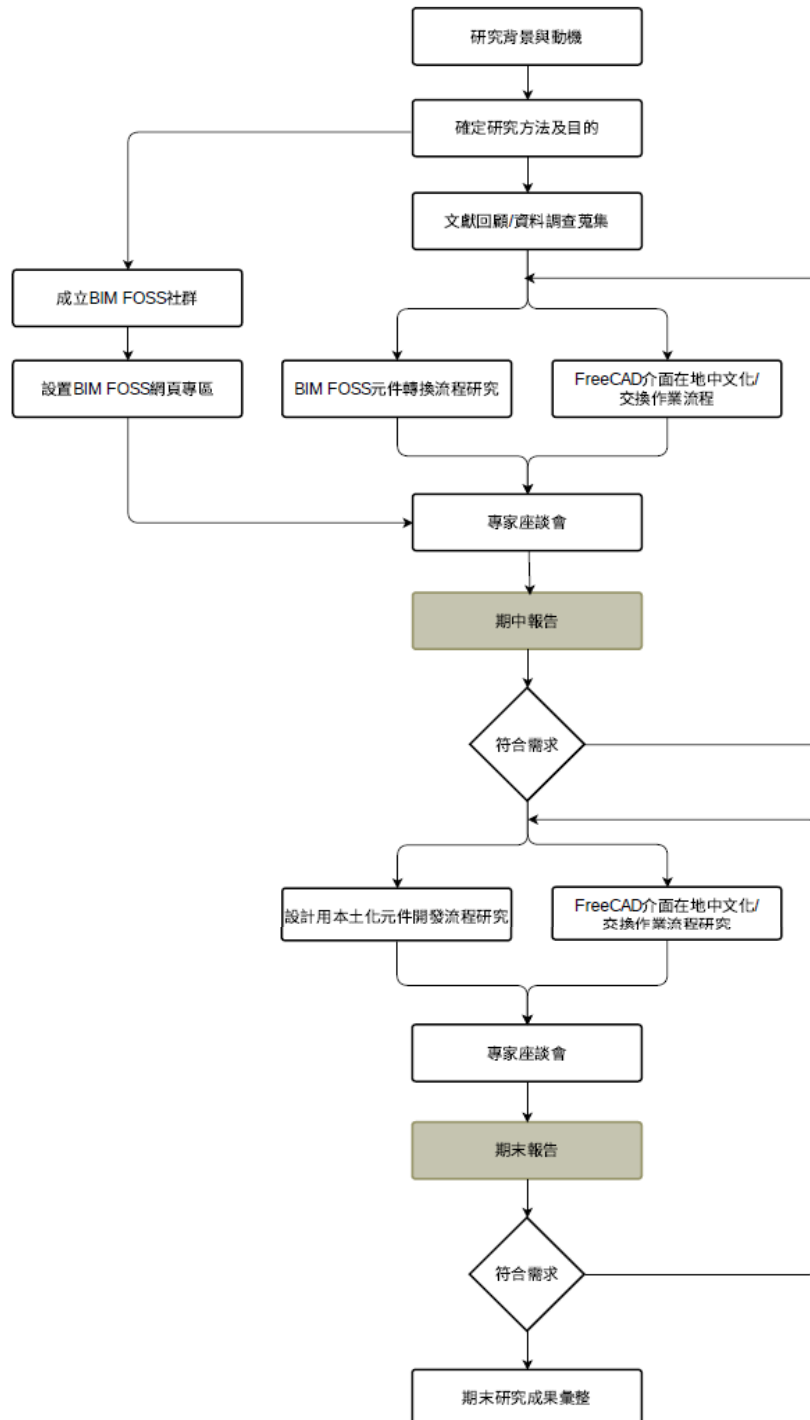


圖 1-4-1 研究步驟

第二章 文獻回顧

第一節 國內資料蒐集

一、國內 BIM FOSS 發展現況

本研究計畫為 BIM FOSS 相關領域的領先計畫，目前本計畫已執行到第二年，本研究團隊在建研所 110 年已經提出「建築資訊建模（BIM）開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃」[1]的成果報告書，研究團隊也有提供教學影片將研究的成果放在網路上，藉以讓國內 BIM 相關人士能了解 BIM FOSS 研究狀況，能推動國內開始自學軟體使用。除了本研究團隊的成果報告書以及教學影片，國內並未有其他的 BIM FOSS 資料與案例，說明 BIM FOSS 相關研究還尚在發展初期，因此本研究會持續以 110 年的研究建議做為基礎發展與補充相關資料。

根據「建築資訊建模（BIM）開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃」[1]成果報告書指出 BIM FOSS 在發展上會面臨的挑戰，如下圖 2-1-1 6 項策略建議所示：

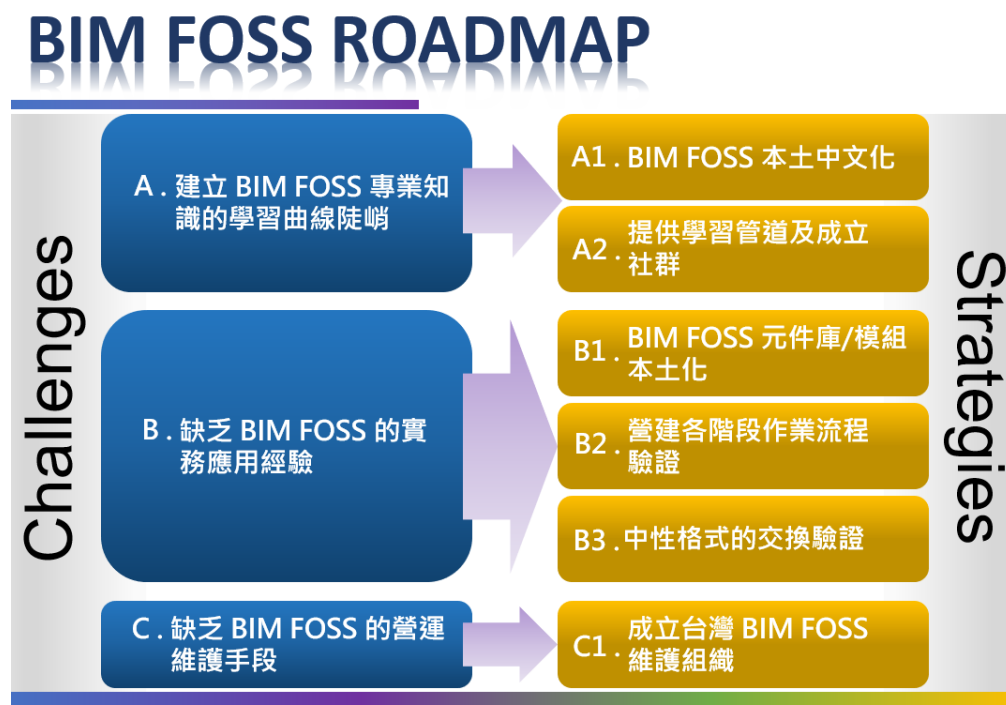


圖 2-1-1 BIM FOSS RoadMap

由上圖 RoadMap 指出 BIM FOSS 發展對策，根據對策再發展成階段性的發展路徑規劃，如圖 1-3-1 所示(P.5)，以各階段內容作為基礎調整成今年續辦研究案的需求書，再彙整成以下 5 項本研究計畫的執行內容：

1. 成立 BIM FOSS 本土社群，設置 BIM FOSS 網頁專區(推廣國內 BIM FOSS 使用)。
2. BIM FOSS 軟體介面中文化(主介面、BIM 工作台)。
3. FreeCAD 建築設計本土化物件(object)技術開發(以建造執照申請主要構造與主要設備物件(object)為主)。
4. 透過網路持續蒐集與關注國際 BIM FOSS 技術演進與社群活動狀態。
5. IFC 檔案交換作業流程驗證(BIM FOSS 與 BIM 商用軟體 Revit/ArchiCAD 檔案交換測試)。

BIM FOSS 發展的對策專案都需要長期持續進行，由於目前建築產業主要是使用 BIM 的商業軟體，商業軟體檔案格式受限於軟體商是不全部公開，只能在該軟體提供的框架下使用，而開源軟體是開放程式碼，該特性使得專業人士能自由發展軟體與開發，因此國內的建築產業市場在開源及自由軟體這塊藍海有非常多的發揮空間，能讓許多本土開發者在國際平台上互相交流，共同推進 BIM FOSS 的發展，一旦國內開始加入了 BIM FOSS 的使用者，也能扶植新興產業的推動，如教育訓練、技術顧問、參數化模型開發、客制化模組開發等等服務。

另藉由 BIM FOSS 的特性，能跨領域結合其他相關產業，如機械電子、AI 等產業，發揮台灣優勢的資通產業，創造因建築數位轉型的創新產業機會，不會被商業軟體的框架阻礙發展的可能性。

二、國內 BIM FOSS 應用成果分享

本研究團隊賴朝俊建築師於 110 年 12 月參加「2021 台灣建築師節/建築論壇 傳承 50 飛躍 50」時介紹 BIM FOSS 導入的背景，也分享該建築師事務 BIM FOSS 的實務應用成果，該次的分享影片

建築資訊建模開源及自由軟體(BIM FOSS)本土化開發及應用研究

已經放在 Youtube 網路平台上供業界同仁參考，該影片由事務所同仁盧鼎鈞、甘倫安、張文豪、郭翊生所製作，影片連結如下：

<https://www.youtube.com/watch?v=-1fGtZO1h3o>

賴建築師事務所以實際操作的方式驗證了設計階段基本的 BIM 應用專案，如圖 2-1-2 所示，說明 BIM FOSS 可用於本土建築師事務所設計階段的工作流程，藉由國內持續推動未來能發展出更多的實績，讓大眾更快地接受 BIM FOSS，本研究計畫將於成果報告書最後提供建築設計請照階段的操作流程，藉此讓國內建築師事務所也能導入 BIM FOSS 到其工作流程中。

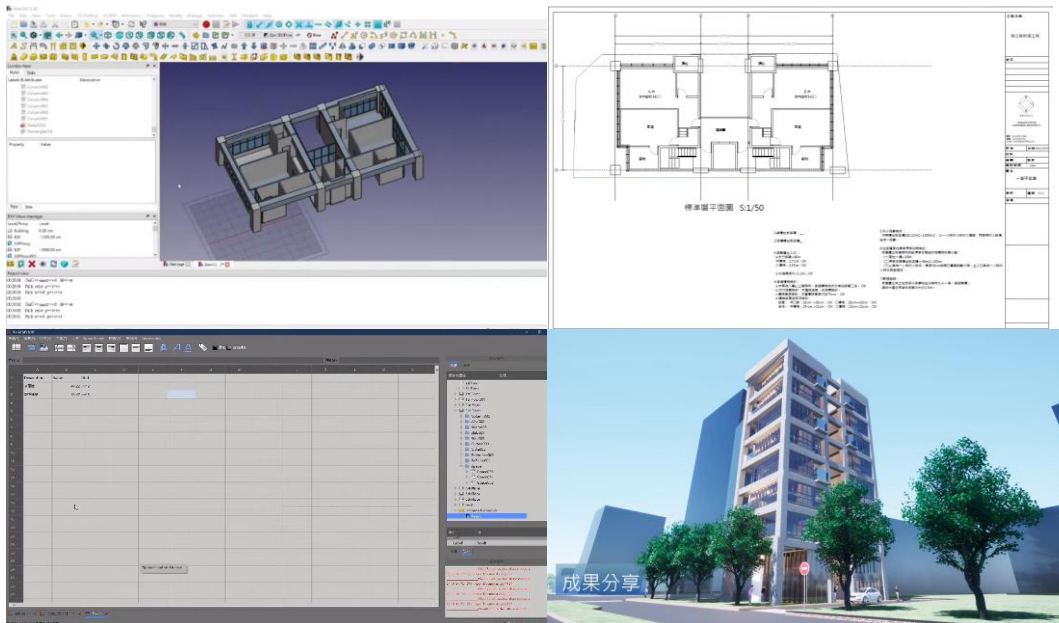


圖 2-1-2 建築師事務所 BIM FOSS 成果

三、國內模型物件(object)定義

本次研究內容包含 FreeCAD 軟體介面的中文化，因此對於專業術語的解釋必須正確且符合大眾認知，但國內目前沒有制定相關的 BIM 規範，造成許多名詞定義上有不一致之處，例如物件(object)、物件(object)的定義或模型細緻度的定義等，本研究在資料蒐集過程中發現同樣是建築研究所的成果報告，在不同作者的報告中對於

BIM 物件、物件(object)、組件等名詞定義都有不同的解釋，以下進行說明：

內政部建築研究所 鄭泰昇(民 104)。根據 BIM 物件(object)通用格式與建置規範研究[10]附錄十國內 BIM 物件(object)通用格式規範書初稿中所描述，BIM 物件(object)為組成 BIM 模型的基本物件(object)、一種資訊載體，能攜帶幾何資訊與非幾何資訊、可以僅包含一個單體物件(object)，或是由多個物件(object)所組成。

另外內政部建築研究所 賴朝俊(民 105)。我國 BIM 協同作業指南執行要點研擬[11]所指出的物件(object)描述為 BIM 物件(object)(BIM elements)通常由一系列 BIM 模型物件(object)組成，這些物件(object)都是營建專案預計使用的實體建築物件(object)，只是採用數據化模型來表達其幾何、物理、和功能特徵。屬性資料是建置在模型中的許多有用參數資訊，這些屬性資料可以是幾何參數資料，也可以是非幾何屬性資料，如下表 2-1-1 所示。

表 2-1-1 設計 BIM 物件(object)的幾何與非幾何參數資料範例

| 幾何參數資料 | 非幾何屬性資料 |
|--------|---------|
| 大小尺寸 | 系統數據 |
| 體積 | 效能資料 |
| 形狀 | 法規數據 |
| 高度 | 規範資料 |
| 方位 | 成本價格資料 |

該研究報告所定義的 BIM 物件(object)(BIM elements)資料參考來自於美國總務管理局(GSA)BIM 指南[9]2.1 的模型物件(object)概述(Model Elements Overview)，並在該指南中 2.1.1 章節用例子示範說明物件(object)、組件等彼此之間的關係。因此本研究團隊理解的 BIM 模型物件(object)定義將依循內政部建築研究所 賴朝俊(民 105)。我國 BIM 協同作業指南執行要點研擬[11]解釋的模型物件(object)定義，藉此避免日後對於專有名詞的混淆與誤解。

第二節 國外資料蒐集

一、國外 BIM FOSS 發展現況

目前國外正在主導 BIM FOSS 的社群為 OSArch，該社群由各國的開源軟體人所組成，是目前國外最大的 AECO FOSS 非營利社群，它們官方網站 OSArch Community[12]與 Wiki.OSARCH[13]已經網羅網路上的各地論壇的資訊，在它們的網站底下可以獲得最完整與最新鮮的 AECO FOSS 資訊，它們彙整公開平台上展示的實際工作流程案例，藉由這些資源就能開始學習使用 AECO FOSS 進行工作，也蒐集 AECO 產業不同的建築生命週期階段已存在的軟體種類進行分類，例如設計 CAD 或建模的分類有 Blender、FirstDraft 及 FreeCAD 等軟體；3D 效果圖及動畫的分類有 Blender、Appleseed 及 Hugin 等軟體；協作平台的分類有 BIM Data、BIM Server 及 IFC COBie 等軟體，除此之外還有更多的 AECO FOSS 正在開發中就不在此贅述，就該網站整理的各種專長自由開源軟體已經達到 72 種。

社群遵從參與其中、探索自由軟體、使用開放標準的指標，持續為建築產業的未來努力，並以道德與公開透明的方法建立一個可以自由設計、創建、運行建築數位軟體的環境，他們藉由每月一次的視訊會議邀請業界 FOSS 的專家進行分享，並與所有參與者共同討論 AECO FOSS 相關議題，根據目前 OSArch 的 2022 年 6 月網站資料，該社群目前已有超過 1000 位社群成員，100 多位負責 wiki 網站工作，並呼籲更多人能參與其中，讓 AECO FOSS 能更快的成熟運用到產業工作流程中。

另外有關於 AECO FOSS 的相關研究報告，在網路公開平台上可以搜尋到的文獻目前統計有 8 筆，與 BIM FOSS 建模直接關連的文獻有 1 筆，包括「低成本 4D BIM 建模：FreeCAD 與商業軟體之間的比較(多納托；阿比塔(M.Abita))」[14]，文獻主要利用 FreeCAD 建模與 Tekla 結構專門的商業軟體進行鋼筋建模與工作進度模擬的

功能比較，並從研究發現到 FreeCAD 儘管無法自動化所有過程，但已經說明是個有效的解決方案，而無其他相關文獻是因為目前國際上 BIM FOSS 研究都是約從 2019 年前才開始，因此隨著日後參與人數增加，才會有更多的相關研究文獻。

二、國外開源軟體發展趨勢-歐盟開源軟體戰略

摘錄至 European Commission 歐盟委員會通過其新的 2020-2023 年開源軟體戰略。[15]

2020 年 10 月 21 日歐盟委員會批准了 2020-2023 年開源軟體戰略開源軟體戰略是邁向總體數位的戰略目標，並且為數位歐洲做出貢獻的重要一步。

以 “Think Open” 為主題的內部戰略提出了鼓勵和利用開源、其原則和開發實踐的變革、創新和協作力量的願景。它促進軟體解決方案、知識和專業知識的共享和重用，以提供更好的歐洲服務，造福社會並降低社會成本。委員會承諾不僅在 IT 等實際領域，而且在它可能具有戰略意義的領域增加對開源的使用。

該戰略認識到歐盟委員會與成員國、公司和廣大公眾合作的重要性，以構建新的、創新的數位化解決方案，這些解決方案可以跨越國界並實現技術主權。

“新的開源軟體戰略是委員會數位化轉型的實用工具。它也是創新的主要推動力，它將使我們掌握知識，在我們的組織內外創造一個更好、更具包容性的數位化環境。DG Informatics 代理總幹事 Mario Campolargo 說。”

新戰略的主要目標是使委員會能夠：

- 歐洲自己的獨立數位化方法在數位化自治方面取得進展；
- 實施歐盟委員會數位化戰略；
- 鼓勵軟體和應用程序以及數據、資訊和知識的共享和重用；

- 通過分享委員會的源代碼為知識社會做出貢獻；
- 建設世界一流的公共服務；

該戰略的實施將遵循 6 項原則：開放思考、轉變、分享、貢獻、安全、保持控制。在實踐中，委員會旨在加強已經在很大程度上基於開源原則的內部工作文化。委員會將採取一系列行動來實現該戰略的目標，例如：創建開源創新實驗室、消除將軟體作為開源發布的行政負擔、開發開源軟體技能和招聘人才以及擴大其外展範圍到社區。

“DG Informatics 數位業務解決方案總監 Thomas Gageik 表示，該戰略重申了委員會對開源的更多參與。“開放性是創新的根本驅動力。開源是其中的一部分，且鼓勵聰明的人一起工作，用意想不到的解決方案解決複雜的問題。”

台灣過去也順應世界政府趨勢於 91 年起至 101 年實行政府單位的自由軟體推廣應用[16]，政府推動文件採用 ODF 開放格式之政策，並推廣至政府及學界各機關，亦影響到產業界，台灣於 110 年實施開放政府政策[17]強調透明、課責、參與及涵容的核心精神，與歐盟開源軟體戰略的執行方向相同，藉由本次研究 BIM FOSS 不只能提高我國營建產業的數位程度，又能順應國家政策與國際潮流，將我國開放社群的能量接軌到國際。

三、研究使用 BIM FOSS 說明

本研究案根據「建築資訊建模（BIM）開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃」[1]報告書的研究成果，主要使用 FreeCAD 與 Blender 作為研究軟體，因為 FreeCAD 是在近年出現少數可以替代 BIM 商業軟體的自由軟體，2008 年時比利時建築師約里克·範·哈弗(Yorick van Havre)加入 FreeCAD 開發團隊，他最開始是開發草圖模組用以於繪製 2D 圖形，在過去十年內他不斷的擴充了 FreeCAD 的功能，讓其應用領域不斷擴張，證明了 FreeCAD 能跨領域應用的

特性，在最近幾年更是開發了專門用於 BIM 工作台，並且可以自行開發新的工作台來完成新功能，在 FreeCAD 這個大框架底下來進行整合，對台灣這個環境而言是非常適合投入心力來進行發展的一項工具。

Blender 是一套 3D 建模及動畫繪製軟體，其功能相當強大，對於多媒體方面之 3D 建模例如硬表面建模、人物建模等都有相當完整的功能，而且內建物理及著色引擎，可以輸出著色完之動畫，Blender 非常適合用來將 BIM 模型匯入進行整合及後製工作，也能很便利的載入 GIS 圖資來作業，但 Blender 由於其先天設計的哲學，較不適用於進行 CAD 建模，CAD 建模需要精準尺寸與精準定位以及標註尺寸，這些功能要使用 Blender 來處理會比較困難，所以建議建模作業時使用 FreeCAD 來進行工作。

眾所週知台灣因為市場規模不大，因此許多商用軟體均以此為理由拒絕為台灣市場開發新功能，即便一般事務所想自行開發也因為商業軟體的原始碼沒有公開而無從下手。相較於這種情況，開源的 FreeCAD 就是一個非常適合拿來進行客制化的平台，可以針對台灣的需求來進行本地化功能的開發。



圖 2-2-1 FreeCAD 與 BlenderBIM 的 LOGO

四、國外 BIM FOSS 實例

摘錄至 wiki.osarch[18]

此章節展示了架構、工程、施工和運營(AECO)工作流程範例的列表，這些範例涉及在其開發過程中使用 FOSS 工具。

這些案例來自公開資源，例如 FreeCAD 的論壇和 OSArch 的論壇。在某些範例中，它們只是用於研究工具性能的測試範例。其他的情況是真實生產環境中的工作流程，如果使用者正在適應 FOSS

建築資訊建模開源及自由軟體(BIM FOSS)本土化開發及應用研究

工具的工作流程，可以從這些研究案例找到有用的提示、方法、想法和文檔。

- 1 2D 繪圖
- 2 用於開發 OpenBIM 數據管道的模塊化工具包
- 3 在 FreeCAD 中創建的建築 3D 模型
- 4 Regis Nde Tene 的多個專案的存儲庫 (2016-2020)
- 5 Uncreated Studio 的 Wikilab 專案 (2017)
- 6 樓梯設計 (2017)
- 7 使用 FreeCAD 進行複雜幕牆設計 (2019)
- 8 景觀和城市化專案-公園總體規劃 (2019)
- 9 Studiolada 的開源之家 (2020)
- 10 瘋狂科學家巢穴(2020)
- 11 szzer/房子(2020)
- 12 140 平方米家庭住宅 (2020)
- 13 佐治亞州亞特蘭大的住宅 (2020-目前正在進行中)
- 14 一層家庭住宅(2020)
- 15 個開放存取專案的存儲庫(2020)
- 16 建築結構(2020)
- 17 Lake House，概念設計 (2020)
- 18 多代家庭住宅(2021)
- 19 使用 Regard3D+Blender+FreeCAD 的 FLOSS 工作流程 (2021)
- 20 使用 FreeCAD 進行房屋建模(2021)
- 21 Arquitetura Aberta(2021)
- 22 BIM 框架和 FreeCAD (2021)
- 23 威戈。模塊化開源構建系統 (2022)
- 24 Bibliotheca Alexandrina-使用 FC 製作 2D 繪圖 (2022)
- 25 2 家庭住宅(2022)

第二章 文獻回顧

- 26 小樓 (2022)
- 27 預製混凝土建築(2022)

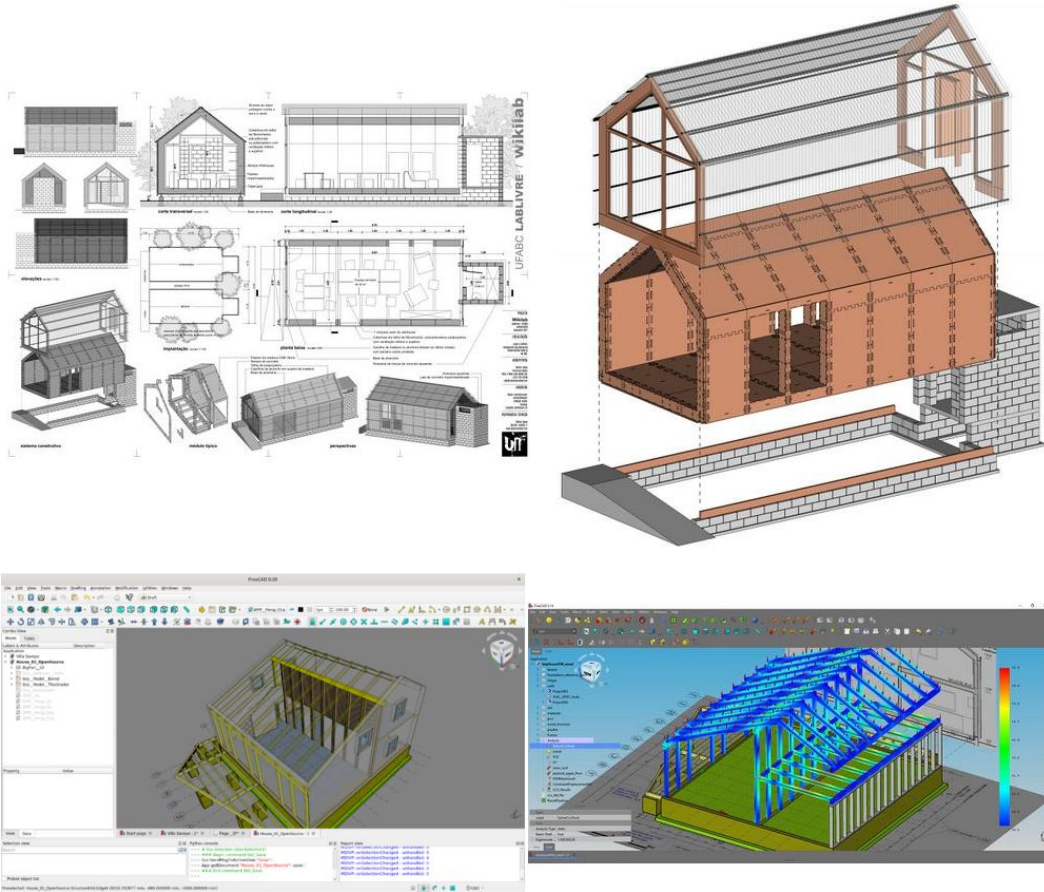


圖 2-2-2 國外 BIM FOSS 工作實例畫面截取

第三章 BIM FOSS 推廣策略分析與執行

第一節 成立社群

社群是一群有共同興趣話題聚集而成的群體，能凝聚共同的價值觀，而個體在其中參與期望獲得有形或無形的利益，社群媒體則是網路普及之下的產物，只要是可以用來創作、分享及交流的網路平台，都可以稱為社群媒體，常見社群媒體有 Facebook、Instagram、Twitter、youtube、podcast 及 LinkedIn 等，不同社群平台的性質不同，使用的族群也不一樣。

本計畫已成立 BIM FOSS 國內 FB 社群，名稱為「台灣建築產業自由開源 BIM 軟體 AEC FOSS BIM Taiwan」(以下簡稱本社群)，選用 Facebook 為社群交流平台主要因為使用人數多，素材除了可採用相片及影片之外，使用族群對文字的接受度也很高，適合用來經營官方網站以及發布重要的內容，加上使用者年齡層分佈廣泛，成為國內多數人使用的社群平台之一。

本社群於2020年成立(如圖3-1-1及3-1-2)，為一個封閉式社團，由本案協同主持人賴朝俊建築師擔任社團管理員，並邀請李博明博士、陳清楠建築師以及許勝凱總經理等8位 BIM 專業人士擔任社團專家，截至4月底止共有702名成員加入，社群宗旨如下：

- (1) 打造無障礙的建築產業 BIM 環境，並廣泛介紹適合台灣 BIM 環境可用的國內外免費 BIM 應用軟體，推薦並討論 BIM 應用的自由軟體！
- (2) 台灣建築產業已漸漸邁向數位化，將實體建築物於設計規劃或室裝設計階段就以3D，建築資訊建模 BIM (Building Information Modeling)的資料庫方式，建構虛擬建築物，同時於施工、運營、維護修建、危老改建等階段運用。使建築物在整個生命週期期間，更能有效地管理與運用能源，

第四章 FreeCAD 介面在地中文化研究

達到節能減碳永續發展！我們堅持透過台灣社會無窮人力資源，結合地球村的同好，打造無障礙的 FreeCAD/BIM 的社群，共同努力共同分享成果。

- (3) 本社群定位為 BIM 專業社群，目標受眾物件(object)以營建產業從業人員為主，內容為分享國內外 BIM FOSS 相關新資訊，包含 CAD & BIM 的免費軟體發展、Blebdar、IFC 以及 BIM 物件(object)等 OPEN BIM 解決方案，初步以 FreeCAD 建模操作學習為主，期望透過開源軟體，以更高的透明度，更符合道德的方式協助建築產業數位轉型的推動。
- (4) 本年度截至4月底止已辦理三場視訊研討會，與一場實體兼視訊研討會，分享 FreeCAD 操作教學以及商用軟體格式互拋驗證，研討會成果已錄影並發布於本社群分享，各次研討會主題如下：
 - I. 2022年4月15日下午3:00:FreeCAD 自建物件(object)教學-門
 - II. 2022年4月22日下午3:00: 以天下第一武道會的地板說明 FreeCAD 的陣列 (Array) 功能。
 - III. 2022年4月29日下午3:00: FreeCAD BIM 物件(object)與物件(object)庫建置探討成果(如圖3-1-3)。
 - IV. 2022年9月30日下午2:00：2022自由開源軟體 BIM(FOSS BIM)實例應用分享會(如圖3-1-4)

本計畫另成立 LINE 群組-「台灣建築產業自由開源 BIM 軟體 AEC FOSS BIM Taiwan」，以便利同好訊息交流及溝通，截至10月底止共有60名成員加入。

另 Twitter 平台也在測試之中，期以擴大網路社群平台吸引不同族群參與。

建築資訊建模開源及自由軟體(BIM FOSS)本土化開發及應用研究

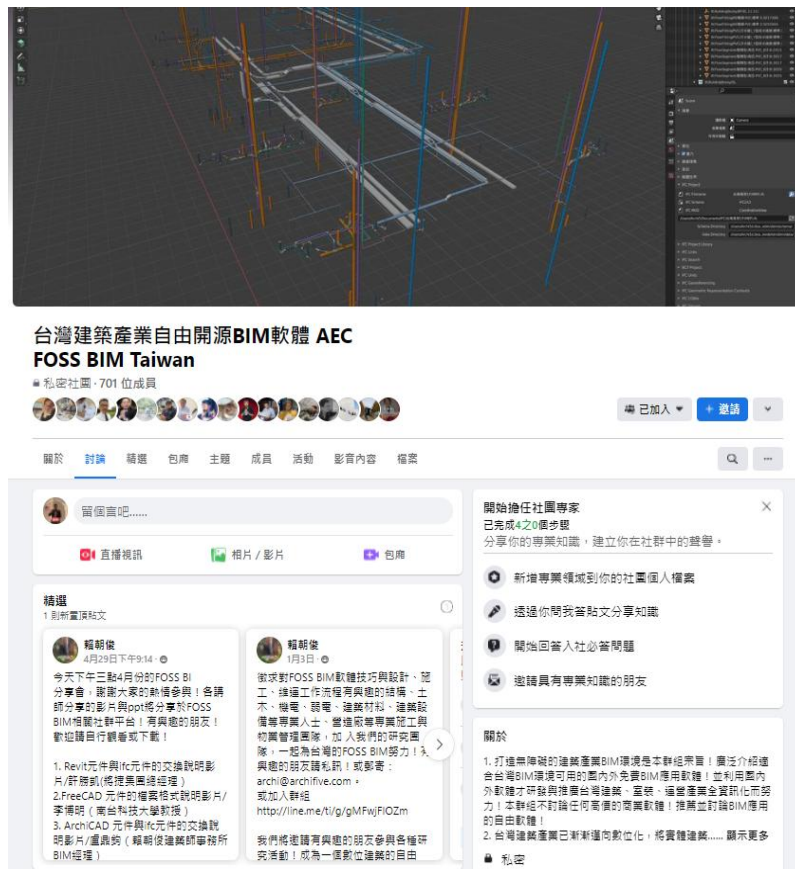


圖 3-1-1 台灣建築產業自由開源 BIM 軟體 AEC FOSS BIM Taiwan[19]

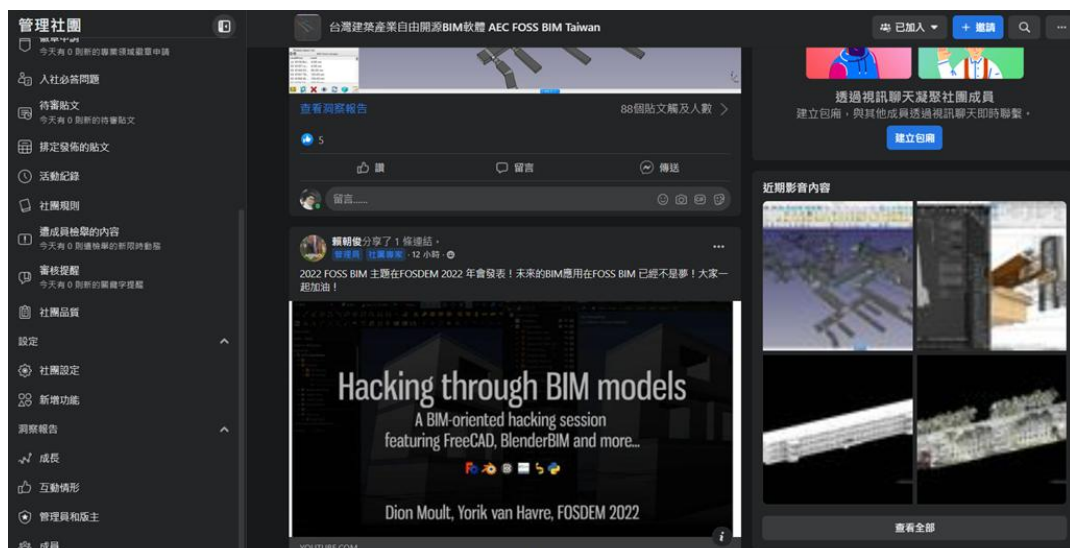


圖 3-1-2 臉書社團動態資訊畫面擷取

第四章 FreeCAD 介面在地中文化研究

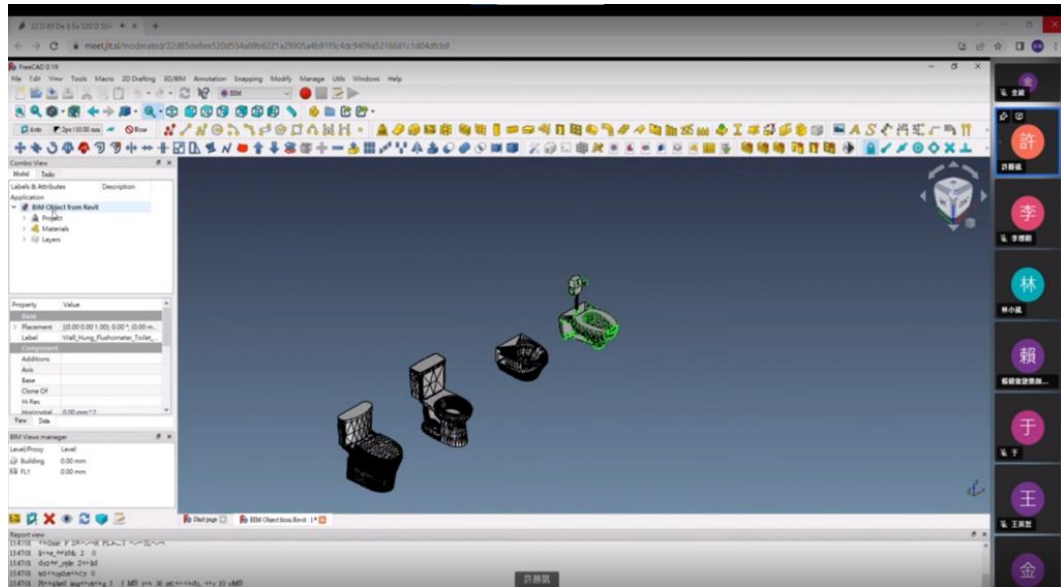


圖 3-1-3 4 月 BIM FOSS 分享會畫面擷取



Building Information Modeling

2022

自由開源軟體BIM(FOSS BIM) 實例應用分享會

時間 Date
9.30 FRI.
14:00 – 17:00

地點 location
將捷國際商業大樓
台北市中山區松江路126號17樓
捷運松江南京站8號出口

主辦單位：社團法人中華建築資訊模型標準協會
協辦單位：賴朝俊建築師事務所 / 李博明博士 / 財團法人台灣建築中心

| 14:00-15:00 | 15:00-16:00 | 16:10-17:10 | 17:10-17:20 |
|----------------------|----------------------|---------------------------|-------------|
| 開源BIM圖台- IFC.js介紹 | 淺談FreeCAD客 製化門窗物件 | FreeCAD 工作流程 以實際案例操作說明 | Q&A |
| 捷築整合科技 許勝凱總經理 | 南臺科技大學 李博明教授 | 賴朝俊建築師事務所 盧鼎鈞 甘倫安 | |

聯絡方式：
林奕輝 | 02-2536-2666#7106 | emily0313@fabulousgroup.com.tw
許勝凱 | 02-2536-2666#7100 | sky@fabulousgroup.com.tw

報名方式：
一律採線上報名，請掃描QR code填寫報名表，報名截止日為2022.09.27(二)下午5點止
備註：活動採實體和線上同步辦理，因實體座位有限，依報名順序預定，線上會議連結於會前一日提供
※主辦單位保有最終修改、變更、活動解釋及取消本活動之權利，若有相關異動將會再另行通知

線上報名表



圖 3-1-4 9 月 BIM FOSS 分享會海報

第二節 BIM FOSS 網頁專區

本年度將設置 BIM FOSS 網頁專區[20]，分享相關資訊及資源，以推廣國內 BIM FOSS 使用，為呼應內政部建築研究所建議長遠推動 FOSS BIM 應由團體組織支持，將與「中華建築資訊模型標準協會」共同推動(推廣策略詳如下節說明)，並與該協會網站結合，一同協助建築產業數位轉型的推動。

網站架構如圖 3-2-1，其中「關於」、「消息」、「標準」三個頁面為協會相關訊息，FOSS BIM 規劃於第四與第五個頁面，並劃分 7 個子區塊，分別為「關於」、「活動」、「WIKI」、「國際範例」、「國內 BIM 元件庫」、「線上教學資源」與「FB 社群」。

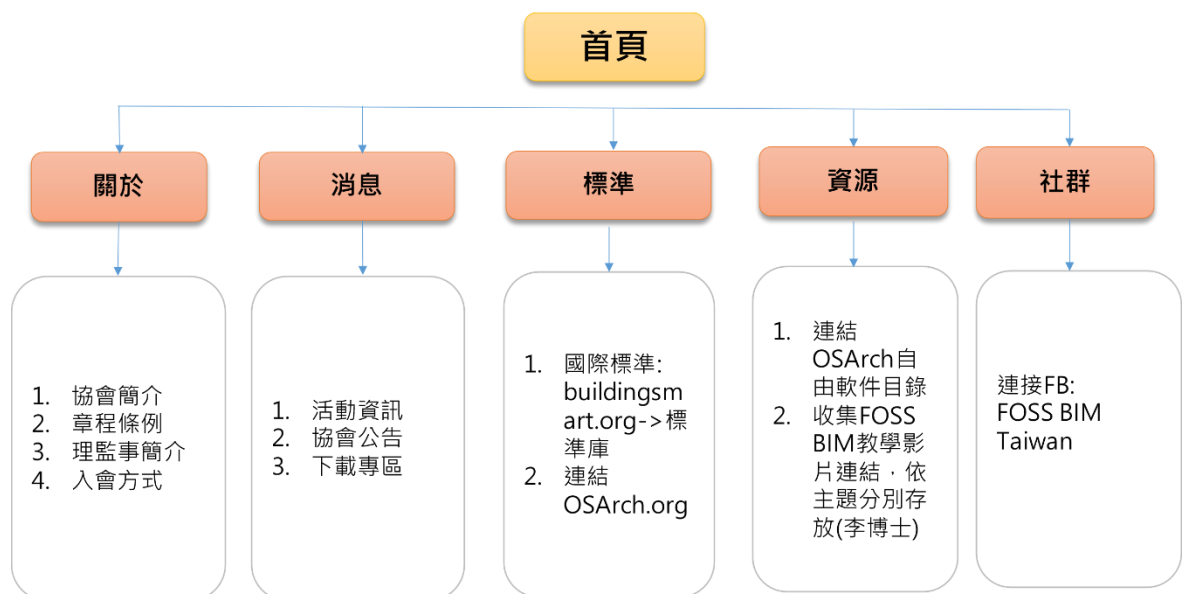


圖 3-2-1 網站規劃架構

(1) 關於：

節錄 OSArch.org 說明，介紹自由軟體以及可以從自由軟體獲得解決的效益(如圖3-2-2)，主要效益為以下四項：

- I. BIM FOSS 軟體本身是免費的，也藉此抑制軟體商肆意調整軟體價格。
- II. 開源軟體為開放程式碼，能根據需求進行功能的客製化，同時解決軟體在地化的問題。
- III. BIM FOSS 是沒有版本限制，能隨時更新至最新版本，終端使用者不會因為軟體限制而造成不方便，如此也符合建築生命週期的穩定性。
- IV. 開源軟體社群是支持 OPENBIM 的理念，在檔案交換上仍需要專業上的學習，但 BIM FOSS 的發展會更符合產業團隊工作的模式。



圖 3-2-2 「關於自由軟體」頁面規劃

(2) 活動：

以條列方式發布各項技術交流成果或活動訊息，內容規劃以圖文方式呈現，並提供留言互動功能(如圖3-2-3)。

建築資訊建模開源及自由軟體(BIM FOSS)本土化開發及應用研究



圖 3-2-3 「活動」頁面規劃

(3) WIKI:

連結至 <https://wiki.osarch.org/>，介紹 AEC 自由軟體目錄，此頁面列出了根據自由開源軟體許可所發布的軟體清單。



圖 3-2-4 AEC 自由軟體目錄(資料來源:OSArch.org)

(4) 線上教學資源:

第四章 FreeCAD 介面在地中文化研究

收集國內 FOSS BIM 教學資源，目前以研究團隊成員李博明教授的 FreeCAD 教學影片為主，未來將依軟體分類存放。



圖 3-2-5 「線上教學資源」頁面規劃

(5) FB 社群:

開新視窗連結至 FB 社群:「台灣建築產業自由開源 BIM 軟體 AEC FOSS BIM Taiwan」

第三節 推廣策略說明

呼應內政部建築研究所建議長遠推動 FOSS BIM 應由團體組織支持，妥善運用組織的力量加強推廣的力道，搭配本土化的維護服務，建立可以長期營運商業模式，因此本研究團隊積極接洽相關 BIM 協會之參予意願，初步將與「中華建築模型標準協會」攜手來共同推動，已獲得協會理事長認同，業於110年8月26日理監事會議提案通過。



理事長: 施宣光 教授

學歷：瑞士聯邦理工學院建築博士

經歷：國立台灣科技大學建築系教授

副理事長: 捷築整合科技 許勝凱 總經理

常務理事: 賴朝俊 建築師

李博明 博士

「中華建築資訊模型標準協會」為依法設立、非以營利為目的之社會團體，以協助政府及營建產業界共同制定國家統一標準之建築資訊模型 (Building Information Modeling) 規範為宗旨，目前協會理事長由台灣科技大學建築系 施宣光教授擔任(施宣光理事長協會旗下並設置教育、服務、技術及會務四個委員會來協助會務推展。

本研究團隊成員皆已加入協會，未來將攜手與協會共同推動 BIM FOSS，期望透藉由自由軟體，以更高的透明度以及更符合道德的方式協助建築產業數位轉型的推動。

第四章 FreeCAD 介面在地中文化研究

經與協會討論初步規劃之推廣策略聚焦於教育、服務及技術三大方向(如圖3-3-2)，分別說明如下：

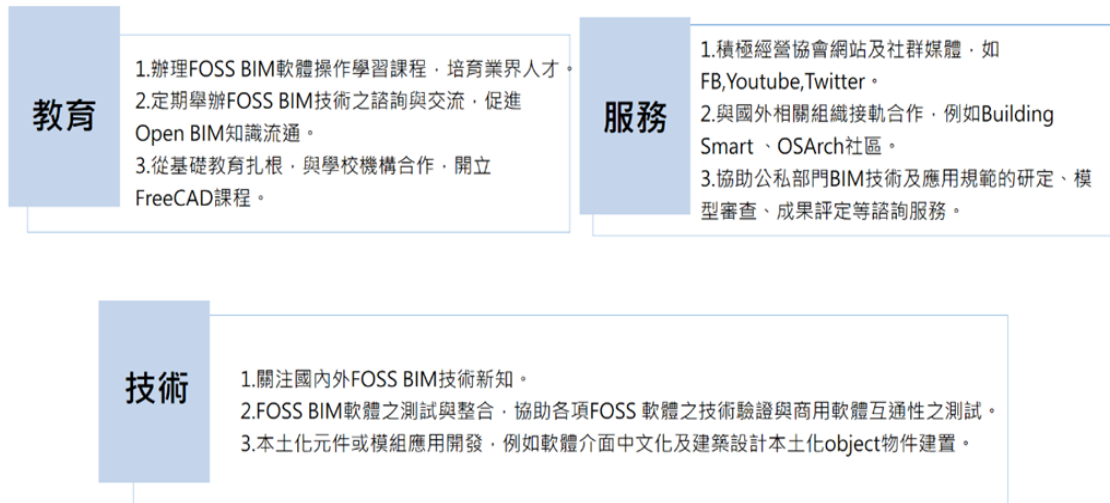


圖 3-3-2 FOSS BIM 推廣策略

(1) 教育推廣策略：

- I. 積極辦理 FOSS BIM 軟體操作學習課程，提供專業學習管道，以培育業界人才。
- II. 定期舉辦 FOSS BIM 技術之諮詢與交流，提供專業人士技術交流空間以促進 Open BIM 知識流通，並搭配社群討論空間維持推廣熱度。
- III. 從基礎教育扎根著手，與學校機構洽談合作，開立 FreeCAD 課程，培養未來 FreeCAD 種子。

(2) 服務推廣策略：

- I. 積極經營協會網站及社群媒體，如 FB, Youtube, Twitter，吸引更多人關注 FOSS BIM，加速資訊傳播管道，期以創造業界話題與潮流。
- II. 與國外相關組織接軌合作，例如 Building Smart、OSArch 社區。

建築資訊建模開源及自由軟體(BIM FOSS)本土化開發及應用研究

III.

