交通技術標準規範公路類公路工程部

公路排水設計規範

交通部頒布
中華民國九十八年十二月

交通技術標準規範

類　　：公路類

部　　：公路工程部

規範　　：公路排水設計規範

編審小組：

召集人　：鄭賜榮

召集人（委託）：林國峰

複審委員：方文志　王仲宇　王瑞麟　林文欽　林玉河　張哲珉

許中杰　陳一成　陳福安　楊偉甫　葉韓生　廖慶隆

管長青　趙興華　蔡長泰　賴進松　蘇憲民　龔誠山

（人名以姓氏筆劃為序）

編輯人員：林國峰　何金駒　程代衡　魯立雄　李明德　王于飛

來慧敏　黃珮瑜　周揚敬　王世延　張　元

前　　言

「公路排水設計規範」自民國 76 年 3 月 13 日首頒施行，旨在建立可供全國公路排水工程設計者、審核者以及相關從業人員共同遵循之準繩。規範自頒布至今，已逾二十年，期間曾於民國 90 年 1 月 12 日辦理第一次規範修訂。為因應都市化範圍逐年增加、工程方法不斷更新進步、新的生態環保觀念產生，以及近年全球氣候變遷影響的水文變化等現象，需定期對本規範進行修正或補充，方足以反應公路排水工程實際執行之需求。故交通部于 92 年 1 月 6 日乃以交科字第 0920000135 號文函囑公路總局辦理第二次規範修訂。

修訂期間，除廣邀各方專業人員參與，包括公路排水工程相關之規劃、設計、施工及維護管理人員，以及相關工程機關、學界及顧問公司等代表，以彙集工程先進與專家學者之意見，據以進行本規範修訂草案之研擬，期間並召開六次初審會議，始完成本規範之修訂草案。本部為昭慎重，再將本規範修訂草案委託中國土木水利工程學會，邀集產官學界之專家組成審查委員會，逐條進行審閱及討論，以更全面的觀點及更嚴謹的態度對規範條文的內容及敘述方式進行調整，而獲共識始予定案，俾使本規範更能切合當前之技術與需求，並降低相關從業人員於應用上可能造成之疑慮。

本規範編訂原則：

一、本規範係參考 AASHTO, "Highway Drainage Guidelines", 1999、U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, “Hydraulic Design of Highway Culverts”, 2001 及其 "Evaluating Scour at Bridges", Fourth Edition, 2001 等資料，且將民國 90 年 1 月 12 日頒布之「公路排水設計規範」予以修訂而編定之。

二、本規範條文採原則性規定，應用時，各地公路主管機關得參照本規範之藍本，進一步分別編訂適合當地之特定設計手冊或標準圖說，以利簡化設計工作。

三、本規範內之水文、水理及工程設施等相關數據，係僅配合設計基本原則及最低要求而制定，使用者宜針對當地水文特性與不同等級公路水準，因地制宜而彈性運用。

四、大型防洪或灌排抽水站之設計，則未列入本規範中，由設計者參照相關機(關)構之規定辦理。

本修訂規範之內容包括：

第一章「總則」說明公路排水設計規範的修訂依據、適用範圍、目的、有關各相關單位協調配合事項以及設計步驟。修訂時增列規範條文之「依據」及「適用範圍」。

第二章「基本資料蒐集調查及設計考慮」，列舉公路排水基本調查項目及應考慮之事項。修訂時增列「地下設施及地下管線資料」、「橫交排水設施之銜接設計提示注意事項」、「農田水路處理事項」、「施工中臨時排水及臨時便橋水理考量」及「注意景觀、污染去除、地下水補注、雨水截留利用及透水滯留等考量」。

第三章「設計流量決定」，給予排水設施設計重現期研選範圍，設計者可就排水設施規模、風險性及經濟性適當決定，且須特別注意集水區未來土地利用情況，以符未來流量改變之需求。修訂時增列「山區及隧道應考量滲水量或湧水量」，另更新附錄中「降雨強度計算公式資料」。

第四章「渠道設計」，規定公路排水設計常用之渠流水理分析方法以及有關構造物一般設計要求。修訂時將「渠道及天然河流之曼寧 n 值表」及「渠道最大容許流速表」移至附錄並更新數據。

第五章「路面排水設計」，規定路面排水方式及其設施位置、斷面、尺寸、坡度等設計原則及維護注意事項。修訂時增列「路邊溝銜接」、「橫向排水」、「滯洪池配合」、「排水性舖面」及「坡面排水」等分項設計規定。

第六章「排水涵洞設計」，規定穿越性排水構造物斷面之決定方法、布設原則與設計要求;斷面設計視當地習慣或可用材料而定，可參考公路主管機關公布之標準圖說配合設計。修訂時增列「涵洞設置避免堵塞及受沖刷原則」、「新舊涵洞之銜接斷面尺寸限制」及「既有涵洞設施利用之處理原則」。

第七章「橋梁水力設計」，就水理觀點規定橋墩布置原則、設計水位及迴水、梁底高程及橋墩沖刷深度估算等原則。修訂時刪除「橋長」規定，修正「水路種類」及「橋基保護措施」，以及更新附錄「橋基沖刷深度估算參考公式」。

第八章「路基排水設計」，規定降低地下水位保護路基之方法，並提醒設計者不得濫用強制性地下排水設施，以免影響附近地下水或生態環境。修訂時增列「潛在地滑區」及「易淹水地區」之設計注意事項規定。

第九章「地下道排水設計」，著重地下道抽排水設計。

公路排水設計規範
目　錄

第一章　總則 1

1.1　依據 1

1.2　適用範圍 1

1.3　目的 1

1.4　名詞闡釋 1

1.4.1　水路 1

1.4.2　渠道 1

1.4.3　橫交排水設施 1

1.4.4　護岸 1

1.4.5　集水區 2

1.4.6　設計頻率 2

1.4.7　設計流量 2

1.4.8　出水高度 2

1.5　協調與配合 2

1.6　設計步驟 3

1.6.1　資料蒐集 3

1.6.2　踏勘 3

1.6.3　調查測量 3

1.6.4　水文分析 3

1.6.5　水理分析 4

1.6.6　設施布置 4

1.6.7　構造物設計 4

1.6.8　圖說編製 4

1.6.9　資料建檔 4

第二章　基本資料蒐集調查及設計考慮 5
2.1　人員參與 5
2.2　基本資料蒐集及調查 5
2.2.1　自然生態環境資料 5
2.2.2　社會經濟基本資料 6
2.3　排水設計之特殊考慮 7
2.3.1　橫交排水設施之銜接 7
2.3.2　地下排水對環境影響 8
2.3.3　施工期間應考量事項 8
2.3.4　維護問題 8
2.3.5　景觀及環保生態 8

第三章　設計流量決定 9
3.1　基本原則 9
3.2　設計重現期距 10
3.3　頻率分析 10
3.4　設計雨量推算 11
3.4.1　雨量站選用 11
3.4.2　雨量紀錄校核 11
3.4.3　雨量紀錄補遺 11
3.4.4　降雨強度推算 11
3.4.5　雨型 12
3.5　設計流量推算 12
3.5.1　利用流量紀錄推算 12
3.5.2　利用設計雨量推算 13
3.5.3　其他因素考量 13

第四章　渠道設計 14
4.1　應用範圍 14
4.2　渠流水理公式 14
4.2.1　連續方程式 14
4.2.2　曼寧公式 14
4.2.3　能量方程式 15
4.3　防沖淤考慮 15
4.3.1　容許流速 15
4.3.2　臨界拖曳力 15
4.4　設計斷面 16
4.4.1　斷面形狀 16
4.4.2　設計水位或水深 16
4.4.3　出水高度 17
4.5　彎道 17
4.6　漸變段 18
4.7　陡槽溝 18
4.8　坡度調整及消能設施 19
4.8.1　低堰 19
4.8.2　垂直式跌水 19
4.8.3　斜面式跌水 20
4.8.4　齒坡式跌水 20
4.8.5　衝擊式跌水 21
4.8.6　靜水池 21
4.9　座槽 21
4.10　渡槽 22
4.11　水路改道 23

4.12 護岸 23
4.12.1 基腳頂部高程 23
4.12.2 護坦 24
4.13 明溝襯砌 24
4.14 安全措施 24

第五章 路面排水設計 25
5.1 功能 25
5.2 路面排水系統 25
5.3 路拱及縱坡 26
5.4 淺溝 26
5.4.1 設計要求 26
5.4.2 位置 26
5.4.3 斷面尺寸 27
5.5 明溝及暗溝 29
5.6 陡槽溝(豎溝) 29
5.6.1 設計要求 29
5.6.2 間距 29
5.6.3 斷面尺寸 29
5.7 橫向截水溝 29
5.8 淺溝進水口 30
5.8.1 型式 30
5.8.2 位置及間距 30
5.8.3 流量 32
5.8.4 進水口開孔面積 33
5.8.5 進水口高程落差量 33
5.9 連絡水路 33

5.10 集水井 33
5.11 匯流井 34
5.12 人孔 34
5.12.1 間距 35
5.12.2 形狀 35
5.13 排水系統出口 35
5.14 構造物排水 36
5.14.1 橋面排水 36
5.14.2 隧道排水 36
5.15 坡面排水 37

第六章 排水涵洞設計 38
6.1 設計要旨 38
6.1.1 涵洞設置原則 38
6.1.2 一般要求 38
6.1.3 涵洞型式 38
6.1.4 最小斷面 38
6.1.5 縱斷面 39
6.2 水理計算 39
6.2.1 上游水位 39
6.2.2 下游深度 40
6.2.3 進口控制通水能力 40
6.2.4 出口控制通水能力 40
6.3 涵洞進口 40
6.4 涵洞出口 41
6.5 端牆、翼牆及導流牆 41
6.5.1 端牆 41

6.5.2 翼牆 41
6.5.3 導流牆 41
6.6 落水井 42
6.7 倒虹吸管 43
6.7.1 低填土路段倒虹吸管 43
6.7.2 深開挖路段倒虹吸管 44
6.8 覆土厚 44
6.8.1 管涵 45
6.8.2 箱涵及蓋版暗溝 45
6.9 涵管結構設計 45
6.9.1 荷重及外力決定 45
6.9.2 管涵強度研選 45
6.9.3 涵管基礎 45
6.10 滲流控制設施 45
6.11 安全設施 45
6.12 深長涵洞落差處理 46
6.13 新舊涵洞銜接處理 46

第七章 橋梁水理設計 47
7.1 適用法規 47
7.2 梁底高程 47
7.3 設計水位 47
7.3.1 建橋前橋址水位推算 47
7.3.2 橋墩壅水高度 48
7.4 橋梁跨徑 48
7.5 橋墩 48
7.5.1 方向及位置 48

7.5.2 形狀 48
7.5.3 基腳深度 48
7.5.4 基礎頂版位置 48
7.6 橋台位置 48
7.7 迴水 49
7.7.1 迴水演算 49
7.7.2 水工模型試驗 49
7.8 橋墩最大可能沖刷深度 49
7.8.1 橋墩局部沖刷深度計算 50
7.8.2 河槽束縮沖刷深度計算 50
7.8.3 河床質移動層厚度計算 50
7.8.4 河床長期沖刷深度之評估 51
7.9 橋基保護措施 51

第八章 路基排水設計 52
8.1 功能 52
8.2 專案調查 52
8.3 地下排水溝 52
8.3.1 位置 52
8.3.2 透水管埋設深度 53
8.3.3 設計流量之計算 54
8.3.4 透水管 57
8.3.5 管槽 58
8.3.6 坡度 58
8.3.7 人孔 58
8.4 盲溝 59
8.5 路基排水層 59

8.6 路堤下廢棄水路之處理 59
8.7 濾層設計 59
8.7.1 濾布層 59
8.7.2 砂石濾層 59
8.8 出水口 60
8.9 特殊地區設計配合注意事項 60
8.9.1 海岸感潮地區 60
8.9.2 地層下陷地區 60
8.9.3 潛在地滑區 61
8.9.4 易淹水地區 61

第九章 地下道排水設計 62
9.1 地下道排水系統 62
9.2 入口處截流設施 62
9.3 路面排水收集設施 62
9.4 抽水井 62
9.4.1 設計進流量 62
9.4.2 設計水位 62
9.4.3 操作水位 63
9.4.4 形狀、尺寸及容量 63
9.5 抽水設備 63
9.5.1 抽水機組 63
9.5.2 動力設備 64
9.5.3 抽水管 64
9.6 其它設備 64
9.6.1 攔污設備 64
9.6.2 抽水機房 64

9.6.3 自動控制及監視設備 64
9.6.4 抽水機房電力及照明設備 65
9.6.5 防音、通風及消防設備 65
9.6.6 進出通道 65
9.6.7 安全措施 65
9.7 人行地下道之排水 65

附錄

附錄 A 臺灣地區洪水量推算經驗公式 66
附錄 B 中央及直轄市管河川、縣(市)管河川及區域排水一覽表 69
附錄 C 頻率分析點繪位置常用方法 70
附錄 D 常用雨量紀錄補遺方法 71
附錄 E 常用降雨強度推算方法 72
附錄 F 台灣地區降雨強度延時參考公式 74
附錄 G 河川橋設計流量推估例 104
附錄 H 常用由雨量紀錄推算流量之方法 110
附錄 I 美國土木工程師學會十分鐘單位歷線 113
附錄 J 渠道及天然河川的曼寧 *n* 值 115
附錄 K 臨界拖曳力 119
附錄 L 垂直跌水構造設計例 120
附錄 M 一般格柵進水口流量計算 121
附錄 N 排水涵洞進口控制水力設計 123
附錄 O 排水涵洞出口控制水力設計 125
附錄 P 管涵荷重計算公式 127
附錄 Q 管涵座墊型式及載重因子 137
附錄 R 橋梁壅水高度估算參考公式 139

附錄 S　橋基沖刷深度估算參考公式 143
附錄 T　臺灣地區常用推移載公式 157
附錄 U　常見透水管有關標準規範一覽表 160
附錄 V　抽水機額定總揚程與動力計算公式 161
附錄 W　地下排水濾層材料 163
附錄 X　公路排水工程常用專有名詞中英文對照 164

參考文獻

參考文獻 174

表目錄

表 3-1　設計重現期距研選範圍 10
表 4-1　渠道最大容許流速 16
表 4-2　各階數之設計重現期距 17
表 6-1　公路排水涵洞最小斷面 39
表 7-1　橋梁最小梁底淨空 47
表 8-1　不同土壤種類之S_w及h建議值 54
表 8-2　地下排水影響半徑 R 之近似值 56
表 8-3　各種土壤透水係數 57
表 8-4　透水管設計安全係數 58

圖目錄

圖 4-1　漸變段示意 18
圖 4-2　垂直式跌水示意 20
圖 4-3　斜面式跌水示意 20
圖 4-4　齒坡式跌水示意 20
圖 4-5　衝擊式跌水示意 21
圖 4-6　座槽示意 22
圖 4-7　渡槽示意 22
圖 4-8　護岸示意 23
圖 5-1　路面排水系統示意 28
圖 5-2　淺溝進水口型式 31
圖 5-3　淺溝進水口設置位置 32
圖 5-4　集水井示意 34
圖 5-5　匯流井示意圖 35
圖 5-6　人孔示意圖 35
圖 6-1　涵洞各部分水位示意 40
圖 6-2　涵洞端牆及翼牆示意 42
圖 6-3　涵洞進口落水井示意 42
圖 6-4　橫交倒虹吸管示意 43
圖 6-5　倒虹吸管示意 44
圖 7-1　橋梁下部結構沖刷深度示意 50
圖 8-1　地下排水溝示意 52
圖 8-2　透水管埋設深度示意 54
圖 8-3　不透水層坡度大於 0.47 (25°)時之情況 55
圖 8-4　不透水層坡度小於 0.47(25°)之情況 55
圖 8-5　不透水層深度較深之情況($H \geq R/2$) 56

第一章　總　則

1.1　依據

本規範係依據公路法第三十三條之規定訂定之。

1.2　適用範圍

本規範適用於公路排水工程之規劃與設計。

1.3　目的

本規範之目的，旨在建立可供公路排水工程設計者、審查者及相關從業人員作業之依循，以提昇公路排水設計水準。

1.4　名詞闡釋

1.4.1　水路

水路係指天然河道以及人工開鑿之灌溉、排水水道、運河及通水管等。

1.4.2　渠道

渠道係指具有自由水面之水路，凡明溝及未滿流之涵洞均屬之。

1.4.3　橫交排水設施

橫交排水設施係指穿越路面下方之排(輸)水構造物，包括箱涵、管涵、通水隧道等，及跨越路面上方之渡槽。其流況可為自由流或壓力流。

1.4.4　護岸

護岸係指在臨水側之路堤或渠岸，為防止水流沖蝕所設置之保護設施。

1.4.5 集水區

集水區係指排水設施計畫排除之逕流匯集之上游地區。在山區或丘陵區者，依分水嶺劃分；在平坦地區無明顯分水嶺者，依道路、鐵路、水路、堤防、河岸、田埂、建築物等突起之地貌劃分。

路面排水設施之集水區，依公路縱橫斷面及線型布置所形成之分水界線劃分。

1.4.6 設計頻率

決定排水設施規模之雨量、流量、水位等值，在長時期內，發生等於或大於該值之機率，謂之該排水設施之設計頻率。設計頻率為設計重現期距之倒數。

1.4.7 設計流量

決定排水設施尺寸所採用之通水量，謂之該排水設施之設計流量。

橋梁之設計流量，係指所跨越河川之計畫洪水量，須洽該河川水利主管機關(構)決定之。

抽水站之設計流量，係指其設計抽水量。

1.4.8 出水高度

排水設施設計水位至排水設施構造物頂版底或岸頂間之高度，謂之該排水設施之出水高度。

1.5 協調與配合

公路排水設施規劃時，應遵守相關法規規定辦理，並應事先與相關主管機關或目的事業機構協調。

興建公路如需局部改變其既有之水路，替代原水路之輸水方案應提請各該主管機關(構)同意。

興建公路如需跨越或穿越水道橋梁應檢具相關資料送請該水道主管機關(構)同意後據以設計，施工前並應依水利法相關規定申請土地使用許可。

興建公路如需經過法定公告山坡地範圍，其公路排水設施，應依水土保持法暨相關法規及技術規範辦理。

1.6 設計步驟

公路排水設施之設計步驟有：資料蒐集、踏勘、調查測量、水文分析、水理分析、設施布置、構造物設計、圖說編製及資料建檔等。

公路排水工程設計應依公路種類、等級以及地區排水特性，決定設計所需之步驟。公路工程標準較低或交通流量較少者，可簡化排水設計步驟或其內容。

1.6.1 資料蒐集

蒐集有關文獻及公路沿線地區之自然環境、生態及社會經濟資料，包括地形、水系、地質、氣象、水文、水質、生態、土地利用及相關設施計畫等資料。

1.6.2 踏勘

依據最新航測圖、衛星影像圖、地形圖、地質圖及土壤圖等有關資料，經圖面研判後實地勘查，瞭解公路上下方各相關集水區之地文及水文特性，俾研判解決排水問題之可能方式。

1.6.3 調查測量

除蒐集 1.6.1 節有關資料外，必要時，應進行各項測量、探查及試驗。測量成果應協調有關機關(構)換算為同一基準。

1.6.4 水文分析

依據公路沿線相關集水區之氣象、水文及地文等資料，或參考鄰近既有排水設施之有關資料，分析水文特性。

1.6.5　水理分析

根據各排水設施之設計流量，分析水理條件，以決定應設計設施之型式及尺寸。

1.6.6　設施布置

公路沿線排水系統平面及縱剖面布置時，宜先協調有關機關(構)決定適當方案。

1.6.7　構造物設計

各排水構造物之結構設計，須考慮地理位置條件、水理條件、地文特性、社會經濟條件、施工材料以及維護管理等因素。

1.6.8　圖說編製

圖說應包括設計計算書、設計圖、數量計算書、施工規範(含特定條款或施工補充說明書)、工程預算書及發包文件等。

1.6.9　資料建檔

外業調查、水文水理及結構分析數據、協調經過以及設計成果，應編輯建檔，以供查考。

第二章　基本資料蒐集調查及設計考慮

2.1　人員參與

公路沿線附近相關地區現有環境調查、現有排水設施及其功能調查、水文分析、水理分析及重大排水工程之規劃設計，應會同各有關專業人員辦理。

2.2　基本資料蒐集及調查

公路排水工程設計前，應視公路種類等級、排水設施重要性、地區水文與特定地區特性以及鄰近地區社經發展情況，選定下列適當之項目作適度之蒐集調查。

2.2.1　自然生態環境資料

1. 地形水系

已有之公路沿線相關集水區特性、水路系統、河川狀況以及其附近地區之地形地貌等圖籍資料。

2. 地質土壤

公路沿線相關集水區地質特性、土壤及崩坍地或河床質資料，並視需要辦理地層透水係數試驗或河床粒徑探坑調查。

3. 地下水

已有之公路沿線相關集水區地層透水性、地下水位、地下水移動及湧水情況等資料，並視需要進行必要之探查。

4. 氣象水文

公路相關集水區之下列資料：

降水：降水包括降雨及降雪兩種型態。

降雨：雨量、強度、雨型、延時；月降雨量及降雨日數等。

降雪：積雪厚度、冰凍深度及融雪率。

其他氣象因子：氣溫、風向、風速、日照時數、氣壓、濕度及蒸發量等。

水位及流量

公路沿線相關集水區水系之各水位及流量觀測資料。資料不充分時，應視需要進行短期之觀測，以供補遺推算參考。

5. 洪水及淹水

公路沿線相關集水區之洪水及淹水資料，並應實地察訪最高洪水痕跡。

6. 河道沖淤

公路沿線相關集水區之沖蝕量、輸砂狀況及沖淤趨勢。

7. 水質

公路沿線相關水系之水質如有損及結構體之虞時，應蒐集其酸鹼度資料，必要時應進行採樣化驗。

8. 植物及動物

公路沿線相關集水區內之植生分布，必要時應進行排水設施地點之水生物及稀有種動植物調查。

2.2.2 社會經濟基本資料

1. 土地利用

公路沿線相關集水區內土地利用現況、水土保持措施以及洪泛區與洪水平原管制區等。

2. 水利設施

公路沿線附近地區水路、渠道、水井等有關水利設施之資料。

3. 水權

受公路興建影響之上、下游地區地面水及地下水之水權資料。

4. 災損紀錄

公路沿線相關集水區內過去之洪災與淹、積水損失以及交通中斷紀錄等。

5. 生態景觀

排水設施用地範圍內之特殊生態景觀資料。

6. 文化資產

排水設施用地範圍內之文化資產資料。

7. 相關計畫

公路沿線附近地區相關防洪排水、河道治理、都市發展或土地開發等計畫。

8. 河川圖籍

公路沿線跨越河川上、下游各 500m 河段之河川圖籍。如因河川改道、現況河川非屬河川地時，亦應查明原屬河川之圖籍資料並確認其位置。

9. 地下設施及地下管線

排水設施用地範圍內之地下設施及地下管線資料。

2.3 排水設計之特殊考慮

2.3.1 橫交排水設施之銜接

公路橫越水路，須以適當排(輸)水構造物銜接其上、下游水路；非不得已，不予改道或合併；橫交排水設施之銜接，應注意在水路兩端之進出口先預留用地且需洽有關機關(構)配合辦理。另有關公路橫交排水設施與區域排水之銜接如涉及農田水利會灌排水路，考量農田灌溉水質之維護，不宜排入灌溉專用渠道；如有須匯入農田水利會所轄農田排水渠道者，規劃、設計時應事先與該農田水利會協調解決；下游水路通水能力不足者，

宜一併考量治理改善或洽有關機關(構)配合辦理。

2.3.2　地下排水對環境影響

為公路工程需要所設計之地下排水或抽水設施，應事先探討對含水層之影響，並將影響減至最低程度。

2.3.3　施工期間應考量事項

公路工程施工期間，應依下列規定，施作臨時排水設施及施工臨時便橋：

1. 施工中臨時排水設計考量

道路開挖前應先構築開挖面周遭之截水及排水系統，將集水區之逕流量引導至既有或永久排水設施中。

若遇有地下水滲出較多情況，宜視地層特性以點井或其他臨時排水溝方式，將其導流至排水系統中，在無法重力排水時，須用集水坑聚水後再以抽水機配合抽排水。

2. 施工臨時便橋水理考量

施工臨時便橋之施設應依照水利署相關法規之規定辦理。

2.3.4　維護問題

經過崩坍地、洪水平原、低窪地或地盤下陷地區之公路排水工程，應特別考慮維護問題。

2.3.5　景觀及環保生態

公路排水設施之新建或既有水路之改道或改建，應依「公路景觀設計規範」辦理，並注意環保生態問題。

第三章　設計流量決定

3.1　基本原則

1. 公路排水系統之設計流量，以立即排水為原則，依公路之種類等級、地區降水特性、排水構造物之重要性、風險損失及經濟等因素，研選適當頻率流量為設計流量。
2. 公路與具使用標的之水路相交時，其輸水構造物之設計流量應不低於該水路目的事業機構之規定。
3. 公路與防洪及排水計畫有關之河川或排水路橫交時，其橋梁或涵洞之設計流量，應依防洪計畫或排水計畫之規定。

   橋梁或涵洞上游有洩洪設施者，須特別注意其洩洪量，協調其管理機構，研選適當之設計流量。
4. 地下道抽水設施之設計流量中，應考慮可能之地下水入滲量。
5. 路面排水設施之設計流量，依所研選之頻率降雨強度，採合理化公式或其他適用方法推算。
6. 重要橋梁之設計流量，除水利主管機關(構)另有規定者外，應依流量紀錄進行頻率分析後決定之；紀錄年數不足者，得以設計暴雨依單位歷線法或面積比法等推算之。
7. 不同頻率之流量推求，有流量紀錄者，由歷年流量資料推算；僅有雨量紀錄者，由雨量資料依雨量與逕流之關係，間接推求；在無紀錄地區，得以經驗公式決定(參見附錄 A)。
8. 降雪地區之設計流量，應考慮積雪厚度、冰凍深度、溶雪率以及溶雪與暴雨之洪峰量疊加效應。
9. 設計流量之推算應注意集水區之未來土地利用情況，必要時應採保守方式推估。

3.2 設計重現期距

除已有規定者外，公路排水設施設計重現期距應視設施規模之經濟性及安全性，參照表 3-1 研選。

表 3-1 設計重現期距研選範圍

公路排水設施種類	重現期距 (年)		
	國道	省縣道	鄉道
路面排水設施			
淺溝及路邊溝	5～10	5～10	2～5
進水口	5～20	5～10	2～5
排水聯絡支管	5～20	5～10	2～5
涵洞	20～50	10～50	5～20
路旁渠道			
排水路(寬度≧10 m)	20～50	20～50	10～50
排水路(寬度＜10 m)	10～20	10～20	5～20
平台截流溝及豎溝	5～20	5～20	5～20
滯洪池排水口	5～20	2～10	2～5
滯洪池溢流道	20～50	10～50	10～20
橋梁			
跨中央及直轄市管河川	100 以上	100 以上	100 以上
跨縣(市)管河川	50 以上	50 以上	50 以上
跨區域排水路	25 以上	25 以上	25 以上
跨其他排水路	20 以上	20 以上	20 以上
地下道抽水設施	20 以上	20 以上	10 以上

註：1.河川之分類依主管機關(構)規定，參見附錄 B。
2.有關主管機關(構)另有規定者，依據其規定。
3.因環境特殊需要者，設計重現期距不受此表限制。

3.3 頻率分析

自長期觀測之雨量或流量紀錄資料，採部分延時序列法(method of duration series)或極端值序列法(method of extreme-value series)選用樣本，用以分析各頻率之雨量或流量。所需樣本數須經檢定。

頻率分析方法除當地水利主管機關或相關機關(構)已有規定者外，應

以適當方法分析之。一般常用之機率分布有：二參數對數常態分布、三參數對數常態分布、皮爾遜Ⅲ型分布、對數皮爾遜Ⅲ型分布及極端值Ⅰ型分布等；一般常用之參數估算法有繪圖法、動差法(method of moments)及最大概似法(method of maximum likelihood)等。為輔助機率分布之選定，應繪製頻率曲線圖，並將觀測資料點繪於機率紙上，點繪公式一般常用：Hazen 點繪法、Weibull 點繪法及 Tukey 點繪法(參見附錄 C)。

紀錄年數增加 10 年以上者，宜重新辦理頻率分析。

3.4 設計雨量推算

設計雨量之推算以採用有關單位曾經分析計畫地點附近區域之適用雨量強度公式為準；無適用公式者可參考下述步驟推算設計雨量。

3.4.1 雨量站選用

依計畫地區之水文氣象特性、集水區面積大小，選用鄰近水文氣象條件相似且有長期雨量紀錄之雨量站，雨量站之選用應先請教水利機關(構)有無區域化之相關研究，避免雨量站選用不確定性所造成之設計風險。

3.4.2 雨量紀錄校核

雨量紀錄資料經研判如有存疑時，須與鄰近氣象特性相似雨量站之平均雨量比較，以雙累積曲線法或迴歸分析等方法校核之。惟雙累積曲線法只適宜於長時間，如年雨量、季雨量之校正，不適用於日雨量及短時間暴雨紀錄之校正，且應為連續五年以上紀錄發生偏斜才需校正。

3.4.3 雨量紀錄補遺

雨量紀錄短缺不全時，可選用內插法、正比法(參見附錄 D)或 3.5 節適當方法補遺。

3.4.4 降雨強度推算

各頻率之降雨強度，由自記雨量紀錄，依時間雨量關係式推求；無自記雨量紀錄者，依鄰近自記雨量站資料推算(參見附錄 E 及附錄 F)。

若附近無適當雨量站可供選用者，可依據相關技術規範降雨強度推估公式推算之。

3.4.5 雨型

以單位歷線法或降雨-逕流模式推算設計流量時，應先選擇具代表性降雨之逐時雨量紀錄，以交替區塊法、無因次平均法或其他適當方法決定設計降雨之時間雨量分布。

3.5 設計流量推算

設計流量應以下列方式推算或校對。

3.5.1 利用流量紀錄推算(參見附錄 G)

1. 流量站選用

選用與計畫地點同一流域最近之水位-流量站為準。必要時，得參考水文條件相似之鄰近流域水位-流量站。

2. 流量紀錄檢查

檢視所用觀測方法、水準點依據、水位與流量換算等紀錄之正確性，繪製水位流量歷線，以校對降雨量與流量歷線間之變動趨勢是否符合。

3. 流量紀錄補遺

計畫地點附近具有部分可用實測流量者，依據流域特性或鄰近流量站紀錄進行相關補遺，相關係數不宜低於 0.7。

4. 計畫地點設計流量分析

就實測及補遺流量資料進行頻率分析，再以面積比法推算計畫地點設計流量。

3.5.2 利用設計雨量推算

以合理化法、單位歷線法或其他經驗證之水文、水理模式推算設計流量(參見附錄 A，附錄 H 及附錄 I)。

3.5.3 其他因素考量

山區及隧道應考量土壤或地層之滲水量或湧水量。

第四章　渠道設計

4.1　應用範圍

凡具有自由水面之天然或人工水路，如天然河道、明溝、座槽、渡槽、跌水工、陡槽溝、非滿流狀態下之暗渠及涵洞等，均以渠流水理設計。

4.2　渠流水理公式

一般渠道之水理設計可視實際情況假設為一維性的均勻流或非均勻流。其水理分析可用能量方程式或曼寧公式等。(曼寧 n 值參見附錄 J)。

4.2.1　連續方程式

$$Q = A_1 V_1 = A_2 V_2 \tag{4-1}$$

式中 Q：流量(m^3/s)

A_1、A_2：分別為上、下游斷面之通水面積(m^2)

V_1、V_2：分別為上、下游斷面之平均流速(m/s)

4.2.2　曼寧公式

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S_f^{1/2} \tag{4-2}$$

式中 V：通水斷面平均流速(m/s)

n：曼寧 n 值，參見附錄 J

R：水力半徑($=\frac{A}{P}$)(m)

A：通水斷面積(m^2)

P：濕周(m)

S_f：能量坡降(均勻流時，等於渠底坡降，S_0)

4.2.3 能量方程式

$$d_1\cos\theta + z_1 + \frac{\alpha_1(V_1)^2}{2g} = d_2\cos\theta + z_2 + \frac{\alpha_2(V_2)^2}{2g} + h_L \qquad (4\text{-}3)$$

式中 d_1、d_2：分別為上、下游斷面之水深(m)

z_1、z_2：分別為上、下游斷面之底床高程(m)

V_1、V_2：分別為上、下游斷面之平均流速(m/s)

α_1、α_2：分別為上、下游斷面之能量修正係數(一般可假設均為 1)

h_L：上、下游斷面間之能量損失水頭(m)

θ：渠底坡度

4.3 防沖淤考慮

4.3.1 容許流速

渠道設計流速應維持設計流量情況下底床不沖不淤；流速不宜高於表 4-1 所列之最大容許流速。

傾斜式跌水工、陡槽工之容許設計流速不受此限。

渠道縱坡受地形限制，流速超過最大容許流速時，為防止沖刷及泥砂危害下游，渠道應加設襯砌、消能或其他防沖蝕措施。

4.3.2 臨界拖曳力

非黏性土壤之渠道於設計流量情況下，渠底及側坡水流拖曳力不應大於土壤之臨界拖曳力(參見附錄 K)。

表 4-1　渠道最大容許流速

排水路材質				最大容許平均流速(m/s)		曼寧公式採用 n 值	備註
渠底		側坡		V_1(常流量)	V_2(計畫流量)		
土質	砂土	土質	砂土	0.5	1.0	0.030～0.026	渠底側坡土質
	壤土		壤土	0.8	1.5		
	粘土		粘土	1.2	2.0		
土質(含砂礫土)		混凝土砌塊石		2.0	3.0	0.021～0.029	渠底土質、側坡混砌石
		混凝土塊砌石		2.5	4.0	0.015～0.029	渠底土質、側坡混凝土坡面工
混凝土		混凝土坡面工		4.0	6.0	0.014	渠底、側坡均混凝土工
混凝土		混凝土		4.0	6.0	0.014	渠底、側坡均混凝土工

註：參考水利署，區域排水規劃，民 87 年。

4.4　設計斷面

4.4.1　斷面形狀

渠道斷面形狀之決定，應考慮行車安全、上下游原有水路斷面、路權範圍、設計流量、水力效率、沖淤穩定性、施工與維護難易以及美觀等因素。

4.4.2　設計水位或水深

1. 均勻流況

無迴水影響之均勻斷面渠流，可假設為均勻流，應用曼寧公式及連續方程式計算平均流速及水深。

2. 非均勻流況

渠道各斷面之形狀、糙度或坡度有緩和變異，可依漸變流能量方程式及連續方程式計算各斷面之水位及流速。

漸變流水面剖線計算可用標準步推法或直接步推法。流況為亞臨界流時，自下游控制斷面向上游推算；超臨界流時，自上游控制斷面向下游推算，且該水路應避免急劇斷面變化或轉彎(參閱本規範 4.5 節及 4.6 節)。

渠道匯流時，應用連續方程式及能量方程式，或連續方程式及動量方程式求得匯流點水位後，再分別推算各支流之水面剖線。

4.4.3 出水高度

設計水位至渠岸頂須有足夠之出水高度，其值依據水利主管機關或目的事業機關(構)規定。

無規定者，出水高度視渠道大小、設計流量、風浪高度及渠道位置等因素先選定一高度，再以能通過較設計重現期距高一階重現期距(參見表 4-2)流量下不溢頂之條件校核；其最小出水高度依設計水深 25%計算之，最小值為 20cm。

如為陡槽溝或在彎道處，另酌加出水高度。

表 4-2 各階數之設計重現期距

階數	重現期距(年)
第一階	2 或 3
第二階	5
第三階	10
第四階	20 或 25
第五階	50
第六階	100
第七階	200

4.5 彎道

渠道線型之轉折應以平滑曲線銜接之，其曲率半徑視渠道大小、設計流量、襯砌材料種類、斷面形狀等因素決定，但不宜小於水面寬度之 3 倍或水深之 10 倍。

渠流為超臨界流或轉折處無法以適當半徑曲線平滑銜接時，其水理設計應考慮能量損失、產生交錯波及壅水等問題。

4.6 漸變段

渠道上下游斷面之形狀、尺寸不同或渠道與其他設施銜接時，為避免上游水位壅高、防止出口沖淤或減少能量損失，應設漸變段使水流順暢(參見圖 4-1)。

1. 渠道漸變段除該設施之目的事業機關(構)另有規定者外，其長度不應小於 1.5m 或上下游水面寬度差之 2 倍。
2. 流量大於 3.0m^3/s 或進口流速大於 2.5m/s，且水頭損失對渠道輸水容量影響大時，宜以能量方程式另行分析設計漸變段，且須注意其容許流速及防止渠道遭受不利沖淤。

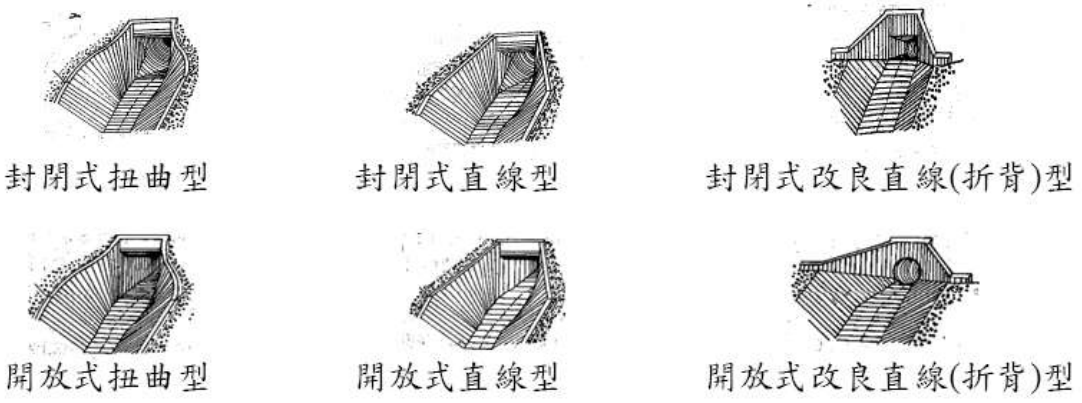


圖 4-1　漸變段示意

4.7 陡槽溝

渠道縱坡過陡，連續跌水構造之間距過短，無法達到消能效果或考慮

工程經濟性時，以陡槽溝處理。

1. 陡槽溝斷面設計應考慮空氣捲入之影響，以曼寧公式計算水深決定側牆高度時，應以捲氣量推算捲氣後之水深，或可採糙度較常態值至少增加 25%。
2. 陡槽溝必須襯砌，襯砌應考慮能耐磨損問題，前後端設截水牆，中段每隔適當間距設錨碇。
3. 陡槽溝出口端設消能設施，其設計為考慮流速與能量估算誤差，計算陡槽溝出口流速及能量時，糙度可較常態值減少 25%。
4. 斷面設計宜採保守原則，其出水高度應酌予增加。

4.8 坡度調整及消能設施

渠道縱坡過陡，流速過高而有沖刷之虞時，應作坡度調整或設置消能設施。

坡度調整及消能設施之型式依上下游流況、單位寬度流量、水頭落差、地形及消能設施特性等因素選用之。

4.8.1 低堰

渠底未襯砌時，可設連續低堰穩定底床。堰之間距視縱坡及堰高而定；堰高宜小於 1.0m，以能控制上游水流流速小於臨界流速為原則。

4.8.2 垂直式跌水

渠道局部落差在 3m 以下時，設垂直式跌水構造消能(參見圖 4-2 及附錄 L)。跌水構造應有足夠長度及適當水褥，使跌落之水舌及產生之水躍或波浪，不致沖刷下游渠道。

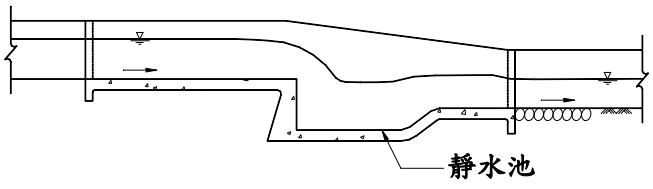


圖 4-2　垂直式跌水示意

4.8.3　斜面式跌水

渠道局部落差在 3m 以上 5m 以下時，設斜面式跌水構造消能(參見圖 4-3)。斜面式跌水構造出入口應設漸變段，控制水流穩定；斜面式跌水構造型式，視池前水流福祿數及尾水情況選用。

