

# 崩塌地全自動監測系統建置與應用

## Automatic Monitoring Systems for Landslide

鍾明劍、王金山、顧承宇（財團法人中興工程顧問社）；費立沅、李錦發、蘇泰維（經濟部中央地質調查所）

Chung Ming-Chien, Wang Jin-Shan, Ku Cheng-Yu (Sinotech Engineering Consultants, Inc.) ; Fei Li-Yuan, Lee Jiin-Fa, Su Tai-Wei (Central Geological Survey, MOEA)

關鍵詞：自動監測系統、無線傳輸、Zigbee、GPRS、崩塌地

Key words: Automatic monitoring systems, Wireless transmission, Zigbee, GPRS, Landslide

台灣位處歐亞板塊與菲律賓海板塊交界區域，由於板塊間的相對運動頻繁，造成台灣的地質構造複雜且破碎。再因台灣地區雨量豐沛且颱風事件頻繁，導致山崩災害頻傳，造成生命與財產之損失，因此產生崩塌地穩定監測之需求。由於崩塌地多位於山岳地區或人跡罕至之處，常缺乏電力系統或有線傳輸設備，如何建立高效率、全自動的監測系統已成近年來的重要課題。

一般監測技術可分為人工記讀與自動監測兩大類，其中自動監測系統又可按表 1 區分為半自動監測與全自動監測兩類。本研究研擬一套全自動監測系統並實際建置於大漢河流域的義興崩塌地，其建置方式如圖 1 所示。此套系統的近端傳輸係採低耗電的 Zigbee 無線感測網路，先將各感測器資訊傳至當地基地端，再配合 GPRS 進行遠端無線傳輸。於監控中心的遠端伺服器可即時接收監測資訊，配合遠端伺服器內的資料庫與即時資料展示介面(見圖 2)，可供使用者進行即時監控及資料備份與查詢動作。本研究所採用的分散連結無線傳輸模組及監測儀器種類則分述如后。

### (A) 分散連結無線傳輸模組 (Sensor node)

採用分散連結無線傳輸模組，其主要功能為近端監測儀器資料擷取及傳輸，此項技術為美國加州柏克萊大學所發展的創新技術。電源供應系統採用常充淺放電池、常效鹼性電池等，主要傳輸元件及規格介紹如下。

- a. 無線傳輸模組型號：Motive Tmotesky
- b. 無線傳輸技術：Zigbee
- c. 傳輸距離：通視距離約 120 m

### (B) 無線傳輸模組中繼端 (Router node)

中繼端的無線傳輸模組與分散連結無線傳輸模組相同，其主要功能為置於監測基地內進行訊號跳接工作。當原有跳接點因故致使功能喪失時，此模組可自動

搜尋並連結近端網路，將訊號傳輸至後端。電源供應系統採用常充淺放電池、常效鹼性電池等，主要傳輸元件及規格與分散連結無線傳輸模組相同。

#### (C) 水位計

本計畫採用瑞士 KELLER 公司製造之投入式水位計 (附 100 m 原廠電纜線)，搭配分散連結無線傳輸模組使用。電源供應系統採用鉛酸電池、常充淺放電池等邏輯性電源迴路。主要元件及規格介紹如下。

- a. 水位計型號：PR-36XW
- b. 量測範圍：0~100 m
- c. 解析度：0.002% FSO

#### (D) 雨量計

本計畫採用美國 RAINWISE 公司製造之傾倒式雨量計，搭配分散連結無線傳輸模組使用。電源供應系統採用鉛酸電池、常充淺放電池等邏輯性電源迴路。主要元件及規格介紹如下。

- a. 雨量計型號：Rainew Tipping Bucket Rain Gauge
- b. 量測方式：傾倒式
- c. 解析度：0.25 mm
- d. 記憶容量：32000 Events

#### (E) 遠距離傳輸模組 (Base node + GPRS module)

採用 GPRS 模組搭配分散連結無線傳輸模組接收端使用，電源供應系統採用鉛酸電池、常充淺放電池及太陽能版等邏輯性電源迴路。此模組主要目的為將現場訊號傳輸至網路 IE 平台，以便遠端資料庫伺服器可藉由實體 IP 位置接收資料。主要元件及規格介紹如下。

