

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

總計畫暨子計畫：全流域河川洪水位即時動態模擬模式之研發(I)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC93-2625-Z-002-015-

執行期間：93 年 08 月 01 日至 94 年 07 月 31 日

執行單位：國立臺灣大學水工試驗所

計畫主持人：蔡丁貴

計畫參與人員：賴經都、簡振和、吳宜嶺

報告類型：完整報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 10 月 31 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

全流域即時動態洪水預報模式之研發與應用

— 以淡水河為例

子計畫一：全流域河川洪水位即時動態模擬模式之研發（ I ）

The Research of A Dynamic Simulation and Instant Flood

Forecasting Model for A Basin-wide River System

計畫類別：☐ 個別型計畫 ☒ 整合型計畫

計畫編號：NSC93-2625-Z-002-015

執行期間：93 年 08 月 01 日至 94 年 07 月 31 日

計畫主持人：蔡丁貴 Ting-Kuei Tsay

計畫參與人員：賴經都 Chintu Lai

簡振和 Chen-ho Chien

吳宜嶺 I-Ling Wu

執行單位：國立台灣大學水工試驗所

Hydrotech Research Institute

National Taiwan University

中華民國九十四年十月

October 24, 2005

摘 要

為符合洪水預報需求，本研究目的為研發一套準確、可靠，並且模擬範圍可涵括全流域之河川洪水位即時動態模擬模式，俾準確地模擬洪水量在河川之運移情況，現時預報各河段未來適當時間長度之洪水位等相關訊息，提供洪水預報及淹水預警利用。

本研究由明渠不恆定流理論，配合多渠道匯流點質量守恆與能量守恆方程式，可依河系幾何形狀建置全流域河川水理計算模式。模式採用第二類型特徵線數值顯性解法直接求解各斷面水位及流速兩變數；模式各河段匯流點初值設定與上、下游邊界值皆以實際觀測水位為輸入條件。另外本研究將水流阻力係數視為水深之函數，模式可自動依計算水位適當調整各河段之水流阻力係數，方便適用於颱風事件時低水位及高水位不同阻力係數間之變化。

本研究先完成研究區域內各年水文與地文資料蒐集，並校核分析該觀測資料之正確性，再利用平時觀測水位與颱風事件之洪水位模擬來進行水流阻力係數率定，同時以第十河川局全潮測量之水位與流量資料來瞭解模式流量計算之準確性及合理性。另外為掌握基隆河颱風事件整個洪水位之變化歷線，另考慮其支流逕流量對模式計算水位演算之影響。本模式利用淡水河河系所發生的幾個颱風事件，如納坦颱風與海馬颱風（含 911 豪雨事件），證實模式之準確性及實用性。

關鍵詞：複合一複雜渠道系統、洪水預報、動態模擬、現時預報、多方式特徵法。

ABSTRACT

The purpose of this research project is to develop an accurate and reliable basin-wide instant flood simulation model that can be used to accurately simulate the flood movement in a compound-complex channel system. The model is capable of forecasting water-surface elevations for all reaches to an appropriate future time level based upon the requirements generally stipulated by flood forecasting agencies and to provide such information for the use as flood and inundation warnings.

The project applies the unsteady flow theory and the associated governing equations to develop the basin-wide river hydraulic model according to geometric shapes and channel configurations of the river system. The equations are first transformed to a set of characteristic equations, and are then numerically solved by the multimode method of characteristic of the second kind (MMOC- II), through which the water surface elevations and flow rates at all reaches are obtained. The upstream and downstream boundary conditions of the model are recorded water surface elevations according to the requirements by the flood forecasting. The parameters of the model, i.e., the Manning's roughness coefficients at all reaches, are assumed to be functions of water depth.

The model system had seen its successful applications to several typhoons and floods that took place in the Tamsui River Basin, such as Nock-ten and Haima. These applications have amply proved the accuracy and practicality of the model.

Keywords : compound-complex channel system, flood forecasting, real-time simulation model, forecast simulation model, multimode method of characteristic

目 錄

摘 要	I
ABSTRACT	II
目 錄	III
圖 錄	V
表 錄	VIII
第一章 緒論	1
1-1 概述	1
1-2 計畫目的	1
1-3 整合計畫概述	2
1-4 計畫工作內容	2
第二章 河川不恆定流原理公式推導	3
2-1 明渠不恆定流之控制方程式	3
2-2 特徵方程差分式	4
2-3 定時間間隔法 (SPECIFIED-TIME-INTERVAL SCHEME; STI SCHEME) 與可蘭條件 (COURANT CONDITION)	5
2-4 第二類多方式特徵法 (MULTIMODE METHOD OF CHARACTERISTICS OF THE SECOND KIND ; MMOC-II)	6
2-5 起始條件與邊界條件處理	8
第三章 全流域河川洪水位即時動態模擬模式建置	9
3-1 匯流點處理	9
3-2 可變參數 (水流阻力係數) 機制之建置	10
3-3 溢堤水量計算	11
3-4 模式程式建置基本架構組織	12
第四章 淡水河流域基本資料蒐集與分析	16
4-1 基本資料蒐集	16
4-2 水位測站觀測資料準確性探討	17
第五章 淡水河全流域動態模擬應用	19
5-1 研究範圍	19
5-2 模式可變參數 (水流阻力係數) 率定與驗證	19
5-3 全潮測量模擬	21

5-4	基隆河沿岸支流流量對於模式計算水位影響分析探討.....	21
5-5	基隆河沿岸支流流量推估與延伸河段參數率定與驗證.....	23
第六章	結果與討論	25
6-1	研究結果	25
6-2	未來建議	26
參考文獻		27

圖 錄

圖 2-1	X-T 平面互相交叉之特徵線示意圖	30
圖 2-2	定時間間隔法 (STI SCHEME) 示意圖	30
圖 2-3	多方式特徵法, (A)傳統法 (B)隱式法 (C)時間延後法(D)空間延後法 (E)空間延外法 (F)時間延外法	31
圖 2-4	時間延後法之計算網格及兩條特徵線示意圖	32
圖 3-1	可變水流阻力係數變化範圍示意圖 (非感潮河段)	33
圖 3-2	可變水流阻力係數變化範圍示意圖 (感潮河段)	33
圖 3-3	程式架構及機能連結展示 (ORGANIZATION CHART SHOWING KEY FUNCTIONS)	34
圖 3-3	程式架構及機能連結展示 (續)	35
圖 4-1	基隆河近三年河道斷面變化比較	36
圖 4-2	全潮測量: 水位與流量變化歷線圖 (淡水河關渡大橋)	39
圖 4-3	全潮測量: 水位與流量變化歷線圖 (淡水河台北橋)	39
圖 4-4	全潮測量: 水位與流量變化歷線圖 (基隆河百齡橋)	40
圖 4-5	全潮測量: 水位與流量變化歷線圖 (新店溪中正橋)	40
圖 4-6	全潮測量: 水位與流量變化歷線圖 (大漢溪新海橋)	41
圖 4-7	全潮測量: 淡水河關渡大橋水位—流量關係圖	41
圖 4-8	全潮測量: 淡水河台北橋水位—流量關係圖	42
圖 4-9	全潮測量: 基隆河百齡橋水位—流量關係圖	42
圖 4-10	全潮測量: 新店溪中正橋水位—流量關係圖	43
圖 4-11	全潮測量: 大漢溪新海橋水位—流量關係圖	43
圖 4-12	新生高架橋 2003 年 1 月份水位記錄值比較	44
圖 4-13	新生高架大橋 2003 年 2 月份水位記錄值比較	44
圖 4-14	百齡橋 2004 年 4 月份水位記錄值比較	45
圖 4-15	中山二橋 2004 年 4 月份水位記錄值比較	45
圖 4-16	新生高架橋 2004 年 4 月份水位記錄值比較	46
圖 4-17	成美長壽橋 2004 年 4 月份水位記錄值比較	46
圖 4-18	南湖大橋 2004 年 4 月份水位記錄值比較	47

圖 4-19	江北橋 2004 年 4 月份水位記錄值比較	47
圖 4-20	大華橋 2004 年 4 月份水位記錄值比較	48
圖 4-21	暖江橋 2004 年 4 月份水位記錄值比較	48
圖 4-22	碇內 2004 年 4 月份水位記錄值比較	49
圖 4-23	瑞慶橋 2004 年 4 月份水位記錄值比較	49
圖 4-24	不同記錄頻率記錄值對水位變化描述比較圖	50
圖 4-25	福德站（911 豪雨）整點及事件激發（原始）水位記錄資料之比較	50
圖 4-26	東華站（911 豪雨）整點及事件激發（原始）水位記錄資料之比較	51
圖 4-27	士林站（911 豪雨）整點及事件激發（原始）水位記錄資料之比較	51
圖 5-1	淡水河現階段洪水預報河段範圍示意圖	52
圖 5-2	淡水河流域（研究區域）幾何簡化示意圖	52
圖 5-3	淡水河流域（研究區域）河段/匯流點目錄	53
圖 5-4	基隆河沿岸支流匯入位置示意圖	54
圖 5-5	2005/08/16~2005/08/18 平時水位參數率定結果	55
圖 5-5	2005/08/16~2005/08/18 平時水位參數率定結果（續）	56
圖 5-6	2005/09/16~2005/09/18 平時水位參數率定結果	57
圖 5-6	2005/09/16~2005/09/18 平時水位參數驗證結果（續）	58
圖 5-7	2005/10/16~2005/10/18 平時水位參數率定結果	59
圖 5-7	2005/10/16~2005/10/18 平時水位參數驗證結果（續）	60
圖 5-8	93/10/24~93/10/27（納坦颱風）高洪水位參數率定結果	61
圖 5-8	93/10/24~93/10/27（納坦颱風）高洪水位參數率定結果（續）	62
圖 5-9	93/09/10~93/09/13 海馬颱風（含 911 豪雨事件）高洪水位參數驗證結果	63
圖 5-9	93/09/10~93/09/13 海馬颱風（含 911 豪雨事件）高洪水位參數驗證結果（續）	64
圖 5-10	河川模式計算值與全潮測量結果比較：關渡大橋（2004 年）	65
圖 5-11	河川模式計算值與全潮測量結果比較：百齡橋（2004 年）	65
圖 5-12	河川模式計算值與全潮測量結果比較：台北橋（2004 年）	66
圖 5-13	河川模式計算值與全潮測量結果比較：中正橋（2004 年）	66
圖 5-14	河川模式計算值與全潮測量結果比較：新海橋（2004 年）	67
圖 5-15	2004/05/13 降雨事件基隆河流域內各雨量站降雨組體圖	67

圖 5-16	大華橋（邊界點）及五堵站水位計算值與觀測值之比較.....	68
圖 5-17	2004/05/04 降雨事件流域內各雨量站降雨組體圖	68
圖 5-18	大華橋（邊界點）及五堵水位計算值與觀測值比較.....	69
圖 5-19	納入支流入流量後，五堵水位站計算結果	69
圖 5-20	93/10/24~93/10/27（納坦颱風）基隆河各支流推估逕流量之比較	70
圖 5-20	93/10/24~93/10/27（納坦颱風）基隆河各支流推估逕流量之比較（續）	71
圖 5-21	93/10/24~93/10/27（納坦颱風）基隆河各支流推估逕流量	72
圖 5-22	93/09/11~93/09/13 海馬颱風（含 911 豪雨事件）基隆河各支流推估逕流量	72
圖 5-23	93/10/24~93/10/27（納坦颱風）高洪水位參數率定結果	73
圖 5-24	93/09/10~93/09/13 海馬颱風（含 911 豪雨事件）高洪水位參數驗證結果	74

表 錄

表 2-1	第二類多方式特徵法類別之判斷	75
表 4-1	第十河川局各年度大斷面測量資料統計	75
表 4-2	淡水河現有水位測站及相關斷面位置表	76
表 4-3	第十河川局各水位站水位資料監測情形（颱風事件）	77
表 4-4	台北市轄區河川水位（含抽水站外水位）監測情形.....	78
表 4-4	台北市轄區河川水位（含抽水站外水位）監測情形（續）	79
表 4-5	近年來淡水河實施全潮測量時間及地點	80
表 5-1	全流域各河段水流阻力係數組初步率定與驗證成果.....	81
表 5-2	基隆河各支流相關地文參數	82
表 5-3	全流域各河段水流阻力係數組（率定與驗證均納入基隆河各支流逕流量）	83

第一章 緒論

1-1 概述

本國由於自然地形陡峭、河川短促及洪水平原遭不當開發，且位於太平洋西岸亞熱帶地區，每年夏秋之際平均約會遭受三至四次颱風影響，往往容易造成人民生命及國家經濟重大損失。本國過去防洪工作常以工程手段來作為主要考量，但由於各項防洪措施，事實上皆祇有一定之保護程度，即使所有防洪硬體設施都已建置完備後，當發生之洪水量超過所謂之「設計洪水量」時，仍有可能發生淹水災害。且由國內、外洪水災害防治經驗所獲得的經驗，只靠工程手段並無法徹底解決洪水災害問題。因此，在洪水災害祇能減少卻不可能完全免除情況下，倘能藉由非工程性手段¹來強化防災能力，例如推動洪水預警報工作，以爭取更多防救災應變時間來減輕可能之災害損失，不失為有效並具高效益之方法。

1-2 計畫目的

本研究之主要目的即在進行即時動態河川洪水位預報模式之研發、建置及應用，以便能精確模擬洪水量在河川之運移情況，並進行具時效性及準確度之河川洪水位預報。因此，本研究第一年之工作重點以研發一準確、可靠，並且範圍可涵括全流域之河川洪水位即時動態模擬模式為重心（子計畫一）；並配合該模式輸入條件需求，研發該河系各邊界條件預報模組（子計畫二）；同時針對洪水期間水庫洩洪對河川洪水位之影響進行評估，研發水庫最佳即時操作模組（子計畫三），俾提供颱風時期水庫洩洪之最佳時機。

本研究第二年之工作重點，擬將第一年研發之成果實際應用在淡水河流域之洪水預報工作上，落實防災研究成果推廣利用之目標。洪水預報之範圍

¹非工程性手段可包含洪水平原管理法規、洪水災害前整備、洪水預警報系統及緊急境況模擬與災害協助等管理措施，並再以防洪教育與洪水災害保險為輔，以達到舒緩洪水災害之衝擊。

將涵括淡水河主次要支流，包括：基隆河（自大華橋以下）、大漢溪（自新海橋以下）、新店溪（自秀朗橋以下）、淡水河（自河口以上），以及二重疏洪道等河段。

1-3 整合計畫概述

本子計畫一之主要目的在於進行河川洪水位之動態模擬俾提供現時洪水位預報，模式輸入條件可直接利用河川上游水位（洪水量）以及河口水位監測資料；為延伸該洪水預報之準確度及時效性，邊界點水位預報條件則需賴子計畫二及子計畫三提供。

1-4 計畫工作內容

本研究以兩年為期，第一年工作重點在「全流域河川洪水位即時動態模擬模式」之研發。第二年將以淡水河流域為例，將子計畫二（颱風時期水文條件預報模組之研發）及子計畫三（颱風時期水庫最佳即時操作模式之研發）整合成一全流域即時動態洪水預報系統，俾將第一年研發成果實際應用在淡水河流域之洪水預報工作上，以落實防災科技研究成果推廣利用之目的。本研究第一年重點在全流域河川洪水位即時動態模擬模式之研發，包括(1)河川不恆定流原理公式推導，(2)全流域河川洪水位即時動態模擬模式建置，(3)參數率定及模式驗證（將特別加強模式之驗證，模式應有能力重現歷史颱風事件中全流域各河段洪水位之變化歷程）、計算水位誤差來源分析。

以下幾章，依本研究第一年重點在全流域河川洪水位即時動態模擬模式之研發，分別為第二章：河川不恆定流原理公式推導，第三章：全流域河川洪水位即時動態模擬模式建置（含匯流點處理、可變參數機制與溢堤水量計算功能建置），第四章：淡水河流域基本資料蒐集整理與觀測資料正確性分析，第五章：淡水河全流域動態模擬應用：以實際的平時水位與颱風事件觀測資料來進行參數率定及模式驗證。最後，第六章提出研究結論與對未來的一些建議。

第二章 河川不恆定流原理公式推導

2-1 明渠不恆定流之控制方程式

在處理一維渠道不恆定流時，一般採用迪聖凡南氏(de Saint Venant)於1871 年所提出的一組非線性偏微分方程式（後人稱為迪聖凡南方程式），此即為連續方程式及運動方程式。以沿水流方向之距離座標 x 及時間座標 t 作為獨立的自變數，而應變數則有許多不同的組合形式可以描述，不同二應變數組合，如 (h, u) 、 (h, Q) 、 (A, u) 、 (A, Q) 、 (Z, u) 及 (Z, Q) 等，可得不同樣控制方程式組。(cf. Lai, 1986)

對於河川模式建置之方程式應變數組合選擇。基於長期現場觀測資料仍以水位資料為主來考量，本研究將選擇以流速 $u(x,t)$ 及斷面水深 $h(x,t)$ 為應變數之 (h, u) 方程式組，以方便未來模式可直接以儀器觀測水位資料為輸入條件（邊界條件與初始條件設定），免去連續流量觀測資料取得困難與給予邊界為流量時還需猜解水深與流速的不便（邊界條件若水位已知，則可直接求解流速）。

在基本假設：均勻密度水流、淺水定理可適用、全斷面均勻流速、緩底床坡度、定床、一維水道及借用恆定流之床底粗糙度（曼寧 n 值）等。以 (h, u) 為對應變數推導之方程式組型式如下：

$$\text{連續方程式：} \frac{\partial h}{\partial t} + u \frac{\partial h}{\partial x} + H \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{u}{B} \frac{\partial A}{\partial x} \bigg|_h = \frac{q}{B} \quad (2.1)$$

$$\text{運動方程式：} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + g \frac{\partial h}{\partial x} = g(S_b - S_f) - \frac{q(u - u')}{A} \quad (2.2)$$

上式中， x = 流向距離， t = 演算時距， A = 河槽斷面積， B = 河槽頂寬， u = 流速， h = 水深， g = 重力加速度， $H (= A/B)$ = 平均水深 (hydraulic depth)， q = 單位長度之側入流量 (負值為側出流量)， u' = 側入流流速之 x 方向分量， S_b = 渠床坡度， S_f = 摩擦 (能量損失) 坡度， $\frac{\partial A}{\partial x} \bigg|_h$ = 非稜柱形因子 (non-prismatic channel factor)，渠槽為稜柱形時，則此值為零。

2-2 特徵方程差分式

由基本偏微分方式，如 (2.1) 與 (2.2) 可推導沿兩條特徵線 C_+ 與 C_- (如圖 2-1) 的特徵方程式組，而式 (2.3) 即為兩條特徵曲線之方程式，在於定義出在其中在圖 2-1 $x-t$ 的平面上特徵線的斜率。

$$\text{特徵方向方程式：} \quad \left(\frac{dx}{dt} \right)_{\pm} = u \pm \sqrt{g \frac{A}{B}} = u \pm c \quad (2.3)$$

$$\text{配合方程式：} \quad \left(\frac{Dh}{Dt} \right)_{\pm} \pm \frac{c}{g} \left(\frac{Du}{Dt} \right)_{\pm} + F_{\pm} = 0 \quad (2.4)$$

式中， $F_{\pm} = F_n \mp F_s \pm F_f - F_q \mp F_w$ ，等號右邊各項依次代表非稜柱項、底床坡度項、摩擦坡度項、側入流項與風阻力項， $c = \sqrt{g \frac{A}{B}}$ = 重力波波速， $\frac{D}{Dt}$ 代表 $\frac{D}{Dt} = \frac{\partial}{\partial t} + \frac{dx}{dt} \frac{\partial}{\partial x}$ 。

由式(2.3)及(2.4)可寫成一階準確沿著 C_+ 之差分方程式：

$$x_P - x_L = (u + c)_L (t_P - t_L) \quad (2.5)$$

$$h_P - h_L + \frac{c_L}{g} (u_P - u_L) + (F_+)_L (t_P - t_L) = 0 \quad (2.6)$$

與沿著 C_- 之差分方程式：

$$x_P - x_R = (u - c)_R (t_P - t_R) \quad (2.7)$$

$$h_P - h_R - \frac{c_R}{g} (u_P - u_R) + (F_-)_R (t_P - t_R) = 0 \quad (2.8)$$

同樣由式(2.3)及(2.4)也可寫成二階準確沿著 C_+ 之差分方程式：

$$x_P - x_L = \frac{1}{2} [(u + c)_P + (u + c)_L] (t_P - t_L) \quad (2.9)$$

$$h_P - h_L + \frac{1}{2g} (c_P + c_L) (u_P - u_L) + \frac{1}{2} [(F_+)_P + (F_+)_L] (t_P - t_L) = 0 \quad (2.10)$$

與沿著 C_- 之差分方程式：

$$x_P - x_R = \frac{1}{2}[(u-c)_P + (u-c)_R](t_P - t_R) \quad (2.11)$$

$$h_P - h_R - \frac{1}{2g}(c_P + c_R)(u_P - u_R) + \frac{1}{2}[(F_-)_P + (F_-)_R](t_P - t_R) = 0 \quad (2.12)$$

2-3 定時間間隔法 (Specified-Time-Interval scheme; STI scheme) 與可蘭條件 (Courant condition)

以特性法求解時，一般可分成特性格網法 (characteristics-grid scheme) 與固定格網法 (fixed-grid scheme)，目前教科書中為說明特性法均引用特性格網法，但當應用於實際問題時，常常需要特定區域與特定時間的模擬結果，因此固定格網法常被應用於實際工程問題之中。本研究為了使特徵線交點落到所指定之計算點，則必須使用與固定格法相似之定時間間隔法 (Specified-Time-Interval scheme; STI scheme)，該方法固定了時間間隔 Δt ，由待求網格點 P 往回投射兩條特徵線 C_+ 和 C_- ，與前一時間網格線相交於 L，R 處 (圖 2-2)。

Δx 與 Δt 的間格大小可由可蘭條件 (Courant condition) 控制，

$$\Delta t \leq \Delta x / |u \pm c| \quad (2.13)$$

若物理波傳播速度為 λ ($= dx/dt = u \pm c$)，數值傳播速度為 r ($= \Delta x / \Delta t$)，其比例稱為可蘭數 (Courant number, $Cr = \lambda / r = (u \pm c) \Delta t / \Delta x$)，而可蘭條件的意義主要是在保持數值的穩定性，便是其物理波傳播速度必須小於等於數值傳播速度，即可蘭數小於等於 1，也就是說 L、R 兩點之值必須在位置軸作內插求得。

2-4 第二類多方式特徵法 (Multimode Method of Characteristics of the Second Kind ; MMOC-II)

為不受上述定義之可蘭條件所限制，使得計算時可以同時考慮數個時間及空間方向之網格，讓必須作外插之處可以內插處理，進而發展出數種數值解法，如 (1) 傳統法 (Classical scheme)、(2) 隱式法 (implicit scheme)、(3) 空間延後法 (Spatial reachback scheme)、(4) 空間延外法 (Spatial reachout scheme)、(5) 時間延後法 (Temporal reachback scheme) 及 (6) 時間延外法 (Temporal reachout scheme) 等。不同的解法所採用的內插處理技巧也不同，不過大致上可分為空間內插及時間內插兩種。圖 2-3 為多方式特徵法示意圖。

MMOC-II 法是由結合 (1)、(3)、(4)、(5) 及 (6) 等五種方式而成的數值方法 (numerical scheme) 且均採用顯示法 (Explicit Scheme) 求解。MMOC-II 包含的各種特徵方式之性質與數值運算差分描述如下 (cf. Lai, 1988c)：

傳統法

因須滿足可蘭數 $Cr \leq 1$ 的條件，為使通過下一時間未知點 P 的兩條特徵線 C_+ 和 C_- 往回投射到現在時間 ($\overline{AC}$) 特定範圍內，必須要選擇 Δx 與 Δt (如圖 2-3 (a))。

時間延後法

特徵線往回投射並超越現在時間線 ($\overline{AC}$) 而與過去時段相交 ($\overline{AD}$ 及 $\overline{FW}$)，因此 $Cr < 1$ (如圖 2-3 (c) 與圖 2-4)。圖 2-4 中正整數 $\hat{m}_1$ 、 $\hat{m}_2$ 分別為 C_+ 和 C_- 兩特徵線往時間方向的延後整數時間數。

空間延後法

特徵線往回投射超越現在的時間線 ($\overline{AC}$) 而與數個 Δt 前之時間水準線相交 ($\overline{GW}$)，因此可蘭數 $Cr < 1$ (如圖 2-3 (d))，求解時應用了空間內插法。

假設正整數 M (M 與 $\hat{m}_1$ 及 $\hat{m}_2$ 同義) 為 C_+ 和 C_- 兩特徵線往時間方向延後之最大整數時間數，但當 $M = 1$ 時，空間延後法的差分式就回復到傳統方式的差分形式。

空間延外法

特徵線將往回射穿目前的時間間距上 ($\overline{AS}$ 及 $\overline{CQ}$)，可蘭數 $Cr > 1$ (如圖 2-3 (e))。求解時視特徵線落於 ($\overline{DE}$ 及 $\overline{CF}$)，再各自由相鄰兩個節點間進行內差。正整數 $\hat{n}$ 為特徵線往空間間方向的延後整數空間數。

時間延外法

若 $\Delta x / \Delta t$ 取得太小，特徵線 C_+ 和 C_- 將投射到邊界的時間間距上 ($\overline{HD}$ 及 $\overline{IG}$)，再運用上下相鄰之節點內插，可蘭數 $Cr > 1$ (如圖 2-3 (f))。

綜合以上，模式在計算開始之時便可由計算格點之 $\hat{n}$ (空間間距個數)、 $\hat{m}$ (時間間距個數) 與 M (給定之時間間距個數) 值來判斷該使用何種解法，其判斷準則整理如表 2-1。以下為應用 MMOC-II 法結合(2.10)與(2.12)所推求得的 u_p 與 h_p 顯式法表示式：

$$u_p = \frac{g}{c_{LP} + c_{RP}} \left[h_L - h_R + \frac{1}{g} (c_{LP} u_L + c_{RP} u_R) - (F_+)_{LP} \Delta T_L + (F_-)_{RP} \Delta T_R \right] \quad (2.14)$$

$$h_p = \frac{1}{2} (h_L + h_R) - \frac{1}{2g} (c_{LP} + c_{RP}) u_p + \frac{1}{2g} (c_{LP} u_L - c_{RP} u_R) - \frac{1}{2} [(F_+)_{LP} \Delta T_L + (F_-)_{RP} \Delta T_R] \quad (2.15)$$

式中， $Q_{LP} = \frac{1}{2} (Q_L + Q_P)$ ， $Q_{RP} = \frac{1}{2} (Q_R + Q_P)$ ， $Q = c, F_+, F_-$ ， $\Delta T_L = t_p - t_L$ ， $\Delta T_R = t_p - t_R$ 。

2-5 起始條件與邊界條件處理

起始條件：

一般來說起始條件，即是當 $t=0$ 時，各節點(junction)之已知條件 $[h(x=0 \sim L, t=0), u(x=0 \sim L, t=0)]$ ，但多方式特徵法中的空間延後法和時間延後法往往需要用到數個時間之前的資料 ($M>1$)，也就是說模式在開始計算時會用到在 $t=0$ 之前的資料，因此除了給 $t=0$ 時各節點的條件外，還必須設定一水位與流速的變化量 ($\Delta h, \Delta u$) 或以供模式求取數個時間之前的條件。

若初始條件為恆定狀況 (Steady state) 時，則水位與流速的變化量為零 ($\Delta h=0, \Delta u=0$)；相對的，若為不恆定流狀況，則水位與流速的變化量不會為零 ($\Delta h \neq 0, \Delta u \neq 0$)，若此資料取得不易，建議可以直接用 $t=0$ 和 $t=\Delta t$ 之邊界條件的變化量來推估其值。

邊界條件：

本研究基於河川流量觀測資料取得困難，以及水位記錄資料之準確度較容易掌握等現實因素考量，模式上、下游邊界皆以水位為輸入條件，由方程式組 (2.10) 與 (2.12)，於上游邊界時，若水位 h_p 已知，則上游邊界流速可得

$$u_p = \left(h_p - h_R + \frac{c_{RP}}{g} u_R + F_{RP} \times \Delta T_R \right) / \left(\frac{c_{RP}}{g} \right) \quad (2.16)$$

於下游邊界時，若水位 h_p 已知，則下游邊界流速可得

$$u_p = \left(-h_p + h_L + \frac{c_{LP}}{g} u_L - F_{LP} \times \Delta T_L \right) / \left(\frac{c_{LP}}{g} \right) \quad (2.17)$$

式中， $Q_{LP} = \frac{1}{2}(Q_L + Q_P)$ ， $Q_{RP} = \frac{1}{2}(Q_R + Q_P)$ ， $Q = c, F_+, F_-$ ， $\Delta T_L = t_P - t_L$ ， $\Delta T_R = t_P - t_R$ 。

第三章 全流域河川洪水位即時動態模擬模式建置

為建立一綜合性多功能全流域不恆定流模擬模式，除前章依河川不恆定流原理，推導一維偏微分控制方程式、選定第二類複型特徵法（MMOC II, Multimode Method of Characteristics of the second kind），以顯示架構（explicit scheme）與定時間間隔法（STI scheme）求解方程式變數之數值外，本章將針對全流域洪水預報需求，處理渠道匯流點（junction）串接問題、可變參數機制建立與溢堤水量計算功能，以建立全流域河川水理計算模式。

3-1 匯流點處理

本研究以淡水河流域為研究區域，模擬範圍包括：淡水河、基隆河、新店溪、大漢溪、景美溪以及二重疏洪道河段，為一複合-複雜渠道系統（Compound-Complex Channel System），包括含有槽斷面非線性或非均勻變化的渠道、樹枝狀渠道分佈與網路狀渠道佈置的系統。從幾何簡化觀點，這種渠道系統是由許多單一河段與數個二道（two-way）、三道（three-way）、多道匯流點（multi-way junction）構成的。

匯流點計算必須滿足質量守恆與能量守恆，對任何 n 道之匯流點，則必須滿足以下 n 個方程式：

$$\text{質量守恆：} \sum_{i=1}^n Q_i = 0, (Q_i = u_i A_i) \quad (3.1)$$

式中，流量 Q_i 以向匯流點流進為正，自匯流點流出為負。

能量守恆：

$$Z_1 + (1 + \alpha_1) \frac{u_1^2}{2g} = Z_2 + (1 + \alpha_2) \frac{u_2^2}{2g} = \dots = Z_n + (1 + \alpha_n) \frac{u_n^2}{2g} \quad (3.2)$$

式中， Z_i 為水位高程， α_i 為次水頭損失係數(minor head-loss coefficient)，當 $Q_i < 0$ 時， $\alpha_i > 0$ ；當 $Q_i > 0$ 時， $\alpha_i = 0$ 。

事實上，在本模式中任何匯流點（junction），均可視為邊界點（邊界點有兩種：外邊界點（external boundary point）與內邊界點（internal boundary point））。所以單道匯流點（one-way junction）可視為外邊界點，而二道、三道與多道匯流點即為內邊界點。

因為在 n 道匯流點一共有 $2n$ 個應變數而需要 $2n$ 個方程式，計算外邊界點（單道匯流點，僅有 2 個應變數）時，當水位條件（ h_p ）已知，可直接由方程式組（2.16）或（2.17）求出未知流速（ u_p ）。計算內邊界點時，需猜一起算水位（ h'_p ），配合方程式組（2.16）與（2.17）求出未知流速（ u_p ），以方程式組（3.1）與（3.2）計算匯流點是否滿足質量守恒，再依據匯流點計算質量守恒偏差量上下調整起算水位（ h'_p ），以試誤法反覆計算直到偏差量小於誤差可接受值為止。

3-2 可變參數（水流阻力係數）機制之建置

一般河川水理模式阻力參數（或曼寧 n 值）大抵皆祇能設定為定值（恒定流條件），但於實際應用時，往往在參數率定過程上發生問題（特別是洪水位明顯上升變化之河段），亦即該率定阻力係數組若適合於中、低水位計算模擬，但在高洪水位時，計算水位卻會出現低估現象；但當該率定阻力係數組適合於高洪水位之計算模擬，則在中低水位時，計算水位則出現高估現象。就洪水預報而言，河川洪水位預報模式，不論在中低水位或高洪水位階段，其計算水位皆應具有相同之準確度，才能符合洪水預報需求。

本研究為確實掌握洪水位變化全歷程之模擬，確保模式在中、低水位及高洪水位時期皆能同時保有相同之準確度。考慮颱風期間水位高過高灘地或洪水平原，其水流阻力因高灘地上及植栽等對水流之阻力效應而大幅增加；當水位持續增加到超過一特定深度後（例如水位淹過河床高灘地之植坡後），則水流受到之阻力又趨於定值。將該水流阻力係數設定為水位之函數（ $n = f(z)$ ）。模式中，該水流阻力 n 值可隨計算水位而自動調整：

$n = n_{lb} + m \cdot (z - z_{lb})$ ；式中， m 為該水流阻力係數在水位上下限間變化之斜率
 $m = (n_{ub} - n_{lb}) / (z_{ub} - z_{lb})$ ，其中， z_{ub} 及 z_{lb} 分別為允許水流阻力 n 值變化水位之上、下限。 n_{ub} 及 n_{lb} 則為相對應於水位 z_{ub} 及 z_{lb} 時之水流阻力係數（如圖 3-1 與圖 3-2 所示）。模式中，水流阻力 n 值在 z_{ub} 及 z_{lb} 水位範圍內可依計算水位 z 而自動調整。

實際應用時，該組參數率定需決定各河段允許水流阻力 n 值變化之上、下限水位及相對應之水流阻力係數（各河段水流阻力 n 值由 n_{ub} 、 n_{lb} 、 z_{ub} 與 z_{lb} 來決定）。其中， z_{ub} 、 z_{lb} 大致可依現場實際觀察決定，但 n_{ub} 及 n_{lb} 則需藉由實測水位資料率定（ n_{lb} 值可以平時觀測水位來率定， n_{ub} 值需由高洪水位的觀測水位來率定）。

3-3 溢堤水量計算

基於洪水預報實務需求，除準確洪水位之計算模擬外，對於洪水位高過堤防高度情況須立即估算出溢堤水量，並自河槽中扣除，俾下游河槽洪水量滿足質量守恆原則。本研究根據計算瞬間洪水位與兩岸堤防高程，利用以下一般堰流公式，來估算溢堤水量：

$$\text{堰流公式： } Q_{bk} = CbH^{3/2} \text{ 或 } Q_{bk} = b \cdot q, q = CH^{3/2} \quad (3.3)$$

式中 Q_{bk} = 通過堰頂之流量、 C = 堰係數（本模式中使用了如下係數值，公制為 1.6554，英制為 3.0000）、 b = 堰頂寬（溢堤河段長度）、 H = 有效水深（ $H = \bar{Z} - Z_{bk}$ ）為該河段平均水位高程（ $\bar{Z}$ ）減去該河段堤防平均高程 Z_{bk} ，溢流量在模式中與側入流量（ q ）之定義相同，在計算上只有正負號的差別（進出方向不同）。

本模式中溢堤水量計算與處理程序如下：

1. 每一演算時距（ Δt 一般為 20 秒）計算各河段左右兩岸有效水深。

- 2.當某河段有效水深之值大於零時 ($H_l > 0$, or $H_r > 0$)，既代表該河段發生溢堤現象，將有效水深代入堰流公式之中，可求得溢堤瞬間之溢流量。
- 3.溢流體積為溢堤瞬間之溢流量乘與演算時距之矩形求法。因演算時距小（一般 Δt 為 20 秒），在溢流體積之推估所造成的誤差不致太大。
- 4.一併輸出資料輸出時距（ ΔT 一般為 10 分鐘）內累計所有演算時距之每河段溢流體積（ V ）。（如式 3.4 與式 3.5）

$$\text{右岸溢流體積： } V_r = \sum Q_r \cdot \Delta t = \sum C \cdot \Delta x \cdot H_r^{3/2} \cdot \Delta t \quad (3.4)$$

$$\text{左岸溢流體積： } V_l = \sum Q_l \cdot \Delta t = \sum C \cdot \Delta x \cdot H_l^{3/2} \cdot \Delta t \quad (3.5)$$

- 5.將兩岸溢流體積計算結果輸出，以提供後續應用（提供淹水圖繪製資料）。

3-4 模式程式建置基本架構組織

依據上述全域性明渠不恆定流原理與數值方法，可以建立一綜合性，適合複雜河段組合而成的全流域河川洪水位即時動態模擬模式。以下簡單介紹本模式的基本架構組織。

A.模式組織架構：本模式共分為五個子程式組分別為

1. 主程式組：由 MAIN、CCCDIR 與 HYSTRC 組成(各子程式之主要功能請參閱 B 部分)。
2. 輸入程式組：由 CCBVIN、DELVR、BDVFCZ 與 YBPI 組成。
3. 計算核心組：由 MGRCCC、JUNCTN、BDYRS、TRYJCN、EFP、PDADXH、SMALLQ 與 VAEN 組成。
4. 輸出程式組：由 OUTOPN、DATE1、DATE2、DAILY、SELCT4、OUTOP5、SELCT6、SELCT7、SELCT8、WSPROF 與 OVBKFL 組成。
5. 公用程式組：由 XSECN3、CGEQ、ITOC、ZPLOT、NZPLOT 與 BLOCK DATA 組成。

模式組織系統圖：按照上述分類方法，可繪成一模式組織系統圖 (Organization chart) 如圖 3-3 所示。由此圖各子程式之相對關係、其主要任務、其主從關係、各工作單位間之連絡線與連絡方法等可一目瞭然。

B. 各子程式的主要功能簡敘如下：

1. MAIN—主程式的主要機能為開啟主檔及其他有關檔案，控制計算的開始與終止，調節輸入輸出的流動，管理及協調不同子程式的機能，以及監督整體計算過程的進行。MAIN 程式由七個部份構成。第一部份開啟檔案且開動電腦模擬。第二部份讀入河段幾何資料。第三部份讀進且準備初始數據。第四部份給與時間有關參數的初始值，而第五部份即起始其他各種變數與參數的初始值。於第六部份、程式循環地叫進 CCBVIN(輸入)，MGRCCC(計算)OUTOPN(輸出)三子程式以執行主要計算。第七部負責終止或重新啟始模擬。
2. CCCDIR—編輯複雜複合渠道系統目錄。
3. HYSTRC—處理水工結構物，例如疏洪道或防潮閘。
4. JUNCTN—檢查匯流處的流量與水位之連續性。
5. CCBVIN—讀入且整理邊界資料(B.C.data)。利用子程式 DELVR 遞送資料。
6. DELVR(DELVR2)—遞送邊界資料到所屬邊界。
7. YBPI—這是用拋物線內插法由三已知點 y_{i-1}, y_i, y_{i+1} 求得 y 值的函數子程式(function subprogram)。
8. BDVFCZ(BDVFCU,BDVFCQ)—各別給與水位、流速、流量歷線的函數子程式，使用於輸入邊界值。
9. MGRCCC—處理一個 Δt 間的計算。part I：執行邊界變數和匯流點變數之數值解。Part II：執行河段節點變數之 MMOC-II 數值解。
10. BDRYRS(BDRYLS)—基於邊界方程式和 MMOC-II、計算任何河段上游和下游邊界值。
11. TRYJCN—以試誤法解匯流點問題。
12. EFP(EFM)—計算所有 $F_{\pm}$ 項。