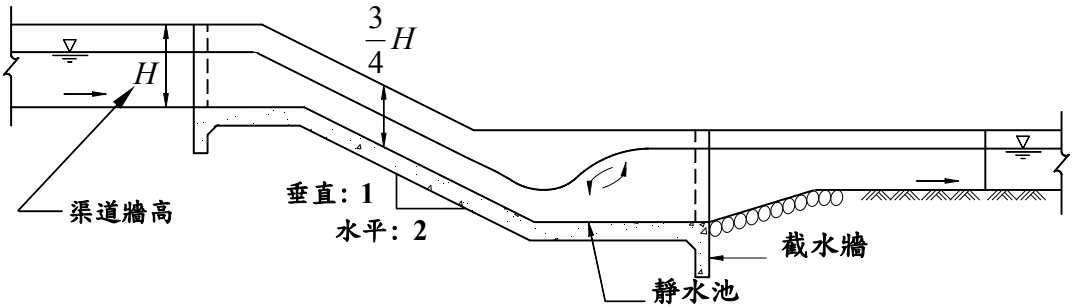


圖 4-3　斜面式跌水示意

4.8.4　齒坡式跌水

渠道局部落差大且下游水位不穩定之情況，設齒坡式跌水構造消能(參見圖 4-4)。齒坡式跌水縱向坡度不應大於 1.0:2.0(垂直:水平)，每公尺寬度容許流量 1.0～2.0m^3/s。齒墩應適當布設，為防止淘刷，至少應有一列齒墩深入下游渠底以下。

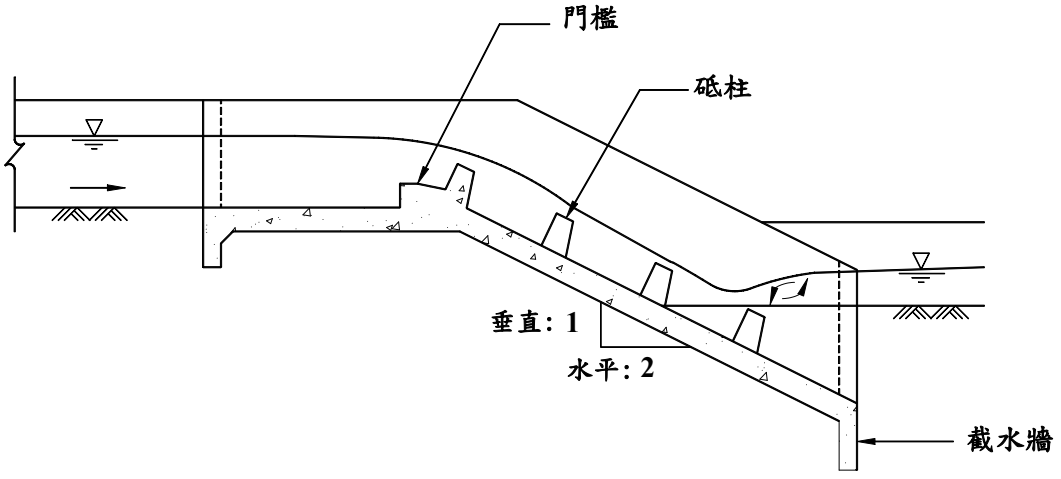


圖 4-4　齒坡式跌水示意

4.8.5 衝擊式跌水

明溝或管涵之出口流速小於 10m/s，且下游水位不穩定時，可設衝擊式跌水構造消能（參見圖 4-5）。每道衝擊跌水流量應不大於 $10m^3/s$。

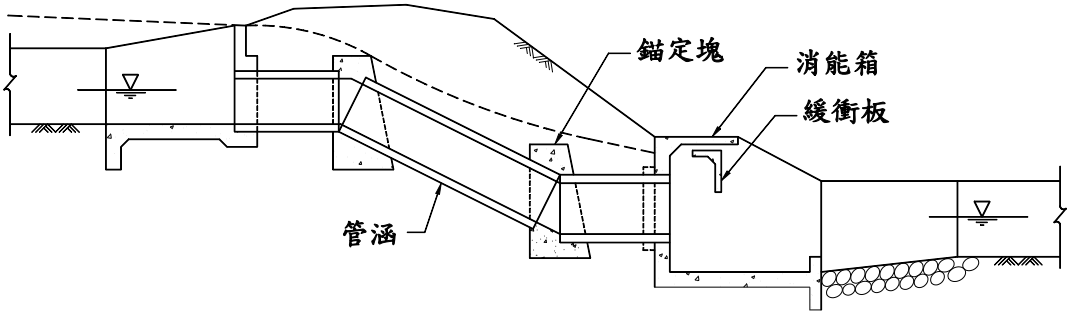


圖 4-5　衝擊式跌水示意

4.8.6 靜水池

為減低流速、防止底床沖刷，在渠道跌水下游段，得視池前水流福祿數及尾水情況，配合跌水工型式在下端布設適宜之靜水池消能。

4.9 座槽

明溝沿陡峻山坡通過時，得設置座槽(參見圖 4-6)。

1. 除特殊情況外，座槽採用矩形斷面之鋼筋混凝土構造。
2. 座槽內流速應維持在臨界流速以下。進出口設漸變段。進口處須設溢流設施，並接排水路。
3. 沿山坡開挖之平臺寬度除供座槽本身穩定安置外，尚應有維修之通道空間。局部落石嚴重區段可採用明溝加蓋或暗溝。

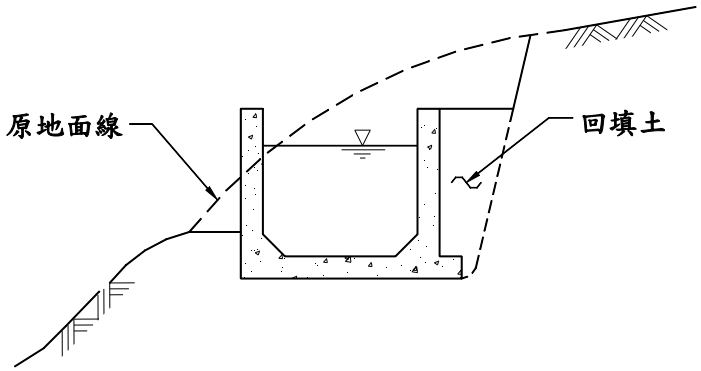


圖 4-6　座槽示意

4.10　渡槽

渠道通過公路、窪地、其他水路，或為維持公路開挖段兩側原有灌排水路之暢通，宜設高架渡槽(參見圖 4-7)。

1. 渡槽跨越公路時，可兼作車輛或行人通道，其墩柱間距及梁底淨空應符合該公路行車需求。兼作車輛或行人通道時，應設護欄。
2. 渡槽材質應選用耐久而不易滲漏者，進出口設漸變段；必要時進口處設溢流設施及攔污柵，並接排水路。

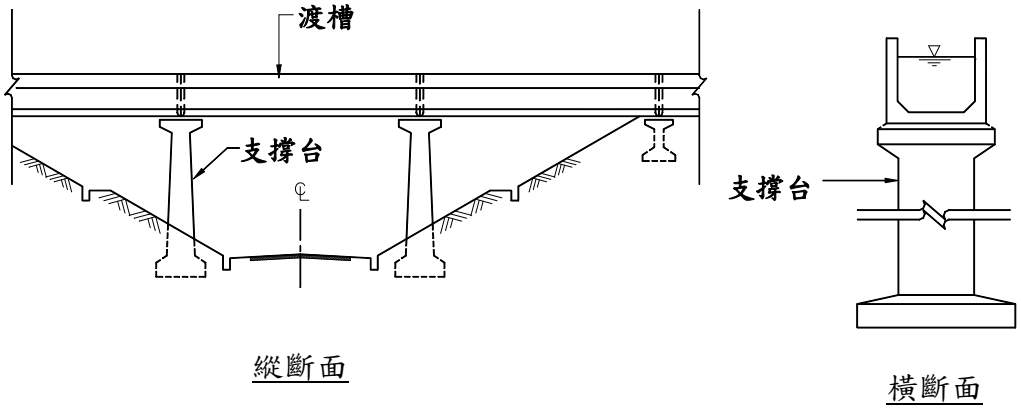


圖 4-7　渡槽示意

4.11　水路改道

原有排水路及灌溉水路之廢棄或改道，需檢討其上下游水權、水理特性、可能沖淤變化及環境影響等因素，並洽商有關主管機關(構)或其利害關係人同意。

4.12　護岸

路堤或渠岸可能遭受水流沖擊破壞之處，應設置護岸(參見圖 4-8)，必要時再配合興建丁壩、順壩等設施。

路肩之頂高為設計洪水位加出水高度，最小出水高度以至少 25%設計水深估計。

護岸在洪水沖刷下應能自然穩定，其與土壤接觸面間設濾層，每隔適當間距設置排水孔。

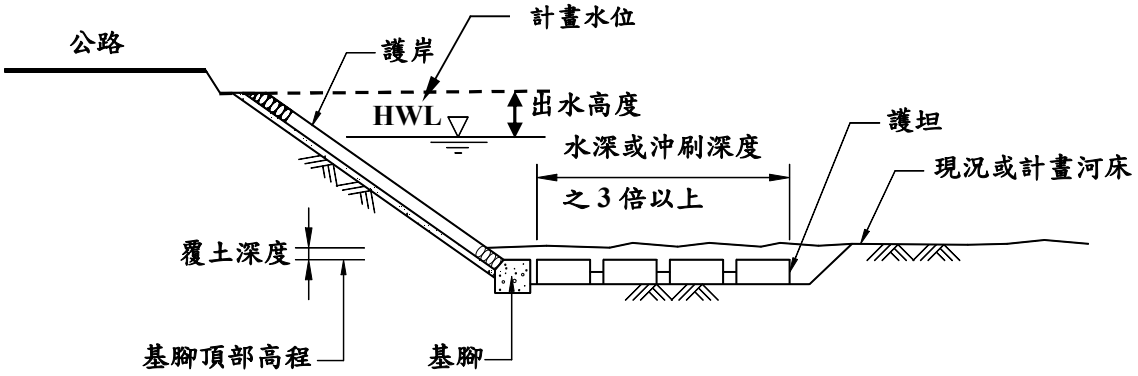


圖 4-8　護岸示意

4.12.1　基腳頂部高程

設計護岸基腳頂部高程時，其基本考慮為選擇設置護岸區間之河岸底床現況，並應考量該路段河岸底床縱斷面及河床沖刷變化。護岸基腳頂部應有足夠覆土深度。設計水深 3m 以下者，覆土深度至少 0.6m；設計水深 3m 以上者，覆土深度至少 1.0m。

護岸基礎之地質軟弱或河岸沖刷嚴重處，須考慮特別保護。

4.12.2 護坦

護坦之頂部高程應與護岸基腳頂部同高。護坦應具良好可撓性，其重量足夠抵抗水流拖曳力，鋪設寬度不應小於設計水深或設計沖刷深度之 3 倍以上。

4.13 明溝襯砌

明溝襯砌依據各機關(構)已公布之標準斷面；荷重情況特殊或重要之渠道宜個別檢討設計。

4.14 安全措施

為顧及車輛意外高速脫離車道撞及排水設施可能產生之危險性，路邊排水溝採用平緩側坡或弧形渠底淺溝，必要時採用明溝加蓋或暗溝。在鄰近車道或公眾場所之寬深大型明溝、陡槽溝及跌水構造等地點，應設置護欄、警示牌等安全措施。

第五章　路面排水設計

5.1　功能

路面排水設計應達到下列各項功能：

1. 減少路面因積水造成交通之停滯或路滑等情況。
2. 減少路面積水對鋪面結構造成損壞。
3. 減少路堤遭路面逕流集中沖蝕。

5.2　路面排水系統

路面排水系統係指收集路面逕流量，輸送至末端之各種排水設施。一般路面均俱橫向與縱向坡度，路面排水即藉此收集與輸送。

路面排水系統包括中央分隔帶三角形淺溝、中央分隔帶護欄側之 U 型溝、路肩排水溝、路邊溝、進水井、排水管、豎溝及匯流井等設施。

路面排水設施視地形、排水路位置、路拱及縱坡、路面超高等條件作適當布設。布設原則如下：

1. 路面排水設施之布設，以不使積水侵入車道、不妨礙行車安全及易於清理維護為原則。
2. 路面排水之進流及收集設施，應布設於局部最低點，儘量減少沿車行方向之漫地流。於路肩及中央分隔帶設淺溝、明溝或暗溝、進水口、集水井等。沿路堤坡趾、雙路堤中央窪地或交流道綠地局部最低處設明溝、集水井等，參見圖 5-1。
3. 收集之路面逕流以連絡水路輸送至排水路

路面排水之集水井與排放設施，除於道路豎曲線之凹處為必設者外，應依道路之縱坡、車道寬度等選擇適當間距予以設置。在路拱低側之路肩旁設路肩排水溝以收集路面排水，並於適當間距處設置路緣導流開口、豎溝將之排放至沿路堤坡趾之邊溝。

4. 在野生動物繁多地區，連絡水路或公路交流道綠地內排水設施之設計，宜考慮兼供野生動物通行。

5. 路邊溝銜接設計考量

公路邊坡排水須設置坡趾溝，且可與路邊溝共用，其坡趾溝與豎溝匯流點應留設跌水井或集水井及沉砂池，以便日後清理。

6. 橫向排水設施考量

依據公路路線設計規範有關道路縱橫坡路面規定條文引據及參考本規範第六章排水涵洞設計規定。

7. 滯洪池配合設計考量

路面排水或施工中排水設計，如需配合施設滯洪池者，應依照水土保持技術規範相關規範辦理。

8. 排水性舖面設計依相關規定辦理。

5.3 路拱及縱坡

公路應具適當之路拱及縱坡，以利排水。路拱及縱坡之坡度參照交通部頒布之「公路路線設計規範」。

5.4 淺溝

非結構物構成之中央分隔帶之凹型溝、道路緣石與路面構成之 L 型溝及路塹開挖斷面兩側之邊溝等均屬淺溝。

5.4.1 設計要求

外側路肩淺溝之設計水面寬度不得侵入車道。中央分隔島緣石淺溝設計最大水面寬度以 1m 為限。

5.4.2 位置

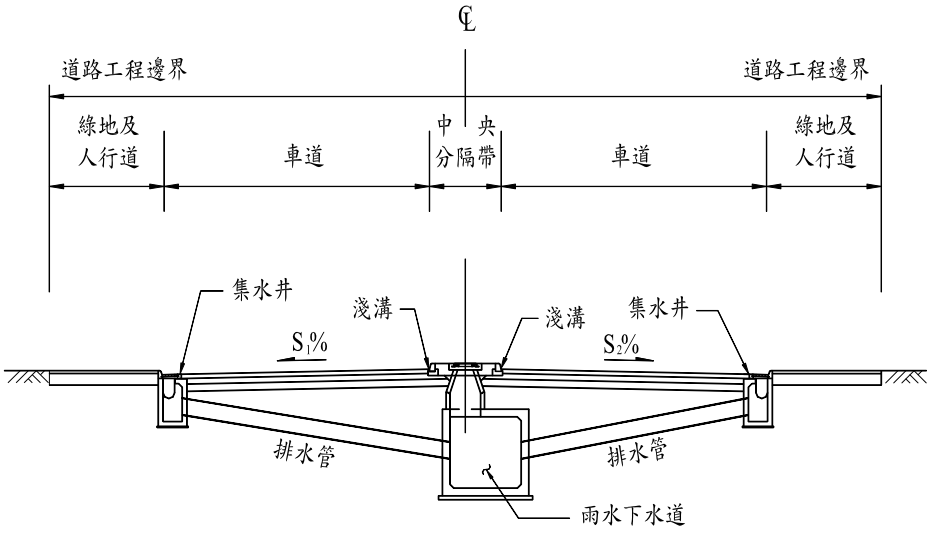
路肩及中央分隔島有緣石者，沿緣石設置；無緣石者，於路肩外或中

央分隔帶低窪處，沿公路縱向設置。每隔適當間距將逕流導至進水口或豎溝入口。

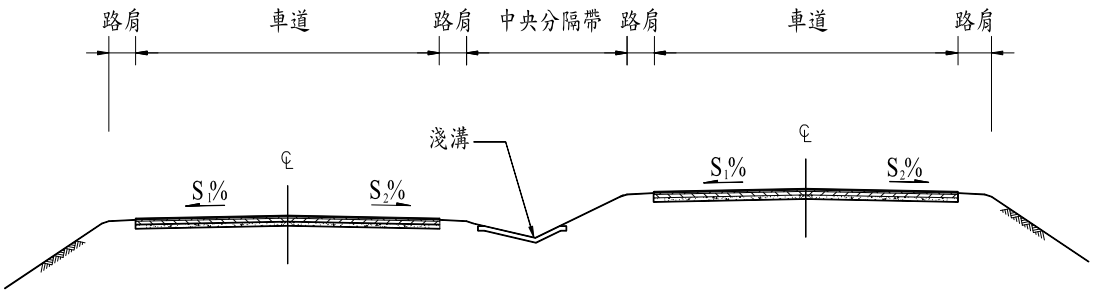
5.4.3　斷面尺寸

淺溝斷面形狀及尺寸，視其位置、縱坡、公路種類、行車安全、進水口間距、施工、維護及經濟等因素訂定。其臨車道側橫坡不宜大於 1:6(垂直:水平)，最小縱向坡度 0.2%。

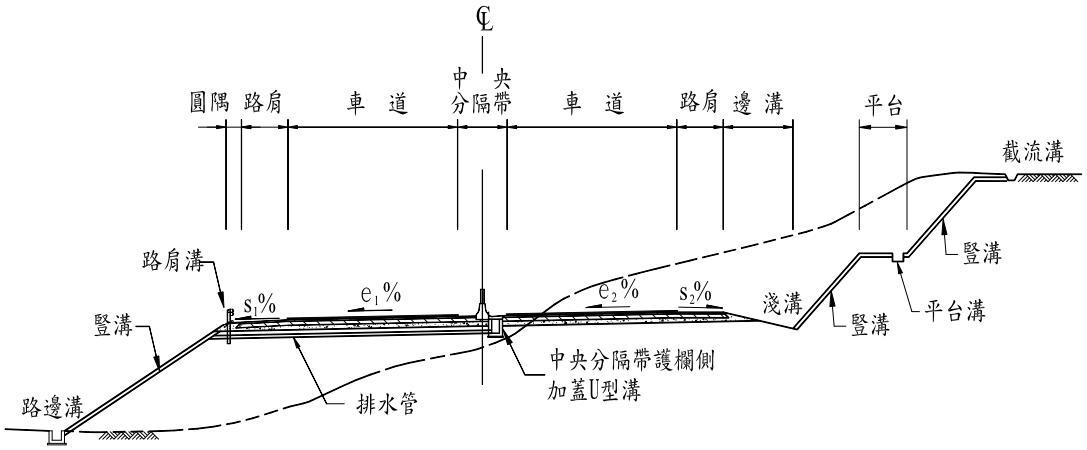
淺溝通水容量依曼寧公式計算，其設計流速限制悉依本規範第四章有關各節規定。



市區路段型式



路堤型式



半挖半填型式

圖 5-1　路面排水系統示意

5.5 明溝及暗溝

設計流量大或用地受限，無法以淺溝達成排水需求時，得考慮在不影響行車安全原則下，設置明溝或暗溝，其設計悉依本規範第四章各節有關規定。暗溝應有充分之進水設施，並易於清理維護，其底寬不得小於30cm，深度不得小於 40cm。

5.6 陡槽溝(豎溝)

在公路高填或深挖坡面上，適當間距處或坡面局部最低點，宜設置豎溝，將公路淺溝、路邊溝及平台溝之逕流排除至坡趾排放水路。

5.6.1 設計要求

豎溝應避免線型及坡度轉折，陡峭坡面長度過長或土質不良之豎溝，應視需要加設止滑或錨碇措施，末端應設消能或防沖蝕措施；豎溝材料及構築宜配合當地環境採用適當工法。

5.6.2 間距

豎溝之設置間距，視地形、坡面狀態、所承接上游排水設施容量、連絡排水設施位置及經濟等因素決定之，一般採用 30～100m 為宜。

5.6.3 斷面尺寸

豎溝之尺寸視排水量大小、溝長、漂浮物阻塞可能性、結構穩定性等因素決定，最小斷面 30cm×30cm。縱向坡度大於 1:2 (垂直:水平)者，宜採用鋼筋混凝土構造。

5.7 橫向截水溝

地下道出入口、橋梁引道前路面縱坡較大處，路邊溝無法截流沿車道方向之漫地流時，宜設置橫向格柵截水溝。橫向截水溝最小寬度 20cm，

蓋板應有足夠開孔面積及結構強度；並不得妨礙行車安全。

5.8 淺溝進水口

5.8.1 型式

淺溝進水口視水理特性、漂浮物堵塞可能性、安全及經濟等因素，選用緣石進水口、格柵進水口或複式進水口，參見圖 5-2。

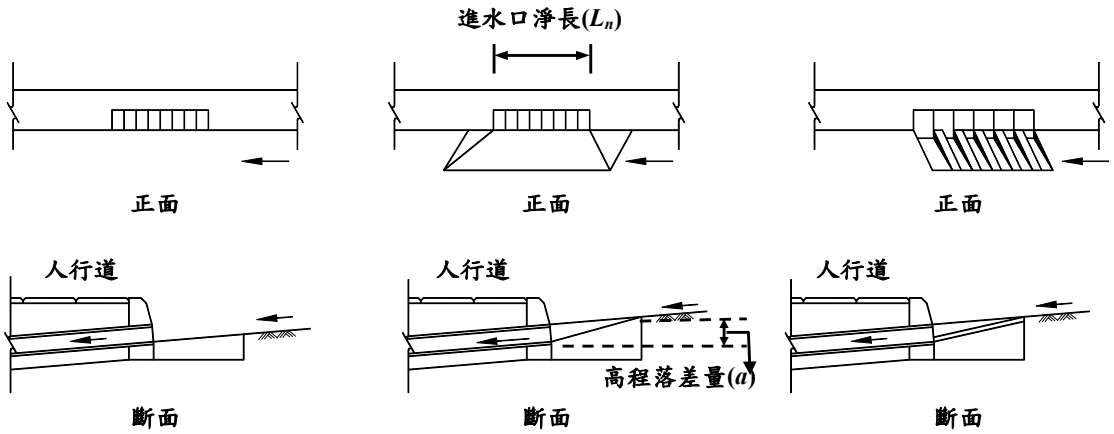
路面漂浮物較多且淺溝坡度小於 3%時，得採用緣石進水口。

淺溝坡度較陡或不容許低落時，採用格柵進水口。

流量大之情況，採用複式進水口。

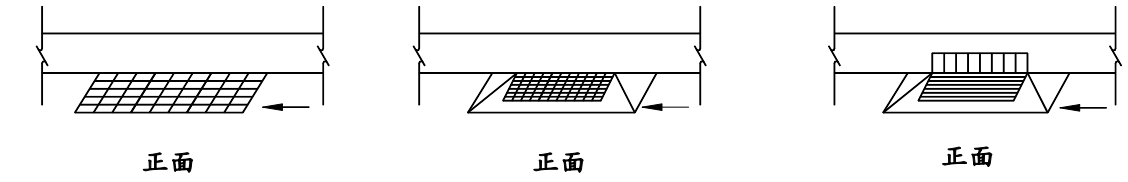
5.8.2 位置及間距

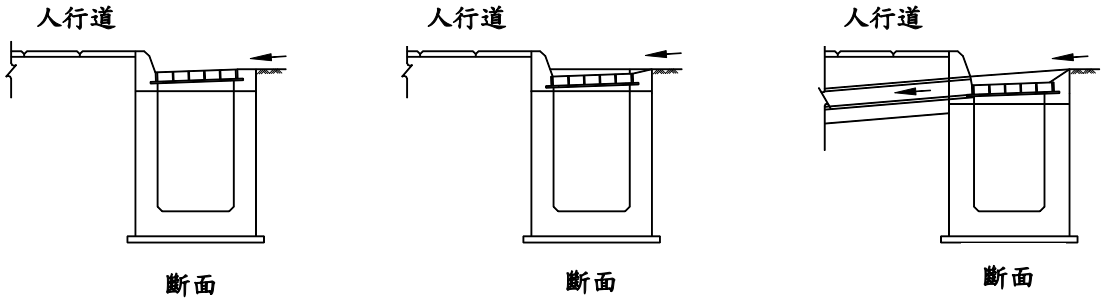
淺溝進水口間距視地形、集水面積、公路縱向坡度、橫向坡度、流向、淺溝容量及進水口尺寸等條件決定。於公路平面曲線彎道處、豎曲線最低點及其前後約 3m 處、交叉路口處及地下道入口處均應設置(參見圖 5-3)，其間距在 5～30m 之間。格柵式進水口或複式進水口儘量避免設置於行人穿越道。



(一)齊平式　　(二)低落式　　(三)雙向式

一、緣石進水口

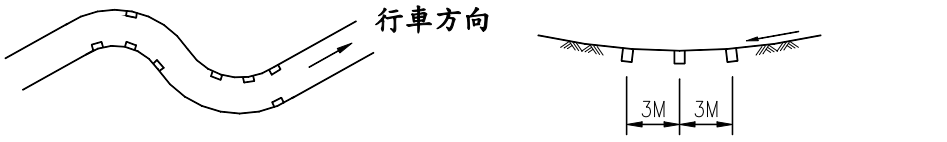




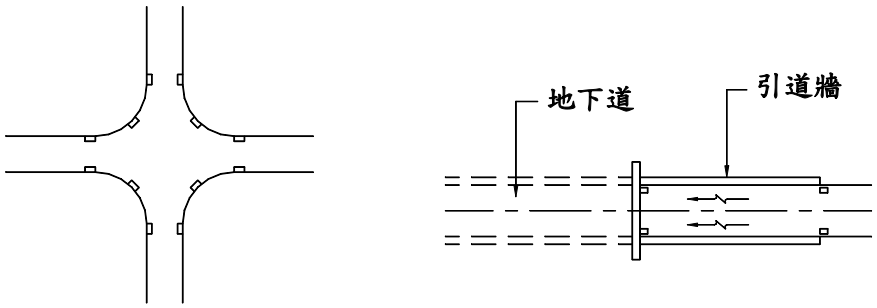
(一)齊平式　　(二)低落式

二、格柵進水口　　三、複式進水口

圖 5-2　淺溝進水口型式



平面曲線彎道處　　豎曲線最低點及其前後約 3 m 處



交叉路口處　　地下道入口處

圖 5-3　淺溝進水口設置位置

5.8.3　流量

1. 緣石進水口

流量依(5-1)式計算。

$$Q = 0.386\left(\frac{L_n}{h}\right)\left[(h+a)^{5/2} - a^{5/2}\right] \qquad (5\text{-}1)$$

式中 Q：緣石進水口流量(m^3/s)

L_n：進水口淨長(m)

h：淺溝平均水深(m)

a：緣石進水口前之高程落差量(m)

2. 格柵進水口

位於局部最低點之格柵進水口，可視為孔口流，流量依(5-2)式計算，一般格柵進水口流量計算參見附錄 M。

$$Q = KCA\sqrt{2gh} \qquad (5\text{-}2)$$

式中 Q：格柵進水口流量(m^3/s)

K：考慮阻塞之安全係數，一般可採 0.5

C：孔口係數，0.5～0.6

A：柵孔淨面積(m^2)

g：重力加速度(9.8 m/s^2)

h：淺溝平均水深(m)

5.8.4 進水口開孔面積

緣石進水口開孔長度不得小於 50cm，高度不得小於 8cm；如有漂浮物進入可能時，得加設攔污柵。

格柵進水口之格柵孔，其長向須與水流方向平行。開孔面積及格柵間距，視設計流量、截流率、淤堵雜物、排水路容量、承受荷重及行車安全等因素決定。格柵開口淨面積不得小於 250cm^2，格柵淨距不得大於 3cm。

5.8.5 進水口高程落差量

為增加進水效率而設計之進水口，在其周邊設置斜面，該斜面之兩端高低落差量一般採用 3～5cm，但不得大於 8cm。

5.9 連絡水路

連絡水路為將路肩、中央分隔帶及坡面等排水設施所收集之地面逕流輸送至既有排水路，多為管涵或箱涵或明溝。其設計流量依本規範第三章合理化公式(附錄 H)分段推算，斷面設計參照本規範第四章及第六章有關規定。

為便於清理，位於路面下之連絡支管內徑不得小於 600mm，幹管內徑不得小於 900mm。

5.10 集水井

為便於地面水流入、水路匯流及淤砂清理，在路邊溝與排水支線適當間距設置集水井(參見圖 5-4)。

集水井尺寸視出水路尺寸而定，長度及寬度最小尺寸為 40cm，其底部高程至少低於出水路渠底 15cm。

蓋板應便於清淺時之運搬，如兼作淺溝進水口時，其設計悉依 5.8 節規定。

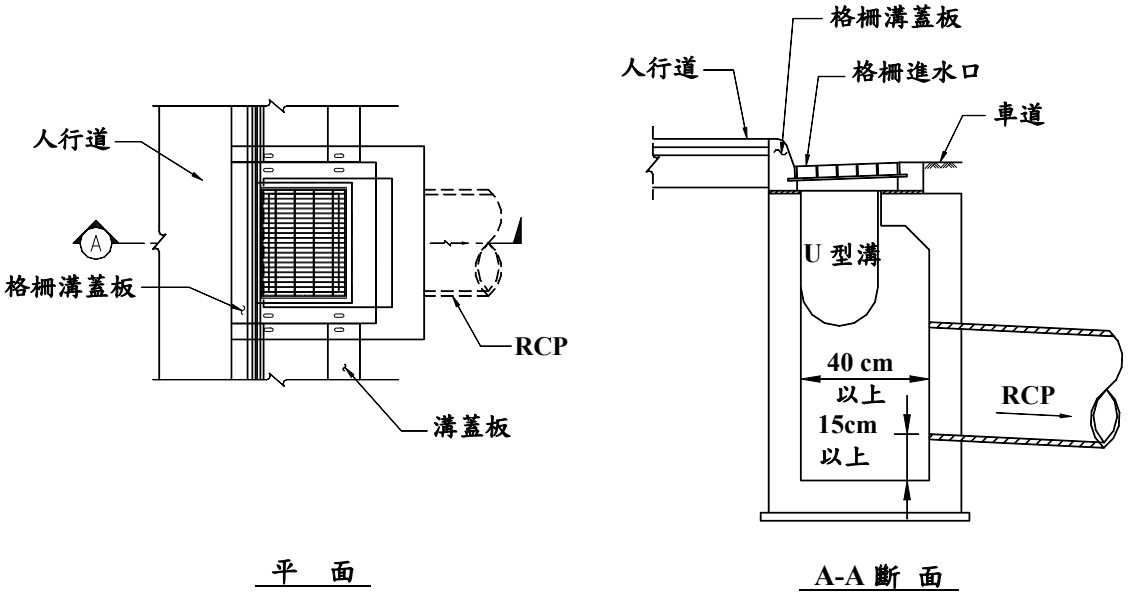


圖 5-4　集水井示意

5.11　匯流井

二條以上水路匯流時，設置匯流井予以銜接(參見圖 5-5)。

匯流井進出水路渠底由能量方程式推定，但最低進水路渠底宜高於出水路渠底 3cm 以上。

5.12　人孔

於暗渠適當距離或方向折變處或二個以上管道相接處，設置人孔以利清理(參見圖 5-6)。

5.12.1　間距

人孔間距視暗渠尺寸及水路中漂浮物、沉積物之數量多寡而定，內徑1,200mm 以上或其他形狀具有相同斷面積者，人孔間距不應大於 200m；內徑小於 1,200mm 者，人孔間距不應大於 100m；內徑小於 600mm 者，人孔間距不應大於 75m，若當地管理單位有需求者，依據其需求辦理。

5.12.2　形狀

人孔應有足夠之空間供人員上下及工作使用，其形狀及構造不應嚴重干擾水流，而致增加能量損失。

設於車道之人孔蓋板及框座應使密合並能長期承受交通荷重。

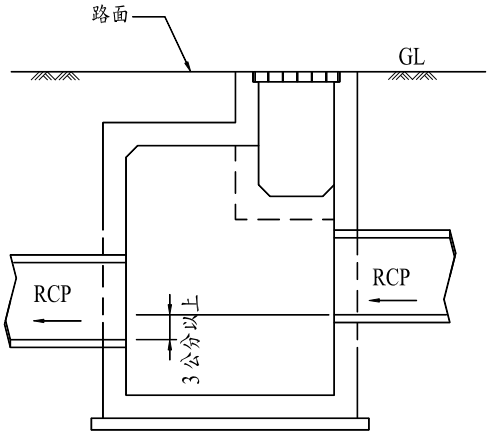
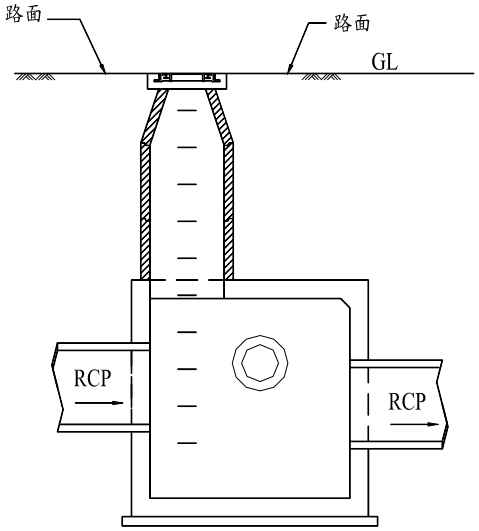


圖 5-5　匯流井示意圖



5-6　人孔示意圖

5.13　排水系統出口

路面排水系統之末端應儘可能引至現有水路排放。

1. 排水出口處水位不應影響上游排水功能；出口與無襯砌水路銜接時，視流速、落差及下游水路特性，設消能構造或護床。
2. 護床可為拋石、混凝土塊、蛇籠或串磚等，寬度不宜小於排水溝寬度

之 2.5 倍，長度不宜小於排水溝深度之 5 倍。

3. 拋石或混凝土塊之最小粒徑依(5-3)式計算，但宜大於 30cm。

$$d = \frac{V^2}{24.7} \tag{5-3}$$

式中 V：出口設計流速(m/s)

d：拋石或混凝土塊粒徑(m)

5.14 構造物排水

構造物排水包括橋梁、高架橋、隧道及地下道等之排水。地下道排水另見本規範第九章有關規定辦理。

5.14.1 橋面排水

公路橋梁之橋面排水設施布設，應依河川橋、跨越橋或高架橋而有不同排水出水口，河川橋之橋面排水可直接就近排放於河川水域，排放口需注意防範沖刷，跨越橋及高架橋之橋面排水應採用淺溝、格柵進水口及落水管連絡水路，將橋面逕流收集後，以管線方式輸送至附近地面之排水系統排放。有關橋面排水設計並須符合交通部「公路橋梁設計規範」第 1.9 節有關規定辦理。

橋面排水設施之落水管係用以銜接地面排水，其支管內徑不得小於 150mm，幹管內徑不得小於 200mm，管線排水坡度至少 2%，且應配合橋梁構造設置伸縮接頭及固定裝置；另需設有清掃孔以便管線清理。

5.14.2 隧道排水

1. 隧道洞口排水

公路隧道洞口周邊排水設施布設，應將洞口之周邊坡面逕流及可能倒流入隧道內之路面逕流予以截流，沿地形坡度，利用明溝、進水口、集水井或匯流井、陡槽溝與格柵截水溝等設施使地面逕流收集

進入道路地面排水系統，再排放於附近排水路。

2. 隧道內排水

公路隧道排水設計應區分為入滲水排水及路面排水兩種系統，路面排水係指消防用水及維護管理之用水。隧道內排水宜儘量採用重力流方式，將入滲水收集後排放於既有排水路；路面水則引至隧道外，排放於附近排水路，長隧道(4000m 以上)排放前宜經油、水分離設施。

重力流隧道排水之設計參照本規範第四章、第五章及第八章相關部分辦理。

如公路隧道無法以重力流方式排水時，其排水設計應照本規範第九章相關機械抽排水設計部分辦理。

當公路隧道不允許地下水滲入時，應採用隧道內完全防水襯砌設計，並考慮地下水壓變化之因應。必要時，在隧道之周邊應考慮佈設排水暗管或採用止水工法，以排除或阻止地下湧水。

隧道入滲水之流量大，或地下湧水之滲流壓力強，足以影響公路隧道之經濟性及安全性時，在設計上應依沿線地下水之調查結果，推估隧道之可能湧水以作為設計之根據。

5.15 坡面排水

山區道路護欄影響排水時，應盡量考慮收集及排放系統，且山區道路坡面排水原則上應配合水土保持技術規範設置，其屬公路邊坡排水者由權責機關(構)處理，屬區域排水者則由區域排水主管機關(構)負責。

第六章　排水涵洞設計

6.1　設計要旨

6.1.1　涵洞設置原則

1. 涵洞位置應依照上下游水路之線型關係，考慮排水功能、水流穩定、施工維護、公路整體配合以及交通安全等因素。
2. 沼澤低地或寬廣平地之高填土路堤段，於適當距離加設通水涵洞，以避免上游漫地流過度集中，造成路堤受害及上游地區水位壅高。
3. 洪泛平原、濱海感潮地區及陡峭坡地等公路橫越水路，應避免採用易受漂流物堵塞及底床易受沖刷之橋涵構造，原則上採用單孔構造物。

6.1.2　一般要求

1. 在高填土路堤或基礎軟弱地區設置涵洞時，應先預估沉陷時間及沉陷量，決定涵洞埋設高程、需增加涵洞高度或採柔性構造等。
2. 水質具腐蝕性者，涵洞材料及防蝕處理須特別考慮。
3. 在非洪水期兼作車輛人畜通道之排水涵洞，宜考慮採複式渠道斷面排水。
4. 涵洞進出水口之水位控制宜儘量使涵洞內水流維持明渠流。

6.1.3　涵洞型式

涵洞之材料及形狀依覆土厚、車輛荷重、上下游現有水路形狀、設計流量、經濟性及使用年限等因素適當研選。

6.1.4　最小斷面

涵洞斷面須考慮清理維護方便，最小斷面依表 6-1 規定：

表 6-1　公路排水涵洞最小斷面

涵　洞　種　類	最　小　斷　面
管涵	
・長度小於 7.5 m	
山區	內徑　600 mm
平地	內徑　600 mm
・長度在 7.5～20 m	
山區	內徑　700 mm
平地	內徑　600 mm
・長度在 20～50 m	內徑　800 mm
・長度在 50 m 以上	內徑　1,000 mm
箱涵(淨寬×淨高)	1.0 m×1.0 m
蓋版暗溝(淨寬×淨高)	0.5 m×1.0 m

6.1.5　縱斷面

1. 坡度

涵洞底坡應足夠使水流暢通，且不使砂土淤積。

2. 拱勢

縱斷面應根據涵頂荷重及基礎地質情況，分別估計出口端、進口端及中間段沉陷量，以作為拱勢設計之依據。

6.2　水理計算

6.2.1　上游水位(參見圖 6-1)

1. 涵洞進口處設計上游水位應不超過最高容許上游水位。
2. 最高容許上游水位視涵洞對上游地區之迴水影響、路堤容許浸水高度與時間，以及涵洞容許流速等因素決定之。
3. 設計上游水位須就進口控制及出口控制兩種流況分析，取其中之大者作為設計上游水位。
4. 涵洞上游水位為潛沒流時，設計上游水深度(Hw)與涵洞淨高(D 或 H)之比值宜儘量控制在 1.5 以上，並使渠道水流維持在容許流速以下。

6.2.2　下游深度(參見圖 6-1)

涵洞之下游水位高過涵頂時，下游深度為下游水位與涵洞出口端涵底之高差。下游水位低於涵頂時，下游深度為涵洞臨界水深與涵洞淨高之平均值，或下游水位與涵洞出口端涵底之高差，取兩者中之大值。

涵洞出口之下游深度原則上應與下游銜接水路之正常水深一致，水深計算參見第四章有關規定辦理。

6.2.3　進口控制通水能力

流況為進口控制時，涵洞通水能力受上游水位、涵洞進口幾何形狀及斷面大小之影響，以孔口流公式計算或利用適當水理設計圖表推算(參見附錄 N)。

6.2.4　出口控制通水能力

流況為出口控制時，涵洞通水能力受上游水位、下游位以及涵洞之進口幾何形狀、斷面大小、長度、坡度與糙度之影響，利用能量方程式推算(參見附錄 O)。

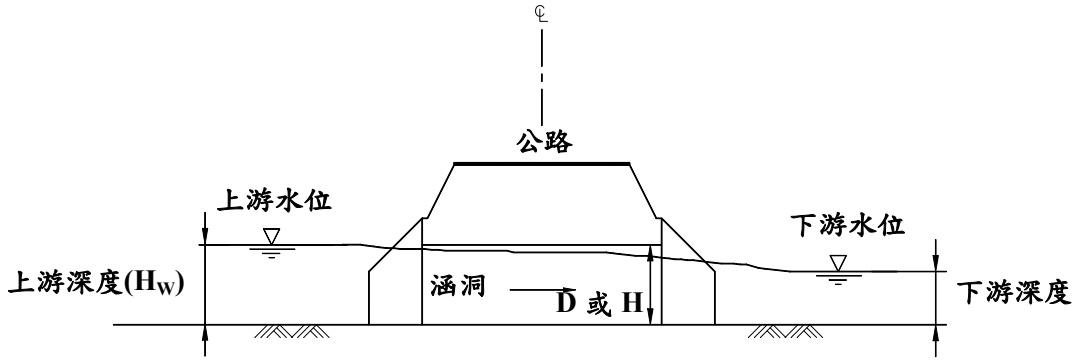


圖 6-1　涵洞各部分水位示意

6.3　涵洞進口

1. 涵洞進口框視水理需要，設置圓邊、方邊、斜切邊、企口或設端牆、翼牆、導流牆。

2. 涵洞進口上游端水道之底床，可附設斜坡護床，避免洞口淤塞。

6.4 涵洞出口

1. 涵洞出口應視需要，設置端牆、擴展翼牆、漸變段、消能設施及護床設施。
2. 消能設施及護床設施之設計，其跌水或水躍現象應符合消能及靜水之水理需求，並參照本規範第四章有關規定。
3. 河水或潮水常浸氾路堤段之涵洞出口，應附設閘門，防止水流倒灌及漂浮物回流。

