



高屏溪攔河堰 第二次定期安全評估計畫

摘要本



主辦機關：經濟部水利署南區水資源局

中華民國 109 年 8 月

本次安全評估結論與建議

結論

一、設計洪水

- (一)高屏溪堰原設計洪水標準採用24,300cms，為100年重現期距洪水，其防洪標準與高屏溪治理規劃防洪標準相同。
- (二)依據97年最新規範，高屏溪攔河堰目前設計洪水為 Q_{200} 及1/2PMF取其大者。
- (三)本次設計洪水複核比較實測流量及頻率雨量配合單位歷線推算後，建議維持前次分析結果設計洪水為 $Q_{200}=42,600\text{cms}$ 。

二、地質

- (一)高屏堰位於屏東平原西側之現代沖積層上，主要由砂、礫石、泥組成，無任何岩盤出露，附近並無明地質構造。
- (二)堰址部分河道右側為活動堰，為主流河道之所在，幾乎全為河水所淹沒，河床少有露出；河道左側為固定堰，河床有露出，以堆積砂土、卵礫石為主。

三、設計地震

- (一)本計畫依據民國97年水庫安全評估規範，採定值法及機率法評估高屏堰堰址最大可能地震(MCE)、設計基準地震(DBE)及運轉基準地震(OBE)之設計地表加速度值，經計算後堰址PGA值分別為0.47g(MCE)、0.26g(DBE)及0.18g(OBE)，而高屏堰災害潛勢為輕微，蓄水構造物等級為小型，最大設計地動採用值為DBE之地動值0.26g。
- (二)本計畫共以16筆實測之自由場地地震紀錄進行反應譜分析，並採調整後之平均值加1倍標準差加速度反應譜曲線，作為堰址之設計反應譜。採RSPMATCH程式製作吻合設計反應譜之人工合成地震，並以勝利國小測站(KAU025)之2006/12/26地震紀錄為原始地震，經正規化至堰址最大設計地震之PGA值(MDE=0.26g)後，於時間域疊代調

整其歷時，使其調整後之地震歷時頻率內涵能符合設計反應譜。

四、攔河堰水理

(一)河段水理分析

1. Q_{100} 與 Q_{200} 之流量下攔河堰上游水位分別為 EL.25.08m 及 EL.25.76m，已高於防洪牆牆頂高程（24.70m），分析結果顯示防洪牆高度明顯不足。
2. 本次水面線演算結果與第一次安全評估結果略有差異，主要原因係河床整體抬升之因素。

(二)河道輸砂能力

1. 採用推移載公式進行評估，斷面48~斷面61相對輸砂能力較弱，以歷年衛星影像圖及測量結果比對，莫拉克颱風後上游大量土砂運移此河段後，此河段平均河床淤積較為嚴重。
2. 以民國103年測量報告顯示，目前河道淤積已有趨緩之勢。
3. 為增加本河段河道輸砂能力，減緩高屏堰上下游淤積，建議曹公圳改善列入長期改善內容之一。

五、攔河堰主體結構

(一)活動堰

1. 汛期前活動堰墩座結構及緊急出口現況大致完好，橡皮壩袋體與墩座側壁螺栓接合完整，惟於二號墩座發現橫向裂縫，但不影響結構功能及安全。
2. 防汛期間堰前操作水位易溢淹過排洪道墩座，汛期後檢查時整體結構狀況屬完整無重大損壞。
3. 廊道結構大致良好無明顯差異沉陷及錯位情況，惟廊道伸縮縫及側壁有多處滲水、細微裂縫及白華現象，依多次檢查結果，細微裂縫範圍無明顯惡化及擴大現象，故不影響廊道結構安全。
4. 廊道仰拱排水溝及廊道出口易有泥砂淤積情形。
5. 活動堰沉陷量均小於30mm，皆符合規範要求，且相鄰墩座間亦無太大差異沉陷問題，研判沉陷量皆屬正常範圍。活動堰沉陷量觀測點設

