

「山坡地防災預警與監測系統」

序言

臺北市地狹人稠，境內山坡地面積多達 1.5 萬公頃，佔全市面積 55%，且都市化發展快速、山坡地開發興盛。然而近年來全球氣候變遷異常，造成極端降雨的機率越趨頻繁，颱風侵襲頻率及強度逐年增加，致使坡地災害頻生。

為有效管理山坡地開發及落實坡地防、減災工作進行，臺北市政府於民國 88 年起展開長期山坡地安全管理計畫，辦理全市防災資訊系統建置，本書介紹本市 26 處雨量站、11 處土石流觀測站及邊坡監測系統建置過程及配置情形，及其運作模式，另外，並透過 104 年 9 月杜鵑颱風過後，文山區發生貓纜 T21 塔柱下方邊坡及萬壽路下方邊坡崩塌等 2 案例，說明山坡地防災預警及監測之重要性。

目錄

第一章 緒論.....	5
第二章 監測與觀測系統建置.....	8
2.1 山坡地雨量站觀測系統.....	9
2.2 土石流觀測系統.....	18
2.3 邊坡監測系統.....	21
2.4 邊坡監測儀器.....	26
第三章 監測與觀測系統運作模式.....	30
3.1 雨量站監測系統.....	30
3.2 土石流觀測系統.....	36
3.2 邊坡監測系統.....	37
第四章 案例介紹.....	46
4.1 萬壽路下方邊坡崩塌.....	46
4.2 文山區貓纜 T21 塔柱下方邊坡崩塌.....	55
第五章 參考文獻.....	60

表目錄

表 1-1 山坡地防災預警與監測系統建置期程.....	7
表 2-1 本市 7 處土石流觀測站.....	22
表 2-2 邊坡監測儀器表.....	23
表 3-1 本市 26 處山坡地雨量站表.....	31
表 3-2 土石流觀測系統一覽表.....	37
表 3-3 土石流觀測站一覽表.....	37
表 3-4 地層變位管理對策表.....	41
表 3-5 傾度盤管理對策.....	42
表 3-6 水位觀測井管理對策表.....	44
表 3-7 地錨荷重計管理對策.....	46
表 4-1 現勘照片表.....	49
表 4-2 貓纜 T21 塔柱下方邊坡現地勘查情形.....	57

圖目錄

圖 1-1 建置時程圖.....	7
圖 1-2 坡地雨量站及土石流觀測站設備.....	8
圖 2-1 全系統架構圖.....	10
圖 2-2 山坡地雨量觀測系統雨量站架構圖.....	11
圖 2-3 山坡地雨量觀測系統中繼站架構圖.....	12
圖 2-4 山坡地雨量觀測系統氣象中繼站架構圖.....	13
圖 2-5 山坡地雨量觀測系統接收站架構圖.....	14
圖 2-6 氣象資訊顯示看板系統架構圖及系統資料處理流程圖.....	15
圖 2-7 防災行動網畫面.....	16
圖 2-8 簡訊轉發系統操作畫面.....	17
圖 2-9 防災中心架構圖.....	18
圖 2-10 土石流觀測系統北投水磨坑溪架構圖.....	19
圖 2-11 土石流觀測系統士林猴洞溪莊頂路架構圖.....	20
圖 2-12 土石流觀測系統士林猴洞溪至善路架構圖.....	21
圖 2-13 土石流觀測系統內湖大溝溪架構圖.....	21
圖 2-14 土石流觀測系統土石流觀測站架構圖.....	22
圖 2-15 人工記讀監測.....	24
圖 2-16 半自動化系統監測.....	25
圖 2-17 自動化系統監測.....	26
圖 3-1 定期保養執行程序.....	32
圖 3-2 定期保養執行過程與紀錄.....	33
圖 3-3 雨量計定期校驗流程圖.....	34
圖 3-4 山坡地雨量站維護運作流程圖.....	36
圖 3-5 系統影像監測畫.....	38
圖 3-6 結構物變形容許限度圖.....	43
圖 4-1 萬壽路下方邊坡崩塌歷史地形圖資比.....	48
圖 4-2 案址區域地質圖.....	51
圖 4-3 文山貓空雨量站 88/01~104/10 日降雨量資料圖.....	53
圖 4-4 崩塌致災原因說明圖.....	53

圖 4-5 集水區示意圖.....	58
圖 4-6 雨量組體圖.....	59
圖 4-7 杜鵑颱風時雨量最高達 57.5mm/hr.....	60
圖 4-8 整治規劃示意圖圖.....	61

第一章 緒論

臺北市政府工務局大地工程處是全國首創且唯一的山坡地專責機關，主管水土保持法、山坡地保育利用條例、森林法、地質法等相關法令規定，加強山坡地防災、減災及處理效率，並推動前瞻性、預防性、整合性的山坡地安全治理政策，以因應全球氣候變遷，造成極端氣候頻仍所帶來的問題，確保市民生命財產安全。

本市山坡地面積約 1.5 萬公頃，佔全市總面積 55%，為有效管理山坡地開發及落實坡地防、減災工作之需求，臺北市政府於民國 88 年起展開長期山坡地安全管理計畫，辦理全市防災資訊系統建置，其中山坡地雨量站及土石流觀測站係參照交通部中央氣象局『自動雨量站及氣象遙測系統』規格建置，於民國 92 年～98 年陸續建置 26 座雨量站、3 座無線電中繼站及 1 座資料接收站。於 94 年及 99 年在臺北市數條土石流潛勢溪設置土石流觀測站，在防災期間 24 小時監視溪溝水位及土石流變化，以立即反應處理防止災害發生，確保市民朋友安全。100 年建置完成介接交通部中央氣象局 QPESUMS 劇烈天氣監測系統，進行降雨資料交換，並收集及儲存中央氣象局及市府相關單位等既有雨量站降雨即時觀測資料和降雨預報資料。另外，為強化山坡地防災資訊即時流通，以行動手機結合防災資訊完成「防災行動網」，民眾可利用手機隨時隨地上網查詢即時氣象及相關防災資訊，有助落實山坡地防災準備，減免災害損失，相關期程詳如表 1 及圖 1。

大地工程處的重要任務即為使山坡地防災觀測系統（26 處雨量測站、11 處土石流測站及防災系統）之各項設備及資料傳輸均能維持正常運作，期使颱風豪雨期間能即時提供臺北市山坡地降雨及土石流觀測資料。確保觀測系統正常運作，俾利市府防救災單位進行防災、避災決策參考，以維護市民居家安全。

表 1-1 山坡地防災預警與監測系統建置期程

項次	年份	辦理內容
1	92 年	山坡地雨量觀測系統（包含 15 座無線電雨量站、3 座中繼站及 1 座接收站）
2	94 年	4 處土石流觀測站
3	99 年	7 座無線電雨量站及 7 座土石流觀測站，介接中央氣象局進行降雨資料交換
4	100 年	4 處土石流觀測系統新增雨量觀測系統功能，完成防災行動網。於大崙尾山中繼站建置綜合氣象儀
5	101 年	系統全面更新，成為市府自有無線電傳輸網，各測站均可升級為無線電資料接收及中繼站，收集各項觀測即時資料。完成氣象資訊顯示看板及系統 3 處，使山坡地防災觀測系統能在防災功能外，兼具休憩資訊的提供，提供市民更完備之服務
6	103 年	雨量站網確認



圖 1-1 建置時程圖

目前臺北市共有 26 處山坡地雨量站及 11 座土石流觀測站，以提高山坡地降雨觀測密度，即時蒐集降雨及觀測資料，做為崩塌、土石流、老舊聚落等災

害分析、預警及防災疏散避難決策參考。



圖 1-2 坡地雨量站及土石流觀測站設備

第二章 監測與觀測系統建置

92 年建置山坡地雨量觀測系統，歷經逐年的設備更新及韌、軟體改善，資料回傳率提昇及系統功能加強；同時更新現有中心站軟體為瀏覽器操作介面、增加中繼站狀態顯示功能監測、即時顯示各測站資料及狀態等功能，使全系統運轉穩定，資料回傳率由原本 50% 左右提升至 92% 以上。

99 年配合「土石流防災資訊系統」及新增雨量站及土石流觀測站重新整合雨量及影像資料庫、雨量警告簡訊傳送及建置「土石流防災行動網」以強化臺北市山坡地防災即時行動化效能。

99 年開始逐年更新測站之無線電設備及資料處理單元，提升無線電傳輸速率及數位化，於 101 年度完成系統全面更新，成為市府自有無線電傳輸網，各測站均可升級為無線電資料接收及中繼站，收集各項觀測即時資料。

軟體建設方面於 99 年建置專線介接中央氣象局進行降雨資料交換，收集中央氣象局及市府相關單位等既有雨量站降雨即時觀測資料；並於 100 年完成防災行動網及進行防災中心建置及雨量系統應用發展，以充分發揮氣象資訊在防災救災上的角色；101 年更新防災行動網編排工作及完成防災行動網 APP，使防災工作的執行更加便利、迅速。

另外於 101 年完成氣象資訊顯示看板及系統 3 處，使山坡地防災觀測系統能在防災功能外，兼俱休憩資訊的提供，提供市民更完備之服務。

2.1 山坡地雨量站觀測系統

大地工程處現有山坡地雨量站觀測系統包含有 22 處山坡地雨量觀測站、3 處中繼站、1 處接收站、4 處土石流觀測系統（兼雨量站）及 3 處氣象資訊顯示看板，以及山坡地防災系統、山坡地防災行動網、簡訊轉發系統、防災中心資訊看板及電視牆展示系統，其系統架構如圖 3。

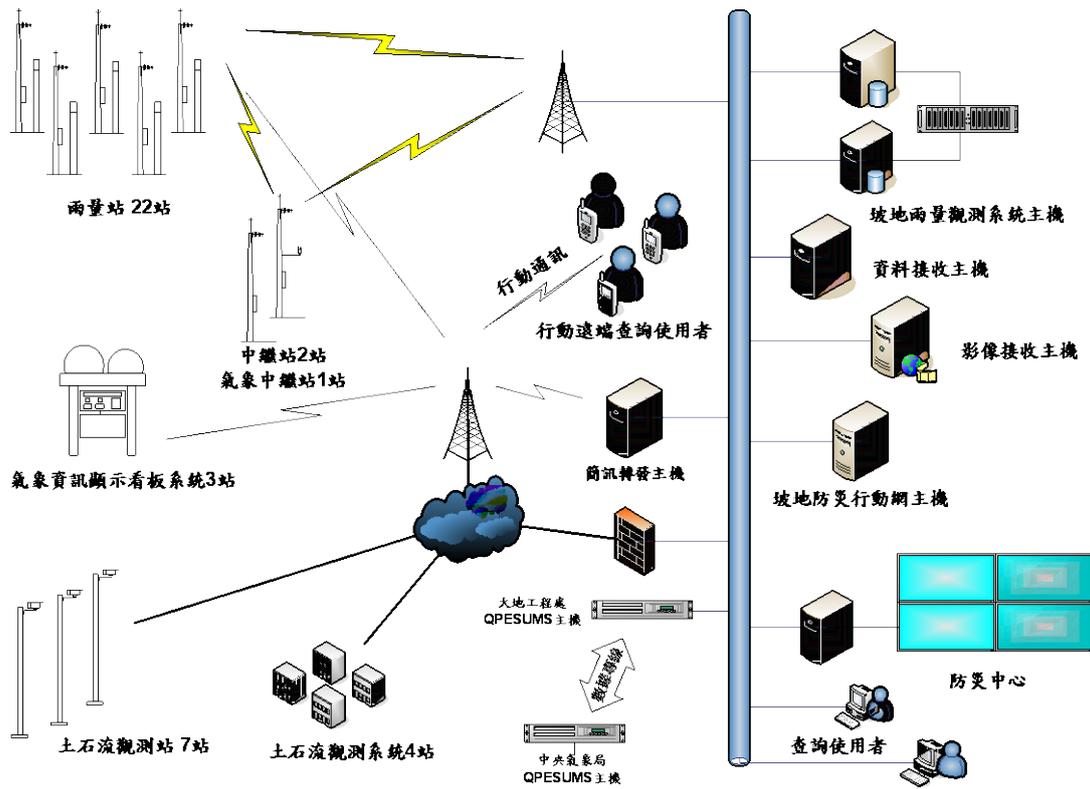


圖 2-1 全系統架構圖

既有山坡地雨量站觀測系統主要分為三部份：22 處雨量站、4 處土石流觀測系統兼雨量站、3 處中繼站（1 處設置綜合氣象儀）及 1 處接收站。

2.1.1 雨量站架構

雨量站設置有雨量計及雨量記錄器、資料處理單元、無線電設備（包含無線電發射機、天線及電纜）、GPRS 備援系統及電源設備（包含太陽能板、電池及充電控制器）。

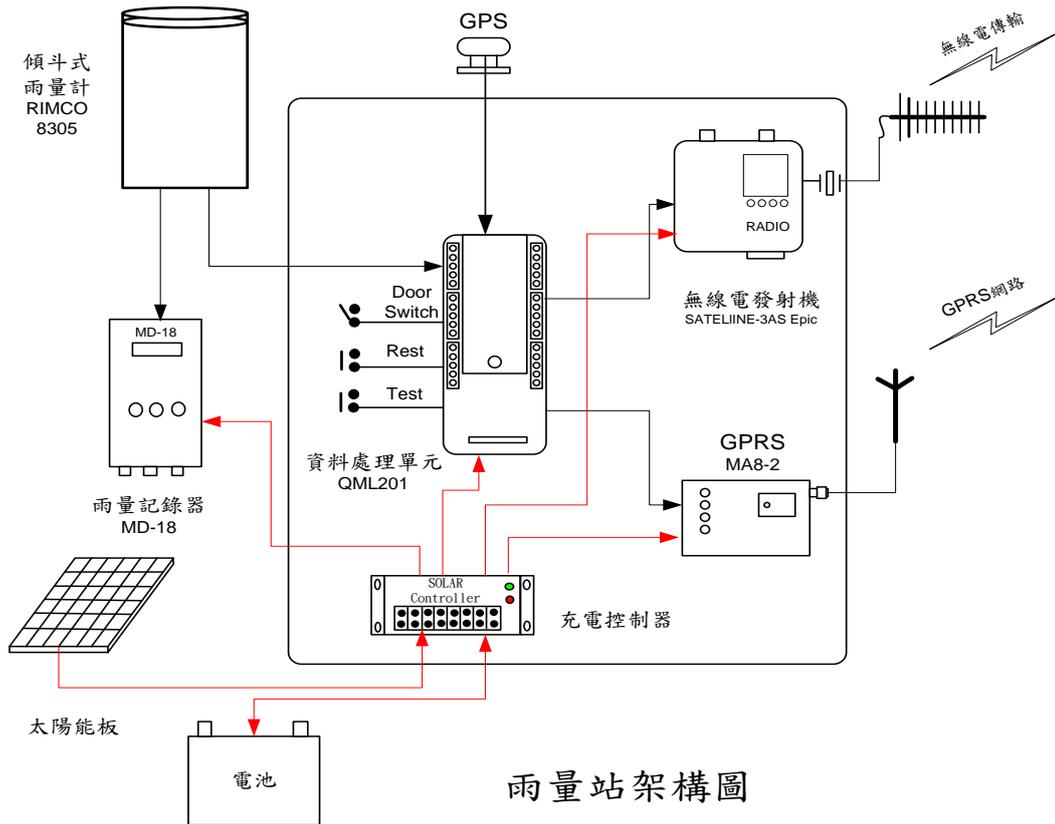


圖 2-2 山坡地雨量觀測系統雨量站架構圖

2.1.2 中繼站架構

中繼站功能則是轉送雨量站訊號回臺北市政府接收站，設置有無線電設備（包含無線電接收機、發射機、天線及電纜）、資料處理器及電源設備（包含太陽能板、電池及充電控制器）。

