



111 年度牡丹水庫大壩安全檢查及
監測資料研判分析
成果報告(摘要)



主辦機關：經濟部水利署南區水資源局

執行單位：黎明工程顧問股份有限公司

中華民國 112 年 1 月

摘要

經濟部水利署南部水資源局(以下簡稱南水局)委託「111年度牡丹水庫大壩安全檢查及監測資料研判分析」(以下簡稱本計畫)工作內容包含大壩設施監測資料收集與研判分析、現場檢查、監測儀器檢測及研判需求檢討、監測技術諮詢等項目，工作期限自111年1月1日起至12月31日止。

牡丹水庫大壩依施設位置與功能性質及檢查時機與頻率概區分為：壩體、壩區、周邊道路邊坡、附屬構造物、水工機械檢查、及特別檢查，依目前相關規定辦理檢查；根據本年度相關監測儀器監測數據得知，各項監測結果大致良好，並未發現立即影響壩體安全的狀況，檢查結果分述如下：

一、監測資料收集與分析

(一)水庫水位及降雨資料

- 1.本計畫監測期間(111年1月至12月)，水庫水位介於 EL.126.90 m 至 EL140.59 m，累積降雨量約 1,631.30 mm，最大日降雨量(10/31)約為 88.6 mm，無降雨日數 181 天。

(二)孔隙水壓計

- 1.大壩孔隙水壓計設置於大壩基礎及高程 EL.85m、EL.100m、EL.120m 的壩體內部，目前僅存 PF1(壩基)、P851(心層)、P1002(壩體上游側)、P1007(下游殼層)及 P1203、P1205(濾料排水層)運作正常，孔隙水壓反應正常無異常水壓反應，其餘孔隙水壓計無法測得數值或數值不合理。
- 2.溢洪道基礎水壓計設置於溢洪道基礎，目前僅存 SWP1、SWP2、SWP4 及 SWP7 運作正常，孔隙水壓反應正常無異常水壓反應，其餘孔隙水壓計無法測得數值或數值不合理。

(三)土壓計

- 1.壩體土壓計設置於大壩高程 EL.85m、EL.100m、EL.120m 的壩體內部，目前僅 EL100m 及 EL120m 兩處有故障(E1001-2 及 E1201-1)情況發生，E851-1~3、E852-1~3、E1001-1、E1001-3、E1002-1~3、E1201-2~3、E1202-1~3 運作正常且無異常變化。

(四)水平變位計

- 1.右壩座區域水平變位計僅存 SGR1、SGR2、SGR4 及 SGR7，共 4 組運作正常，且累積應變量(小於 0.1%)均低於警戒值(0.2%)，顯示壩體應無異常變位發展。

2.左壩座區域水平變位計僅存 SGL1、SGL4、SGL5、SGL7~SGL9、SGL12 及 SGL15，共 8 組運作正常，且累積應變量(小於 0.1%)均低於警戒值 (0.2%)，顯示壩體應無異常變位發展。

(五)自計式水位計

自記式水位計分別設置於右岸邊坡、C線道路與IM2兼做水位井，IM2之地下水位受降雨影響較為明顯，其他水位計觀測顯示地下水位於枯水期時持續緩慢下降，於較大降雨事件後即明顯上升，並緩慢消散。

(六)測傾管

- 1.壩體傾斜變位，根據本區域 6 支測傾管(IM1~IM5、T5)之監測結果，變位均小於 10mm/30 天之警戒值。
- 2.右岸邊坡根據本區域 5 支測傾管(IM6A-1、IM6C、IM7、IM7A 及 IM7B)之監測結果，變位均小於 10mm/30 天之警戒值。
- 3.C 線道路邊坡根據本區域 5 支測傾管(IM8、IM8A、IM9A、IM10 及 IM11)之監測結果，變位均小於 10mm/30 天之警戒值。

(七)量水堰

- 1.W1 導水隧道因排水管堵塞，導致今年 5 月份強降雨後發生隧道積水之情形；6 月 25 日廠商進行排水管清洗及孔內 CCTV 攝影；目前 W1 導水隧道暫無積水之情形，並有派員定期清理排水管且測試抽水馬達作動正常，後續定期檢查馬達是否能正常運作及排水管狀況，未來將持續觀察。
- 2.W2~W4 量水堰本年度自動量測儀器皆為正常運作中，觀測值皆未有超越警戒值之情形。

