

第一章 緒論

第一節 前言

民國 88 年 9 月 21 日凌晨 1 時 47 分 16 秒發生於南投集集之強烈地震，震央位置為北緯 23.86 度，東經 120.82 度，震源深度為 8 公里，地震規模達 7.3（中華民國結構工程學會，1999），是台灣本島近八十年來發生之人命財產損失最慘重的一次天災，高達 1g 的最大水平地表加速度，對地面上建築物造成不小的損害。根據主計處統計，至 89 年 3 月 9 日止，已造成 2,496 人罹難，房屋全倒 51,778 戶，半倒 53,852 戶（逢甲大學地理資訊系統研究中心，2001）。

第二節 研究背景與目的

九二一大地震後內政部建築研究所（簡稱建研所）與國家地震中心於相關大學院校配合下，對於較為明顯震害建築物計八千餘棟完成初步調查報告（國家地震工程研究中心，1999），建置資料庫，並將調查資料表與相關照片連結；隨後，建研所委託其他單位就建築物震壞領取慰助金住戶與稅籍資料比對，完成八萬四千餘筆以戶為單位之資料庫。此外，還有其他單位如教育部、九二一重建委員會、建築土木相關技師工

會等亦蒐集了不少九二一震害建築物之資料與照片。然而，這些資料之蒐集整理的目的與用途並不相同，格式及內容也因此而有相當之差異，要彙整或互相關聯都十分不易。因此，若能以前述兩筆資料庫及建研究已蒐集的震損建築物基本資料為基礎，再進一步參考整合相關單位所整理的建築物震損資料，研究建築物震害資料庫應有之基本架構與資料項目，並建置更完整的資料庫與管理查詢系統，當能提供更廣泛之研究分析應用，裨益重建前後文獻保存。

本研究的主要目的如下：

(一) 建立九二一大地震建築震害資料庫

針對九二一大地震中集合住宅、學校建築、公共建築等三類震損建築物，研究建立建築震害資料庫之架構與資料項目，並儘量彙整蒐集其建物基本資料與損害情形描述（含文字及相片資料），還有更詳細之建築結構相關資訊。

(二) 應用地理資訊系統與資料庫技術進行資料之分析、管理與展示

以地理資訊系統（Geographical Information System，簡稱 GIS）（林峰田，2000）與資料庫（Database）（Date，1999）技術，規劃設計與實作數位化之 GIS 資料庫，提供多種資料搜尋、分類、統計分析之功能，

以利後續對集合住宅、學校建築、公共建築等之地震災害影響分析與相關研究應用。

第三節 研究方法與步驟

本計畫主要研究方法及進行步驟，請參考圖 1-1。主要工作為：

- 一、 蒐集並彙整國家地震中心、建研所及其他相關單位提供之建築物震害資料：以現有國家地震中心及建研所之建築物震害資料為基礎，進一步蒐集各單位如財團法人台灣營建研究院（簡稱台灣營建研究院）、教育部及營建署有關集合住宅、學校建築、公共建築等三類震損建築物更為詳細的基本相關資料。
- 二、 規劃資料庫分類查詢功能，並實作雛型系統：以國家地震中心、建研所建築物震害資料庫為基礎，規劃並建立關連性資料庫及其相關分類查詢功能。
- 三、 建立規劃地理資訊系統，提供相關單位之研究應用，並作為日後查詢之功能：以 ArcView3.2 版（周天穎、周學政，2001）作為地理資訊系統展示及查詢工具，可藉由點選建築物 GIS 點位來查詢相關屬性資料及圖片資料。並將針對震損資料庫

實作一資料管理與資料分析及統計系統，讓使用者便於管理資料並可以藉由對資料的分析及統計獲得所需的資訊。

本研究亦以專家座談方式廣徵專家學者之意見，並針對專家學者之批評與建議進行研究方向與方法之調整與改進（參閱附錄一）。

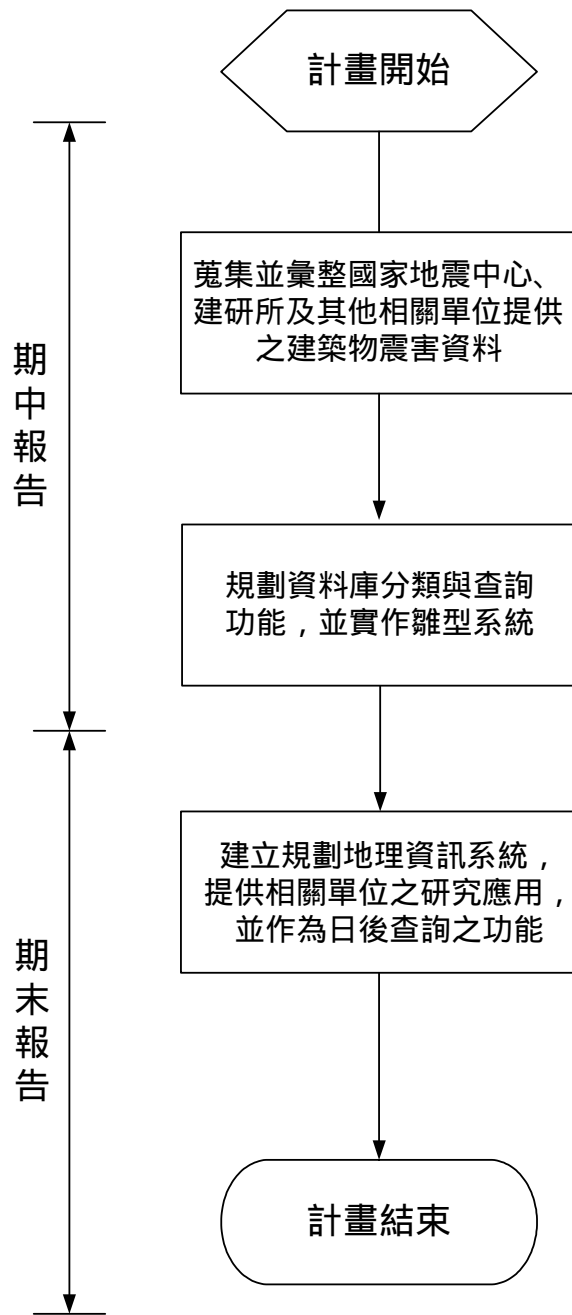


圖1-1 研究步驟流程圖

第二章

震損集合住宅、學校與公共建築之資料蒐集與整理

第一節 前言

由於本計畫的重點之一為對集合住宅、學校建築與公共建築等三類震損建築物進行資料蒐集、分析與展示，在建築研究所及台灣營建研究院的協助下，已蒐集到國家地震中心的 921 震災資料庫的全部資料。另外針對各建築物基本資料的部分，如平面圖、立面圖及結構圖的蒐集，則透過向各建築物的管理人員聯繫，努力取得該建築物的基本資料。雖然震損建築物之資料蒐集為本研究之工作之一，但因距九二一地震已有一段時日，加上各單位蒐集保存之資料因目的及用途不同，所以資料的格式與內容皆有所不同，彙整工作困難，且資料分散各單位，蒐集整理工作實屬不易。而本研究之重點工作為研究建立建築物震害資料庫之架構與資料項目，因此資料蒐集之首要目的乃在用以驗證並展現建築物震害資料庫之各項功能。

第二節 震損集合住宅之資料蒐集與整理

震損集合住宅之資料部分主要為來自「築巢專案」(參閱附錄二)的資料。台灣營建研究院所提供的築巢專案資料共有 64 筆，資料內容僅包含集合住宅名稱、地址、樓層數及面積，經由住宅名稱及地址的逐一比對後在國家地震中心所提供的資料庫中找到與這 64 筆相同的資料共 17 筆，如表 2-1。故此 17 筆資料為集合住宅部分中較為完整的資料，可以查詢所有欄位的資料，包括震損照片。其餘 47 筆資料則僅能查詢集合住宅名稱、地址、樓層數及面積。

表 2-1 在國家地震中心資料庫中有相關記錄之築巢專案資料

大樓社區名稱	區域	原戶數	目前戶數	地址	興建年代
彰化桂林園	彰化市	146	70	彰化市西勢庄 61 號	82
傑出家庭	大里市	83	<10	長春路 78 巷 13 弄 1 之 1 號	80
加州陽光 A、B 棟	南投縣	186	101	南投市東山路 443 巷 31 號	86
清境山莊	霧峰	21	2	霧峰市成功路 135 號	80
張三雅砌	大里市	163	0	仁化路 1055 號	
凱撒綠景	南投市	97	50	軍功里東山路 443 巷 66 號	82
檸檬樹二期	大里市	140	134	中山路 36 巷 2 號	87
文化天地	埔里鎮	84	0	漢中街 2-8 號	83
大里新都	大里市	66	22	中山路 1 巷 1 號	83
都會假期	豐原市	342	280	圓環北路二段 121~147 號	85
平和名邸	南投縣	127	25	南投市育樂路 37-5 號 4 樓	82
綠意親境	大里市	175	25	台中縣大里市公園街 425 巷 9 號	84
廣三大帝國	台中市	323	300	台中市南區工學路 59 巷 1 號	84
秀山佳園期	草屯鎮	55	10	南投縣草屯鎮虎山路 332 巷 4 號	83
甲天下金套房	竹山鎮	168	10	南投縣竹山鎮下坪里枋坪巷 2-35 弄 2 號	85
大里芳鄰	大里市	117	93	台中縣大里市東湖里東南路 164-1 號	82
第一家庭 NO.2	大里市	76	60	台中縣大里市青松街 172 號	79

由於台灣營建研究院所提供的築巢專案資料表中並無各集合住宅的經緯度座標或二度分帶座標的資料，無法在 GIS 上直接標示位置，故需由人工作業將每筆資料的地址在全省的街道圖上點出位置後，再讀取其二度分帶座標，並轉成經為度座標填入資料庫中，使得 GIS 軟體可以經由讀取資料庫而標示出每筆資料在地圖上的位置。

築巢專案是由民間機構所辦理，資料不對外公開，且大部分重建工程尚未完工，其中又牽涉到與建商的可能糾紛，故資料取得不易，但目前宏興建築師事務所陳晃次建築師的協助下，已取得由陳建築師提供豐原市「都會假期」的平面及立面圖等基本資料。

另外由建研所提供之集合住宅全倒、半倒補助記錄，資料庫內容僅含有地址、面積、建造年代、構造列別及全半倒紀錄等欄位，且是以戶為單位，與本研究案以棟為單位的資料庫不易整合。必須如上述由人工逐筆利用地址找出經緯度座標，無法利用電腦簡化此項工作。故在取得建研所之集合住宅資料後，已盡力在資料庫內以人工方式建立資料，尤其是較著名之台北市東星大樓、新莊博士的家、台中縣大里台中王朝、台中奇蹟及金巴黎等集合住宅資料。

第三節 震損學校建築之資料蒐集與整理

國家地震中心的 921 震災資料內已有學校建築 193 筆記錄，但資料庫中僅包含學校建築震損情形的相關資料，並無震損學校建築的平面圖、立面圖及結構圖等基本資料。

由於本研究案時程較短，雖然經建研所協助發文給北部有震損建築之學校，但由於各校管理工程合約人員（通常為總務主任）有時交接不清，或找不到工程合約，致使常徒勞往返，無法取得所需資料。目前經建研所協助，已向景美女中取得其在九二一地震中震損之敦品樓（已拆除，重建中）之工程合約書，並將所有平面圖、立面圖及結構圖掃描成電子檔，存入震損學校建築之資料庫中。

此外，由國家地震中心所取得之學校建築資料庫內含有三筆錯誤資料如表 2-2 所示，皆為經緯度座標有所誤差，故需由人工作業將每筆資料的地址在全省的街道圖上點出位置後，再讀取其二度分帶座標，並轉成經為度座標填入資料庫中，使得 GIS 軟體可以經由讀取資料庫而標示出每筆資料在地圖上的位置。

表 2-2 震損學校建築資料錯誤原因

資料錯誤		
錯誤原因	USERNAME	BUILD_NAME
座標位置在台灣之外	防災辦公室	瑞田國小
座標位置在台灣之外	防災辦公室	文昌國小
座標位置在台灣之外	DNTITPON01	私立聖愛托兒所

第四節 震損公共建築之資料蒐集與整理

目前國家地震中心的 921 震災資料內已有公共建築 99 筆記錄，但資料庫中僅包含公共建築震損情形的相關資料，並無震損公共建築的平面圖、立面圖及結構圖等基本資料。

此外，在國家地震中心得之公共建築震害資料庫中發現有三筆錯誤資料如表 2-3 所示，其中一筆為缺少經緯度資料，另外兩筆為經緯度座標有誤。故需由人工作業將每筆資料的地址在全省的街道圖上點出位置後，再讀取其二度分帶座標，並轉成經為度座標填入資料庫中，使得 GIS 軟體可以經由讀取資料庫而標示出每筆資料在地圖上的位置。

表 2-3 震損公共建築資料錯誤原因

資料錯誤		
錯誤原因	USERNAME	BUILD_NAME
無經緯度座標		南投市地政事務所
座標位置在台灣之外	防災辦公室	鹿谷鄉農會 坪頂辦事處
座標位置在台灣之外	防災辦公室	竹山鎮稅捐稽徵處

第三章 建築物震害 GIS 資料庫之規劃設計

第一節 前言

由於國家地震中心所提供的九二一震災資料庫甚為詳盡，故本計畫以國家地震中心所提供的九二一震災資料庫作為基礎，再將其他所蒐集的資料加入資料庫，並將資料庫的欄位做適當的擴充調整。

第二節 資料庫之規劃設計

震損資料庫內的資料可分為屬性資料及圖片資料。屬性資料為所有可用文字描述的資料，除了圖片資料外，所有的欄位皆為屬性資料。圖片路徑的欄位亦為屬性資料，但是所存放的文字為路徑，經由這個路徑可以找到該筆資料的圖片所存放的位置。圖片資料為該筆資料的震損照片、平面圖、立面圖及結構圖，一筆資料對應到一棟建築物的所有圖片皆放在同一資料夾中，並透過資料庫中的圖片路徑欄位做連結，故藉由圖片路徑這一個欄位即可連結到一筆資料的所有相關圖片。

本研究案資料庫之規劃如附錄三所示，集合住宅、學校建築及公共建築的資料已整合在單一資料庫內，擁有相同的欄位，資料管理系統及

GIS 顯示介面可由用途代碼欄位辨示出三種不同種類的建築物。

資料庫內比較重要的欄位內容及其說明如表 3-1 所示。

表 3-1 資料庫規劃欄位及說明

欄 位	說 明
經度	
緯度	
二度分帶 X 座標	
二度分帶 Y 座標	
建物名稱	
地上樓層	樓層數
地下樓層	樓層數
構造類別代碼代碼	1:鋼筋混凝土造 2:鋼構造 3:磚造 4:木造 5:鋼骨鋼筋混凝土造 6:土塊厝 7:鐵皮屋 8:其他 9:加強磚造
用途代碼	6:學校 7:政府機關 9:集合住宅(築巢專案)
立體抗彎矩剛構架	是或否
具斜撐	是或否
具剪力牆	是或否
具磚牆	是或否
建造年代代碼	1:民國 63 年前(25 年以上) 2:民國 64~71 年(15~25 年) 3:民國 72~78 年(10~15 年) 4:民國 79~86 年(4~10 年) 5:民國 86 年以後(4 年以內) 6:不詳
平面形狀代碼	1:矩形 2:L 形 3:Π 形 4:+ 形 5:H 形 6:其他形狀
損壞程度代碼	1:完全毀壞(整體或部分塌陷) 2:完全毀壞(整體或部分傾斜) 3:嚴重破壞(補強或拆除) 4:中度破壞(可修復或補強) 5:輕度破壞(可修復)
傾倒方向:東	是或否

欄 位	說 明
傾倒方向:西	是或否
傾倒方向:南	是或否
傾倒方向:北	是或否
柱剪力破壞	是或否
柱彎矩破壞	是或否
短柱破壞	是或否
樑剪力破壞	是或否
梁彎矩破壞	是或否
短梁破壞	是或否
剪力牆開裂	是或否
樓板開裂	是或否
樓板部份或全部塌陷	是或否
基礎沈陷	是或否
基礎隆起	是或否
基礎滑動	是或否
地面開裂	是或否
鄰屋碰撞	是或否
頂樓損壞	是或否
箍筋不足	是或否
搭接不良	是或否
混凝土保護層不夠	是或否
磁磚剝落	是或否
磚牆或 RC 牆開裂	是或否
磚牆或 RC 牆倒塌	是或否
天花板掉落	是或否
底層樓高代碼	1:3.5m 以下 2:3.5m~5m 3:5m~6m 4:6m~7m 5:7m 以上
其他樓層平均高度代碼	1:3.0m 以下 2:3.0m~3.5m 3:3.5m~4.0m 4:4.0 以上
底層與其他層牆量比代碼	1:0 2:0~20 3:20~40 4:40~60 5:60~80 6:80 以上
圖片路徑	照片、平面圖、立面圖及結構圖 所存放的路徑
PGA	水平 PGA 最大值
東西向 PGA	
南北向 PGA	
垂直最大 PGA	

第三節 系統功能之規劃設計

本系統初步規劃使用 ArcView3.2 版作為 GIS 查詢及展示的介面，並使用 Access 資料庫及 Microsoft Visual Basic 6.0（明寰資訊，1999）做為資料管理系統的開發工具，系統規劃如圖 3-1。

各建築物震災資料儲存於 Access 資料庫中，GIS 顯示及查詢介面由 ODBC 讀取資料庫中每筆資料的二度分帶座標資料，再將各點位標示於 GIS 圖層上。透過屬性查詢及圖片查詢功能，可以藉由在地圖上點選各建築物點位查詢該筆資料的屬性資料及相關的圖片。

本研究規劃並實作一個建築物震害資料管理系統，此系統之功能有：資料庫管理功能、圖片管理功能及資料分析統計功能。資料庫管理功能可以對資料庫作新增、刪除、查詢、修改資料之動作；圖片管理功能可以對每一筆資料的圖片（照片、平面圖、立面圖及結構圖）作新增與刪除的動作；資料分析及統計功能則是對資料庫內的資料，依使用者的需求，針對不同的欄位進行分析，並將結果做成圖表。

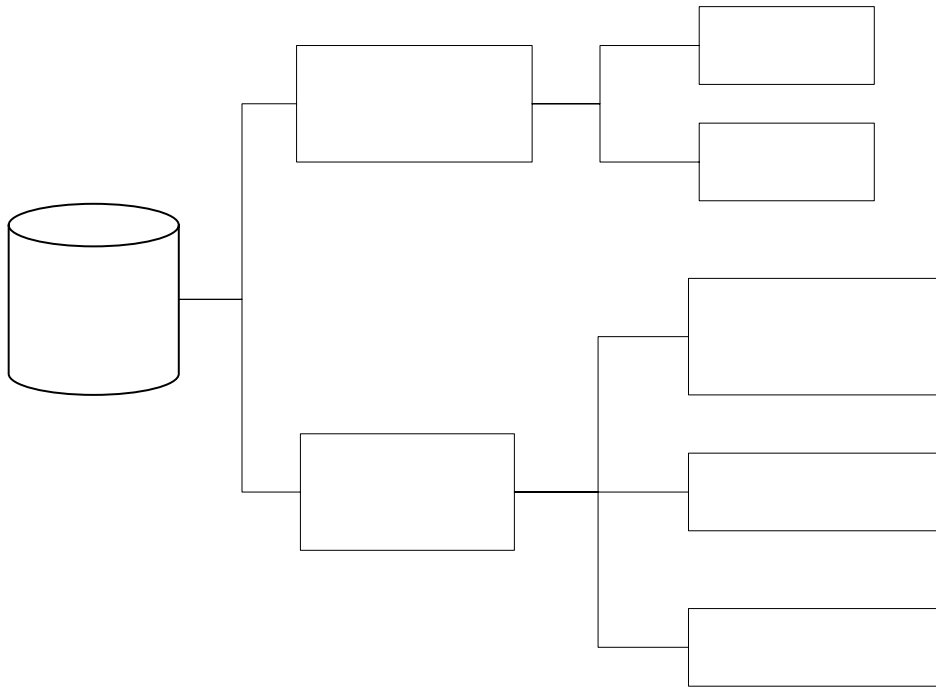


圖 3-1 系統功能規劃

921震災 資料庫 (Access)

第四章 建築物震害 GIS 資料庫之實作

第一節 前言

本研究所實做開發的系統可分為 GIS 顯示及查詢系統及建築物震害資料管理系統兩部分，以下兩節將分別說明這兩個系統的實作及展示。

第二節 GIS 顯示及查詢系統之實作與展示

GIS 顯示及查詢系統之操作流程如圖 4-1 所示，進入 GIS 顯示及查詢系統之畫面則如圖 4-2 所示，可以看出共分為八個圖層，由下到上分別為：九二一大地震 PGA 分佈圖層、鄉鎮市邊界圖層、縣市邊界圖層、車籠埔斷層圖層、九二一震央位置圖層、公共建築圖層、學校建築圖層及集合住宅圖層，其中九二一大地震 PGA 分佈圖層為依照交通部中央氣象局地震震度分級表（如表 4-1）所分之八個震度，以顏色深淺來區分震度大小。這八個圖層可分別獨立或重疊組合來進行顯示及功能操作，如圖 4-3 為 PGA 分佈圖層及縣市邊界圖層的共同展示；圖 4-4 為 PGA 分佈圖層及鄉鎮市邊界圖層的共同展示；圖 4-5 為鄉鎮市邊界圖層的單一圖層展示；圖 4-6 為車籠埔斷層的地理位置展示；圖 4-7 為九二一震央的地理位置展示；圖 4-8 為公共建築圖層，由於車籠埔斷層圖層、震央

位置圖層及 PGA 分佈圖層都有打開，可以由圖看出全省震災公共建築物地理位置分佈與斷層及震央位置的關係，也可以看出其地理位置與 PGA 分佈的關係；圖 4-9 為全省震災學校建築地理位置分佈圖層；圖 4-10 為全省震災集合住宅地理位置分佈圖層。

以學校建築為例，欲查詢屬性資料時則如圖 4-11 所示，先按下畫面左上角的 i (identity) 按鍵，再點選欲查詢學校建築的所在點位，即可得到如圖 4-12 所示之景美女中屬性資料表，將表往下拉則可得到如圖 4-13 所示之資料表之其他欄位。欲查詢圖片資料時如圖 4-14 所示，先按下畫面上方的閃電符號(Hot link)按鍵*，再點選欲查詢學校建築的所在點位，則可得到如圖 4-15 所示之景美女中圖片資料查詢瀏覽介面，此瀏覽畫面為景美女中在資料庫中所有圖片資料的預覽畫面，並在畫面上方列出屬性資料的概述。欲查詢任一圖片如震災照片，則點選該張照片即可得到該張照片的原尺寸圖（如圖 4-16 所示）。若點選平面圖則可得到該平面圖（如圖 4-17 所示）。

* 因 Hot link 功能為本研究自行擴充軟體之功能，其安裝及使用請參閱附錄四。

表 4-1 「交通部中央氣象局地震震度分級表」(八十九年八月一日公告)

震度分級	地動加速度範圍	人的感受	屋內情形	屋外情形
0 無感	0.8gal 以下	人無感覺。		
1 微震	0.8~2.5gal	人靜止時可感覺微小搖晃。		
2 輕震	2.5~8.0gal	大多數的人可感到搖晃，睡眠中的人有部分會醒來。	電燈等懸掛物有小搖晃。	靜止的汽車輕輕搖晃，類似卡車經過，但歷時很短。
3 弱震	8~25gal	幾乎所有的人都感覺搖晃，有的人會有恐懼感。	房屋震動，碗盤門窗發出聲音，懸掛物搖擺。	靜止的汽車明顯搖動，電線略有搖晃。
4 中震	25~80gal	有相當程度的恐懼感，部分的人會尋求躲避的地方，睡眠中的人幾乎都會驚醒。	房屋搖動甚烈，底座不穩物品傾倒，較重傢俱移動，可能有輕微災害。	汽車駕駛人略微有感，電線明顯搖晃，步行中的人也感到搖晃。
5 強震	80~250gal	大多數人會感到驚嚇恐慌。	部分牆壁產生裂痕，重傢俱可能翻倒。	汽車駕駛人明顯感覺地震，有些牌坊煙囪傾倒。
6 烈震	250~400gal	搖晃劇烈以致站立困難。	部分建築物受損，重傢俱翻倒，門窗扭曲變形。	汽車駕駛人開車困難，出現噴沙噴泥現象。
7 劇震	400gal 以上	搖晃劇烈以致無法依意志行動。	部分建築物受損嚴重或倒塌，幾乎所有傢俱都大幅移位或摔落地面。	山崩地裂，鐵軌彎曲，地下管線破壞。

