

守護美麗山河
之災害復舊基本方針

2018 年 6 月

「守護美麗山河之災害復舊基本方針」的修訂

1997 年為了進行河川環境整備與保全，達成河川管理目的而進行「河川法」修訂。1998 年 6 月進一步制定「守護美麗山河災害復舊基本方針」(以下為「本基本方針」)，致力於基於環境保全之災害復舊。之後針對現場有關護岸工法之內容充實、災害復舊沿用內容之重新整理，於 2006 年 6 月修訂本基本方針，作為所有河川營造的基本內涵，為了保全、創造河川原有的生物棲息、生長、繁殖環境與多樣化河川景觀，2006 年 10 月制定有關河川管理的「近河川營造基本指南」，然後在 2008 年 3 月制定中小型河川營造的具體技術基準「中小型河川相關河道計畫技術基準」(2010 年 8 月修訂)。接下來，2011 年 10 月制作說明「中小型河川相關河道計畫技術基準」的「多自然型河川營造手冊Ⅲ~活化河川營運的河川營造」，指出以中小型河川為主要標的、實施多自然型河川營造的基本注意事項，以及河道中心線、縱橫斷面形狀、河岸與濱水帶的計畫擬定方法。因為有這樣的過程，2014 年 3 月針對災害復舊工法選定之考量、各種工法注意事項之充實，修訂本基本方針。

另一方面，針對近年來越發頻繁水災的河川改善，二度災害防止的改善復舊等事業計畫越來越多的案例，改善復舊計畫在 2005 年度成立「多自然型河川營造指導制度」，直接施行復舊方法相關技術指導。但能在復舊現場提供技術指導的人，並無從多自然型河川營造角度，圓融擬定改善復舊計畫的指南等，因此追加本基本方針「3.改善復舊計畫」，以充實本基本方針。此外，從 2014 年 3 月修訂至今大約 4 年，仍有待修正補充的事項，因此變更「2.災害復舊計畫」的內容，期盼實施災害復舊的單位，能運用本基本方針，在現場更有效地進行災害復舊。另外，本基本方針修訂過程中，承蒙國土交通省國土技術政策總合研究所河川研究部河川研究室與國立研究開發法人土木研究所河川生態小組、自然共生研究中心等單位大力提供協助，在此一併表達謝意。

主要修訂內容如下。

1. 補充「改善復舊計畫」一章

- 明示改善復舊計畫的構想

加入「平時的防範工作」、「全面性、長期的觀點」、「配合其他相關計畫」等改善復建計畫特有的觀點。此外，明示基於多自然型河川營造，從河川環境保全、維護管理的角度，以及流動土砂、漂流木的角度出發。

- 明示河川特性、受災狀況的掌握，以及環境特性的掌握

明示掌握河川特性、受災狀況占環境特性所應蒐集的資料。這些資料可運用在「多自然型河川營造指導制度」的技術支援，也可作為申請指導支援時的參考。

- 明示擬定河道計畫的基本方針，以及具體的計畫方法

明示依據所掌握河川特性、受災狀況與環境特性而擬定河道計畫基本方針的方法，以及參照以多自然型河川營造為基礎的河道計畫做法。明示依河道計畫的做法，為確保河川橫斷面積，應實施河道拓寬，以及不得不實施河床疏浚時的問題檢討順序。

2. 災害復舊地點河川特性整理表(A 表)的簡化

發生大規模災害而有許多受災地點，需製作為數甚多的 A 表與 B 表，這項工作成為現場沉重負擔。因此，在一定條件下可省略相關記載與表格製作。

3. 其他

- 補充災害復舊工法相關的代表性案例

蒐集並整理依據本基本方針實施復舊時可供參考的代表性案例，予以詳細介紹。

- 補充材質評估方法相關的技術資訊

2014 年 3 月修訂版明確指出，使用坡面保護工(預鑄混凝土塊)的幾個注意事項，並特別記載對具體測定方法之相關技術資訊。本修訂(2018 年度版)補充了材質的測定方法。另外，本測定方法係國立研究開發法人土木研究所自然共生研究中心與公益社團法人全國土木預鑄混凝土塊協會共同研究開發而成。

守護美麗山河之災害復舊基本方針 目次

1. 總論.....	1
1.1 本資料的定位	2
1.2 災害復舊的基本概念.....	5
2. 災害復舊事業.....	15
2.1 基本概念.....	15
2.2 河川災害復舊事業的構想.....	17
2.3 復舊工法檢討的流程.....	20
2.4 河川、環境特性與受災原因的掌握等.....	22
2.4.1 河川特性、環境特性的掌握.....	23
2.4.2 受災原因的分析	24
2.4.3 河川環境的掌握.....	33
2.4.4 周邊環境的確認與重點地點判釋.....	39
2.4.5 申請文件的製作	43
2.5 護岸工法.....	50
2.5.1 護岸工法的構想.....	50
2.5.2 坡面保護工	63
2.5.3 坡面基礎工	115
2.5.4 坡腳保護工	116
2.5.5 坡腳強化工	120
2.5.6 堤頂工、堤頂保護工、端牆、洩水孔排水管等附屬工程	122
2.5.7 覆土、堆石	128
2.5.8 申請工法概要的填寫與檢核表的運用	134
2.6 丁壩.....	135
2.7 固床工.....	137
2.8 施工與追蹤.....	140
2.8.1 施工時的注意構想.....	140
2.8.2 施工時應注意的細節.....	141
2.8.3 追蹤(施工後的檢核與監測).....	143
3. 改善復舊計畫.....	145
3.1 改善復舊計畫的重點.....	145
3.2 改善復舊計畫的檢討流程.....	149
3.3 河川、環境特性與災害原因的掌握等.....	153
3.3.1 河川特性與受災狀況的掌握.....	153
3.3.2 災害原因的分析	162
3.3.3 環境特性的掌握.....	164
3.4 改善計畫區間與改良計畫流量的設定.....	179
3.4.1 改善計畫區間的設定.....	179
3.4.2 改善計畫流量的設定.....	180
3.5 河道計畫的概念	182
3.5.1 河道計畫的基本概念.....	182
3.5.2 河道計畫基本方針的擬定	183
3.5.3 河道計畫的檢討	186
3.6 河畔樹木相關的基本概念.....	202
3.7 設計、施工、維護管理上的問題點(課題)檢核.....	204
3.8 改善復舊計畫書的製作	205
3.9 施工與追蹤.....	206
3.9.1 施工時的注意構想.....	206
3.9.2 追蹤(施工後的檢核、監測).....	206

1. 總論

1.1 本資料的定位

災害復舊事業與改善復舊事業，原則上應依據本基本方針實施。

《說明》

- 災害復舊包含為災區復原實施災害復舊計畫中的河川等災害復舊計畫(單一災害)，以及災區與周邊一連串區間之改善，或移除、改正災區上下游障礙物的改善復舊事業等(包含災害復舊計畫的所謂「特定災害」。此外，特定災害適用「3.改良復舊計畫」)。
- 災害復舊事業之中的河川等災害復舊事業(單一災害)，原則上係針對受災設施進行「恢復原狀」，若無法達成這項目標，則進行「原有效用」的復舊事業。
- 改善復舊事業等係從防止災害再度發生的角度，擬訂擴大一連串區間河川效用的工程計畫，且在短期間可完成一連串區間的整治(改善復舊)事業。
- 改善復舊事業包含大範圍劇烈災害地點依據特定計畫實施改善性復舊事業之「特定災害」，以及災區與周邊在內一連串區間的改善，乃至於移除、改正災區上下游障礙物的「河川等災害相關計畫、河川等災害復舊協助計畫、特定小型河川災害相關環境復育計畫、河川等災害相關特別對策計畫」等。
- 所有事業原則上都應依據本基本方針實施河川災害復舊；改善復舊事業必要時應接受專家建議。

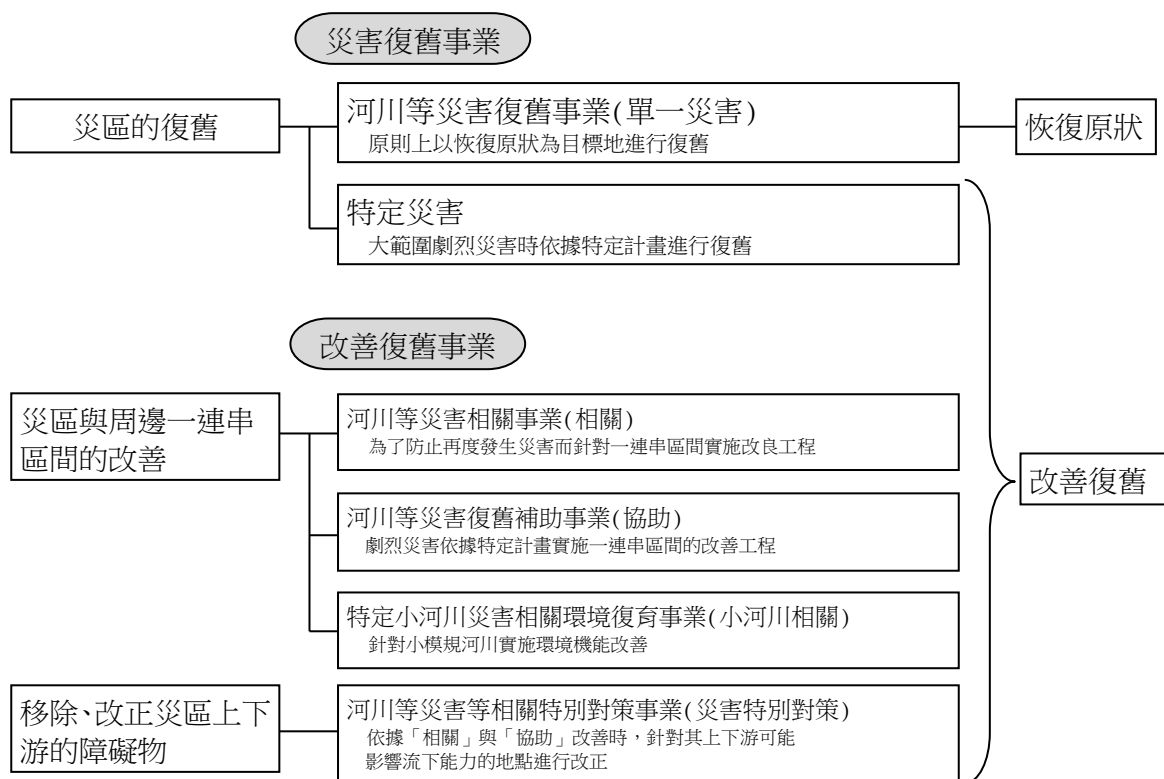


圖 1.1 災害復舊的類型

本基本方針係說明實施災害復舊的標準復舊方法。

《說 明》

- 本基本方針係說明河川災害復舊時，災害復舊事業與改善復舊事業的標準復舊方法。
- 在此所謂「標準的」，指依據多自然型河川營造概念實施災害復舊，若能遵循本基本方針，大致能達成河川生物棲息、生長、繁殖環境、景觀與水邊利用等等的保全目標。
- 但有可能屬重要物種棲息、生長、繁殖的地點，或環境重要區間與地點，應遵循本基本方針，進行特別的考慮。
- 此外，本基本方針主要涉及災害復舊事業之中有關災害査定(估定)的 A 表，以及實施改良復舊事業時之改善復舊計畫書的製作。其後之詳細計畫與設計時，在必要的調查與分析時，聆聽河川沿岸居民的希望等，慎重推動。

當災害復舊時，除了遵循本基本方針之外，必要時也應參考其他文獻。
另外，改善復舊事業，原則上應妥善運用「多自然型河川營造指導制度」。

《說 明》

- 本基本方針係說明河川特性與災害原因的分析，從自然環境、景觀與水邊利用的角度掌握環境特性，以及據此進行災害復舊方法的概念與過程。進行這方面檢討時，重點在於應依必要，參考其他文獻，深化對於河川與災害復舊方法的理解。此外，進行改善復舊事業，原則上應運用「多自然型河川營造指導制度」，進行災害復舊。

參考:具體的參考文獻如下。

- 中小型河川の河道計画に関する技術基準/中小型河川河道計畫相關技術基準(國土交通省河川局，2010 年 8 月)
- 改良復旧事業の手引き(案)/改良復舊計畫入門(案)((公益財團法人)全國防災協會，2016 年 4 月)
- 多自然川づくりポイントブックⅢ/多自然型河川營造手冊Ⅲ(多自然型河川營造研究會，2011 年 10 月)
- 河川砂防技術基準 調査編、計画編、維護管理編(河川編)/河川砂防技術基準 調査編、計畫編、維護管理編(河川編)(國土交通省)
- 河川砂防技術基準(案)同解説 設計編Ⅰ/河川砂防技術基準(案)同説明 設計編Ⅰ(國土交通省)
- 改訂 護岸の力学設計法/修訂 護岸的力學設計方法((財團法人)國土技術研究中心，2007 年 11 月)
- 河川における護岸ブロックの環境評価手法に関する共同研究報告書/河川の預鑄混凝土塊護岸環境影響評估方法相關共同研究報告書(國立研究開發法人土木研究所、公益社團法人全國土木預鑄混凝土塊協會，2018 年 1 月)
- 土木研究所資料第 4159 号「多自然川づくりにおける河岸・水際部の捉え方」/土木研究所資料第 149 號「多自然型河川營造的河岸與濱水帶處理方法」
- ((独)土木研究所自然共生研究センター、平成 22 年 2 月)/((獨立法人機構)土木研究所自然共生研究中心，2010 2 月)
- 河川の景觀形成に資する石積み構造物の整備に関する資料/有助於形成河川景觀的塊石疊砌構造物構築相關資料
- (國土交通省河川局河川環境課、平成 18 年 8 月)/國土交通省河川局河川環境課，2006 年 8 月)
- 河川景觀デザイン/河川景觀設計(河川景觀的形成與保全概念檢討委員會，2008 年 7 月)
- 河川風景デザイン/河川風景設計(島谷幸宏，1994 年 9 月)

參考:多自然型河川營造指導制度

(參照:劇烈災害特別事業與災害協助事業等之多自然型河川營造指導制度的運用)

- 劇烈災害特別計畫與災害協助事業等，經常大規模且短期間地在一連串區間實施河川整治，因此實施事業時除了該河川原有良好河川環境的保全以及自然環境的保全與創造之外，還須有更深入的考量。
- 另一方面，此等事業須在災害後迅速因應，實施調查與檢討有時間限制，為更有效果、有效率地推動多自然型河川營造，有效的做法是給事業者適度提供工程學與生態學等必要的相關知識見解。
- 基於此等背景，才形成專家學者提供事業者建議的做法，目前已建立選定具備多自然型河川營造相關廣泛知識指導人選、提供事業者所需建言的體制。因此，運用這項制度可有助於順利展開災害復舊。

- 指導者申請派遣的程序如下：

(參照:劇烈災害特別事業與災害補助事業等的多自然型河川營造指導制度運用要領)

(1)事業者向國土交通省請求派遣指導者

經過災害調查等結果，事業者判斷符合適用範圍，得檢附災區調查報告等，透過地方整備局的本局事務局，向國土交通省事務局提出派遣指導的要求。…[原則上需在災害發生後 2 個月以內]

(2)由國土交通省委請國土技術政策總合研究所(簡稱:國總研)提供指導人選

國土交通省事務局會同水管理、國土保全局相關課室確認事業者的請求內容，判斷有必要派遣時，得委請國土技術政策總合研究所事務局提供指導人選。

(3)指導的人選、委託

國總研事務局了解災害狀況、災區以及周邊河川環境狀況等之後，可從大學、國土技術政策總合研究所或國立研究開發法人土木研究所等所屬專家中，選出 2 名左右的指導人選，委託對方擔任指導，並將結果報告國土交通省事務局。…[收到事業者請求派遣之後，應立刻實施]

(4)指導者與事業者的協調

事業者收到國土交通省事務局經由本局事務局決定派出指導的通知之後，應與指導者本人協調，決定現地勘查的日期行程。此外，為了能將指導者之建議充分反映、運用到事業計畫，應考慮現地勘查的適當時機。

註:上述「多自然型河川營造指導制度」係 2005 年 10 月 25 日國土交通省所創設。

1.2 災害復舊的基本概念

災害復舊應準備必要資料，充分現地調查，並分析災害原因，進行適當的復舊。

《說 明》

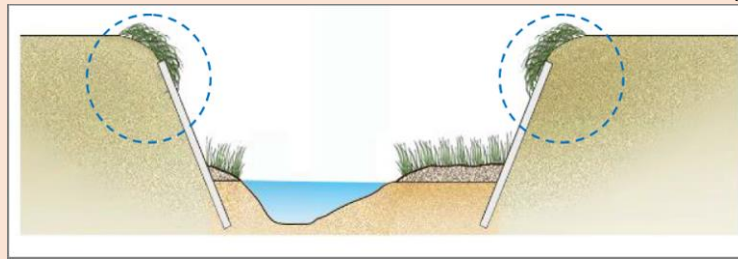
- 災害復舊應蒐集河川與環境等特性以及河道計畫等相關資料，依據現地調查結果掌握受災狀況，然後依據上述結果，綜合分析災害原因。
- 災害原因分析不充分，無法達到有效果的災害復舊，若出現相同規模的流量，可能產生更嚴重災害。
- 特別是改善復舊事業等時，應注意導致災害的原因經常不只一種，大多包括流量超過現況流動能力、土砂供給過剩、出現漂流木等複合性因素糾結所致。因此，依時間序列整理上述致災原因對河川造成作用，分析災害原因等非常重要。
- 另外，改善復舊事業等的災害原因分析，進行水理演算(準二維不均勻流(不等速流)計算、平面二維流況分析)等，提高災害原因分析的精度乃不可或缺。

災害復舊應依據多自然型河川營造的概念進行復舊，而且不只防範災害，還應努力保全河川原有的環境。

《說 明》

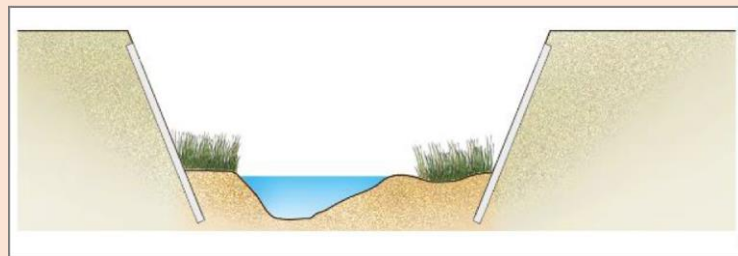
- 「多自然型河川營造」指從河川整體經營的觀點，考慮地區生活與歷史、文化的調和，保全並創造河川原有生物棲息、生長、繁殖環境與多樣化環境景觀的河川管理。災害復舊的多自然型河川營造，主要重點如下。
 - ① 多自然型河川營造不只蒐集、使用自然或多自然型的材料等，儘可能運用自然的特性與機制。
 - ② 除了保全、創造生物棲息、生長與繁殖環境之外，河川營造工作也應融入地區居民生活與歷史、文化。
 - ③ 河川營造工作須整體考量調查、計畫、設計、施工、經濟性與維護管理等全段的河川管理內容。
 - ④ 護岸充分掌握水理特性、後方鄰接區域的地形、地質與土地利用等狀況，將設計區間縮小到必要的最小範圍內，考量更能發揮保全、創造生物棲息、生長、繁殖環境與多樣化河川景觀的適當工法。
 - ⑤ 儘量保全淺瀨、深潭、彎岸堆積區與河畔林等現有良好的環境資源。
- 即使實施災害復舊，基本上也應依據多自然型河川營造的概念，努力保全現況環境(參照圖 1.2、照片 1.1)。此外，改善復舊事業等會大規模改變一連串區間的河道，對地區造成大的影響。同時也須了解，拓寬河寬能讓河川空間變大而有機會創造良好河川環境，整體目標因此不只保全現況環境，更應從融入自然環境、水邊利用、景觀、當地居民生活與歷史、文化的角度，提升河川營造的功能與價值(參照圖 1.3、照片 1.2)。

橫斷面形狀(河床部)

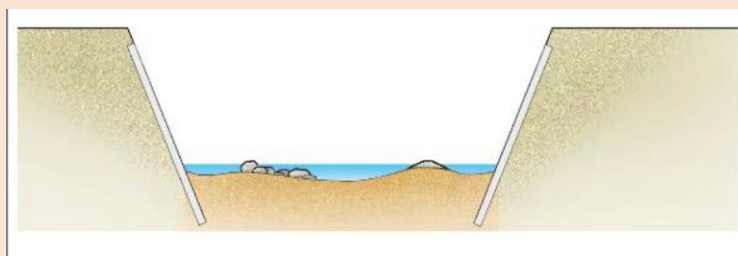


○: 河岸的對應
→ 護岸坡頂去除稜角，引進植生

坡頂的對應 → 護岸坡頂去除稜角，引進植生減少護岸外露面，形成多自然型的河岸



岸邊的對應 → 岸邊下工夫發揮河川營力形成深槽線



標準斷面: 河床不需另外調整 → 未形成深槽線的平坦河床



標準斷面: 河床被固定下來 → 河川營力無法發揮作用

圖 1.2 河川營造的細部要領(災害復舊事業(單一災害))

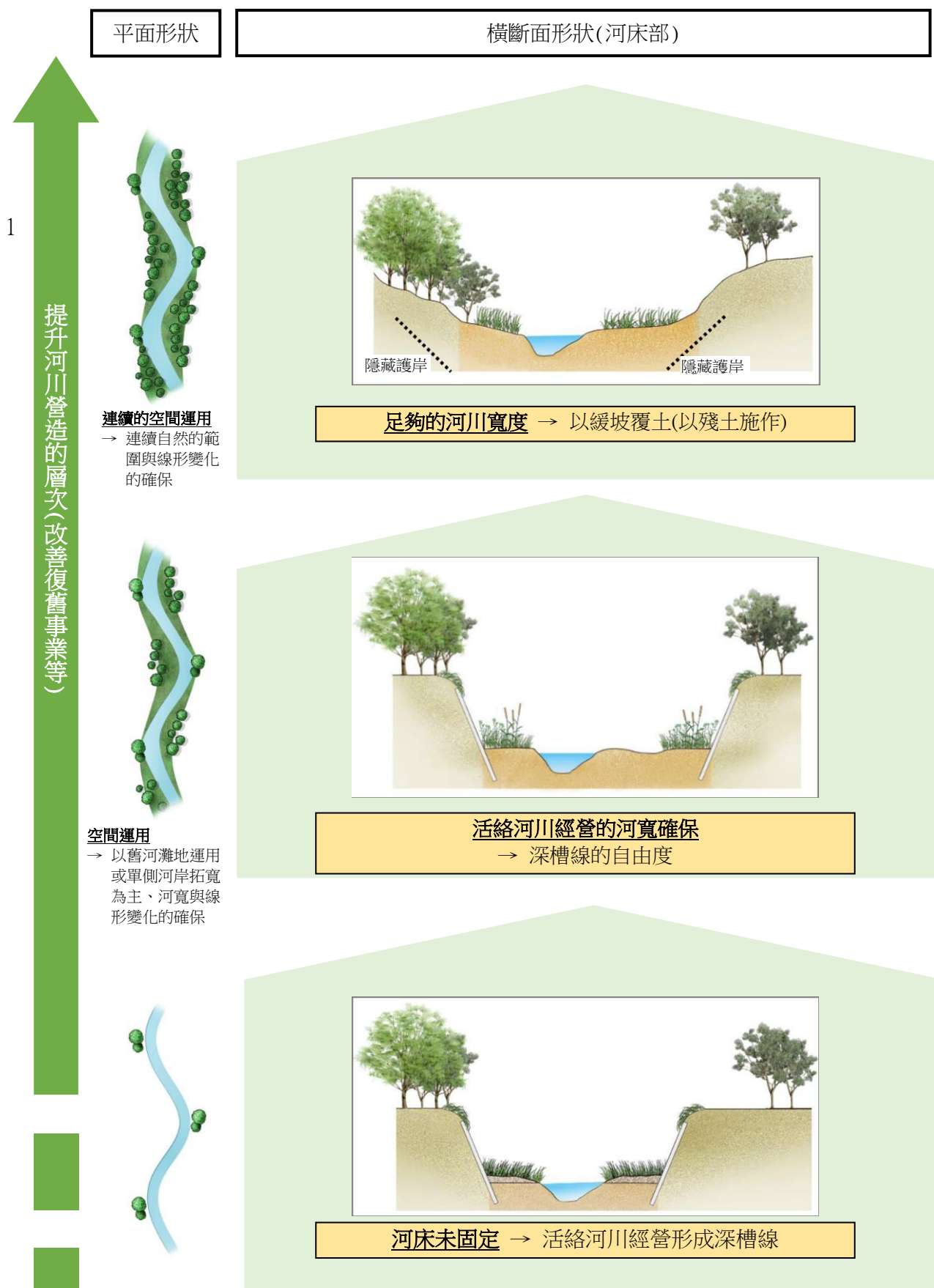


圖 1.3 提升河川營造的層次(改善復舊事業等)

【災害復舊事業(單一災害)】和歌山縣 太田川



照片 1.1 掌握河川原有環境實施災害復舊的案例

掌握災前河岸原有的植生與多樣化岸邊環境，採用覆土型的坡面保護工，同時在岸邊拋石、坡頂圓弧化，採取融入自然之再生河岸施工方法。

【改善復舊事業】北海道 牧佐內川



照片 1.2 掌握原來河川環境而實施災害改善復舊的案例

採行特定小型河川災害相關之環境復原事業，運用自然蜿蜒的河川形狀，讓河川與後方鄰接區域的公園整體發揮機能，可綜合考量緩和蜿蜒河道的水流河道治理計畫線、河床環境保全、以隱藏式護岸復育緩坡河岸、後方鄰接區域河畔林保全等改善復舊。

有環境要素應保全時，應儘量不予以改變。

《說明》

- 災害復舊對護岸、丁壩、固床工等構造物之受災對象多，特別是護岸受災比例很高。因此，應保全之環境要素，以河岸與濱水帶為中心。
- 另一方面，實施改善復舊事業等，以整個河道為對象，因此保全的環境要素除了河岸與濱水帶之外，也包括深槽區(淺瀨、深潭構造)、河畔區域(堤內側)。
- 深槽區、河岸、濱水帶、河畔區域出現的環境要素例子，如表 1.1 所示。原則上實施災害復建，不改變這些要素(災害復舊時，深槽區、河岸、濱水帶的環境要素有的即使短暫消失，之後發生洪水仍可能再生成；有的不易再生成，應儘量予以保全)。
- 比如，河畔林、湧水、滲透水、深潭這類的環境要素的保全，需採特別工法。因此，原本存在河畔林、湧水、滲透水與深潭時，應找出能有效保全這些要素的工法。另一方面，災害復舊對象的河岸與濱水帶的環境要素「植物帶」與「空隙」，可運用本基本方針也有所說明的多自然型河川營造河岸與濱水帶標準作法，予以保全。
- 改良復舊事業等，伴隨河道治理計畫線(中心線)改變的情形很多，保全標的除了河岸與濱水帶之外，也包含深槽區所形成的淺瀨、深潭構造與河畔區域。淺瀨與深潭構造係洪水依水流與土砂相互作用所形成，是否會出現主要受河道治理計畫線形狀、河寬、水深、河床材料粒徑等影響。因此，不只了解原有的淺瀨與深潭構造，改善後的河道治理計畫線形狀等也會對淺瀨與深潭構造保全有所影響。河畔區域不只有山坡坡趾、堤內地整片樹林地等自然環境相關要素，更應努力試圖從景觀與水邊利用的角度，予以保全。與河畔區域相鄰的公園等開放空間，以及河川沿岸居民出入動線的區間，也都可用這樣的角度進行保全。

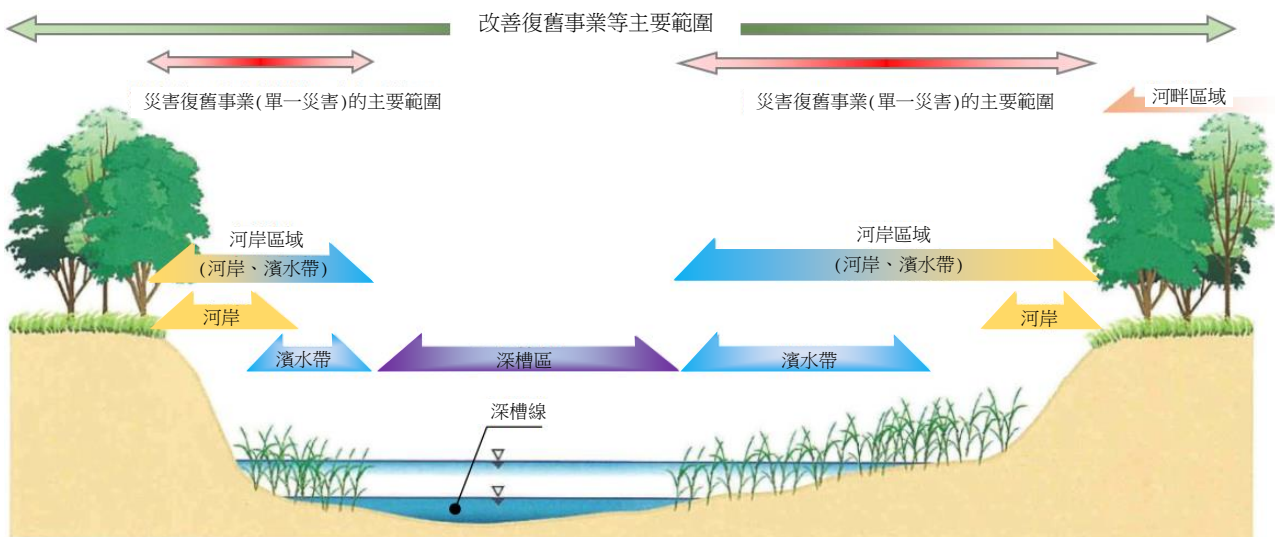


圖 1.4 河岸與濱水帶的主要範圍

表 1.1 橫斷面方向不同區塊呈現環境要素的例子

橫斷面方向的區塊	呈現環境要素的例子	事業對象		備註
		災害復舊事業 (單一災害)	改善復舊事業等	
深槽區	淺瀨與深潭構造			依據河道治理計畫線與河寬的設定判斷是否已形成淺瀨與深潭構造及其大小
河岸、濱水帶	濱水帶的植物帶			河川寬較大時，自然形成為多。
	濱水帶的空隙			多半需進行堆石等的措施。
	河道彎曲段凹岸側形成的深潭			災害復舊事業時原則上應予以保全，須注意基礎工的深度以及坡腳保護工的設置高度
	河岸與坡面尾段的湧水與滲透水			災害復舊事業原則上應保全這些湧水與滲透水，但並無固定的工法。
	河畔林			災害復舊原則上應保全河畔林，並找出樹木保全工法
河畔區域	河畔樹木或樹木群、行道樹等			依據河道治理計畫線與河寬的設定、拓寬方法，決定是否予以保全。
	崖地、斜坡坡趾、坡面樹林			依據河道治理計畫線與河寬的設定、拓寬方法，決定是否予以保全。

重要物種棲息、生長、繁殖可能性高的地方，應遵循本基本方針，災害復舊時應特別小心。

《說明》

- 確認受災區域周邊是否有重要物種棲息、生長與繁殖，若可能有重要物種棲息、生長、繁殖，遵循本基本方針，特別小心實施災害復舊為要。
- 特別是大規模改變河川的改善復舊事業等，除了參考現有文獻、聽取專家學者意見之外，也應實施現地調查，掌握重要物種分布狀況。

從生物棲息、生長、繁殖地點、景觀、水邊利用、文化歷史、觀光等觀點，環境保全重要區間與地點，應遵循本基本方針，特別小心地實施災害復舊。

《說明》

- 從自然環境、景觀、水邊利用、文化歷史、觀光等觀點，屬於重要區間與地點，從該地環境與周邊環境連續性與景觀的和諧觀點，應依本基本方針所提示的標準手法實施，以下案案例之：
 - 與公園等周邊設施為一體地整備，附設水邊活動據點
 - 河岸與濱水帶形狀等更新
 - 護岸工法應要求更高的自然環境與景觀機能
- 重要區間與地點能事先篩選，因此發生災害之前，應事先有計畫地擬妥具體的復舊方法等。

災害復舊，應謹慎聽取地方公共團體或當地居民所關心事項及相關意見，充分掌握居民對河川的期待。

《說 明》

- 河川營造需與當地民眾生活，當地文化與歷史調和。因此，河川整備應精確反映河川特性與當地的自然、社會、文化，並掌握地區民眾的需求。
- 並非單以河川為主，還須透過河川營造提升地區整體魅力。因此，河川營造除了河川沿線所經地方政府之外，應取得河川利用的當地居民之協助以擬定計畫，建立守護河川的體制。
- 河川改善復舊事業經常得在很短時間內擬定計畫，但仍須盡快和居民建立河川營造的共識。因此，河川技術人員平常應掌握當地民眾對河川的需求，構思如何整備河川。

災害發生後應掌握災害狀況與致災原因，依據受災程度以及受災區域上下游河川流動能力，擬定適當的復舊方法，判斷應原形復舊或改善復舊。

《說 明》

- 致災原因主要有護岸基礎不夠深等局部性直接原因，以及降雨超過河川容許流量，河道狹窄處或曲流流速與水位提高導致災害的原因(包含災害地點前後河道的整體狀況)。
- 若只需解決局部且直接的致災原因，原形復舊即可；若需整體排除致災原因，得實施改善復舊。
- 以下以具體案例說明應改善復舊的情況。
 - ① 出現氾濫的情況
 - 出現氾濫，多半代表河川流量斜面不足，改善之必要性高。
 - ② 災害規模大
 - 災區未必連成一片，但範圍很大。
 - 災區只有一處，但受災地點的房屋等資產遭受嚴重威脅、損失慘重。
 - ③ 致災原因為河道治理計畫線與縱橫斷面形狀等河道形狀時
 - 河道形狀導致水流集中與流速提高。
 - 河道狹窄區段，上游產生溢流或越流，氾濫水流回到河道時造成護岸內側淘刷，或狹窄區段水流加速，造成下游護岸受損、破壞。
 - ④ 原形復舊有導致其他地點再度受災之虞的情況
 - 河床下降等河床變動造成構造上產生弱點。
 - 上下游殘存相對脆弱設施而有受災之虞。
 - 上下游堤防高度或護岸高度不足。

- 出現大範圍嚴重災害時(河川的情況是潰決影響區域超過河川 80%長度)，可申請「特定災害」。
- 越流導致堤防受損而實施受災地點原形復舊時，在與上下游河川整備計畫(河川整治計畫)整合的範圍內，運用「防止越流的原形復舊」。提高堤防高度等，防止再度發生災害。
 - ① 「防止越流的原形復舊」基本做法是以造成災害的洪水為對象提高堤防高度。
 - ② 若受災地點上游或下游有整治計畫，應以這次造成災害的洪水為對象，並將未致災區間納入，考慮整個流域以及河川樣態造成怎樣的影響，必要時應實施堤防外擴或河道疏浚等改良復舊工程。
 - ③ 實施改善復舊之流量增加一事，若無法以常態的河川整治確保下游河道足夠的流下能力，應檢討河川災害復舊等相關緊急事業之適用。
 - ④ 以「防止越流的原形復舊為對象」的災害復舊範圍，包括堤防越流後洪水氾濫的實際河道長度。為確認越流範圍，以拍照、測量與訪談調查等確定洪水痕跡水位之因應極為重要。
 - ⑤ 「防止越流的原形復舊」在堤後方有眾多一般資產時、基於國民生活與社會觀念不會容許洪水反覆氾濫等概念下實施原形復舊的例外制度。
- 災害復舊事業或是改善復舊事業之判別，可依據下列流程進行。

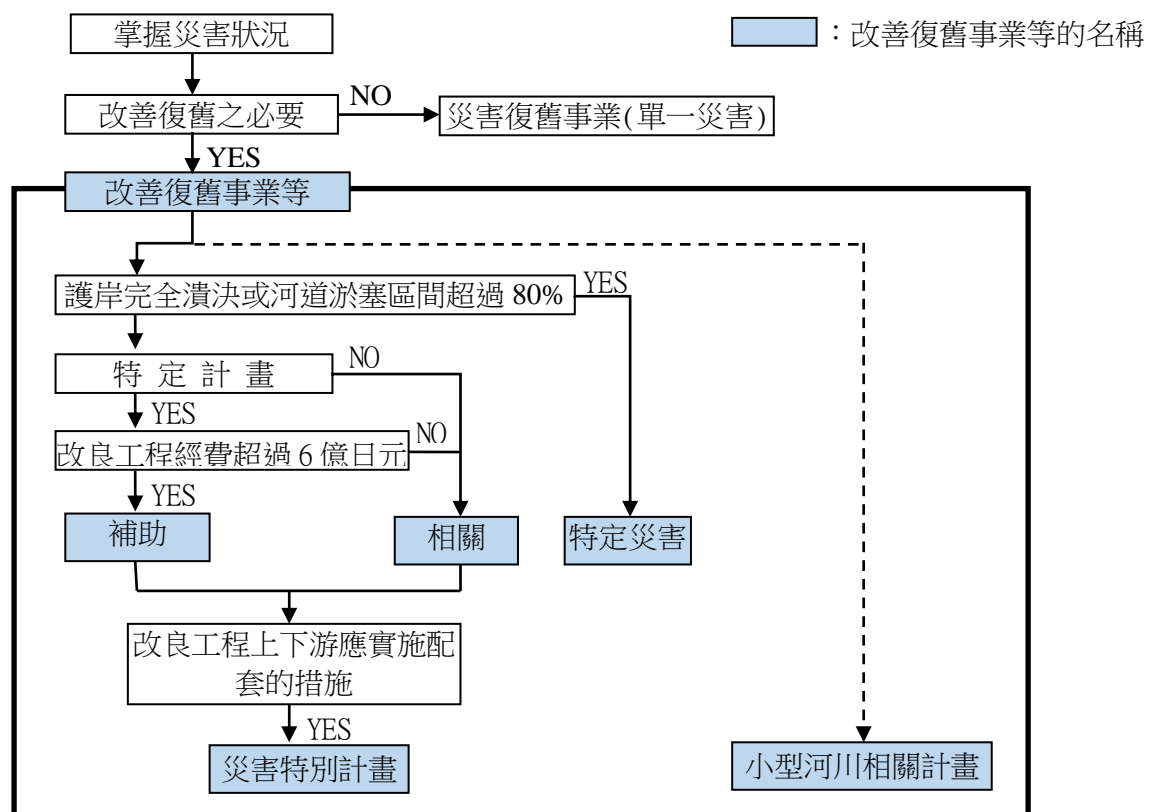


圖 1.5 災害復舊事業與改善復舊事業的判定流程

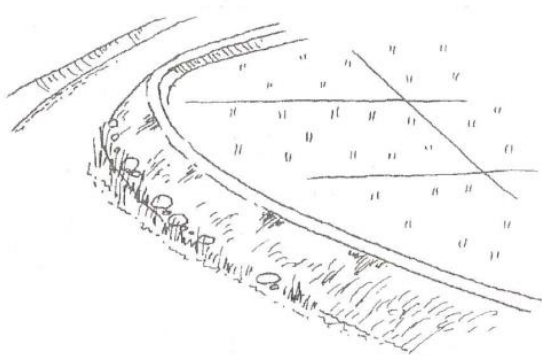
2. 災害復舊事業

2.1 基本概念

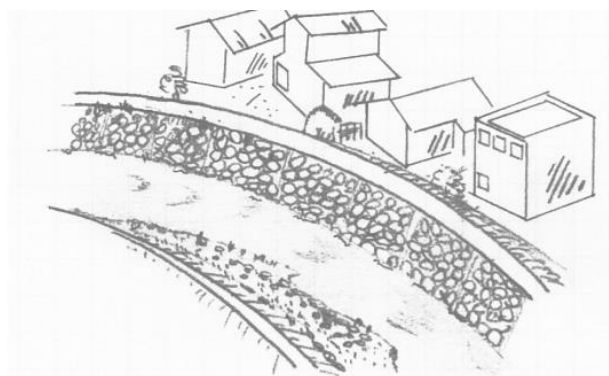
應了解河道特性、查明受災原因與受災機制，並在符合經濟性的狀況條件下實施最小限度的復舊工法。

《說 明》

- 應注意，復舊工法會因為河川特性而有不同作法，需留意。因此，受災地點的河床坡度、河道彎曲段、凹岸側與凸岸側的平面位置、有堤河川、疏浚河川、複式斷面或單一斷面、背後鄰接區域土地利用狀況(市區還是農耕地)等應充分勘查，選擇適當的復舊工法。
- 譬如，有堤河川與疏浚河川遭受災害時，災情大小與影響範圍不同。此外，單一斷面與複式斷面護岸受災破堤的風險高低也不同。因此，配合受災地點特性與堤後地的重要性，使用適當強度(必要的最低限度)的復舊工法。另外，類似沖刷段或水流內側(凸岸)河岸的作用力明顯差異下，不應選擇一成不變的構造，而應配合實際狀況，採取各自具備適當強度構造的護岸配置。
- 此外，特定災害適用「3.改善復舊事業」



