

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

都市建設之淹水影響與改善措施評估研究--子計畫:都市土地開發淹水影響與改善措施評估研究(I) 研究成果報告(完整版)

計畫類別：整合型
計畫編號：NSC 95-2625-Z-002-027-
執行期間：95年08月01日至96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：何興亞

計畫參與人員：參與人員：吳啟瑞博士、王聖文先生

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 96年11月13日

目 錄

第一章 前言.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 計畫目的.....	2
1.3 研究方法.....	3
第二章 都市排水系統設計雨量之探討.....	5
2.1 一般極端值分布.....	5
2.2 極端值第一型分布.....	7
2.3 皮爾遜第三型分布.....	8
2.4 對數皮爾遜第三型分布.....	9
2.5 三參數對數常態分布.....	10
第三章 都市地區影響降雨與逕流機制之因素分析.....	12
第四章 都市土地開發淹水影響分析模式之評估.....	13
4.1 合理化公式.....	13
4.2 單位歷線法.....	13
4.3 貯蓄函數模式.....	14
4.4 HEC-HMS 模式.....	14
4.5 CUHP 模式.....	15
第五章 都市排水改善與土地管理制度之初步研析.....	16
5.1 都市排水系統規劃設計與管理觀念.....	16
5.2 研定共同應用地區.....	17
第六章 結論與建議.....	19
6.1 結論.....	19
6.2 建議.....	19
參考文獻.....	20

計畫成果自評..... 23

第一章 前言

1.1 研究背景

隨著經濟與科技的快速發展，都市化程度及人口密度相對的提高，在自然資源與緩衝空間日漸被侵蝕的情況下，潛在的環境災害愈來愈嚴重，災害所造成的社會、經濟、環境等各層面的損失也愈來愈大。近二、三十年來，台灣的水災防治工作，在政府大力推動下，主要河川的堤防工程大致已建置完成，因河川水流溢淹造成水災之機率已大幅降低，但因都市排水機能不良，所造成之局部地區積淹水，卻日益嚴重。綜合檢討此現象，不難發現，我國都市發展過程中，對於都市建設開發之淹水影響評估，並未詳予考量，也未能在業務體制中有效管控。長久下來，因都市建設開發，所造成之不透水面積增加、地表糙率改變等因素，導致集流時間減少，地表逕流體積及尖峰流量增加(如圖 1~圖 3 所示)，排水系統規劃設計與相關管理配套措施未能同步改善強化，致使都市積淹水之頻率日漸增大。此外，綜觀許多先進國家的都市排水規劃管理情形，不但對各項開發建設所造成之地表逕流總量及尖峰流量詳與評估，且進一步要求開發地區排放水流之水質必須維持一定要求，藉以有效管控，降低都市淹水機率，改善環境品質，減輕都市建設開發所造成之負面影響，以及都市水災之損失與衝擊。



圖 1 區域開發前降雨導致地表逕流與積淹水示意圖



圖 2 區域開發後降雨導致地表逕流與積淹水示意圖

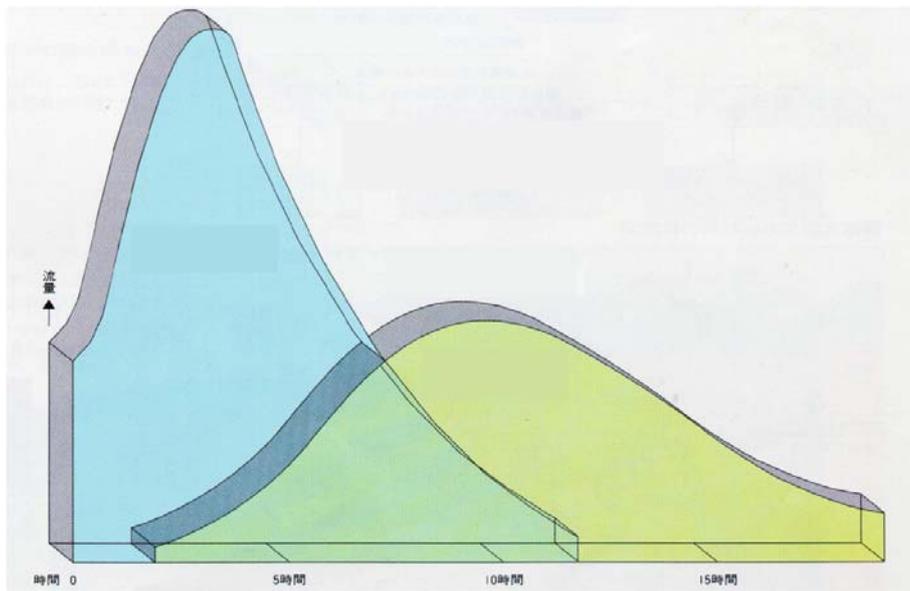


圖 3 區域開發前後地表逕流歷線變化示意圖

1.2 計畫目的

本計畫配合「都市建設之淹水影響評估研究」整合型計畫之執行，探討都市建設過程中各種土地開發利用情形，對地表逕流的總量、尖峰流量及逕流歷線、水質等影響機制，檢討國內外目前經常使用之逕流分析模式，並考慮都市土地開發利用特性，以及合理的逕流管理控制需求，研發適用於我國的分析模式。同時，

