

雨水下水道與河川重現期距差異之研究-以台北市雨水下水道與景美溪為例

余 濬(水利、水土保持技師)

台北市水利技師公會顧問、台北市政府市政顧問

一、前言

近些年來，由於氣候變遷全球溫度上昇，導致洪泛災害愈趨嚴重，尤以民國 98 年 8 月 6 日~9 日莫拉克颱風，其降雨量為台灣歷年最大，重現期距達兩千年以上，造成本省南部地區有史以來最慘重之損失。本省若干地區雨水下水道保護標準也經重新檢討，冀望將當初原設計之保護標準予以提高，像是新北市板橋區（原為台北縣板橋市）雨水下水道原為 3 年一次重現期距，重新檢討將提高至 5 年一次，中和區、永和區…等等亦同⁽⁹⁾。

儘管若干地區雨水下水道保護標準逐漸被提高，但目前最高標準僅為 5 年一次重現期距，較之河川保護標準仍舊差上一大截，以台北市為例，雨水下水道保護標準為五年一次，而流經台北市境內之新店溪碧潭橋以下（碧潭橋以上為 100 年一次重現期距）、景美溪、基隆河等為 200 年一次重現期距⁽⁶⁾，雨水下水道與河川兩者之間不僅保護標準不一，且差距頗大。

雨水下水道與河川除了保護標準不

同，在雨量分析之採樣上與流量推估上所用方法亦不相同，雨水下水道在管渠部份採用之降雨是短延時（2 小時之內）降雨，抽水站則是採用颱風時之長延時降雨，而河川則是採用一日降雨、二日降雨、三日降雨（常稱一日暴雨、二日暴雨、三日暴雨），至於流量推估部份雨水下水道管渠與抽水站皆是以降雨強度為主，而河川則是以設計雨型為基礎，另再加上單位歷線演繹而成。由於兩者分析與推估方法不同，若單純以重現期距之多寡直接認定保護標準之差異則有失精準，猶如以面額 50 元之新台幣與 5 元之美鈔比較價值差異，不能以 50 與 5 直接比較，而必需換算成同一幣值再做比較。本文即是嘗試將雨水下水道之降雨強度保護標準，換算成降雨量後再與河川設計雨型之降雨量做比較，探討兩者間之差異；此外，由於雨水下水道之管渠與抽水站其保護標準又不同，本文亦同時予以比較與探討。

二、重現期距

國外雨水下水道之保護標準（又稱重現期距或頻率年）多在10年一次之內，而國內雨水下水道之保護標準則分為1年一次、2年一次、3年一次、5年一次⁽⁹⁾，主要係依據該都市的發展計畫、人口密度、重要程度等等因素之考量而有所不同，例如台北市、桃園市、台中市、高雄市、新北市之永和區、中和區...等為5年一次，新北市之新店區、新莊區...，桃園縣之八德市、中壢市...等為3年一次，新北市之平溪區、鶯歌區...，宜蘭縣之五結鄉、三星鄉...等為2年一次，花蓮縣之鳳林鄉、台東縣之池上鄉、關山鄉、屏東縣之萬巒、琉球...等為1年一次。

至於河川之保護標準，依據「河川治理及環境營造規劃參考手冊法規」⁽⁶⁾則至少為25年重現期距計畫洪水位加上出水高度，或50年重現期距計畫洪水位不溢堤。河川則又分中央管河川、縣管河川，其重現期距又不相同，以本省北部之河川為例，基隆河、淡水河為200年重現期

距，內溝溪為50年重現期距。

由上所述可知，河川之保護標準遠大於雨水下水道，而在介於河川與雨水下水道之間，另有所謂區域排水（簡稱區排），依據「排水管理辦法」⁽⁵⁾排水依集水區域特性分為下列五種：農田排水（指排洩停滯於農田田面及表土內過剩之水）、市區排水（指排洩都市計畫範圍內經依其計畫規劃設置排水設施內之雨水或污水）、事業排水（指排洩事業使用後之廢水、污水及水力發電後之尾水）、區域排水（指排洩前三款之二種以上匯流者，或排洩區域性地面或地下之水，並經中央主管機關公告者，但不包括已有主管機關管轄之排水。）與其他排水（指排洩不屬於前四款之水），而其中區排保護標準⁽⁷⁾係指其10年重現期距計畫洪水位加上出水高度，或25年重現期距計畫洪水位不溢堤，區排之重現期距較雨水下水道為高但低於河川。

