

摘要

一、前言

本計畫係延續前計畫「95 年度關山事業區第三林龍泉溪上游堰塞湖緊急評估與緊急處理對策」工作，執行前評估報告所建議設置之土砂觀測系統，即時觀測龍泉溪上游堰塞湖區之現地影像、雨量與水位資料，提供各級防災單位同步監控現地變化徵兆與即時水情資訊，提升災害預警與應變能力，計畫執行期間，並持續進行現地調查與地形變動量測，配合遙測影像之判釋分析，針對本年度颱風與豪雨期間之降雨對於堰塞湖堆積壩體與河道地形變動量進行分析比對，探討降雨對於地形變化之影響，提供未來堰塞湖演變趨勢與警戒值修訂時參考。

除此，鑑於本區已完成相關減災工程，為能探討相關減災工程對於本區土砂災害控制之效益，並針對相關減災工程實施後，對於壩體安定性、堰塞湖蓄水量之變化與潰壩後洪水與土砂影響範圍之效益進行評估，針對分析成果提出後續處理與治理對策建議，相關重要工作成果說明如下：

二、土砂觀測系統建置

土砂觀測系統包括影像觀測系統、水文觀測系統、現地資料處理系統以及資料傳輸系統，透過現地自動化觀測設備之建立，即時觀測龍泉溪上游堰塞湖地區之現地影像、雨量與水位資料，資料傳輸架構分為兩階段，現地儀器端首先透過有線方式將監測資料傳至觀測小屋內之資料儲存紀錄器中，將資料轉換後，透過 TCP/IP 介面以無線方式將資料傳送至中繼端，其後利用中華電信 ADSL 線路，傳回位於後端資料伺服器中。另為避免電信系統中斷影響應變作業，同時搭配 GPRS 備援傳輸系統，於主要傳輸系統中斷時，可持續將資料傳送至後端資料伺服器中。現地相關儀器與設備包含星光攝影機二組、紅外線投射燈二組、雨量計一組、水位計一組、影像伺服器一組、雨量及水位儲存記錄器一組、無線網路傳輸一組、GPRS 備援傳輸一組、遠端電源管理系統一組、後端展示系統

伺服器一部。

三、建立即時監測資料展示與查詢網站

完成龍泉溪堰塞湖土砂觀測系統之即時監測資料展示與查詢網站，可即時接收現場資料並透過網際網路展示與查詢監測資料與畫面，對於過去事件發生前後之影像、水位、雨量等監測資料亦可透過資料庫查詢之方式，呈現歷史事件資料之查詢，另系統同時提供現場儀器狀況之監控與管理，以降低因機器失能而產生之錯誤判釋，透過即時監控及多道防護程序，以將因儀器失能或外力問題所導致暫時無法監測之影響降至最低。

四、資料分析成果

1. 衛星影像判釋結果顯示，龍泉溪堰塞湖上游集水區有數處發生新生崩塌地，部分既有崩塌地並有擴大情形發生，建議定期追蹤崩塌地面積與數量之變化，提供堰塞湖來砂量分析時參考。
2. 本年度聖帕颱風造成本區發生明顯地形變化，主要沖刷區段位於壩體溢流洪水行經路徑，沖刷深度約 5~7 公尺，並形成一天然之槽溝，主要淤積區段位於壩體下游面(與原河道銜接處)至水利會取水口處，淤積高度約 3~6 公尺。
3. 雨量觀測資料易受颱風路徑與地形效應影響而變化，經比對本計畫所觀測之現地雨量紀錄與中央氣象局池上雨量站觀測資料發現確有明顯差異，若以池上站雨量觀測值作為防災預警之依據，其代表性可能不足，因此建議仍以本計畫所收錄之雨量觀測資料為主要參考數據。

五、減災工程效應評估

1. 溢流口高程降低對蓄水量之變化

溢流口高程降低 5m，在枯水時期(低入流量)可以有效降低堰塞湖蓄水體積達 223,493m³，降低效益達 27.77%，但於颱風豪雨期間(高

入流量)，則受限於溢流口斷面之通水面積不足，造成溢流水深與堰塞湖水位於高流量時期會發生較大幅度之抬昇，局部降低溢流口高程 5m 對於堰塞湖蓄水體積減少量則少於整體壩體高度降低 5m 之蓄水體積減少量(兩者之差值約達 15 萬立方公尺)，建議若在施工可行與安全之前提下，於枯水期間堰塞湖水位低於地表高程 441m 時，能夠實施整體壩體降低工程，對於堰塞湖蓄水量之消滅效益將有更明顯之提升。

2. 溢流口高程降低後之社區安全性評估

針對溢流口高程降低後，潰壩洪水對於下游 3 社區(龍泉社區、大埔社區與萬朝社區)之影響進行評估，利用 HEC-RAS 變量流模式進行潰壩洪水演算，結果顯示，當溢流口高程降低 5m 且寬度為 10m 時，於 300cms 之入流流量下，堰塞湖水位高程從 EL449.91m 降至 EL447.08，有效降低堰塞湖水位達 2.83m。

下游三個社區之潰壩洪峰水位分別於龍泉社區斷面降低 8cm、大埔社區斷面降低 10cm、萬朝社區斷面降低 14cm，愈往下游，其洪峰降低量愈高。而原萬朝社區在時雨量 100mm 下會產生溢堤之情況，於溢流口高程降低後之潰壩模擬水位已低於堤防高程。

3. 防砂工程效益評估

本計畫利用土石流沖淤模式針對新設防砂壩之減災效益進行評估，模擬結果顯示，興建防砂壩可有效攔阻土石達 12 萬立方公尺，並可防止該區域堆積土石朝下游運移，減少下游河段之土石淤積總量與淤積深度，但由於堰塞湖堆積壩體土石總量約 48 萬立方公尺，本座防砂壩所能提供之儲砂空間僅佔總土石堆積量之 1/4，仍有近 36 萬立方公尺之土石會持續朝下游輸送，為免土砂沖淤過程中衍生土砂災害，在經費許可之前提下，建議依據前期計畫規劃(關山事業區第三林班龍泉溪上游堰塞湖緊急評估及緊急對策建議成果報告書)，興建第二座防砂壩，以增加下游儲砂空間。另考量堰塞湖堆積壩體之溢流

水道與壩址區域有沖刷之問題，為降低壩體因坡腳遭水流沖刷破壞而發生驟然潰決之風險，建議於坡腳處興建防砂壩，防止坡腳遭水流劇烈沖刷後影響壩體之穩定性。

六、國際合作交流

計畫執行期間與日本等先進國家的相關技術研發機構進行技術合作等，包括日本砂防學會、日本地質調查所、京都大學防災研究所、靜岡大學、筑波大學等專業團體、研究機構與學術單位，共同針對堰塞湖可能以致土砂災害之觀測與治理之課題進行研究，並邀請日本全國治水砂防協會、靜岡大學、斜面工學研究所等專家共五人來台進行訪問、現場踏勘、技術研討及經驗交換等行程，提供相關技術支援及諮詢。