

大地工程資訊系統  
GEOTECHNICAL ENGINEERING INFORMATION  
SYSTEM FOR DEEP EXCAVATIONS

黃南輝，王暉文，丘先聲，李俊璋，金全鑫

R. N. Hwang, H. W. Wang, H. S. Chiou,  
C. C. Lee and C. H. Chin

原著載於地工技術雜誌第 56 期  
1996 年 8 月，第 5~14 頁

*Reprinted from Sino-Geotechnics*  
*Taipei, Taiwan*  
*August, 1996, No. 56, pp.5~14*

# 大地工程資訊系統

黃南輝、王暉文、丘先聲、李俊璋、金全鑫  
亞新工程顧問股份有限公司

關鍵字：資料庫、監測系統、資訊系統

## 摘 要

順應自動化之潮流並因應重大工程之需求，亞新工程顧問股份有限公司大地資料中心，自民國八十四年底至八十五年中，完成大地工程資訊系統。此一系統包括：(1)監測資料管理及預警系統、(2)土壤資料管理系統、(3)施工資料管理系統、(4)分析資料管理系統、(5)圖檔管理系統以及(6)文件管理系統。整套系統利用 Lotus Notes、Delphi、AutoCAD..等整合而成，以 Lotus Notes 來管理文件、動畫、聲音、影像、錄影..等資料，日後並可與地理資訊系統 (GIS) 相結合，達到資料共享的目的。

## GEOTECHNICAL ENGINEERING INFORMATION SYSTEM FOR DEEP EXCAVATIONS

Richard N. Hwang、H.W Wang、H.S Chiou、C.C Lee、C.H Chin  
MOH AND ASSOCIATES, INC.

**KEY WORDS:** DATABASE, MONITORING SYSTEM, INFORMATION SYSTEM

## ABSTRACT

In response to the demand for automation, Moh and Associates Geotechnical Information Center(MAGIC) has developed a powerful software package, IDEAL (Integrated Databases and Engineering Application Libraries) for compiling data related to designs and constructions of civil works. It basically contains six database management systems : (1) instrumentation and alert, (2) soils, (3) construction, (4) analyses, (5) graphics and (6) documents. This software is a WINDOWS application using Delphi for database management, Lotus Notes for file manipulation and AutoCAD for graphic displays. It also has the capability of managing animations, pre-recorded movies and sounds, scanned photos, and has the provision of sharing databases with GIS systems.

## 一、前言

在建物林立、人口密集、交通繁忙之都市區進行深開挖，為保障工程施工之順利進行以及工區附近建物之安全，監測作業必不可少。以某一大型公共工程之施工為例，截至八十四年八月底，監測儀器之安裝數量已超過二萬三千件，數據達壹仟壹佰萬筆以上。如何處理這些為數龐大之監測資料並有效掌握工程施工上的各種資訊殊非易事。亞新工程顧問公司為求技術之提升，並順應自動化之世界潮流，針對大地工程相關資訊發展了一套功能強大的資料庫管理系統 IDEAL

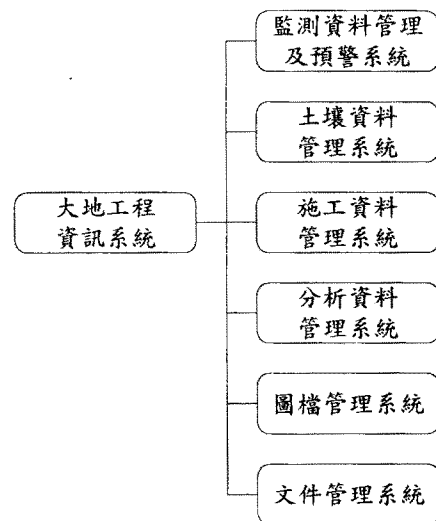
(Integrated Databases and Engineering Application

