

防洪建造物 工程設計講義

堤防（含防洪牆）、護岸（含牆式護岸）篇



目錄

第壹章	防洪建造物介紹	1
一、	堤防	1
二、	護岸	3
三、	防洪牆	5
第貳章	防洪建造物工程設計前置作業	6
一、	基本資料蒐集	6
二、	補充調查試驗	19
三、	環境分區與營造願景	26
四、	公民參與	40
第參章	防洪建造物工程設計與成果審查作業	42
一、	工程設計作業程序	42
二、	工程設計作業要領	64
三、	工程設計成果	71
四、	工程設計成果審查作業	75
第肆章	防洪建造物工程設計作業	78
一、	堤防/護岸設計	78
二、	防洪牆設計	105
三、	牆式護岸設計	112
第伍章	工程設計成果檢核	114
一、	通洪能力檢核	114
二、	安全性檢核	114
三、	經費檢核	137
四、	生態檢核	137
五、	節能減碳檢核	158
參考文獻		164

表目錄

表 2-1 水道計畫洪水量水理因素及各重現期距洪水位成果表.....	7
表 2-2 水域型態分類標準表.....	23
表 2-3 魚類游泳能力與適合之流速條件.....	35
表 2-4 適合台灣原生魚種跳躍之落差工高度限制.....	35
表 3-1 堤坡坡度一般採用參考值.....	50
表 3-2 不同土壤安全承载力概估值.....	52
表 3-3 現場 tp 小於 36 小時對應之 ct 值	56
表 3-4 堤防基腳保護布置設計參考(1/2).....	57
表 3-5 堤防基腳保護布置設計參考(2/2).....	58
表 4-1 出水高之參考標準表.....	80
表 4-2 梯形河槽邊坡上之最大曳引力	86
表 4-3 各種護坡材料與臨界曳引力之關係.....	86
表 4-4 常用護坡工法型式及參考容許流速.....	87
表 4-5 依河川流速選用混凝土異型塊重量.....	102
表 4-6 依河川坡度(s)選用混凝土異型塊重量.....	102
表 4-7 依河川河床質選用混凝土異型塊重量.....	102
表 4-8 土壤重量	108
表 5-1 不同土壤安全承载力概估值.....	120
表 5-2 坡面工安全評估分析一覽表(1/3).....	123
表 5-3 坡面工安全評估分析一覽表(2/3).....	124
表 5-4 坡面工安全評估分析一覽表(3/3).....	125
表 5-5 各種土壤滲流比限值.....	127
表 5-6 各種土壤權重滲流比限值.....	127
表 5-7 局部冲刷深度之評估彙整表.....	128
表 5-8 承载力係數.....	136
表 5-9 生態關注區域圖繪製步驟範例.....	145
表 5-10 各階段資訊公開項目表.....	158

圖目錄

圖 1-1 堤防各單元名稱示意圖.....	2
圖 1-2 坡式護岸各單元名稱示意圖	3
圖 1-3 牆式護岸(懸臂式)各單元名稱示意圖	4
圖 1-4 防洪牆各單元名稱示意圖	5
圖 2-1 河川圖籍.....	9
圖 2-2 水道橫斷面圖.....	9
圖 2-3 計畫水道縱斷面圖.....	10
圖 2-4 防洪工程記載表整體系統架構圖	11
圖 2-5 大甲溪流域風險地圖.....	12
圖 2-6 曾文溪國道一號橋至曾文橋段上游使用分區與許可使用套疊圖	13
圖 2-7 曾文溪河川環境營造斷面示意圖	13
圖 2-8 未來由土地與水道共同承洪示意圖	15
圖 2-9 中央管流域整體改善與調適規劃理念圖	16
圖 2-10 中央管流域整體改善與調適計畫執行生態調查流程圖	17
圖 2-11 水利工程基本圖彙編及資料庫建置目錄	18
圖 2-12 河川環境基本圖.....	24
圖 2-13 大尺度生態影響區位示意圖	25
圖 2-14 小尺度生態影響區位示意圖	25
圖 2-15 河川生態系統圖.....	27
圖 2-16 依水文型態劃分河川橫向環境分區示意圖	29
圖 2-17 依生態物種型態劃分河川橫向環境分區示意圖	29
圖 2-18 濱水緩衝區示意圖.....	30
圖 2-19 不同河床物理型態生態示意圖	31
圖 2-20 陸域設置生物通道示意圖	34
圖 2-21 魚道(梯)集魚功能示意圖	34
圖 2-22 彎道處以植栽替代工法示意圖	38
圖 2-23 低水路河岸以植栽導流工法保護示意圖	38

圖 2-24 高灘地密集植栽減速落淤示意圖	38
圖 2-25 沿堤防產生高速水流示意圖	39
圖 2-26 植栽區域與堤防間分段植栽示意圖	39
圖 2-27 本署資訊公開網頁.....	41
圖 3-1 防洪建造物工程設計作業流程圖	43
圖 3-2 大安溪水尾堤防受斜向流沖擊示意圖	54
圖 3-3 斜向流沖擊下之堤防基礎保護工橫斷面設計示意圖	56
圖 3-4 大礁溪橋上游段環境改善工程平面配置與斷面圖	68
圖 3-5 防洪設施功能分析與組合運用圖	69
圖 4-1 堤防發生溢岸破壞示意圖	79
圖 4-2 堤前坡圓弧滑動破壞示意圖	82
圖 4-3 堤防發生滲透破壞示意圖	83
圖 4-4 堤身漏水防止工法示意圖	84
圖 4-5 SRH-2D 模擬流速、流向圖	87
圖 4-6 混凝土坡面工(含下鋪塊石)斷面示意圖	88
圖 4-7 混凝土格框護坡工斷面示意圖	88
圖 4-8 混凝土格框護坡工平面示意圖	88
圖 4-9 混凝土砌塊石橫斷面示意圖	89
圖 4-10 混凝土砌塊石立面示意圖	89
圖 4-11 混凝土襯(排)塊石橫斷面示意圖.....	90
圖 4-12 混凝土襯(排)塊石立面示意圖	90
圖 4-13 拋塊石護坡工橫斷面示意圖	90
圖 4-14 蛇籠工橫斷面示意圖.....	91
圖 4-15 箱型石(土)籠工橫斷面示意圖	91
圖 4-16 鋼柵石籠工橫斷面示意圖	92
圖 4-17 加勁工法橫斷面示意圖.....	92
圖 4-18 東港溪五魁寮至鐵路橋段木樁工橫斷面示意圖	93
圖 4-19 東港溪成德橋至龍東橋段竹樁工橫斷面示意圖	93
圖 4-20 卑南溪大興堤防柳枝工與木梢沉床工橫斷面示意圖	94

圖 4-21 植生護坡工橫斷面示意圖	94
圖 4-22 稻草蓆植生橫斷面示意圖	95
圖 4-23 掛網植生橫斷面示意圖.....	95
圖 4-24 蜂巢格網植生橫斷面示意圖	95
圖 4-25 堤防戕台(含兩端收束工)示意圖	96
圖 4-26 堤防、護岸基礎破壞機制圖	96
圖 4-27 堤腳前設置護坦工保護示意圖	97
圖 4-28 高灘地增設低水護岸保護示意圖	97
圖 4-29 混凝土基腳工(A)示意圖	98
圖 4-30 混凝土基腳工(B)示意圖	98
圖 4-31 蛇籠護坦工橫斷面示意圖	99
圖 4-32 拋石護坦工橫斷面示意圖	100
圖 4-33 蛇籠護坦工橫斷面示意圖.....	101
圖 4-34 異型塊護坦工平面示意圖 相片 4-28 中港溪異型塊護坦工	101
圖 4-35 異型塊護坦工橫斷面示意圖	102
圖 4-36 混凝土格框護坦工橫斷面示意圖	102
圖 4-37 混凝土格框護坦工平面示意圖	103
圖 4-38 護墩太長不利及時排除水防道路雨水示意圖	104
圖 4-39 半重力式防洪牆示意圖.....	106
圖 4-40 倒 T 字型防洪牆示意圖.....	106
圖 4-41 垛式防洪牆示意圖.....	106
圖 4-42 支撐式防洪牆示意圖.....	107
圖 4-43 防洪牆背水面被動土壓力分布示意圖	108
圖 4-44 防洪牆基礎(樁)示意圖.....	111
圖 4-45 牆式護岸示意圖(一).....	113
圖 4-46 牆式護岸(懸臂式)示意圖(二).....	113
圖 5-1 構材投影面積示意圖.....	115
圖 5-2 堤防滲流線示意圖.....	126
圖 5-3 彎道沖刷示意圖.....	128

圖 5-4 彎道保護區段示意圖.....	129
圖 5-5 基礎穩定分析圖解.....	131
圖 5-6 構造物基礎接觸面之滑動	134
圖 5-7 淺層基礎土層之弧形滑動	134
圖 5-8 深層基礎土層之大弧形滑動	134
圖 5-9 抗傾倒分析圖.....	135
圖 5-10 棲地調查空間分布圖.....	144
圖 5-11 生態保育措施平面圖.....	154
圖 5-12 生態保育措施平面圖.....	155
圖 5-13 水利工程計畫透明網首頁圖	157
圖 5-14 河海工程碳排放量審查流程圖	160

第壹章 防洪建造物介紹

堤防、護岸、防洪牆等建造物為國內水利單位常使用之防洪設施，該等建造物均為順水流向設置，故水理機制大略相同，主要差異在於建造物與其周邊地形地勢相對關係不同，導致其外營力有所不同，因此破壞機制亦各有異。

本篇謹針對國內水利單位較常使用之堤防、護岸(含坡式、牆式)及防洪牆等 4 類防洪建造物之功能、設計原則與應注意事項進行說明；期能讓新進同仁瞭解各項建造物之建造目的，設計前應先蒐集之資訊，設計過程需補充之調查資料及應作之各類分析與評估，設計成果應備文件與審查程序，以利完備設計階段相關作業。

一、堤防

順溪流方向構築，高於地面，用以防禦及約束水流，以達到一定重現期距洪水不溢淹為目的之防洪建造物。各單元名稱示如圖1-1，堤防外觀示如相片1-1、1-2。

- (一)堤防一般構築於河川出山谷段下游，主要係因該處人口聚居且地勢相對較低；另因水道坡度變緩，泥沙落淤墊高河床，易致洪流溢岸危害民眾生命財產安全。
- (二)堤防主要功能為安全排洩計畫重現期距洪峰流量，故渠道斷面大小需能滿足排洪需求；堤頂外側肩線位置應依據公告之水道治理計畫線布設，堤頂高度亦應符合治理計畫之計畫堤頂高。
- (三)堤防係防洪工程中最常使用之建造物，設計時應考慮其耐久性、安全性、維護管理容易性、工程費經濟性；因此，設計、施工必須落實「因地制宜、就地取材」之原則。
- (四)堤內指堤防之臨路側，即堤後；堤外指堤防之臨水側，即堤

前。

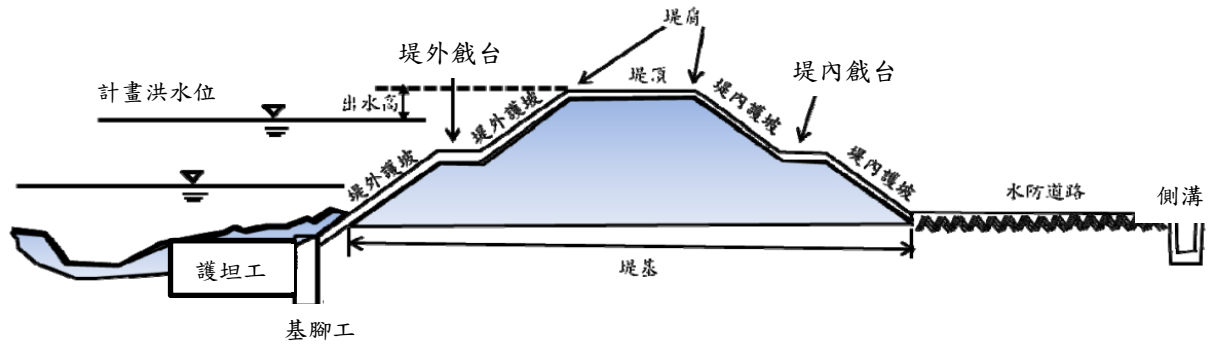


圖1-1 堤防各單元名稱示意圖



相片1-1 堤防(堤內照片)



相片1-2堤防(堤防全景)

二、護岸

為保護河岸而直接建築於岸坡包括深入河底部分之建造物，以抵禦水流沖刷，防止河岸沖蝕崩坍。各單元名稱示如圖1-2(坡式護岸)、1-3(牆式護岸)。

(一)護岸常施建於水道彎道凹岸、土質鬆軟易受沖刷河岸、因用地受限而邊坡較陡的河岸。

(二)護岸依其斷面型式，可粗分為坡式護岸、牆式護岸兩類。

(三)中央管河川護岸多沿高坎採坡式護岸布設，故在計畫洪水量下無洪水溢岸疑慮；主要需注意洪水沖刷基腳、堤坡破壞，與背後高坎滲流水增加堤身主動土壓力，造成滑動、推移破壞問題。

(四)牆式護岸則較常用於河幅較小之縣(市)管河川或區域排水。

(五)護岸依其保護對象，粗分為高水護岸與低水護岸：

1、高水護岸：(相片 1-3)

即為一般所稱護岸。在治理計畫有規劃布設。

2、低水護岸：(相片 1-4)

(1)一般施設於深水流槽岸坡處，以穩定深水河槽、保護高灘地以間接維護堤防基腳安全。其頂部高程以不超過高灘地高度為原則。

(2)在治理計畫中未規劃布設，由河川管理機關視現況實際需求因地制宜施設。

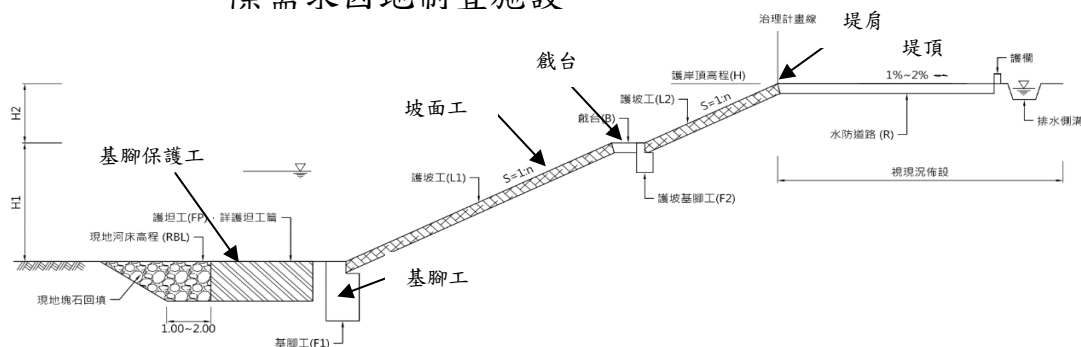


圖 1-2 坡式護岸各單元名稱示意圖

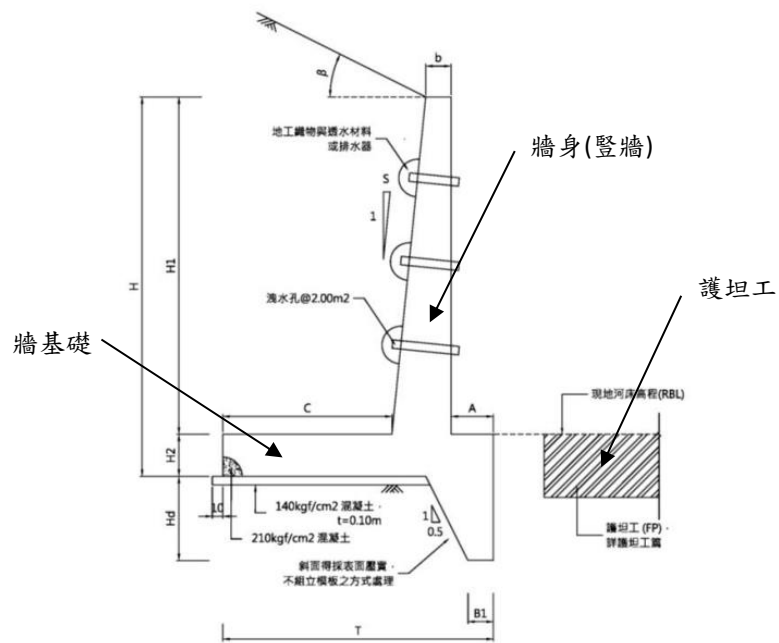
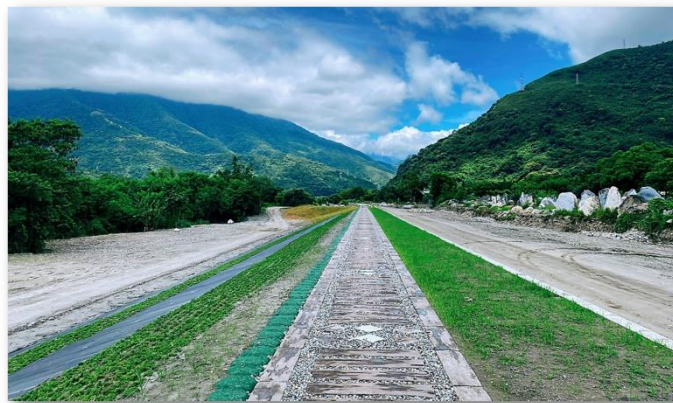


圖 1-3 牆式護岸(懸臂式)各單元名稱示意圖



相片 1-3 高水護岸



相片 1-4 低水護岸

三、防洪牆

防洪牆功能與堤防雷同，主要功能在約束洪水於預定河道內，保護牆內土地及財產免受洪害。防洪牆各單元名稱示如圖 1-4，外觀示如相片 1-5。

- (一) 防洪牆單位長度造價比堤防高，且會影響景觀，如非因受限用地取得，建議仍以施設堤防為宜；既有堤高不足堤段，局部加高部分則可因地制宜採用。
- (二) 防洪牆有重力或半重力式、懸臂式、扶臂式等斷面型式。
- (三) 防洪牆牆高且牆面垂直，具壓迫感，且不易親水。
- (四) 防洪牆內外如為交通或親水需求，需開設橫移門，其維護管理較為不易。
- (五) 防洪牆面較單調，影響都市景觀，宜美綠化。

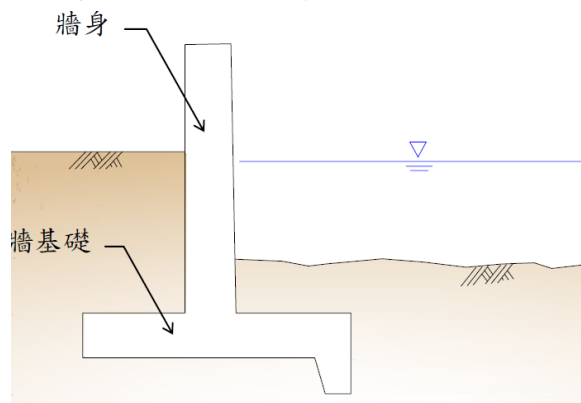


圖 1-4 防洪牆各單元名稱示意圖



相片 1-5 台北地區防洪牆

第貳章 防洪建造物工程設計前置作業

為因應現代社會需求，河川治理計畫通常必須兼顧防洪、生態維護及河川環境營造等多項目標，故針對規劃階段所擬定的目標，在設計作業開始前須先充分瞭解，並對擬治理河段範圍、保護對象及工程布置位置及範圍，及對環境可能造成之影響，進行現地勘查確認。

因此在進行工程初步設計前，須先進行治理規劃、治理計畫、環境管理規劃、流域調適規劃等報告之蒐集，及辦理工程布置必須之地形、斷面、工程材料與地質條件等資料之測量、調查與試驗；且應充分瞭解設計河段環境分區與規劃願景，並藉由公民參與過程與地方及關心團體進行溝通，共同勾勒環境營造願景輪廓，俾利充分結合地方民意進行後續環境營造。

一、基本資料蒐集

（一）治理規劃報告

河川治理應以水系為規劃單元進行整體規劃，由管理機關統一辦理，並依據整體規劃成果擬定河川治理計畫，指導河川治理工作之進行。

辦理河川治理規劃應先瞭解河川物理特性，針對集水區水量與泥砂產量、河川流量與豐枯水位變化、河床質特性、河川型態、輸砂特性、河床沖淤變化等河相控制因素，及人為干擾對河相的影響；藉由相關文獻、歷史事件圖資、現地勘查與工程分析結果等，據以研擬綜合治水議題及對策，並提出水道治理計畫，確立河川治理目標(例如河防安全防護、生態維護及環境營造等)及保護基準後，進行河道規劃。

河道規劃工作項目包括河段計畫洪水量、計畫河寬及水道治

理計畫線之研擬、河道治理措施、計畫洪水位及計畫堤頂高、計畫水道縱橫斷面、現有防洪工程安全檢討、現有跨河建造物通洪能力檢討、河道工程規劃等。

堤防、護岸工程設計作業應以治理規劃成果為基礎，故應先檢視計畫河段治理規劃辦理情形，並取得設計河段計畫流量、計畫洪水位、計畫堤頂高、底床坡度、河床質、河床沖淤變化等河相控制因素及河段平均流速(表2-1)等基本水理資料後，據以進行堤防、護岸主要建造物及丁壩工等附屬建造物設計工作。

表2-1 水道計畫洪水量水理因素及各重現期距洪水位成果表

断面	累距 (公尺)	Q100(100年重现期距)水理因素						各 重 现 期 距 洪 水 位						備 註
		洪水位 (公尺)	平均流速 (公尺/秒)	水面宽 (公尺)	通水面積 (平方公尺)	能量坡降	糙率數	Q200 (公尺)	Q50 (公尺)	Q20 (公尺)	Q10 (公尺)	Q5 (公尺)	Q2 (公尺)	
48	0	12.28	2.27	728.29	5069.31	0.000445	0.33	15.78	11.75	11.22	10.61	9.61	8.1	
49	494	12.38	2.91	663.3	3952.66	0.000694	0.41	15.81	11.87	11.32	10.71	9.7	8.17	
50	1131	12.62	4.81	374.56	2389.59	0.001448	0.56	15.79	12.13	11.55	10.94	9.94	8.35	
51	1890	13.93	4.31	457.97	2668.25	0.001742	0.54	16.32	13.44	12.57	11.84	10.75	9	
51A.1	2764	15.9	3.48	505.29	2761.98	0.001546	0.47	17.44	15.43	14.45	13.7	12.67	11.35	綽圖二橋(下)
51A.2	2788	16.03	3.4	507.47	2827.02	0.001439	0.46	17.53	15.57	14.6	13.86	12.87	11.68	綽圖二橋(上)
52	3052	15.72	4.86	433.13	1974.95	0.003837	0.79	17.33	15.36	14.73	14.19	13.41	12.02	
53	3434	17.74	4.63	384.14	2074.62	0.002826	0.65	18.3	17.47	16.75	16.14	15.32	13.61	
53A.1	3882	17.12	8.97	230.91	1070.52	0.012226	1.32	17.75	16.81	16.11	15.55	16.4	15.32	綽圖橋(下)
53A.2	3894	20.26	5.26	251.04	1824.24	0.002341	0.63	21.21	19.78	18.68	17.78	16.78	15.44	綽圖橋(上)
54	4113	20.64	5.24	364.62	1831.7	0.00325	0.73	21.73	20.09	18.89	17.9	17.07	15.79	
55	4736	22.86	4.92	490.45	1951.06	0.002636	0.64	19.6	22.55	21.87	21.15	19.87	18.05	
56	5329	24.38	10.04	93.1	956.34	0.00779	1	28.49	23.71	22.2	21.59	20.79	19.19	後村堰(損毀)
57	5917	30.33	2.5	546.56	3837.16	0.000466	0.28	31.05	29.4	27.41	25.86	24.01	20.56	
58	6509	30.47	3.66	402.4	2620.13	0.001148	0.43	31.19	29.61	27.87	26.71	25.62	23.43	
59	6710	30.56	4.36	313.83	2203.81	0.001624	0.51	31.26	29.76	28.21	27.23	26.27	24.97	
60	7003	30.82	5.78	316.96	1661.15	0.00458	0.81	31.55	30.07	28.96	28.39	27.67	26.45	
61	7524	32.84	5.95	243.1	1612.37	0.003553	0.74	33.48	32.62	31.99	31.32	30.43	28.91	
62	8010	34.79	4.64	350.64	2067.83	0.001992	0.56	35.68	34.37	33.41	32.59	31.54	29.83	
62A.1	8790	36.31	9.58	199.23	1002.42	0.013406	1.36	37.02	35.96	35.2	34.6	33.84	32.78	三鶯大橋(下)
62A.2	8812	39.8	5.55	217.08	1729.9	0.002454	0.63	40.82	39.29	38.11	37.16	35.94	34.23	三鶯大橋(上)
63	8930	40.43	4.29	280.28	2236.14	0.001441	0.51	41.54	39.9	38.66	37.67	36.4	34.59	
63A.1	9354	41.41	3.83	391.92	2509.17	0.001284	0.46	42.56	40.82	39.5	38.45	37.11	35.2	三鶯過水橋(下)
63A.2	9362	41.46	3.79	393.18	2530.01	0.001254	0.46	42.61	40.88	39.56	38.51	37.17	35.26	三鶯過水橋(上)
64	9673	41.8	3.48	418.17	2759.72	0.000976	0.42	42.91	41.24	39.97	38.97	37.72	35.88	
64A.1	10062	42.25	3.74	339.37	2569.15	0.001095	0.43	43.31	41.72	40.53	39.52	38.2	36.29	西3高速公路橋(下)
64A.2	10107	42.46	3.63	340.19	2642.14	0.001006	0.41	43.52	41.94	40.75	39.75	38.45	36.55	西3高速公路橋(上)
65	10505	40.73	11.97	256.41	801.69	0.037538	2.14	41.18	40.51	40.02	39.63	39.15	38.42	
65-1.1	10788	49.86	7.2	263.76	1332.86	0.006967	1	50.54	49.52	48.75	48.14	47.37	46.3	黃山堰(下)
65-1.2	10819	51.52	4.78	268.72	2007.03	0.001869	0.53	52.08	51.11	50.16	49.4	48.43	47.04	黃山堰(上)
66	11312	52.68	4.65	365.81	2062.76	0.002659	0.63	53.5	52.21	51.2	50.38	49.33	47.98	
67	11753	54.1	2.15	785.61	4473.54	0.000556	0.29	54.96	53.65	52.68	51.93	51.05	49.97	
68	12145	54.35	1.93	1099.4	4984.32	0.000533	0.28	55.21	53.92	52.98	52.28	51.48	50.46	
69	12839	54.74	2.93	688.4	3275.31	0.001409	0.45	55.5	54.36	53.58	53.02	52.38	51.45	
70	13450	55.08	6.72	292.16	1427.8	0.006944	1	55.7	54.81	54.48	54.13	53.59	52.61	
71	13891	57.71	5.46	257.54	1758.93	0.002668	0.66	58.39	57.33	56.38	55.67	54.78	53.44	
72	14518	59.56	5.6	297.42	1714.91	0.003444	0.73	60.41	59.14	58.19	57.42	56.42	54.85	

(二) 治理計畫

完成河川治理規劃報告後，可接續擬定河川治理計畫。河川治理計畫擬訂工作主要係先就流域水文、人文地理、河川特性、水患潛勢與致災原因概況說明後，研提治理課題、流域經理與河川治理基本方針；並說明河川治理計畫線及用地範圍線劃設原則、計畫洪峰流量、主要地點計畫洪水位及計畫水道斷面，據以提列工程與非工程措施；並說明都市計畫、現有跨河建造物、預警報與緊急疏散避難措施，暨生態維護或保育、環境營造等配合措施。

河川治理計畫核定並公告水道治理計畫線及用地範圍線後，依據水利法第82條規定，在用地範圍線內可辦理私有土地徵收，並據以進行工程設施布置設計。

- 1、水道治理計畫線(即黃線-如圖 2-1、圖 2-2)：指水道治理計畫之臨水面堤肩線或計畫水面寬度範圍線(水利法施行細則第 58 條)，為堤頂臨水側肩線。
- 2、用地範圍線(即紅線-如圖 2-1、圖 2-2)：指包括水道預定或已建築之河防建造物或排水設施與水防道路及養護保留使用地與應實施安全管制所及之範圍線。(水利法施行細則第 58 條)，一般約略與水防道路側溝外側齊。
- 3、計畫堤頂高(如圖 2-2、2-3)：係水利主管機關核定之河川治理計畫所訂定之計畫堤頂高程(申請施設跨河建造物審核要點第 2 點)。一般採計畫洪水位加出水高。計畫洪水位指依照計畫洪水量，按河川物理特性以一維水理模式計算或水工模型試驗而得之水位；至出水高則指計畫洪水位與計畫堤頂間之高差，作為洪汛時波浪、彎道超高及跨河建造物抬高水位等因素之安全餘裕。
- 4、計畫洪水位(如圖 2-2、2-3)：依照計畫洪水量，按河川物理特性以一維水理模式計算或水工模型試驗而得之。(申

請施設跨河建造物審核要點第 2 點)

5、現況谿線高(如圖 2-2、2-3):谿線為河道縱、橫斷面測量時,各橫斷面最深點之連線。

附圖 3 水道治理計畫線及用地範圍線圖【公告用】(示意如下)

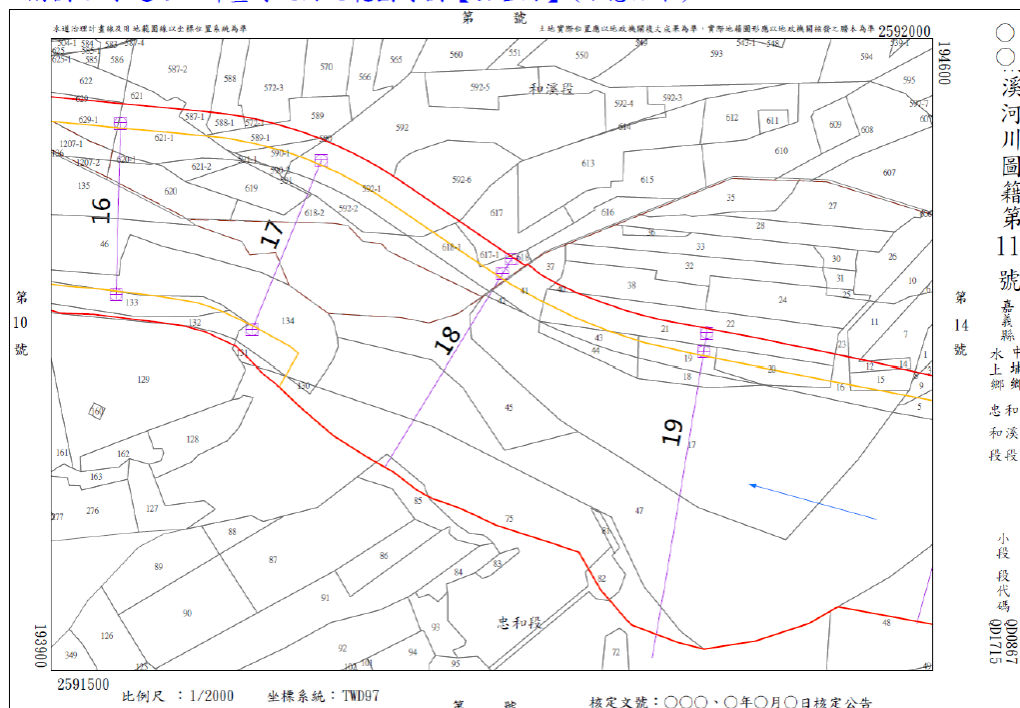


圖 2-1 河川圖籍

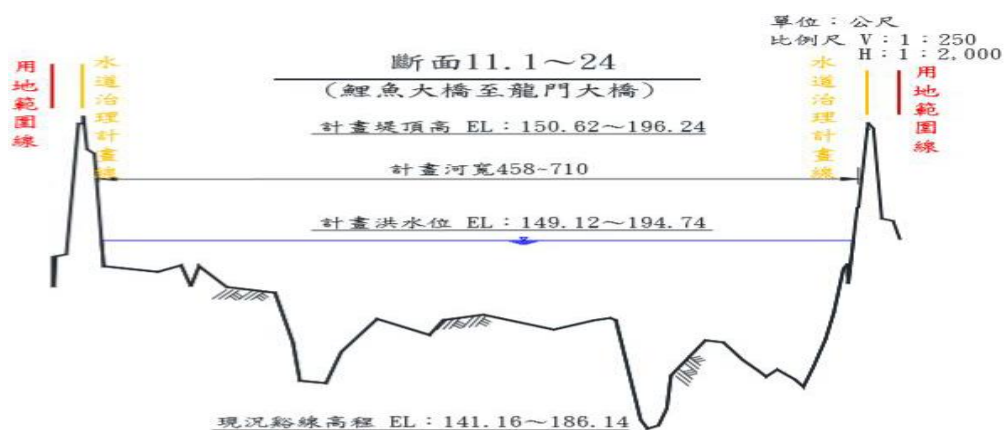


圖 2-2 水道橫斷面圖

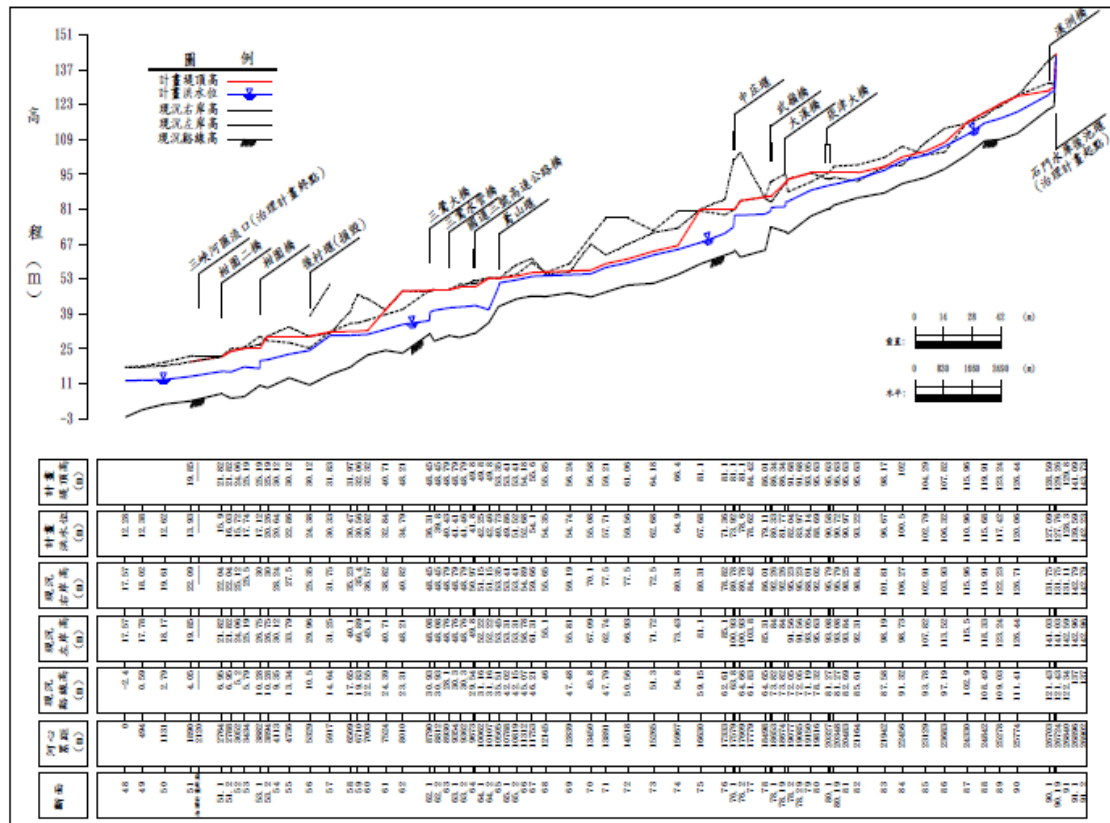


圖 4-2 大漢溪計畫河設計計畫水道縱斷面

圖 2-3 計畫水道縱斷面圖

(三) 建造物檢查報告

「水利建造物檢查及安全評估辦法」第9條規定，防汛期前應進行防水、洩水建造物定期檢查；另依水利建造物檢查及安全評估技術規範（防水、洩水建造物篇）第八章規定，定期檢查需撰寫檢查報告，主要目的是讓複查人員快速且清晰的瞭解受檢查之防水、洩水建造物，在過去及本年度檢查所發現之問題及是否有相關性，並據以提出改善建議，俾利納入計畫辦理整建或緊急處理。

(四) 防洪工程記載表

本署於93~94年建置防洪工程記載表管理系統，提供各河川局建置與查詢工程履歷及外業水利建造物檢查之用；詳細記載工程興建、復建與修護歷程，包括工程基本資料、竣工圖說、照片及歷年水利建造物檢查情形等資料。

防洪工程記載表管理系統包含三大架構，如圖 2-4 所示，分別為：防洪記載表應用系統版(簡稱 AP，主要提供新建與維護)、防洪記載表網頁版(簡稱 Web，主要提供查詢、統計與部分資料維護)與防洪記載表地理資訊展示平台(簡稱 GIS，主要提供資料查詢維護、統計與展示)。

防洪記載表管理系統歷經96、100、102~104年維護更新後，面臨資料庫容量飽和且無備份、資安政策要求、系統缺乏優化、部分功能失效等問題，系統亟需重建。本署於111~112年辦理「流域數位治理整合建置計畫」，將原防洪記載表管理系統所建置之工程履歷及水利建造物檢查情形等資料納入，以利相關業務推展，並朝向數位治理目標邁進。

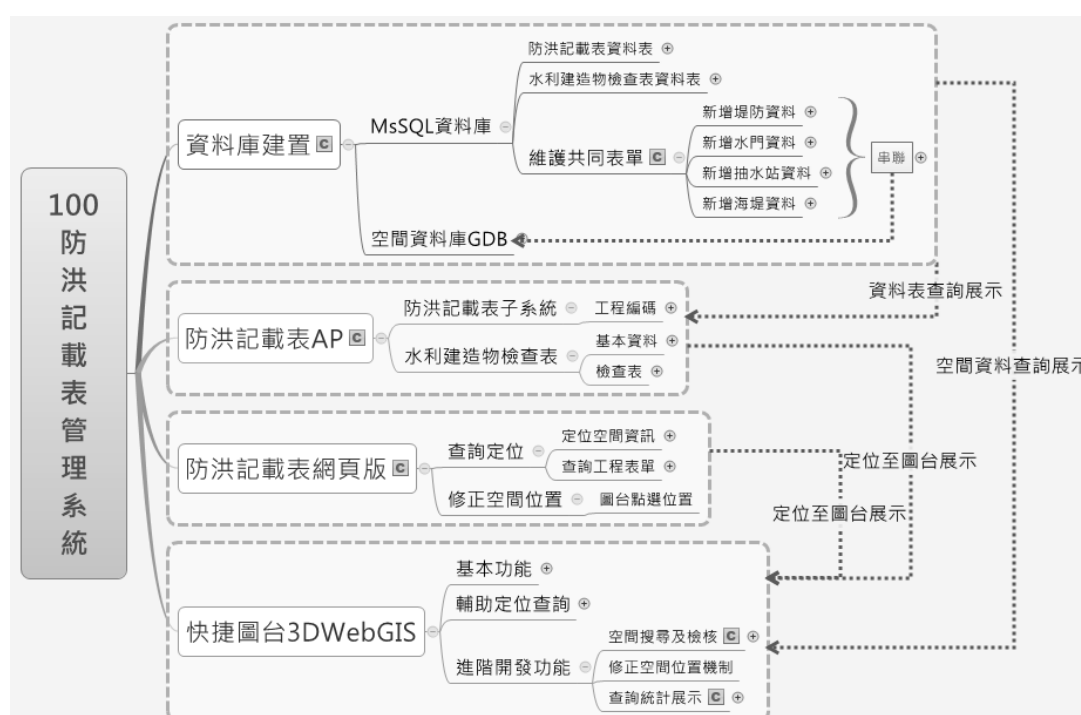


圖 2-4 防洪工程記載表整體系統架構圖

(五) 風險評估報告

以往水利建造物檢查僅針對建造物本身是否受損評估其安全性，並未針對其上下游流路變化，及水道內相關建造物對水流之影響情形，全面性檢視並進行潛在風險評估，以至於無

法事先預測適時進行防治，以避免災損發生。

本署近年導入風險管理概念，藉由河川、區域排水及一般性海堤之風險評估，以利瞭解高風險河段之致災原因；猶如全流域健檢，考量環境可用資源，擬定可行的對策及計畫，依計畫分年分期執行，並隨時檢討執行成果作為後續精進的參考。

風險評估流程依序為風險辨識、風險分析、風險評量與風險處理等四個步驟。依河川、區排及海岸之水文水理及防洪建造物特性等相關基本資料，由危險因子及脆弱因子資料庫選定具代表性之風險因子，分析其所占權重、分數及風險等級；藉由定義風險度等於危險度乘以脆弱度，以風險矩陣概念，將各堤段之風險區分為極高、高、中、低及極低等五種等級，製成風險地圖(圖2-5)。後續再透過減低、規避、抑制、移轉等風險處理對策，採取工程及非工程措施，分期將殘餘風險降至中度風險以下。



圖 2-5 大甲溪流域風險地圖

(六) 河川環境管理規劃報告

河川管理辦法第27條規定：「管理機關得依河川治理計畫，並參酌所轄河川水土資源、生態環境、自然景觀、河川沿岸土地發展及其他相關情事，訂定河川環境管理計畫報經其主管機關核定之；管理機關應依前項核定之各該河川環境管理計畫，公告其管理使用分區、得申請許可使用之範圍及其項目。」