註：1gal = 1cm/sec²

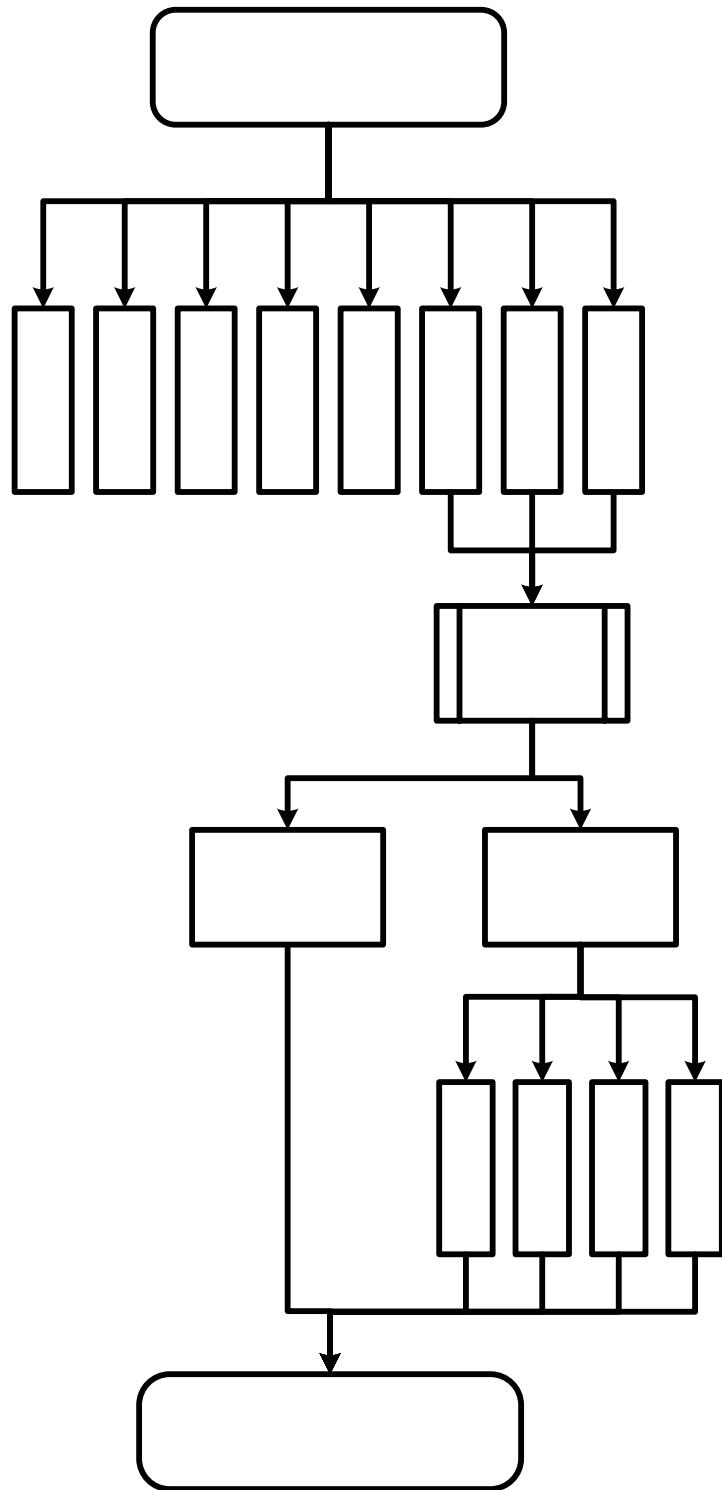


圖 4-1 GIS 顯示及查詢系統操作流程圖

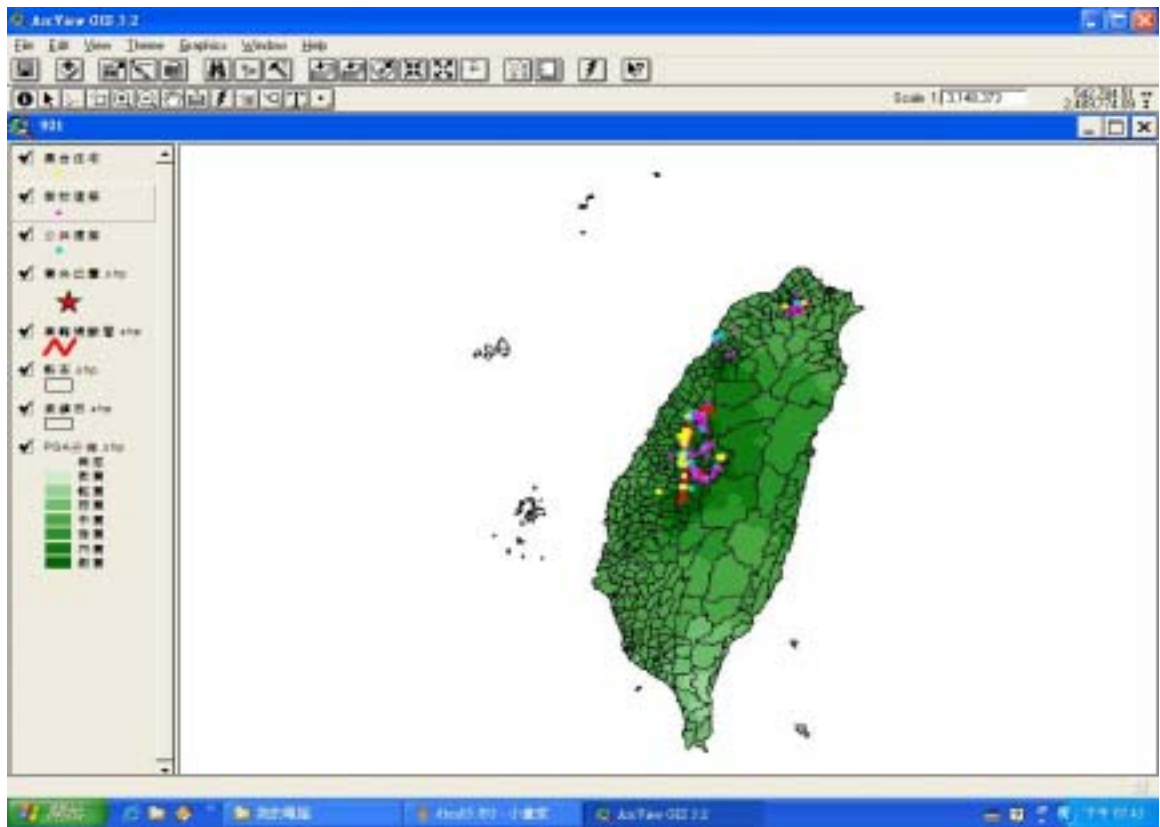


圖 4-2 GIS 顯示及查詢系統進入畫面

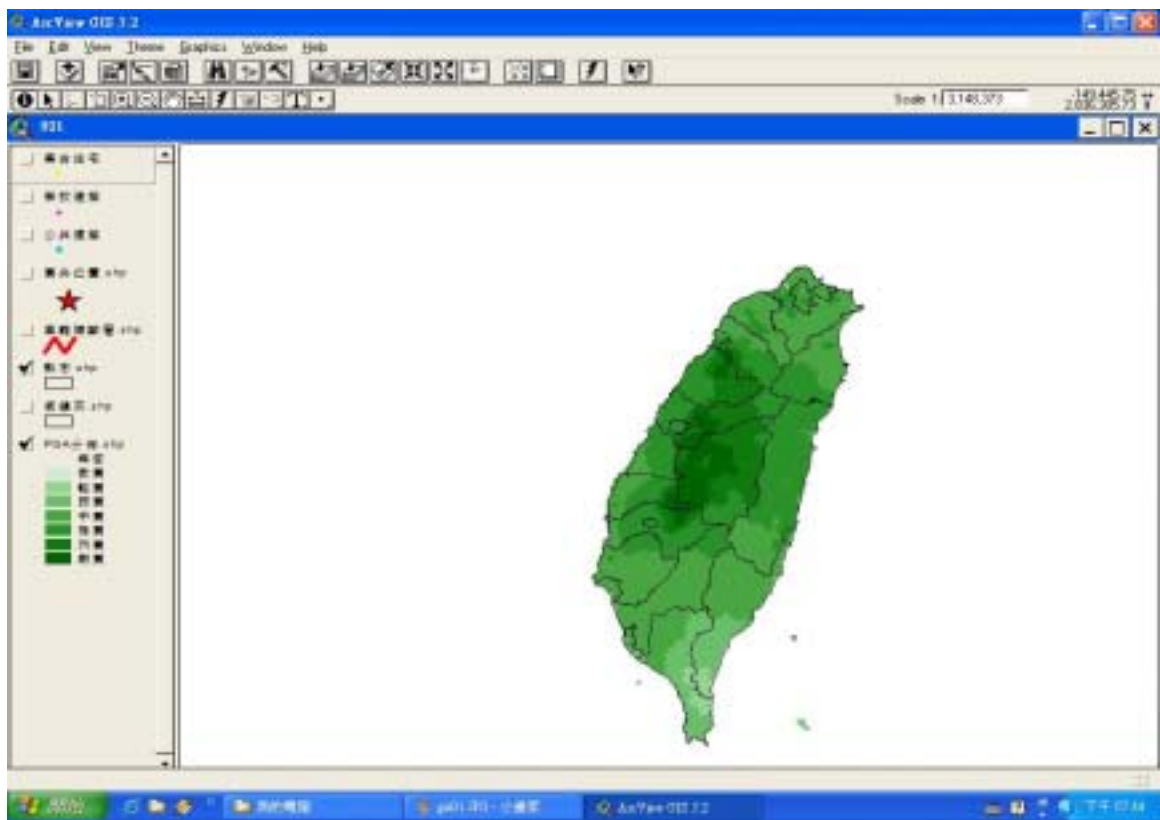


圖 4-3 PGA 分佈圖層及縣市邊界圖層

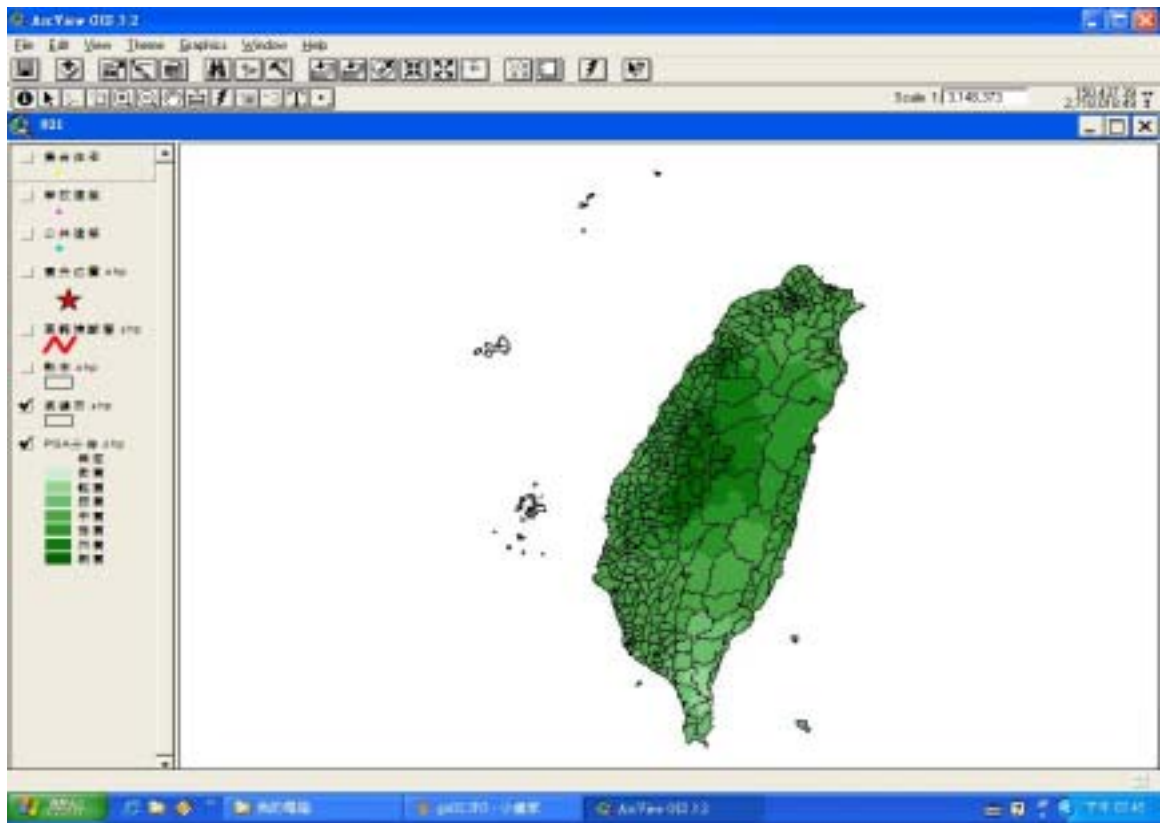


圖 4-4 PGA 分佈圖層及鄉鎮市邊界圖層

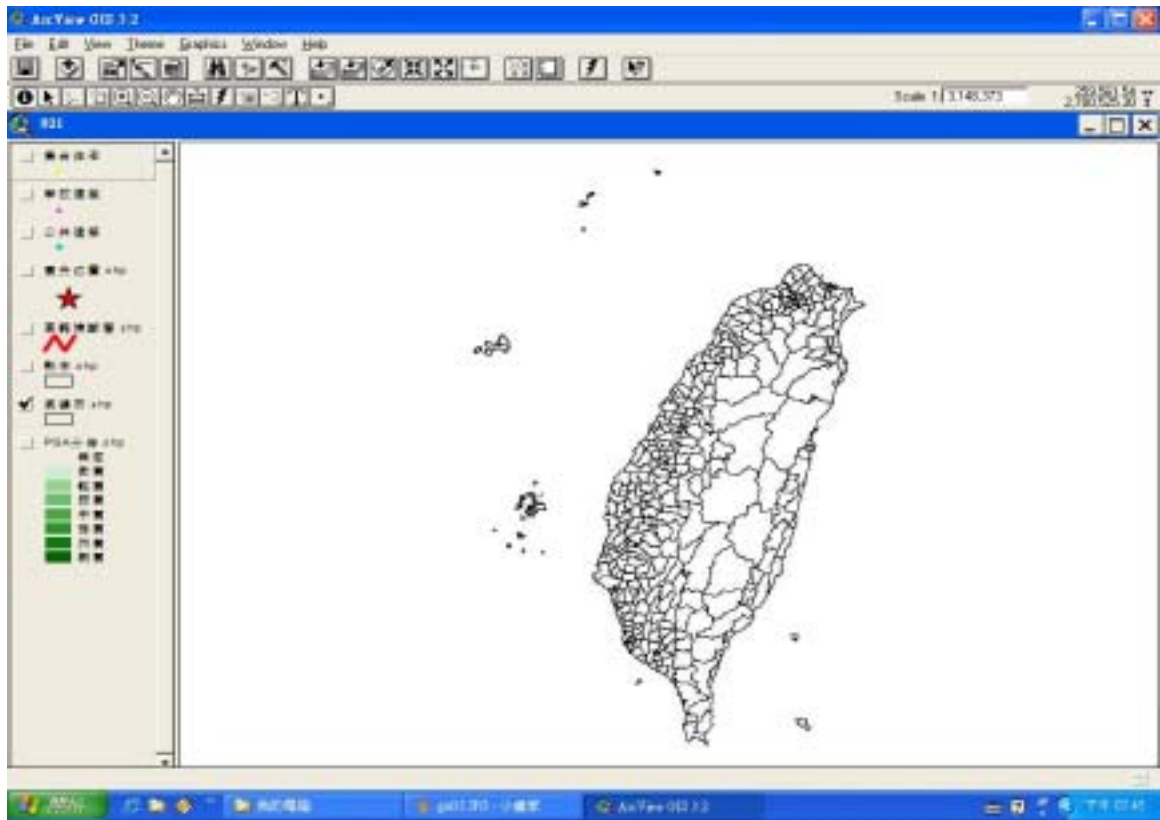


圖 4-5 鄉鎮市邊界圖層

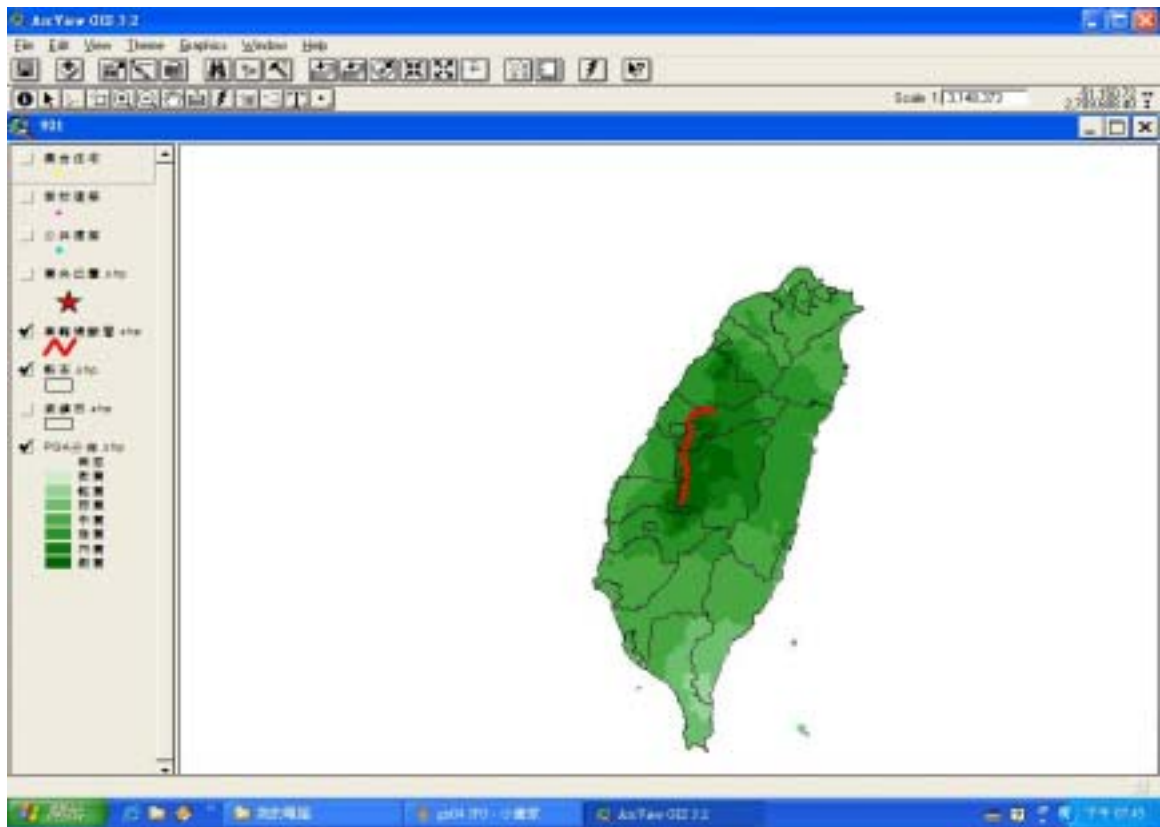


圖 4-6 車籠埔斷層圖層

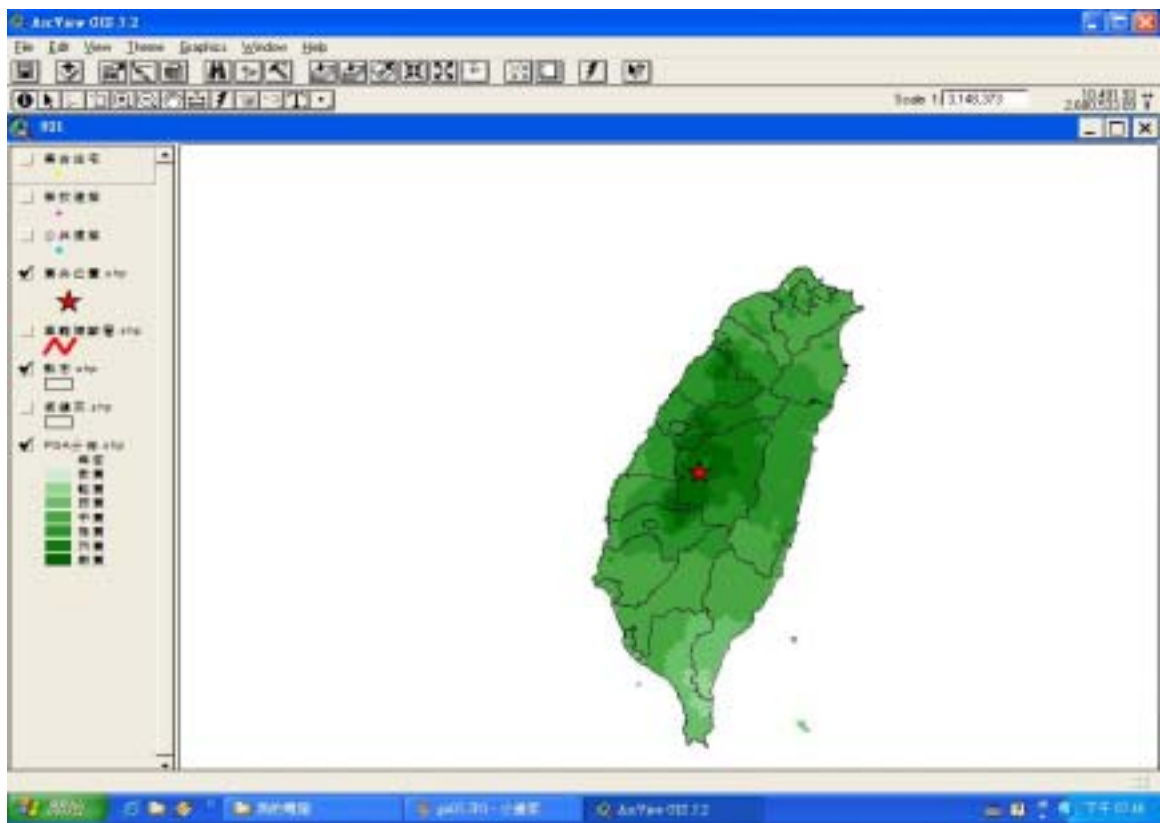


圖 4-7 震央位置圖層

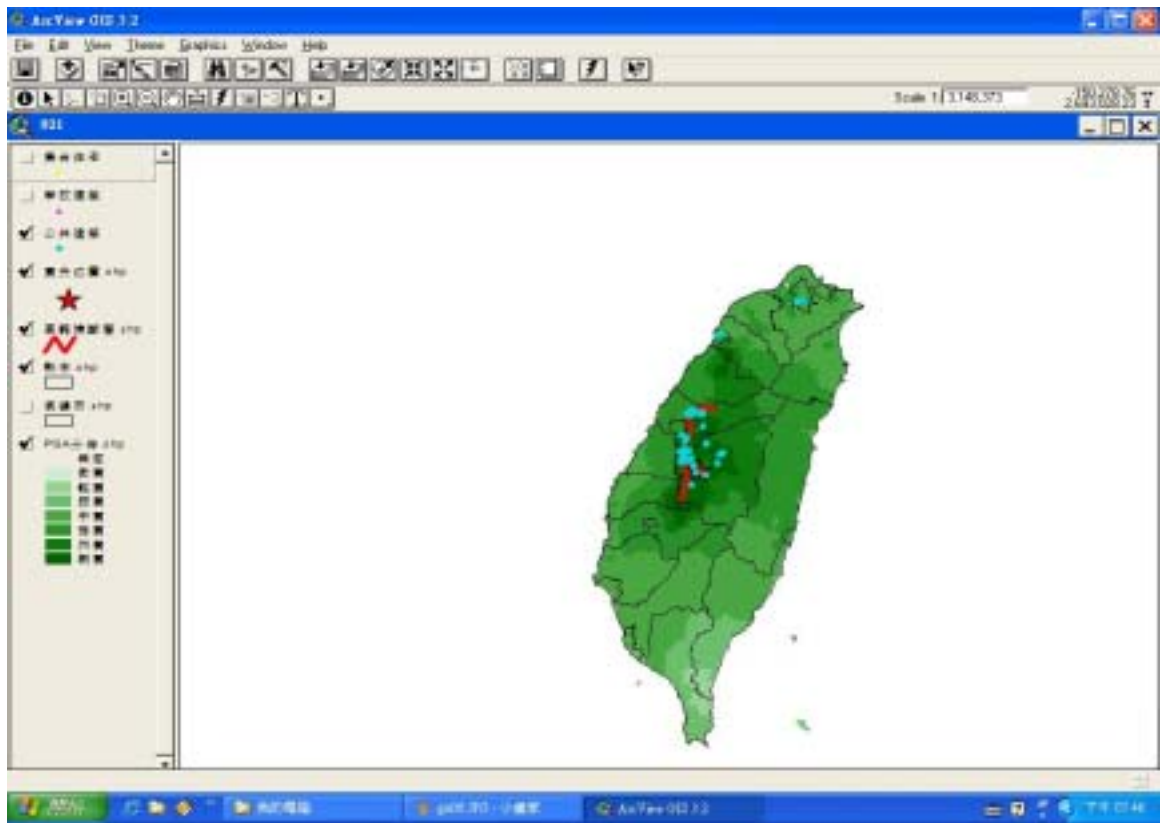


圖 4-8 公共建築分佈圖層

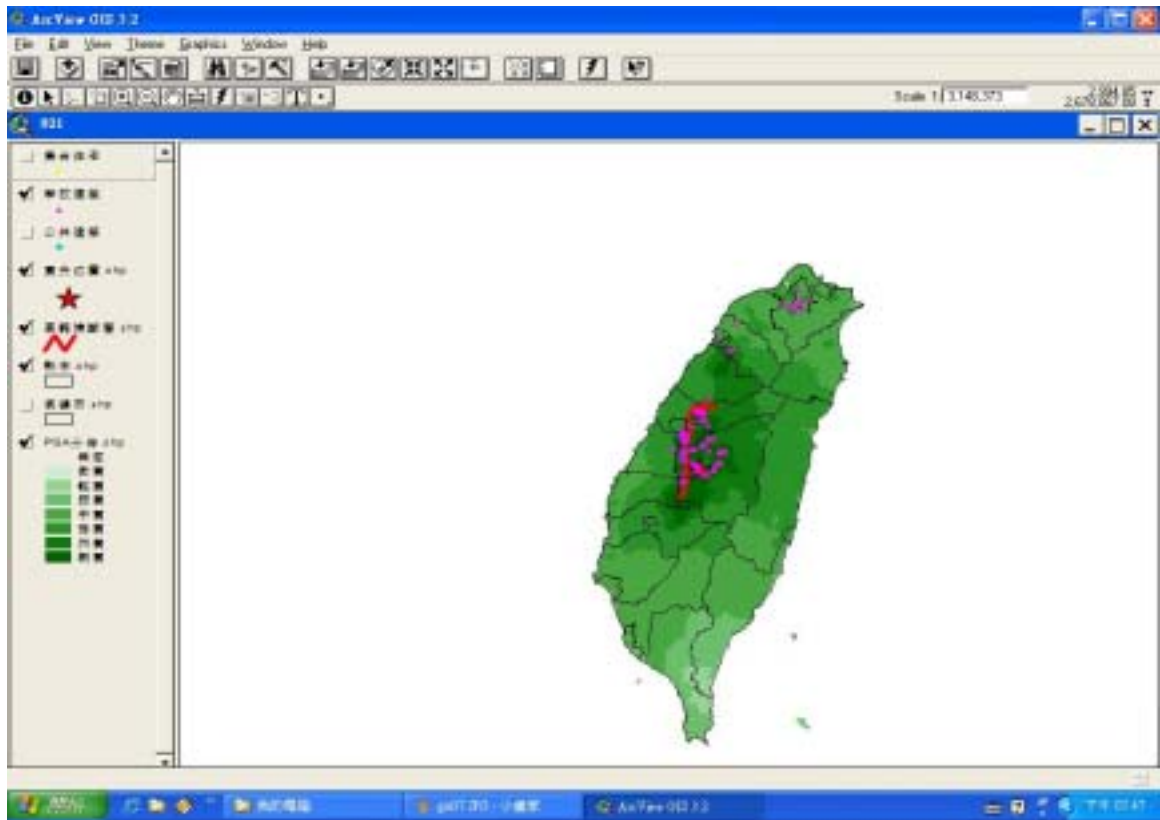


圖 4-9 學校建築分佈圖層

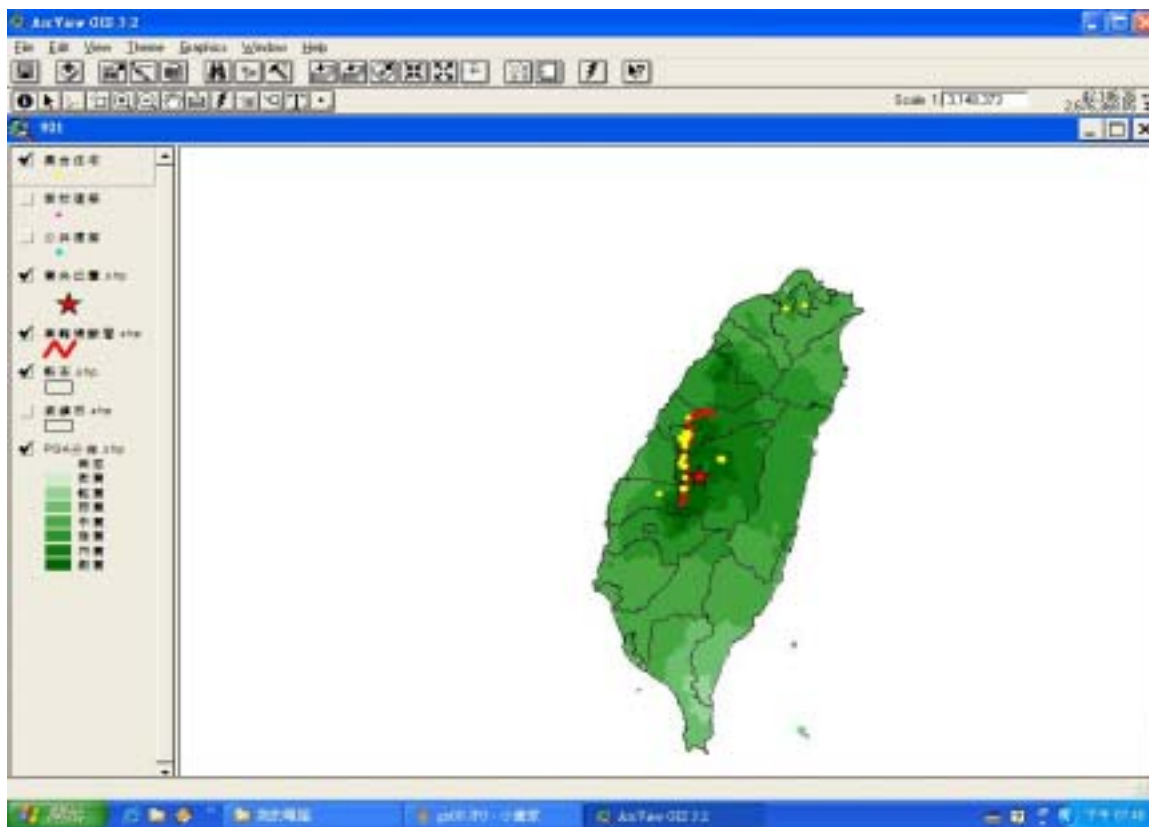


圖 4-10 公共建築分佈圖層

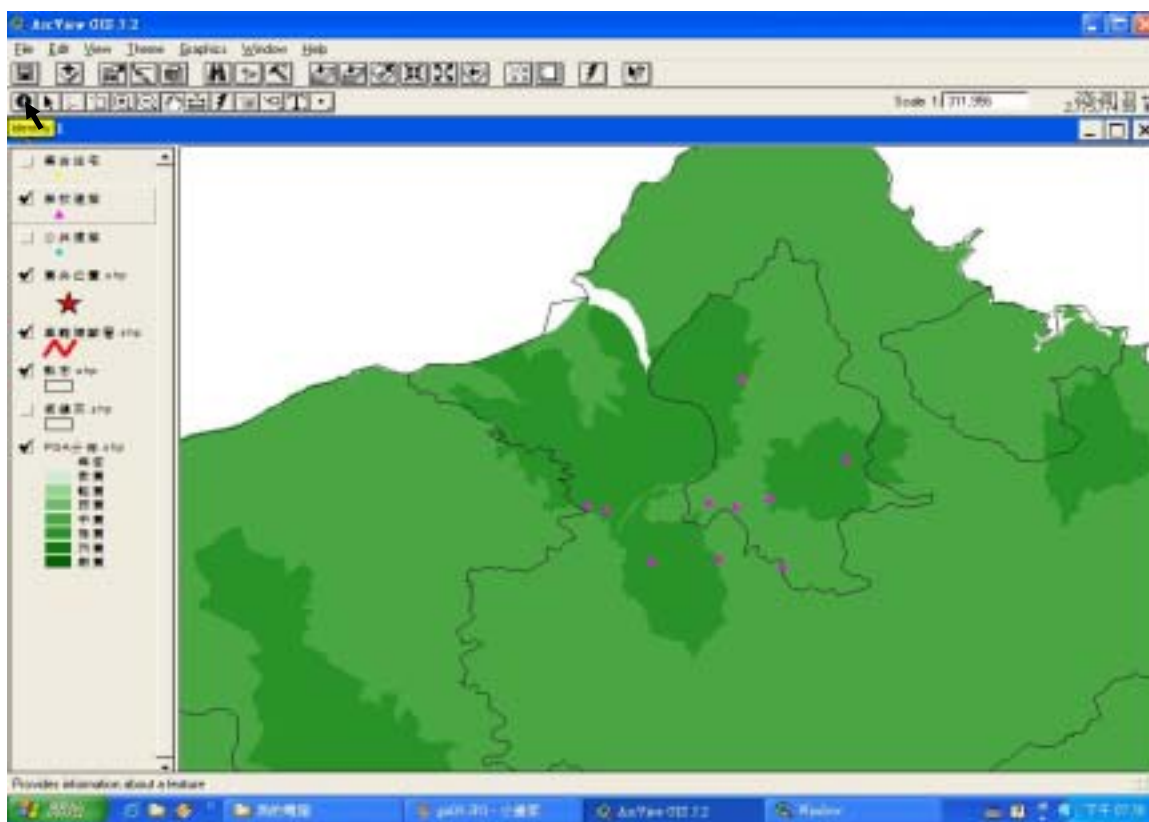


圖 4-11 學校建築屬性資料查詢

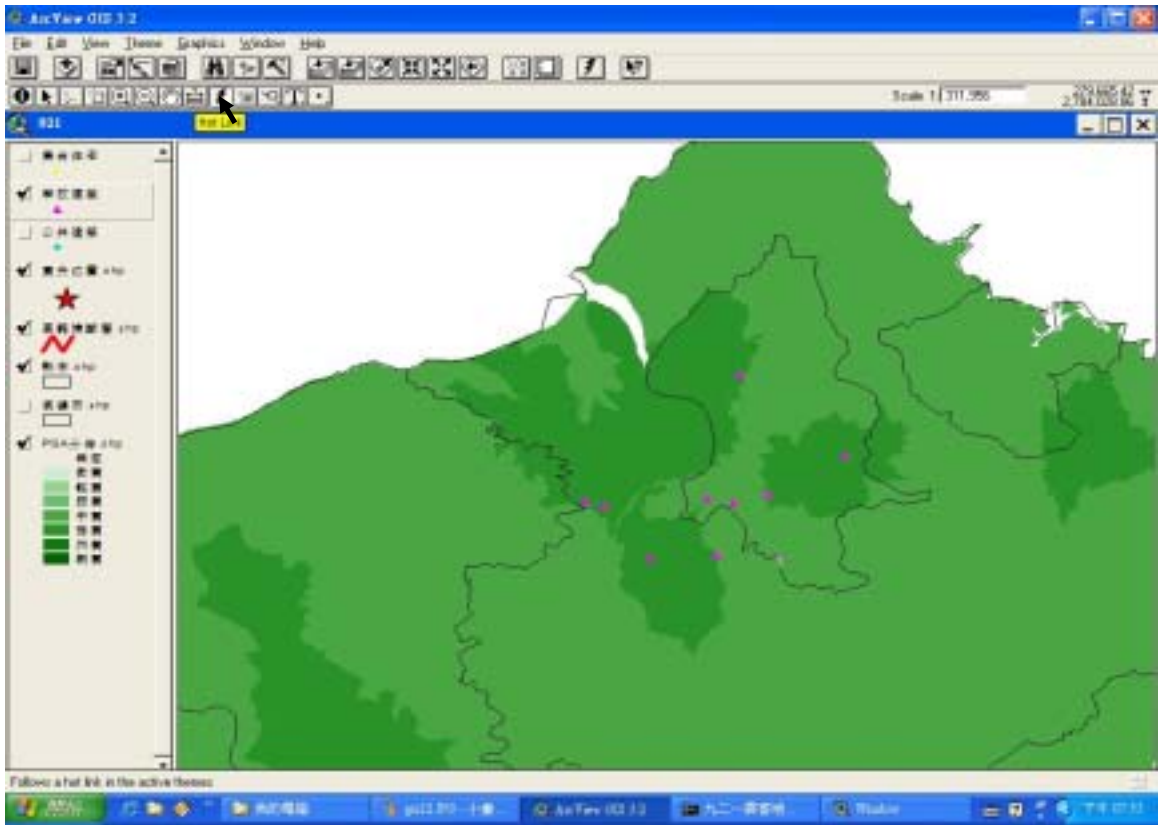


