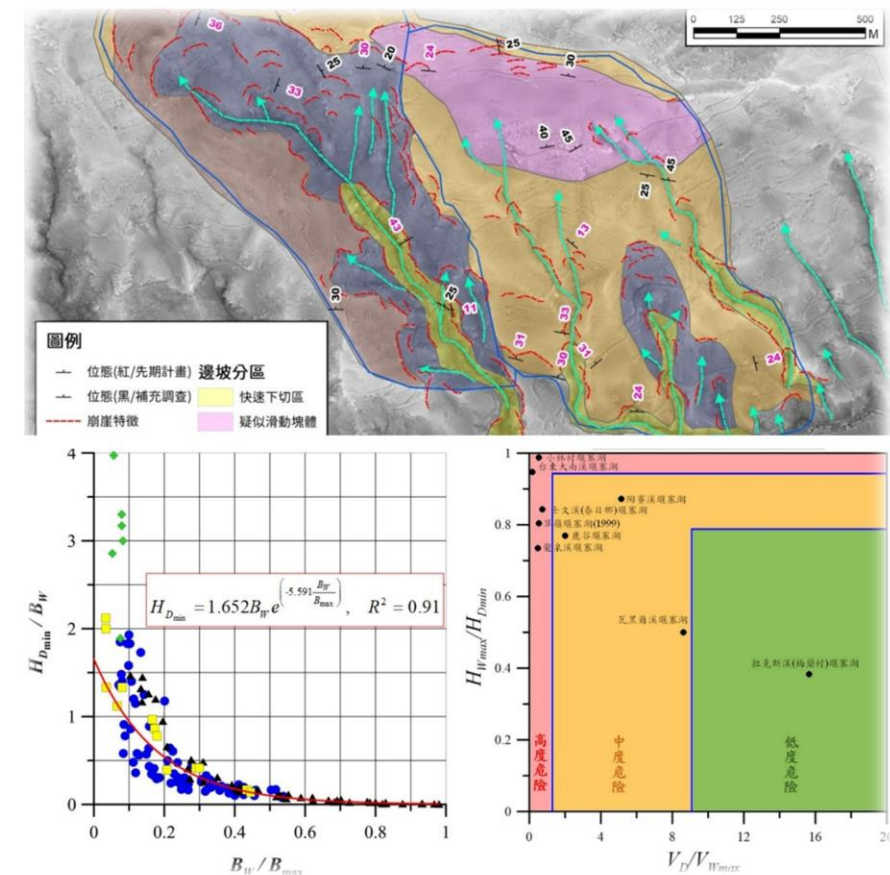




大規模崩塌衍生堰塞壩之動態穩定性 評估研究

成果報告書

農業部農村發展及水土保持署
與您一起打拼



成果報告書

112
年度

農業部農村發展及水土保持署



農業部農村發展及水土保持署
54044南投市中興新村光華路6號
<https://www.ardswc.gov.tw>

農業部農村發展及水土保持署 編印

中華民國 112年 12月



**大規模崩塌衍生堰塞壩之動態穩定性評估
研究**

**Dynamic process-based dam stability
assessment method for landslide dam
triggered by large-scale landslides
(成果報告書)**

執行單位：國立屏東科技大學

執行期間：112年02月08日至112年12月31日

計畫主持人：陳昆廷 助理教授

共同主持人：吳建宏 教授

行政院農業委員會水土保持局 編印

中華民國 112 年 12 月

(本報告書內容及建議純屬執行單位意見，僅供本局施政參考)



目次

目次.....	I
表次.....	III
圖次.....	IV
第一章 緒論	1-1
第一節 計畫緣起與目的	1-1
第二節 計畫工作項目	1-5
第三節 計畫執行架構與工作進度	1-7
第二章 研究方法	2-1
第一節 堰塞壩相關參數定義修正與堰塞壩實際 案例資料持續蒐集	2-1
第二節 大規模崩塌形成堰塞壩之危險程度量化 分級.....	2-6
第三節 大規模崩塌形成堰塞壩之動態穩定性評 估.....	2-9
第四節 研究區域概述	2-11
第三章 結果與討論	3-1
第一節 堰塞壩相關參數定義修正與堰塞壩實際 案例資料持續蒐集	3-1
第二節 精進大規模崩塌形成堰塞壩之危險程度 量化分級	3-25
第三節 建構大規模崩塌形成堰塞壩之動態穩定 性評估	3-38
第四章 結論與建議	4-1
第一節 結論	4-1

第二節 建議	4-3
參考文獻.....	參-1
附錄.....	附錄-1
附錄一、研提計畫書之計畫內容審查意見及意見回 覆.....	附錄-1
附錄二、期中報告書面審查意見暨回覆辦理情形	附錄-4
附錄三、期末報告書面審查意見暨回覆辦理情形	附錄-7
附錄四、矩形河道 1047 組測試值	附錄-10
附錄五、梯形河道 826 組測試值	附錄-58



表次

表 2-1 大規模崩塌相關參數列表.....	2-1
表 2-2 堰塞壩相關參數列表.....	2-2
表 2-3 堰塞湖相關參數列表.....	2-3
表 2-4 堰塞壩沿河道方向剖面相關參數.....	2-4
表 3-1 台灣歷年堰塞壩案例列表(本計畫整理，統計至 2023 年 07 月 10 日).....	3-2
表 3-2 梯形河道之 140 組測試值.....	3-26
表 3-3 矩形河道之 8 組測試值.....	3-33
表 3-4 9 處現場實際案例之無因次分析結果表	3-36
表 3-5 矩形河道之 8 組測試值.....	3-42
表 3-6 臺東縣-達仁鄉-D003 及 D004 大規模崩塌無因次 化堰塞壩危險評估指標評估結果	3-43
表 3-7 臺東縣-達仁鄉-D003 及 D004 大規模崩塌無因次 動態穩定性評估指標評估結果	3-44

圖次

圖 1-1 本計畫整體研究流程圖.....	1-8
圖 1-2 計畫預定執行進度.....	1-9
圖 2-1 大規模崩塌相關參數示意圖.....	2-2
圖 2-2 堰塞壩相關參數示意圖.....	2-3
圖 2-3 堰塞湖相關參數示意圖.....	2-4
圖 2-4 堰塞壩沿河道方向剖面相關參數示意圖.....	2-5
圖 2-5 壩體沿河道方向剖面示意圖.....	2-8
圖 2-6 研究區域之數值地形圖.....	2-12
圖 2-7 研究區域之崩崖與蝕溝.....	2-12
圖 2-8 研究區域之現地調查結果.....	2-14
圖 3-1 140 組設置不同參數與條件之無因次分析結果.....	3-34
圖 3-2 140 組測試值之 3 級分區結果.....	3-37
圖 3-3 9 處堰塞壩現場實際案例之 3 級分區結果.....	3-37
圖 3-4 矩形河道 1047 組測試值之無因次分析結果.....	3-39
圖 3-5 梯形河道 826 組測試值之無因次分析結果.....	3-39
圖 3-6 矩形河道測試值之無因次動態穩定性評估指標 分級結果.....	3-45
圖 3-7 梯形河道測試值之無因次動態穩定性評估指標 分級結果.....	3-45

第一章 緒論

第一節 計畫緣起與目的

位於山區河道兩側之大規模崩塌潛勢區域，受地震或降雨事件誘發後，土體於崩塌過程中進入河道，因河寬狹窄加上崩塌土體體積充足，極易阻塞河道而形成堰塞壩(Landslide dam)，當堰塞壩上游水流持續供應，水流則於壩後方蓄積形成堰塞湖(Barrier lake)。堰塞壩原為崩塌土砂與河道交互作用下之自然現象，但是由於壩體上游迴水可能造成保全對象淹沒，以及壩體破壞後可能導致下游保全對象受到洪水或土石流災害，堰塞湖防災減災已成為全球極為重視之研究課題(Costa and Schuster 1988；Peng and Zhang 2012；Chen et al., 2015；Shrestha and Nakagawa 2016；Jiang et al., 2017；Chen et al., 2019；Zhou et al., 2019；Shen et al., 2020；Liu et al., 2021；Wu et al., 2022)。

堰塞壩壽命相當短暫，當壩體潰壞時，壩後水體混合壩體材料向下游移動，造成洪峰流量驟然增加，威脅河道兩側居民生命財產安全，因此災害規模較上游迴水災害更為嚴重，為了降低堰塞壩所造成之二次災害，在壩體形成初期，壩體穩定性和潰決流量評估這兩項危險性評估工作必須在最短時間內完成，其中，堰塞壩規模形狀是重要之相關評估參數(Ermini and Casagli 2003；Korup 2004；Chen et al., 2014；Dong et al., 2009；Dong et al., 2011；Tacconi Stefanelli et al., 2016；Tacconi Stefanelli et al., 2018；Meng et al., 2021)。惟因大規模崩塌潛勢區域發生位置可能位於人員機具無法快速抵達之偏遠山區，無法於第一時間內取得堰塞壩規模形狀相關參數，致使堰塞湖緊急危險性評估難以執行，亦無法合理評估壩體破壞之可能形式，導致

堰塞湖緊急防救災對策無法順利執行。因此，若能於堰塞壩未形成前，藉由大規模崩塌潛勢區位範圍圖資預測可能形成堰塞壩之潛勢區位，提前評估堰塞湖危險性與研擬相關防救災對策，將能大大提升堰塞壩之防救災應變能力。因此，本計畫於第一年採用室內實驗方法結合數值模擬方法，進行大規模崩塌潛勢區位能否形成堰塞壩災害潛勢區位之預測，並評估形成後之壩體規模，最後分別建立無因次化之堰塞壩災害潛勢區位預測方法與無因次壩體規模預測方法。由無因次堰塞壩形成評估方程式可知，當河道寬度與崩塌水平運動距離為 0 時，可判斷無法形成堰塞壩；而當河道寬度與崩塌水平運動距離不為 0 時，則可評估崩塌最小堆積高度；由無因次壩體規模評估方程式可知，當判斷大規模崩塌能形成堰塞壩後，即可藉由崩塌體積與無因次堰塞壩形成評估方程式初步預測最大壩體規模(王宗暉等人，2021；Chen et al., 2021；Liu et al., 2021；吳念懷等人，2022)。

當堰塞壩形成與否以及壩體規模能初步評估後，需進一步對於堰塞壩危險程度進行分級，以期了解堰塞壩形成後可能帶來之危害，目前國內外對於大規模崩塌形成堰塞壩之危險程度評估方法為將既有堰塞壩案例資料之蓄水體積、壩體材料、壩體高度等參數進行描述性準則分級，再由不同分級定出「極高危險、高危險、中危險、低危險」或是「極嚴重、嚴重、較嚴重、一般」或是「重度、中度、輕度」等不同危險級別(經濟部水利署水利規劃試驗所，2004；Cui et al., 2009；Xu et al., 2009；Yang et al., 2013)。

但國內外目前對於堰塞壩相關參數定義有所不同，例如堰塞壩範圍、堰塞湖定義、壩體長度與壩體寬度等，都有明顯差異，例如沿河道水平方向之壩體有文獻定義為壩體寬度，另有文獻則定義為壩體長

度。若在堰塞壩基本資料收集上無法進行統一或是同一標準，將導致資料引用或是後續分析上出現極大誤差；此外，堰塞壩危險程度分級在使用上差異甚大，例如壩體高度 25m、蓄水體積 $1 \times 10^6 \text{ m}^3$ 之堰塞湖，不同評估方法則會產生中度危險等級(經濟部水利署水利規劃試驗所，2004)與低度危險等級(Cui et al., 2009；Xu et al., 2009)之差異。描述性準則雖可於堰塞壩形成初期進行危險程度快速評估，但是相關參數定義並不明確，並缺乏相關數據驗證，亦沒進行準確性分析，因此實用性與準確性仍待商榷，此外，由於沒有明確之無因次量化關係分析，評估結果會因地域性不同而有高危險低估之結果。

目前國內外對於堰塞壩之危險程度仍缺乏相關量化方法或標準進行分級，無法合理評估堰塞壩危險程度，導致堰塞湖緊急防救災對策無法順利執行。因此，為解決大規模崩塌衍生堰塞壩危險程度量化分級之難題，本計畫延續 110 及 111 年度創新研究計畫「大規模崩塌衍生之堰塞壩災害潛勢區位及其壩體規模預測研究」、「大規模崩塌衍生堰塞壩之危險程度量化分級研究」之研究內容，藉由評估壩體高度與壩體規模之研究成果，進一步將堰塞壩危險程度量化與分級，通過壩體規模與壩體最大蓄水量之比值，以及崩塌最小堆積高度與壩體最大蓄水深度之比值，建立出無因次化之堰塞壩危險評估指標，當崩塌最小堆積高度與壩體最大蓄水深度之比值大於 0.94 以及壩體規模與壩體最大蓄水量之比值小於 1.28 時，可評估為高度危險(王維琳等人，2022；李峻毅等人，2022；陳昆廷，2022)。

雖然上述成果已能評估出壩體高度、壩體規模與壩體危險程度，但是其成果皆為一定值，對於堰塞壩壽命長短仍無法進行動態估算。Peng and Zhang (2012)統計全球一千多處堰塞壩案例，超過 51%之堰

塞壩壽命少於 1 週，顯示堰塞壩存在時間普遍短暫，而一般堰塞壩要能稱為”穩定”，通常需超過 10 年以上(Korup, 2004)。因此，若無法於短時間內評估出壩體穩定性，並依評估結果施以妥善工程處置、疏散河道下游民眾進行避難或是其它相關處置作為，一旦發生潰壩災害，將造成嚴重傷亡與損失。因此在堰塞壩形成後，快速分析壩體穩定性為首要重點工作。目前國內外常用之壩體穩定性評估方法為無因次阻塞指標(Dimensionless blockage index, DBI)，為綜整前人文獻以後，使用壩體最小高度、壩體上游集水區面積、壩體體積進行估算(Casagli and Ermini, 1999；Ermini and Casagli, 2003)，另有學者提出在上列參數基礎上，增加壩體長度、壩體寬度、尖峰流量、崩塌運動距離以及河道坡度，分別提出鑑別分析模式、羅吉斯迴歸模式、水文形態之壩體穩定性指標等方法，進行壩體穩定性評估(Dong et al., 2009；Dong et al, 2011；Stefanelli et al., 2016)。惟堰塞壩從發生至潰決為一動態過程，而目前相關之壩體穩定性評估方法，其評估結果皆為定值，因此在使用上，往往有評估為穩定之堰塞湖案例，最終仍發生潰決，或是被評估為不確定區域而無法釐清是否潰決。例如 2009 年太麻里溪堰塞湖，穩定性分析為穩定，最終仍造成潰壩(蘇暉凱，2013)，造成下游台 9 線以及台鐵南迴線南太麻里橋路基流失；而 2022 年鵠鵠崙溪堰塞湖，穩定性分析被評估為不確定區域，實際情況已產生溢流(水土保持局，2022)。

因此，為解決上述關於大規模崩塌衍生堰塞壩壩體穩定性評估之缺陷，本研究延續 110 及 111 年度創新研究計畫之研究成果，藉由 110 年度評估壩體高度與壩體規模之研究成果，結合 111 年度危險程度量化分級之研究成果，以國內外最常使用之無因次阻塞指標進行公

式修正與推導，並以統計方法與堰塞壩案例資料，進行堰塞壩動態穩定性評估方法之建立，進一步提出具時間尺度之動態危險程度與動態穩定性評估，為相關單位提出堰塞壩緊急防救災對策研擬之參考依據，以強化大規模崩塌形成堰塞壩之防災減災應變能力。

第二節 計畫工作項目

本計畫於今年度規劃：1.精進大規模崩塌潛勢區位形成堰塞壩之危險程度量化分級、2.建立大規模崩塌潛勢區位形成堰塞壩之動態穩定性評估方法、3.建構具時間尺度之堰塞壩動態危險程度與動態穩定性評估等三個工作項目，說明如下：

一、精進大規模崩塌潛勢區位形成堰塞壩之危險程度量化分級

本計畫於 111 年度創新研究計畫「大規模崩塌衍生堰塞壩之危險程度量化分級研究」之研究成果中，已將堰塞壩相關參數定義完成並與國際接軌，再針對不同河道斷面進行壩體體積、壩體最大蓄水量等相關計算方法之公式推導，結合無因次化堰塞壩危險評估指標，利用 87 組測試值完成堰塞壩危險程度 3 級(高度危險、中度危險、低度危險)與 4 級(高度危險、中高危險、中度危險、低度危險)之量化分級。延續 111 年度之成果，本計畫擬再增加不同河道斷面形狀測試組數，以含括不同河道斷面形狀與不同河道坡度變化下之測試組數，使堰塞壩危險程度量化分級能更加全面，期能在未來能把相關計算方法與研究成果與 BigGIS 巨量空間資訊系統銜接，快速提供相關評估結果。

二、建立大規模崩塌潛勢區位形成堰塞壩之動態穩定性評估方法

目前國內外常用之壩體穩定性評估方法，為使用壩體最小高度、壩體上游集水區面積、壩體體積等三項參數進行評估之無因次阻塞指

標，由於其值為一定值，在使用上往往會有誤判或是無法評估穩定性之情況，因此，本計畫之堰塞壩動態穩定性評估方法構想，為將無因次阻塞指標之壩體上游集水區面積參數，以流量與降雨量進行轉換與公式推導，當評估方法具備流量與降雨強度之關係，則可由此關係結合前述所推導之壩體最大蓄水量，在假定堰塞壩溢流破壞條件下，獲得具時間尺度之評估結果，再利用集群分析方法進行分類，即可預估堰塞壩整體動態變化下之穩定性。此外，另可結合不同降雨重現期距下之降雨強度，預估在不同降雨重現期距下之穩定性評估，最終完成無因次堰塞壩動態穩定性評估方法之建立。

三、建構具時間尺度之堰塞壩動態危險程度與動態穩定性評估

本計畫於 111 年度創新研究計畫「大規模崩塌衍生堰塞壩之危險程度量化分級研究」之研究成果中，已初步完成堰塞壩危險程度量化與分級，由量化結果可知，無因次危險程度評估指標為使用壩體規模與壩體最大蓄水量比值，以及崩塌最小堆積高度與壩體最大蓄水深度比值進行評估，由於壩體最大蓄水量與壩體穩定性相互影響，當蓄水量固定時，上游入流量大則壩體容易於短時間內產生溢流破壞；隨著不同降雨重現期距條件，則會出現不同之危險程度與穩定性，因此能將危險程度與穩定性加以結合，建構出隨時間尺度變化之堰塞壩動態危險程度與穩定性評估方法，此成果將能在堰塞壩形成初期，考慮後續不同降雨條件下之壩體危險程度與穩定性變化，提供堰塞壩緊急防救災應變之參考。

第三節 計畫執行架構與工作進度

一、計畫整體執行架構

本計畫藉由 110 年度評估壩體高度與壩體規模之研究成果，結合 111 年度危險程度量化分級之研究成果，以國內外最常使用之無因次阻塞指標進行公式修正與推導，並以統計方法與堰塞壩案例資料，進行堰塞壩動態穩定性評估方法之建立，進一步提出具時間尺度之動態危險程度與動態穩定性評估，未來即可藉由本計畫成果進行大規模崩塌形成堰塞壩時之動態穩定性評估，進一步強化大規模崩塌形成堰塞壩之防災減災應變能力。整體研究流程如圖 1-1 所示。

二、計畫工作進度

本計畫執行依水土保持局 112 年度創新研究計畫相關規定辦理，已於 112 年 7 月 17 日繳交期中報告書，11 月 13 日繳交期末報告書，於 12 月 22 日繳交成果報告書，執行規劃如圖 1-2。



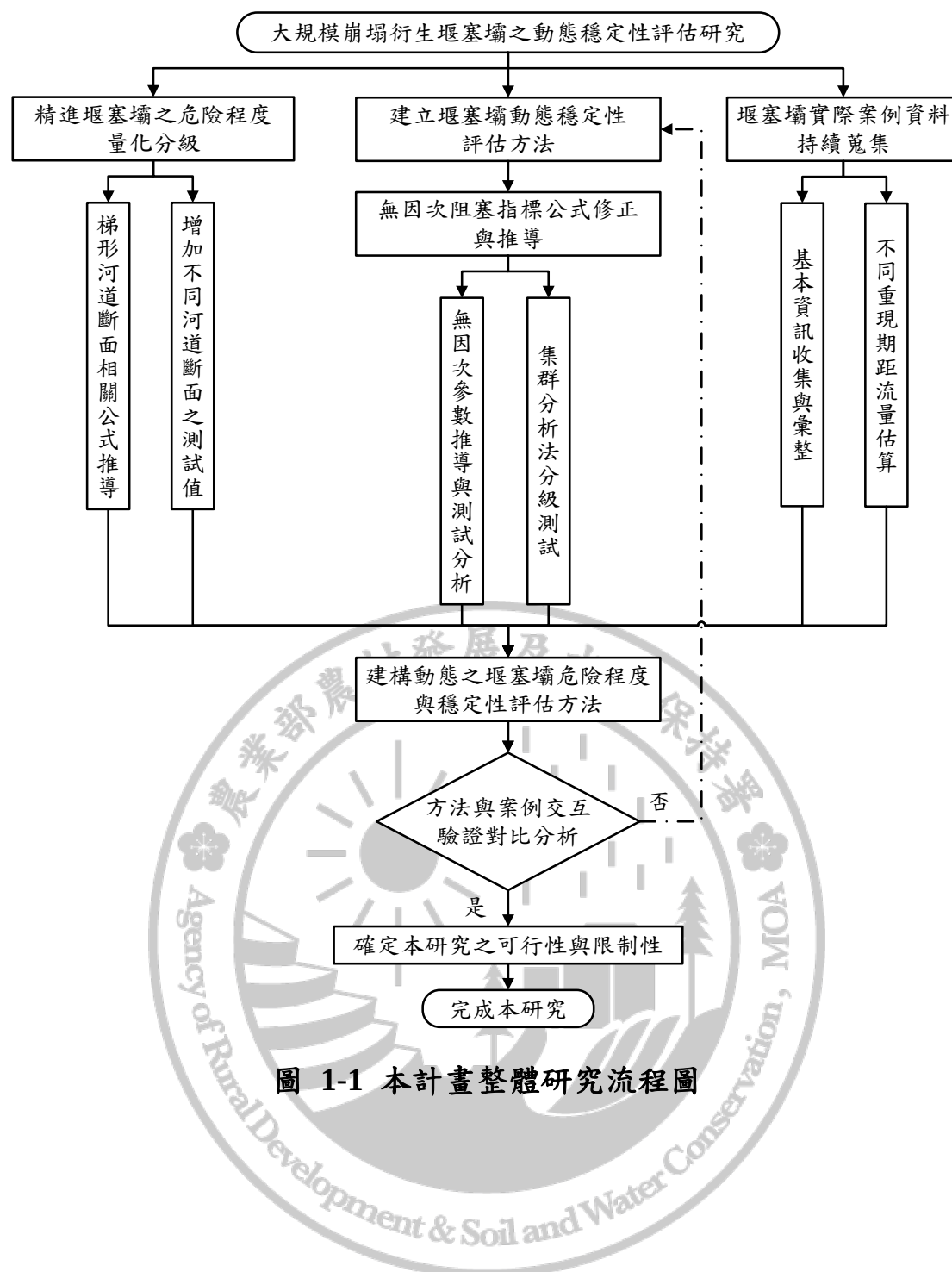


圖 1-1 本計畫整體研究流程圖

工作項目	年	111 年										完成度 (%)	工作 比重 (%)
	月	1~3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
精進堰塞壩危險程度 量化分級	預定 進度											100	15
	實際 進度											100	
無因次阻塞指 標公式修正與 推導	預定 進度											100	30
	實際 進度											100	
建立堰塞壩動 態穩定性評估 方法	預定 進度											100	35
	實際 進度											100	
建構動態之堰 塞壩危險程度 與穩定性評估 方法	預定 進度											100	20
	實際 進度											100	
階段 報告	預定 進度					期中 報告				期末 報告	成果 報告	100	10
	預定 進度					期中 報告				期末 報告	成果 報告	100	

圖 1-2 計畫預定執行進度



第二章 研究方法

第一節 堰塞壩相關參數定義修正與堰塞壩實際案例資料持續蒐集

本計畫沿用去年參考國外經驗與文獻進行修正之定義，藉由圖與表之方式呈現，將大規模崩塌形成堰塞壩之相關參數明確定義，作為日後堰塞壩發生時進行相關參數調查、收集、量測之參考依據。此外，本計畫將持續進行堰塞壩實際案例資料蒐集與獲取，此成果將有助於釐清台灣堰塞壩形成、潰壞與致災機制，其內容包括形成位置、形成類型、誘發原因、潰壞型態等基礎數據，作為後續台灣堰塞壩特性分析之參考。

表 2-1 大規模崩塌相關參數列表

名稱	符號	定義	文獻
崩塌面面積	A_{LA}	崩塌裸露之範圍 (圖 2-1)	Fan et al., 2014
崩塌面寬度	W_{LA}	崩塌面最大寬度 (圖 2-1)	Tacconi Stefanelli et al., 2018
崩塌面長度	L_{LA}	崩塌面最大長度 (圖 2-1、圖 2-2)	Tacconi Stefanelli et al., 2018
崩塌面高度	H_{LA}	崩塌面最大深度 (圖 2-1、圖 2-2)	Tacconi Stefanelli et al., 2018
壩頂長度	$L_{D_{Top}}$	堰塞壩頂部長度，垂直河道 方向 (圖 2-1、圖 2-3)	本計畫
壩底長度	$L_{D_{Bottom}}$	堰塞壩底部長度，垂直河道 方向 (圖 2-1、圖 2-3)	本計畫
壩體底部寬度	W_D	堰塞壩寬度，平行河道方向 (圖 2-1、圖 2-3、圖 2-4)	Dong et al., 2014 ; Tacconi Stefanelli et al., 2018 ; Zhou et al., 2019 ;

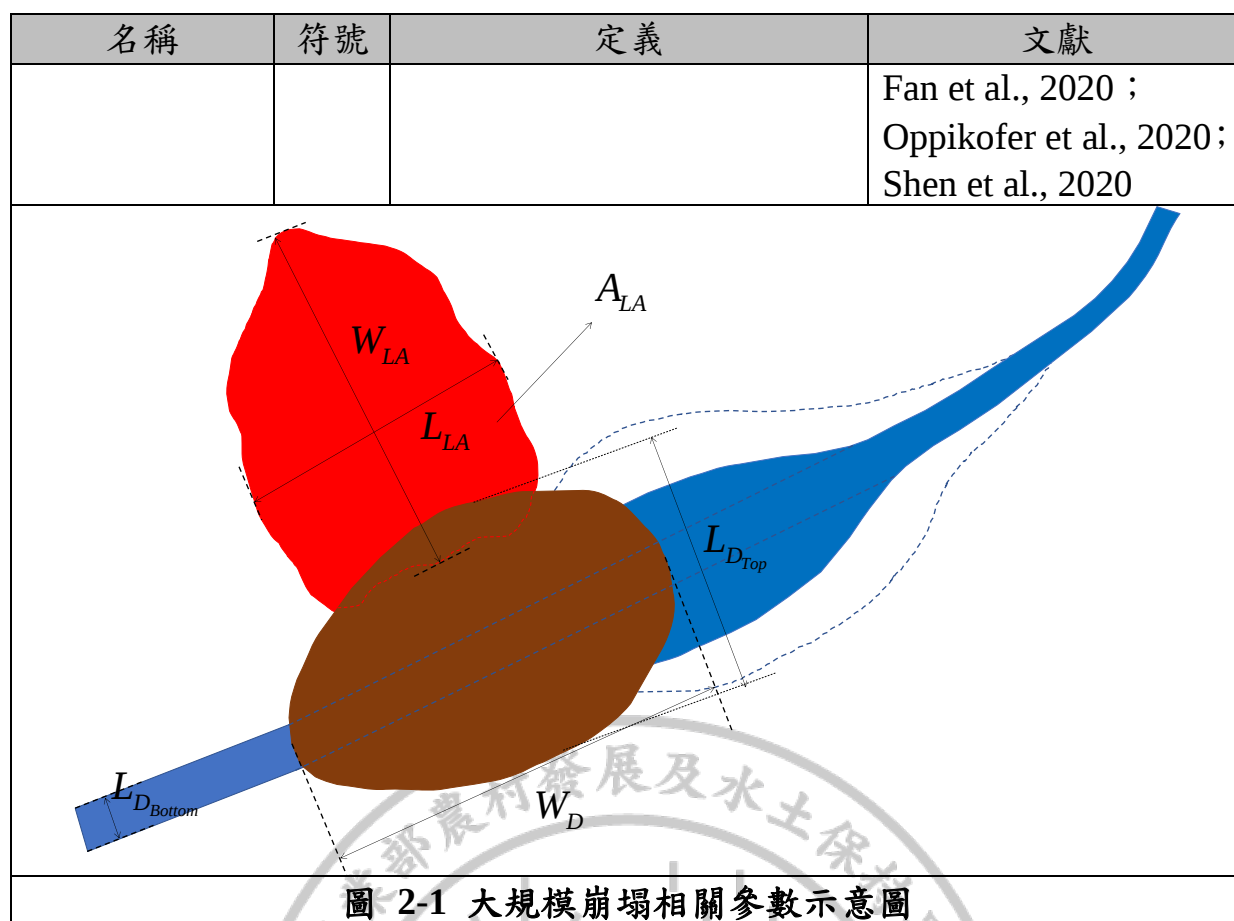


表 2-2 堰塞壩相關參數列表

名稱	符號	定義	文獻
壩體最大高度	H_{Dmax}	壩體最低點至最高點之高度 (圖 2-2)	Liao et al., 2019 ; Fan et al., 2020 Oppikofer et al., 2020 ;
壩體最小高度 (崩塌最小堆積高度)	H_{Dmin}	壩體最低點至溢流點之高度 (圖 2-2、圖 2-4)	Dong et al., 2014 ; Tacconi Stefanelli et al., 2018 ; Liao et al., 2019 ; Nian et al., 2020 ; Shen et al., 2020 ; Chen et al., 2021
崩塌面長度	L_{LA}	崩塌面最大長度 (圖 2-1 、圖 2-2)	Tacconi Stefanelli et al., 2018
崩塌面高度	H_{LA}	崩塌面最大深度 (圖 2-1、圖 2-2)	Tacconi Stefanelli et al., 2018
崩塌體體積	V_L	$\frac{\pi}{6} W_{LA} L_{LA} H_{LA}$ (圖 2-2)	Fan et al., 2014

