

基隆河員山子分洪工程之效益

顏嚴光*、林益生**、楊連洲***

一、基隆河水文概況

基隆河為淡水河水系三大支流之一，發源於臺北縣平溪鄉，幹流長約86.4公里，經瑞芳、七堵、汐止、內湖、南港等地，流至臺北市關渡匯流入淡水河，流域面積約491平方公里，河道蜿蜒而平緩。

自河口至南湖大橋為下游段，其河床平均坡降約為1/6,700；自南湖大橋起至八堵大華橋為中游段，其平均坡降

約為1/4,900；自大華橋以上至侯硐介壽橋為上游段，其平均坡降約為1/250；侯硐介壽橋以上為山地河川。基隆河感潮河段上溯至汐止附近，於低流量時受潮汐之影響甚鉅；上游段為地質堅硬之U型河槽，下游段地質鬆軟，兩岸土地高度開發使得河道窄縮，且沿河橋樑甚多，造成河道通水斷面不足。

又基隆河流域位處東北季風直接影響位置，流域平均年降雨量高達3,947公厘，較台灣中部及南部等區域為多，約為台灣地區年平均雨量之1.6倍。以民國元年至89年火燒寮及瑞芳兩站雨量資料，依世界氣象組織(WMO)方法分析可能最大三日暴雨量為1,830.49mm，以單位歷線法分析可能最大洪水量為3,560cms。

二、工程緣起

基隆河因近年來兩岸人口快速聚集，致河道窄縮排洪不易；因此，低窪地區易遭洪水氾濫成災，在兩岸已高度開發、河槽受限下，洪患頻仍，經歷琳恩、瑞伯及芭比絲等颱風，均造成沿岸

基隆河流域圖



*顏嚴光:經濟部水利署第十河川局副局長
**林益生:第十河川局工務課正工程司
***楊連洲:第十河川局規劃課正工程司

大規模淹水災情。

經濟部水利署為早日解決基隆河沿岸水患問題，於 88 年起推動「基隆河治理工程(初期實施計畫)」，以先完成防禦 10 年一次洪水頻率之保護目標，初期計畫執行期間，復遭受 89 年象神及 90 年納莉颱風肆虐，造成更嚴重之損失及人員傷亡災害，行政院為展現整治之決心與魄力，指示經濟部水利署評估各種方案後，以員山子分洪工程最有具體效果，並可避免徵收大量私地與橋樑改善，減少整體治理工程經費，於 89 年 11 月奉行政院長指示立即推動相關計畫。

三、分洪功能設計方式

基隆河於員山子攔河堰以上集水區面積約 91.2 平方公里，佔全流域約 18.6 %，90 年進行可行性規劃時，係依據基隆河公告治理基本計畫(南湖大橋至暖暖八堵橋)以民國元年至 87 年觀測資料分析，基隆河 200 年重現期洪峰流量經員山子分洪後，於員山子分洪處減洪量為 800 cms、五堵站減洪量為 650cms，至南湖大橋處減洪量為 570cms，關渡減洪量則為 490cms。經以 90 年實測河道斷面進行水理計算分析，基隆河汐止段洪水位平均可降低 1.67 公尺，而全河段平均約降低 1.4 公尺，各河段水位下降值分別為：

- (1) 汐止段南湖大橋至交流道斷面:約 0.68~1.49 公尺。
- (2) 交流道至中山高架橋:約 1.49~2.14 公尺。
- (3) 中山高架橋至五堵橋(斷面 73.2):約 2.14~2.49 公尺。
- (4) 五堵橋至崇智橋約 2.24~2.46 公尺。

如果再增加 88~90 年水文資料後，重新分析得員山子攔河堰址 200 年重現期最大三日暴雨量約為 855mm，以單位歷線法分析 200 年重現期洪峰流量為 1,620cms，員山子分洪即以分洪量 1,310cms，攔河堰下游放流量 310cms 為統包需求，並規劃洪水達 210cms 時方開始分洪，以維河防安全並兼顧降低海域生態影響程度。

四、工程內容

本工程係於基隆河上游瑞芳鎮河段興建一高 8 公尺、長 30 公尺之攔河堰，並於攔河堰上游右側設置側流堰，採自然溢過分洪堰方式導引洪水至全長 2483.5 公尺內徑 12 公尺之分洪隧道，經基隆山西麓，於台二線里程約 79 公里處流入東海，另外在攔河堰上游設置 3 座梳子型防砂壩，阻攔大型流木及巨