6.5 端牆、翼牆及導流牆

端牆、翼牆及導流牆之設計(參見圖 6-2)，視路堤高度、填土材料、水理條件、安全及美觀等因素決定。

6.5.1 端牆

牆頂高度須能封擋路基填土，其頂部應高出涵頂至少 30cm 以上，牆厚宜大於 25cm，基腳應埋入沖刷線以下，端牆長度以能防止堤坡坍落進出口為度。

6.5.2 翼牆

翼牆高度比照端牆並依路堤邊坡而定，其線型應配合上下游流路布置。為改善流向，翼牆與端牆夾角(θ)不宜大於 120°。

翼牆與端牆齊高連接，其尾端淨高視水深而定，但不得低於 10cm，牆厚宜大於 15cm，基腳應埋入沖刷線以下。如有護床時，護床面與下游渠床同高，護床寬度須足以覆蓋兩側翼牆間之渠床。

6.5.3 導流牆

導流牆設於水路流向改變處，以流線型漸變段設計。其長度應儘量使

水流均勻穩定。

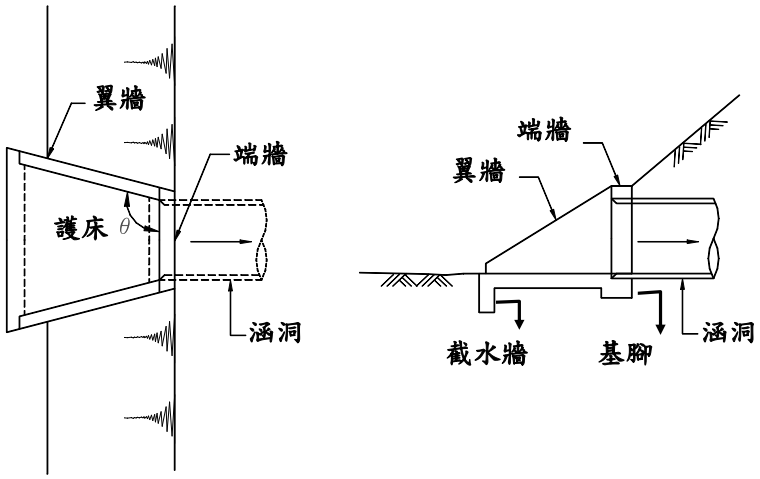


圖 6-2　涵洞端牆及翼牆示意

6.6　落水井

涵洞進水口前，為消減過高能量並沉砂，應設落水井(參見圖 6-3)。

涵洞端牆頂應在落水井滿水位以上至少 30cm；落水井底與涵底之高差，由水理計算決定，但至少須低於涵底 20cm。

落水井如有三方向落水，宜採鋼筋混凝土結構，以抗水流沖擊。

落水井應加格柵防止異物阻塞涵洞進口，必要時應在其前後適當距離加設欄杆防止人車跌落。

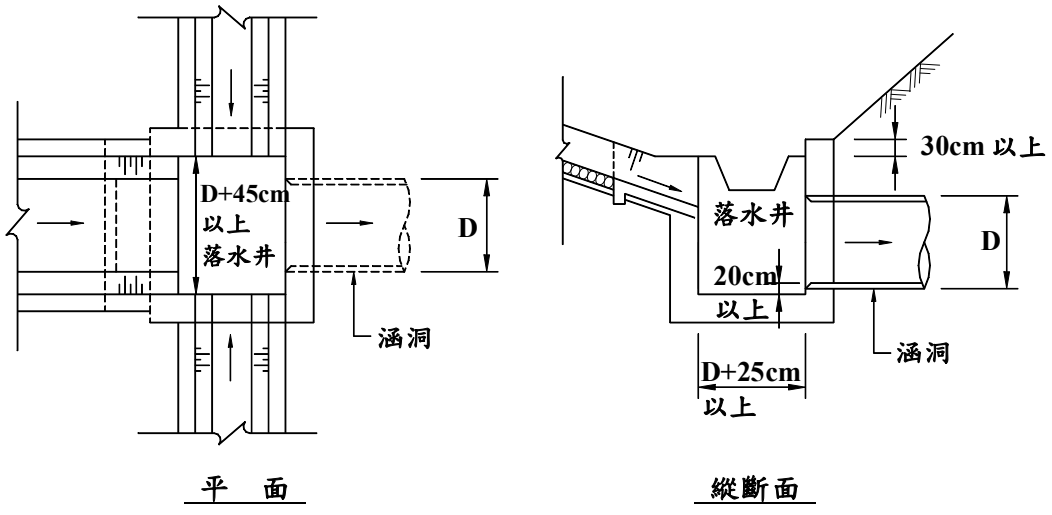


圖 6-3　涵洞進口落水井示意

6.7 倒虹吸管

公路受縱坡限制無法提高，水理條件不影響原水道功能或迴水影響不大者，其橫交排水設施得採倒虹吸管處理；但水道含砂量較多或水理條件不符時，應儘量避免使用倒虹吸管。

6.7.1 低填土路段倒虹吸管

涵洞與上下游水路之溝底落差不大，管底標高降低有限者，以橫交倒虹吸管處理(參見圖 6-4)。

倒虹吸管斷面依設計流量及上下游可用水頭決定，且應使水流無過剩水頭。倒虹吸管兩端須有封水高度，在進口處至少維持 1.5 倍速度水頭差額；在出口處至少為倒虹吸管流速水頭與出口損失水頭之和(參見圖 6-4)。

倒虹吸管管底採水平坡度，管內平均流速宜控制在 0.75 m/s 以上。

在容許流速範圍內，倒虹吸管內徑宜考慮便於清理；其進口應設攔污柵，進出口端井尺寸應足敷清砂需要，井頂加蓋，井底應低於管底 30cm 以上。倒虹吸管長度達 10m 以上者，可在中段加項圈。

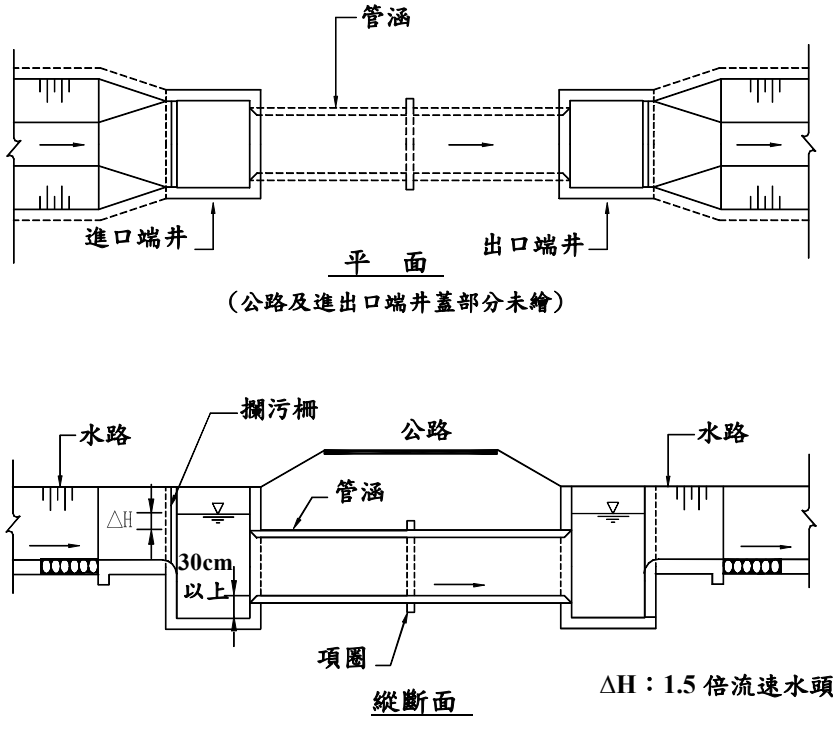


圖 6-4 橫交倒虹吸管示意

6.7.2　深開挖路段倒虹吸管

因開挖而降低橫交水道使成滿管壓力流時，以倒虹吸管處理(參見圖6-5)。

倒虹吸管流速應維持在 0.75m/s 以上、但不超過 4m/s。

進口端斜坡段涵管底坡須不大於 1:2(垂直:水平)，中間段涵管底坡不小於 0.5%。

倒虹吸管之進口端應設攔污柵及溢水道；中間段設項圈；最低部位可視需要，設排砂門及排砂道。必要時，在進口斜坡段設閘門通氣孔等設施。

整體設計務求水流通暢、水頭損失最小、清砂容易並確保水道安全。

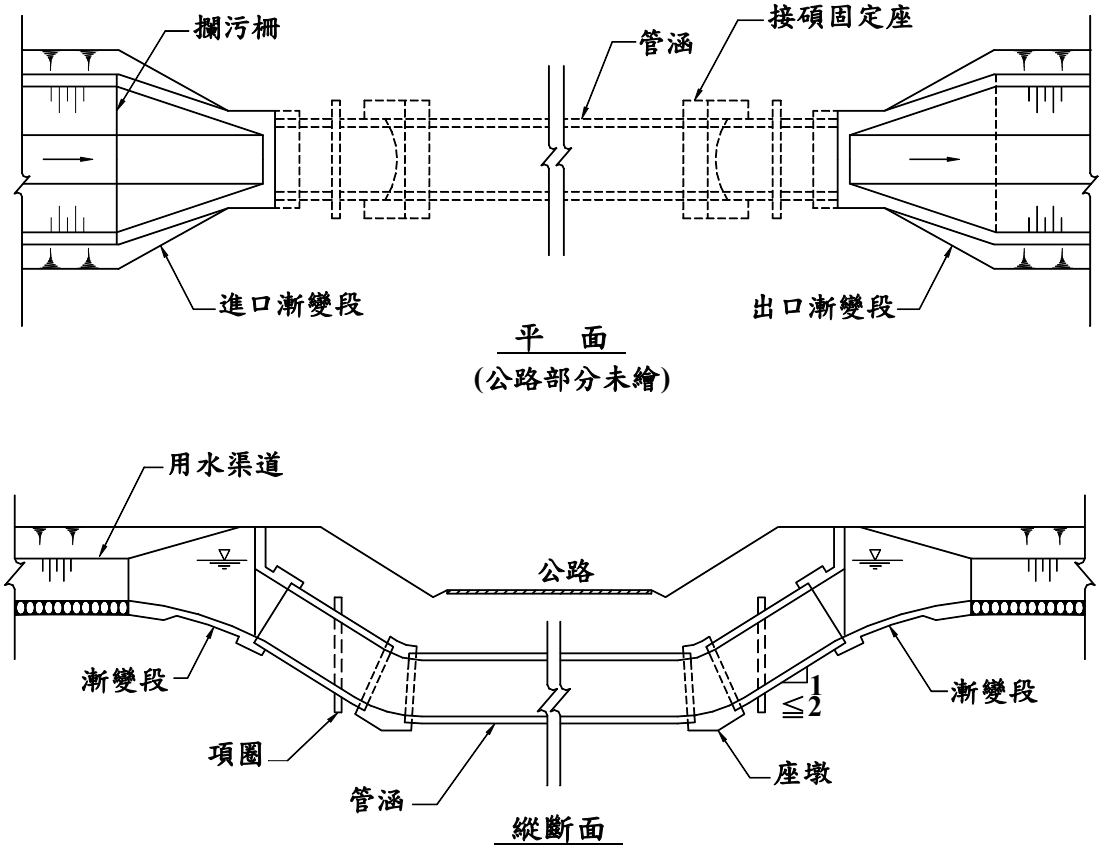


圖 6-5　倒虹吸管示意

6.8　覆土厚

6.8.1 管涵

最小覆土厚 60cm；不足時，得以鋼筋混凝土加強。

寒冷霜凍地區之覆土厚不足 90cm 時，得考慮設置溫度隔絕設施。

6.8.2 箱涵及蓋版暗溝

直接承載輪荷重時，頂版應考慮磨耗。

6.9 涵管結構設計

涵洞位置重要且荷重情況特殊、其尺寸超過市售規格或無標準圖者，應進行結構分析及設計。

6.9.1 荷重及外力決定

應考慮覆土重、自重、水重、靜水壓、側土壓、上舉力、輪荷重及其衝擊力等。

作用力特殊情況者，如地震力等外力應詳加考慮。

6.9.2 管涵強度研選

管涵應依埋管方式、座墊型式以及活載重與覆土情況計算荷重，參照管涵製品規格強度及所需安全係數研選之(參見附錄 P 及附錄 Q)。

6.9.3 涵管基礎

涵管基礎應考慮沉陷與滲壓問題，如基礎不良時，須考慮鋪設級配粒料、混凝土基座、改良地盤、打樁或加錨碇處理。

6.10 滲流控制設施

地下水滲流處，應考慮裝設防滲套版、排水孔、濾層或截水牆。

6.11 安全設施

涵洞進出口為防止淤塞及考慮人車安全，應視需要，設置攔污柵或警告號誌、安全網、安全纜索、安全梯及欄杆等。

6.12 深長涵洞落差處理

1. 寬路堤段之深長涵洞可視地形和水路情況，研選適當涵洞設施處理落差。
2. 處理深長涵洞之跌水落差時，應評估使用階梯式涵洞、坡面跌水涵洞、齒坡跌水涵洞或在涵洞進出口設跌水工構造。
3. 階梯式涵洞設計應使其構造物可保持穩定，斜坡不超過 1:2 (垂直:水平)，涵洞階梯須便於人工清理維護，必要時在路堤淺覆土段加設渠道人孔。
4. 深長涵洞之跌水參照本規範第 4.8 節有關坡度控制與消能設施規定辦理。
5. 具有落差之涵洞進口，須注意保持足夠出水高度，以防止因洞口漂流物阻塞、淤積或沈陷致減少通水斷面而溢流。

6.13 新舊涵洞銜接處理

1. 利用既有涵洞設施銜接延伸水路時，須檢核其銜接渠道之高程及水理。
2. 已發生沈陷之深長涵洞，其新舊渠道銜接面應留設伸縮縫，且在與新渠道正常斷面之間須以漸變段予以連接。
3. 新舊涵洞之銜接，原則上不得小於既有涵洞斷面尺寸。

第七章　橋梁水理設計

7.1　適用法規

應依各級水利主管機關(構)頒布之水利法規及相關規定辦理。

7.2　梁底高程

梁底最低高程與設計水位間之最小梁底淨空，應考慮水路出水高度、橋梁沉陷量、橋址河床長期淤積趨勢或通航所需高度，協調有關主管機關(構)決定之；但不得小於表 7-1 規定值。

表 7-1　橋梁最小梁底淨空

水路種類	最小梁底淨空(m)
中央及直轄市管河川	1.5
縣(市)管河川	1.2
區域排水路	1.0
其他水路	0.8

註：1.河川之分類依主管機關(構)規定，參見附錄 B。
2.有關主管機關(構)另有規定者，依據其規定。
3.通航水路另依據其規定。

7.3　設計水位

橋址設計水位為設計流量下之水位、橋址受下游現有與計畫跨河構造物之可能迴水壅高及計畫橋梁橋墩壅水高度之和。

7.3.1　建橋前橋址水位推算

橋址水位推算，洽商有關主管機關(構)提供；無法提供時，依水利主管機關(構)規定方法推算。

7.3.2 橋墩壅水高度

在緩流河川，壅水高度應以適當經驗公式計算之(參見附錄 R)，其下游有相鄰橋梁者，亦應考慮多橋影響；在急流河川，壅水高度為橋梁上游側之來流速度水頭。

7.4 橋梁跨徑

橋梁跨徑除滿足通航需求外，應儘可能放大，以減少通水面積遮斷率。

7.5 橋墩

7.5.1 方向及位置

橋墩方向以與洪水主流方向平行為原則，其位置應避免設於深水河槽、河川彎道，並應考慮對水流阻礙及橋墩沖刷之影響。

7.5.2 形狀

橋墩斷面形狀以採圓形及長橢圓形為宜，其長軸向須與主流方向平行；流向複雜者，以採用圓形橋墩為原則。

7.5.3 基腳深度

基腳深度應考慮河道長期沖淤趨勢及橋基周圍遭遇最大可能沖刷深度，並應有足夠之基礎承載力。

7.5.4 基礎頂版位置

基礎頂版上緣高程不得高於既有河床高程。

7.6 橋台位置

橋台不得設置於水道治理計畫線內及水防道路上。若需設置於水防道路上者，應施設水防道路通行涵洞或於跨河道路兩側增設水防道路之聯外

道路。

7.7 迴水

跨越河川之橋梁，應推估橋梁對上游之迴水影響。

7.7.1 迴水演算

以標準步推法或其他適當方法，自橋址設計水位向上游推算。

7.7.2 水工模型試驗

重要河川或水路流況複雜者，其迴水演算成果得以水工模型試驗驗證之。

7.8 橋墩最大可能沖刷深度

橋墩處之基礎承載力，宜依其遭受最大可能沖刷情況計算。最大可能沖刷深度應考量局部沖刷深度、河床質移動層厚度及河槽橫斷面束縮導致之沖刷深度(參見圖 7-1)；並考慮上游泥砂供給、蓄水構造物洩水、河道砂石採取及疏濬等情況，研判河道長期沖淤趨勢，酌予增加。

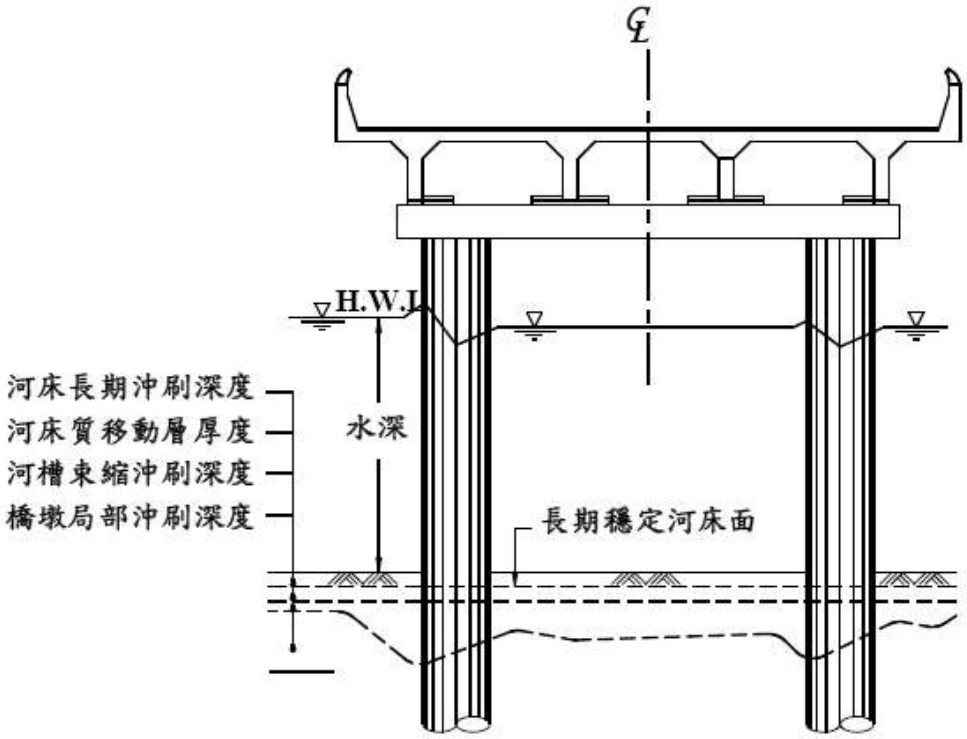


圖 7-1　橋梁下部結構沖刷深度示意

7.8.1　橋墩局部沖刷深度計算

橋墩局部最大沖刷深度，根據河性(水深、流速、流向……)、河床質、墩柱形狀，選用適當公式計算之(參見附錄 S)，必要時以動床模型試驗驗證之。如位於彎曲河道凹岸、匯流點等橫向流發達河段，應另以適當公式(參見附錄 S)計算其所增加之沖刷深度。

7.8.2　河槽束縮沖刷深度計算

橋墩使河槽寬度縮小，其可能之沖刷深度，根據橋梁上下游水位差及河床質組成，選用適當公式計算之(參見附錄 S)，必要時以動床模型試驗驗證之。

7.8.3　河床質移動層厚度計算

洪水通過時，河床質之移動層厚度，可自河床土壤組成柱狀圖或其他地質調查方法研判，或利用適當之輸砂公式計算(參見附錄 T)。位於辮狀河床、沖積扇等河段者，須酌予加大。

7.8.4 河床長期沖刷深度之評估

從過去河床測量資料評估，河床具有潛在全面沖刷趨勢者，應評估可能沖刷深度；對於已遭受長期沖刷之橋址河床，水理應重新計算，包括重新推估流速、水深、沖刷深度等，並評估水流與基礎及堤岸之相互影響。

7.9 橋基保護措施

橋墩、橋臺基腳及引道堤有沖蝕之虞者，均應加以保護。保護工程必須順從河性，依河川蜿蜒趨勢、可能沖刷深度、流況、輸砂、漂流物多寡以及當地河工效能等，研選適合之保護方法。重要橋梁宜以水工模型試驗測試其適應性。

橋墩保護工程可視需要，研選適當方法並得混合使用，例如鋪設蛇籠、混凝土板、串混凝土塊、拋石、拋混凝土塊，或設置圍堰、輔助橋墩等。

第八章　路基排水設計

8.1　功能

在不因降低原有地下水位而影響附近地下水源或生態環境前題下，得設置路基排水設施，以防止路面提早損壞，其作用如下：

1. 攔截排除因地形或地質關係而流入邊坡或路基之地下滲流水。
2. 排除路面下滲水。
3. 降低路基下過高地下水位。

8.2　專案調查

設計前視需要詳細調查集水區水文特性、地層組成、土壤種類、地下水位及流向，宜對地層之透水係數進行現場透水試驗或室內透水試驗，以求得地層之透水係數，俾據以推估地下水之流量。

8.3　地下排水溝

地下排水溝由透水管及溝槽內回填之濾層(或由透水濾布所包裹之透水材料)所構成(參見圖 8-1)。

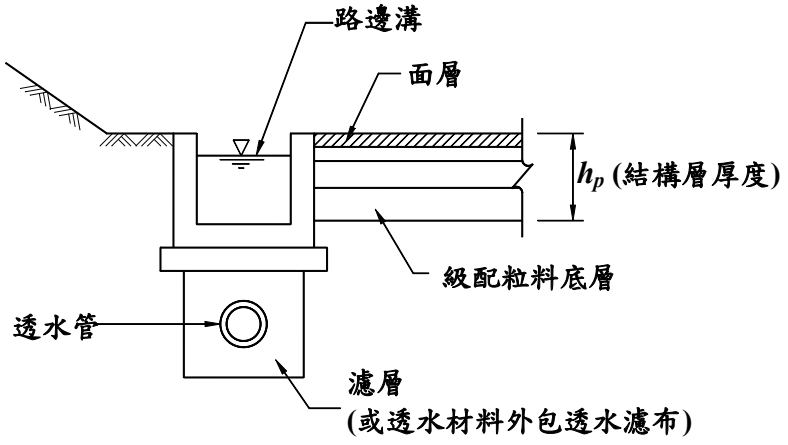


圖 8-1　地下排水溝示意

8.3.1　位置

為遮斷因地形關係而流入路基之地下水或湧水、降低路基及坡面之過高地下水位，可視需要，於路肩、中央分隔帶或坡面平台，設置一條或多條縱向地下排水溝。

如因地層分布、地下水流向或地下水量過多等因素，無法以縱向排水達到所需功能時，應沿公路設置橫向排水。其位置應配合地下水位及流向、排水功能需求、公路構造物基礎、地面排水設施及其他地下埋設物決定之。

8.3.2 透水管埋設深度

地下排水溝之透水管埋設深度(參見圖 8-2)，視擬施工後之地下水位、透水管間距、路面坡度、路基透水性及兩側邊坡特性等因素決定之。

最小埋設深度採用(8-1)式計算。

$$H = \frac{(S_w - S)B}{200} + h + D_w + h_p \qquad (8\text{-}1)$$

式中 H ：透水管最小埋設深度(m)

S_w ：設計地下水面最小坡度(%)，參見表 8-1

S ：路面橫向坡度(%)

h ：透水管中心至設計地下水面之高差(m)，參見表 8-1

B ：透水管中心線間距(m)

D_w ：路床面與地下水面間之容許高差(m)，最小採 0.6m

h_p ：路面結構層厚度(m)

表 8-1　不同土壤種類之S_w及h建議值

土壤種類	S_w(%)	h(m)
砂	1	0.05
砂質土	2	0.10
黏性土	3	0.15

摘自：日本道路公團，「設計要領第一集-土工鋪裝、排水造園」(2004)。

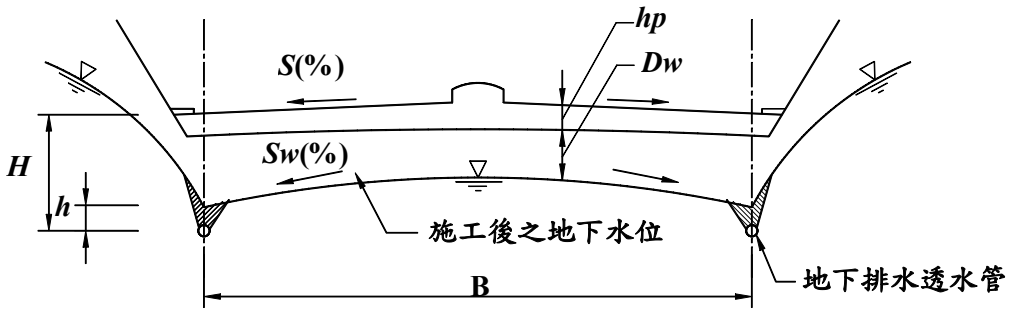


圖 8-2　透水管埋設深度示意

8.3.3　設計流量之計算

地下排水溝設計流量依氣象、水文、地形、地質、地下水位坡降及不透水層之位置等條件而定，不透水層較淺者可採用(8-2)式或(8-3)式計算、較深者可採用(8-4)式計算。

1. 當不透水層之坡度大於 0.47 (25°)時(參見圖 8-3)

$$q = KiH_0 \tag{8-2}$$

式中 q：透水管每公尺長度之排水量($m^3/s/m$)

K：透水管附近地層透水係數(m/s)

i：不透水層之平均坡度

H_0：透水管附近地下水位所擬降低之深度(m)

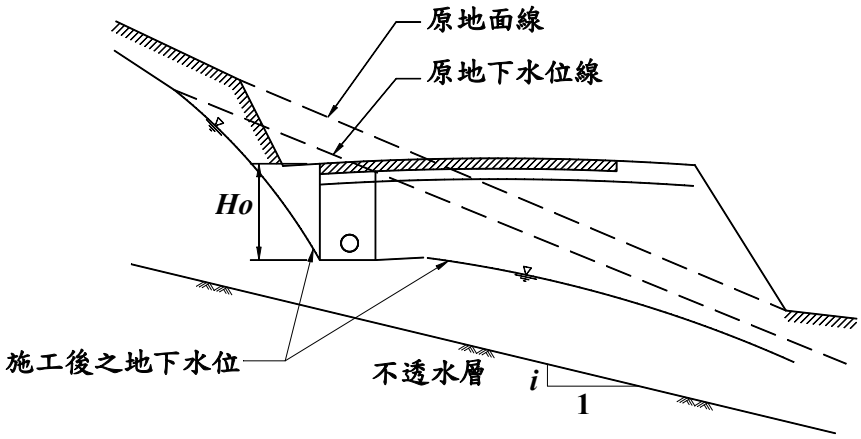


圖 8-3　不透水層坡度大於 0.47 (25°)時之情況

2. 當不透水層之坡度小於 0.47 (25°)時(參見圖 8-4)

$$q = K\frac{(H^2 - h_0^2)}{2R} \tag{8-3}$$

式中 R：透水管之影響半徑(m)

H：排水前之地下水位(m)

h_0：透水管埋設位置之地下水位(m)

q，K 之定義與(8-2)式者同。

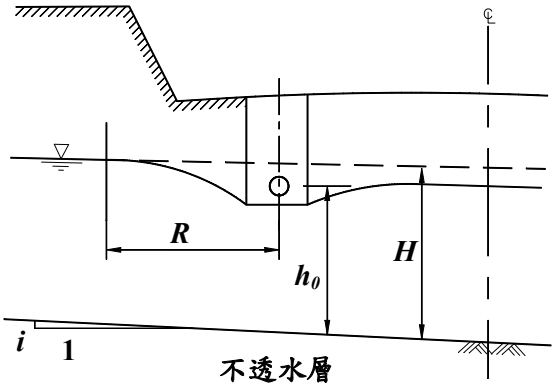


圖 8-4　不透水層坡度小於 0.47(25°)之情況

R 值一般受透水係數、水位降低量、透水層之厚度及該地區條件等影響，而非為定值。概略之推算可參考表 8-2 之近似值研判。

表 8-2　地下排水影響半徑 R 之近似值

土壤種類	R(m)
細粒砂	25~500
中粒砂	100~500
粗粒砂	500~1000

摘自：日本道路協會，「道路土工排水工指針」(1998)。

3. 透水管至不透水層尚有相當距離時($H \geq R/2$)(參見圖 8-5)

$$q = \frac{\pi K H_0}{4.6 \log\left(\frac{2R}{r}\right)} \tag{8-4}$$

式中 q、K、H_0 之定義與(8-2)式者同。

R：透水管之影響半徑(m)

r：地下排水溝寬度之半(m)

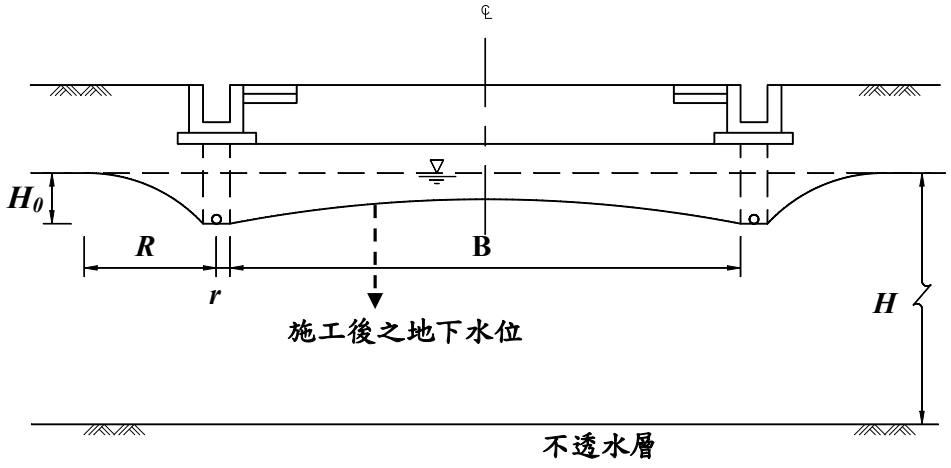


圖 8-5　不透水層深度較深之情況($H \geq R/2$)

4. 透水係數

透水層之透水係數，由現場透水試驗或室內透水試驗決定。缺乏試驗資料時，可參酌表 8-3 依土壤種類及其狀態研判。

表 8-3　各種土壤透水係數

土壤種類	狀態	透水係數(m/s)
砂礫	—	10^{-3} 以上
砂	鬆散	10^{-3}～10^{-4}
	密實	10^{-4}～10^{-5}
砂質土	鬆散	10^{-5}～10^{-6}
	密實	10^{-6}～10^{-7}
黏質土	柔軟	10^{-7}～10^{-8}
	堅硬	10^{-8}～10^{-9}
黏土	—	10^{-9} 以下

摘自：日本道路公團，「設計要領第一集-土工鋪裝、排水造園」(2004)。

8.3.4　透水管

透水管應具有充分之進水容量、輸水容量及結構強度。常見透水管有關標準規範參見附錄 U。

1. 透水管尺寸

透水管所需通水斷面積由(8-5)式計算之，其長度在 150m 以下者，內徑不得小於 150mm；長度在 150m 以上者，內徑不得小於 200mm。

$$A = \frac{F_s qL}{V} \tag{8-5}$$

式中 A：透水管所需通水斷面積(m^2)

q：透水管每 m 長度之排水量($m^3/s/m$)

L：透水管長度(m)

V：管內平均流速(m/s)，採用 0.3～1.0m/s

F_s：安全係數，參照表 8-4。

表 8-4　透水管設計安全係數

透水係數決定方式	F_S
現場透水試驗	1.5
室內透水試驗	2.0
參酌表 8-3 研判	3.0

摘自：日本道路公團，「設計要領第一集-土工鋪裝、排水造園」(2004)。

2. 透水管型式

透水管可為有孔混凝土管、有孔鋼筋混凝土管、有孔硬質塑膠管或其他型式透水管等，應就設計排水量、開孔面積與結構強度以及經濟因素考慮研選。

為防止大量泥砂進入透水管內，透水管之開孔進流速度不應大於 3.0m/s，孔徑不應大於 20mm。

8.3.5　管槽

管槽斷面尺寸視施工機具種類、透水管尺寸、透水管埋設深度、濾料層需要厚度等因素決定，管槽底寬至少為 45cm，其頂面應以不透水材料回填。

8.3.6　坡度

透水管坡度一般採用 0.5%～1.0%。

8.3.7　人孔

地下排水溝之匯流點或適當距離處應設置人孔。

人孔應有足夠工作空間以利清理，其間距參照本規範第五章 5.12.1 節有關規定。

8.4 盲溝

盲溝為不設排水管而僅填透水材料之地下排水溝槽，適用於地下排水流量甚小之情況，其縱向底坡應大於 1%，最小斷面 30cm×30cm，每隔 100～150m，即應設置出水管將收集之水量排至排水路。

如為增加盲溝排水量而在溝槽內以粒徑 3cm 以上開放級配料回填時，其與周圍接觸面間應設濾布層。

8.5 路基排水層

為排除路面下滲水或路基地下水，路面結構層以下得設路基排水層。

路基排水層厚度視設計排水量、粒料之透水係數及路基橫坡等因素決定之。

8.6 路堤下廢棄水路之處理

公路經山坡、低窪地或狹谷時，廢棄水路遭路堤填塞部分，為防止滲流水影響填方穩定，可於低窪處設置穩定壕。

穩定壕底寬應足供施工機具作業，側坡宜緩於 1:1，內填濾層，厚度至少 90cm，並設置 1 支以上之透水管，將滲流水排至下游水路。

8.7 濾層設計

8.7.1 濾布層

透水濾布層應具高透水性、不易堵塞及耐久等特性。

8.7.2 砂石濾層

地下排水溝埋設透水管之管週回填料，為維持地下水流及防止阻塞現象，應使用級配良好之天然砂礫或碎石作單層或多層之濾層，且每層最少厚度為 15cm，其粒徑分布規定參見附錄 V。

8.8 出水口

任何地下排水設施均須設計妥適之出水口，地下排水設施之出水口，為重力排水路或抽水井。

出水口管底應較排水路常水位或抽水井低水位高出 30cm 以上，有逆流可能時，出口端應加設舌閥。

8.9 特殊地區設計配合注意事項

8.9.1 海岸感潮地區

1. 經過海岸感潮地區之公路，易受海水倒灌或水路受感潮頂托迴水之影響，須有適當高度之路基及邊坡保護設施，以避免其遭受水患。
2. 有關海岸感潮地區之海水潮位推估，應依據計畫路段附近之海象、水文記錄資料分析，並參照主管機關(構)有關海堤、防潮閘門或排水路之設計標準。
3. 海岸感潮地區路段之水路及護坡、護岸設計應考慮波浪作用、感潮頂托及海水倒灌等綜合影響。
4. 海岸感潮地區之路基排水設計，其使用工程材料應注意鹽蝕防制並防範水路漂沙淤塞。
5. 感潮迴流地區之橫交排水設計，應使公路有充分之橫交排水路通水斷面，可提供排除其路堤上游側水路之可能蓄積洪水。必要時，應在公路橫交排水路出口端配合設置防潮閘或逆止設施，以防止海水倒灌。

8.9.2 地層下陷地區

1. 經過地層下陷地區之公路，於排水規劃設計時，應檢討評估該路段之穩定性及沈陷量對橫交排水與路基排水之影響。

2. 地層下陷路段之橫交排水設計，應預留沈陷後之通水空間，以維持排水功能，必要時可考慮以橋梁通過之方式設計。

8.9.3 潛在地滑區

1. 公路經過潛在地滑區，須有適當之邊坡穩定施設，以減緩路基受損。
2. 有關崩塌地及土石流之防治處理，應參照水土保持技術相關規範辦理。
3. 公路邊坡應注意地表排水及地下排水，以避免邊坡破壞。

8.9.4 易淹水地區

1. 易淹水地區路段之路基排水設計，其使用之工程材料應考量面臨鹽蝕及淤砂之可能。
2. 加強路堤之護坡，避免地下水之水力淘刷影響。
3. 為配合地區性的排水需求，宜留設足夠橫向排水斷面。

第九章　地下道排水設計

9.1　地下道排水系統

地下道排水系統包括地下道兩端引道入口處之截流設施、地下道路面排水收集設施、抽水井、抽水機及其它相關設備。

排水設計應先考慮防止地下道以外地區之地面水流入及防止地下道抽水機之排放水迴流，以避免增加地下道抽水機負荷。

9.2　入口處截流設施

地下道入口處截流設施應參照本規範第五章有關規定，將入口處所截流之地面水引導排至地下道附近排水系統。

9.3　路面排水收集設施

地下道內之路面排水收集設施依本規範第五章有關規定辦理。

9.4　抽水井

9.4.1　設計進流量

抽水井設計進流量以地下道露天地區之地面逕流量與可能流入抽水井之其它流量估算，並按當地水文條件與設計頻率決定之。

9.4.2　設計水位

設計水位依抽水井蓄水容量、抽水機設計總容量及進流水路上游容許迴水位等條件決定。

最高設計水位不得超過抽水井進流水路之設計水位；最低設計水位不得低於抽水井進流水路之渠底高程。

9.4.3 操作水位

操作水位依設計抽水機操作台數及其交替啟閉運轉所需時間決定。

9.4.4 形狀、尺寸及容量

抽水井應配合地形、進流水路與抽汲流況順暢等因素決定其形狀及尺寸。

抽水井容量應考量抽水機組交替啟閉運轉之操作水位變化、井底淤砂、警戒水位及出水高度。其設計淤砂深度至少為 30cm。

9.5 抽水設備

9.5.1 抽水機組

1. 台數

抽水機台數及馬力應依抽水井進流量大小與其變化率、設備之經濟性與風險性、用地及備用機組等需求條件決定之。

2. 型式

依設計抽水機之單機容量、總揚程、效率及抽水機特性慎選型式。

3. 吸水淨揚程

抽水機之可用吸水淨揚程須大於需求吸水淨揚程之 1.3 倍，以免發生穴蝕現象。

4. 額定總揚程

抽水機額定總揚程為出水管設計出水位與抽水井起抽水位之高差、抽水管路系統水頭損失以及出水管放流點速度水頭之總和，另加 10%以上之餘裕水頭(參見附錄 W)。

5. 原動機設計動力

驅動抽水機之原動機動力，依抽水機設計流量、額定總揚程、抽

水機效率、傳動機械效率及原動機效率推算，設計所需動力應另有10%以上之餘裕(參見附錄 W)。

6. 備用機組

抽水設備應有備用機組。

9.5.2 動力設備

動力設備之研選須考慮地區特性、設備經濟性及操作維護管理之方便性。

9.5.3 抽水管

抽水管口之布置，應考慮相鄰抽水機之吸水干擾及抽水井內水流情況，避免吸進空氣。進出水管依需要設置舌閥、逆止閥、氣閥、彎管固定臺、伸縮接頭等裝置。

9.6 其它設備

9.6.1 攔污設備

抽水井前之進流水路，須設格柵攔污。格柵孔隙應配合抽水機之葉輪容許通過污物尺寸設計；柵孔總通水量須達設計進流量 2 倍以上。

9.6.2 抽水機房

抽水機房須預留足夠空間，以供抽水機及其它設備之裝設與操作維護。

抽水設備之基礎設計，應考慮機械運轉之動負荷及水流推力。

機房地板須考慮室內排水，站房四周應有遮避風雨之防護設施。

9.6.3 自動控制及監視設備

應使用自動抽水控制裝置，並應設置監視警報系統。

9.6.4 抽水機房電力及照明設備

視抽水設備之運轉及維護需要，參照當地供電之有關規定設置備用電源及緊急照明。

9.6.5 防音、通風及消防設備

抽水機房及配電室應依規定，設置適當之噪音防治、通風及消防設備。

9.6.6 進出通道

抽水機房應預留設備運搬、人員進出及操作維護所需空間及通道。

9.6.7 安全措施

1. 抽水機房及其機電之安全措施，應參照當地建築、電氣及消防等主管機關有關規定辦理。
2. 抽水設備及其它重要設備應有適當防護設施，以避免非工作人員之進入。

9.7 人行地下道之排水

1. 抽水機之設計抽水量，以地下道內可能進水量為準，其設計流量，另加 10%以上之餘裕。
2. 兩側應設加蓋之邊溝，並於適當距離設置集水井，以利清理及維護。
3. 出入口處得設置臺階，以避免路面積水進入地下道內。屋簷須外伸，以避免雨水進入地下道。

