

# 公路工程電腦實作

李英豪<sup>1</sup> 祝錫智<sup>2</sup> 白建華<sup>3</sup> 石俊雄<sup>3</sup>

## 大 綱

- 一、前言
- 二、研究目的與內容
- 三、MOSS 軟體程式之介紹
- 四、教材大綱之編撰
- 五、網路教材之編撰
- 六、實習成果
- 七、結論與建議
- 八、誌謝
- 九、參考文獻

## 摘 要

本計畫受教育部顧問室「營建自動化科技教育改進計畫」之委託，為配合國家整體工業資訊化之發展，特以電腦輔助教學之模式配合實習教材編撰之計畫，編撰「公路工程電腦實作」教材大綱。教材大綱之主要內容在介紹一套功能強大之個人電腦軟體程式(MOSS)，以協助工程師從事控制及地形測量、一般道路、交流道及交叉路設計、鐵路及捷運設計、機場跑道設計、碼頭及港灣設計等工作。此外，本計畫並進一步以系統化的方式配合全球資訊網(WWW)超文件(HTML)檔案的編修，編撰成一網路教材，以激發學生之學習興趣並強化教學之成果，以期達到營建自動化、教學資訊化、理論與實務並重之雙重教學目標。

---

<sup>1</sup> 淡江大學土木系副教授  
<sup>2</sup> 淡江大學土木系教授兼系主任  
<sup>3</sup> 淡江大學土木系碩士班研究生

## 一、前言

公路工程是交通建設中之極為重要的一環，不論現在與未來，其重要性持續對國內之民生與經濟、政治、甚至國防上均影響極大。鑑於現代科技之日新月異，經由整體套裝軟體程式之應用，以電腦輔助設計的方式逐漸降低人力資源之消耗，並可達到更快速、有效率、及更精準之設計目的。然而，由於工程設計所牽涉範圍極廣且複雜，如工程位址之選擇、地形測量及控制、一般道路及高速公路設計、交流道及交叉路口設計等，因此一套完整且適用於公路工程設計之軟體或繪圖程式並不多，目前國內工程界較常用的有 AutoCAD、MicroStation、及 MOSS 個人電腦軟體程式。其中，前二者較偏向於一般用途的設計與繪圖程式，而 MOSS 則屬於較為專業之公路工程設計軟體。

本計畫承蒙教育部顧問室「營建自動化科技教育改進計畫」之委託，為配合國家整體工業資訊化之發展，特編列經費購入 MOSS 軟體程式八套，並以電腦輔助教學之模式配合實習教材編撰之計畫，編撰「公路工程電腦實作」教材大綱。進而使初學者能將所學之理論更有效的應用在各項實際之公路工程設計細目中，以期達到營建自動化、教學資訊化、理論與實務並重之雙重教學目標。國內值此交通建設蓬勃發展時期，深信本計畫之順利推展將可以資訊化的教學方式，協助培養出更自動化且更專業之工程設計人才。[1]

## 二、研究目的與內容

在公路工程之路線幾何設計上，為配合現地地形而應用到點、線、與面之分析非常頻繁且複雜，如圓曲線(單曲線、複曲線、反向曲線)、緩和曲線(三次拋物線、克羅梭曲線、雙紐漸曲線)、豎曲線(二次拋物線)之佈設、與土方計算(平均底面積法、及稜柱體法)等工作。因此，本計畫之目的在編撰一套「公路工程電腦實作」實習教材，並以電腦輔助教學之模式，配合電腦實習課程做軟體之介紹與實際操作，以期達到教學資訊化、與營建自動化之目標。

本計畫之主要工作內容包括：了解並熟悉 MOSS 軟體程式[2]及 MicroStation 繪圖程式[3, 4, 5]之操作過程及應用；透過深入淺出之方式並配合詳細之附圖註解、實例操作、及一完整之設計實例，編撰一套有系統且實用之電腦實作教材；再輔以循序漸進之電腦實習課程，使初學者熟悉軟體之操作方法與技巧並對電腦軟體程式在公路工程上之應用有更深入之了解。因此，本計畫亦將以理論與實務並重為首要考

