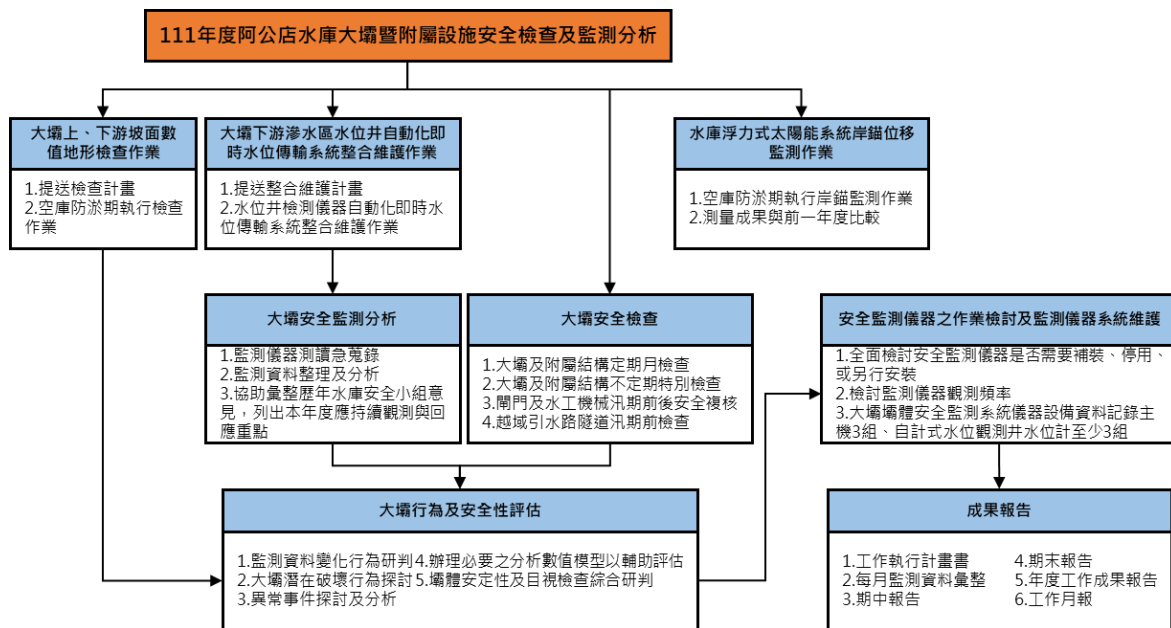


摘要

本計畫為『111年度阿公店水庫大壩暨附屬設施安全檢查及監測分析』，由經濟部水利署南區水資源局委託黎明工程顧問股份有限公司辦理。計畫目的係利用大壩埋設之監測儀器，於水庫營運期間持續辦理監測，並對大壩進行定期或不定期安全檢查，以維水庫營運期間之壩體安全性。相關工作內容及重點概述如下：

一、概述及工作內容

阿公店水庫為一防洪為主要目標之水庫，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。為確保水庫蓄水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，工作內容包括：1.大壩安全監測分析；2.大壩安全檢查；3.越域引水路隧道汛期前檢查及部分疏鬆區域孔內攝影檢查；4.大壩行為及安定性評估；5.安全監測儀器作業檢討及監測儀器系統維護；6.大壩下游滲水區水位井自動化即時水位傳輸系統整合維護；7.辦理本水庫浮力式太陽能系統岸錨位移監測作業；8.辦理大壩上、下游坡面數值地形檢查作業；9.工作簡報及報告編撰印製等。



圖摘-1 本計畫工作計畫流程圖

二、設施基本資料及年度概況

阿公店水庫主要工程設施可分為：大壩、豎井溢洪管兼排砂道、取出水工及越域排洪道等。阿公店水庫目前設置之監測系統儀器主要分布在五個里程斷面位置：0k+280m、0k+425m、0k+700m、1k+100m與1k+500m，藉由五個代表性斷面所布設的監測儀器量測值，可長期追蹤大壩整體之穩定性與安全性。監測項目包括壩體與壩基之內部水壓(孔隙水壓計)、壩體及下游區域之水位(自記式水位計及水位觀測井水位計)、壩體滲流量(量水堰)、壩體側向變位(傾斜觀測管)、壩體沉陷(沉陷觀測點)及壩體地震反應強度(地震儀)等。