基於河川管理辦法上述規定，本署責由水利規劃試驗所先行辦理朴子溪、頭前溪、鹽水溪河川環境管理規劃，並於99年訂定河川環境管理規劃技術手冊，律定陸域、水域分區(圖2-6、圖2-7)及分區限制事項；另於102年接續辦理流域整體治理計畫，推動五大流域(淡水河、大甲溪、濁水溪、曾文溪、高屏溪)河川環境管理規劃，以利後續辦理河川環境營造工作。

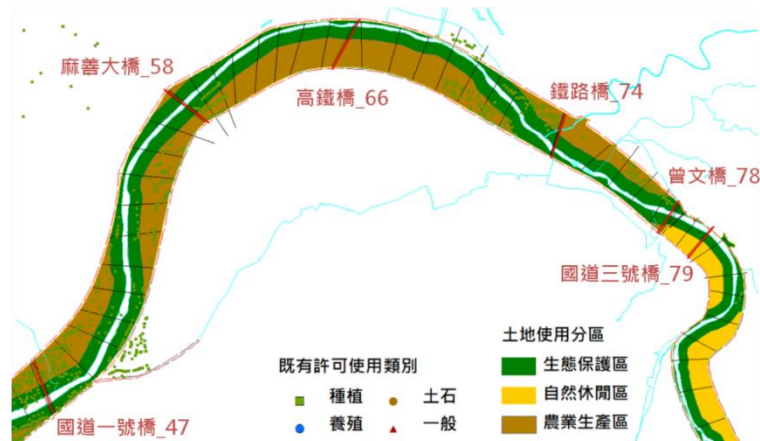


圖 2-6 曾文溪國道一號橋至曾文橋段上游使用分區與許可使用套疊圖

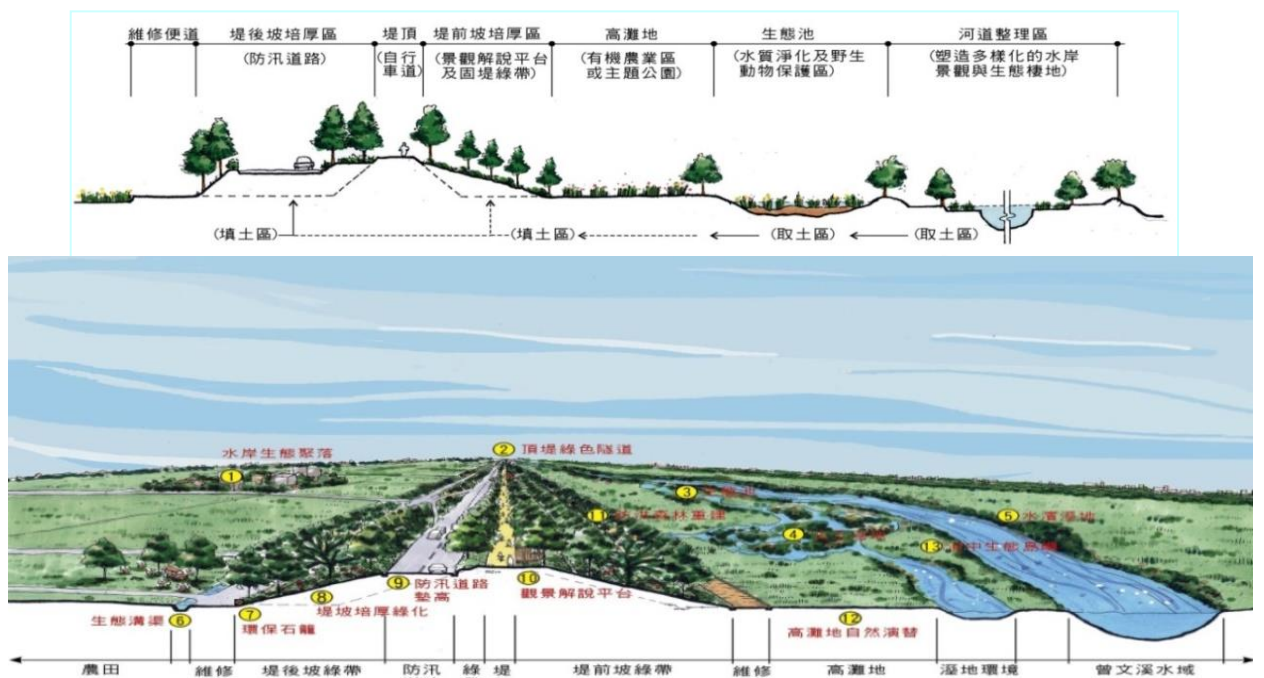


圖 2-7 曾文溪河川環境營造斷面示意圖

(七) 流域調適規劃報告

以往治水思維係由河道完全承洪，即降雨後，由集水區內排水路，在最短時間內將逕流全部排入河川(相片2-1)、大海；歷經本署數十年來積極整治後，中央管河川治理率已大幅提高，河道洪患風險大幅降低。

本署近年來積極推動水利法修訂案，增訂『逕流分擔與出流管制』專章，並於107年6月20日公布、108年2月1日正式施行；期藉由「出流管制」規範公私部門開發單位應於開發基地內設置滯洪池等滯減洪設施，自行吸收因開發案所增加之洪水量。至「逕流分擔」係指機關在興辦目的事業時，優先於水道用地、各類排水用地、公有土地或公共設施用地，依逕流分擔計畫辦理逕流分散、逕流抑制、逕流暫存等逕流分擔措施；即藉由土地與水道共同承洪(圖2-8)，提高國土韌性，降低水患。

近年來氣候變遷趨勢愈趨明顯，強降雨頻率增高，加重防洪工作壓力。鑒於工程措施有其極限，現階段治水工作，除應增加非工程措施外，另應增加土地管理之調適作為，即善用「逕流分擔」、「出流管制」與「在地滯洪」等工程與非工程作為。因此本署在109年「重要河川環境營造計畫(104~109)」屆期前，報經行政院同意辦理「中央管流域整體改善與調適計畫(110~115年)」，主要工作即為辦理24條中央管河川及2條跨直轄市、縣(市)水系之「流域整體改善與調適規劃」。

「流域整體改善與調適規劃」跳脫以往以水道治理為主之思維，透過土地利用與管理，打造國土韌性承洪觀念；並考量NbS(Nature-Based Solution)理念，將生態系服務功能納入整體考量，以營造水、自然與人相互間之平衡關係，導入民眾參與，將流域上、中、下游扣合國土與海岸空間規劃，藉由跨域合作連結水道治理、海岸管理、逕流分擔出流管制、

在地滯洪，並結合水文化、建構水岸縫合、國土綠網合作、藍綠帶網絡保育…等措施(如圖2-9)；期由下而上改善國土與社會承受風險之能力與因應氣候變遷風險之調適作為，並符合社會大眾對水的想像、對水的期望以及與水的關係。



相片 2-1 昔日由水道完全承洪



圖 2-8 未來由土地與水道共同承洪示意圖



圖 2-9 中央管流域整體改善與調適規劃理念圖

(八) 河川情勢調查報告

為有效掌握流域生態環境基本資料，本署自民國91年起即進行24條中央管河川、2條跨直轄市與縣市河川之河川情勢調查作業；第一輪河川情勢調查工作已於103年結束，104年接續辦理第二輪情勢調查工作。為利本署所屬機關在辦理河川情勢調查作業時有所依循，本署於104年1月16日以經水河字第10316166710號函頒「河川情勢調查作業要點」，規範所屬機關如何辦理所轄中央管河川情勢調查作業項目、方法及要求，建立一致性河川環境基本資料。

考量辦理一輪中央管河川、區排情勢調查週期過長，無法及時反映河川生態變化；且因每次調查非為固定樣站，無法跨水系比較及工程位址並不一定是調查樣站等因素；本署於111年6月15日函頒「中央管流域整體改善與調適計畫」生態調查操作指引，將調查類型區分為「生態固定樣站調查」（共250個樣站，分由水利規劃試驗所分北中南東四區進行，三年內完成全國24條中央管河川流域，及2條跨省市河川流域之生態固定樣站調查）、「生態專案調查」（由各河川局就逐年擇定

有受關注生態議題之中央管流域啟動專案調查，亦可搭配所辦理之中央管河川流域調適規劃期程辦理)兩類，並規定最後應產出「環境情報地圖」，即所謂「生態敏感範圍圖」；旨在建立各單位辦理中央管流域生態環境調查作業一致性流程(圖2-10)，確實掌握流域內生態環境基本資料、生態環境變動情形及需特別關注的議題，提供後續階段辦理生態檢核之依據。

目前已累積超過15萬筆生態調查資料，並透過全球生態多樣性資訊機構GBIF分享資料，促進國內及國際間生態資訊的交流與合作。

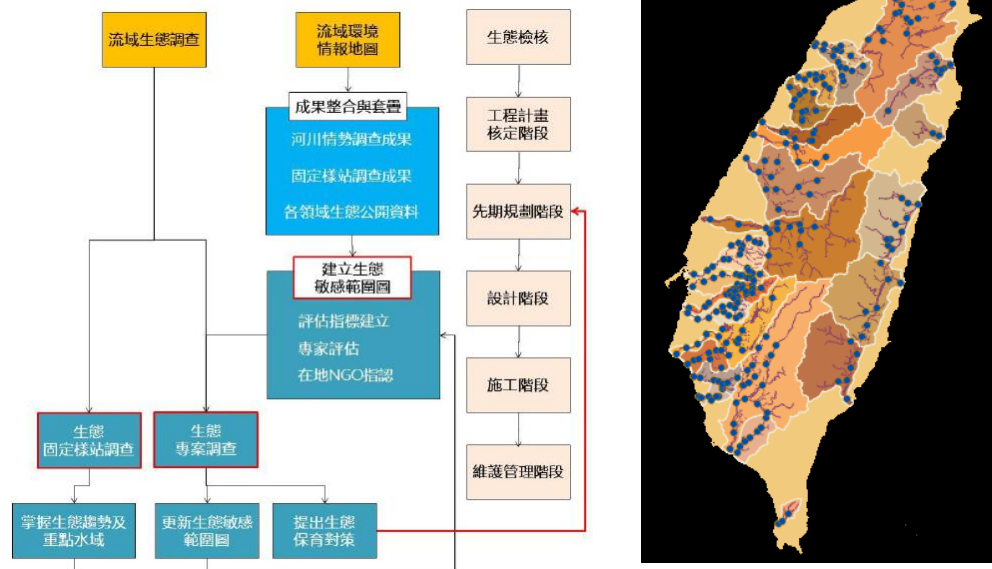


圖 2-10 中央管流域整體改善與調適計畫執行生態調查流程圖

(九) 相關技術規範、手冊

1. 水利工程技術規範-河川治理篇(水利署，102 年)
2. 河川環境管理規劃技術手冊(水利規劃試驗所，99 年)
3. 河川復建工程工法檢討及技術圖說資料庫建置成果報告
(水利署，100 年)
4. 水利工程工資工率分析參考手冊(水利署，108 年版)
5. 防洪工程規劃講義(水利署，98 年版)

(十) 水利工程基本圖

國內河川常使用之防洪建造物主要為堤防與護岸，附屬建造物則有丁壩工等。本署為引導所屬機關同仁正確設計防洪建造物，於103年9月29日以經水河字第10316120170號函頒「水利工程基本圖彙編及資料庫建置」成果報告及基本圖說，建置堤防、護岸、護坦、丁壩、海岸保護工、景觀設施、小型水閘門等七篇工程基本圖(如圖2-11)。以堤防篇為例，所建置之基本圖有土(石)堤標準斷面參考圖、植生護坡、拋石護坡、混凝土砌(排)護坡、混凝土襯排塊石護坡、混凝土坡面工護坡、混凝土格框護坡、蛇籠護坡、基腳工…等12類基本圖；護岸篇有箱型石籠護坡、鋼柵石籠護坡與加勁式護岸等16類基本圖；護坦篇有混凝土護坦、拋石護坦等6類基本圖。各類基本圖主要內容為標準斷面參考圖、適用條件、材料說明與施工規範等項目。

水利工程基本圖彙編及資料庫建置

圖目錄

一、堤防篇			三、護坦篇			五、海岸保護工篇			七、小型水閘門篇		
圖號	版次	圖名	圖號	版次	圖名	圖號	版次	圖名	圖號	版次	圖名
LE.001	1	土(石)堤標準斷面參考圖	FP.001-1	1	混凝土異型護坦	SP.001	1	堤坡式海堤標準斷面參考圖	WG.001-1	1	(第一河川局) 門閘製造參考圖
LE.002	1	植生護坡	FP.001-2	1	混凝土異型護坦配件	SP.002	1	海岸護坡工	WG.001-2	1	(第一河川局) 門閘製造參考圖
LE.003	1	拋石護坡	FP.002	1	石籠護坦	SP.003	1	混凝土坡面工護坡	WG.001-3	1	(第一河川局) 吊門機參考圖
LE.004	1	混凝土砌(排)塊石護坡	FP.003	1	混凝土格框護坦	SP.004	1	植生護坡	WG.002-1	1	(第五河川局) 門閘製造參考圖
LE.005	1	混凝土襯排塊石護坡	FP.004	1	混凝土格框(封底)護坦	SP.005	1	基腳工	WG.002-2	1	(第五河川局) 門閘製造參考圖
LE.006	1	混凝土坡面工護坡	FP.005	1	拋石護坦	SP.006	1	收邊工	WG.002-3	1	(第五河川局) 吊門機參考圖
LE.007	1	混凝土格框護坡				SP.007	2	排水設施	WG.003-1	1	(第七河川局) 門閘製造參考圖
LE.008	1	蛇籠護坡				SP.008	3	道路鋪面	WG.003-2	1	(第七河川局) 門閘製造參考圖
LE.009	1	基腳工				SP.007	4	排水設施	WG.004-1	1	(第八河川局) 門閘製造參考圖
LE.010	1	收邊工				SP.008	5	道路鋪面	WG.004-2	1	(第八河川局) 門閘製造參考圖
LE.011	1	排水設施				SP.009	1	斜置式離岸堤	WG.004-3	1	(第八河川局) 組裝示意圖
LE.012	1	道路鋪面				SP.010	1	直線型堤壩	WG.004-4	1	(第八河川局) 吊門機參考圖
二、護岸篇			四、丁壩篇			SP.011	1	離岸堤壩	WG.005-1	1	(第十河川局) 門閘製造參考圖
圖號	版次	圖名	圖號	版次	圖名	SP.012	1	離岸堤壩	WG.005-2	1	(第十河川局) 門閘製造參考圖
RE.001	1	模式護岸標準斷面參考圖	GR.001	1	蛇籠丁壩	SP.013	1	消波塊護岸工	WG.005-3	1	(第十河川局) 吊門機參考圖
RE.002	1	拋石護坡	GR.002-1	1	拋石丁壩(基本型)	SP.014	1	拋石護岸工	WG.005-4	1	(第十河川局) 圖形自動開門參考圖
RE.003	1	混凝土砌(排)與堆排塊石護坡	GR.002-2	1	拋石丁壩(帶加強型)				WG.005-5	1	(第十河川局) 方形自動開門參考圖
RE.004	1	混凝土坡面工護坡	GR.003	1	混凝土格框丁壩	六、景觀設施篇					
RE.005	1	混凝土格框護坡	GR.004	1	混凝土格框(封底)丁壩	LS.001	1	高潮混凝土步階磚			
RE.006	1	蛇籠護坡	GR.005	1	混凝土異形塊丁壩	LS.002	1	高潮混凝土植草磚			
RE.007	1	基腳工	GR.006	1	排格丁壩	LS.003	1	透水磚鋪面			
RE.008	1	收邊工	GR.007	1	手壩型丁壩	LS.004	1	不銹鋼管欄杆			
RE.009	1	排水設施				LS.005	1	混凝土護欄			
RE.010	1	道路鋪面				LS.006	1	鍍鋅鋼管欄杆			
RE.011	1	漢式護岸(重力式)				LS.007	1	仿木(仿竹)欄杆			
RE.012-1	1	漢式護岸(懸臂式)				LS.008	1	木質欄杆			
RE.012-2	1	漢式護岸(懸臂式)配筋示意圖				LS.009	1	岩石花台			
RE.013-1	1	漢式護岸(L型)				LS.010	1	仿木綠石花台			
RE.013-2	1	漢式護岸(L型)配筋示意圖				LS.011	1	長型座椅			
RE.014	1	箱型石籠護岸				LS.012	1	帶椅座椅			
RE.015	1	鋼欄石籠護岸									
RE.016	1	加勁式護岸									

圖 2-11 水利工程基本圖彙編及資料庫建置目錄

二、補充調查試驗

(一) 地形與斷面測量

為利進行水道治理計畫線及堤防、護岸建造物布置設計及取得設計條件數據需要，得視現場實際狀況辦理下列測量：

- 1、地形圖測量(比例尺約 1/1000 ~1/2500)：繪製工程平面圖供堤防、護岸堤線、附屬設施布置設計之用。測量範圍原則上自工程起點上游 100 公尺至工程終點下游 100 公尺止，或採上下游加測 $L/4$ (L =施工長度)，兩者取大者為之。
- 2、地形圖測量(比例尺約 1/50 ~1/250)：供越堤路、進出水工、閘門等水工構造物布置設計之用。
- 3、縱斷面測量：進行堤頂肩線縱斷面高程測量，比例尺約 1/1000 ~1/2000 (水平)及 1/100 ~1/200 (垂直)。
- 4、橫斷面測量：比例尺約 1/100 ~1/200，橫斷面間距約 20~100 公尺，供建造物斷面設計及堤身土方計算等大宗工程材料之用。

(二) 工程材料調查試驗

堤防建造物所需砂石等填方材料數量龐大，以就地取材為原則，進行工程設計前應參考水利工程技術規範-河川治理篇第 2.1.4 節調查其料源、品質及可供應量；調查時應標明取料區地點、分布面積、層次、厚度、工地運距等，同時分析其性質、形態以及對工程計畫之適用度。另應預估取土區至工區運輸便道行經路線、距離及對環境生態之影響，妥為因應。

(三) 工程地質調查及鑽探試驗

河川治理設施如興建於砂礫石河床，一般並無基礎地質方面太大的安全顧慮。但因河道內地質差異性甚大，往往有粘土質、粉土質有機土，或疑似斷層、舊河道等軟弱地層，故原

則上應辦理工程地質調查、鑽探及試驗，確認工址地質特性及基礎承載能力，以確認工程設施安全。

辦理各項防洪、排水工程，如因工程結構特殊，或經現場目視研判存有地質疑慮者，應於測設階段辦理地質鑽探工作。

（經濟部水利處90年12月27日經（90）水河字第0901601288號函）；地質調查方法得依水利工程技術規範-河川治理篇2.1.4節辦理。另附近既有設施如有具體地質設計資料，得參照該資料辦理設計；但仍應先評估其是否具有代表性。

（四）現況人文環境及天然條件調查

人文環境包括公私有土地使用情形、現有建物分布、文化史蹟、社區居民對河川環境及治水設施的期望、地區交通需求等。

天然條件包括堤後地區排水、橫交野溪排水路分布及堤前河川深水流路可能沖刷危害情形等，均與治水設施安全及工程計畫能否順利執行息息相關，應詳細調查評估，以利工程設計時配合因應。

（五）生態調查

本署於104年1月16日以經水河字第10316166710號函頒「河川情勢調查作業要點」，規範所屬機關如何辦理所轄中央管河川情勢調查作業項目、方法及要求，建立一致性河川環境基本資料，作為河川環境管理之參考。

河川情勢調查係以河川環境生態為觀點，辦理定期而持續的河川環境生態基礎資料蒐集及調查，藉以瞭解河川環境生態之情況與趨勢。主要工作內容為：

1、基本資料蒐集：

包含河川概要、流域概要、流量及水質、河川型態、既有生態調查資料及前期河川情勢調查成果資料。

2、現地調查：

事先擬訂調查計畫，進行河川環境調查、生物調查、河川空間利用狀況調查及專題調查等。

(1) 河川環境調查：

河川環境因子調查包括水流、河床、水質等河川非生物環境組成成分之量化值量測，如河寬、水深、流速、河床底質、水溫、水質（酸鹼(pH)值、溶氧量(DO)、生化需氧量(BOD)、氨氮、懸浮固體及導電度）等，旨在明瞭河川生物棲息地狀況，及河川區域人工構造物對河川生物棲息地之影響。

河川生物棲息地狀況調查可依棲地尺度細分為河川巨棲地、中棲地、微棲地環境調查三項。

A. 巨棲地環境調查

包括氣象水文、地文特性、河相特性等。

B. 中棲地環境調查

(A) 水域型態調查，如表 2-2

(B) 岸邊覆蓋度調查：原生植被(含自然草地與灌叢/芒草地、自然林地、近自然森林等所占面積百分比。

C. 微棲地環境調查

微棲地環境指河川物化環境因子資料，調查項目如下：

(A) 河川流量。

(B) 河川水質：項目包括水溫、濁度、溶氧量(DO)、生化需氧量(BOD)、懸浮固體、酸鹼值(PH)、氨氮(NH₃-N)、導電度等。

(C) 河床底質。

至河川區域人工構造物調查項目則概分為河川縱斷連續性調查與橫斷連續性調查兩項。

A. 河川縱斷連續性調查

(A)調查河道橫向構造物位置及上下游高程差及是否造成河川縱斷不連續，及對水域生物之上溯或降下之影響。

(B)調查橫向構造物是否設置魚道(梯)及其型式構造與效能。

B. 河川橫斷連續性調查

(A)調查河道橫斷方向之水域、河岸帶（水陸交接帶）、高灘地等處是否具連續性，不連續之位置與原因。

(B)支流排水或支溝匯入處之連續性，及對水域生物之上溯或降下之影響。

(2) 生物調查

旨在明瞭河川區域內生物相；其中臺灣特有種、保育類、稀少或洄游性生物應加註明。調查項目：

A. 水域生物調查：魚類、蝦蟹類、水生昆蟲、維管束植物。

B. 陸域生物調查：哺乳類(不含蝙蝠)、鳥類、爬蟲類、兩棲類、昆蟲(蜻蜓)、維管束植物。

(3) 河川空間利用調查

A. 調查項目包括水域、陸域（高灘地）空間及河川空間景觀類型調查。

B. 陸域空間：調查高灘地土地利用型態、利用現況與範圍。

C. 河川空間景觀類型調查：依河川景觀特色及與周遭人文環境狀況區分。

(4) 專案(題)調查

目標範圍既有生態調查資料不敷使用或有特殊需

要時酌情辦理。專案調查前應先確定專案調查目的、限制條件及與一般情勢調查之差異等，再據以擬具調查計畫進行調查。

表 2-2 水域型態分類標準表

水域型態	淺潭	淺瀨	淺流	深潭	深瀨	深流	岸邊緩流
流速	<30 cm/sec	>30 cm/sec	>30 cm/sec	<30 cm/sec	>30 cm/sec	>30 cm/sec	<30 cm/sec
水深	<30 cm	<30 cm	<30 cm	>30 cm	>30 cm	>30 cm	<10 cm
河床底質	岩盤 漂石 圓石	漂石 圓石	砂土 礫石 卵石	岩盤 漂石 圓石	漂石 圓石	漂石 圓石 卵石	砂土 礫石
水面型態	位於河床下切較深處，水流較緩	水面紊動明顯並有水花，流速快，底層石塊可能突出水面	類似淺瀨，但較少有水花出現	位於河床下切較深處，水流較緩，水深淺潭為深	水面多出現流水撞擊大石頭所激起的水花	水面略有波動，常為淺瀨、淺流與深潭間之轉換段	河道兩旁緩流

資料來源：汪靜明 1,990 及 2,000 彙整

3、調查成果及河川環境評估：

(1) 調查成果

- A、調查成果包括：發現物種及保育類物種統計表、各類物種組成及數量統計表、各類物種出現環境一覽表、魚類於各區間出現狀況一覽表及分析單位距離或面積之採集量、各類物種名錄，並提出建議之指標物種。
- B、各調查樣站調查所得重要訊息應展示在地形圖上，繪製成河川環境基本圖(圖 2-12)。
- C、河川環境基本圖之底圖應可判定調查區域內之主要植被類型及其分布情形，配合現地補充調查核對校正，並在圖上分區標示樣區植被、河川棲地型態及分布位置。生物組成、特殊生物特性及其

出現地點等資料彙整後應加註於底圖上。

(2) 調查成果分析與評估

A、既往文獻或前回河川情勢調查成果與本次調查成果之比較。

B、水、陸域動、植物之生態特色及其分布狀況。

C、各類物種出現與河川環境關係。

D、臺灣特有種與保育類物種出現與河川環境之關係。

E、外來種出現對河川環境之衝擊。

F、河川棲地與生物棲息之關係。

G、應用物理指標、化學指標、生物指標，辦理河川環境品質評估分析，並與前期成果比較。

H、對象河川之生態保育課題探討。

I、土地利用、河川空間利用與河川生態之關係。

J、河川環境管理與河川治理應注意事項（包含生態保育措施規劃設計應注意事項）。

K、套疊相關單位保護區圖層及現地調查成果，彙製大、小尺度生態影響區位圖，如圖2-13及圖2-14。

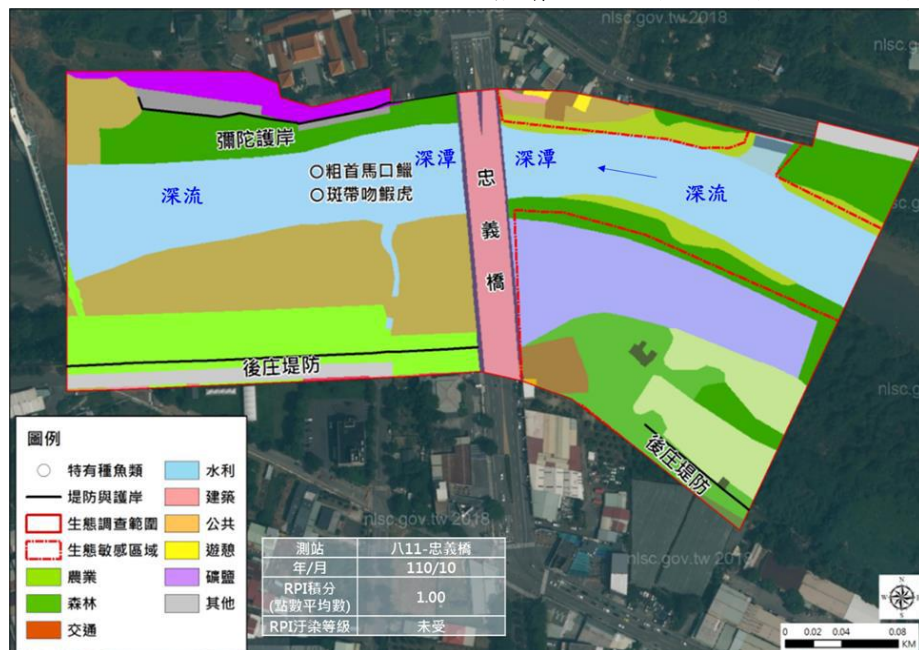


圖 2-12 河川環境基本圖

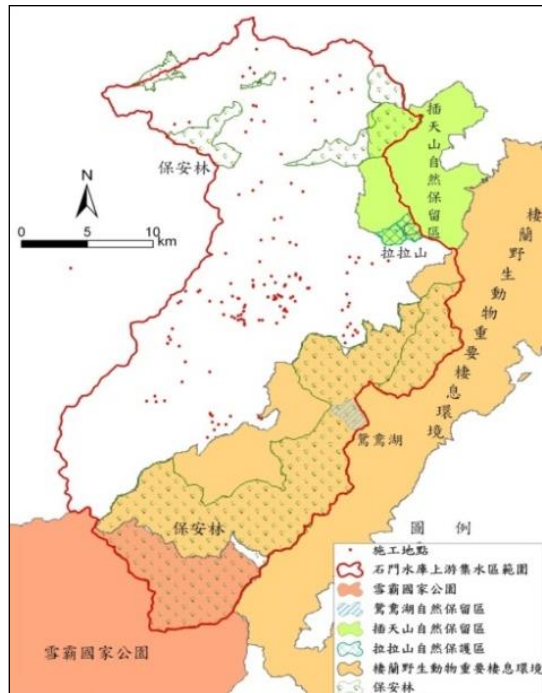


圖 2-13 大尺度生態影響區位示意圖

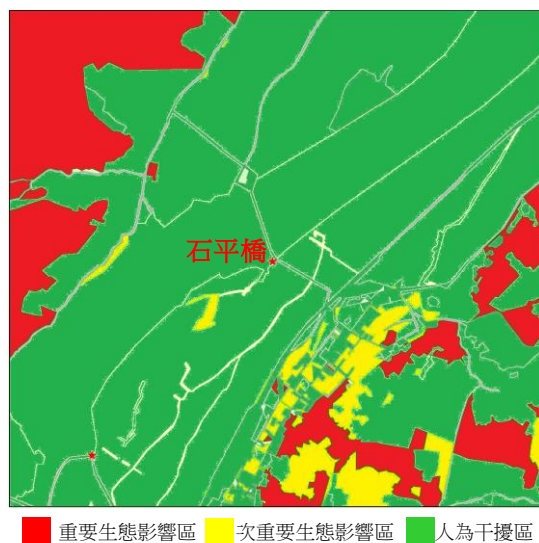


圖 2-14 小尺度生態影響區位示意圖

另本署於111年6月15日以經水河字第11116051500號函頒「中央管流域整體改善與調適計畫」生態調查操作指引，請各河川局及水規所參照生態調查操作指引辦理中央管流域生態環境調查作業。

上開生態調查操作指引，將調查類型分為「生態固定樣站調查」及「生態專案調查」，並說明調查週期、調查項目、調查

作業流程及資料上傳等事項：

(一)「生態固定樣站調查」：

旨在透過設置固定樣站、固定方法以定期調查方式取得生態資料，掌握水域生態變化趨勢及生態重點水域。

(二)「生態專案調查」：

旨在盤點各河川局轄管流域需要關注之生態物種，透過歷史資料、相關生態保育機關、地方民眾及生態社群等建議，辦理關注物種現地調查，取得其生態基礎資料據以擬定河川流域保育對策，供作後續河川治理工程辦理生態檢核使用。

三、環境分區與營造願景

(一) 河川環境角色

由於河川具環境之多面向角色與功能，於環境營造設計之始，即應先針對其自然、生態、人文、產業與法令政策等環境條件，進行檢討與評估分析，確定河川於區域環境中所扮演角色，再據以擬定環境營造設計目標，提供作為環境營造設計之方向。

- 1、 河川發源於山區，流經山谷、平原、都市或村落、農田、河口濕地及出海口，連接森林、草原、農業、都市、河口....等生態系統，可說是天生之生態廊道。(圖 2-15)
- 2、 河域涵蓋水域、陸域與濱水域，供養相當多樣生態，並調節微氣候、提供航運、自然淨化；且在文明發展史上，河川與地方文化及習俗均息息相關，於區域環境中扮演相當重要角色。
- 3、 河川涵蓋水域、陸域等藍綠帶自然景觀，呈現多采多姿面貌，為大地上最重要地景元素；自古以來，河川便是觀光遊憩之重要空間，也是詩人與文人歌詠的對象。

- 4、先民傍水而居，河川蘊育人類文明，世界四大文化均與河川關係密切，其不僅供應水源、食物、航運、娛樂……等，亦是文化意涵之一部份，深深影響沿岸居民生活。

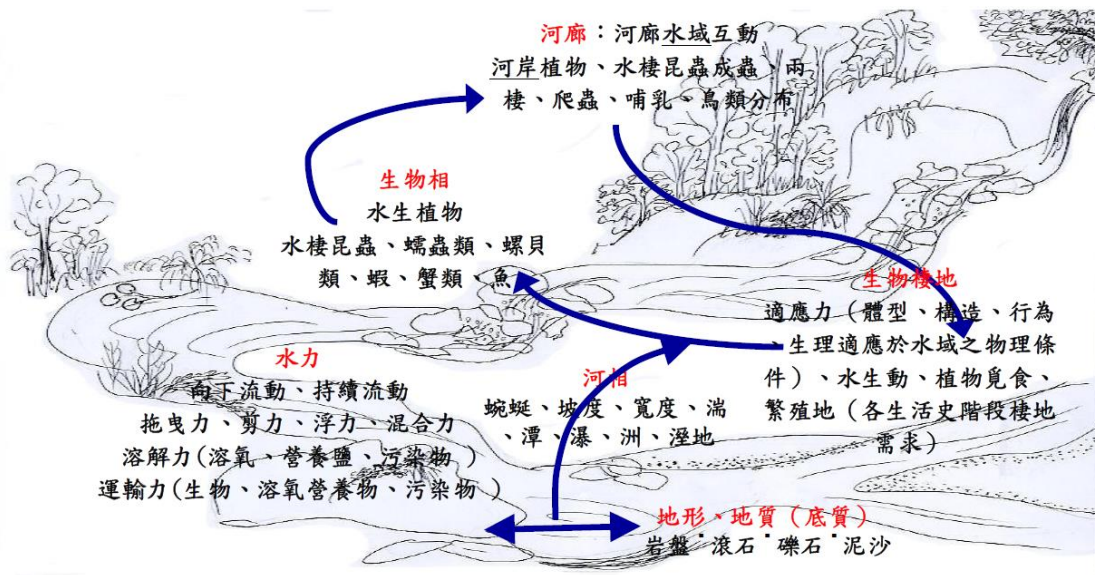


圖 2-15 河川生態系統圖(謝惠蓮 2005)

(二) 河川環境營造設計原則

- 1、河川環境營造設計應具適當彈性，於施工與未來環境管理時，可依據環境調查資料或現地環境條件予以適當調整，以利“讓自然營造設計”實現。
- 2、源自於地方之需求與環境特性，其設計與工法須因地制宜，無通案之標準圖與施工方法；應考量生態環境影響程度，酌採適宜之設計方案。
- 3、採師法自然，以自然為師之設計，減少介入過多人為主觀訂定之規範與標準。因其屬柔性設施，對抗洪流與河床質沖擊能力較為不足，可能會造成設施部分或全部沖毀；惟因其投資成本較低，可在災後短期內復原。
- 4、環境營造工程應尊重環境自然營造與衍替，其設計須涵蓋實質工程竣工後長期演變之正常機制；施工過程應密切觀

察對環境之影響，適時彈性調整設計內容；竣工驗收方式亦應有別於一般制式工程，無須斤斤計較於尺寸與線形，主要重點應放在施工成果是否能成功融入現地環境而不突兀，且後續衍替過程與結果能符合原預期目標。

（三）環境營造規劃分區

河川環境營造規劃設計係在河川整體治理規劃架構下配合辦理，在融入人文與自然環境的關注，尊重河川自然環境特性與地方民眾需求而不影響河川治理原則下，進行合理的使用分區劃分及適當的土地利用，並提供當地居民正當休閒遊憩場所，達到改善環境品質與提升民眾生活水準的目標。

- 1、 河域環境分區，以河川橫斷面空間劃設為原則，分別包括河川保育區、自然利用區及人工經營區等三類(圖 2-16)；可再依人為使用強度劃分河川生態保護、環境教育、自然休憩、親水活動、運動遊憩及農業活動等使用空間。
- 2、 各環境分區橫斷，依計畫洪水到達區域劃分為建槽流量到達區域、高灘區、堤岸區；建槽流量到達區域可再細分為常水到達區域、自然沖淤區(約略同濱水緩衝區)如圖 2-16；另依生態物種型態劃分為生態主要廊道、生態次要廊道(如圖 2-17)。
- 3、 濱水緩衝區位於低水河槽與高灘地之間(如圖 2-18)，以不配置人工設施為原則；必要之設施以就地取材或自然材料設計，相關設施應避免過度影響生態演替與河岸自然沖淤機制。植生設計儘量採自然植生代替人工植生(相片 2-2)，並以管理代替工程設施，及避免強勢外來植生入侵。
- 4、 低水域指低水流路(約略與常水區域同)，以能容納常流量為原則。
 - (1) 低水域應順應河川自然型態，包括自然沖淤趨勢、流路及河床型態等，儘量維持河川自然動態平衡機制，避免

設置大量人工構造物，並以不設置刚性護岸為原則。

- (2) 於低水域設置縱向構造物，如低水護岸等，儘量採用柔性工法，並注意洪汎時水生物避難空間或設施；另亦應考量陸域生物覓食、喝水及兩棲生物生存需求。
- (3) 低水域於河川縱向應相互連貫，以完整生態廊道系統；如有防災或水資源利用需求，必須施設橫向構造物時，應考量生物洄游需求，設置上下通道譬如魚道(梯)。

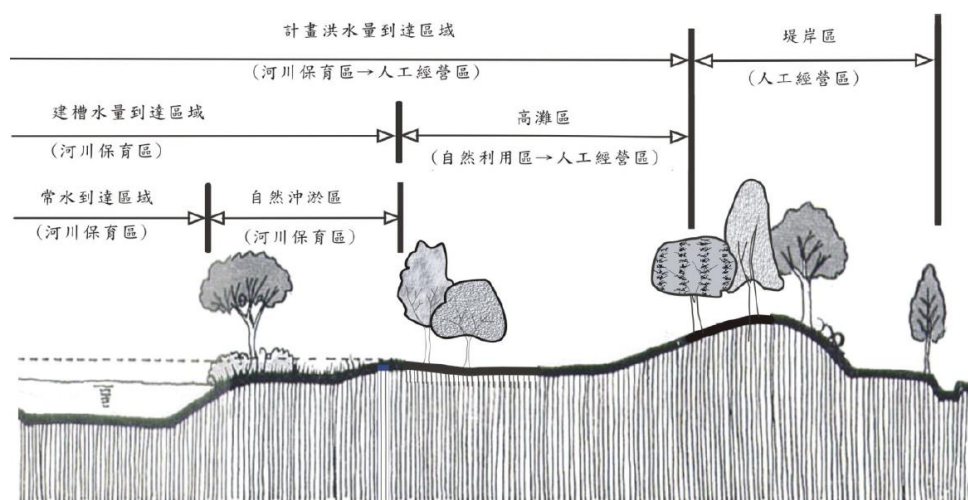


圖2-16 依水文型態劃分河川橫向環境分區示意圖

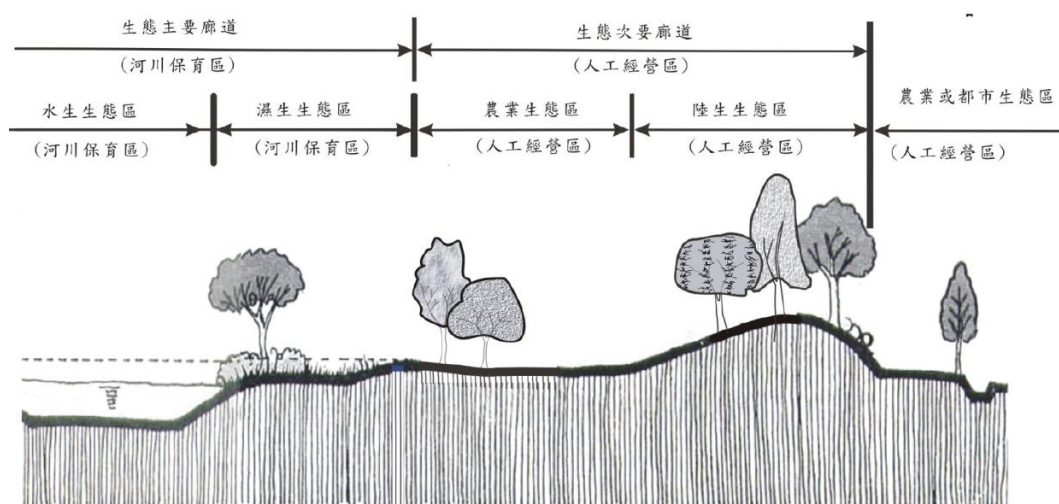


圖2-17 依生態物種型態劃分河川橫向環境分區示意圖

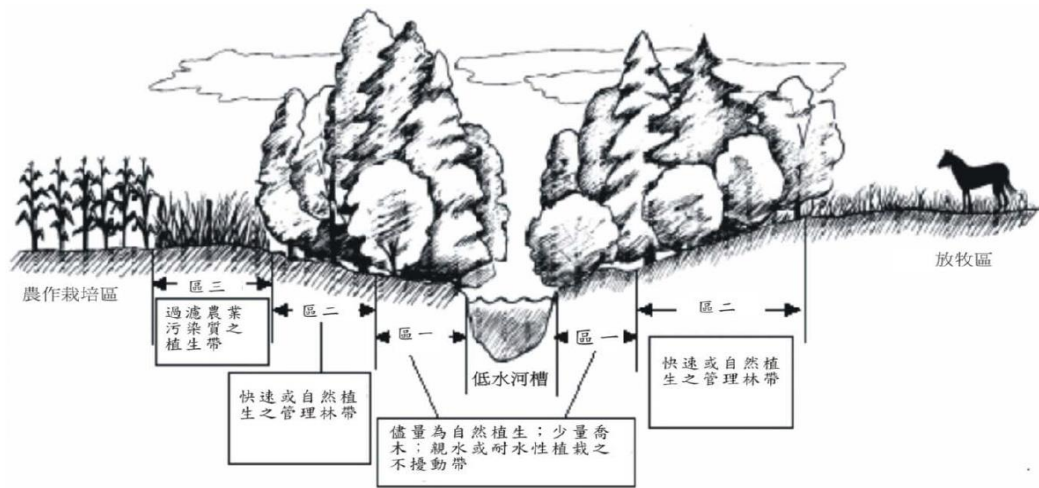


圖2-18 濱水緩衝區示意圖



相片2-2 宜蘭河濱水域自然植生保留帶

(四) 生態環境設計

河川工程設計需考量生態原則，確保並重視生物多樣性保育、河川形態之多樣化（含流況之多樣化）、生態廊道之暢通、目標物種之妥善保護、生態基流量之維持及水循環功能不被破壞。

生態背景資料是生態工法設計的基礎，有充分的資料始能創造出適合植物及各種野生動物生存之水邊環境，故在規劃設計前應先完整蒐集相關生態資料；尤其是個別物種生態習性及其生活史（包括繁殖季節）之掌握。