IV. 協助公私部門 BIM 技術及應用規範的研定、模型審查、
成果評定等諮詢服務。

(3) 技術推廣策略：

I. 關注國內外 FOSS BIM 技術新知，評估適合本土發展的
FOSS BIM 軟體。

II. FOSS BIM 軟體之測試與整合，協助各項 FOSS 軟體之
技術驗證與商用軟體互通性之測試，透過 IFC 格式標準，
建立開放互通的環境，打破商軟格式封閉的藩籬。

III. 本土化物件(object)或模組應用開發，例如軟體介面中
文化及建築設計本土化物件(object)建置。

由於「中華建築資訊模型標準協會」以建築師會員為居多，故
初期將以建構設計階段 FOSSBIM 軟體完整操作流程為目標，以及
推廣與教育訓練所需資料與強化 FreeCAD 軟體，建立 BIM FOSS 在
國內推動的機制。

第四章 FreeCAD 介面在地中文化研究

基於本計畫去年的 FOSS 推廣經驗及回饋，有許多人在學習、使用 FreeCAD 的首要問題在於其中文化作得並不徹底，尤其是有關建築相關領域的中文介面更是付之闕如。有鑑於此，今年本計畫所提出的一個工作重點就是進行 FreeCAD 中文化。

一、i18n 語系說明

要進行 FreeCAD 中文化並不需要針對其原始碼進行修改，而是透過所謂 i18n (Internationalization – I 至 n 中間夾了 18 個英文字母，所以別名叫 i18n) 的機制來進行各地方語系，目前 FreeCAD 所支援的語系總共有包括繁體中文在內共 66 種不同的語言，網頁如下圖4-1-1所示：

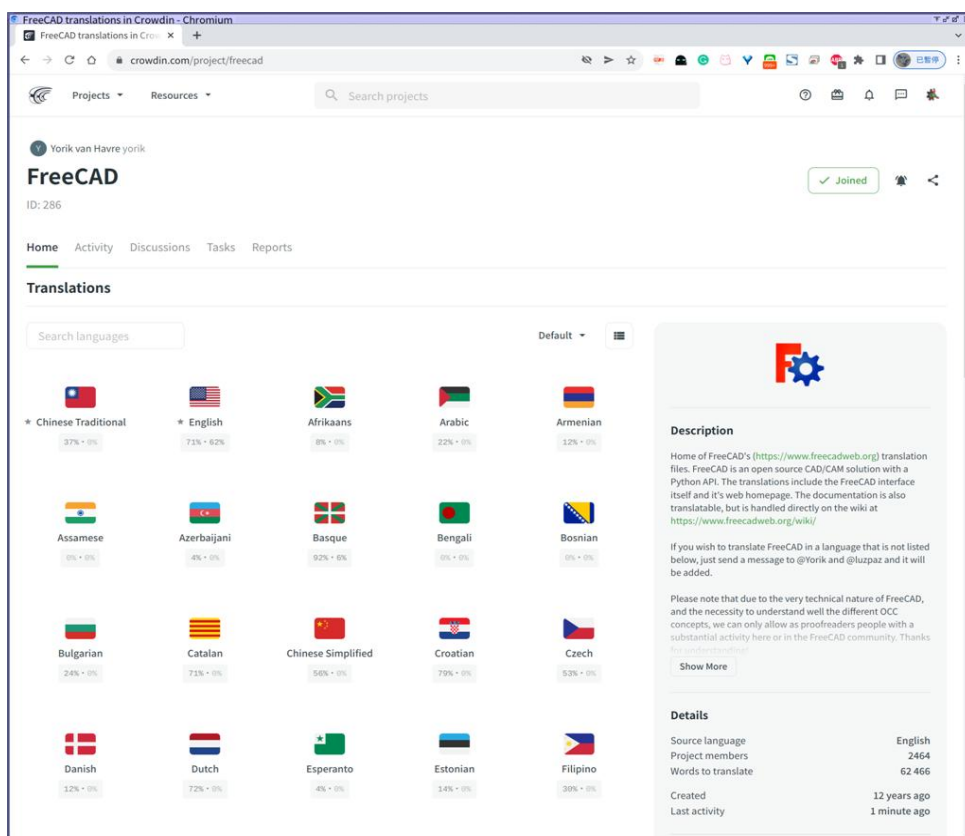


圖 4-1-1 FreeCAD 語系選擇[21]

要進行繁體中文化只要點選上面的 Chinese Traditional (國旗圖示) 即可進入不同的工作台選擇畫面，並且可以看到目前的翻譯進度，如下圖4-1-2所示：

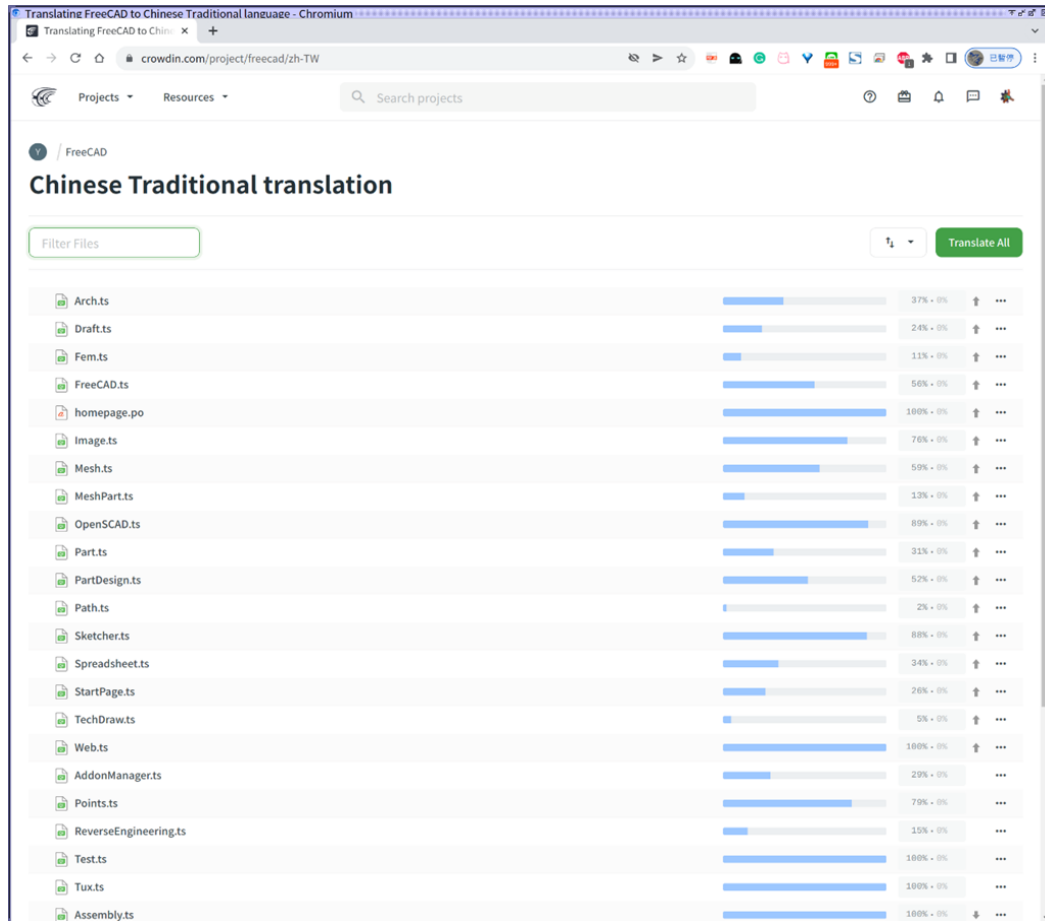


圖 4-1-2 FreeCAD 各工作台之繁體中文翻譯進度

由於上述工作台的内容非常龐大，加上本計畫的經費及人力都非常有限，因此我們只針對下表4-1-1跟 FreeCAD 比較相關的工作台來進行翻譯：

表 4-1-1 FreeCAD 各工作台之繁體中文翻譯進度

| 工作台名稱 | 預計翻譯條目 | 目前進度 (剩餘未翻) | 整體進度 |
|-------------|--------|----------------|------|
| Arch | 6260 | 0 | 100% |
| Part Design | 1664 | 0 | 100% |
| Sketcher | 2406 | 0 | 100% |
| TechDraw | 4441 | 0 | 100% |
| 總計 | 14771 | 14771 | |

從上面統計資料可以看到總共翻譯條目有 14771 條，假設每翻譯一條平均需要 1 分鐘的時間，那總共需要花上 14771 分鐘 == 246 小時 == 30.77 個工作天(以每天 8 個小時來計算)。目前已經完成的進度如上表所示，可以看到本計畫預定工作台已經完成翻譯，預計將會整合至 FreeCAD 0.20 版的更新檔中，提供大家使用。

二、翻譯時所遇到的問題

翻譯三大原則：信達雅是由民國初國嚴復先生所提出之翻譯理論 (<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/信達雅>)，很多情況下我們儘量作到「信」、「達」，至於「雅」的部份就在成員能力所及的範圍內設法達成。在此要特別說明的是翻譯成中文是一件吃力不討好的工作，並所以像 FreeCAD 這麼專業的軟體在中文翻譯上面一直沒辦法作到 100% 的進度。本計畫小組能量有限，因此先從最常見的工作台著手，之後有力氣再慢慢處理其它工作台。另外有關翻譯並不是一般人想像這麼容易，只要把英文轉成中文即可，在此舉個例子：

line -> 線

wire -> 線

Add line to sketch wire -> 怎麼翻？

在這種情況下很多單字都必須預先定義，然後再針對原文之情境來加以選擇適當的中文翻譯，如果原本有比較不適合的翻譯還要我們進行修改，舉例來說：

B-Spline 有位網友翻譯作「B 型不規則曲線」，但是我們後來針對 B-Spline 全部修改為「B 雲形線」，主要原因有二：

1. B 型不規則曲線不大容易讓人聯想到其功能，而且會誤解還有 A 型不規則曲線、C 型不規則曲線...等名詞。
2. B-Spline 原本的意思就是畫自定曲線，其功能類似手繪製圖時所使用的雲形規，因此使用 B 雲形線在字面上更符合其功能，而且 B-Spline 之中文翻譯有「B 雲形線」、「B 樣條」等寫法，其中「B 樣條」又太過抽象，對製圖的使用者而言很難理解，這個名詞比較類似是數學術語。

光是一個 B-Spline 翻譯我們就花了很多時間來進行校訂，其它字詞也是儘量推敲，務必求其翻譯能盡善盡美。

另一個很常見的單字 Render 被翻成「渲染」，這個翻法也很糟糕，直接將大陸那邊的中文拿過來使用，渲染的原意是墨水暈在紙上往外擴散，跟 Render 這個字的原意根本相差十萬八千里。使用算繪比渲染好多了，因此我們不用「渲染」而是用「效果」。

三、截至目前為止所整理的名詞對照

前面有提到有關翻譯需要先整理相關名詞之中英文對照，在此列出我們所整理的表4-1-2，以作為參考：

表 4-1-2 中英對照表

| | 原文 | 中文翻譯 |
|--|-----------------|-------------------------------|
| | add | 添加 |
| | base | 基底？ |
| | create | 建立、創建 |
| | B-Spline | B 雲形線、B 樣條，原先有人翻譯成 B 型不規則曲線作廢 |
| | degree | 次數 |
| | multiplicity | 多重性 |
| | block | 區塊、阻止、定位 |
| | block constrain | 定位拘束、阻擋拘束 |

第四章 FreeCAD 介面在地中文化研究

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| constrain | 拘束(O)、約束 |
| coincident constraint | 共點拘束、一致性拘束 |
| construction lines | 建立線 |
| construction geometries | 構造幾何 ? |
| dimensional | 尺寸 |
| DoF | 自由度 (Degree of Freedom) |
| edge | 邊緣、邊線 |
| extend naming | 延伸命名 |
| list | 清單、列表 |
| malformed | 格式錯誤 |
| matrix | 矩陣 |
| QR rank | QR 秩 |
| pivot | 樞元 |
| object | 物件 |
| component | 組件 |
| element | 元件 |
| filter | 篩選器、過濾器 |
| equality | 相等 |
| site | 基地 |
| building | 建築物 |
| floor | 樓層 地坪 |
| slab | 樓板 |
| pipe | 管件、管道、水管 |
| pipe object | 管件 |
| type | 類型、型別 |
| sketcher | 草圖 |
| section | 剖面 |
| segment | 片段 |
| section view | 剖面視圖 |
| full view | 全視圖 |
| slot | 跑道形狀、凹槽 |
| rod | 桿件 |
| host | 宿主、主體 |
| host | 寄生、承載 |

建築資訊建模開源及自由軟體(BIM FOSS)本土化開發及應用研究

| | | |
|------------|-------------------------|-----------|
| | placement | 放置 |
| | location | 地點 |
| | line | 線 |
| | wire | 線 |
| | Add line to sketch wire | 怎麼翻？ |
| | manifold | 流形 |
| | non-manifold | 非流形？ |
| | mirror | 鏡射、鏡像 |
| | attribute | 參數 |
| | properties | 屬性 |
| | geometry | 幾何、幾何圖形 |
| | draft | 草稿、草圖 |
| | sketcher | 草圖 |
| | substitution | 替換 |
| | widget | 小工具 |
| PartDesign | hole | 孔洞 |
| | normal | 法線 |
| | norm | 法線 |
| | pad | 填充、長厚度 |
| | component of vector | 向量的分量 |
| | Torus | 中空環型體、甜甜圈 |

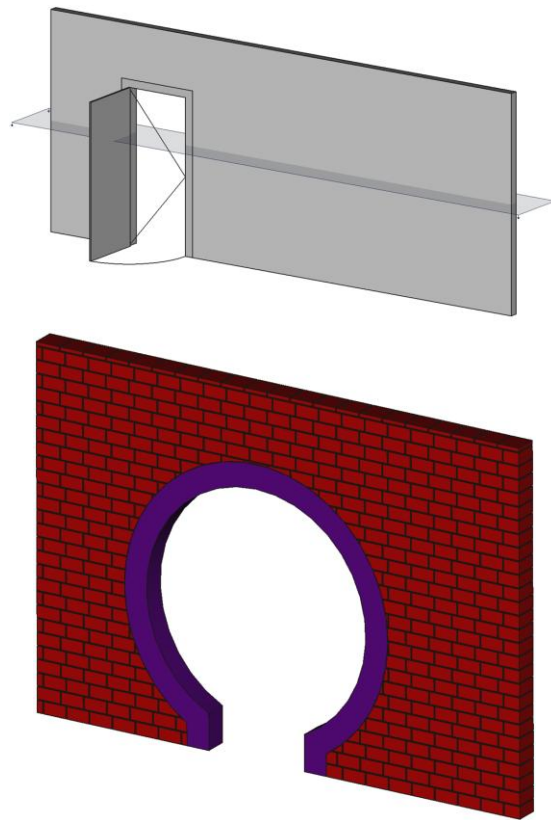
上述列表僅是目前翻譯過程中所使用到的字詞，待完整翻譯工作流程結束後會再更新此清單。

第五章 FreeCAD 本土物件(object)開發研究

第一節 FreeCAD 物件(object)流程開發

一、自建物件(object)進度說明

本次計畫使用 FreeCAD 來自行建立門、窗等基本物件(object)，並能與牆壁物件(object)進行結合，截至目前為止，我們已經完成部份概念性的門、窗等物件(object)設計，如下圖 5-1-1 所示：



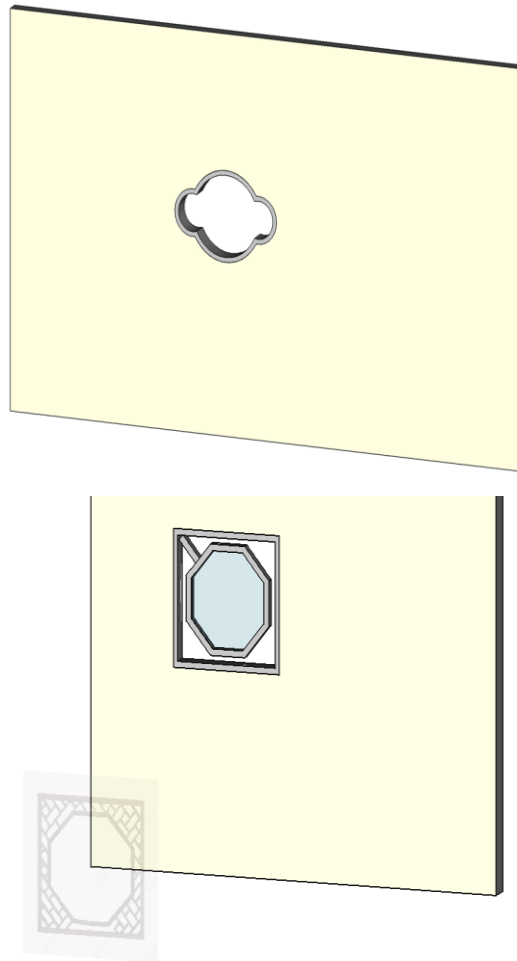


圖 5-1-1 自建門、窗物件(object)成果

目前已了解其它門窗物件(object)的建立方式，並整理 Know-How 以便未來可以協助國內相關廠商切入此部份。接下來我們針對如何自行建立門物件(object)作一精簡說明：

圖 5-1-2 第一張圖是使用 FreeCAD 來自行建立門物件(object)之成果，要建立門的物件(object)步驟其實並不困難，請先使用草圖工具，在草圖模式下建立兩個方框，如圖 5-1-2 所示，建立完畢後請設定方框之寬、高以及彼此間的間距，如圖 5-1-3 所示：

第五章 FreeCAD 本土物件(object)開發研究

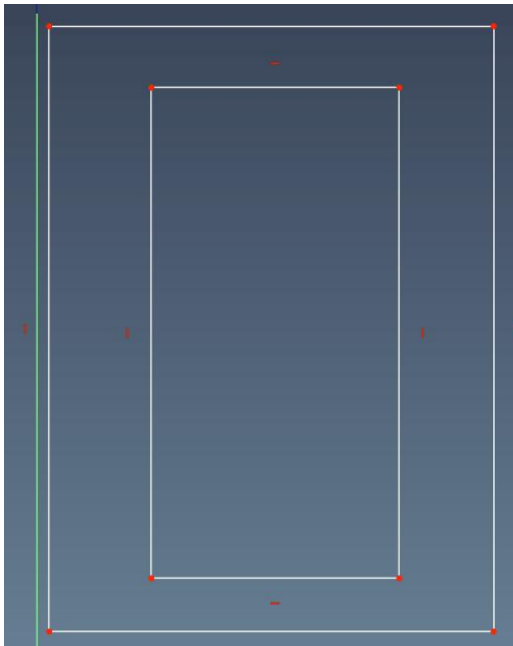


圖 5-1-2 在草圖模式下建立兩個方框



圖 5-1-3 設定兩個方框的寬、高及彼此間距

設定完畢後即可退出草圖模式，開始進行門物件(object)之設定，請點選剛剛完成的草圖，再點選 BIM 工作台的門圖示，如圖 5-1-4 所示：

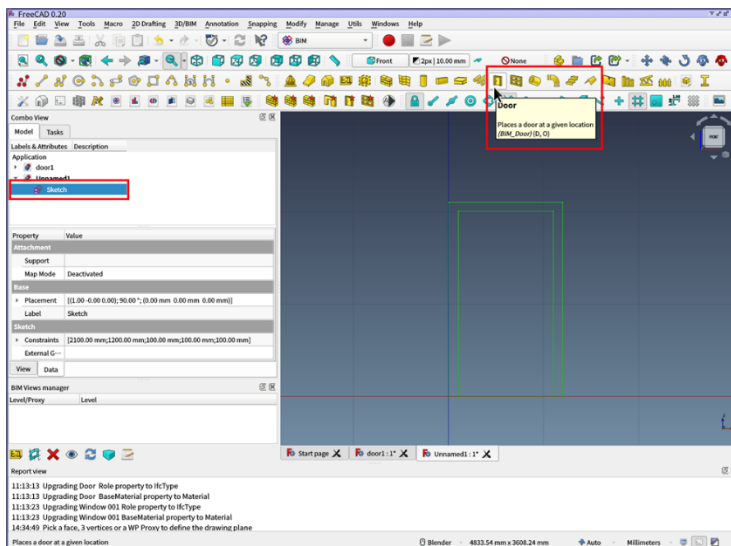


圖 5-1-4 點選 BIM 工作台門的符號以建立門物件(object)

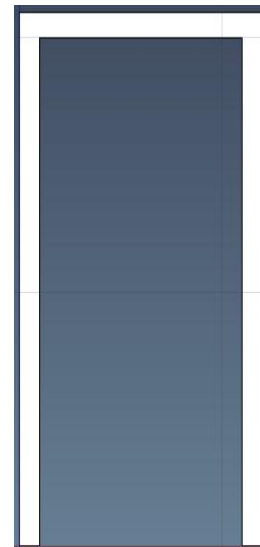


圖 5-1-5 初始門物件

(object)

點選完畢後會出現實體的門物件(object)，如圖 5-1-5 所示，但是此物件(object)還不正確，需要先將 IFC type 由 Window 設定為門，請點選剛剛生成之 Window 物件(object)，如圖 5-1-6 左上框框所示，再移動左下之選項，請修改表 5-1-1 設定：

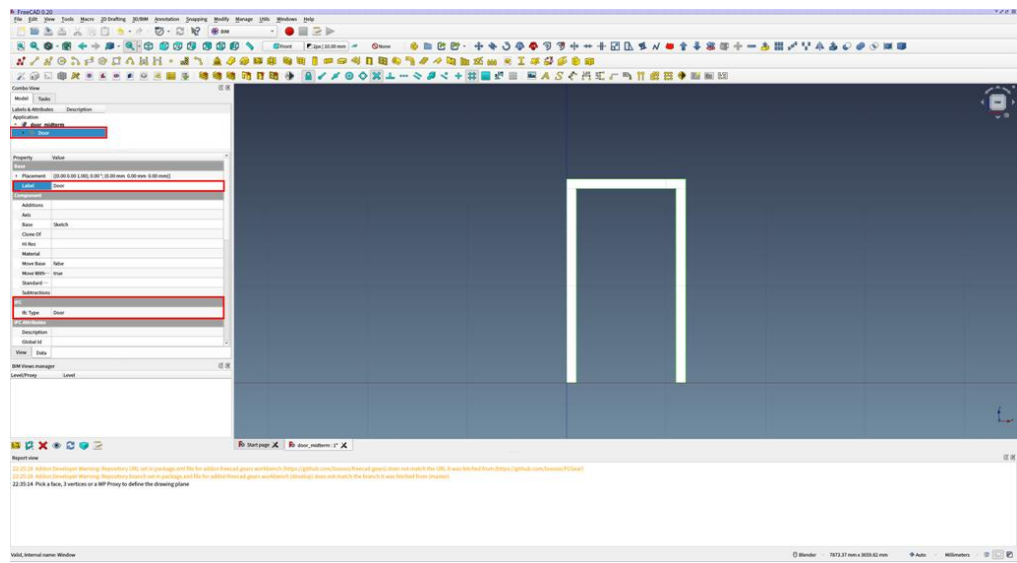


圖 5-1-6 修改物件(object) IF 型別設定

表 5-1-1 物件(object)IFC 類型設定

| 設定欄位 | 原始值 | 修改值 |
|----------|--------|------|
| Label | Window | Door |
| IFC Type | Window | Door |

修改完畢後，請以滑鼠左鍵雙擊左上之 Door 圖示，此時會出現其設定視窗，如圖 5-1-7 所示。

第五章 FreeCAD 本土物件(object)開發研究

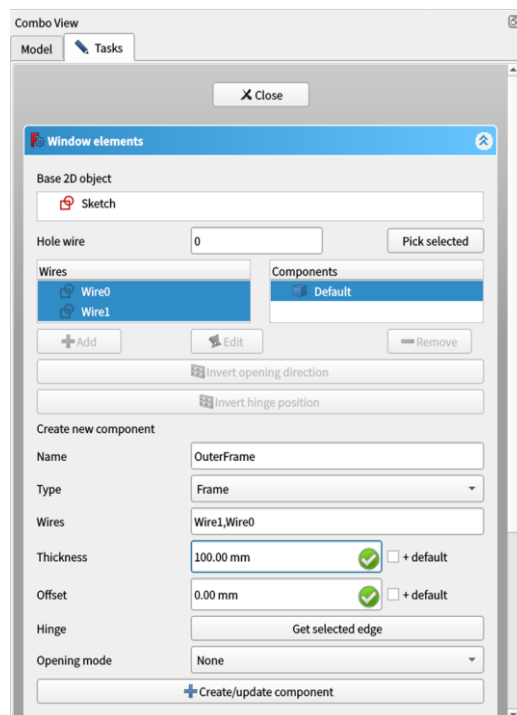
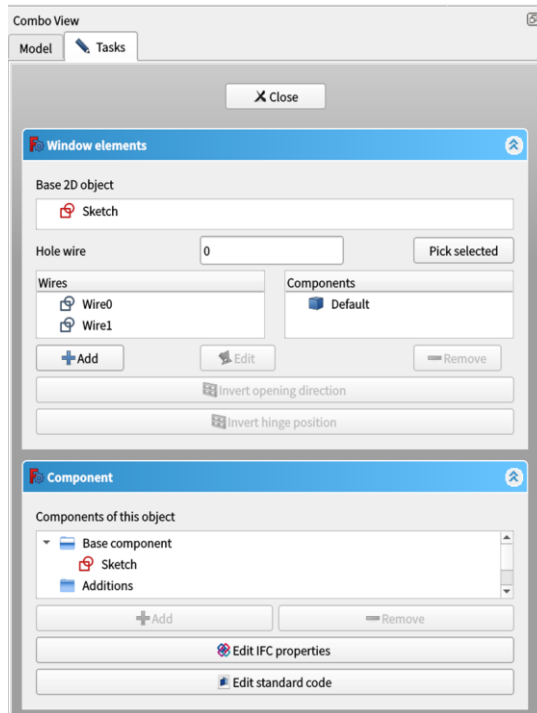


圖 5-1-7 物件(object)設定視窗

圖 5-1-8 設定門框定義

請點選圖 5-1-7 右邊之 Default 物件(object)(Component)，然後再點選中間的「Edit」按鍵，此時會出現設定視窗如圖 5-1-8 所示，請依 5-1-8 之內容填入其值。填寫完畢後請點選最底下的「+Create/update component」按鍵，此時會出現一個名為 OuterFrame 的物件(object)。接下來請再選擇 Default 物件(object)，然後點選右邊的「Remove」按鍵以移除此物件(object)。

接下來設定門板，請點選剛剛草圖繪製時之內部矩形，以此例來說其線段為 Wire1，因此我們選擇 Wire 之後再點選「Add」按鍵，此時依圖 5-1-9 之內容填入其值，填寫完之後一樣點選最底下的「+Create/update component」按鍵，此時會出現一個名為 Door 的物件(object)。如此一來即完成基礎設定，可以點選上面的「Close」按鍵離開物件(object)設定視窗。

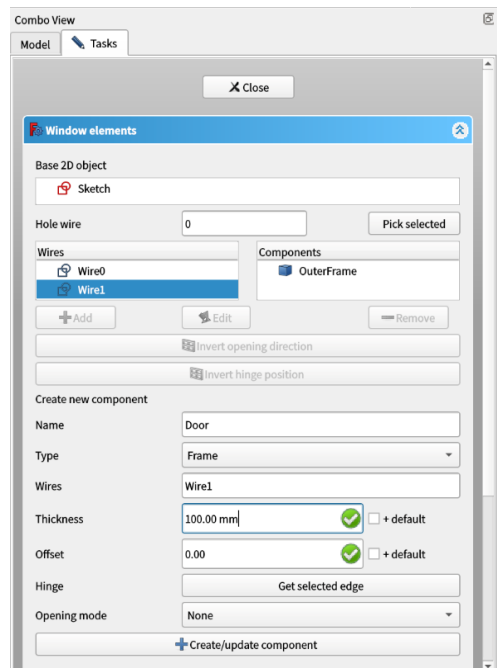


圖 5-1-9 設定門板定義

此時會發現原本中空的門物件(object)現在長出門板，如圖 5-1-10 所示，我們可以旋轉角度來觀察其 3D 模型狀態，這個物件(object)現在已可使用，其操作流程與原本 FreeCAD 新增門物件(object)至牆壁相同，因此其操作在此不再說明。

第五章 FreeCAD 本土物件(object)開發研究

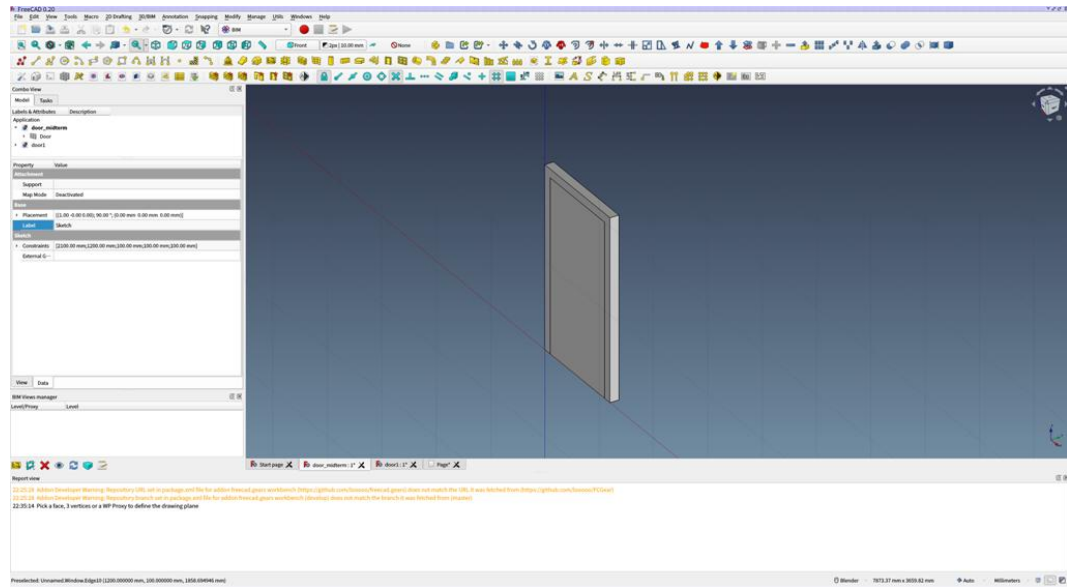


圖 5-1-10 完成之門物件(object)

第二節 FreeCAD 匯入物件(object)

根據「建築資訊建模（BIM）開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃」[1]研究成果 ROADMAP 指出，建置本地物件(object)庫是 BIM FOSS 的長期課題，本研究計畫以設計建照請照階段為例探討本地物件(object)庫的物件(object)庫建置方式，在設計建照請照階段還不太需要高 LOD 模型物件(object)時，可以利用公開平台及現有資源將設備或傢俱物件(object)，如商業 BIM 軟體的物件(object)庫、網路上的雲端物件(object)庫等，匯入到我們的 FOSS 環境使用，藉此方式蒐集設計建照請照階段的物件(object)庫物件(object)，本研究計畫將以範例示範從 ArchiCAD 與 Revit 商業軟體中，將物件(object)轉換為 IFC 用於 FreeCAD 的方法，詳細流程如下。

一、ArchiCAD 物件(object)轉換

ArchiCAD 預設圖庫中具備許多基礎的參數化物件(object)如圖 5-2-1，物件(object)的副檔名為 gsm 無法直接另存為 IFC 檔。

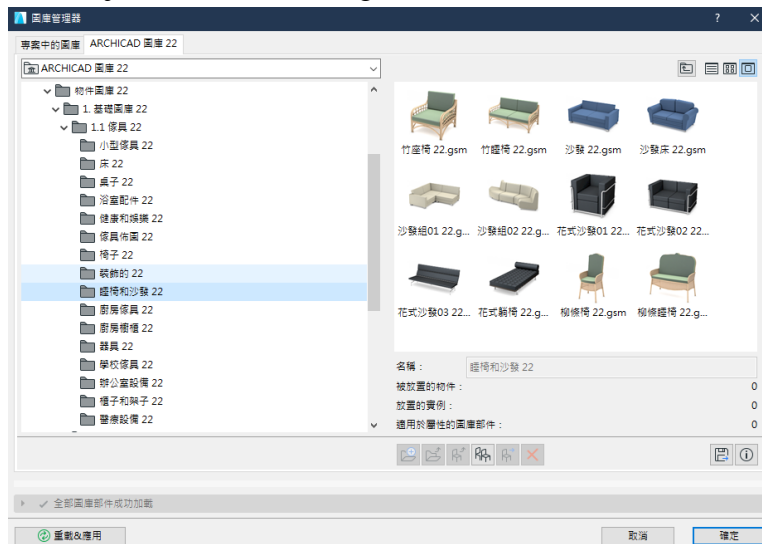


圖 5-2-1 ArchiCAD 圖庫管理器

將要轉換的物件(object)建置在 ArchiCAD 的作業環境中，另外存成 IFC 後物件(object)參數化設定就會遺失，因此需要時先在

第五章 FreeCAD 本土物件(object)開發研究

ArchiCAD 設定成想要的樣式跟尺寸再進行轉換較為方便，如下圖 5-2-2 所示。

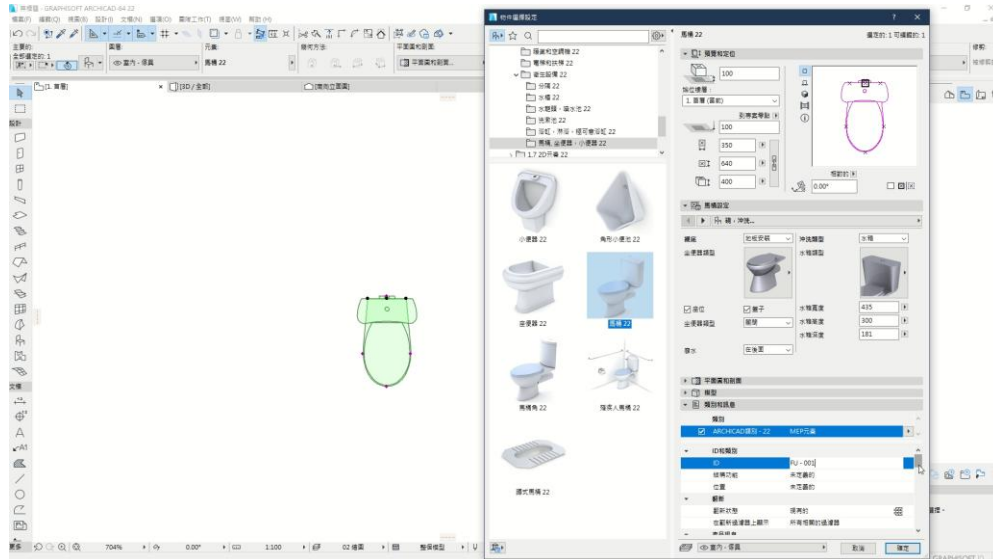


圖 5-2-2 物件(object)參數調正

IFC 檔將儲存整個模型專案，可以放置多個物件(object)轉存，選取檔案>另存為...，將檔案儲存為 IFC 檔如圖 5-2-3 所示。

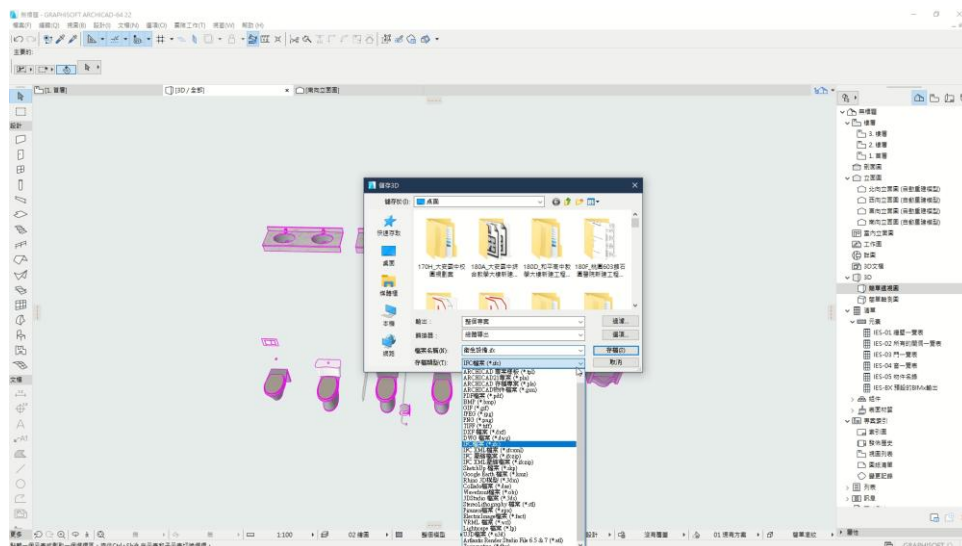


圖 5-2-3 儲存成 IFC

如果 IFC 儲存時可以進行相關設定，如有需要編輯可至 IFC 轉換器查看，位於檔案>互操作性>IFC>IFC 轉換器，另外開啟 FreeCAD

建築資訊建模開源及自由軟體(BIM FOSS)本土化開發及應用研究

新檔案，並檢查 FreeCAD 的 IFC 匯入設定，設定位於編輯>偏好設定>匯入-匯出>IFC import，如圖 5-2-4 所示。

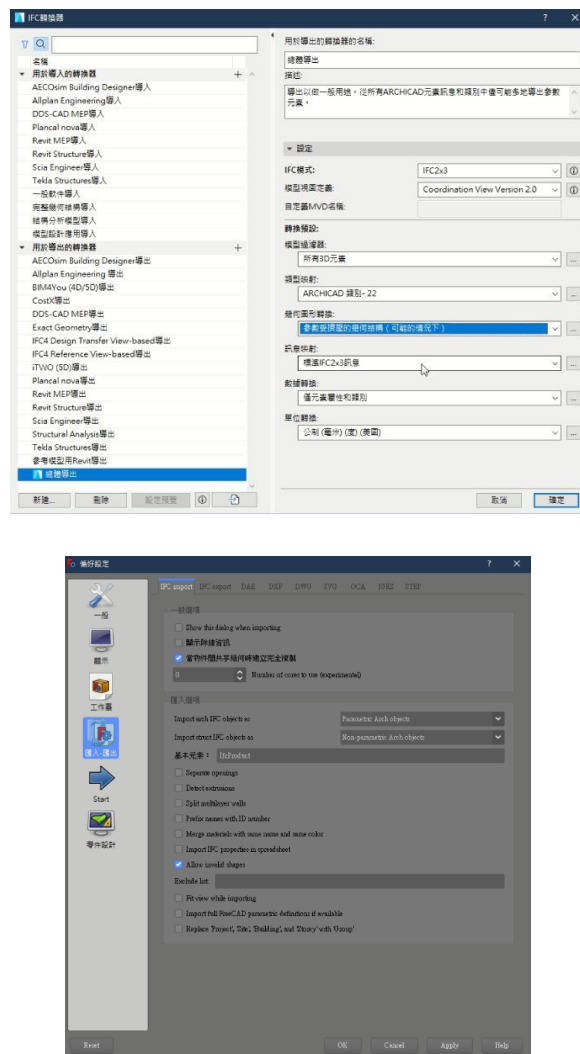


圖 5-2-4 ArchiCAD/FreeCAD IFC 轉換器

最後在 FreeCAD 環境中匯入物件(object)的 IFC 檔，檔案>匯入視窗中副檔名選擇 IFC 並開啟檔案，如圖 5-2-5 所示，IFC 在匯入時會花費些許時間。