圖 4-14 學校建築圖片資料查詢

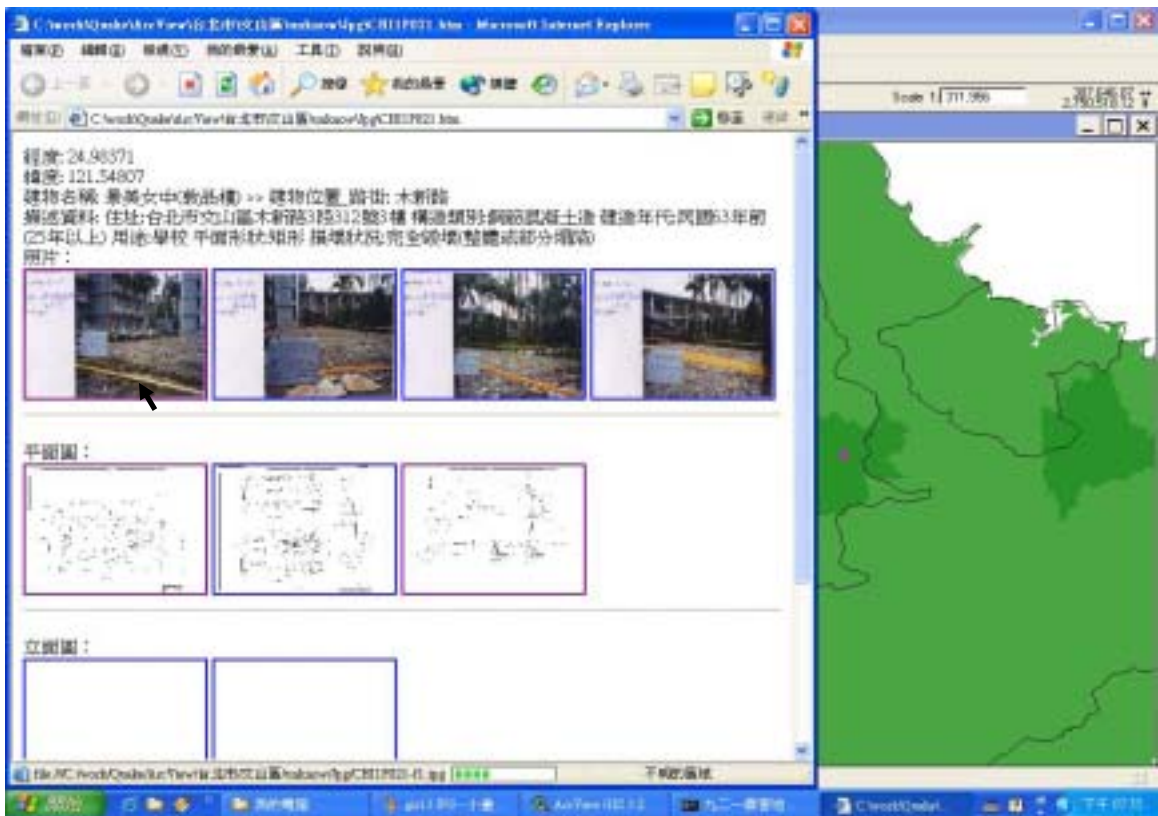


圖 4-15 景美女中圖片資料查詢瀏覽器

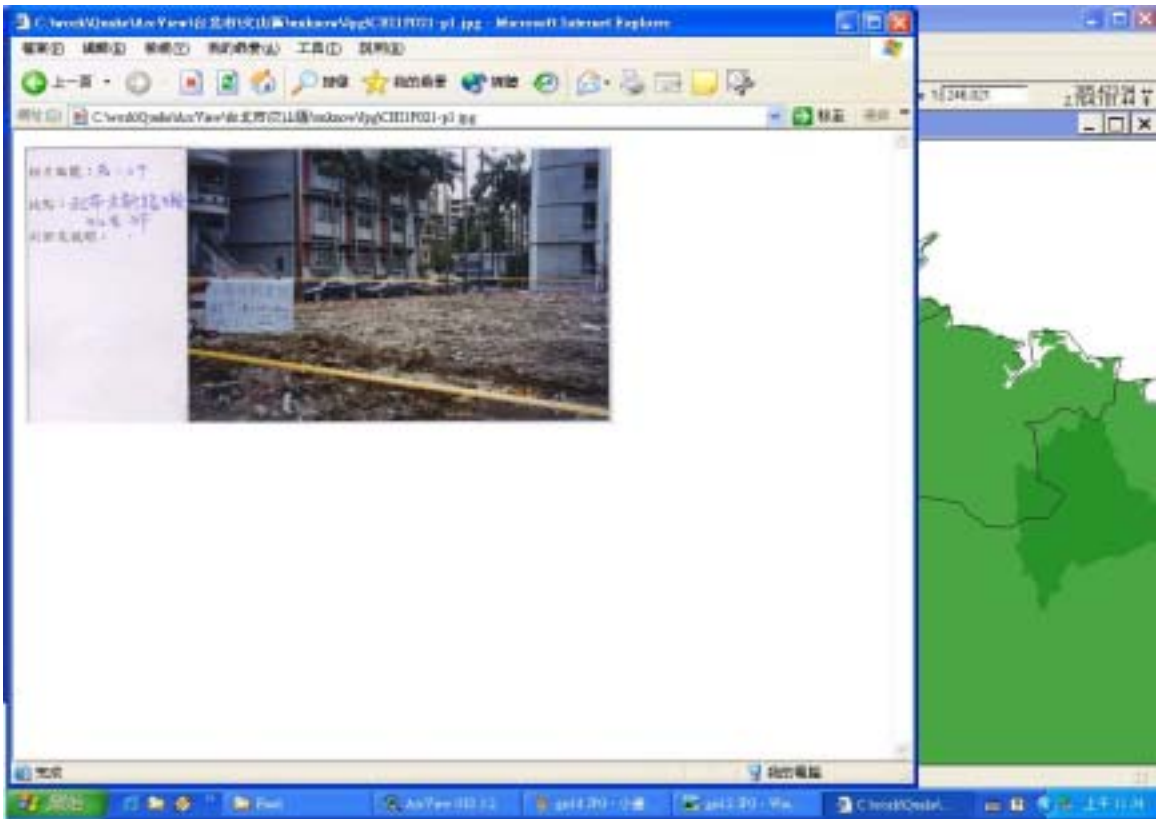


圖 4-16 景美女中照片資料查詢

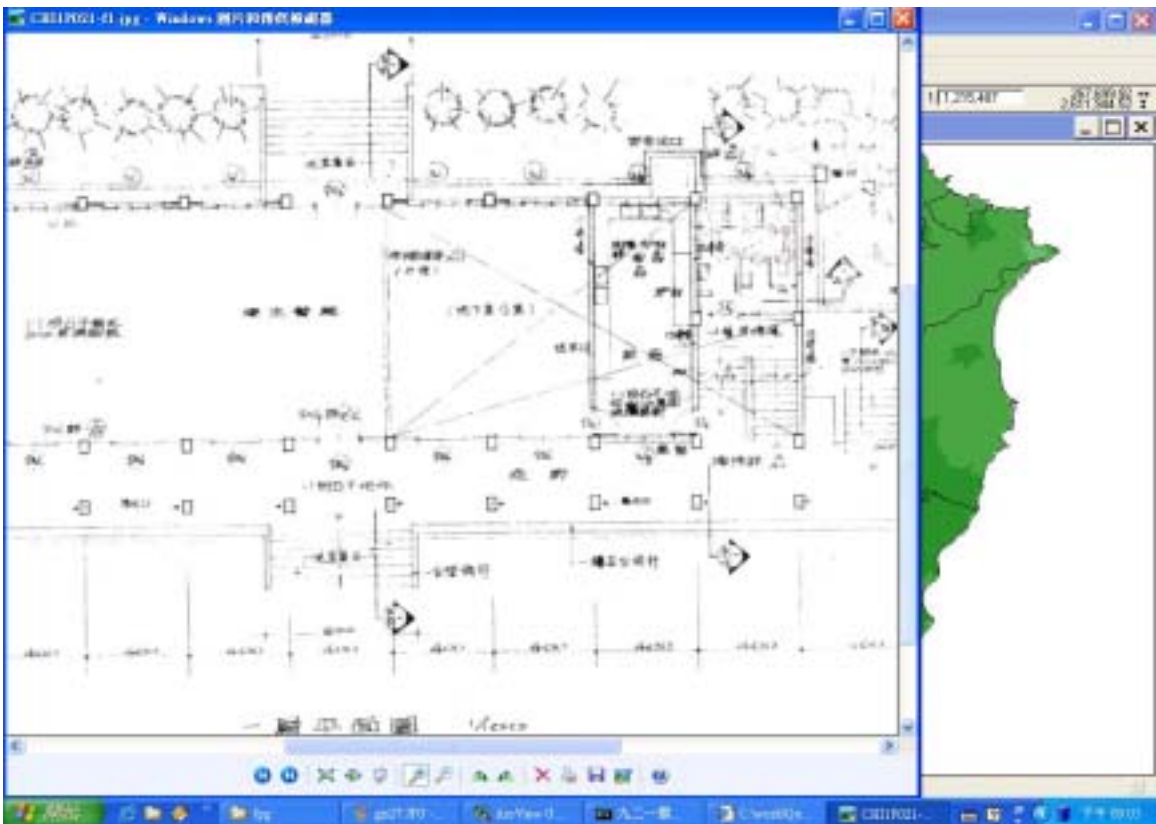


圖 4-17 景美女中平面圖資料查詢

第三節 建築物震害資料管理系統之實作

建築物震害資料管理系統之操作流程如圖 4-18 及圖 4-19 所示。進入建築物震害資料管理系統之畫面則如圖 4-20 所示，選擇功能中的震害資料即可進入操作資料及圖片管理的功能。震災資料管理功能起始畫面如圖 4-21 所示，畫面中顯示的資料為九二一震災資料庫中的第一筆資料。本系統將資料庫中所有的欄位分為基本資料、建物構造與損壞程度三個表單，方便使用者閱讀及修改，另外還有一個相關圖片表單，用以管理建築物之相關圖片資料。

若要新增一筆資料，則按下畫面左上角的新增按鈕，便會進入新增資料的畫面，此時所有表單的欄位都會變成空白，所有的功能按鈕也只剩「取消」及「儲存」能作用，這時便可依序將資料填入建築物基本資料表單（如圖 4-22），建物構造表單（如圖 4-23）及損壞程度表單（如圖 4-24）中，接著按下「儲存」按鈕將資料存檔後，檢閱 Access 資料庫則可發現該筆資料已經新增在最後一筆資料（如圖 4-25）。而資料新增後系統也會自動產生一個圖片預覽的 html 檔（如圖 4-26），讓使用者可以對該筆新增的資料進行圖片的預覽。若欲刪除該筆資料，則按下畫面左上方的「刪除」按鈕（如圖 4-27），確定後該筆資料即從資料庫中被刪除。