生態資料蒐集完整或生態調查完成後，宜先決定欲保護之目標物種、確認目標物種之生態環境需求，再以目標物種之生態環境需求當作設計參數進行工程布置設計。堤防、護岸建

造物設計時至少需將下項事項納入考量參採：

1、 維持河川自然蜿蜒形態

蜿蜒蛇行是河川本性，凹岸因冲刷水深是生物聚集最多之處；凸岸水淺為滯水區，易形成河畔林，是幼魚覓食之處(圖2-19)。故河川治理應儘可能保留河川原有蜿蜒形態，除有防災需求外，避免截彎取直大幅改變河川流路與生物棲地環境。

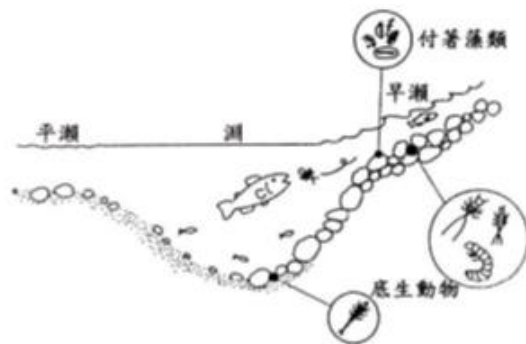


圖2-19 不同河床物理型態生態示意圖

2、 維持河道流況多變化

水域宜創造多樣化之棲地如深潭、淺流、急流、淺瀨、急瀨等流水型態，滿足水生生物之需求。

(1)河道整理時，不宜將整個河道均整平，形成單一之流水型態，僅須設法將影響水流之渠道掘深，儘量避免將原有之沙洲及濱溪植群完全剷除，以維河川棲地多樣性。

(2)凹岸因受二次流冲刷易形成深潭，造成防洪治理上之弱點，但卻是水中生物聚積之處，工程設計時常以拋石或土石填平，使深潭消失；建議可改以短丁壩方式治理，可兼顧防洪與生態需求，亦可修正河岸線。(相片2-3)

(3)另可考慮於河岸邊設置水生物之避難空間如綠丁壩(相片2-4)、徘徊灣池(wander)或靜水域(相片2-5)

等，以利水生物在洪汛時期躲藏避難。



相片 2-3 丁壩修正河岸線(福留脩文)



相片 2-4 綠丁壩(美國密西西比河，美國陸軍工程兵團)



相片2-5 紅石溪堤防魚穴

3、維持縱(橫)向廊道連續性

因應生物棲息、覓食、繁衍或遷移之需求，應維持上、下游縱向廊道之連續性、橫斷方向的連續性及主、支流

間之連續性，以利於生物多樣性保育。

- (1) 對於可能阻隔生物遷移與活動之區域或設施，應設置適當之生物通道；水域部分例如魚道(梯)之設置(相片2-6及2-7)；陸域部分，例如穿越堤身之聯絡通道等(圖2-20)。
- (2) 生物通道應滿足生物習性，於適當地點(圖2-21 魚道之設置應具集魚功能：魚道係利用水流過堰頂後，以垂直堰頂方向下流之水理特性，製造聲響與不同流速，將魚吸引至魚道口)、斷面型式、流速（例如當魚類上溯採游動方式時，魚道內之最大流速應小於魚類突進泳速（Burst speed）(表2-3)；若為跳躍時，魚梯各單元間之水位差應小於其跳躍高度(表2-4)) 與尺寸、材料(例如偶蹄類動物通道，底部不適合使用格柵設施)設置。



相片2-6魚道(梯)



相片 2-7魚道(美國黃石河，美國陸軍工程兵團)

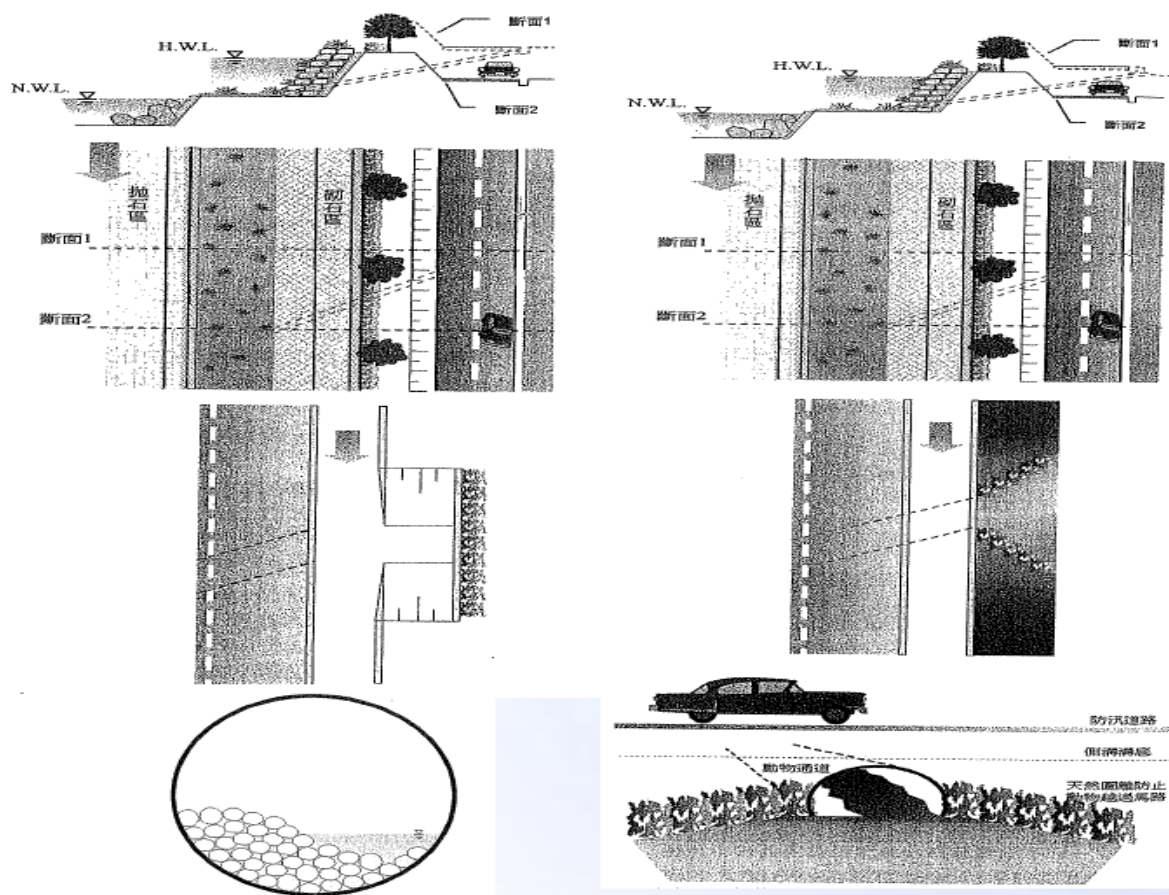
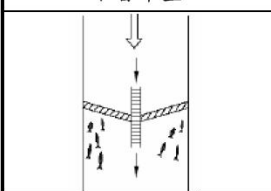
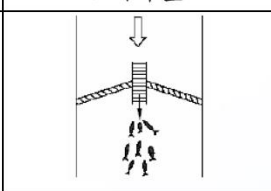
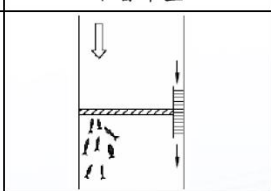
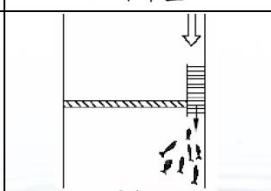
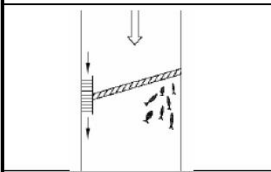
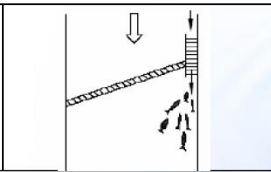
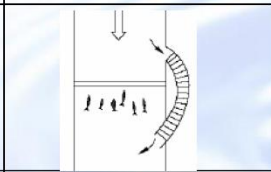
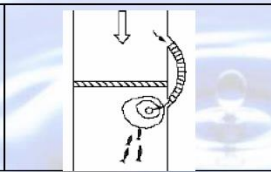


圖2-20 陸域設置生物通道示意圖

(取材自水利期刊第16期)

不當布置	正確布置	不當布置	正確布置
			
魚道位於壩體中央，應避免側岸水流吸引魚群		魚道與壩體垂直，入口應接近壩體下游面	
			
非垂直壩體之魚道，入口位於壩體下游面上游端		非附屬壩體之魚道，入口應接近尾坎以吸引魚群	

(魚道布置示意圖(廣瀨利雄，1991))

圖2-21 魚道(梯)集魚功能示意圖

表2-3 魚類游泳能力與適合之流速條件

魚種	極速泳速 (m/s)	每秒位移之 體長倍數	較合適之流速 區間(m/s)	較合適之水深 區間(m)
台灣鏟頰魚	1.28	15.1	—	—
台灣石鱚	1.16	9.5	0.1~0.2	0.52~0.62
台灣間爬岩鰍	2.30	—	0.9~1.0	0.62~0.72
明潭吻蝦虎	—	—	0.2~0.3	0.72~0.82
鱸鰻(幼鰻)	0.4	—	—	—

(取材自：河川治理及環境營造規劃參考手冊)

表2-4 適合台灣原生魚種跳躍之落差工高度限制

魚種 \ 條件	水位差(cm)
台灣鏟頰魚	30
台灣石鱚	40
粗首鱚	40
台灣纓口鰍	40
台灣間爬岩鰍	50

4、岸坡緩坡化

護岸之坡度應儘量採緩坡化、表面粗糙化，材質多樣化、自然化並具多孔性。(相片2-6)

5、使用自然資材

堤防、護岸工程須使用大量工程材料，應儘量就地取材，一方面可減輕車輛輸運過程對環境造成影響與能源消耗；另方面土中洞穴、塊石縫隙及草皮等自然資材環境，原本就是生物習於居住環境，對其無害。

6、保留河畔林與自然植生

河畔林或岸邊現存之樹木（含喬木及灌木等）加以編號標示後保留，濱溪自然植生亦應儘量保留(相片2-7)；必

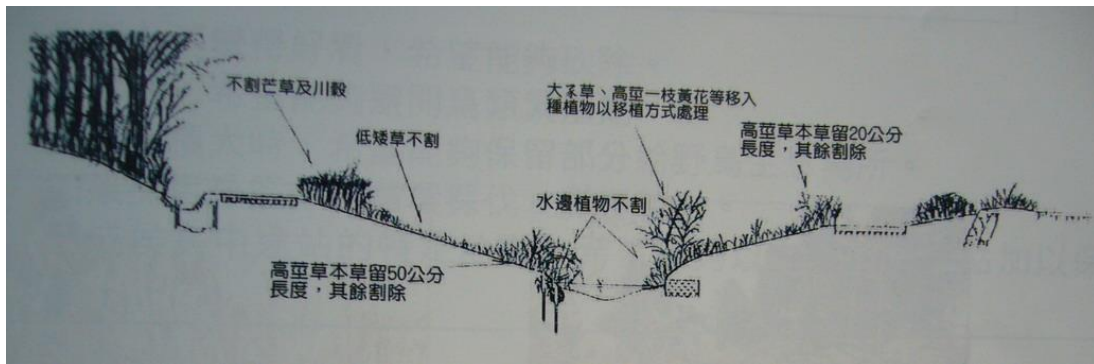
要時於適當地點設置濱溪植群帶(相片2-8)，以維持河川縱(橫)向廊道連續性。

7、 施工期避開生物繁殖期

進行施工期程規劃時，應避開水生物洄游、產卵季節及其它野生動物繁殖季節；保育類或珍稀有物種之繁殖期尤應注意迴避，以減少干擾程度。施工所需臨時使用之河床土地或施工便道或取土區等，應儘量避開河川生態敏感區或野生動物之繁殖與棲息場所。



相片2-6堤防堤坡設計緩坡化、自然化



相片2-7 既有植生保留



相片2-8 濱溪植生群帶

(五) 河川區域植生設計

1、 相關法令規定

- (1) 為避免在河川區域內種植以至於影響河防安全，河川管理辦法第三十七條針對部分區域訂有禁止種植之規定。
- (2) 為利各河川局審查轄管中央管河川區域內申請人依水利法第七十八條之一第四款規定申請種植植物案件，本署訂有「河川區域種植規定」，目的在規範使用河川公地之申請人在高灘地及河防建造物上得種植植物之種類與位置。另考量河川局辦理防洪治理、河川揚塵改善及河川環境保育需求，在第十條規定河川局得依防洪設施規劃地點、形式，按種植樹種特性並估計其成長型態，以「防洪植栽工法」辦理，並得密集植栽；但最大水位總抬升率不得大於出水高之百分之十二。
- (3) 水利工程技術規範-河川治理篇-第五篇設計-第八章河川植生設計，針對所謂「防洪植栽」作定義，並規範在濱水緩衝區、高灘地、堤身導入植生作業時，有關植生設計目標、植物材料選擇、植生演替之考量及植生成果應調查評估之事項。

2、 防洪植栽設計

「防洪植栽」係以植生方法柔性阻抗洪水，以降低流速、減少沖刷、促進落淤，減輕洪水直接衝擊，保護防洪設施安全。

- (1) 濱水緩衝區植栽：堤防在彎道凹岸處因水流速集中易被沖刷，可藉由適度之群聚植栽方式代替工法，將流速緩和，達到保護堤防之功效，如圖2-22；另可考慮種植河畔林降低近岸水流速(圖2-23)。

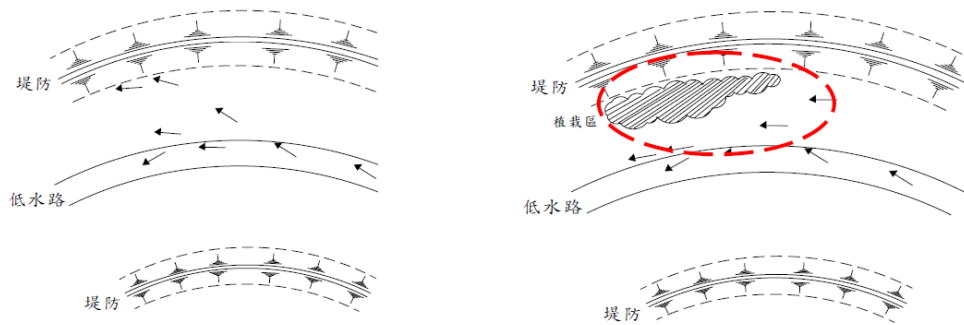


圖2-22 彎道處以植栽替代工法示意圖

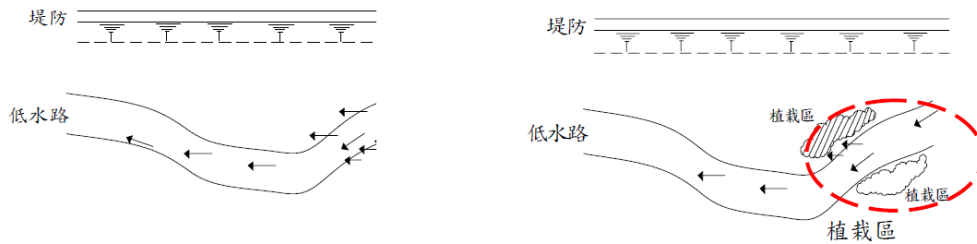


圖2-23 低水路河岸以植栽導流工法保護示意圖

- (2) 高灘地植栽：於高灘地植栽，應著重強化高灘地防冲刷能力，可考慮於高灘地密集植生灌木，鞏固高灘促進落淤，以有效保護基腳，間接保護防洪設施安全(圖2-24)；惟植栽區域與堤防之間有間隙時，易有束水冲刷效應(圖2-25)，恐有危害堤防等建造物安全疑慮。為避免此類情形發生，可依水理計算來設計植栽範圍，以減輕束水冲刷效應，可考慮(a)增大植栽區域之邊緣與堤防側之間距，(b)減小河川橫斷面方向之植栽寬度，(c)減少植栽密度以增加通透度，(d)分段群植低莖灌木，圖2-26採分段植栽降低流速。

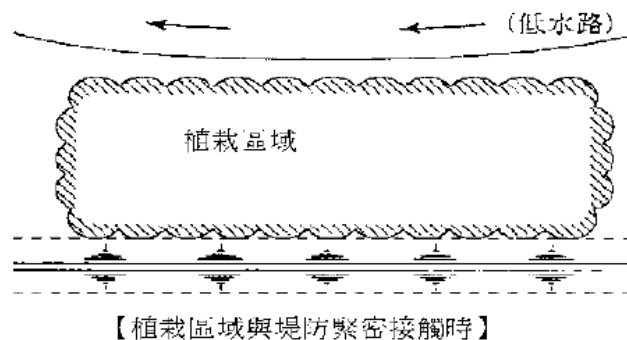


圖2-24 高灘地密集植栽減速落淤示意圖

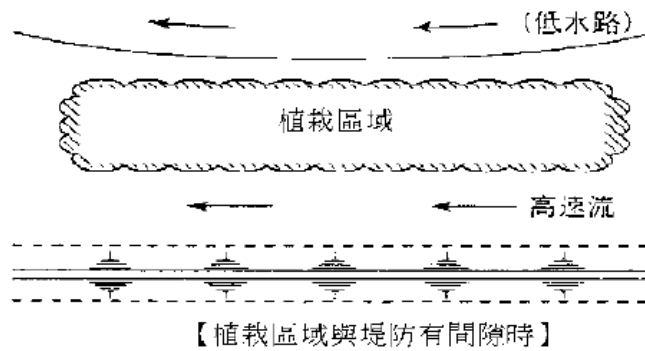


圖2-25 沿堤防產生高速水流示意圖

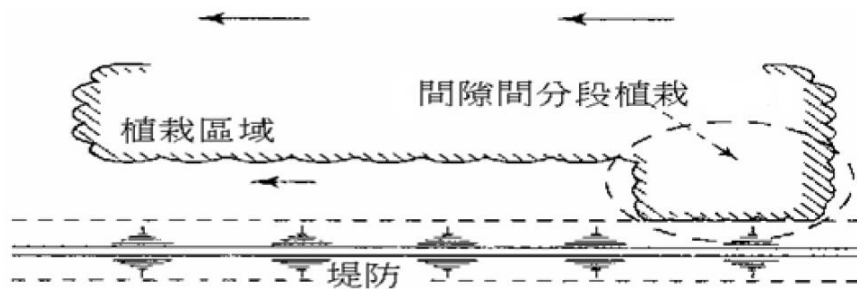


圖2-26 植栽區域與堤防間分段植栽示意圖

(3) 堤身植栽

堤防、護岸的植生綠化應著重對堤防、護岸的保護功能及植生與環境條件的搭配。考量堤外坡與堤內坡防洪機能上的差別，如以生態綠廊的思維進行堤坡植生，在植生種類的選擇上，考量其基本條件，以提高植生的存活率且不影響防洪安全為原則。

- A. 堤外坡：為臨水側，應考量水流影響，盡可能以深根性的地被類植物進行堤坡綠化(相片2-9)。一般植生無法抵抗流速大於2公尺/秒的水流沖刷，故宜以此條件定位植生的強度及功能；流速較高河段可考慮以柳枝編柵工法保護坡面。(相片2-10)
- B. 堤內坡：多緊鄰水防道路，為堤坡需加強綠化側，可配合各類工法發展多樣化的綠化方式(如複層林形式)，並配合周邊開發狀況及民眾需求決定綠化強度。(相片2-11)

- C. 堤頂：如提供做為散步道，可考量種植灌木形成綠籬，（相片2-12）；如堤頂寬度較為寬廣，且社區居民有休憩遮蔭需求，可考慮採防洪植栽工法，以深根性喬木、灌木採複層林方式營造綠蔭環境，較能抵擋颱風豪雨期間強風吹襲拉拔破壞。



相片2-9 華隆護岸植原生種越橘葉蔓榕



相片2-10 卑南溪大興堤防



相片2-11 高屏溪萬丹堤防



相片2-12 堤頂綠化

四、公民參與

任何河川整治計畫之推行，都必須獲得當地民眾之支持。因當地民眾生於斯、長於斯，對該河川特性最為熟稔；且因依附於其旁生活，故對河川環境之變動反應亦最為強烈。

國人在經濟力提升後，比以往更為重視運動休閒需求，因此對於提升河川環境品質之要求甚高。河川局在進行工程設計前，應針對議題性

質，邀請相關單位、地方、NGO及關切該議題團體，藉由工作坊、會議、現勘等形式，共同研商溝通、勾勒環境營造願景。

本署為規範所屬河川局確實辦理在地溝通工作，於111年9月26日以經水河字第11116096780號函頒「經濟部水利署各河川局在地溝通即在地諮詢小組設置及作業注意事項」，指導河川局同仁在辦理在地溝通前應盤點地方民眾關切之議題及關係人，並規劃適當之在地溝通形式及內容。除於附圖1附有「在地溝通及在地諮詢辦理流程圖」引導同仁辦理在地溝通步驟外，另附上台灣社群名錄，臚列各河川局轄區內相關社群名稱與聯絡方式，供各河川局視議題性質邀請參與。

河川局應滾動盤點轄區民眾、社群關切議題，主動溝通化解阻力，甚至形成助力；對於合作愉快，態度積極之對象均應建檔，並維持正常之互動關係。

五、資訊公開

河川局應依據「經濟部水利署各河川局在地溝通及在地諮詢小組設置及作業注意事項」規定，並依政府資訊公開及個人資料保護法規定將以下資訊公開：(詳如圖2-27)

(一)在地溝通及在地諮詢相關法規。

(二)在地溝通專區

(三)在地諮詢小組專區

經濟部水利署
水利工程計畫透明網

計畫列表 / 工程查詢 / 工程行政透明 / 生態檢核 / 公告專區 / 相關連結

水利計畫查詢
Project Search

執行年度: 全部
計畫名稱: 請輸入計畫名稱
執行單位: 全部
關鍵字查詢: 關鍵字查詢
送出查詢

水利工程查詢
Engineer Search

年度: 開始年度 ~ 結束年度
工程地點: 全部 ~ 全部
工程名稱: 請輸入工程名稱
執行單位: 全部
送出查詢

瀏覽人次: 6156 / 最後更新日期: 111-07-07

臺中辦公處: 406281臺中市南屯區新明路2段501號 / 電話: (04)2250-1250 ~ (04)2250-1499 / 傳真: (04)2250-1626
臺北辦公處: 106242臺北市大安區寧波路3段41-3號9-12樓 / 電話: (02)3707-3000 ~ (0800)212-239 / 傳真: (02)3707-3134
新店辦公處: 231214新北市新店區安樂路三號70號 / 電話: (02)8941-5026
彈性上班時間: 07:30~09:30, 16:30~18:30 / 彈性上班時間: 09:30~12:30, 13:30~16:30

圖2-27 本署資訊公開網頁

第參章 防洪建造物工程設計與成果審查作業

一、工程設計作業程序

(一) 工程設計作業流程

堤防、護岸等防洪建造物工程設計作業包括先期作業及實質作業，整體作業流程如圖 3-1。各階段重點工作如下：

1、工程設計先期作業

(1) 蒐集相關報告、圖資及基本資料

- A. 設計階段所需資料主要來自規劃階段調查規劃成果，舉凡既有調查、規劃報告、分析計算成果、相關圖資、照片等，均應蒐集供設計參考。
- B. 附近既有設施的設計資料最有參考價值，尤其是基礎地質承載能力，過去損害原因及修復情形等資料均應蒐集。

(2) 計畫目標及所設計設施功能瞭解

- A. 配合現代社會需求，河川治理計畫通常必須兼顧防洪、生態維護及河川環境營造等多項目標，針對規劃階段所擬定的目標，在設計作業開始時應先充分瞭解。
- B. 所設計設施的功能是否能確保計畫多目標的達成，以及單項設施的設計是否會對計畫多目標中的某一項有所妨礙，均為設計者關切重點，故宜瞭解計畫目標各項設施應具備功能的關聯性。

(3) 設施位置及範圍確認

- A. 針對擬治理河段範圍、保護對象及工程布置可能位置及範圍等，應進行現地勘查確認。

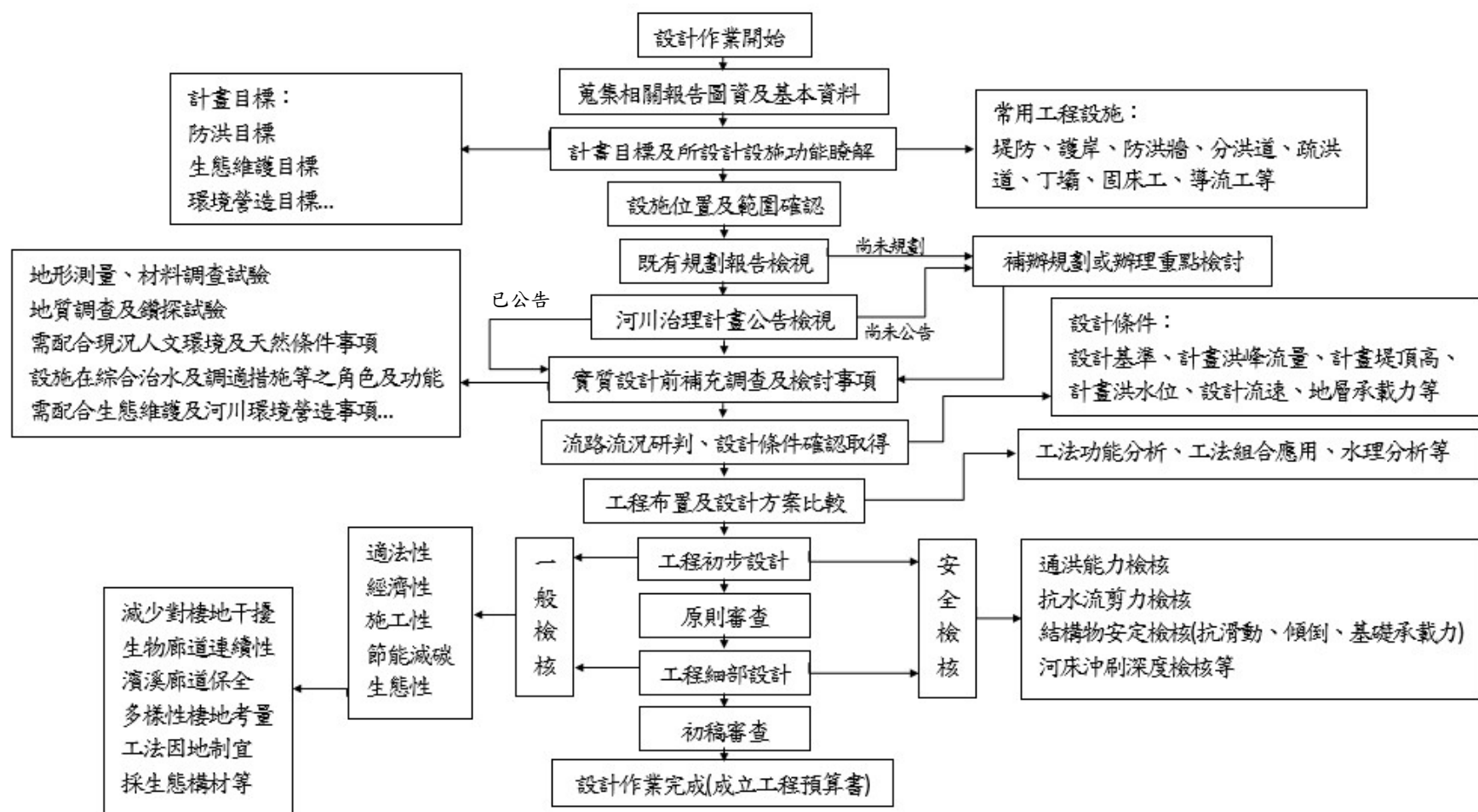


圖 3-1 防洪建造物工程設計作業流程圖

- B. 藉由書面資料及現地勘查確認設施位置及範圍及擬保護對象，除對工程布置的精準度有幫助外，另對工法工料的選擇及風險評估考量也有助益。

(4) 既有規劃報告、治理計畫公告檢視

- A. 設計作業應以規劃成果為基礎，故應先檢視計畫河段規劃辦理情形及既有規劃報告。若已公告河川治理計畫，由於具有法律效力，設計作業自應以該治理計畫為準。
- B. 在未規劃河段，欠缺計畫洪水量、計畫堤高及堤線位置等設計基本條件；如因災害需緊急處理，則宜視其為應急措施，事後仍應補辦規劃為妥。

(5) 測量

堤防、護岸等防水建造物須依公告之水道治理計畫線及用地範圍線布設，為該等建造物及相關附屬建造物布置設計及取得設計條件數據需要，應視實際情況辦理下列測量：

- A. 地形圖測量-供建造物堤線布置設計之用：比例尺約 1/1000~1/2500。地形測量範圍原則上自治理河段上游 100 公尺至治理河段下游 100 公尺止或採上下游加測 $L/4$ (L =施工長度)，兩者取大者為之。
- B. 地形圖測量-供附屬建造物、構造物布置設計之用：比例尺約 1/200~1/500。
- C. 水道治理計畫線縱斷面測量：比例尺約 1/1000~1/2000(水平)及 1/100~1/200(垂直)；橫斷面測量，比例尺約 1/100~1/200，橫斷面間距約 20~100 公尺，供斷面布置及土方計算之用。

(6) 實質設計前補充調查及檢討事項

- A. 工程材料調查：堤防、護岸工程所需砂石粒料數量

龐大，以就地取材為原則；其調查得依水利工程技術規範-河川治理篇第 2.1.4 節辦理。

B. 工程地質調查、鑽探及試驗：河川內地質差異性大，原則上應辦理工程地質調查、鑽探及試驗，確認地質特性及基礎承載能力；其調查得依水利工程技術規範-河川治理篇第 2.1.4 節辦理。

C. 人文環境與天然條件調查：

- (A) 堤防、護岸等建造物位置，在規劃時即應考量儘可能使用公有地及避開民房建物，設計實施仍應根據現況調查再作確認，在工程布置上適當的配合因應。
- (B) 附近社區居民對河川環境、空間利用及治水設施的期望應予查訪，供設計參考；其經採納列入設計範圍者，應考量日後能否有效管理維護。
- (C) 堤後地區排水問題應予調查，視需要納入水防道路邊溝系統一併處理。
- (D) 水防道路設計應考量與附近既有道路銜接，路面高程應維持適當高度，避免因堤後排水不良造成路面淹水，影響緊急搶修險作業。
- (E) 堤前是否有深水流路沖刷危害可能性，應予充分調查瞭解，以供堤防護岸保護工設計參考。

(7) 所設計設施在綜合治水整體考量中的角色及功能

A. 綜合治水係以多元治水設施共同達成流域性的防護目標，所設計的單元設施在綜合治水整體考量中的角色及功能應充分瞭解，避免過當或不足的設計；

尤以堤防計畫高度、分洪道、滯洪池及抽水站設計規模的決定最應考量此因素。

- B. 流域綜合治水的整體考量係於規劃階段辦理，工程設計者應根據規劃報告充分瞭解整體考量下各單元設施應具備的功能及系統操作方法，並據以設計。

(8) 工程設計需配合生態維護及河川環境營造事項

- A. 為減輕環境衝擊而以近自然工法設計者，一般常見堤防、護岸坡面採用多孔隙材料構築；如蛇籠、箱籠、土籠、砌塊石等，護坡改用植生綠化或編柵工法處理，固床工採天然巨石串連形成魚道水路等。
- B. 為生態維護及河川環境營造目的需增列的工程措施及植栽綠化等事項，需因地制宜視實際情況採行。一般常見以管理方式維護河川流路，保持天然狀態避免生態環境受干擾；人工方式則以魚道維持上下游生物通道的暢通。在環境營造方面，目前常見河川高灘地綠化、興建親水步道、堤防護岸邊坡綠美化等。
- C. 為維護既有生態環境，儘量減少工程干擾是為上策，設計者應詳讀生態環境調查成果，瞭解需維護對象及其狀況，掌握工程減量原則進行相關設計。

(9) 確立設計條件

設計條件包括設計基準、計畫洪峰流量、計畫洪水位、設計流速、地層承载力及其他內外營力條件，作為設計河川治理設施的尺寸、形狀、位置、安全性及功能性等所根據的基本數據要素及條件。

A. 設計基準：

- (A) 依個別河川水系核定之治理規劃報告、治理計畫為準。

- (B) 丁壩及坡面坡腳保護工等附屬設施，係屬輔助河防安全性質，本就需要經常修補填充；除檢討對洪水位的影响需以計畫洪水量為準外，有關各該設施自身的結構設計，在適當考量安全性及成本因素下，可酌量採用較低的洪水量設計。
- (C) 河川內的植生及親水設施，依其設施目的，得酌量考慮安全以較低洪水流速設計；一般可採流速 2 公尺/秒以下設計。

B. 計畫洪峰流量：

- (A) 各河段計畫洪峰流量以核定之河川治理計畫為準；但如時間較久，流域環境已有明顯變化，則需再加檢討確定。
- (B) 在未有治理計畫河川，可依「河川治理規劃及河川區域劃設水文分析報告審查作業須知」辦理水文分析，擬訂各河段計畫洪峰流量，經依規定程序審查認可後採行。

C. 計畫洪水位：

- (A) 計畫洪峰流量決定後，透過水面線演算可決定計畫洪水位，原則上仍以河川治理計畫為準；如河道流路及河床斷面已有明顯變化，則需再加檢討確定。
- (B) 未有治理計畫河川可依「水文分析參考手冊」及其他相關手冊方法，依最新測量的河道斷面資料計算，決定計畫洪水位。

D. 設計流速：

- (A) 由於局部流速的多變性，一般工程設施並未針對特定流速進行設計，而是根據規劃

報告分析的河道平均流速資料，衡量工程設施的安全性而設計其結構及保護措施。

- (B) 在水理狀況複雜河段，必要時可辦理二維水理分析，瞭解局部地區流速流向變化情況，供結構物設計參考。

E. 地層承載力

- (A) 建造物基礎設計應考慮之載重可分為靜載重、活載重、風力、地震力、上浮力、土壤及地下水之作用力、振動載重以及施工期間之各種臨時性載重等。
- (B) 基礎地層承受之最大基礎壓力視載重作用方向、分布以及偏心等而定。設計時應考慮不同階段中可能同時發生之載重組合，作為設計之依據。

2、工程設計實質作業

(1)工程系統整體布置設計

- A. 防水建造物工程設計係藉由主要建造物(例堤防、護岸、防洪牆等)與各項附屬建造物(例丁壩工等)共同抗洪，並將洪水範束在河道內；故進行工程設計時須就全河段工程系統進行整體布置設計，確認系統整體功能需求，並修正各單元設施互有干擾影響之處。
- B. 若現況深水流路及河川沖淤變化與原規劃時有明顯差異，直接引用規劃報告數據有疑慮時，應以數學模式分析水理狀況，確認水理設計要素，必要時得辦理水工模型試驗。

(2)防洪建造物布置

- A. 建造物布設原則上應根據河川治理計畫水道治理計

畫線位置布設；實際布設時尚需就現地實際情形再行確認。

- B. 堤頂高程應依據河川治理計畫之計畫堤頂高布設，並參考區域地層下陷趨勢與填築材料自然壓密沉陷量酌予調整。
- C. 計畫堤防與既有防洪設施、道路及跨河建造物如何銜接配合，也是設計重點，必要時須協調相關單位及附近居民意見。

(3) 堤型選擇

- A. 應按照因地制宜、就地取材的原則，根據堤段所在的地理位置、保護標準、重要程度、堤址地質、築堤材料、水流及風浪特性、施工條件、環境景觀、工程造價等因素，經過經濟分析比較，綜合評估確定。
- B. 築堤材料可選擇土堤、石堤、混凝土或鋼筋混凝土、分區填築的混合材料堤等；根據堤身斷面型式可分為斜坡式堤、直牆式堤或直斜複合式堤等。
- C. 各堤段可根據其具備條件採用不同的堤型；在堤型變換段應妥適銜接，可以漸變方式銜接處理。

(4) 堤身設計

堤身設計應根據堤基條件、築堤材料及水流與風浪等條件進行。堤身各部結構與尺寸，應考量結構安定、工程技術及經濟比較後確定。

土堤堤身設計應包括確定堤身斷面布置填築標準、堤頂高程、堤頂結構、堤坡與戕台、護坡與坡面排水、防滲與排水設施等。牆式護岸設計應包括確定牆身結構形式、牆頂高程和基礎尺寸及防滲、排水設施等。

- A. 築堤材料與填築標準

築堤材料一般以就地取用河床料為原則，可分為土料、石料、砂礫料及混凝土材料等，應符合下列規定：

(A)土料：不得含植物根莖、磚瓦垃圾等雜質；土料填築夯實厚度，依本署施工規範規定辦理。

(B)砂礫料：耐風化、水穩定性好，以就地取用河床料為原則。

(C)混凝土：骨材應符合國家現行標準相關規定。

B. 堤身穩定

(A)堤防邊坡破壞型態多屬圓弧滑動破壞，進行堤身設計時，為防止發生滑動破壞，其安全係數建議採 1.3 以上。堤基寬度至少應為洪水高出堤基高度之 4 倍。

(B)堤坡坡度應根據堤防保護標準、堤身結構、堤基、築堤土質、風浪情形、護坡型式、堤高、施工條件等，藉由安定分析確定。堤坡坡度一般採用參考值如下表 3-1。

表 3-1 堤坡坡度一般採用參考值

堤坡型式	設計坡度
土坡	1:2~1:8
拋石	1:2~1:4
乾砌塊(卵)石	1:2~1:3
混凝土砌塊(卵)石	1:0.5~1:2
混凝土排塊(卵)石	1:0.5~1:2
混凝土襯排塊(卵)石	1:0.5~1:2
混凝土坡面工	1:1.5~1:2

(C)堤高超過 6m 者，宜設置戕台，戕台寬度不宜小

於 1.5m。

C. 防滲與排水設施

台灣地區降雨強度大且降雨時間長，堤防坡面易受雨水沖刷，滲流進入堤身，影響結構安全。另中下游地區河川水流不暢，若長時間維持高水位，易因滲流對堤防產生安全顧慮，應視實際需要設計防滲與排水設施。

(A)堤身設計應滿足滲透穩定要求，滲流計算可參考水利工程技術規範-河川治理篇附錄十「滲流計算方法」。滲流線不能露出於堤後坡面，以避免坡面破壞。

(B)堤身防滲可採用心牆、斜牆等型式。防滲材料可採用黏土、混凝土、瀝青混凝土、不透水膜等材料。

(C)堤身排水可採用伸入背水坡腳或沿坡面設置濾層。濾層材料可採用砂、礫料或土工織物等材料。

D. 基礎承载力

(A)堤防設計應根據堤防型式進行穩定分析，滿足土壤的允許承载力；土壤的承载力不足時，則需要進行置換或加固處理。

(B)為獲得地基土壤之容許承载力，應蒐集相關資料及進行地基調查後決定；通常可由試驗求得之極限承载力，除以安全因數 2 作為容許承载力。

下表 3-2 為各類土壤之容許承载力參考值。

E. 護坡工與坡面排水

(A)護坡工應堅固耐久、就地取材、利於施工與維護。

對不同堤段或同一坡面的不同位置可視實際需要選用不同的護坡工型式。

表 3-2 不同土壤安全承載力概估值

土壤	噸/平方公尺
黏土、軟	10
中	20
硬	40
砂、細而鬆散	10
細而緊密	30
粗而鬆散	30
礫、鬆散之砂礫混料	40
緊密之砂礫混料	50
硬盤	100
堅硬頁岩	100

(B)臨水側護坡工的型式應根據風浪大小、近堤水流，結合堤高、堤身與堤基土質等因素確定；背水側護坡的型式除本身穩定因素外，尚需考慮當地民眾意見及維護管理需求。

(C)水流沖刷或風浪作用強烈的堤段，臨水側坡面宜因地制宜，選用較剛性工法；一般考量消能、抗磨耗、耐衝擊等需求，選用適宜材料與工法設計坡面系統；背水側坡面，除具溢堤風險或堤後有重要保護標的堤段外，可因地制宜採較柔性工法，如土坡、植草或各類的柔性護坡工。

(D)水泥系材料、砌石、混凝土護坡工與土體之間可在設計穩定條件之下，視實際需要設置墊層。墊層一般採用如砂、礫石、碎石、塊石及土工織物等。

(E)漿砌石、混凝土等護坡工，視現地情形(例如護岸工，堤後有地下水須排除等情形)設置排水孔，以

上下交錯設置為原則，並視需要設置伸縮縫。

(F)砌石與混凝土護坡工在堤腳、戕台、堤頂等坡度改變處，在考量整體安全穩定需求下，得視現地需要設置基座。

(G)高於 6m 的土堤受到雨水沖刷嚴重時，宜在堤頂、堤坡、堤腳以及堤坡其他結構物接合處設置排水設施。

(H)平行堤軸線的排水溝可設在戕台內側或近堤腳處。坡面豎向排水溝可每隔 50~100m 設置一條，並與平行堤軸向的排水溝連通。排水溝得視現地狀況採用草溝、砌石溝、混凝土溝等，其尺寸與底坡坡度應由計算或結合已有的工程經驗確定。

(5)堤腳防沖刷保護

河道凹岸或深槽逼近堤腳河段，防洪建造物基礎易遭受洪水沖刷流失，故應視地形、水流可能沖刷與動床深度、護坡工斷面型式等條件，加強基礎防沖刷保護設計。國內水利單位較常使用之堤腳防沖刷保護設施主要為基腳工與護坦工等，或設置丁壩工挑改流向、掛淤護岸。

