

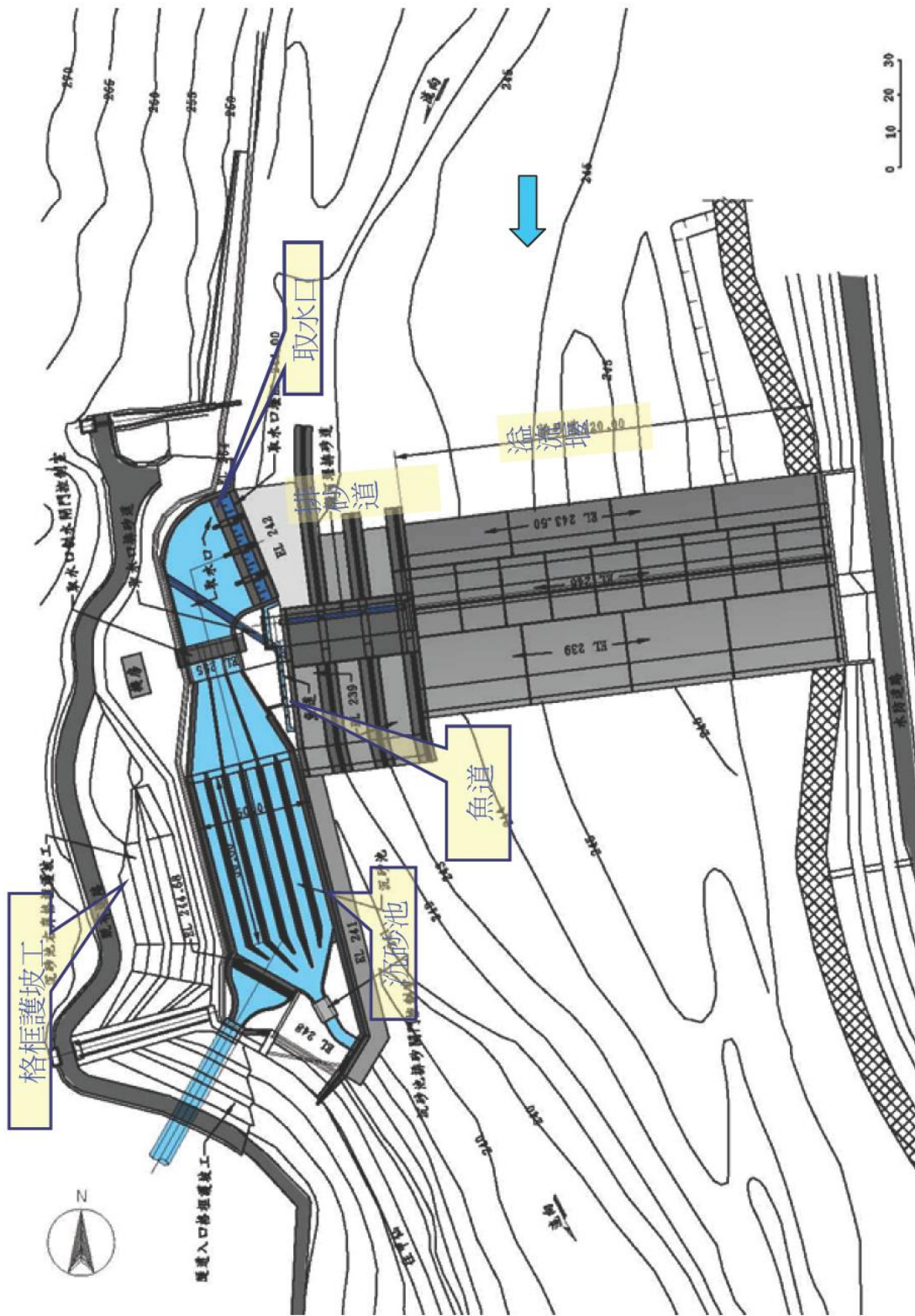
# 甲仙攔河堰第一次安全評估計畫成果摘要

## 摘-1 甲仙攔河堰

甲仙攔河堰主要工程項目包括：攔河堰、取水口、沉砂池、輸水隧道、出口工程、堤防工程。甲仙堰基本數據詳表摘-2，整體工程平面佈置詳圖摘-1。

表摘-2 甲仙攔河堰基本數據

項目		說明	
集水面積		407.89 km <sup>2</sup>	河道坡度 1/170
攔河堰型式		混凝土垂直跌落式	
建造完成日期		民國 88 年 7 月	
攔河堰工程	溢流堰	1.堰頂標高：246 m 2.堰頂長度：120 m 3.原設計洪水量：5,316 cms(100 年重現期) 98 年評估報告設計洪水量：7,096cms(200 年重現期) 100 年評估報告設計洪水量：8,000cms(200 年重現期)	
	排砂道	1.型式：有閘門控制混凝土垂直跌落式 2.閘門尺寸：高 4 m、寬 10 m x 3 門 3.堰頂標高：242.5 m	
	魚道	階梯式寬 1m 設潛流孔，長 43.4 m	
取水及出水工程	取水口	1.攔污柵：高 3 m、寬 7 m x 4 門 2.取水閘門：高 2.5 m、寬 3.5 m x 3 門 3.排砂閘門：高 1.5 m、寬 1.5 m x 1 門 4.沉砂池：長 70.97 m、寬 30 m	
	出口工程	1.型式：明渠齒槽式消能工 2.長寬：寬 6 m、長 643.7 m 3.起終點高度：起點標高 234.89 m、終點標高 131.00 m	