附錄 A　臺灣地區洪水量推算經驗公式

(相關章節:第三章 3.1 節及 3.5.2 節)

本經驗公式於無河川治理計畫資料可供參考時使用。

A.1　水資會公式

(摘自經濟部水資源統一規劃委員會:「臺灣地區水資源分區規劃報告」，民國 68 年 7 月)

水資會根據臺灣地區 71 處流量站至民國 60 年之歷年最大洪峰流量資料量，推出臺灣地區六個水文區域之洪峰流量經驗公式如下：

北　部　區　$Q_T = 34.0A^{0.66}(0.63 + 1.19\log T)$　(A-1)

新　竹　區　$Q_T = 34.0A^{0.63}(0.08 + 2.01\log T)$　(A-2)

臺　中　區　$Q_T = 2.3A^{1.00}(0.73 + 1.061\log T)$　(A-3)

嘉　義　區　$Q_T = 38.0A^{0.57}(0.14 + 1.821\log T)$　(A-4)

臺南高雄區　$Q_T = 33.0A^{0.67}(0.47 + 1.281\log T)$　(A-5)

東　部　區　$Q_T = 8.4A^{0.86}(-0.004 + 2.25\log T)$　(A-6)

臺　灣　區　$Q_T = 23.0A^{0.69}(0.30 + 1.62\log T)$　(A-7)

式中 Q_T ：重現期距為 T 年之洪水量(m^3/s)

A ：集水面積(km^2)

T ：重現期距(年)

A.2　吳建民公式

(摘自台灣省公路局:「臺灣地區公路排水之研究」，民國 65 年 12 月)

1. $Q_T = C_1 \cdot A^n$　(A-8)

式中 Q_T ：重現期距為 T 年之洪水量(m^3/s)

A：集水面積(km^2)

C_1、n為係數，參見表 A-1

表 A-1 係數C_1、n值

重現期距(年)	C_1	n
20	10.0	0.94
50	13.0	0.92
100	17.7	0.90
200	19.1	0.94

2. $Q_T = C_2 \cdot A^p \cdot L^q \cdot S^r$ (A-9)

式中 Q_T：重現期距為T年之洪水量(m^3/s)

A：集水面積(km^2)

L：主流長度(km)

S：主流平均坡度

C_2、p、q、r為係數，參見表 A-2

表 A-2 係數 C_2、p、q、r 值

重現期距(年)	C_2	p	q	r
20	9.09	0.732	0.455	0.108
50	10.20	0.726	0.370	0.001
100	14.40	0.683	0.454	0.054
200	17.10	0.698	0.492	0.029

3. 經濟部水利署公式

(摘自台灣省水利局：「臺灣水文資料電腦檔應用之研究(12)」三角形單位歷線參數之研究，民國 82 年 6 月)

$$Q_T = 0.06661 A^{0.893} \cdot I_{ts}^{1.38} \tag{A-10}$$

式中 Q_T：重現期距為T年之洪水量(m^3/s)

A：集水面積(km^2)

I_{ts}：重現期距為T年，延時為ts之降雨強度(mm/hr)

S：河道平均坡度

ts：流域稽延時間(hr)，$ts = A^{0.217} \big/ S^{0.111}$

附錄 B　中央及直轄市管河川、縣(市)管河川及區域排水一覽表

(相關章節：第三章 3.2 節及第七章 7.3)

中央及直轄市管河川	縣(市)管河川			
蘭陽溪	***宜蘭縣***	社子溪	***台東縣***	寧埔溪
淡水河	大溪川	南崁溪	八里溪	***花蓮縣***
鳳山溪	東澳溪	富林溪	大竹溪	三富溪
頭前溪	南澳溪	新屋溪	大武溪	三棧溪
中港溪	得子口溪	觀音溪	大德溪	大清水溪
後龍溪	新城溪	***新竹縣***	山間溪	大富溪
大安溪	蘇澳溪	新豐溪	太平溪	水連溪
大甲溪	***台北縣***	***苗栗縣***	太麻里溪	加蘭溪
烏溪	八甲溪	苑裡溪	文里溪	石公溪
濁水溪	八蓮溪	西湖溪	水母溪	立霧溪
北港溪	大屯溪	房裡溪	安朔溪	吉安溪
朴子溪	小坑溪	通宵溪	成功溪	美崙溪
八掌溪	水仙溪	***台中縣***	竹湖溪	薯寮溪
急水溪	石門溪	溫寮溪	利嘉溪	豐濱溪
曾文溪	尖山腳溪	***雲林縣***	沙灣溪	
鹽水溪	老梅溪	新虎尾溪	知本溪	
二仁溪	林口溪	***屏東縣***	金崙溪	
阿公店溪	後洲溪	九棚溪	長濱溪	
高屏溪	員潭溪	十里溪	城埔溪	
東港溪	埔坪溪	石盤溪	津林溪	
四重溪	乾華溪	牡丹溪	烏萬溪	
卑南溪	楓林溪	里仁溪	馬武溪	
秀姑巒溪	瑪鍊溪	枋山溪	馬海溪	
花蓮溪	興仁溪	林邊溪	都威溪	
和平溪	雙溪	保力溪	都蘭溪	
	寶斗溪	率芒溪	富家溪	
	桃園縣	港口溪	朝庸溪	
	大堀溪	港子溪	塔瓦溪	
	老街溪	楓港溪	達仁溪	

資料來源：1. 參見「經濟部 94 年 11 月 14 日經授水字第 09420219360 號」及「89 年 1 月 4 日經(89)水利字第 88261425 號」。

2. 區域排水參見水利署及各縣市公告資料。

3. 最新資料以主管機關公告為準。

附錄 C　頻率分析點繪位置常用方法

(相關章節:第三章 3.3 節)

為免計算之繁雜，將觀測水文資料及其估計之超越機率(或非超越機率)點繪於所選用機率紙上，是較簡單用以推估頻率分佈及設計水文量之方法。常用之機率紙包括對數常態分佈、甘保(Gumbel)極端值分佈等。水文資料依大小排序後，其超越機率可用下列經驗公式估計：

方　法　名　稱	超越機率(1-*F(x)*)	重現期距(1/(1-*F(x)*))
Hazen	$\frac{2m-1}{2N}$	$\frac{2N}{2m-1}$
Weibull	$\frac{m}{N+1}$	$\frac{N+1}{m}$
Tukey	$\frac{3m-1}{3N+1}$	$\frac{3N+1}{3m-1}$

註：1.「N」為樣本總個數，「m」為依大小排列之順位。

2. 其中 $F(x)=\int_{-\infty}^{x} f(y)dy$ 為累積機率，$f(y)$ 為機率分佈函數。

附錄 D　常用雨量紀錄補遺方法

(相關章節:第三章 3.4.3 節)

適用線性關係之對應雨量推定。

D.1　內插法

選用雨量站與鄰近地區雨量站之年雨量相差不超過 10%者，以(D-1)式補遺。

$$P_x = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} P_i \qquad \text{(D-1)}$$

式中 P_x：選用雨量站欲補遺之缺失雨量

n：鄰近地區雨量站數

P_i：鄰近地區各雨量站之雨量

D.2　正比法

選用雨量站之年雨量與鄰近地區雨量站之年雨量相差超過 10%者，或於地形變化較大地區，以(D-2)式補遺。

$$\frac{P_x}{N_x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \frac{P_i}{N_i} \qquad \text{(D-2)}$$

式中 P_x：選用雨量站欲補遺之缺失雨量

N_x：選用雨量站之年雨量

n：鄰近地區雨量站數

P_i：鄰近地區各雨量站之雨量

N_i：鄰近地區各雨量站之年雨量

附錄 E　常用降雨強度推算方法

(相關章節:第三章 3.4.4 節)

選用降雨強度公式應視自記雨量站位置分布及集流時間決定，若無現成降雨強度延時公式時，可由日雨量關係公式推算。

E.1　常用降雨強度延時公式

在臺灣地區排水規劃設計常用之降雨強度公式主要包括下列三種推算公式：

1. 塔伯特(Talbot)公式(適用於 $t \leq 120$ 分鐘)

$$i = \frac{a}{t+b} \tag{E-1}$$

2. 希爾曼(Sherman)公式(適用於 $t > 120$ 分鐘)

$$i = \frac{a}{t^c} \tag{E-2}$$

3. 荷納(Horner)公式（適用於 $t \leq 120$ 分鐘）

$$i = \frac{a}{(t+b)^c} \tag{E-3}$$

式中 i：降雨強度(mm/h)

t：降雨延時(min)

c：指數

a,b：係數

E.2　降雨強度與日雨量關係公式

如規劃設計排水地區欠缺既有分析之降雨強度公式資料時，得考慮以當地附近之頻率分析最大日雨量間接推估各種延時之降雨強度：

1. 關係式

$$i = \frac{P_d}{24}\left(\frac{24}{t}\right)^n \tag{E-4}$$

式中 i：在某重現期距下，降雨延時為t小時之降雨強度(mm/hr)

t：降雨延時(hr)

P_d：重現期距之日雨量(mm)

n：指數

2. 物部氏公式

(資料來源：前台灣省水利局「台灣地區各雨量測站物部公式之適用性研究」，民國 77 年 6 月。)

$$i = \frac{P_{24}}{24}\left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \tag{E-5}$$

式中 i：在某重現期距下，降雨延時為t小時之降雨強度(mm/hr)

t：降雨延時(hr)

P_{24}：重現期距之 24 小時雨量(mm)

附錄 F　台灣地區降雨強度延時參考公式

(相關章節：第三章 3.4.4 節)

都市計畫區採用前住都處推導公式；非都市計畫區及河川流域採用水利署推導公式，且須查對工程所在地之降雨測站隸屬地區而運用。

F.1　臺灣省住宅及都市發展處推導公式

選自前臺灣省住宅及都市發展處所推導各地區降雨強度延時公式。

單位：mm／hr

地　區	各重現期距降雨強度			
	2 年	3 年	5 年	雨量紀錄資料統計年間
基隆[1]	$\frac{256.0}{t^{0.3582}}$	$\frac{292.9}{t^{0.3885}}$	$\frac{326.3}{t^{0.3934}}$	(民 41～69)
臺北[1]	$\frac{6237}{t+38.96}$	$\frac{7453}{t+44.76}$	$\frac{8606}{t+49.14}$	(民 27～56)
桃園[2]	$\frac{6285}{t+43.90}$	$\frac{7133}{t+46.14}$	$\frac{7748}{t+46.22}$	(民 27～56)
新竹[3]	$\frac{209.54}{t^{0.2961}}$	$\frac{221.43}{t^{0.2829}}$	$\frac{239.26}{t^{0.2689}}$	(民 27～75)
臺中[1]	$\frac{6713}{t+46.48}$	$\frac{7208}{t+47.44}$	$\frac{7831}{t+47.23}$	(民 21～60)
彰化[4]	$\frac{6713}{t+46.48}$	$\frac{7208}{t+47.44}$	$\frac{7831}{t+47.23}$	(民 33～54)
南投[5]	$\frac{6713}{t+46.48}$	$\frac{7208}{t+47.44}$	$\frac{7831}{t+47.23}$	(民 33～54)
雲林[6]	$\frac{8383}{t+36.45}$	——	$\frac{11410}{t+46.81}$	(民 50～60)
臺南[1]	$\frac{457}{(t+5)^{0.433}}$	$\frac{458}{(t+5)^{0.415}}$	$\frac{500}{(t+5)^{0.413}}$	(民 34～54)
高雄[1]	$\frac{6347}{t+45.84}$	$\frac{7379}{t+52.49}$	$\frac{8059}{t+52.76}$	(民 34～63)
屏東[1]	$\frac{331.28}{t^{0.3993}}$	$\frac{327.75}{t^{0.3730}}$	$\frac{420.54}{t^{0.4141}}$	(民 40～58)
宜蘭[7]	$\frac{5329}{t+38.36}$	$\frac{6061}{t+40.84}$	$\frac{7950}{t+52.32}$	(民 36～72)
花蓮[1]	$\frac{279.6}{t^{0.407}}$	$\frac{292.9}{t^{0.380}}$	$\frac{306.8}{t^{0.379}}$	(民 11～62)
澎湖[1]	$\frac{251.7}{t^{0.3762}}$	$\frac{258.2}{t^{0.3465}}$	$\frac{284.2}{t^{0.3515}}$	(民 44～63)

註：1. “*t*”係指降雨延時，單位為 min；括弧(　)內數字表示資料統計年間。

2. 上述資料適用於短延時(2hr 內之暴雨)。

資料來源 (1)：摘自臺灣省住宅及都市發展局：「施工手冊」，民國 74 年 8 月。

(2)：摘自臺灣省住宅及都市發展局：「桃園市雨水下水道系統規劃報告」，民國 69 年 7 月。

(3)：摘自臺灣省政府住宅及都市發展局：「高速公路新竹交流道附近特定區雨水下水道系統規劃報告」，民國 78 年 2 月。

(4)：摘自臺灣省公共工程局：「彰化市雨水下水道系統規劃報告」，民國 60 年 10 月。

(5)：摘自臺灣省政府建設廳公共工程局：「南投縣草屯鎮雨水下水道系統規劃報告」，民國 59 年 6 月。

(6)：摘自臺灣省公共工程局：「斗六鎮雨水下水道系統規劃報告」，民國 64 年 6 月及臺灣省住宅及都市發展局：「林內鄉雨水下水道系統規劃報告」，民國 70 年。

(7)：摘自臺灣省住宅及都市發展局：「宜蘭市（含擴大都市計畫地區）雨水下道系統規劃報告」，民國 74 年 12 月。

F.2　經濟部水利署推導公式

參考經濟部水資源局民國 90 年 11 月之「水文設計應用手冊」所推導之公式，其主要利用雨量資料紀錄超過二十年以上之雨量站，包括經濟部水利署所轄屬 87 個雨量站、中央氣象局 18 個氣象站及台電公司 39 個雨量站，做為暴雨頻率分析之測站，如表 F-1~F-3 所示，各測站位置分布圖，如圖 F-1~F-4 所示。其中經濟部水利署及台電公司兩單位雨量資料採用 10、30、60、90、120、180、360、720、1440 及 2880 min 共 10 個延時之降雨資料進行頻率分析，而中央氣象局雨量站則採用 1、2、3、4、6、8、10、12、18、24、48 hr 共 11 個延時之降雨資料進行頻率分析，以推求各站最適合的降雨機率分布，再以 Horner 公式之型態，建立重現期距 2、5、10、25、50、100 及 200 年之降雨強度-延時公式，最後推得臺灣地區之 Horner 公式參數如表 F-4~F-7 所示。

表 F-1　經濟部水利署所轄各雨量站

流域名稱	測站名稱	經緯度					
		經度			緯度		
		度	分	秒	度	分	秒
淡水河	大豹	122	24	59	24	56	01
淡水河	坪林(4)	121	42	29	24	56	02
淡水河	碧湖	121	44	00	24	53	00
淡水河	中正橋	121	30	35	25	01	17
淡水河	台北(5)	121	32	00	25	02	00
淡水河	火燒寮	121	44	48	24	59	50
淡水河	瑞芳(2)	121	47	00	25	06	00
淡水河	五堵	121	41	19	25	04	51
淡水河-南崁溪	林口(1)	121	22	07	25	04	45
蘭陽溪	南山	121	22	19	24	26	17
蘭陽溪	新北成	121	44	00	24	40	00
蘭陽溪	梵梵(2)	121	31	00	24	36	00
冬山河	新寮(1)	121	44	00	24	37	00
冬山河	冬山	121	47	06	24	38	10
頭前溪	清泉	121	65	00	24	34	00
頭前溪	太魯閣	121	08	22	24	37	24
頭前溪	梅花	121	11	00	24	40	00
頭前溪	鳥嘴山	121	16	00	24	42	00
中港溪	南庄(1)	120	59	31	24	36	08
南澳溪	樟林	121	43	50	24	25	18
南澳溪	武塔	121	46	07	24	27	06
後龍溪	橫龍山	120	57	00	24	29	00
後龍溪	大湖(1)	120	51	41	24	25	32
大安溪	馬達山	121	10	53	24	29	24
大安溪	雪嶺	121	01	11	24	18	12
大安溪	松安	120	58	02	24	24	23
大安溪	雙崎(2)	120	54	09	24	17	30
烏溪	翠巒	121	11	29	24	10	50
烏溪	北山(2)	120	53	10	23	59	15
烏溪	六分寮	120	37	50	23	56	05
烏溪	草屯(4)	120	40	20	23	58	40
烏溪	頭汴坑	120	48	48	24	07	08
烏溪-濁水溪	頭汴	120	28	39	24	05	11
烏溪-濁水溪	萬興(2)	120	24	30	23	57	28
濁水溪	翠峰	121	11	37	24	06	31
濁水溪	關門	121	10	41	23	43	21
濁水溪	卡奈托灣(2)	121	05	02	23	45	00
濁水溪	望鄉	120	55	14	23	37	08
濁水溪	西巒	120	53	16	23	43	34
濁水溪	龍神橋	120	51	46	23	46	50
濁水溪	集集	120	46	00	23	49	42
濁水溪	草嶺(2)	120	41	03	23	35	16
濁水溪	桶頭(2)	120	38	49	23	38	55

表 F-1(續)　經濟部水利署所轄各雨量站(續)

流域名稱	測站名稱	經緯度					
		經度			緯度		
		度	分	秒	度	分	秒
濁水溪	西螺(2)	120	27	27	23	48	07
濁水溪-新虎尾溪	後安寮	120	13	00	23	47	00
花蓮溪	西林	121	25	45	23	48	55
新虎尾溪	褒忠(2)	120	18	03	23	42	03
北港溪	林內(1)	120	36	00	23	46	00
北港溪	大埔	120	35	02	23	38	32
北港溪	北港(2)	120	17	30	23	34	25
秀姑巒溪	卓麓(4)	121	15	30	23	17	52
秀姑巒溪	苗圃	121	16	30	23	25	15
秀姑巒溪	立山	121	18	25	23	25	40
朴子溪	樟腦寮(2)	120	35	41	23	32	09
朴子溪	沙坑	120	30	54	23	32	08
八掌溪	大湖山	120	37	03	23	28	52
八掌溪	小公田(2)	120	38	00	23	26	00
急水溪	關子嶺(2)	120	29	37	23	20	00
急水溪	六溪	120	27	05	23	18	50
卑南溪	向陽(2)	120	58	11	23	15	29
卑南溪	霧鹿	121	02	07	23	10	10
卑南溪	新武(3)	121	07	02	23	07	59
卑南溪	武陵	121	06	20	22	58	10
卑南溪	上里	121	03	00	22	52	51
卑南溪	鹿鳴橋	121	04	41	22	54	04
曾文溪	西阿里關	120	34	31	23	07	38
鹽水溪	崎頂	120	20	50	22	58	03
二仁溪	木柵	120	27	35	22	58	52
知本溪	知本(5)	120	59	45	22	41	57
阿公店溪	竹子腳	120	20	51	22	48	23
阿公店溪	阿蓮(2)	120	19	23	22	53	03
高屏溪	天池	120	54	30	23	16	57
高屏溪	梅山(2)	120	48	49	23	16	24
高屏溪	萬山	120	42	08	22	55	17
高屏溪	新豐	120	38	27	22	52	54
高屏溪	阿禮	120	45	04	22	43	27
高屏溪	新瑪家	120	40	46	22	40	40
高屏溪	三地門	120	38	37	22	42	26
高屏溪	民族	120	41	03	23	13	41
高屏溪	甲仙(2)	120	34	20	23	05	10
高屏溪	旗山(4)	120	28	18	22	53	53
高屏溪	美濃(2)	120	35	50	22	56	24
高屏溪	屏東(5)	120	28	42	22	40	40
大武溪	紹家	120	50	42	22	23	48
林邊溪	泰武(1)	120	41	00	22	37	00
林邊溪	新來義	120	40	50	22	31	37

表 F-2　台電公司所轄各雨量站

流域名稱	測站名稱	經緯度					
		經度			緯度		
		度	分	秒	度	分	秒
林邊溪	南和	120	37	58	22	26	23
淡水河-北勢溪	乾溝	121	37	00	24	55	00
淡水河-南勢溪	福山(利莫干)	121	30	00	24	47	00
淡水河-桶後溪	孝義(阿玉進水口)	121	34	00	24	51	00
鹽寮溪	鹽寮	121	55	00	25	02	00
大甲溪-南湖溪	環山	121	17	00	24	19	00
大甲溪-比坦溪	達見(3)	121	11	00	24	16	00
大甲溪	上谷關	121	00	00	24	12	00
大甲溪	梨山(2)	121	14	00	24	16	00
大甲溪	松茂(2)	121	16	00	24	17	00
大甲溪	新伯公	120	50	00	24	13	00
濁水溪-霧社溪	櫻社	121	10	17	24	02	00
濁水溪	青雲	120	56	00	23	48	00
花蓮溪-木瓜溪	水簾	121	25	00	24	00	00
花蓮溪-清水溪	清水 NO.1	121	26	00	23	58	00
立霧溪	綠水	121	30	00	24	11	00
立霧溪-瓦黑爾溪	洛韶	121	26	00	24	13	00
蘭陽溪-番子溪	古魯	121	41	00	24	35	00
淡水河-桶後溪	桶後	121	38	00	24	50	00
大甲溪	青山(3)	121	05	00	24	14	00
大甲溪-四季郎溪	志佳陽大山	121	14	00	24	21	00
大甲溪-南湖溪	平岩山	121	21	00	24	20	00
大甲溪-佳陽溪	佳陽山	121	11	00	24	18	00
大甲溪-七家灣溪	桃山	121	17	00	24	24	00
大甲溪-合歡溪	捫山	121	18	00	24	17	00
大甲溪-耳無溪	無明山	121	23	00	24	17	00
大甲溪-合歡溪	松峰	121	14	00	24	13	00
大甲溪-合歡溪	合歡山(2)	121	15	00	24	09	00
濁水溪-萬大溪	奧萬大	121	11	00	23	57	00
濁水溪-霧社溪	雲海	121	14	00	24	03	00
濁水溪-丹大溪	丹大	121	07	00	23	45	00
濁水溪-郡大溪	郡大	120	56	00	23	35	00
濁水溪-霧社溪	靜觀	121	13	00	24	05	00
立霧溪	溪畔(2)	121	34	00	24	11	00
立霧溪	合歡啞口	121	25	00	24	09	00

表 F-3　中央氣象局所轄各雨量站

流域名稱	測站名稱	經緯度					
		經度			緯度		
		度	分	秒	度	分	秒
淡水河	淡水	121	26	24	25	09	56
淡水河	鞍部	121	31	12.66	25	11	11.45
淡水河	台北	121	30	24.15	25	02	22.62
淡水河	竹子湖	121	32	10.58	25	09	53.95
淡水河	基隆	121	43	55.66	25	08	5.18
頭前溪	新竹	121	00	22	24	49	48
烏溪	台中	120	40	33.31	24	08	50.98
濁水溪	阿里山	120	48	18	23	30	37
濁水溪	玉山	120	57	6.3	23	29	21.5
濁水溪	日月潭	120	53	59.62	23	52	58.78
鹽水溪	台南	120	13	43	23	02	22
高雄川	高雄	120	18	29	22	34	04
保力溪	恆春	120	44	17	22	00	20
大武溪-港口溪	大武	120	53	44.48	22	21	27.26
卑南溪	台東	121	08	47.55	22	45	14.51
富家溪-馬武溪	成功	121	21	55.36	23	05	57.17
三棧溪-美崙溪	花蓮	121	36	17.98	23	58	37.1
蘭陽溪	宜蘭	121	44	52.55	24	45	56.04



圖 F-1　北部地區雨量測站位置分布圖



圖 F-2　中部地區雨量測站位置分布圖

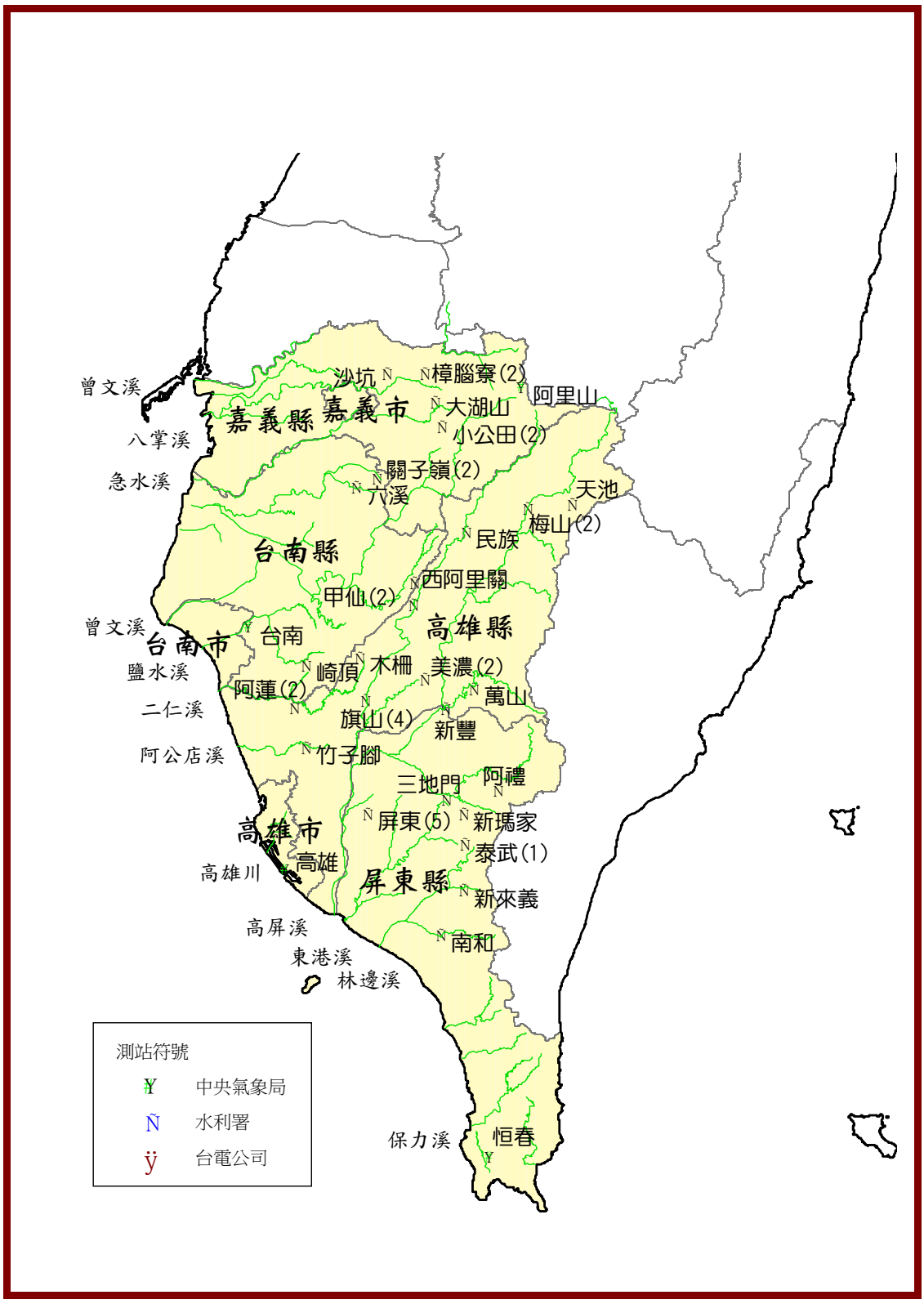


圖 F-3　南部地區雨量測站位置分布圖



圖 F-4　東部地區雨量測站位置分布圖

表 F-4　臺灣北區雨量站 Horner 公式係數與相關係數

流域名	雨量站名	重現期距 / 參數	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
冬山河	冬山	a	652.90	997.62	1339.05	2037.46	2950.41	4625.92	8183.97
		b	21.92	29.29	38.65	57.72	79.69	112.10	160.71
		c	0.5375	0.5474	0.5606	0.5875	0.6170	0.6580	0.7151
		R^2	0.9977	0.9961	0.9943	0.9899	0.9845	0.9767	0.9664
冬山河	新寮	a	733.80	799.81	836.96	866.59	873.42	865.99	844.50
		b	22.26	21.02	22.41	25.25	27.65	29.96	31.88
		c	0.5217	0.4796	0.4539	0.4215	0.3968	0.3711	0.3442
		R^2	0.9872	0.9881	0.9896	0.9900	0.9870	0.9784	0.9606
南澳溪	大元山	a	466.41	777.55	1044.31	1461.67	1835.48	2268.32	2775.22
		b	4.85	16.30	26.13	40.37	51.80	63.73	76.23
		c	0.4264	0.4480	0.4652	0.4878	0.5042	0.5203	0.5362
		R^2	0.9977	0.9948	0.9939	0.9936	0.9934	0.9929	0.9919
南澳溪	武塔	a	734.19	617.24	577.40	546.29	530.33	517.71	507.81
		b	24.90	10.84	6.06	2.30	0.40	-1.05	-2.18
		c	0.5542	0.4999	0.4764	0.4547	0.4421	0.4314	0.4222
		R^2	0.9904	0.9971	0.9980	0.9963	0.9936	0.9902	0.9863
南澳溪	樟林	a	886.93	945.94	994.90	1054.50	1091.35	1125.00	1154.17
		b	47.16	45.78	45.60	45.58	45.32	45.06	44.69
		c	0.5363	0.5055	0.4959	0.4884	0.4841	0.4807	0.4777
		R^2	0.9944	0.9842	0.9729	0.9551	0.9406	0.9255	0.9103
淡水河	大豹	a	924.25	1028.55	1163.82	1373.95	1556.91	1766.55	2005.39
		b	16.42	15.25	17.28	21.15	24.67	28.72	33.25
		c	0.6320	0.6055	0.6018	0.6032	0.6070	0.6125	0.6192
		R^2	0.9959	0.9949	0.9955	0.9949	0.9927	0.9889	0.9835
淡水河	中正橋	a	1767.13	2546.37	3290.83	4741.47	6457.74	9137.76	13435.59
		b	17.31	25.03	33.65	49.20	64.86	84.75	109.34
		c	0.7679	0.7679	0.7759	0.7969	0.8204	0.8506	0.8872
		R^2	0.9930	0.9944	0.9966	0.9971	0.9955	0.9928	0.9893
淡水河	五堵	a	1047.46	1155.51	896.53	620.85	486.27	395.15	333.24
		b	23.32	24.02	18.42	9.99	4.34	-0.26	-3.68
		c	0.6505	0.6128	0.5400	0.4457	0.3835	0.3295	0.2833
		R^2	0.9998	0.9957	0.9918	0.9877	0.9856	0.9844	0.9834
淡水河	火燒寮	a	571.48	626.20	631.81	629.70	625.33	620.18	615.07
		b	11.73	9.59	7.60	5.25	3.68	2.27	1.01
		c	0.5260	0.4932	0.4710	0.4462	0.4300	0.4153	0.4020
		R^2	0.9971	0.9968	0.9963	0.9952	0.9941	0.9929	0.9916

表 F-4(續)　臺灣北區雨量站 Horner 公式係數與相關係數(續)

流域名	雨量站名	重現期距 / 參數	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
淡水河	台北(5)	a	887.04	1369.49	1905.13	3329.11	5923.76	12141.62	27384.40
		b	11.05	20.26	32.19	60.04	96.70	151.66	224.58
		c	0.6747	0.6878	0.7053	0.7488	0.8034	0.8761	0.9603
		R^2	0.9991	0.9990	0.9985	0.9950	0.9893	0.9794	0.9611
淡水河	孝義(阿玉進水口)	a	594.16	616.42	645.37	687.02	719.34	751.76	785.88
		b	12.80	13.78	15.16	17.27	18.96	20.70	22.57
		c	0.5333	0.4986	0.4877	0.4798	0.4764	0.4741	0.4730
		R^2	0.9985	0.9968	0.9958	0.9945	0.9936	0.9926	0.9916
淡水河	坪林(4)	a	789.66	586.81	520.11	481.66	470.92	467.18	468.42
		b	27.55	9.64	2.08	-3.10	-5.17	-6.48	-7.33
		c	0.5634	0.4797	0.4431	0.4127	0.3977	0.3864	0.3780
		R^2	0.9997	0.9982	0.9974	0.9971	0.9968	0.9966	0.9962
淡水河	林口(1)	a	1066.01	2430.09	3615.30	5221.82	6395.19	7552.32	8655.39
		b	26.90	47.17	58.46	69.14	74.92	79.58	83.27
		c	0.6832	0.7560	0.7890	0.8165	0.8297	0.8395	0.8466
		R^2	0.9950	0.9928	0.9938	0.9937	0.9915	0.9875	0.9819
淡水河	乾溝	a	1126.78	844.29	693.87	562.53	492.86	439.31	396.81
		b	25.08	16.56	11.75	7.17	4.56	2.46	0.72
		c	0.6449	0.5634	0.5157	0.4659	0.4347	0.4076	0.3837
		R^2	0.9960	0.9990	0.9971	0.9904	0.9830	0.9739	0.9634
淡水河	梵梵(2)	a	351.52	470.04	572.63	725.66	861.28	1019.48	1210.00
		b	7.27	8.35	10.60	14.44	18.09	22.46	27.80
		c	0.4323	0.4181	0.4188	0.4246	0.4317	0.4406	0.4514
		R^2	0.9946	0.9913	0.9865	0.9780	0.9705	0.9622	0.9532
淡水河	桶後	a	599.80	563.78	562.60	574.31	587.90	603.93	621.45
		b	15.44	10.43	7.99	5.85	4.69	3.79	3.06
		c	0.5210	0.4723	0.4543	0.4401	0.4332	0.4283	0.4248
		R^2	0.9965	0.9957	0.9968	0.9975	0.9970	0.9956	0.9934
淡水河	瑞芳(2)	a	642.96	1097.68	1649.73	2960.90	4810.18	8031.76	13693.88
		b	17.21	27.63	40.48	65.06	90.05	120.19	154.94
		c	0.5756	0.6027	0.6333	0.6851	0.7323	0.7840	0.8391
		R^2	0.9998	0.9986	0.9965	0.9928	0.9897	0.9863	0.9821

表 F-4(續)　臺灣北區雨量站 Horner 公式係數與相關係數(續)

流域名	雨量站名	重現期距 / 參數	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
淡水河	台北(5)	a	887.04	1369.49	1905.13	3329.11	5923.76	12141.62	27384.40
		b	11.05	20.26	32.19	60.04	96.70	151.66	224.58
		c	0.6747	0.6878	0.7053	0.7488	0.8034	0.8761	0.9603
		R^2	0.9991	0.9990	0.9985	0.9950	0.9893	0.9794	0.9611
淡水河	孝義(阿玉進水口)	a	594.16	616.42	645.37	687.02	719.34	751.76	785.88
		b	12.80	13.78	15.16	17.27	18.96	20.70	22.57
		c	0.5333	0.4986	0.4877	0.4798	0.4764	0.4741	0.4730
		R^2	0.9985	0.9968	0.9958	0.9945	0.9936	0.9926	0.9916
淡水河	坪林(4)	a	789.66	586.81	520.11	481.66	470.92	467.18	468.42
		b	27.55	9.64	2.08	-3.10	-5.17	-6.48	-7.33
		c	0.5634	0.4797	0.4431	0.4127	0.3977	0.3864	0.3780
		R^2	0.9997	0.9982	0.9974	0.9971	0.9968	0.9966	0.9962
淡水河	林口(1)	a	1066.01	2430.09	3615.30	5221.82	6395.19	7552.32	8655.39
		b	26.90	47.17	58.46	69.14	74.92	79.58	83.27
		c	0.6832	0.7560	0.7890	0.8165	0.8297	0.8395	0.8466
		R^2	0.9950	0.9928	0.9938	0.9937	0.9915	0.9875	0.9819
淡水河	乾溝	a	1126.78	844.29	693.87	562.53	492.86	439.31	396.81
		b	25.08	16.56	11.75	7.17	4.56	2.46	0.72
		c	0.6449	0.5634	0.5157	0.4659	0.4347	0.4076	0.3837
		R^2	0.9960	0.9990	0.9971	0.9904	0.9830	0.9739	0.9634
淡水河	梵梵(2)	a	351.52	470.04	572.63	725.66	861.28	1019.48	1210.00
		b	7.27	8.35	10.60	14.44	18.09	22.46	27.80
		c	0.4323	0.4181	0.4188	0.4246	0.4317	0.4406	0.4514
		R^2	0.9946	0.9913	0.9865	0.9780	0.9705	0.9622	0.9532
淡水河	桶後	a	599.80	563.78	562.60	574.31	587.90	603.93	621.45
		b	15.44	10.43	7.99	5.85	4.69	3.79	3.06
		c	0.5210	0.4723	0.4543	0.4401	0.4332	0.4283	0.4248
		R^2	0.9965	0.9957	0.9968	0.9975	0.9970	0.9956	0.9934
淡水河	瑞芳(2)	a	642.96	1097.68	1649.73	2960.90	4810.18	8031.76	13693.88
		b	17.21	27.63	40.48	65.06	90.05	120.19	154.94
		c	0.5756	0.6027	0.6333	0.6851	0.7323	0.7840	0.8391
		R^2	0.9998	0.9986	0.9965	0.9928	0.9897	0.9863	0.9821

表 F-4(續)　臺灣北區雨量站 Horner 公式係數與相關係數(續)

流域名	雨量站名	重現期距 / 參數	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
淡水河	碧湖	a	801.81	747.26	679.17	608.04	568.62	538.29	514.42
		b	24.62	17.38	11.47	5.34	1.91	-0.71	-2.73
		c	0.5816	0.5255	0.4893	0.4503	0.4262	0.4056	0.3878
		R^2	0.9952	0.9968	0.9965	0.9952	0.9939	0.9927	0.9916
淡水河	福山（利莫干）	a	392.48	487.96	610.75	854.57	1113.27	1445.71	1865.31
		b	7.51	12.55	20.01	33.88	46.42	59.65	72.96
		c	0.4643	0.4421	0.4507	0.4764	0.5009	0.5270	0.5536
		R^2	0.9942	0.9906	0.9901	0.9922	0.9949	0.9967	0.9956
頭前溪	梅花	a	1175.95	1064.22	1000.77	946.73	918.37	899.87	886.48
		b	30.86	24.33	20.49	16.63	14.27	12.39	10.77
		c	0.6507	0.5747	0.5355	0.4968	0.4734	0.4539	0.4370
		R^2	0.9893	0.9856	0.9853	0.9846	0.9835	0.9818	0.9795
頭前溪	清泉	a	828.96	1303.76	2012.20	3525.14	5133.45	7126.46	9443.42
		b	34.62	62.00	91.05	133.38	163.76	190.85	214.16
		c	0.5736	0.5721	0.6020	0.6487	0.6813	0.7098	0.7338
		R^2	0.9848	0.9723	0.9670	0.9658	0.9678	0.9708	0.9741
頭前溪	鳥嘴山	a	815.82	903.85	991.64	1100.46	1175.97	1245.95	1315.06
		b	28.35	32.57	34.42	35.41	35.45	35.08	34.62
		c	0.5563	0.5175	0.5079	0.5011	0.4977	0.4951	0.4933
		R^2	0.9932	0.9878	0.9855	0.9832	0.9816	0.9799	0.9780
頭前溪	太閣南	a	875.89	886.21	938.81	1030.32	1121.58	1228.95	1369.02
		b	28.10	30.17	33.64	39.47	45.15	51.75	60.08
		c	0.6071	0.5547	0.5376	0.5255	0.5219	0.5213	0.5243
		R^2	0.9936	0.9910	0.9881	0.9837	0.9797	0.9755	0.9708
蘭陽溪	古魯	a	328.68	433.70	559.59	788.87	1017.24	1296.78	1635.20
		b	8.58	13.63	18.65	24.97	28.94	31.90	33.94
		c	0.3670	0.3732	0.3957	0.4321	0.4613	0.4902	0.5186
		R^2	0.9939	0.9954	0.9979	0.9983	0.9947	0.9870	0.9751
蘭陽溪	南山	a	260.34	365.32	449.12	571.56	677.36	797.37	937.09
		b	4.41	8.04	11.91	17.97	23.29	29.24	36.00
		c	0.4611	0.4546	0.4580	0.4662	0.4742	0.4833	0.4935
		R^2	0.9983	0.9960	0.9937	0.9901	0.9871	0.9837	0.9799