基腳工與護坦工等基礎保護工之主要功能係為防範基礎沖刷或動床過程影響堤防基礎安全，故如何預測洪水過程之動床深度與水流沖刷深度，為基礎保護工設計首要工作。

本署水利規劃試驗所以大安溪水尾堤防為案例(如圖 3-2)，針對卵、礫石及砂質河床，於實驗室水槽內，進行 3 種斜向流攻角(A30、A60、A75)之堤防、護岸基腳沖刷與保護水工模型基本試驗(101 年~109 年)，於 110 年 4 月完成「河道堤防之基腳沖刷與保護試驗研

究(總報告)」(參見本署公務雲圖書典藏及數位影音平台下載)，提出下述堤防基礎保護工橫斷面設計建議：

A. 取得堤防基腳保護工之布置參數

先取得斜向流攻角(A_i)、來流河寬(B)、洪峰單位寬度流量(q_p)、洪峰有效稽延時間(t_p)及河床質 d_{50} 等參數。

註 1：河道洪峰單位寬度流量 (q_p)：經統計水利署轄管主要河川河段洪峰流量在 28 平方公尺/秒以下者，一般可設定為該河段 2 年至 10 年重現期距洪水流量($Q_2 \sim Q_{10}$)搭配對應的來流河寬(B)求得。

註 2：洪峰有效稽延時間(t_p)：為河床質 d_{50} 臨界起動流量(Q_c)至河道洪峰(Q_p)之時間稽延。

註 3：決定斜向流攻角(A_i)、來流河寬(B)，參見上開報告 P. 2-35~P. 2-36 案例方法。

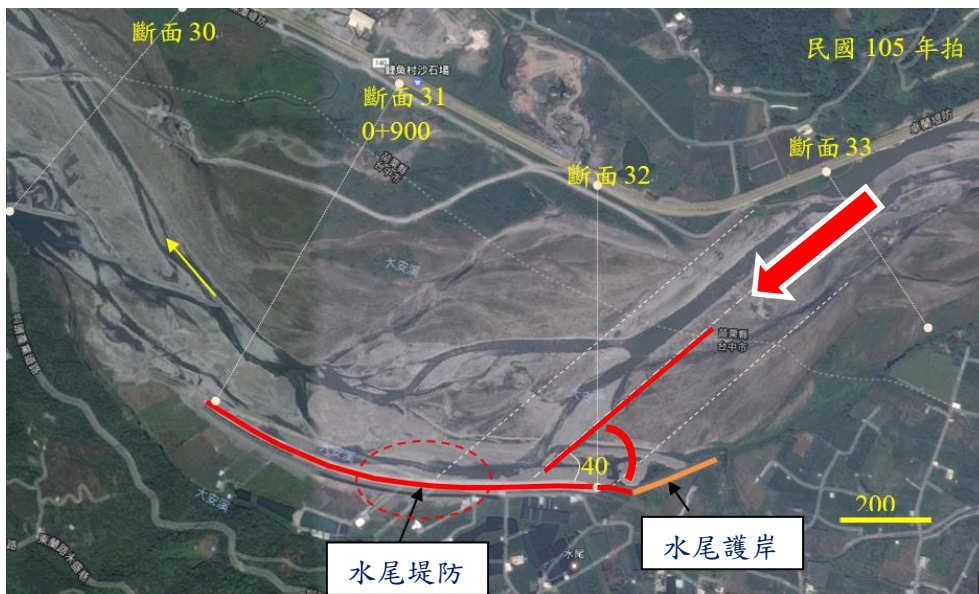


圖 3-2 大安溪水尾堤防受斜向流沖擊示意圖

B. 計算斜向流攻角係數(k_i)

依下式計算斜向流攻角係數(k_i)。

$$k_i = 0.123 \times (A_i + 2.866)^{0.507}$$

C. 估算堤防基礎保護工布置橫斷面積(A_s)

取得上述參數後，即可依通用斜向流攻角之無因次基礎保護布置橫斷面積經驗式(下式)計算。

t_p 介於 36 小時~48 小時之經驗式為：

$$\frac{A_s}{d_{50}^2} = k_i \times 7.39 \times 10^{-5} \left(\frac{q_p t_p}{d_{50}^2} \right)^{0.957}$$

t_p 介於 1 小時~36 小時之經驗式為：

$$\frac{A_s}{d_{50}^2} = c_t \times k_i \times 7.39 \times 10^{-5} \left(\frac{129,600 q_p}{d_{50}^2} \right)^{0.957}$$

上式中，

$c_t = 1 - ((1 - t_p^*) / (t_p^* + a) \times 2a)^{z_1}$ = 縮小係數，
 $t_p^* = t_p / 129,600$ ， $z_1 = 0.85$ ， $a = 0.0069$ ，或如下表 3-3 可提供現場 t_p 時間小於 36 小時並以實測流量歷線設計時之採摘使用。

D. 布設基礎保護工

求得 A_s 後，即可進行基礎保護工布置設計，布置方式示如圖 3-3 及表 3-4、表 3-5(適用於不同斜向流攻角(A0~A75)之水流沖擊)。

其中，河道平均深槽高程取得方式：依據計畫堤段上下游大斷面，以該河段河道年平均流量進行 SRH-2D 二維定床定量流數值模擬，可得到該堤段各斷面水面下之河道平均深槽高程。

表 3-3 現場 t_p 小於 36 小時對應之 c_t 值

t_p (小時)	c_t 值	t_p (小時)	c_t 值	t_p (小時)	c_t 值
1	0.5539	13	0.9581	25	0.9871
2	0.7360	14	0.9620	26	0.9884
3	0.8118	15	0.9656	27	0.9898
4	0.8540	16	0.9687	28	0.9910
5	0.8813	17	0.9715	29	0.9922
6	0.9004	18	0.9741	30	0.9934
7	0.9147	19	0.9764	31	0.9945
8	0.9259	20	0.9785	32	0.9955
9	0.9348	21	0.9805	33	0.9966
10	0.9421	22	0.9823	34	0.9977
11	0.9483	23	0.9840	35	0.9987
12	0.9535	24	0.9856	36	1.0000

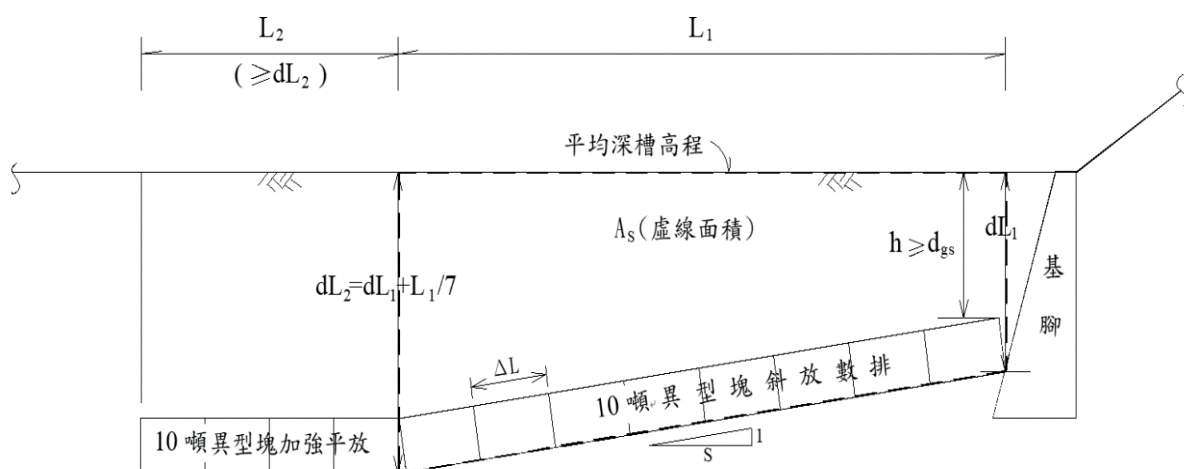


圖 3-3 斜向流沖擊下之堤防基礎保護工橫斷面設計示意圖

表 3-4 堤防基腳保護布置設計參考(1/2)

t_p (hr)	q_p (m ² /s)	d_{50} (mm)	A75			A60			A45			A30			A15			直線段尾檻(A0)		
			L_1 (m)	dL_1 (m)	L_2 (m)	L_1 (m)	dL_1 (m)	L_2 (m)	L_1 (m)	dL_1 (m)	L_2 (m)	L_1 (m)	dL_1 (m)	L_2 (m)	L_1 (m)	dL_1 (m)	L_2 (m)	L_1 (m)	dL_1 (m)	L_2 (m)
48	10	8.0	15.8	2.90	5.5	14.0	2.90	5.0	12.3	2.90	5.0	10.5	2.90	4.5	8.8	2.90	4.5	7.0	2.90	4.5
		31.0	15.8	3.10	5.5	14.0	3.10	5.5	12.3	3.10	5.0	10.5	3.10	5.0	8.8	3.10	4.5	7.0	3.10	4.5
		42.0	15.8	3.10	5.5	14.0	3.10	5.5	12.3	3.10	5.0	10.5	3.10	5.0	8.8	3.10	4.5	7.0	3.10	4.5
		84.0	15.8	3.10	5.5	14.0	3.10	5.5	12.3	3.10	5.0	10.5	3.10	5.0	8.8	3.10	4.5	7.0	3.10	4.5
		168.0	15.8	3.10	5.5	14.0	3.25	5.5	12.3	3.30	5.5	10.5	3.30	5.0	8.8	3.10	4.5	7.0	3.10	4.5
		337.0	15.8	3.10	5.5	14.0	3.50	5.5	12.3	3.60	5.5	10.5	3.55	5.5	8.8	3.15	4.5	7.0	3.10	4.5
	15	8.0	17.5	3.30	6.0	15.8	3.30	6.0	14.0	3.30	5.5	12.3	3.30	5.5	10.5	3.30	5.0	7.0	3.30	4.5
		31.0	17.5	3.60	6.5	15.8	3.65	6.0	14.0	3.70	6.0	12.3	3.60	5.5	10.5	3.60	5.5	7.0	3.60	4.5
		42.0	17.5	3.70	6.5	15.8	3.80	6.5	14.0	3.80	6.0	12.3	3.65	5.5	10.5	3.60	5.5	7.0	3.60	4.5
		84.0	17.5	4.00	6.5	15.8	4.10	6.5	14.0	4.10	6.5	12.3	3.95	6.0	10.5	3.60	5.5	7.0	3.60	4.5
		168.0	17.5	4.35	7.0	15.8	4.40	7.0	14.0	4.45	6.5	12.3	4.25	6.5	10.5	3.65	5.5	7.0	3.60	4.5
		337.0	17.5	4.70	7.5	15.8	4.75	7.5	14.0	4.75	7.0	12.3	4.55	6.5	10.5	3.95	5.5	7.0	3.60	4.5
	20	8.0	19.3	3.75	7.0	17.5	3.80	6.5	15.8	3.75	6.5	14.0	3.70	6.0	12.3	3.70	5.5	7.0	3.70	5.0
		31.0	19.3	4.40	7.5	17.5	4.45	7.0	15.8	4.35	7.0	14.0	4.10	6.5	12.3	4.05	6.0	7.0	4.05	5.0
		42.0	19.3	4.55	7.5	17.5	4.60	7.5	15.8	4.50	7.0	14.0	4.25	6.5	12.3	4.05	6.0	7.0	4.05	5.0
		84.0	19.3	4.90	8.0	17.5	4.95	7.5	15.8	4.85	7.5	14.0	4.60	7.0	12.3	4.05	6.0	7.0	4.05	5.0
		168.0	20.0	5.00	8.0	18.2	5.00	8.0	16.3	5.00	7.5	14.0	4.90	7.0	12.3	4.10	6.0	7.0	4.05	5.0
		337.0	21.0	5.00	8.0	19.2	5.00	8.0	17.1	5.00	7.5	14.6	5.00	7.5	12.3	4.40	6.5	7.0	4.05	5.0
	28	8.0	22.8	4.35	8.0	19.3	4.95	8.0	17.5	4.80	7.5	15.8	4.45	7.0	14.0	4.20	6.5	7.0	4.20	5.5
		31.0	23.1	5.00	8.5	21.1	5.00	8.5	18.8	5.00	8.0	16.1	5.00	7.5	14.0	4.65	7.0	7.0	4.65	5.5
		42.0	23.6	5.00	8.5	21.5	5.00	8.5	19.2	5.00	8.0	16.4	5.00	7.5	14.0	4.65	7.0	7.0	4.65	5.5
		84.0	24.7	5.00	9.0	22.6	5.00	8.5	20.2	5.00	8.0	17.3	5.00	7.5	14.0	4.65	7.0	7.0	4.65	5.5
		168.0	25.9	5.00	9.0	23.7	5.00	8.5	21.2	5.00	8.5	18.1	5.00	8.0	14.0	5.00	7.0	7.0	4.65	5.5
		337.0	27.2	5.00	9.0	24.9	5.00	9.0	22.3	5.00	8.5	19.1	5.00	8.0	14.8	5.00	7.5	7.0	4.65	5.5

註：設計原則為 $d_{gs} + \text{保護塊高度(約 } 1.35 \text{ m)} \leq dL_1 \leq 5.0$ 。其中， d_{gs} 係依水規所(2016)水槽基本試驗之底床砂粒徑及來流一般冲刷深度經驗式估算所得。
依據「河道堤防之基腳冲刷與保護試驗研究(總報告)110.04月」(水規所/郭耀麒)

表 3-5 堤防基腳保護布置設計參考(2/2)

t_p (hr)	q_p (m ² /s)	d_{50} (mm)	A75			A60			A45			A30			A15			直線段尾檻(A0)		
			L_1 (m)	dL_1 (m)	L_2 (m)	L_1 (m)	dL_1 (m)	L_2 (m)	L_1 (m)	dL_1 (m)	L_2 (m)	L_1 (m)	dL_1 (m)	L_2 (m)	L_1 (m)	dL_1 (m)	L_2 (m)	L_1 (m)	dL_1 (m)	L_2 (m)
36	10	8.0	15.8	2.65	5.0	14.0	2.65	5.0	12.3	2.65	4.5	10.5	2.65	4.5	8.8	2.65	4.0	7.0	2.65	4.0
		31.0	15.8	2.85	5.5	14.0	2.85	5.0	12.3	2.85	5.0	10.5	2.85	4.5	8.8	2.85	4.5	7.0	2.85	4.0
		42.0	15.8	2.85	5.5	14.0	2.85	5.0	12.3	2.75	5.0	10.5	2.85	4.5	8.8	2.85	4.5	7.0	2.85	4.0
		84.0	15.8	2.85	5.5	14.0	2.85	5.0	12.3	2.75	5.0	10.5	2.85	4.5	8.8	2.85	4.5	7.0	2.85	4.0
		168.0	15.8	2.85	5.5	14.0	2.85	5.0	12.3	2.75	5.0	10.5	2.85	4.5	8.8	2.85	4.5	7.0	2.85	4.0
		337.0	15.8	2.85	5.5	14.0	2.85	5.0	12.3	2.75	5.0	10.5	2.85	4.5	8.8	2.85	4.5	7.0	2.85	4.0
	15	8.0	17.5	3.00	5.5	15.8	3.00	5.5	14.0	3.00	5.0	12.3	3.00	5.0	10.5	3.00	4.5	7.0	3.00	4.0
		31.0	17.5	3.25	6.0	15.8	3.25	6.0	14.0	3.25	5.5	12.3	3.25	5.5	10.5	3.25	5.0	7.0	3.25	4.5
		42.0	17.5	3.25	6.0	15.8	3.25	6.0	14.0	3.25	5.5	12.3	3.25	5.5	10.5	3.25	5.0	7.0	3.25	4.5
		84.0	17.5	3.25	6.0	15.8	3.25	6.0	14.0	3.25	5.5	12.3	3.25	5.5	10.5	3.25	5.0	7.0	3.25	4.5
		168.0	17.5	3.25	6.0	15.8	3.25	6.0	14.0	3.25	5.5	12.3	3.25	5.5	10.5	3.25	5.0	7.0	3.25	4.5
		337.0	17.5	3.25	6.0	15.8	3.35	6.0	14.0	3.40	5.5	12.3	3.25	5.5	10.5	3.25	5.0	7.0	3.25	4.5
	20	8.0	19.3	3.30	6.5	17.5	3.30	6.0	15.8	3.30	6.0	14.0	3.30	5.5	12.3	3.30	5.5	7.0	3.30	4.5
		31.0	19.3	3.60	6.5	17.5	3.60	6.5	15.8	3.60	6.0	14.0	3.60	6.0	12.3	3.60	5.5	7.0	3.60	5.0
		42.0	19.3	3.60	6.5	17.5	3.60	6.5	15.8	3.60	6.0	14.0	3.60	6.0	12.3	3.60	5.5	7.0	3.60	5.0
		84.0	19.3	3.60	6.5	17.5	3.60	6.5	15.8	3.60	6.0	14.0	3.60	6.0	12.3	3.60	5.5	7.0	3.60	5.0
		168.0	19.3	3.70	6.5	17.5	3.75	6.5	15.8	3.70	6.0	14.0	3.60	6.0	12.3	3.60	5.5	7.0	3.60	5.0
		337.0	19.3	4.00	7.0	17.5	4.05	7.0	15.8	4.00	6.5	14.0	3.80	6.0	12.3	3.60	5.5	7.0	3.60	5.0
	28	8.0	21.0	3.75	7.0	19.3	3.75	7.0	17.5	3.75	6.5	15.8	3.75	6.5	14.0	3.75	6.0	7.0	3.75	5.0
		31.0	21.0	4.10	7.5	19.3	4.10	7.0	17.5	4.10	7.0	15.8	4.10	6.5	14.0	4.10	6.5	7.0	4.10	5.5
		42.0	21.0	4.20	7.5	19.3	4.15	7.0	17.5	4.10	7.0	15.8	4.10	6.5	14.0	4.10	6.5	7.0	4.10	5.5
		84.0	21.0	4.55	8.0	19.3	4.50	7.5	17.5	4.40	7.0	15.8	4.10	6.5	14.0	4.10	6.5	7.0	4.10	5.5
		168.0	21.0	4.95	8.0	19.3	4.85	8.0	17.5	4.75	7.5	15.8	4.35	7.0	14.0	4.10	6.5	7.0	4.10	5.5
		337.0	21.9	5.00	8.5	19.9	5.00	8.0	17.8	5.00	8.0	15.8	4.70	7.0	14.0	4.10	6.5	7.0	4.10	5.5

註：設計原則為 $d_{gs} + \text{保護塊高度(約 } 1.35 \text{ m)} \leq dL_1 \leq 5.0$ 。其中， d_{gs} 係依水規所(2016)水槽基本試驗之底床砂粒徑及來流一般冲刷深度經驗式估算所得。

依據「河道堤防之基腳冲刷與保護試驗研究(總報告)110.04月」(水規所/郭耀麒)

(6)防汛需求

- A. 堤防、護岸等防洪建造物設計應附設水防道路，作為搶修或緊急搶險時車輛運輸材料之用。
- B. 水防道路含邊溝總寬度河川以 6~10 公尺為原則，最小不宜小於 6 公尺，並設排水邊溝於道路外側；區排以 4~6 公尺為原則；既有建造物如因用地取得問題無法達到此要求時，得依實際情況布置水防道路。
- C. 水防道路高程應高於原地面，避免內水漫淹影響搶險作業進行；對堤防亦有培厚效果，可強化抵抗洪水侵蝕。
- D. 水防道路邊溝是否需結合附近地區排水一併設計，應視現地調查情形依實需辦理。
- E. 水防道路宜考量附近社區交通需求及跨河建造物情形適當銜接。

(7)植生綠化

- A. 堤防的植生綠化應著重對堤防的保護功能及植生與環境條件的搭配，並以生態綠廊的思維，進行植生綠化堤岸，形成生態廊道。
- B. 植生種類的選擇，應就地域環境考量其基本條件，決定採自然植生或人工種植方式；並依設置目的儘量選擇喬木、灌木、地被及爬藤不同機能之在地原生種植栽，以提高植生存活率。
- C. 堤外坡屬臨水側，應考量水流影響，盡可能以深根性的地被類植物進行堤坡綠化。一般植生無法抵抗流速大於 2 公尺/秒的水流沖刷，故宜以此條件定位植生的強度及功能。
- D. 堤內坡緊鄰水防道路，屬需加強綠化側，可配合各類工法發展多樣綠化方式，並配合周邊開發狀況及民眾

需求決定綠化強度。

E. 堤頂如提供做為散步道，可考量種植灌木形成綠籬；如堤頂寬度較為寬廣，且社區居民有休憩遮蔭需求，可考慮採防洪植栽工法，以深根性喬木、灌木採複層林方式營造綠蔭環境，較能抵擋颱風豪雨期間強風吹襲拉拔破壞。

F. 高灘地植栽，一般不進行擾動，以避免影響既有生態；並應著重強化高灘地防沖刷能力，以有效保護堤腳，視實際條件可植栽形成綠丁壩(相片 2-4)或防浪護堤林帶；以消浪防沖、固灘，保護堤防和護岸基礎安全。

(8) 景觀、生態及環境維護考量

堤防設計應儘量使堤防與周邊環境融為一體，包括材料選用及整體景觀之視覺效果，堤防對親水遊憩的配合及生態環境的影響均應儘量配合。

A. 生態機能考量

(A) 堤身填築材料宜儘量就地取材，視渠段水流速度情形，採用表面多孔隙材料設計，以增加生物棲息空間。

(B) 堤防為藍帶空間之一環，可藉由植生營造成綠帶廊道；順水流方向隔若干距離，在不影響通洪前提下，可考量設置一處越堤綠帶，供生物橫向出入河川區域。

B. 景觀美質考量

(A) 河川中下游地帶常有水泥堤岸，其顏色與周圍環境不太調和，種植適合其立地條件之植物，可改善環境景觀美質。

(B) 過高的堤防會有視覺阻絕作用，如以路堤方式設

計可以改善。堤岸空間應儘量保持其開闊度，避免過多的人工設施阻礙視覺，使沿岸民眾得以欣賞河岸景觀。

C. 休憩需求考量

(A)堤防配合地方需求設計遊憩設施時，應考量該設施能符合環境條件不致影響水流，儘量設計平面式設施且不易遭洪水沖刷流失及易於維護管理者。

(B)配合區域自然人文景觀，規劃設計相關之休憩設施宜納入當地生態、文化特色。

(9)工程經費估算

為規範所屬機關同仁正確編製工程預算書，本署訂有「水利工程工資工率分析參考手冊」。顧名思義，工程預算書最重要之功能，是主辦機關在完成工程設計圖說後，依所設計之工程項目、數量及各工項單價，估算工程經費，作為機關訂定工程底價及上網公告發包之依據。

工程預算書內除附有設計圖、施工規範、施工補充說明書、預定進度表外，主要是材料數量計算表、單價分析表、詳細價目表及預算總表等估算工程經費之表件。相關表件功能簡述如下：

A. 土石方計算表(甲、乙表)：

利用橫斷面圖上所列各斷面純挖方、純填方、回填方數量，計算各式堤防、護岸、疏濬、河道整理等工程之土石方數量。

B. 工程數量計算表(丙表)：

從設計圖上，就相同工項，依所標尺寸，計算統計其設計數量；例如「結構用混凝土，預拌，175kgf/cm²」。

C. 基本單價計算表(丁表)：

依分析手冊所訂各類作業人員工資及各類施工機械施工費率，估算土方之純挖方、純填方、挖填方與回填方之單價。

D. 單價分析表：

相關工項，依其各單項工、料組成及數量與單價，計算該工項單價。

E 詳細價目表：

將所設計各項工程之工作項目及單位、數量列出，並將各工作項目數量乘以該項目之單價可得各施工項目之費用。

F. 總表：

轉列各項工程預算詳細價目表內之工程費於本表，分別列出發包工作費（包括各項工程施工費、職業安全衛生費、環境保護措施費、品質管制作業費、廠商管理什費、營業稅、保險費等）、局辦其他費（空氣汙染防制費、工程管理費、抽驗費及技術服務費）等項，藉以統計總工程費。

(10) 工程期程估算

依據工程預算書所編列之主要工作項目及其數量，衡酌施工難易度、工區環境特性、工料動員等情形，概估工程進度；針對各工作項目填寫預定開始施工日期及完成日期，並繪製施工進度表。

(二) 工程設計作業階段

行政院公共工程委員會編印之「公共建設工程經費估算編列手冊」，將工程設計作業粗分為初步設計（基本設計）、詳細設計（細部設計）兩作業階段。

因本署辦理之中央管河川堤防、護岸工程絕大部分係依照河川治理計畫或規劃報告設計，多屬局部性工程，規模不大、

建造物構造單純，設計作業通常並無基本設計與細部設計之分，而是一次設計到可發包施工程度。

惟因本署訂頒之「工務處理要點」及「經濟部水利署辦理中央管流域整體改善與調適計畫執行作業要點」均有規定，河川局辦理之工程須辦理設計原則審查與初稿審查。因此將河川局辦理之堤防、護岸工程設計作業，概分為初步設計階段與細部設計階段；亦即在工程系統整體布置研究及研擬設計方案後，進行工程初步設計及布置，以確認設計方案之可行性，俾作為進一步工程細部設計的依據。

1、初步設計作業階段

初步設計作業階段主要工作在辦理基本資料調查、可行性方案設計圖、施工期程及工程經費粗估等，並視實際需求增減，以提供設計初稿所需資訊。

本作業階段應至少完成工程平面布置圖、縱斷面圖、橫斷面圖、標準斷面圖，及重要附屬設施之位置、高程與斷面尺寸等基本設計圖，並初估工程經費及施工初步時程之擬訂。

完成上開初步設計作業後，應即依規定程序辦理設計原則審查，除按規定須送署審查案件應依規定程序辦理外，授權案件亦應按規定程序本權責由河川局自行辦理設計原則審查。

2、細部設計作業階段

設計原則審查後，應依審查意見修正初步設計內容，確認設計方案可行後，接續進行工程細部設計。

細部設計作業主要係依據工程設計原則內容，進行工程設施設計初稿編製及進行結構、水理等安全分析。設計初稿成果應包括設計圖說、必要之計算書、施工及材料規範、工程預算書表等。

設計初稿審查通過後，即可成立預算書，據以辦理工程發包與施工。

二、工程設計作業要領

（一）符合法規要求

公務人員從事任何公務行為未依法令規定辦理，即屬違法（規）行為，輕者受行政處分，重者恐有刑事責任，故不可不慎。

1、工程預算：

巧婦難為無米之炊，興築任何工程，均應事先籌得財源方能辦理。為利同仁作業時有所依循，本署訂頒『經濟部水利署辦理中央管流域整體改善與調適計畫執行作業要點』作為本署、所屬河川局及水利規劃試驗所執行相關工程設計作業規範，作業時應注意依照相關規定辦理；另行政院公共工程委員會所訂『公共建設工程經費估算編列手冊』則對工程經費編列作業訂定相關規範。

（1）工程計畫提報及核定

為利辦理年度工程計畫提報與預算核定作業，河川局應就轄內各中央管河川水系、區域排水系統及海岸，依治理計畫、調適規劃、風險評估、歷年災害、水利建造物檢查、逕流分擔計畫及在地滯洪規劃配合非工程措施等成果，採滾動式調整，提報擬辦案件至署，以利簽辦核定年度工程計畫之預算經費。

（2）工程計畫經費控管

河川局辦理各項工程之工程費及用地費應在核定經費額度內成立預算並分別控管，其有特殊原因致所需經費超過原核定金額者或變更設計超過發包總工程費，除屬

授權河川局局長審定情形外，應敘明理由報本署籌妥財源後辦理。

(3) 工程預算編列

行政院為規範公共工程計畫在綜合規劃階段之經費編列時，能有統籌劃一經費編列格式、估算程序及編估標準，業於107年修正『公共建設工程經費估算編列手冊』（以下簡稱經費估算編列手冊）；並於86年度起於『中央政府總預算編審辦法』中明訂要求公共工程計畫所需經費應依該估算編列手冊相關規定辦理。相關規定事項摘述如下：

- A、工程建造費可粗分為直接工程成本、間接工程成本、工程預備費及物價調整費。
- B、工程計畫核定後，進行基本設計工作，所估算編列之總經費作為工程主辦機關控管經費之參考，以期工程在核定之預算額度內完成。
- C、依據基本設計成果進行細部設計，所估算之工程經費更為精確，據以編製工程預算書，作為工程發包之參考依據。

2、工程設計原則

現階段治水採『綜合治水策略』，以多元治水設施共同達成流域內之防護目標；所設計單元設施在綜合治水整體考量中的角色及功能應先充分理解，避免過當或不足的設計內容。

(1) 一般工程設計原則：

河川治理工程設施的設計原則，應依規劃方案意旨施行，使各項設施都能依規劃的型式、規模、位置及要領設計完成，並確保整體設施能發揮預期功能。

- A. 設計前應先就全河段工程系統進行整體布置設計，確

認系統整體功能，並修正各單元間互相干擾影響之處。

- B. 所設計治理設施對河川天然機能、生態系、環境及景觀等可能發生的衝擊應充分瞭解，設計時應在工程布置、材料選擇及工法考量等方面力求因應，使負面影響減輕。例如凹岸深潭是否應予填平，或考量採丁壩群護岸，局部保留原有深潭。
- C. 設施應充分考量安全性，除依一般常用方法及條件數據進行結構設計外，環境因素變化可能影響結構體安全的風險也需適當考量，必要時應增加保護措施或預留緩衝空間。例如河川屬動態系統，外在環境條件隨時可能發生變動，故進行工程設計時，不宜一成不變使用前人設計工法，而應因地、因時制宜採用合適工法，並掌握環境變動趨勢，超前佈署預為因應。
- D. 設計應儘量掌握土方就近平衡減少廢棄物原則，工程材料宜就地取材、設計工法因地制宜；並儘量利用植生工法，使工程減量、節能減碳，以符合永續發展原則。
- E. 工程設計方案在定案進入細部設計階段之前，應先考量構造型式、工程材料、施工難易、工期、維護管理難易、工程費等因素，採取較適當方案辦理。
- F. 優良的設計方案應事先考量工程完工後整個工程生命週期的需求。因此，在工程生命週期內如何有效維護管理及操作，包括管理方式、人力、經費來源等，在設計階段均應考量使其可行。

(2) 復建工程設計原則：

辦理天然災害復建工程，除依『經濟部水利署辦理天然災害緊急工程處理要點』規定辦理外，另依『經濟部水利署中央管流域整體改善與調適計畫執行作業要點』第

29點規定辦理：

- A. 以因地制宜，兼顧安全及生態保育，恢復既有構造物功能為原則。
- B. 經沖刷擴充之河段，應檢討放寬河道及加深基礎，以增加通洪能力減少損壞機率。

(3) 莫拉克颱風所導致災害之中央管河川及區域排水之復建原則(98年10月7日經水河字第09816006970號函)：

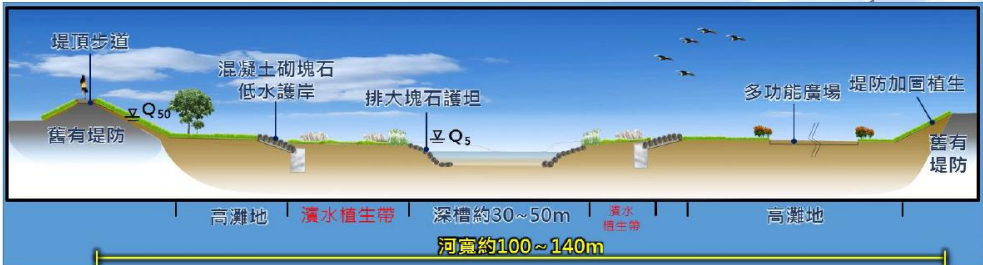
- A. 應先確定致災原因及是否為重複致災區，如為重複致災區，請審慎檢討水道治理計畫線、工法、材料及需布設之工程項目後再行辦理，以降低堤防再次受損風險。
- B. 應考量保全對象、不與河爭地等因素。已沖擴之河道，以避免回復原束洪寬度為原則，惟已有水道治理計畫線之河（渠）段，請審慎檢討堤線布設。
- C. 復建工程所在之河道（渠道），得視狀況，併河道（渠道）疏濬、拓寬深槽、丁（順）壩挑流工或固床工等配合辦理。
- D. 河道應儘量維持原有之蜿蜒狀，避免直槽化而造成河道沖淤失衡與洪水災害。
- E. 護岸、堤防之設計應考慮水流衝擊力集中、衝擊反射點之問題，而非一律採用均一斷面之概念。
- F. 水道治理計畫線內，除水利設施及必要之跨河（渠道）構造物外，其他如高灘地親水公園、休閒活動等非必要設施，原則上不予復建。

(二) 滿足計畫目標

為因應現代社會需求，河川治理計畫通常必須兼顧防洪、生態維護及河川環境營造等多元目標(如圖3-4)。設計作業開始前應先充分瞭解規劃階段所擬定之計畫目標，所設計設施

L0K+000~L0K+550
L0K+550~L0K+850

觀景步道
掘運步道



三) 重視環境維護

昔日相關工程言

、氣候變遷，人類活動大幅增加大氣中溫室氣體濃度，加強

- 2、生物多樣性喪失：依據 IUCN 紅皮書(Hilton-Taylor2000) 表明，大約哺乳動物物種的 24%(1130 種)和鳥類物種的

12% (1183 種) 被認為目前在全球範圍內受到滅絕威脅。自 1996 年的紅皮書評估以來，哺乳動物中極度瀕危物種數已從 168 種增加到 180 種，而鳥類的極度瀕危種數則從 168 種增加到 182 種。經由分析表明，經過下一個 100 年脊椎動物種群的滅絕速率可能高於 15%~20%。

(四) 符合工程經濟最佳化

各項工程設計方案的評估比較，原則上以工程經費最經濟者優先採行；但遇有特殊考量事項，如民眾阻力、生態及環境維護需要、設施功能特殊需求、工料來源、工期及施工困難度等事項，亦可視實際需求情形，以該特殊考量作為優選方案。為符合經濟原則，設計方案應考量：

1、選用適當工法並作最佳組合(如圖 3-5)

例如丁壩工具掛淤與挑流功能，可與護岸工組合搭配，同樣可達到護岸固灘功能，而毋需沿程施設護岸工程，以節省公帑。另植生綠化時，應儘量採用自然植生，以降低日後維護管理費用。

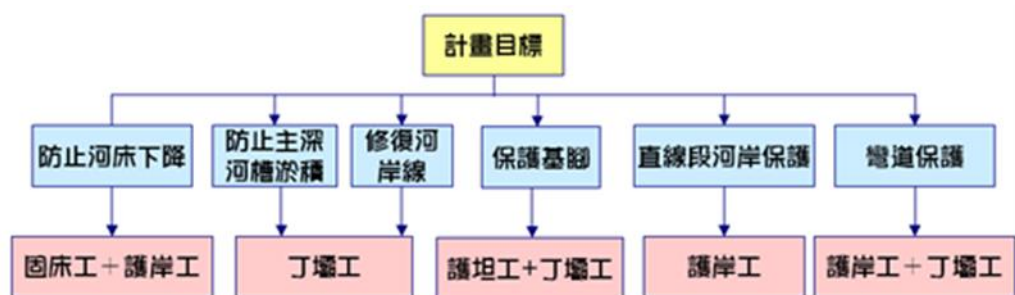


圖3-5 防洪設施功能分析與組合運用圖

2、最小斷面

斷面設計應先作力學演算，取用最小需求斷面，勿過度設計浪費公帑，除能降低排碳量，亦對環境友善。

3、就地取用自然資材

使用自然資材可節省材料製作費用，對環境維護有極大

助益。就地取材則可減少輸運成本，並具節能減碳效果；
惟取用自然資材時，仍應注意避免破壞當地生態環境。

（五）具施工可行性

工程契約規定廠商須按圖施工，故設計內容應具可施工性，
否則施工期間須辦理變更設計，往往造成工程經費膨脹及工
期延宕，甚至造成民怨。

（六）維護管理最小化

優良的設計方案應事先考量工程完工後維護管理階段的需求，
因此，如何有效維護管理及操作，包括管理方式、人力、
經費來源等，在設計階段均應考量使其可行。為符合前述要
求，設計內容應儘量採用容易維護之工法與材料；例如設計
綠化工程宜儘量採用自然植生，減少使用人為植生，一方面
可節省工程經費，另方面後續維護管理容易且經費較省，對
生態環境維護亦較有助益。

另基於河川形狀為狹長之帶狀，管理不易，如全部由政府單
位來維護管理，易因預算或合約問題造成環境維護空窗期；
如能於規劃設計階段即商妥附近社區或民間團體認養，除能
疏解機關人力不足問題，且社區居民基於愛護鄉土之情，較
易盡心維護（相片3-1、相片3-2），且會主動制止不當之使
用與惡意破壞行為。



相片3-1 隘寮溪



相片3-2 安農溪

（七）公民參與

河川治理設施設計階段，應與當地民眾多作溝通(相片3-3)，儘量理解及採納其意見，日後施工較無阻礙，有時社區甚至會主動參與(相片3-4)；倘確無法接受，亦應妥為說明取得諒解，避免引發衝突，以致埋下施工階段不易排解之抗爭。依實務經驗，倘在設計階段未採納公眾意見，常於施工階段需辦理變更設計。

河川局執行中央管流域整體改善與調適計畫辦理之民眾參與，應加強各項溝通活動，並依「經濟部水利署各河川局在地溝通及在地諮詢小組設置及作業注意事項」等相關規定辦理。



相片3-3 設計階段公民參與



相片3-4 施工階段民眾主動參與

三、工程設計成果

（一）工程預算書

1、設計圖：

包括圖目錄、位置圖、平面(配置)圖、縱斷面圖、標準斷面圖、橫斷面圖、結構物配置圖、結構物剖面圖等。

（1）圖目錄：

標示各設計圖圖號及圖名，以利迅速查閱相關設計圖。

（2）位置圖：

標示工區地理位置，方便廠商自行至工址勘估，以利瞭解工區施工環境、材料輸運道路與交通狀況等；俾利據以估算工程經費。

(3) 平面(配置)圖：

顯示深槽流路、流向，以利研判建造物適用類型、斷面型態。為利正確掌握河段流路型態，平面圖繪製範圍原則上自工程起點上游100公尺至工程終點下游100公尺止。橫斷面測量以用地範圍線向陸側延伸50公尺以上為原則；必要時，縱斷與橫斷測量範圍應予延伸，以利掌握治理河段地形地勢與流路狀況。其主要內容包括：

- A、標示堤線(治理計畫線)、用地範圍線與主要建造物位置(樁號里程)等。一般河川工程起點在上游、終點在下游，故其樁號里程之編排宜由上游往下游編列。
- B、繪製等高線，顯示河道地形地勢與深槽流路。
- C、標示水流方向：以利區別上下游及左右岸；面向下游，左手側為左岸，右手側為右岸。
- D、標示重要構造物(例如丁壩工、越堤路、出水工、閘門等)位置。
- E、指北：以利判別方位。

(4) 縱斷面圖：

標示各樁段現況谿線高、計畫洪水位、計畫堤頂高、附屬構造物位置及樁位累距、曲線段起終點位置與曲率等，詳本署訂頒之工資工率手冊。

(5) 橫斷面圖：

橫斷面測量範圍以用地範圍線向陸側延伸50公尺為原則，相鄰斷面型式或尺寸不同時，須以上下斷面呈現(例0+100(上)、0+100(下))。

- A、作為工程材料數量計算依據，例如土方工程之挖方、填方、挖填方、回填方數量，護坡工材料數量計算等。
- B、作為工程斷面尺寸施工與驗收依據。

(6) 標準斷面圖：

不同堤段，所設計堤型、斷面、材料、尺寸不同時，擇取一至數個代表性斷面作為標準斷面，並標示該斷面代表之樁號、里程，以資區隔適用堤段。

(7) 結構物配置圖：例如出水工、水閘門等。

(8) 結構物剖面圖：用以判別結構物斷面型式、各單元尺寸及材質等。

2、工程數量計算表

「水利工程工資工率分析手冊」將工程數量計算表區分為土石方算表(甲、乙表)及工程數量計算表(丙表)兩類，各有其適用對象。

工程項目數量估算不夠精確，常為辦理修正施工預算主要原因；其中，以地形、地盤高程測量不夠精確，與兩岸長度非依實測資料而以河道中心線長度計算，導致設計數量與實際施作數量差異之情況最為普遍。

3、預算表

「水利工程工資工率分析參考手冊」將工程預算表區分為總表、詳細價目表、單價分析表、基本單價計算表等項。其中，單價分析表之功能在條列詳細價目表各工項單價組成，作為估算詳細價目表各細項複價之依據，其單位應與詳細價目表單位一致。

至基本單價計算旨在分析基本單價(工資、施工機械使用費率、公路貨運用路運費等)及乙式(全)工項單價；土石方計算表在分析土方(純挖方、純填方、回填方等)數量。相關工項數量不易估算部份，得以乙全(式)方式估列；惟能量化部份，仍應予量化。

4、施工補充說明書

各章內容主要規範：工期、一般規定、一般施工規定、工程材料及機具、工程保險、土方工程、施工品質、勞安環

保及特別規定等。

5、施工(綱要)規範

行政院公共工程委員會針對各類工程單項計畫之施工計畫訂定施工綱要規範，俾利各工程單位作業依循，本署並據以訂定水利工程施工規範。

- (1) 施工規範內容計分通則、產品、施工、計量與計價等四節。
- (2) 本署施工規範內容已針對工項計價內容正面表列部份，應注意該數量勿重複編列；例如第02373章-蛇籠-5.2計價乙節，說明「蛇籠每公尺之單價給付已包括所有人工、材料、及機具之供應；並包括蛇籠搬運、製作與組立、坡面整理、裝填石料、聯結及捆結等為完成本工作之一切必要費用，另無其他給付」，故不宜再另外編列整坡費。
- (3) 施工綱要規範第02920章-植草-3.2.5草毯、草塊鋪植一節，規定「草毯、草塊應依契約規定之種類、尺寸及間距鋪置，在斜坡上鋪設則應由下往上以橫鋪之方式進行(相片3-5)，如有必要可加釘木樁或竹籤予以固定」，則施工時，草條不應順坡向排放(相片3-6)，避免雨水順草條間隙流下造成沖蝕溝。