13. PDADXH—計算 $\frac{\partial A}{\partial x} \Big|_h$ 項。
14. SMALLQ(UPRIME, MORESQ)—輸入或計算側出入流量。
15. VAEN：可變參數（水流阻力係數）水位與阻力係數計算
16. XSECN3(XSCTAB)—由水深，算出第 M 河段第 J 斷面的面積、頂寬、平均水深及水力半徑。這些值可以從方程式(JEM=1)，從面積表與頂寬表(=2)，或只從頂寬表(=3)求得。XSECN3 是設定初始值的 entry。
17. CGEQ—利用渠道幾何方程式計算 A(面積)，B(頂寬)，HAV(平均水深)，及 HRD(水力半徑)。
18. OUTOPN—管理一系列的輸出選擇(output options).在現時模擬系統，所有輸出資料是每隔一時間段 (ΔT)、同時遞送到各終點站。
19. DATE1—輸出選擇一為輸出完整詳細且綜合計算結果。
20. DATE2—輸出選擇二即計算(+)與(-)特定地點特定時段的流量總體積。
21. DAILY—輸出選擇三即印出特定地點整個或部份水年的日平均流量。
22. SELCT4—輸出選擇四在特定地點繪製量測和計算流量歷線以便比較之用。
23. OUTOP5—輸出選擇五即印出特定地點固定時間段、簡明流量(Q)、水位(Z)或流量與水位(Q-Z)表。
24. SELCT6—輸出選擇六在幾個特定地點同時繪製計算流量歷線以便比較。
25. SELCT7—輸出選擇七在幾個特定地點同時繪製計算水位歷線以便比較。
26. SELCT8—輸出選擇八在特定地點繪製記錄和計算水位歷線以便比較之用。
27. WSPROF—輸出選擇九斷面即在選定渠道距離段特定時間內繪製水面側面圖。
28. OVBKFL—輸出選擇十為所有河段之側出入流量體積（含溢堤體積）。
29. ITDC(RTOC)—改換一數值(ITOC 為一個整數而 RTOC 為一個實數的 entry)為相對應的數字(character)。
30. ZPLOT(QPLOT)：輸出計算值與觀測值水位或流量比較歷線圖。

31. NZPLOT(NQPLOT)：固定間隔時間輸出計算值，可繪製成洪水縱坡線動態圖。

32. BLOCK DATA—這是一個非執行用的子程式，用於設定全域變數之初始值。

第四章 淡水河流域基本資料蒐集與分析

4-1 基本資料蒐集

為模擬過去歷史颱風事件，重現各河段在該颱風歷程洪水位之變化情況，本研究除蒐集經濟部水利署（第十河川局）89 年以來各年度淡水河流域大斷面量測資料與水位站水位監測資料外（目前有 40 個水位測站，其中，19 站為近年新增測站），另蒐集台北市政府養護工程處之水位監測資料（包括：水位站及抽水站外水位測站，目前設有 60 個測站）。同時，亦蒐集第十河川局全潮測量（包括關渡大橋、百齡橋、台北橋、中正橋、新海橋）資料作為參數率定及模式驗證之依據。

本研究所蒐集之基本資料大部分以電子檔案或是資料庫型態存在且數量眾多，經整理後將簡單用以下圖表方式來說明。表 4-1 為第十河川局 89 年度至 93 年度各年度大斷面測量資料統計，本研究另針對第十河川局近三年（91～93 年）所提供大斷面測量資料（分別於 90、91 及 92 年年底所測）之基隆河部份，比較其中部份斷面形狀之變化情況，如圖 4-1 所示，圖中顯示該河道斷面變化情況並不算太大。表 4-2 為與本河川模式相關（未來可模擬計算之最大範圍）淡水河流域第十河川局 30 個水位測站與相關斷面位置及說明，其中現階段研究範圍內共有 21 個測站。表 4-3 為現階段研究範圍內第十河川局 21 個測站，各水位站颱風事件水位資料監測情形。由整理表中可以發現，淡水河、大漢溪、新店溪與景美溪，逐年颱風事件各水位站水位觀測資料較為完整，但基隆河 89 年至 91 年逐年颱風事件只有南湖大橋與社后橋水位站觀測資料較為完整。表 4-4 為 93 年艾利颱風、911 暴雨與納坦颱風台北市轄區 60 個抽水站河川水位（含抽水站外水位）監測情況。表 4-5 為本研究蒐集近四年來第十河川局全潮測量相關資料。圖 4-2 至圖 4-6 為 91 年至 93 年於淡水河關渡大橋、淡水河台北橋、基隆河百齡橋、新店溪中正橋與大漢溪新海橋實施全潮測量所獲取水位與流量變化歷線圖，其中 91 年淡水河關渡大橋觀測流量可能有誤。圖 4-7 至圖 4-11 分別為 91 年至 93 年淡水河關渡大橋、

淡水河台北橋、基隆河百齡橋、新店溪中正橋與大漢溪新海橋水位—流量關係圖，圖中顯示為水位及流量在受到河口潮汐影響下，水位與流量相依變化情況。

4-2 水位測站觀測資料準確性探討

由於水位資料分別提供全流域不恆定流河川洪水位預模擬模式參數率定、模式驗證以及洪水位預報之重要邊界條件，重要性自不可言喻。本研究取得之河川即時觀測水位資料（第十河川局與台北市養工處資料庫），大都是尚未經過校核的，目前水位觀測資料除儀器故障（水位觀測入口堵塞）、傳輸連線中斷外，本研究發現這些未經過校核的水位資料另有 4 個問題嚴重影響資料準確性。（1）包括資料傳輸延遲（第十河川局）、（2）資料缺漏未記錄（第十河川局）、（3）資料取樣頻率不足（第十河川局）與（4）整點水位失真，以每小時水位之平均值代表整點資料（台北市養工處）。

（1）水情資料庫記錄值與現場觀測水位記錄值不符（資料傳輸延遲）問題

本研究於進行模式參數率定時，即發現自十河局水情資料庫下載之水位觀測資料準確度有問題，分別造成百齡橋、中山二橋、新生高架橋、大直橋、南湖大橋等諸多斷面處之計算水位與測站水位站記錄值出現無法改善之明顯不合理相差。經取得架站廠商提供水位站現場記錄器 raw data 並進行比較後發現，該等測站（特別是新設站）現場設備水位記錄值與資料庫中資料值出現有一小時之時間差。圖 4-12 及圖 4-13 分別為 92 年 1 月份（資料正常）與 2 月份（資料出現時差），新生高架橋現場記錄器 raw data 與資料庫中水位記錄值之比較。圖中顯示：92 年 1 月份資料比較顯示兩者相符情形（如圖 4-12）；但 92 年 2 月份兩者資料之比較則發現兩者已出現約一小時之時間差（如圖 4-13）。本研究經進一步比對查證後發現：出現資料錯誤情況皆發生在新設測站，而該資料庫最初出現錯誤時間則係發生在 92 年 01 月 26 日，直到 93 年 6 月間才改善。

(2) 觀測水位資料缺漏未記錄

本研究比對架站廠商提供水位站現場記錄器 raw data 值與水情資料庫記錄值，發現部分水位站除記錄時間延遲外，另發現皆有資料缺漏情形（包括長時及短時缺漏），如圖 4-14～圖 4-23 所示。

(3) 資料取樣頻率不足

為確實掌握颱風時期河川水位劇烈變化之特性，目前，十河局部份新設測站之水位觀測頻率雖已增加為每分鐘一筆；可是目前存入水情資料庫仍為整點記錄值（60 分鐘一筆），該整點記錄值可能遺漏洪峰水位觀測之重要訊息。如圖 4-24 現場五分鐘頻率記錄值與資料庫整點資料作比較為例，在平時低水流量時期，其最大水位差：8 公分（水位記錄值分別為 1.80 公尺與 1.72 公尺），時間差：15 分鐘（分別發生在 14:45 與 15:00）。

(4) 整點水位失真，以每小時水位之平均值代表整點資料

本研究另整理分析台北市養工處河川水位（含抽水站外水位）「歷史資料庫」資料，該資料依來源一般可區分為：(1)事件激發水位記錄資料（原始 raw data）以及(2)整點水位資料（由統計資料表中所提供）。本研究原直接採用整點水位資料作為各項水理演算參數率定及模式驗證之利用，惟經進一步比對後，發現市府資料庫所記載之整點水位資料有失真現象，圖 4-25 至圖 4-27 分別為 911 豪雨事件中，雙溪福德、東華及士林等抽水位整點水位與現況水位（事件激發水位記錄）之比較；圖中顯示整點水位資料與事件激發記錄之水位出現誤差，洪峰水位亦出現很大之偏差，特別是水位變化較劇烈時段。顯示該整點水位已無法完全掌握真實河川水位之變化情況；因此，嚴重影響河川水位預報模式參數率定及模式適用性驗證工作之進行。

事實上，整點水位資料，係「每小時水位之平均值」；因此，造成該整點水位記錄值與現況水位（事件激發記錄水位）出現不小差距。不僅造成該整點水位與一般認知（亦即應以描述整點時刻當時）之現況水位不一致情況，而且，容易引致使用者誤用，甚至造成困擾。建議應即將現有（取每小時水位之平均值）之整點水位記錄值，改為以描述現況水位（瞬時水位）為以滿足一般對河川水位變化掌握之需求。

第五章 淡水河全流域動態模擬應用

5-1 研究範圍

本研究所研發之洪水預報模式，運用第二型多方式特徵法（MMOC-II）為數值解之基本架構，並設計為可應用於複合一複雜（包括網路/樹枝狀）渠道系統（compound-complex channel system），可直接利用淡水河河系現有測站之水位觀測資料作為模式輸入條件，而進行全流域各河段洪水位之計算模擬。

圖 5-1 為本研究考量(1)有洪水預報需求，(2)滿足一般水理模擬限制條件，(3)具可靠監測及預報條件等因素，所決定全流域河川水理模擬河段範圍，目前涵括淡水河主次要支流，包括：基隆河（自大華橋以下）、大漢溪（自新海橋以下）、新店溪（自秀朗橋以下）、景美溪（自寶橋以下）、淡水河（自河口以上），以及二重疏洪道等河段。圖 5-2 為研究區域的幾何簡化示意圖（channel schematization），一般是為了方便各河段的編號、渠道匯流點（junction）編號、匯流點型態與瞭解各水位站相關位置分佈。圖 5-3 為本研究範圍之河段/匯流點目錄（reach/junction directory）。

5-2 模式可變參數（水流阻力係數）率定與驗證

有關該參數率定及模式驗證，本研究選用流域平時觀測水位與重大颱風事件實測之洪水歷線資料來進行率定；參數率定後，並利用不同颱風事件之實測水位記錄資料來驗證模式之適用性。

本研究考慮基隆河中、上游各支流並無即時監測水位或流量資料可供利用²，目前僅下游支流雙溪流域有較完整水位觀測資料可供利用，為避免無法

²基隆河幹流總長度達 86.4 平方公里，先後匯集鱸魚坑溪、深澳坑溪、暖暖溪（東勢坑溪）、大武崙溪、瑪陵坑溪、鹿寮坑溪、保長坑溪、北港溪、叭哩溪、大坑溪（含支流四分溪）、內溝溪、雙溪（含支流磺溪）及磺港溪……等大小支流。基隆河沿岸支流匯入位置示意圖如圖 5-4 所示。。

確實掌握基隆河沿岸支流入流量，影響參數率定結果，先以南湖大橋為基隆河上游模擬邊界，並納入雙溪流域（以文昌抽水站邊界），以期望完全掌握並滿足一般水理模擬條件（主要河川邊界水位觀測值與支流側入流量）。

（1）水流阻力係數 n_{lb} 值率定與驗證

水流阻力係數 n_{lb} 值需以平時（非颱風事件）觀測水位來率定，本研究以 93/08/16 至 93/08/18 連續三天的水位觀測值來率定水流阻力係數 n_{lb} 值，並以 93/09/16 至 93/09/18 與 93/10/16 至 93/10/18 兩段不同時間來驗證（均相隔 1 個月時間，同時集水區無降雨事件）。圖 5-5 至圖 5-7 依序為本模式以上述 3 段時間之平時水位率定與驗證水流阻力係數 n_{lb} 值，在基隆河（撫遠抽水站、大直抽水站、士林抽水站與大業二抽水站）、淡水河（入口堰、六館抽水站、獅子頭與土地公鼻）特定地點計算水位與觀測水位比較，其中入口堰與獅子頭水位站觀測儀器受入水口淤砂影響，部分低水位無法觀測，導致觀測水位記錄停留在某一固定值。

（2）水流阻力係數 n_{ub} 值率定與驗證

在完成水流阻力係數 n_{lb} 值率定與驗證後（可掌握低水位計算準確度），本研究再以 93/10/24~93/10/27 納坦颱風事件來率定水流阻力係數 n_{ub} 值，並以 93/09/11~93/09/13 海馬颱風（含 911 豪雨事件）驗證。圖 5-8 至圖 5-9 為率定與驗證水流阻力係數 n_{ub} 值，納坦颱風與海馬颱風（含 911 豪雨事件）在基隆河（撫遠抽水站、大直抽水站、士林抽水站與大業二抽水站）、淡水河（入口堰、六館抽水站、獅子頭與土地公鼻）計算水位與觀測水位比較，表 5-1 為本模式各河段經率定與驗證後之水流阻力係數組。

5-3 全潮測量模擬

本模式進行全流域各河段洪水位之計算模擬時，直接利用淡水河河系現有測站之水位觀測資料作為模式輸入條件，目的是避免一般透過水位—流量率定曲線將水位轉換為流量，以及在該轉過程中所可能涉入之誤差，而進一步影響洪水位預報模式之準確度。但考慮輸入邊界條件均為觀測水位，可能會發生計算流量準確性問題，本研究另將全潮觀測資料納入比較，以瞭解計算流量的準確性。

第十河川局每年於防汛期前針對流域內包括：(1)關渡大橋（淡水河）、(2)百齡橋（基隆河）、(3)台北橋（淡水河）、(4)中正橋（新店溪）及(5)新海橋（大漢溪）等代表性河道斷面進行淡水河全潮測量。該全潮測量連續觀測所獲取之水位及流量歷線可提供河川水理演算模式作為參數率定及模式驗證利用。

以 93 年全潮測量模擬結果為例，圖 5-10 至圖 5-14 分別關渡大橋（淡水河）、百齡橋（基隆河）、台北橋（淡水河）、中正橋（新店溪）及新海橋（大漢溪）本研究所建置河川水理模組之水理演算結果與全潮測量結果之比較。圖中顯示河川水理模式之水位計算值（紅色正方點）與全潮測量結果（藍色圓點）十分接近，流量計算值（淺藍交叉點）與全潮測量所推估之流量（綠色三角點），雖有較大差距，但仍在合理範圍內。

5-4 基隆河沿岸支流流量對於模式計算水位影響分析探討

由於目前基隆河中上游各支流並無監測水位或流量資料可供利用，為延伸計算河段範圍至大華橋與瞭解各支流納入計算（或其入流量）影響模式計算水位之準確度。以下分別就 93 年兩場不同型態之降雨事件，實際測試大華橋至五堵之間拔西猴溪與瑪陵坑溪兩支流入流量對於水位計算模擬之影響。

(1) 93/05/13 降雨事件³為例

依觀測記錄 93 年 05 月 13 日下午 15 時起，在台北縣山區下起滂沱大雨。惟本次降雨，基隆河流域部份集中於上游集水區（坪林與火燒寮雨量站），拔西猴溪與瑪陵坑溪集水區無明顯降雨（五堵雨量站甚至沒有降雨記錄），各雨量站之降雨組體圖如圖 5-15 所示。

本次降雨事件之基隆河水位之計算模擬（降雨量大且集中於上游集水區），以大華橋水位觀測值為邊界條件，計算結果顯示，由五堵站之計算值與觀測值相近。本研究所建置水理演算模式，祇要掌握基隆河邊界點（大華橋）之水位邊界件，即可準確模擬範圍內各河段之水位變化情況，如圖 5-16 所示。亦即無需考慮支流入流量。

(2) 93/05/04 降雨事件為例

同年另一場不同降雨事件是 05 月 04 日上午 10 時起，降雨集中在基隆河流域中游，拔西猴溪與瑪陵坑溪集水區有明顯降雨，流域內各雨量站之降雨組體圖如圖 5-17 所示，五堵及瑞芳雨量站之記錄雨量遠大於坪林及火燒寮雨量站之記錄雨量。

本次降雨事件之基隆河水位之計算模擬（先不考慮拔西猴溪與瑪陵坑溪兩支流之入流量），以大華橋水位觀測值為邊界條件，計算結果如圖 5-18 所示。圖中顯示，由計算水位在與五堵站觀測值比較有不小的差距。倘從水理上分析五堵站及大華橋水位上升情況（例如洪水波傳遞速度來看），很明顯可見五堵站之水位變化除受到上游大華橋水位變化之影響外，應另有其他影響因素。

依該場集水區之降雨情況與五堵計算水位偏差情況，推斷五堵站水位變化應會受到上游大華橋水位變化（或入流量變化）、支流拔西猴溪與瑪陵坑溪兩支流入流量影響。

³93/05/13 降雨事件創下自納莉颱風以來的最大單日降雨量，台北翡翠水庫集水區累積 188.7mm 降雨量

由於目前僅可掌握上游邊界點大華橋水位變化，而拔西猴溪與瑪陵坑溪兩支流並無即時無水位/流量觀測資料而供利用，本研究先以既有經驗公式，利用三角形單位歷線並以實際記錄降雨量來推估拔西猴溪與瑪陵坑溪兩支流之逕流量⁴。惟本次降雨事件之基隆河水位之計算模擬，經納入支流流量後，重新計算結果顯示，五堵站原計算水位低估現象可以獲得改善，如圖 5-19 所示。因此，本研究認為基隆河沿岸支流流量對於模式計算水位準確度具有相當程度之重要性，所以為延伸模擬河段至上游大華橋，則必須掌握基隆河沿岸支流水位（或流量）。

5-5 基隆河沿岸支流流量推估與延伸河段參數率定與驗證

由 5-4 節中可瞭解基隆河沿岸支流流量對於模式計算水位準確度具有相當程度之重要性，因目前基隆河中上游各支流並無監測水位或流量資料可供利用，為延伸計算河段範圍至大華橋，必須再考慮基隆河沿岸支流流量，尤其是颱風事件時之流量。因基隆河支流相關資料缺乏，各支流地文參數蒐集不易，本研究以國內李光敦教授所研發之流域整體規劃河川集水區數值地形資訊系統，來推求基隆河沿岸各支流之相關地文參數，該成果如表 5-2 所示。

目前本研究共蒐集兩種支流逕流量推估方法，分別為(1)既有經驗公式⁵（三角形單位歷線法）與(2)李光敦教授研發之運動波-地貌瞬時單位歷線模式。可直接引用上述各支流之相關地文參數，以納坦颱風事件實際記錄降雨量來推估鹿寮溪、保長坑溪、鄉長厝排水、茄苳溪、康誥坑溪、北港溪、叭噠溪與下寮溪各支流之逕流量。圖 5-20 為兩方法所推估逕流量之比較，可以發現兩方法所推估之逕流量差異並不大。

⁴拔西猴溪與瑪陵坑溪之逕流量，因無實測流量資料可供參數率定與驗證之用，故推估值之準確度有待進一步分析，才能確定。

⁵ 本研究目前蒐集到 8 條基隆河支流逕流量推估公式（三角形單位歷線法）分別為鹿寮溪、保長坑溪、鄉長厝排水、茄苳溪、康誥坑溪、北港溪、叭噠溪與下寮溪。

本研究以運動波-地貌瞬時單位歷線模式配合 93/10/24~93/10/27（納坦颱風）及 93/09/11~93/09/13 海馬颱風（含 911 豪雨事件）實際降雨量記錄來推估基隆河南湖大橋以上、大華橋以下共 15 條支流之逕流量（如圖 5-21 與圖 5-22）。圖 5-23 至圖 5-24 為模擬河段延伸至大華橋同時納入各支流之推估逕流量，經參數初步調整率定驗證後，在五堵、長安橋、江北橋與南湖大橋等計算水位與觀測水位比較。表 5-3 為本模式納入基隆河各支流並延伸至大華橋，經納坦颱風率定與海馬颱風驗證後之水流阻力係數組。

第六章 結果與討論

6-1 研究結果

本研究第一年工作重點為完成全流域河川洪水位即時動態模擬模式之研發工作，目前研究成果內容包含：

- (1) 河川不恆定流原理公式推導：完成明渠不恆定流之控制方程式與特徵方程差分式推導，並以二階準確特徵特徵方程組配合定時間間隔法（Specified-Time-Interval scheme; STI scheme）與可超越可蘭數限制之第二類多方式特徵法（Multimode Method of Characteristics of the Second Kind；MMOC-II）以顯性法直接求解方程式變數，最後討論起始條件與邊界條件的處理方式。
- (2) 全流域河川洪水位即時動態模擬模式建置：完成匯流點之處理，使得模式可以處理樹枝狀渠道分佈與網路狀渠道佈置的系統。可變參數（水流阻力係數）機制之建置，可符合河槽在中、低水位及高洪水位時，河床對水流所產生之阻力效應不同之事實。溢堤水量計算之建置，將可掌握溢堤位置、溢堤時間與溢堤水量體積。最後完成模式程式建置基本架構組織，詳細說明各子程式之相對關係、其主要任務、其主從關係、各工作單位間之連絡線與連絡方法。
- (3) 研究區域基本資料整理與分析：完成研究區域資料蒐集（經濟部水利署第十河川局與台北市政府養護工程處提供）以及資料校核分析。
- (4) 受基隆河中、上游多條支流（與其所產生之逕流量）基本資料缺乏，無法掌握各支流即時水位或入流量，本研究先以基隆河上游台北市與台北縣交界之南湖大橋為邊界，並納入下游兩條支流雙溪（含磺

溪)與磺港溪，以 93 年 8 月、9 月與 10 月各 3 天之平時觀測水位與兩場颱風事件觀測水位，完成淡水河全流域河川洪水位即時動模擬模式可變參數(水流阻力係數)率定與驗證。同時將十河局 2004 年全潮觀測資料納入比較，以瞭解平時水位計算流量的準確性。

- (5) 為瞭解基隆河各支流逕流量影響模式計算水位之準確度，以 93 年 05 月兩場不同型態降雨事件，說明部分資料遺漏(支流流量)與計算水位誤差之關係。
- (6) 本研究以運動波-地貌瞬時單位歷線模式推估 93/10/24~93/10/27(納坦颱風)及 93/09/11~93/09/13 海馬颱風(含 911 豪雨事件)南湖大橋以上、大華橋以下共 15 條支流之逕流量。延伸基隆河模擬邊界點至大華橋後，以納坦颱風與海馬颱風(含 911 豪雨事件)兩場颱風事件觀測水位為並納入支流逕流量資料，率定與驗證水流阻力係數。

6-2 未來建議

- (1) 目前尚未銜接其他子計畫成果，未來將陸續銜接整合。
- (2) 未來將以納莉颱風測試溢堤水量計算功能，並與記錄實際溢堤地點與溢堤時間比較，以瞭解這部分功能之準確性。
- (3) 本研究目前尚未定義「有效洪水位預報之時間長度」，未來將結合子計畫二，以實際颱風事件測試，針對各邊界點水位預報誤差量(預報未來 1~6 小時水位變化)，依特徵線法邊界點誤差對內部點計算產生誤差所需時間，對各個不同特定地點定義「有效洪水位預報之時間長度」。

參考文獻

1. 許銘熙、李天浩等，2000，淡水河整體洪水預報系統模式之後續維護擴充（一），經濟部水利處報告。
2. 蔡丁貴，賴經都，簡振和，譚智宏，蘇青和等，2002，基隆河洪水預報模式建置計畫，經濟部水利署第十河川局，W10D90C008。
3. 蔡丁貴，賴經都，簡振和，吳宜嶺，詹明修等，2002，東港溪不恆定流模擬之水理分析，行政院公共工程委員會與經濟部水利署第七河川局，國立台灣大學水工試驗所研究報告第四六三號。
4. 賴經都、蔡丁貴、簡振和、吳宜嶺，2002，全流域不恆定流模式之淡水河系統洪水預報，第十三屆水利工程研討會論文集，D15-22。
5. 賴經都、王燦文、賴坤勇，1995，以多方式特徵法建立多成分河流模式，行政院國科會專題研究報告，NSC83-0410-EOO2-038。
6. 顏清連、徐年盛、徐木城，1979，河床坡度對變量流數值解穩定性之影響，臺大土木研究所研究報告，水利 6807。
7. 顏清連、蔡惠峰，1980，斷面變化對變量流數值穩定之影響，臺大土木工程研究所碩士論文。
8. 顏清連、林中柱，1981，曼寧氏 n 值對變量流數值穩定之影響，臺大土木工程研究所碩士論文。
9. 顏清連、許銘熙，1982，河系匯流點變量流數值解穩定性之研究，土木水利學會，71 年年會論文集，Vol.II。
10. 顏清連、葛餘恕，1983，邊界條件對變量流數值穩定之影響，臺大土木工程研究所碩士論文。
11. 顏清連、許銘熙、陶偉麟，1983，淡水河系洪水演算模式(1)現況河道模式之建立驗證，行政院國科會防災科技研究報告 72-08。
12. 顏清連、王如意、許銘熙、楊德良、李天浩，1996-1998，淡水河整體洪水預報系統模式之研發第一至六階段報告，台灣省水利處委託研究計畫，國立台灣大學水工試驗所。
13. Lai, Chintu, Flow of homogeneous density in tidal reaches solution by the method of characteristics, U.S. Department of the Interior Geological Survey, Washington, D.C., 1965.
14. Lai, Chintu, F. H. Ruggles, Jr., and L. A. Weiss, Evaluation of flow in tidal reaches of the Connecticut River by mathematical model, U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR Geological Survey, Washington, D.C., 1971.

15. Hydrologic Engineering Center, HEC-1: Flood Hydrograph Package, User's Manual," U.S. Army Corps of Engineering, Davis, California, 1981.
16. Rantz, S. E. etc., Measurement and Computation of Stream-flow: Vol.1, Measurement of Stage and Discharge, U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2175, US Government printing office, Washington, 1982.
17. Rantz, S. E. etc., Measurement and Computation of Stream-flow: Vol.2, Measurement of Stage and Discharge, U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2175, US Government printing office, Washington, 1982.
18. Chow, V. T., Maidment, D. and Mays, L. W., "Applied Hydrology," McGraw-Hill Book Company, 1988.
19. Lai, Chintu, A numerical scale model for simulating unsteady alluvial-channel flow, Technical Report Prepared For Sedimentation Committee, Interagency Advisory Committee On Water Data, U. S. Department of the Interior Geological Survey, Washington, D. C., 1989.
20. Lai, C. (1986). "Numerical modeling of unsteady open-channel flow:" in Advances in Hydrosience; eds., V.T. Chow and B.C. Yen, Vol.14, Academic Press, Orlando, FL, pp.161-133. (Book Chapter).
21. Lai, C. (1988a). "Comprehensive method-of-characteristic methods for flow simulation." J. Hydr. Engrg., ASCE, V.114, no. 9, pp. 1074~1097.
22. Lai, C. (1988b). "Two multimode schemes for flow simulation by the method of characteristics." Proc., 3rd Int'l Sym. On refined Flow Modeling and Turbulence Measurement, July 26-28, 1988, Tokyo, Japan, pp.159~166.
23. Schaffranek, R.W.,and Lai, C., (1996). "Friction-term Response to boundary-condition Type in Flow Models." Jour. of Hydraulic Engineering., Vol. 122, No. 2. Paper No. 6572.
24. Lai, C., Wang, T.W., Hsu, N.S., and Hsu, S.K. (1998a). "A comprehensive unsteady flow model for multipurpose river-system simulation – Part I: Model development and field application." Proc., 3rd International Conf. on Hydroinformatics, Copenhagen, Denmark, Aug. 24-26, 1998, 641-648.
25. Lai, C., Wang, T.W., Hsu, N.S., and Hsu, S.K. (1998b). "A comprehensive unsteady flow model for multipurpose river-system simulation – Part II: Design and implementation of an operational system." Proc., 3rd International Conf. on Hydroinformatics, Copenhagen, Denmark, Aug. 24-26, 1998, 649-656.
26. Lai, C. (1999). "Simulation of unsteady flows in a river system." (Operational Manual), Hydrotech Research Institute, Nat'l Taiwan Univ., Sponsored by Water

Resources Bureau, Ministry of Economic Affairs. — with attachment: “Quick Reference Guide (快速查照小冊)” (available in English or Chinese)

27. Lai, C., Baltzer, R.A., and Schaffranek, R.W. (2002). “Conservation-form equations of unsteady open-channel flow.” Jour. of Hydraulic Res., IAHR, Vol. 40, No. 5, pp 567~578.

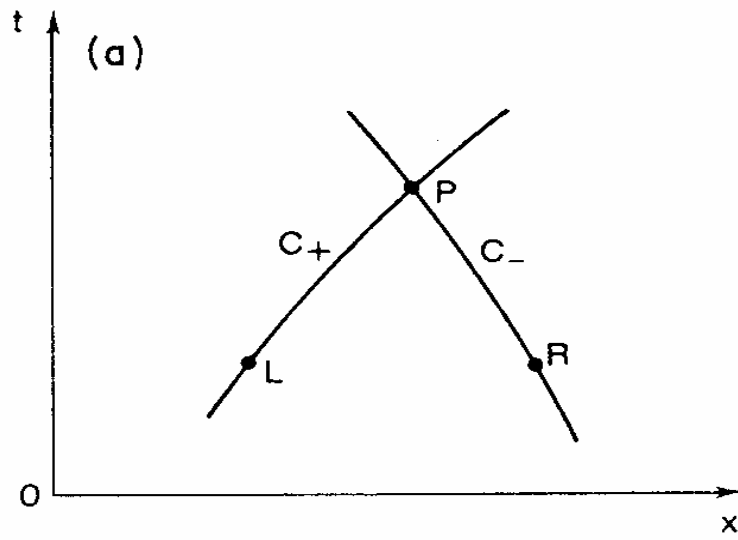
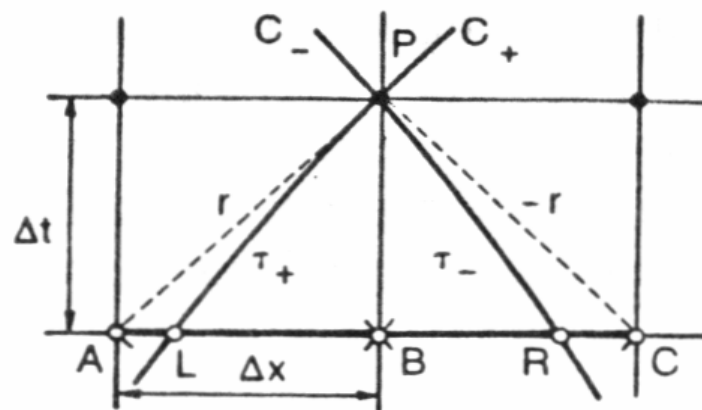