背後為田園等地疏浚河道區間
水流內側(凸岸)應避免採取太多對策



背後為住宅區或有堤防的區間
沖刷段及與沖刷段相連的區域，護岸須有足夠的強度

圖 2.1 背後地與有堤或疏浚河道的差異，以及河岸、濱水帶的護岸工不同作法



流速較慢的凸岸側應避免
實施過多的對策

流速較快的凹岸沖
刷段則設置護岸



流速較慢的凸岸側應避免
實施過多的對策

流速較快的凹岸沖
刷段設置護岸

註) 注意，護岸最好避免明度太高。

照片 2.1 配合背後地土地利用與流路形態而異之河岸處理方法的例子

- 依不同受災原因復舊時，應留意需注意事項之不同。
- 比如，局部河床降低導致災害，可採取坡面基礎工埋樁加深等對應工法。
- 原則上以必要最小限度的工法對受災設施予以「原形復舊」，在無法達到這項目標時，應以恢復「原先效用」。但若恢復原形明顯困難又不適當，可用替代設施予以復舊。
- 例如，淘刷導致填土邊坡護岸受損時，選擇可保護護岸基礎的工法，從流速與坡面坡度等檢討坡面，以確保坡面穩定的必要最小限度之工法，保全或恢復原河川環境。此外，護岸坡頂高程到達 DHWL(洪水水位，Daily High Water Line)高度之案例不少，在考慮受災原因與河川特性、背後方鄰接區域的地盤高、相連的前後設施等之外，以必要最小限度高度即可。
- 依復舊工法，復舊後之流況改變，對災區附近反遭受災害之案例也有，應注意。

2.2 河川災害復舊事業之構想

掌握受災地點河道特性，分析受災原因，掌握環境變化。

《說明》

- 受災原因與環境特性主要受該地點河道特性影響。河川的縱斷面坡度、地形分區(山區、谷底、扇狀區、自然堤防區、三角洲)、河道平面位置(直線區、彎曲區的凸岸或凹岸)等會形成不同的外力之外，河岸與濱水帶的形狀、材料、植物茂密狀態等差異應注意。
- 受災地點現地調查時，先查閱資料，確認該受災地點的縱斷面坡度與平面位置，推估受災可能原因，以及河岸與濱水帶形狀、當地呈現的環境要素等，才實施現地調查，進行災害原因分析、掌握環境變化狀況。

依據多自然型河川營造概念，選擇適當的復舊工法。

《說明》

- 依據多自然型河川營造概念實施災害復舊事業，在設定河岸與濱水帶的形狀等(含形狀、材料、植物茂密狀態)之外，應選擇能融入設定河岸與濱水帶形狀之工法。
- 河川縱斷面坡度與地形分區、平面形狀位置(直線區、彎曲區的凸岸或凹岸)、河川寬度變化等都會造成各種不同的河岸與濱水帶形狀應注意。對受災地點適宜的河岸與岸邊形狀的設計之外，坡面保護工、坡面基礎工或坡腳保護工等之檢討亦屬重要。

判斷瀕臨絕種或列入天然紀念物名單等重要物種棲息、生長、繁殖可能性高的地點，應配合標的物種進行環境保全。

《說 明》

- 災害復舊事業即使受災地點及其周邊環境良好，仍應參考現有資料並徵詢專家學者，檢討重要物種棲息、生長與繁殖之可能性。若重要物種棲息、生長之可能性高，應掌握標的物種棲息環境，此在災害復舊事業範圍內應特別注意。

受災地點的河岸與濱水帶若有河畔樹木、深潭、湧水或滲透水等環境要素，應儘量予以保全。

《說 明》

- 災害復舊事業不只重視治水機能，同時也應恢復受災地點原有的河川環境機能，依此復舊概念檢討適當的工法。
- 災害復舊事業常改變河岸與濱水帶，因此掌握這些領域內的重要環境等要素甚為重要。
- 這些領域出現的要素，有的一旦消失就難以復育，有的仍可復育，應深入了解各要素的相關特性，針對消失後難以復育的要素找出保全的工法(請參照「1.2 災害復舊的基本概念」圖 1.4、表 1.1)。
- 具體做法對下列①②③之中，①與②以保全為原則，③加以保全的要素。

① 河畔樹木

河畔樹木具有確保樹蔭、鳥類築巢、昆蟲掉落供給魚類等的機能。確保河畔樹蔭也能抑制河道內植物過度茂密(參照「技術資訊—抑制植物茂密的作用」(p.203))

② 深潭

彎曲河道凹岸形成深潭，其規模(面積、深度)相當大，是魚類重要棲息場所。

③ 湧水、滲透水

湧水是棲息清澈水域的水生生物所必需，滲透水能保持河岸濕潤環境，攸關河岸坡面植物能否茂密生長。此外，坡面濕潤狀態對於棲息坡面的動物(澤蟹、陸上昆蟲等)為非常重要之要素。

環境保全重要區間與地點，應掌握本基本方針，小心檢討適當的災害復舊工法。

《說明》

- 自然環境與景觀保全的重要區間、地點，應了解本基本方針宗旨，從延續且融入該地點環境及周邊環境的角度，採取本基本方針所示的標準做法，在災害復舊事業範圍內小心處理係必要。需特別注意的項目如下。
 - ① 與公園等周邊設施一體化的整備
 - ② 河岸與濱水帶形狀的改善處理
 - ③ 護岸工法應力求更高的自然環境與景觀機能
- 為能事前掌握重要區間與地點，在發生災害前，有計畫地檢討具體復舊工法等有其必要。

使用混凝土的工法時，應注意融入周邊景觀。此外，若河川與背後土地分布有重要生物分布，該生物棲息與生長環境，應確保該生物在河川與背後地的通道。

《說明》

- 災害復舊事業採用混凝土工法的情形很多，但須注意混凝土工法對環境的影響與效果，會因為具體使用的工法而有很大的不同。
- 就環境機能而言，主要有「河川景觀」與「自然環境」二大類。如「中小型河川相關河道計畫技術基準」所示，「河川景觀」係對所有地點，而「自然環境」係對該地點及其周邊良好自然環境尋求關照之情事。
- 使用混凝土工法時，應理解具體工法在河川景觀與自然環境方面所具備的機能，儘量保全該地點原有環境。

2.3 復舊工法檢討的流程

災害復舊事業的檢討，應充分了解 A 表、B 表、C 表內容及其關聯性後進行。

《說明》

- 本基本方針係依據室內調查與現地調查製成 A 表與 B 表，並依據其結果在 C 表上選出適當的工法，再推動足以完成 A 表的災害復舊。
- 製作 A 表與 B 表，須先充分了解各表所填寫項目的涵義，以及各表之間乃至於各項目之間的關聯性。
- 各表的關聯性與整體的檢討流程說明如下。請參照下列 I~V 圖所各自對應加黑網的部分。

(I 的部分)

- 依據 A 表左側「①河川狀況與物理條件」、「②河段(流程分區)」、「③現有護岸」、「④受災原因」填寫內容與 B 表流速設計結果，從 C 表選出坡面保護工的工法。

(II 的部分)

- A 表左側「⑤環境要素」若存在河畔樹木、湧水、滲透水、深潭，應注意保全這些環境要素。

(III 的部分)

- A 表左側「⑥重要物種」部分，若確認可能存在重要物種，應特別注意重要物種棲息、生長與繁殖場的保全。

(IV 的部分)

- 應注意，若有符合 A 表左側所記載⑦重點區間、地點的狀況，應小心處理，不必依據 C 表選擇適當的災害復舊工法。

(V 的部分)

- A 表右側上方是代表性斷面的申請工法。此時應一併填寫 I 與 II 選出的注意事項。此外，A 表右側下方的注意事項一覽表，查核階段應由申請者與查定官交叉核對(cross check)。

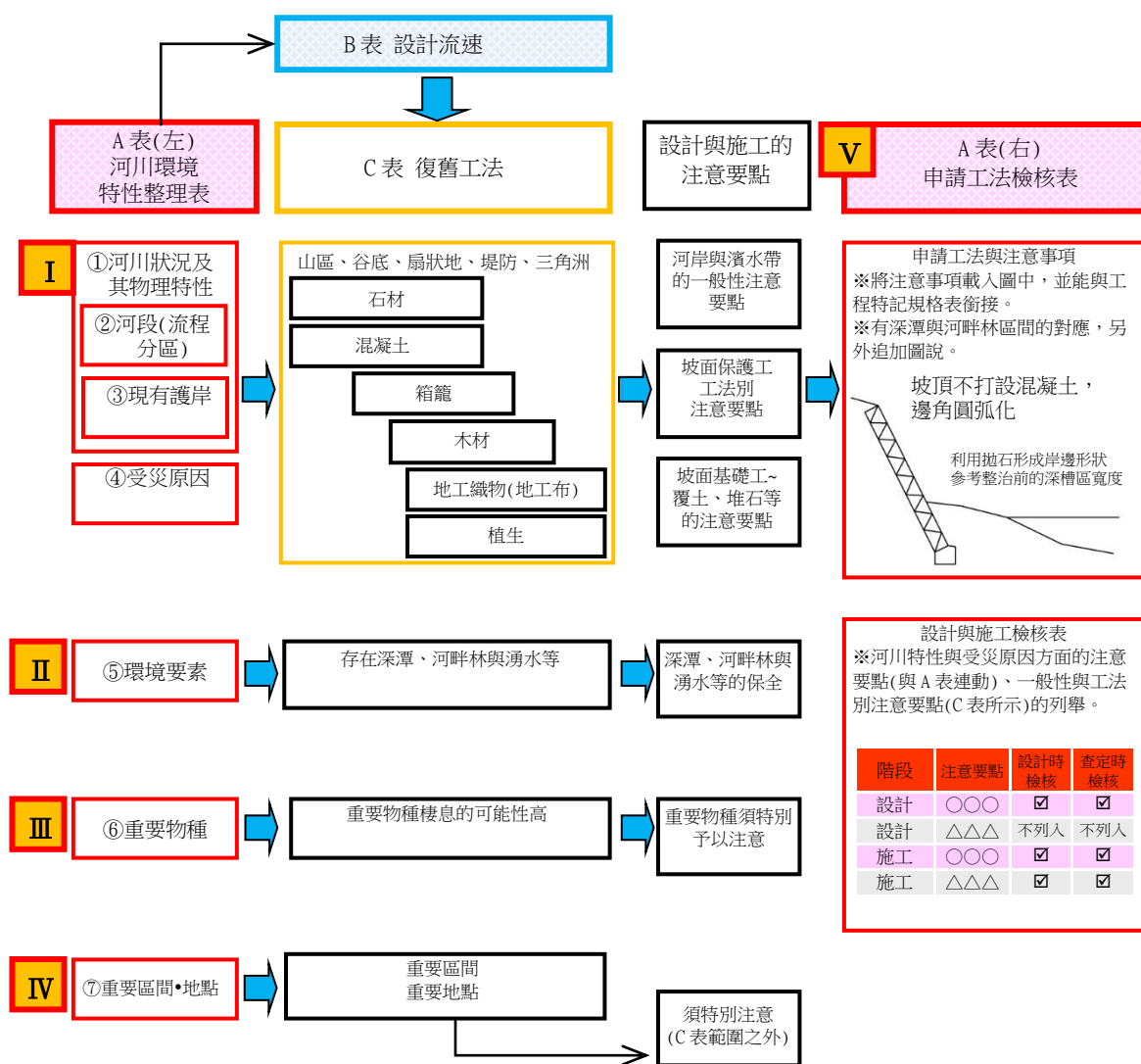


圖 2.2 A 表、B 表、C 表的關聯性與災害復舊流程

註) 『A 表』為現地調查掌握受災地點河川狀況、周邊狀況等河川特性與受災原因，製作災害復舊工法立案所需基礎資料的「河川特性整理表」。本整理表為製作查定設計書時，在災害查定時提出。

『B 表』為選定護岸時，為確認外力作用在護岸附近的代表流速計算之「設計流速計算表」。

『C 表』為選定各種坡面保護工代表性工法時，從河段(流程分區)與代表流速觀點，顯示各自適用範圍的「護岸工法設計流速關係表」。此外，格式之中『A 表』參照 p44，『B 表』參照 p47，『C 表』參照 p64、p65。

2.4 河川、環境特性與受災原因的掌握等

掌握受災地點及其上下游區間的河川與環境特性、分析受災原因，進行書面調查與現地調查，依據 A 表、B 表、C 表進行復舊工法的檢討。

《說明》

- 進行書面調查與現地調查，掌握受災地點及其上下游區間的河川與環境特性、分析受災原因等。製作災害復舊地點河川特性整理表(A 表)與設計流速計算表(B 表)，依據護岸工法設計流速關係表(C 表)，進行復舊工法的檢討。
- 製作 A 表與 B 表時，須先充分了解各表填寫項目的涵義，以及各表之間乃至於各項目之間的關聯性。

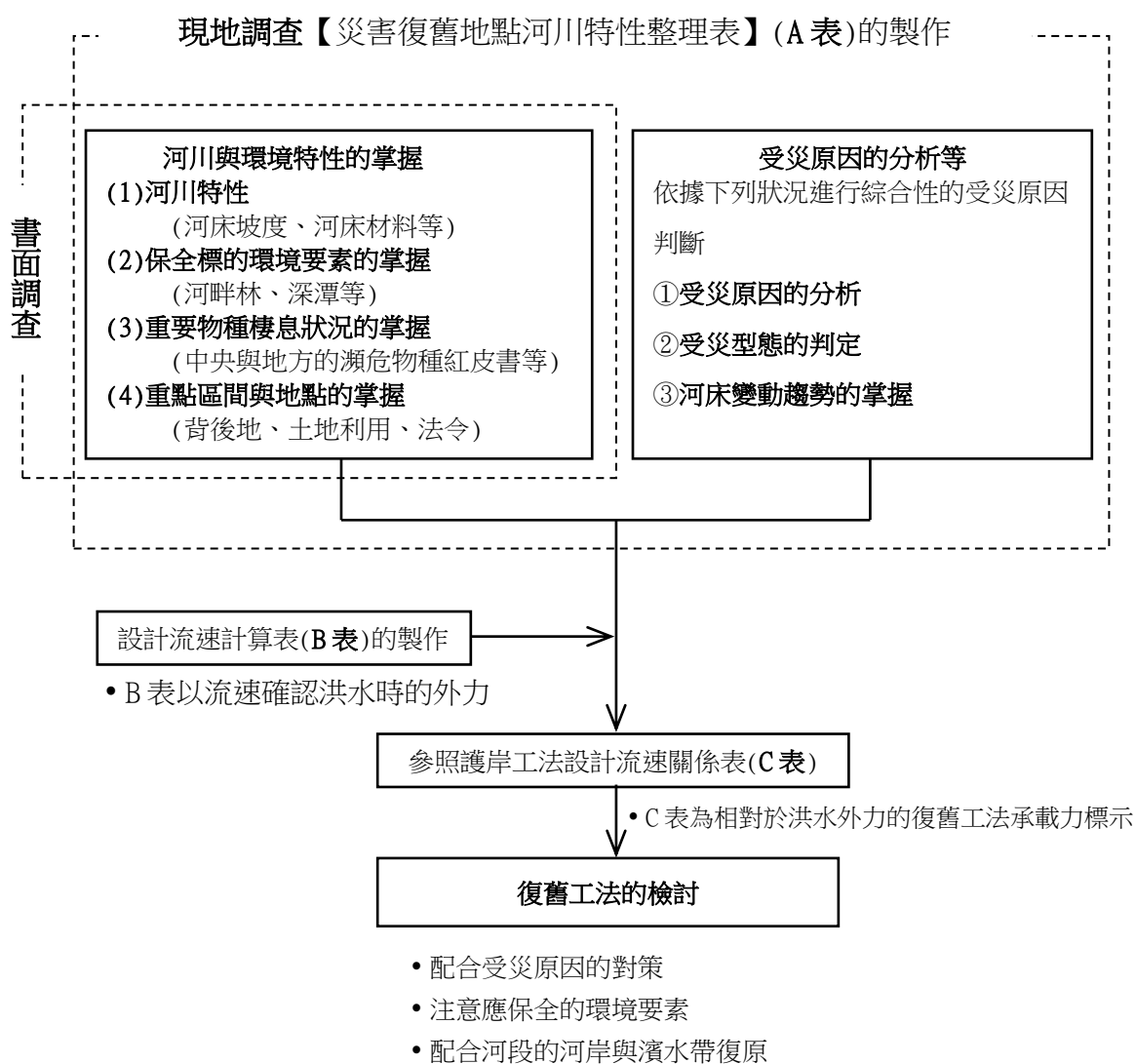


圖 2.3 災害復舊檢討流程

2.4.1 河川與環境特性的掌握

平常做好蒐集、整理各河川的河川與環境特性、河道計畫、受災經歷相關資料，致力於了解各河川。災害發生後則利用書面與現地調查，掌握河川與環境特性、周邊狀況、受災狀況，填寫並整理災害復舊地點之河川特性整理表(A 表)。

《說 明》

- 對應受災原因與外力，為檢討可保全、復原原來環境的適當復舊工法，需掌握河川與環境特性。
- 在災害復舊時要能迅速對應，平常須整理好下列有關過去災害經歷、整治狀況、重要物種棲息的可能性、重點區間、重點地點等相關資料。
 - ① 河川整治基本方針、河川整治計畫、河川環境管理基本計畫等各項計畫
 - ② 河道相關資料(平面圖、縱斷面圖、橫斷面圖)
 - ③ 災害經歷、整治狀況
 - ④ 重要物種棲息相關資料(中央、都道府縣)
 - ⑤ 重要區間、地點相關的資料
- 受災經歷是分析河川受災原因重要資訊來源。確認該河川過去受災地點分布與各受災地點災害原因，掌握該河川(或該河段等區間)流速概況、河床降低與上升程度，了解受災原因與這些河川特性之關連性。
- 災害發生時，書面調查蒐集①~⑤相關資料，確認受災地點的河道縱斷面、平面、橫斷面形狀、重要物種棲息、災害復舊重點區間與重點地點。然後直接至現場，製作災害復舊地點特性整理表(A 表)。製作此表時應掌握下列觀點。
- 現地應仔細觀察河道治理計畫線、河床坡度緩急、縱斷方向河道橫斷面積增減(流速增減與溢洪導致坡頂後方鄰接區域侵蝕)、河床變動狀況(特別是局部淘刷)與受災地點、受災型態的關聯。此外，河段分區參照「表 3.2 各河段及其特徵」(p156)。
- 環境要素方面，應確認河岸與濱水帶有無河畔樹木，以及有無湧水與滲透水、岸邊植物與空隙狀況、深槽線與深潭之有無及其規模大小。
- 重要物種的掌握以及災害復舊重要區間與地點的掌握，多半很難現地完成，因此應依據蒐集的資料進行判斷，必要時針對重要物種徵詢專家學者意見。
- 災害復舊事業應釐清受災原因與外力之關係，找出保全與恢復原來環境的適當復舊工法，因此須先掌握河川與環境特性。
- 受災經歷係分析該河川受災原因的重要資訊，確認該河川過去受災地點分布狀況，以及各受災地點受災原因，不只了解該河川與該區間流速概況、河床降低或上升的程度，還能了解受災原因與這些河川特性之關連性。

2.4.2 受災原因的分析

(1) 受災原因與受災型態

依據受災地點與上下游的狀況，掌握受災原因。特別是河床淘刷導致災害時，應分析其原因。

《說明》

- 導致災害的機制通常有下列三種相互關連的要素。
 - ①河床局部淘刷等現象
 - ②導致河床淘刷的外力(流速、殘留水壓等)及其作用機制
 - ③造成這種外力的河道狀況
- 護岸受災原因從力學的角度，可分為以下六類。

① 河床淘刷導致發生災害

大多數狀況是護岸基礎周邊河床局部淘刷，使得基礎部出現空洞、護岸內側土砂流出，導致護岸破壞(在此狀態下)，護岸即使尚未被破壞，也是岌岌可危。

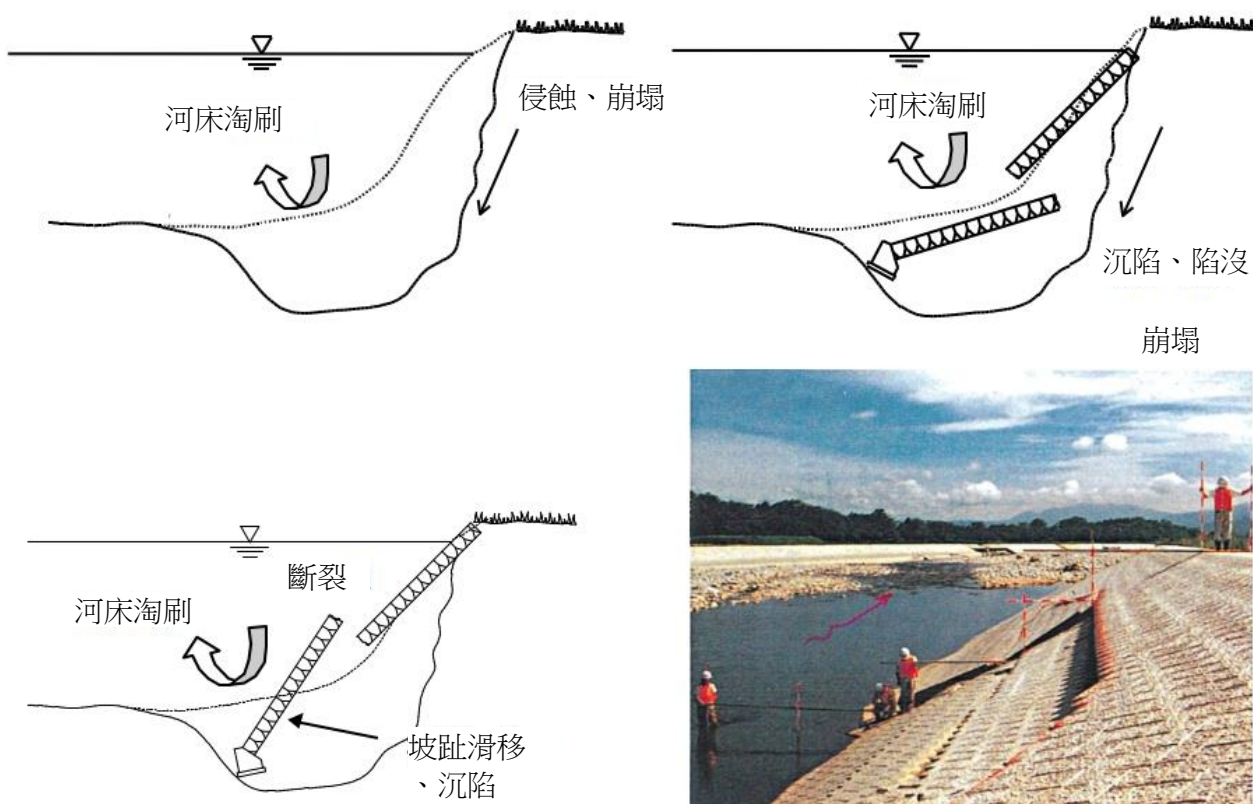


圖 2.4 河床淘刷所導致的災害案例

護岸通常比河床平滑且粗糙度較小，護岸前面之流速變大、作用在護岸附近河床面的剪應力與流體力變大，此時河床與坡趾土砂容易受侵蝕。此外，粗糙度不同的界面相鄰地點，作用的剪應力不均衡，容易產生淘刷。須查明最大淘刷的深度，洪水末期原先淘刷地點重新堆積粒徑較小土砂，受災後之水深未必能對應受災時的淘刷深度。因此，以測量桿等刺入，掌握正確淘刷深度，作為復舊之基礎深度考量。

②流體力導致混凝土塊移動與流出

洪水流動會對每個混凝土塊產生揚力、阻力與重力等作用。混凝土塊則以摩擦力抵抗；但若流體力太大，會使得混凝土塊移動、流出。只要一塊混凝土塊流出，作用在周邊混凝土塊的流體力就會增強，導致混凝土塊流出範圍擴大。

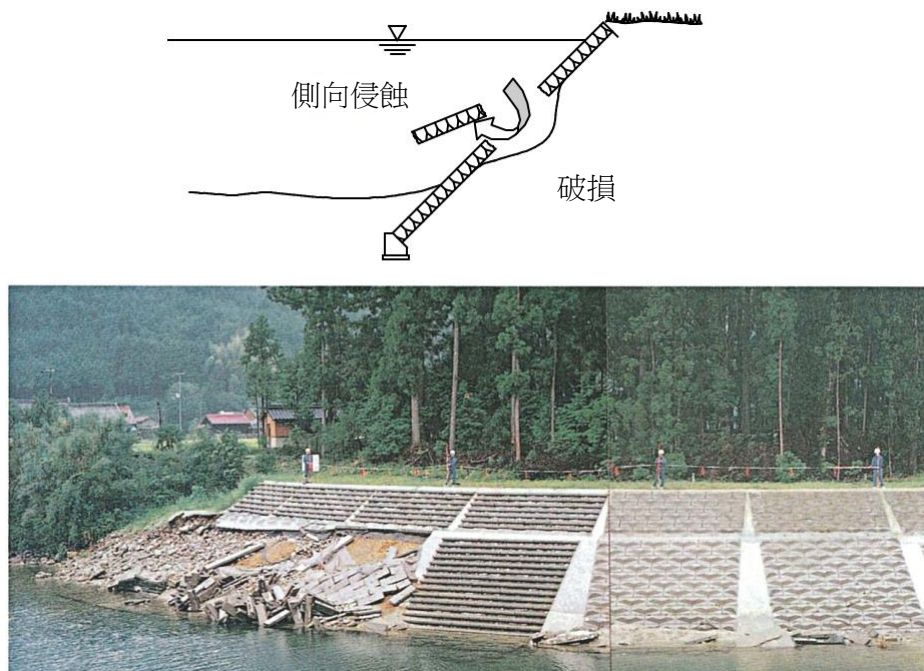


圖 2.5 流體力造成預鑄混凝土塊毀損的災情案例

除了上述混凝土塊遭受側向侵蝕的災情，也有其他護岸不同的受災過程，如下。

- ① 基礎淘刷⇒②坡面保護工承受不了自重而崩塌⇒③崩塌的坡面保護工周圍水流亂流、坡面保護工背面遭受側向侵蝕而使受災面積擴大。
- 這種狀況和上述側向侵蝕不同，主要致災原因為局部淘刷，兩者不可混淆。

③流體力造成翻覆

預鑄混凝土塊等整體連成鋪面、具撓曲性護岸的受災型態，這種受災型態發生原因是，連結預鑄混凝土塊護岸端點未妥善處理，作用在端點預鑄混凝土塊的流體力大於作用在連結群內預鑄混凝土塊的流體力，由端點預鑄混凝土塊開始移動，漸往下游擴大範圍，導致整個預鑄混凝土塊翻覆。



照片 2.2 流體力導致預鑄混凝土塊翻轉的災情案例

預鑄混凝土塊上游端點容易出現弱點，係因受上游粗糙度影響的流速，來到粗糙度較小的預鑄混凝土塊地點，會產生流速變動(加速度)與水流紊亂，造成護岸尾端壓力變動，使預鑄混凝土塊形成揚力。當護岸尾端浮起，預鑄混凝土塊突出於水流的面積增加，急遽提高其阻力與揚力，於是整個預鑄混凝土塊翻覆破壞。因此，使與護岸末端摩擦區間的粗糙度漸漸變化，並在設施本體施設橫向帶狀物等不易擴大災害之對應措施。

④回填材料吸出導致的災害

這是護岸堤內坡面土砂被吸出、流走，導致整個護岸受損的災害，此等土砂吸出現象的發生機制為，洪水時壓力變動導致護岸空隙中的土砂被吸出，或洪水退水時殘留水壓造成管湧等。

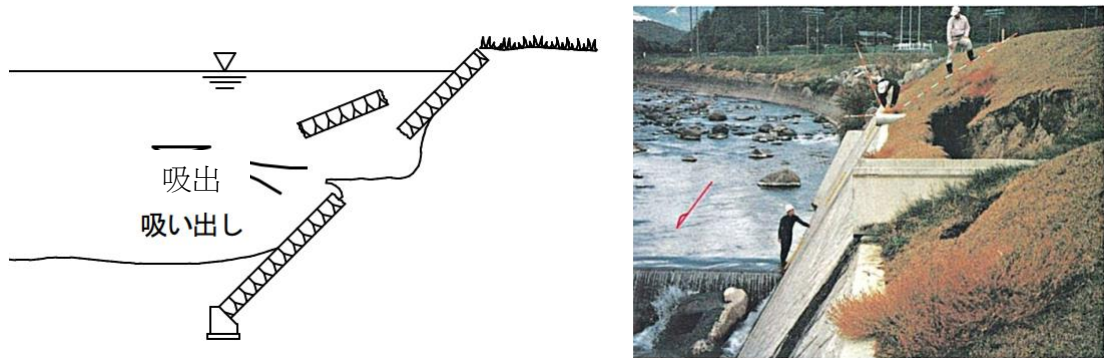


圖 2.6 土砂吸出造成災害的案例

護岸坡面土砂被吸出後，如上圖所示，護岸背面土砂因此陷沒。在災害現場，從接近護岸頂之視線，瞄視上下游護岸坡頂線(高度線)有無凹凸狀況。

⑤殘留水壓造成災害

洪水消退時殘留堤體內與河岸土中的滲透水形成殘留水壓，除了上述④等導致管湧之外，若護岸坡面陡峭，殘留水壓加上土壓，可能造成護岸往河川側翻倒，或土質強度降低導致滑動災害。

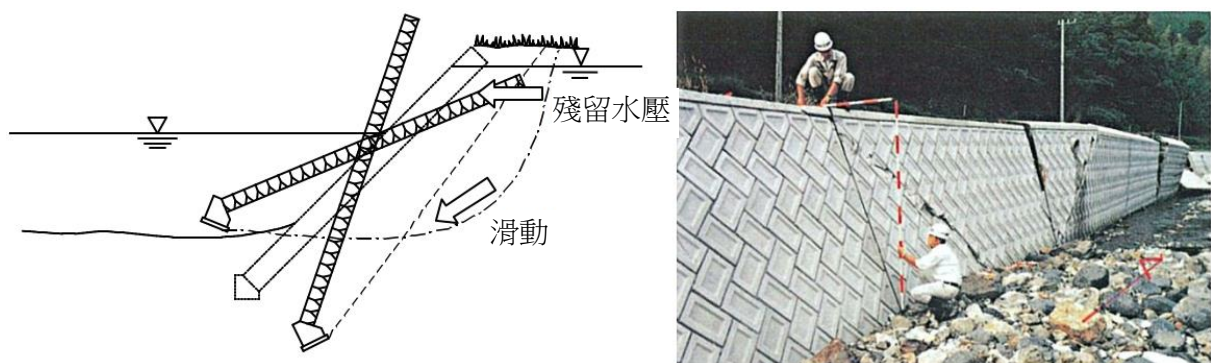


圖 2.7 殘留水壓造成災害的案例

與上述護岸坡面土砂被吸出的狀況相同，觀察堤頂與坡面坡度，堤頂高程變形或坡面坡度變形，可能是這種災害的徵兆。

⑥堤頂侵蝕導致災害

洪水流越過護岸堤頂端，或由低水流量護岸往高灘地衝上去的水流，亦或來自高灘地的跌水水流太過於劇烈，可能導致護岸堤頂侵蝕、護岸堤內空洞化造成護岸破壞。

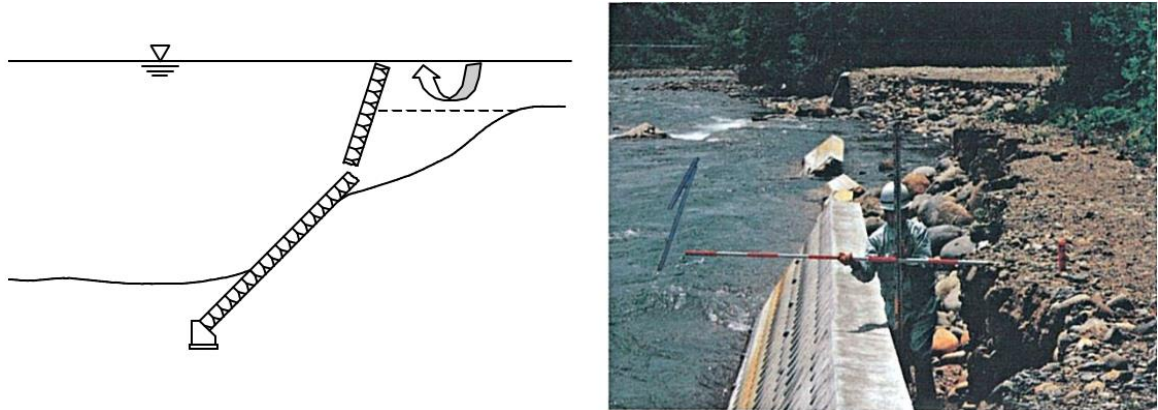


圖 2.8 堤頂侵蝕導致災害實例

河道彎曲段凹岸側水流與離心力交互作用使水位抬升，這樣的水流衝上護岸時，會沿護岸堤頂產生快速水流，其下游側則出現水流由堤頂往水路掉落、劇烈侵蝕堤頂附近土砂狀況。其結果是護岸背面土砂流失，破壞護岸。

〈受災原因的判定〉

受災原因應與受災型態一起進行綜合性的判斷。

①水流侵蝕②水流滲透③越流④雨水侵蝕⑤雨水滲透⑥其他

〈受災原因的判定〉

為說明受災型態，定義受災型態，如下。受災型態判定須先掌握受災原因與次節所述河床變動趨勢，依據客觀數據進行合理的判斷。

- | | |
|-----------|--|
| ①破堤 | :堤防受水流沖擊而破堤 |
| ②局部淘刷 | :沖刷段受水流沖刷，形成局部淘刷狀態
(掌握現狀最大淘刷深度(Δz)) |
| ③背面土砂吸出 | :水流產生負壓，護岸背面土砂被吸出而空洞化 |
| ④坡面侵蝕 | :降雨衝擊、滲透與地表水流造成坡面侵蝕 |
| ⑤側向侵蝕 | :洪水時巨大剪應力導致河岸坡面形狀破壞的狀態
(注意與局部淘刷的區別) |
| ⑥殘留水壓 | :從背後邊坡往護岸背面的滲透水壓所造成的破壞 |
| ⑦堤頂所產生的侵蝕 | :背後邊坡與上游溢水造成堤頂侵蝕破壞 |
| ⑧滑動破壞 | :護岸倚靠背面土質強度降低等導致的滑動破壞 |
| ⑨漏水(堤體) | :堤體漏水 |
| ⑩漏水(基盤) | :堤體基礎地盤產生漏水 |

此外，有鋪設坡腳保護工時，其受災型態可從「土砂流出」、「沉陷」、「凹凸不平」、「損傷」、「基礎浮動」、「翻覆」、「位移」等判定之。

(2) 河床變動趨勢的掌握

河床變動的趨勢不只參考受災地點，更應依據河道平面形狀與上下游區間的觀察，進行綜合性的掌握。

《說明》

- 所謂河床變動，指受水流影響，河床與河岸構成土砂出現淘刷、運移、堆積等現象所導致的河床變化。洪水時河床面會出現巨大剪應力，帶動土砂移動。此外，水衝段或構造物周邊快速水流、流體力發揮作用的地點，容易出現局部淘刷。
- 專注於觀察某地點，發現流出土砂量大於流入土砂量時，出現河床降低現象；流入土砂量較多，河床上升。若雙方平衡，即使洪水時土砂移動，目測洪水前後河床高程，沒有變化。
- 相對於縱斷面河床上升或下降(河床坡度變動)的一維河床變動，出現沙洲或流路蜿蜒等自然作用所導致的(二維)平面與縱斷面變化，也屬河床變動。因此，掌握受災地點河床變動趨勢，應綜合上下游區間狀況、橫斷面方向的斷面形狀等，進行綜合對應。
- 河流直線區域、彎曲河道與實施固床工等地點正下游依河床降低、局部淘刷發生地點與現地狀況其原因很多種。特別是彎曲河道不只凹岸側水流流速大於凸岸側，凹岸河床土砂也會往凸岸側搬運，形成二次流。凹岸容易出現深潭，凸岸則形成不太移動的沙洲。因此，彎曲河道的河床降低現象，一般都出現在凹岸側。彎曲河道凹岸的深潭，也是應保全的重要環境要素，應在容許範圍內予以保全。
- 土砂異常堆積(河道明顯淤塞)時，應掌握土砂堆積原因。比如，土砂發生源地點以及為何會在該處、該區間產生堆積。即使未發現來自流域的大量土砂流入，卻仍出現特定區間大量土砂堆積時，除了檢討河道平面形狀或縱斷面形狀是否有問題，也應確認是否因為土砂移動不平衡，導致上下游區間出現明顯的河床降低。

表 2.1 河床降低、局部淘刷地點與發生原因推測案例(1/2)

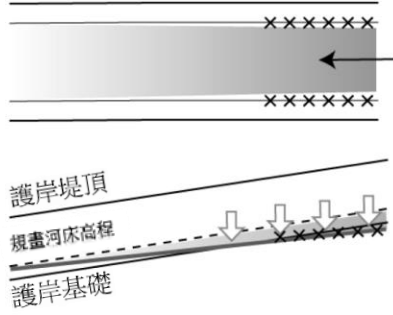
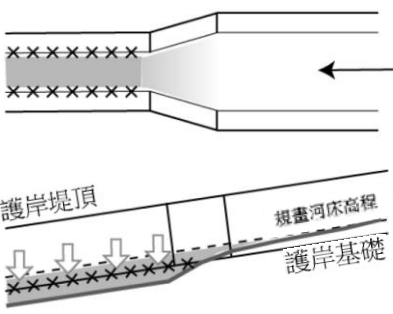
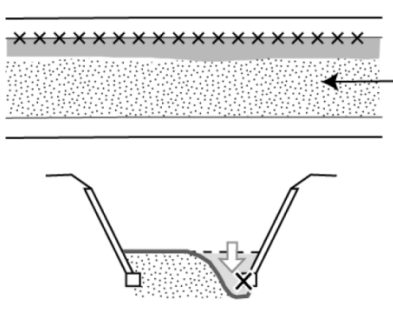
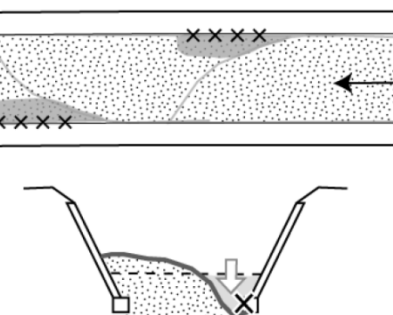
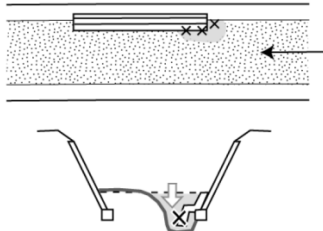
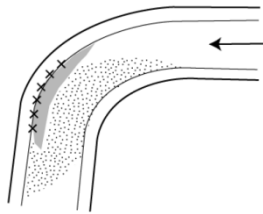
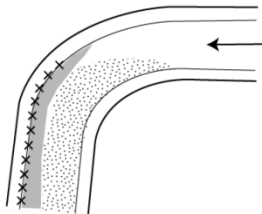
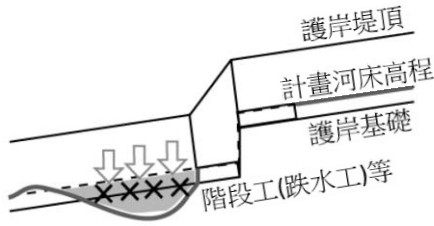
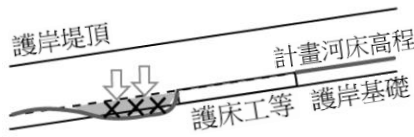
發生地點	河床降低的狀況	現地的狀況	推測河床降低原因
直線區域 (直線段)	河床全面性的下降	上下游斷面形狀無變化，仍維持原狀。 	土砂持續流出、河床坡度變緩過程中呈現的河床降低
		上游側與斷面形狀不連續(河幅縮小等)。 	斷面形狀變化引起剪應力的縱向不平衡，導致河床降低
	只有河岸(低水流量護岸)前面河床降低	單側河岸受到縱向的淘刷，對岸則出現連續性沙洲。 	沿低水流量護岸產生高速水流，導致縱向的淘刷 流水集中在護岸邊緣的深槽區，形成縱向淘刷
		沙洲形成沖刷段，沖刷段附近的下游產生淘刷現象 	沙洲沖刷段形成的局部淘刷

表 2.2 河床降低、局部淘刷地點與發生原因推測案例(2/2)