欲查詢資料時，按下畫面左上方的「搜尋」按鈕則會出現查詢選單畫面（如圖 4-28 所示），將欲查詢的條件輸入選單後按下選單右上方之「查詢」按鈕，所有符合查詢條件的資料就會出現在選單下方（如圖 4-29）。假設使用者需要修改景美女中（敦品樓）的資料，則在景美女中的資料前方雙擊（double click）滑鼠左鍵，就可以將查詢選單中景美女中的資料回傳到系統的表單裡（如圖 4-30），按下畫面左上方之「修改」按鈕，即可以對資料開始進行修改。若將建物名稱欄位的景美女中（敦品樓）改成景美女中如圖 4-31，按下畫面上方的儲存按鈕後，Access 資料庫中的景美女中的建物名稱欄位內的資料就被修改成景美女中了（如圖 4-32）。

欲新增或刪除資料庫中的相關圖片（照片、平面圖立面圖及結構圖），需先點選相關圖片表單（如圖 4-33）。以景美女中為例，點選畫面左下方之藍色描述檔字樣，則可進入圖片預覽畫面（如圖 4-34），此畫面與 GIS 系統之圖片查詢功能進入的畫面相同。點選畫面左下方之藍色檔案路徑字樣，則可得到景美女中相關圖片的存放路徑（如圖 4-35）。以新增一筆景美女中的立面圖為例，此時資料庫中已經有兩張立面圖，欲增加第三張立面圖，則需先選擇圖片的來源路徑，按下畫面上方「選擇檔案」按鈕，則會出現選擇圖片的畫面（如圖 4-36），找到需要的圖

片後按下「確定」按鈕，則該來源圖片的檔名及路徑會被系統自動回傳到照片路徑的空格中，先按下畫面左上方的「修改」按鈕後，再按下畫面中央的「新增」按鈕（如圖 4-37），則來源圖片就會被複製到相關圖片路徑中成為第三張立面圖（如圖 4-38），接著按下畫面上方的儲存按鈕後才能將新增圖片的結果存檔，此時再點選畫面左下方之藍色描述檔字樣，進入圖片預覽畫面則可以看出第三張立面圖已經新增完成（如圖 4-39）。

欲刪除圖片則進入相關圖片表單並勾選欲刪除圖片的種類，點選欲刪除的圖片後先按下畫面左上方的「修改」按鈕後，再按下畫面中央的「刪除」按鈕，則會出現詢問是否確定刪除的訊息（如圖 4-40），若按下「確定」按鈕後圖片就會被刪除，再按下畫面上方的「儲存」按鈕將刪除圖片的結果存檔（如圖 4-41）。

進入九二一震災資料分析及統計系統則會看到如圖 4-42 之畫面。若以縣市分類進行統計（如圖 4-43），可得如圖 4-44 之平面長條圖，從圖中可以看出九二一震災資料庫中以南投縣及台中縣的震損建築物數量最多。畫面右方可以選擇其他種類的統計圖表，例如圓餅圖，則同樣可以看出南投縣及台中縣的震損建築物所佔比例為最高（如圖 4-45）。若選擇兩個欄位進行分析，例如縣市及構造種類，則二維空間的統計圖