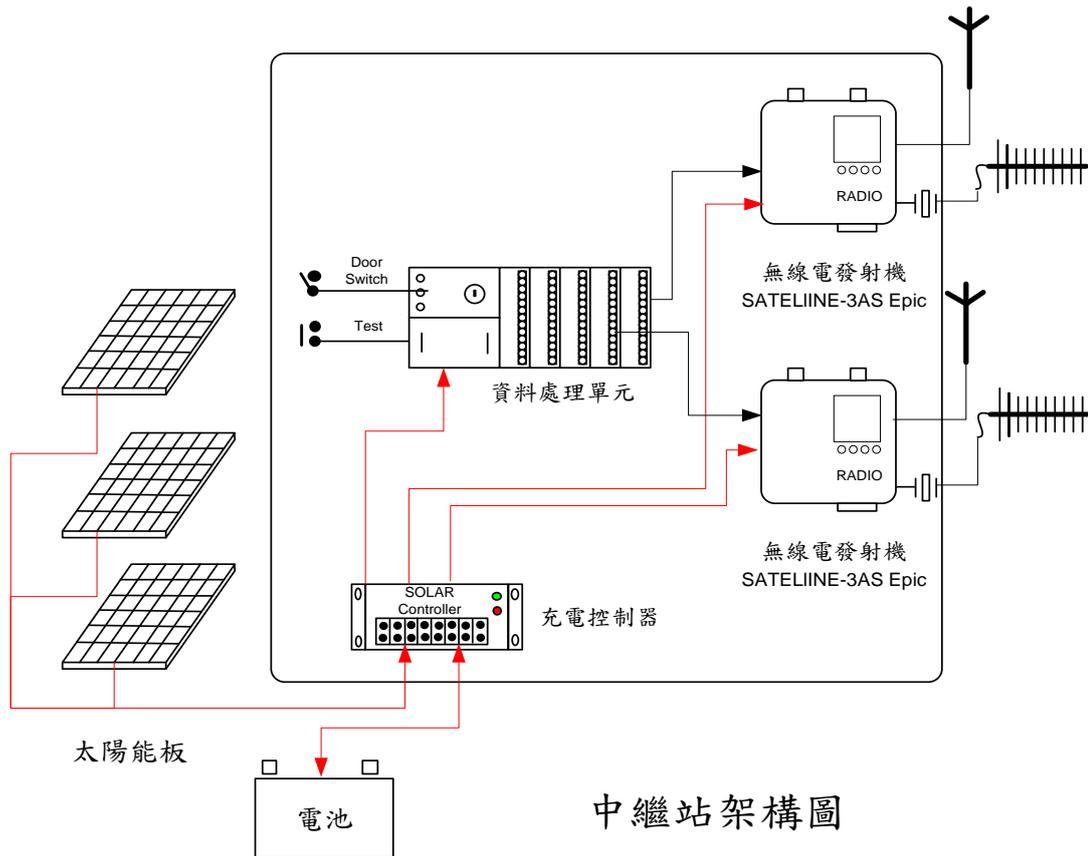


圖 2-3 山坡地雨量觀測系統中繼站架構圖

2.1.3 氣象中繼站架構

氣象中繼站為原本的中繼站架構外加設置一綜合氣象儀，並藉由無線電設備將所收集資料回傳至臺北市政府接收站資料庫儲存；其餘功能同中繼站功能。

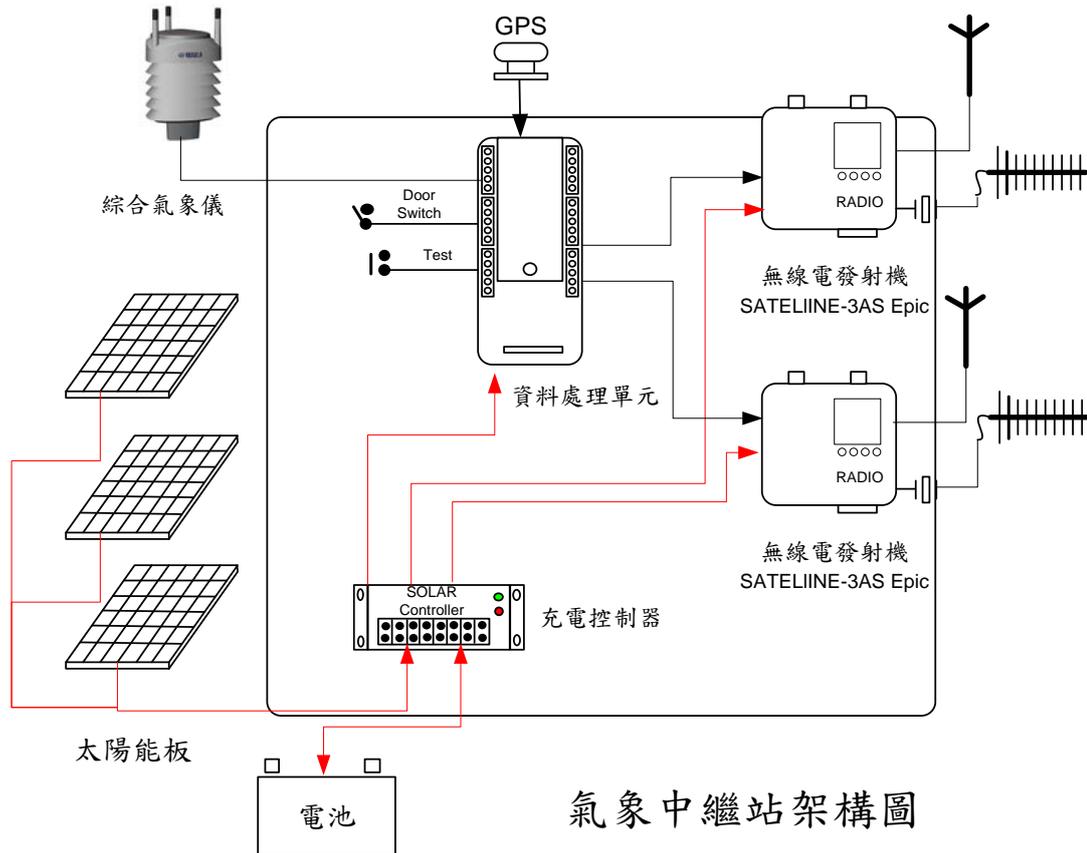


圖 2-4 山坡地雨量觀測系統氣象中繼站架構圖

2.1.4 接收站架構

接收站則是接收來自 3 個中繼站轉送或直接傳送之 22 個雨量站資料。於市府設置有無線電設備（包含無線電接收機、天線及電纜）、多埠串列設備連網伺服器、電源設備（包含電池及充電控制器）、GSM 簡訊模組及資料接收主機（市府資訊中心）以及資料庫主機（大地工程處）。

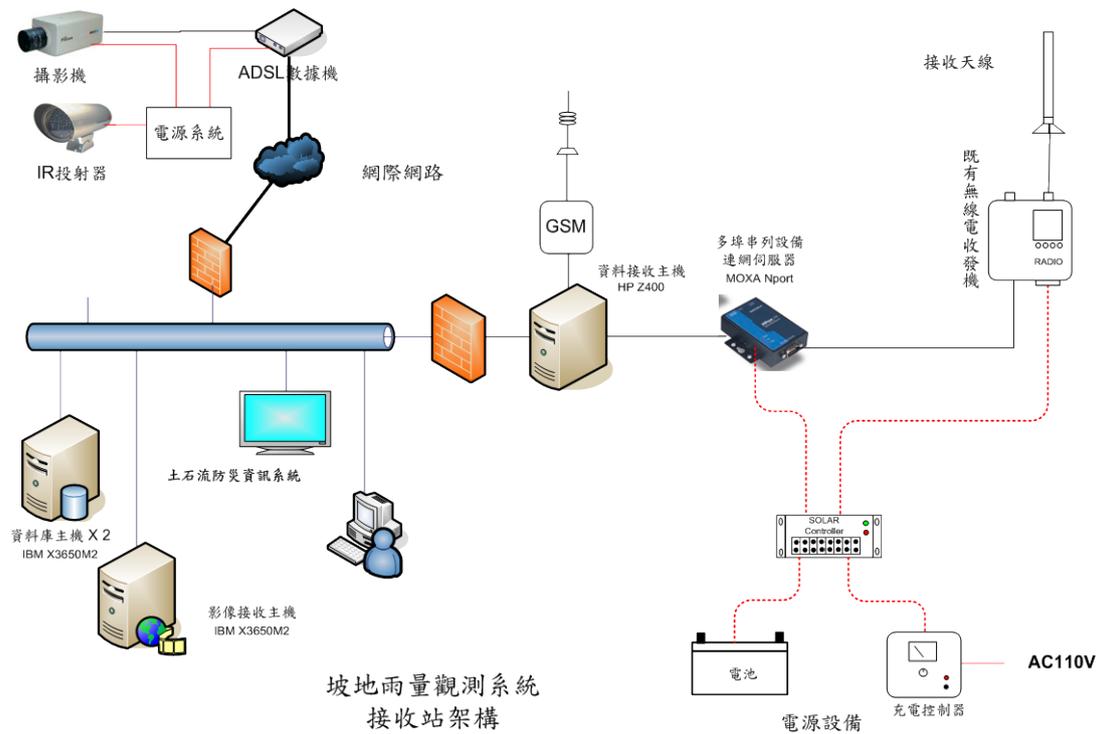


圖 2-5 山坡地雨量觀測系統接收站架構圖

2.1.5 三處氣象資訊顯示看板及系統

為發揮系統功能，使系統於災時發揮防災及觀測功能，平時則提供市民及遊客遊憩資訊，規劃設計以雨量站設備結合資訊顯示系統，於大崙尾中繼站架設氣象觀測儀器一組，並於大崙尾山登山口、白石湖、石頭厝等3處設立防災及氣象資訊顯示系統，提供遊憩、防災、宣導資訊。

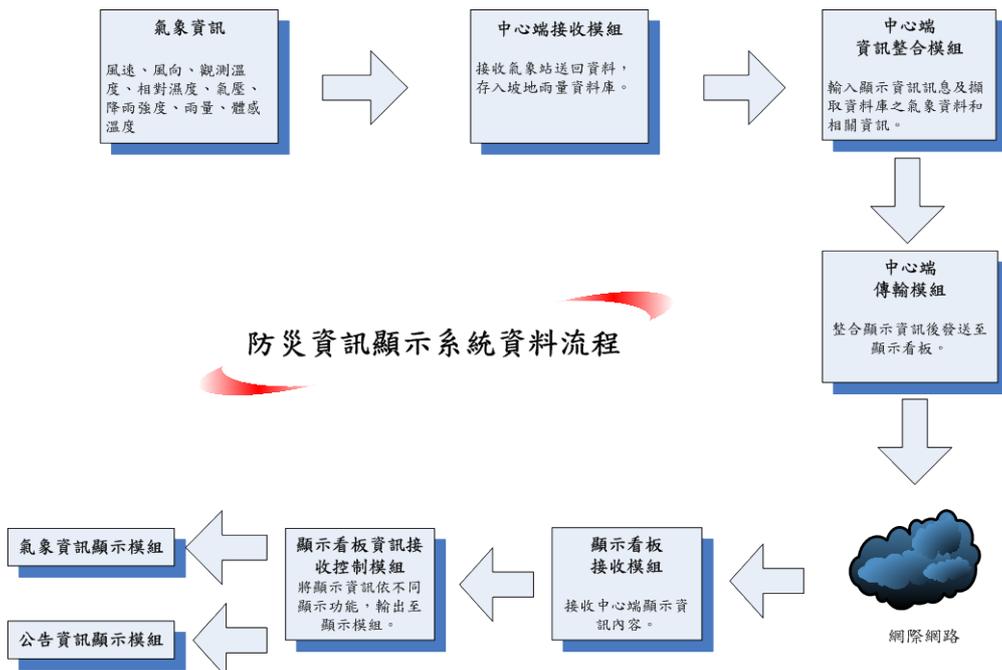
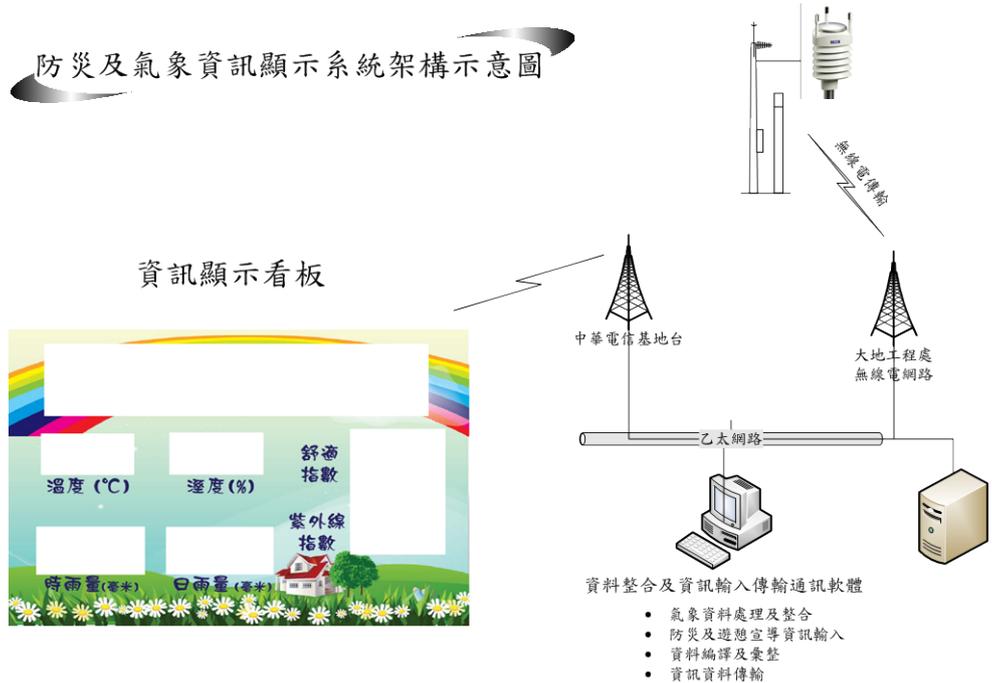


圖 2-6 氣象資訊顯示看板系統架構圖及系統資料處理流程圖

2.1.6 山坡地防災行動網

主要整合山坡地雨量觀測系統、土石流觀測系統及中央氣象局等資訊所建立之平台，提供防災人員及市民隨時能查詢防災資訊，藉由資訊的獲得而能迅速反應及處理。



圖 2-7 防災行動網畫面

2.1.7 簡訊轉發系統

主要為自動接收防災單位通報訊息，迅速轉給大地工程處內各負責人員所開發之平台。



圖 2-8 簡訊轉發系統操作畫面

2-1-8 防災中心資訊看板及電視牆展示系統

系統由四台 40 吋電視牆專用細邊顯示器組成，並搭配視訊控制器、四埠影像輸出電腦主機組成展示系統，並納入既有兩台液晶電視及投影機配置 2 臺電視選台器納入視訊控制器，將視訊訊號依需求設定至展示終端，使得訊息的呈現更靈活。

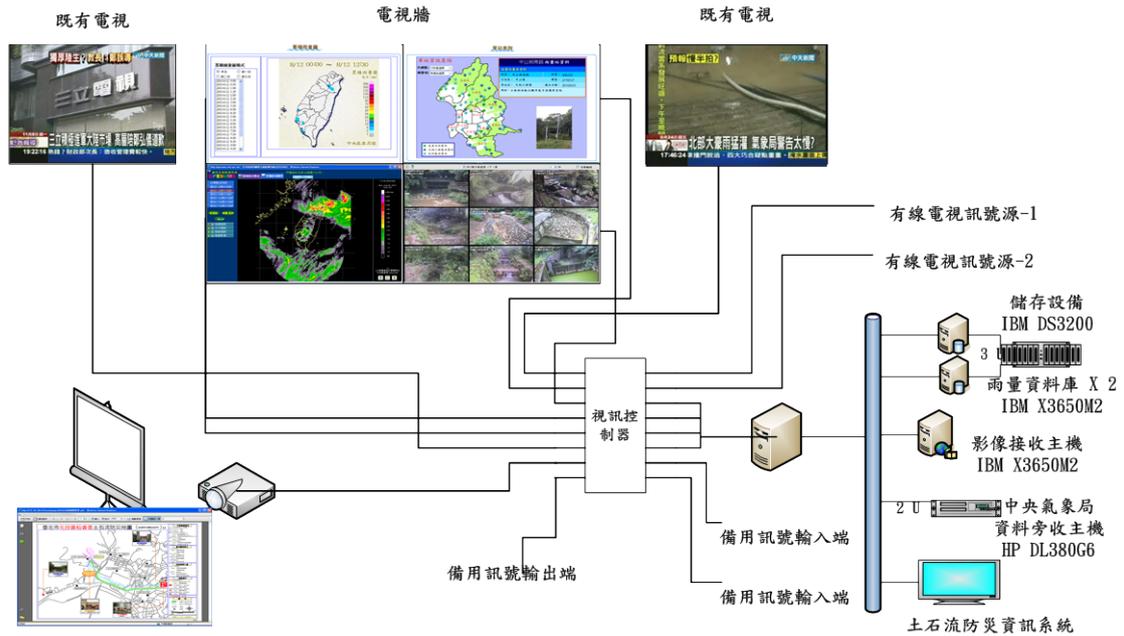


圖 2-9 防災中心架構圖

2.2 土石流觀測系統

現有土石流觀測系統分為兼具雨量觀測功能之土石流觀測系統，以及純粹土石流觀測站兩種不同型態的站別，主要差異在觀測項目。土石流觀測系統觀測項目有影像、鋼纜訊號（土石流）、雨量等，而土石流觀測站只有影像觀測項目。土石流觀測系統共計 4 處觀測站，分別為北投水磨坑溪、士林猴洞溪（莊頂路）、士林猴洞溪（至善路）及內湖大溝溪。

