

# Google Earth結合大地工程網路作業平台之應用

洪世勳\* 王天佑\* 冀樹勇\*\*

## 摘 要

Google Earth 為一免費且共通的地理資料展示平台，目前已廣泛應用於各領域中。本文將前期研究所建立之大地工程網路平台鑽探模組及液化分析模組與 Google Earth 相結合，利用 Google Earth 強大的 3D 展示平台，以及 OGC 已認定的 KML 檔案格式，將地工平台內的鑽探點位輸出成 KML 檔，匯入 Google Earth 中，即可將鑽孔點位直接展示於免費清晰的航照底圖上，使用者將更易掌握鑽孔分布位置，並能有更好、更快速的操作介面。透過 Google Earth 內建之瀏覽器，結合地工平台的後端鑽探資料庫資料查詢介面，無需再撰寫程式碼即能與地工平台的鑽探模組及液化分析模組作完美的結合。此外，本文除介紹 Google Earth 與地工平台的結合應用外，亦將就 Google Earth 未來其它應用作概略性的介紹。

關鍵字：Google Earth、KML、大地工程網路作業平台、鑽探模組、液化分析模組

## 一、前 言

Google Earth 為一免費且共通的地理資料展示平台，目前已廣泛應用在各領域中，但主要仍以觀光導覽居多。本文介紹 Google Earth 在大地工程方面之應用案例，為大地工程網路作業平台的後續發展。利用 Google Earth 強大的 3D 展示平台，以及負責地理資訊標準的開放地理空間協會 (OGC, Open Geospatial Consortium) 已認定的 KML 檔案格式，將地工平台內的鑽探點位透過小工具經由坐標轉換及格式轉換之步驟，輸出成 KML 檔，並匯入 Google Earth 中，如此鑽孔點位直接展示於免費清晰的航照底圖，對於使用者將

更易掌握鑽孔分布位置，並能有更好、更快速的操作介面。

Google Earth 已內建網頁瀏覽器，結合地工平台的後端資料庫查詢介面，無需再撰寫程式碼即能與地工平台的鑽探模組及液化分析模組作完美的結合。前期研究所開發之鑽探模組可展示鑽孔詳細的資料，利於使用者對區域地層有進一步的了解；液化分析模組則提供使用者先行了解該區域土層是否有液化的可能。由於 Google Earth 須於網際網路(Internet)的環境下接收資料，對於無法隨時上網的工作環境，本文亦提出解決的方法供參考。文末亦就 Google Earth 未來其它應用提出兩個案例作概略性的簡介。

\* 中興工程顧問社大地工程研究中心研究員

\*\* 中興工程顧問社大地工程研究中心經理

## 二、Google Earth與地工平台之結合

2004年10月Google宣布收購專門開發並展示三維數位地球之Keyhole公司，並於2005年6月推出了Google Earth軟體，免費提供全球的使用者透過網路查詢全世界的衛星影像與航照資料，同時也開放標記語言KML(Keyhole Markup Language)，提供進階使用者進一步在地圖上註記及客製化的加值應用服務。如此一來，Google Earth的功能就不只限於單純的地圖展示，其開放性架構使得後續的附加應用相繼出現，使用者可以套疊不同的地圖、建物模型、特定的調查資料等。2008年4月，KML則被開放地理空間協會OGC通過為OGC KML標準，讓KML成為官方開放標準。

目前Google Earth在各領域已有相當多的應用，在大地工程方面則有經濟部中央地質調查所將「工程地質探勘資料庫」之鑽探孔位結合地質圖，再搭配都市計畫圖套疊於Google Earth中(圖1)，可提供都市計畫時所需要土地利用現況、地質條件以及補充鑽探選址參考用的空間資訊。但此應用並無法查看詳細的鑽孔資料，僅能作鑽孔的點位展示。