圖 2-1 x - t 平面互相交叉之特徵線示意圖



• 未知 ◦ 已知 $\longleftrightarrow$ 內插區間

圖 2-2 定時間間隔法 (STI scheme) 示意圖

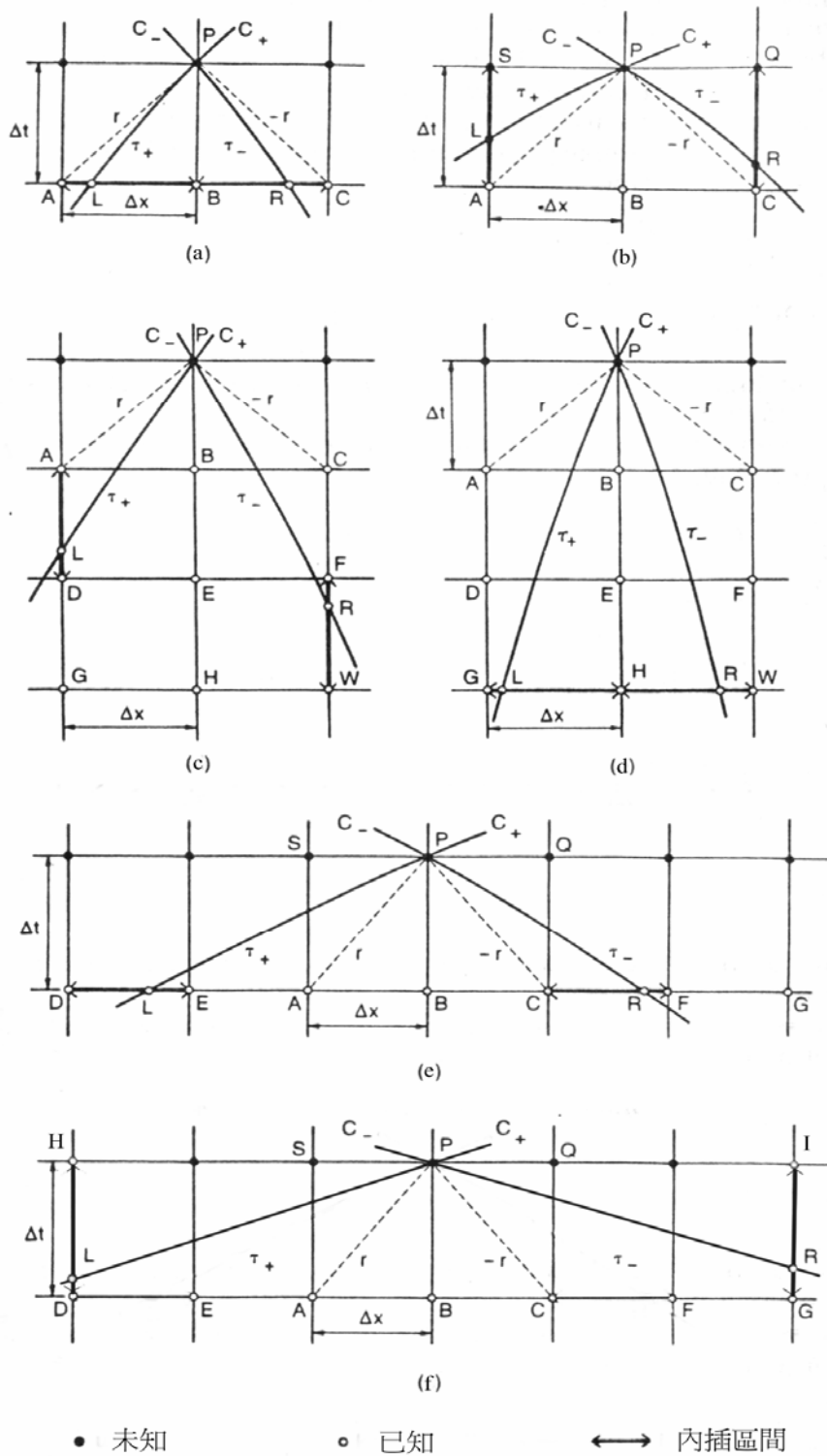


圖 2-3 多方式特徵法，(a)傳統法 (b)隱式法 (c)時間延後法
(d)空間延後法 (e)空間延外法 (f)時間延外法

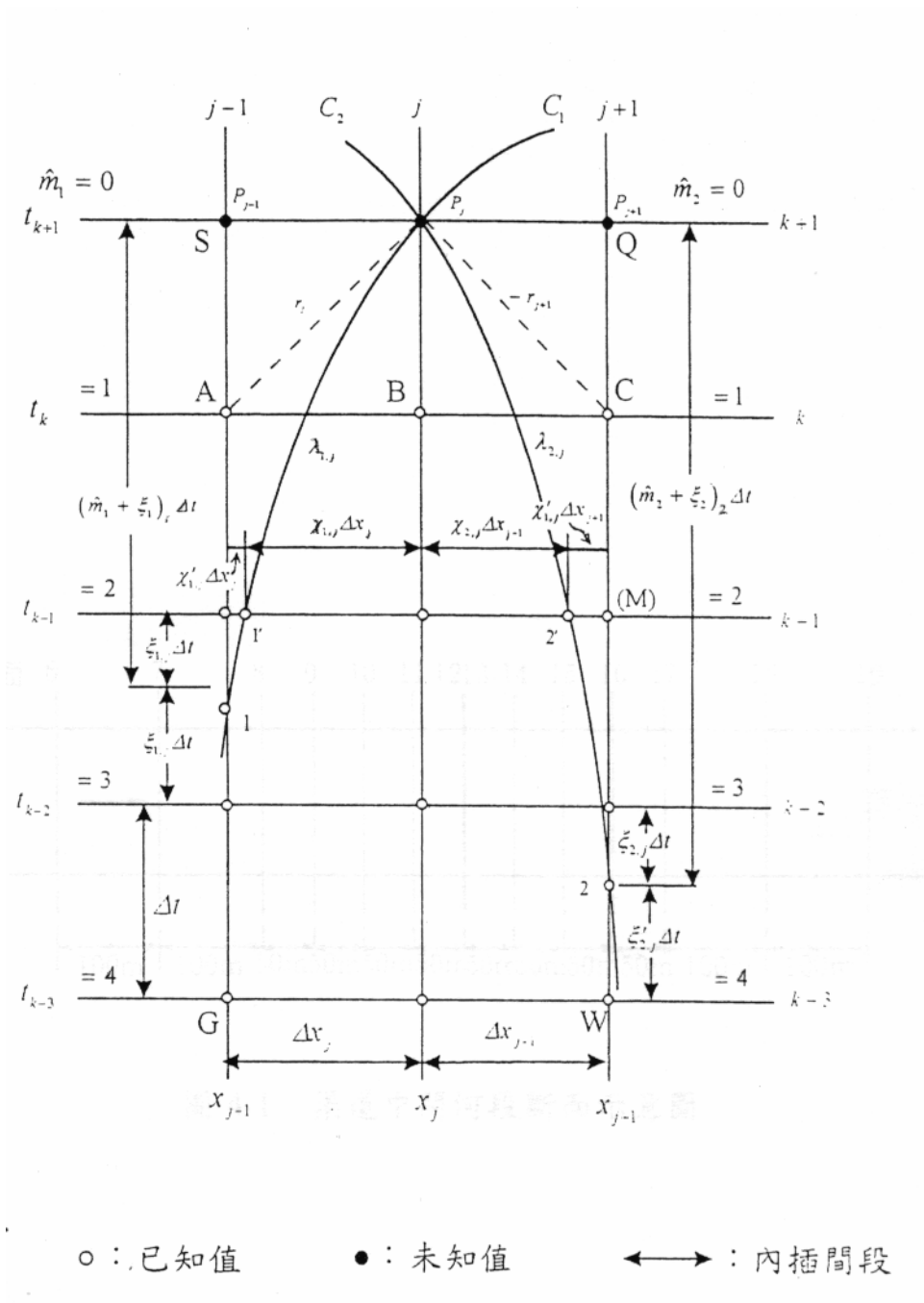


圖 2-4 時間延後法之計算網格及兩條特徵線示意圖

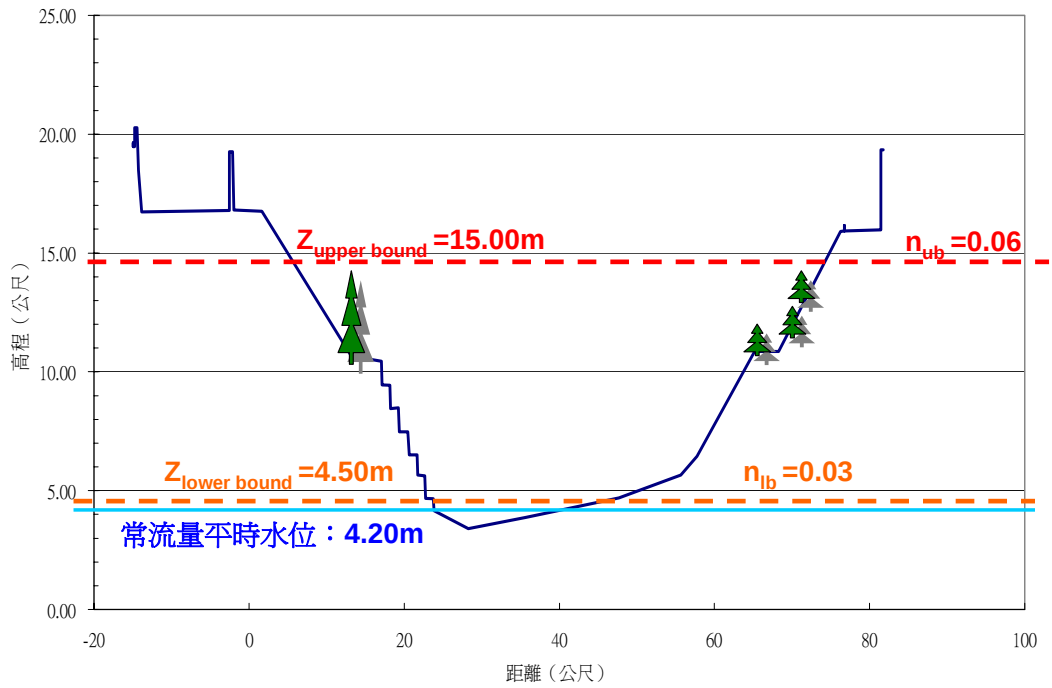


圖 3-1 可變水流阻力係數變化範圍示意圖（非感潮河段）

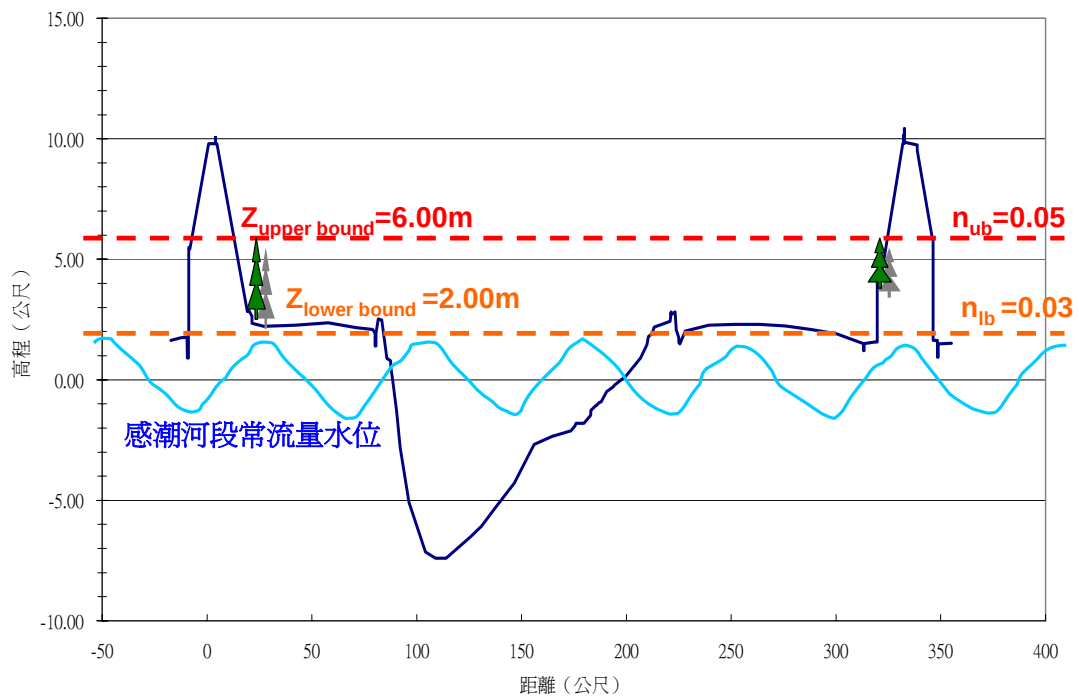
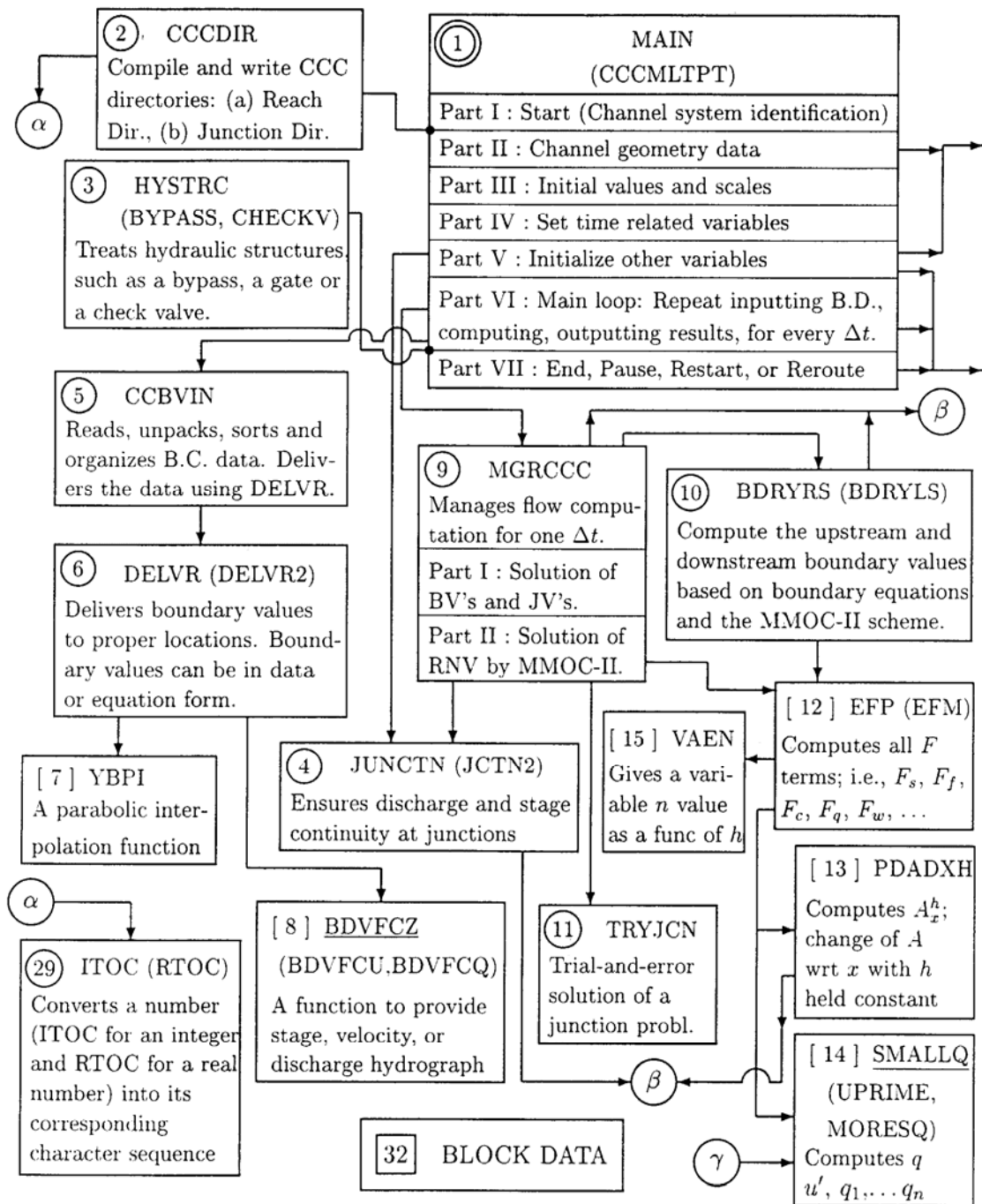


圖 3-2 可變水流阻力係數變化範圍示意圖（感潮河段）



Note: Arrow head indicates the direction from the calling program to the called program.

圖 3-3 程式架構及機能連結展示

(ORGANIZATION CHART SHOWING KEY FUNCTIONS)

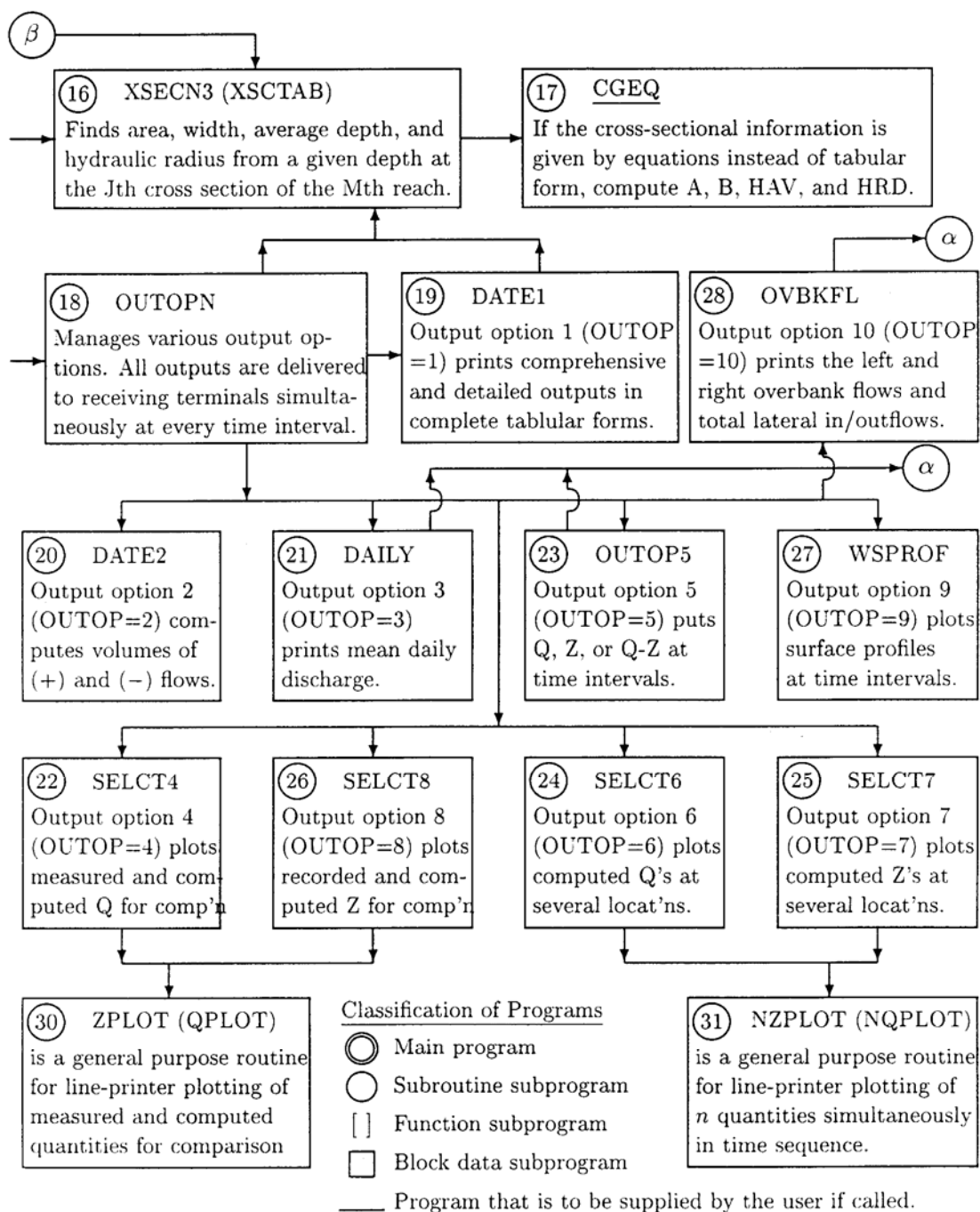


圖 3-3 程式架構及機能連結展示 (續)

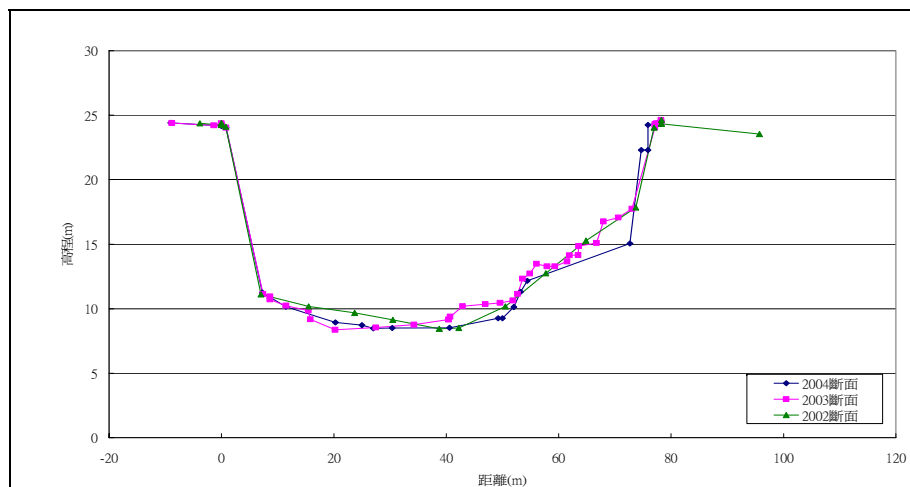


圖 4-1-1 基隆河-K94 斷面

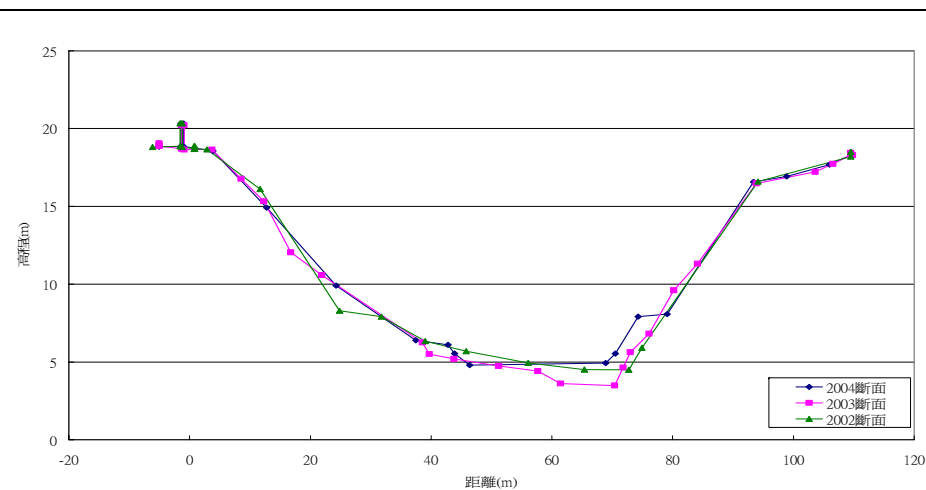


圖 4-1-2 基隆河-K86 斷面

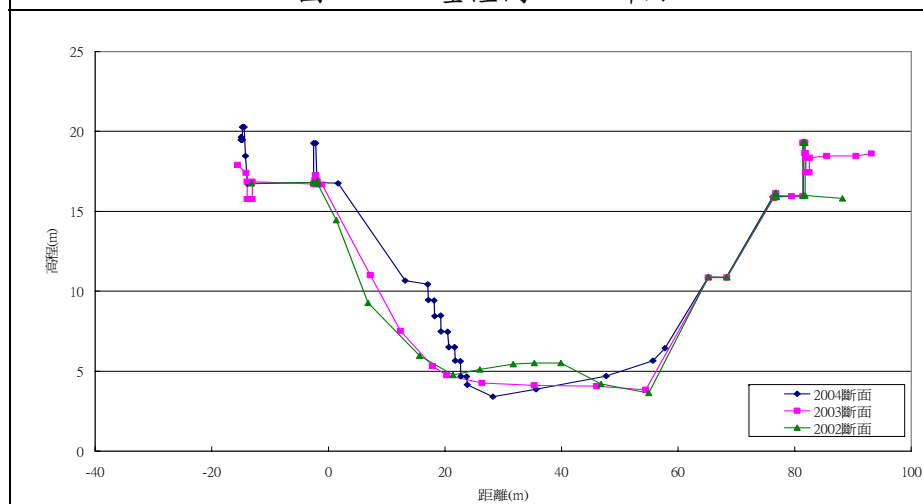


圖 4-1-3 基隆河-K80 斷面

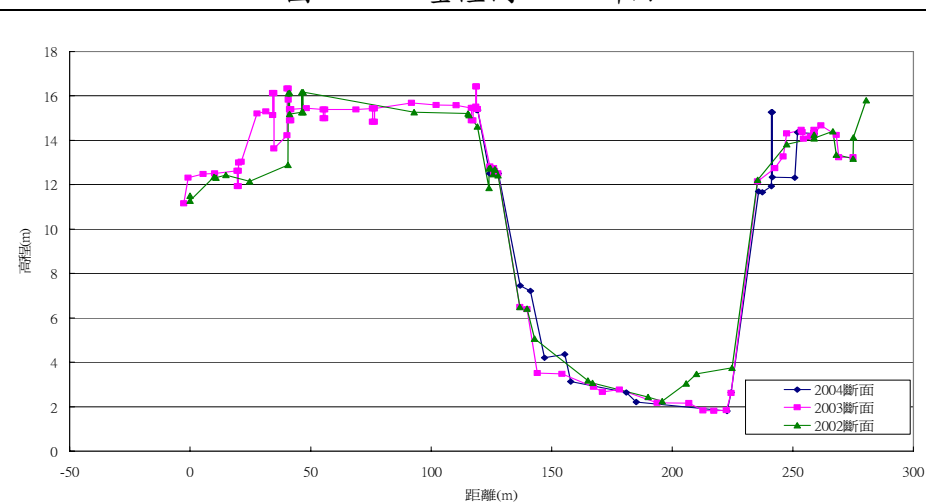


圖 4-1-4 基隆河-K69 斷面

圖 4-1 基隆河近三年河道斷面變化比較

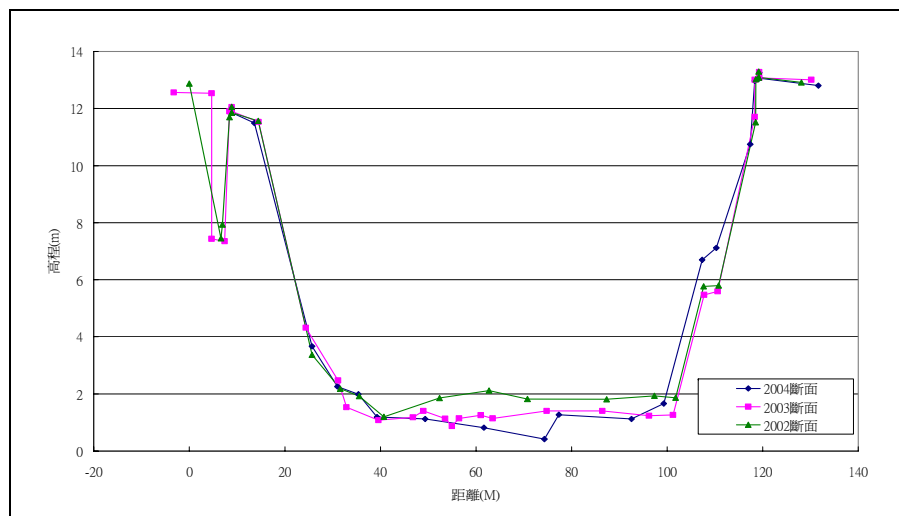


圖 4-1-5 基隆河-K61 斷面

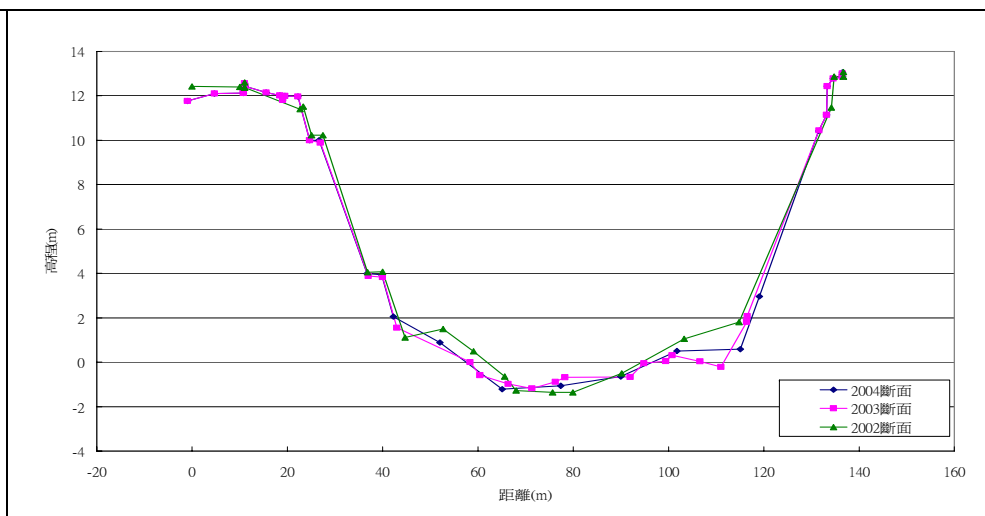


圖 4-1-6 基隆河-K50 斷面

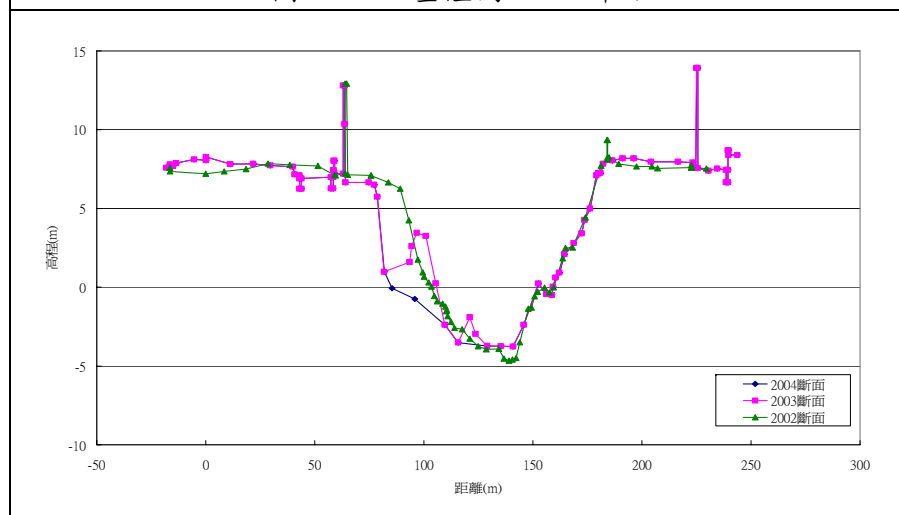


圖 4-1-7 基隆河-K43 斷面

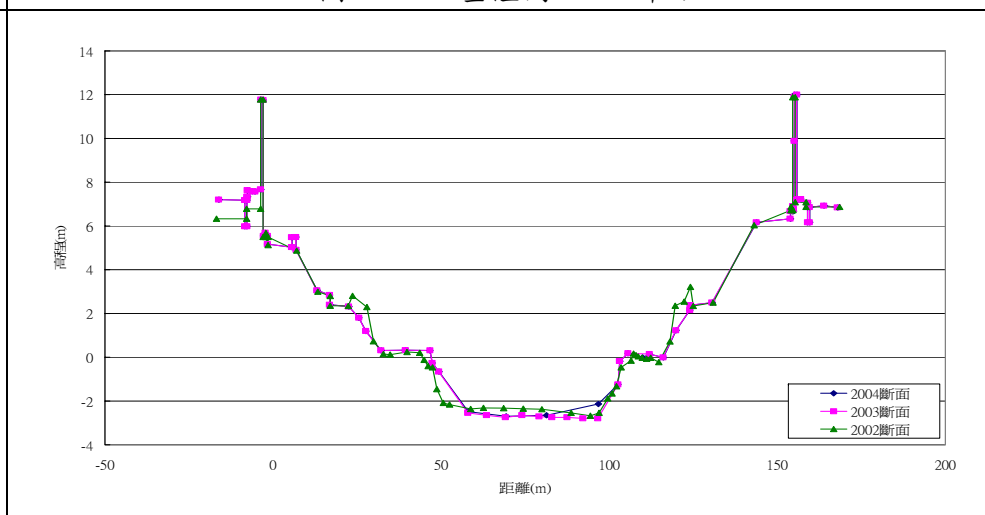


圖 4-1-8 基隆河-K35 斷面

圖 4-1 基隆河近三年河道斷面變化比較 (續 1)

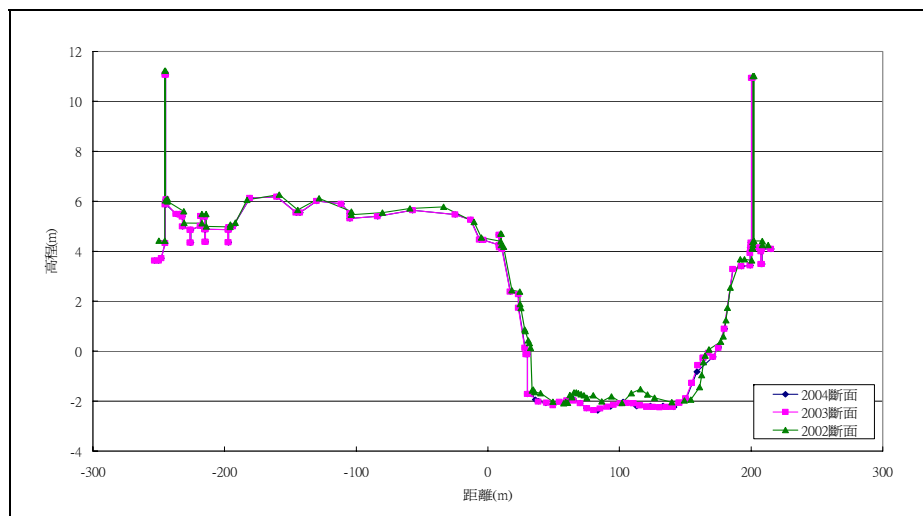


圖 4-1-9 基隆河-K19 斷面

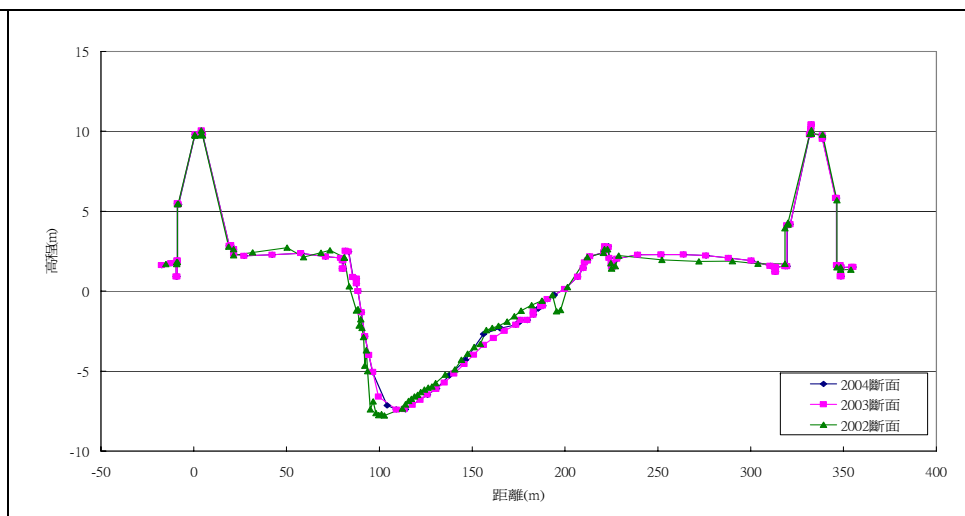


圖 4-1-10 基隆河-K12 斷面

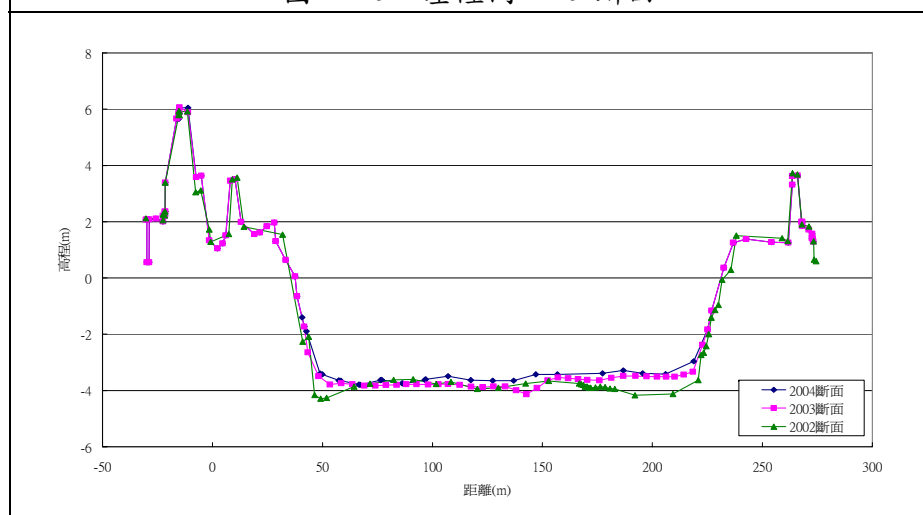


圖 4-1-11 基隆河-K03 斷面

圖 4-1 基隆河近三年河道斷面變化比較 (續 2)

