

土石流監測與預報系統之研究 (一)

Debris Flow Monitoring and Forecasting System (I)

計畫編號：NSC90-2625-Z-002-021

執行單位：國立台灣大學土木研究所

研究期間：90年8月1日至91年7月31日

計畫主持人：劉格非 國立台灣大學土木工程研究所

中文摘要 (關鍵詞字：土石流、預警系統)

土石流目前已是台灣山坡地災害重要成因之一，但土石流的防制與預警卻一直都是很困難而且科技上目前無法完全成功的部份，因此世界各地土石流災害多的國家如日本、美國、大陸、義大利等，都在做監測與預報方面之研究。

本研究擬結合目前有在進行研究的監測儀器，整合成一個監測系統，系統之目的為讓遠方能獲得並分析監測站的資料以便做各種利用。在整合的過程中，本群亦將針對各項儀器本身發展出一個子系統，更要將該儀器在配合不同理論應用下的適用性(如適用之時間與空間尺度)與相對精度定出。在最後一年更將為發展完之各儀器加上使用者介面。發展儀器子系統的過程中品管控制概念(類似 ISO)會引入，以建立將來發展土石流現地應用儀器之指標。

子系統整合成一個大系統之後，集中於系統中的許多資料可用來做為監測中心，配合不同理論與經濟評估定出預警條件後，可成為土石流預警中心。配合教育軟體之後便成為教育訓練與技術移轉中心。發展出來之系統採上網開放式，會公開給任何需要的學者、機關與大眾。

英文摘要(KEY WORDS：Debris flow, ISO)

Debris flow disaster has become one of the major reasons for slope land

disaster. Nevertheless, the mitigation and prediction of debris flow disaster are still not technically achievable. Therefore, countries such as Japan, United States, China and Italy, which have many debris flows annually, are all conducting researches on monitoring and forecasting.

This research will combine all equipments presently under study to be used in debris flow prediction. Combining with communication system and user interfaces, a debris flow monitoring and forecasting system will be introduced. During the process, the possibility of using different equipment to predict debris flow related information would become clear. The applicability and precision of forecasting of debris flows when combined with certain theories are the emphasis of the study. ISO concept will be introduced for quality control of newly developed equipments. User interface and user guide will be the requirement for every sub-system.

The system will serve both as an engineering system for predicting debris flows and also as an educational tool for the public.

一、前言

土石流監測是一個全世界正在進行之研究，世界上有名的監測系統如美國聖海倫火山監測網、大陸九寨溝土石流監測系統，歐洲在阿爾卑斯山

區由瑞士與義大利等國建造之監測系統等都算是較成功且有監測成果的重要地點，不過上述系統也都只做到監測，但未到測警之階段。

本研究群即是要建立一套示範性之整合性之監測預警系統。

本子計畫事實上包括二部份一總計畫本身與部份遙測儀器之研發，總計畫之工作除了協調各子計畫之研究方向與重點外，更負有規劃子系統間資料整合、子系統間資料共享與資料整合後之應用相關工作。因此總計畫要負責將監測站之監測資料快速且穩定的傳到台灣各地之研究人員所在地和將來之教育訓練中心，將來資料之統合判識與對外之通訊也由總計畫負責。而子計畫則負責遙測儀器中之地聲探測器與電磁波探測器亦由本計畫負責研發，以下就依監測系統與遙測儀器二方面來說明。

