

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. 於年度內完成十二次各站儀器設備(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(107年1月1日~107年12月31日)阿公店水庫水位介於EL.29.62m~EL.36.60m間，年累積降雨量約2252.6mm，單日最大降雨量為8月23日之318.30mm，地震儀共蒐錄到6次地震，最大PGA值ED02蒐錄之最大PGA值為10.931gal(南北向-X軸方向)，本年度較去年最高水位上升0.1m，累積雨量增加1318.1mm，單日最大降雨量增加192.6mm。

本計畫執行期間共辦理一次特別檢查，說明如下：

(1)24小時累積降雨量於8月23日12:00~8月24日11:00期間達359.4mm(特別檢查標準：24小時累積雨量超過350公厘)。

(2)豎井溢洪管最大放流量於8月24日01:00~02:00達72.07cms(特別檢查標準：溢洪管排洪量超過每秒72立方公尺)。

考慮庫區天候狀況，經與南水局研議，一併於8月27日針對上述兩起事件辦理0823大豪雨後特別檢查。

貳、大壩安全檢查成果

- 一、壩體結構、上游坡面、下游坡面、附屬結構、水庫周邊區域及水庫周邊邊坡，整體狀況尚屬良好。
- 二、0823大豪雨後特別檢查發現0k+900m下游壩面有一處淺層滑動，長13.8公尺，寬8.1公尺，深0.7公尺，滑動範圍位於滿水位線以上，管理中心於107年8月27日辦理修復，經檢查發現已無持續滑動跡象，建議持續觀察。
- 三、大壩下游滲水點對照歷次檢查結果發現部分滲水點因地貌改變，已無滲漏情形，各滲水點並無加劇與惡化之跡象，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、大壩下游生態池並無氣泡或其他可能滲水之異狀，另汛期前進行

一次水下載具檢查，惟因生態池水質濁度過高導致成效不佳，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，多屬小範圍且局部之現象，南水局已於本年度發包辦理阿公店越域排洪道補強工程，並已於 107 年底完工。
- 七、越域排洪道淨水池側排水系統之填土區與混凝土階梯介面為相對弱面，降雨後無法有效排水，導致下方土層淘空，南水局於今年度汛期前採土石袋修繕，惟民國 107 年 9 月定期檢發現有再度淘刷現象，考量此區域並無重要保全對象，且階梯下方之越域排洪道均可發揮預期功能，因此目前採用的修繕方式屬經濟可行方案。

參、越域引水路汛期前檢查成果

- 一、襯砌剝落、鋼筋外露、裂縫、滲水及白華等異狀多為既有情形，與「106 年度阿公店水庫 0211 地震後越域引水路隧道特別檢查」成果無明顯差異。
- 二、里程 7k+475m 處發現之仰拱隆起現象應係受剪裂帶之地質因素影響，建議後續可參考「阿公店水庫越域引水路 9k+830~9k+870 修護工程」採用之底板突起刨除加固工法進行修復。

肆、大壩安全監測成果

- 一、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，各斷面監測儀器讀值皆小於警戒值，研判大壩滲流行為尚屬合理。
- 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、上游側、下游側之歷年累積總沉陷量最大值分別為 2.1cm 及 3.7cm，上游側之最大沉陷量為大壩填土高(10m)之 0.2%，下游側之最大沉陷量為大壩填土高(10.5m)之 0.35%，並未超過國內外文獻建議之沉陷容許值(壩高 1%)。
- 四、傾斜觀測管 K4 基座旁邊坡處於 8 月 23 日大豪雨後再度出現掏空情形，9 月份傾斜觀測管 K4 總偏移量為 21.79mm，破壞位置距壩軸 125m，已非屬壩體結構，研判暫不致影響大壩安全，惟仍建議辦理修繕；107 年 8 月份 SDE-02 總偏移量為 12.13mm，搭配現場檢查及數值地形成果發現坡面並無明顯滑動之異狀，研判應為儀器之誤差，而非壩體本身之變位。
- 五、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。