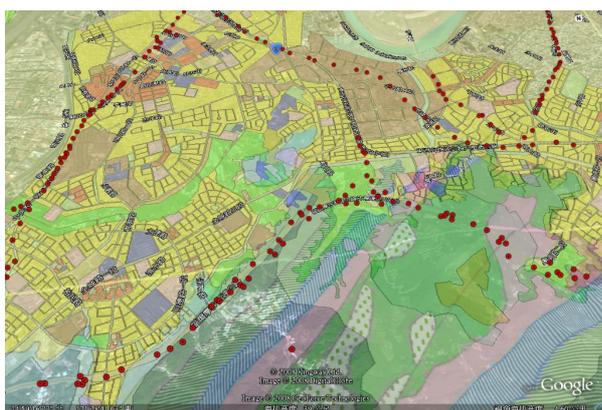


圖1 鑽探資料結合地質圖、都計圖於Google Earth之應用

本文則將上述應用作進一步的延伸，將地工平台內的鑽孔點位匯出成KML格式，結合地工平台之鑽探模組，可於Google Earth中展示詳細的鑽孔資料。

轉換為KML格式的方法有很多途徑，本研究係先將以SQL資料庫方式儲存的鑽孔資料，將鑽孔坐標之分布轉出成Access格式(MDB檔)，並匯入ArcGIS產生SHP檔，再轉換為KML格式。此外，地工平台採用TWD67坐標系統，產生之SHP檔亦為TWD67坐標。而Google Earth的坐標系統是使用WGS84經緯度坐標，因此必須經過坐標轉換程序。目前中央研究院地理資訊科學研究中心已開發許多相關的轉換程式供國人使用，例如「Shptrans」工具，可先將TWD67二度分帶坐標轉換為67經緯度，再將67經緯度轉換為WGS84經緯度，如圖2所示。

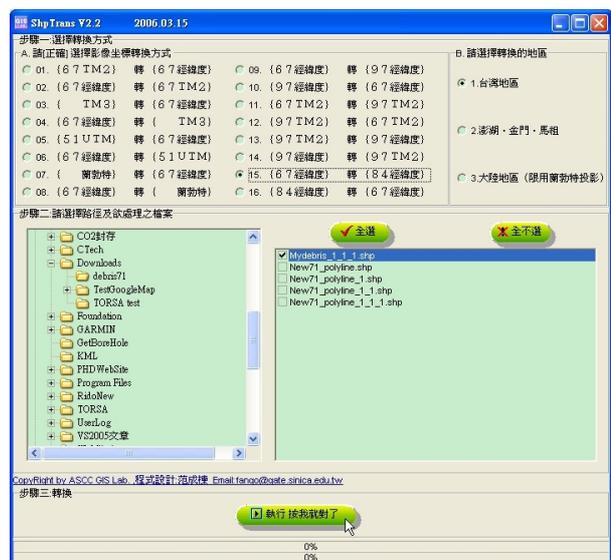


圖2 「Shptrans」工具進行坐標轉換

轉換完坐標後，接著要轉換檔案格式，將檔案由SHP格式轉為KML格式。本文所使用的檔案轉換程式「Export to KML」亦為免費軟體，並提供原始程式碼供人下載。其為COM元件，須在ArcGIS平台上才可執行，介面如圖3所示。

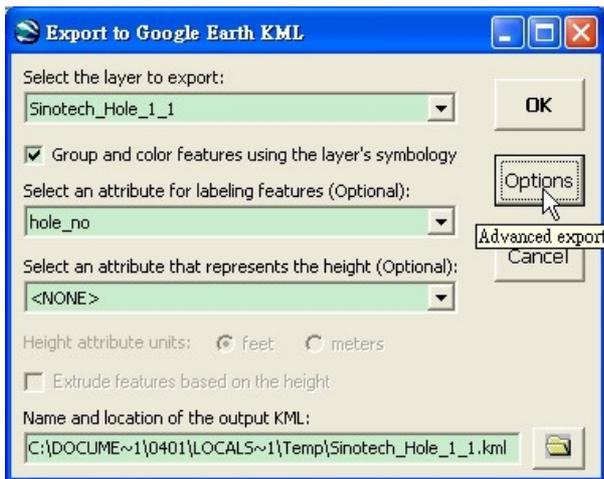


圖 3 「Export to KML」工具進行檔案轉換

此工具尚提供寫入 HTML 語法之功能，亦為地工平台與 Google Earth 結合之重要管道。將地工平台之鑽探模組及液化分析模組之網址語法寫入如圖 4 之虛線框中，再轉換為 KML 檔，就能將地工平台與 Google Earth 作無縫之結合。上述整合步驟之簡要流程則歸納如圖 5 所示。