相片3-5草條沿等高線鋪設(正確) 相片3-6草條順坡向鋪設(不正確)

(二) 空白預算書

空白預算書內容幾與工程預算書同，主要差異在於其預算表、單價分析表內不顯示單價、工率；其功能係在工程送採購單位辦理招標作業時，工程預算書係密封狀態，採購單位主要根據空白預算書核對標單等招標文件是否符合規定。

(三) 監造計畫書

為落實公共工程施工品質，本署已訂定『經濟部水利署工程監造注意事項』(以下簡稱本注意事項)。依該注意事項規定：

- 1、工程發包前由設計單位(廠商)依據工程內容、性質、圖說、規範、行政院公共工程委員會頒布之監造計畫製作綱要、本注意事項及各相關規定，編製監造計畫，併預算書及相關設計圖說一併提報機關審核。
- 2、決標前機關應完成監造單位及人員之核派作業，由監造單位完成組織架構之擬定並檢視監造計畫中對於工程內容及執行監造任務之相關材料檢(試)驗及抽查作業所需之流程圖與抽查表等是否符合契約規定，於辦理修正後依程序完成監造計畫之核定(核定版)。
- 3、訂約前由執行機關函送施工廠商進行施工計畫、品質計畫及其他計畫書(報告)之編製參考依據。

四、工程設計成果審查作業

依本署「工務處理要點」第八點規定，河川局辦理之第一、二類工程之工程設計原則、設計初稿送本署審查，所屬機關應據審查意見修正及編製預算書報本署核定；第三、四類工程設計原則、設計初稿、預算書均由所屬機關核定，但基於實際需求，得由本署指定設計原則或設計初稿送本署審查；各類別復建工程由所屬機關辦理。

另依本署函頒之「經濟部水利署辦理中央管流域整體改善與調適計畫執行作業要點」規定，河川局辦理各項工程之設計原則、初稿及預算

書審查，得組成審議小組審議各項工程之設計原則，除屬「水利署工務處理要點」規定之第一類、第二類工程及本署指定之工程應送本署審查外，餘授權河川局局長審定。預算書部分除第一類及第二類工程應送本署成立預算書外，餘授權河川局局長核定。

(一) 原則審查：

堤防、護岸工程完成工程平面布置圖、縱斷面圖、橫斷面圖、標準斷面圖，及重要附屬設施之位置、高程與斷面尺寸等基本設計圖，並初估工程經費及施工初步時程後，應填列設計原則送審概要表、設計原則送審單外，應辦理生態檢核，並將水利工程淨零碳排、種樹、土地及地上物現況或調適規劃方案等納入評估，以研擬平面配置圖、縱、橫斷面圖、生態保育原則、主要工程項目、數量及經費等，依局審或署審規定程序辦理審查。為統一格式，本署於 103 年 4 月 30 日以經水河字第 10316032800 號函檢送「設計原則送審概要表」、「設計原則與設計初稿送審單」；另以 106 年 10 月 2 日經水河字第 10616088300 號函檢送修正後河川、區排、海岸「設計原則概要表」予各河川局辦理，後續並將依實際審查情形，滾動式檢討相關規定據以辦理。

(1) 設計原則送審概要表

需填列集水區水文、水理概要、工址現況地盤條件及深槽流路、高程、高灘現況與低水治理情形等基本資料；及主要建造物、附屬建造物、土方工程設計原則，譬如其斷面型式、尺寸與高程等，並進行必要之穩定性檢核與安全分析。

(2) 設計原則送審單

分由機關內規劃、工務、土管單位針對河段治理規劃、治理計畫核定內容與治理計畫線與用地範圍線公告及工程用地取得情形，就初步設計工法、斷面型式、穩定

性審查是否安全可行，並檢核其與整體河岸(景觀、生態、河相條件)是否和諧，有否導致上下游河岸不穩定情形，所需工程經費是否經濟合宜。

(二) 初稿審查：

工程預算書核定前稱為設計初稿，其內容與預算書同。初稿審查主要就設計圖說查核其整體工程布置是否與環境協調，建造物設計斷面型式、尺寸、高程，是否確依設計原則辦理，且安全可行；預算表是否完整、經濟合宜，施工規範與契約條文等文件是否為署頒最新版本，並已全部附齊等。

第肆章 防洪建造物工程設計作業

顧名思義，防洪建造物即係藉由建造物之施設，將洪水範束在水道內，避免洪水溢岸造成堤後淹水；或因溢岸，造成堤後坡受水流充蝕致堤身崩毀；或因洪水(夾雜河床質、流木等)沖擊堤前坡，造成護坡工破損崩毀；或因建造物基礎受水流淘刷、動床影響，導致基礎保護工下陷變形、流失，影響堤身安全。故防洪建造物設計，首應注意其設置位置，即堤肩線是否依公告之治理計畫線布設；堤頂高程是否不低於治理計畫所訂計畫堤頂高；堤身型式是否足以讓建造物本身具穩定性；堤前坡與基礎防護工強度，是否足以防禦洪水衝擊與動床淘刷影響。因本署權管之中央管河川、排水之治理率多已超過八成，因應社會需求與對提升河川環境品質之期待，近年來河川、排水治理工程已較以往更為著重環境營造面向。因此對於環境分區之瞭解、生態條件與棲地品質之掌握，節能減碳策略與相關工法之連結將益形重要。

又工程設計完成後，需藉由工程採購發包予廠商施工，工程經費之掌握及設計內容是否正確、安全且具可施工性均相當重要；如有差池，施工階段勢必須辦理變更設計或修正施工預算，除會增加工程經費支出外，亦容易造成履約爭議、延宕工期，並引發民怨。

一、堤防/護岸設計

堤防與護岸之外型與功能近似，主要差異在於：堤防由地面填土構築，護岸則常沿高坎布設，故堤防有洪水溢岸破壞顧慮(圖 4-1)，護岸則無。另堤防需預防外水滲入堤身造成滲流破壞，護岸則因後側為高坎，無此顧慮；惟需注意高坎內地面、地下水排除問題。故護岸側重於排水器之設置，用以排除地下水，避免建造物因受地下水影響，造成坡式護岸堤前坡滑動破壞，或牆式護岸因主動土(含水)壓力增大，被推移破壞。

堤防、護岸等防洪建造物應根據河川規劃報告、治理計畫及所公告之水道治理計畫線、用地範圍線位置布設(圖 2-1 河川圖籍)，實際設計時尚需考量現地地形、地質條件、河道變遷，結合現有建造物的位置、施工條件、已有工程狀況、用地取得情形、文物保護等因素綜合考量。

堤防、護岸建造物主要包括堤頂、堤身、基腳工、護腳工與護坦工等單元，各部單元設計時，應根據堤基條件、築堤材料、近岸水流速及洪水位等內外部條件分階段進行；設計堤防、護岸各部結構與尺寸時，應考量結構安定、工程技術及經濟比較後確定。

以下謹將堤防、護岸建造物拆分為堤頂、堤身、戕台、基腳工、護腳工、護坦工、水防道路等單元，分別介紹其功能與設計時應注意事項。

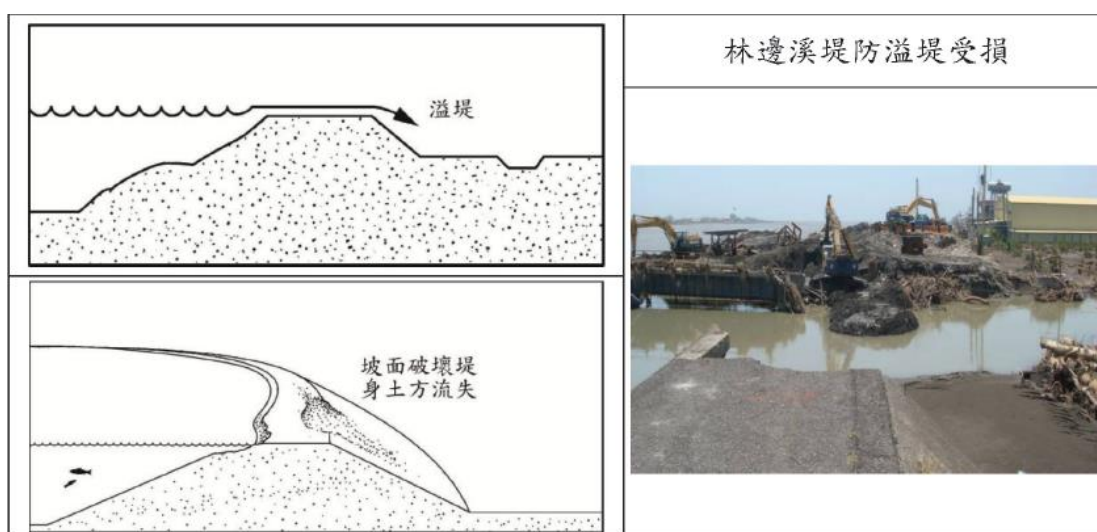


圖 4-1 堤防發生溢岸破壞示意圖

(一) 堤頂

堤頂高程、堤頂臨水側肩線位置應依據河川治理計畫、公告之治理計畫線(即為黃線)位置，及規劃(檢討)報告水理分析數據決定之。

1、堤線位置：

堤頂臨水側肩線應依據公告之治理計畫線(圖 2-1 及圖 2-2)位置布設。

2、堤頂高度：

依治理計畫所訂計畫堤頂高程設置，左右兩岸堤頂高程以同高為原則。如僅有計畫洪水位高程時，得依計畫洪水量，加計下表 4-1 出水高度取得堤頂高程；得再就堤基、堤身土壤受自然壓密導致之沈陷量，視實際需要酌增約 3%~8%堤頂高程；另如為地層下陷區，可再酌提昇標準（可參考 5 年之沉陷量），以策安全。

3、堤頂鋪面材料：

工法、鋪面材料之選用以可防止雨水入滲堤身者為佳；如併用不同性質之工程材料，應注意不同材料間熱膨脹係數不同，接縫處因熱脹冷縮影響日久易產生裂縫(相片 4-1)，導致雨水滲入後由堤坡伸縮縫處攜出堤身填方材(相片 4-2)，造成堤頂(相片 4-3)、堤坡(相片 4-4)因下部掏空致塌陷問題。

堤頂鋪面以採用同質性材料為佳。早期水利單位設計堤防，堤前常僅在計畫洪水位以下設置防護工；計畫洪水位以上則僅在土堤表面加鋪級配料或簡易防護設施，日久可能因受雨水沖蝕，導致局部表土流失，惟很少發生堤坡保護工淘空下陷情形。

表 4-1 出水高之參考標準表

計畫洪水量(cms)	出水高度(m)	計畫洪水量(cms)	出水高度(m)
200 以下	0.6 以上	2,000~5,000	1.2 以上
200~500	0.8 以上	5,000~10,000	1.5 以上
500~2,000	1.0 以上	10,000 以上	2.0 以上



相片 4-1 堤頂裂縫



相片 4-2 堤身填方料由雨水攜出



相片 4-3 堤頂掏空下陷



相片 4-4-堤坡戕台掏空下陷

(二) 堤身

設計堤防、護岸堤身時，除應注意堤身穩定問題外，另應注意堤身防滲、近岸水流沖刷堤坡及基礎承载力、動床影響等問題，據以決定堤型、築堤材料與工程方法。

1、堤身穩定

(1) 堤身穩定與否對堤防安全影響甚鉅；其決定，原則上應根據築堤材料，土壤力學之土方坍塌理論，並考慮近岸水流強度及洪水位驟退之影響程度決定。

(2) 國內堤防型式多為梯形，坡度多為 1(垂直):2(水平)，破壞型式主要為圓弧滑動破壞。(圖 4-2、相片 4-5、相片 4-6)

(3) 圓弧滑動破壞分析：

C：土壤黏著力

$$FS = \frac{CL + \sum N \tan \phi}{\sum T}$$

L：破壞圓弧總長度

N：作用於法線方向之分力

T：作用於切線方向之分力

滑動破壞安全係數：

$FS < 1.0$ 不穩定

$FS = 1.0 \sim 1.2$ 穩定但不可靠

$FS = 1.3 \sim 1.4$ 挖土或填土可穩定

$FS \geq 1.5$ 土壩穩定可靠

- (4) 為避免堤身發生圓弧滑動破壞，設計時應注意築堤材料選擇，堤頂、堤身應避免設計過多動、靜載重，並避免雨水進入堤身；施工時應要求廠商確實輾壓土方，至少應達本署所訂土方工程施工規範規定之壓實度。
- (5) 土堤堤身寬度應依築堤土方性質、滲漏線與外力條件決定；堤基寬度至少應為洪水高出堤基高度之 4 倍。

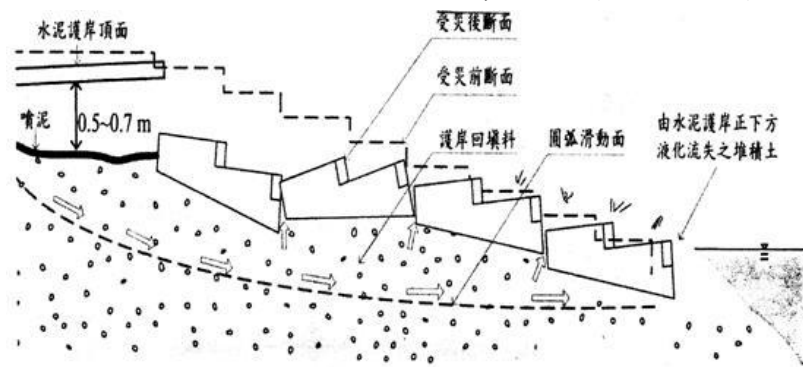


圖 4-2 堤前坡圓弧滑動破壞示意圖



相片 4-5 日新護岸前坡滑動破壞



相片 4-6 日新護岸滑動破壞情形

2、堤身防滲

台灣河川中下游地區受潮位影響水流不暢，如長時間維持高水位，當滲漏線達到堤內坡腳時，即開始漏水，其量愈多，即易因 piping 作用有崩壞之慮(圖 4-3)；因此設計時需妥慎處理，使滲漏線在堤內坡端內。至堤身滲漏水途徑主要有下述兩種：

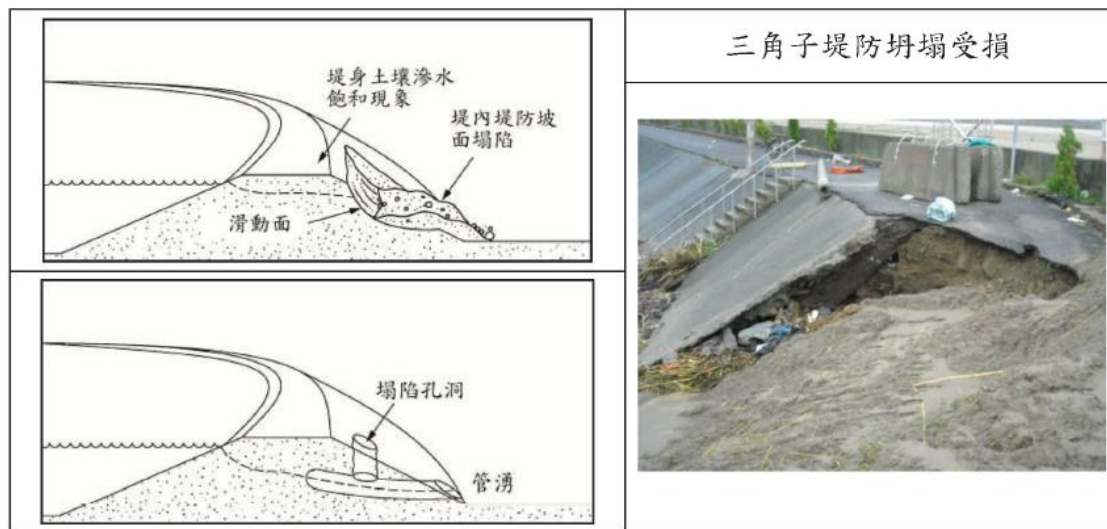


圖4-3 堤防發生滲透破壞示意圖

(1)通過堤身漏水

- 築堤完成後經過長久時間，堤身內部有某種程度之空隙而漏水。
- 堤身土質不均勻，粒徑分布不適當。
- 可溶性物質被滲透水洗刷而攜出。
- 洪水持續時間內，堤防斷面不足，滲漏線在堤身外。
- 無適當止水牆致滲透線路長度不足。

(2)通過基礎地盤漏水

- 基礎地盤有透水層存在，未予阻絕或將水導出。

滲漏水防止工法主要係在堤身築造不透水性之止水牆，或使滲透線路延長、減少水位差、使空隙變小，或將漏水很快排除及防止堤身軟弱化等方法(如圖 4-4)，可單獨或搭

配施行。

- (1)降低滲漏線。如於堤身設置防滲設施可採用心牆、斜牆等型式。防滲材料可採用黏土、混凝土、瀝青混凝土、不透水膜等材料。土質防滲體的斷面，應由上而下逐漸加厚；其頂部最小水平寬度不宜小於 0.3m，底部厚度不宜小於堤前設計水深的 1/4。
- (2)堤前坡面覆蓋良質土壤或不透水性之護坡工。
- (3)堤後坡增設戕台。
- (4)堤防前後坡增設戕台。
- (5)堤防內側或外側施設遮水鋼板。
- (6)堤腳打設板樁。
- (7)堤身排水可採用伸入背水坡腳或沿坡面設置濾層。濾層材料可採用砂、礫料或土工織物等材料。

目前國內所構築之堤防建造物，純土堤者甚少，堤前多會鋪設混凝土坡面工或混排(砌)塊石等護坡工；一方面可增強其抗水流沖刷與河床質、流木撞擊能力；另方面可部分隔絕洪水入滲，故在進行堤身設計時，一般較少考量堤身滲流問題。

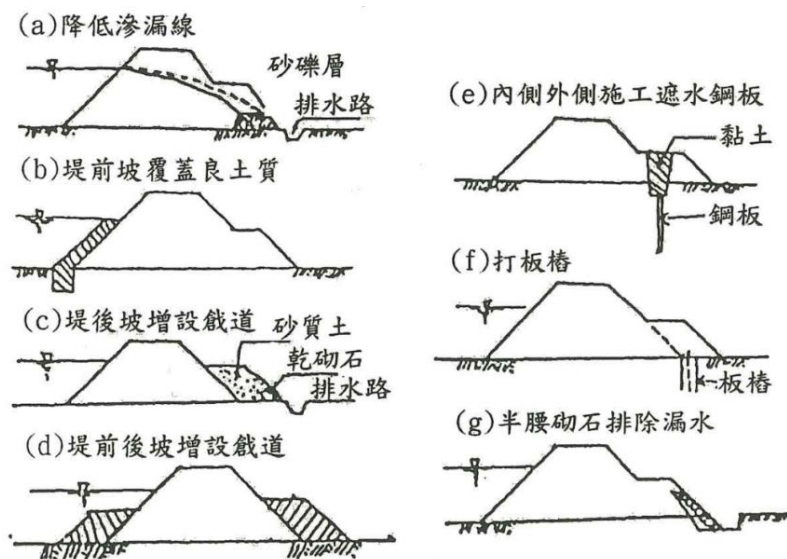


圖 4-4 堤身漏水防止工法示意圖(摘自 蕭慶章 實用河川工程)

堤身邊坡的防滲體應滿足滲透穩定以及施工的要求，滲流計算可參考水利工程技術規範-河川治理篇附錄十「滲流計算方法」。

至於護岸，不管斷面型式為坡式或牆式，均應確實掌握其堤後有無地下水滲流；或降雨時，雨水有無可能入滲影響建造物滑動或推移破壞等情形，視實需依施工規範規定，設置排水器(相片 4-7、相片 4-8)排除地下水。



相片 4-7 未設置排水器 相片 4-8 未依規範規定設置排水器

3、堤前坡防冲刷保護

(1) 河道邊坡所受曳引力

由實驗數據可知，梯形河槽最大曳引力之位置在距渠道底部約 $0.2D$ 至 $0.3D$ 處(如表 4-2)；表中底寬與深度之比為 8 之情形，亦適用於寬度甚大之河道。

(2) 各類護坡材料與臨界曳引力之關係

為防止水流或波浪之侵蝕，堤身坡面可視實際需求施設護坡工保護；表 4-3 所示為各類型堤防護坡或護岸材料之抗水流曳引力之強度。

(3) 各類護坡工法可容許之水流速

設計堤防、護岸邊坡護坡工時，應注意所使用之工法、材料是否能抵擋洪流冲刷，各類護坡工法容許流速(如表 4-4)；設計河段平均流速可由規劃報告取得，至局部流速、流向資料(圖 4-5)可以二維數值模

式模擬分析取得。

SRH-2D 為二維泥砂及河川水力學模式，由美國墾務局 (the Bureau of Reclamation) 研發，運用於河川系統之水力、泥砂、溫度及植被之模擬。SRH-2D 根據 SRH-W 發展而來，SRH-W 主要模擬集水區逕流，而 SRH-2D 第二版則主要在模擬河川系統水理，並根據原有 SRH-W 的模式加以改進。SRH-2D 未來的版本將會提供相關泥砂、溫度和植被模擬的模組。

表4-2 梯形河槽邊坡上之最大曳引力
(以 γDS 表示)

邊坡	底寬 W 與深度 D 之比		
	2	4	8
1 : 2	0.760	0.770	0.770
1 : 1.5	0.735	0.750	0.760

註： γ 為水單位重，D 為水深，S 為坡度

表 4-3 各種護坡材料與臨界曳引力之關係

種類	臨界曳引力(公斤/平方公尺)
柳柵間粒砂	1.0
柳柵間卵石	1.5
鋪草	2.0~3.0
柳柵、平行或偏斜於流向	5.0
掃工	7.0
鋪磚	10.0
鋪石	16.0
大碎石之亂砌	24.0
木格床乾石工	60.0
混凝土鋪砌	60.0
鋼筋混凝土鋪砌	80~100
石籠	至 150

表 4-4 常用護坡工法型式及參考容許流速

護坡工法	使用材料	說明及適用條件	容許流速
土坡	黏性土壤、植栽	配合植生可塑造自然生態河川環境，適用流速小、坡度緩及小流量溪流	1.0~1.5
砌石護坡	卵石、塊石、混凝土	適用就地取材及流速不高之中小型河川	1.5~3.0
混凝土護坡	回填土壤、混凝土	適用流速大河川	3.0~6.0
蛇(石)籠護坡	蛇(石)籠鍍鋅鐵絲網籠、卵塊石	具有屈撓特性，亦可做護坦工，適用護坡高度不大之河川	3.0~5.0
串連混凝土塊或串磚工護坡	混凝土塊、不織布、鋼筋或鋼絲	可視魚類生態設計環境混凝土塊，依其強度設計可適用中小型河川	2.0~4.0
混凝土格框護坡	混凝土、植生袋	配合植生可塑造自然生態河川環境，適用流速小、坡度緩及小流量溪流	2.0~3.0
編柵工法	採用竹材、木樁、柳枝、黏性土壤及砂礫地工織物等	流速小之緩流河段	2.0~4.0

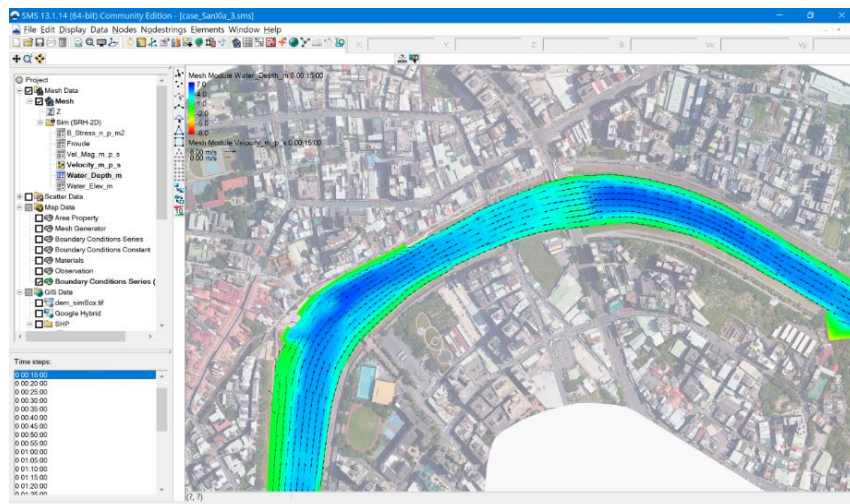


圖 4-5 SRH-2D 模擬流速、流向圖

4、堤前坡護坡工

國內水利單位常用堤前坡護坡工型式有：

(1) 混凝土工

A、混凝土坡面工(含下鋪塊石)，圖4-6、相片4-7

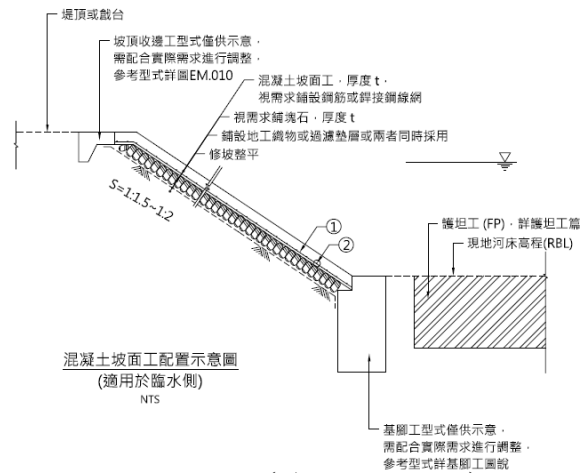


圖4-6 混凝土坡面工(含下鋪塊石)斷面示意圖



相片4-7混凝土坡面工

B、混凝土格框護坡工，圖4-7、圖4-8

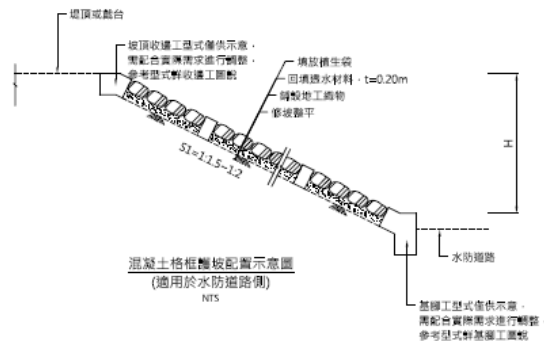


圖4-7 混凝土格框護坡工斷面示意圖

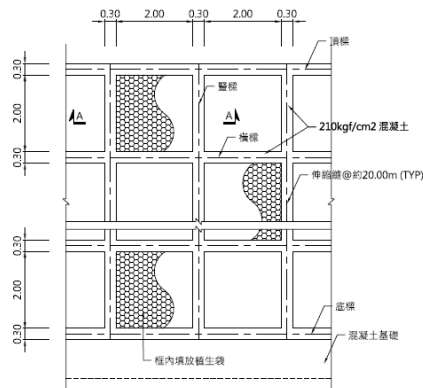


圖4-8 混凝土格框護坡工平面示意圖

(2) 塊石工

A. 乾砌塊石，相片4-8

砌塊石主要是利用圍砌塊石間互相箝制制動，讓塊石不致變位或被水流吸出。砌石以五、六、七圍砌為佳（相片4-9），四、八圍砌效果較差，不易固定塊石位置，且容易位移變形；如屬混砌塊石，則吃漿量大。



相片4-8 烏溪堤防乾砌塊石



相片4-9 六圍砌塊石

B、混凝土砌塊石，圖 4-9、圖 4-10

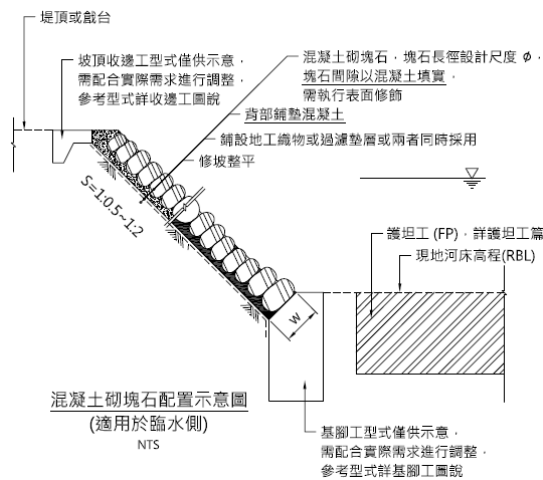


圖4-9 混凝土砌塊石橫斷面示意圖

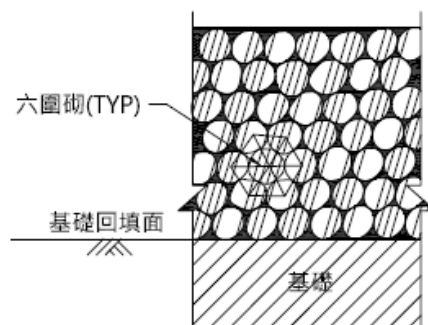


圖4-10 混凝土砌塊石立面示意圖

C、混凝土襯(排)塊石，圖4-11、4-12、相片4-10、4-11

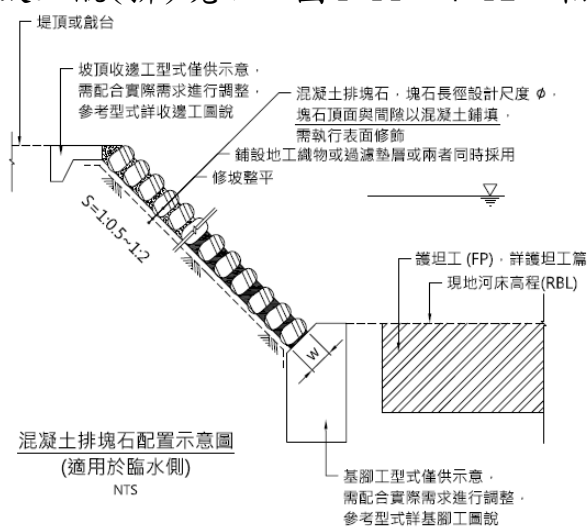


圖4-11 混凝土襯(排)塊石橫斷面示意圖

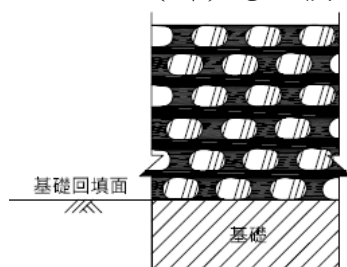
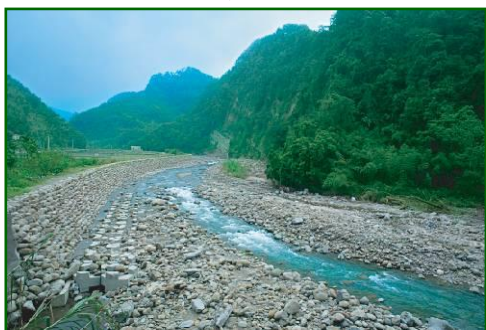


圖4-12 混凝土襯(排)塊石立面示意圖



相片4-10 大湖溪香林護岸排塊石



相片4-11 東埔蚋溪護岸排塊石

D、拋塊石，圖4-13

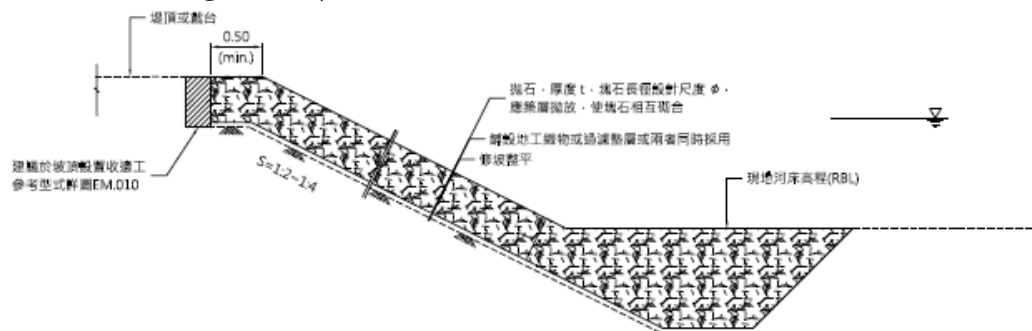


圖4-13 拋塊石護坡工橫斷面示意圖

(3) 籠工

A、蛇籠工，圖4-14、相片4-12、4-13

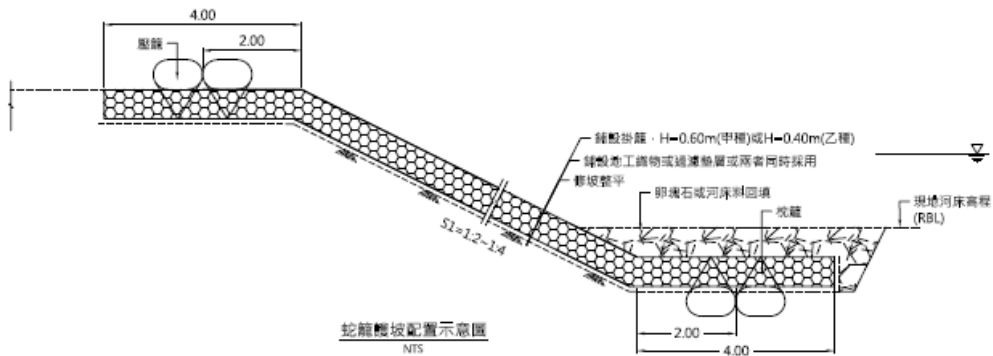


圖4-14 蛇籠工橫斷面示意圖



相片4-12 蛇籠護坡工施工中



相片4-13 蛇籠護坡工完工後

B、箱型石(土)籠工，圖4-15、相片4-14、4-15

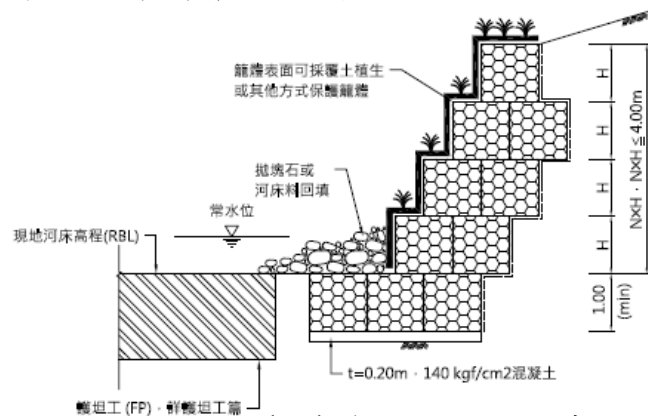


圖4-15 箱型石(土)籠工橫斷面示意圖



相片4-14 將軍溪排水石籠工



相片4-15 阿公店溪上游土籠工

C、鋼柵石籠工，圖4-16、相片4-16

圖4-16 鋼柵石籠工橫斷面示意圖



相片4-16 隘寮溪坪頂鋼柵石籠工

D、加勁式護岸，圖4-17、相片4-17、4-18

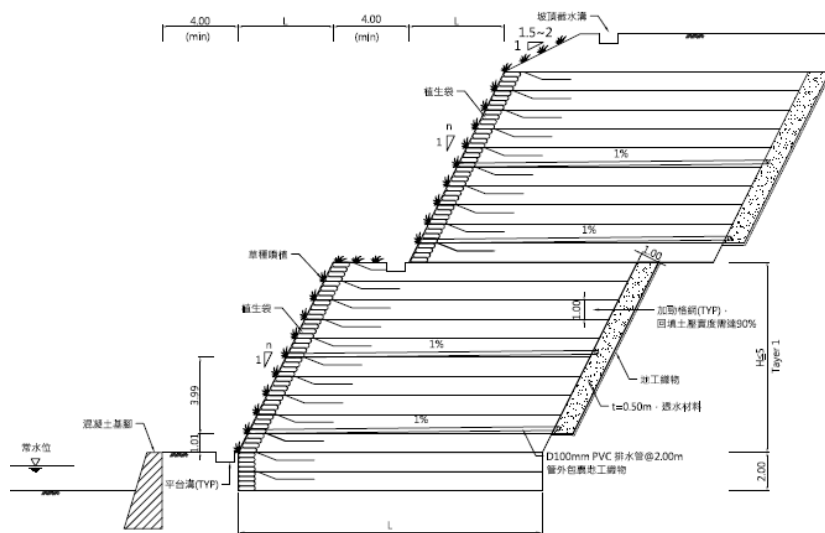


圖4-17 加勁工法橫斷面示意圖



相片4-17東埔蚶溪加勁工法



相片4-18湳仔溝溪加勁工法

(4) 木(竹)樁工法

A、木樁工，圖4-18、相片4-19、4-20

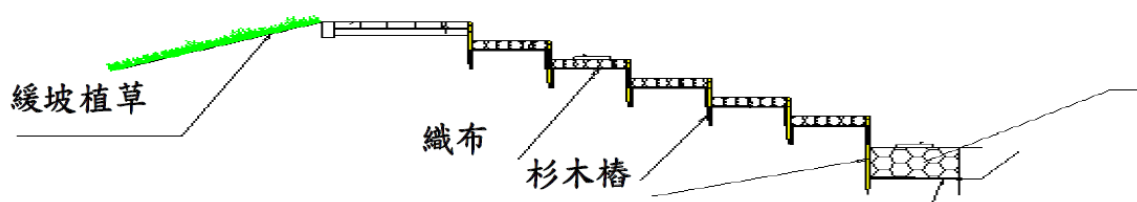


圖4-18 東港溪五魁寮至鐵路橋段木樁工橫斷面示意圖



相片4-19木樁工施工中



相片4-20木樁工完工後

B、竹樁工，圖4-19、相片4-21、4-22

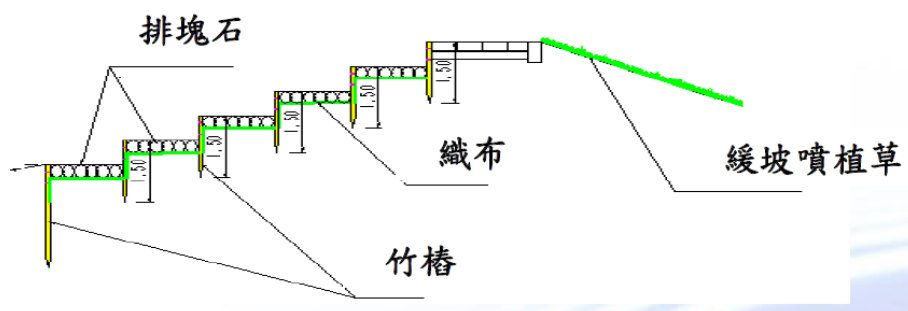


圖4-19 東港溪成德橋至龍東橋段竹樁工橫斷面示意圖

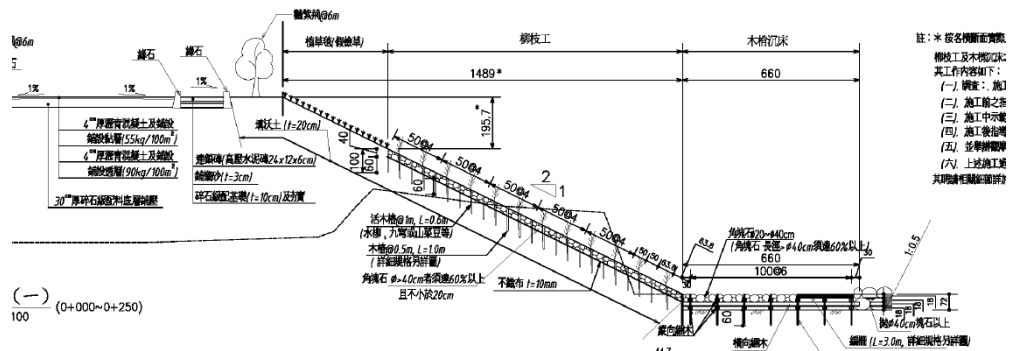


相片4-21竹樁工施工中



相片4-22竹樁工完工後

(5) 柳枝工，圖4-20、相片4-23、4-24

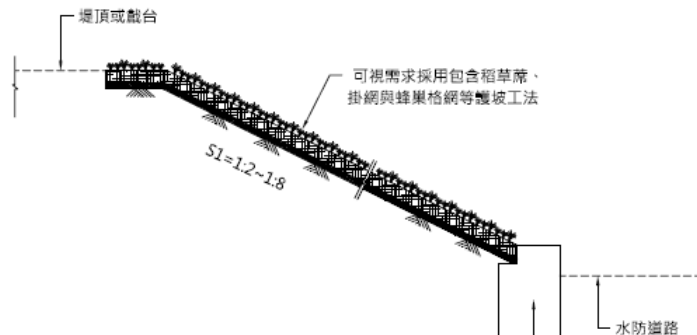


相片4-23 柳枝護坡工



相片4-24木梢沉床工

(6) 植生工法，圖4-21~4-24



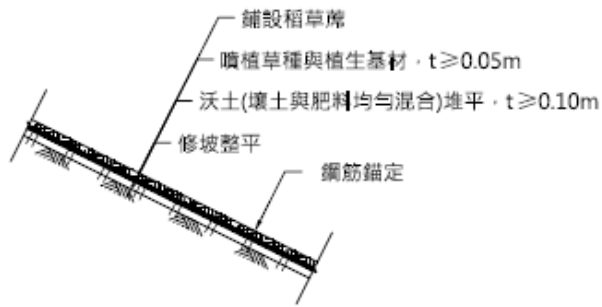


圖4-22 稻草蓆植生橫斷面示意圖

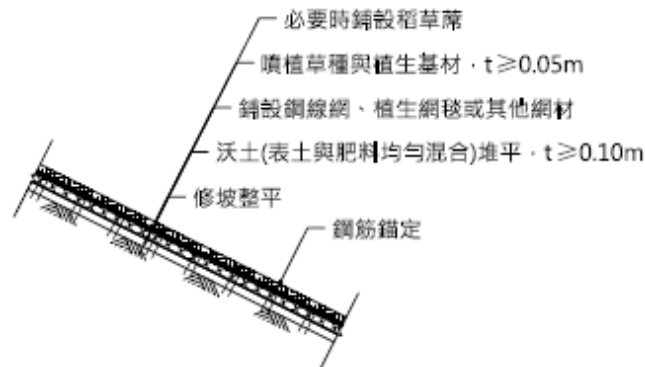


圖4-23 掛網植生橫斷面示意圖

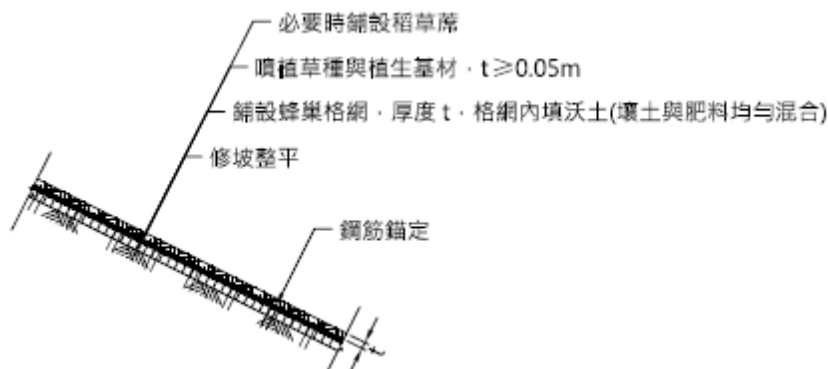


圖4-24 蜂巢格網植生橫斷面示意圖

- 5、堤防後坡未直接面對洪流沖刷，其結構強度可酌降，可考慮採植生方式設計；如考量生態與固碳需求，甚至可以植喬、灌木及草地等複層林方式營造。惟如位於具溢岸潛勢河段，仍應預為籌謀萬一洪水滿岸溢流沖刷後坡時(圖 4-1)，仍應具有部分抗水流沖刷能力；或採第二道防線。

