

摘要

壹、前言

阿公店水庫為一防洪為主要目標之水庫，大壩包含主壩及左、右副壩，其中主壩為中央混凝土心牆滾壓式土壩，副壩為黏土及抱土心牆滾壓式土壩，主要工程設施可分為：大壩、溢洪管、取出水工及越域排洪道等。為解決日趨嚴重之淤積、供水及滯洪空間不足等問題，維持防洪、灌溉、公共給水等多目標功能，特於民國 86 年起進行更新改善計畫，至民國 95 年完工，為臺灣舊水庫再造之最佳案例。

本計畫主要目的在於監測分析及檢查阿公店水庫營運期間之壩體安全性，以提供水庫下游民眾生命財產之安全保證。計畫執行期間配合其相關設施進行安全監測分析及檢查，內容包括監測儀器測讀、資料整理分析與評估、大壩安全檢查等業務，後續依據檢查結果與監測成果評估大壩行為及安全性、檢測及檢討監測儀器設備之堪用性，內容詳下表。

表 摘-1 阿公店水庫大壩安全檢查及監測分析工作項目一覽表

項次	工作項目	項次	工作項目
一	大壩安全監測 1. 監測儀器測讀 2. 監測儀器資料整理及分析 3. 協助彙整上年度與歷年水庫安全小組之意見，列出本年度應持續觀測與回應重點。	三	大壩行為及安定性評估 1. 監測資料變化行為研判 2. 大壩潛在破壞行為評估 3. 異常事件探討及分析 4. 辦理必要之數值模型分析以輔助評估 5. 壩體安定性及目視檢查綜合研判
二	大壩安全檢查 1. 定期月巡檢(巡檢範圍包括：大壩、灌溉管、溢洪管及越域排洪道等結構物) 2. 特別(不定期)檢查 3. 檢查資料整理評估 4. 協助本水庫閘門及吊門機等水工機械汛期前後安全複核	四	安全監測儀器之作業檢討及監測儀器系統維護 1. 於年度全面檢討安全監測儀器是否需要補裝、停用、或另行新裝 2. 於年度檢討監測儀器觀測頻率 3. 為維監測儀器正常運作及監測數據不中斷，應備大壩壓力式水位傳訊器及自記式水位觀測井水位計至少各 1 組(可採備品)，以作為南水局日後儀器損壞採購期間時可供使用。 4. 於年度內完成六次各站儀器設備(包含 5 套資料記錄功能之資料蒐集器、壩體水位水壓偵測、8 台自記式地下水位計、自記式滲流量水位計、取水塔水位計)之硬、軟體檢修、校正、維護、測試及技術服務

本計畫執行期間阿公店水庫配合水庫運用規線，水位介於 EL.29.83m~EL.36.70m 間，累積降雨量約 933.6mm。本期間壩區無震度六級以上之地震及 24 小時累積雨量達 350mm 之颱風或豪雨，惟地震後特別檢查一次(未達特別檢查標準)，經特別檢查後發現並未對阿公店水庫造成影響。

貳、大壩安全監測成果

- 一、孔隙水壓計共 30 組，經檢測計有 19 組水壓計感測器(WPE-01、03、04、05、07、08、09、10、12、14、16、18、20、21、22、23、26、29 及 30)已失去功能、2 組水壓計測讀值異常(WPE-13 及 WPE-27)，其餘各水壓計呈現規律且趨勢穩定狀態。
- 二、量水堰 WQR-03 監測資料經剔除雨量，並將水庫水位與滲流量關係進行迴歸分析後，其結果顯示庫水位與滲流量呈正相關，藉由現場調查、監測資料分析與前期辦理水質同位素之成果可知，WQR-03 量測水量主要來源應為壩基礎深處疏鬆砂層滲出之地下水和大壩滲流水。
- 三、壩體沉陷(最大 9.0mm/月)、傾斜觀測管偏移量(最大 9.6mm/月)均在管理值範圍內(累積 10 天變位達 5mm 以上或 30 天之變位達 10mm 以上)，無明顯變位之情形，大致呈現穩定狀態。
- 四、地震儀記錄比對氣象局之地震測報，大都可正常量測大壩與壩基振動反應。

