110 年度鯉魚潭水庫監測及安全檢查

-水庫安全監測分析委託服務

綜合成果報告

主辦機關：經濟部水利署中區水資源局

執行單位：黎明工程顧問股份有限公司

中華民國 111 年 3 月

110 年度鯉魚潭水庫監測及安全檢查-水庫安全檢查分析

綜合成果報告

目錄

表目錄 ----------III

圖目錄 ----------VII

第一章　前言 ----------1-1
1-1 計畫緣起 ----------1-1
1-2 水庫大事記 ----------1-2

第二章　工作項目及要求 ----------2-1
2-1 工作範圍及目標 ---------- 2-1
2-2 工作項目及內容 ---------- 2-2
2-3 委託工作成果要求 ---------- 2-5

第三章　水庫概況 ----------3-1
3-1 水庫概要 ----------3-1
3-2 水庫監測儀器概述 ----------3-9

第四章 工作執行內容----------4-1
4-1 安全監測分析 ----------4-1
4-2 現場檢查工作 ----------4-1
4-3 工作執行經過 ----------4-6

第五章　重要工作成果 ----------5-1
5-1 安全監測分析 ----------5-1
5-1-1 大壩 ----------5-1
5-1-2 溢洪道洩槽兩岸邊坡 ---------- 5-80
5-1-3 溢洪道舟斗左岸邊坡 ---------- 5-90
5-1-4 110 年度舟斗左岸邊坡數值分析----------5-100
5-1-5 投池右岸邊坡----------5-104
5-1-6 投池右岸邊坡安全性分析及改善方案說明 ----------5-131
5-1-7 取出水工 ----------5-136
5-1-8 後池堰 ----------5-147
5-1-9 地震監測分析----------5-150
5-1-10 警戒值修定 ----------5-178

5-2 安全檢查 ----------5-185
5-3 庫區橋梁----------5-231
5-4 安全監測儀器及作業檢討----------5-237
5-5 集水區保育行政協助工作----------5-248
5-6 水工機械操作紀錄及維護資料之複核----------5-248
5-7 加值服務 ----------5-250
5-8 安全綜合評析----------5-257

第六章 結論與建議----------6-1

附錄 A 不定期檢查專案報告(2020-2021 年連續枯旱特別檢查)(詳光碟)
附錄 B 配合停水特別檢查報告(第一輸水隧道特別檢查)(詳光碟)
附錄 C 集水區保育行政協助工作(詳光碟)

表目錄

表 1-1-1　鯉魚潭水庫大事記載表(1/6) ----------1-3
表 1-1-1　鯉魚潭水庫大事記載表(2/6) ----------1-4
表 1-1-1　鯉魚潭水庫大事記載表(3/6) ----------1-5
表 1-1-1　鯉魚潭水庫大事記載表(4/6) ----------1-6
表 1-1-1　鯉魚潭水庫大事記載表(5/6) ----------1-7
表 1-1-1　鯉魚潭水庫大事記載表(6/6) ----------1-8
表 2-1-1　本計畫工作範圍 ----------2-1
表 2-2-1　本計畫工作項目一覽表(1/3) ----------2-2
表 2-2-1　本計畫工作項目一覽表(2/3) ----------2-3
表 2-2-1　本計畫工作項目一覽表(3/3) ----------2-4
表 3-1-1　鯉魚潭水庫工程概要 ----------3-2
表 3-1-2　鯉魚潭水庫水工機械設施諸元表(1/2) ----------3-3
表 3-1-2　鯉魚潭水庫水工機械設施諸元表(2/2) ----------3-4
表 3-2-1　鯉魚潭水庫監測儀器總類及數量統計表(1/5) ---------- 3-11
表 3-2-1　鯉魚潭水庫監測儀器總類及數量統計表(2/5) ---------- 3-12
表 3-2-1　鯉魚潭水庫監測儀器總類及數量統計表(3/5) ---------- 3-13
表 3-2-1　鯉魚潭水庫監測儀器總類及數量統計表(4/5) ---------- 3-14
表 3-2-1　鯉魚潭水庫監測儀器總類及數量統計表(5/5) ---------- --3-15
表 3-2-2　鯉魚潭水庫監測儀器之規格 ---------- --3-16
表 4-2-1　本年度安全檢查時程及參與人員表 ----------4-2
表 4-2-2　土木結構及水工機械安全維護定期檢查週期與特別檢查時機 ----4-3
表 4-2-3　無人載具定期檢查週期與特別檢查時機 ----------4-5
表 4-2-4　DERU 評估準則 ----------4-5
表 4-3-1　本計畫工作辦理經過 ----------4-6
表 5-1-1　大壩傾斜管監測成果(1/2) ---------- 5-37
表 5-1-1　大壩傾斜管監測成果(2/2) ---------- 5-38
表 5-1-2　溢洪道洩槽兩岸邊坡傾斜管監測成果 ---------- 5-82
表 5-1-3　溢洪道舟斗左岸邊坡傾斜管監測成果 ---------- 5-94
表 5-1-4　溢洪道舟斗左岸邊坡數值方析方法說明 ----------5-100
表 5-1-5　溢洪道舟斗左岸邊坡數值方析參數一覽表 ----------5-101
表 5-1-6　溢洪道舟斗左岸邊坡安定分析成果(1/2) ----------5-102
表 5-1-6　溢洪道舟斗左岸邊坡安定分析成果(2/2) ----------5-103
表 5-1-7　109 年度及 110 年度舟斗左岸邊坡穩定性數值分析結果 --------5-103

表 5-1-8　投池右岸邊坡上游側傾斜管監測成果(1/2) ----------5-108
表 5-1-8　投池右岸邊坡上游側傾斜管監測成果(2/2) ----------5-109
表 5-1-9　投池右岸邊坡下游側傾斜管監測成果 ----------5-110
表 5-1-10　投池右岸邊坡改善前後安定分析成果表----------5-134
表 5-1-11　取水工邊坡傾斜管監測成果(1/2)----------5-138
表 5-1-11　取水工邊坡傾斜管監測成果(2/2)----------5-139
表 5-1-12　鯉魚潭水庫強震儀本年度收錄地震之參數表(1/7)----------5-167
表 5-1-11　鯉魚潭水庫強震儀本年度收錄地震之參數表(2/7)----------5-168
表 5-1-11　鯉魚潭水庫強震儀本年度收錄地震之參數表(3/7)----------5-169
表 5-1-11　鯉魚潭水庫強震儀本年度收錄地震之參數表(4/7)----------5-170
表 5-1-11　鯉魚潭水庫強震儀本年度收錄地震之參數表(5/7)----------5-171
表 5-1-11　鯉魚潭水庫強震儀本年度收錄地震之參數表(6/7)----------5-172
表 5-1-11　鯉魚潭水庫強震儀本年度收錄地震之參數表(7/7)----------5-173
表 5-1-13　一般水庫監測系統管理值訂定依據----------5-178
表 5-1-14　國內外監測資料容許經驗值----------5-179
表 5-2-1　大壩現場檢查成果表(1/2) ----------5-192
表 5-2-1　大壩現場檢查成果表(2/3) ----------5-193
表 5-2-1　大壩現場檢查成果表(3/3) ----------5-194
表 5-2-2　大壩廊道現場檢查成果表(1/2) ----------5-195
表 5-2-2　大壩廊道現場檢查成果表(2/2) ----------5-196
表 5-2-3　溢洪道現場檢查成果表(1/6) ----------5-197
表 5-2-3　溢洪道現場檢查成果表(2/6) ----------5-198
表 5-2-3　溢洪道現場檢查成果表(3/6) ----------5-199
表 5-2-3　溢洪道現場檢查成果表(4/6) ----------5-200
表 5-2-3　溢洪道現場檢查成果表(5/6) ----------5-201
表 5-2-3　溢洪道現場檢查成果表(6/6) ----------5-202
表 5-2-4　溢洪道排水廊道現場檢查成果表(1/2) ----------5-203
表 5-2-4　溢洪道排水廊道現場檢查成果表(2/2) ----------5-204
表 5-2-4　溢洪道排水廊道現場檢查成果表(3/3) ----------5-205
表 5-2-5　觀虹橋現場檢查成果表 ----------5-206
表 5-2-5　觀虹橋現場檢查成果表 ----------5-207
表 5-2-6　溢洪道周邊邊坡現場檢查成果表(1/4) ----------5-208
表 5-2-6　溢洪道周邊邊坡現場檢查成果表(2/4) ----------5-209
表 5-2-7　溢洪道周邊邊坡現場檢查成果表(3/4) ----------5-210
表 5-2-8　溢洪道周邊邊坡現場檢查成果表(4/4) ----------5-211

表 5-2-9　投池右岸邊坡異狀現場檢查表(1/4) ----------5-212
表 5-2-8　投池右岸邊坡異狀現場檢查表(2/4) ----------5-213
表 5-2-8　投池右岸邊坡異狀現場檢查表(3/4) ----------5-214
表 5-2-8　投池右岸邊坡異狀現場檢查表(4/4) ----------5-215
表 5-2-10　投池右岸邊坡排水廊道現場檢查成果表(1/2)----------5-216
表 5-2-9　投池右岸邊坡排水廊道現場檢查成果表(2/2) ----------5-217
表 5-2-11　取水工現場檢查成果表----------5-218
表 5-2-12　第一出水工現場檢查成果表----------5-219
表 5-2-13　第二出水工現場檢查成果表(1/2)----------5-220
表 5-2-14　取水工邊坡現場檢查成果表(2/2)----------5-221
表 5-2-15　第二輸水隧道現場檢查成果表(1/2)----------5-222
表 5-2-14　第二輸水隧道現場檢查成果表(2/2)----------5-223
表 5-2-16　小溪導水隧道(十分坑溪引水隧道)現場檢查成果表(1/2)-------5-224
表 5-2-15　小溪導水隧道(十分坑溪引水隧道)現場檢查成果表(2/2)-------5-225
表 5-2-17　後池堰現場檢查成果表(1/2)----------5-226
表 5-2-16　後池堰現場檢查成果表(2/2)----------5-227
表 5-2-18　後池堰頂橋現場檢查成果表----------5-228
表 5-2-19　蓄水範圍周邊檢查成果表(1/2)----------5-229
表 5-2-19　蓄水範圍周邊檢查成果表(2/2)----------5-230
表 5-3-1　龍門橋定期檢測照片 ----------5-231
表 5-3-2　雙坑橋定期檢測照片 ----------5-232
表 5-3-3　太子爺橋定期檢測照片 ----------5-233
表 5-3-4　關山橋定期檢測照片 ----------5-234
表 5-3-5　歸安橋定期檢測照片 ----------5-235
表 5-3-6　景連橋定期檢測照片 ----------5-236
表 5-4-1　大壩監測儀器現場檢查成果表(1/2) ----------5-240
表 5-4-1　大壩監測儀器現場檢查成果表(2/4) ----------5-241
表 5-4-1　大壩監測儀器現場檢查成果表(3/4) ----------5-242
表 5-4-1　大壩監測儀器現場檢查成果表(4/4) ----------5-243
表 5-4-2　溢洪道洩槽兩岸及舟斗左岸邊坡監測儀器現場檢查成果表 ----5-244
表 5-4-3　投池右岸邊坡監測儀器現場檢查成果表(1/2) ----------5-245
表 5-4-3　投池右岸邊坡監測儀器現場檢查成果表(2/2) ----------5-246
表 5-4-4　取水工邊坡監測儀器現場檢查成果表 ----------5-247
表 5-4-5　後池堰監測儀器現場檢查成果表 ----------5-247
表 5-6-1　水工機械現場檢查及測試運轉成果表(1/2) ----------5-248

表 5-6-1　水工機械現場檢查及測試運轉成果表(2/2) ----------5-249
表 5-7-1　加值服務成果表 ----------5-250
表 5-8-1　整體安全狀況評估 ----------5-257

圖目錄

圖 1-1-1　計畫區域位置圖 ----------1-1
圖 3-1-1　鯉魚潭水庫工程設施平面圖 ----------3-1
圖 3-1-2　大壩標準斷面及隔幕灌漿剖面圖 ----------3-5
圖 3-1-3　溢洪道平面及縱斷面圖 ----------3-6
圖 3-1-4　取出水工平面圖(原設計) ----------3-7
圖 3-1-5　輸水隧道、出水工及蝶閥(現況)平面圖 ----------3-8
圖 3-2-1　鯉魚潭監測布置圖 ---------- 3-10
圖 3-2-2　大壩監測儀器平面佈置圖 ---------- 3-17
圖 3-2-3　大壩監測儀器平面佈置圖 ---------- 3-18
圖 3-2-4　大壩孔隙水壓計佈置圖(STA.0+110) ---------- 3-19
圖 3-2-5　大壩孔隙水壓計佈置圖(STA.0+160) ---------- 3-20
圖 3-2-6　大壩水平變位計佈置圖 ---------- 3-21
圖 3-2-7　大壩土壓計佈置圖(STA.0+110) ---------- 3-22
圖 3-2-8　大壩強震儀佈置圖 ---------- 3-23
圖 3-2-9　大壩滲流量測系統及量水堰佈置圖 ---------- 3-24
圖 3-2-10　溢洪道洩槽兩岸邊坡監測儀器平面佈置圖---------- 3-25
圖 3-2-11　溢洪道舟斗左岸邊坡監測儀器平面佈置圖---------- 3-26
圖 3-2-12　溢洪道下游投池右岸邊坡監測儀器平面佈置圖---------- 3-26
圖 3-2-13　溢洪道下游投池右岸邊坡量水堰位置圖---------- 3-27
圖 3-2-14　投池右岸邊坡 EL.240m 戲台道路護坡裂縫計平面佈置圖 ------ 3-27
圖 3-2-15　取水工邊坡監測儀器平面佈置圖---------- 3-28
圖 3-2-16　取水工邊坡監測儀器剖面佈置圖---------- 3-29
圖 3-2-17　後池堰監測儀器平面佈置圖---------- 3-30
圖 4-2-1　水庫水位、雨量及溫度歷時曲線圖 ----------4-4
圖 4-2-2　水庫水位、雨量、出、入流量歷時曲線圖 ----------4-4
圖 5-1-1　大壩 STA.0+110 斷面孔隙水壓計佈置圖 ----------5-3
圖 5-1-2　大壩 STA.0+100 斷面 C2、C3 豎井式水壓計歷時曲線圖 ----------5-4
圖 5-1-3　大壩 STA.0+110 斷面孔隙水壓計歷時曲線圖(壩基)----------5-5
圖 5-1-4　大壩 STA.0+110 斷面孔隙水壓計歷時曲線圖(EL.225m)----------5-6
圖 5-1-5　大壩 STA.0+110 斷面孔隙水壓計歷時曲線圖(EL.240m)----------5-7
圖 5-1-6　大壩 STA.0+110 斷面孔隙水壓計歷時曲線圖(EL.254m)----------5-8
圖 5-1-7　大壩 STA.0+110 斷面孔隙水壓計歷時曲線圖(EL.270m)----------5-9
圖 5-1-8　大壩 STA.0+110 斷面孔隙水壓計歷時曲線圖(EL.285m)---------- 5-10

圖 5-1-9　大壩 STA.0+110 斷面孔隙水壓計警戒值圖(1/3) ---------- 5-11
圖 5-1-9　大壩 STA.0+110 斷面孔隙水壓計警戒值圖(2/3) ---------- 5-12
圖 5-1-9　大壩 STA.0+110 斷面孔隙水壓計警戒值圖(3/3) ---------- 5-13
圖 5-1-10　大壩 STA.0+160 斷面孔隙水壓計佈置圖 ---------- 5-16
圖 5-1-11　大壩 STA.0+160 斷面豎井式水壓計及水位井歷時曲線圖 ------ 5-17
圖 5-1-12　大壩 STA.0+160 斷面孔隙水壓計歷時曲線圖(壩基) ---------- 5-18
圖 5-1-13　大壩 STA.0+160 斷面孔隙水壓計歷時曲線圖(EL.240m) -------- 5-19
圖 5-1-14　大壩 STA.0+160 斷面孔隙水壓計歷時曲線圖(EL.254m) -------- 5-20
圖 5-1-15　大壩 STA.0+160 斷面孔隙水壓計歷時曲線圖(EL.270m) -------- 5-21
圖 5-1-16　大壩 STA.0+160 斷面孔隙水壓計警戒值圖(1/2) ---------- 5-22
圖 5-1-16　大壩 STA.0+160 斷面孔隙水壓計警戒值圖(2/2) ---------- 5-23
圖 5-1-17　鯉魚潭水庫壩基 PF13 孔隙水壓計位置圖(台灣堡圖)---------- 5-24
圖 5-1-18　大壩土壓計佈置圖(STA.0+110 斷面) ---------- 5-25
圖 5-1-19　大壩土壓計歷時曲線圖(EL.285m) ---------- 5-26
圖 5-1-20　大壩土壓計歷時曲線圖(EL.254m) ---------- 5-26
圖 5-1-21　大壩土壓計警戒值圖(1/2)---------- 5-27
圖 5-1-21　大壩土壓計警戒值圖(2/2)---------- 5-28
圖 5-1-22　壩體 DSEEP 量水堰流量歷時變化曲線圖(壩址排水)---------- 5-32
圖 5-1-23　壩體 DSEEP 量水堰流量、庫水位與警戒值(壩趾排水) -------- 5-32
圖 5-1-24　壩體各廊道量水堰流量與水庫水位關係(壩址排水) ---------- 5-33
圖 5-1-25　大壩左廊道 LSEEP 量水堰流量、庫水位與警戒值 ---------- 5-33
圖 5-1-26　大壩右廊道 RSEEP 量水堰流量、庫水位與警戒值 ---------- 5-34
圖 5-1-27　大壩右廊道滲水管 RSEEP-1 量水堰流量、庫水位與警戒值--- 5-34
圖 5-1-28　大壩灌漿廊道 GSEEP 集水井率定流量、庫水位與警戒值 ----- 5-35
圖 5-1-29　大壩滲漏室 CREEK 集水井率定流量歷時變化曲線圖 ---------- 5-35
圖 5-1-30　大壩 IV-1 傾斜管位移曲線圖 ---------- 5-39
圖 5-1-31　大壩 IV-1 傾斜管歷時曲線圖(上下游) ---------- 5-40
圖 5-1-32　大壩 IV-1 傾斜管歷時曲線圖(左右側) ---------- 5-40
圖 5-1-33　大壩 IV-2 傾斜管位移曲線圖 ---------- 5-41
圖 5-1-34　大壩 IV-2 傾斜管歷時曲線圖(上下游) ---------- 5-42
圖 5-1-35　大壩 IV-2 傾斜管歷時曲線圖(左右側) ---------- 5-42
圖 5-1-36　大壩斷面傾斜管位移變化圖---------- 5-43
圖 5-1-37　大壩上游坡面 V1 層別沉陷計(V1-11~V1-16)歷時曲線圖------- 5-45
圖 5-1-38　大壩下游坡面 V2 層別沉陷計(V2-6~V2-9)歷時曲線圖---------- 5-45
圖 5-1-39　大壩下游坡面 V2 層別沉陷計(V2-10~V2-13)歷時曲線圖------- 5-46

圖 5-1-40　左壩座 SM-1(EL.295m)水平變位歷時曲線圖 ---------- 5-47
圖 5-1-41　左壩座 SM-2(EL.280m)水平變位歷時曲線圖 ---------- 5-47
圖 5-1-42　右壩座 SM-3(EL.295m)水平變位歷時曲線圖 ---------- 5-48
圖 5-1-43　右壩座 SM-4(EL.280m)水平變位歷時曲線圖 ---------- 5-48
圖 5-1-44　大壩上游坡面沉陷點量測成果(EL.300m，P5~P9) ---------- 5-51
圖 5-1-45　大壩上游坡面沉陷點歷時曲線(EL.300m，P5~P9) ---------- 5-51
圖 5-1-46　大壩上游坡面沉陷點量測成果(EL.285m，P10~P13) ---------- 5-52
圖 5-1-47　大壩上游坡面沉陷點歷時曲線(EL.285m，P10~P13) ---------- 5-52
圖 5-1-48　大壩上游坡面沉陷點量測成果(EL.270m，P14~P17) ---------- 5-53
圖 5-1-49　大壩上游坡面沉陷點歷時曲線(EL.270m，P14~P17) ---------- 5-53
圖 5-1-50　大壩上游坡面沉陷點量測成果(EL.255m，P18~P21) ---------- 5-54
圖 5-1-51　大壩上游坡面沉陷點歷時曲線(EL.255m，P18~P21) ---------- 5-54
圖 5-1-52　大壩壩頂沉陷點量測成果(EL.306m，ST1~ST10) ---------- 5-55
圖 5-1-53　大壩壩頂沉陷點歷時曲線(EL.306m，ST1~ST5)---------- 5-55
圖 5-1-54　大壩壩頂沉陷點歷時曲線(EL.306m，ST6~ST10) ---------- 5-56
圖 5-1-55　大壩下游坡面沉陷點量測成果(EL.306m，P1~P4) ---------- 5-57
圖 5-1-56　大壩下游坡面沉陷點歷時曲線(EL.306m，P1~P4) ---------- 5-57
圖 5-1-57　大壩下游坡面沉陷點量測成果(EL.300m，P22~P26) ---------- 5-58
圖 5-1-58　大壩下游坡面沉陷點歷時曲線(EL.300m，P22~P26) ---------- 5-58
圖 5-1-59　大壩下游坡面沉陷點量測成果(EL.285m，P27~P30) ---------- 5-59
圖 5-1-60　大壩下游坡面沉陷點歷時曲線(EL.285m，P27~P30) ---------- 5-59
圖 5-1-61　大壩下游坡面沉陷點量測成果(EL.270m，P31~P34) ---------- 5-60
圖 5-1-62　大壩下游坡面沉陷點歷時曲線(EL.270m，P31~P34) ---------- 5-60
圖 5-1-63　大壩下游坡面沉陷點量測成果(EL.255m，P35~P38) ---------- 5-61
圖 5-1-64　大壩下游坡面沉陷點歷時曲線(EL.255m，P35~P38) ---------- 5-61
圖 5-1-65　大壩下游坡面沉陷點量測成果(EL.250m，P39~P42) ---------- 5-62
圖 5-1-66　大壩下游坡面沉陷點歷時曲線(EL.250m，P39~P42) ---------- 5-62
圖 5-1-67　大壩上游坡面垂直壩軸方向位移量測成果(EL300m，P5~P9) - 5-63
圖 5-1-68　大壩上游坡面平行壩軸方向位移量測成果(EL.300m，P5~P9)- 5-63
圖 5-1-69　大壩上游坡面垂直壩軸方向位移量測成果(EL.285m，P10~P13)
---------- 5-64
圖 5-1-70　大壩上游坡面平行壩軸方向位移量測成果(EL.285m，P10~P13)
---------- 5-64
圖 5-1-71　大壩上游坡面垂直壩軸方向位移量測成果(EL.270m，P14~P17)
---------- 5-65

圖 5-1-72　大壩上游坡面平行壩軸方向位移量測成果(EL.270m，P14~P17) ---------- 5-65
圖 5-1-73　大壩上游坡面垂直壩軸方向位移量測成果(EL.255m，P18~P21) ---------- 5-66
圖 5-1-74　大壩上游坡面平行壩軸方向位移量測成果(EL.255m，P18~P21) ---------- 5-66
圖 5-1-75　大壩壩頂垂直壩軸方向位移量測成果(EL.306m，ST1~ST5)--- 5-67
圖 5-1-76　大壩壩頂平行壩軸方向位移量測成果(EL.306m，ST1~ST5)--- 5-67
圖 5-1-77　大壩壩頂垂直壩軸方向位移量測成果(EL.306m，ST6~ST10) - 5-68
圖 5-1-78　大壩壩頂平行壩軸方向位移量測成果(EL.306m，ST6~ST10) - 5-68
圖 5-1-79　大壩下游坡面垂直壩軸方向位移量測成果(EL.306m，P1~P4)- 5-69
圖 5-1-80　大壩下游坡面平行壩軸方向位移量測成果(EL.306m，P1~P4)- 5-69
圖 5-1-81　大壩下游坡面垂直壩軸方向位移量測成果(EL.300m，P22~P26) ---------- 5-70
圖 5-1-82　大壩下游坡面平行壩軸方向位移量測成果(EL.300m，P22~P26) ---------- 5-70
圖 5-1-83　大壩下游坡面垂直壩軸方向位移量測成果(EL.285m，P27~P30) ---------- 5-71
圖 5-1-84　大壩下游坡面平行壩軸方向位移量測成果(EL.285m，P27~P30) ---------- 5-71
圖 5-1-85　大壩下游坡面垂直壩軸方向位移量測成果(EL.270m，P31~P34) ---------- 5-72
圖 5-1-86　大壩下游坡面平行壩軸方向位移量測成果(EL.270m，P31~P34) ---------- 5-72
圖 5-1-87　大壩下游坡面垂直壩軸方向位移量測成果(EL.255m，P35~P38) ---------- 5-73
圖 5-1-88　大壩下游坡面平行壩軸方向位移量測成果(EL.255m，P35~P38) ---------- 5-73
圖 5-1-89　大壩下游坡面垂直壩軸方向位移量測成果(EL.250m，P39~P42) ---------- 5-74
圖 5-1-90　大壩下游坡面垂直壩軸方向位移量測成果(EL.250m，P39~P42) ---------- 5-74
圖 5-1-91　右壩座碼頭道路沉陷點量測成果(B1~B5) ---------- 5-76
圖 5-1-92　右壩座碼頭道路沉陷點歷時曲線(B1~B5) ---------- 5-76
圖 5-1-93　右壩座碼頭道路垂直道路向位移量測成果(B1~B5) ---------- 5-77
圖 5-1-94　右壩座碼頭道路平行道路向位移量測成果(B1~B5) ---------- 5-77

圖 5-1-95　大壩裂縫計變位量歷時曲線-水平壩軸方向(L)---------- 5-78
圖 5-1-96　大壩裂縫計變位量歷時曲線-垂直壩軸方向(T)---------- 5-78
圖 5-1-97　大壩裂縫計變位量歷時曲線-垂直壩面方向(V) ---------- 5-79
圖 5-1-98　溢洪道洩槽兩岸邊坡水位井歷時變化曲線圖---------- 5-83
圖 5-1-99　溢洪道洩槽兩岸邊坡水位井水位與警戒值關係圖---------- 5-84
圖 5-1-100　溢洪道廊道滲流量歷時曲線圖 ---------- 5-85
圖 5-1-101　溢洪道洩槽兩岸邊坡 RSI-1 傾斜管位移曲線圖 ---------- 5-86
圖 5-1-102　溢洪道洩槽兩岸邊坡 RSI-1 傾斜管歷時曲線圖(上下游)------- 5-87
圖 5-1-103　溢洪道洩槽兩岸邊坡 RSI-1 傾斜管歷時曲線圖(左右側)------- 5-87
圖 5-1-104　溢洪道洩槽兩岸邊坡 SI-4 傾斜管位移曲線圖 ---------- 5-88
圖 5-1-105　溢洪道洩槽兩岸邊坡 SI-4 傾斜管歷時曲線圖(上下游)--------- 5-89
圖 5-1-106　溢洪道洩槽兩岸邊坡 SI-4 傾斜管歷時曲線圖(左右側)--------- 5-89
圖 5-1-107　溢洪道舟斗左岸邊水位井歷時變化曲線圖 ---------- 5-92
圖 5-1-108　溢洪道舟斗左岸邊坡水位井水位、庫水位與警戒值關係圖 -- 5-93
圖 5-1-109　溢洪道舟斗左岸邊坡 SI-1R 傾斜管位移曲線圖 ---------- 5-95
圖 5-1-110　溢洪道舟斗左岸邊坡 SI-1R 傾斜管歷時曲線圖(上下游)------- 5-96
圖 5-1-111　溢洪道舟斗左岸邊坡 SI-1R 傾斜管歷時曲線圖(左右側)------- 5-96
圖 5-1-112　溢洪道舟斗左岸邊坡 SI-2R 傾斜管位移曲線圖---------- 5-97
圖 5-1-113　溢洪道舟斗左岸邊坡 SI-2R 傾斜管歷時曲線圖(上下游)------- 5-98
圖 5-1-114　溢洪道舟斗左岸邊坡 SI-2R 傾斜管歷時曲線圖(左右側)------- 5-98
圖 5-1-115　溢洪道舟斗左岸邊坡伸縮儀歷時曲線圖 ---------- 5-99
圖 5-1-116　溢洪道舟斗左岸邊坡分析斷面示意圖 ----------5-101
圖 5-1-117　投池右岸邊坡水位井歷時變化曲線圖(自動量測) ----------5-111
圖 5-1-118　投池右岸邊坡水位井歷時變化曲線圖(人工量測) ----------5-111
圖 5-1-119　投池右岸邊坡水位井水位、庫水位與警戒值關係圖(1/2) ----5-112
圖 5-1-111　投池右岸邊坡水位井水位、庫水位與警戒值關係圖(2/2)-----5-113
圖 5-1-120　投池右岸邊坡 SPSEEP 量水堰流量歷時變化曲線圖(考量降雨事件)
----------5-114
圖 5-1-121　投池右岸邊坡 SPSEEP 量水堰流量、雨量與警戒值關係 ----5-114
圖 5-1-122　投池右岸邊坡 SPSEEP 量水堰流量歷時變化曲線圖(排除降雨事件)
----------5-115
圖 5-1-123　投池右岸邊坡 RRI-1 傾斜管位移曲線圖 ----------5-116
圖 5-1-124　投池右岸邊坡 RRI-1 傾斜管傾斜管歷時曲線圖(上下游) -----5-117
圖 5-1-125　投池右岸邊坡 RRI-1 傾斜管傾斜管歷時曲線圖(左右側) -----5-117
圖 5-1-126　投池右岸邊坡 RRSI-2 傾斜管位移曲線圖 ----------5-118

圖 5-1-127　投池右岸邊坡 RRSI-2 傾斜管傾斜管歷時曲線圖(上下游)----5-119
圖 5-1-128　投池右岸邊坡 RRSI-2 傾斜管傾斜管歷時曲線圖(左右側)----5-119
圖 5-1-129　投池右岸邊坡 RSI-3 傾斜管位移曲線圖 ----------5-120
圖 5-1-130　投池右岸邊坡 RSI-3 傾斜管傾斜管歷時曲線圖(上下游)------5-121
圖 5-1-131　投池右岸邊坡 RSI-3 傾斜管傾斜管歷時曲線圖(左右側)------5-121
圖 5-1-132　投池右岸邊坡 I-4 傾斜管位移曲線圖 ----------5-122
圖 5-1-133　投池右岸邊坡 I-4 傾斜管傾斜管歷時曲線圖(上下游) ---------5-123
圖 5-1-134　投池右岸邊坡 I-4 傾斜管傾斜管歷時曲線圖(左右側) ---------5-123
圖 5-1-135　投池右岸邊坡 RI-3 傾斜管位移曲線圖 ----------5-124
圖 5-1-136　投池右岸邊坡 RI-3 傾斜管傾斜管歷時曲線圖(上下游) -------5-125
圖 5-1-137　投池右岸邊坡 RI-3 傾斜管傾斜管歷時曲線圖(左右側) -------5-125
圖 5-1-138　投池右岸邊各傾斜管變位情形 ----------5-126
圖 5-1-139　投池右岸邊坡斷面傾斜管位移變化圖(A-A 斷面) ----------5-127
圖 5-1-140　投池右岸邊坡斷面傾斜管位移變化圖(B-B 斷面) ----------5-127
圖 5-1-141　投池右岸邊坡裂縫計變位量歷時曲線-水平邊坡方向(L) -----5-128
圖 5-1-142　投池右岸邊坡裂縫計變位量歷時曲線-垂直邊坡方向(T) -----5-128
圖 5-1-143　投池右岸邊坡裂縫計變位量歷時曲線-垂直邊坡方向(V) -----5-129
圖 5-1-144　EL.240m 戲台道路護坡裂縫計量測成果(1/2) ----------5-129
圖 5-1-138　EL.240m 戲台道路護坡裂縫計量測成果(2/2) ----------5-130
圖 5-1-145　鯉魚潭水庫投池右岸邊坡地形地質圖 ----------5-131
圖 5-1-146　投池右岸邊坡 110 年度改善工程地錨配置平面圖 ----------5-133
圖 5-1-147　投池右岸邊坡 110 年度改善工程地錨配置斷面圖 ----------5-133
圖 5-1-148　投池右岸邊坡排水廊道建議新設汲水管位置 ----------5-135
圖 5-1-149　取水工邊坡 IN-2 傾斜管位移曲線圖 ----------5-140
圖 5-1-150　取水工邊坡 IN-2 傾斜管歷時曲線圖(上下游) ----------5-141
圖 5-1-151　取水工邊坡 IN-2 傾斜管歷時曲線圖(左右側) ----------5-141
圖 5-1-152　取水工邊坡 IN-3 傾斜管位移曲線圖 ----------5-142
圖 5-1-153　取水工邊坡 IN-3 傾斜管歷時曲線圖(上下游) ----------5-143
圖 5-1-154　取水工邊坡 IN-3 傾斜管歷時曲線圖(左右側) ----------5-143
圖 5-1-155　取水工邊坡 IN-4 傾斜管位移曲線圖 ----------5-144
圖 5-1-156　取水工邊坡 IN-4 傾斜管歷時曲線圖(上下游)----------5-145
圖 5-1-157　取水工邊坡 IN-4 傾斜管歷時曲線圖(左右側)----------5-145
圖 5-1-158　取水工岩盤伸縮儀歷時曲線圖(斷面 C) ----------5-146
圖 5-1-159　取水工岩盤伸縮儀歷時曲線圖(斷面 D) ----------5-146
圖 5-1-160　後池堰裂縫計變位量歷時曲線-平行壩軸方向(L) ----------5-148

圖 5-1-161　後池堰裂縫計變位量歷時曲線-垂直堰軸方向(T) ----------5-148
圖 5-1-162　後池堰裂縫計變位量歷時曲線-垂直堰面方向(V)----------5-149
圖 5-1-163　1100109 地震之中央氣象局地震報告(編號 11001)----------5-154
圖 5-1-164　1100207 地震之中央氣象局地震報告(編號 11002)----------5-154
圖 5-1-165　1100209 地震之中央氣象局地震報告(編號 11003)----------5-155
圖 5-1-166　1100418 地震之中央氣象局地震報告(編號 11004)----------5-155
圖 5-1-167　1100418 地震之中央氣象局地震報告(編號 11005)----------5-156
圖 5-1-168　1100109 地震之中央氣象局地震報告(編號 11006)----------5-156
圖 5-1-169　1100207 地震之中央氣象局地震報告(編號 11007)----------5-157
圖 5-1-170　1100705 地震之中央氣象局地震報告(編號 11008)----------5-157
圖 5-1-171　1100707 地震之中央氣象局地震報告(編號 11009)----------5-158
圖 5-1-172　1100708 地震之中央氣象局地震報告(編號 11010) --------5-158
圖 5-1-173　1100714 地震之中央氣象局地震報告(編號 11011)----------5-159
圖 5-1-174　1100805 地震之中央氣象局地震報告(編號 11013)----------5-159
圖 5-1-175　1100806 地震之中央氣象局地震報告(編號 11014)----------5-160
圖 5-1-176　1100806 地震之中央氣象局地震報告(編號 11014)----------5-160
圖 5-1-177　1100818 地震之中央氣象局地震報告(編號 11016)----------5-161
圖 5-1-178　1100822 地震之中央氣象局地震報告(編號 11017)----------5-161
圖 5-1-179　1100901 地震之中央氣象局地震報告(編號 11018)----------5-162
圖 5-1-180　1100906 地震之中央氣象局地震報告(編號 11019)----------5-162
圖 5-1-181　1100913 地震之中央氣象局地震報告(編號 11020)----------5-163
圖 5-1-182　1100926 地震之中央氣象局地震報告(編號 11021)----------5-163
圖 5-1-183　1101018 地震之中央氣象局地震報告(編號 11022)----------5-164
圖 5-1-184　1101123 地震之中央氣象局地震報告(編號 11023)----------5-164
圖 5-1-185　1101124 地震之中央氣象局地震報告(編號 11024)----------5-165
圖 5-1-186　1101114 地震之中央氣象局地震報告(編號 11025) ----------5-165
圖 5-1-187　1101117 地震之中央氣象局地震報告(編號 11026) ----------5-166
圖 5-1-188　1101206 地震之中央氣象局地震報告(編號 11027)----------5-166
圖 5-1-189　壩頂 T1、T2 及 T3 測站水平向之歷年振動主頻分佈 ---------5-177
圖 5-1-190　監測值逾越警戒值之評估流程圖 ----------5-180
照片 5-1　右壩座碼頭道路 110 年 8 月 7 日大雨(日雨量 198mm)後表土滑動
----------5-187
圖 5-7-1　右壩座碼頭前期施工便道淤積區航空影像(110 年 3 月 10 日)--5-251
圖 5-7-2　右壩座碼頭前期施工便道淤積區正射影像(110 年 3 月 10 日)--5-251
圖 5-7-3　景山橋下游淤積區航空影像(110 年 3 月 25 日)----------5-252

圖 5-7-4　景山橋下游淤積區航空影像(110 年 3 月 25 日)----------5-253
圖 5-7-5　景山橋下游清淤情形正射影像(110 年 4 月 19 日)----------5-254
圖 5-7-6　第一次上游自越域引水出口至景山橋間集水區正射影像(110 年 3 月 10 日)----------5-255
圖 5-7-7　第二次上游自越域引水出口至景山橋間集水區正射影像(110 年 12 月 31 日)----------5-256

第一章　前言

1-1　計畫緣起

鯉魚潭水庫位於苗栗縣三義鄉，乃供應苗栗及大台中地區家用及公共用水及工業用水之重要水源，水庫位置圖如圖1-1-1。為確保水庫蓄水之安全與穩定，鯉魚潭水庫於大壩、溢洪道、取水工、後池堰等重要結構物，均埋設安全監測儀器，作為水庫營運期間大壩安全行為之觀測，以提供水庫下游民眾生命財產之安全保證。經濟部水利署中區水資源局(以下簡稱中水局)為接續108年度計畫的執行，並落實「水利建造物檢查及安全評估辦法」有關定期檢查及特別檢查之規定，爰辦理「110年度鯉魚潭水庫監測及安全檢查-水庫安全監測分析」(以下簡稱本計畫)，以掌控水庫現況確保安全及達成永續利用之目標。

本計畫工作期限自民國110年1月1日至110年12月31日止，期間共辦理四次定期檢查，並於合約規定期限提出月報、季報及年度報告等。本報告係依據委託服務說明書規定提出之「綜合成果報告」，針對本計畫委託項目、工作要求、各項工作執行經過及完成後獲得的重要成果進行說明。



圖 1-1-1　計畫區域位置圖

1-2 水庫大事記

本年度鯉魚潭水庫大事件大致可分為氣候事件、第一輸水隧道特別檢查及「鯉魚潭水庫中游段抽泥清淤至大安溪放淤」工作等，歷年重要事件記載如表1-1-1，說明如下：

一、氣候事件

受109年9月~110年5月底枯旱期影響，本年度5月底前庫水位呈下降趨勢，110年2月庫水位降至EL.264.92m，創20年來新低，後續庫水位持續下降，直至110年5月30日庫水位降至EL.245.62m，為本年度最低庫水位，亦為20年來最低庫水位，其中管理中心於110年4月26~27日辦理「2020-2021年連續枯旱特別檢查」，檢查結果枯旱期期間庫區各設施結構物狀況大致良好。

110年5月底~8月庫區開始有季節性降雨，庫水位有所回升，其中於7月28日達滿水位，溢洪道有溢流情形，另8月6~8日受熱帶低壓(原盧碧颱風)影響，降雨量較多，並於8月7日發生本年度最大日雨量(198mm)，當日上午10~11時溢洪道溢洪量達288cms，為8年來最大溢洪量。

二、第一輸水隧道特別檢查

第一輸水隧道營運迄今已20餘年，受限水庫供水需求及檢查人員安全等因素，僅曾於101年、102年進入隧道辦理檢查工作，110年11月30日配合水公司「鯉魚潭廠原水站閥類設備改善工程」之施工需要，鯉魚潭水庫公共用水停水，爰藉此時機辦理第一輸水隧道安全檢查工作，並於當日將混凝土襯砌段之孔洞及不平整處，以速乾水泥進行修補；檢查結果除鋼管段0K+003處底部小範圍鏽蝕外，其餘結構狀況大致良好，整體而言第一輸水隧道土木結構及水工機械設施尚屬穩定安全，所有設施功能均正常。

三、「鯉魚潭水庫中游段抽泥清淤至大安溪放淤」工作

管理中心目前正辦理「鯉魚潭水庫中游段抽泥清淤至大安溪放淤」工作，並於本年度12月開始佈設輸泥管。輸泥管線配置2支併行之ø450mm HDPE管，管線通過之庫區範圍依序為觀虹橋(下游測)、溢洪道洩槽右岸、投池右岸邊坡戧台(EL.215m)、景山溪右岸高灘地、龍門

橋橋下及後池堰下游，後續將持續觀察庫區輸泥管沿線工程施工及後續營運對水庫設施安全性之影響。

表1-1-1　鯉魚潭水庫大事記載表(1/6)

時間	事件	說明	處置情形	備註
81 年 11 月	鯉魚潭水庫竣工	-	-	-
82 年 8 月	辦理鯉魚潭水庫壩址強震觀測計畫	5 部 FBA-23 強震儀安裝(T1~T5)	-	-
84 年 6 月	中興公司開始監測工作	按合約之頻率執行監測分析工作	整理分析以往資料	監測工作持續至今
85 年 8 月	賀伯颱風	2 日內降下 419mm 雨量(單日最大 210mm)	投池右岸邊坡傾斜儀累積變位量增加	地下水位偏高
85 年 10 月	進行大壩及附屬結構物邊坡監測儀器改善工程	補裝大壩及溢洪道傾斜管、大壩表面沉陷點…等工作	建立新裝儀器之初始值	根據中興公司對評估報告辦理
86 年 1 月	辦理大壩及附屬工程監測系統改善自動化量測系統工程工程	增補 10 處壩頂沉陷點(ST-1~ST-10)、4 處壩面沉陷點(P39-P42)三座基準點(RM1~RM3)、2 處大壩傾斜管(IV-1~IV-2)、裸露電纜保護及滲流量自動化傳輸測試、水/土壓計量測面板、岩盤伸縮儀檢修等	-	
86 年 6 月	大雨	14 日內降下 792mm 雨量(單日最大 255mm)	投池右岸邊坡傾斜儀累積變位量激增 2cm	地下水位偏高
87 年 6 月	大雨	11 日內降下 1687mm 雨量(單日最大 313mm	投池右岸邊坡傾斜儀累積變位量激增 5cm	地下水位偏高
87 年 8 月	辦理鯉魚潭水庫溢洪道投池右岸邊坡增設自動監測系統改善工程	增補溢洪道投池右岸 3 處埋入式傾斜儀(ASI-1~ASI-3)、既有水位觀測井裝設電子式水位計共 8 處(OW-12~OW-15、IOW-1~IOW-4)、1 座表面型地震計(T8)、自動化量測設備工程、觀測站及管路工程、儀器標示牌設置等	-	-
87 年 09 月	增設投池水位觀測井	增補溢洪道投池右岸邊坡 1 處水位觀測井(ROW-13)	-	-
88 年 9 月	921 集集地震	震央日月潭西偏南 12.5 公里，規模 7.3	大壩位移量、滲流水增加，投池右岸邊坡位移量增加大壩壩軸表面與左壩座間出現約 5 公分裂縫	經開挖後檢視裂縫未深入壩軸心層

表1-1-1　鯉魚潭水庫大事記載表(2/6)

時間	事件	說明	處置情形	備註
89 年 7 月	取水工邊坡開裂噴凝土打除、重新掛網、噴凝土	舊有噴凝土因水庫水位升降頻繁而開裂	無明顯影響	完工後水庫水位高於施工位置
89 年 12 月	投池右岸排水廊道施工引起之大量抽心	89/10 至 89/12 三個月內，廊道內遭逢多次湧水及大量崩塌抽心	SI-7 傾斜管及 OW14 水位觀測井損壞	-
90 年 7 月 至 90 年 9 月	桃芝及納莉颱風	桃芝颱風單日降雨量 456mm，納莉颱風 3 日累積降雨量達 586mm	投池右岸邊坡地下水位無大幅增加現象，無明顯變位	水庫水位於 90 年 10 月達 EL.298.26m
90 年 8 月	大壩及投池儀器更新	將原有壩頂簡易裂縫計 5 處改裝成三向度裂縫計 8 處(UO、DO、U1、D1、U26、D26、U27、D27)、新增投池右岸邊坡 6 處三向度裂縫計(RCG-A、RCG-0~RCG-4)	-	-
91 年 1 月	投池右岸排水廊道完工	-	投池右岸邊坡 EL.240m 以上地下水位明顯降低	有助於投池右岸邊坡安全
91 年 3 月	311 地震	震央花蓮秀林東方 44.3 公里，規模 6.8	無明顯影響	-
91 年 8 月	辦理鯉魚潭水庫滲漏水自動傳輸維修	原有滲漏水量測系統傳輸線經多次斷線維護，傳輸品質已變劣	-	-
92 年 1 月	大壩及廊道滲流水監測系統自動化完工	採無線方式，主動控制數據之傳輸	廊道抽水量計算較原方式精準	仍需定期由人工至現地檢核
92 年 5 月	辦理鯉魚潭水庫邊坡監測儀器改善工程	於溢洪道投池左岸 SI-1 及 SI-2 兩處傾斜管旁加設 SI-1R 及 SI-2R、溢洪道投池右岸 I-1 傾斜管加設 RI-1、取水工增設 1 處傾斜管(I-4)、增補溢洪道投池左岸 3 組岩盤伸縮儀(LE-1、LE-2、LE-3)	-	-
92 年 8 月	監測儀器改善工程	新增傾斜管 4 支、岩盤伸縮儀 3 組及水位觀測井 1 支	取代原先變形量過大(溢洪道)及水庫水面下(取水工)之傾斜管	幫助溢洪道及取水工邊坡安全監測
92 年 9 月	大壩右廊口增設水位井	於右廊道口新增 1 處水位觀測井(OW-RG1)	-	-
92 年 12 月	地震	6 月 9 日至 16 日台灣東部發生三起規模超過 5 地震	無明顯影響	-
	地震	12 月 10 日台東成功外海規模 6.6 地震	無明顯影響	-

表1-1-1　鯉魚潭水庫大事記載表(3/6)

時間	事件	說明	處置情形	備註
93 年 7 月	敏督利颱風	7 月 3 日至 5 日總雨量達 1035mm，壩體水壓力增加，7 月 3 日開始防洪運轉，下游放水量增加至 506 萬噸，7 月 5 日取水塔擋水閘門掉落	中水局立即成立應變小組，中華民國海軍救難大隊進駐，於 7 月 11 日將水閘門吊起並重新吊掛完成。	7 月 6 日至 11 日水庫首次達滿水位溢流；7 月 5 日~11 日水閘門因水閘門掉落，水庫無法正常供水
93 年 8 月	艾利颱風	8 月 23 日至 26 日雨量達 610mm，8 月 25 日至 26 日水庫達滿水位溢流	溢洪道流水面局部耐磨層嚴重破壞，局部鋼筋外露	鋼筋外露於民國 95 年修補完成
94 年 5 月	後池堰增設監測儀器	新增後池堰 2 處三向度裂縫計(BU-50、BU-70)	-	-
94 年 8 月	馬莎與泰利颱風	達滿水位	壩體水壓力增加，其餘無明顯變化	-
95 年 12 月	地震	12 月 26 日恆春西南方發生規模 6.7 地震	無明顯影響	-
96 年 10 月	科羅莎颱風	往壩座右廊道通達道路邊坡坍滑	地表覆蓋層沿順向坡面滑動	不影響水庫主要結構安全及運轉功能
97 年 7 月	卡枚基颱風	單日雨量達 304mm，最大溢洪量達 516.62cms，達特別檢查時機	邊坡地下水位偏高，投池右岸邊坡 EL.260m 之 RSI-2 累積變位較 6 月份增加約 1.6 公分。大壩右廊道及灌漿廊道表層覆蓋泥砂	特別檢查結果，水庫安全及運轉功能仍屬正常
97 年 9 月	辛樂克颱風	單日雨量達 483.1mm，最大溢洪量達 650.37cms，雨量及溢洪量均達特別檢查時機	邊坡地下水位偏高，投池右岸邊坡 EL.260m 之 RSI-2 累積變位較 7 月份增加約 1.1 公分	特別檢查結果，水庫安全及運轉功能仍屬正常
98 年 8 月	莫拉克颱風	單日雨量達 439.8mm，雨量達特別檢查時機	投池右岸邊坡地下水位增加，未超過歷年最大水位	經特別檢查，水庫安全及運轉功能正常
99 年 2 月	溢洪道邊坡增設傾斜管	增補溢洪道邊坡 1 處傾斜管(RRSI-2)	-	-
100 年 8 月	辦理鯉魚潭水庫大壩滲漏及邊坡水位監測系統整合改善計畫	鯉魚潭水庫大壩滲漏及邊坡水位監測系統整合改善	-	-
102 年 7 月	蘇力颱風	單日雨量 476.7mm，溢洪量 567cms，均達特別檢查時機	投池右岸邊坡地下水位增加	特別檢查結果，水庫安全及運轉功能正常