伍、大壩行為及安定性評估

- 一、大壩里程 0k+280m、0k+425m、0k+550m、0k+700m、0k+738m 及 0k+900m 各斷面下游坡面安定分析成果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。
- 二、隨著庫水蓄升、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「106 年度阿公店水庫大壩安全檢查及監測分析，106.12」總水頭分布大致相同，顯示本期間大壩滲流大致維持穩定，並無明顯異常情形。
- 三、下游滲漏區常態水力坡降最大約 0.0812，管湧潛勢甚低，且自大壩上游面至滲漏點位置距離極長，故應無管湧疑慮。

陸、監測儀器設備檢測及檢討

- 一、自記水位計及水位觀測井於壩體與水庫下游共設置 19 處，107 年度監測期間曾陸續發現有感測器故障，經改善排除異狀後，目前仍有 C5 及 WLE-10 故障，預計於 108 年 1 月進行改善。
- 二、水壓計共設置 30 處，107 年度檢測發現 19 組水壓計感測器已失去功能、2 組水壓計測讀值異常，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，建議保持現狀，採鄰近水壓計及水位計推估。各水壓計鄰近可供參考儀器詳表 摘-2。
- 三、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)，建議維持現狀。
- 四、大壩下游滲水區共有 6 孔水位井，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水位之關聯，為使阿公店水庫監測系統更趨完備，利於南水局日後之監測與維護，本計畫針對滲水區監測儀器智慧管理提出檢討及規劃方案(詳 5-4 節)，做為後續南水局建置之參考。

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)	WLE-01	
	WPE-04(失去功能)	WPE-06、WLE-01	
	WPE-05(失去功能)	SDE-02	
	WPE-06	WLW-01、WPE-07	
	WPE-07	WLW-01、WPE-06	
主壩 0k+425	WPE-08(失去功能)	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-09(失去功能)	SDE-03	
	WPE-10(失去功能)	WPE-11	
	WPE-11	SDE-04	
	WPE-12(失去功能)	WPE-13、WLE-02	
	WPE-13(異常)	WLW-02、WLE-02	
	WPE-14(失去功能)	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-16(失去功能)	WPE-15	
	WPE-17	WPE-19	
	WPE-18(失去功能)	SDE-06	
	WPE-19	WPE-17	
	WPE-20(失去功能)	WLW-03、K3	
	WPE-21(失去功能)	WPE-17、WPE-19	
左副壩 1k+100	WPE-22(失去功能)		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-23(失去功能)		
	WPE-24(異常)	WPE-25	
	WPE-25	WPE-24、WLW-04	
	WPE-26(失去功能)	WPE-24、WLW-04	
左副壩 1k+500	WPE-27(失去功能)	WLE-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-28		
	WPE-29	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

Abstract

I. Preface

The Agongdian Reservoir is a reservoir which is built for preventing flood. The major elements of this reservoir include the main dam, the left and the right auxiliary dam. The main dam is a roller –compacted with core walls consisted of concrete material. The core walls of auxiliary dams consisted of clay and red clay. Main civil structures at Agongdian include the main dam, spillway, intake works, and the interbasin transfer spillway. To solve the issues of sediment accumulation, irrigation, domestic water supply, and inadequate freeboard. In the meantime, to reach the target functions of Flood control, irrigation and public water supply. The updated improvement project started from 1997 and finished in 2006, which is the best case of old reservoirs re-building in Taiwan.

The purpose of this project is to interpret existing monitoring data and evaluate the overall safety of Agongdian Dam during its operation. To ensure the residents living downstream of the dam are safe and secure. During the project progress, doing safety inspection and monitoring analysis with the related equipment. It also includes collecting data from monitoring devices, analysis, evaluation, and dam safety inspection, etc. Afterward, based on the results of inspection and monitoring to evaluate the dam behaviors and safety. And check the usability of the monitoring devices.