Libraries)此一系統之效益包括：(1)系統性整理、檢核及儲存資料，以節省人力並減少錯誤，(2)異常狀況發生時，及時發佈預警，協助工程師在問題之處理上掌握時效，(3)將所有與工程相關資訊電腦化，並以硬碟或光碟片儲存以供未來分析使用，(4)以內建程式做系統性分析資料並將結果以資料庫或圖檔之形態顯示及儲存，(5)其中土壤及水文資料庫可與地理資訊系統(GIS)共享，可成為日後區域性發展之基本資料。

近年來電腦設備價格大幅滑落、其功能大幅提升及多種配合視窗發展之程式語言，如Delphi、Visual Basic、Visual Object..等相繼出現，許多原本令人卻步之技術問題都可以迎刃而解。而視窗作業環境的人性化、簡易性及便利的圖形操作界面，儼然已成為日後電腦作業發展的主流。網路普及化及視窗95

(WINDOWS 95)之多工環境，更將自動化推進至另一新境界。因此，亞新公司也順應潮流自八十四年年底以半年時間採用最新的視窗使用概念將IDEAL發展成為一套在視窗環境下之管理系統。除可簡化操作界面以增加工作效率外，並可藉視窗特有之剪貼、動態連結等功能，與其他視窗軟體如 Notes、Microsoft Office、AutoCAD ..等作文字、表格及圖形之交換，以發揮更大之效益。

如圖一所示，大地工程資訊系統包括六個子系統：(1)監測資料管理及預警系統，(2)土壤資料管理系統，(3)施工資料管理系統，(4)分析資料管理系統，(5)圖檔管理系統以及(6)文件管理系統。雖然此系統係針對大地工程問題而發展，但亦可用於一般土木及建築工程。茲將這六個資料管理系統之內容及功能分述如下。



圖一 大地工程資訊系統

## 二、監測資料管理及預警系統

若要監測作業發揮其功效，實有賴下列作業之配合：

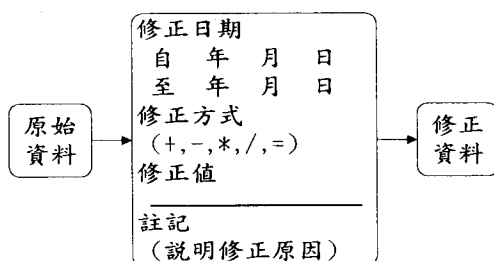


(平面座標，地面高程及深度，相對潛盾環數)、裝設日期、管理值(警戒值、行動值)、初始值、轉換係數、儀器現況(正常、異常、損壞、待補裝)、監測頻率..等。

(2)量測值資料庫：記錄監測儀器各點位每次量測的原始監測資料，此資料庫之大小不但隨儀器數之增加而增加，亦隨量測次數增加而增加。監測儀器之代號以及資料檔之格式由資料處理中心統一規定，各工務所及監測專業分包商依規定對各項儀器命名及編號、並將監測資料存放於規定之欄位中。監測資料依施工標、儀器種類分別存放於次目錄之下。目錄及電腦檔皆有嚴謹的命名規則，資料之維護、管理完全系統化。

(3)修正值資料庫：資料之修正可分為修正(Modify)和調整(Adjust)兩大類：

修正 - 在監測過程中，難免因人為疏失、儀器誤差或環境因素，而產生錯誤。工地工程師在經與承商確認後對錯誤之量測值作修正。為維護原始資料之完整性，如圖四所示，「修正」係以二次作業方式進行，並在「修正值資料庫」中註記修正之原因及依據、以便於日後追蹤、查詢。



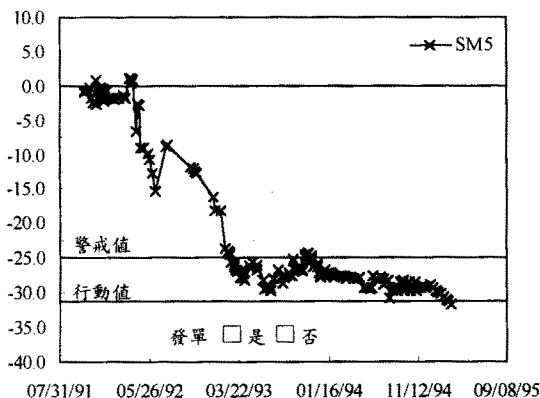
圖四 資料修正示意圖

調整 - 在分析監測資料時，常會發現資料有異常變化之情形，如沉陷點位之異常隆起、沉陷；水位的突然上升或下降等。基準點校正也會造成資料之「突變」。面對這些可能因人為或儀器因素所造成之誤差，工程師必須依常理、現地施工現況、參考附近點位之資料、考慮環境因素或依歷時曲線之走勢將量測值作合理之調整。