如平面長條圖看起來就較為複雜（如圖 4-46），若選擇三度空間的圖如立體長條圖則較容易看出相對關係（如圖 4-47）。

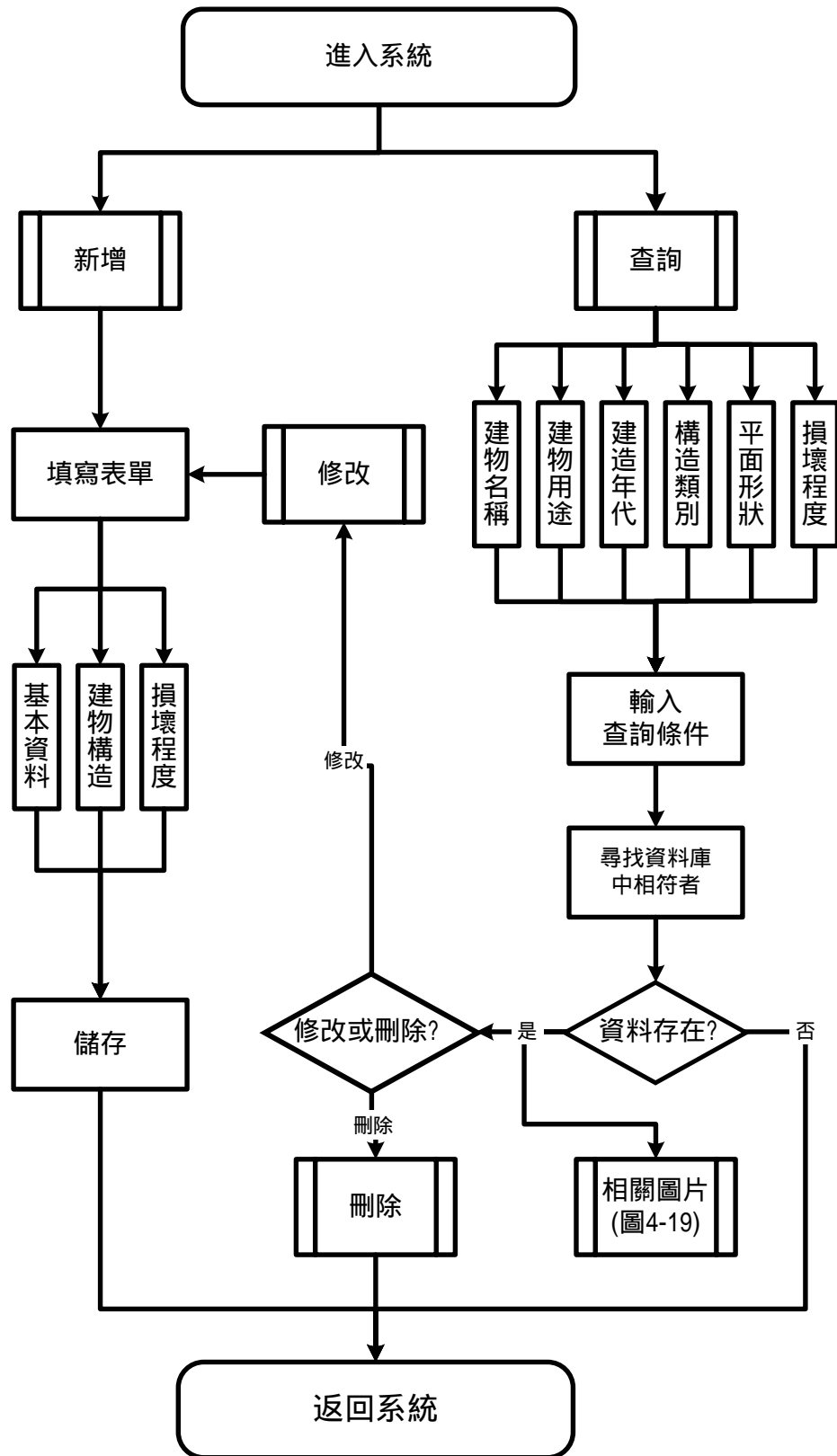


圖 4-18 建築物震害資料管理系統操作流程圖

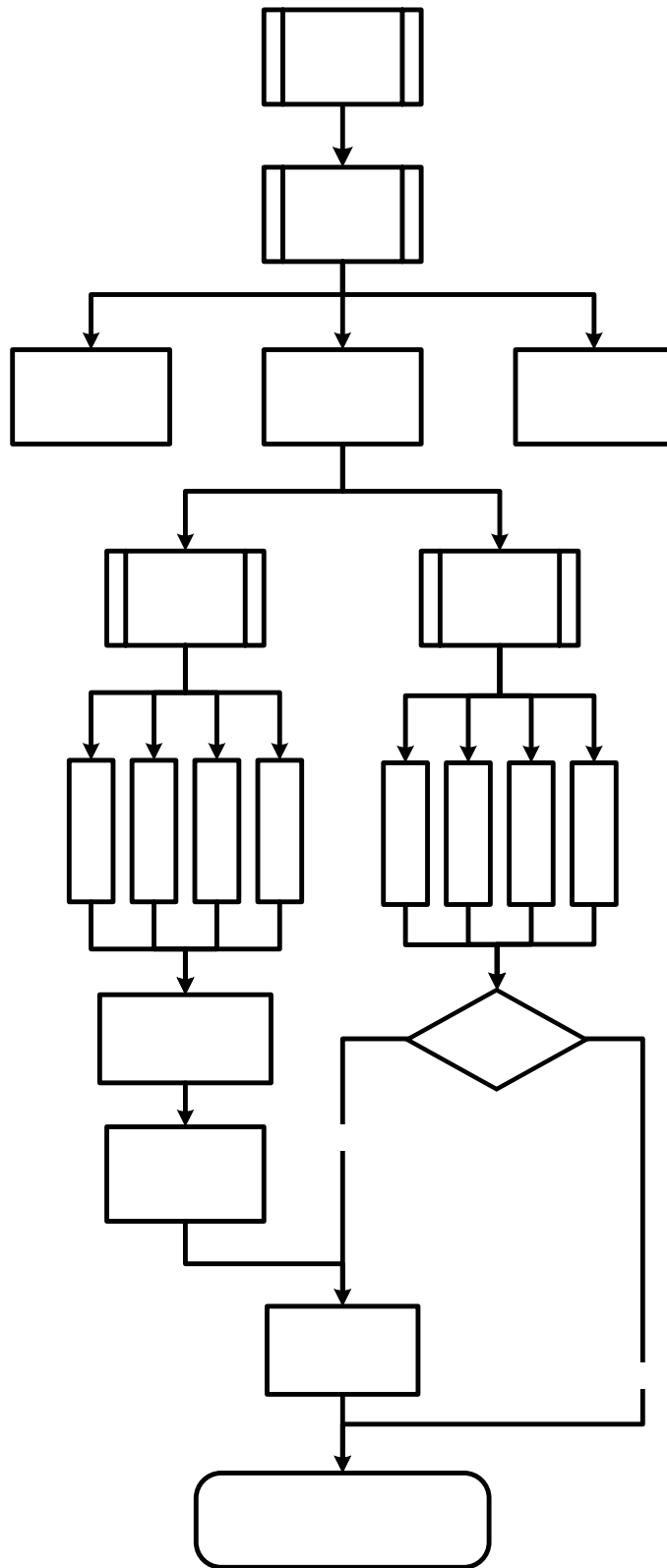


圖 4-19 建築物震害資料管理系統相關圖片操作流程圖

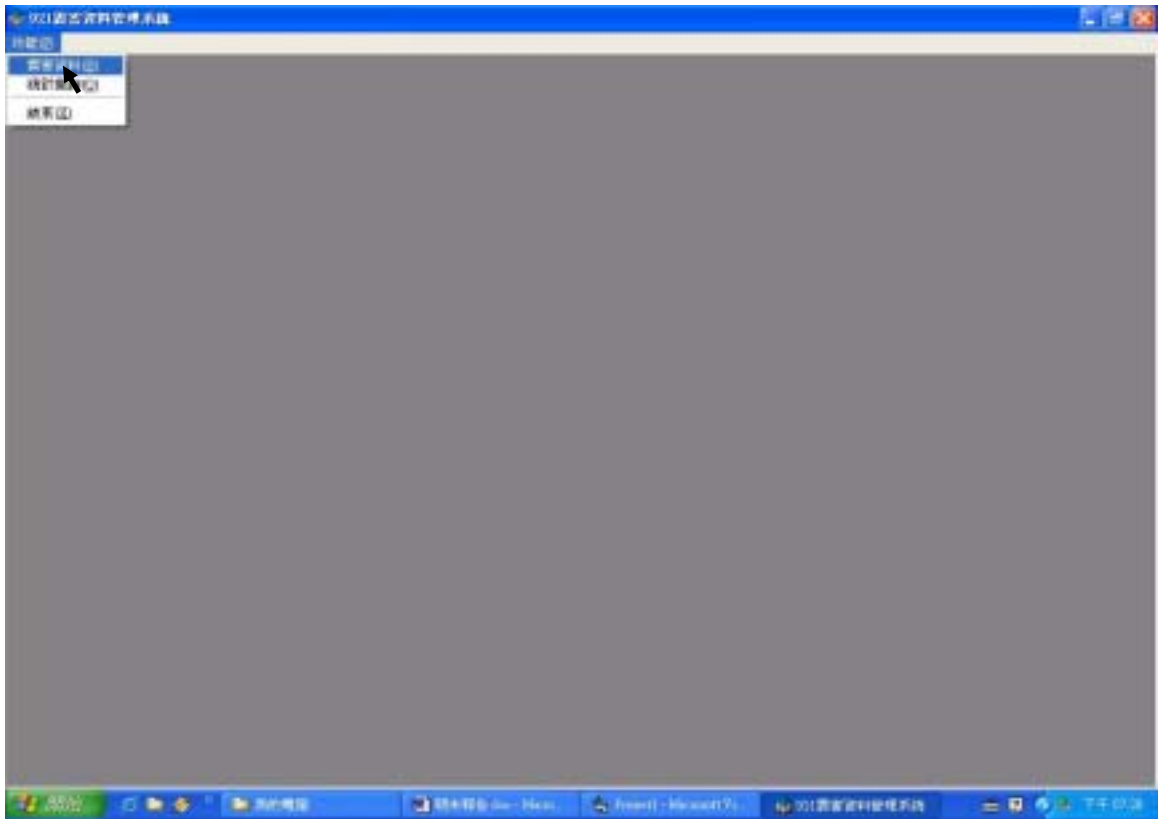


圖 4-20 建築物震害資料管理系統進入畫面

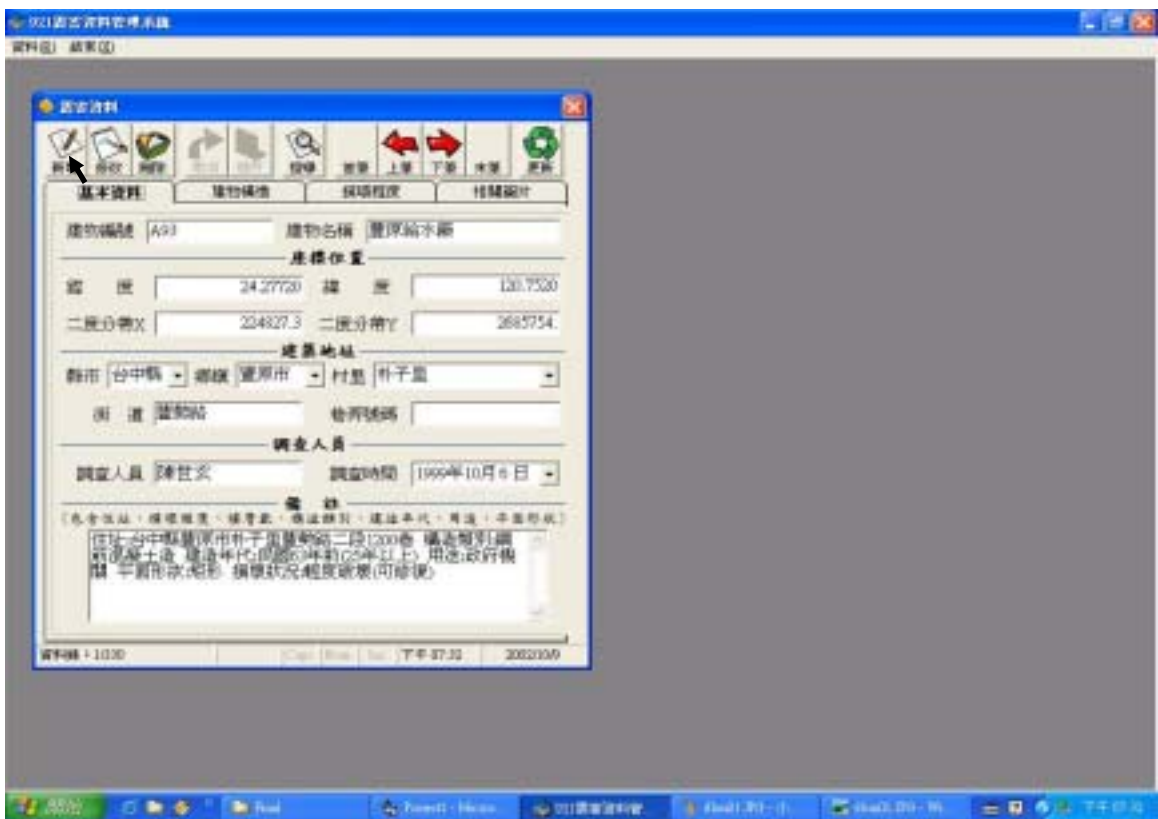


圖 4-21 震害資料管理功能起始畫面



圖 4-22 資料新增功能之基本資料表單

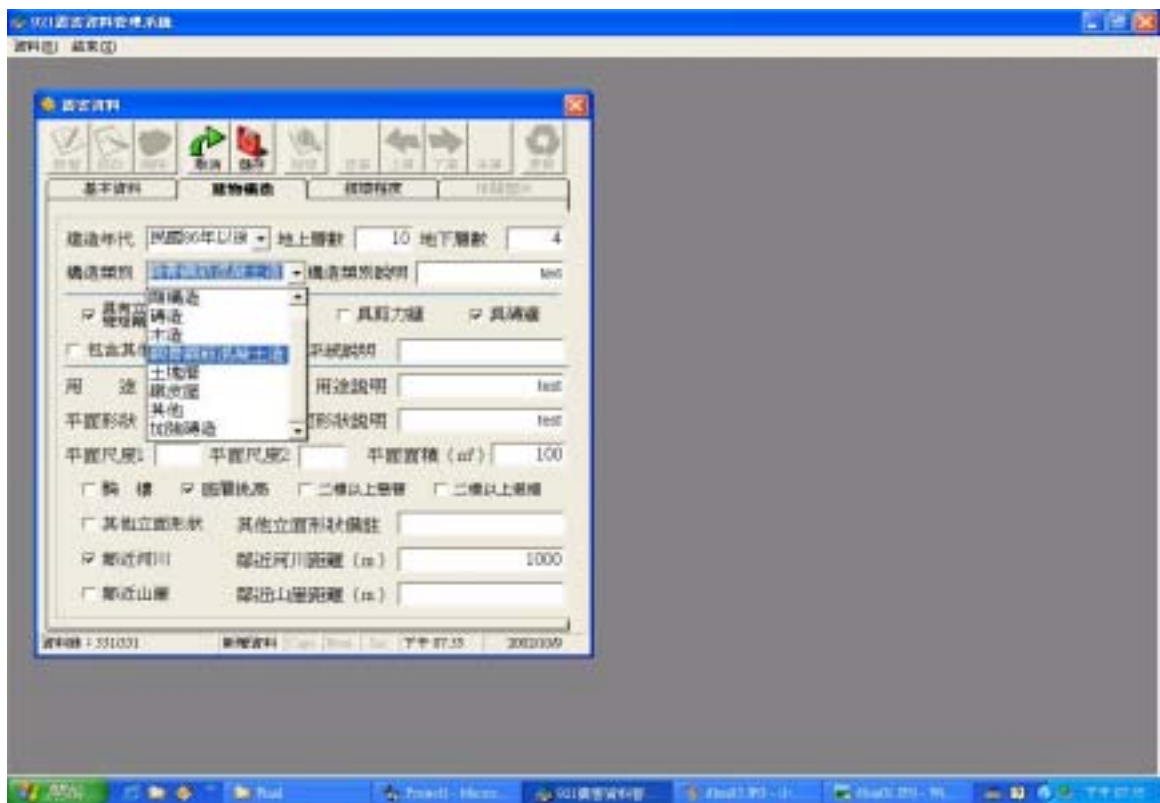


圖 4-23 資料新增功能之建物構造表單



圖 4-24 資料新增功能之損壞程度表單



圖 4-25 資料新增後之 Access 資料庫

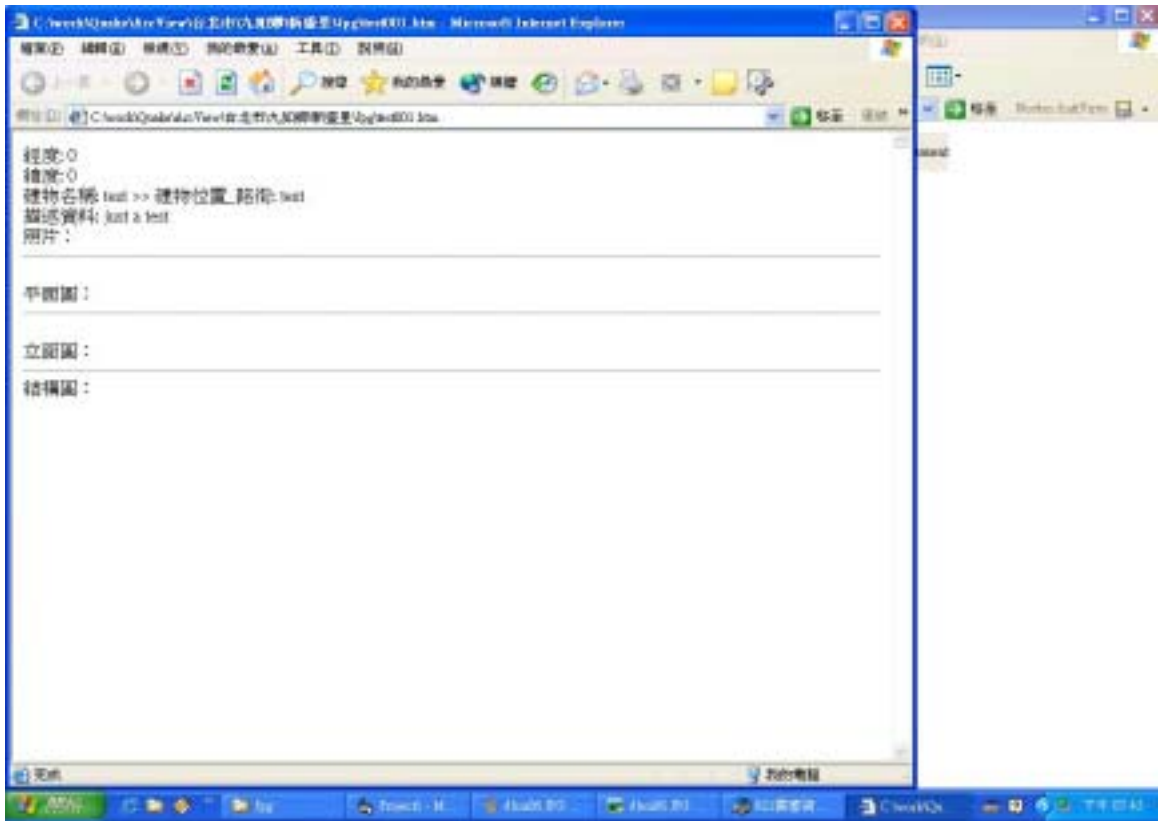


圖 4-26 資料新增後之圖片預覽

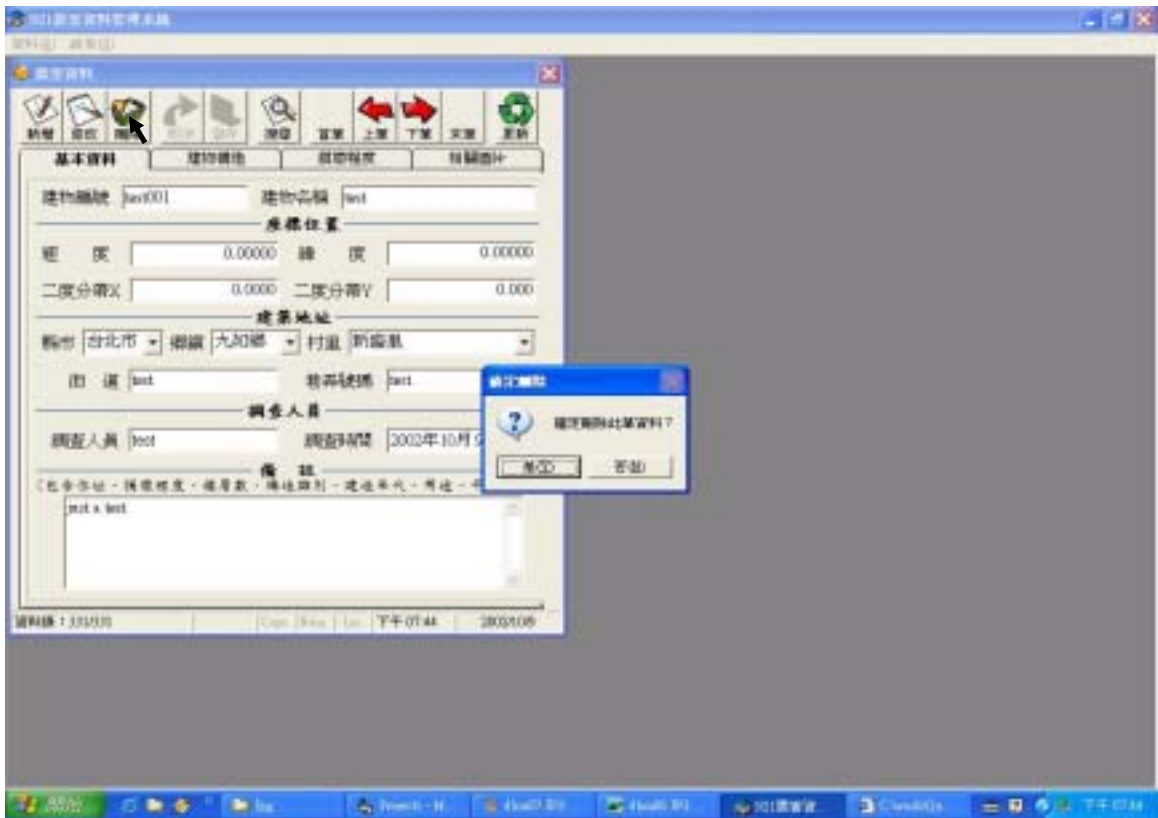


圖 4-27 資料刪除畫面

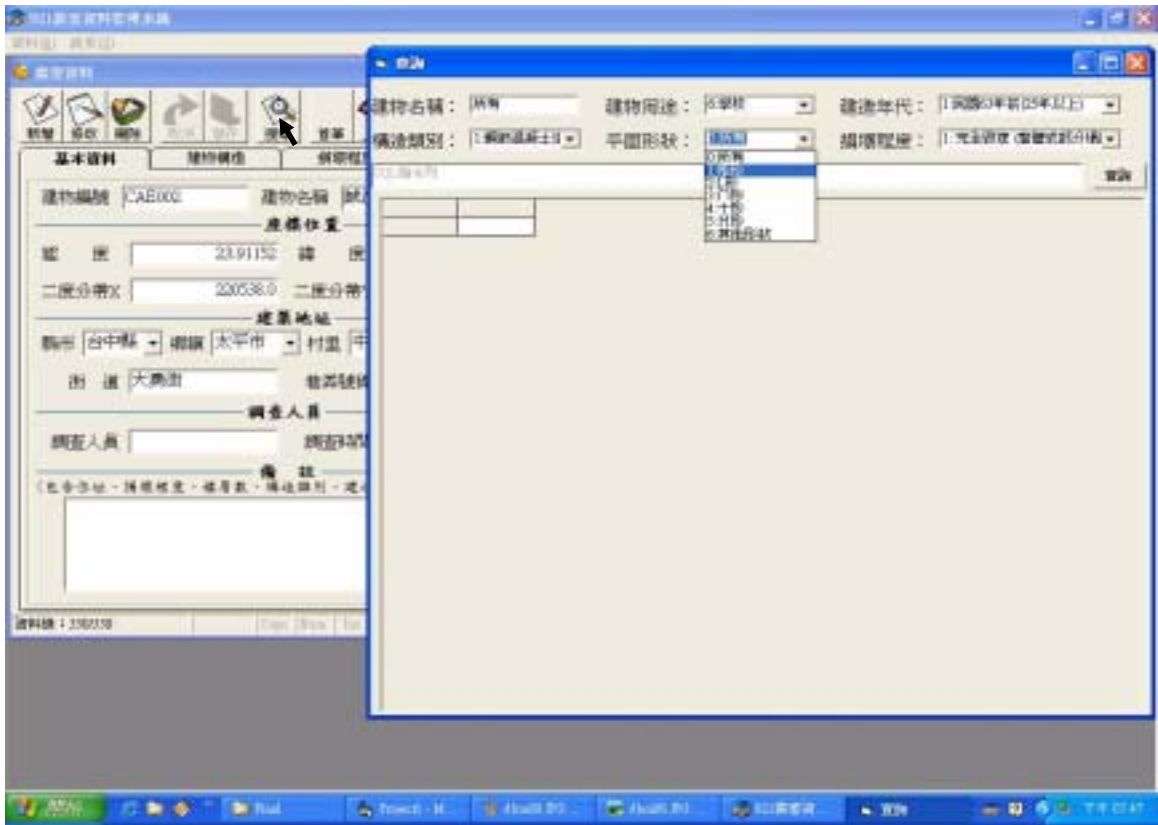


圖 4-28 資料查詢畫面

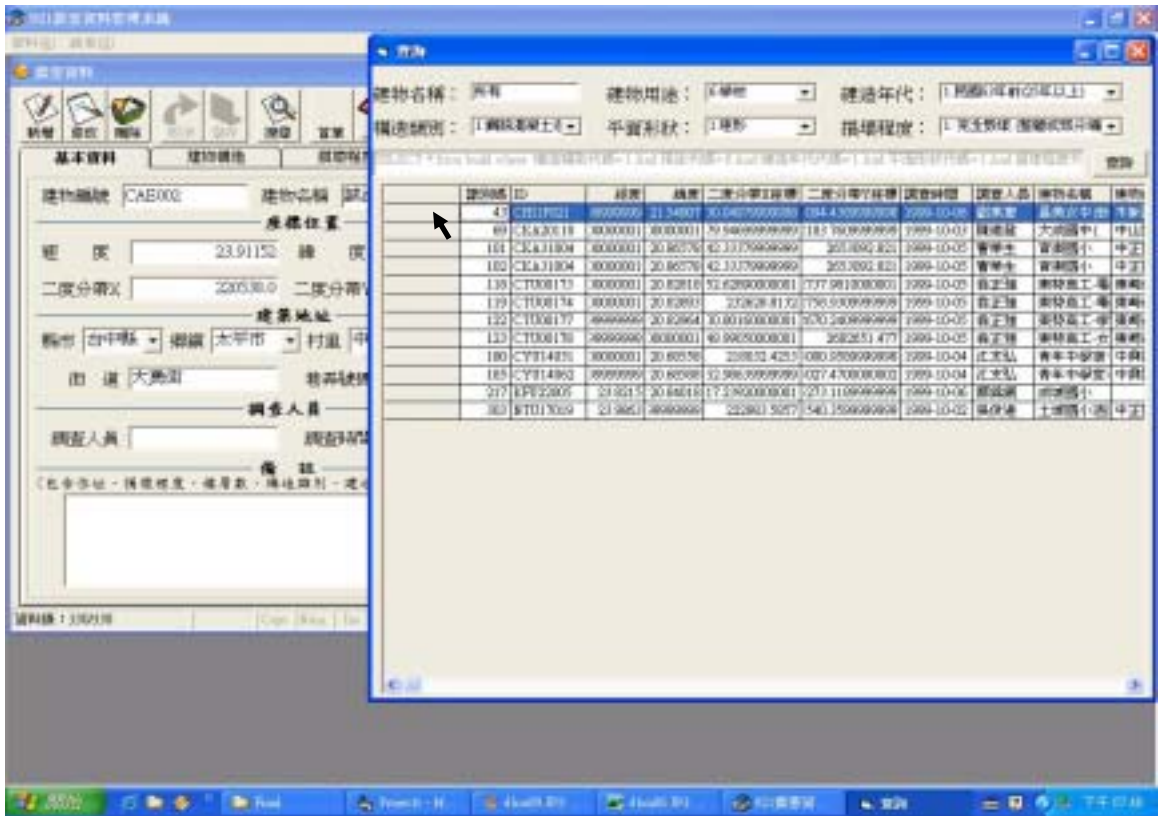


圖 4-29 資料查詢結果畫面

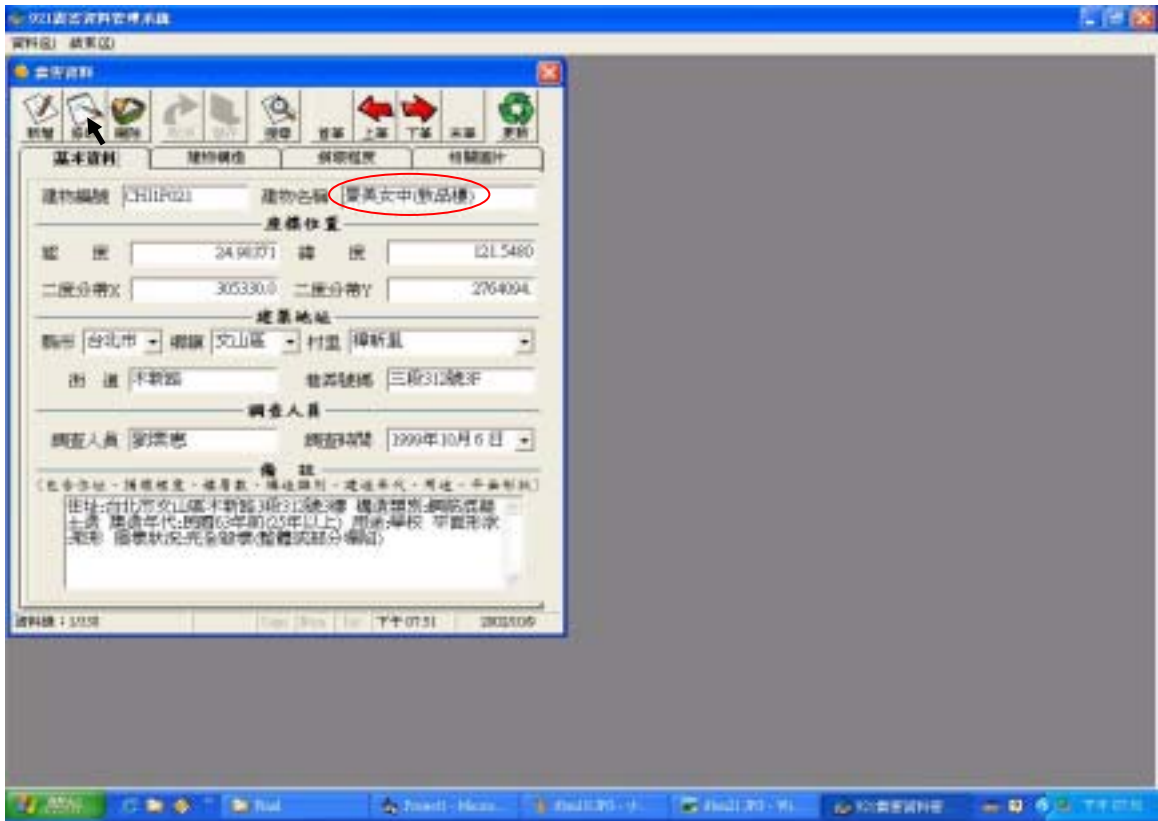


圖 4-30 資料查詢結果回傳

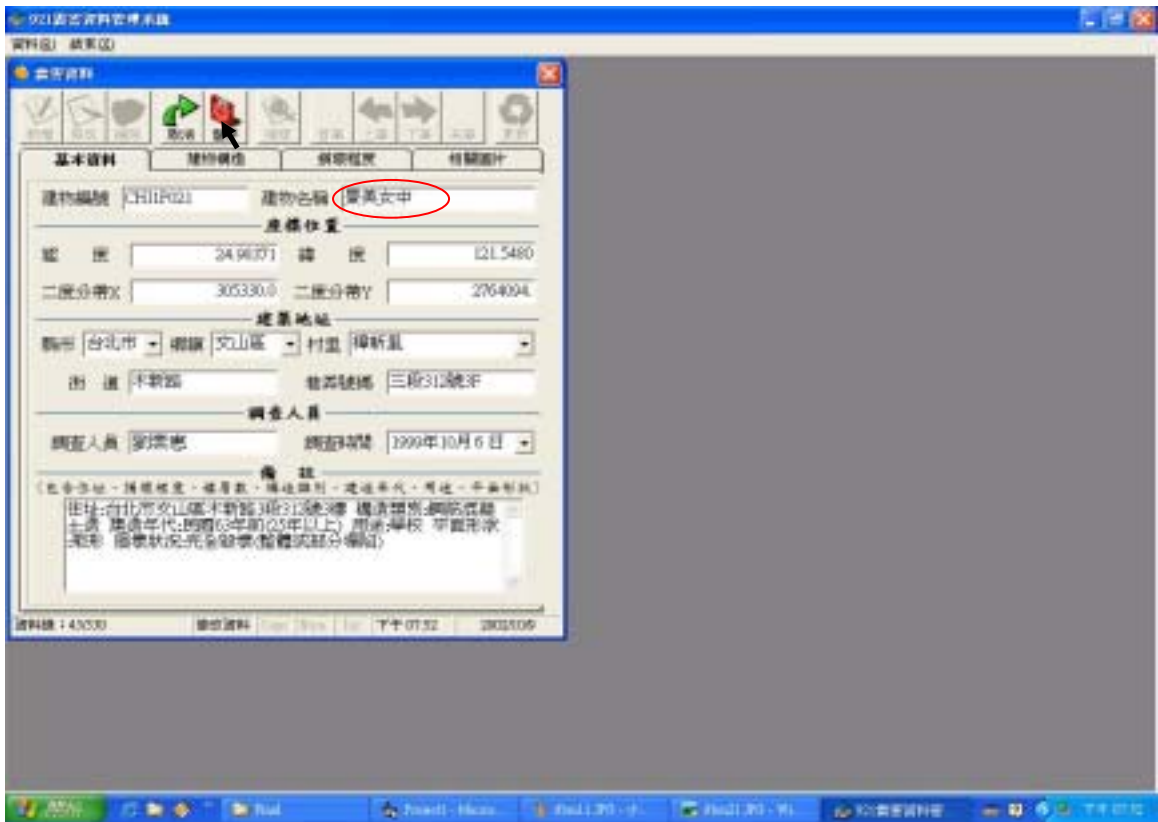


圖 4-31 景美女中案例之資料修改

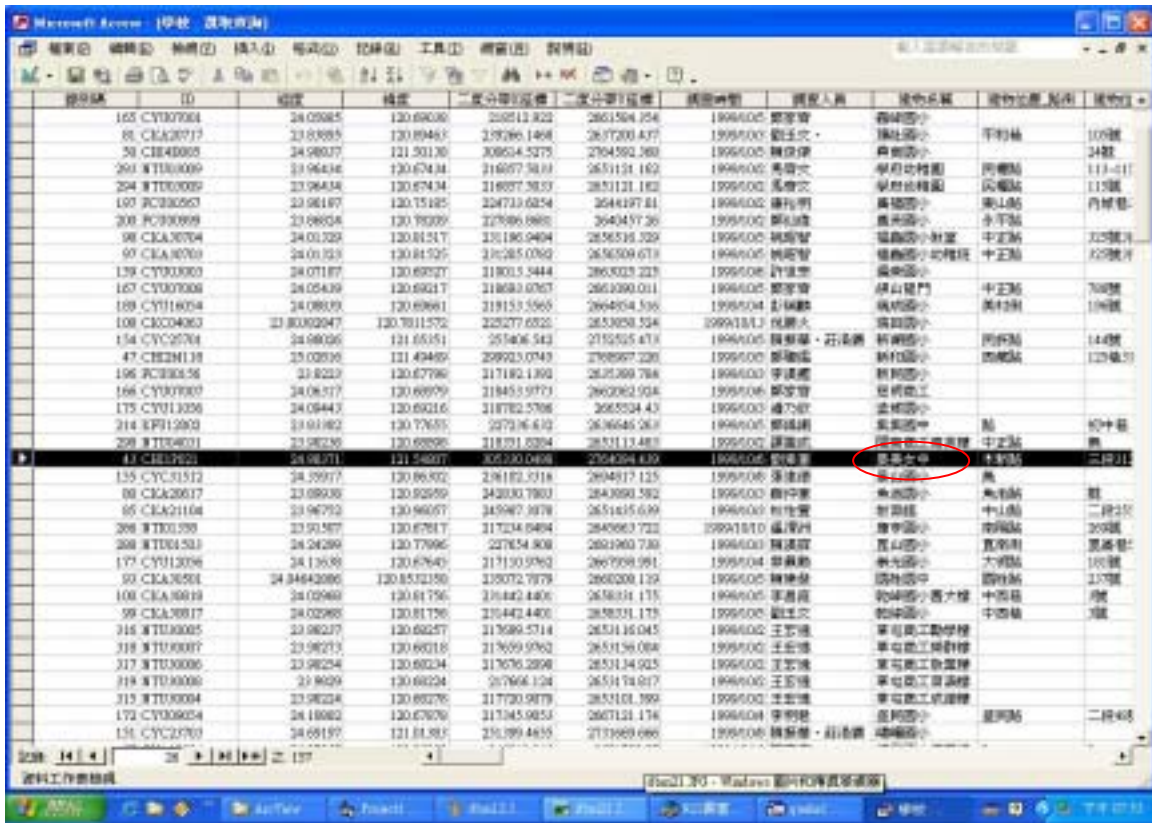


圖 4-32 景美女中案例資料修改後之 Access 資料庫



圖 4-33 相關圖片新增及刪除功能

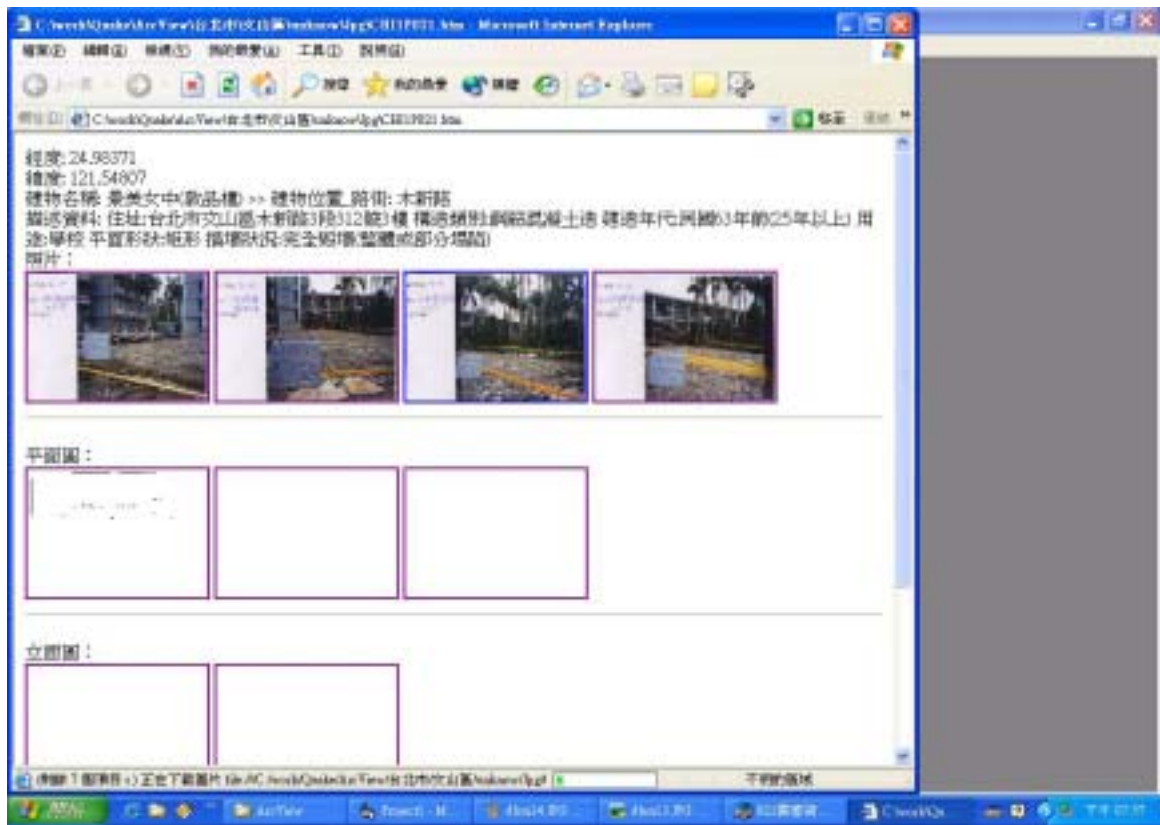


圖 4-34 景美女中案例之相關圖片資料預覽

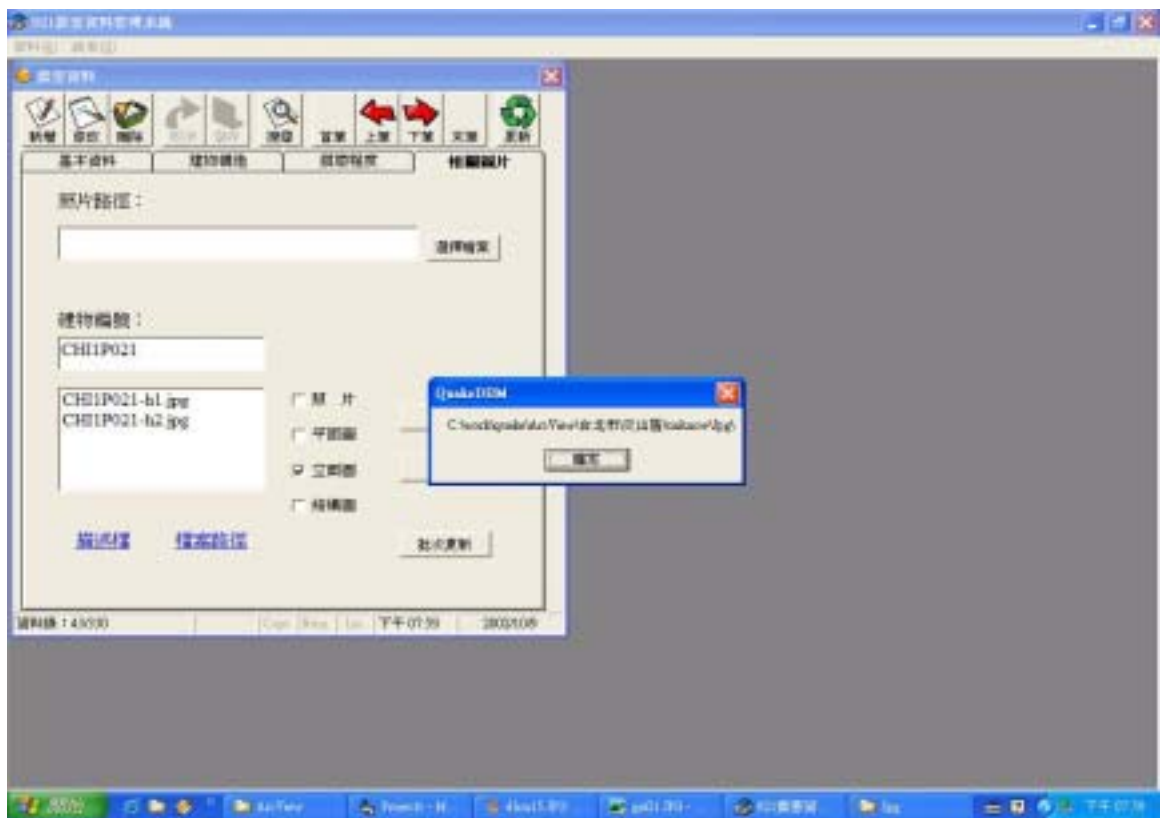


圖 4-35 景美女中案例相關圖片資料之存放路徑



圖 4-36 選擇新增圖片資料來源路徑

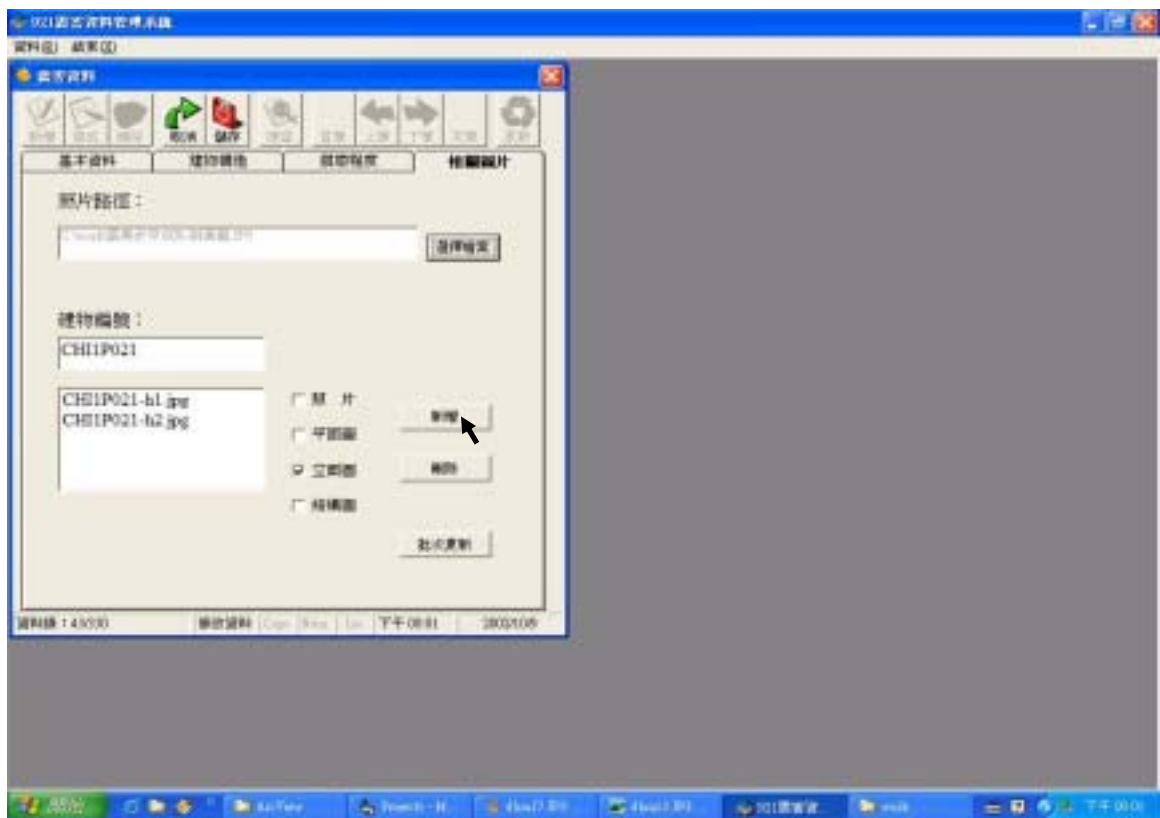


圖 4-37 新增景美女中案例之立面圖資料

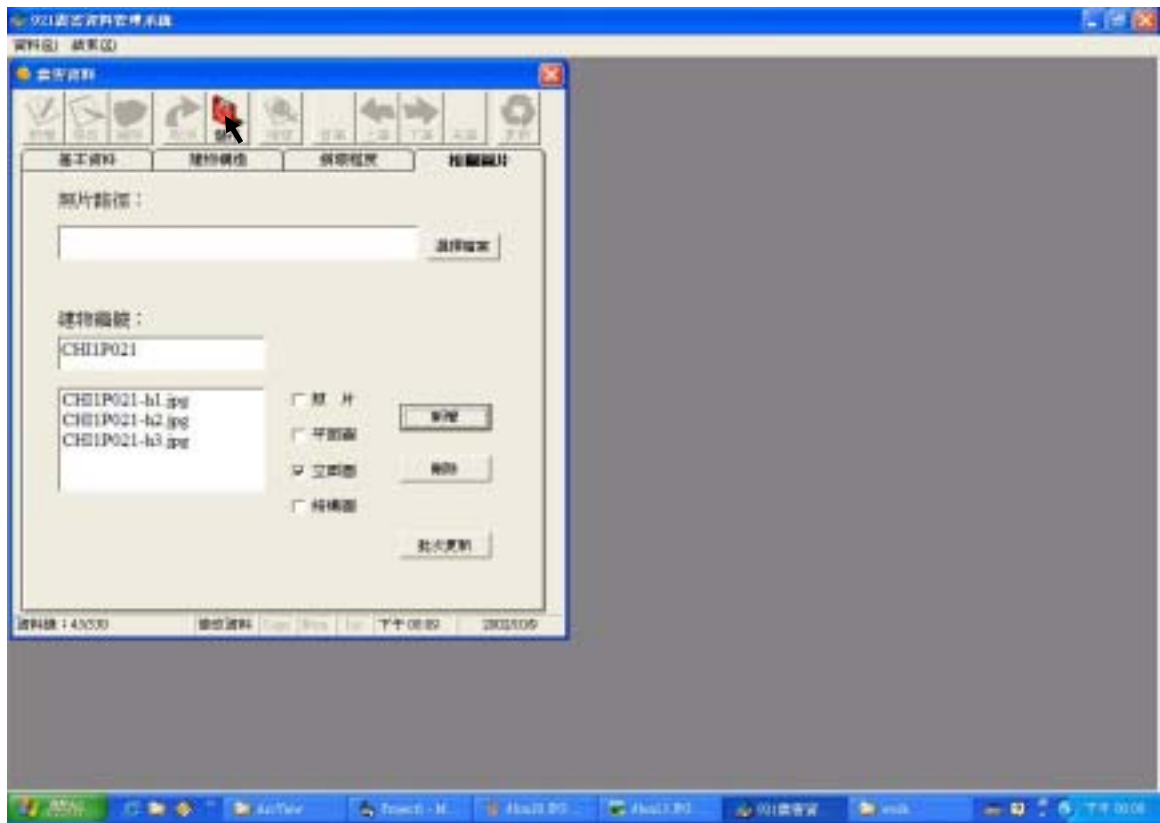


圖 4-38 景美女中案例之相關圖片

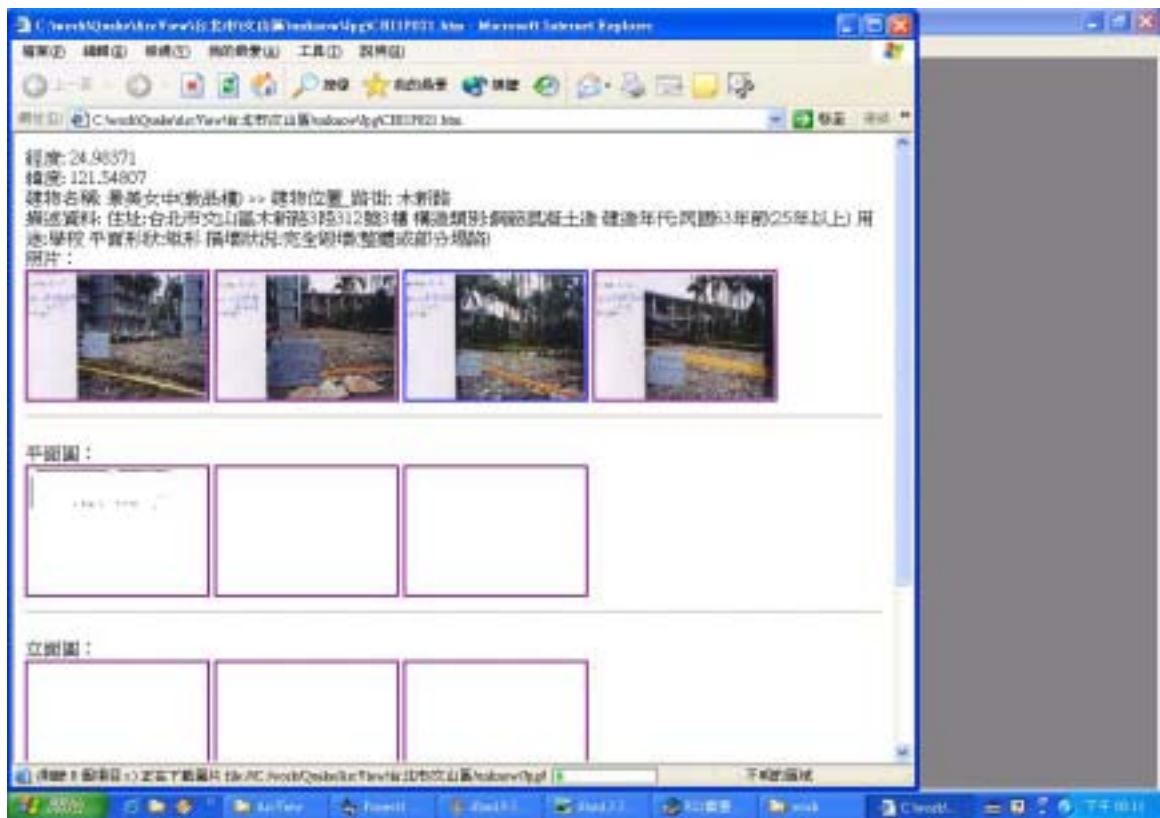


圖 4-39 檢視及預覽景美女中案例之相關圖片之新增結果

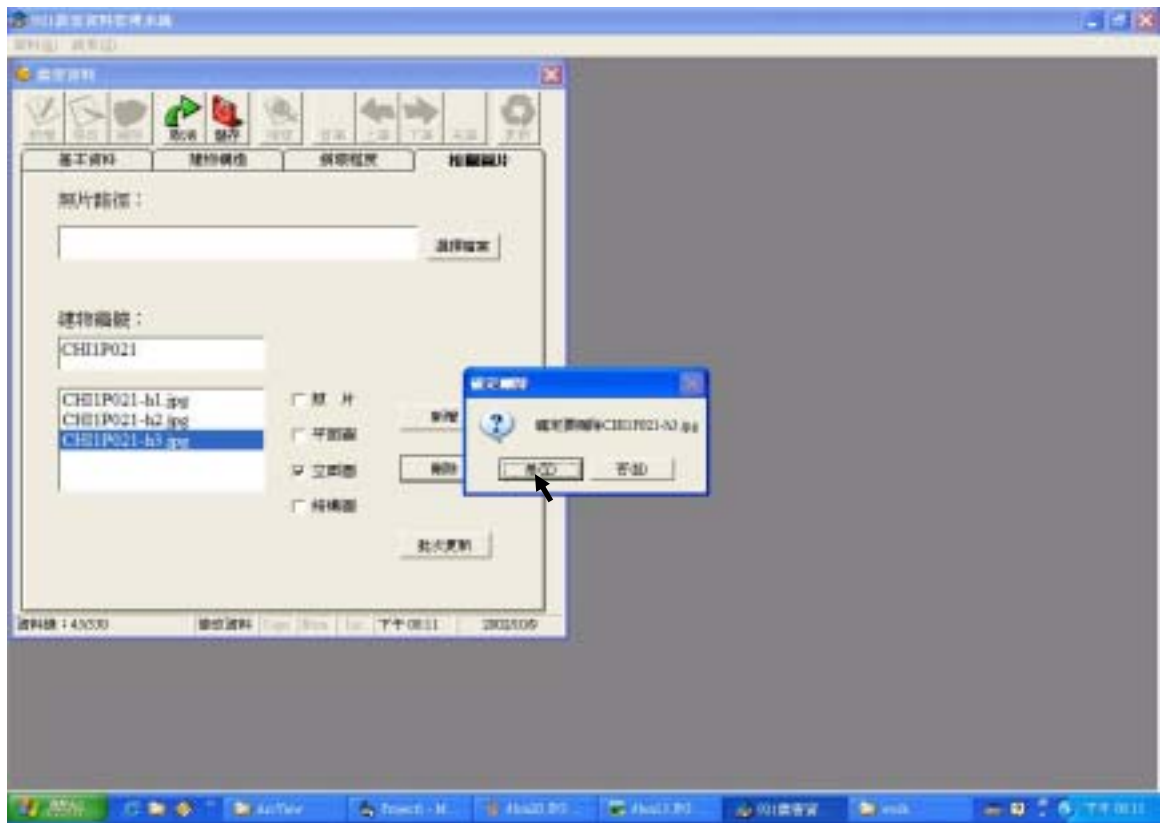


圖 4-40 刪除景美女中案例之立面圖資料



圖 4-41 儲存景美女中案例之立面圖資料

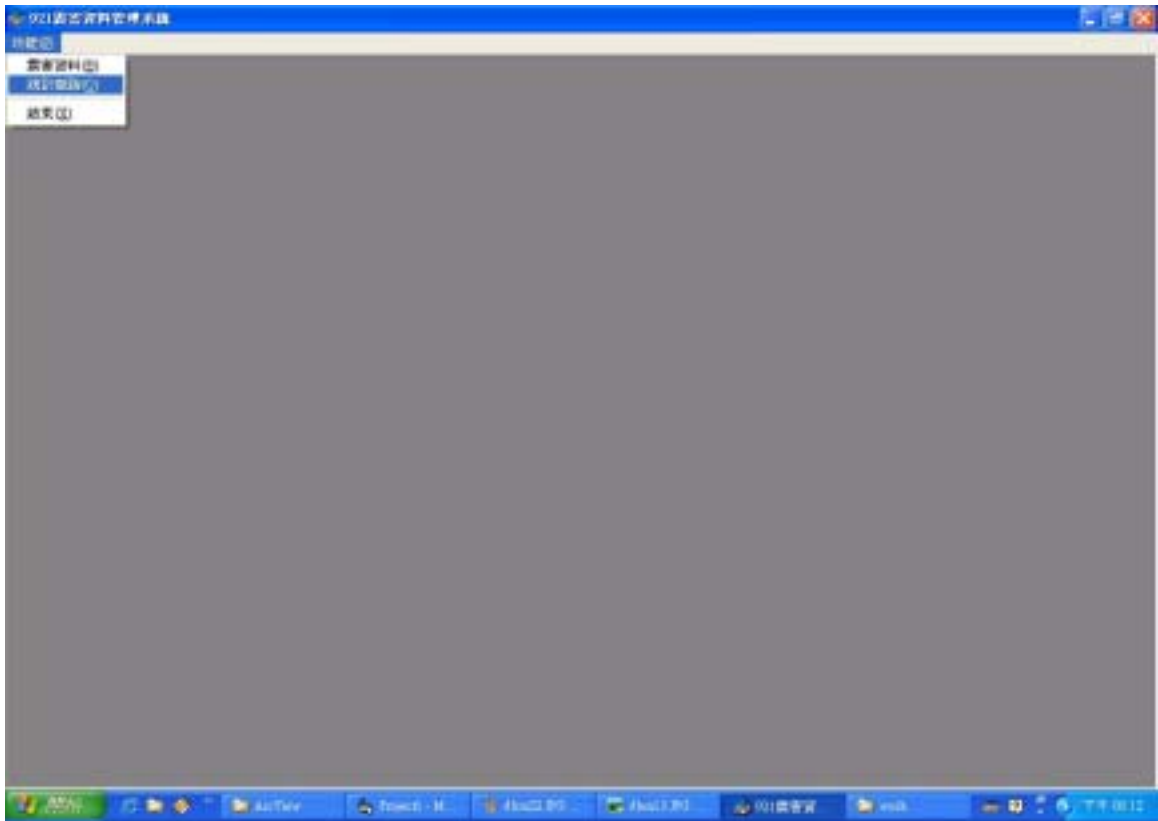


圖 4-42 九二一震災資料統計系統進入畫面

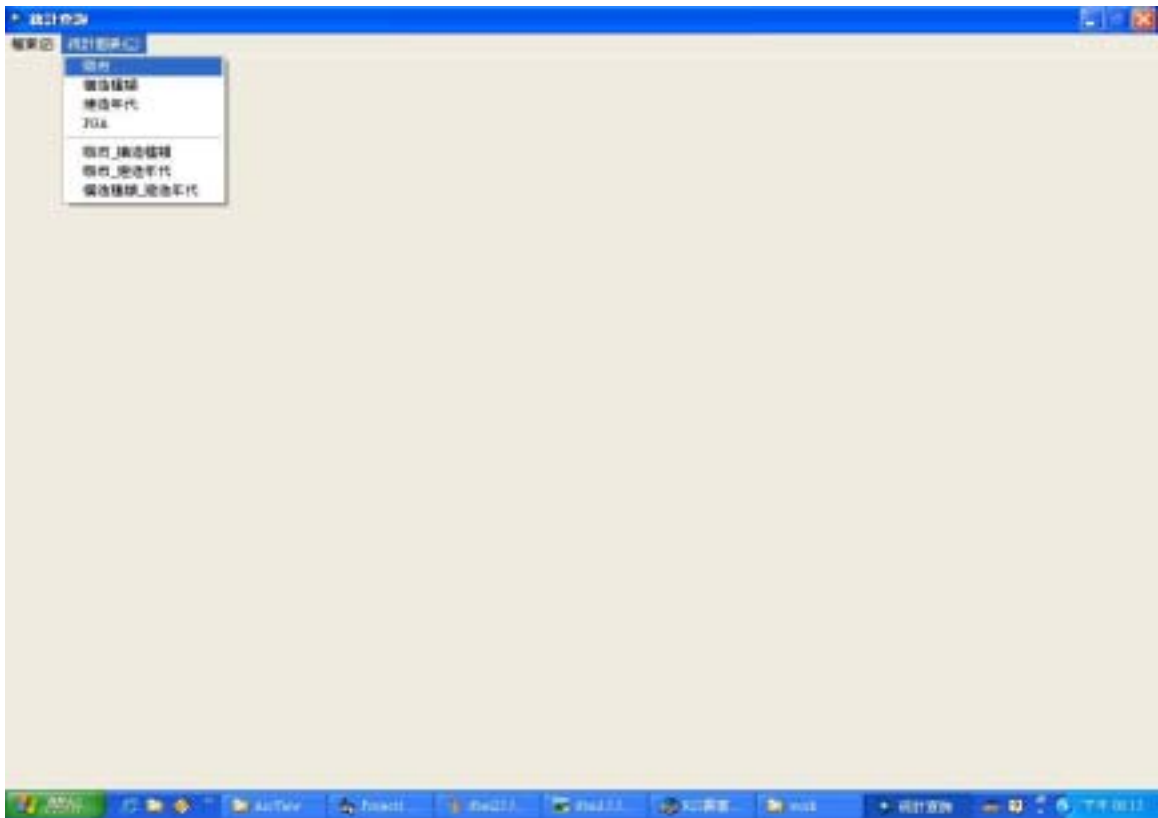


圖 4-43 進入以縣市作為分類之資料統計畫面

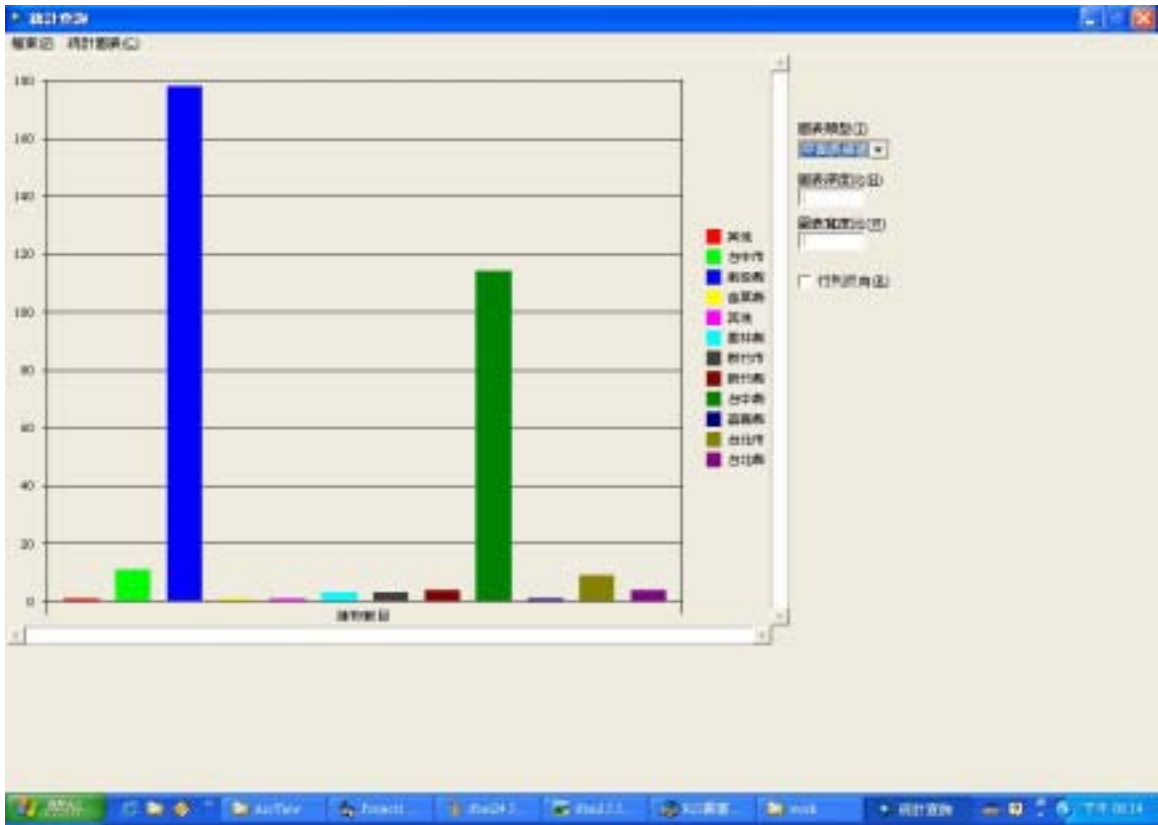


圖 4-44 九二一震災資料以縣市分類之平面長條圖

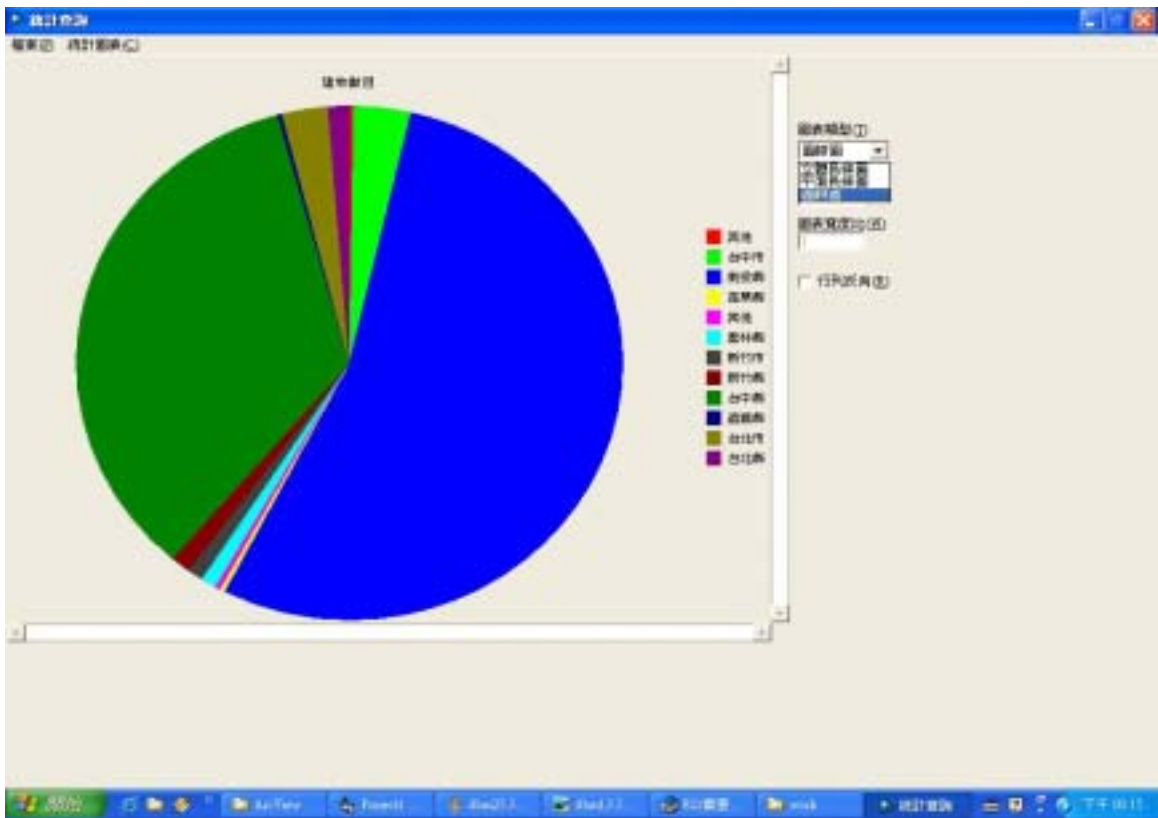


圖 4-45 九二一震災資料以縣市分類之圓餅圖

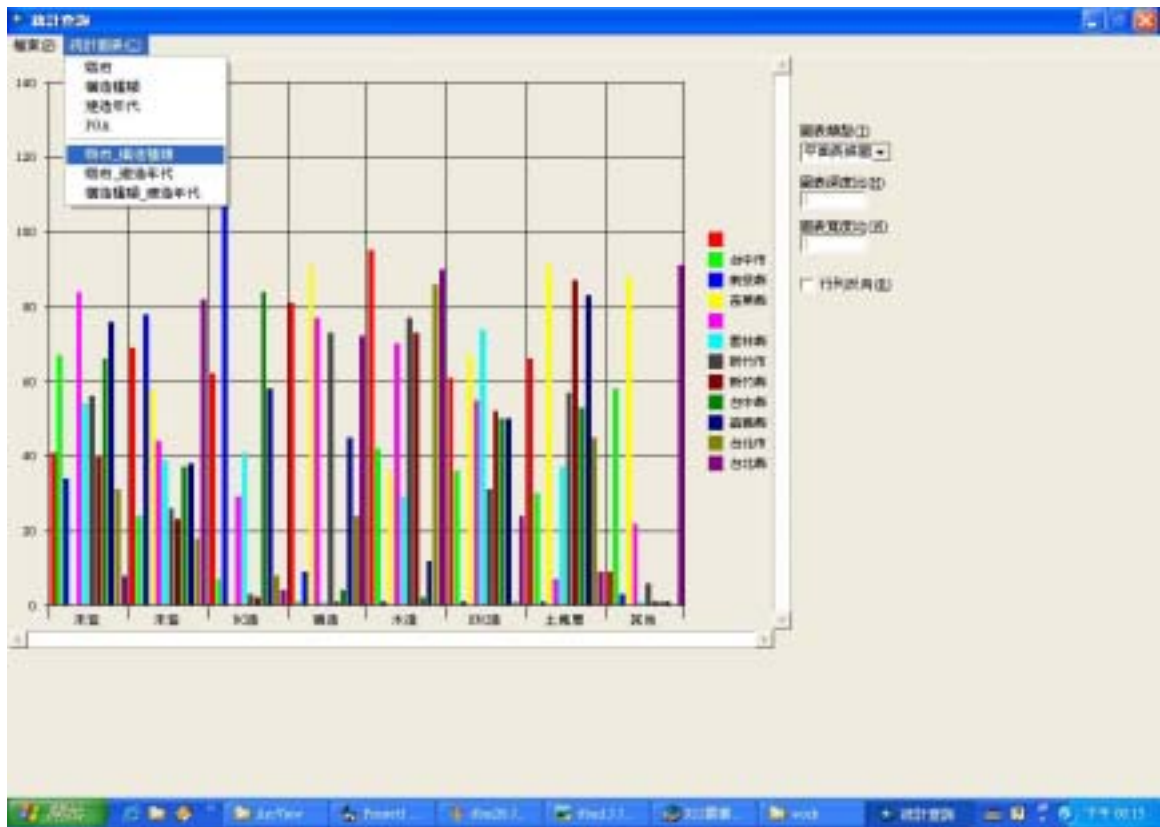


圖 4-46 九二一震災資料以縣市及構造種類統計之平面長條圖

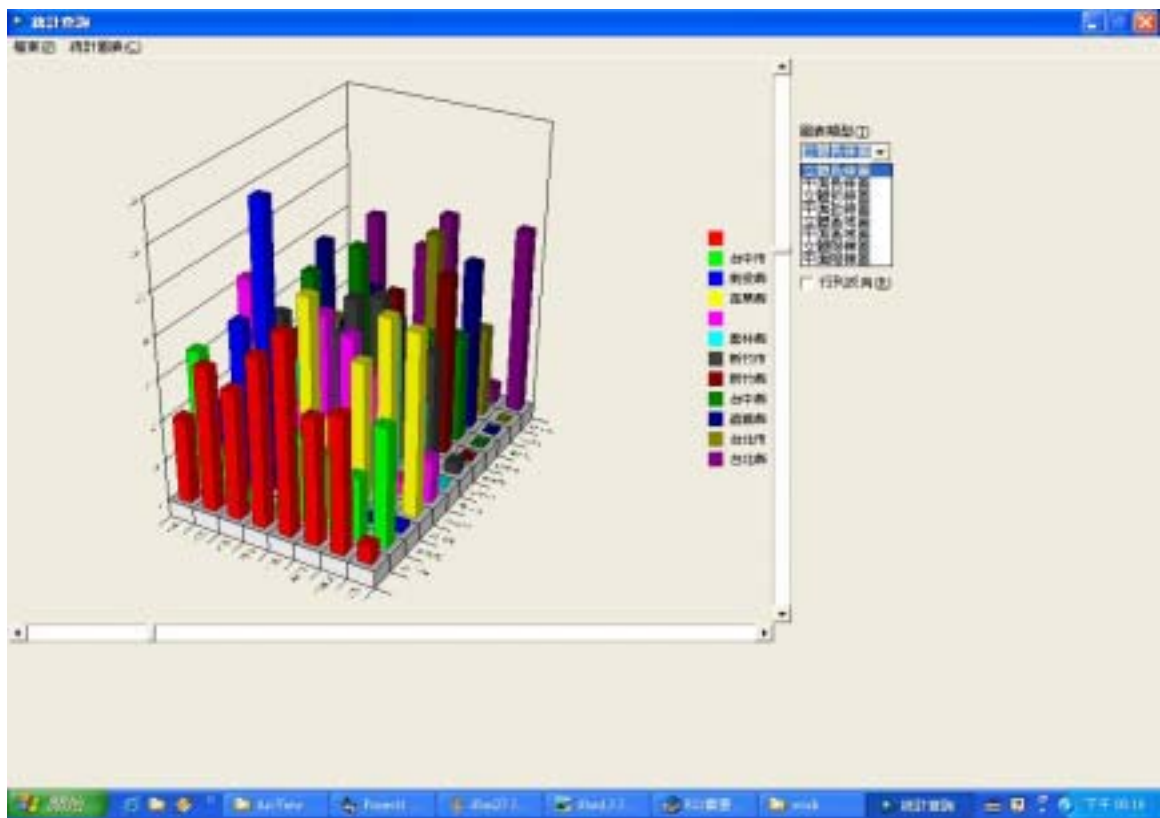


圖 4-47 九二一震災資料以縣市及構造種類統計之立體長條圖

第五章 結 論

本研究之結論與建議如下：

- 一、 本研究已完成九二一建築物震害資料庫之規劃與建置，並實作了建築物震害資料管理系統及 GIS 查詢及顯示介面。由於內政部建研所提供的地理資訊系統為 ArcView 3.2 版（目前較新的版本為 8.0 以上的版本，對於資料庫的連結及操作更為方便，且亦支援網路的功能），仍需自行開一些功能以方便使用者的操作，例如本研究在 ArcView3.2 版中利用 script 開發了 Hotlink 功能按鈕，讓使用者在各建築物圖層中可以利用瀏覽器來預覽及查詢各建築物點位的相關圖片，以解決在 ArcView3.2 版中連結及瀏覽圖片的不便。
- 二、 本研究的主要工作在於建立建築物震害資料管理系統並蒐集相關資料以作示範性之展示，雖然也盡力蒐集所有震損建築物較詳細而完整的資料，但因為資料蒐集不易且費時，所以目前資料庫中之資料尚未能完整，有待進一步蒐集。然而本研究所建立資料庫欄位格式及系統的功能架構，應可做為未來建構全國建築物震害資料庫之參考。
- 三、 在蒐集資料的過程及專家座談的討論中，發現在事前制度的建立遠比事後資料的蒐集重要。蒐集並分析九二一建築物震害資料，

