

臺北捷運後續路網工程餘土管理之初步研究

裴文正

摘要

近年來台灣不斷推出大型地下深開挖工程建設，相對地亦產生大量工程剩餘土石方，由於國內合法棄土場非常有限，棄土相關費用相對提高，部份業者為貪圖棄土費用，甚至將工程餘土惡意傾倒，因此造成河川污染與淤積阻塞，道路及公共場所環境破壞，甚或危害生命，造成傷亡。餘土處理及管制遂成為一除工程本身之外，尚令社會關注的大問題。

臺北捷運初期路網尚待興建的內湖線及後續路網中的新莊線、蘆洲線長度共約40.9公里，預計自2001年起陸續開工，施工所產生的餘土總量預估達700餘萬方，出土高峰預計自2002年初至2005年中旬，預估該時期國內其他重大工程亦同時段進行。如前所述為避免施工期間餘土運送管制及處理不善所衍生造成嚴重的社會問題，餘土管理成為目前捷運計劃中當前最重要課題之一。

本文主要目的，即在營建工程自動化的理念下，研究以餘土管理資訊統進行餘土管理及高科技全球衛星定位系統(Global Positioning System, GPS)替代傳統以人工監督餘土運送管制方式之可行性，並探討運用衛星定位系統及通訊技術，擷取車輛的動態位置、車斗傾斜、時間紀錄等資料，規劃相關應用軟硬體及相關配合措施，以建立捷運工程餘土運送管理系統，就餘土數量、性質，各工程標施工時程，可用棄土場等相關條件下整體考慮，探求解決餘土處理最佳處理方案。

關鍵詞：工程餘土、餘土管理、管理資訊統、全球衛星定位系統

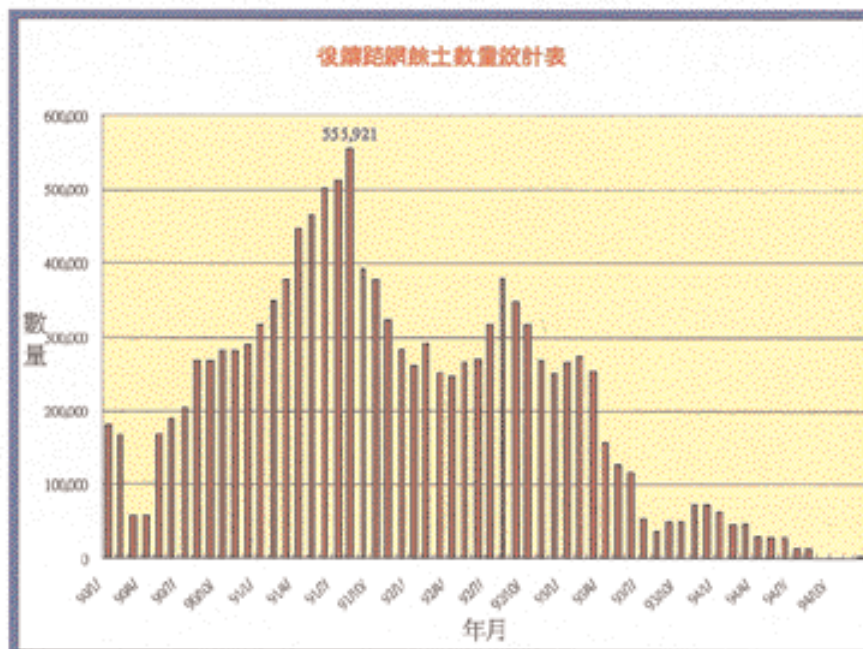
一、前言

根據營建署統計，台灣區每年產生的剩餘土石方約一千六百萬立方米，台北市每年產生約五百萬立方米，大台北都會區含台北縣及基隆市約產生九百萬立方米，台北捷運內湖線及後續路網包含新莊縣、蘆洲線共40.9公里，自2001年七月起陸續動工，出土高峰自2002年起至2005年，產生餘土總量將超過700餘萬立方米以上。後續路網餘土分年分月出土數量、各標出土數量、土壤種類性質統計圖如圖一、圖二、圖三所示。

