

結論與建議

壹、結論與建議

「112年度甲仙攔河堰安全檢查及監測」(以下簡稱本計畫)，工作成果包括水文資料蒐集、構造物安全檢查、堰區及通達道路監測工作及成果分析、甲仙堰下游防淘刷探討與規劃、甲仙堰小水力發電建置可行性評估與維護操作建議等部分，將針對上述各部分檢查與監測結果分段提出結論與建議，供主管單位作為管理之參考依據。

一、構造物安全檢查

(一)溢流堰堰體

1.結論

溢流堰體整體狀況良好，惟堰面聚脲層部分受近期河川流量大沖刷影響而造成破損及剝落，尚不影響堰體穩定性及功能，堰頂聚脲層係於108年甲仙攔河堰排砂道導流工修復及堰面抗磨工程設置，於109年6月4日完工，保固期5年，即114年6月4日保固期滿，依據110年至112年檢查成果顯示聚脲材料較不適合用於旗山溪中上游之塊石河床。

2.建議

建議聚脲保固期滿後再行研議其他方式保護堰體。

(二)排砂道

1.結論

排砂道導流牆包覆鋼板目視檢查結果狀況良好。排砂道尾檻下游原局部沖刷處，111年10月甲管中心以塊石澆置混凝土修補完成，本年度4月現場檢查發現，修復作業填置之施工便道已受水流沖刷流失，使原覆蓋於其下方之修復邊界鄰近右岸防浪牆產生局部淘刷情形。

2.建議

11月檢查成果可知排砂道尾檻下游破損情形尚未影響整體營運安全，建議持續追縱觀察。

(三)沉砂池及取水工

1.結論

本年度沉砂池、取水工及出水工檢查結果整體狀況良好，第二季攔污柵受異物堵塞情形，11月皆已改善完成。

2.建議

建議未來針對攔污柵受異物堵塞情形，可採配合短時間關閉取水並開啟排砂道操作方式，使異物以水力方式排除，建議持續追蹤觀察。

(四)輸水隧道及出水工

1.結論

由112年2月目視檢查結果顯示輸水隧道整體結構完整且良好，僅局部白華及裂縫滲水，滲水處無挾帶土砂狀況，出水口洩槽消能齒墩局部破損及磨耗問題，上述缺失不影響引水功能

2.建議

目前輸水隧道襯砌及齒墩異狀皆無影響結構安全及引水作業，建議除持續觀察，其中齒墩磨耗狀況可視配合引水操作辦理改善，改善方案建議可使用鋼板包覆並灌入與原齒槽強度相同之混凝土(210kgf/cm^2)填補空隙。

(五)水工機械及機電設備

1.結論

本年度截至11月水工機械及機電設備可目視部分整體無明顯異狀，閘門局部缺失(鏽蝕、頂水封些微變形)皆不影響攔河堰營運操作，且由堰區閘門啟閉運轉測試結果顯示，電氣設備運轉功能皆正常，無溫升及運轉不順之情形，電壓、電流量測值均在合理範圍內，截至11月水工機械及機電設備營運正常。

2.建議

建議持續觀察水工機械及機電設備結構完整性及運轉功能狀態。

(六)堰區左岸堤防及右岸階梯護岸

1.結論

左岸堤防本年度現場檢查現況良好，右岸階梯護岸本年度現場檢查結果顯示，鄰近河道階層表面磨損狀況較明顯，磨損狀況尚無影響設施穩定性。

2.建議

因甲管中心研議將高屏堰更換後之橡皮壩體納入甲仙堰水工構造物改善修復使用，故初步建議橡皮壩袋體局部包覆較易磨耗混凝土面，可減緩右岸階梯護岸近河道階層局部已磨損處之沖刷磨耗狀況，建議施工過程應配合施工便道設置進行挑流作業，避免水流直接衝擊修復工作區域影響施工之安定性。

(七)堰區通達道路 A 及通達道路 B

1.結論

- (1)傾斜管 BH-5 附近淺層崩塌，111 年 4 月已採自由型格框加掛網噴植方式保護坡面，目前坡面植生覆蓋狀況良好。
- (2)110 年通達道路 A 下方排樁裸露處，111 年 4 月已採自由型格框與掛網噴植方式保護坡面，目前坡面植生覆蓋狀況良好。依本年度現場檢查顯示右岸邊坡截至本年度 11 月暫無明顯異狀，邊坡尚屬安全。