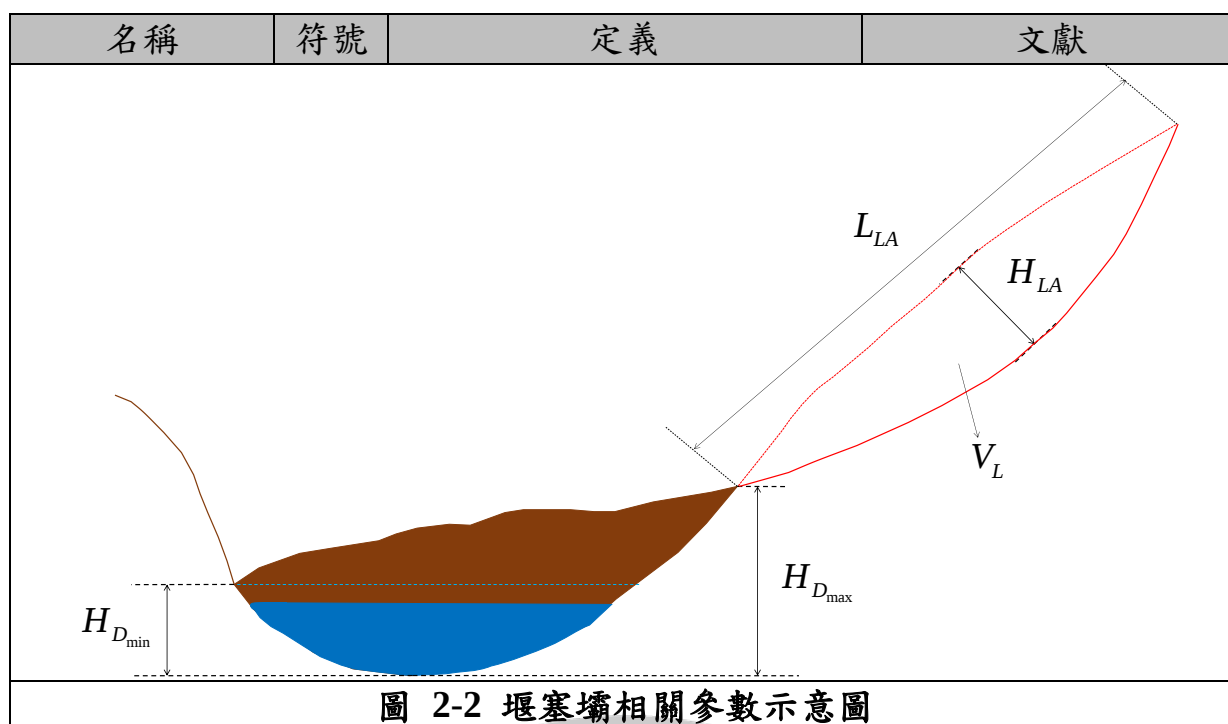


表 2-3 堰塞湖相關參數列表

名稱	符號	定義	文獻
壩頂長度	$L_{D_{Top}}$	堰塞壩頂部長度，垂直河道方向 (圖 2-1、圖 2-3)	本計畫
壩底長度	$L_{D_{Bottom}}$	堰塞壩底部長度，垂直河道方向 (圖 2-1、圖 2-3)	本計畫
壩體底部寬度	W_D	堰塞壩寬度，平行河道方向 (圖 2-1、圖 2-3、圖 2-4)	Dong et al., 2014 ; Tacconi Stefanelli et al., 2018 ; Zhou et al., 2019 ; Fan et al., 2020 ; Oppikofer et al., 2020 ; Shen et al., 2020
壩體體積	V_D	堵塞河道之崩塌體積 (圖 2-3)	Zhou et al., 2019 ; Shen et al., 2020
最大蓄水量	$V_{W_{max}}$	壩體最小高度位置所能蓄積之水體體積 (圖 2-3)	Korup, 2005 ; Zhou et al., 2019 ; Shen et al., 2020

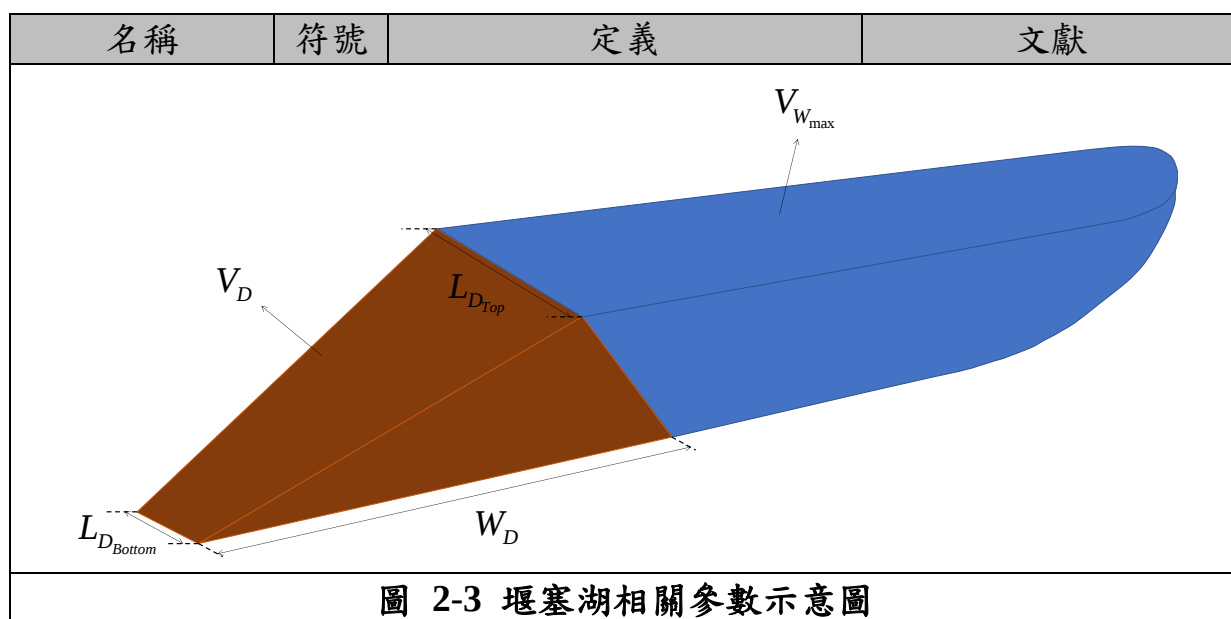


表 2-4 堰塞壩沿河道方向剖面相關參數

名稱	符號	定義	文獻
目前蓄水深度	H_w	現況水位高程與前期河道壩體上游底部高程之差值(圖 2-4)	Yang et al., 2013
最大蓄水深度	$H_{W_{max}}$	壩體最小高度位置高程與壩體上游底部高程之差值(圖 2-4)	Fan et al., 2020
目前蓄水量	V_w	現況水位高度位置所能蓄積之水體體積(圖 2-4)	Dong et al., 2014
壩體最小高度(崩塌最小堆積高度)	$H_{D_{min}}$	壩體最低點至溢流點之高度(圖 2-2、圖 2-4)	Dong et al., 2014 ; Tacconi Stefanelli et al., 2018 ; Liao et al., 2019 ; Nian et al., 2020 ; Shen et al., 2020 ; Chen et al., 2021
壩體底部寬度	W_D	堰塞壩寬度，平行河道方向(圖 2-1、圖 2-3、圖 2-4)	Dong et al., 2014 ; Tacconi Stefanelli et al., 2018 ; Zhou et al., 2019 ; Fan et al., 2020 ;

			Oppikofer et al., 2020 ; Shen et al., 2020
壩體下游底部寬度	W_d	堰塞壩下游面方向之寬度(圖 2-4)	Chen et al., 2014
壩體上游底部寬度	W_u	堰塞壩上游面方向之寬度(圖 2-4)	Chen et al., 2014
河道坡度	θ_r	堰塞壩所在位置之河道平均坡度(圖 2-4)	Kuo et al., 2011 ; Chen et al., 2014
壩體下游面坡度	ϕ_d	壩體下游坡趾之坡度(圖 2-4)	Kuo et al., 2011 ; Chen et al., 2014
壩體上游面坡度	ϕ_u	壩體上游坡趾之坡度(圖 2-4)	Kuo et al., 2011 ; Chen et al., 2014

圖 2-4 堰塞壩沿河道方向剖面相關參數示意圖

第二節 大規模崩塌形成堰塞壩之危險程度量化分級

結合無因次壩體高度量化評估方法以及無因次壩體規模預測方法，能獲取堰塞壩壩體規模，當河道坡度固定時，壩體規模越大，壩體最大蓄水體積將增大；當固定壩體規模時，河道坡度越陡，壩體最大蓄水體積將減小；因此可將壩體規模與壩體最大蓄水量進行無因次測試分析：

$$\frac{V_D}{V_{W_{\max}}} \quad (2-1)$$

式中， $V_{W_{\max}}$ 為壩體最大蓄水量， V_D 為壩體規模(壩體體積)。

藉由河道坡度之增加，崩塌最小堆積高度將逐漸減小，因此間接使得壩體最大蓄水體積與壩體最大蓄水深度減小，因此可將崩塌最小堆積高度與壩體最大蓄水深度間進行無因次測試分析：

$$\frac{H_{W_{\max}}}{H_{D_{\min}}} \quad (2-2)$$

式中， $H_{W_{\max}}$ 為壩體最大蓄水深度， $H_{D_{\min}}$ 為崩塌最小堆積高度。

建立無因次化之堰塞壩危險評估指標後，再通過集群分析法將不同河道坡度下之危險程度進行分級，集群分析方法為將相似事物進行歸類，可將事物按照某種特性區分成多個集群(羅積玉，1990；黃俊英，1998)。本計畫為將集群尚不明確之無因次化參數進行分類，由集群分割明確量化危險程度，最後藉由本計畫已收集之堰塞壩案例資料相互驗證，尋找最合適之堰塞壩危險程度集群分割，確定可行性，最終建立大規模崩塌形成堰塞壩之危險程度量化分級。

受不同河道地形影響，形成之堰塞壩形狀與量體亦不相同，目前國內外以考慮矩形、梯形之河道地形為主(Zhao et al., 2019；Oppikofer

et al., 2020 ; Zhou et al., 2022)。本計畫在已知崩塌最小堆積高度 H_{Dmin} 、河道坡度 θ_r 、壩體下游面坡度 ϕ_d 條件下，可分別推導出 U 形、梯形之堰塞壩壩體體積 V_D 與壩體最大蓄水量 V_{Wmax} ，進一步可藉由推導出之堰塞壩壩體體積 V_D 與壩體最大蓄水量 V_{Wmax} ，建立無因次化之堰塞壩危險評估指標。

由圖 2-5 可知，壩體下游底部寬度 W_d 、壩體上游底部寬度 W_u 、壩體底部寬度 W_D 分別為：

$$W_d = \frac{H_{Dmin}}{\tan(\phi_d - \theta_r)} \quad (2-3)$$

$$W_u = \frac{H_{Dmin}}{\tan(\phi_u + \theta_r)} \quad (2-4)$$

$$W_u + W_d = W_D \quad (2-5)$$

而壩體上游面坡度 ϕ_u 可由河道坡度 θ_r 、壩體下游面坡度 ϕ_d 間之關係獲得(Chen et al., 2014)：

$$\phi_u = 2.308\phi_d\theta_r^{-0.739} \quad (2-6)$$

U 形河道之壩體體積 $V_{D\Box}$ 可表示為：

$$V_{D\Box} = \frac{H_{Dmin} W_D L_{DTop}}{2} \quad (2-7)$$

式中， L_{DTop} 為壩體頂部長度。

梯形河道之壩體體積 $V_{DTrapezoid}$ 可表示為：

$$V_{DTrapezoid} = \frac{H_{Dmin} W_D (L_{DTop} + L_{DBottom})}{4} \quad (2-8)$$

式中， $L_{DBottom}$ 為壩體底部長度。

而壩體最大蓄水量 $V_{W_{\max}}$ 可由 $\triangle ACE$ 利用河道坡度 θ_r 及崩塌最小堆

積高度 $H_{D_{\min}}$ 先計算出 $\overline{CE}$ ：

$$\overline{CE} = \frac{H_{D_{\min}}}{\tan \theta_r} \quad (2-9)$$

可將 U 形河道之壩體最大蓄水量 $V_{W_{\max}}$ 表示為：

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} \left[\frac{H_{D_{\min}}}{\tan(\theta_r)} - W_u \right] H_{D_{\min}} L_{D_{\text{Top}}} \\ &= \frac{(H_{D_{\min}})^2 L_{D_{\text{Top}}}}{2 \tan(\theta_r)} - \frac{W_u H_{D_{\min}} L_{D_{\text{Top}}}}{2} \end{aligned} \quad (2-10)$$

梯形河道之之壩體最大蓄水量 $V_{W_{\max}}$ 可表示為：

$$\frac{H_{D_{\min}} (L_{D_{\text{Top}}} + L_{D_{\text{Bottom}}})}{4} \left[\frac{H_{D_{\min}}}{\tan(\theta_r)} - W_u \right] \quad (2-11)$$

而壩體最大蓄水水深 $H_{W_{\max}}$ 可表示為：

$$H_{W_{\max}} = \overline{BE} \sin \theta_r = \left[\frac{H_{D_{\min}}}{\tan \theta_r} - \frac{H_{D_{\min}}}{\tan(\phi_u + \theta_r)} \right] \sin \theta_r \quad (2-12)$$

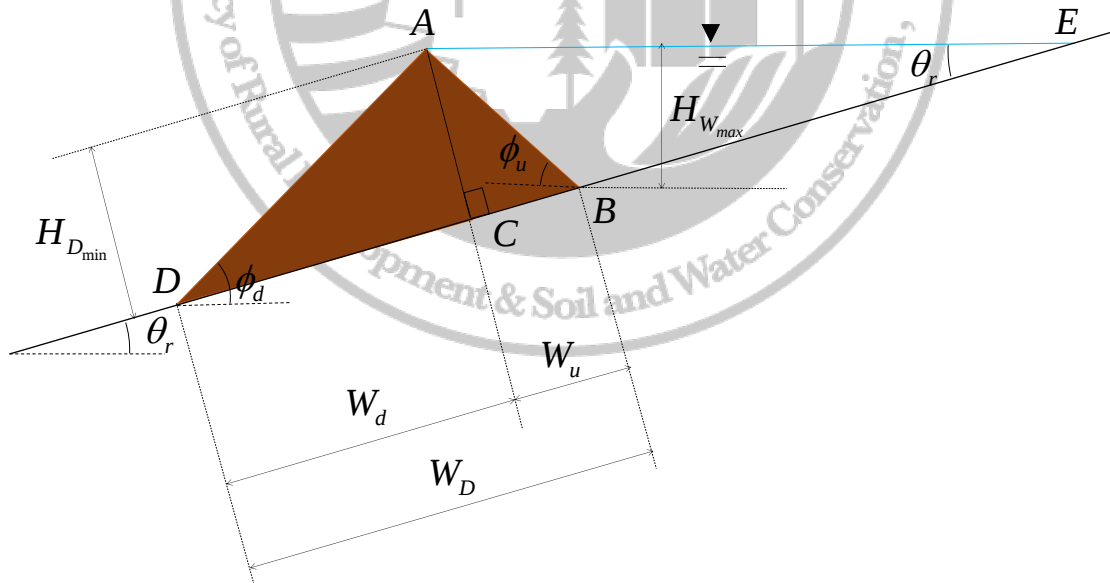


圖 2-5 壩體沿河道方向剖面示意圖

第三節 大規模崩塌形成堰塞壩之動態穩定性評估

目前國內外最常用來判斷堰塞壩穩定性之方法為無因次阻塞指標(Dimensionless blockage index, DBI) (Ermini and Casagli 2003)，由於其判斷穩定性之參數為定值，在使用上仍有誤判之情況發生；此外，實際發生堰塞壩時，壩後蓄水體積為固定，但是上游入流量會因降雨而有所改變，若上游流量大，則堰塞壩易於短時間內產生溢流破壞，反之則可能需要很長時間。由此可知，堰塞壩穩定性會隨著時間、降雨事件等因素而呈現動態變化，因此，本計畫將無因次阻塞指標之參數進行修正，使堰塞壩穩定性評估分析能隨時間而改變。

無因次阻塞指標可表示如下(Ermini and Casagli 2003)：

$$DBI = \log \left[\frac{H_{D_{\min}} A_U}{V_D} \right] \quad (2-13)$$

式中， $H_{D_{\min}}$ 為壩體最小高度， A_U 為壩體上游集水面積， V_D 為壩體體積。

由式 2-13 可知，當堰塞壩形成時，壩體最小高度與壩體體積為一定值，而壩體上游集水面積之物理意義為上游水流所能匯集之區域，並與上游入流量有關，因此合理化公式才能表示為：

$$Q = 0.278CIA_U \quad (2-14)$$

式中， Q 為上游入流量(m^3/s)， C 為逕流係數， I 為降雨強度(mm/hr)，

A_U 單位為 km^2 。

而式 2-14 可改寫為：

$$A_U = \frac{Q}{0.278CI} \quad (2-15)$$

因此可將合理化公式與無因次阻塞指標合併並修改為：

$$DBI = \log \left[\frac{H_{D_{min}} Q}{0.278 V_D CI} \right] \quad (2-16)$$

在不考慮河道輸砂條件下，假定上游入流量 Q 填滿壩體最大蓄水量 $V_{W_{max}}$ 所需之時間為 T ，則壩體最大蓄水量 $V_{W_{max}}$ 可表示為：

$$V_{W_{max}} = QT \quad (2-17)$$

因此可將式 2-16 改寫為：

$$DBI = \log \left[\frac{H_{D_{min}} V_{W_{max}}}{0.278 V_D CIT} \right] \quad (2-18)$$

由上式可知，在不考慮滲流破壞條件下，當上游流量持續進入堰塞壩，水體體積 V_w 會持續增加，當水體體積 V_w 大於最大蓄水體積 $V_{W_{max}}$ 時，則可判定發生溢流破壞，此時水體體積 V_w 與最大蓄水體積 $V_{W_{max}}$ 之比值大於 1，可視為溢流破壞；此外，上游流量持續進入堰塞壩會使湖區蓄水深度 H_w 持續增加，當蓄水深度 H_w 大於最大蓄水深度 $H_{W_{max}}$ 時，則可判定發生溢流破壞，此時水體深度 H_w 與最大蓄水深度 $H_{W_{max}}$ 之比值大於 1，亦可視為溢流破壞，因此可將上述內容進行無因次分析：

$$\frac{V_w}{V_{W_{max}}} \quad (2-20)$$

$$\frac{H_w}{H_{W_{max}}} \quad (2-21)$$

其中，蓄水深度 H_w 可以降雨強度 I 與蓄水時間 T 表示：

$$H_w = IT \quad (2-22)$$

第四節 研究區域概述

根據行政院農業委員會水土保持局臺東分局(2017)「土坂集水區(臺東縣-達仁鄉-D003 及 D004 大規模崩塌地區)設施調查及土砂災害風險評估與策略因應」報告可知，D003 大規模崩塌地區可能致災類型屬土石流型，D004 大規模崩塌地區可能致災類型則屬堰塞湖型，兩者皆有阻斷台坂溪及拉里吧溪而形成堰塞湖之可能性，達仁鄉-D003 及 D004 所處位置緊鄰拉里吧聚落，實有必要針對形成堰塞湖之潛勢進行評估，包括可能形成堰塞壩之規模、危險程度、穩定性等。因此，本計畫以臺東縣達仁鄉-D003 及 D004 之大規模崩塌區域為研究區域(圖 2-6)。

一、區域環境說明

達仁鄉-D003 及 D004 位於臺東縣南端達仁鄉台坂村，位於大竹高溪上游支流台坂溪河階上，根據前期資料蒐集(水土保持局臺東分局，2017)，達仁鄉-D003 及 D004 地層皆屬潮州層，主要岩性以板岩夾透鏡狀變質砂岩，主要劈理與節理面皆主要略呈南北向朝東傾斜之趨勢，坡面主要為逆向坡，少數受蝕溝發育影響而有順向坡潛勢，影響本研究區崩塌發育為主要溪流拉里吧溪之發育，以及邊坡蝕溝發育，兩處坡面，由西向東及由北向南漸為趨緩，導致南北向的蝕溝發育末端易往東偏，而東西向的蝕溝發育末端易往南偏，易形成葉脈或樹枝狀水系。因此蝕溝偏向側侵蝕嚴重，亦導致邊坡地勢陡峭，對側則相對平緩。經年累月下，陡峭側多因坡腳侵蝕導致常有落石或坡面表層滑落情形發生，而對向雖相對安定，但在蝕溝持續發育下，逐漸發育出大規模崩塌潛勢(圖 2-7)。

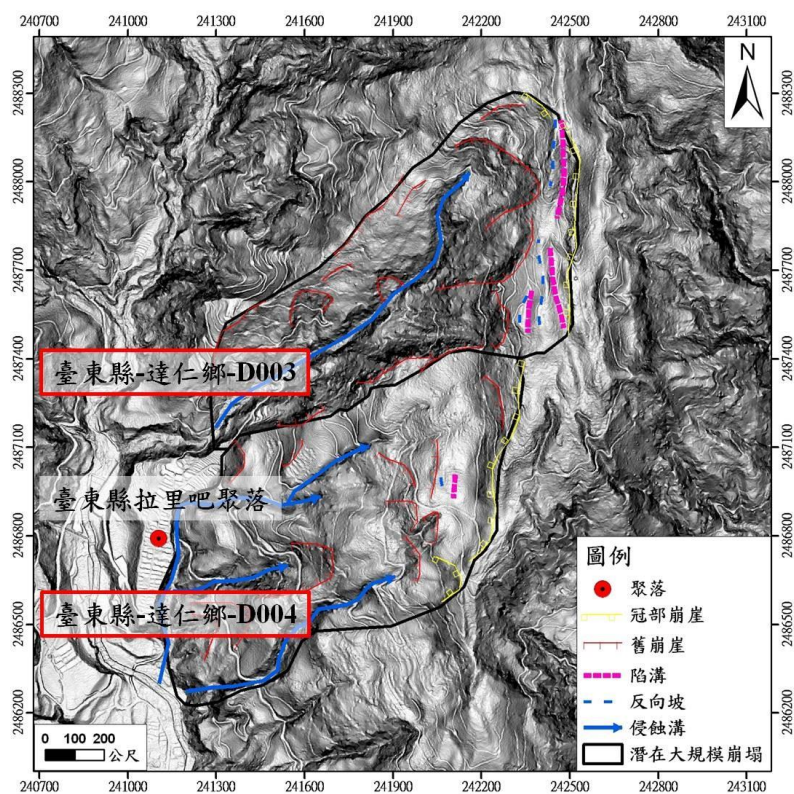


圖 2-6 研究區域之數值地形圖

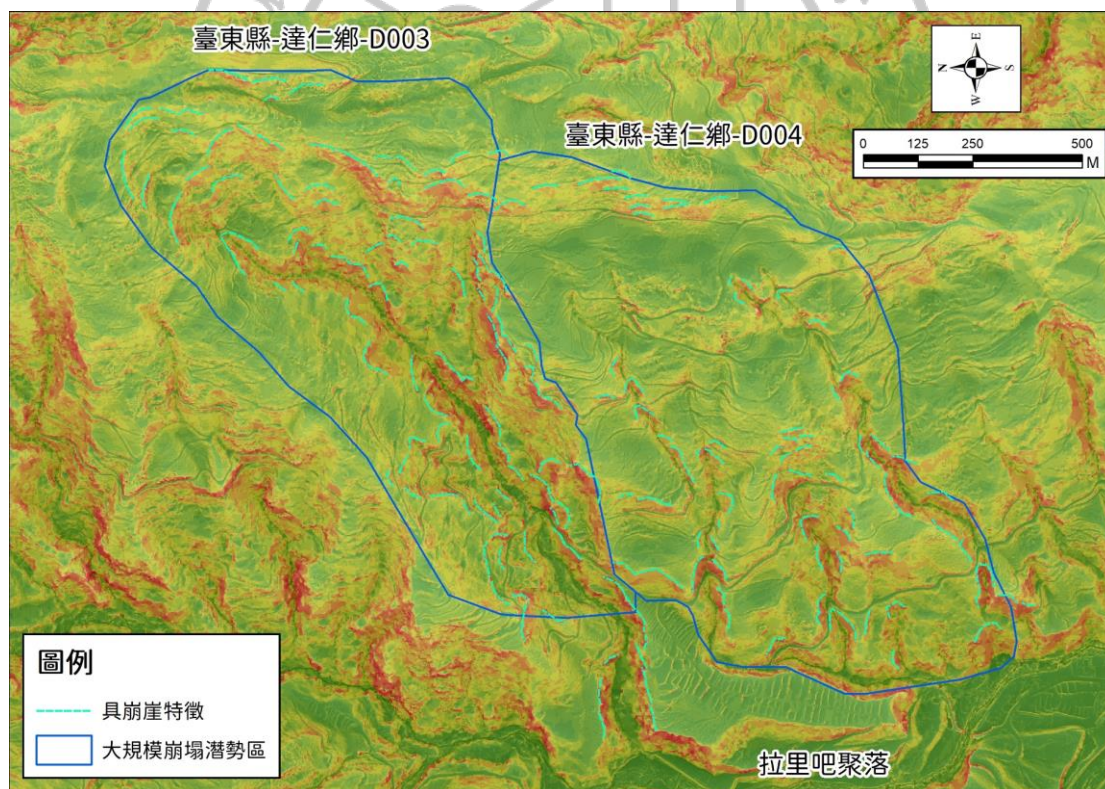


圖 2-7 研究區域之崩崖與蝕溝

二、現地調查說明

由現地調查結果可知，達仁鄉-D003 及 D004 為兩處相連之潛在大規模崩塌區，亦分屬不同斜坡單元，位處同一集水區系統，整體而言，主要坡面上河道與蝕溝流向大致相同，可能受控於岩性與主要不連續影響，皆呈東北往西南向發育，崩崖亦沿水系源頭與河岸兩側發育。D003 內因水系下蝕顯著，整體坡度較陡峭，越往下游坡度越陡，且南岸遠陡於北岸，於水系最上源蝕溝仍持續發育，但因坡面上多堅硬岩盤裸露，除近坡頂之陡坡，仍殘存部分崩移後邊坡塊體外，蝕溝發育較分散外，整體已展現出近葉脈狀水系形貌。D004 整體邊坡較平緩，因此人為墾殖行為亦多，除蝕溝發育通道兩側有陡坡外，有兩三階較平緩台地，可能為先期河流發育或先期邊坡崩移殘存遺跡(圖 2-8)。

D003 邊坡活動性較高者，多屬主要河道兩岸邊坡與坡頂之曾崩滑後之殘存塊體，鄰近道路之下邊坡可觀察到局部沉陷或拉張裂隙，多屬局部與陡峭邊坡之翻倒與沉陷。D004 內除坡頂緩坡處道路下邊坡有局部沉陷，下邊坡蝕溝兩側陡坡有發現明顯崩移跡象(圖 2-8)。

為釐清達仁鄉-D003 及 D004 大規模崩塌地區形成堰塞湖之潛勢，本計畫將利用第一節至第三節所建立之方法，進行堰塞規模量體、危險程度、穩定性等評估。



圖 2-8 研究區域之現地調查結果

第三章 結果與討論

第一節 堰塞壩相關參數定義修正與堰塞壩實際案例資料持續蒐集

大規模崩塌形成堰塞壩之相關參數已用圖表方式明確定義，日後堰塞壩發生時可參考相關圖表進行相關參數之調查、收集、量測。此外，本計畫持續進行堰塞壩實際案例資料蒐集與獲取，此成果將有助於釐清台灣堰塞壩形成、潰壞與致災機制，其內容包括形成位置、形成類型、誘發原因、潰壞型態等基礎數據，作為後續台灣堰塞壩特性分析之參考。表 3-1 為 1862 年至 2023 年 11 月 10 日前之彙整成果。



表 3-1 台灣歷年堰塞壩案例列表(本計畫整理，統計至 2023 年 07 月 10 日)

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
1	1862	草嶺堰 塞湖	雲林縣古坑 鄉草嶺村清 水溪	水利 用地	217140	2607800	地震	崩塌	-	-	-	-	溢流 破壞	陳樹 群， 1999
2	1941	草嶺堰 塞湖	雲林縣古坑 鄉草嶺村清 水溪	水利 用地	217140	2607800	地震	崩塌	70	-	-	-	溢流 破壞	陳樹 群， 1999
3	1942	草嶺堰 塞湖	雲林縣古坑 鄉草嶺村清 水溪	水利 用地	217140	2607800	降雨	崩塌	100	-	-	150,000,000	溢流 破壞	陳樹 群， 1999
4	1973	知本堰 塞湖	-	林班地	-	-	降雨	未分類	-	-	-	-	未分類	陳天健 等人， 2005
5	1977	立霧溪 托博濶	花蓮縣立霧 溪支流托博 濶溪	林班地	291490	2672174	未分類	崩塌	35	-	15	420,000	溢流 破壞	簡桐 煙， 1978
6	1979	草嶺堰 塞湖	雲林縣古坑 鄉草嶺村清	水利 用地	217140	2607800	降雨	崩塌	90	-	-	40,000,000	溢流 破壞	陳樹 群，