第五章 FreeCAD 本土物件(object)開發研究

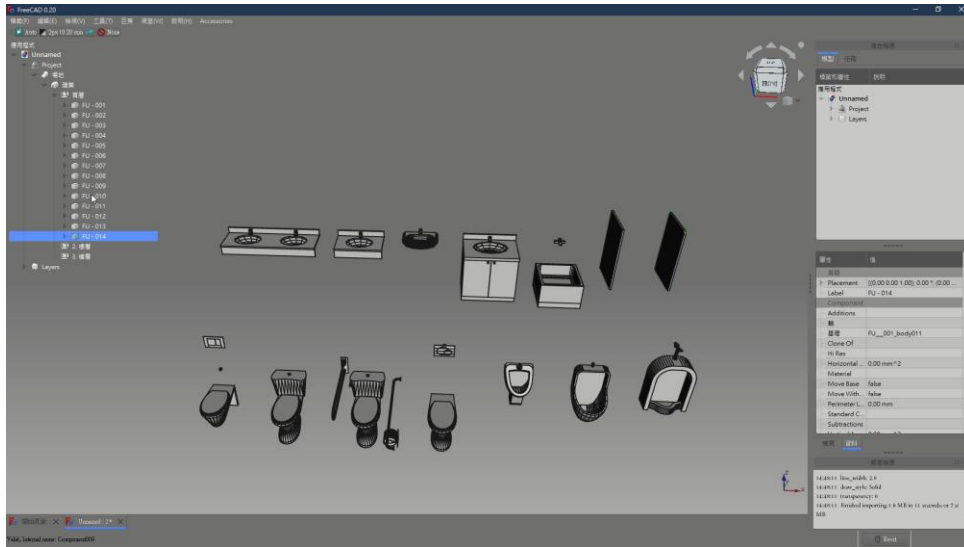


圖 5-2-5 匯入 ArchiCAD 物件(object)

IFC 匯入 FreeCAD 後將無法進行參數設定，但能進行尺寸調整和移動，另外 IFC 類別及物件(object)ID 可以正確被導入，最後在將檔案儲存為 FreeCAD 的檔案格式 FCStd 即可。

二、Revit 物件(object)轉換

Revit 內建族群中具備許多基礎的參數化物件(object)如圖 5-2-6，操作步驟為工具列->插入->載入族群，物件(object)的副檔名為 rfa，與 ArchiCAD 一樣無法直接另存為 IFC 檔，須併入專案檔案內再行匯出 IFC。



建築資訊建模開源及自由軟體(BIM FOSS)本土化開發及應用研究

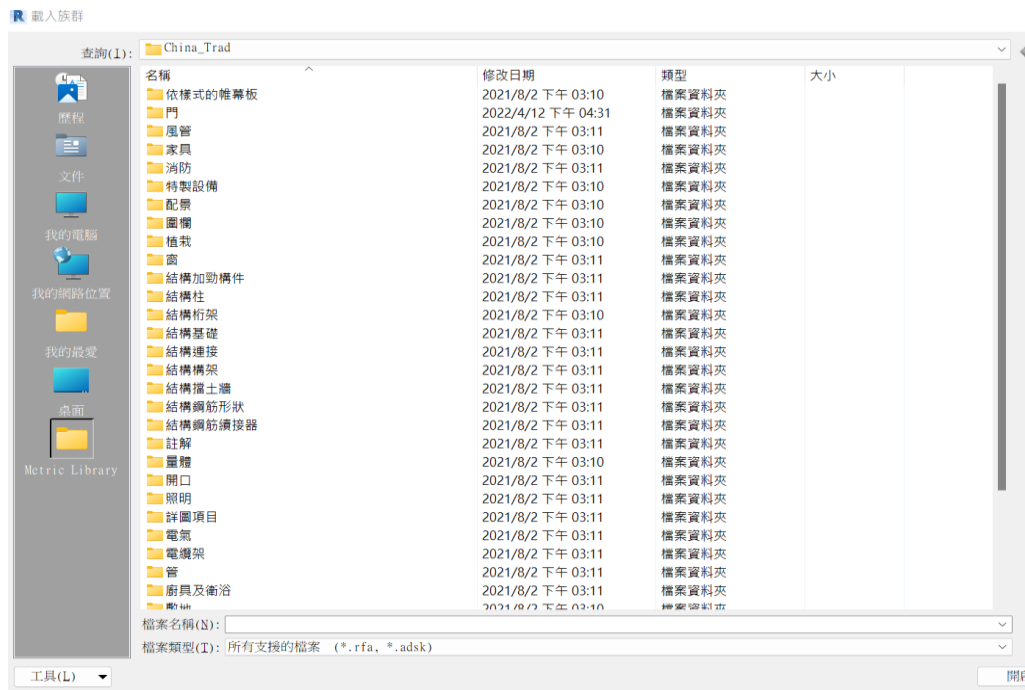
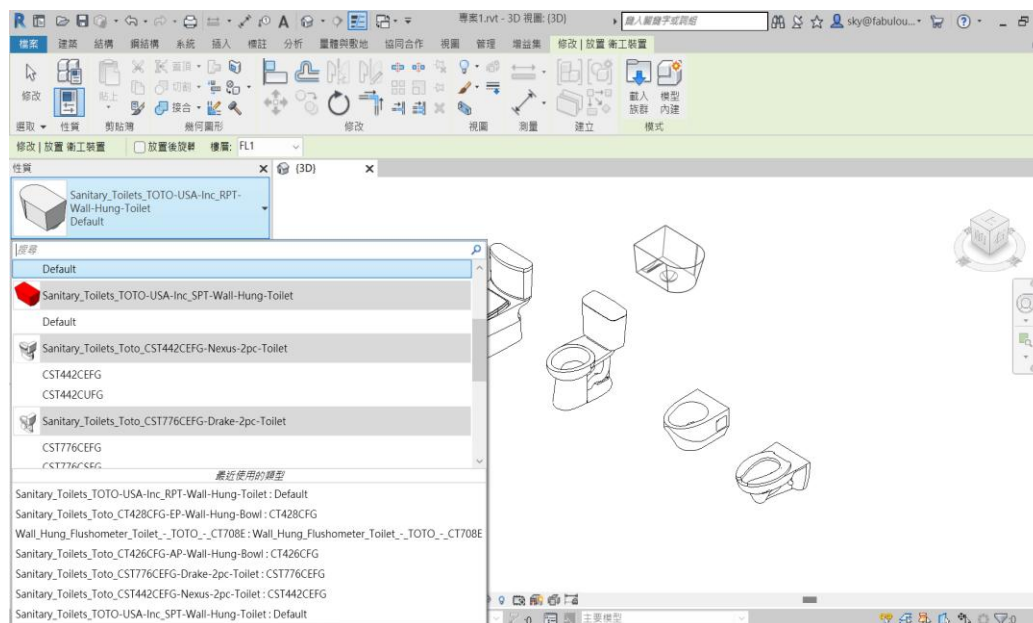


圖 5-2-6 載入 Revit 族群

以下以馬桶為例說明如何載入物件(object)，點選系統->衛工裝置->於左側選單選取要載入的物件(object)，並於視窗內放置即可(如圖 5-2-7 所示)。



第五章 FreeCAD 本土物件(object)開發研究

圖 5-2-7 放置 Revit 物件(object)

放置後的物件(object)，可於”編輯類型”內修改相關參數，以馬桶為例，可修改其幾何位置以及相關性能規格資料，例如廠牌、型號以及產品連結等(圖 5-2-8)。

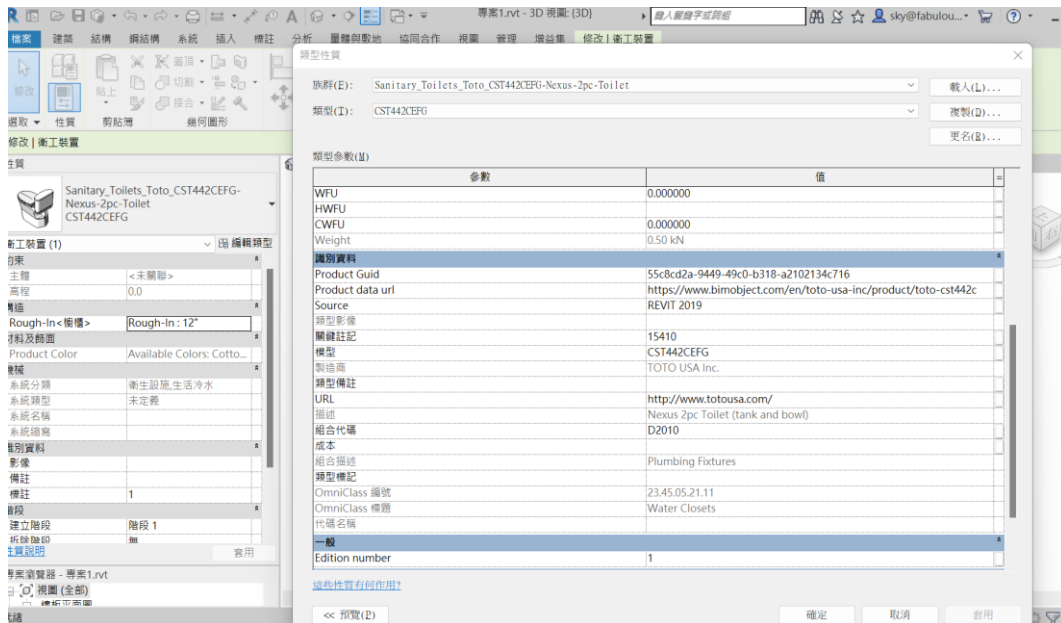


圖 5-2-8 物件(object)性質調整

匯出 IFC 可於 Revit 左上方工具列點選「檔案」->「匯出」->IFC，點選「匯出」按鈕，即可匯出 IFC 檔案格式，如圖 5-2-9 所示，若需進階設定可點選「修改配置」按鈕。



圖 5-2-9 IFC 匯出選項

最後在 FreeCAD 環境中匯入物件(object)的 IFC 檔，檔案>匯入視窗中副檔名選擇 IFC 並開啟檔案，如圖 5-2-10 所示。

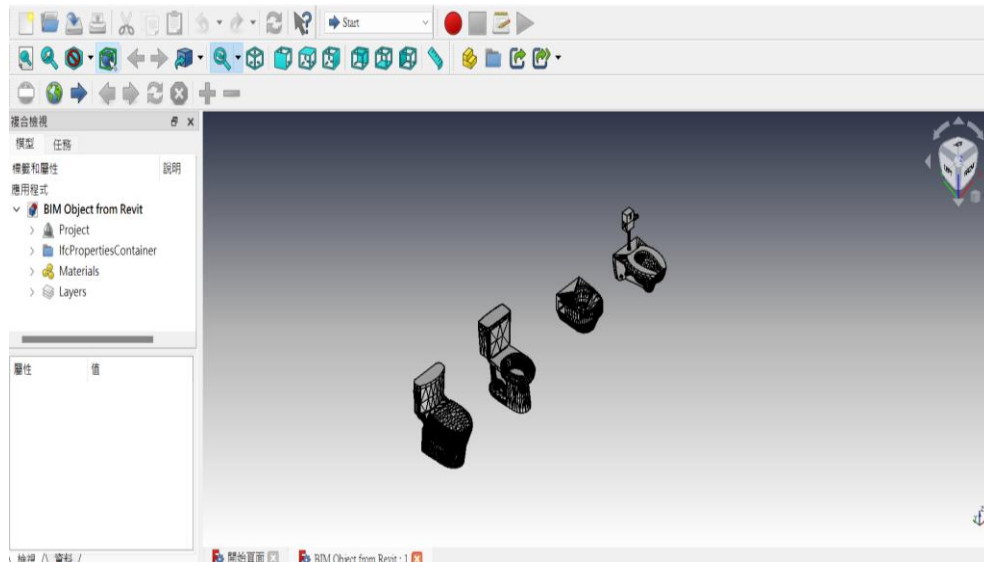


圖 5-2-10 匯入 Revit 物件(object)

與 ArchiCAD 相同，Revit 物件(object)在 IFC 匯入 FreeCAD 後將無法進行參數設定，但能進行尺寸調整和移動，另外 IFC 類別及物件(object)ID 可以正確被導入(如圖 5-2-11)，最後在將檔案儲存為 FreeCAD 的檔案格式 FCStd。

第五章 FreeCAD 本土物件(object)開發研究

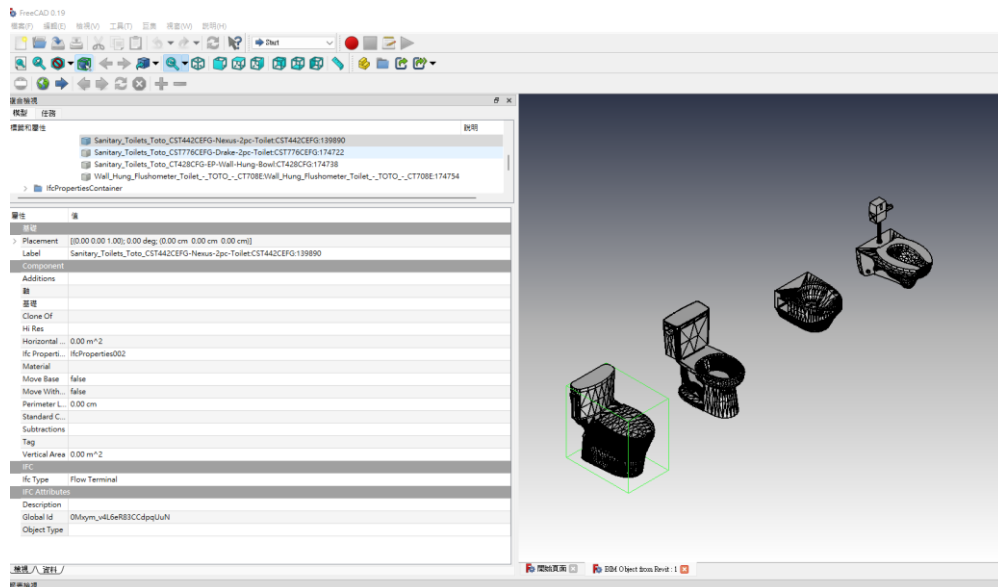


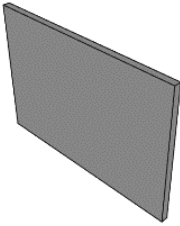

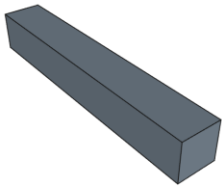
圖 5-2-11 FreeCAD 物件(object)屬性視窗

第三節 FreeCAD 建照階段物件(object)建模應用驗證

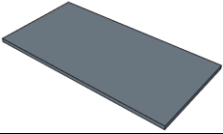
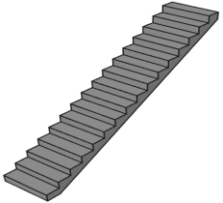
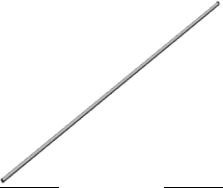
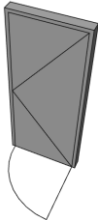
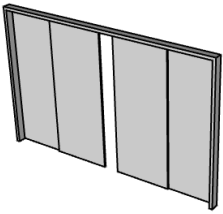
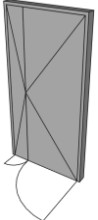
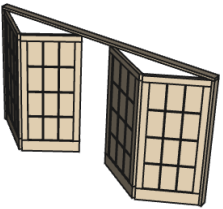
本研究建置之物件(object)僅包括建照請照階段建築之物件(object)，並將建置方式分為參數化物件(object)與非參數化物件(object)。參數化物件(object)需親自建模，並利於設計工作與重複再利用，除此之外的非參數化物件(object)則直接從外部匯入物件(object)，藉由上述方式擴充 FreeCAD 本土建照請照階段可用之物件(object)資料庫。

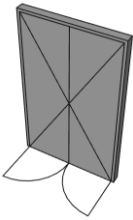
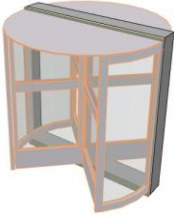
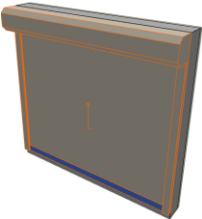
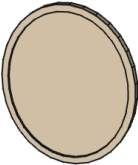
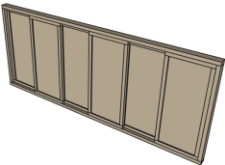
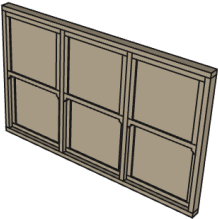

本研究將驗證 FreeCAD 現階段能建置且需要建置的參數化物件(object)，並說明參數物件(object)使用限制，以及列出其他不需建置或無法建置之非參數化物件(object)，如表 4-3-1 所示。

表 5-3-1 FreeCAD 建照階段建築物件資料庫分類與功能整理



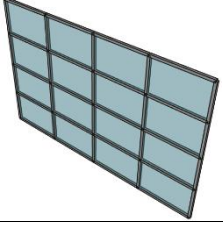
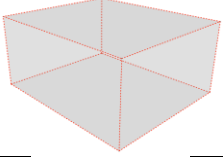


| 分類 | 類型 | 模型範例 | 物件 (object) 參數化 | 備註 |
|----|-----|---|-----------------------|--------|
| 牆 | 結構牆 |  | ○ | |
| | 隔間牆 | | ○ | 無複層結構。 |
| 柱 | 結構柱 |  | ○ | |
| | 鋼柱 | | ○ | |
| 樑 | 結構樑 |  | ○ | |
| | 鋼樑 | | ○ | |

第五章 FreeCAD 本土物件(object)開發研究

| | | | | |
|-----|-----|---|---|-----------------------------------|
| 板 | 樓板 |  | ○ | |
| | 天花板 | | ○ | |
| 樓梯 | 樓梯 |  | ○ | 可調整階數、級深、級高，目前只有一種類型。 |
| 欄杆 | 桿件 |  | × | 與樓梯物件(object)連動，目前只有一種類型，無立柱。 |
| 門/窗 | 單開門 |  | ○ | 無法調整外框、面板的水平截面，除非物件(object)分開各別建。 |
| | 雙拉門 |  | ○ | |
| | 子母門 |  | ○ | |
| | 摺疊門 |  | × | |

| | | | | |
|--|-------|---|---|--|
| | 雙開門 |  | ○ | |
| | 旋轉門 |  | × | |
| | 捲門 |  | × | |
| | 固定窗 |  | ○ | |
| | 橫拉窗 |  | ○ | |
| | 上下拉窗 |  | ○ | |
| | 廣角景觀窗 |  | × | |

第五章 FreeCAD 本土物件(object)開發研究

| | | | | |
|-------|-------------|---|---|------------------|
| | 雙開門+ 固定窗 |  | ○ | |
| | 橫拉門+ 固定窗 |  | ○ | |
| 帷幕牆 | 帷幕牆 |  | ○ | 單元能平均分割，桿件無法自動接合 |
| 空間 | 空間 |  | ○ | 與板物件(object)連動。 |
| 傢俱/設備 | 傢俱 |  | × | 外部導入 |
| | 設備 |  | × | 外部導入 |

備註：FreeCAD 物件(object)模型皆不含建築材料、複合結構、線條設定。

第六章 BIM FOSS 檔案交換作業流程研究

第一節 檔案交換格式

BIM FOSS 的檔案交換格式主要可分為建築設計端 FOSS 軟體之間的檔案交換與 BIM FOSS 及 BIM 商業軟體之間的檔案交換，前者如 FreeCAD 建模轉出至 Blender 整合模型；後者如 FreeCAD、Blender 與 Revit、ArchiCAD 協同作業或專案不同階段之間的檔案交換。以上 FOSS 軟體之間的檔案交換可以使用不同的檔案格式，而 BIM FOSS 與商業軟體之間的檔案交換建議採用國際 Open BIM 所使用的 IFC 檔案格式，因此本案檔案交換研究將使用 IFC 檔案格式作為研究物件(object)，而 FOSS 軟體之間的檔案交換格式除了 IFC 以外，也能採用 OBJ、dae、stl...等檔案格式，以下說明不同檔案格式內容：

一、IFC(Industry Foundation Classes)

IFC 是一種開放數據模式和一組用於存儲 OpenBIM 數據的格式。它由 BuildingSMART International[22]開發和維護。IFC 數據可以數位化描述許多概念，包括：

- 建築環境中的物理物件(object) (牆壁、樓板、柱子、管道)
- 表示物件(object)或註釋物件(object)的 2D 和 3D 幾何圖形
- 跨越多個領域的一組不同的屬性和屬性
- 材質屬性和顯示顏色
- 施工規劃、資源分配和調度
- 物件(object)的量化
- 組織和個人的角色和責任
- 設計策略和法律約束
- 用於結構分析、能量分析和光分析的分析模型

大多數 BIM 程序可以匯出和匯入 IFC 檔案格式。但是，軟體廠商對 IFC 格式的接受程度因軟體而異。

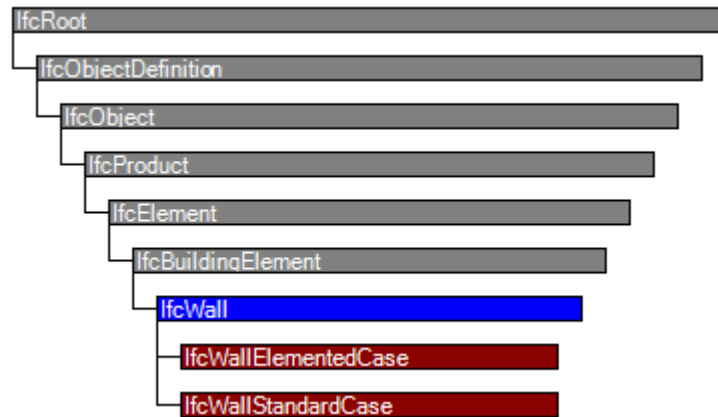


圖 6-1-1 IFC 層級結構

目前有兩個普遍支持的 IFC 版本：IFC2X3 和 IFC4。IFC4 相比 IFC2X3 包含許多新功能，例如改進幾何顯示、地理定位和更多物件(object)類別。IFC2X3 自 2005 年起成為 ISO 標準，IFC4 則自 2013 年起成為 ISO 標準，但是目前 IFC4 支持度還不如 IFC2X3，且國內大部分規範依然使用 IFC2X3 為標準，儘管如此 IFC4 還是會隨著 BIM 發展逐漸被採用。

二、OBJ(Alias Mesh)

OBJ 是 Wavefront 科技開發的一種幾何體圖形檔案格式。該格式最初是為動畫工具 Advanced Visualizer 開發，現已開放，很多其它立體圖形軟體中都有使用。

OBJ 檔案格式是表示立體幾何圖形的簡單資料格式，包含每個頂點的位置、UV 對映、法線，以及組成面（多邊形）的頂點列表等資料。因為該格式中的頂點預設均以逆時針方向儲存，所以無需儲存面法線資料。雖然 OBJ 檔案格式中的坐標沒有具體的單位，但是檔案中可以以注釋的形式標註縮放資訊。

材質模版庫格式 MTL (Material Template Library) 是 .OBJ 的配套檔案格式，也由 Wavefront 科技開發，可以描述若干 OBJ 格

式中物件(object)的著色(材質)屬性。OBJ 檔案會參照若干 .MTL 檔案，同時參照其中材質的名字。

三、dae(Collada)

COLLADA (COLLABorative Design Activity) 是一種用於交互式 3D 應用程序的交換文件格式。它由非營利性技術聯盟 Khronos Group 管理，並已被 ISO 採用為公開可用的規範 ISO/PAS 17506。

COLLADA 定義了一個開放的標準 XML 模式，用於在各種圖形軟體應用程序之間交換數位化資產，否則這些應用程序可能會將其資產存儲在不相容的文件格式中。描述數位化資產的 COLLADA 文檔是 XML 文件，通常以.dae (數位化資產交換) 文件擴展名標識。

四、stl(STL Mesh)

STL (STereoLithography，譯作：立體光刻) 是由 3D Systems 軟體公司 (英語：3D Systems) 創立，原本用於立體光刻電腦輔助設計軟體的檔案格式。它有一些逆向首字母縮略詞如「標準三角語言」(Standard Triangle Language)、「標準曲面細分語言」(Standard Tessellation Language)、「立體光刻語言」(STereolithography Language) 和「立體光刻曲面細分語言」。許多套裝軟體支援這種格式，它被廣泛用於快速成型、3D 列印和電腦輔助製造。STL 檔案僅描述立體物體的表面幾何形狀，沒有顏色、材質貼圖或其它常見立體模型的屬性。STL 格式有文字和二進碼兩種型式。二進碼型式因較簡潔而較常見。

STL 檔描述原始非結構化三角網格由表面單位法線和由右手定則排序的頂點用立體三角形笛卡兒座標系。STL 座標必須是正數，沒有尺度資訊，且計量單位為任意的。

第二節 FreeCAD 檔案交換作業流程

本章節研究使用的 FreeCAD 版本為 0.20 版，ArchiCAD 使用 22 版，Revit 使用 2020 版，藉由實際操作驗證 FreeCAD 匯出 IFC 匯入 ArchiCAD/Revit 與 ArchiCAD/Revit 匯出 IFC 匯入 FreeCAD 的作業流程，做為以後 BIM FOSS 教育訓練之教學資料。

一、FreeCAD 匯出流程說明

步驟一：

在 FreeCAD 作業環境中要匯出 IFC 前，須先進行 IFC 的匯出設定，點擊 FreeCAD 畫面中「編輯」>「偏好設定」，於跳出的視窗中選取左側欄位「匯入-匯出」，並點擊視窗上方欄位「IFC export」，圖 6-2-1 為圖片翻譯過後的視窗畫面。

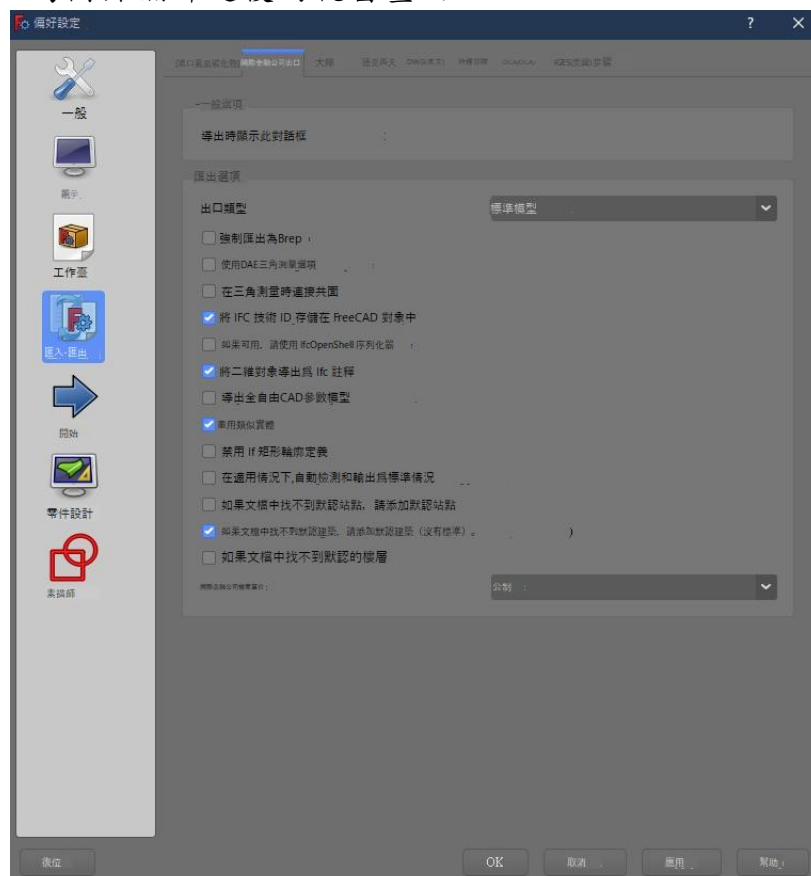


圖 6-2-1 IFC export 偏好設定

步驟二：

於 BIM 工作台使用 BIM IFC 預檢功能，圖 6-2-2 BIM Preflight 工具將對模型執行多項測試，以驗證 IFC 標準和最佳相容性，並幫助檢測可能需要修復的問題，或是跳過此步驟直接匯出模型。

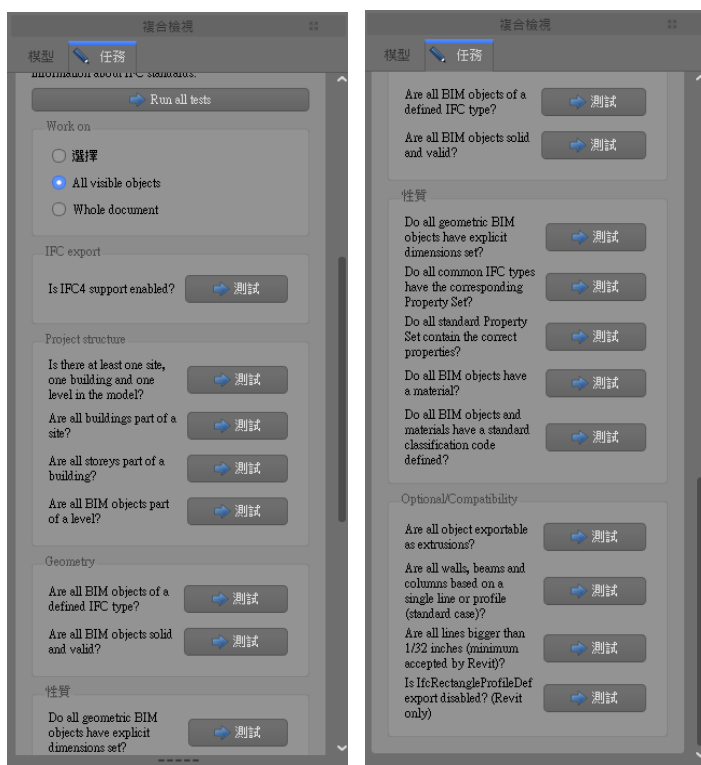


圖 6-2-2 BIM IFC 預檢功能

步驟三：

於畫面中全選要匯出的 FreeCAD 模型物件(object)或點、線、面為物件(object)，被選取的物件(object)顯示綠色反光才是正確選取，再點選「檔案」>「匯出」後跳出匯出視窗，於存檔類型選取 IFC 為檔案儲存格式，如圖 6-2-3 所示。

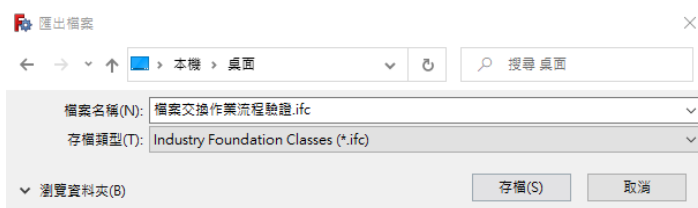


圖 6-2-3 FreeCAD 匯出檔案視窗

步驟四：

IFC 存檔即可在其他支援 IFC 的 BIM 軟體開啟，本研究報告將示範 ArchiCAD 與 Revit 匯入 IFC 之檔案交換作業流程，IFC 匯出所產生的問題將於第四節說明。

- ArchiCAD：

於 ArchiCAD 作業環境中，於平面視圖中點擊畫面上方「檔案」>「互操作性」>「合併」，於轉換器選項「一般軟體導入」，檔案類型選取 IFC 檔案格式並開啟模型，如圖 6-2-4 所示：

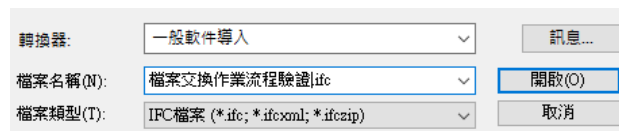


圖 6-2-4 合併檔案開啟視窗

在檔案合併過程中，系統會詢問模型高程定位，可選擇原始的定位或是自定義，自定義可自行去選擇對應樓層，如圖 6-2-5 所示：

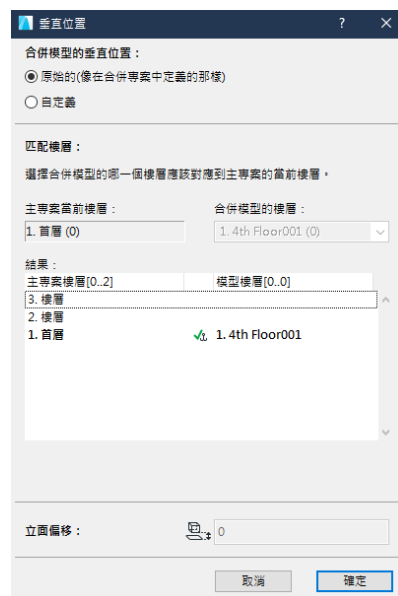


圖 6-2-5 IFC 轉換器

執行 IFC 導入大部分使用者不需調整任何轉換器設定，只須於合併視窗中選擇一個預設的轉換器執行，如果需要針對匯

入的 IFC 模型進行優化，可先至畫面上方「檔案」>「互操作性」>「IFC」>「IFC 轉換器」進行編輯，轉換器視窗如圖 6-2-6，轉換器分為導入及導出，他們使用了不一樣的設定，詳細設定方式可以參考 ArchiCAD 使用手冊。

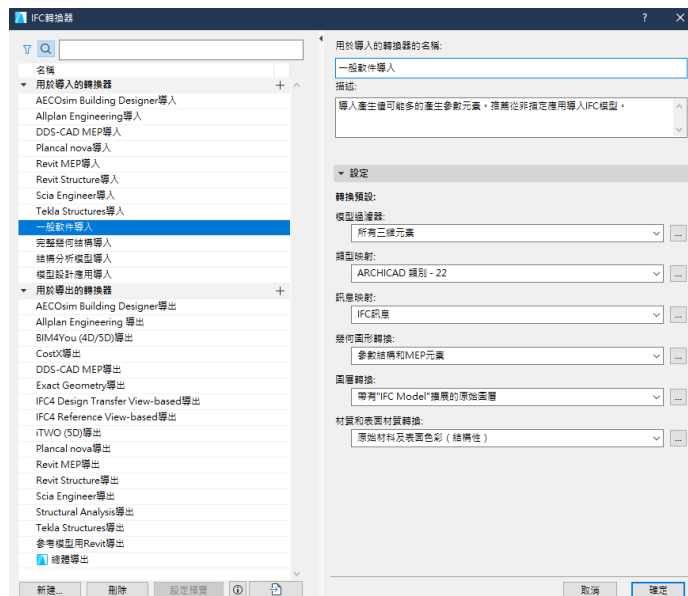


圖 6-2-6 IFC 轉換器導入設定

FreeCAD 匯出至 ArchiCAD 模型對照如圖 6-2-7 所示，物件(object)資料有正確帶入 IFC 檔案格式中並與 IFC 資料欄位一併匯入，另外物件(object)可以進行再編輯，已藉由匯入 FreeCAD 2.0 版本測試，除了顏色、材質、線條外，其餘檔案交換作業皆可正常進行。

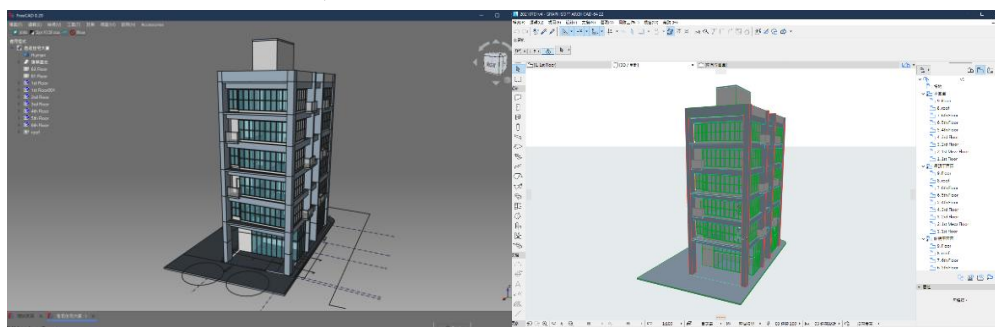


圖 6-2-7 檔案匯出前後對照

- Revit :

於 Revit 2020 版本作業環境中有兩種方式匯入 IFC，一種為「開啟」檔案，另一種為「連結」方式，首先說明「開啟」方式：

於工具列上方點擊「檔案」>「開啟」>「IFC」，選取欲開啟的 IFC 檔案即可開啟，如圖 6-2-8 所示：



圖 6-2-8 開啟 IFC

實測以 Intel Core i7-8750H CPU 加上 16GB RAM 開啟 35mb IFC 檔案約需 30 分鐘，開啟實際案例如下圖所示，開啟檔案時間取決於設備規格效能、商軟對 IFC 解析邏輯以及原始檔模型的詳細等級而定，並無一致的標準，實務上建議採「連結」方式效能較佳，且較不會產生轉換物件(object)丟失問題，如圖 6-2-9 所示。