(八)地震儀

本年度地震儀收錄32筆地震資料，今年度9月18日於台東地區發生芮氏規模6.8之強震，測得最大加速度15.857 gal，皆未達南水局強震緊急應變作業要點之強地動警戒值震度。

(九)壩體表面測量點及落水池右護岸沉陷量測

- 1.本年度壩面量測結果壩頂最大累積沉陷量為 29.2cm(H04)，壩頂沉陷量及差異沉陷量皆符合警戒值之內，顯示壩體屬正常沉陷狀況並無安全疑慮，建議持續觀測其發展。
- 2.經本年度落水池右護岸沉陷點檢測結果，沉陷點 SRS-5 累積沉陷約-29 mm、SRS-6 累積沉陷約-33 mm、SRS-8 累積沉陷約有-39 mm，其餘累積沉陷量範圍介於-8mm~-18 mm 之間，顯示右護岸仍有些微沉陷發展，現

況檢查狀況無明顯破壞之情形，建議明年於沉陷處進行透地雷達掃描作業瞭解護岸基礎是否有掏空情況，視掃描成果決定是否需進行加密監測或改善作業，將繼續觀測沉陷有無發展。

二、安全檢查成果

(一)大壩

現場檢查壩頂道路狀況良好，並無異常沉陷、隆起、錯動等異常情形；壩面拋石目視檢查狀況大致良好，無異常沉陷、隆起，上游面拋石排列狀況整齊未見異常沉陷及隆起情形。雖有少數拋石顆粒因材料因素有風化情形，但其數量比例非常低，並無影響其保護壩體防禦沖蝕的功能之情形。另外，上游鄰近水面亦未發現異常之水流及漩渦情形。大壩與溢洪道鑲接處狀況大致良好，大壩完工初期所發現的局部混凝土表面因壩體沉陷導致的些微變形並無明顯進一步發展，亦無明顯的橫向裂縫發生。135平台狀況良好，表面混凝土及側邊噴凝土前期修補處出現裂縫，已於111年10月份重新修補完成。大壩EL.135m平台旁邊溝濕潤情形，自103年起每月持續觀察記錄溼潤狀態繪製溼潤狀態與庫水位及降雨之歷時變化關係，顯示該處溼潤狀態與降雨較為相關，研判應為雨後殘留水所致，並非壩體異常滲水，對壩體安全並無影響。大壩趾部廊道滲流量水堰W2滲流水狀況清澈，惟堰內靜止水表面每月檢視均有含鈣物質結晶，且流入的集水管口有些許黃褐色膠凝狀懸浮物排出，經近年觀察懸浮物內並無土壤材料，研判可能為W2滲流水水質含鐵量較高，或環境適合厭氧菌生長所形成之鏽染現象造成，並經由滲流水攜出，對壩體功能影響有限，但仍應持續觀察。

W1導水隧道因排水管堵塞，導致今年五月份強降雨後發生隧道積水之情形；6月25日廠商進行排水管清洗及孔內CCTV攝影，目前W1導水隧道已無積水之情形，排水狀況亦有改善，未來將持續觀察。

(二)溢洪道及落水池

整體而言，溢洪道及落水池現場檢查結果，溢洪道各項結構及功能狀況良好，並未發現可能影響溢洪道安全及操作運轉的情形。溢洪道裂痕部分，經測量比對110年12月檢查之結果，溢洪道既有裂縫並無擴大之情形。落水池右護岸混凝土塊沉陷有些許發展，初步研判應為填方沉陷所致，將持續並加密觀測該處變化，後續建議使用透地雷達掃描該處有無掏空之情形發生。

(三)溢洪道水工機械

NO.1~3閘門門扉及桁臂目視檢查結果閘門門扉及桁臂連結處與右

側桁臂及樞座局部脫漆生銹，NO.2門扉底部脫漆生銹及由底部主橫梁往上數第五隻橫梁處銲道脫漆生銹，建議除鏽補漆；NO.2閘門吊門機組目視檢查除基座構件局部銹蝕，建議除鏽補漆；NO1~3弧型閘門右側底部有輕微滲水現象，建議持續觀察；.NO.3橫樑易有鳥類排泄物堆積造成門扉構件銹蝕，建議可定期清理並對銹蝕部位除銹補漆。