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
			水溪											1999
7	1993	丹大溪	南投縣信義鄉丹大事業區第39、40林班	林班地	-	-	未分類	未分類	20	50,000	25	290,000	未分類	水利規劃試驗所，2004
8	1999	九份二山(澀仔坑溪)	南投縣國姓鄉南港村、韭菜湖溪及澀仔坑溪匯流處	水利用地	235607	2649034	地震	順向坡崩塌	50	70,000,000	450	800,000	未破壞(仍存在)	陳樹群，1999
9	1999	九份二山(韭菜湖溪)	南投縣國姓鄉南港村、韭菜湖溪及澀仔坑溪匯流處	水利用地	235607	2649034	地震		-		-	1,300,000	未破壞(仍存在)	陳樹群，1999
10	1999	大安溪內灣段	台中線卓蘭鎮內灣與上新交界處大	-	-	-	地震	斷層	10	-	-	-	工程控制	陳樹群，1999

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
			安溪中游											
11	1999	頭汴坑 溪龍寶 橋	-	-	-	-	地震	斷層	5	6,000	-	-	工程 控制	水利規 劃試驗 所， 2004
12	1999	沙連河	-	-	-	-	地震	斷層	-	-	-	-	工程 控制	陳樹 群， 1999
13	1999	草嶺堰 塞湖	雲林縣古坑 鄉草嶺村清 水溪	水利用 地	217140	2607800	地震	順向坡 崩塌	上游處 50	126,000,000	600	46,000,000	工程 控制	陳樹 群， 1999
14	1999	頭汴坑 溪一江 橋	台中縣大里 溪上游頭汴 坑溪一江橋 上游約 500m 處	-	-	-	地震	崩塌	50	1,870,000	150	-	工程 控制	陳樹 群， 1999
15	1999	旱溪	台中縣大里	-	-	-	地震	未分類	6	18,000	-	-	工程	陳樹

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
			溪支流旱 溪，觀音橋 至南陽橋 間。										控制	群， 1999
16	1999	石盤溪 a	-	-	-	-	地震	未分類	-	-	-	-	溢流 破壞	陳樹 群， 1999
17	1999	石盤溪 b	-	-	-	-	地震	未分類	-	-	-	-	溢流 破壞	陳樹 群， 1999
18	1999	生毛樹 溪	-	-	-	-	地震	未分類	-	-	-	-	溢流 破壞	陳樹 群， 1999
19	1999	雪山坑 溪 a	台中縣和平 鄉達觀村雪 山花園農場 處、大安溪 支流雪山坑	-	-	-	地震	未分類	15	-	50	160,000	溢流 破壞	陳樹 群， 1999

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
			溪											
20	1999	雪山坑 溪 b	台中縣和平 鄉達觀村雪 山花園農場 處、大安溪 支流雪山坑 溪	-	-	-	地震	未分類		-	-	-	溢流 破壞	陳樹 群， 1999
21	2000	東埔蚋 溪	南投縣竹山 鎮東南方， 濁水溪支流 東埔蚋溪	-	-	-	降雨	未分類	15	36,000	-	-	溢流 破壞	水利規 劃試驗 所， 2004
22	2000	大粗坑 溪	台北縣瑞芳 鎮侯硐國小 東方約 700 公尺，侯硐 大粗坑溪	-	-	-	降雨	未分類	4	-	-	-	溢流 破壞	水利規 劃試驗 所， 2004

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
23	2002	立霧溪	中橫公路秀 富隧道口	林班地	-	-	地震	未分類	-	5,000	-	-	未分類	水利規 劃試驗 所， 2004
24	2002	新武呂 溪	台東縣海端 鄉利稻地 區，新武呂 溪碧山隧道 到霧鹿隧道 間的河谷上	林班地	-	-	降雨	未分類	30	450,000	-	-	溢流 破壞	水利規 劃試驗 所， 2004
25	2005	知本溪 堰塞湖 (2005)	台東縣卑南 鄉知本溪上 游、距知本 溫泉橋約 7 公里	林班地	247496	2508576	未分類	崩塌	19	46,000	22	383,000	溢流 破壞	林務局 臺東林 區管理 處， 2006
26	2006	大鹿林 道	新竹縣五峰 鄉竹東事業 區第 16 及	林班地	-	-	降雨	未分類	10	-	25	60,000 (50,000)	未分類	大紀 元， 2006

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
			32 林班頭前 溪上游上坪 溪支流爺巴 堪溪，大鹿 林道六公里 處											
27	2006	龍泉溪 堰塞湖	台東縣海端 鄉關山事業 區第3林 班、秀姑巒 溪支流龍泉 溪	林班地	268357	2563242	地震	崩塌	40	480,000	64	1,000,000	溢流 破壞	林務局 臺東林 區管理 處， 2006
28	2007	大崙溪 堰塞湖	臺東縣海端 鄉臺東林區 管理處所轄 之關山事業 區第39林 班地	林班地	256290	2558846	未分類	崩塌	8	-	30	80,000	滲流 破壞	林務局 臺東林 區管理 處， 2007

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
29	2007	布唐布 那斯溪	高雄市桃源 區復興里	水利用 地	228472	2565783	降雨	土石流	-	-	60	-	溢流 破壞	Capart et al., 2010
30	2008	合流坪 堰塞湖	南投縣信義 鄉合流坪段 濁水溪左岸 山坡地	水利用 地	250144	2631138	未分類	崩塌	30	300000	100	1,100,000	溢流 破壞	林務 局， 2008
31	2008	塔羅灣 溪堰塞 湖	南投縣仁愛 鄉精英村廬 山溫泉	山坡地	269274	2658494	降雨	未分類	-	-	-	-	未分類	經濟部 中央地 質調查 所， 2008
32	2009	木瓜溪 銅門堰 塞湖	花蓮縣光復 鄉銅門村	林班地	295464	2654413	地震	崩塌	20	225,000	60	110,000	溢流 破壞	林務局 花蓮林 區管理 處， 2009
33	2009	和社溪	南投縣	水利用	236897	2606984	降雨	土石流	-	-	-	-	溢流	陳昆廷

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
		堰塞湖 (頭坑 野溪流 出)		地									破壞	等人， 2010
34	2009	郝馬戛 班溪 (神木 村)堰 塞湖	南投縣	山坡地	233539	2599109	降雨	未分類	-	-	48	-	溢流 破壞	陳昆廷 等人， 2010
35	2009	沙里仙 溪堰塞 湖	南投縣信義 鄉東埔村	林班地	242445	2603951	降雨	崩塌	-	-	-	-	溢流 破壞	陳昆廷 等人， 2010
36	2009	曾文溪 支流後 堀溪	台南市南化 區關山里	水利用 地	210929	2565595	降雨	土石流	-	-	-	-	溢流 破壞	陳昆廷 等人， 2010
37	2009	小林村 堰塞湖	高雄縣甲仙 鄉	山坡地	213934	2563350	降雨	崩塌	50	5,700,000	220	-	溢流 破壞	Kuo et al., 2013

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
38	2009	旗山溪 (那瑪 夏鄉) 堰塞湖	高雄縣那瑪 夏鄉	林班地	224648	2579876	降雨	土石流	9.3	2,400,000	170	1,850,000	溢流 破壞	陳昆廷 等人， 2010
39	2009	旗山溪 一溪堰 塞湖	高雄縣那瑪 夏鄉	林班地	223071	2576621	降雨	土石流	-	-	50	-	溢流 破壞	林務局 屏東林 區管理 處， 2010
40	2009	荖濃溪 (寶來 村)堰 塞湖	高雄縣	山坡地	218829	2556195	降雨	土石流	-	-	-	-	溢流 破壞	陳昆廷 等人， 2010
41	2009	拉克斯 溪(梅 蘭村) 堰塞湖	高雄縣	山坡地	233788	2569444	降雨	崩塌	-	-	58	-	滲流 破壞 (仍存 在)	陳昆廷 等人， 2010
42	2009	寶來溪	高雄縣	山坡地	235771	2561705	降雨	崩塌	-	-	33	-	溢流	陳昆廷

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
		(寶山村)堰塞湖											破壞	等人， 2010
43	2009	荖濃溪 (梅山村)堰塞湖	高雄縣	山坡地	241664	2581740	降雨	崩塌	-	-	-	-	溢流 破壞	陳昆廷 等人， 2010
44	2009	荖濃溪 (梅山口)堰塞湖	高雄縣	山坡地	231845	2574083	降雨	土石流	-	-	-	-	溢流 破壞	陳昆廷 等人， 2010
45	2009	荖濃溪 (復興村)堰塞湖	高雄縣	山坡地	229583	2568557	降雨	土石流	-	-	-	-	溢流 破壞	陳昆廷 等人， 2010
46	2009	士文溪 (春日鄉)堰	屏東縣春日鄉	林班地	218931	2477193	降雨	崩塌	31	890,000	170	1,220,000	溢流 破壞	林務局 屏東林區管理

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
		塞湖												處， 2010
47	2009	口社溪 堰塞湖	屏東縣三地 門鄉、沙卡 蘭溪大社段	山坡地	219298	2524191	降雨	土石流	-	-	-	-	溢流 破壞	陳昆廷 等人， 2010
48	2009	汝仍溪 (牡丹 村)堰 塞湖	屏東縣牡丹 鄉牡丹水庫 上游	水利 用地	228588	2453341	降雨	未分類	-	-	64	-	溢流 破壞	陳昆廷 等人， 2010
49	2009	太麻里 溪(包 盛社) 堰塞湖	台東縣金峰 鄉歷坵村	林班地	231030	2497710	降雨	崩塌	8	2,567,300	400	5,330,000	溢流 破壞	林務局 臺東林 區管理 處， 2010
50	2009	布唐布 那斯溪	高雄市桃源 區復興里	水利 用地	228472	2565784	降雨	土石流	10	-	90	700,000	溢流 破壞	經濟部 水利 署， 2013

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
51	2009	油車寮 堰塞湖	嘉義縣梅山 鄉太和村油 車寮地區	山坡地	220030	2603482	降雨	崩塌	-	-	-	-	未分類	張世 松， 2012
52	2009	陶賽溪 堰塞湖	花蓮縣秀林 鄉富世村立 霧溪事業區 第 46 林班 地原有之陶 賽溪堰塞湖	林班地	298249	2680999	地震	崩塌	18	540,000	75	105,000	溢流 破壞	林務局 花蓮林 區管理 處， 2010
53	2010	旗山溪 (那瑪 夏鄉) 堰塞湖	高雄市那瑪 夏區達卡努 瓦	林班地	224801	2579682	降雨	土石流	-	-	95	-	溢流 破壞	林務局 屏東林 區管理 處， 2013
54	2012	和社溪 堰塞湖 (頭坑 野溪流	南投縣信義 鄉同富村	水利 用地	237019	2607144	降雨	土石流	8.3	982,800	40	72,500	溢流 破壞	本研究

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
		出)												
55	2012	布唐布 那斯溪	高雄市桃源 區復興里	水利 用地	228472	2565784	降雨	土石流	-	-	160	-	未分類	許中立 與葉師 杏， 2013
56	2012	旗山溪 一溪堰 塞湖	高雄縣那瑪 夏鄉	林班地	223071	2576621	降雨	土石流	-	-	110	-	溢流 破壞	林務局 屏東林 區管理 處， 2013
57	2012	眉溪堰 塞湖	南投縣仁愛 鄉台 14 線 埔霧公路 74.5-75km 處	山坡地	261563	2656508	降雨	崩塌	14	300,700	-	-	溢流 破壞	本研究
58	2012	互助堰 塞湖	南投縣仁愛 鄉互助村	山坡地	244967	2661230	降雨	崩塌	10	-	13	-	溢流 破壞	本研究
59	2012	二溪堰	高雄市那瑪	林班地	222254	2576866	降雨	土石流					溢流	本研究

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
		塞湖	夏區達卡努瓦										破壞	
60	2013	鹿谷堰塞湖	南投鹿谷清水溝溪上游	山坡地	229963	2625414	地震	崩塌	12	20,000	15	10,000	滲流破壞	本研究
61	2014	瓦黑爾溪堰塞湖	花蓮縣秀林鄉富世村立霧溪事業區第 54 林班地與第 60 林班地	林班地	299068	2676000	未分類	崩塌	10	82,000	70	9,500	溢流破壞	林務局花蓮林區管理處，2014
62	2014	哈伊拉羅溪堰塞湖	南投信義鄉巒大事業區國有林班地	林班地	256368	2607543	未分類	崩塌	30	-	-	1,050,000	溢流破壞	陳昆廷，2015
63	2014	郡大溪(丹大溪)堰塞湖	南投縣信義鄉丹大事業區第 17 林班	林班地	262329	2625644	未分類	崩塌	-	-	-	130,000	溢流破壞	陳昆廷，2015
64	2015	平廣溪	新北市新店	山坡地	302361	2753636	降雨	土石流	-	5,000	-	-	工程	水土保

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
		堰塞湖 (1)	區廣興里										控制	持局， 2015b
65	2015	平廣溪 堰塞湖 (2)	新北市新店 區廣興里	山坡地	300035	2752601	降雨	土石流	-	5,000	-	-	工程 控制	水土保持 局， 2015b
66	2015	逮魚堀 溪堰塞 湖	新北市坪林 區大林里	山坡地	321552	2757838	降雨	崩塌	-	-	-	-	溢流 破壞	水土保持 局， 2015a
67	2015	南勢溪 堰塞湖	北 107 鄉道 8.8k 處，下 方南勢溪左 岸邊坡崩塌	山坡地	302474	2745921	降雨	崩塌	3	-	20	6,000	溢流 破壞	自由時 報， 2015
68	2015	塔次基 里溪堰 塞湖	立霧溪事業 區第 64 及 77 林班交界 處	林班地	293385	2673665	降雨	崩塌	20	-	12	111,600	溢流 破壞	林務局 花蓮林 區管理 處， 2015

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
69	2016	萬里溪 堰塞湖	花蓮縣萬里 溪上游	林班地	-	-	地震	崩塌	-	-	-	2,500	滲流 破壞	中央通 訊社， 2016
70	2016	泰源南 溪堰塞 湖	臺東縣東河 鄉尚德村七 塊厝	山坡地	273509	2538291	降雨	崩塌	-	18,900	-	-	工程 控制	水土保 持局， 2016a
71	2016	霞雲溪 堰塞湖	桃園市復興 區霞雲里	山坡地	287739	2744467	未分類	崩塌	-	-	-	2,660	工程 控制	水土保 持局， 2016b
72	2016	松風溪 堰塞湖	台東紅葉村 松楓橋	山坡地	257879	2533904	地震	崩塌	-	-	-	-	滲流 破壞	水土保 持局台 東分 局， 2016
73	2017	東埔蚋 溪堰塞 湖	南投縣鹿谷 鄉竹林村	山坡地	224659	2623034	降雨	崩塌	10	-	-	8,000	溢流 破壞	水土保 持局， 2017

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
74	2018	宜蘭石頭溪堰塞湖	宜蘭縣大同鄉	山坡地	295153	2718040	降雨	土石流	-	-	-	-	溢流破壞	小飛，2019
75	2019	烏牛欄溪堰塞湖	臺中市豐原區東陽里	山坡地	226320	2679306	降雨	崩塌	-	-	-	-	未分類	水土保持局，2019
76	2021	台東大南溪堰塞湖	臺東卑南鄉東興村大南溪上游 12 公里處	林班地	245668	2513943	未分類	崩塌	20	-	-	25,000	滲流破壞	林務局臺東林區管理處，2021
77	2021	桃園大曼溪堰塞湖	新竹林區管理處轄大溪事業區 35 林班	林班地	291055	2729718	未分類	崩塌	20	-	-	15,000	滲流破壞	自由時報，2021
78	2021	哈拉灣溪堰塞湖	花蓮縣玉里鎮樂合里	山坡地	286113	2579600	地震	崩塌	7.18	-	-	19,173	未分類	水土保持局，2021

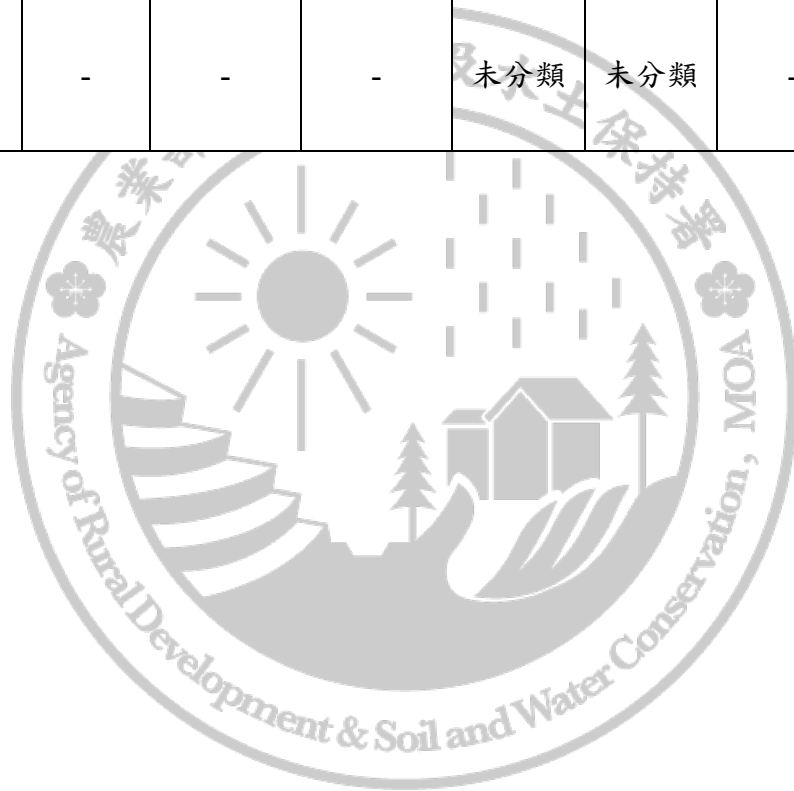
編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
79	2021	新竹尖 石堰塞 湖	竹 60 線 31K 處邊坡	山坡地	279099	2723585	降雨	崩塌	12	96,000	50	100,000	工程 控制	本研究
80	2022	五十溪 堰塞湖	宜蘭縣員山 鄉湖西村五 十溪上游	林班地	314880	2739120	降雨	崩塌	5	28,000	6	2,600	溢流破 壞	林務局 羅東林 區管理 處， 2022
81	2022	豐坪溪 堰塞湖	花蓮縣卓溪 鄉立山村瑞 穗林道 12K 附近下方豐 坪溪	林班地	276082	2599370	未分類	崩塌	13	53,679	45	75,232	溢流破 壞	林務局 花蓮林 區管理 處， 2022
82	2022	東勢坑 堰塞湖	基隆市暖暖 區	山坡地	325670	2774859	降雨	崩塌	3	2,500	10	600	溢流破 壞	水土保持局， 2022

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
83	2022	鵠鵠崙 堰塞湖	新北市汐止 區	山坡地	320155	2771718	降雨	崩塌	4	79,000	15	875	溢流破 壞	水土保持局， 2022
84	2022	霧鹿 堰塞湖	臺東縣海端 鄉	山坡地	255550	2562300	未分類	崩塌	-	-	20	-	溢流破 壞	https:// www.y outube. com/w atch?v =Pj0x Q5A_1 7I
85	2023	東眼溪 堰塞湖	南投縣仁愛 鄉南豐村	林班地	-	-	降雨	崩塌	-	-	-	-	溢流破 壞	https:// news.lt n.com.t w/news /life/pa per/160 6252

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
86	-	石鼓盤溪	-	-	-	-	地震	未分類	-	-	-	-	未分類	陳等人， 2008
87	-	加走寮溪	-	-	-	-	地震	未分類	-	-	-	-	未分類	陳等人， 2008
88	-	馬武窟溪	-	-	-	-	地震	未分類	-	-	-	-	未分類	陳等人， 2008
89	-	三棧南溪	-	-	-	-	降雨	未分類	-	-	-	-	未分類	陳等人， 2008
90	-	南橫梅蘭一號橋	-	-	-	-	降雨	未分類	-	-	-	-	未分類	陳等人， 2008
91	-	坪溪湖溪	-	-	-	-	降雨	未分類	-	-	-	-	未分類	陳等人， 2008

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
92	-	大甲溪 久良屏 溪	-	-	-	-	降雨	土石流	-	-	-	-	未分類	陳等 人， 2008
93	-	大甲溪 阿邦溪	-	-	-	-	降雨	土石流	-	-	-	-	未分類	陳等 人， 2008
94	-	神木村 出水溪	-	-	-	-	降雨	未分類	-	-	-	-	未分類	陳等 人， 2008
95	-	上坪溪	-	-	-	-	降雨	未分類	-	-	-	-	未分類	陳等 人， 2008
96	-	環山	-	-	-	-	未分類	未分類	-	-	-	-	未分類	陳等 人， 2008
97	-	鴛鴦湖	-	-	-	-	未分類	未分類	-	-	-	-	未分類	陳等 人， 2008

編號	年份	名稱	位置	地屬	X (TWD97)	Y (TWD97)	誘因	崩塌 形式	壩體高度 (m)	壩體體積 (m ³)	河道 寬度 (m)	最大蓄水量 (m ³)	破壞 形式	參考 文獻
98	-	雙連埤	-	-	-	-	未分類	未分類	-	-	-	-	未分類	陳等人， 2008



第二節 精進大規模崩塌形成堰塞壩之危險程度量化分級

一、無因次化之堰塞壩危險評估指標

利用第二章第二節所建立的壩體體積與最大蓄水深度比值(式 2-1)，以及壩體最小高度與壩體最大蓄水深度比值(式 2-2)，可完成無因次化之堰塞壩危險評估指標。由無因次化比值分析可知，當河道坡度之增加，崩塌最小堆積高度將逐漸減小，因此間接使得壩體最大蓄水體積與壩體最大蓄水深度減小。本計畫為了精進堰塞壩危險程度量化分級，使其結果更為完整，因此分別假設在矩形、梯形河道條件下，改變河道坡度、壩趾坡度，探討壩體最大蓄水體積與壩體最大蓄水深度之變化，參考國內外既有堰塞壩案例資料找出河道坡度、壩趾坡度、壩體體積之最大與最小值，作為測試組數之邊界條件，可將河道坡度分別使用 1° 、 0.5° 、 2° 、 2.6° 、 4° 、 6° 、 8° 、 16° ，壩趾坡度分別使用 20° 、 30° 、 45° ，壩體體積則使用 $100,000\text{m}^3$ 、 $500,000\text{m}^3$ 、 $1,000,000\text{m}^3$ 、 $5,000,000\text{m}^3$ 、 $10,000,000\text{m}^3$ 、 $50,000,000\text{m}^3$ 、 $100,000,000\text{m}^3$ ，共計 140 組測試值(表 3-2)。

由表 3-3 測試結果可知，在矩形河道條件下，固定壩面坡度、河道坡度條件下，隨著壩體體積增加，壩體最小高度隨之增加，因此壩體體積與壩體最大蓄水體積之比值、壩體最小高度與壩體最大蓄水深度之比值，皆為一定值，其原因為矩形河道條件下，兩側邊坡無可堆

積之區域，當壩體體積增加時，壩體最小高度也隨之增加，因此體積與高度之增加皆成一比例關係，而梯形河道條件下亦可含括矩形河道由，並可考慮兩側邊坡坡度之變化對與壩體最小高度之影響。

由結果可知(圖 3-1)，不論是河道形狀或是改變壩趾坡度、河道坡度、壩體體積條件，無因次化之堰塞壩危險評估指標皆呈現由初始較陡峭而逐漸變緩之拋物線形式，而左上角點位較為集中，其物理意義為蓄水深度越接近壩體高度，蓄水體積越大，表示 X 軸之值越小，Y 軸之值越大，則堰塞壩越具危險性。隨著 X 軸之值增大，點位越趨於分散，其物理意義為在不同坡度條件下，隨著坡度增加，蓄水深度逐漸降低，因此 X 軸之值越大，Y 軸之值越小，此外，因坡度增加，當壩體體積越大，蓄水體積仍無法增加，因此 X 軸之值越大，Y 軸之值越小，則堰塞壩因蓄水體積小，或是壩體高度矮，皆屬於相對較為安全。

表 3-2 梯形河道之 140 組測試值

編號	壩體上游 面坡度 ϕ_u ($^{\circ}$)	河道 坡度 θ_r ($^{\circ}$)	壩體最小 高度 $H_{D_{\min}}$ (m)	壩體體積 V_D (m^3)	最大 蓄水量 $V_{W_{\max}}$ (m^3)	最大蓄水 深度 $H_{W_{\max}}$ (m)	$\frac{V_D}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{H_{D_{\min}}}{H_{W_{\max}}}$
1	20	1	22.1	100000	305861	21.1	0.327	0.954
2	20	4	21.7	100000	64208	18.2	1.557	0.841
3	30	0.5	26.8	100000	900407	26.4	0.111	0.985

編號	壩體上游 面坡度 ϕ_u ($^\circ$)	河道 坡度 θ_r ($^\circ$)	壩體最小 高度 $H_{D_{\min}}$ (m)	壩體體積 V_D (m^3)	最大 蓄水量 $V_{W_{\max}}$ (m^3)	最大蓄水 深度 $H_{W_{\max}}$ (m)	$\frac{V_D}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{H_{D_{\min}}}{H_{W_{\max}}}$
4	45	1	33.5	100000	670415	32.9	0.149	0.983
5	45	2	33.5	100000	329057	32.4	0.304	0.967
6	45	2.6	33.4	100000	250235	32.0	0.400	0.958
7	45	4	33.4	100000	158190	31.3	0.632	0.937
8	20	0.5	22.1	100000	627454	21.6	0.159	0.977
9	20	2	22.0	100000	144922	20.1	0.690	0.913
10	20	2.6	21.9	100000	107718	19.5	0.928	0.890
11	20	8	20.5	100000	23516	14.9	4.252	0.729
12	30	2	26.7	100000	214462	25.2	0.466	0.944
13	30	6	26.3	100000	61560	22.4	1.624	0.851
14	20	6	21.2	100000	37136	16.5	2.693	0.780
15	30	1	26.8	100000	443182	26.0	0.226	0.971
16	30	2.6	26.7	100000	161630	24.8	0.619	0.928
17	30	8	25.9	100000	42286	21.1	2.365	0.812
18	45	6	33.2	100000	101074	30.2	0.989	0.910
19	45	8	33.0	100000	72402	29.2	1.381	0.885
20	30	4	26.6	100000	99904	23.8	1.001	0.894
21	30	16	23.0	100000	13023	16.0	7.678	0.695
22	45	0.5	33.5	100000	1352939	33.2	0.074	0.991
23	45	16	31.4	100000	28874	25.3	3.463	0.808
24	30	2.6	50.3	500000	494049	46.7	1.012	0.928

編號	壩體上游 面坡度 ϕ_u ($^{\circ}$)	河道 坡度 θ_r ($^{\circ}$)	壩體最小 高度 $H_{D_{\min}}$ (m)	壩體體積 V_D (m^3)	最大 蓄水量 $V_{W_{\max}}$ (m^3)	最大蓄水 深度 $H_{W_{\max}}$ (m)	$\frac{V_D}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{H_{D_{\min}}}{H_{W_{\max}}}$
25	20	1	42.3	500000	982261	40.4	0.509	0.954
26	20	2.6	42.1	500000	346542	37.5	1.443	0.890
27	30	1	50.5	500000	1353532	49.0	0.369	0.971
28	30	4	50.1	500000	305782	44.8	1.635	0.894
29	30	6	49.7	500000	188977	42.2	2.646	0.851
30	30	16	44.0	500000	41496	30.6	12.049	0.695
31	45	1	61.8	500000	1929878	60.7	0.259	0.983
32	20	0.5	42.4	500000	2014583	41.4	0.248	0.977
33	20	2	42.2	500000	465837	38.5	1.073	0.913
34	20	6	40.8	500000	120586	31.8	4.146	0.780
35	30	0.5	50.5	500000	2749661	49.7	0.182	0.985
36	30	2	50.4	500000	655276	47.6	0.763	0.944
37	45	2	61.7	500000	947437	59.7	0.528	0.967
38	45	2.6	61.7	500000	720632	59.1	0.694	0.958
39	45	6	61.3	500000	291688	55.8	1.714	0.910
40	20	8	39.5	500000	77095	28.8	6.485	0.729
41	30	8	49.0	500000	130359	39.8	3.836	0.812
42	45	0.5	61.8	500000	3894402	61.3	0.128	0.991
43	20	4	41.7	500000	207159	35.1	2.414	0.841
44	45	4	61.6	500000	455860	57.7	1.097	0.937
45	45	8	60.9	500000	209370	53.9	2.388	0.885