量因素，透過實際設計流程之介紹與電腦操作，預期可達成之成效有：

1. 使初學者能夠透過程式利用數位化地形資料或等高線圖，協助選取較佳之路線設計方案。
2. 並配合部頒規範對圓曲線、緩和曲線與豎曲線之設置原則、及縱斷坡度與縱坡長度限制等設計要素之規定，擬定方案並繪製路線平面圖與縱斷面圖[6, 7]。
3. 再透過設計實例與分析步驟，協助曲線各點高程之計算與佈設，繪製剖面圖並計算土方量。
4. 此外，亦可利用三度空間作圖之原理，將設計方案以視覺模擬之立體影像方式呈現出來，以更有效率且更精準的方式進行公路之選線與設計。

此外，本計畫並進一步以系統化的方式配合全球資訊網(WWW)超文件(HTML)檔案的編修，編撰成一網路教材，以激發學生之學習興趣並強化教學之成果。

### 三、MOSS 軟體程式之介紹

1970 年代一群英國土木工程師為針對土木工程之應用設計而開發出 MOSS 軟體程式[2]，並於 1983 年成立 MOSS System Limited 公司，經過多年之實際應用和功能改進，目前功能已非常成熟。MOSS 軟體主要可應用於：控制及地形測量、一般道路及高速公路設計、路面設計及路面翻修建造、鐵路及捷運設計、機場跑道設計、碼頭及港灣設計、水庫設計、交流道及交叉路設計、山坡地開發及景觀設計等用途。圖一為剛進入 MOSS 程式交互式圖形操作介面模式之圖例，其中包括有主功能表、靜態目錄區、捲軸目錄區、動態目錄區、圖像顯示區、及信號提示區。茲將 MOSS 軟體提供之程式模組及主要功能簡單說明如下：[2]

#### 3.1 控制及地形測量

MOSS 軟體程式可將控制測量及細部測量等成果輸出整合，經 MOSS 測量系統程式的作業產生測量地形之等高線圖。MOSS 程式亦可應用航空測量之空照相片，將相片圖數位化或用數位板描繪相片圖等方式，所得之地形資料輸入 MOSS 測量系統程式後即可自動產生所需之地形圖，並提供設計者所需之地形數值資料。MOSS 測量系統程式包括有下列模組名稱及功用：[2]

1. SURVEY 模組是提供地面測點或相片圖數位化等測量資料分類，可記入資料且產生數值模型。



圖一 MOSS 程式交互式圖形操作介面模式之圖例

2. CONTOUR 模組是提供現地所測得之地形點或相片數位化之資料，所計算產生之地面等高線模型。
3. SECTION 模組是提供由數值模型來截取所需剖面係依據路線中心位置及其組成幾何單元來獲得橫斷面的地面線。
4. EDIT 模組是提供改正由地面測點或相片圖數位化等資料所產生之數值模型之不符處，可修改細部資料。
5. DRAW 模組是提供現地所測的地形點或相片圖數位化之資料產生模組表面之圖形顯示。
6. VIEW 模組是提供由地面測點或相片圖數位等資料所產生之數值模型採用三度空間的透視產生透視圖。

## 3.2 工程設計

在工程設計方面 MOSS 軟體提供對談式指令輸入，交互式圖形操作、螢幕選項指令、及批次檔輸入等人機界面之功能，在設計系統程式並提供多種型態曲線及弧線功能，可作路線平面及縱斷面線形之幾何設計，對挖填方斜坡地形邊線等地物設計可產生任何距離之縱橫斷面，以利道路幾何設計。MOSS 設計系統程式有下列模組，現將模組名稱及功用說明如下：[2]

1. HALGN HCUSP 模組可提供公路路線設計之平面曲線及平面三次雲規線(Cubic Spline)之佈設。
2. VALGN VCUSP 模組可提供路線設計之縱斷面線形及三次雲規線之佈設。
3. DESIGN 模組是提供將設計的道路線形外貌，利用程式協助設定路段構造型式，如挖填方的邊坡結構物使其與地貌配合。
4. INTERFAC 模組是提供路線走廊寬之界定，可確定路線設計模型之界限。
5. DRAW 模組是利用平面設計線形及垂直設計線形之資料產生道路線形設計模型表面之圖形顯示。
6. VIEW 模組是提供平面設計線形垂直設計線形之資料，產生道路線形設計模型，所產生之數值模型採用三度空間的透視產生透視圖。