「調整」與「修正」之資料處理方式完全相同。資料庫之格式亦同。兩者不同之處在：「修正」是對資料作永久性之處理而「調整」是對資料作臨時性之處理。不同之工程師對資料可能有不同之詮釋，而作不同之調整。工程師在作不同之分析時，亦可將資料視實際狀況歸零後再做不同之調整。

### 2.3 資料之檢核及異常訊息之告知

設計者在設計時依土層特性、開挖深度決定開挖之影響範圍，並對在影響範圍內之建物作現況調查，然後根據建物之結構、年代訂定預警值、警戒值、行動值以為施工管控之依據。工務所在收到承商提送之監測資料後立即啟動預警系統以檢核資料。如量測結果與上次結果比較差異過大，或超過管理值時，螢幕上會顯示出如圖五所示之畫面。工務所人員立即判斷是否要發布告知單與相關單位。告知單可分四種：



圖五 告知單發佈

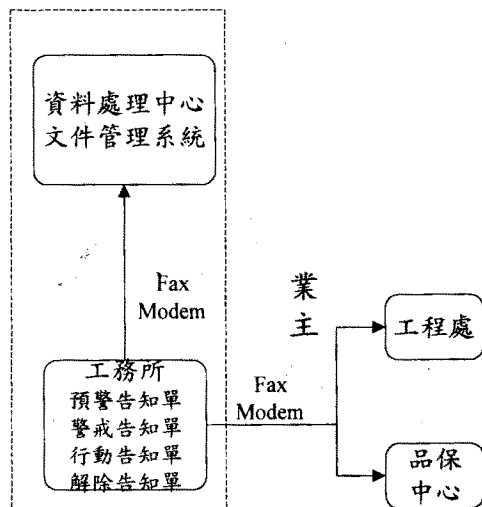
預警告知- 量測值可疑或明顯異常、或超過預先設定之預警值，請承商澄清並請相關單位注意。

警戒告知- 量測值超過預先設定之警戒值，請承商檢討其施工方法及施工步驟是否得宜並提出應變計劃，由設計及監造單位審查。

行動告知- 量測值超過預先設定之行動值，承商應即執行經審查核可之應變計劃。

解除告知- 「解除告知」之發布有兩種情形：(1) 告知單必需在收到監測資料後馬上發布，資料之澄清有時難以在一天內完成，因此工務所對監測資料即使有疑慮，亦逕行發單，其後再儘速與承商澄清並確認資料之正確性。承商在接到告知單後也會自動檢核資料是否有誤。必要時，工務所人員將會同承商對有疑慮之資料進行複測。如証實確屬有誤，工務所即發布「解除告知」以解除警戒；(2) 在採取應變措施後，經各單位認定狀況也經解除時，工務所亦將發布解除告知。