附屬設施	輸水隧道	1.長度：3,053.48 m 2.坡度：1/500 3.斷面型式：雙半徑馬蹄型 4.直徑：3.6 m 5.最大輸水量：30 cms	
	堤防工程	1.總長：1,168.64 m 2.堤頂寬度：3 m 3.水防道路：寬 6 m、長 1,118.64 m	



圖摘-1 甲仙攔河堰工程平面佈置圖

## 摘-2 工作概要

甲仙攔河堰安全評估除水庫安全評估規定之一般工作項目外，另有兩處邊坡需進行監測並提改善對策：一為「甲仙攔河堰聯外道路A邊坡」，一為「引水隧道出口聯外道路邊坡」。經檢討兩處邊坡破壞機制及評估觀測必要性後，於攔河堰聯外道路A邊坡鑽探5孔，其中設置4孔設置傾斜觀測孔；引水隧道出口聯外道路邊坡則鑽探2孔，並取樣施做力學試驗。因甲仙攔河堰水土保持工程為沉砂池右岸之格框護坡，經歷多次風災後，結構體大致完好，其中部分裂縫自道路A上方邊坡延伸，需持續觀察，故後續觀察於民國98年安全評估計畫後，甲仙攔河堰管理中心辦理「甲仙攔河堰邊坡傾斜管量測工作」，觀察道路A上方邊坡滑到情形。

甲仙攔河堰歷經民國98年評估報告及民國100年補充報告，遭遇重大颱風事件，包含卡玫基風災莫拉克風災，卡玫基颱風對甲仙地區降下豪雨(二日暴雨高達896mm)、莫拉克颱風對甲仙地區所降下豪雨(二日暴雨高達1,398mm)，皆造成土石災害，重創甲仙地區，並造成操作室及辦公區地下室遭洪水淹沒，電力儀控設備嚴重受損，嚴重影響供水。