參、監測儀器設備檢測及檢討

- 一、經 106 年度檢測，水庫部分水壓計已有故障、異常及測值誤差等現象，鑑於水壓計抽出更新、確認或鑽孔新設之風險過高，可能擾動壩體填方及造成水力破壞，且阿公店水庫大壩竣工至本年度(106 年)屆 60 餘年，且壩體行為已趨於穩定期，在壩體擾動與監測需求兩相權衡下，建議保持現狀，採鄰近水壓計及水位計推估，其各水壓計鄰近可供參考儀器詳摘表 2。
- 二、目前阿公店水庫監測儀器觀測頻率已符合「蓄水庫構造物管理基準，80.06」之規定及 USBR1987 訂定最小觀測頻率(營運期水庫一般監測頻率約每週一次至每三個月一次不等)，故建議維持現狀即可。
- 三、由於阿公店水庫係採空庫防淤操作，水庫水位隨運用規線有較大起伏變化，大壩滲流行為亦隨之影響，目前阿公店大壩壩體內之水壓計皆為更新改善時所裝設，自民國 95 年更新改善完工至今已十年有餘，隨著時間推移，多數水壓計皆已達使用年限失去功能，且壩體自民國 42 年完工至民國 106 年已 64 年，大壩行為已趨於穩定，根據世界大壩協會 ICOLD(1995)土石壩潛在潰決模式統計資料，管湧及滲流為主要潰決模式，為了解大壩滲流行為，現採黎明公司自行裝設之水位計進行觀測，惟此滲水區之水位計尚無自動記讀並回傳至管理中心二樓監控室之功能，無法及時監測並反應水庫水位與滲流區地下水位之關聯，為使阿公店水庫監測系統更趨完備，利於管理單位日後之監測與維護，建議後續建立智慧水管理系統。

表 摘-2 水壓計監測異常處理方式

斷面	(1)監測儀器	(2)鄰近可供參考儀器	處理方式
右副壩 0k+280	WPE-01(失去功能)*	WPE-02、SDE-01	1.此斷面若(1)之水壓計測讀值發生異常，可由(2)水壓計或水位計驗證其正確性 2.若僅有單一測站之水壓計或水位計讀值發生異常，則可能為人為誤差、儀器誤差或系統故障 3.若左列(1)、(2)之水壓計皆發生異常則需立即進行相關之安全檢查工作。
	WPE-02	SDE-01	
	WPE-03(失去功能)	SDE-02	
	WPE-04(失去功能)	SDE-02	
	WPE-05(失去功能)	SDE-02	
	WPE-06	WLW-01	
	WPE-07(失去功能)	WLW-01	
主壩 0k+425	WPE-08(失去功能)	SDE-03	
	WPE-09(失去功能)	SDE-03	
	WPE-10(失去功能)	WPE-11、SDE-04	
	WPE-11	SDE-04	
	WPE-12(失去功能)	WPE-13	
	WPE-13(異常)	WLW-02	
	WPE-14(失去功能)	WLW-02	
左副壩 0k+700	WPE-15	SDE-05	
	WPE-16(失去功能)	WPE-15、SDE-05	
	WPE-17	WPE-19、WLW-03	
	WPE-18(失去功能)	WLE-04	
	WPE-19	WPE-17、WLW-03	
	WPE-20(失去功能)	WPE-17、WPE-19	
	WPE-21(失去功能)	WPE-17、WPE-19	
左副壩 1k+100	WPE-22(失去功能)	WPE-25	
	WPE-23(失去功能)	WPE-24	
	WPE-24	WPE-25	
	WPE-25	WPE-24、WLW-04	
	WPE-26(失去功能)	WPE-24	
左副壩 1k+500	WPE-27(異常)	WLE-09	
	WPE-28	WPE-27	
	WPE-29(失去功能)	WLE-09	
	WPE-30(失去功能)	WLE-09	