圖六表示告知單之發佈流程，告知單之數量亦甚龐大，告知單發布後即納入一



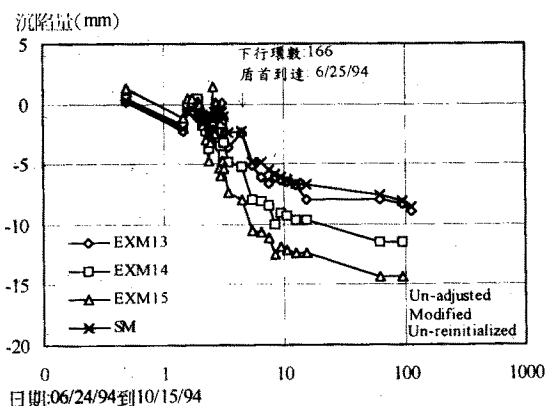
圖六 告知單發佈流程示意圖

獨立「告知單管理系統」以便後續追綜。此一作業將在「文件管理系統」一章中詳述。

## 2.4 資料之顯示及輸出

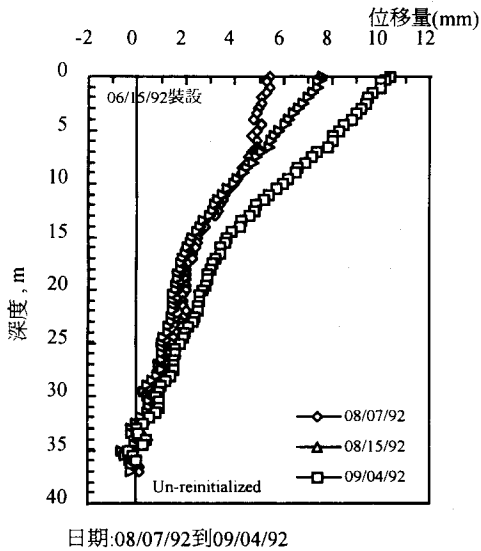
本子系統除能輸出資料檔(.DBF)以供其他後續作業外，尚可將結果以圖形方式在螢幕上顯示、以印表機印製或以圖檔(.PLT)輸出。圖形可分為兩類：

- (1) 歷時曲線 - 沉陷、水壓、隆起、支撐荷重...等(如圖七所示)。



圖七 多點式伸縮儀歷時資料變化圖

(2) 變形 - 連續壁壁體變形，地盤側向位移 (如圖八所示)



圖八 連續壁傾斜計歷時資料變化圖

### 三、土壤資料管理系統

土壤資料管理系統主要目的在管理地質鑽探資料，一般地質鑽探資料均以報告型式處理，在資料應用上甚為不便，若能以資料庫系統做為維護、運用的工具，則不需去翻閱鑽探報告，直接透過網路即可快速擷取所需之資料。

#### 3.1 資料庫之管理

土壤資料管理系統儲存鑽探及試驗所得之各項資料，包括土層柱狀圖、標準貫入試驗結果、土壤物性實驗結果、統一土壤分類等。

#### 3.2 資料之顯示及輸出

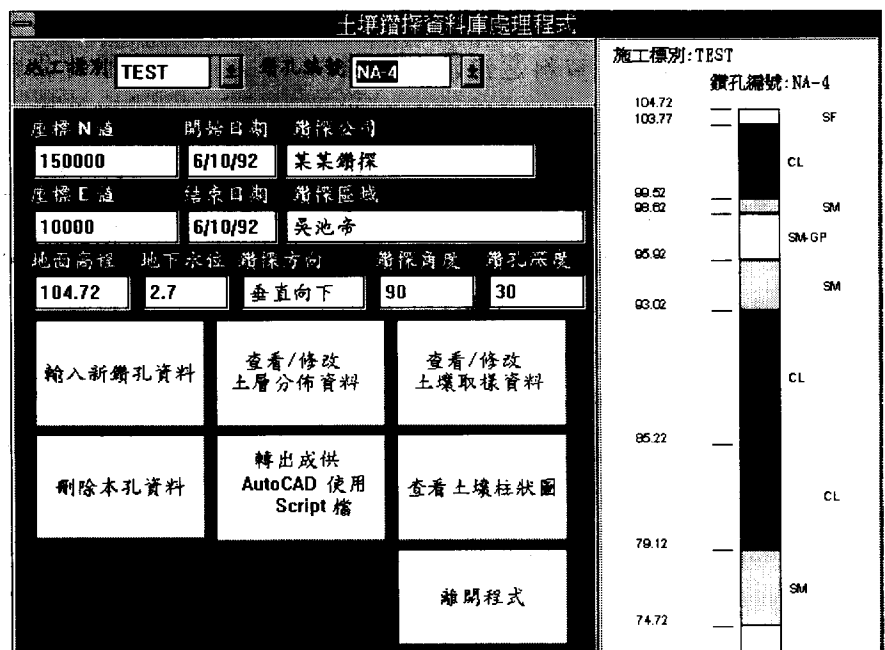
如圖九所示，本系統可將鑽孔資料轉成AutoCAD能讀取之檔案，以供AutoCAD繪製土層柱狀圖及柵狀圖使用。同時可結合施工資料管理系統達到資料整合的目的。