發生地點	河床降低的狀況	現地的狀況	推測河床降低原因
直線區域 (直線 段)(延續 性)	只有河岸(低水流量 流量護岸)前面的河 床降低(延續性)	坡腳強化工等的上游端附近出現淘刷。 	突出構造物導致局部淘刷
彎曲段 (彎曲段)	彎曲段凹岸出現深 淘刷現象	只有彎曲河道凹岸淘刷,彎曲段下游的河 床並未降低。 	彎曲河道凹岸出現淘刷
		河道彎曲段凹岸往下游持續出現深的淘 刷現象。 	下游區間的河床降低與彎 曲段凹岸淘刷現象複合出 現
固床工等 的下游	構造物下游局部淘 刷	階段工(跌水工)、斜坡工下游正下方出現 局部淘刷。 	快速水流消能不足形成局 部淘刷
		護床工、帶工(潛檻)等的正下游地點出現 局部淘刷 	縱斷面粗糙度驟然改變導 致土砂流出, 構造物粗糙 度降低, 導致水流消能不 足
橋墩周邊	橋墩附近出現局部 淘刷	只有橋墩附近出現淘刷	橋墩周圍出現局部淘刷
		橋墩與低水流量護岸彼此靠近的地點出 現淘刷現象	水流集中導致局部淘刷

2.4.3 河川環境的掌握

(1) 河川環境掌握的基本概念

災害復舊時，應了解河岸與濱水帶原有的河川景觀與自然環境面機能。

《說明》

- 「河岸」與「濱水帶」均在說明水域與陸域遷移領域的常用語，但在河川環境之中，其所發揮的機能並不相同，因此應予以區別。此外，本基本方針整體說明河岸與濱水帶整體時，稱為「河岸區域」，指水域與陸域交會區域的「生態過渡區」(生態交會區、生態交錯帶，ecotone)。
- 河道側岸的「河岸」，其坡面坡度通常大於河道內的其他地點，因此，河岸上部與下部隨洪水時淹水頻率與淹水時外力並不相同。另一方面，成為陸域與水域界面的「濱水帶」，除了日常受水位變動影響之外，也會因為植生與地形起伏對於流速、水深、河床材料粒徑與堆積物、照度等造成的影響，形成多樣化的環境。
- 河岸前面無自然沙洲或堆積土砂時，河岸與濱水帶範圍幾乎重疊。在此情況下，河岸的改變可能同時導致河岸與濱水帶劣化，必須更謹慎地進行對應。即使如此看，河岸與濱水帶也具備不同的要素，應個別地予以認識、處理。
- 不同河段的河岸與濱水帶構造彼此差異。檢討復舊工法之前，應先充分了解濱水帶在各河段流程所發揮的環境機能之外，應確保河岸與濱水帶所具備的環境機能。

表 2.3 河岸與濱水帶的範圍

場所	範圍
河岸	對應河道側岸從坡頂到坡趾的範圍。
濱水帶	從岸邊(陸域與岸邊的界面)到陸域側受到日常水位變動影響的範圍；在水域側以受水域附近植物與地形影響水理特性與環境特性變化的範圍界定之。
河岸區域 (河岸、濱水帶)	指整體的河岸與濱水帶。此外，若河岸與岸邊之間有空地，此空地也屬河岸區域的範圍內。

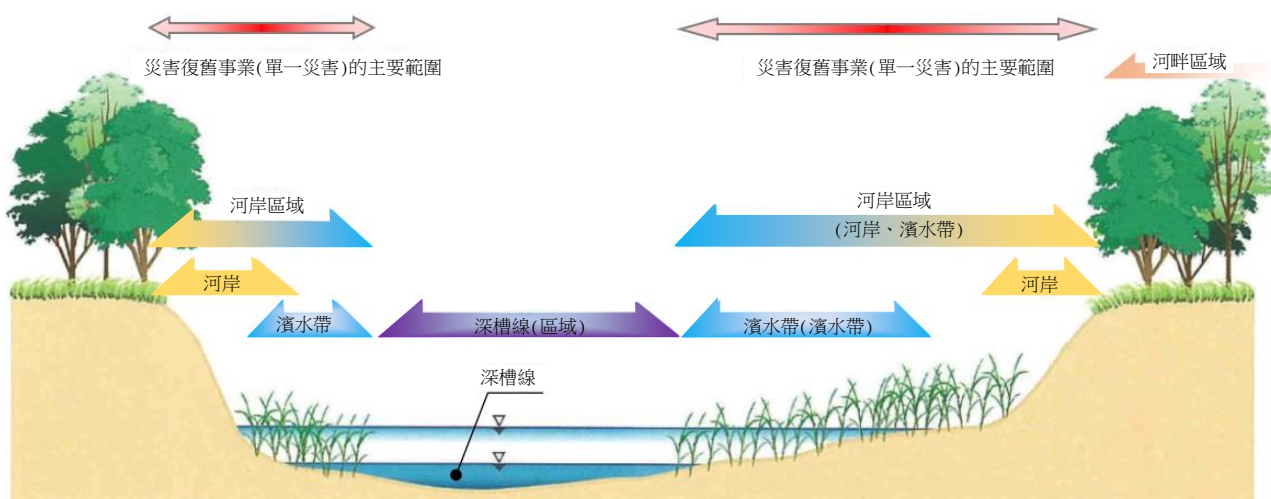


圖 2.9 河岸與濱水帶的主要範圍(災害復舊事業(單一災害))

(2) 保全環境要素的篩選

河岸、濱水帶可看到具有不同機能的环境要素，現地調查時，應掌握河畔樹木、湧水、滲透水、深潭等重要環境要素。

《說明》

• 河岸、濱水帶的主要環境要素

河岸、濱水帶的主要環境要素包含①「河畔樹木」，②「湧水、滲透水」，③「深潭」，④「坡面的空隙與凹凸」，⑤「岸邊植生」，⑥「濱水帶的空隙與凹凸」，⑦「濱水帶的複雜環境」。其中，④到⑦可利用標準的河岸與濱水帶復舊方法進行機能復原；就河畔樹木、湧水與滲透水、深潭等，應特別注意可用來保全這些重要環境要素的考量。受災地點應在現地確認河畔樹木、湧水與深潭等，這些要素存在時，對河岸與濱水帶形狀或護岸工法下工夫，予以保全。

① 「河畔樹木」

- 河畔樹木指生長在河岸、濱水帶或堤頂，對河川相互影響(淹水、在水面形成陰影等)所及範圍的樹木，這些樹木在生物的生長環境、良好景觀形成或親水性方面具有很大的影響。
- 此外，河畔樹木之中，位於溪流部分的稱為溪畔林；位於(溪畔林)下游的稱為河畔林。受災地點有河畔樹木時，應現地了解其對河川環境所發揮的機能，原則上只要不影響治水，應予以保全。

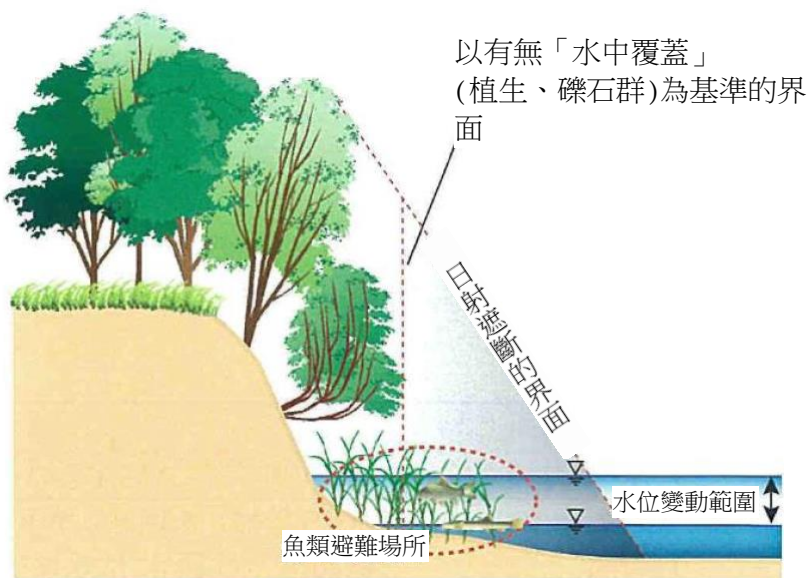


圖 2.10 河畔樹木對濱水帶的影響

②「湧水、滲透水」

- 湧水、滲透水係地表往下滲透的雨水，從河岸滲出或以伏流水型態從河床湧出後流入河川的水。
- 湧水、滲透水不只是坡面上棲息、生長與繁殖的動植物，特別是喜好濕潤狀態物種所需重要環境，河床的湧水能經年穩定水溫，成為依賴湧水生活的水生生物群集重要的棲息場所。
- 受災地點及其周邊的坡面與河床應詳加觀察，掌握湧水、滲透水存在狀況。特別須注意的是扇狀地末端、河谷上方地形，或護岸後方鄰接區域有水田時，常可看到湧水與滲透水。



照片 2.3 沿河岸移動的澤蟹

③「深潭」

- 河川中水淺流速快的部分稱為「淺瀨」；水深且流動緩慢的部分稱為「深潭」。淺瀨與深潭係生物重要的棲息、生長與繁殖場所，也是形成豐富多樣河川環境不可或缺的重要要素。
- 「深潭」係淺瀨區域所生產藻類或水生昆蟲等往下流動，為以藻類、水生昆蟲為食餌之魚類吃餌的地方。此外，深潭水流慢且深，是生物休息地，稚魚(幼魚)成長地點以及旱季時魚類避難場所，加上水溫變化小，具備夏季休息場與越冬場所等機能的重要保全標的。
- 「深潭」依其形成過程可分為幾類。代表性的深潭類型包括在固床工或出露岩盤等不受侵蝕地點下游的 S(substrate, 底層)型深潭、在岩石、橋墩、丁壩等構造物周邊且有局部淘刷狀況的 R(rock, 岩石)型深潭、在交互沙洲前緣區域的深潭、在河道彎曲凹岸側的 M(meander, 蜿蜒)型深潭、壩的上游積水所形成的 D(dam, 壩)型深潭等。其中，河道彎曲段凹岸側形成的 M 型深潭，有水深較深，流速也被抑制之特徵。這種類型的深潭多半出現在湍流跌水地點，湍流往下跌落在水面上的浪花形成屏障效果(水中生物受捕食壓力降低)，而且有來自湍流的食餌供給，在各種深潭環境之中，是魚類非常重要的棲息場所。
- 受災地點現地調查時，除了了解這類深潭形成的相關知識、確認河川平面形狀、沙洲配置與河岸凸部等狀況之外，應一併確認深潭的形成過程與其位置、範圍。

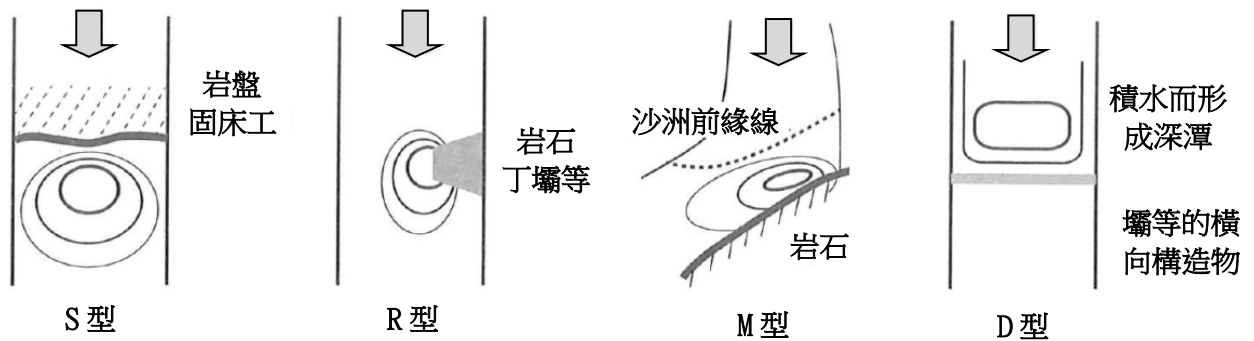


圖 2.11 深潭的分類

(3) 重要物種棲息、生長與繁殖狀況的掌握

重要物種可能棲息、生長與繁殖的地點，事先以書面調查等予以掌握，並擬定對策。

《說 明》

- 運用本基本方針所說明的復舊方法，應能達成河岸與濱水帶、河畔樹木、湧水與滲透水、深潭等環境要素的保全與復原，維護依賴這些要素生存的普通物種之棲息環境。
- 但重要物種常需特殊棲息環境，且因這些重要物種存活數目持續減少，因此災害復舊時不只應有更好的復舊方法，工程的進行也須特別小心。
- 災害復舊受限於時間，而且現地調查、蒐集足夠相關資訊不易。因此，應運用與現有重要物種棲息相關的位置資訊，隨時蒐集重要物種棲息、生長與繁殖地點相關資訊，靈活運用於災害復舊。
- 另外，也可請教熟悉受災地點生物棲息狀況的專家學者，據此判斷當地是否有重要物種棲息。
- 若判斷受災地點及其相連上下游區間可能有重要物種棲息，且災害復舊工程可能對該重要物種造成某種影響，應詳細的現地調查等，確認該重要物種是否有在該地點棲息、生長或繁殖的狀況。
- 所謂「重要物種」，指符合下列條件的物種。
 - ① 文化財保護法與地方公共團體條例所指定的天然紀念物
 - ② 瀕危野生動植物物種保存相關法律指定國內稀少野生動植物物種及棲息地等保護區
 - ③ 環境省瀕危物種紅皮書、瀕危物種名單揭示的物種
 - ④ 地方公共團體所製作瀕危物種紅皮書、瀕危物種名單揭示的物種

註 1) 分類的標的包括魚類、鳥類、兩棲類、爬蟲類、哺乳類、貝類、甲殼類、昆蟲類及植物。可清楚判斷其棲息、生長與繁殖地點不在河川的物種，則不列入。

比如，下列係非魚類，但可能以河川為棲息地的種群。

兩棲類：蛙類、山椒魚、蠵螈等

爬蟲類：龜類等

哺乳類：以河川空間為主要棲息的鼠類等

貝 類：以河川為棲息地的貝類(川蜷螺、川珍珠貝等)

昆蟲類：螢火蟲、水生昆蟲等

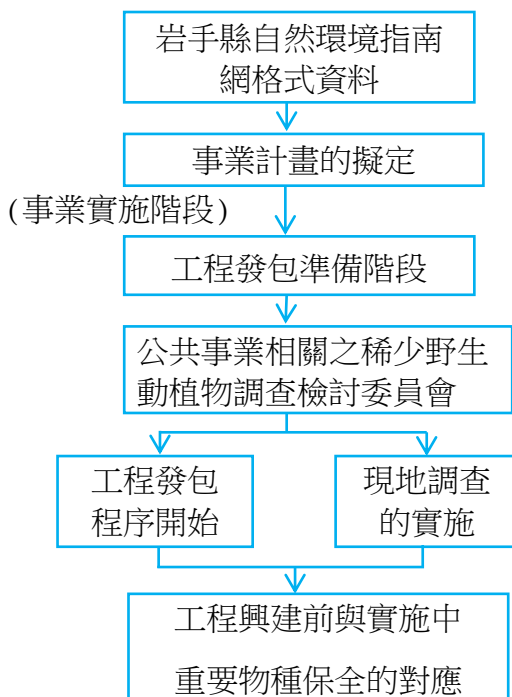
註 2) 鳥類重要物種則以是否以河川作為築巢地或棲息地，進行分類。

■技術資訊--重要物種棲息可能性的判斷

要在有時間限制的災害復舊過程中進行現地調查，判斷受災地點是否有重要物種，有所困難。下列介紹運用現有資料判斷重要物種棲息可能性，並努力達成保全的岩手縣作法，具體實施流程如下。

- 利用「岩手縣自然環境指南網格式資料庫」，判斷公共事業實施地點重要物種棲息的可能性。具體而言，若確認工程地點所在網格資料之中有重要物種棲息，應認定該物種可能棲息適當並實施現地環境調查，將調查結果反映到事業計畫上。
- 事業計畫實施階段，應由昆蟲、植物、鳥類等各領域專家學者等組成「公共事業等相關稀少野生動植物調查檢討委員會」（設在各重建單位），運用事業計畫概要、施工位置圖、施工圖、事前調查報告書等，針對重要物種所可能受到的影響進行審議。
- 稀少物種若可能受影響，工程開工前應在委員指導下實施現地調查，找出保全的方法。此外，工程即將開工或工程實施期間，應遵照委員指導，降低對稀少物種的不良影響。

(事業計畫階段)



- 判斷受災地點的網格資料是否有重要物種
- 必要時應實施現地調查
- 提出預算請求，進行工程費用概算(估算)等

- 由熟悉昆蟲、植物、鳥類等各領域的專家學者擔任委員
- 依據事業概要書、施工位置圖、施工圖面、事前調查報告書，審議重要物種可能受到的影響
- 完成審議後進行發包程序
- 由委員針對現地調查與重要物種保全對應，實施具體的指導
- 專門委員指導內容之實施（迴避、移植、減輕等）

圖 2.12 岩手縣公共工程保護重要物種的作法與實施流程

2.4.4 周邊環境的確認與重點地點判斷

(1) 以現地勘查及室內作業(書面)進行周邊環境的確認

受災地點岸後土地與周邊土地的利用狀況，應徹底實施現地踏勘，予以掌握。此外，應進行室內作業，確認景觀相關法令、自然環境相關法令等對重要區域之指定狀況。

《說明》

- 受災地點周邊土地利用狀況的掌握，為擬定施工計畫等復舊方針的基礎資訊。岸後方鄰接區域與周邊土地的利用狀況，除了進行室內作業(書面)調查之外，還須進行現地徹底勘查，予以掌握。
- 現地勘查應掌握災害復舊工程施工計畫可能限制條件之重要因素。需特別注意的設施、可能造成施工障礙的物件，以及是否有通行道路等，都應現地掌握。
- 判斷受災地點是否為次項所列的重點區間或重點地點之前，室內作業應確認景觀相關法令、自然環境相關法令等對重要區域之指定狀況。

(2) 重點區間與重點地點的判斷與對應

依景觀相關法令、自然環境相關法令等，將包含重要區域的河川區間劃定為重點區間；河川景觀與水邊利用上重要的地點，劃定為重點地點。若受災地點屬於這些區間或地點，復舊方法需特別考慮。

《說明》

- 依景觀相關法令與自然環境相關法令等，將包含重要區域在內的河川區間劃定為「重點區間」。檢討重點區間等受災地點的復舊工法，須特別注意復舊工法的選定與水邊的地形處理。
- 符合下列狀況且判斷須特別注意的地點，應劃入「重點地點」，並小心選擇適合河川景觀與水邊利用的工法。

①市區或市區周邊地區的區間

※市區：人口集中地區(DID 地區)

市區周邊地區：距離市區邊界約 5km 以內的範圍

②附近有學校、公園、醫院等公共設施或古蹟、歷史紀念物等的地區

※受災地點 1km 以內的範圍

- 判斷受災地點屬重點區間或重點地點時，可不依照 C 表實施復舊工法的選定。不屬重點區間或重點地點的地點，應選擇可對應河川特性的適當工法。
- 符合重點區間或重點地點的受災地點，若位於現況流量約小於 100m³/s 的小規模河川，受災地點及其相連未受災地點環境的護岸改良復舊工作，可適用「特定小型河川災害相關環境復育計畫(小型河川相關)」，加以選擇、檢討之。

表 2.4 重點區間與重點地點的判斷基準與對應的案例

目標層次	適用	災害復舊的對應
高	景觀相關法令之中的景觀重要區域 註 1)	採用能搭配標的區間景觀的地形處理與護岸等
	自然環境相關法令之中的重要區域 註 2)	採用能特別維護標的區間自然環境與保全標的的地形處理與護岸等作法
中	符合下列任何一種狀況的地點，應特別注意 ①市區或市區周邊地區的區間 註 3) ※市區：人口集中地區(DID 地區) 市區周邊地區：距離市區邊界大約 5km 以內的範圍 ②附近有學校、公園、醫院等公共設施或古蹟、歷史紀念物等的地區 ※受災地點 1km 以內的範圍	注意河川景觀與水邊利用，採用高質感的護岸
一般	上述之外的區間	依據 C 表選定工法

註 1) 景觀重要地區

「國土交通省所轄公共事業的景觀檢討基本方針(案)」(2007.3 擬定，2009.4 修訂)。符合任何下列項目的事業，列入重維護檢查事業。

- a) 在景觀優美地區所進行的事業
- b) 事務所等判斷事業的施行對景觀有嚴重不良影響之虞的事業
- c) 其他透過事業實施打造良好景觀的計畫

所謂「擁有優美景觀的地區」，指依下表所示的法律根據或標的地區政府所設定、公告的內容，災害復舊事業這部分應予以尊重。

表 2.5 基本方針(案)中的「擁有優美景觀的地區」

法律依據	標的地區	認定狀況[時間]	補充
景觀法	景觀計畫區域(與景觀重要公共設施以及與景觀重要建造物有關時)、景觀地區、準景觀地區、地區計畫等的區域(僅限依據景觀法擬定地區計畫時所制定的形狀意象條例) (所指定的狀況含預定及準備中的狀況)	景觀計畫擬定團體:360 團體 20 都道府縣、340 市區與村落 [2013/1/1]	<ul style="list-style-type: none"> 不只都市區域，可將農村與自然公園等列為標的 可設定河川為重要景觀公共設施
與地區歷史場景的維持與提升相關的法律	認定應維持、提升歷史場景的計畫重點區域	計畫認定:35 都市 [2012/6/6]	維護、提升市區環境為主
都市計畫法	風景地區	226 都市(762 地區) 170,724.3 公頃 [2012/3/1]	為了保全都市良好自然景觀而進行行為管制(能否興建新的建築物等)
自然公園法	自然公園(國立公園、國定公園、都道府縣立自然公園)內的特別區域	3,503,058 公頃 [2013/3/31]	構造物興建與改建的許可申請
文化財保護法	傳統建築物群保存地區	86 都市(106 地區) 約 3,733 公頃 [2013/12/27]	地區民眾生活或謀生以及地區風土所形成的池塘、水路等水利用相關的景觀地
	重要文化景觀	38 件[2013/11/1]	
古都歷史性風土保存相關特別法	歷史性景物特別保存地區	8 都市(60 地區) 6,428.4 公頃 [2012/3/31]	為了保全古都歷史景觀之行為管制(建築物的新建等)
明日香村歷史景物保存與生活環境整備等相關特別法	第一種歷史景物保存地區、第二種歷史景物保存地區	4 地區 2,404 公頃 [2012/3/31]	
都市綠地法	特別綠地保全地區	75 都市(442 地區) 2,411 公頃 [2012/3/31]	為了維護都市綠地進行的行為管制
首都圈近郊綠地保全法	近郊綠地特別保全地區	14 都市(30 地區) 3,717.8 公頃 [2012/3/31]	
景觀條例	依地方公共團體條例劃定的指定地區		
世界遺產條約	世界遺產	21 處[2017/7/9]	

註 2) 自然環境相關法令之重要區域

依據自然環境相關法令的重要區域，指下列標的區域。只列出不與景觀重要地區重複的部分。

表 2.6 依據自然環境相關法令的重要區域

所依據的法律等	標的區域等	認定狀況等[時間]	補充
自然環境保護法	原生自然環境保全地區 自然環境保全地區、都道府縣 自然環境保全區域內的特別 地區	原生：5 區域(5,631 公頃) 國家特別地區：9 地區(17,266 公頃) 縣特別地區：324 地區(25,340 公頃) [2011/3/31]	行為管制(原生地區 禁止的行為)
物種保存法	棲息地等保護區管理地區	9 地區(385.37 公頃) [2013/3]	行為管制
鳥獸保護法	鳥獸保護區域內的特別保護 區	國家指定：66 處(159 千公頃) [2013/11/1] 都道府縣指定：552 處(147 千公頃) [2013/12/31]	行為管制
文化財保護法	特別名勝、名勝、特別天然紀 念物、天然紀念物的天然保護 地區	36 件(國家特別名勝)、338 件(國家名 勝)、4 件(國家特別天然紀念物)、19 件(國家天然紀念物) [2013/4/1]	行為管制
拉姆薩公約	拉姆薩公約濕地	46 處(137,968 公頃) [2012/7]	依據特別保護區 (鳥)，特別地區 (公)，棲息地等保護 區管理地區(種)進 行保護

註 3) 人口集中地區(DID 地區)

人口集中地區(DID 地區)原則上指市、村、町區域內人口密度超過 4,000 人/km² 以上之基本單位區域相鄰人口超過 5,000 人的地區。依據總務省所實施的國勢調查結果，DID 地區的範圍已經公布在網路上。

流經人口集中地區的河川亦即所謂的都市河川，會很自然的映入民眾眼簾，因此，受災地點在人口集中地區，經判斷須特別注意時，即使劃定為重點地點而實施災害復舊，仍須充分注意景觀部份。

2.4.5 申請文件的製作

(1) 災害復舊地點河川特性整理表(A 表)的製作

為了制訂災害復舊工法而製作災害復舊地點的河川特性整理表(A 表)。A 表應於製作查定設計書時，災害查定時、以及成功認定時提示之。

《說 明》

- 災害復舊地點河川特性整理表(A 表)係依現地調查而掌握受災地點河川狀況、周邊狀況等河川特性與災害原因，及制定災害復舊工法的基礎。
- 製作時負責人應詳加進行現地調查，填寫必要項目。
- A 表須明確說明，除了整理現地的河川特性與災害原因之外，還須適當地將受災前的自然環境保全等狀況反映到工法之中。
- A 表須針對每個申請地點的代表斷面一一予以製作，並於製作查定設計書時、災害查定時以及成功認定時提示之。此外，製作實施設計書，以及出現工法變更等 A 表內容變更的情況時，應予以修正，在變更協議時提出。
- A 表「設計、施工檢核表」，係針對本章說明河川特性與災害原因掌握的結果與復舊工法，篩選出設計階段與施工階段的應注意事項。
- 申請者應運用檢核表，針對復舊工法實施多面向的核對，並在災害查定時接受查定官交叉核對。此外，設計之審核時，由相關人士了解檢核表內容，並將注意事項交接、傳達給現場。實施工程完成之檢查時，確認須注意項目是否有反映到工程成品上。
- 今後除了完成上述程序之外，相關人士應認識從計畫到施工階段的須注意事項，並將這樣的觀念帶入管理階段。

災害復舊地點河川環境特性整理表

(A表)

災害査定編號：

製作者所屬單位：

姓名：

受災年月日：

〇年△月×日

事前協議時、災害査定時提出本表格

異常氣象名稱：

災害時的降雨強度：

雨量機率：

〇〇 水系 △△ 川

復舊標的區域：(由都道府縣填寫) 〇〇縣

受災地點：距離標 〇〇 左右岸： 右岸

座標：緯度： △△ 經度： xx

【復舊前的現狀】

雨量觀測所： △△ 總降雨量： ××

河川狀況與物理特性

河道狀況

受災長度 30.0m

受災設施 堤體、堤防護岸、高水流量護岸、低水流量護岸、坡腳保護工

平面狀況 直線區域/冲刷段、水流內側(凸岸)

河道形狀

疏浚河道、山坡坡趾、有堤、無堤 / 複式斷面、單一斷面

河道寬： 15.0 m 高灘地寬： 左岸 m/ 右岸 m 水面寬：10.0 m

河段(流程分區)

山區河道、谷底平原、扇狀地、自然堤防帶、三角洲、其他

河床坡度 1/120 河床材料 低水流量流路：粉土(泥沙)、砂、礫石、河川塊石、岩石 代表粒徑：200 mm

該當地點 高灘地：粉土(泥沙)、砂、礫石、河川塊石、岩石 代表粒徑：

既有護岸

地點

施工年度

種類

坡面坡降

單元(埋樁、長度、乾砌或混凝土疊砌、有無裡側灌漿等)

該當地點

西元〇〇年

預鑄混凝土塊疊砌

1:0.5

埋樁1.0m、混凝土疊砌、無裡側灌漿

上游

"

"

"

"

下游

"

"

"

"

護岸頂端

m

護岸基礎

m

坡腳保護工

m

坡腳保護工

t

工種

要素*

河畔林

單側/兩岸/無

沙洲・河灘地 有： 中洲、小沙洲、砂礫地、代表粒徑(5cm) / 無

深潭

蜿蜒型(M型)、岩石型(R型)、基底變化型(S型)、壩型(D型) / 無

淺灘

急灘・緩灘 / 無

湧水

有：滲出、伏流水、水窪、其他 () / 無

*「要素」指環保上的重要環境要素

重要物種

魚類

兩棲類

貝類

植物

爬蟲類

甲殼類

岸邊：

坡面：

鳥類

哺乳類

昆蟲類

流心：

營巢地或棲息地

其他具有特色的植物

周邊環境(重要地點)

護岸後方鄰接區域狀況

住宅或水田、旱田、牧草地、森林、其他 ()

周邊的土地利用

住宅區、工業區或農地、森林 其他 ()

歷史景物

歷史景物保存地區、歷史景物維護與提升計畫認定區域

文化景觀

傳統建築物群保存地區、重要文化景觀、特別名勝、名勝、天然紀念物的天然保護區

自然環境

原生自然環境保全區、自然環境保全區、棲息地等保護區、鳥獸保護區

都市景觀

國立公園、國定公園、都道府縣立自然公園、綠地保全地區

其他

世界遺產、拉姆薩公約登錄濕地

重要地點

符合、不符合 劃定依據 重點區間內、市區(DID地區)與周邊、學校公園醫院等公共設施、古蹟等周邊

【災害原因的分析】

災害原因

流水侵蝕、流水滲透、洪水越流、雨水侵蝕、雨水滲透、其他

受災型態

破堤、局部淘刷(1.5m)、背後吸出、混凝土塊流出、坡面侵蝕、側向侵蝕、殘留水壓

堤頂侵蝕、滑動破壞、漏水(堤體)、漏水(基礎)

[坡腳保護工的受災型態] ()

河床變動

縱向的河床降低、局部河床降低(局部淘刷)、無變動、縱向的河床上升、局部性的土砂堆積

【復舊工法的檢討】

防止再度發生災害的方法

施作坡腳保護工時，埋樁應直抵深潭深處。

保全標的(深潭、河畔林等)的處置

河道彎曲段外岸的深潭與河畔林予以保全。

復舊工法檢討的條件(參照B表)

復舊護岸坡度 1:0.5 設計流速 4.7 m/s 臨界流速 5.1m/s

最大淘刷深度 1.5m 有無坡腳保護工 有 粗糙係數 n=0.035

受災時水深 4.0m 受災時水面寬 15.0 m

護岸復舊工法的選項(參照C表)

石材、混凝土塊、石籠、木材、土工織物、植生草/無護岸

護岸復舊工法的選定

坡面坡度 1:0.5 系統 混凝土系 工法 混凝土疊砌混凝土塊

其他可考慮的治水方法與現場條件

河川景觀

坡面肩部應讓植物生長茂密。

坡面應降低明度與彩度。

採取質感良好的護岸形式。

護岸材料大小適當。

護岸的景觀形式融入周邊景觀。

河畔林的保全

應保全河畔林與深潭。

避免護岸邊緣隔壁與堤頂部分過於顯眼。

設置洩水孔時，應極力避免讓洩水孔太過顯眼。

粗糙係數

避免降低坡面的粗糙度

深潭的保全

護岸做成陡坡。

坡趾保護工設置的高度必須足以保全現況深潭的深度。

【設計與施工檢核表】

階段

檢核項目

檢核結果、建議

申請者

査定官

設

災害原因與受災型態的分析是否恰當

□

□

設

是否已確認有無重要物種棲息

確認的結果是，可能性很低

□

□

設

防止災害再度發生的方法是否恰當

追加實施坡趾保護工

□

□

設

復舊工法是否已適當的選定?

□

□

設

是否有檢討對於保全標地的處理方案

深潭與河畔樹木的保全

□

□

設

良好的深潭原則上應予以保全

有保全

□

□

設

除非妨礙治水，河畔樹木原則上應予以保全

有保全

□

□

設

現地石材避免過度挖取

沒有挖取石材的工法

□

□

設

護岸外露時，護岸的明度應在6以下

注意選擇適當的製品

□

□

設

護岸外露時，護岸的彩度最好0，並融入周邊景觀

注意選擇適當的製品

□

□

設

護岸外露時，護岸材料應具備適當的質感

注意選擇適當的製品

□

□

設

護岸外露時，景觀形式應融入周邊景觀。

注意選擇適當的製品

□

□

設

可成為植生基盤的空隙(自然環境良好時)

自然景觀不是特別良好，不予以對應

□

□

設

護岸材料能確保坡面濕潤的透水性與保水性(自然環境良好時)

自然景觀不是特別良好，不予以對應

□

□

設

確保生物的通道(自然環境良好時)

自然景觀不是特別良好，不予以對應

□

□

設

堤頂混凝土塊避免太過顯眼

堤頂覆土

□

□

設

護岸邊緣隔壁與橫向構造物避免太過顯眼

□

□

設

洩水孔設置時應注意避免顯眼

□

□

設

設計階段注意事項反映到施工的解決方案(三方協議的實施)

□

□

設

將對於河川環境影響降到最低的施工計畫與臨時計畫

□

□

設

施工階段能提升景觀與河川利用性的配套措施

□

□

□

□

□

□

□

□

□

□

設計與施工查核項目一覽表

下列檢核項目係參照災害復舊計畫的注意事項，亦即施工階段也應接續執行的注意項目。
應適用之檢核項目，由適用條件欄予以確認，認為可適用者在「申請者」欄的□打勾。
適用項目之中特別重要的項目，另外填寫A表右下方的【設計與施工檢核表】，不只申請者，查定時與竣工時作為檢核之用。
「A表轉記」欄位為「必須」者，代表已完成轉記到A表；「重要」者代表依其適用條件，原則上轉記到A表。
其他項目應由申請者自行判斷，認為在受災地點很重要的項目，應轉記到A表。

1. 現地調查、河川特性與災害原因的掌握

標的	階段		查核項目	申請者意見	申請者	查定官	A表轉記	適用條件
	設計	施工						
調查	設		現地調查的實施		<input type="checkbox"/>	—		全部受災地點
調查	設		是否已鑑針對受災地點的河川特性實施現有資料的 室內調查 ?		<input type="checkbox"/>	—		全部受災地點
河川狀況	設		河段 (流程分區)的判定是否恰當		<input type="checkbox"/>	—		全部受災地點
災害原因	設		災害原因 與受災型態的分析是否恰當		<input type="checkbox"/>	—		全部受災地點
災害原因	設		受災地點與上下游區間的 河床變動 趨勢是否已經掌握		<input type="checkbox"/>	—		全部受災地點
重要物種	設		重要物種 棲息的可能性，是否已加以確認		<input type="checkbox"/>	—		全部受災地點
保全標的	設		深潭 、河畔樹木、湧水與滲透水等的狀況，是否已加以掌握		<input type="checkbox"/>	—		全部受災地點
保全標的	設		後方鄰接區域的狀況與 土地利用 狀況，是否已加以掌握		<input type="checkbox"/>	—		全部受災地點
重點地點	設		是否符合 重點區間 與重點地點的判斷是否恰當		<input type="checkbox"/>	—		全部受災地點
復舊工法	設		防止再度(二次)災害 的方法是否恰當		<input type="checkbox"/>	—		全部受災地點
復舊工法	設		河床降低 所導致的災害，針對河床降低的原因分析與對應是否恰當		<input type="checkbox"/>	—		確認出現河床降低、局部淘刷的地點
復舊工法	設		B表 設計水深、粗糙係數、最大淘刷深度與設計流速的設定是否恰當		<input type="checkbox"/>	—		全部受災地點
復舊工法	設		復舊工法 是否選定得當		<input type="checkbox"/>	—		全部受災地點
復舊工法	設		保全標的 的相關處理方法是否已有所檢討		<input type="checkbox"/>	—		全部受災地點
復舊工法	設		坡面保護工法是否有配合 流速設計		<input type="checkbox"/>	—		復舊工法包含坡面保護工時

2. 護岸工法的構想

標的	階段		查核項目	申請者意見	申請者	查定官	A表轉記	適用條件
	設計	施工						
護岸	設		河岸坡面坡度的設定，是否有適當配合河寬與河面平面形狀		<input type="checkbox"/>	—		復舊工法包含坡面保護工時
護岸	設		護岸的粗糙度已有所檢討		<input type="checkbox"/>	—		復舊工法包含坡面保護工時
護岸	設	施	復舊後的河岸與濱水帶的樣態，是否已有所描繪		<input type="checkbox"/>	—		復舊工法包含坡面保護工時
護岸	設	施	狀況良好的深潭應予以保全		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	重要	出現深潭時 有深潭
護岸	設	施	河畔樹木除非妨礙治水，否則原則上應予以保全		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	重要	出現河畔樹木時 有河畔樹木
護岸	設	施	湧水與滲透水的保全		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	重要	出現湧水與滲透水時 有湧水、滲透水
護岸	設	施	現地石材不可過度挖取		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	重要	復舊工法包含坡面保護工時 採用石材

3. 護岸工法的注意事項

標的	階段		查核項目	申請者意見	申請者	查定官	A表轉記	適用條件(註)											其他條件
	設計	施工						塊石疊砌	塊石鋪置	混凝土疊砌	混凝土鋪置	箱型鋪置	木材疊砌	木材鋪置	地工護物	植生			
護岸	設		坡面長度或壁高太大時，護岸予以 分段		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
護岸	設		促進護岸坡頂與濱水帶 植物 生長		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	必須	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
護岸	設	施	護岸裸露時，護岸的 坡度 最好低於 6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	必須	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
護岸	設	施	護岸裸露時，其 坡度 越小越好		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	必須	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
護岸	設	施	護岸裸露時，應呈現適當的 質感		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	必須	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
護岸	設	施	護岸裸露時，其 景觀 應融入周遭景觀		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	必須	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
護岸	設	施	護岸裸露時，應注意護岸 材料 大小		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
護岸	設	施	注意選擇配合石材大小、石材種類的 疊砌方法		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
護岸	設	施	選擇配合石材的適當 疊砌方法 進行施工		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
護岸	設	施	避免以不恰當的疊砌方法進行施工		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
護岸	設	施	石材應儘量使用現場材料，避免過度挖取		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
護岸	設	施	伸縮縫與角落部分也應適當 修飾		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
護岸	設	施	作為植生基盤的 空隙 (自然環境狀況良好時)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	重要	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		自然環境狀況良好	
護岸	設	施	確保 滲透狀態 坡面的透水性與保水性(自然環境狀況良好時)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	重要	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		自然環境狀況良好	
護岸	設	施	確保 生物通道 (自然環境狀況良好時)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	重要	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		自然環境狀況良好	
護岸	設	施	利用土砂恢復植生時，應擬定 土砂流出 的對策		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
護岸	設	施	積極使用當地的 間伐材		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
護岸	設		基礎工 的高度是否恰當，其設定根據為何?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
護岸	設		坡腳保護工 的設置高度是否恰當?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		使用坡腳保護工時	
護岸	設		坡腳保護工 的種類是否符合河川特性		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		使用坡腳保護工時	
護岸	設		坡腳強化工 的適用是否恰當，是否有危害河流橫斷面積、助長淘刷等之虞		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		使用坡腳強化工時	
護岸	設	施	坡腳強化工 回填，應使用顆粒較大、不易淘刷的材料		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		使用坡腳強化工時	
護岸	設	施	坡腳強化工 的上游頂端，應採取不易局部淘刷的設計		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		使用坡腳強化工時	
護岸	設	施	坡頂 混凝土鋪設應避免太過顯眼。		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	必須	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
護岸	設	施	除了 保護坡頂 附近之外，也應融入周遭景觀		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	必須	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
護岸	設	施	護欄 與橫向構造物應避免太過顯眼		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	必須	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
護岸	設	施	設置 洩水孔 ，應儘量避免太過顯眼。		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	必須	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
護岸	設	施	可利用 覆土 、堆土(拋石)，恢復坡面與濱水帶的植生。		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	必須	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
護岸	設	施	濱水帶實施拋石或堆土(拋石)，應儘量使用現地產生材料		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

註)代表坡面保護工的系統。比如，石材疊砌中石材坡面保護工之中，坡面坡度大於1:1.5的工法；混凝土鋪設中混凝土坡面保護工之中，坡面坡度小於1:1.5的工法。

※坡面坡度為1:1.5時，應選擇使用坡度小於1:1.5的工法。

4. 丁壩與固床工施工時的注意事項

標的	階段		查核項目	申請者意見	申請者	查定官	A表轉記	適用條件
	設計	施工						
丁壩	設		丁壩工 是否具備防止再度發生災害的機能		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	重要	使用丁壩工時
丁壩	設		丁壩形狀 的單元與構造是否符合河川特性並能承受外力		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	重要	使用丁壩工時
固床工	設		固床工 設置的必要性與設置件數、設置地點等是否已充分檢討		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	重要	使用固床工時
固床工	設	施	生物通道 連續性、景觀與設置後的河床變動，是否已充分考量		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	重要	使用固床工時
固床工	設	施	巨礫 應留置現場，積極發揮河床穩定功能		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	重要	使用固床工時+山谷河道(M)或谷底平原時
施工	設	施	建立將設計階段注意事項反映到施工的工作架構(三方協議 的實施等)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		全部受災地點
施工	設	施	施工計畫與臨時計畫，是否能將對於河川環境的 影響降到最低		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	必須	全部受災地點
施工	設	施	施工階段提高 景觀 或利用性的細部做法		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		全部受災地點

