

水土保持局與水利署IDF曲線經驗公式之比較-以新北市屈尺雨量站為例

黃名村

健行科技大學土木工程系助理教授

張嘉修

健行科技大學土木工程系空間資訊與防災所碩士生

摘要

本研究整理比較文獻中的兩種水文IDF曲線的建立方式，一是利用水土保持技術規範中的降雨強度公式，另一則是利用水利署的Horner公式，並以新北市新店屈的屈尺雨量站作為分析對象。分析結果顯示，對於屈尺雨量站，無論重現期距為10年、25年、50年、100年或是200年，依據水利署的Horner公式與水土保持技術規範中的公式所繪出的IDF曲線，會有交叉的情形，實務上，需依照所輸入的降雨延時，來決定使用哪一個公式來計算出較保守(也就是較大)的降雨降度，做為後續設計規畫之用。

關鍵詞：IDF曲線、水土保持技術規範、Horner公式

一、前言

水資源規劃與設計時，除了需要考慮降雨強度與降雨延時時間的關係外，還需考慮某特定降雨強度與降雨延時之降雨發生頻率(也就是該種降雨強度與延時的組合，在統計上多少年會發生一次，這個時間間隔稱為重現期距)。這種由降雨強度(Intensity)、降雨延時(Duration)與發生頻率(Frequency)三種變數所繪出的關係圖，稱為降雨強度-延時-頻率曲線，簡稱IDF曲線。IDF曲線表示某一特殊發生機率情況下降雨強度與降雨延時之關係，此發生機率等於重現期距的倒數。

IDF曲線可用於推估可能發生的最大洪水量(洪峰流量)規劃設計時，可先選定頻率及降雨延時，再藉由IDF曲線得到降雨強度，由降雨強度可估計出洪峰流量。

二、IDF曲線的建立方式

要建立某個雨量站的IDF曲線，需先收集該雨量站過去的歷史降雨資料，並依照不同的降雨強度及降雨延時整理成類似圖1的數據，接著固定降雨強度，以內插方式計算出不同重現期距所對應的降雨延時。同樣的，也可以固定降雨延時，以內插方式計算出不同重現期距所對應的降雨強度。最後將前述分析結果繪出後如圖2。

延時 t (分)	等於或大於「降雨強度 I、降雨延時 t」之暴雨發生次數											
	降雨強度 I (mm/hr)											
	2.5	4.0	5.0	6.5	7.5	10	13	15	18	20		
5分						130	52	21	13	5	3次	
10分			130	80	51	16	8	4	2	1次		
15分			90	51	22	11	4	3	1	1次		
20分		100	55	17	14	6	2	2				
30分	102	59	24	7	7	2	2					
40分	70	30	12	5	4	1						
50分	60	18	9	4	3							
60分	45	15	5	3	2							
80分	16	5	3	1								
100分	14	2										