配合整合型計畫之執行，共同擇定應用地區，進行案例分析，探討土地開發利用方式對逕流之影響，以及可能改善方式與效益，供相關管理作業與增修規範參考。

1.3 研究方法

為能詳實探討都市建設過程中各種土地開發利用情形，對地表逕流的總量、尖峰流量及逕流歷線、水質等影響機制，研發適用於我國的分析模式，並針對都市土地開發利用後，逕流量與水質合理管控所需設施與管理體制提出改善建議，供相關管理作業與增修規範參考。本計畫之研究方法如圖 4 所示，包括：「都市排水系統規劃設計與管理觀念」、「都市排水系統設計雨量之探討」、「都市地區影響降雨與逕流機制之因素分析」、「都市土地開發利用之排水改善設施」、「研發分析模式」、「案例分析」、「排水改善設施設計規範增修與管理體制改善研析」等。

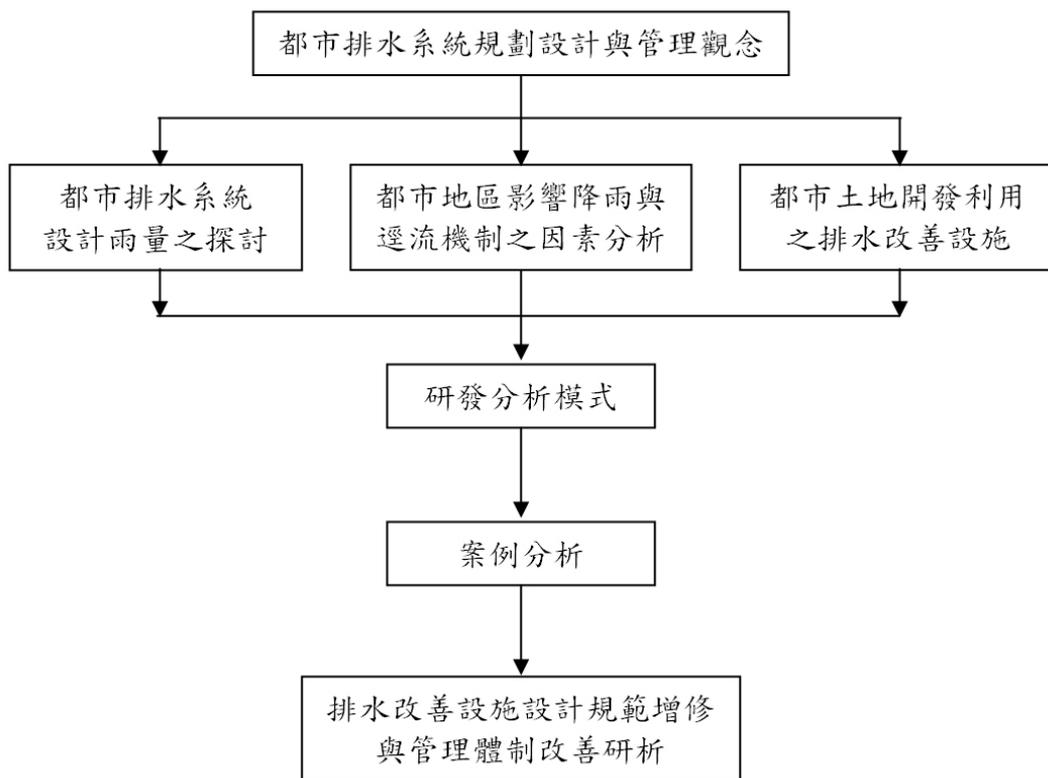


圖 4 本計畫研究方法架構

本年度進行之工作項目與成果包括：都市排水系統設計雨量之探討、都市地

區影響降雨與逕流機制之因素分析、都市土地開發淹水影響分析模式之評估、都市排水改善與土地管理制度之初步研析等。

第二章 都市排水系統設計雨量之探討

都市地區排水系統規劃設計時，需要利用雨量觀測資料來進行不同降雨延時之雨量頻率分析，以推導最大降雨強度-延時-頻率(Maximan Rainfall Intensity-Duration-Frequency，簡稱 IDF)曲線或公式，來推估不同降雨延時，不同重現期距之雨量強度，以供工程規劃設計之用。

最大降雨強度-延時-頻率關係之研究，水利局郭朝雄等於民國 76 年曾就全國自記雨量站進行分析，經濟部水資會於民國 82 年委託台大農工系許銘熙教授等(1993)除分析全國 101 自記雨量站之 IDF 關係外，並進一步利用無因次化降雨強度公式(游保杉, 陳嘉榮；1992)，推導區域降雨強度-延時-頻率關係，以方便推估未量測站之 IDF 關係，其分析結果被引用於中華水土保持技術規範(1997)。