北投水磨坑溪觀測站設置有 1 組攝影機、1 組雨量筒、1 組鋼索感測器及 1 組資料處理單元。

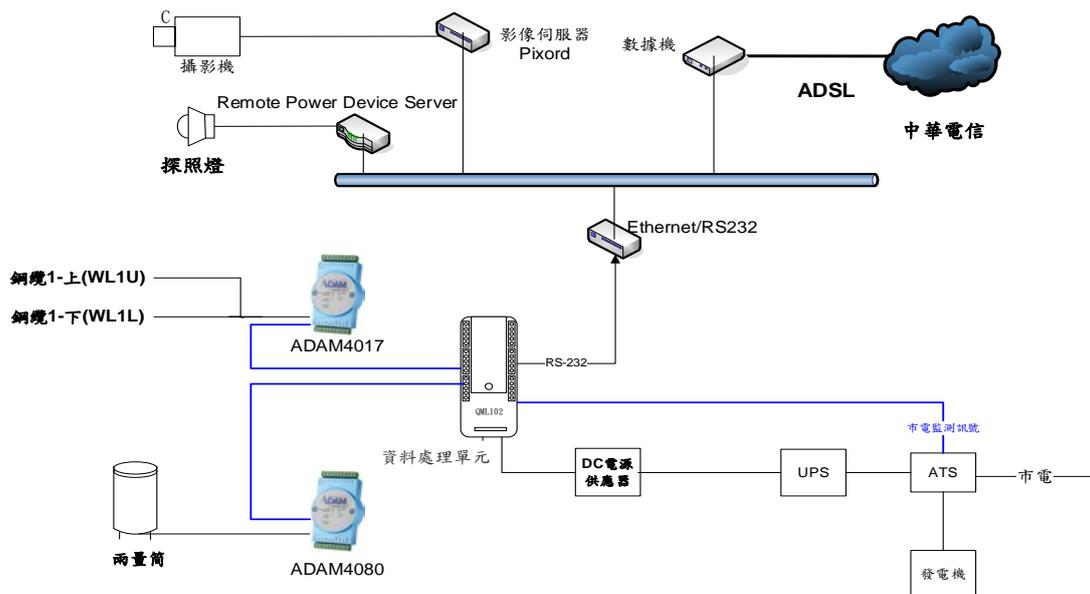


圖 2-10 土石流觀測系統北投水磨坑溪架構圖

士林猴洞溪（莊頂路）設置有 1 組攝影機、1 組雨量筒、2 組鋼索感測器及 1 組資料處理單元。

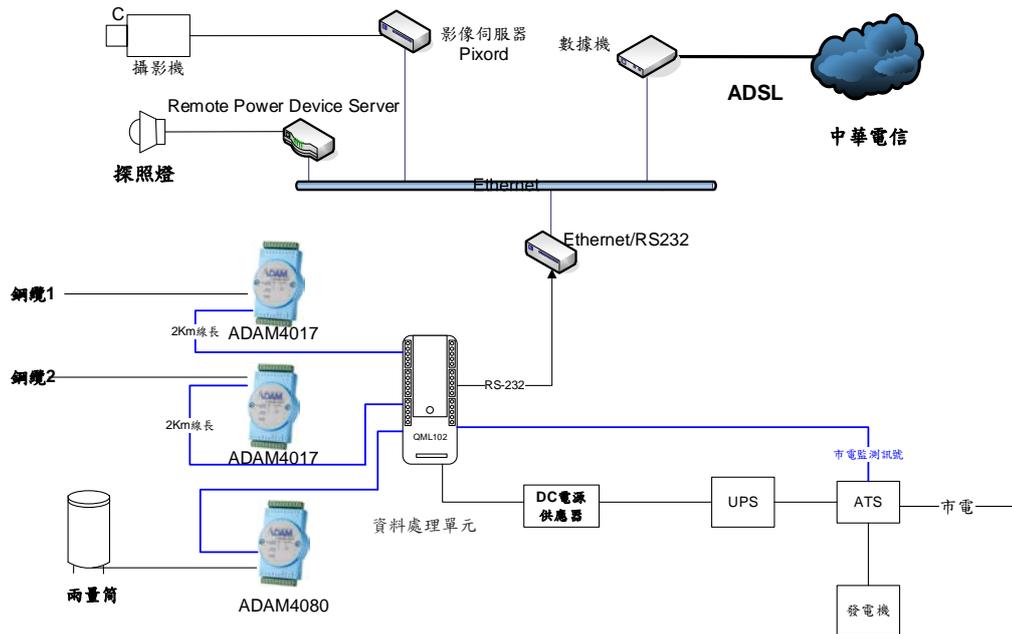


圖 2-11 土石流觀測系統士林猴洞溪莊頂路架構圖

士林猴洞溪（至善路）設置有 1 組攝影機、1 組雨量筒、2 組鋼索感測器及 1 組資料處理單元。

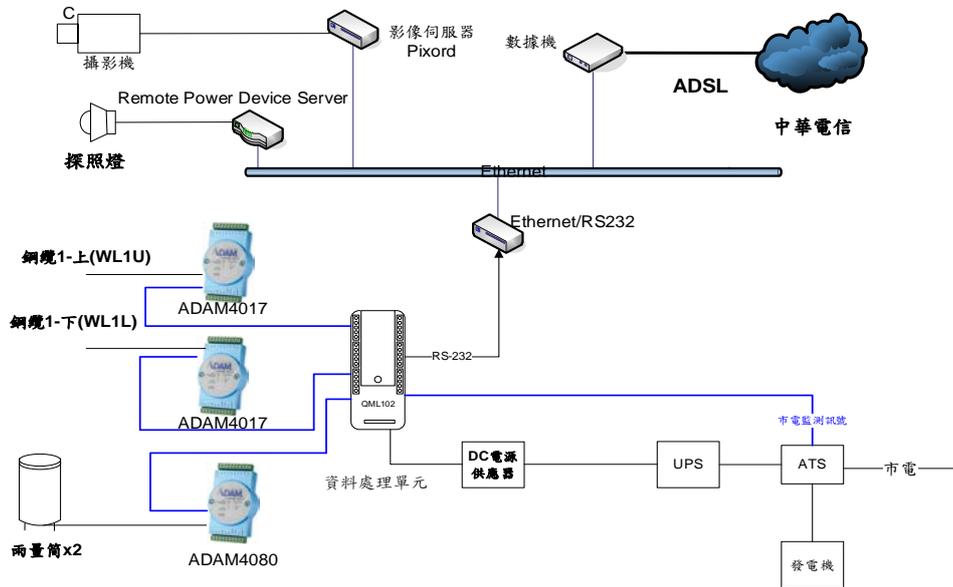


圖 2-12 土石流觀測系統士林猴洞溪至善路架構圖

內湖大溝溪設置有 2 組攝影機、1 組雨量計、2 組鋼索感測器、1 組 GPRS 及 1 組資料處理單元。

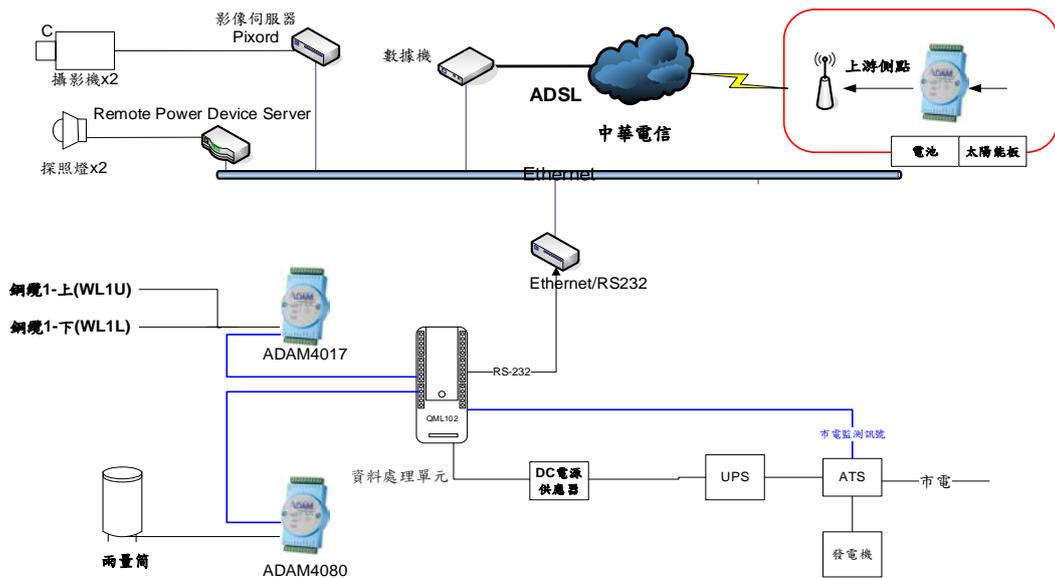


圖 2-13 土石流觀測系統內湖大溝溪架構圖

土石流觀測站共計 7 處觀測站，各觀測站由紅外線攝影機、IR 投射器、ADSL 通訊設備(中華電信租用)及市電電源等設備構成；相關運作為紅外線 IP 攝影機收集影像，IR 投射器之 CDS 功能於無光源時自動啟動於夜間提供紅外線光源供攝影機運用。ADSL 通訊設備將影像資料送回大地工程處。

表2-1 本市7處土石流觀測站表

站名
北市 DF012 土石流觀測站(北投秀山里)
北市 DF014 土石流觀測站(北投稻香里)
北市 DF027 土石流觀測站(信義泰和里)
北市 DF044 土石流觀測站(內湖碧山里)
北市 DF046 土石流觀測站(內湖金瑞里)
北市 DF048 土石流觀測站(內湖港華里)
北市 DF049 土石流觀測站(內湖西安里)

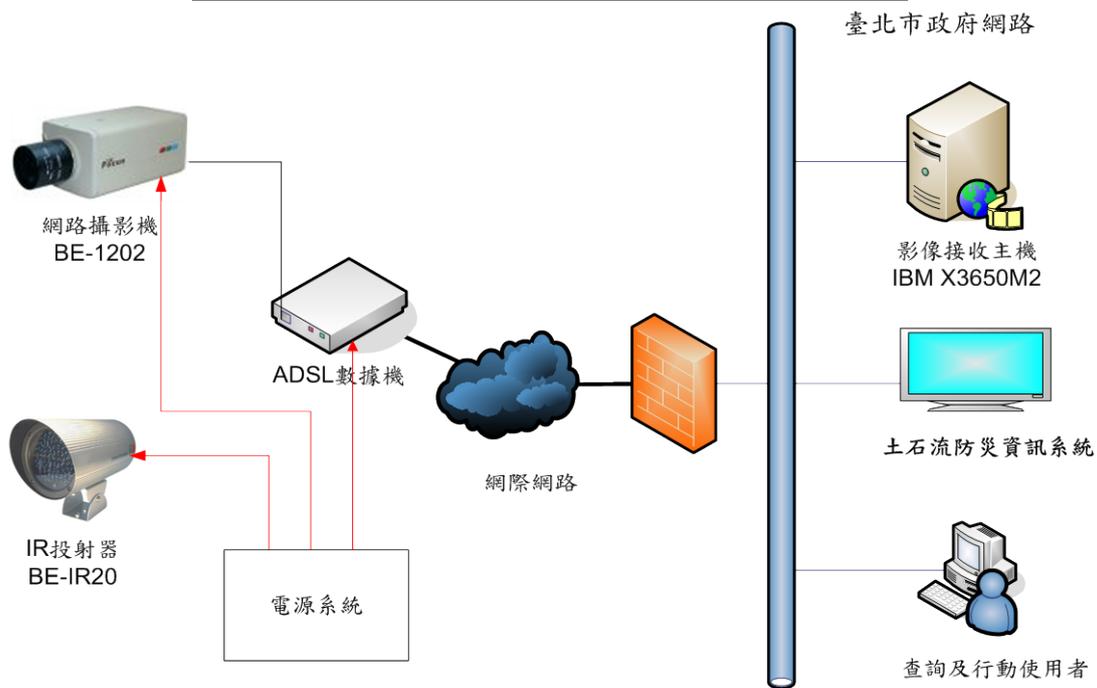


圖 2-14 土石流觀測系統土石流觀測站架構圖

2.3 邊坡監測系統

邊坡監測儀器種類眾多，可選擇之儀器及方式需依不同地質、環境、目的

及預估變化量選擇最經濟有效之系統。邊坡監測系統常用之儀器如表 2-1 所示：

表2-2 邊坡監測儀器表

儀器照片	名稱	功能及目的
	傾斜管	量測土壤側向位移情況 (配合於適當深度之管身鑽孔並外覆透水不織布可兼作水位井用)
	傾度盤	量測結構物傾斜變化情況
	水位井	量測地下水位變化情況
	地錨荷 重計	量測地錨預力變化情況

	<p>裂縫計</p>	<p>量測結構物裂縫變化情況</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	------------	--------------------

監測系統可概分為傳統人工記讀、半自動化以及自動化系統。所謂人工記讀系統是指每次施測時由人員至監測地點使用監測儀器量測及記錄結果(如圖 2-15 所示)。半自動化系統係指監測儀器固定在監測地點且能夠自動記錄監測資料，管理人員可固定一段時間至監測現場將記錄資料取回(如圖 2-16 所示)。而自動化系統除了可將監測儀器之監測資料透過各種通訊傳輸方式即時回傳至遠端監控系統，並可配合程式判斷邊坡穩定性及主動警示(如圖 2-17 所示)。