表 F-4(續)　臺灣北區雨量站 Horner 公式係數與相關係數(續)

流域名	雨量站名	重現期距 / 參數	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
蘭陽溪	新北成	a	583.87	789.18	1012.25	1430.24	1881.85	2496.68	3335.11
		b	14.64	17.42	21.92	30.24	38.38	48.00	59.01
		c	0.5558	0.5466	0.5540	0.5725	0.5913	0.6128	0.6365
		R^2	0.9991	0.9996	0.9996	0.9978	0.9949	0.9909	0.9859
蘭陽溪	山腳	a	515.96	474.03	442.64	408.60	387.59	369.75	354.26
		b	21.09	17.78	15.68	13.28	11.65	10.14	8.69
		c	0.4424	0.3856	0.3519	0.3152	0.2916	0.2706	0.2516
		R^2	0.9946	0.9957	0.9946	0.9911	0.9868	0.9808	0.9730
鹽寮溪	鹽寮	a	1219.89	1419.20	1361.90	1218.29	1101.04	984.46	876.04
		b	23.19	27.51	27.31	25.18	22.80	19.83	16.53
		c	0.7067	0.6851	0.6553	0.6138	0.5829	0.5523	0.5223
		R^2	0.9991	0.9997	0.9982	0.9932	0.9876	0.9811	0.9743
和平溪	太平山	a	326.63	366.88	397.66	434.22	460.75	486.56	512.61
		b	6.43	6.77	5.69	3.76	2.39	1.16	0.13
		c	0.3773	0.3453	0.3379	0.3335	0.3324	0.3323	0.3331
		R^2	0.9968	0.9869	0.9816	0.9776	0.9759	0.9751	0.9746
淡水河	台北	a	1134.01	1774.89	2349.18	3197.17	3894.28	4635.31	5406.00
		b	22.85	36.01	45.19	55.42	61.88	67.47	72.26
		c	0.6959	0.7098	0.7229	0.7385	0.7487	0.7576	0.7653
		R^2	0.9993	0.9992	0.9994	0.9993	0.9987	0.9976	0.9962
淡水河	竹子湖	a	1667.27	738.14	407.44	286.17	257.35	244.08	237.33
		b	211.75	109.96	25.80	-21.61	-36.08	-44.10	-49.08
		c	0.6322	0.4722	0.3661	0.2901	0.2582	0.2358	0.2185
		R^2	0.9829	0.9736	0.9786	0.9834	0.9807	0.9741	0.9647
蘭陽溪	宜蘭	a	956.14	1403.44	1646.57	1864.54	1979.22	2055.10	2103.84
		b	50.29	64.46	69.32	71.23	70.89	69.32	66.95
		c	0.6358	0.6404	0.6352	0.6217	0.6092	0.5953	0.5805
		R^2	0.9997	0.9999	0.9998	0.9989	0.9972	0.9946	0.9906
淡水河	基隆	a	890.15	1011.37	1032.55	1010.61	973.98	925.63	868.20
		b	25.89	20.15	17.91	15.55	13.99	12.39	10.53
		c	0.6435	0.6180	0.5956	0.5633	0.5381	0.5121	0.4851
		R^2	0.9995	0.9991	0.9989	0.9983	0.9973	0.9956	0.9930

表 F-4(續完)　臺灣北區雨量站 Horner 公式係數與相關係數(續)

流域名	雨量站名	重現期距 / 參數	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
淡水河	淡水	a	1092.22	1322.10	1449.51	1612.94	1739.51	1877.43	2031.83
		b	59.05	50.48	42.78	33.56	27.34	21.87	17.12
		c	0.6792	0.6581	0.6456	0.6329	0.6253	0.6195	0.6153
		R^2	0.9986	0.9994	0.9994	0.9978	0.9953	0.9918	0.9872
頭前溪	新竹	a	1532.22	2289.58	2901.00	3785.50	4512.25	5280.70	6104.41
		b	59.09	71.32	79.67	89.81	96.85	103.32	109.42
		c	0.7303	0.7375	0.7448	0.7549	0.7622	0.7690	0.7756
		R^2	0.9980	0.9996	0.9997	0.9984	0.9968	0.9947	0.9924
淡水河	鞍部	a	1149.92	476.25	334.41	266.52	243.85	230.42	221.60
		b	119.15	23.95	-14.58	-37.72	-46.21	-51.25	-54.39
		c	0.5928	0.4242	0.3514	0.2950	0.2673	0.2461	0.2288
		R^2	0.9948	0.9940	0.9942	0.9923	0.9893	0.9854	0.9811

表 F-5　臺灣中區雨量站 Horner 公式係數與相關係數

流域名	雨量站名	重現期距 / 參數	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
大甲溪	上谷關	a	370.12	419.27	437.60	456.46	468.67	480.89	492.87
		b	7.52	9.88	10.94	12.29	13.32	14.49	15.74
		c	0.4761	0.4365	0.4147	0.3926	0.3790	0.3675	0.3576
		R^2	0.9897	0.9797	0.9753	0.9709	0.9682	0.9657	0.9634
大甲溪	平岩山	a	141.99	189.82	244.69	357.66	498.61	733.49	1173.57
		b	-1.64	1.23	5.09	13.20	22.70	36.57	57.58
		c	0.3832	0.3682	0.3761	0.4007	0.4292	0.4670	0.5175
		R^2	0.9981	0.9943	0.9891	0.9786	0.9676	0.9539	0.9372
大甲溪	合歡山(2)	a	142.73	239.66	337.65	515.20	701.75	956.19	1306.91
		b	-2.27	1.05	4.52	10.40	15.94	22.65	30.56
		c	0.3540	0.3831	0.4112	0.4509	0.4824	0.5155	0.5501
		R^2	0.9989	0.9967	0.9932	0.9864	0.9801	0.9729	0.9652
大甲溪	志佳陽大山	a	125.66	197.94	262.36	358.13	438.19	523.94	616.18
		b	-1.35	1.57	3.69	6.12	7.70	9.06	10.29
		c	0.3913	0.4023	0.4167	0.4350	0.4477	0.4592	0.4699
		R^2	0.9974	0.9918	0.9885	0.9853	0.9834	0.9821	0.9808
大甲溪	*佳陽山	a	115.11	168.14	236.10	388.82	620.64	1182.84	3073.82
		b	-4.86	-3.16	0.39	9.18	22.33	48.81	102.85
		c	0.3702	0.3741	0.3968	0.4417	0.4920	0.5686	0.6867
		R^2	0.9897	0.9913	0.9935	0.9881	0.9785	0.9681	0.9618
大甲溪	松茂(2)	a	124.37	152.29	172.24	198.61	219.13	239.70	261.18
		b	-3.00	-3.32	-3.64	-4.15	-4.56	-5.02	-5.47
		c	0.3878	0.3783	0.3745	0.3710	0.3691	0.3669	0.3652
		R^2	0.9970	0.9955	0.9951	0.9942	0.9929	0.9909	0.9882
大甲溪	松峰	a	243.73	271.57	266.45	259.09	255.76	254.21	253.75
		b	5.96	2.29	-1.09	-4.09	-5.56	-6.59	-7.34
		c	0.4457	0.4300	0.4078	0.3815	0.3651	0.3510	0.3387
		R^2	0.9956	0.9977	0.9978	0.9949	0.9913	0.9873	0.9831
大甲溪	青山(3)	a	325.24	473.35	449.89	398.20	371.10	353.41	343.06
		b	12.39	19.23	13.89	5.86	1.41	-1.77	-3.97
		c	0.4829	0.4776	0.4352	0.3794	0.3447	0.3160	0.2924
		R^2	0.9951	0.9864	0.9864	0.9891	0.9910	0.9926	0.9937

表 F-5 (續)　臺灣中區雨量站 Horner 公式係數與相關係數(續)

流域名	雨量站名	重現期距 / 參數	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
大甲溪	思源(2)	a	203.36	246.89	283.66	334.30	373.91	414.52	456.57
		b	-0.24	1.13	2.34	3.96	5.18	6.37	7.58
		c	0.4263	0.3910	0.3820	0.3772	0.3761	0.3760	0.3768
		R^2	0.9947	0.9947	0.9941	0.9921	0.9897	0.9869	0.9836
大甲溪	桃山	a	215.52	290.52	334.33	385.10	420.81	454.85	487.72
		b	8.48	9.27	8.73	7.79	7.12	6.48	5.90
		c	0.4549	0.4471	0.4430	0.4389	0.4366	0.4347	0.4331
		R^2	0.9922	0.9879	0.9878	0.9884	0.9888	0.9891	0.9891
大甲溪	捫山	a	192.02	201.96	204.90	206.67	207.16	206.72	205.47
		b	-2.04	-4.47	-5.95	-7.47	-8.32	-8.96	-9.41
		c	0.4214	0.3820	0.3558	0.3236	0.3005	0.2778	0.2551
		R^2	0.9956	0.9941	0.9913	0.9859	0.9806	0.9742	0.9670
大甲溪	梨山(2)	a	152.86	211.31	252.50	306.16	346.92	388.93	431.34
		b	-2.12	-1.58	-1.00	-0.19	0.43	1.09	1.73
		c	0.4196	0.4279	0.4331	0.4391	0.4433	0.4474	0.4512
		R^2	0.9965	0.9974	0.9982	0.9988	0.9990	0.9990	0.9989
大甲溪	無明山	a	175.40	170.58	180.31	199.73	217.82	238.37	261.24
		b	2.17	-2.52	-4.44	-6.05	-6.86	-7.45	-7.89
		c	0.3868	0.3165	0.2956	0.2833	0.2803	0.2805	0.2830
		R^2	0.9972	0.9919	0.9870	0.9807	0.9767	0.9734	0.9710
大甲溪	新伯公	a	1277.49	991.10	872.46	774.55	726.99	694.27	672.48
		b	19.02	10.97	6.26	1.56	-1.09	-3.13	-4.69
		c	0.6773	0.5929	0.5504	0.5081	0.4831	0.4624	0.4451
		R^2	0.9995	0.9991	0.9988	0.9981	0.9975	0.9967	0.9959
大甲溪	達見(3)	a	196.99	263.69	302.10	349.15	384.91	421.61	462.47
		b	0.01	2.73	4.79	7.91	10.65	13.78	17.59
		c	0.4300	0.4214	0.4137	0.4056	0.4012	0.3980	0.3966
		R^2	0.9986	0.9983	0.9972	0.9948	0.9923	0.9892	0.9854
大甲溪	環山	a	124.45	162.64	220.72	336.39	456.98	614.09	815.08
		b	-2.52	-1.36	2.62	10.51	17.68	25.68	34.31
		c	0.3755	0.3625	0.3807	0.4147	0.4419	0.4695	0.4966
		R^2	0.9962	0.9919	0.9828	0.9457	0.8988	0.8414	0.7803

表 F-5 (續)　臺灣中區雨量站 Horner 公式係數與相關係數(續)

流域名	雨量站名	重現期距 / 參數	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
大安溪	松安	a	547.25	484.58	464.47	464.81	474.66	488.11	503.74
		b	20.57	11.99	7.37	3.96	2.42	1.31	0.48
		c	0.5232	0.4475	0.4132	0.3849	0.3705	0.3594	0.3505
		R^2	0.9693	0.9662	0.9757	0.9849	0.9882	0.9888	0.9868
大安溪	馬達拉	a	463.70	756.02	951.69	1167.22	1270.99	1284.92	1151.70
		b	34.19	54.20	63.18	68.70	67.35	59.39	41.41
		c	0.5057	0.5062	0.5018	0.4906	0.4766	0.4549	0.4183
		R^2	0.9871	0.9721	0.9550	0.9242	0.8963	0.8687	0.8523
大安溪	雪嶺	a	255.92	259.05	261.80	270.84	279.18	287.25	294.55
		b	10.52	0.42	-3.81	-6.78	-8.04	-8.84	-9.34
		c	0.3915	0.3465	0.3227	0.3002	0.2866	0.2742	0.2625
		R^2	0.9843	0.9887	0.9921	0.9922	0.9896	0.9854	0.9804
大安溪	雙崎(2)	a	953.53	666.50	563.93	492.92	463.30	444.07	431.44
		b	25.19	11.81	4.85	-0.74	-3.30	-5.04	-6.25
		c	0.6094	0.5147	0.4703	0.4306	0.4092	0.3923	0.3786
		R^2	0.9988	0.9978	0.9977	0.9974	0.9969	0.9961	0.9952
中港溪	南庄(1)	a	882.09	865.38	851.15	823.82	797.56	766.95	736.27
		b	14.03	9.77	7.54	4.79	2.76	0.75	-1.10
		c	0.6272	0.5698	0.5393	0.5054	0.4823	0.4604	0.4398
		R^2	0.9996	0.9951	0.9876	0.9765	0.9688	0.9629	0.9586
北港溪	大埔	a	2441.68	1960.32	1553.84	1114.48	873.36	700.55	580.25
		b	29.91	22.51	15.93	7.24	1.56	-2.82	-5.82
		c	0.7823	0.7070	0.6459	0.5643	0.5046	0.4487	0.3980
		R^2	0.9981	0.9997	0.9983	0.9937	0.9903	0.9875	0.9846
北港溪	林內(1)	a	1996.74	2168.47	2338.37	2570.96	2755.28	2944.46	3131.57
		b	23.58	24.76	26.04	27.69	28.94	30.17	31.30
		c	0.7556	0.7252	0.7143	0.7052	0.7009	0.6977	0.6952
		R^2	0.9997	0.9990	0.9985	0.9976	0.9968	0.9960	0.9951
後龍溪	大湖(1)	a	1020.82	756.34	609.58	491.29	434.09	393.18	362.19
		b	27.10	20.01	13.78	7.70	4.38	1.86	-0.13
		c	0.6276	0.5349	0.4797	0.4242	0.3913	0.3640	0.3405
		R^2	0.9895	0.9919	0.9944	0.9946	0.9923	0.9882	0.9823

表 F-5 (續)　臺灣中區雨量站 Horner 公式係數與相關係數(續)

流域名	雨量站名	重現期距 / 參數	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
後龍溪	*橫龍山	a	455.13	424.67	419.43	417.01	417.11	418.39	419.38
		b	3.29	0.33	-0.69	-1.61	-2.11	-2.49	-2.84
		c	0.4923	0.4263	0.3975	0.3693	0.3525	0.3382	0.3254
		R^2	0.9984	0.9960	0.9916	0.9822	0.9723	0.9601	0.9460
烏溪	六份寮	a	1653.79	2058.51	2464.58	3196.70	3965.82	4980.21	6342.78
		b	24.25	33.25	43.01	59.56	75.17	93.45	114.65
		c	0.7331	0.7065	0.7008	0.7041	0.7129	0.7254	0.7414
		R^2	0.9994	0.9995	0.9995	0.9992	0.9987	0.9979	0.9965
烏溪	北山(2)	a	1072.39	976.61	886.41	800.02	755.18	722.97	698.58
		b	18.49	15.46	12.36	8.82	6.65	4.85	3.30
		c	0.6709	0.5998	0.5548	0.5073	0.4784	0.4540	0.4329
		R^2	0.9942	0.9942	0.9947	0.9954	0.9957	0.9959	0.9959
烏溪	北港(2)	a	882.92	2072.33	4039.27	9096.94	15889.08	26358.10	42288.57
		b	14.57	35.25	56.24	85.02	106.05	125.59	144.19
		c	0.6437	0.7242	0.7975	0.8892	0.9528	1.0106	1.0648
		R^2	0.9981	0.9941	0.9925	0.9916	0.9892	0.9844	0.9770
烏溪	草屯(4)	a	1768.86	1987.48	1985.16	1931.08	1893.17	1859.53	1833.28
		b	25.37	28.66	30.27	32.05	33.54	35.15	36.95
		c	0.7626	0.7238	0.6936	0.6577	0.6348	0.6145	0.5965
		R^2	0.9978	0.9996	0.9999	0.9979	0.9945	0.9895	0.9829
烏溪	萬興(2)	a	1075.08	1579.01	2034.43	2766.25	3435.26	4224.05	5121.25
		b	23.48	29.80	34.86	41.87	47.36	53.02	58.57
		c	0.6942	0.7007	0.7125	0.7312	0.7462	0.7617	0.7766
		R^2	0.9994	0.9982	0.9954	0.9892	0.9832	0.9766	0.9696
烏溪	翠巒	a	254.51	338.48	375.27	399.51	403.70	399.23	388.09
		b	6.33	6.03	5.93	5.67	5.34	4.92	4.38
		c	0.4797	0.4738	0.4552	0.4210	0.3899	0.3558	0.3190
		R^2	0.9992	0.9994	0.9992	0.9978	0.9943	0.9860	0.9675
烏溪	頭汴	a	1001.59	1120.70	1145.52	1139.09	1115.24	1080.65	1043.15
		b	20.00	16.96	14.08	10.12	7.12	4.23	1.59
		c	0.6915	0.6598	0.6388	0.6127	0.5936	0.5746	0.5563
		R^2	0.9995	0.9995	0.9995	0.9978	0.9954	0.9927	0.9903

表 F-5 (續)　臺灣中區雨量站 Horner 公式係數與相關係數(續)

流域名	雨量站名	重現期距 / 參數	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
烏溪	頭汴坑	a	1013.59	951.89	1345.76	3751.40	14491.55	78269.70	531912.88
		b	15.98	13.63	21.47	58.02	125.59	221.90	333.48
		c	0.6523	0.5778	0.5820	0.6679	0.8090	0.9910	1.1996
		R^2	0.9975	0.9932	0.9933	0.9956	0.9966	0.9684	0.8600
新虎尾溪	褒忠(2)	a	630.32	1381.47	2437.12	4831.10	7604.67	11357.61	16227.07
		b	11.73	28.48	44.48	66.68	82.45	96.72	109.45
		c	0.6176	0.6846	0.7415	0.8132	0.8610	0.9032	0.9405
		R^2	0.9965	0.9971	0.9979	0.9987	0.9984	0.9968	0.9937
濁水溪	丹大	a	352.10	554.82	833.94	1359.14	1854.09	2416.44	3033.32
		b	9.54	16.46	25.08	36.33	43.12	48.30	52.09
		c	0.5203	0.5285	0.5613	0.6059	0.6350	0.6599	0.6810
		R^2	0.9829	0.9745	0.9706	0.9703	0.9724	0.9750	0.9773
濁水溪	卡奈托灣(2)	a	474.64	371.55	309.00	261.28	240.62	227.32	217.93
		b	25.61	13.78	5.93	-0.57	-3.47	-5.36	-6.67
		c	0.5659	0.4718	0.4147	0.3587	0.3269	0.3014	0.2799
		R^2	0.9626	0.9588	0.9601	0.9622	0.9625	0.9614	0.9597
濁水溪	西螺(2)	a	1881.24	1579.80	1383.12	1193.43	1088.75	1008.61	945.34
		b	26.99	19.41	14.97	10.45	7.76	5.58	3.76
		c	0.7682	0.7004	0.6578	0.6112	0.5818	0.5563	0.5340
		R^2	0.9997	0.9995	0.9989	0.9970	0.9947	0.9918	0.9884
濁水溪	西巒	a	496.29	585.21	717.42	984.60	1314.37	1834.78	2662.26
		b	9.39	13.47	19.48	31.45	45.32	64.55	89.58
		c	0.5405	0.5007	0.4989	0.5124	0.5334	0.5626	0.5983
		R^2	0.9932	0.9869	0.9794	0.9644	0.9491	0.9321	0.9152
濁水溪	青雲	a	1293.50	1193.48	1124.90	1059.12	1024.46	998.70	984.20
		b	21.88	22.88	23.97	25.80	27.51	29.49	31.93
		c	0.7147	0.6481	0.6095	0.5690	0.5441	0.5226	0.5045
		R^2	0.9991	0.9993	0.9983	0.9948	0.9904	0.9842	0.9761
濁水溪	後安寮	a	877.86	2324.62	5394.15	18744.14	53159.63	168373.16	607917.19
		b	16.46	38.35	64.17	110.65	155.20	209.30	274.15
		c	0.6889	0.7695	0.8492	0.9737	1.0809	1.2017	1.3383
		R^2	0.9983	0.9945	0.9959	0.9971	0.9883	0.9659	0.9292

表 F-5 (續)　臺灣中區雨量站 Horner 公式係數與相關係數(續)

流域名	雨量站名	重現期距 / 參數	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
濁水溪	草嶺(2)	a	1104.01	1070.84	1050.13	1062.66	1109.39	1201.64	1362.09
		b	38.12	50.85	58.69	70.74	82.97	99.91	124.24
		c	0.6073	0.5396	0.5047	0.4734	0.4587	0.4515	0.4521
		R^2	0.9925	0.9744	0.9611	0.9427	0.9274	0.9106	0.8921
濁水溪	*郡大	a	199.73	264.80	335.92	471.34	623.07	847.16	1207.69
		b	-2.43	-2.06	-1.05	1.09	3.49	6.89	12.06
		c	0.4488	0.4375	0.4433	0.4607	0.4800	0.5050	0.5380
		R^2	0.9964	0.9971	0.9972	0.9917	0.9798	0.9578	0.9224
濁水溪	望鄉	a	515.70	520.06	496.57	472.00	458.86	449.28	442.50
		b	10.66	9.14	7.12	4.85	3.44	2.25	1.23
		c	0.5443	0.4786	0.4373	0.3944	0.3683	0.3461	0.3269
		R^2	0.9940	0.9898	0.9889	0.9882	0.9878	0.9873	0.9868
濁水溪	桶頭(2)	a	3163.86	2630.12	2306.37	1982.76	1784.23	1621.39	1486.31
		b	43.65	45.87	45.06	42.84	40.43	37.83	35.15
		c	0.7856	0.7048	0.6587	0.6092	0.5768	0.5480	0.5221
		R^2	0.9986	0.9963	0.9943	0.9906	0.9872	0.9829	0.9779
濁水溪	集集	a	1527.46	1489.78	1552.11	1664.51	1770.96	1889.57	2031.34
		b	18.10	18.20	20.01	23.05	25.82	28.85	32.41
		c	0.7122	0.6525	0.6290	0.6084	0.5980	0.5903	0.5854
		R^2	0.9991	0.9985	0.9963	0.9903	0.9835	0.9750	0.9646
濁水溪	雲海	a	304.71	428.47	588.86	1047.21	1793.31	2995.25	4725.40
		b	14.29	30.46	52.01	104.52	165.54	232.32	297.65
		c	0.4334	0.4335	0.4553	0.5107	0.5679	0.6222	0.6697
		R^2	0.9844	0.9531	0.9279	0.8946	0.8750	0.8636	0.8581
濁水溪	奧萬大	a	397.91	544.38	656.38	816.01	950.11	1102.74	1277.21
		b	14.07	17.53	18.53	18.87	18.77	18.63	18.48
		c	0.5152	0.5168	0.5221	0.5314	0.5395	0.5488	0.5592
		R^2	0.9861	0.9831	0.9857	0.9898	0.9914	0.9908	0.9877
濁水溪	翠峰	a	334.00	381.72	395.94	407.18	412.59	416.65	420.34
		b	11.07	11.77	11.24	10.38	9.70	9.04	8.45
		c	0.4872	0.4719	0.4591	0.4441	0.4339	0.4246	0.4161
		R^2	0.9982	0.9989	0.9980	0.9950	0.9917	0.9876	0.9830

表 F-5 (續完)　臺灣中區雨量站 Horner 公式係數與相關係數(續)

流域名	雨量站名	重現期距 / 參數	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
濁水溪	靜觀	a	489.32	598.58	582.48	533.92	495.78	461.34	430.07
		b	24.49	32.49	32.20	29.53	27.03	24.53	22.03
		c	0.5454	0.5228	0.4947	0.4582	0.4328	0.4098	0.3884
		R^2	0.9829	0.9766	0.9764	0.9770	0.9774	0.9776	0.9775
濁水溪	龍神橋	a	1470.54	1314.29	1169.09	985.27	870.44	787.38	741.82
		b	30.59	26.40	19.64	9.59	2.86	-2.12	-5.22
		c	0.7122	0.6462	0.6037	0.5518	0.5160	0.4851	0.4612
		R^2	0.9994	0.9953	0.9881	0.9778	0.9748	0.9771	0.9809
濁水溪	關門	a	327.75	427.39	529.60	697.42	849.79	1026.51	1224.44
		b	12.89	10.04	9.51	9.44	9.50	9.57	9.48
		c	0.4427	0.4285	0.4389	0.4611	0.4804	0.5007	0.5207
		R^2	0.9769	0.9823	0.9861	0.9860	0.9818	0.9741	0.9630
濁水溪	櫻社	a	281.77	428.22	584.52	879.42	1196.37	1622.88	2194.25
		b	5.34	9.26	12.72	17.63	21.46	25.25	28.88
		c	0.4672	0.4869	0.5111	0.5484	0.5789	0.6104	0.6424
		R^2	0.9887	0.9888	0.9916	0.9954	0.9972	0.9970	0.9943
濁水溪	日月潭	a	1450.57	3323.26	8571.08	42317.58	170171.38	772701.07	4005127.07
		b	45.11	133.22	249.01	472.82	687.31	933.98	1212.28
		c	0.6941	0.7401	0.8292	0.9945	1.1421	1.3030	1.4779
		R^2	0.9997	0.9901	0.9798	0.9701	0.9667	0.9655	0.9651
烏溪	台中	a	1242.02	1552.27	2045.83	3267.72	5118.64	8824.96	17328.61
		b	37.58	45.20	58.12	84.44	113.95	154.25	210.05
		c	0.6974	0.6701	0.6741	0.6989	0.7326	0.7801	0.8448
		R^2	0.9995	0.9989	0.9980	0.9958	0.9928	0.9886	0.9826
濁水溪	玉山	a	1129.98	1578.41	1162.93	887.35	835.04	846.56	896.33
		b	277.32	247.63	134.35	41.32	6.38	-12.98	-24.22
		c	0.6157	0.6340	0.5843	0.5364	0.5195	0.5130	0.5130
		R^2	0.9803	0.9978	0.9980	0.9978	0.9978	0.9981	0.9984

表 F-6　臺灣南區雨量站 Horner 公式係數與相關係數

流域名	雨量站名	重現期距 / 參數	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
二仁溪	木柵	a	912.12	992.34	1078.16	1205.71	1312.86	1433.32	1572.64
		b	9.96	8.61	8.99	10.15	11.38	12.94	14.91
		c	0.6135	0.5841	0.5751	0.5696	0.5684	0.5691	0.5718
		R^2	0.9973	0.9995	0.9984	0.9931	0.9863	0.9775	0.9669
八掌溪	大湖山	a	1109.78	790.84	668.61	575.15	530.32	496.42	465.77
		b	11.60	2.39	-2.20	-5.99	-7.72	-8.81	-9.47
		c	0.6095	0.4972	0.4371	0.3749	0.3358	0.3008	0.2673
		R^2	0.9984	0.9972	0.9956	0.9908	0.9850	0.9778	0.9694
八掌溪	小公田（2）	a	874.89	795.06	739.27	671.53	628.44	596.44	575.41
		b	20.41	16.27	11.60	5.03	0.60	-2.86	-5.33
		c	0.5652	0.5012	0.4644	0.4223	0.3941	0.3696	0.3487
		R^2	0.9973	0.9965	0.9933	0.9877	0.9846	0.9832	0.9831
朴子溪	沙坑	a	1606.73	1654.00	1748.33	1906.72	2043.12	2193.76	2345.73
		b	20.65	19.48	20.10	21.71	23.26	25.03	26.77
		c	0.7178	0.6762	0.6583	0.6416	0.6318	0.6236	0.6158
		R^2	0.9977	0.9973	0.9970	0.9937	0.9874	0.9765	0.9594
朴子溪	樟腦寮（2）	a	1351.41	1098.80	1025.70	977.95	960.74	953.76	953.76
		b	21.61	17.25	15.21	13.05	11.60	10.24	8.93
		c	0.6463	0.5596	0.5183	0.4766	0.4509	0.4284	0.4085
		R^2	0.9989	0.9983	0.9971	0.9943	0.9910	0.9863	0.9799
林邊溪	南和	a	864.70	1068.83	1178.60	1306.51	1409.90	1532.97	1721.22
		b	18.10	20.94	22.47	24.45	26.40	29.13	34.08
		c	0.5864	0.5661	0.5539	0.5412	0.5348	0.5316	0.5343
		R^2	0.9995	0.9968	0.9883	0.9702	0.9521	0.9304	0.9032
林邊溪	泰武（2）	a	709.17	829.04	956.37	1170.59	1378.98	1648.96	2005.61
		b	15.84	20.61	25.55	33.73	41.49	51.10	62.95
		c	0.4699	0.4485	0.4487	0.4575	0.4685	0.4831	0.5010
		R^2	0.9948	0.9907	0.9862	0.9785	0.9714	0.9632	0.9541
林邊溪	新來義	a	844.18	873.91	869.57	854.49	842.86	833.01	824.91
		b	19.30	18.48	16.05	12.50	10.00	7.79	5.85
		c	0.5313	0.4991	0.4817	0.4629	0.4512	0.4411	0.4322
		R^2	0.9978	0.9948	0.9935	0.9925	0.9921	0.9919	0.9918

表 F-6(續)　臺灣南區雨量站 Horner 公式係數與相關係數(續)

流域名	雨量站名	重現期距 / 參數	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
阿公店溪	竹子腳	A	1033.36	1181.81	1389.42	1749.45	2089.61	2507.40	3019.37
		B	16.05	16.47	18.58	22.41	25.89	29.95	34.61
		C	0.6518	0.6224	0.6191	0.6239	0.6313	0.6414	0.6534
		R^2	0.9996	0.9995	0.9988	0.9960	0.9924	0.9875	0.9817
阿公店溪	阿蓮(2)	A	901.38	1137.66	1331.50	1594.75	1799.67	2007.76	2212.16
		B	14.80	16.59	18.37	20.62	22.17	23.61	24.81
		c	0.6268	0.6142	0.6126	0.6132	0.6145	0.6160	0.6172
		R^2	0.9969	0.9970	0.9966	0.9954	0.9942	0.9927	0.9911
急水溪	六溪	a	1702.11	2090.95	2209.51	2209.84	2116.24	1953.04	1746.52
		b	22.14	23.83	22.74	19.27	15.31	10.32	4.75
		c	0.7209	0.7033	0.6810	0.6440	0.6111	0.5734	0.5314
		R^2	0.9935	0.9977	0.9997	0.9945	0.9842	0.9716	0.9616
急水溪	關子嶺(2)	a	1623.51	1458.78	1369.83	1289.63	1247.38	1219.96	1202.22
		b	22.51	17.59	14.00	9.98	7.45	5.37	3.63
		c	0.6815	0.6217	0.5891	0.5555	0.5349	0.5177	0.5029
		R^2	0.9970	0.9978	0.9980	0.9977	0.9973	0.9968	0.9962
高屏溪	三地門	a	707.35	932.72	1218.57	1824.65	2533.40	3536.38	4929.20
		b	10.70	14.25	19.34	28.84	37.57	46.85	56.13
		c	0.5423	0.5357	0.5503	0.5829	0.6134	0.6462	0.6799
		R^2	0.9985	0.9983	0.9959	0.9896	0.9828	0.9739	0.9620
高屏溪	天池	a	227.46	216.91	209.04	201.98	198.16	195.00	192.26
		b	6.65	0.34	-2.78	-5.33	-6.57	-7.45	-8.09
		c	0.3791	0.3433	0.3245	0.3063	0.2955	0.2862	0.2781
		R^2	0.9939	0.9954	0.9946	0.9920	0.9894	0.9866	0.9836
高屏溪	民族	a	539.36	624.05	681.21	751.84	802.02	849.87	895.60
		b	10.16	14.77	17.23	19.74	21.21	22.40	23.34
		c	0.5084	0.4828	0.4720	0.4621	0.4564	0.4515	0.4472
		R^2	0.9992	0.9995	0.9988	0.9972	0.9957	0.9939	0.9918
高屏溪	甲仙(2)	a	665.81	858.12	1032.52	1305.77	1552.73	1841.21	2177.93
		b	2.30	0.17	-0.56	-1.12	-1.37	-1.52	-1.61
		c	0.5467	0.5417	0.5475	0.5598	0.5712	0.5837	0.5971
		R^2	0.9978	0.9919	0.9860	0.9770	0.9693	0.9611	0.9523

表 F-6(續)　臺灣南區雨量站 Horner 公式係數與相關係數(續)

流域名	雨量站名	重現期 / 參數	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
高屏溪	阿禮	a	458.35	698.63	963.05	1474.16	2027.86	2759.70	3709.51
		b	10.78	23.55	34.42	49.75	61.35	72.11	81.66
		c	0.4270	0.4434	0.4683	0.5080	0.5404	0.5730	0.6052
		R^2	0.9977	0.9931	0.9873	0.9764	0.9660	0.9539	0.9402
高屏溪	屏東(5)	a	674.82	970.09	1469.48	2711.05	4282.17	6635.10	10090.63
		b	10.57	19.51	31.23	49.88	63.28	74.81	84.43
		c	0.5741	0.5770	0.6125	0.6753	0.7249	0.7737	0.8213
		R^2	0.9977	0.9973	0.9967	0.9935	0.9830	0.9583	0.9154
高屏溪	美濃(2)	a	826.54	878.09	938.94	1030.37	1102.13	1175.76	1250.62
		b	8.87	9.37	10.75	13.05	14.92	16.86	18.83
		c	0.5878	0.5557	0.5452	0.5380	0.5348	0.5327	0.5315
		R^2	0.9997	0.9997	0.9995	0.9984	0.9966	0.9939	0.9900
高屏溪	*梅山(2)	a	279.21	313.11	341.35	382.51	418.08	458.91	508.00
		b	4.25	6.18	8.33	11.93	15.41	19.68	25.09
		c	0.4204	0.3889	0.3768	0.3678	0.3646	0.3639	0.3658
		R^2	0.9989	0.9975	0.9953	0.9906	0.9856	0.9794	0.9720
高屏溪	新瑪家	a	555.19	869.66	1487.32	3359.27	6327.67	11737.21	21529.29
		b	10.43	27.65	56.73	113.50	164.49	217.94	272.95
		c	0.4522	0.4641	0.5134	0.5984	0.6670	0.7345	0.8012
		R^2	0.9927	0.9851	0.9824	0.9865	0.9907	0.9924	0.9902
高屏溪	新豐	a	861.23	979.76	1061.87	1167.40	1246.42	1325.32	1404.71
		b	12.04	10.37	8.93	7.31	6.29	5.42	4.68
		c	0.5901	0.5663	0.5585	0.5531	0.5509	0.5497	0.5492
		R^2	0.9966	0.9972	0.9985	0.9995	0.9996	0.9991	0.9982
高屏溪	萬山	a	689.80	779.49	835.20	898.81	941.84	980.85	1016.77
		b	12.16	10.96	10.38	9.73	9.28	8.84	8.40
		c	0.5342	0.5114	0.5023	0.4938	0.4889	0.4845	0.4807
		R^2	0.9994	0.9986	0.9977	0.9960	0.9945	0.9929	0.9913
高屏溪	旗山(4)	a	918.59	850.87	808.62	772.48	756.13	744.95	738.64
		b	13.29	9.95	8.07	6.32	5.37	4.61	4.02
		c	0.6277	0.5737	0.5434	0.5126	0.4942	0.4786	0.4653
		R^2	0.9984	0.9967	0.9957	0.9944	0.9934	0.9922	0.9910

表 F-6(續)　臺灣南區雨量站 Horner 公式係數與相關係數(續)

流域名	雨量站名	重現期距 / 參數	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
曾文溪	西阿里關	a	814.07	874.02	879.16	885.39	900.59	926.92	964.22
		b	19.17	16.37	11.91	6.45	3.21	0.71	-1.20
		c	0.5509	0.5149	0.4936	0.4721	0.4606	0.4527	0.4477
		R^2	0.9970	0.9942	0.9945	0.9960	0.9972	0.9980	0.9984
鹽水溪	崎頂	a	879.13	820.56	820.87	835.23	849.75	866.13	882.36
		b	11.92	8.43	7.30	6.37	5.85	5.42	5.03
		c	0.6200	0.5690	0.5482	0.5291	0.5179	0.5086	0.5004
		R^2	0.9980	0.9985	0.9989	0.9989	0.9985	0.9978	0.9967
鹽水溪	台南	a	1439.21	1455.01	1376.34	1268.75	1197.45	1135.26	1078.93
		b	48.68	43.27	35.76	25.80	18.85	12.46	6.50
		c	0.6920	0.6462	0.6156	0.5811	0.5587	0.5387	0.5204
		R^2	0.9996	0.9998	0.9994	0.9985	0.9976	0.9967	0.9957
濁水溪	阿里山	a	10766.93	27731.43	21389.03	8355.32	3480.17	1510.06	773.44
		b	526.71	744.62	733.19	580.13	412.36	243.00	108.01
		c	0.8298	0.8910	0.8319	0.6889	0.5626	0.4410	0.3394
		R^2	0.9883	0.9865	0.9835	0.9780	0.9739	0.9718	0.9737
保力溪	恆春	a	1125.08	1959.25	2770.41	4143.36	5427.92	6963.51	8794.83
		b	50.18	71.64	86.74	105.30	118.06	130.02	141.36
		c	0.6455	0.6843	0.7144	0.7520	0.7783	0.8030	0.8265
		R^2	0.9992	0.9991	0.9984	0.9969	0.9956	0.9941	0.9926
高雄川	高雄	a	1146.53	2537.17	5125.96	14373.33	33503.01	83373.79	220661.11
		b	52.59	99.64	144.69	213.88	271.80	334.31	400.55
		c	0.6661	0.7189	0.7840	0.8891	0.9795	1.0793	1.1876
		R^2	0.9990	0.9992	0.9986	0.9948	0.9887	0.9797	0.9677

表 F-7　臺灣東區雨量站 Horner 公式係數與相關係數

流域名	雨量站名	重現期距 / 參數	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
大武溪	紹家	a	485.37	576.42	638.32	723.32	793.45	870.28	954.91
		b	6.91	5.81	4.76	3.44	2.55	1.75	1.03
		c	0.5331	0.5013	0.4821	0.4604	0.4461	0.4331	0.4213
		R^2	0.9981	0.9984	0.9981	0.9951	0.9897	0.9813	0.9694
立霧溪	合歡垂口	a	149.71	229.91	320.25	492.82	675.82	916.84	1226.96
		b	-1.60	-1.07	0.73	4.00	6.83	9.76	12.62
		c	0.3848	0.4019	0.4270	0.4652	0.4954	0.5255	0.5548
		R^2	0.9964	0.9978	0.9990	0.9995	0.9987	0.9964	0.9924
立霧溪	洛韶	a	267.04	576.83	987.80	1927.79	3134.95	5043.64	8028.23
		b	4.88	29.80	57.58	102.32	140.94	182.98	227.53
		c	0.4157	0.4519	0.4936	0.5526	0.5984	0.6447	0.6910
		R^2	0.9909	0.9746	0.9727	0.9738	0.9734	0.9711	0.9667
立霧溪	溪畔(2)	a	619.79	658.90	587.80	453.60	408.00	391.72	386.99
		b	31.57	34.29	22.63	3.02	-3.66	-6.50	-7.91
		c	0.5029	0.4422	0.3951	0.3272	0.2925	0.2700	0.2537
		R^2	0.9962	0.9704	0.9424	0.9374	0.9440	0.9480	0.9506
立霧溪	綠水	a	507.38	1056.12	1948.80	5444.98	13965.80	40125.55	127239.15
		b	26.03	61.65	109.80	219.52	341.73	494.89	675.57
		c	0.4439	0.4761	0.5278	0.6321	0.7336	0.8491	0.9757
		R^2	0.9895	0.9690	0.9494	0.9247	0.9109	0.9014	0.8952
秀姑巒溪	立山	a	287.85	418.47	587.60	918.26	1256.48	1678.21	2186.37
		b	3.87	9.31	18.40	34.07	46.87	59.60	71.81
		c	0.4277	0.4354	0.4622	0.5035	0.5340	0.5627	0.5890
		R^2	0.9911	0.9931	0.9958	0.9982	0.9963	0.9894	0.9768
秀姑巒溪	卓麓(4)	a	406.50	634.06	954.54	2316.18	6856.51	27257.86	149559.89
		b	8.04	14.87	28.68	77.82	161.95	291.70	472.69
		c	0.4832	0.4987	0.5312	0.6260	0.7524	0.9139	1.1121
		R^2	0.9966	0.9947	0.9866	0.9656	0.9526	0.9511	0.9539
秀姑巒溪	苗圃	a	498.24	464.39	420.03	383.23	366.60	355.86	348.49
		b	23.30	12.01	4.98	-0.77	-3.45	-5.27	-6.56
		c	0.4826	0.4188	0.3755	0.3317	0.3060	0.2847	0.2666
		R^2	0.9977	0.9954	0.9944	0.9920	0.9895	0.9864	0.9829

表 F-7 (續)　臺東區雨量站 Horner 公式係數與相關係數(續)