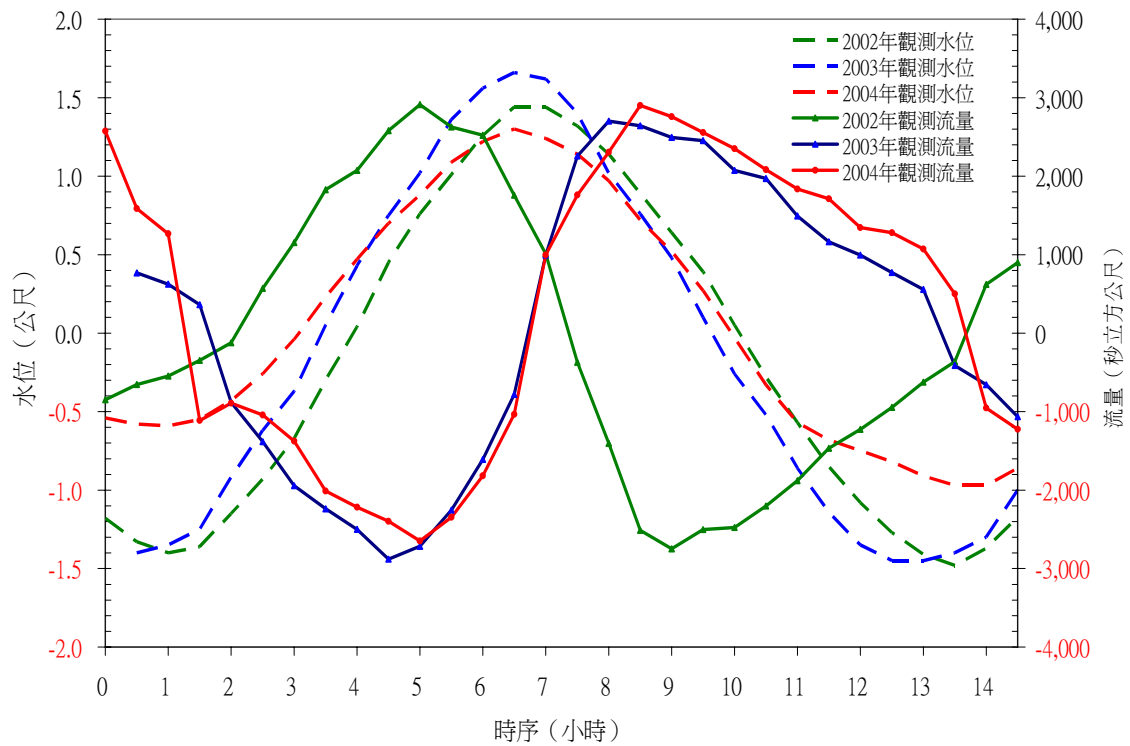


圖 4-2 全潮測量：水位與流量變化歷線圖（淡水河關渡大橋）

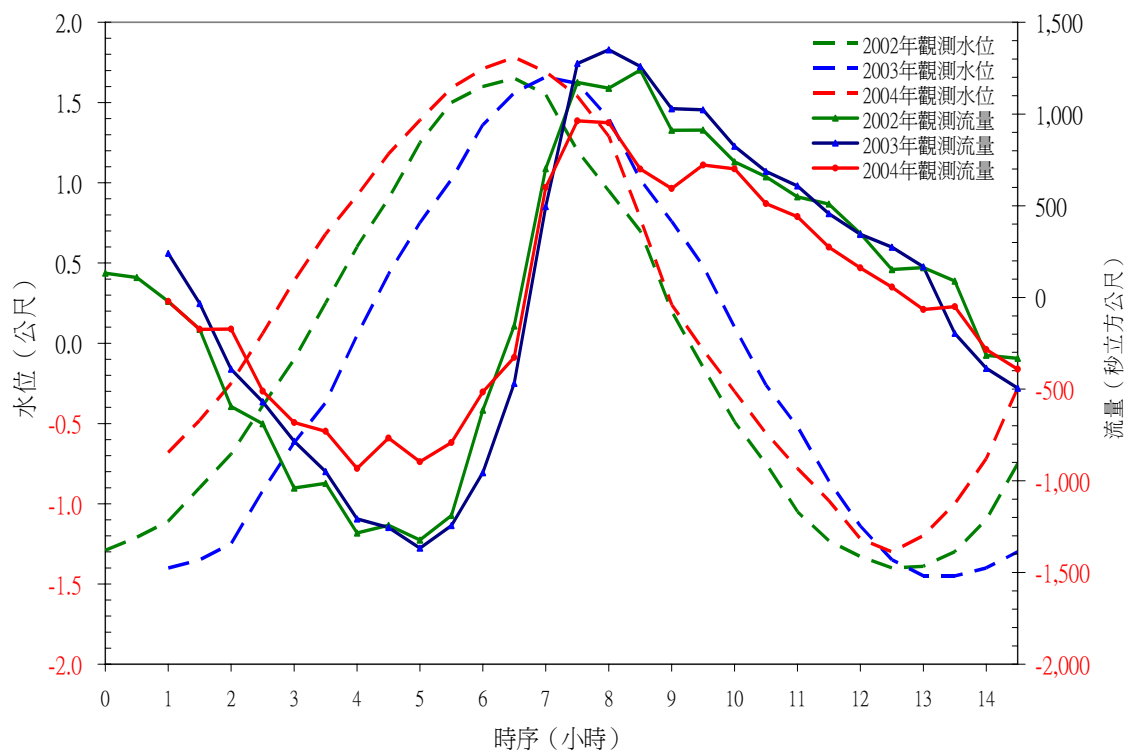


圖 4-3 全潮測量：水位與流量變化歷線圖（淡水河台北橋）

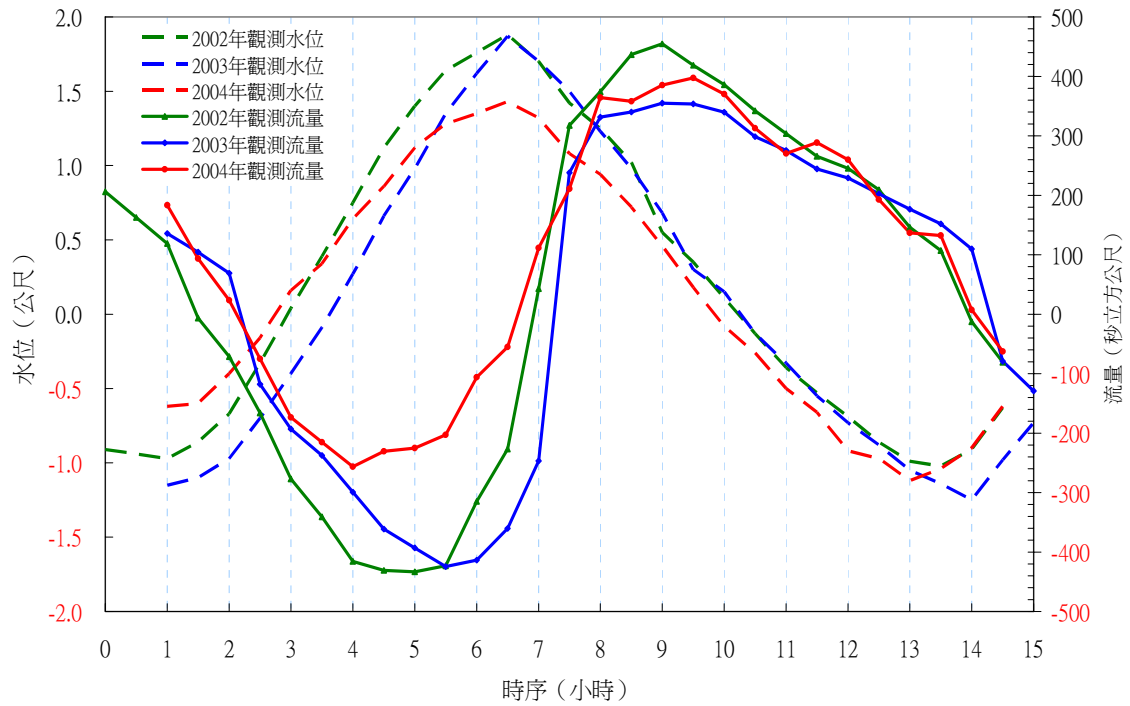


圖 4-4 全潮測量：水位與流量變化歷線圖（基隆河百齡橋）

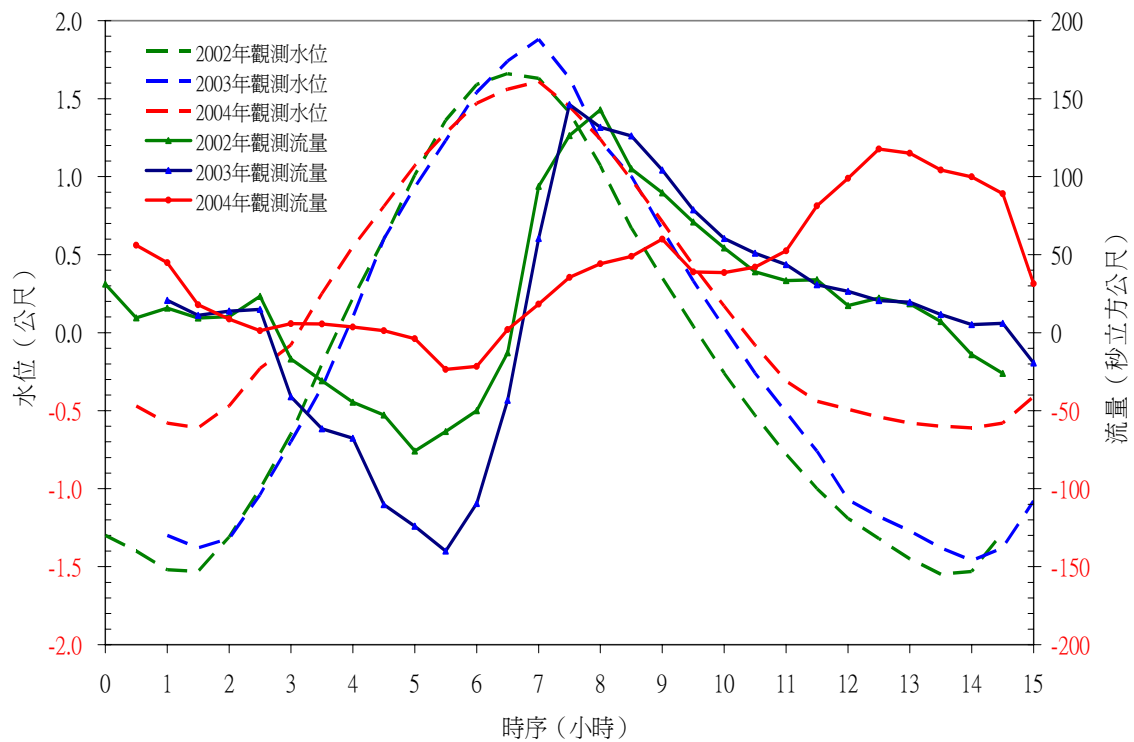


圖 4-5 全潮測量：水位與流量變化歷線圖（新店溪中正橋）

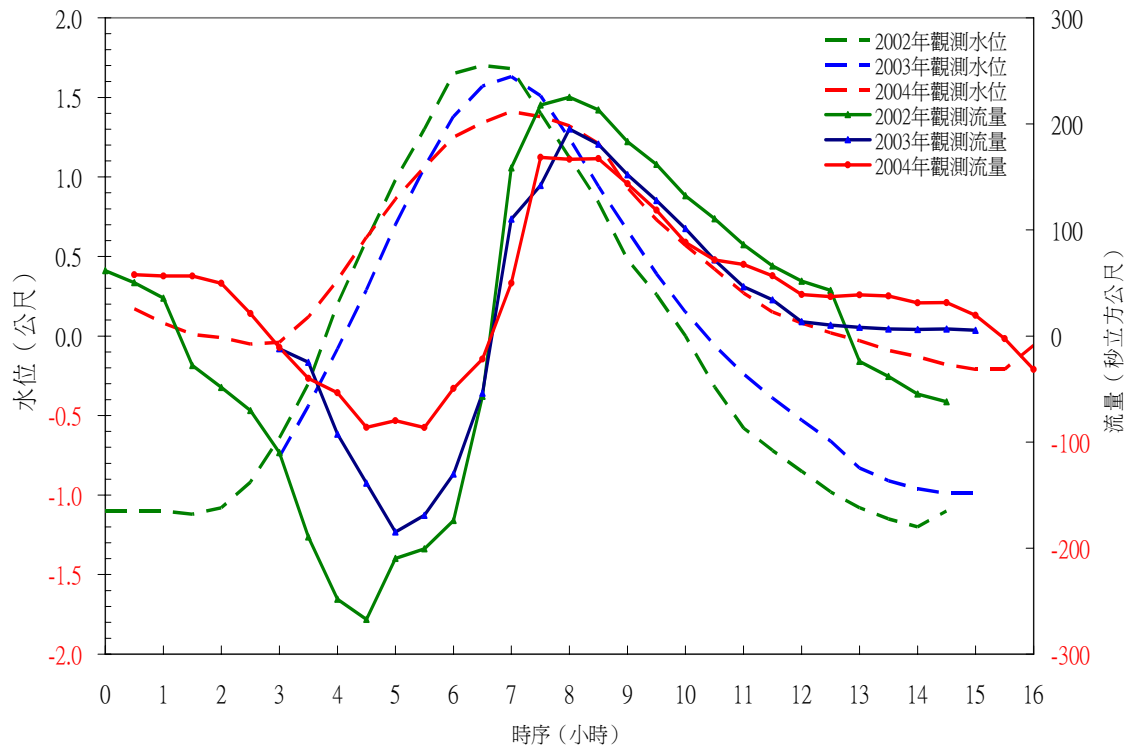


圖 4-6 全潮測量：水位與流量變化歷線圖（大漢溪新海橋）

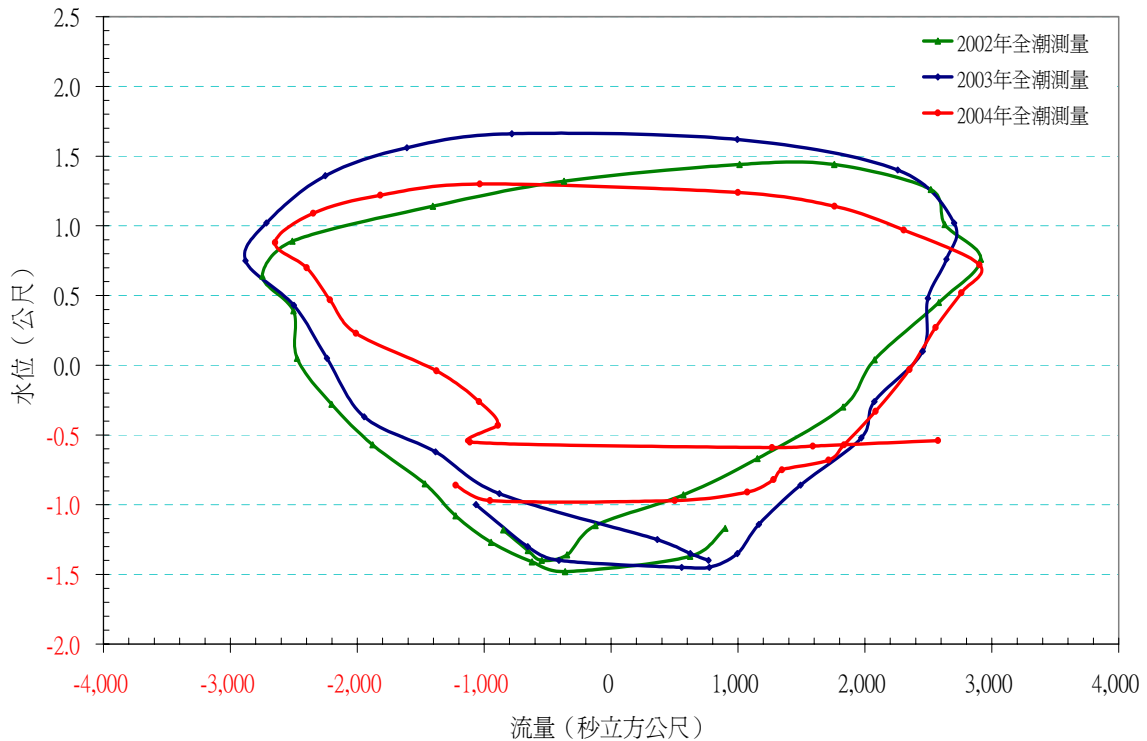


圖 4-7 全潮測量：淡水河關渡大橋水位－流量關係圖

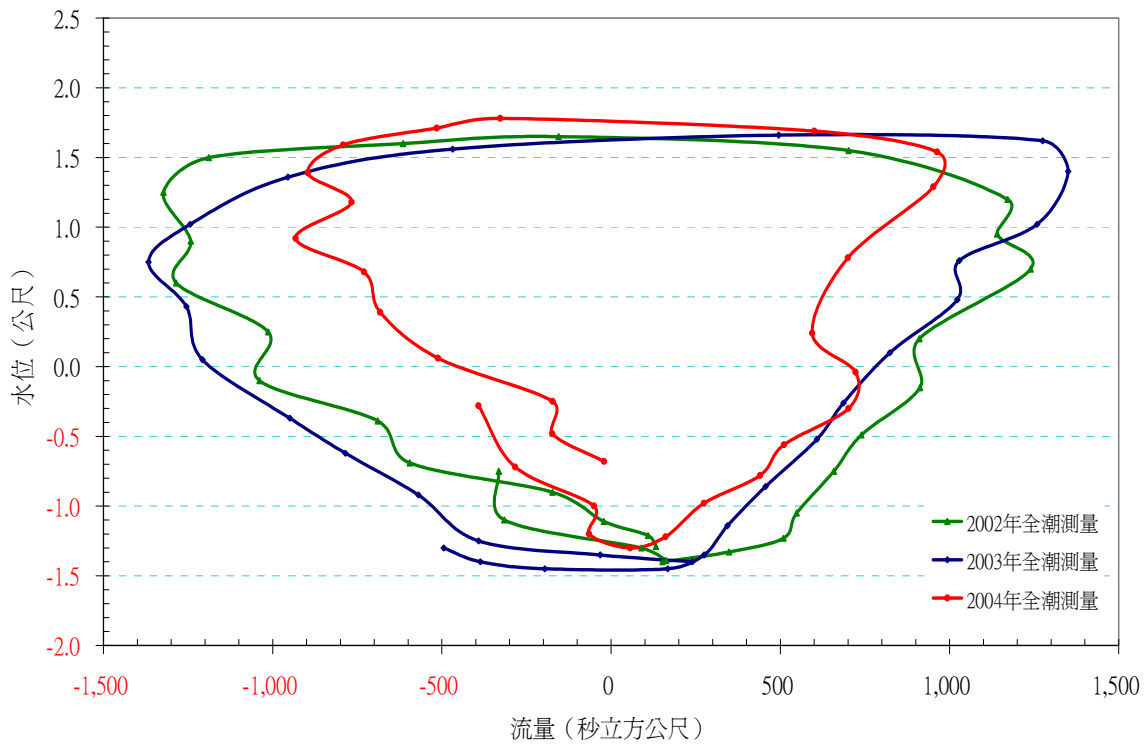


圖 4-8 全潮測量：淡水河台北橋水位－流量關係圖

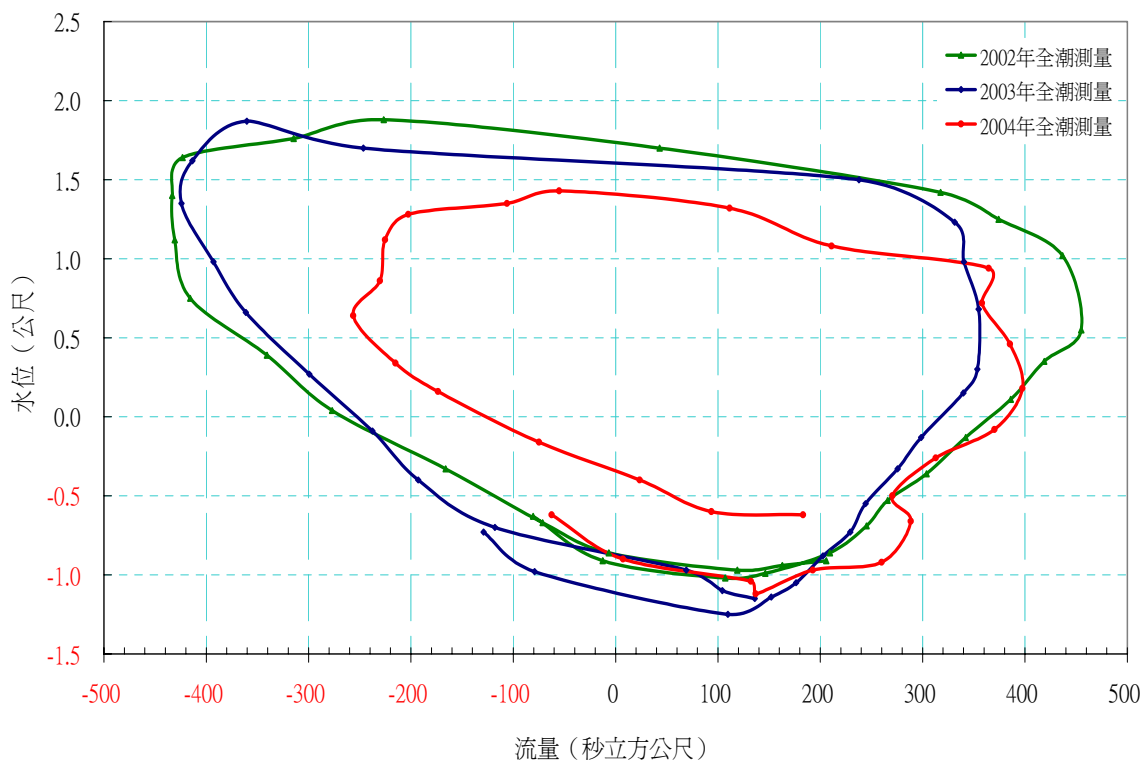


圖 4-9 全潮測量：基隆河百齡橋水位－流量關係圖

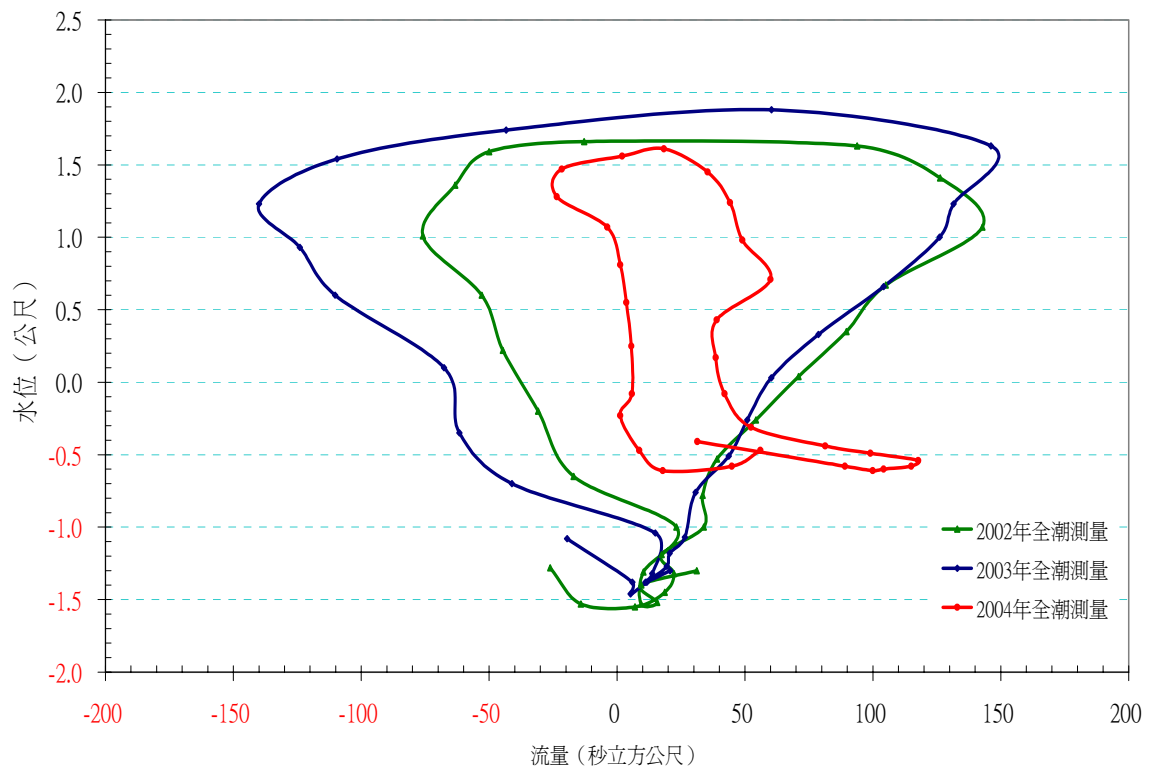


圖 4-10 全潮測量：新店溪中正橋水位—流量關係圖

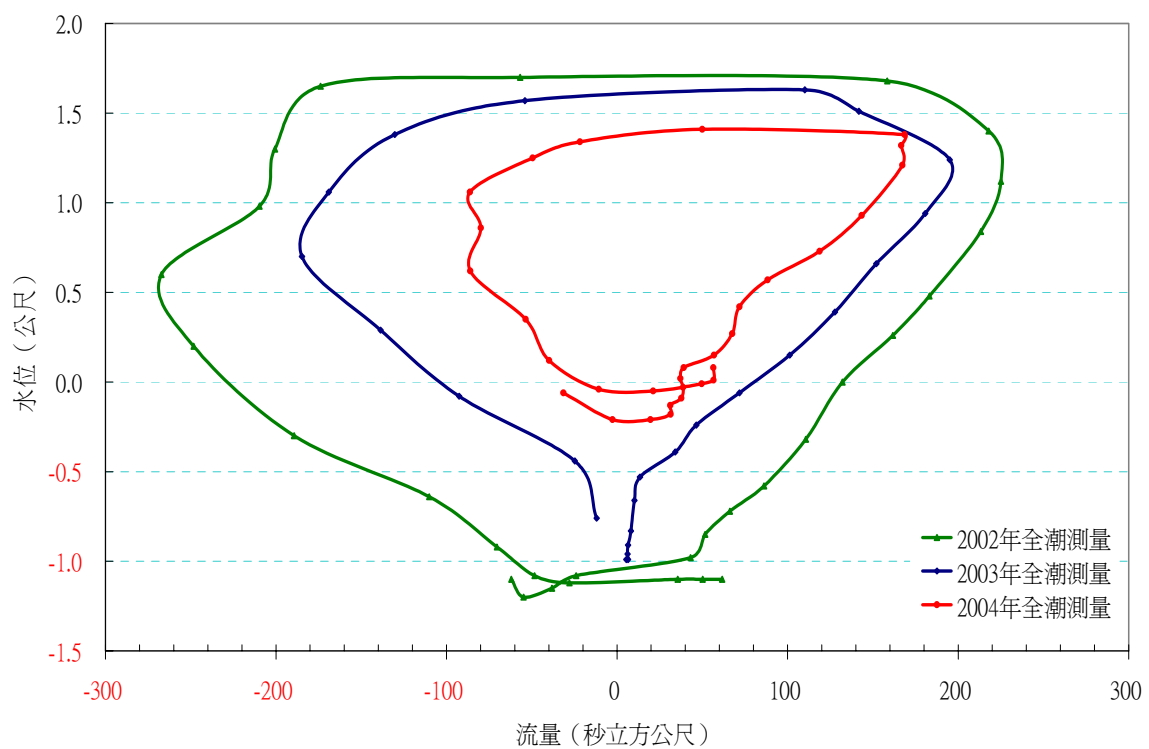


圖 4-11 全潮測量：大漢溪新海橋水位—流量關係圖

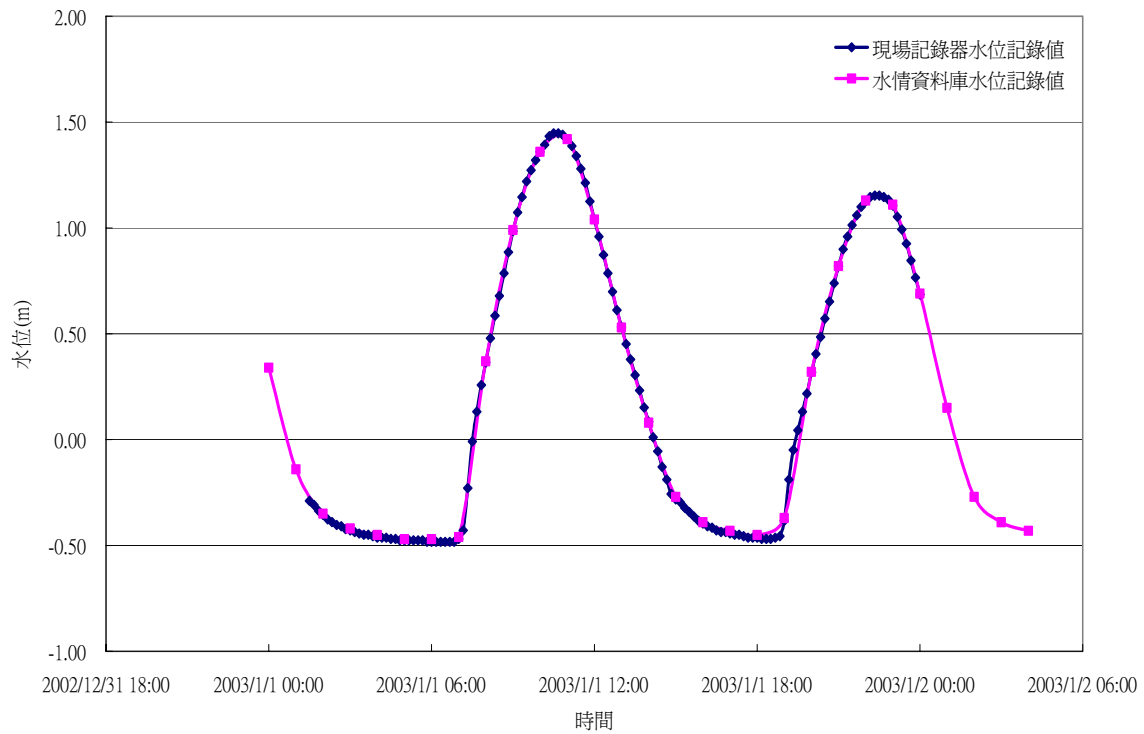


圖 4-12 新生高架橋 2003 年 1 月份水位記錄值比較
（資料庫記錄值與現場記錄器資料相符情形）

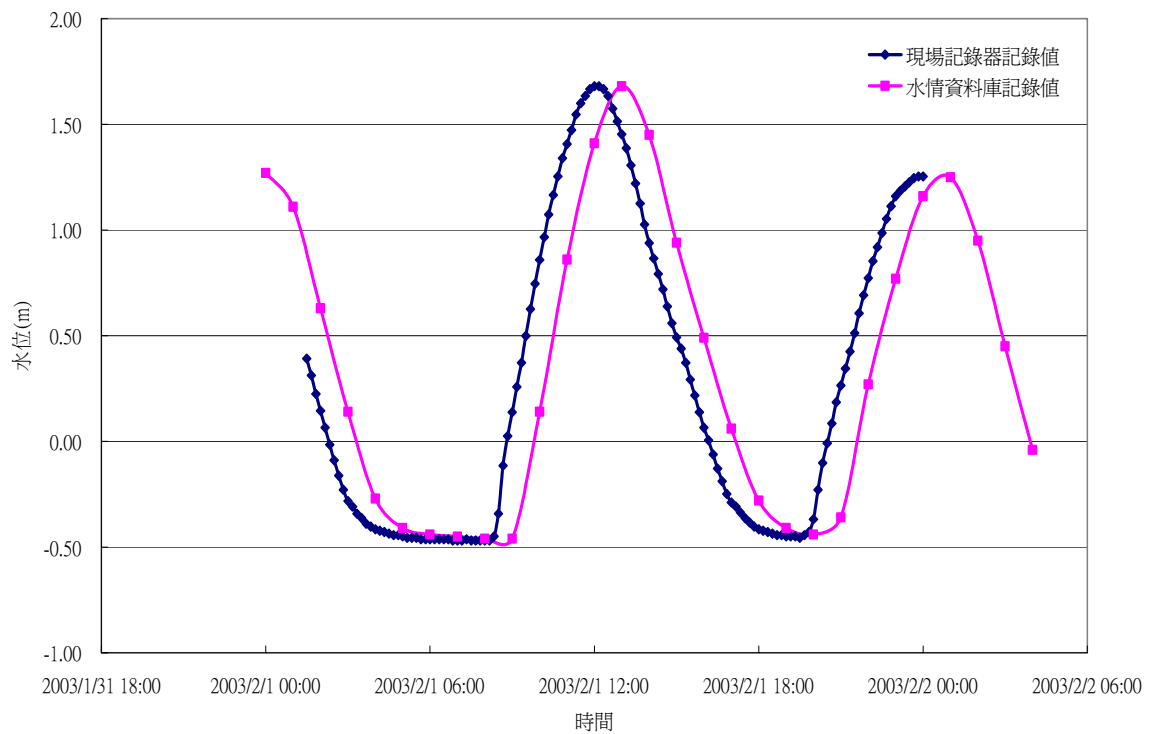


圖 4-13 新生高架大橋 2003 年 2 月份水位記錄值比較
（資料庫記錄值與現場記錄器資料出現相位差情形）

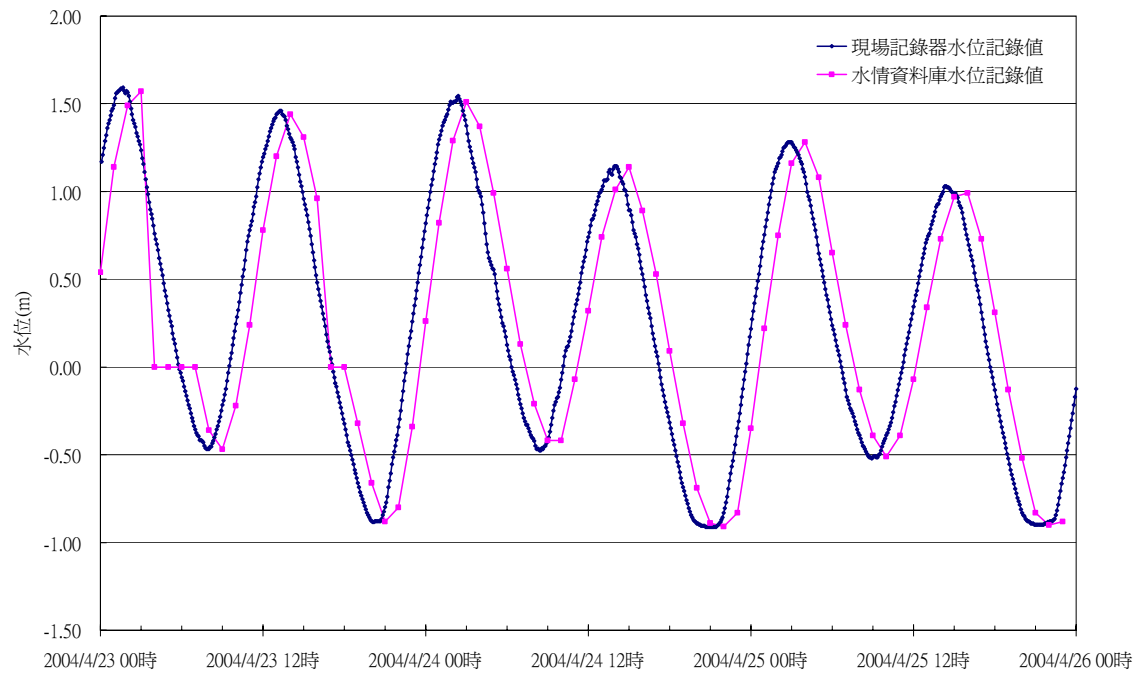


圖 4-14 百齡橋 2004 年 4 月份水位記錄值比較
(資料出現相位差及短時缺漏情形)

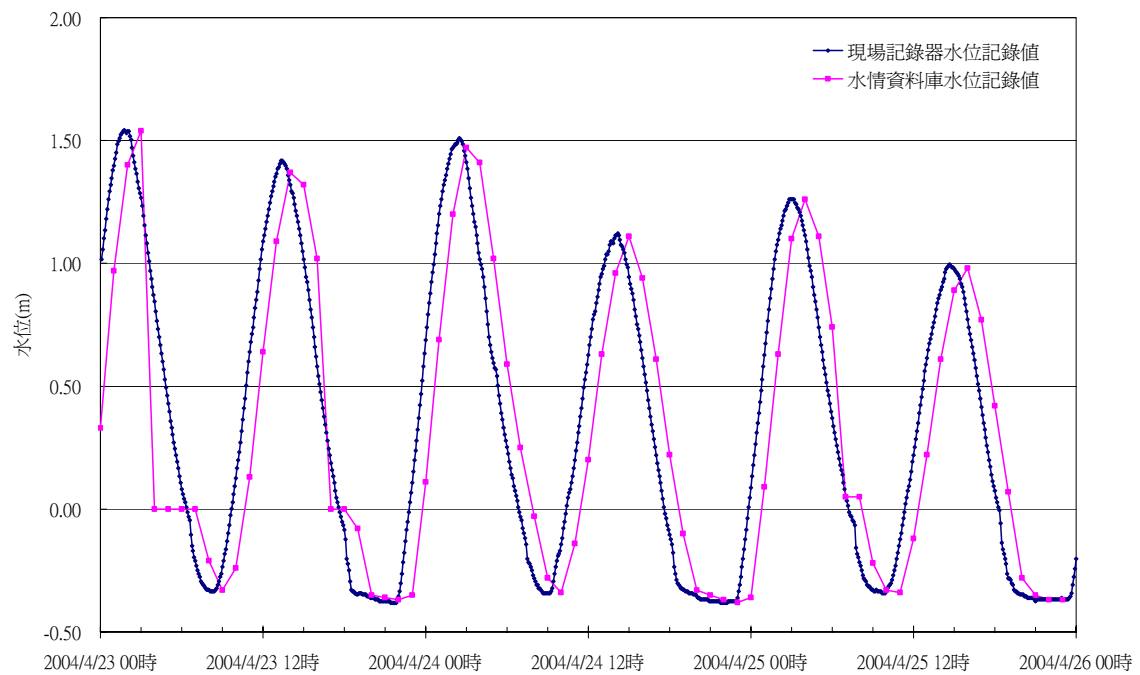


圖 4-15 中山二橋 2004 年 4 月份水位記錄值比較
(資料出現相位差及短時缺漏情形)

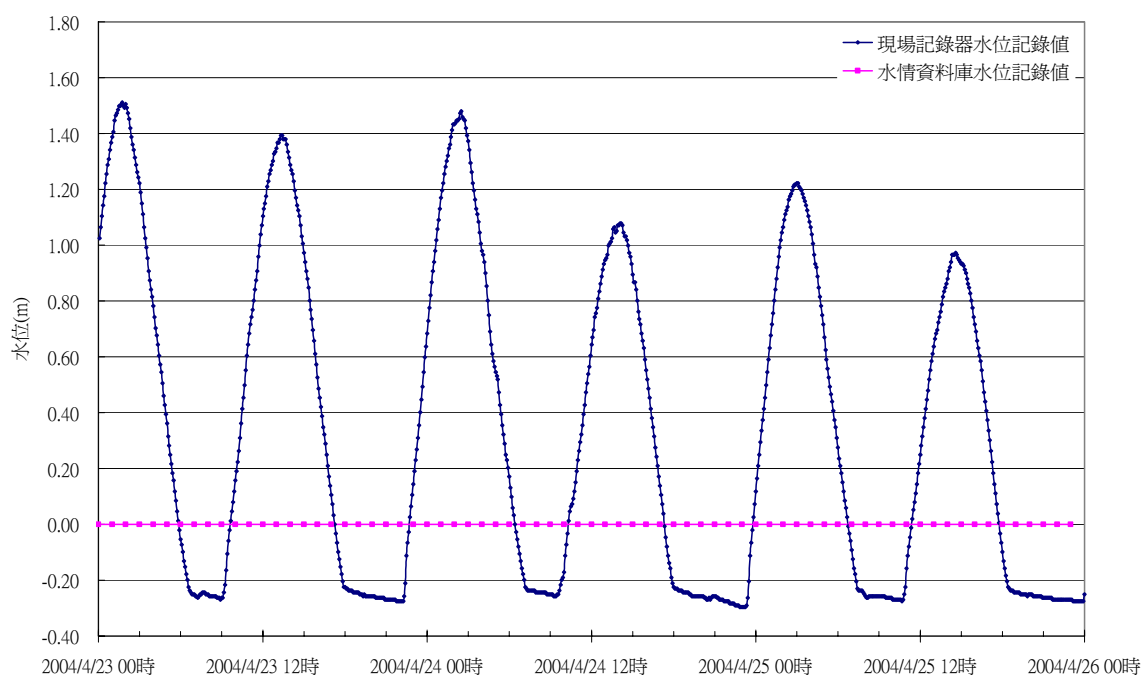


圖 4-16 新生高架橋 2004 年 4 月份水位記錄值比較
(資料庫記錄值完全缺漏情形)

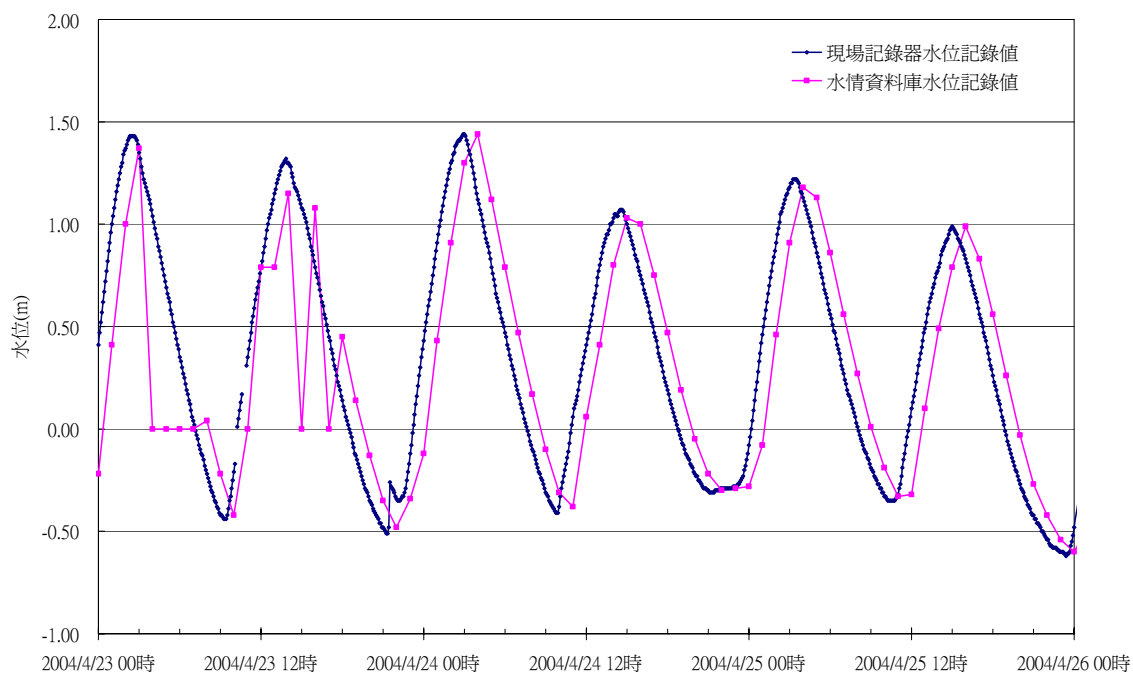


圖 4-17 成美長壽橋 2004 年 4 月份水位記錄值比較
(資料出現相位差、缺漏、上下振盪情形)

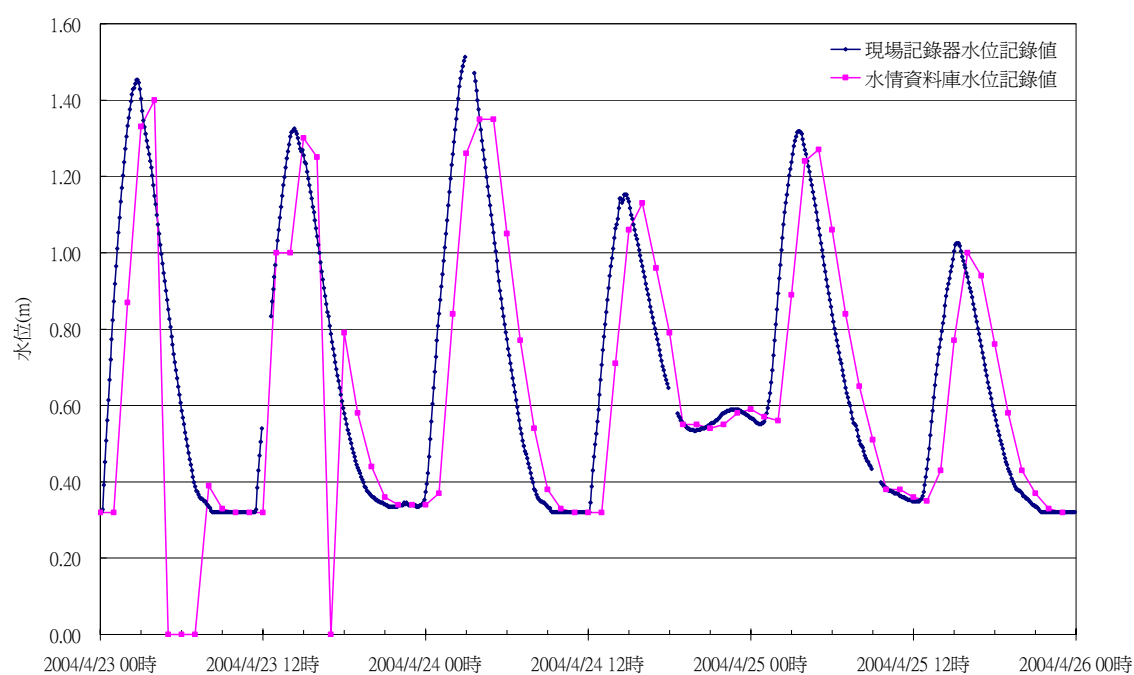


圖 4-18 南湖大橋 2004 年 4 月份水位記錄值比較
(資料同時出現相位差、缺漏、上下振盪情形)

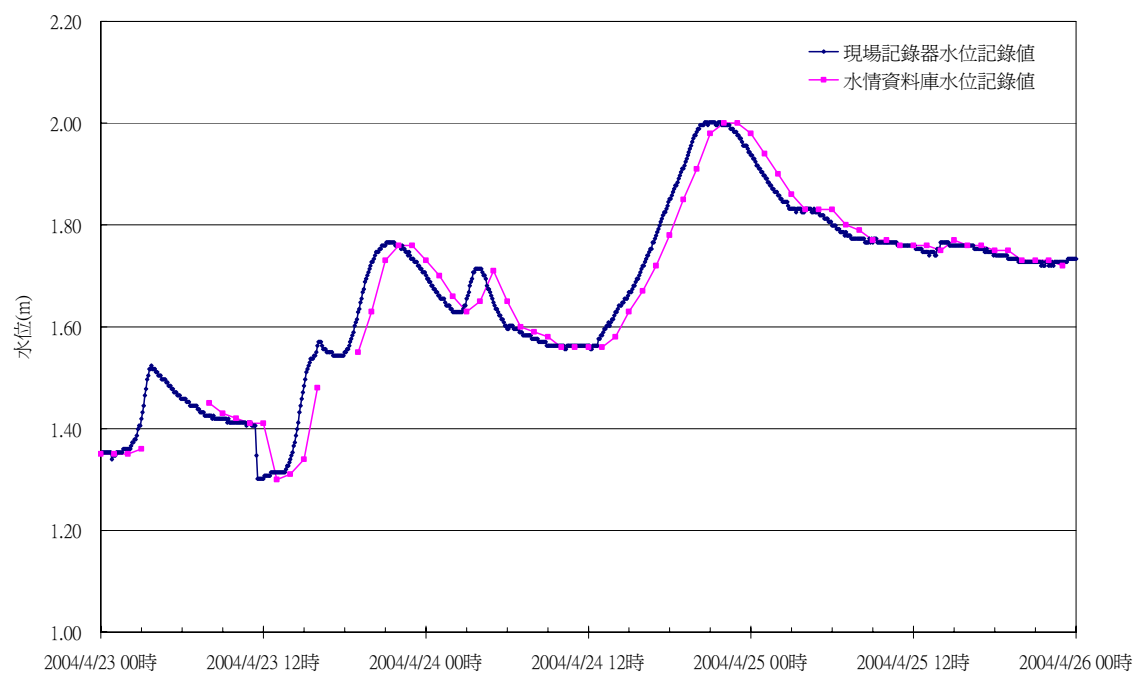


圖 4-19 江北橋 2004 年 4 月份水位記錄值比較
(資料出現相位差情形)

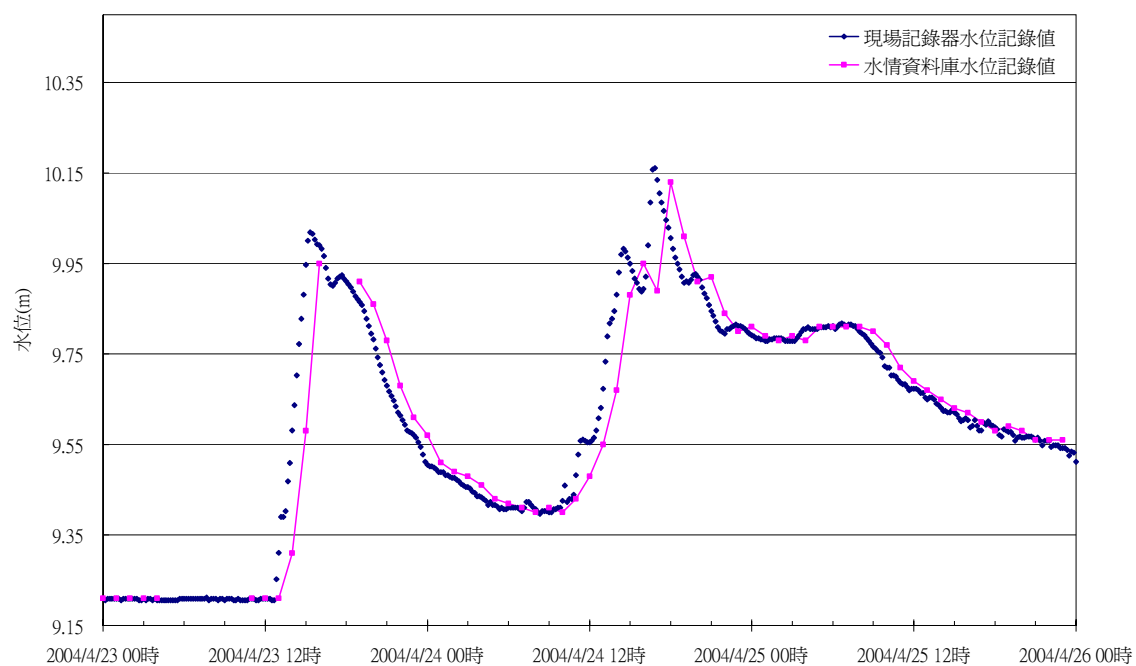


圖 4-20 大華橋 2004 年 4 月份水位記錄值比較
(資料出現相位差情形)