2.建議

建議持續觀察堰區通達道路A及通達道路B邊坡及道路變動狀況。

(八)輸水隧道出水口通達道路

1.結論

- (1)依據第二次安全評估報告可知，隧道出水口上方擋土牆存在一處開裂之施工縫，經本年度 2 月發現施工縫開裂情形應係受喬木根系生長影響，目前甲管中心已移除根系，經空拍攝影比對裂縫無擴大。
- (2)110 年現場檢查結果發現，輸水隧道出水口通達道路 0K+900 處下邊坡排樁下方之噴漿溝已斷裂，研判為排樁與噴漿溝銜接處介面不易緊密接合，第三季現場檢查時排樁集水井下方之噴漿溝斷裂處下方有積水情形，目前該處已無積水情形且裂縫無擴大。
- (3)1K+000~1K+100 道路路基於 110 年現場檢查時發現淘空情形，甲管中心已於 111 年 12 月使用掛網噴漿修復完成，該處經本年度現場檢查無異狀且現況良好。
- (4)本年度 11 月現場檢查結果顯示，通達道路 1K+620 修復後道路及邊坡狀況良好，僅 RC 路面產生些微龜裂。

2.建議

- (1)因隧道出水口上方擋土牆開裂之施工縫較大，建議先以不織布填補避免土砂流失，再以發泡修補材料填滿裂隙，並定期維修觀察。
- (2)為維持通達道路 0K+900 處排樁與邊坡之穩定性，建議填置土包袋於噴漿溝斷裂處，避免降雨逕流持續淘刷噴漿斷裂處，造成基樁外側覆土流失情形。
- (3)建議持續觀察輸水隧道通達道路及邊坡周遭環境變化情形。

二、監測工作

(一)堰區

1.結論

- (1)110 年至 112 年 7 月監測成果顯示傾斜管 BH-1 及 BH-2 變位曲線於地表下 0m~4m 有左右跳動的情形，較無穩定朝同一方向位移趨勢，於現場量測時發現，淺層之監測數值跳動不易穩定，因兩處皆於 98 年設置至今，初步研判受淺層土層鬆動流失影響造成管周回填出現空洞，使淺層累積變位曲線產生左右跳動等情形。
- (2)傾斜管 BH-4 於 110 年度發現孔口下 7~8 公尺處彎曲過大，已中止監測，甲管中心預計 113 年於鄰近位置新設一孔傾斜管監測。
- (3)依歷年傾斜管監測資料可知，因 110 年汛期豪大雨使 BH-6~BH-8 處邊坡產生一中淺層(深 3~10m)之潛在滑動面，合向量滑動方向角約介於 $77^\circ \sim 111^\circ$ ，皆朝下邊坡變動，本年度 8 月及 9 月歷經 2 次颱風侵襲(海葵颱風及蘇拉颱風)，降雨量增加，BH-6~BH-8 處邊坡每月變動量皆小於警戒值，而鄰近監測儀器(傾度盤 T-13~T-18、裂縫尺 CM-3~CM-4)無明顯變動，僅 T-7 傾度有漸增趨勢(稍大於預警值)，現場檢查時邊坡、道路無顯著異狀，研判此三號蝕溝區域邊坡尚屬安全，但不排除後續若發生豪大雨或強震事件，滑動趨勢有增加之可能性。
- (4)本年度 BH-9 處地下水位受降雨影響之水位變化情形較 BH-5 及 BH-10 不顯著，且水位高程低於下邊坡地下水位量測資料(BH-10)。
- (7)堰區其餘之監測儀器無明顯異常現象，且設置位置數量皆屬合宜。

2.建議

- (1)110 年至 112 年 7 月監測成果顯示傾斜管 BH-1 及 BH-2 變位曲線於地表下 0m~4m 有左右跳動的情形，目前變動狀況無影響甲仙堰營運安全，建議 113 年持續量測，如 113 年每月監測值變化量均大於量測誤差約 $\pm 5\text{mm}$ ，且無朝同方向位移(左右擺動)，即建議於鄰近處新設傾斜管。
- (2)依歷年傾斜管監測資料可知，三號蝕溝區域傾度管(BH-6~BH-7)汛期連日降雨或豪大雨事件後容易發生變動情形，惟 112 年降雨事件之降雨強度皆不大，故變動量皆小於警戒值，且鄰近監測儀器及現場檢查時邊坡、道路皆無顯著異狀，惟不排除後續若發生豪大雨或強震事件，滑動趨勢有增加之可能性，建議針對該處排樁下邊坡增設止滑基樁等相關穩定設施，以利提升整體道路邊坡穩定性及安全性，並於豪大雨及強震後加強檢查，甲管中心已預計 113 年辦理該區域邊坡改善設計評估及初步規劃。
- (3)因 BH-9 自計式水位計裝設至今僅滿一年，且該處屬重點關注區域，考量地下水位變化對於邊坡穩定分析之重要性，建議 BH-9 水位量測作業延續自計式水位觀測方式，若後續地下水位受豪大雨影響變動情形仍不顯著且水位高程低於通達道路 A 路面地下水位，則建議 BH-9 鄰近處補設一處水位觀測井，檢視 BH-9 地下水位之合理性。
- (4)建議持續量測及追蹤堰區水工構造物、通達道路、擋土設施與邊坡監測系統之變動狀況。

