

## 大地工程網路作業平台初步開發研究

洪世勳<sup>1</sup>、王天佑<sup>1</sup>、譚志豪<sup>1</sup>、冀樹勇<sup>2</sup>、侯秉承<sup>3</sup>、陳錦清<sup>4</sup>

關鍵詞：網路作業平台、Microsoft .NET Framework、地質鑽探、地質分層

### 摘要

本文所發展之大地工程網路作業平台，乃利用 Microsoft .NET Framework 相關技術，採分散式多層次(Multi-Tier)處理的方式架構建置，提供工程師仿照實際之工程專案(例如基礎設計等)，在多人共同工作之網路作業下，構架虛擬之工程元件，並藉該元件之分析計算功能，執行分析設計時所需之資料整理與計算工作。本平台之資料庫管理系統及網頁伺服器採用 SQL Server 及 Internet Information Server (IIS) 建置。資料庫之存取、維護以及數值運算以 XML Web Service 方式建立，所有使用者介面則採 ASP.NET 配合 Javascript 技術開發。

本研究為建立大地工程網路作業平台之初期成果，其主要之目標為研擬並規劃地工平台開發之標準，並據此標準建立地質鑽探處理及地質分層處理模組，以展示說明其效益與可行性。

### The Development of Network Platform for Geotechnical Engineering

Shih-Hsun Hung<sup>1</sup>, Tian-yu Wang<sup>1</sup>, Chih-Hao Tan<sup>1</sup>,  
Shu-Yeong Chi<sup>2</sup>, Ping-Cheng Hou<sup>3</sup>, Jin-Ching Chern<sup>4</sup>

Key Words: network platform, Microsoft .NET Framework ,geological drilling, simplified strata definition

### ABSTRACT

Incorporated with Microsoft .NET Framework technology, the Network Platform for Geotechnical Engineering was developed in multi-tier way. A object model for general geotechnical analysis and design has been proposed. The object model consists data structure definitions, calculation algorithm, and user interface. All geotechnical problems can be virtually described by the proposed model and can be carried out as long as the referenced objects have been well defined. In this platform, SQL Server and Internet Information Server were used as database manager system and Web Server. The data exchange and numeric evaluation were constructed through XML Web Service, and the User-Interface was designed

<sup>1</sup> 財團法人中興工程顧問社 大地工程研究中心 研究員, Researcher, Sinotech Engineering Cons. Inc.

<sup>2</sup> 財團法人中興工程顧問社 大地工程研究中心 經理, Manager, Sinotech Engineering Cons. Inc.

<sup>3</sup> 中興工程顧問股份有限公司 大地工程部 經理, Engineer, Sinotech Engineering Cons. Ltd..

<sup>4</sup> 財團法人中興工程顧問社 副執行長, Vice President, Sinotech Engineering Cons. Ltd..

by ASP.NET and Javascript.

This research was the primary achievements of establishing Network Platform for Geotechnical Engineering. The standards of developing procedures were marked out. Follow these procedures, the Geological Drilling Processing module and Simplified Strata Definition module have been developed. With such results, the establishment of Network Platform for Geotechnical Engineering is workable and beneficial.

## 一、前言

大地工程分析與設計工作，需針對各種課題，分階段逐一進行系列分析運算；對於同一階段之分析，亦需依據地區、地層分布、施工方法以及其他考慮因素，結合過去之經驗與判斷，選擇不同之參數與方法同時進行分析。在各種課題與採用的分析方法間，資料的準備、轉換、銜接等工作，往往佔據了工程師大量的時間。因此，如欲進一步提升工程設計之品質與效率，必先有一套能協助工程師處理資料與分析方法的整合性平台，使資料處理所需的時間及可能錯誤減少，並盡可能增加工程師探討其他潛在解決方案的時間。

著眼於此，本文利用軟體工程之方法，研究將各種分析程序與對應之地工資訊結合為具相互溝通能力之物件(Object)，讓這些物件能在平台上自行交換資料與計算結果，同時，工程師可監控其過程，根據相關計算結果進行研判比較。本文以開發大地工程平台之基本架構為導向，研擬前述互動性物件之架構機制與資料儲存格式，並以地質鑽探與地質分層處理模組作為此平台之實例。未來可依據本文之成果，逐步增加分析模組物件，使地工平台之應用範圍，能隨時間逐步成長，以相似的架構因應未來多變的需求。

## 二、發展背景與應用技術

本文蒐集國內外常用之大地工程學術

軟體、商業軟體以及國內工程界常用的分析設計程序等進行是否能整合於地工平台之研究。由於電腦輔助工程設計之效益，奠基於重複性高的快速運算及大量資料處理，大部分之商用分析程式，亦以處理需大量運算之分析程序為主。因此，為達到最大效益之提升，應以**使用頻繁，技術成熟，計算流程固定**之分析設計程序為優先發展之對象。