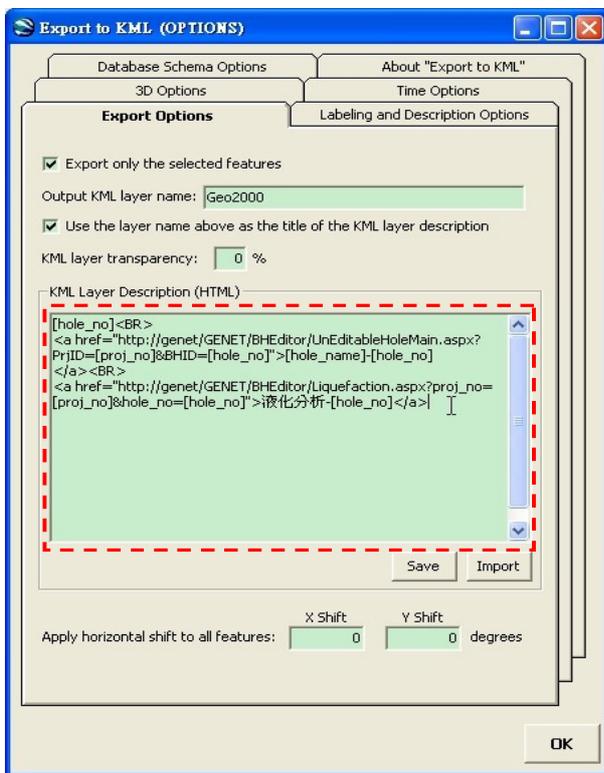


圖 4 寫入鑽探模組及液化分析模組之網址語法

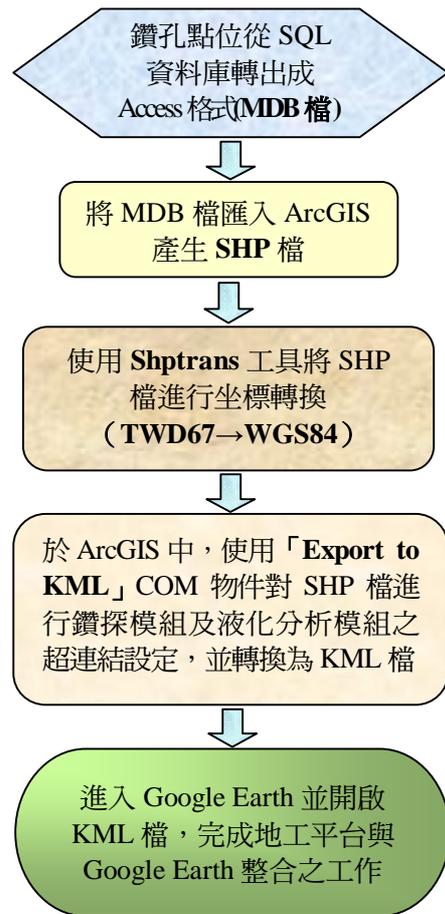


圖 5 地工平台內鑽孔點位匯出成 KML 格式步驟

### 三、鑽探模組及液化分析模組展示於 Google Earth

將前述轉換的 KML 檔於 Google Earth 中開啟，地工平台內所有的鑽孔將於 Google Earth 中顯示，如圖 6 所示。Google Earth 之操作介面相當友善，可利用滑鼠作放大縮小、平移及 3D 視角之改變，且為了讓使用者在操作 Google Earth 更為流暢，Google Earth 使用串流技術將地圖資料經由網路分批傳送到使用者電腦上，最大的優點是使用者在操作過程中不會因為地圖顯示範圍的改變，產生太多的等待時間，同時使用者電腦上也不需要儲存大量的地圖資料，透過網路即可動態取得昂貴及高解析度的衛星影像資料。