編號	壩體上游 面坡度 ϕ_u ($^\circ$)	河道 坡度 θ_r ($^\circ$)	壩體最小 高度 $H_{D_{\min}}$ (m)	壩體體積 V_D (m^3)	最大 蓄水量 $V_{W_{\max}}$ (m^3)	最大蓄水 深度 $H_{W_{\max}}$ (m)	$\frac{V_D}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{H_{D_{\min}}}{H_{W_{\max}}}$
46	45	16	58.2	500000	84735	47.1	5.901	0.808
47	30	16	57.1	1000000	64821	39.7	15.427	0.695
48	45	16	74.6	1000000	128010	60.3	7.812	0.808
49	20	8	51.5	1000000	121855	37.5	8.206	0.729
50	45	6	78.4	1000000	437678	71.3	2.285	0.910
51	30	2.6	64.9	1000000	758259	60.2	1.319	0.928
52	45	1	79.0	1000000	2892854	77.6	0.346	0.983
53	20	1	55.0	1000000	1538578	52.5	0.650	0.954
54	20	2	54.8	1000000	729959	50.1	1.370	0.913
55	30	0.5	65.1	1000000	4218492	64.1	0.237	0.985
56	45	2.6	78.9	1000000	1080393	75.5	0.926	0.958
57	30	1	65.1	1000000	2076664	63.2	0.482	0.971
58	30	2	65.0	1000000	1005542	61.3	0.994	0.944
59	30	4	64.6	1000000	469573	57.8	2.130	0.894
60	45	0.5	79.0	1000000	5837516	78.3	0.171	0.991
61	45	4	78.7	1000000	683622	73.8	1.463	0.937
62	20	0.5	55.0	1000000	3155261	53.7	0.317	0.977
63	20	2.6	54.7	1000000	543226	48.7	1.841	0.890
64	45	8	77.9	1000000	314417	69.0	3.180	0.885
65	20	4	54.2	1000000	325140	45.6	3.076	0.841
66	20	6	53.1	1000000	189795	41.4	5.269	0.780

編號	壩體上游 面坡度 ϕ_u ($^{\circ}$)	河道 坡度 θ_r ($^{\circ}$)	壩體最小 高度 $H_{D_{\min}}$ (m)	壩體體積 V_D (m^3)	最大 蓄水量 $V_{W_{\max}}$ (m^3)	最大蓄水 深度 $H_{W_{\max}}$ (m)	$\frac{V_D}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{H_{D_{\min}}}{H_{W_{\max}}}$
67	30	6	64.1	1000000	290560	54.5	3.442	0.851
68	30	8	63.2	1000000	200789	51.4	4.980	0.812
69	45	2	78.9	1000000	1420313	76.3	0.704	0.967
70	20	6	93.8	5000000	485155	73.1	10.306	0.780
71	30	4	112.2	5000000	1142330	100.3	4.377	0.894
72	45	4	134.3	5000000	1589153	125.8	3.146	0.937
73	20	8	91.2	5000000	314316	66.4	15.908	0.729
74	30	1	112.8	5000000	5042378	109.5	0.992	0.971
75	30	2	112.7	5000000	2442486	106.3	2.047	0.944
76	30	2.6	112.6	5000000	1842467	104.5	2.714	0.928
77	45	0.5	134.7	5000000	13557474	133.6	0.369	0.991
78	45	2.6	134.5	5000000	2510134	128.8	1.992	0.958
79	20	0.5	96.9	5000000	7981136	94.6	0.626	0.977
80	20	2.6	96.3	5000000	1376596	85.7	3.632	0.890
81	30	0.5	112.9	5000000	10242025	111.2	0.488	0.985
82	30	6	111.2	5000000	708662	94.6	7.056	0.851
83	45	1	134.7	5000000	6718868	132.4	0.744	0.983
84	45	2	134.6	5000000	3299359	130.2	1.515	0.967
85	45	6	133.8	5000000	1018630	121.7	4.909	0.910
86	20	1	96.8	5000000	3892604	92.4	1.284	0.954
87	20	2	96.6	5000000	1848358	88.2	2.705	0.913

編號	壩體上游 面坡度 ϕ_u ($^\circ$)	河道 坡度 θ_r ($^\circ$)	壩體最小 高度 $H_{D_{\min}}$ (m)	壩體體積 V_D (m^3)	最大 蓄水量 $V_{W_{\max}}$ (m^3)	最大蓄水 深度 $H_{W_{\max}}$ (m)	$\frac{V_D}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{H_{D_{\min}}}{H_{W_{\max}}}$
88	20	4	95.5	5000000	826143	80.3	6.052	0.841
89	30	8	109.9	5000000	491532	89.3	10.172	0.812
90	45	8	133.0	5000000	732980	117.8	6.821	0.885
91	45	16	127.8	5000000	302066	103.3	16.553	0.808
92	30	8	137.5	10000000	695330	111.6	14.382	0.812
93	20	1	121.6	10000000	5567169	116.0	1.796	0.954
94	30	2.6	140.6	10000000	2599212	130.5	3.847	0.928
95	45	0.5	167.3	10000000	18843928	165.9	0.531	0.991
96	45	1	167.3	10000000	9338899	164.4	1.071	0.983
97	45	2	167.2	10000000	4586242	161.6	2.180	0.967
98	45	6	166.2	10000000	1416910	151.2	7.058	0.910
99	20	2	121.3	10000000	2644344	110.7	3.782	0.913
100	30	1	140.9	10000000	7111506	136.8	1.406	0.971
101	45	4	166.8	10000000	2209553	156.3	4.526	0.937
102	20	0.5	121.7	10000000	11413653	118.8	0.876	0.977
103	20	2.6	121.0	10000000	1970005	107.7	5.076	0.890
104	20	6	117.9	10000000	696562	92.0	14.356	0.780
105	30	0.5	141.0	10000000	14444318	138.9	0.692	0.985
106	30	2	140.8	10000000	3445233	132.8	2.903	0.944
107	30	4	140.1	10000000	1612208	125.3	6.203	0.894
108	30	6	139.0	10000000	1001111	118.3	9.989	0.851

編號	壩體上游 面坡度 ϕ_u ($^{\circ}$)	河道 坡度 θ_r ($^{\circ}$)	壩體最小 高度 $H_{D_{\min}}$ (m)	壩體體積 V_D (m^3)	最大 蓄水量 $V_{W_{\max}}$ (m^3)	最大蓄水 深度 $H_{W_{\max}}$ (m)	$\frac{V_D}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{H_{D_{\min}}}{H_{W_{\max}}}$
109	45	2.6	167.1	10000000	3489393	160.0	2.866	0.958
110	45	8	165.3	10000000	1020196	146.3	9.802	0.885
111	20	4	120.0	10000000	1183452	100.9	8.450	0.841
112	30	4	228.8	50000000	3365663	204.6	14.856	0.894
113	20	2.6	199.6	50000000	4210263	177.6	11.876	0.890
114	30	2.6	229.6	50000000	5421540	213.1	9.222	0.928
115	45	6	268.4	50000000	2888847	244.2	17.308	0.910
116	45	0.5	270.1	50000000	38361714	267.8	1.303	0.991
117	45	2.6	269.8	50000000	7105505	258.4	7.037	0.958
118	45	1	270.1	50000000	19012354	265.5	2.630	0.983
119	30	0.5	230.1	50000000	30110694	226.7	1.661	0.985
120	20	1	200.5	50000000	11883719	191.4	4.207	0.954
121	20	2	200.0	50000000	5648171	182.6	8.852	0.913
122	20	0.5	200.6	50000000	24359874	195.9	2.053	0.977
123	30	1	230.1	50000000	14825689	223.3	3.373	0.971
124	30	2	229.8	50000000	7184396	216.8	6.960	0.944
125	45	2	270.0	50000000	9337953	261.0	5.354	0.967
126	45	4	269.4	50000000	4501096	252.4	11.108	0.937
127	20	4	198.1	50000000	2534263	166.6	19.730	0.841
128	20	2	245.6	100000000	7651735	224.2	13.069	0.913
129	45	2	329.1	100000000	12483687	318.2	8.010	0.967

編號	壩體上游 面坡度 ϕ_u ($^\circ$)	河道 坡度 θ_r ($^\circ$)	壩體最小 高度 $H_{D_{\min}}$ (m)	壩體體積 V_D (m^3)	最大 蓄水量 $V_{W_{\max}}$ (m^3)	最大蓄水 深度 $H_{W_{\max}}$ (m)	$\frac{V_D}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{H_{D_{\min}}}{H_{W_{\max}}}$
130	30	2	281.2	100000000	9666534	265.3	10.345	0.944
131	30	1	281.5	100000000	19945837	273.3	5.014	0.971
132	20	2.6	245.1	100000000	5704965	218.1	17.529	0.890
133	20	0.5	246.3	100000000	32991632	240.5	3.031	0.977
134	30	0.5	281.6	100000000	40508616	277.4	2.469	0.985
135	45	0.5	329.4	100000000	51281905	326.5	1.950	0.991
136	45	1	329.3	100000000	25415990	323.7	3.935	0.983
137	20	1	246.2	100000000	16095545	234.9	6.213	0.954
138	30	2.6	280.9	100000000	7295299	260.7	13.707	0.928
139	45	4	328.5	100000000	6018522	307.7	16.615	0.937
140	45	2.6	329.0	100000000	9499583	315.0	10.527	0.958

表 3-3 矩形河道之 8 組測試值

編號	壩體上游 面坡度 ϕ_u ($^\circ$)	河道 坡度 θ_r ($^\circ$)	壩體最小 高度 $H_{D_{\min}}$ (m)	壩體體積 V_D (m^3)	最大 蓄水量 $V_{W_{\max}}$ (m^3)	最大蓄 水深度 $H_{W_{\max}}$ (m)	$\frac{V_D}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{H_{D_{\min}}}{H_{W_{\max}}}$
1	20	1	26.9	100000	992592	25.7	0.101	0.954
2	20	1	85.2	1000000	9925920	81.3	0.101	0.954
3	20	1	269.5	10000000	99259204	257.2	0.101	0.954
4	20	1	852.1	100000000	992592038	813.2	0.101	0.954
5	20	6	25.7	100000	123147	20.0	0.812	0.780

編號	壩體上游 面坡度 ϕ_u ($^{\circ}$)	河道 坡度 θ_r ($^{\circ}$)	壩體最小 高度 H_{Dmin} (m)	壩體體積 V_D (m^3)	最大 蓄水量 V_{Wmax} (m^3)	最大蓄 水深度 H_{Wmax} (m)	$\frac{V_D}{V_{Wmax}}$	$\frac{H_{Dmin}}{H_{Wmax}}$
6	20	6	81.2	1000000	1231473	63.4	0.812	0.780
7	20	6	256.9	10000000	12314727	200.4	0.812	0.780
8	20	6	812.4	100000000	123147273	633.8	0.812	0.780

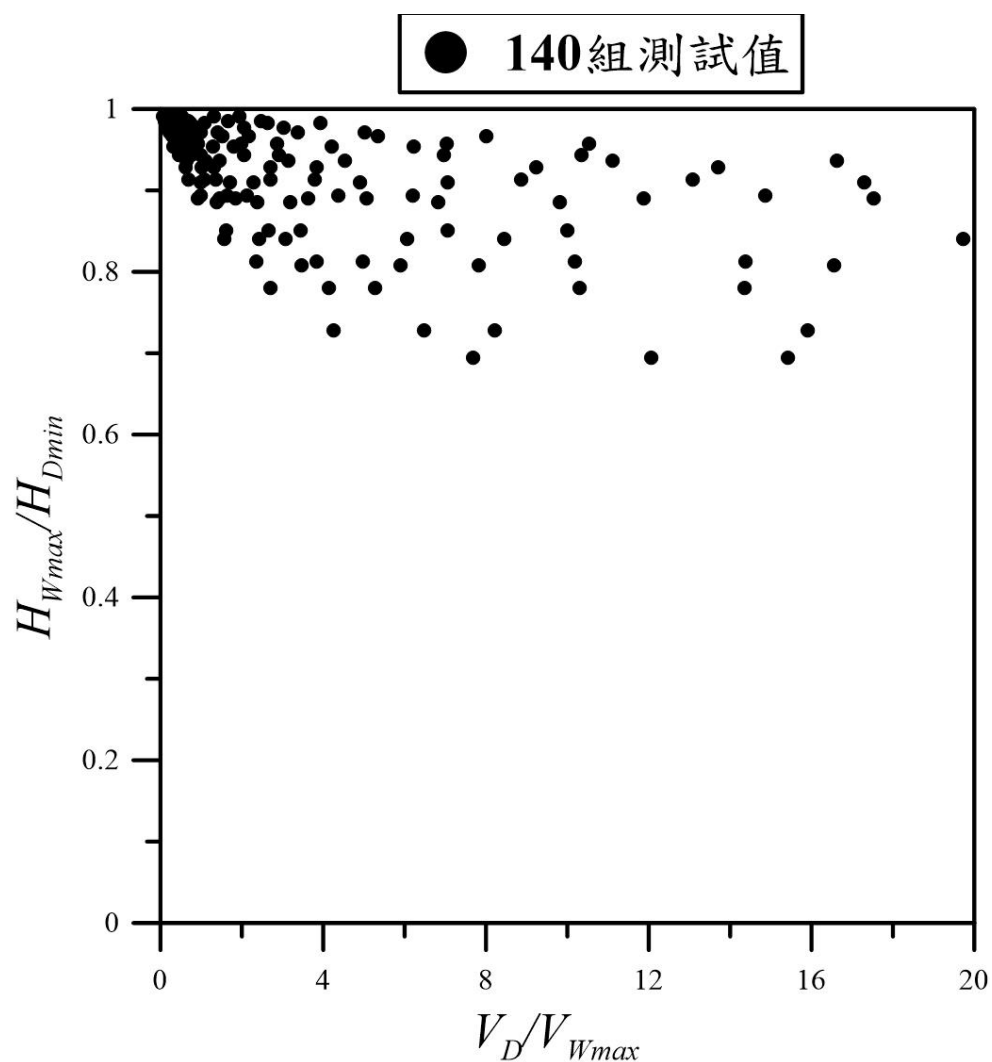


圖 3-1 140 組設置不同參數與條件之無因次分析結果

二、堰塞壩危險程度量化分級

本計畫欲建立堰塞壩危險程度量化分級，使用可進行集群分析之 SPSS(Statistical Package for the Social Science)軟體予以分析資料，使用版本為 SPSS Statistics 20.0。藉由軟體內之 k-平均演算法(k-means clustering)，能將 140 組測試值劃分到 k 個聚類中，使得每個測試值都屬於離 k 最近均值對應之聚類，此聚類則可形成集群。本計畫參考去年研究成果，將其分為 3 級，分別為「高度危險、中度危險、低度危險」3 級。

由 3 級分類之結果顯示(圖 3-2)， $\frac{V_D}{V_{W_{\max}}}$ 之值，集群中心點位置分別為 1.58 與 10.31， $\frac{H_{W_{\max}}}{H_{D_{\min}}}$ 之值，集群中心點位置分別為 0.79 與 0.94，另將分級結果套用至 9 處堰塞壩現場實際案例資料較為完整之案例進行分析(表 3-4)，能明確將 9 處堰塞壩進行危險程度之分級，特別是在高度危險之區域(圖 3-3)。由本計畫建立之無因次化堰塞壩危險評估指標，只需最小壩體高度、最大蓄水深度、壩體體積、最大蓄水体積即能估算堰塞壩危險評估，再通過集群分析法之結果，即可進行堰塞壩危險程度分級。

表 3-49 處現場實際案例之無因次分析結果表

編號	名稱	壩體最小 高度 $H_{D_{min}}$ (m)	蓄水 深度 $H_{W_{max}}$ (m)	壩體體積 V_D (m^3)	蓄水量 $V_{W_{max}}$ (m^3)	$\frac{V_D}{V_{W_{max}}}$	$\frac{H_{W_{max}}}{H_{D_{min}}}$
1	草嶺堰塞湖 (1999)	50.0	40.2	25,000,000	46,000,000	0.543	0.804
2	龍泉溪堰塞湖	40.0	29.4	480,000	1,000,000	0.480	0.735
3	小林村堰塞湖	50.0	49.4	5,700,000	10,720,000	0.532	0.987
4	拉克斯溪(梅 蘭村)堰塞湖	70.2	27.0	5,024,332	321,178	15.643	0.384
5	士文溪(春日 鄉)堰塞湖	31.0	26.1	890,000	1,220,000	0.730	0.843
6	陶賽溪堰塞湖	18.0	15.7	540,000	105,000	5.143	0.872
7	鹿谷堰塞湖	12.0	9.2	20,000	10,000	2.000	0.769
8	瓦黑爾溪堰塞 湖	10.0	5.0	82,000	9,500	8.632	0.500
9	台東大南溪堰 塞湖	89.5	84.9	749,597	4,336,544	0.173	0.948

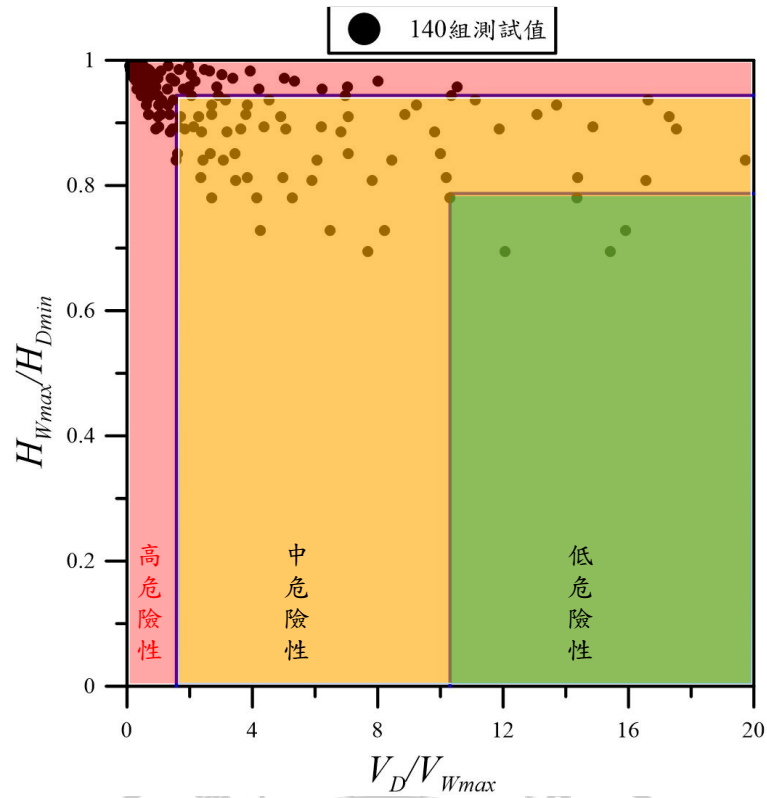


圖 3-2 140 組測試值之 3 級分區結果

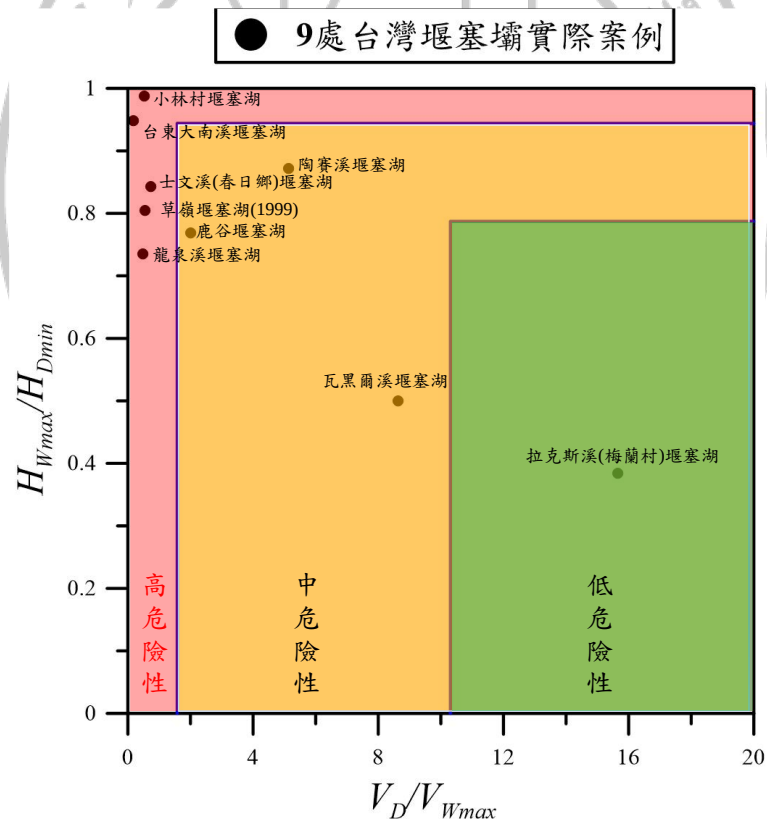


圖 3-3 9 處堰塞壩現場實際案例之 3 級分區結果

第三節 建構大規模崩塌形成堰塞壩之動態穩定性評估

一、堰塞壩之動態穩定性評估

本計畫之堰塞壩動態穩定性評估方法構想，為將無因次阻塞指標之壩體上游集水區面積參數，以流量與降雨量進行轉換與公式推導，當評估方法具備流量與降雨強度之關係，則可由此關係結合前述所推導之壩體最大蓄水量，在假定堰塞壩溢流破壞條件下，獲得具時間尺度之評估結果，再利用集群分析方法進行分類，即可預估堰塞壩整體動態變化下之穩定性。此外，另可結合不同降雨重現期距下之降雨強度，預估在不同降雨重現期距下之穩定性評估，最終完成無因次堰塞壩動態穩定性評估方法之建立。

由第二章第四節建立之無因次動態穩定性評估指標可知，當分別水體體積 V_w 與最大蓄水體積 $V_{w_{max}}$ 之比值大於1、水體深度 H_w 與最大蓄水深度 $H_{w_{max}}$ 之比值大於1的條件下，可視為溢流破壞，再結合流量與不同降雨重現期距下之降雨強度，可建構出堰塞壩之動態穩定性評估。本計畫利用改變河道斷面形狀、河道坡度、上游壩址坡度、降雨強度等參數，共計建立矩形河道條件 1047 組測試值(附件四)，梯形河道條件 826 組測試值(附件五)，由測試結果可知，當降雨延時固定，降雨強度越大，達到最大蓄水體積之時間就越短，故點位較為鬆散；反之降雨強度較低時，點位會較為密集(圖 3-4~圖 3-5)，故可以利用

疏密程度將其進行群集分析，建立動態穩定性評估分級。

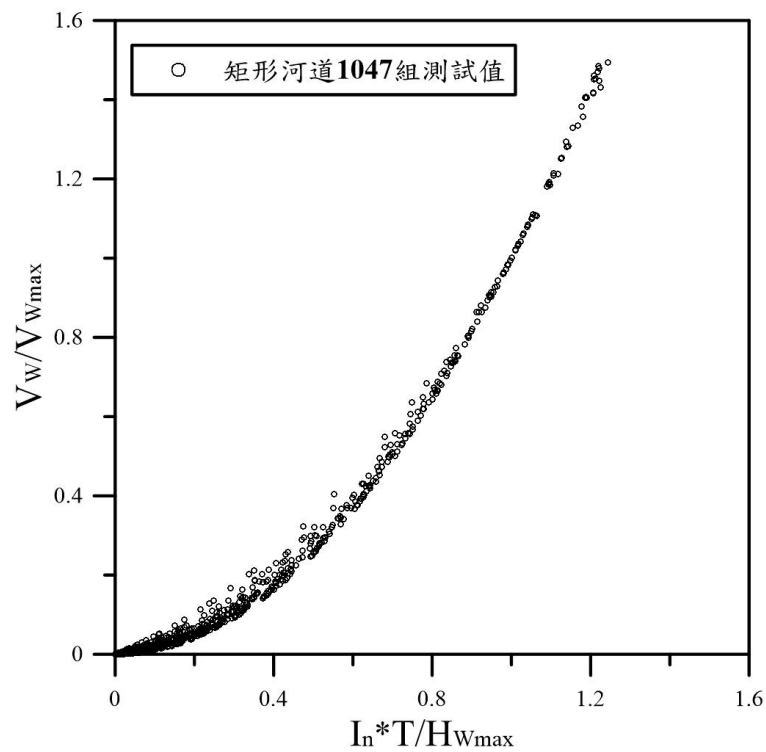


圖 3-4 矩形河道 1047 組測試值之無因次分析結果

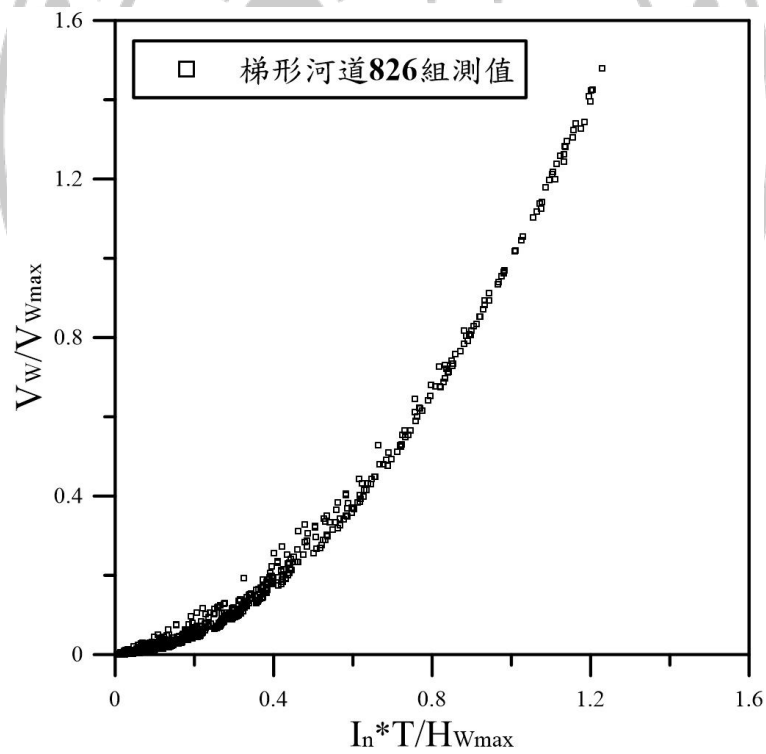


圖 3-5 梯形河道 826 組測試值之無因次分析結果

二、無因次動態穩定性評估指標

本計畫將 1047 組矩形河道測試值和 826 組梯形河道測試值，利用 SPSS Statistica(Statistical Package for the Social Science) 20.0 版本軟體內之 k-平均演算法(k-means clustering)進行群集分析，分別劃分為「穩定性佳、穩定性尚可、穩定性差」3 個級別，經由 SPSS 軟體分析後，矩形河道條件之 $\frac{In*T}{H_{W_{max}}}$ 最後集群中心位置之值為 0.100 與 0.798， $\frac{V_w}{V_{W_{max}}}$ 最後集群中心位置之值為 0.061 與 0.887(圖 3-6)；梯形河道條件之 $\frac{In*T}{H_{W_{max}}}$ 最後集群中心位置之值為 0.127 與 0.781， $\frac{V_w}{V_{W_{max}}}$ 最後集群中心位置之值為 0.068 與 0.896(圖 3-7)。當 $\frac{In*T}{H_{W_{max}}}$ 與 $\frac{V_w}{V_{W_{max}}}$ 之值大於 1 時，可視為溢流破壞。

由分級結果可知，不論河道形狀，當降雨延時固定，降雨強度越大，達到最大蓄水體積之時間就越短，故點位較為鬆散，因此可分類為穩定性差；反之降雨強度較低時，點位會較為密集，因此可分類為穩定性佳。

三、臺東縣-達仁鄉-D003及D004大規模崩塌地區案例應用

本計畫以臺東縣-達仁鄉-D003 及 D004 大規模崩塌地區作為案例測試應用，由農業部農業發展與水土保持署之評估結果可知，D003

大規模崩塌潛勢區屬土石流型堆積，而 D004 大規模崩塌潛勢區屬堰塞湖型堆積，本計畫參考相關數據進行計算，大規模崩塌潛勢區 D003 形成堰塞壩之崩塌最小堆積高度 $H_{D_{min}}$ 為 74 公尺、壩體最大蓄水深度 $H_{W_{max}}$ 為 69 公尺、壩體規模 V_D 為 13,676,503 立方公尺、 $V_{W_{max}}$ 壩體最大蓄水量為 1,831,798 立方公尺；大規模崩塌潛勢區 D004 形成堰塞壩相關各參數，如：崩塌最小堆積高度 $H_{D_{min}}$ 為 52.5 公尺、壩體最大蓄水深度 $H_{W_{max}}$ 為 48 公尺、壩體規模 V_D 為 18,316,170 立方公尺、 $V_{W_{max}}$ 壩體最大蓄水量為 903,960 立方公尺。

藉由上述堰塞壩各項參數，可代入無因次化堰塞壩危險評估指標公式進行分級之依據，分別為壩體規模與壩體最大蓄水量無因次分析 $\frac{V_D}{V_{W_{max}}}$ 和崩塌最小堆積高度與壩體最大蓄水深度無因次分析 $\frac{H_{D_{min}}}{H_{W_{max}}}$ 。從公式中得知，大規模崩塌潛勢區 D003 崩塌最小堆積高度與壩體最大蓄水深度無因次分析 $\frac{H_{D_{min}}}{H_{W_{max}}}$ 為 0.93、壩體規模與壩體最大蓄水量無因次分析 $\frac{V_D}{V_{W_{max}}}$ 為 7.5，分類屬於中危險性；大規模崩塌潛勢區 D004 崩塌最小堆積高度與壩體最大蓄水深度無因次分析 $\frac{H_{D_{min}}}{H_{W_{max}}}$ 為 0.91、壩體規模與壩體最大蓄水量無因次分析 $\frac{V_D}{V_{W_{max}}}$ 為 20.3，分類也屬於中危險性(表 3-6)。