三、計畫流量推估方法

3.1 雨水下水道

雨水下水道之集水面積通常不大，集流時間較短，地表狀況不繁雜，計畫流量之推估方法常採用合理化公式（Rational Formula），而合理化公式乃以降雨強度為最主要參數，且該降雨強度乃由短延時之歷史暴雨事件予以統計分析而得，國內採

用之短延時暴雨係為降雨延時（或稱降雨時間）2小時以內之暴雨。

相較於河川之集流時間較長（大於2小時），短延時之暴雨尚不足以使得河川水位高漲（僅微幅上漲），此時雨水下水道管渠仍可以重力方式自然排水，因此抽水站尚無需啟動抽水機抽水。由於短延時之暴

雨，其降雨強度較之長延時（國內採用之單位為一日、二日及三日）為大，因此早期之雨水下水道規劃亦多有管渠之重現期距小於抽水站之情形，如新北市板橋區雨水下水道管渠為3年一次重現期距降雨強度，而抽水站則為5年一次重現期距颱風雨強度。

3.2 河川

河川計畫流量常以下列數種方法中採用三～四種方法推估後，再經評估檢討選出最適當值⁽⁸⁾。

(1) 設計雨型+三角形單位歷線

- (2) 設計雨型+無因次單位歷線
- (3) 設計雨型+瞬時單位歷線
- (4) 設計雨型+HEC-1 運動波法
- (5) 合理化公式
- (6) 實測流量頻率分析法

以上各種方法中，除了(5)、(6)兩方法外，其餘都要用到設計雨型。而所謂設計雨型，就是採用某一種統計分析方法，訂定於特定重現期距（如5年或10年、25年...等）與特定降雨延時（如一日或二日、三日等）之條件下可能產生最大洪水量之一場降雨，俾做為規劃之用。

四、設計雨型、降雨強度與降雨量

4.1 設計雨型與降雨量

設計雨型求算的方法有許多種，國內水利單位最常用於河川與區排的方法為「數場暴雨平均雨型」（或稱「同位序平均法雨型」）⁽⁶⁾⁽⁷⁾，其橫座標單位為小時，縱座標單位為降雨百分比，應用上只要將一日暴雨總雨量乘上各時段之降雨百分比，即可得到各時段之降雨量，由於這種雨型

其降雨百分比在二日暴雨、三日暴雨時亦是相同的，因此只要分別將二日暴雨、三日暴雨之總雨量乘上各時段之降雨百分比，即可得到各時段之降雨量。

下表4-1、表4-2、表4-3是景美溪之一日暴雨、二日暴雨、三日暴雨設計雨型⁽⁴⁾，表4-4是景美溪不同重現期距之一日、二日、三日暴雨量⁽⁴⁾。

表 4.1 景美溪之一日暴雨設計雨型

t(hr)	一日暴雨 (%)	t(hr)	一日暴雨 (%)	t(hr)	一日暴雨 (%)
1	0.54	9	5.56	17	3.97
2	1.40	10	6.48	18	3.45
3	1.92	11	8.65	19	3.26
4	2.51	12	11.86	20	2.91
5	3.02	13	9.23	21	2.30
6	3.26	14	7.62	22	1.67
7	3.63	15	6.03	23	1.13
8	4.15	16	5.09	24	0.37