於墩座上，僅能於枯水期觀測且颱洪期間易遭沖毀造成監測困難，而目前活動堰沉陷監測點大部分已損毀。

- 6.活動堰各種不同載重組合下，抗傾、抗滑和抗浮分析之安全係數，均大於規範訂定安全準則之容許值，因此判定高屏攔河堰之活動堰結構安定性應為安全。

(二)固定堰

- 1.固定堰結構無明顯錯動及位移現象，現況大致完好，惟固定堰上、下游明顯淤積、局部伸縮縫磨損、混凝土表面裂縫等，但不影響結構功能及安全。
- 2.固定堰高程EL.17.00m段，於汛期前結構無發現結構裂縫，僅局部堰面混凝土表面裂縫及伸縮縫磨損剝落情形，但多屬正常磨損，並不致影響堰體功能。
- 3.固定堰高程EL.17.80m段，結構現無發現結構裂縫，僅局部堰面混凝土表面裂縫及施工縫磨損剝落情形。
- 4.固定堰高程EL.18.50m段，無發現結構裂縫，上游淤積情況明顯，局部堰面混凝土表面裂縫與磨損，多處伸縮縫有植生生長之情形，但不影響結構體功能及安全。
- 5.堰前導流牆於汛期前結構無發現結構裂縫，現況大致完好無異狀。
- 6.固定堰沉陷量均小於100mm，皆符合規範要求，研判沉陷量皆屬正常範圍。
- 7.固定堰各種不同載重組合下，抗傾、抗滑和抗浮分析之安全係數，均大於規範訂定安全準則之容許值，因此判定高屏攔河堰之固定堰結構安定性應為安全。

(三)橡皮壩

- 1.一號橡皮壩於101年6月10日豪雨後破損，下游進行臨時封堵工程以持續河道及觀察流場變化故暫不修復，因此目前僅二~八號橡皮壩維持操作。
- 2.橡皮壩倒伏後若受高1.5m以上之淤砂覆蓋，則可能導致袋體充氣起壩

困難，目前壩體上、下游嚴重淤積，尤其二號~七號壩上游淤積易達1.5m以上，因取水需要由八號壩操作排砂，八號壩上、下游淤積量較少，而壩體充氣壩立後，亦受淤砂擠壓變形，壩頂高程已由EL.16.00m增加為EL.16.30m，梅姬颱風過境後橡皮壩淤積均沖刷至下游，活動堰上、下游的淤積大幅減少，壩頂充氣完成高程為EL.16.00m，上、下游河床下刷約1.5m~2.0m。

- 3.二~七號橡皮壩袋體狀況良好，袋體表面無磨損或異常現象。
- 4.八號壩於近年共發現一處老化龜裂及六處老化剝離現象，於104年5月針對龜裂及剝離進行修補後仍再度造成損壞，但破損情況並無擴大現象，皆屬耐磨層橡膠剝離，故無立即之危險。
- 5.八號橡皮壩袋體強度校核計算成果顯示，在上游淤積狀態下袋體體積受擠壓而減少，所承受之袋體內壓及縱向張力均大於標準狀態，但其安全係數仍大於規範要求，故八號壩袋體於纖維層無破損情況下，淤積情況不影響袋體安全。
- 6.八號壩袋體損壞之原因為袋體操作頻率及排砂磨損，八號壩袋體破損處多集中於兩側鰭部，而八號壩為配合進水口前庭排淤，其操作頻率遠多於其他橡皮壩，故反覆的充氣排氣會讓袋體綑摺處受反覆的彎曲應力，造成橡膠疲勞老化，而高屏溪近年嚴重淤積導致濁度升高，故目前洪水(含砂)流況已與橡皮壩原設計時不同，壩體排砂操作時袋體需承受溪水夾帶之泥砂、土石及雜物磨損，因袋體受原設計非預期之外力磨損，八號壩經常性排砂，使壩體耐磨層磨耗情況較其他橡皮壩嚴重。
- 7.目前八號壩袋體老化皆僅止於耐磨層橡膠，故研判無立即之危害，但剝離現象有明顯增多，仍需持續觀察損壞部份的劣化趨勢及速度，可預擬計畫更新。