(2) 設計流速計算表(B 表)的製作

護岸選定時計算的外力係作用在護岸旁邊河道的代表流速，依據設計流速計算表(B 表)計算之。B 表應於製作查定設計書時、災害查定時以及成功認定時提示之。

《說 明》

- 護岸選定時所設定的外力也就是設計流速，係依據曼寧公式算出的斷面平均流速，然後考量河道治理計畫線(中心線)形狀、沙洲與淘刷重要因素、修正後依據設計流速計算表(B 表)計算之。
- B 表應事先完成，於製作查定設計書或災害查定、成功認定時提示之。此外，B 表也可配合河道形狀與規模等，適度地修正。
- 依據 B 表算出的設計流速非絕對不可改變，因此應充分掌握現地精查的狀況，靈活運用。

《設計流速計算表》B表

			計算標的區間		測線[No.]			備考
							(受災前)	
河道單元	位置							
	設計水位的河寬	[B(m)]						
	低水流量河道河寬	[b(m)]						
	曲率半徑(河道中心)	[R(m)]						
	河道彎曲半徑(凸岸側)	[r(m)]						
	能量坡度	[Ie]						
	河床的代表粒徑	[d ₈ (m)]						
	左岸坡面坡度	1:						
水力半徑	右岸坡面坡度	1:						
	水力半徑	[Rd(m)]						
設計水深 [Hd]	設計水位	[h(m)]						
	現況平均河床高程	[Z(m)]						
	設計水深	[Hd(m)]						
曼寧 粗糙 係 數	各區 粗糙度	高灘地區域	[n ₁]					
		河床區域	[n ₂]					
		左岸護岸區域	[n ₃]					
		右岸護岸區域	[n ₄]					
	滯 周	高灘地區域	[S ₁]					
		河床區域	[S ₂]					
		左岸護岸區域	[S ₃]					
		右岸護岸區域	[S ₄]					
	合 成 曼 寧 粗 糙 係 數	合計	[S]					
		[n ₁ ^{3/2} × S ₁]						
		[n ₂ ^{3/2} × S ₂]						
		[n ₃ ^{3/2} × S ₃]						
		[n ₄ ^{3/2} × S ₄]						
		計						
	合成粗糙係數	N						
平均流速[Vm]		$V_m = 1/N \cdot R d^{2/3} \cdot I_e^{1/2}$						
臨界流速[Vc]		$V_c = (g \cdot R d)^{1/2}$						
最 大 淘 刷 深 度	直 線 區 域	現況最大淘刷深度(實測值)	[△Z _g]					
		低水流量河道寬、設計水深比	[b/Hd]					
		設計水深、代表粒徑比	[Hd/dR]					
		沙洲波高、設計水深比	[Hs/Hd]					
		淘刷區域的水深	[Hmax · S]					
		推定最大淘刷深度(計算值)	[△Z _s]					
		最大淘刷深度	[△Z]					
	彎 曲 段	現況最大淘刷深度(實測值)	[△Z _g]					
		低水流量河道寬、河道彎曲半徑	[b/r]					
		淘刷區域水深、設計水深比	[Hmax/Hd]					
		淘刷區域的水深	[Hmax]					
		推定最大淘刷深度(計算值)	[△Z _s]					
最大淘刷深度		[△Z]						
校 正 係 數	直 線 區 域	定床	α ₁ =1					
		動床	{△Z/2Hd}					
	彎 曲 段	定床	{b/2R}					
			α ₁ =1+{b/2R}					
		凹 岸 區	{△Z/2Hd}					
			{b/2R}					
			α ₁ =1+{b/2R}+{△Z/2Hd}					
			{b/2R}					
			α ₁ =1+{b/2R}					
			{△Z/2Hd}					
		凸 岸 區	{b/2R}					
			α ₁ =1+{b/2R}					
	影 響 段	{△Z/2Hd}						
		{b/2R}						
α ₁ =1+{b/2R}+{△Z/2Hd}								
	坡腳保護工	B ₀ /H ₁ > → α ₂ =0.9 B ₀ /H ₁ ≤ → α ₂ =1.0						
α	採用校正係數 {α ₁ ·α ₂ }							
代表流速[V ₀]		V ₀ =α·V _m						
※設計流速 V _D =meanV ₀								

(3) 申請文件的簡化

大規模災害發生現場需製作大量同樣的申請資料時，為避免申請文件之製作妨礙早期的復舊，特定條件下可省略填寫或製作。

《說明》

- 製作複數 AB 表的區間，可依據協議，利用受災狀況圖等密集的資訊，簡化、省略重複之內容。
- AB 表製作有藉由填寫以維護高水準災害復舊技術的用意，原則上不應將目前的內容全部予以簡化。

【第二頁以下】

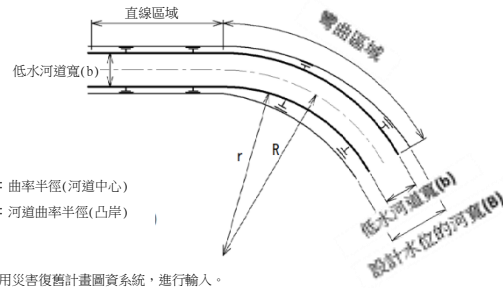
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 災害復舊地點河川環境特性整理表 (A表) </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 災害査定編號： _____ 製作者所屬單位： _____ </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 姓名： _____ 受災年月日： _____ 年△月×日 </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 〇〇 水系 △△ 川 復舊標的區域：(由距離府縣境寫) 〇〇縣 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 災害時的降雨強度： _____ 雨量機率： _____ </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 受災地點：距離標 〇〇 左右岸： 右岸 座標：緯度： △△ 經度： xx </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 【復舊前的現狀】 雨量觀測所： △△ 總降雨量： ×× </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 〇〇申請工法 決定的工法 〇〇 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 〇〇施工注意要點 決定的金額 △△ </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 河川景觀 河川景觀 </div>			

圖 2.13 災害復舊 A 表的簡化 (例)

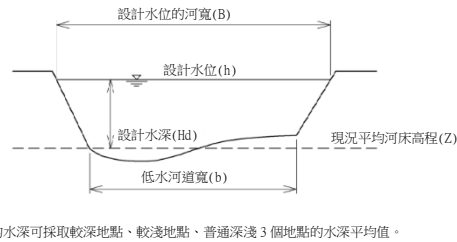
簡易版 B 表輸入說明

簡易版 B 表適用在河床坡降大於 1/60，水力半徑約 1m，河寬較窄的地點。

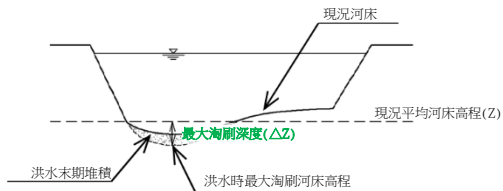
【河道平面圖】



【河道斷面圖】



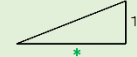
最大淘刷深度(ΔZ)



位置		
河道單元	設計水位的河寬	[B(m)]
	低水流量河床河寬	[b(m)]
	曲率半徑(河道中心)	[R(m)]
	河道彎曲半徑(凸岸側)	[r(m)]
	能量坡度	[Ie]
水力半徑	河床的代表粒徑	[ds(m)]
	左岸坡面坡度	1:
	右岸坡面坡度	1:
設計水深 [Hd]	水力半徑	[Rd(m)]
	設計水位	[h(m)]
	現況平均河床高程	[Z(m)]
	設計水深	[Hd(m)]
組 植 係 數	各區粗糙度	[n]
	河道區域	[n]
	左岸護岸區域	[n]
	右岸護岸區域	[n]
	高灘地區域	[S]
	河床區域	[S]
	左岸護岸區域	[S]
	右岸護岸區域	[S]
	合計	[S]
	合成粗糙係數	N
平均流速 [Vm]		$V_m = 1/86 R d^{1/3} \cdot I_e^{1/2}$
臨界流速 [Vc]		$V_c = 4.9 \cdot R d^{1/2}$
最大 淘 刷 區 域	現況最大淘刷深度(實測值)	[ΔZg]
	低水流量河床寬、設計水深比	[b/Hd]
	設計水深、代表粒徑比	[Hd/ds]
	沙洲高度、設計水深比	[Hs/Hd]
	壩前區域的水深	[Hmax · S]
刷 深 度	推定最大淘刷深度(計算值)	[ΔZs]
	最大淘刷深度	[ΔZ]
	現況最大淘刷深度(實測值)	[ΔZg]
	低水流量河床寬、河道彎曲半徑	[b/r]
	淘刷區域水深、設計水深比	[Hmax/Hd]
修 正 系 數	最大淘刷深度(計算值)	[ΔZs]
	最大淘刷深度	[ΔZ]
	直線區域	定床 $\alpha = 1$ 動床 $\alpha = \{ \Delta Z / 2Hd \}$ $\alpha = 1 + \{ \Delta Z / 2Hd \}$
	彎曲區域	定床 $\alpha = 1 + \{ b / 2R \}$ $\alpha = 1 + \{ b / 2R \}$ 動床 $\alpha = \{ \Delta Z / 2Hd \}$ $\alpha = 1 + \{ b / 2R \} + \{ \Delta Z / 2Hd \}$
	影響區域	定床 $\alpha = 1 + \{ b / 2R \}$ 動床 $\alpha = \{ \Delta Z / 2Hd \}$ $\alpha = 1 + \{ b / 2R \} + \{ \Delta Z / 2Hd \}$
坡腳保護工		$b/Hd > \rightarrow \alpha = 0.9$ $b/Hd \leq \rightarrow \alpha = 1.0$ 採用修正係數 $\{ \alpha \cdot \alpha_1 \}$
代表流速 [Vo]		$V_o = \alpha \cdot V_m$
※設計流速 $V_d = \alpha_{10} V_o$		

能量坡度(Ie)

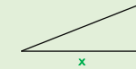
能量坡度部分輸入水面坡降(痕跡水位的縱斷面)或河床坡降(河床的縱斷面)。
 $I_e = 1 / *$ 的分母，輸入*。
 (*為高度降低 1m 所需距離)



河床的代表粒徑(ds)

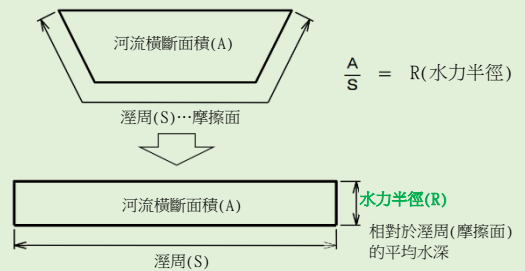
代表粒徑指粒徑累積曲線由小開始算起 60% 的值(樣本數 100 個中的第 60 個)。

坡面坡降(1:x) …坡面的坡度



坡面坡降(1:x)

水力半徑(R) …相對於控制水流的摩擦面與坡面之平均水深



※量測橫斷方向的 3 個地點，輸入平均值。
 ※河道彎曲段也可運用凹岸的痕跡水位。

曼寧粗糙係數(n)

表 河床的代表粒徑(d_{50})與曼寧粗糙係數的關係

d_{50} : 代表粒徑	n = 曼寧粗糙係數	適用
岩盤	0.035-0.050	河床平坦且沙洲
河床塊石(40cm-60cm)	0.037 ¹⁾	不明顯，以及突
河床塊石(20cm-40cm)	0.034 ¹⁾	出於表層、粒徑
河床塊石(10cm-20cm)	0.030 ¹⁾	較大石塊並不明
粗礫石(5cm-10cm)	0.035 ²⁾	顯時。
粗礫石(2cm-5cm)	0.029 ¹⁾ (0.034 ¹⁾)	

註) 1) 依曼寧公式所算出的值
 2) 依 τ^* — ϕ 圖表算出的值
 3) 係洪水後現場出現砂堆的值

表 山谷的 d_{50} 與曼寧粗糙係數的關係

d_{50}	n=粗糙係數	適用
岩盤	0.050	河床凹凸大，出現
100cm-150cm	0.058	台階&水池或礫石
60cm-100cm	0.049	排列的型態。
30cm-60cm	0.040	

註) 可參照後段算出 d_{50} 。
 但無法判斷河床材料時，也可將下列的值作為暫定值而進行輸入。
 $n=0.035$ 固定值(簡化的計畫粗糙度)



2.5 護岸工法

2.5.1 護岸工法的構想

(1) 河岸、濱水帶與護岸的區別

「河岸與濱水帶」以及「護岸」的內涵，應予以區別，藉由在護岸前面形成自然的河岸與岸邊，確保河岸與濱水帶的環境機能。

《說明》

- 自然狀態的「河岸與濱水帶」係由土砂、礫石與植物等自然材料所形成，具備生物棲息、生物生長與繁殖場所的機能，很少破壞景觀。另一方面，「護岸」設置的目的在於防止河岸侵蝕，因此多由硬質材料構成，缺乏空隙，生物難以棲息。此外，有些護岸工法會明顯破壞河川景觀。
- 自然狀態的河岸與濱水帶，其構造與機能可說和護岸正好相反，因此災害復舊等河川營造，應清楚區分「河岸與濱水帶」以及「護岸」的差別，非不得已應儘量不設置護岸。災害復舊若需設置護岸，原則上應在其前面形成河岸與濱水帶，確保護岸發揮治水的機能；河岸與濱水帶則確保其環境上的機能。

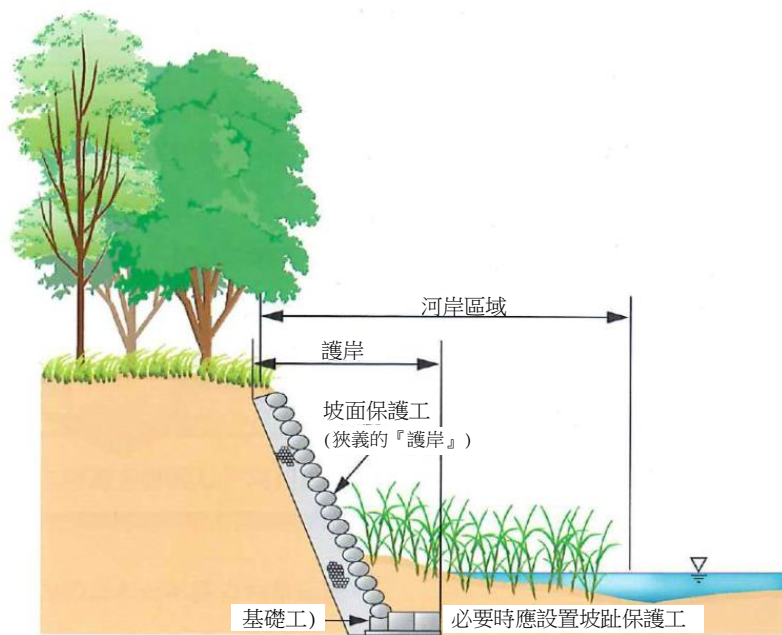


圖 2.14 河岸與濱水帶、護岸概念圖

堅硬、缺乏空隙之人工護岸構造物，很難具備所有的環境機能，因此若非必要，應儘量減少設置護岸。災害復舊需設置護岸，基本上應在護岸前面進行河岸與濱水帶的復育。

(2) 深槽區的保全

形成河岸與濱水帶時，也應注意深槽區的形狀。

《說明》

- 河岸與濱水帶形成後，常流狀況下「深槽區」之寬與深也可能受到影響。
- 河道較窄的河川這種狀況特別明顯。河岸與濱水帶形狀設定時，應同時注意深槽區的形狀。
- 一般，深槽區決定常流下的流速與水深，對魚類等水生生物棲息、生長與繁殖，有很大的影響。深槽區太窄，流速與水深會變大。反之，深槽區太寬，流速與水深變小。
- 災害復舊後形成河岸與濱水帶，除了了解受災前的河川橫斷面形狀，也應參考受災地點的常態流量，整體掌握河岸與濱水帶乃至於深槽區的形狀。
- 此外，以往的調查結果顯示，中游區域(比如谷底區間~扇狀地區間)應確保最低單位寬流量大約為 $0.05\text{m}^3/\text{s}$ 〈參照「技術資訊——深槽區的設定方法」(p.199)〉。



照片 2.4 災害復舊過程中保全深槽線的案例(矢神川：岩手縣)

河岸實施堆土並設定深槽區與高灘地的案例。復舊後洪水會導致深槽線往凹岸移動，因此初期階段河道的深槽區，要意識到橫斷面形狀設定之努力、施工時堆土與堆石之進行等。

(3) 護岸的構造

護岸的設置旨在防止流水侵蝕，保護堤防與河岸安全，主要構造有坡面保護工、基礎工與坡趾保護工等。

《說 明》

- 護岸係防止流水侵蝕或淘刷，保護河岸而設置的構造物。
- 其構造主要有坡面保護工與基礎工，必要時也可施作坡腳保護工、堤頂工、堤頂保護工、邊端隔壁工、蛇籠工(加寬緩和工)等。各該工種概要說明如下。

- 坡面保護工：防止流水與漂流木等沖刷、破壞堤防並保護河岸坡面的構造物。
- 基礎工：坡面保護工坡趾所設置、支撐坡面保護工的構造物。
- 坡腳保護工：為了緩和水流所造成的河床劇烈淘刷、防止基礎工沉陷與坡面土砂吸出而在低水流量護岸與堤防護岸基礎工前面設置的構造物。
- 堤頂工：坡面保護工坡面局部所設置，與坡面保護工同樣用來保護河岸坡面的構造物。
- 堤頂保護工：讓低水流量護岸頂端與護岸後方鄰接區域更加貼合、避免水流造成低水流量護岸裡側破壞、保護坡面的構造物。
- 端牆：坡面保護工上下游端施作、保護護岸的構造物。
- 摩擦銜接工：護岸上下游端施作，讓護岸與河岸或其他設施更加貼合的設施。
- 洩水孔排水管：地下水位較高地點，為了避免混凝土疊砌構造的坡面保護工殘留水壓產生不良影響，在護岸設置洩水排水管。

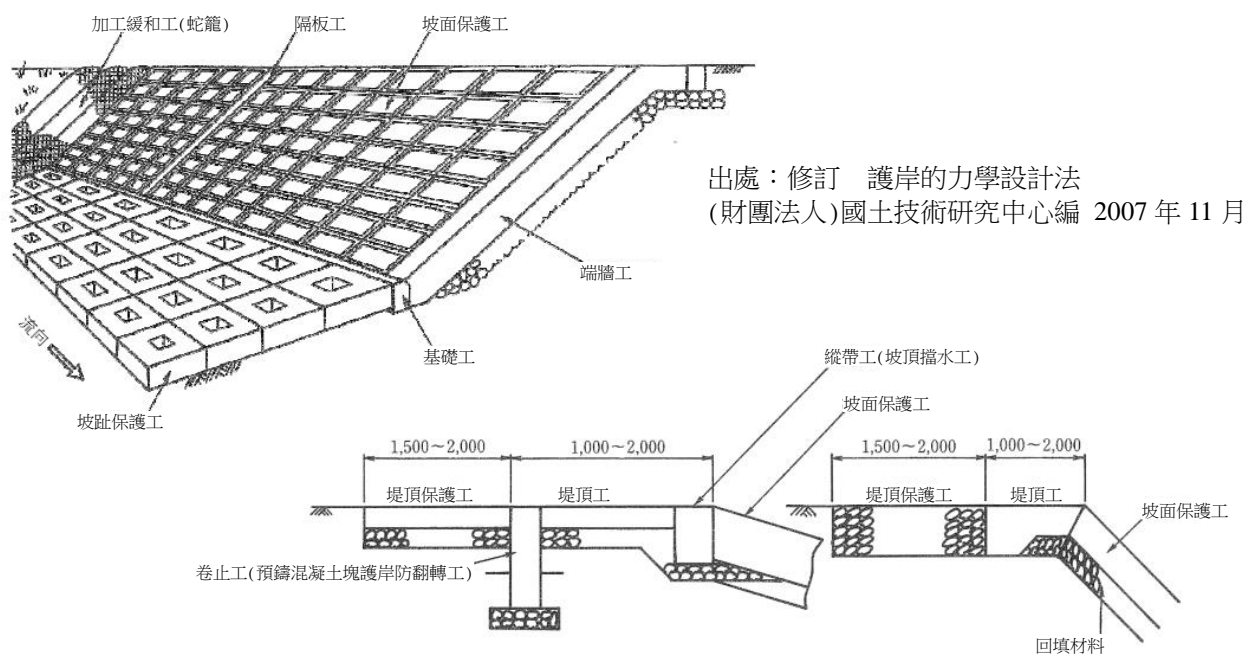


圖 2.15 護岸鋪設(護岸坡度低於 1:1.5 左右的緩坡護岸)構造舉例

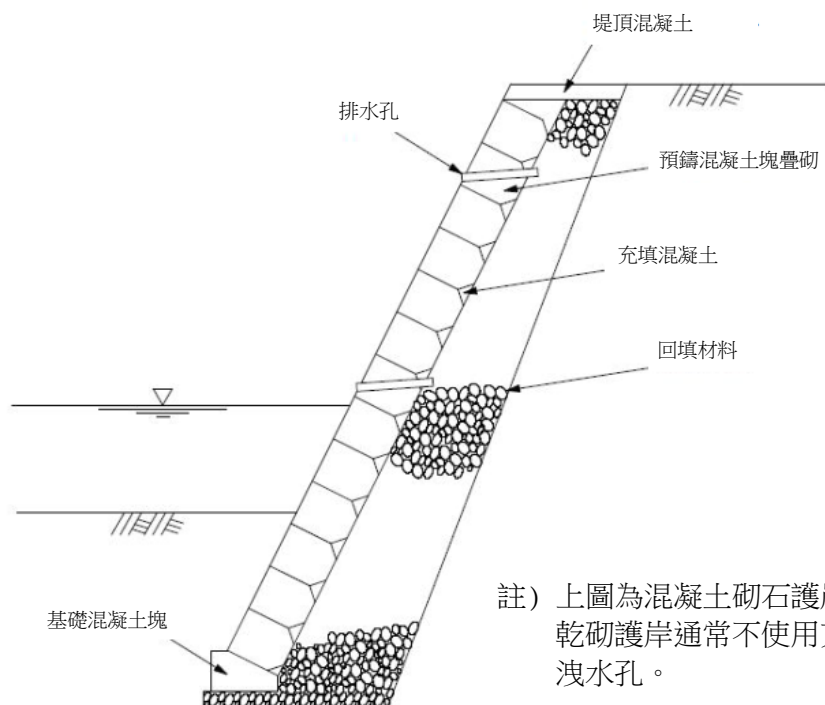


圖 2.16 塊石疊砌護岸(坡度大於 1:1.5 左右的陡坡護岸)構造例示

(4) 護岸的粗糙度

想像包含河道內植生維護管理等的目標與河川狀態，設定配合河道粗糙度的護岸粗糙係數。此外，現況良好河川原則上應避免讓災害復舊後的粗糙係數比復舊前狀態還小。

《說 明》

- 檢討計畫河道流下能力時，重點在於掌握河床材料與岸邊植生等狀況，設定適當的粗糙係數。
- 特別是中小型河川溼周所占河岸比例較大，因此應注意河岸是否覆蓋植生，以及護岸整建是否完備等狀況，可能導致粗糙度產生很大差異。例如，移除粗糙度較大的河畔林與河床巨礫，並在河岸整建混凝土塊護岸，雖可提高護岸耐侵蝕性、防範側向侵蝕，但也會降低粗糙係數，提高流速而助長河床淘刷、導致災害。
- 此外，即使為了護岸整建而設定這種粗糙係數，復舊後若植物茂密或形成沙洲，也可能形成比原設計粗糙係數更大的粗糙度，因而無法達到預定的流下能力。總之，須注意粗糙係數的設定可能會決定河川狀態。
- 設定粗糙係數時，應先設定包含植生維護管理等目標之河川型態，然後才設定對應這項目標的粗糙係數。
- 此外，自然環境狀況良好的河川，若不移除低水流量河道的石塊，且河道可見植生時，實施河道植生復育，原則上粗糙係數不可比復舊前還小。



照片 2.5 復舊自然河岸的護岸，粗糙度降低的案例

河岸區域植物移除後護岸粗糙度降低、流速增加，導致河床降低、下游側護岸受損等問題。



照片 2.6 整治後逕流水(洪水)導致護岸破損的案例

河岸改做成平滑護岸的災害復舊結果，流速較復舊前增大。

水中若有裸露的物體，作用在其上的流體力會與流速平方成正比大，因此，急流河川若粗糙度降低導致流速提高，會很容易在水流方向變化的坡度變化點與河道彎曲段產生劇烈侵蝕與河床降低狀況。此外，即使河道直線區域，也可能因為河床材料劇烈移動而形成嚴重的河床降低現象。

特別是急流河川，相同規模逕流水(洪水)情況下復舊前後流速的變化，以及河床面剪應力的變化，都應予以精查，擬定確保復舊後河道穩定的計畫。

(5) 與河道流程諧調的河岸、濱水帶與護岸工

掌握受災地點河段(流程分區)的河岸與濱水帶特徵，設計能融入與該河道流程諧調的河岸與濱水帶，選定護岸工。

《說明》

- 自然狀態下的「河岸與濱水帶」，不同河段(流程分區)與河道平面形狀位置(直線區域或河道彎曲段的凹岸與凸岸)會產生不同的植物形狀、材質與茂密狀況。亦即，不同河段形成的河岸與濱水帶，有大致一定的類型。
- 比如，谷底區間、扇狀地區間河寬通常較大，沙洲與堆積區域發達，河岸前面可見成濱水帶的形成。自然堤防區間多半水深較大，沙洲與堆積區域沒入水中，河岸全面堆積狀況較不常見。
- 此外，河道直線區間與彎曲段，形成不同的河岸與濱水帶構造。河道彎曲段凹岸易淘刷而無法形成濱水帶；凸岸則堆砂發達、形成濱水帶。
- 災害復舊時，除了參考現地調查所掌握該地點及上下游河岸與濱水帶狀況，也應了解受災地點流程及河道平面位置(直線河道與河道彎曲段凹岸與凸岸)，事先瞭解災害復舊的河岸與濱水帶形狀甚為重要。



照片 2.7 河道彎曲段凸岸所形成的的堆沙

(6) 狀況良好的深潭原則上應予以保全

狀況良好的深潭，原則上應儘量予以保全。

《說明》

- 河道彎曲段凹岸常形成規模(深度與面積)較大、M 型且狀況良好的深潭。深潭是魚類重要棲息場所，但也可能產生淘刷伴隨的河岸侵蝕。因此，設置護岸工應注意環境保護，防止河岸侵蝕。
- 河道彎曲段之淘刷對策以設置坡腳保護工時，為了避免妨礙深潭之形成，應注意坡腳保護工設置高度。具體而言，應參考相同河川或類似河川的深潭規模(深度與寬)，評估基礎工埋樁深度與坡腳保護工設置的高度與範圍。
- 此外，河寬較窄的中小型河川，坡面坡度變小，即不易形成深潭。提高護岸坡度、變陡，比較能形成深潭。
- 河道彎曲段凹岸坡面變陡可能導致淘刷加劇、護岸與坡腳保護工受損，因此應檢討復舊後河道之流向與流速等。
- 存在河畔樹木時，提高坡面坡度也有讓樹木突出於水面上、提高魚類棲息場所機能的效果。此時重點在於配套地進行深潭與河畔樹木的保全。
- 河道彎曲段凹岸的護岸前方有看起來像巨石的突出構造時，M 型深潭與 R 型深潭會重疊出現，形成更發達的深潭構造。照片 2.8 為河道彎曲段凹岸深潭保全案例(左)，景觀方面也無違和感，值得參考。



照片 2.8 河道彎曲段凹岸深潭保全狀況良好的案例(左)與保全狀況不佳的案例(右)



以巨石讓河岸與濱水帶產生凹凸，使水流有更多變化、形成並維持深潭構造。

照片 2.9 河岸突出構造形成深潭的案例(平井川：東京都)

受災時



復舊後



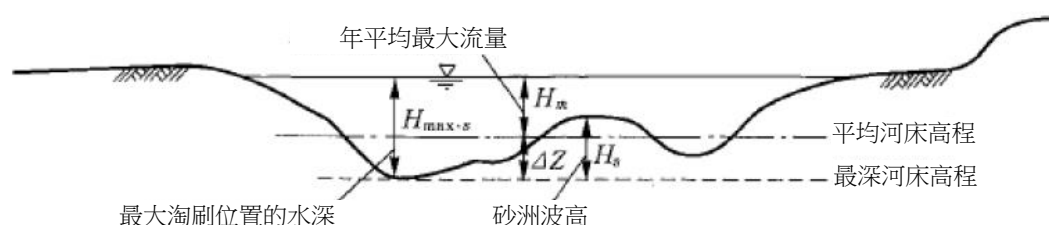
除了保全深潭，坡趾保護工所使用的巨石，也能確保魚類棲息空間

照片 2.9 除了保全河道彎曲段的深潭，也保全魚類棲息空間的案例(新莊川：高知縣)

受災地點前面形成深潭，復舊護岸不往前移動，讓深潭保持原狀。深潭較深位置則以自然石設置坡腳保護工，確保深潭的機能(魚類的棲息與繁殖場所)。

■技術資訊——河道彎曲段凹岸形成的深潭深度

「護岸力學設計方法」指出，護岸重要設計條件之一是評估最深河床高程。針對河道彎曲段凹岸的最大淘刷深度，山本(1988)認為，最大淘刷深度可以年平均最大流量流下時產生的淘刷深度示之，因此，評估最深河床高程，可作為在保全深潭目標下檢討護岸所需埋樁深度與坡腳保護工設置高度等的標準。依下圖所評估結果，以及災害現場實測值而估算河道彎曲段最大淘刷深度，以此作為設計的條件。



$H_{max \cdot s}$ ：最大淘刷位置的水深(m)

H_m ：年平均最大流量時的平均水深(m)

H_s ：砂洲波高 (m)

圖 2.17 實際河川最大淘刷地點水深($H_{max \cdot s}$)說明圖

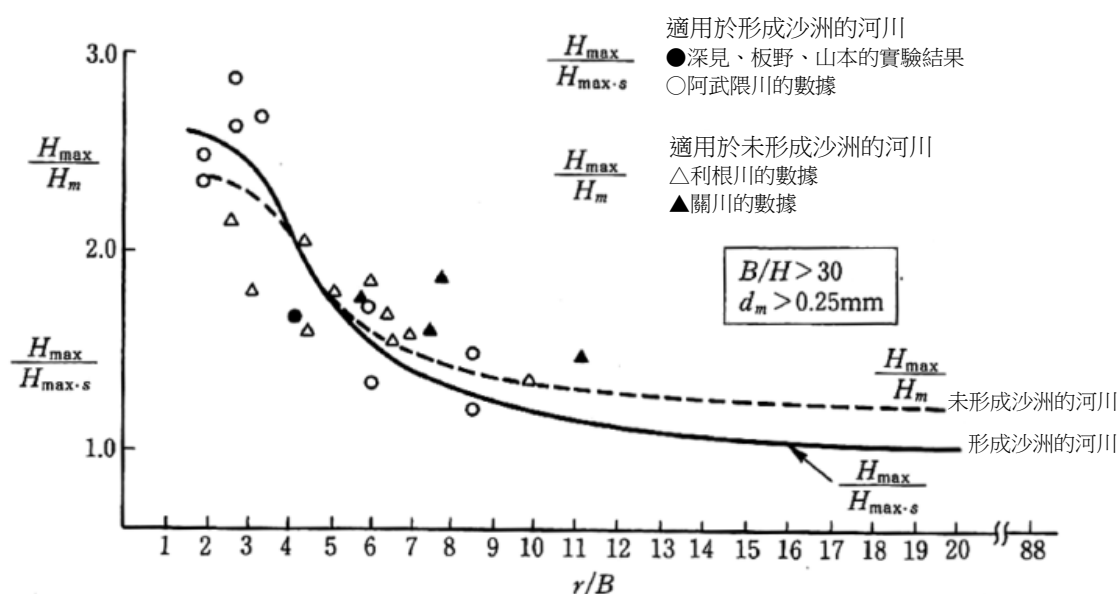


圖 2.18 彎曲河道 H_{max}/H_m 與 r/B 之關係

本圖顯示年平均最大流量之最大淘刷地點水深(H_{max})與河道彎曲段曲率半徑(r/B)的關係。比如，河寬 $B=10\text{m}$ 、曲率半徑 $r=60\text{m}$ ($r/B=6$)，直線河道不見沙洲的河川(未形成沙洲河川)的 H_{max}/H_m ，由上圖可知，大約為 1.5。若年平均最大流量的平均水深 H_m 為 2m，則 $H_{max}=3\text{m}$ ，估計河道彎曲段凹岸會比平均河床高程往下淘刷 1m 左右。

(7) 河畔樹木的保全

河畔樹木若未成為治水障礙，原則上予以保全。

《說 明》

- 河畔樹木具有下列機能，因此除非妨礙治水，否則原則上予以保全。
 - ①河畔樹木可降低河岸附近洪水的流速，其根部能抓緊土壤，具備保護河岸的治水機能。
 - ②具有提供魚類所需綠蔭或落下昆蟲，以及形成鳥類營巢與兩棲類、爬蟲類休息場所之功能。
 - ③可抑制到達河床的日射，避免河床植生過於茂密，有利於河道內植生的維護管理。
 - ④都市區域的河畔樹木是珍貴綠帶，可提供人們接觸綠意，帶來精神的安慰與滿足。此外，河畔樹木形成陰影，可提供舒服的散步空間。
- 河道若有狀況良好的河畔樹木，護岸應選擇適當的位置與工法，並使用最好的施工方法。
- 即使難以保全河畔樹木，也應檢討活用堤頂有限空間進行植樹，或在河道寬度突然擴大處植樹等，進行河畔樹木復育。
- 若在疏浚河道的河岸堤頂附近植樹，應確保與護岸坡頂有相當的距離，以免影響、破壞護岸構造，以確保承受樹根破壞的耐力。後者的情況，可評估實施設置防根地工織物等對策。此外，在可能受到洪水影響的地點植樹時，也應檢討面對洪水的安全性、樹木管理體制與漂流木對策等。



照片 2.11 低水流量河道護岸整備、保全河畔樹木的案例(長良川：岐阜縣)

(8) 湧水與滲透水的保全

出現湧水與滲透水的河岸與濱水帶實施災害復舊，湧水與滲透水最好予以保全。

《說明》

- 自然河岸有時會有滲透到地下的雨水等，往河岸表面滲出而形成湧水，或從河床湧出。
- 湧水、滲透水與河岸植物形成河岸濕潤狀態。河岸濕潤狀態除了是河岸與濱水帶特有多樣草本植物生長的重要條件，也是適合作為小型動物棲息或移動路線的環境。
- 預鑄混凝土塊疊砌或設置塊石疊砌等的護岸，為了進行護岸牆後排水、減輕土壓與殘留水壓而進行回填，其回填材料以及卵石等填充材料容易造成滲透水的滲透面急遽降低，滲透水因此無法供給到達坡面。因此，在確認滲透水抵達河岸坡面的地點設置護岸，應特別注意排水處理。

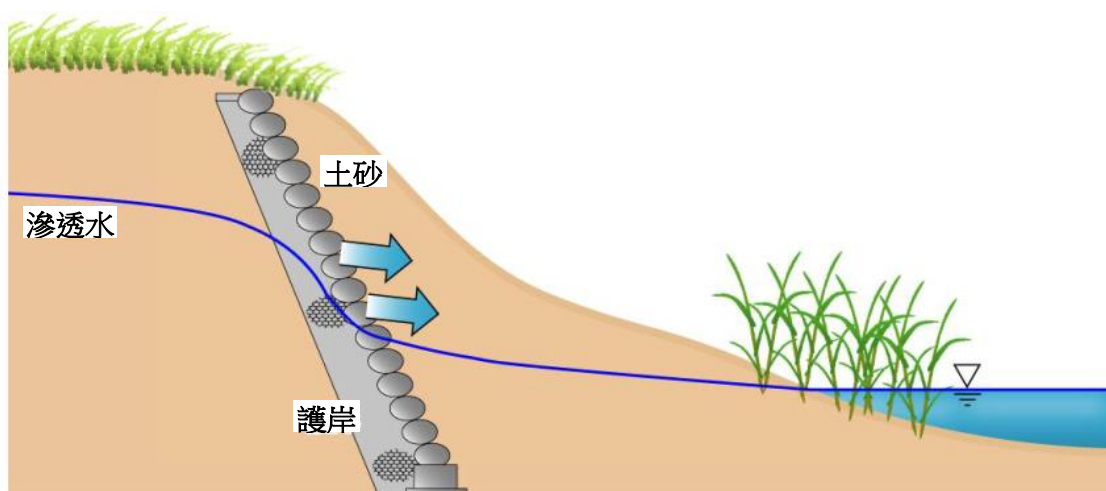


圖 2.19 護岸牆後透水性之確保(示意圖)

如圖 2.19 所示，最好能讓滲透水慢慢滲透到護岸前面，但目前能確保湧水與滲透水有效技術尚少，相關技術有待進一步開發。

(9) 避免過度挖取石塊

現場所見巨礫原則上應留置原地。直徑較大石塊應留置河床，避免過度挖取。

《說明》

- 急流河川有時洪水會導致河道巨礫流出。這種巨礫有阻礙河流橫斷面積之虞，但同時也有攔阻較小粒徑土砂的機能，形成河川上游區域特色景觀。這類巨礫應積極活用，代替護岸或固床工，發揮穩定河床的效果。
- 因此，急流河川河道內的巨礫，即使是不實施疏浚的復舊，原則上也不予以挖除，而留置原地。留置巨礫應注意配合橫斷面形狀，針對巨礫形狀設定流下斷面。
- 急流河川河床材料中最大的巨礫彼此互撐，常形成階梯狀河床型態的階梯-水潭(Step-Pool)，維持河床穩定。實施復舊工程，除了注意避免破壞巨礫互撐形成的階梯之外，即使不得不改變巨礫排列狀況，也應將巨礫留置現場，不予以移除。
- 現地挖取或堆置石材護岸所需材料，若有選擇地挖取河床零散分布的較大直徑石塊，石塊挖取後的河床土砂容易移動，導致河床降低，造成河床型態單調化。河床大型石塊，除了復舊工程所需之外，原則上應留置現場。
- 擬定石材護岸所需材料的現地挖取計畫，應避免現場挖取石塊，導致改變河床表面粒徑分布。除非備用材料太少或現場石材十分大量，否則應避免現地挖取石材。



照片 2.12 移除河床巨礫的案例

礫石河床河川應活用河床巨石作為復舊護岸前面的堆石。但大量移動低水流量河道之巨石，可能導致低水流量河道粗糙度變小、河床持續降低。活用現地石材，應注意避免河床粗糙度改變過大。

2.5.2 坡面保護工

(1) 坡面保護工選定的構想(C 表)

坡面保護工應綜合評估該地點設計流速等的外力、受災狀況、災害原因、河川規模、河道狀況、護岸牆後地狀況、河川環境與斷面形狀、材料耐久性、經濟性與施工性等，選擇適當的工法與材料。

《說 明》

- C 表中的工法大致分為混凝土系、石材系、箱籠(石籠)系、木材系、鋪墊系、植生系等，選定各工法的代表性工法與材料，然後從河段(流程分區)與代表流速兩個角度，說明其各自的適用範圍。
- 當要選定坡面保護工時，首先依據受災地點的河段、設計流速與坡面坡度，篩選出復舊工法的適合選項，配合該地點的治水條件(有無疏浚、堤防、滾石、是單一斷面或複式斷面等)與所篩選具有環境相關特性的工法特性與應注意事項，決定細部工法。又各工法的特性與應注意事項說明於後，提供參考。
- 各工法的適用範圍係依據至目前為止施工實績等工法選定的大致推估。應注意，未必只靠淘刷或堤頂侵蝕等流速就確認災害原因，適當選定工法更重要。此外，即使在適用流速的範圍內，有時也會出現滾石造成破損，或材料長期劣化(老化)伴隨產生安定性降低的狀況，因此也應從維護管理的角度決定工法。
- C 表介紹主要的工法，必要時可使用適合現地狀況具有機能性與經濟性的新工法等。此時新工法的驗證方法，可個別參考「國土交通省 河川砂防技術基準(案)同說明」以及「修訂 護岸的力學設計方法」((財團法人)國土技術研究中心編)等。
- 另外，若判斷復舊地點係景觀與自然景觀重要區間、重要地點，選定復舊工法時亦可不參考 C 表。

表 2.7 護岸工法設計流速關係表(C 表)

護岸坡度大於 1:1.5 時適用工法例示
(參考其他工法等施工實際狀況，進行事後必要的修正)