圖1 製作IDF曲線前所需的雨量資料形式

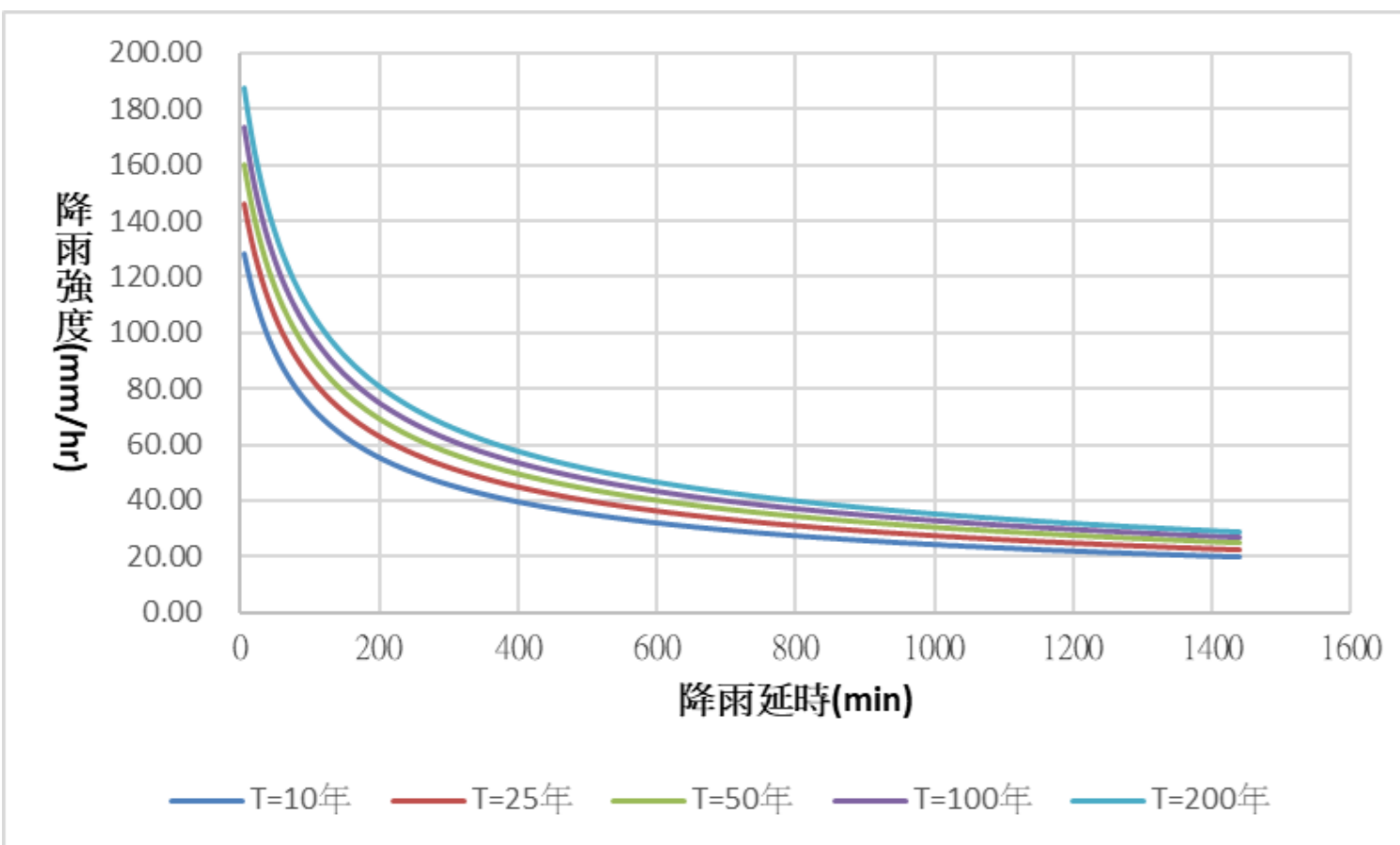


圖2 IDF曲線示意圖

三、水土保持技術規範降雨強度公式

前述的IDF曲線建立方式需要分析過去的歷史降雨資料，過程十分繁複且費時，因此許多IDF曲線建立後，就被以數學方式迴歸出其公式，以方便後人直接使用，不須再重複分析原始雨量資料。

水土保持技術規範第16條之降雨強度經驗公式，便是依據過去的IDF曲線分析所建立，數學式如下：

$$\frac{I_t^T}{I_{60}^{25}} = (G + H \log T) \frac{A}{(t + B)^C} \quad (1)$$

$$I_{60}^{25} = \left(\frac{P}{25.29 + 0.094P} \right)^2 \quad (2)$$

其中 T 為重現期距 (年)， t 為降雨延時 (分)； I_t^T 則為重現期距 T 年、降雨延時 t 分鐘之降雨強度 (公釐/小時)， I_{60}^{25} 為重現期距25年、降雨延時60分鐘之降雨強度 (公釐/小時)， P 為目標區域之年平均降雨量 (公釐)，參數 A 、 B 、 C 、 G 、 H 則分別為

$$A = \left(\frac{P}{-189.96 + 0.31P} \right)^2 \quad (3)$$

$$B = 55 \quad (4)$$

$$C = \left(\frac{P}{-381.71 + 1.45P} \right)^2 \quad (5)$$

$$G = \left(\frac{P}{42.89 + 1.33P} \right)^2 \quad (6)$$

$$H = \left(\frac{P}{-65.33 + 1.836P} \right)^2 \quad (7)$$

由(1)式到(7)式可知，水土保持技術規範的降雨強度公式只需要知道目標區域的年平均降雨量，即可得到不同重現期距及降雨延時下的降雨強度，使用上非常簡便。

四、水利署Horner公式

水利署為方便國內相關單位進行工程規畫，將台灣各個雨量站的IDF曲線以Horner公式建立其數學式如下：

$$I_t^T = \frac{a}{(t+b)^c} \quad (8)$$

其中 T 為重現期距 (年)， t 為降雨延時 (分)； I_t^T 則為重現期距 T 年、降雨延時 t 分鐘之降雨強度 (公釐/小時)， a 、 b 、 c 則為參數(不同重現期距有不同參數)。

五、屈尺雨量站IDF曲線分析比較

首先我們利用水土保持技術規範的降雨強度公式，繪出新發雨量站於重現期距10年、25年、50年、100年及200年的IDF曲線(屈尺雨量站的年平均降雨量為3195公厘)，其結果如圖3所示。