建築資訊建模開源及自由軟體(BIM FOSS)本土化開發及應用研究

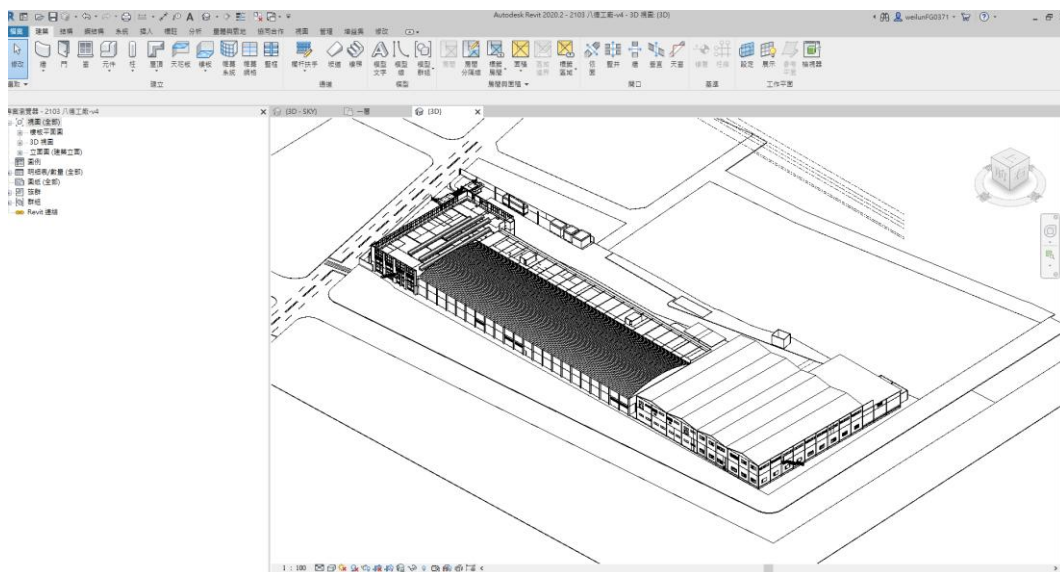


圖 6-2-9 IFC 開啟範例

以「連結」方式開啟 IFC:

於工具列選取「插入」->連結 IFC，開啟欲連結的 IFC 檔案即可，如圖 6-2-10。

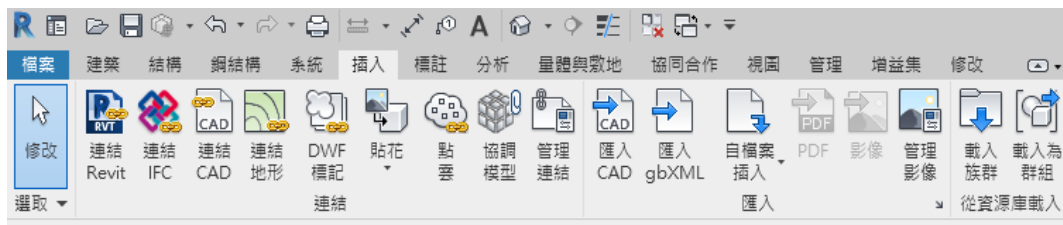
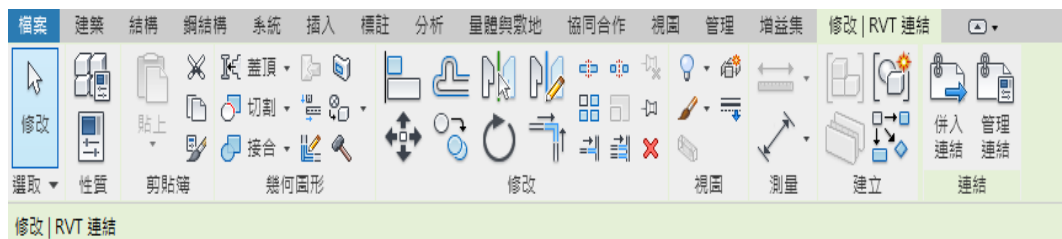


圖 6-2-10 連結 IFC

若要解除連結，於視圖視窗點選該 IFC 模型，於上方「修改/RVT 連結」->管理連結頁面內設定，如圖 6-2-11 及圖 6-2-12。



第六章 BIM FOSS 檔案交換作業流程研究

圖 6-2-11 管理 IFC 連結(1)

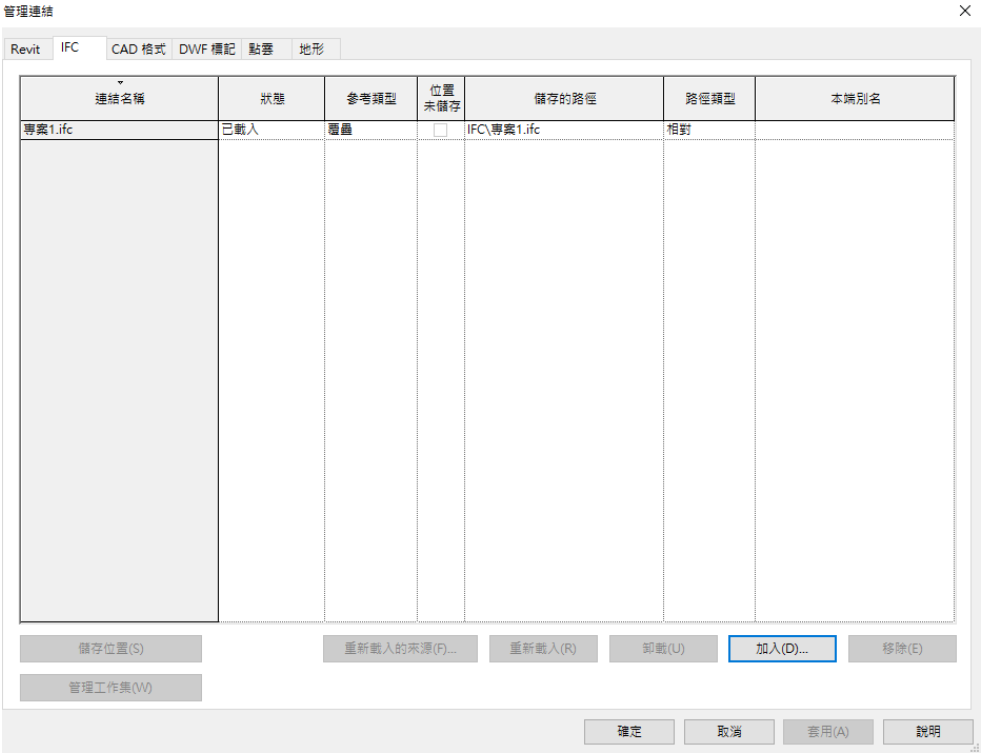


圖 6-2-12 管理 IFC 連結(2)

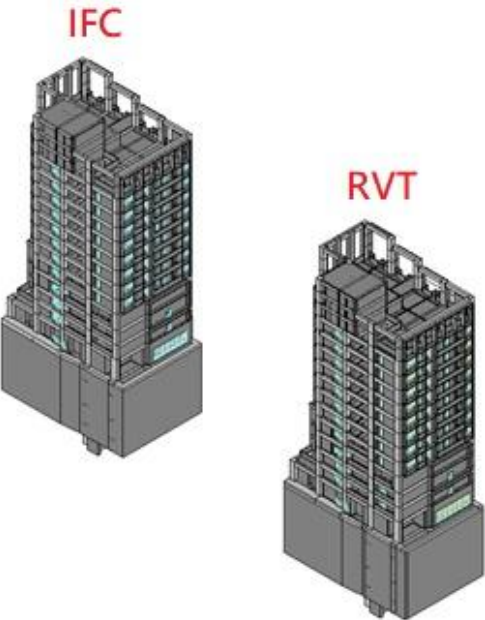


圖 6-2-13 IFC 連結範例

二、匯入 FreeCAD 流程說明

本研究將示範使用 ArchiCAD 與 Revit 匯出 IFC 模型，再將其匯入 FreeCAD，由商業 BIM 軟體導入 FreeCAD，驗證其檔案交換作業流程，以下會分別說明 ArchiCAD 與 Revit 的 IFC 匯出流程，以及 FreeCAD 匯入步驟，ArchiCAD/Revit 匯出所產生的問題於第四節討論。

步驟一：

- ArchiCAD：

在 ArchiCAD 平面視圖或透視圖中選擇畫面上方「檔案」>「另存新檔」，於另存新檔視窗中存檔類型選擇 IFC 檔案格式，執行 IFC 匯出大部分使用者不需調整任何輸出及轉換器設定，只須於視窗中選擇一個預設的轉換器執行，如圖 6-2-14 所示。

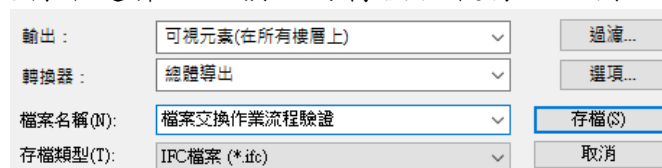


圖 6-2-14 另存新檔視窗

若需要對 IFC 匯出進行設定，可於匯出前至畫面上方「檔案」>「互操作性」>「IFC」>「IFC 轉換器」進行設定，轉換器視窗如圖 6-2-15，與前面匯入 ArchiCAD 時說明相同，導入與導出轉換器設定並不一樣，詳細設定方式可以參考 ArchiCAD 使用手冊。

第六章 BIM FOSS 檔案交換作業流程研究

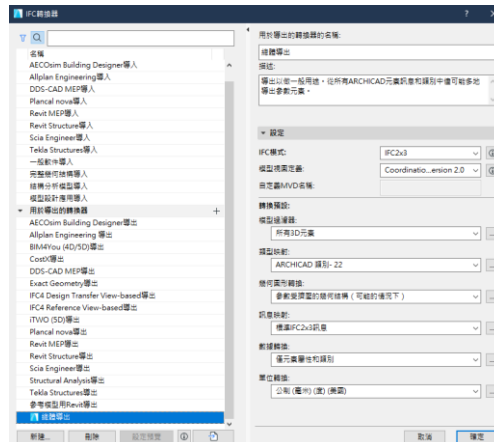


圖 6-2-15 IFC 轉換器導出設定

- Revit :

以下以 Revit 2020 版本做說明，首先於 Revit 左上方工具列點選「檔案」->「匯出」->IFC，如圖 6-2-16 所示。



圖 6-2-16 REVIT IFC 匯出選項

於匯出 IFC 視窗中，設定欲輸出的 IFC 檔案名稱與路徑，同時點選「修改配置」按鈕，如圖 6-2-17:



圖 6-2-17 REVIT IFC 匯出視窗

於左側選單選取欲輸出 IFC 版本，目前最穩定版本為 IFC2X3，可依據需求設定專案對應相位以及專案位址等補充資訊，如圖 6-2-18。

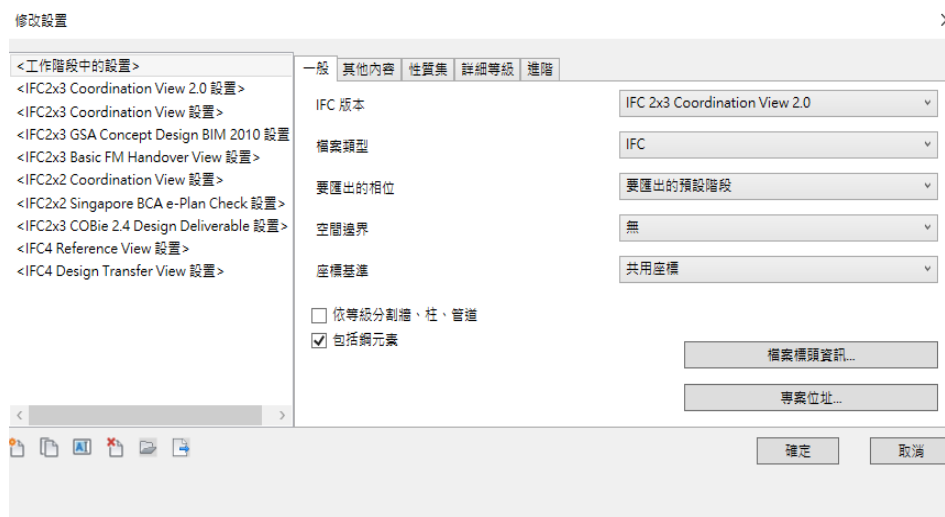


圖 6-2-18 REVIT IFC 匯出版本設定

於「性質集」頁籤勾選「匯出 IFC 一般性質集」，提醒勿勾選匯出 REVIT 性質集，將造成 IFC 檔案異常龐大，另也可進階匯出使用者定義的性質集(圖 6-2-19)，詳細設定方式可以參考 Revit 使用手冊，點選確定後，回到 REVIT IFC 匯出視即可匯出 IFC。

第六章 BIM FOSS 檔案交換作業流程研究



圖 6-2-19 REVIT IFC 性質集設定

步驟二：

在 FreeCAD 作業環境中要匯入 IFC 前，與匯出時相同，須先進行 IFC 的匯入設定，點擊 FreeCAD 畫面中「編輯」>「偏好設定」，於跳出的視窗中選取左側欄位「匯入-匯出」，並點擊視窗上方欄位「IFC import」，如圖 6-2-20 所示。

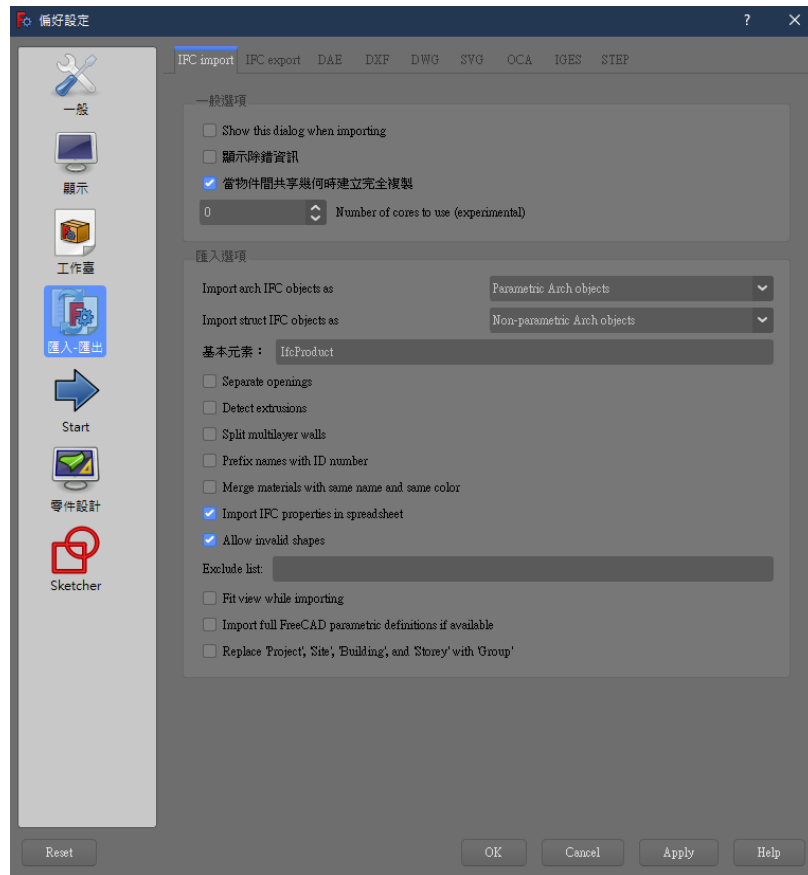
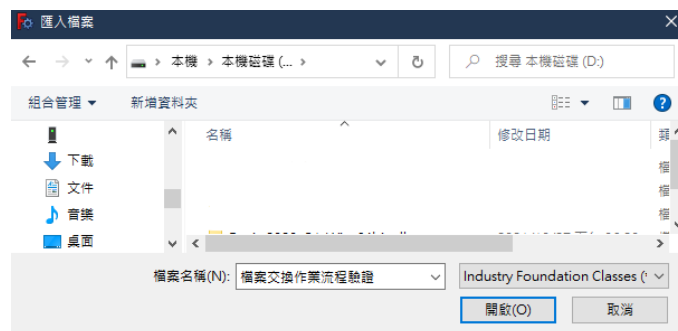


圖 6-2-20 IFC import 偏好設定

步驟三：

於 FreeCAD 畫面上方點選「檔案」>「匯入」後跳出匯入視窗如圖 6-2-21 所示，檔案類型選擇 IFC 檔案格式並開啟模型，根據檔案大小載入所需時間不同，50MB 的模型於電腦規格 AMD3600X 6-Core、NVIDIA Quadro P100、RAM 64G 的環境需要載入約 30 分鐘。



第六章 BIM FOSS 檔案交換作業流程研究

圖 6-2-21 FreeCAD 匯入檔案視窗

步驟四：

ArchiCAD/Revit 匯入 FreeCAD 模型對照如圖 6-2-22、23 所示，根據研究團隊驗證，ArchiCAD 與 Revit 匯出 IFC 裡的幾何形狀皆有正確產生，且資訊 IFC 類型、資訊欄位與物件(object)名稱有正確導入，與前者相同，IFC2x3 除了顏色、材質、線條外，其餘檔案交換作業皆可正常進行。

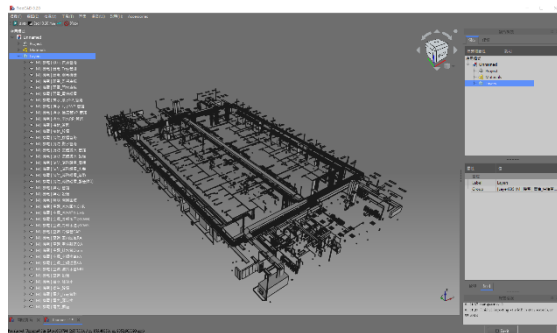
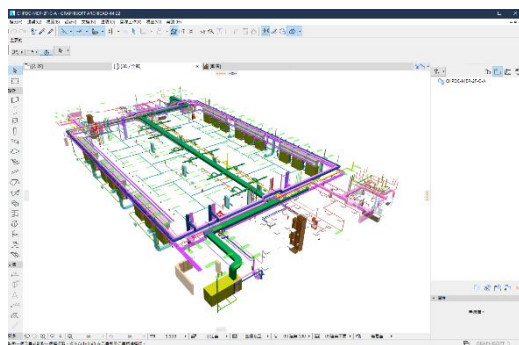


圖 6-2-22 ArchiCAD 檔案匯出前後對照

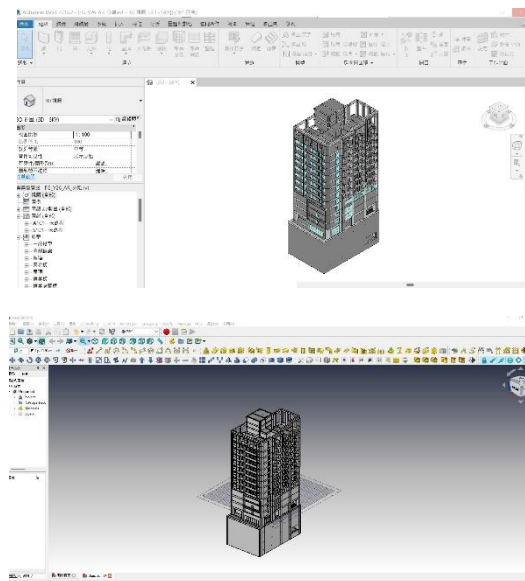


圖 6-2-23 Revit 檔案匯出前後對照

第三節 IFC 檔案交換驗證

本以 IFC 2X3 作為驗證物件(object)，旨在驗證 IFC 進行檔案交換後缺失哪些資料，藉以了解 BIM 軟體 IFC 可產出的資料，使研究成果可作為國內 IFC 產出時的參考資料。

IFC 檔案交換時主要分為匯入及匯出兩個階段，而導致資料缺失多為各軟體 IFC 匯出時所發生，本研究團隊藉由使用相同 BIM 環境導出再導入 IFC 來驗證 IFC 遺失的資料與物件(object)可編輯性(圖 6-3-1)。

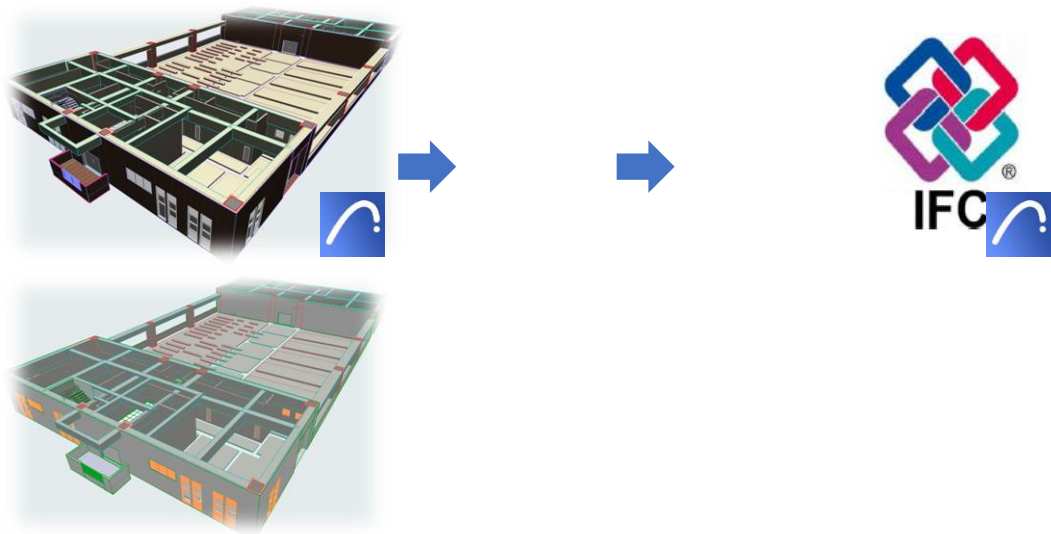


圖 6-3-1 IFC 驗證流程示意圖

而不同軟體間匯出再匯入時所遺失的資料與軟體建置架構有關，牽涉該軟體所支援的 IFC 數據有哪些，如 FreeCAD 建模環境中物件(object)IFC 資訊欄位為預設，無法自由增減 IFC 資訊欄位，因此匯入 IFC 後僅能顯示預設 IFC 資訊欄位的對應資訊，其餘資訊就算包含在 IFC 檔案格式裡，也無法於 FreeCAD 環境中顯示，因此不同軟體間的 IFC 匯出匯入需要評估的是軟體作業環境支援 IFC 資料的差異性，故不在此章節討論。

再經研究團隊測試不同 BIM 軟體 IFC 匯出再匯入後，皆會產生材質、顏色、數量...等資料遺失，除了以上資料本來就無法儲存於 IFC 檔案格式中，不同 BIM 軟體的作業環境中也包含軟體獨有的遺失資料，以下將說明遺失資料的詳細內容：

一、ArchiCAD-IFC 交換驗證

- 材質貼圖：

圖 6-3-2 匯出 IFC 後並不會連同材質圖庫一起儲存，因此原建模環境的材質貼圖會遺失。

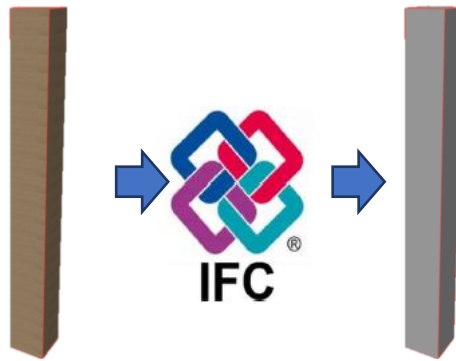


圖 6-3-2 材質對照

- 線條屬性：

圖 6-3-3 匯出 IFC 後物件(object)顏色可保留，但線條屬性無法轉出如下圖。

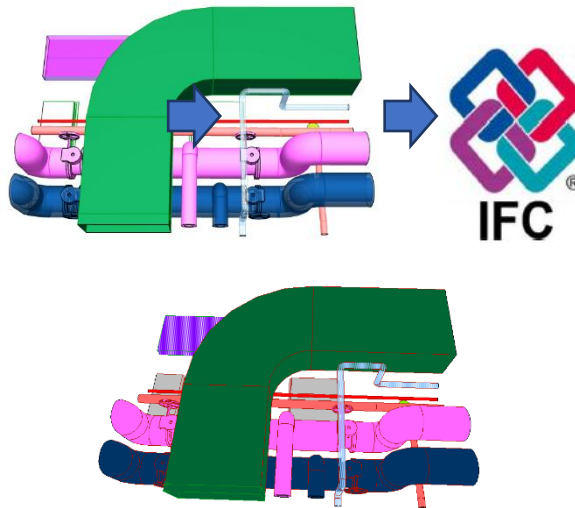
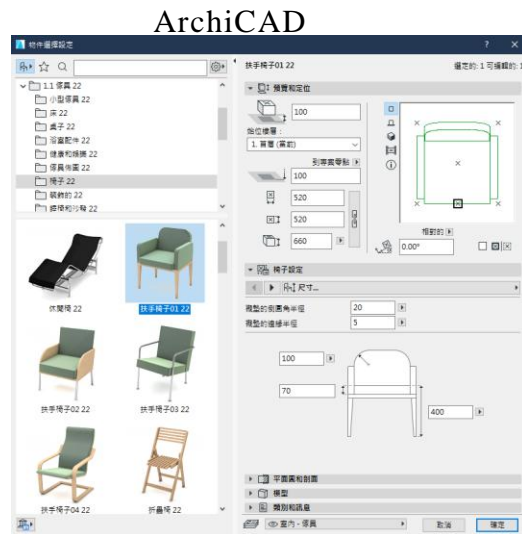


圖 6-3-3 物件(object)線條與顏色對照

- 參數設定：

經過研究團隊反覆測試，參數化物件(object)在經過 IFC 的轉換後會遺失其參數設定(圖 6-3-4)。

第六章 BIM FOSS 檔案交換作業流程研究



IFC

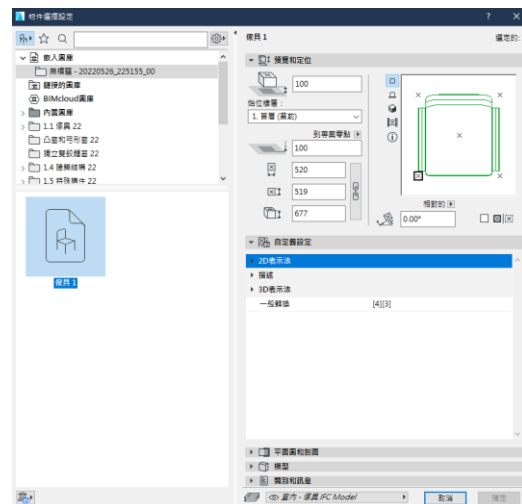


圖 6-3-4 參數化物件(object)對照

• 視圖：

目前 ArchiCAD 視圖內的 2D 資訊與參數設定，如線條顏色、填充覆蓋...等資料並不儲存於 IFC 中，且佈圖與圖冊資料也不包含在內(圖 6-3-5)，因此無法在 IFC 模型中查看 ArchiCAD 所製作的執照圖面等 2D 加工資訊，這使 IFC 無法與 2D 圖面產生關聯，使 IFC 格式目前尚無法作為圖面資料送審之依據。

ArchiCAD

IFC

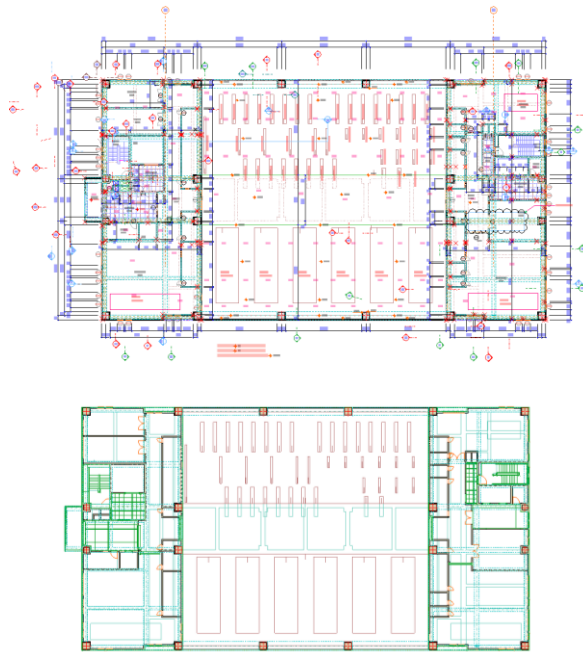


圖 6-3-5 ArchiCAD 視圖對照

二、Revit-IFC 交換驗證

- 材質貼圖：

REVIT 轉 IFC 後材質說明存在，但貼圖遺失且無法再重新貼圖，以圖 6-3-6 為例，轉換 IFC 後雖材質貼圖遺失，但仍可讀取材質說明(IFCMaterial)為櫻桃木。

第六章 BIM FOSS 檔案交換作業流程研究



圖 6-3-6 材質對照

- 線條屬性：

匯出 IFC 後物件(object)顏色可正確轉出，部分零件顏色遺失應為 Revit 物件(object)設定問題(可解決)，惟線條粗細遺失(如下圖 6-3-7 橘色管)。

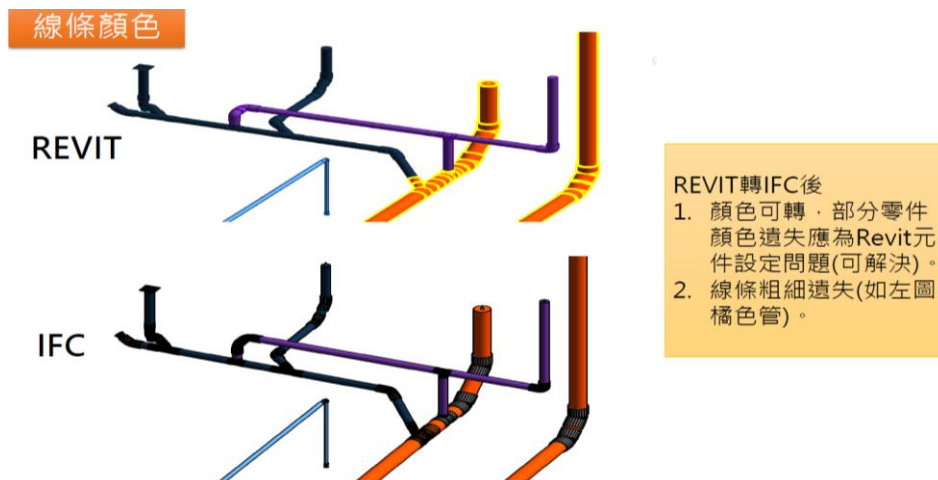


圖 6-3-7 物件(object)線條與顏色對照

- 數量對照：

本研究以同一建築案例測試驗證 Revit 轉出 IFC 後，再轉入 Revit，運用數量明細表找出同為門與窗的 Revit 物件(object)與 IFC

物件(object)，比對其數量是否一致，比較結果如圖 6-3-8 所示，故可確認應無遺失：

- 1.窗戶數量比對相同。
- 2.IFC 門比對數量與 revit 少 3 樁，經查為電梯門，推測為 Revit 物件(object)製作時，僅保留開口，未繪製門扇，故 IFC 判斷為 opening(可解決)。

圖 6-3-8 數量對照

第七章 BIM FOSS 設計建照階段應用案例成果驗證

本研究計畫的成果設計、建照階段應用案例成果主要是驗證 FreeCAD 與 ArchiCAD 由 3D 產出的 2D 圖說的部分，2D 文字的部分可由軟體本身進行編輯或是匯出到 CAD 繪圖軟體進行編輯，特別感謝富豐建設公司同意本研究團隊使用該危老建照模型作為驗證範例，圖面產出的成果驗證如下表 7-1-1 到 7-1-4 所示：

表 7-1-1 FreeCAD ArchiCAD 平面圖成果對照表

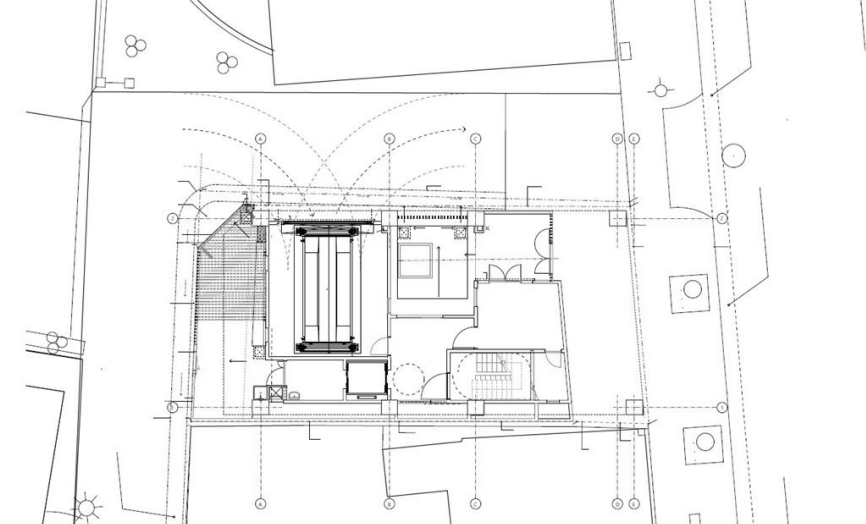


| 平面圖 | |
|--------------------|--|
| FreeCAD 截面產出 |  |
| ArchiCAD D 截面產出 |  |

表 7-1-2 FreeCAD ArchiCAD 立面圖成果對照表

| 立面圖 | |
|--------------------|--|
| FreeCAD 截面產出 |  <p>北向立面圖 1:100</p> <p>西向立面圖 1:100</p> |
| ArchiCAD D 截面產出 |  <p>北向立面圖 1:100</p> <p>西向立面圖 1:100</p> |

第七章 BIM FOSS 設計、建照階段應用案例成果驗證

表 7-1-3 FreeCAD ArchiCAD 樓梯剖面圖成果對照表

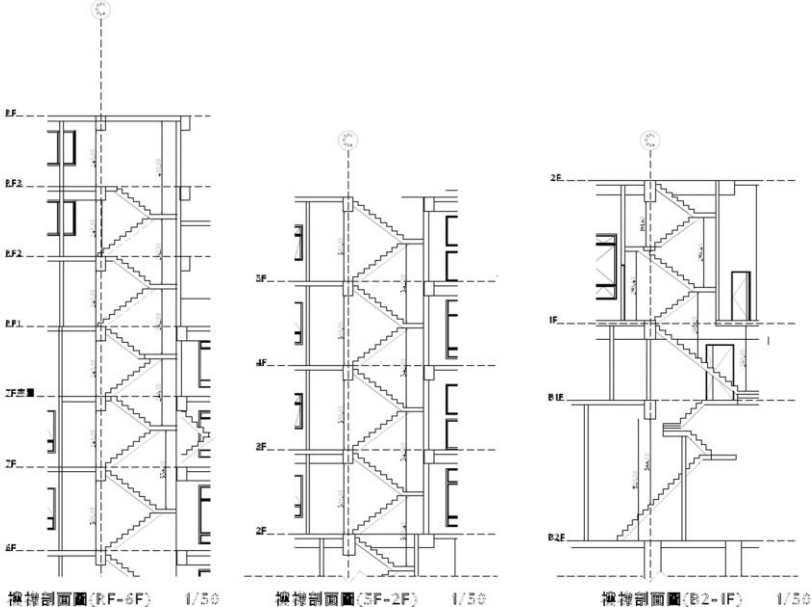
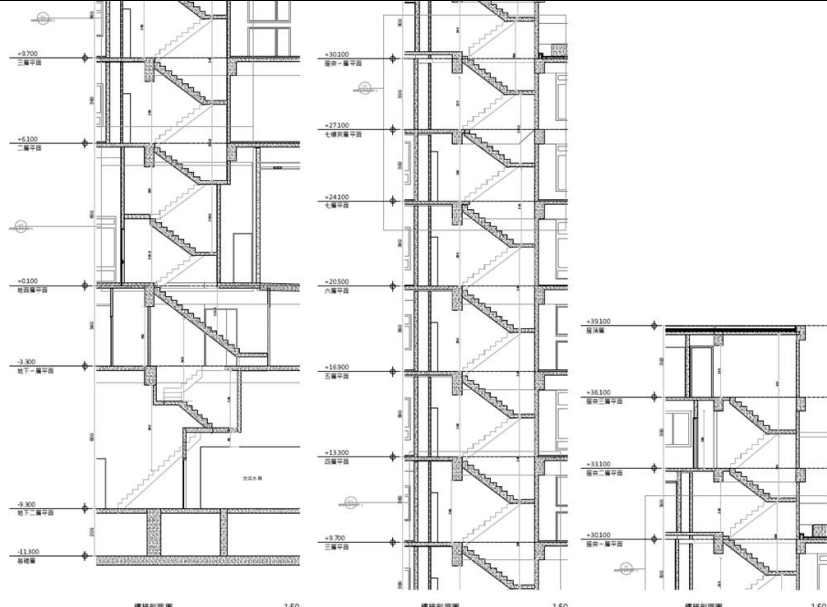
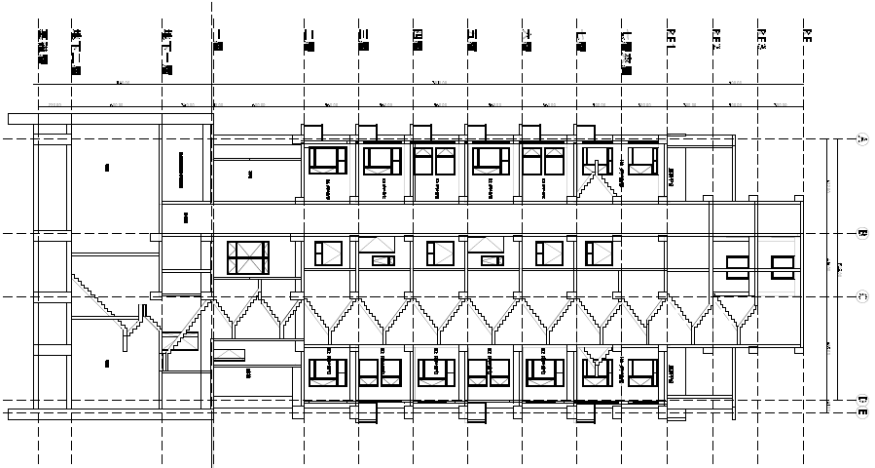
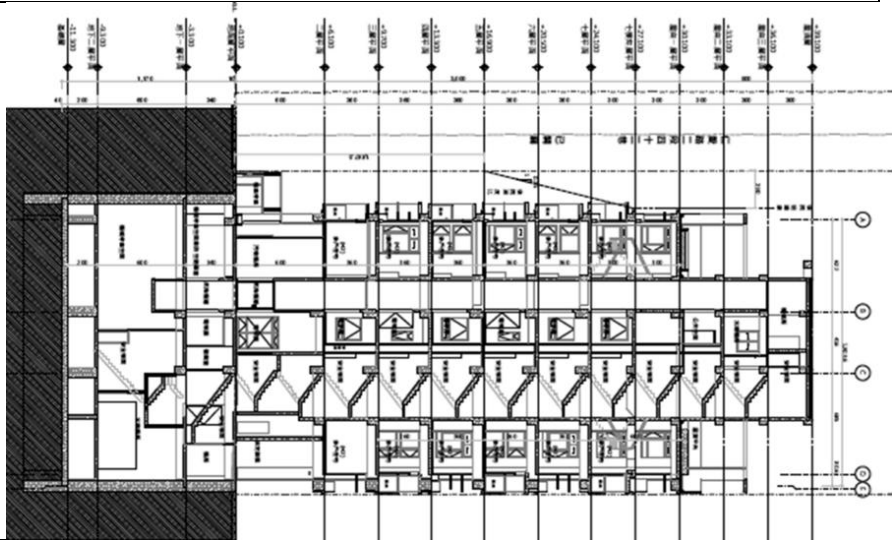
| 樓梯剖面圖 | |
|--------------------|--|
| FreeCAD 截面產出 |  <p>樓梯剖面圖(RF-6F) 1/50 樓梯剖面圖(3F-2F) 1/50 樓梯剖面圖(B2-1F) 1/50</p> |
| ArchiCAD D 截面產出 |  <p>樓梯剖面圖 1/50 樓梯剖面圖 1/50 樓梯剖面圖 1/50</p> |

表 7-1-4 FreeCAD ArchiCAD 剖面圖成果對照表

| 剖面圖 | |
|--------------------|--|
| FreeCAD 截面產出 |  |
| ArchiCAD D 截面產出 |  |

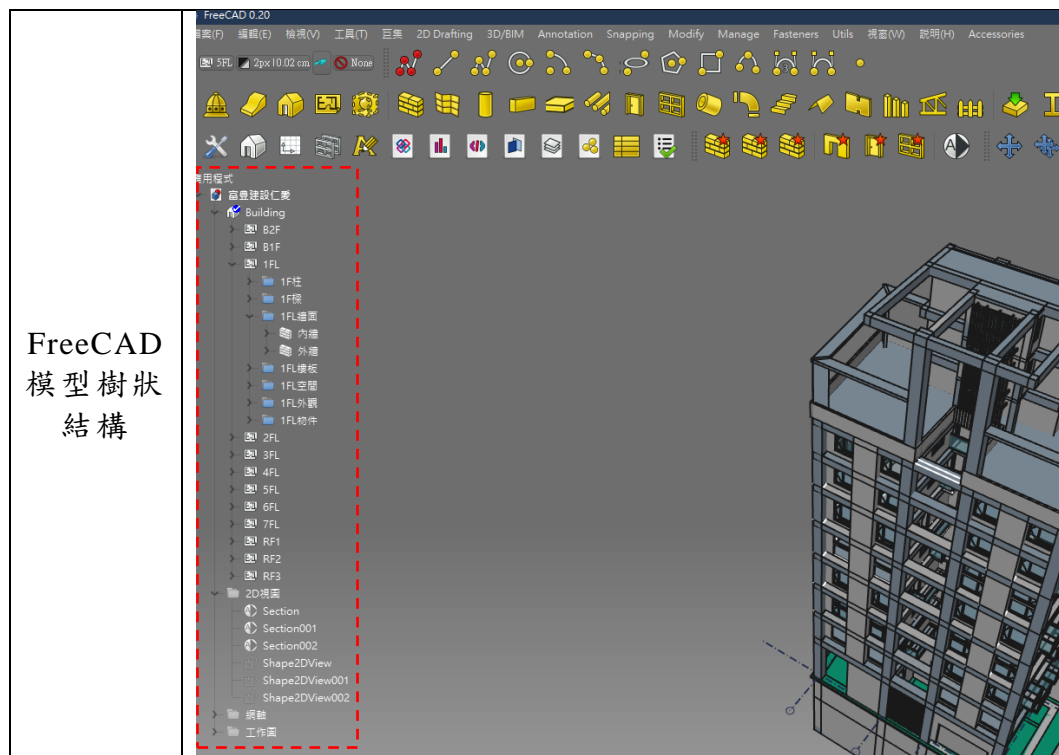
第七章 BIM FOSS 設計、建照階段應用案例成果驗證

研究發現 FreeCAD 產出的圖說對比 ArchiCAD 的圖說後也能算是堪用的程度，其餘 2D 文字的部分可由軟體本身進行編輯或是匯出到 CAD 繪圖軟體進行編輯。