目前台灣地區營運中土資場初步估計剩餘容量約2300萬立方米，北部地區土資場剩餘容量約837萬立方米，營運中土資場可謂非常有限，因此餘土運輸費用及處理成本不斷提高，所衍生的問題近日在報章上時有所聞，例如工程泥漿倒入大漢溪、工程廢土倒入新店溪、工程廢土倒棄三重巷道、汐止水災後淤泥盈尺、內湖大湖淤積嚴重，工程餘土惡意傾到造成山坡、河床、溪谷、週遭環境廢棄土濺倒，若逢雨季更造成嚴重的環保問題及社會災害，造成無法估計的社會成本損失。

建構餘土管理資訊統的目的即在蒐集後續路網有關各線甚至各標時程資料、開挖土壤數量及性質資料、餘土管理相關法規、餘土最終去處包括土資場、磚窯場之所有相關資料，以提供所有工程人員查詢、列印、輸入、更新餘土資訊之服務。

利用高科技全球衛星定位系統代替以往以人力跟車監督之運送管制方式，為必然趨勢。結合衛星定位系統、地理資訊系統、電子地圖、及通訊系統等軟硬體及相關配合措施，擷取並紀錄車輛的動態位置，包含經度、緯度、行車速度、行車動線、車斗傾斜顯示紀錄等資料，以對棄土車輛加以監控管制。



圖一 後續路網餘土分年分月出土數量

二、現行餘土管理問題探討

營建剩餘土石方管理問題由來以久，包含場地不足、法令、單價、合約規範不合時宜、資源回收處理不力、政府漠視、黑道介入等問題存在，唯有中央政府正視並徹底解決，否則光靠地方政府或各地方工程單位，餘土問題將永遠無法妥善解決。

綜整現階段餘土處理問題分析如下：

1. 土資場、棄土場嚴重不足

現階段臺北縣營運中合法棄土場可供傾倒容量約669萬立方米，資源回收約72萬立方米，但由於各棄土場收受土壤性質、收土時間、含水量、含泥量等皆有所限制，往往造成可供傾倒之合法棄土場難覓之窘境，加上環保意識高漲、民眾抗爭不斷、土地取得非常困難，導致大型棄土場設置不易。

2. 運輸管制方法不良

現階段大多以人力跟車監督方式及棄土管制四聯單進行管控，但台北市由於道路交通法規規定，一般出土時間限於夜間至凌晨，因此現場監工人員都必須利用半夜時間進行監督管控，何況大型工程土方數量龐大，動輒數百車次，往往造成現場工程師身心莫大壓力。

3. 法令規定執行不易

以往法令規定棄土需有棄土證明書，始得開工，造成部份棄土業者於開立棄土證明時收取棄土證明費用，訪談結果北台灣棄土場開具棄土證明每方約180元不含稅，惟此費用仍無法解決任何棄土問題，實際處理每方仍須付費約180-200元，部份不法承商於取得此棄土證明文件後為貪圖棄土費用，而將工程餘土惡意傾倒，此外無論是否可再利用之砂性土壤亦需提出棄土證明，此法令顯然不合理，目前僅桃園縣政府之餘土管制措施中有關礫石層以下可回收利用之餘土可不予管制，針對無利用價值之餘土進行管制。此外部份棄土場棄土證明書超賣情形亦非常嚴重。為杜絕此等情事內政部已停止使用棄土證明，改為證明文件。然而在供需不平衡情況下此規定是否仍然換湯不換藥，仍待觀察。

4. 餘土資源回收處理執行不徹底

工程餘土過去大多被視為廢棄物直接運棄處理，不但是一種資源浪費，更造成棄土場不敷使用。

5. 餘土處理單價不合理

現階段市場棄土行情，除開立證明及棄土費每方約360元外，棄土運費每方約100元，因此每立方處理費至少460元，工程泥漿處理費用則更高，每立方處理費至少730元，工程往往低價搶標，造成餘土處理費用無法支付。