石，以防阻塞及隧道內壁安全。

主體工程結算金額 39.94 億元，自 91 年 6 月 5 日開工，原預定 93 年 10 月 4 日完工，因受 93 年間 3 度應急分洪影響，展延至 94 年 10 月 28 日全部完成；為確保分洪功能及爭取時效提早完工，主體工程經濟部水利署採最有利標之統包方式執行，統包商得標後在基本設計架構下，須負責工程細部設計及施工，分洪結構細部設計並須經過水工模型驗證分洪功能，另委託聯合大地工程顧問股份有限公司辦理監造、委託中鼎工程股份有限公司辦理施工及營運期間環境監測及評估作業。

五、營運管理及分洪操作方式

在平時營運管理及安全維護方面，本計畫於進水口設置「基隆河員山子分洪管理中心」，專責分洪設施之維護、管理及操作等業務，由第十河川局 1 人兼主任，約僱人員 2 人，另委外辦理保全及機具維護管理等。

遇豪大雨期間，當攔河堰前水位達 EL 62.4 公尺時，第十河川局即派員進駐員山子分洪管理中心，全天候監控分洪設施及水位雨量資料。

至於汛期發佈颱風警報時，則配合淡水河流域防洪指揮中心二級開設，由第十河川局副局長率隊進駐管理中心，負責監控及分洪操作。

分洪方式係依基隆河水位採自然溢流方式分洪，僅需操作排砂道閘門，其操作依「基隆河員山子分洪操作規定」第 4 條排砂道閘門操作規定如下

- (1) 平時運轉：攔河堰上游堰前水位低於標高 63.0 公尺時，排砂道閘門維持全開狀態。
- (2) 分洪運轉：攔河堰上游堰前水位升至標高 63.0 公尺時，全閉排砂道閘門。待洪水消退，水位退至標高 62.5 公尺時，開啟排砂道閘門，回復平時全開狀態。

六、工程分洪效益

本工程完工後當上游 200 年頻率洪水 1,620CMS 來臨時，可分洪 1,310



CMS 經隧道排入東海，餘流量 310 CMS 流入中下游，以維生態及水質淨化之用，其分洪結果平均可降低中下游洪水位 1.4M，發揮顯著分洪減災功效，並可避免徵收大量私地與橋樑改善，減少下游堤防工程經費。再搭配上流水土保持工作與下游防洪區段堤防工程，以流域治理、上游分洪及下游防洪、區段優先並採同步執行之方式，可讓基隆河中上游之台北縣及基隆市轄內的河段，能與下游台北市一樣達到防禦重現期距 200 年之洪峰流量保護標準，經調查可使台北縣 713 公頃、基隆市 316 公頃，合計 1029 公頃土地免受水患肆虐，並間接促進地方繁榮，保障人民生命財產安全。



本計畫自 93 年隧道襯砌未完成前，即已進行應急分洪，適時降低下游水位，94 年起每年汛期颱風時均能正常發揮分洪減災功效，截至 97 年 10 月底止，累計完成分洪 15 次，總分洪體積概估約達 7507 萬立方公尺，歷次分洪成果詳如表 1。

表 1 基隆河員山子分洪工程歷次分洪量比較表

年度	事件名稱	分洪時間	分洪水位 (m)	最大分洪量 (cms)	分洪率	分洪總體積 (m ³)	備註
93	0911 豪雨	09 月 11 日 9:30~13:30 計約 4 小時	-	200	—	966,000	工程未完工利用尾檻觀測水深計算
	1025 納坦	10 月 25 日 10:35~18:00 計約 7 小時	-	600	—	4,417,800	
	1203 南瑪都	12 月 03 日 17:35~12 月 04 日 12:00 計約 19 小時	-	450	—	7,394,400	
94	0718 海棠	7 月 18 日 08:00~7 月 19 日 05:00 約 21 小時	64.30	211	47.52%	3,290,400	
	0804 馬莎	8 月 05 日 02:40~20:30 計約 18 小時	63.62	78	24.15%	2,287,422	
	0831 泰利	8 月 31 日 22:00~9 月 02 日 04:30 計約 31 小時	64.82	382	58.06%	13,619,700	
	1001 龍王	10 月 2 日 06:50~10 月 02 日 11:00 計約 4 小時	63.92	115	36.27%	537,900	