本研究計畫於附件提供 FreeCAD 設計建照請照階段技術操作流程，藉由 CAD 底圖在 FreeCAD 上面建模，在匯出至 LibreCAD 進行後續文字標註編輯作業，就能使用 FOSS 產出建照請照所需之圖面，證明 FreeCAD 建模能適用於本土建築師的執業工作上。

此外 FreeCAD 能建置出符合 IFC 的樹狀圖結構，site>building>floor>beam/column/slab/wall/roof/stair/furniture/railing/MEP，並能將物件(object)自由分配到正確的 IFC 類型與增加物件(object)裡的屬性資料，如下表 7-1-5 所示。

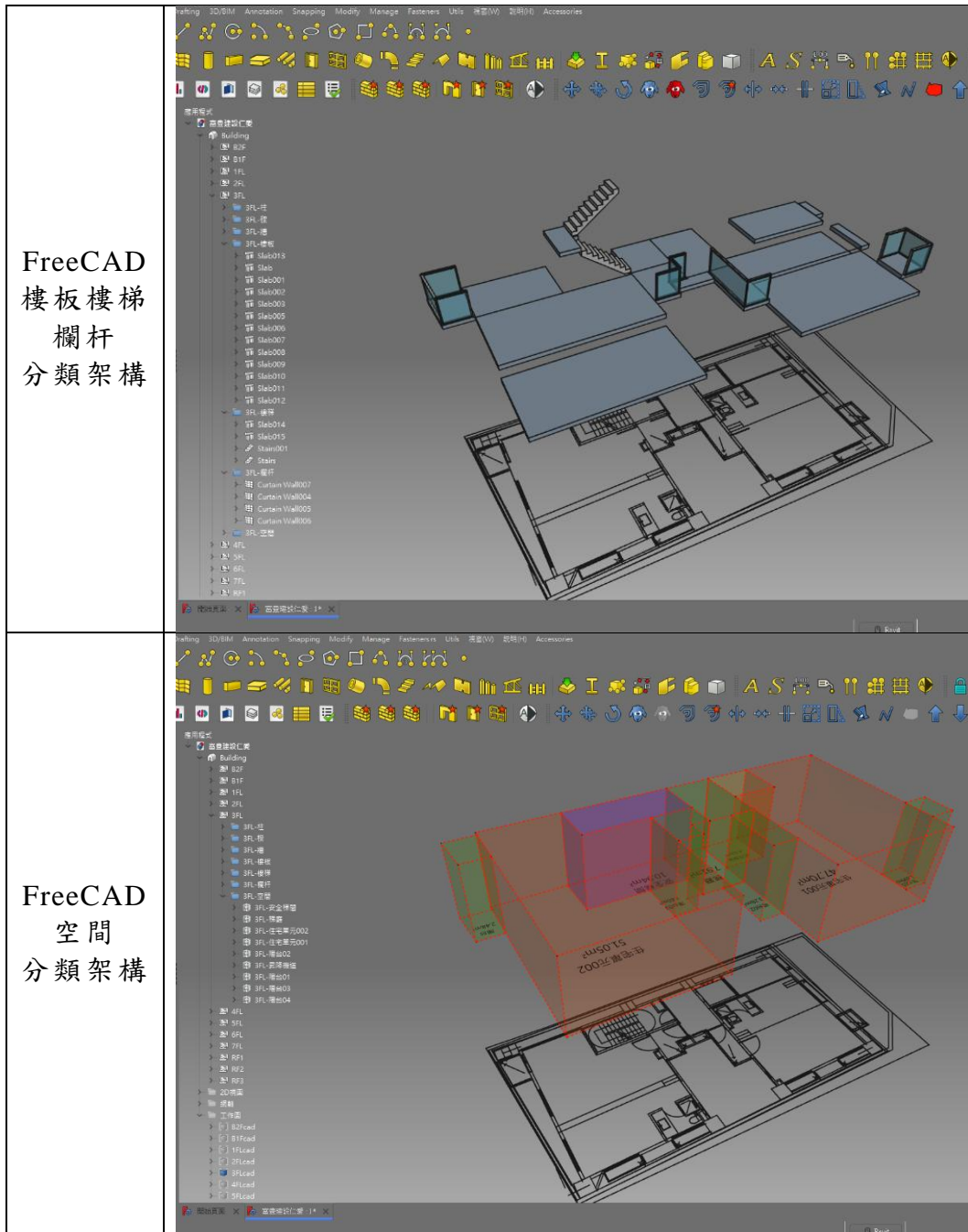
表 7-1-5 FreeCAD 實例模型驗證

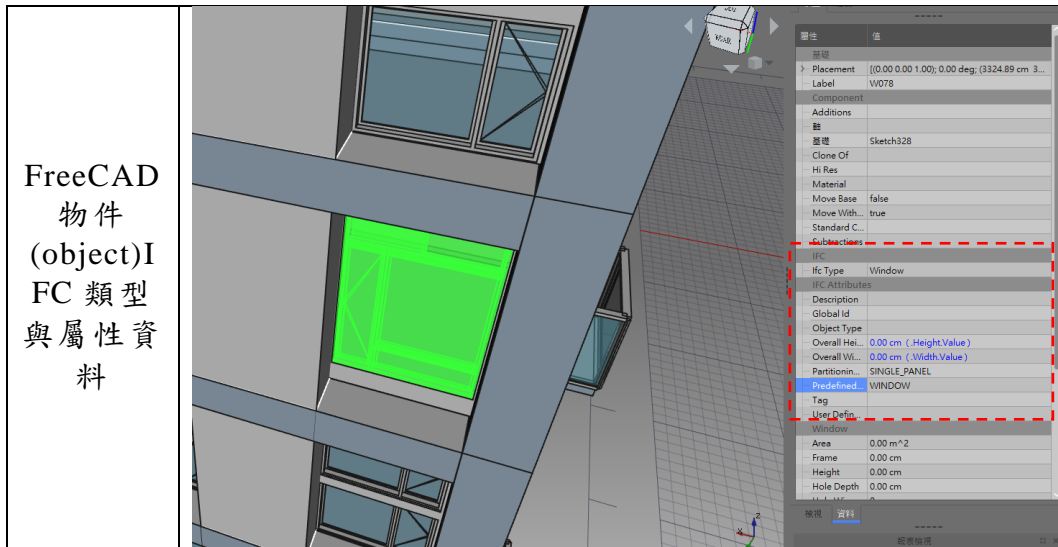


建築資訊建模開源及自由軟體(BIM FOSS)本土化開發及應用研究

[illegible]

第七章 BIM FOSS 設計、建照階段應用案例成果驗證





第八章 結論與建議

本研究根據110年「建築資訊建模(BIM)開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃」[1]研究報告書內所提出的 ROADMAP，延續 BIM FOSS 在地化相關研究，本次研究方向為建築師族群設計建照請照階段的階段性成果，為了完善 BIM FOSS 設計建照請照階段的建置環境與應用流程，提出了「FreeCAD 介面在地中文化」、「BIM FOSS 物件(object)技術開發流程」與「BIM FOSS 檔案交換作業流程」等研究並得到研究成果，也藉由完成設計階段物件(object)庫物件(object)建置的方法與流程提高軟體接受度，讓國內可以開始學習導入 BIM FOSS，另外研究團隊也持續在進行「BIM FOSS 推廣策略分析與執行」，讓 BIM FOSS 在建築設計階段擴大使用，為後續階段的研究做準備。

第一節 結論

本研究計畫根據研究內容將研究章節分為「BIM FOSS 推廣策略分析與執行」、「FreeCAD 介面在地中文化」、「BIM FOSS 物件(object)技術開發流程」與「BIM FOSS 檔案交換作業流程」，並召集了兩次專家座談會，從專家那裏獲得了寶貴的意見，也於報告書中回應專家的建議，除此之外也說明「BIM FOSS 設計建照階段應用案例成果驗證」與提供技術操作流程，以下為研究成果說明：

一、BIM FOSS 推廣策略分析與執行

本計畫主要採取與協會合作、成立網路社群、建立 BIM FOSS 網頁專區、開辦 BIM FOSS 課程等四種推廣策略，並針對以上策略進行分析，說明如下表 8-1-1：

表 8-1-1 推廣策略與分析表

| | |
|---------|--------------------------------------|
| 與協會合作推廣 | (1) 組織能支援軟體的營運維護 (2) 提供教育、服務、技術支援 |
|---------|--------------------------------------|

| | |
|------------------|--|
| | (3) 組織支持能提高軟體接受度 |
| 成立網路社群 | (1) 維持社群討論熱度 (2) 提供資訊交流平台 (3) 提供快速資訊傳播管道 |
| 建立 BIM FOSS 網頁專區 | (1) 提供基礎學習管道 (2) 提供國內外最新資訊 (3) 提供資源搜尋管道 |
| 開辦 BIM FOSS 課程 | (1) 提供專業學習管道 (2) 協助技能快速上手 |

執行成果包含已經與「中華建築資訊模型標準協會」建立合作關係，結合協會資源將 BIM FOSS 推廣至建築產業界與學界，另外與協會也合作建立 BIM FOSS 專屬網頁專區，並由協會維護網站長期提供 BIM FOSS 相關資訊，另外早在之前研究團隊已成立網路社群，如 FB 社團、LINE 群組等，成員數皆陸續成長中，最多人加入的 FB 成員已經有超過 700 位專家學者加入，並且研究團隊有頻繁在更新社團動態，另外也持續舉辦分享會，提供技術交流空間，最後本研究團隊也與建研所合作於建築中心開辦 BIM FOSS 課程，去年課程獲得好評，已於今年續辦。

最後我們在 9 月 30 日也總結了目前的研究成果舉辦了 2022 自由開源軟體 BIM(FOSS BIM)實例應用分想會，在分享會最後也跟參加的先進們交換意見，從分享會中得到業界的回饋，做為日後研究計畫的修正方案。

二、FreeCAD 介面在地中文化

基於本計畫去年的 FOSS 推廣經驗及回饋，研究計畫啟動 FreeCAD 介面中文化，以完善本地化 BIM FOSS 建置環境，本研究計畫針對建築作業流程會應用到的工具及介面進行中文化，主要會翻譯 Arch、TechDraw、Sketcher、PartDesign 四個工作台，翻譯專案

為 14774 條，目前翻譯進度皆已經完成，並會彙整到 FreeCAD 0.20 版後續的更新檔中，提供民眾下載使用。

三、BIM FOSS 物件(object)技術開發流程

為了能在以後能建置本地物件(object)庫，本研究需先走通 FreeCAD 物件(object)技術開發流程，才能有案例能提供業界參考，而本研究計畫這次研究範圍在建築設計建照請照階段的參數化物件(object)，並完成了門、窗的參數化物件(object)建置流程，由 FreeCAD 自行建立門、窗等基本物件(object)，並能與牆壁物件(object)進行結合，也在報告中說明部分門、窗無法藉由 FreeCAD 工具建置參數化物件(object)，如旋轉門、車庫門、景觀窗等。其中考慮到物件(object)的 LOD 程度，部分物件(object)可以藉由外部將 3D 物件(object)的資料轉換進到 FreeCAD 使用，該流程也已經於報告書中說明。

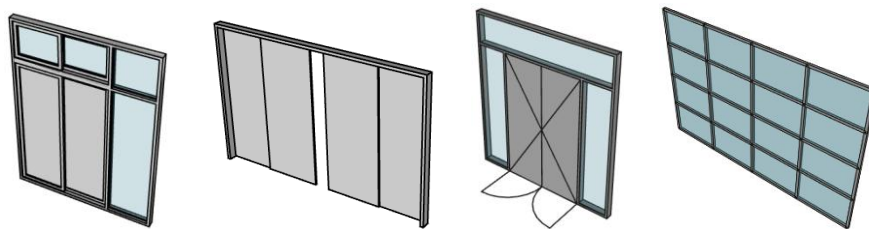


圖 8-1-1 參數化的門與窗

四、BIM FOSS 檔案交換作業流程

為了在建築生命週期各專業間可以達到互相的協同作業，BIM FOSS 還是必須要有與商業 BIM 軟體進行檔案交換的功能，因此本研究藉由 IFC 作為交換的檔案格式，探討 BIM FOSS 的檔案交換作業流程，目前也已經完成 FreeCAD 與 ArchiCAD/Revit 的雙向檔案交換作業流程，並在持續測試後可以將檔案藉由 IFC 匯入 FreeCAD 裡使用，並且除了顏色、材質與線條外沒有其他問題，而 FreeCAD 匯入 ArchiCAD/Revit 的狀況也是相同，並在報告書中說明交換過程。除此之外我們也針對 IFC 不能帶入的的資料進行驗證作業，IFC2x3

能測試出其檔案格式不含材質貼圖、線條資訊、物件(object)參數或 2D 視圖，研究成果可以作為不同 BIM 軟體之間使用 IFC2x3 進行檔案交換的方法。

五、BIM FOSS 設計建照階段應用案例成果驗證

本研究計畫的成果設計建照階段應用案例成果主要是驗證 FreeCAD 與 ArchiCAD 由 3D 產出的 2D 圖說的部分，研究發現 FreeCAD 產出的圖說對比 ArchiCAD 的圖說後也能算是堪用的程度，其餘 2D 文字的部分可由軟體本身進行編輯或是匯出到 CAD 繪圖軟體進行編輯。

於本報告書也在附件提供建築設計建照請照階段的及計案例產出成果的技術操作流程，因 CAD 繪圖作業以 FreeCAD 軟體執行會比較慢，且在 FreeCAD 裡匯出的 PDF 檔針對 2D 表現法(如線型、線寬)的調整幅度有限，以剖面圖為例就只能調整切線、非切線兩種的線寬；且 LibreCAD 的操作環境與 AutoCAD 相近，對於習慣使用 AutoCAD 的從業人員較容易上手，所以建議匯出至其他 CAD 繪圖軟體作業，如 LibreCAD，以 FreeCAD 目前測試，執照圖所需之面積計算、地籍圖建議都使用 LibreCAD 來進行 2D 表現法之整合工作，另外細部設計(如：機電系統)建議以 IFC 模型匯入，進行碰撞檢討。匯出 2D 圖則用 LibreCAD 進行輔助，並在以下說明本案附件使用實例的基本資料：

- 總樓地板面積：1336.06 平方公尺
- 樓層數：地上七層、地下二層
- 作業時數：FreeCAD 作業時數約 160 hr / LibreCAD 作業時數
約 96 hr

第二節 建議

本研究已獲得最新研究成果，包括 BIM FOSS 推廣與教育訓練、建置本土 BIM FOSS 網頁專區、FreeCAD 使用界面中文化、建照申請所需 FreeCAD 本土物件(object)技術開發、與 Revit/ArchiCAD 檔案交換作業流程驗證分析等，已初步完成國內 BIM FOSS 建築師端 BIM 應用環境與實例。

建議下一階段研究持續進行 BIM FOSS 後續本土擴充計畫，以建構 BIM 應用環境，如建立物件庫與後續中文翻譯等，並驗證 BIM FOSS 不同專業實例流程為主，擴大 FreeCAD 應用範圍至不同專業，優先包含機電與結構工程師。研究課題與內容如下表所述：

表 8-2-1 建議研究課題

| | |
|----------|--|
| 研究 內容 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 持續更新 BIM FOSS 網頁專區最新國內外研究資訊。 2. 續辦 FreeCAD 中文化工作，持續更新已完成之工作台的中文翻譯條目，新增 BIM、FreeCAD、Part、Draft、AddonManager 等工作台中文翻譯。 3. 建立物件(object)倉儲檔案空間(Taiwan_BIM_Library)，成立 github 專案，分為 MEP 及 Arch 兩個物件(object)倉儲物件(object)倉儲空間，並撰寫物件(object)倉儲空間說明文件，並建置 MEP 與 Arch 物件(object)範例。 4. BIM FOSS 實際應用案例流程，沿用前項研究案之危老案例，續以 FreeCAD 建置建照申請機電、結構 2D 與 3D 圖資範例。 5. BIM FOSS 建置課程推廣，持續配合建築中心規劃開課、配合學界開課意願。 6. 持續蒐集與關注國際 BIM FOSS 技術演進狀態。 |
| 預期 成果 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 提供使用者 BIM FOSS 國內與國外研究最新資訊。 2. 持續完善 FreeCAD 本土作業環境。 3. 建立物件(object)倉儲空間，以供本土使用者上傳(貢獻)/下載裡面的物件(object)。 4. 完成物件(object)倉儲空間說明文件，讓使用者可以自建物件(object)並上傳至此物件(object)庫。 5. 擴大研究使用者範圍，研擬設計階段機電、結構技師專業的實際案例流程範例。 6. 推廣 BIM FOSS 課程至建築產業界與學界。 |

建築資訊建模開源及自由軟體(BIM FOSS)本土化開發及應用研究

建議一

立即可行之建議—BIM FOSS 產學界推廣與教育訓練

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

本研究發現 FreeCAD 與 Blender 是 BIM 創作的基本工具，並經過驗證確認其 IFC 轉換是可行的，而藉由本研究證明 BIM FOSS 能完成建築設計建照請照階段的 BIM 應用需求，另外本研究成果也於附件提出實例操作流程以利後續研究計畫進行。

本研究團隊也於 10/29 開辦 7 天共 42 小時的 FreeCAD 實體建模課程，提供業界教育訓練執行 BIM FOSS 技術推廣，以這兩個軟體為核心，再藉由本研究實例驗證過的作業流程為根據，持續進行業界的教育訓練與推廣，推廣對象建議以建築師事務所為主，鼓勵對象包括尚未使用 BIM 的中小型建築師事務所或設計師個人工作室，非專業者如資產管理者，業主或公部門，目的擴大 BIM 使用者，提升建築數位轉型時程。

另外建議也能從學校教育推廣開始推廣開源自由軟體，讓老師與學生早日接觸開源自由軟體，為職場先期打造開源自由軟體環境。

建議二

中長期性建議—政府單位增列 BIM FOSS 檔案交付格式

主辦機關：公共工程委員會、內政部營建署、內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心、資策會

由於目前建築業界主要以使用專有軟體為主，國內政府機關在 BIM 檔案格式收取的規定上除了 IFC 以外，並未包含開源軟體檔案格式。建議公共工程招標需求說明可以增列收取 BIM FOSS 的檔案格式，如當初政府機關規定提供開放檔案格式.odf、.odt 等方式，由政府機關提供需求，增加產業使用 BIM FOSS 的意願。

另外也建議可以參考國發會當初推動 LibreOffice 的方式，建議成立建築產業 BIM FOSS 推動小組，以國家力量扶植自由軟體。

建議三

長期性建議—各建築生命週期 BIM FOSS 實例研究與相關證照
主辦機關：公共工程委員會、內政部營建署、內政部建築研究所
協辦機關：財團法人台灣建築中心、大學建築與資訊相關研究所

本研究經由結論獲得建築設計建照請照階段的應用成果，但在研究方面國內僅只有本研究一個實例，因此還需要後續研究根據業界不同專案類型進行實例驗證，以加強建築相關各專業的設計階段、施工階段、維運階段的實例流程驗證，增加業界使用的信心。還需針對 BIM FOSS 的物件庫的蒐集與參數化物件建置的工作開始動作。

另外建議國家能協助成立 BIM FOSS 相關證照考試制度與交付規範，提高學校教學意願與業界徵才需求。

參考書目

1. 賴朝俊(民 110)。BIM 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃。內政部建築研究所委託之研究成果報告。
2. 樊啟勇、林昌佑(民 96) IFC 資料標準之結構物資訊擷取與建立。國立交通大學。
3. 陳俊嘉、周建成(民 103)。BIM 軟體之 IFC 相容性研究：以設施管理應用為例。中央大學土木工程系。
4. 陳振宏、林祐正(民 102)。整合 IFC 於 BIM 資料擷取與檢核之研究。台北科技大學土木與防災研究所。
5. 陳春逢、林祐正(民 103)。建置 IFC-based BIM 資訊管理系統之研究。台北科技大學土木與防災研究所。
6. OPEN LETTER TO AUTODESK。檢自 <https://the-nordic-letter.com/> (October.13,2022)
7. 周光宙(民 109)。BIM 應用推廣及宣導計畫書。內政部建築研究所。
8. 108 年度 BIM 推廣宣導講習會北部場活動報導。內政部建築研究所。
9. U.S. General Services Administration。BIM guides。檢自 <https://www.gsa.gov/real-estate/design-and-construction/3d4d-building-information-modeling/bim-guides> (October.13,2022)
10. 鄭泰昇(民 104)。國內 BIM 元件通用格式與建置規範研究。內政部建築研究所委託之研究成果報告。
11. 賴朝俊(民 105)。我國 BIM 協同作業指南執行要點研擬。內政部建築研究所委託之研究成果報告。
12. OSArch Community。檢自 <https://osarch.org/> (October.13,2022)

13. WIKI.OSARCH。檢自
https://wiki.osarch.org/index.php?title=Home_of_OSArch
(October.13,2022)
14. D.Di Donato, M.Abita(2019).Low-Cost 4D BIM Modelling: A comparison between FreeCAD and commercial software.
15. European Commission。Open source software strategy 2020-2023。檢自
https://ec.europa.eu/info/departments/informatics/open-source-software-strategy_en (October.13,2022)
16. 數位發展部。ODF 文件應用工具。檢自
<https://moda.gov.tw/digital-affairs/digital-service/app-services/248> (October.13,2022)
17. 國家發展委員會。開放政府。檢自
https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=0C5AB1D0FA5B64B8 (October.13,2022)
18. WIKI.OSARCH。Workflow directory。檢自
https://wiki.osarch.org/index.php?title=AECO_Workflow_Examples (October.13,2022)
19. Facebook。台灣建築產業自由開源 BIM 軟體 AEC FOSS BIM Taiwan。檢自
<https://www.facebook.com/groups/2387467934876840>
(October.13,2022)
20. 社團法人中華建築資訊模型標準協會。自由軟體。檢自
<https://sky530.wixsite.com/cbimsa> (October.13,2022)
21. CrowdIn。FreeCAD。檢自 <https://crowdin.com/project/FreeCAD>
(October.13,2022)

参考文献

22. buildingSMART International 。 Industry Foundation Classes (IFC) 。

檢自

<https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/industry-foundation-classes/> (October.13,2022)

附錄一、第一次專家座談會專家意見表

| 會議名稱 | | |
|--|-----|---|
| 「建築資訊建模開源及自由軟體(BIM FOSS)本土化開發及應用研究」 第 1 次專家座談會 | | |
| 討論內容 | | 會議時間 |
| 1. BIM FOSS 推廣策略分析與執行。 2. FreeCAD 介面在地中文化研究說明。 3. FreeCAD 本土物件(object)開發研究。 4. BIM FOSS 檔案交換作業流程研究。 | | 111/06/14(二) 09:30 |
| 編號 | 委員 | 專家意見 |
| 1. | 施宣光 | 1. 關於推廣策略： 建請計畫執行團隊提供建議策略以將 BIM FOSS 的資源推廣至教學機構，協助與建築相關的高中職及大專院校相關科系的基礎建築專業教育導入 BIM FOSS 的認識與使用。 2. FreeCAD 本土物件(object)開發研究： 建議針對設計不同階段特定決策需求建立物件(object)資訊模型標，針對本土產業作業模式建立 MVD 作為物件(object)資訊模型的標準 3. BIM FOSS 檔案交換作業流程： 不同設計階段，針對特定檔案交換目的須制定與之相對應的 MVD 作為 IFC 檔案內容的標準，並研究如何以所採用的 BIM FOSS 輸出符合 MVD 內容標準的 IFC 檔案以作為交換之用。 |
| 2. | 洪朝貴 | 本計畫成果豐碩。BIM 領域非個人專長，僅能從推廣的角度提供一些思考方向請參考： 1. 現在的高中高職生需要準備「學習歷程」以便申請大學入學。有沒有可能設計一些學習活動讓高中高職生在老師帶領下參與創作建模？當然，可能需要先辦教師研習。 2. 技職體系非常關心證照。有沒有機會與證照發照 |

| | | |
|----|-----|---|
| | | <p>單位合作發行 FreeCAD 的證照？當然，證照考試也有流於測試死背與速度的風險。</p> <p>3. 推廣時可以考慮採取「差集策略」：除了告知大眾 FreeCAD 有哪些可以取代 Revit 或 ArchiCAD 的功能之外（交集部分），也可特別強調有哪些事是 FreeCAD 做得到，而專屬軟體做不到或做不好的事。例：個人在推廣 GNU/linux 時，經常展示「隨身碟就是我的筆記電腦」之類，微軟視窗系統用戶可能從沒想像過的事。</p> <p>4. FreeCAD-library 有豐富的社群共創的 cc-by 授權模型；專屬軟體的文化很不一樣，有類似的東西嗎？如果沒有，或許也是 FreeCAD 的賣點之一。</p> <p>5. 鼓勵國人參與使用並貢獻至 FreeCAD-library，也是強化我國民間與國際接軌的一條可能道路。</p> <p>以上建議有許多挑戰，未必與本計畫直接相關；只是提出來讓大家腦力激盪一下未來的各種可能性。</p> |
| 3. | 陳清楠 | <p>本研究團隊陣容堅強，研究成果相當豐碩，分常感謝研究團隊的努力。針對期中報告提出三點看法說明如下：</p> <p>1. 非常感謝團隊測試確認外部物件(object)可以用 IFC 格式匯入使用，證實 FreeCAD 具備跟其他商用軟體檔案互通的功能。但為了讓使用者更方便使用，建議後續研究可以建置 FreeCAD 參變物件(object)，例如門、窗、帷幕牆等建築設計常用的物件(object)，將有助於提升建模效率。</p> <p>2. 簡報過程有測試 Revit 傳出 IFC 後再用 IFC 匯入產生資訊遺漏問題，這一點跟業界使用經驗一致。長期以來 Revit 對於 IFC 的互通性一直都有問題，且沒有積極改善。若研究團隊還有時間的話是否也可以測試 Archicad 的 IFC 轉換性能，最後分析比較市面上兩大主流 BIM 軟體的 IFC 互通性，讓研究成果更有價值。</p> <p>3. 簡報最後說明下階段要測試 FreeCAD 出圖功能，這一點非常重要。過去經驗到各地方建築師公會推廣 BIM 時，多數建築師關心 BIM 工具是否可以順利輸出請照圖或施工圖，若研究團隊可以打通出圖設定的技術關卡，將會是 FOSSBIM 向前邁進的重要里程碑。據此，請研究團隊考量如何克服物件出圖的符號設定問題，以及簡報內提及搭配 Qcad 等相關內容，希望在期末報告可以有比較詳細的說明。</p> |

| | | |
|----|-----|--|
| 4. | 蔡志敏 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 建議關於 BIM FOSS 自由軟體的推廣策略與執行，可以從中學就開始入手，對相關的高中職進行宣導與推廣，讓學生在中學時代就能熟悉並且使用並相關的自由軟體，特別是一些建築、土木等相關科系的職業學校，及早建立學生對 BIM FOSS 自由軟體的認知與技能，就像微軟、Google 等商業軟體，長期提供免費的版本給中小學生使用一樣，都是從小扎根軟體的使用，所以 BIM FOSS 自由軟體的推廣策略可向中學延伸。 2. 由於自由軟體的更新速度非常快，甚至每年都會有一個新的大改版，相關的翻譯工作或教學的示範影音內容，建議要有一個永續經營的計劃，避免改版後劃計畫相關工作的專案無法銜接。 3. 自由軟體與商業軟體之間的關係應該是相輔相成，推廣自由軟體的目的並非取代商業軟體，而是提供另外一種選擇。由於商業軟體價格昂貴，許多商業軟體現在也採用訂閱制，甚至會強迫升級，有些甚至如果沒有升級，舊檔案就無法開啟，這對於經費有限的事務所或教育單位而言，是很大的負擔。而自由軟體採用公開的檔案格式，檔案交換作業也非常方便，完全沒這方面的困擾，可提供經費有限的團體或個人，另一種選擇，所以這是台灣推動 BIM 的工作重要的一環，一定要積極推廣與執行。 |
| 5. | 鄭郁霖 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 本地化/繁體中文 重要，同時需要留意當同樣的單字在兩個情境不同意思時的處理方式。 2. 要推動更多使用者進來，需要更多的中文教學與書籍。 3. 企業會採用考慮點在於是否有維護、持續更新、功能增加、穩定，可以經由協會的專家定期測試與發布更新說明來讓更多人有資訊可以取得。 4. 需要曝光更多的成功案例、誰有在用。 5. 推動證照（用以量化標準，例如 人資單位 找人的評估）。 6. 需要有廠商持續的提供軟體安裝維護、技術支援。 7. 在交換檔案與現有商用軟體上的作法以及變通方案。 8. 我的經驗是除了學校端，在終端企業推動更重要，更多業界使用，學生才有誘因學習，知道以後找工 |

附錄一

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>作時可以用上。</p> <p>9. 要能成功推廣，必需從堪用、夠用、到好用的逐步推展。</p> <p>以上是我過去在推動其它自由與開源軟體 (Proxmox VE、Zimbra、LibreNMS 等等) 的經驗分享，提供您參考，支持推動 BIM FOSS 與 FreeCAD！</p> |
|--|--|---|

附錄二、期中審查意見回覆對照表

| 編號 | 委員 | 審查意見 | 意見回覆 |
|----|-------|--|---|
| 1. | 陳上元委員 | <ol style="list-style-type: none"> 1. BIM FOSS 是用來抑制主流軟體價格過高、客製化不易的有效策略。 2. 是用來刺激主流軟體開放程式碼、增進開發自由度、鼓勵研發插件的有效途徑。 3. 推動與制定”類文書 ODF”的 BIM 格式是值得鼓勵的。它同時允許不付費、也有簡易的軟體可使用、也不妨礙付費且功能更好的軟體供大眾使用。 4. BIM FOSS 在開放平台上提供線上課程錄影教學，比一場一場教育訓練更有效率。 然而 5. 少數程式設計師難以應付龐大 BIM 工作族群的複雜的、實際的需要：相較於多數人使用 BIM 從事建築專業，開放程式碼開發軟體卻是少數程式設計師可以從事的專業。根據網路上 FREE CAD 的使用評價，”用以普及 BIM 設計階段的建模觀念是可以的，但要追上能夠用於建築專業工作還為時甚早。” 6. 增加落實 BIM 建照執照審查的困難： 即便只是在 IFC 格式 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究案已將教材影片放置於本案建立的 BIM FOSS 網頁專區供大家觀看，另外賴朝俊建築師與李博明博士的 Youtube 也提供免費的 BIM FOSS 線上教材。教育訓練能提供更好的學習環境並快速上手，減少學習的時間成本，且能建立更好的提問管道。 2. 開源軟體的發展時間尚短，使用方便性的確不如 Revit、ArchiCAD 等商業軟體，但藉由 Blender 在多媒體產業的發展作為案例，至今它已經是企業首選的軟體之一，普及程度也都超越了商業軟體。開源軟體實用性需要以長遠的角度去看，當參與人數越多成長幅度越大，從現在開始推動能為將來營建產業建立更好的環境。 3. 本案經過實作驗證，BIM 在 IFC 整合交換上於 3D 資訊會有接收程度的落 |

| | | | |
|----|--------|--|--|
| | | <p>下，要標準化 ARCHICAD vs. Revit 已是問題重重，BIM 開源軟體為人所知有五家。各有擅長整合不易。同樣的問題也發生在不同軟體的 BIM 物件(object)生產與製作上。</p> <p>7. 多數人使用 BIM 是為了從事建築專業、而不是耗費時間、永不停止的研究與學習新軟體：只要售價合理、能夠滿足專業需要、提升工作效率、獲取足夠正向的本益比就是好軟體。主流軟體若能接受客製化插件、接受符合在地性建築產業合理的銷售模式、與適當的定價，應當比鼓勵去使用相對少數工程師研發的開源軟體，更有效益。尤其台灣(繁體字)本土化市場很小、相較下，效率、時間更甚金錢，都使得自由開源的、本土化的 BIM 軟體生存不易。</p> <p>8. 自由誠可貴、開源價更高。</p> | <p>差，但不影響資訊格式的正确性，因此 BIM 執照審查所需要的資訊於 FreeCAD 或 BlenderBIM 皆能藉由 IFC 產出可交付的模型。</p> <p>4. 本研究案是拓展 BIM 營建產業 BIM 的使用能力，增加一個低成本的工具方案，並不阻礙 Revit、ArchiCAD 等商用軟體的發展，相對 BIM 開源軟體的推動能促進商業軟體提供更好的軟體價值與更符合市場的軟體價格。</p> <p>5. 本研究案已驗證物件(object)交換流程，國內外之現有物件(object)資料庫，只要能轉換為 IFC 格式，皆能自由匯入 FreeCAD 使用。</p> <p>6. FreeCAD 物件(object)開發流程物件(object)精細是可行的並能進一步發展，這已經納入未來研究計畫，但本期物件(object)只開發到能進行送執照程度。另外門上有窗、百葉等造型是確定可行的，我們會在期末報告裡展示有窗之門以及百葉窗戶等自建物件(object)成果。</p> |
| 2. | 林大目建築師 | <p>1. 本土化開源軟體中文化，值得肯定。</p> <p>2. 國內外各研究單位之現有物件資料庫考量納入本土化讀取運用，減少重複建置物件工作。</p> <p>3. 建立在地化標準，對相關材質、線條、顏色設置標準化遠程納入 CNS 國家標準。</p> | |

| | | | |
|----|-------|--|---|
| | | 4. 參考歐盟 2020~2023BIM 戰略、展望推廣教育策略，考量納入後續研究。 | 7. 設計階段 FreeCAD 發展到執照圖流程會於期末報告補充，另外藉由 IFC 檔 FreeCAD 能與其他 BIM 軟體進行整合運用，已經在報告書檔案交換驗證說明，另外法規檢討應用程式開發非本期研究範圍，但可考量納入未來研究計畫。 |
| 3. | 何欽欽委員 | 1. 第五章 FreeCAD 物件流程開發，物件可再精細之可能性，例如：草圖產生之門，是否可有門把或門上有窗、百葉等，進一步發展可能？ 2. 依據 P2 研究目標本次為建築設計階段、建築師族群。應多補充說明，FreeCAD 於設計階段如何發展至執照圖，相關面積計算、基地配置、地籍圖，是否可納入 FreeCAD 或整合於外部，平立剖面圖、法規檢討是否可在 FreeCAD 處理，細部設計各專業模型，如何整合之問題，建議多加說明。 3. 建議可提供案例樓地板面積、樓層數、作業時數，供參考。 | 8. 本案會在期末報告補充相關實作案例的專案基本資訊。 9. FreeCAD 程式中可直接變更語系，利於對照使用。 10. BIM FOSS 使用的物件(object)在網路上有許多免費或付費資源可以下載，若要再持續擴增本土物件(object)庫，可以研擬新的研究計畫執行。 |
| 4. | 邱晨瑋委員 | 1. 推廣方面，也可輔導大專院校、高中職等成立學校社團等，可為 BIM FOSS 創造出更多不同的創意。 2. 在繁體中文化確實對於本地化有正面效果，但建議保留部分重要原文（中文、英文併行），尤其是同樣的單字在兩個情境有不同意思時，以利與世界接軌。 | 11. BIM FOSS 轉出之 IFC 格式檔案可以符合營建署 3D 建物圖資平台之資料需求，另有關 IFC 格式檔案有部分資料無法順利完成格式轉換，經研究測試主要為線型、線寬、顏色及材質等，不影響格式正確性。 12. 本團隊李博明教授 |

附錄二

| | | | |
|----|-------|---|--|
| 5. | 陳士明委員 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究案已有規劃教導如何製作可應用於 BIM FOSS 的 BIM 物件，惟能否順利取得足夠之 BIM FOSS 專屬之 BIM 物件，可能對 BIM FOSS 能否順利於國內推動有極為重要的影響，建議可考慮以「以物易物」或「累積點數」等策略，鼓勵 BIM 物件創作者創作及上傳分享 BIM 物件，以取得下載他人 BIM 物件之權利。至於物件上傳平台，可考慮與本所今年 BIM 知識平台研究案合作。 2. 本研究案期中報告敘及 BIM FOSS 匯出之 IFC 格式檔案有部分資料無法順利完成格式轉換，惟目前營建署推動建置之數值式 (BIM)3D 建物圖資平台，要求上傳 IFC 格式檔案，建議研究團隊找機會測試 BIM FOSS 轉出之 IFC 格式檔案是否符合營建署 3D 建物圖資平台之資料需求。 | <p>本年度已分別於寒暑假舉辦兩次之「3D 建模及快速成型」研習營隊，參加物件(object)以國中小以及高中老師為主，未來可以視情況繼續推廣 FreeCAD 這個開源工具，另外本研究團隊已經開始與大學教授討論如何推廣至大專院校，待後續有進展再進行報告。。</p> |
| 6. | 黃正翰委員 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究開源及自由軟體中文化、專有名詞本土化整合，列入本研究。 2. P.11 相關文獻請標註並對應到 P.70 各文獻。 3. P.38 建議加入以 FreeCAD 檔案匯入到目前常用 BIM 軟體(如：Revit, ArchiCAD, Tekla)的整合成果。 | <p>13. 中文翻譯部份其實是本計畫之重點，同一個單字在前後文不同時有不同意義，如何兼顧翻譯正確以及操作介面之簡潔是我們持續努力的方向。</p> |

| | | | |
|----|-------|---|--|
| | | <p>4. 建議說明 BIM 模型由 FreeCAD 與其他 BIM 軟體格式進行整合時，BIM 物件資訊是否會遺漏？</p> <p>5. P.38 在 BIM 物件參數轉換整合作業上，建議加入維管資訊 COBie 及 Omniclass 的導入與應用說明。</p> | |
| 7. | 李明浩委員 | <p>1. 中文化對使用者有其便利性，幾位建築師有提到一些建築管理實務上，建管單位需要的資料，是否目前 OPEN BIM 已經可以提供相關服務，還是需要繼續發展？如果需要繼續發展，是否政府可以編列充足的經費長期支持開發特定應用系統提供全國的建築設計人員使用。</p> <p>2. 請教可否利用 OPEN BIM 繳交圖說，滿足建照申請需求，相關格式是否符合營建署目前規劃的建築管理資訊系統？</p> | |
| 8. | 陳清楠委員 | <p>1. 台灣目前 BIM 發展受限於軟體廠商不合理的收費規定，將影響整體營建產業的未來發展與整體競爭力，開源及自由軟體的研究勢在必行。由此，非常感謝建研所與研究團隊的努力。</p> <p>2. 本研究試圖應用 IFC 與其他 BIM 軟體互通使用，可以降低 BIM 軟體</p> | |

附錄二

| | | | |
|----|-------|--|--|
| | | <p>初期建置物件的門檻，亦增進 FreeCAD 的使用性，是正確的方向。</p> <p>3. 若主辦機關允許，建議在本研究支持的社群網站中邀請建研所擔任指導機關。應該可以吸引更多產官學界的專家加入。</p> <p>4. 對於台灣大部分的建築師事務所而言，主要的設計工作為產出建照圖，後續研究若可以 FreeCAD 完成建模與輸出建照圖，對多數建築師具有使用效益，也比較有機會增加用戶。</p> | |
| 9. | 張文瑞委員 | <p>1. 讓使用者有多樣選擇，意義重大</p> <p>(1) 科技不離人性，人性有正反，交雜不清。</p> <p>(2) 哲學思辨的結果：多元、開放、自由、民主，但未必然。</p> <p>(3) 抵制商業軟體專利的挾制，用意甚佳。</p> <p>(4) 菁英投入績效顯著，值得肯定。</p> <p>(5) 專家意見的綜攝及梳理。</p> <p>(6) 實名紀錄，端正風氣，堪為表率。</p> <p>(7) 高手現身與談，示範性強、說服力高，彌足珍貴。</p> <p>(8) 專家所提意見，未見團隊回應。</p> <p>(9) 賣瓜、賣果各說其甜，可作 SWAT 評比，作為參考。</p> | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | <p>2. 試辦學員意見調查分析。</p> <p>(1) 調查意見未必完全屬實，但有參考價值。</p> <p>(2) 調查專案，反映主辦者的預期與指標，值得反思。</p> <p>(3) 賣瓜、賣果各說其甜，可作 SWAT 評比，作為參考。</p> <p>(4) 跳出舒適圈作理性且客觀的分析報告。</p> | |
|--|--|--|--|