圖 2-15 人工記讀監測

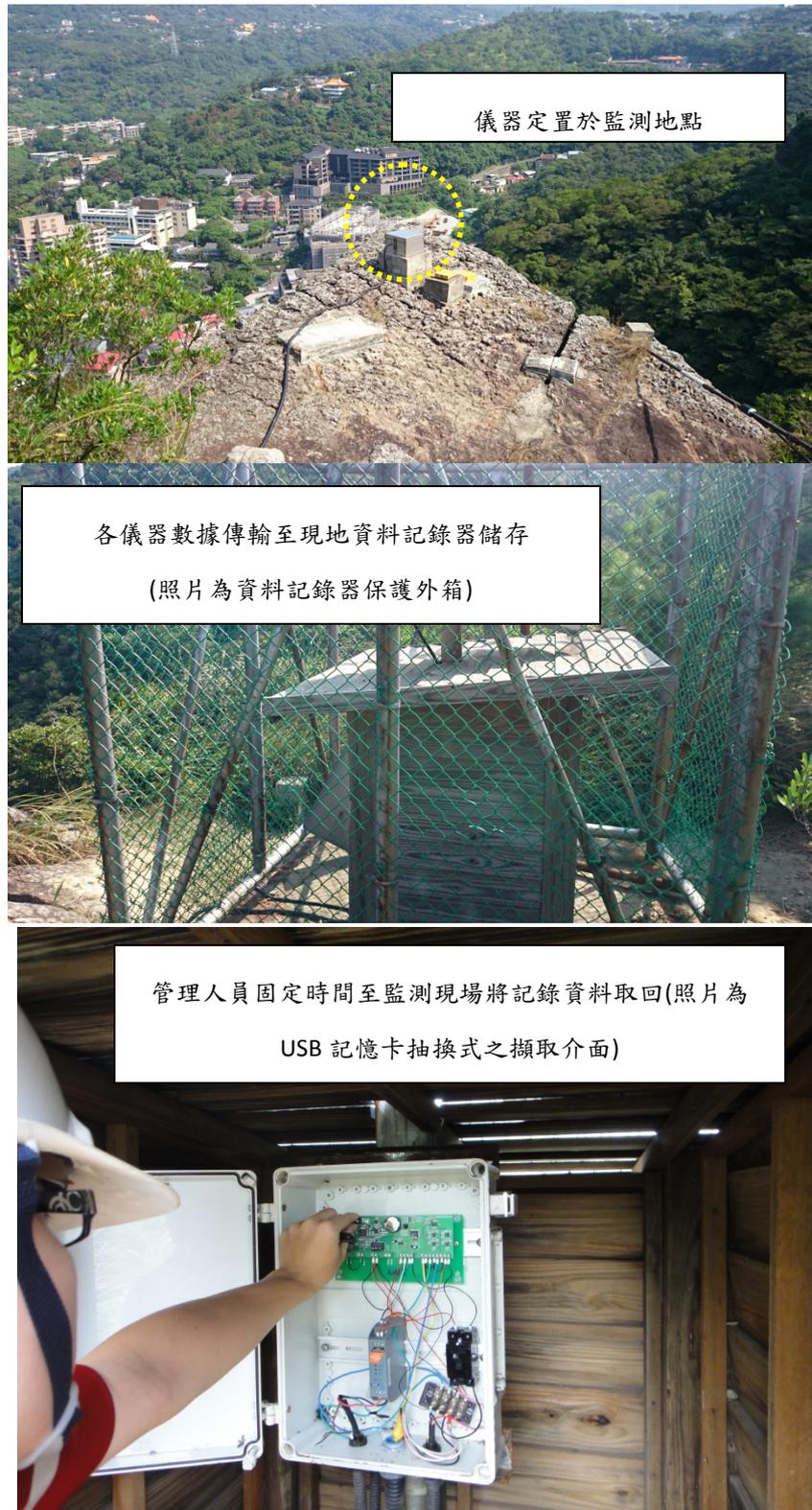


圖 2-16 半自動化系統監測

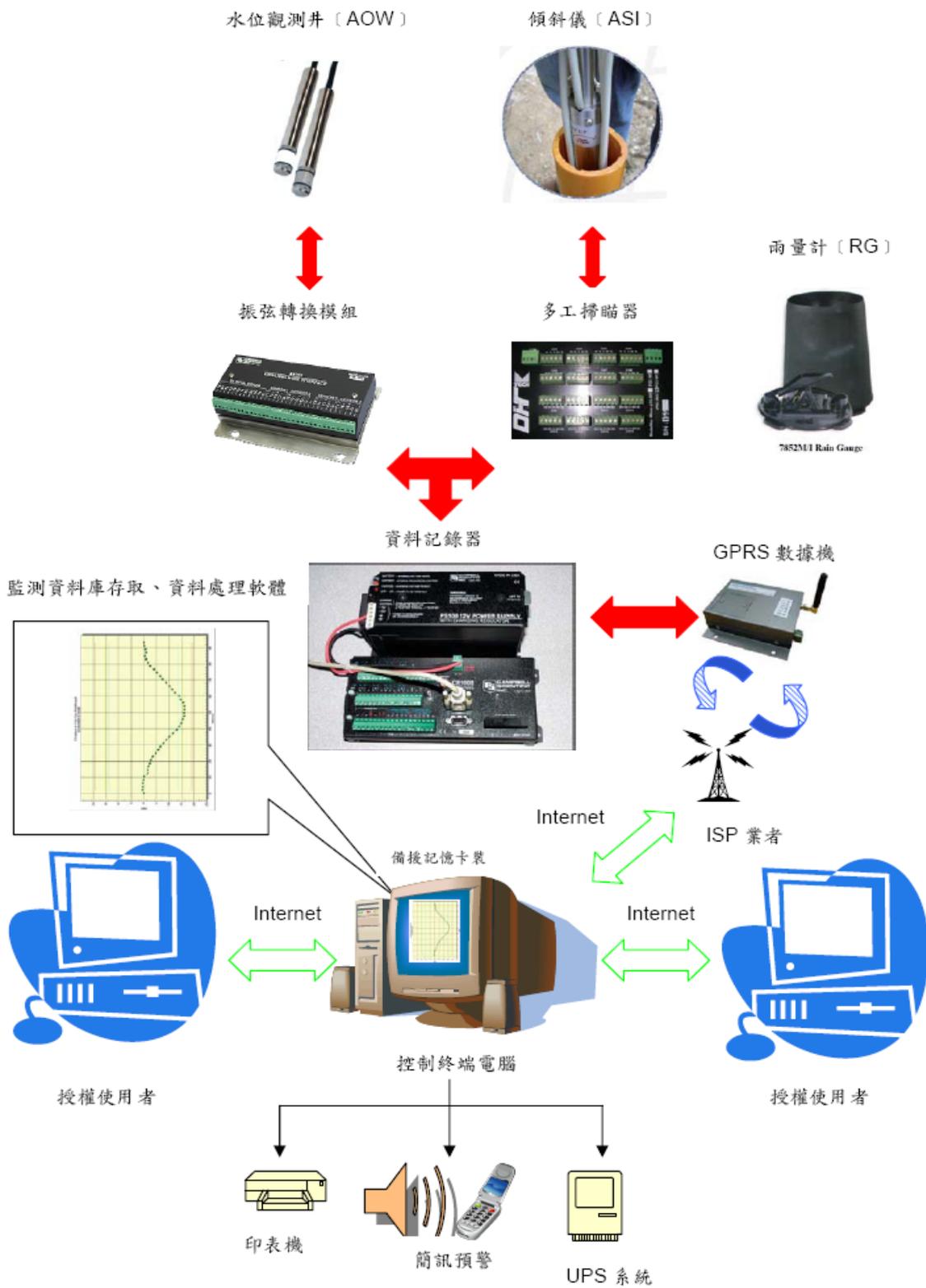


圖 2-17 自動化系統監測

2.4 邊坡監測儀器

2.4.1 監測儀器之配置

若案址需研判坡面整體穩定性及瞭解擋土設施水壓力之影響，應埋設傾斜管及水位觀測井，並裝設傾度盤，針對坡面安裝地錨荷重計，配合上述監測系統綜合研判邊坡之安全性及穩定性，茲將各觀測儀器之配置詳述如下：

1、土壤中傾斜管

安全監測工作應以選擇較具代表性的邊坡剖面予以作為分析對象，每個剖面分別於擋土牆上方邊坡頂部埋設土壤中傾斜管，藉以瞭解擋土牆是否有滑動或傾倒的現象。

2、牆身傾度盤

擋土牆身傾斜計之裝設位置主要為配合土壤中傾斜管配置的斷面，分別安於牆身之上，藉以瞭解擋土牆是否發生傾倒的現象。

3、水位觀測井

水位觀測井的安裝位置主要配合土壤中傾斜管而配置，選擇較具代表性的邊坡剖面埋設水位觀測井，藉以瞭解擋土牆後方及邊坡之水位分佈情形。

4、地錨荷重計

選擇合宜配置止滑樁的邊坡剖面數處，分別於地錨錨頭埋設地錨荷重計，藉以瞭解地錨受力狀態，以作為整體研判之用。

5、裂縫計

量測結構體既有裂縫之變化量，提供現場工程人員直接之觀測儀器、長期性的監測，有效的控制結構物的安全與工程品質。

2.4.2 監測儀器裝設

1、傾斜管

(1)埋設深度

鑽孔過程中對土層及岩盤面所在之深度及評估擋土牆穩定性之需要，傾斜管埋設至地表下且至少入岩 4 公尺以上，此深度處即可視為管底之不動點。

(2)埋設方式及步驟

- A、於擋土結構外側按設計圖所示之傾度儀埋設位置，以鑽機鑽一直徑 4in 之鑽孔至設計深度；孔壁並須以套管保護以防止坍塌。
- B、將觀測管放入鑽孔內，放置時須小心，以免觀測管遭損壞，並須保持觀管之垂直及管內之乾淨。
- C、每節觀測管之間各接頭之槽溝須對正，使觀測管之槽溝能連續不偏斜，以便雙軸感應器可在管內順利滑動。
- D、當觀測管底端達孔底設計埋設深度時，即可進行回填；回填時宜用均勻潔淨之砂（顆粒 0.6 至 1.2mm），一面回填，一面抽取保護壁之套管，並利用其底端稍加夯壓，以避免造成觀測管之局部移動，每次回填高度為 30cm。
- E、觀測管之頂端要加保護蓋，並作警示標誌及適當之防護措施。

2、傾度盤

將傾度盤裝設於傾斜管所在剖面之擋土牆身上，安裝時以 3 支膨脹栓將傾斜盤支架穩固地固定在牆身上。

3、水位觀測井

於有埋設傾斜管的孔位處同時埋設水位觀測井，以 PVC 管連接最底端包覆不織布之鑽孔塑膠管，再回填透水粒料至地表。埋設深度則依

據鑽孔過程中研判之地下水深度進行調整。

4、地錨荷重計

於地錨錨頭裝設地錨荷重計，並將訊號線小心導引，並將其安置於保護蓋中。

5、沉陷點

(1)位置選擇須注意之原則如下：

A、不易被破壞或被遮蓋之處。

B、測點通視良好，減少轉點，容易量測。

C、測點位置考慮作業之安全性和長久性。

(2)儀器編號旁或鄰近明顯之處

(3)由基地之永久水準點引測初值（二次以上）

2.4.3 監測儀器量測方式

1、傾斜管

數位式傾度儀系統的組成包括：傾斜管、數位式傾度儀感應器、電纜、數位或指示器、滑輪組。將傾斜管埋設於擋土壁體後方，使之隨土壤一起產生移動，再利用感應器每 50 公分量測各深度處之傾斜管與鉛直線之夾角正弦值，計算其與感應器長度（一般為 50cm）之乘積，經累加後可得各深度之水平方向變位，即可得擋土壁後方土壤整體之位移量，並經由多次的觀測將所得變形曲線繪出，則可瞭解擋土壁體後方土壤隨時間而位移的情形。

雖然某些量測儀器可同時量得垂量及平行於牆身方向之位移，但若本觀測擋土牆之變形只視為僅發生在垂直於牆身方向上的二向度變形，則可以僅提供此方向上的觀測成果，作為研判的依據。

2、傾度盤：

此儀器系統之組成包括：感應器、數位指示器、傾斜盤。將傾斜盤安裝於具代表性的擋土壁牆身上，量測時將感應器放置於傾斜盤上，經由數位指示器所量得之數據求得感應器底盤的傾斜角度，亦即為擋土牆身的傾斜角度。

若傾斜器可同時量得垂直及平行於牆身向的傾角，如同前述原理，應以垂於牆身方向（1~3 方向）的傾角作為研判之依據，此方向之傾角代表牆身向前傾斜之角度。

3、水位觀測井

觀測擋土牆後方之地下水位狀況，尤其於暴雨後可提供判定牆身排水情況及穩定性之參考。

4、地錨荷重計

此儀器系統之組成包括：荷重計、數位指示器及訊號線，經由數位指示器所量得之數據可求得之荷重計之受力狀況，亦即為量測地錨本身的受力狀況。

5、沉陷點

利用水準儀量測基地各地面型沉陷點與永久性水準點差距並與初值相互比較。

第三章 監測與觀測系統運作模式

3.1 雨量站監測系統

山坡地雨量站觀測系統觀測站共有 26 站，其站名如下表：

表 3-1 本市 26 處山坡地雨量站表

編號	站址名稱	編號	站址名稱
01	文山指南里	16	中山劍潭山
02	南港舊莊里	17	內湖金面山
03	南港九如里	18	內湖大湖里
04	信義挹翠山莊	19	大安福州山
05	士林明德樂園	20	信義四獸山
06	士林溪山里	21	北投稻香里
07	士林菁山里	22	文山仙跡岩
08	士林擎天崗	23	北投水磨坑溪
09	北投竹子湖	24	士林猴洞溪莊頂路
10	內湖安泰里	25	士林猴洞溪至善路
11	北投小油坑	26	內湖大溝溪
12	中山劍南路	R1	貓空山中繼站
13	文山貓空	R2	大崙尾山中繼站
14	南港茶製場	R3	竹子湖中繼站
15	北投貴子坑	R4	接收站

系統運作模式分為定期保養、雨量計定期校驗、系統維護運作等作業，來維持系統之穩定性及確保資料的正確性和資料的獲取率。

3.1.1 定期保養

山坡地雨量觀測系統藉由設備和系統的定期保養工作執行，來確保山坡地雨量站觀測系統所監測資料的穩定性及預警機制的正確性，使系統於防汛期間能發揮最大的效用，並能縮短預警機制的反應時間。

定期保養工作期程，依照保養行程表，並且攜帶所需之設備或器材赴各雨量站、中繼站及接收站進行例行性檢查、故障修復或排除、系統測試、調校、防潮與防銹上漆及氣象看板等維護保養工作；系統軟體部分將配合現場定期保

養行程至現場進行資料備份及功能檢查，使各測站能保持良好操作性能，降低各測站的故障率，以期維持穩定的測站狀態。

以下是設備和系統的定期保養的運作模式，其執行時間為每年的 5、7、9、11 月，也是政府執行防汛防災執行時期，山坡地雨量觀測系統定期保養執行程序及作法如下：

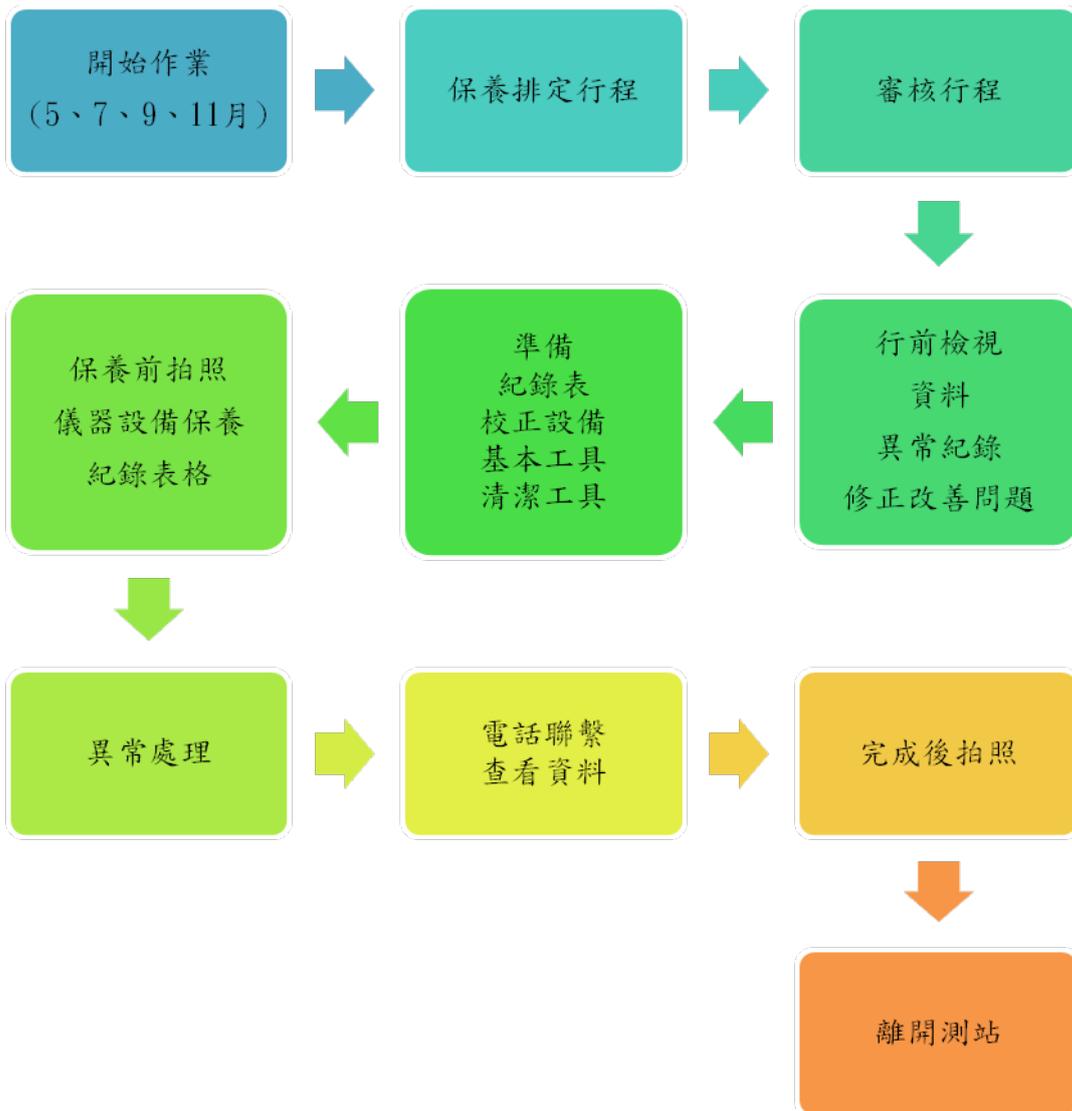


圖 3-1 定期保養執行程序



翰昇環境科技股份有限公司
Environmental Science & Eng'n Corp.

竣結雨量及土石流監測系統保養紀錄

系統服務部

接收天線高度(公尺)	接收天線角度(度)		
傳輸位址	接收位址		
項目	量測值	比對值	檢査結果
發送頻率	MHz	404.8MHz	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常
發射功率	W	≤ 10W	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常
接收功率	W	< 1W	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常
駐波比(VSWR)		≤ 1.5	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常

GPRS單元測試			
發射天線高度(公尺)	發射天線角度(度)		
傳輸位址 (1)	傳輸位址 (2)		
傳輸位址 (3)	傳輸位址 (4)		
項目	量測值	比對值	檢査結果
GPRS 使用電壓	Vdc	9V - 30V	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常
通訊頻率	MHz	通訊測試	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常
撥號顯示	ACT	<input type="checkbox"/> 202 <input type="checkbox"/> LMS <input type="checkbox"/> TNC <input type="checkbox"/> Rnd <input type="checkbox"/> GSM	

資料收集器單元測試		
項目	QML 記錄檢查	QLI 記錄檢查
SN(SYSNFO)		PAR設定檢查 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
網際網路(SYSNFO)		STA設定檢查 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
網際網路(SYSNFO)		
內部溫度(SYSNFO)	°C	
軟體版本(CDCFG DIR)		
LoggerL0檔案 (CDCFG LOG)		
LoggerL1檔案		
LoggerL4檔案		

雨量筒單元測試	
項目	記錄
磁浮閥開閉測試	<input type="checkbox"/> 導通 <input type="checkbox"/> 不導通 (使用三用電表量測)
磁浮清潔	<input type="checkbox"/> 清潔 <input type="checkbox"/> 不清潔

3. 整合測試:	
項目	記錄
Door開關測試	
Test開關測試	
雨量筒測試(門開)	
雨量筒測試(門閉)	
Reset開關測試	
地點值	

4. 特別狀況:		
序次	描述說明	處理說明
1		
2		



翰昇環境科技股份有限公司
Environmental Science & Eng'n Corp.