因此，MOSS 軟體程式在土木工程上之應用極為廣泛，除了上述模組與基本功能外，亦可應用於如下之實際設計工作上：[2]

1. 提供多種型態之幾何設計，如圓型曲線、反向曲線、自由孤線、浮動弧線及浮動直線等適合任何複雜地形之幾何設計。
2. 自動產生任何距離之縱橫斷面以利幾何設計。
3. 可以提供任何視點之透視圖，並可和原地型之空照相片相重疊，使設計者預先了解所設計之地物於原地面之關係。
4. 可輸入少許之固定地形、地物使其自動產生平滑之等高線。
5. 可提供原設計前與設計後之地形地物之高差比較，並做出等高線圖。
6. 可另加裝使用者程式設計模組，做適合使用者的功能，如地鐵模型或橋樑模型之幾何設計。
7. 可另加裝下水道設計模組，從事下水道之分析及佈置設計。

### 3.3 計算分析

MOSS 軟體在計算分析方面可將地形做適當處理，將對挖填方斜坡地形邊線等地物，設計所產生的縱橫斷面設計作橫斷面縱斷面及金字塔型等面積計算，對挖填土方量做精確計算並提供挖填方之土積圖。

MOSS 計算分析系統包括有下列模組與功用： [2]

1. AREA 模組是提供縱橫斷面面積計算，依據數值模型截取地面線所做成的縱橫斷面圖，並計算該圖所圍面積。
2. CONTOUR 模組是提供現地所測的地形點或相片圖數位化之資料經計算後一起產生地面之等高線模型。
3. SECTION 模組是提供由數值模型來截取所需剖面，係依據路線中心線位置及其組成幾何單元計算地面數據，可用來獲得橫斷面的地面線。
4. VOLUME 模組是提供將 AREA 模組計算所得的數據累積各段挖填方所得體積總計整路段的土方量。
5. HAUL 模組是提供繪製土積圖，由 VOLUME 模組所總計之土方量依據挖填的數量累積其平衡數量得到土方平衡圖。
6. SETOUT 模組是提供將路線設計及路權位置座標計算出，以作為施工測設時之資料。

### 3.4 繪圖功能

在繪圖功能方面，MOSS 軟體提供適當的指令，自動產生任何縱橫斷面，並編排至圖紙上，可設定主圖、子圖之繪製，經設定後可依序繪出多張圖並由圖形合併功能可將縱斷面、橫斷面透視圖及平面圖同時編排於同一螢幕和圖上，亦可將所產生模型轉換至其他繪圖系統，如 AutoCAD 再行繪製詳細圖。此外，MOSS 軟體還可另加裝實體模型模組將所設計之模型以彩色顯影方式顯示。 [2]

## 四、教材大綱之編撰

由於 MOSS 軟體程式之功能極為強大複雜，原文使用手冊概估超過三~四千頁，對初學者將是極大之負擔。因此，本電腦實作教材大綱以圖文應用範例為主文，配合捲軸功能表之順序與中英文指令對照方式說明 MOSS 例圖中每一指令及基本操作方法及其概念之原則編撰。教材中之文字盡量簡單實用，除少量之專業名詞須有基本土木工程基礎外，盡可能以最簡明扼要之詞彙配合例圖說明之。 [2]

本教材主要包含四大部分：前三大部分以 MOSS 指令為主軸，包括基礎篇、指令功能及圖例介紹篇、與完整實例篇，第四部分則簡介 MicroStation 繪圖軟體的基本使用方法、繪圖指令、及實例之操作。[3, 4, 5, 8, 9]

第一部份為基礎篇，主要在對 MOSS 軟體作基礎介紹以協助初學者了解 MOSS 之特色與功能，及其在土木工程上之應用。第二部份為指令功能及圖例介紹篇，其中主要以簡短實例之配合，可以讓初學者了解主要繪圖設計之功能並使用各類指令，以分段逐步實習的方式達到最快速而且是最好之學習效果。主要之入門指令功能介紹包括下列十大章節：