本計畫整體工作執行情形詳表摘-3。

表摘-3 甲仙攔河堰工作執行情形一覽表

	項次	日期	事由	備註
各階段審查會	一	民國 97 年 07 月 07 日	執行計畫審查會	民國 97 年 06 月計畫開始
	二	民國 97 年 08 月 13 日	第二次期初報告審查會	
	三	民國 97 年 10 月 22 日	期中報告審查會	
	四	民國 98 年 01 月 22 日	期末報告審查會	
	五	民國 98 年 05 月 22 日	第二次期末報告審查會	民國 98 年 06 月結案
	六	民國 99 年 06 月 07 日	水庫安全評估小組專案審查	建議將莫拉克風災及甲仙地震納入報告
	七	民國 100 年 03 月 03 日	補充報告期末審查會	民國 99 年 12 月補充計畫開始
歷次風災	一	民國 97 年 07 月 17 日	卡玫基風災	土石崩落至輸水隧道口
	二	民國 97 年 07 月 27 日	鳳凰風災	
	三	民國 97 年 09 月 12 日	辛樂克風災	
	四	民國 98 年 08 月 08 日	莫拉克風災	甲仙堰左右堤防沖毀
	五	民國 99 年 09 月 17 日	凡那比風災	
右岸邊坡傾度量測	一	民國 97 年 10 月 24 日	右岸邊坡傾斜量測	初始值
	二	民國 97 年 11 月 07 日	右岸邊坡傾度量測	
	三	民國 97 年 01 月 20 日	右岸邊坡傾度量測	
	四	民國 98 年 12 月 05 日	右岸邊坡傾度量測	
	五	民國 98 年 12 月 26 日	右岸邊坡傾度量測	1223 地震後
	六	民國 98 年 02 月 20 日	右岸邊坡傾度量測	含教育訓練(資料傳輸不成功)
	七	民國 98 年 04 月 17 日	右岸邊坡傾度量測	
甲仙攔河堰傾斜管量測工作	一	民國 98 年 06 月 26 日	4 孔傾斜管傾度量測	初始值
	二	民國 98 年 07 月 08 日	4 孔傾斜管傾度量測	
	三	民國 98 年 08 月 05 日	4 孔傾斜管傾度量測	
	四	民國 98 年 08 月 19 日	4 孔傾斜管傾度量測	
	五	民國 98 年 08 月 26 日	4 孔傾斜管傾度量測	
	六	民國 98 年 09 月 03 日	4 孔傾斜管傾度量測	
	七	民國 98 年 09 月 09 日	4 孔傾斜管傾度量測	
	八	民國 98 年 10 月 07 日	4 孔傾斜管傾度量測	
	九	民國 98 年 10 月 30 日	4 孔傾斜管傾度量測	
	十	民國 98 年 12 月 02 日	4 孔傾斜管傾度量測	
	十一	民國 98 年 12 月 14 日	4 孔傾斜管傾度量測	

說明：本計畫執行過程分為兩個階段。第一階段成果報告於民國 98 年 6 月完成南水局內部審核，並於民國 99 年 4 月提送水利署。根據民國 99 年 6 月專案審查會議結論，本報告需納入莫拉克風災及甲仙地震，故於民國 100 年辦理第二階段的補充報告。

### 摘-3 設計地震與設計洪水

#### 一、水庫分級檢討

甲仙攔河堰原設計採用100年重現期距洪水(5,316cms)作為相關結構物之設計標準。根據97年經濟部水利署「水利建造物檢查及安全評估技術規範—蓄水、引水建造物部分」，水庫分級及設計標準如表摘-4~表摘-6，並將甲仙攔河堰歸類為「第二級」。

甲仙攔河堰屬於低矮堰，且幾無庫容，根據表摘-4之規模判定，甲仙堰本應屬於第三級水庫，但是因攔河堰受災後影響南部地區供水所造成的經濟損失屬於「輕微」(三個等級中的第二級)，故將甲仙攔河堰判定為第二級水庫。

由於97年規範對於水庫等級的分類與設計洪水間並無明確的廉潔與定義，因此若採較保守之設計洪水量將面臨以下問題；

- (一)甲仙堰原設計洪水量為 $Q_{100}$ ，係與旗山溪治理計畫採同一標準，設計洪水標準提高時將改變設計洪水位，進而影響防洪牆所需高度。
- (二)97年新規範對設計洪水之定義較適用在一般水庫。對土石壩而言，採保守的設計洪水量推估所需的出水高度，可確認壩頂高程是否足夠。但是對攔河堰而言，即使主體結構符合設計洪水標準，但上游堤防與其標準不一致(例如旗山溪採 $Q_{100}$ )，洪水溢堤後仍可能間接影響供水。
- (三)以莫拉克為例，即使提高設計標準(推估莫拉克風災的流量已經遠高於當時的 $Q_{200}$ 洪水量)，也難以因應目前氣候變遷帶來的極端洪水。