說明：1.資料來源：「景美溪治理規劃檢討」，經濟部水利署，民國92年6月。2.最大值為11.86%。

表 4.2 景美溪之二日暴雨設計雨型

t(hr)	二日暴雨 (%)	t(hr)	二日暴雨 (%)	t(hr)	二日暴雨 (%)
1	0.14	9	0.91	17	2.55
2	0.24	10	1.04	18	2.70
3	0.33	11	1.25	19	2.99
4	0.43	12	1.36	20	3.40
5	0.47	13	1.51	21	4.24
6	0.61	14	1.66	22	4.99
7	0.69	15	1.83	23	6.38
8	0.79	16	2.27	24	10.24

t(hr)	二日暴雨 (%)	t(hr)	二日暴雨 (%)	t(hr)	三日暴雨 (%)
25	7.65	33	1.95	41	0.74
26	5.63	34	1.75	42	0.68
27	4.71	35	1.55	43	0.51
28	3.80	36	1.40	44	0.45
29	3.29	37	1.30	45	0.41
30	2.80	38	1.09	46	0.26
31	2.61	39	1.00	47	0.14
32	2.33	40	0.86	48	0.08

說明：1.資料來源：「景美溪治理規劃檢討」，經濟部水利署，民國 92 年 6 月。2.最大值為 10.24%。

表 4.3 景美溪之三日暴雨設計雨型

t(hr)	三日暴雨 (%)	t(hr)	三日暴雨 (%)	t(hr)	三日暴雨 (%)
1	0.00	9	0.32	17	0.72
2	0.00	10	0.33	18	0.79
3	0.01	11	0.35	19	0.84
4	0.12	12	0.40	20	0.98
5	0.14	13	0.45	21	1.08
6	0.18	14	0.55	22	1.14
7	0.20	15	0.57	23	1.25
8	0.25	16	0.62	24	1.31

t(hr)	三日暴雨 (%)	t(hr)	三日暴雨 (%)	t(hr)	三日暴雨 (%)
25	1.46	33	3.70	41	2.88
26	1.60	34	4.27	42	2.64
27	1.73	35	6.23	43	2.48
28	2.04	36	8.32	44	2.20
29	2.35	37	6.69	45	1.80
30	2.54	38	4.93	46	1.60
31	2.78	39	4.04	47	1.51
32	2.98	40	3.31	48	1.40

t(hr)	三日暴雨 (%)	t(hr)	三日暴雨 (%)	t(hr)	三日暴雨 (%)
49	1.28	57	0.59	65	0.20
50	1.21	58	0.55	66	0.18
51	1.08	59	0.46	67	0.18
52	1.03	60	0.45	68	0.13
53	0.90	61	0.36	69	0.10
54	0.83	62	0.33	70	0.00
55	0.78	63	0.32	71	0.00
56	0.64	64	0.28	72	0.00

說明：1.資料來源：「景美溪治理規劃檢討」，經濟部水利署，民國92年6月。2.最大值為8.32%。

表 4.4 景美溪不同重現期距之一日、二日、三日暴雨量

暴雨量別	重現期距(年)							
	200	100	50	25	20	10	5	2
一日暴雨量	537	500	460	417	403	355	301	212
二日暴雨量	1045	926	810	698	662	553	444	291
三日暴雨量	1139	1016	897	779	741	625	507	337

資料來源：1.「景美溪治理規劃檢討」，經濟部水利署，民國92年6月。2.雨量單位為mm。

4-2 降雨強度與降雨量

雨水下水道之集水面積較小，其地表逕流量常以合理化公式估算，而合理化公式之重點在於降雨強度，通常可由經過統計分析求得的降雨強度公式求算而得。

由於早期之雨水下水道規劃較為單純，亦多未考慮滯洪設施，因此大多無需求算流量歷線，亦就是通常用不到設計雨型，僅極少數地區雨水下水道有用到設計雨型，像是台北市雨水下水道就有設計雨型，惟其型式並非前述之「數場暴雨平均雨型」，而是「分配法雨型」⁽³⁾。