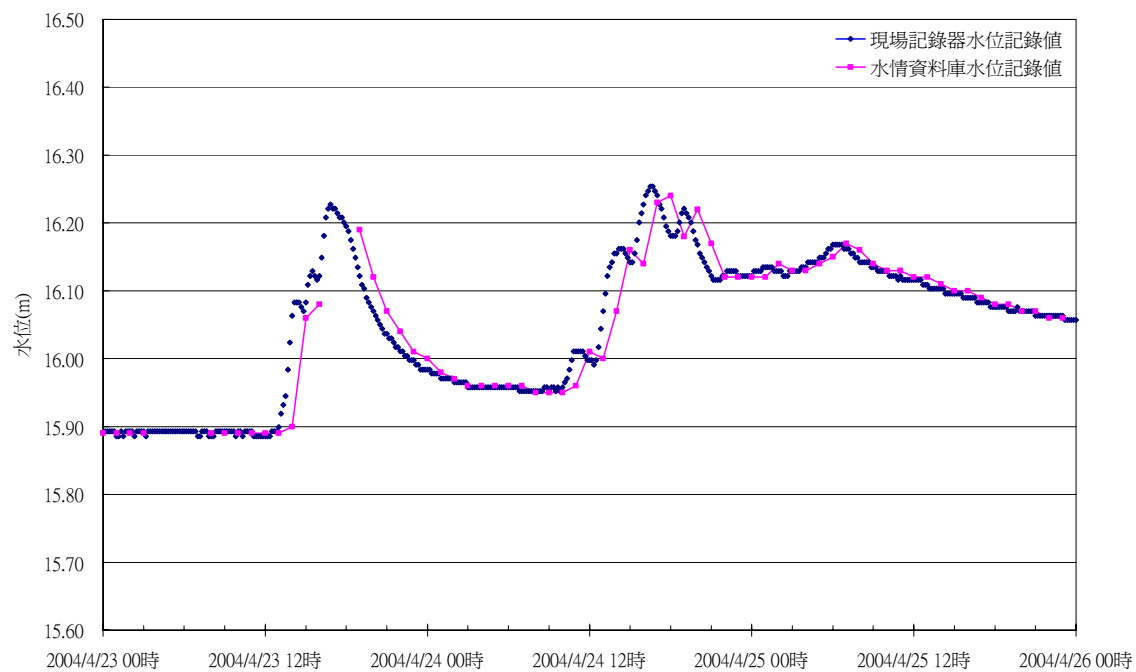


圖 4-21 暖江橋 2004 年 4 月份水位記錄值比較
(資料出現相位差情形)

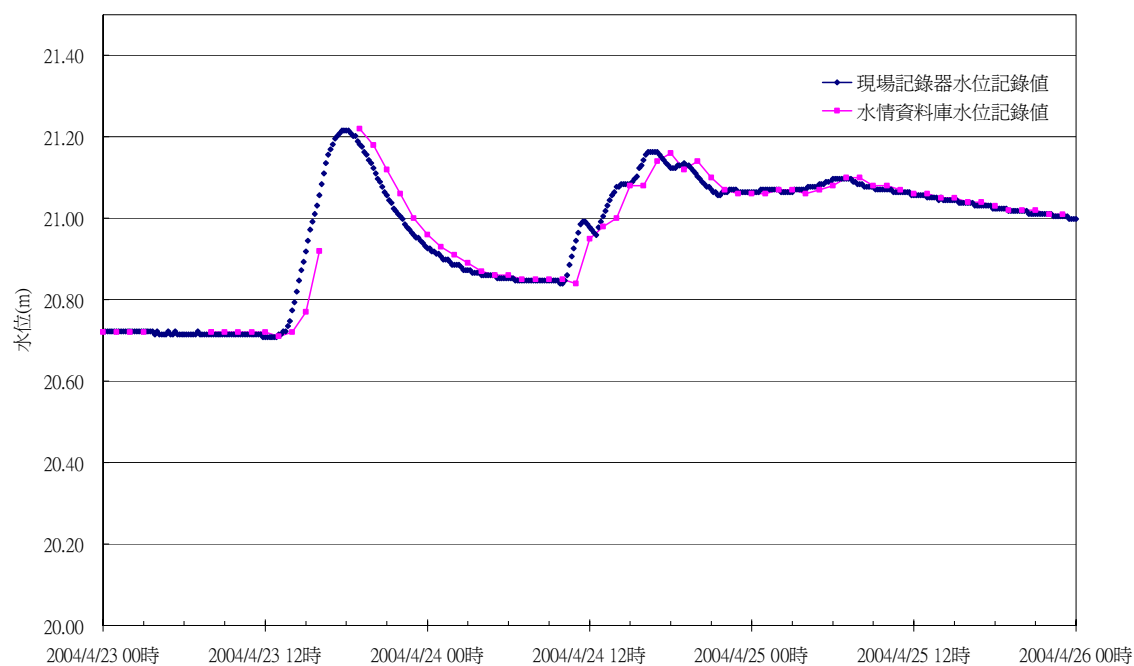


圖 4-22 硖內 2004 年 4 月份水位記錄值比較
(資料出現相位差及缺漏情形)

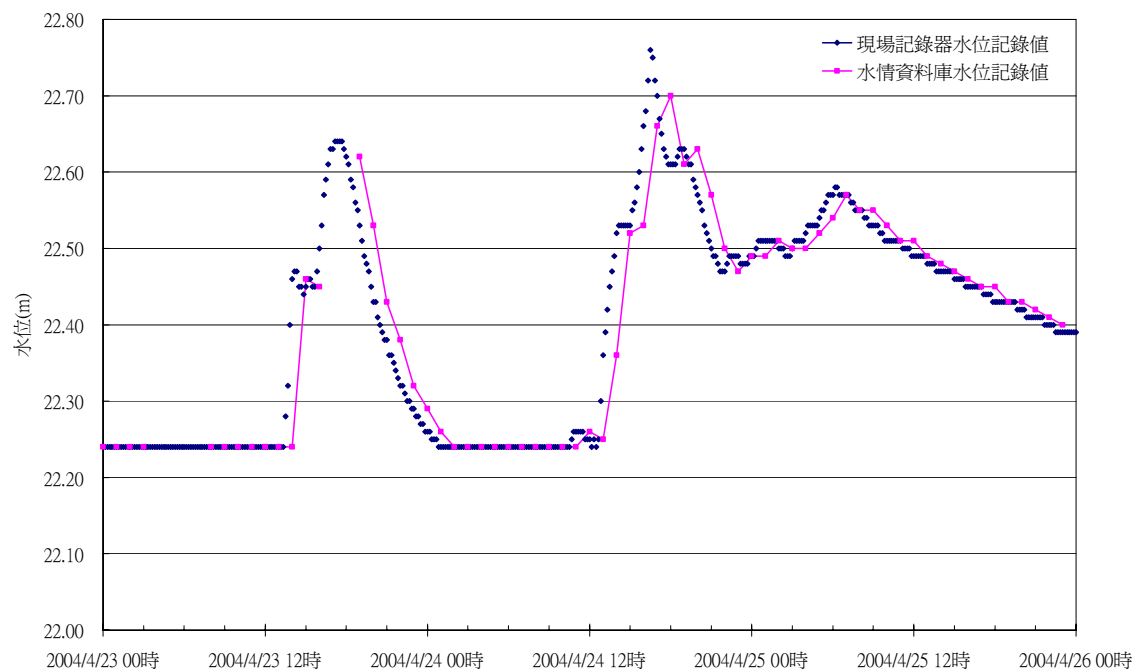


圖 4-23 瑞慶橋 2004 年 4 月份水位記錄值比較
(資料出現相位差及缺漏情形)

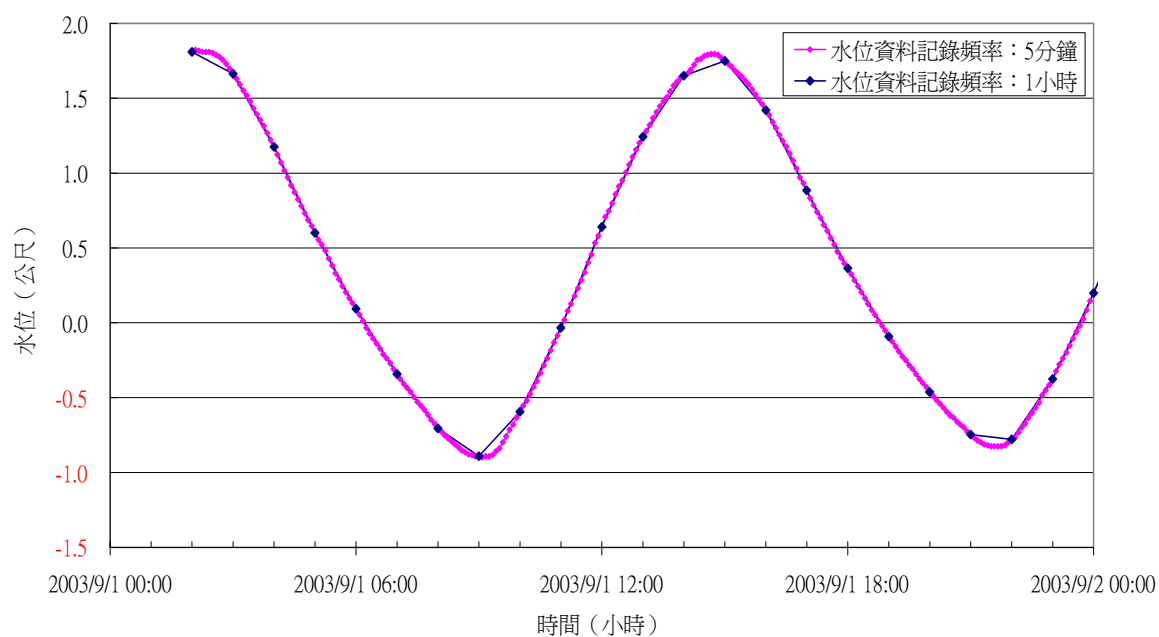


圖 4-24 不同記錄頻率記錄值對水位變化描述比較圖

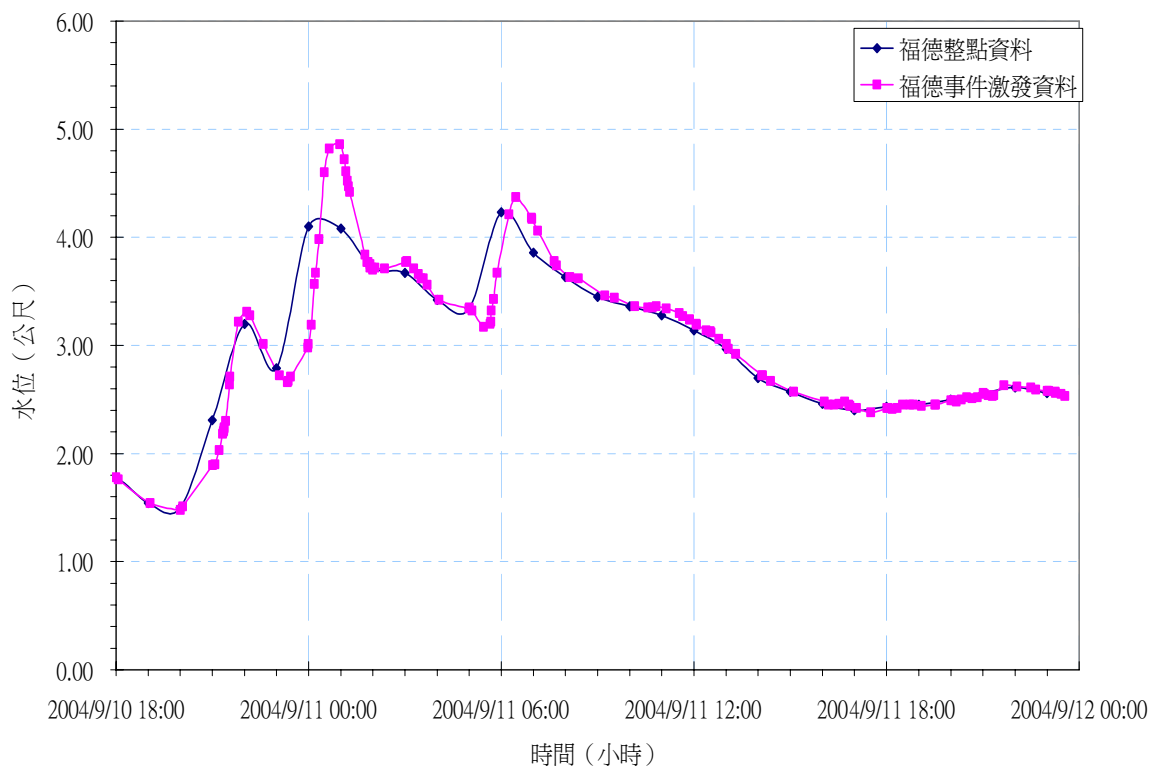


圖 4-25 福德站（911 豪雨）整點及事件激發（原始）
水位記錄資料之比較

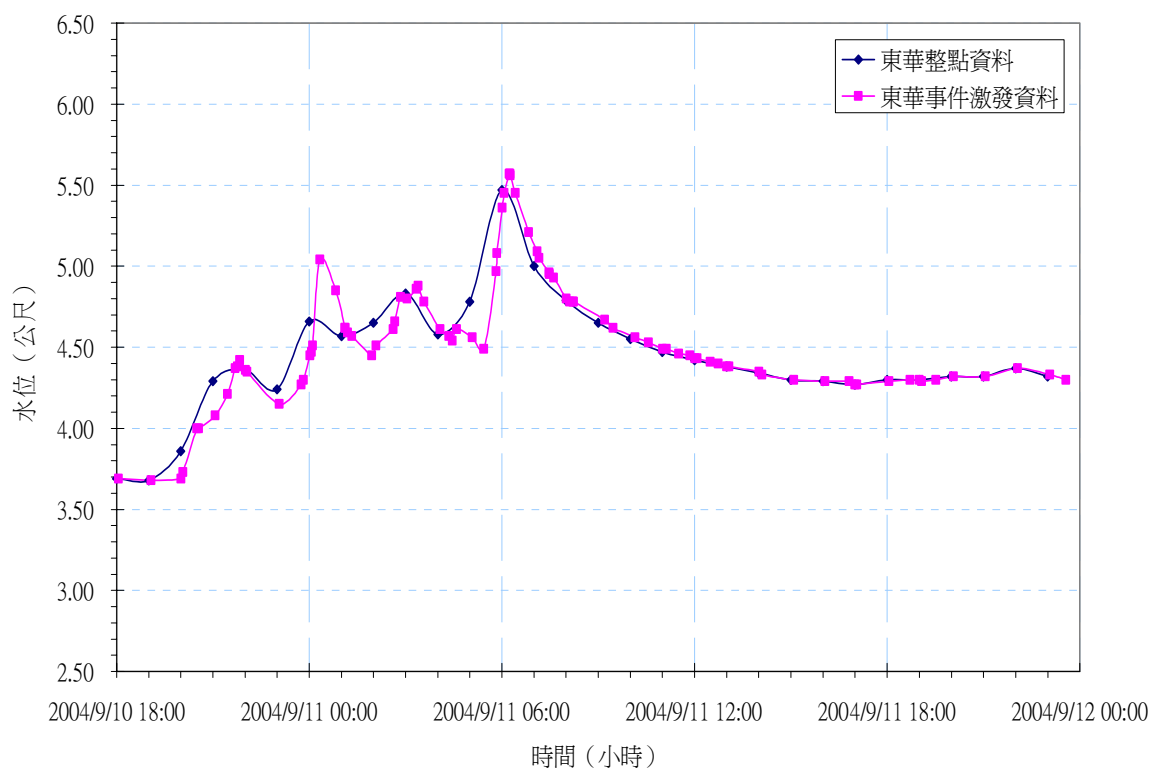


圖 4-26 東華站（911 豪雨）整點及事件激發（原始）
水位記錄資料之比較

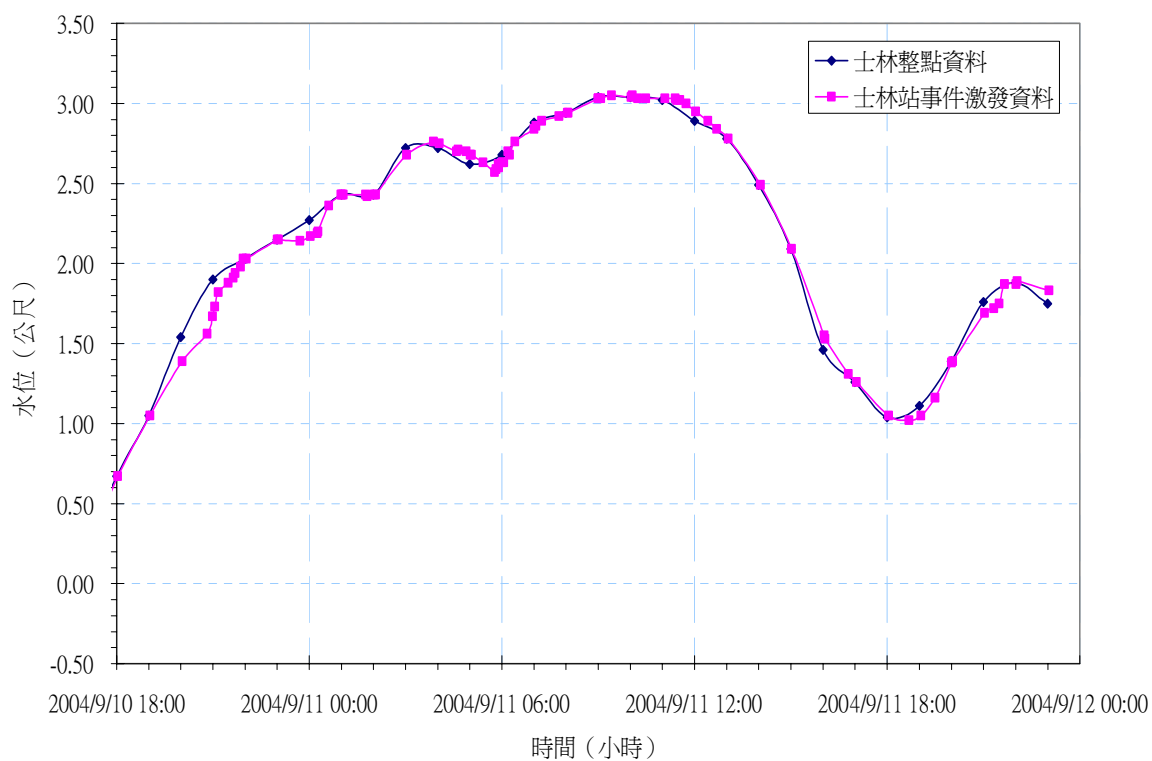


圖 4-27 士林站（911 豪雨）整點及事件激發（原始）
水位記錄資料之比較

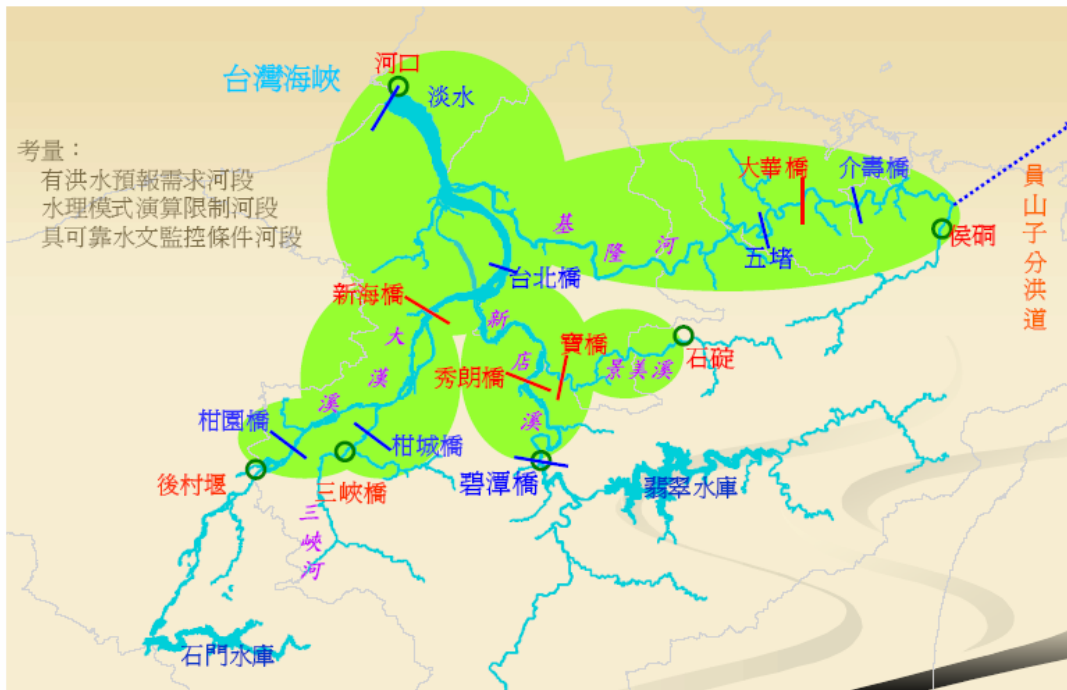


圖 5-1 淡水河現階段洪水預報河段範圍示意圖

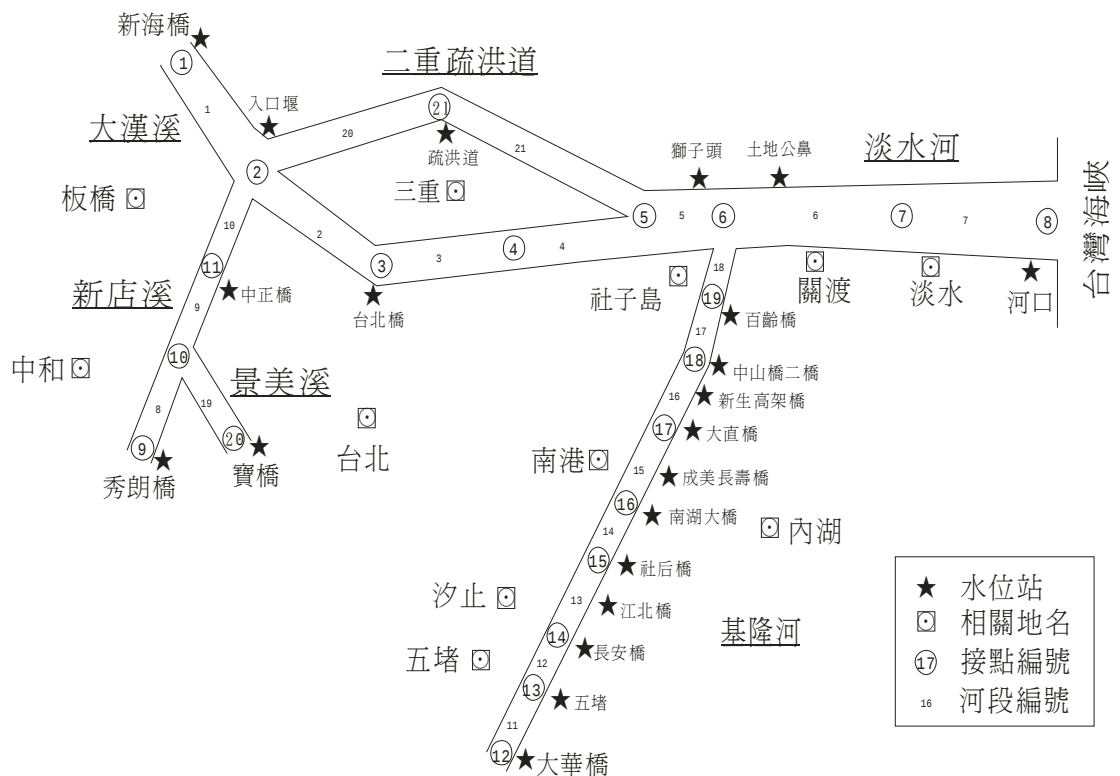


圖 5-2 淡水河流域（研究區域）幾何簡化示意圖

REACH DIRECTORY																
REACH NUMBER	UPSTREAM JUNC. NO.	DOWNSTREAM JUNC. NO.	TYPE OF STREAM	NUMBER OF X-SECS	TYPE OF X- SECN. DATA											
1	1	2	M	6	3	3	3	3	3	3						
2	2	3	M	10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
3	3	4	M	6	3	3	3	3	3	3						
4	4	5	M	8	3	3	3	3	3	3	3	3				
5	5	6	M	6	3	3	3	3	3	3						
6	6	7	M	10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
7	8	9	T1	3	3	3	3									
8	9	10	T1	7	3	3	3	3	3	3	3					
9	10	2	T1	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
10	11	12	T2	12	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
11	12	13	T2	8	3	3	3	3	3	3	3	3				
12	13	14	T2	10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
13	14	15	T2	7	3	3	3	3	3	3	3					
14	15	16	T2	16	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
15	16	17	T2	7	3	3	3	3	3	3	3					
16	17	18	T2	4	3	3	3	3								
17	18	19	T2	5	3	3	3	3	3							
18	19	5	T2	5	3	3	3	3	3							
19	20	9	T3	11	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

JUNCTION DIRECTORY				
JUNCTION NUMBER	TYPE OF JUNCTION	REACHES AT JUNCTION		BOUNDARY DATA
1	1	--	1	Stage - Gage 1
2	3	1 9	2	
3	2	2	3	
4	2	3	4	
5	3	4 18	5	
6	2	5	6	
7	1	6	--	Stage - Gage 2
8	1	--	7	Stage - Gage 3
9	3	7 19	8	
10	2	8	9	
11	1	--	10	Stage - Gage 4
12	2	10	11	
13	2	11	12	
14	2	12	13	
15	2	13	14	
16	2	14	15	
17	2	15	16	
18	2	16	17	
19	2	17	18	
20	1	--	19	Stage - Gage 5

圖 5-3 淡水河流域（研究區域）河段/匯流點目錄

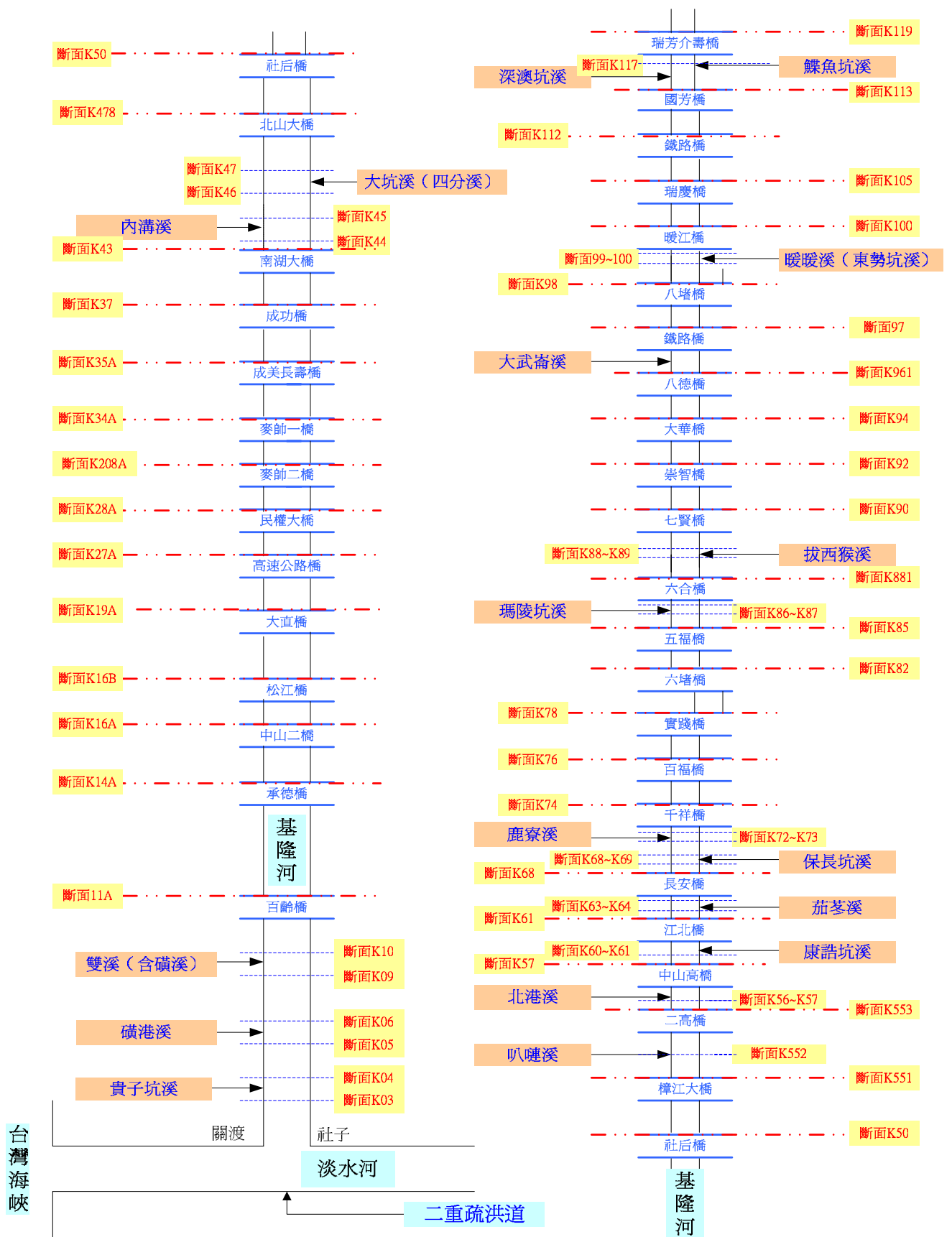


圖 5-4 基隆河沿岸支流匯入位置示意圖

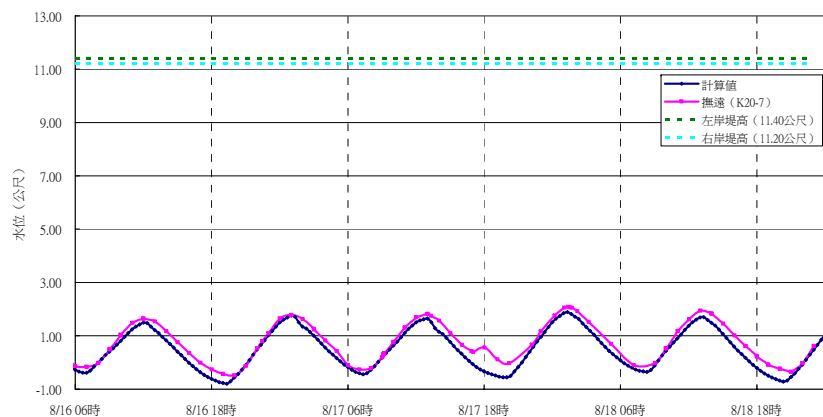


圖 5-5-1 撫遠抽水站水位計算值與觀測值比較

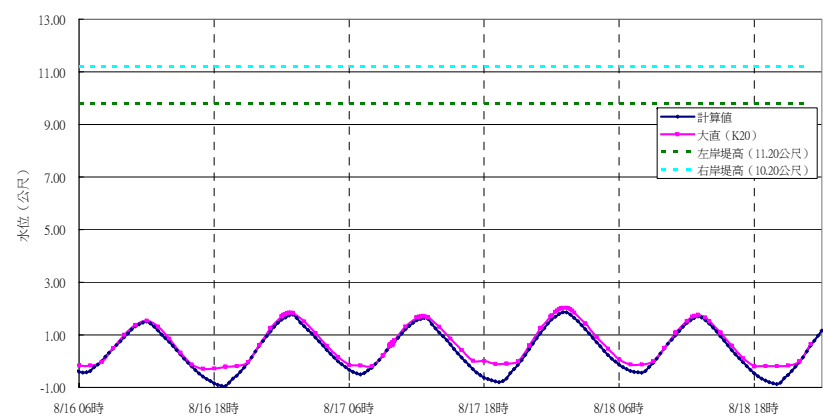


圖 5-5-2 大直抽水站水位計算值與觀測值比較

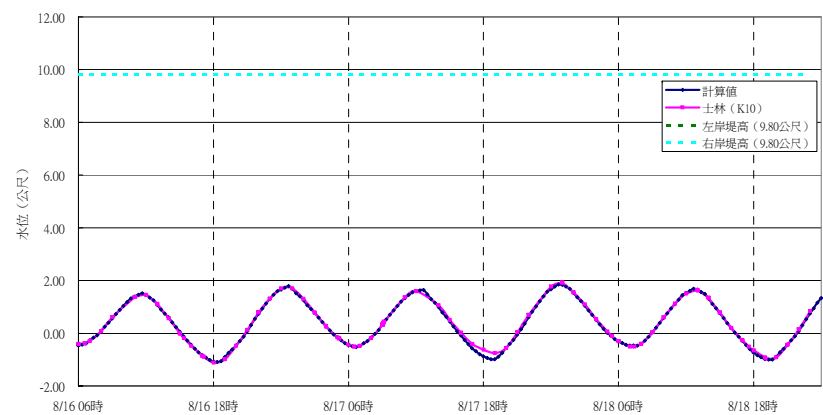


圖 5-5-3 士林抽水站水位計算值與觀測值比較

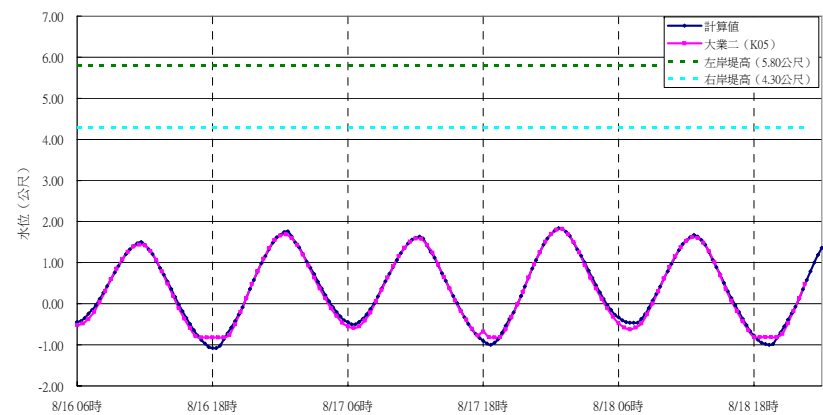


圖 5-5-4 大業二抽水站水位計算值與觀測值比較

圖 5-5 2005/08/16~2005/08/18 平時水位參數率定結果

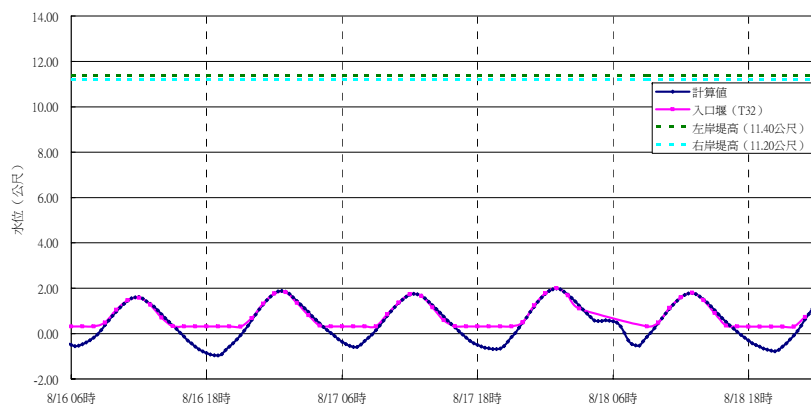


圖 5-5-5 入口堰水位站水位計算值與觀測值比較

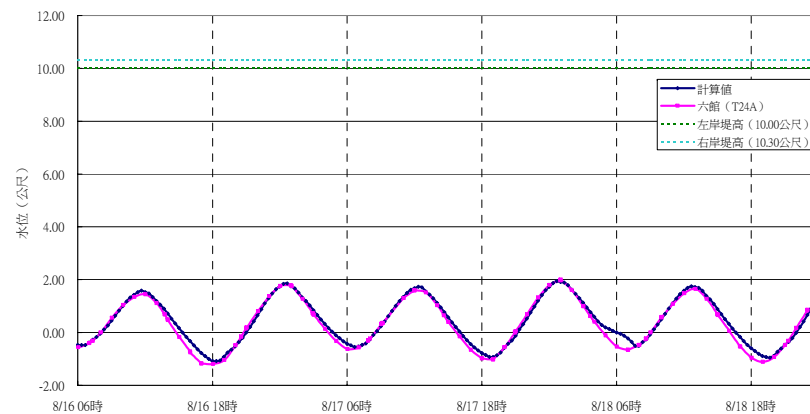


圖 5-5-6 六館抽水站水位計算值與觀測值比較

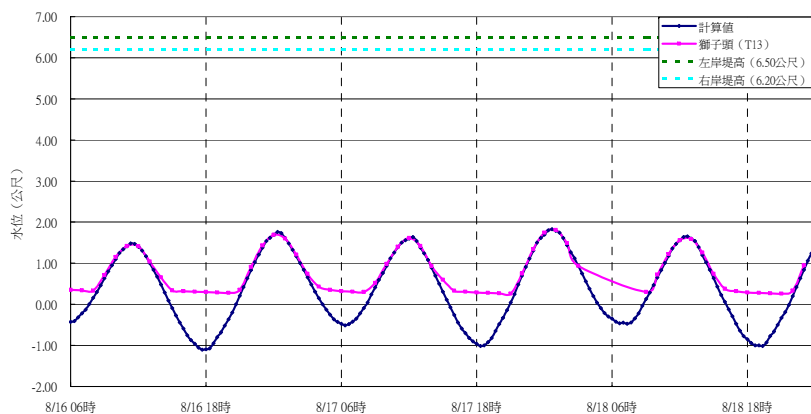


圖 5-5-7 獅子頭水位站水位計算值與觀測值比較

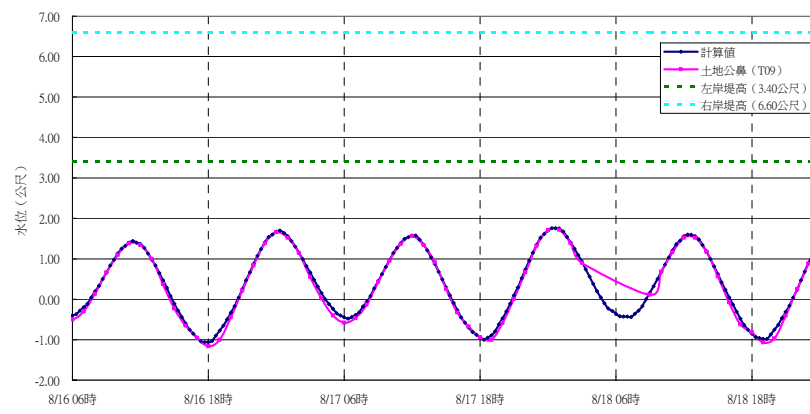


圖 5-5-8 土地公鼻水位站水位計算值與觀測值比較

圖 5-5 2005/08/16~2005/08/18 平時水位參數率定結果 (續)