(三) 戕台

戕台一般設置於堤高 1/3~2/3 處，可培厚堤身增加穩定性與

滲流路徑長；完工後可兼做為巡防道路。

- 1、戽台應根據堤坡穩定及維管、排水、施工需求分析確定。
- 2、堤高超過 6m 者，宜設置戽台，戽台的寬度不宜小於 1.5m。
- 3、基於堤身防滲需求，戽台以設置於背水邊坡為原則；惟實務上基於施工機具作業需求，亦可設置於堤前坡。
- 4、戽台宜有 1：10~1：15 之洩水坡度，以保持戽台良好之排水；兩端以小截牆收束(如圖 4-25)。

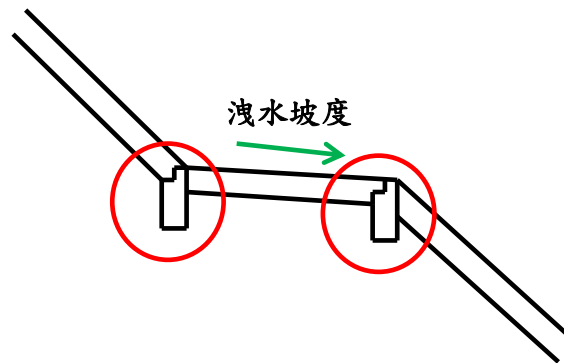


圖 4-25 堤防戽台(含兩端收束工)示意圖

(四) 基腳工：

堤防、護岸破壞多因基礎淘刷(如圖 4-26)造成，故對基礎之冲刷應加以防範保護。保護設施主要包括基腳工、護腳工及護坦工。

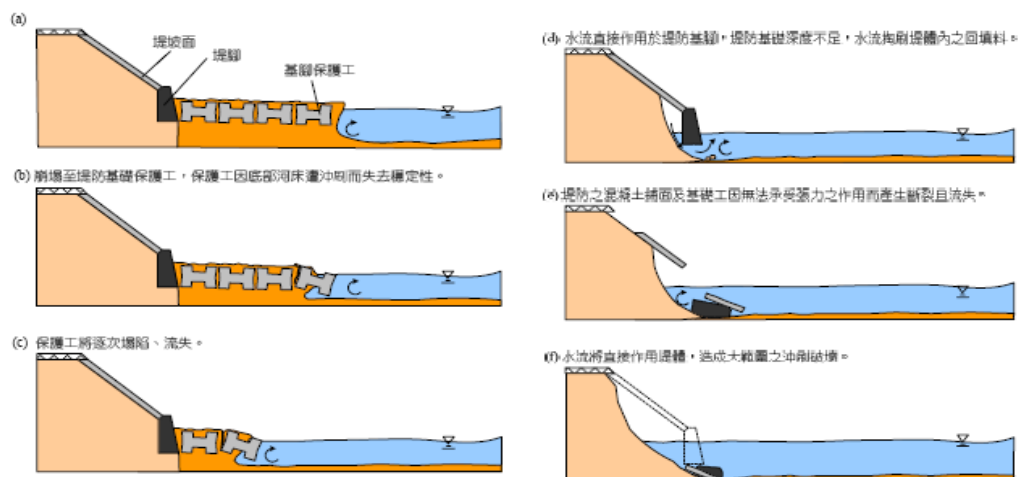


圖4-26 堤防、護岸基礎破壞機制圖

(林呈2005)

1、設置位置

基腳工設置於堤防、護岸堤坡坡址處，主要功能為直接承受各種上部載重，並避免水流淘刷基礎與防止堤前坡土方被淘出，以保護堤身安全。

2、設置深度

基腳工設置深度應經安定分析及冲刷深度計算(例如本講義參.一.2.(5)及伍.二.(三).6)參考採用。水衝河段或急流河川，基腳工深度應配合可能冲刷深度調整，並加設護坦工保護；非水衝河段如現況仍有足夠寬度高灘地時，為節省公帑，基腳深度得酌減(水利技術規範-河川治理篇建議：水深 3m 以下河段深入河床深度 0.5~1m，水深 3m 以上河段深入河床深度 1~2m)，前端可設置柔性護坦工保護(圖 4-27)，或於深水流槽邊設置低水護岸保護高灘地(圖 4-28)，可間接保護堤防基腳。

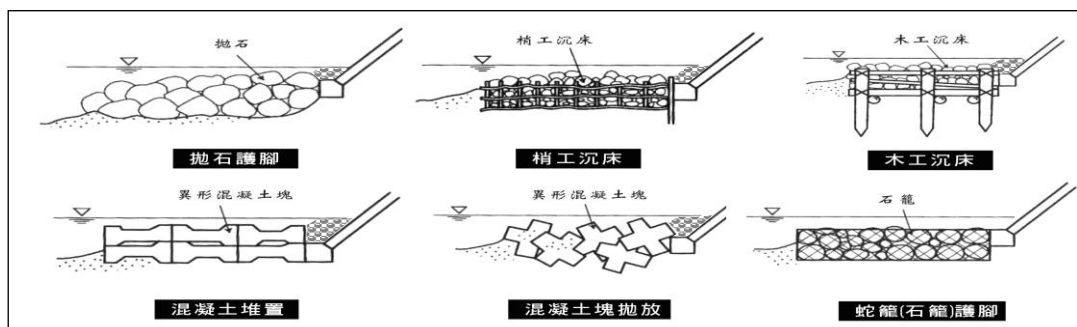


圖 4-27 堤腳前設置護坦工保護示意圖

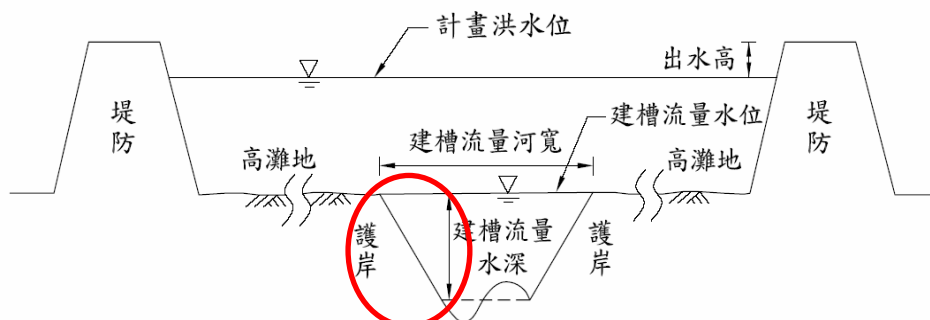


圖 4-28 高灘地增設低水護岸保護示意圖

3、不與坡面工連結

基腳工不宜與坡面工連結。基腳工如與坡面工連結，在洪

水漲退水過程，易因受動床或河床沖刷影響，基腳工下陷時連帶拖拉護坡工位移破壞(相片 4-25)。



相片 4-25 堤防基腳工下陷拖拉坡面工向下位移破壞

4、基腳工型式：鋼筋混凝土基腳(可採現場澆置或場製後吊放)等。圖 4-29(A)、圖 4-30(B)

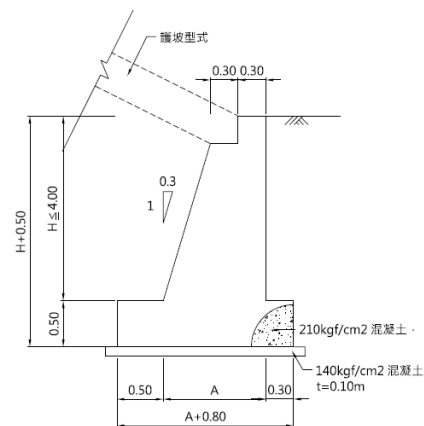


圖4-29 混凝土基腳工(A)示意圖

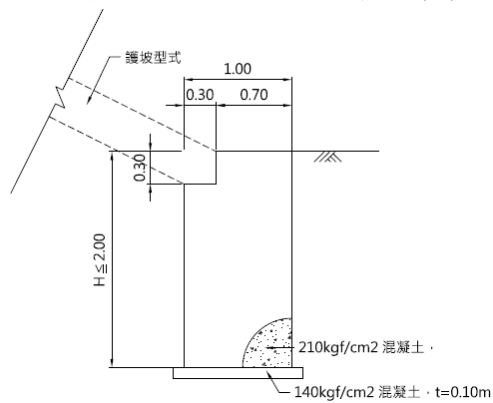


圖4-30 混凝土基腳工(B)示意圖

(五) 護腳工

護腳工功能主要在保護基腳工，一方面可避免河床質直接撞擊基腳工，造成基腳工磨耗或破損；另方面可提供沖刷緩衝空間並可填補施工開挖坑。國內水利單位一般多以拋石護腳。

(六) 護坦工

1、 功能介紹

設置於基腳工之前，主要功能為防止河床沖刷擴大，致破壞基腳工與護坡工。(圖 4-31)

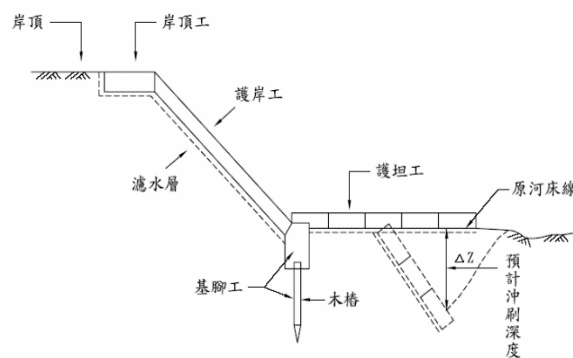


圖 4-31 蛇籠護坦工橫斷面示意圖

2、 柔性工法，具屈撓性

護坦工一般無法完全防止河床沖刷，為適應河床變動後仍維持其護腳功能，護坦工應具備屈撓性，故以柔性工法為佳，例如蛇籠工等。

3、 護坦工高程

護坦工應與基腳工搭配，其高程可參考第參章第一、(一)、2、(5)堤腳防沖刷保護一節之建議設計。如為水流直沖段，可參考現況綫線高程衡酌實需設置，不宜設置太高，否則下層土方因動床或受水流沖刷，易致下陷變形甚至流失，而降低其防護功能；且其前方河道土方受水流沖刷流失後，易形成高低落差(相片 4-26)，將不利於兩棲類生物上下堤岸，亦不利哺乳類動物到水邊喝

水覓食。



相片 4-26 護坦工與河床形成高低落差

4、護坦工寬度

護坦工寬度以能屈撓到達沖刷後之河床為度，依據日本橋本氏提議，應大於沖刷深度之 3 倍(圖 4-31)。

5、與基腳工分離不連結

為避免護坦工受水流沖刷下陷，連帶拖拉基腳工、護坡工變位下陷，應與基腳工分離。

6、護坦工型式介紹

護坦工型式包含但不限於以下型式：拋石護坦工、蛇籠護坦工、混凝土異型塊護坦工、混凝土格框護坦工、木梢沉床護坦工等。

(1) 拋石護坦工，圖 4-32、相片 4-27

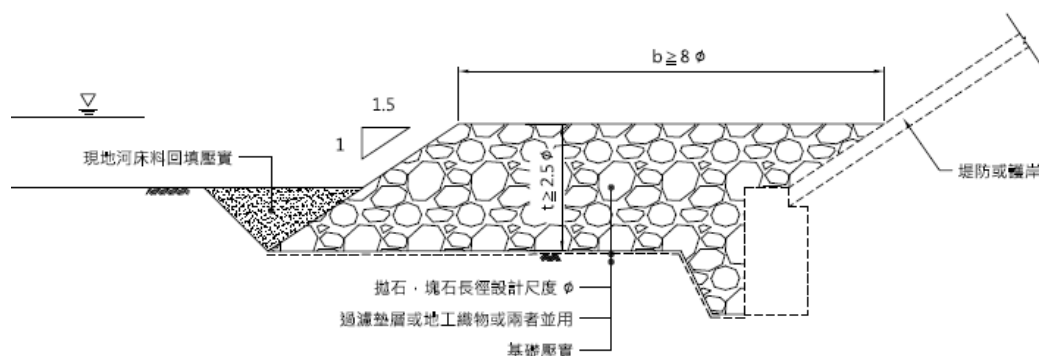


圖 4-32 拋石護坦工橫斷面示意圖



相片 4-27 蘭陽溪五結堤防拋石護坦工

(2) 蛇籠護坦工，圖 4-33

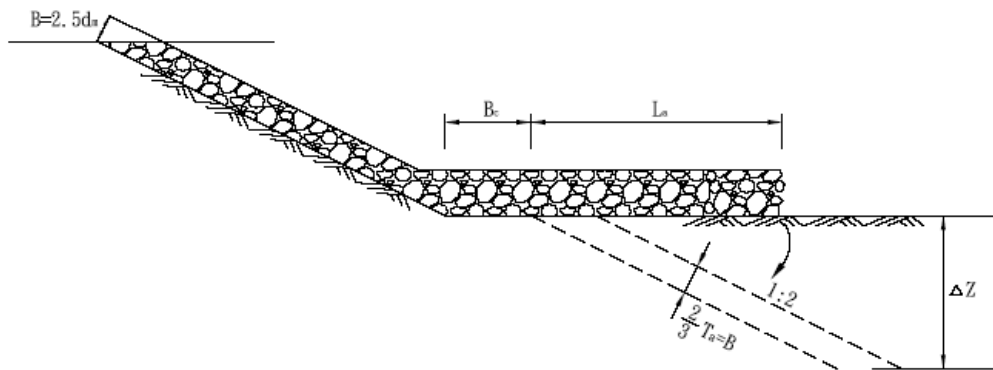


圖 4-33 蛇籠護坦工橫斷面示意圖

(3) 混凝土異型塊護坦工

混凝土異型塊護坦工平面及橫斷面示意如圖 4-34、圖 4-35、相片 4-28。混凝土異型塊選用條件可依河川水流速度、底床坡降、河床質粒徑等因素，參考下表 4-5、表 4-6、表 4-7 辦理。

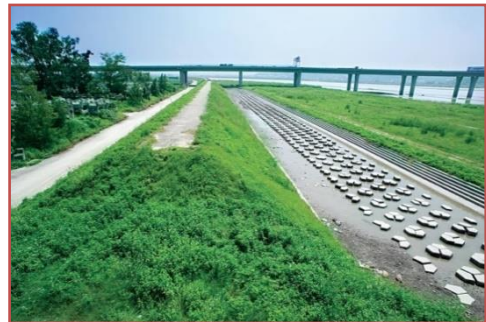
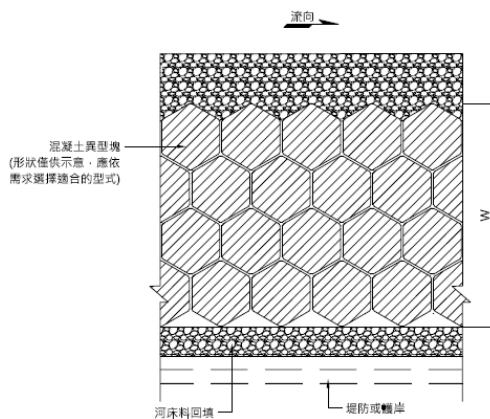


圖 4-34 異型塊護坦工平面示意圖 相片 4-28 中港溪異型塊護坦工

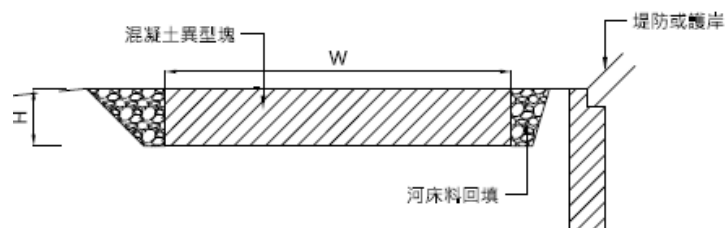


圖 4-35 異型塊護坦工橫斷面示意圖

表 4-5 依河川流速選用混凝土異型塊重量

流速 (m/sec)	1	2	3	4	5	6
異型塊 (公噸/塊)	1	2	2~5	5~7	7~10	10 以上

表 4-6 依河川坡度(s)選用混凝土異型塊重量

坡度 (S)	1/1500 以下	1/1500~ 1/1000	1/1000~ 1/500	1/500~ 1/100	1/100 以上
異型塊 (公噸/塊)	1	2	2~5	5~7	10 以上

表 4-7 依河川河床質選用混凝土異型塊重量

河床質	小石	卵石 (ϕ 20cm 以下)	卵石 (ϕ 30cm 以下)	卵石 (ϕ 50cm 以下)	卵石 (ϕ 50cm 以上)
異型塊 (公噸/塊)	1	2	2~5	5~7	10 以上

(4) 混凝土格框護坦工(圖 4-36、圖 4-37)

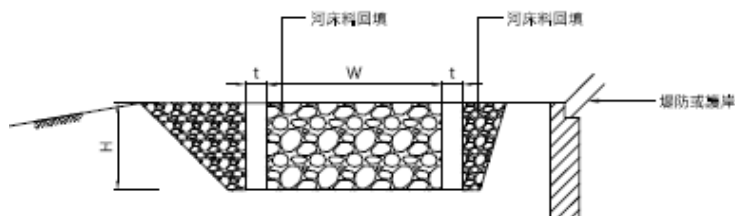


圖 4-36 混凝土格框護坦工橫斷面示意圖

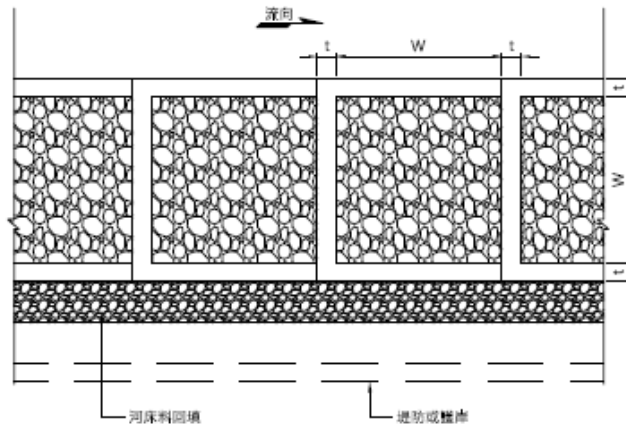


圖 4-37 混凝土格框護坦工平面示意圖

(5) 木梢沉床護坦工(相片 4-29、4-30)



相片 4-29 木梢沉床護坦工(施工中)相片 4-30 木梢沉床護坦工(完工後)

(七) 水防道路(護岸一般設在堤頂)

1、 功能介紹

作為便利防汛、搶險運輸所需之道路及附屬排水側溝。

(河川管理辦法第 6 條)

2、 設計應注意事項

(1) 水防道路含側溝總寬度河川以 6~10 公尺為原則，最小不宜小於 6 公尺；區域排水以 4~6 公尺為原則；既有建造物如因用地取得問題無法達到此要求時，得依實際情況布置水防道路。

(2) 道路側溝護墩單體長度不宜太長，以利排水(圖 4-38)；

建議護墩以長度一公尺、間隔一公尺布設為原則；如為人車安全計，間隔可視實需酌予縮減。

(3) 道路路面高程應高於原地面，以避免內水積淹影響搶險作業進行(相片 4-31)；對堤防亦有培厚效果。

(4) 為利小型動物掉入側溝能自行脫困逃生，或兩棲類等生物上下側溝飲水覓食，側溝應於適當地點處視實需設置上下坡道。(相片 4-32)

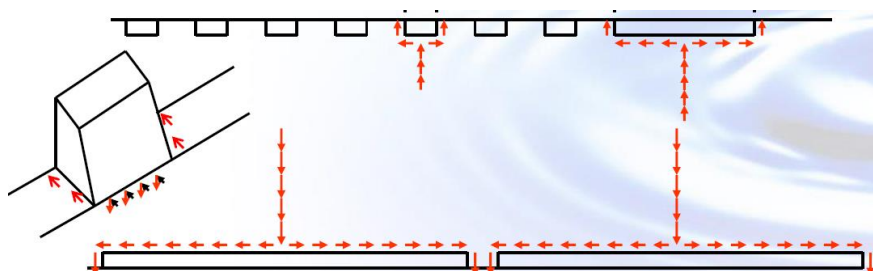


圖 4-38 護墩太長不利及時排除水防道路雨水示意圖



相片 4-31 水防道路淹水影響防汛作業



相片 4-32 水防道路側溝設置生物上下坡道

(八河局紅石溪)

二、防洪牆設計

(一)功能介紹

防洪牆功能與堤防同，主要功用在約束洪水於預定河道內，保護牆內土地及財物免受洪害。於都市、聚落區及其他如修建土堤將受用地限制的地段，可考慮採用防洪牆替代土堤。其材料主要為鋼筋混凝土，當高度不大時，亦可採用混凝土或砌石結構，惟應注意其結構強度與水密性應足夠。

(二)防洪牆布設應注意事項

- 1、應依據治理計畫或規劃報告布設其位置與高程。
- 2、防洪牆型式一般有重力式、半重力式、懸臂式、扶臂式等型式，選用時應考慮內外營力、地形、地質、施工條件、保護標的、使用需求等因素，並考量結構安全、穩定性、水密性與工程經濟性等。

(1)重力式防洪牆：主要藉由防洪牆本身之重量抵抗洪水壓力。

(2)半重力式防洪牆：將重力式防洪牆形狀略做修改，在豎牆受壓面加入少量鋼筋，可減小豎牆厚度，惟需加設基腳方能有充足之底寬。(如圖 4-39)

(3)懸臂式防洪牆：懸臂式防洪牆有倒 T 字型防洪牆及 I 字型防洪牆兩類。

a. 倒 T 字型防洪牆：構造係由三支懸臂組構而成(如圖 4-40)，即為豎牆、腳趾(基腳延伸在背水面部分)、腳跟(基腳延伸在迎水面部分)；其穩定係利用基腳上之土重與水重，使之與水平向之水壓力平衡，以避免傾倒或滑動；一般高度之防洪牆以本型最經濟。

b. I 字型防洪牆：由垂直而深入地下之牆構成，牆上

部為鋼筋混凝土，下部則為鋼板樁，其穩定係藉基礎土壤之被動反力平衡。在一般條件下，I 字型防洪牆高度應限制在三公尺以下。

(4)扶臂式防洪牆：適用較高之防洪牆。

a. 垛式防洪牆：此型防洪牆之撐牆在背水面，所佔用堤內土地較大。(如圖 4-41)

b. 支撐式防洪牆：此型防洪牆之撐牆在迎水面，易妨礙水流。(如圖 4-42)

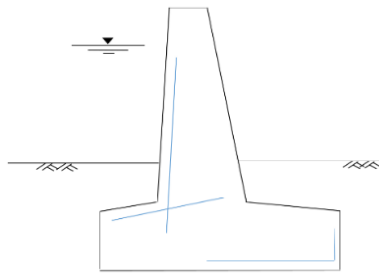


圖 4-39 半重力式防洪牆示意圖

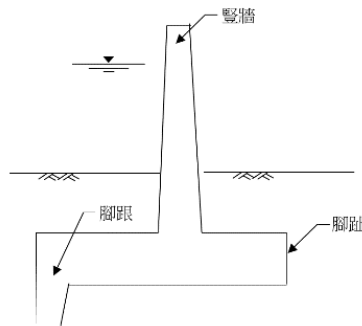


圖 4-40 倒 T 字型防洪牆示意圖

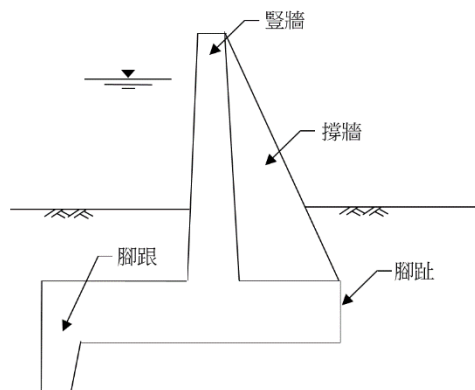


圖 4-41 垛式防洪牆示意圖

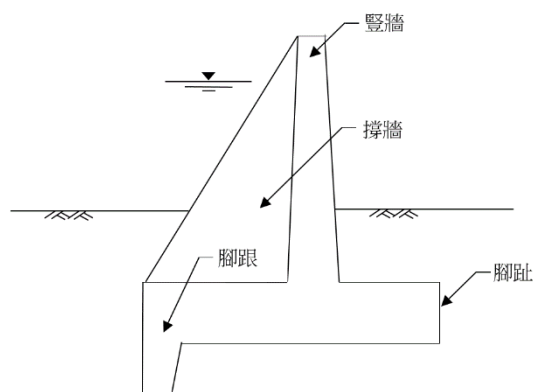


圖 4-42 支撐式防洪牆示意圖

3、實際設計時需考量現地地形、地質條件、河道變遷，結合現有建造物位置、施工條件、既有工程狀況、用地取得情形、使用材料、水流情況、高度等決定；確認各項內外營力(除防洪牆自重外，尚需考量水壓、土壓、風壓、地震、滲水壓力等)後，經結構計算與安定分析後確定斷面型式。

(1)防洪牆自重：

混凝土重量為每立方公尺 2,200 公斤，鋼筋混凝土則按每立方公尺 2,400 公斤計算。

(2)水壓：

水中任一點水壓 $p = wh$ ， w 為水之單位重量 $1000\text{kg}/\text{m}^3$ ， h 為自水面至該點之深度。

自水面至水深 h 之水平總壓力 $P_w = \frac{1}{2}wh^2$ ，水壓合力之

作用點在水面下 $\frac{2}{3}h$ 處。

(3)土壓力：

土壤側壓常以 Rankine 公式計算：

$$P_E = \frac{1}{2}W_E h^2 \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

$$P_r = \frac{1}{2}W_E h^2 \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}$$

P_E = 土之總側壓力

P_r = 被動土壓力

W_E = 單位土重

h = 土之深度

ϕ = 土之內摩阻角

防洪牆迎水面之土壓力，因受滲水影響，應以水中重量計算其側壓力(如表 4-8)。

防洪牆背水面所受土壓係為被動土壓力，即為地基內所發生之水平方向之反力；依彈性試驗結果，被動土壓力合力點及分布如下圖(圖 4-43)，一般採用第(2)項。

表 4-8 土壤重量(單位：公斤/立方公尺)

土壤種類	乾重	飽和重	排水後重	水中重	空隙率
無機軟黏土	—	1760	1760	760	55
無機應黏土	—	2070	2070	1070	37
有機軟黏土	—	1470	1470	470	70
大小顆粒混合之密砂	1860	2160	2080	1160	30
大小顆粒混合之鬆砂	1590	1990	1920	990	40
顆粒均勻之密砂	1750	2090	1950	1090	34
顆粒均勻之鬆砂	1440	1900	1760	900	46
無機鬆壤土	1200	1750	1750	750	55
無機密壤土	1520	1940	1940	940	42
有機壤土	—	1430	1430	430	75
黏土與砂土混合	2110	2310	2110	1310	20

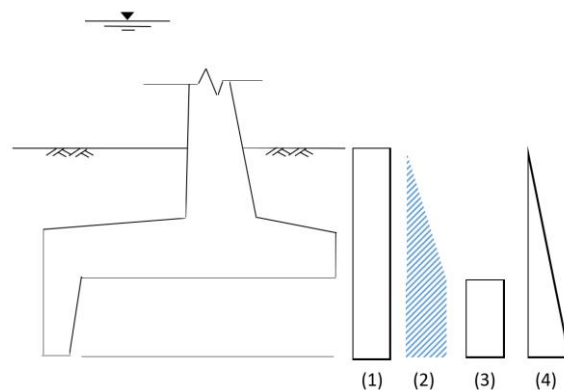


圖 4-43 防洪牆背水面被動土壓力分布示意圖

(4)風壓力

因風壓力較水壓力小，故牆之迎水面無須就風壓力單獨計算，但背水面須以迎水面無水壓時全部承受風壓力。風壓力計算公式如下：

$$P = CV^2A$$

P = 作用於面積 A 之風壓力，公斤/平方公尺

C = 常數，用 0.125

V = 與受壓面成直角方向之風速，公尺/秒

在台灣，防洪牆之設計，風速可用每秒 40 公尺，則每平方公尺所受之風壓力為 200 公斤。

(5)地震力

在洪水位最高或風力最大時，同時發生地震機率甚小，設計時可單獨考慮因地震所引發之側壓，不必與水壓、風壓合併考慮。另因地震所引發之側壓遠較水壓小，迎水面所受壓力可僅考慮水壓，不必考慮地震側壓；至迎水面不受水壓時，應考慮與水壓方向相反之地震側壓。

在台灣，一般防洪牆設計，平向地震加速度可使用重力加速度十分之一。

(6)滲水壓力

防洪牆設計有關滲水壓力部分，可依滲流理論計算。

- a. 其滲流線係由腳跟上面之地面開始，循地下混凝土之側面或底邊，行至腳趾上面之地面為止。
- b. 滲流比即為滲流線之長度除以有效水頭之比。有效水頭為牆內外水位差，若背水面不積水，則以外水位與背水面地面之高差計算。建築在各種不同土質上之防洪牆，應依其土質，限定其滲流比在規定數值之上(如表 5-5)。

4、防洪牆設計應考慮下列四種負荷情形：

- (1)外水位與牆頂平，背水面地面以上部分不受力。
- (2)外水位為計畫洪水位，背水面地面以上部分不受力。
- (3)迎水面不受水壓，背水面受風壓。
- (4)不受水壓、風壓，而發生地震側壓。

5、防洪牆構造穩定分析(詳本參考手冊第五章)，需進行抗傾倒、抗滑動和承载力穩定分析；基礎承载力應滿足土壤允許承载力要求。

6. 鋼筋混凝土防洪牆應設置伸縮縫，牆縫距宜為 15~20 公尺；混凝土牆及漿砌石牆宜為 10~15m；基礎土質、牆高、外部荷載、牆體斷面結構變化處，宜視實需增設伸縮縫。防洪牆體應滿足抗滲要求，伸縮縫應設止水帶，並視實際情形得增設防水及防沖刷設施。

7、防洪牆設計宜併考量綠化、景觀及生態需求，決定前應先與地方溝通取得共識。

(三)防洪牆基礎與基樁設計注意事項

1、工址應儘量避開軟粘土、液化土壤、膨脹性土壤、泥炭土及分散性土壤等軟弱地質區域，故設計前應先辦理地質調查、鑽探，並蒐集鄰近工區土壤鑽探試驗報告及相關處理工法，預為因應。軟弱地基的處理對策，宜先考量挖除置換或進行地盤改良，使地盤承载能力達到一定強度。

2. 防洪牆基礎型式選擇一般係依結構物載重與分佈情形，視基地土層與地下水位狀況而定。為滿足安全與經濟要求，通常需考慮下列因素，俾利選用合適的基礎型式：

- (1)建物荷重及荷重之分布
- (2)基礎下方土層所能提供之容許承载力
- (3)基礎下方土層因建築物載重而可能發生的最大沉陷

量與差異沉陷量

- (4)地下水位與水壓力分布狀況
- (5)基地鄰近既有建築物之重要性及其基礎型式與位置
- (6)基礎開挖方式
- (7)基礎本身構築費用等

3、因防洪牆設置於河道內，使用斷面型式及材料須能抗水流沖刷；為防基礎淘刷，應考量消能保護方式，並視沖刷深度決定基礎深度。

4. 防洪牆基礎(樁)

- (1)防洪牆基礎承载力不足時，可採用地下連續壁、排樁、沉箱或樁基礎(如圖4-44)，其結構與斷面尺寸應根據結構應力分析計算確定；亦可考量增設基礎底板下塊石置換工法等，以增加基底承载力。
- (2)基樁可採用木樁、鋼軌樁、預鑄鋼筋混凝土樁、全套管基樁等。
- (3)基樁的長度、直徑、入土深度、樁距、材料、結構強度等，應根據荷重、底床地質、岩盤深度等情況，或既有工程使用經驗分析確定。

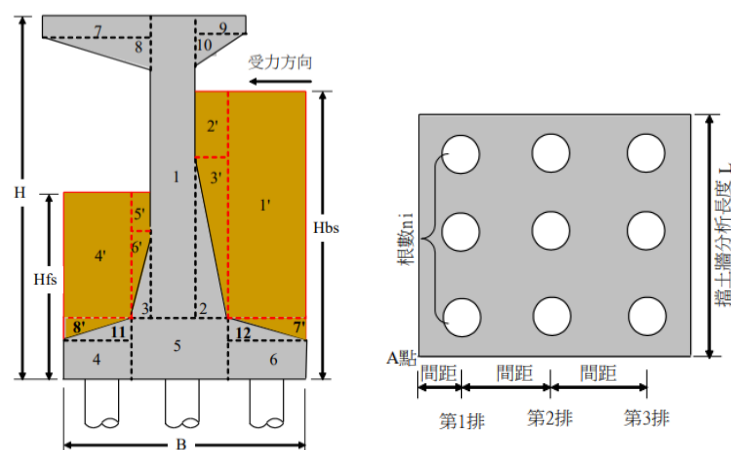


圖 4-44 防洪牆基礎(樁)示意圖

三、牆式護岸設計

(一)功能介紹

牆式護岸與防洪牆及堤防功能雷同，主要功能在約束洪水於預定河道內，保護牆內土地及財產免受洪害。如相片 4-33。

牆式護岸在國內多使用於河幅較小之縣市管河川或區域排水之排水路整治，考量工程用地受限，故多採牆式護岸型式設計。

(二)護岸型式

牆式護岸一般為重力式混凝土構造或鋼筋混凝土構造；鋼筋混凝土構造按其形狀可分為 L 型或倒 T 型(圖 4-40)。

(三)設計應注意事項

- 1、護岸高度、護岸頂部肩線位置應依據核定之治理計畫高程與治理計畫線位置布設，以滿足計畫流量之通洪需求；倘護岸頂高程高於地面，應特別注意後側排水問題(圖 4-45)，避免造成護岸後側淹水，或下滲增加主動土壓力，影響牆身穩定性。
- 2、作用在牆式護岸之外營力與防洪牆不同，防洪牆主要外力來源為河道內洪水壓力；牆式護岸之外營力除河道內洪水壓力外，主要為牆後之土(水)壓力；依一般牆式護岸破壞型態觀之，多係因背後主動土水壓力過大，推移造成護岸往河側傾斜位移破壞。
- 3、牆式護岸之結構計算與一般擋土牆雷同，安定分析可參考第伍章辦理；應有抗滑動、抗傾倒與承载力分析。
- 4、為避免堤後累積過大飽和水壓力，影響堤身穩定，牆身應視實需，依施工規範規定布設排水器，以降低主動土水壓力。如圖 4-45、圖 4-46。

5、牆式護岸另一常見之破壞型態為基礎地質不良，譬如構造物施設於舊河道，因其地層承載能力不足，設計時未予挖除置換，或進行地盤改良加強地盤承載能力使達到一定強度，或打設基樁增加承載能力，導致不均勻沉陷或結構物下陷。

6、牆式護岸延堤線方向應設置伸縮縫，間距：鋼筋混凝土結構可為 20m，混凝土結構可為 15m，漿砌石結構可為 10m；在堤基條件改變處應增設伸縮縫，並作防漏處理。



左岸

右岸

相片 4-33 牆式護岸照片

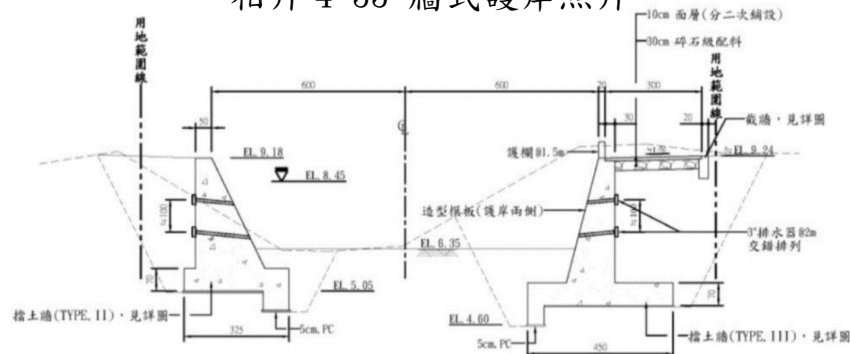


圖 4-45 牆式護岸示意圖(一)

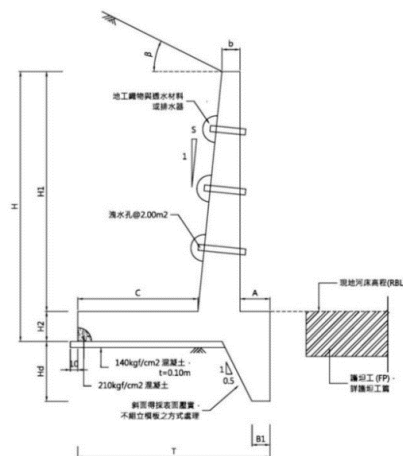


圖 4-46 牆式護岸(懸臂式)示意圖(二)

第伍章 工程設計成果檢核

一、通洪能力檢核

水道功能主要在暢洩洪流，因此水道設計斷面大小需足以排洩設計頻率洪峰流量。本署主管之中央管河川、排水在治理前均會先辦理治理規劃，取得相關水文水理數據後，據以訂定治理計畫，決定水道治理計畫線、計畫洪水位與計畫堤頂高，並辦理水道治理計畫線、用地範圍線公告(中央管區排僅公告用地範圍線)。

因此進行通洪能力檢核，宜先了解該溪是否已核定治理計畫。

(一) 治理計畫已核定

檢核堤防、護岸臨水側堤肩線是否依治理計畫線布設，堤頂高程是否依計畫堤頂高設計。

(二) 治理計畫未核定

依本署「水文分析參考手冊」及其他相關手冊方法，依最新測量之河道斷面資料計算決定計畫洪水位，加計適當出水高後訂定計畫堤頂高。

二、安全性檢核

(一) 作用於防洪建造物之內外營力

堤防、護岸、防洪牆等順水流向建造物除本身自重外，亦受水流與土砂等外力衝擊，影響建造物之穩定與安全；設計時需對各種可能內外部作用力有充分了解並加以分析，使建造物達到安全穩定且能發揮預期之功能。建(構)造物所承受之內外營力分述如下：

- 1、自重：建(構)造物本身受地心引力而產生的力量，其構材的水中重量，可依下式計算之。

$$W_w = (\rho_b - \rho_w)g \times K_v \times A_b \times t_b$$

式中， W_w ：構材的水中重量

ρ_b ：構材之比重

ρ_w ：水之比重

A_b ：構材之垂直投影面積，詳如圖 5-1。

K_v ：體積修正係數，構材實際體積與控制高度 t_b 為之方形體積之比，詳如圖 5-1。

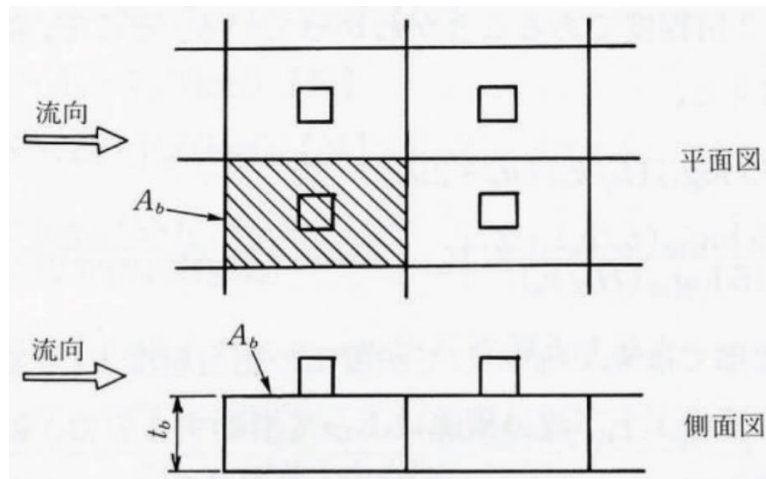


圖 5-1 構材投影面積示意圖

- 2、主動土壓力：採用陡坡式或直立式構造物時，為抵擋構造物背後(堤內側背水面)之土而產生之主動土壓力。
- 3、被動土壓力：構造物基腳前趾(堤外側迎水面)回填土層，因背後土壓作用使構造物前移時所產生之被動土壓力。
- 4、水壓力：防洪構造物迎水面由於河水上漲而產生之水壓力；又如構造物堤內側背水面土層中亦有發生水飽和情況時，在飽和水面以下部份產生水壓力。
- 5、浮力(上揚力)：構造物全部或部分浸沒於水中時，構造物體積排開水而產生上浮的力量。流水作用於構材塊體之浮力 L 可依下式估算之，此式是以能量方程式所導出之動能來表示的形式。

$$L = \frac{1}{2} \rho_w \times C_L \times A_b \times V_d^2$$

式中， L ：作用於構材單位面積之浮力(kg/m^2)