表1-1-1　鯉魚潭水庫大事記載表(4/6)

時間	事件	說明	處置情形	備註
102 年 8 月	潭美及康芮颱風	20 日內累積降雨量達 631.5mm	投池右岸邊坡地下水位持續增加，廊道滲水量及 RRSI-2 累積變位量達歷史最大值。	102.10 累積變位量不再增加，廊道滲水量降至以往監測值內。
103 年 01 月	鯉魚潭水庫、石岡、集集攔河堰地震測站設備採購	AS-303C1WP(2G)力平衡加速度感震計 7 台(T1~T5、Crest、Base)及其相關紀錄主機及傳輸紀錄系統	-	-
103 年 9 月	傾斜儀感應器更換	感應器 B 軸故障，重新購置新品量測	傾斜儀之初值重新訂定	目前正常使用
104 年 12 月	投池右岸邊坡 EL.240m 平台及排水廊道內增設水平排水孔、水孔監測井及傾斜管	目的在於降低地下水位及補充功效不良的水位監測井及傾斜管	排水廊道三處排水孔出水量大，有助於投池右岸邊坡之地下水消散。	目前功能正常
	溢洪道邊坡儀器更新	增補溢洪道邊坡 1 處傾斜管(RRI-1)	-	-
105 年 2 月	0206 美濃地震	規模 6.6 地震，庫區自由場收錄最大 14.15gal	監測資料及現場檢查顯示壩體及附屬結構物及邊坡無明顯影響	-
	投池右岸邊坡水位井更新	增補投池右岸邊坡 2 處水位井(ROW12、RROW-13)	-	-
106 年 3 月	壩體量水堰 106 年 3 月 16 日起發生異常	經辦理檢測發現為量水堰水壓計故障所致	無法即時監測大壩滲流量	管理中心已於 106.11.9 修復完畢
106 年 6 月	投池左岸邊坡 106 年 6 月連日大雨後發現有局部岩屑崩落	5 日內降下 464mm 雨量(單日最大 165mm)	無立即影響，惟仍建議適時辦理採噴凝土保護	管理中心已於 107.2 修復完成
106 年 7 月	尼莎颱風	水位井 OW-RG1 遭土石掩埋	無法監測壩址區域地下水位變化	管理中心已於 106.11.20 清理完畢
106 年 11 月	右廊道口量水堰 PLC 軟體發生異常	右廊道量水堰及右廊道滲水管量水堰水壓計訊號無法轉換為物理量並傳回營管中心	無法即時監測大壩滲流量	管理中心已於 107.4.2 修復完畢
107 年 2 月	壩體量水堰 107 年 2 月 9 日起發生異常	經辦理檢測發現為量水堰水壓計故障所致	無法即時監測大壩滲流量	管理中心已於 107.2.14 修復完畢
107 年 3 月	壩頂及右壩座岩盤自由場強震儀 107 年3月12日發生異常	經詢維護廠商後得知為配電箱內部電路跳脫所致	壩頂及右壩座岩盤自由場強震儀測站無法正常供電運作	管理中心已於 107.3.31 底修復完畢

表1-1-1　鯉魚潭水庫大事記載表(5/6)

時間	事件	說明	處置情形	備註
107 年 4 月	底廊道強震儀 T4 及右壩座岩盤自由場 Base 記錄器異常無法紀錄及通知	經測試後主要為強震儀記錄器內部之單獨觸發異常所致	紀錄器無法單獨觸發紀錄及通知	管理中心已於 107.4.11 修復完畢
107 年 8 月	大壩右通達廊道口於 107 年 8 月連日大雨後發現有邊坡崩落現象(7 日內降下 456mm 雨量，單日最大 183mm)	經現場檢查後發現崩落土石堆積於右廊道門口以及水位觀測井 OW-RG1	大壩右通達廊道口無法進入，水位觀測井 OW-RG1 埋入土石堆無法監測	管理中心已於 107.9.2 清理完畢，並於 107.10.11 更換較能與基座密合之保護蓋
108 年 6 月	108 年度鯉魚潭水庫投池右岸邊坡暨廊道排水設施改善工程	經分析後投池右岸邊坡安全係數不足，先以洗孔工程恢復部分排水功能，以期降低投池右岸邊坡地下水位	降低邊坡地下水位及新設兩孔地下水位觀測井	管理中心已於 108 年 8 月 12 日完成洗孔
	投池右岸邊坡水位井更新	增補投池右岸邊坡 2 處水位井(ROW14、OW-16)	-	-
108 年 10 月	108 年度鯉魚潭水庫溢洪道暨投池右岸邊坡周邊監測儀器新設及更新	投池右岸邊坡水位井加裝自計式水壓計，溢洪道排水廊道新設量水堰(SPISEEP)，溢洪道兩岸邊坡 OW-10 水位井本公司自行增設自計式水位計	加強對投池右岸邊坡地下水位及溢洪道排水廊道滲漏量觀測	管理中心已於 108 年度完成新設量水堰之設置
109 年 04 月	溢洪道舟斗左岸邊坡加裝自計式水壓計	溢洪道既有水位觀測井 OW-1、OW-3、OW-5、OW-10 及 OW-11 加裝自計式水位計	-	-
	投池右岸邊坡 EL.240m 戲台道路護坡裂縫計更新	投池右岸邊坡 EL.240m 戲台道路護坡，GA01~GA05 等五只裂縫計復舊及重新安裝	-	-
	大壩右壩座碼頭道路增設沉陷點	大壩右壩座碼頭道路沉陷點 B1~B5 裝設。	-	-
109 年 10 月	溢洪道兩岸邊坡 OW-10 長期無地下水位，研判管壁透水孔已阻塞	溢洪道兩岸邊坡 OW-10 自計式水壓計轉移至 OW-7。	-	-
109 年 11 月	舟斗左岸邊坡岩盤伸縮儀更新	舟斗左岸邊坡 LE-3 重新安裝,並納入監測。	-	-
	大壩廊道滲流監測系統重新安裝	大壩廊道 4 處滲流監測系統水壓計重新安裝。	-	-
	大壩 PE37 水壓計測值長期異常	大壩 STA.0+160 PE37 水壓計量測過程迴氣現象異常，108 年 12 月後測值與過去長期變化趨勢有異，研判該水壓計已失效。	-	-

表1-1-1　鯉魚潭水庫大事記載表(6/6)

時間	事件	說明	處置情形	備註
110 年 2 月	庫水位降至 EL.264.92m，創 20 年來新低，且仍持續下降。	取水工邊坡傾斜管 IN-1(EL.265m)及大壩上游沉陷點 P14~P17(EL.270m)20 年來首度露出水面。	IN-1 因位於取水工噴漿坡面上，人員無法到達，故無法量測。大壩上游沉陷點 P14~P17 則仍正常量測	-
110 年 4 月	庫水位降至 EL.253.73m，於 110 年 2 月創 20 年來新低後，4 月持續下降。	大壩上游沉陷點 P18~P21(EL.255m)20 年來首度露出水面。	大壩上游沉陷點 P18~P21 正常量測；管理中心於 4 月 26~27 日辦理特別檢查	-
110 年 5 月	庫水位於 110 年 2 月創 20 年來新低後，直續下降至 5 月 30 日達到最低點(EL.245.62m)。	於 110 年 5 月 30 日庫水位持降至 EL.245.62m，為 20 年來最低點，後續於 5 月 30 日、31 日分別降下日雨量 108mm 及 102mm 之大雨，庫水位開始回升。	-	-
110 年 8 月	8 月 6~8 日熱帶低壓，8 月 7 日日雨量 198mm，當日溢洪量達 8 年來最大溢洪量	110 年 8 月 7 日 10~11 時溢洪量達 288cms，為 102 年蘇力颱風(102 年 7 月 13 日 10~11 時，溢洪量 567.00cms)後 8 年來最大溢洪量。	-	-
110 年 11 月	第一輸水隧道特別檢查	110 年 11 月 30 日配合水公司「鯉魚潭廠原水站閥類設備改善工程」施工，鯉魚潭水庫公共用水停水，藉此時機辦理第一輸水隧道安全檢查工作。	檢查結果隧道狀況良好，混凝土襯砌段孔洞已於檢查當日填補，不影響結構安全性。	-
110 年 12 月	鯉魚潭水庫中游段抽泥清淤至大安溪放淤	管線通過庫區範圍包含觀虹橋(下游測)、溢洪道洩槽右岸、投池右岸邊坡戲台(EL.215m)、景山溪右岸高灘地、龍門橋橋下及後池堰下游	持續觀察庫區輸泥管沿線工程施工及後續營運對水庫設施安全性之影響	-

第二章　工作項目及要求

2-1　工作範圍及目標

本計畫工作主要分為定期監測工作及大壩安全檢查，範圍包含大壩、溢洪道、取水工、後池堰等，各項設施安裝之監測儀器包含孔隙水壓計、傾斜管、層別沉陷計、水平變位計、土壓計、量水堰、表面沉陷及位移量測點、豎管式水壓計、裂縫計、水位觀測井、岩盤伸縮儀、強震儀等，工作範圍如表2-2-1所示。

表2-1-1　本計畫工作範圍



(a)鯉魚潭水庫設施平面圖


(b)大壩


(c)溢洪道及左岸邊坡


(c)頭池及右岸邊坡


(d)後池堰


(e)小溪導水隧道



(f)水工及出水工

2-2 工作項目及內容

一、契約工作項目

依契約規定，本計畫工作內容主要包括大壩設施監測資料收集與研判分析(包含地震資料蒐錄、整理、分析評估)及大壩設施安全檢查，詳細工作內容如表2-2-1所示。

表2-2-1 本計畫工作項目一覽表(1/3)

項目		工作內容
安全監測分析部分	監測儀器測讀及建檔	1.依水庫管理單位所提供的測讀儀器，按所規定的頻率測讀現有的水庫監測儀器設備，如讀值有異必需立即再分析研判確認原因，並通知水庫管理單位。 2.執行計畫期間，如有其他因素需變更監測頻率，應視情況即時(預先)提出報告。
	資料整理分析與評估	1.將儀器測讀的數據，轉入水庫管理單位提供的監測電腦系統的資料庫內，或廠商所提供之監測分析軟體內，惟需機關認可。 2.將監測讀值依儀器項目建檔、相關儀器項目分析繪圖。 3.監測儀器損壞經修復或因需要增補裝後，即需加入後續監測建檔等資料整理的工作。 4.評估大壩及附屬結構物之安全、建議監測後所需變更及補救辦法，視需要提出改善方案報告。 5.評估儀器現況情形，是否影響整體觀測功能，並請研提可能損壞原因及修復或增補設備之建議。 6.依已有大壩之觀測數據、理論值及相關類型同型壩之資料，建立預警系統或對原預警系統之修正。 7.將資料庫內相關的監測數據繪成時間歷線，資料間做交叉比對撰寫月工作及期中、期末年度分析總報告。
安全監測分析部分	資料整理分析與評估	8. 監測資料每月彙整，並於次月 15 日前提 3 份檢送水庫管理單位，每 3 個月向水庫管理單位提出季報告（初稿版若召開審查會議需提送 10 份，若進行書面審查則提送 6 份、修正版 1 份、定稿版 2 份)；年度工作完成，須撰寫分析評估年度報告「110 年度鯉魚潭水庫監測及安全檢查-水庫安全監測分析」提送水庫管理單位（初稿版 10 份、修正版 1 份、定稿版 5 份)。年度報告必需轉換成電子檔（PDF 檔）光碟。 9. 嗣後（含服務期間）對本水庫之評估案件，若有涉及契約期限內規定之監測事務，本公司仍負有提供諮詢及協助之義務。
	測讀儀器保養及維護	1.工作期限內，本公司負責保管及保養水庫管理單位提供之測讀儀器，且需於工作期間視工作狀況將儀器至少送校正一次。倘提供之儀器因本公司使用不當或人為疏失而受損或故障，本公司將負責賠償或修復。

表2-2-1　本計畫工作項目一覽表(2/3)

項目		工作內容
地震監測分析維護部份	地震儀資料蒐錄、整理、分析評估部份	1.監測資料建檔以監測設備既設軟體建制為原則，得經機關認可後，另以廠商所提供之軟體，做監測資料建檔、分析。 2.在執行本監測計畫期間，如有特殊因素需變更觀測頻率或有特殊之事由需調整工作期程，廠商應配合辦理。 3.將收集之地震資料求其傅式振幅譜及反應譜並以繪圖呈現。 4.辦理水庫強震儀器項目監測值之讀取至少每月一次、建檔分析繪圖，提出分析報告與建議，並視需要提出改善方案報告。 5.應彙整每年度內所收集之強地動觀測資料，撰寫監測及維護報告，併入「110 年度鯉魚潭水庫監測及安全檢查-水庫安全監測分析報告」年度報告名稱報局審查。
安全檢查部份	現地檢查	1.檢查項目及檢查時機，依本水庫「安全維護手冊」辦理。 2.每三個月一次為定期或一定規模的地震、颱風、豪雨後為特別(不定期)檢查，檢查為針對大壩（含廊道）與附屬結構物進行土木建築物及蓄水範圍周邊環境檢查，另庫區周邊之雙坑橋、太子爺橋、關山橋、歸安橋、觀虹橋及後池堰頂橋進行橋梁安全檢查，取水工、出水工、後池堰等進行機械、機電、設備功能檢查。年度枯水期安全水位下，檢查人員需下至溢洪道堰面檢查。另於工作執行計畫書中，增列「第一輸水隧道檢查計畫」，於公共用水停水之合適時機，經機關通知立即依據檢查計畫，檢查第一輸水隧道。 3.本局現有維護檢查工作如有斷水、歲修或其他重要檢查，得要求本公司會同配合辦理，其檢查結果原則列入最近一次定檢報告。
	檢查資料之整理與評估	1.將每次的檢查表整理，並對安全性及功能性作狀況的敘述及初步研判建議評估。 2.將檢查表裝訂成冊，冊名為「110 年鯉魚潭水庫安全檢查表」。 3.定期檢查表為檢查月次月 15 日內檢送檢查表冊至水庫管理單位，特別檢查(不定期檢查)為通知檢查後 7 日內檢送檢查表為原則。
其他		1.每季定期監測分析報告核定後，電子檔資料需輸入鯉魚潭水庫營管系統內。 2.倘因遇特殊颱風、暴雨、地震、政策及安全等需求時，需辦理設計洪水或設計地震評析工作時，可依採購法另行辦理契約變更及議價。 3.工作期間本公司將派至少 1 名工程師駐工地。

表2-2-1　本計畫工作項目一覽表(3/3)

項目	工作內容
其他	4.本案辦理檢查所需提供的書面資料，均由本公司專業技師依技師法等相關規定執行簽證。 5.行政協助工作：(1)協助辦理「111 年鯉魚潭水庫、士林攔河堰集水區保育實施計畫執行計畫」及「110 年鯉魚潭水庫、士林攔河堰集水區保育實施計畫執行成果」等工作，後續如需修正或出席相關會議、製作簡報及現地勘查時，仍應配合辦理；計畫執行期間，協助鯉魚潭水庫管理單位之 GIS 資料庫使用，如資料查詢、圖資套繪及相關圖說製作等。(2)依水庫管理單位指定出席水庫集水區保育計畫相關業務會議、現地勘查、製作簡報及資料彙整等。(3)計畫執行期間，協助水庫管理單位鯉魚潭水庫管理單位之 GIS 資料庫使用，如資料查詢、圖資套繪及相關圖說製作等。

二、加值服務

除本計畫契約規定之相關工作外，本計畫因應近期庫區水位偏低及後續水庫清淤規劃，將提供地質師裸露邊坡檢查及相關空拍等加值服務，說明如下：

(一)第一季庫區邊坡巡檢，搭配地質師辦理環湖目視檢查，複核庫區是否有過去未發現地質構造或其他可能致災之地質風險。

(二)利用庫水位洩降達近年低點之際，辦理庫區空拍作業，圖資可供機關複核水下測量成果，以及後續清淤規劃之參考，預計於2月至3月間辦理一次，實際辦理時程將另與管理單位溝通調整。

(三)管理單位如有相關庫區清淤計畫，涉及庫區邊坡安全事宜，本公司將協助清淤期間之邊坡安全性檢討服務。

(四)以無人水下載具(UUV)檢視投池右岸邊坡基礎情形，預計辦理三次，分別於第一季、第二季及第四季時各辦理一次。

(五)辦理兩次鯉魚潭水庫上游自越域引水出口至景山橋間之空拍作業，以供管理單位作為後續辦理清淤規劃作業之參考，初步規劃於2月至3月間辦理一次，11月至12月間辦理一次，辦理時程將另與管理單位溝通調整。

2-3 委託工作成果要求

工作期限民國110年1月1日至110年12月31日，現場監測及檢查全部完成，年度報告於111年1月14日提出，111年2月23日完成審查。各項報告提送期程如下：

一、工作執行計畫書：

本計畫於109年12月31日簽約完成，訂約後20日內提工作執行計畫書10本。

二、安全監測分析

(一)安全監測分析(含地震儀監測分析)部份，每月提出監測月報3份，每三個月提季分析報告(初稿版10份、修正版1份、定稿版2份)，提季分析報告時月報告不提。

(二)年度工作完成時，安全監測和地震儀監測分析合併提出「110年度鯉魚潭水庫監測及安全檢查-水庫安全監測分析年度報告」(初稿版10份、修正版1份、定稿版5份)，並附PDF電子檔光碟，且將地震錄原始數據入電子檔內；提年度報告時季報告不提。

三、安全檢查工作部份

每三個月提出季檢查報告(初稿版10份、修正版1份、定稿版2份)，年度工作完成，提「110年度鯉魚潭水庫安全檢查年度報告」(初稿版10份、修正版1份、定稿版5份)，並附PDF電子檔光碟。

四、綜合成果報告

年度結束時提出綜合成果報告5份，內容為對本計畫的委託項目及工作要求等各項工作的執行經過的陳述及完成後所獲得的重要成果。

第三章　水庫概況

3-1　水庫概要

鯉魚潭水庫位於苗栗縣三義鄉大安溪支流景山溪下游，為一座離槽水庫，民國74年開始興建，第一期為水庫主體工程，於民國81年11月完工，第二期為越域引水工程，由台電公司負責設計施工，於民國91年6月完工，水源除景山溪外，並由大安溪主流士林攔河堰越域引水，具有台灣地區唯一的鋸齒堰溢洪道之水庫，其下游並設有景山溪攔河堰(後池堰)，調節水庫除公共給水外之其他放流水，現由經濟部水利署中區水資源局管理。

本水庫主要工程設施可分為：大壩、溢洪道、取水工、出水工及後池堰等，主要水工機械包含第一及第二出水工閘門(蝶閥)及其電氣控制設備。大壩與附屬結構物平面佈置如圖3-1-1所示，工程概要如表3-1-1，水工機械基本資料如表3-1-2，相關設施平剖面圖如圖3-1-2~圖3-1-5。

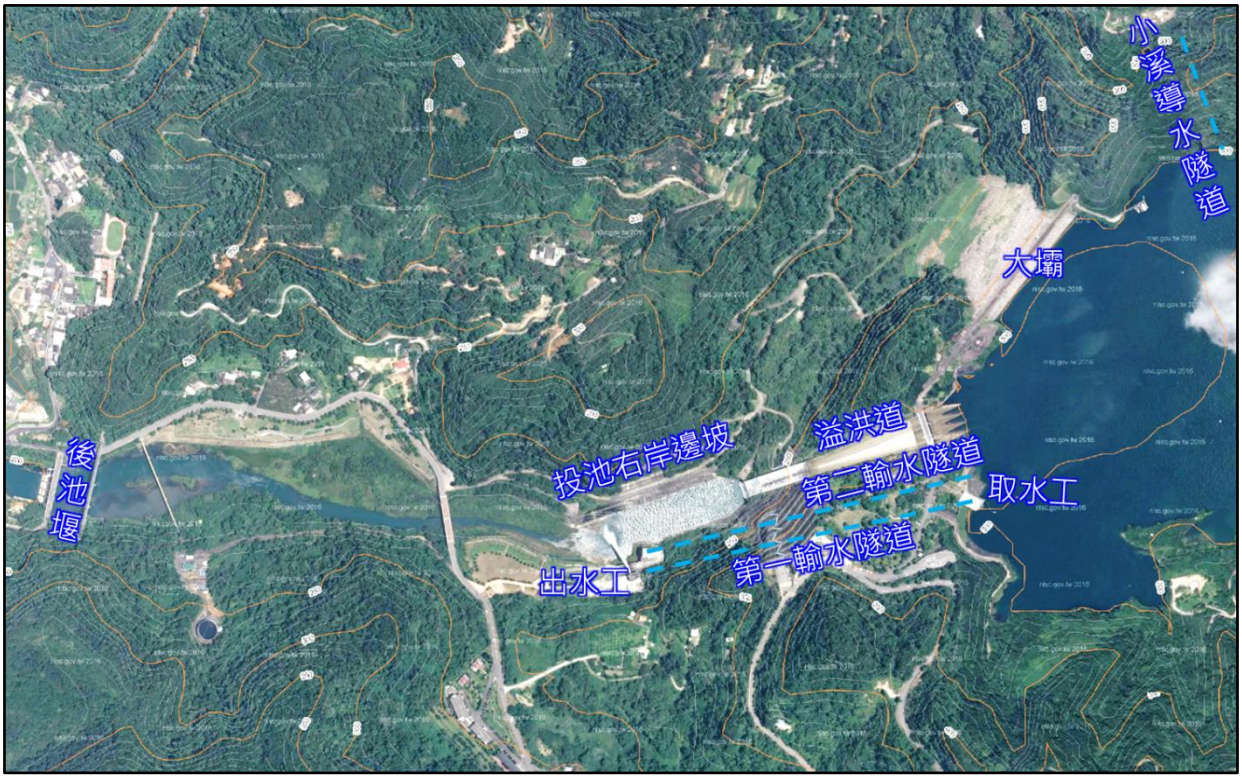


圖 3-1-1　鯉魚潭水庫工程設施平面圖

表3-1-1　鯉魚潭水庫工程概要

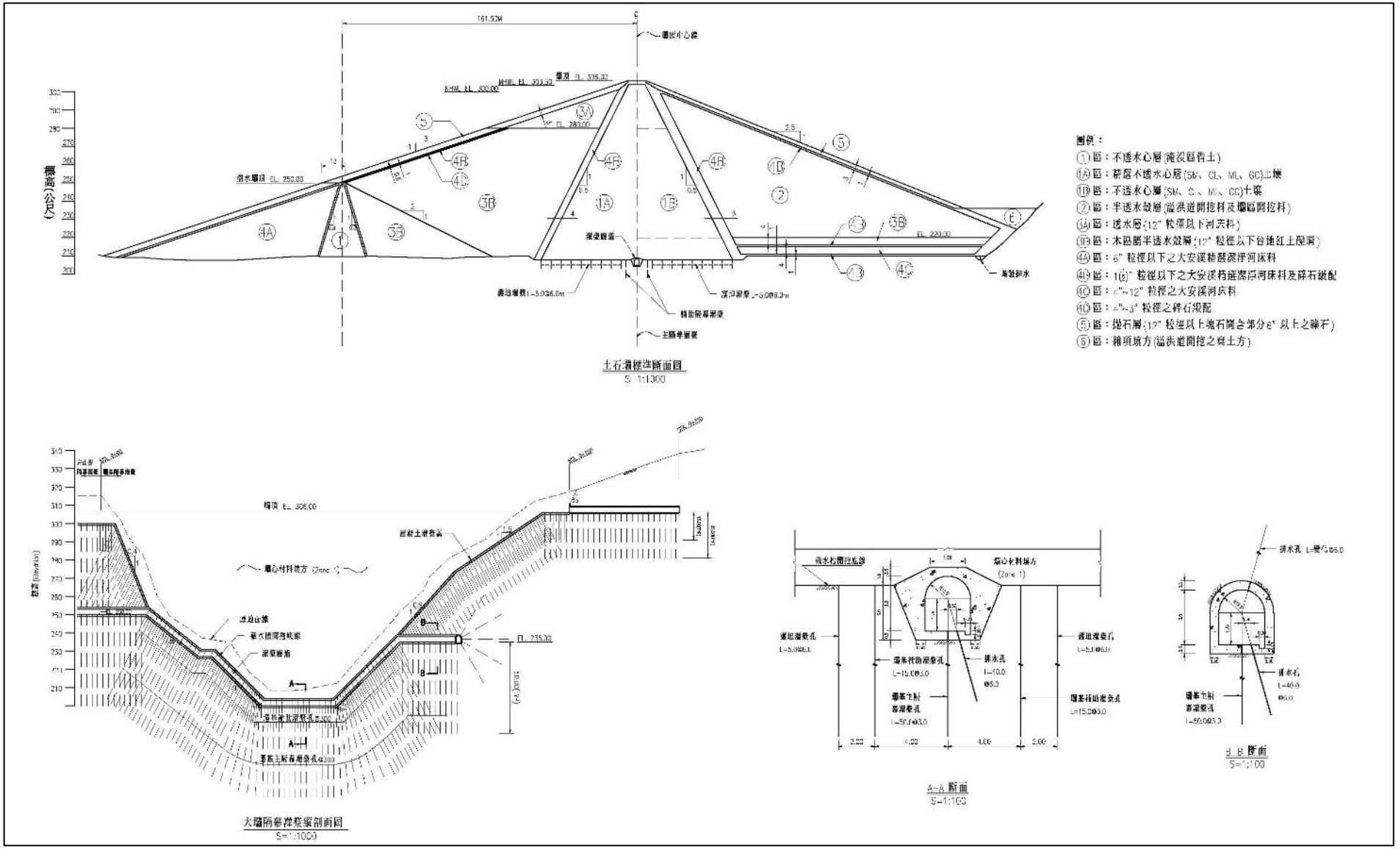
項目		概要		
水庫	河系	大安溪上游景山溪		
	集水面積	53.45 平方公里	滿水位	EL.300 公尺
	設計最高洪水位	EL.303.5 公尺	最高常水位	EL.300 公尺
	呆水位	EL. 243.2 公尺	滿水位面積	434.25 公頃(108 年測量)
	總蓄水量	117,927,400 立方公尺(108 年測量)	有效蓄水量	114,514,900 立方公尺(108 年測量)
大壩	型式	中央心層分區型滾壓土石壩		
	壩頂標高	EL.306 公尺	壩頂長度	235 公尺
	壩高	96 公尺	壩頂寬度	10 公尺
	壩址河床標高	EL.210 公尺	壩體填方	3,560,000 立方公尺
溢洪道	型式	鋸齒式自由溢流堰		
	設計排洪流量	2,300 秒立方公尺(PMF)	溢流堰頂標高	EL.300 公尺
	溢洪堰總長度	303.6 公尺	洩槽流入寬度	66 公尺
	溢洪道總長度	750 公尺	最大溢洪深度	3.50 公尺
取水工	第一取水工			
	型式	斜依式多段進水口	公共取水量	12 秒立方公尺
	緊急放水量	116 秒立方公尺	河道生態維持放水量	0.201 秒立方公尺
	最高取水口底檻標高	290 公尺	最低取水口底檻標高	242.87 公尺
	第二取水工			
	型式	斜依式取水塔		
	取水口底檻標高	251.14 公尺	公共取水量	9.26 秒立方公尺
	發電計畫用水量(生態及農業用水)	3.38～7.0 秒立方公尺	緊急放水量	80 秒立方公尺
出水工	第一出水工			
	閘閥室	寬 10.6 公尺x長 19.0 公尺，單層廠房結構		
	第一輸水隧道	直徑 3.2 公尺，全長 675.23 公尺(混凝土襯砌部份 558 公尺)		
	A 導流槽(下游)	長：21 公尺 寬：上游進水口為 2.7 公尺，下游出水口為 3.5 公尺；深：1.5 公尺		
	B 導流槽(上游)	長：19.2 公尺 寬：上游進水口為 2.7 公尺，下游出水口為 3.5 公尺；深：1.5 公尺		
	第二出水工			
	閘閥室	寬 12.10 公尺x長 15.50 公尺，單層廠房結構		
	第二輸水隧道	內徑 2.6~3.0 公尺，鋼襯隧道全長 166.01 公尺，末端銜接 715.78 公尺備援壓力鋼管(其中混凝土隧道內徑 9 公尺，總長 757 公尺)		
後池堰	型式	混凝土自由溢流堰		
	溢洪道頂標高	EL.206.1 公尺	設計洪水量	1622cms(200 年)
	排砂道頂標高	EL.202.0 公尺	排砂道閘門	寬 10.50 長 5.00 公尺 1 座

表3-1-2　鯉魚潭水庫水工機械設施諸元表(1/2)

項　目	尺　寸	數量	控制設備
第一取水工			
攔污柵	-	1 座	-
上層阻水閘門	門孔 2.5m 寬×3.5m 高(門體 3.6m 寬×4.0m 高)	1 門	鋼索捲揚式吊門機(1 組)
下層阻水閘門	門孔 2.5m 寬×3.5m 高(門體 3.6m 寬×3.82m 高)	1 門	鋼索捲揚式吊門機(1 組)
第一擋水閘門	門孔 3.2m 寬×4.2m 高(門體 3.89m 寬×4.6m 高)	1 門	鋼索捲揚式吊門機(1 組)
20 噸電動吊車	-	1 組	-
緊急柴油發電機	3ϕ4W380/220V,200Kw(註：與第二取水工共用)	1 部	-
第二取水工			
攔污柵	-	1 座	-
第二擋水閘門	門孔 3.2m 寬×4.4m 高(門體 4.51m 寬×4.7m 高)	1 門	油壓式電動吊門機(1 組)
第一出水工			
第一閘閥室環滑閘門 1、2	內徑 1.8m(門體 2.0m 寬×3.95m 高)	2 門	油壓式吊門機(2 組)
第一閘閥室噴流閘門 1、2	內徑 1.8m(門體 2.6m 寬×2.0m 高)	2 門	油壓式吊門機(2 組)
公共用水第一蝶閥	內徑 2.4m	1 組	電動驅動機(1 組)
第一輸水隧道壓力鋼管	進口段鐘型鋼襯一座(4.2m×3.2m~內徑 3.2m，長度 5.5m) 進口段鋼襯段隧道一道(內徑 3.2m，長度 39.231m) 下游段鋼襯段隧道一道(內徑 3.2m，長度 73m) 出水口壓力鋼管一道(內徑 3.2m~3.0m，長度約 34.517m) 分岐管 1 支(內徑 3.0m~1.8m)	1 座	-
第一輸水隧道排泥閥	內徑 0.1m	1 組	電動驅動機(1 組)
緊急柴油發電機	3ϕ4W380/220V,200kW	1 部	-

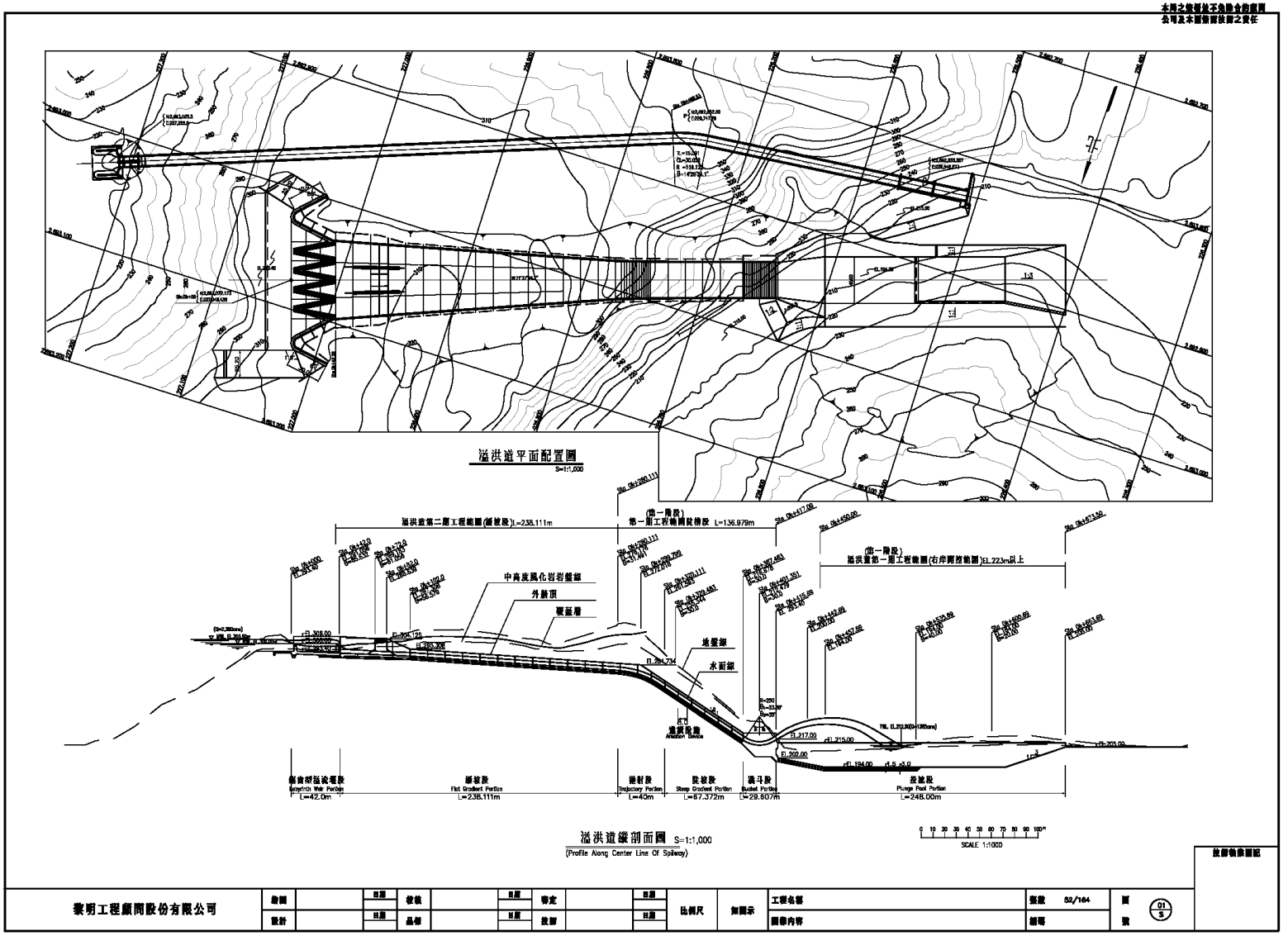
表3-1-2　鯉魚潭水庫水工機械設施諸元表(2/2)

項　目	尺　寸	數量	控制設備
第二出水工			
第二閘閥室高壓滑動閘門	門孔 1.8m 寬×1.8m 高(門體 2.39m 寬×2.01m 高)	1 門	油壓式吊門機(1 組)
第二閘閥室噴流閘門	內徑 2.0m (門體 3.19m 寬×2.175m 高)	1 門	油壓式吊門機(1 組)
公共給水第二蝶閥(含旁通閥)	內徑 2.6m	1 組	電動驅動機(1 組)
公共給水第三蝶閥(含旁通閥)	內徑 2.6m	1 組	電動驅動機(1 組)
第二輸水隧道壓力鋼管	壓力鋼管 (內徑 3.2m，長度 134.541m) 取水路鋼管 A 段管路(內徑 3.2m~3.0m，長度 1.7m 內徑 3.0m，長度 497.0m、內徑 2.6m，長度 32.63m 內徑 2.0m，長度 16.17m) 取水路鋼管 B 段管路(內徑 2.6m，長度 110.m) 取水路鋼管 C 段管路 (內徑 2.6m，長度 48.89m) 取水路鋼管 D 段管路 (內徑 2.6m，長度 1.0m)	1 座	-
備援壓力鋼管排泥閥	內徑 0.3m	1 組	電動驅動機(1 組)
緊急柴油發電機	3ϕ4W380/220V,80kW	1 部	-
景山電廠(電廠設施)			
水力用水蝶閥	直徑 1.65m	-	-
生態放流工蝶閥	直徑 1.2m	-	-
生態放流工單噴孔錐型閥	直徑 1.2m	-	-
主閥(含旁通閥)	直徑 1.1m	-	-
尾水閘門	門孔 2.6m 寬×1.32m 高(門體 2.9m 寬×1.45m 高)	-	鋼索捲揚式吊門機(1 組)
洩壓閥	直徑 0.15m	-	-
發電引水路排水閥	直徑 0.15m	-	-
發電引水路	壓力鋼管直徑 2.6m~1.1m，總長度 142.12m	-	-
後池堰			
後池堰排砂道弧形閘門	門孔 9.5m 寬×5.0m 高	1 門	鋼索捲揚式吊門機(1 組)



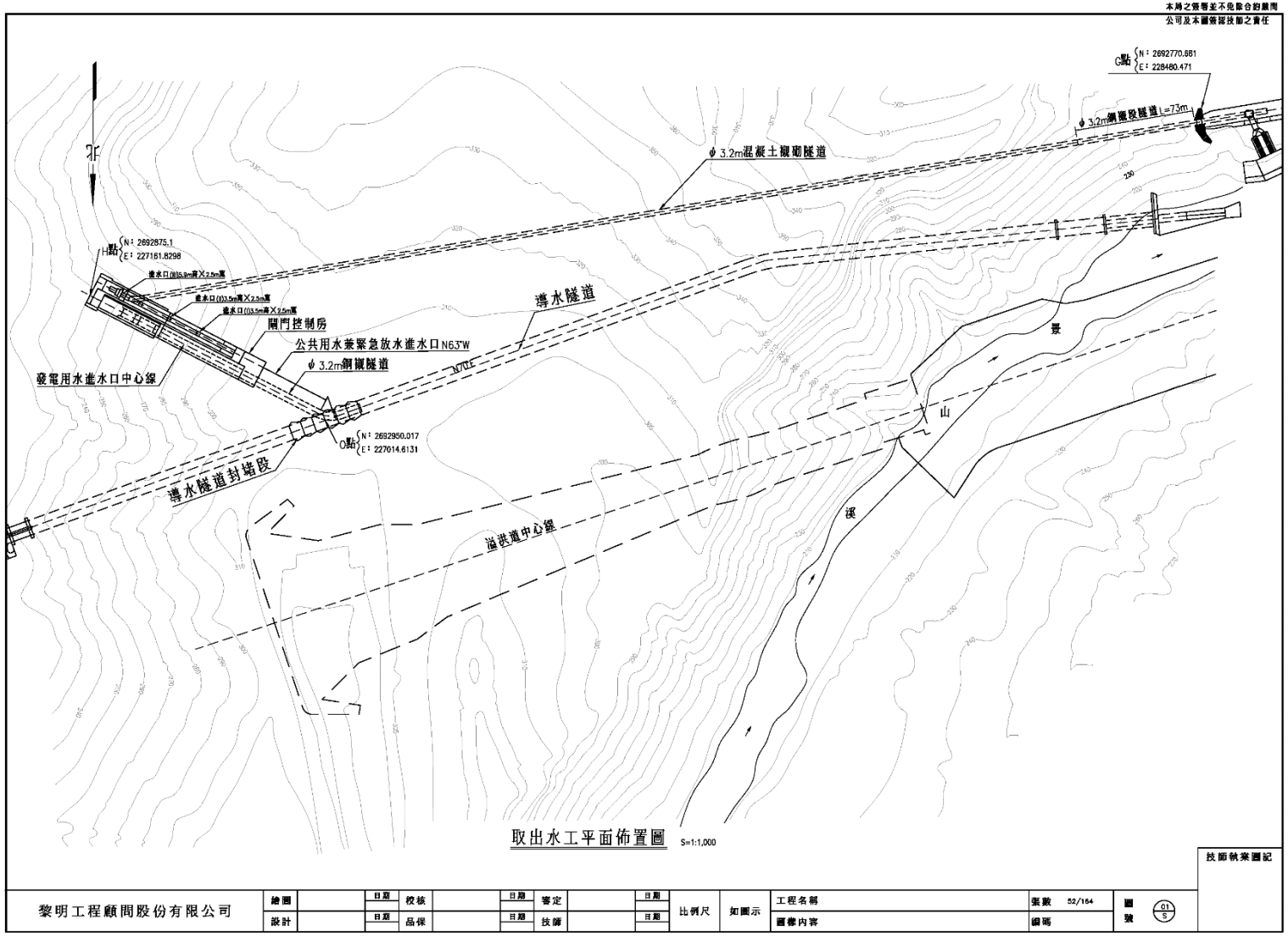
資料來源：鯉魚潭水庫工程-大壩第一期工程設計圖，台灣省水利局，民國 75 年 3 月，本計畫修繪。

圖 3-1-2　大壩標準斷面及隔幕灌漿剖面圖



資料來源：鯉魚潭水庫工程-溢洪道第一期工程第一階段設計圖，台灣省水利局，民國 78 年 5 月，本計畫修繪。

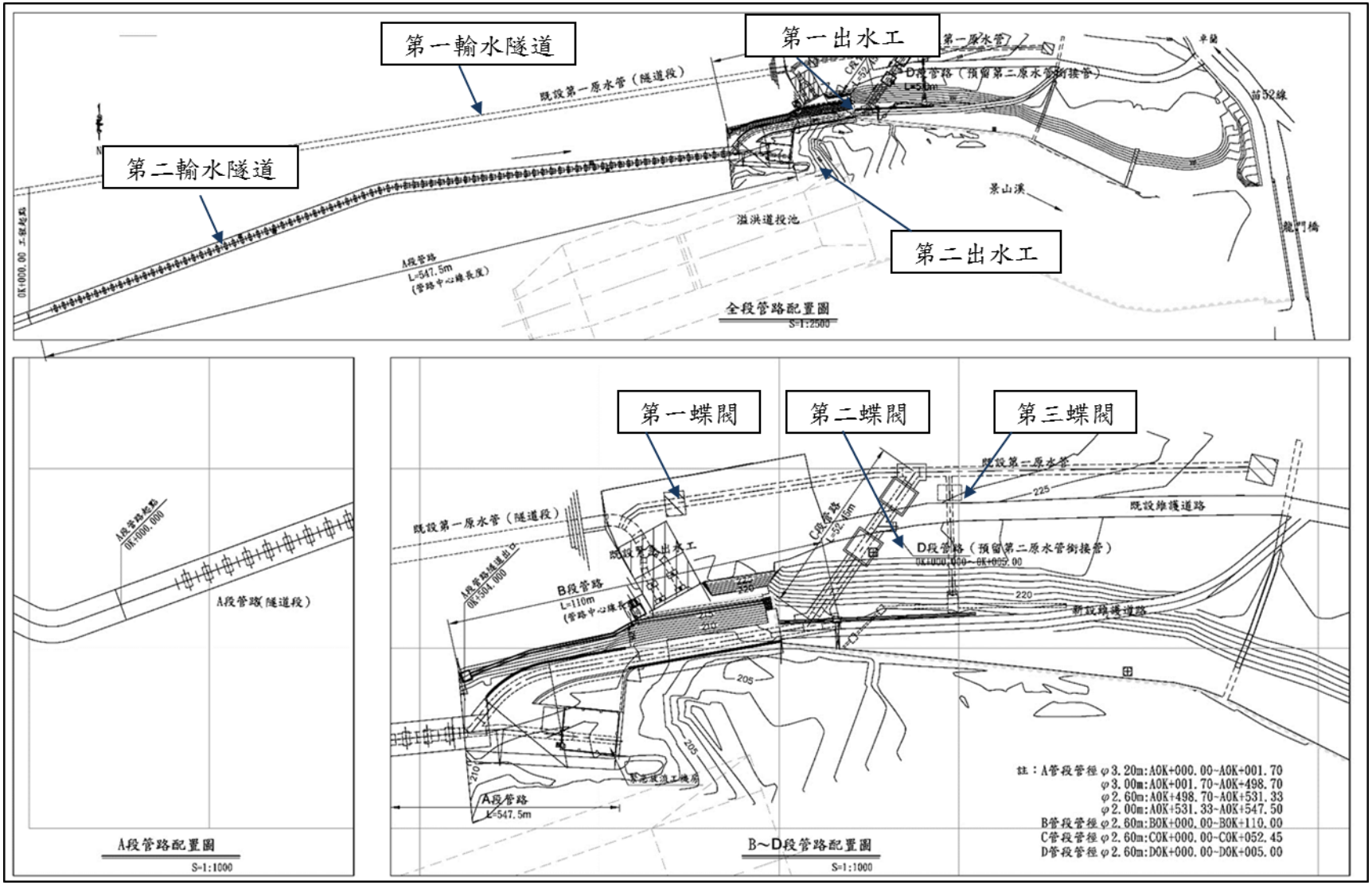
圖 3-1-3　溢洪道平面及縱斷面圖



註：1.此圖未含第二輸水隧道壓力鋼管及第二出水攻第二閘閥室

2.資料來源：鯉魚潭水庫工程-取出水工土木部分工程設計圖，台灣省水利局，民國 79 年 2 月，本計畫修繪。

圖 3-1-4　取出水工平面圖(原設計)



資料來源：鯉魚潭水庫發電取水口設置備援出水工工程-細部設計圖，經濟部水署中區水資源局，民國 98 年 9 月，本計畫修繪。

圖 3-1-5　輸水隧道、出水工及蝶閥(現況)平面圖

3-2 水庫監測儀器概述

鯉魚潭水庫於民國81年完工時即埋設多項監測儀器，以供大壩及附屬構造物安全監測使用，為確保安全監測數據之數量及品質，歷年來管理單位曾辦理過多次監測儀器更新改善工程,鯉魚潭水庫監測儀器佈置位置如圖3-2-1所示，歷年監測儀器更新改善工程參表1-1-1，各項監測儀器及設施之數量及量測頻率整理如表3-2-1所示，相關儀器規格詳表3-2-2所示儀器平面佈置及斷面詳圖3-2-2~圖3-2-17所示，鯉魚潭水庫監測系統設置目的及背景說明如下：

一、大壩

鯉魚潭水庫大壩為壩高96公尺之中央心層土石壩，屬於高壩。一般土石壩破壞之起因有壩體沉陷龜裂、溢頂、管湧、漏水、滑動、變形與液化等，故大壩監測系統之設置目的乃就上述可能造成破壞之現象，加以考量，監測施工期間及水庫運轉期間之孔隙水壓、沉陷變形及滲流水量等，裝設於大壩之監測儀器有壩基與壩體型水壓計、水平變位計、豎管式多孔管水壓計、傾斜儀、層別沉陷計、壩面沉陷點及量水堰等。因大壩V1及V2傾斜管於施工中即已故障，原鯉管局已於85年11月重新裝設，並增設基準點3處、壩頂沉陷點10處及壩面沉陷點4處；90年8月鯉管中心將原大壩壩頂混凝土施工縫之簡易裂縫計5處改裝成三向度裂縫計，並增加數量為8處；92年9月於右廊道口新增OW-RG1水位觀測井。

二、溢洪道邊坡

鯉魚潭水庫溢洪道位於大壩左岸，其中溢洪道高程100公尺左右之陡槽左岸及高程50公尺左右之投池右岸邊坡，於開挖施工過程中曾發生開挖坡面滑動位移及破壞。故於施工中裝設傾斜儀與地下水位觀測井等監測儀器，其中SI-3、SI-6及SI-8先後故障，原鯉管局於85年10月重新裝設。另OW-13觀測井及投池右岸邊坡之I-3傾斜管亦因87年6月之大雨而無法繼續使用，乃於87年9月及10月重新裝設，俾繼續了解開挖坡之位移量及地下水位之變化，以確保邊坡之安定而不危害溢洪道之安全操作。90年8月鯉管中心於投池右岸邊坡加裝裂縫計。92年9月鯉管中心分別於投池右岸邊坡新裝設RI-1傾斜管(50公尺)，投池左岸邊坡

新裝設SI-1R(36公尺)、SI-2R(35公尺)傾斜管及3處(9組)岩盤伸縮儀(裝設紀錄表3.18)96月7月開始投池右岸邊坡排水廊道滲水之觀測，量水堰公式採11月30日環署檢字第0940097070號公告方法進行。99年2月於投池右岸邊坡新裝設RRS-2及SI-5R(各40.5公尺)。