河段			復舊工法案例			設計流速 (m/s)							
山區 河道	谷底平 原 扇狀地 河道	自然堤 防帶 三角洲	材料	構造	工法		2	3	4	5	6	7	8
、			石材系	自然石(混凝土疊砌)	1 巨石疊砌(混凝土疊砌)	4~8							
					2 天然石疊砌(混凝土疊砌)	4~8							
					3 四角石材疊砌(混凝土疊砌)	4~8							
				自然石(乾砌)	4 巨石疊砌(乾砌)	5							
					5 天然石疊砌(乾砌)	5							
					6 四角石材疊砌(乾砌)	5							
					7 連結自然石(乾砌)	8							
					8 錨式乾砌塊石	8							
			混凝土系	混凝土塊(混凝土疊砌)	9 混凝土塊混凝土疊砌	4~8							
					10 多孔石混凝土塊混凝土疊砌	4~8							
				混凝土塊(乾砌)	11 混凝土塊乾砌	5							
					12 多孔石混凝土塊乾砌	5							
			箱籠系	箱籠(多層)	13 鉛絲箱籠多層疊砌	6.5							
					14 嵌板格籠工(彈性嵌板)	4.5							
			木材系	圓木格框	15 圓木格框(含單面坡面格框工程)	4							
					16 木製格框	4							
				木椿編柵	17 木椿編柵	4							
					18 木板編柵	4							

※上表的適用範圍僅供參考，可積極採用能配合設計流速的適當工法。

※選定工法前應充分了解復舊工法之注意事項。

註) 應儘量使用殘土、達到植生復原目標，並於坡面肩部與岸邊實施覆土。

表 2.8 護岸工法設計流速關係表(C 表)

護岸坡度小於 1:1.5 時適用的工法例示

(參考其他工法等施工實際狀況，進行事後必要的修正)

河段			復舊工法案例			設計流速							
山區河道	谷底平原 扇狀地河道	自然堤防帶 三角洲	材料	構造	工法	m/s							
			石材系	自然石(混凝土 疊砌)	1 巨石鋪置(混凝土疊砌)	4~8							
					2 天然石鋪設(混凝土疊砌)	4~8							
					3 四角石材鋪置(混凝土疊砌)	4~8							
				自然石(乾砌)	4 巨石鋪置(乾砌)	5							
					5 天然石鋪置(乾砌)	5							
					6 四角石材鋪置(乾砌)	5							
					7 連結自然石(無混凝土鋪置)	4~8							
			混凝土系	混凝土塊鋪置	8 混凝土塊鋪置	4~8							
					9 多孔石混凝土塊鋪置	4~8							
					10 坡面格框工	4~8							
				連結混凝土塊	11 連節混凝土塊	5							
					12 大型連節混凝土塊	5							
					13 多孔石連節混凝土塊	5							
			箱籠系	蛇籠	14 植生蛇籠	5							
				蛇籠(平鋪)	15 鉛絲蛇籠平鋪工	5							
				卵石籠袋	16 連結籠袋鋪置(礫石)	5							
			木材系	圓木格框	17 圓木格框(含單邊坡面格框工)	4							
					18 樹枝編柵坡面格框工	4							
				樹枝編柵工	19 樹枝編柵工	4							
					20 木製格框工	4							
				木椿編柵	21 木椿編柵	4							
					22 木板編柵	4							
			鋪墊系	地工織物	23 地工織物	3							
					24 植生墊	3							
				混凝土塊地墊	25 混凝土塊地墊	4							
					26 植石網	4							
			植生系	草皮鋪置	27 草皮鋪置	2							

※上表的適用範圍僅供參考，可積極地採用能配合設計流速的適當工法。

※選定工法前應充分了解復舊工法的注意事項。

※坡面格框工：依坡面格框內部填充材料改變設計流速的工法

(例：格框填充使用混凝土時，設計流速為 8m/s；使用自然石(乾砌)時，設計流速為 5m/s)。

(2) 坡面保護工的特徵與注意事項

選定坡面保護工時，除了了解坡面保護工工種別的構造與特徵，也應注意選定工法適用時的注意事項。

《說 明》

- 坡面保護工特徵的掌握
 - 坡面保護工應從治水與環境機能的角度，掌握其工種別的構造與特徵。
 - 代表性工法的特徵與設計、施工注意事項如次頁以下所示。這些注意構想整理成如 A 表所示的工法檢核表，從檢核標的之充分理解，並反映到復舊工法的設計與施工上。
 - 坡面保護工不同種類的材料與形狀等會產生很大特性差異，就從環境特性，不只坡面保護工的種類，也可能因為設置場所以及之後的洪水等經歷而產生變化，因此即使施工完成，仍應持續針對不同特性與環境特性，實施追蹤調查。
- 坡面保護工的環境機能
 - 坡面保護工的護岸工係構成河岸與濱水帶的重要要素，非必要應避免設置，若設置，原則上應在護岸前面形成河岸與濱水帶。
 - 但若受條件限制、護岸外露而可能造成河川景觀與自然環境不良影響，應附加讓護岸具備必要的環境機能。
 - 環境機能依混凝土系、石材系、箱籠系、木材系、鋪墊系、植生系等六種工法而有不同，因此，設計與施工時，除了掌握各工法對於水流的安全性以及對於土壓的穩定性，還須了解該工法的環境機能，活用各工法的優點，並克服其缺點。
 - 坡面保護工的環境機能大致分為「河川景觀」與「自然環境」二大類，以下整理各工法應注意項目。而具體注意事項如後述。

1) 河川景觀相關的具體注意事項

- 在災害復舊為保全河川景觀，原則上護岸應融入周邊景觀，避免太過顯眼。相關具體注意事項分為「坡面部分」、「岸邊部分」、「堤頂與堤肩部分」、「其他的部分」，說明如下。

①坡面部分的注意事項

- 坡面應有所分割。(不可一整片呈現)
- 坡面明度與彩度應儘量降低。
- 所使用個別材料大小適中。
- 個別材料都能呈現好的質感。
- 避免採用忌諱的景觀形式。

②岸邊的注意事項

- 最好能看不出岸邊界線。

③堤頂與堤肩的注意事項

- 最好能看不太出堤頂或堤肩的界面線。

④其他部分的注意事項

- 應設置洩水孔與端牆等。

※上述四種及其細部事項並非所有工法都應注意，有些項目依工法不同可不特別注意

2) 自然環境相關的具體注意事項

- 護岸裸露時為了保全自然環境，應確保坡面生物棲息、生長環境，以及生物通道。
- 如下所示，①與②主要是與棲息、生長相關項目，③為通道相關項目。此外，這些項目也是針對自然環境、背後鄰接區域良好狀況時的應注意項目。

①可提供植生茂密生長的空隙

②可確保溼潤狀態的透水性與保水性

③生物的通道

- 下頁起將列表說明坡面保護工的種類與特徵、具體注意事項，以及個別注意事項，並一一說明。

表 2.9 河川景觀與自然環境相關的具體注意事項

機能	部分	具體的注意事項	混凝土系	石材系	箱籠系	木材系	鋪墊系	植生系
河川景觀	坡面部	護岸實施分節，讓坡面看起來小一點	緩、陡	緩、陡			緩 註 1	
		降低坡面的明度與彩度	緩、陡					
		材料處理成適當的大小。	緩、陡	緩、陡				
		材料具有質感。	緩、陡					
		避免忌諱的景觀形式。	緩、陡					
	濱水帶	濱水帶最好植物茂密生長，讓岸邊線看起來不是那麼明顯。	緩、陡	緩、陡	緩、陡	緩、陡	緩	緩
	堤頂與堤肩	讓堤頂與堤肩線看起來不是那麼明顯。	緩、陡	緩、陡	緩、陡			
	其他	洩水孔、端牆等	緩、陡	緩、陡				
自然環境		可植生長基地的空隙	緩、陡	緩、陡	緩、陡 註 1	緩、陡 註 1		
		可確保濕潤狀態的透水性與保水性	緩、陡	緩、陡	緩、陡 註 1	緩、陡 註 1		
		確保生物通道	陡	陡 註 2	陡 註 1、註 2	陡 註 1、註 2		

緩：坡度低於 1:1.5 時(鋪置格柵等的護岸)，陡：坡面大於 1:1.5 (塊石疊砌護岸)

註 1：若能實施覆土與填充土砂對應，可從注意事項除外的項目。

註 2：大多數生物而言不構成問題，但也有些生物物種難以攀爬。

表 2.10 護岸工法(坡面保護工)的種類與特徵①

護岸的坡面坡度大於 1:1.5 時，適用的工法例示
(參考其他工法等施工實際經驗，持續進行修正。)

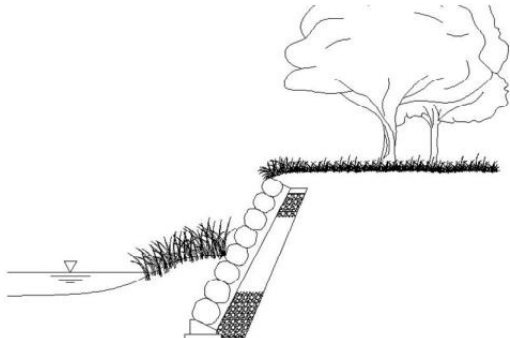
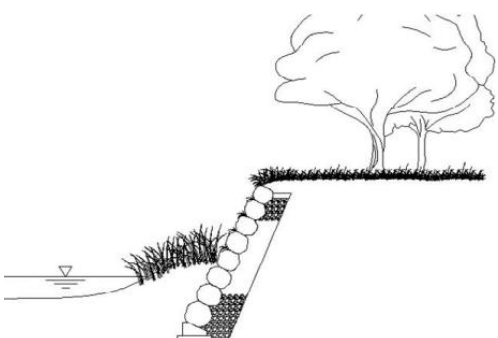
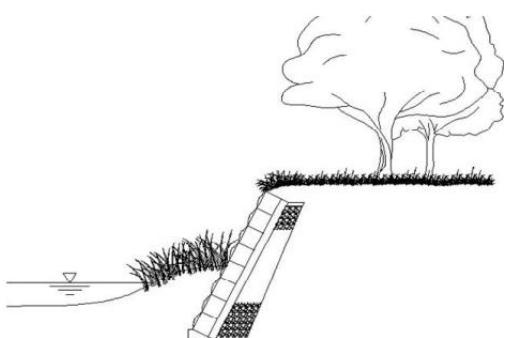
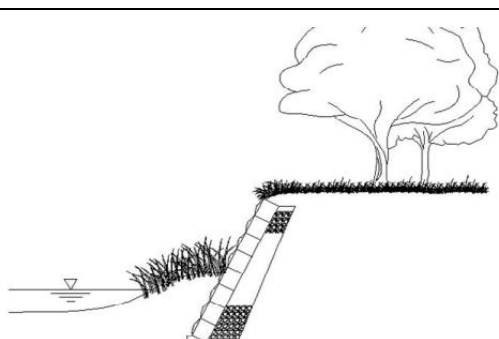
復舊工法案例		工法概要圖	工法特徵
石材系	自然石(混凝土疊砌)		<ul style="list-style-type: none"> • 天然石、四角石材、雜切割石、切割石等的疊砌以及石材相互頂住以增加剪力阻抗，並利用充填混凝土等讓石材更緊密結合的構造。 • 以自重維持陡坡坡面的工法。 • 使用現地石材，易融入周邊景觀。 • 採用深槽縫構造，能形成空隙。 • 若能選擇適當的石材，可具備作為生物通道的坡面粗糙度。
	自然石(乾砌)		<ul style="list-style-type: none"> • 天然石、四角石材、雜切割石、切割石等的疊砌以及石材相互頂住以增加剪力阻抗的構造。 • 以自重維持陡坡坡面的工法。 • 使用現地石材，易融入周邊景觀。 • 能產生適當的空隙。 • 若能使用適當的填充材料，可具備透水性。 • 選擇適當的石材，也可具備作為生物通道的坡面粗糙度。
混凝土系	混凝土塊(混凝土疊砌)		<ul style="list-style-type: none"> • 疊砌預鑄混凝土塊，並利用充填混凝土等讓預鑄混凝土塊緊密結合的構造。 • 以自重維持陡坡坡面的工法。 • 種類繁多，應謹慎評估各該種類具備的景觀性能與自然環境性能。 • 有些構造能有效維護景觀與自然環境。
	混凝土塊(乾砌)		<ul style="list-style-type: none"> • 疊砌預鑄混凝土塊，利用預鑄混凝土塊的突起以及填充材料塊、連節的金屬片等提高預鑄混凝土塊之間剪力阻抗的構造。 • 以自重維持陡坡坡面的工法。 • 種類繁多，應謹慎評估各該種類具備的景觀性能與自然環境性能。 • 有些構造能有效維護景觀與自然環境。 • 具備透水性

表 2.11 護岸工法(坡面保護工)設計施工注意事項①

護岸坡面坡度大於 1:1.5 時，適用工法例示

(參考其他工法等之施工實際經驗，持續進行修正。)

注意事項							注意事項	
景觀				自然環境			設計階段	施工階段
堤頂	坡面	岸溝	濱水帶	其他	空隙	濕潤		
●	●	●	●	●	●	●	<ul style="list-style-type: none"> 護岸坡肩與濱水帶應有植生。 應儘量保全、配置河畔林。 壁高相當高時，護岸應分層。 現況良好的河川，應設定接近現況的粗糙係數。 選擇適當大小與種類的石材，並使用適合該石材的疊砌方法。 堤頂應進行美觀修飾。 端牆應避免醒目。 <p>(岸邊及護岸後方鄰接區域自然環境良好時，仍應注意下列事項)</p> <ul style="list-style-type: none"> 保有可作為植生基地的空隙。 讓護岸具有透水性與保水性，確保具有濕潤狀態的坡面。 確保生物通道。 	<ul style="list-style-type: none"> 濱水帶的拋石與堆土（堆石）應儘量使用現場材料。※但應避免過度挖取。 原本存在狀況良好的深潭與河畔林等，應儘量予以保全。 所使用石材應儘量就地取材。※但應避免過度取材。 配合石材，採取適當的疊砌施工方法。 避免以不當疊砌方法施工。 伸縮接縫與轉角也應修飾美觀。 端牆與堤頂部應進行美觀修飾。 設置洩水孔時，避免讓洩水孔醒目。
●	●	●	●	●	●	●	<ul style="list-style-type: none"> 護岸坡肩與濱水帶應有植生。 儘量保全、配置河畔林。 壁高相當高時，應實施護岸分層。 現況良好的河川，應設定與現況大致相同的粗糙係數。 護岸裸露時，護岸明度原則上應小於 6。 護岸裸露時，護岸彩度最好是 0，並融入周邊景觀。 護岸裸露時，護岸材質應有適當的質感。 護岸裸露時，應採用能融入周邊景觀的景觀形式。 護岸裸露時，護岸材料應採取能融入周邊景觀的尺寸大小。 堤頂應進行美觀修飾。 端牆應避免醒目。 <p>(岸邊及護岸後方鄰接區域自然環境良好，仍應注意下列事項)</p> <ul style="list-style-type: none"> 保有可作為植生基地的空隙。 護岸應具有透水性與保水性，確保濕潤狀態的坡面。 確保生物通道。 	<ul style="list-style-type: none"> 濱水帶的拋石與堆土（堆石）應儘量使用現場材料。※但應避免過度挖取。 原本存在狀況良好的深潭與河畔林等，應儘量予以保全。 應讓端牆與堤頂部看起來不明顯。 設置洩水孔，應避免讓洩水孔醒目。

表 2.12 護岸工法（坡面保護工）的種類與特徵②

護岸坡面坡度大於 1:1.5 時，適用工法案例

（掌握其他工法等施工實際經驗，持續進行修正。）

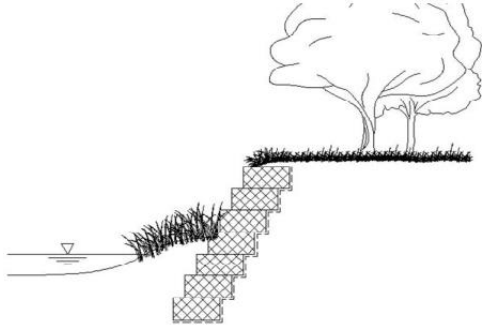
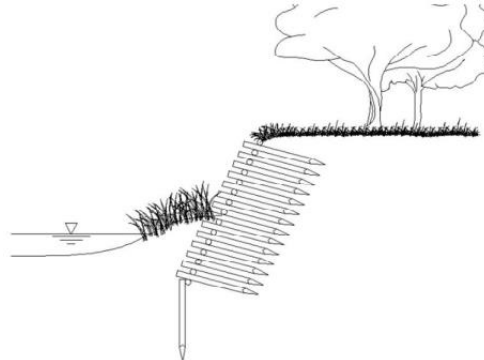
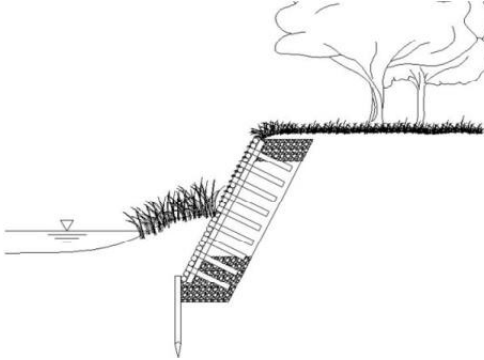
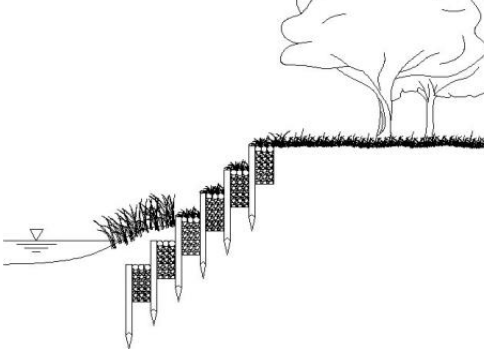
復舊工法案例		工法概要圖	工法特徵
箱籠系	箱籠（多層堆疊）		<ul style="list-style-type: none"> • 坡面設置用鉛絲編製箱籠，籠中填塞礫石，上面覆蓋蓋籠的構造。 • 以自重維持陡坡坡面的工法。 • 可產生並維持空隙。 • 可產生並維持透水性。 • 可保護較少滾石的河川，以及比堤內地盤還低的河岸 • 有車輛載重限制的地點，以及有堤防的部分，避免使用
木材系	原木格籠		<ul style="list-style-type: none"> • 圓木打進坡面、組合成格子狀的構造。 • 圓木與土塊一體化、防止河岸侵蝕的工法。 • 使用木材，較易融入周邊景觀。 • 可產生並維持空隙。 • 可產生並維持透水性與保水性。 • 可保護較少滾石的河川，以及比堤內地盤還低的河岸 • 有車輛載重限制的地點，以及有堤防的部分，避免使用 • 應實施防止木材腐朽對策。
	木製格框		<ul style="list-style-type: none"> • 格框化原木格籠堆疊，並以填充材料填充內部的構造。 • 圓木與土塊一體化、防止河岸侵蝕的工法。 • 使用木材，較易融入周邊景觀。 • 可產生並維持空隙。 • 可產生並維持透水性。 • 可保護較少滾石的河川，以及比堤內地盤還低的河岸 • 有車輛載重限制的地點，以及有堤防的部分，避免使用 • 應實施防止木材腐朽對策。
	木椿編柵		<ul style="list-style-type: none"> • 木柵打進坡面成柵，填塞礫石的構造。 • 使用木椿並填塞礫石、保護河岸的工法 • 使用木材，較易融入周邊景觀。 • 可產生並維持空隙。 • 可產生並維持透水性。 • 可保護較少滾石的河川，以及比堤內地盤還低的河岸 • 有車輛載重限制的地點，以及有堤防的部分，避免使用 • 應實施防止木材腐朽對策。

表 2.13 護岸工法（坡面保護工）設計施工注意事項②

護岸坡面坡度大於 1:1.5 時，適用工法案例

（掌握其他工法等的施工實際經驗，持續進行修正。）

注意項目							注意事項	
景觀				自然環境			設計階段	施工階段
堤頂	坡面	濱水帶	其他	空隙	濕潤	移動		
●	●	●		●	●	●	<ul style="list-style-type: none"> ● 護岸坡肩與濱水帶應有植生。 ● 檢討河畔林之保全或配置。 ● 壁高較高時，應將護岸予以分層。 <p>（岸邊及護岸後方鄰接區域自然狀況良好時，仍應注意下列事項。）</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 應有可作為植生基地的空隙。 ● 應具備可確保坡面濕潤狀態的透水性與保水性。 ● 應確保生物通道。 ● 利用現地殘土與土砂恢復植生時，可用灌水等方法填滿空隙，設置可防止土砂流出的土砂吸出防止材。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 填充護岸的石材與濱水帶的拋石、堆土（堆石），應儘量使用現場材料※但不可過度挖取。 ● 存在良好深潭與河畔林等時，應儘量予以保全。
		●		●	●	●	<ul style="list-style-type: none"> ● 護岸坡肩與濱水帶應有植生。 ● 檢討河畔林之保全或配置。 <p>● （岸邊及護岸後方鄰接區域自然狀況良好，也應注意下列事項。）</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 應有可作為植生基地的空隙。 ● 應具備可確保坡面濕潤狀態的透水性與保水性。 ● 應確保生物通道。 ● 利用現地殘土與土砂恢復植生時，可用灌水等方法填滿空隙，設置可防止土砂流出的土砂吸出防止材。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 濱水帶的拋石、堆土（堆石）應儘量使用現場材料※但應避免過度挖取。 ● 存在良好深潭與河畔林等時，應儘量予以保全。 ● 應積極使用當地間伐材。

表 2.14 護岸工法（坡面保護工）的種類與特徵③

護岸坡面坡度小於 1:1.5 時，適用工法案例

（掌握其他工法等施工實際經驗，持續進行修正。）

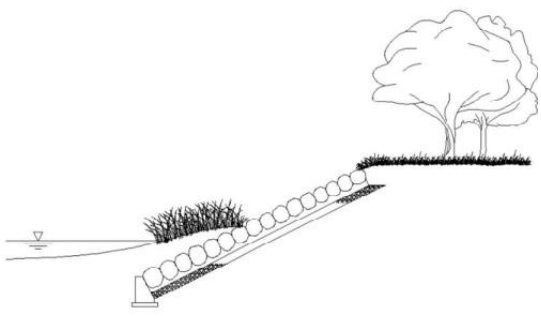
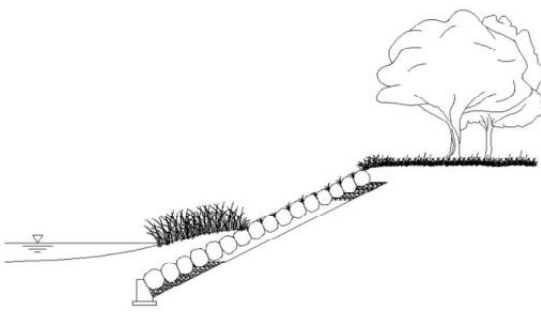
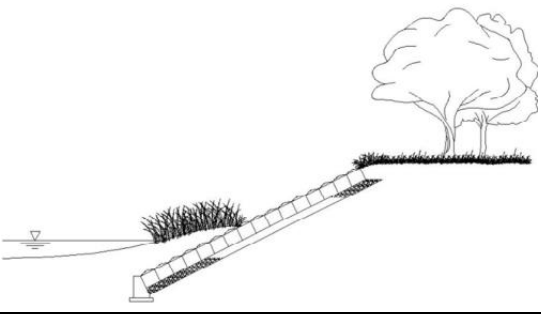
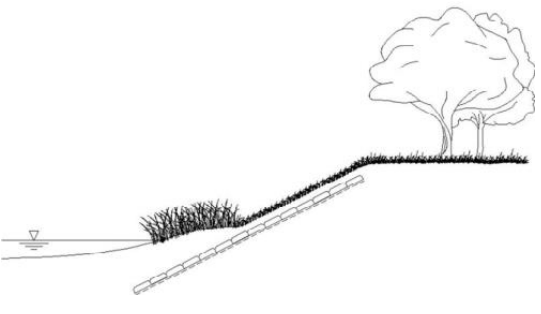
復舊工法案例		工法概要圖	工法特徵
石材系	自然石（混凝土砌石鋪置）		<ul style="list-style-type: none"> ● 天然石、四角石材、雜切割石、切割石等地疊砌以及石材彼此頂住、增加剪力阻抗，並利用充填混凝土塊等讓石材更緊密結合的構造。 ● 以自重抵抗流體力所形成推移力、保護緩坡度坡面不受侵蝕的工法。 ● 使用現地石材，易融入周邊景觀。 ● 採用深槽縫構造，能形成空隙。 ● 選擇適當的石材，也可具備適合做生物通道的坡面粗糙度。
	自然石（乾砌鋪置）		<ul style="list-style-type: none"> ● 天然石、四角石材、雜切割石、切割石等地疊砌以及石材彼此頂住、增加剪力阻抗的構造。 ● 以自重維持陡坡坡面的工法。 ● 使用現地石材，易融入周邊景觀。 ● 能產生適當的空隙。 ● 使用適當的填充材料，可具備透水性。 ● 選擇適當的石材，也可具備適合做生物通道的坡面粗糙度。
混凝土系	混凝土塊鋪置		<ul style="list-style-type: none"> ● 坡面鋪置預鑄混凝土塊，然後利用連結的金屬片與流填混凝土塊等，讓預鑄混凝土塊緊密結合的構造。 ● 以自重抵抗流體力所導致的護岸滑動與翻轉、保護緩坡度坡面不受侵蝕的工法。 ● 種類繁多，應謹慎評估各該種類所具備景觀性能與自然環境性能。 ● 有些構造能有效維護景觀與自然環境。
	連節混凝土塊		<ul style="list-style-type: none"> ● 坡面鋪置預鑄混凝土塊，利用連結線等，讓預鑄混凝土塊緊密結合的構造。 ● 以自重抵抗流體力所產生的護岸滑動與翻轉、保護緩坡度坡面不受侵蝕的工法。 ● 種類繁多，應謹慎評估各該種類所具備的景觀性能與自然環境性能。 ● 有些構造能有效維護景觀與自然環境。 ● 具備透水性

表 2.15 護岸工法（坡面保護工）設計施工注意構想③

護岸坡面坡度小於 1:1.5 時，適用工法案例

（掌握其他工法等施工實際經驗，持續進行修正。）

注意項目							注意事項	
景觀				自然環境			設計階段	施工階段
堤頂	坡面	濱水帶	其他	空隙	濕潤	移動		
●	●	●	●	●	●		<ul style="list-style-type: none"> ● 護岸坡肩與濱水帶應有植生。 ● 應努力保全、配置河畔林。 ● 坡面長度相當長時，應實施護岸分層。 ● 現況良好河川，應設定接近現況的粗糙係數。 ● 應選擇適當大小與種類的石材，並使用適合該石材的鋪置方法。 ● 堤頂應進行美觀的修飾。 ● 端牆應避免醒目。 <p>（岸邊及護岸後方鄰接區域自然環境良好時，仍應注意下列事項）</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 形成可作為植生基地的空隙。 ● 護岸應具有透水性與保水性，確保濕潤狀態的坡面。 ● 確保生物通道。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 濱水帶的拋石與堆土（堆石）應儘量使用現場材料。※但應避免過度挖取。 ● 存在狀況良好的深潭與河畔林等，應儘量予以保全。 ● 所使用石材應儘量就地取材。※但應避免過度取材。 ● 應配合石材，採取適當的鋪置施工方法。 ● 應避免以不當的疊砌方法施工。 ● 伸縮接縫與轉角，也應修飾美觀。 ● 端牆與堤頂部應進行美觀修飾。 ● 設置洩水孔，應避免讓洩水孔太醒目。
●	●	●	●	●	●		<ul style="list-style-type: none"> ● 護岸坡肩與濱水帶應有植生。 ● 應致力於保全配置河畔林。 ● 坡面長度相當長時，應實施護岸分層。 ● 現況良好河川，應設定接近現況的粗糙係數。 ● 護岸裸露時，護岸明度原則上應小於 6。 ● 護岸裸露時，護岸彩度最好是 0，並融入周邊景觀。 ● 護岸裸露時，護岸材質應有適當的質感。 ● 護岸裸露時，應採用融入周邊景觀的景觀形式。 ● 護岸裸露時，護岸材料應採取融入周邊景觀的尺寸。 ● 堤頂應進行美觀修飾。 ● 端牆應避免醒目。 <p>（岸邊及護岸後方鄰接區域自然環境良好，也應注意下列事項）</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 形成可作為植生基地的空隙。 ● 護岸應具有透水性與保水性，確保濕潤狀態的坡面。 ● 確保生物通道。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 濱水帶的拋石與堆土（堆石）應儘量使用現場材料。※但應避免過度挖取。 ● 若原本存在良好的深潭與河畔林等，應儘量予以保全。 ● 應避免端牆與堤頂部太醒目。 ● 設置洩水孔，應避免讓洩水孔過於醒目。

表 2.16 護岸工法（坡面保護工）的種類與特徵④

護岸坡面坡度小於 1:1.5 時，適用工法案例

（應掌握其他工法等施工實際經驗，持續進行修正。）

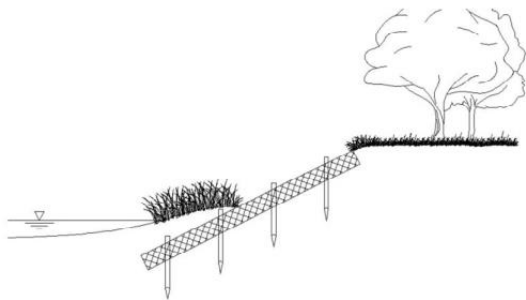
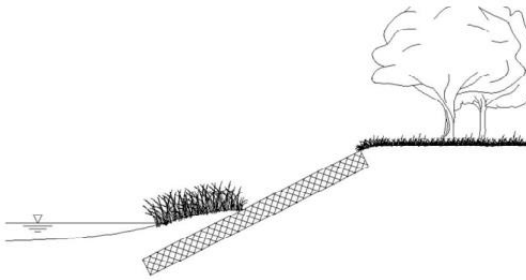
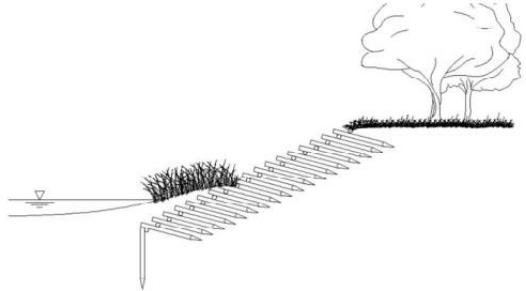
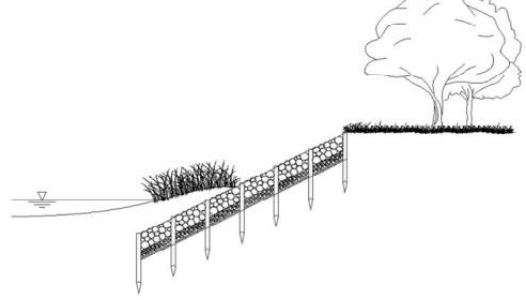
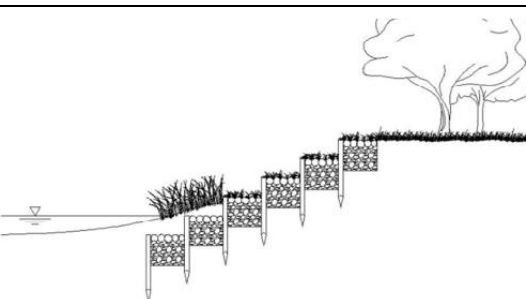
復舊工法案例		工法概要圖	工法特徵
箱籠系	蛇籠		<ul style="list-style-type: none"> 鉛絲編製的圓筒形箱籠填塞卵石、打樁固定於坡面的構造。 以填充材料（石材）抵抗推移力、保護緩坡坡面不受侵蝕的工法。 可產生並維持空隙。 可產生並維持透水性與保水性。 可保護較少滾石河川，以及比堤內地盤還低的河岸。
	箱籠（平鋪）		<ul style="list-style-type: none"> 坡面設置鉛絲籠框，籠中填塞卵石並設置蓋籠的構造。 以填充材料（石材）的自重抵抗推移力、保護緩坡坡面不受侵蝕的工法。 可產生並維持空隙。 可產生並維持透水性與保水性。 可保護較少滾石河川，以及比堤內地盤還低的河岸。
木材系	原木格籠		<ul style="list-style-type: none"> 將圓木打進坡面、組合成格子狀的構造。 圓木與土塊一體化、防止河岸侵蝕的工法。 使用木材，易融入周邊景觀。 可產生並維持空隙。 可產生並維持透水性與保水性。 可保護較少滾石河川，以及比堤內地盤還低的河岸。 應實施木材腐朽對策。
	樹枝編柵坡面格框		<ul style="list-style-type: none"> 樹枝編柵套進打入坡面的木樁、形成坡面格框並填塞卵石的構造 以填充材料（石材）的自重抵抗推移力、保護緩坡坡面不受侵蝕的工法。 使用木材，易融入周邊景觀。 可產生並維持空隙。 可產生並維持透水性。 可保護較少滾石河川，以及比堤內地盤還低的河岸 應實施木材腐朽對策。
	木樁編柵		<ul style="list-style-type: none"> 木柵打進坡面成柵、填塞礫石的構造。 木樁填塞礫石保護河岸的工法 使用木材，易融入周邊景觀。 可產生並維持空隙。 可產生並維持透水性。 可保護較少滾石河川，以及比堤內地盤還低的河岸 應實施木材腐朽對策。

表 2.17 護岸工法（坡面保護工）設計施工注意構想④

護岸坡面坡度小於 1:1.5 時，適用工法案例

（掌握其他工法等施工實際經驗，持續進行修正。）

注意項目							注意事項	
景觀				自然環境			設計階段	施工階段
堤頂	坡面	濱水帶	其他	空隙	濕潤	移動		
●	●	●		●	●	●	<ul style="list-style-type: none"> 護岸坡肩與濱水帶應有植生。 應保全、配置河畔林。 坡面長度過長，應實施護岸分層。 <p>（岸邊及護岸後方鄰接區域自然狀況良好時，仍應注意下列事項。）</p> <ul style="list-style-type: none"> 應有可作為植生基地的空隙。 應確保坡面濕潤狀態的透水性與保水性。 應確保生物通道。 利用現地殘土與土砂恢復植生時，可用灌水等方法填滿空隙，或設置可防止土砂流出的土砂吸出防止材。 	<ul style="list-style-type: none"> 填充護岸的石材與濱水帶拋石、堆土（堆石），應儘量使用現場材料※但不可過度挖取。 存在狀況良好深潭與河畔林等時，應儘量予以保全。
		●		●	●	●	<ul style="list-style-type: none"> 護岸坡肩與濱水帶應有植生。 坡面長度過長時，應實施護岸分層。 <p>（岸邊及護岸後方鄰接區域自然狀況良好時，也應注意下列事項。）</p> <ul style="list-style-type: none"> 應有可作為植生基地的空隙。 應確保坡面濕潤狀態的透水性與保水性。 應確保生物通道。 <p>利用現地殘土與土砂恢復植生時，可用灌水等方法填滿空隙，或設置可防止土砂流出的土砂吸出防止材。</p> <p>（岸邊及護岸後方鄰接區域自然環境良好時，也應注意下列事項）</p> <ul style="list-style-type: none"> 保有可作為植生基地的空隙。 護岸應具有透水性與保水性，確保濕潤狀態的坡面。 確保生物通道。 	<ul style="list-style-type: none"> 濱水帶的拋石、堆土（堆石），應儘量使用現場材料※但應避免過度挖取。 存在良好深潭與河畔林等時，應儘量予以保全。 應積極使用當地間伐材。

表 2.18 護岸工法（坡面保護工）的種類與特徵⑤

護護岸坡面坡度小於 1:1.5 時，適用工法案例

（掌握其他工法等施工實際經驗，持續進行修正。）

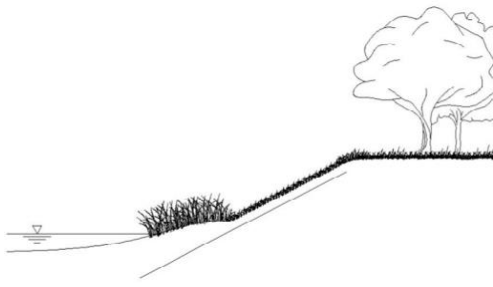
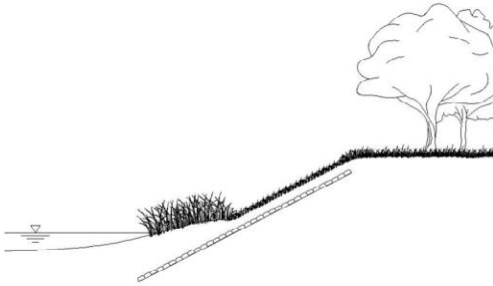
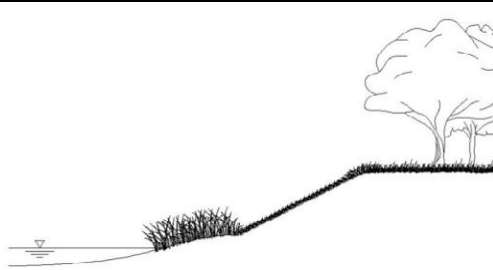
復舊工法案例		工法概要圖	工法特徵
鋪墊系	土工織物		<ul style="list-style-type: none"> • 坡面鋪設土工織物並覆蓋泥土的構造。 • 讓坡面植物的根貫穿土工織物，進入地盤取得補強效果的工法。 • 設計目的在於恢復植生，形成良好景觀與自然環境。 • 主要運用在較少滾石的河川，以及沖刷段之外的河道。 • 以錨栓等強化端部、防止翻轉的對策與坡面防滑對策。
	混凝土塊地墊		<ul style="list-style-type: none"> • 坡面鋪設用來接著與固定眾多小型預鑄混凝土塊的鋪壁系、上面覆土的構造。 • 以自重抵抗流體力所導致的護岸滑動與翻轉、保護緩坡度坡面不受侵蝕的工法。 • 設計目的在於恢復植生，形成良好景觀與自然環境。 • 主要運用在較少滾石的河川，以及沖刷段之外的河道。 • 以錨栓等強化端部、防止翻轉的對策與坡面防滑對策。
植生系	草皮鋪置		<ul style="list-style-type: none"> • 坡面鋪設草皮的構造。 • 草皮的根伸入坡面、能更早確保坡面具耐侵蝕性的功法。 • 設計目的在於藉由草皮生長，形成良好景觀與自然環境。 • 草皮鋪設在正常水位不會泡水的地點，在著根前不會被水流沖走的地方施工。 • 植生管理可能不足，應謹慎養護，直到著根為止。

表 2.19 護岸工法（坡面保護工）設計施工注意構想⑤

護岸坡面坡度小於 1:1.5 時，適用工法案例

（掌握其他工法等的施工實際經驗，持續進行修正。）

注意項目							注意事項	
景觀				自然環境			設計階段	施工階段
堤頂	坡面	濱水帶	其他	空隙	濕潤	移動		
	●	●					<ul style="list-style-type: none"> 護岸坡肩與濱水帶應有植生。 應保全、配置河畔林。 坡面長度過長時，應實施護岸分層。 <p>※覆土可能流出時，參照混凝土塊系的注意事項。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 濱水帶的拋石與堆土（堆石），最好使用現場材料※但應避免過度挖取。 存在狀況良好深潭與河畔林等時，應儘量予以保全。
		●					<ul style="list-style-type: none"> 護岸坡肩與濱水帶應有植生。 坡面長度過長時，應實施護岸分層。 	<ul style="list-style-type: none"> 濱水帶的拋石與堆土（堆石），最好使用現場材料※但應避免過度挖取。 存在狀況良好深潭與河畔林等時，應儘量予以保全。 應積極使用當地間伐材。