- a. 傳輸模組型號：Motive Tmotesky / Bandwave GPRS Module
- b. 傳輸技術：Zigbee / GPRS
- c. 傳輸距離：通視距離約 120 m / 由基地台連結網路平台

#### (F) 資料庫伺服器

本研究調撥一部電腦主機作為資料庫伺服器使用，並搭配實體 IP 位置做為電腦連結網路、收集資料之用。

此外，於電力系統配置上，本研究視各感測器的耗電程度，分別規劃以太陽能或搭配蓄電池方式進行供電，在實際案例上已維持近半年的正常運作，監測成果如圖 3 所示，初步顯示此套系統的成效良好。

表 1 自動監測系統的分類

監測類別	傳統量測技術 (監測儀器型式)	近端通訊技術	遠端網路技術
半自動	自記式	無	無
全自動	自記式或非自記式	有線通訊技術 (如埋管拉線)	無線通訊技術 (如 GPRS 或 3G)
	自記式或非自記式	無線通訊技術 (如藍芽或 Zigbee)	無線通訊技術 (如 GPRS 或 3G)

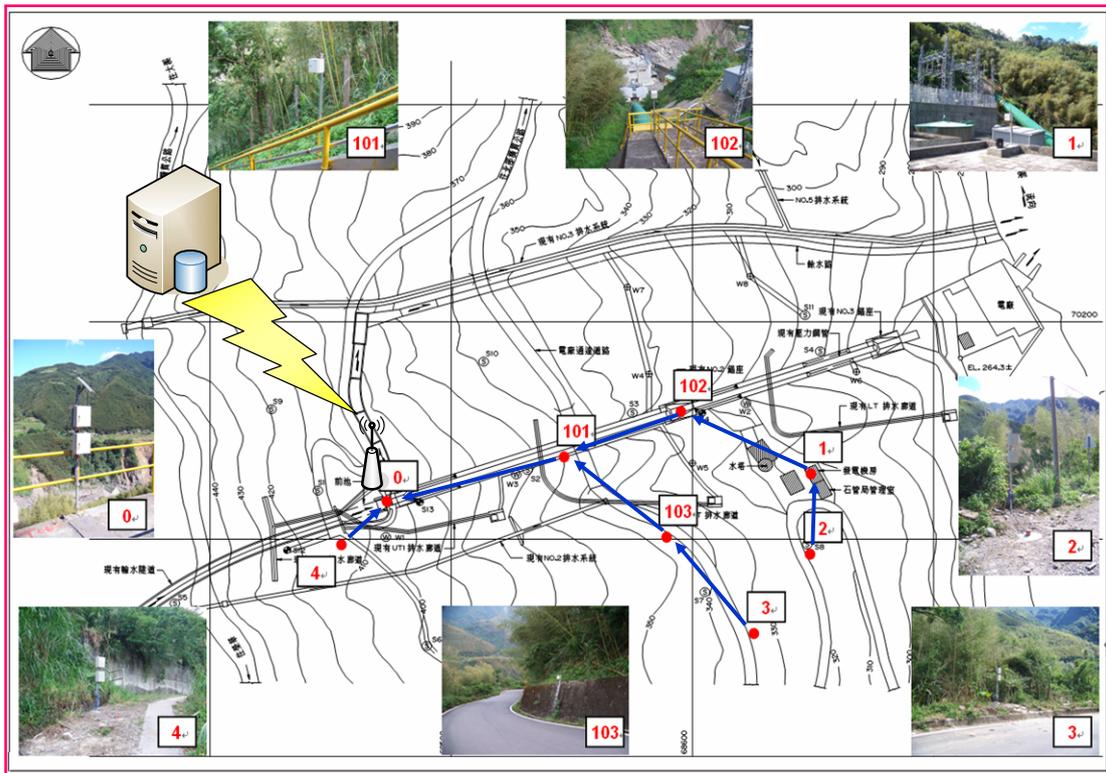
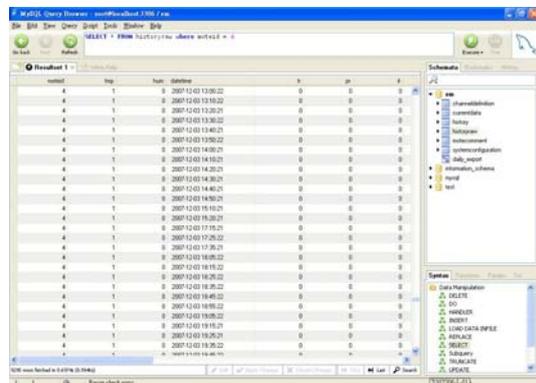