三、取出水工邊坡

取出水工結構物亦位於大壩之左岸且位於溢洪道之左側，而取出水工僅於斜依式進水塔之進水口邊坡上設有監測儀器，以監測進水塔邊坡之穩定性，避免坍方堵塞進水口，危及水庫運轉功能，故裝設有岩盤伸縮儀、傾斜儀及水壓計等監測儀器。92年9月鯉管中心於B斷面新裝設IN-4傾斜管(50公尺)。

四、後池堰

94年5月鯉管中心於後池堰頂道路旁欄杆裝設三向度裂縫計二處，95年1月起開始量測。

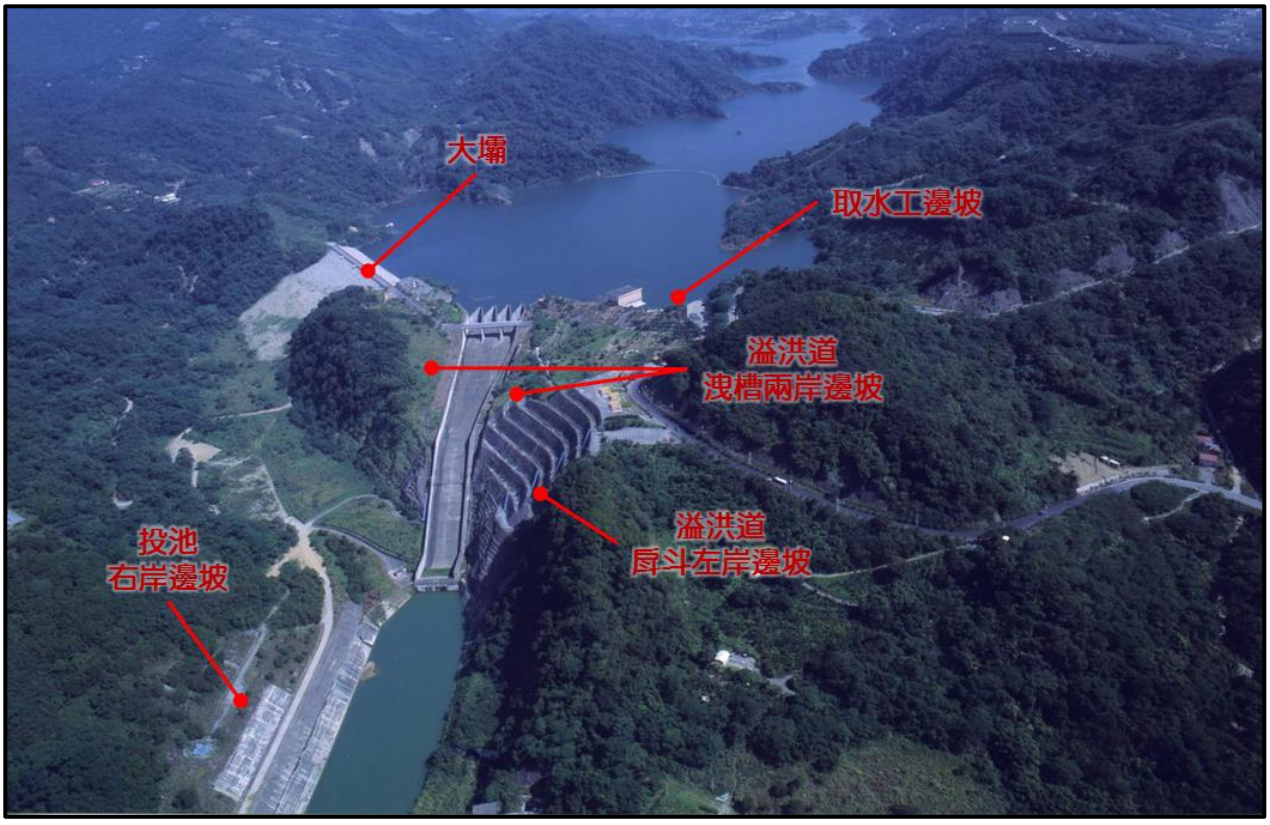


圖 3-2-1　鯉魚潭監測布置圖

表3-2-1　鯉魚潭水庫監測儀器總類及數量統計表(1/5)

位置	儀器名稱	安裝數量	可量測數量	檢測情況			量測頻率	狀況說明	建議改善方式	處理情形
				正常	異常	失去功能				
大壩	孔隙水壓計(基礎型)	13 組	6 組	5 組	1 組	7 組	二週一次	1.PF5、PF9、PF11、PF12 及 PF13 共 5 組，可正常量測。 2.PF1、PF2、PF3、PF4、PF6、PF8 及 PF10 共 7 組，本計畫執行前已失去功能。 3.PF7 有平衡慢、平衡後測值持續下降之現象，顯示管線可能已彎折及漏氣，共 1 組，列入異常。	損壞儀器埋設於壩體及壩基礎中，無法抽出檢修。	可量測之儀器數量，尚可滿足安全監測需求。
	孔隙水壓計(壩體型)	43 組	32 組	22 組	10 組	11 組	二週一次	1.PE1、PE2、PE3、PE7、PE8、PE9、PE10、PE11、PE13、PE14、PE15、PE16、PE20、PE31、PE32、PE33、PE34、PE35、PE36、PE38 及 PE43 共 22 組，可正常量測，其中 PE31、PE33、PE35 及 PE43 雖平衡較慢但不影響測讀。 2.PE6、PE12、PE17、PE18、PE19、PE21、PE23、PE25、PE27、PE29、PE39 及 PE40 共 12 組，本計畫執行前已失去功能。 3.PE4、PE5、PE22、PE24、PE26、PE28、PE30、PE37、PE41 及 PE42 共 10 組，平衡慢、平衡後測值不斷下降，管線可能已彎折及漏氣，列入異常。	損壞儀器埋設於壩體及壩基礎中，無法抽出檢修。	可量測之儀器數量，尚可滿足安全監測需求。
	傾斜管	4 處	2 處	2 處	0 處	2 處	二週一次	1.IV1、IV2 共 2 處，可正常量測。 2.V1、V2 共 2 處，106 年度前已失去功能。	損壞儀器埋設於壩體內無法檢修。	可量測之儀器數量，尚可滿足安全監測需求。
	層別沉陷計	2 處	2 處	0 處	2 處	0 處	二週一次	1.V1-10~V1-16 及 V2-6~V2-13，可正常量測。 2.106 年度前 V1 基環及 V1-1~V1-9 無法量測，惟 EL.267m 以上可正常量測，納入異常；V2 基環及 V2-1~V2-5 無法量測，惟 EL.240m 以上可正常量測，納入異常。	損壞儀器埋設於壩體內無法抽出檢修。	建議配合沉陷點監測成果研判壩體變位行為。

註:1.儀器本體若故障且無法修復者，註明為「失去功能」。2.儀器測讀時若有異狀或測值不穩定者，註明為「異常」。

表3-2-1　鯉魚潭水庫監測儀器總類及數量統計表(2/5)

位置	儀器名稱	安裝數量	可量測數量	檢測情況			記讀方式	狀況說明	建議改善方式	處理情形
				正常	異常	失去功能				
大壩	水平變位計	26 組	18 組	18 組	0 組	8 組	二週一次	1.EX1、EX2、EX3、EX5、EX6、EX7、EX8、EX10~EX12、EX14、EX15、EX19、EX20、EX21、EX23、EX24、EX26，可正常量測，其中 EX6、EX14、EX21，民國 89 年報告判定已失去功能，然經 106 年度檢測數值並無明顯異常，共 18 組可正常量測。 2.EX4、EX9、EX13、EX16、EX17、EX18、EX22、EX25 共 8 組，本計畫執行前已失去功能。	損壞儀器埋設於壩體內，故已失去功能者均無法抽出檢修。	建議改由沉陷點監測成果研判壩體變位行為。
	土壓計	33 只 (3 只/組)	14 只 (5 組)	14 只 (5 組)	0 只	19 只 (7 組)	二週一次	1.E1-1~3、E2-1、E2-3、E3-1~ E3-3、E4-1~ E4-3、E5-1~ E5-3 共 14 只，可正常量測。 2.E2-2 、 E6-1~E6-3 、 E7-1~E7-3 、 E8-1~E8-3 、 E9-1~E9-3、E10-1~E10-3、E11-1~E11-3 共 19 只，本計畫執行前已失去功能。	損壞儀器埋設於壩體內無法抽出檢修。	可量測之儀器數量，尚可滿足安全監測需求。
	滲流量測系統及量水堰	6 處	6 處	6 處	0 處	0 處	自動記讀	1. 右通達廊道(RSEEP)、右通達廊道滲水管(RSEEP-1)、灌漿廊道(抽水機)(GSEEP)、左通達廊道(LSEEP)、壩體(DSEEP)及滲漏室(抽水機)(CREEK)共 6 處，可正常量測。	-	-
	表面沉陷及位移觀測點	52 點	52 點	52 點	0 點	0 點	每月一次	1.上游壩面 P5 至 P21 計 17 點，下游壩面 P1 至 P4 及 P22 至 P42 計 25 點，壩頂道路 ST1 至 ST10 計 10 點，分別設置於 EL.306m、EL.300m、EL.285m、EL.270m、EL.255m 及 EL.250m，共 25 點可正常量測。	-	-
	右壩座碼頭道路沉陷點	5 點	5 點	5 點	0 點	0 點	每月一次	1.B1~B5 共 5 點，可正常量測。	-	-

註:1.儀器本體若故障且無法修復者，註明為「失去功能」。2.儀器測讀時若有異狀或測值不穩定者，註明為「異常」。

表3-2-1　鯉魚潭水庫監測儀器總類及數量統計表(3/5)

位置	儀器名稱	安裝數量	可量測數量	檢測情況			記讀方式	狀況說明	建議改善方式	處理情形
				正常	異常	失去功能				
大壩	豎管式水壓計	9 支	5 支	3 支	2 支	4 支	二週一次	1.C2-P1~P3 共 3 支，可正常量測。 2.C1-P2、C1-P3、C3-P1、C3-P2 共 4 支，本計畫執行前已失去功能。 3.C1-P1 及 C3-P3 自竣工後水壓偏高且無明顯變化，疑為水壓計濾頭阻塞，惟仍可量測，納入異常。	損壞儀器埋設於壩體內無法抽出檢修。	可量測之儀器數量，尚可滿足安全監測需求。
	水位井	1 處	1 處	1 處	0 處	0 處	二週一次	1.OW-RG1 共 1 處，可正常量測。	-	-
	裂縫計	8 處	8 處	8 處	0 處	0 處	二週一次	1.UO、DO、U1、D1、U26、D26、U27、D27 共 8 處，可正常量測。	-	-
	強震儀	7 處	7 處	7 處	0 處	0 處	自動量測	1.壩頂(T1、T2、T3，EL.360.0m)、壩底廊道內(T4)、下游壩面(T5，EL.270.0m)及右壩座岩盤上之自由場(Crest、Base)共 7 處，可正常量測。	-	-
溢洪道洩槽兩岸邊坡	傾斜管	3 處	2 處	2 處	0 處	1 處	每月一次	1.SI-4、RSI-1 共 2 處，可正常量測。 2.SI-3 共 1 處，本計畫執行前已失去功能。	損壞儀器埋設於邊坡內無法抽出檢修。	可量測之儀器數量，尚可滿足安全監測需求。
	地下水位觀測井	6 處	5 處	5 處	0 處	1 處	每月一次	1.OW-6、OW-7、OW-9、OW-11 共 4 處，可正常量測，其中 OW-7 及 OW-11 本公司分別於 109 年 10 月 19 日及 4 月 21 日自主安裝自計式水壓計。 2.OW-8 共 1 處，本計畫執行前已失去功能。 3.OW-10 共 1 處，107~108 年度量測地下水位已幾無地下水位，109 年 4~11 月自動化量測均無地下水位，研判管壁透水孔阻塞，已失去功能。	將 OW-10 自計式水壓計更換至 OW-7，並繼續量測。	可量測之儀器數量，尚可滿足安全監測需求。
	量水堰	1 處	1 處	1 處	0 處	0 處	自動量測	1.溢洪道排水廊道口(SPISEEP)共 1 處，可正常量測。	-	-

註:1.儀器本體若故障且無法修復者，註明為「失去功能」。2.儀器測讀時若有異狀或測值不穩定者，註明為「異常」。

表3-2-1　鯉魚潭水庫監測儀器總類及數量統計表(4/5)

位置	儀器名稱	安裝數量	可量測數量	檢測情況			記讀方式	狀況說明	建議改善方式	處理情形
				正常	異常	失去功能				
溢洪道舟斗左岸邊坡	傾斜管	4 處	2 處	2 處	0 處	2 處	每月一次	1. SI-1R、SI-2R 共 2 處，可正常量測。 2. **SI-1**、**SI-2** 共 2 處，本計畫執行前已失去功能。	損壞儀器埋設於邊坡內無法抽出檢修。	可量測之儀器可滿足安全監測需求。
	地下水位觀測井	5 處	4 處	4 處	0 處	1 處	每月一次	1.OW-1、OW-3、OW-4、OW-5 共 4 處，可正常量測，其中 OW-1、OW-3 及 OW-5 已於 109 年 4 月 21 日由本公司自主安裝自計式水壓計，提升為自動化量測。 2.OW-2 共 1 處，本計畫執行前已失去功能。	損壞儀器埋設於邊坡內無法抽出檢修。	可量測之儀器可滿足安全監測需求。
	岩盤伸縮儀	9 只(3 只/組)	8 只	4 只	4 只	1 只	每月一次	1.LE-1-15、LE-3-5、LE-3-10、LE-3-15 共 4 只可正常量測，其中 LE-3-5 及 LE-3-10 曾於 100 年度失去功能，而 LE-3-15 則曾於 106 年度失去功能，109 年度 11 月 6 日已將 LE-3(3 只)重新安裝，並納入監測。 2.LE-1-5 本計畫執行前已失去功能。 3.LE1-10、LE2-05、LE2-10 及 LE-2-15 疑似內部線路損壞或感應不良，惟偶可量測，納入異常。	LE1 及 LE2 短期建議先配合傾斜管輔以分析，長期建議比照 LE-3 辦理修復。	LE1 及 LE2 暫先配合傾斜管輔助分析。
投池右岸邊坡	傾斜館	15 處	5 處	5 處	0 處	10 處	每月一次	1.I-4、RSI-3、RI-3、RRSI-2、RRI-1 共 5 處，可正常量測。 2.SI-5、SI-6、**SI-7**、SI-8、I-1、I-2、I-3、**RSI-2**、RI-1、SI-5R 共 10 處，本計畫執行前已失去功能。	損壞儀器埋設於邊坡內無法抽出檢修。	可量測之儀器可滿足安全監測需求。
	裂縫計	6 處	6 處	6 處	0 處	0 處	每月一次	1.RCG-A、RCG-0~RCG-4 共 6 處，可正常量測。	-	-

註:1.儀器本體若故障且無法修復者，註明為「失去功能」。2.儀器測讀時若有異狀或測值不穩定者，註明為「異常」。

表3-2-1　鯉魚潭水庫監測儀器總類及數量統計表(5/5)

位置	儀器名稱	安裝數量	可量測數量	檢測情況			記讀方式	狀況說明	建議改善方式	處理情形
				正常	異常	失去功能				
投池右岸邊坡	地下水位觀測井	13 處	10 處	9 處	1 處	3 處	自動記讀	1.OW-15、IOW-1、IOW-2、IOW-3、IOW-4、ROW-12、RROW-13、ROW-14、OW-16 共 9 處，可正常量測，並於 108 年 2 月 20 日完成自動化監測系統更新，量測頻率為每小時紀錄一次。 2.**OW-13**、**OW-14**、**ROW-13** 共 3 處，本計畫執行前已失去功能。 3.OW-12 於 104 年前研判失去功能，然 106 年發現 EL.230m 以上仍可量測，目前採人工量測，納入異常。	-	-
	量水堰	1 處	1 處	1 處	0 處	0 處	自動記讀	1.投池右岸邊坡(SPSEEP)共 1 處，可正常量測。	-	-
取水工	岩盤伸縮儀	32 只	9 只	7 只	2 只	23 只	每月一次	1.E-22、E-24、E-26、E-28、E-29、E-31 及 E-32 共 7 只，可正常量測。 2.E-1~E-21、E-25 與 E-30 共 23 只，經檢測研判應已失去功能。 3.E-23 疑似內部線路損壞或應不良，惟偶可量測，另 E-27 於 89 年度判定失去功能，然 106 檢測數值雖有跳動情形，惟偶可量測，共 2 只納入異常。	損壞儀器埋設於岩盤內無法抽出檢修。	建議配合傾斜管輔以分析。
	傾斜管	4 處	4 處	4 處	0 處	0 處	每月一次	1.IN-1~IN-4 共 4 處，可正常量測。	-	-
	水壓計	10 處	0 處	0 處	0 處	10 處	每月一次	1. P1~10 共 10 處，本計畫執行前已失去功能。	不建議作露出管線修復作業。	以傾斜管及岩盤伸縮儀為主進行監測。
後池堰	裂縫計	2 處	2 處	2 處	0 處	0 處	每月一次	1.BU-50、BU-70 共 2 處，可正常量測。	-	-

註:1.儀器本體若故障且無法修復者，註明為「失去功能」。2.儀器測讀時若有異狀或測值不穩定者，註明為「異常」。

表3-2-2　鯉魚潭水庫監測儀器之規格

位置	儀器名稱	廠牌	型號	測讀原理	量測範圍	精度
大壩	孔隙水壓計	英制GI及SI	PP1.1-micorn (壩基型) PP1.2-60micorns (壩體型) SI1.1-60micorns (壩體型)	氣壓式	0~200mH_2O(GI)、0.5~200mH_2O (SI)	±0.5%FS ±0.2m(GI) ±0.2m(SI)
	沉陷板	英制 GI	ME2.17	磁感應式	300mmPCV磁性板	-
	水平變位計	英制 SI	5KΩ之感應器	電子式	0~300mm	±0.2mm
	土壓計	英制GI及SI	HPC1.3 及 3P1.2	氣壓式	0~20bar	±0.5%FS ±0.02bar
	量水堰	德國BD	LMK-382	電子式(4-20mA)	0~0.4mH_2O(右廊道、右廊道滲水管、左廊道、大壩滲漏室)	0.25%FSO
	強震儀	日制東京測震	AS-303C1WP	電子式	±2000gal	0.00005%F.S
溢洪道	岩盤伸縮儀	美制Sinco	10KΩ之感應器，518192	電子式	最大 20cm	±0.1%F.S
	量水堰	德制BD	LMK-382	電子式(4-20mA)	0~0.4mH_2O	0.25%FSO
取水工	岩盤伸縮儀	美制Sinco	10KΩ之感應器，518192	電子式	最大 20cm	±0.1%F.S
	水壓計	美制Sinco	-	氣壓式	0.05~50mH_2O	±0.1%F.S

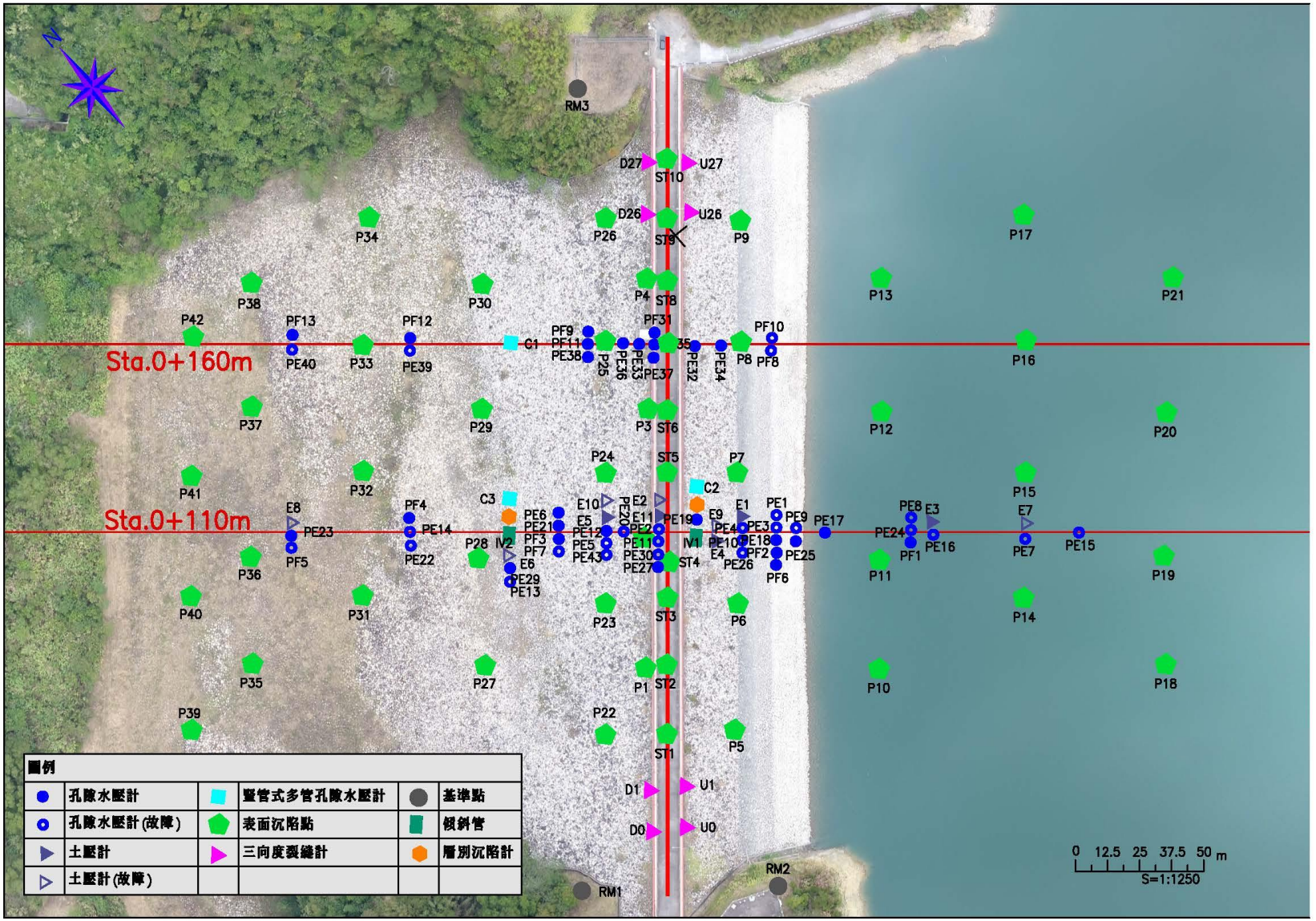


圖 3-2-2　大壩監測儀器平面佈置圖

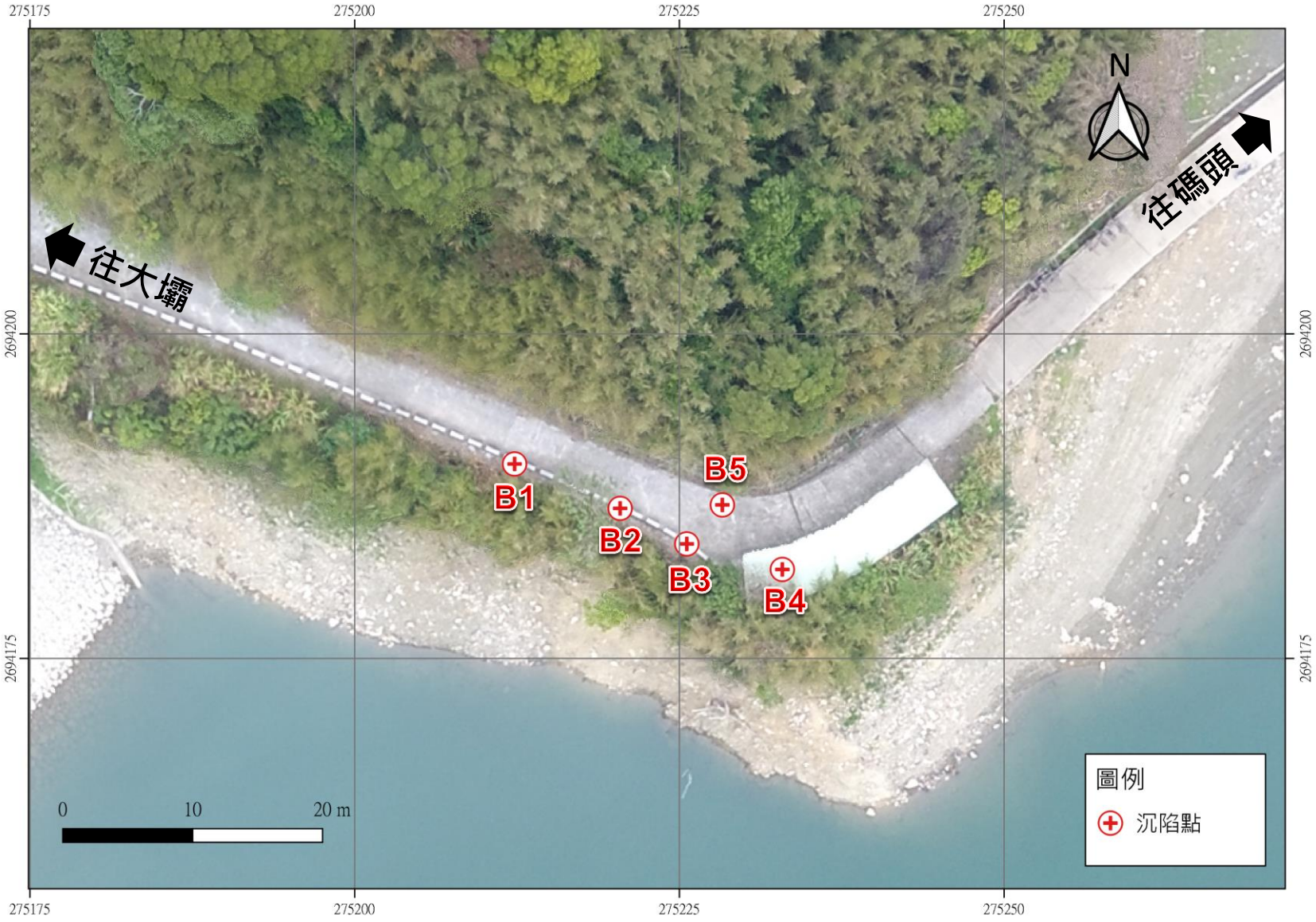
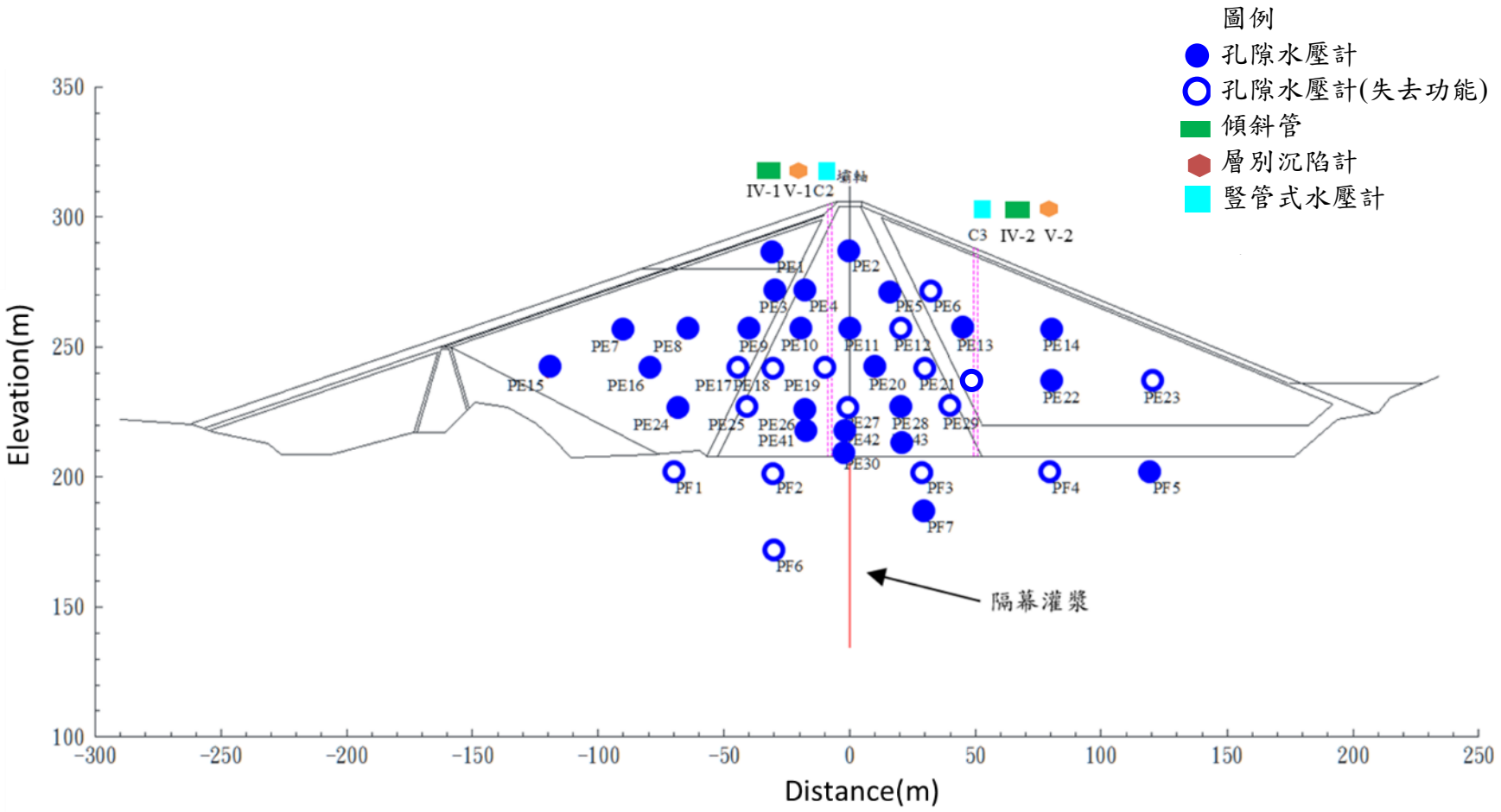
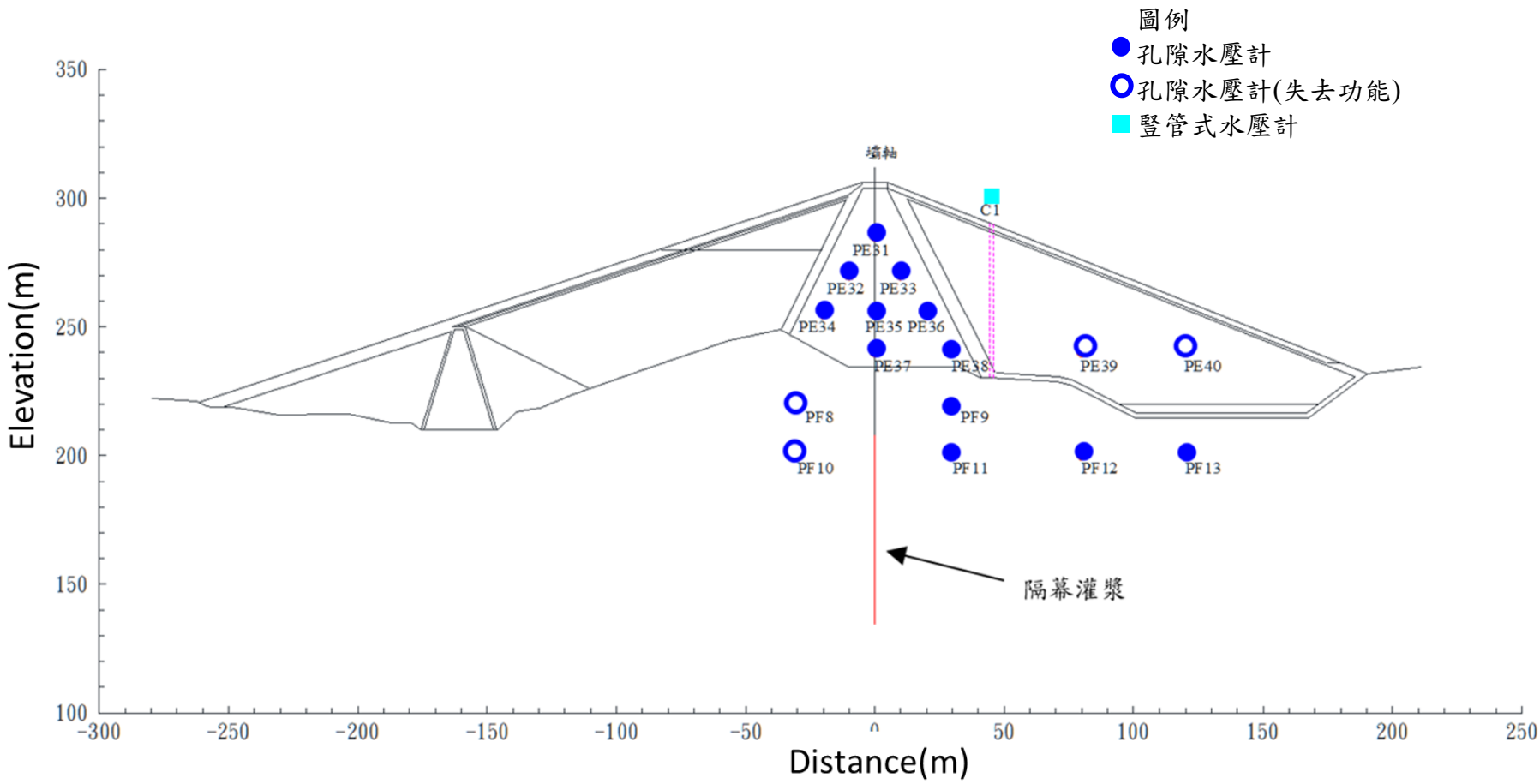


圖 3-2-3　大壩監測儀器平面佈置圖



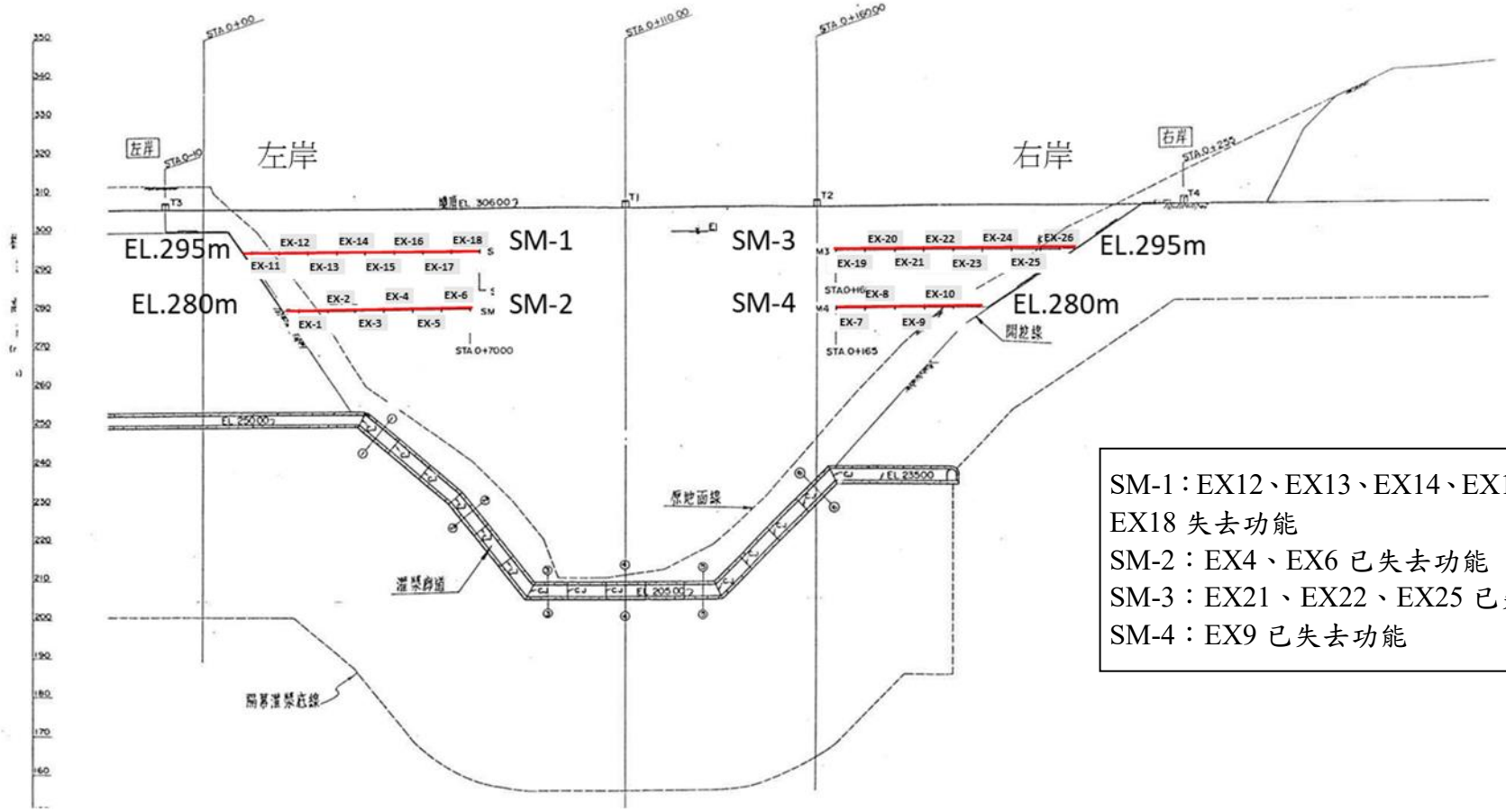
資料來源：鯉魚潭水庫工程-大壩監測儀器設備設計圖，台灣省水利局，民國 76 年 4 月，本計畫修繪。

圖 3-2-4　大壩孔隙水壓計佈置圖(STA.0+110)



資料來源：鯉魚潭水庫工程-大壩監測儀器設備設計圖，台灣省水利局，民國 76 年 4 月，本計畫修繪。

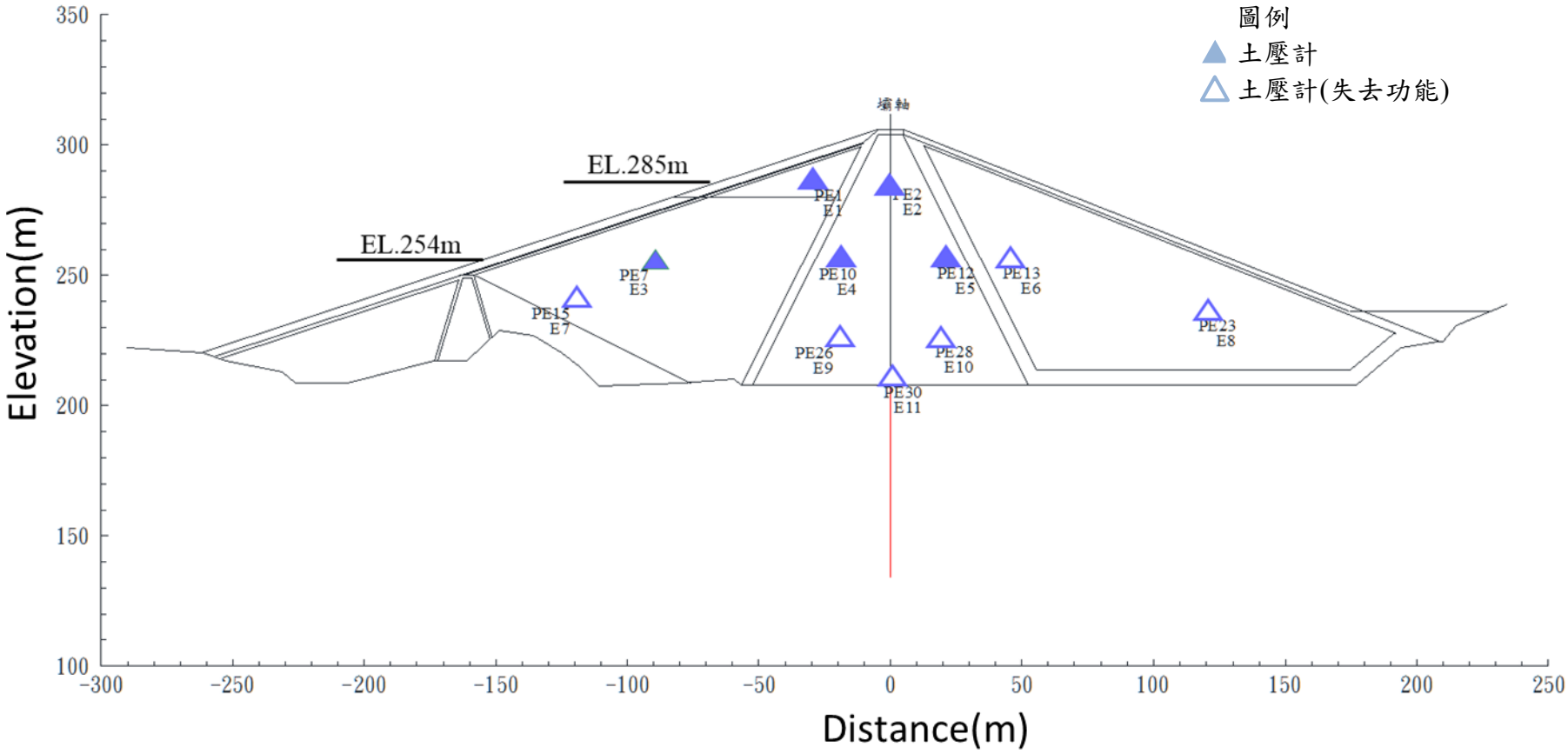
圖 3-2-5　大壩孔隙水壓計佈置圖(STA.0+160)



SM-1：EX12、EX13、EX14、EX16、EX17、EX18 失去功能
SM-2：EX4、EX6 已失去功能
SM-3：EX21、EX22、EX25 已失去功能
SM-4：EX9 已失去功能

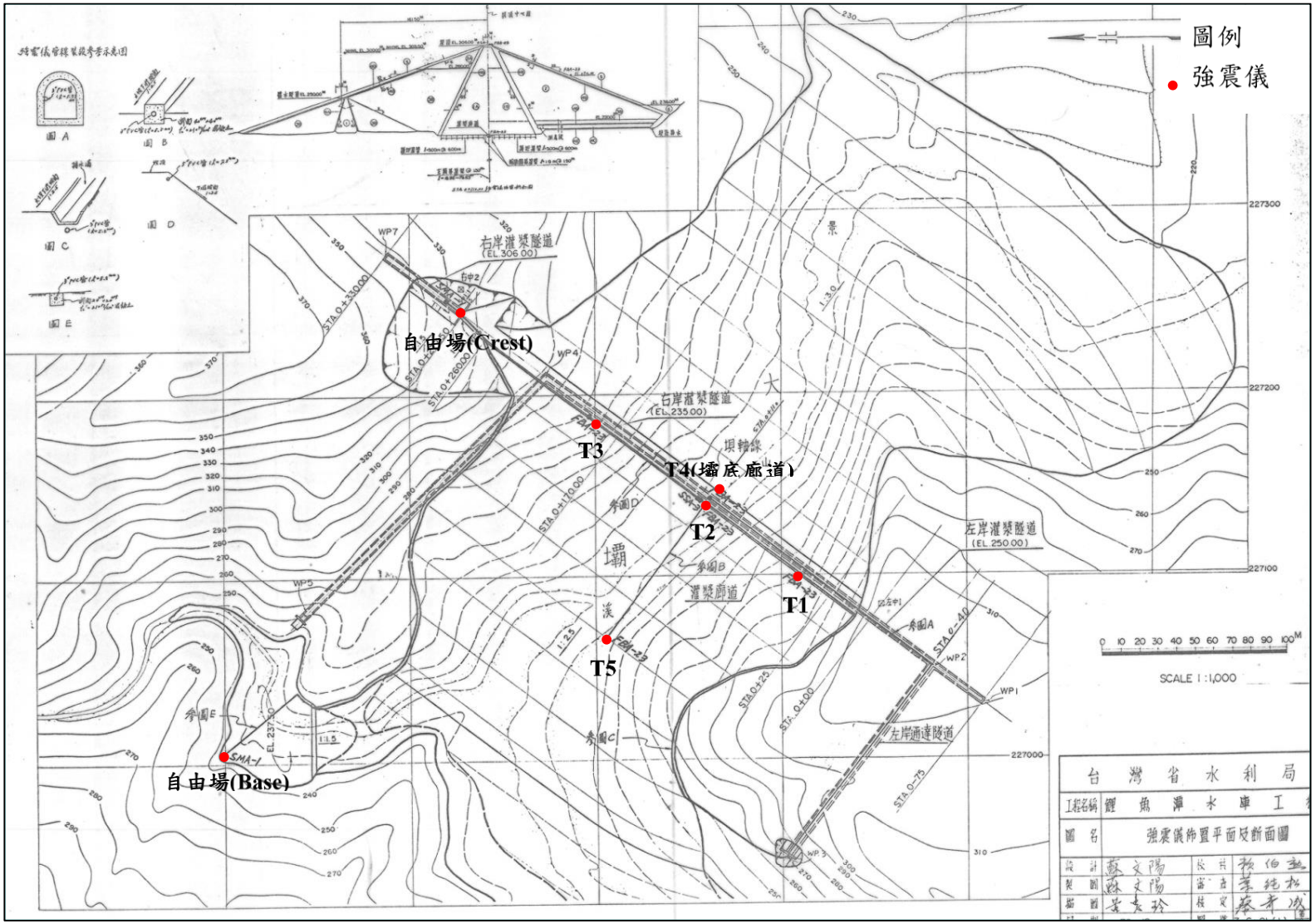
資料來源：鯉魚潭水庫工程-大壩監測儀器設備設計圖，台灣省水利局，民國 76 年 4 月，本計畫修繪。

圖 3-2-6　大壩水平變位計佈置圖



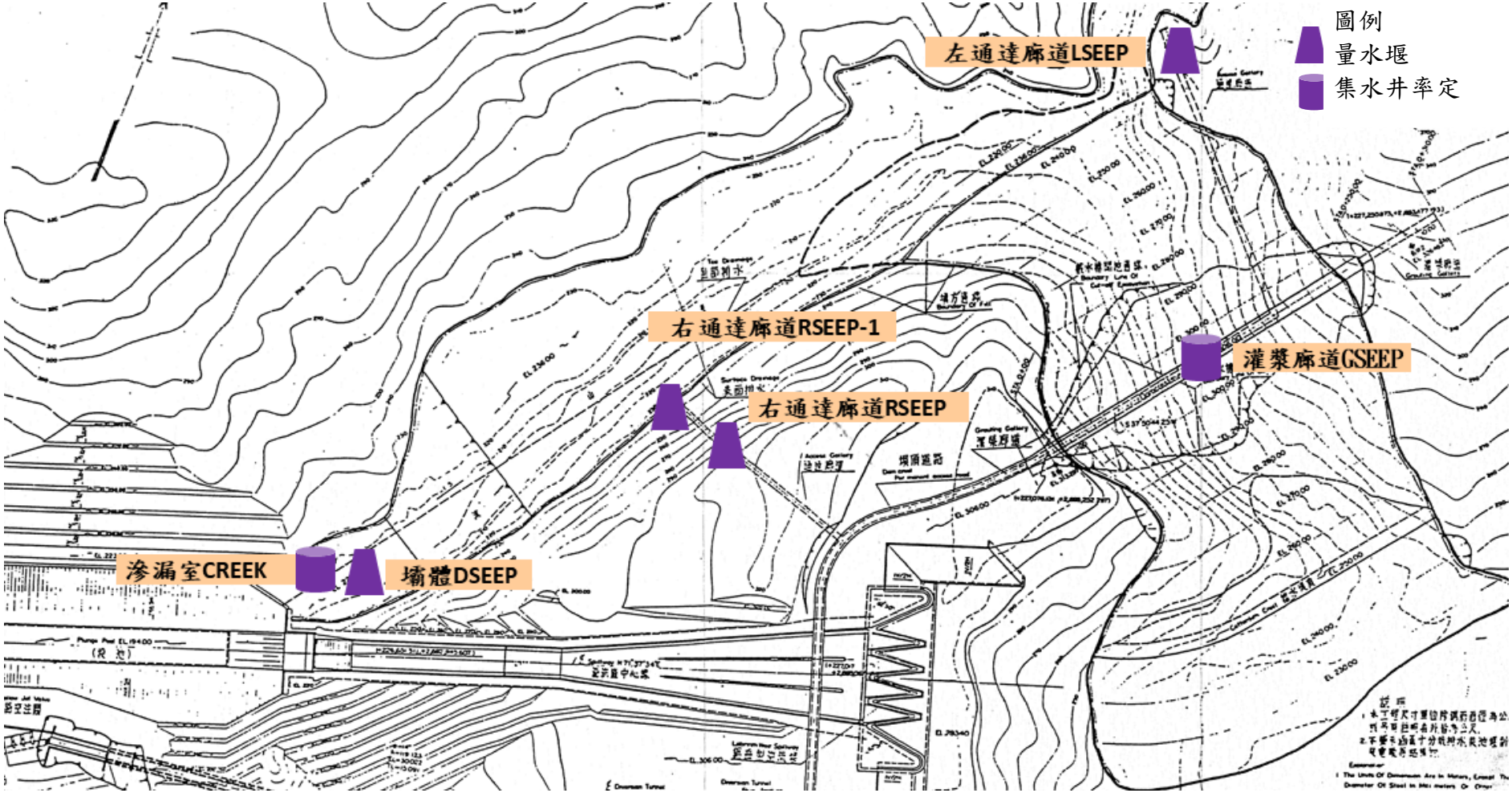
資料來源：鯉魚潭水庫工程-大壩監測儀器設備設計圖，台灣省水利局，民國 76 年 4 月，本計畫修繪。