六、取水工及放水工等附屬結構物

(一)取水工

- 1.取水口及取水路整體結構大致完好，惟有局部伸縮縫混凝土表面剝落、部分排水孔堵塞，並無發現結構性裂縫。

2. 沉砂池整體結構大致完好，結構物表面無剝落及鋼筋外露之情形，亦無發現結構裂縫，惟排水孔有堵塞情況，攔汙閘門現況良好無污物淤積情況。
3. 取水工結構物整體情況尚佳，並無發現結構性裂縫，而上方路面亦無發現裂縫、沉陷及滑動現象，而檢討取水工結構、基礎及截水牆設置情況，結構之抗傾、抗剪滑及抗浮能力足夠，結構尚屬安全且穩定狀態。
4. 防洪牆高程EL.24.70m雖低於本次分析之 Q_{100} 及 Q_{200} 洪水位，若不考量莫拉克颱風極端異常事件影響，防洪牆高度可滿足103年「高屏溪攔河堰段治理規劃局部檢討」之洪水位。因防洪牆已高於高屏溪沿岸河防標準，故防洪措施以洪災後能快速恢復操作為目標，目前操作大樓氣窗已進行封堵，日後若防洪牆溢淹，操作大樓不致立即進水，可提升汛期應變能力及維持引水功能，並仍需定期辦理河道清淤工程，後續檢討高屏堰河段之河防需求，並籌措經費辦理改善。

(二)放水工

1. 放水路結構物大致完好，無發現結構裂縫，僅於側牆有局部伸縮縫磨損、混凝土蜂窩及鋼板變形之情形。
2. 放水路側牆係採懸臂式擋土牆型式，依結構安定分析結果顯示，放水路側牆於常時及地震狀態下其抗傾倒與抗滑動之安全係數均大於規範規定，故放水路側牆結構屬安定之情況。
3. 防洪牆高程EL.24.70m雖低於本次分析之 Q_{100} 及 Q_{200} 洪水位，若不考量莫拉克颱風極端異常事件影響，防洪牆高度可滿足103年「高屏溪攔河堰段治理規劃局部檢討」之洪水位。因防洪牆已高於高屏溪沿岸河防標準，故防洪措施以洪災後能快速恢復操作為目標，目前操作大樓氣窗已進行封堵，日後若防洪牆溢淹，操作大樓不致立即進水，可提升汛期應變能力及維持引水功能，並仍需定期辦理河道清淤工程，後續檢討高屏堰河段之河防需求，並籌措經費辦理改善。

七、左、右低水護岸及堤防

(一)高灘地低水護岸

- 1.左岸有明顯淤積情形，故部分丁壩已遭掩埋，現況可目視檢查部分為No.2~No.6，該處丁壩現況大致完好，而No.1、No.7、No.9~ No.10及No.11~ No.15已部分遭掩埋。
- 2.左岸低水護岸已大部分遭淤積掩埋，但堤頂結構及路面無發現裂縫、沉陷及滑動現象，故結構應屬穩定情況。
- 3.左岸上游環片固床工現況大致完好，惟堤首工有部分結構物有裂縫及差異沉陷之情形，但損害情況不致影響結構功能。
- 4.右岸上游低水護岸現況結構大致完好，僅於混凝土坡面伸縮縫及裂隙有植生茂盛之情形，無發現結構裂縫。
- 5.武洛溪部分堤防植被覆蓋坡面，兩側頂部道路無明顯下陷及較大裂縫，且堤防植被坡面形狀完整，故堤防應無嚴重損壞情況。
- 6.高灘地低水護岸採斜坡式坡面工設置，址部以混凝土護坦工及異型塊避免河床掏刷，依現場檢查結果顯示，目前低水護岸已大部分遭淤積掩埋，整體結構無滑動及沖刷之虞，而堤首工及環片固床工經檢查結構大致良好，僅部分結構裂縫及差異沉陷，並無明顯遭沖損跡象，故高灘地低水護岸應屬穩定之情況。