Details are as below:

Table 1-1 The list of work items for Agongdian Reservoir dam safety inspection, monitoring and analysis

Item	Work projects	Item	Work projects
I	Dam safety monitoring 1. Monitoring instrument reading 2. Data organizing and analysis 3. Collect past recommendations from dam safety teams as well updating responses and observation this year °	III	Dam behavior and safety evaluation 1. Monitoring data behavior variation determination 2. Potential dam damage behavior evaluation 3. Abnormal event discussion and analysis 4. Conduct necessary numerical model analysis to assist evaluation 5. Comprehensive judgment of dam body safety and visual inspection
II	Dam safety inspection 1. Regular monthly inspection(The scope of inspection include structures of dam, irrigation pipe, spillway pipe and trans basin spillway/Reservoir Trans basin) 2. Special inspection(unscheduled) 3. Inspection data compilation and evaluation 4. Conduct safety evaluation of hydraulic gates and hoist and after flood periods	IV	Review of the operation and maintenance of safety monitoring devices 1. Comprehensive review of the monitoring devices which need to be repaired, discontinued or replaced 2. Annual revision of data collection frequency of monitoring devices 3. To make sure the monitoring devices and the data continuously. Should prepare at least one of the piezometer and water level gauges. 以 when the monitoring devices was loss capacity, it will be the spares. 4. Finish 12 times monitoring devices detect, correction, test and maintain in this year. The system include 5 sets of data recording devices, piezometers, and self-recording groundwater gauges, seepage weirs, and water level gauges at the intake tower.

During the project progress(January 1,2018 to December 31,2018), the dam water level was between EL. 29.62m ~EL. 36.60m. The annual accumulated rainfall is approximately 2252.6mm. The maximum daily rainfall is 318.30mm on Aug-23rd. The Seismograph has collected 6 earthquakes, the maximum PGA value is 10.931gal, which was collected on ED02(North-south- X-axis direction). The highest water level is 0.1m higher than last year. The annual accumulated rainfall is increased by 1318.1mm compared with last year. The maximum daily rainfall is increased by 192.6mm compared with last year

During the project progress,

- (1)24-hour accumulated rainfall reached 359.4mm from 12:00 on August 23 to 11:00 on Aug-24th. (The special inspection standard: 24 hours of accumulated rainfall over 350 mm)

(2)The maximum release flow of the spillway pipe reached 72.07cms on 01:00~02:00 on Aug-24th. (The special inspection standard: The release flow of the spillway pipe over 72cms per seconds.)

Consider the weather conditions in the reservoir area and after the discussion with WRASB, we decided to launch special inspection on Aug-27th for above-mentioned two cases after Aug-23rd heavy rain.

II. Safety Inspection Results

- a.The overall conditions of the dam structure 、 upstream hillside 、 downstream hillside 、 Subsidiary structures 、 and the surrounding area are fine.
- b.After the special inspection of Aug-23rd heavy rain, we found a shallow slide which is 13.8m(L)*8.1m(W)*0.7m(depth) on 0k+900m surface of the downstream dam. The slide area is located above the EL. 37.0m. The WRASB already made repair on Aug-27th 2018. There is no continuously slide sign after inspection. Suggest to keep observing.
- c. After comparing several times the inspection results, we found that some of the seepage of downstream on the dam have no leak situation because of the change of landform. Every seepage has no intensifying or worsen situation. The seepage flow of the measuring weir have not abnormal changes, either. So, there's no immediate impact on the safety of the dam.
- d.The ecological pool of downstream dam have no abnormal conditions which are having bubbles or possibility of seepage. The result of the submarine inspection before flood season is not good enough because the turbidity is too high in the ecological pool. Suggest to keep observing.
- e.Spillway pipe components (e.g. diversion piers, gate from at the downstream outlet, channel sidewalls and floor slabs) and the intake works (e.g. intake tower, diversion structures, connecting bridge) are all

in good conditions. No major damages.

- f. There are seepage and plants grown in the construction joint of the trans basin floodway's overflow weir. The concrete surface have peeled off, and abnormal conditions of abrasion 、 cracking 、 seepage and efflorescence. They are all small areas and partial situation. The trans basin floodway reinforce engineering is finished at the end of 2018.
- g. These have a plane of weakness between the drainage system which nearby the stilling pond's backfilling area and concrete ladder. It cannot effectively drain after rains and it lead to hollow out the lower soil layer. Already repair with cage debris bag before flood season this year. Consider there's no important equipment in the area and the trans basin floodway below the stairs still have expected conditions, so the current repair method is more economical and workable.