圖 3-2-7　大壩土壓計佈置圖(STA.0+110)



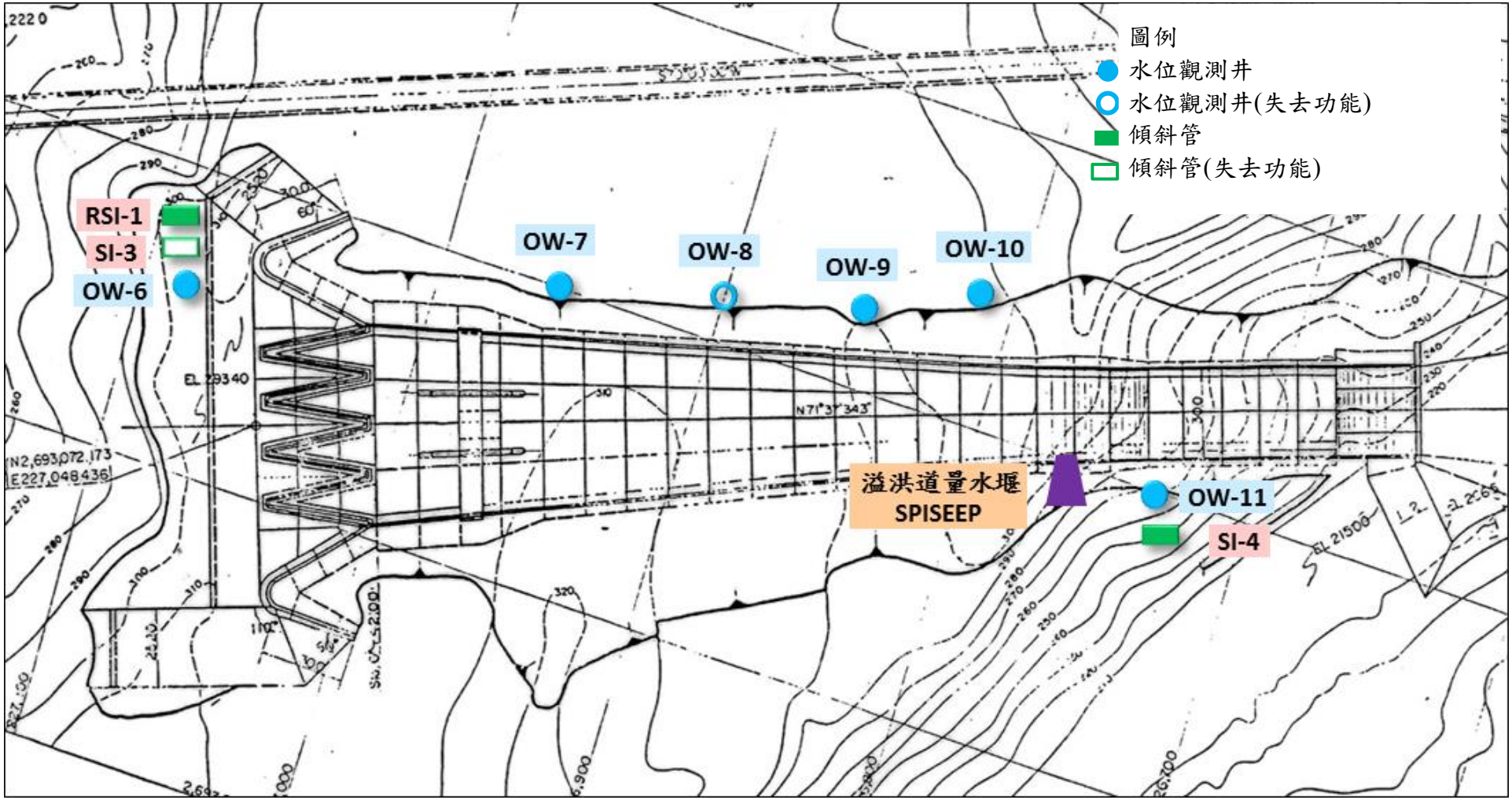
資料來源：鯉魚潭水庫工程-大壩監測儀器設備設計圖，台灣省水利局，民國 76 年 4 月，本計畫修繪。

圖 3-2-8　大壩強震儀佈置圖



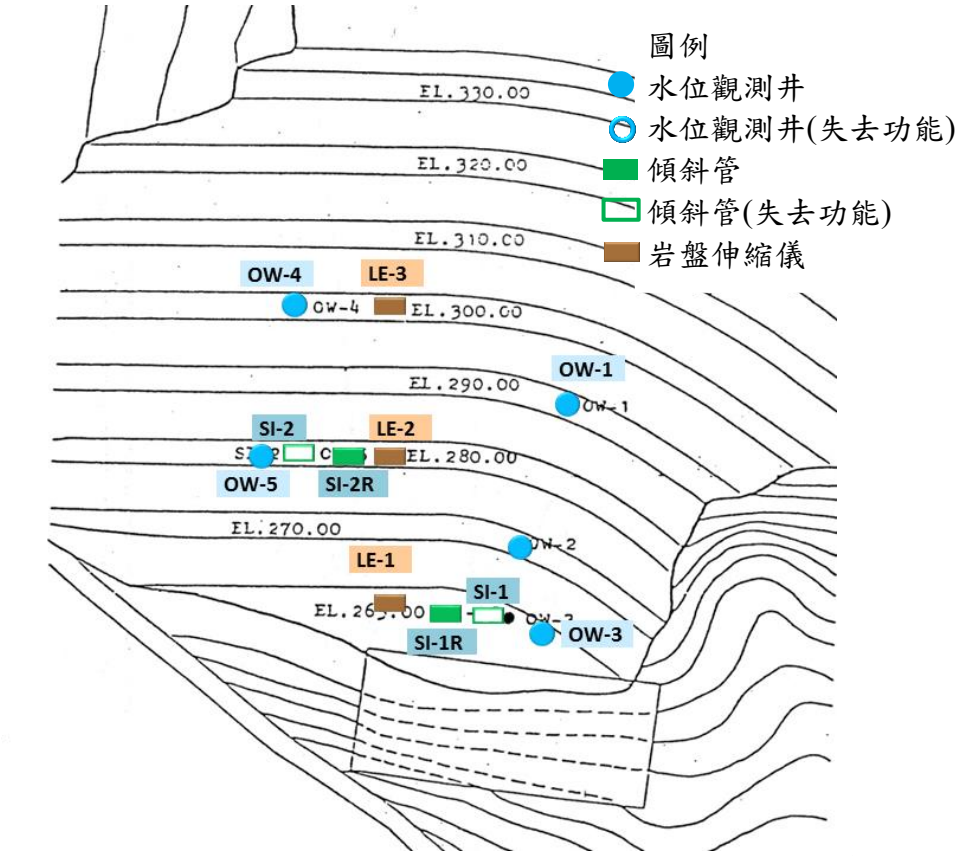
資料來源：鯉魚潭水庫工程-大壩監測儀器設備設計圖，台灣省水利局，民國 78 年 12 月，本計畫修繪。

圖 3-2-9　大壩滲流量測系統及量水堰佈置圖



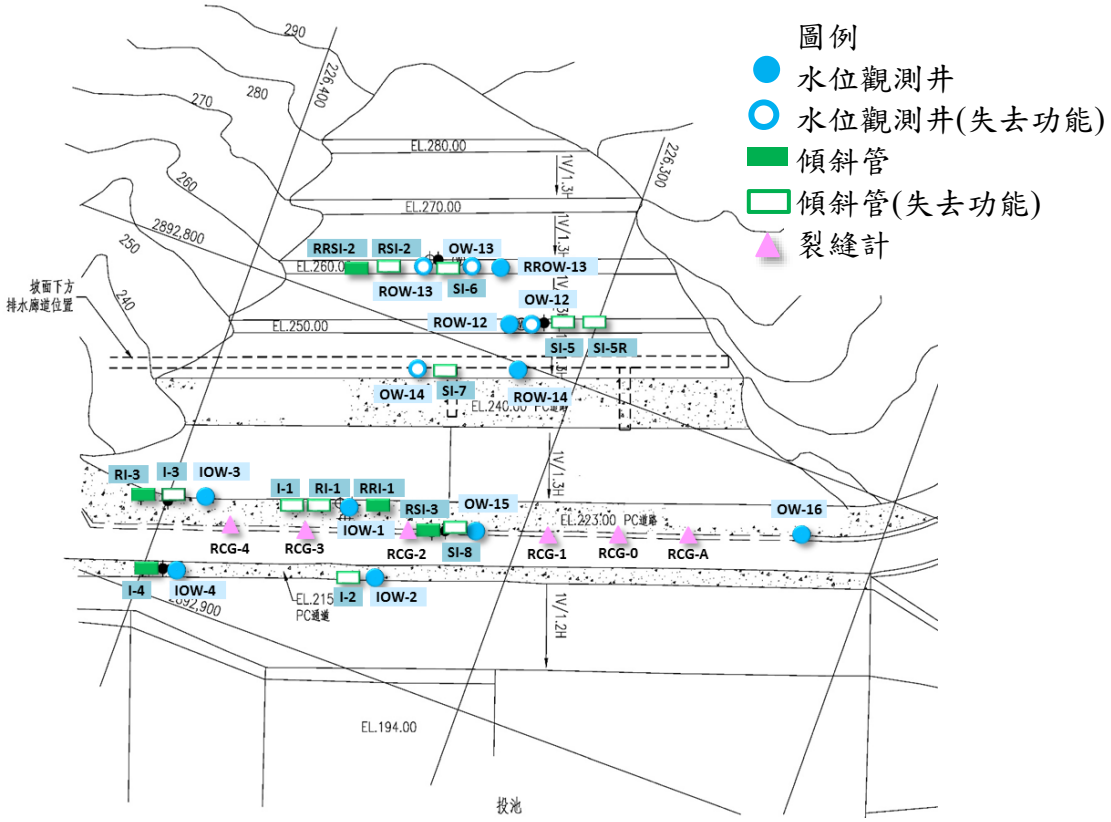
資料來源：溢洪道第一期第一階段設計圖，台灣省水利局，民國 78 年 5 月，本計畫修繪。

圖 3-2-10　溢洪道洩槽兩岸邊坡監測儀器平面佈置圖



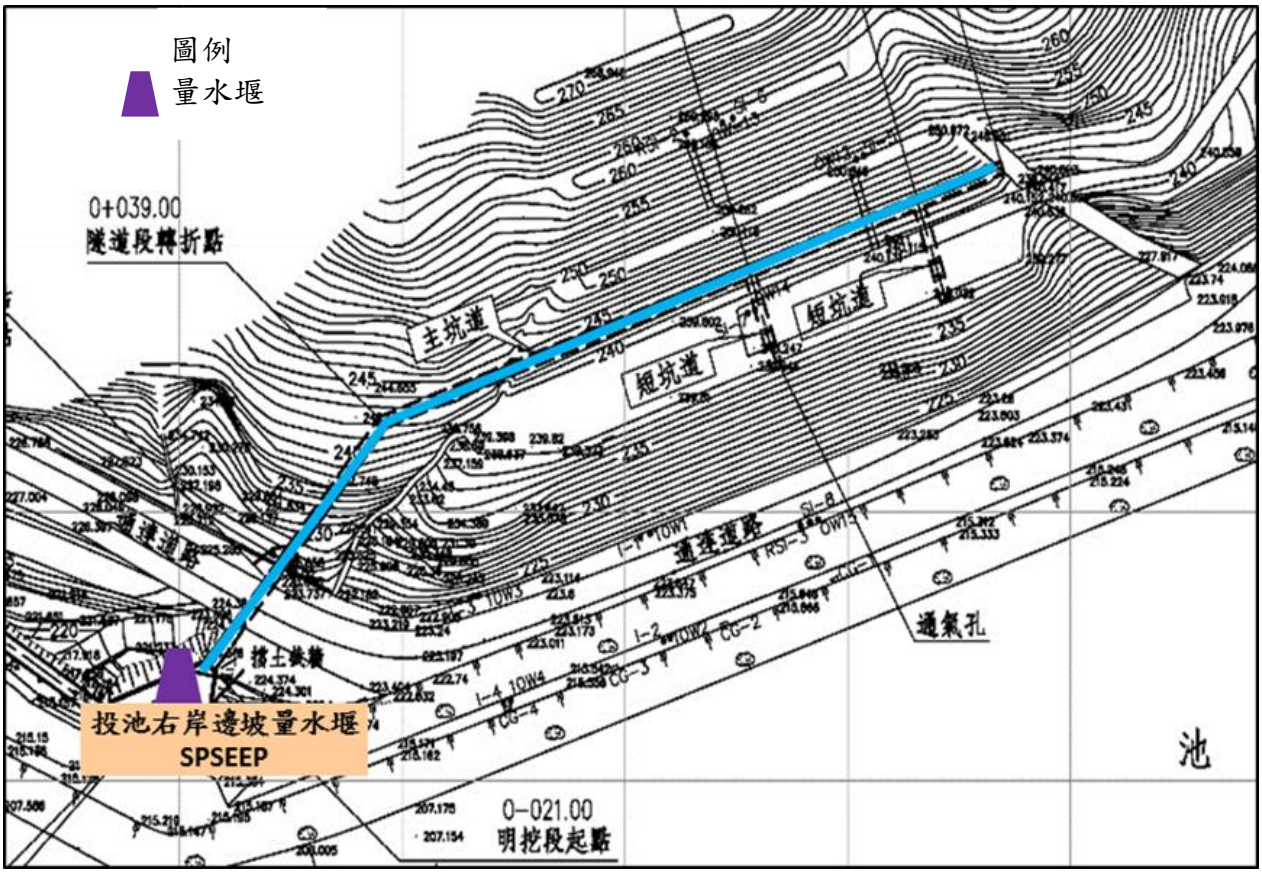
資料來源：鯉魚潭水庫竣工報告，台灣省水利局，民國 88 年 6 月，本計畫修繪。

圖 3-2-11　溢洪道舟斗左岸邊坡監測儀器平面佈置圖



資料來源：104 年度鯉魚潭水庫投池右岸及倉庫設施維護改善工程-竣工圖，經濟部水利署中區水資源局，民國 105 年 1 月，本計畫修繪。

圖 3-2-12　溢洪道下游投池右岸邊坡監測儀器平面佈置圖

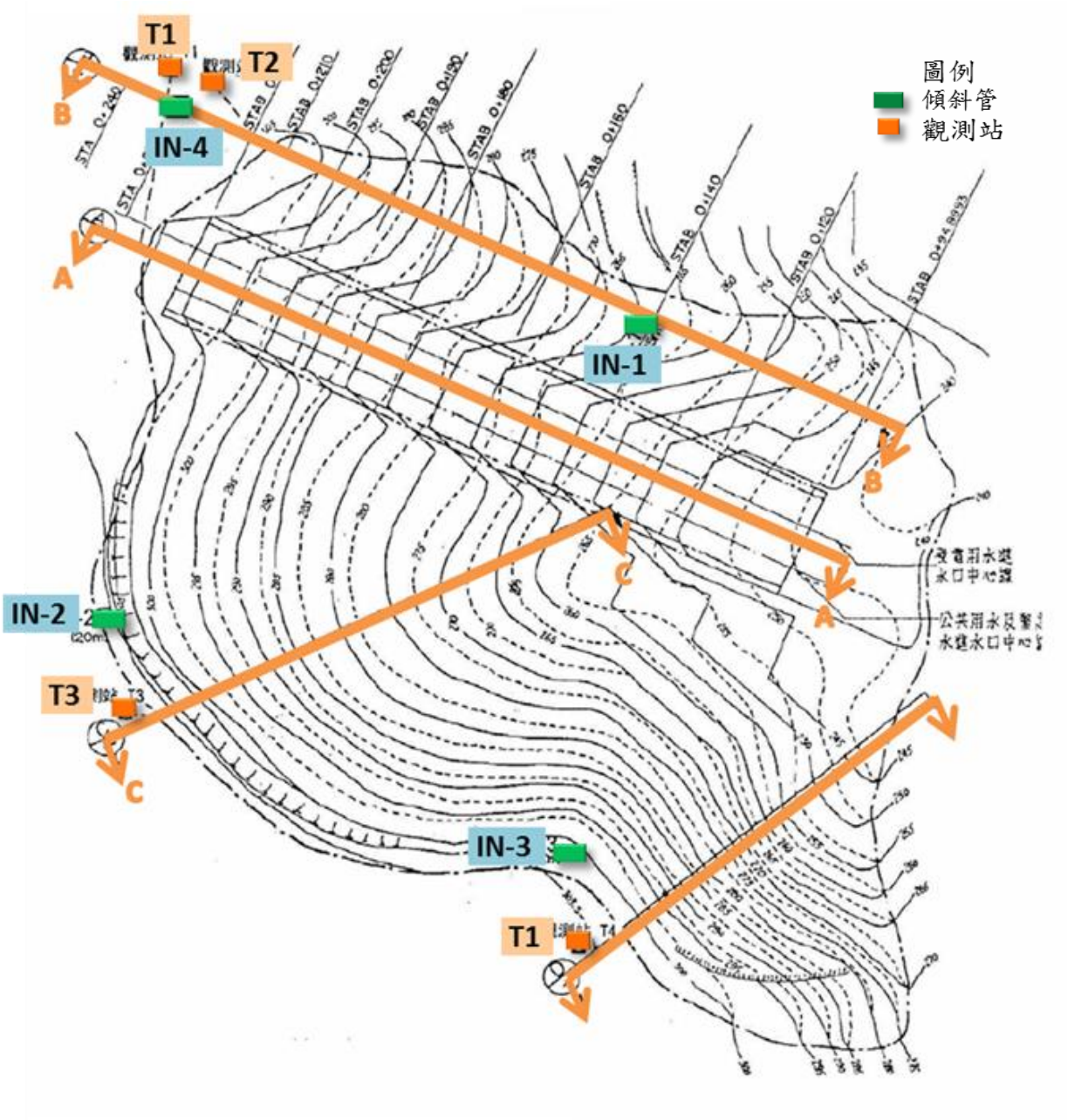


資料來源：鯉魚潭水庫溢洪道投池右岸增設排水廊道工程-細部設計圖，經濟部水署中區水資源局，民國 88 年 6 月，本計畫修繪。

圖 3-2-13　溢洪道下游投池右岸邊坡量水堰位置圖

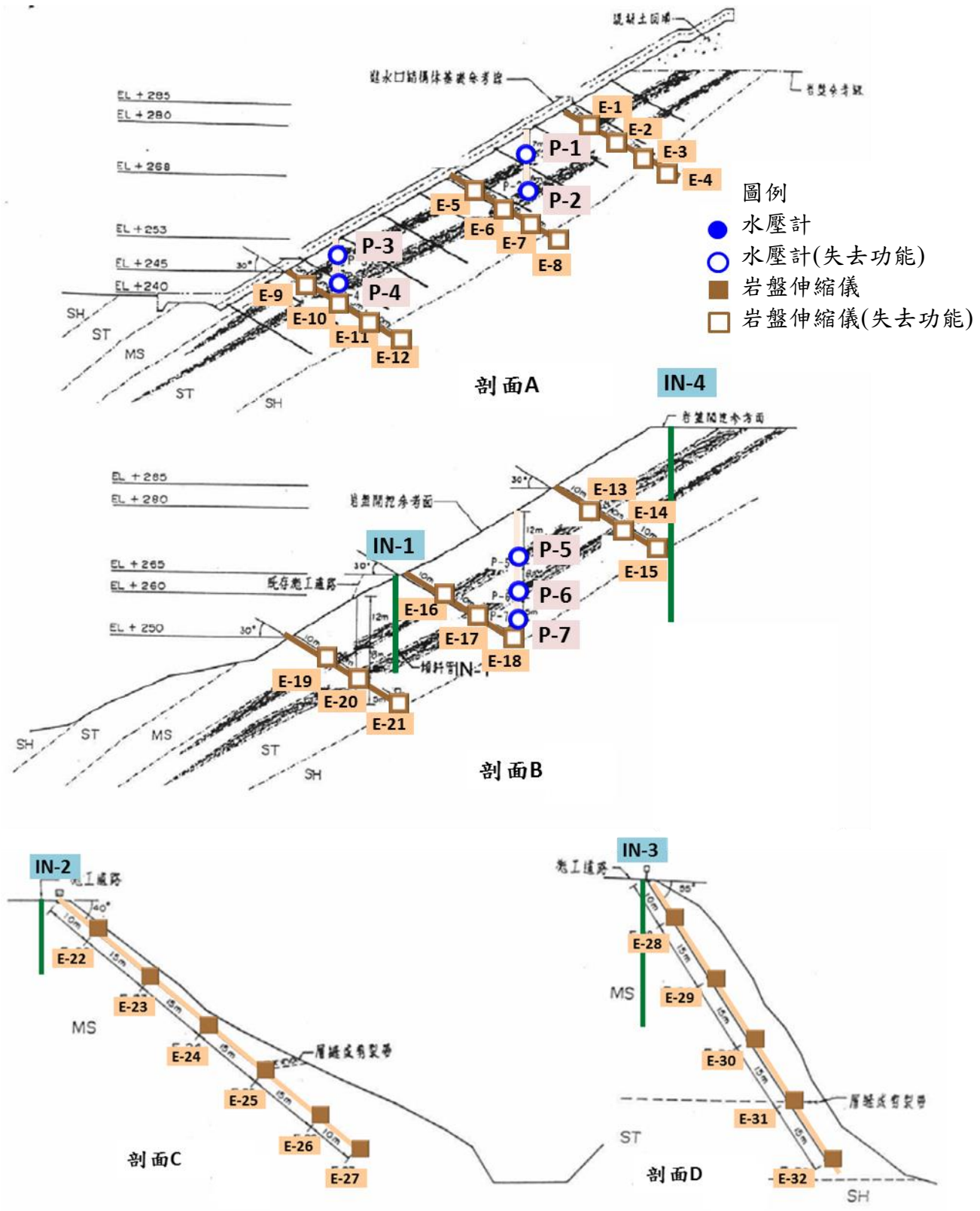


圖 3-2-14　投池右岸邊坡 EL.240m 戲台道路護坡裂縫計平面佈置圖



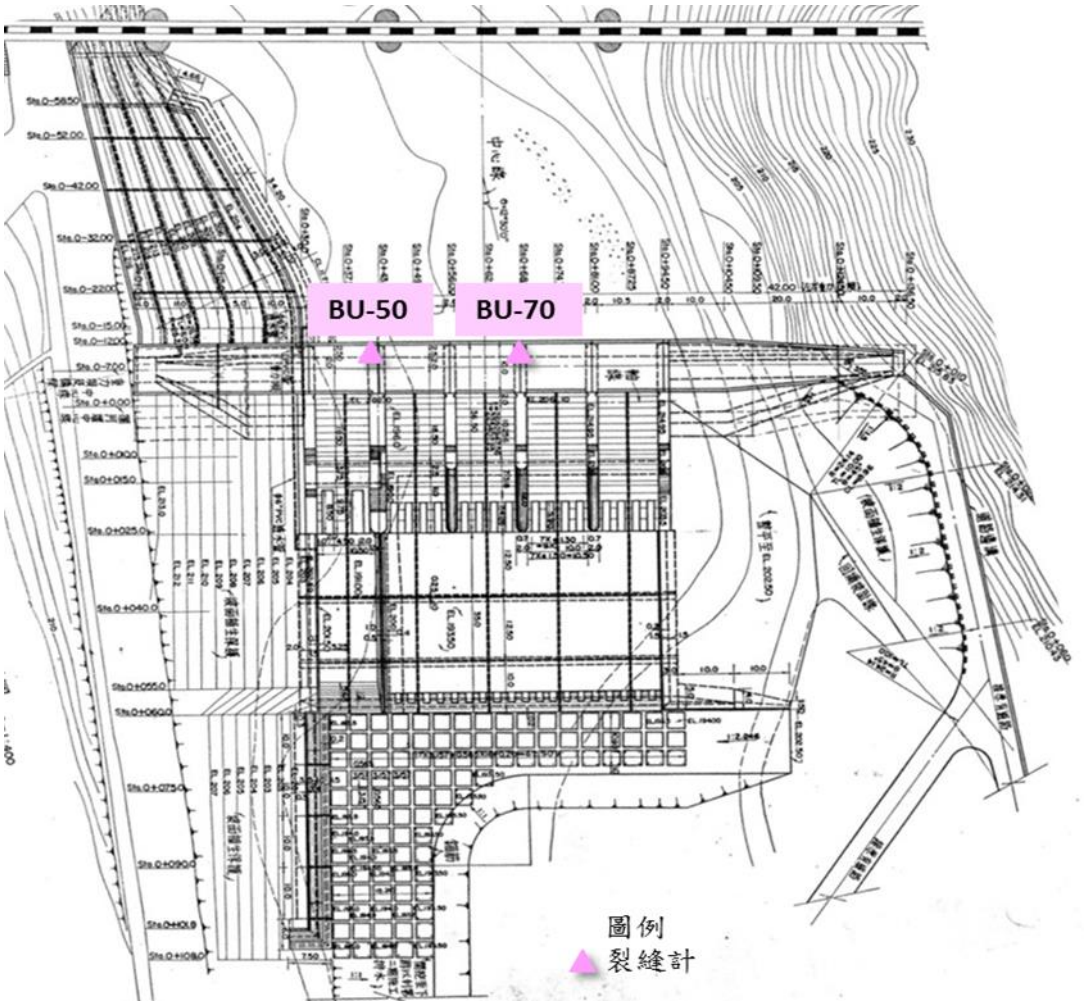
資料來源：取出水工第二期工程進水塔結構工程設計圖，台灣省水利局，本計畫修繪。

圖 3-2-15　取水工邊坡監測儀器平面佈置圖



資料來源：取出水工第二期工程進水塔結構工程設計圖，台灣省水利局，本計畫修繪。

圖 3-2-16　取水工邊坡監測儀器剖面佈置圖



資料來源：鯉魚潭水庫後池堰工程設計圖，台灣省水利局，民國 78 年 10 月，本計畫修繪。

圖 3-2-17　後池堰監測儀器平面佈置圖

第四章 工作執行內容

4-1 安全監測分析

本計畫監測工作主要係依據契約要求、「鯉魚潭第三次安全評估」及「水利建造物檢查及安全評估辦法」相關規定辦理，自動監測項目包含滲流量測系統及量水堰、地下水位觀測井及強震儀；人工監測項目包含孔隙水壓計、土壓計、傾斜管、層別沉陷計、水平變位計、表面觀測及位移觀測點、豎管式水壓計、水位井、地下水位觀測井、裂縫計、岩盤伸縮儀等。自動監測儀器資料均於每日收集完畢，人工監測部分則依規定頻率進行量測及現場檢查作業，監測方法說明如下。

一、監測資料收集及檢核：蒐集及檢核鯉魚潭水庫迄今所測得之監測資料，依據上述檢核結果，研析本年度份監測資料之正確性。

二、儀器測讀及自動化監測資料下載：依規定頻率前往現場量測各項監測儀器設施以及下載之監測資料，同時檢視既有及新設之自動化監測系統之運作情形。

三、監測資料整理：彙整各儀器監測資料繪製成圖表，並將異常數值予以刪除(如1.數值變化過大，於數線圖形成凸值而現場及其他儀器無明顯變化者；2.現場人員測試或作業期間，暫時停止監測或修改儀器設定時段之數據資料)。

四、監測資料研判：根據監測所得之各歷時曲線圖辦理監測成果研判，並比對現場檢查結果，進行綜合評析。

4-2 現場檢查工作

現場檢查工作係每季定期辦理，檢查項目包括(1).土木設施：大壩(含廊道)、溢洪道、投池左岸、投池右岸邊坡、取水工、出水工、後池堰、小溪導水、庫區內橋廊(觀虹橋及後池堰頂橋)；(2).水工機械：取水工出水工、後池堰等機械及其機電控制設備，各項設施依據鯉魚潭水庫安全維護手冊規定辦理，庫區如遭遇地震、暴雨、洪水及山崩等特殊事件，且影響及規模達本計畫特殊檢查標準時，則需另外進行特殊檢查。安全檢查人員如表4-2-1，檢查週期如表4-2-2所示。

受109年9月~110年5月枯旱期影響，本年度1月1日~5月29日期間庫區累積雨量僅101mm，庫水位最低降至EL.245.62m(110年5月30日)，為89年後最低，本計畫依「水利建造物檢查及安全評估辦法」第9條規定，於110年4月26~27日辦理枯旱期特別檢查，檢查結果大壩、附屬結構設施、蓄水範圍周邊邊坡及水工機械設施均無異常；本年度8月6日~8日間熱帶低壓(原盧碧颱風)為最主要降雨事件，最大日雨量發生於8月7日(日雨量198mm)，未達「集水區發生1日暴雨或24小時延時降雨量超過470公厘之雨量」之特別檢查標準。溢洪道於7月28日~9月30日有溢流情形，最大溢洪量為8月7日10時~11時之288cms，未達「溢洪量大於650秒立方公尺」之特別檢查標準。彙整本年度水庫營運資料歷時曲線如圖4-2-1及圖4-2-2。

另本計畫採用無人載具對鯉魚潭水庫土木結構物、蓄水範圍周邊及橋梁進行定期安全檢查，並於每季上傳數位影像拍攝成果至雲端系統，以利水庫管理單位可即時查詢及參考。無人載具檢查週期如表4-2-3。

橋梁檢查方式採DERU目視檢測準則及使用表格係採公路總局2019年「公路養護手冊」，並依據交通部運輸研究所之「公路橋梁檢測及補強規範(2018)」規定辦理。主要為判定劣化程度(D值)、劣化範圍(E值)、劣化情況對橋梁結構安全性與服務性之影響度(R值)，以及劣化構件維修的急迫性(U值)，DERU評估準則如表4-2-4所示。

表4-2-1　本年度安全檢查時程及參與人員表

檢查日期	施檢人員	水庫水位	備註
2021/01/01~ 2021/03/31	土木設施：曾志豪、古介予 水工機械設施：陳盈宏	EL.260.53m 至 EL.264.80m	-
2021/04/01~ 2021/06/30	土木設施：曾志豪、古介予 水工機械設施：陳盈宏	EL.245.62m 至 EL.289.09m	-
2021/07/01~ 2021/09/30	土木設施：曾志豪、古介予 水工機械設施：陳盈宏	EL.300.00m 至 EL.300.09m	-
2021/10/01~ 2021/12/31	土木設施：曾志豪、古介予 水工機械設施：陳盈宏	EL.293.88m 至 EL.300.01m	-

表4-2-2　土木結構及水工機械安全維護定期檢查週期與特別檢查時機

項目	定期檢查	特別檢查				
		地震	洪水	暴雨	山崩	緊急放水
1.大壩 壩面上、下游坡面、壩頂道路、壩座、廊道及壩趾	Q	事件後	事件後	事件後	事件後	事件後
2.溢洪道						
(1)鋸齒堰、洩槽(含排水廊道)及觀虹橋	Q	事件後	事件後	(視情況)	(視情況)	(視情況)
(2)投池	Q	事件後	事件後	(視情況)	(視情況)	事件後
3.取出水工						
(1)第一、第二出水工(取水塔)	Q	事件後	事件後	(視情況)	(視情況)	事件後
(2)第一、第二出水工(閘閥室)	Q	事件後	事件後	(視情況)	(視情況)	事件後
4.水工機械						
(1)第一及第二取水工閘門、吊門機及電氣設備	Q(註 4)	事件後	—	—	—	事件後(註 7)
(2)第一出水工環滑閘門、吊門機及電氣設備	Q(註 4)	事件後	—	—	—	事件後(註 7)
(3)第一出水工噴流閘門、吊門機及電氣設備	Q(註 4)	事件後	—	—	—	事件後(註 7)
(4)第二出水工高壓滑動閘門、吊門機及電氣設備	Q(註 4)	事件後	—	—	—	事件後(註 7)
(5)第二出水工噴流閘門、吊門機及電氣設備	Q(註 4)	事件後	—	—	—	事件後(註 7)
(6)第一蝶閥、驅動器及電氣設備	Q(註 4)	事件後	—	—	—	事件後(註 7)
(7)第二蝶閥、驅動器及電氣設備	Q(註 4)	事件後	—	—	—	事件後(註 7)
(8)第三蝶閥、驅動器及電氣設備	Q(註 4)	事件後	—	—	—	事件後(註 7)
(9)第一輸水隧道壓力鋼管及其附屬設備	Q(註 5)	事件後(註 6)	—	—	—	事件後(註 7)
(10)第二輸水隧道壓力鋼管及其附屬設備	Q(註 5)	事件後(註 6)	—	—	—	事件後(註 7)
5.輸水隧道(土木)						
(1)第一輸水隧道(混凝土襯砌部份)	Q(註 5)	事件後(註 6)	(視情況)	(視情況)	(視情況)	事件後
(2)第二輸水隧道(原導水隧道部份)	Q(註 5)	事件後	(視情況)	(視情況)	(視情況)	(視情況)
6.溢洪道、投池及取水工左右岸邊坡						
(1)溢洪道及投池邊坡	Q	事件後	事件後	事件後	事件後	(視情況)
(2)投池右岸排水廊道	Q	事件後	事件後	事件後	事件後	(視情況)
(3)取水工兩側邊坡	Q	事件後	事件後	事件後	事件後	事件後
7.蓄水庫及周邊環境						
(1)庫區及蓄水範圍周邊	Q	事件後	事件後	事件後	事件後	(視情況)
(2)水庫水域	Q	事件後	事件後	事件後	事件後	(視情況)

註：(1) D=每日；W=每週；M=每月；Q=每季；S=每半年；A=每年；N＝無固定日程。

(2) 表中所列定期檢查週期得依設施狀況或實際需求作必要之調整。

(3) 特別檢查中所稱之「事件」指地震、洪水、暴雨、山崩及其他突發之異常事故等。相關事件特別檢查時機原則如下：

地震：當觀測到壩趾自由場 Base 站震度超過四級以上之地震。

洪水：當溢洪道溢流流量達到 650 cms 以上時。

暴雨：集水區發生 1 日暴雨或 24 小時延時降雨量超過 470 公厘之雨量。

山崩：庫區或蓄水域邊坡滑動、崩塌，可能影響大壩或附屬結構物設備安全時。

(4) 水工機械需停水始得以檢視或研判之部位，若無特殊異常狀況或安全疑慮，以每 5 年安全評估辦理為原則。

(5) 輸水隧道每季應定期檢視沿線與周邊環境有無特殊異常狀況，其停水之內部檢視以每 5 年安全評估辦理為原則。

(6) 發生震度超過四級以上之地震，發現有特殊異常狀況(如沿線週遭環境或曝露段鋼管有明顯位移、錯動、沉陷、隆起或滲水等情況)，並評估有必要進一步確認或詳細檢視，或經緊急放水操作後有安全疑慮時，始需對輸水隧道(包括埋設段及暴露段)辦理停水內部檢視之特別檢查。

(7) 水工機械設備於緊急排水操作後始須辦理檢查。

(8) 上述規定應視鯉魚潭水庫實際情況作必要之因應與檢查。

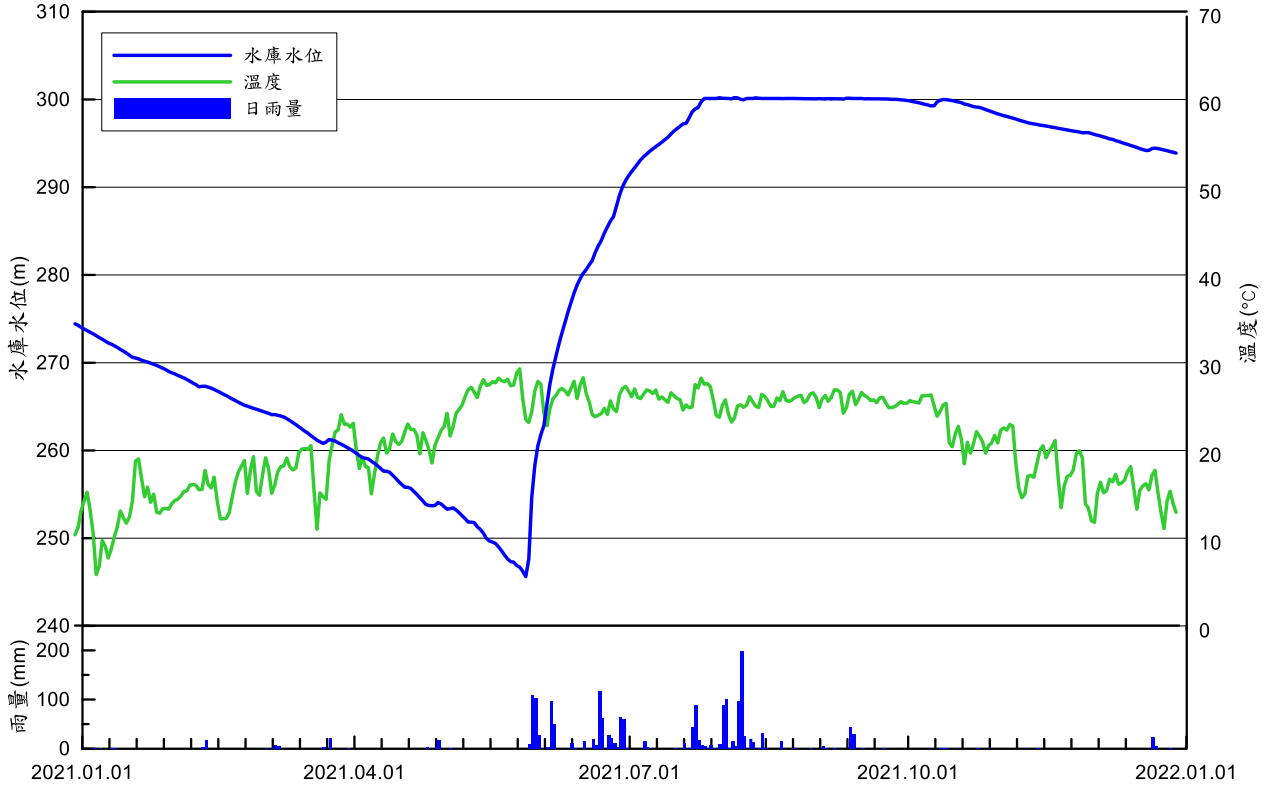


圖 4-2-1　水庫水位、雨量及溫度歷時曲線圖

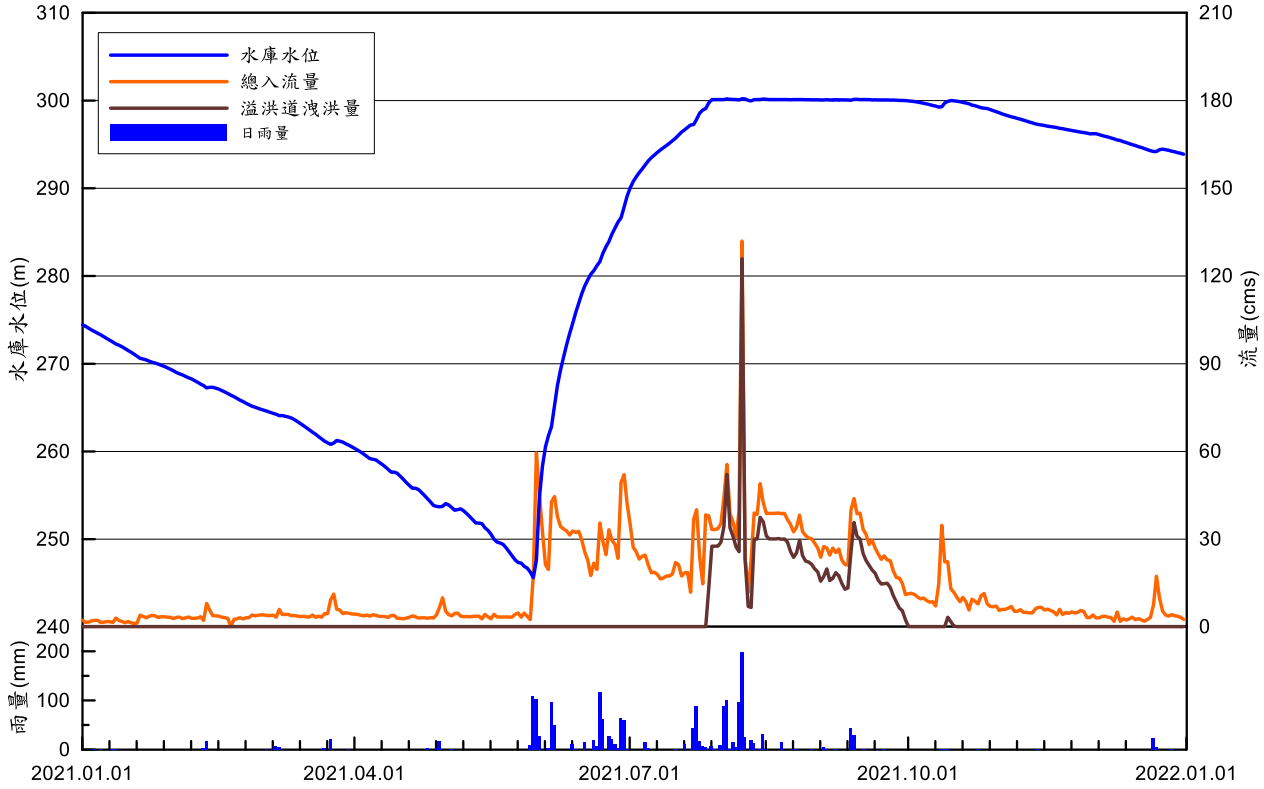


圖 4-2-2　水庫水位、雨量、出、入流量歷時曲線圖

表4-2-3　無人載具定期檢查週期與特別檢查時機

位置	項目	定期檢查	特別檢查			
			地震	洪水	暴雨	山崩
1.大壩	壩體、壩座、壩址空拍	每季	事件後	事件後	事件後	事件後
2.附屬結構物	投池水下檢查	一、二、四季	事件後	(視情況)	事件後	(視情況)
3.構造物及周邊邊坡	溢洪道、取水工攔汙柵、溢洪道及取水工周邊邊坡空拍	-	事件後	(視情況)	事件後	(視情況)
4.蓄水庫周邊環境	蓄水庫及周邊環境空拍	-	事件後	(視情況)	事件後	事件後

表4-2-4　DERU評估準則

	0	1	2	3	4
程度(D)	無此項目	良好	尚可	差	嚴重損害
範圍(E)	無法檢測	10%以下	10%~30%	30%~60%	60%以上
重要性(R)	無法判定重要性	微	小	中	大
急迫性(U)	無法判定急迫性	例行養護	3年內維護或持續追蹤	1年內維護	緊急處置

4-3 工作執行經過

本計畫於民國108年12月31簽約，相關工作辦理經過如表4-3-1。

表4-3-1 本計畫工作辦理經過

日期	工作項目	備註
109.12.31	簽約	-
110.01.25	檢送履約保證金定存單及質權設定申請書	-
110.01.20	檢送工作執行計畫書	-
110.01.28	檢送專案責任保險、第三人意外責任保險與雇主意外責任保險單正本及收據副本	-
110.02.09	檢送 1 月份工作報告	-
110.03.12	檢送工作執行計畫書(定稿版)	-
110.03.12	檢送 2 月份工作報告	-
110.04.15	檢送第一季報告(初稿版)	-
110.05.14	檢送第一季報告(修正版)	-
110.05.14	檢送 4 月份工作報告	-
110.05.26	第一季報告(修正版)備查	備查
110.05.24	檢送第一季報告(定稿版)	-
110.06.15	檢送 5 月份工作報告	-
110.07.15	檢送第二季報告(初稿版)	-
110.08.13	檢送第二季報告(修正版)	-
110.08.13	檢送 7 月份工作報告	-
110.08.19	第二季報告(修正版)備查	備查
110.08.25	檢送第二季報告(定稿版)	-
110.09.14	檢送 8 月份工作報告	-
110.10.15	檢送第三季報告(初稿版)	-
110.11.12	檢送第三季報告(修正版)	-
110.11.12	檢送 10 月份工作報告	-
110.11.18	第三季報告(修正版)備查	備查
110.11.23	檢送第三季報告(定稿版)	-
110.12.15	檢送 11 月份工作報告	-
111.01.15	檢送年度報告(初稿版)	-
111.02.17	檢送年度成果報告(修正版)	-
111.02.23	年度成果報告(修正版)備查	備查

第五章　重要工作成果

5-1　安全監測分析

5-1-1　大壩

鯉魚潭水庫設有壩基型、壩體型孔隙水壓計及豎管式水壓計，其設置目的係為瞭解大壩基礎岩盤及壩體內部之水壓分佈及水壓變化並監測下游區域之水位變化情形，據以研判水庫壩體之止水效果與水庫滲漏狀況。現尚有6組壩基型孔隙水壓計、31組壩體型孔隙水壓計及5支豎管式水壓計可進行量測。

一、STA.0+110 斷面

本斷面位於大壩左端，壩體高度約96m，為大壩最大斷面，大壩心層下設有隔幕灌漿形成不透水幕，詳細位置位置如圖5-1-1，本斷面水壓計總頭歷時曲線如圖5-1-2~圖5-1-8。

由歷年監測成果可知,除豎井式水壓計編號C3-P3自竣工後水壓偏高且無明顯變化(如圖5-1-2) ，疑為水壓計濾頭阻塞，另PF7、PE4、PE5、PE22、PE24、PE26、PE28、PE30、PE41、PE42疑有管線彎折及漏氣現象,正確性可能受影響,不列入討論。各水壓計不同埋設位置討論如後：

(一)以上游殼層區區位探討

由圖5-1-2~圖5-1-8可知，除水壓計編號PE24疑有管線彎折及漏氣之現象，其正確性可能受影響以下不列入討論。各水壓計PE1、PE3、PE7、PE8、PE9、PE15、PE16測得總水頭之變化趨勢與水庫水位大致相同，總水頭與水庫水位相當且無延滯現象，顯示上游殼層排水效果良好。惟其中PE16水壓計自110年11月後測值洩降幅度相對庫水位變化為大，又量測過程於接近迴氣時有疑似管線漏氣致測值持續洩降情形，建議持續觀察。整體而言，本年度5月底庫水位降至民國89年以來新低點，位於上游殼層區位之各水壓計測值亦隨之接近歷史低點，其後測值隨庫水位急升而回升，連動關係相當明顯。

(二)以心層區區位探討

由圖5-1-2~圖5-1-8可知,除水壓計編號PE4、PE5、PE26、PE28、PE30、PE41、PE42疑有管線彎折及漏氣之現象，其正確性可能受影響以下不列入討論外;臨心層上游側與上游殼層之(PE2、PE10、C2-P1、C2-P2、C2-P3)

水壓計總水頭之變化趨勢與水庫水位相近，其餘靠心層中心與下游側之孔隙水壓計(PE11、PE20、PE28、PE43)總水頭則維持穩定，顯示目前大壩心層阻水能力良好，並無異常變化。

(三)以下游殼層區區位探討

由圖5-1-2~圖5-1-8可知，設置於下游殼層區之水壓計PE13、PE14水壓計，自水庫完竣以來水壓均為零，配合量測記錄可知，PE13及PE14水壓計迴氣壓力約為1.0t/m^2，且在2分鐘內即可排除多餘氣體達到平衡，顯示上述兩組水壓計功能正常，並依「鯉魚潭水庫第三次定期安全評估」地電組調查成果，PE13及PE14此二孔隙水壓計週邊之電阻率相對較高屬乾燥殼層，與現階段PE13及PE14水壓量測值為零相符。