附錄三、第二次專家座談會專家意見表

| 會議名稱 | | |
|---|-----|--|
| 「建築資訊建模開源及自由軟體(BIM FOSS)本土化開發及應用研究」 第 2 次專家座談會 | | |
| 討論內容 | | 會議時間 |
| 1. BIM FOSS 推廣策略分析與執行 2. FreeCAD 介面在地中文化研究說明 3. FreeCAD 本土設計階段物件(object)開發研究 4. BIM FOSS 檔案交換作業流程 5. 實際案例介紹 | | 111/10/7(五) 14:00 |
| 編號 | 委員 | 專家意見 |
| 1. | 林傳賢 | 1. 近 10 年來雖各公家單位參考國際趨勢，大力導入 BIM 建立建築物階段生命週期數位資訊，惟距國際 Smart Building 協會落實標準仍有很大落差，因為從設計到發包施工的各階段其資訊斷點太多。而背後的主因為商用 BIM 軟體的物件，無法提供開放完全自由度的資源碼，且授權費也高昂。以致於 BIM 的成果交付往往較實際進度慢，失去導入 BIM 科技的美意。FOSS BIM 的推廣有必要。 2. FOSS BIM 的推廣要跨界，統包工程或 BOT 是公認最有機會實踐 BIM 的生命週期的，主要原因為大部份參與者都是關係利害人也是受惠者。但在 BIM 整合或跨界國內少有涉獵，例如 BIM 物件的關聯性或物件工項導向與營建 BOM 表等，主要原因為工具及原始資料受制於軟體商，此次的自由軟體的倡導，可以說開了建築工程及營造業的先河，祈近期有成果。 3. FreeCAD 所打造 FOSS BIM 與市售 BIM 商軟最大 |

| | | |
|----|-----|---|
| | | <p>不同除在於建置成本僅市售 30~40%且無年費，30~40%是個人粗估，主要是投入的教育訓練費並且有可能高於市售商軟。這點應更明確，若並誤解為免費則對推廣恐有阻力。</p> |
| 2. | 洪朝貴 | <p>1. BIM FOSS 相關的自由軟體門檻非常高，本計畫也作出了很多貢獻。相較之下，諸如 inkscape 軟體及 svg 檔案格式門檻低很多，也很適合推廣到非設計、非資訊科系，可惜在台灣能見度不高。有沒有可能將本計畫的經驗寫成科普或其他通俗文章，分享在建築界推動 BIM FOSS 的經驗，作為台灣自由軟體社群推廣其他自由軟體與開放檔案格式的參考？</p> |
| 3. | 翁佳驥 | <p>1. 簡報第 8 頁 stage 1 有說到「與國際 BIM FOSS 建立合作夥伴關係」，第 16 頁說到「與國外相關組織接軌合作，如 Building Smart, OSArch 社區」，但包括網站上與報告中並沒有看到實際作為與成果的描述。</p> <p>2. 報告第六章第三節提到檔案交換驗證，BIM 軟體匯出、匯入 IFC 格式時可能產生的缺失。除了尋求對策以外，建議比照 ODF 推動策略，與國內外社群合作，以國家支持國內軟體廠商研究、修改軟體以從源頭改善此問題，並回饋國際 BIM 自由軟體專案。這是公共事務引入開源精神的一個重要的一步。</p> <p>3. 自由開源軟體應用的特性是很少有一套軟體通吃所有功能，通常會是用許多不同功能的軟體兜在一起，也因此開放格式非常重要。以 BIM 應用為例，會使用 FreeCAD+Blender+GIMP/Inkscape 等。這樣的應用方式往往會在推廣時造成一些困難，建議在對廠商推廣與教育訓練時能注意一下。</p> <p>4. 既然談到的是檔案交換問題，加上本計畫為內政部建築研究所協同，理應採用國家標準檔案格式，但此意見表即為 docx 而非 odt 格式。與本會議相關的文件也都仍是 docx 格式。請改善。</p> |

附錄三

| | | |
|----|------|--|
| 4. | 皇甫欣筠 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 建議本土社群運作應以開放討論平台為主，不限於臉書私密社團或 Line 群組，討論內容公開可讀較易吸引外部使用者知道有這個社群、瞭解社群運作並參與，目前的私密社團較難在臉書上搜尋到，不易擴增參與人數。 2. 在建置 BIM FOSS 網頁及 FreeCAD 軟體本土中文化時建議可增加與例如「FreeCAD 中文使用者社團」、「Laravel 中文翻譯小組」等等國內外社群互動交流，亦可參與如 g0v 大黑客松等活動串接更多開源社群，可獲得更多開源社群運作經驗，或能吸引非建築師但有使用 FreeCAD 經驗，或在實作軟體中文化的貢獻者分享所知。 3. 教育推廣建議可由教師培訓開始，與大專院校甚至高中職教師合作產製教案，分享業界使用 BIM FOSS 的案例，讓教師能瞭解新技術再分享給學生，亦可從開源軟體角度出發，製作開放課程直接接觸自學學生。 |
| 5. | 李明浩 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 第一部分軟體中文化已有成果，後續推廣學校方面可從教師著手，建築師事務所建議可以建築圖說、建築執照快速產出為誘因，讓更多人願意使用開源軟體。 |

附錄四、期末審查意見回覆對照表

| 審查意見 | 研究團隊回應 |
|--|---|
| <p>何建築師欽欽：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究針對模型轉換，如何加工產製完成執照圖皆有詳細測試及說明，可做為後續教學推廣基礎。 2. 由此研究已可得知 FOSS 目前使用能處理之極限與問題，建議可推廣讓大家多認識不同的操作與轉換，但以現有資料看來，其商業價值極低，能實際在事務所以此流程操作之可行性不高。 | <ol style="list-style-type: none"> 1. BIM FOSS 與不是商業軟體，概念完全不同，軟體的開放性讓 BIM FOSS 可以依照使用者需求在社群間量身打造自己的數位軟體工作環境，BIM FOSS 不同軟體間鼓勵互相交換使用，這與商業 BIM 軟體的「套裝式」不同，商業軟體會被強迫購買用不到的功能。本研究僅根據建照階段說明，因此並未涵蓋所有生命週期的 BIM 應用需求探討，然而 BIM FOSS 軟體種類非常廣泛，根據使用者需求發展。 |
| <p>沈教授揚庭：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本案開源的方向與世界潮流相符合，應會有助於國內 BIM 相關技術的正向健康發展。 2. 建議可以進一步釐清目標對象，應無法全面性無差別推廣。例如可以調查願意使用該軟體，或是願意從商業軟體並行或轉移到該軟體使用的族群為何？針對正確的對象才較能擬定出相符對策、有效的性價比、或是推廣策略。 3. 建議進一步總結 Free CAD/BIM FOSS 與其它商業化軟體比較後所具備的優勢為何？ 4. 建議未來可以朝 BIM FOSS 是否有機會扮演資訊整合平台或多人協同工作上進一步研究。 | <ol style="list-style-type: none"> 2. 本次研究目標對象，以建築師事務所為主，鼓勵對象包括尚未使用 BIM 的中小型建築師事務所或設計師個人工作室，非專業者如資產管理者，業主或公部門，目的擴大 BIM 使用者，提升建築數位轉型時程。 3. BIM FOSS 總結優勢即為可以自由地使用軟體，包括軟體成本低、社群資源廣泛、掌控智慧財產權、格式開放、易於積累社會 BIM 資料庫與知識，不受特定商家控制。 4. 操作步驟受限於書面篇幅，建議可善用網路資源（軟體網站，維基，Youtube 等）自主學習，網路教學資訊非常充足，本土中文文化的是本研究重點之一，或是本研究團隊有另外開設課程協助降低業界 BIM FOSS 的學習門檻。 |
| <p>邱主任晨瑋：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. BIMFOSS 本土化開發值得期待，然建請分成多個子計畫同步進行或規劃未來多年期完成進度，並結合法規審查等管理面，以加速研究及實際可運用的期 | <ol style="list-style-type: none"> 5. 資訊整合平台、協同工作、法規 |

| | |
|---|---|
| <p>程，勿淪為純研究性質的計畫。</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. 降低 BIMFOSS 軟體學習門檻，提高軟體接受度部份，是否有在操作說明或使用步驟上有更具體作為？ 3. 實際運用案例相當重要，建議未來對於建造執照相關圖面均能運用 BIMFOSS 逐步建置實際實作圖例說明主要操作模式或動態操作教學放置於附錄，並開放於平台供學習參考。 4. BIMFOSS 結合建築審查相關圖資建模開源，建議比照國外模式，以現有初階功能，先建構一個可供操作的簡易功能版本，無償提供大眾練習或教學練習使用，以加速收到回饋意見縮短開發時程，逐步升級功能以達可實際可運作模式。 | <p>審查或其他實務上應用計劃等項目可列於未來研究計畫。</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. FreeCAD 軟體特性上，本身可以即時轉換調整界面使用語言，並無本土化與國際化的衝突。 7. 匯入商業軟體物件庫，使用網路上免費物件，以不侵犯版權為原則。 8. 匯入所產生的線條問題為 IFC 檔案本身的問題，此為國際檔案格式問題，非本研究能處理的範圍。 9. 推動中心可以先參考國發會當初推動 LibreOffice 的方式，建議成立建築產業 BIM FOSS 推動小組，以國家力量扶植自由軟體。 10. BIM FOSS 不適合用於社宅案的設計端，社會住宅案多屬大型公共建設案，FOSS BIM 尚需驗證到工程師與施工端運營端，需時間。但可以考慮用在業主端的使用，如開 ifc 檔案視察，局部建築物編輯與物件庫建置等。然待期時機成熟，可以推動公共工程實例驗證。 |
| <p>張委員文瑞：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 讓使用者有多樣選擇，意義重大 <ol style="list-style-type: none"> (1) 科技不離人性，人性有正反，交雜不清。 (2) 哲學思辨的結果：多元、開放、自由、民主，但未必然。 (3) 抵制商業軟體專利的挾制，用意甚佳。 (4) 菁英投入績效顯著，值得肯定。 2. 專家意見的綜攝及梳理。 <ol style="list-style-type: none"> (1) 實名紀錄，端正風氣，堪為表率。 (2) 高手現身與談，示範性強、說服力高，彌足珍貴。 (3) 專家所提意見，未見團隊回應。 (4) 賣瓜、賣果各說其甜，可作 SWAT 評比，作為參考。 3. 試辦學員意見調查分析。 <ol style="list-style-type: none"> (1) 調查意見未必完全屬實，但有 | <ol style="list-style-type: none"> 11. 非常同意由學校教育推廣開始推廣開源自由軟體，與委員建議相關證照考試。讓老師與學生早日接觸開源自由軟體，為職場先期打造開源自由軟體環境。 12. 學員意見調查分析，可待時機成熟後列為後續研究。 13. 專家意見，涉綜合性或建議性問題，由綜合性回覆。但關鍵性問題，將會回覆。 14. 有關中文翻譯條目，本研究於附件提供截圖與網址，由網址連結到 FreeCAD 官方翻譯網頁上可瀏覽所有翻譯條目，各項翻譯條目都有紀錄翻譯人。 |

| | |
|--|--|
| <p>參考價值。</p> <p>(2) 調查項目，反映主辦者的預期與指標，值得反思。</p> <p>(3) 賣瓜、賣果各說其甜，可作 SWAT 評比，作為參考。</p> <p>(4) 跳出舒適圈作理性且客觀的分析報告。</p> <p>4. 研究單位對於與會委員所提意見分13點作綜合性回答，是件好事，也是創舉。唯對每位單一委員而言，無法核對修改後的情形究竟如何？則是遺憾。</p> | |
| <p>陳副局長崇岳：</p> <p>1. 本案為建築資訊使用的推廣，與消防救災較無直接關係。不過仍然有幾個推動上的意見給予參酌。像是繪圖系統中文化後，可以幫助推廣大家使用，令還可以設計一些簡易的平台讓一般民眾可以參與，像是 GIS 就有簡易版的 QGIS 讓大眾更容易接觸，可以提高推廣率。</p> | |
| <p>陳教授上元：</p> <p>1. 本計畫為 BIM FOSS 應用提供了具備效益的可行性研究，提供 BIM 應用更多元、高性價比的選擇。</p> <p>2. 期盼後續就：教學推廣、BIM 支援建築生命週期各階段衍生應用、認證等提出解決方案</p> | |
| <p>內政部建築研究所 樂主席中丕：</p> <p>1. 本研究已充分說明及驗證 BIM FOSS 可為建築設計端應用執行，為本研究案重要進展。</p> <p>2. BIM FOSS 中文化可讓本國使用者操作更為熟悉，但考量與國際間交流並跨國交換物件資訊或圖說時，相關內容是否依然使用</p> | |

附錄四

| | |
|---|--|
| <p>英文為主要語言？這些內容是否仍需反覆進行翻譯工作？有沒有可能直接在中英文做模式切換或採用其他有效的方法？國際化與本土化兩者是否存在對立關係？本土化是否會為國際化帶來阻礙？</p> <p>3. 匯入之物件是否有版權問題？</p> <p>4. 工作台中文化翻譯是本研究案重要的研究成果之一，報告書p.32已有清楚的數據統計，目前共有14771項條目已完成翻譯工作，實屬不易，能否請老師再將這些寶貴的翻譯成果於附錄中彙整並呈現列出？</p> <p>5. P.81敘及檔案交換過程會產生顏色、材質及線條等資料變異狀況，想瞭解此問題對後續階段應用是否有影響性？後續是否會再進一步提出建議或處理方法？</p> | |
| <p>莫委員懷祖：</p> <p>1. 建議技師及消防專技人員宜列入優先推動團體。其次，在學學生，以避免重複學習類似技術。推動本項為職能證照一種，以加速推廣成效。</p> <p>2. 本項研究未來建議應為建築營造工程之各階段均應運用，並延伸至建築完成後之管理階段，而不是僅限於設計階段，以始於消防救災時進行運用之企望得以落實。</p> <p>3. 各式物件之製作可以由各專業團體協助製作，以彰顯成效，及加快推動速度。</p> | |
| <p>內政部建築研究所 蔡組長綽芳：</p> <p>1. BIM FOSS 為未來重要發展方</p> | |






























| | |
|---|--|
| <p>向，研究團隊於簡報中有提到中小型事務所為主要使用對象，並提及建管單位與社會住宅應用等面向，都是本所未來很重要的應用議題，對後續推廣應用上會有許多幫助。</p> <p>2. 研究團隊提到希望透過政府端成立推動中心，這部分是否能在報告書中詳細說明有關推動中心應如何執行？以利提供建研所作參考。</p> <p>3. 本所刻正協助住都中心進行 BIM 導入社會住宅之應用研究，未來建議以社會住宅為研究主體，配合落地場域應用，讓本所各項研究案能做更完整的結合，若能以社會住宅作為場域應用示範案例，較能集結 BIM 成果供外界應用。</p> <p>本案結案時所需繳交的資料蒐集分析報告、本所規定稿件格式等內容，應依本所規定格式撰寫。</p> | |
| <p>內政部建築研究所</p> <p>沈研究員譽澄：</p> <p>1. 本所將持續深化 BIM FOSS 為未來推動方向，除目前給予中小型事務所得以運用外，「BIM FOSS 校園推廣教育」將會是成功關鍵要素，將 BIM FOSS 擴展至學校端，乃至協助老師指導學生使用，從中培養學生興趣，結合各項教學資源以利學生接觸學習，如何提供老師及學生誘因，建議納入後續推動思考。</p> <p>2. 本年度研究貢獻及延伸效益，建議於短期性及長期性建議事項中加以強調。</p> <p>3. 請依各委員所提之意見作充分回應及調整。</p> | |

附錄四

附錄五、FreeCAD 本土中文翻譯條目

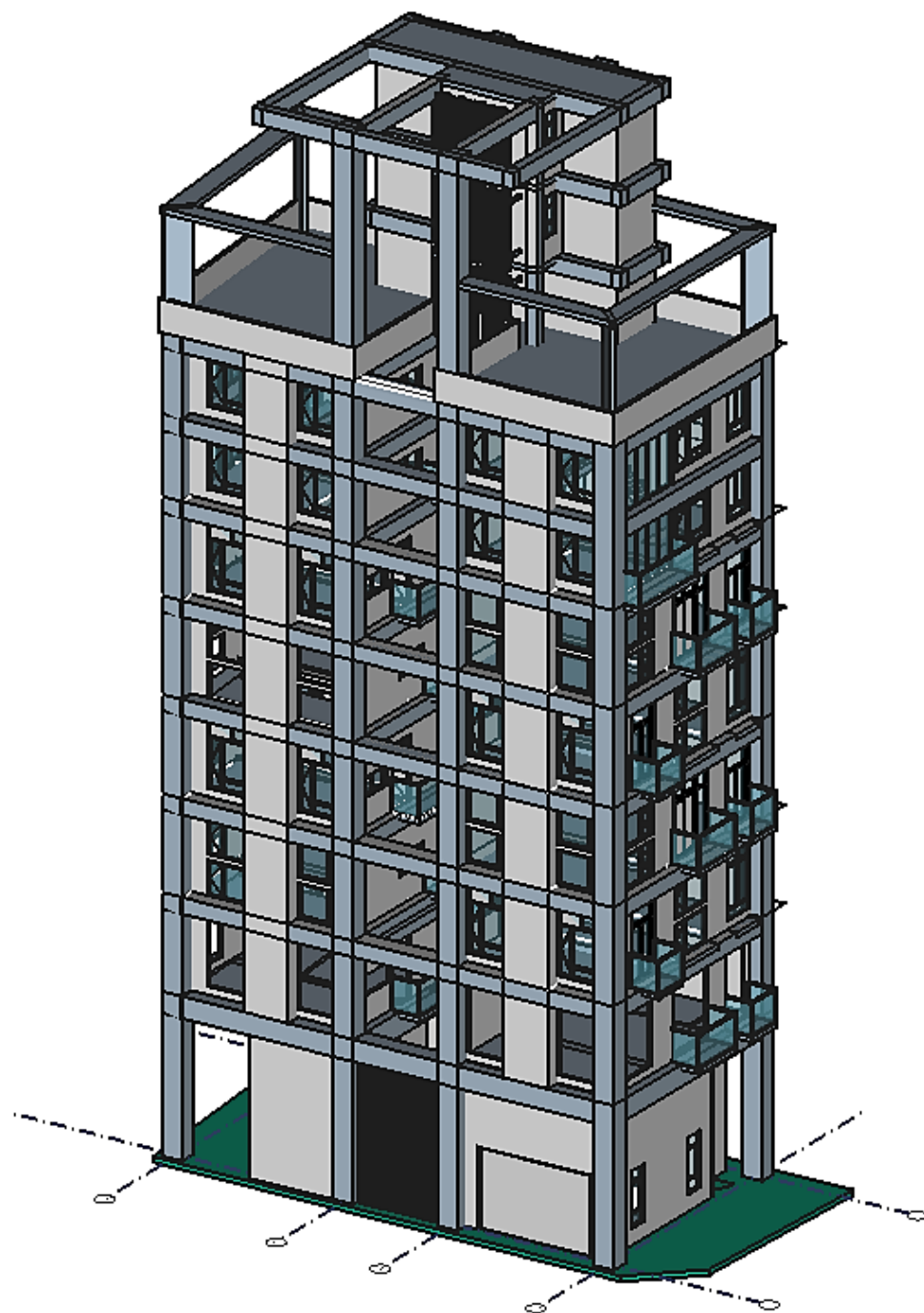
連結網址：<https://crowdin.com/project/freecad/zh-TW>

(November,09,2022)

| | | | | |
|---|------------------------|-----------|---|-----|
|  Arch.ts | <div><div></div></div> | 100% • 0% | ↑ | ... |
|  Draft.ts | <div><div></div></div> | 27% • 0% | ↑ | ... |
|  Fem.ts | <div><div></div></div> | 12% • 0% | ↑ | ... |
|  FreeCAD.ts | <div><div></div></div> | 60% • 0% | ↑ | ... |
|  homepage.po | <div><div></div></div> | 40% • 0% | ↑ | ... |
|  Image.ts | <div><div></div></div> | 100% • 0% | ↑ | ... |
|  Mesh.ts | <div><div></div></div> | 58% • 0% | ↑ | ... |
|  MeshPart.ts | <div><div></div></div> | 13% • 0% | ↑ | ... |
|  OpenSCAD.ts | <div><div></div></div> | 74% • 0% | ↑ | ... |
|  Part.ts | <div><div></div></div> | 33% • 0% | ↑ | ... |
|  PartDesign.ts | <div><div></div></div> | 100% • 0% | ↑ | ... |
|  Path.ts | <div><div></div></div> | 2% • 0% | ↑ | ... |
|  Sketcher.ts | <div><div></div></div> | 100% • 0% | ↑ | ... |
|  Spreadsheet.ts | <div><div></div></div> | 35% • 0% | ↑ | ... |
|  StartPage.ts | <div><div></div></div> | 26% • 0% | ↑ | ... |
|  TechDraw.ts | <div><div></div></div> | 100% • 0% | ↑ | ... |
|  Web.ts | <div><div></div></div> | 100% • 0% | ↑ | ... |
|  AddonManager.ts | <div><div></div></div> | 4% • 0% | | ... |
|  Points.ts | <div><div></div></div> | 79% • 0% | | ... |
|  ReverseEngineering.ts | <div><div></div></div> | 15% • 0% | | ... |
|  Test.ts | <div><div></div></div> | 100% • 0% | | ... |
|  Tux.ts | <div><div></div></div> | 100% • 0% | | ... |
|  Assembly.ts | <div><div></div></div> | 100% • 0% | ↓ | ... |
|  Drawing.ts | <div><div></div></div> | 100% • 0% | ↓ | ... |
|  Glossary | <div><div></div></div> | 32% • 0% | ↓ | ... |
|  Plot.ts | <div><div></div></div> | 100% • 0% | ↓ | ... |
|  Raytracing.ts | <div><div></div></div> | 100% • 0% | ↓ | ... |
|  Robot.ts | <div><div></div></div> | 100% • 0% | ↓ | ... |
|  Ship.ts | <div><div></div></div> | 15% • 0% | ↓ | ... |

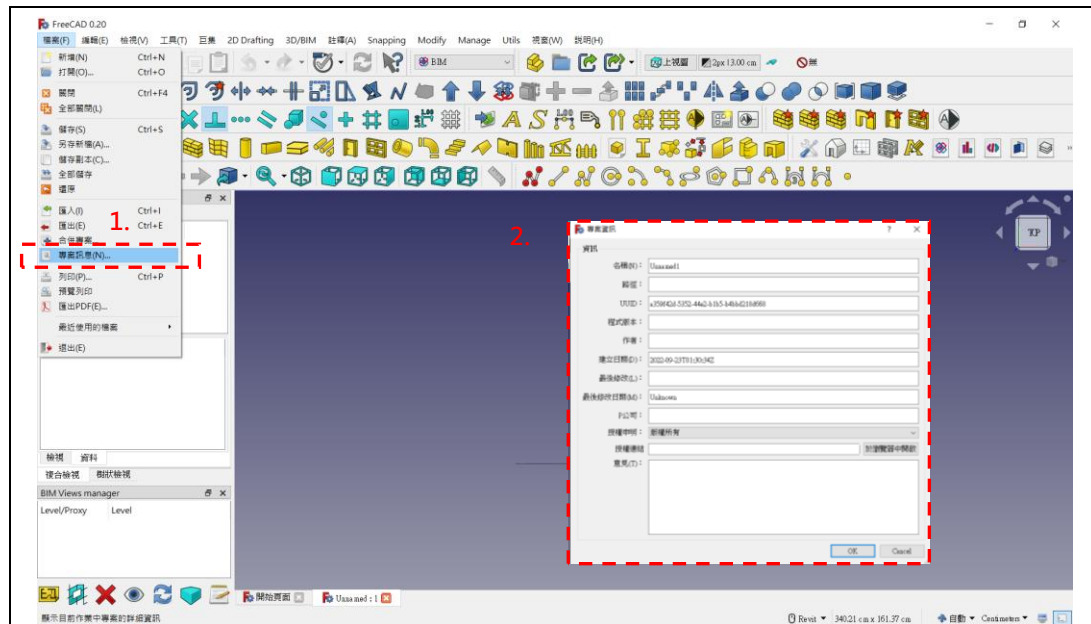
BIM FOSS 設計、建照階段

應用案例操作流程——仁愛路危老住宅案

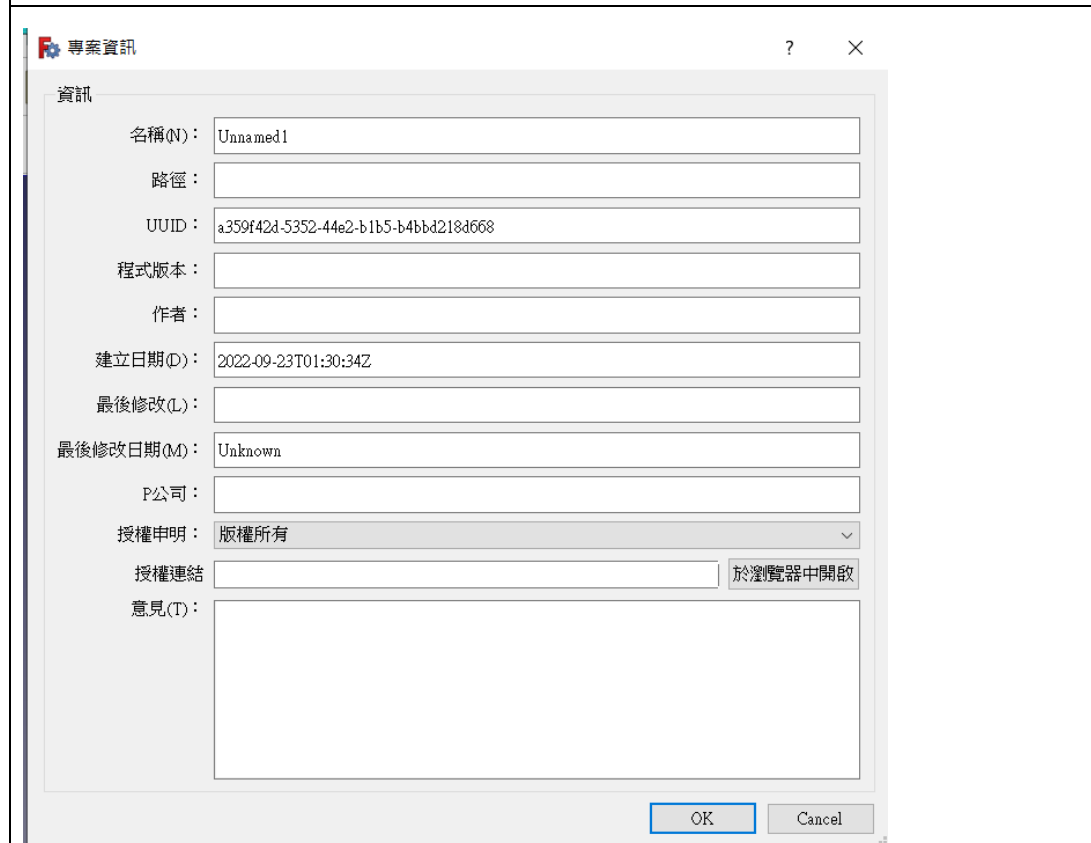


第一章 建置前置作業

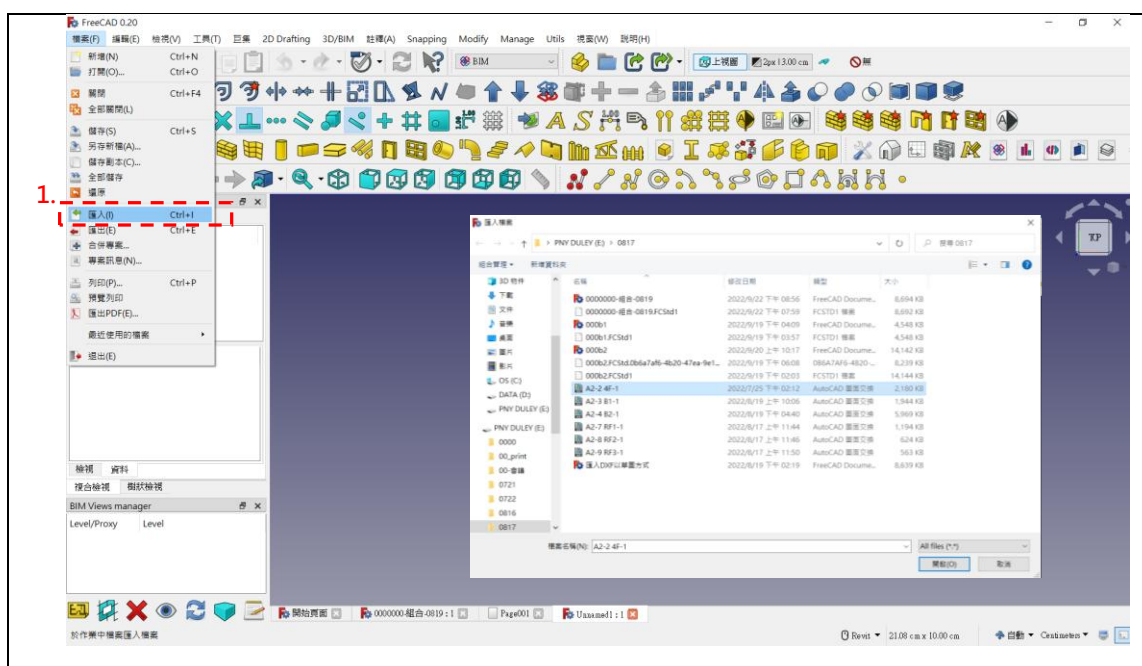
一、 FreeCAD初始環境設定



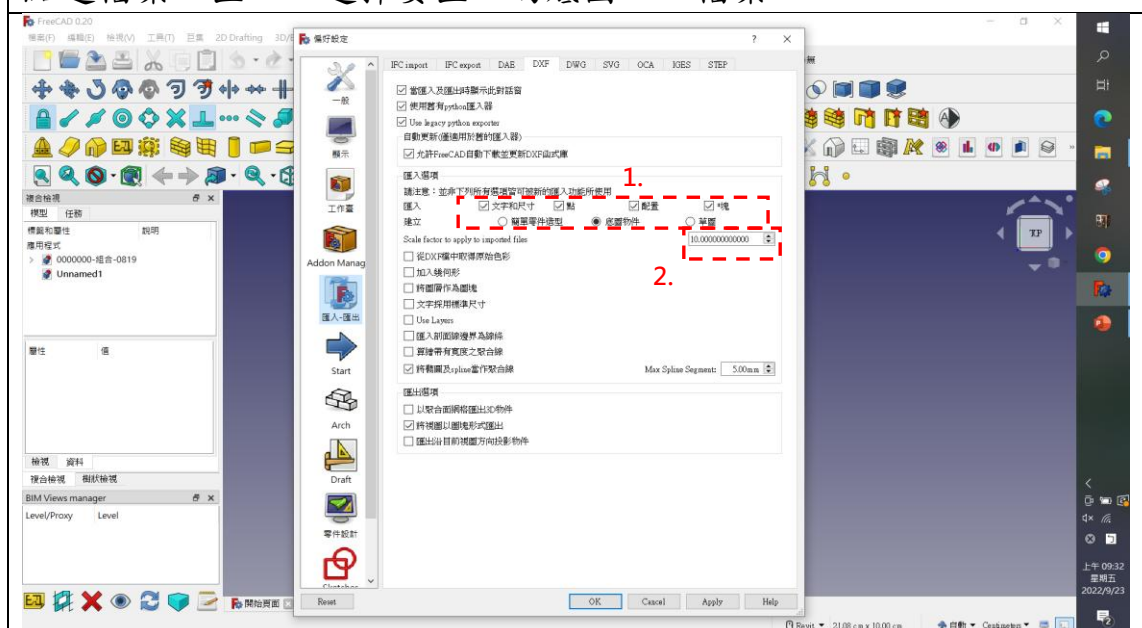
第一步從檔案點擊『專案資訊』把專案名稱等初始資訊輸入。



二、匯入DXF檔案



點選檔案→匯入，選擇要匯入的底圖DXF檔案。



匯入的DXF必須在先使用EXPLODE指令炸開，內容只能是單純的線條、曲線…等等，不能有『圖塊』、使用xclip功能的物件(object)(比例會全部錯亂)。

匯入選項

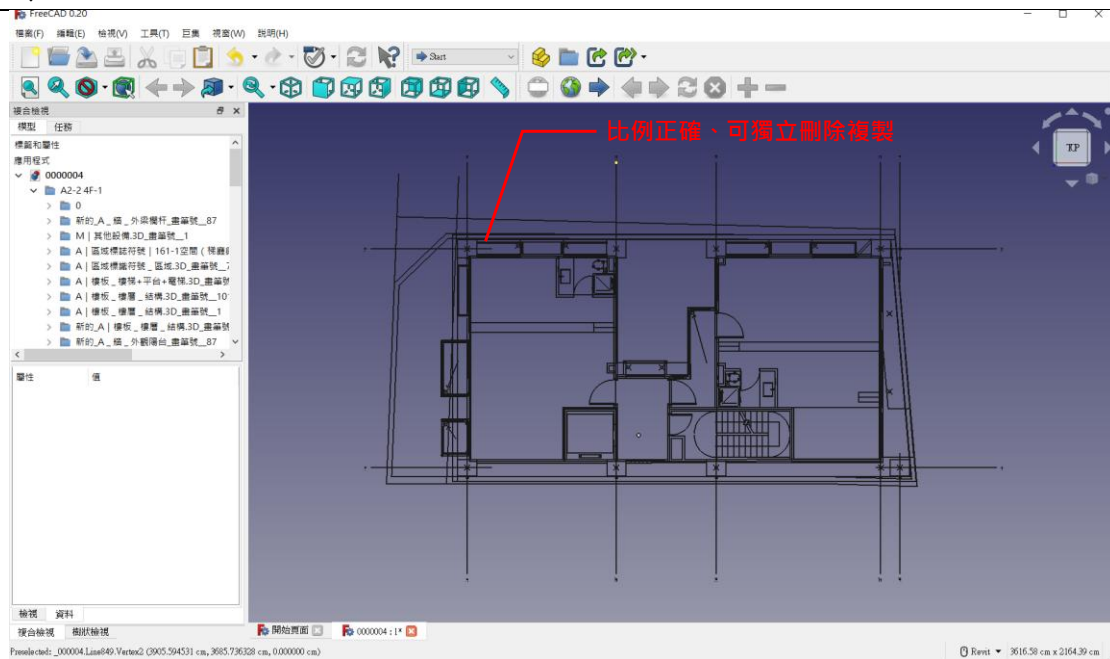
請注意：並非下列所有選項皆可被新的匯入功能所使用

匯入 ☒ 文字和尺寸 ☒ 點 ☒ 配置 ☒ *塊
建立 ☐ 簡單零件造型 ☒ 底圖物件 ☐ 草圖

Scale factor to apply to imported files

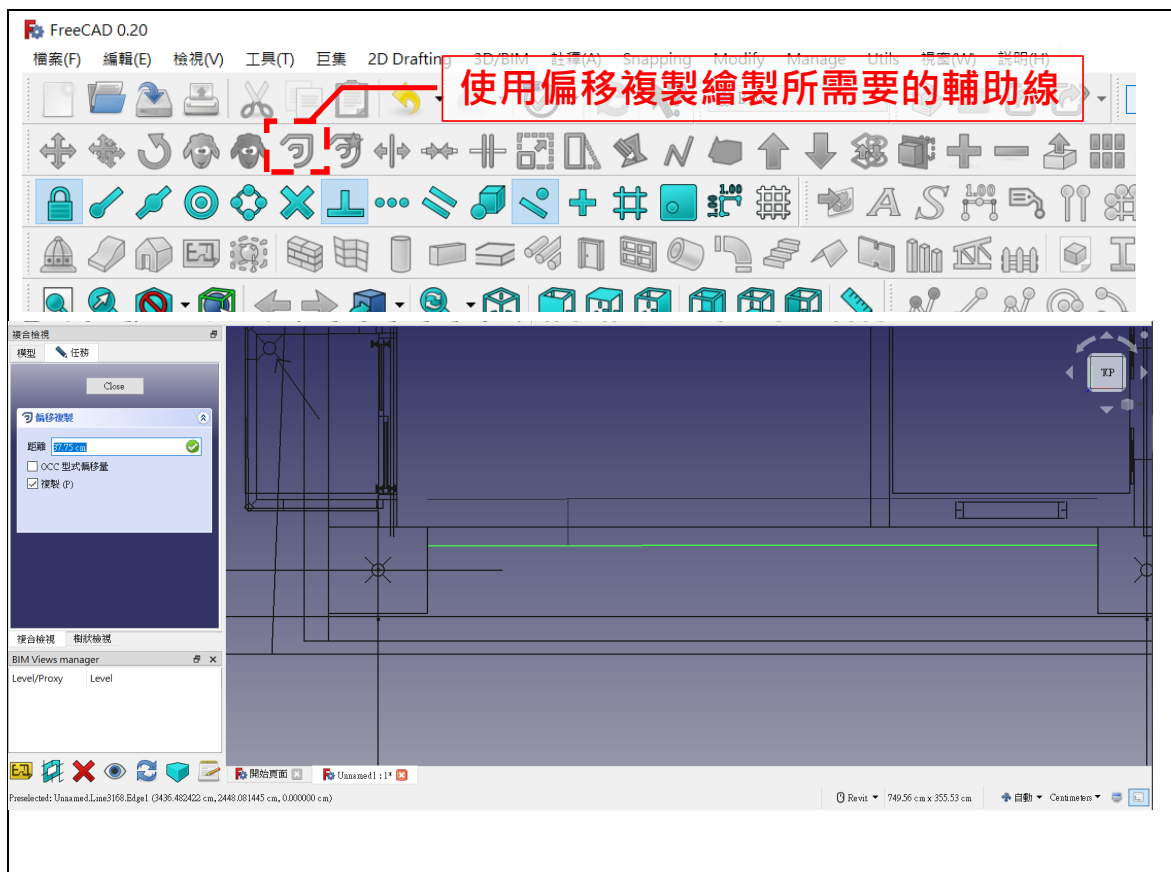
10.000000000000

匯入選項要選擇建立『底圖物件(object)』才能在匯入後獨立編輯(如下圖所示)，簡單零件造型與草圖可編輯性有限，不適合後續繪製輔助線。

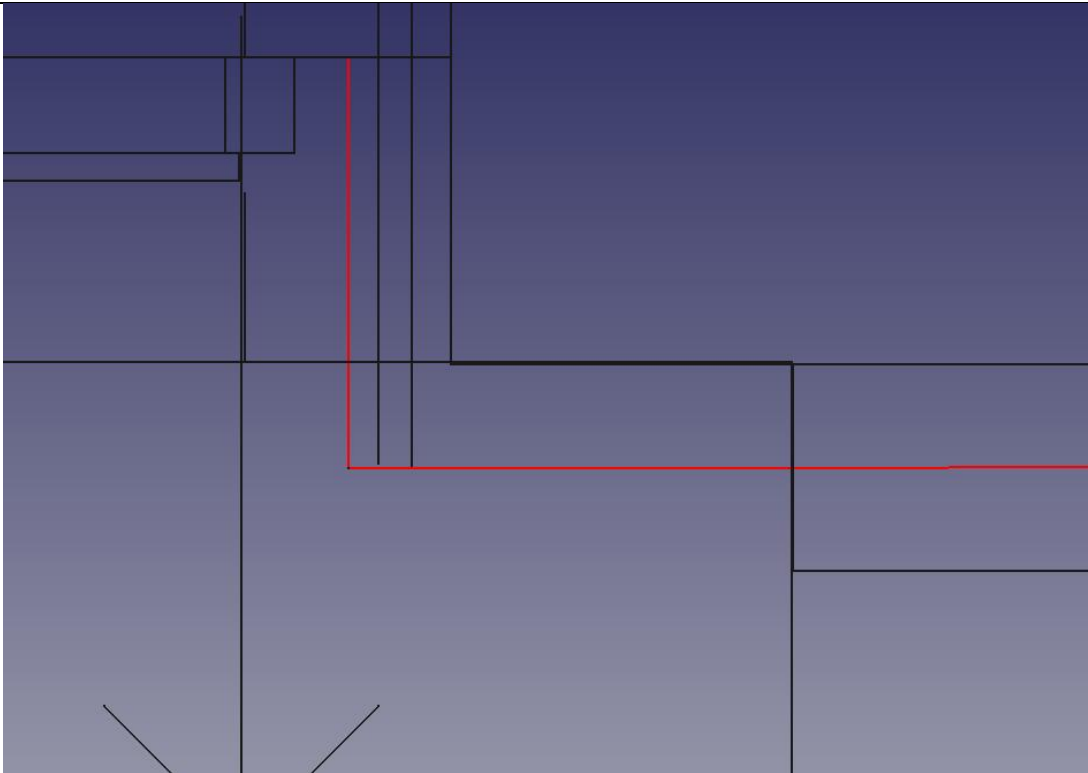


底圖必須每一條線都是可獨立編輯，而且比例正確才可以繼續下一步繪製。

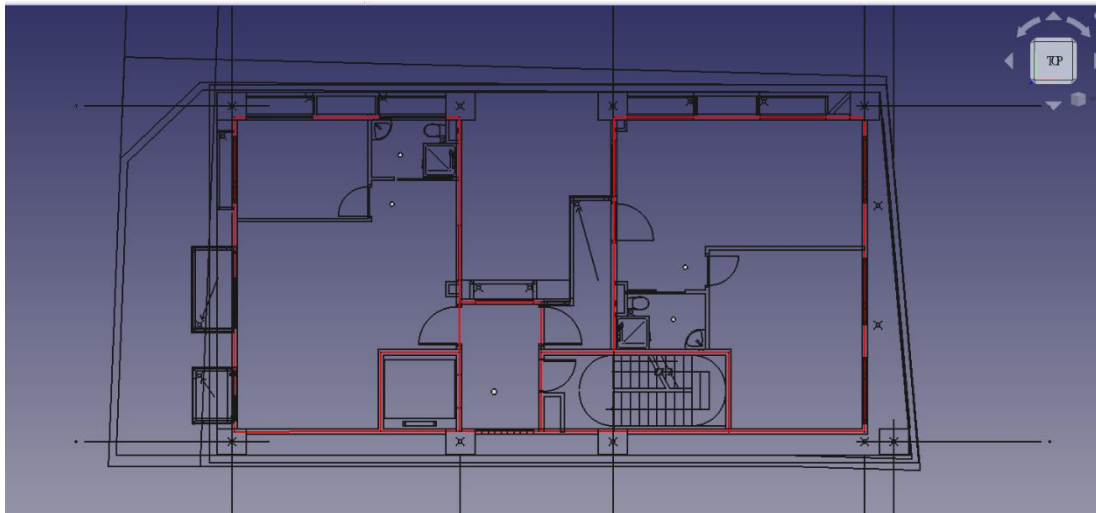
三、繪製輔助線



使用『偏移複製』與『修剪』指令繪製所有牆中心線，所有輔助線條必須確實封閉。(操作時注意：偏移複製的單位內建為mm，即便單位選擇為cm還是要以mm為單位輸入)