圖 1 義興崩塌地全自動監測系統建置圖

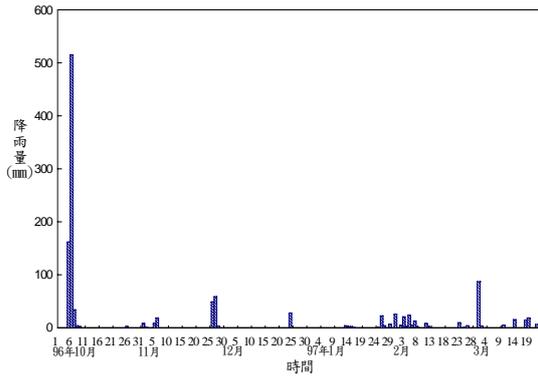


(a) 遠端伺服器監測畫面

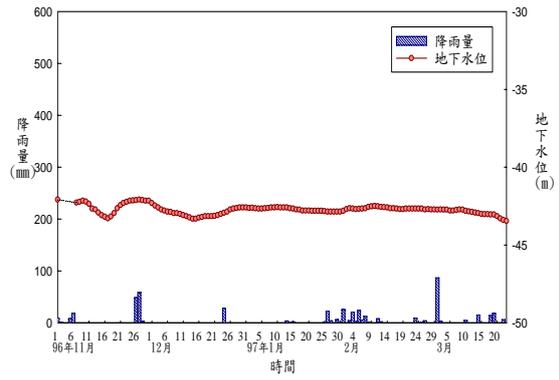


(b) MySQL 資料庫畫面

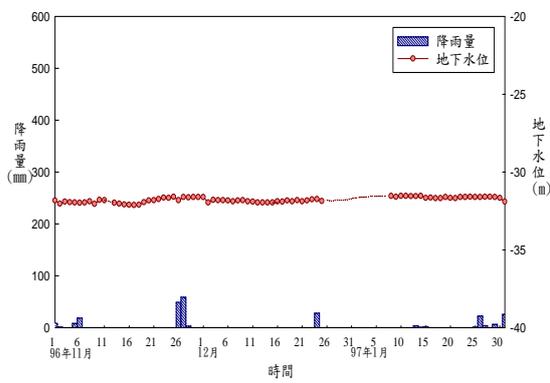
圖 2 義興崩塌地全自動監測系統建置圖



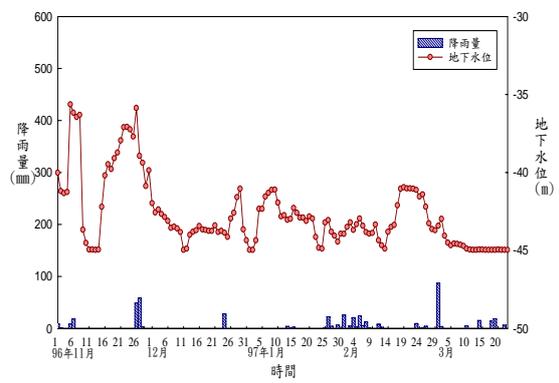
(a) 雨量監測成果



(b) AH-03 地下水位監測成果



(c) AH-05 地下水位監測成果



(d) AH-07 地下水位監測成果

圖 3 義興崩塌地全自動監測成果