(四)以壩基位區位探討

由圖5-1-3可知，除水壓計編號PF7疑有管線彎折及漏氣之現象，其正確性可能受影響不列入討論外；本斷面壩基水壓計僅餘一處，雖無法藉以得知心層下方截水牆之阻水性，然下游側PF5水壓計總水頭與水庫水位連動性不大，其趨勢已呈穩定狀態，且水頭變化多在3公尺以內，顯示壩基岩盤之水壓應無異常。

(五)以同一裝設高程探討

由圖5-1-4~圖5-1-8可知，心層臨上游殼層之PE2、PE10、C2-P1、C2-P2、C2-P3水壓計總水頭之變化趨勢與水庫水位相近，下游側壩基PF5水壓計總水頭受心層及隔幕灌漿影響而變化不大，同一高程之水壓分佈自上游向下游遞減，距上游面越遠，總水頭越小，越趨於平緩，受庫水位起伏影響越小，顯示在心層上下游側之總水頭有遞減之行為，研判係為心層及隔幕灌漿阻水所致，屬壩體合理之滲流(seepage)行為。

綜上所述，STA.0+110斷面總水頭變化呈現規律且趨勢穩定狀態，又依「鯉魚潭水庫第三次安全評估」地電阻探測下游坡面結果，判斷下游殼層因築壩期間所殘留之土壤僅附於表層處，不影響大壩下游邊坡之安定性，亦不影響內部濾層排水及外部拋石防降雨逕流沖蝕之功能。目前水庫管理單位已定期(每年3次)清理坡面雜草。且計算不同庫水位之最大水力坡降為0.42，小於壩體臨界水力坡降(i_{cr}=1.07)(參考築壩期間壩體土壤力學試驗，G_s=2.68、e=0.57、i_{cr}=(Gs-1)/(1+e))，研判無滲流破壞疑慮。

茲參就本年度大壩各主要水壓計測讀成果，繪得大壩滲流情形概如

圖5-1-1所示；整體變化趨勢與過去相仿，皆呈穩定滲流趨勢。此外，本年度6月上旬前，庫水位已低於警戒值原率定時庫水位範圍(EL.272.99m)，惟整體測值尚多落於原警戒值延伸包絡範圍附近；其後庫水位回升後，整體測值亦在警戒值內(如圖5-1-9)所示。綜合研判，大壩仍處穩定滲流。

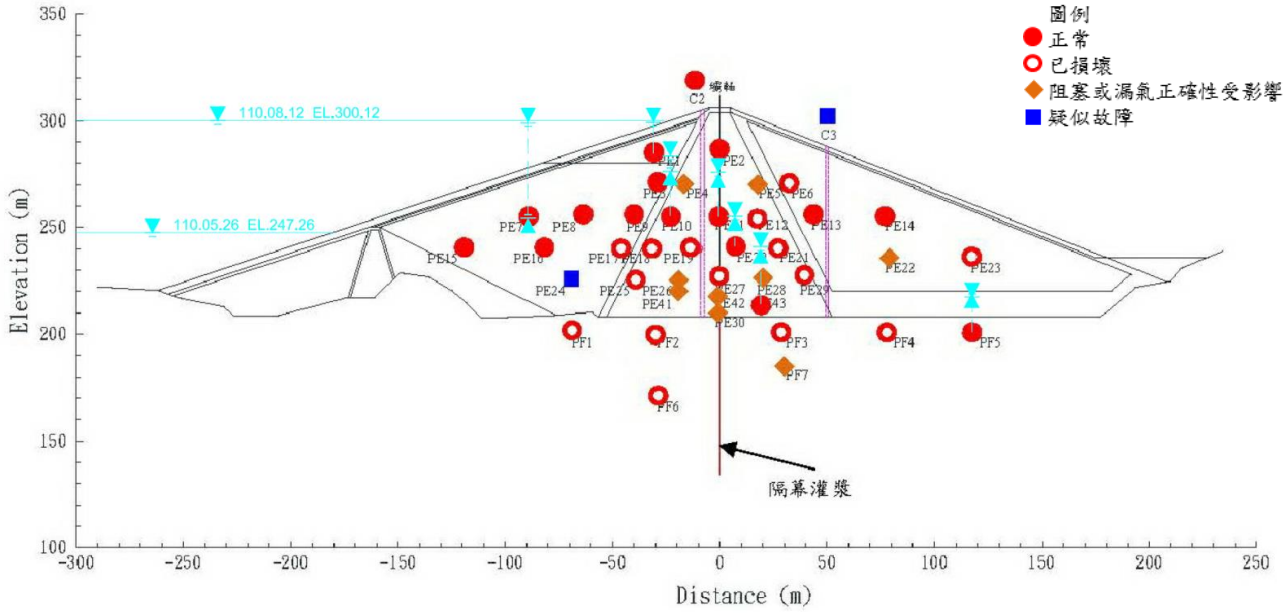
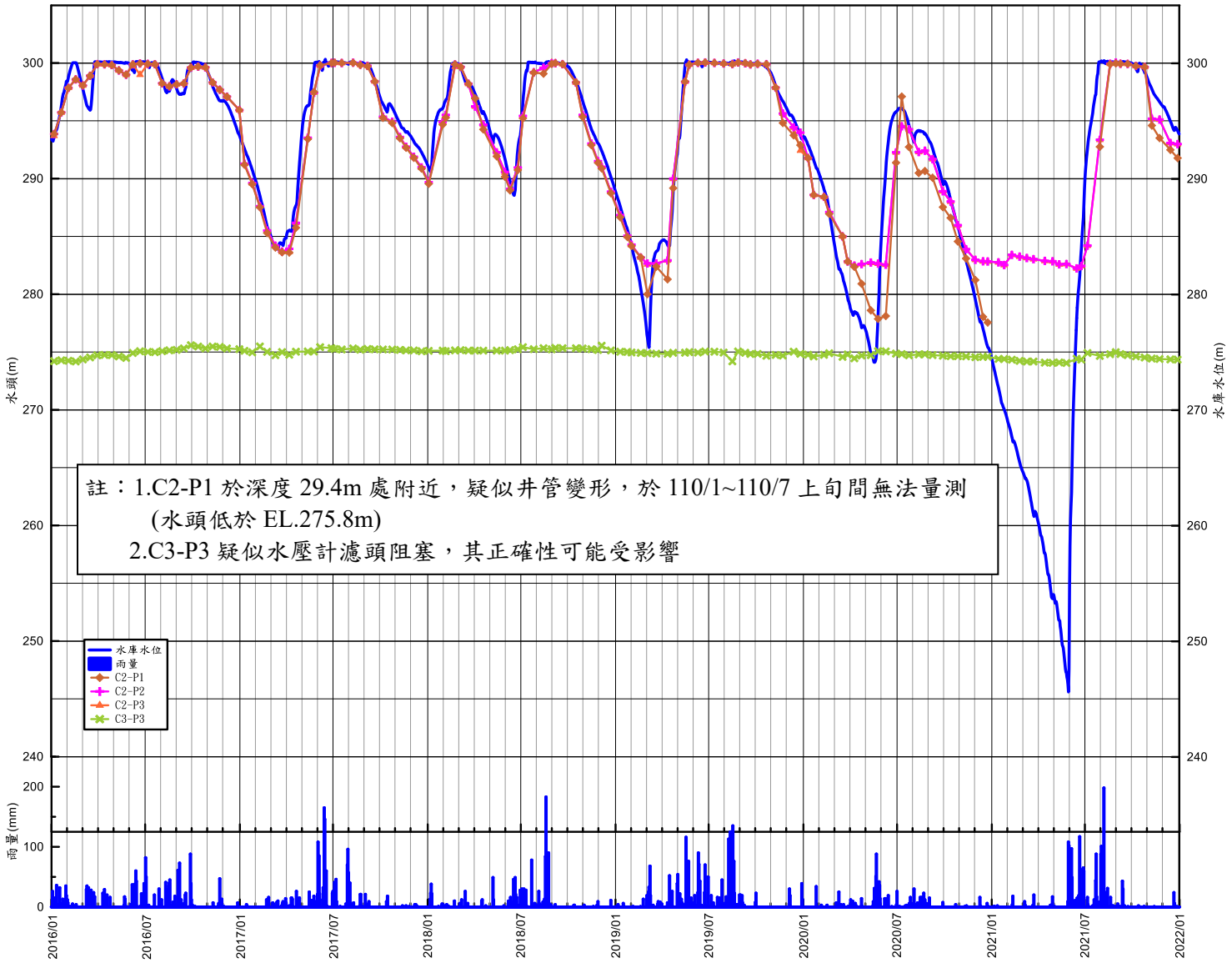
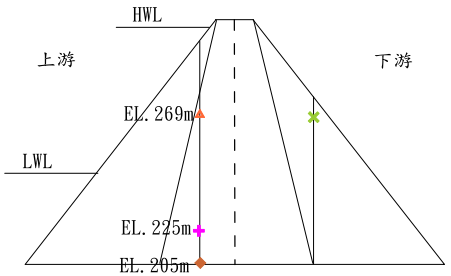


圖 5-1-1　大壩 STA.0+110 斷面孔隙水壓計佈置圖





HWL：滿水位EL. 300m
LWL：呆水位EL. 243m

圖 5-1-2　大壩 STA.0+100 斷面 C2、C3 豎井式水壓計歷時曲線圖

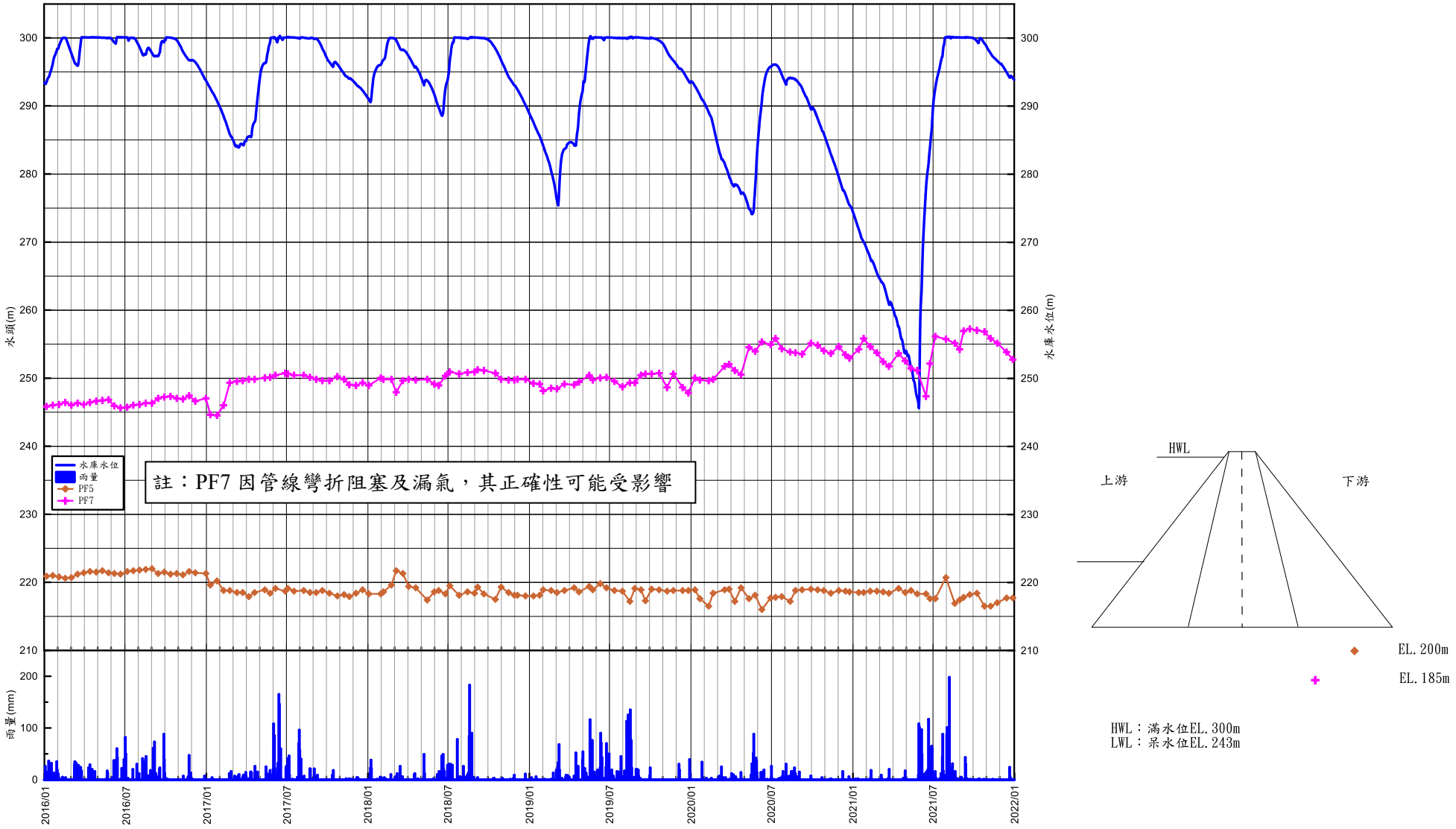
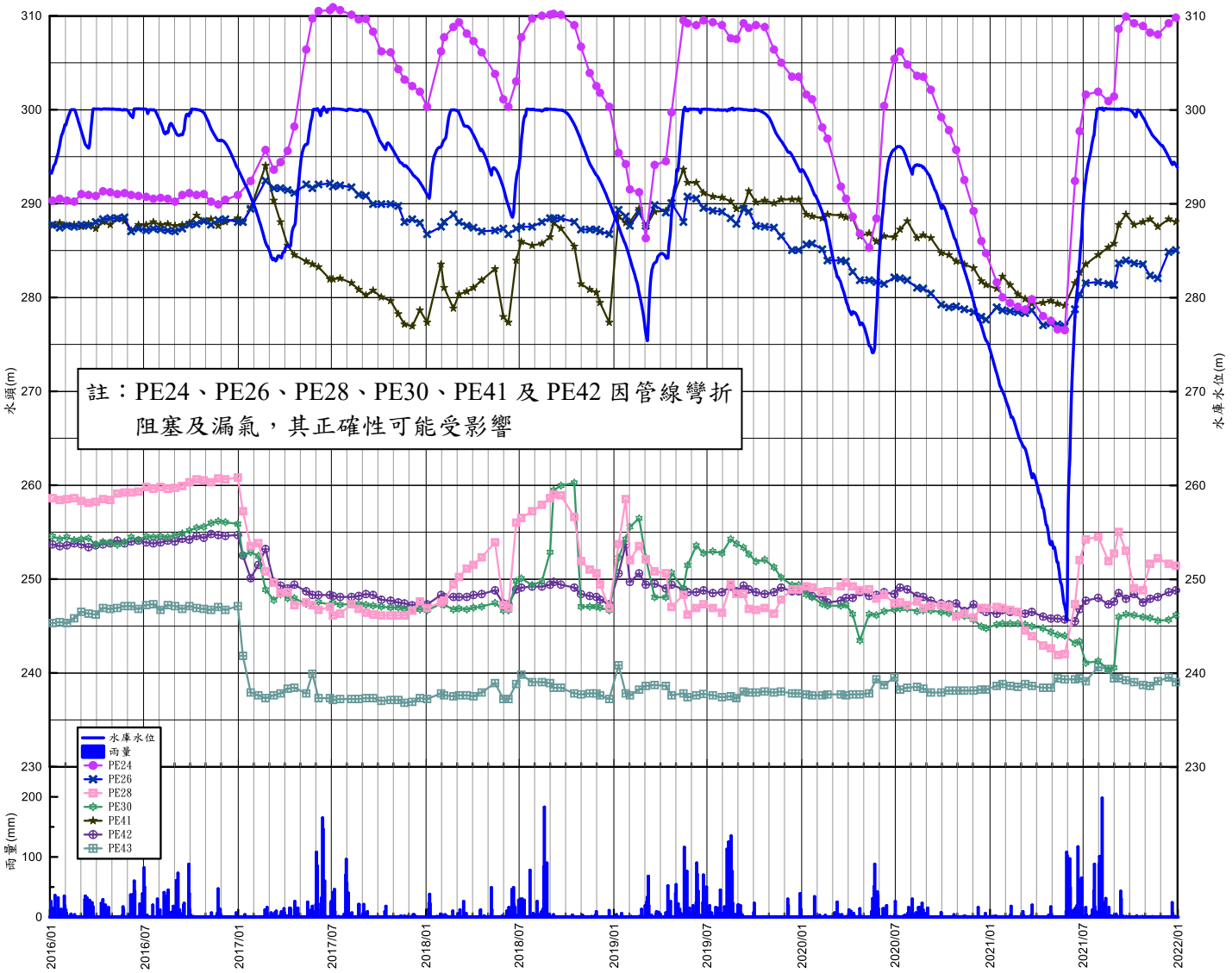
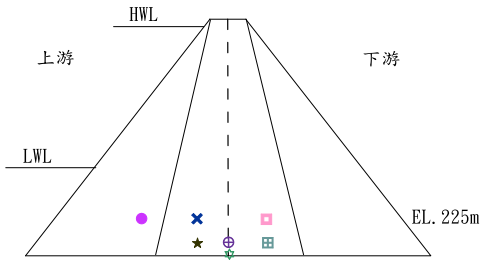


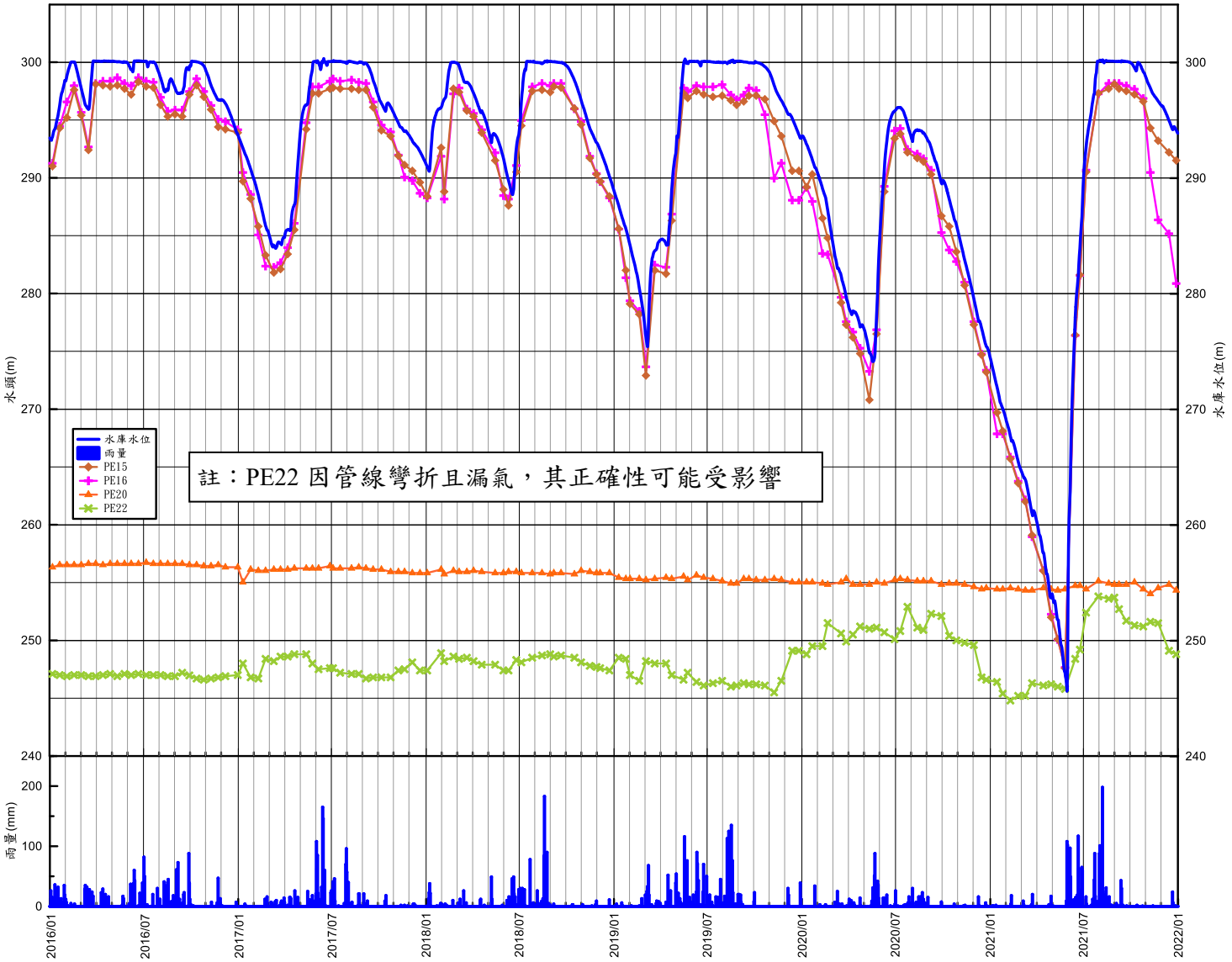
圖 5-1-3　大壩 STA.0+110 斷面孔隙水壓計歷時曲線圖(壩基)

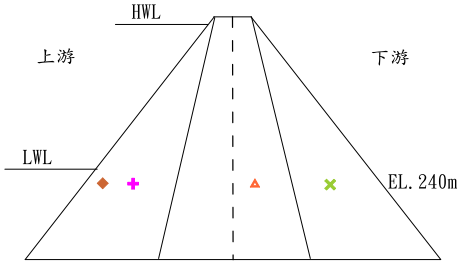




HWL：滿水位EL. 300m
LWL：呆水位EL. 243m

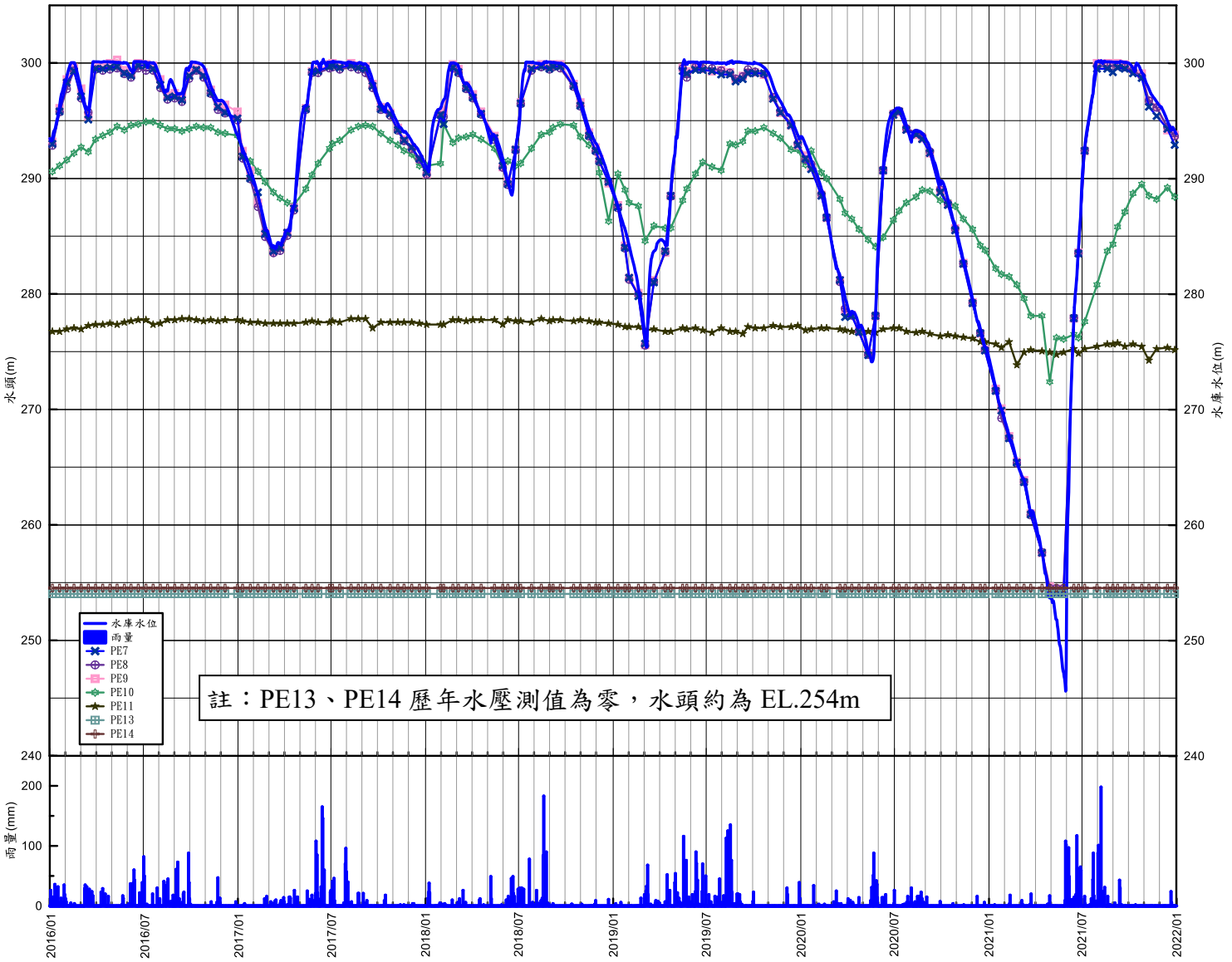
圖 5-1-4　大壩 STA.0+110 斷面孔隙水壓計歷時曲線圖(EL.225m)

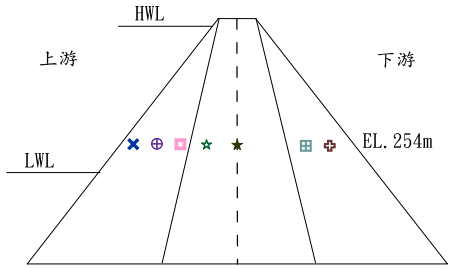




HWL：滿水位EL. 300m
LWL：呆水位EL. 243m

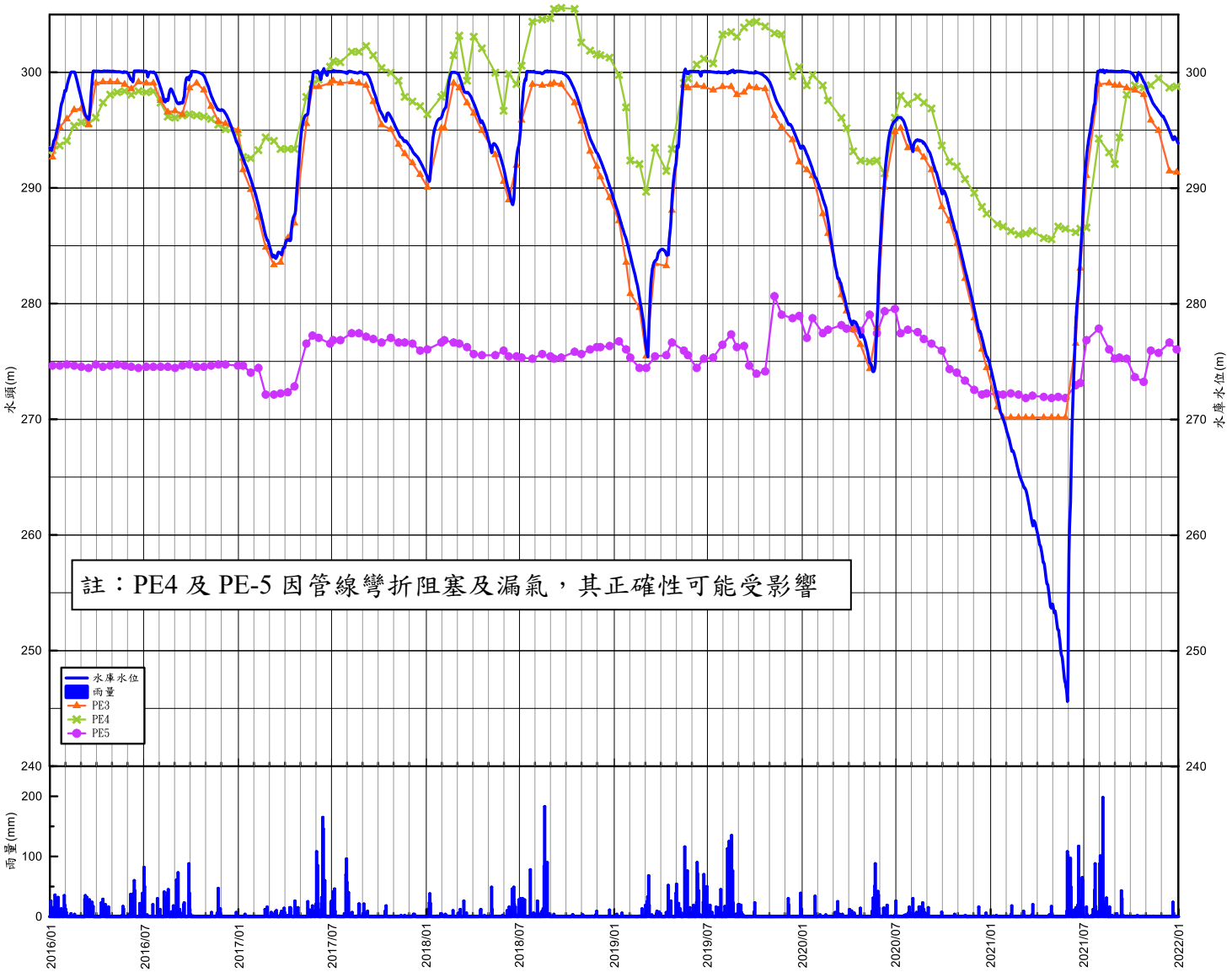
圖 5-1-5　大壩 STA.0+110 斷面孔隙水壓計歷時曲線圖(EL.240m)

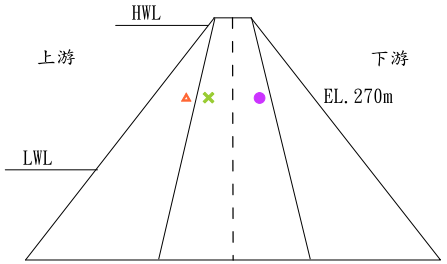




HWL：滿水位EL. 300m
LWL：呆水位EL. 243m

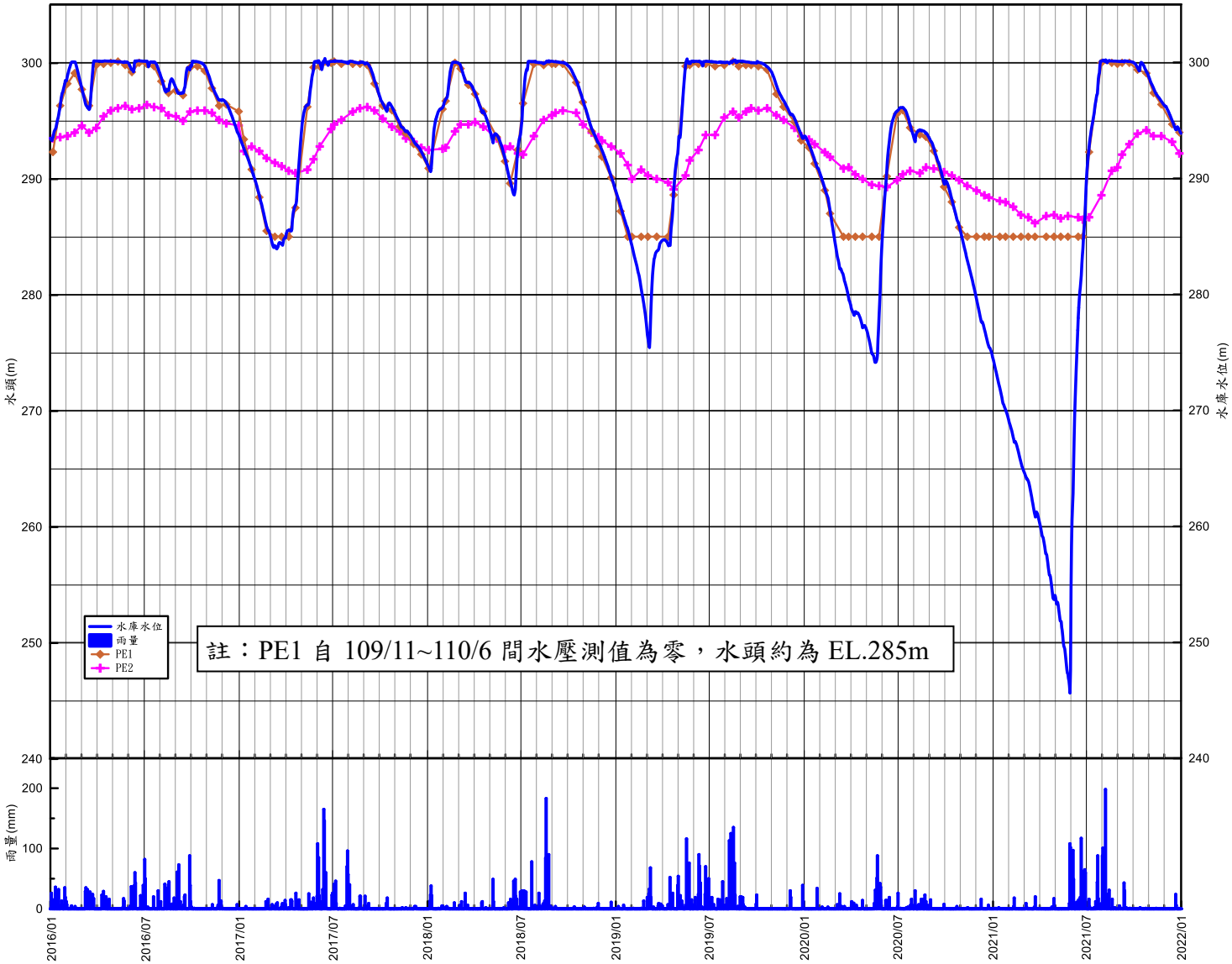
圖 5-1-6　大壩 STA.0+110 斷面孔隙水壓計歷時曲線圖(EL.254m)

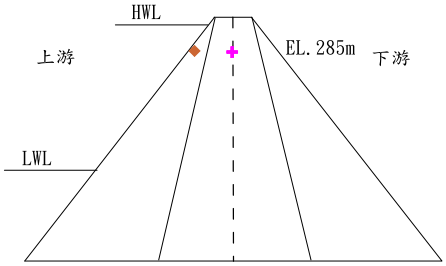




HWL：滿水位EL. 300m
LWL：呆水位EL. 243m

圖 5-1-7　大壩 STA.0+110 斷面孔隙水壓計歷時曲線圖(EL.270m)





HWL：滿水位EL.300m
LWL：呆水位EL.243m

圖 5-1-8　大壩 STA.0+110 斷面孔隙水壓計歷時曲線圖(EL.285m)

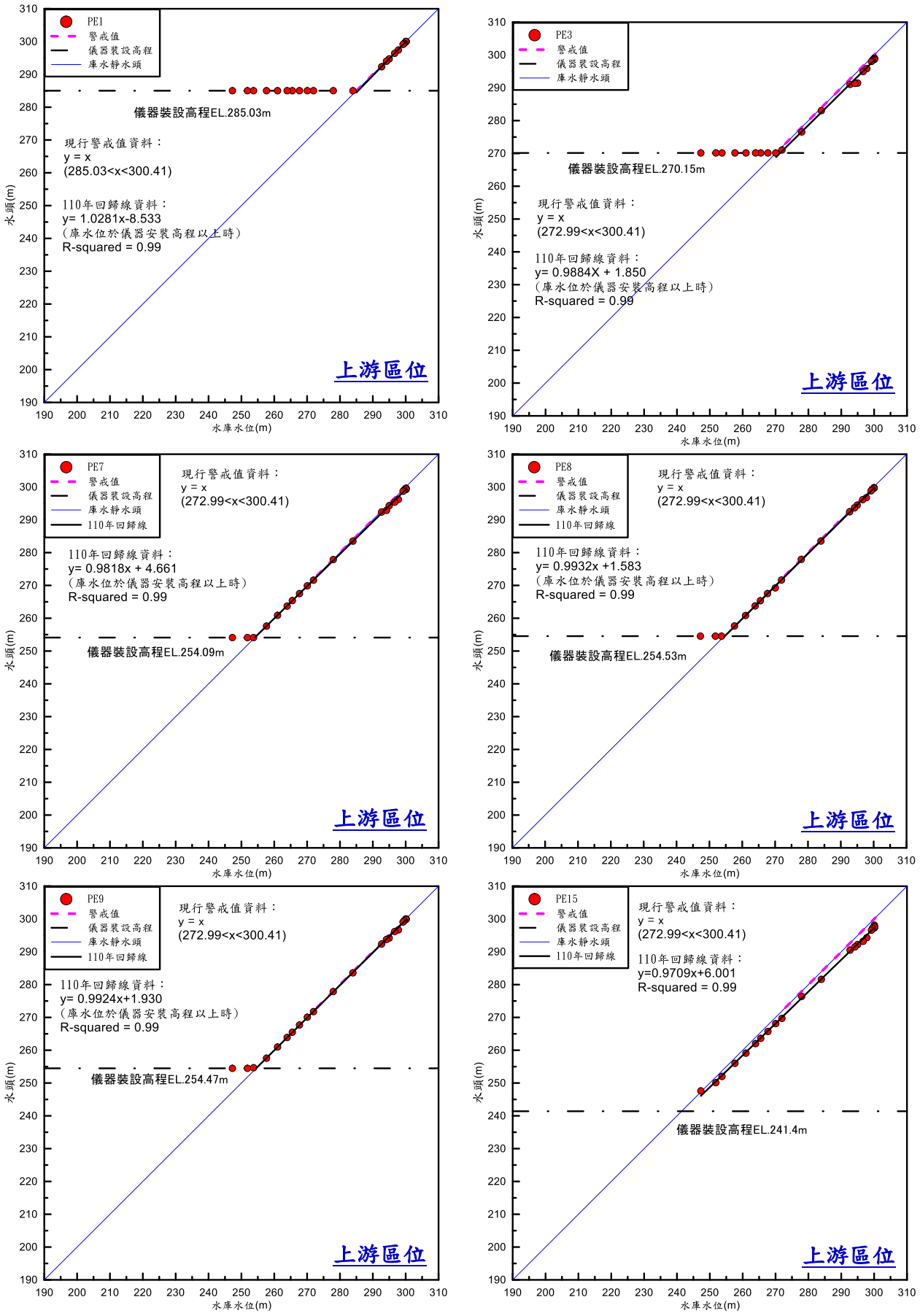


圖 5-1-9　大壩 STA.0+110 斷面孔隙水壓計警戒值圖(1/3)

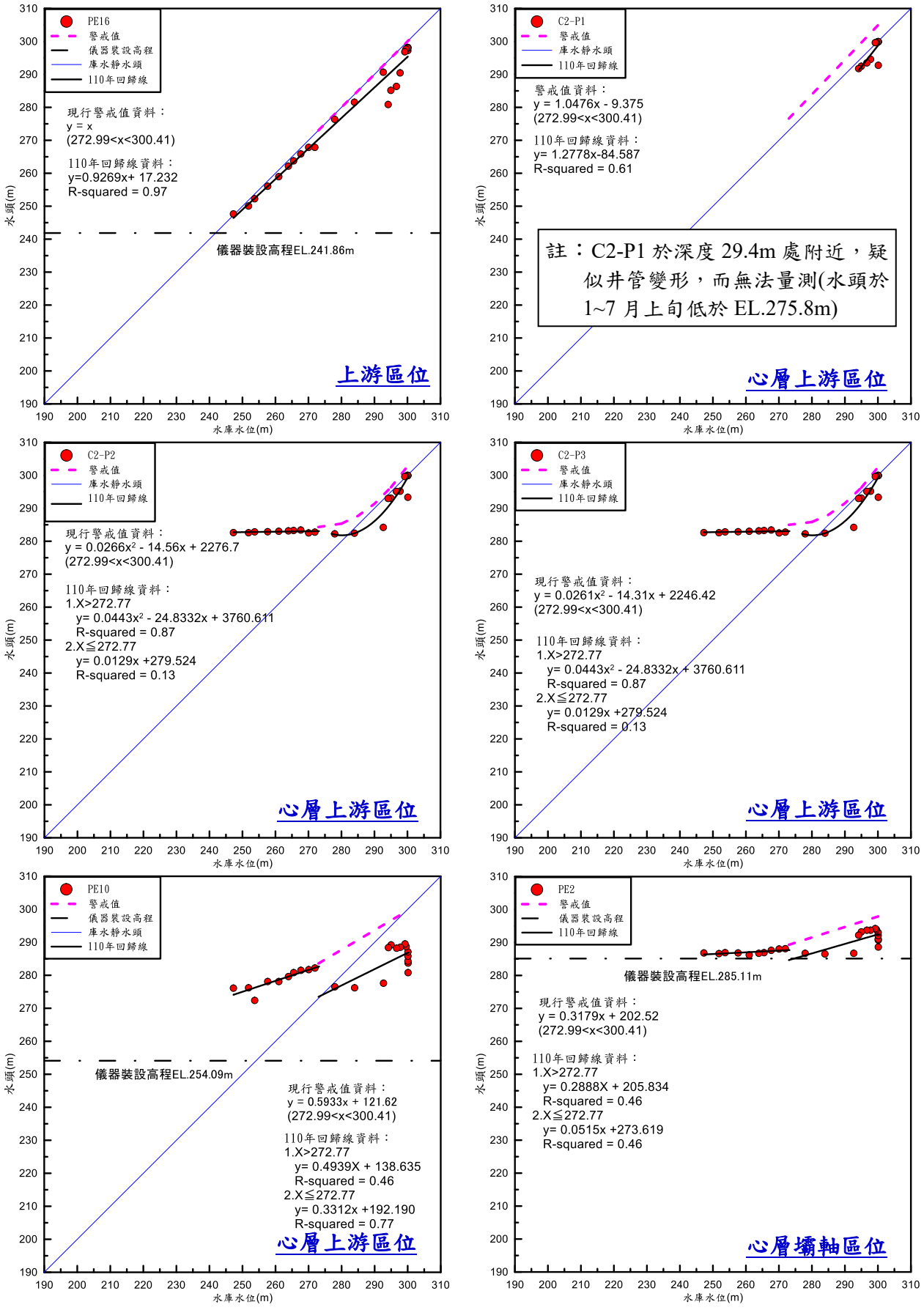


圖 5-1-9　大壩 STA.0+110 斷面孔隙水壓計警戒值圖(2/3)

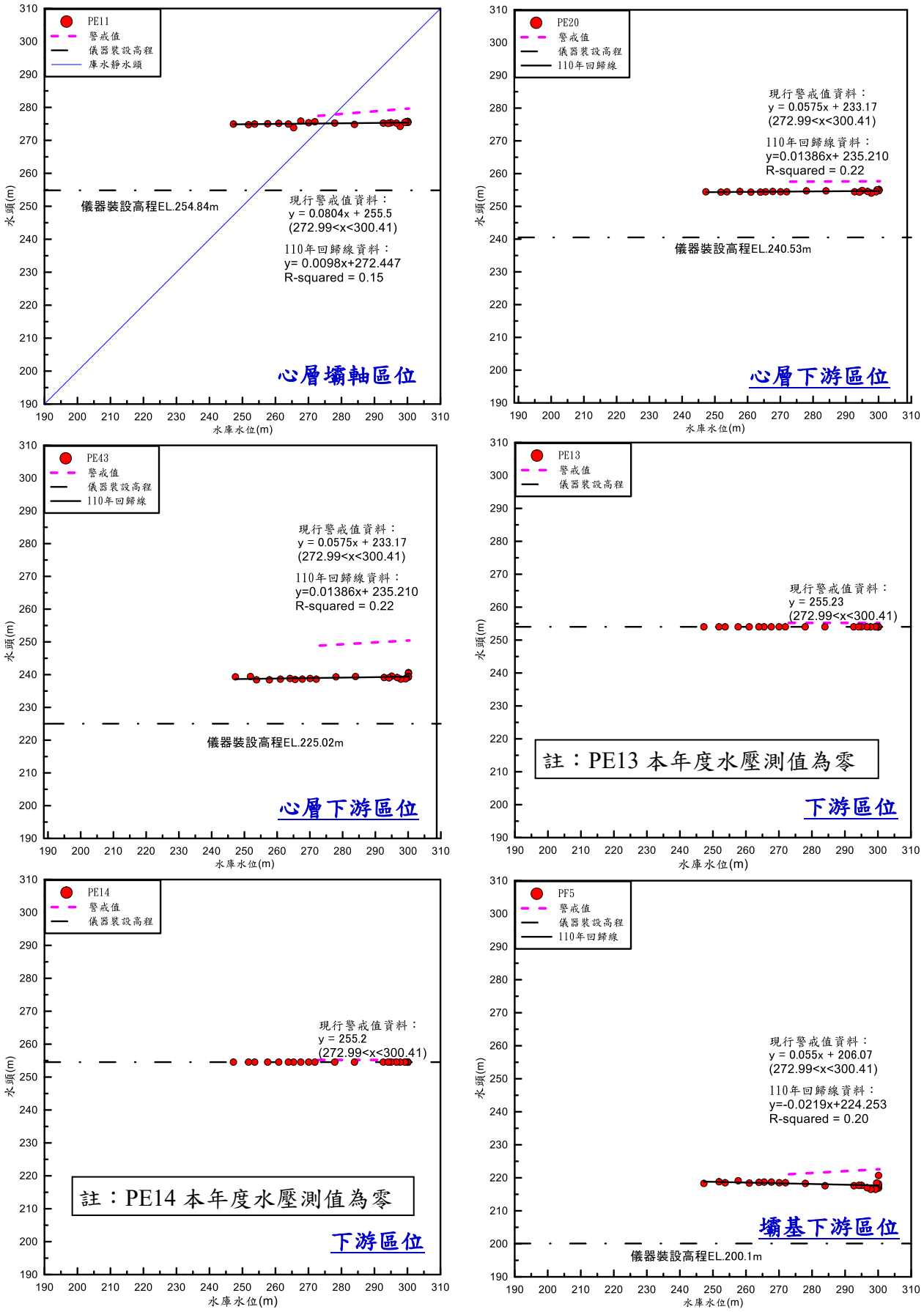


圖 5-1-9　大壩 STA.0+110 斷面孔隙水壓計警戒值圖(3/3)

二、STA.0+160 斷面

壩體高度約86m，位於大壩右端，大壩心層下設有隔幕灌漿形成不透水幕，各監測儀器位置如圖5-1-10，本斷面水壓計總水頭歷時曲線如圖5-1-11~圖5-1-15。

由歷年監測成果可知,除豎井式水壓計編號C1-P1自竣工後水壓偏高且無明顯變化(如圖5-1-11) ，疑為水壓計濾頭阻塞，以下不列入討論。另PE37水壓計於2019年12月後有疑似管線彎折致測值異常之情形，且測值長期變化趨勢不若其他安裝位置相仿之水壓計，推論其正確性存疑，亦建議排除於討論。茲依各水壓計不同埋設位置分述討論如後：

(一)以心層區區位探討

由圖5-1-13~圖5-1-15可知，臨上游殼層之PE34水壓計總水頭之變化趨勢與水庫水位相近，臨下游殼層之PE31、P33、P38水壓計總水頭之變化趨勢未與水庫水位連動,水壓力測值多接近0 t/m^2,其餘各水壓計(PE32、PE34、PE35、PE36)之水壓則維持穩定，顯示目前大壩心層阻水能力良好，並無異常變化。

(二)以壩基位區位探討

由圖5-1-12可知，雖本斷面壩基上游側水壓計均已失去功能，無法藉以得知心層下方截水牆之阻水性，然下游側PF9、PF11、PF12、PF13水壓計總水頭與水庫水位連動性不大，其趨勢已呈穩定狀態，且水頭變化皆在3公尺內，顯示壩基岩盤之水壓穩定無異常狀況。

(三)以同一裝設高程探討

由圖5-1-11~圖5-1-15可知，心層臨上游殼層之PE32、PE34水壓計總水頭之變化趨勢與水庫水位相近，雖下游側壩基PF13水壓計總水頭常有略高於濾層頂部高程(EL.220.0m)之現象，然由歷年監測資料可知，PF13水壓計高於濾層頂部高程自民國78年起屬既存現象，地下水位高於右廊道口OW-RG1水位井，總水頭逾EL.235m，且PF13水壓計裝設位置已接近原十分坑溪河道，係屬舊河道範圍(詳圖5-1-17)，疑為右壩座地下水水位較高及位處舊河道較為透水所致。此外，PF13水壓計於本年度4~5月測值高於原警戒值包絡範圍之情形，推估與該水壓計測值與水庫水位連動性不大等因素有關。茲參考週邊壩基水壓計測值大小關係，爰推論PF13之水壓變化主要受右山脊乃至十分坑溪舊河道之地下水流路徑影響較為顯著，相對依水庫水位推估之警戒值代表性則顯不足。研判整體