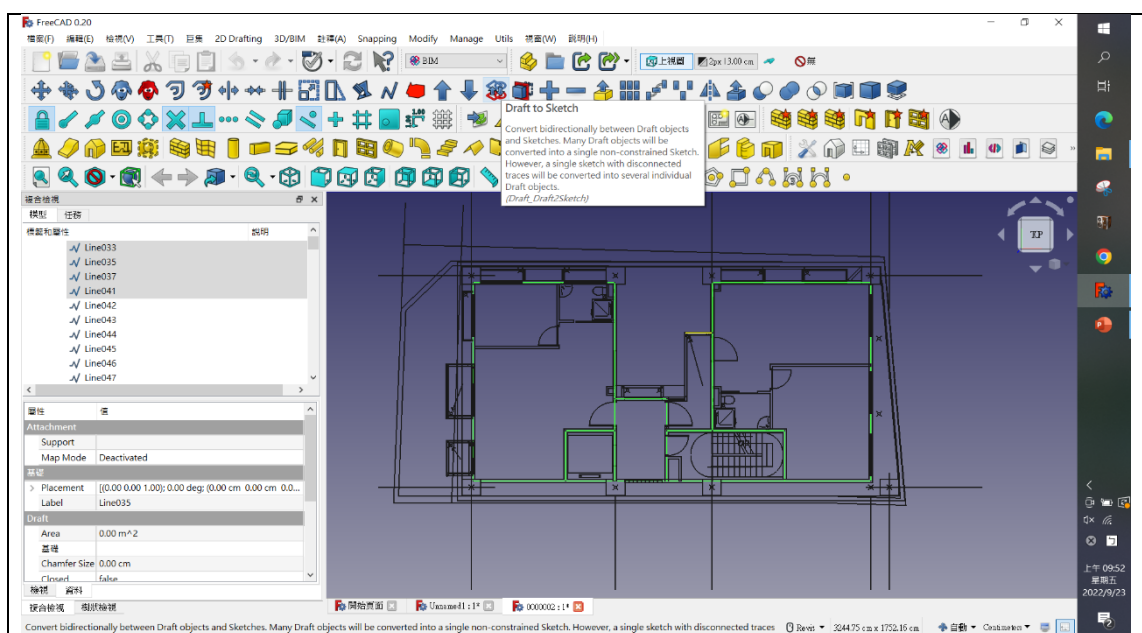


轉角要用trimx指令盡量保持圖形是封閉型(或者也可以之後轉為草圖再一併調整)。

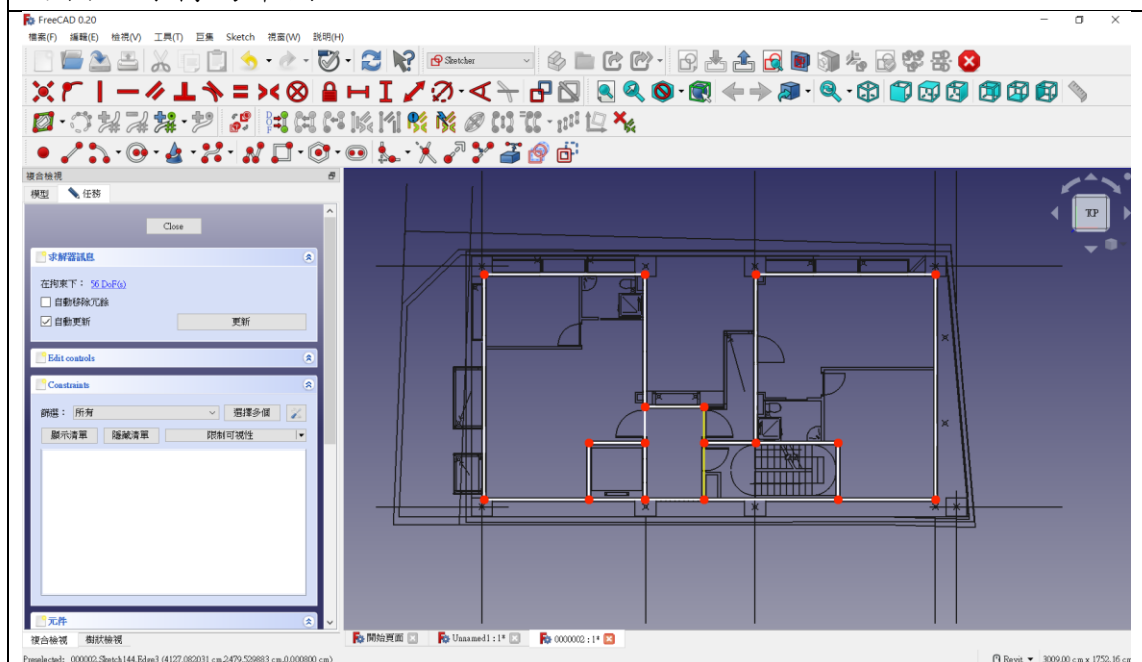


上圖紅線部分為之後產出建築物件(object)需要的輔助線。

四、 Sketch草圖



在BIM工作台選取剛才繪製的輔助線，然後按下『Drawing to Sketch』，將輔助線轉為草圖。

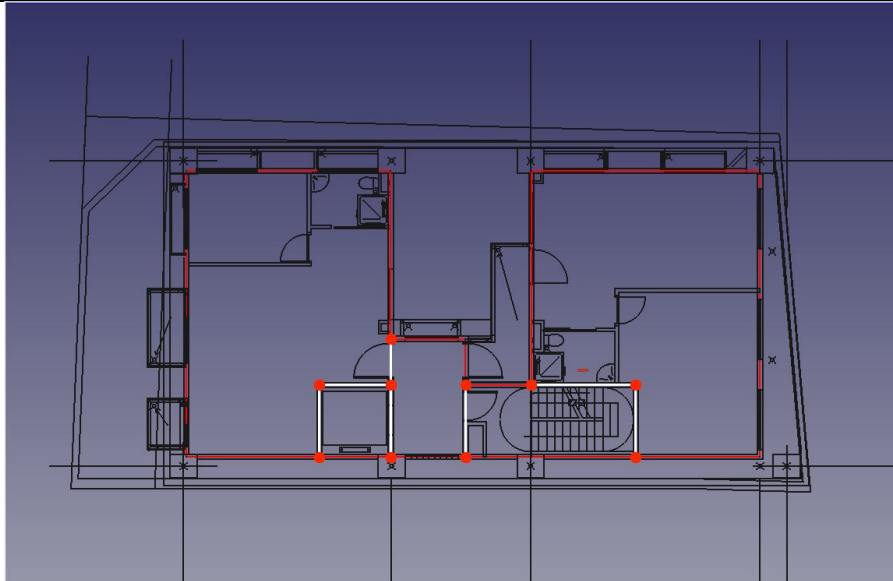


之前繪製的紅線會全部轉為一張草圖(sketch)。

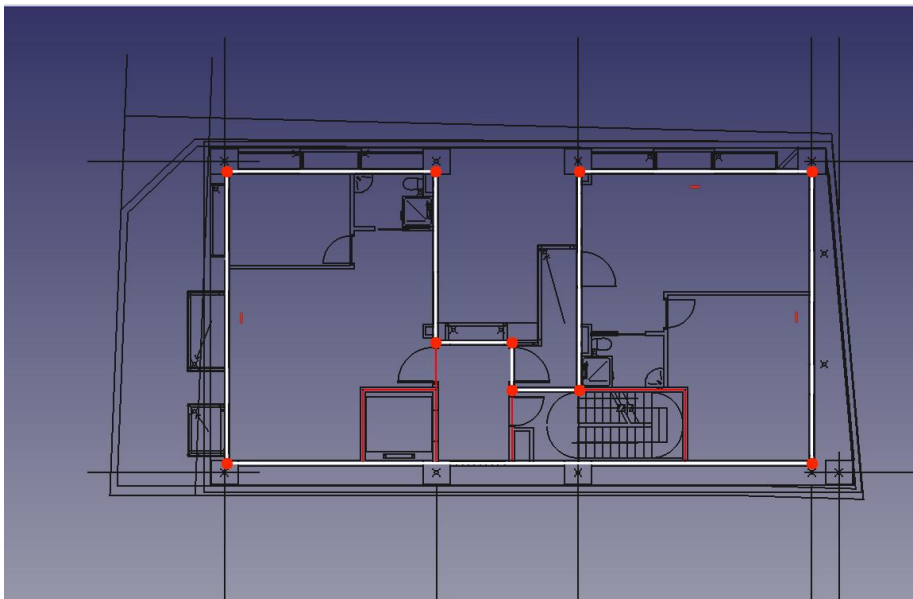
第二章 繪製建築物件(object)

一、 牆

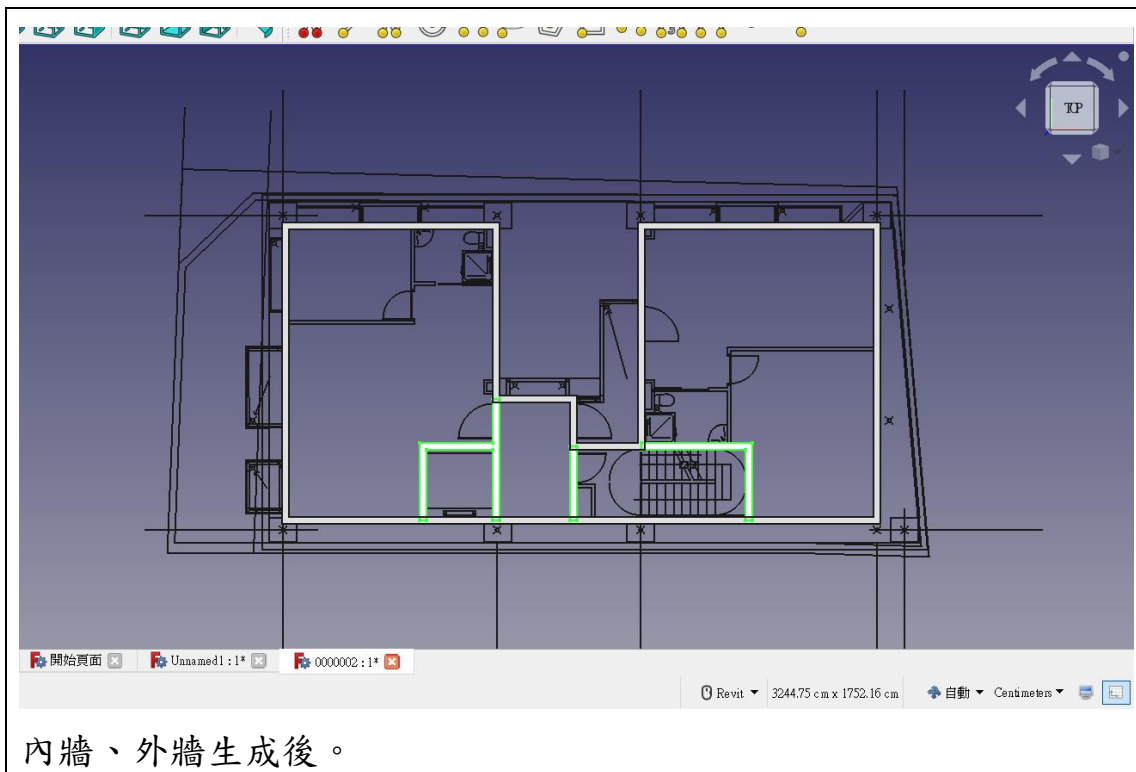
在進行接下來的操作前，建議先把有全部輔助線的草圖備份，然後分成兩張草圖，分別為建築物的外牆、內牆。(如上圖所示)，分好後即可從左邊的樹狀圖選取sketch、點『牆』的按鈕生成牆(如下圖)。



內牆草圖

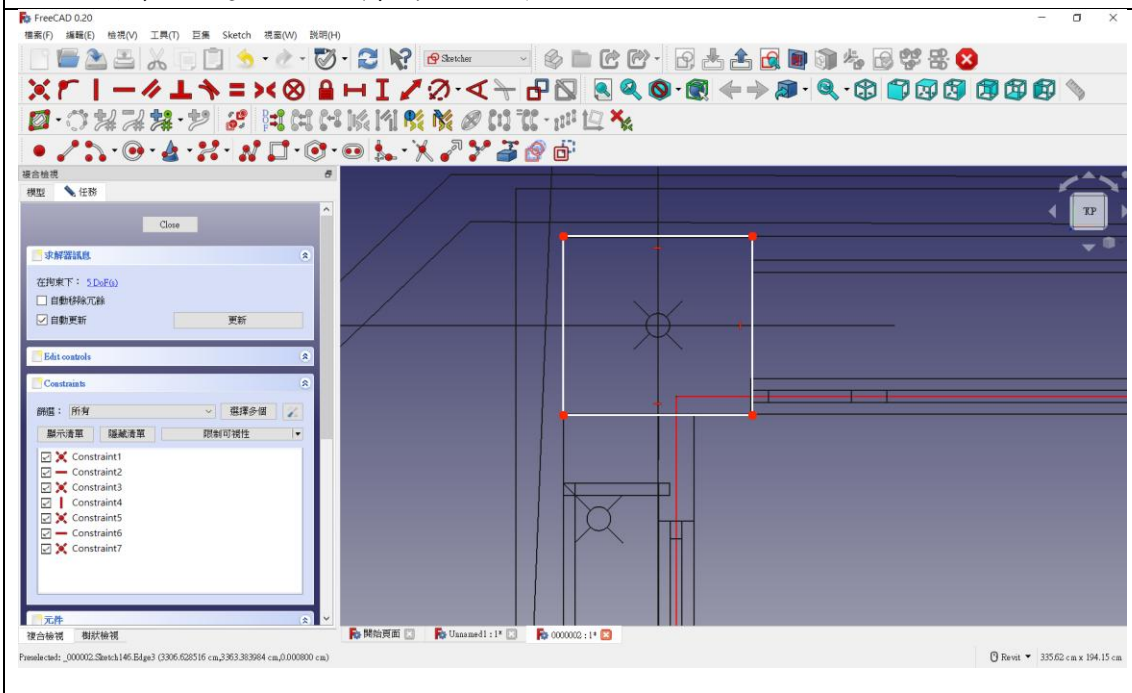


外牆草圖

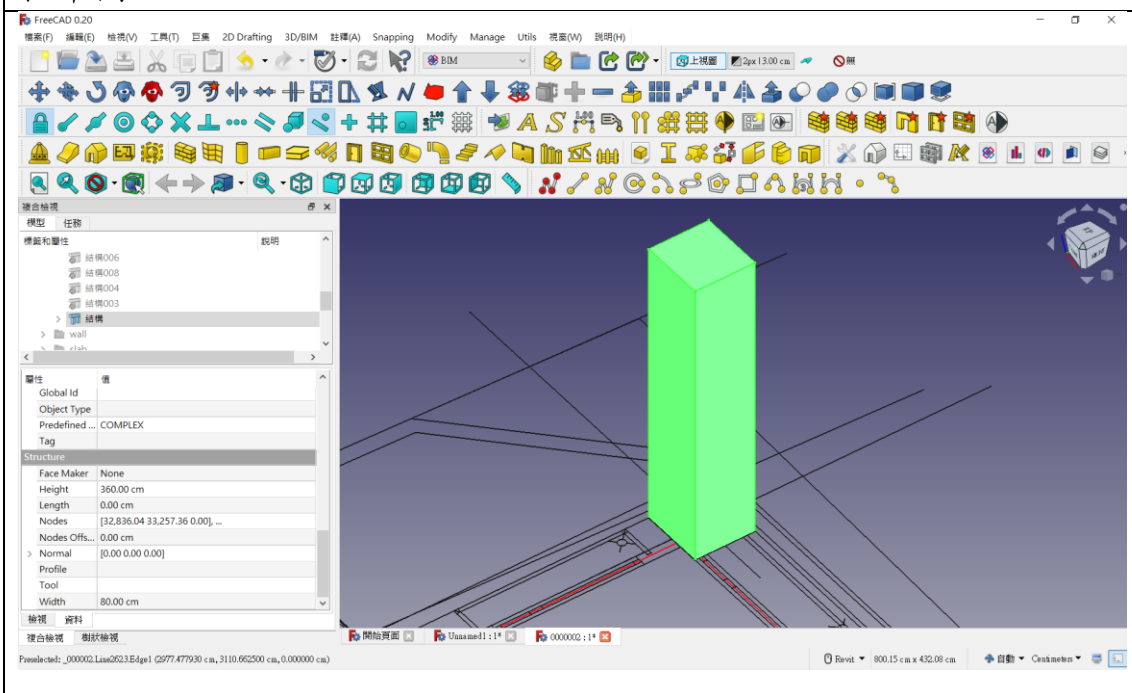


二、 柱樑

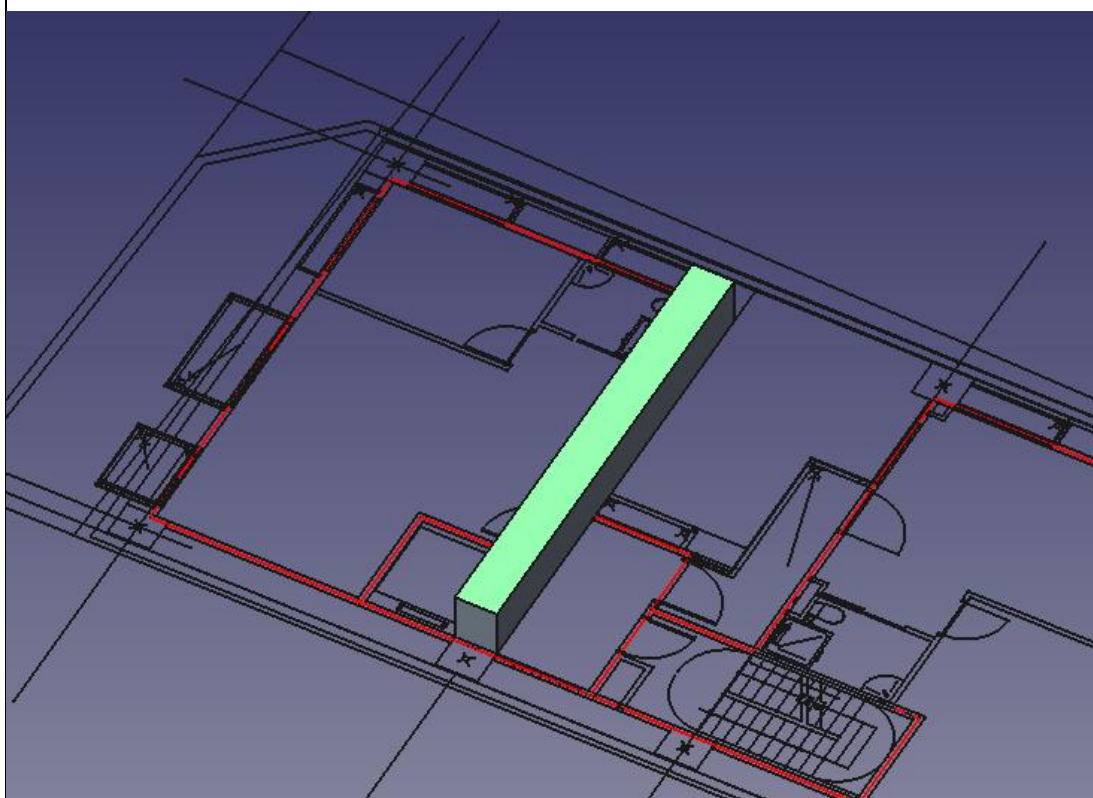
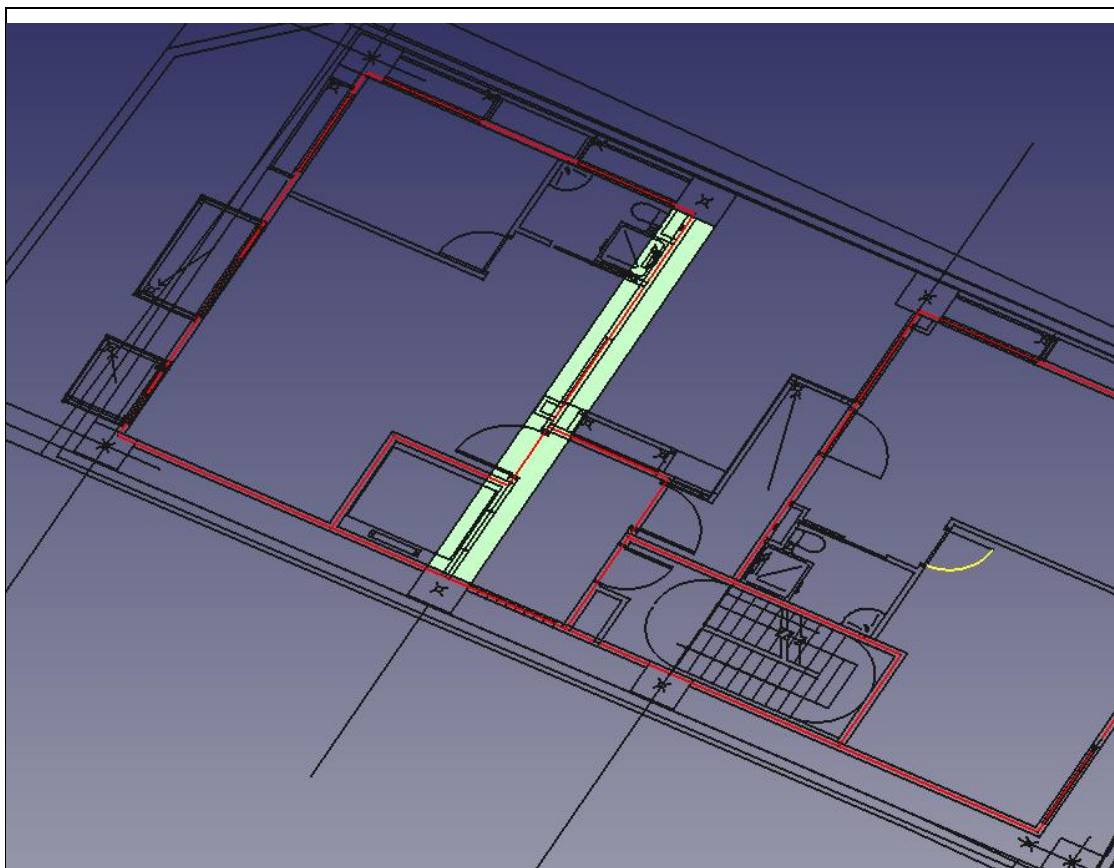
柱樑的繪製方法與牆相同，可用sketch於平面繪製 柱樑、亦可以直接繪製四邊形然後轉為 柱樑。



柱草圖。

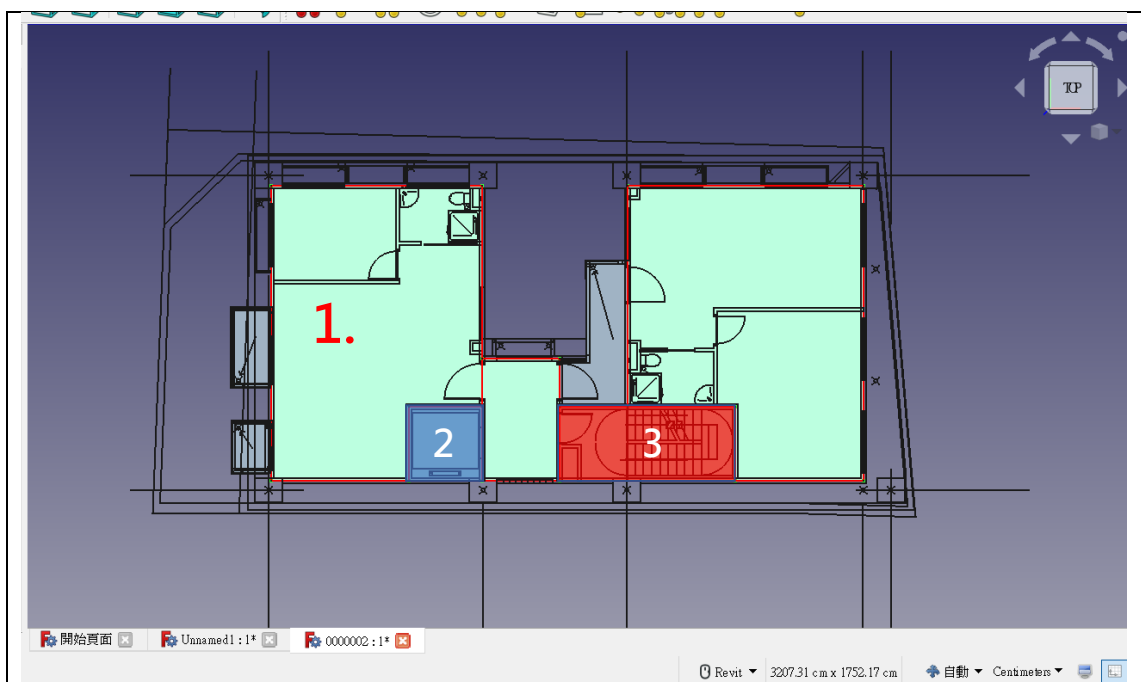


柱物件(object)生成。



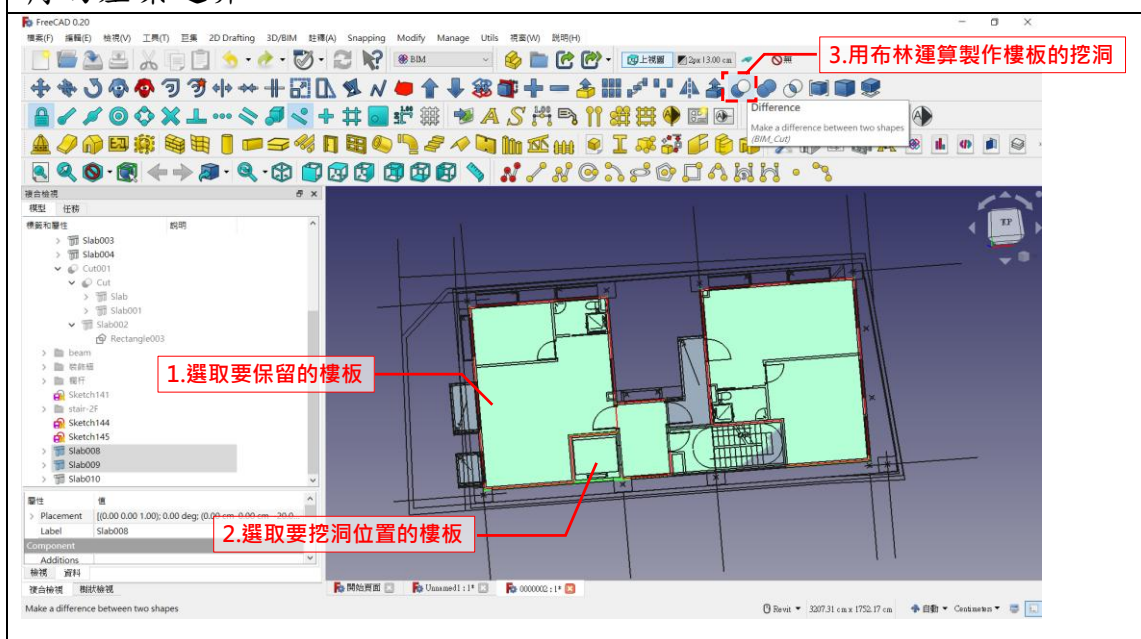
樑物件(object)以幾何圖形(矩形)繪製過程示範

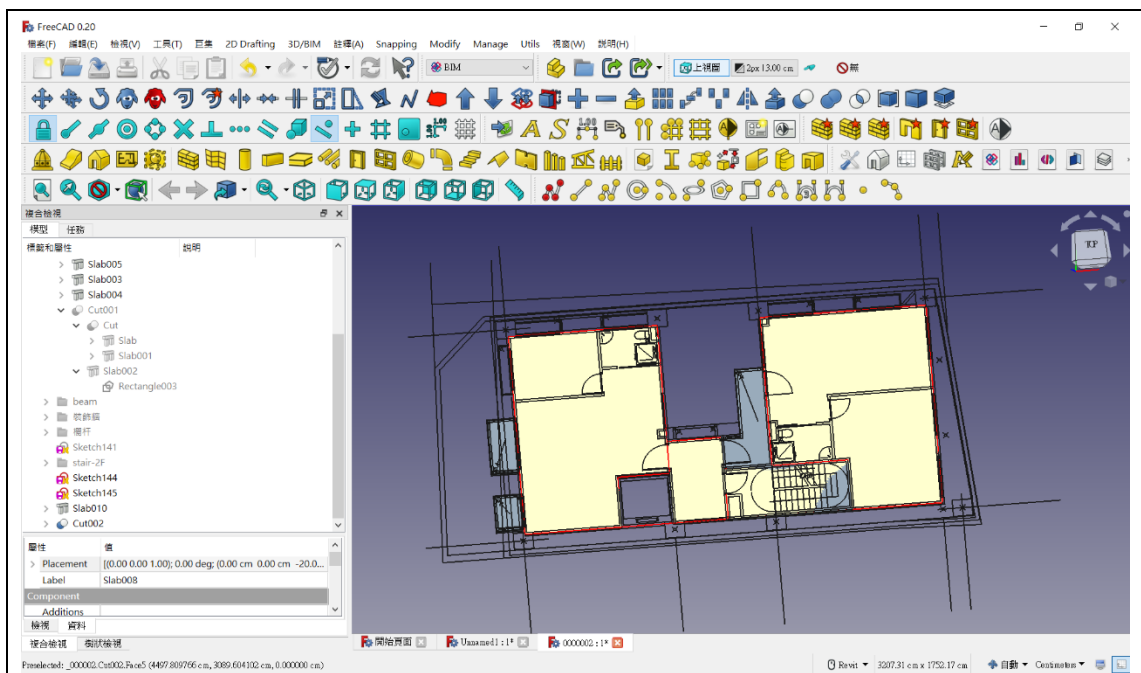
三、樓板



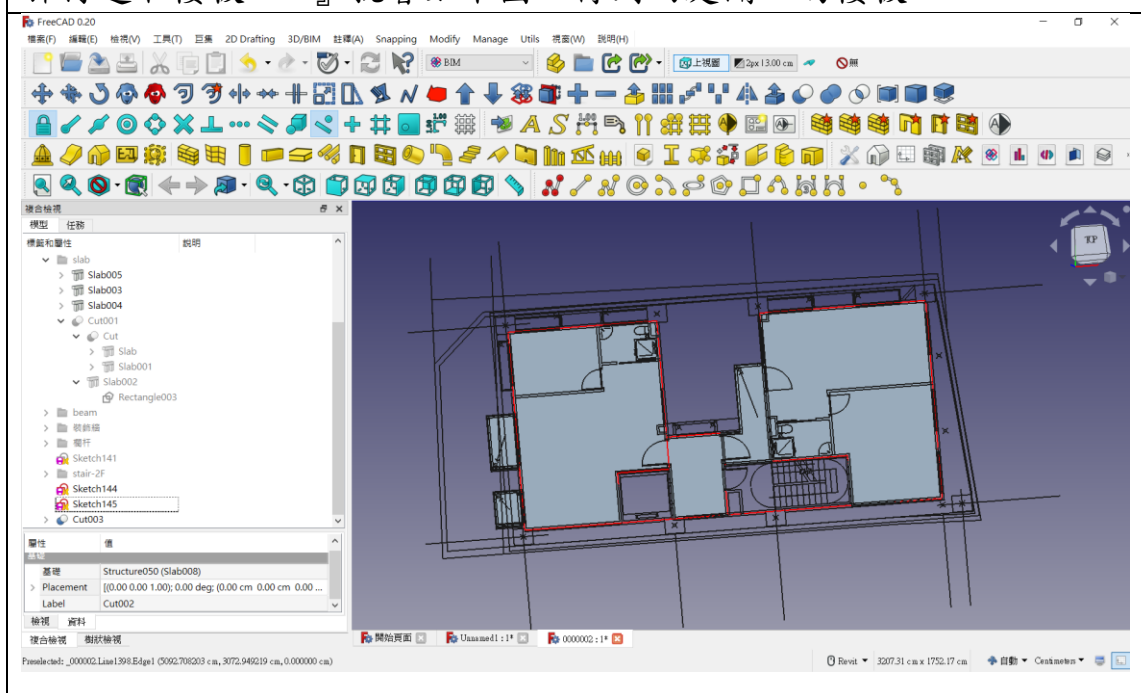
樓板同樣選取sketch即可繪製(與前面相同)，唯遇到挑空、樓電梯開口須注意，FreeCAD無法直接畫出中間開口的樓板，因此需要使用布林運算製造樓板的開口。

首先如上圖所示，繪製三塊樓板，接著依序選取『1→2』最後點右上角的差集運算。

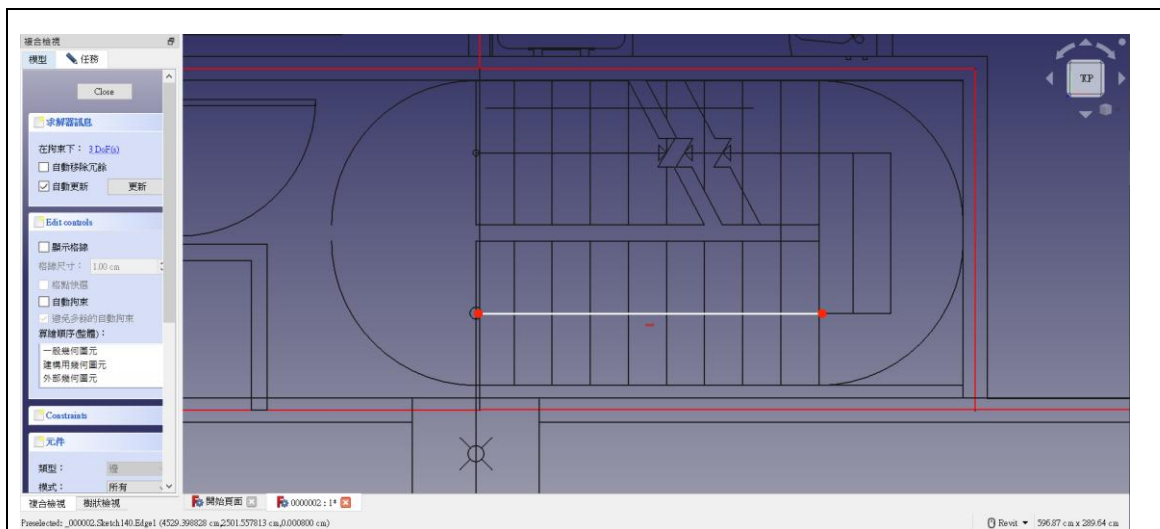




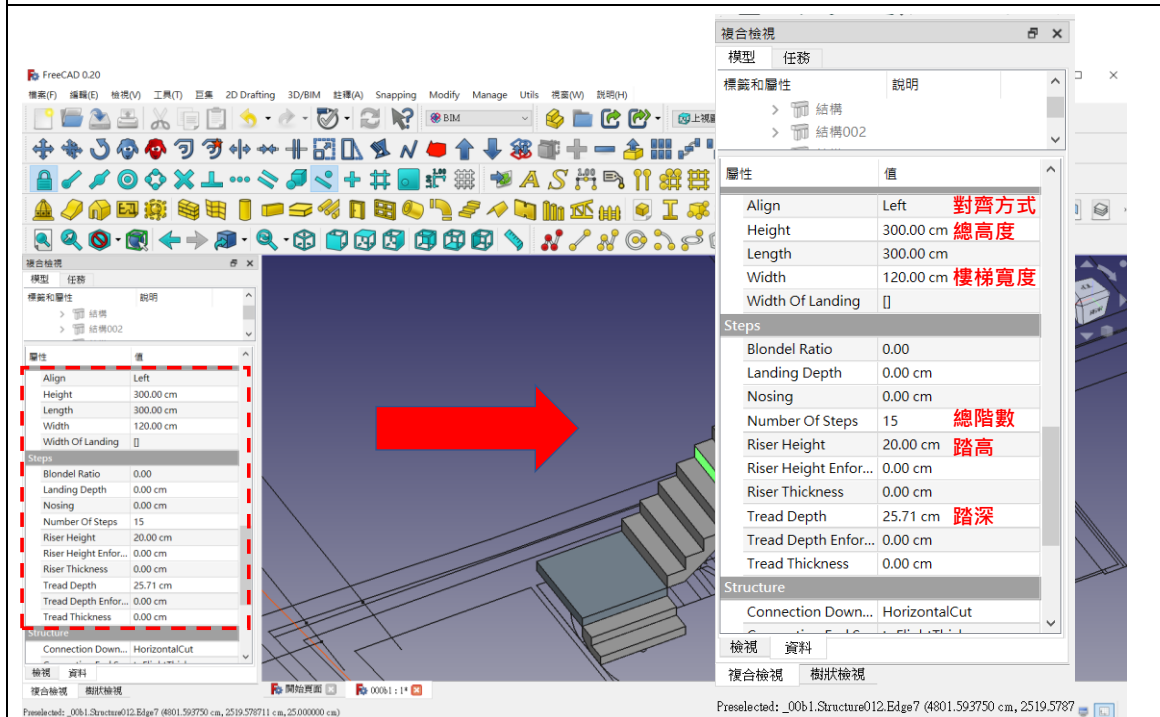
進行後結果如上圖所示，樓板『1.』的變為看不見，左邊的樹狀圖也顯示為『Cut』就表示布林運算成功。接著就將此CUT，依剛才的步驟再選取樓板『3.』就會如下圖，得到兩處開口的樓板。



四、樓梯



梯段部分中心線草圖。

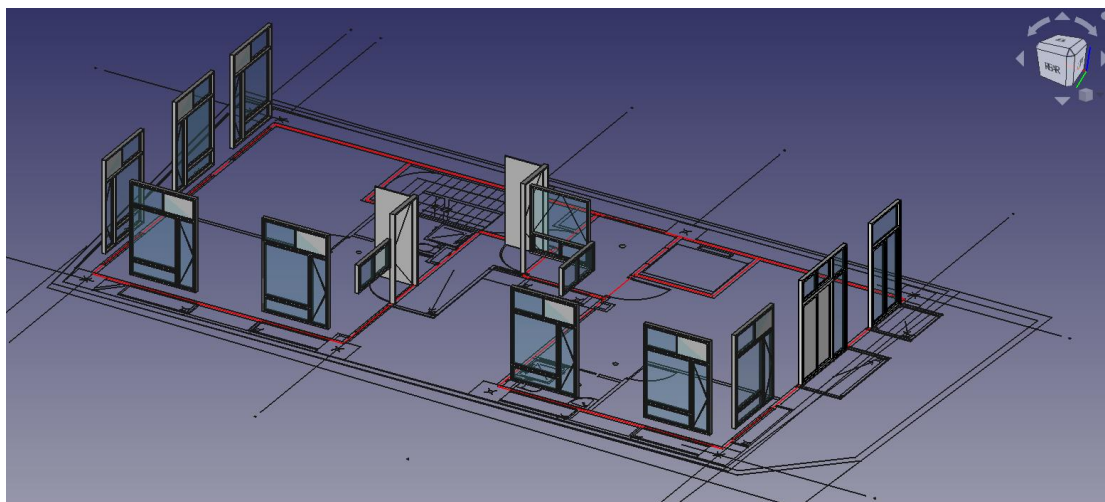


樓梯參數調整。

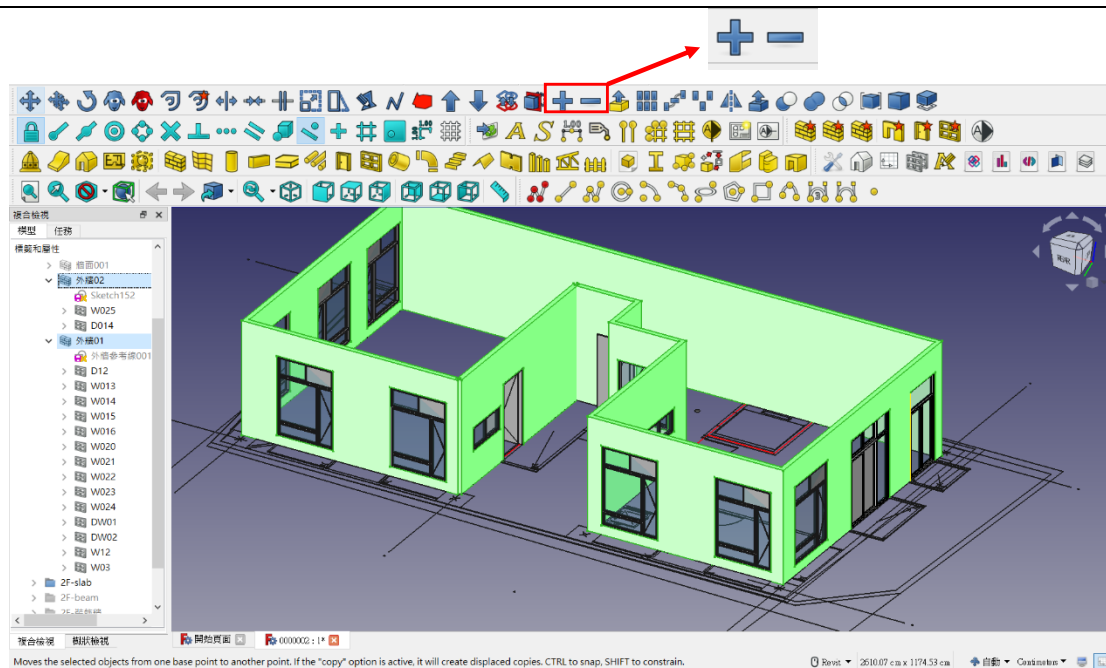
樓梯須將平台、踢段分開繪製，平台直接當作樓板繪製即可，踢段則是利用sketch繪製踢段的水平中心線後直接點選樓梯工具，之後調整各個踢段的踏面深度、踏高、樓梯寬度...等參數。