流域名	雨量站名	重現期距 / 參數	2	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
卑南溪	上里	a	716.05	762.59	762.74	748.62	735.76	721.84	706.86
		b	31.93	29.63	27.57	24.90	23.13	21.51	19.97
		c	0.5399	0.5137	0.4996	0.4840	0.4743	0.4655	0.4574
		R^2	0.9897	0.9880	0.9872	0.9864	0.9856	0.9848	0.9840
卑南溪	向陽(2)	a	233.82	290.31	334.68	394.72	441.08	488.23	535.75
		b	6.19	7.70	9.19	11.15	12.55	13.87	15.08
		c	0.3983	0.3924	0.3944	0.3991	0.4032	0.4073	0.4113
		R^2	0.9939	0.9938	0.9935	0.9904	0.9860	0.9798	0.9722
卑南溪	武陵	a	548.51	573.92	544.83	510.50	490.70	475.11	463.26
		b	25.72	19.59	15.21	10.93	8.54	6.63	5.10
		c	0.5399	0.4960	0.4615	0.4236	0.3998	0.3792	0.3613
		R^2	0.9916	0.9930	0.9955	0.9973	0.9974	0.9967	0.9953
卑南溪	鹿鳴橋	a	433.56	568.40	603.99	610.94	604.67	598.70	597.40
		b	14.52	16.00	11.63	5.12	1.06	-1.93	-3.99
		c	0.4944	0.4932	0.4847	0.4696	0.4578	0.4473	0.4390
		R^2	0.9956	0.9969	0.9918	0.9823	0.9780	0.9766	0.9766
卑南溪	新武(3)	a	357.93	398.52	433.87	485.55	527.86	573.17	621.40
		b	13.85	6.29	2.69	-0.64	-2.48	-3.91	-5.04
		c	0.4695	0.4382	0.4275	0.4202	0.4176	0.4166	0.4166
		R^2	0.9969	0.9984	0.9984	0.9962	0.9931	0.9890	0.9841
卑南溪	霧鹿	a	238.78	290.29	311.97	331.51	342.44	351.07	358.86
		b	5.79	2.75	1.00	-0.90	-2.09	-3.14	-4.02
		c	0.4354	0.4150	0.4004	0.3828	0.3705	0.3589	0.3482
		R^2	0.9978	0.9981	0.9972	0.9953	0.9934	0.9914	0.9890
知本溪	知本(5)	a	423.02	696.42	1049.38	1844.19	2866.81	4450.14	6916.29
		b	10.06	16.27	24.97	40.35	54.51	69.98	86.53
		c	0.5005	0.5389	0.5819	0.6463	0.6988	0.7519	0.8057
		R^2	0.9942	0.9968	0.9975	0.9971	0.9964	0.9956	0.9948
花蓮溪	水簾	a	354.92	616.28	911.83	1506.70	2189.57	3184.47	4625.77
		b	9.05	30.59	54.19	93.64	128.94	168.78	212.39
		c	0.4288	0.4437	0.4703	0.5119	0.5458	0.5815	0.6182
		R^2	0.9908	0.9784	0.9740	0.9731	0.9744	0.9761	0.9776

表 F-7 (續完)　臺灣東區雨量站 Horner 公式係數與相關係數(續)

流域名	雨量站名	重現期距 / 參數	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
花蓮溪	西林	a	733.06	929.12	969.34	956.41	935.61	920.79	918.63
		b	36.95	35.41	27.91	16.81	9.80	4.48	0.71
		c	0.5407	0.5251	0.5111	0.4915	0.4783	0.4679	0.4607
		R^2	0.9959	0.9960	0.9933	0.9879	0.9841	0.9813	0.9794
花蓮溪	奇萊	a	259.50	356.47	441.20	591.38	768.34	1068.46	1641.26
		b	2.58	5.67	10.04	19.74	32.57	54.19	90.26
		c	0.3902	0.3714	0.3725	0.3853	0.4046	0.4352	0.4802
		R^2	0.9989	0.9946	0.9872	0.9719	0.9562	0.9376	0.9180
花蓮溪	清水(1)	a	488.76	730.10	918.05	1161.99	1342.01	1508.32	1665.38
		b	14.66	23.73	30.46	37.98	42.76	46.47	49.46
		c	0.4857	0.4821	0.4879	0.4954	0.5003	0.5036	0.5060
		R^2	0.9701	0.9640	0.9646	0.9683	0.9718	0.9755	0.9788
大武溪	大武	a	994.86	1481.26	1778.34	2139.82	2389.36	2634.07	2878.33
		b	55.14	70.32	77.61	85.28	89.88	94.07	97.97
		c	0.6332	0.6413	0.6421	0.6423	0.6415	0.6409	0.6404
		R^2	0.9996	0.9983	0.9971	0.9954	0.9941	0.9929	0.9916
卑南溪	台東	a	615.96	745.73	907.28	1174.03	1412.89	1687.04	1996.99
		b	33.80	29.06	32.97	40.66	47.19	54.04	61.01
		c	0.5667	0.5506	0.5547	0.5657	0.5756	0.5861	0.5966
		R^2	0.9988	0.9991	0.9989	0.9984	0.9977	0.9969	0.9960
富家溪	成功	a	620.03	767.71	912.25	1135.54	1332.12	1548.05	1791.06
		b	9.02	12.36	19.14	29.84	38.78	47.89	57.37
		c	0.5526	0.5421	0.5455	0.5544	0.5629	0.5717	0.5810
		R^2	0.9987	0.9984	0.9982	0.9974	0.9962	0.9944	0.9923
三棧溪	花蓮	a	673.16	1043.65	1528.06	2561.86	3813.22	5712.50	8625.84
		b	27.49	39.38	56.12	82.66	105.17	129.49	155.50
		c	0.5713	0.5882	0.6182	0.6651	0.7038	0.7447	0.7875
		R^2	0.9996	0.9996	0.9994	0.9983	0.9964	0.9936	0.9899

附錄 G　河川橋設計流量推估例

(相關章節：第三章 3.5.1 節)

推估流量先以同一水系不同點紀錄流量之集水面積比例校對；如無紀錄流量時，則以最接近流域之紀錄流量或紀錄雨量推算流量比例校對。

G.1　以三峽溪某重要公路河川橋為例

G.1.1　水文站選用

1. 流量站

計畫橋址位於三峽溪下游，距三峽溪與其主流大漢溪匯流口約 1.5km^2，上游集水面積約 195km^2，橋址處並無水位及流量觀測資料可直接應用。

查橋址上游約 2km 處三峽溪主流上有水利局所設三峽自記水位流量站，該流量站之集水面積約 125km^2，共有 16 年之年最大瞬時洪峰流量記錄，由於紀錄年數不長，除對該流量站之紀錄進行頻率分析，直接推求橋址各重現期距洪峰流量外，並研選適當雨量站，利用觀測年數較長之雨量紀錄，間接推算橋址各重現期距洪峰流量，以資佐證研判。

2. 雨量站

計畫橋址上游流域內計有三峽、大豹、石門等自記雨量站，各站觀測時間分別達 35 年、8 年及 39 年，其中以石門雨量站之紀錄最長又最完整，且高程與橋址上游集水區平均高程相近，故選用石門雨量站之雨量紀錄，間接推算橋址各重現期距之洪峰流量。

G.1.2　流量推估

1. 利用流量記錄推求

利用三峽流量站歷年最大瞬時洪峰流量記錄，依極端值第 I 型分布(Extreme Value Type I Distribution or Gumbel Distribution)及對數皮爾森第 III 型分布(Log-Pearson Type III Distribution)，進行頻率分析，再以面積比法推估橋址處之各重現期距洪峰流量。

2. 利用雨量記錄推求

以石門雨量站之各重現期距降雨強度，一日、二日、三日暴雨量以及三峽區設計雨型，分別以合理公式法、無因次單位歷線法、三角形單位歷線法及中安合成單位歷線法，推估橋址處各重現期距洪峰流量。

G.1.3　設計流量研選

依上述各種流量推估方法，求各再現期洪峰流量。結果顯示以二日暴雨量推估所得洪峰流量較一日、三日暴雨量推估所得者大，列示其值如下表。

表 G-1　三峽溪某重要公路河川橋址各頻率洪峰流量推算成果表

單位:m^3/s

重現期距(年)	利用流量記錄推求		利用雨水記錄推求				建議採用值
	對數皮爾森第 III 型頻率分析	甘保極端值第 I 型頻率分析	合理化公式	無因次單位歷線	三角形單位歷線	合成單位歷線	
50	2,515	2,528	2,281	2,525	2,557	2,279	2,550
100	3,061	2,898	2,607	2,841	2,878	2,567	2,900
200	3,664	3,266	2,851	3,158	3,198	2,853	3,300

註：「合成單位歷線法」參見前臺灣省水利局，「水資源工程規劃講義(上、下)」，(1980)。

其中除利用流量紀錄以對數皮爾森第 III 型頻率分析所得重現期距 200 年之洪峰流量數值顯著較高外，其餘各法所推估成果均甚相近。由於流量記錄年數僅 16 年，故利用流紀錄推求而得之洪峰量值在此僅供參考。經比較研判，建議重現期距 50 年、100 年及 200 年之橋址洪峰流量採用值分別為 2,550m^3/s、2,900m^3/s 及 3,300m^3/s。

基於該公路交通重要性考慮，三峽溪河川橋之設計流量採用重現期距200 年之洪峰流量 3,300m^3/s。

G.2 以濁水溪上游櫻社流量站為例

G.2.1 流量站洪水紀錄

1. 流量站集水面積 188km^2
2. 流量站之年最大洪水流量紀錄

自 1960～1971 年共 10 年資料，其中缺 1962 及 1963 年洪水紀錄。茲將該站年最大洪水量列如下表：

表 G-2 最大洪水量

紀錄年期	櫻社流量站洪水量(m^3/s)
1960	787
1961	490
1964	215
1965	484
1966	680
1967	480
1968	609
1969	370
1970	504
1971	415

G.2.2 流量紀錄補遺

因欠缺 1962 及 1963 兩年年最大洪水流量紀錄，乃選擇該流量站集水區域內之代表性雨量站，利用其雨量紀錄，根據年最大洪水流量與洪水時對應 2 日暴雨量之雙對數關係圖（本例因資料受限而採 2 日暴雨設計，原則上應以年最大 1 日暴雨量為準），點繪 1962 及 1963 對應此 2 年之年最大 2 日暴雨量 272mm 及 329mm，其年最大洪水流量各為 430m^3/s 和

565m^3/s。將補遺後之流量及雨量紀錄對照表及雙對數相關圖列示如下：

表 G-3　紀錄年最大洪水流量及暴雨量對照表

紀錄年期	流量站洪水流量 (m^3/s)	雨量站暴雨量 (mm)
1960	787	530
1961	490	203
1962	(430)	272
1963	(565)	329
1964	215	167
1965	484	199
1966	680	275
1967	480	282
1968	609	268
1969	370	238
1970	504	390
1971	415	209

註：括弧洪水流量為補遺推估值。

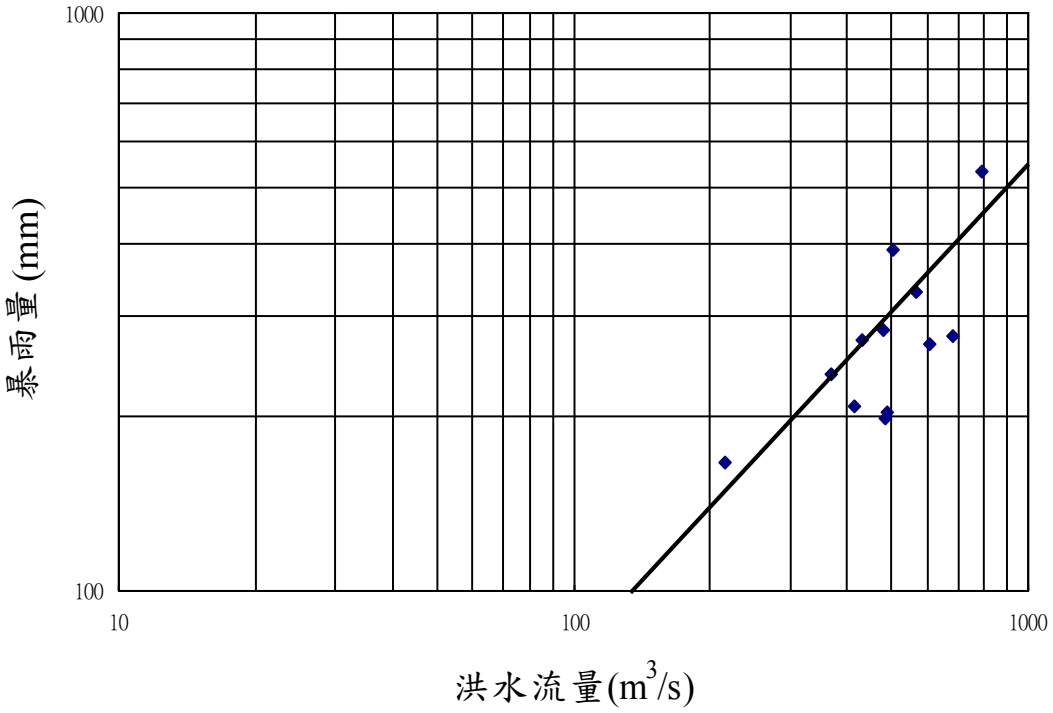


圖 G-1　洪水流量及雨量雙對數相關圖

G.2.3　頻率分析

可依照第三章 3.3 節所提示方法分析，本例使用繪圖法推估流量站各重現期距洪水流量及對應暴雨量列如下表：

重現期距(年)	洪水流量(m^3/s)	對應暴雨量(mm)
200	1450	750
100	1350	690
50	1150	605
20	930	510
10	800	450
5	680	390

G.2.4　資料來源

台灣省公路局，「台灣地區公路排水之研究」，民國 65 年。

附錄 H　常用由雨量紀錄推算流量之方法

(相關章節:第三章 3.5.2 節，第五章 5.9 節)

洪峰流量之估算，有實測資料時，得採用單位歷線法分析；無實測資料時，集水區面積 1000 公頃以內，合理化公式適合性佳，但面積在 1000 公頃($10km^2$)以上則較可能偏大，為較保守之估計值。

H.1　合理化公式

$$Q = \frac{1}{360} C \times I \times A \qquad \text{(H-1)}$$

式中 Q：某特定重現期距之洪峰流量(m^3/s)

C：逕流係數，參見表 H-1

I：降雨延時等於集流時間時，某重現期距之降雨強度(mm/hr)

A：集水面積(ha)

H.1.1　逕流係數

逕流係數依集水區水文、地文特性、未來土地使用與都市化程度等情況，參照表 H-1 選用。

表 H-1　逕流係數(C)

土 地 情 況	C 值	土 地 情 況	C 值
山區河川	0.75~0.85	平坦耕地	0.45~0.60
平地河川	0.45~0.75	水田及水塘	0.70~0.80
山地平地各半之流域	0.50~0.75	市街區(建築面積≥60%者)	0.50~0.90
陡峻山坡地	0.75~0.90	住宅區	0.66~0.89
平緩山坡地	0.60~0.80	村落(建築面積<30%者)	0.30~0.50
覆蓋森林之丘陵區	0.40~0.70	工業區	0.50~0.80
平地森林區	0.35~0.60	公園、運動場	0.30~0.65
草原區	0.20~0.60	不透水鋪面	0.85~0.95

註:選用逕流係數時，應考慮未來土地使用可能都市化之程度及地區敏感性。

H.1.2　集流時間

集流時間為水流自流域最遠點至計畫地點所需時間，包括流入時間及流經時間。

$$t = t_1 + t_2 \tag{H-2}$$

式中 t：集流時間

t_1：流入時間，指降水經地表面或成型溪由集水區邊界流至水道所需時間

t_2：流經時間，指降水經水道至計畫地點所需時間

經林地及草地之流入時間，可由流經距離除以流速 0.3(m/s)計算之。成型溪之流入時間以(H-3)式計算，並參酌表 H-2 經驗值選用。

$$t_1 = \frac{L}{a \cdot \left(H \diagup L\right)^n} = \frac{L}{3.6V} \tag{H-3}$$

式中 t_1：成型溪流入時間(hr)

L：集水區代表距離(km)

H ：集水區代表高程差(km)

V ：成型溪平均流速(m/s)

a, n 為係數

流經時間依其斷面、坡度、糙率，以曼寧公式分段計算。

表 H-2　成型溪平均流速與溪床平均坡度關係

溪床平均坡 H/L	≥0.01	0.01~0.005	≤0.005
平均流速 V (m/s)	3.5	3.0	2.1

註：H, L, V 之定義及單位同(H-3)式。

H.1.3　集水面積

集水面積以求積儀自適當比例尺之最新地形圖上量取。所用地形圖比例尺不得小於 1/50,000。集水區上游有人工構造物調節洪水或越域引水者，集水面積須另調整。

H.2　單位歷線法

蒐集流域適當延時之歷年最大暴雨量進行頻率分析，推求重現期距之暴雨量，配合設計雨型及單位流量歷線推求重現期距流量。有關單位歷線之選用，可參考經濟部水利署「河川治理及環境營造規劃參考手冊」及「區域排水整治及環境營造規劃參考手冊」之規定。

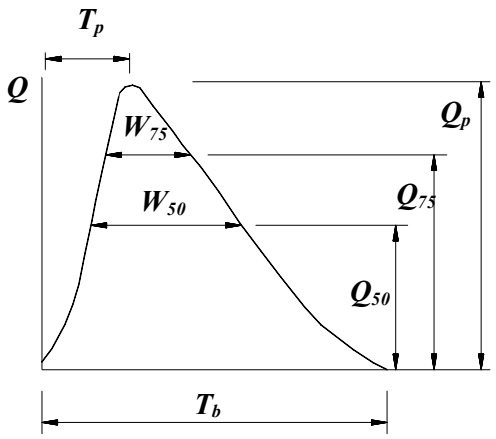
附錄Ⅰ　美國土木工程師學會十分鐘單位歷線

(相關章節第三章 3.5.2 節)

無流量紀錄供查對時使用本法。

(摘譯自 Espey, William H., and Graves, Charles B. "Nomographs for Ten-Minute Unit Hydrographs for Small Urban Watersheds", ASCE Urban Water Resources Research Program Tech. Memorandum, 26PP., July 1977)

美國土木工程師學會(ASCE) 所推導十分鐘單位歷線 ，適用於都市小流域無合適降雨量-逕流量關係式之地區。原公式為英制單位，由中華顧問工程司換算為公制。



$$T_p = 4.074 \cdot L^{0.23} \cdot S^{-0.25} \cdot I^{-0.18} \cdot \phi^{1.57} \tag{I-1}$$

$$Q_p = 4.315 \cdot A^{0.96} \cdot T_p^{-1.07} \tag{I-2}$$

$$T_b = 16.440 \cdot A^{1.00} \cdot Q_p^{-0.95} \tag{I-3}$$

$$W_{50} = 3.480 \cdot A^{0.93} \cdot Q_p^{-0.92} \tag{I-4}$$

$$W_{75} = 2.493 \cdot A^{0.79} \cdot Q_p^{-0.78} \tag{I-5}$$

式中 T_p ：洪峰到達時間(min)

Q_p：洪峰流量(m^3/s)

T_b：基期(min)

W_{50}：發生 0.50 倍洪峰量之時間差距(min)

W_{75}：發生 0.75 倍洪峰量之時間差距(min)

A：集水面積(ha)

L：河道長度(m)

S：河道坡度

I：集水區內不透水面積百分比(%)

ϕ：集水區輸水係數，為ϕ_1與ϕ_2之和，參見表 I-1

表 I-1　ϕ_1與ϕ_2之值

ϕ_1	河 道 狀 況	ϕ_2	河 道 狀 況
0.6	人工渠道及雨水下水道系統，封閉輸水路系統	0.0	不長草渠道
		0.1	輕微長草渠道
0.8	部份人工渠道及雨水下水道	0.2	中等長草渠道
1.0	天然河道	0.3	嚴重長草渠道

附錄 J　渠道及天然河川的曼寧 *n* 值

(相關章節：第四章 4.2.2 節)

渠槽類型及情況	最小值	一般值	最大值
一、渠道			
(一) 敷面或襯砌渠道，其材料為:			
1.金屬			
(1) 光滑鋼表面			
a. 不油漆的	0.011	0.012	0.014
b. 油漆的	0.012	0.013	0.017
(2) 皺紋的	0.021	0.025	0.030
2. 非金屬			
(1) 水泥			
a. 表面光滑、清潔	0.010	0.011	0.013
b. 灰漿	0.011	0.013	0.015
(2) 木材			
a. 未處理木材，表面刨光	0.010	0.012	0.014
b. 處理木料，表面刨光	0.011	0.012	0.015
c. 表面未刨光	0.011	0.013	0.015
d. 用狹木條拼成的木板	0.012	0.015	0.018
e. 以油毛氈襯裡	0.010	0.014	0.017
(3)混凝土			
a. 抹光	0.011	0.013	0.015
b. 用板刮平	0.013	0.015	0.016
c. 磨光，底部有卵石	0.015	0.017	0.020
d. 噴漿，表面良好	0.016	0.019	0.023
e. 噴漿，表面波狀	0.018	0.022	0.025
f. 在開鑿良好的岩石上襯工	0.017	0.020	
g. 在開鑿不好的岩石上襯工	0.022	0.027	
(4)用板刮平的混凝土底，邊壁為：			
a. 灰漿中嵌有排列整齊的石塊	0.015	0.017	0.020
b. 灰漿中嵌有排列不規則的石塊	0.017	0.020	0.024
c. 粉飾的水泥塊石圬工	0.016	0.020	0.024
d. 水泥塊石圬工	0.020	0.025	0.030
e. 乾砌塊石	0.020	0.030	0.035

渠槽類型及情況	最小值	一般值	最大值
(5) 卵石底，邊壁為：			
a. 用木板澆注的混凝土	0.017	0.020	0.025
b. 灰漿中嵌亂石塊	0.020	0.023	0.026
c. 乾砌塊石	0.023	0.033	0.036
(6) 磚			
a. 加釉的	0.011	0.013	0.015
b. 在水泥灰漿中	0.012	0.015	0.018
(7) 圬工			
a. 漿砌塊石	0.017	0.025	0.030
b. 乾砌塊石	0.023	0.032	0.035
(8) 修整的方石	0.013	0.015	0.017
(9) 瀝青			
a. 光滑	0.013	0.013	
b. 粗糙	0.016	0.016	
(10)槽內有植物生長	0.030		0.050
(二) 開鑿或挖掘而不敷面的渠道			
(1) 渠線順直，斷面均勻的土渠			
a. 清潔，最近完成	0.016	0.018	0.020
b. 清潔，經過風雨傾蝕	0.018	0.022	0.025
c. 清潔，底部有卵石	0.022	0.025	0.030
d. 有牧草和雜草	0.022	0.027	0.033
(2) 渠線彎曲，斷面變化的土渠			
a. 沒有種植	0.023	0.025	0.030
b. 有牧草和一些雜草	0.025	0.030	0.033
c. 有密茂的雜草或在深槽中有水生植物	0.030	0.035	0.040
d. 土底，碎石邊壁	0.028	0.030	0.035
e. 塊石底，邊壁為雜草	0.025	0.030	0.040
f. 圓石底，邊壁清潔	0.030	0.040	0.050
(3) 用挖土機開鑿或挖掘的渠道			
a. 沒有植物	0.025	0.028	0.030
b. 渠岸有稀疏的小樹	0.035	0.050	0.060
(4) 石渠			
a. 光滑而均勻	0.025	0.035	0.040
b. 參差不齊而不規則	0.035	0.040	0.050

渠槽類型及情況	最小值	一般值	最大值
(5) 沒有加以維護的渠道，雜草和小樹未清除			
a. 有與水深相等高度的濃密雜草	0.050	0.080	0.120
b. 底部清潔，兩側壁有小樹	0.040	0.050	0.080
c. 在最高水位時，情況同上	0.045	0.070	0.110
d. 高水位時，有稠密的小樹	0.080	0.100	0.140
二、天然河道			
(一) 小河流(洪水位時水面寬小於 30 公尺)			
(1) 平原河流			
a. 清潔，順直，無淺灘和深潭	0.025	0.030	0.033
b. 同上，多石及雜草	0.030	0.035	0.040
c. 清潔，彎曲，有深潭和淺灘	0.033	0.040	0.045
d. 同上，但有些雜草和石塊	0.035	0.045	0.050
e. 同上，水深較淺，河底坡度多變，平面上回流區較多	0.040	0.048	0.055
f. 與 d.相同，但有較多石塊	0.045	0.050	0.060
g. 流動很慢的河段，多草，有深潭	0.050	0.070	0.080
h. 多雜草的河段，河多深潭，及有林木、灌木叢	0.075	0.100	0.150
(2) 山區河流(河槽無草樹，河岸較陡，岸坡樹叢過洪時淹沒)			
a. 河底：礫石、卵石間有孤石	0.030	0.040	0.050
b. 河底：卵石和大孤石	0.040	0.050	0.070
(二) 大河流(洪水位時水面寬大於 30 公尺)相應於上述小河流的各種情況，惟因河岸阻力較小，*n* 值略小			
(1) 斷面比較規整，無孤石或叢木	0.025		0.060
(2) 斷面不規整，床面粗糙	0.035		0.100
(三) 洪水時期灘地漫流			
(1) 草地，無叢木			
a. 短草	0.025	0.030	0.035
b. 長草	0.030	0.035	0.050
(2) 耕種面積			
a. 未熟禾稼	0.020	0.030	0.040
b. 已熟成行禾稼	0.025	0.035	0.045
c. 已熟密植禾稼	0.030	0.040	0.050

渠槽類型及情況	最小值	一般值	最大值
(3) 矮叢木			
a. 稀疏，多雜草	0.035	0.050	0.070
b. 不密，夏季情況	0.040	0.060	0.080
c. 茂密，夏季情況	0.070	0.100	0.160
(4) 樹木			
a. 平整田地，幹樹無枝	0.030	0.040	0.050
b. 同上，幹樹多新枝	0.050	0.060	0.080
c. 密林，樹下小植物，洪水位在枝下	0.080	0.100	0.120
d. 同上，洪水位淹及樹枝	0.100	0.120	0.160

摘自 1.Chow, V.T. , “Open-Channel Hydraulics”, International Edition, McGraw-Hill book Co. Singapore,1973.

2.農委會，「水土保持手冊」，民國 94 年。

附錄 K　臨界拖曳力

(相關章節：第四章 4.3.2 節)

輸送清水之非黏性粗顆粒土溝，可用(K-1)式計算臨界拖曳力。

(摘自臺灣省水利局:「防洪工程規劃講義」，民國 70 年 4 月)

$$\tau_c = 0.0801\, d_{75} \qquad \text{(K-1)}$$

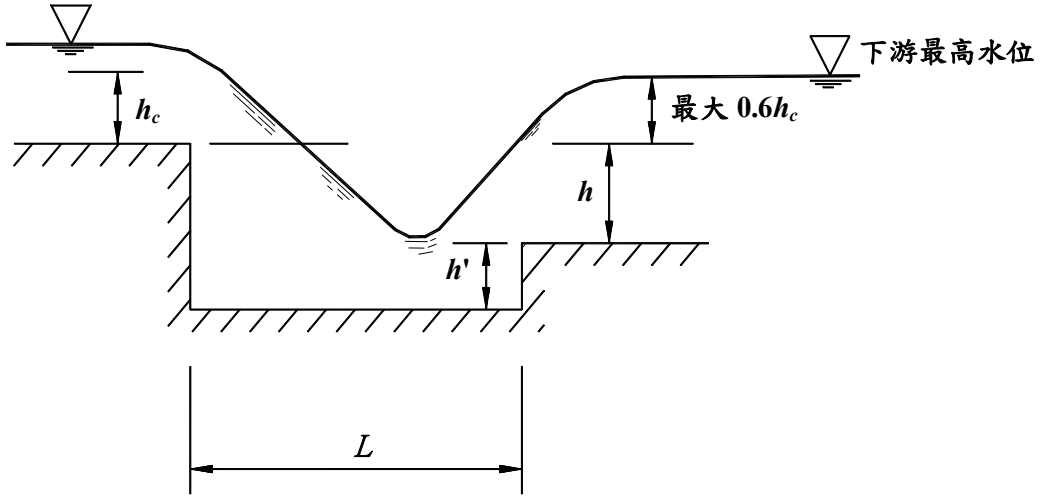
式中 τ_c：臨界拖曳力(kgf/m^2)

d_{75}：粒徑分布曲線上重量通過百分比為 75%之粒徑(mm)

附錄 L　垂直跌水構造設計例

(相關章節：第四章 4.8.2 節)

垂直跌水構造之下游最高水位小於上游渠底加 0.6 倍臨界水深時，可參照(L-1)式及(L-2)式計算構造物最小長度 L 及尾檻高度 h'。



$$L=\left\{2.5+1.1\frac{h_c}{h}+0.7\left(\frac{h_c}{h}\right)^3\right\}(h\cdot h')^{1/2} \tag{L-1}$$

$$h'=\frac{h_c}{2} \tag{L-2}$$

式中 h：上下游渠底高差(m)

h'：尾檻高度(m)

h_c：臨界水深(m)

L：垂直跌水構造長度(m)

資料來源：農復會，「灌溉排水工程設計」，民國 67 年。

附錄 M　一般格柵進水口流量計算

(相關章節：第五章 5.8 節)

一般格柵進水口流量依(M-1)式計算

$$Q_1 = \gamma \times Q \qquad \text{(M-1)}$$

式中 Q_1：格柵進水口落水量(l/s)

γ：落下率(如表 M-1)

Q：側溝流量(l/s)

表 M-1 側溝集水井格柵之種類與落下率係數

格柵種類	格柵蓋開孔面積 A(cm^2)	未補正前落下率γ^*				路面橫向坡度 S(%)	補正係數ρ			落下率γ
		Q=1(l/sec)以下	2	4	8 以上		i=0.1%	1%	10%	
縱向格柵	100	0.70	0.60	0.46	0.45	10	1.0	1.0	1.0	0.45～0.70
	200	0.85	0.85	0.73	0.65					0.65～0.85
	300	0.96	0.92	0.84	0.80					0.80～0.96
	100	0.10	0.08	0.05	0.04	1.5	0.9	1.0	1.1	0.04～0.11
	200	0.30	0.20	0.15	0.10					0.09～0.33
	300	0.40	0.38	0.32	0.30					0.27～0.44
橫向格柵	100	0.60	0.50	0.40	0.30	10	1.2	1.0	0.6	0.18～0.72
	200	0.80	0.80	0.70	0.50					0.30～0.96
	300	0.90	0.85	0.75	0.65					0.39～1.00
	100	0.50	0.40	0.30	0.20	1.5	0.95	1.0	1.05	0.19～0.53
	200	0.60	0.52	0.42	0.28					0.27～0.63
	300	0.70	0.60	0.50	0.38					0.36～0.74
混合形	100	0.60	0.50	0.40	0.36	10	1.04	1.0	0.92	0.33～0.62
	200	0.85	0.83	0.70	0.62					0.57～0.88
	300	0.95	0.90	0.80	0.75					0.69～0.99
	100	0.45	0.38	0.30	0.18	1.5	0.92	1.0	1.05	0.17～0.47
	200	0.55	0.50	0.40	0.28					0.26～0.58
	300	0.65	0.55	0.45	0.38					0.35～0.68
格子形	200	0.85	0.85	0.76	0.65	10	1.01	1.0	0.95	0.62～0.86
	400	1.00	0.95	0.85	0.75					0.71～1.00
	600	1.00	1.00	0.85	0.80					0.76～1.00
	200	0.50	0.40	0.28	0.22	1.5	0.78	1.0	1.4	0.17～0.70
	400	0.60	0.50	0.36	0.32					0.25～0.84
	600	0.68	0.55	0.42	0.36					0.28～0.95

註 1. $\gamma=\gamma^*\times\rho$，$Q$：側溝流量，$i$：路面縱向坡度。

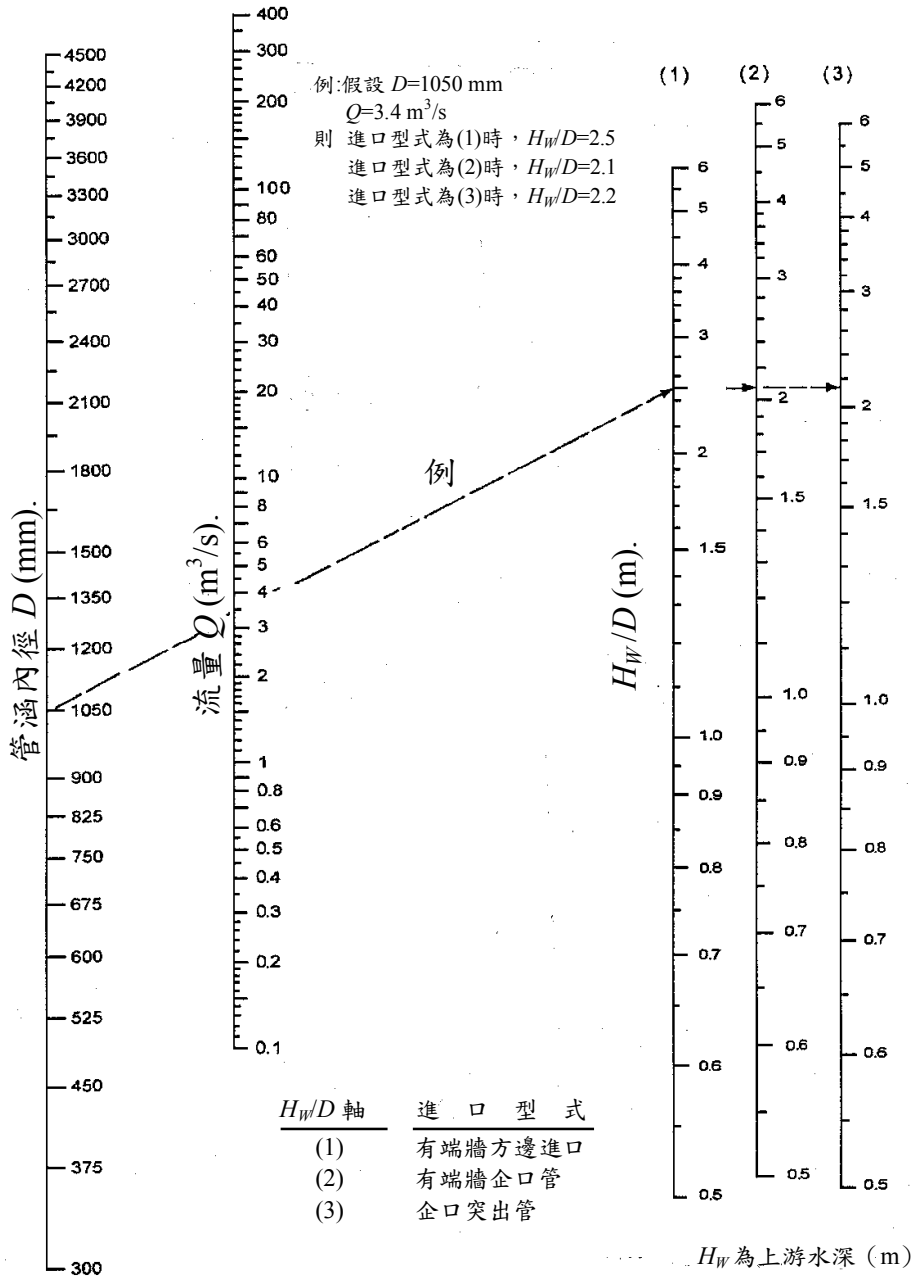
2. 路面橫向坡度與表中數值有差異時，其補正係數可以內差方式推求。

附錄 N　排水涵洞進口控制水力設計

(相關章節:第六章 6.2.3 節)

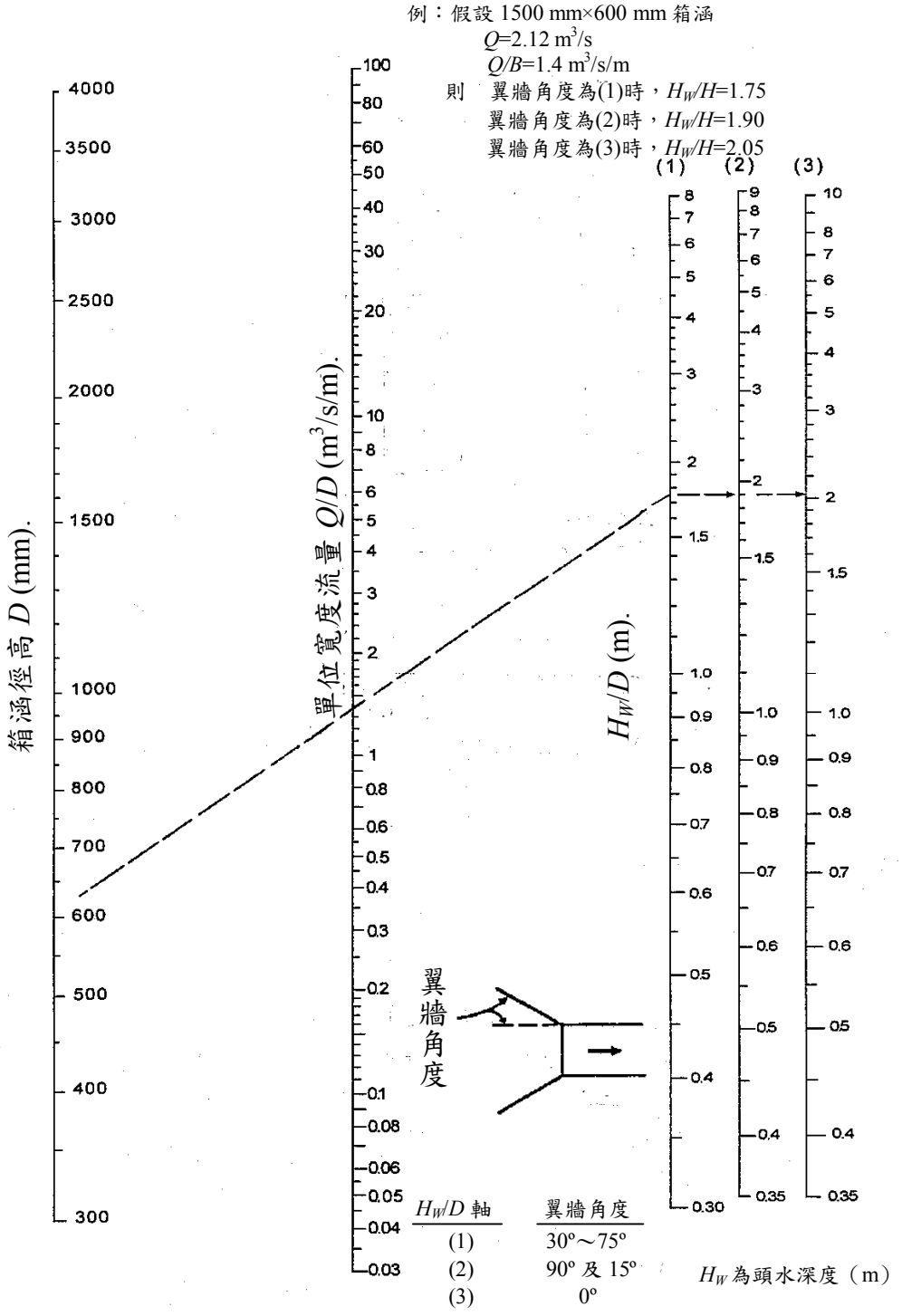
N.1　混凝土管涵洞進口控制水力計算

（水理設計線解圖摘自 U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration“Hydraulic Design Series No. 5, Hydraulic Design of Highway Culverts”(2005)。



N.2 混凝土箱涵進口控制水力計算

（水理設計線解圖摘自 U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration “Hydraulic Design Series No. 5, Hydraulic Design of Highway Culverts”(2005)。



附錄 O　排水涵洞出口控制水力設計

(相關章節:第六章 6.2.4 節)

排水涵洞出口控制上游水深度計算公式為：

$$H_w = H_f + h_0 - LS_0 \tag{O-1}$$

式中 H_w：上游水深(m)，指上游水位與涵洞進口渠底之高差

H_f：涵洞水頭損失(m)，包括進口、出口及摩擦水頭損失

其計算公式為：

$$H_f = \left(1 + K_e + \frac{19.6n^2L}{R^{1.33}}\right)\frac{V^2}{2g} \tag{O-2}$$

h_0：下游水深(m)，指下游水位與涵洞出口渠底之高差

L：涵洞長度(m)

S_0：涵洞底坡(%)

K_e：涵洞進口水上游損失係數，參見表 O-1

n：涵洞曼寧 n 值

R：涵洞水力半徑(m)

V：涵洞水流平均流速(m/s)

g：重力加速度(9.8m/s^2)

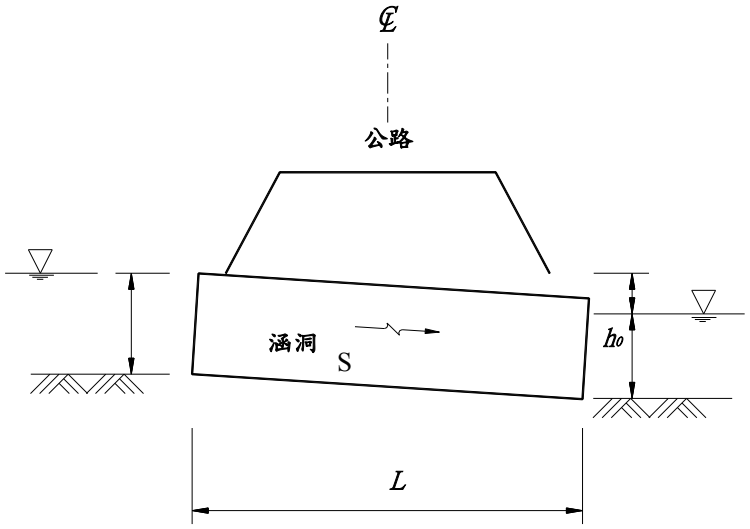


表 O-1　涵洞進口水頭損失係數(K_e)

進 口 條 件	K_e 值
混凝土管	
突出式進口、企口狀	0.2
突出式進口、平頭狀	0.5
突出式進口、斜切狀	0.7
端牆式進口、圓頭狀	0.2
端牆式進口、平頭狀	0.5
端牆式進口、斜切狀	0.2
45°翼端牆式進口、圓頭式	0.2
45°翼端牆式進口、平頭式	0.5
平行端牆式進口、企口式	0.3
平行端牆式進口、平頭式	0.5
鋼筋混凝土箱涵	
突出式進口、平頭狀	0.5
突出式進口、斜切狀	0.2
端牆式進口、圓頭狀	0.2
端牆式進口、平頭狀	0.5
30°~75°翼端牆式進口、圓頭式	0.2
30°~75°翼端牆式進口、平頭式	0.4
10°~25°翼端牆式進口、平頭式	0.5
平行端牆式進口、平頭式	0.7
浪型管、馬蹄型管	
突出式進口、平頭狀	0.9
突出式進口、斜切狀	0.7
端牆式進口、平頭狀	0.5
端牆式進口、斜切狀	0.7
翼端牆式進口、平頭或斜切狀	0.5
34°~45°翼端牆式進口、平頭或斜切狀	0.2

附錄 P　管涵荷重計算公式

(相關章節:第六章 6.9.2 節)

P.1　活載重

以布士耐氏(Boussinesq)及紐馬克氏(Newmark)土壤垂直壓力分析法，按侯爾(Ho11)公式計算。

集中載重作用時，

$$W_{SC} = C_S \frac{PF}{L} \tag{P-1}$$

均布載重作用時，

$$W_{sd} = C_s WFB_c \tag{P-2}$$

式中 W_{SC}，W_{sd}：分別為集中載重及均布載重下之管涵單位長度載重 (kg/m)

C_S：載重係數，參見表 P-1

P：集中載重(kgf)

F：衝擊力係數，通常公路採用 1.5

L：管涵有效長度(m)，實長超過 0.9m 時取用 0.9m

W：均布載重(kgf/m^2)

B_C：管外徑(m)

表 P-1　載重係數C_S值

M/2H　或　L/2H										
0.4	**0.5**	**0.6**	**0.7**	**0.8**	**0.9**	**1.0**	**1.2**	**1.5**	**2.0**	**5.0**
0.067	0.079	0.089	0.097	0.103	0.108	0.112	0.117	0.121	0.124	0.128
0.131	0.155	0.174	0.189	0.202	0.211	0.219	0.229	0.234	0.244	0.248
0.190	0.224	0.252	0.274	0.292	0.306	0.318	0.333	0.345	0.355	0.360
0.241	0.284	0.320	0.349	0.373	0.391	0.405	0.425	0.440	0.454	0.460
0.284	0.336	0.379	0.414	0.441	0.463	0.481	0.505	0.525	0.540	0.548
0.320	0.379	0.428	0.467	0.499	0.524	0.544	0.572	0.596	0.613	0.624
0.349	0.414	0.467	0.511	0.546	0.584	0.597	0.628	0.650	0.674	0.688
0.373	0.441	0.499	0.546	0.584	0.615	0.639	0.674	0.703	0.725	0.740
0.391	0.463	0.524	0.574	0.615	0.647	0.673	0.711	0.742	0.766	0.784
0.405	0.481	0.544	0.597	0.639	0.673	0.701	0.740	0.774	0.800	0.816
0.425	0.505	0.572	0.628	0.674	0.711	0.740	0.783	0.820	0.849	0.868
0.440	0.525	0.596	0.650	0.703	0.742	0.774	0.820	0.861	0.894	0.916
0.454	0.540	0.613	0.674	0.725	0.766	0.800	0.849	0.894	0.930	0.956

D/2H 及 *M/2H*；集中載重縱向及橫向分別為 *Bc/2H* 及 *L/2H*

徑(m)；*D,M*：均布載重之寬度及長度(m)

Practice, No.9, “Design and Construction of Sanitary and Storm Sewer” (1974).