無因次動態穩定性評估指標可藉由已知壩體最大蓄水深度 $H_{W_{max}}$

與各穩定性臨界評估指標，並且利用不同重現期距之洪峰流量來反向推算，堰塞壩在面臨不同重現期距下之洪峰流量時，各穩定性評估指標臨界水位與潰壩時間。

大規模崩塌潛勢區 D003 在已知壩體最大蓄水深度 $H_{W_{max}}$ 為 69 公尺時，穩定性尚可水位為 8.8 公尺、穩定性差臨界水位為 54 公尺。當 50 年重現期距下，穩定性尚可潰壩時間 0.32 小時至 1.95 小時；穩定性差潰壩時間 1.95 小時至 2.5 小時，而當 100 年重現期距下，穩定性尚可潰壩時間 0.29 小時至 1.8 小時；穩定性差潰壩時間 1.8 小時至 2.3 小時。而大規模崩塌潛勢區 D004 在已知壩體最大蓄水深度 $H_{W_{max}}$ 為 48 公尺時，穩定性尚可水位為 6.1 公尺、穩定性差臨界水位為 37.5 公尺。當 50 年重現期距下，穩定性尚可潰壩時間 0.15 小時至 0.95 小時；穩定性差潰壩時間 0.95 小時至 1.23 小時，而當 100 年重現期距下，穩定性尚可潰壩時間 0.14 小時至 0.87 小時；穩定性差潰壩時間 0.87 小時至 1.13 小時(表 3-7)。

表 3-5 矩形河道之 8 組測試值

編號	壩體上游 面坡度 ϕ_u ($^\circ$)	河道 坡度 θ_r ($^\circ$)	壩體最小 高度 $H_{D_{min}}$ (m)	壩體體積 V_D (m^3)	最大 蓄水量 $V_{W_{max}}$ (m^3)	最大蓄 水深度 $H_{W_{max}}$ (m)	$\frac{V_D}{V_{W_{max}}}$	$\frac{H_{D_{min}}}{H_{W_{max}}}$
1	20	1	26.9	100000	992592	25.7	0.101	0.954

編號	壩體上游 面坡度 ϕ_u ($^\circ$)	河道 坡度 θ_r ($^\circ$)	壩體最小 高度 $H_{D_{\min}}$ (m)	壩體體積 V_D (m^3)	最大 蓄水量 $V_{W_{\max}}$ (m^3)	最大蓄 水深度 $H_{W_{\max}}$ (m)	$\frac{V_D}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{H_{D_{\min}}}{H_{W_{\max}}}$
2	20	1	85.2	1000000	9925920	81.3	0.101	0.954
3	20	1	269.5	10000000	99259204	257.2	0.101	0.954
4	20	1	852.1	100000000	992592038	813.2	0.101	0.954
5	20	6	25.7	100000	123147	20.0	0.812	0.780
6	20	6	81.2	1000000	1231473	63.4	0.812	0.780
7	20	6	256.9	10000000	12314727	200.4	0.812	0.780
8	20	6	812.4	100000000	123147273	633.8	0.812	0.780

表 3-6 臺東縣-達仁鄉-D003 及 D004 大規模崩塌無因次化堰塞壩危

險評估指標評估結果

編號	$H_{D_{\min}}$ (m)	$H_{W_{\max}}$ (m)	$\frac{H_{D_{\min}}}{H_{W_{\max}}}$	V_D (m^3)	$V_{W_{\max}}$ (m^3)	$\frac{V_D}{V_{W_{\max}}}$	分類
D003	74	69	0.93	13,676,503	1,831,798	7.5	中危險性
D004	52.5	48	0.91	18,316,170	903,960	20.3	中危險性

表 3-7 臺東縣-達仁鄉-D003 及 D004 大規模崩塌無因次動態穩定性

評估指標評估結果

編號	$H_{W_{max}}$ (m)	穩定性尚可水位 (m)	穩定性差 臨界水位 (m)	I ₅₀ 潰壩時間 (hr)		I ₁₀₀ 潰壩時間 (hr)	
				尚可	差	尚可	差
D003	69	8.8	54	0.32~ 1.95	1.95~ 2.5	0.29~ 1.8	1.80~ 2.3
D004	48	6.1	37.5	0.15~ 0.95	0.95~ 1.23	0.14~ 0.87	0.87~ 1.13



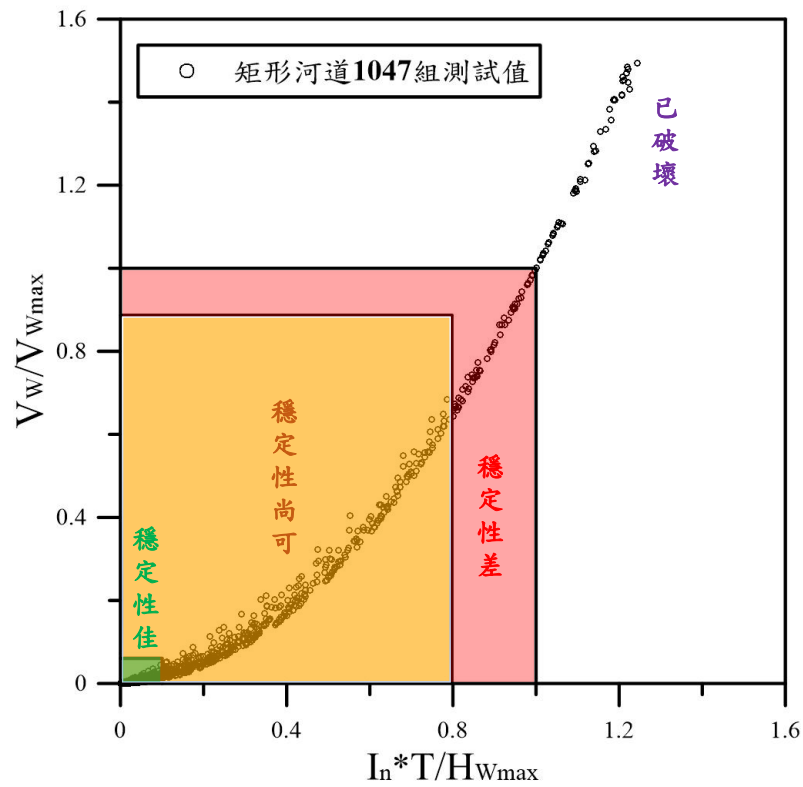


圖 3-6 矩形河道測試值之無因次動態穩定性評估指標分級結果

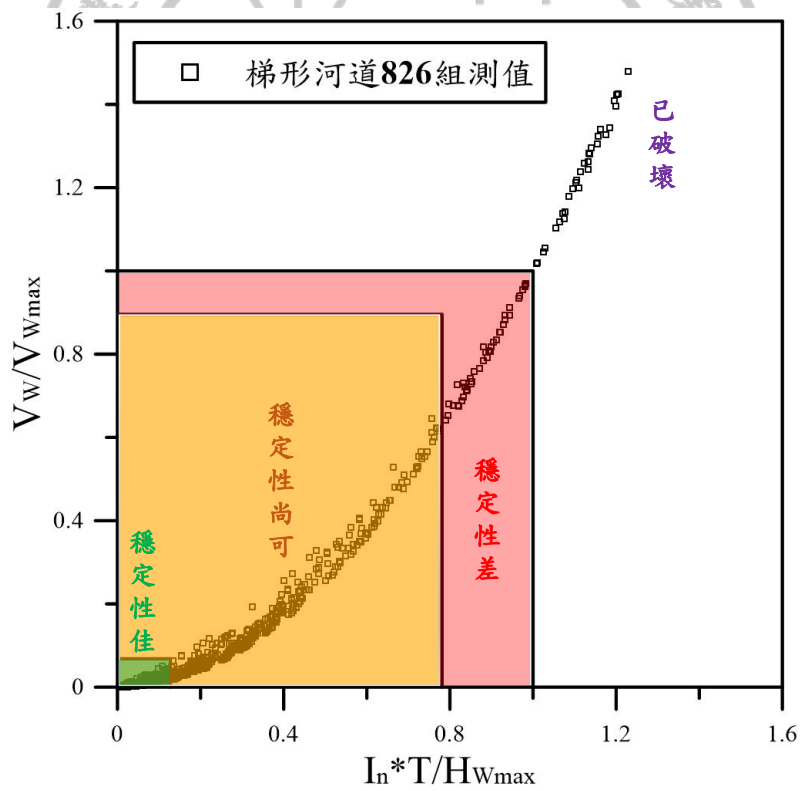


圖 3-7 梯形河道測試值之無因次動態穩定性評估指標分級結果



第四章 結論與建議

第一節 結論

1. 本計畫所提出之無因次堰塞壩危險評估指標，使用壩體規模與壩體最大蓄水量比值，以及崩塌最小堆積高度與壩體最大蓄水深度比值進行無因次分析，並針對矩形與梯形河道條件進行相關參數推導，由推導與 140 組測試值測試結果可知，改變壩體體積後，矩形河道條件之壩體體積與最大蓄水深比值及壩體最小高度與壩體最大蓄水深度比值為一定值，而梯形河道條件則因有兩側邊坡角度，相對應之比值有所變化。
2. 本計畫所提出之無因次堰塞壩危險評估指標，由無因次化比值之物理意義可知，當河道坡度之增加，崩塌最小堆積高度將逐漸減小，因此間接使得壩體最大蓄水體積與壩體最大蓄水深度減小，可依此進一步量化分析危險程度，使用 SPSS 軟體進行集群分析，將堰塞壩危險程度分為高危險、中危險、低危險等 3 級，此成果能為堰塞壩緊急危險程度評估分級，釐清堰塞壩危險程度，大幅提升堰塞壩防災減災能力。
3. 無因次阻塞指標在判斷穩定性之參數為定值，且壩後蓄水之上游入流量會因降雨而有所改變，因此發生破壞之時間長短須納入考量，其壩體穩定性會隨著時間、降雨事件等因素而呈現動態變化。

4. 本計畫在不考慮河道輸砂條件下，將無因次阻塞指標之參數進行修正，使堰塞壩穩定性評估分析能隨時間而改變，修正後之公式

$$\text{為 } DBI = \log \left[\frac{H_{D_{\min}} V_{W_{\max}}}{0.278 V_D CIT} \right]。$$

5. 本計畫利用無因次阻塞指標修正結果，進一步定義出當上游流量持續進入堰塞壩，水體體積會持續增加，當水體體積大於最大蓄水體積時，則可判定發生溢流破壞，即水體體積與最大蓄水體積之比值大於 1；上游流量持續進入堰塞壩，蓄水深度持續增加，當蓄水深度大於最大蓄水深度時，則可判定發生溢流破壞，即水體深度與最大蓄水深度之比值大於 1，可由此條件搭配不同降雨重現期距，針對可能發生堰塞壩區位，評估其動態穩定性評估。
6. 本計畫將 1047 組矩形河道測試值和 826 組梯形河道測試值進行群集分析，可將無因次動態穩定性評估指標分別劃分為「穩定性佳、穩定性尚可、穩定性差」3 個級別，當 $\frac{In * T}{H_{W_{\max}}}$ 與 $\frac{V_w}{V_{W_{\max}}}$ 之值大於 1 時，可視為溢流破壞。由分級結果可知，當降雨延時固定，降雨強度越大，達到最大蓄水體積之時間就越短，故點位較為鬆散，因此可分類為穩定性差，表示壩體即將產生破壞；反之降雨強度較低時，點位會較為密集，因此可分類為穩定性佳，表示壩體目前仍處於穩定狀態，能有更多預警時間進行相關處置措施。

第二節 建議

1. 本計畫之動態穩定性評估為假設堰塞壩為溢流破壞，對於滲流破壞之條件仍需後續進一步研究。
2. 本計畫之相關研究成果，建議後續可置入 BigGIS，提供即時解算，再搭配 BigGIS 其它功能，應可於短時間內獲得相當龐大之參數資訊量，有利於堰塞壩災時防災應變決策擬定之參考。





參考文獻

1. 大紀元，竹縣上坪溪新堰塞湖 珍珠颱風恐引發潰堤，
<https://www.epochtimes.com/b5/6/5/16/n1320320.htm>，2006。
2. 小飛，https://youtube.com/watch?v=Pj0xQ5A_17I。
3. 小飛，石頭溪堰塞湖，
<https://68maps.com/p/taiwan-rockriverlake/tw>。
4. 中央通訊社，花蓮萬里溪堰塞湖 因尼伯特颱風消失，
<https://tw.news.yahoo.com/%E8%8A%B1%E8%93%AE%E8%90%AC%E9%87%8C%E6%BA%AA%E5%A0%B0%E5%A1%9E%E6%B9%96-%E5%9B%A0%E5%B0%BC%E4%BC%AF%E7%89%B9%E9%A2%B1%E9%A2%A8%E6%B6%88%E5%A4%B1-021431968.html#goldenGate>，2006。
5. 水土保持局，104 年杜鵑颱風重大土砂災例最速報，2015a。
6. 水土保持局，104 年蘇迪勒颱風重大土砂災例最速報，2015b。
7. 水土保持局，105 年尼伯特颱風重大土砂災例摘要報告，2016a。
8. 水土保持局，105 年其他重大土砂災例摘要報告，2016b。
9. 水土保持局，106 年 0601 豪雨重大土砂災例最速報，2017。
10. 水土保持局，108 年其他重大土砂災例最速報，2019。
11. 水土保持局，110 年玉里鎮樂合里哈拉灣溪山壁邊坡崩落最速報，2021。

12. 水土保持局，基隆市暖暖區東勢坑堰塞湖影響評估，2022。
13. 水土保持局，基隆市暖暖區東勢坑堰塞湖影響評估，2022。
14. 水土保持局，新北市汐止區鵠鵠崙堰塞湖影響評估，2022。
15. 水土保持局臺東分局，臺東縣延平鄉桃源村松風溪上游土砂災害調查，2016。
16. 王宗暉、吳念懷、李育展、陳昆廷、謝秉軒、吳建宏，“崩塌塊體堰塞河道之壩體規模評估分析”，第 25 屆水利工程研討會，2021 年 09 月 09-10 日，臺南，第 165 頁，2021。
17. 王維琳、李峻毅、陳昆廷，“不同堰塞壩壩體體積估算方法對於壩體穩定性評估之影響分析”，111 年度農業工程研討會，2022 年 12 月 02 日，桃園，第 717-726 頁，2022。
18. 自由時報，仁愛東眼山大崩塌 形成堰塞湖，<https://news.ltn.com.tw/news/life/paper/1606252>，2023。
19. 自由時報，南勢溪上游驚見堰塞湖 林務局：已在溢流中，<https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/1413494>，2015。
20. 自由時報，桃園復興大曼溪上游土崩 形成堰塞湖，<https://news.ltn.com.tw/news/life/paper/1455993>，2021。
21. 行政院農業委員會水土保持局臺東分局，土坂集水區調查及土砂災害風險評估與策略因應，成果報告，2017。

22. 吳念懷、李育展、王宗暉、李明熹、吳建宏、陳昆廷，“大規模崩塌塊體在不同河寬條件下之堆積特性探討”，2022 岩盤工程暨工程地質研討會，2022 年 05 月 05-06 日，桃園，第 160-161 頁，2022。
23. 李峻毅、王維琳、陳昆廷，“堰塞湖壩體與水體規模估算之可行性研究”，2022 中華民國力學學會年會暨第四十六屆全國力學會議，2022 年 11 月 18-19 日，高雄，2022。
24. 林務局，以 3D 雷射掃描儀測繪巒大事業區第 180 林班崩塌地」，期末報告，2008。
25. 林務局花蓮林區管理處，木瓜溪事業區 19 林班崩塌區及堰塞湖防災計畫，成果報告，2009。
26. 林務局花蓮林區管理處，瓦黑爾溪堰塞湖調查評估報告(第一處)調查報告，成果報告，2014。
27. 林務局花蓮林區管理處，塔次基里溪堰塞湖災害調查(第二處)評估報告，成果報告，2015。
28. 林務局花蓮林區管理處，豐坪溪堰塞湖調查評估報告，2022。
29. 林務局屏東林區管理處，旗山溪(那瑪夏鄉)、士文溪(春日鄉)二處堰塞湖調查評估及短中長期處理對策研擬計畫，成果報告，2010。

30. 林務局屏東林區管理處，轄管流域堰塞潛勢調查監控及評估分析與對策研擬，成果報告，2013。
31. 林務局臺東林區管理處，大南溪上游堰塞湖緊急調查調查報告，成果報告，2021。
32. 林務局臺東林區管理處，大崙溪上游堰塞湖專案報告，成果報告，2007。
33. 林務局臺東林區管理處，太麻里溪包盛社堰塞湖緊急評估及全流域短中長期對策建議計畫，成果報告，2010。
34. 林務局臺東林區管理處，臺東縣知本溪上游堰塞湖緊急處理對策評估，成果報告書，2006。
35. 林務局臺東林區管理處，關山事業區第三林班地龍泉溪上游堰塞湖緊急評估及緊急對策建議，成果報告，2006。
36. 林務局羅東林區管理處，五十溪上游堰塞湖監測工作災害評估報告，2022。
37. 張世松，碩士論文，嘉義縣油車寮崩塌地崩塌機制研究，國立中興大學，2012。
38. 許中立、葉師杏，“611 水災高雄市桃源區復興里災害成因分析”，坡地防災學報，第 12 卷，第 1 期，1-11 頁，2013。
39. 陳天健、王東銘、陳樹群、蘇群雅、林潤榮，“臺灣地區堰塞湖

- 特性初步研究”，臺灣公共工程學刊，第 4 卷，第 2 期，1-8 頁，2008。
40. 陳天健、王香云、徐瑞麟、蘇群雅，“台東知本溪堰塞湖”，地工技術，第 106 期，87-92 頁，2005。
41. 陳昆廷，“堰塞壩壩體與水體體積估算方法之建立”，2022 中華水土保持研討會，2022 年 12 月 03 日，台中，第 8-5 頁，2022。
42. 陳昆廷，博士論文，堰塞湖天然壩潛勢區位判釋之研究，國立成功大學，2015。
43. 陳昆廷、臧運忠、郭玉樹、呂明鴻、謝正倫，“莫拉克颱風引致堰塞湖之案例分析”，中華防災學刊，第 2 卷，第 1 期，43-50 頁，2010。
44. 陳樹群，“堰塞湖潰決機制與減災工法研究”，中華水土保持學報，第 30 卷，第 4 期，299-311 頁，1999。
45. 黃俊英，多變量分析，中國經濟企業研究所，1998。
46. 經濟部中央地質調查所，辛樂克颱風廬山山崩現況調查報告，成果報告，2008。
47. 經濟部水利署，布唐布那斯堰塞湖調查評估及對策研擬，成果報告，2013。
48. 經濟部水利署水利規劃試驗所，堰塞湖引致災害防治對策之研

究，總報告，2004。

49. 簡桐煙，“立霧溪托博潤天然壩的處理經過”，台電月刊，第359期，56-66頁，1978。
50. 羅積玉，多元統計分析-方法與應用，科技圖書股份有限公司，1990。
51. 蘇暉凱，碩士論文，暴雨誘發天然壩之重建數值模擬-太麻里溪堰塞湖為例，國立交通大學，2013。
52. B. B. Shrestha and H. Nakagawa, “Hazard assessment of the formation and failure of the Sunkoshi landslide dam in Nepal,” *Natural Hazards*, Vol. 82, No. 3, pp. 2029-2049, 2016.
53. C. K. Meng, K. T. Chen, Z. P. Niu, B. F. Di and Y. J. Ye, “Influence of internal structure on breaking process of short-lived landslide dams,” *Frontiers in Earth Science*, Vol. 9, 604635, 2021.
54. C. Tacconi Stefanelli, S. Segoni, N. Casagli and F. Catani, “Geomorphic indexing of landslide dams evolution,” *Engineering Geology*, Vol. 208, pp. 1-10, 2016.
55. C. Tacconi Stefanelli, V. Vilimek, A. Emmer and F. Catani, “Morphological analysis and features of the landslide dams in the Cordillera Blanca, Peru,” *Landslides*, Vol. 15, pp. 507-521, 2018.
56. D. Y. Shen, Z. M. Shi, M. Peng, L. M. Zhang and M. Z. Jiang,

- “Longevity analysis of landslide dams,” *Landslides*, Vol. 17, pp. 1797-1821, 2020.
57. G. W. Zhao, Y. J. Jiang, J. P. Qiao, Z. J. Yang and P. P. Ding, “Numerical and experimental study on the formation mode of a landslide dam and its influence on dam breaching,” *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, Vol. 78, pp. 2519-2533, 2019.
58. H. M. Liao, X. G. Yang, G. D. Lu, J. Tao and J. W. Zhou, “Experimental study on the formation of landslide dams by fragmentary materials from successive rock slides,” *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, Vol. 79, pp. 1591-1604, 2019.
59. H. Wu, M. A. Trigg, W. Murphy and R. Fuentes, “A new global landslide dam database (RAGLAD) and analysis utilizing auxiliary global fluvial datasets,” *Landslides*, Vol. 19, pp. 555-572, 2022.
60. J. E. Costa and R. L. Schuster, “The formation and failure of natural dams,” *Geological Society of America Bulletin*, Vol. 100, pp. 1054-1068, 1988.
61. J. J. Dong, P. J. Lai, C. P. Chang, S. H. Yang, K. C. Yeh, J. J. Liao and Y. W. Pan, “Deriving landslide dam geometry from remote sensing images for the rapid assessment of critical parameters related to dam-breach hazards,” *Landslides*, Vol. 11, pp. 93-105,

- 2014.
62. J. J. Dong, Y. H. Tung, C. C. Chen, J. J. Liao and Y. W. Pan,
“Discriminant analysis of the geomorphic characteristics and
stability of landslide dams,” *Geomorphology*, Vol. 110, No. 3-4, pp.
162-171, 2009.
63. J. J. Dong, Y. H. Tung, C. C. Chen, J. J. Liao and Y. W. Pan,
“Logistic regression model for predicting the failure probability of
a landslide dam,” *Engineering Geology*, Vol. 117, pp. 52-61, 2011.
64. K. T. Chen, T. C. Chen, X. Q. Chen, H. Y. Chen and W. Y. Zhao,
“An experimental determination of the relationship between the
minimum height of landslide dams and the run-out distance of
landslides,” *Landslides*, Vol. 18, pp. 2111-2124, 2021.
65. K. T. Chen, X. Q. Chen, G. S. Hu, Y. S. Kuo and H. Y. Chen,
“Effects of river flow velocity on the formation of landslide
dams,” *Journal of Mountain Science*, Vol. 16, No. 11, pp.
2502-2518, 2019.
66. K. T. Chen, Y. S. Kuo and C. L. Shieh, “Rapid geometry analysis
for earthquake-induced and rainfall-induced landslide dams in
Taiwan,” *Journal of Mountain Science*, Vol. 11, No. 2, pp. 360-370,
2014.
67. L. Ermini, and N. Casagli, “Prediction of the behaviour of landslide
dams using a geomorphological dimensionless index,” *Earth*

- Surface Processes and Landforms, Vol. 28, pp. 31-47, 2003.
68. M. Peng and L. M. Zhang, “Breaching parameters of landslide dams,” *Landslides*, Vol. 9, No. 1, pp. 13-31, 2012.
69. N. Casagli, and L. Ermini, “Geomorphic analysis of landslide dams in the Northern Apennine,” *Japanese Geomorphological Union*, Vol. 20, No. 3, pp. 219-249, 1999.
70. O, Korup, “Geomorphic hazard assessment of landslide dams in South Westland, New Zealand: fundamental problems and approaches,” *Geomorphology*, Vol. 66, No. 1-4, pp. 167-188, 2005.
71. O, Korup, “Geomorphometric characteristics of New Zealand landslide dams,” *Engineering Geology*, Vol. 73, pp. 13-35, 2004.
72. P. Cui, Y. Y. Zhu, Y. S. Han, X. Q. Chen, and J. Q. Zhuang, “The 12 May Wenchuan earthquake-induced landslide lakes: distribution and preliminary risk evaluation,” *Landslides*, Vol. 6, pp. 209-223, 2009.
73. Q. Xu, X. M. Fan, R Q. Huang, C. and Van Westen, “Landslide dams triggered by the Wenchuan Earthquake, Sichuan Province, south west China,” *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, Vol. 68, No. 3, pp. 373-386, 2009.
74. S. C. Chen, T. W. Lin and C. Y. Chen, “Modeling of natural dam

- failure modes and downstream riverbed morphological changes with different dam materials in a flume test,” *Engineering Geology*, Vol. 188, pp. 148-158, 2015.
75. S. H. Yang, Y. W. Pan, J. J. Dong, K. C. Yeh, and J. J. Liao, “A systematic approach for the assessment of flooding hazard and risk associated with a landslide dam,” *Natural Hazards*, Vol. 65, No. 1, pp. 41-62, 2013.
76. T. K. Nian, H. Wu, D. Y. Li, W. Zhao, K. Takara and D. F. Zheng, “Experimental investigation on the formation process of landslide dams and a criterion of river blockage,” *Landslides*, Vol. 17, pp. 2547-2562, 2020.
77. T. Oppikofer, R. L. Hermanns, V. U. Jakobsen, M. Böhme, P. Nicolet and I. Penna, “Forecasting dam height and stability of dams formed by rock slope failures in Norway,” *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Vol. 20, No.11, pp. 3179-3196, 2020.
78. W. Liu, Y. X. Hu, S. M. He, J. W. Zhou and K. T. Chen, “A numerical study of the critical threshold for landslide dam formation considering landslide and river dynamics,” *Frontiers in Earth Science*, Vol. 9, 651887, 2021.
79. X. Fan, A. Dufresne, S. Siva Subramanian, A. Strom, R. Hermanns, C. Tacconi Stefanelli, et al., “The formation and impact of landslide dams – State of the art,” *Earth-Science Reviews*, Vol.

- 203, 103116, 2020.
80. X. G. Jiang, P. Cui, H. Y. Chen and Y. Y. Guo, “Formation conditions of outburst debris flow triggered by overtopped natural dam failure,” *Landslides*, Vol. 14, pp. 821-831, 2017.
81. X. M. Fan, D. G. Rossiter, C. J. van Westen, Q. Xu and T. Gorum, “Empirical prediction of coseismic landslide dam formation,” *Earth Surface Processes and Landforms*, Vol. 39, pp. 1913-1926, 2014.
82. Y. S. Kuo, Y. C. Tsang, K. T. Chen and C. L. Shieh, “Analysis of landslide dam geometries,” *Journal of Mountain Science*, Vol. 8, pp. 544-550, 2011.
83. Y. Zhou, Z. Shi, Q. Zhang, W. Liu, M. Peng and C. Wu, “3D DEM investigation on the morphology and structure of landslide dams formed by dry granular flows,” *Engineering Geology*, Vol. 258, 105151, 2019.
84. Y. Zhou, Z. Shi, T. Qiu, S. Yu, Q. Zhang, D. Shen, “Experimental study on morphological characteristics of landslide dams in different shaped valleys,” *Geomorphology*, Vol. 400, 108081, 2022.