本年度水庫水位介於EL.28.55~EL.38.05m，累計雨量為1003.5mm，本年度單日最大降雨量為6月7日之91mm；地震儀共蒐錄到41次地震，壩基地震儀ED-03收錄之最大PGA值為64.103gal，最大PGV值為3.770cm/sec，未達特別檢查門檻。本次地震雖未達特別檢查標準，惟因本次地震後花蓮地區仍發生多起震度高於3級之餘震，為確保水庫安全，經管理中心通知，黎明公司於111年9月20日即派員辦理地震後特別檢查。

三、計畫工作成果

根據本年度阿公店水庫大壩及附屬設施各項監測儀器及現場檢查之結果概述如下：

1.大壩

壩體及壩基水壓計及水位計總水頭變化之規律與趨勢整體而言呈穩定狀態，惟為因應近年枯旱情勢，管理單位於”蓄水利用期”於越域排洪道堰頂前增設臨時土堤，臨時土堤頂標高為EL.38.5m(水庫蓄水位以EL.38.0m為限)；臨時土堤增設後，可提高水庫在蓄水利用期之蓄水位，使水源運用更加靈活，並降低水庫潛勢供水風險。

近年水庫最高蓄水位提升，大壩里程0K+700m及1K+100m部分儀器總水頭踰越警戒值，研判可能原因有二，一為大壩非均質，水位提高後可能導致滲流路徑縮短或改變；其二為本年度庫區蓄水提升，水力坡降下降導致監測儀器總水頭提高。本公司於每月現場檢查即加強下游坡趾處及滲水區之巡檢，截至目前現況良好，研判大壩滲流行為

尚屬合理。另111年度大壩上游側年垂直變位增量0.5cm/年，下游側年垂直變位增量0.4cm/年，皆未超過國內外文獻建議之沉陷容許值(穩定期大壩年垂直變位增量為1.0cm/年以下)，顯示壩體垂直變位已趨於穩定。壩頂道路經每月現場檢查發現無異常沉陷情形，惟壩頂路面有多處不規則裂縫，初步判定為瀝青混凝土面層因老化或溫差所造成，管理單位已於111年3月辦理道路裂縫修繕作業，修補狀況良好。壩體結構、壩頂道路、上游坡面、下游坡面，整體屬良好，並無大規模坍塌、滲水、沉陷、損壞等特殊狀況。

2.大壩周邊及附屬結構物

近年水庫最高蓄水位提升，大壩里程0k+700m及1k+100m部分儀器總水頭踰越警戒值，本公司即加強下游坡趾及滲水區之巡檢。滲水點1長年積水，本年度蓄水位提高後，滲水點1與歷年無明顯變化；滲水點2~4因農民整地，灌溉水位已覆蓋滲水點，滲水點已消失；滲水點5~7僅有滲水現象無砂土攜出，與歷年無明顯變化。

水庫環湖道路檢查結果顯示，水庫周邊坡面、拋石面及環湖自行車道周邊整體狀況良好，惟發現環湖自行車道存有零星裂縫及局部坍塌情況，暫不影響水庫安全，建議持續觀察追蹤。

在取出水工方面，取水塔水面以上部分、分水工結構與聯絡橋梁等整體結構均完整良好。另本年度於111年4月27日及111年11月14日辦理水庫閘門、吊門機等水工機械汛期前後安全複核，檢查結果無異常整體狀況良好。

在越域排洪道方面，引水渠左右兩岸混凝土堤防存有局部破損及裂縫，管理單位於民國106年4月上旬針對破損及裂縫處進行無收縮混凝土填充及表層填水性柏油，經本年度現場檢查狀況良好；溢流堰施工縫植生建議定期辦理清理，避免施工縫遭植生根系深入持續擴大，另左側牆面突起處，其周邊混凝土無出現裂縫、上方路面無開裂及沉陷等現象，暫不影響結構安全；排洪隧道存有混凝土剝落、裂縫及滲水等異狀，經本年度1、4、7及10月現場檢查，除里程0k+381m至0k+435m之數條環狀裂縫滲水較為明顯外，其餘無重大缺損，整體結構狀況屬尚可；靜水池兩側牆面皆完整，惟混凝土階梯下方因降雨後無法有效排水，導致下方土層掏空，管理單位已辦理水土保持暨邊坡改善工程，