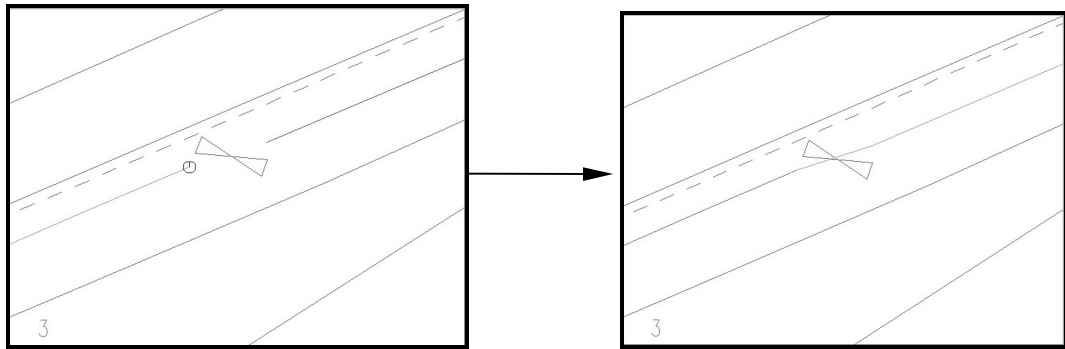
1. 第一章 裝置
2. 第二章 系統之基本操作
3. 第三章 存取檔案
4. 第四章 主功能表介紹
5. 第五章 環境之辨識
6. 第六章 設計圖之編修
7. 第七章 平面圖與剖面圖之製作
8. 第八章 平面交叉與交流道設計
9. 第九章 設計圖之文字註解
- 10.第十章 設計版面之規劃

其中有關設計圖之編修、平面圖與剖面圖之製作、平面交叉設計、與設計圖之文字註解等操作實例可參考圖二所示之圖例。

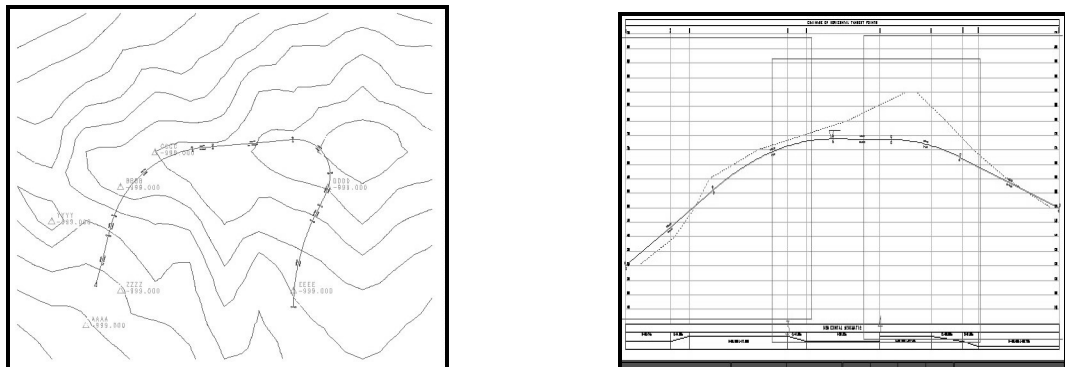
第三部份為完整實例篇，可以讓初學者能夠應用一個完整之設計實例，以對公路工程之電腦軟體應用能有更具體且深入之了解。此完整實例主要在南北兩條既有道路中設計一條中間聯絡車道，主要工作包括：初部設計與繪圖、排水溝渠設計、公路交叉、公路交叉之等高線圖、道路邊線路堤之設計、併入車流路段與視距、斷面圖、土方計算與立體全景圖、設計藍圖與斷面圖之繪製。

本教材當是 MOSS 中文入門之最佳途徑，不僅親和力高、可讓學生產生更濃厚之興趣，需要時亦可配合原文 MOSS 使用手冊作更深一層之研究學習，其效率當更能事半功倍並增進學習之效果。