### 四、施工資料管理系統

施工資料管理系統主要目的在蒐集與工程相關的資訊，提供設計者及施工者線上支援，改善以往以書面方式記錄，使用時需翻閱大量書面資料的缺點。

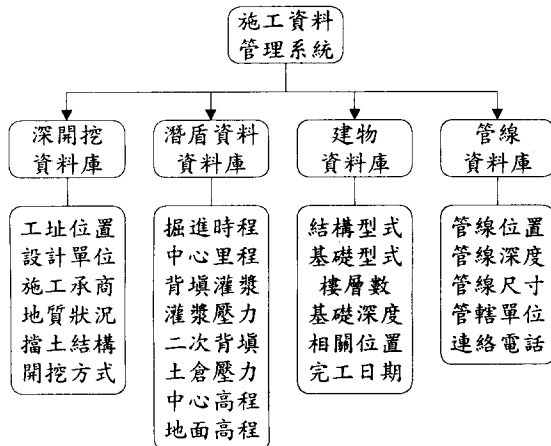
#### 4.1 資料庫管理

如圖十所示本子系統包含深開挖、潛盾、建物、及管線四個資料庫。環境界面使用Lotus Notes，Lotus Notes是一種群組軟體，所謂群組軟體是指可讓一群人



圖九 土壤資料管理系統

在不同地點、同一時間或不同時間完成同一性質工作的軟體，藉由Notes管理，可達到遠端傳輸、資料共享及便於查詢的目的。



圖十 施工資料管理系統架構圖

的。

#### 4.2 深開挖資料庫

本資料庫目前蒐集亞新公司歷年來進行各項計畫中與深開挖有關之資料，包含工址位置、設計單位、施工承商、地質狀況、擋土結構、開挖方式等，提供設計者在類似地質狀況進行設計工作的參考，亦可提供統計分析的結果回饋於設計，例如：欲於T2區設計連續壁，可藉此資料庫查詢工區附近案例，選擇適當貫入深度及厚度做為設計參考，使開挖經驗能融入設計當中以提高安全性。現場工程師則可由工址附近案例瞭解可能發生之施工狀況，避免工程災害的產生。如圖十一所示。

#### 4.3 潛盾資料庫系統

本資料庫儲存潛盾推進日期、前進環數、背填灌漿壓力及灌漿量、土倉內壓力等資料。並由環片位置之里程數及監測點

案例編號:013

### 深開挖資料庫

縣/市：台北市  
 亞新計畫編號:83001A  
 地點：濟南路一段  
 計畫名稱或標別：XXX大樓  
 業主：XXX  
 承商：XXX  
 地質狀況：T2區  
 承載層深度：-47m  
 設計開挖深度：-9m  
 擋土結構：連續壁  
     厚度：0.6m  
     深度：15m  
 設計支撐層數：3層  
 開挖剖面圖：  
 參考文獻：NO:83001A  
 無災變  
 災變日期：年月日  
 災變原因：無  
 災變照片：無  
 錄影：無