ρ_w ：水之單位重(kg/m^3)

C_L ：浮力係數

A_b ：構材之垂直投影面積，詳如圖 5-1。

V_d ：近傍流速，為近防洪構造物的流速，依防洪構造物類型不同計算方式不同，通常以設計代表流速 V_0 代替。

6、掃流剪應力：水流與構造物接觸時因表面阻流而產生剪應力，此剪力有曳引構造物之作用。水流在物質界面產生之理論性的掃流剪應力 τ 如下式

$$\tau = \rho_w \times u_*$$

式中， τ ：單位面積河床上之掃流剪應力

ρ_w ：水之單位重(kg/m^3)

u_* ：摩擦速度，於寬廣之河渠橫斷面的水深變化小、縱斷面水流緩之狀況， u_* 之定義如下式

$$u_* = V_0 / \phi_0$$

式中， V_0 ：設計代表流速，通常為經一維模式或曼寧公式所推算之平均流速值 V_m ，再考量局部流況依相關經驗修正之流速值。

ϕ_0 ：流速係數， $\phi_0 = 6.0 + 5.75 \log(H_d / K_S)$ ， K_S 為坡面粗糙高度，可假設為 D_m ，最大可假設為 $2.5D_m$ ； H_d 為設計水深。

7、曳引力：水流觸及構材塊體產生之曳引力 D 依下式估算之，此式亦是以動能來表示力的形式。

$$D = \frac{1}{2} \rho_w \times C_D \times A_D \times V_d^2$$

式中，D：作用於構材單位面積之曳引力(kg/m²)

ρ_w ：水之單位重(kg/m³)

C_D ：曳引力係數

A_D ：構材塊體突起部之水平投影面積，詳如圖 5-1

V_d ：近傍流速

8、衝擊力：當水流衝擊構造物時，由於阻擋水流改變流速及流向而產生衝擊力，稱為流體衝擊力；若水流挾帶土石及漂流木衝擊構造物，亦會對構造物產生衝擊力，稱為巨礫衝擊力。流體衝擊力屬於面的衝擊力，與構造物安定性分析相關；而巨礫衝擊力為點的衝擊力，為評估構造物坡面材料的耐撞程度，與構造物坡面構材強度和厚度相關，會產生局部破壞，而比較不會危及構造物整體之安全性。

9、基礎垂直壓力：構造物自重及外界作用力加於構造物後，在基礎產生之垂直方向壓力。

10、基礎水平移力：構造物受到外界水平壓力時在水平方向產生移動之力量。

(二)安全分析檢核項目

防洪建造物之安全性評估，藉由(1)抗傾倒、抗滑動及基礎承载力；(2)滲流分析；(3)抗水流剪應力之評估；(4)冲刷深度等分析，檢核建造物是否穩定安全。

建(構)造物本身之穩定性，所需考量因子主要為主動土壓力、被動土壓力及超額孔隙水壓力，藉由抗傾倒、抗滑動及基礎承载力分析來檢核結構穩定性；此外，外在因子如滲流分析、水流剪應力（拖曳力）及河床冲刷量之推估等亦影響結構穩定性，因此也必須考量納入安全評估。

另有關堤防斷面之決定，應在洪水流量能安全流洩之原則下，考慮築堤材料之性質，基礎地盤之狀態及流水之狀態等而決定，原則應滿足下列條件：

- 1、內外坡面依其土料種類性質，應有充分安定之坡度。
- 2、滲漏線應在堤防內坡(背水坡)之內。
- 3、堤內或基礎地盤內滲透水之流速及水壓，均不致發生土料顆粒流出之現象等。

(三)堤防、護岸建造物安全檢核

當建造物受到外力作用時，除建造物本身須有足夠之強度抵抗外力所產生之應力外，在整體構造上必須安定，安定檢核應包括：

1、抗滑動檢核

$$(FS)_s = \frac{\text{阻抗滑動力之和}}{\text{推動滑動力之和}} = \frac{F_r}{F_o}$$

一般設計時之抗滑動安全係數需達 1.3 以上。

以堤坡穩定之圓弧滑動破壞分析為例，安全係數可簡化為：

$$FS = \frac{CL + \sum N \tan \phi}{\sum T}$$

式中，C：土壤黏著力

L：破壞圓弧總長度

N：作用於法線方向之分力

T：作用於切線方向之分力

$\tan \phi$ ：堤身土壤內磨擦角

改變圓弧之中心，經反覆試算可求出安全係數 FS 之最小值，

進而決定危險斷面，其滑動破壞安全係數之判斷如下：

式中， $FS < 1.0$ 不穩定

$FS = 1.0 \sim 1.2$ 穩定但不可靠

FS = 1.3 ~ 1.4 挖土或填土可穩定

FS ≥ 1.5 土壩穩定可靠

2、抗傾倒檢核

$$(FS)_o = \frac{\text{阻止傾倒之力矩}}{\text{推動傾倒之力矩}} = \frac{M_r}{M_o}$$

一般設計時之抗傾倒安全係數需達 1.5

3、基礎承载力檢核

防洪建造物進行基礎設計時，需滿足土壤的允許承载力如表 5-1，土壤的承载力不足時，則需進行置換或地盤改良；一般可以攪拌水泥固化、拋置塊石或加鋪混凝土基底層、打設基樁等方式加強。

$$e < \frac{B}{6} \text{ 時 } \sigma_{max} = \frac{F_v}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right)$$
$$\frac{B}{6} < e \leq \frac{B}{4} \text{ 時 } \sigma_{max} = \frac{4F_v}{3(B - 2e)}$$

式中， σ_{max} ：基底最大壓應力

F_v ：垂直方向合力

B ：構造物基底寬度

e ：偏心距

為獲得建造物基礎土壤之容許承载力，應蒐集相關資料及作地質調查後決定，通常可由試驗求得之極限承载力，除以安全係數 2 作為容許承载力。

- (1) 建造物或重要構造物基礎設計應考慮之載重有靜載重、活載重、風力、地震力、上浮力、土壤及地下水之作用力、振動載重及施工期間之各種臨時性載重等。
- (2) 基礎地層承受之最大基礎壓力視載重作用方向、分布以及偏心等而定。設計時，應考量不同階段中可能同時發

生之載重組合，作為設計之依據。

表5-1 不同土壤安全承載力概估值

土壤	噸/平方公尺
黏土、軟	10
中	20
硬	40
砂、細而鬆散	10
細而緊密	30
粗而鬆散	30
礫、鬆散之砂礫混料	40
緊密之砂礫混料	50
硬盤	100
堅硬頁岩	100

4. 抗水流沖蝕檢核

水流在河道內流動時，當水流與河床、河岸或堤坡上建(構)造物接觸時，因表面阻流而產生剪力，此項剪力有曳引構造物之作用，稱為掃流剪應力。水流在物質介面產生之理論性掃流剪應力 τ 如下式：

$$\tau = \rho_w \cdot u_*^2$$

掃流剪應力可能會造成結構物滑動、位移、捲起等型態破壞，故在進行堤防、護岸工程護坡工與護坦工等單元設計時，應先了解各護坡工與護坦工單體重量是否足以抵擋掃流力之曳引；如有不足，則應加大單體重量、或採聯結加大群體重量，或採砌築加大互制箝力等方式辦理加固。

(1)護坡工一體性弱時：例如坡面拋置塊石護坡

堤防、護岸堤坡在考量各類填方材安息角穩定需求下，一般採 $V:H < 1:1.5$ 。當坡面工坡度緩於 $1:1.5$ ，並採用拋石工護坡時，為避免拋石被水流掃流移動脫離，所需拋石粒徑大小應先分析確定。

$$D_m = \left\{ \frac{1}{E_1^2 \times 2g \times \left[\frac{\rho_s}{\rho_w} - 1 \right]} V_0^2 \right\} \times K$$

式中 D_m ：石材平均粒徑(m)

E_1 ：亂流強度影響係數(0.86~1.20)

g ：重力加速度

ρ_s ：石材之比重

ρ_w ：水之比重

V_0 ：設計代表流速

K ：傾斜坡面工修正係數，其值為

$$K = \frac{1}{\cos \theta \sqrt{1 - \left(\frac{\tan \theta}{\tan \phi} \right)^2}}$$

θ ：坡面工傾斜角

ϕ ：石材於水中之安息角

(2)護坡工一體性強時：例如坡面採乾砌塊石護坡

當坡面工坡度緩於1：1.5，並採用乾砌石或預鑄混凝土異型塊坡面工，則當掃流力大於臨界掃流應力時，即會使構材發生移動。為此，另定一無因次掃流應力 τ_{*d} ，作為河床質、塊石或混凝土異型塊等構材受到約束的情形下，產生啟動的臨界條件指標；其理論為當構造物本體之臨界無因次剪力等於水流之無因次剪力，視為臨界安定條件。無因次掃流應力 τ_{*d} 如下式：

$$\tau_{*d} = \frac{V_0^2}{\phi_o(s \cdot g \cdot D_m)}$$

式中： τ_{*d} ：無因次掃流應力

V_0 ：設計代表流速

ϕ_o ：流速係數

$S : \frac{\rho_s}{\rho} - 1$ ， ρ_s 為粒料之比重， ρ_w 為水之比重

D_m ：平均粒徑(m)

對應於水平河床不受圍束之石材，其無因次掃流應力 $\tau_{*d}=0.05$ ；另外，當石材位於傾斜坡面上， τ_{*d} 應修正為 τ_{*sd} 如下式：

$$\tau_{*sd} = \tau_{*d} \times \frac{1}{K} = \tau_{*d} \times \cos \theta \sqrt{1 - \left(\frac{\tan \theta}{\tan \phi} \right)^2}$$

式中， ϕ 為石材水中安息角， θ 為坡面傾斜角度。

由無因次掃流應力公式，可推求坡面工、護坦工採用工法所需之石材或混凝土異型塊最小平均粒徑，如下式：

$$D_m \geq \frac{V_0^2}{\left\{ 6.0 + 5.75 \log \left(H_d / K_s \right) \right\}^2 \cdot \tau_{*sd} \cdot (\rho_s / \rho_w - 1) \cdot g}$$

式中： D_m ：石材平均粒徑(m)

ρ_s ： 石材之比重

ρ_w ： 水之比重

V_0 ： 設計代表流速

H_d ：設計水深(m)

K_s ：河岸粗糙高度，可假設為 $D_m \sim 2.5 D_m$ (m)

θ ： 坡面工傾斜角

τ_{*sd} ：無因次掃流應力

g ： 重力加速度

依據本署編製之「河川復建工程工法檢討與技術圖說資料庫建置」成果報告書(100.12)，造成防洪建造物破壞或處於臨界破壞型態之外力，主要為水流之掃流剪應力、水流之上揚力及曳引力、背後土壓力及水壓力作用等；各類構造物型式、破壞型態、安全分析模式，茲摘錄如表5-2至表5-4所示。

表5-2 坡面工安全評估分析一覽表(1/3)

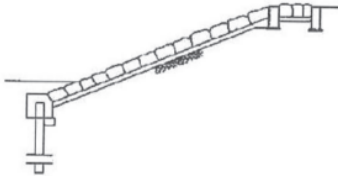
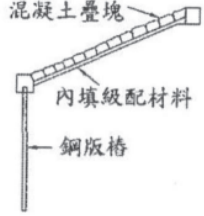
破壞主因	主要破壞型態	構材設置狀態			構造物模式	檢核基本方程式	基本方程式之特徵及應注意事項	滿足設計要求要點	工程圖例
		端點狀態	整體性	構材設置分析考量狀態					
水流作用力為破壞主因（坡面坡度緩於 $V:H=1:1.5$ ）	滑動	有保護	弱（連結性差）	單體	「滑動+單體」模式 	$\mu(W_w \cos \theta - L) \geq \{(W_w \sin \theta)^2 + D^2\}^{(1/2)}$ W_w : 構材的水中重量 上揚力 $L = \frac{1}{2} \rho_w \cdot C_L \cdot A_b \cdot V_d^2$ 曳引力 $D = \frac{1}{2} \rho_w \cdot C_D \cdot A_D \cdot V_d^2$ V_d : 近傍流速，於坡面具高度糙度之情況下採用，同時要考慮護岸面周圍亂流的影響		坡面頂端不致發生淘刷 坡面工底層基礎土護壤之細料不致發生流失	乾砌塊石坡面工 
			強（連結性佳）	群體	「滑動+群體」模式 	$\mu(W_w \cos \theta - L) \geq \{(W_w \sin \theta)^2 + D^2\}^{(1/2)}$ W_w : 構材的水中重量 上揚力 $L = \frac{1}{2} \rho_w \cdot C_L \cdot A_b \cdot V_d^2$ 曳引力 $D = \frac{1}{2} \rho_w \cdot C_D \cdot A_D \cdot V_d^2$ V_d : 近傍流速，不需考慮亂流之影響	有必要考慮構材因斷裂而失去整體性（構造物整體性變差）	坡面頂端不致發生淘刷 坡面工底層基礎土護壤之細料不致發生流失 表面填充材間之縫隙施工處理應確實以強化構造物之整體性	漿砌塊石坡面工 混凝土疊塊 內填級配材料 鋼版樁 
	捲起	無保護	強（連結性佳）	單體	「捲起+單體」模式 	$W_w \cos \theta \cdot \frac{\ell_b}{2} \geq L \cdot \ell_L + D \cdot \ell_D$ W_w : 構材的水中重量 上揚力 $L = \frac{1}{2} \rho_w \cdot C_L \cdot A_b \cdot V_d^2$ V_d : 近傍流速，需考慮亂流之影響。	依現地情況檢核且有必要考慮各項不確定因素	坡面頂端不致發生淘刷 坡面工底層基礎土壤之細料不致發生流失	拋石 雜木 大型連接型混凝土塊 

表5-3 坡面工安全評估分析一覽表(2/3)

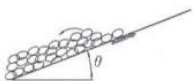
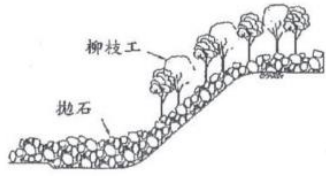
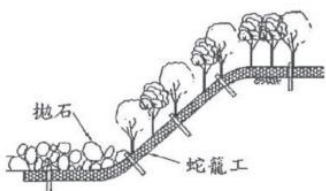
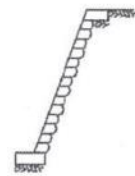
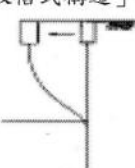
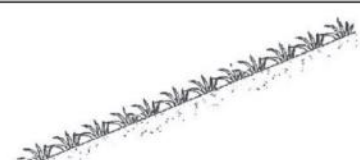
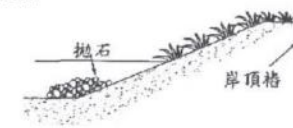
破壞主因	主要破壞型態	構材設置狀態			構造物模式	安全評估分析基本方程式	基本方程式之特徵及應注意事項	滿足設計要求應注意事項	工法圖例
		端點狀態	整體性	構材設置分析考量狀態					
水流作用力為破壞主因(坡面坡度緩於V:H=1:1.5)	拖曳	有保護	弱(連結性差)	單體	「掃流拖曳+一體性弱」模式 	$D_m = \left\{ \frac{1}{E_1^2 \times 2g \times \left[\frac{\rho_s}{\rho_w} - 1 \right]} V_0^2 \right\} \times K$ $K = \frac{1}{\cos \theta \sqrt{1 - \left(\frac{\tan \theta}{\tan \phi} \right)^2}}$ $K: \text{傾斜坡面工修正係數, } (\theta=0^\circ, K=1)$ $V_0: \text{設計代表流速,}$ $E_1: \text{亂流強度影響係數}(0.86 \sim 1.20)$	依現地情況檢核	坡面工底層基礎細料不致發生流失	拋石護岸 
			強(連結性佳)	單體	「掃流拖曳+一體性強」模式 	傾斜坡面上石材最小平均粒徑 D_m 所受之無因次掃流剪應力 τ_* 不得大於無因次掃流應力 τ_{*d} ; 當 $d_R = D_m$ 時 $\tau_* = \tau_{*d}$ $\tau_* = \frac{u_*^2}{s \cdot g \cdot d_R}$ $g \text{ 為重力加速度, } d_R \text{ 代表粒徑}$ 平面上無因次掃流應力 τ_{*d} : 不受圍束之石材單體(如拋石工) $\tau_{*d} = 0.05$ 受圍束之石材單體(如籠工) $\tau_{*sd} = 0.10$ (籠工容許變形) $\tau_{*sd} = 0.12$ (籠工不容許變形)	依現地情況檢核且有必要考慮各項不確定因素	儘量發揮鋪設石材間之銜接功能 坡面工底面基礎細料不致發生流失	乾砌塊石護岸 
			籠內填充	單體	「掃流拖曳+籠塞」模式 	平面上無因次掃流應力 τ_{*d} : 不受圍束之石材單體(如拋石工) $\tau_{*d} = 0.05$ 受圍束之石材單體(如籠工) $\tau_{*sd} = 0.10$ (籠工容許變形) $\tau_{*sd} = 0.12$ (籠工不容許變形)	依現地情況檢核	蛇籠應具備要求之強度及耐久性 坡面工底層基礎細料不致發生流失	蛇籠護岸 

表5-4坡面工安全評估分析一覽表(3/3)

破壞主因	主要破壞型態	構造物設置狀態			構造物模式	檢核基本方程式	基本方程式之特徵及應注意事項	滿足設計要求應注意事項	工法圖例	
		端點狀態	整體性	構材設置分析考量狀態						
土壓作用力為破壞主因（岸面坡度陡於V:H=1:1.5）	滑動・傾倒	「陡坡式構造」模式				漿砌塊石坡面工安全評估分析可依一般道路工程之護坡之進行 乾砌塊石坡面工護岸可採靜力平衡方式來進行滑動及傾倒之安全評估分析	依既有設計方式	坡面有殘留水壓作用而未填鋪級配濾層時應設置排水管	漿砌堆疊護岸 乾砌堆疊護岸 	
	滑動・傾倒	「直立式構造式」模式					依一般擋土牆擋土工之標準規範進行土壓力及穩定計算檢核	依既有設計方式	坡面有殘留水壓作用而未填鋪級配濾層時應設置排水管	擋土牆  基樁
	大量水平變位	「版樁式構造」模式						依一般擋土牆之設計要領，進行土壓力及穩定計算檢核	依既有設計方式	鋼版樁頂部應以構件相連為一體，以強化其整體性
植生工程（參考）	捲起				參考以往施工案例，對侵蝕嚴重之河岸，其植生工程之維護管理需確實執行。					植生 

5. 滲流檢核

- (1) 堤防建造物前後有水位差時，水會在土中自高水位處向低水位處滲流(圖5-2)，滲流路徑若太短，則滲流速度增大，會將建造物填心粒料攜出至構造物外，使建造物沉陷或崩塌。為確保建造物之安全，滲流線不可出露於堤坡，應滿足

$$mH < (b+nH)$$

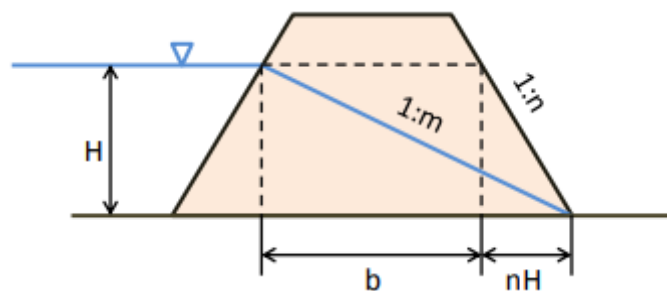


圖5-2 堤防滲流線示意圖

式中， m ：臨水側坡面與計畫洪水位處至背水側堤腳處之斜率

H ：堤腳至計畫洪水位之垂直高度

b ：堤前坡、堤後坡與計畫洪水位交接處之寬度

n ：背水側堤坡斜率

- (2) 堤身滲流線係由堤前坡與水面接觸點開始，循堤防（回填土堤或既有土坡）內部或混凝土之側面或底邊，行至堤後坡之地面或水面為止。滲流比（Creep Ratio）為滲流線之長度除以有效水頭所得之比；權重滲流比為權重滲流距除以有效水頭，其中權重滲流距為直滲流距（陡於 45° ）加平滲流距（小於 45° ）三分之一。建築在不同土質之堤防應依其特性，限定其滲流比或權重滲流比在規定數值以上，以免因過度之滲水造成管湧現象（piping），引起基礎陷落而發生傾倒。各種土壤滲流比

限值及權重滲流比列示如表5-5、5-6。

表 5-5 各種土壤滲流比限值

基礎土壤種類	滲透比之容許最小值
粒狀土(砂或礫)	4.0
顆粒均勻之細砂或壤土	3.0
級配良好之砂質壤土	2.0
黏質壤土級壤質黏土	1.8

表 5-6 各種土壤權重滲流比限值

土質	滲透比之容許最小值
極細砂或泥	8.5
細砂	7.0
中級砂	6.0
粗砂	5.0
細礫	4.0
中級礫	3.5
粗礫包括卵石	3.0
大石附有若干卵石及礫	2.5
軟黏土	3.0
中級黏土	2.0
硬黏土	1.8
極硬黏土或硬泥盤	1.6

(3)依據本署訂頒之施工規範第 02300 章土方工作有關填築土方材料品質規定，使用適當之施工機具輾壓後，依規定之土方檢驗頻率辦理檢驗，其壓實度並應符合契約施工規範之要求。

6. 基礎沖刷深度檢核

堤防、護岸等建造物常因河床沖刷造成基腳工入土深度不足、懸空而坍塌流失；因此基腳工設計深度應考慮河床可能之沖刷深度及洪水過程動床深度，以防止淘刷破壞。

河床之沖刷可分為一般沖刷與局部沖刷，河道總沖刷推估需包含一般沖刷與局部沖刷之和。一般沖刷為河道因天然因素造成之沖刷行為，或人為因素造成河道大範圍的沖刷行為；

另因河道之寬窄變化、彎道凹岸、水工構造物之設置(如固床工、丁壩工、橋梁、堰堤等)則可能會產生局部性沖刷。沖刷深度一般採經驗性公式計算，部分經驗公式列舉如表5-7供應用時參考；彎道沖刷示意如圖5-3，需保護區段則示意如圖5-4。

表5-7 局部沖刷深度之評估彙整表

類性	經驗公式	公式說明
直線或略為蜿蜒段	$d_s = 3.66m$; $d_{50} \leq 0.0015m$ $d_s = 1.74d_{50}^{0.11}$; $d_{50} > 0.0015m$	d_s = 沖刷深度 d_{50} = 渠道底質通過 50%之粒徑(m)
彎道	$\frac{Y_{m,e}}{h_o} = 1.07 - \log\left(\frac{R}{B} - 2\right)$ $2 < \frac{R}{B} < 14$	$Y_{m,e}$ = 沖刷深度(m) h_o = 上游直線段水深(m) R = 河道曲率半徑(m) B = 渠道寬度(m) 當 $\frac{R}{B} > 14$ 時 · $Y_{m,e} \approx h_o$
斷面束縮	$\frac{\Delta Z}{h} = (1 + 1.2F_r^2) \left[\left(\frac{B}{B_1} \right)^{\frac{1}{3}} - 1 \right]$	ΔZ = 沖刷深度(m) ; h = 上游水深(m) F_r = 福祿數 ; B = 上游河寬(m) B_1 = 束縮河寬 ; V = 上游流速(m/s)

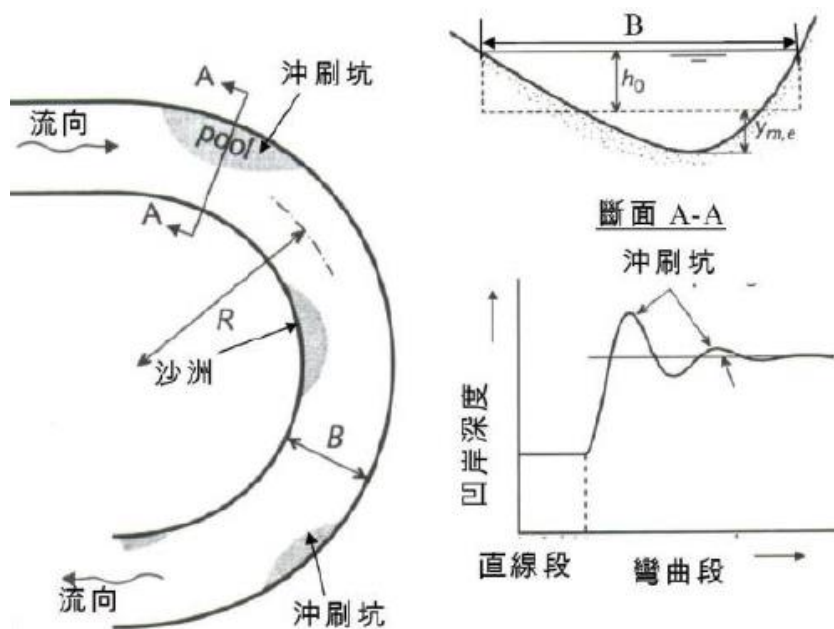


圖 5-3 彎道沖刷示意圖

以美國陸軍工兵師團常用之半圖解法為例(圖 5-5)，其分析方式：

- (1)基礎穩定分析與一般結構物相同，以防洪牆橫斷面為分析對象，計算之外力，為作用於單位長度牆之力量。
- (2)滑動面在此橫斷面上為一圓弧，作用於假設之滑動圓上所有力量分為圓弧切線與垂直方向兩種分力。
- (3)剪力總和($\sum T$)為切線方向分力之和。剪阻力則由二種抗力組成，其一為摩擦力，等於有效垂直力乘上土壤內摩擦角正切值($\sum N \times \tan \phi$)；另一為凝聚阻力，等於單位凝聚力乘弧長($C \times L$)。在平衡狀態下，剪阻力應等於剪力。

$$\sum T = \sum N \tan \phi + CL$$

其中 $\sum T$ = 滑動圓切線方向分力之和

$\sum N$ = 滑動圓垂直方向分力之和

ϕ = 基礎物質內摩擦角

C = 基礎物質單位凝聚力

L = 滑動圓長度

- (4)安全係數($F.S.$)為剪阻力與剪力之比，如下式：

$$F.S. = \frac{\sum N \tan \phi + CL}{\sum T}$$

$$\text{設 } \tan \phi' = \frac{\tan \phi}{F.S.} \quad C' = \frac{C}{F.S.}$$

$$\text{則 } \sum T = \sum N \tan \phi' + C'L$$

安全係數內摩擦阻力採 1.5，凝聚力採 $1.5 + 0.2q$

$$\text{則 } \tan \phi' = \frac{\tan \phi}{1.5} \quad C' = \frac{C}{1.5 + 0.2q}$$

Figure 10 consists of three parts labeled (a), (b), and (c), illustrating the forces on a sliding wedge.

- (a)** shows a wedge with weight components $W \cos \theta$ and $W \sin \theta$, and a normal force N . The angle of the incline is θ . The weight is split into $W \cos \theta$ perpendicular to the incline and $W \sin \theta$ parallel to the incline. The normal force N acts perpendicular to the incline. The angle of the incline is θ .
- (b)** shows the wedge with a horizontal force H and a vertical force V . The angle of the incline is θ . The horizontal force H acts to the right, and the vertical force V acts upwards. The angle of the incline is θ .
- (c)** shows the wedge with a horizontal force H and a vertical force V . The angle of the incline is θ . The horizontal force H acts to the right, and the vertical force V acts upwards. The angle of the incline is θ .

The diagram is labeled "滑動圓" (sliding circle) and "中立壓力" (neutral pressure).

2. 抗傾倒檢核：

$$(\text{FS})_0 = \frac{\text{阻止傾倒之力矩}}{\text{推動傾倒之力矩}} = \frac{M_r}{M_0}$$

- ### 3. 承載能力檢核

131

$$R = \frac{\sum F_V}{B} (1 \pm 6e/B)$$

式中，R：腳趾或腳跟應力

$\sum F_V$ ：垂直方向合力

B：基腳寬度

e：偏心距

基礎土壤之容許承載力應作地質調查而決定；通常由試驗求得之極限承載力，除以安全因數 2 作為容許承載力(如表 3-2)。若基腳下應力超出容許承載力，應加寬基腳或使用基樁。

(五)牆式護岸安全檢核

牆式護岸內外營力有主動土壓力(如牆背土壓力、飽和水壓力、頂部加載等)、被動土壓力(基腳被動土壓力)、牆身自重等，應同防洪牆進行抗傾倒、抗滑動和承載力分析；與防洪牆分析不同處主要在防洪牆首應考量之外營力為洪水壓力，牆式護岸考量之主要外營力為牆背之主動土(水)壓力。

1. 抗滑動分析

構造物受到水平方向之外力時，有使構造物發生水平移位之趨向，安定之構造物必須在基礎上有充分阻力防止其移位或滑動之能力；基礎上抵抗滑動之力量是靠構造物與其接觸之土質間剪力及土質中之剪力，如剪力小於水平方向之外力，則發生滑動而失去安定。發生滑動之可能情況有下述三種：

(1)構造物基礎接觸面之滑動(如圖 5-6)：一般在非黏性土層基礎上，發生接觸面滑動之可能性較大，因抵抗滑動剪力隨垂直壓力大小增加，深層之簡力較淺層剪力大，所以深層較不會滑動。

(2)淺層基礎土層之弧形滑動(如圖 5-7)：淺層滑動在非黏

性土層基礎上不會發生，但在黏性土層，則有發生可能。

- (3)深層基礎土層之大弧形滑動(如圖 5-8)：在黏土層上，如內部摩擦角很小時($\phi \cong 0$)，阻抗滑動之力量大部分靠土層之凝聚力，此種情況下，土層之阻抗滑動不因土深而增加，故構造物在基礎深層如有軟弱黏質土層時，較易發生深層之滑動。

滑動之安全度分析條件如下式，考量牆式護岸前趾土壓力情形，一般分為下列兩種狀況分析：

$$F_s = \frac{\text{阻抗滑動力之和}}{\text{推動滑動力之和}}$$

- (1)不考慮前趾土層之被動土壓力：前趾土層由於河床沖刷或人為地形改變，可能土層有不存在情形，為安全考慮不計算其土壓力，上述可以下式表示， F_s 需 1.5 以上。

$$F_s = \frac{\sum V \tan \phi + CB}{\sum H}$$

式中，V為垂直壓力

H為水平壓力

ϕ 為土內部摩擦角度或構造物基礎接觸面摩擦角

C為土質凝聚力

B為構造物基礎接觸面寬度

- (2)考慮前趾土層之被動土壓力：如前趾土層內有適當之保護而能保持其土層厚度時，建議應加予考慮。其安全度如下式。 F_s 一般取 2.0。因護岸工程前趾土層經常在含水量多之狀況，基於安全考量，計算被動土壓力時 ϕ 採用 0 度，而且不考慮凝聚力。

$$F_s = \frac{\sum V \tan \phi + CB + P'}{\sum H}$$

式中， P' 為前趾土層被動土壓力

在估算被動土壓力時，應核實評估河床動床影響，合理酌減；且基礎應力應滿足土壤允許承載力，基礎埋設深度應滿足抗沖刷情形，並符合結構穩定性等需求。

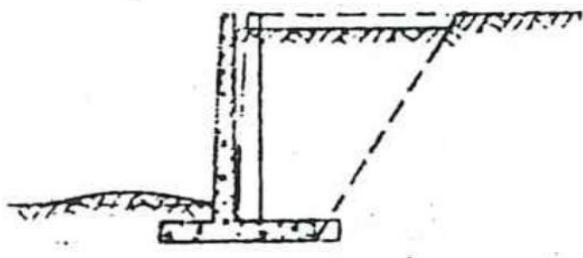


圖 5-6 構造物基礎接觸面之滑動

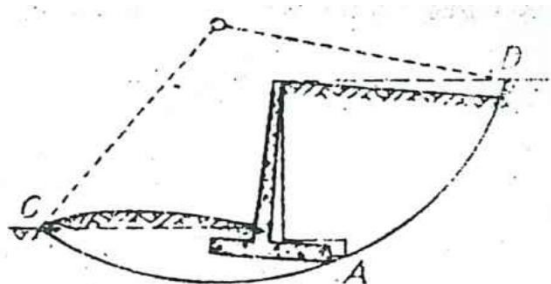


圖 5-7 淺層基礎土層之弧形滑動

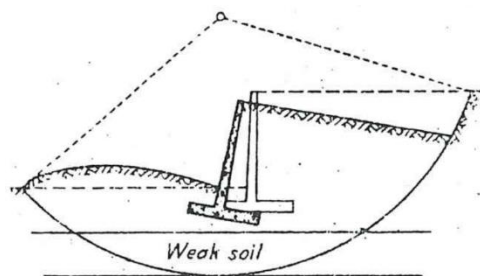


圖 5-8 深層基礎土層之大弧形滑動

2. 抗傾倒分析

$$F_o = \frac{\text{以基腳前趾為支點阻止傾倒之力矩}}{\text{以犄角前趾為支點推動傾倒之力矩}} = \frac{M_r}{M_o} = \frac{wa}{Pm}$$

安全係數至少應有 1.5。進行傾倒分析時應同時考慮基礎承載安全，構造物之作用力合力在平時要求不得超越基礎

寬之三分點，在岩石基盤上或地震時合力線不超過基礎寬前半部之中點，即四分點；如圖 5-9。如能滿足此要求，則構造物不會傾倒，基礎之承載也不致太集中於前趾而發生超載情形。

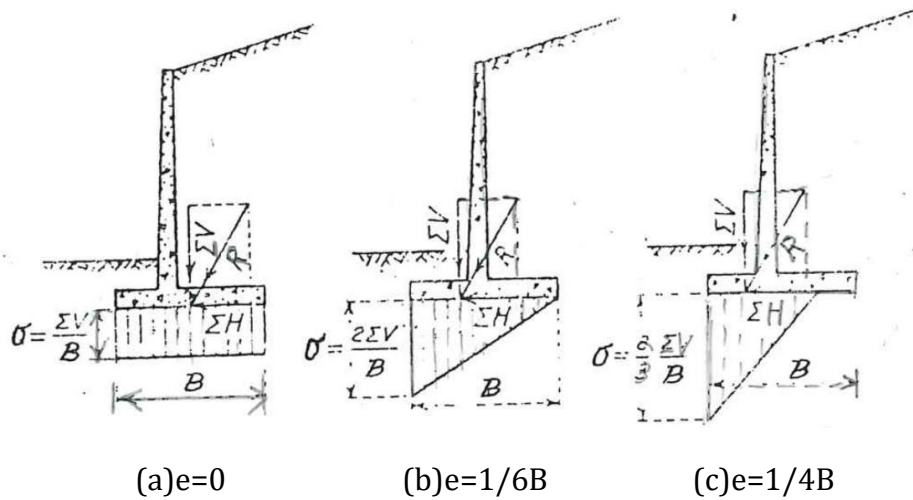


圖 5-9 抗傾倒分析圖

3. 承載力分析

構造物自重及外力作用加在基礎之單位垂直壓力稱為承載力或基礎壓力，基礎壓力分布情形因合力作用點之偏心大小而變化；當合力作用點在基礎寬之中心時，偏心等於零，壓力呈平均分布如圖 5-9(a)；如合力作用點在三分點位置時，偏心等於 $1/6B$ 壓力呈三角形分布，最大壓力為平均壓力之 2 倍(如圖 5-9(b))；如合力作用點在四分點，偏心等於 $1/4B$ ，壓力分布亦為三角形，但一小部分基礎不承受壓力，最大壓力為平均壓力之 $8/3$ 倍(如圖 5-9(c))

任意偏心之最大基礎壓力計算方式如下：

$$e \leq \frac{B}{6} \text{ 時} \quad \sigma_{max} = \frac{V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right)$$

$$\frac{B}{6} < e \leq \frac{B}{4} \text{ 時} \quad \sigma_{max} = \frac{4V}{3(B-2e)}$$

基礎最大壓力如不超過基礎土質之剪力或容許承載力時，

構造物不致因地盤變形或破壞而發生沉陷。基礎之容許承載力採用地盤極限呈仔力之三分之一，在短期荷重例如地震或行車荷重時可採用二分之一。地震極限承載力可依照 Terzaghi 氏所提議之公式計算之。

$$q_d = CN_c + \frac{1}{2}r_1 \cdot BN_r + r_2 D_f N_q$$

式中， q_d = 地盤極限承載力 (ton/m²)

C = 凝聚力 (ton/m²)

r_1 = 基礎底面下地盤土之單位體積重量 (ton/m³)

r_2 = 基礎底面上土之單位體積重量 (ton/m³)

D_f = 基礎前趾地面至基礎底面之深度 (m)

B = 基腳底寬 (m)

N_c 、 N_r 、 N_q ，承載力係數，各種土質內部摩擦角採用值如表 5-8。

如採用載重試驗求極限承載力時，容許承載力採用試驗極限值之 1/2~1/3。容許承載力之參考值如表 5-1。

表 5-8 承載力係數

ϕ	N_c	N_r	N_q
0°	5.3	0	1.0
5°	5.3	0	1.4
10°	5.3	0	1.9
15°	6.5	1.2	2.7
20°	7.9	2.0	3.9
25°	9.9	3.3	5.6
28°	11.4	4.4	7.1
32°	20.9	10.6	14.1
36°	42.2	30.5	31.6
40° 以上	95.7	114.0	81.2

三、經費檢核

依「經濟部水利署辦理中央管流域整體改善與調適計畫執行作業要點」規定，河川局辦理各項工程之工程費、用地費應在核定經費額度內成立預算並分別控管，其有特殊原因致所需經費超過原核定金額者或變更設計超過發包總工程費者，除屬授權範圍外，應敘明理由報本署籌妥財源後辦理。工程設計階段經費檢核時機有下列兩個節點：

(一)設計原則審查完成

設計原則審查除審查設計書圖外，尚包括初步設計經費查核，俾利了解工程經費是否能於原核定預算內容納；如設計經費超出核定預算，則應評估是否可藉由調整工程配置或修正斷面型式降低工程經費，經評估結果如仍無法滿足，則建議先報署增籌經費。

(二)初稿審查完成

設計初稿審查完成後，如為滿足工程設置目的，需增加工程措施；或因其他無法預期之情形，譬如物價調整、民眾抗爭、工區地形地勢發生重大變動等因素，致所需工程經費超出原核定預算額度，則應依規定敘明理由先報署增籌財源後，再成立預算書。

四、生態檢核

(一)相關規定

行政院公共工程委員會為減輕公共工程對生態環境造成之負面影響，秉生態保育、公民參與及資訊公開之原則，以積極創造優質之環境，於110年10月6日函頒「公共工程生態檢核注意事項」；主要規定事項如下：

- 1、適用對象：中央政府各機關辦理或補助直轄市政府及縣(市)政府工程建造經費逾半之新建公共工程，並以該工程影響

範圍為原則。

2、生態檢核目的與作業階段：瞭解新建工程涉及之生態議題與影響，評估其可行性及妥適應對之迴避、縮小、減輕、補償方案；依工程生命週期分為工程計畫核定、規劃設計、施工及維護管理等四個作業階段。

3、生態檢核辦理人員與工作事項：各階段之生態檢核，應由具有生態背景人員(如生態相關科系畢業或有二年以上生態相關實績工作者)配合辦理生態資料蒐集、調查、評析及協助將生態保育之概念融入工程方案，提出生態保育措施並落實。

4、生態檢核各階段工作項目及內容：

(1) 生態資料蒐集：作為指認生態保全對象之基礎評估資訊。

(2) 生態調查及評析

A、棲地調查：進行現地調查，將棲地或植被予以記錄及分類，並繪製空間分布圖，作為生態保全對象之基礎評估資訊。

B、棲地評估：進行現地評估，指認棲地品質，作為施工前、施工中及施工後棲地品質變化依據。

C、指認生態保全對象：包含關注物種、關注棲地及高生態價值區域等。

D、物種補充調查：依生態資料蒐集及棲地調查結果，根據工程影響評析及生態保育作業擬定之需要，決定是否及如何進行關注物種或類群之調查。

E、繪製生態關注區域圖：將上述生態資料蒐集、棲地調查、棲地評估、生態保全對象及物種補充調查之階段性成果，疊合工程量體配置方式及影響範圍繪製成生態關注區域圖，以利辦理工程影響評析、擬定生態保育措施、規劃辦理生態保育措施監測。

F、工程影響評析：綜合考量生態保全對象、關注物種特性、關注棲地配置與工程方案之關聯性，判斷可能影響，辦理生態保育。

(3)生態保育措施：

應考量個案特性、用地空間、水理特性、地形地質條件及安全需求等，並依資料蒐集調查，及工程影響評析內容，因地制宜按迴避、縮小、減輕及補償等四項生態保育策略之優先順序擬定及實施。