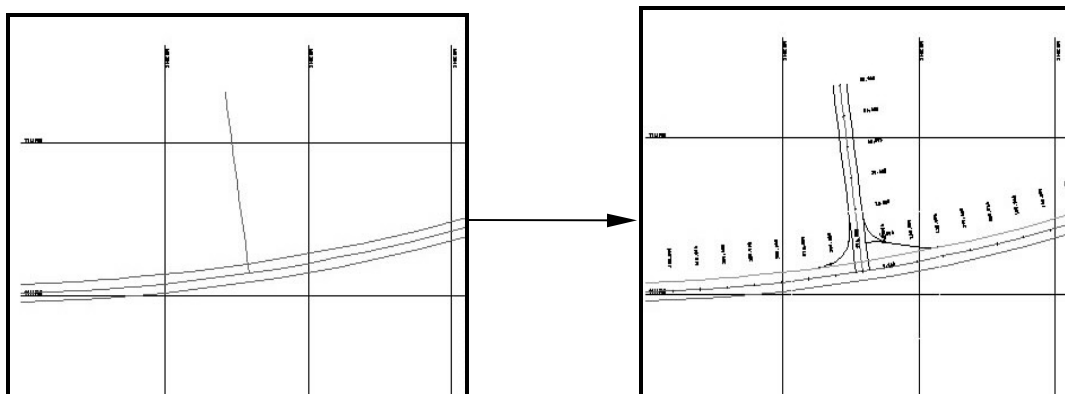
(a) 設計圖之編修(線段連接)



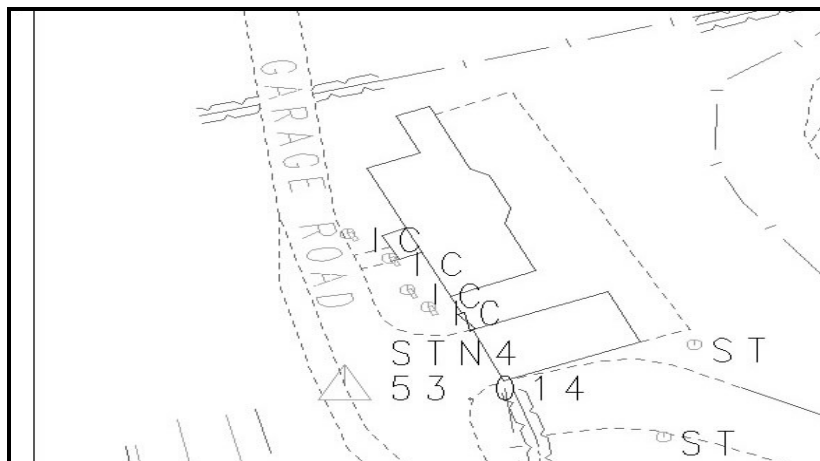
(b) 平面圖與剖面圖之設計



(c) 平面交叉設計



(d) 設計圖之文字註解



圖二 MOSS 程式之設計實例圖



## 五、網路教材之編撰

近幾年來，網際網路(Internet)早已成為每個人朗朗上口的一個名詞，而其中全球資訊網(World Wide Web, WWW)更是資訊的大熔爐，想要得知之資訊大部分均可在其中取得，也是各機關行號，甚至於個人宣傳與傳遞訊息資料的利器。全球資訊網基本上是利用超文件標注式語言(Hyper Text Markup Language, HTML)所構建而成，雖然 HTML 是一種程式語言，但是其寫作方式非常地簡單，且語法並不像其他程式語言之架構非常嚴謹，HTML 除了對基本模組要求一定要存在外，其他部份甚至可以省略。HTML 之基本模組與語法說明如下：[10, 11]

```
< HTML >  
  < HEAD >  
    < TITLE > "文件主題" < /TITLE >  
  < /HEAD >  
  < BODY >  
    "文件主體部份"  
  < /BODY >  
< /HTML >
```

一個 HTML 文件是由兩大部份所組成的，一部份是由 < HEAD > < /HEAD > 所組成，一部份是由 < BODY > < /BODY > 所組成，一整份文件則是由 < HTML > < /HTML > 所包起來，其代表的意義是從 < HTML > 開始，均是 HTML 文件，一直到 < /HTML > 結束為止，而 < TITLE > < /TITLE > 裡面所包含的文字就是代表此篇 HTML 文件的主題，< BODY > < /BODY > 裡面就是文件的主體與內容。