頻率分析統計分布之研究，台灣省水利局(1989)採用二參數對數常態分布、三參數對數常態分布、皮爾遜第三型分布、對數皮爾遜第三型分布、極端值第一型分布及雙對數常態分布分別針對水利局全省歷年年最大一日、二日及三日暴雨進行頻率分析。游保杉教授(1992)使用三參數對數常態分布並配合合成資料，對 22 個普通雨量站之年一日最大暴雨進行分析。國立台灣大學水工試驗所(1993)應用二參數對數常態分布、皮爾遜第三型分布、對數皮爾遜第三型分布及極端值第一型分布等四種機率分布對東部地區六個雨量站進行頻率分析。游保杉教授(1996)採用極端值第一型分布對台灣北部區域 38 個自記雨量站進行頻率分析後發展 IDF 關係式。

2.1 一般極端值分布(Generalized Extreme Value, GEV)

一般極端值分布在國內較少使用，主要是依據形狀參數 k 值(相當於樣本之偏態係數)的特性來予以區分為三種型態。當 k 為 0 時(即偏態係數等於 1.139)，則為極端值第一型分布(簡稱 EV1)；當 k 為負值時(即偏態係數大於 1.139)則為極端值第二型分布(簡稱 EV2)；當 k 為正值時(即偏態係數小於 1.139)則為極端值第三型分布(簡稱 EV3)。

至於型態參數 k 值為樣本偏態係數的函數，以數學式表示如下：

$$C_s = \frac{\Gamma(1+3k) - 3\Gamma(1+2k)\Gamma(1+k) + 2\Gamma^3(1+k)}{[\Gamma(1+2k) - \Gamma^2(1+k)]^{3/2}}$$

其中 C_s ：偏態係數

$\Gamma(\cdot)$ ：Gamma 函數

因此可藉由樣本偏態係數來反推 k 值，並進而決定樣本係屬於第幾類型之極端值分布。

極端值第二型分布為 $k < 0$ ；極端值第三型分布為 $k > 0$ ，因此極端值第二與第三型分布具備相同之函數型態，如下二式所示：

$$F(x) = \exp\left\{-\left[1 - \frac{k(x-\mu)}{\alpha}\right]^{\frac{1}{k}}\right\}$$

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \left[1 - \frac{k(x-\mu)}{\alpha}\right]^{\frac{1}{k}-1} \cdot \exp\left\{-\left[1 - \frac{k(x-\mu)}{\alpha}\right]^{\frac{1}{k}}\right\}$$

將上二式之變量 x 予以標準化，得新變量 y 為：

$$y = 1 - \left(\frac{x-\mu}{\alpha}\right)k$$

因而可將累積分布函數 $F(x)$ ，與機率密度函數 $f(x)$ 簡化為

$$F(y) = \exp\left(-y^{\frac{1}{k}}\right)$$

$$f(y) = -\frac{1}{k} y^{\frac{1}{k}-1} \exp\left(-y^{\frac{1}{k}}\right)$$

於應用一般極端值分布時，為能表示其與重現期距 T 之關係，亦可採用下列二式：

$$x_T = \mu + \frac{\alpha(1-y)}{k}$$

$$y = \left[\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right]^k$$

其中 T : 重現期距, 單位為年

μ : 位置參數(Location Parameter), $\mu = \bar{x} - \alpha\gamma$, $\gamma = 0.5772157$

α : 尺度參數(Scale Parameter), $\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi}s$

k : 形狀參數

故推求水文學與頻率因子 K_T 之關係表示如下:

$$x_T = \bar{x} + K_T s$$

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left(\gamma - \frac{1-y}{k} \right)$$

2.2 極端值第一型分布(Extreme Value Type 1, EV1)

極端值第一型分布亦稱為 Gumbel 分布, 為三參數極端值分布之退化型式, 亦即 $k=0$ 。因此該分布僅具備兩個統計參數, 為 μ 與 α 。而其累積分布函數 $F(x)$ (Cumulative distribution function, cdf), 與其機率密度函數 $f(x)$ (Probability density function, pdf), 分別定義如下:

$$F(x) = \exp \left[-\exp \left(-\frac{x-\mu}{\alpha} \right) \right]$$
$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[-\frac{x-\mu}{\alpha} - \exp \left(-\frac{x-\mu}{\alpha} \right) \right]$$

其中 μ : 位置參數

α : 尺度參數

將上二式中的變量 x 加以標準化, 其新變量 y 如下所示:

$$y = \frac{x-\mu}{\alpha}$$

再將 y 代入得標準化後之 cdf 與 pdf:

$$F(y) = \exp[-\exp(-y)]$$
$$f(y) = \exp[-y - \exp(-y)]$$

上二式又可稱為雙指數分布。

於應用極端值第一型分布時, 為能表示其與重現期距 T 之關係, 一般均採用下列二式:

$$x = \mu + \alpha y$$

$$y = -\ln\left[-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right]$$

予以轉換，其中 T 為重現期距或迴歸週期，單位為年。故推求水文量與頻率因子 K_T 之關係表示如下：

$$x_T = \bar{x} + K_T s$$

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left(\gamma + \ln\left(\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right) \right)$$