(3) 具體注意事項

說明各種工法的具體注意事項。坡面保護工使用上述各項工法，設計時應掌握各該注意事項。

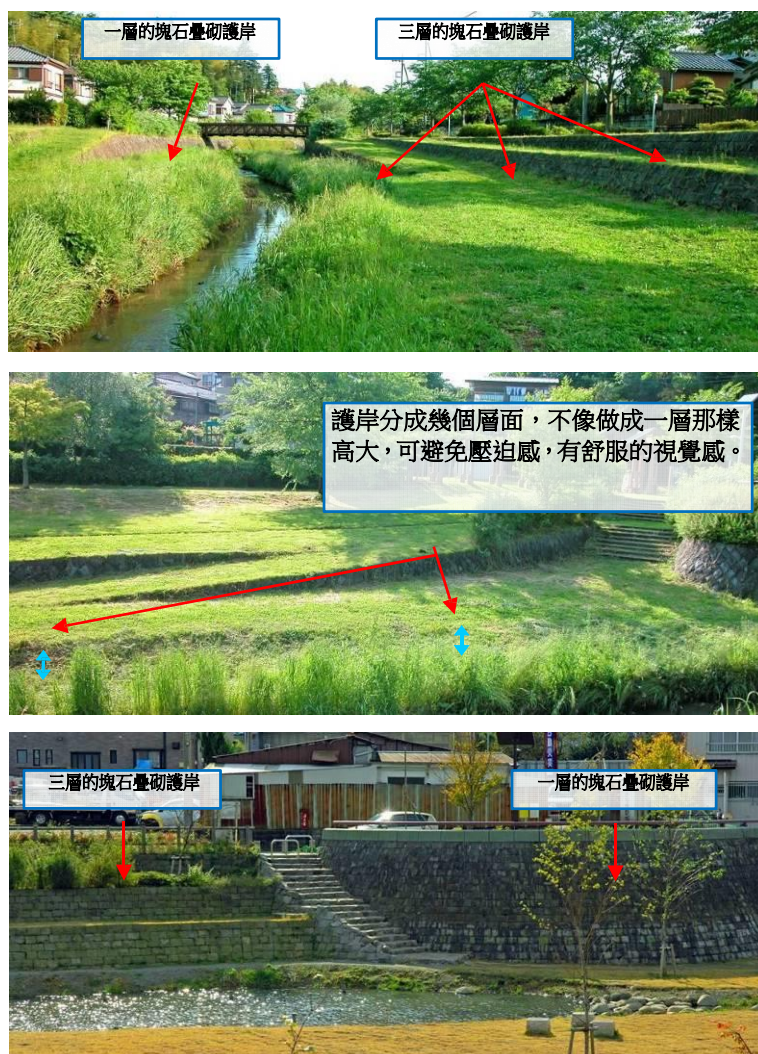
1) 護岸分層，讓坡面看起來小一點

【標的工法】混凝土系、石材系、箱籠系、鋪墊系

坡面較長或護岸壁高較高時，避免護岸看起來過於巨大，應實施護岸分層。

《說明》

- 大多數護岸的坡面設計成一整片，但護岸後方鄰接區域盤較高或與橋樑銜接的地點，護岸會看起來更高大。此時應實施護岸分層，讓護岸看起來小一點，避免產生視覺壓迫感。



照片 2.13 護岸分成小階段以降低護岸壓迫感的案例（和泉川：神奈川縣）

2) 濱水帶植物促進繁茂

【標的工法】混凝土系、石材系、箱籠系、木材系、鋪墊系、植生系

護岸前面形成自然河岸與濱水帶植物促進繁茂，能將坡度保護工裸露面積縮小，岸邊線不太明顯。

《說明》

- 自然要素構成的河川空間出現護岸這類人工構造物，常因人工構造太顯眼而破壞景觀。
- 護岸坡面裸露面積過大時，在水岸線呈直線下護岸坡面的裸露會更顯眼。
- 因此，護岸外露面積太大或水岸線成直線時，河岸與濱水帶可實施堆砂、堆石，促進植生茂密生長讓裸露面積縮小，水岸線看起來比較不明顯。濱水帶植生恢復不只改善河川景觀，也有確保魚類等水生生物棲息、生長與繁殖環境的作用，非常重要。
- 此時若設置蛇籠或箱籠等人工構造物，濱水帶固定下來，就很難形成自然的濱水帶。重點是洪水時應容許濱水帶某種程度有變形空間，配合河川特性復育河岸與濱水帶應有的自然環境。
- 要形成自然的河岸與濱水帶，應儘可能利用現場河床與河岸材料為原則，但使用哪種材料，視不同工法流程而定。



照片 2.14 外露護岸與直線水岸線案例（左）與濱水帶復育完成的案例（右）

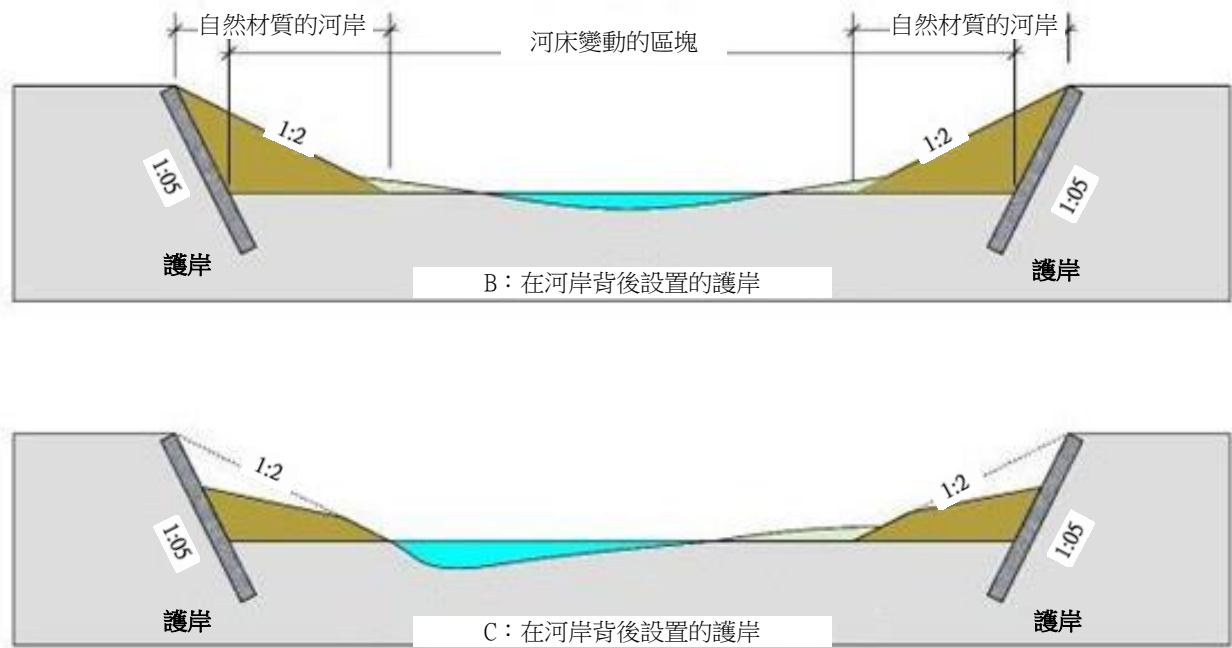


圖 2.20 河岸與濱水帶和堤肩等高的案例（上）與只有坡面一半高度的案例（下）

護岸前面形成接近 1：2（傾斜率）坡面的案例。

河岸、濱水帶域與護岸分開思考，河岸與濱水帶重視環境機能；護岸則重視能承受水流的安全性，以及能承受土壓的穩定性。

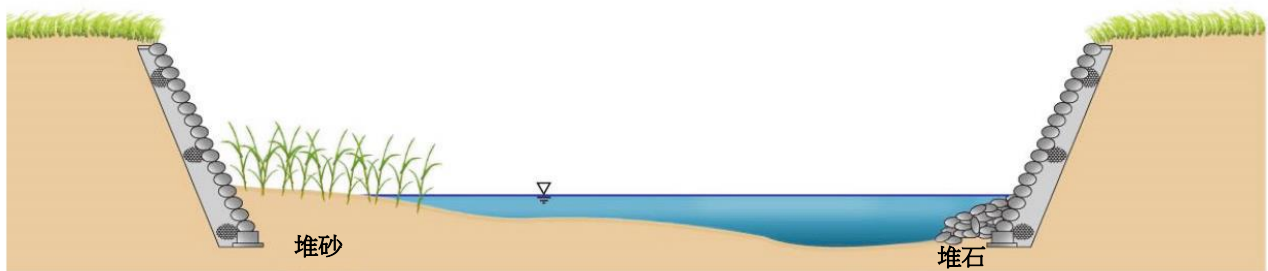
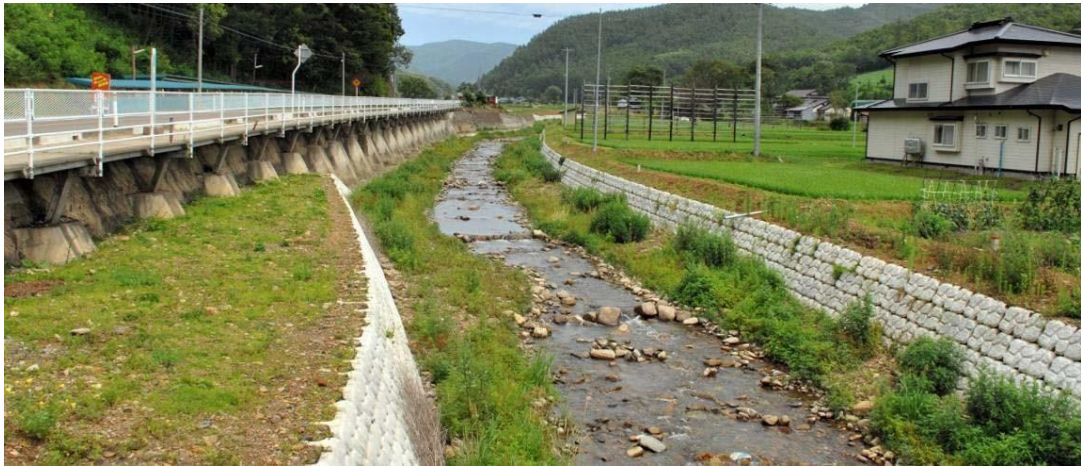


圖 2.21 堆砂與堆石概念圖

即使只形成濱水帶，也能提升環境機能。形成濱水帶最重要的是不可僵化，而應配合水流變形。



註：此處主要介紹護岸的河岸與濱水帶植生設計，但不推薦本案例護岸的明度。

大小礫石交錯形成堆石，濱水帶形成自然凹凸與參差線條，呈現河川水流（水深、流速）變化。

照片 2.15 現地生成材料實施堆石而形成自然岸邊的案例（元町川：岩手縣）



註：此處主要介紹護岸的河岸與濱水帶植生設計，但不推薦本案例護岸的明度。

左：2009.7 右：2010.8（右側照片：岩手縣提供）

完工後約 1 年的照片（右），堆砂已經長出草本類植物

植物攔阻土砂，堆砂呈現穩定狀態。

照片 2.16 堆砂（矢神川：岩手縣）

3) 坡面的明度

【標的工法】混凝土系

護岸裸露時，坡面明度最好設定為 6 以下。

《說明》

- 光滑面的混凝土塊明度通常高達 9~10。另一方面，護岸背景森林與草木顏色明度較低，最多只有 6 左右。因此，若與周邊景觀形成明顯明度差，標的物會看起來非常醒目
- 傳統當作護岸材料的自然石明度較低。依土木研究所之研究，自然石的明度大約 3~6。
- 作為護岸材料的自然石，明度約為 3~6。因此，使用混凝土塊，明度最好設定為 6 以下。

4) 坡面的彩度

【標的工法】混凝土系

護岸裸露時，應降低彩度（飽合度），融入周邊景觀

《說明》

- 坡面使用混凝土塊時，因為混凝土塊通常無色彩，幾乎不會有彩度的問題。但若護岸坡面彩繪，彩度會有變化。
- 以石材製作護岸時，每個地方都有傳統石塊色澤。因此，不只彩度，石材製作護岸應注意是否使用當地傳統石材。

■明度較高的混凝土塊

- 顏色接近白色
- 明度接近 10
- 陰影很少
- 表面光滑
- (無自然陰影)



照片 2.17 與周邊明度差太大的護岸

■自然石護岸（四角石材）

- 石材顏色接近褐色，呈現斑駁感(使用當地傳統石材：具有地區特色)
- 明度大約 5(推測)
- 表面凹凸(石材形狀各自不同，護岸看起來“表情豐富”、有立體感)



照片 2.18 融入周邊空間的自然石護岸（和泉川：神奈川縣）

■技術資訊 -- 顏色相關的基礎知識

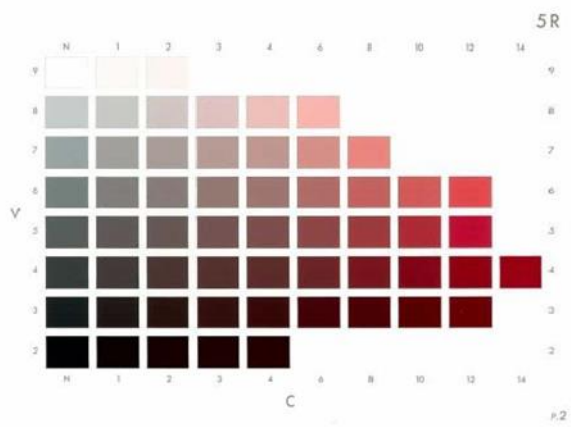
日本最常見顏色標示方法是 **JIS Z 8721** 色彩三屬性（色相、明度、彩度）。這套色彩系統主要是根據孟塞爾(Munsell)色彩系統。孟塞爾係美國畫家，他憑自己的感覺區分色彩，製作可代表色彩系統的色票。後來色彩專家進行孟塞爾色票科學研究，發展成目前日本普遍使用的 **JIS Z 8721** 標準色票（簡稱 **JIS** 標準色票或孟塞爾色票）。

色彩三屬性之中的色相（Hue）指 R（紅）、Y（黃）、G（綠）、B（藍）、P（紫）等色彩，如下圖所示，這些色彩形成連續的色相環（色輪、色環、色圈，基本上有 10 種色相），各色相都可進一步分為 10 種。明度（Value）代表明亮程度，理想完全黑色明度視為 0，理想完全白色視為 10。

彩度（飽和度，Chroma）代表鮮艷程度，顏色越強烈彩度越高，但不同色相所呈現的最大彩度也不同（比如，藍為 8，紅為 14），有些顏色無色彩飽和度，彩度為 0，比如黑、白、灰，稱為「無彩色」。其他有色彩感的顏色，稱為「有彩色」。



圖 2.22 色相環（依據 JIS Z 8721 取材自標準色票）



色相別色彩表，越上面明度越高，越右邊彩度越高。

圖 2.23 色相別色彩表 5R 的例子（依據 JIS Z 8721 取材自標準色票）

河川礫石、植物與土壤等材料的顏色，若排除花朵、草木與紅葉等，通常明度與彩度小於 5，顯示自然材料偏低明度、低彩度。

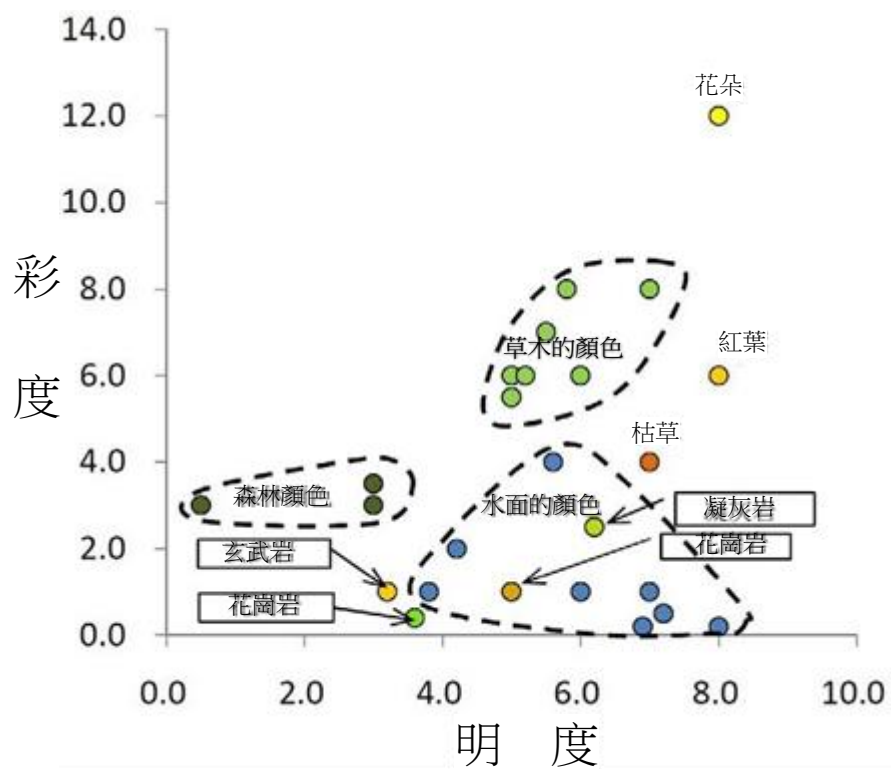


圖 2.24 自然材料的明度與彩度

另外，標的物明度高出周邊環境 2 以上，標的物會有突出於周邊景觀、太顯眼的感覺。



照片 2.19 高明度低水流量流量護岸的案例

5) 護岸所呈現的質感

【標的工法】混凝土系

護岸裸露時，應讓護岸材料適度發揮其質感。

《說明》

- 質感指材料表面呈現的質地感覺。質地粗的面，整體不均質，細小的陰影產生豐富表情。反之，質地細緻、平滑的面，整體均質感，看起來像平板一面，〈參照「技術資訊--針對質地的印象評分(評鑑)」(p.89)〉。
- 一般而言，植物、礫石、土壤與水面等構成的河川景觀，質感較豐富。此時，若護岸使用質感呆板、平滑的混凝土塊坡面，坡面看起來會很突兀，破壞景觀。
- 使用質地較粗材料不只質感豐富，也可降低坡面明度，有利助於保全景觀。此外，較粗糙材料護岸附帶作用是，方便岸邊出沒的生物移動（攀登）。
- 護岸混凝土塊的質感，可用亮度（灰階）標準差（明度差異）作為指標。使用護岸混凝土塊，最好從質感的角度出發，選擇亮度標準差 11 以上產品〈參照「技術資訊--質感（質地）的定量化」(p.102)〉。

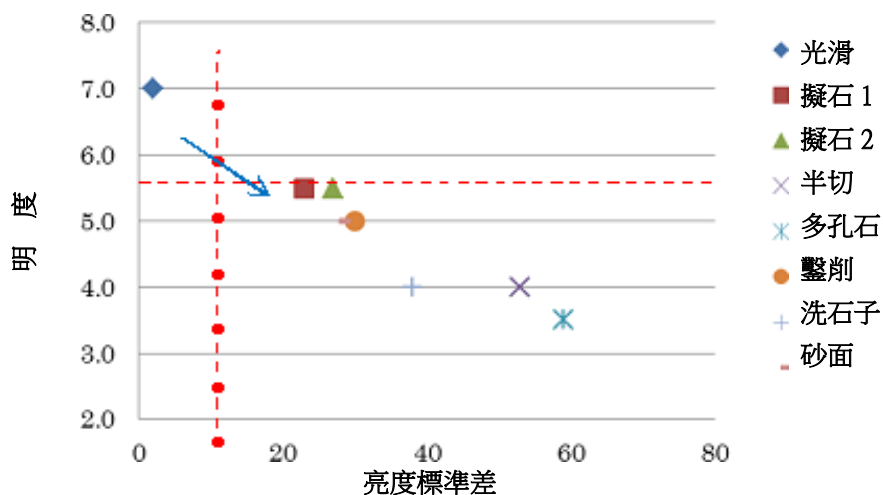


平滑的混凝土塊，材質缺乏變化，呈現呆板、單調的感覺，容易破壞河川景觀。



自然石表面有豐富紋路，形狀凹凸不一，質感非常豐富，有利於河川景觀保全。

照片 2.20 平滑的混凝土塊與自然石呈現不同質感



※請注意，上圖係計算各種不同表面處理方法的護岸混凝土塊明度與亮度標準差，然後以圖表呈現不同表面處理方式所產生的亮度與明度。

圖 2.25 表面不同處理方式的各種護岸混凝土塊明度與質感關係案例

- 護岸混凝土塊表面質感提高（亮度標準差變大），通常代表明度下降。亮度的標準差，請參照「技術資訊--質感（質地）的定量化」（p102）。

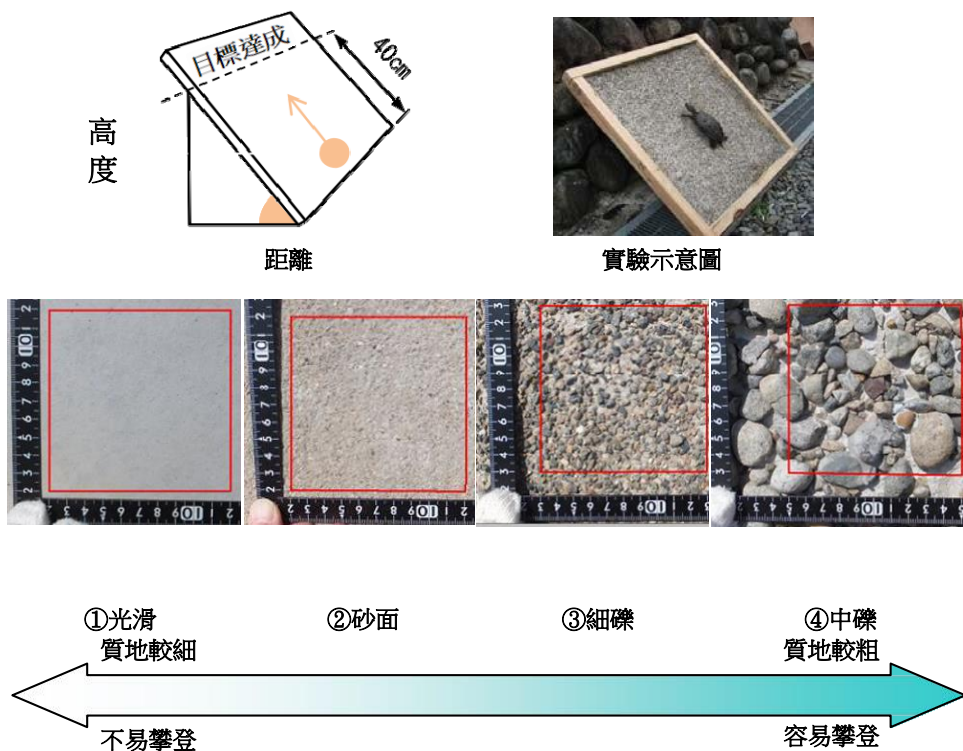


圖 2.26 坡面質地與生物攀登相關的實驗結果

- 各種形狀與坡度的澤蛙、澤蟹、草龜(烏龜)攀爬實驗顯示，質地越粗的坡面，生物越容易攀爬。可見坡面質感不只對形成景觀影響很大，同時有助於自然環境保全。＜參照「技術資訊--適合生物上下移動的坡面質地與坡面坡度」（p.112）＞

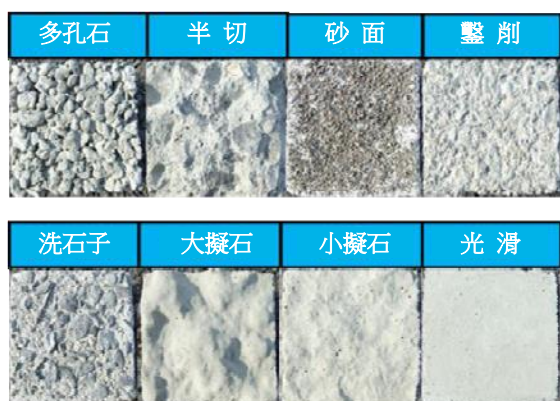
■技術資訊--對於質感的印象評分(評鑑)

a.概要

護岸材料質地和周邊景觀不調和，究竟如何？實施印象調查，從視覺印象與護岸坡面起伏的關係切入，了解格格不入的原因。

b.方法

即有護岸區塊主要採用的 8 種表面處理方式作為景觀實驗護岸（護岸坡面長 2m，高度約 1.8m，橫寬 3.5m，壁面坡度 1:05），驗證實驗護岸的視覺印象與表面起伏量測定值之關連性。



照片 2.21 八種表面處理方式



照片 2.22 景觀實驗護岸

c.結果

進行實驗者問卷調查，針對 8 種材料護岸，以「能融入周邊景觀」與「無法能融入周邊景觀」二選一。選擇的理由則從 18 種對比形容詞之中找出適當的打勾（複選）。

結果發現，護岸「無法融入周邊景觀」的主要原因，包括「太過人工化感覺」、「太亮」以及「太過平坦」。可見護岸混凝土塊表面構造（起伏）係護岸是否容易融入周邊景觀重要判準。

另外，認為「護岸無法融入周邊環境」的實驗者之中，以「無法融入」主要理由為「平坦、單調」的比例與護岸混凝土塊表面起伏大小（起伏量標準差）的關連性，發現起伏越少（標準差越小），越容易給實驗者「平坦、單調」的印象。

表面光滑的混凝土塊不只明度較高，且表面起伏小，大部分實驗者可能因此認為「無法融入周邊景觀」。

表 2.20 問卷調查所使用對比形容詞

1. 凹凸起伏	2. 過於平坦
3. 人工化感覺	4. 自然感
5. 明亮	6. 陰暗
7. 粗糙	8. 光滑
9. 質地較粗	10. 質地較細
11. 單一混凝土塊較大	12. 單一混凝土塊較小
13. 立體感	14. 平面的感覺
15. 接縫看起來很亮	16. 接縫看起來較暗
17. 表情豐富	18. 表情單調

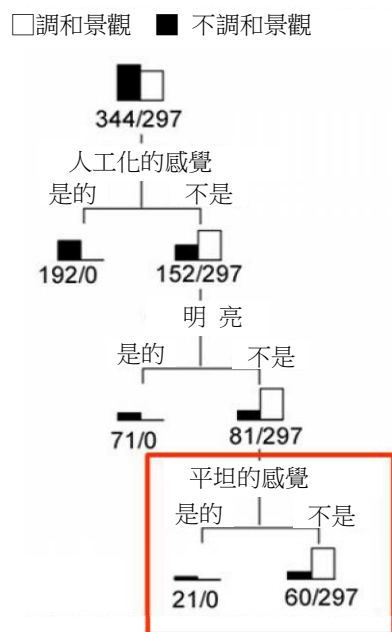


圖 2.27 問卷選擇不調和環境（評分較低）作答理由

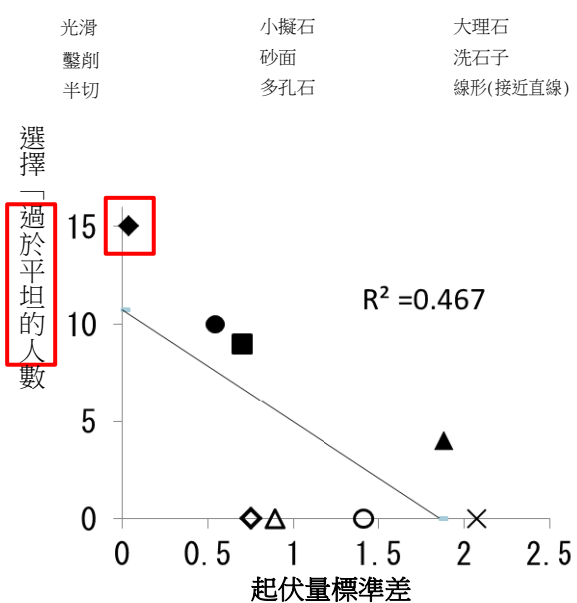


圖 2.28 選擇「過於平坦」的實驗人數與起伏量標準差的關係

6) 留意護岸表面的景觀模式

【標的工法】混凝土系

護岸所使用混凝土塊，其形狀以及尺寸、疊砌方法、接縫等所形成的景觀模式，應融入周邊景觀，配合現場地形特性。

《說 明》

- 混凝土塊護岸，其表面會因為混凝土形狀、尺寸、疊砌方法（鋪設方法）、接縫深度與寬度等，形成不同的景觀模式。
- 即有的護岸混凝土塊，除了斜交疊砌法與水平疊砌法等傳統疊砌方法所呈現的景觀模式之外，近年來也出現交錯疊砌、階梯狀，以及孔隙顯眼等的景觀模式。
- 景觀模式與景觀評分(評鑑)的調查結果顯示，某些景觀模式有缺點，選定護岸混凝土塊時應特別注意。
- 又，植生群集狀之植物茂密的景觀模式可避免混凝土塊外露，不在此限以外，植物茂密將護岸完全覆蓋非常重要。



照片 2.23 斜交疊砌法（左）與水平疊砌法（右）的景觀模式



照片 2.24 近年來常見的典型護岸混凝土塊景觀模式案例

■技術資訊 -- 護岸的樣式

a. 概要

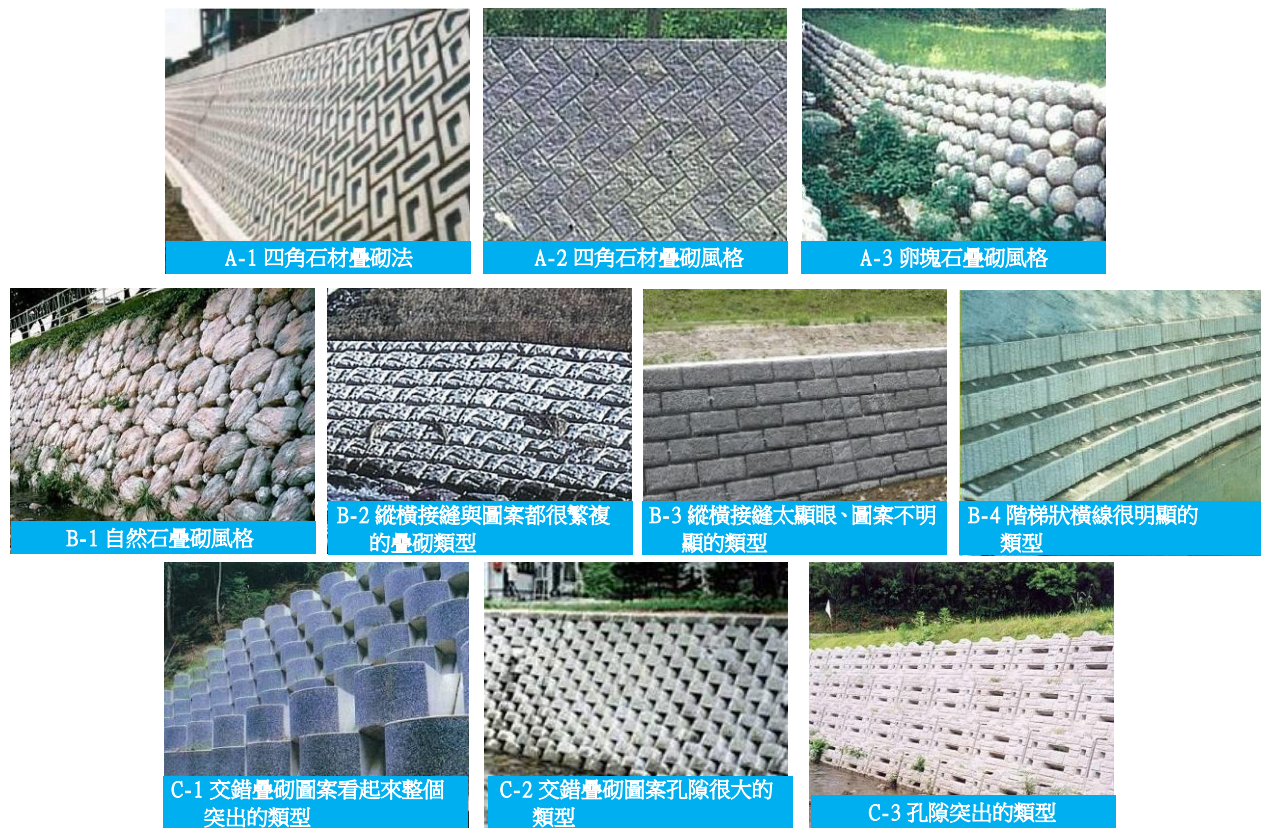
混凝土塊護岸會因混凝土塊的形狀、尺寸、疊砌方法（鋪設方法）、接縫深度與寬度而在表面形成不同的景觀樣式。即有的護岸混凝土塊，除了斜交疊砌法與水平疊砌法等傳統疊砌方法所呈現的景觀樣式之外，近年來出現交錯疊砌、階梯狀，以及具顯眼孔洞等景觀樣式。此等混凝土塊所呈現的景觀樣式，可能也是景觀惡化主要原因。

但是至目前護岸混凝土塊景觀樣式的評鑑仍只停留在感受的論述，定量性評鑑有困難。在此將進行代表性護岸混凝土塊景觀樣式的景觀評鑑，提出護岸混凝土塊景觀樣式偏好性的知識見解。

b. 方法

依據 KJ 法（A 型圖解法、親和圖法），將現有 110 種類左右護岸工法的景觀樣式，分為 10 種類型。其中，「四角石材疊砌法」（A-1）、「四角石材疊砌風格」（A-2）常見於小型混凝土塊護岸之斜砌、「卵石疊砌風格」（A-3）、「天然石疊砌風格」（B-1）、「縱橫接縫與圖案都很繁複的類型」（B-2）、「縱橫接縫很顯眼、表面圖案不明顯的類型」（B-3），常見於大型疊砌混凝土塊護岸。至於「階梯狀且橫線明顯類型」（B-4）、「交錯疊砌視覺感突出類型」（C-1）、「交錯疊砌孔隙明顯類型」（C-2）、「孔隙突出類型」（C-3），主要是為了促進植生生長為目的。

其次，針對相同的風景照片，分別以不同類型景觀模式的護岸混凝土塊套疊，用這種照片蒙太奇手法，設定 10 個項目的視覺感受用語（對比的形容詞），然後依據（評鑑）差異設定為 5 階段的語意差異法（SD 法），實施印象調查，分析景觀惡化的主要原因。



照片 2.25 利用 KJ 法實施類型化的混凝土塊護岸不同類型



照片 2.26 紅色框中套疊的景觀模式形成照片蒙太奇手法對照表

	非常	稍微	皆可	稍微	非常
過於平坦	-----	-----	-----	-----	適度的凸凹、有起伏感
容易親近	-----	-----	-----	-----	不易親近
太過規則	-----	-----	-----	-----	隨意變化
呈現四角形	-----	-----	-----	-----	圓形
視覺感豐富	-----	-----	-----	-----	視覺感貧乏
圖案太大	-----	-----	-----	-----	圖案太小
視覺感僵硬	-----	-----	-----	-----	視覺感柔和
美觀	-----	-----	-----	-----	難看
能融入周邊景觀	-----	-----	-----	-----	未融入周邊景觀
令人討厭	-----	-----	-----	-----	看起來喜歡

圖 2.29 依 5 個不同階段評鑑差異列舉
10 種對比形容詞的問卷調查表

C. 結果

印象調查結果，「交錯疊砌視覺突出的群組」(C-1)、「交錯疊砌圖案孔洞大的群組」(C-2)、「孔洞突出的群組」(C-3)等群組，大多數選擇「未融入周邊景觀」、「不容易親近」、「難看」、「令人討厭」等感性用詞。

使用上述驗證方法，混凝土塊護岸的景觀樣式產生偏好性差異，其中，交錯疊砌視覺突出群組(C-1)、交錯疊砌孔洞明顯群組(C-2)、孔洞突出群組(C-3)等群組，顯然偏好性較低。因此，選擇上述景觀樣式的混凝土塊護岸，應注意其所呈現的偏好性差異。

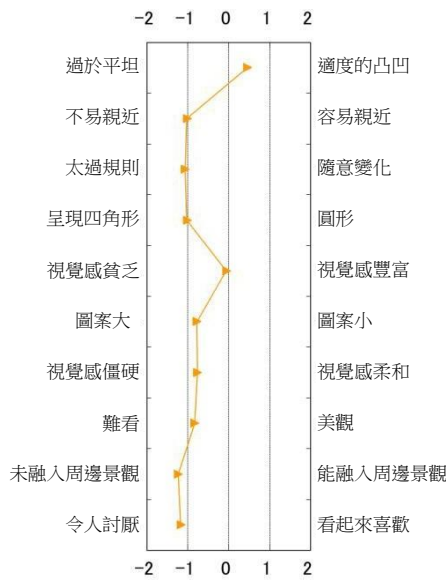


圖 2.30 印象調查結果案例 (C3 的結果)

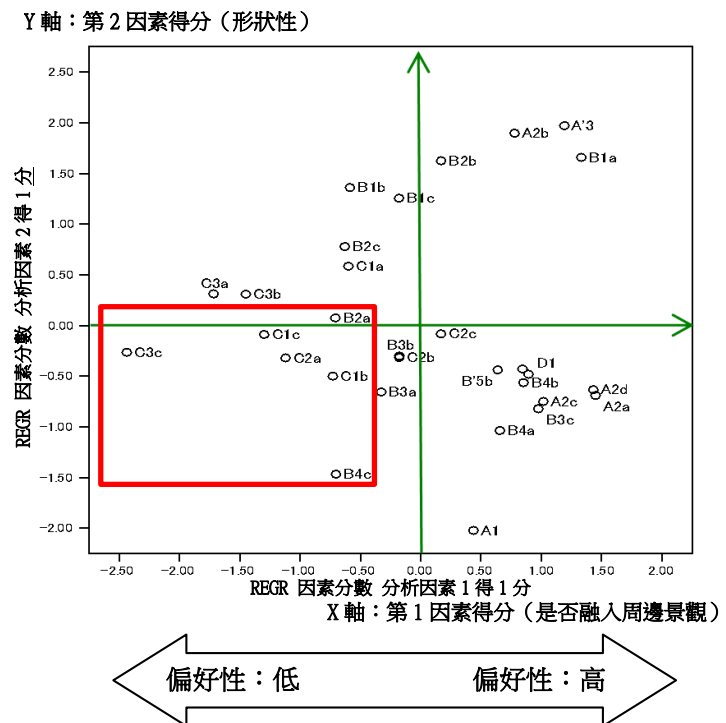


圖 2.31 因素分析結果

7) 注意材料大小

【標的工法】混凝土系、石材系

護岸裸露時，應選擇能融入周邊景觀、大小適當的護岸材料。

《說明》

- 在整個河川空間，對於人體而言，太大而感覺不協調的護岸不喜歡，不易有親近感。但若護岸材料每單位太小，個別材料難以識別，護岸會變成平板一塊似的毫無表情。
- 採用石材系護岸，若個別石材太大，可能使河川景觀惡化。



施工地點附近河道沒有的大型塊石大量疊砌，破壞整個河川景觀。

此外，大量以造景庭石作為護岸，也有破壞河川景觀之虞。

照片 2.27 材料單位過大的案例

- 使用混凝土塊時，大型混凝土塊整片體積相當大，應讓護岸材料外觀上看起來小一點。比如，大型混凝土塊（200cmX50cm）時，混凝土塊內部設計圖案接縫，材料面積看起來變小。但必須注意，圖案接縫設計處理不當，可能反而破壞景觀。

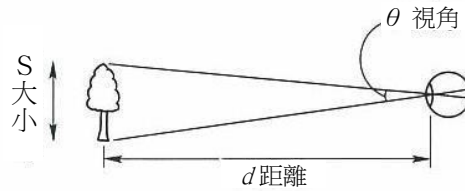


照片 2.28 混凝土塊內部圖案接縫的大型混凝土塊護岸

■技術資訊 -- 視覺距離與材質外觀大小的關係

決定物品外觀大小的因素，除了標的物品本身大小之外，還有視點與標的的距離長短、上下關係（傾斜角度）、光線不同情況等，都會造成變化。視覺大小，通常用視角 θ 表示。視角 θ 、標的物的物理大小 S ，以及標的物與觀看者距離 d ，用下列公式表現：

$$\theta = 2 \tan^{-1} (S/2d) \text{ (度)}$$



出處：河川風景的研究

一般而言，視角大於 2.0 度，護岸材料外觀感覺太大。視角小於 0.15 度，難以辨識材質內容。若從對岸看過來，接縫分割畫面的護岸，視角大於 2.0 度時材料感覺太大；視角小於 0.15 度，則難以辨識個別材質內容，護岸坡面變成平板一塊，太過顯眼、突兀。

中小型河川護岸距離較近，常出現護岸材料看起來太大的問題。以視角 2.0 度作為參考，顯示感覺過大之護岸材料與視覺距離之關係。又，視覺之大小，在現地也可使用一元硬幣、拳頭或手掌，簡單加以比對。