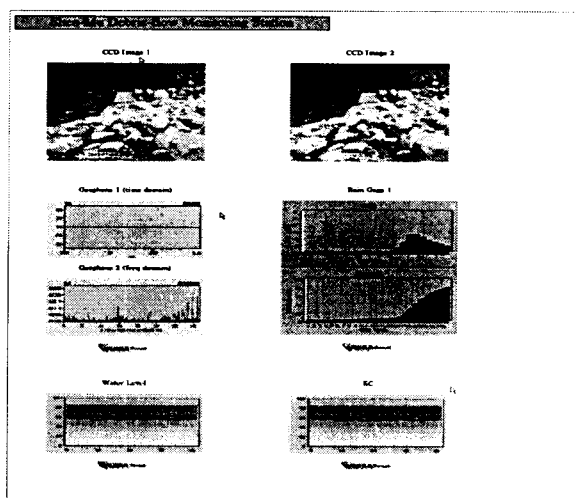
(二) 系統整合

一般會發生土石流之地點，地質定破碎，地形也不多容易變動，因此任何有形之線路如電源線、網路線就常常會在災害時期被破壞而造成訊號中斷，最重要的信號因此無法傳到指揮中心，因此本系統之設計為無線系統。無線系統目前可供考慮的是大哥大(GSM, GPRS, PDA, 等)、無線網域系統、無線對講機或衛星通訊系統。衛星系統之造價與維護均極昂貴，本研究暫不考慮。無線對講機僅適合短距離使用，且不易自動化，因此本研究採大哥大為遠距傳訊，無線網域為短距傳訊。

第一年經過測試，自神木測站的確只有經無線傳輸才能將訊號傳出來，任何有線之電源或電話線被切斷之頻率極高。目前通訊採用二種方式並行，先將神木測站之所有資料以無線區域網路傳到神木國小，到了神木國小之後，平常有電、網路也通時，走一般網路，訊號可傳到任何地方；上網即可接收。但在神木國小斷電或網路不通時，訊號將自神木國小由 GSM

(大哥大系統)傳送，這種是屬撥接式。因此監測人員若所在地點沒有網路可用，也可用 GSM 來傳訊，甚至人員在移動中也可透過此系統對現場做監測，因此可說是移動式遙控中心。

各子計畫已將各式儀器之輸出格式規劃好，因此系統可以整合所有監測儀器之信號做整理展示。(見圖一)。



圖一、監控畫面

監控畫面除展示當時所監測到的資料外，也可以按不同理論將監測資料轉換成土石流相關資訊，如土石流發生機率、土石流可能發生距離、土石流通過時間和土石流流速等，將梁再監測畫面右方有轉換鈕，使用者只要點選即可。目前神木測站之相關硬體設備見表一：

名稱	單位	數量
1.雨量計	台	2
2.UPS	台	1
3.投射燈光源	台	2
4.CCD	台	2
5.Geophone(地聲探測器)	台	1
6.無線 Modem(GPRS)	台	1
7.鋼索檢知器	台	1
11.現場小屋	個	1
12.工業級中央處理器	台	1
14.電子式地下水壓計	組	1
15 GSM	組	1