本文為比較雨水下水道與河川之保護標準，特依降雨強度公式之物理意義，推算其為1小時之降雨量，俾可與河川設計雨型下之每小時降雨量，在相同時間單位（亦即 $\Delta t=1$ 小時）下做一比較。當降雨強度公式為 I_t^T 時，則t分鐘之降雨量為 P_t^T ，

$$P_t^T = I_t^T \times \frac{t}{60} \quad (1)$$

式中T為重現期距(年)，t為降雨時間(單位為分鐘)，I為降雨強度(單位為mm/hr)，P為降雨量(單位為mm)。

五、以時雨量比較雨水下水道管渠與河川之重現期距

雨水下水道主要分為管渠與抽水站兩部份，國內雨水下水道其集水範圍通常不大，管渠自源頭至終點一般不超過一小

時，因此本文以雨水下水道之降雨強度公式推算一小時降雨量。茲以台北市雨水下水道為例，其管渠5年一次重現期距之降

雨強度公式⁽²⁾為

$$I_t^5 = \frac{8606}{t+49.14} \quad (2)$$

因此其5年一次重現期距1小時之降雨量為將 t=60 分，代入公式(2)與公式(1)，可得 $P_{60}^5=79\text{mm}$ 。

至於河川部分，茲選用景美溪為例子以比較，景美溪為淡水河水系新店溪之一支流，上游主要支流永定溪，發源於新北市石碇區火燒寮山(EL.840m)附近，向西流至雙溪與另一支流石碇溪匯合後始稱為景美溪，景美溪流經新北市之石碇、深

坑以及台北市之木柵、景美，於福和橋上游約 700m 附近匯入新店溪，由於台北市之木柵、景美地區雨水下水道皆匯入景美溪，因此將台北市雨水下水道與景美溪比較其保護程度。首先將表 4.4 景美溪不同重現期距之一日、二日、三日暴雨量，乘上表 4.1~表 4.3 設計雨型中之最大時降雨量百分比(藍色數字)，得到最大時降雨量如表 5.1 所示，然後將台北市雨水下水道5年一次重現期距1小時降雨量 79 mm 與表 5.1 結果繪如圖 5.1。

表 5.1 景美溪不同重現期距之一日、二日、三日暴雨最大時降雨量

最大時雨量別	重現期距(年)							
	200	100	50	25	20	10	5	2
一日暴雨之最大時雨量	64	59	55	49	48	42	36	25
二日暴雨之最大時雨量	107	95	83	71	68	57	45	30
三日暴雨之最大時雨量	95	85	75	65	62	52	42	28