(二)右岸上、下銜接段

- 1.右岸上、下銜接段係採懸臂式擋土牆型式，依結構安定分析結果顯示，其抗傾倒及抗滑動安全係數皆大於規範規定，因此可判定高屏堰右岸上、下游銜接段結構安定分析屬合格。
- 2.防洪牆高程EL.24.70m雖低於本次分析之Q100及Q200洪水位，若不考量莫拉克颱風極端異常事件影響，防洪牆高度可滿足103年「高屏溪攔河堰段治理規劃局部檢討」之洪水位。因防洪牆已高於高屏溪沿岸河防標準，故防洪措施以洪災後能快速恢復操作為目標，目前操作大樓氣窗已進行封堵，日後若防洪牆溢淹，操作大樓不致立即進水，可提升汛期應變能力及維持引水功能，並仍需定期辦理河道清淤工程，後續檢討高屏堰河段之河防需求，並籌措經費辦理改善。

八、監測系統與觀測

- (一)高屏溪攔河堰監測系統現況有水位計5組、地震儀2組、氣象站1處、

濁度計2組、沉陷監測點14處(固定堰5處、活動堰9處)、廣播站9處、監視系統36處等，除活動堰沉陷監測點大部分損毀已停止觀測外，其餘監測系統現況皆為良好，使用狀況正常。

(二)活動堰沉陷量觀測點設於墩座上，僅能於枯水期觀測且颱風期間易遭沖毀造成監測困難，而目前活動堰沉陷監測點大部分已損毀，建議可移往廊道內監測沉陷量。

九、水工機械及閘門機電設備

(一)各閘門吊門機組基座安裝正常，外觀無明顯損傷或變形。

(二)閘門試運轉過程順暢，無異常震動或聲響，整體運轉狀況良好。

(三)橡皮壩鼓風機、各管線及蝶閥安裝正常無明顯變型損傷，運轉過程順暢狀況良好。

(四)擋泥攔汙閘門載重比屬「正常載重」控制，以MIDAS建模分析各擋泥攔汙閘門結構強度，建置模型分析閘門所承受之應力強度及變形撓度均在容許範圍內，可判定原設計擋泥攔汙閘門應為穩定安全。

十、運用要點及水門操作檢討

(一)運用要點

高屏溪攔河堰最新之運用要點為民國100年7月7日修訂。運用要點主要包括引水利用運轉、防洪運轉以及緊急運轉三大部分，目前一號壩封堵及河道淤積情況影響操作，故建議現行運用要點應進行修正。

(二)水門操作規定

高屏溪攔河堰最新之水門操作規定為民國100年7月7日修訂。主要規範高屏堰各橡皮壩及閘門啟用標準、時間及方法，目前NO.1壩以臨時混凝土塊封堵，故現行水門操作規定須進行修訂。

十一、重大事故影響

(一)一號壩袋體受非預期之磨損外力而遭異物刺破，導致大面積撕裂情形，原因與一號橡皮壩所處位置、流速、下游淤積及高屏溪環境特性流況條件已經改變有關，故易遭遇損壞；除此依目前河床淤高，砂石顆粒及沖刷力增加之情況，橡皮壩之損壞應無可避免，宜將活

動堰橡皮壩袋體視為消耗品，當有橡皮壩損壞跡象，應即進行維修，如無法維修則利用枯水期更新，且建議視袋體妥善情況降低使用年限。

(二)一號橡皮壩破損於颱風期水位高不影響取水，但退水後河水流失將影響堰體取水功能，故施作臨時混凝土塊替代橡皮壩抬升水位，日後依運轉情形及流況再行檢討是否移除臨時混凝土塊，更新為原橡皮壩。