P.2 覆土載重

依馬斯頓(Marston)公式計算。

管溝式埋管時：

$$W_d = C_d \cdot W \cdot B_d^2 \qquad \text{(P-3)}$$

填土式埋管時：

$$W_c = C_c \cdot W \cdot B_c^2 \qquad \text{(P-4)}$$

隧道式埋管時：

$$W_t = C_t \cdot B_t \cdot (W \cdot B_t - 2C) \qquad \text{(P-5)}$$

式中 W_d，W_c及W_t：各式管之單位長度載重(kgf/m)

C_d，C_c及C_t：各式管之載重係數，參見圖 P-1、圖 P-2、圖 P-3及圖 P-4

W：覆土單位重(kgf/m^3)

B_d：管溝寬(m)

B_c：管外徑(m)

B_t：隧道直徑(m)

C：土壤凝聚力(t/m^2)，參見表 P-2

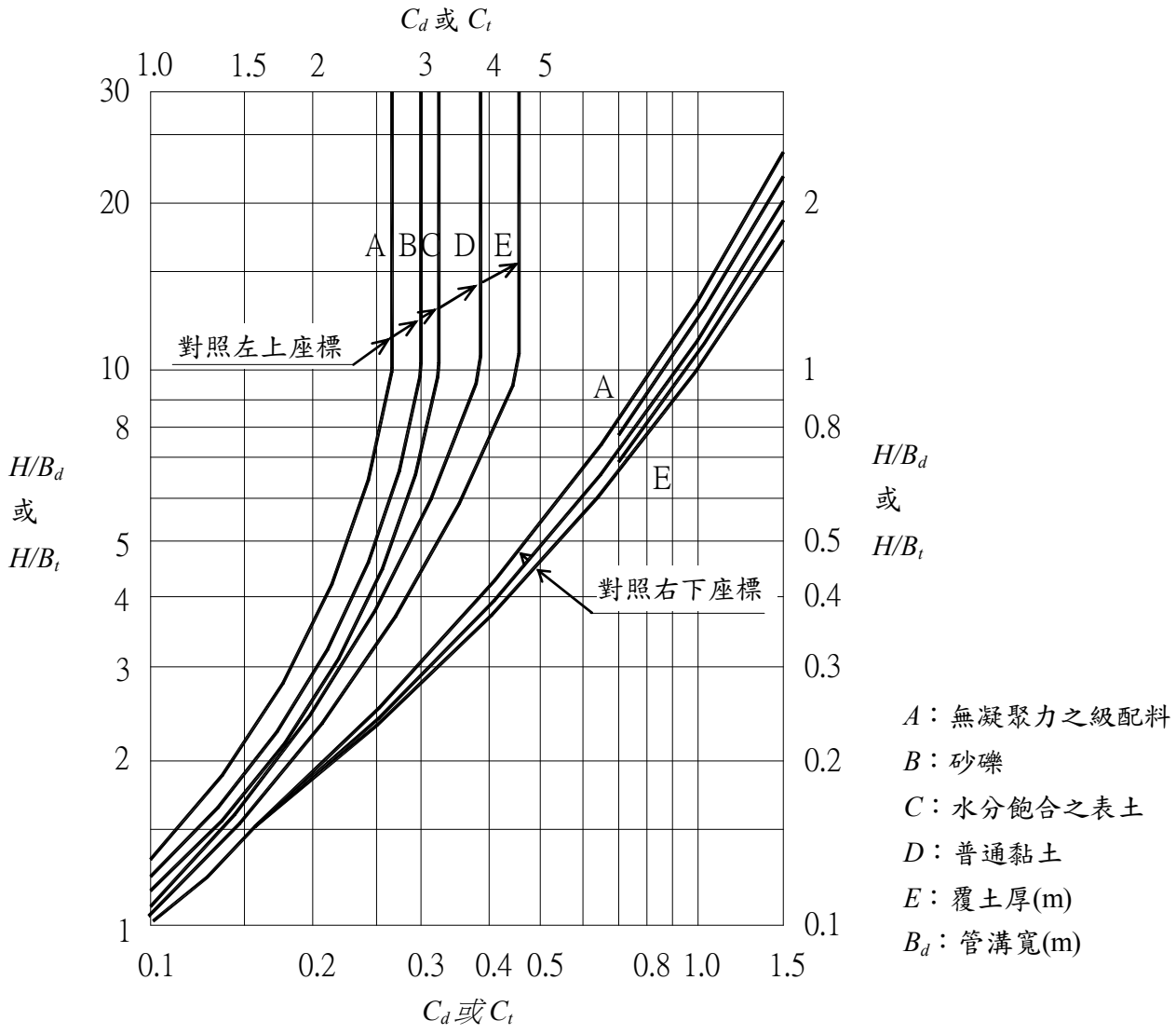
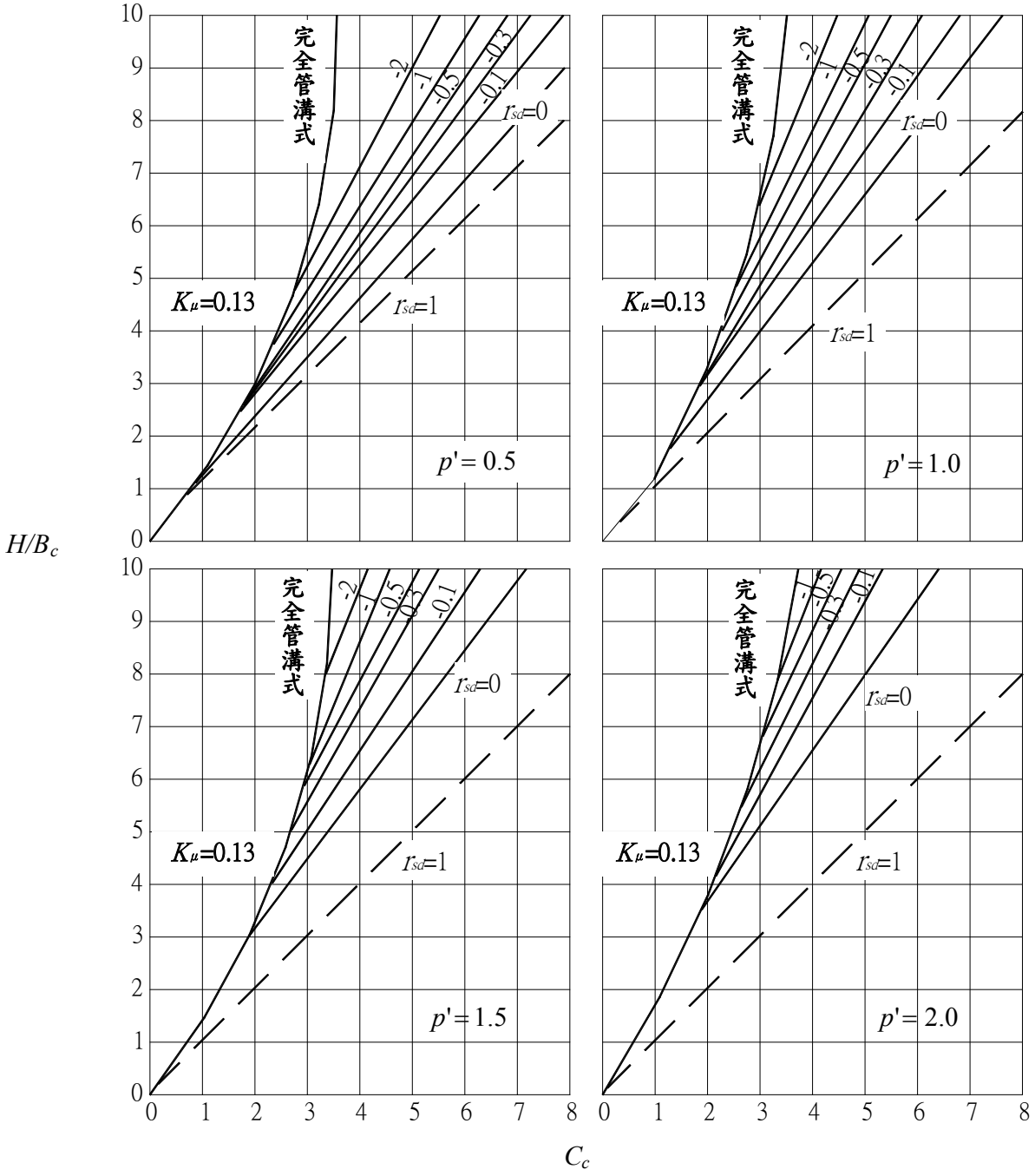


圖 P-1　管溝式管涵覆土載重係數C_d

（摘譯自：N.W.B. Charke, “Buried Pipelines”, 1973）



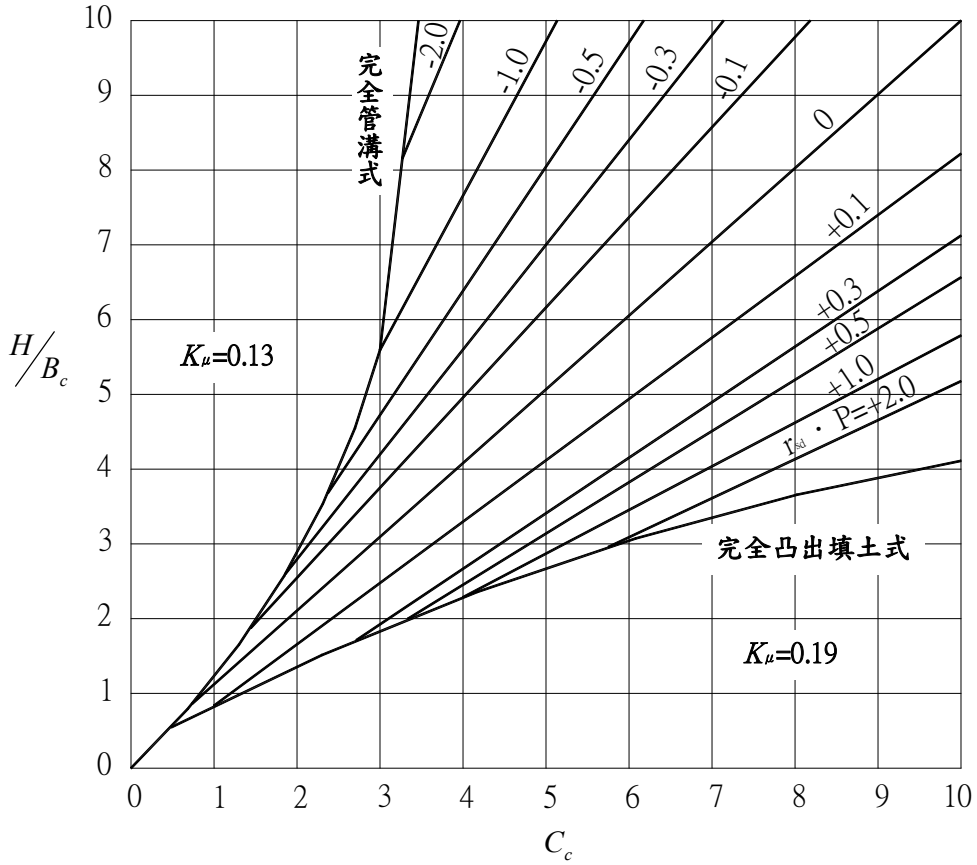
K_μ：土壓力係數 K 與回填材料內摩擦係數 μ 之積，視土壤性質而異

γ_{sd}：沉陷比，視管材、管溝形狀及回填材料而異，參見表 P-3

p'：凹入填土式管涵凹入比，為管頂至管溝頂之高度與管涵外徑之比值

圖 P-2　凹入填土式管涵覆土載重係數 C_c

（摘譯自：WPCF Manual of Practice No. 9 “Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers”, 1974）



K_μ：土壓力係數K與回填材料內摩擦係數μ之積，土壤性質而異

γ_{sd}：沉陷比，視管材、管溝形狀及回填材料而異

P：凸出填土式管涵凸出比，為管頂凸出管溝頂之高度與管涵外徑之比值

H：覆土厚(m)

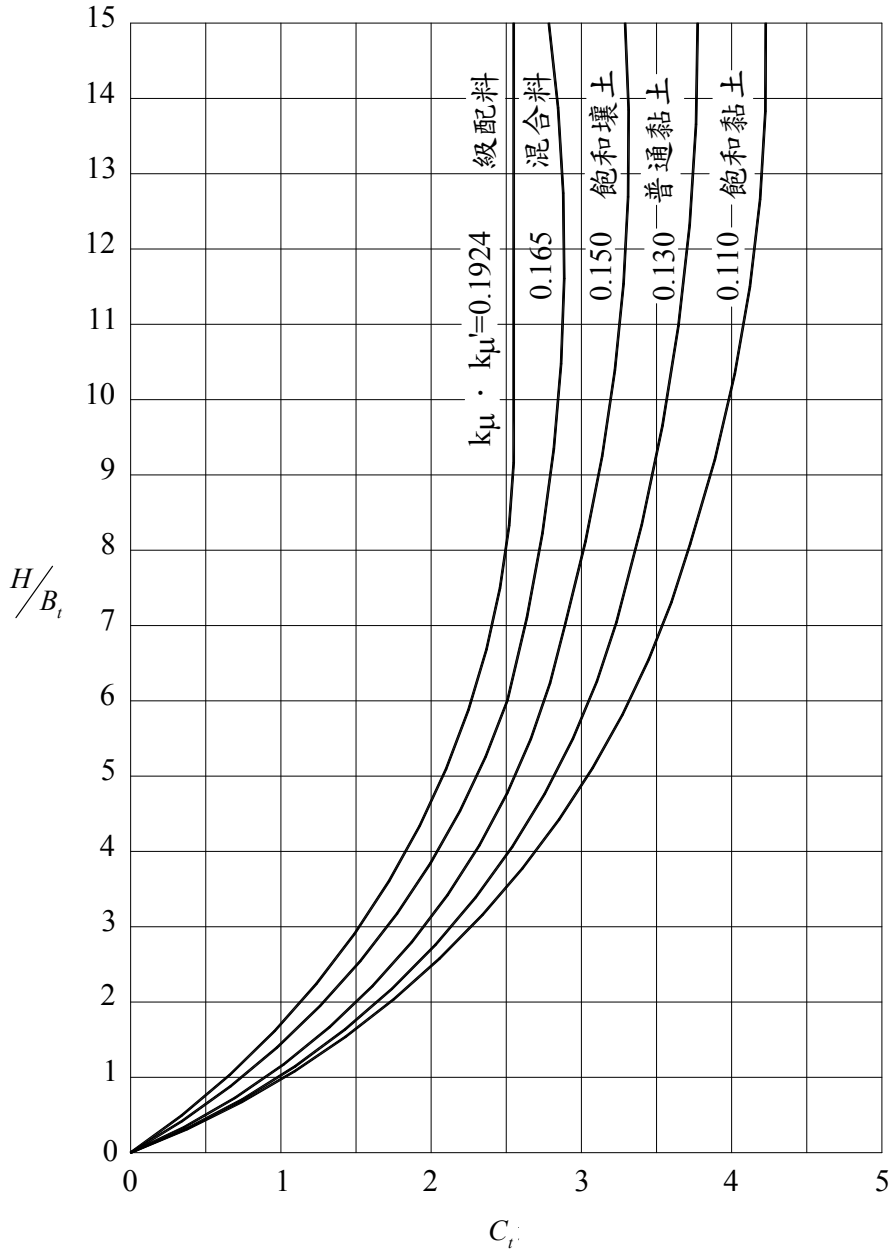
B_c：管涵外徑(m)

圖 P-3　凸出填土式管涵覆土載重係數C_c

表 P-2　土壤凝聚力(C)

土質	C 值(t/m^2)
軟弱黏土	0.2
普通黏土	1.2
硬黏土	5.0
乾鬆砂	0.0
粉土	0.5
夯石砂	1.5
飽和表土	0.5

摘譯自 WPCF Manual of Practice No. 9“Design and Construction of Sanitary and Storm Sewer”(1974)；原為英制單位，由中華顧問工程司換算為公制單位



K_{μ}：土壓力係數K與回填材料內摩擦係數μ之積

$K_{\mu'}$：土壓力係數K與回填材料內摩擦係數μ'之積

H：覆土厚(m)

B_t：隧道直徑(m)

圖 P-4　隧道式管涵覆土載重係數C_t

表 P-3　沉陷比γ_{sd}

管　涵　特　性	土　壤　情　況	r_{sd}
剛　　性	岩質或不下陷	1.0
剛　　性	一般基礎	0.5~0.8
剛　　性	易壓密基礎	0~0.5
剛　　性	凹入原地面式	-0.3~-0.5
柔　　性	管涵兩側未壓實	-0.4~0
柔　　性	管涵兩側壓實良好	0

摘譯自 WPCF Manual of Practice No. 9, “Design and Construction of Sanitary and Storm Sewer ” (1974)

P.3　混凝土管尺度及外壓強度

混凝土管尺度及外壓強度如表 P-4~P-5 所示。

(摘自中華民國國家標準 鋼筋混凝土管 CNS483 A1001)

表 P-4　混凝土管尺度　　單位：mm

標稱管徑	厚　　度(T)			長　　度(L)			
(D)	薄管	厚管	特厚管	A 型接頭	B 型接頭	C 型接頭	S 型接頭
150	26	52	—				
200	27	53	—				
250	28	55	—				
300	30	57	—				
350	32	60	—				
400	35	63	—				
450	38	67	—				
500	42	71					
600	50	87	95	1000	1000	1000	—
700	58	88	103	2000	2000	2000	—
800	66	100	111	2500	2400	2300	—
900	75	105	120	5000	5000	5000	5000
1000	82	110	128	6000	6000	6000	6000
1100	88	116	136				
1200	95	125	145				
1350	103	138	157				
1500	112	150	170				
1650	120	162	182				
1800	127	175	195				
2000	145	210	215				
2200	160	215	228				
2400	175	225	245				
2600	190	242	261				
2800	205	258	278				
3000	220	275	295				

表 P-5　混凝土管外壓強度　　單位：kN/m{kgf/m}

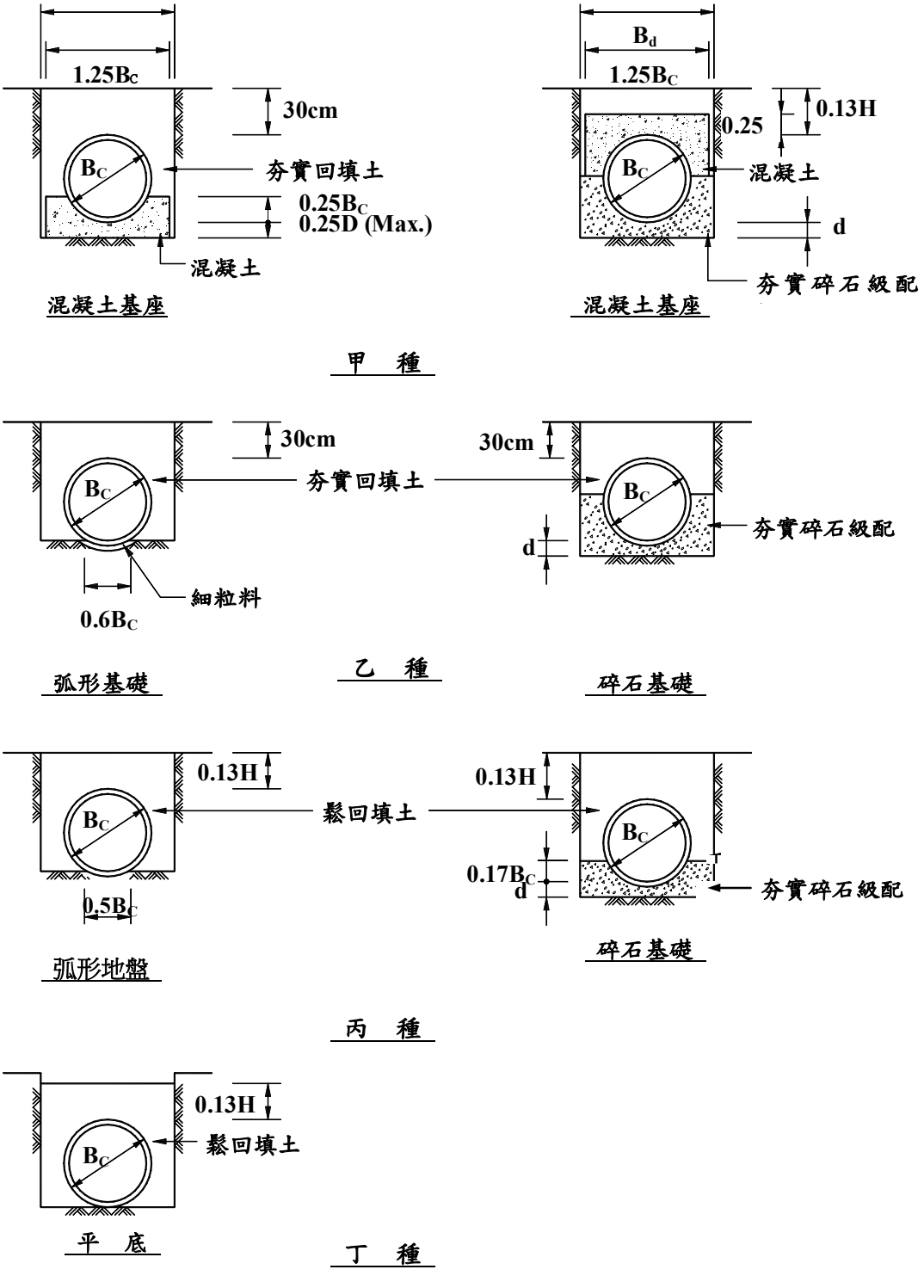
標稱管徑	外壓強度(最小值)				
(mm)	一級	二級	三級	四級	五級
150	6 {600}	8 {800}	10 {1000}	15 {1500}	22 {2200}
200	8 {800}	10 {1000}	13 {1300}	20 {2000}	29 {2900}
250	10 {1000}	13 {1300}	16 {1600}	25 {2500}	36 {3600}
300	12 {1200}	15 {1500}	20 {2000}	30 {3000}	44 {4400}
350	14 {1400}	18 {1800}	23 {2300}	35 {3500}	51 {5100}
400	16 {1600}	20 {2000}	26 {2600}	40 {4000}	58 {5800}
450	18 {1800}	23 {2300}	29 {2900}	45 {4500}	65 {6500}
500	20 {2000}	25 {2500}	33 {3300}	50 {5000}	73 {7300}
600	24 {2400}	30 {3000}	39 {3900}	60 {6000}	87 {8700}
700	28 {2800}	35 {3500}	46 {4600}	70 {7000}	102 {10200}
800	32 {3200}	40 {4000}	52 {5200}	80 {8000}	116 {11600}
900	36 {3600}	45 {4500}	59 {5900}	90 {9000}	131 {13100}
1000	40 {4000}	50 {5000}	65 {6500}	100 {10000}	145 {14500}
1100	44 {4400}	55 {5500}	72 {7200}	110 {11000}	160 {16000}
1200	48 {4800}	60 {6000}	78 {7800}	120 {12000}	174 {17400}
1350	54 {5400}	68 {6800}	88 {8800}	135 {13500}	196 {19600}
1500	60 {6000}	75 {7500}	98 {9800}	150 {15000}	218 {21800}
1650	66 {6600}	83 {8300}	107 {10700}	165 {16500}	239 {23900}
1800	72 {7200}	90 {9000}	117 {11700}	180 {18000}	261 {26100}
2000	80 {8000}	100 {10000}	130 {13000}	200 {20000}	290 {29000}
2200	88 {8800}	110 {11000}	143 {14300}	220 {22000}	319 {31900}
2400	96 {9600}	120 {12000}	156 {15600}	240 {24000}	348 {34800}
2600	104 {10400}	130 {13000}	169 {16900}	260 {26000}	377 {37700}
2800	112 {11200}	140 {14000}	182 {18200}	280 {28000}	406 {40600}
3000	120 {12000}	150 {15000}	195 {19500}	300 {30000}	435 {43500}

備考：國際單位制與公制之換算採取 1kgf≒10N，亦即 1kN/m≒100kgf/m。

附錄 Q　管涵座墊型式及載重因子

(相關章節:第六章 6.9.2 節)

摘譯自 American Concrete Pipe Association, “Concrete Pipe Design Manual”(2000).



註：

1. 式中符號說明

   B_c：管涵外徑

   D：管涵內徑

   d：管底外壁與管溝底床間距

   B_d：管溝寬

   H：管涵覆土厚

   L_f：載重因子

2. 載重因子L_f(埋管現場管材承載強度與實驗室管材三點實驗強度比值)對照表

管涵座墊型式	L_f 值
1.甲種	
無筋混凝土	2.8
鋼筋混凝土	
(1) 鋼筋比 0.4%	3.4
(2) 鋼筋比 1.0%	4.8
2.乙種	1.9
3.丙種	1.5
4.丁種	1.1

3. 管涵D與最小d值對照表

管涵 D 值 (cm)	最小 d 值 (cm)
D≤70	7.5
75≤D≤150	10.0
D≥165	15.0

4. 埋管施工時，於每支管材應附加施工用座墊塊，以利控制管線定位。

5. 剛性管材如鋼筋混凝土管、預力鋼筋混凝土管等，採用安全係數 1.5 以上；柔性管材如塑膠管者，安全係數應在 1.25 以上。

附錄 R　橋梁壅水高度估算參考公式

(相關章節：第七章 7.3.2 節)

(摘譯自 1. Ven Te Chow, "Open-Channel Hydraulics", 1959。2."HEC-2 Water Surface Profile, User Manual", U.S. Army Corps of Engineers, The Hydrologic Engineering Center, Generalized Computer Program, 1982)

R.1　橋梁壅水高度

R.1.1　d'Aubuisson 公式(適用於亂流程度較大之流況)

$$h=\frac{1}{2g}[(\frac{Q}{K_a b_2 y_3})^2-V_1^2] \qquad \text{(R-1)}$$

式中 Q：設計流量(m^3/s)

K_a：束縮係數，參見表 R-1

b_2：橋墩處淨通水寬度(m)

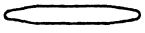
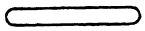
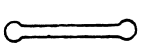
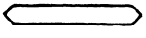
y_3：橋梁下游側等速流水深(m)

V_1：橋梁上游側橫斷面平均流速(m/s)

g：重力加速度($9.8m/s^2$)

h：橋梁上游側水位壅高值(m)

表 R-1　橋墩束縮係數(K_a)

橋　墩　形　狀		Ka
圓尖形墩鼻		0.90
半圓形墩鼻		0.90
連結梁雙圓柱橋墩		0.95
雙圓柱橋墩		1.05
90° 三角形墩鼻		1.05
方形墩鼻		1.25

R.1.2　Yarnell 公式(適用於緩流流況)

$$h = 2K_n\left(K_n + 5Fr^2 - 0.6\right)\left(\alpha + 15\alpha^4\right)V_3^2 / 2g \qquad \text{(R-2)}$$

$$F_r = V_3 \big/ (gy_3)^{0.5}$$

$$\alpha = A_{p3} \big/ A_3$$

式中　K_n：橋墩形狀係數，參見表 R-3

h：橋梁壅高值(m)

A_{p3}：橋墩正面阻水面積(m^2)

V_3：橋梁下游側流速(m/s)

y_3：橋梁下游側水深(m)

A_3：橋梁下游側水流面積(m^2)

R.1.3　納格拉 Nagler 公式(適用於亂流程度較小之流況)

$$h = \frac{1}{2g}\left[\frac{Q}{K_n b_2\left(y_3 - 0.3\frac{V_3^2}{2g}\right)}\right]^2 - \beta\frac{V_1^2}{2g} \qquad \text{(R-3)}$$

式中　h：橋梁上游側水位壅高值(m)

V_1：橋梁上游側橫斷面平均流速(m/s)

V_3：橋梁下游側橫斷面等速流平均流速(m/s)

b_2：橋墩處淨通水寬度(m)

y_3：橋梁下游側等速流水深(m)

g：重力加速度($9.8 m/s^2$)

β：係數，參見表 R-2

K_n：係數，參見表 R-3

表 R-2　係數(β)

δ	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
β	2.08	2.08	2.06	2.04	2.02	1.98	1.86	1.66	1.32	0

註：$\delta=b_2/B$ 為通水係數，B：橋墩處河道總寬度。

表 R-3　係數(K_n)

上游端墩鼻形狀	下游端墩鼻形狀				
			90°	45°	$R=3$公分
	0.861	0.866	0.862	0.873	0.863
	0.914	0.923	0.915	0.923	0.931
90°	0.894	0.905	0.893	0.902	0.905
45°	0.910	0.918	0.912	0.916	0.929
$R=3$公分	0.903	0.927	0.921	0.927	0.935

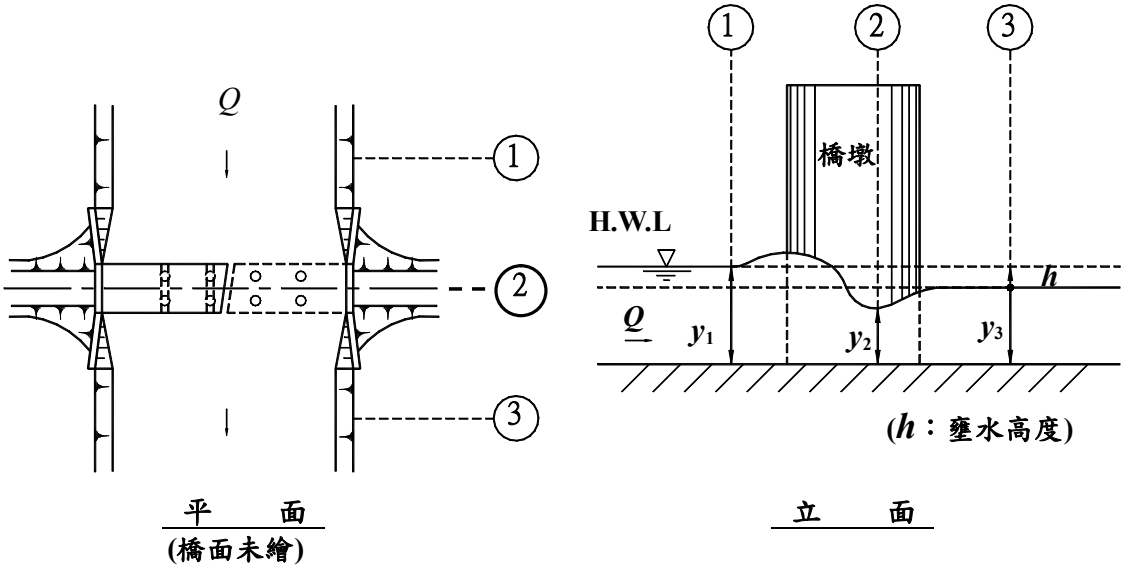


圖 R-1　橋梁壅水高度示意

R.2　上部結構部分浸水之壅水高度

部分浸水上部結構之壅水高度，可參照(R-4)式估算：

$$Q = (2gh/K_a)^{1/2} A \qquad \text{(R-4)}$$

R.3 洪水越流橋面之壅水高度

橋面允許洪水越流之上部結構，其壅水高度可參照(R-5)式估算：

$$Q = (2gh/K_a)^{1/2} A_3 + CBh(2gh)^{1/2} \qquad \text{(R-5)}$$

式中 Q：設計流量(m^3/s)

g：重力加速度($9.8m/s^2$)

h：橋梁上游側水位壅高值(m)

A_3：橋下淨通水斷面(m^2)

B：橋長(m)

C：堰流係數，採用 0.9

K_a：束縮係數，參見表 R-1

附錄 S　橋基沖刷深度估算參考公式

(相關章節：第七章 7.8.1 節及 7.8.2 節)

S.1　橋墩局部沖刷深度

S.1.1　沈學汶公式(1966) －適用於砂質含沉滓水流情況

(摘譯自 Shen H.W., V.R. Scheider, and S.S. Karaki , "Mechanism of Local Scour", Engineering Reserach Center, Colorado State Univ. , Fort Collins, Colorado CER 66HWS22, 1966)

$$h_s / y_1 = 2.5 F_r^{2/5} (D_p / Y_0)^{3/5} \qquad \text{(S-1)}$$

式中 h_s：局部沖刷深度(m)

y_1：橋墩上游側水深(m)

F_r：福祿數，$F_r = V / \sqrt{g \cdot y_1}$

D_p：橋墩直徑(m)

S.1.2　Neill 公式(1964)

(摘譯自 Neill, C.R., "River Bed Scour, A Review for Bridge Engineers", Res. Council of Alberta, Contr. No. 281, 1964)

$$h_s / D_p = 1.5 (y_1 / D_p)^{0.3} \qquad \text{(S-2)}$$

式中 h_s：局部沖刷深度(m)

y_1：橋墩上游側水深(m)

D_p：橋墩直徑(m)

S.1.3　Inglis 公式(1949)

(摘譯自"The Behavior and Control of Rivers and Canals", Research Publication No. 13, Central Water Power Irrigation and Navigation Report, Poona Research Station, India,

1949)

$$h_s/D_p = 4.2(y_1/B)^{0.73} \cdot F_r^{0.52} \quad \text{(S-3)}$$

式中 h_s：局部沖刷深度(m)

y_1：橋墩上游側水深(m)

D_p：橋墩直徑(m)

F_r：福祿數，$F_r = V/\sqrt{g \cdot y_1}$

B：橋墩迎水面寬度(m)，基腳露出河床者，以基腳迎水寬度計算

S.1.4 Breusers et al.公式(1977)－適用於清、濁水沖刷

$$\frac{h_s}{D_p} = \xi_v \times \left(2.0 \times \tanh \frac{y_1}{D_p} \right) \times \xi_s \times \xi_\alpha \quad \text{(S-4)}$$

式中 h_s：局部沖刷深度(m)

y_1：橋墩上游側平均水深(m)

D_p：橋墩直徑(m)

ξ_v：反應清水或濁水沖刷差異之係數

$$\xi_v = \begin{cases} 0 & for \quad \frac{V}{V_{cr}} < 0.5 \\ 2 \times \frac{V}{V_{cr}} - 1 & for \quad 0.5 < \frac{V}{V_{cr}} < 1.0 \\ 1 & for \quad \frac{V}{V_{cr}} > 1.0 \end{cases}$$

式中 V：墩前未受擾動影響之流速(m/s)

V_{cr}：墩前未受擾動影響之泥砂臨界啟動流速(m/s)

ξ_s：橋墩形狀係數

$$\xi_s = \begin{cases} 1.0 & \text{圓柱形橋墩} \\ 1.2 & \text{矩形橋墩} \\ 0.8 & \text{似橢圓形橋墩} \end{cases}$$

ξ_α：橋墩攻角係數(見圖 S-1)

$$\xi_\alpha = \begin{cases} 1.0 & \text{圓柱形橋墩} \\ \text{查圖} & \text{矩形橋墩} \end{cases}$$

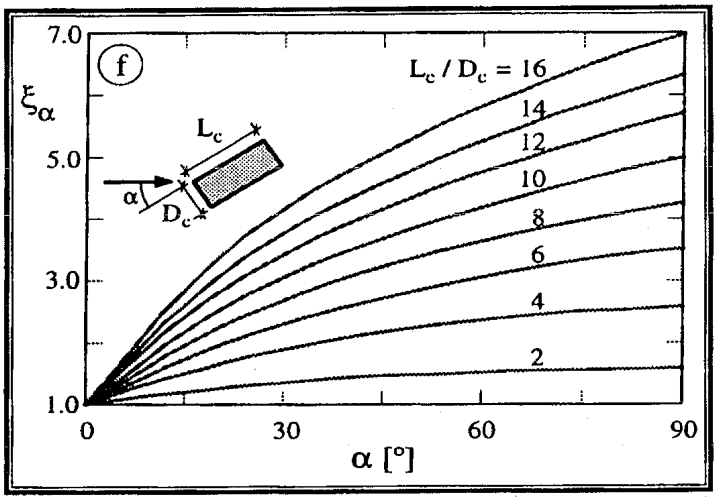


圖 S-1　橋墩攻角係數ξ_α曲線圖

S.1.5　Laursen 公式(1958, 1963)－適用於砂質含沉滓水流情況

$$\frac{D_p}{y_1} = 5.5 \times \frac{h_s}{y_1} \times \left[\left(\frac{h_s}{11.5 \times y_1} + 1 \right)^{1.7} - 1 \right] \text{(濁水沖刷)} \qquad \text{(S-5)}$$

$$\frac{D_p}{y_1} = 5.5 \times \frac{h_s}{y_1} \times \left[\frac{\left(\frac{h_s}{11.5 \times y_1} + 1 \right)^{1.167}}{\left(\frac{\tau_l}{\tau_c} \right)^{0.5}} - 1 \right] \text{(清水沖刷)} \qquad \text{(S-6)}$$