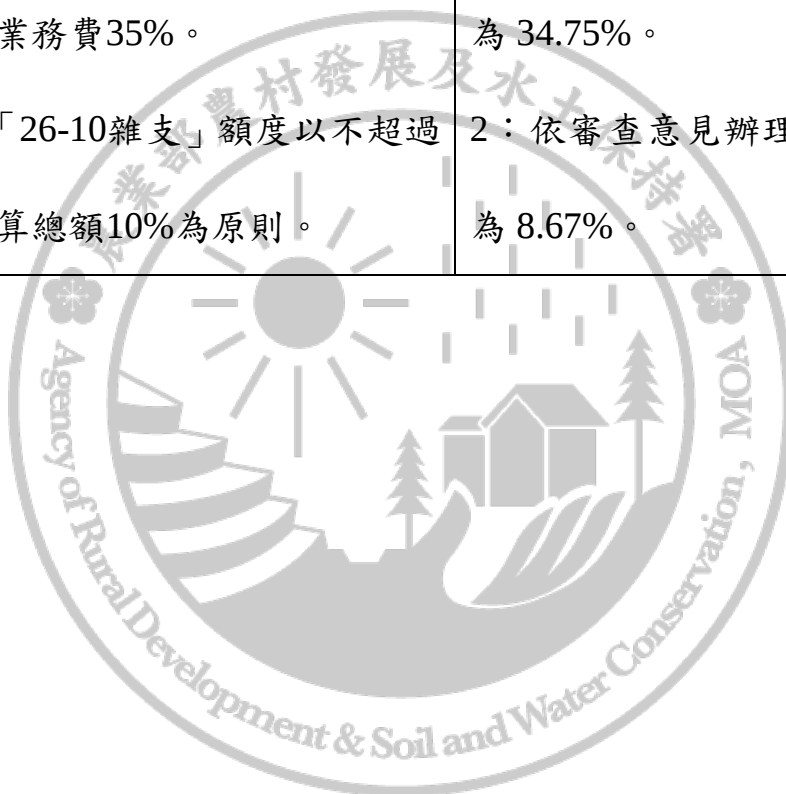
附錄

附錄一、研提計畫書之計畫內容審查意見及意見回覆

項次	審查意見	回覆辦理情形
業務單位(組、中心、小組)：		
一	為配合本局業務需求，計畫內容建議調整(或納入後續執行評估參考)部分： 1. 壩體破壞型態多樣，本計畫可否考慮多種樣態，或僅對溢流破壞去評估？ 2. 本計畫之期研究及本計畫均擬採統計方法進行，研究受限於資料之可獲取情形，尤其在動態時間序下，堰塞壩恐缺乏觀測水文資料，影響研究之進行。	1：由於壩體破壞型態與崩塌材料特性有關，在無法取得崩塌材料特性下，確實無法獲知破壞型態，因此本計畫以破壞型態占比最多之溢流破壞(74%)進行評估。 2：本計畫以建立壩體與水體體積之公式為基礎，進行組數測試，並以無因次阻塞指標進行修正與公式推導，最後才使用統計方法與案例資料進行堰塞壩動態穩定性評估方法之建立，因此為結合理論基礎、地形參數、統計方法與案

項次	審查意見	回覆辦理情形
		例資料，以及可能之水文條件進行動態評估，可於堰塞壩形成前，評估其可能之動態穩定性。觀測水文資料若有欠缺，則參考水利署測站之頻率分析資料進行推估。
二	有關計畫書格式及經費審查部分： 1. 本計畫請以補助經費784仟元調整編列。 2. 本年度執行期限請修正為自112年2月8日至112年12月31日。(10.9個月)。薪俸、保險、退休離職儲金、主持人費、兼任研究助理，請以計畫執行期限10.9個月內編列。年終獎金亦配合計畫期程。 3. 計畫內容(五)重要工作項	1：依審查意見辦理。 2：依審查意見辦理。 3：依審查意見補充於"5.研究案例"。 4：依審查意見辦理。

項次	審查意見	回覆辦理情形
	目，請補填實施地點。 4. 「行政管理費」請按計畫經費總額(不含行政管理費)之10%以內調整計算。	
主計室：		
一	1. 「按日按件計資酬金」應低於業務費35%。 2. 「26-10雜支」額度以不超過預算總額10%為原則。	1：依審查意見辦理，修改後為34.75%。 2：依審查意見辦理，修改後為8.67%。



附錄二、期中報告書面審查意見暨回覆辦理情形

項次	審查意見	回覆辦理情形
一	本計畫已建立之無因次危險評指標，建議以所收集之案例，及溢壩發生之狀況實際資料進行比對及分級。	本計畫蒐集 9 處堰塞壩現場實際案例資料較為完整之案例進行分析並分級，成果請詳閱第三章第二節。
二	兩項評估指標應檢視其相互之獨立性，因深度及蓄水量應為相關，故二者不宜視為分項指標。	感謝委員指正，深度及蓄水量受到河道坡度、渠道形狀、壩體高度等影響而有所不同，因此兩者不盡相關，因此在本計畫中才將其視為分項指標。
三	上游流量之入流及是否達到指標，受到降雨雨型之影響，建議仍以實例降雨事件加以檢視。	感謝委員建議，後續將蒐集較為完整實例降雨事件進行測試。

項次	審查意見	回覆辦理情形
四	P3-24，建議補充說明第三章第二節之實驗設計緣由，其中最大蓄水深度及壩體最小高度皆為利用坡度來計算，故說明內提及之比值相近是否因為其為同一因子計算而導致。	感謝委員建議，本計畫為參考國內外既有堰塞壩案例資料，找出河道坡度、壩趾坡度、壩體體積之最大與最小值，作為測試組數之邊界條件。 比值相近原因為矩形渠道之壩體高度與蓄水深度為一比例關係，而非同一因子計算而導致，梯形渠道則因兩側邊坡有堆積土體之空間，因此壩體高度與蓄水深度則無比例關係。
五	建議修正文字內文，P3-24 (表3-1) 應為(表3-2)；統一表3-2及3-3之表頭，"河道坡度"或"溪床坡度"；表3-3"壩體體積"應為控制變因而	感謝委員指正，已修正於表3-2、表 3-3。

項次	審查意見	回覆辦理情形
	非理論值，建議名稱修正。	
六	建議補充第三章第三節的659組及826組之實驗設計，並說明圖3-1及3-2座標軸及數據點所代表之意義。	感謝委員建議，相關資料已補充於第三章第三節。
七	為因應機關組織改造，機關名稱修正為「農業部農村發展及水土保持署」，報告書封面及內文等請依本署最新範本格式撰寫，相關範本檔案請至本署電子圖書管理中心下載 (https://elibrary.ardswc.gov.tw/)。	已參考相關格式進行報告撰寫。

附錄三、期末報告書面審查意見暨回覆辦理情形

項次	審查意見	回覆辦理情形
一	穩定尚可到穩定性差在不同型式河道有何差異？(需要多久)	由本研究分析結果可知，矩形河道條件之最後集群中心位置之值為 0.798，梯形河道條件之最後集群中心位置之值為 0.781，矩形與梯形河道整體差異不大，表示在 0.7 以上須列為穩定性差之壩體，並需進行避難疏散。
二	對於堰塞壩的幾何計算方式，是否有現地調查時估算的建議或定義？	現地調查進行估算仍是建議以三角形進行梯形河道之計算較為符合現況條件。
三	危險程度分級除了無因次參數，是否已有納入保全對象來進行分級？	感謝委員建議，本研究危險程度分級目前無法考量保全對象，因為所面臨之挑戰

項次	審查意見	回覆辦理情形
		更為艱鉅，後續將嘗試納入保全對象相關分析進行測試。
四	是否考慮堰塞壩溢流破壞及支流土石流堵塞主流之穩定性？	感謝委員建議，因為大規模崩塌與土石流堵塞河道之條件有所差異，須分別釐清，後續將持續針對土石流堵塞主流之條件進行研究。
五	建議結合跨域整合的驗證，如衛星遙感數據，地面監測數據及水文資料來驗證計畫的可靠性。	感謝委員建議，後續將持續納入跨域整合技術，滾動精進研究內容，提升判別精準度。
六	此研究結果所建立之比例關係，是否可以作為報告書內表3-1歷史堰塞湖缺漏資料的補遺參考？	本研究結果確實可進行歷史堰塞湖缺漏資料的補遺參考，惟缺乏相關數據佐證，無法確定其誤差狀況。
七	報告書中表3-5、3-6之實驗設計	感謝委員建議，相關資料已

項 次	審查意見	回覆辦理情形
	表因篇幅較多，建議可調整至附錄。	調整至附件四與附件五。



附錄四、矩形河道 1047 組測試值

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_w}{V_{w_{max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{w_{max}}}$
1	2	24	0.000715247	0.017633144
2	2	24	0.001132692	0.018061689
3	2	24	0.001966489	0.018954453
4	2	24	0.002468266	0.019515607
5	2	24	0.003653092	0.020912326
6	2	24	0.005415162	0.023173846
7	2	24	0.007329991	0.025869017
8	2	24	0.021234401	0.049972585
9	2	24	0.000395306	0.013876917
10	2	24	0.000601987	0.014088412
11	2	24	0.001010669	0.014522059
12	2	24	0.001253341	0.014789612
13	2	24	0.001814078	0.015437886
14	2	24	0.002607998	0.016431631
15	2	24	0.003403953	0.017523113
16	2	24	0.006928368	0.023569884
17	2	24	0.000198676	0.01047702
18	2	24	0.000287969	0.010568883
19	2	24	0.000462143	0.010755231
20	2	24	0.000563906	0.010868821

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
21	2	24	0.000793677	0.011139511
22	2	24	0.001104188	0.011541521
23	2	24	0.001395076	0.011964387
24	2	24	0.002380947	0.013949919
25	2	24	0.000160519	0.00557609
26	2	24	0.000290857	0.005711607
27	2	24	0.000550888	0.005993924
28	2	24	0.000707166	0.006171377
29	2	24	0.001075499	0.006613058
30	2	24	0.001621328	0.007328214
31	2	24	0.002211493	0.008180501
32	2	24	0.006388044	0.015802719
33	2	24	8.3985E-05	0.004388267
34	2	24	0.000148694	0.004455147
35	2	24	0.00027655	0.004592278
36	2	24	0.000352403	0.004676886
37	2	24	0.000527471	0.004881888
38	2	24	0.000774786	0.005196138
39	2	24	0.001021973	0.005541295
40	2	24	0.002104082	0.007453452
41	2	24	3.92956E-05	0.003313125
42	2	24	6.73181E-05	0.003342174

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
43	2	24	0.000121945	0.003401103
44	2	24	0.000153839	0.003437023
45	2	24	0.000225782	0.003522623
46	2	24	0.000322823	0.00364975
47	2	24	0.000413488	0.003783471
48	2	24	0.000717532	0.004411352
49	2	24	4.41943E-05	0.001763314
50	2	24	8.5244E-05	0.001806169
51	2	24	0.000167109	0.001895445
52	2	24	0.000216289	0.001951561
53	2	24	0.000332132	0.002091233
54	2	24	0.000503599	0.002317385
55	2	24	0.00068869	0.002586902
56	2	24	0.00198739	0.004997258
57	2	24	2.24562E-05	0.001387692
58	2	24	4.28542E-05	0.001408841
59	2	24	8.31474E-05	0.001452206
60	2	24	0.000107046	0.001478961
61	2	24	0.000162182	0.001543789
62	2	24	0.000240015	0.001643163
63	2	24	0.000317731	0.001752311
64	2	24	0.000656683	0.002356988

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
65	2	24	1.00732E-05	0.001047702
66	2	24	1.89133E-05	0.001056888
67	2	24	3.61426E-05	0.001075523
68	2	24	4.61997E-05	0.001086882
69	2	24	6.88786E-05	0.001113951
70	2	24	9.94506E-05	0.001154152
71	2	24	0.000127989	0.001196439
72	2	24	0.000223364	0.001394992
73	2	168	0.017760883	0.123432007
74	2	168	0.021007243	0.126431821
75	2	168	0.027550611	0.132681172
76	2	168	0.031528929	0.136609249
77	2	168	0.041054518	0.146386283
78	2	168	0.055600744	0.162216925
79	2	168	0.071987475	0.181083117
80	2	168	0.212130657	0.349808095
81	2	168	0.010735211	0.097138422
82	2	168	0.012308041	0.098618882
83	2	168	0.015437074	0.101654411
84	2	168	0.01730785	0.103527287
85	2	168	0.021670613	0.108065201
86	2	168	0.027955447	0.115021417

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
87	2	168	0.034404296	0.122661791
88	2	168	0.065370259	0.164989185
89	2	168	0.00596145	0.073339143
90	2	168	0.006628158	0.073982178
91	2	168	0.007935143	0.075286615
92	2	168	0.008703129	0.076081747
93	2	168	0.010450664	0.077976579
94	2	168	0.012847826	0.08079065
95	2	168	0.015140973	0.083750711
96	2	168	0.023540744	0.097649432
97	2	168	0.002399048	0.039032628
98	2	168	0.003343841	0.039981252
99	2	168	0.005234737	0.041957471
100	2	168	0.006375267	0.043199638
101	2	168	0.00907678	0.046291407
102	2	168	0.013118756	0.051297496
103	2	168	0.017548205	0.05726351
104	2	168	0.051065291	0.110619032
105	2	168	0.001384702	0.030717866
106	2	168	0.001850273	0.031186029
107	2	168	0.002772086	0.032145947
108	2	168	0.003320271	0.032738203

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
109	2	168	0.004589505	0.034173217
110	2	168	0.006393447	0.036372966
111	2	168	0.008211474	0.038789064
112	2	168	0.016415743	0.052174161
113	2	168	0.000732141	0.023191873
114	2	168	0.000932464	0.023395219
115	2	168	0.001323628	0.023807718
116	2	168	0.00155245	0.024059161
117	2	168	0.002069969	0.024658359
118	2	168	0.002771615	0.025548247
119	2	168	0.003431957	0.0264843
120	2	168	0.005710133	0.030879462
121	2	168	0.000436902	0.012343201
122	2	168	0.000727492	0.012643182
123	2	168	0.001307616	0.013268117
124	2	168	0.001656531	0.013660925
125	2	168	0.00247975	0.014638628
126	2	168	0.003702141	0.016221692
127	2	168	0.005027606	0.018108312
128	2	168	0.014546632	0.034980809
129	2	168	0.000236874	0.009713842
130	2	168	0.00038092	0.009861888

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
131	2	168	0.000665656	0.010165441
132	2	168	0.000834667	0.010352729
133	2	168	0.001224994	0.01080652
134	2	168	0.001777101	0.011502142
135	2	168	0.002329884	0.012266179
136	2	168	0.004765499	0.016498918
137	2	168	0.00011622	0.007333914
138	2	168	0.000178517	0.007398218
139	2	168	0.000299999	0.007528662
140	2	168	0.000370955	0.007608175
141	2	168	0.000531099	0.007797658
142	2	168	0.000747339	0.008079065
143	2	168	0.000949676	0.008375071
144	2	168	0.001632292	0.009764943
145	2	720	0.285650632	0.528994317
146	2	720	0.304890497	0.541850663
147	2	720	0.344545004	0.568633593
148	2	720	0.369248614	0.58546821
149	2	720	0.430309431	0.627369786
150	2	720	0.528986013	0.695215392
151	2	720	0.6482201	0.776070503
152	2	720	0.176912002	0.416307524

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
153	2	720	0.185723739	0.42265235
154	2	720	0.203541068	0.435661761
155	2	720	0.21438552	0.443688373
156	2	720	0.240272298	0.463136575
157	2	720	0.279157346	0.492948929
158	2	720	0.321205805	0.525693389
159	2	720	0.557335923	0.707096506
160	2	720	0.100639429	0.314310614
161	2	720	0.104181106	0.317066478
162	2	720	0.111224365	0.322656923
163	2	720	0.115429883	0.326064629
164	2	720	0.125205161	0.33418534
165	2	720	0.139151902	0.346245642
166	2	720	0.153200643	0.358931618
167	2	720	0.213820783	0.418497565
168	2	720	0.031234891	0.167282691
169	2	720	0.035816693	0.171348225
170	2	720	0.045081685	0.179817731
171	2	720	0.050735038	0.185141304
172	2	720	0.064336635	0.198391746
173	2	720	0.085292952	0.21984641
174	2	720	0.109176828	0.245415041

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
175	2	720	0.323155997	0.474081567
176	2	720	0.019024831	0.131647998
177	2	720	0.021227239	0.133654408
178	2	720	0.025618587	0.137768345
179	2	720	0.028250633	0.140306583
180	2	720	0.03440913	0.146456644
181	2	720	0.043335315	0.155884138
182	2	720	0.052567914	0.166238846
183	2	720	0.098070952	0.223603548
184	2	720	0.010646782	0.099393743
185	2	720	0.011573745	0.100265224
186	2	720	0.013394352	0.102033078
187	2	720	0.014466431	0.103110689
188	2	720	0.016912954	0.105678683
189	2	720	0.020287329	0.109492486
190	2	720	0.023539464	0.113504144
191	2	720	0.035765188	0.13234055
192	2	720	0.003967763	0.052899432
193	2	720	0.005266418	0.054185066
194	2	720	0.007868779	0.056863359
195	2	720	0.009440665	0.058546821
196	2	720	0.013171115	0.062736979

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
197	2	720	0.018773288	0.069521539
198	2	720	0.024943908	0.07760705
199	2	720	0.072773182	0.149917755
200	2	720	0.002324214	0.041630752
201	2	720	0.002962266	0.042265235
202	2	720	0.004226633	0.043566176
203	2	720	0.004979232	0.044368837
204	2	720	0.006723958	0.046313657
205	2	720	0.009209631	0.049294893
206	2	720	0.011722806	0.052569339
207	2	720	0.023195344	0.070709651
208	2	720	0.001248988	0.031431061
209	2	720	0.001522818	0.031706648
210	2	720	0.002057878	0.032265692
211	2	720	0.002371117	0.032606463
212	2	720	0.003080306	0.033418534
213	2	720	0.00404378	0.034624564
214	2	720	0.004953149	0.035893162
215	2	720	0.008124858	0.041849757
216	2	4380	1.03516487	1.01763637
217	2	4380	1.08452361	1.042368366
218	2	4380	1.187720806	1.093891197

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{max}}}$
219	2	4380	1.252983253	1.126276267
220	2	4380	1.417351988	1.20688312
221	2	4380	0.643737388	0.800858656
222	2	4380	0.665488932	0.813064318
223	2	4380	0.709979419	0.838090768
224	2	4380	0.737393126	0.853531713
225	2	4380	0.803855149	0.890944587
226	2	4380	0.906356803	0.948295176
227	2	4380	1.020646865	1.011286313
228	2	4380	0.367645962	0.604645272
229	2	4380	0.376045353	0.60994678
230	2	4380	0.392936625	0.620701224
231	2	4380	0.403145663	0.627256693
232	2	4380	0.427248667	0.642878657
233	2	4380	0.462591973	0.666079289
234	2	4380	0.49940114	0.690483541
235	2	4380	0.673083939	0.80507168
236	2	4380	0.108652485	0.321804876
237	2	4380	0.118701249	0.32962582
238	2	4380	0.139215797	0.345918769
239	2	4380	0.151865224	0.356159828
240	2	4380	0.182721362	0.381649953

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
241	2	4380	0.231457272	0.422922697
242	2	4380	0.288761542	0.472109556
243	2	4380	0.863418244	0.911999676
244	2	4380	0.06693927	0.253253744
245	2	4380	0.071656108	0.257113513
246	2	4380	0.081125322	0.265027571
247	2	4380	0.086843842	0.269910427
248	2	4380	0.100357372	0.281741416
249	2	4380	0.120298619	0.299877265
250	2	4380	0.141399608	0.319796811
251	2	4380	0.252905025	0.430150374
252	2	4380	0.037885815	0.191205624
253	2	4380	0.039827651	0.192882108
254	2	4380	0.043664189	0.196282961
255	2	4380	0.045938448	0.198355983
256	2	4380	0.051174683	0.203296082
257	2	4380	0.0585174	0.210632766
258	2	4380	0.065751929	0.218350068
259	2	4380	0.094977455	0.254586019
260	2	8760	1.460213129	1.209290545
261	2	8760	1.48361869	1.219893561
262	2	8760	0.419587399	0.643609752

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{max}}}$
263	2	8760	0.444827505	0.659251639
264	2	8760	0.497066327	0.691837539
265	2	8760	0.52975403	0.712319656
266	2	8760	0.611002946	0.763299906
267	2	8760	0.743553112	0.845845394
268	2	8760	0.905471242	0.944219112
269	2	8760	0.260253028	0.506507487
270	2	8760	0.271686081	0.514227026
271	2	8760	0.294879201	0.530055143
272	2	8760	0.309045267	0.539820854
273	2	8760	0.343012793	0.563482833
274	2	8760	0.394431846	0.59975453
275	2	8760	0.45054573	0.639593623
276	2	8760	0.773396971	0.860300749
277	2	8760	0.14826375	0.382411247
278	2	8760	0.1528081	0.385764216
279	2	8760	0.161873182	0.392565923
280	2	8760	0.167304216	0.396711965
281	2	8760	0.179983436	0.406592163
282	2	8760	0.198214963	0.421265531
283	2	8760	0.216758938	0.436700135
284	2	8760	0.298979183	0.509172038

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
285	10	24	0.001408463	0.02786152
286	10	24	0.002075129	0.028538649
287	10	24	0.003408007	0.029949275
288	10	24	0.004211015	0.030835935
289	10	24	0.006109998	0.033042842
290	10	24	0.00894245	0.036616192
291	10	24	0.012033099	0.040874737
292	10	24	0.034937243	0.07895995
293	10	24	0.000798492	0.021926437
294	10	24	0.001127813	0.022260611
295	10	24	0.00177941	0.022945802
296	10	24	0.002166604	0.023368554
297	10	24	0.003062154	0.024392869
298	10	24	0.004332473	0.025963051
299	10	24	0.005609276	0.027687664
300	10	24	0.011315455	0.037241956
301	10	24	0.000413665	0.016554377
302	10	24	0.000555663	0.016699525
303	10	24	0.000832785	0.016993968
304	10	24	0.000994792	0.017173448
305	10	24	0.001360881	0.017601156
306	10	24	0.001856388	0.018236358

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
307	10	24	0.002321617	0.018904514
308	10	24	0.003912062	0.022041784
309	10	24	0.000281463	0.008810586
310	10	24	0.000488114	0.009024713
311	10	24	0.000900522	0.009470792
312	10	24	0.001148468	0.009751179
313	10	24	0.001733146	0.010449064
314	10	24	0.002600418	0.011579057
315	10	24	0.003539427	0.012925727
316	10	24	0.010232077	0.024969329
317	10	24	0.00015009	0.006933748
318	10	24	0.00025261	0.007039423
319	10	24	0.000455215	0.0072561
320	10	24	0.000575445	0.007389786
321	10	24	0.000853018	0.007713702
322	10	24	0.001245379	0.008210238
323	10	24	0.001637865	0.008755608
324	10	24	0.003361405	0.011776941
325	10	24	7.2064E-05	0.005234954
326	10	24	0.000116432	0.005280854
327	10	24	0.000202938	0.005373964
328	10	24	0.000253453	0.005430721

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
329	10	24	0.000367433	0.005565974
330	10	24	0.000521252	0.005766843
331	10	24	0.000665068	0.005978132
332	10	24	0.001148748	0.006970224
333	10	24	7.26132E-05	0.002786152
334	10	24	0.000137545	0.002853865
335	10	24	0.000267052	0.002994927
336	10	24	0.00034486	0.003083593
337	10	24	0.000528168	0.003304284
338	10	24	0.000799581	0.003661619
339	10	24	0.001092688	0.004087474
340	10	24	0.003154062	0.007895995
341	10	24	3.72211E-05	0.002192644
342	10	24	6.94787E-05	0.002226061
343	10	24	0.000133203	0.00229458
344	10	24	0.000171002	0.002336855
345	10	24	0.000258216	0.002439287
346	10	24	0.000381356	0.002596305
347	10	24	0.000504344	0.002768766
348	10	24	0.001041284	0.003724196
349	10	24	1.69138E-05	0.001655438
350	10	24	3.08907E-05	0.001669953

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{max}}}$
351	10	24	5.81333E-05	0.001699397
352	10	24	7.40363E-05	0.001717345
353	10	24	0.000109901	0.001760116
354	10	24	0.000158255	0.001823636
355	10	24	0.000203404	0.001890451
356	10	24	0.000354431	0.002204178
357	10	168	0.04170135	0.195030639
358	10	168	0.047177526	0.199770541
359	10	168	0.058272241	0.209644923
360	10	168	0.065056404	0.215851542
361	10	168	0.081424628	0.231299895
362	10	168	0.106773618	0.256313344
363	10	168	0.135855362	0.286123161
364	10	168	0.403069872	0.552719653
365	10	168	0.025482573	0.153485056
366	10	168	0.028102546	0.155824279
367	10	168	0.033333477	0.160620613
368	10	168	0.036473418	0.16357988
369	10	168	0.043834799	0.17075008
370	10	168	0.054543048	0.181741356
371	10	168	0.0656706	0.193813646
372	10	168	0.121330141	0.260693695

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
373	10	168	0.01430694	0.11588064
374	10	168	0.015404926	0.116896677
375	10	168	0.017563896	0.118957773
376	10	168	0.018836865	0.120214133
377	10	168	0.021746864	0.123208092
378	10	168	0.025773616	0.127654507
379	10	168	0.029671671	0.132331597
380	10	168	0.044546391	0.154292485
381	10	168	0.005154452	0.061674103
382	10	168	0.006681958	0.063172992
383	10	168	0.009745275	0.066295546
384	10	168	0.011597203	0.068258251
385	10	168	0.015997486	0.073143449
386	10	168	0.022620573	0.081053396
387	10	168	0.029938356	0.090480088
388	10	168	0.087475455	0.174785301
389	10	168	0.003039943	0.048536236
390	10	168	0.003789055	0.049275964
391	10	168	0.005274266	0.050792698
392	10	168	0.006158833	0.0517285
393	10	168	0.008211099	0.053995916
394	10	168	0.011139225	0.057471663

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{max}}}$
395	10	168	0.014105622	0.061289256
396	10	168	0.027742033	0.082438585
397	10	168	0.001645576	0.036644676
398	10	168	0.001966554	0.036965975
399	10	168	0.002594004	0.037617751
400	10	168	0.002961507	0.038015047
401	10	168	0.003794099	0.03896182
402	10	168	0.004926654	0.0403679
403	10	168	0.005997511	0.041846925
404	10	168	0.009757432	0.048791568
405	10	168	0.000826714	0.019503064
406	10	168	0.001289332	0.019977054
407	10	168	0.002213524	0.020964492
408	10	168	0.002769814	0.021585154
409	10	168	0.004083725	0.02312999
410	10	168	0.006038832	0.025631334
411	10	168	0.008165051	0.028612316
412	10	168	0.023663525	0.055271965
413	10	168	0.000459479	0.015348506
414	10	168	0.00068843	0.015582428
415	10	168	0.001141199	0.016062061
416	10	168	0.001410087	0.016357988

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
417	10	168	0.002031509	0.017075008
418	10	168	0.002911652	0.018174136
419	10	168	0.003794465	0.019381365
420	10	168	0.007710209	0.02606937
421	10	168	0.000232509	0.011588064
422	10	168	0.000331388	0.011689668
423	10	168	0.000524277	0.011895777
424	10	168	0.000636987	0.012021413
425	10	168	0.000891513	0.012320809
426	10	168	0.001235577	0.012765451
427	10	168	0.00155803	0.01323316
428	10	168	0.002652633	0.015429248
429	10	720	0.701840434	0.835845595
430	10	720	0.738608921	0.856159462
431	10	720	0.815147051	0.898478243
432	10	720	0.86333025	0.925078038
433	10	720	0.984003271	0.991285266
434	10	720	1.183357525	1.098485759
435	10	720	1.43034038	1.226242118
436	10	720	0.436026699	0.657793097
437	10	720	0.45242572	0.667818337
438	10	720	0.485847007	0.688374057

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
439	10	720	0.506361403	0.701056628
440	10	720	0.555858837	0.731786058
441	10	720	0.6315859	0.778891526
442	10	720	0.715252838	0.830629913
443	10	720	1.211989902	1.117258694
444	10	720	0.248786532	0.496631314
445	10	720	0.255200755	0.500985759
446	10	720	0.268053336	0.509819027
447	10	720	0.275791182	0.515203425
448	10	720	0.29396946	0.528034679
449	10	720	0.320397478	0.547090745
450	10	720	0.347641527	0.567135416
451	10	720	0.472859577	0.661253506
452	10	720	0.074402545	0.264317585
453	10	720	0.082278916	0.270741394
454	10	720	0.098306351	0.284123768
455	10	720	0.108154007	0.292535361
456	10	720	0.132064714	0.313471925
457	10	720	0.169520944	0.347371698
458	10	720	0.21311755	0.387771806
459	10	720	0.635302725	0.749079862
460	10	720	0.045709894	0.208012442

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
461	10	720	0.049437433	0.211182701
462	10	720	0.056902923	0.21768299
463	10	720	0.061399673	0.221693571
464	10	720	0.071989964	0.23141107
465	10	720	0.087522535	0.246307127
466	10	720	0.103833406	0.262668242
467	10	720	0.188094786	0.353308221
468	10	720	0.025799577	0.157048611
469	10	720	0.027346053	0.158425607
470	10	720	0.030395108	0.161218932
471	10	720	0.032198349	0.162921628
472	10	720	0.036337285	0.166979227
473	10	720	0.042108143	0.173005284
474	10	720	0.047751342	0.179343966
475	10	720	0.070012212	0.209106719
476	10	720	0.008774262	0.083584559
477	10	720	0.010889905	0.085615946
478	10	720	0.01514062	0.089847824
479	10	720	0.017715801	0.092507804
480	10	720	0.023852085	0.099128527
481	10	720	0.033138273	0.109848576
482	10	720	0.043474107	0.122624212

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
483	10	720	0.127455897	0.236879851
484	10	720	0.005237352	0.065777931
485	10	720	0.006270275	0.066781834
486	10	720	0.008320745	0.068837406
487	10	720	0.009543695	0.070105663
488	10	720	0.012386422	0.073178606
489	10	720	0.01645681	0.077889153
490	10	720	0.020600066	0.083062991
491	10	720	0.039963787	0.111725869
492	10	720	0.002871179	0.049663131
493	10	720	0.00331203	0.050098576
494	10	720	0.004174697	0.050981903
495	10	720	0.004680564	0.051520343
496	10	720	0.005828456	0.052803468
497	10	720	0.00739472	0.054709075
498	10	720	0.008882044	0.056713542
499	10	720	0.014187894	0.066125351
500	10	4380	0.913114717	0.95537905
501	10	4380	0.929413997	0.963755779
502	10	4380	0.962482464	0.980748502
503	10	4380	0.982657721	0.991106572
504	10	4380	1.030854934	1.015790296

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
505	10	4380	1.10295036	1.052448812
506	10	4380	1.179785401	1.091009124
507	10	4380	0.264378116	0.508472737
508	10	4380	0.282612512	0.520830339
509	10	4380	0.320163926	0.546574265
510	10	4380	0.34353694	0.562755806
511	10	4380	0.401244722	0.60303187
512	10	4380	0.49432602	0.668245503
513	10	4380	0.606551106	0.745963955
514	10	4380	0.163682133	0.400157468
515	10	4380	0.1720513	0.406256155
516	10	4380	0.188963078	0.418760885
517	10	4380	0.199249345	0.426476115
518	10	4380	0.223782218	0.445169852
519	10	4380	0.260577558	0.473825678
520	10	4380	0.300293916	0.505299864
521	10	4380	0.522233685	0.679665706
522	10	4380	0.09308307	0.302117383
523	10	4380	0.096454068	0.304766337
524	10	4380	0.103153964	0.310139908
525	10	4380	0.107151873	0.313415417
526	10	4380	0.116436755	0.321221096

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{max}}}$
527	10	4380	0.129663798	0.332813537
528	10	4380	0.142962241	0.345007378
529	10	4380	0.200033204	0.402262549
530	10	8760	1.033775869	1.016945474
531	10	8760	1.083083653	1.041660679
532	10	8760	1.18617276	1.093148529
533	10	8760	1.251365833	1.125511613
534	10	8760	1.4155567	1.20606374
535	10	8760	0.642871639	0.800314935
536	10	8760	0.664601633	0.81251231
537	10	8760	0.709047481	0.83752177
538	10	8760	0.736433319	0.852952231
539	10	8760	0.802826675	0.890339704
540	10	8760	0.905219603	0.947651357
541	10	8760	1.019384877	1.010599728
542	10	8760	0.367150443	0.604234765
543	10	8760	0.37554189	0.609532674
544	10	8760	0.392416973	0.620279816
545	10	8760	0.402616086	0.626830834
546	10	8760	0.426695239	0.642442192
547	10	8760	0.46200252	0.665627073
548	10	8760	0.498772874	0.690014756