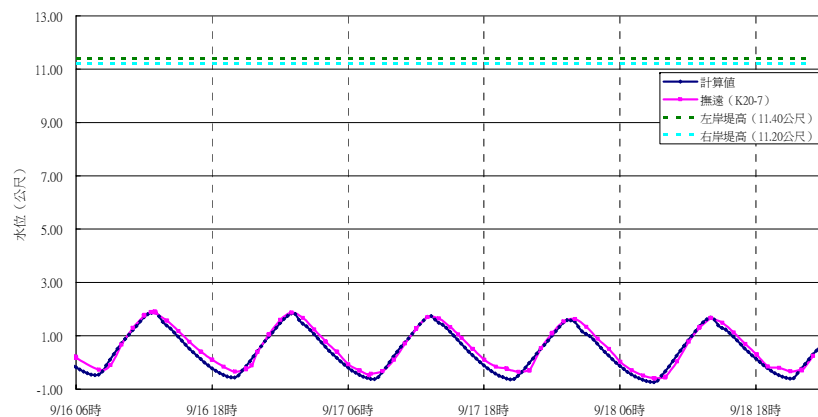


圖 5-6-1 撫遠抽水站水位計算值與觀測值比較

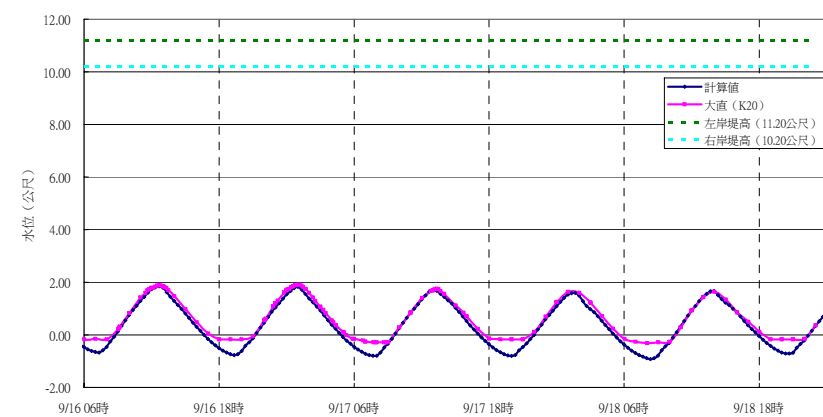


圖 5-6-2 大直抽水站水位計算值與觀測值比較

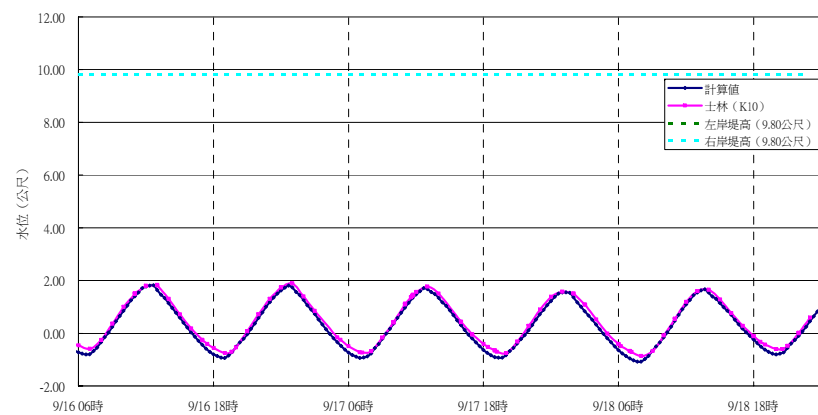


圖 5-6-3 士林抽水站水位計算值與觀測值比較

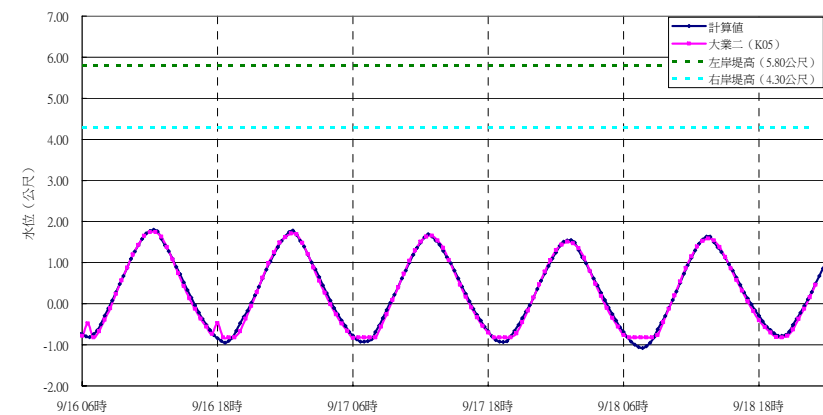


圖 5-6-4 大業二抽水站水位計算值與觀測值比較

圖 5-6 2005/09/16~2005/09/18 平時水位參數率定結果

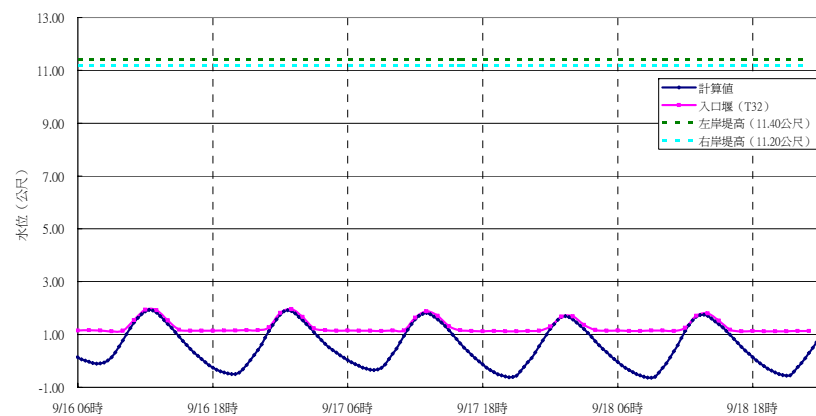


圖 5-6-5 入口堰水位站水位計算值與觀測值比較

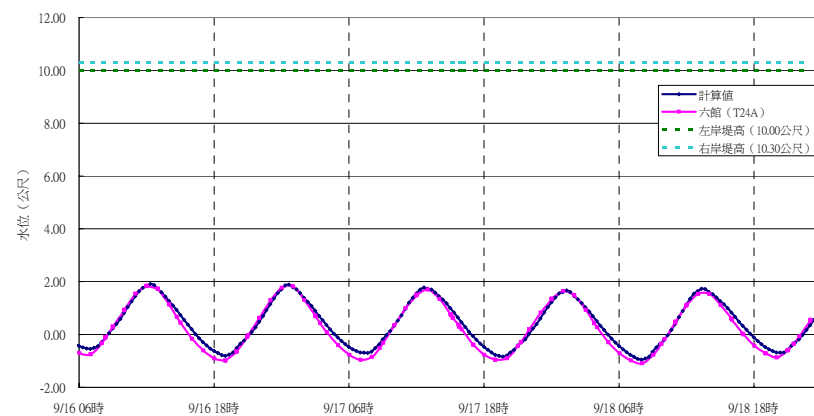


圖 5-6-6 六館抽水站水位計算值與觀測值比較

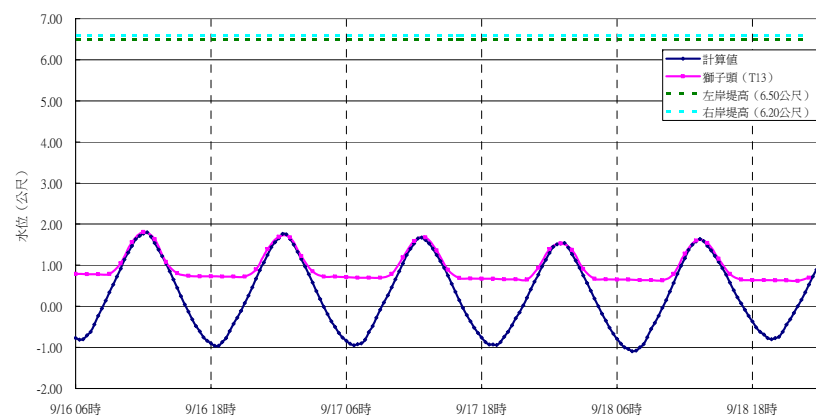


圖 5-6-7 獅子頭水位站水位計算值與觀測值比較

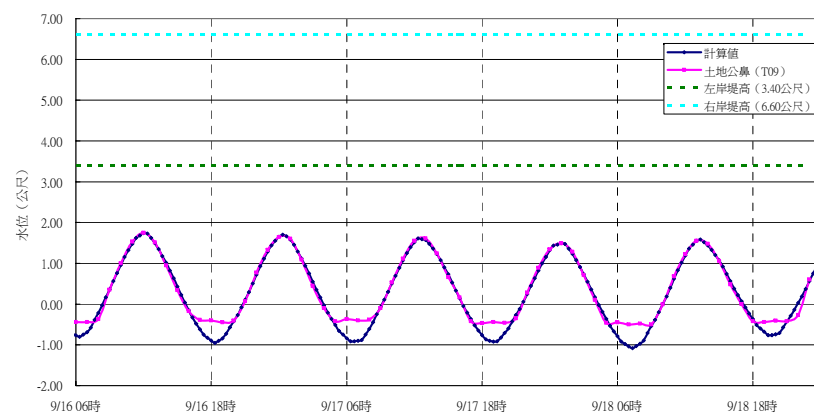


圖 5-6-8 土地公鼻水位站水位計算值與觀測值比較

圖 5-6 2005/09/16~2005/09/18 平時水位參數驗證結果 (續)

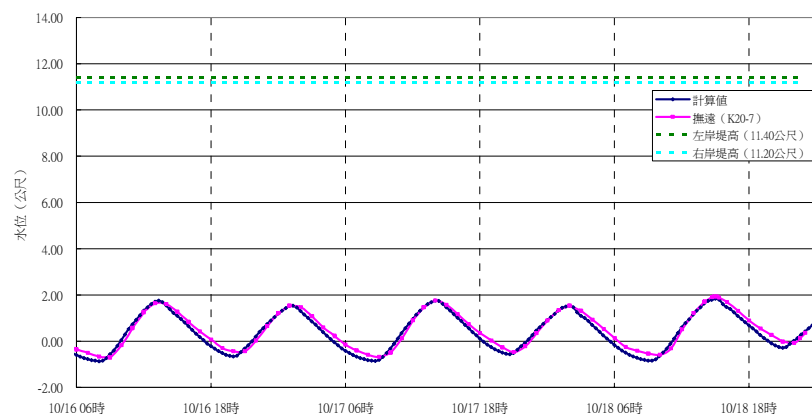


圖 5-7-1 撫遠抽水站水位計算值與觀測值比較

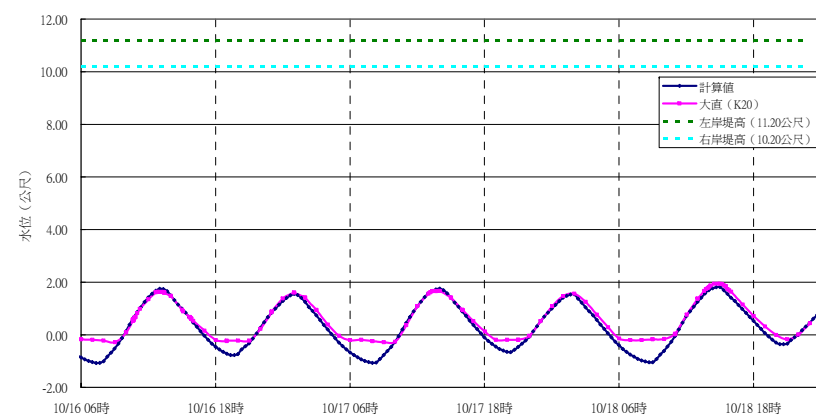


圖 5-7-2 大直抽水站水位計算值與觀測值比較

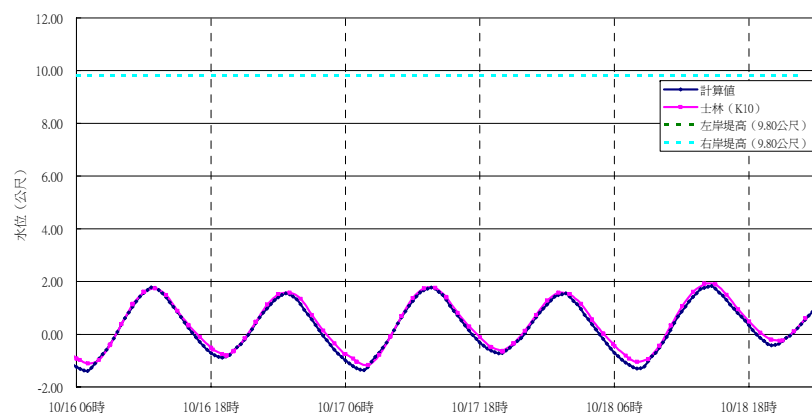


圖 5-7-3 士林抽水站水位計算值與觀測值比較

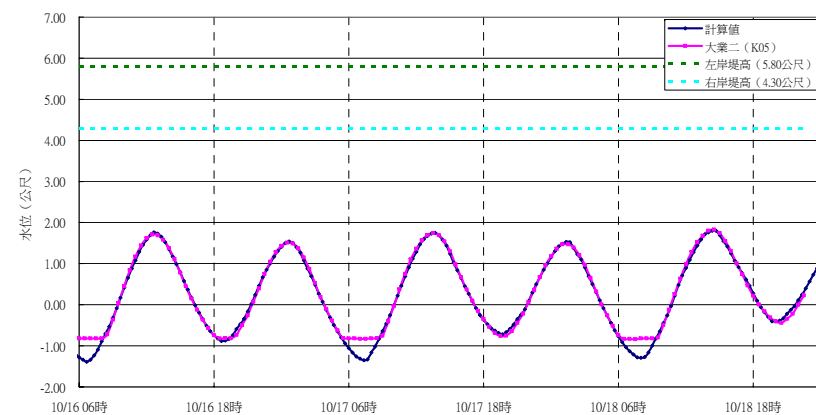


圖 5-7-4 大業二抽水站水位計算值與觀測值比較

圖 5-7 2005/10/16~2005/10/18 平時水位參數率定結果

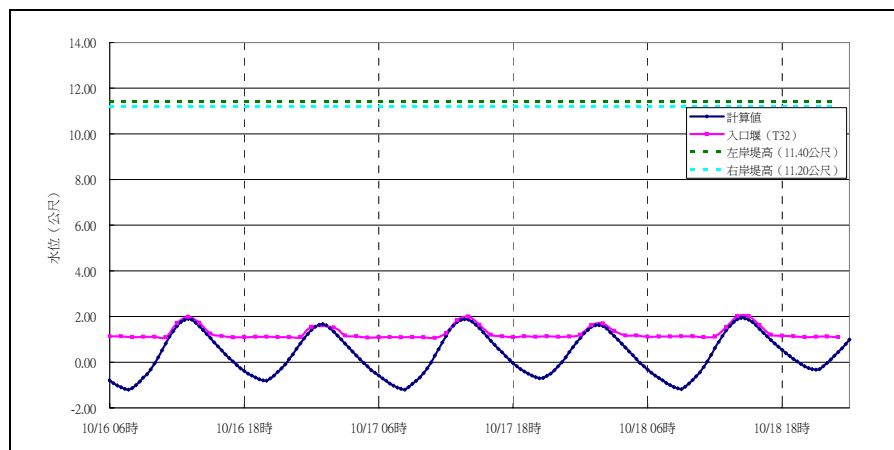


圖 5-7-5 入口堰水位站水位計算值與觀測值比較

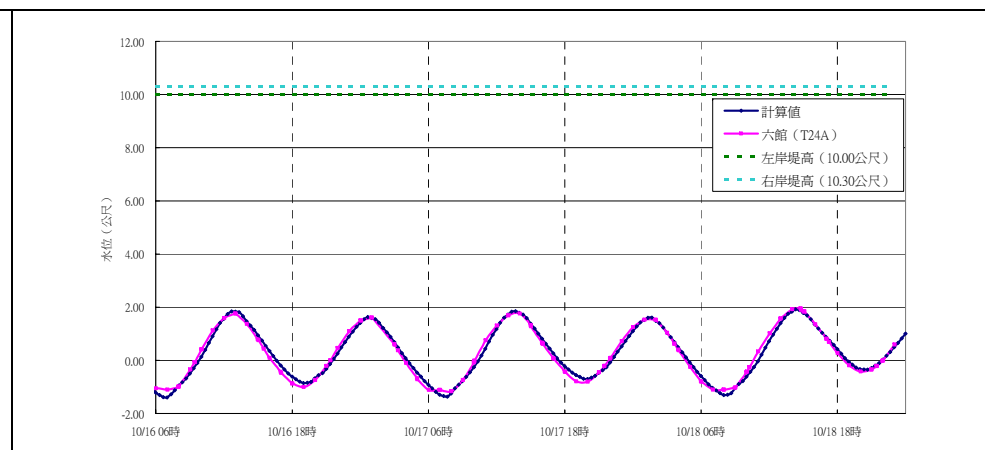


圖 5-7-6 六館抽水站水位計算值與觀測值比較

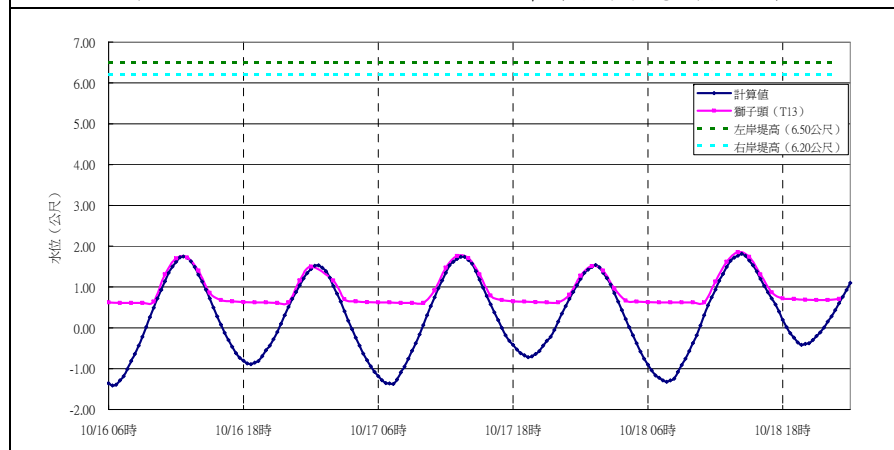


圖 5-7-7 獅子頭水位站水位計算值與觀測值比較

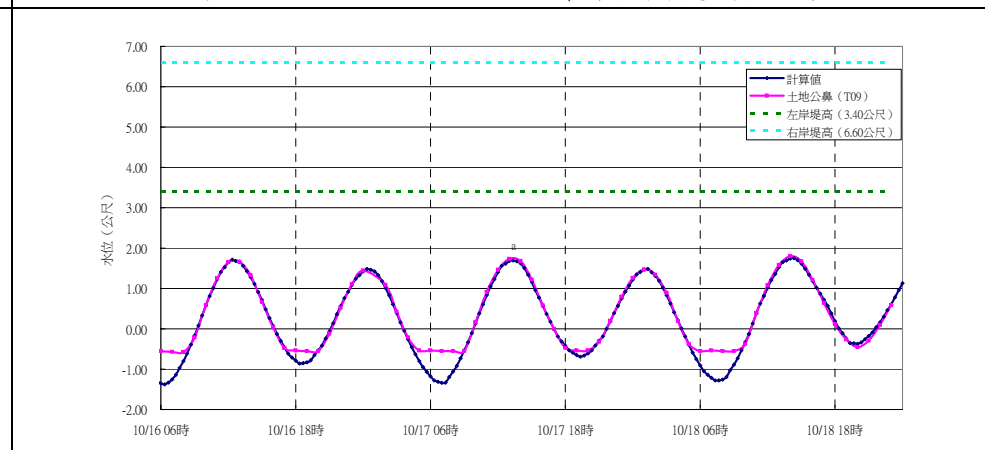


圖 5-7-8 土地公鼻水位站水位計算值與觀測值比較

圖 5-7 2005/10/16~2005/10/18 平時水位參數驗證結果 (續)

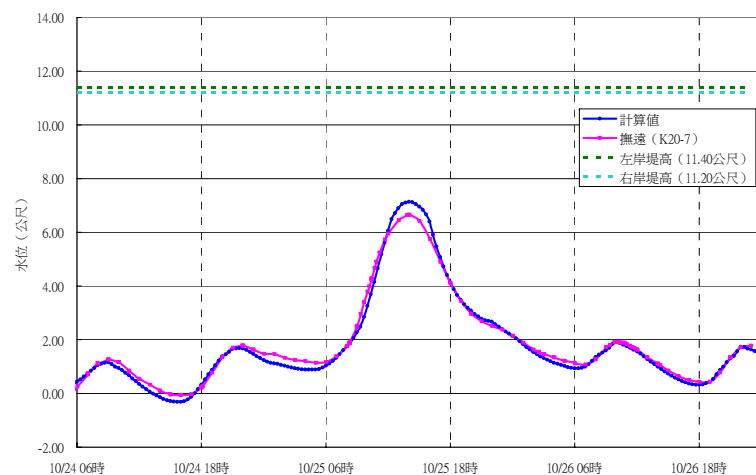


圖 5-8-1 撫遠抽水站水位計算值與觀測值比較

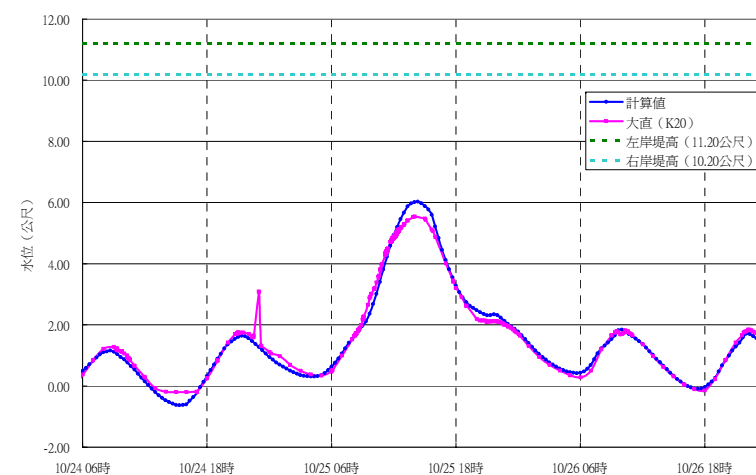


圖 5-8-2 大直抽水站水位計算值與觀測值比較

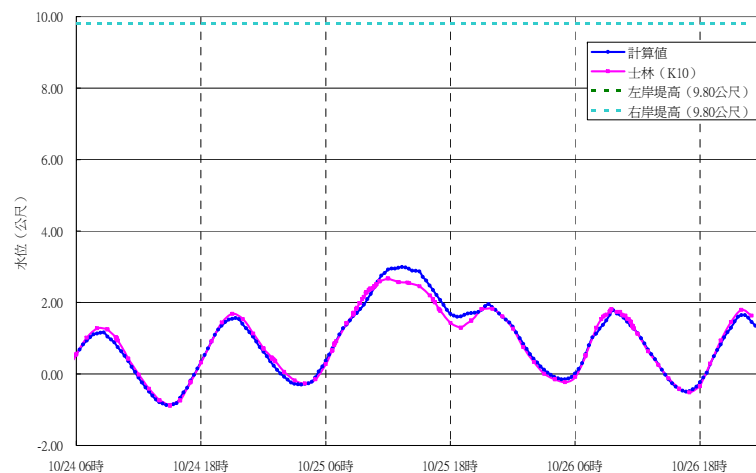


圖 5-8-3 士林抽水站水位計算值與觀測值比較

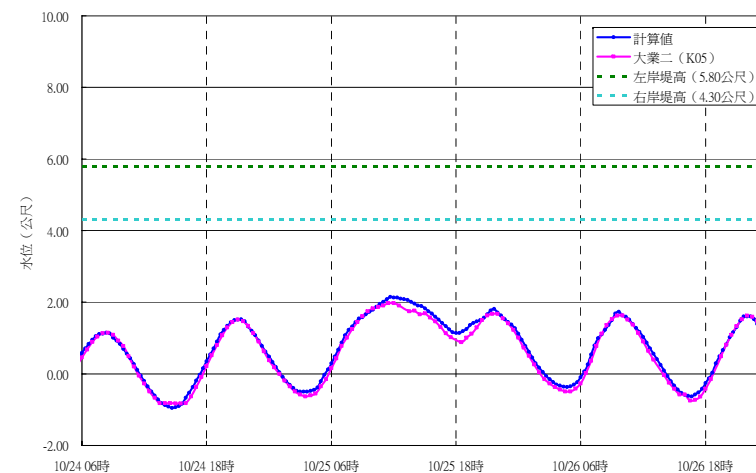


圖 5-8-4 大業二抽水站水位計算值與觀測值比較

圖 5-8 93/10/24~93/10/27 (納坦颱風) 高洪水位參數率定結果

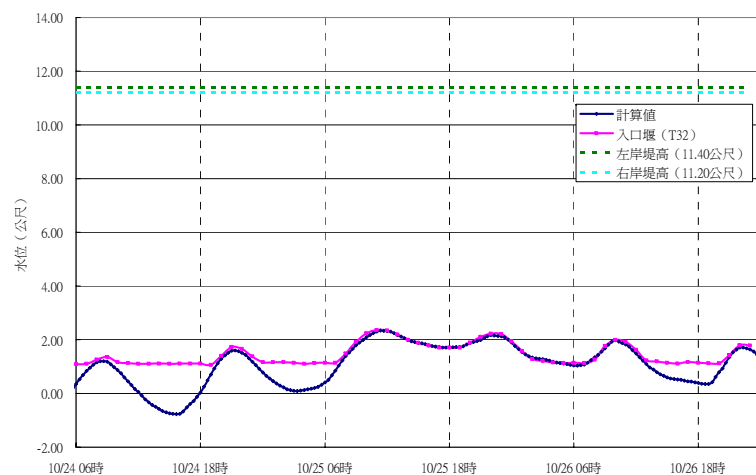


圖 5-8-5 入口堰水位站水位計算值與觀測值比較

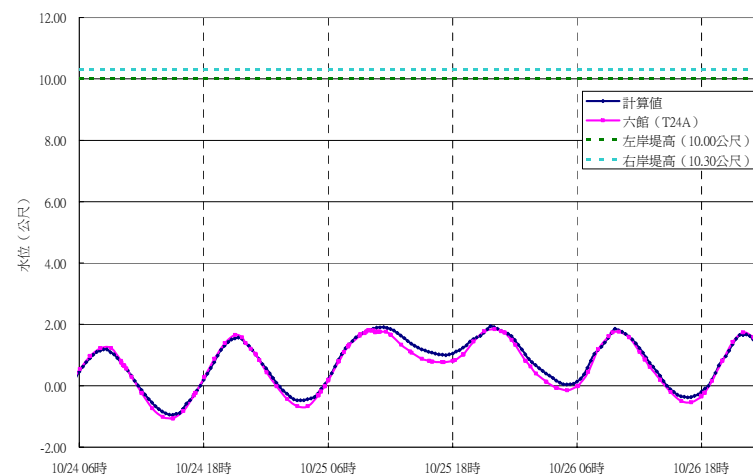


圖 5-8-6 六館抽水站水位計算值與觀測值比較

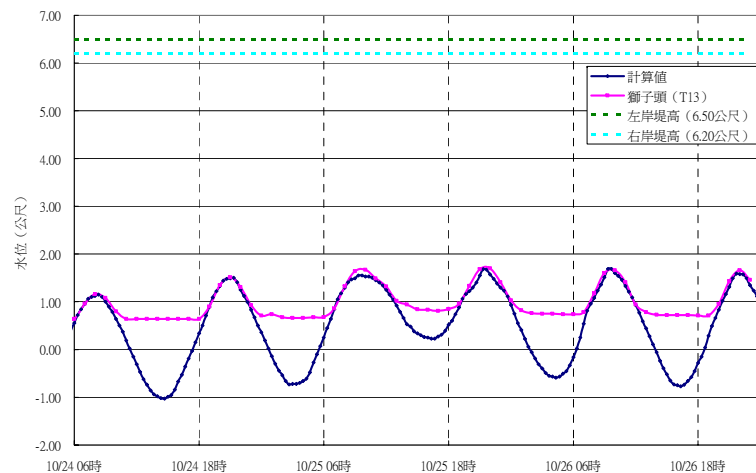


圖 5-8-7 獅子頭水位站水位計算值與觀測值比較

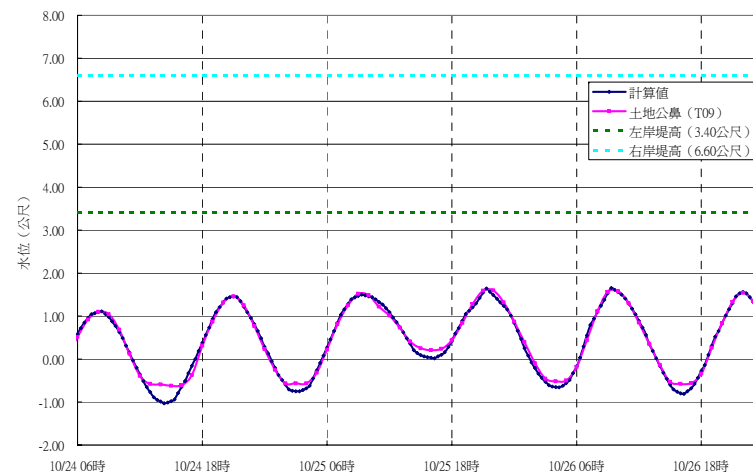


圖 5-8-8 土地公鼻水位站水位計算值與觀測值比較

圖 5-8 93/10/24~93/10/27 (納坦颱風) 高洪水位參數率定結果 (續)

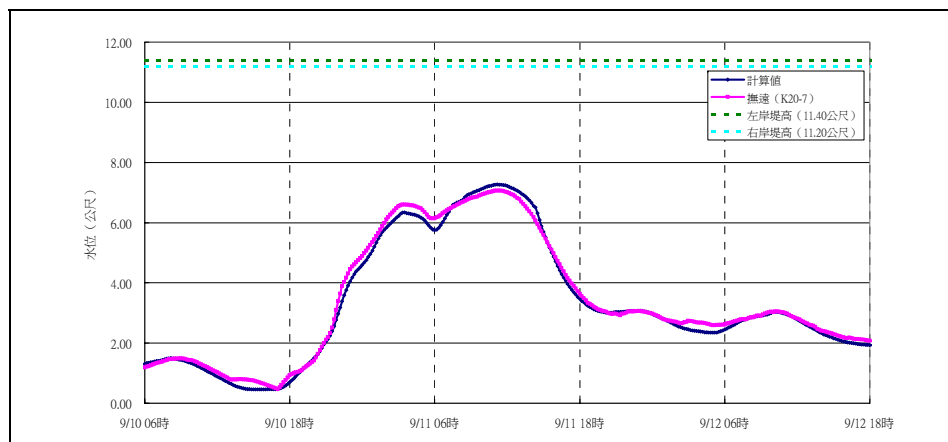


圖 5-9-1 撫遠抽水站水位計算值與觀測值比較

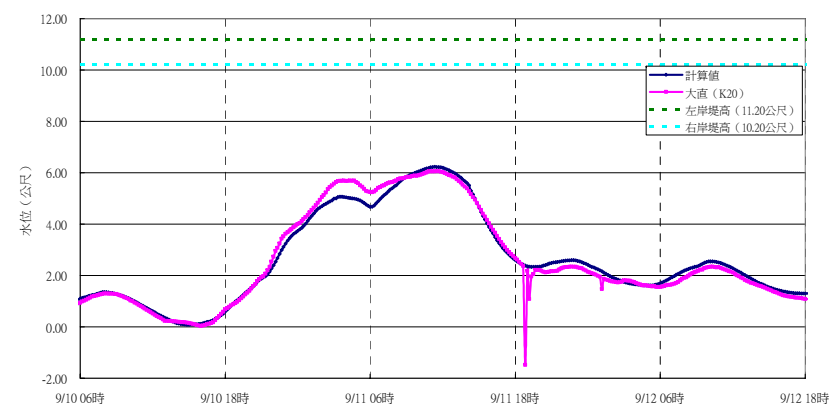


圖 5-9-2 大直抽水站水位計算值與觀測值比較

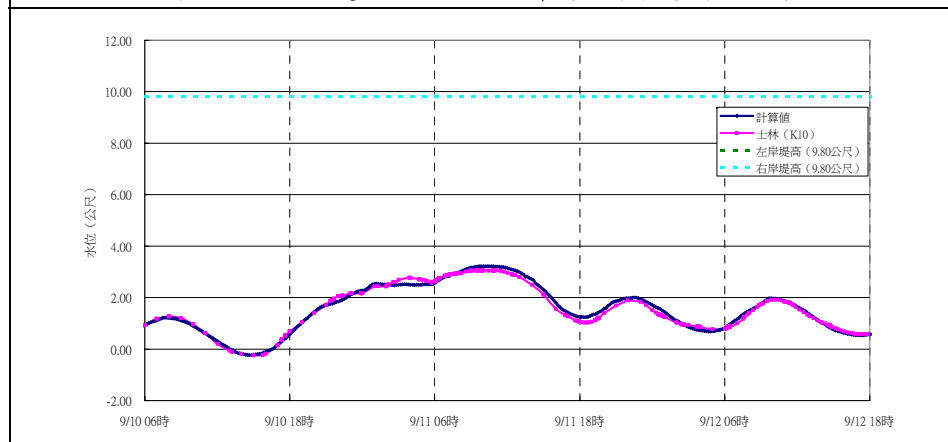


圖 5-9-3 士林抽水站水位計算值與觀測值比較

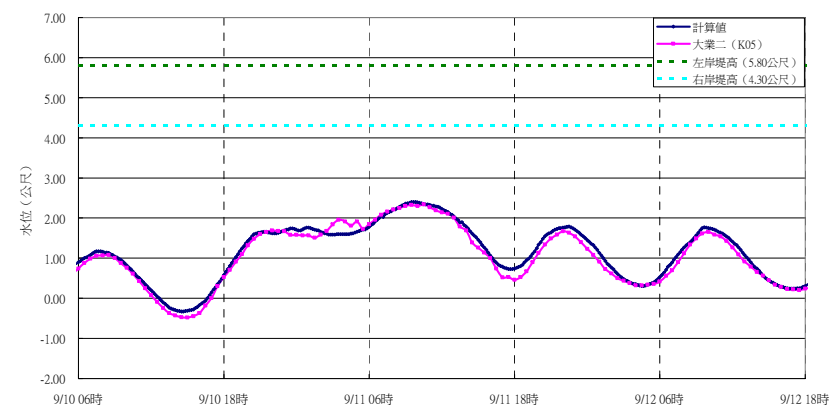


圖 5-9-4 大業二抽水站水位計算值與觀測值比較

圖 5-9 93/09/10~93/09/13 海馬颱風洪（含 911 豪雨事件）高洪水位參數驗證結果

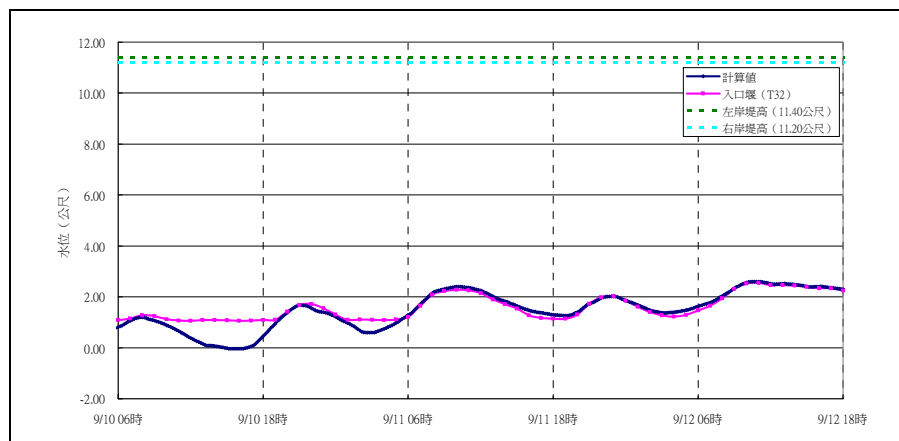


圖 5-9-5 入口堰水位站水位計算值與觀測值比較

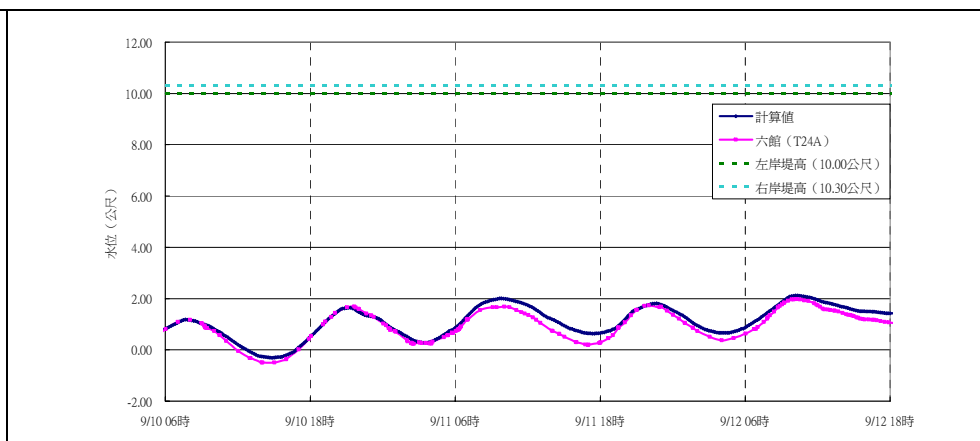


圖 5-9-6 六館抽水站水位計算值與觀測值比較

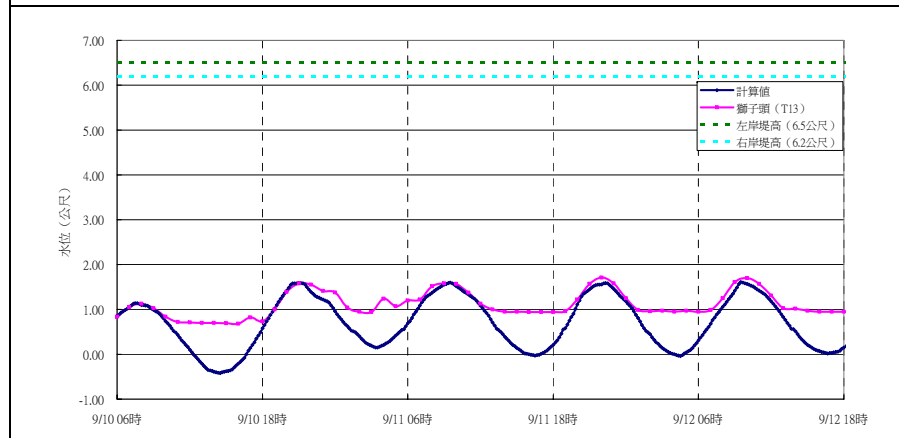


圖 5-9-7 獅子頭水位站水位計算值與觀測值比較

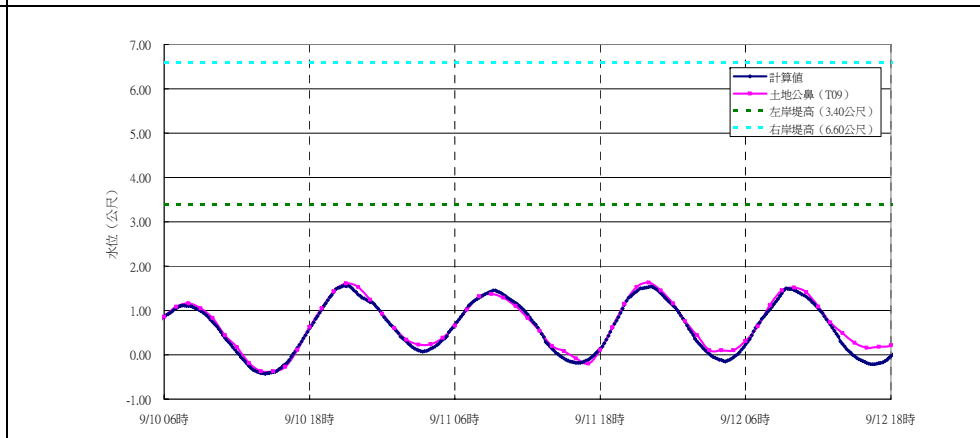


圖 5-9-8 土地公鼻水位站水位計算值與觀測值比較

圖 5-9 93/09/10~93/09/13 海馬颱風 (含 911 豪雨事件) 高洪水位參數驗證結果 (續)