式中 h_s：局部沖刷深度(m)

y_1：橋墩上游側水深(m)

D_p：橋墩直徑(m)

τ_c：臨界底床剪應力(NT/m^2)

τ_l：臨近上游段之底床剪應力(NT/m^2)

S.1.6　Melville 公式(1998)－適用於濁水沖刷

$$h_s = K_y K_s K_\theta \tag{S-7}$$

式中 h_s：局部沖刷深度(m)

y_1：橋墩上游側水深(m)

D_p：橋墩直徑(m)

K_y：深水－結構尺寸比值參數

$$K_y = \begin{cases} 2.4\mathrm{D}_p & for \quad \dfrac{\mathrm{D}_p}{\mathrm{y}_1} < 0.7 \\ 2\sqrt{\mathrm{y}_1 \times \mathrm{D}_p} & for \quad 0.7 < \dfrac{\mathrm{D}_P}{\mathrm{y}_1} < 5 \\ 4.5\mathrm{y}_1 & for \quad \dfrac{\mathrm{D}_p}{\mathrm{y}_1} > 5 \end{cases}$$

K_s：橋墩形狀參數

$$K_s = \begin{cases} \text{圓柱形} & 1.0 \\ \text{圓鼻端} & 1.0 \\ \text{方鼻端} & 1.1 \\ \text{尖鼻端} & 0.9 \\ \text{斜向柱} & 1.0 \end{cases}$$

K_θ：橋墩指向(與水流向之夾角θ)參數

$$K_\theta = \begin{cases} \left(\dfrac{L}{B}\sin\theta + \cos\theta\right)^{0.65} & \text{非圓柱形橋墩} \\ 1.0 \quad \text{圓柱形橋墩} \end{cases}$$

L：橋墩順水流方向之長度(m)

B：橋墩垂直水流方向之寬度(m)

S.1.7　修正 CSU 公式(2002, HEC-18 第四版推薦)－適用於清、濁水沖刷

$$\frac{h_s}{y_1} = 2.0K_1K_2K_3K_4\left(\frac{D_p}{y_1}\right)^{0.65} F_{r1}^{0.43} \qquad \text{(S-8)}$$

式中 h_s：局部沖刷深度(m)

y_1：橋墩上游側水深(m)

D_p：橋墩直徑(m)

F_{r1}：橋墩上游水流福祿數，$\frac{V_1}{\sqrt{gy_1}}$

V_1：橋墩上游流速(m/s)

g：重力加速度(9.8m/s^2)

K_1：橋墩鼻端形狀修正因子

橋墩形狀	K_1
方形鼻端	1.1
圓形鼻端	1.0
圓柱形鼻端	1.0
群柱形鼻端	1.0
尖形鼻端	0.9

K_2：水流攻角修正因子

不同水流攻角之修正因子，K_2			
角度	L/a=4	L/a=8	L/a=12
0	1.0	1.0	1.0
15	1.5	2.0	2.5
30	2.0	2.75	3.5
45	2.3	3.3	4.3
90	2.5	3.9	5.0
角度=水流與橋墩軸向之銳角夾角 L=橋墩順水流長度 (m)			

K_3：底床型態修正因子

底床型態	沙丘高度，m	K_3

清水沖刷	N/A	1.1
平床及反沙丘水流	N/A	1.1
小沙丘	3>H≥0.6	1.1
中沙丘	9>H≥3	1.1~1.2
大沙丘	H≥9	1.3

K_4：河床質粒徑護甲效應修正因子：

當 D_{50}<2mm 或 D_{95}<20mm 時，K_4=1

當 D_{50}>2mm 或 D_{95}≥20mm 時

$$K_4 = 0.4(V_R)^{0.15}$$

其中 $V_R = \dfrac{V_1 - V_{icD50}}{V_{cD50} - V_{icD50}}$ ，且$V_R > 0$

$$V_{icDx} = 0.645\left(\frac{D_x}{D_p}\right)^{0.053} \times V_{cDx}$$

$$V_{cDx} = K_u \times y_1^{1/6} \times D_x^{1/3}$$

$$K_u = 6.19$$

Dx：x%的河床質平均粒徑(m)

S.1.8　樁群局部沖刷估算公式(2002, HEC-18 第四版推薦)—適用於濁水沖刷

$$\frac{h_{spg}}{y_3} = K_{hpg}\left[2.0K_1K_3K_4\left(\frac{b_{pg}^*}{y_3}\right)^{0.65}\left(\frac{V_3}{\sqrt{gy_3}}\right)^{0.43}\right] \qquad \text{(S-9)}$$

$$K_{hpg} = \left\{3.08\left(\frac{h_3}{y_3}\right) - 5.23\left(\frac{h_3}{y_3}\right)^2 + 5.25\left(\frac{h_3}{y_3}\right)^3 - 2.10\left(\frac{h_3}{y_3}\right)^4\right\}^{\frac{1}{0.65}}$$

式中 h_s：局部沖刷深度(m)

h_3：河床面扣除墩柱、樁帽沖刷深度後與樁群頂部之距離(m)

y_3：計算樁群單元沖刷前之修正水深(m)

g：重力加速度(9.8m/s^2)

K_{phg}：樁群高度因子

K_1：橋墩鼻端形狀修正因子

橋墩形狀	K_1
方形鼻端	1.1
圓形鼻端	1.0
圓柱形鼻端	1.0
群柱形鼻端	1.0
尖形鼻端	0.9

K_3：底床型態修正因子

底床型態	沙丘高度，m	K_3
清水沖刷	N/A	1.1
平床及反向沙丘水流	N/A	1.1
小沙丘	$3>H\geq 0.6$	1.1
中沙丘	$9>H\geq 3$	1.1~1.2
大沙丘	$H\geq 9$	1.3

K_4：河床質粒徑護甲效應修正因子：

當 D_{50}<2mm 或 D_{95}<20mm 時，$K_4 = 1$

當 D_{50}>2mm 或 $D_{95}\geq$20mm 時，$K_4 \geq 0.4$

S.1.9 吳建民公式(1967)

(摘自「民族橋及臺北橋橋墩沖刷試驗報告」，經濟部水資源統一規劃委員會，03 試 11 號報告，民國 56 年)

$$1 + 0.116(h_s / y_1) = \frac{1}{1.02}\left[1 + (D_p / 2y_1)/1.3(h_s / y_1)\right]^{2/3} \quad \text{(S-10)}$$

式中 h_s：沖刷深度(m)

y_1：橋墩上游側水深(m)

D_p：墩柱直徑(m)

S.1.10　臺灣地區公路工程機構常用公式

$$h_s = K(d_1 - d_2) \tag{S-11}$$

式中 h_s：沖刷深度(m)

K：1.0～1.5，視河床質大小而異；礫石採 1.0，砂採 1.5

d_1：橋梁上游側最高水位(m)

d_2：橋梁下游側最低水位(m)

S.2　橋臺局部沖刷深度

S.2.1　劉心寬公式(1961)

(摘譯自 Liu H.K., et al., "Effect of Bridge Construction on Scour and Backwater", Dept. of Civil Engineering, Colorado State Univ., Res. No. CER 60HKL22, 1961)

$a/y_1 \le 25$ 時

$$h_s/y_1 = 1.1(a/Y_0)^{0.4} F_r^{0.33} \tag{S-12}$$

$a/y_1 > 25$ 時

$$h_s/y_1 = 4F_r^{0.33} \tag{S-13}$$

式中 h_s：沖刷深度(m)

y_1：橋墩上游側水深(m)

F_r：福祿數，$F_r = \dfrac{V}{\sqrt{gy_1}}$

a：路堤凸入河槽之長度(m)

S.2.2　臺灣地區公路工程機構常用公式

$$h_s = K(d_1 - d_2) \tag{S-14}$$

式中 h_s：沖刷深度(m)

K：0.8～1.0，視河床質大小而異；礫石採 0.8，砂採 1.0

d_1：橋梁上游側最高水位(m)

d_2：橋梁下游側最低水位(m)

S.2.3　HIRE 公式－適用於濁水沖刷

$$h_s = 4y_1\left(\frac{K_s}{0.55}\right)K_\alpha Fr_1^{0.33} \qquad \text{(S-15)}$$

式中 h_s：沖刷深度(m)

y_1：橋臺基部上游側之水深(m)

F_{r1}：橋臺基部上游之福祿數

K_s：橋臺形狀修正係數(見圖 S-2)

K_α：水流攻角修正係數(見圖 S-3，取自 HEC-RAS)

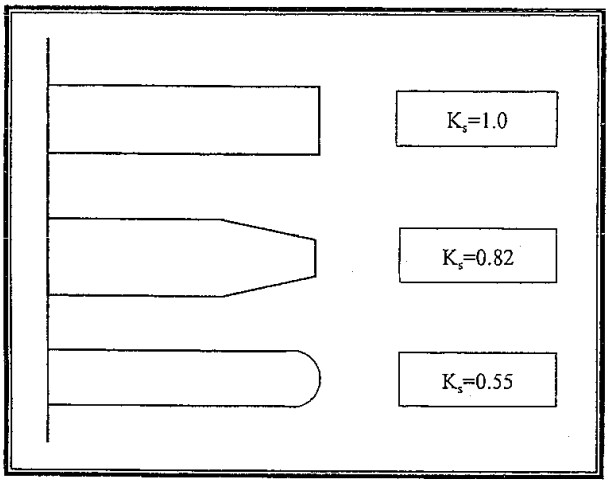


圖 S-2　橋臺形狀修正係數K_s示意圖

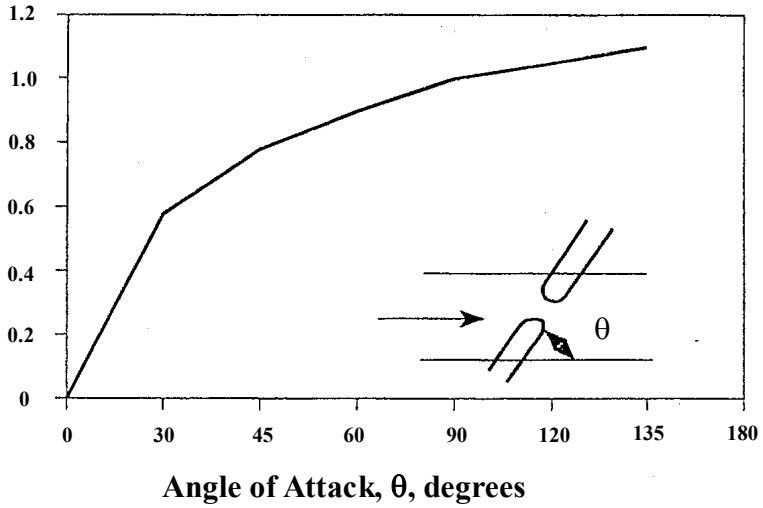


圖 S-3　水流攻角修正係數K_α

S.2.4　Gill 公式(1972，與水流方向垂直之橋臺)－適用於濁水沖刷

$$\frac{h_s}{y_1} = 2.15\left(\frac{L_a}{y_1}\right)^{0.40} F_{r1}^{0.33} \tag{S-16}$$

式中 h_s：沖刷深度(m)

y_1：橋臺上游側之水深(m)

F_{r1}：橋臺上游之福祿數

L_a：橋臺長度(m)

S.2.5　Melville 公式(1988)－適用於清、濁水沖刷

$$h_s = K_h K_s K_\theta \tag{S-17}$$

此處 h_s：沖刷深度(m)

h：水深(m)

L_a：橋臺長度(m)

K_h：水深－結構尺寸比值參數；

$$K_h = \begin{cases} 2L_a & \frac{L_a}{h} < 1 \\ 2\sqrt{hL_a} & 1 < \frac{L_a}{h} < 25 \\ 10h & \frac{L_a}{h} > 25 \end{cases}$$

K_s：橋臺形狀參數；

$$K_s = \begin{cases} \text{垂直牆} & 1.0 \\ \text{翼牆} & 1.0 \\ \text{斜坡 } 0.5:1\,(\text{H}:\text{V}) & 0.6 \\ \text{斜坡 } 1:1 & 0.9 \\ \text{斜坡 } 1.5:1 & 1.0 \end{cases}$$

K_θ：橋臺指向(橋臺指向下游為 0°起算)參數。

$$K_\theta = \begin{cases} 0.90 & \theta = 30° \\ 0.95 & \theta = 45° \\ 0.98 & \theta = 60° \\ 1.00 & \theta = 90° \\ 1.05 & \theta = 120° \\ 1.07 & \theta = 135° \\ 1.08 & \theta = 150° \end{cases}$$

S.3 河槽束縮沖刷深度

S.3.1 Nordin 公式(1971)

(摘譯自 Nordin, C.F., “Graphical Aids for Determining Scour Depth in Long Contraction”, 1971)

$$h_s = d_1 - d_2 \qquad \text{(S-18)}$$

式中 h_s：沖刷深度(m)

d_1：橋梁上游側最高水位(m)

d_2：橋梁下游側最低水位(m)

S.3.2　Laursen 公式(1962)－適用於濁水沖刷

$$h_s = h_1\left[\left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^{\frac{6}{7}}\left(\frac{B_1}{B_2}\right)^{k_1}\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^{k_2} - 1\right] \tag{S-19}$$

式中 h_s：平均束縮沖刷深度(m)

h_1：臨近上游段平均水深(m)

Q_1：臨近上游段之流量(m^3/s)

Q_2：束縮河段之流量(m^3/s)

B_1：臨近上游段之河寬(m)

B_2：束縮河段之河寬(m)

n_1：臨近上游河段之曼寧係數

n_2：束縮河段之曼寧係數

k_1、k_2：河床質輸送模式指數(見表 S-1)

表 S-1　河床質輸送模式指數

$\frac{V_*}{\omega}$	k_1	k_2	泥砂傳輸特性
<0.50	0.59	0.07	以推移載為主
0.5～2.0	0.64	0.21	推移、懸浮載互見
>2.0	0.69	0.37	以懸浮載為主
1. $V_* = \sqrt{ghS_f}$ ，單位(m/s)。 2. $\omega = 3.32\sqrt{D_s}$ ，單位(m/s)。 3. g=重力加速度(m/s^2)；h=水深(m)；S_f=能量坡降；D_s=粒徑(m)。			

S.3.3　Les Hamill(1999)－適用於清水沖刷

Les Hamill 建議先採用 Laursen(1963)公式判斷清水或濁水沖刷，該式

如下：

$$V_{cr} = 6.0 \times h_1^{1/6} \times D_{50}^{1/3}$$

如為清水沖刷，則用下式估算束縮沖刷深度：

$$h_s = h_1 \left[\left(\frac{w_1}{w_2} \right)^{6/7} \left(\frac{V_1^2}{36 h_1^{0.333} (1.25 D_{50})^{0.667}} \right)^{3/7} - 1 \right] \quad \text{(S-20)}$$

h_s：平均束縮沖刷深度(m)

h_1：臨近上游段平均水深(m)

w_1：臨近上游段之河寬(m)

w_2：束縮後河段河寬(m)

V_1：臨近上游段之流速(m/s)

D_{50}：結構物鄰近河床質中值粒徑(m)

S.3.4　Gill 公式(1981)－適用於清、濁水沖刷

濁水束縮沖刷(輸砂量極高時)

$$h_s = h_1 \left[\left(\frac{w_1}{w_2} \right)^{\frac{9}{14}} - 1 \right] \quad \text{(S-21)}$$

臨界束縮沖刷(泥砂剛起動時)

$$h_s = h_1 \left[\left(\frac{w_1}{w_2} \right)^{\frac{6}{7}} - 1 \right] \quad \text{(S-22)}$$

清水束縮沖刷

$$h_s = h_1 \left[\left(\frac{w_1}{w_2} \right)^{\frac{6}{7}} \left(\frac{\tau_c}{\tau_1} \right)^{-\frac{3}{7}} - 1 \right] \quad \text{(S-23)}$$

h_s：平均束縮沖刷深度(m)

h_1：臨近上游段平均水深(m)

w_1：臨近上游段之河寬(m)

w_2：束縮河段之河寬(m)

τ_c：臨界底床剪應力(NT/m^2)

τ_1：臨近上游段之底床剪應力(NT/m^2)

S.3.5　Komura 公式(1981)－適用於清、濁水沖刷

濁水束縮沖刷

$$h_s = h_1\left[1.45\times F_{r1}^{0.2}\times\left(\frac{w_1}{w_2}\right)^{0.67}\times\sigma_g^{-0.2}-1\right] \qquad \text{(S-24)}$$

清水束縮沖刷

$$h_s = h_1\left[1.6\times F_{r1}^{0.2}\times\left(\frac{w_1}{w_2}\right)^{0.67}\times\sigma_g^{-0.5}-1\right] \qquad \text{(S-25)}$$

h_s：平均束縮沖刷深度(m)

h_1：臨近上游段平均水深(m)

w_1：臨近上游段之河寬(m)

w_2：束縮河段之河寬(m)

F_{r1}：臨近上游段之水流福祿數

σ_g：河床質之粒徑幾何標準偏差

附錄 T　臺灣地區常用推移載公式

(相關章節：第七章 7.8.3 節)

T.1　蕭克立胥(Schocklitsch, 1934)公式

臺灣地區常用推移載公式為蕭克立胥(Schocklitsch)公式，其適用條件為砂礫質河床(中值粒徑 0.3~7.0 毫米)。

$$g_s = \sum_i P_i \frac{7000}{d^{1/2}} S^{3/2}(q - q_{ci}) \tag{T-1}$$

$$q_{ci} = \frac{1.944 \times 10^{-5} \cdot d_i}{S^{4/3}} \tag{T-2}$$

式中 g_s：單寬推移載(kg/s/m)

P_i：粒徑d_i之重量百分比(%)

S：能量坡度

q：單位寬度流量(m^3/s/m)

q_{ci}：粒徑d_i起動臨界單位寬度流量(m^3/s/m)

d_i：第i個粒徑(mm)

T.2　梅爾彼得米勒(Meyer-Peter, Muller, 1948)公式

適用於砂礫質河床(中值粒徑 0.4~30 毫米)。

$$\left(\frac{k_n}{k'}\right)^{3/2} \gamma h S_f = 0.047(\gamma_s - \gamma) d_m + 0.25 \left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}\right)^{2/3} \left(\frac{\gamma}{g}\right)^{1/3} {q_b}^{2/3} \tag{T-3}$$

式中 S_f：摩擦坡度

q_b：單位時間單位河寬之推移載($m^3/s/m$)

γ_s：沉滓之單位重(2,650kg/m^3)

γ：水之單位重(1,000kg/m^3)

d_m：沉滓之平均粒徑(m)

k_n：史茲克係數(Strickler coefficient)

$k_n = \frac{1}{n}$，n 為曼寧係數

k'：砂粒阻力係數

$k' = \frac{26}{D_{90}^{1/6}}$，$D_{90}$ 單位為公尺

T.3 蘆田-道上(Ashida-Michiue, 1970)公式

$$q_{si} = 17\Delta F u_{*e} d_i \frac{u_{*e}^2}{\left(\frac{\rho}{\rho_s} - 1\right) g d_i} \left(1 - \frac{\tau_{*ci}}{\tau_{*i}}\right)\left(1 - \sqrt{\frac{\tau_{*ci}}{\tau_{*i}}}\right) \tag{T-4}$$

$$\tau_{*ci} = \frac{u_{*e}^2}{\left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1\right) g d_i} \tag{T-5}$$

$$\tau_{*i} = \frac{u_*^2}{\left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1\right) g d_i} \tag{T-6}$$

式中 q_b：粒徑 d_i 之單位寬度推移載($m^3/s/m$)

ΔF：粒徑 d_i 佔河床質之百分比

u_{*e}：有效剪力速度，可由下式推求

$$\frac{v}{u_{*e}} = 6.0 + 5.75 \log \frac{R}{d_m (1 + 2\tau_*)} \tag{T-7}$$

$$\tau_* = \frac{u_*^2}{\left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1\right) g d_m} \qquad \text{(T-8)}$$

ρ_s，ρ：泥砂及水之密度(g/cm^3)

u_*：剪力速度(=$\sqrt{\tau_o / \rho}$，τ_o:底床剪應力)

附錄 U　常見透水管有關標準規範一覽表

(相關章節:第八章 8.3.4 節)

在不因降低原有地下水位而影響附近地下水源或生態環境前題下，得設置路基排水設施。

管　　別	標準規範類號	公 布 或 修 正 日 期
非織物（Nonwoven Fabric）	CNS 11228	民國 93 年 11 月 4 日
Perforated Concrete Pipe	ASTM C444-80	2003
Porous Concrete Pipe	ASTM C654-82	2005
Perforated Clay Drain Tile	ASTM C498-65	1995
Homogeneous Bituminized Fiber Pipe for Airport and Highway Drainage	ASTM D2818-79	1979
Perforated, Laminated Bituminized Fiber Pipe for Airport and Highway Drainage	ASTM D2418-77	1988
Smooth-wall PVC Plastic Underdrain System for Highway, Airport and Similar Drainage	ASTM F758-82	1995

附錄 V　抽水機額定總揚程與動力計算公式

(相關章節:第九章 9.5.1 節)

V.1　額定總揚程

抽水機之額定總揚程為設計出水位與抽水井起抽水位之高差、抽水管路系統水頭損失、放流點速度水頭及適當餘裕水頭之和。

其計算公式為:

$$H = H_s + H_L + H_v + h \qquad \text{(V-1)}$$

式中 H ：設計總揚程(m)

H_s ：實揚程(m)，即設計外水位與起抽水位之高差

H_L ：損失水頭(m)，即抽水管路系統水頭損失

H_v ：放流點速度水頭(m)

h ：設計餘裕水頭(m)，一般採用 $0.1(H_s + H_L + H_v)$

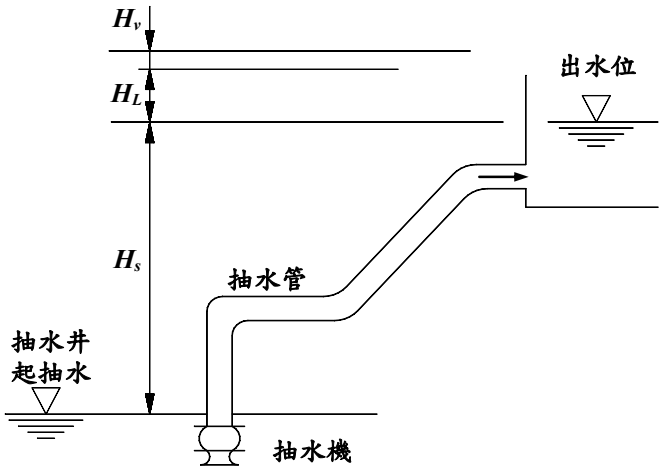


圖 V-1　抽水機額定總揚程示意圖

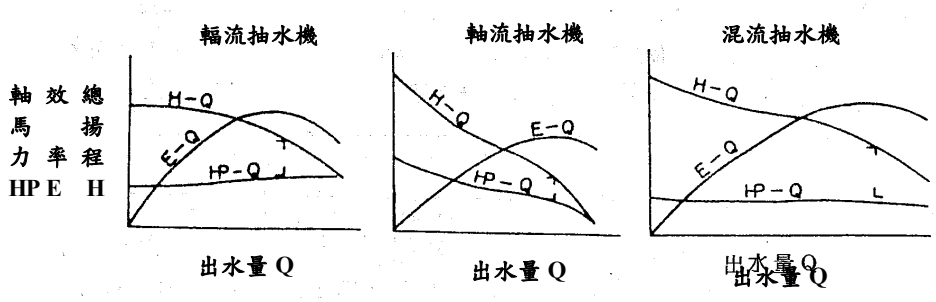


圖 V-2　效率、抽水量及揚程關係示意圖

V.2　設計動力

抽水設備之動力設計應考慮抽水機之抽水量、揚程、抽水機效率、原動機效率、傳動機械之連結效率及適當機械動力餘裕。

其計算公式為:

$$BHP = \frac{(SHP)(1+\alpha)}{E_t \cdot E_m} \tag{V-2}$$

$$SHP = \frac{0.222 \cdot \gamma \cdot Q \cdot H}{E_P} \tag{V-3}$$

式中 SHP：抽水機設計動力(HP)

BHP：原動機設計動力 (HP)

γ：水單位重(kg/m^{2}s)

Q：抽水量(m^3/min)

H：揚程(m)

E_p：抽水機之效率

E_t：傳動機械之連結效率

E_m：原動機效率

α：機械動力餘裕，一般採用 0.1

附錄 W　地下排水濾層材料

(相關章節：第八章 8.7.2 節)

濾層材料採用級配良好天然砂礫或碎石級配料，其粒徑分布應符合下列之規定：

1. $\dfrac{D_{15}(\text{濾料})}{D_{85}(\text{路床土壤})} \le 5$ (W-1)

2. $\dfrac{D_{15}(\text{濾料})}{D_{15}(\text{路床土壤})} \ge 5$ (W-2)

3. $\dfrac{D_{85}(\text{濾料})}{d(\text{透水管開孔孔徑或間隙})} \ge 2$ (W-3)

4. 濾料之顆粒粒徑分布曲線與被保護土壤者近於平行。

(W-1)式、(W-2)式和(W-3)式中，D_{15} 和 D_{85} 分別為粒徑分布曲線上重量通過百分比為 15%及 85%之粒徑。

單層濾層無法滿足上述條件時，應考慮採用多層濾層。各濾層與其緊鄰濾層應符合上述條件，每層濾層之最小厚度為 15cm。

附錄 X　公路排水工程常用專有名詞中英文對照

(相關章節:本規範全冊)

中文部份　　(以中文字首筆劃為序)

中　文	英　文
一維均勻流	One dimensional uniform flow
非均勻流	Non-uniform flow
人孔	Manhole
內插法	Interpolation method
孔蝕現象	Cavitation
比速率	Specific speed
水力分析	Hydraulic analysis
水文分析	Hydrologic analysis
水躍	Hydraulic jump
出口控制	Outlet control
出水高度	Freeboard
出水位	Discharge water level
加蓋暗溝	Covered ditch
布士耐氏公式	Boussinesq formula
平台溝	Berm ditch
正比法	Normal ratio method
合理化公式	Rational formula
自由流	Free flow
舌閥	Flap valve
吸水淨揚程	Net positive suction head (NPSH)
局部沖刷深度	Local scour depth

中文部份(續 1) (以中文字首筆劃為序)

中 文	英 文
尾水深度	Tailwater depth
沖蝕	Erosion
亞臨界流	Subcritical flow
坡頂截流溝	Crown ditch
抽水井	Pump sump
放流管	Outlet pipe
明溝	Open ditch
沉滓	Sediment
河床質移動層厚度	Bedload movable layer thickness
河槽束縮沖刷深度	Channel contraction scour depth
盲溝	Stone-filled trench (French drain)
直接步推法	Direct step method
侯爾公式	Holl formula
垂直跌水	Vertical drop
拱勢	Camber
流入時間	Inlet time
流經時間	Travel time
排水孔	Weephole
降雨強度	Rainfall intensity
風險	Risk
倒虹吸管	Inverted siphon
容許流速	Permissible velocity
座槽	Bench flume
格柵進水口	Grate inlet
格柵截水溝	Intercepting grate ditch
氣閥	Air release valve
消能設施	Energy dissipator

中文部份(續 2) (以中文字首筆劃為序)

中　文	英　文
紐馬克公式	Newmark formula
納格拉公式	Nagler formula
逆止閥	Check valve
迴水演算	Backwater computation
陡槽溝、豎溝	Chute
馬斯頓公式	Marston formula
動量方程式	Momentum equation
曼寧公式	Manning formula
基腳	Footing
淺溝	Swale
涵洞	Culvert
設計容量	Design capacity
設計動力	Design brake horsepower
設計頻率	Design frequency
額定總揚程	Design total dynamic head
斜面跌水	Inclined drop
連續方程式	Continuity equation
逕流係數	Runoff coefficient
透水係數	Permeability coefficient
透水管	Perforated pipe
最大可能沖刷深度	Maximum possible scour depth
單位歷線法	Unit hydrograph method
渡槽	Eelevated flume
渦流	Eddy flow
均勻流	Uniform flow
超臨界流	Supercritical flow
進口控制	Inlet control

中文部份(續 3) (以中文字首筆劃為序)

中　文	英　文
進水口	Inlet
集水井	Catch basin
集水面積	Drainage area
集流時間	Concentration time
匯流井	Junction box
填土式埋管	Embankment installation
溢流道	Spillway
落水井	Drop inlet
跨徑	Span
對數皮爾森第Ⅲ型分布	Log Pearson type Ⅲ distribution
滯留池	Detention pond
漸變段	Transition
漸變流	Gradually varied flow
滲流控制	Seepage control
福祿數	Froude number
端牆	End wall
管涵	Pipe culvert
管溝式埋管	Trench installation
需求吸水淨揚程	Required net positive suction head (RNPSH)
蔡希公式	Chezy formula
蓋版暗溝	Slab culvert
德阿布遜公式	d'Aubuisson formula
標準步推法	Standard step method
箱涵	Box culvert
緣石淺溝	Curb ditch
緣石進水口	Curb inlet
衝擊跌水	Impact type energy dissipater (Baffled outlet)

中文部份(續完) (以中文字首筆劃為序)

中　文	英　文
複式進水口	Combination inlet
餘裕水頭	Clearance head
齒坡跌水	Baffled apron drop
齒墩	Baffle block
導流牆	Guide wall
橫交倒虹吸管	Cross inverted siphon
橋墩壅水高度	Height of backwater due to piers
隧道式埋管	Tunnel installation
靜水池	Stilling pool
頻率分析	Frequency analysis
頭水位	Headwater level
壓力流	Pressure flow
糙度	Roughness
翼牆	Wing wall
臨界拖曳力	Critical tractive force
濾層	Filter
覆土厚	Height of backfill
護床	Streambed protection
護岸	Bank protection
護坦	Apron
彎道	Bend
不恆定非均勻流	Unsteady nonuniform folw

英文部份 (以英文字母為序)

英　文	中　文
Air release valve	氣閥
Apron	護坦
Backwater computation	迴水演算
Baffle block	齒墩
Baffled apron drop	齒坡跌水
Bank protection	護岸
Bedload movable layer thickness	河床質移動層厚度
Bench flume	座槽
Bend	彎道
Berm ditch	平台溝
Boussinesq formula	布士耐氏公式
Box culvert	箱涵
Camber	拱勢
Catch basin	集水井
Cavitation	孔蝕現象
Channel contraction scour depth	河槽束縮沖刷深度
Check valve	逆止閥
Chezy formula	蔡希公式
Chute	陡槽溝、豎溝
Clearance head	餘裕水頭
Combination inlet	複式進水口
Concentration time	集流時間
Continuity equation	連續方程式
Covered ditch	加蓋暗溝
Critical tractive force	臨界拖曳力
Cross inverted siphon	橫交倒虹吸管

英文部份(續 1) (以英文字母為序)

英　文	中　文
Crown ditch	坡頂截流溝
Culvert	涵洞
Curb ditch	緣石淺溝
Curb inlet	緣石進水口
d'Aubuisson formula	德阿布遜公式
Design brake horsepower	設計動力
Design capacity	設計容量
Design frequency	設計頻率
Design total dynamic head	額定總揚程
Detention pond	滯留池
Direct step method	直接步推法
Discharge water level	出水位
Drainage area	集水面積
Drop inlet	落水井
Eddy flow	渦流
Eelevated flume	渡槽
Embankment installation	填土式埋管
End wall	端牆
Energy dissipator	消能設施
Erosion	沖蝕
Filter	濾層
Flap valve	舌閥
Footing	基腳
Free flow	自由流
Freeboard	出水高度
Frequency analysis	頻率分析

英文部份(續 2) (以英文字母為序)

英　文	中　文
Froude number	福祿數
Gradually varied flow	漸變流
Grate inlet	格柵進水口
Guide wall	導流牆
Headwater level	頭水位
Height of backfill	覆土厚
Height of backwater due to piers	橋墩壅水高度
Holl formula	侯爾公式
Hydraulic analysis	水力分析
Hydraulic jump	水躍
Hydrologic analysis	水文分析
Impact type energy dissipater (Baffled outlet)	衝擊跌水
Inclined drop	斜面跌水
Inlet	進水口
Inlet control	進口控制
Inlet time	流入時間
Intercepting grate ditch	格柵截水溝
Interpolation method	內插法
Inverted siphon	倒虹吸管
Junction box	匯流井
Local scour depth	局部沖刷深度
Log Pearson type Ⅲ distribution	對數皮爾森第Ⅲ型分布
Manhole	人孔
Manning formula	曼寧公式

英文部份(續 3) (以英文字母為序)

英　文	中　文
Marston formula	馬斯頓公式
Maximum possible scour depth	最大可能沖刷深度
Momentum equation	動量方程式
Nagler formula	納格拉公式
Non-uniform flow	非均勻流
Net positive suction head (NPSH)	吸水淨揚程
Newmark formula	紐馬克公式
Normal ratio method	正比法
One dimensional uniform flow	一維均勻流
Open ditch	明溝
Outlet control	出口控制
Outlet pipe	放流管
Perforated pipe	透水管
Permeability coefficient	透水係數
Permissible velocity	容許流速
Pipe culvert	管涵
Pressure flow	壓力流
Pump sump	抽水井
Rainfall intensity	降雨強度
Rational formula	合理化公式
Required net positive suction head (RNPSH)	需求吸水淨揚程
Risk	風險
Roughness	糙度
Runoff coefficient	逕流係數

英文部份(續 4) (以英文字母為序)

英　文	中　文
Sediment	沉滓
Seepage control	滲流控制
Slab culvert	蓋版暗溝
Span	跨徑
Specific speed	比速率
Spillway	溢流道
Standard step method	標準步推法
Stilling pool	靜水池
Stone-filled trench (French drain)	盲溝
Streambed protection	護床
Subcritical flow	亞臨界流
Supercritical flow	超臨界流
Swale	淺溝
Tailwater depth	尾水深度
Transition	漸變段
Travel time	流經時間
Trench installation	管溝式埋管
Tunnel installation	隧道式埋管
Uniform flow	均勻流
Unit hydrograph method	單位歷線法
Unsteady nonuniform folw	不恆定非均勻流
Vertical drop	垂直跌水
Weephole	排水孔
Wing wall	翼牆

參考文獻

1. 內政部，「下水道工程設施標準」，民國 94 年。
2. 內政部營建署，「市區道路及附屬工程設計標準」，民國 94 年。
3. 內政部，「建築物基礎構造設計規範」，民國 90 年。
4. 內政部營建署，「下水道工程設施標準」，民國 94 年。
5. 內政部營建署，「創造台灣城鄉風貌操作手冊」，民國 91 年。
6. 公共工程委員會，「公共工程施工綱要規範」，民國 92 年。
7. 公共工程委員會，「台灣地區隧道岩體分類系統暨隧道工程資料庫之建立(第一期，第四冊)」，民國 89 年。
8. 公共工程委員會，「生態工法案例編選集」，民國 93 年。
9. 公共工程委員會，「基層公共工程基本圖彙編」，民國 90 年。
10. 中國土木水利工程學會，「下水道管渠工程設計指南」，民國 73。
11. 中國土木水利工程學會，「中國工程師手冊(土木類，水利類)」，民國 61。
12. 中國土木水利工程學會，「隧道工程設計準則與解說－附台灣地區隧道工程基本資料彙集」，民國 88 年。
13. 台北市建管處，「綠色建築技術規範建立之研究」，民國 88 年。
14. 日本土木學會，「日本隧道工程標準規範及解說(山岳工法篇)」，西元 1996 年。
15. 日本河川協會，「解說河川管理施設等構造令」，西元 1996 年。
16. 日本雨水貯留浸透技術協會，「雨水浸透設施技術指針[案]」，民國 90 年。
17. 日本建設省，「環境保全砂防事例集」，西元 1995 年。
18. 日本道路公團，「設計要領第一集土工、舖裝、排水、造園」，西元 2004 年。
19. 日本道路協會，「道路土工排水工指針」，西元 1998 年。
20. 交通部，「公路工程施工規範」，民國 78 年。
21. 交通部，「公路法」，民國 73 年。
22. 交通部，「公路修建養護管理規則」，民國 74 年。

23. 交通部，「公路排水設計規範」，民國 76 年; 民國 90 年。

24. 交通部，「公路養護手冊」，民國 92 年。

25. 交通部，「公路橋梁設計規範」，民國 90 年。

26. 交通部，「公路隧道設計規範」，民國 92 年。

27. 交通部公路總局，「公路工程施工說明書」公路工程施工說明書，民國 86 年。

28. 交通部公路總局，「河川橋梁沖刷並補強後之安全評估」，民國 94 年。

29. 交通部科技顧問室，「土石流溪流橋涵設計準則之研究」，民國 88 年。

30. 交通部科技顧問室，「橋墩水理設計檢討與評估之探討－公路跨河構造物水理設計手冊」，民國 87 年。

31. 前台灣省公路局，「台灣地區公路排水之研究」，民國 65 年。前台灣省公路局，「道路工程標準圖」，民國 80 年。

32. 前台灣省水利局，「防洪工程設計手冊」，民國 57 年。

33. 前台灣省水利局，「排水規劃設計基準(草案)」，民國 73 年。

34. 前臺灣省水利局，「灌溉排水工程手冊(上、下)」，民國 70。

35. 前臺灣省水利處,「區域排水規劃」,民國 87。

36. 前臺灣省政府，「臺灣省市區道路工程設計規範」，民國 81 年。

37. 國道新建工程局，「跨河橋梁水文水理考量原則及注意事項」，民國 92 年。

38. 經濟部，「跨河建造物設置審核要點」，民國 95 年。

39. 經濟部水利署，「水文設計應用手冊」，民國 90 年。

40. 經濟部水利署，「生態工法技術參考手冊」，民國 90 年。

41. 經濟部水利署，「排水管理辦法」，民國 92 年。

42. 經濟部水利署，「集水區生態工法技術參考手冊」，民國 92 年。

43. 經濟部水利署，「灌溉排水工程設計手冊」，民國 70 年。

44. 經濟部水資源局，「台灣地區雨量測站降雨強度延時 Horner 公式分析」，民國 90 年。

45. 經濟部水利署，「河川治理及環境營造規劃參考手冊」，民國 95 年。

46. 經濟部水利署，「區域排水整治及環境營造規劃參考手冊」，民國 95 年。

47. 農委會，「水土保持技術規範」，民國 92 年。

48. 農委會，「水土保持手冊」，民國 94 年。

49. 農委會特有生物研究保育中心，「生態水利工程案例彙編」，民國 91 年。

50. 農委會水土保持局，「水土保持計畫審核監督辦法」，民國 95 年。

51. 歐陽嶠暉，「下水道工程學」，民國 69 年。

52. 環保署，「流域河川生態設計準則」，民國 84 年。

53. 蘇宗智，「實用防洪幫浦設計」，民國 63 年。

54. AASHTO, "Highway Drainage Guidelines", 1999.

55. AASHTO, “Highway Drainage Guidelines”, 1994.

56. AASHTO, “Model Drainage Manual”, 1991.

57. American Concrete Pipe Association , "Concrete Pipe Design Manual", 1970.

58. ASCE, "Design and Construction of Sanitary and Storm Sewer (Manual of Practice No.9,U.S.A.)", 1943.

59. Baker, " Handbook of Highway Engineering", 1975.

60. Daryl B. Simons and Fast Senturk , "Sediment Transport Technology", 1977.

61. Federal Highway Administration, " Highways and Ecology : Impact Assessment and Mitigation", 1978.

62. Metcalf & Eddy, George Tchobanoglous and George Tchobanglous, "Wastewater Engineering Collection and Pumping of Wastewater", 1981.

63. State of California, Department of Public Works, Division of Highways, "Planning, Manual of Instructions, Part 7. Design", 1964.

64. Transportation Research Board, National Academy of Sciences , "Compendium 5, Roadside Drainage", 1979.

65. Transportation Research Board, National Academy of Sciences , "Small Drainage Structures", 1978.

66. U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, “ Design of Small Canal Structures”.

67. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, “Hydraulic Design of Highway Culverts”, 2001.

68. US Army Corps of Engineers, "HEC-2 Water Surface Profiles Users Manual", 1982.

69. US Department of Commerce, Bureau of Public Roads, "Hydraulics of Bridge Waterways", 1960.

70. US Department of the Interior, Bureau of Reclamation , "Hydraulic Design of Stilling Basins and Energy Dissipators", 1964.

71. US Department of Transportation, Federal Highway Administration , "Evaluating Scour at Bridges", Fourth Edition, 2001.

72. W.F.J. van Beers , "Some Nomographs for the Calculation of Drain Spacings", 1965.