尚無安全疑慮。此外，PF-13水壓計測值自110年1月~7月間整體呈下降趨勢，與同斷面其他壩基型水壓計測值趨勢相較有異；然8~11月間測值已有明顯回升，且量測過程迴氣尚屬正常，初步研判前述趨勢差異應與上半年度大旱影響有關，該設備運作尚屬正常。

本斷面各水壓計於本年度整體變化趨勢大致與過去相仿；同一高程之水壓分佈自上游向下游遞減，距上游面越遠，總水頭越小越趨於平緩，受庫水位起伏影響越小，顯示在心層上下游側之總水頭有遞減之行為，研判係為心層及隔幕灌漿阻水所致，屬壩體合理之滲流(seepage)行為；其總水頭變化已呈現規律且趨勢穩定狀態，且計算不同庫水位之最大水力坡降為0.80，小於壩體臨界水力坡降為1.07(參考築壩期間壩體土壤力學試驗，G_s=2.68、e=0.57、$i_{cr}=(G_s-1)/(1+e)$。此外，本年度6月上旬前，庫水位已低於警戒值原率定時庫水位範圍(EL.272.99m)，惟整體測值尚多落於原警戒值延伸包絡範圍附近；其後庫水位回升後，整體測值，除PF9水壓計外，整體測值皆落於警戒值內(如圖5-1-16)。其中，PF9水壓計本年度8~9月測值略逾警戒值0.3~1.0 t/m^2，因該水壓計測值長期與水庫水位連動性不大，研判應與8月時強降雨影響有關，研判暫無安全疑慮，建議持續觀測。承上，綜合研判，大壩仍處穩定滲流(seepage)。

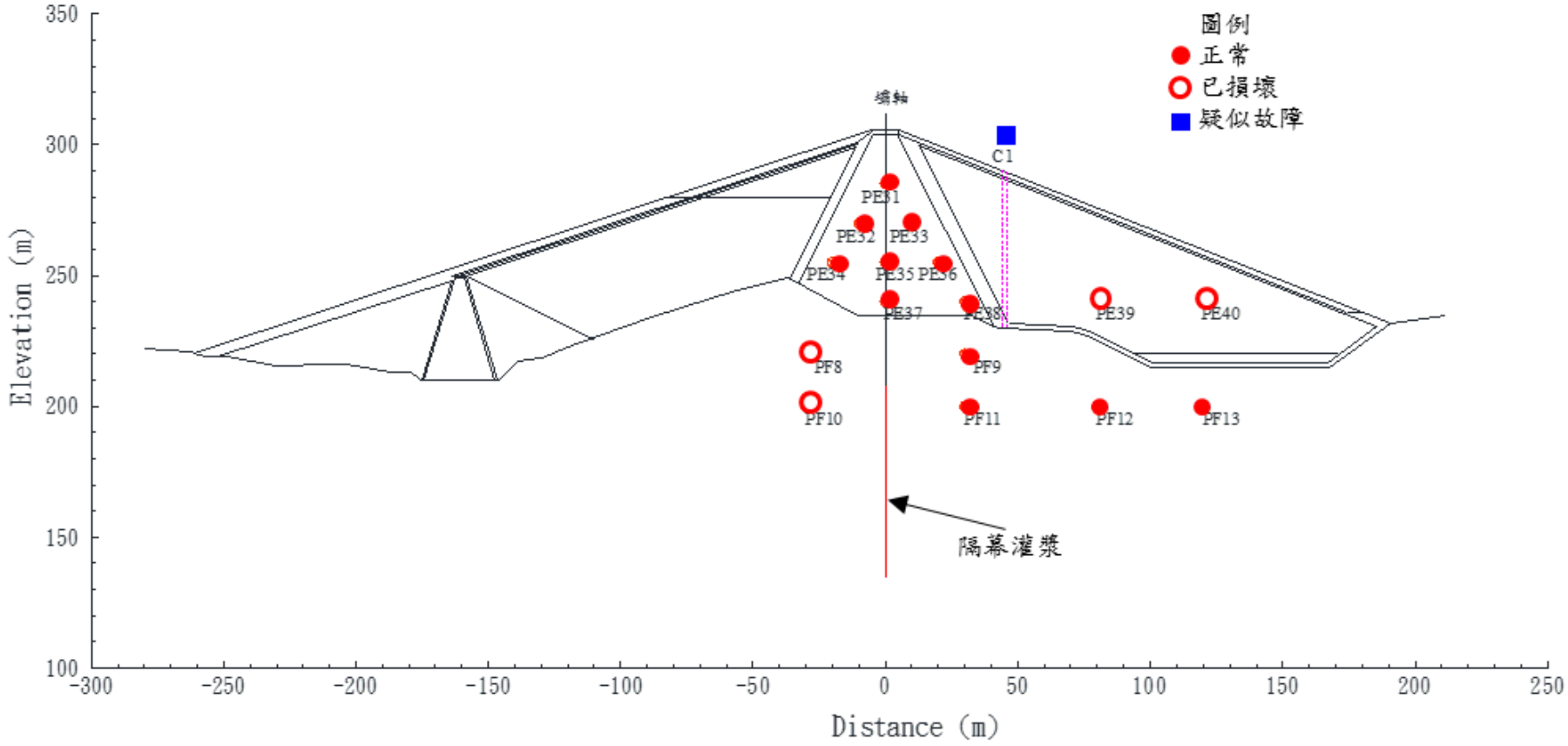
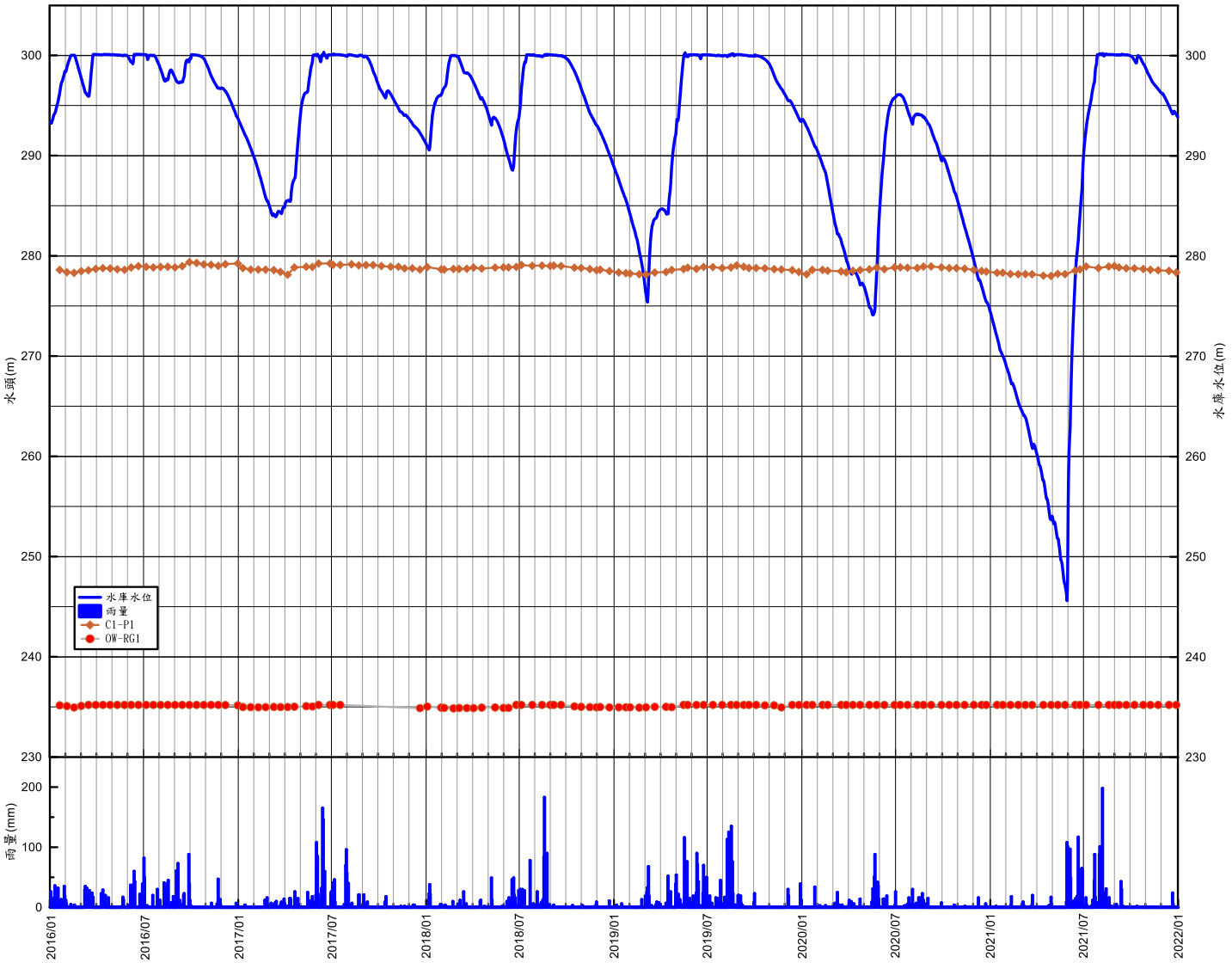
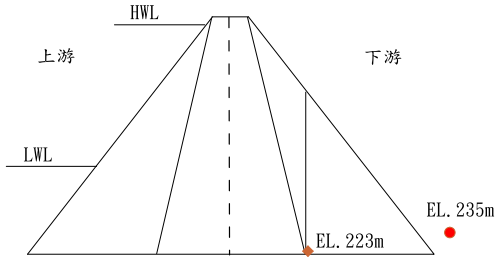


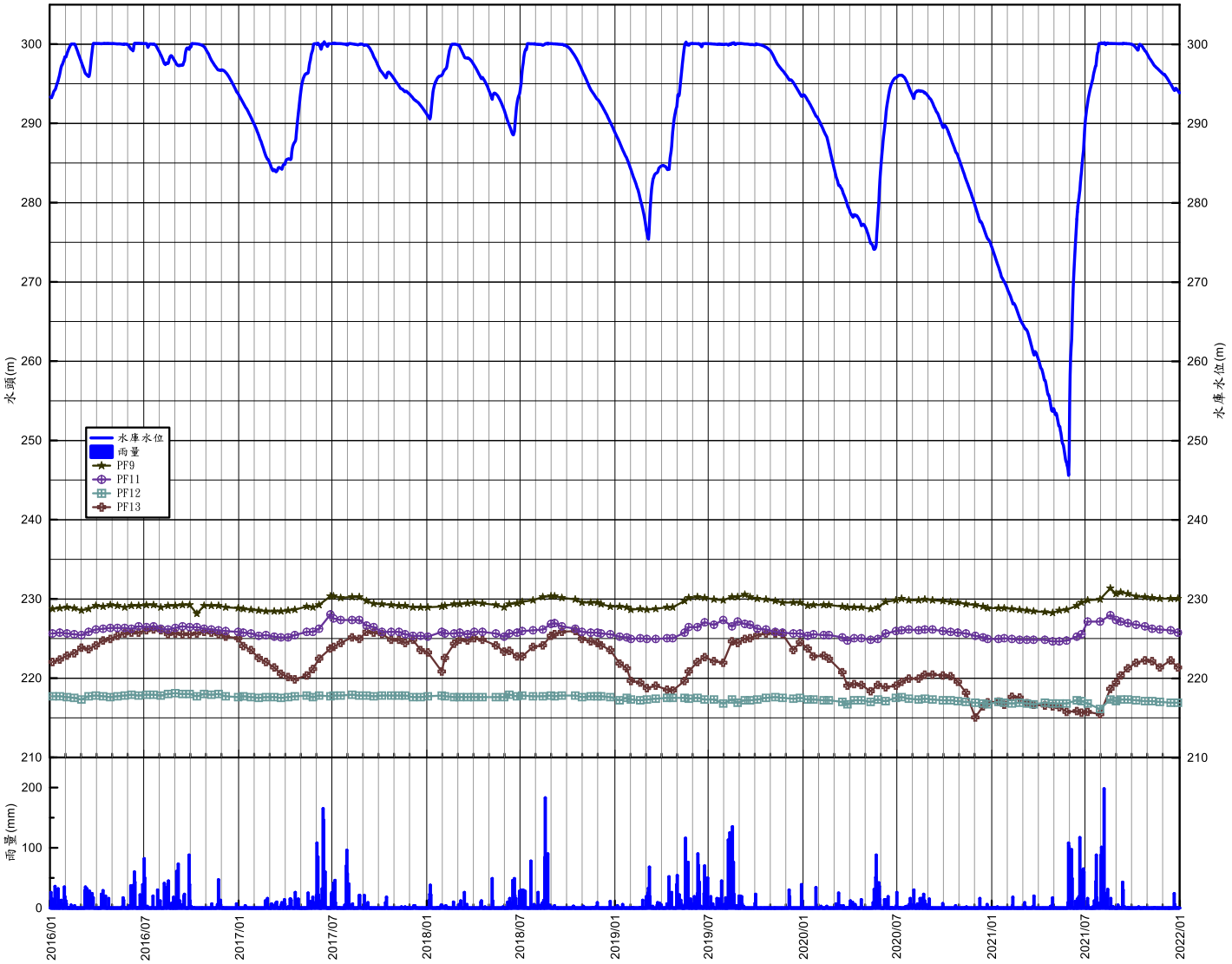
圖 5-1-10　大壩 STA.0+160 斷面孔隙水壓計佈置圖

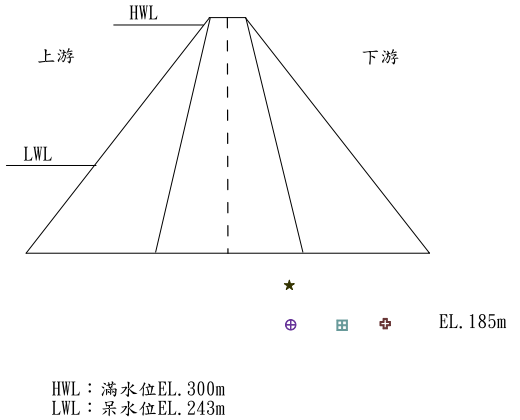




HWL：滿水位EL. 300m
LWL：呆水位EL. 243m

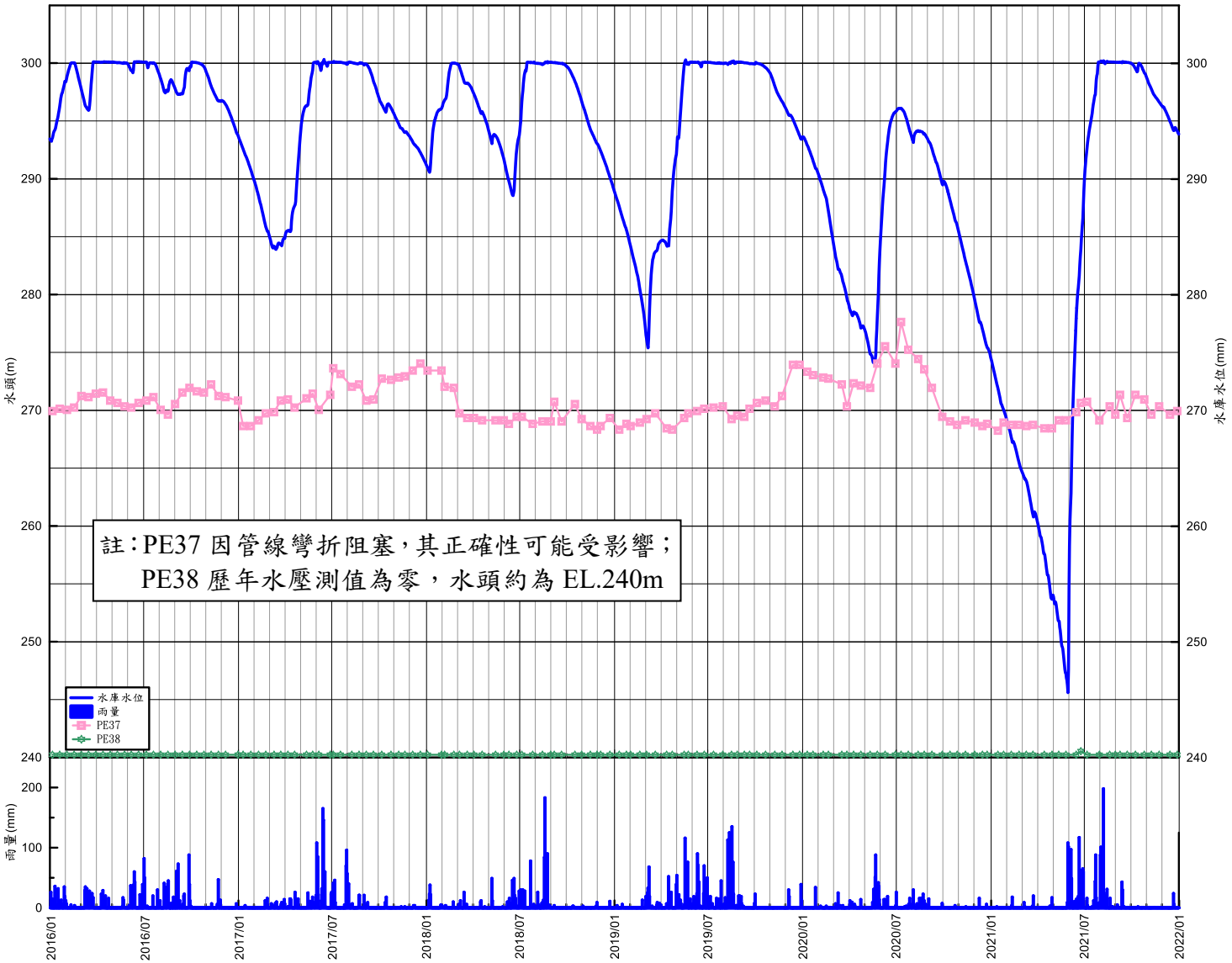
圖 5-1-11　大壩 STA.0+160 斷面豎井式水壓計及水位井歷時曲線圖

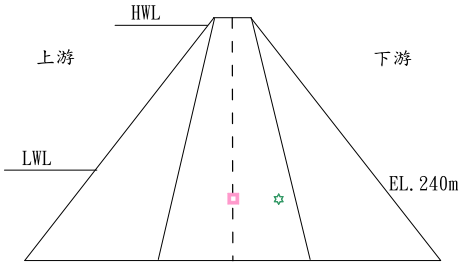




HWL：滿水位EL. 300m
LWL：呆水位EL. 243m

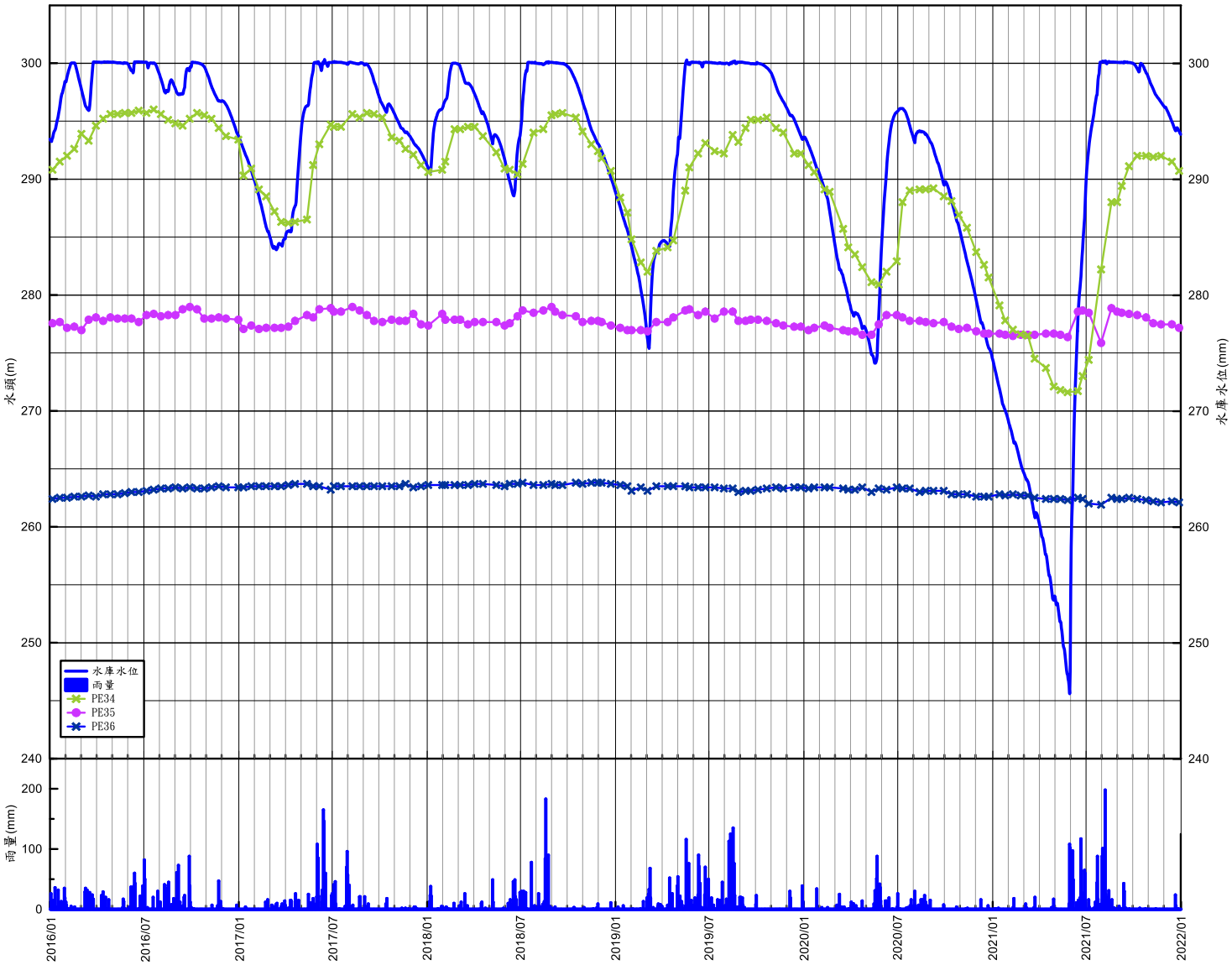
圖 5-1-12　大壩 STA.0+160 斷面孔隙水壓計歷時曲線圖(壩基)

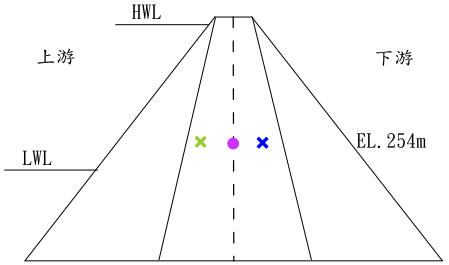




HWL：滿水位EL. 300m
LWL：呆水位EL. 243m

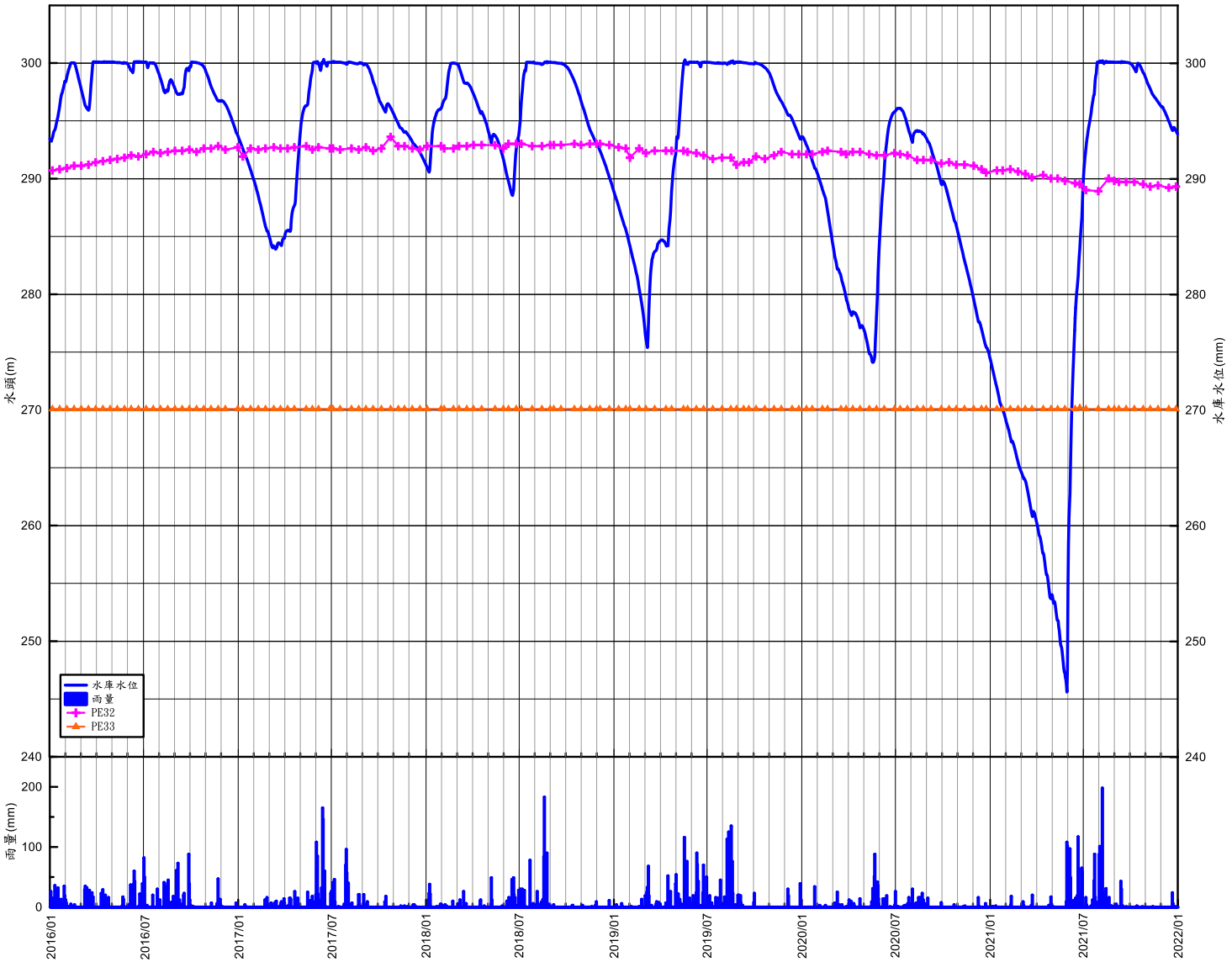
圖 5-1-13　大壩 STA.0+160 斷面孔隙水壓計歷時曲線圖(EL.240m)

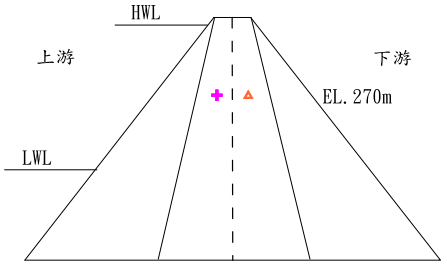




HWL：滿水位EL. 300m
LWL：呆水位EL. 243m

圖 5-1-14　大壩 STA.0+160 斷面孔隙水壓計歷時曲線圖(EL.254m)





HWL：滿水位EL. 300m
LWL：呆水位EL. 243m

圖 5-1-15　大壩 STA.0+160 斷面孔隙水壓計歷時曲線圖(EL.270m)

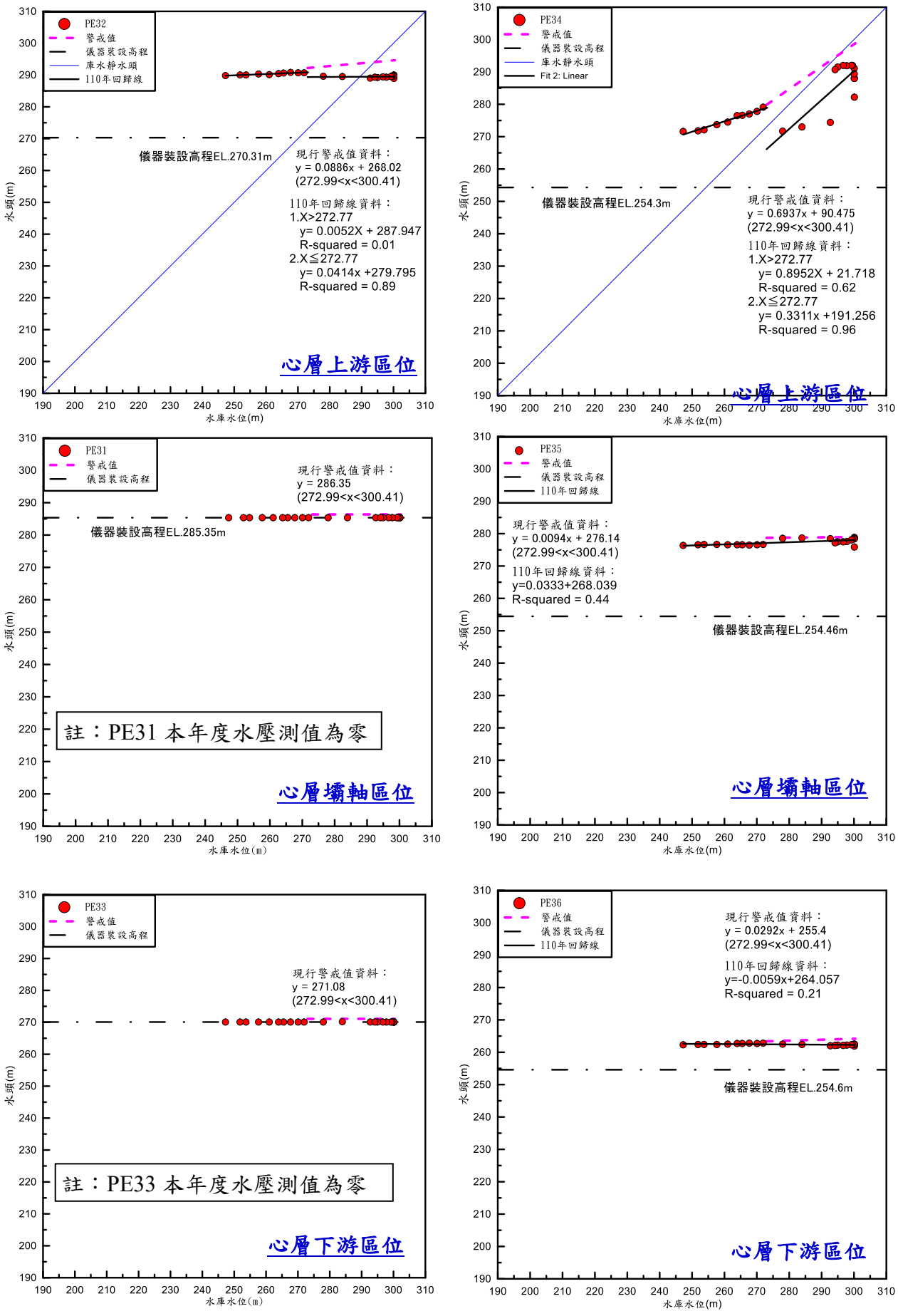
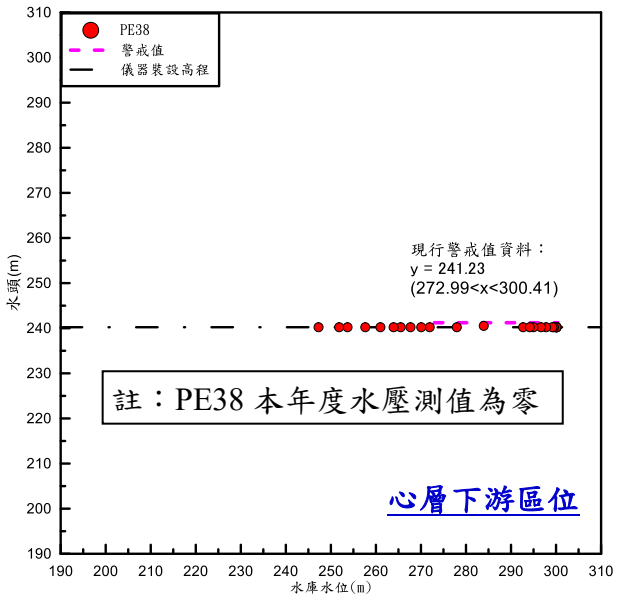
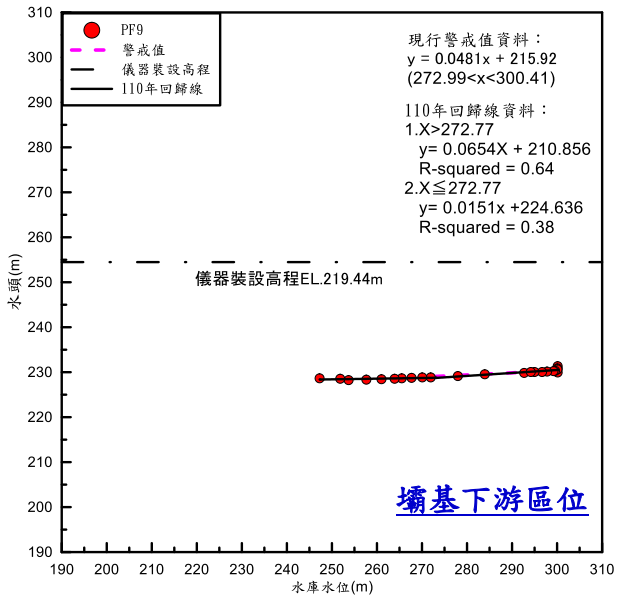
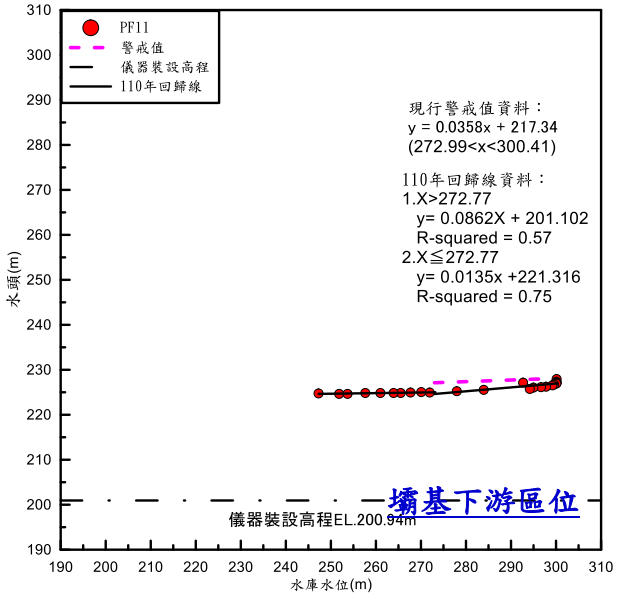
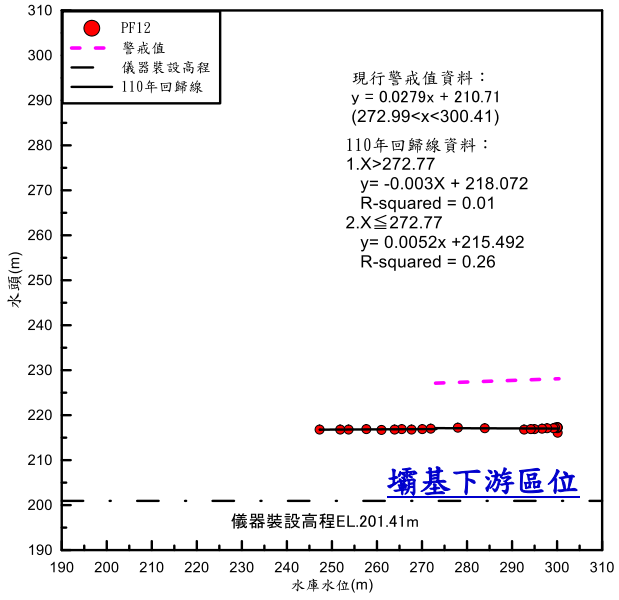


圖 5-1-16　大壩 STA.0+160 斷面孔隙水壓計警戒值圖(1/2)









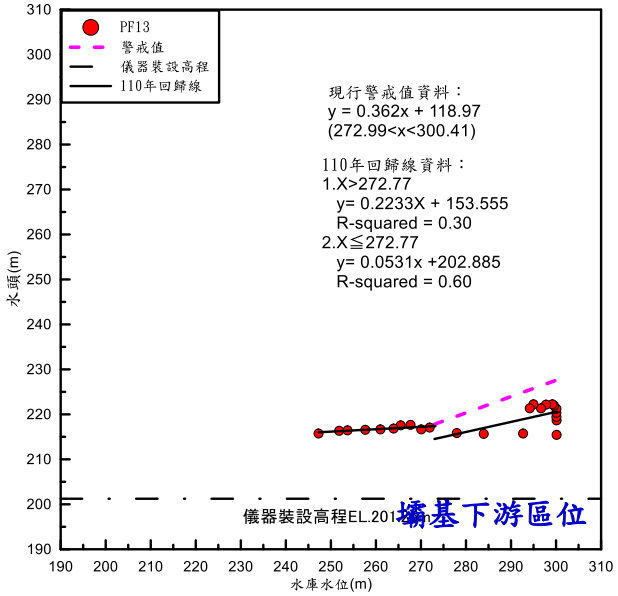
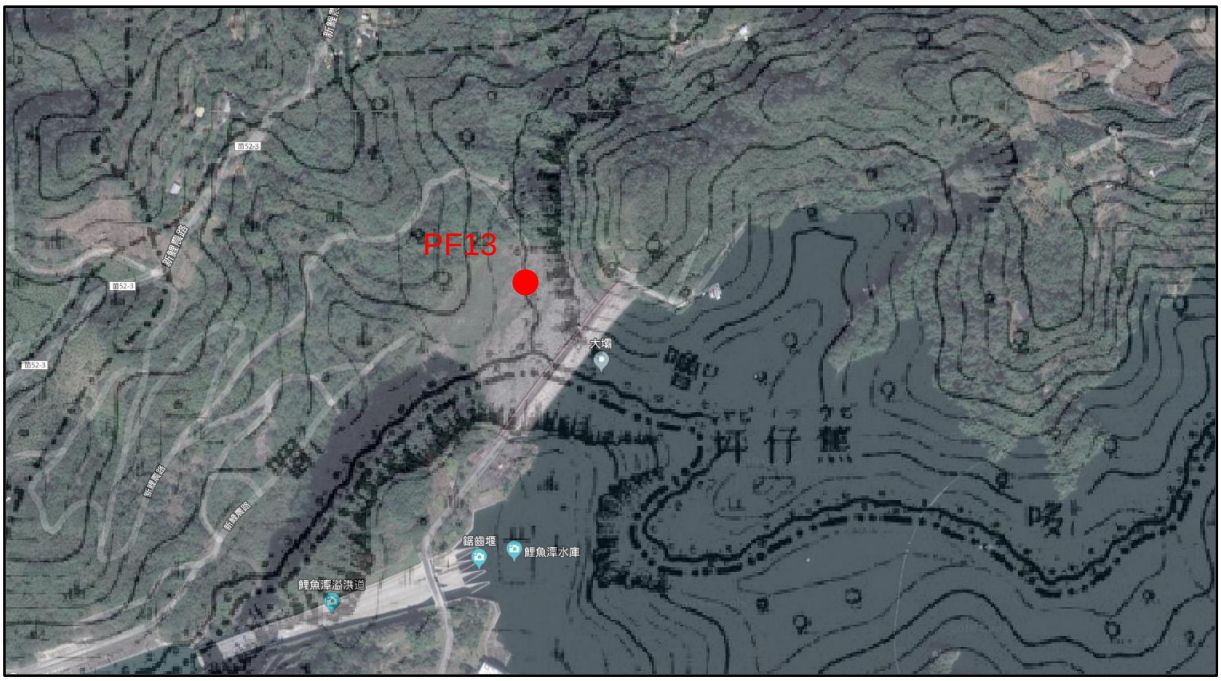


圖 5-1-16　大壩 STA.0+160 斷面孔隙水壓計警戒值圖(2/2)



資料來源：台灣堡圖 http://gissrv5.sinica.edu.tw/GoogleApp/JM20K1904_1.php，本計畫修繪。

圖 5-1-17　鯉魚潭水庫壩基 PF13 孔隙水壓計位置圖(台灣堡圖)

三、土壓監測

鯉魚潭水庫土壓力計皆埋設於大壩最大斷面STA.0+110的壩體上，分別設於EL.285m、254m、242m、235m、225m及209m等六個高程，共有11組，每組3只土壓計，並搭配1組水壓計，現有土壓計僅餘編號E1~E5尚在量測，分佈於EL.285m及254m，詳細位置如圖5-1-18。茲將本斷面土壓計土壓力歷時曲線繪製如圖5-1-19及圖5-1-20，以下依不同埋設位置討論各土壓計之土壓變化：

(一)以裝設高程EL.285m區位探討

由圖5-1-19可知，裝設於高程EL.285m之土壓計E1、E2，以水平向埋設土壓計之土壓力，本年度E2-1土壓力之測值為28.0~31.8 t/m^2，相較於往年量測值(約28.4~35.2t/m^2)，整體變化不大，惟受本年度水情不佳影響，庫水位洩降至89年以來最低點，土壓力測值亦創新低。整體而言，部分量測值小於埋設位置之覆土重(約42 t/m^2)或呈負值，可能為建壩初期壩體變形導致土壓力裝設位置或角度偏移所致。

(二)以裝設高程EL.254m區位探討

由圖5-1-20，裝設於高程EL.254m之土壓計E3、E4、E5，以水平向埋設土壓計之土壓力。本年度位於上游殼層之E3-2土壓力為7.1~49.9T/m^2，測值呈隨庫水位變化連動關係；而位於心層之E4-2土壓力為

50.3~62.2T/m^2，E5-2土壓力為69.7~72.9T/m^2，測值變化幅度相對較小。

(三)以上游殼層區區位探討

由圖5-1-19及圖5-1-20可知，裝設於上游殼層E1土壓力時有低於孔隙水壓力之負壓情形，疑為建壩初期壩體變形導致土壓力裝設位置或角度偏移所致。整體而言，上游殼層E1、E3土壓力監測值略隨水庫水位變化，研判應為壩體受水庫水位變化所產生之水壓力所致屬正常反應。

(四)以心層區位探討

由圖5-1-19及圖5-1-20可知，裝設於壩體心層之土壓計E2、E4、E5，大致呈穩定狀態，且與水庫水位並無明顯相關，應為心層材料已飽和所致屬正常反應。此外由E4量測值可知，其土壓力仍高於鄰近PE10之孔隙水壓力，研判壩體應不致因有效應力過低而產生水力破壞。

綜上所述，大壩上游殼層土壓計略隨水庫水位變化屬正常反應，心層土壓計E4量測值土壓力仍高於鄰近PE10之孔隙水壓力，研判壩體應不致有水力破壞之情形。本年度6月量測時，庫水位相對5月底明顯回升，位於心層之E4-1、E4-2、E4-3、E5-2及E5-3土壓計均有測值超過警戒值上下限之情形，研判應與6月庫水位大幅急升(約43.5m)，而位於心層之E4、E5土壓力計反應之水壓上升幅度相對延遲等因素有關。其後隨庫水位持續上升，受土壓力回升反應延遲等因素有關，E4、E5土壓計測值雖持續緩升仍有略低於警戒值下限之情形，直至10月後測值方落於警戒值範圍內。現階段經前述檢討尚不致有水力破壞之情形，應無立即安全疑慮，建議可持續觀察。詳細各土壓計量測值大小變化趨勢及警戒值包絡範圍如圖5-1-21，研判壩體不致有效應力過低而產生水力破壞之情形。

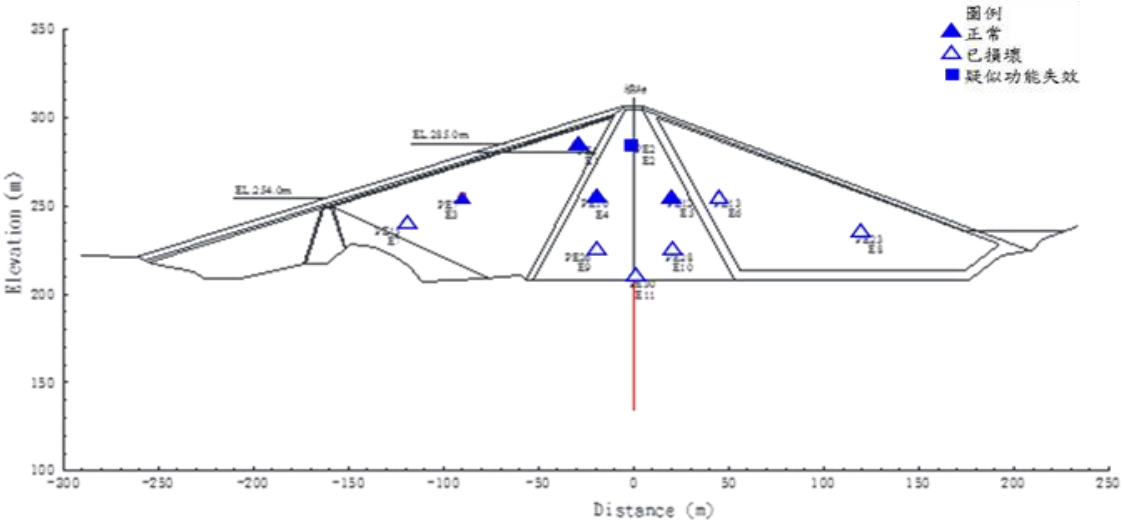
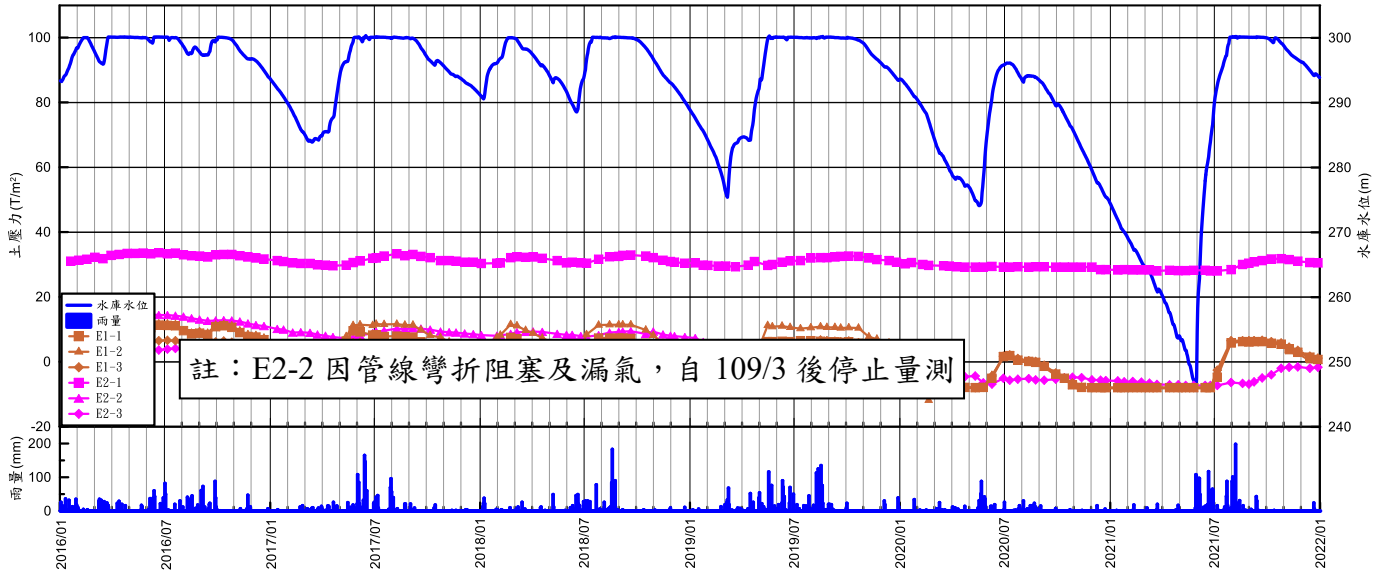
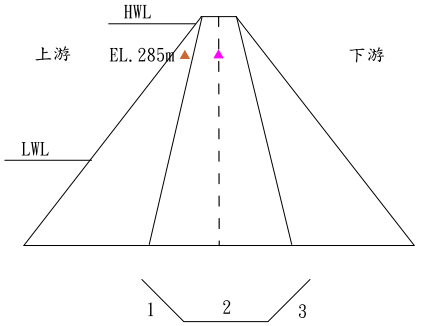