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
549	10	8760	0.672257123	0.804525099
550	25	24	0.001951027	0.034315481
551	25	24	0.002777621	0.035149463
552	25	24	0.004431239	0.036886852
553	25	24	0.00542816	0.037978902
554	25	24	0.007787922	0.040697027
555	25	24	0.011314005	0.045098123
556	25	24	0.015171174	0.050343136
557	25	24	0.044106998	0.09725057
558	25	24	0.001118591	0.02700557
559	25	24	0.001526335	0.027417154
560	25	24	0.00233342	0.028261065
561	25	24	0.002813223	0.028781746
562	25	24	0.003923644	0.030043337
563	25	24	0.005500561	0.031977243
564	25	24	0.007088005	0.034101352
565	25	24	0.014222747	0.045868842
566	25	24	0.000587005	0.020389104
567	25	24	0.000762602	0.020567875
568	25	24	0.001105405	0.020930523
569	25	24	0.001305884	0.021151578
570	25	24	0.001759135	0.021678363

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{max}}}$
571	25	24	0.002373215	0.022460706
572	25	24	0.00295057	0.023283636
573	25	24	0.004934849	0.027147636
574	25	24	0.000368292	0.010851508
575	25	24	0.000623362	0.011115236
576	25	24	0.001132502	0.011664647
577	25	24	0.001438672	0.012009983
578	25	24	0.002160877	0.01286953
579	25	24	0.003232799	0.014261279
580	25	24	0.004394383	0.015919897
581	25	24	0.012709953	0.03075333
582	25	24	0.000198371	0.008539911
583	25	24	0.000324853	0.008670065
584	25	24	0.000574845	0.008936934
585	25	24	0.000723217	0.009101587
586	25	24	0.001065831	0.009500537
587	25	24	0.001550313	0.010112092
588	25	24	0.002035204	0.010783794
589	25	24	0.004168669	0.014505001
590	25	24	9.65088E-05	0.006447601
591	25	24	0.000151225	0.006504133
592	25	24	0.000257918	0.006618812

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
593	25	24	0.00032023	0.006688716
594	25	24	0.000460848	0.0068553
595	25	24	0.000650678	0.007102699
596	25	24	0.000828244	0.007362932
597	25	24	0.001426507	0.008584836
598	25	24	9.15967E-05	0.003431548
599	25	24	0.000171625	0.003514946
600	25	24	0.000331251	0.003688685
601	25	24	0.000427162	0.00379789
602	25	24	0.000653141	0.004069703
603	25	24	0.0009878	0.004509812
604	25	24	0.001349309	0.005034314
605	25	24	0.00389545	0.009725057
606	25	24	4.71945E-05	0.002700557
607	25	24	8.69458E-05	0.002741715
608	25	24	0.000165477	0.002826107
609	25	24	0.000212061	0.002878175
610	25	24	0.000319552	0.003004334
611	25	24	0.00047134	0.003197724
612	25	24	0.000622966	0.003410135
613	25	24	0.001285353	0.004586884
614	25	24	2.16069E-05	0.00203891

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{max}}}$
615	25	24	3.88286E-05	0.002056787
616	25	24	7.23967E-05	0.002093052
617	25	24	9.19929E-05	0.002115158
618	25	24	0.000136189	0.002167836
619	25	24	0.000195782	0.002246071
620	25	24	0.000251433	0.002328364
621	25	24	0.000437698	0.002714764
622	25	168	0.061959998	0.240208367
623	25	168	0.068974149	0.24604624
624	25	168	0.083226235	0.258207967
625	25	168	0.091969054	0.265852313
626	25	168	0.113152524	0.284879189
627	25	168	0.146211424	0.315686859
628	25	168	0.184508615	0.352401949
629	25	168	0.549199086	0.680753989
630	25	168	0.03800697	0.189038988
631	25	168	0.041338603	0.191920078
632	25	168	0.048004177	0.197827457
633	25	168	0.052014458	0.20147222
634	25	168	0.061444712	0.210303356
635	25	168	0.075237934	0.223840698
636	25	168	0.089672046	0.238709465

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
637	25	168	0.163456028	0.321081894
638	25	168	0.021419351	0.142723725
639	25	168	0.022806295	0.143975122
640	25	168	0.025538314	0.146513658
641	25	168	0.027152399	0.148061046
642	25	168	0.030852107	0.151748539
643	25	168	0.035997434	0.157224941
644	25	168	0.04101196	0.162985452
645	25	168	0.060577732	0.190033453
646	25	168	0.007408328	0.075960555
647	25	168	0.009316617	0.077806653
648	25	168	0.013148268	0.081652528
649	25	168	0.015467899	0.084069883
650	25	168	0.020989847	0.090086709
651	25	168	0.02933093	0.09982895
652	25	168	0.038591718	0.111439281
653	25	168	0.113014681	0.215273313
654	25	168	0.004406279	0.059779377
655	25	168	0.005339395	0.060690458
656	25	168	0.007190939	0.062558535
657	25	168	0.008294709	0.06371111
658	25	168	0.010858736	0.066503761

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{max}}}$
659	25	168	0.014525593	0.070784644
660	25	168	0.018252031	0.075486561
661	25	168	0.035570362	0.10153501
662	25	168	0.002406594	0.045133205
663	25	168	0.002805386	0.045528931
664	25	168	0.003585474	0.046331687
665	25	168	0.004042731	0.046821014
666	25	168	0.005079751	0.047987101
667	25	168	0.006493236	0.049718892
668	25	168	0.007833502	0.051540525
669	25	168	0.012588927	0.060093854
670	25	168	0.001124205	0.024020837
671	25	168	0.001696681	0.024604624
672	25	168	0.00284083	0.025820797
673	25	168	0.003529852	0.026585231
674	25	168	0.00515836	0.028487919
675	25	168	0.007584736	0.031568686
676	25	168	0.01022827	0.035240195
677	25	168	0.029672648	0.068075399
678	25	168	0.00063213	0.018903899
679	25	168	0.000915163	0.019192008
680	25	168	0.001475043	0.019782746

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
681	25	168	0.001807647	0.020147222
682	25	168	0.002576655	0.021030336
683	25	168	0.003666723	0.02238407
684	25	168	0.004761323	0.023870947
685	25	168	0.009636439	0.032108189
686	25	168	0.000324352	0.014272373
687	25	168	0.000446481	0.014397512
688	25	168	0.000684781	0.014651366
689	25	168	0.000824063	0.014806105
690	25	168	0.001138704	0.015174854
691	25	168	0.001564326	0.015722494
692	25	168	0.001963609	0.016298545
693	25	168	0.003324225	0.019003345
694	25	720	1.059089017	1.02946443
695	25	720	1.109323794	1.054483887
696	25	720	1.214379488	1.106605572
697	25	720	1.280834881	1.139367056
698	25	720	1.448262661	1.220910808
699	25	720	0.658649255	0.810167093
700	25	720	0.680771163	0.822514622
701	25	720	0.726028903	0.847831957
702	25	720	0.753921684	0.863452372

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{max}}}$
703	25	720	0.821564236	0.901300099
704	25	720	0.925935517	0.959317278
705	25	720	1.042371873	1.023040565
706	25	720	0.376181009	0.611673107
707	25	720	0.384716869	0.617036235
708	25	720	0.401886307	0.627915678
709	25	720	0.412265889	0.634547342
710	25	720	0.43677878	0.650350881
711	25	720	0.472741361	0.673821176
712	25	720	0.510217932	0.69850908
713	25	720	0.687316869	0.814429085
714	25	720	0.1111104595	0.325545237
715	25	720	0.121300391	0.333457084
716	25	720	0.142119283	0.349939408
717	25	720	0.154959176	0.360299499
718	25	720	0.186288814	0.386085897
719	25	720	0.235797414	0.427838358
720	25	720	0.294045873	0.477596919
721	25	720	0.879373797	0.922599913
722	25	720	0.068460276	0.25619733
723	25	720	0.073243692	0.260101961
724	25	720	0.082847981	0.268108006

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
725	25	720	0.088649012	0.273047615
726	25	720	0.102360415	0.285016117
727	25	720	0.122601265	0.30336276
728	25	720	0.144029301	0.323513833
729	25	720	0.257417723	0.435150043
730	25	720	0.038752351	0.19342802
731	25	720	0.040720642	0.19512399
732	25	720	0.044609956	0.198564372
733	25	720	0.046915838	0.200661488
734	25	720	0.052225907	0.205659006
735	25	720	0.059674817	0.213080965
736	25	720	0.06701739	0.220887966
737	25	720	0.096722347	0.25754509
738	25	720	0.012753482	0.102946443
739	25	720	0.015408692	0.105448389
740	25	720	0.020751941	0.110660557
741	25	720	0.023994756	0.113936706
742	25	720	0.03174049	0.122091081
743	25	720	0.043515356	0.135294368
744	25	720	0.056700721	0.151029407
745	25	720	0.166671008	0.291751709
746	25	720	0.007666749	0.081016709

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
747	25	720	0.008958184	0.082251462
748	25	720	0.01152458	0.084783196
749	25	720	0.013057083	0.086345237
750	25	720	0.016625104	0.09013001
751	25	720	0.021749399	0.095931728
752	25	720	0.026986301	0.102304057
753	25	720	0.051796355	0.137606526
754	25	720	0.004233917	0.061167311
755	25	720	0.004783246	0.061703624
756	25	720	0.005859141	0.062791568
757	25	720	0.006490682	0.063454734
758	25	720	0.007925715	0.065035088
759	25	720	0.009888921	0.067382118
760	25	720	0.011759991	0.069850908
761	25	720	0.018523659	0.081442909
762	25	4380	1.382809616	1.176687123
763	25	4380	1.405237502	1.187004274
764	25	4380	1.450923649	1.207933264
765	25	4380	1.478915426	1.220690721
766	25	4380	0.397661679	0.626257528
767	25	4380	0.421951472	0.641477698
768	25	4380	0.472193745	0.673185056

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
769	25	4380	0.503612485	0.693114959
770	25	4380	0.581645822	0.742720742
771	25	4380	0.708781848	0.823040739
772	25	4380	0.863852309	0.918762224
773	25	4380	0.246605811	0.492851648
774	25	4380	0.257625716	0.500363062
775	25	4380	0.279970298	0.51576444
776	25	4380	0.293611249	0.52526686
777	25	4380	0.326298833	0.548290893
778	25	4380	0.375726291	0.583584677
779	25	4380	0.429597373	0.622349677
780	25	4380	0.738505884	0.837106366
781	25	4380	0.140462941	0.37210114
782	25	4380	0.144850108	0.37536371
783	25	4380	0.153597752	0.381982037
784	25	4380	0.158836058	0.3860163
785	25	4380	0.171057653	0.395630119
786	25	4380	0.188611588	0.409907882
787	25	4380	0.206441801	0.424926357
788	25	4380	0.285198206	0.49544436
789	25	8760	0.97181977	0.985703296
790	25	8760	1.001431665	1.000726123

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{max}}}$
791	25	8760	1.06223429	1.031528881
792	25	8760	1.099851615	1.05053372
793	25	8760	1.191511863	1.096581787
794	25	8760	1.334058278	1.167169355
795	25	8760	1.494487911	1.244699354
796	25	8760	0.555469582	0.744202281
797	25	8760	0.566746049	0.750727419
798	25	8760	0.589513171	0.763964075
799	25	8760	0.603332065	0.772032599
800	25	8760	0.63613271	0.791260239
801	25	8760	0.684670412	0.819815764
802	25	8760	0.735763454	0.849852714
803	25	8760	0.983295458	0.99088872
804	50	24	0.002457571	0.039616949
805	50	24	0.003417082	0.040579775
806	50	24	0.005337538	0.042585577
807	50	24	0.006495968	0.043846339
808	50	24	0.009240106	0.046984393
809	50	24	0.013346511	0.052065423
810	50	24	0.017847557	0.058120748
811	50	24	0.051942288	0.112275007
812	50	24	0.001419555	0.031177715

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
813	50	24	0.001892319	0.031652886
814	50	24	0.002828408	0.032627174
815	50	24	0.003385104	0.033228296
816	50	24	0.004674114	0.034684792
817	50	24	0.006506351	0.036917472
818	50	24	0.008353149	0.039369739
819	50	24	0.016691396	0.052955212
820	50	24	0.000751203	0.023539057
821	50	24	0.000954599	0.023745447
822	50	24	0.001351774	0.024164121
823	50	24	0.00158412	0.024419328
824	50	24	0.002109633	0.025027497
825	50	24	0.00282218	0.025930706
826	50	24	0.003492863	0.026880772
827	50	24	0.0058078	0.031341729
828	50	24	0.000445703	0.012527979
829	50	24	0.000740701	0.012832451
830	50	24	0.001329635	0.013466742
831	50	24	0.001683856	0.01386543
832	50	24	0.002519617	0.01485777
833	50	24	0.003760699	0.016464532
834	50	24	0.005106535	0.018379394

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{max}}}$
835	50	24	0.01477565	0.035504475
836	50	24	0.000241833	0.009859259
837	50	24	0.000388058	0.010009521
838	50	24	0.000677103	0.010317618
839	50	24	0.000848674	0.01050771
840	50	24	0.001244923	0.010968294
841	50	24	0.001805424	0.01167433
842	50	24	0.002366638	0.012449805
843	50	24	0.00483983	0.016745908
844	50	24	0.00011877	0.007443704
845	50	24	0.000182007	0.00750897
846	50	24	0.000305324	0.007641366
847	50	24	0.000377352	0.00772207
848	50	24	0.000539918	0.007914389
849	50	24	0.000759434	0.008200009
850	50	24	0.000964846	0.008500446
851	50	24	0.001657946	0.009911125
852	50	24	0.000107799	0.003961695
853	50	24	0.000200243	0.004057977
854	50	24	0.000384643	0.004258558
855	50	24	0.000495447	0.004384634
856	50	24	0.000756537	0.004698439

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
857	50	24	0.001143253	0.005206542
858	50	24	0.001561093	0.005812075
859	50	24	0.004507477	0.011227501
860	50	24	5.57671E-05	0.003117771
861	50	24	0.00010168	0.003165289
862	50	24	0.000192387	0.003262717
863	50	24	0.000246195	0.00332283
864	50	24	0.000370363	0.003468479
865	50	24	0.000545719	0.003691747
866	50	24	0.00072091	0.003936974
867	50	24	0.001486643	0.005295521
868	50	24	2.56801E-05	0.002353906
869	50	24	4.55691E-05	0.002374545
870	50	24	8.43373E-05	0.002416412
871	50	24	0.00010697	0.002441933
872	50	24	0.000158016	0.00250275
873	50	24	0.000226852	0.002593071
874	50	24	0.000291142	0.002688077
875	50	24	0.000506425	0.003134173
876	50	168	0.081583484	0.277318644
877	50	168	0.089936793	0.284058422
878	50	168	0.106947709	0.298099038

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
879	50	168	0.117408368	0.306924375
880	50	168	0.142835265	0.328890751
881	50	168	0.1827445	0.36445796
882	50	168	0.229309057	0.406845239
883	50	168	0.684080371	0.78592505
884	50	168	0.050158133	0.218244004
885	50	168	0.054103824	0.2215702
886	50	168	0.062010587	0.228390221
887	50	168	0.066776026	0.232598071
888	50	168	0.078008041	0.242793547
889	50	168	0.094505443	0.258422301
890	50	168	0.111860776	0.275588174
891	50	168	0.202004739	0.370686485
892	50	168	0.028330512	0.164773402
893	50	168	0.029964556	0.166218129
894	50	168	0.033187817	0.16914885
895	50	168	0.035095117	0.170935297
896	50	168	0.039476051	0.175192478
897	50	168	0.045592491	0.18151494
898	50	168	0.051584198	0.188165404
899	50	168	0.075353788	0.219392106
900	50	168	0.009557972	0.087695855

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
901	50	168	0.011786629	0.08982716
902	50	168	0.016265939	0.094267193
903	50	168	0.018980649	0.097058009
904	50	168	0.025452769	0.104004387
905	50	168	0.035256783	0.115251727
906	50	168	0.046183363	0.128655761
907	50	168	0.135477988	0.248531323
908	50	168	0.005714953	0.069014814
909	50	168	0.006802162	0.070066649
910	50	168	0.008960896	0.072223329
911	50	168	0.010248751	0.073553968
912	50	168	0.013243385	0.076778061
913	50	168	0.017534066	0.081720307
914	50	168	0.021905336	0.087148632
915	50	168	0.042395305	0.117221359
916	50	168	0.003138597	0.052105925
917	50	168	0.003602282	0.052562788
918	50	168	0.004509805	0.053489563
919	50	168	0.00504209	0.054054487
920	50	168	0.006250286	0.055400726
921	50	168	0.007899763	0.057400064
922	50	168	0.009467337	0.059503125

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
923	50	168	0.015075544	0.069377876
924	50	168	0.001398397	0.027731864
925	50	168	0.002061871	0.028405842
926	50	168	0.003388352	0.029809904
927	50	168	0.004187495	0.030692437
928	50	168	0.006077301	0.032889075
929	50	168	0.008895963	0.036445796
930	50	168	0.011971409	0.040684524
931	50	168	0.03475718	0.078592505
932	50	168	0.000792583	0.0218244
933	50	168	0.001120336	0.02215702
934	50	168	0.001768827	0.022839022
935	50	168	0.002154171	0.023259807
936	50	168	0.003045434	0.024279355
937	50	168	0.004309641	0.02584223
938	50	168	0.005580261	0.027558817
939	50	168	0.011258152	0.037068649
940	50	168	0.000410482	0.01647734
941	50	168	0.000551808	0.016621813
942	50	168	0.000827615	0.016914885
943	50	168	0.000988853	0.01709353
944	50	168	0.0013532	0.017519248

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
945	50	168	0.001846339	0.018151494
946	50	168	0.002309333	0.01881654
947	50	168	0.003891964	0.021939211
948	50	720	1.407322965	1.188508473
949	50	720	1.47001199	1.217393237
950	50	720	0.87574104	0.935331447
951	50	720	0.903105339	0.94958657
952	50	720	0.959238086	0.978815231
953	50	720	0.993930724	0.996848877
954	50	720	1.078357729	1.040543775
955	50	720	1.209382386	1.107524145
956	50	720	1.356503938	1.181092172
957	50	720	0.500457938	0.706171723
958	50	720	0.510915488	0.712363412
959	50	720	0.532007881	0.724923642
960	50	720	0.544796455	0.732579845
961	50	720	0.575110384	0.750824905
962	50	720	0.619865239	0.777921173
963	50	720	0.666850617	0.806423161
964	50	720	0.893002891	0.940251882
965	50	720	0.146730683	0.375839379
966	50	720	0.158970985	0.384973544

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{max}}}$
967	50	720	0.184029287	0.404002255
968	50	720	0.199527184	0.415962897
969	50	720	0.237480014	0.445733089
970	50	720	0.297838724	0.493935971
971	50	720	0.369403817	0.551381833
972	50	720	1.107129964	1.065134241
973	50	720	0.090570415	0.295777774
974	50	720	0.096275305	0.30028564
975	50	720	0.107751684	0.309528554
976	50	720	0.114697993	0.315231293
977	50	720	0.13116112	0.329048833
978	50	720	0.155581904	0.350229886
979	50	720	0.181590072	0.373494139
980	50	720	0.32160804	0.502377253
981	50	720	0.051355277	0.223311107
982	50	720	0.053687949	0.22526909
983	50	720	0.058305173	0.229240984
984	50	720	0.061047838	0.231662088
985	50	720	0.06737967	0.237431682
986	50	720	0.076303011	0.246000275
987	50	720	0.085151851	0.255013395
988	50	720	0.121615283	0.297333752

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
989	50	720	0.016569925	0.118850847
990	50	720	0.019682277	0.121739324
991	50	720	0.025953321	0.127756731
992	50	720	0.02976456	0.131539018
993	50	720	0.038885249	0.140953179
994	50	720	0.05279938	0.156196269
995	50	720	0.068453551	0.174362245
996	50	720	0.201610343	0.336825021
997	50	720	0.010004558	0.093533145
998	50	720	0.011513757	0.094958657
999	50	720	0.014515471	0.097881523
1000	50	720	0.01630964	0.099684888
1001	50	720	0.020492234	0.104054377
1002	50	720	0.026513479	0.110752415
1003	50	720	0.032686409	0.118109217
1004	50	720	0.062240611	0.158865636
1005	50	720	0.005549623	0.070617172
1006	50	720	0.006189849	0.071236341
1007	50	720	0.007444665	0.072492364
1008	50	720	0.008181828	0.073257984
1009	50	720	0.009858702	0.07508249
1010	50	720	0.012157572	0.077792117

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{max}}}$
1011	50	720	0.014354897	0.080642316
1012	50	720	0.022380427	0.094025188
1013	50	4380	0.52741692	0.723009321
1014	50	4380	0.557196167	0.740580886
1015	50	4380	0.618986489	0.777186778
1016	50	4380	0.657754713	0.800195692
1017	50	4380	0.754441961	0.857465172
1018	50	4380	0.913066991	0.950193968
1019	50	4380	1.108073133	1.060703659
1020	50	4380	0.32738667	0.568993297
1021	50	4380	0.340784341	0.577665164
1022	50	4380	0.368017979	0.595445932
1023	50	4380	0.384688061	0.6064164
1024	50	4380	0.424769717	0.632997463
1025	50	4380	0.485729726	0.673743855
1026	50	4380	0.552622124	0.718497738
1027	50	4380	0.942975038	0.966432622
1028	50	4380	0.186647126	0.429587798
1029	50	4380	0.191935215	0.433354409
1030	50	4380	0.202504442	0.440995215
1031	50	4380	0.208850089	0.445652739
1032	50	4380	0.22370514	0.456751817

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
1033	50	4380	0.245168689	0.47323538
1034	50	4380	0.267129807	0.49057409
1035	50	4380	0.366081351	0.571986562
1036	50	8760	1.292687089	1.137986593
1037	50	8760	1.329574896	1.155330327
1038	50	8760	1.405519029	1.190891865
1039	50	8760	1.45263478	1.2128328
1040	50	8760	0.739220325	0.859175597
1041	50	8760	0.753131476	0.866708818
1042	50	8760	0.781296504	0.881990431
1043	50	8760	0.798442564	0.891305478
1044	50	8760	0.839291916	0.913503634
1045	50	8760	0.90011899	0.946470761
1046	50	8760	0.964610616	0.981148179
1047	50	8760	1.282495953	1.143973124

附錄五、梯形河道 826 組測試值

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_w}{V_{w_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{w_{\max}}}$
1	2	24	0.00136778	0.02733487
2	2	24	0.002020777	0.027992029
3	2	24	0.003323107	0.029345444
4	2	24	0.004104697	0.030185495
5	2	24	0.005940095	0.032241754
6	2	24	0.008631318	0.035472536
7	2	24	0.011485526	0.039180586
8	2	24	0.029833018	0.0684114
9	2	24	0.000856415	0.022908411
10	2	24	0.001200611	0.023254545
11	2	24	0.001880791	0.023957918
12	2	24	0.002284179	0.024387667
13	2	24	0.003213867	0.025415777
14	2	24	0.004521195	0.026956706
15	2	24	0.005816182	0.028602981
16	2	24	0.011242989	0.037022765
17	2	24	0.000509523	0.01875389
18	2	24	0.000670689	0.018917
19	2	24	0.000985017	0.01924515
20	2	24	0.001168586	0.019443391

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
21	2	24	0.001582609	0.019910401
22	2	24	0.002140336	0.020590165
23	2	24	0.002659688	0.021287965
24	2	24	0.004370122	0.024355587
25	2	24	0.000437732	0.01236068
26	2	24	0.000728433	0.0126567
27	2	24	0.001307142	0.013263829
28	2	24	0.001653596	0.013638925
29	2	24	0.002463887	0.014551306
30	2	24	0.003641057	0.015967968
31	2	24	0.004870725	0.017568394
32	2	24	0.012117921	0.029379933
33	2	24	0.00026685	0.010575115
34	2	24	0.000423719	0.010734475
35	2	24	0.000733376	0.011057408
36	2	24	0.000916762	0.011254107
37	2	24	0.001338485	0.011722768
38	2	24	0.001928664	0.01242001
39	2	24	0.002508879	0.013157876
40	2	24	0.004861638	0.016818319
41	2	24	0.000153701	0.008855881
42	2	24	0.000229021	0.008932743

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{max}}}$
43	2	24	0.000375797	0.009087043
44	2	24	0.000461427	0.009180037
45	2	24	0.000654259	0.009398437
46	2	24	0.000913166	0.009714585
47	2	24	0.001153028	0.010036891
48	2	24	0.001925858	0.011425685
49	2	24	0.000178944	0.006106297
50	2	24	0.00032161	0.006252159
51	2	24	0.000605372	0.00655049
52	2	24	0.000775039	0.006734229
53	2	24	0.001171005	0.007179243
54	2	24	0.001743309	0.007864596
55	2	24	0.00233593	0.008630243
56	2	24	0.005645904	0.014004526
57	2	24	0.00010607	0.005295056
58	2	24	0.000184184	0.005374713
59	2	24	0.000338303	0.005535841
60	2	24	0.000429514	0.005633788
61	2	24	0.000639037	0.005866539
62	2	24	0.00093152	0.006211121
63	2	24	0.0012179	0.006573469
64	2	24	0.00235784	0.008333572

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
65	2	24	5.86392E-05	0.004498366
66	2	24	9.6723E-05	0.004537358
67	2	24	0.00017091	0.004615526
68	2	24	0.00021417	0.004662567
69	2	24	0.000311518	0.004772828
70	2	24	0.000442014	0.004931881
71	2	24	0.000562602	0.005093313
72	2	24	0.000946775	0.00577983
73	2	168	0.04022416	0.19134409
74	2	168	0.045558247	0.195944201
75	2	168	0.056304151	0.205418109
76	2	168	0.062827024	0.211298462
77	2	168	0.078383751	0.225692276
78	2	168	0.101879214	0.24830775
79	2	168	0.127831699	0.274264104
80	2	168	0.327817605	0.478879799
81	2	168	0.027709757	0.160358877
82	2	168	0.030456981	0.162781816
83	2	168	0.035925545	0.167705429
84	2	168	0.039195403	0.170713671
85	2	168	0.046814834	0.177910437
86	2	168	0.05775314	0.188696941

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
87	2	168	0.068893676	0.200220869
88	2	168	0.120328511	0.259159358
89	2	168	0.018211734	0.131277233
90	2	168	0.019471299	0.132419001
91	2	168	0.021944339	0.13471605
92	2	168	0.023399636	0.136103734
93	2	168	0.026715994	0.139372808
94	2	168	0.031272949	0.144131156
95	2	168	0.035635529	0.149015755
96	2	168	0.051545028	0.170489112
97	2	168	0.009331371	0.086524762
98	2	168	0.01152116	0.088596898
99	2	168	0.015900369	0.092846805
100	2	168	0.01853572	0.095472472
101	2	168	0.024743574	0.101859142
102	2	168	0.03388865	0.111775778
103	2	168	0.043631883	0.12297876
104	2	168	0.106770781	0.205659533
105	2	168	0.006495348	0.074025803
106	2	168	0.007665059	0.075141328
107	2	168	0.009981834	0.077401854
108	2	168	0.011359129	0.07877875

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
109	2	168	0.014542807	0.082059376
110	2	168	0.019042187	0.086940072
111	2	168	0.023525581	0.092105135
112	2	168	0.042621773	0.11772823
113	2	168	0.004341576	0.061991165
114	2	168	0.004897997	0.0625292
115	2	168	0.005985766	0.063609299
116	2	168	0.006622695	0.06426026
117	2	168	0.008064187	0.065789057
118	2	168	0.010018481	0.068002097
119	2	168	0.011854155	0.070258235
120	2	168	0.018092462	0.079979792
121	2	168	0.002782103	0.042744079
122	2	168	0.003818376	0.043765112
123	2	168	0.005884012	0.045853431
124	2	168	0.007122183	0.047139603
125	2	168	0.010021791	0.0502547
126	2	168	0.014241131	0.055052169
127	2	168	0.018652876	0.060411704
128	2	168	0.044507616	0.098031682
129	2	168	0.001902624	0.037065395
130	2	168	0.002467322	0.037622994

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
131	2	168	0.003583303	0.038750888
132	2	168	0.004245008	0.039436519
133	2	168	0.005768888	0.041065773
134	2	168	0.007906522	0.043477844
135	2	168	0.010013679	0.04601428
136	2	168	0.018614026	0.058335004
137	2	168	0.001253068	0.031488564
138	2	168	0.001527166	0.031761503
139	2	168	0.002061964	0.032308683
140	2	168	0.002374394	0.032637969
141	2	168	0.003079227	0.033409799
142	2	168	0.004028735	0.034523165
143	2	168	0.004912384	0.03565319
144	2	168	0.007807483	0.040458809
145	2	720	0.675920062	0.820046102
146	2	720	0.711317135	0.839760863
147	2	720	0.784142916	0.880363323
148	2	720	0.829376734	0.905564838
149	2	720	0.940552434	0.967252612
150	2	720	1.117753515	1.064176071
151	2	720	1.327106882	1.175417587
152	2	720	0.475500109	0.687252329