2.3 皮爾遜第三型分布(Pearson Type III Distribution, PT3)

皮爾遜第三型分布之累積分布函數 $F(x)$ (Cumulative distribution function, cdf)，與其機率密度函數 $f(x)$ (Probability density function, pdf)，分別定義如下：

$$F(x) = \frac{1}{\theta \Gamma(\beta)} \int_0^{x-\gamma} e^{-\left(\frac{x-\gamma}{\theta}\right)} \left(\frac{x-\gamma}{\theta}\right)^{\beta-1} dx$$

$$f(x) = \frac{1}{\theta \Gamma(\beta)} \left(\frac{x-\gamma}{\theta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{x-\gamma}{\theta}\right)}$$

其中 θ ：尺度參數

β ：形狀參數

γ ：位置參數

$\Gamma(\cdot)$ ：Gamma 函數

將變量 x 予以標準化，則新的變量 y 如下式：

$$y = \frac{x-\gamma}{\theta}$$

再將累積分布函數 $F(x)$ ，與機率密度函數 $f(x)$ 簡化為

$$F(y) = \frac{1}{\Gamma(\beta)} \int_0^y y^{\beta-1} e^{-y} dy$$

$$f(y) = \frac{y^{\beta-1} e^{-y}}{\Gamma(\beta)}$$

至於該分布應用至水文樣本分析時，其所推求水流量與頻率因子 K_T 之關係表示如下：

$$x_T = \bar{x} + K_T s$$

$$K_T = t + (t^2 - 1) \frac{C'_s}{6} + \frac{1}{3} (t^3 - 6t) \left(\frac{C'_s}{6} \right)^2 - (t^2 - 1) \left(\frac{C'_s}{6} \right)^3 + t \left(\frac{C'_s}{6} \right)^4 + \frac{1}{3} \left(\frac{C'_s}{6} \right)^5$$

其中標準常態值 t 可由下式求得：

$$t \approx W - \frac{C_0 + C_1 W + C_2 W^2}{1 + d_0 W + d_1 W^2 + d_2 W^3}, \quad (0 < P \leq 0.5)$$

$$t \approx - \left(W - \frac{C_0 + C_1 W + C_2 W^2}{1 + d_0 W + d_1 W^2 + d_2 W^3} \right), \quad (P > 0.5)$$

其中 P 為超越機率，

$$C_0 = 2.515517 \quad , \quad d_0 = 1.432788$$

$$C_1 = 0.802853 \quad , \quad d_1 = 0.189269$$

$$C_2 = 0.010328 \quad , \quad d_2 = 0.001308$$

$$W = \sqrt{\ln \left(\frac{1}{P^2} \right)}, \quad (0 < P \leq 0.5)$$

$$W = \sqrt{\ln \left[\frac{1}{(1-P)^2} \right]}, \quad (P > 0.5)$$

2.4 對數皮爾遜第三型分布(Log-Pearson Type III Distribution, LPT3)

對數皮爾遜第三型分布之機率密度函數 $f(x)$ (Probability density function, pdf)，定義如下：

$$f(x) = \frac{1}{\theta_x \Gamma(\beta_y)} \left(\frac{\ln x - \gamma_y}{\theta_y} \right)^{\beta_y - 1} e^{- \left(\frac{\ln x - \gamma_y}{\theta_y} \right)}$$

其中 $y = \ln x$

θ_y ：尺度參數

β_y : 形狀參數

γ_y : 位置參數

$\Gamma(\cdot)$: Gamma 函數

至於該分布應用至水文樣本分析時，其所推求水文量與頻率因子 K_T 之關係表示如下：

$$y_T = \bar{y} + K_T s_y$$
$$K_T = t + (t^2 - 1) \frac{C'_{s_y}}{6} + \frac{1}{3} (t^3 - 6t) \left(\frac{C'_{s_y}}{6} \right)^2 - (t^2 - 1) \left(\frac{C'_{s_y}}{6} \right)^3 + t \left(\frac{C'_{s_y}}{6} \right)^4 + \frac{1}{3} \left(\frac{C'_{s_y}}{6} \right)^5$$

其中 t : 標準常態值

C'_{s_y} : 樣本取對數後之修正後偏態係數

\bar{y} : 樣本取對數後之平均值

s_y : 樣本取對數後之標準偏差

2.5 三參數對數常態分布(Three-Parameter Lognormal Distribution, LN3)

對數皮爾遜第三型分布之機率密度函數 $f(x)$ (Probability density function, pdf)，定義如下：

$$f(x) = \frac{1}{(x-a)\sigma_y\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{[\ln(x-a)-\mu_y]^2}{2\sigma_y^2}}$$