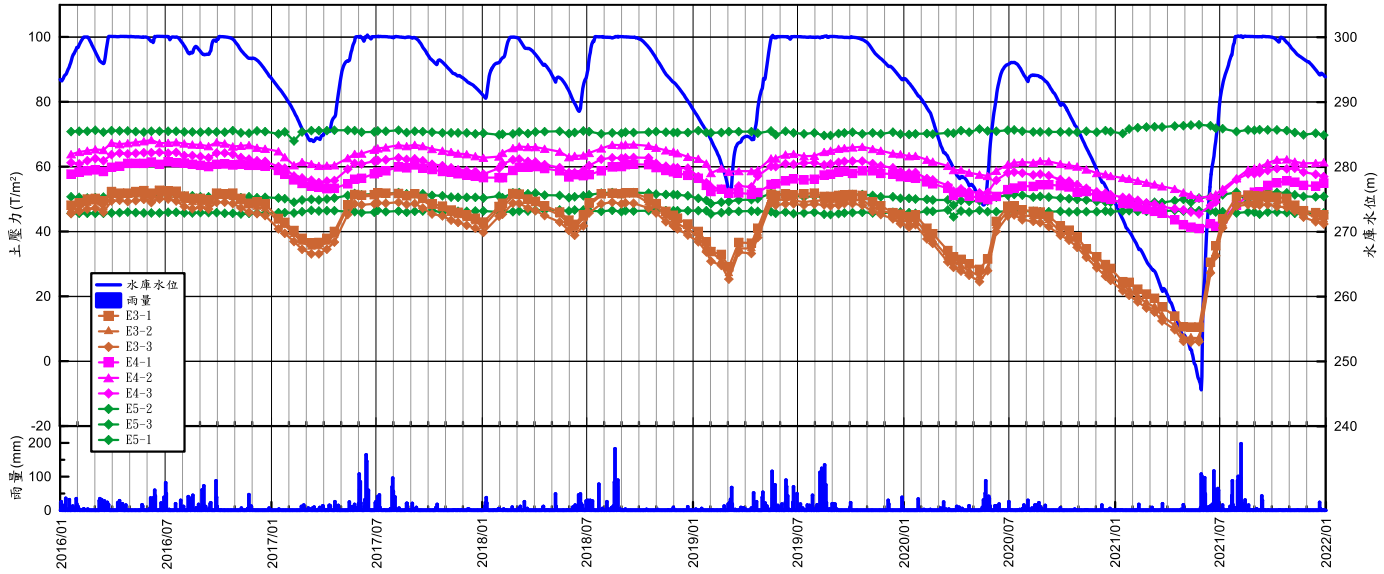
圖 5-1-18　大壩土壓計佈置圖(STA.0+110 斷面)

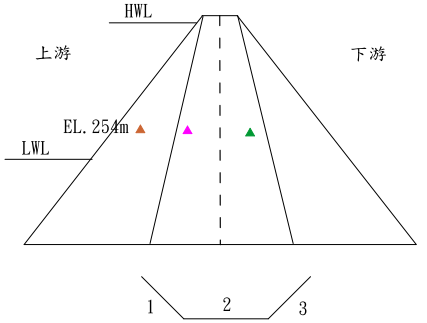




HWL：滿水位EL. 300m
LWL：呆水位EL. 243m

圖 5-1-19　大壩土壓計歷時曲線圖(EL.285m)





HWL：滿水位EL. 300m
LWL：呆水位EL. 243m

圖 5-1-20　大壩土壓計歷時曲線圖(EL.254m)

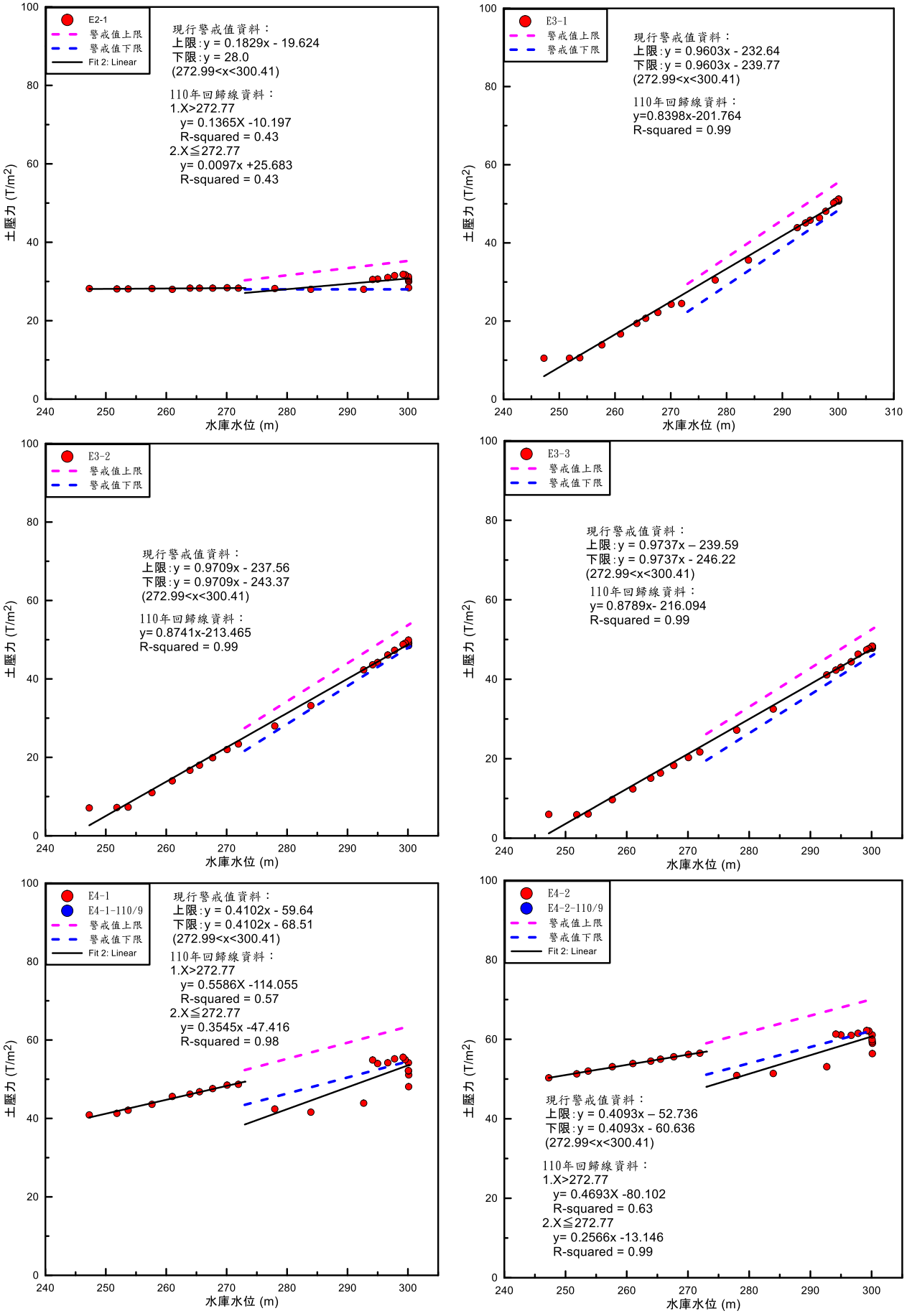


圖 5-1-21　大壩土壓計警戒值圖(1/2)

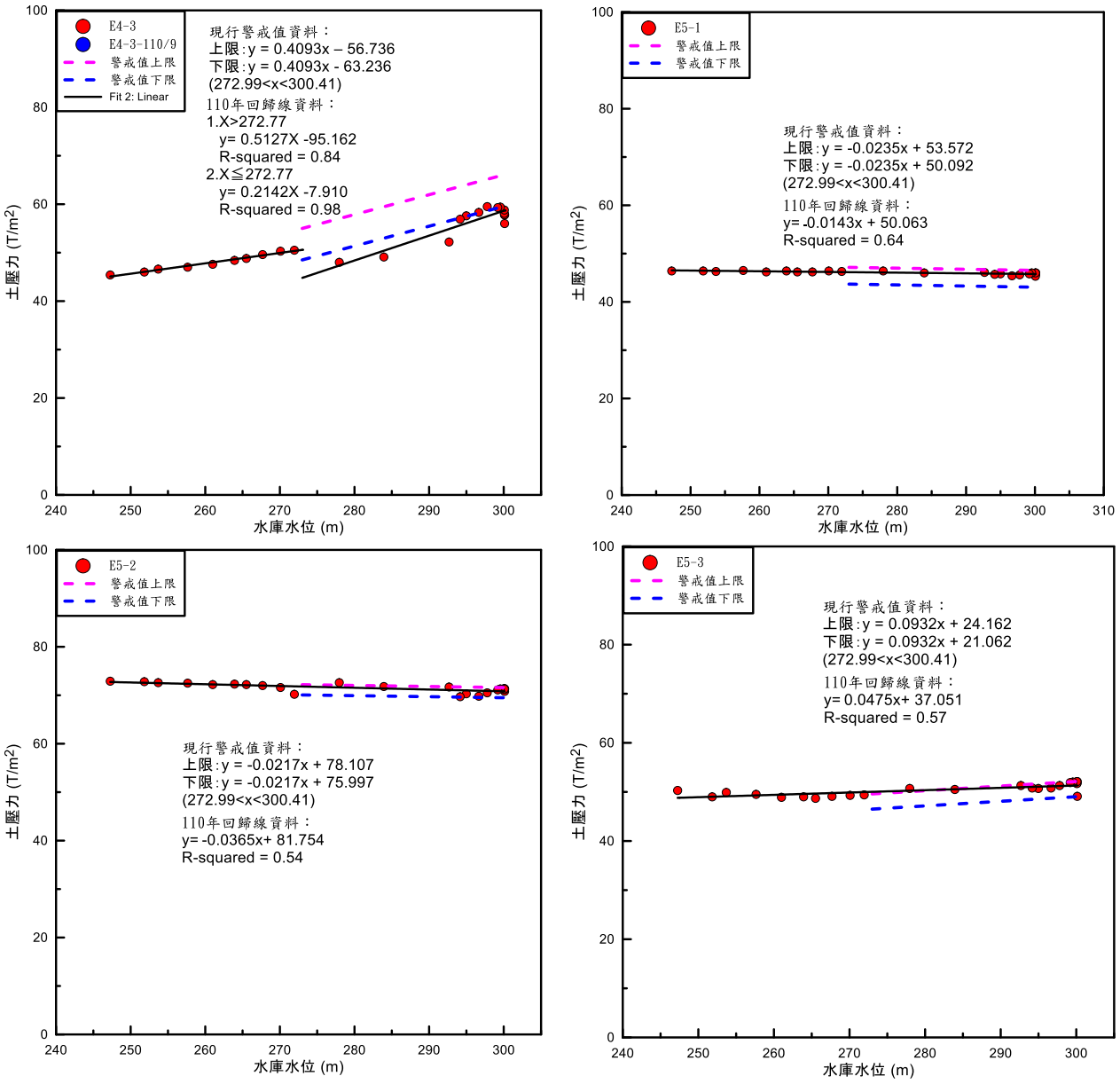


圖 5-1-21　大壩土壓計警戒值圖(2/2)

四、滲漏量監測

大壩滲流量測系統共計6個，包含4處量水堰及2處集水井率定，其中量水堰設置於左通達廊道口、右通達廊道口、右通達廊道滲水管及大壩(滲漏室)一處，集水井率定設置分別於滲漏室水井及灌漿廊道之集水井內，其壩體與地下水滲流水流進集水井後再由集水井內的抽水機抽出排放，其滲流量之監測成果依所設置的位置不同分述如後。此外，大壩滲流量測系統之4處量水堰水位計已於109年11月後陸續辦理更新作業，並於110年10月底後新增壩體滲漏水即時濁度監測，現況運作正常，可供持續量測。

(一)壩體處滲漏量

設置於溢洪道舟斗槽右側之滲漏室，採自動連續記讀，儀器編號DSEEP，係利用鯉魚潭大壩趾排水系統將大壩滲流水截流匯入滲漏室量水堰中，茲將壩體(DSEEP)量水堰流量歷時曲線彙整如圖5-1-22。本年度水庫水位介於EL.245.62~300.22m，壩體監測滲流量約為39.44~255.01CMD，平均值約85.27CMD。其中，第一季水庫水位介於EL.260.53~274.44m，壩體監測滲流量約為43.09~55.56CMD，平均值約為48.43CMD；第二季水庫水位介於EL.245.62~289.09m，壩體監測滲流量約為39.44~103.65CMD，平均值約為50.12CMD；第三季水庫水位介於EL.289.09~300.22m，壩體監測滲流量約為101.01~255.01CMD，平均值約148.52CMD；第四季水庫水位介於EL. 293.88~300.01m，壩體監測滲流量約為86.71~111.92CMD，平均值約92.82CMD。整體而言，本年度上半年水情不佳，庫水位延續前一年汛末持續洩降趨勢，庫水位至5月30日降至89年以來新低點；相對壩體滲漏量呈持續緩降趨勢。其後，本年度6月~8月中旬，降雨情形顯著，庫水位呈增加趨勢，並於7月28日後達滿水位持續溢流狀態；相對壩體滲漏量呈持續緩增趨勢。9月中旬後降雨情形明顯趨緩，壩體滲漏量轉呈減少趨勢。至第四季後，降雨情形持續不顯著，壩體滲漏量亦呈減少趨勢。

本年度6月上旬前，庫水位已低於警戒值原率定時庫水位範圍(EL.272.0m)，惟壩體滲漏量測值尚多落於原警戒值延伸包絡範圍附近。其後庫水位回升後，整體測值多在警戒值內，僅10月21日後至12月2日間，滲流量降至低於警戒值下限(約0.83~5.70CMD，如圖5-1-23)。依過去經驗，壩體滲漏量變化，受庫水位及降雨量(含遲滯效應)變化影響甚鉅；

然現行警戒值主要就庫水位參數進行檢討，前述滲漏量測值低於警戒值下限情形，推估乃係反應9月中旬後降雨明顯減少(累積降雨僅8mm)之影響所致。整體而言，考量其他大壩滲流量測系統亦多有測值偏低情形，再加上大壩外觀良好，且滲流水水質清澈未濁(110年10月底啟用之壩體滲漏水自動濁度監測成果顯示：測值多低於5NTU且無明顯變化)，研判整體滲流狀況應屬正常，其滲流量變化之規律及趨勢已呈穩定狀態。

(二)廊道內滲漏量

量水堰共計四處，其中三處設置於左通達廊道口、右通達廊道口及右通達廊道滲水管，均採自動連續記讀，儀器編號分別為LSEEP、RSEEP、RSEEP-1；另於灌漿廊道設集水井一座，並設有二部抽水機，以安裝電子感應器記錄抽水機運轉的方式計算滲流水流量，儀器編號為GSEEP。茲將左通達廊道口(LSEEP)、右通達廊道口(RSEEP)、右通達廊道滲水管(RSEEP-1)及灌漿廊道(GSEEP集水井率定)流量歷時曲線彙整如圖5-1-24。本年度於上半年庫水位持續洩降至5月30日降至89年以來新低點，其後隨降雨增加而庫水位回升，於7月28日後達滿水位，至第四季後水位又反轉呈緩降趨勢。由圖5-1-24可知，左通達廊道口(LSEEP)及灌漿廊道(GSEEP集水井率定)滲流量測系統測值變化趨勢呈相對穩定趨勢；相較右通達廊道口(RSEEP)及右通達廊道滲水管(RSEEP-1)滲流量測系統測值變化則受降雨影響(具遲滯性)相對顯著。茲將監測成果詳述如後：

1.左通達廊道口(LSEEP量水堰) ：本年度監測流量約為0.8.0~3.24CMD，平均值約2.00CMD。流量測值變化趨勢位於警戒值範圍內，且水質清澈未濁(濁度低於1NTU且無明顯變化)，研判滲流狀況應屬正常。

2.右通達廊道口(RSEEP量水堰)：本年度監測流量約為11.54~29.13CMD，平均值約18.61CMD。RSEEP量水堰於本年度6月上旬庫水位急升階段，有部分測值低於警戒值下限之情形，可能與其測值變化與周邊降雨多寡(時間延遲約有2~3週)連動性相對顯著有關。其後至年底之流量測值變化趨勢則多位於警戒值範圍內，整體研判滲流狀況應屬正常。此外，水質於本年度檢測以清澈未濁(濁度低於1NTU且無明顯變化)為主。

3.右通達廊道滲水管(RSEEP-1量水堰)：本年度監測流量約為8.03~24.34CMD，平均值約17.16CMD。RSEEP-1量水堰與RSEEP量水堰相仿，於6月上旬庫水位急升階段，有部分測值低於警戒值下限之情形，可能與其測值變化與周邊降雨多寡連動性相對顯著等因素有關。

其後至年底之流量測值大小變化趨勢位於警戒值範圍內，整體研判滲流狀況應屬正常。此外，水質於本年度檢測以清澈未濁(濁度低於1NTU且無明顯變化)為主。

4.灌漿廊道(GSEEP集水井率定：本年度監測流量約為4.00~7.76CMD，平均值約5.49CMD。流量測值變化趨勢位於警戒值範圍內，且水質清澈未濁(濁度低於1NTU且無明顯變化)，研判滲流狀況應屬正常。

本年度庫水位自7月28日後維持滿水位且降雨情形相對顯著，各滲流量測系統測值整體皆呈增加趨勢，然測值大小變化趨勢仍在原警戒值範圍內(圖5-1-25~圖5-1-28)；整體而言，滲流量變化之規律及趨勢已呈穩定狀態，研判大壩仍處穩定滲流(seepage)。

茲將上述量水堰或集水井率定流量與警戒值(圖3-3-25~圖3-3-28)進行比對可知，本年度6月上旬前，庫水位已低於警戒值原率定時庫水位範圍(EL.272.17m)，惟各廊道滲漏量測值尚多落於原警戒值延伸包絡範圍附近；其後庫水位回升後，整體測值亦多在警戒值內。整體而言，各廊道滲流量變化之規律及趨勢多已呈穩定狀態，且各量水堰水質亦清澈未濁，濁度多在1NTU以內並無明顯變化，綜合研判大壩仍處穩定滲流(seepage)。

(三)地下水滲流水

設置於溢洪道舟斗槽右側之滲漏室集水井，採自動抽水機計算滲流水流量，儀器編號CREEK，茲將滲漏室CREEK集水井率定流量歷時曲線彙整如圖5-1-29。滲漏室本年度監測流量約為183.158~2155.3614CMD，平均值約448.18CMD，倘若扣除壩體滲流量，本年度地下水平均滲流水量約為362.91CMD。整體而言，CREEK流量與降雨變化(時間延遲約有1~2週)明顯呈連動關係。

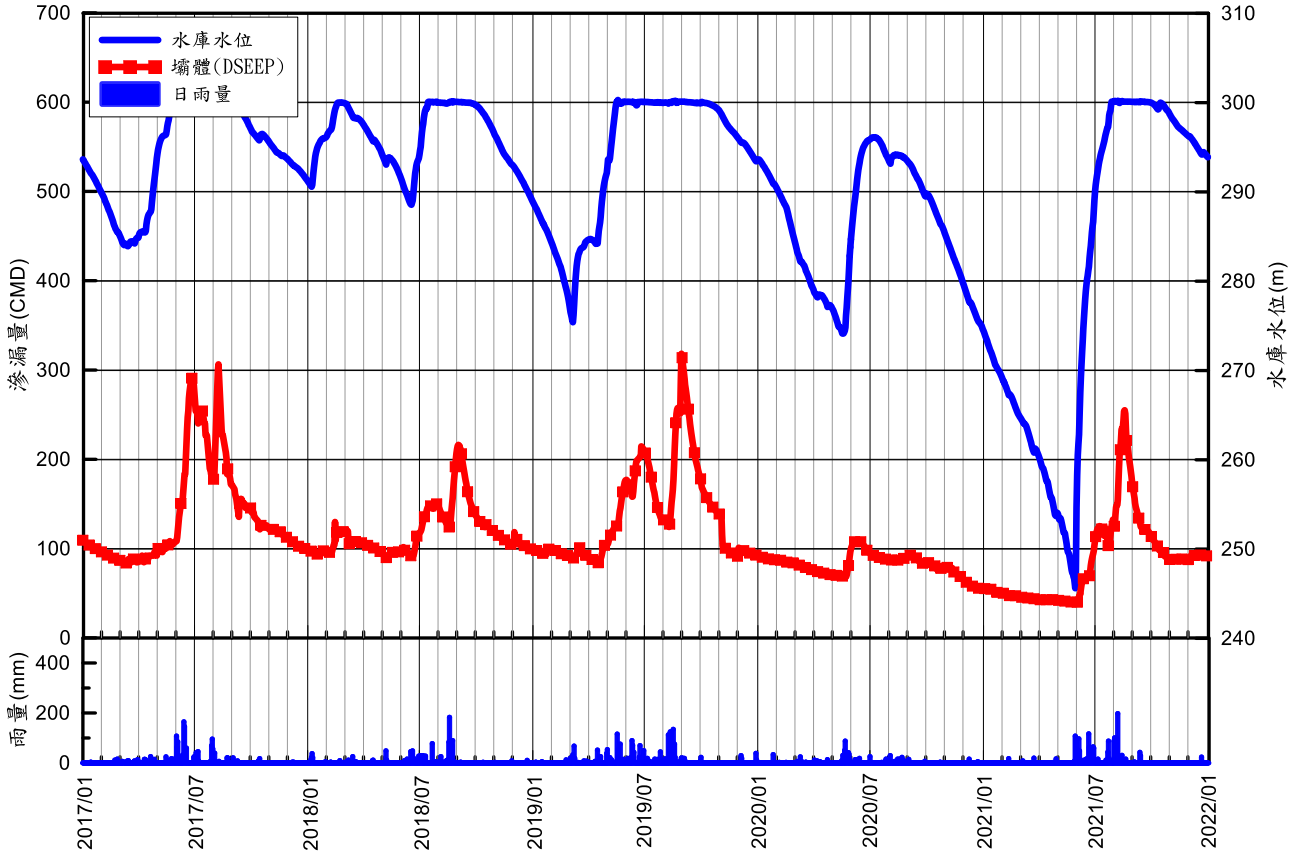


圖 5-1-22　壩體 DSEEP 量水堰流量歷時變化曲線圖(壩址排水)

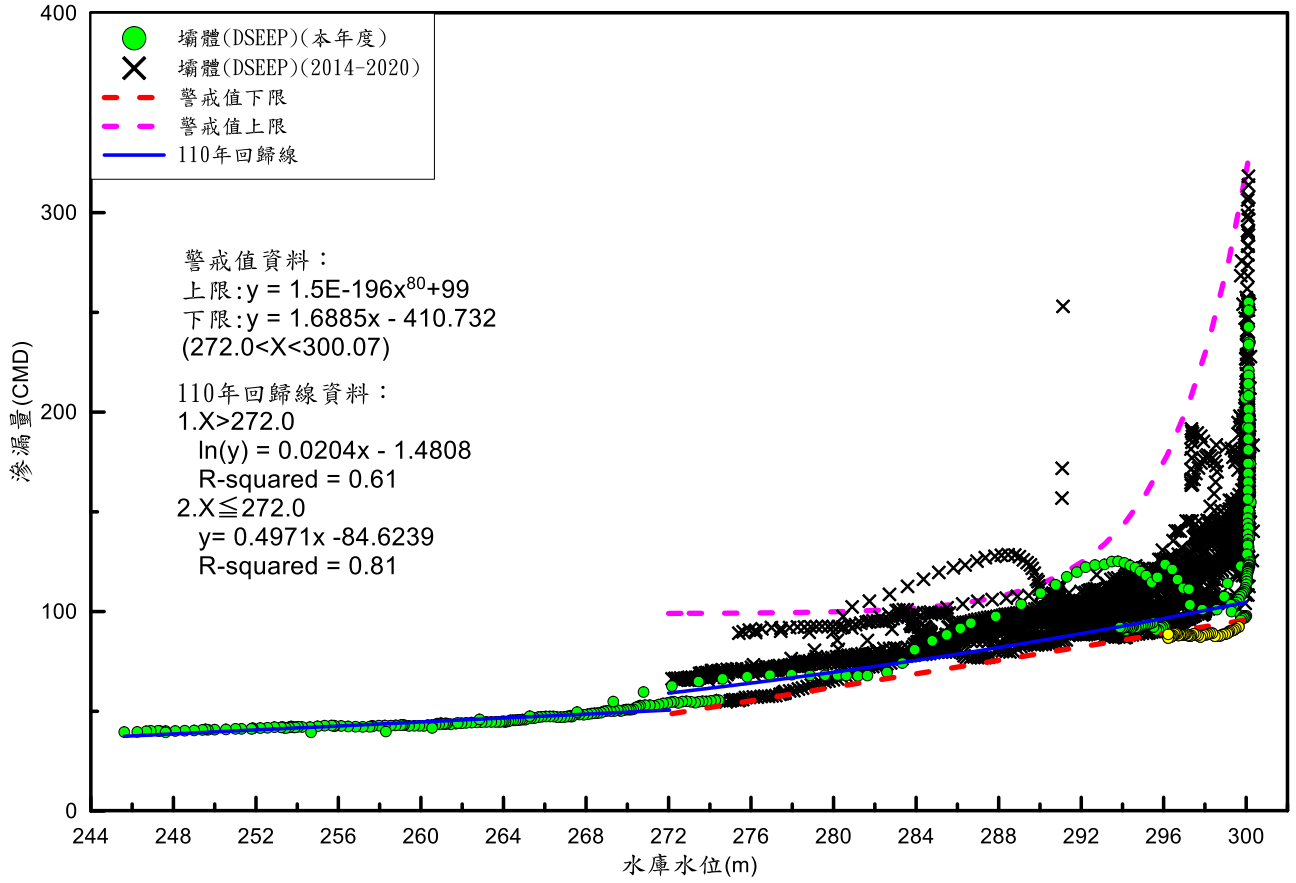


圖 5-1-23　壩體 DSEEP 量水堰流量、庫水位與警戒值(壩趾排水)

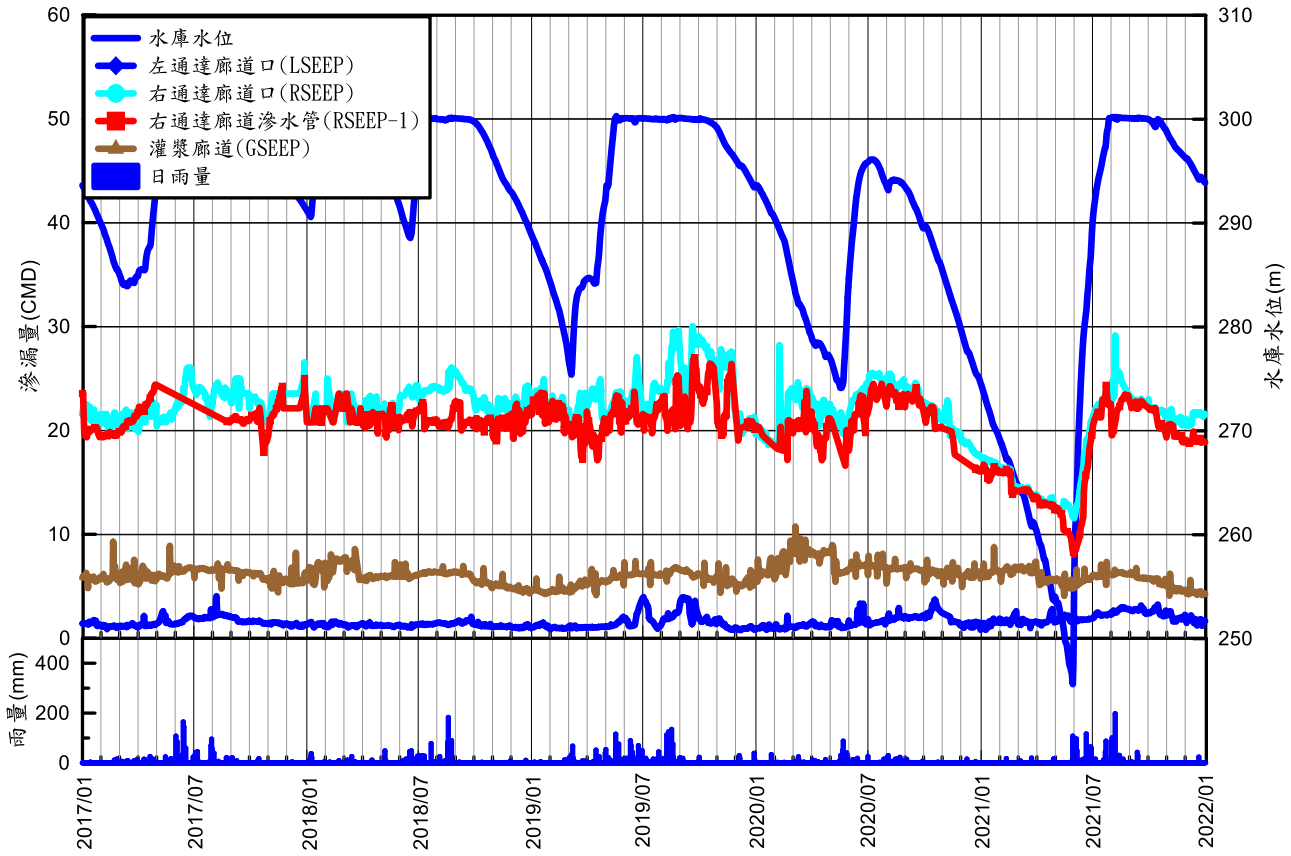


圖 5-1-24　壩體各廊道量水堰流量與水庫水位關係(壩址排水)

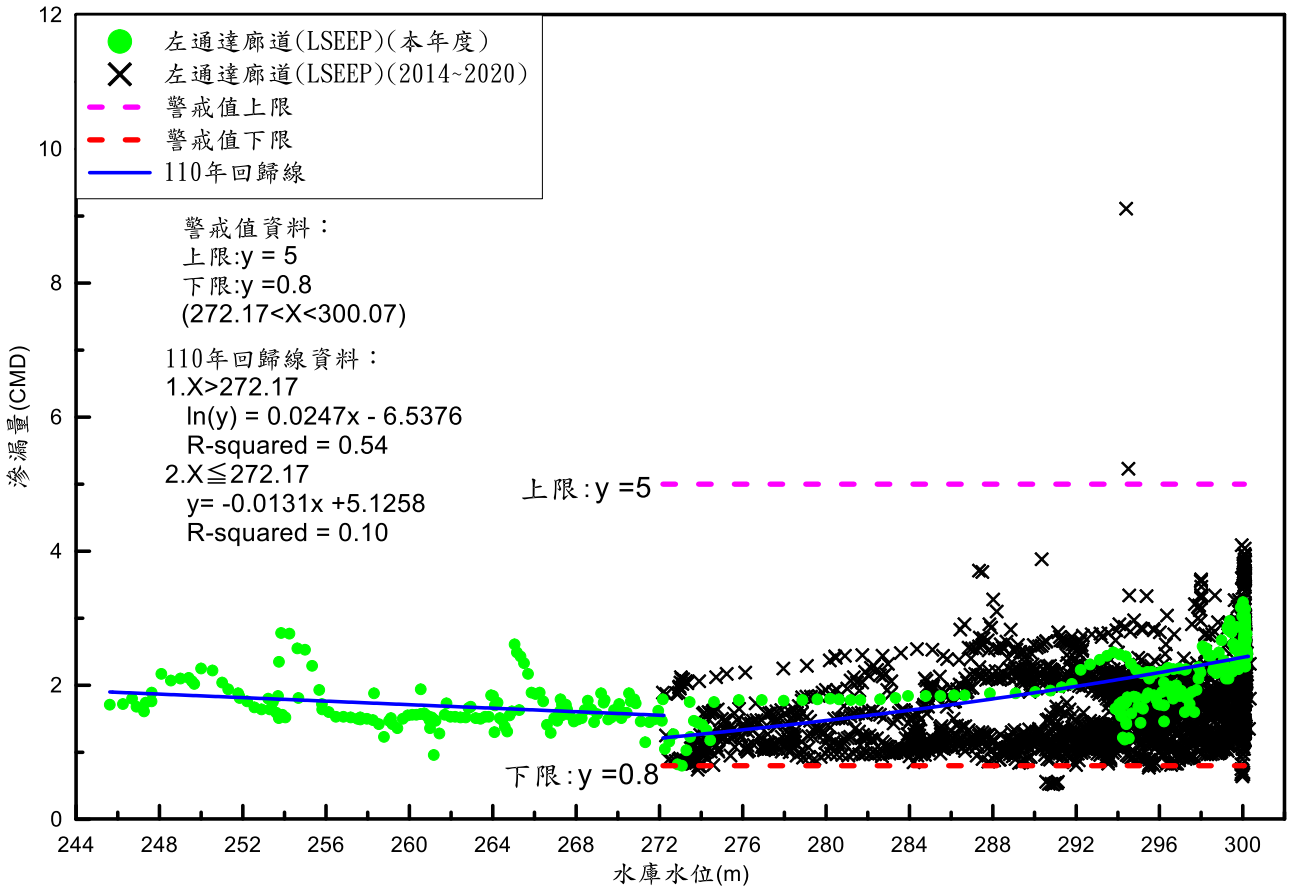


圖 5-1-25　大壩左廊道 LSEEP 量水堰流量、庫水位與警戒值

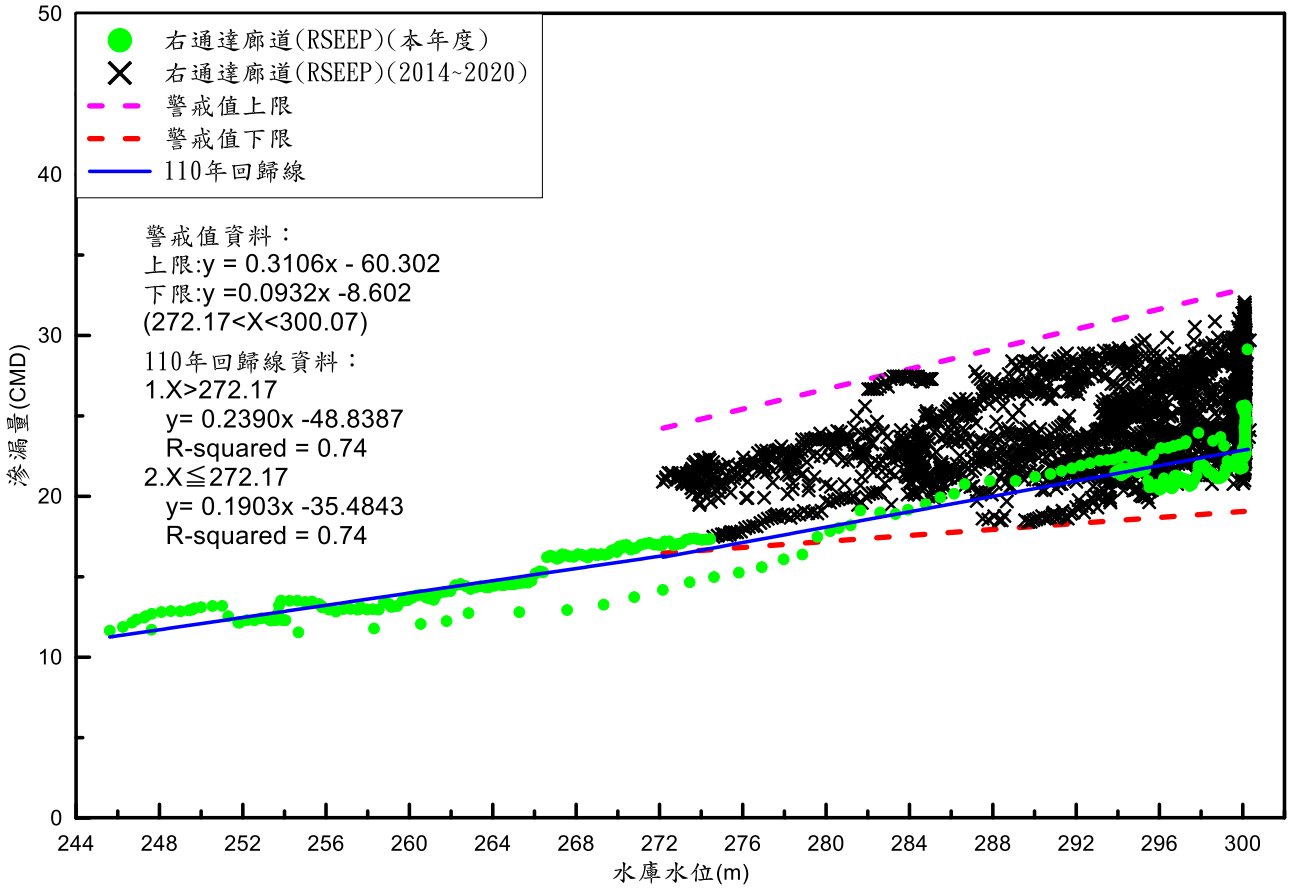


圖 5-1-26　大壩右廊道 RSEEP 量水堰流量、庫水位與警戒值

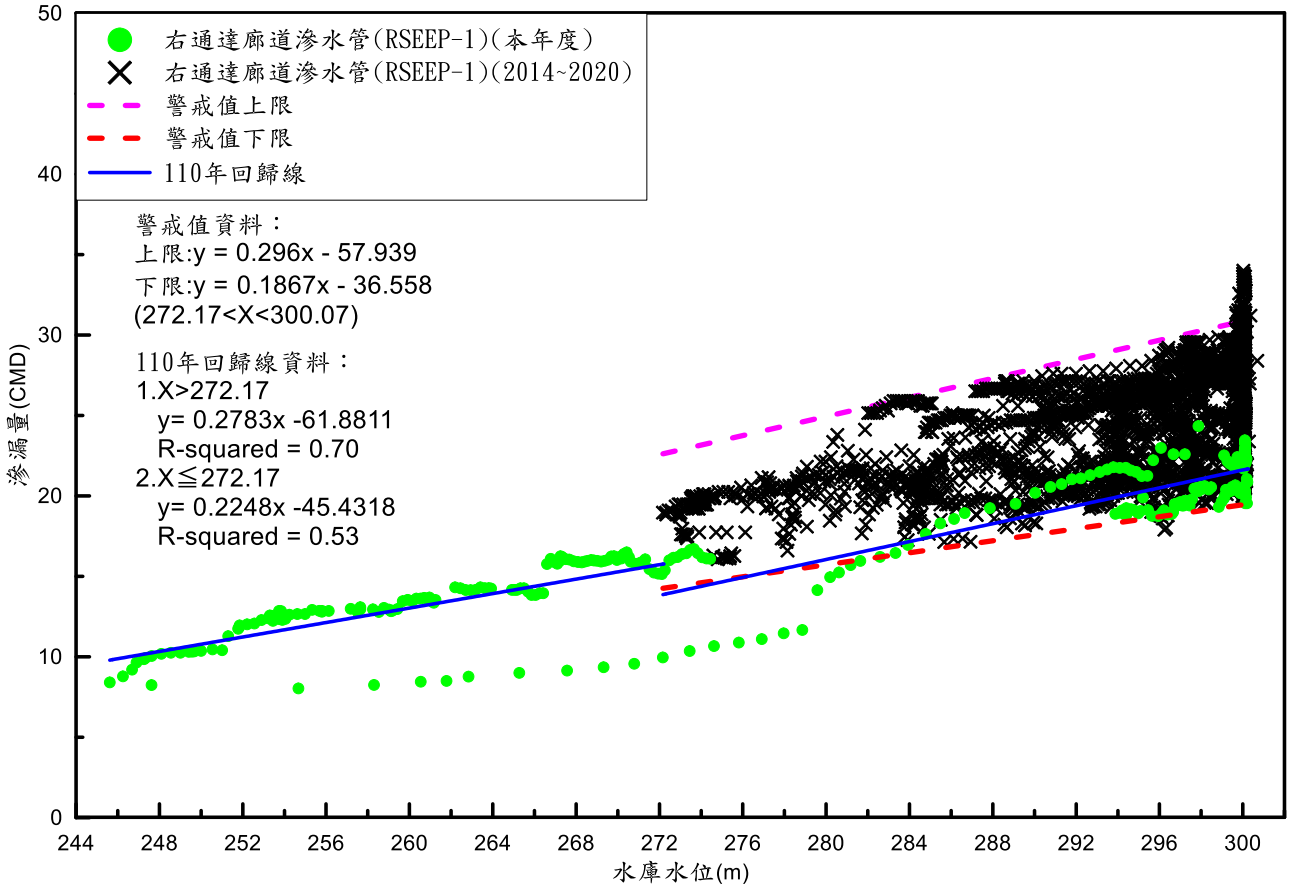


圖 5-1-27　大壩右廊道滲水管 RSEEP-1 量水堰流量、庫水位與警戒值

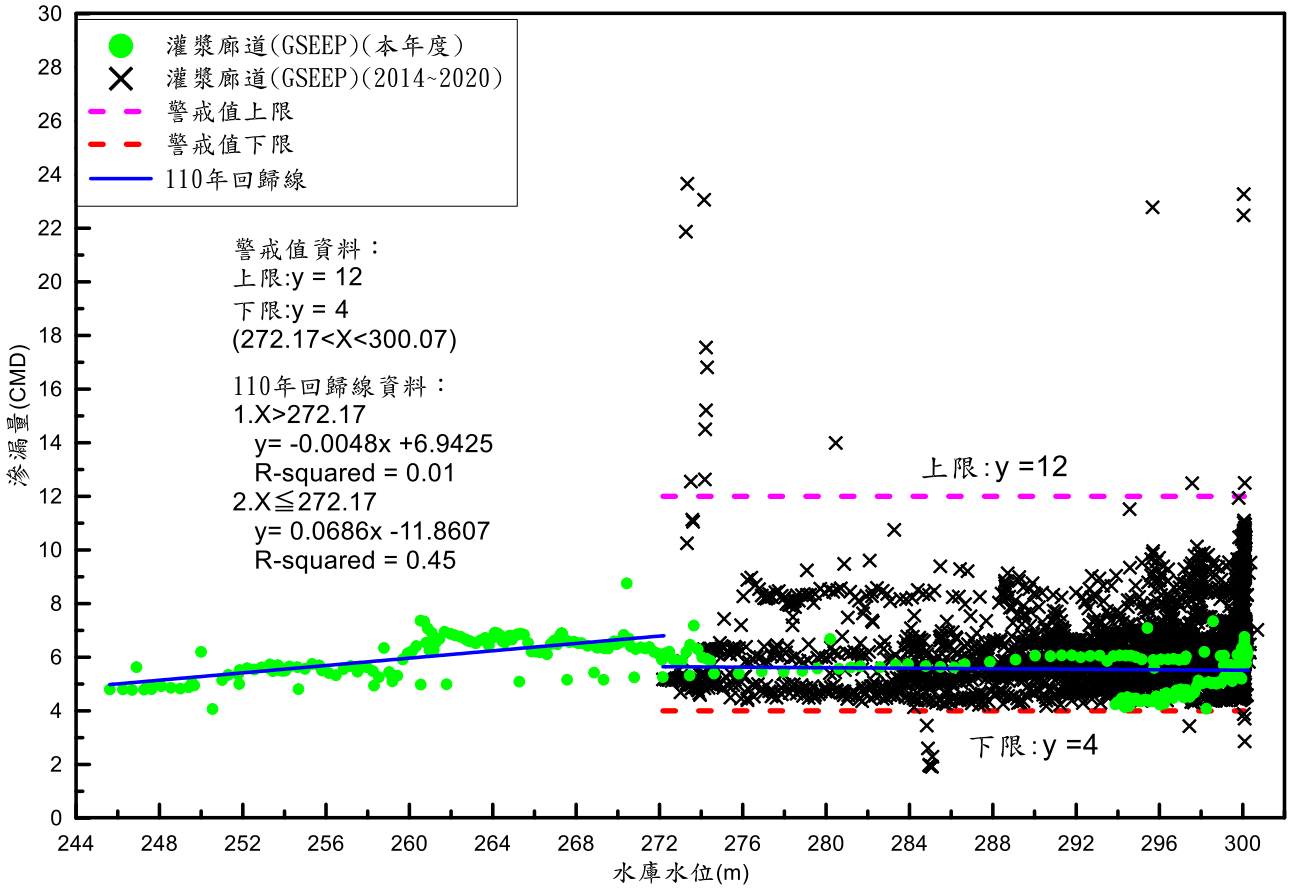


圖 5-1-28　大壩灌漿廊道 GSEEP 集水井率定流量、庫水位與警戒值

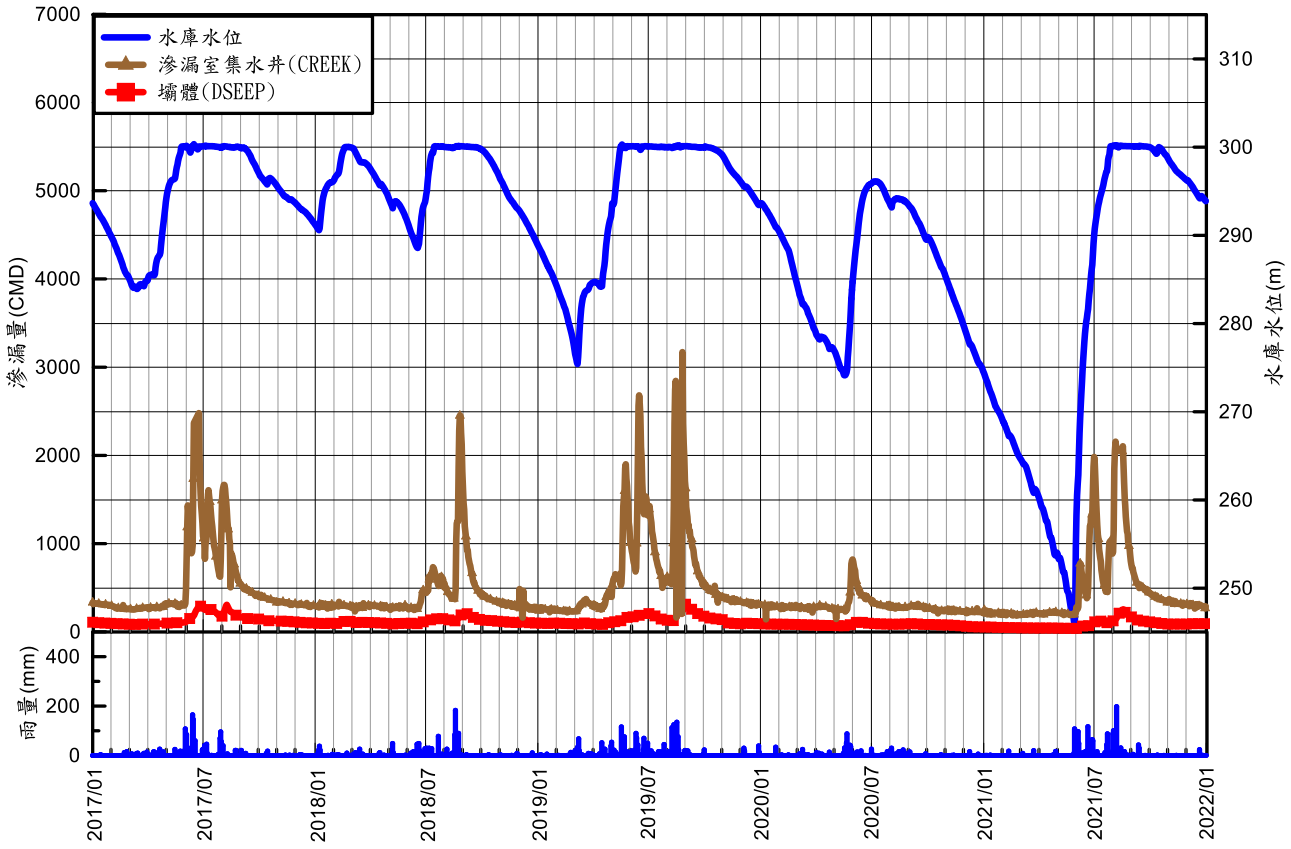


圖 5-1-29　大壩滲漏室 CREEK 集水井率定流量歷時變化曲線圖

五、壩體變位監測

(一)傾斜管變位情形

設於壩體上、下游坡面共有2處可供量測，分別為：IV-1(管頂高程：305.026m，深度：100m)，以及IV-2(管頂高程：286.729m，深度：81m)。傾斜管量測時係每0.5m量測一點，再以不同次量測得各點的斜率差異累計推估傾斜管的變形。茲彙整本年度各傾斜管量測所得各軸最大偏移量及歷次相對位移如表5-1-1，量測成果如圖5-1-30~圖5-1-36。