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
153	2	720	0.49282431	0.697636355
154	2	720	0.52788102	0.718737552
155	2	720	0.549224185	0.731630019
156	2	720	0.600141114	0.762473301
157	2	720	0.676377566	0.808701177
158	2	720	0.758222316	0.858089437
159	2	720	1.199575472	1.110682963
160	2	720	0.318647909	0.562616714
161	2	720	0.326204823	0.567510006
162	2	720	0.341284399	0.577354499
163	2	720	0.350319359	0.583301718
164	2	720	0.371402652	0.597312033
165	2	720	0.401658166	0.617704953
166	2	720	0.432300409	0.638638948
167	2	720	0.565154463	0.730667624
168	2	720	0.142953543	0.370820411
169	2	720	0.154882779	0.379700992
170	2	720	0.179043496	0.397914879
171	2	720	0.193790662	0.409167739
172	2	720	0.229198486	0.436539179
173	2	720	0.283257632	0.479039047
174	2	720	0.343669916	0.527051827

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
175	2	720	0.818119605	0.881397998
176	2	720	0.103858791	0.317253441
177	2	720	0.110048524	0.322034263
178	2	720	0.122428352	0.331722232
179	2	720	0.129868603	0.337623216
180	2	720	0.14731811	0.351683041
181	2	720	0.172648894	0.372600308
182	2	720	0.198794561	0.394736292
183	2	720	0.323791224	0.504549557
184	2	720	0.072257048	0.26567642
185	2	720	0.075121141	0.267982287
186	2	720	0.080774198	0.272611283
187	2	720	0.084120294	0.275401116
188	2	720	0.091804107	0.281953103
189	2	720	0.10251157	0.291437561
190	2	720	0.112952085	0.301106721
191	2	720	0.153298721	0.342770536
192	2	720	0.037050719	0.183188912
193	2	720	0.042109757	0.187564768
194	2	720	0.052265344	0.196514702
195	2	720	0.058401455	0.20202687
196	2	720	0.072928625	0.215377286

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
197	2	720	0.094514327	0.235937865
198	2	720	0.117748991	0.258907301
199	2	720	0.272664538	0.420135782
200	2	720	0.027213446	0.158851693
201	2	720	0.029927602	0.161241402
202	2	720	0.035320722	0.166075233
203	2	720	0.038538159	0.169013652
204	2	720	0.046009144	0.175996172
205	2	720	0.056653153	0.186333618
206	2	720	0.067367718	0.197204059
207	2	720	0.114424595	0.250007158
208	2	720	0.019212909	0.134950987
209	2	720	0.020511	0.136120729
210	2	720	0.023057448	0.138465785
211	2	720	0.024554266	0.139877011
212	2	720	0.027959363	0.143184852
213	2	720	0.03262074	0.147956422
214	2	720	0.037057253	0.152799387
215	2	720	0.052847315	0.173394895
216	2	4380	1.238909941	1.114399215
217	2	4380	1.294607678	1.141019003
218	2	4380	1.408938606	1.195464439

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
219	2	4380	1.47973126	1.228996792
220	2	4380	0.934309856	0.966347798
221	2	4380	0.962680438	0.980885195
222	2	4380	1.020106872	1.010290999
223	2	4380	1.055069814	1.028166381
224	2	4380	1.138436226	1.07064338
225	2	4380	1.262992924	1.13352951
226	2	4380	1.396093301	1.199658024
227	2	4380	0.675222488	0.820951839
228	2	4380	0.688096064	0.828067767
229	2	4380	0.713850538	0.842333525
230	2	4380	0.72932233	0.850918483
231	2	4380	0.765540792	0.871041184
232	2	4380	0.817778233	0.900068233
233	2	4380	0.870962527	0.929529604
234	2	4380	1.10345213	1.054818946
235	10	24	0.002830032	0.043190881
236	10	24	0.003878463	0.044229235
237	10	24	0.005971792	0.04636772
238	10	24	0.007229706	0.047695054
239	10	24	0.010188871	0.050944078
240	10	24	0.014542804	0.056048925

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
241	10	24	0.019182984	0.061907887
242	10	24	0.04973469	0.108094483
243	10	24	0.001827062	0.036196787
244	10	24	0.002378287	0.036743701
245	10	24	0.003468451	0.037855077
246	10	24	0.004115566	0.038534108
247	10	24	0.005608793	0.040158588
248	10	24	0.007713453	0.042593357
249	10	24	0.009804913	0.04519458
250	10	24	0.018673071	0.058498389
251	10	24	0.001124671	0.029632373
252	10	24	0.001382191	0.029890097
253	10	24	0.001884801	0.030408595
254	10	24	0.002178569	0.030721828
255	10	24	0.002841879	0.031459735
256	10	24	0.003737371	0.032533807
257	10	24	0.004573848	0.033636376
258	10	24	0.007362348	0.03848342
259	10	24	0.000828411	0.019530683
260	10	24	0.001291118	0.019998413
261	10	24	0.002212679	0.020957717
262	10	24	0.002764686	0.021550392

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{max}}}$
263	10	24	0.004056691	0.022992015
264	10	24	0.005936444	0.025230433
265	10	24	0.00790418	0.027759211
266	10	24	0.019626007	0.046422215
267	10	24	0.000522621	0.016709372
268	10	24	0.000772048	0.016961173
269	10	24	0.001264581	0.017471427
270	10	24	0.001556386	0.017782225
271	10	24	0.00222779	0.01852274
272	10	24	0.003168345	0.019624428
273	10	24	0.004094329	0.020790305
274	10	24	0.007869167	0.026574043
275	10	24	0.000314122	0.01399287
276	10	24	0.000433769	0.014114318
277	10	24	0.000667002	0.014358122
278	10	24	0.000803122	0.014505059
279	10	24	0.001109809	0.014850144
280	10	24	0.001521997	0.01534968
281	10	24	0.001904414	0.015858943
282	10	24	0.003143615	0.018053328
283	10	24	0.000316121	0.009648348
284	10	24	0.000542363	0.00987882

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
285	10	24	0.000992456	0.010350202
286	10	24	0.001261643	0.010640522
287	10	24	0.001890086	0.011343673
288	10	24	0.002799015	0.012426575
289	10	24	0.003741144	0.013636349
290	10	24	0.00902971	0.022128067
291	10	24	0.000192914	0.008366535
292	10	24	0.000316731	0.008492398
293	10	24	0.000561059	0.008746991
294	10	24	0.000705686	0.008901754
295	10	24	0.001037994	0.009269515
296	10	24	0.001502106	0.009813977
297	10	24	0.001956841	0.01038651
298	10	24	0.003771569	0.013167588
299	10	24	0.000111041	0.007107713
300	10	24	0.00017138	0.007169322
301	10	24	0.000288938	0.007292833
302	10	24	0.000357502	0.007367161
303	10	24	0.000511829	0.007541381
304	10	24	0.000718807	0.007792694
305	10	24	0.000910207	0.008047767
306	10	24	0.001521718	0.009132509

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
307	10	168	0.096330467	0.302336169
308	10	168	0.105574658	0.309604645
309	10	168	0.124296411	0.324574038
310	10	168	0.135727604	0.333865381
311	10	168	0.163204913	0.356608548
312	10	168	0.205308896	0.392342474
313	10	168	0.252702475	0.433355209
314	10	168	0.645205249	0.756661381
315	10	168	0.067002876	0.253377506
316	10	168	0.071704932	0.257205909
317	10	168	0.08110194	0.264985539
318	10	168	0.086745589	0.269738758
319	10	168	0.099973435	0.281110118
320	10	168	0.119167518	0.2981535
321	10	168	0.138989757	0.316362059
322	10	168	0.234639214	0.409488724
323	10	168	0.044435678	0.207426609
324	10	168	0.046566382	0.209230677
325	10	168	0.050765595	0.212860164
326	10	168	0.053247172	0.215052796
327	10	168	0.058934409	0.220218146
328	10	168	0.066832807	0.227736646

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
329	10	168	0.074503472	0.235454632
330	10	168	0.103850774	0.26938394
331	10	168	0.021445734	0.13671478
332	10	168	0.025071354	0.13998889
333	10	168	0.032341788	0.14670402
334	10	168	0.03673055	0.150852746
335	10	168	0.047112314	0.160944102
336	10	168	0.062529724	0.176613034
337	10	168	0.079138917	0.194314478
338	10	168	0.192170919	0.324955504
339	10	168	0.015211144	0.116965607
340	10	168	0.017135953	0.118728209
341	10	168	0.020956125	0.122299988
342	10	168	0.023232418	0.124475575
343	10	168	0.028510507	0.129659178
344	10	168	0.036013453	0.137370996
345	10	168	0.043548641	0.145532133
346	10	168	0.076530786	0.186018298
347	10	168	0.010351949	0.097950092
348	10	168	0.011262335	0.098800223
349	10	168	0.013045596	0.100506851
350	10	168	0.014092105	0.101535411

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
351	10	168	0.016467779	0.103951011
352	10	168	0.019707469	0.107447759
353	10	168	0.022775447	0.111012603
354	10	168	0.033518292	0.126373298
355	10	168	0.006031391	0.067538439
356	10	168	0.007708985	0.069151738
357	10	168	0.011057625	0.072451417
358	10	168	0.013068017	0.074483654
359	10	168	0.01778629	0.079405711
360	10	168	0.024681113	0.086986024
361	10	168	0.031933605	0.09545444
362	10	168	0.075656772	0.154896466
363	10	168	0.004246799	0.058565747
364	10	168	0.005158196	0.059446789
365	10	168	0.006961245	0.061228935
366	10	168	0.008031616	0.062312277
367	10	168	0.010500633	0.064886606
368	10	168	0.013974743	0.068697836
369	10	168	0.017413788	0.07270557
370	10	168	0.031666679	0.092173118
371	10	168	0.002880914	0.049753989
372	10	168	0.003322037	0.050185251

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
373	10	168	0.004183614	0.051049831
374	10	168	0.004687547	0.051570125
375	10	168	0.005826249	0.052789666
376	10	168	0.007365069	0.054548857
377	10	168	0.008803563	0.056334371
378	10	168	0.013598168	0.063927562
379	10	720	1.17780461	1.085903598
380	10	720	1.211813395	1.102311038
381	10	720	1.281096878	1.135652308
382	10	720	1.323582789	1.156023249
383	10	720	1.425867144	1.20475765
384	10	720	0.79111621	0.88897118
385	10	720	0.805637426	0.896702902
386	10	720	0.834820922	0.912257845
387	10	720	0.852441698	0.921654839
388	10	720	0.893968076	0.943792053
389	10	720	0.954596224	0.976014199
390	10	720	1.017293644	1.009091279
391	10	720	1.304524557	1.154502602
392	10	720	0.348965771	0.585920486
393	10	720	0.370856576	0.599952384
394	10	720	0.41547897	0.628731516

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{max}}}$
395	10	720	0.442908249	0.64651177
396	10	720	0.509378494	0.689760435
397	10	720	0.612567565	0.756913004
398	10	720	0.730325445	0.832776334
399	10	720	0.25498661	0.501281172
400	10	720	0.266173503	0.508835183
401	10	720	0.288664337	0.524142807
402	10	720	0.30225855	0.533466749
403	10	720	0.334378955	0.55568219
404	10	720	0.381633238	0.58873284
405	10	720	0.431231172	0.623709141
406	10	720	0.680326383	0.797221277
407	10	720	0.178309165	0.419786108
408	10	720	0.183407777	0.423429528
409	10	720	0.193524932	0.430743645
410	10	720	0.199548882	0.435151763
411	10	720	0.2134902	0.445504331
412	10	720	0.233196476	0.460490394
413	10	720	0.252769568	0.475768299
414	10	720	0.332791726	0.541599851
415	10	720	0.088582097	0.289450454
416	10	720	0.097314367	0.296364592

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
417	10	720	0.114918413	0.310506074
418	10	720	0.125605725	0.319215659
419	10	720	0.151070457	0.340310189
420	10	720	0.189364857	0.372797247
421	10	720	0.231250244	0.409090458
422	10	720	0.528759354	0.663841995
423	10	720	0.06578425	0.250996057
424	10	720	0.070424295	0.254771954
425	10	720	0.079675435	0.262409722
426	10	720	0.085215344	0.267052616
427	10	720	0.098143834	0.278085455
428	10	720	0.116734636	0.294419295
429	10	720	0.135677424	0.311595302
430	10	720	0.222222254	0.39502765
431	10	720	0.046906341	0.21323138
432	10	720	0.049104919	0.215079648
433	10	720	0.053432674	0.21878499
434	10	720	0.055986429	0.221014819
435	10	720	0.06182623	0.226241425
436	10	720	0.069899309	0.233780817
437	10	720	0.077685695	0.241433018
438	10	720	0.106678757	0.273975267

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{max}}}$
439	25	24	0.00400539	0.053195801
440	25	24	0.005309626	0.054474683
441	25	24	0.007915498	0.057108536
442	25	24	0.009482639	0.05874334
443	25	24	0.013173218	0.062744982
444	25	24	0.018614693	0.069032337
445	25	24	0.024431043	0.076248494
446	25	24	0.063273372	0.13313395
447	25	24	0.002618559	0.044581564
448	25	24	0.003303202	0.045255169
449	25	24	0.004657891	0.046623988
450	25	24	0.005462474	0.047460313
451	25	24	0.007320449	0.049461095
452	25	24	0.009942949	0.052459864
453	25	24	0.012554084	0.055663645
454	25	24	0.023704555	0.072049205
455	25	24	0.001633564	0.036496542
456	25	24	0.001952966	0.036813966
457	25	24	0.002576628	0.037452571
458	25	24	0.002941334	0.037838363
459	25	24	0.003765389	0.038747202
460	25	24	0.004879388	0.040070076

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
461	25	24	0.005921962	0.041428049
462	25	24	0.009423162	0.047397883
463	25	24	0.001126596	0.024054853
464	25	24	0.001699113	0.02463093
465	25	24	0.002839715	0.025812452
466	25	24	0.003523155	0.026542417
467	25	24	0.005123533	0.028317983
468	25	24	0.007454066	0.031074919
469	25	24	0.009896875	0.034189473
470	25	24	0.024544436	0.057175654
471	25	24	0.00072216	0.020580003
472	25	24	0.001030581	0.020890131
473	25	24	0.001639736	0.021518583
474	25	24	0.002000723	0.021901375
475	25	24	0.002831582	0.022813426
476	25	24	0.003996255	0.024170314
477	25	24	0.005143892	0.025606259
478	25	24	0.0098377	0.032729767
479	25	24	0.00044227	0.017234238
480	25	24	0.000590128	0.017383818
481	25	24	0.000878411	0.017684098
482	25	24	0.001046698	0.017865072

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{max}}}$
483	25	24	0.001425983	0.018290095
484	25	24	0.001936059	0.018905345
485	25	24	0.002409716	0.019532576
486	25	24	0.003950023	0.022235278
487	25	24	0.000415287	0.011883333
488	25	24	0.000694575	0.012167192
489	25	24	0.001250274	0.012747767
490	25	24	0.001582673	0.013105338
491	25	24	0.00235886	0.01397137
492	25	24	0.003481954	0.01530512
493	25	24	0.004646788	0.01679513
494	25	24	0.011205954	0.027253906
495	25	24	0.000257277	0.010304595
496	25	24	0.000410078	0.010459614
497	25	24	0.000711634	0.010773181
498	25	24	0.000890156	0.010963794
499	25	24	0.001300412	0.011416745
500	25	24	0.001873564	0.012087328
501	25	24	0.002435374	0.012792486
502	25	24	0.004681	0.016217785
503	25	24	0.000151053	0.008754174
504	25	24	0.000225496	0.008830054

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
505	25	24	0.000370549	0.008982176
506	25	24	0.000455158	0.009073721
507	25	24	0.000645631	0.009288298
508	25	24	0.000901166	0.009597827
509	25	24	0.001137573	0.009911986
510	25	24	0.001894228	0.011248002
511	25	168	0.144114927	0.372370607
512	25	168	0.156134625	0.381322784
513	25	168	0.180547365	0.399759751
514	25	168	0.195500534	0.41120338
515	25	168	0.231593947	0.439214871
516	25	168	0.287320985	0.483226357
517	25	168	0.350656637	0.533739456
518	25	168	0.893541719	0.931937647
519	25	168	0.100568863	0.312070951
520	25	168	0.106640878	0.316786182
521	25	168	0.118802422	0.326367918
522	25	168	0.126124137	0.332222193
523	25	168	0.143339894	0.346227664
524	25	168	0.168465189	0.367219047
525	25	168	0.194603995	0.389645514
526	25	168	0.323584785	0.504344437

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
527	25	168	0.066899079	0.255475792
528	25	168	0.069632545	0.257697763
529	25	168	0.075031136	0.262167999
530	25	168	0.078229085	0.264868542
531	25	168	0.08558126	0.271230415
532	25	168	0.095851814	0.280490534
533	25	168	0.105903581	0.289996346
534	25	168	0.14532024	0.331785184
535	25	168	0.031621631	0.168383974
536	25	168	0.03621581	0.172416512
537	25	168	0.045443176	0.180687165
538	25	168	0.051023222	0.185796919
539	25	168	0.064255131	0.198225879
540	25	168	0.083995859	0.21752443
541	25	168	0.105396129	0.239326312
542	25	168	0.254922898	0.400229581
543	25	168	0.022580113	0.144060018
544	25	168	0.025010313	0.146230918
545	25	168	0.029839373	0.150630079
546	25	168	0.03272073	0.153309627
547	25	168	0.039413936	0.159693982
548	25	168	0.048960808	0.169192199

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
549	25	168	0.058592075	0.179243816
550	25	168	0.101397294	0.229108369
551	25	168	0.015463707	0.120639669
552	25	168	0.01660923	0.121686728
553	25	168	0.01885571	0.123788686
554	25	168	0.020175817	0.125055507
555	25	168	0.023177979	0.128030666
556	25	168	0.02728608	0.132337415
557	25	168	0.031194905	0.136728035
558	25	168	0.045114753	0.155646948
559	25	168	0.008699547	0.083183331
560	25	168	0.010796999	0.085170341
561	25	168	0.014987235	0.089234372
562	25	168	0.01750529	0.091737365
563	25	168	0.023422762	0.097799588
564	25	168	0.032091914	0.107135838
565	25	168	0.041243285	0.117565913
566	25	168	0.097325861	0.190777343
567	25	168	0.006194623	0.072132166
568	25	168	0.007332012	0.073217297
569	25	168	0.0095836	0.075412267
570	25	168	0.010921218	0.076746558

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
571	25	168	0.01400972	0.079917216
572	25	168	0.018363586	0.084611295
573	25	168	0.022684444	0.089547399
574	25	168	0.040754792	0.113524492
575	25	168	0.004248461	0.061279215
576	25	168	0.004798009	0.061810377
577	25	168	0.005872037	0.062875231
578	25	168	0.006500687	0.063516048
579	25	168	0.007922605	0.065018089
580	25	168	0.009847832	0.067184787
581	25	168	0.011652396	0.069383905
582	25	168	0.01772874	0.078736015
583	25	720	1.197906756	1.094896252
584	25	720	1.217797397	1.104418982
585	25	720	1.257904105	1.123577139
586	25	720	1.28220616	1.135150893
587	25	720	1.339734928	1.162416065
588	25	720	1.424372215	1.202102287
589	25	720	0.525460972	0.721645603
590	25	720	0.554786617	0.73892791
591	25	720	0.614755729	0.774373563
592	25	720	0.651746756	0.796272511

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{max}}}$
593	25	720	0.741792846	0.849539481
594	25	720	0.882696653	0.932247557
595	25	720	1.045064881	1.025684192
596	25	720	0.384682482	0.617400079
597	25	720	0.399553979	0.626703933
598	25	720	0.429531656	0.645557481
599	25	720	0.447703394	0.657041259
600	25	720	0.490799595	0.68440278
601	25	720	0.55461885	0.725109424
602	25	720	0.622145383	0.768187784
603	25	720	0.969037044	0.98189301
604	25	720	0.269458556	0.517027151
605	25	720	0.276183661	0.521514548
606	25	720	0.289565286	0.530522938
607	25	720	0.297557331	0.535952172
608	25	720	0.31612725	0.548702853
609	25	720	0.342564899	0.567160351
610	25	720	0.369062808	0.585977295
611	25	720	0.480267299	0.667058348
612	25	720	0.132446865	0.356499991
613	25	720	0.143775963	0.365015749
614	25	720	0.16666834	0.382433024

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
615	25	720	0.180602127	0.393160134
616	25	720	0.21391693	0.419141091
617	25	720	0.264336385	0.45915359
618	25	720	0.319944558	0.503853914
619	25	720	0.727350956	0.817617183
620	25	720	0.098730336	0.309137853
621	25	720	0.10471839	0.313788414
622	25	720	0.116679559	0.323195428
623	25	720	0.123857251	0.328913822
624	25	720	0.140653947	0.342502354
625	25	720	0.164928757	0.362619835
626	25	720	0.189823996	0.383774565
627	25	720	0.305891368	0.486533538
628	25	720	0.070632743	0.262625205
629	25	720	0.073455244	0.264901614
630	25	720	0.079021909	0.269465278
631	25	720	0.082313864	0.272211634
632	25	720	0.089863541	0.278648953
633	25	720	0.100356768	0.287934801
634	25	720	0.110550209	0.297359591
635	25	720	0.149401936	0.337440066
636	50	24	0.005117131	0.061414128

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
637	50	24	0.006635135	0.062890588
638	50	24	0.009669802	0.065931349
639	50	24	0.011495969	0.067818717
640	50	24	0.015800281	0.072438581
641	50	24	0.022157318	0.079697282
642	50	24	0.028968311	0.088028278
643	50	24	0.074962268	0.153702083
644	50	24	0.003372346	0.051469061
645	50	24	0.004168195	0.052246731
646	50	24	0.005743549	0.053827023
647	50	24	0.006679608	0.054792553
648	50	24	0.008842504	0.057102439
649	50	24	0.0118989	0.060564494
650	50	24	0.014946816	0.064263234
651	50	24	0.028036219	0.083180233
652	50	24	0.002121474	0.042134966
653	50	24	0.002492334	0.04250143
654	50	24	0.003216734	0.043238695
655	50	24	0.003640524	0.043684088
656	50	24	0.004598614	0.044733336
657	50	24	0.005895217	0.046260583
658	50	24	0.007110555	0.047828353

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
659	50	24	0.011215972	0.054720478
660	50	24	0.001401443	0.027771136
661	50	24	0.0020649	0.028436213
662	50	24	0.003386995	0.02980027
663	50	24	0.004179401	0.030643009
664	50	24	0.006035642	0.032692885
665	50	24	0.008740777	0.035875746
666	50	24	0.011579244	0.039471474
667	50	24	0.028689303	0.066008837
668	50	24	0.000908151	0.023759449
669	50	24	0.001265372	0.02411749
670	50	24	0.001971036	0.024843032
671	50	24	0.002389298	0.025284963
672	50	24	0.003352243	0.026337918
673	50	24	0.004702769	0.027904435
674	50	24	0.006034493	0.029562222
675	50	24	0.011495704	0.037786255
676	50	24	0.00056312	0.019896791
677	50	24	0.000734289	0.02006948
678	50	24	0.00106808	0.02041615
679	50	24	0.00126297	0.020625084
680	50	24	0.001702325	0.021115769

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
681	50	24	0.002293487	0.02182607
682	50	24	0.00284284	0.022550204
683	50	24	0.004634436	0.025670451
684	50	24	0.000504045	0.013719213
685	50	24	0.000827086	0.014046926
686	50	24	0.001469911	0.014717196
687	50	24	0.001854475	0.015130008
688	50	24	0.002752632	0.016129835
689	50	24	0.004052665	0.017669639
690	50	24	0.005401693	0.019389844
691	50	24	0.01301738	0.031464417
692	50	24	0.000315683	0.011896573
693	50	24	0.000492378	0.012075541
694	50	24	0.000841119	0.012437551
695	50	24	0.001047596	0.012657613
696	50	24	0.001522153	0.013180541
697	50	24	0.002185303	0.013954724
698	50	24	0.002835558	0.014768822
699	50	24	0.005438099	0.018723303
700	50	24	0.000187941	0.010106623
701	50	24	0.000274006	0.010194227
702	50	24	0.000441717	0.01036985

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
703	50	24	0.000539553	0.010475539
704	50	24	0.000759828	0.010723266
705	50	24	0.00105542	0.011080614
706	50	24	0.001328986	0.011443309
707	50	24	0.00220585	0.012985729
708	50	168	0.190533626	0.429898896
709	50	168	0.205011649	0.440234113
710	50	168	0.234480197	0.461519444
711	50	168	0.252572357	0.474731022
712	50	168	0.296376748	0.507070065
713	50	168	0.364383131	0.557880974
714	50	168	0.442210801	0.616197945
715	50	168	1.125356389	1.07591458
716	50	168	0.133218761	0.360283424
717	50	168	0.140495102	0.36572712
718	50	168	0.155092914	0.376789158
719	50	168	0.163897367	0.383547872
720	50	168	0.184648849	0.399717076
721	50	168	0.215064089	0.423951461
722	50	168	0.24687687	0.449842638
723	50	168	0.406381484	0.58226163
724	50	168	0.088775786	0.294944764

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
725	50	168	0.092035107	0.297510011
726	50	168	0.098482679	0.302670864
727	50	168	0.102308904	0.305788619
728	50	168	0.111126497	0.313133351
729	50	168	0.123498276	0.323824084
730	50	168	0.135675979	0.334798468
731	50	168	0.184284404	0.383043349
732	50	168	0.041445949	0.194397955
733	50	168	0.046871946	0.199053488
734	50	168	0.05778355	0.20860189
735	50	168	0.064391298	0.214501061
736	50	168	0.080089694	0.228850196
737	50	168	0.103593319	0.251130219
738	50	168	0.129194657	0.276300318
739	50	168	0.311600902	0.462061859
740	50	168	0.029715273	0.166316142
741	50	168	0.032577364	0.168822428
742	50	168	0.03827004	0.173901224
743	50	168	0.041670299	0.176994742
744	50	168	0.049580083	0.184365428
745	50	168	0.060891978	0.195331044
746	50	168	0.07234368	0.206935556

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
747	50	168	0.123832125	0.264503785
748	50	168	0.020426301	0.139277535
749	50	168	0.021771797	0.140486357
750	50	168	0.024412886	0.14291305
751	50	168	0.025966507	0.144375585
752	50	168	0.029504721	0.147810382
753	50	168	0.034359352	0.15278249
754	50	168	0.038995501	0.157851426
755	50	168	0.055718768	0.17969316
756	50	168	0.011248905	0.096034492
757	50	168	0.013700037	0.09832848
758	50	168	0.018600128	0.103020371
759	50	168	0.021547001	0.105910056
760	50	168	0.028479424	0.112908844
761	50	168	0.038655919	0.12368747
762	50	168	0.049428677	0.135728909
763	50	168	0.116291472	0.22025092
764	50	168	0.008065909	0.08327601
765	50	168	0.009393119	0.084528785
766	50	168	0.012021838	0.08706286
767	50	168	0.01358441	0.08860329
768	50	168	0.017195155	0.092263788

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
769	50	168	0.022292785	0.097683065
770	50	168	0.027361956	0.103381757
771	50	168	0.048713233	0.131063121
772	50	168	0.005568837	0.070746364
773	50	168	0.006209204	0.071359587
774	50	168	0.007461368	0.072588953
775	50	168	0.00819471	0.073328771
776	50	168	0.009854742	0.075062865
777	50	168	0.012105802	0.077564301
778	50	168	0.01422031	0.080103164
779	50	168	0.021397656	0.090900102
780	50	720	0.697357331	0.833134093
781	50	720	0.733455375	0.853086379
782	50	720	0.80744057	0.894008101
783	50	720	0.853188584	0.919290263
784	50	720	0.964901915	0.980786555
785	50	720	1.140672211	1.076272369
786	50	720	1.344561927	1.184144219
787	50	720	0.511093301	0.712783466
788	50	720	0.529299068	0.723524692
789	50	720	0.566067382	0.745290962
790	50	720	0.588401205	0.758548893

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{max}}}$
791	50	720	0.641508055	0.79013755
792	50	720	0.720515357	0.837133046
793	50	720	0.80458101	0.88686667
794	50	720	1.243088043	1.133587648
795	50	720	0.35835749	0.596903722
796	50	720	0.366543986	0.602084386
797	50	720	0.382866273	0.612484501
798	50	720	0.392636118	0.618752507
799	50	720	0.415401825	0.633473067
800	50	720	0.447978469	0.654782101
801	50	720	0.480837389	0.676506113
802	50	720	0.621214379	0.770113541
803	50	720	0.175047899	0.411576395
804	50	720	0.18867164	0.421407771
805	50	720	0.216248621	0.441515875
806	50	720	0.23306606	0.453900239
807	50	720	0.273378228	0.483895046
808	50	720	0.334673319	0.530089158
809	50	720	0.40268507	0.581695325
810	50	720	0.911896141	0.943932516
811	50	720	0.130776028	0.356897186
812	50	720	0.137948244	0.362266221

編號	降雨強度 重現期 I (mm/hr)	降雨延時 T (hr)	$\frac{V_W}{V_{W_{\max}}}$	$\frac{I_n * T}{H_{W_{\max}}}$
813	50	720	0.152295074	0.373126544
814	50	720	0.160917842	0.379728384
815	50	720	0.181137764	0.395416236
816	50	720	0.210469218	0.418641707
817	50	720	0.240694204	0.443064675
818	50	720	0.383678444	0.561699089
819	50	720	0.093741272	0.303198705
820	50	720	0.09710854	0.305826801
821	50	720	0.103759406	0.311095514
822	50	720	0.107699003	0.31426616
823	50	720	0.116753712	0.321697993
824	50	720	0.129389704	0.332418431
825	50	720	0.141730159	0.343299276
826	50	720	0.189564387	0.389571864