圖十一 深開挖資料庫

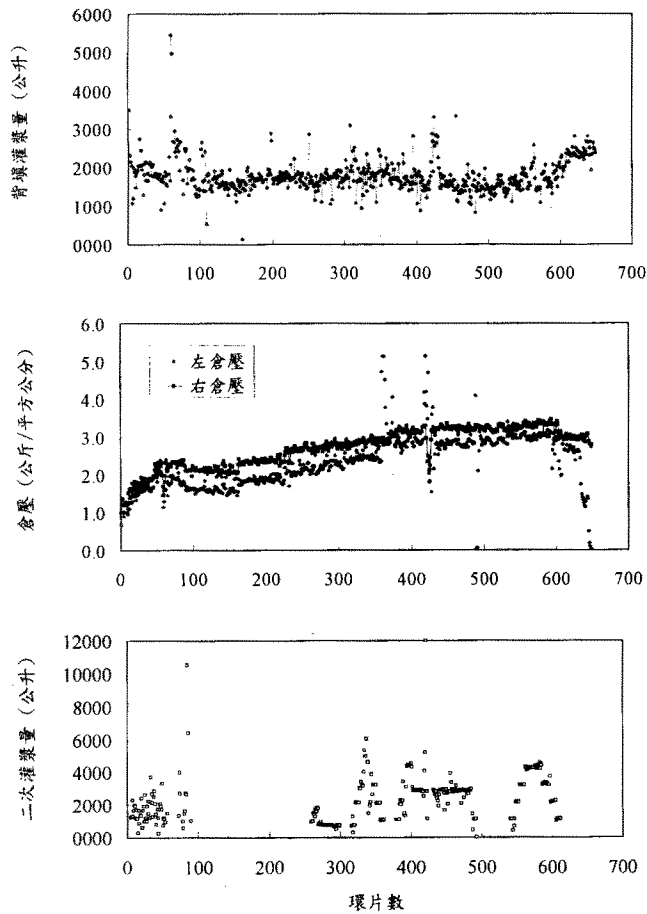
位置所在之里程數或環數相互配合，控制監測點位之量測頻率。現場工程人員可以迅速讀取資料並繪製相關資料。如圖十二所示。

#### 4.4 建物資料庫

建物資料庫內容大致包括現存建物的結構型式、基礎型式、基礎深度、地面上、下之樓層數、與工址間之相關位置等，在設計時可提供諸如選擇擋土設施、開挖方法、是否需建物保護等資料，於施工時詳細的建物調查資料配合監測資料管理系統，使現場工程師瞭解各種施工狀況下，對鄰近建物可能造成的影響及應採取的防護措施，減少工程災害糾紛的發生。

#### 4.5 管線資料庫

此資料庫內容包括：各種管線的位置、深度、尺寸、數量、管轄單位及連絡



圖十二 潛盾掘進資料

方式。可供設計者於設計階段選擇擋土工法、管線是否遷移或吊掛等參考，幫助施工者於開挖階段能充分了解工址下方之管線配置，避免因施工所導致的意外災害，如南韓地鐵施工不慎導致氣爆事件，即因管線處置不當所造成。有此殷鑑，更顯出管線資料管理的重要性。

## 五、分析資料管理系統

施工過程中，常常需選擇代表性斷面進行分析、研判或回饋，期能預測或防患於未然。因此發展分析資料管理系統輔助工程師，使其能於最短時間內獲得所需資料並完成工作。

### 5.1 資料庫管理

本子系統內容包括：分析斷面上所配置監測儀器之基本資料；鑽孔孔號；施工基本資料，舉凡連續壁深度、厚度、開挖深度、鄰近建物資料、相對應之潛盾隧道環數等。

### 5.2 資料之顯示及輸出

在此分析資料管理系統中另提供各分析斷面的圖形顯示(如圖十三所示)，包括監測儀器相關配置圖、鄰近地質資料、開挖剖面等。未來發展將朝與自動測讀儀器相連結，可立即顯示斷面監測儀器歷時曲線的變化，達到即時監測之目的。