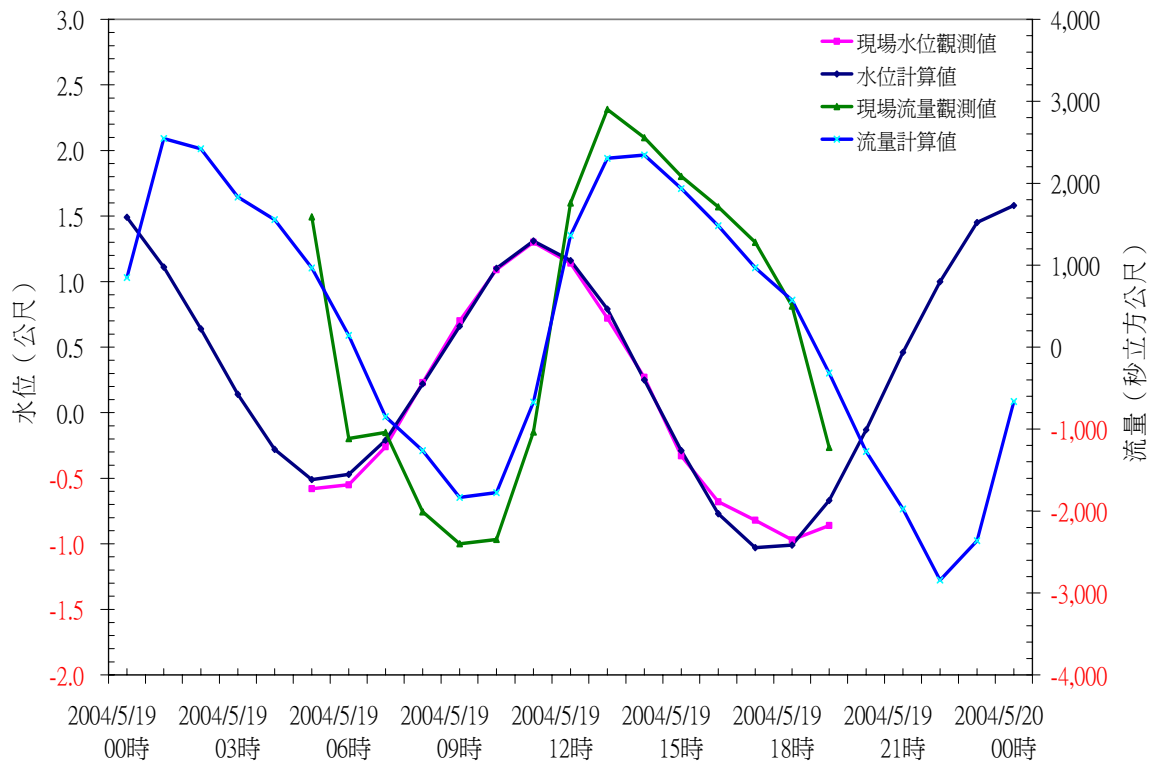


圖 5-10 河川模式計算值與全潮測量結果比較：關渡大橋（2004 年）

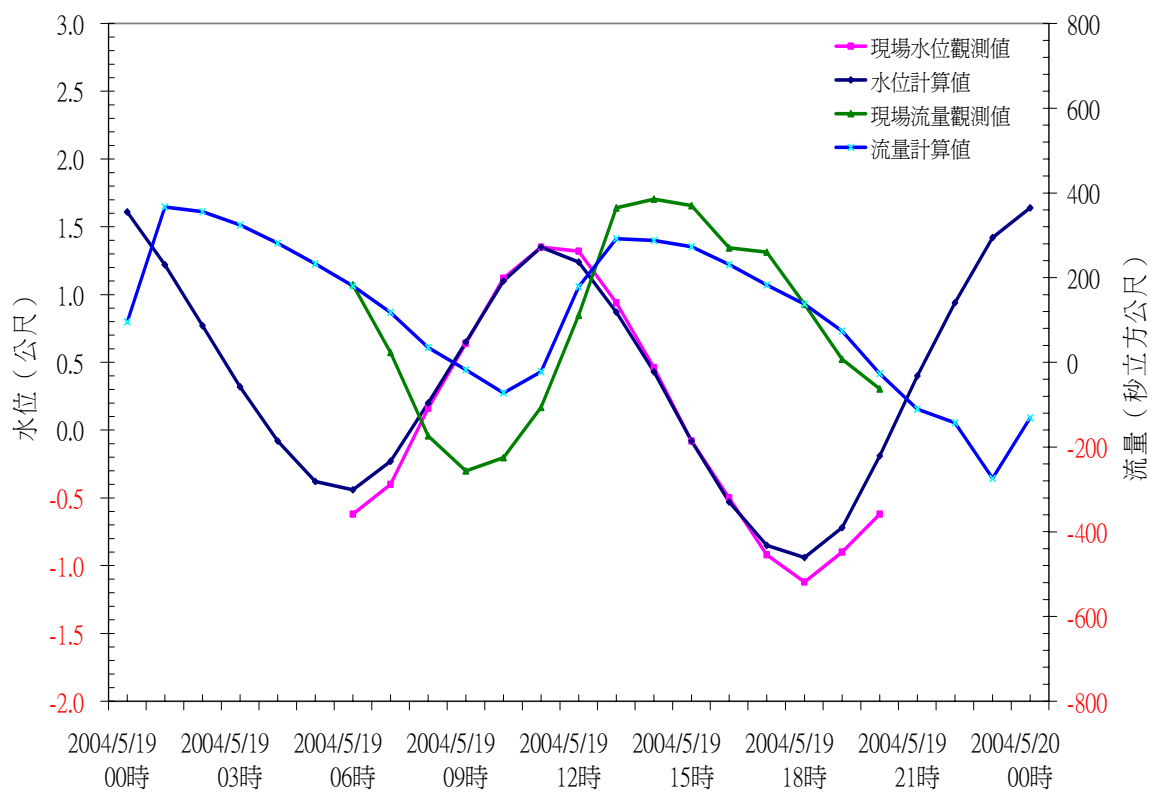


圖 5-11 河川模式計算值與全潮測量結果比較：百齡橋（2004 年）

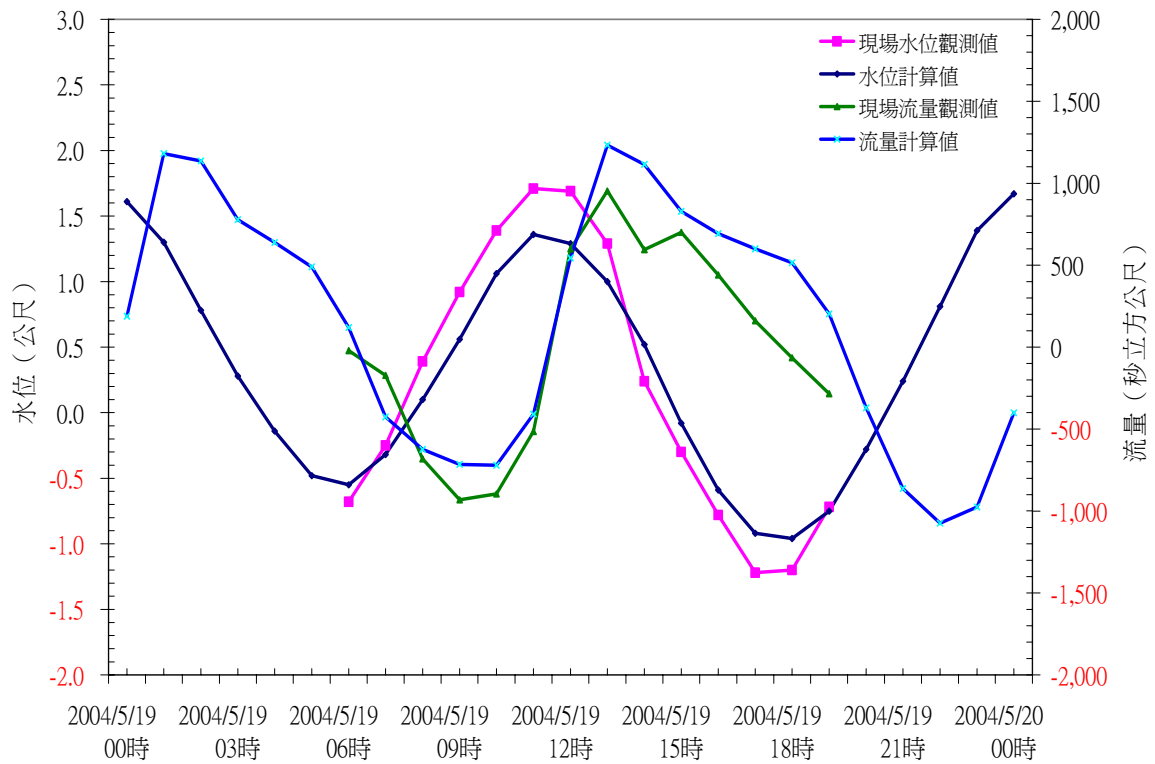


圖 5-12 河川模式計算值與全潮測量結果比較：台北橋（2004 年）

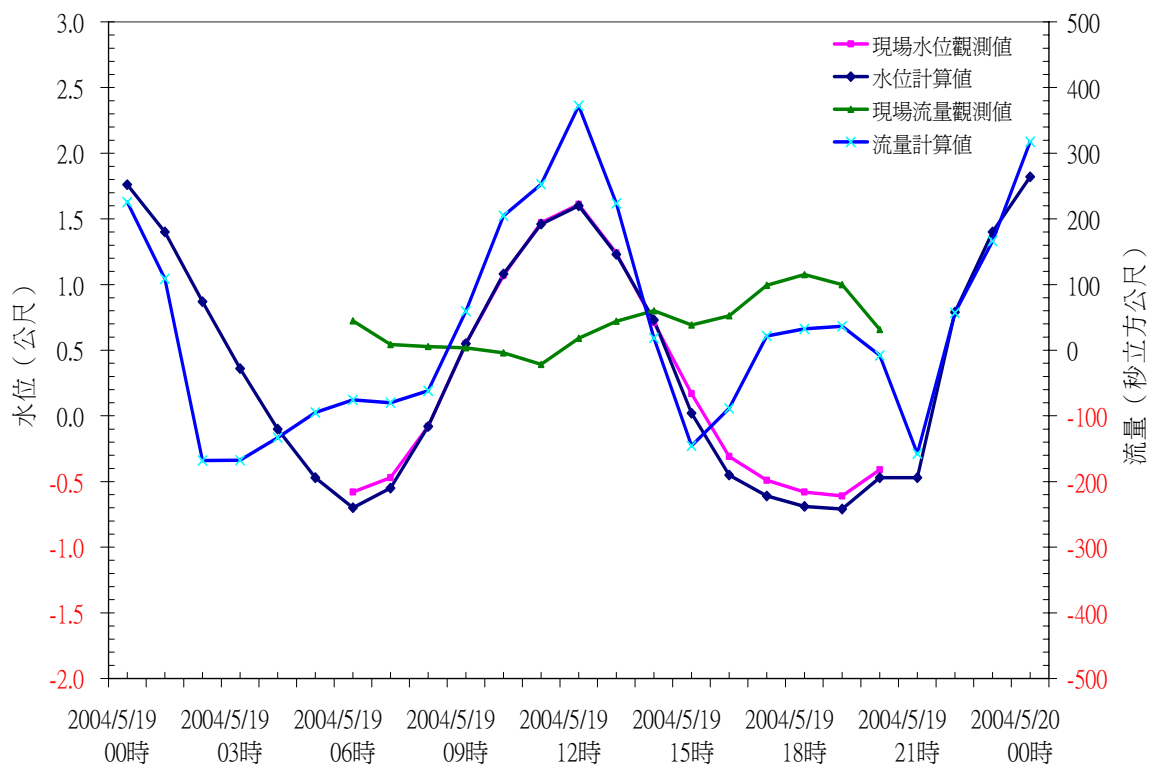


圖 5-13 河川模式計算值與全潮測量結果比較：中正橋（2004 年）

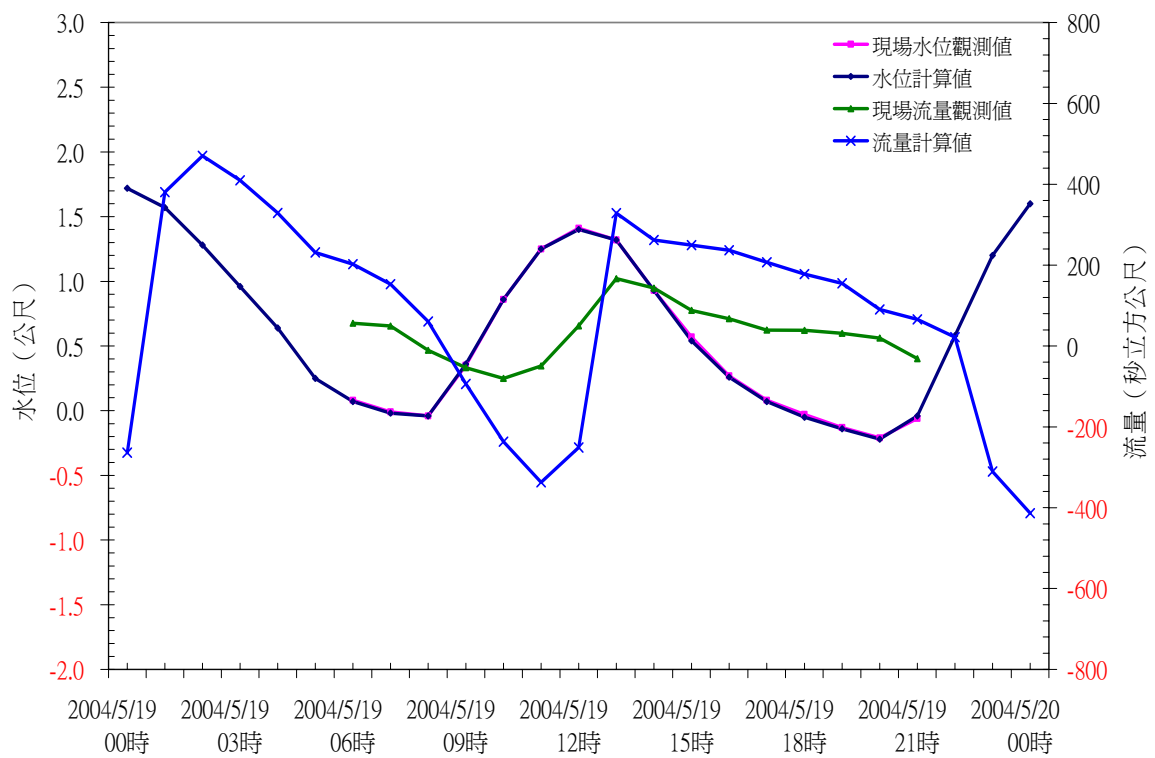


圖 5-14 河川模式計算值與全潮測量結果比較：新海橋（2004 年）

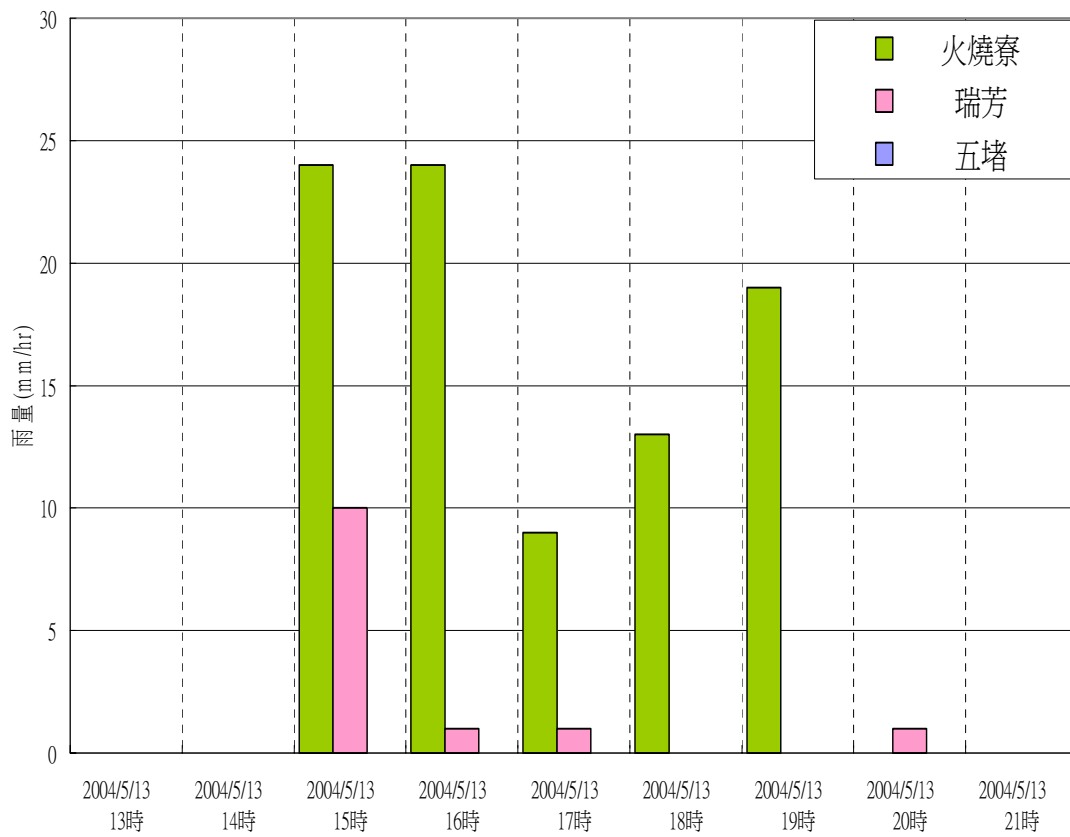


圖 5-15 2004/05/13 降雨事件基隆河流域內各雨量站降雨組體圖

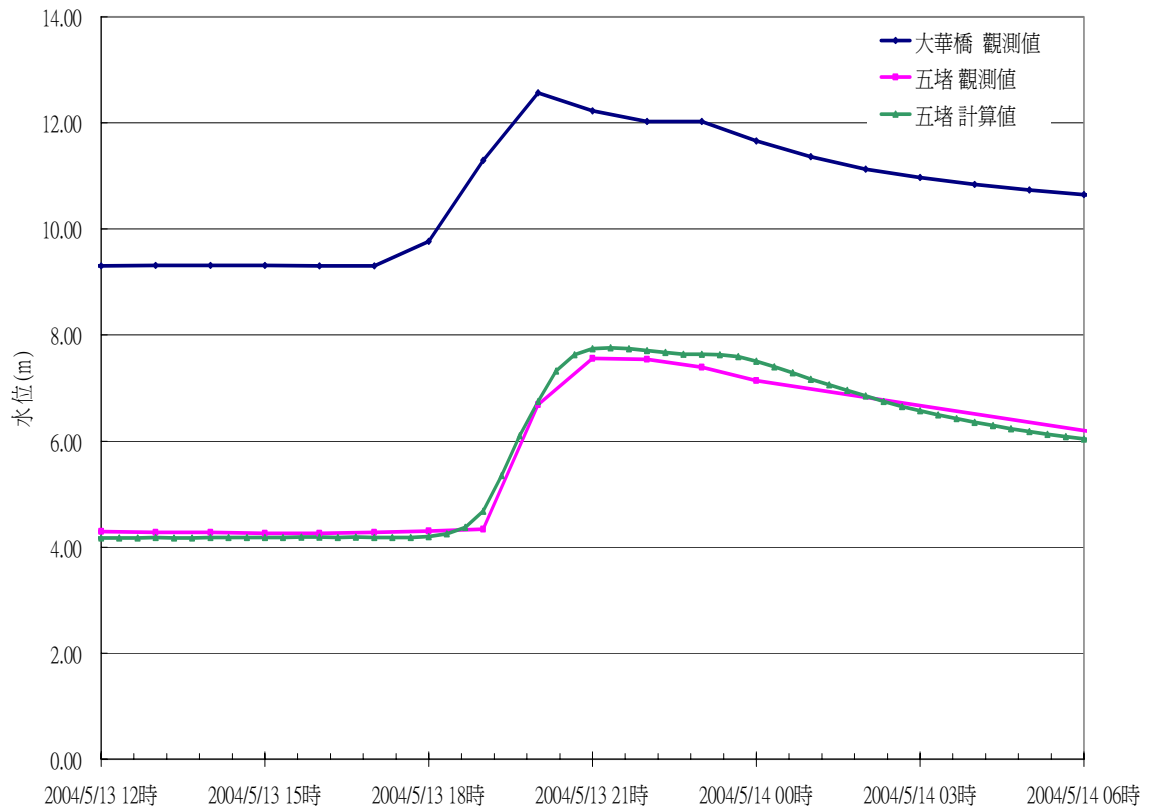


圖 5-16 大華橋（邊界點）及五堵站水位計算值與觀測值之比較

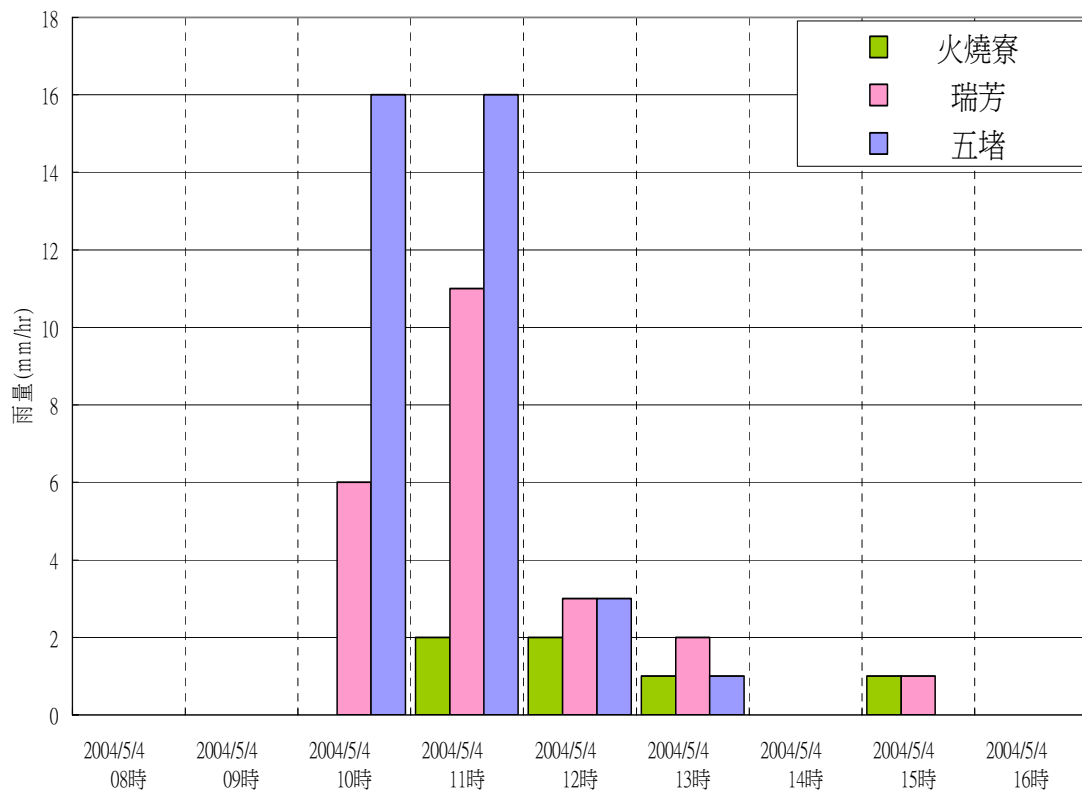


圖 5-17 2004/05/04 降雨事件流域內各雨量站降雨組體圖

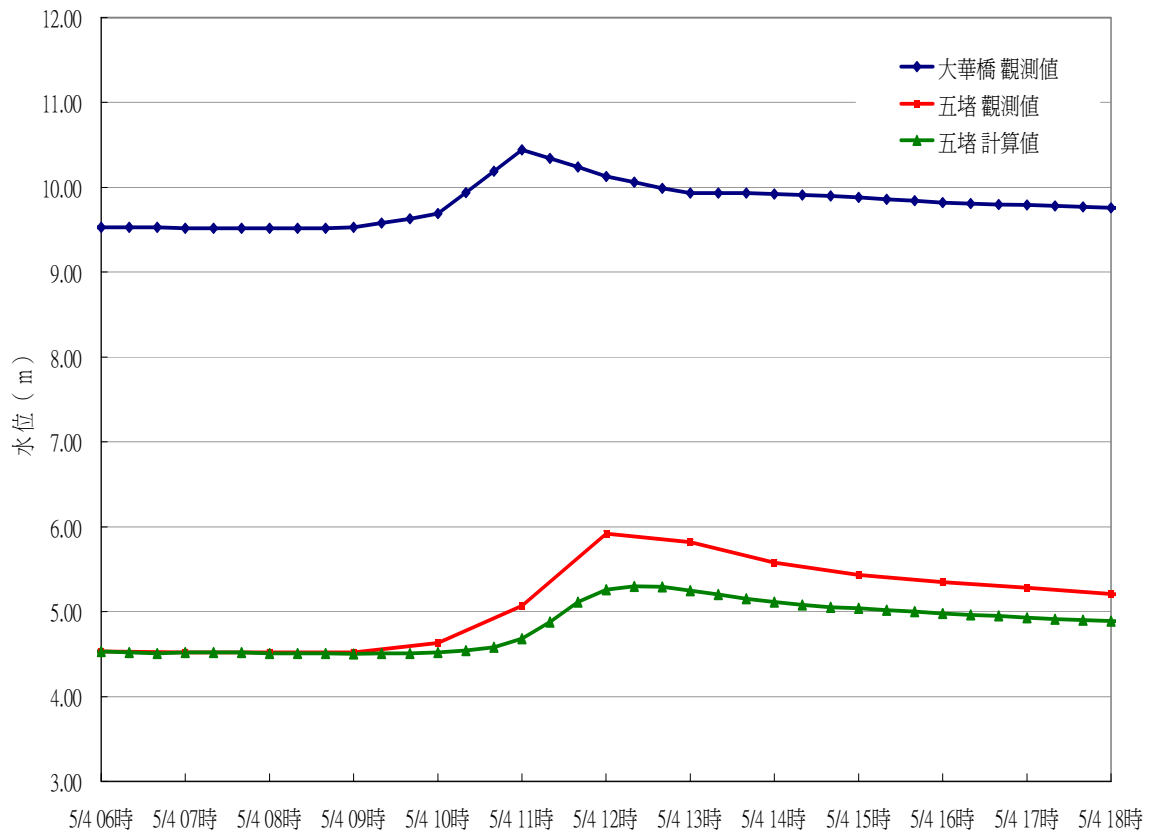


圖 5-18 大華橋（邊界點）及五堵水位計算值與觀測值比較

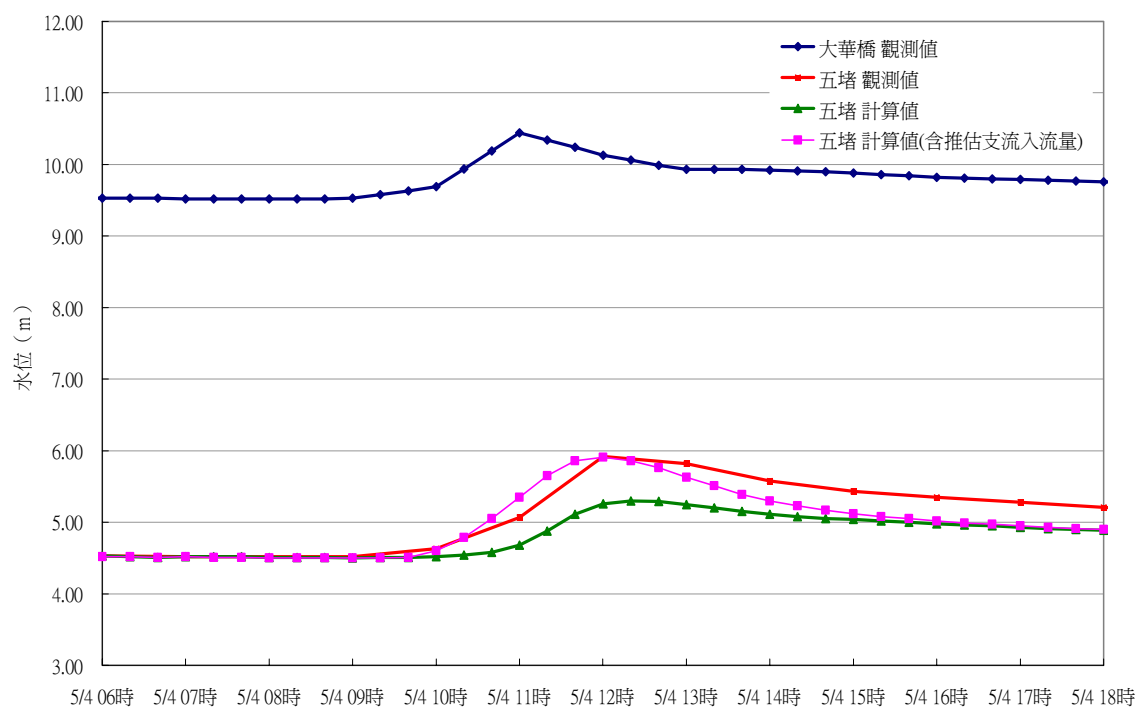


圖 5-19 納入支流入流量後，五堵水位站計算結果

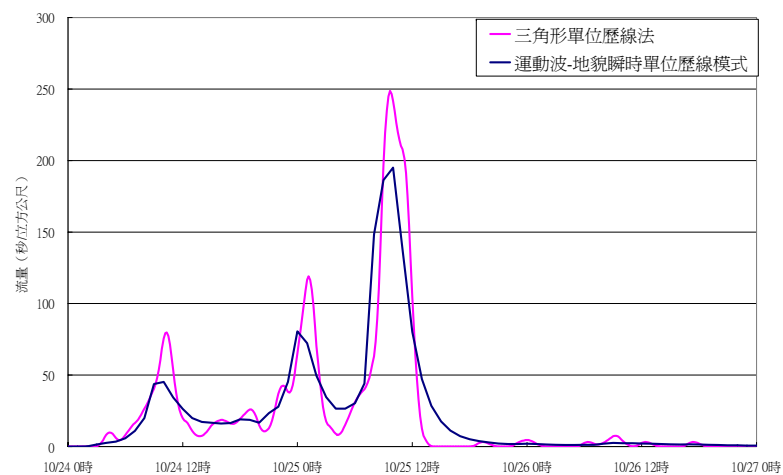


圖 5-20-1 鹿寮溪推估逕流量之比較

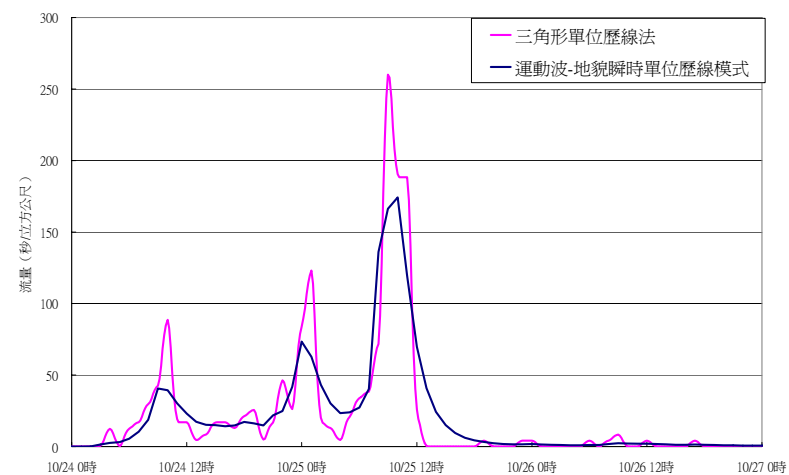


圖 5-20-2 保長坑溪推估逕流量之比較

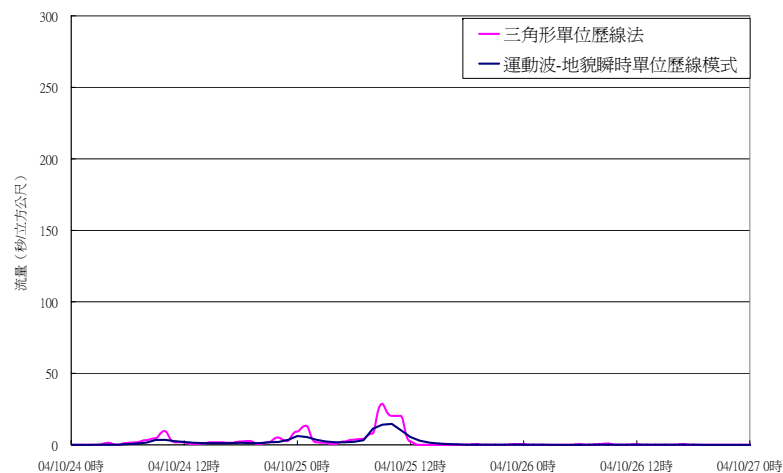


圖 5-20-3 鄉長厝排水推估逕流量之比較

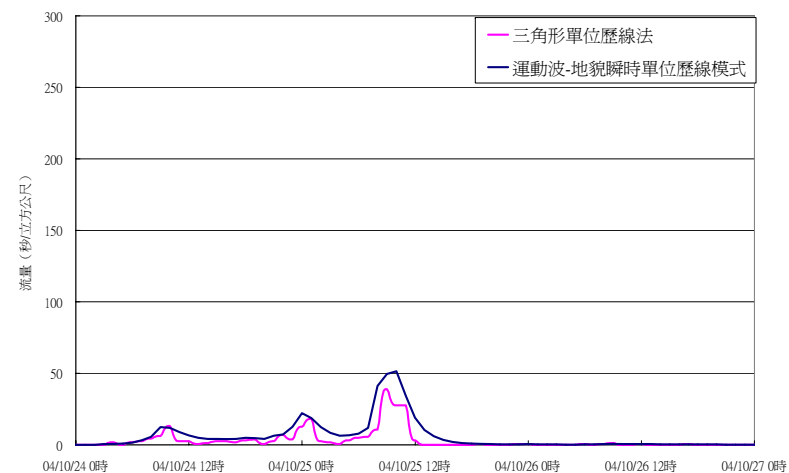


圖 5-20-4 茄苳溪推估逕流量之比較

圖 5-20 93/10/24~93/10/27（納坦颱風）基隆河各支流推估逕流量之比較

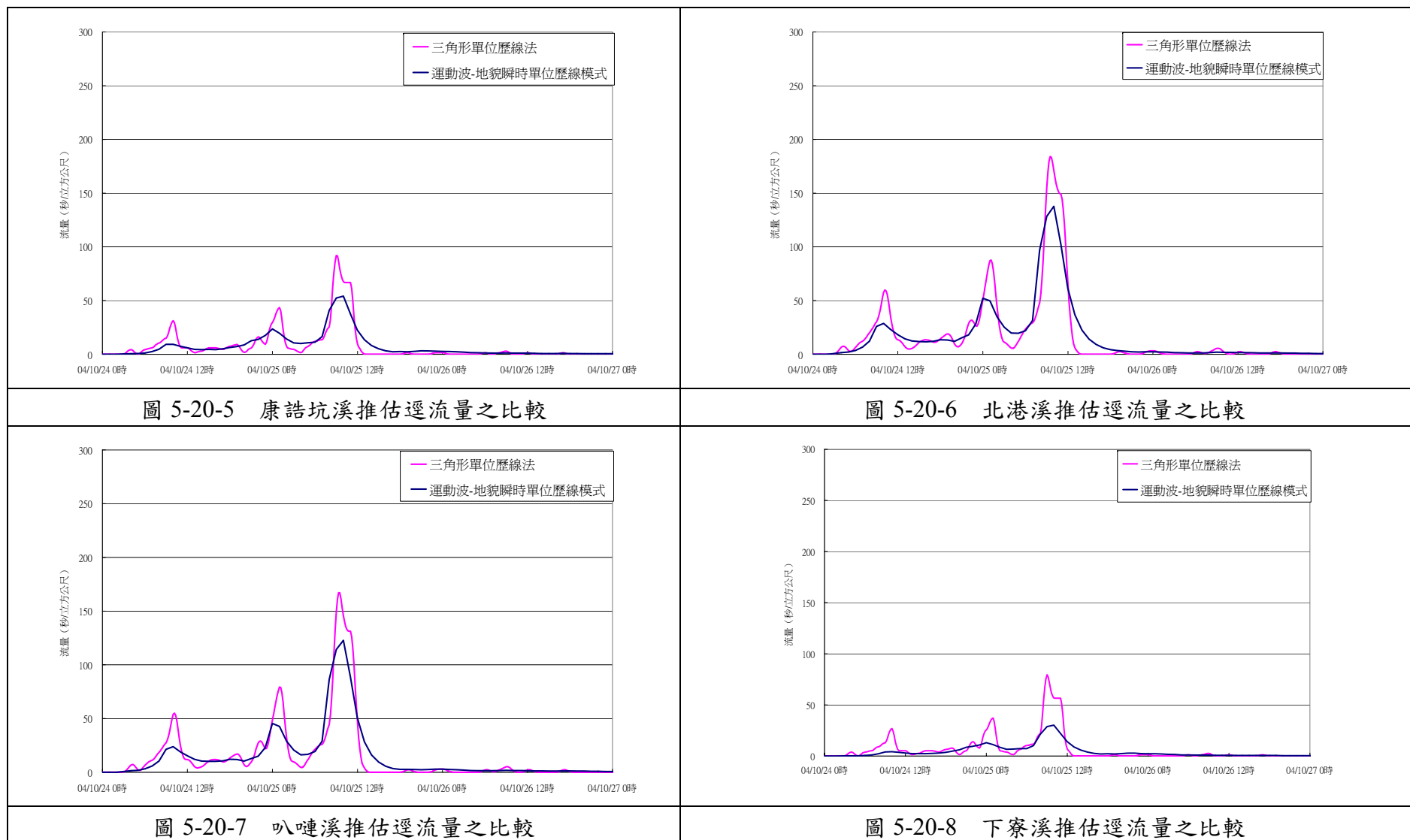


圖 5-20 93/10/24~93/10/27 (納坦颱風) 基隆河各支流推估逕流量之比較 (續)