竣結雨量及土石流監測系統保養紀錄

系統服務部

站別	<input type="checkbox"/> 雨量站 <input type="checkbox"/> 中繼站	中繼站	年月日	天氣
站名	保養日期	保養人員	會同人員	
站址	緯度	經度	高度	

1. 設備清單			
項目	廠牌	型號	序號
太陽電池			
雨量控制箱			
電池			
發射天線			
接收天線			
同軸纜雷器			
同軸纜雷器			
無線電			
GPRS			
資料收集器			
雨量筒			
雨量記錄器			
GPS			

2. 單元測試			
太陽電壓與系統單元測試			
充電控制顯示			
Chargin	<input type="checkbox"/> On <input type="checkbox"/> Off	滿	<input type="checkbox"/> On <input type="checkbox"/> Off
電池電壓	LCD顯示	自檢測試	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常
項目	量測值	比對值	檢査結果
電池電壓	Vdc	11.5V - 13.6V	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常
太陽電池開路電壓	Vdc	< 21.7V	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常
充電電流	A	< 3.75A	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常
電池內阻	mΩ	< 12mΩ	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常

無線電單元測試 (State)			
發射天線高度(公尺)	發射天線角度(度)		
傳輸位址	接收位址		
項目	量測值	比對值	檢査結果
無線電使用電壓	Vdc	9V - 30V	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常
發射頻率	MHz	404.8MHz	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常
發射功率	W	≤ 10W	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常
接收功率	W	< 1W	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常
駐波比(VSWR)		≤ 1.5	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常
接收測試(RSSI)	dBm	> 90	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常

圖 3-2 定期保養執行過程與紀錄

3.1.2 雨量計定期校驗

山坡地雨量站觀測系統主要執行雨量觀測，故雨量計之量測數值之準確性為第一考量，故大地工程處以系統觀測不停擺及中央氣象局校驗能量為考量，訂定雨量計之輪校期限為 2 年，校驗報告由大地工程處承辦單位存查。其執行程序流程如下：

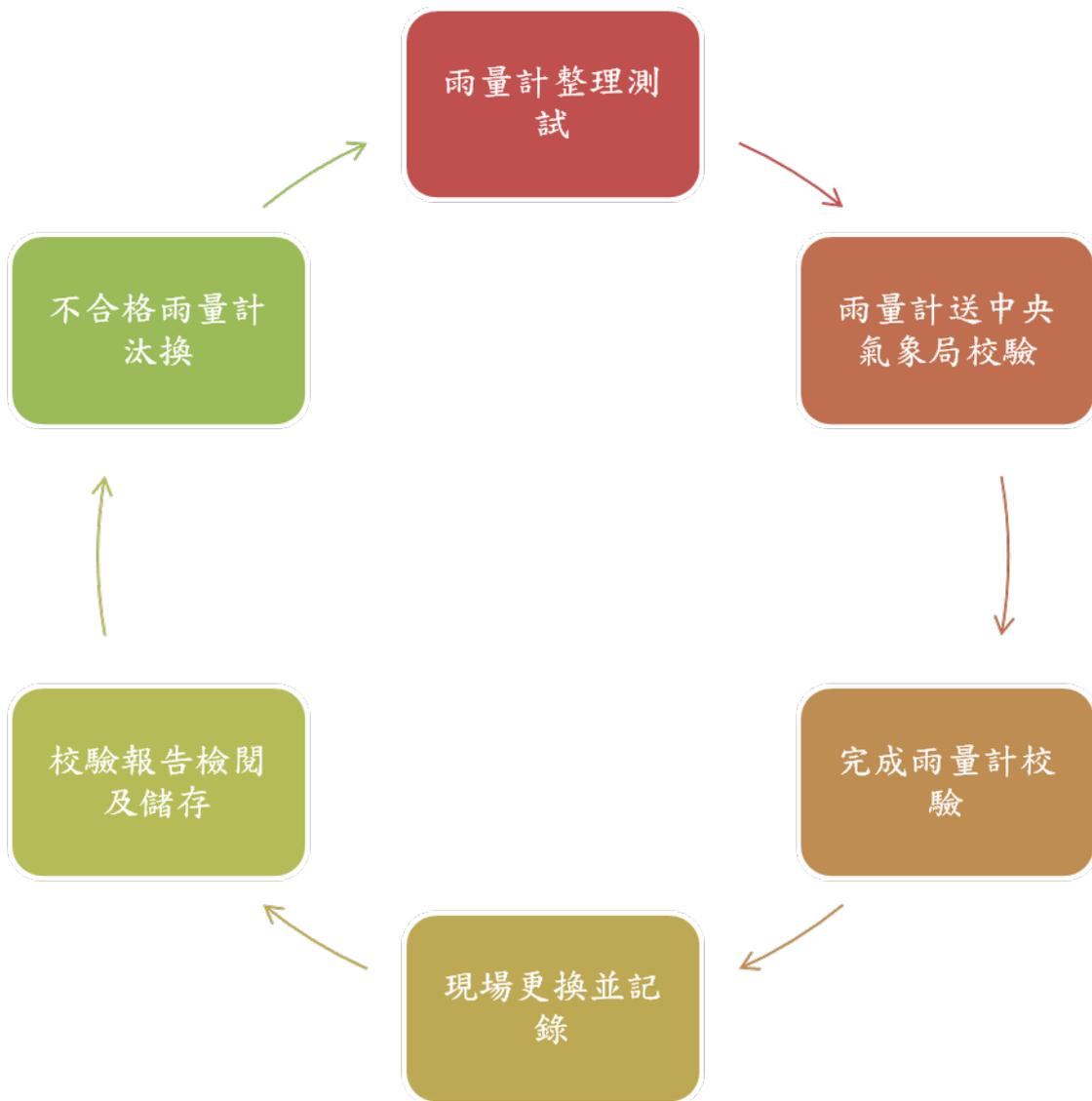


圖 3-3 雨量計定期校驗流程图

3-1-3 系統維護運作

此運作為處理山坡地雨量觀測系統的不定期異常狀況機制，其系統異常之發現分為自動及手動，系統異常自動通報經由簡訊機制通知維護人員及承辦人員；系統異常手動通報是由廠商指派人員每天於上班時間，經由遠端檢查設備並記錄設備運作情形。同時，藉由社群軟體作為即時通報平台。經由此機制運作提升系統穩定性，處理流程如圖 3-4 所示，在執行作為上分為

1、一般修復

建置之系統狀態自動回報機制主動將測站或系統故障以簡訊方式通報承辦人員及維護值班人員；維護值班人員則以 e-mail 併同電話通知方式檢送故障檢修通報單並前往修復。

主動發現系統故障時如為室內系統故障，於通報後 24 小時內完成障礙排除及修復；如為室外現場系統硬體設備故障，自通知起 48(含假日)內，到達故障現場執行檢修作業，並於完成一般修復後 24 小時內。

若資料超過設定警戒值，也經由此路徑將警示訊息傳送至相關單位人員。

2、緊急修復：

當中央氣象局發佈陸上颱風警報，警戒區域含蓋臺北市時，經電話通知，依緊急報修流程指派人員待命，因應系統突發狀況，並不定期確認系統及資料收集狀況；當主動發現系統異常或系統自動通報，於 24 小時內，赴現場檢修作業。

對於故障應變處理已建立標準作業程序，均依標準作業程序前往檢修，完成檢修作業。

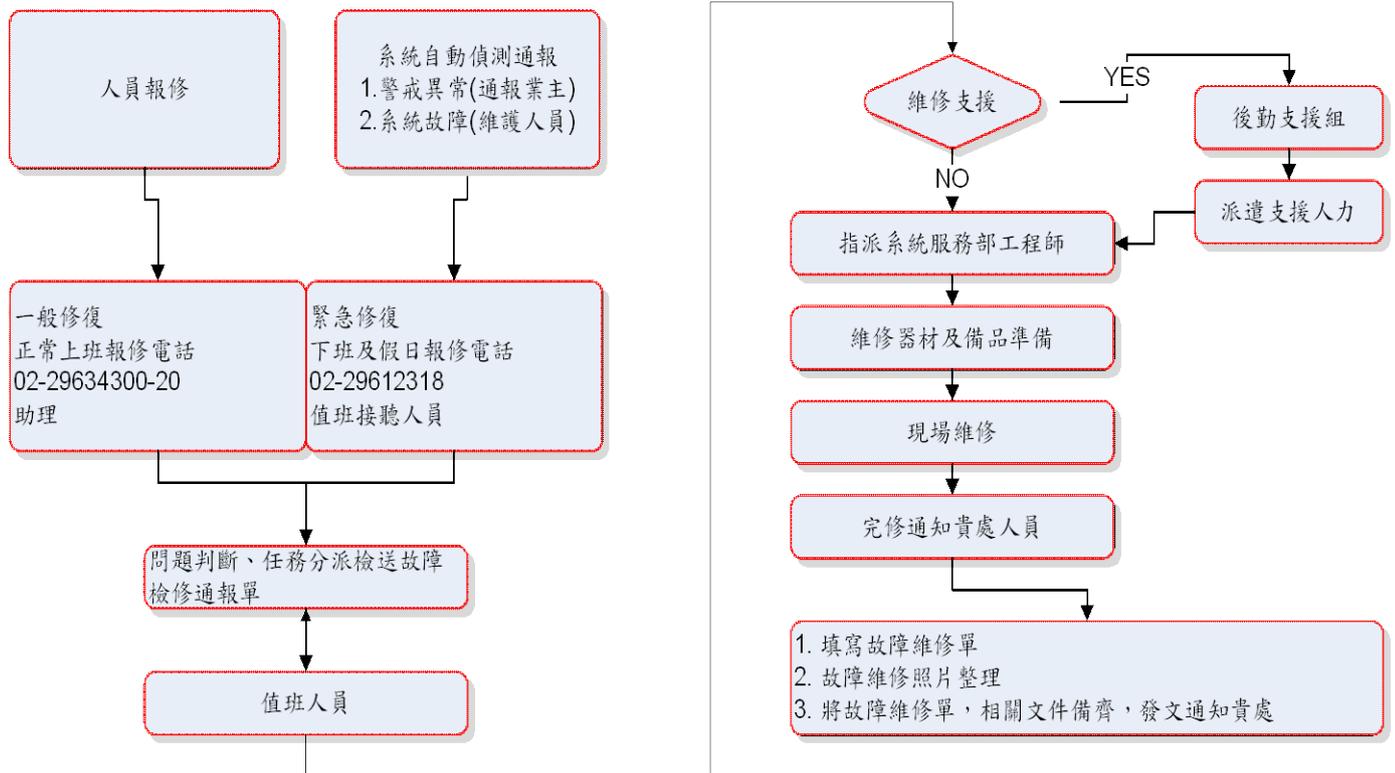


圖 3-4 山坡地雨量站維護運作流程圖

3.2 土石流觀測系統

土石流觀測系統分為土石流觀測系統及觀測站，其各站名如表 3-2、表 3-3 所示，其運作模式主要係定期保養及系統維護運作，其中系統維護運作又分為一般修復及緊急修復：

表 3-2 土石流觀測系統一覽表

站名
北市 DF011 北投水磨坑溪
北市 DF024 士林猴洞溪莊頂路
北市 DF021 士林猴洞溪至善路
北市 DF042 內湖大溝溪

表 3-3 土石流觀測站一覽表

站名
北市 DF012 土石流觀測站(北投秀山里)
北市 DF014 土石流觀測站(北投稻香里)
北市 DF027 土石流觀測站(信義泰和里)
北市 DF044 土石流觀測站(內湖碧山里)
北市 DF046 土石流觀測站(內湖金瑞里)
北市 DF048 土石流觀測站(內湖港華里)
北市 DF049 土石流觀測站(內湖西安里)

1、一般修復

建置之系統狀態自動回報機制主動將測站或系統故障以簡訊方式通報承辦人員及維護值班人員；維護值班人員則以 e-mail 併同電話通知方式檢送故障檢修通報單並前往修復。

主動發現系統故障時如為室內系統故障，於通報後 24 小時內完成障礙排除及修復；如為室外現場系統硬體設備故障，自通知起 48(含假日)內，到達故障現場執行檢修作業，並於完成一般修復後 24 小時內。

若資料超過設定警戒值，也經由此路徑將警示訊息傳送至相關單位人員。

2、緊急修復：

當中央氣象局發佈陸上颱風警報，警戒區域含蓋臺北市時，經電話

通知，依緊急報修流程指派人員待命，因應系統突發狀況，並不定期確認系統及資料收集狀況；當主動發現系統異常或系統自動通報，於 24 小時內，赴現場檢修作業。

對於故障應變處理已建立標準作業程序，均依標準作業程序前往檢修，並於完成檢修作業



圖 3-5 系統影像監測畫面

3-3 邊坡監測系統

一般邊坡監測系統所量測之崩塌徵兆物理量可分為兩類，直接徵兆物理量，及間接徵兆物理量；

3.3.1 直接徵兆物理量

邊坡崩塌即為斜坡塊體運動，因此位移或傾斜即為此一現象之直接徵兆物

理量。邊坡移動可從地表面觀察(地表面物體傾斜、移動、地表開裂、隆起與下陷等)或地表面傾斜與位移量測而得知，邊坡移動亦可由地下位移或角變形量測而得知。此一直接物理量與隨不同邊坡崩塌種類而有不同之現象徵兆，包括位移量、位移速度、位移範圍、位移深度等。邊坡崩塌過程除產生位移以外，可能伴隨產生之現象尚包括地聲與受剪力破壞激發之超額孔隙水壓變化，亦屬於直接徵兆物理量。

3.3.2 間接徵兆物理量

邊坡崩塌塊體移動之發生，與許多因素有關，較為相關之環境因素包括：邊坡地形條件、邊坡地質材料與構造條件、邊坡之地表與地下水文條件以及氣候條件等。另一方面，邊坡塊體移動與人為因素(開發)亦息息相關。根據工研院能資所(1989)之研究，影響斜坡運動的因素可分為內在或外在兩種：內在因素主要包括：(1)礦物組成的性質；(2)地質構造；(3)地下水的存在；(4)地形；(5)植生。外在因素主要包括：(1)岩層的風化；(2)孔隙水壓增加；(3)加重負載；(4)移去坡趾支撐；(5)下伏地層垮塌；(6)地震；(7)其他因素，如地下採礦或石灰岩溶洞造成地盤下陷等。

一般而言，地震、豪雨以及因豪雨或其他因素而造成之地下水位變化是邊坡塊體移動之重要誘因，由理論與過往經驗均得知邊坡崩塌常伴隨上述物理量之變化。故振動、水壓或水位以及降雨特性等外在因素均屬邊坡崩塌之間接徵兆物理量。至於內在影響因素與邊坡崩塌亦極為相關，此一部份因素主要為邊坡之先天不變因素(除地下水之存在)，多作為邊坡危險程度評估之重要參考，較不適合作為崩塌監測之徵兆物理量。

邊坡安全除依賴監測系統量測徵兆物理量，為達到事先預警與維護人員生命財產安全，則有賴邊坡安全監測管理值的訂定，配合監測系統所提供之數據資料方可達到有效之預警作用。一般對於監測儀器所測得之徵兆物理量，主要預警方式採警戒值及行動值作管理，其個別定義如下：

1、警戒值：

表示監測資料數值已反應有一定的趨勢，邊坡可能已呈現不穩定狀態，此時邊坡維護管理人員應配合現地巡查，注意整體邊坡是否有產生明顯不穩定徵兆(地表有不正常開裂或隆起、沖蝕掏空等)，並檢視儀器是否遭到人為因素影響導致數據異常(邊坡鄰近區域施工開挖回填、儀器遭人為碰撞擠壓等)。若確實有一定變化趨勢，應配合增加現地巡查注意其趨勢與進行安全性評估，同時邊坡維護管理單位應進行人員與機具整備，並對有安全疑慮邊坡進行示警與初步邊坡穩定處理。

2、行動值：

表示監測資料的變化已確定邊坡現況已呈現不穩定狀態甚至達瀕臨破壞階段(仍須再次確認儀器是否遭到人為因素影響導致數據異常)，此時邊坡維護管理人員除應增加邊坡巡查監測頻率外，同時邊坡維護管理單位應進行人員與機具動員，進行邊坡緊急加固與補強作業，並對有安全危害之邊坡進行人員疏散管制。