III. Trans basin Waterway Safety Inspection Results

- a. The abnormal conditions of spalling tunnel lining 、 exposed deformed bar 、 crack 、 seepage and efflorescence already exist form the past. There is no significant difference from last year's results.
- b. The heaving inverted lining at sta.7k+475m is affected by the shear zone. We recommend repairing with reference to the previous work methods.

IV. Monitors Results

- a. The change in the total head which in the dam body and dam foundation is regular and stable. All of the monitors at the dam sections are both below the warning value. So, we judge that dam seepage is reasonable.
- b. By eliminating the effects of rainfall form measuring weir's(WQR-03) monitoring data, and regression analysis between the dam water level and seepage. The result illustrate that dam water level and seepage are positive

correlation.

- c. The maximum settlement at upstream is 2.1cm, which is 0.2% of the dam elevation(10m). The maximum settlement at downstream is 3.7cm, which is 0.35% of the dam elevation(10.5m).
- d. The slope nearby the tilemeter-K4 was hollowed out once again on Aug-23rd, and the offset in September is 21.79mm. The destruction position is 125m from dam axis, which is not belong to dam structure. So, it will temporarily not affect the safety of the dam; The offset of tilemeter-SDE02 in August is 12.13mm. According to the inspection and the digital topographic survey result, it is not the dam deformation but the instrumental error.
- e. Both the onsite and the free-field seismometers reflected the vibrational behavior of the dam and the foundation accurately when compared to the records from the Central Weather Bureau.

V. Behavior And Stability Evaluation

- a. The result of stable analysis with every section on downstream slide which are dam sta. 0k+280m 、 0k+425m 、 0k+550m 、 0k+700m 、 0k+738mand0k+900m shows the result of tiltmeter is surface displacement and no concern on big scale of sliding. Also, when in the situation of steady state seepage(EL. 37.0m), the safety factor is over the regulation. As a result, the dam surface of Agongdian reservoir is considered as stable.
- b. When the reservoir level goes up or down, the total head contour line, which in sand layer of dam foundation will grade to the area, where is the emergent sand layer area. The total head result is mostly same as 「 Safety Inspection and Monitoring of Agongdian Reservoir in Year 2017 」 . It represents the seepage keeps stable during these time period and no

abnormal conditions.

c. The maximum normal hydraulic slope on downstream seepage area is 0.0812. The piping potential is quite low and the distance from dam upstream surface to seepage is quite long. As a result, there is no concern of piping.

VI. Review and Revision of Monitoring Devices

a. There are 19 automatic water gauge set up on dam and reservoir downstream. Starting from 2018, continuously found the sensor is broken. After eliminating the abnormal status, the C5 and WLE-10 is still broken. We planned to do the improvement from 2019 January.

b. There are 30 piezometers set on the dam. After annual inspection, there are 19 piezometers are failure and 2 piezometers have abnormal reading in 2018. In view of the high risk of pumping out the piezometer, it might lead to the hydraulic fracturing because of disturbance the filling material in the dam. Recommended to keep the current status and consult the nearby piezometers and level gauges to estimate the total head. Table 1-2 shows the methods of handling piezometer anomalies.

c. The frequency of collecting data at Agongdian Reservoir was found to satisfy the “Structure Management Guidelines of Reservoirs, June 1997” and the minimum required frequency established by USBR 1987, whereby the stated monitoring frequency is between once a week and once every three months. The current regime is adequate.

d. There are 6 gauging wells at the downstream seepage area. In order to make the monitor system be more complete and convenient to maintain, this plan list out the review and details plans regarding the intellectual management of the monitors in seepage area for WRASB’s future construction reference.