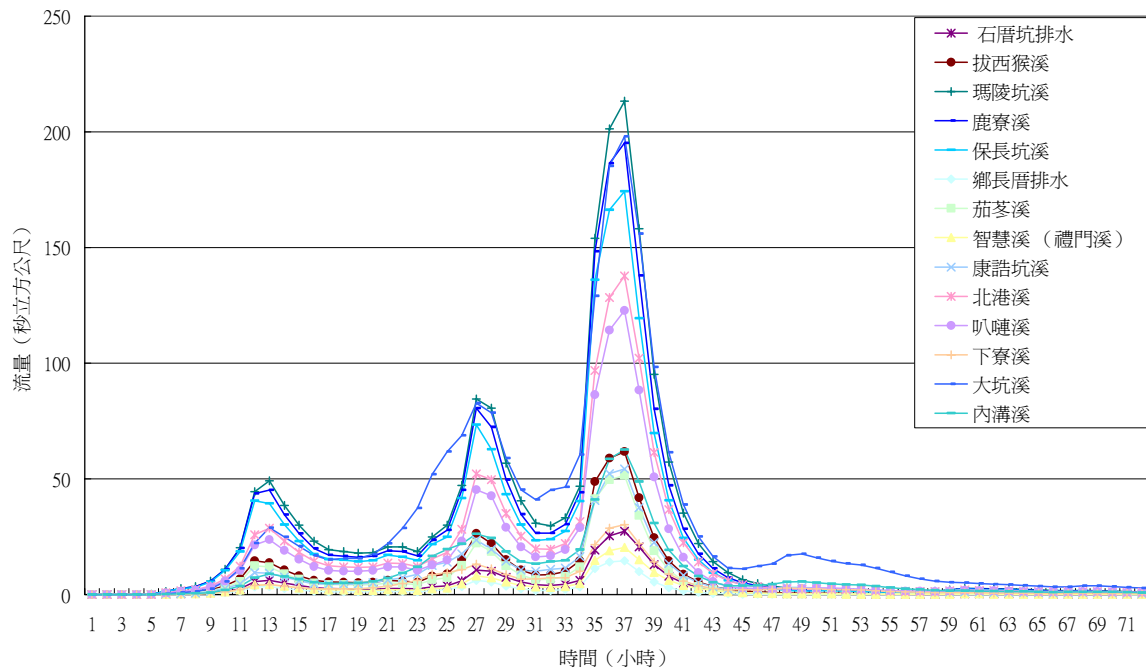


圖 5-21 93/10/24~93/10/27 (納坦颱風) 基隆河各支流推估逕流量

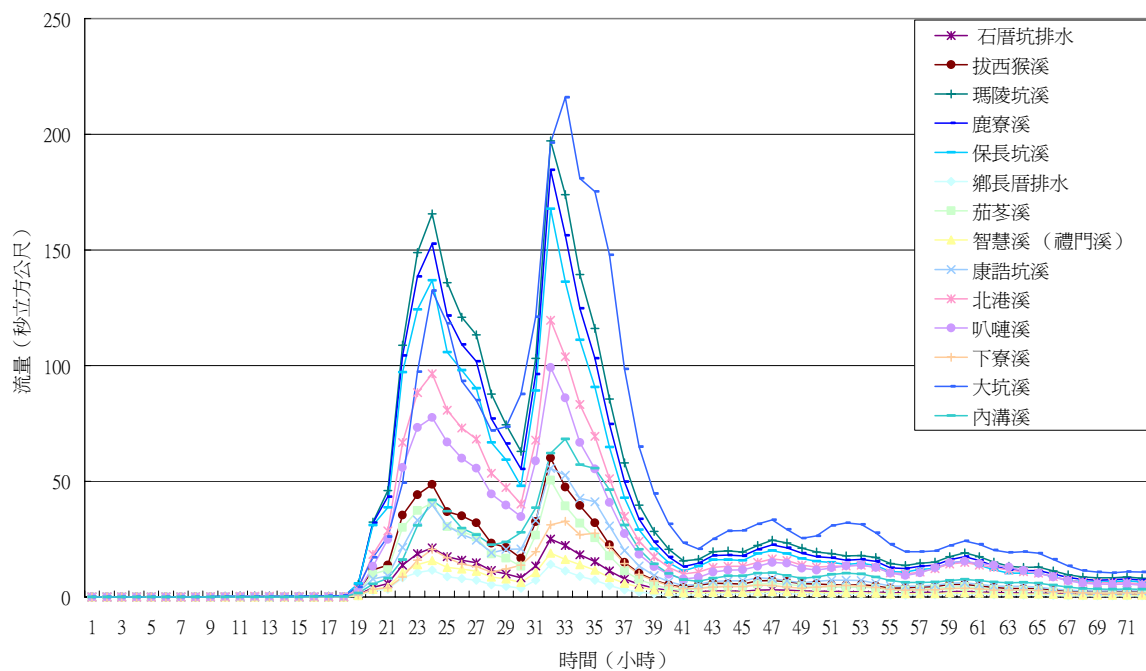


圖 5-22 93/09/11~93/09/13 海馬颱風 (含 911 豪雨事件)
基隆河各支流推估逕流量

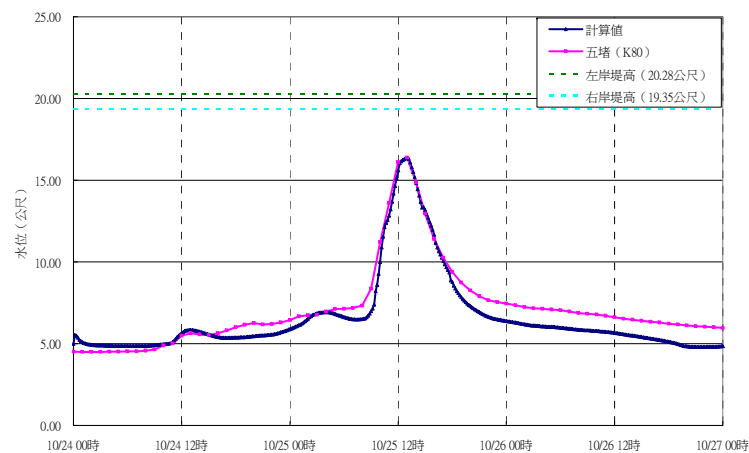


圖 5-23-1 五堵水位計算值與觀測值比較

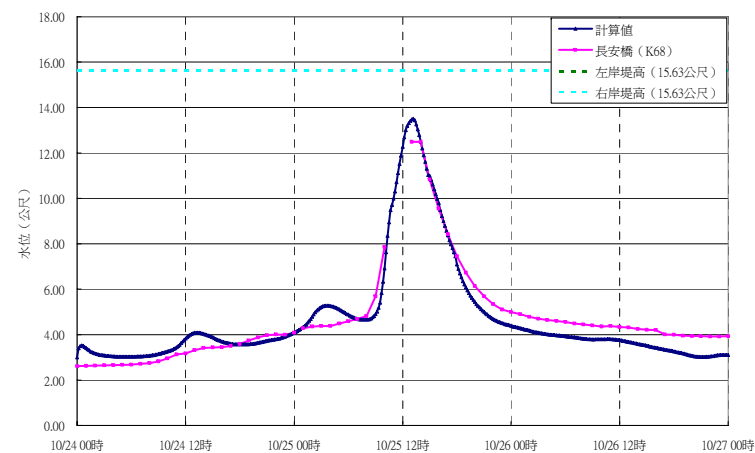


圖 5-23-2 長安橋水位計算值與觀測值比較

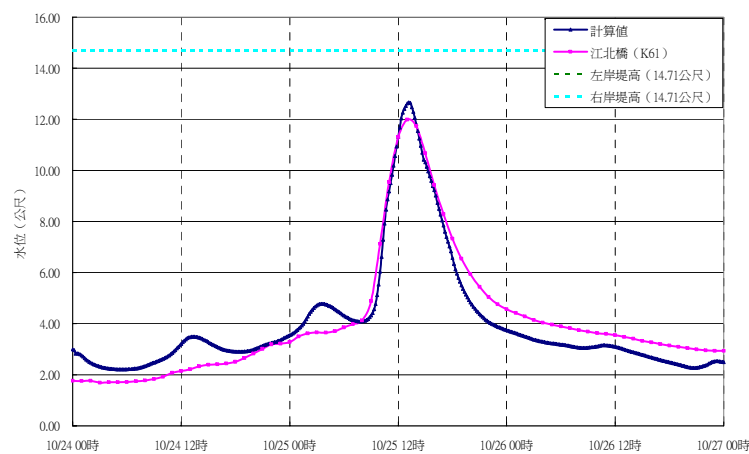


圖 5-23-3 江北橋水位計算值與觀測值比較

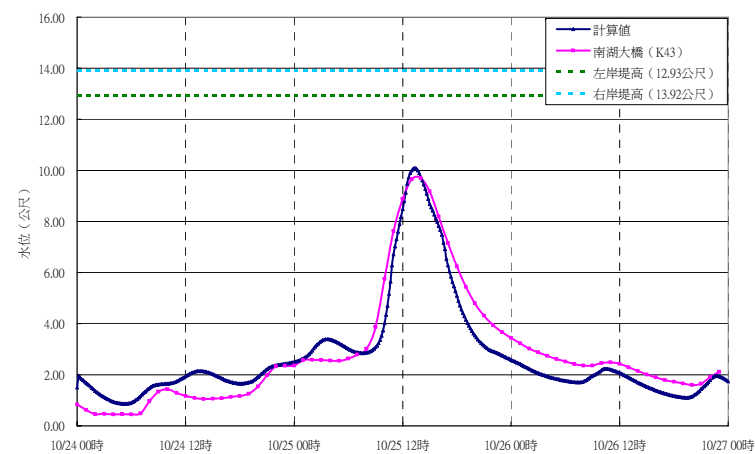


圖 5-23-4 南湖大橋水位計算值與觀測值比較

圖 5-23 93/10/24~93/10/27 (納坦颱風) 高洪水位參數率定結果
(納入基隆河各支流推估逕流量)

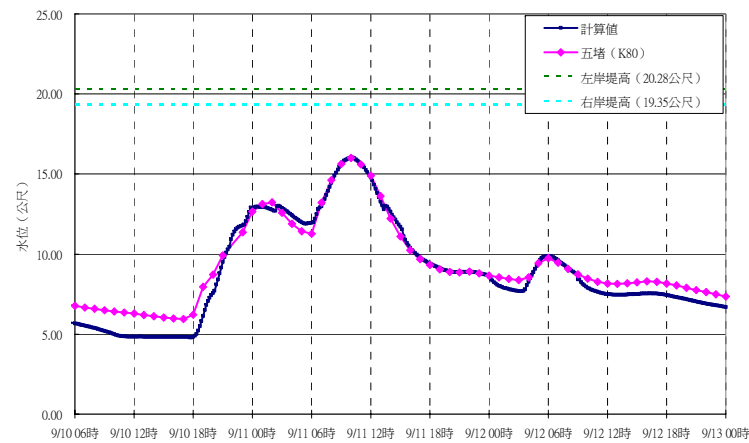


圖 5-24-1 五堵水位計算值與觀測值比較

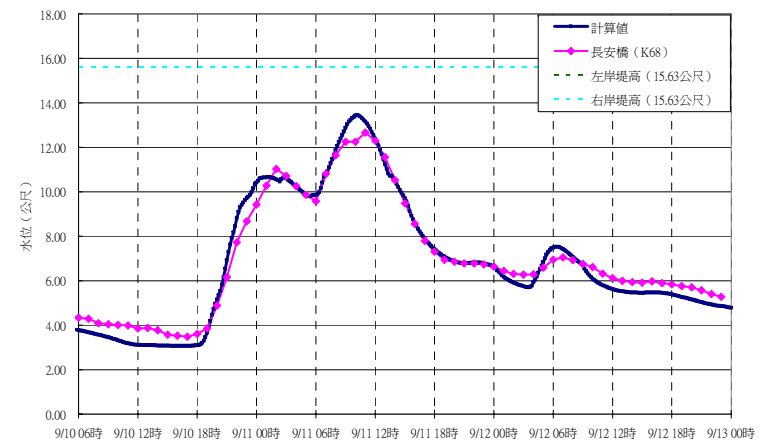


圖 5-24-2 長安橋水位計算值與觀測值比較

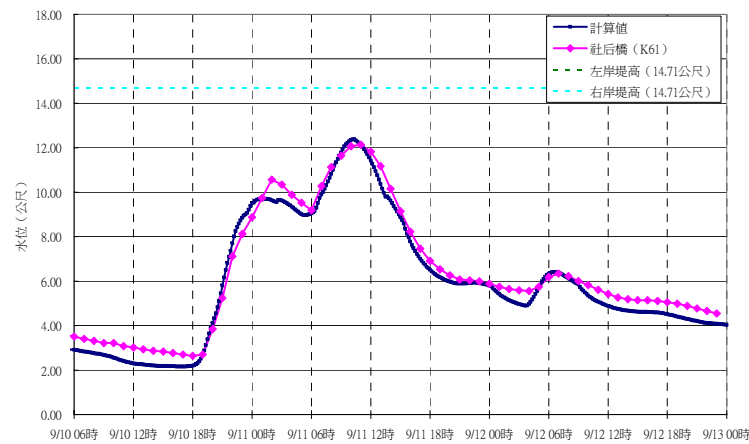


圖 5-24-3 江北橋水位計算值與觀測值比較

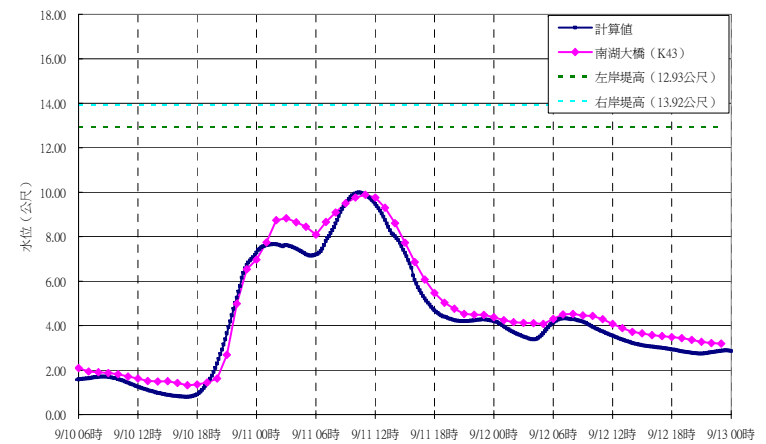


圖 5-24-4 南湖大橋水位計算值與觀測值比較

圖 5-24 93/09/10~93/09/13 海馬颱風 (含 911 豪雨事件) 高洪水位參數驗證結果
(納入基隆河各支流推估逕流量)

表 2-1 第二類多方式特徵法類別之判斷

方式類別	判 別 準 則			
傳統法	$\hat{m}_i = M$	$\hat{n}_i = 0$	$M = 1$	$C_r < 1$
時間延後法	$1 \leq \hat{m}_i < M$	$\hat{n}_i = 0$	$M > 1$	$C_r < 1$
空間延後法	$\hat{m}_i = M$	$\hat{n}_i = 0$	$M > 1$	$C_r < 1$
空間延外法	$\hat{m}_i = M$	$\hat{n}_i \neq 0$	$M = 1$	$C_r > 1$
時間延外法	$\hat{m}_i = 0$	$\hat{n}_i \neq 0$	$M \geq 1$	$C_r > 1$

表 4-1 第十河川局各年度大斷面測量資料統計

年度	施測斷面	基隆河	新店溪	淡水河	疏洪道	三峽河
89 年	起迄斷面	K01~K98	H01~H26	T00~T90A	F01~F12	S01~S10B
	斷面總數	118	35	102	15	13
90 年	起迄斷面	K01~K98	H01~H26	T00~T90A	F01~F12	S10~S10B
	斷面總數	120	36	108	15	13
91 年	起迄斷面	K01~K134	H01~H26	T00~T90A	F01~F12	S10~S10B
	斷面總數	155	36	112	15	13
92 年	起迄斷面	K01~K134	H01~H81	T00~T90A	F01~F12	S10~S10B
	斷面總數	156	100	113	15	13
93 年	起迄斷面	K01~K134	H01~H81	T00~T90A	F01~F12	S10~S10B
	斷面總數	136	100	113	15	13

表 4-2 淡水河現有水位測站及相關斷面位置表

站名	河川別	斷面 編號	自河口 累距 (m)	一級	二級	三級	備 註
				警戒水位 (m)			
河口	淡水河	T00	0	--	--	--	
土地公鼻	淡水河	T09	6,075	--	--	--	
獅子頭	淡水河	T13	8,920	4.5	2.7	--	
台北橋	淡水河	T24A	16,775	8.5	6.7	2.2	T24-T25
疏洪道	疏洪道	F07	15,080	--	--	--	
入口堰	大漢溪	T32	21,215	3.8	3.5	3.3	
新海橋	大漢溪	T36A	23,870	10.2	7.7	2.8	T36-T37
柑園橋	大漢溪	T53A	34,983	--	--	--	T52-3 新增測站
後村堰	大漢溪	T56	36,353	--	32.0	--	新增測站
中正橋	新店溪	H10A	27,495	10.5	8.4	5.5	H10-H11
秀朗橋	新店溪	H17A	31,335	8.6	6.5	--	H17-H18
碧潭橋	新店溪	H24A	35,810	--	--	--	新增測站 H24-H25
*百齡橋	基隆河	K11A	14,995	7.4	5.8	--	新增測站
*中山二橋	基隆河	K16A	17,413	--	8.2	--	新增測站
*新生高架橋	基隆河	K16B	17,688		8.2		新增測站
*大直橋	基隆河	K19A	19,437	9.5	7.9	--	新增測站（修復）
*成美長壽橋	基隆河	K35A	26,149	--	--	--	新增測站
*南湖大橋	基隆河	K43	29,522	8.4	6.6	--	新增測站（修復）
社后橋	基隆河	K50	32,832	8.5	7.3	--	
*江北橋	基隆河	K61	36,748	10.5	7.5	--	新增測站
康誥坑橋	基隆河	K62	--	--	--	--	基隆河支流
*長安橋	基隆河	K68	38,737	10.9	10.0	--	新增測站（抽水站）
五堵	基隆河	K80	43,647	14.9	12.0	--	
大華橋	基隆河	K94	49,647	18.4	15.3	--	
*暖江橋	基隆河	K100	52,707	21.7	19.0	--	新增測站
*碇內	基隆河	K104	54,322	26.8	25.0	--	新增測站
*瑞慶橋	基隆河	K105	55,137	--	30.4	--	新增測站
瑞芳介壽橋	基隆河	K119	62,172	45.5	44.0	--	
員山子	基隆河	K125.6	65,222	--	61.3	--	新增測站
侯硐介壽橋	基隆河	K129	67,457	--	90.0	--	新增測站

註：1.上表所列新增水位測點共有 11 測站（表中第一欄打*者，含大直橋及南湖大橋為舊有站修復，長安站則為抽水站之外水位測站等，共 3 站）。

2.表中警戒水位欄數據係十河局所提供最新資料（93/10），包括部份警戒水位係直接摘自水情資料庫數據。

表 4-3 第十河川局各水位站水位資料監測情形（颱風事件）

年度	颱洪事件	淡水河						新店溪		大漢溪	景美溪	基隆河										
		河口	土地公鼻	獅子頭	疏洪道	台北橋	入口堰	中正橋	秀朗橋	新海橋	寶橋	百齡橋	中山二橋	新生高架橋	大直橋	成美長壽	南湖大橋	社后橋	江北橋	長安橋	五堵	大華橋
89年度	象神(10/30~11/01)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	○	×	×	⊕	×	⊕	⊕	×
	貝碧佳(11/06~11/07)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	○	×	⊕	×	×
90年度	西馬隆(05/11~05/13)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	○	○	×	○	○	○
	奇比(06/22~06/24)	○	○	○	○	○	○	○	○	⊕	○	×	×	×	⊕	×	○	○	×	×	⊕	×
	尤特(07/03~07/05)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	○	×	○	○	×
	潭美(07/10~07/11)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	○	○	×	⊕	○	×
	玉兔(07/23~07/24)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	○	○	×	×	○	×
	桃芝(07/28~07/31)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	○	○	×	×	○	×
	納莉(09/08~09/19)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	○	⊕	×	×	○	○
	利奇馬(09/23~09/28)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	○	×	○	○	×	×	○	○
	海燕(10/15~10/16)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	○	×	○	○	×	×	⊕	○
91年度	雷馬遜(07/02~07/04)	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	○	⊕	⊕	×	×	×	⊕	×	○	○	×	×	⊕	○
	娜克莉(07/09~07/10)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	○	×	○	○	×	×	○	○
	辛樂克(09/04~09/08)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	×	○	○
92年度	柯吉拉(04/21~04/24)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	⊕	○	×	○	○
	南卡(06/01~06/03)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○
	蘇迪勒(06/16~06/18)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○
	尹布都(07/21~07/23)	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	○	⊕	⊕	○	○	○	⊕	○	○	⊕	○	○	⊕	○
	莫拉克(08/02~08/04)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	⊕	○	×
	梵高(08/19~08/20)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	⊕	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	柯羅旺(08/22~08/23)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	⊕	○	○	○	○
	杜鵑(08/31~09/02)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	×	○	○	○	○	○	○
	米勒(11/02~11/03)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	⊕	○	○	○	⊕	○	○
93年度	康森(06/07~06/09)	○	○	○	○	○	○	○	⊕	○	○	⊕	⊕	⊕	○	×	⊕	⊕	⊕	⊕	○	⊕
	敏督利(06/28~07/03)	○	○	○	○	○	○	○	⊕	○	○	○	⊕	○	○	⊕	○	⊕	○	○	○	○
	康柏斯(07/14~07/15)	○	○	○	○	○	○	○	⊕	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	×
	蘭寧(08/10~08/13)	○	○	○	○	○	○	○	⊕	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	⊕	○	×
	艾利(08/23~08/26)	○	○	○	⊕	⊕	○	○	⊕	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	⊕	○	○
	海馬(09/11~09/13)	○	○	○	○	○	○	○	⊕	○	○	○	⊕	○	○	×	○	○	○	○	○	○
	米雷(09/26~09/27)	○	○	○	○	○	○	○	⊕	○	○	○	×	○	○	×	○	○	○	×	○	○
	納坦(10/23~10/26)	○	○	○	○	○	○	○	⊕	○	○	○	×	×	○	×	○	○	○	○	○	○
南瑪都(12/03~12/04)	○	○	○	○	○	○	○	⊕	○	○	○	⊕	×	○	×	○	○	⊕	○	○	○	

註：1.上表所列为研究範圍內所有水位測站，共 21 站。表中欄位打○者，表示該場颱風事件該水位站觀測資料完整（連續缺漏資料不超過 3 小時或缺漏資料可經補遺方法求得），表中欄位打⊕者，表示該場颱風事件該水位站觀測資料較不完整（連續缺漏資料超過 3 小時或缺漏資料無法經補遺方法求得），表中欄位打 X 者，表示該場颱風事件該水位站觀測資料遺漏（連續缺漏資料超過 12 小時或無觀測資料）。

表 4-4 台北市轄區河川水位（含抽水站外水位）監測情形

編號	河川別	抽水站名稱	鄰近 斷面編號	資料狀況			備 註
				艾莉	911	納坦	
1	淡水河	貴 陽	T29~T30	⊕	○	○	右岸
2		忠 孝	T27	○	○	○	右岸
3		六 館	T24	○	○	○	右岸
4		迪 化	T22	⊕	○	○	右岸
5		中 洲	T16	×	⊕	○	右岸
6	基隆河	南 港	K43	○	○	○	左岸；十河局南湖大橋站附近
7		南 湖	K43	○	○	○	右岸；十河局南湖大橋站附近
8		成 功	K37-2	○	○	○	左岸
9		長 壽	K37-2	⊕	○	○	右岸
10		成 美	K36	○	⊕	⊕	右岸；十河局成美長壽橋站附近
11		玉 成	K35B	○	○	○	左岸；十河局成美長壽橋站附近
12		南 京	K34A	○	○	○	左岸
13		松 山	K20-8A	○	○	○	左岸
14		新民權	K28A	×	×	○	右岸
15		撫 遠	K20-7	○	○	○	左岸
16		陽 光	K27A	○	○	○	右岸
17		港 墘	K20-6	⊕	⊕	⊕	右岸
18		環 山	K20-3	⊕	⊕	⊕	右岸
19		北 安	K20-1	○	○	○	右岸
20		濱 江	K20-1	○	○	○	左岸
21		大 直	K20	○	⊕	○	右岸；十河局大直橋站附近
22		中 山	K18	○	○	○	左岸
23		建 國	K16C	○	⊕	○	左岸；十河局新生高架橋站附近
24		新 生	K16B	○	○	○	左岸；十河局新生高架橋站附近
25		圓 山	K16A	×	×	×	左岸；十河局中山二橋站附近
26		大 龍	K14	○	○	○	左岸
27		劍 潭	K13	○	○	○	右岸
28		社 子	K10	⊕	⊕	⊕	左岸
29		士 林	K10	○	○	○	右岸
30		士林二	K10	○	○	×	右岸
31		洲美二	K07	○	○	○	右岸（臨時站）
32		洲美一	K06	○	○	○	右岸（臨時站）
33		大業二	K05	○	○	○	右岸（臨時站）
34		下八仙	K03	⊕	○	○	右岸（臨時站）

表 4-4 台北市轄區河川水位（含抽水站外水位）監測情形（續）

編號	河川別	抽水站名稱	鄰近 斷面編號	資料狀況			備 註
				艾莉	911	納坦	
35	新店溪	景 美	H14	○	○	○	右岸
36		古 亭	H11	⊕	×	×	右岸；十河局中正橋站附近
37		雙 園	H02	⊕	○	○	右岸
38	景美溪	萬 芳	G8534	○	○	○	右岸
39		道 南	G7697	○	○	○	左岸
40		無名溪	G5901	⊕	○	○	左岸
41		老泉溪	G5154	○	○	○	左岸
42		保 儀	G4576	○	○	○	右岸；十河局寶橋站附近
43		實 踐	G4211	○	○	⊕	右岸
44		中 港	G3880	○	⊕	○	右岸
45		埤 腹	G2439	○	○	○	右岸
46	磺港溪	中和橋	HG173	--	--	--	河道（水位站）
47		磺港橋	HG656	○	○	○	右岸（水位站）（薇閣）
48		奇 岩	HG2250	○	○	○	左岸
49	磺 溪	永和橋	HX4200	⊕	⊕	⊕	右岸（水位站）
50		磺溪橋	HX2500	--	--	--	河道（水位站）
51		東 華	HX2300	○	○	○	右岸
52	雙 溪	婆婆橋	SX3315	⊕	⊕	⊕	左岸（水位站）（原站名：雙溪）
53		望星橋	SX3040	--	--	--	河道（水位站）
54		福 德	SX1580	○	○	○	左岸
55		芝 山	SX1540	○	○	○	右岸
56		福 林	SX1420	○	○	○	右岸
57		文 昌	SX1250	○	○	○	右岸
58	大坑溪	宜興橋	DK2237	--	--	--	河道（水位站）（規劃中）
		鐵路橋	D0402	○	○	○	左岸（水位站）
59	四分溪	南深橋	F0044	○	○	○	右岸（水位站）
60		九如公園	F1730	⊕	⊕	⊕	右岸（水位站）

註：1.上表所列為台北市轄區 60 個抽水站河川水位（含抽水站外水位）。表中欄位打○者，表示該場颱風事件該水位站觀測資料完整（連續缺漏資料不超過 3 小時或缺漏資料可經補遺方法求得），表中欄位打⊕者，表示該場颱風事件該水位站觀測資料較不完整（連續缺漏資料超過 3 小時或缺漏資料無法經補遺方法求得），表中欄位打 x 者，表示該場颱風事件該水位站觀測資料遺漏（連續缺漏資料超過 12 小時或無觀測資料）。

表 4-5 近年來淡水河實施全潮測量時間及地點

年度	90	91	92	93
測量日期	2001/04/24	2002/04/26	2003/04/17	2004/05/19
起迄時間	05:00~20:30	04:30~19:00	06:00~20:00	05:30~20:00
施測長度	共 15 小時	共 14.5 小時	共 14 小時	共 14.5 小時
測量位置	(1)關渡大橋（淡水河） (2)百齡橋（基隆河） (3)台北橋（淡水河） (4)中正橋（新店溪） (5)新海橋（大漢溪）			
備註： 1. 93 年度各站施測之起迄時間雖然較長，但各站施測時間並不太一致；各站實際施測之時間長度則同樣皆為 14.5 小時。				

表 5-1 全流域各河段水流阻力係數組初步率定與驗證成果

河川別	斷面編號	z_{lb}	z_{ub}	n_{lb}	n_{ub}	河川別	斷面編號	z_{lb}	z_{ub}	n_{lb}	n_{ub}
大漢溪	T36.A					基隆河	K43				
	T34	1.80	4.50	0.025	0.030		K41	1.80	5.00	0.026	0.028
	T33	1.80	4.50	0.025	0.030		K372	1.80	5.00	0.026	0.028
	T32	1.80	4.50	0.025	0.030		K37	1.80	5.00	0.026	0.028
淡水河	T32						K35.B	1.80	5.00	0.026	0.028
	T30	1.80	4.00	0.024	0.030		K35	1.80	5.00	0.026	0.030
	T29	1.80	4.00	0.024	0.030		K35				
	T28.A	1.80	4.00	0.024	0.030		K34.A	1.80	5.00	0.025	0.028
	T28	1.80	4.00	0.024	0.030		K208A	1.80	5.00	0.025	0.026
	T27.A	1.80	4.00	0.024	0.030		K207	1.80	5.00	0.025	0.026
	T27	1.80	4.00	0.024	0.030		K206	1.80	5.00	0.025	0.026
	T26	1.80	4.00	0.024	0.030		K203	1.80	5.00	0.025	0.026
	T25	1.80	4.00	0.026	0.030		K201	1.80	5.00	0.025	0.026
	T24.A	1.80	4.00	0.026	0.030		K20	1.80	5.00	0.025	0.026
	T24.A						K19.A	1.80	5.00	0.025	0.026
	T24	1.60	3.00	0.026	0.030		K19.A				
	T23	1.60	3.00	0.026	0.030		K19	1.80	4.00	0.024	0.026
	T22	1.60	3.00	0.026	0.030		K18	1.80	4.00	0.024	0.026
	T21	1.60	3.00	0.024	0.030		K17	1.80	4.00	0.024	0.026
	T20	1.60	3.00	0.024	0.028		K17				
	T20						K16.C	1.80	5.00	0.030	0.040
	T19	1.50	2.50	0.028	0.030		K16.A	1.80	5.00	0.035	0.046
	T18	1.50	2.50	0.028	0.030		K14	1.80	5.00	0.038	0.046
	T17	1.50	2.50	0.024	0.028		K14				
	T16	1.50	2.50	0.024	0.028		K13	1.80	3.50	0.026	0.028
	T15	1.50	2.50	0.024	0.028		K12	1.80	3.50	0.022	0.025
	T14	1.50	2.50	0.024	0.028		K11.A	1.80	3.50	0.022	0.025
	T14						K11.A				
	T14	1.40	2.50	0.025	0.030		K10	1.80	3.50	0.022	0.025
	T13	1.40	2.50	0.025	0.030		K08	1.80	3.50	0.022	0.025
	T13	1.40	2.50	0.025	0.030		K07	1.80	3.50	0.022	0.024
	T13	1.40	2.50	0.025	0.030		K06	1.80	3.50	0.022	0.024
	T13	1.40	2.50	0.025	0.030		K05	1.80	3.50	0.022	0.025
	T13						K05				
	T12	1.40	2.00	0.025	0.030		K04	1.80	3.50	0.020	0.025
	T11	1.40	2.00	0.025	0.030		K03	1.80	3.50	0.020	0.024
	T10.A	1.40	2.00	0.025	0.030		K02	1.80	3.50	0.022	0.024
	T10	1.40	2.00	0.025	0.030		K01	1.80	3.50	0.022	0.025
	T09	1.40	2.00	0.025	0.030	疏洪道	F01				
	T09						F02	3.80	4.50	0.024	0.028
	T08	1.20	2.00	0.025	0.030		F03	3.80	4.50	0.024	0.028
	T07	1.20	2.00	0.025	0.030		F04	3.80	4.50	0.024	0.028
	T06	1.20	2.00	0.025	0.030		F05	3.80	4.50	0.024	0.028
	T05	1.20	2.00	0.025	0.030		F05	3.80	4.50	0.024	0.028
	T04	1.20	2.00	0.025	0.030		F06	3.80	4.50	0.024	0.028
	T03	1.20	2.00	0.025	0.030		F07	3.80	4.50	0.024	0.028
	T02	1.20	2.00	0.025	0.030		F08	3.80	4.50	0.024	0.028
	T01	1.20	2.00	0.025	0.030		F09	3.80	4.50	0.024	0.028
	T00	1.20	2.00	0.025	0.030						
新店溪	H10.A										
	H08	1.80	5.00	0.025	0.030						
	H07	1.80	5.00	0.025	0.030						
	H06	1.80	5.00	0.025	0.030						
	H05	1.80	5.00	0.025	0.030						
	H04	1.80	5.00	0.025	0.030						
	H03	1.80	5.00	0.025	0.030						
	H02	1.80	5.00	0.025	0.030						
	H01	1.80	5.00	0.025	0.030						

表 5-2 基隆河各支流相關地文參數

支流名稱	集水面積 A (Km ²)	集流時間 (hr)	平均高程 (m)	平均坡度 S (m/m)	主要逕流 長度 L (Km)	主要逕流 坡度 (m/m)	與本流 匯流位置 相關斷面
1 鰈魚坑溪	5.00	0.34	235.29	0.25	3.96	0.038	K116~K117
2 深澳坑溪	4.66	0.39	98.84	0.18	3.99	0.007	K116
3 暖暖溪	16.97	0.47	288.64	0.26	6.39	0.046	K99~K100
4 大武崙溪	16.40	0.74	101.14	0.18	9.42	0.012	K961
5 石厝坑排水	2.47	0.20	86.58	0.23	1.91	0.008	K92
6 拔西猴溪	5.45	0.33	186.27	0.22	3.71	0.052	K88~K89
7 瑪陵坑溪	18.88	0.63	153.68	0.22	8.45	0.023	K86~K87
8 鹿寮溪	17.10	0.65	183.81	0.23	8.95	0.031	K72~K73
9 保長坑溪	15.21	0.54	298.23	0.26	7.45	0.044	K68~K69
10 鄉長厝排水	1.25	0.18	64.90	0.20	1.58	0.011	K68~K69
11 茄苳溪	4.41	0.33	225.10	0.24	3.83	0.075	K63~K64
12 智慧溪 (含禮門溪)	1.88	0.15	65.28	0.12	0.99	0.006	K61
13 康誥坑溪	5.49	0.37	272.22	0.29	4.82	0.070	K60~K61
14 北港溪	12.06	0.64	222.62	0.23	8.83	0.035	K56
15 叭噠溪	10.30	0.61	199.29	0.22	8.09	0.036	K552
16 下寮溪	3.34	0.29	96.22	0.20	3.01	0.029	K51
17 大坑溪	21.44	0.64	139.34	0.20	8.28	0.012	K46~K47
18 內溝溪	6.83	0.50	86.31	0.18	5.63	0.016	K44~K45
19 雙溪	63.86	1.08	372.86	0.20	16.21	0.043	K09~K10
20 磺港溪	12.42	0.63	249.01	0.20	8.10	0.045	K05~K06
21 貴子坑溪	3.96	0.58	195.45	0.15	6.36	0.069	K03~K04

註：1.本表中各支流相關地文參數，係使用海洋大學李光敦教授所研發之流域整體規劃河川集水區數值地形資訊系統來推求（濟部水利署水利規劃試驗所提供）。

2.表中各支流集水區之集流時間計算公式，係使用 Kirpich 公式 $t_c = 0.02 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$ ，其中， t_c 為集流時間(min)；L 為集水區逕流長度 (m)；S 為集水區平均坡度 (m/m)。

表 5-3 全流域各河段水流阻力係數組（率定與驗證均納入基隆河各支流逕流量）

河川別	斷面編號	z_{lb}	z_{ub}	n_{lb}	n_{ub}	河川別	斷面編號	z_{lb}	z_{ub}	n_{lb}	n_{ub}	河川別	斷面編號	z_{lb}	z_{ub}	n_{lb}	n_{ub}
大漢溪	T36.A					疏洪道	F01					基隆河	K50				
	T34	1.80	4.50	0.025	0.030		F02	3.80	4.50	0.024	0.028		K49	1.80	6.00	0.022	0.030
	T33	1.80	4.50	0.025	0.030		F03	3.80	4.50	0.024	0.028		K48	1.80	5.50	0.022	0.030
	T32	1.80	4.50	0.025	0.030		F04	3.80	4.50	0.024	0.028		K47	1.80	5.50	0.022	0.030
淡水河	T32						F05	3.80	4.50	0.024	0.028		K46	1.80	5.50	0.022	0.030
	T30	1.80	4.00	0.024	0.030		F05	3.80	4.50	0.024	0.028		K45	1.80	5.00	0.022	0.030
	T29	1.80	4.00	0.024	0.030		F06	3.80	4.50	0.024	0.028		K44	1.80	5.00	0.022	0.030
	T28.A	1.80	4.00	0.024	0.030		F07	3.80	4.50	0.024	0.028		K43	1.80	5.00	0.022	0.030
	T28	1.80	4.00	0.024	0.030		F08	3.80	4.50	0.024	0.028		K43				
	T27.A	1.80	4.00	0.024	0.030		F09	3.80	4.50	0.024	0.028		K41	1.80	5.00	0.026	0.028
	T27	1.80	4.00	0.024	0.030		K94						K372	1.80	5.00	0.026	0.028
	T26	1.80	4.00	0.024	0.030		K93	10.00	16.20	0.035	0.045		K37	1.80	5.00	0.026	0.028
	T25	1.80	4.00	0.026	0.030		K92	9.50	16.00	0.035	0.045		K35.B	1.80	5.00	0.026	0.028
	T24.A	1.80	4.00	0.026	0.030		K91	9.10	15.80	0.035	0.045		K35	1.80	5.00	0.026	0.030
	T24.A						K90	8.70	15.60	0.035	0.045		K35				
	T24	1.60	3.00	0.026	0.030		K89	8.30	15.40	0.035	0.045		K34.A	1.80	5.00	0.025	0.028
	T23	1.60	3.00	0.026	0.030		K88	7.90	15.20	0.035	0.045		K208A	1.80	5.00	0.025	0.026
	T22	1.60	3.00	0.026	0.030		K87	7.50	15.00	0.035	0.040		K207	1.80	5.00	0.025	0.026
	T21	1.60	3.00	0.024	0.030		K86	7.10	14.80	0.035	0.040		K206	1.80	5.00	0.025	0.026
	T20	1.60	3.00	0.024	0.028		K85	6.70	14.60	0.035	0.040		K203	1.80	5.00	0.025	0.026
	T20						K84	6.30	14.40	0.035	0.040		K201	1.80	5.00	0.025	0.026
	T19	1.50	2.50	0.028	0.030		K83	5.90	14.20	0.035	0.040		K20	1.80	5.00	0.025	0.026
	T18	1.50	2.50	0.028	0.030		K82	5.50	14.00	0.035	0.040		K19.A	1.80	5.00	0.025	0.026
	T17	1.50	2.50	0.024	0.028		K81	5.10	14.00	0.035	0.040		K19.A				
	T16	1.50	2.50	0.024	0.028		K80	4.70	14.00	0.035	0.040		K19	1.80	4.00	0.024	0.026
	T15	1.50	2.50	0.024	0.028		K80						K18	1.80	4.00	0.024	0.026
	T14	1.50	2.50	0.024	0.028		K79	4.50	14.00	0.035	0.040		K17	1.80	4.00	0.024	0.026
	T14						K77	4.30	13.50	0.035	0.040		K17				
	T14	1.40	2.50	0.025	0.030		K76	4.20	13.00	0.035	0.040		K16.C	1.80	5.00	0.030	0.040
	T13	1.40	2.50	0.025	0.030		K75	4.00	12.50	0.035	0.035		K16.A	1.80	5.00	0.035	0.046
	T13	1.40	2.50	0.025	0.030		K74	3.80	12.00	0.035	0.035		K14	1.80	5.00	0.038	0.046
	T13	1.40	2.50	0.025	0.030		K73.1	3.60	11.50	0.033	0.035		K14				
	T13	1.40	2.50	0.025	0.030	基隆河	K73	3.40	11.00	0.032	0.035		K13	1.80	3.50	0.026	0.028
	T13						K72	3.20	10.50	0.030	0.035		K12	1.80	3.50	0.022	0.025
	T12	1.40	2.00	0.025	0.030		K71	3.00	10.00	0.028	0.035		K11.A	1.80	3.50	0.022	0.025
	T11	1.40	2.00	0.025	0.030		K70	2.80	9.50	0.026	0.035		K11.A				
	T10.A	1.40	2.00	0.025	0.030		K69	2.60	9.00	0.024	0.035		K10	1.80	3.50	0.022	0.025
	T10	1.40	2.00	0.025	0.030		K68	2.40	8.50	0.024	0.035		K08	1.80	3.50	0.022	0.025
	T09	1.40	2.00	0.025	0.030		K68						K07	1.80	3.50	0.022	0.024
	T09						K67	2.20	8.50	0.024	0.035		K06	1.80	3.50	0.022	0.024
	T08	1.20	2.00	0.025	0.030		K66	2.00	8.50	0.024	0.035		K05	1.80	3.50	0.022	0.025
	T07	1.20	2.00	0.025	0.030		K65	1.80	8.50	0.024	0.035		K05				
	T06	1.20	2.00	0.025	0.030		K64	1.80	8.50	0.024	0.035		K04	1.80	3.50	0.020	0.025
	T05	1.20	2.00	0.025	0.030		K63	1.80	8.00	0.024	0.032		K03	1.80	3.50	0.020	0.024
	T04	1.20	2.00	0.025	0.030		K61	1.80	8.00	0.024	0.032		K02	1.80	3.50	0.022	0.024
	T03	1.20	2.00	0.025	0.030		K61						K01	1.80	3.50	0.022	0.025
	T02	1.20	2.00	0.025	0.030		K60	1.80	8.00	0.022	0.030						
	T01	1.20	2.00	0.025	0.030		K58	1.80	8.00	0.022	0.030						
	T00	1.20	2.00	0.025	0.030		K57	1.80	7.50	0.022	0.030						
新店溪	H10.A						K56	1.80	7.50	0.022	0.030						
	H08	1.80	5.00	0.025	0.030		K55	1.80	7.50	0.022	0.030						
	H07	1.80	5.00	0.025	0.030		K54	1.80	7.00	0.022	0.030						
	H06	1.80	5.00	0.025	0.030		K53	1.80	7.00	0.022	0.030						
	H05	1.80	5.00	0.025	0.030		K52.1	1.80	7.00	0.022	0.030						
	H04	1.80	5.00	0.025	0.030		K52	1.80	7.00	0.022	0.030						
	H03	1.80	5.00	0.025	0.030		K51	1.80	6.00	0.022	0.030						
	H02	1.80	5.00	0.025	0.030		K50	1.80	6.00	0.022	0.030						
	H01	1.80	5.00	0.025	0.030												