建議

等級	項目	建議事項	辦理情形
計畫改善事項	設計洪水	高屏堰原設計標準採用 Q ₁₀₀ ，目前遵循法規將設計洪水標準提升，致使水庫標準與河防標準不同，有關現有水庫標準與河防標準落差有其必要進行討論，建議相關法規進行修訂時可針對此議題進行討論。	將配合經濟部 109 年推動之「水利建造物檢查及安全評估技術規範 蓄水與引水篇」修訂作業，檢討高屏堰水庫分級及防洪標準。
	攔河堰水理	因應氣候異常，設計流量持續上修，增加防洪牆高度有一定之極限，建議改善河道輸砂能力，降低河床高程降低洪水位，短期方案應以疏濬方式維持攔河堰安全。	本局每年均辦理高屏堰蓄水範圍河道清理作業，持續疏通河道以維持攔河堰安全。
		本次水面線演算結果與第一次安全評估結果略有差異，主要原因係河床整體抬升之因素，建議定期及重大水文事件後辦理河道斷面之更新、蒐集歷年空拍資料（枯水期、豐水期），以掌握攔河堰河防安全。	本局近年每年均辦理高屏堰上、下游河道斷面測量，並購置颱風前後之衛星影像圖，持續掌握高屏堰河床及流路變化情形。
		本次分析因不考慮高屏堰區段開口堤、洪水期間左岸高灘地動床等影響，計算結果較為保守，仍建議管理單位以本次分析結果因應可能發生之風險，短期方面可加強清淤增加河道排洪能力，後續年度檢討辦理防洪牆加高時，可參考本報告相關章節內容，進行後續檢討。	本局將持續加強高屏堰蓄水範圍清淤，以增加河道排洪能力，並以洪災後能快速恢復操作為目標，操作大樓氣窗封堵已於 107 年 11 月 29 日開工，並於 108 年 2 月 11 日完工，日後若防洪牆溢淹，操作大樓不致立即進水，可提升汛期應變能力及維持引水功能。

等級	項目	建議事項	辦理情形
	攔河堰主體結構	廊道滲水處建議以相關修補工法進行維護，並建議應定期清理淤砂以避免廊道積水。	廊道每月均辦理現地檢查，側溝若有雜物則清除以避免廊道積水。
活動堰沉陷量觀測點設於墩座上易遭沖毀造成監測困難，建議將監測點移往廊道中，水準控制點可設於管理室地下三樓廊道入口處。		沉陷量觀測點已移至廊道，水準控制點設於管理室地下三樓廊道入口處。	
固定堰明顯破損處建議以混凝土、填縫料或無收縮水泥砂漿填補改善。		固定堰明顯破損處已用填縫料填補改善完成。	
橡皮壩上、下游嚴重淤積建議於汛期後進行清淤作業，而橡皮壩操作建議盡量於白天充氣起立而於晚上倒伏排砂，使橡皮壩可於白天產生溢流，以降低白天對袋體之日照溫度，以延長橡皮壩使用壽命。		本局每年均辦理高屏堰蓄水範圍河道清理作業；橡皮壩操作將依運用要點及水門操作規定辦理，並適時參酌延壽操作建議執行。	
橡皮壩纖維層為壩體受力結構，若日後觀察發現壩體纖維層受損，則建議於後續年度制定維修計畫以辦理圍堰修復或壩體更新。	目前橡皮壩均每月檢查並即時修補，破損情形只是表層損傷未傷及纖維層，後續視劣化趨勢及速度擬訂計畫更新，預計 109 年底辦理高屏堰第八號橡皮壩袋體更新。		