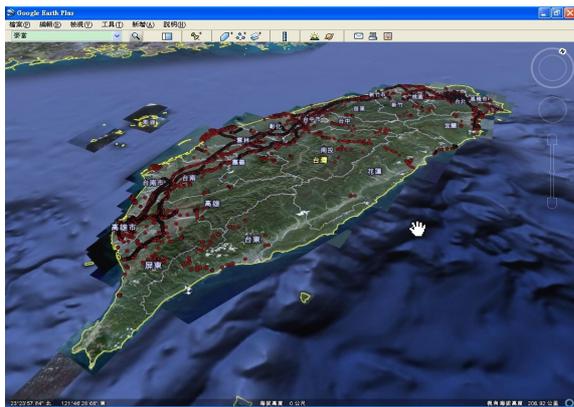


圖 6 鑽孔顯示於 Google Earth 中

若想查看某一鑽孔詳細的資料，可放大至可辨識該鑽孔之範圍，並用滑鼠點選該孔，則會快顯一圖說框，內嵌兩超連結，其一為土工平台鑽探模組之連結，另一則為液化分析模組之連結，如圖 7 所示。

鑽探模組可顯示該孔的鑽孔柱狀圖、基本資料、鑽孔方法、取樣方法、目視地質紀錄、地下水位、試驗紀錄及岩心箱照片等，可使決策者迅速掌握區域範圍內土層狀況與力學特性。

液化分析模組則可快速地針對此鑽孔深度 20 米內之所有取樣及試驗資料，進行液化潛能評估；並依各試驗之深度，將各土層之重要試驗數據與評估結果，以表格或圖形方式呈現，提供使用者先行了解該區域土層是否有液化的可能，進而於後續的工程規劃設計中採取必要的經費估算及工程措施來因應。

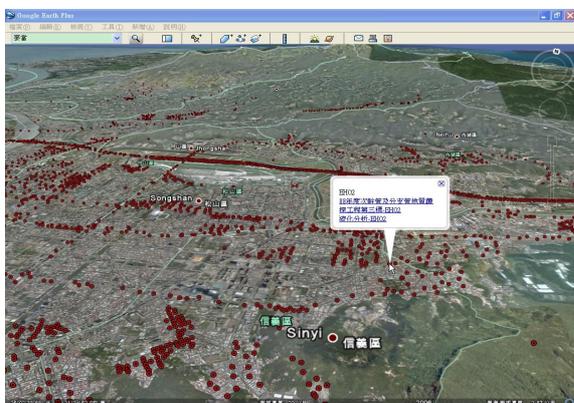


圖 7 Google Earth 圖說框內嵌兩超連結

點選兩超連結後，該鑽孔之鑽探模組及液化分析模組網頁隨即顯示於 Google Earth 內建的瀏覽器視窗中，如圖 8、圖 9 所示。土工平台的鑽探模組與液化分析模組即可藉此方式與 Google Earth 整合在一起。

