

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，其中主壩及副壩皆滾壓式土壩，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，為台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勘用性，內容詳下表。

摘表 1-1 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. 資料整理及分析	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	大壩現場檢查 1. 定期月巡檢 2. 特別(不定期)檢查 3. 檢查資料整理評估 巡檢範圍包括：大壩、灌溉管、溢洪管及越域排洪道等結構物	四	監測儀器設備檢測及檢討 1. 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

貳、水庫基本資料

一、水庫基本數據

阿公店水庫之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，本計畫檢查設施之工程概要如下表。

摘表 2-1 阿公店水庫大壩安全檢查及監測分析工作項目一覽表

水庫基本資料	集水面積		31.87km ²				
	滿水位面積		2.9km ²				
	原設計蓄水量		45,000,000m ³ (水位 EL.42.0m)				
	更新計畫後蓄水量		18,370,000 m ³ (水位 EL.37.0m)				
	壩頂標高		EL.42.0 m				
	滿水位標高		EL.37.0 m				
	最大洪水水位標高		EL.40.0 m				
大壩	項目	主壩		副壩			
	壩型	滾壓式土壩		滾壓式土壩			
	最大壩身高度	31.0 m		平均約 6.0 m			
	壩頂標高	EL.42.0 m		EL.42.0 m			
	壩頂長度	250.0 m		右 300.0 m 左 1,830.0 m			
	壩頂寬度	9.0 m		9.0 m			
	壩頂坡度	上游面 1 : 2.0~1 : 3.0 下游面 1 : 2.0~1 : 2.5		上游面 1 : 2.0~1 : 3.0 下游面 1 : 2.0~1 : 2.5			
溢洪管	型式	喇叭口豎管式		型式	豎管式		
	排洪量	85 cms		進口底檻標高	EL.26.22 m		
	最大調節流量	81 cms		出口底檻標高	EL.26.10 m		
	喇叭口頂標高	EL.27.0 m		最大流量	15.0 cms		
	出口底檻標高	EL.12.5 m		管內徑	1.5 m		
	管內徑	混凝土管 3.0 m 鋼襯管 2.8 m		長度	95 m		
	長度	水平：156.5 m 豎立：13.2 m		閘門	高壓式油壓操縱啟閉閘門		
灌溉管	型式	豎管式		引水渠	坡面工	1 : 2 混凝土坡面	
	管內徑	1.5 m			直線長度	249.0 m	
	取水塔	塔高	23.7 m		渠底寬	50.0 m	
		內徑	5.4 m		渠底標高	EL.35.5 m	
		塔頂標高	EL.49.8 m		溢流堰	堰頂標高	EL.37.0 m
		塔底標高	EL.26.1 m			堰軸長度	38.0 m
	聯絡橋樑	長度	48.81 m		排洪隧道	斷面	標準馬蹄型
		寬度	5.18 m			內徑	9.0 m
		橋面標高	EL.42.30 m			長度	490.0 m
		樑底標高	EL.41.05 m		渠底縱坡	0.006	
靜水池與出口	長度	48.81 m		靜水池與出口	出口銜接	牛稠埔溪	
	寬度	5.18 m			全長	176.6 m	
	橋面標高	EL.42.30 m			渠底寬	10.0 m	
	樑底標高	EL.41.05 m			渠底標高	EL.19.0 m	

二、水庫監測系統

阿公店水庫監測系統主要佈設於大壩0k+280、0k+425、0k+700、1k+100與1k+500等斷面，用以監測與掌握大壩整體之穩定性與安全性，俾便早日發現異常，適時加以處理。本計畫量測之監測儀器包括孔隙水壓計、水位井、地震儀、量水堰、傾斜觀測管、及沉陷觀測點等。各項監測儀器說明與觀測頻率如下表。

摘表 2-2 監測儀器、觀測點之種類及數量統計表

監測儀器種類	埋設位置(代號)	監測項目	安裝數量	可供評估數量
孔隙水壓計	壩體及壩基(WPE)	壩體、壩基孔隙水壓	30	24
水位井	壩體及水庫下游發生滲漏位置(WLE、C、BH)	地下水位高程	18	18
地震儀	壩頂、壩基(ED)	地震強度資料	3	3
傾斜觀測管	壩上、下游側坡內(SDE、K)	壩體內部水平位移量	11	11
量水堰	下游曾發生滲漏地點及下游溝渠集流出口處(WQR)	滲漏量	2	0
沉陷觀測點	壩頂左右兩側(SOP)	壩頂垂直位移量	26	26

資料來源：101年度阿公店水庫大壩安全檢查及監測分析期末報告，水利署南水局，民國102年1月，本計畫彙整。

摘表 2-3 監測儀器觀測頻率表

項目	例行監測頻率	特別監測頻率
孔隙水壓計	自動記讀 (每月下載資料1次)	壩址量得震度5級以上之地震時，應立即施行特別檢查
水位井	自動記讀 (每月下載資料1次)	壩址量得震度5級以上之地震或發生24小時累積雨量達350公釐以上之超大豪雨時，以每週兩次為原則
地震儀	自動記讀 (每月下載資料1次)	壩址量得震度5級以上之地震或發生24小時累積雨量達350公釐以上之超大豪雨時，以每週兩次為原則
傾斜觀測管	人工觀測，每月1次	壩址量得震度5級以上之地震或發生24小時累積雨量達350公釐以上之超大豪雨時
量水堰	自動記讀 (每月下載資料1次)	壩址量得震度5級以上之地震或發生24小時累積雨量達350公釐以上之超大豪雨時，以每週一次為原則
沉陷觀測點	人工觀測，每月1次	壩址量得震度5級以上之地震或發生24小時累積雨量達350公釐以上之超大豪雨時，以每日一次為原則