有鑑於本計畫係甲仙堰之第一次安全評估，有關設計洪水與規範規定仍有檢討空間。為求周延，本計畫將同時計算甲仙堰「100年重現期洪水」、「200年重現期洪水」及「可能最大洪水」(推求1/2PMF)，並將結果列為水庫分級之參考。

此外，甲仙堰的水庫分級亦影響設計地震。為求周延，本計畫同時計算甲仙堰MCE與DBE，並將結果列為水庫分級之參考。

**表摘-4 蓄水庫建造分級依據一覽表**

蓄水建造物分級	規模 [壩高(H)，m；總蓄水量(S)，m <sup>3</sup> ]	災害潛勢
第一級	H > 60 且 S > 1,000 萬或 S > 1 億	潰壩災損嚴重
第二級	60 > H > 7.5 且 1,000 萬 > S > 10 萬	潰壩災損輕微
第三級	H < 7.5 且 S < 10 萬或離島濱海之水庫	潰壩災損極輕或無

水利建造物檢查及安全評估技術規範之研訂總報告-蓄水、引水建造物部份(97)，本計畫整理

**表摘-5 蓄水建造物災害潛勢與設計洪水標準一覽表**

災害潛勢等級	蓄水庫大小等級	設計洪水標準
嚴重	大	最大可能洪水
	中	最大可能洪水
	小	1/2 最大可能洪水~最大可能洪水
輕微	大	最大可能洪水
	中	1/2 最大可能洪水~最大可能洪水
	小	200 年重現期洪水或 1/2 最大可能洪水
極輕微	大	1/2 最大可能洪水~最大可能洪水
	中	200 年重現期洪水或 1/2 最大可能洪水
	小	100 年~200 年重現期洪水

註：200 年重現期距洪水或 1/2 可能最大洪水

**表摘-6 蓄水建造物等級與設計地震標準一覽表**

水利建造物等級	災害潛勢分級	最大設計地震採用值
大型 中型 小型	嚴重	MCE MCE MCE 至 DBE 間之地動值
大型 中型 小型	輕微	MCE MCE 至 DBE 間之地動值 DBE 至 OBE 間之地動值
大型 中型 小型	極輕微	MCE 至 DBE 間之地動值 DBE 至 OBE 間之地動值 DBE 至 OBE 間之地動值

## 二、設計地震

於98年評估報告成果，甲仙堰地震係數可採用MCE(0.70g)對應之設計地震係數0.21。於100年評估報告成果，則採DBE(0.38g)對應之地震係數0.15。

兩次評估結果之差異如下：甲仙攔河堰於98年評估報告結果以左鎮、旗山及潮州(北段)斷層為候選設計震源，評估結果MCE以潮州(北段)斷層對堰址產生之PGA值(0.42g)最大；以機率法分析DBE及OBE之水平向PGA值分別為0.38g及0.32g。於100年評估報告結果值較第一次安全評估小，原因為採用中央地質調查所於2010年公布之最新活動斷層資料進行分析，由於選用之最新斷層長度及數量已不同，分析結果亦有差異。甲仙堰第一次安全評估設計地震分析成果整理如表摘-7。

表摘-7 甲仙攔河堰堰址設計地震分析成果

報告出處	分析方法		假設震源位置	震源距離(km)	設計地震規模		水平向			再現週期(年)
							地表加速度(g)	地震係數		
								安評規範	日本建設省河川局	
98年評估	97年規範	定值法	旗山斷層	2.4km (最短距離)	MCE	7.4	0.70	0.21	-	
		機率法	區域震源 斷層震源		DBE		0.47	0.16	-	950
					OBE		0.39	0.15	-	475
100年評估	97年規範	定值法	潮州斷層 (北段)	8.5km (最短距離)	MCE	7.0	0.42	0.15	-	-
		機率法	區域震源 斷層震源		DBE	-	0.38	0.15	-	950
					OBE		0.32	0.14	-	475
				-		MDE	-	0.38	0.15	0.12