照片 2.29 左 無法辨識每一個混凝土塊材質
右 能辨識每一個混凝土塊材質



照片 2.30 視角大小的判準

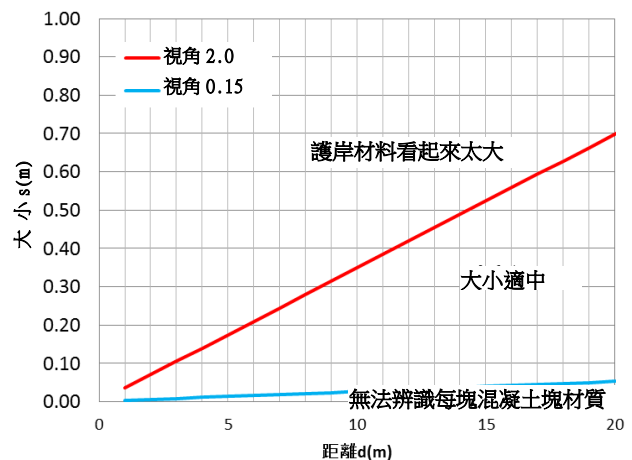


圖 2.32 距離 d 與視角大小 θ 間的關係

由上圖可知，若護岸距離 10m，而混凝土塊每一個都大於 35cm，看起來就會變成太大。

■技術資訊 -- 明度、質感、景觀樣式評估範圍與視覺距離的關係

混凝土塊的護岸裸露時，應注意事項就是明度、質感與景觀樣式。這三種要素的評鑑時，應先定義評鑑範圍，做法如下。

明度方面，除了材質本身的明度之外，接縫形成陰影也會造成坡面明度變化。因此，應選擇幾種材料構成包含接縫的最小範圍組合作為對象。

質感方面，主要在了解材質狀況，因此，以一種材料當作評鑑對象即可。

景觀樣式則是護岸材料形狀、尺寸、堆疊方法、接縫等所綜合形成的視覺感受。因此，評鑑時最好選擇幾種不同景觀樣式反覆出現，儘可能評鑑坡面整體景觀範圍，作為對象。

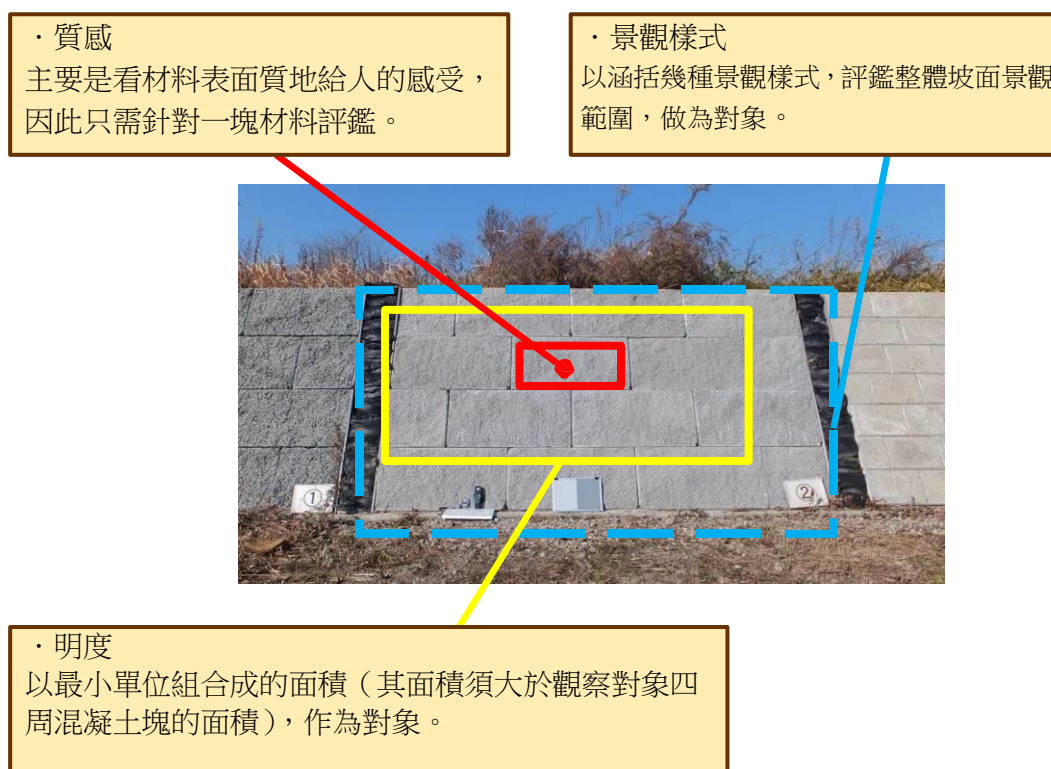


圖 2.33 針對明度、質感、景觀樣式進行景觀評鑑的必要範圍

前面說明視覺距離與材料大小的關係，並且如前頁圖所示，不同視覺距離（觀看標的物的距離）情況下，看到的質感與景觀樣式也不同。如大河川的視覺距離變大，質感與景觀樣式應注意重點不同。以下依據簡單視覺實驗，整理不同視覺距離質感與景觀樣式的感受變化。

近距離觀看混凝土塊護岸（數十公分左右），材料質地所形成的細小陰影產生質感，距離拉開觀賞（數公尺左右），不只材料質地，模仿河川塊石的擬石這類有立體感的大型凹凸石材，其所形成的凹凸陰影也會成為質感的一部分。距離拉得更遠（數十公尺左右），質地不會成為質感來源，質感變成來自凹凸或護岸材質的形狀、疊砌方法、接縫排列狀況等。在這種較大尺度之下，護岸材料的形狀、疊砌方法與接縫等要素不再是景觀樣式，而是成為質感的一部分。因此也可以說，景觀樣式所代表的視覺意義降低了。

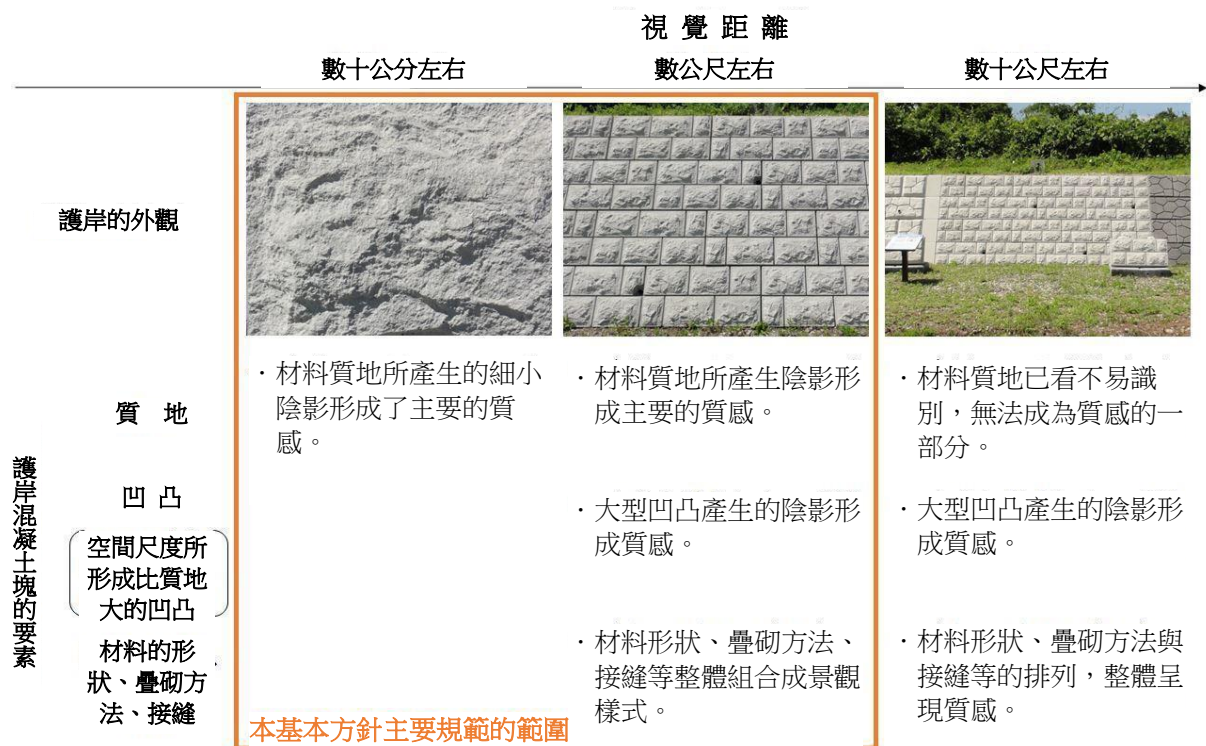


圖 2.34 護岸混凝土塊的要素、質感以及景觀樣式與視覺距離的關係

■技術資訊 -- 明度與質感的量測方法

以下介紹數位相機拍攝混凝土塊護岸，利用可解析照片數據的應用軟體（「面積、色彩量測系統～護岸景觀版，附亮度～」）估算明度與質感的方法。利用亮度標準差估算質感的操作原理，以及各種質感（光滑面、擬石、半切等）的具體數值，如後述。

① 量測方法、分析方法

· 量測明度時

首先用數位相機拍攝明度 1.0～9.0 之排列色彩樣本的色彩表，然後用應用軟體將(孟塞爾值)轉成 RGB 值。接下來同樣用數位相機拍攝標的物混凝土塊，然後以應用軟體並使用校正片，進行照片亮度校正。最後針對指定範圍的平均 RGB 值與色彩表配對，定出護岸混凝土塊明度。



圖 2.35 影像分析的流程（明度）

· 質感量測時

首先和明度量測一樣使用數位相機，近距離（20cm）拍攝標的混凝土塊，然後以應用軟體讀取。所讀取的影像值可指定量測範圍，然後將指定範圍內各像素 RGB 值換算成亮度（灰階）。最後算出指定範圍的亮度標準差。

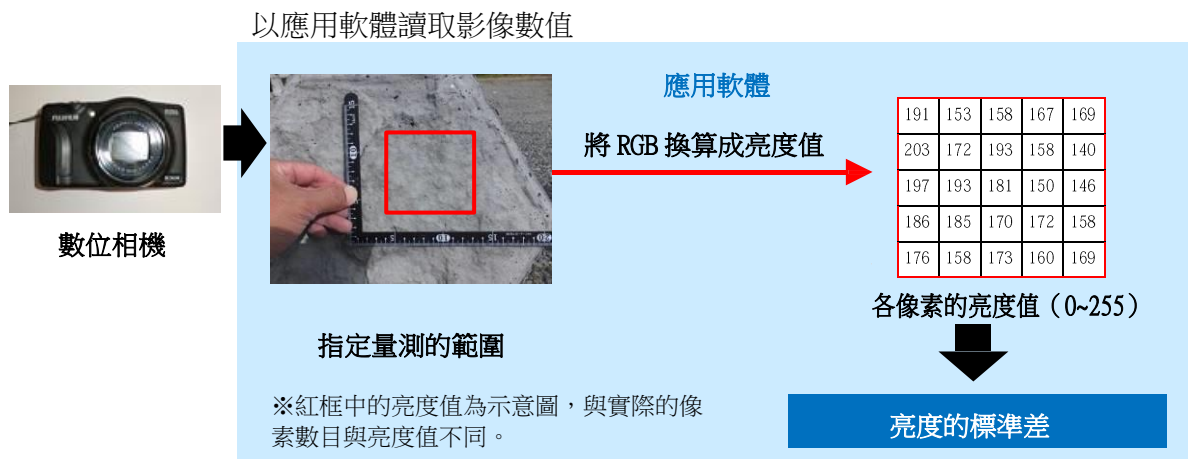


圖 2.36 影像分析的流程

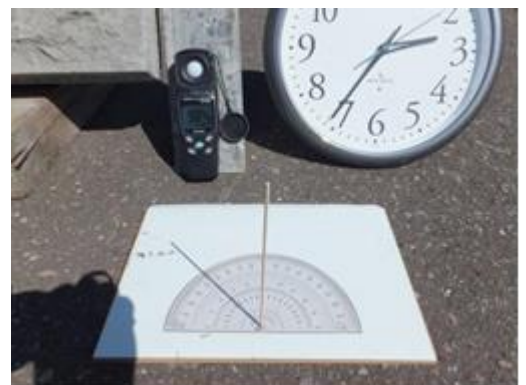
② 攝影的順序

實際拍攝護岸混凝土塊時，量測值經常因為光源的位置、照度、攝影時間帶不同產生差異，因此應在相同條件下攝影。

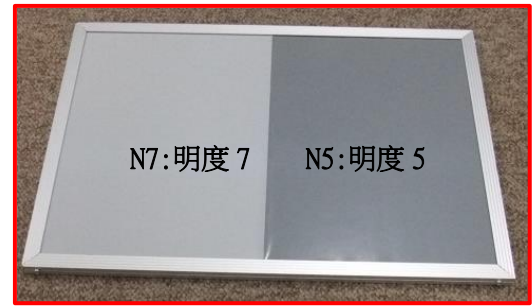
以下說明具體條件及其攝影案例。此外，校正板可校正照射護岸的光量與角度所產生的明度變化，因此，只有在量測明度時才派上用場。

表 2.21 攝影條件

項目	量測明度	量測質感
攝影位置	距離：3~10m 高度：標的混凝土塊中央附近（標的混凝土塊正面）	距離：距離表面約 20cm 角度：與設置坡面垂直
攝影地點、範圍	需比包圍標的混凝土塊更大的混凝土塊面積	從具備相同質感的面，選出三個代表地點（各 10cm 四方的面積）
校正板	1:0.5、1:2.0 地設置	無
攝影的時間帶	10：00~15：00	
照度	40,000（流明/平方米）以上	
光源入射角	45°	
混凝土塊鋪設坡度	1:0.5、1:2.0	

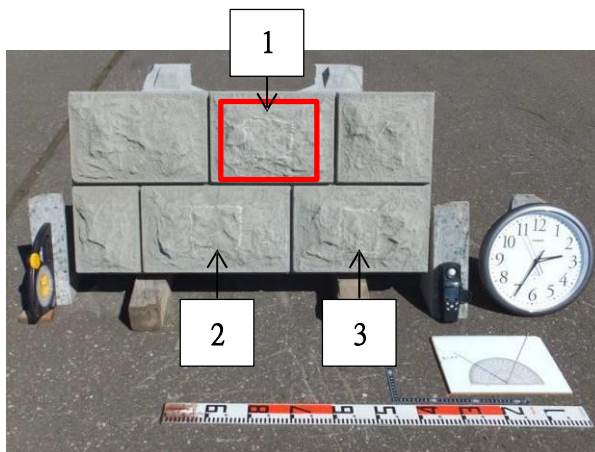


照片 2.31 攝影時間、照度、光源入射角舉例



綠框：標的混凝土塊
黃框：必要的混凝土塊面積
紅框：校正板
校正板設在標的混凝土塊正下方或正上方。

照片 2.32 量測明度的照片攝影案例與校正板



照片（左）：三個代表地點，照片（右）：距離表面 20cm 的地方攝影
三個地點的平均值作為標的混凝土塊亮度的標準差。

照片 2.33 量測質感時的照片拍攝案例

■技術資訊 -- 質感（質地）的定量化

混凝土塊護岸質感評鑑的方法，以下介紹以近距離拍攝混凝土塊護岸表面，依其影像數值計算亮度標準差作為評鑑指標。在此所謂「亮度」，指以 256 個色階（亮度值 0~255）代表顏色視覺明亮感的方法。

質地細且平的混凝土塊幾乎無陰影，亮度差異度小。反之，有些質地較粗的混凝土塊有陰影，亮度差異度大。利用這種特性，就可依據亮度的標準差，將混凝土塊護岸質感定量化。

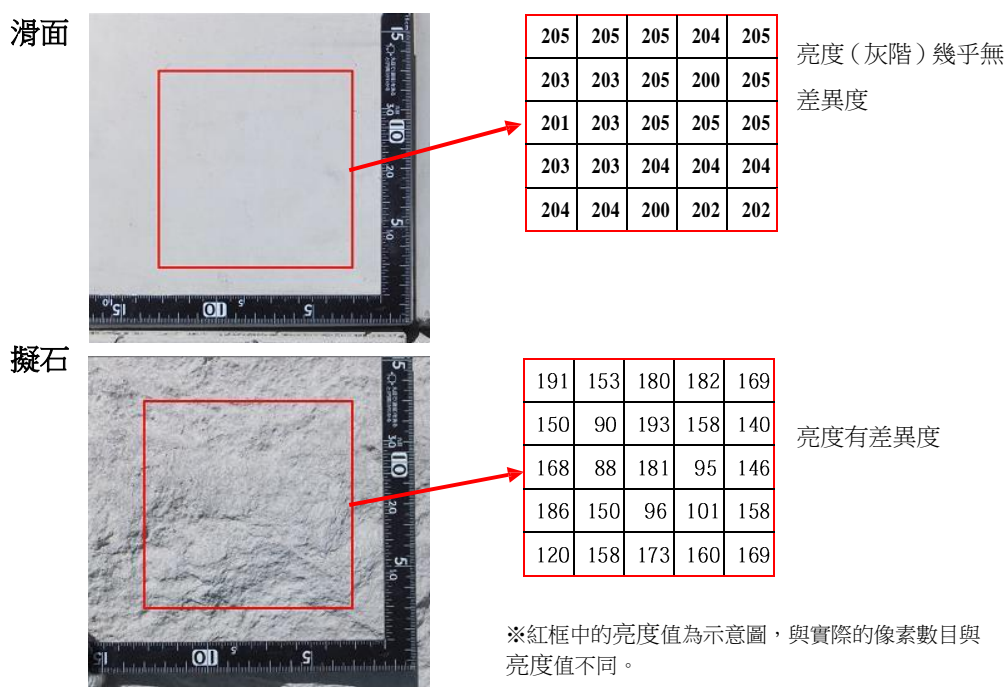


圖 2.37 滑面與擬石亮度產生差異的案例

各種護岸混凝土塊質感量測結果顯示，滑面的亮度標準差最小，然後擬石、半切、多孔石等依序變大，視覺感大致一致。滑面的亮度值為 3~10。擬石的亮度標準差小於 10，比較小。也因此，擬石可歸類為質感較細石材。

另外量測幾種天然石的質感做為對照組，其亮度標準差為 18~35。自然石和無色彩的混凝土塊不同，自然石各有不同顏色，也有的像花崗岩佈滿斑紋。因此，自然石的亮度量測值，也包括顏色與圖案花紋的影響，不像混凝土塊護岸那樣只需量測質地本身，算出其亮度值。

選擇護岸混凝土塊時，從提高質感的角度看，亮度標準差最好設定超過 11。

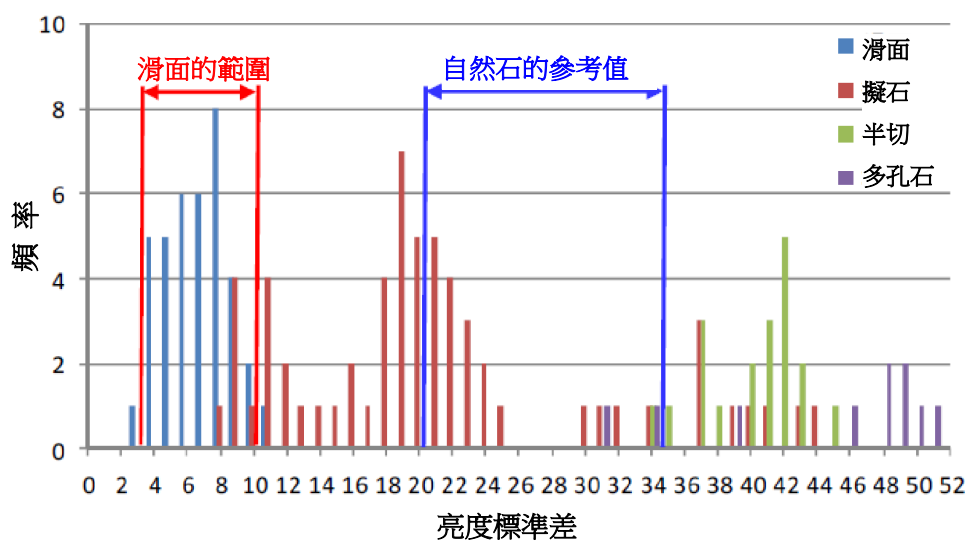
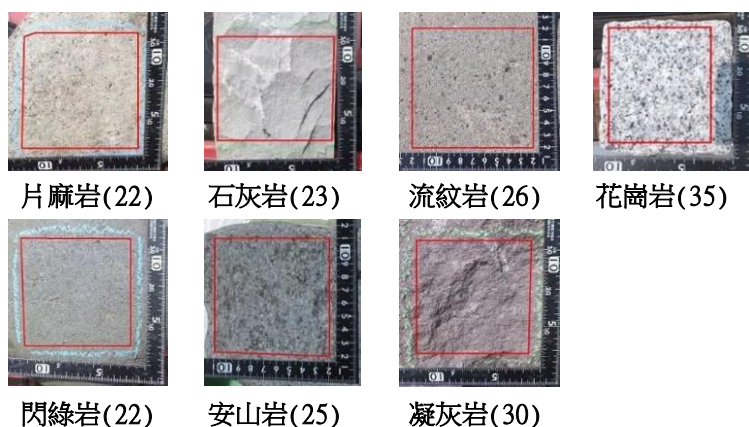


圖 2.38 護岸預鑄混凝土塊與自然石的亮度標準差



照片 2.34 自然石亮度標準差（參考值）

■ 技術資訊 - 採用石材系護岸注意構想

採用石材系護岸的設計與施工相關技術資訊，包括①石材咬合，②石材的地域性，③疊砌方法的地域性，④吸水力所產生外表差異與地域特性，⑤石材形狀與地域性

① 石材咬合

- 塊石疊砌，坡面鋪石（坡面乾砌石）、乾砌都是疊石材的技術。其中，關鍵點在於石材與石材咬合（組合）。若石材咬合狀況不佳，護岸構造不穩定，外表也不美觀。
- 近來以混凝土砌石（水泥砂漿疊砌）製作塊石疊砌構造物或坡面鋪石構造物很多。因為有混凝土回填、錨栓固定，因此塊石疊砌構造物不重視石材咬合的情形常見。但原本塊石疊砌構造物主要就是以石材咬合穩定構造體，只要配合塊石疊砌構造物所需強度，不論有無回填混凝土等，基本上以石材咬合良好的塊石疊砌構造物為原則。



- 接縫寬達 2~3cm、石材咬合不佳的護岸（四角石材、斜交疊砌），石材間幾乎未發揮頂拱作用，結構上很弱。
- 接縫太顯眼，無法形成美麗景觀

※頂拱作用

斜放的石材彼此推擠、繃住整個結構因而不會崩落的作用

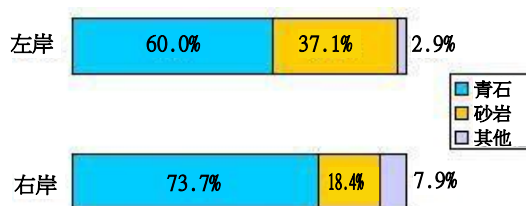
照片 2.35 石材咬合差的塊石疊砌案例

② 石材的地域性

- 石材是塊石疊砌構造物的材料，不同地點所產石材具備不同特性，早期石材移動與加工不易（江戶～昭和時代初期，即 17 世紀到 20 世紀初），鄰近地區所產石材的特性，或船運範圍內所產石材的特性，就會形成塊石疊砌地點的地域性。
- 即使鐵道或卡車運送方便的現代，為施作具備地域景觀特色的塊石疊砌構造物，儘量應用當地所產石材。
- 比如，四國地區吉野川流域，右岸與左岸可施作塊石疊砌構造物的石材不同。具體而言，其左岸用砂岩為河川構造物較右岸之比例高。這是地質差異所致。右岸多係古生層變質作用形成的變質岩「阿波青石」，左岸則大多是較厚砂岩層與泥岩層產生的「鳴門砂岩」。可見同一條河川，塊石疊砌構造物也可能因為石材產地差異而有地域性。



調查河口上溯 80km 左右的主要河川構造物，發現左岸河川構造物約四成使用左岸所產砂岩。



（資料來源：德島大學工學院）



砂岩做成的低水流量護岸（德島市：左岸側）



青石打造的丁壩（美馬市：右岸側）

圖 2.39 以吉野川之石材地域性的案例

③ 疊砌方法的地域性

- 現代交通運輸工具發達，容易取得國內甚至世界各地相同種類的石材。但有時即使相同種類石材，會因為產地不同而有明顯的特性差異。
- 比如同樣是安山岩，秋田縣男鹿石岩脈切割之石材，和宮城縣伊達冠石等挖山體掘出之整塊天然石，其塊石疊砌方法有時仍有差異。
- 換言之，即使相同種類石材，也會依據石材堅硬度及石材開採方法，產生直接利用或切割後利用的做法差異。除此之外，這種差異有時會反映在石材疊砌方法上，比如，有隨意疊砌或斜交疊砌等做法。
- 總之，即便相同種類（花崗岩、安山岩、砂岩等）石材，若隨便選用其他地區所產石材，有時會因為石材特性或形狀不同得重新加工（切割天然石等），或者須改變石材疊砌方法，否則有可能做出無地域特色的塊石疊砌構造物。

【男鹿石、安山岩 秋田縣】



採石場切割完成的石塊，加工做成四角石材等。



切割石材疊砌成為河川護岸
(四角石材、斜交疊砌)(秋田縣、橫手川)

【伊達冠石等、安山岩 宮城縣】



採石場從山體挖出整塊天然石。



開挖石材疊砌而成的河川護岸
(天然石、隨意疊砌)(宮城縣、廣瀨川)

圖 2.40 不同產地石塊形成不同塊石疊砌方法案例

④ 吸水率所形成的外觀差異與地域性

- 石材特性的含水比例也就是吸水率，不同產地差異很大。比如，同樣是安山岩，吸水率較高的容易長青苔，和吸水率較低的安山岩各自做成塊石疊砌構造物，景觀感覺相當不同。
- 另一方面，以同產地石材製作的塊石疊砌構造物，苔蘚生長狀況相同，經年累月就能呈現古蹟風格。
- 因此，以塊石疊砌構造物整建或修復，應先調查當地之前所使用石材取自本地還是來自外地，然後掌握當地所產石材特性，選擇所需石材。

石材石質差異所呈現的吸水率高低

區分	石材名稱	吸水率%
火成岩	花崗岩	0.1~0.5 左右
	安山岩	0.5~7.0 左右
水成岩	砂岩	2.0~9.0 左右
	凝灰岩	5.0~20.0 左右
變質岩	青石	0.8 左右

(資料出處：石材產業年鑑 2004*8)



白河石 (安山岩、福島縣)

吸水率 7.0%



蘆野石 (安山岩、梶木縣)

吸水率 5.0%



男鹿石 (安山岩、秋田縣)

吸水率 0.7%

圖 2.41 不同吸水率石材之地域性

⑤ 石材的形狀與地域性

- 一般而言，依工業標準化法的 JIS 規格（日本工業規格），不同材料與產品大小等都予以統一。因此，目前日本各地都能取得相同大小的材料與產品，但即使石材也有 JIS 規格，其中的四角石材仍無明確的標準形狀，亦即 JIS 規格範圍內仍存在各種不同的形狀。
- 具體而言，JIS「35 四角石材」只規定長軸與面的表面積，比如 JIS 規格有 25cmX25cm 的四角石材，以及 20cmX31cm 的四角石材
- 四角石材形狀會因為石材產地特性（堅硬度等石材性質等）或不同地區的石材傳統疊砌方法而有差異，這種差異經常也是各地區不同塊石疊砌構造物景觀特性之一。

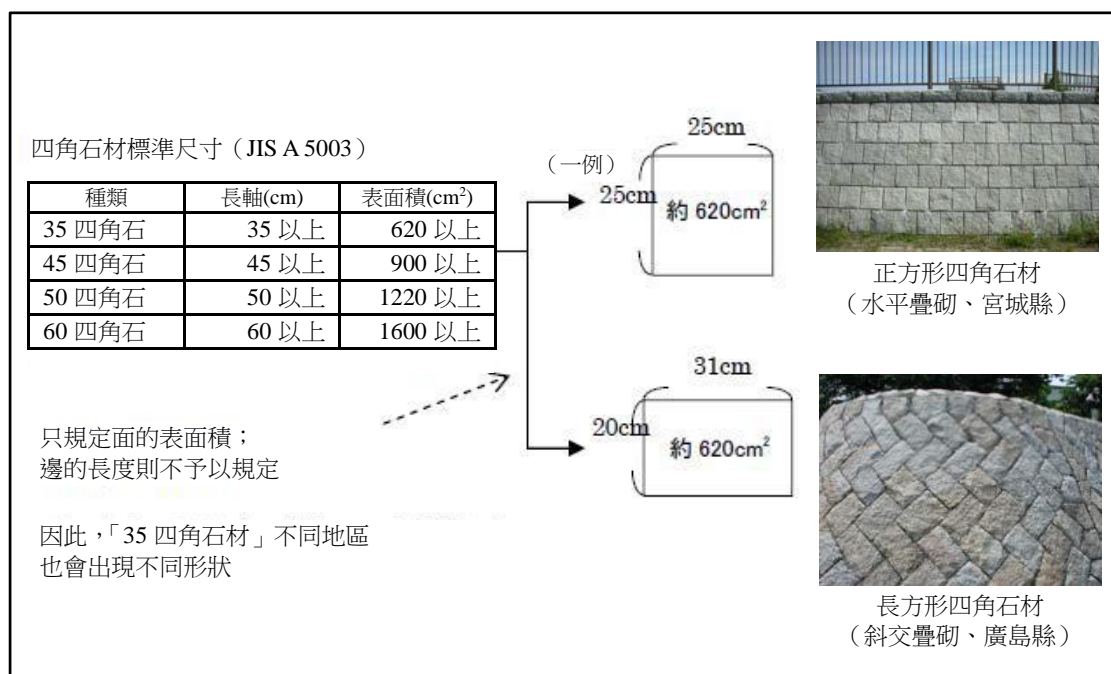


圖 2.42 JIS 規格的標準與石材形狀的地域性

8) 維持植生基地的空隙

【標的工法】混凝土系、石材系、箱籠系、木材系

岸邊及護岸牆後方鄰接區域自然環境良好時，應維持可成為生物棲息、生長地點與植生基地的空隙。

《說明》

- 河岸坡面若要具備生物棲息與生長地點的機能，坡面應有空隙與凹凸，能供給、維持土壤與適度的水分。若植物能生長在此坡面，更能發揮其生物棲息與生長場所機能。
- 一般而言，護岸坡面坡度越大，綠色植被率越低。亦即陡坡護岸的構造較難確保其生物棲息與生長空間的機能。因此，在 1：0.5 左右陡坡裸露的護岸，可用類似筒狀型植栽混凝土塊的方法，在護岸坡面設計筒狀基盤或開口部，可促進植物生長，但這些筒狀與開口構造放在陡坡、植被力低的護岸，看起來很奇怪，會破壞河川景觀。反之，以自然石製作塊石疊砌護岸或坡面鋪石（坡面乾砌石）護岸，能讓石塊之間的空隙（接縫）發揮生物棲息、生長空間機能。即使植被率低，待植物生長，仍能緩和護岸的突出感，融入周邊景觀。
- 護岸坡面設計空隙，原則上應活用材料的接縫空間，以及材料本身具備的微細空隙，確保土壤，讓植物能在此生長。此外，濱水帶可堆土或堆石，讓土石空隙成為水生生物良好棲息、生長場所。



照片 2.36 塊石疊砌護岸的接縫有利於植物生長

9) 確保濕潤狀態

【標的工法】混凝土系、石材系、箱籠系、木材系

岸邊及護岸後方鄰接區域自然環境良好時，若要確保適合生物棲息與生長的濕潤狀態與坡面，應維持其透水性與保水性。

《說明》

- 自然河岸原本滲透到地下的雨水從河岸表面滲出，或以湧水狀態湧出，高保水性土壤或河岸植物形成濕潤狀態。河岸的濕潤狀態，不僅是河岸與濱水帶特有草本植物重要的生長條件，同時能形成陸地昆蟲與澤蛙等小動物棲息、生長乃至於適合通道的環境。特別是蜘蛛目或澤蟹等非飛行性生物，其棲息與生育可能會受到河岸濕氣很大的影響，因此，應維持護岸適度的濕潤狀態。
- 設置混凝土塊或塊石疊砌等護岸，護岸背面排水，或者為了降低土壓與殘留水壓而填入回填材料或卵石等時，這些填塞材料容易使滲透水浸潤面急遽降低，滲透水無法供給到達坡面。因此，設置護岸時，排水處理的對應工作也很重要。

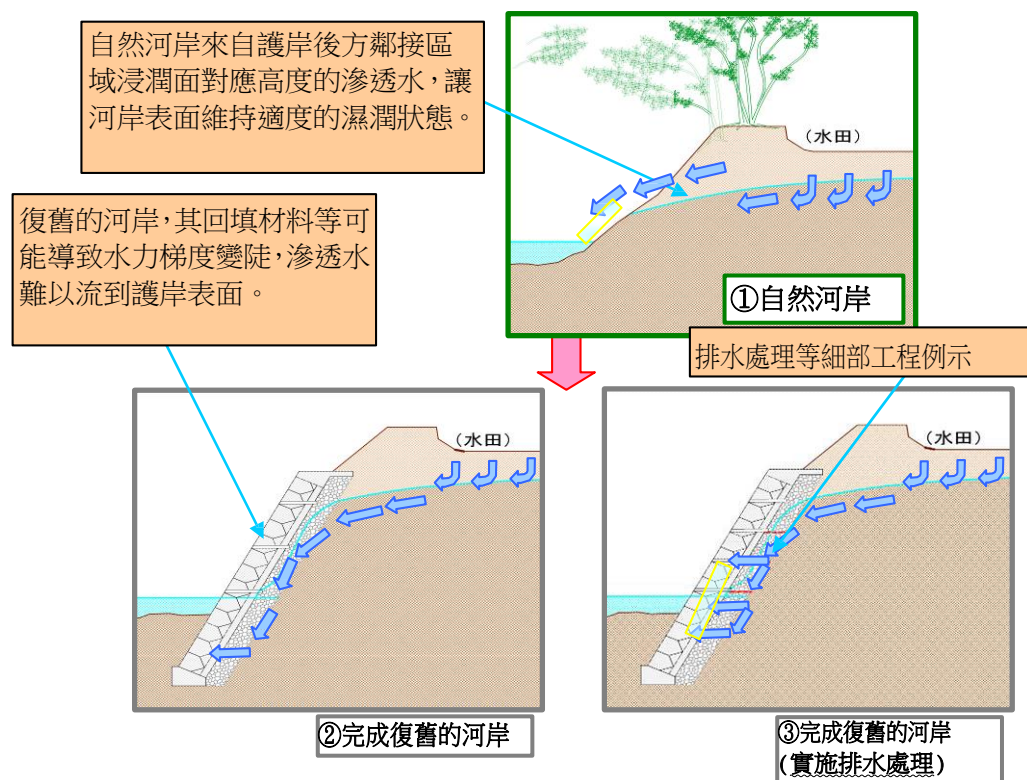


圖 2.43 自然河岸與護岸的滲透水流動（示意圖）

10) 確保生物的移動路線

【標的工法】混凝土系、石材系、箱籠系、木材系

岸邊與護岸後方鄰接區域自然狀況良好時，為了讓生物有適合的通道，坡面應具備適當的粗糙度

《說 明》

- 坡面若具備與細礫相同的粗糙度，即使坡度較陡（1:0.5 左右），只要是短距離，生物仍能攀爬。這類工程設計，從河川景觀的角度來看，也是現階段適當的做法。
- 此外，若坡面局部植物生長茂盛，也確認有些生物利用這些植物作為移動路線，就代表護岸的構造與形態，有助於植物生長。
- 此外，也可在坡面設計斜坡路以利生物攀爬，但這種做法應注意避免破壞河川景觀。



- 沿河岸坡面移動中的小雨蛙。
- 河岸實施水泥砂漿疊砌（漿砌）混凝土塊護岸（四角石材混凝土塊圖案）

- 沿河岸坡面移動中的澤蟹
- 河岸採用無砂漿疊砌（乾砌）混凝土塊護岸

註：這部分只說明可做為生物移動路線，但基本上不建議護岸施作這種工程

照片 2.37 沿河岸坡面移動中的生物

■技術資訊 -- 適合生物通道的坡面質地與坡面坡度

河岸在連絡水域與陸域的生物通道方面也扮演重要角色。若要維護日常往來於水域與陸域的蛙目與龜目等生物棲息環境，需確保其陸域（後方鄰接區域）與水域（河川）之間的攀爬路徑。

一般而言，河岸坡面越陡，表面越光滑，越不利於生物攀爬。研究發現，龜、蟾蜍、山椒魚、蟾蜍等兩棲類與爬蟲類，若是混凝土斜坡路，坡度必須低於 30 度才爬得上去。

此外，針對不同坡面坡度與材料（粗糙度）進行實驗，結果顯示混凝土與砂面坡面，只要坡度超過 45 度，就會阻礙上述生物移動。

因此，除了確保河川景觀（表面質感）與生物棲息、生長場所（孔隙、凹凸），坡面也應設計適合生物移動的適合粗糙度與起伏。

		…雨蛙				…草龜				…澤蟹			
嵌板的種類	滑面嵌板	砂面嵌板				細礫面嵌板				中礫面嵌板			
	粒徑：滑面	粒徑：75 μ m~2mm				粒徑：2mm~4.75mm				粒徑：4.75mm~53mm			
	坡度 1:2 坡度 1:1.5 坡度 1:1 坡度 1:0.5	坡度 1:2 坡度 1:1.5 坡度 1:1 坡度 1:0.5	坡度 1:2 坡度 1:1.5 坡度 1:1 坡度 1:0.5	坡度 1:2 坡度 1:1.5 坡度 1:1 坡度 1:0.5	坡度 1:2 坡度 1:1.5 坡度 1:1 坡度 1:0.5	坡度 1:2 坡度 1:1.5 坡度 1:1 坡度 1:0.5	坡度 1:2 坡度 1:1.5 坡度 1:1 坡度 1:0.5	坡度 1:2 坡度 1:1.5 坡度 1:1 坡度 1:0.5	坡度 1:2 坡度 1:1.5 坡度 1:1 坡度 1:0.5	坡度 1:2 坡度 1:1.5 坡度 1:1 坡度 1:0.5	坡度 1:2 坡度 1:1.5 坡度 1:1 坡度 1:0.5	坡度 1:2 坡度 1:1.5 坡度 1:1 坡度 1:0.5	坡度 1:2 坡度 1:1.5 坡度 1:1 坡度 1:0.5
爬坡成功率	0% 20% 60%	0% 20% 40% 0%	0% 0% 0% 0%	0% 0% 0% 0%	80% 100% 80% 80%	80% 100% 100% 100%	80% 100% 100% 100%	100% 80% 60% 100%	100% 80% 40% 20%	100% 80% 40% 20%	20% 0% 40% 40%	20% 20% 20% 0%	20% 20% 20% 0%



圖（上）展出：ARRCNEWS No.12 2012.2

圖（下）出處：土木研究所 多自然型河川營造的河岸與濱水帶處理方法 2010 年 2 月

螃蟹能上下移動的嵌板

圖 2.44 坡面狀況與生物移動相關的實驗結果

11) 其他主要注意事項

【標的工法】箱籠系、木材系

以現地殘土或土砂恢復植生時，可以灌水等填塞空隙，或設置土砂吸出防止材等，防止土砂流出。

《說明》

- 箱籠填土時，用水澆灌泥土，活用水的流動性帶動土砂填滿整個箱籠，提早恢復植生。
- 填塞的土砂與覆土一體化，植物的根就能深入箱籠內部，緊緊地將填塞石材與土砂結合成一體，可預期避免覆土流出。
- 灌水係為了運用水的流動性，讓土砂塞滿填塞材料的孔隙。具體而言，實施覆土同時灌水，覆土即可成為填料土。
- 利用地墊與植生沙袋，可提早恢復植生。

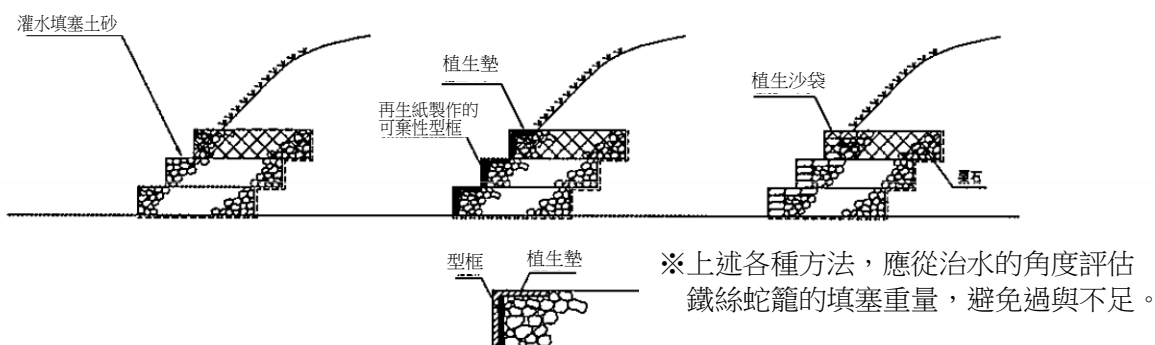


圖 2.45 箱籠恢復植生與防止土砂流出方法案例



照片 2.38 能與周邊環境融為一體的箱籠工法復舊案例（太田川：和歌山縣）

【標的工法】箱籠系、木材系

可用於滾石較少河川、低於堤內地盤的河岸保護。

《說 明》

- 河床材料由大規模（人頭大以上）滾石與河川塊石構成的河道區間，洪水時滾石與河川塊石沖撞鐵絲而造成鐵絲磨損、表面電鍍層減少甚至鐵絲斷裂等狀況，這些都可能嚴重影響鐵絲耐久性，因此應避免使用鐵絲。