並建置建築物震害 GIS 資料庫，藉由對大量建築物震害資料的分析，瞭解不同構造類別、建造年代及用途之建築物在不同 PGA 下所受到的損壞情形固然重要，但是對於既有及新建中的建築物應在可能的震災來臨前即將建築物基本資料及已有之耐震評估資料建立檔案。目前各縣市政府都有委託各技師工會或事務所針對震損建築物做建築物耐震能力評估，各建築物評估完畢後的耐震評估表各項欄位資料卻沒有彙整建檔，至於未曾受到震損或是新建的建築物，就更沒有相關的耐震評估資料了。因此建議相關單位應建立一套制度，將所有建築物從設計階段就將其基本資料及歷年所做之耐震評估及補強資料建檔，並上傳至某一主管機關統一管理，如此既有全國建築物基本資料格式統一的優點，又可省卻日後資料蒐集的費力費時。

四、雖然本研究案目前所發展之系統，因限於計畫規模，僅為供資料管理者使用之單機版本。未來應考慮可發展成為網路版本，並擴充資料庫欄位及增加權限管理功能，以便於連結其他系統資料庫及民眾的查詢。

參 考 文 獻

1. C. J. Date(1999), *An Introduction to Database Systems*, Addison-Wesley Pub Co.
2. 中華民國結構工程學會(1999) , 「921 集集地震結構勘災心得研討會」 , 民國八十八年十一月。
3. 林峰田(2000) , 「地理資訊系統講義」 , 第三版 , 民國八十九年。
4. 周天穎、周學政 (2001) , 「ArcView 透視 3.X」 , 松崗電腦圖書資料股份有限公司 , 民國九十年七月。
5. 國家地震工程研究中心(1999) , 「921 集集大地震建築物震害調查初步報告」 , 內政部建築研究所。
6. 逢甲大學地理資訊系統研究中心(2001) , 「921 大地震建築震害特性分析及研究」 , 內政部建築研究所 , 民國九十年。
7. 明寰資訊(1999) , 「Visual Basic 6.0 學習手冊」 , 碁峰資訊。

附 錄 一 專家座談會議記錄

座談時間：91 年 10 月 4 日（星期五）上午 10:00~12:00am

座談地點：國立台灣大學土木系館 307 室

出席人員：陳清泉、謝尚賢、邱昌平、蔡益超、蔡克銓、田堯章、
陳永祥、呂良正、李有豐、詹添全、蔡榮根、張荻薇、
王亭復、鄧彬斌、劉春聖、許志揚、王學誠

主席：陳清泉、謝尚賢

記錄：鄧彬斌

邱昌平教授：

1. 建置一個制度流程
2. 研究任務：找有關耐震評估之建物（不存在建物就不要建立）
3. 計畫名稱要說明是針對震害還是既有建物
4. 維修及改建紀錄均要建檔（有發包就要填表）
5. 應有地震後及補強後之評估系統
6. 簡易表格之填寫資格亦需專業人員
7. 耐震評估的程序及表格應再詳細
8. 所有建築物設計應該有 peer review 結構預審制度作把關

張荻薇經理：

1. 資料蒐集可從教育部及重建委員會著手
2. PGA 分 10 級應與中央氣象局震度分級結合（0 7 級）

詹添全理事長：

1. 簡易評估之供水系統（使用性）與耐震無關，可否把名稱改掉

2. 對於業界常使用的評估方法（強度韌性法），如再推廣其他評估方法，會使業界困惑
3. 資料可與全聯會葉組長取得
4. 學校建築向教育部總務司簡科長取得
5. 台北市政府使用管理課亦應有震災資料

蔡榮根理事長：

1. 重點應在資料系統模式之建立，而非蒐集資料
2. 建築結構專業人員定義：把高等考試公務人員之資格拿掉
助理教授以上教相關學科兩年以上（學科應列出）

蔡克銓教授：

1. 資料庫建立，表格可否與其他系統（例如國家地震中心的 Haze Taiwan）整合
2. 表格要能應付未來，使工程師易填，並且要電子化
3. 評估方法應簡易化

王亭復協理：

1. 資料庫管理要有維護管理人員
2. 簡易評估過關並不代表絕對安全，仍須做詳細評估

蔡益超教授：

1. Push-Over 如發剪力破壞，應如何解決

李有豐教授：

1. 資料庫建立應是建立開發管理系統，不是蒐集資料
2. 建議評估方法採單一，並對此研發，使此評估方法更完備

附 錄 二 築 巢 專 案
受 損 集 合 式 住 宅 基 本 資 料 表
(已 申 請 案)

附 錄 三 資料庫欄位名稱及說明

欄位		欄位格式描述			備註
NO	名稱	資料型態	長度	精確度	
1	識別碼	nvarchar	12		
2	ID	nvarchar	12		
3	經度	float	8	53	
4	緯度	float	8	53	
5	二度分帶 X 座標	float	8	53	
6	二度分帶 Y 座標	float	8	53	
7	調查時間	smalldatetime	4		西元年/月/日
8	調查人員	nvarchar	40		
9	建物名稱	nvarchar	40		
10	建物位置_路街	nvarchar	20		
11	建物位置_地址	nvarchar	40		
12	地上樓層	int	4	10	
13	地下樓層	int	4	10	
14	圖片路徑	nvarchar	100		
15	構造類別代碼代碼	int	4	10	1:鋼筋混凝土造 2:鋼構造 3:磚造 4:木造 5:鋼骨鋼筋混凝土造 6:土塊厝 7:鐵皮屋 8:其他 9:加強磚造
16	構造類別_其他備註	nvarchar	40		
17	立體抗彎矩剛構架	bit	1		RIVAL_*抗橫力系統
18	具斜撐	bit	1		
19	具剪力牆	bit	1		
20	具磚牆	bit	1		
21	抗橫力系統-其他	bit	1		
22	抗橫力系統-其他備註	nvarchar	40		