### 三、設計洪水

兩次評估結果之差異如下：頻率洪水方面，甲仙攔河堰於98年評估報告結果係以實測流量法推求各重現期距洪水，其利用杉林大橋民國48年~97年之歷年最大瞬時洪峰流量進行頻率分析，並推算至甲仙攔河堰，分析結果為 $Q_{100}=6,318\text{cms}$ 、 $Q_{200}=7,096\text{cms}$ ；於100年評估報告結果係以甲仙攔河堰為控制點，並依據集水區內雨量站位置，繪製徐昇式面積，分別求出雨量站控制面積權重並新增雨量資料，推算集水區二日最大降雨量。並以近30年之極端颱風降雨事件，重新製作其同位序雨型，較符合近年極端降雨事件頻傳之情況，再以瞬時單位歷線推求各重現期距洪水較屬合理，分析結果為 $Q_{100}=6,900\text{cms}$ 、 $Q_{200}=8,000\text{cms}$ 。

可能最大雨量方面，「暴雨移位與露點調整法」另新增三場颱風(敏督利、艾利及莫拉克)推算，並因「世界氣象組織(WMO)統計法」之相關參數僅適用於一日降雨故不採用。以「暴雨移位與露點調整法」推算延時60小時雨量(3,541毫米)並配合瞬時單位歷線推求可能最大洪水為13,251cms，並依據規範推求1/2可能最大洪水為6,626cms。

依據97年最新規範及計算成果，建議甲仙攔河堰之設計洪水標準為200年重現期距洪水8,000cms。分析結果如表摘-8。

表摘-8 甲仙攔河堰設計洪水分析成果

項目	原規劃設計		98年評估報告			100年評估報告		
	$R_{100}$	$R_{200}$	$R_{100}$	$R_{200}$	PMP	$R_{100}$	$R_{200}$	PMP
雨量 (mm)	=806	=838	=1,226	=1,366	=1,955	=1,531	=1,768	=1,976
設計洪水 (cms)	$Q_{100}$	$Q_{200}$	$Q_{100}$	$Q_{200}$	1/2PMF	$Q_{100}$	$Q_{200}$	1/2PMF
	=5,316	=5,769	=6,318	=7,096	=6,859	=6,900	=8,000	=6,626



#### 四、設計標準檢討與建議

97年規範將甲仙堰列為第二級水庫主要著眼於「供水影響造成之經濟損失」而非實際工程面之災損，所以根據甲仙堰規模分類，其設計標準建議應為：

- (一)以莫拉克颱風為例，若提高設計洪水標準，亦難以因應目前氣候變遷帶來之極端洪水，故甲仙堰之設計洪水採用標準仍有檢討空間，現階段仍以「200年重現期距洪水~1/2可能最大洪水」為甲仙堰設計洪水標準。
- (二)甲仙堰之水利建造物等級應參考水庫規模較為合理，並建議地震採小型水庫規模標準分析，故甲仙堰設計地震標準採「DBE至OBE間之地動值」進行分析。

#### 摘-4 水面線演算

甲仙堰原設計洪水標準採用旗山溪甲仙大橋上游區段 $Q_{100}$ 洪峰流量(5,316cms)。本計畫根據最新水文資料重新推求甲仙堰設計洪水為200年重現期距洪水，8,000cms。

為進行水面線演算，黎明公司另案計畫曾於莫拉克颱風後進行攔河堰上游之河道斷面測量，故水面線演算於97~105段面採莫拉克風災後之新斷面資料，92~97斷面則採用「95年高屏溪支流旗山溪河川區域勘測檢討計畫」之測量斷面。根據一維水理演算成果，分析比較幾處斷面水位如下：

- 一、甲仙堰之100年與200年重現期距洪峰流量分別為6,800cms及8,000cms。配合河道斷面測量成果採用標準步推法，以HEC-RAS程式計算各斷面之流況。本次莫拉克颱風後攔河堰於100年與200年重現期距洪峰流量之水位分別為EL.253.70m及EL.254.70m，對照甲仙堰流量率定曲線結果，其水位-流量對應之值與本計畫分析結果相近。另由此次演算結果可知，若以甲仙堰防洪牆高程及操作