註 1：WPE 為水壓計。

註 2：WLE 及 WLW 為水位計。

註 3：SDE 為傾斜觀測管。

註 4：*為 106 年度新增。

肆、大壩安全檢查成果

- 一、管理中心業於 106 年 9 月份填補完成下游坡面孔洞，經 106 年度歷次檢查，填補表面已有植被生長且無持續惡化之跡象，亦無鼠類動物再次挖掘之痕跡，雖有新增零星少數鼠洞，但可發現定期修剪坡面植被降低地表植物遮蔽，確實能有效減少鼠類挖掘之情況，整體而言坡面屬穩定且無因庫水洩降產生明顯裂縫、滑動、凸起、下陷及滲水等異常現象。
- 二、依 106 年度歷次檢查結果未發現壩頂道路有發生異常沉陷情形，惟壩頂瀝青混凝土路面靠下游側有多處既有與壩軸平行或垂直之反射裂縫，長度介於 80~700 公分、寬度約介於 0.2~0.5 公分，管理單位陸續於民國 106 年 2 月中旬及 6 月下旬辦理壩頂道路裂縫修繕作業，修補方式採無收縮水泥砂漿填充及表層填補乳化瀝青以防雨水入滲，經檢視周邊坡面環境後未有明顯異狀，且每月定期沉陷點測量結果無不均勻沉陷現象，評估對大壩安全應無立即影響。
- 三、大壩下游滲水點位置之總水頭均與「104 年度阿公店水庫大壩安全檢查及監測分析，104.12」及「阿公店水庫更新改善後第一次定期安全評估，101.11」之總水頭分布一致，惟部分滲漏點則因地貌改變，已無滲漏情形，經 105 年度觀察發現，各滲水點並無加劇與惡化之跡象且量水堰之滲流量也無異常變化，尚不致立即影響大壩安全。
- 四、約位於大壩里程 0k+425m 下游距壩軸 475 公尺處，高雄市政府於鄰近區域之阿公店水庫周邊景觀改善工程(第二期)-森林公園開闢工程已完工，105 年度針對主壩及生態池周邊進行地電阻探測，結果顯示壩趾滲水暫無由砂(礫)層滲入生態池之虞，本年度為確認生態池對大壩滲流行為之影響，每月皆定期檢視池面，發現並無氣泡或其他可能滲水之異狀，建議持續觀察。

- 五、溢洪管(導流墩、下游出口閘門門框、開渠側牆及底版)及取出水工(取水塔、分水工結構與聯絡橋梁)結構大致良好，無重大缺損。
- 六、越域排洪道溢流堰施工縫有滲水及植物生長，排洪隧道存有混凝土表面剝落及磨損、裂縫、滲水、白華等異狀，惟多屬小範圍且局部之現象，整體而言，排洪隧道結構大致完好，無重大缺損。
- 七、越域排洪道靜水池側混凝土階梯下方因排水系統功能喪失，降雨後無法有效排水，導致下方土層淘空，管理單位於民國 106 年 9 月針對淘空範圍採堆疊太空包方式進行修繕，建議持續觀察修繕後之變化。

伍、大壩行為及安定性評估

- 一、大壩各水壓、水位已呈現規律且穩定之狀態，各變位量測均在管理值內，目前變形與滲流行為正常，且配合現場檢查成果顯示，大壩現有異狀大都屬零星或局部發生，並未發現有明顯關聯性下陷、滑動、凸起、滲水等現象，故整體安全無虞。
- 二、豎井溢洪管兼排砂道整體結構良好，無明顯異狀，且經管理中心 105 年度辦理河道疏浚後，下游河道已維持暢通，應可發揮其原有通洪能力。
- 三、越域排洪道之引水渠、溢流堰、靜水池混凝土結構無明顯異狀，雖排洪隧道混凝土襯砌有剝落、磨損、裂縫、滲水、白華等異狀，但多為局部且小範圍之現象，整體而言大致良好。