6. 中央政府無法有效規劃全國性的餘土處理策略

公辦公營大型棄土場嚴重缺乏、棄土證明流於形式、工程泥漿無處可去、餘土運輸管制方式查核不嚴格、餘土資源化處理不夠徹底，在在顯示全國性的餘土處理策略仍有大幅改進空間。

三、台北捷運餘土管理策略

台北捷運局針對上述後續路網龐大餘土數量，在自動化理念下，擬定餘土管理策略簡述如下

1. 成立捷運工程賸餘土石方處理因應小組

於民國八十八年十一月成立本局捷運工程賸餘土石方處理因應小組，目的在協助各工程處擬定餘土處理計畫，以順利推展工進，並妥為處理後續路網餘土問題。

2. 餘土處理作業理念

就本局後續路網餘土產生數量、土壤性質分類，各標開工時程及合法可用棄土場等條件進行動態交相考慮，求解本局餘土處理最佳解答，並主動積極針對本府公共工程及拜會臺北縣、市棄土，磚瓦公會及其他民間大型填方工程，以尋找處理本局餘土問題合作空間。

3. 獲致成果

目前所獲致成果條列如下：

- I. 法規、量性、時程、場地資料庫已建立完成，
- II. 針對餘土處理單價整合及檢討、合約規範檢討
- III. 餘土處理方法及處理設備檢討
- IV. 替代工法檢討
- V. 本局後續路網餘土處理資訊網站建構完成
- VI. 推動以GPS替代傳統管制方式

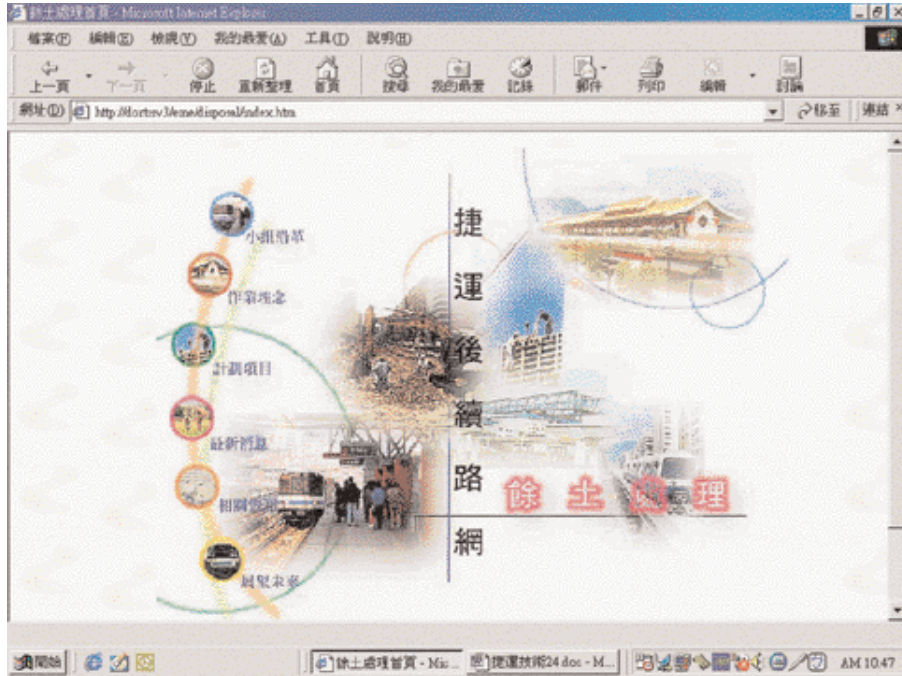
4. 未來工作方向

- I. 與其它工共工程挖填方平衡之宏觀調控
- II. 自設或與其他單位合作開發土資場可行性評估
- III. 政府法令的檢討
- IV. 餘土資源回收產品應用研究
- V. 資源回收處理方式研究
- VI. 使用GPS作為餘土運送管制之可行評估
- VII. 餘土管理資訊統未來更新、維護、管理及升級