說明：1.一日暴雨之最大時雨量%為 11.86%。2.二日暴雨之最大時雨量%為 10.24%。3.三日暴雨之最大時雨量%為 8.32%。4.雨量單位為 mm。

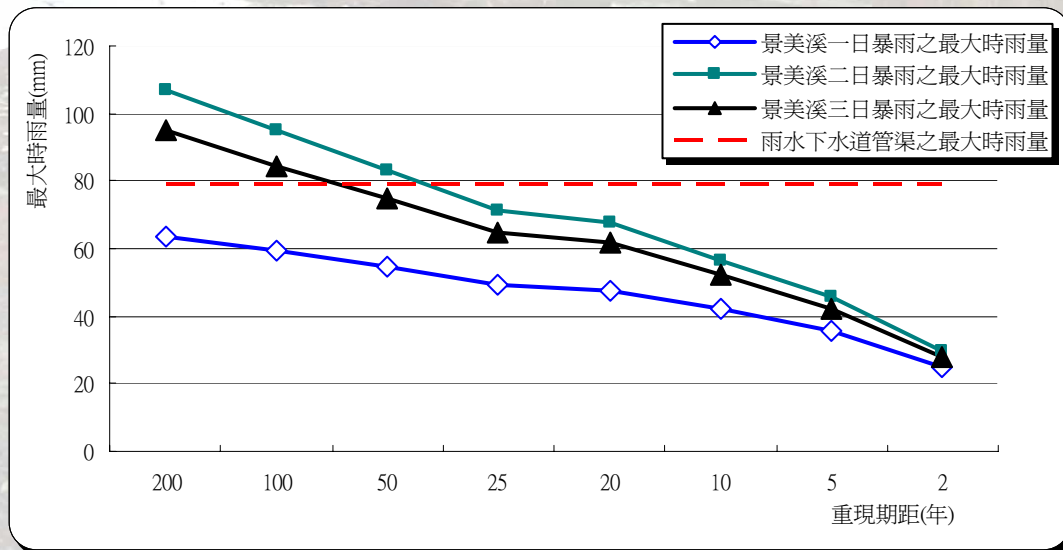


圖 5.1 台北市雨水下水道管渠與景美溪重現期距之比較圖

由圖 5.1 可看出台北市雨水下水道管渠部份，其保護標準約在景美溪（河川）之 2 5 年～5 0 年一次重現期距。

六、以集流時間雨量比較抽水站與河川之重現期距

雨水下水道之管渠雖可將雨水排放至下游河川（或區排），但是遇到颱風之長時間降雨，河川水位高漲，則管渠下游需以抽水站之抽水機抽水排放。通常在抽水站之抽水量設計，常以等於或大於管渠重現期距之颱風雨公式設計，以台北市而言，抽水站 5 年一次重現期距颱風雨強度公式⁽²⁾為

$$I_t^5 = \frac{4867}{t + 48.3} \quad (3)$$

同樣以景美溪為例，景美溪集流時間為 3.49 小時⁽⁴⁾，本文中保守計採用 3 小時。首先由表 4.1～表 4.3 計算不同重現期距之連續最大 3 小時降雨百分比，再乘上表 4.4 不同重現期距之一日、二日、三日暴雨量，可得到連續最大 3 小時降雨量，如表 6.1。

表 6.1 景美溪不同重現期距之一日、二日、三日暴雨最大 3 小時降雨量

最大時雨量別	重現期距(年)							
	200	100	50	25	20	10	5	2
一日暴雨之最大時雨量	160	149	137	124	120	106	90	63
二日暴雨之最大時雨量	254	225	197	169	161	134	108	71
三日暴雨之最大時雨量	242	216	191	165	157	133	108	72

說明：1.一日暴雨之最大 3 小時雨量%為 29.74%。2.二日暴雨之最大 3 小時雨量%為 24.27%。3.三日暴雨之最大 3 小時雨量%為 21.24%。

另再以台北市颱風雨強度公式求最大 1 小時降雨量，亦即以 $t=60$ 分，代入公式 (3) 與公式 (1)，可得 $P_{180}^5=45\text{mm}$ 。抽水站連續抽水 3 小時，亦即

$45 \times 3 = 135\text{mm}$ ，然後將台北市雨水下水道抽水站 5 年一次重現期距連續抽水 3 小時之颱風降雨量 135 mm 與表 6.1 結果繪如圖 6.1。