(二)輸水隧道出水口通達道路

1. 結論

- (1)本年度傾度盤 SW-07(0K+890)及 SW-08(1K)變動量大，於 112 年 2 至 5 月兩處擋土牆皆朝上邊坡傾斜，然因 6 月至 9 月受降雨量增加影響較牆體傾度往下邊坡增加，截至 11 月擋土牆變動情形趨緩，依據 110~112 歷年監測成果研判，兩處牆體變動情形主因為牆後水壓消散後牆體傾斜情形趨緩，汛期降雨量增加使擋土牆後水壓提升造成牆體朝下邊坡傾斜，鄰近監測儀器、道路及邊坡皆無異狀，僅 SW-08 擋土牆排水孔較無排水情形。

2. 111 年 2 月新設於排樁繫梁處(通達道路 0K+890~0K+930)之傾度盤 SW-09~SW-11，11 月監測成果顯示，SW-09 及 SW-10 無明顯異常且

小於預警值，SW-11 處(基樁末端)傾度有漸朝下邊坡增加趨勢，目前量測值稍大於預警值(朝下邊坡)，地錨荷重計(AN-02)雖具有增加趨勢，但目前仍小於警戒值，且現場檢查時基樁外側植生覆蓋及內側道路皆無明顯異狀產生，僅 0K+900 基樁下方噴漿溝斷裂處 9 月發生積水情形(目前積水狀況已排除)，由上述研判此區域邊坡及道路尚屬安全。

3.其餘輸水隧道出水口通達道路監測儀器無明顯異常現象。

2.建議

- (1)傾度盤 SW-07(0K+890)及 SW-08(1K)處擋土牆汛期前後變動量大，建議除持續觀察牆體是否發生顯著異狀(如裂縫)之外，應定期沖洗擋土牆排水孔保持排水順暢，必要時增設排水孔增加排水效率。
- (2)0K+900 基樁下方噴漿溝斷裂處 9 月發生積水情形(目前積水狀況已排除)，為維持排樁與邊坡之穩定性，建議填置土包袋於噴漿溝斷裂處，避免降雨逕流持續淘刷噴漿斷裂處，造成基樁外側覆土流失加劇情形。
- (3)建議持續量測及追蹤輸水隧道通達道路、擋土設施及邊坡監測系統之變動狀況。

三、下游河道防淘刷探討及規劃

現況模擬成果顯示甲仙堰下游因縱坡較陡，各重現期流速皆較大，甲仙堰下游段多屬超臨界流，易造成沖刷。另第二次安評成果顯示排砂道靜水池有水禱深度不足情形，無法產生水躍消能，現況雖已布設三座固床工，但依據模擬結果仍無法完全有效消能，現況仍有沖刷及侵蝕疑慮，故建議進行縱坡調整降低流速改善。

本次模擬以建槽流量 $Q_{1.11}=499\text{cms}$ 、 $Q_2=1,500\text{cms}$ 及 $Q_5=2,700\text{cms}$ 作為縱坡調整改善工程布置依據，工程布置主要為斷面97下游固床工No.1、固床工No.2(既有第三道固床工增高)以及甲仙大橋下游固床工No.3(縱坡不動點)，並模擬分析三道固床工設置後水理變化成果，模擬成果顯示攔河堰下游至新設固床工No.1之間(斷面97)各重現期洪水平均流速可降低 24.0~75.0%，最大流速可降低 23.5%~70.2%，可減緩沖刷量介於 1.04m~9.79m，而新設固床工No.2可使各重現期洪水平均流速可降低 5.2%~69.2%，最大流速可降低 7.2%~68.4%，可減緩沖刷量介於 4.58m~8.16m，新設固床工No.3部分則使甲仙大橋下游處，各重現期洪水平均流速可降低 0.7%~44.6%，最大流速可降低 11.8%~30.7%，可減緩沖刷

量介於0m~4.26m，模擬顯示三道新設固床工皆降低該段流速及減緩河道沖刷情形。

四、小水力發電建置可行性評估

本計畫針對甲仙攔河堰設施所轄範圍評估小水力開發潛能及可行性，以提供後續推動小水力電廠建置相關作業之參考，初步考量及評估輸水隧道出水口區域(方案A)及沉砂池排砂暗渠區域(方案B)小水力電廠建置之可行性，依據發電量效益、饋線安排、經濟成本、行政流程及相關法規等評估結果顯示兩場址皆具有開發效益，本計畫已依契約規定於112年3月31日前提交甲仙堰小水力發電建置可行性評估報告書，並於112年6月16日辦理甲仙堰小水力發電建置可行性評估報告書審查會議，且於112年7月17日以前提送甲仙堰小水力發電建置可行性評估修正報告書(含招標文件)，並經審查核備在案。目前已於10月20日及11月15日分別辦理甲仙堰小水力發電建置招標文件審查會議及工作會議，後續將參考審查會議及工作會議11月底提出甲仙堰小水力發電建置招標文件(修正二版)，以利推動後續甲仙堰小水力電廠建置工程。