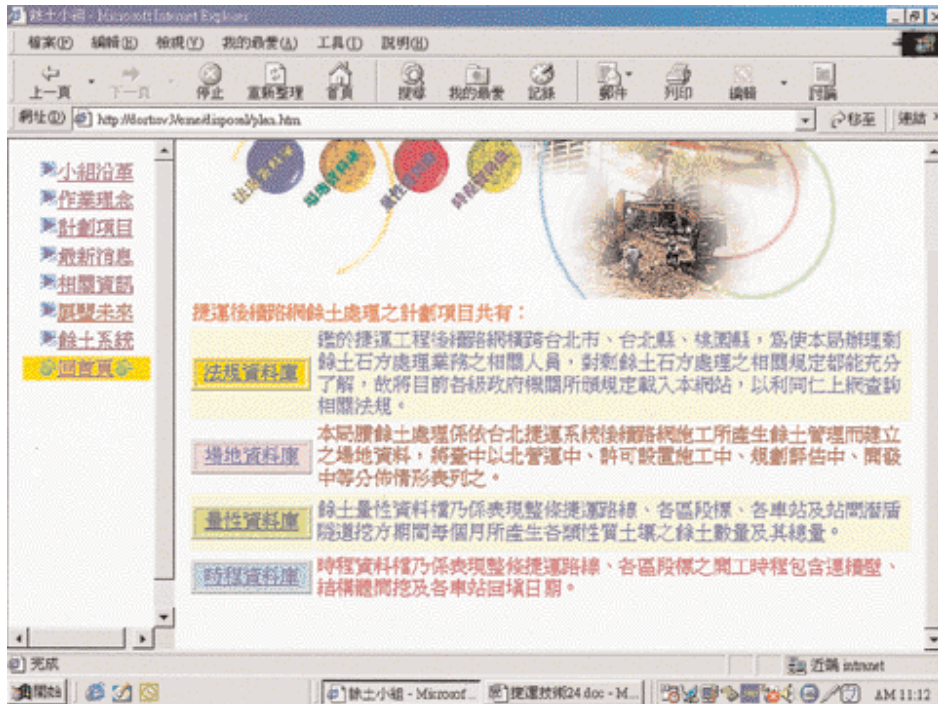
四、建構「捷運後續路網餘土處理規劃資訊系統」

在作業資訊化原則下建立臺北捷運後續路網餘土處理規劃資訊系統，本系統包含小組沿革、作業理念、計劃項目、最新消息、相關訊息、展望未來六大主題，系統首頁如圖四所示。

本系統核心則包含法規、場地、量性、時程等資料庫。各資料庫內容及作業範圍如下所述：



圖四 臺北捷運後續路網餘土處理規劃資訊系統首頁



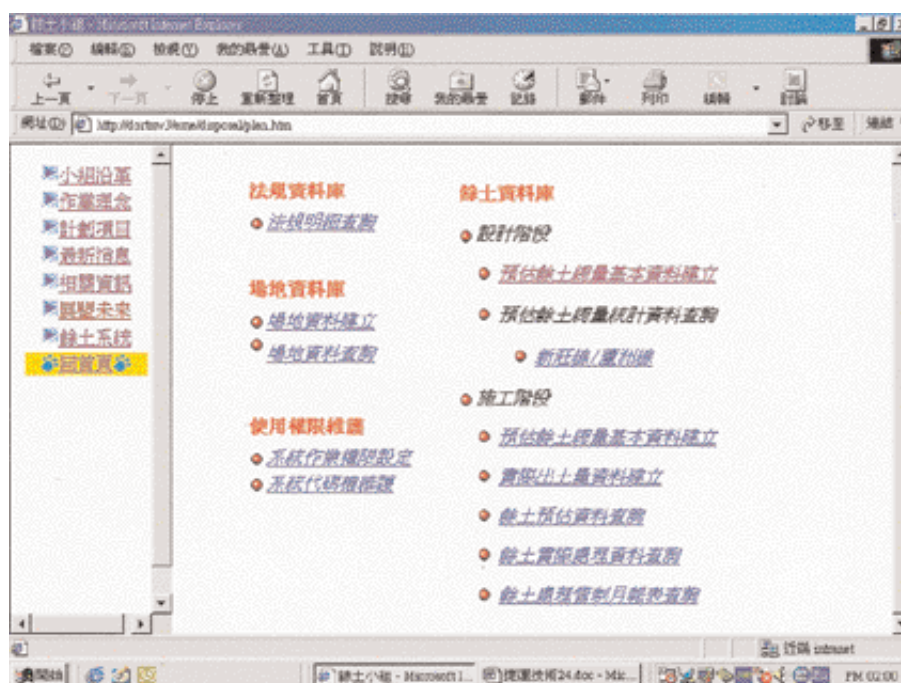
圖五 餘土土規劃管理資訊系統資料庫之畫面

1. 法規資料庫：收集儲存目前各級政府機關所頒發餘土石方相關法規。
 2. 場地資料庫：彙集各縣市規劃、施工或營運中土資場之相關場地資料。
 3. 量性資料庫：包括各區段標、各車站連續壁、結構體開挖及站間潛盾隧道挖方期間每個月所產生各類性質土壤之餘土數量及其總量。