等級	項目	建議事項	辦理情形
	取水工及放水工等附屬結構物	<p>取水工及放水工防洪牆高度雖不足，但已可滿足 103 年「高屏溪攔河堰段治理規劃局部檢討」之洪水位。因防洪牆已高於高屏溪沿岸河防標準，故建議提升閘閥控制室防洪能力，以利高屏堰能於洪災後迅速恢復操作，並仍需定期辦理河道清淤工程，後續檢討高屏堰河段之河防需求，並籌措經費辦理改善。</p>	<p>本局將持續加強高屏堰蓄水範圍清淤，以增加河道排洪能力，並以洪災後能快速恢復操作為目標，操作大樓氣窗封堵已於 107 年 11 月 29 日開工，並於 108 年 2 月 11 日完工，日後若防洪牆溢淹，操作大樓不致立即進水，可提升汛期應變能力及維持引水功能。</p>
		<p>放水路結構局部伸縮縫磨損、混凝土蜂窩，建議以混凝土、填縫料或無收縮水泥砂漿填補改善。</p>	<p>放水路結構局部伸縮縫磨損、混凝土蜂窩，已以混凝土及填縫料填補改善。</p>
	左、右低水護岸及堤防	<p>環片固床工有裂縫及差異沉陷之情形，建議持續觀察變位情況，若損壞擴大或惡化應立即修復。</p>	<p>持續觀察環片固床工變位情況，必要時辦理修復。</p>
		<p>右岸上、下銜接段防洪牆高度雖不足，但已可滿足 103 年「高屏溪攔河堰段治理規劃局部檢討」之洪水位。因防洪牆已高於高屏溪沿岸河防標準，故建議提升閘閥控制室防洪能力，以利高屏堰能於洪災後迅速恢復操作，並仍需定期辦理河道清淤工程，後續檢討高屏堰河段之河防需求，並籌措經費辦理改善。</p>	<p>本局將持續加強高屏堰蓄水範圍清淤，以增加河道排洪能力，並以洪災後能快速恢復操作為目標，操作大樓氣窗封堵已於 107 年 11 月 29 日開工，並於 108 年 2 月 11 日完工，日後若防洪牆溢淹，操作大樓不致立即進水，可提升汛期應變能力及維持引水功能。</p>

等級	項目	建議事項	辦理情形
	水工機械 及閘門機 電設備	<p>主要設備外觀及運轉功能大致良好，僅部分缺失如吊門機導線管外觀銹蝕、電壓錶無顯示異常及可撓軟管裂化...等，建議依本次檢查缺失改善。</p> <p>有鑒於高屏堰上、下游流路尚未穩定，建議水位流量監測儀器應每年度進行校正。</p>	<p>水工機械及閘門機電設備檢查缺失已改善完成。</p> <p>水位流量監測儀器校正已納入例行辦理之「高屏堰水工機械（電）及水電設備保養、維修及操作工作」委辦案中執行。</p>
	運用要點 及水門操 作檢討	<p>運用要點修正建議</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 高雄及屏東水利會更名為「臺灣高雄農田水利會」及「臺灣屏東農田水利會」。 2. 高屏堰啟動緊急應變之濁度標準由原 12,000 NTU 增加為 18,000 NTU。 3. 橡皮壩倒伏水位修正為以 EL.16.70m 以上為原則，並得依現況調整其操作水位。 	<p>將依建議方向檢討高屏溪攔河堰運用要點修訂事宜。</p>

等級	項目	建議事項	辦理情形
		<p>水門操作規定修正建議</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. NO.1 壩臨時封堵後，短時間無相關修復計畫，故建議活動堰排洪道之橡皮壩描述條文應修正，或於規定中補充 NO.1 橡皮壩封堵之條文說明。 2. 橡皮壩可略提高攔水起立水位為 EL.16.15m 以下，而倒伏水位建議修正為以 EL.16.70m 以上為原則，並得依現況調整起立倒伏之操作水位。NO.1 壩已臨時封堵，建議修改壩體起立倒伏規定。 3. 高屏堰濁度警戒標準由 6,000NTU 修正增加為 10,000 NTU。 4. 橡皮壩起立倒伏順序可不修正，惟 NO.1 已臨時封堵故建議修正為 NO.2。 5. 目前橡皮壩需視上游淤積情況及高屏溪流況來操作倒伏，以避免袋體倒伏後遭淤砂覆蓋，故為便於管理中心操作排砂，建議刪除橡皮壩「自動」充氣或倒伏之條文。 	<p>將依建議方向檢討高屏溪攔河堰水門操作規定修訂事宜。</p>

說明：

建議事項依照重要性，分為三種等級；分述如下：

(一)立即改善—建造物損壞並至影響其功能者；或其他應立即改善事項

(二)限期改善—建造物局部損壞，應防止其損壞擴大者；或其他應限期改善事項

(三)計畫改善—建造物已顯現缺陷或經評估需改善其功能或年久需維修者；或其他計畫改善事項