大部分之地工設計通常需要一連串互相關聯之計算與分析，例如完整的樁基礎設計[1]即必須以簡化土層參數之歸納、液化分析、沉陷分析、負摩擦力分析、基樁承载力檢核、基樁側向力分析、樁身及樁帽配筋等可各自獨立的分析模組所組成，而這些分析模組介面，如果能加以適當的設計，應可重複應用於不同的地工設計中，因此，工程分析模組之介面規格的妥善規劃，可使地工平台的適用範圍更為廣泛。其次，地工平台應能考慮各分析問題間地層剖面之相互關係，使同一專案中各項分析能夠建立起合理的關聯。

本大地工程網路平台之骨幹採用 Microsoft .NET Framework[2]相關技術，採分散式多層次(Multi-Tier)處理的方式架構建置；除離線程式外，所有程式的使用者介面及資料交換介面均採取 Web-Base 方式並使用 ASP.NET 配合 Javascript 技術開發。資料庫管理系統及網頁伺服器採用 SQL Server 及 Internet Information Server (IIS) 建置。資料庫之存取、維護以及數值運算以 XML Web Service 方式建立。

### 三、系統與工作模組規劃

#### 3.1 系統規劃

土工平台之整體架構，以系統服務及硬體結構來區分，可分為客戶端及伺服器端兩個部份，如圖 1 中所示。客戶端僅需提供讓網路瀏覽器(如 Internet Explorer)能順暢運行之最低軟硬體配備，其他所有軟體元件，均由土工平台透過 Web Service 提供。

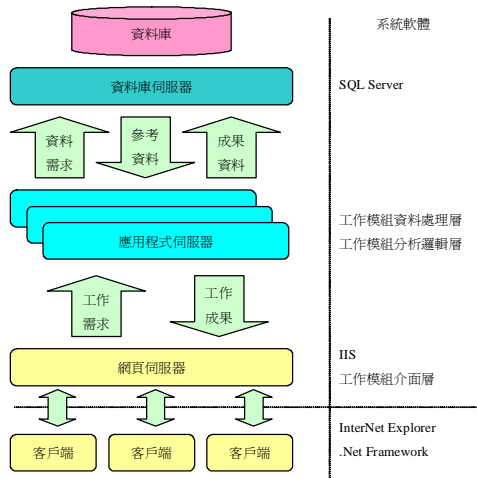


圖 1 土工平台硬體與服務架構圖

伺服器端由網頁伺服器、資料庫伺服器及多個應用程式伺服器所構成，基本上，網頁伺服器處理客戶端之使用者介面；應用程式伺服器處理各工作所需分析與計算工作；資料庫伺服器負責資料庫之維護及各種資料之提供。

#### 3.2 工作模組規劃

為使工作模組之架構，能符合大部分常用地工分析設計之需求，本研究於蒐集資料階段，對常用的大地工程分析設計程序以及慣用之商程式運作程序進行調查整理後，歸納其分析之工程對象，均可採用層級式之物件來描述，列舉如表 1 中所示。

表 1 常用之土工分析程序

土工問題分類	物件單位 層級組合	輸入參數		結果
		參考資料	操作資料	
			起始設定 工程設定	
鑽探資料處理	鑽孔 取樣記錄 試驗紀錄 鑽孔分層		鑽探紀錄 試驗紀錄 分層	鑽探資料庫 土壤分層
岩楔分析	岩石分區 弱面		現場紀錄	岩石分區
動態分析	土壤分層	土壤分層	地震歷時	動態應力
壓密(沉陷)分析	土壤分層	土壤分層	加載條件	沉陷量
開挖穩定分析	分析斷面 施工分階	土壤分層	地表加載 施工程序	變形量 應力
滲流分析	分析斷面	土壤分層	初始水位 施工條件	瞬時水位 穩定水位
邊坡穩定分析	分析斷面 破壞面	土壤分層	地震力 水位 地錨加載	安全係數
樁基礎分析	樁群 樁帽 單樁 深度分段	土壤分層	幾何配置 加載條件	應力
隧道應力分析	分析斷面	土壤分層	幾何配置 加載條件	應力
配筋設計	梁、柱、版	應力	幾何條件 鋼筋配置	配筋量

依據物件導向之規劃原則，可將工作模組本身定義為一個物件，此物件由層層包容之數值模型物件集合(Collection)所組成，各個數值模型則描述了該項分析或設計工作所處理的工程對象之數值特徵。以鑽探資料處理模組為例，鑽探資料處理模組本身為工作模組物件，其模擬之數值工程物件為鑽探孔物件所組成之串列，串列中每個鑽探孔物件又由取樣記錄、現地試驗紀錄、樣本試驗紀錄、鑽孔分層紀錄等串列物件組成。如此層層套疊，至可將該鑽探工作所紀錄之各種數值資料完整定義為止。