五、門窗

門窗需額外建置於其他檔案，需要時再次複製到檔案進行使用。
使用的方式為先手動調整到正確的水平、垂直位置，接著全選所有窗戶後，選取窗戶所屬的牆面，按下『移除物件(object)』的工具。

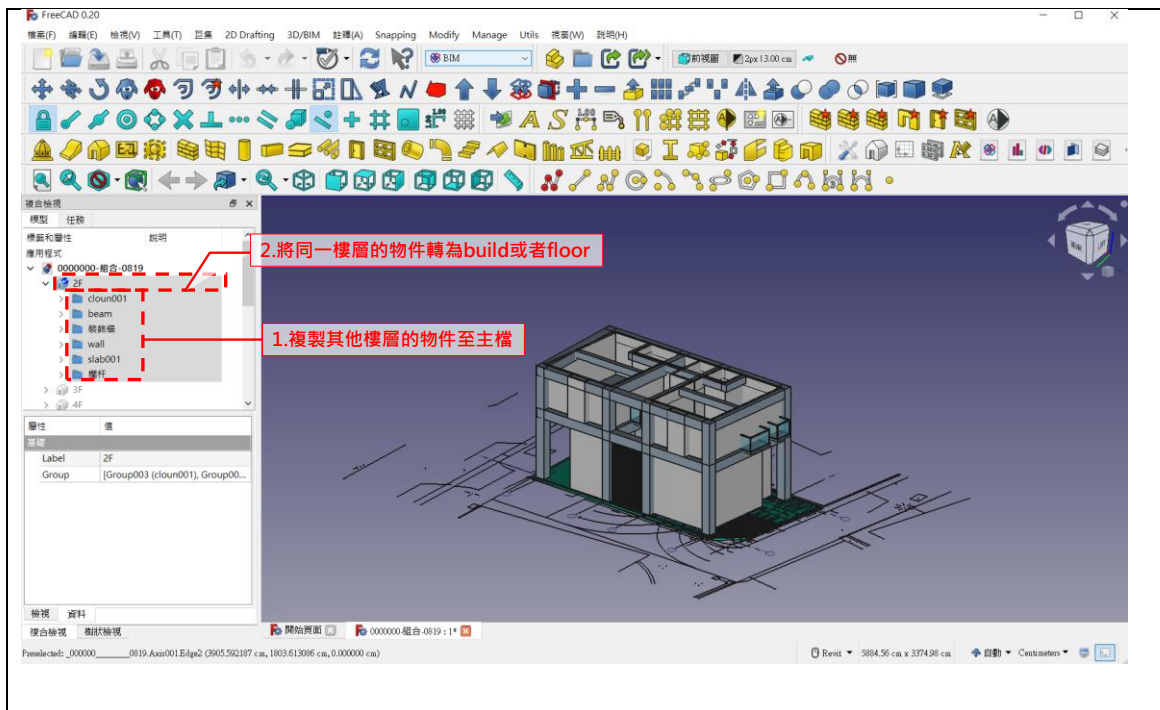


將門窗移動至平面位置、調整高度。



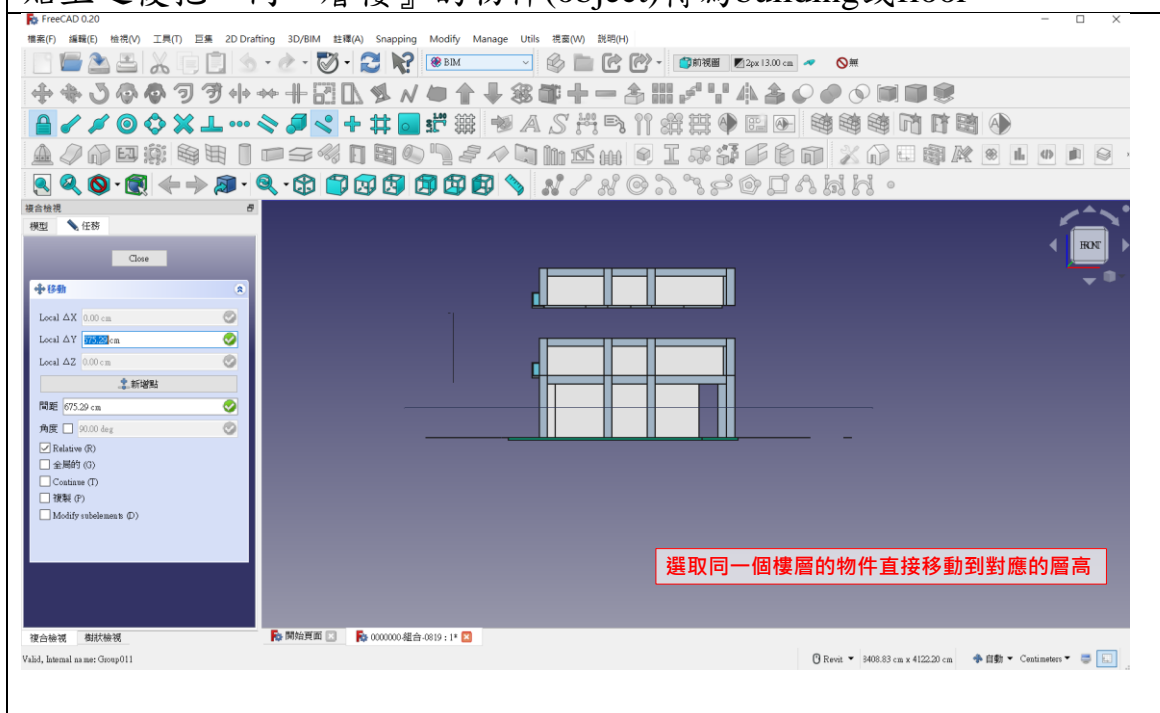
點選『移除物件(object)』工具，窗物件(object)在樹狀圖會跑到牆的底下。

第三章 模型組合

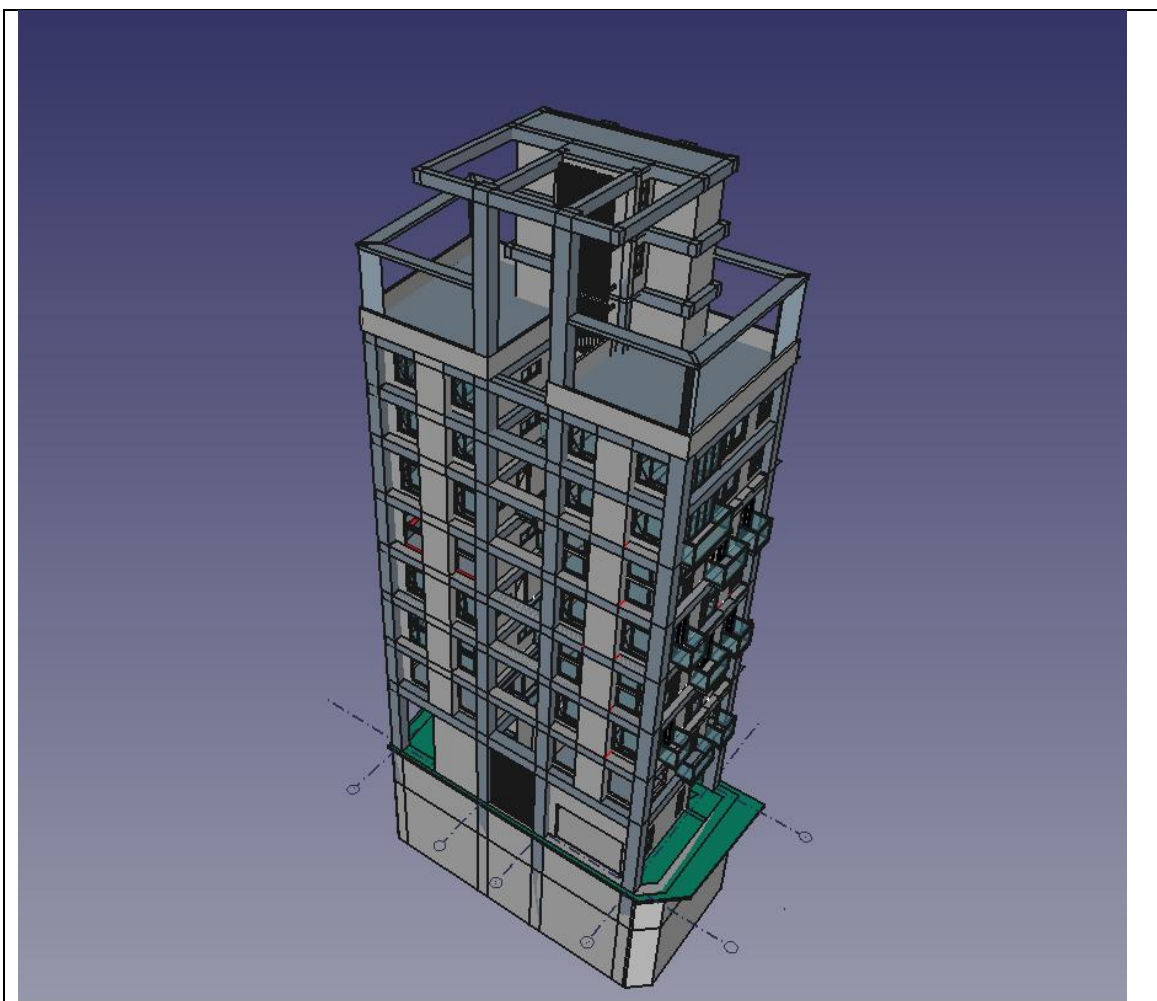


將個別檔案全選，複製到預定進行組合的檔案。

貼上之後把『同一層樓』的物件(object)轉為building或floor。



貼上後的物件(object)都會設定在高度0的位置，直接用平移的方式移動到正確的樓層

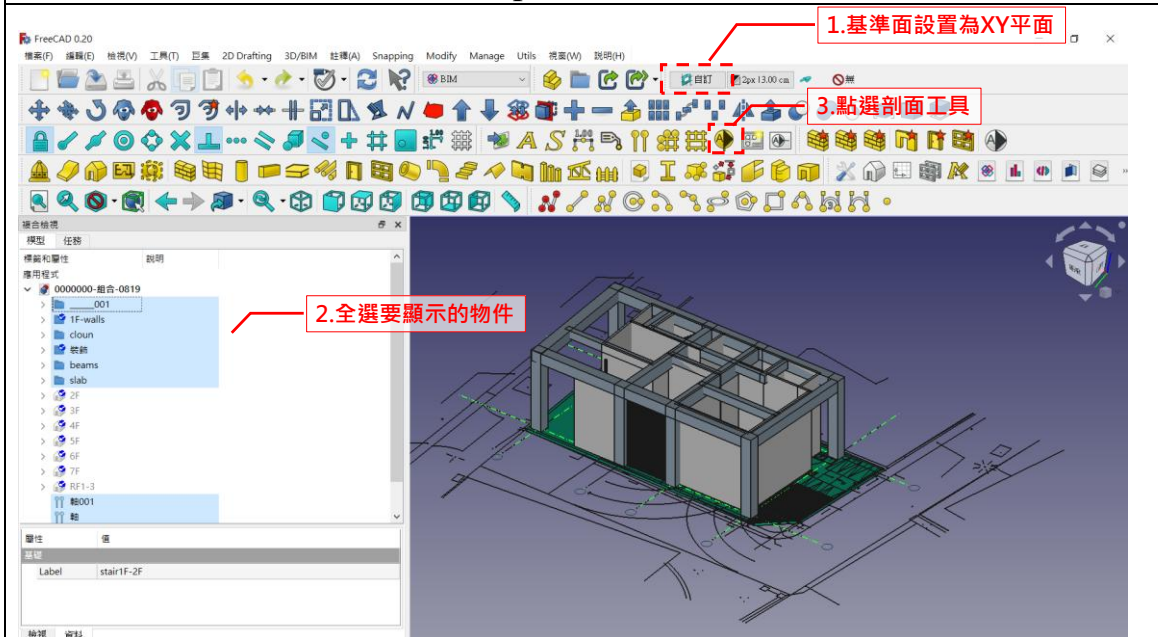


組合完成後的模型。

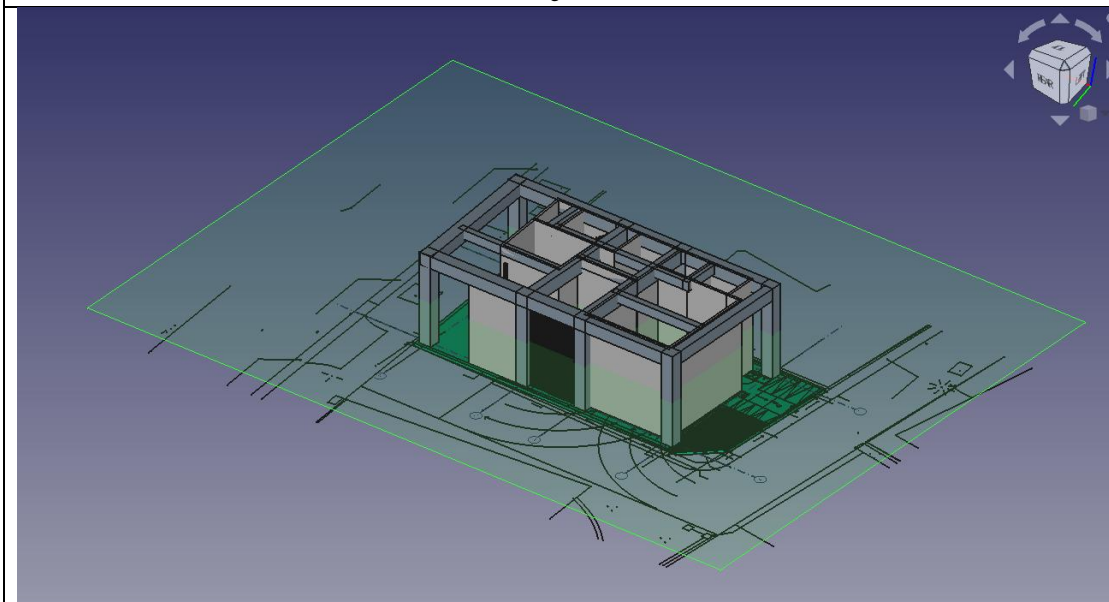
第四章 出圖設定

一、 Techdraw工作台

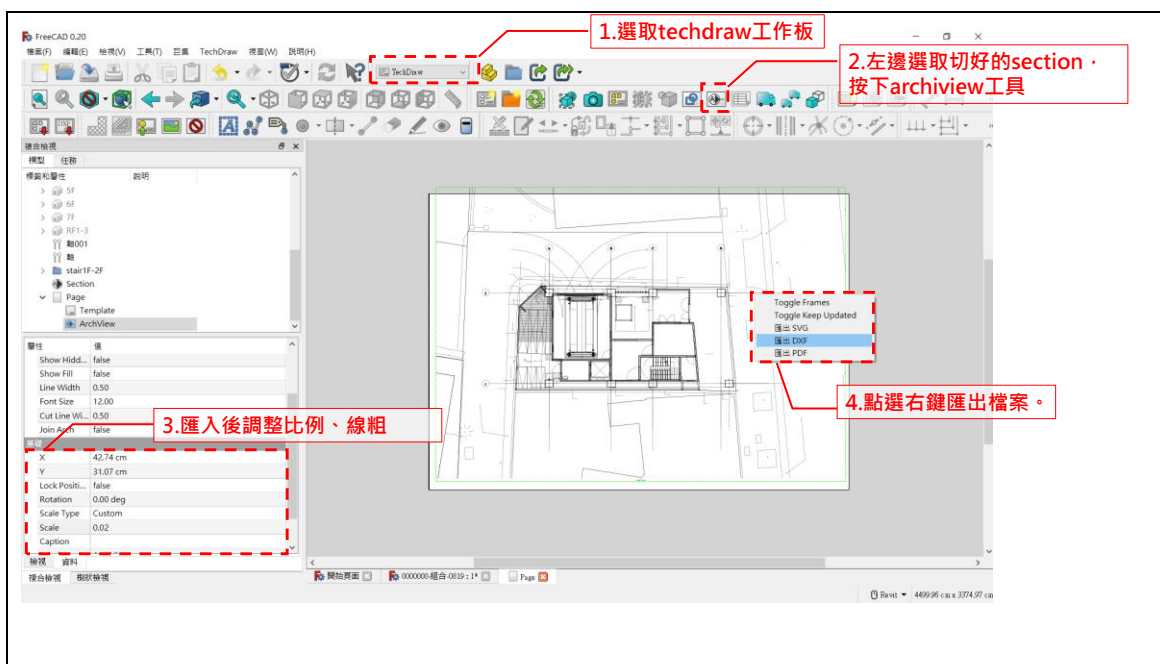
FreeCAD出圖主要可以產出DXF、SVG、PDF...等格式，以下分為使用『techdraw工作台』與『2Dshape兩種方式建置』介紹兩種出圖方式：



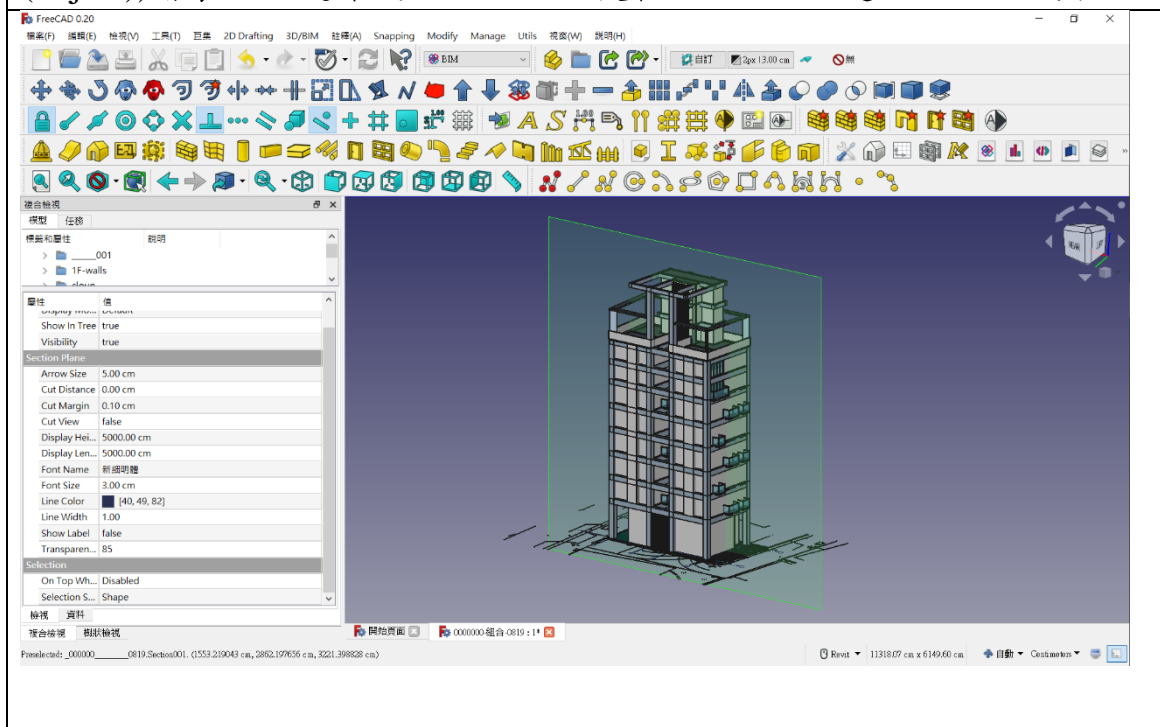
將基準面設為『XY平面』，以假定要匯出一樓平面就將一樓以外的樓層隱藏，然後全選一樓的物件(object)按下『Section』。



綠色的切面可自由調整位置、大小，切取想要的平面。



首先要全選所有物件(object)(或者只選取單一樓層會被切到的物件(object))繪製一個建築的section，然後在techdraw點選archview工具。

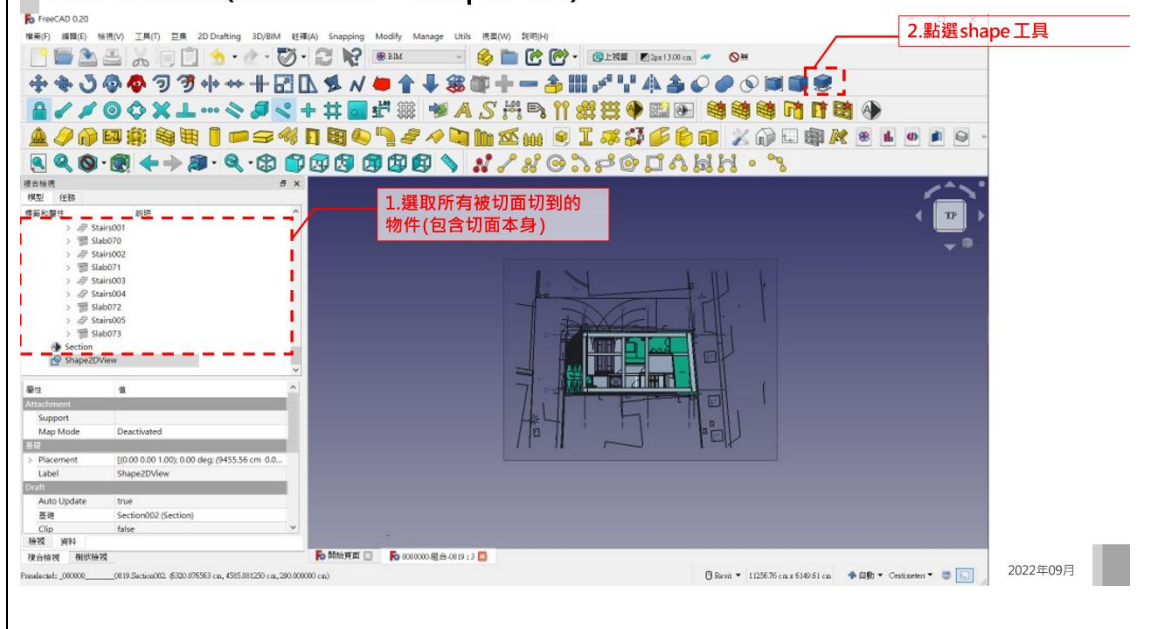


剖面只要把基準面調整成與立面平行，用同樣的方式操作。

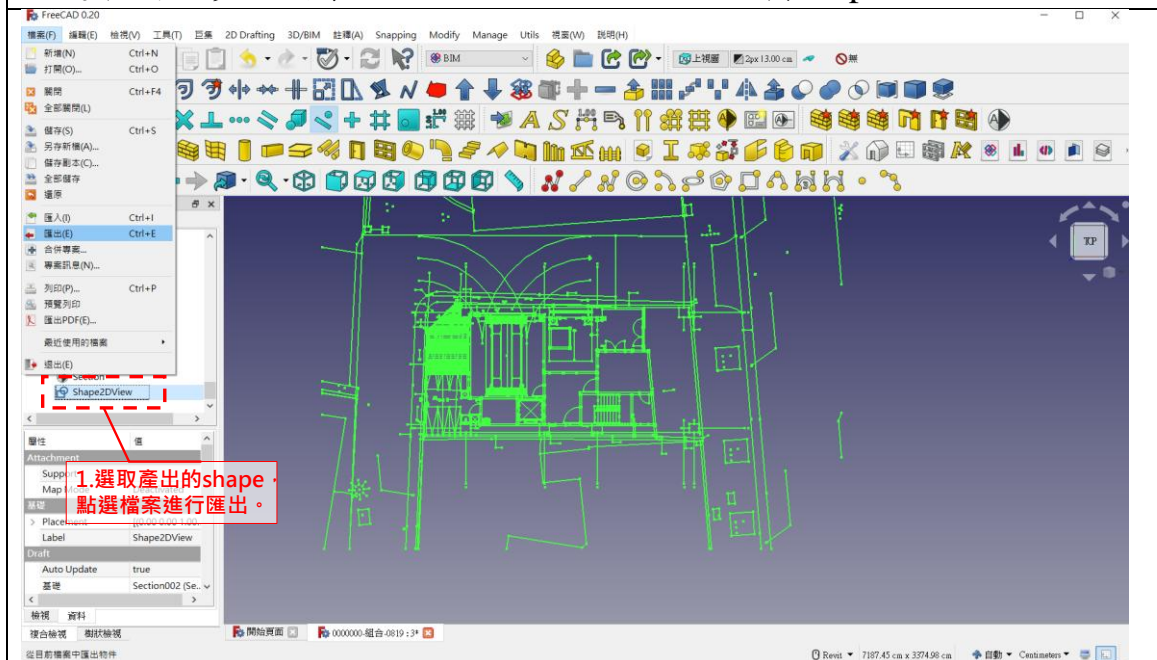
二、 2Dshape

10.出圖設定(techdraw、shape工具)

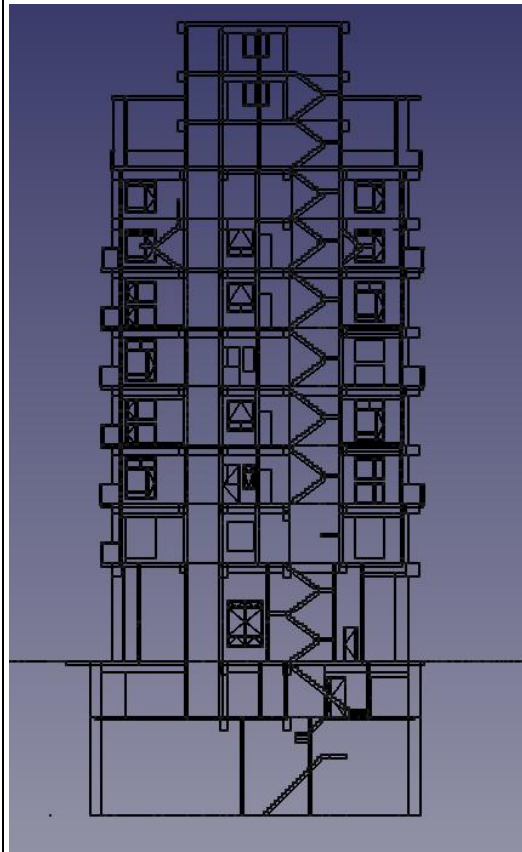
32



點選在前一步驟繪製的section，然後按下右上角shape工具。



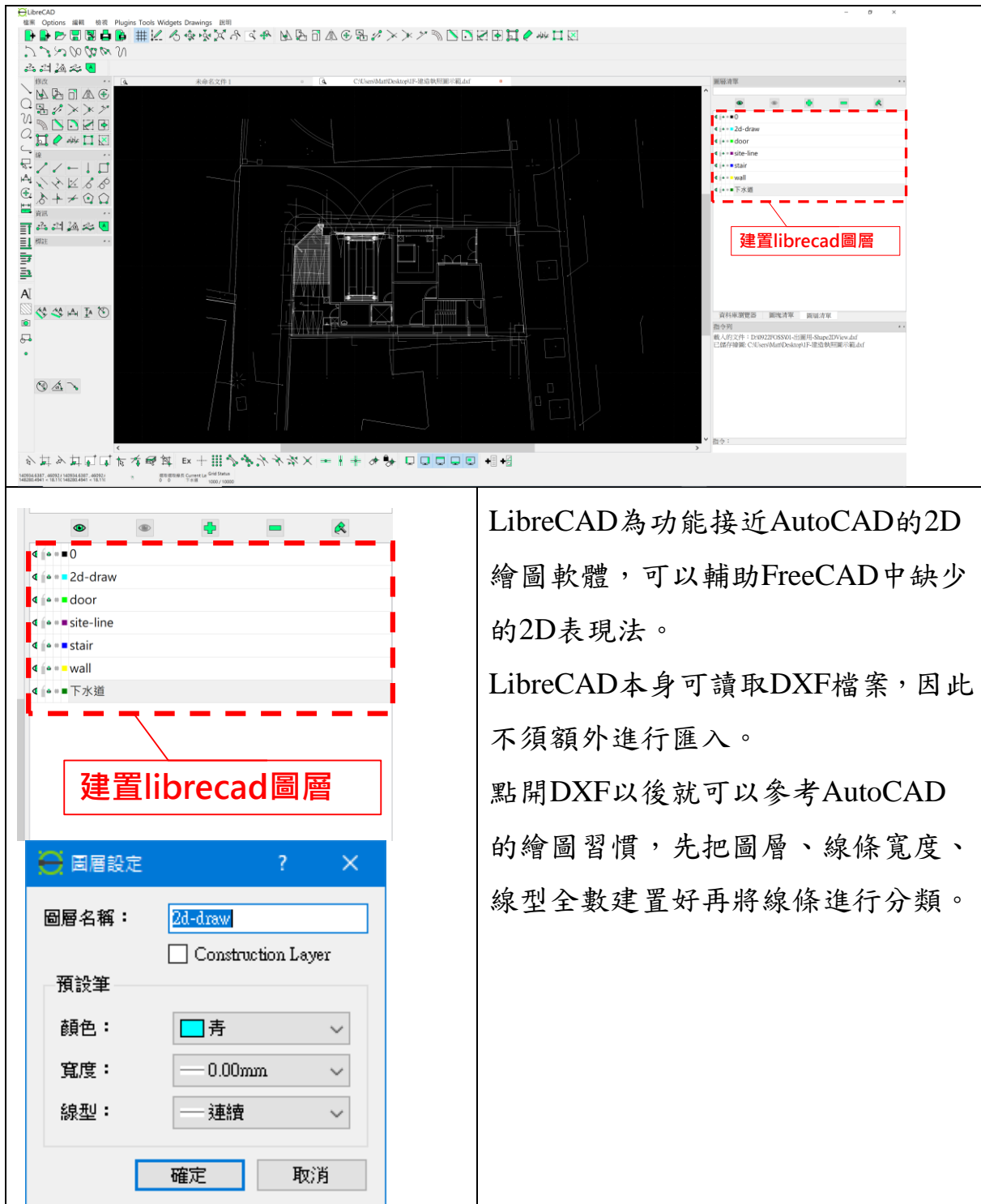
可以看到在模型視窗生成由線構成的2D圖形，直接點選後按檔案匯出。



2Dshape生成立面、剖面。

第五章 繪製執照圖(LibreCAD)

一、圖層、線型、線寬



LibreCAD為功能接近AutoCAD的2D繪圖軟體，可以輔助FreeCAD中缺少的2D表現法。

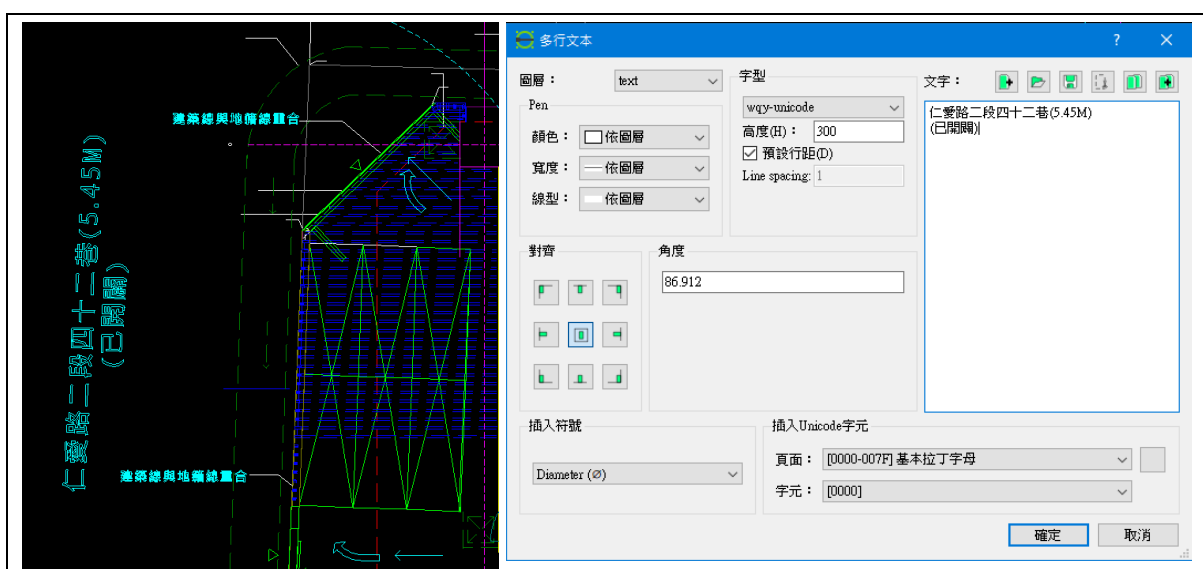
LibreCAD本身可讀取DXF檔案，因此不須額外進行匯入。

點開DXF以後就可以參考AutoCAD的繪圖習慣，先把圖層、線條寬度、線型全數建置好再將線條進行分類。

二、 修剪繪製、標註尺寸

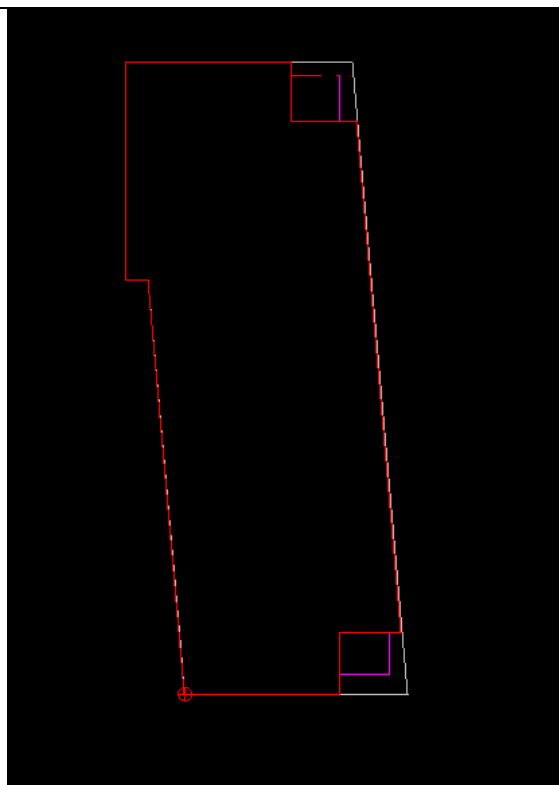


三、 多行文字

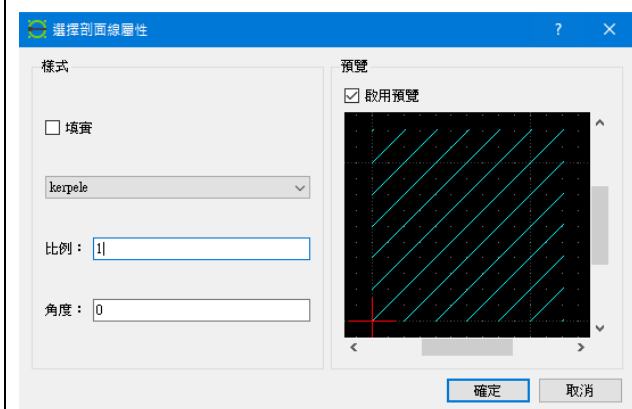


多行文字可調整行高、對齊方式、基準點...等。

四、 Hatch



hatch範圍

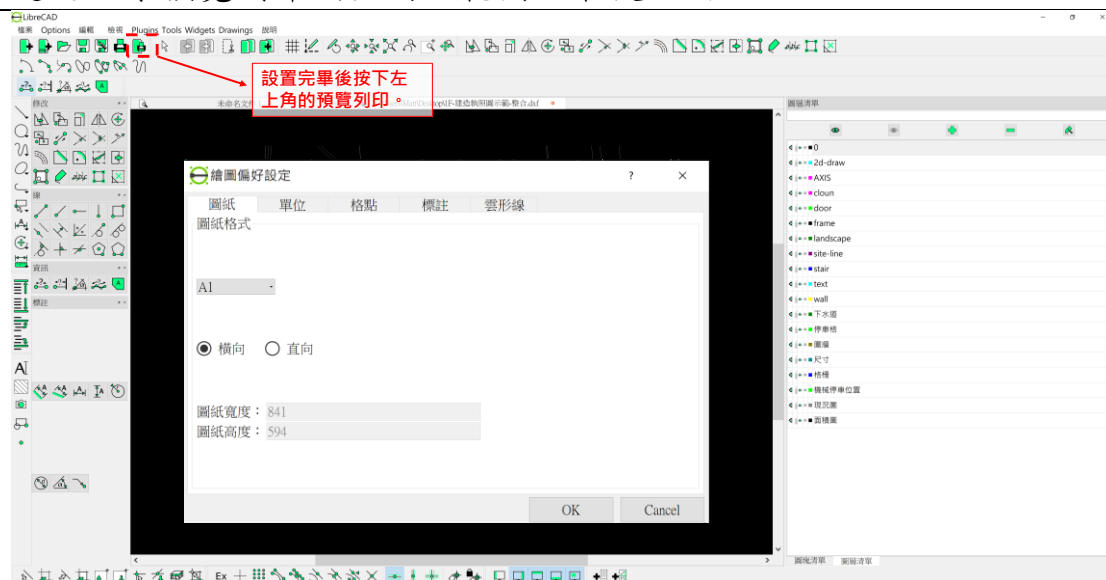


Hatch型式選取、比例調整

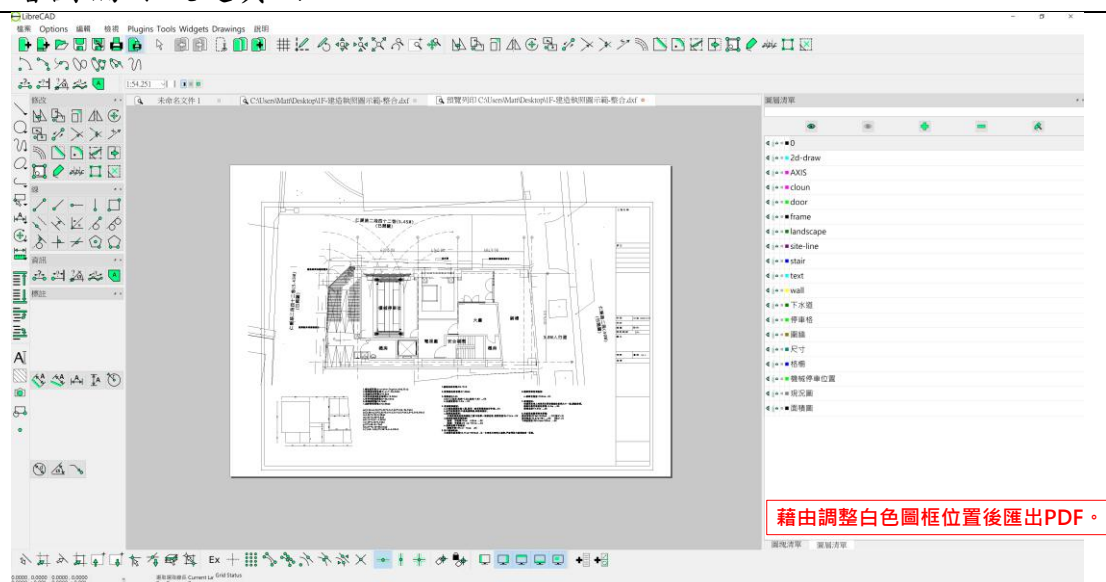
Hatch要先劃出要填滿的範圍(需要用聚合線且為封閉型)。

五、匯出pdf

匯出PDF的步驟要先在Option→『目前圖面偏好設定』調整圖紙大小，再透過點擊預覽列印調整圖紙範圍，最後匯出。



繪圖偏好設定頁面。



預覽列印頁面。