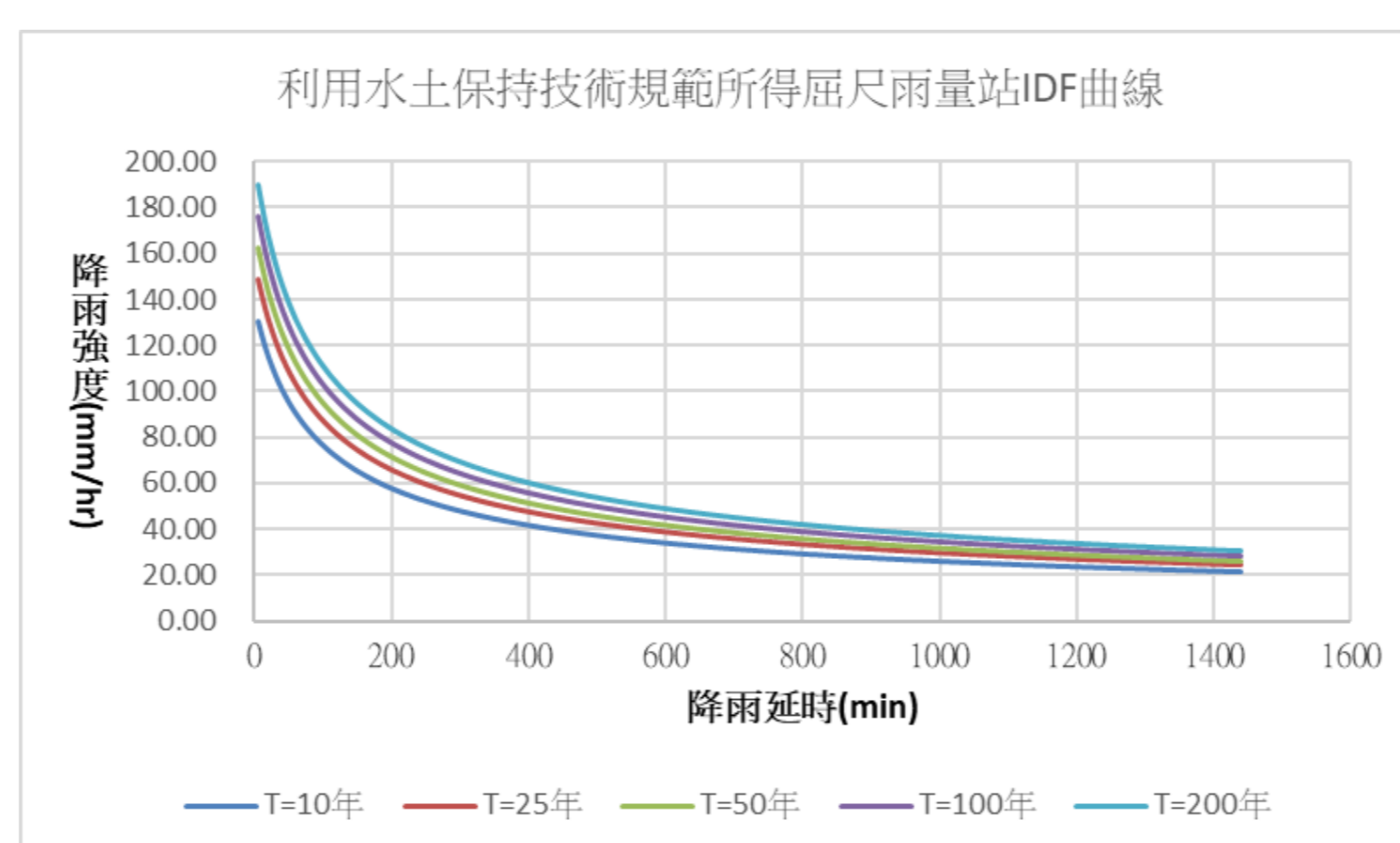


圖3 利用水土保持技術規範所得屈尺雨量站IDF曲線

接著我們利用水利署的Horner公式，繪製屈尺雨量站於重現期距10年、25年、50年、100年及200年的IDF曲線，公式中各重現期距的參數如圖4所示，機率分佈的選擇則為對數皮爾遜三型。繪製出的IDF曲線如圖5所示。

台灣地區雨量測站 Horner 公式					
流域：	淡水河	流域編號：	1140		
測站：	屈尺	測站編號：	COA580		
重現期距 (年)	理論分佈	a	c		
2	對數皮爾遜三型	1220.412	17.072	0.662	
	皮爾遜三型	1178.597	16.007	0.658	
	三參數對數常態	1150.651	15.721	0.653	
	二參數對數常態	1165.371	15.554	0.657	
	極端值一型	1066.809	14.629	0.642	
	對數皮爾遜三型	976.951	14.031	0.577	
5	皮爾遜三型	1028.725	14.771	0.587	
	三參數對數常態	1028.005	14.745	0.588	
	二參數對數常態	1021.548	14.612	0.585	
	極端值一型	978.690	14.034	0.580	
	對數皮爾遜三型	867.840	11.839	0.533	
	皮爾遜三型	958.256	13.755	0.551	
10	三參數對數常態	971.084	13.970	0.554	
	二參數對數常態	953.877	14.050	0.548	
	極端值一型	972.734	14.064	0.554	
	對數皮爾遜三型	768.913	9.173	0.488	
	皮爾遜三型	892.377	12.461	0.514	
	三參數對數常態	912.696	12.844	0.519	
25	二參數對數常態	886.433	13.364	0.508	
	極端值一型	991.569	14.340	0.530	
	對數皮爾遜三型	715.950	7.378	0.460	
	皮爾遜三型	853.606	11.478	0.491	
	三參數對數常態	875.911	11.932	0.496	
	二參數對數常態	845.770	12.886	0.482	
50	極端值一型	1016.795	14.649	0.517	
	對數皮爾遜三型	674.645	5.827	0.437	
	皮爾遜三型	822.228	10.548	0.471	
	三參數對數常態	843.586	10.991	0.475	
	二參數對數常態	810.855	12.421	0.459	
	極端值一型	1047.169	14.978	0.506	
100	對數皮爾遜三型	643.662	4.175	0.416	
	皮爾遜三型	794.919	9.609	0.454	
	三參數對數常態	815.428	10.062	0.457	
	二參數對數常態	779.951	11.950	0.438	
	極端值一型	1081.301	15.321	0.498	