其中 μ_y : $\ln(x-a)$ 之平均值

σ_y : $\ln(x-a)$ 之標準偏差

至於該分布應用至水文樣本分析時，其所推求水文量與頻率因子 K_T 之關係表示如下：

$$x_T = \bar{x} + K_T s$$

$$K_T = \frac{e^{[\ln(1+z_2^2)]^{t/2} - [\ln(1+z_2^2)]/2} - 1.0}{Z_2}$$

其中 Z_2 : $(x-a)$ 分布之變異係數

$$Z_2 = \frac{1-w^{2/3}}{w^{1/3}}$$

$$w = \frac{\left[-r_1 + (r_1^2 + 4)^{1/2}\right]}{2}$$

$$r_1 = \frac{e^{3s_y^2} - 3e^{s_y^2} + 2}{(e^{s_y^2} - 1)^{3/2}}$$

s_y : 樣本取對數後之標準偏差

t : 標準常態值

第三章 都市地區影響降雨與逕流機制之因素分析

本年度首先蒐集彙整都市土地開發利用對地表逕流量及淹水漫流影響分析之相關文獻、研究報告等資料，以提供土地開發利用對逕流之影響機制探討，及分析模式研發參考運用。

在降雨逕流演算方面，王如意等人^[1,2,4,7]曾對新店溪、基隆河、曾文溪、八掌溪等流域進行降雨逕流模式建立與應用研究；在逕流係數研究方面，台灣省水利局^[3]曾完成台灣地區逕流係數分析，後續進一步的研究有許志揚^[8]、陳立人^[9]等；在土地開發對逕流影響方面，陳炳訓^[6]曾研究土地開發對都市逕流特性之影響，黃心慧^[10]曾完成開發行為對逕流效應與敏感度分析；針對都市地區水文、逕流與淹水方面之研究，林致遠^[5]等人曾進行都市化小集水區之集流時間估算，梁剛璋^[11]曾建立都市街區路網淹排水模式，徐政獻^[12]曾探討都市地區水文模型，藍洵誠^[13]曾探討都市洪災產生與影響災後復原之原因。

總結歸納以上前人研究成果，一般而言，都市土地開發後，區域內不透水面積增加，產生的逕流增大，下游產生洪災的機會也較大，對環境的衝擊也越大。要減少土地利用改變對都市環境造成的衝擊影響，可利用雨水貯留系統、滲透鋪面及滯洪池等工法的運用，減少逕流，降低對環境的破壞與衝擊。另外，要由法規制度面著手，在都市的土地開發計劃中需明定一定比率的入滲空間，加強地表之入滲作用，並推行基地保水觀念，將透水鋪面納入公共工程管理體系，建立都市永續性水管理策略，以達到都市永續發展。

第四章 都市土地開發淹水影響分析模式之評估

一般利用水文(降雨-逕流)模式推估流量時，除了事先蒐集流域地文及水文資料外，尚須率定模式中之參數，如 HEC-HMS(HEC-1)之 CN 值、貯蓄函數模式(storage function model)之延遲時間等。但因各模式之理論背景及其所需水文資料型態不同，造成模式參數的率定及演算過程之難易程度差異很大。再者對同一流域而言，可能因水文資料之蒐集情形及研究目的，而選用不同水文模式。

本研究選用 5 種常用的降雨逕流模式，進行評估分析的工作，包括合理化公式、單位歷線法、貯蓄函數模式、HEC-HMS 模式及 CHUP(Colorado Urban Hydrograph Procedure)模式。

4.1 合理化公式

合理化公式廣泛使用於台灣排水規劃之尖峰流量推估，計算降雨與尖峰逕流之關係，其形式如

$$Q_p = 0.278CIA$$

其中 Q_p 為尖峰流量 (cms)，

C 為逕流係數

I 為降雨強度 (mm/hr)

A 為集水區面積 (km²)

4.2 單位歷線法

在單位歷線模式中，地表逕流系統被視為一個線性系統，直接逕流可視為系統的輸出，而有效降雨稱為系統的輸入，兩者之關係可表為下式的褶合積分(Convolution Integral)：

$$Q(t) = \int_0^t I(\tau)U(0, t - \tau)d\tau$$

其中 $Q(t)$ 為直接逕流

$I(t)$ 為有效降雨

$U(t)$ 為核心函數(Kernel Function)

此核心函數即為瞬時單位歷線。在非連續分佈時，上式可表為：

$$Q[n\Delta t] = \sum_{k=1}^n p[k\Delta t]U[(n-k)\Delta t]$$

或

$$Q_n = \int_{m=1}^{n < M} p_m U_{n-m+1}, \quad n = 1, 2, \dots, N$$

其中 Δt = 單位歷線之延時

P_m = 第 m 個有效降雨

M = 有效降雨總數

Q_n = 第 n 個直接逕流

N = 直接逕流總數

4.3 貯蓄函數模式

貯蓄函數模式提出實際降雨與逕流之關係並非如單位歷線所假設之線性關係，而應為一非線性機制之水文現象。因此於演算逕流過程中，加入流域貯蓄因子 K (Storage Factor)，藉以推得流域集流點之流量歷線，也就是將貯蓄量 S 及逕流量 Q 之關係以指數型函數表示：

$$S = KQ^p$$

藉以模擬逕流及貯蓄量之轉換過程。

4.4 HEC-HMS 模式

HEC 模式(Hydrologic Engineering Center)乃美國陸軍工程師團水文工程中心(The Hydrologic Engineering Center-US Army Corps of Engineers)所發展之一系列的水文、水理計算模式。其中 HEC-HMS 可模擬洪水降雨-逕流歷線，利用各種簡單之數學關係式來描述地形、水文以及水理現象。