Table 1-2 Methods of handing piezometer anomalies

Cross-section	(1)Monitoring Device	(2)Substitute Devices	Handing methods
Right auxiliary dam 0k+280	WPE-01(lose capacity)*	WPE-02 、 SDE-01	a. If (1) piezometer readings appear erroneous in this section, the correctness of the readings could be verified through (2) piezometers or water level gauges. b. If errors occurred in only at a single piezometer or water level gauges, then it probably caused by human error, or system malfunction. c. If anomalies occurred in piezometer of (1) and (2) on the left, then immediate safety checks should be conducted.
	WPE-02	SDE-01	
	WPE-03(lose capacity)	SDE-02	
	WPE-04(lose capacity)	SDE-02	
	WPE-05(lose capacity)	SDE-02	
	WPE-06	WLW-01	
	WPE-07(lose capacity)	WLW-01	
Main dam 0k+425	WPE-08(lose capacity)	SDE-03	
	WPE-09(lose capacity)	SDE-03	
	WPE-10(lose capacity)	WPE-11 、 SDE-04	
	WPE-11	SDE-04	
	WPE-12(lose capacity)	WPE-13	
	WPE-13(anomalies)	WLW-02	
	WPE-14(lose capacity)	WLW-02	
Left auxiliary dam 0k+700	WPE-15	SDE-05	
	WPE-16(lose capacity)	WPE-15 、 SDE-05	
	WPE-17	WPE-19 、 WLW-03	
	WPE-18(lose capacity)	WLE-04	
	WPE-19	WPE-17 、 WLW-03	
	WPE-20(lose capacity)	WPE-17 、 WPE-19	
	WPE-21(lose capacity)	WPE-17 、 WPE-19	
Left auxiliary dam 1k+100	WPE-22(lose capacity)	WPE-25	
	WPE-23(lose capacity)	WPE-24	
	WPE-24	WPE-25	
	WPE-25	WPE-24 、 WLW-04	
	WPE-26(lose capacity)	WPE-24	
Left auxiliary dam 1k+500	WPE-27(anomalies)	WLE-09	
	WPE-28	WPE-27	
	WPE-29(lose capacity)	WLE-09	
	WPE-30(lose capacity)	WLE-09	

Note 1 : WPE stands for piezometer.

Note 2 : WLE and WLW are water level gauges.

Note 3 : SDE is inclinometers.

結論與建議

一、結論

(一)107年度阿公店水庫水位介於EL.29.62m~EL.36.60m，年累計雨量為2,252.60mm，本年度單日最大降雨量為8月23日之318.30mm；地震儀共蒐錄到6次地震，最大PGA值ED02蒐錄之最大PGA值為10.931gal(南北向-X軸方向)，整體而言，本年度較去年最高水位上升0.1m，累積雨量增加1319mm，單日最大降雨量增加192.6mm。

(二)特別檢查：

1.本年度共辦理一次特別檢查，詳細說明如后所述：

(1)24小時累積降雨量於8月23日12:00~8月24日11:00期間達359.4mm。

(2)豎井溢洪管最大放流量於8月24日01:00~02:00達72.07cms。

(3)上述兩起事件皆達特別檢查標準：24小時累積雨量超過350公厘之大豪雨及溢洪管排洪量超過每秒72立方公尺。

(4)考慮庫區天候狀況，經與南水局研議，一併於8月27日針對上述兩起事件辦理0823大豪雨後特別檢查，經檢查發現0k+900m下游壩面有一處淺層滑動，長13.8公尺，寬8.1公尺，深0.7公尺，滑動範圍位於滿水位線以上，為避免土方回填改善後再次造成淺層滑動，南水局於8月27日起辦理一系列之修復工程，本次修復首先於底層鋪築第一層填裝碎石級配之土包袋，再於上方鋪築第二層填裝土方之土包袋，最後於表層回填土方至原坡面並加以夯實，以利大壩草類植生，除此之外並無大規模異狀發生，多屬零星之個別異狀，下游滲水區亦無明顯變化，研判0823大豪雨後未對阿公店水庫土木結構物造成影響，檢查成果及檢查表詳附錄H。