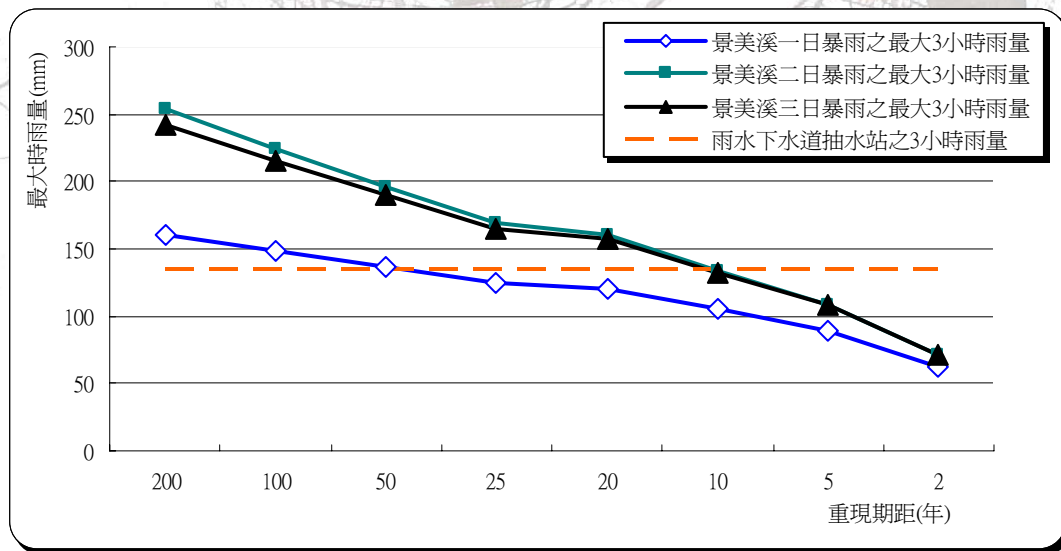


圖 6.1 台北市雨水下水道抽水站與景美溪重現期距之比較圖

由圖 6.1 可看出台北市雨水下水道抽水站部份，其保護標準約在景美溪(河川)之 10 年一次重現期距。

七、結論與建議

1. 國內市區排水之雨水下水道，其保護標準皆在 1 年~ 5 年一次重現期距之間，但其排入之河川保護標準則至少在 25 年一次以上，兩者間之保護標準本應一致，但雨水下水道之保護標準卻遠低於河川之保護標準。不過，雨水下水道之保護標準雖然低於河川，但因市區雨水下水道以排水為主，而河川則以防洪為目的，兩者設計方法截然不同，本文嘗試將雨水下水道分為管渠與抽水站兩部份，將其降雨強度轉換為時雨量，再與河川來比較其保護程度之差異。
2. 本文中雨水下水道以台北市為例，其管渠之保護標準為 5 年一次重現期距降雨

強度，換算一小時降雨量為 79mm，另依據「景美溪治理規劃檢討」之設計雨型計算景美溪不同重現期距之一日、二日、三日暴雨最大一小時降雨量，經比對兩者結果，台北市雨水下水道管渠之保護標準約為景美溪 25 年~ 50 年一次重現期距。

3. 依據「景美溪治理規劃檢討」，景美溪集流時間為 3.49 小時，本文中保守計採用 3 小時，而台北市雨水下水道抽水站保護標準為五年一次重現期距颱風雨強度，換算其連續抽水 3 小時之降雨量為 135mm，同樣依據「景美溪治理規劃檢討」之設計雨型計算景美溪不同重現期距之一日、二日、三日暴雨最大 3 小時

降雨量，經比對兩者結果，台北市雨水下水道抽水站之保護標準約為景美溪10年一次重現期距。

- 4.由上(3)、(4)兩點結論，可知台北市雨水下水道管渠之保護程度約為景美溪25年~50年一次重現期距，保護程度尚可；但抽水站之保護程度則只有景美溪10年一次重現期距，明顯偏低，推測其原因係當初採用之颱風雨強度公式乃早在民國五十幾年間分析所得，而本文作為比較之景美溪設計雨型則為經濟部水利署於民國92年所完成，由於年代相隔久遠之氣候變異，顯示出近些年來颱風(長延時)之降雨量有增加之現象。
- 5.由本文之分析結果可知，台北市雨水下水道抽水站之保護程度只達目前景美溪

10年一次重現期距，低於管渠之25年~50年一次重現期距，不過一般抽水站之抽水機設計，通常於必要之數量(台數)外另會設置備用抽水機，以為颱風時突發狀況之需，因此若將備用抽水機之抽水量亦列入考量，則台北市雨水下水道抽水站之保護程度當不只有10年一次重現期距。

- 6.雨水下水道系統由管渠與抽水站組成，兩者之保護程度(或設計標準)必需一致，方能發揮相輔相成之功效，否則保護程度高的部份被低的部份拖累，則排水功能將會大打折扣。由本文之分析探討可知，抽水站之保護程度較低於管渠，建議水利相關單位進一步研究如何提高或擴充抽水站之功能。

參考文獻

- 1.「下水道工程學」(增訂版)，歐陽嶠暉，民國72年2月。
- 2.「台北市下水道工程設施標準」，台北市政府工務局，民國80年5月。
- 3.「降雨設計雨型之研究」，余濬，國立台灣大學土木碩士論文，民國77年6月。
- 4.「景美溪治理規劃檢討」，經濟部水利署，民國92年6月。
- 5.「排水管理辦法」，經濟部，民國92年10月。
- 6.「河川治理及環境營造規劃參考手冊」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國95年6月。
- 7.「區域排水整治及環境營造規劃參考手冊」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國95年6月。
- 8.「水利工程技術規範—河川治理篇」(草案)上冊，經濟部水利署，民國96年12月。
- 9.「下水道誌」-政府自辦雨水篇，內政部營建署，民國100年7月。

收稿：101年5月11日
修改：101年5月14日
接受：101年5月18日