23	用途代碼	int	4	10	1:住宅 2:商店 3:住商混合 4:辦公室 5:醫院 6:學校 7:政府機關 8:工廠 9:歷史性建築 10:其他
24	用途_其他備註	nvarchar	40		
25	建造年代代碼	int	4	10	1:民國 63 年前(25 年以上) 2:民國 64~71 年(15~25 年) 3:民國 72~78 年(10~15 年) 4:民國 79~86 年(4~10 年)

					5:民國 86 年以後(4 年以內) 6:不詳
26	平面形狀代碼	int	4	10	1:矩形 2: L 形 3:Π形 4: + 形 5:H 形 6:其他形狀
27	平面形狀_其他備註	nvarchar	40		
28	平面尺度 1	float	8	53	
29	平面尺度 2	float	8	53	
30	平面面積	float	8	53	
31	有騎樓	bit	1		SOLID_*立面形狀
32	底層挑高	bit	1		
33	二樓以上懸臂	bit	1		
34	二樓以上退縮	bit	1		
35	立面形狀-其他	bit	1		
36	立面形狀-其他備註	nvarchar	40		
37	鄰近河川	bit	1		
38	鄰近河川距離	float	8	53	
39	鄰近山崖	bit	1		
40	鄰近山崖距離	float	8	53	
41	損壞程度代碼	int	4	10	1:完全毀壞(整體或部分塌陷) 2:完全毀壞(整體或部分傾斜) 3:嚴重破壞(補強或拆除) 4:中度破壞(可修復或補強) 5:輕度破壞(可修復)
42	倒塌層	nvarchar	40		
43	傾斜層	nvarchar	40		
44	傾倒方向:路	bit	1		
45	傾倒方向:鄰房	bit	1		
46	傾倒方向:東	bit	1		
47	傾倒方向:西	bit	1		
48	傾倒方向:南	bit	1		
49	傾倒方向:北	bit	1		
50	柱剪力破壞	bit	1		DAMAGE_*損壞狀況
51	柱彎矩破壞	bit	1		
52	短柱破壞	bit	1		
53	樑剪力破壞	bit	1		
54	樑彎矩破壞	bit	1		
55	短樑破壞	bit	1		
56	剪力牆開裂	bit	1		
57	樓板開裂	bit	1		
58	樓板部份或全部塌陷	bit	1		
59	基礎沈陷	bit	1		

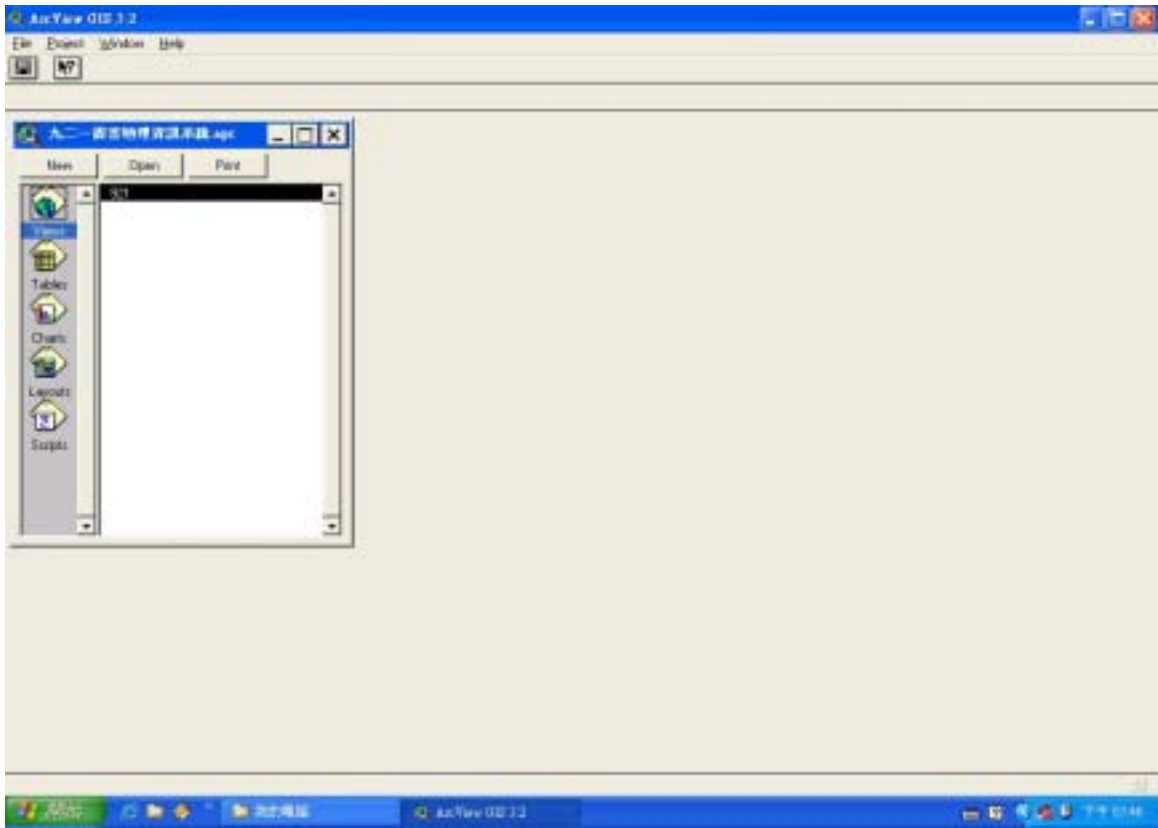
60	基礎隆起	bit	1		
61	基礎滑動	bit	1		
62	地面開裂	bit	1		
63	鄰屋碰撞	bit	1		
64	頂樓損壞	bit	1		
65	箍筋不足	bit	1		
66	搭接不良	bit	1		
67	混凝土保護層不夠	bit	1		
68	磁磚剝落	bit	1		
69	磚牆或 RC 牆開裂	bit	1		
70	磚牆或 RC 牆倒塌	bit	1		
71	天花板掉落	bit	1		
72	瓦斯管破裂	bit	1		
73	水管破裂	bit	1		
74	損壞狀況-其他	bit	1		
75	損壞狀況-其他備註	nvarchar	40		
76	招牌廣告	bit	1		ADD_*附置物的損壞
77	樹立廣告	bit	1		
78	水箱	bit	1		
79	違建加蓋	bit	1		
80	其他	bit	1		
81	附置物損壞-其他備註	nvarchar	40		
82	損害資料補充說明	nvarchar	100		
83	底層樓高代碼	int	4	10	1:3.5m 以下 2:3.5m~5m 3:3.5m~6m 4:6m~7m 5:7m 以上
84	其他樓層平均高度代碼	int	4	10	1:3.0m 以下 2:3.0m~3.5m 3:3.5m~4.0m 4:4.0 以上
85	底層與其他層牆量比代碼	int	4	10	1:0 2:0~20 3:20~40 4:40~60 5:60~80 6:80 以上
86	正面和背面不具磚牆	bit	1		
87	騎樓內縮旺與建物總深度比代碼	int	4	10	1:0~10 2:10~20 3:20~30 4:30~40 5:40 以上
88	軟弱底層破壞描述補充說明	nvarchar	100		
89	Autolabel , 包含住址、損壞程度、樓層數、構造類別、建造年代、用途、平面形狀	nvarchar	254		
90	所屬縣市代碼	nvarchar	2		
91	所屬鄉鎮代碼	nvarchar	3		
92	所屬村里代碼	nvarchar	10		

93	東西向 PGA	float	8	53	
94	南北向 PGA	float	8	53	
95	垂直最大 PGA	float	8	53	
96	PGA	float	8	53	
97	PGV	float	8	53	
98	SA	float	8	53	
99	SV	float	8	53	
100	耐震評估結果	nvarchar	50		
101	死亡人數	nvarchar	50		
102	受傷人數	nvarchar	50		
103	後續處理情形	nvarchar	255		

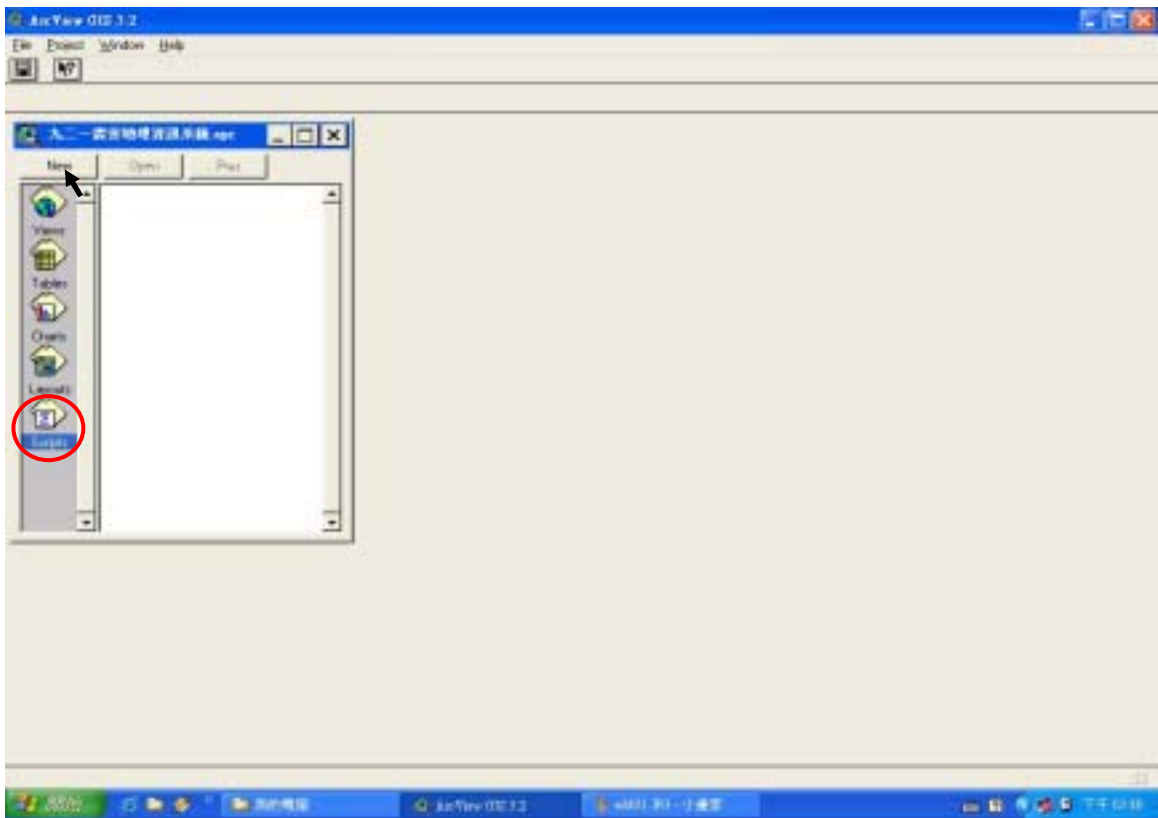
附 錄 四 Hotlink 按鍵安裝及使用說明

本研究在 ArcView3.2 版中利用 script 開發了 HotLink 功能按鈕，讓使用者在各建築物圖層中可以利用瀏覽器來預覽及查詢各建築物點位的相關圖片，以解決在 ArcView3.2 版中連結及瀏覽圖片的不便。