橋面高程EL.255.00m及加入出水高度影響，顯示其防洪牆高度已明顯不足，此與莫拉克風災之溢頂情況相符。

二、本次水面線演算於97~105斷面採莫拉克風災後之新斷面資料，92~97斷面則依據第一次安全評估報告採用之斷面重新進行分析，由於上游河況已改變、分析條件已不同，故100年評估報告與98年評估報告比較，其水位下降仍屬合理。

三、堰址上下游旗山溪河段尚有堤防及橋樑設施中或剛完工，建議後續應辦理河道上、下游大斷面測量及粒徑調查，以求得更精確之演算資料。

**表摘-9 甲仙攔河堰上下游水位與各重現期距關係**

斷面編號	洪水位	Q <sub>100</sub> 洪水位(EL.m)		Q <sub>200</sub> 洪水位(EL.m)	
		98 年評估報告	100 年評估報告	98 年評估報告	100 年評估報告
98		257.37	254.87	258.98	255.55
攔河堰上游		253.82	253.70	255.62	254.70
攔河堰下游		252.73	250.55	254.04	251.33
97		251.22	248.58	253.52	249.32

備註：(98 年及 100 年評估結果之差異性)

- 斷面資料部份更新：98 年評估報告採 96 年斷面資料，本次評估 97-105 斷面採莫拉克颱風後斷面資料。
- 演算之流量改變：98 年評估報告 Q<sub>100</sub> 洪水位 6,318cms、Q<sub>200</sub> 洪水位 7,096cms
- 本次評估結果結果與流量率定曲線相近。
- 旗山溪上游河幅變寬、河況已改變、分析條件已不同，故本次分析結果與 98 年評估報告比較，其水位下降仍屬合理。

## 摘-5 攔河堰主體

### 一、攔河堰安定分析

甲仙攔河堰之溢流堰及排砂道之抗傾、抗滑和承載力分析，可分為以下四種荷重條件進行分析，各種不同荷重條件下，安全係數如表摘-10及11：

- (一)狀況一：枯水期，平均流量約10cms，上游蓄至堰頂EL.243m，尾水位約為深槽平均河床高EL.239m，上下游水頭差4m。
- (二)狀況二：豐水期，平均流量約71cms，上游水位EL.247m，下游尾水位約為EL.239.5m，上下游水位差7.5m。
- (三)狀況三：同狀況二之水位遭逢最大可能地震(MCE)，地震係數 $kh=0.15$ ， $kv=0.08$ 。
- (四)狀況四：
  - 1. 洪水時期 ( $Q_{100}$ )，洪峰流量約 6,800cms，上游水位 EL.253.70m，下游尾水約EL.250.55m，上下游水位差3.15m。
  - 2. 洪水時期 ( $Q_{200}$ )，洪峰流量約 8,000cms，上游水位 EL.254.70m，下游尾水約EL.251.33m，上下游水位差3.37m。

表摘-10 溢流堰安定分析成果表

載重組合	分析項目	98 年評估報告	100 年評估報告	安全準則	分析結果
		安全係數或值	安全係數或值		
UL1	抗傾	2.36	3.73	1.5	o.k
	抗滑	11.07	50.30	1.5	o.k
	抗浮	2.54	3.65	1.3	o.k
UNL1	抗傾	2.14	2.12	1.2	o.k
	抗滑	8.70	8.59	1.2	o.k
	抗浮	2.32	2.30	1.1	o.k
EXTL1	抗傾	1.62	1.71	1.0	o.k
	抗滑	1.28	1.73	1.0	o.k
	抗浮	1.86	1.94	1.0	o.k
EXTL2 (Q <sub>100</sub> )	抗傾	1.26	1.30	1.0	o.k
	抗滑	1.98	2.01	1.0	o.k
	抗浮	1.24	1.33	1.0	o.k
EXTL3 (Q <sub>200</sub> )	抗傾	1.22	1.27	1.0	o.k
	抗滑	1.54	1.74	1.0	o.k
	抗浮	1.27	1.30	1.0	o.k