邊坡因地層材料條件不同、地質構造不同、地下水位不同及邊坡擋土構造不同等因素，其變位速率亦不盡相同，在訂定管理值時理應針對不同邊坡訂定不同管理值。一般邊坡監測儀器管理值定義如下：

1、傾斜管

地層變位傾斜管之警戒與行動等管理值，一般參考內政部營建署(1999)所建議之位移速率與邊坡穩定性判斷來訂定管理值，實際觀測時仍需配合多次量測結果研判，並需有一定方向之累積傾向才能了解邊坡位移狀況，其管理對策值如表 3-4 所示。

表 3-4 地層變位管理對策表

變動種別	日變位量 (mm)	月變位量 (mm)	一定方向的 累積傾向	活動性判斷	管理值
緊急變動	20 以上	500 以上	非常的顯著	急速崩壞	-
確定變動	1 以上	10 以上	顯著	活潑運動中	行動值
準確定 變動	0.1 以上	2.0 以上	略顯著	緩慢運動中	警戒值
潛在變動	0.02 以上	0.5 以上	稍稍有	有待繼續觀測	-

當觀測數據超過警戒值時，應予以瞭解原因(數值是否有固定變化傾向之趨勢、是否有外力干擾測管如施工開挖回填等…)，當數據超過行動值時邊坡維護管理人員應立即通報邊坡維護管理單位，另依可能致災狀況，提報邊坡維護管理單位建議採取適當之預警性防範措施以減少災害發生時的損失。

2、傾度盤

傾度盤之警戒與行動等管理值，常依據 Bjerrum 所建議之結構物變形容許限度(如圖 3-6 所示)為原則，並配合監測目的與標的性質訂定合適之管理值。一般建築物之傾斜度管理常要求 1/250 做為警戒值，行動值以 1/50 做為管理值要求，當數據超過行動值並評估確有危害時，管理人員應立即通報維護管理單位，並依可能致災狀況，提出適宜之對策，採取適當之防範措施以減少災害發生之損失，其管理對策值如表 3-5 所示。

表 3-5 傾度盤管理對策表

管理值項目		注意值	警戒值	行動值
傾度盤	擋土設施	角變量 1/500	角變量 1/250	角變量 1/50
	建物或擋土牆束制	角變量 1/600	角變量 1/500	角變量 1/150
	坡面塊石	角變量 1/500	傾斜變化量有明顯變化或角變量 1/250	向一定方向傾斜且速率有加劇情況、或現地有明顯鬆動變化時

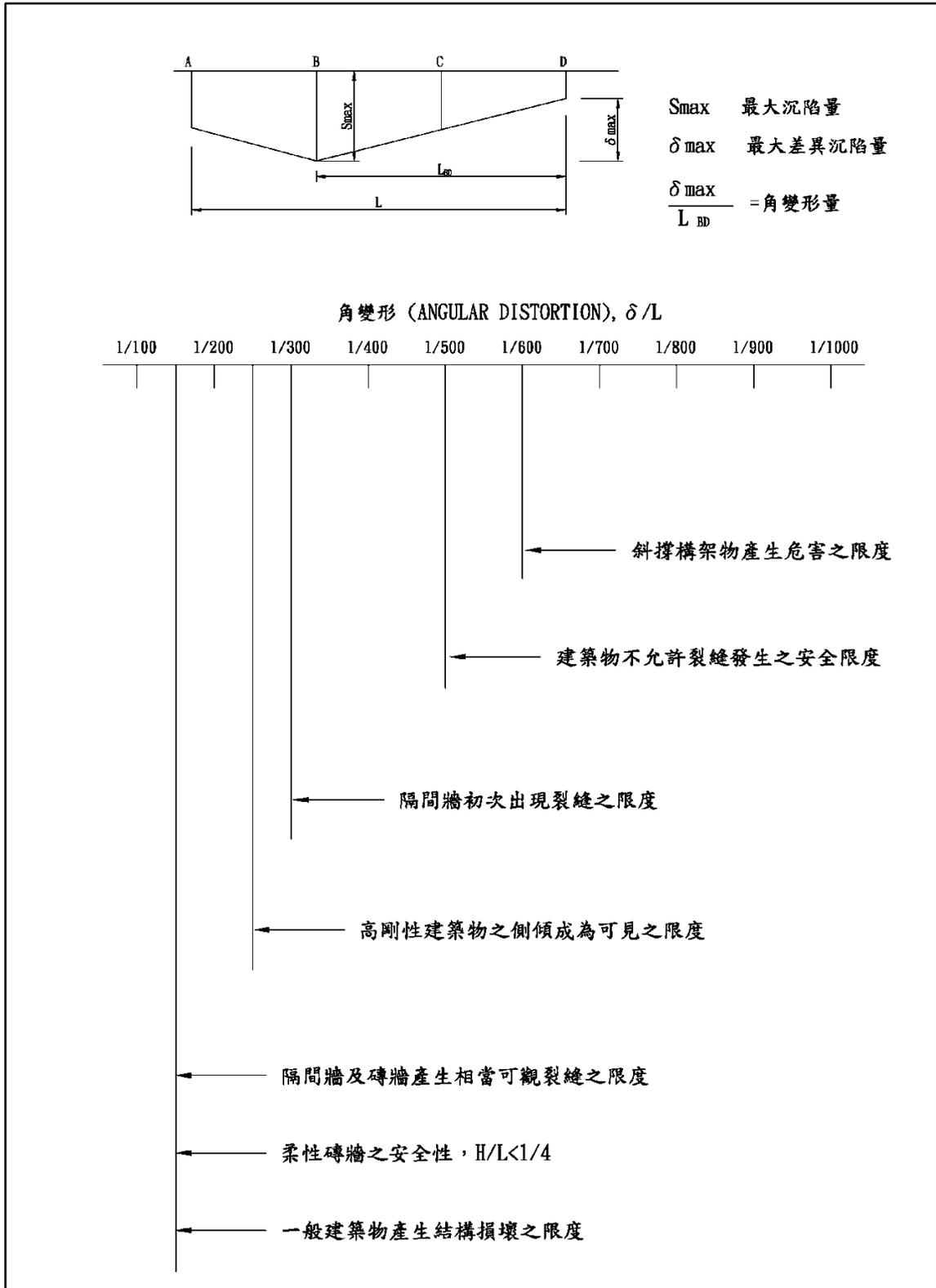


圖 3-6 結構物變形容許限度圖

3、水位觀測

水位觀測初步採用地下水位有不正常大量上升情形視為注意值，於觀測管理時，如地下水水位有極劇上升情形應先行評估，是否為觀測井堵塞、地層發生變化或暴雨情況，並配合其他觀測儀器與現地地表觀測瞭解列管邊坡地層變動情形，如有邊坡不穩定情況，邊坡維護管理人員應進行通報，並依可能致災狀況提出適宜對策，採取適當防範措施以減少災害發生時的損失。

邊坡水位觀測變化非屬直接災害徵兆，故其管理值僅建議於地下水位有不正常大量上升情形，及地下水位高於邊坡穩定分析安全係數 $F.S.=1.10$ 時之地下水位時做為警戒值，並配合巡視周圍環境有明顯異常變化作為管理標準，原則說明如表 9。

表 3-6 水位觀測井管理對策表

管理值	水位情況	行動說明
警戒值	1. 高於邊坡穩定安全係數為 1.10 時之水位高程 2. 地下水位有不正常大量上升情形	1. 加強觀測地表徵兆 2. 檢示觀測孔是否阻塞 3. 配合周圍觀測儀器整體評估邊坡安全性或安全時修正管理值
行動值	達警戒值，且現地有災害徵兆時	立即通報並依可能致災狀況，提出適宜之對策，採取適當之防範措施

4、裂縫計

裂縫計主要安裝於結構物既有可見之裂縫上，其安裝簡易成本低廉常廣泛使用於各項監測工作上，但也因其量測精度相較於其他監測儀器為低(誤差僅至 $\pm 0.5\text{mm}$)且易受人為因素影響，通常採配合方式，輔助其餘監測儀器瞭解邊坡滑動對房屋或結構體造成之影響。一般管理要求為每月增加 $+1\text{mm}$ 作為預警值，每月增加 $+2\text{mm}$ 作為行動值。

5、地錨荷重計

考量地錨荷重在邊坡穩定情況下，一般預力僅會隨時間因材料張度降低或鏽蝕風化而逐漸降低，當降低至某一程度時，邊坡可能就會發生崩塌，故地錨荷重之管理值下限，應配合調查邊坡穩定分析結果訂定，一般初步以均能滿足法規要求邊坡穩定安全係數於常時 $F.S.>1.5$ 、高水位 $F.S.>1.1$ 及地震 $F.S.>1.2$ 條件下之地錨荷重作為警戒值，若荷重仍持續降低，即建議需進行評估及改善行動。另若地錨荷重有上升情況，一般表示所在邊坡應已有不穩定情況，故當地錨荷重有上升情況，即需加強注意警戒，當荷重仍持續上升或至 1.2 倍設計荷重時，即建議需進行行動，相關觀測數值需考量荷重計儀器電阻量測變化幅度，於多次觀測後進行評估，相關原則整理說明如表 3-7 所示。

表 3-7 地錨荷重計管理對策表

管理值	水位情況	行動說明
警戒值	1. 地錨荷重低於法規要求邊坡穩定安全係數常時(FS<1.5)、高水位(FS<1.1)及地震(FS<1.2)其中一條件時。 2. 地錨荷重有持續上昇情況。	1. 加強觀測地表徵兆、檢示地錨外觀是否有異常。 2. 配合周圍觀測儀器整體評估邊坡安全性或安全時修正管理值
行動值	1. 荷重達警戒值仍持續降低至邊坡穩定安全係數常時(FS<1.25)、高水位(FS<1.05)及地震(FS<1.05)符合一條件時,及現地護坡外觀有不利徵兆時。 2. 荷重達警戒值仍持續上昇或達 1.2 倍設計荷重時	立即通報並依可能致災狀況,提出適宜之對策,採取適當之防範措施

第四章 案例介紹

4.1 萬壽路下方邊坡崩塌

104年9月29日杜鵑颱風來襲時間，在文山區往指南宮後山萬壽路下方邊坡發生崩塌，災害面積約0.56公頃，為避免災害持續擴大，大地處即刻辦理相關調查及分析，並執行後續緊急搶災復建工程。

4.1.1 地形、地質調查

本崩塌地南側緊鄰萬壽路，北側下邊坡處有已整治之景美溪支流，崩塌範圍呈一開口向北之畚箕狀地形，南高北低，經比對歷年臺北市千分之一地形圖，如圖26，顯示崩塌區域地形58~102年間無明顯大規模改變，顯示崩塌前邊坡已維持多年穩定情況。

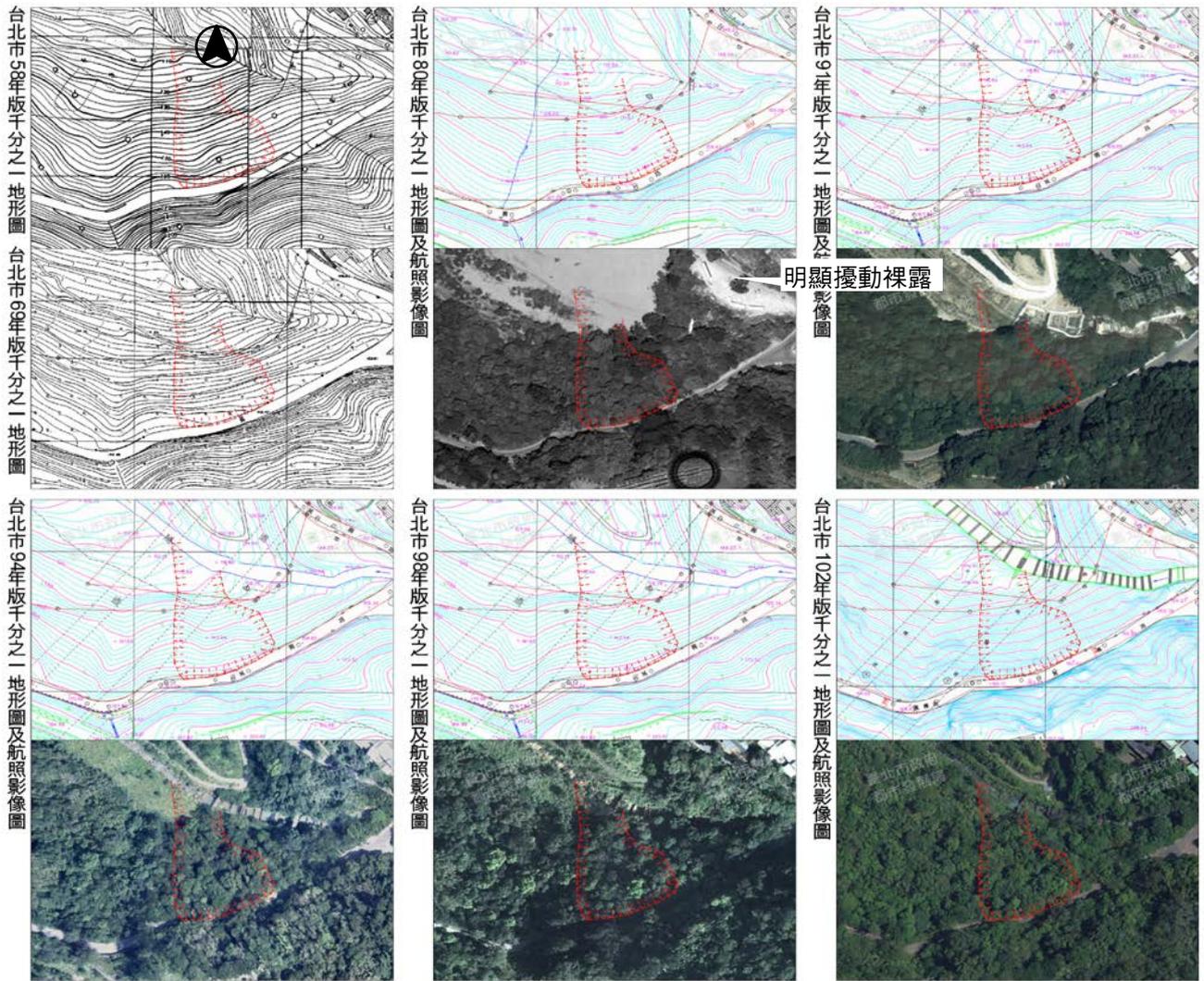
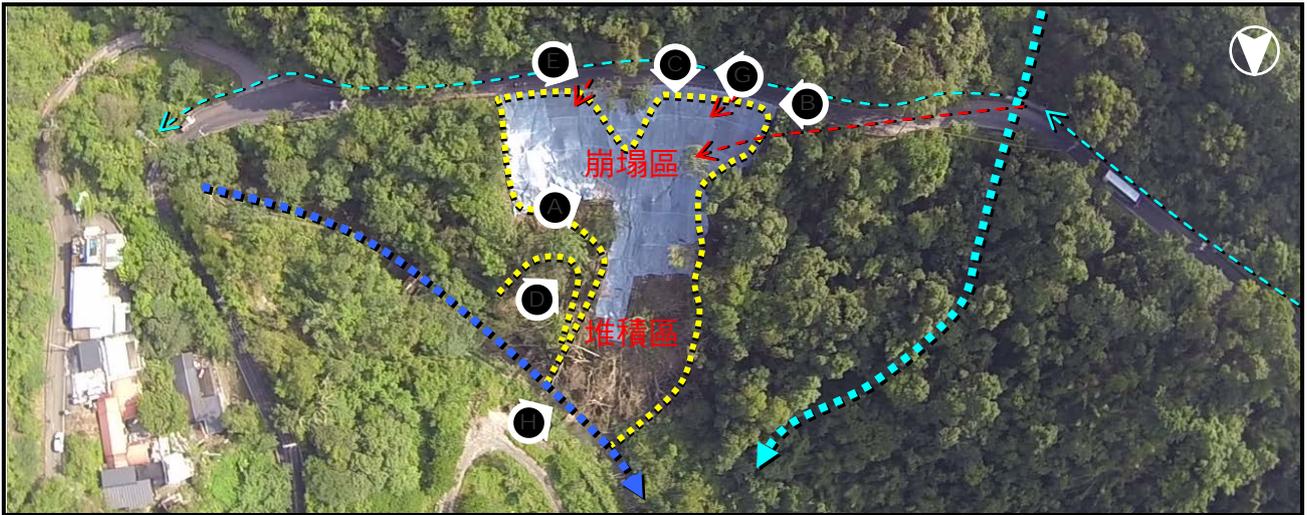
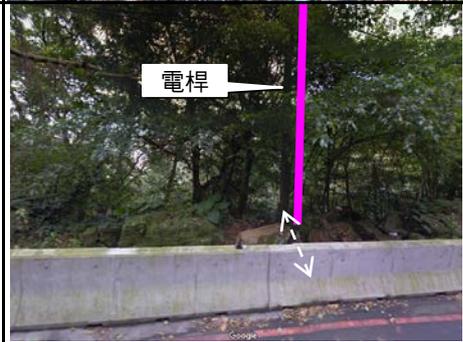