(4)生態保育措施監測：

為評估生態保育措施執行成果，確保生態保全對象得以保全，於施工前提出生態保育措施監測計畫，據以進行施工前、施工中及施工後之監測作業，以適時調整生態保育措施。

5、生態保育策略：

(1)迴避：

迴避負面影響之產生，大尺度之應用包括停止開發計畫、選用替代方案等。

(2)縮小：

修改設計縮小工程量體、施工期間限制臨時設施物對工程周圍環境之影響。

(3)減輕：

經過評估工程影響生態環境程度，兼顧工程安全及減輕工程對環境與生態系功能衝擊，因地制宜採取適當之措施。

(4)補償：

為補償工程造成之重要生態損失，以人為方式重建相似或等同之生態環境。

6、生態檢核作業原則

(1)工程計畫核定階段：

評估計畫之可行性、需求性及對生態環境衝擊程度，決定採不開發方案或可行工程計畫方案。

(2)規劃設計階段：

研擬生態衝擊之減輕及因應對策，決定工程配置方案，並落實規劃作業成果至工程設計中。作業原則如下：

- A、組成含生態背景及工程專業之跨領域工作團隊，根據生態保育對策辦理細部之生態調查及評析工作。
- B、根據生態調查、評析成果提出生態保育措施及工程方案，並透過生態及工程人員之意見往復確認可行性後，完成細部設計。
- C、根據生態保育措施，提出施工階段所需之環境生態異常狀況處理原則，以及提出生態保育措施監測計畫與自主檢查表之建議；並研擬必要之生態保育措施及監測項目等費用。
- D、可邀集生態背景人員、相關單位、在地民眾及關心生態議題之民間團體辦理設計說明會，蒐集整合並溝通相關意見。

(3)施工階段：

本階段目標為落實前兩階段所擬定之生態保育對策、措施、工程方案及監測計畫，確保生態保全對象、生態關注區域完好及維護環境品質。

(4)維護管理階段：

本階段目標為維護原設計功能，檢視生態環境恢復情況。其作業原則：定期視需要監測評估範圍之棲地品質並分析生態課題，確認生態保全對象狀況，分析工程生態保育措施執行成效。

7、落實公民參與

工程主辦機關應於計畫核定至工程完工過程中建立民眾協商溝通機制，說明工程辦理原因、工作項目、生態保育策略及預期效益，藉由相互溝通交流，有效推行計畫，達成生態保育目標。

8、資訊公開

工程主辦機關應將各階段生態檢核資訊即時公開。

(二)生態檢核作業

本署為利所屬機關同仁作業時有所依循，責由水利規劃試驗所研訂「經濟部水利署河川、區域排水及海岸工程生態檢核參考手冊」，並於 112 年 4 月 12 日經水河字第 11216029350 號函頒。該參考手冊主要在說明辦理工程生態檢核之執行要項，各階段生態檢核之工作重點與流程，並點出工程人員、生態背景人員作業事項；另亦配合各階段作業需求訂定相關表單，提醒同仁在相關作業階段應參酌表單格式操作辦理生態檢核。

本講義依據「公共工程生態檢核注意事項」規定，並參考「經濟部水利署河川、區域排水及海岸工程生態檢核參考手冊」內容，整理出河川局在辦理堤防、護岸等防洪工程設計時需查察之生態檢核事項，實際作業時，仍應依上開注意事項與參考手冊辦理。

1. 確認工程是否須辦理生態檢核

「公共工程生態檢核注意事項」第二點規定，中央政府各機關辦理之新建公共工程，除(1)災後緊急處理、搶修、搶險(2)災後原地復建(3)原構造物範圍內之整建或改善且經自評確認無涉及生態環境保育議題(4)已開發場所且經自評確認無涉及生態環境保育議題(5)規劃取得綠建築標章並納入生態範疇相關指標之建築工程(6)維護管理相關工程等六項工程外，須辦理生態檢核；生態檢核作業，以該

工程影響範圍為原則。

本署 109 年 11 月 26 日經水工字第 10905450390 號函送「本署工程執行生態檢核納入預算書研商會議」決議，請各局配合將「經濟部水利署暨所屬機關工程辦理生態檢核前置作業確認表」納入生態檢核作業自評之前置作業。其查察事項：

(1)是否於工程核定後設計前，勾填「經濟部水利署暨所屬機關工程辦理生態檢核前置作業確認表」。

(2)確認工程影響範圍內是否無涉環境保育議題(並不限定在工區範圍內，施工便道、聯絡道周邊亦屬可能之工程影響範圍)。

(3)確認表是否已由局長核章。

2. 是否已完整蒐集生態資料並確認是否需進行補充(專案)調查

「公共工程生態檢核注意事項」第七點規定，辦理生態檢核前須先蒐集下述生態資料，作為指認生態保全對象之基礎評估資訊。機關得依工程案件之特性及實際需要擇定之。

(1)法定自然保護區。

(2) 生物多樣性之調查報告、研究及保育資料。

(3) 各界關注之生態議題。

(4) 國內既有生態資料庫套疊成果。

(5) 現場勘查記錄生態環境現況，可善用及尊重地方知識，透過訪談當地居民瞭解當地對生態環境之知識、生物資源利用狀況、人文及土地倫理。

為利本署所屬河川局及相關補助計畫所補助直轄市、縣市政府辦理生態檢核時有所依循，本署在相關計畫及訂頒之技術規範、作業要點提供下述參考網站：

(1)前瞻基礎建設-水環境建設-全國水環境改善計畫：

甲、水利規劃試驗所辦理之河川(或區排)情勢調查。

乙、特有生物研究保育中心之台灣生物多樣性網絡(TBN)

丙、eBird Taiwan 資料庫

丁、林務局之生態調查資料庫系統

(2)「河川情勢調查作業要點」附表一，建議基本資料可能來源相關單位表。

(3)水利工程技術規範-河川治理篇(上冊)附錄四提供生物調查網站。

本署 112 年 4 月 12 日(經水河字第 11216029350 號)函頒之「經濟部水利署河川、區域排水及海岸工程生態檢核參考手冊」則建議套疊之圖資須至少包括後述六項：eBird 台灣、生態調查資料庫系統、台灣生物多樣性網絡(TBN)、生物多樣性圖資、IBA 重要野鳥棲地及國土綠網成果圖資。

綜合上述，國內所建置之生態資訊網站甚多，且持續補充更新資料中；考量所蒐集生態資料後續須與工區範圍、現場調查資料套疊，建議儘量朝蒐集已數化並可以 GIS 圖層方式呈現資訊為佳。查察事項宜包括：

(1)是否已查詢相關網站、資料庫資料。

(2)所蒐集生態資料範圍是否含括工程可能影響範圍之水域、濱溪帶與陸域等區域。

(3)工區範圍是否存在保育類野生動物名錄、臺灣紅皮書名錄(極危(CR))、瀕危(EN)、易危(VU)及接近受脅(NT))、稀有、分布侷限或面臨危機之物種、洄游性物種、具有在地特殊生態課題之物種、特殊繁殖生態習性物種等，如資料不足以擬定生態保育措施時，視實際情形辦理補充(專案)調查。

(4)有無外來入侵種。

3. 是否已完整蒐集、調查棲地資料，並評估棲地品質。有關棲

地調查與棲地評估辦理事項如下：

- (1)棲地調查：「公共工程生態檢核注意事項」第七點規定：
棲地調查旨在進行現地調查，將棲地或植被予以記錄及分類，並繪製空間分布圖(如圖 5-10)作為保全對象之基礎評估資訊。
- (2)棲地評估：棲地評估則進行現地評估，指認棲地品質(如透過棲地評估指標等方式確認)，作為施工前、施工中及施工後棲地品質變化依據。本署曾以 106 年 6 月 23 日經水河字第 10616068460 號函頒「水利工程快速棲地生態評估表」等棲地生態評估表，辦理評估棲地生態品質；惟仍應依照個案工程特性選定不同的指標呈現，無須限縮於單一評估方法。

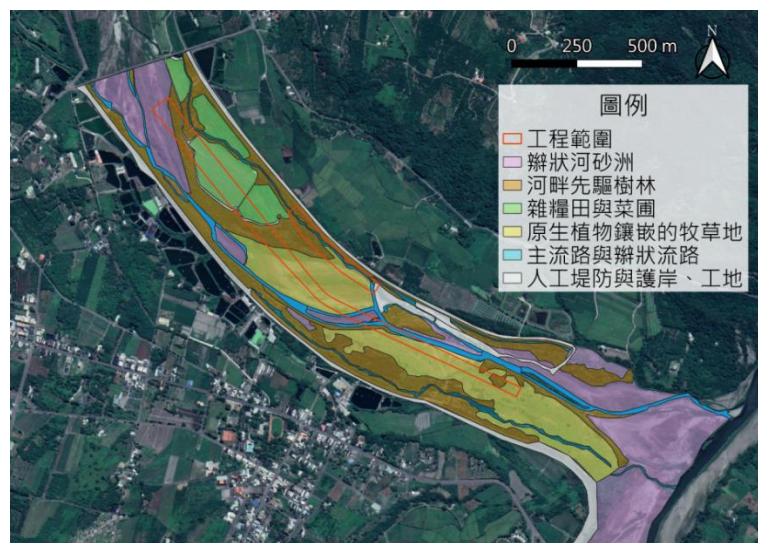


圖 5-10 棲地調查空間分布圖

4. 檢核工址有無須保全對象，並繪製生態關注區域圖

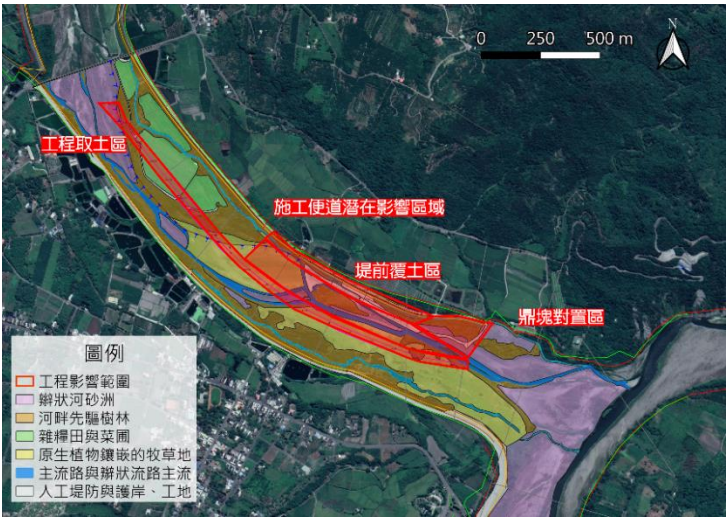
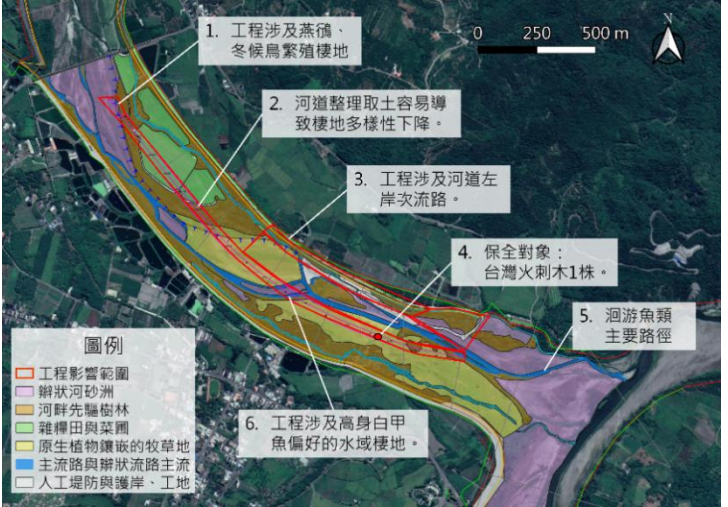
生物與棲地資訊蒐集完成，並確定工區範圍後，即應進行有無保全對象檢核及繪製生態關注區域圖。

- (1)依上述生態資料蒐集、棲地調查、棲地評估、物種補充調查之階段性成果，疊合工程工區範圍、工程措施配置後，評估工程影響範圍，確認範圍內有無台灣紅皮書名

錄(極危(CR))、瀕危(EN)、易危(VU)及接近受脅(NT)、稀有、分布侷限或面臨危機之物種、洄游性物種、具有在地特殊生態課題之物種、特殊繁殖生態習性物種。

(2)針對工區影響範圍須保全對象，繪製成生態關注區域圖，依繪製步驟範例如下表(表 5-9)，以利後續進行工程影響評析、擬定生態保育措施、規劃生態保育措施監測計畫等作業。

表 5-9 生態關注區域圖繪製步驟範例

1	標示工程影響範圍： 將棲地圖套疊工程配置，標示工程潛在影響範圍（含施工便道等假設工程）。	
2	標示生態議題： 將以生態資料蒐集、現地勘查、物種補充調查等工作所釐清之生態議題及生態保全對象整合於棲地圖。	

3	生態敏感度分類： 根據棲地特性及生態議題將棲地分為高、中、低敏感區，提供工程設計參考。	
4	標示保育對策、臨時性工程預定位置： 如有建議之保育對策、臨時性工程預定位置，可標示於圖面，有利整合規劃。	

5. 是否已進行工程影響評析，並提出合宜生態保育措施

綜合考量生態保全對象、關注物種特性、關注棲地配置與工程方案之關聯性，判斷可能影響，據以研擬生態保育策略。

堤防、護岸等防洪建造物工程設施及施工過程可能對生態造成影響之評析事項：

(1) 維持既有生態資源與良好棲地

A. 良好的棲地具備多重生態系功能，當保留棲地時，亦直接保育其中的動植物群聚等各種自然資源。

B. 在指認良好棲地時，可依照地區地形特性掌握工區

內的棲地類型（可參考棲地分類單元）與其生態系功能，檢視所涉議題，並將自然的變動性與人為營力的影響納入考量（可參考「河相學應用於河川治理規劃參考手冊」第九章，水利規劃試驗所，2019）；如在辮狀河道中，自然營力作用下產生的「砂洲與高灘地石灘」時常被指認為彩燕鴿、小燕鷗等繁殖利用的良好棲地；「淡水洪氾莎草或一二年生原生草種優勢的溼地」則被指認為秧雞科、水棲蛇類等多種關注物種的良好棲地。

（2）減少棲地分散及劣化（棲地破碎化）

當連續且完整的大片棲地被縮減為分散的較小型區塊，便容易造成生物多樣性喪失與生態系功能劣化；尤其在人為利用土地和自然棲地相互交錯鑲嵌的地區，人為干擾較少的良好棲地可能提供鄰近區域內棲地之間的連結功能，須著重保留與營造可串聯棲地的生態廊道，如良好且連續分布的河濱草生地可提供石虎等動物隱蔽行蹤與休息，是串聯起沿岸分布的棲地之間的通道。

（3）維護水域（縱向）連結性

- A. 棲地狀況良好的河溪一般落差較低，水流型態多樣，提供水生生物為了生長、繁殖、避難、覓食等所需之移動通道，亦可作為陸生生物覓食、移動與逃生之路徑。
- B. 設置橫向構造物（例如固床工、堰體與壩體等）、疏濬或整理河道等，可能影響或阻斷生物下行上溯的通道，或使河相朝向兩極化發展，導致棲地劣化；對於可能阻隔生物遷移與活動之區域或設施，須考量設置適當之生物通道，如魚道之設置（如相片 2-6、2-7）。

(4)維護水、陸域（橫向）連結性

- A. 部分生物須往返陸地與水域以活動、覓食或完成其生命週期，而水、陸域的連結也維繫著動物族群之交流與擴散，若遭阻斷將造成棲地的分割與劣化；如垂直堤岸落差造成龜鯢、山羌、食蟹獐等動物無法往返河道與濱溪林帶。
- B. 堤防與護岸設計時，須將過高的落差、陡坡、難以攀附的表面、缺乏植物遮蔽的環境等狀況納入考量，以利生物利用通行，如圖 2-20。

(5)避免引入外來入侵種

- A. 外來入侵種係指因人為因素引進非其自然分布的地區，進而建立族群，將原生物種淘汰並佔領該新環境的物種。除了國外引進的物種，即使是臺灣原生種若在自然狀況下並不分布於此地區也可能成為（不同生物地理區）入侵種。
- B. 工程機具須留意避免在輪胎、機具縫隙間夾帶種子或蟲卵，將其他地方的外來入侵種帶入河床或堤岸，另工程施作擾動後的空曠地帶，須留意避免外來入侵種擴散（例如銀合歡）。

依「公共工程生態檢核注意事項」第 7 點第 3 款規定，工程應考量個案特性、用地空間、水理特性、地形地質條件及安全需求等，並依資料蒐集調查、工程影響評析內容，因地制宜按迴避、縮小、減輕及補償等四項生態保育策略之優先順序擬定及實施。所擬生態保育措施及工程方案，應透過生態及工程人員之意見往復確認可行性後，完成細部設計。相關生態保育措施查察事項建議為：

(1)迴避措施：

- A. 迴避負面影響產生，大尺度應用包括停止開發計畫

(例如零方案)、選用替代方案；小尺度應用，則包含工程量體及臨時設施物(如施工便道等)之設置應避開有生態保全對象或生態敏感性較高之區域(相片 5-1)；未進行迴避，將造成棲地破壞、生物傷亡遷移、草木枯死等。

- B. 施工過程(時間)避開動物大量遷徙、上溯或繁殖、覓食或開花期等；施工機械產生之噪音、震動，會使動物在本能上認為將發生危險，而逃離生息地，停止產卵及繁殖活動，嚴重影響生物正常活動。



相片 5-1 施工便道迴避生態敏感區域

(2) 縮小措施：

- A. 修改設計縮小工程量體(如河防安全考量可行下，縮減結構物數量或長度、減少路寬等)。
- B. 施工期間限制臨時設施物對工程周圍環境之影響(如縮小開挖範圍、土方暫置區及施工便道等)。

(3) 減輕措施：

經過評估工程影響生態環境程度，兼顧工程安全及減輕工程對環境與生態系功能衝擊，因地制宜採取適當之措施，例如：

- A. 保護施工範圍內之既有植被及水域環境(標示位置)。
- B. 設置臨時動物通道(相片 5-2)、避難設施(相片 5-3)、暫時性移地保護並於完工後放回(如水生動物移置)。

C、研擬可執行之環境回復計畫。

D、採對環境生態傷害較小之工法(例如將設施改為預鑄式，避免於水中直接澆注混凝土)、材料(如大型或小型動物通道之建置、資材自然化、就地取材等)。

E、為避免施工便道沿程輾壓，造成動植物死亡或現地地形、排水路改變，可考慮以棧橋方式通行。(相片 5-4)



相片 5-2 生物通道(紅石溪)



相片 5-3 魚穴(紅石溪)



相片 5-4 施工便道採棧橋式

(4)補償措施：

為補償工程造成之重要生態損失，以人為方式重建相似或等同之生態環境，如：於施工後以人工營造手段加速植生（考量選擇合適當地原生植物）及自然棲地復育，並視需要考量：「補償棲地之完整性，避免破碎化」、「關聯棲地間可設置生物廊道」及「重建之生態環境受環境營力作用下之可維持性」。

6. 查察相關保育措施是否納入設計書圖，並核實編列預算

依「公共工程生態檢核注意事項」第九點生態檢核作業原則第3款第3目規定，工程細部設計應根據生態保育措施，提出施工階段所需之環境生態異常狀況處理原則，以及提出生態保育措施監測計畫與自主檢查表之建議，並研擬必要之生態保育措施及監測項目等費用。

為評估生態保育措施執行成果，確保生態保全對象得以保全，於施工前提出生態保育措施監測計畫，據以進行施工前、施工中及施工後之監測作業，以適時調整生態保育措施；並繪製生態保育措施平面圖，讓監造單位與施工單位透過工程設計圖說，迅速掌握各項生態保育措施、生態保全對象及施工擾動範圍位置，以確保施工階段能落實生態檢核作業。生態保育措施平面圖標註內容包含：

- A. 生態保全對象：如保護樹木、濱溪植被、保留河床塊石、保留礁岩、迴避區域等，應確實標示項目、範圍與位置。
- B. 生態保育措施：如動物坡道、臨時設施（如沉砂池、已可確認之施工便道）、表土保存等。
- C. 施工擾動範圍：於圖面標示施工範圍之邊界。
- D. 施工注意事項說明：如施工時間避開生物繁殖或上溯高峰期間、使用既有施工便道、完工後環境復原等。

本項主要查察事項包括為落實迴避、縮小、減輕、補償等保育措施所設計工程方案是否落實在工程設計圖說，例如本署 111 年 9 月 6 日經水工字第 11105324080 號函要求於設計書圖產製生態保育措施平面圖(圖 5-11、圖 5-12)，須標註或說明：生態保育措施、生態關注物種或生態保全對象、施工擾動範圍(例如取土區、材料堆置區、臨時工務所、倉庫、施工便道等)或施工注意事項，並據以核實編列相關工程經費(直接工程經費與間接工程經費)。

(1)直接工程經費

A、各項迴避、縮小、減輕、補償等保育措施，是否落實在工程預算書設計書圖內。

B、上開保育措施設置經費是否核實編列在直接工程費內。

(2)間接工程經費

依本署 111 年 1 月 14 日經水工字第 11105016610 號函修頒之「經濟部水利署所屬機關興辦水利工程執行職業安全衛生及環境保護措施管理作業要點」規定，工程預算書內應編列職業安全衛生費及環境保護措施費；其中，環境保護措施費包括「生態保育措施費」、工地監測設備費、環境人員設置與教育訓練費、環保宣導費等費用。為利本署各所屬機關同仁在編列生態保育措施費時有所依循，本署另訂定「水利署環境保護措施費編列參考表」，規定工程應編列下列各項費用：

A、動物圍籬

B、臨時動物通道(廊道)

C、關注物種(如保育類動物、特稀有植物、指標物種、老樹或民俗動植物等)保全措施

D、工區棲地復育(例植樹(當地原生植物))

- E、環境保護及生態保育教育訓練(甲.訓練對象為廠商施工人員。乙.教育訓練含「生態保育措施」宣導。丙.關注物種照片(或圖卡)宣導。)
- F、會議出席(包括聘請專家學者或生態背景人員參加現場勘查或會議)
- G、補充繪製生態關注物種平面分布圖(依現勘結果，補充標註或修正生態關注物種平面分布圖)
- H、生態保育措施執行情形填寫(依據施工計畫之生態保育措施自主檢查表填寫)
- I、工區生態保育措施監測(視需要監測生態關注物種或生態保全對象狀況，適時調整生態保育措施，及評估生態保育措施執行成果。

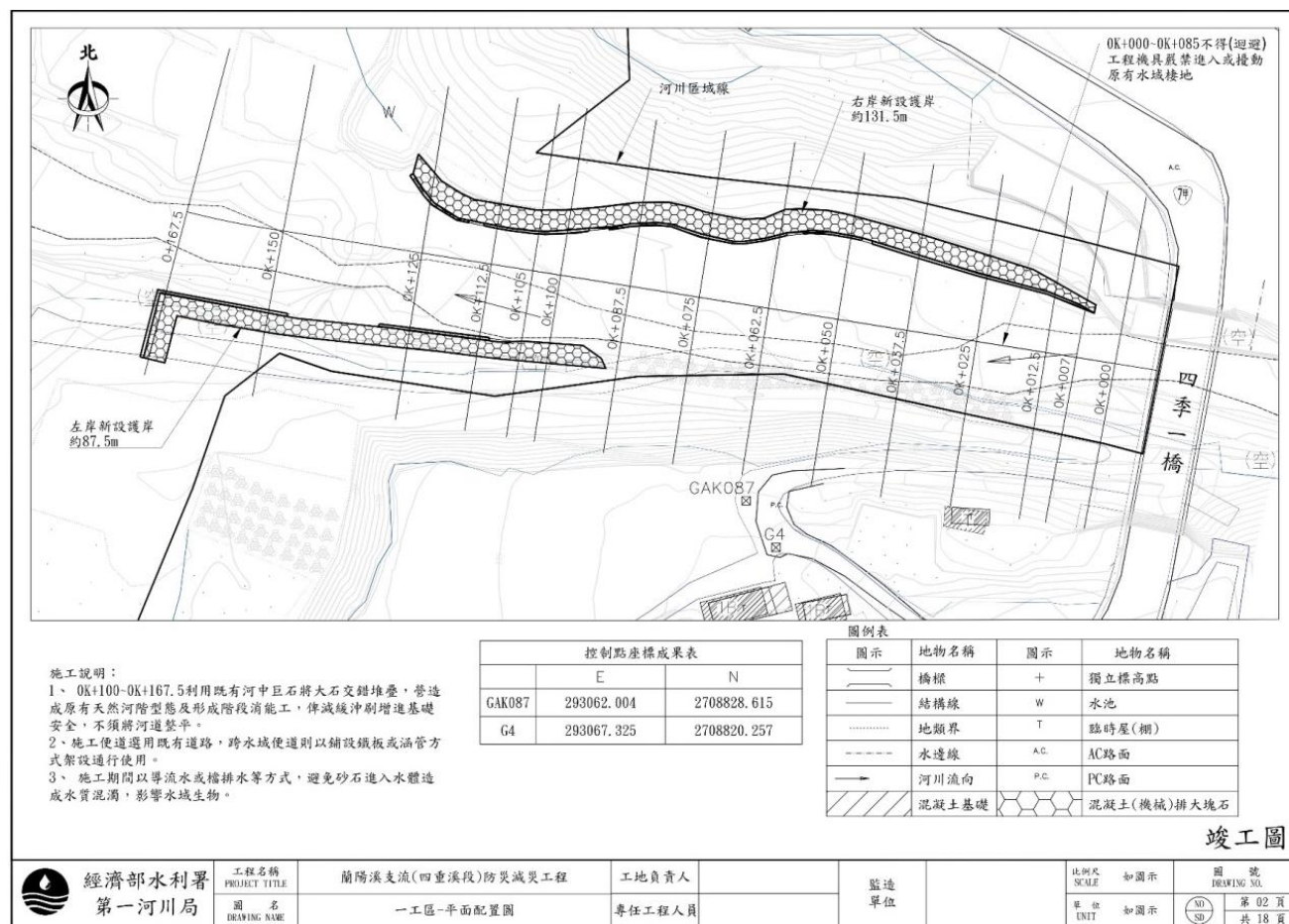


圖5-11 生態保育措施平面圖(範例1)

7. 是否已覈實填列生態檢核表

「公共工程生態檢核注意事項」第3點規定，工程計畫核定、規劃、設計、施工及維護管理等作業階段均需辦理生態檢核，了解新建公共工程涉及之生態議題與影響，評估其可行性及妥適應對之迴避、縮小、減輕及補償方案。

設計階段主要檢核項目有「專業參與」、「設計成果」、「民眾參與」及「資訊公開」等項；「設計成果」一項之評估內容為生態保育措施及工程方案，主要查察事項為：

(1)專業參與：是否有具生態背景人員參與。

(2)設計成果

A、是否根據生態評析成果提出生態保育措施及工程方案，並透過生態及工程人員之意見往復確認可行性後，完成細部設計。

B、是否提出生態調查及評析、生態保育對策、生態保育措施。

C、評析成果是否回饋於工程設計及預算編製，及是否研擬必要之生態保育措施及監測項目等費用。

(a) 生態保育措施設計成果是否納入招標文件、設計圖說、施工補充說明書。

(b) 是否依據所擬生態保育對策、措施所訂定之施工項目或保育措施，編列「生態保育措施費」，納入工程預算書內。

D、是否根據生態保育措施，提出施工階段所需之環境生態異常狀況處理原則，以及提出生態保育措施監測計畫與自主檢查表之建議。

(3)民眾參與

A、是否邀集生態背景人員、相關單位、在地民眾及關心生態議題之民間團體，蒐集整合並溝通相關意見。(例

如：規劃設計說明會、施工說明會等)

B、是否製作會議或現勘紀錄，並回應研處情形。

(4) 資訊公開

各河川局應指定專責人員，定期或不定期檢視各階段(計畫核定、規劃、設計、施工與維管階段)生態檢核資訊公開情形。(圖 5-13 、表 5-10)

A、相關核定工程資料、生態檢核及民眾參與作業，河川局是否上傳水利署全球資訊網「水利工程計畫透明網」，辦理生態檢核資訊公開。

B、施工前、中、後之生態保育措施執行成果(含照片)，及工區棲地環境品質評估資料，是否公開於本署全球資訊網/水利工程計畫透明網/生態檢核專區。

C、是否上傳局內網站辦理資訊公開。

水利工程計畫透明網

計畫列表 / 工程查詢 / 工程行政透明 / **生態檢核** / 公告專區 / 施工教學影片 / 相關連結

水利計畫查詢
Project Search

執行年度: 全部
計畫名稱: 請輸入計畫名稱
執行單位: 全部
關鍵字查詢: 關鍵字查詢
送出查詢

水利工程查詢
Engineer Search

年度: 開始年度 ~ 結束年度
工程地點: 全部 ~ 全部
工程名稱: 請輸入工程名稱
執行單位: 全部
送出查詢

瀏覽人次: 10090 / 最後更新日期: 111-12-07

臺中辦公處: 408281臺中市南屯區黎明路2段501號 / 電話: (04)2250-1250 ~ (04)2250-1499 / 傳真: (04)2250-1628
臺北辦公處: 106242臺北市大安區信義路3段41-3號9-12樓 / 電話: (02)3707-3000 ~ (0800)212-239 / 傳真: (02)3707-3134
新店辦公處: 231214新北市新店區安和路三段76號 / 電話: (02)3151-2400
彈性上班時間: 08:00-09:00, 17:00-18:00 / 核心上班時間: 09:00-12:30, 13:30-17:00

無障礙網頁2.1
W3C COMPLIANT

QR Code

圖 5-13 水利工程計畫透明網首頁圖

表 5-10 各階段資訊公開項目表

資訊公開項目	工程生命週期			
	工程計畫核定	規劃設計	施工	維護管理
公共工程生態檢核自評表(主表)	●	●	●	●
生態檢核附表	●	●	●	●
工程構想與概估範圍	●			
生態保育措施平面圖		●		
工程設計圖說			●	
生態保育措施自主檢核查			●	

五、節能減碳檢核

(一) 相關規定

本署於 111 年 11 月 18 日以經水工字第 11105391460 號函頒「水利工程檢碳作業參考指引(規劃設計篇)」(第二版)，盤點本署近 3 年(108~110 年)工程，計算年平均總碳排量，並以此為基準，訂定逐年減碳目標量；以 111 年(2022)減少 20%總碳排量、112 年(2023)減少 30%總碳排量、119 年(2030)減少 40%總碳排量、139 年(2050)減少 50%總碳排量，達成 139 年(2050)碳中和為目標。

1、為達工程減碳目的，設計時應考量採用以下策略：

(1)綠色材料：

- A、綠建材或環保建材
- B、新型混凝土
- C、再生工程材料
- D、就地取材
- E、替代材料
- F、耐久性材料

G、環保低汙染材料

(2)綠色工法：

A、低耗能之工法

B、減少工程廢棄物

C、土方挖填平衡

D、生態工法(近自然工法)

(3)綠色環境：

A、最小營建規模

B、植樹固碳、生態營造

C、以自然為本的解決方案(Nature-Base Solutions)

(4)綠色能源：

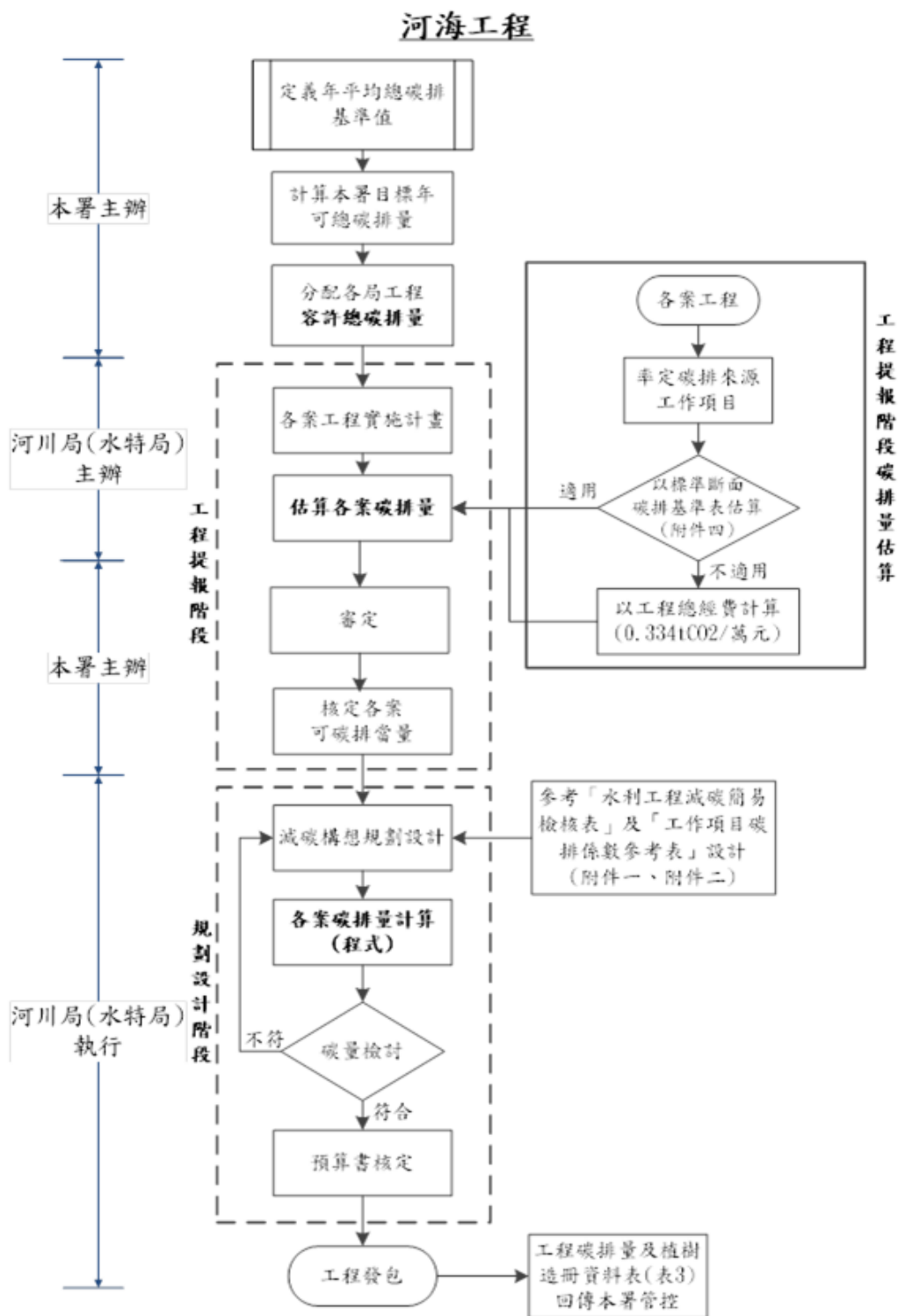
A、再生能源系統

B、節約能源設備

2、各河川局辦理河海工程，除年度搶險修開口契約外，均需納入減碳設計；考量部分工程工法及型式受防洪需求及區位因素限制，碳排放量部分採局總量控管方式進行。各河川局於年度工程提報時需依「水利工程檢碳作業參考指引(規劃設計篇)」估算碳排放量，本署於年度工程核定時將核定各河川局年度總碳排放量上限；各河川局可於總碳排放量內滾動檢討個案工程碳排目標量，據以進行工程設計及碳排放量控管。(控管機制詳圖 5-14)

(二)減碳檢核：

為利各案工程達成減碳目標，「水利工程檢碳作業參考指引(規劃設計篇)」建置「水利工程減碳簡易檢核表」，依工程生命週期各階段(規劃、設計階段、施工階段及營運階段)分類提出減碳構想，供設計者於各階段檢討減碳方式時納入參考，摘述如下：



註：本流程適用於河川局及水特局，包含河海類工程、集水區保育工程及一般疏濬工程

圖 5-14 河海工程碳排量審查流程圖

1. 規劃、設計階段：

- (1) 戶外減碳：加大工程綠地面積、保留既有老樹、選用地原生物種或固碳較佳之樹種等。
- (2) 再生材料：採用礦物摻料預拌混凝土、採用高性能混凝土，減少水泥使用量、採用再生級配作為混凝土骨材、再生瀝青混凝土等。
- (3) 減廢：採用土方平衡、土方交換、餘土就近利用、預鑄材料、蛇籠工、箱型石籠工、拋塊石等設計。
- (4) 營建自動化：採用系統模板、預鑄工法等。

2. 施工階段：

- (1) 生態：保留既有植栽等。
- (2) 節能：就地取材、縮短運距、工區用電採用節能標章產品(警示燈、照明設備)、低耗能施工機具及設備、降低機具閒置時間等。
- (3) 減廢：採最短運距運送材料、土方挖填平衡。

3. 營運階段：

- (1) 生態：維持既有植栽 90%以上存活率、增加綠化面積。
- (2) 節能：例行性維修與檢測、維持設施運作效率、採用替代能源維持設施運轉。
- (3) 固碳：工區範圍增加喬木種植、增設太陽光電、水力發電等綠電設施。
- (4) 耐久：執行防沖刷、防淤積等維護要項延長設施壽命。

(三)碳排量計算：

- A. 根據 PAS 2050 準則及國內研究報告(公共工程委員會)，以「排放係數法」進行碳排放量估算，由該「活動強度」乘以「排放係數」所得之合計，以二氧化碳當量(CO₂e)表示；碳排放量(CO₂e) = $\sum$ 活動強度*碳排係

數。

- B. 「活動強度」(Activity Intensity)是指一段時間內之生產量(或能源消耗量或服務量)大小，主要配合碳排係數之單位項目代入推估；而「碳排係數」(Emission Factors)係指將每單位原(物)料、燃料使用量、產品產量或其他操作量所排放造成之溫室氣體排放量。
- C. 本署已統一律定各工作項目碳排係數參考表，詳「水利工程檢碳作業參考指引(規劃設計篇)」。
- D. 各河川局於工程提報階段因工項及數量尚未確定，可參考「水利工程檢碳作業參考指引(規劃設計篇)」附件四常用水利工程構造物標準斷面碳排基準表或採 $[0.334\text{tCO}_2/\text{萬元} \times \text{總經費}]$ 方式進行估算，以下舉例常用水利工程構造物標準斷面進行工程提案階段估算示範如下：
- (a)混凝土坡面工(厚度 20 公分，高 3 公尺，含鋼筋，不含卵石)：每逕行米約使用混凝土 1.83 立方公尺、鋼筋 5.76 公斤，依附件四所載每逕行米碳排量估算為 646.94 公斤，如預計施作 100 公尺之混凝土坡面工，碳排量約為 64,694 公斤(即 64.694 噸)。
- (b)混凝土坡面工(厚度 20 公分，高 3 公尺，不含卵石)：每逕行米約使用混凝土 2.37 立方公尺，依附件四所載每逕行米碳排量估算為 762.22 公斤，如預計施作 100 公尺之混凝土坡面工，碳排量約為 76,222 公斤(即 76.222 噸)。
- (c)直立式護岸(高度 3 公尺)：每逕行米約使用鋼筋 137 公斤、混凝土 2.58 立方公尺、模板 6.6 平方公尺，依附件四所載每逕行米碳排量估算為 977.76 公斤，如預計施作 100 公尺之 RC 直立式護岸，其碳排

量約為 97,776 公斤(即 97.776 噸)。

(d)重力式護岸(高度 3 公尺)：每逕行米約使用混凝土 3.16 立方公尺、模板 7.15 方公尺，依附件四所載每逕行米碳排量估算為 1,048.23 公斤，如預計施作 100 公尺之重力式護岸，其碳排量約為 104,823 公斤(即 104.823 噸)。

(e)漿砌卵石護岸(高度 3 公尺)：每逕行米約使用混凝土 1.93 立方公尺、模板 6.2 方公尺，依附件四所載每逕行米碳排量估算為 636.99 公斤，如預計施作 100 公尺之漿砌卵石護岸，其碳排量約為 63,699 公斤(即 63.699 噸)。

E. 相關碳排量計算案例詳「水利工程檢碳作業參考指引(規劃設計篇)」。

F. 為利各河川局計算碳排量，本署提供「碳排量計算機」excel 程式供各河川局使用，河川局完成預算書編製後，即可運用該程式一鍵產出碳排量。(下載該程式後，於 excel 增益集將該程式匯入即可直接使用)

參考文獻

1. 水利工程技術規範-河川治理篇(水利署，102 年)
2. 河川環境管理規劃技術手冊(水利規劃試驗所，99 年)
3. 河川復建工程工法檢討及技術圖說資料庫建置成果報告(水利署，100 年)
4. 本土化水域生態工法工程技術之研究（第二期）(行政院公共工程委員會，103 年)
5. 防洪工程規劃講義(水利署，98 年版)
6. 河道堤防之基腳沖刷與保護試驗研究(總報告)(水利署水利規劃試驗所，110 年)
7. 水利工程基本圖彙編及資料庫建置(水利署，103 年)
8. 水利工程工資工率分析參考手冊(水利署，108 年版)
9. 「中央管流域整體改善與調適計畫」生態調查操作指引(水利署，111 年)
10. 水利法規彙編(水利署，108 年版)
11. 水利工程生態檢核參考手冊(河川、區域排水及海岸工程)(水利規劃試驗所，112 年)
12. 水利工程技術規範-區域排水治理篇計畫(草案)總報告(水利署水利規劃試驗所，102 年)
13. 河川水利生態個案探討簡報(謝蕙蓮，97 年)
14. 大安、大甲溪災害原因調查及治理對策檢討與改善(水利署第三河川局，94 年)
15. 實用河川工程(下)河川工程治理(蕭慶章，財團法人成大水利海洋研究發展文教基金會出版，科技圖書經銷發行，93 年)
16. Engineering With Nature® An Atlas, Volume 2(Publisher U. S. Army Engineer Research and Development Center，2021)



Ecological Hoowave 鏈結生態



Cultural Hoowave 活躍魅力地景



Resilient Hoowave 韌性水網絡



經濟部水利署

臺北辦公室

地址:臺北市大安區信義路三段41-3號9-12樓

總機:(02)3707-3000

傳真:(02)3707-3166

免費服務專線:0800-212239

臺中辦公室

地址:臺中市南屯區黎明路二段501號

總機:(04)2250-1250

傳真:(04)2250-1635

免費服務專線:0800-001250

Cultural Hoowave 活躍魅力地景



Connected Hoowave 縫合水與生活場域



Connected Hoowave 縫合水與生活場域



Ecological Hoowave 鏈結生態



Feasible Hoowave 分期發展



防洪建造物工程設計講義堤防（含防洪牆）、護岸（含牆式護岸）篇（初稿）

中華民國一一〇年七月

經濟部水利署