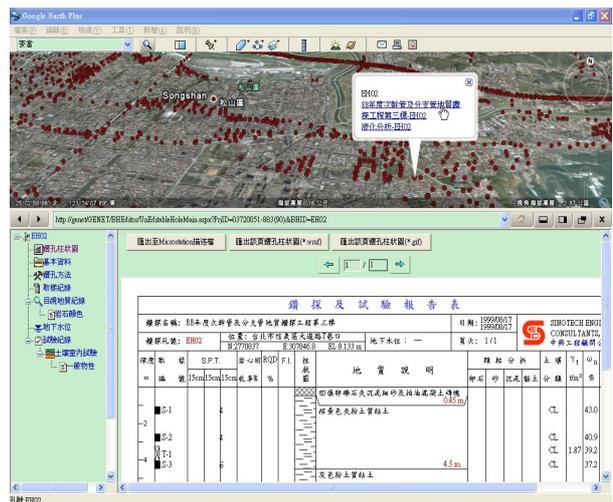


圖 8 鑽探模組與 Google Earth 之結合

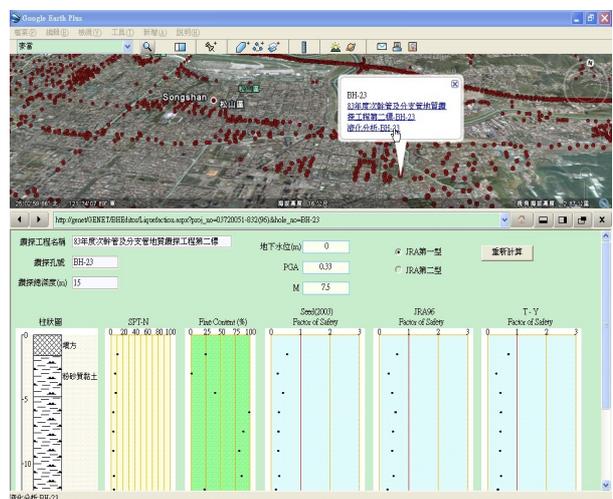


圖 9 液化分析模組與 Google Earth 之結合

基本上 Google Earth 操作時需要上網來取得資料，但若無法取得網路服務時，Google Earth 亦提供資料暫存的機制(Cache)來加速瀏覽及離線時使用，其方法為事先將需要的地區詳盡地瀏覽，讓 Google Earth 可以預先將所需要的資料下載，一旦離線時，便可透過這些暫存資料進行瀏覽。

網路上有一個名為「Google Earth Voyager (GEV)」的免費小工具(圖 10)，透過這個小工具可以讓使用者指定一個地理範圍來自動建立 Google Earth 的暫存資料，在網路連線的狀況下此工具會自動在指定區域內進行巡禮，而 Google Earth 本身 Caches 的機制，就會將經過的地區相關資料，暫存到硬碟上，下次再瀏覽到同一個地區時，Google Earth 就會優先取用這些暫存資料而非連網取得。如此就可解決無法隨時上網的問題。

若在公司外部，因為地工平台僅能在內部網路(Intranet)的環境下才能使用，所以必須要使用 VPN 連線至公司內部方能進行鑽探詳細資料之展示以及液化潛能之分析。

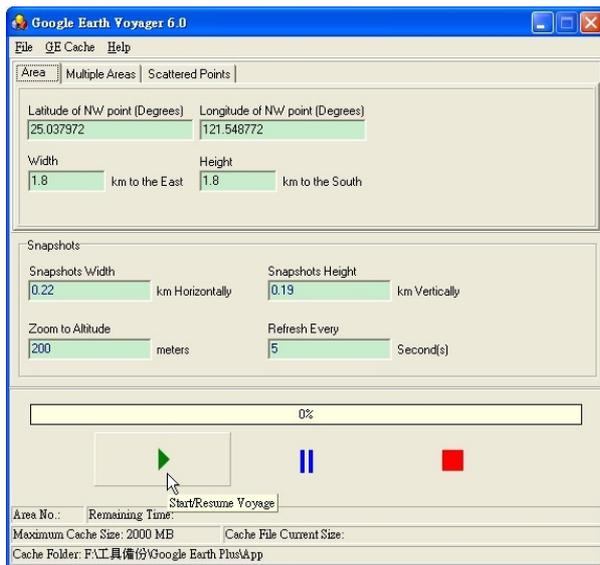


圖 10 Google Earth Voyager 畫面

#### 四、Google Earth未來之應用

利用免費的 Google Earth 這個地理資料展示平台來展示設計成果之應用已時有所聞，透過國際網路的服務應用，讓專案設計不因時間、地域及平台上的差異，清楚呈現一目了然。

在工程方面除上述的應用成果外，本文另提供兩個將來可應用的案例作為參考：

1. 土砂災害淹沒區歷時模擬—以不同的重現期距雨量來預估土石流潛勢溪流發生溢流時隨時間變化所造成淹沒區之範圍，進而作為防災避難疏散範圍及災損評估之參考。Google Earth 有時間序列功能，搭配 3D 建物模型，將可模擬 3D 洪水溢流歷時淹沒建物的範圍，比起 2D 的模擬更能達到實境的效果，如圖 11 所示。