其演算程序，係將輸入雨量分為超滲(有效)降雨及入滲並將超滲降雨轉換成逕流歷線，然後加上基流量及河川演算。其中，入滲損失可選用(1)初值與定值法(2)HEC 指數法(3)SCS 法(4)Horton 法。

地表逕流模擬係將超滲降雨套入單位歷線或運動波轉換以推算逕流歷線。單位歷線若為已知可直接輸入，或由 Clark 法、Snyder 法或 SCS 法推演，時間雨量-面積曲線法可配合 Clark 法或 Snyder 法使用。在該模式中，Snyder 法僅用以推出尖峰流量，故需以 Clark 法配合才能求得整個單位歷線。運動波轉換法主要是為模擬市區逕流而設計，此法之逕流與降雨量關係為非線性。

4.5 CUHP 模式

國外推算都市逕流量所使用的方法，有 Colorado Urban Hydrograph Procedure (CUHP)，在計算降雨與逕流演算時，分別考慮透水面積與不透水面積進行分析，實務上曾應用於美國丹佛市並獲致良好的分析成果。

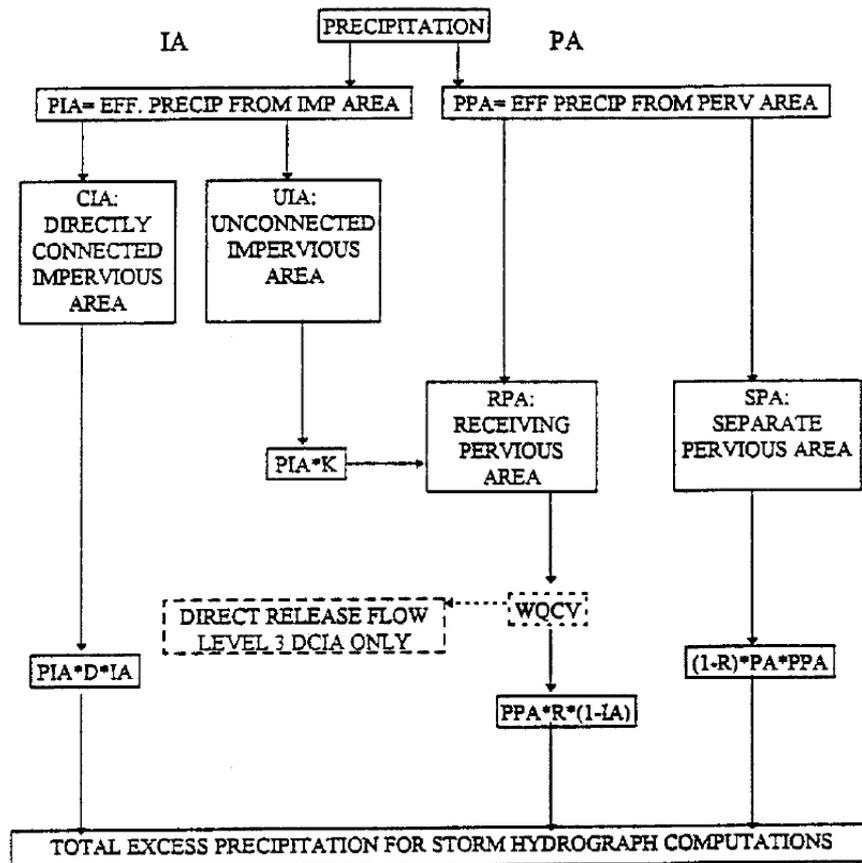


圖 5 CUHP 之降雨逕流分析架構

第五章 都市排水改善與土地管理制度之初步研析

5.1 都市排水系統規劃設計與管理觀念

本計畫擬研析都市建設過程中，各種土地開發利用情形，對排水路的集水區邊界、面積、透水性質、地表粗糙度等因素改變之影響，進而探討相關因素對地表逕流的總量、尖峰流量及逕流歷線等影響機制。計畫中擬將先進國家都市排水系統規劃設計與管理觀念，導入研究範疇，並融入模擬分析方法與研發模式，藉以引導都市土地開發利用過程中，所規劃設計之排水系統，能夠發揮較佳之效能。