(三)定期現場檢查：

1.綜合大壩安全檢查結果，壩體結構、上游坡面、下游坡面、附屬結構、水庫周邊區域及水庫周邊邊坡，整體屬良好，並無大規模坍塌、滲水、沉陷、損壞等特殊狀況。

- 2.南水局已於民國107年4月辦理壩頂道路裂縫修補，修補採無收縮水泥漿填充及表層填補乳化瀝青，經歷次定期檢查發現修補狀況良好，建議後續持續追蹤其變化情形。
- 3.大壩下游滲水點並無加劇與惡化之跡象，且滲水點位置亦無往壩體移動之趨勢，經調查評估後本年度滲水情形維持穩定，應無立即影響大壩安全之虞，惟後續仍應持續觀察是否有新增之滲水點。
- 4.阿公店水庫森林公園生態池之池底座落於砂(礫)層之上緣，因生態池施工時採不透水布鋪底，故壩趾滲水暫無由砂(礫)層滲入生態池之虞，本計畫為確認大壩滲流對生態池之影響，每月皆定期檢視池面，並於汛期前進行一次水下載具檢查，惟因生態池水質濁度過高導致成效不佳。
- 5.阿公店左壩座區浮力式太陽能系統岸邊錨固邊坡之既設混凝土塊開裂、錯動及傾覆之異狀，經本年度檢查發現裂縫無明顯變化，根據目前錨固位置可知，現有發現之缺失係位於水庫周邊景觀護岸，尚不致影響大壩安全，南水局已與辰亞公司協調，並於民國107年12月完成改善。惟廠商於第二期施作期間已將第一期設置之錨固位置下移至既設混凝土立方塊(EL. 37.0m滿水位線以上)，後續建議持續追蹤其變化。
- 6.越域排洪道聯外道路0k+325m~0k+511m於105年11月檢查時即發現有不均勻沉陷即地磚錯動位移情形，106年12月已進行修復，本年度針對聯外道路及排洪道隧道內之異狀交叉檢核後未發現有相互影響。

(四)越域引水路汛期前檢查：

- 1.本次檢查發現除7k+475m~7k+485m仰拱隆起現象外，襯砌剝落、鋼筋外露、裂縫、滲水及白華等異狀多為既有情形，其餘與「106年度阿公店水庫0211地震後越域引水路隧道特別檢查，民國106年3月」成果無明顯差異。
- 2.里程7k+475m處發現之仰拱隆起現象，經查施工及地質資料初步判定里程7k+475m應係受剪裂帶之地質因素影響，建議後續可參考106年10月完成之「阿公店水庫越域引水路9k+830~9k+870修護工

程」所採用之底板突起刨除加固工法進行修復。

(五)監測儀器狀況：

- 1.民國106年5月18日檢測發現水位計C5感測器損壞失去功能，南水局已於107年11月辦理水位計採購並完成更新，現已恢復記讀功能。
- 2.民國107年2月2日檢測發現水位計WLE-10感測器損壞失去功能，南水局已於107年4月26日辦理水位計採購並完成更新，現已恢復記讀功能。
- 3.民國107年9月檢測發現水位計WLW-01及WLW-04紀錄器無法連線，南水局已於107年11月上旬辦理修復，現已恢復正常記讀功能。
- 4.WQR-03自民國107年8月10日起因豪雨造成儀器進水出現讀值異常，南水局已於107年10月中旬辦理修復，現已恢復正常記讀功能。
- 5.民國107年9月份檢測發現儀器盤IP01自8月23日起資料無法回傳至監控室，南水局已於107年11月上旬辦理修復，現已恢復正常記讀功能。
- 6.民國107年12月檢測發現水位計WLW-03檢測發現讀值出現異常飄移現象，研判應為太陽能供電模組故障，管理中心已於12月17日辦理修復，現已恢復正常記讀功能。
- 7.WLE-03因裝設位置易受降雨影響，民國107年8月檢查發現WLE-03儀器箱上方之人孔蓋防水材料已破損，且內部有積水現象，造成降雨期間讀值跳動，但降雨影響後仍可反應正常水位變化，顯示儀器本體功能仍屬正常，建議可重新鋪設不透水材料，並持續辦理監測作業。
- 8.水壓計WPE-13自民國106年10月30日讀值開始出現上升飄移現象，經檢測後電流輸出值無異常(4~20mA)，將依照儀器狀況辨識程序持續觀察。
- 9.水壓計WPE-24自民國107年7月上旬讀值開始出現上升飄移現象，經檢測後電流輸出值無異常(4~20mA)，將依照儀器狀況辨識程序持續觀察。
- 10.水位計WLE-04自民國107年7月上旬出現讀值上升飄移，且最大讀