有鑑於國內「營建自動化科技教育改進計畫」的推行，本計畫除針對公路工程之應用編寫電腦實作教材外，另亦於本系之全球資訊網上構建一套 MOSS 網路教材，以激發學生之學習興趣並強化教學之成果。本計畫並採用宋沛倫先生所發展出來的 HTMLABC 軟體以協助編寫有關 MOSS 於全球資訊網之首頁(Homepage)及其他超文件檔案。由於 HTMLABC 程式之使用介面均為中文且將一些常用指令模組化，如：改變字形大小、多媒體之使用與串聯、及檔案預覽等功能，因此，可使初學者很容易地學習其編寫方法，熟練者更能省下更多編寫超文件檔案的時間。HTMLABC 是免付費的編輯程式，可以在淡江大學之資訊網路([www.tku.edu.tw](http://www.tku.edu.tw) 或 [ftp.tku.edu.tw](ftp://ftp.tku.edu.tw))或在下列位址上找到：

```
ftp://www.ccca.edu.tw/pub/tools/html_edit/windows/htmlabc62.zip  
ftp://ftp.cis.nctu.edu.tw/Windows/winsock/3.x/HTML_Editors/HTML  
_ABC/htmlabc6.zip
```

此外，本網路教材除了採用 HTML 本身之程式架構外，亦引用 JavaScript 語言作為輔助，使文件內容更加活潑生動，以吸引上線者的注意。JavaScript 是 Netscape Navigator 2.0 版及以後更新版所新支援的一種語言，它是一種開發給網際網路所使用以物件為基礎的語言。JavaScript 與 Sun Micro System Inc.所開發的 Java 程式語言相比較簡單許多，因為其要求並不是非常嚴格，所以只需要熟悉 HTML 及簡單的程式設計觀念即可。但須注意的是，過多的影音效果會造成擷取時間的延長，若在加上所使用電腦配備不足極易造成當機，所以在編寫 HTML 文件時，適當地取捨影音文件是必須的。

本計畫初期完成之 MOSS 網路教材可在進入淡江大學土木系之全球資訊網網址(www.ce.tku.edu.tw)的師資簡介後，再選取李英豪老師之網頁中找到，圖三所示為進入 MOSS 網路教材首頁之圖例。



圖三 MOSS 網路教材首頁之圖例

## 六、實習成果

本計畫主要成果在編撰「公路工程電腦實作」教材大綱一份，並進一步以系統化的方式配合全球資訊網(WWW)超文件(HTML)檔案的編修，編撰成一網路教學教材，以激發學生之學習興趣並強化教學之成果。此外，本計畫並配合本系運輸工程組之「公路工程」、「鐵路與捷運工程」、與「鋪面管理系統」等相關課程，以小班(每次八至十二人)電腦實作教學之方式實際教學與應用，除了讓學生了解與熟悉 MOSS 軟體之操作過程外，並配合課程進度介紹實際設計流程，以達到理論與實際兼顧之雙重教學目標。

在施行電腦教材之實作後，學生反應非常熱烈，在學習之過程中也激起濃厚之學習興趣，充分顯示出資訊教育在公路工程上施行之效果與營建自動化可帶來之效益。到目前為止，受過此電腦實作訓練之大學部學生與碩士班研究生總數超過二百人次。本系並計畫於後續年度之相關課程中持續改進此電腦實作教材並配合實際教學之用。

## 七、結論與建議

在一連串之實際操作與編撰教材之過程後，MOSS 應用軟體可稱為是功能齊全、發展及考量非常成熟之應用軟體，尤其是在公路工程之實際功能應用上可說是出類拔萃、專業性極高，從地形測量、公路線形設計、挖填方計算、乃至實體模擬一應俱全。然而，由於此軟體本身之專業性與複雜性，專業人員之培養與軟體程式之推廣應用似乎較為困難。在此次教學計畫中，本系共購得 MOSS 軟體八套，因此將每次實習人數控制在八至十二人左右，以最有效的方式善用有限的資源。接受本實習課程之大學部學生與碩士班研究生總數超過二百人次，並能充分了解軟體之應用功能與操作入門，進而達到營建自動化與教學資訊化之目的。茲將應用本軟體之結論與相關建議說明如下：