95	0910 豪雨	9月10日16:20~9月11日2:20 計約10小時	64.03	140	39.88%	2,122,200	
96	0615 豪雨	6月15日16:30~6月15日18:00 計約1.5小時	63.47	35	17.32%	96,000	
	0918 韋帕	9月18日10:20~9月18日22:50 計約12.5小時	63.73	76	28.79%	1,051,200	
	1006 柯羅莎	10月6日9:20~10月7日6:50 計約21.5小時	65.43	636	66.11%	16,133,400	
	1126 米塔	11月26日9:20~11月27日10:20 計約25小時	63.81	91	32.04%	2,501,400	
97	0728 鳳凰	7月28日11:10~7月28日17:40 計約6.5小時	63.72	75	29.73%	974,400	
	0912 辛樂克	9月13日12:10~9月15日14:00 計約50小時	64.42	247	50.40%	10,651,800	
	0927 薔蜜	9月27日08:10~9月29日13:40 分2段分洪 合計約24.5小時	64.74	351	56.61%	9,034,800	

七、分洪效果評估

為了瞭解員山子分洪工程於93年三次應急分洪對於基隆河中、下游地區降低水位的效果，使用本局自行開發的REFOR模式進行模擬。

REFOR模式採用Preissmann四點隱式有限差分法進行河川水理演算，可模擬基隆河至瑞芳瑞慶橋，上游邊界為瑞慶橋以上集水區之逕流量時間序列。由於應急分洪非員山子分洪工程正常營運下的分洪事件，故瑞慶橋以上集水區之逕流量需扣除採用隧道出口尾檻水位推估之分洪量方為進入基隆河河道流量。整理應急分洪前後最大洪水水位差值模擬如下表所示。以REFOR模式模擬員山子分洪工程正式營運迄今具代表性分洪事件之分洪前後最大洪水差值如表3所示。模擬時，攔河堰堰前計算水位達63.0公尺將自動計算員山子分洪隧道分洪量與攔河堰下游放流量，以為瑞慶橋入流量而進行水理演算。

表2 以REFOR模式模擬93年基隆河員山子應急分洪前後最大洪水水位差值(單位：公尺)

断面名稱	計畫設計值 ¹	虛擬納莉 ¹	0911 豪雨	1025 納坦	1203 南瑪都
------	--------------------	-------------------	---------	---------	----------

瑞慶橋(KE105)	1.58	3.1486	1.667	1.6332	0.499
五堵水位站(KE80.1)	2.24	1.7009	0.8622	0.9777	0.263
社后橋(KE50.1)	1.15	1.4964	0.2982	0.4613	0.146
南湖大橋(KE42)	0.70	1.3379	0.1621	0.3211	0.1176
成美長壽橋(KE35)	0.56	0.9728	0.1738	0.2303	0.0893
大直橋(KE19)	0.38	0.8241	0.1796	0.2624	0.0804
中山二橋(KE14)	0.18	0.483	0.1156	0.1017	0.073
百齡橋(KE10)	0.11	0.3872	0.1018	0.0905	0.0071

表 3 以 REFOR 模式模擬歷年基隆河員山子具代表性分洪事件
分洪前後最大洪水位差值(單位：公尺)

斷面名稱	94 年 0831 泰利	95 年 0910 豪雨	96 年 1006 柯羅莎	97 年 0728 鳳凰	97 年 0912 辛樂克	97 年 0927 薔蜜
瑞慶橋 KE105	0.2247	0.1169	0.8126	0.2527	0.8562	0.8014
五堵水位站 KE80.1	0.1663	0.0493	0.7794	0.1556	0.5968	0.6024
社后橋 KE50.1	0.1297	0.0253	0.5464	0.0934	0.2136	0.4046
南湖大橋 KE42	0.105	0.0177	0.4231	0.0739	0.0006	0.3537
成美長壽橋 KE35	0.0749	0.0142	0.3486	0.056	0.0006	0.3036
大直橋 KE19	0.0465	0.0063	0.2227	0.0244	0.0004	0.1433
中山二橋 KE14	0.0303	0.0043	0.1399	0.0039	0.0004	0.0667
百齡橋 KE10	0.022	0.0038	0.0969	0.0005	0.0035	0.0582