註：1. $a = (t+b)^c \cdot I_t^T$ (mm)； b (mm)； c (mm)； T (年)； t (min)； I_t^T (mm/hr)。
2. 表尾時頻率分析不合理或適用時減少。
附錄一之 166

圖4 屈尺雨量站Horner公式參數(水利署, 2017)

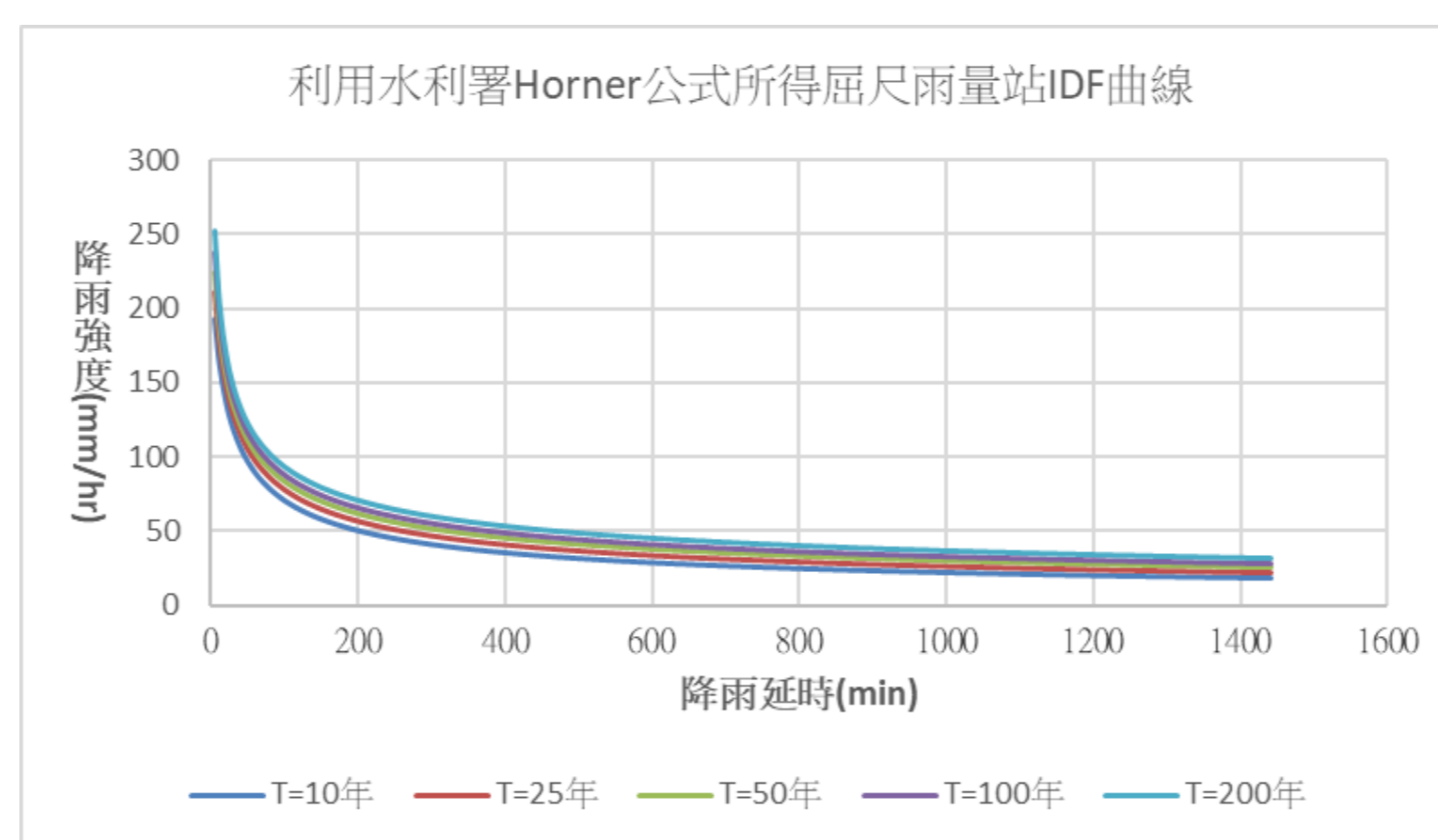


圖5 利用水利署Horner公式所得屈尺雨量站IDF曲線

為了比較水土保持技術規範降雨強度公式與水利署Horner公式所繪製出的IDF曲線，我們將不同重現期距下、兩個公式的IDF曲線畫在一起進行比較，如圖6~圖10所示。由圖可知，對於屈尺雨量站，無論重現期距為10年、25年、50年、100年或是200年，依據水利署的Horner公式與水土保持技術規範中的公式所繪出的IDF曲線，會有交叉的情形，實務上，需依照所輸入的降雨延時，來決定使用哪一個公式來計算出較保守(也就是較大)的降雨降度，做為後續設計規畫之用。