以美國丹佛市過去應用 CUHP 分析架構之成功經驗為例，其重要規劃設計與管理觀念如下：

1. 都市中的區域排水特性，為一自然現象，不該因人為開發活動而惡化，亦即都市土地開發利用不應對區域排水特性造成負面影響。
2. 都市範圍每一區域均應有其排水系統並受有效管控，一地區的排水問題，必須設法就地解決，不應被允許移轉至其他區域。
3. 豪雨係在時間或空間分佈上較為集中之降水，也是都市水資源的一部份，可適當貯存，並透過入滲，豐富地下水資源，除非必要，不需要立即將之全數排除。
4. 都市排水系統之設計，不應只考慮高回歸期距豪雨之淹水防治，而應對各種回歸期距豪雨，均能發揮妥適功效，並能顧及現行功能與未來發展需求。
5. 在管理層面上，都市中任一地區排水系統設計之功效，可以該區域集流點作為控制點，評估所排放之水量與水質是否符合要求。
6. 都市排水系統為基礎建設之一部份，應能持續發揮應有功能，因而必須有妥適的維護機制。

5.2 研定共同應用地區

本子計畫配合整合型計畫之執行，考量區域發展情形、整體模式分析應用可能產生之影響與效果等因素，研定共同應用地區，並蒐集整理該地區地形、河道斷面、降雨、逕流、河川流量、水利設施、交通、建築、公共設施、行政區域、人口與社經活動、土地開發利用情形與都市計畫等相關資料，準備進行案例分析。之後，將利用研發建立之分析模式，探討共同應用地區土地開發利用方式對逕流之影響，先就現況評估排水系統效能，再依都市計畫，推估未來都市建設發展後，排水系統效能及可能面臨問題；然後，研擬可能之改善方案，並運用模式評估改善方案之排水系統效能。

本年度本計畫參與整合型計畫多次舉行之工作協調討論會，討論後擇定應用區域為台南科學工業園區，並拜訪園區管理局瞭解區域排水系統等細部資料，同時進行現場踏勘。



圖 6 共同應用區域：台南科學工業園區



圖 7 台南科學工業園區排水系統現況



圖 8 台南科學工業園區滯洪池

第六章 結論與建議

6.1 結論

本計畫探討都市建設過程中，各種土地開發利用情形，對地表逕流的總量、尖峰流量及逕流歷線等影響機制，檢討國內外目前經常使用之降雨逕流分析模式，以及都市排水系統規劃設計與管理觀念，研發成果可供相關管理作業與增修規範參考。

6.2 建議

本研究執行過程中，陸續自行蒐集或透過總計畫與其他子計畫協助提供相關地形、降雨、逕流、河川流量、水利設施、交通、建築、公共設施等資料，發現電子化資料甚為缺乏，且部份資料未持續更新，對工作進行影響甚大。故建議相關單位加強基礎資料之建置與維護，以利研發工作進行及實務改善對策研擬。

參考文獻

1. 王如意、簡振和，1984，「淡水河問題研究—新店溪沿岸集水區逕流模式之建立與驗證」，國科會防災科技研究計畫報告。
2. 王如意、李光敦，1985，「淡水河問題研究—基隆河沿岸集水區逕流模式之建立與驗證」，國科會防災科技研究計畫報告。
3. 台灣省水利局，1988，「台灣水文資料電腦檔應用之研究(4)—台灣地區各流量逕流係數分析」。
4. 王如意等，1991，「曾文溪流域降雨統計預測模式及其與逕流模式串聯應用之研究」，國科會專題研究計畫報告。
5. 林致遠，阮香蘭，何智武，1992，「都市化小集水區集流時間估算之研究」，第六屆水利工程研討會論文集。
6. 陳炳訓，1994，「台北市山坡地開發對都市逕流特性之影響研究」，國立中興大學水土保持學系碩士論文。
7. 王如意等，1996，「八掌溪流域降雨與逕流預報模式串聯應用之研究」，國科會專題研究計畫報告。
8. 許志揚，1997，「利用運動波理論配合合理化公式進行集水區最大逕流量之推估」，國立海洋大學河海工程學系碩士論文。
9. 陳立人，1998，「台灣地區逕流係數分佈之探討」，國立中興大學土木工程學系碩士論文。
10. 黃心慧，2000，「開發行為對山坡地逕流效應與敏感度分析」，國立中興大學水土保持學系碩士論文。
11. 梁剛璋，2001，「都市街區--路網淹排水模式之研究」，國立成功大學水利及海洋工程學系碩士論文。
12. 徐政獻，2005，「都市建築基地降水入滲決策支援模型探討」，國立台北科技大學建築與都市設計研究所碩士論文。
13. 藍洳誠，2005，「都市洪災產生與影響災後復原之原因探討」，中華大學土木工程學系碩士論文。
14. American Society of Civil Engineers, 1994, "Design and Construction of Urban Storm water Management Systems," ASCE Manuals and Reports of Engineering Practice No. 77, ASCE, NY.
15. American Society of Civil Engineers, 1998, "Urban Runoff Quality Management," ASCE Manual and Report on Engineering Practice No. 87. ASCE Reston, Virginia.
16. Brown, S.A., S.M. Stein, and J.C. Warner, 1996, "Urban Drainage Design Manual," Hydraulic Engineering Circular 22, Report No. FHWA-SA-96-078. Washington, DC: Federal Highway Administration, Office of Technology Applications.