圖 4-1 萬壽路下方邊坡崩塌歷史地形圖資比對

經現地初步檢視及評估災害情況，崩塌區域於鄰道路側坡面較陡約為 50~60 度，下半部土方堆積區域約 30 度，呈現明顯崩塌及堆積之災害地形外貌，上方邊坡中有一水路，且位於道路側溝彎道切線方向上，大雨時逕流易外滲至路面，指溝侵蝕地貌可能為長時間逕流沖蝕結果，現勘照片詳如表 4-1。

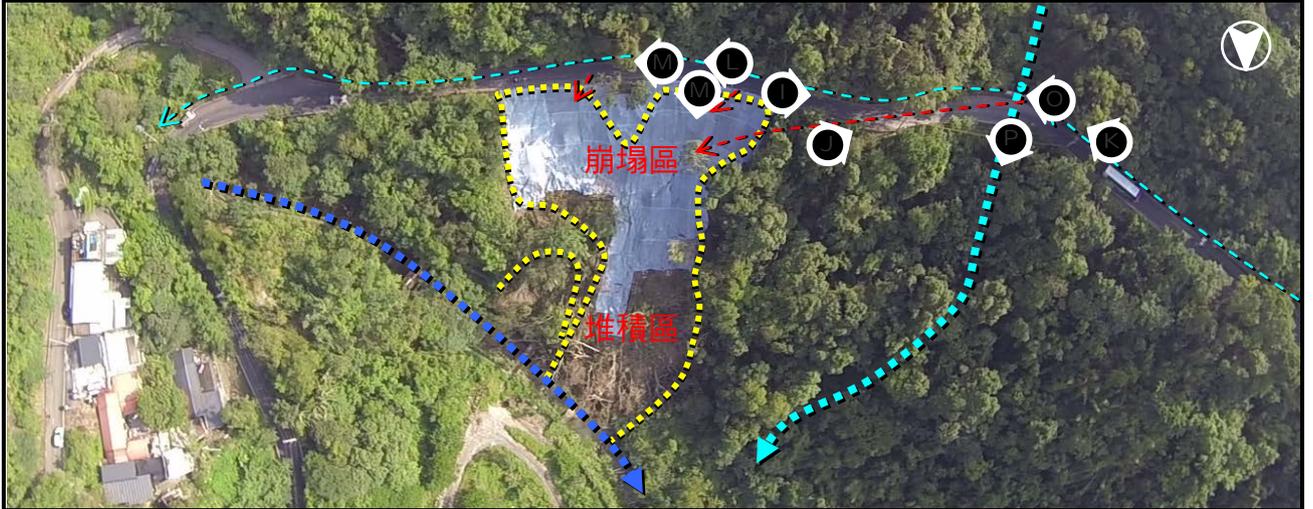
表 4-1 現勘照片表

			
<p>照片 A： 現況坡面已經搶災鋪設帆布</p>			<p>照片 B： 崩塌後坡面情況，坡面有砌石護坡構造</p>
<p>照片 C： 崩塌後坡面情況</p>			<p>照片 D： 主要崩塌區下方次要崩塌</p>
<p>照片 E： 崩塌後坡面掉落電桿</p>			<p>照片 F： GOOGLE 2014 年街景照片，掉落電桿距設置護欄約 2m，推測護欄外崩塌土方約 2m</p>

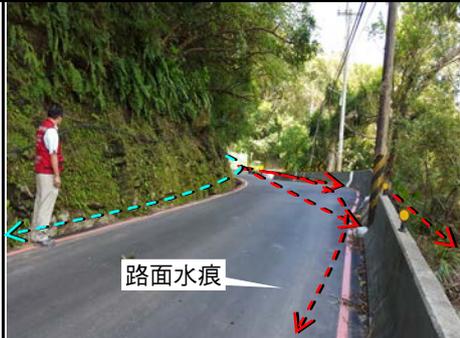
照片 G：
崩塌上方萬壽路目前尚未受崩塌影響



照片 H：
崩塌下方臨整治溪溝情況，傾倒樹木擠壓堆疊

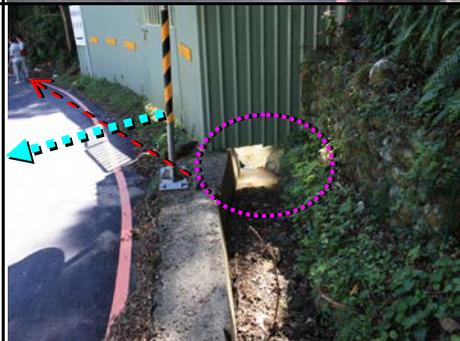


照片 I：
崩塌邊坡上方萬壽路道路側溝外滲情況



照片 J：
萬壽路護欄缺口外有逕流沖蝕情況

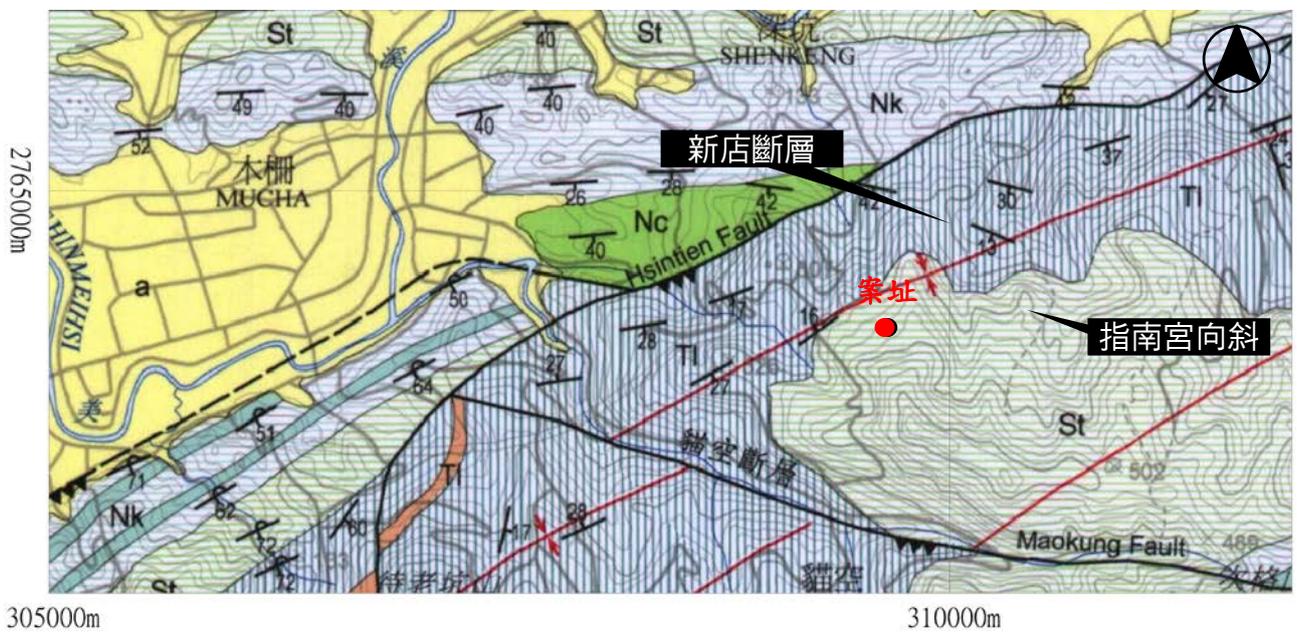
照片 K：
崩塌區域西側橫交水路圍籬，颱風豪雨時，樹枝阻塞溝內逕流外溢



照片 L：
崩塌區域上方，崩塌颱風期間側溝因落石阻塞造成逕流外溢



經套疊中央地調所 1:500,000 地質圖得知本案址地層屬中新世大寮層，以凝灰岩及頁岩為主，相關岩層岩性均屬易風化之地層，附近之主要有新店斷層及指南宮向斜，因鄰近斷層區域地層可能受斷層影響較為破碎。



資料來源：中央地質調查所 5 萬分之一地質圖-木柵圖幅

圖 4-2 案址區域地質圖

4.1.2 水文調查

本案崩塌地係位於景美溪支流集水區，崩塌區域因萬壽路側溝及護欄圍堵，正常情況集水區即為崩塌區域坡面，但萬壽路既有路旁側溝為無內面工之溝渠，護欄亦設置有缺口及洩水孔，於大雨側溝無法有效導排逕流時，逕流易外溢沖刷坡面，或沿岩層節理下滲流入崩塌坡面。

另西側指南宮凌霄寶殿前方山谷之排水路，方向由南向北排放，至萬壽路時，經沉砂池後以橫交管涵向萬壽路下邊坡排放，該排水路上游大地工程處進行施工中，目前該處沉砂池已淤滿，於大雨時若橫交排水管涵阻塞或排洪量不足時，溢出之逕流將流入本案崩塌邊坡，如表 4-1。

4.1.3 崩塌機制與致災原因

104年9月杜鵑颱風降雨量為203.9mm，起因為崩塌坡面上方排水系統不佳，造成逕流集中沖蝕坡面，增加地層孔隙水壓導致災害發生，推測係於前月104年8月蘇迪勒颱風(306.7mm/24hr)時，坡面已產生不穩定徵兆，邊坡局部崩塌或強風致樹木傾倒鬆動根部坡面，加上該邊坡為易風化之頁岩及凝灰岩，且區域砂岩露頭呈現明顯節理發育，局部呈現開口情況，成為地下水可能滲流路徑，且一組節理面接近平行坡面，成為潛在滑動面，接連之豪雨導致發生崩塌。

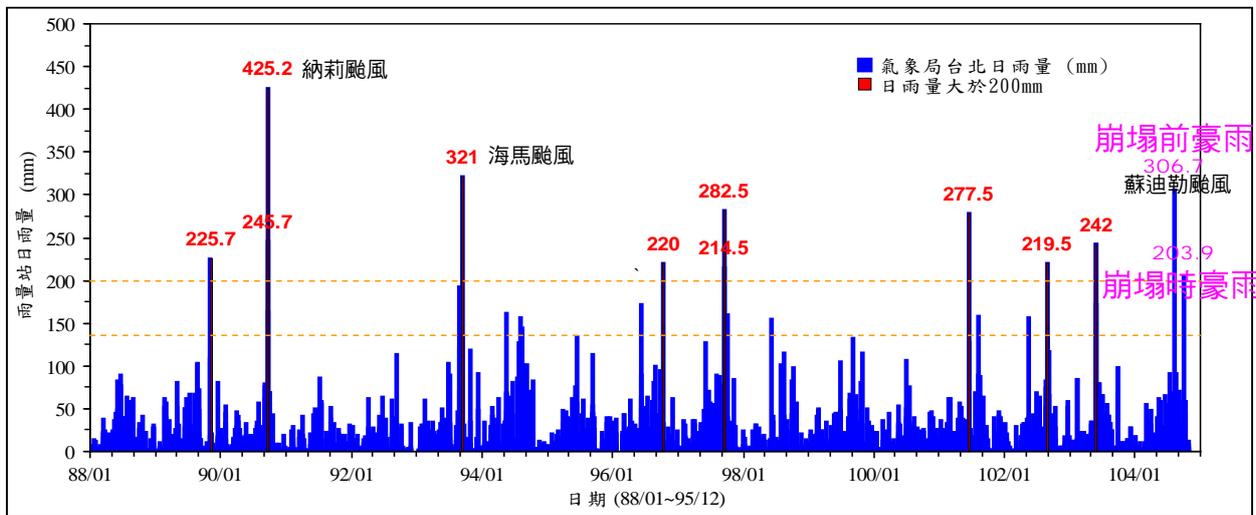


圖 4-3 文山貓空雨量站 88/01~104/10 日降雨量資料圖

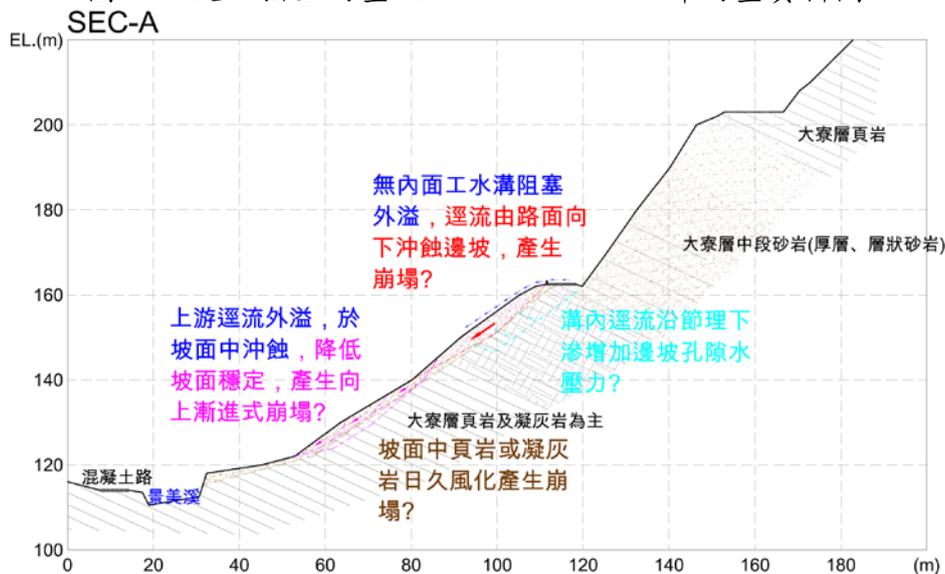


圖 4-4 崩塌致災原因說明圖

4.1.4 直接治理之困難性

由於此一崩塌地坡度陡峭，易被暴雨逕流沖刷流失，導致植生不易自然復育，應進行崩塌地治理，以減少土砂下移。針對上述原因，本案崩塌地位於道路旁下邊坡，後續整治規劃建議以減少逕流沖刷影響邊坡、道路路基所在邊坡確保、下邊坡崩塌堆積土石方穩固及坡面環境美化為主。

4.1.5 工程配置原因探討

依據可能災害原因及崩塌邊坡現況，建議改善處理方式包括上邊坡排水安全導引、崩塌頂部穩定處理、坡面中逕流導排、坡面崩塌堆積土石穩定處理及崩塌坡面綠化植生等，相關整治規劃示意平面及剖面如圖 4-4 所示：

1、上邊坡既有排水安全導引：

崩塌區上游集水區瞭解及檢討，將無內面工之側溝進行改善，設置 RC 溝加格柵蓋，避免阻塞及減少逕流沿坡面節理下滲情況。

2、崩塌頂部穩定處理：

因本案崩塌頂部緊鄰道路，且較陡，為確保道路安全及減少施工影響道路通行，建議打設土釘配合型框植生，加勁所在邊坡之強度。初步規劃打設 5m 長土釘，未來依實測地形及鑽探瞭解地層情況進行調整，若覆土層或岩層風化嚴重，必要時以 RC 格樑及地錨方式補強。

3、坡面中逕流向下導排：

設置縱橫向排水系統，將坡面中逕流向下導排至既有整治溪溝。

4、坡面崩塌堆積土石穩定處理：

規劃於現有土石堆積區域進行鑽探作業，瞭解崩塌堆積區地層情況，配合修坡規劃及覆土厚度設置適當之擋土設施。目前初步規劃採 1:2(V:H)之坡度，配合二階平台方式進行修整，若地層條件適當及能滿足邊坡穩定時，於坡趾處設置土石籠擋土牆，可減少現地土方外運。

而當現地崩塌土層較厚或邊坡穩定有需要時，則設置排樁，提供足夠阻抗以增加崩塌堆積邊坡之穩定。

5、坡面中地下水導除：

規劃於坡面中打設橫向排水管，加速導除土層及岩層內之地下水，避免地下水位升高影響邊坡穩定。

6、崩塌坡面綠化植生：

裸露坡面加強植生、撒播草種及種植樹木，以綠美化邊坡及減少坡面土壤流失。

4-1-6 施工中防減災處理

一般災害發生後，於工程整治時，為減少崩塌裸露及土石堆積區，因再次降雨或其他外力因素發生二次災害，必須進行適當防減災處理工作。而本案於災害發生後，已針對崩塌區域進行緊急防減災處理，而未來施工中之防減災處理重點說明如下：