 4. 時程資料庫：包括連續壁、結構體開挖、完工日期及各車站回填日期。
- 進入本系統資料庫之畫面如圖五所示。

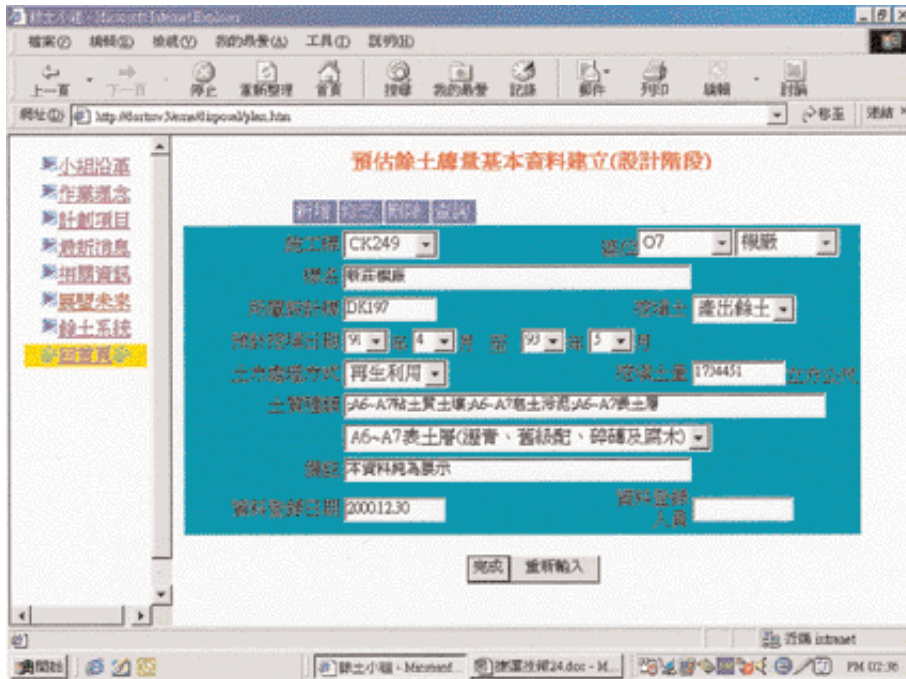
本系統主要提供以下功能：

1. 場地資料處理：依台北捷運系統後續路網施工所需餘土流向管理而建立場地及相關資料，並提供營運中、許可設置施工中、規劃評估審查中、開發中及停土之土資場相關資料查詢。
2. 量性、時程資料處理：依連續壁、結構體開挖及各車站回填日期等開工時程以表現整條捷運路線、區段標、車站及站間潛盾隧道挖方期間分月所產生各類性質土壤之餘土數量及其總量，於工程標設計階段中，將預計挖填土之相關資料建檔以供後續施工階段土方處理之依據。另提供設計階段所有施工標土方相關資料的查詢及餘土預估資料、餘土實際處理情形資料查詢。
3. 法規資料查詢：提供查詢目前各級政府機關所頒發餘土石方相關法規。