17. City of Boulder, 2000, "Design and Construction Standards," 2nd Edition, Planning and Development Services, Boulder, CO.
18. Cotton, G.K., 1995, "Hazard Rating for Low Drops," In Water Resources Engineering, W.H. Espey, Jr. and P.G. Combs eds., 1111-1115. New York: ASCE.
19. Guo, J.C.Y., 1995, "Storm Runoff Prediction Using the Computer Model RATIONAL," Denver, CO: Urban Drainage and Flood Control District.
20. Guo, J.C.Y., 1998, "Storm Sewer System Design and Flow Analysis Using the Personal Computer Model UDSEWER," Denver, CO: Urban Drainage and Flood Control District.
21. Guo, J.C.Y., 1998, "Street Hydraulics and Inlet Sizing Using the Computer Model UDINLET," Denver, CO: Urban Drainage and Flood Control District.
22. Guo, J.C.Y., 1999, "Streets Hydraulics and Inlet Sizing," Littleton, CO: Water Resources Publications Littleton.
23. Guo, J.C.Y., 1999, "Detention Storage Volume for Small Urban Catchments," *Journal of Water Resources Planning and Management* 125(6), pp. 380-384.
24. Guo, J.C.Y., 1999, "Storm Water System Design," Denver, CO: University of Colorado at Denver.
25. Guo, J.C.Y. 2000a. "Design of Grate Inlets with a Clogging Factor," *Advances in Environmental Research* 4(3), pp. 181-186.
26. Guo, J.C.Y., 2000, "Street Storm Water Conveyance Capacity," *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 136(2), pp. 119-124.
27. Guo, J.C.Y., 2000, "Street Storm Water Storage Capacity," *Journal of Water Environment Research* 27(6). Sept/Oct.
28. Heaney, J.P., R. Pitt, and R. Field., 1999, "Innovative Urban Wet-Weather Flow Management Systems," Cincinnati, OH: USEPA.
29. Horner, R., 2002, "Structural and Non-Structural Best Management Practices (BMPs) for Protecting Streams," *Linking Storm water BMP Designs and Performance to Receiving Water Impact Mitigation*, B.R. Urbonas, Editor, pp. 60-77, ISBN 0-7844-0602-2, American Society of Civil Engineers, Reston, VA, USA.
30. Maricopa County, 2000, "Drainage Design Manual for Maricopa County," Phoenix, AZ: Maricopa County, Arizona.
31. Nehrke, S., 2002, "Influence of Extended Detention BMPs and Traditional Flood Controls on the Flow Frequency of Urban Runoff," Masters Thesis, Department of Civil Engineering, Colorado State University, Fort Collins Colorado 80523-1372.
32. Prince George's County, Maryland, 1999, "Low-Impact Development Design Strategies—An Integrated Design Approach. Largo," MD: Prince George's County, Maryland, Department of Environmental Resources.

33. Rhoads, B.L., 1995, "Stream Power: A Unifying Theme for Urban Fluvial Geomorphology," In Storm water runoff and Receiving Systems, E.E. Herricks, ed. Boca Raton, FL: CRC Press.
34. Schueler, Thomas R., and Holland, Heather K., 2000, "The Practice of Watershed Protection," Center for Watershed Protection.
35. State of Maryland, 2000, "Storm water Design Manual," Maryland Department of the Environment, Volumes I & II.
36. Stevens, M.A. and B.R. Urbonas, 1996, "Design of Low Tail-water Riprap Basins for Storm Sewer Pipe Outlets," Flood Hazard News 26(1), pp. 11-14.
37. U.S. Army Corps of Engineers (USACE), 1998, "Flood Proofing Performance, Successes & Failures," Washington, DC: USACE.
38. U.S. Federal Highway Administration (FHWA), 2000, "Hydraulic Design of Energy Dissipaters for Culverts and Channels," Hydraulic Engineering Circular 14. Washington, DC: U.S. Department of Transportation, FHWA.
39. United States Environmental Protection Agency, 2000, "Low Impact Development – A Literature Review," Low Impact Development Center, Office of Water, Washington D.C.
40. Urban Drainage and Flood Control District, 1999, "Urban Storm Drainage Criteria Manual, Volumes I, II, and III," Denver Regional Council of Governments, Denver, CO.
41. Water Environment Federation and American Society of Civil Engineers (WEF and ASCE), 1998, "Urban Runoff Quality Management," American Society of Civil Engineers Manuals and Reports of Engineering Practice No. 87 and Water Environment Federation Manual of Practice FD-23. Alexandria, VA: Water Environment Federation.
42. Wright, K.R., J.M. Kelly, R. J. Houghtalen, and M.R. Bonner., 1995, "Emergency Rescues at Low-Head Dams," Presented at the Association of State Dam Safety Officials Annual Conference in Atlanta.

計畫成果自評

本計畫研究內容與原計畫相符，已達成預期目標，針對地表逕流的總量、尖峰流量及逕流歷線等影響機制，檢討國內外目前經常使用之降雨逕流分析模式，以及都市排水系統規劃設計與管理觀念，詳予探討。研發成果可供相關管理作業與增修規範參考，並將於相關學術研討會發表。