表一、神木測站之相關硬體

未來還要加裝光遮斷器、太陽能電池、電磁波探測器、超聲波量測器，還有再裝兩台地聲探測器，以組成一個完整監測網。

本套儀器在去年幾場大雨中都得到了各儀器間互動相關資料，雖然該溪並未發生土石流，但也部分證實系統的可操作性。

(三)地聲探測器與電磁波探測器

電磁波探測器：

電磁波探測器之規格已設計完成，目前設計規格為

瓦數：1-2W

波頻：發射 4GHz, Pulse 波

聚焦：1 公尺~200 公尺，聚焦點不大於 50 公分 x50 公分

損失：小於-10dB@4GHz

3dB 頻寬：大於 90MHz

機座：360° 水平旋轉，上下 90° 垂直，每秒 6°

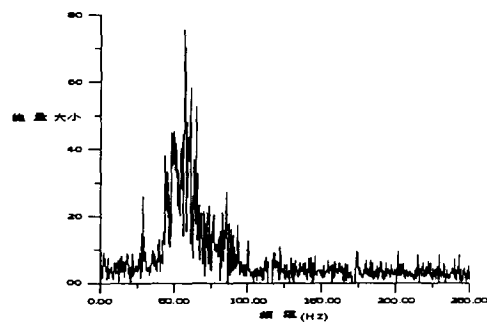
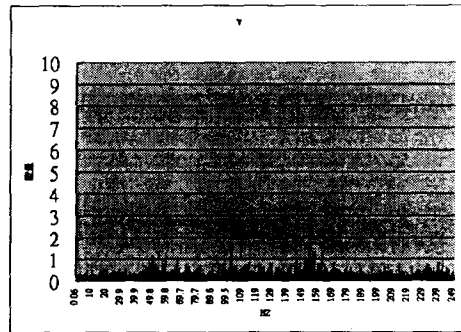
此套儀器雖被拿來用在地下水位探測，事實上它也可測地表或土石流前峰，只是相關軟體未曾研發。本年度仍使用電磁波 Maxwell 方程式，再配合地層中有水分分布之介質條件，以層狀介質法來模擬入射與反射的波形，電磁波射出之波會在地表與不同含水量之點分別產生反射訊號，由時間上訊號之峰值，我們即可判別這些特殊點在空間上之位置。因電磁波速度很快，在電磁波來回之時間內（約 10^{-8} 秒），可視土石流為靜止，因此可將監視點空間位置找出，如此可找出土石流之前峰或地表位置。此軟體只需稍修改「地下水位探測」軟體即可，目前已完成。

儀器本身發包製作過程中，因 4GHz 頻段屬國防管制頻段，因此部分零件進口耽誤，目前才測試完成，儀器交回廠商修改中，預計研究進度可在第二年計畫中追回。

地聲探測器：

第一年地聲探測器之經費完全被刪除，造成我們沒有多餘之地聲探測器

可從事室內試驗，但因神木測站仍繼續監測，因此仍能執行第一年原定部份內容。經現場資料分析，發現地聲與溪流流量沒有一定關係，但卻有可能可直接反應雨量之大小。且土石流聲頻可由頻率、時域與大小三種條件與唯一可影響土石流訊號之自然雜訊一兩聲分開。



圖二、雨聲與土石流之地聲特徵，上圖為雨聲所造成的地聲訊號，下圖為用怪手推動土石堆模擬土石流產生的信號。

由圖中可知，土石流之聲頻為寬頻，其特徵頻率在 20Hz~80Hz 之間，但降雨之特徵聲頻在 100~110 或 140~160 之間，且其分佈為窄頻，因此很容易分辨出來。兩者之間因為範圍不同，並不會造成信號干擾。

結論

本年度計畫，主要目的為將過去國科會對各監測儀器的成果集合，初步整合成一個監測系統，並將所有成果以通訊網路結合，測試其穩定性與適用性，經一年的測試，通訊與整合之工作大致良好。子計畫的各項設備研究

因儀器製造稍有延誤，但電磁波探測器已有真正成品來使用，地聲探測器也初步分析完雨聲和地聲間關係，證實兩者間並不會互相干擾。

參考文獻：

1. 劉格非、李欣輯，1999 "地聲探測器應用於土石流"水土保持學報，Vol.3e, No.4, pp.263-272。
2. 劉格非，2000 "利用微波偵測大範圍地下水位與河川變化"，海峽兩岸流域經營管理暨東部河川集水區經營管理綜合研討會，花蓮，11月，pp.21-32。
3. 劉格非，黃名村，2000 "微波探測淺層地下水位"第24屆全國力學會議，中壢，12月，ATM24 O1-O8。
4. Badiru Adedeji B., 1995 "Industry's Guide to ISO 9000" John Wiley & Sons. Inc.
5. Batchelor, B.G. and Waltz F.M., 1990 "Machine Vision Systems Integration" Spie Optical Engineering Press.
6. Llaby, F.T., Moore, R.K. and Fung A.K., 1986 "Microwave Remote Sensing: Active and Passive" Artech House Inc.
7. Skou N., 1989 "Microwave Radiometer Systems: Design and Analysis" Artech House Inc.
8. Taguchi, G., Elsayed, E.A. and Hsiang, T.C., 1989 "Quality Engineering in Production Systems" McGraw-Hill Book Company.