(四)取排水設施

土木設施部分，現場檢查取排水進水口斜塔及出口閘閥室各項土木設施結構及功能狀況良好，並未發現可能影響取排水安全及操作運轉的情形。

(五)水工機械

1.取排水設施進水口：閘門門扉結構及其水封目視檢查狀況良好，並未發現異常變形、磨損等情形，閘門軌道結構及基礎板等，目視檢查狀況無異常；閘門吊門機組外觀目視檢查大致良好無異常；閘門吊門機組之電氣控制箱盤，目視檢查狀況無異常。進水口下層阻水閘門閘門橫樑及水封處構件有局部銹蝕，建議除銹補漆。

2.取排水設施出水口-高壓滑動閘門：控制閘門門扉可視部分目視檢查外觀無損傷變形、門框銹蝕建議除銹補漆；控制閘門與備用閘門之吊門機、旁通閘外觀目視檢查狀況大致良好無異常，油壓機組目視檢查狀況無異常、油位於標準值內；閘門吊門機組之電氣控制箱盤目視檢查狀況大致良好無異常。

3.取排水設施出水口-何本閘及環滑閘門：吊門機及電氣控制箱盤外觀目視檢查狀況大致良好；取排水設施輸水路鋼管伸縮節於往年檢查報告時均有發現滲水情形，研判為局部止水膠條老化導致滲水，本次檢查仍有些微滲水情形，經現場量測滲漏量約為 6.4×10^{-4} cms，滲漏量不大，將會持續觀察滲水情形。

(六)壩基廊道

壩基廊道LD-1總長約為160m，現場檢查結果有0K+024.7和0K+050牆面白華現象，0K+080有側壁裂縫。壩基廊道LG總長約為233m，現場檢查結果廊道側牆及頂拱有數處有裂縫滲水及白華現象，以致於大部分的地面皆處於潮濕的狀態，原先追蹤之白華及裂縫處，本年度檢查並無進一步擴大或異常變化之現象。壩基廊道LD-2總長約為162m，現場檢查結果情形廊道0K+51~60及0K+118~159兩處地面潮濕外範圍較大外，整體狀況正常。原先追蹤之白華及裂縫處，本季檢查並無進一步擴大或

異常變化之現象。

(七)右岸邊坡

右岸邊坡混凝土構造物之缺陷均為先前發現之情形，包括擋土牆裂縫、階梯裂縫、縱向排水溝與戲台溝交會處的擠壓破損等，並未發現有明顯進一步發展，將持續觀察。

(八)C線道路邊坡

C線道路邊坡本年度現場檢查，現場排水設施功能正常，原傾倒現象之臨水側水溝之塊狀護欄已新設完成，AC路面前期修補處出現裂縫，已於本年度10月份修補完成；運轉室後方邊坡階梯裂縫處於本年度10月已進行修補，目前邊坡狀況良好；其餘部分均無顯著變化，後續將持續追蹤。

結論與建議

壹、結論

為確保牡丹水庫及附屬構造物之穩定及安全，安全檢查及監測資料研判分析結果分述如下：

一、監測資料研判成果

牡丹水庫大壩監測儀器設有地震儀、水土壓計、水位井、傾斜管及廊道滲水量等監測儀器，本年度觀測壩基及壩體水壓、壩體土壓、地下水位、地震、傾斜管之監測結果，皆無特殊異常情形，且未超過警戒值；周邊邊坡之地下水位及測傾管監測結果皆無特殊異常情形。