值(EL.54.92m)超過庫水位及該水位井管口高程(EL.35.61m)，已屬不合理之現象，惟經檢測發現電流輸出值無異常(4~20mA)，建議依照儀器狀況辨識程序持續觀察。

(六)監測分析：

- 1.根據本期間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，各斷面監測儀器讀值皆小於警戒值，研判大壩滲流行為尚屬合理。
- 2.傾斜觀測管K4基座旁邊坡處於8月23日大豪雨後再度出現掏空情形，9月份傾斜觀測管K4總偏移量為21.79mm，由量測成果圖可知係距孔口處0.5m~3.0m之變位，10月及11月之總偏移量分別為7.58mm及3.48mm，顯示變化趨勢已趨緩，且破壞位置距壩軸125m，已非屬壩體結構，研判暫不致影響大壩安全，惟仍建議辦理修繕；107年8月份SDE-02總偏移量為12.13mm，搭配現場檢查及數值地形成果發現坡面並無明顯滑動之異狀，研判應為儀器之誤差，而非壩體本身之變位，經持續觀察9月~11月之總偏移量分別為2.49mm、3.08mm、3.69mm，皆小於管理值，並無持續變化之趨勢。
- 3.上、下游側之歷年累積總沉陷量最大值分別為2.1cm及3.7cm，上游側之歷年最大總沉陷量為該處大壩填土高(10m)之0.2%，下游側之歷年最大總沉陷量為該處大壩填土高(10.5m)之0.35%，並未超過國內外文獻建議之總沉陷容許值(壩高1%)。
- 4.根據大壩下游滲漏區鄰近水壓計、水位計之實測資料，此區段常態水力坡降最大約0.0812，遠小於臨界水力坡降0.99，顯示管湧潛勢甚低，且自大壩上游面至滲漏點位置距離極長，應無管湧疑慮。

二、建議

現場檢查與監測儀器建議改善事項及建議觀察事項彙整如下：

表 結-1 建議改善事項

項目	改善事項	可能之原因研判及安全性影響	初步因應或建議方案	優先改善順序
大壩	上游側植草護坡有零星鼠洞及部份排水溝出口有輕微沖蝕(里程0k+80m~0k+200m)之現象(皆位於滿水位之上)	1.歷年調查成果可知大壩存有鼠類動物，孔洞挖掘深度約直徑 10~40 公分，深度約 15~60 公分 2.應為壩頂洩水溝未延伸至混凝土路面，導致於豪大雨時壩頂洩水直接沖刷植草護坡所致，經查大多為表面沖蝕，對大壩無立即影響	1.定期修剪坡面植被 2.南水局已於 11 月上旬辦理填補修繕，後續如有發現新增之異狀，建議辦理修繕	4
	下游側數處鼠洞及雨水沖蝕孔洞	1.歷年調查成果可知大壩存有鼠類動物，孔洞挖掘深度約直徑 8~55 公分，深度約 15~60 公分 2.雨水沖蝕孔洞大多發生於洩水溝周邊，應為不同材料介質沖刷所致，對大壩無立即影響	1.定期修剪坡面植被 2.南水局已於 11 月上旬辦理填補修繕，後續如有發現新增之異狀，建議辦理修繕	4
水庫周邊	0k+738m 下游距壩軸 125 公尺，傾斜觀測管 K4 基座旁邊坡滑動破壞現象	9 月份傾斜觀測管 K4 總偏移量為 21.79mm，由觀測管量測成果圖可知係距孔口處 0.5m~3.0m 之變位，破壞位置距壩軸 125m，已非屬壩體結構，應不致影響大壩安全	掏空位置距壩軸 125 公尺，已非屬壩體結構，惟仍建議辦理填補作業	3
監測儀器	WLE-03 降雨期間讀值跳動	民國 107 年 8 月檢查發現 WLE-03 儀器箱上方之人孔蓋防水材料已破損，且內部有積水現象，造成降雨期間讀值跳動	建議重新鋪設不透水材料，並持續辦理監測作業	3