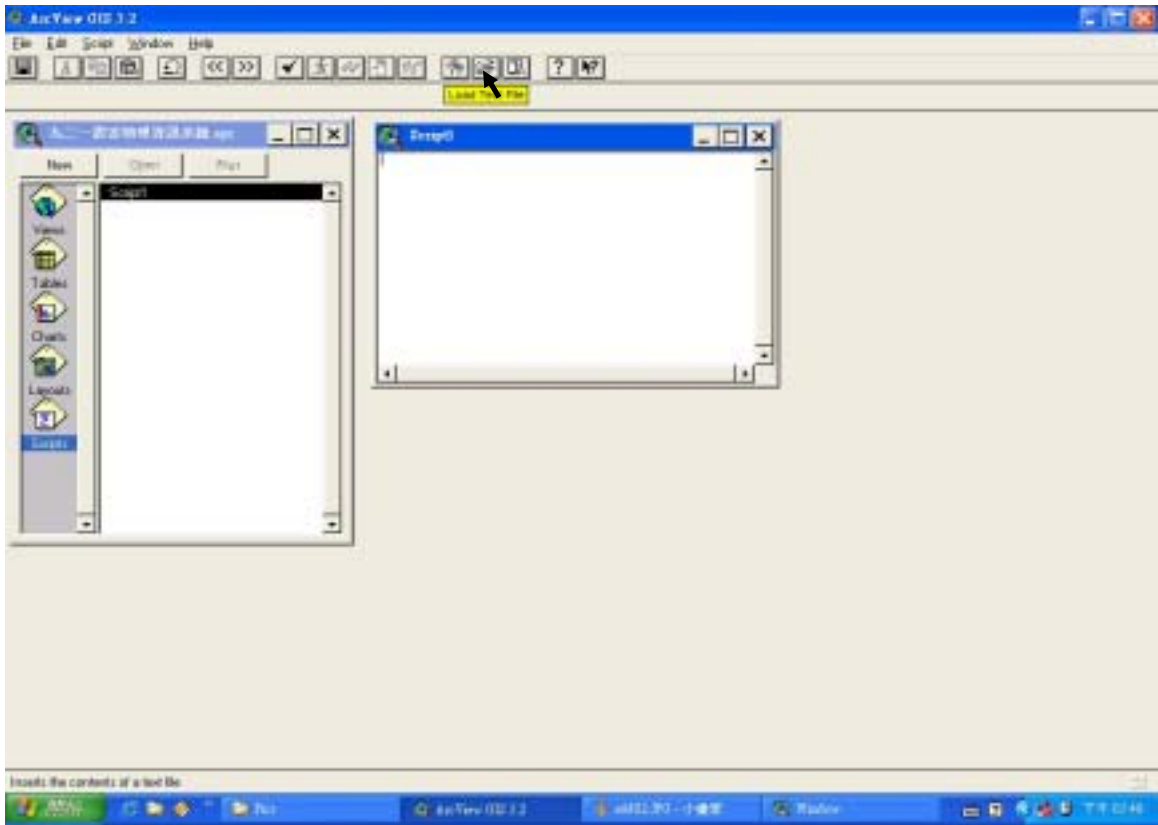
現將安裝 HotLink 按鍵的步驟說明如下：首先進入 ArcView 畫面如附圖 1，接著選擇附圖 2 中圈起處的 Scripts，並點選 New 來新增一個 script 檔。皆下來選擇「Load Text File」的按鍵如附圖 3，並選擇檔案 C:\work\Quake\ArcView\hotimg.ave 如附圖 4，則程式碼就會被載入至 Script1 視窗如附圖 5。皆下來將檔名修改(如附圖 6)成 _HotImage 並按下 Compile 按鍵如附圖 7。接者點選附圖 1 中的 Views 並雙擊 921 則可進入附圖 8 的畫面。選擇 Theme 中的 Properties 如附圖 9，會出現如附圖 10 中的 Theme Properties 表單，先點選附圖 10 中圈起處的 HotLink 項目，再依附圖 10 中所示之選擇「Field: 圖片路徑；Predefined Action: Link to User Script；Script: _HotImage」，即可以使用 HotLink 的功能，在 GIS 的各建築物圖層中，使用瀏覽器來預覽各建築物的相關圖片。



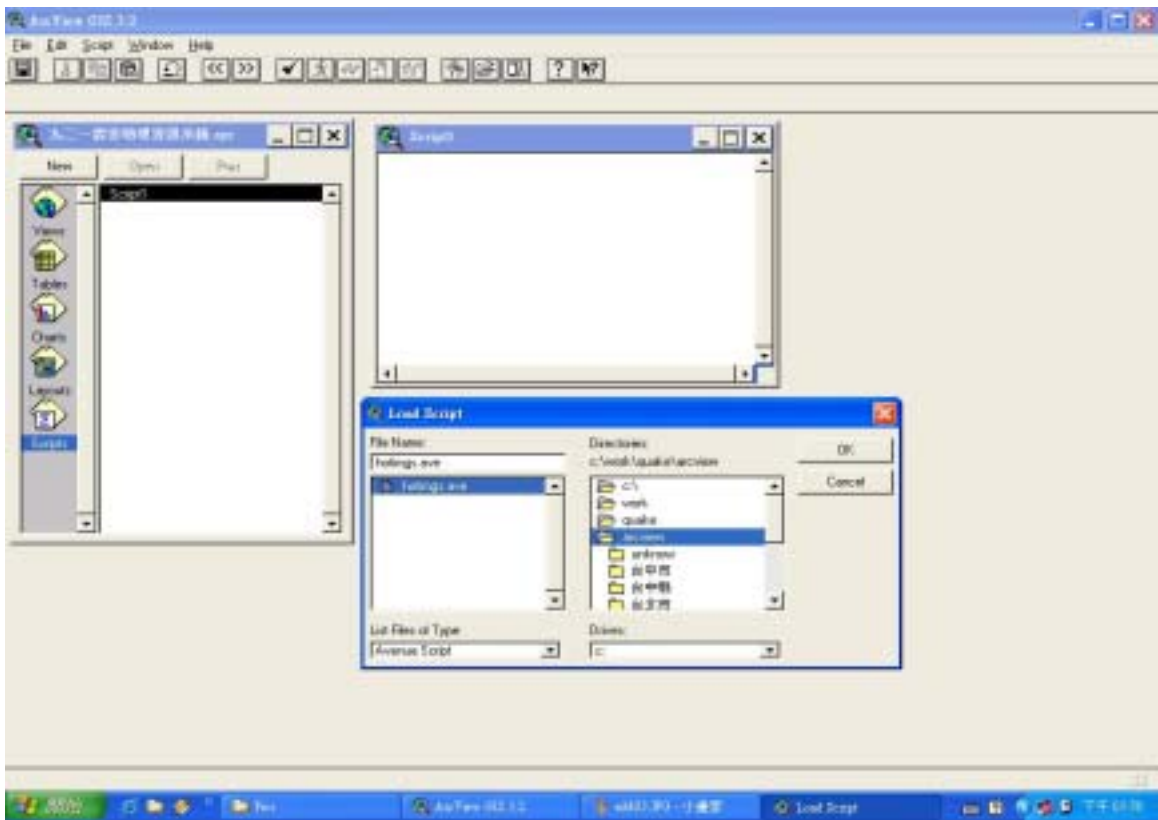
附圖 1



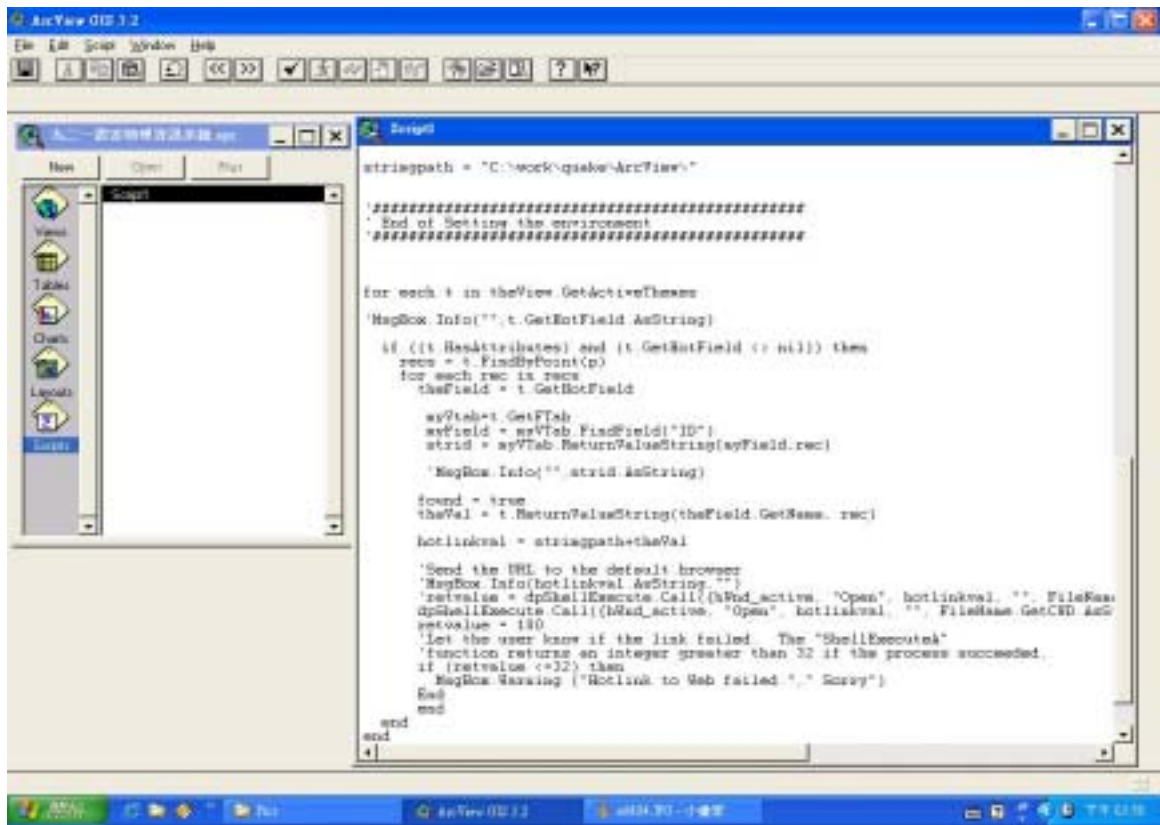
附圖 2



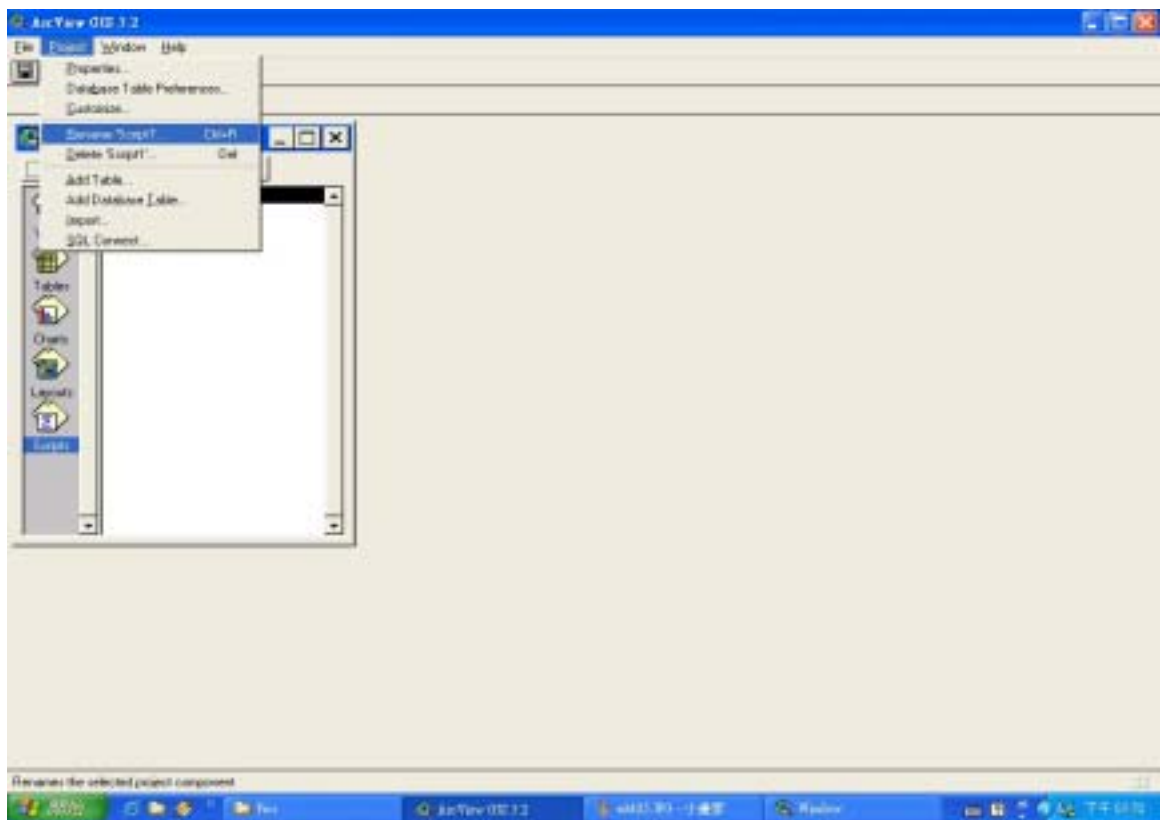
附圖 3



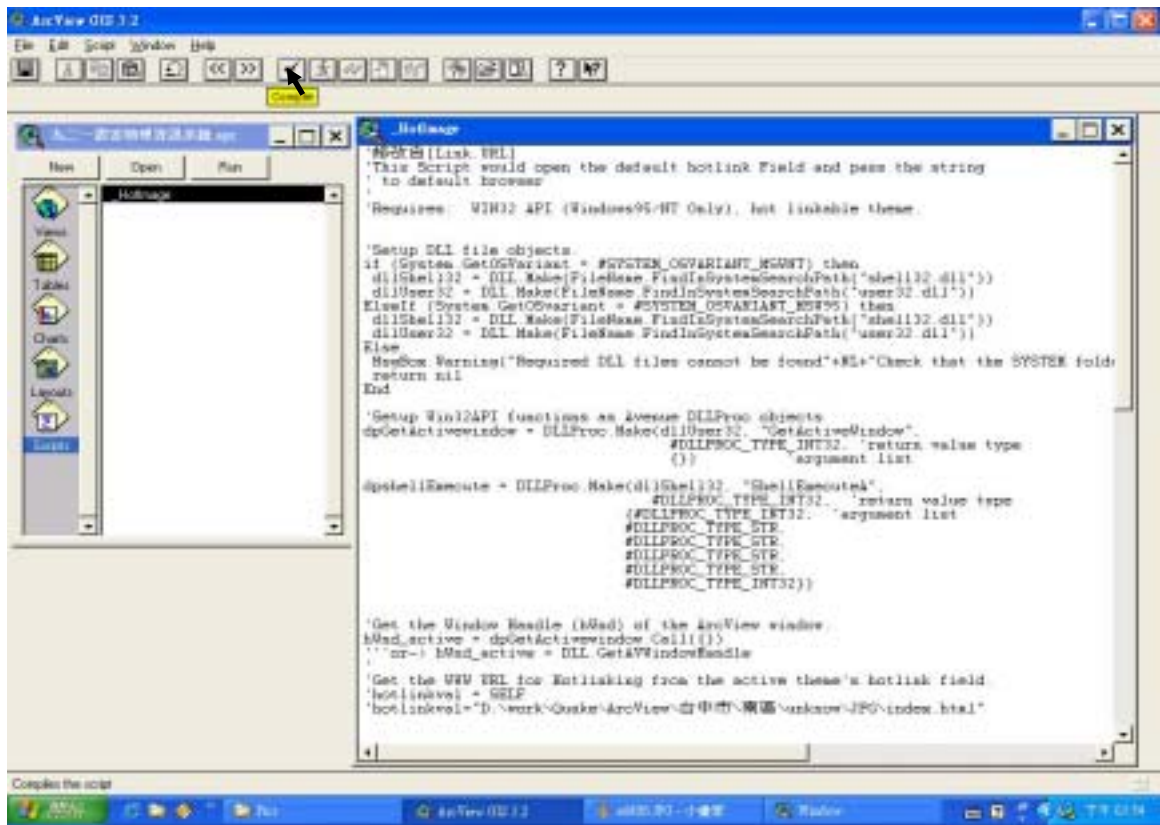
附圖 4



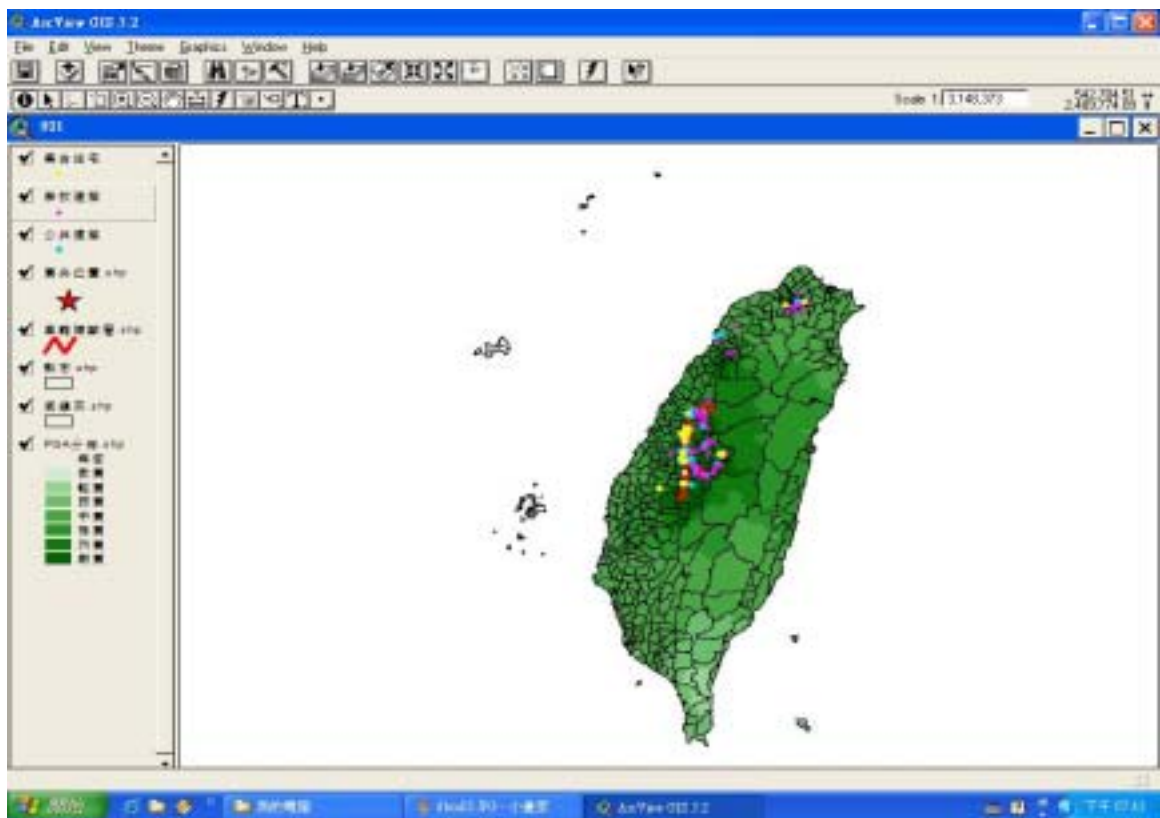
附圖 5



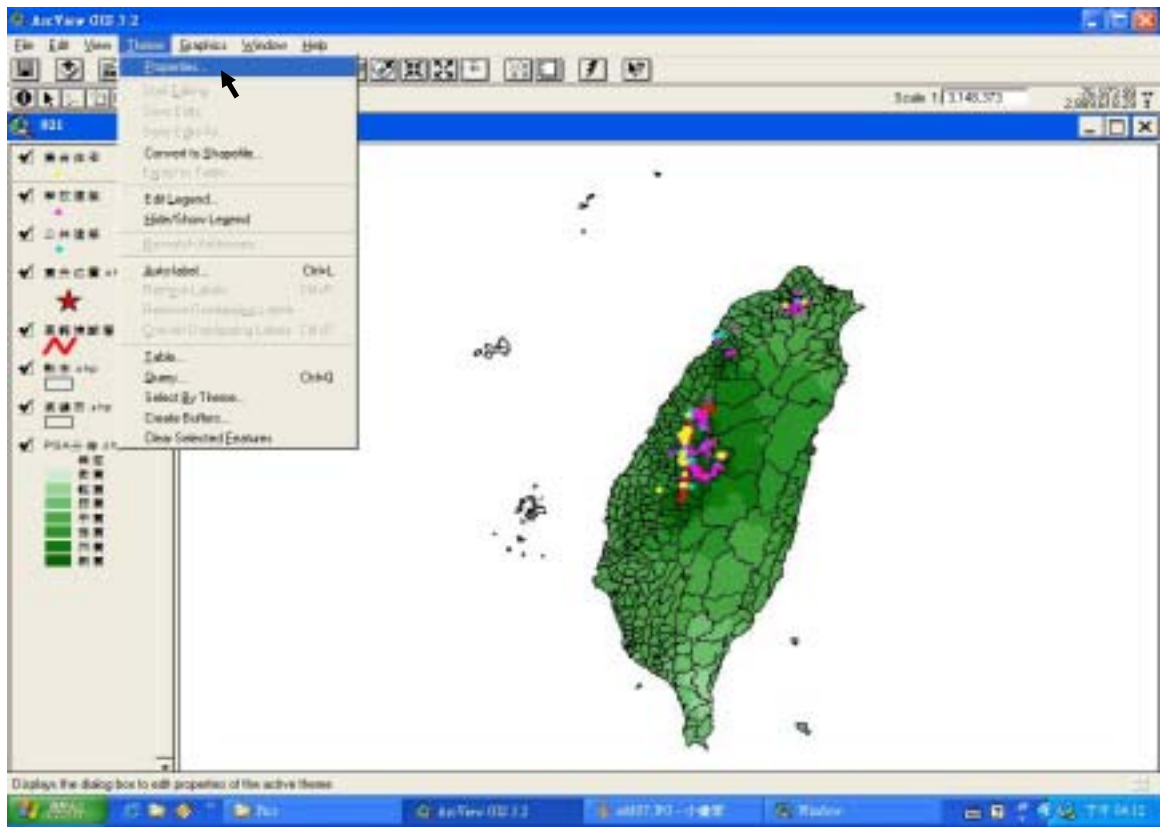
附圖 6



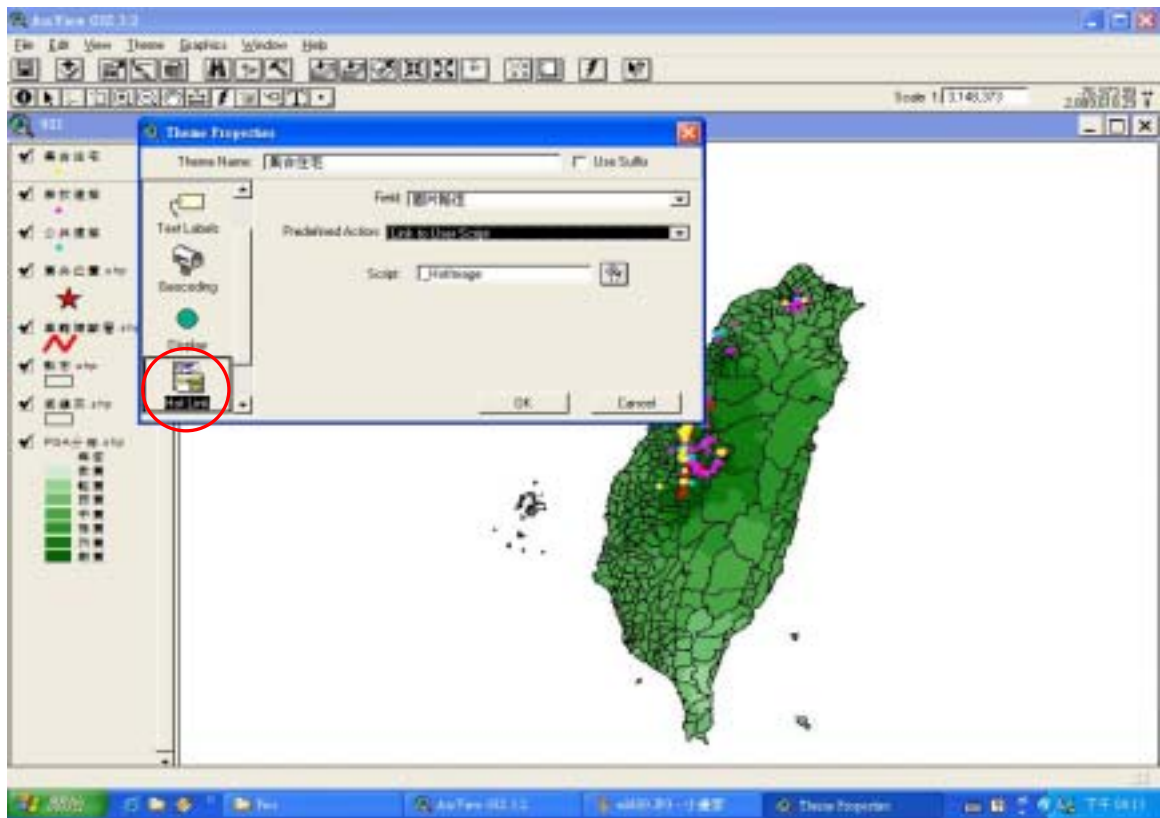
附圖 7



附圖 8



附圖 9



附圖 10