## 六. 圖檔管理系統

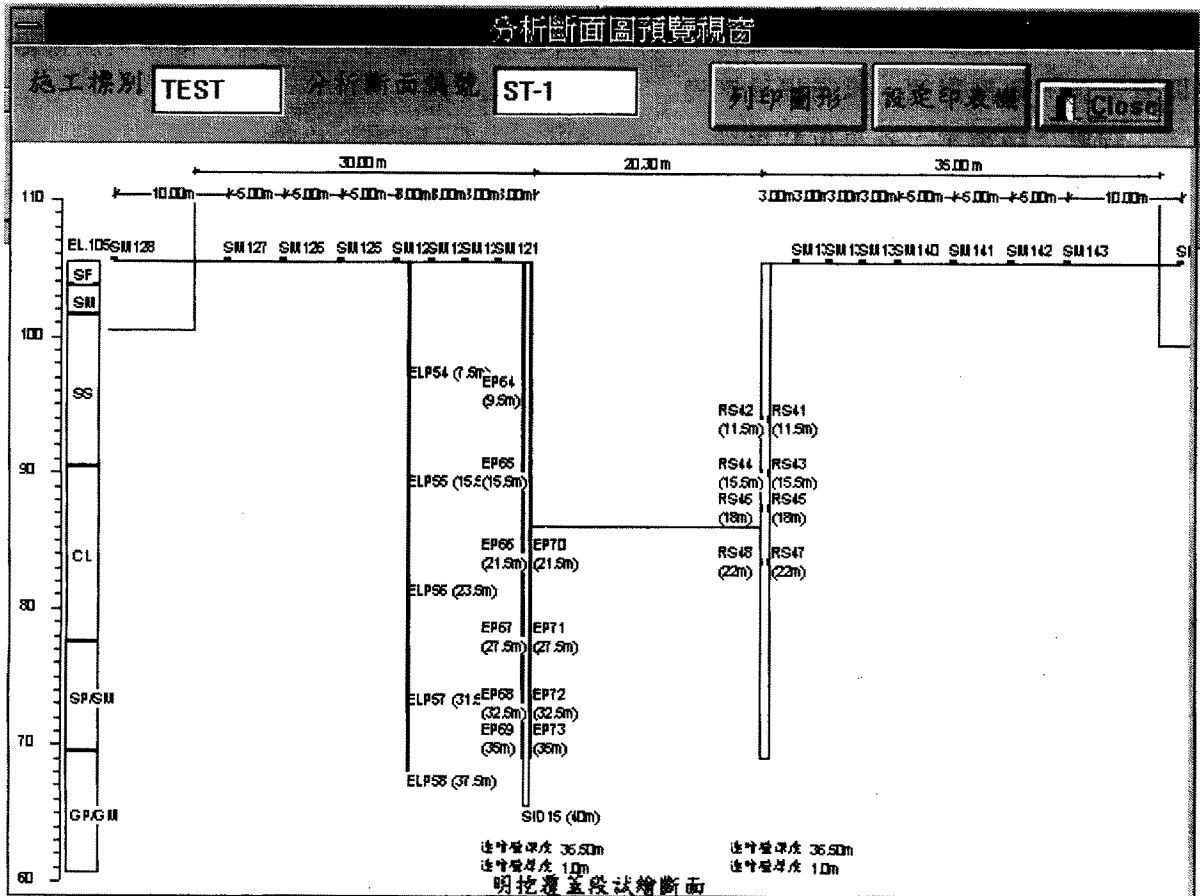
主要蒐集、管理各類圖形資料，依圖形之工程性質、圖檔之副檔名、標別等方式加以分類，提供使用者一個便捷的查詢系統、大幅縮短找尋圖說資料的時間。

### 6.1 資料庫管理

管理原則首先依照各專案工作分類，再依圖形副檔名規劃次目錄，藉由 Notes 管理、查詢，文件格式如圖十四所示、內容記錄許多相關資訊供使用者參考。

### 6.2 資料之顯示及輸出

圖十四中之“圖形顯示”欄是一個控制鈕，可直接顯示圖形並予以輸出。使圖形資料的查詢、輸出作業簡單化，不論在任何地方皆可透過 Notes 使用本子系統，在最短時間內獲得所需之圖形資料。