本系統設計資料庫採用SQL SERVER，目前檔案設計約10個檔案，資料量預估約1.2GB，以30個施工標，土方工期四年資料量計算。本系統建置於本局企業網路供本局工程人員上網查詢。本系統具備資料新增、修改、刪除、查詢等功能。輸入、查詢、顯示，範例畫面如圖六、圖七、圖八、圖九所示



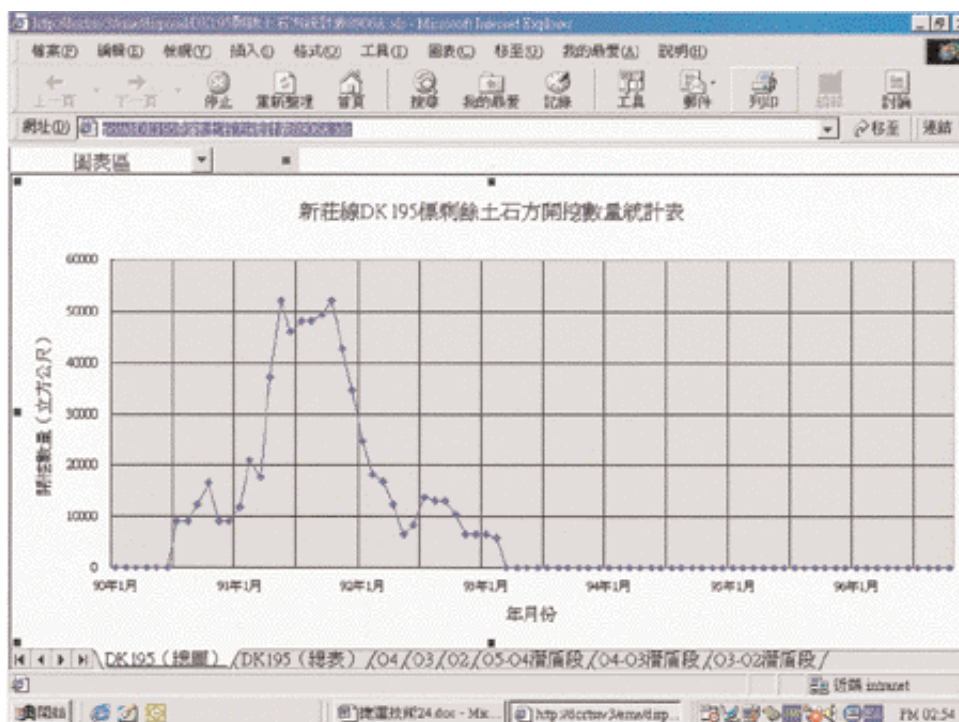
圖六 餘土規劃管理資訊系統資料庫查詢、建立、使用權限維護之畫面



圖七 餘土規劃管理資訊系統資料庫資料輸入之畫面