工作模組物件由數值資料、服務程序以及使用者介面等三個部分構成，數值資料儲存前述工程對象之數值特徵；服務程序處理該模組之數值資料，提供使用者介面或其他模組引用；使用者介面負責與使用者間之溝通。數值資料僅可由自己的使用者介面及服務程序來存取，其他模組不能直接存取該模組之數值資料。工作模組之組成元件如圖 2 中所示。本文將以目前完成之工作模組說明土工平台之服務運作，包括「工程專案管理」、「地質鑽探資料處理」、以及「地質分層」模組。



圖 2 工作模組架構示意圖

### 3.3 使用者介面

使用者介面專司工作模組與使用者間之溝通，採 ASP.NET[3]配合 Javascript[4]技術開發，為確保資料之安全與完整性，不宜直接存取該工作模組之數值資料，僅能透過工作模組之 Web Service 服務程序存取資料。其主要之工作包括下列四項：(1)可呼叫其他工作模組之 Web Service 讓使用者選取參考資料。(2)提供使用者修改操作參數，並適時以圖形繪製工程物件，讓使用者以直觀的方式進行分析。(3)呼叫該工作模組之 Web Service 執行必要之分析計算工作。(4)提供使用者檢視分析結果，並適時地以視覺化之圖形呈現。

### 四、資料庫架構與建置

考量資料量的規模及和 VS.NET 開發程式的方便性為由，地工平台採用 SQL Server 2000[5]作為資料庫來儲存資料。

在此平台中，各個地工問題都視為是一個專案，而解決此專案的各個方法都視為是一個工作模組。每個專案可能有一個工作模組或數個模組所組成來處理這個專案的問題。依據此架構，規畫此平台的資料庫為兩類，其一為專案資料庫，另一個則為工作模組資料庫。其中專案資料庫只

有一個，而各個工作模組則有自己的工作模組資料庫，依工作模組的增加而增加。整個資料庫的運作架構如圖 3 所示。

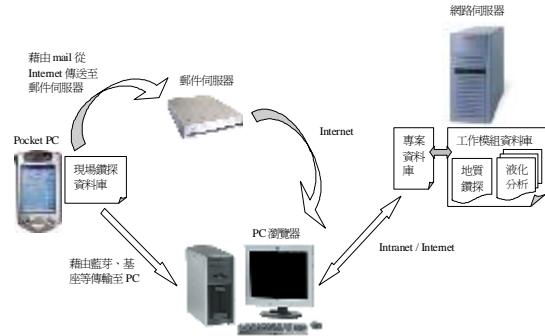


圖 3 資料庫運作架構圖

目前所完成的項目為專案資料庫、工作模組資料庫其中的地質鑽探資料庫及地質分層資料庫。地質鑽探資料庫係參考經濟部工程地質探勘資料庫之規範[6]加以整合修改所建立，分為六大項，共 15 個資料表。

## 五、工作模組開發

### 5.1 工程專案管理模組

工程專案管理模組之介面如圖 4 中所示，畫面的左側可依使用者之需求列出目前進行中、曾參與或者可參考之所有專案列表，依專案管理權限，提供使用者適當之刪除、歸檔等功能，重要之操作如刪除、歸檔等，亦提供跳出式視窗供使用者進一步確認。



圖 4 工程專案管理模組

## 5.2 地質鑽探資料處理模組

此模組分為兩個部份，其一為現場鑽探資料蒐集部份，旨在現場蒐集鑽探資料；第二部份則為鑽探資料編修部份，將第一部份蒐集的資料於平台進行編修後匯入地質鑽探資料庫。

### (1)現場鑽探資料蒐集部份

工程師在現場利用 PDA 輸入鑽探紀錄，並在 PDA 上建立現場鑽探資料檔，再以 e-mail 方式將檔案傳回公司，於公司個人電腦接收該檔案後，連線到地工平台並將該檔案匯入至地質鑽探資料庫中。

本研究採用 Pocket PC 來作為資料蒐集的工具，操作主畫面下分為六個子畫面，分別是一般性紀錄、鑽孔方法、取樣方法、目視地質、分層描述及工作日誌等。此介面的畫面如圖 5 所示。



圖 5 現場鑽探 PDA 資料蒐集操作界面

### (2)鑽探資料編修部份

鑽探資料編修模組之介面是採網路應用程式的方式來設計，應用程式運算的核心是在伺服器端，而客戶端只負責以網頁的方式來展示程式介面，做為使用者與伺服器端的溝通橋樑。圖 6 與圖 7 分別為鑽探資料查詢與查詢結果之鑽孔柱狀圖展示。