圖十三 站體分析斷面剖面圖

## 圖檔管理資料庫

圖名：XXX災變工地開挖剖面示意圖

檔名路徑：c:\ideal\te1.ppt      副檔名：ppt

地區：台北市

性質：深開挖資料

內容：XXX災變工地開挖剖面示意圖

圖形顯示：

業主：XXX

設計單位：XXX

比例：XXX

繪圖者：XXX

審核者：XXX

日期：XXX

圖十四 圖檔資料庫

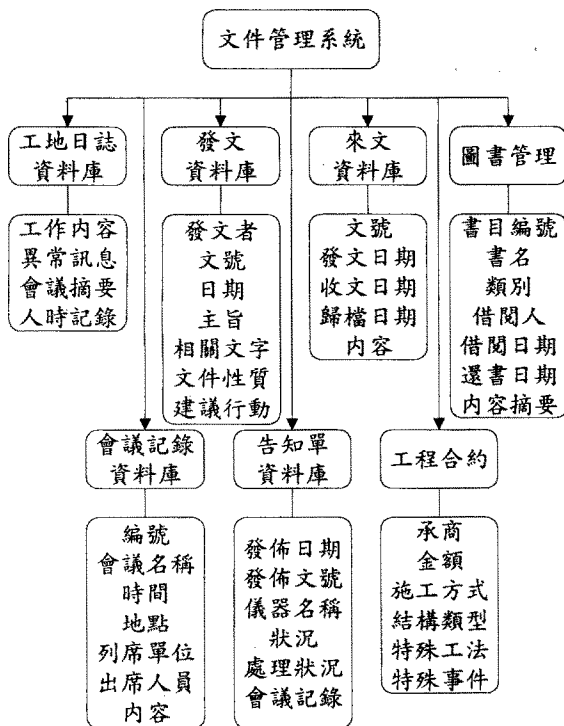
## 七、文件管理系統

文件管理系統主要蒐集工程合約、施工計畫及施工過程中往來文件及施工記錄等，有系統的將所有文件整理分類，便於查詢、傳遞、管理，使業主與施工單位皆能以最快的速度調閱所需的資料，增加對特殊事件應變處理的能力，確實掌控施工現場的狀況，對於施工責任歸屬問題亦能有明確的界定，相對提高施工管理之品質。

## 7.1 資料庫管理

嚴格的講，文件管理系統獨立於大地工程資料庫之外而自成一系統。其唯一相

關連的是告知單之管理。告知單發布後不外乎開會討論、研擬對策、承商提送應變計畫、工程處下達指示、各單位狀況評估、補救措施之施作、結案等等。自列管後，每一單一事件之後續動作皆由工務所負責登錄。而最簡便之方法莫過於登錄收發文文號或會議日期，而詳細內容則藉動態連結自收發文資料庫及會議記錄資料庫讀取。其文件管理系統架構如圖十五所示。



圖十五 文件管理系統架構示意圖

## 7.2 資料之顯示及輸出

以 Lotus Notes 為主軸、具有查詢、排序、檢索等功能並可以程式編輯、整理、展示、及列印資料庫部份或全部之內容。它亦具備動態連結功能使系統能讀取各視窗軟體的相關物件，文件之格式類似於前述之深開挖、建物等資料庫。所提

供之遠程傳輸功能，使文件傳輸更加暢通迅捷。

## 八、系統整合及界面聯結

大地工程資訊系統除可藉視窗環境與其他應用軟體作動態連結外，大部份資料庫可以供地理資訊系統(GIS)使用。達到資料共享的目的。

目前整套系統利用 Lotus Notes、Delphi、AutoCAD..等整合而成，利用 Notes 來管理動畫、聲音、影像、文件等資料；未來期望可以使用 Delphi 來控制各個資料庫，使界面更簡單、使用者更容易使用。

## 九、結語

地下工程施工狀況千變萬化，縱使有經驗的工程師亦不能完全掌握，在設計及施工時，欲避免無謂的災害，唯有善用現有的工具，記錄現有之地工經驗並蒐集相關的資料做為參考。而資料庫的運用是將前人經驗記錄下來的一種最佳方式；更能將一堆看似雜亂無章的報表，規劃整理成有系統且易管理的資料以配合程式的使用，使資料的使用更加便捷，減輕工程師在資料蒐集的負擔。使工程師在設計及施工上，更能掌握狀況，減少災害的發生。