二、現場安全檢查成果

大壩135平台目視檢查狀況良好，表面混凝土及側邊噴凝土於前期修補處出現裂縫，已於本年度10月份完成修補作業；C線道路現場排水設施功能正常，原傾倒現象之臨水側水溝已新設完成，惟臨水側水溝旁之傾斜管IM8A孔口自4月以來於有1.64 cm之偏移，研判該處的邊坡主要由較淺層疏鬆材料蠕動滑移所致有些許偏移之現象，建議未來加密觀測，將持續觀察變化情況；AC路面前期修補處出現裂縫，已於本年度10月份完成修補作業；溢洪道、取排水設施、壩基廊道與右岸邊坡狀況良好，均無顯著變化，後續將持續追蹤；落水池右護岸有沉陷現象發生，建議進行加密觀測，每三個月定期進行一次測量，若有排洪過後也加密量測，並建議於沉陷處進行透地雷達掃描作業瞭解護岸基礎是否有掏空情況，視掃描成果決定是否需進行加密觀測或改善作業，將繼續觀測沉陷有無發展。

W1導水隧道因排水管堵塞，導致今年5月份強降雨後發生隧道積水之情形；6月25日廠商進行排水管清洗及孔內CCTV攝影；目前W1導水隧道已無積水之情形，並有派員定期清理排水管且測試抽水馬達作動正常，後續定期檢查馬達是否能正常運作，未來將持續觀察。

三、監測儀器維護成果

本年度於已3月初辦理AT測傾儀及振弦式測讀器之儀器校正作業，將儀器送回原儀器公司進行校正，並於111年3月9號完成校正作業；水平變位計測讀器於本年度年初發生故障，經採購後於7月22日測試校正完畢，並開始觀測紀錄壩體水平變位之數據

四、整體初步安全分析

牡丹水庫整體安全狀況評估，詳表結-1所示。綜上幾點所述，本年度安全檢查結果，目前牡丹水庫尚屬穩定安全。

表結-1 牡丹水庫大壩安全檢查綜合評估表

類別	評估項目	評估結果			
		良好	尚可	待改善	待更新
大壩	上游坡面	v			
	壩頂	v			
	下游坡面		v		
附屬構造	溢洪道		v		
	落水池		v		
	取排水	v			
水工機械	溢洪道		v		
	取排水		v		
水庫周邊	右岸邊坡		v		
	C線道路邊坡		v		
<ul style="list-style-type: none"> ●良好：能符合預期之功能或狀況。 ●尚可：能符合預期之功能或狀況，惟需維護。 ●待改善：可能無法符合預期之功能或狀況，應修理或改善。 ●待更新：無法符合預期之功能或狀況，應更換。 					

貳、建議

彙整牡丹水庫大壩建議辦理改善與持續觀測之情形(詳表結-2)，提出相關建議改善事項，將優先順序列分3級(立即改善、限期改善、計畫改善)及建議「維護保養事項」(詳表結-3)，如下：

表結-2 牡丹水庫大壩建議改善事項

設施		建議改善事項	優先順序	備註
土木結構	大壩	1.落水池右護岸有些許沉陷發生，建議加密觀測該處變化。	3	
	C線道路邊坡	1.IM8A 測傾管有些許偏移發生(約 1.64cm)，建議加密觀測該處變化	3	

註：「立即改善」1：建造物損壞並致影響其功能。

「限期改善」2：建造物局部損壞，應防止其損壞擴大者。

「計畫改善」3：建造物已顯現缺陷或經評估需改善其功能或年久需維修者。

表結-3 牡丹水庫大壩建議維護保養事項

設施		建議改善事項	備註
土木結構	大壩	1.W1 導水隧道排水管易有堵塞之情形，建議定期辦理清理。	
		2.落水池右護岸有淤土堆積，建議定期辦理清理。	
水工機械	溢洪道	1.NO.1~3 閘門門扉及桁臂目視檢查結果閘門門扉及桁臂連結處與右側桁臂及樞座局部脫漆生鏽，NO.2 門扉底部脫漆生鏽及由底部主橫樑往上數第五隻橫樑處鉸道脫漆生鏽，建議除鏽補漆	
		2.NO.2 閘門吊門機組目視檢查除基座構件局部鏽蝕，建議除鏽補漆	
		3.NO.1~3 弧型閘門右側底部有輕微滲水現象，建議持續觀察	
		4.NO.3 橫樑易有鳥類排泄物堆積造成門扉構件鏽蝕，建議可定期清理並對鏽蝕部位除鏽補漆	
	閘閥室	1.進水口下層阻水閘門閘門橫樑及水封處構件有局部鏽蝕，建議除鏽補漆	
		2.高壓滑動閘門門框鏽蝕建議除鏽補漆	