圖八 餘土規劃管理資訊系統量性資料庫資料查詢之畫面



圖九 餘土規劃管理資訊系統量性資料庫資料各標開挖數量統計表之畫面

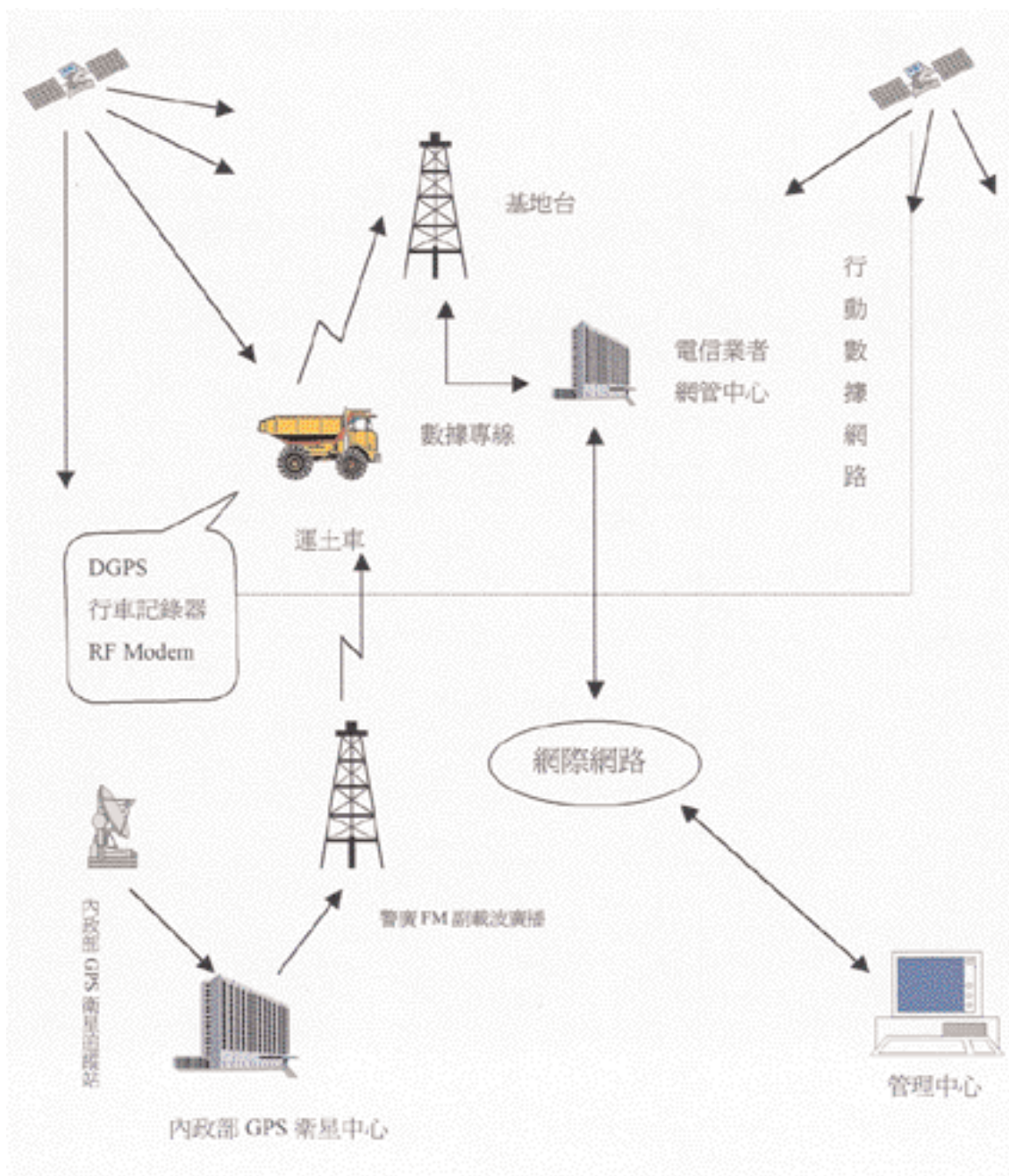
五、GPS系統建置

應用GPS系統的目的，在期望藉由運用定位及通訊技術，擷取車輛動態位置、時間及車斗傾斜等資料，以替代傳統方式管制餘土運送，並有效防止餘土惡意傾倒情形發生。本局應用GPS管制餘土運送目前仍處構想階段，系統雛形預計規畫系統架構分為通訊、車端、管理中心等次系統：