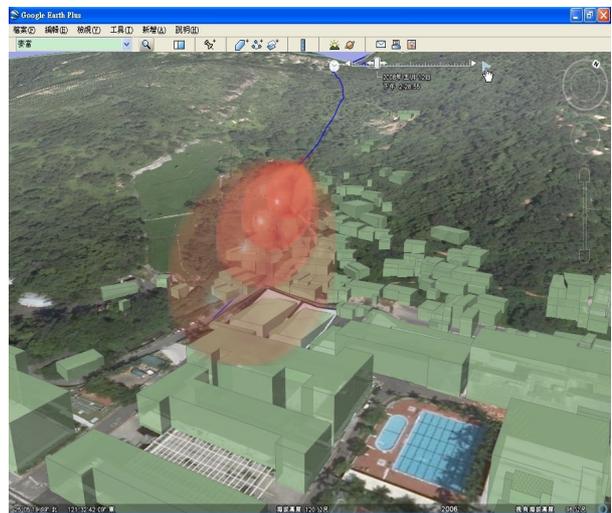


圖 11 土砂災害淹沒區歷時模擬

2. 捷運施工進度模擬—將捷運施工時所採取的交通改道、潛盾機開挖進度、站體開挖及結構體構築程序等，皆以 3D 展繪於 Google Earth，並搭配時間序列功能，模擬整個捷運的施工過程，以利決策者作為進度之掌握，也有利於業主對整個工程案有具體的了解，如圖 12 所示。

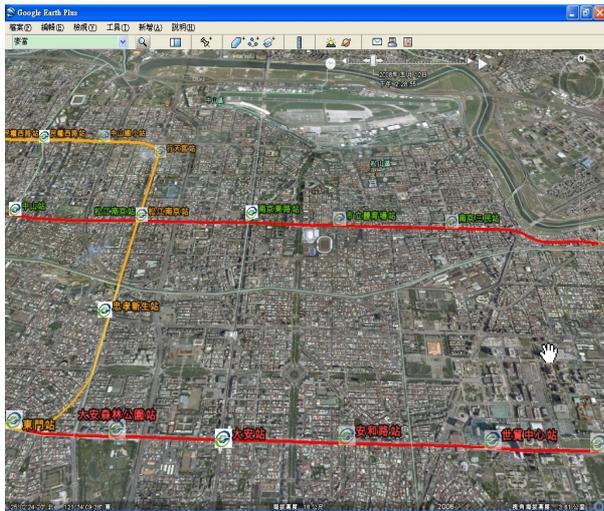


圖 12 捷運施工進度模擬

## 五、結 論

Google Earth 的出現，打開了許多地圖瀏覽  
者與使用者的新視野，亦為地理資訊系統(GIS)開  
拓了一個新的方向。目前在各領域均有很多應用  
出現，將來的應用只會與日俱增，對於如此強大  
的免費工具，我們需善加利用，才能跟上此趨

勢。因此特為文介紹 Google Earth 在大地工程  
的應用，期能收拋磚引玉之效，讓更多的工程應用  
成果能出現，提升地工同好們資訊應用方向之參  
考，亦期能有更多的工程成果供大家參考。

文末則於參考文獻列出 Google Earth 相關熱  
門網址，供有興趣的同仁點選參考。

### 參考文獻

王天佑、洪世勳、冀樹勇(2007) 大地工程網路作業平台  
之開發，中興工程，第 97 期，第 73-80 頁

鄭文昕(2009) 地調所「工程地質探勘資料庫之衍生應  
用」，經濟部中央地質調查所地質資料組資訊科

洪世勳、王天佑、俞旗文(2008) 工程地質鑽探資料庫應  
用於土壤液化潛能分析，2008 工程地質探勘資料庫系  
統成果發表暨研討會

Google Earth 相關網址

中央研究院 Google Map/Earth 觀察報

<http://gis.rchss.sinica.edu.tw/google/>

中央研究院地理資訊科學研究中心開發工具

<http://www.asc.sinica.edu.tw/gis/ISTIS/tools.html>

Google Earth 熱門部落格

<http://gemvg.com/>

含有 Google Earth 為標籤的熱門推薦文章

<http://funp.com/push/?tag=Google+Earth&hot&stars=1>