參、大壩安全監測成果

- 一、孔隙水壓計共30組，經檢測計有6組水壓計感測器(WPE-05、08、12、16、18及26)已故障、2組水壓計感測器(WPE-01及22)異常、1組水壓計(WPE-30)電流輸出異常、2組(WPE-04、WPE-21)誤差較大，其餘各水壓計呈現規律且趨勢穩定狀態。
- 二、WQR-01設置高程略高於該處地下水位，已影響其代表性，WQR-03扣除降雨影響後，發現乾季期間監測流量則隨水庫水位起伏趨勢雷同，可初步推得大壩基礎滲流與地下水基流量。
- 三、上游側、下游側之沉陷觀測點之變化量(最大1.3mm)大都在管理值(10mm/月)以內，大致呈現穩定狀態。
- 四、各觀測管之偏移量(最大2.69mm)皆在管理值內，並無明顯偏移之趨勢，大致呈現穩定狀態。
- 五、比對地震儀及自由場記錄並比對氣象局之地震測報，大都可正常量測大壩與壩基震動反應。

肆、大壩安全檢查成果

- 一、大壩上、下游坡面狀況良好，無因水位改變而產生之明顯裂縫、滑動、凸起及下陷等異常現象，雖存有局部零星孔洞及沖蝕溝，尚不致立即影響大壩安全。
- 二、下游坡面孔洞管理中心多已於5月份填補完成，目前填補表面已有植被生長且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被遮蔽，確實能有效減少鼠類挖掘。
- 三、壩頂AC路面靠下游側與壩軸平行之裂縫，經填補後填縫料有局部凹陷及開裂之現象(6月份填補9月開裂)，但裂縫開度甚小(不到3mm)且裂縫兩側無明顯高低落差，評估對大壩安全應無立即影響。
- 四、大壩下游滲水點位置均與「101年度大壩安全檢查及監測分析，102.01」與「阿公店水庫更新改善後第一次定期安全評估，101.11」之工作成果一致，惟部分滲漏點則因地貌、土地使用情形改變，已無滲漏情形，經本期間持續觀察發現，各滲水點並無加劇與惡化之跡象，尚不致立

即影響大壩安全。

四、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樑)結構大致良好，無重大缺損。

五、越域排洪道溢流堰施工縫雜草已清除並設置排水管進行排水，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。

六、WQR-03主要影響因素為地下水和大壩滲漏水，雨季期間因地下水受降雨補助並釋出以致監測流量有較大之變動，乾季期間監測流量則隨水庫水位起伏，趨勢大致雷同，可初步推得大壩基礎滲流與地下水基流量，建議管理中心可持續觀察監測。

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大壩亦無明顯下陷、滑動、凸起、滲水等現象，故整體安全應無虞。

二、溢洪管及取出水工整體結構大致良好，無明顯異狀，且經管理中心辦理河道疏浚後，下游河道已維持暢通，應可發揮其原有通洪能力。

三、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。

陸、監測儀器設備檢測及檢討

一、經本年度檢測，水庫部分水壓計水壓計已有故障、異常及測值已有誤差等現象，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迄今屆60年餘，壩體行為已趨於穩定期；於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。

二、前阿公店水庫並未設置滲流水濁度觀測儀器，惟水庫管理中心現正辦理水庫滲流水同位素檢測，未來可配合相關成果檢討新設。

三、前阿公店水庫監測儀器頻率已符合「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為每週一次至每三個月一次不等)，故建議維持現狀即可。

摘表 6-1 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(異常或故障)	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	WPE-07	
	WPE-04	WPE-06	
	WPE-05(異常或故障)	WPE-03、WPE-07	
	WPE-06	WPE-04	
	WPE-07	WPE-03	
主壩 0K+425	WPE-08(異常或故障)	WPE-09、SDE-03	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-09	SDE-03	
	WPE-10	WPE-11	
	WPE-11	WPE-10	
	WPE-12(異常或故障)	WPE-13、WPE-14、WLE-02	
	WPE-13	WPE-14、WLE-02	
	WPE-14	WPE-13、WLE-02	
左副壩 0K+700	WPE-15	SDE-05	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-16(異常或故障)	WPE-15、SDE-03	
	WPE-17	WPE-19、WPE-21、WLW-03	
	WPE-18(異常或故障)	WPE-20	
	WPE-19	WPE-17、WPE-21、WLW-03	
	WPE-20	WPE-17、WPE-19	
	WPE-21	WPE-17、WPE-19	
左副壩 1K+100	WPE-22(異常或故障)	WPE-23、WPE-25	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-23	WPE-24	
	WPE-24	WPE-25	
	WPE-25	WPE-24、WLW-04	
	WPE-26(異常或故障)	WPE-24	
左副壩 1K+500	WPE-27	WPE-28	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-28	WPE-27	
	WPE-29	WLE-09	
	WPE-30(異常或故障)	WPE-29	

摘表 6-2 監測儀器檢測成果一覽

監測項目	監測方式	原量測頻率	建議頻率
孔隙水壓計	自動監測	自動記讀 (每月下載資料 1 次)	維持現狀
水位井	自動監測	自動記讀 (每月下載資料 1 次)	維持現狀
地震儀	自動監測	自動記讀 (每月下載資料 1 次)	維持現狀
傾斜觀測管	人工觀測，測 2 向	每月 1 次	維持現狀
量水堰	自動監測，每月檢視 1 次	自動記讀 (每月下載資料 1 次)	維持現狀
沉陷觀測點	人工觀測	每月 1 次	維持現狀