該工程已於110年2月完工，經本年度現場檢查現況良好。

此外，本年度11月2日於阿公店水庫大壩里程0k+800~900m上游側蓄水範圍發現有冒泡情形，冒泡情形分別位於里程0k+820m及850m距壩軸20~30m處，第一時間管理單位偕同黎明公司及相關單位研討處置措施，派遣潛水俠辦理水下目視檢查，並委託嘉藥大學及中油探勘團隊辦理冒泡空氣取樣，以利進一步瞭解現場狀況。經水中檢查及氣體檢測成果，初步研判異狀處無攜砂及漩渦，冒出之氣體經檢測為二氧化碳(CO₂)且無甲烷，故初步可排除泥貫入體及泥火山之可能性。另依據現場檢查成果，壩頂、上下游坡面、胸牆、坡趾及下游滲水區無明顯變化，亦無發現新的滲水點，初步研判本次冒泡為滲流的可能性較低，後續將加強巡檢以確保水庫安全。

3.越域引水路

本年度檢查發現之襯砌剝落、鋼筋外露、裂縫、滲水及白華等異狀與110年度檢查成果比較顯示並無明顯劣化情形。里程7k+475m處仰拱隆起現象，經查施工及地質資料初步判定應係受剪裂帶之地質因素影響，里程2k+467m、6k+725m、6k+890m、8k+940m為損壞狀況較為嚴重之既有鋼筋外露異狀，異狀位置之襯砌外觀並無受外力變形之跡象，故研判應為材料劣化所造成，管理單位已辦理「109年度阿公店水庫越域引水路隧道維修工程」進行修繕作業，前述異狀業於110年5月底前修繕完成。

4.安全監測儀器作業檢討及監測儀器系統維護

目前大壩可供判示儀器有孔隙水壓計1處、自記水位計16處、水位觀測井水位計4處、地震儀3處、傾斜儀觀測管11處、沉陷觀測點26處、量水堰1處及儀器盤5組，尚足以研判大壩整體安全。

水壓計主要規劃於施工階段及水庫剛完成之蓄水期監測用，且阿公店水庫大壩竣工至本年度(111年)屆60餘年，壩體行為已進入穩定期，且依目前儀器數量仍足以判斷大壩斷面之行為，鑑於水壓計已完成階段性目標且其埋設於壩體取出修復耗時費工，故建議保持現狀，採鄰近尚可發揮功能水壓計及水位計推估。

5.大壩下游滲水區水位井自動化即時水位傳輸系統整合維護

本年度3月已完成自記式水位計WLW-02及WLE-10兩孔水位井之

自動化即時水位傳輸系統整合作業，現場水位資料回傳監控室既有之水文流量自動觀測系統後，並於現有網頁上即時呈現水位資料，相關監測分析成果詳第六章，未完成之水位井建議延續本計畫之成果持續辦理。

6.水庫浮力式太陽能系統岸錨位移監測作業

本年度8月已完成浮力式太陽能系統岸錨測量作業，並與初始測值比較，本年度監測成果無整體朝同一方向發生之趨勢，無影響水庫安全之虞，相關監測分析成果詳第三章。

7.大壩上、下游數值地形檢查作業

本年度8月已完成大壩上、下游數值地形檢查，相關成果詳第三章。

8.大壩行為及安定性評估

(1)大壩滲流行為

由歷年檢查與評估分析資料可知，大壩滲漏點多座落於大壩里程0k+450~0k+900m之壩址下游區域。為瞭解大壩滲流行為，已於大壩滲水區域設置自記式水位計WLE-16~20(原BH-3、BH-4及CL-02~04)，彙整本年度總水頭分布及變化成果如下：

111年1月1日~5月31日為水位洩降期間，水庫水位由EL.36.74m持續下降至EL.32.27m。隨著水庫水位降低，壩體下方砂層總水頭呈現象水庫退縮之趨勢，總水頭約介於EL.21.18~27.04m之間，而下游滲流區水位面則介於EL.14.11~21.05m之間。

6月1日至9月10日為水庫空庫防淤期間，水庫水位介於EL.28.55~35.22m左右。本期間砂層總水頭介於EL.20.62~25.99m之間，而下游滲流區水位面約為EL.14.52~19.96m之間。

111年9月11日~12月31日為水位蓄升期間，水庫水位由EL.35.68m持續上升至EL.38.05m。隨著水庫水位蓄升，壩體下方砂層總水頭呈現向水庫外擴之趨勢，總水頭約介於EL.21.89~26.81m，而下游滲水區水位面約為EL.14.10~20.96m間。