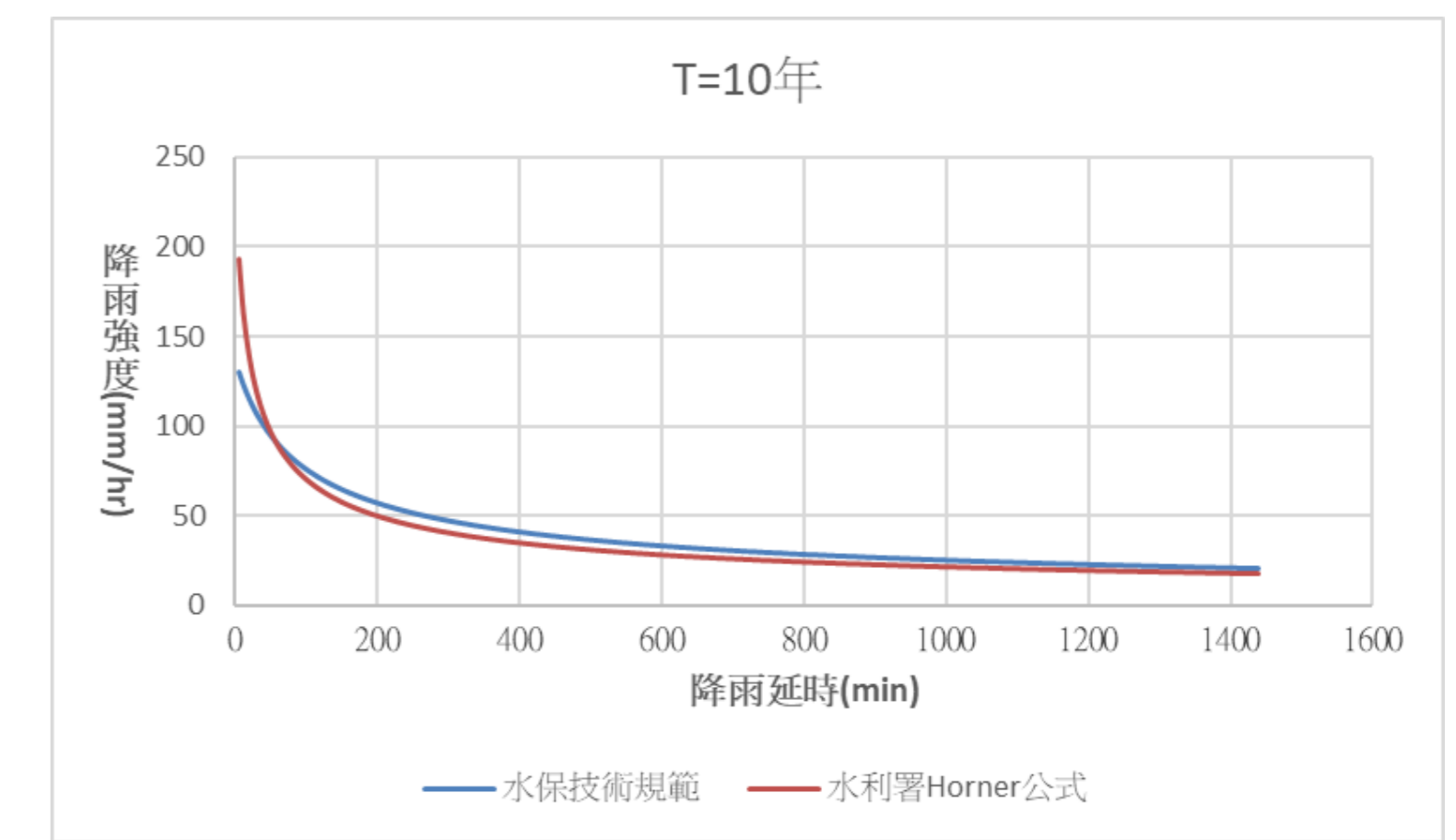


圖6 重現期距10年之IDF曲線比較

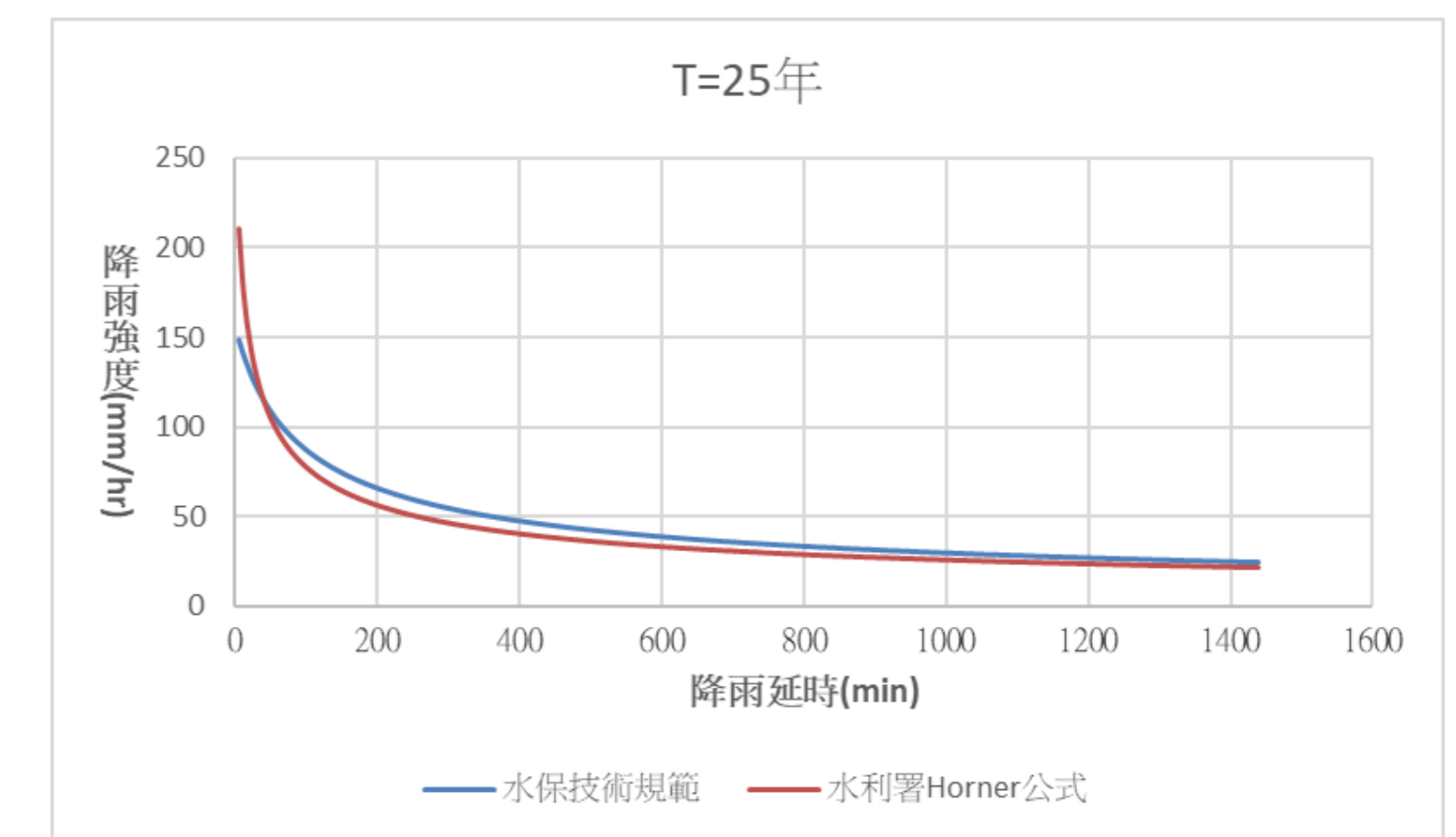


圖7 重現期距25年之IDF曲線比較

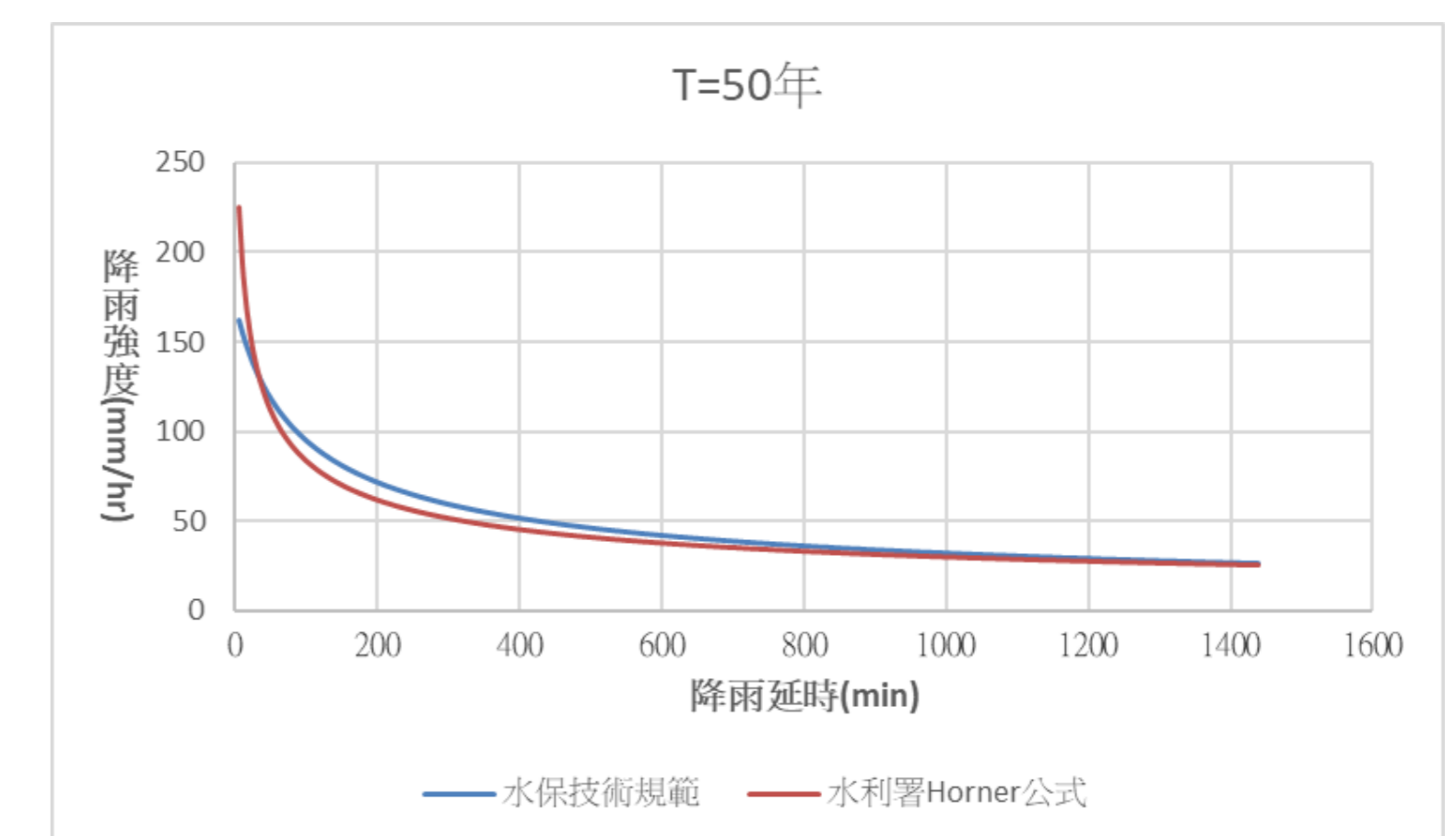


圖8 重現期距50年之IDF曲線比較