表摘-11 排砂道安定分析成果表

載重組合	分析項目	98 年評估報告	100 年評估報告	安全準則	分析結果
		安全係數或值	安全係數或值		
UL1	抗傾	1.65	2.84	1.5	o.k
	抗滑	6.79	20.13	1.5	o.k
	抗浮	1.71	2.50	1.3	o.k
UNL1	抗傾	1.77	1.77	1.2	o.k
	抗滑	6.69	6.69	1.2	o.k
	抗浮	1.91	1.91	1.1	o.k
EXTL1	抗傾	1.38	1.47	1.0	o.k
	抗滑	1.10	1.50	1.0	o.k
	抗浮	1.58	1.66	1.0	o.k
EXTL2 (Q <sub>100</sub> )	抗傾	1.31	1.24	1.0	o.k
	抗滑	17.51	1.90	1.0	o.k
	抗浮	1.27	1.28	1.0	o.k
EXTL3 (Q <sub>200</sub> )	抗傾	1.18	1.22	1.0	o.k
	抗滑	11.1	1.66	1.0	o.k
	抗浮	1.15	1.26	1.0	o.k

## 二、靜水池長度檢討

(一)固定堰：所需靜水池長度34.80m，設計長度30.0m，略顯不足。

所需水褥深度2.74m，設計深度4.0m，故水褥深度符合要求。

(二)排砂道：所需靜水池長度47.09m，設計長度40.0m，略顯不足。

所需水褥深度1.30m，設計深度3.0m，故水褥深度符合要求。

**表摘-12 靜水池長度及水褥深度計算結果比較表**

項目		第一次評估(98年)		本次評估(100年)	
		溢流道 下游靜水池	排砂道 下游靜水池	溢流道 下游靜水池	排砂道 下游靜水池
現況靜水池長度(m)		30.00	40.00	30.00	40.00
現況水褥深度 D(m)		4.00	3.00	4.00	3.00
方法一	Q <sub>100</sub> 流量下，靜水池所需長度(m)	34.37	37.37	33.51	36.78
	Q <sub>200</sub> 流量下，靜水池所需長度(m)	37.01	39.16	36.90	39.09
	靜水池長度檢核	N.G.	N.G.	N.G.	N.G.
	Q <sub>100</sub> 流量下，所需水褥深度 D (m)	2.48	1.22	2.64	1.25
	Q <sub>200</sub> 流量下，所需水褥深度 D (m)	2.74	1.30	2.81	1.30
	水褥深度檢核	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
方法二	Q <sub>100</sub> 流量下，靜水池所需長度(m)	31.81	44.26	30.80	43.32
	Q <sub>200</sub> 流量下，靜水池所需長度(m)	34.93	47.20	34.80	47.09
	靜水池長度檢核	N.G.	N.G.	N.G.	N.G.

## 三、攔河堰主體現場檢查

(一)甲仙堰在歷經多次風災後，溢流堰堰頂稍有破損及鋼筋裸露情形。

(二)排砂道堰面鋼板及導流牆局部磨損，尾檻有磨損及鋼筋裸露情形。

(三)落水池及尾檻於民國98年4月辦理檢查時底版部分有破損鋼筋裸露，將待清淤後再做檢查。尾檻與岩盤交接處刷深約1.5公尺。

## 摘-6 附屬設施工程

### 一、右岸進水口

進水口歷經多次風災，其混凝土結構完整且有些許裂縫及白華現象。因常受土石崩落淤積池內情況，故會影響供水。建議上方邊坡(含

No.1蝕溝)應辦理整治工程，便可減少落淤情況。應急部份可在進水口四周(臨道路邊坡側)設置混凝土護欄藉以導流至旗山溪。

## 二、沉砂池

沉砂池整體結構大致完好，僅於沉砂池主槽部份伸縮縫填縫劑脫落，第四主槽接近下游漸變段有多處細長裂縫。莫拉克風災過後，於民國98年8月辦理「甲仙攔河堰莫拉克颱風災害引水通路緊急清理工程」及「甲仙攔河堰莫拉克風災引起臨時引水準備作業及轄管範圍整理工作」，目前已完工。