鑽孔資料編輯(如圖 8 所示)部份除可於網頁直接建立鑽孔資料外，亦可匯入由現場鑽探資料蒐集所建立的資料庫，再進行資料的編輯。



圖 6 地質鑽探資料庫查詢畫面

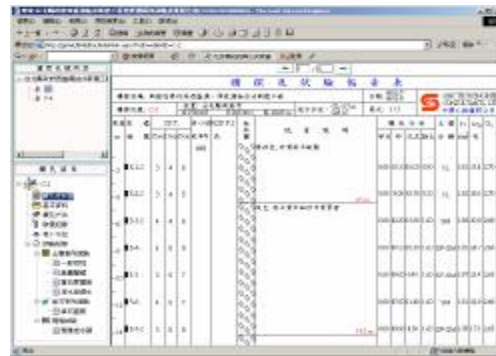


圖 7 鑽孔柱狀圖

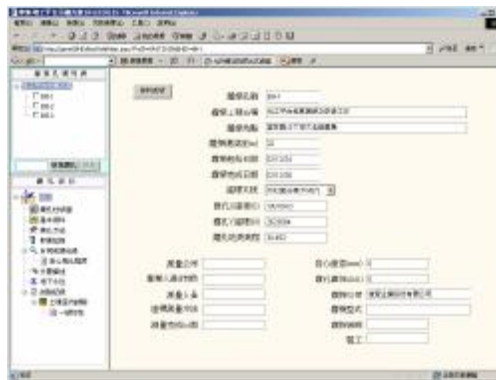


圖 8 鑽探資料編輯畫面

## 5.3 地質分層模組

地質分層模組之主要功能在於讀取地質鑽探資料庫的鑽孔資料來進行地質分層處理，其功能包括一維、二維的簡化土層及三維的地質柵狀圖等圖形處理與展示，可進一步提供相關地工問題分析時參考使用。

本模組所提供之二維簡化分層功能，係依據參考鑽孔資料，按照使用者需求勾選現地或室內試驗參數，於鑽孔柱狀圖旁

即時顯示資訊以輔助進行簡化分層作業，直接在圖形介面上決定各分層之二維分佈情形，並於資料欄位填入各分層之代表性參數值，逐層建立二維簡化分層，以利後續分析進行。圖 9 為某專案參考鑽孔所建立之二維簡化剖面圖。



圖 9 二維簡化分層剖面

柵狀圖處理功能係透過一系列的剖面切割線，將專案範圍內的鑽孔資料以三維地層柵狀圖方式展示，圖 10 為某專案透過本模組所建立之三維柵狀剖面圖。

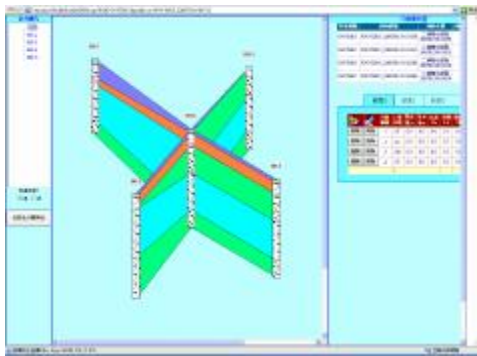


圖 10 三維地質柵狀圖展示

## 六、結論

本研究為建立大地工程網路作業平台之初期成果，其主要之目標為研擬並規劃地工平台開發之標準，並據此標準建立地質鑽探處理及地質分層處理模組，以展示說明其效益與可行性。這些標準規格與實際開發案例之經驗，將可在後續之工作中沿用，將地工平台逐步擴增各種資料與工程應用分析處理模組，讓工程師能拓展其

設計考慮之深度與廣度，達到提升工程設計品質與效率之目標。

地工平台架構在研擬時，已將大地工程常用之分析計算流程列入考慮，並進行初步規劃。由於重複運算及大量資料處理為電腦輔助工程設計自動化最大之優勢，尚在學術理論階段或罕用之分析程序，並無法發揮地工平台之最大效益，未來應可依循工作模組發展標準，逐步擴增其他工作模組。

## 參考文獻

1. 建築物基礎構造設計規範，內政部營建署，2001。
2. Jeff Prorise, "Programming Microsoft .NET" Wintellect, 2002
3. 董大偉，「ASP.NET 程式設計徹底研究」，文魁資訊股份有限公司，2003。
4. 董大偉，「ASP.NET 徹底研究-高階技巧與控制項實作」，博碩文化股份有限公司，2004。
5. 李春雄，「ASP.NET 與資料庫程式設計」，文魁資訊股份有限公司，2003。
6. 「國土資訊系統自然環境基本資料庫分組」—「工程地質探勘資料庫」資料作業參考規範，中央地質調查所，1998。