1.IV-1傾斜管

由表5-1-1及圖5-1-30~圖5-1-32可知，經本年度第一及第二季枯水期，第三及第四季季節性降雨(5月底~8月)，庫水位由EL.245.62m(5月底)上升至滿水位EL.300m(7月28日)，於2個月內上升約55m，孔口於上下游側及左右側之累積總偏移量分別為130.64mm及-85.78mm，各方向總變位量均在警戒值上下限(上下游上限134mm及下限118mm、左右側上限-47mm及下限-87mm)內。另經回歸分析後，本年度各方向孔口變位量，上下游及左右側之孔口回歸變位量最大分別為0.10mm/月及0.06mm/月，亦在警戒值內(3mm/月)，整體而言IV-1傾斜管各方向偏移情形無明顯變化趨勢。

2.IV-2傾斜管

由表5-1-1及圖5-1-33~圖5-1-35可知，歷經本年度一~二季枯旱期及三~四季季節性降雨，庫水位劇烈變化下，孔口於上下游側及左右側之累積總偏移量分別為25.77mm及-46.28mm，各方向總變位量均在警戒值上下限(上下游上限44mm及下限20mm、左右側上限-35mm及下限-58mm)內。另經迴歸分析後，本年度各方向孔口變位量，上下游及左右側之孔口回歸變化量最大分別為-0.01mm/月及0.10mm/月，亦在警戒值內(3mm/月)，整體而言IV-2傾斜管各方向偏移情形無明顯變化趨勢。

表5-1-1　大壩傾斜管監測成果(1/2)

日期	IV-1								
	總偏移量(mm)		歷次偏移量(mm)			孔口迴歸變位量 mm/月		是否超過警戒值	
	上下游	左右側	上下游	左右側	孔口	上下游	左右側	上下游 孔口迴歸變位量 3mm/月 134mm(上限) 118mm(下限)	左右側 孔口迴歸變位量 3mm/月 -47mm(上限) -87mm(下限)
2019/12/17	29.91	-55.31	-2.46	-7.67	8.05	0.20	0.08	否	否
2020/1/3	33.88	-45.17	3.97	10.14	10.89	0.15	0.00	否	否
2020/1/21	26.82	-56.82	-7.06	-11.65	13.62	0.13	-0.02	否	否
2020/3/17	120.29	-50.75	-11.17	8.35	13.95	0.14	0.02	否	否
2020/6/16	133.24	-57.08	-0.49	-9.32	9.33	0.15	0.05	否	否
2020/9/24	133.44	-61.02	0.58	6.42	6.45	0.16	0.05	否	否
2020/12/17	133.64	-51.17	9.59	1.13	9.66	0.14	0.09	否	否
2021/1/4	121.01	-51.10	-12.63	0.07	12.63	0.12	0.11	否	否
2021/1/19	130.18	-61.21	9.17	-10.11	13.65	0.12	0.12	否	否
2021/2/5	133.77	-70.93	3.59	-9.72	10.36	0.12	0.11	否	否
2021/2/24	131.46	-72.24	-2.31	-1.31	2.66	0.12	0.10	否	否
2021/3/5	130.53	-67.49	-0.93	4.75	4.84	0.12	0.10	否	否
2021/3/16	128.51	-66.52	-2.02	0.97	2.24	0.11	0.10	否	否
2021/4/6	133.01	-67.92	4.50	-1.40	4.71	0.11	0.09	否	否
2021/4/16	124.40	-70.05	-8.62	-2.13	8.87	0.10	0.09	否	否
2021/5/3	133.13	-62.08	8.74	7.97	11.82	0.11	0.11	否	否
2021/5/25	130.46	-73.87	-2.67	-11.79	12.09	0.10	0.09	否	否
2021/6/2	130.99	-68.89	0.53	4.98	5.01	0.10	0.09	否	否
2021/6/17	130.53	-82.18	-0.46	-13.29	13.30	0.10	0.07	否	否
2021/7/1	133.77	-70.93	3.24	11.25	11.71	0.10	0.07	否	否
2021/7/16	133.38	-65.71	-0.39	5.22	5.23	0.10	0.07	否	否
2021/8/4	132.78	-74.59	-0.60	-8.88	8.90	0.10	0.06	否	否
2021/8/17	131.77	-62.76	-1.01	11.83	11.87	0.10	0.06	否	否
2021/9/2	131.85	-70.80	0.08	-8.04	8.04	0.10	0.06	否	否
2021/9/15	132.63	-68.85	0.78	1.95	2.10	0.10	0.05	否	否
2021/10/4	130.13	-82.01	-2.50	-13.16	13.40	0.10	0.04	否	否
2021/10/18	132.78	-74.59	2.65	7.42	7.88	0.10	0.03	否	否
2021/11/3	133.20	-75.39	0.42	-0.80	0.90	0.10	0.02	否	否
2021/11/24	133.44	-61.02	0.24	14.37	14.37	0.10	0.03	否	否
2021/12/9	128.90	-63.07	-4.54	-2.05	4.98	0.10	0.03	否	否
2021/12/16	130.64	-85.78	1.74	-22.71	22.78	0.10	0.01	否	否

注：1.上下游側方向中正為朝下游方向、負為朝上游方向；左右側方向中正為坡面右側方向、負為坡面左側方向。

2.孔口歷次偏移量公式為$R=\sqrt{(A^{+}-A^{-})^{2}+(B^{+}-B^{-})^{2}}$，

R:孔口歷次偏移量，A+A-:A+及 A-方向量測值扣 A 軸初始值，B+B-:B+及 B-方向量測值扣 B 軸初始值

表5-1-1　大壩傾斜管監測成果(2/2)

日期	IV-2								
	總偏移量(mm)		各次偏移量(mm)			孔口迴歸變位量 mm/月		是否超過警戒值	
	上下游	左右側	上下游	左右側	孔口(向量合成)	上下游	左右側	上下游 孔口迴歸變位量 3mm/月 44mm(上限) 20mm(下限)	左右側 孔口迴歸變位量 3mm/月 -35mm(上限) -58mm(下限)
2019/12/17	29.91	-55.31	-2.46	-7.67	8.05	0.15	-0.01	否	否
2020/1/3	33.88	-45.17	3.97	10.14	10.89	0.15	0.00	否	否
2020/1/21	26.82	-56.82	-7.06	-11.65	13.62	0.13	-0.02	否	否
2020/3/17	30.96	-55.01	2.20	-14.52	14.69	0.11	-0.02	否	否
2020/6/16	28.23	-57.55	-2.47	-8.16	8.53	0.06	-0.04	否	否
2020/9/24	36.63	-37.09	-1.81	3.00	3.50	0.07	0.02	否	否
2020/12/17	25.53	-41.75	-3.89	0.59	3.93	0.05	0.06	否	否
2021/1/4	21.22	-43.62	-4.31	-1.87	4.70	0.04	0.06	否	否
2021/1/19	28.81	-41.30	7.59	2.32	7.94	0.03	0.06	否	否
2021/2/5	29.74	-40.72	0.93	0.58	1.10	0.03	0.07	否	否
2021/2/24	30.96	-39.14	1.22	1.58	2.00	0.03	0.08	否	否
2021/3/5	34.43	-52.21	3.47	-13.07	13.52	0.03	0.07	否	否
2021/3/16	34.12	-46.61	-0.31	5.60	5.61	0.03	0.07	否	否
2021/4/6	21.14	-52.89	-12.98	-6.28	14.42	0.02	0.06	否	否
2021/4/16	27.19	-49.78	6.05	3.11	6.80	0.02	0.06	否	否
2021/5/3	25.00	-35.97	-2.19	13.81	13.98	0.01	0.07	否	否
2021/5/25	26.59	-42.85	1.59	-6.88	7.06	0.01	0.07	否	否
2021/6/2	22.85	-35.52	-3.74	7.33	8.23	-0.01	0.08	否	否
2021/6/17	24.02	-36.26	1.17	-0.74	1.38	-0.01	0.09	否	否
2021/7/1	24.04	-38.82	0.02	-2.56	2.56	-0.02	0.09	否	否
2021/7/16	33.16	-41.75	-21.18	-38.08	43.57	-0.02	0.09	否	否
2021/8/4	35.19	-39.14	2.03	2.61	3.31	-0.01	0.10	否	否
2021/8/17	29.67	-37.83	-9.30	2.20	9.56	-0.02	0.11	否	否
2021/9/2	20.37	-35.63	-9.30	2.20	9.56	-0.02	0.11	否	否
2021/9/15	29.67	-37.83	9.30	-2.20	9.56	-0.02	0.12	否	否
2021/10/4	20.14	-37.68	-9.53	0.15	9.53	-0.03	0.12	否	否
2021/10/18	28.23	-41.75	8.09	-4.07	9.06	-0.03	0.12	否	否
2021/11/3	25.91	-47.59	-2.32	-5.84	6.28	-0.04	0.11	否	否
2021/11/24	22.34	-45.77	-3.57	1.82	4.01	-0.04	0.11	否	否
2021/12/9	23.64	-36.66	1.30	9.11	9.20	-0.05	0.12	否	否
2021/12/16	25.77	-46.28	2.13	-9.62	9.85	-0.05	0.11	否	否

注：1.上下游側方向中正為朝下游方向、負為朝上游方向；左右側方向中正為坡面右側方向、負為坡面左側方向。

2.孔口歷次偏移量公式為$R=\sqrt{(A^{+}-A^{-})^{2}+(B^{+}-B^{-})^{2}}$，R:孔口歷次偏移量，A+A-:A+及A-方向量測值扣A軸初始值，B+B-:B+及B-方向量測值扣B軸初始值

大壩-傾斜管 歷時曲線圖

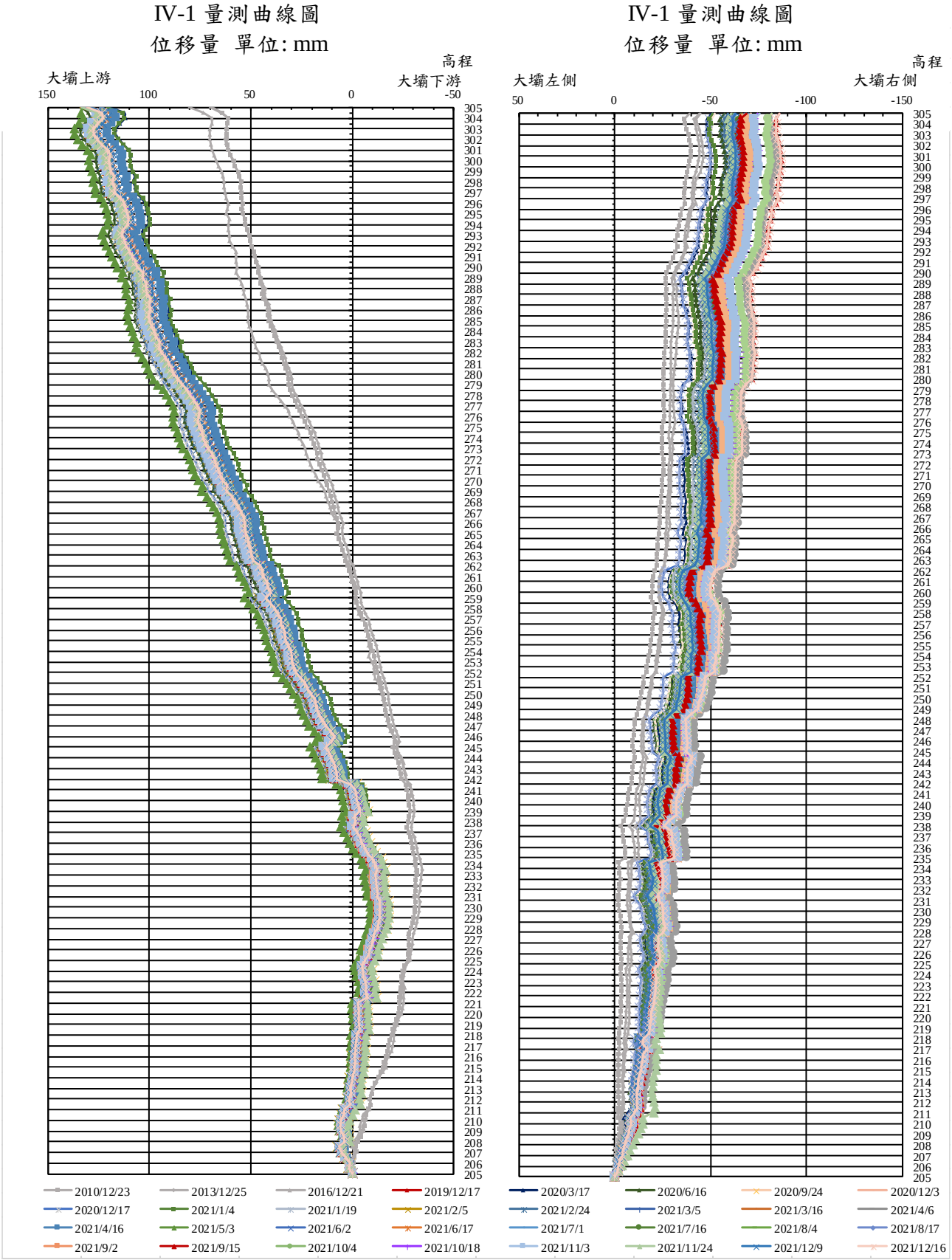


圖 5-1-30　大壩 IV-1 傾斜管位移曲線圖

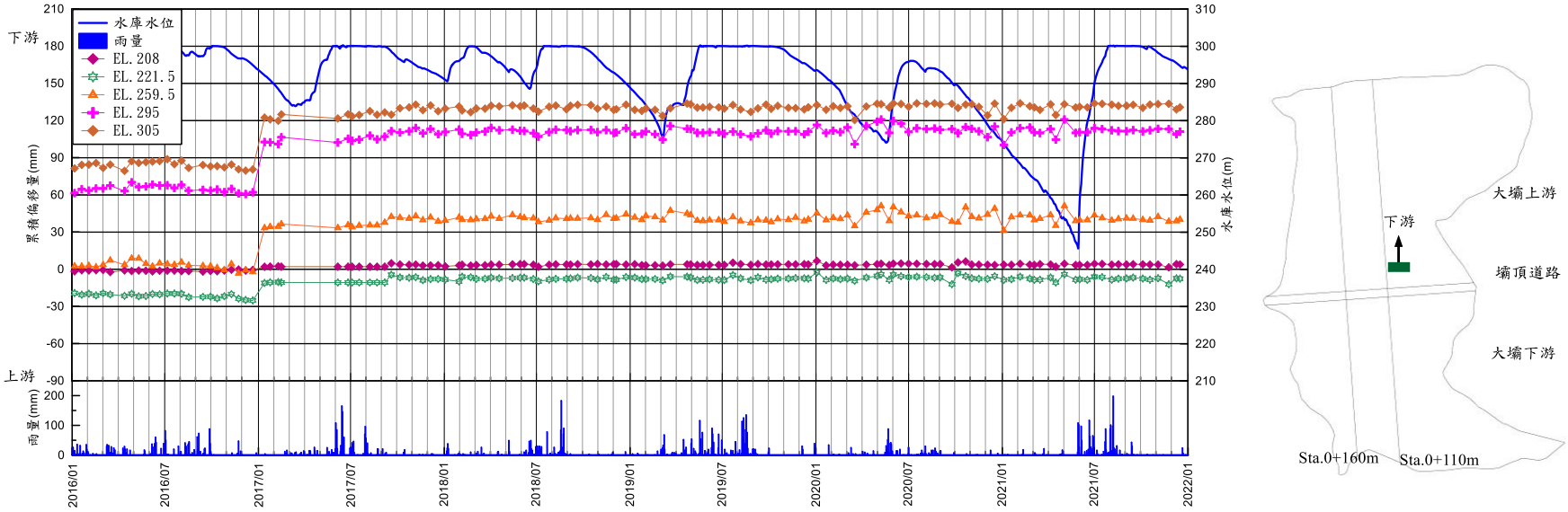


圖 5-1-31　大壩 IV-1 傾斜管歷時曲線圖(上下游)

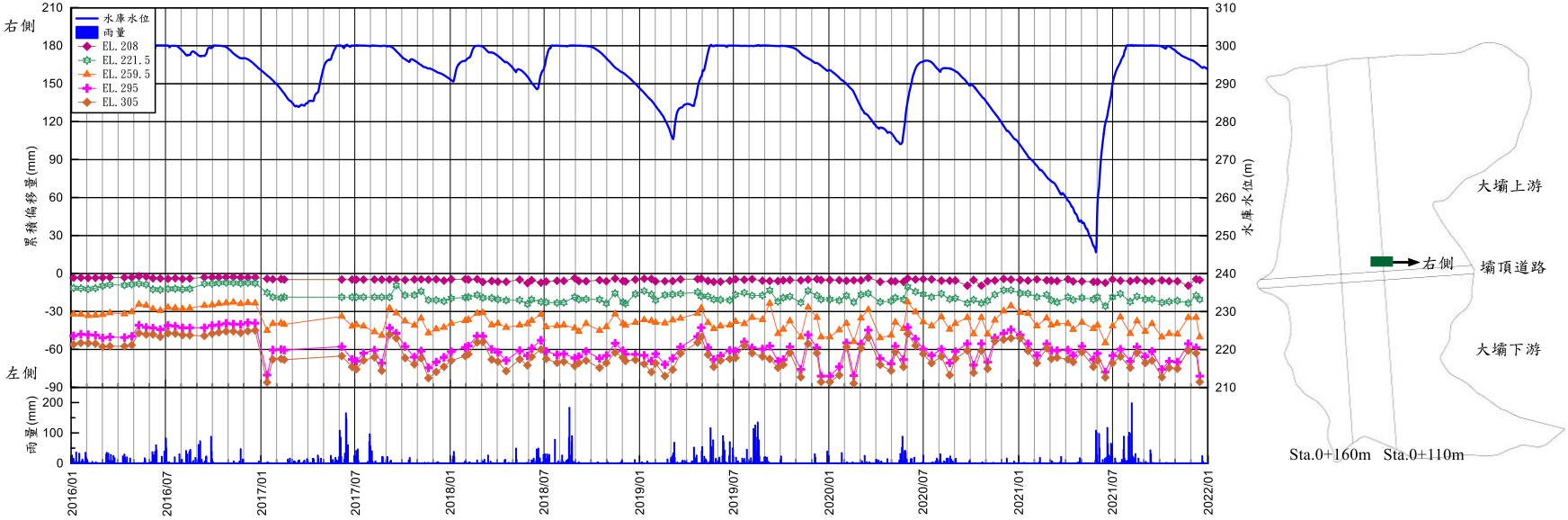


圖 5-1-32　大壩 IV-1 傾斜管歷時曲線圖(左右側)

大壩-傾斜管 歷時曲線圖

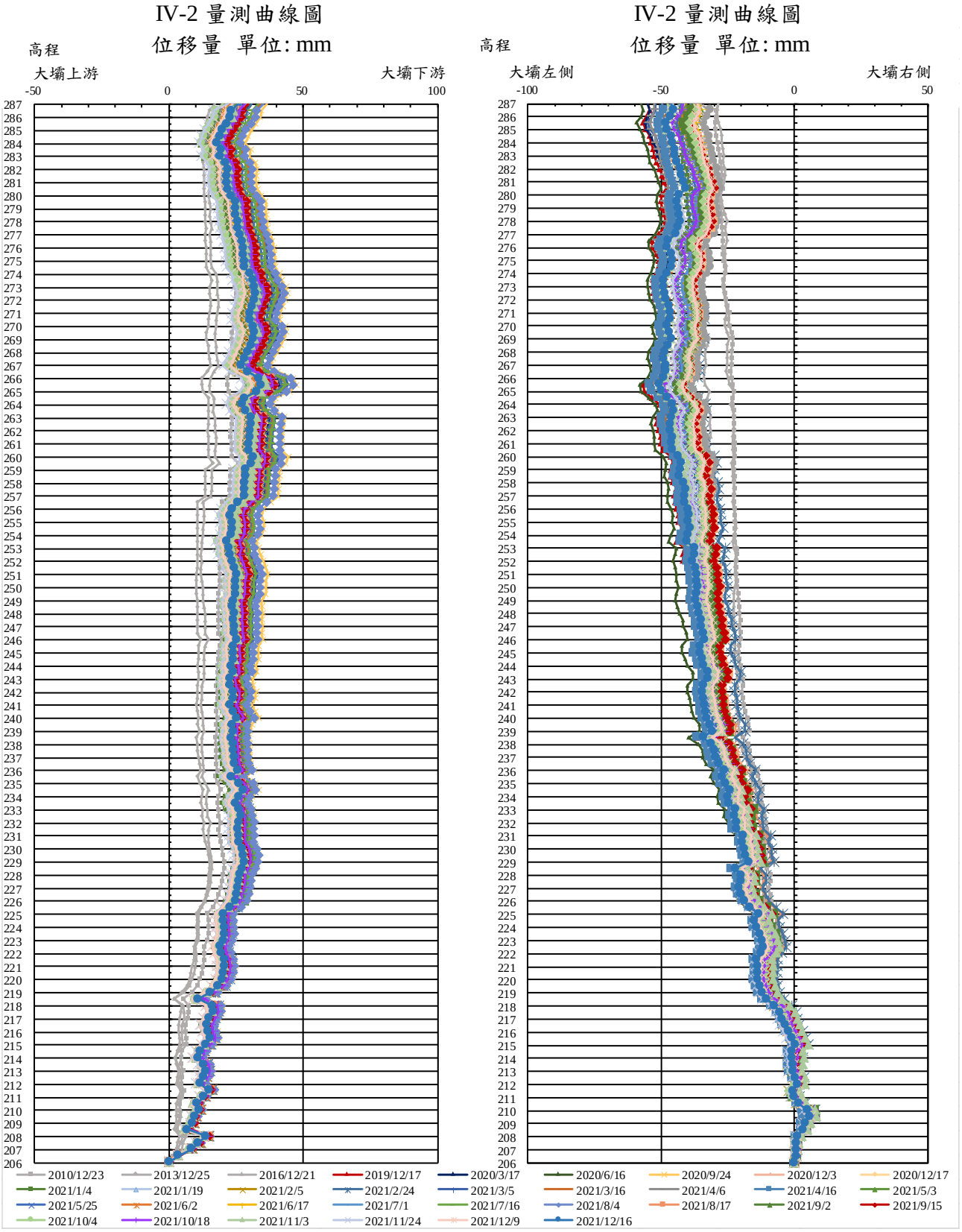


圖 5-1-33　大壩 IV-2 傾斜管位移曲線圖

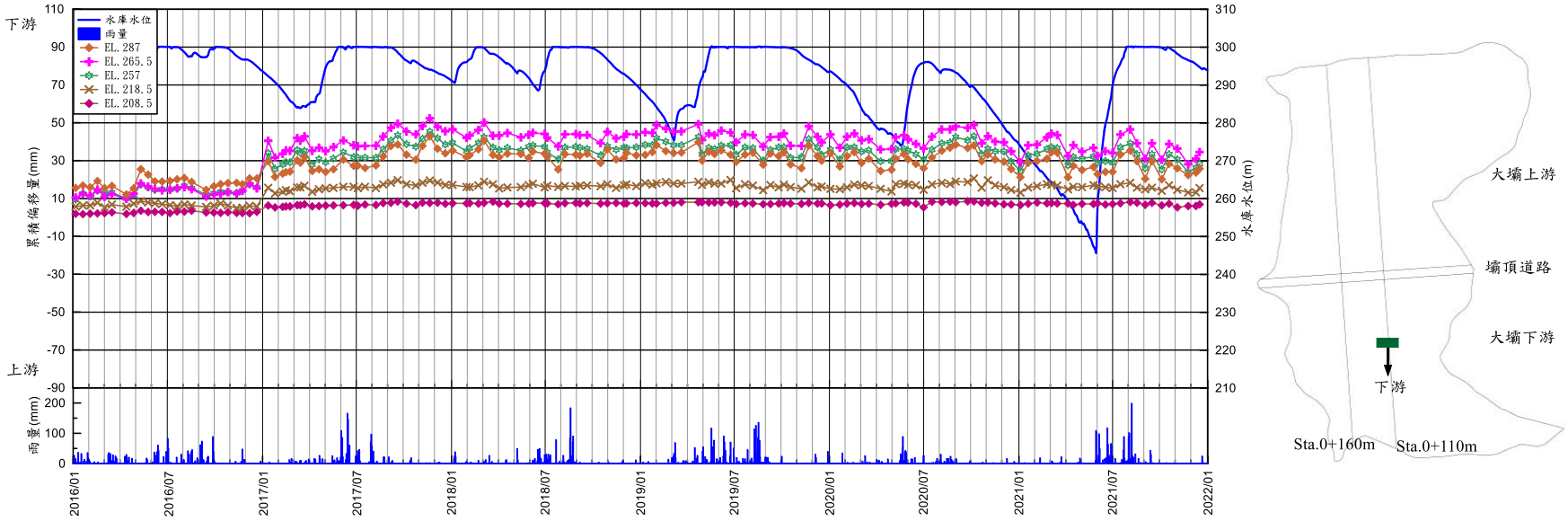


圖 5-1-34　大壩 IV-2 傾斜管歷時曲線圖(上下游)

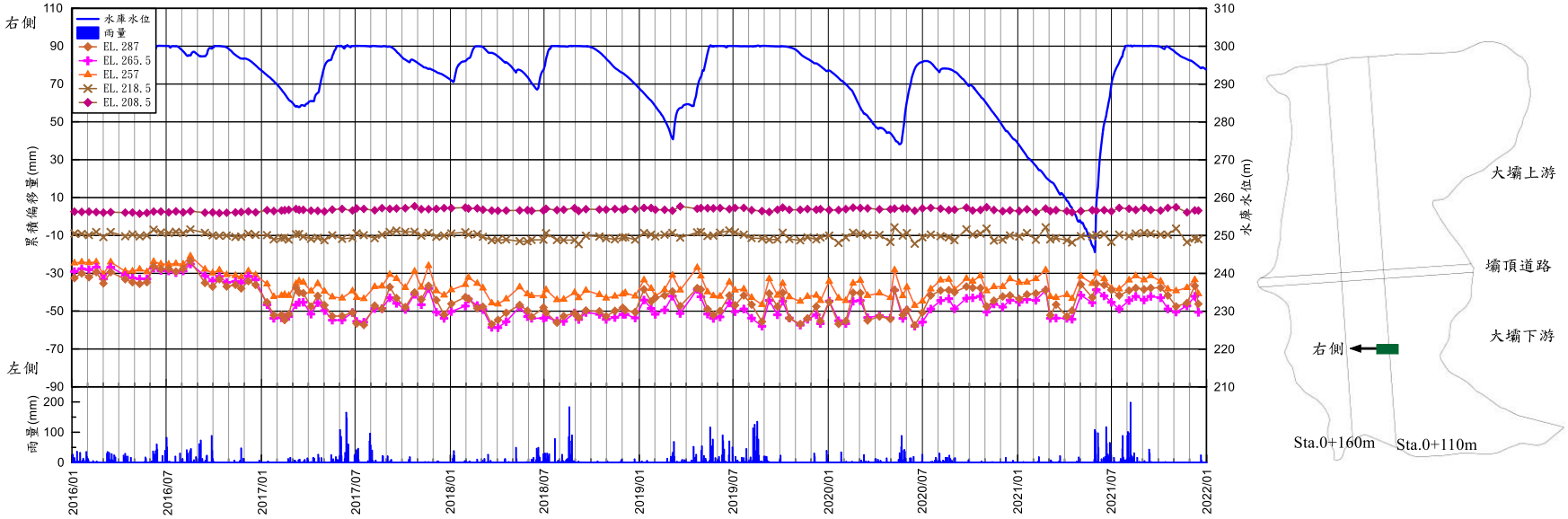


圖 5-1-35　大壩 IV-2 傾斜管歷時曲線圖(左右側)

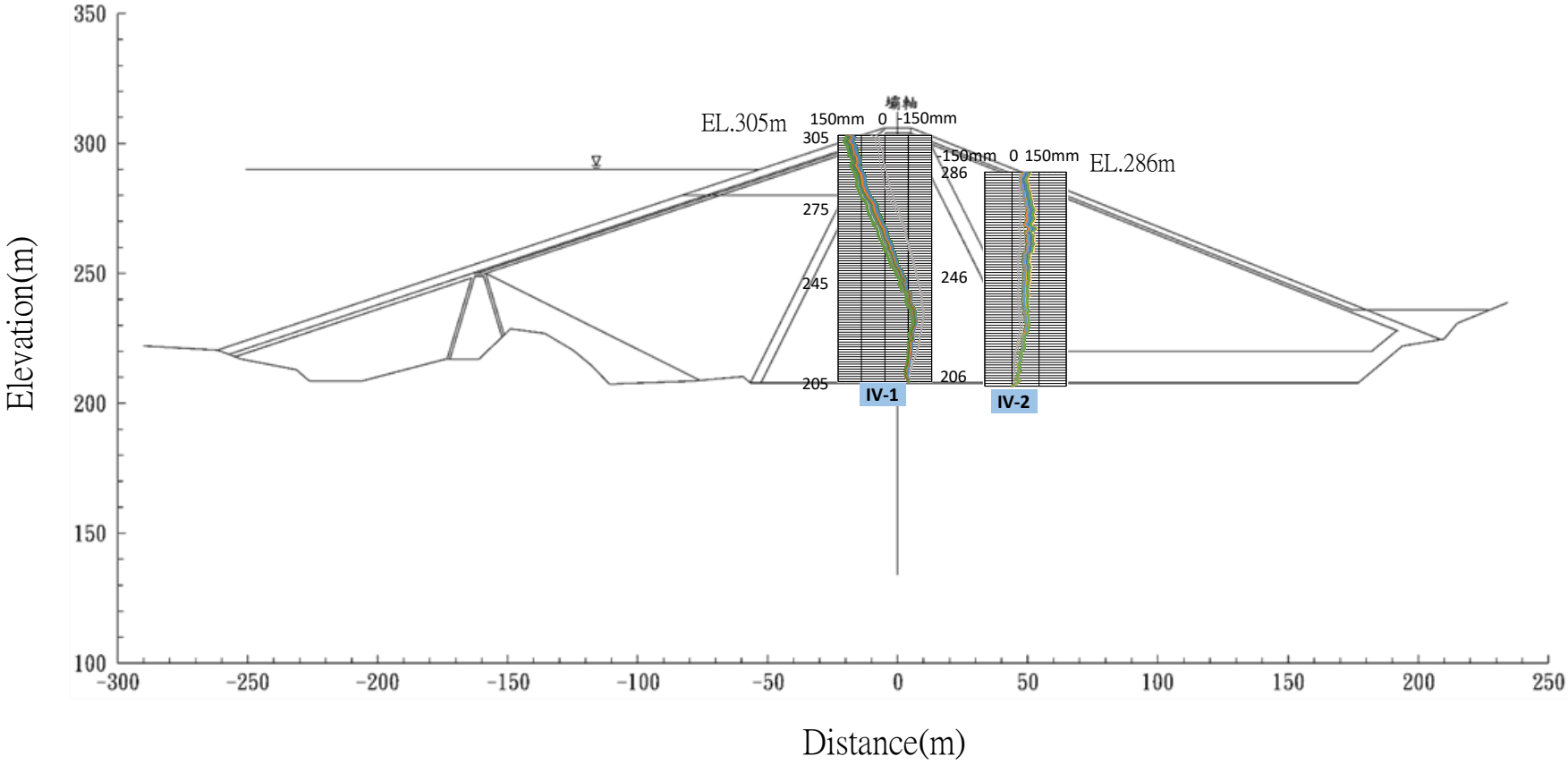


圖 5-1-36　大壩斷面傾斜管位移變化圖

(二)層別沉陷計變位情形

層別沉陷係以探測元件測讀壩體內部不同高程感應器之變化情形，進而監測大壩之沉陷量。現有層別沉陷計V1及V2，計2組可供量測，分別設置壩體上、下游坡面，其中本計畫執行前V1僅能量至EL.267m(基環及V1-1~V1-10無法量測，V1-11~V1-16可量測，可量測深度為38m)及V2則僅能量至EL.240m(基環及V2-1~V2-3無法量測，V2-4~V2-13可量測，可量測深度為47m，約1/2壩高範圍)，故以下就僅可量測部分進行評析；另層別沉陷計有時可能朝負方向變化，可能為大壩水位升降變化引發壩體應力分布調整之產生些微變形外，亦可能為量測過程儀器精度、大氣條件差異產生之誤差影響所致；茲將各孔沉陷歷時曲線彙整如圖5-1-37~圖5-1-39。

由圖5-1-37~圖5-1-39可發現，各層別沉陷計自民國84年起各層別沉陷計趨勢減緩，雖在921地震後V1有4cm之沉陷量，累積總沉陷量達35.4m，V2則有1cm之沉陷量，累積總沉陷量達48.2cm；然依現有監測資料可知，921地震後迄今V1累積沉陷量為34.8~36.8cm，V2累積沉陷量則為47.2~50.8cm，沉陷變化增量不大，顯示921後變形量大致已趨於穩定。

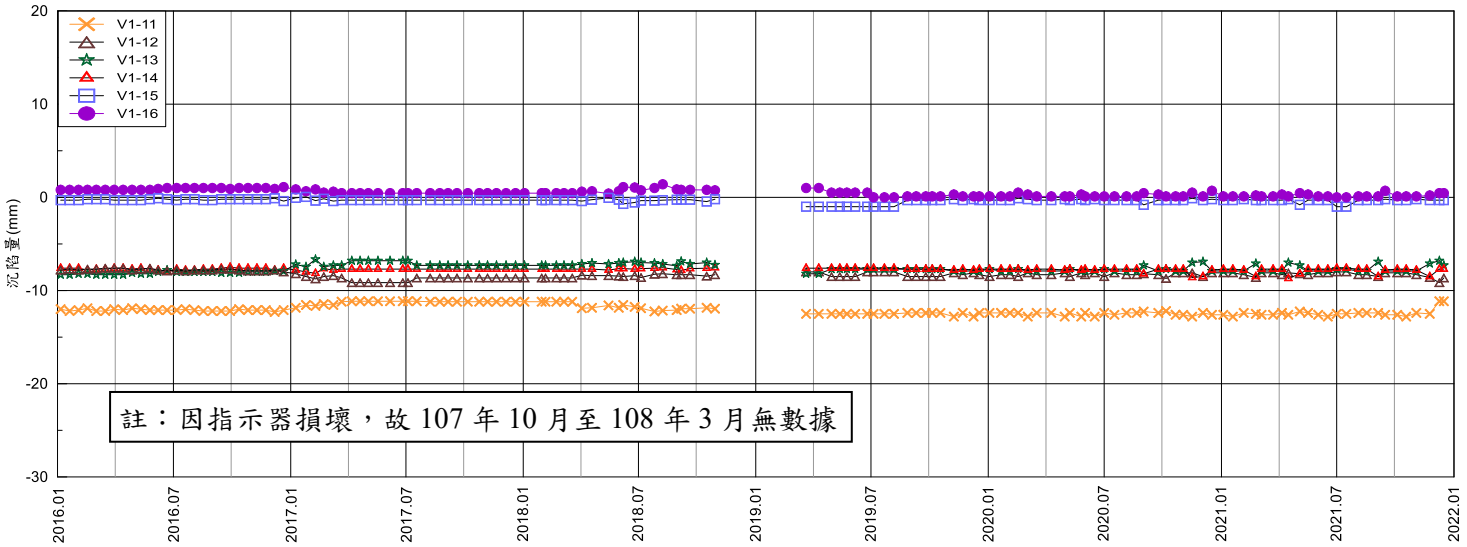
本年度V1量測之累積沉陷量為36.50cm，V2累積沉陷量為50.80cm，沉陷變化趨勢不明顯，年沉陷增量分別為2.2mm及0.5mm，未超過警戒值(10mm)，顯示變形量大致已趨於穩定。

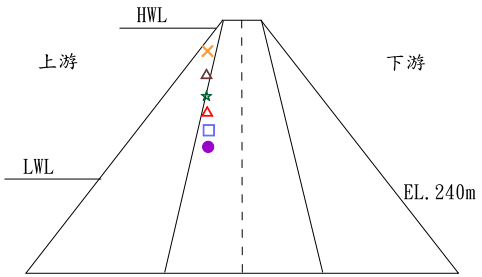
(三)水平變位計變位情形

水平變位計共設置4處(SM-1~SM-4)合計26組(EX1~EX26)，分別裝設於左、右壩座EL.295m及EL.280m上，除編號EX4、EX9、EX13、EX16、EX17、EX18、EX22、EX25共8組數值異常，研判應已失去功能；另編號EX6、EX14、EX21共3組雖民國91年檢監測報告已判定失去功能，經106年檢測無異常並恢復量測，各組變位歷時曲線如圖5-1-40~圖5-1-43。

由圖5-1-40~圖5-1-43可知，壩體之水平變位多於在大壩填築完後一年趨於穩定，雖921地震於EX-1及EX-11增加了12mm及26mm，分別達99.3mm及88mm。然依現有監測資料可知，921地震後迄今，EX-1水平變位為99.2~104.5mm，EX-11水平變位則為87.6~96.0mm，水平變位增量不大，顯示921後變形量大致已趨於穩定。

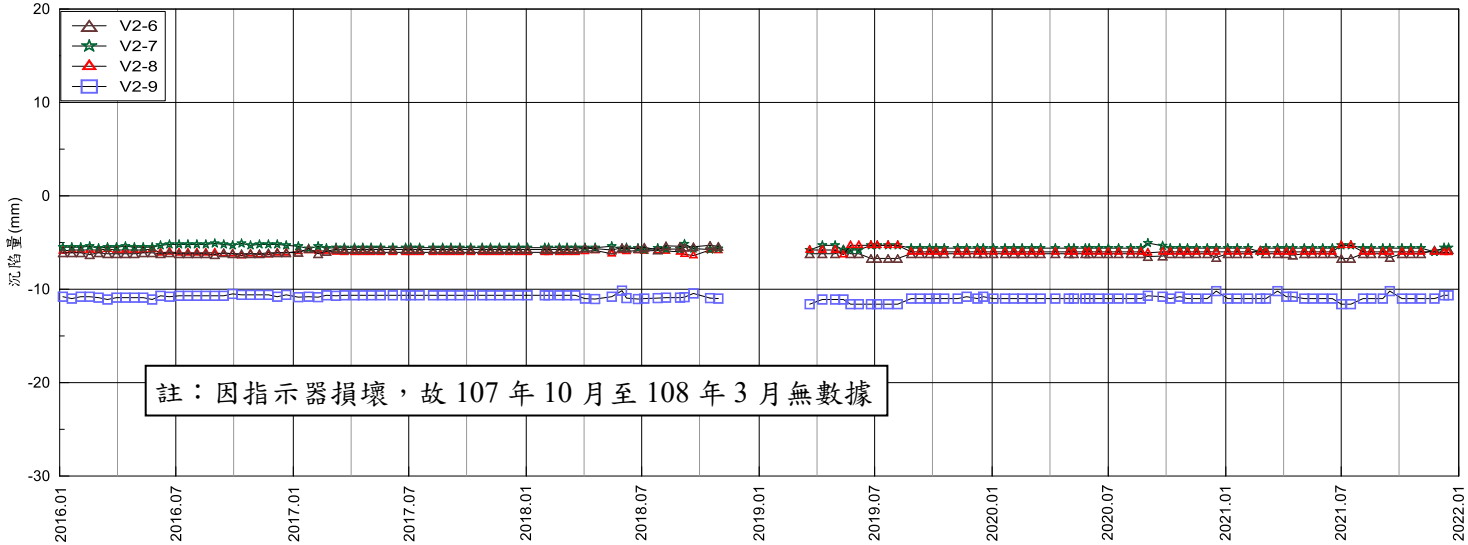
本年度各水平變位計歷次量測之變化量皆小於1mm，且在警戒值(2mm/月)以內，研判壩體內部應無發生明顯變位。

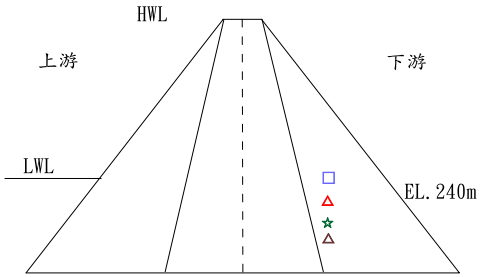




HWL：滿水位EL. 300m
LWL：呆水位EL. 243m

圖 5-1-37　大壩上游坡面 V1 層別沉陷計(V1-11~V1-16)歷時曲線圖





HWL：滿水位EL. 300m
LWL：呆水位EL. 243m

圖 5-1-38　大壩下游坡面 V2 層別沉陷計(V2-6~V2-9)歷時曲線圖

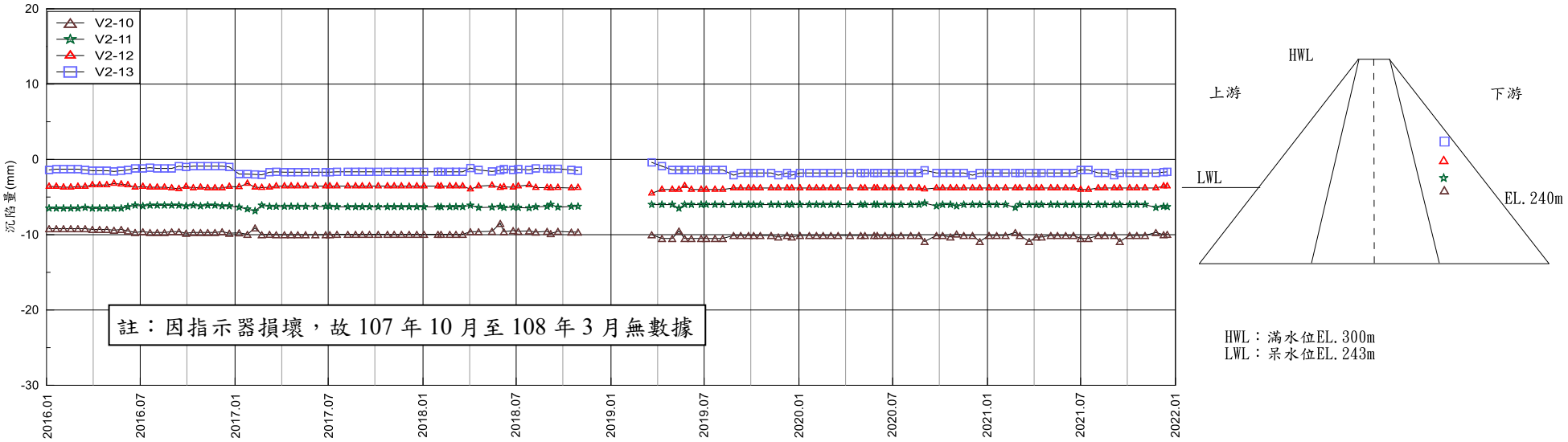


圖 5-1-39　大壩下游坡面 V2 層別沉陷計(V2-10~V2-13)歷時曲線圖

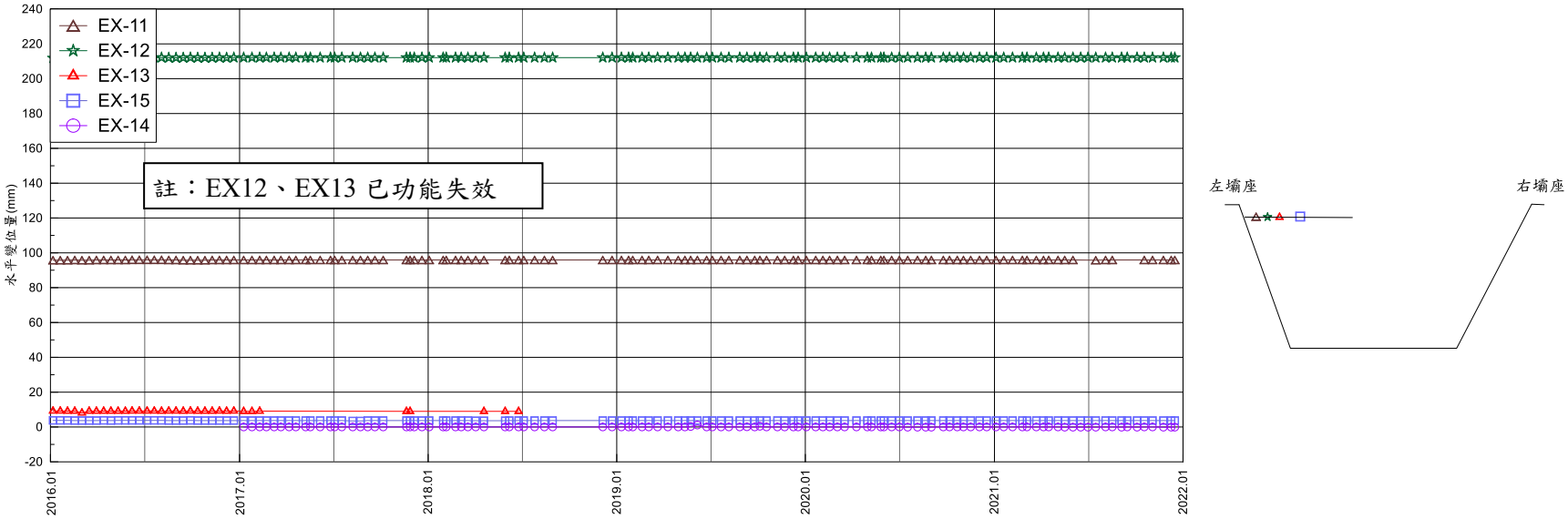


圖 5-1-40　左壩座 SM-1(EL.295m)水平變位歷時曲線圖

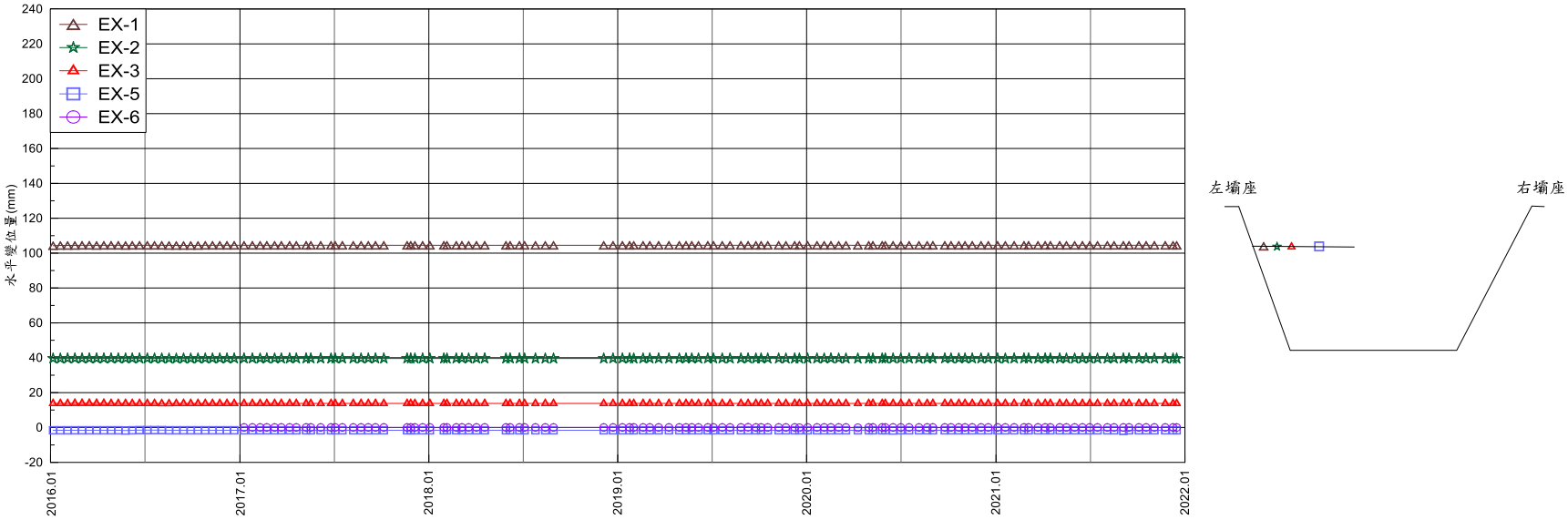


圖 5-1-41　左壩座 SM-2(EL.280m)水平變位歷時曲線圖