## 三、輸水隧道

按照檢查結果，隧道內部約可區分四段說明：

### (一)輸水隧道入口段(0~150m)：

溢流堰整體結構完好，無重大缺損。隧道入口前段約100m範圍內土石淤積，高約0.5~1.0m，整體結構大致完好，惟側壁部份有白華現象。

### (二)輸水隧道直線段一(150m~800m)：

本區段上方地下水較豐富，施工預留頂拱的集水孔發揮解壓效果。雖然收縮縫均有白華現象，惟RC襯砌完整，並未發現結構裂縫。

### (三)輸水隧道直線段二(800m~2,400m)：

隧道內部較乾燥，襯砌完整，並未發現結構裂縫。

### (四)輸水隧道直線段三(2,400m~3,000m)：

本區段襯砌仍屬完整，僅終點有土石淤積，RC襯砌完整。

### (五)隧道出口段：

整體結構完好，有部分土石淤積。齒槽消能工無重大缺損。

綜合輸水隧道檢查結果，隧道結構完整，僅局部因颱風造成湧入之積土待清除，以免影響輸水及襯砌磨損問題。

歷經多次風災後，隧道入口受土石崩落淤積。長久而言，道路A邊坡整治並非管理單位權責範圍。應急工程部分，建議採用「進水口局部加蓋板」，並配合進水口周邊護欄設置，形成導流牆，將上方崩落土石導引至沉砂池。

#### 四、輸水隧道出口

輸水隧道出口消能工型式為明渠齒槽式消能工，長646.42公尺，寬6公尺，起點標高EL.234.89m，終點標高EL.131m。

輸水隧道出口至與出口工程銜接段前，整體結構大致良好，惟有部分土石淤積；齒槽消能工部分，多為完整。

#### 五、左右岸堤防

歷經多次風災後，甲仙堰上下游左右岸堤防損毀約750m，嚴重影響攔河堰取水及堤內居民之安全。左岸堤防由原設計標準為100年重現期距洪水，復健工程則改採200年重現期距洪水，以保護堤內居民安全。

### 摘-7 監測儀器

甲仙攔河堰之監測系統有水位計、濁度計、地震儀、氣象站及CCTV監視站。評析結果如下：

#### 一、水位計

當旗山溪水位達一定高程時，管理中心需配合作業如下：

(一)依「甲仙攔河堰水庫水門操作規定」，當河川水位超過EL.247.00m時，則依序開啟排砂道擋水閘門排洪，當取水控制閘門因河水含泥砂過高而關閉時，得全數開啟排砂閘門。如洪水繼續擴大，且達設計洪水標準8,000cms時，上游設計洪水位為EL.254.70m，則須採取必要之緊急應變措施。

(二)根據「甲仙攔河堰安全維護手冊」，當最大洪峰量超過 $Q_{20}$ 水量時，

需辦理不定期檢查。而 $Q_{20}$ 洪水量對應之水位為EL.251.40m。

## 二、濁度計

(一)南化水庫水位高時，旗山溪水濁度600NTU以下才引水。

(二)南化水庫水位低時，旗山溪水濁度1,000NTU以下才引水。

上述實際操作需與南化水庫配合辦理。

## 三、地震儀

根據「甲仙攔河堰安全維護手冊」，當攔河堰遭受五級以上(80gal~250gal)地震時，需辦理不定期檢查。

## 四、綜合氣象站

管理中心上方邊坡破壞機制與降雨有關，初步建議邊坡雨量達400mm/day或降雨強度40mm/hr以上，應進入警戒狀態。至於雨量預警值應藉由長期觀測資料之統計分析，不定期進行修正。

## 五、CCTV監視站

共有7站，隨時監測溢流堰、隧道入口及甲仙堰周邊情形，以協助值勤人員掌控甲仙堰動態。