八、其他間接效益

(1) 下游沿岸房地產增值:

基隆河員山子分洪工程及整體治理計畫完成後，經歷數年颱風過境均能達成預期功能，有效防止外水溢淹，汐止地區房地產由於不再淹水，房價由 90 年納莉颱風災後一坪 6 萬元，尚難以售出，上漲到 17~18 萬(經典雜誌，2007)。

(2) 施政成果及教育宣導效益:

員山子分洪為國內首見大型水利分洪工程，工程完成後獲社會民眾及輿論界普遍肯定，平時亦陸續有各階層團體前來現場參訪觀摩，以達政府施政成果宣導及灌輸防災教育功能，其中 97 年度即有數十團體(含國內外學者專家、民意代表及學生等)申請實地參訪，參訪人數達數千人次。

(3) 鄰近地區環境改善及提供觀光資源:

本工程進水口緊鄰瑞芳鎮瑞柑新村，施工時配合當地居民需求設有景觀公園，以提供居民及來訪遊客使用，大幅提升生活環境品質；另出水口位於濱海公路公路旁，亦配合東北角風景區特色設有景觀區及導覽設施，加上如前述分洪工程特殊性，已使員山子分洪成為瑞芳地區重要觀光遊憩資源。

(4) 協助地方政府辦理配合工程:

員山子分洪施工期間，地方政府及民眾對於隧道將穿越廢棄煤礦坑邊坡存有疑慮，質疑恐有影響九份地區原已不穩定邊坡安全之虞，為爭取地方民眾支持，經濟部水利署協助臺北縣政府於基隆河整體治理推動小組提案爭取經費辦理九份及隧道沿線鄰近邊坡地盤穩定調查規劃及緊急治理工程(合計約 4500 萬元)。

九、分洪對環境可能影響之負效益

依據 91 年報經行政院環境保護署審查通過之『基隆河員山子分洪計畫環境影響因應對策(定稿本)』，本計畫營運期間預測可能引起之環境影響除地形、地質等物化環境外，預期主要影響項目為海域水文、水質及海域生態等。

經模擬象神颱風分洪後懸浮固體影響面積，其中 100 ppm 影響範圍約有 1.2 平方公里，因本工程只於颱風來襲基隆河上游大量降雨時才有分洪現象，為減輕分洪時對沿海之影響，於攔河堰上游設置有 3 座攔砂壩，並於進水口設置泥砂靜水池，以有效減少河道砂石經由分洪隧道排入海域，而基隆河整體治理計畫內亦編列 8 億餘元經費予水土保持局辦理坡地保育工作。

為量化本工程施工及營運階段對環境影響程度，除施工前環評階段所進行環境調查工作外，自 92 年施工初期即另委託中鼎工程股份有限公司進行施工期間環境監測工作，定期監測施工噪音、振動、空氣品質、放流水及水質、生態等項目，如監測發現有異常情形即通報施工單位檢討改善；95 年起並持續進行營運期環境監測工作，除例行水文水質及生態監測外，每次分洪後均機動增加海域監測次數，以瞭解分洪影響程度。

十、結語

本工程為防災工程，規模宏大，受限於天候、地質、汛期、工期及水理等因素，風險及挑戰性很高，且在隧道未完成全斷面襯砌前即進行3次應急分洪作業，提早發揮減災功能，均屬工程界少見之績效及成果，歸諸其原因係為工作團隊成員目標一致，積極主動，終能將遭遇問題及困難一一解決克服。

計畫完成後可將基隆河上游河段 200 年頻率洪水 1620 CMS 分洪 1310 CMS 至東海，餘河川基本流量 310 CMS，即本河段將有 81% 洪水進入隧道直接出海，對下游瑞芳市區沿岸產生最直接明顯減洪效益，推估可降低瑞芳地區河段水位 3.13 公尺，平均亦可降低基隆河下游水位 1.4 公尺，減少基隆



河整體治理計畫民眾拆遷補償。同時亦可間接促進地方繁榮，保障人民生命財產安全。

自實施環境監測以來，各測站各監測項目均可符合相關規定，未來將依『基隆河員山子分洪計畫環境影響因應對策(定稿本)』持續監測觀察。