1. 通訊網路架構

在整個運輸管理系統的架構下，通訊網路串連各子系統，運土車透過行動數據網路傳輸，將資料傳送至通訊業者的網管中心，管理中心再透過網際網路的傳輸從電信業者的網管中心取得傳回的資訊。簡言之，運土車透過無線數據機經由電信業者提供的通訊服務進行數據資料的傳送。

行動數據網路主要分成車端使用者、基地台、區域通訊控制中心及應用主機。其中基地台、區域通訊控制中心及應用主機屬行動數據網路電信業者的服務設備，通訊網路架構如圖十所示。



圖十 通訊網路架構

2.車端架構

負責將行車訊息、車斗傾斜訊號及DGPS點位資料傳送至管理中心，透過DGPS可以獲得車輛的即時點位座標，並顯示於電子地圖上和記錄於數位式行車記錄器內。

3.管理中心系統架構

管理中心系統設置有電子地圖、資料庫及網路伺服器，所有的行車資訊透過行動數據網路收集後，彙整至管理中心資料庫。

GPS系統初步執行應用於餘土管制，預期成果如下：

1. 評估相關產品於執行時之可靠度及應用限制
2. 評估管理系統執行績效
3. 相關配套措施採行依據
4. 作為後續全面實施及建構全局後續路網運輸管制管理系統之依據

六、結論與建議

依照規定，公共工程開挖，施工單位必須先取得證明文件，棄土證明及棄土量管理權責由當地政府工務單位負責。然而棄土是否如數進入餘土處理場並無專責單位管理，且環保、警察機關發現傾倒廢棄土的車輛無法有效查扣車輛，加上業者均係利用夜間傾倒，使得餘土運送管制問題層出不窮。管制方式的改變必然有許多問題需克服，包括制度的配合及業界的的支持，本局後續路網工程餘土構思應用GPS追蹤管制，即在評估及了解系統待改善及應配合相關配套措施，作為全面實施之依據。

餘土管理資訊系統的完成及GPS系統的應用並不能保證後續路網餘土問題的完全解決，資料的收集及資訊的提供在作為決策者管理及決策的依據，運輸管制的目的在以自動化科技替代人工管制，以杜絕濫倒的發生。本局餘土處理因應小組成立一年來，曾針對單價整合、合約規範檢討、餘土處理方法、處理設備檢討、替代工法檢討、本局後續路網餘土處理資訊網站建構、推動以GPS替代傳統管制方式進行研究，均獲致豐碩成果，台北市政府工務局決定近日於碧湖工地引用GPS替代傳統管制方式進行管制，可見餘土小組當初的遠見，屆時其試用的成果，將可作為本局後續路網餘土管制的借鏡。

此外經過初步之研究，針對餘土管理提供以下建議，供各界參考：

1. 以科技替代人工進行餘土運送管制為必然趨勢。
2. 法令應簡化，包含土資場申請設立及公辦民營土資場申請。
3. 各工程均應提送餘土處理計畫書，並從量性、時程、場地三方面交相考量。
4. 應將工程餘土視為一種資源。並鼓勵大量採用餘土資源回收處理所產製之製品。
5. 廢除棄土證明改以GPS系統管管制報表代替棄土證明。
6. 儘速設置公辦公營餘土處理場或獎勵民間興建大型餘土處理場。
7. 中央政府應速制定全國性餘土處理策略。

◇ 參考文獻 ◇

1. 「營建剩餘土石方處理方案」, 內政部, 民國八十九年五月
2. 財團法人中華顧問工程司, 「臺北市政府捷運工程局蘆洲線試辦性餘土運輸管理系統建置研究計畫書」, 民國八十九年六月十五日
3. 吉興工顧問工程公司, 「臺北市政府捷運工程局DK195餘土計畫報告書」, 民國八十九年四月
4. 財團法人中華顧問工程司, 「臺北市政府捷運工程局DL132/DL133餘土計畫報告書」, 民國八十九年五月
5. 曾麗雯、羅城, 「臺北捷運後續路網餘土管理資訊系統作業說明」, 民國八十九年十二月