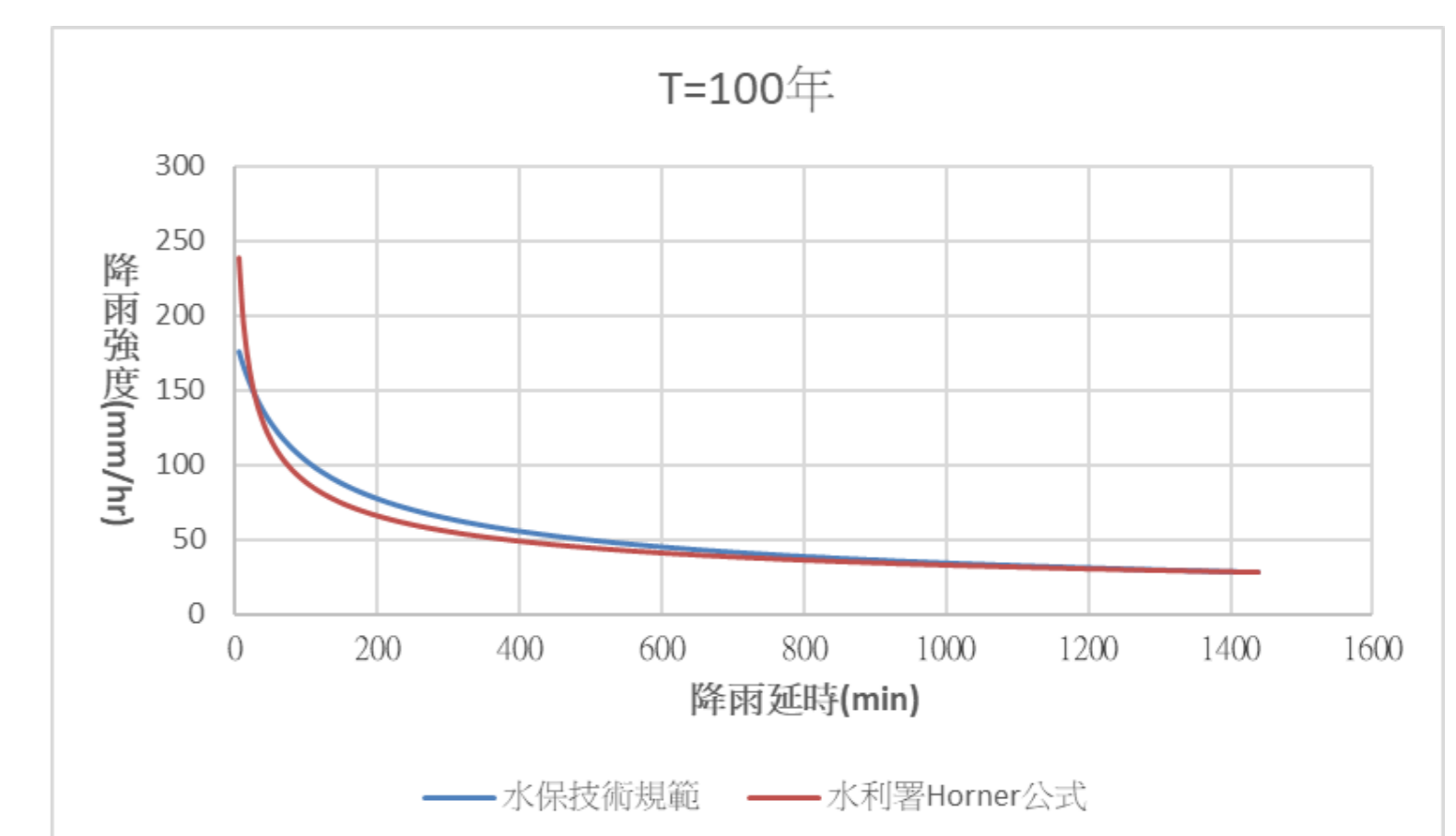


圖9 重現期距100年之IDF曲線比較

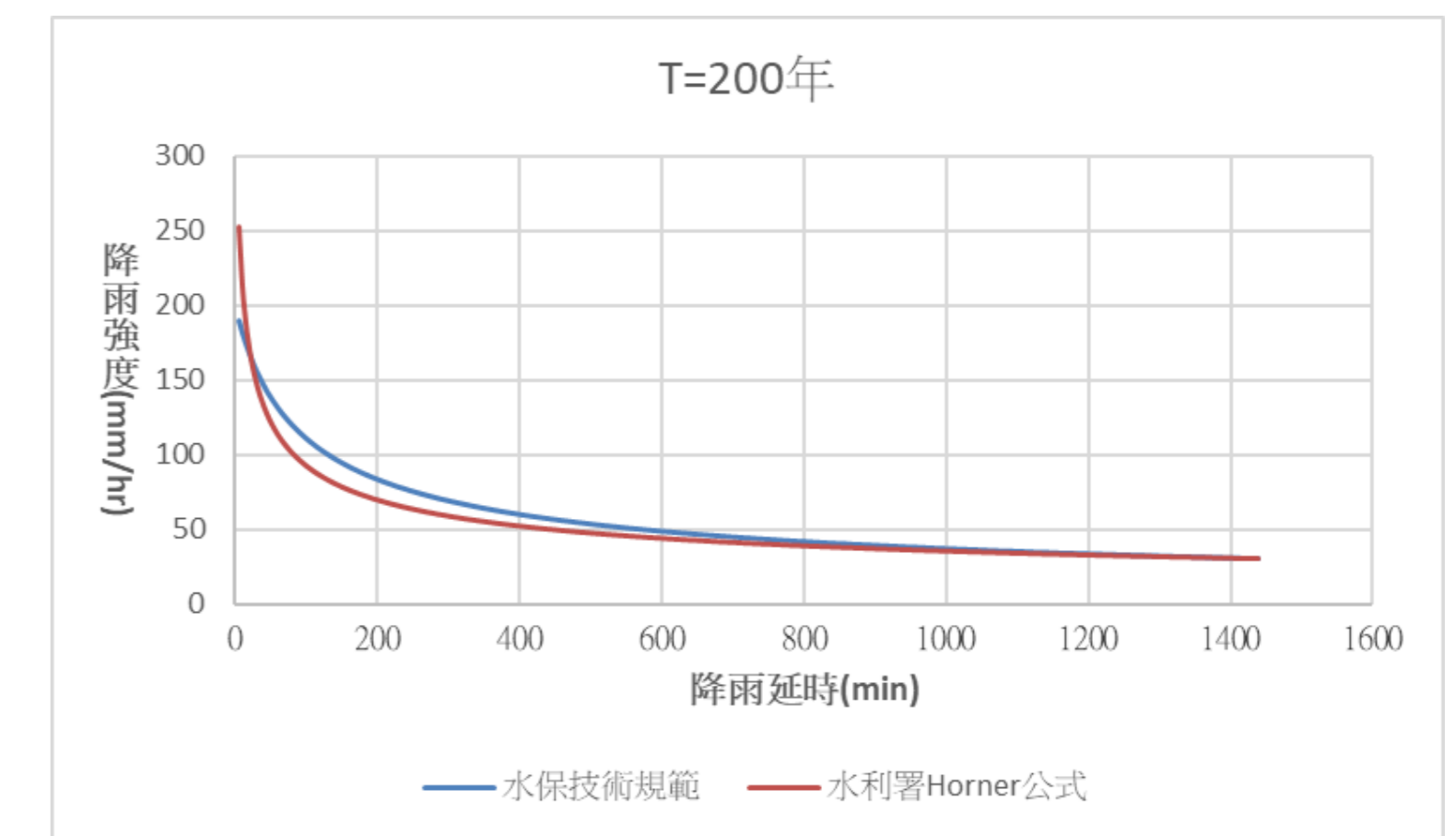


圖10 重現期距200年之IDF曲線比較

六、結論與建議

對於屈尺雨量站，無論重現期距為10年、25年、50年、100年或是200年，依據水利署的Horner公式與水土保持技術規範中的公式所繪出的IDF曲線，會有交叉的情形，實務上，需依照所輸入的降雨延時，來決定使用哪一個公式來計算出較保守(也就是較大)的降雨降度，做為後續設計規畫之用。

本研究僅針對屈尺雨量站的IDF曲線進行分析比較，且水利署Horner公式僅針對對數皮爾遜三型做分析，不同雨量站或者相同雨量站但不同機率分佈的分析，則有待後續研究。

七、參考文獻

- 行政院農業委員會水土保持局(2012)，「水土保持技術規範」。
- 經濟部水利署(2017)，「台灣地區雨量測站降雨強度-延時Horner公式參數分析」。



健行科技大學

2022

土木工程與防災研討會

Department of civil Engineering, Chien Hsin University of Science and Technology