1. MOSS 軟體之保護措施極為繁雜，除了以硬體保護外，每半年另需更換一次密碼。
2. MOSS 對硬體配備要求較為嚴苛，至少要有 16 MB 的動態隨機存取計憶體(DRAM)才可執行程式，對於從事龐大資料讀取與繪圖之工作，建議最好將之擴充至 32 MB 以上，以增加電腦執行之效率，並可減少當機之機會。
3. MOSS 在 WINDOWS 3.1 版之工作環境下作業，必須將螢幕解析度調高至 1024x768x256 色或 1280x1024x256 色才可正常作業。

4. 若是在 WINDOWS 95 之工作環境下作業，只須將螢幕解析度調高至 800x600x256 色即可作業且速度較快，對於一般性之操作練習仍優於 WINDOWS 3.1 系統。
5. 本系所採購八套 MOSS 軟體之版本原係針對 WINDOWS 3.1 版而設計，在 WINDOWS 95 版上不完全相容，在工作結束後之存檔會有問題，目前仍待克服技術上之問題。
6. 使用者介面字元過小，常造成使用者誤認，若改用數位板支援或使用較大尺寸之螢幕，則不僅可加大提示字元更可放大繪圖區域。
7. 電腦主機勿遠距離搬運，以免硬碟資料損失之失誤。

雖然 MOSS 有如此強大功能但學習至技巧純熟仍有待加強 此外，如何將測量技巧及結果直接與 MOSS 加以配合運用、三度空間立體圖之製作、與 Microstation 相互配合應用等，都還是有待討論之課題。再者，本計畫之推廣極需經驗之傳承與試誤探索，配合長期耐心之規劃與教材之精心製作，將可收更高效之學習成果，因此，希望能夠建立一套整合之經驗傳承系統，以利後續教學及實務之應用。

## 八、誌謝

本計畫承蒙教育部顧問室營建自動化科技教育改進計畫編號：「85-營建-教材-009」經費贊助。計畫中有關 MOSS 電腦實習教材之編撰係由白建華同學利用學暇之餘廣蒐資料，分章撰寫而成。石俊雄同學負責 MOSS 網路教材之撰寫，李朝聰同學並增編第四部份 MicroStation 繪圖軟體之實習教材以資比較。此外，本計畫亦有賴於景威實業股份有限公司蔡德昌先生在技術上之鼎力相助，特此誌謝。

## 九、參考文獻

1. 李英豪、白建華、李朝聰，「公路工程電腦實作--教材大綱」，教育部顧問室營建自動化科技教育改進計畫，編號 85-營建-教材-009，淡江大學土木工程學系，中華民國八十五年三月十五日。
2. MOSS, "*MOSS User Manual*," Version 10.2, MOSS Systems Limited, 1995.
3. Intergraph, *MicroStation User's Guide*, Version 5, Bentley Systems, Inc., September, 1993.
4. Intergraph, *MicroStation, Introducing MicroStation PC*, Version 5, Bentley Systems, Inc., September, 1993.
5. Intergraph, *MicroStation Reference Guide*, Version 5, Bentley

- Systems, Inc., September, 1993.
6. 交通部，公路路線設計規範，交通技術標準規範公路類公路工程  
部，幼獅文化事業公司，民國七十五年。
  7. 蔡攀鰲，公路工程學，成功大學土木系，八十一年（十一版）。
  8. 劉香蘭，MicroStation 5.X 入門與實例應用，基峰資訊股份有限公  
司，民國八十三年初版。
  9. 許錦欽，MicroStation 5.X 參考手冊，全華科技圖書股份有限公司，  
民國八十四年初版。
  10. 丁崇光、李英瑞 編著，"World Wide Web 實用與進階手冊"，全華  
科技圖書股份有限公司，1996 年 4 月初版。
  11. 李天啟，"HTML 易學易用專輯"，基峰資訊股份有限公司，1996  
年 8 月初版。