註：建議事項優先改善次序：

- 1、立即改善，涉及結構安全，應立即改善。
- 2、限期改善，局部損壞，應防止損壞擴大。
- 3、計畫改善，顯現缺陷、需改善其功能或年久需維修
- 4、維護保養事項，不影響設施安全或功能，可於一般例行維護、保養工作處理者。

表 結-2 建議觀察事項

項目	觀察事項	可能之原因研判及安全性影響	初步因應或建議方案
大壩	下游坡面 (里程 0k+900)	里程 0k+900m 下游坡面於 8 月 23 日大豪雨後發生局部淺層滑動，長 13.8m，寬 8.1m，深 0.7m，滑動範圍位於滿水位線以上，初步研判為強降雨後雨水入滲壩頂道路路緣石與下游坡面交界處所造成。另於民國 98 年 4 月，0k+900m 附近坡面曾因大雨沖蝕造成邊坡表層土體滑落，此斷面之監測資料(SDE-08)於滑動前已見表層有不穩定之潛勢，故進行下游坡面整修	管理中心已於 8 月 27 日辦理緊急修復，經 11 月份定期現場檢查並無持續滑動跡象，後續將持續觀察，如發現異狀將立即回報南水局辦理修繕作業，以維大壩安全。
	106 年 11 月壩頂瀝青混凝土路面鄰近下游側有多處與壩軸平行或垂直之裂縫	應為壩頂加寬工程時壓實度不同或道路邊緣路緣石基礎夯實度差異所致，雖無立即危險之虞，惟降雨後雨水沿裂縫滲入恐造成損壞擴大	南水局已於民國 107 年 4 月上旬辦理道路填補修繕，經 11 月份定期現場檢查發現修繕狀況良好，建議持續觀察
附屬結構物	越域排洪道淨水池側排水系統土層掏空	沖刷掏空的原因與強降雨有關，且填土區與混凝土塊(階梯)介面原本即為相對弱面，降雨後無法有效排水，導致下方土層掏空	南水局於今年度汛期前採土石袋修繕，惟民國 107 年 9 月定期檢發現有再度淘刷現象，考量此區域並無重要保全對象，且階梯下方之越域排洪道均可發揮預期功能，因此目前採用的修繕方式屬經濟可行方案
水庫周邊	大壩下游里程 0k+400m~0k+480m 間之生態池	生態池施工時採不透水布鋪底，且生態池之池底高程為 EL.20.7m，座落於砂(礫)層上緣，故壩趾滲水暫無由砂(礫)層滲入生態池之虞，惟時日久後恐有材料失效之情形	每月檢視池面並無發現氣泡或其他可能滲水之異狀，建議持續觀察
	浮力式太陽能岸邊錨固邊坡既設混凝土塊開裂、錯動及傾覆之異狀	現有錨固處之混凝土護欄，其設計原意僅為邊坡保護之景觀設施，無法提供錨固所需之額外拉力。經比對現地照片發現護欄裂隙疑似與新設錨固設施有關	已針對開裂狀況較為嚴重之處進行標記，經本季檢查發現裂縫無明顯變化，惟廠商擬將錨固位置將下移至景觀護岸之最下階，建議持續追蹤其變化
監測儀器	水壓計 WPE-13	監測讀值出現上升飄移現象	民國 106 年 10 月 30 日讀值開始出現上升飄移現象，經檢測後電流輸出值無異常(4~20mA)，將依照儀器狀況辨識程序持續觀察，該讀值暫不列入分析項目
	水壓計 WPE-24	監測讀值出現上升飄移現象	民國 107 年 7 月上旬水位出現上升飄移現象，惟部分時間仍為正常讀值，且經檢測發現電流輸出值無異常(4~20mA)，建議依照儀器狀況辨識程序持續觀察，暫時不列入分析
	水位計 WLE-04	監測讀值出現上升飄移及資料不連續現象	水位計 WLE-04 於民國 107 年 7 月上旬出現讀值上升飄移及資料不連續現象，經本季檢測發現電流輸出值無異常(4~20mA)，建議依照儀器狀況辨識程序持續觀察，故該讀值暫不列入分析