上述分析結果可知，本年度監測期間隨著水庫蓄升、下降，壩基砂層總水頭高程線往砂層出露於地面處坡降，其成果與去年度相同，顯示本期間大壩滲流大致維持穩定，無明顯異常情形。此外，本計畫

採大壩下游滲流處臨近之水位觀測井之實測資料，估算滲流區段內各觀測井砂層之水力坡降，結果顯示，無論水庫水位高低，滲流區段常態最大水力坡降約為0.0785，其流速甚低且遠低於臨界水力坡降0.857，顯示砂湧潛勢低，此滲流對大壩安全性而言，應無迫切性之威脅。

(2)大壩安定性評估

為因應近年枯旱情勢，管理單位於水庫蓄水利用期於越域排洪道溢流堰前設置臨時土堤，臨時土堤堤頂標高為EL.38.5m(水庫蓄水位以EL.38.0m為限)，以增加水庫蓄水量，降低水資源短缺風險，並增加調度空間，故本計畫採滿水位EL.38.0m進行大壩穩定性分析。本計畫的大壩里程0k+280m、0k+425m、0k+550m、0k+700m、0k+738m及0k+900m等斷面下游坡面安定分析成果顯示，坡面穩定分析所得之最可能滑動面與104年度至本年度傾斜觀測管監測所得之變位結果比對，顯示傾斜觀測管結果皆屬表層變位，無大規模滑動之疑慮，且在滿水位穩態滲流情況下，大壩下游側之安全係數皆大於規範要求，故阿公店水庫壩面尚屬安定。

9.安全監測儀器警戒管理值檢討

為因應近年枯旱情勢，管理單位於水庫蓄水利用期於越域排洪道堰頂前架設臨時土堤，將水庫蓄水利用期之蓄水位提高至EL.38.0m。近年因水庫蓄水位抬升，導致部分儀器監測值超過警戒管理值，惟經本公司現場巡檢均無異狀產生，且經比對相關儀器斷面之理論值，目前各儀器水位仍低於理論值應屬安全，故辦理部分儀器警戒管理值檢討，以維大壩安全。

(1)水壓計

本年度無極端監測值發生，且各水壓計監測讀值皆未超過原訂定之警戒值，評估原警戒值尚屬合宜，建議繼續沿用。

(2)水位計

本年度部分自記式水位計WLE-04、WLE-13(原C5)、WLE-14(原C4)及水位觀測井水位計WLW-03、WLW-04踰越原訂定之警戒值(第四次安評)，經研判為近年水庫最高蓄水位抬升所致，且經現場檢查無發現異狀狀況，研判水庫仍屬安全狀態，故辦理警戒值檢討。

(3)沉陷觀測點

本年度上游年垂直變位增量為0.5cm/年，下游年垂直變位增量為0.4cm/年，均未超過警戒值，建議可繼續沿用。

(4)傾斜觀測管

本年度各傾斜觀測管監測值均未超過警戒值，建議可繼續沿用。

10.隧道疏鬆區域安全評估

(1)越域引水路：

目視檢查於隧道里程9k+850左側壁及頂拱發現疑似表層混凝土剝落，經評估暫不影響隧道功能及安全性；淨高測量部分，本年度淨高與竣工圖比對，尺寸最大差異約為2.540%，位於隧道里程7k+475~480m及9k+820~850m之區域；淨寬測量部分，本年度淨寬與竣工圖比對，尺寸對大差異約為4.400%，位於隧道里程9k+835~860m區域。

(2)越域排洪道：

本年度測量成果與竣工圖比對，無論是淨高或淨寬均與原設計

差異甚大，淨高差異達4.367%、淨寬差異達6.405%，惟經現場檢查並無發現可能影響結構安全之異狀，隧道原既有異狀(白華、滲水、剝落及鋼筋外露等)於每季追蹤下亦無明顯劣化情形，研判造成測量成果與原設計差異甚大之主因可能為，因施工因素辦理之尺寸變更及施工誤差。另比較本年度內徑測量成果，淨寬較大之變形量約為2.350%，位於隧道里程0k+125m處；淨高較大變形量約為1.714%，位於隧道里程0k+395m。比較測量成果，較大差異之淨高與淨寬均無落在同一斷面上，且最大差異僅2.350%，初步評估隧道變形狀況並不明顯，尚無結構安全之疑慮，後續將持續測量追蹤。