1、減低崩塌裸露及土石堆積區鬆散表土之沖刷：

於裸露區域鋪設帆布，鋪設時除注意緊密鋪設，上邊坡帆布壓下邊坡帆布等原則外，因本案位處山凹地形，相關帆布上逕流之安全導引亦為鋪設時考量之重點。

2、避免上方逕流向下沖刷崩塌坡面：

於崩塌頂部道路旁目前已設置砂包阻擋逕流下沖外，於施工中將加強上方區域排水系統檢查及清理，避免逕流外溢。

3、崩塌堆積土石之臨時穩定維持：

於堆積土石區域加強逕流向下安全導排，減低鬆散土石再因浸水軟化產生流動，影響下游地區。於修整坡面時，先將多餘土方外運，避免堆積於崩塌邊坡中。並優先設置土石籠擋土牆及沉砂空間，增加邊坡穩定及避免泥砂外流影響下游地區。

4、下游地區排水水路檢視：

崩塌發生後，常因土石流失阻塞下方區域排水系統，故將針對下游鄰近地區排水系統進行檢視。而初步檢視本案下游地區排水系統目前未有阻塞情況。未來施工中也將持續針對相關水路進行檢視及清理。

4-2 文山區貓纜 T21 塔柱下方邊坡崩塌

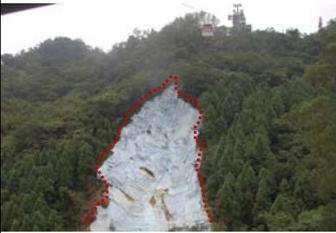
104 年 9 月 30 日杜鵑颱風來襲時間，在文山區貓纜 T21 塔柱下方邊坡發生崩塌，造成縱坡長約 135m，頂寬約 20m，底寬約 45m，災害面積約 0.4 公頃之崩塌，為避免災害持續擴大，需即刻辦理相關調查及分析，並執行後續緊急搶災復建工程。

4-2-1 地形、地質調查

本崩塌地形的冠部頂約從海拔 205 公尺的陡坡開始向下崩塌，而崩塌地的底部(趾部)約至下方之指南路三段道路附近為止，崩塌地縱長約 120 公尺，底部最寬約 40 公尺，崩塌地頂部至底部高盛差(EL.205-128)約 77 公尺。崩塌地上半段呈一 V 字形狹窄蝕溝，溝底岩盤(頁岩)裸露，下半段除了寬度漸增之外，地表全由崩積土石覆蓋，崩積層底部與岩盤接觸面常有地下水冒出。本崩塌地全部開育於上覆之厚表土崩積層內未牽連到其下之岩盤

塌前邊坡上段因坡度陡，可能岩壁直接裸露或表土層極薄，故地表植被以原始雜林為主；邊坡下段(EL.205 公尺以下)因坡度稍平緩，土壤層較厚而植生以人造杉林為主；下段至工寮附近以下則農家墾殖有梯田及菜園。

表 4-2 貓纜 T21 塔柱下方邊坡現地勘查情形

			
貓纜 T21 塔柱下方邊遙測影像之地質構造套繪	貓纜 T21 塔柱下方邊坡遙測影像之判釋	坍塌地岩石出露	邊坡逕流水匯流狀況
			
邊坡頂部西側擦痕	岩盤接觸面地下水冒出	T21 塔柱下邊坡噴漿溝末端無保護措施及安全放流	邊坡現況裸露處覆蓋帆布
			
既有溪溝末端沉沙池現況	既有溪溝上游端護岸起始工及固床工現況	T21 塔柱下邊坡噴漿溝溝底面局部破損	現地調查地質構造

經套疊中央地調所 1:500,000 地質圖，本崩塌地構成之區域地層屬中新世大寮層，其岩層可區分為二段：

1、頂部上段岩盤：

由厚砂岩夾薄層頁岩所組成，坡度 40° 以上，在節理、層理的切割下易形成表層剝離岩塊，加上地表風化作用及地表水入滲影響，易引致這些切割岩塊之不連續面逐漸張裂，最終產生落石現象。

2、下段岩盤：

因岩盤由抗風化力較弱之頁岩組成，本身易風化崩解而生成並推積

較厚的表土崩積層；若再加上上方陡坡因風化、侵蝕而崩落之落石推積，能形成極厚(6公尺以上)的表土崩積層；下段地表坡度稍顯平緩，研析本崩塌完全發生於此層內。

4-2-2 水文調查

依農委會林務局農林航空測量所出版之「指南宮圖幅」像片基本圖及現況設施調查結果判讀，本案標地整體地勢大致呈東北向西南方向傾斜，為一單一集水分區(集水面積約 1.4ha)。民宅上邊坡土地屬農業利用且有杉木造林植生覆蓋良好，平時地表逕流匯流至既有溪溝後順排道路下邊坡之指南溪流入景美溪，最後注入新店溪後匯入淡水河，環境水系屬淡水河水系。

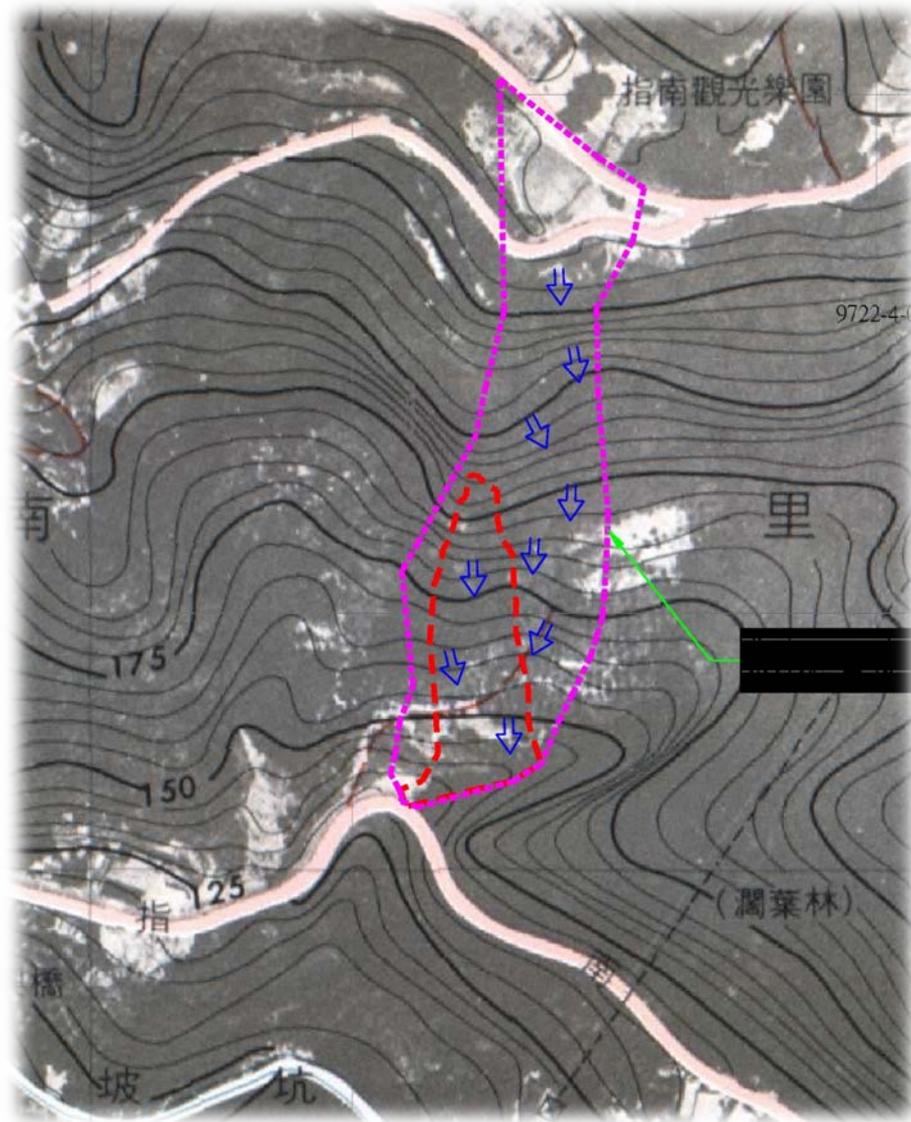


圖 4-5 集水區示意圖

4-2-3 崩塌機制與致災原因

經基本資料之蒐集、研判及現場工址調查等作業，本崩塌地表土崩積層屬未固結鬆散之工程土壤，密度及強度均低，孔隙率及滲透率均高，易造成侵蝕崩塌，地表水平常即易下滲並匯聚於底部與岩盤接觸帶並流動，豪大雨時崩塌積層內的地下水位迅速升高，達於臨界點時即引發崩積層的崩塌及流動，加上本標的邊坡位之指南宮向斜構造地層本身為蓄水層，且鞍位地層較易破裂滲漏，造成災害。

而由文山區指南里與貓空雨量觀測站監測資料(如圖 4-6)顯示，蘇迪勒颱風期間日雨量高達 415mm，累積雨量為 669.5mm；杜鵑颱風期間日雨量高達 356mm，累積雨量為 450mm，時雨量最高達 57.5mm/hr，故推測本崩塌災害發生機制為二次颱風豪雨侵襲所造成地表水沖蝕及地下水位急速上升之外，導致沖蝕崩坍堆積邊坡產生坍滑之問題，並與上邊坡指南宮站較大集水面積之排水直沖本崩塌地應有直接或間接關係。



圖 4-6 雨量組體圖

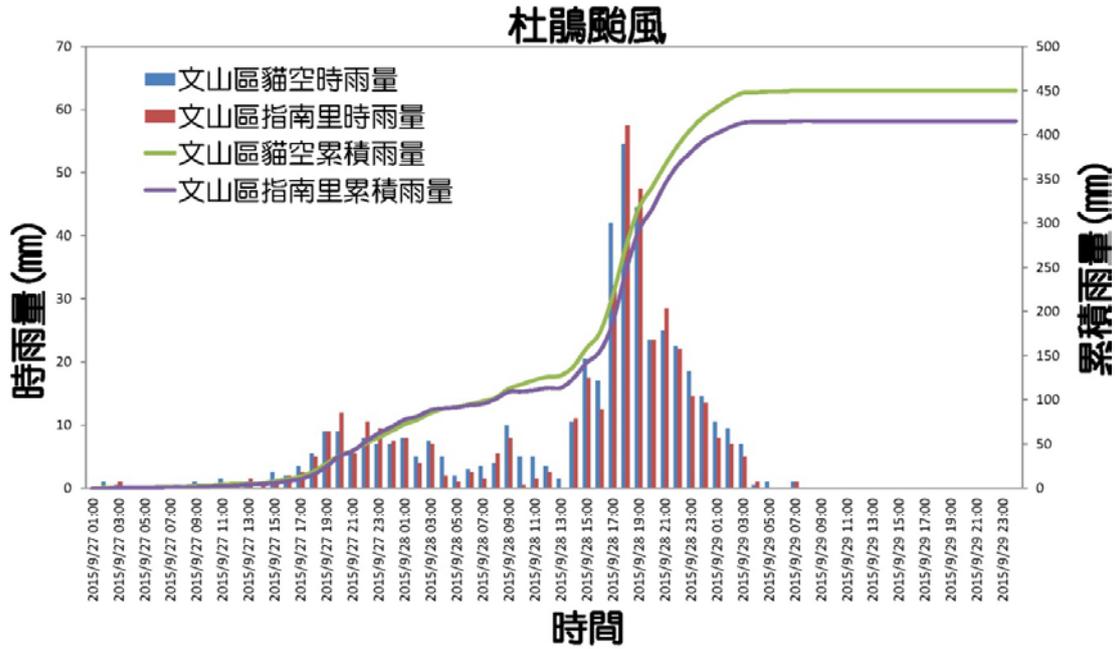


圖 4-7 杜鵑颱風時雨量最高達 57.5mm/hr

4-2-4 直接治理之困難性

計畫工址位於指南路三段 135 號後方邊坡，進出施工機器材料道路僅能利用指南路三段道路放及路側空地做為臨時施工動線與材料堆置場所，再以壓送方式輸運至標的邊坡，大型機具僅能藉由前期緊急搶災時留設之施工便道做開挖機等進出，較為陡峭之邊坡皆須採人力搬運及施作。

4-2-5 工程配置原因探討

依據可能致災原因及崩塌邊坡現況，除需考量防護坡面外為主，應有具有穩定土體，排放地下水之功能，以具有擋土功能之工法較佳，採現地取土處理之植生包加勁擋牆+排水設施維護，做為護坡措施，相關整治規劃示意如圖 4-6 所示：

本崩塌地復建工程採 RC 格樑地錨做主體整治方針，除了銜接興建貓纜 T21 塔柱下方邊坡噴漿溝至本整治排水系統外，於崩塌坡面設置土釘及型框植生護坡，既有房舍東側坡度局部較緩處因應土地所有權人農作需求，僅於高程變化處增設加勁擋土牆。

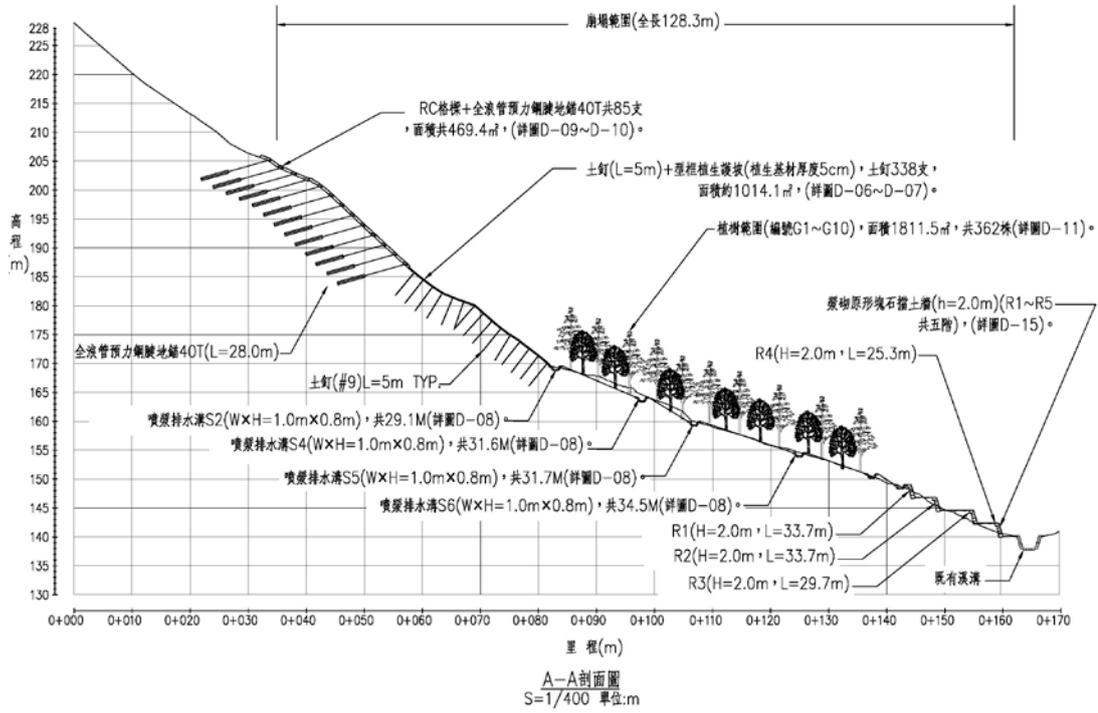


圖 4-8 整治規劃示意圖

參考文獻

1. 財團法人中興工程顧問社，2010。地質敏感區災害潛勢評估與監測-都會區周緣坡地山崩潛勢評估(4/4)，經濟部中央地質調查所委託成果報告。
2. 財團法人中興工程顧問社，2012。100 年度「山坡地環境地質調查及系統更新計畫」全區成果報告，臺北市政府工務局大地工程處委託。
3. 臺北市政府工務局大地工程處，2012。「臺北市山坡地環境地質資料庫使用手冊」，臺北：臺北市政府工務局大地工程處。
4. 臺北市政府工務局大地工程處，2014。104 年度萬壽路下方邊坡等災害緊急處理工程委託設計監造技術服務案，臺北市政府工務局大地工程處委託。
5. 臺北市政府工務局大地工程處，2014。104 年度貓纜 T21 塔柱下方邊坡崩塌暨山坡地零星災害緊急處理工程委託設計監造技術服務案，臺北市政府工務局大地工程處委託。

國家圖書館出版品預行編目資料

山坡地防災預警與監測系統 / 林柏維、孫淑霞、黃立遠編
著.--初版.--臺北市；臺北市政府工務局大地工程處，
2016.03 面；公分

ISBN 978-986-04-8349-9 (平裝)

山坡地防災預警與監測系統

編輯者：林柏維、孫淑霞、黃立遠

發行者：臺北市政府工務局大地工程處

110 台北市信義區松德路 300 號 3 樓

電話：886-2-2759-3001

傳真：886-2-2759-2729

網址：<http://www.geo.gov.taipei/>

承印：南海興業股份有限公司

106 台北市基隆路二段 110 號 12 樓

電話：886-2-8732-8000

傳真：886-2-8732-5757

網址：<http://www.nanhai.com.tw>

二零一六年 三月初版

版權所有 請勿翻印(內容不可擅自更改)