【標的工法】箱籠系、木材系

車輛經過、有車輪負載狀況的地點，應避免使用這二種材料

《說 明》

- 車輪負載會對箱籠穩定性造成明顯不良影響，嚴重時可能導致箱籠變形、沉陷而破壞道路，因此不適合使用箱籠。
- ① 車輪負載明顯影響箱籠穩定，主要如下圖係指車輪負載分布範圍內（ 45° 內）放置箱籠的狀況而言。
 - ② 但若是未鋪面道路或交通量很小的道路（一天十輛以下），如下圖所示，只要最上層箱籠的頂面不在車輪負載分布範圍（ 45° 內），仍可適用。

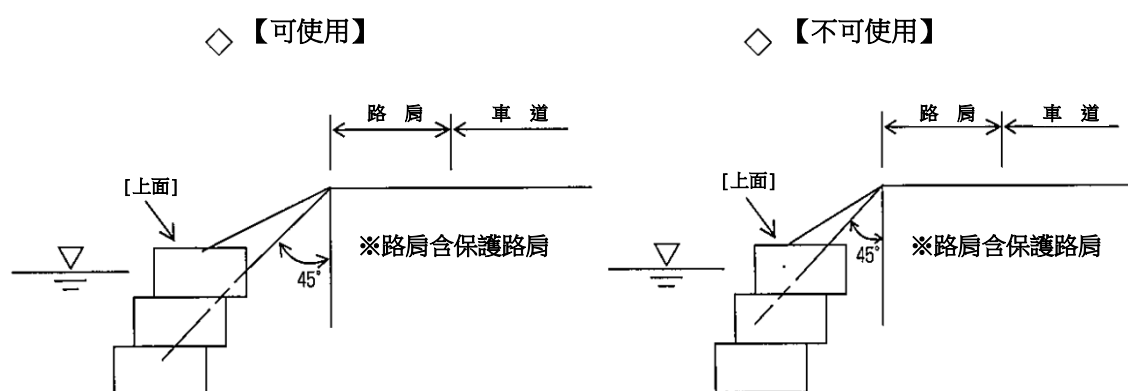


圖 2.46 堤頂兼用道路的適用

2.5.3 坡面基礎工

(1) 基本事項

護岸的基礎工設定基礎頂高程時，應考量洪水所可能造成的淘刷，採用能維護坡面保護工的構造。基礎部回填，應利用堆石等讓濱水帶產生變化，考慮（關懷）河川環境。

《說明》

- ・護岸受災最明顯的案例是，洪水時河床淘刷、基礎工往上浮動，基礎工與坡面保護工因此受損。
- ・基礎頂的基本設計構想如下。
 - ① 基礎工的頂高，一般比現況最深河床高程的評估高程再埋入 0.5~1.5m 深左右，其深度應配合河川規模、淘刷狀況、流速、是否為冲刷段、河床材料、受損原因與上下游構造物的埋樁狀況而設定。
 - ② 預估河床淘刷嚴重地點或可能局部深度淘刷的地點，若無法只靠基礎埋樁維持穩定或基礎埋樁太深費用太高，可評估設置坡腳保護工。
 - ③ 同時設置坡腳保護工時，可不管上述①的狀況，只要坡腳保護工下緣配合基礎頂高程即可。

(2) 河床持續降低的受災地點注意事項

河床降低導致災害地點實施復舊時，應事先預估復舊後河床可能的變動趨勢，採取必要之對策。

《說明》

- ・受災原因是因局部淘刷或縱斷方向的河床下降所致時，進行護岸復舊時，應分析河床降低原因，採取對應之護岸基礎工處理。
- ・若受災地點等區間出現持續性河床降低，且判斷今後河床可能持續降低時，不只應加深護岸基礎埋樁深度，還得檢討維持河床高程的對策。
- ・通常護岸比河床平滑、粗糙度較小，若護岸前方流速提高、作用在護岸旁邊河床面的推移力與流體作用力同比例變大，容易導致河床與坡趾土砂遭受侵蝕。
- ・因此，護岸復舊之坡面基礎回填，應儘量使用較大粒徑的河床材料，並以大粒徑材料實施堆石等，如此不只避免護岸旁邊侵蝕，粗糙度提高也能降低護岸旁邊河水流速等。而且，這些措施即使施工階段也能實施。

2.5.4 坡腳保護工

(1) 基本事項

坡腳保護工應配合受損狀況與河道特性等，採取能對應設計流速等外力的安全構造，並在維護魚類等的棲息、生長空間之河川環境的前提下，選擇最具有施工性與經濟性等綜合考量。

《說明》

- 坡腳保護工應依據「護岸力學設計法」及實際狀況來對應設計流速這種外來作用力，進行設計。
- 坡腳保護工通常會成為魚類躲藏或食餌聚集地點，因此也是魚類等適合的棲息與生長地點。為了維護魚類等的棲息，應確保坡腳保護工上方足夠水深，施作多孔質坡腳保護工。

(2) 設置坡腳保護工的注意事項

坡腳保護工的設置應配合設計流速與局部河床淘刷等河床變動等狀況，在下列原則設置之。

- 護岸因為淘刷而受損，或坡腳保護工流失時
- 最深的河床很深，其護岸基礎實施埋樁費用不經濟時
- 只靠基礎埋樁無法確保必要的穩定性時

《說明》

- 設定濱水帶坡腳保護工之頂高，應先掌握水位變動，且其高度應能避免坡腳保護工外露。此外，坡腳保護工上方可鋪設拋石等，即使坡腳保護工外露也不會破壞周邊景觀。不過，若在歷史文化景觀的角度或船運等水邊利用方面，坡腳保護工外露不構成問題時，不在此限。
- 實施坡腳保護工應事先充分掌握護岸災害原因，然後選擇適當地點設置坡腳保護工，包括洪水時急遽河床淘刷容易導致護岸破損的地點，或者沖刷段等局部河床淘刷容易造成護岸受損的地點，以及現有坡腳保護工（含上下游）的地點，都應充分掌握現地條件，評估設置坡腳保護工的必要性。
- 設置坡腳保護工，應配合深潭的保全等，以及濱水帶多樣環境保全。特別是河床寬較小的河川，坡腳保護工會帶給河川環境相當大影響，必須小心。
- 坡腳保護工設置的高度，原則上應與設置坡腳保護工地點的現況河床高程平齊，但若考慮設置地點的水深與上下游河床狀況等不適合時，不在此限。此外，坡腳保護工橫斷面坡度應配合河床狀況設定之。且若目前已有坡腳保護工時，原則上應考慮現有坡腳保護工高度來設置。
- 坡腳保護工使用木材等時，應儘量利用間伐材。另外，利用間伐材時，埋樁直徑的規格多少要有些幅度（比如 $\phi 100\sim 150\text{mm}$ ）。

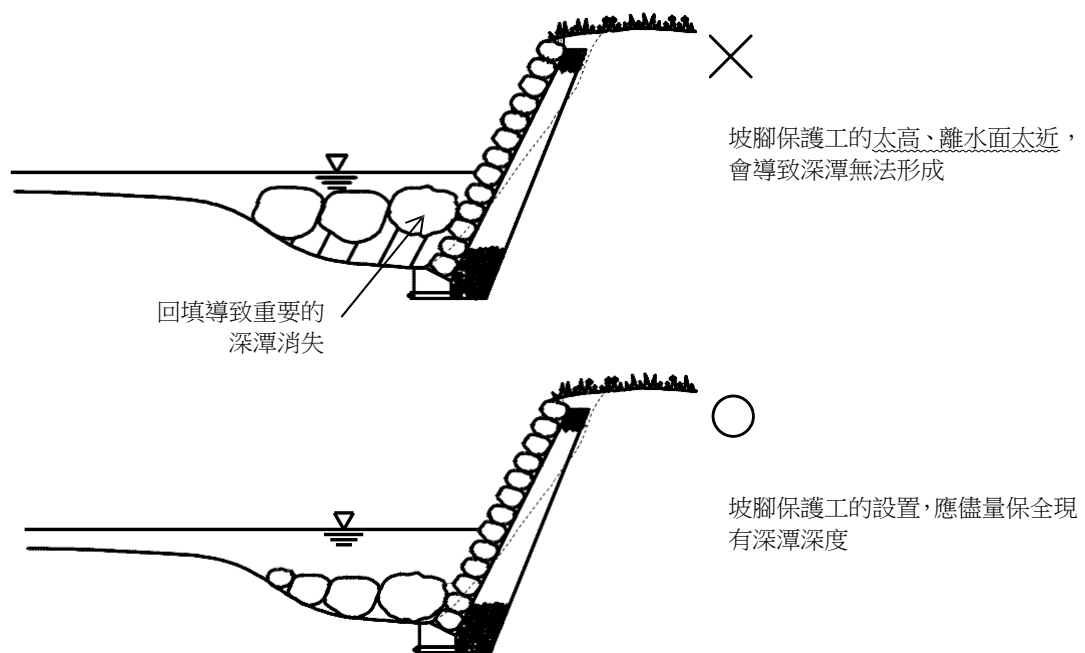


圖 2.47 順利保全深潭的坡腳保護工設置案例

- 坡腳保護工原則上應在水面下施工，但若變成在水面上施工，應藉由實施填料等保全岸邊環境。

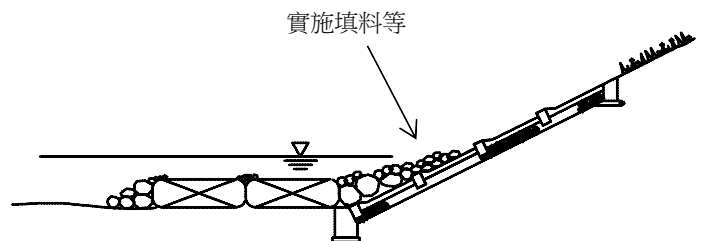
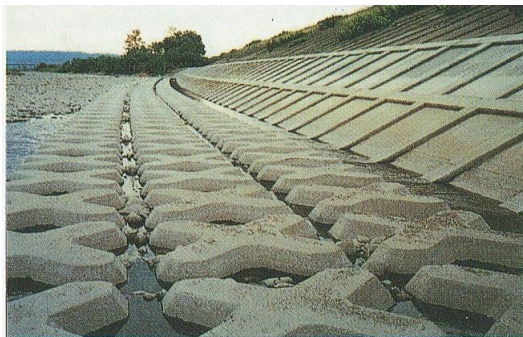


圖 2.48 坡腳保護工設置太高的案例


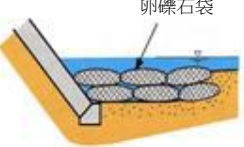

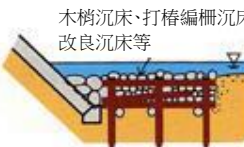
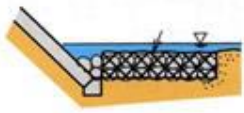

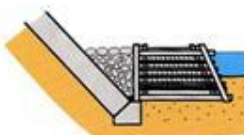


(3) 坡腳保護工的種類

坡腳保護工的設置旨在緩和洪水淘刷，維護坡面基礎工穩定，可單獨實施或搭配坡面保護工。坡腳保護工有各種不同材料工法，施工前應先充分了解各種工法特徵。

《說 明》

- 護岸受損多半是基礎部淘刷所致。坡腳保護工的設置旨在減緩該處流速，用覆蓋河床的方式緩和劇烈淘刷。但坡腳保護工突出於水流，容易造成水流亂流、造成坡腳保護工基盤土砂被吸出，坡腳保護工構造不穩定，助長淘刷。坡腳保護工要持續發揮機能，應以坡腳保護工基地石塊周面摩擦抵消土砂吸出力，必要時活用坡腳保護工周邊現地材料，實施端部處理。
- 坡腳保護工須能承受流水作用而不破損，因此和坡面保護工一樣，都得先了解各種工法的結構特徵，選擇適當的工法種類適當配置。
- 從資源有效利用與環境保全的角度來看，坡腳保護工的設置，應儘量活用現地材料與間伐材。

表 2.2 坡腳保護工的種類與特徵

	工法概念圖	工法特徵與設計概念	施工例
石材系		<ul style="list-style-type: none"> 即使河床降低導致坡腳保護工變形，應能確保護岸基礎前平坦空間的寬度。 拋石粒徑應依據「設計無因次推移力」進行設計。 應盡量利用現地周邊石材。若使用現地周邊以外的石材，需注意融入周邊環境。 	
土石袋系		<ul style="list-style-type: none"> 流速過大時，應利用鋼絲等將土石袋綁在一起，或實施打樁，固定籠袋。 適用滾石較少的河川。 填充材的粒徑，應依據「設計無因次推移力」進行設計。 此外，應盡量運用現地材料或實施廢物再利用。 須注意填充材太銳利會損傷袋體。 避免應用在橋樑周邊以及固床工下游等局部流速變大的地點。 	
沉床系		<ul style="list-style-type: none"> 打樁編柵沉床適合緩流河川，木梢沉床適用急流河川。 填充材的粒徑，應依據設計無因次推移力進行設計。 此外，應盡量運用現地材料或實施廢物再利用。 也有將木材改成混凝土的改良沉床。 若有間伐材，應盡量加以運用。 木材可能腐蝕，最好經常埋在水面下。 	
箱籠系		<ul style="list-style-type: none"> 箱籠應具有充分的強度與耐久性。 填充材的粒徑應依據設計無因次推移力進行設計。 此外，應盡量運用現地材料或廢物再利用。 有河川利用的地點，應注意所使用鐵絲材料。 適合運用在滾石較少的河川。 高酸性或鹽份濃度高地點，使用耐侵蝕材料。 	
單側坡面格框系		<ul style="list-style-type: none"> 適合運用在流動能力有餘裕的河川。 填充材的粒徑，應依據設計無因次推移力進行設計。 此外，應盡量運用現地材料或廢物再利用。 正常水位之上使用單邊坡面格框，有時會很快腐蝕。 護岸與坡面格框工程之間可實施各種的環境保全設計。 	
混凝土塊系		<ul style="list-style-type: none"> 應先評估流體力所可能造成的滑動與滾動，進行設計。 相鄰混凝土塊之間，應以連結或咬合的方式使之一體化，發揮穩定性。 搭配使用空隙較多的混凝土塊或塊石等，確保多樣化岸邊環境。 	

2.5.5 坡腳強化工

(1) 基本事項

坡腳強化工的設置，係於河床淘刷、河床降低導致現有護岸基礎部分外露或災損之際，用來保護基礎部。施工時應注意配合河川環境。

《說明》

- 護岸基礎部分災損，可能出現土砂吸出或淘刷等護岸全面受損的狀況。因此，坡腳強化工施工前，應先詳細調查適用狀況（護岸已毀壞時，即不用）。此外，小型河川也有適合帶工、固床工等有利場合，應注意。
- 坡腳強化工在治水方面不可增加水流斷面之障礙，且施工時應避免使現有護岸再度破損或移動。
- 河流橫斷面積足夠時，坡腳強化工構造主要有凳子型與板樁型。但這兩種工法不適合使用在需保持濱水帶河川環境多樣性的地點，不得已要施工時，可以堆石或填土等，讓濱水帶產生更多變化等、關懷河川環境。
- 河流橫斷面積不足時，可考慮「單斜型」，但此時開挖河床可能誘發現有護岸崩塌等的二次災害，因此僅限於基礎部土質良好且既有護岸堅固，才予以適用，需慎重檢討之。

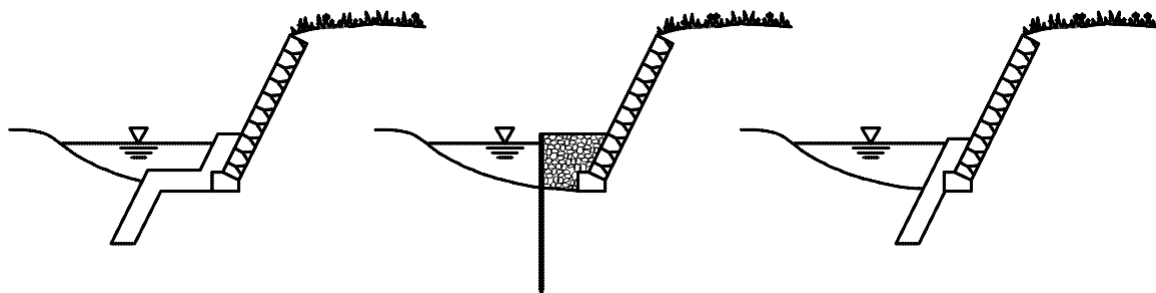


圖 2.49 坡腳強化工案例

(2)採用坡腳強化工的注意事項

河床降低與局部淘刷導致既有護岸受損，實施坡腳強化工應注意下列事項。

《說 明》

- 坡腳強化工表面一般為混凝土之平滑面，附近水流流速快於設置前，容易導致坡腳強化工附近土砂流出。特別是河寬較窄河川坡腳強化工，若實施地點剛好是低水流量流路河寬較窄處，容易導致河床降低。應避免採用腳強化工。
- 若受災護岸與上下游護岸為相同構造、埋入基礎之柱子較長時，災害區間的坡腳強化工可能使河床進一步降低，導致上下游相鄰區間護岸受災之情形。出現縱斷面河床降低狀況，應避免隨意實施坡腳強化工。
- 坡腳強化工上游端會在既有護岸往外突出數十公分之形狀，容易在端部產生局部淘刷。若要避免此處局部淘刷，應在端部形狀下工夫，並以較大塊石回填端部。
- 此外，若預估坡腳強化工設置後仍有淘刷危險性時，應利用現地材料等，減輕或防止坡腳強化工周邊可能出現的淘刷。

2.5.6 堤頂工、堤頂保護工、端牆、洩水孔排水管等附屬工程

(1) 基本事項

堤頂工與堤頂保護工的設置旨在保護坡面保護工之堤頂，摩擦銜接工的設置則是防止護岸上下游端摩擦銜接區間受侵蝕。

《說明》

- 護岸工設置地點依地形、上下游設施關係、土質等狀況，必要時應適度施作堤頂工、堤頂保護工、端牆，土砂吸出防止材、回填材料、摩擦銜接工等附屬工程。
- 附屬工程設計不當，常導致堤頂或上下游侵蝕、護岸後方鄰接區域土砂被吸出，造成護岸受損。

(2) 疏浚河道用混凝土系列或石材坡面保護工的堤頂處理

堤頂工施作應避免堤頂混凝土太顯眼。

《說明》

- 疏浚河道之護岸堤頂混凝土處理，多半是混凝土塊上方打設 10cm 左右的混凝土（圖 a），或配合堤頂混凝土塊表面，實施抹平打設（圖 b）。這些作法的護岸坡面與堤頂，可能因為混凝土打設而有僵硬的印象。
- 若在堤頂混凝土塊上緣略低處打設堤頂混凝土（圖 c），或堤頂不打設混凝土（圖 d），而以泥土填平堤頂混凝土塊上緣，堤頂長草後會邊角會有柔和的效果。這幾種做法可使堤頂上方填方土不易流出的功效，也適合運用於疏浚河道之堤頂處理。雖是細微處理，卻能大大提升河川外觀。
- 堤頂混凝土的設置旨在防止堤頂的水往回填材料滲透。洪水時護岸殘留水壓太大可能導致護岸崩塌，因此應防止堤頂上方滲透。護岸牆後的窪地容易累積雨水，須防止堤頂上方滲透，最好實施圖 c 做法。另一方面，護岸要形成植生、確保生物棲息與生長所需的濕潤狀態，平時要有來自護岸後方充分水分供給。洪水時堤頂上方滲透水不太會導致護岸崩塌的地點，可選擇較不必考慮洪水狀況的圖 d 做法。圖 d 可基待有平時來自護岸牆後的水分供給，再加上從護岸牆後土壤及堤頂上方雨水的水分補給。
- 土木構造物標準設計第二卷（擋土牆）說明圖 a 這種類型堤頂混凝土打設的做法，施作時應配合景觀，採用能因應現場狀況、發揮護岸機能的工法。
- 實施圖 a、圖 b 堤頂混凝土打設，可參照「2.8.2 施工應注意細節」（p.141）。

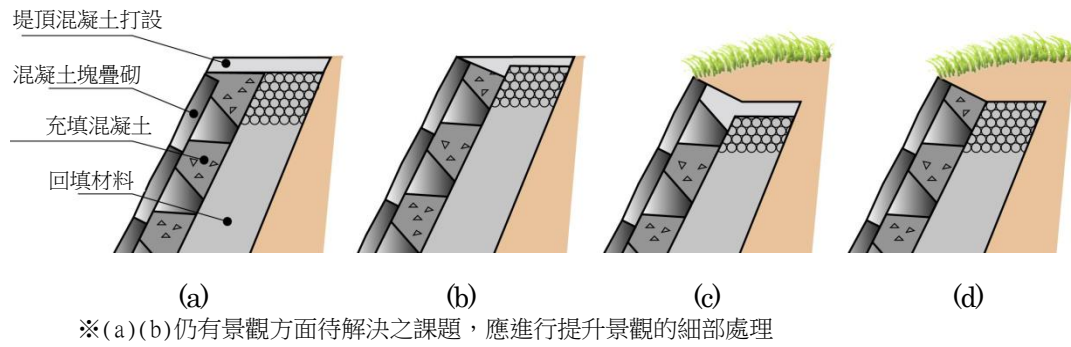


圖 2.50 以疏浚河道為標的之各種護岸堤頂處理類型



- 堤頂不打設混凝土而回填泥土，植生恢復後整體視覺感柔和。
- 同時實施濱水帶拋石，植生恢復後，河川整體形成自然柔和視覺感。

註：本案例中的護岸明度過高，不值得推薦

照片 2.39 堤頂不打設混凝土而以泥土回填的案例（元町川：岩手縣）

(3) 複式斷面河道混凝土、石材坡面保護工的堤頂處理

保護護岸堤頂，並融入周邊景觀。

《說明》

有高灘地的複式斷面，洪水時低水流量護岸堤頂易受水流沖擊，需特別保護堤頂，避免護岸堤頂周邊淘刷導致護岸破壞。

那珂川（福岡縣）



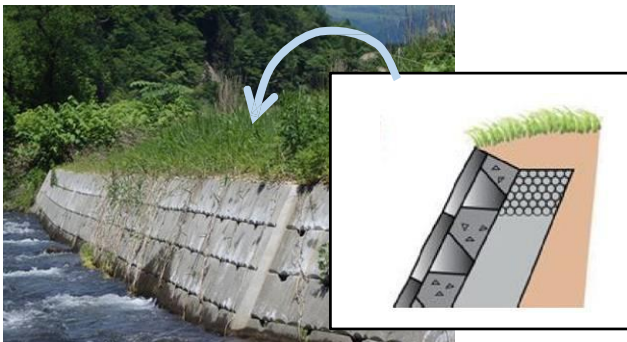
- 低水流量護岸堤頂設置草地，後方鄰接區域設置步道。
- 護岸堤頂草地增添水邊景觀視覺柔和感。

鴨川（京都府）



- 低水流量護岸堤頂可以慢跑，與步道之間設置草地，河岸看起來很舒服。
- 組合護岸或人工鋪面及草皮、喬木等自然要素的河岸景觀。

零石川（岩手縣）



- 護岸肩部分預留覆土空間，植生恢復後可使堤頂視覺柔和

利根川（群馬縣）



- 護岸肩部與坡面保護工覆蓋相同材料，形成一體的景觀視覺

照片 2.40 低水流量護岸的堤頂保護

■技術資訊 -- 塊石疊砌的堤頂處理

塊石疊砌的堤頂可以切頂、角頂、弧頂、蓋石（牆帽）等方法提升美觀。塊石疊砌堤頂上方常以下列四種方法處理。其中，弧頂常用於水流通過部分。

○切 頂



○角 頂



○弧 頂



○蓋石（牆帽）

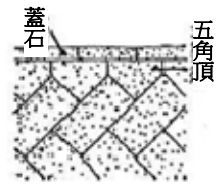


圖 2.51 塊石疊砌堤頂處理案例



· 堤頂工的水泥太過顯眼，與周邊景觀格格不入。



· 堤頂工混凝土打設略低些，上方覆土植栽，遮掩堤頂混凝土。



· 堤頂做成弧頂，看不出來有混凝土打設。
· 上方植物茂密，景觀優美



· 堤頂施做蓋石（牆帽），石材太薄，無法呈現塊石疊砌風格



· 堤頂蓋石為有點厚的石材，端部產生明快收攏效果，呈現塊石疊砌風格美感。

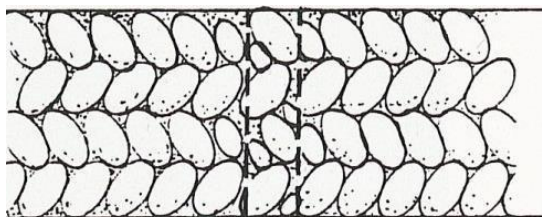
照片 2.41 塊石疊砌堤頂使之美觀的之做法

(4) 端牆的處理

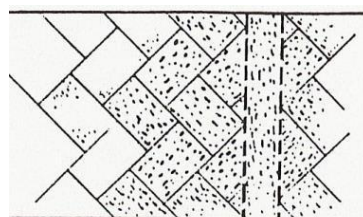
儘量讓端牆與橫帶不顯眼

《說明》

- 施作塊石疊砌工或半切混凝土塊疊砌工，若橫帶與端牆的水泥太顯眼，會嚴重破壞景觀。最好進行表面處理，避免橫帶與端牆太突出。
- 設置伸縮接縫，應避免接縫材料外露、影響河川景觀。具體做法是，整齊裁切接縫材料、避免外露，並從混凝土塊護岸表面內縮使之不見到。



(塊石疊砌做法)
填入相同規模的塊石



(半切塊石做法)
以固定框產生粗糙感，或表面鑿削



端牆太顯眼



表面處理的半切混凝土塊端牆



· 混凝土橫帶容易太過顯眼。



· 紅框部分橫帶使用可避免混凝土剝離的坡面鋪石，形成整體和諧感。(寬度達 30cm 左右，不採用斜交疊砌，而做成水平疊砌)



· 伸縮縫放在角落，維持塊石疊砌風格美觀。

圖 2.52 避免護岸端牆顯眼的細部處理

(5) 排水管處理

設置洩水孔排水管，應極力避免顯眼。

《說明》

- 混凝土塊採漿砌時，為方便護岸後方鄰接區地盤地下水排除、洪水期間水位降低時後方鄰接區域地盤殘留水壓快速排除，每 3.0m²左右須設一處 $\phi 50$ mm 左右的洩水孔。洩水孔能提高混凝土砌石護岸穩定性，但洩水孔排水管常會影響河川景觀。
- 洩水排水管的設置，應避免太顯眼。具體做法是，排水管設在混凝土塊接縫，或角落等能以混凝土塊遮掩處。排水管內縮，避免突出於混凝土塊坡面。此時須注意避免洩水孔阻塞。



- 塊石疊砌護岸在角落設置洩水排水管的案例。
- 洩水排水管未突出於護岸坡面，不會太顯眼。



- 洩水排水管設在混凝土塊疊砌角落的案例。
- 洩水排水管突出於護岸坡面，看起來太顯眼。

照片 2.42 設置洩水孔排水管的案例

2.5.7 覆土、堆石

(1) 覆土的基本做法

工程所產生殘土應活用作為覆土等，以利植生恢復。此外，即使濱水帶也可利用現地材料，進行堆石。

《說 明》

- 覆土旨在確保護岸等設施上方土壤，使護岸與天然河岸一樣具備植物容易生長的條件，以保全河川環境。此外，植物茂盛可提高景觀與親水性，達到「恢復河川應有面貌」的效果。
- 災害復舊實施的覆土，係為了讓植生快速復原而覆蓋土壤。設計目的並非增強護岸強度，因此不必要夯實。
- 覆土或堆石應利用現地材料，特別是以現地取得表土作為覆土材料。因為是原地土壤，有利於植生快速恢復。
- 構造上無法覆土的護岸，應配合現地狀況，施作濱水帶堆石與堤頂覆土。
- 濱水帶為防止覆土流出、確保多孔質空間，必要時可實施堆石。須確保標的生物享有大小適當的活動空間，否則效果不大。
- 有傾覆弱點的連節混凝土塊護岸，應確保某種程度的層厚，並考慮採用覆土夯實的隱藏式護岸。

(2)以拋石、堆石形成自然河岸的效果及注意構想

護岸前面堆土（堆石），應配合復舊地點河段（流程分區）選擇適當材料，避免整齊劃一的斷面。

《說明》

· 護岸前面形成自然材料河岸，應注意問題如下。

- ① 護岸坡面坡度設計為陡坡（1:0.5 左右），護岸前面要設置足夠的土砂與礫石等。
- ② 河岸材料基本上使用現地材料，適度處理、避免中小型洪水導致河岸材料流失。此外，若現地土砂與礫石暫置回填時，應使用適合標的河道區間礫徑的河床材料。
- ③ 河岸坡面應對應河道的平面形狀或深槽線、適度變化，避免橫斷面整齊劃一。

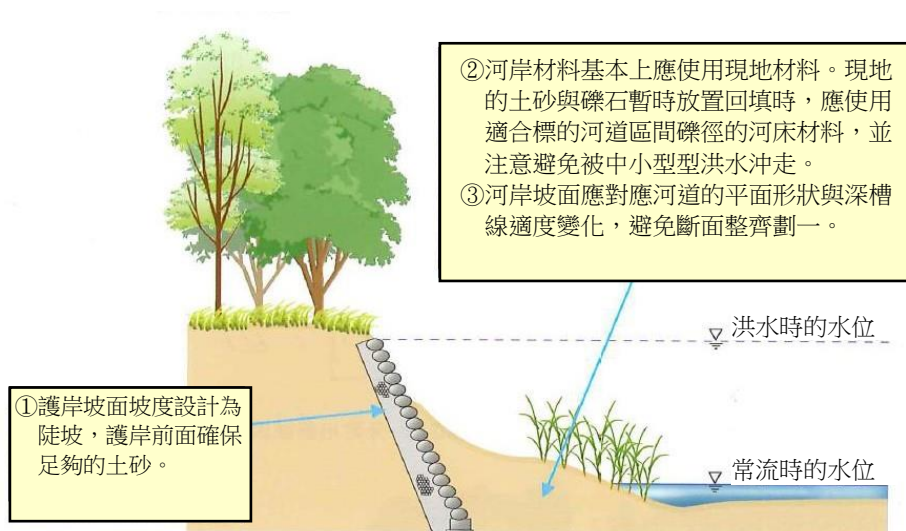


圖 2.53 護岸前面形成自然材料河岸的注意構想

(3) 濱水帶的堆土與堆石基本做法

濱水帶的拋石與堆土（堆石），儘量使用現地材料。

《說 明》

- 護岸裸露時河岸與濱水帶的設計，為活化河川作用，應確保河川足夠空間，岸邊不予以固化，利用拋石或堆土（堆石）等現地材料，容許某種程度河川作用所造成的變化景觀點至為重要。
- 濱水帶目前為止為打造多孔質之類岸邊構造，設置蛇籠或四角型箱籠等，此等人工構造物配置造成滯水帶固定化，完全偏離讓河川作用形成有變化自然岸邊的概念原則。
- 應儘量使用拋石或堆土（堆石）等現地河床材料，復育自然濱水帶為原則。此時拋石與堆土（堆石）為緩和修繕工程導致環境改變（單調化），讓河床與濱水帶形狀作某種程度的恢復，河川作用得以產生變化為前提。

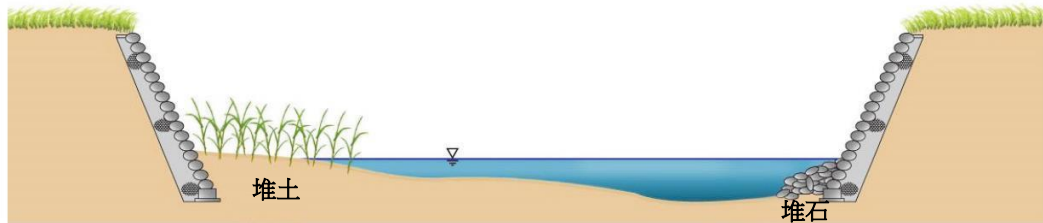


圖 2.54 護岸外露時濱水帶細部做法

■技術資訊 -- 構成河岸土砂的流出

河岸背後設置護岸時，每個河段（河道區間）洪水導致護岸前面土砂之反應與特性的概述。

a. 各河段構成河岸土砂流出之反應特性

【河段 1（扇狀地）、M（山谷）】

在河段 1 或 M，河岸構成物質係由與河底材料相同粒徑的礫石構成時，假設河岸受侵蝕時，土砂往下方（橫斷方向地）移動，部分可能堆積河底，河岸坡面變緩。此時河流斷面積之變化雖小，但水力半徑變化可能導致該地點的洪水時流下能力稍微降低。此外，河底突然形成堆積是否導致形成偏流，也是檢查對象。

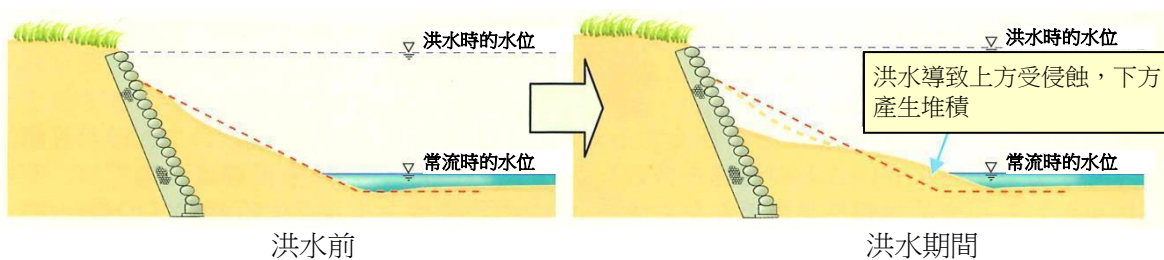


圖 2.55 河岸侵蝕造成土砂橫斷方向之移動狀況

【河段 2（自然堤防帶）】

在河段 2 的河川，雖然常流水位上方植物茂密生長，但河岸土具黏著性且岸邊附近下方植被率低，可能導致河岸下方先受侵蝕，然後侵蝕持續擴大，整個河岸受到侵蝕。此時該斷面洪水時的流下能力，可能局部突然增加。

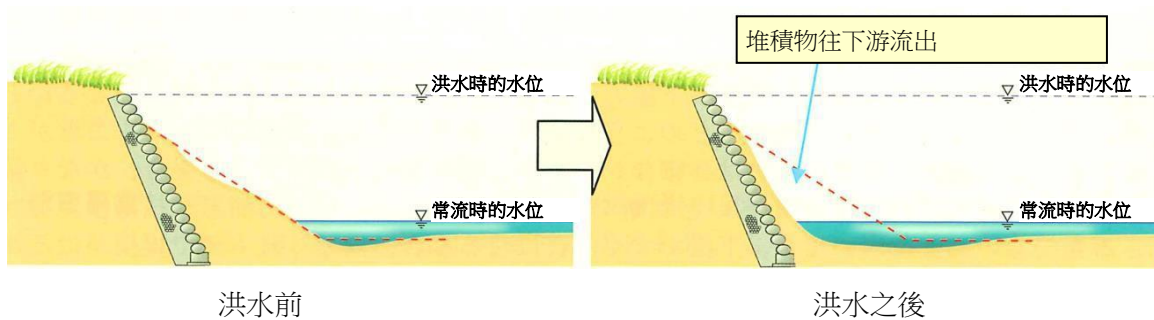


圖 2.56 河岸侵蝕導致土砂往下游移動



受侵蝕河岸以連節混凝土塊復舊，坡面保護工下部參考過去的地形實施覆土，濱水帶進行堆石。

四年後河岸全面植生覆蓋，濱水帶水生植物茂密，恢復了水生生物棲息環境。



照片 2.43 堆石與堆土的岸邊多樣化與植生復舊案例（三刀屋川：島根縣）



受侵蝕的河岸以環保型混凝土塊復舊，同時坡頂引進植生、融入環境。濱水帶堆置現地的石材，且避免過度使用河床石材。

一年後恢復原先多樣化水流的河床環境。



照片 2.44 運用河床材料適性、實施堆石的案例（大平川：宮崎縣）

b. 護岸前方河岸應使用的材料

河段 1、M 與河段 2 基本上都應使用與現況相同粒徑的材料。河段 1、M 的河岸材料多半由河底材料相同粒徑礫石構成，基本上河岸材料應取自河底或河岸材料。另一方面，河段 2 的河底材料與現況河岸材料通常不同，因此，不可過度依賴河底材料，而應另外調用與河岸材料相同的材料。比如，打算要取代具黏著力的河岸土，而使用河底分級度較高的砂土，卻不利於植物生長，且黏著力不足，不符原來期待。雖非刻意整治以增加流速，卻可能導致該區間自然河岸突然出現原本不太可能發生的大規模侵蝕。因之，護岸控制設施，在前方回填原層河岸時，配合河段特性，選擇適當的材料，至為重要。

2.5.8 申請工法概要的填寫與檢核表的運用

(1)申請工法與注意構想之填寫

A 表（右側）在填寫申請工法概要、設計注意構想與施工注意構想

《說 明》

- 工法決定後應篩選各工法所需注意事項。A 表（右側）應掌握受災地點條件，在⑧「申請工法概要與設計施工注意構想」繪出申請工法概要的橫斷面圖，拉線出來的地方填寫該工法主要注意構想。此外，⑨的「施工注意構想」（工程特記規格說明書填寫事項），是從⑧之中將施工階段應注意事項填入，並將填寫內容反映到工程特記規格說明書。
- ⑧之橫斷面不止填寫受災地點，還須繪深槽區形狀。但河道很寬、河岸與濱水帶復舊不會影響深槽區環境時，不在此限，這部分狀況應填寫在⑧之中。
- ⑧的注意構想參照「設計與施工檢核項目一覽表」，選定各種別的項目其次選定會明顯影響受災地點條件、工法穩定性、河川景觀、自然環境的項目，儘量填寫。
- ⑨的「施工注意構想」參照「設計與施工檢核項目一覽表」，選定工程特記規格說明書應填寫項目填寫。特別是施工應注意項目，應儘量予以選定。

(2)設計與施工檢核項目一覽表的使用方法

篩選出來的檢核表，在災害查定時設計、施工時與竣工時檢核，檢討是否有按照多自然型河川營造的方法實施災害復舊。

《說 明》

- 檢核表包含前段「2.4.5 申請文件的製作」（p.43）所示之注意事項，並指示採用所選擇復舊工法的注意事項。
- 檢核表所列舉注意事項，係多自然型河川營造災害復舊標準做法。不只查定時，設計、施工與竣工都應檢核這些項目。且除了注意事項要關照以外，未關心到的事項，事後也應加以檢核。
- 查定時、設計、施工時、竣工時等不同階段，應整理可能未關心到的事項，並針對未關心到的理由加以分析，作為以後災後復舊的改善。

2.6 丁壩

防止河岸侵蝕，實務上多採坡面保護工與坡腳保護工的案例很多。若河道夠寬且能改變水流方向可防止河岸侵蝕時，也可檢討丁壩的設置。

《說 明》

- ・丁壩效用如下所示，但運用前應詳細調查河川規模或坡度，以及適用的條件。
 - ① 丁壩附近常產生土砂堆積，減緩流速的效果可期待。
 - ② 丁壩具有改變水流方向、營造河岸多元岸邊線或良好河川景觀、洪水時提供魚類避難場所等有利於河川環境保全與復育的多樣機能。
 - ③ 若預估護岸基礎會產生大範圍淘刷而有必要大範圍鋪設坡腳保護工或護床時，應評估丁壩設置數目之經濟效益且對淺瀨或深潭保全的可能。
- ・河寬較窄的河川，設置丁壩可能助長河床淘刷與河岸侵蝕。應充分了解該河川與類似河川設置丁壩的實際成果。

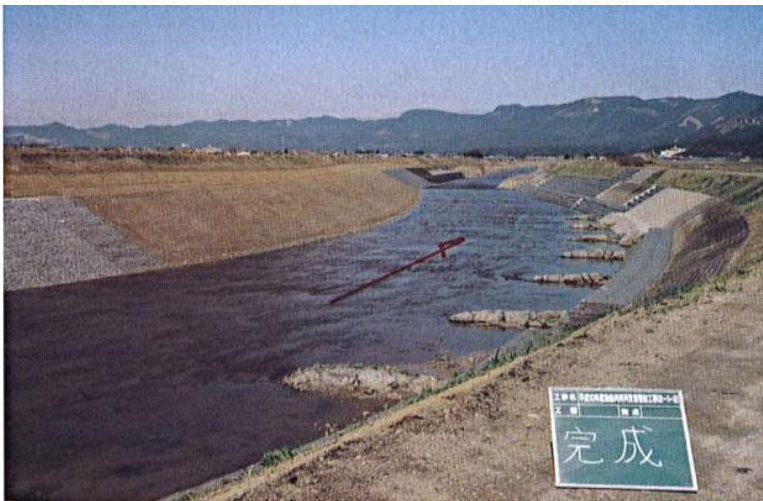


- ・左：2002.3 攝影 右：2007 攝影
- ・利用丁壩將流心誘導到河道中央，丁壩與丁壩之間形成土砂堆積。

照片 2.45 低水流量河岸設置丁壩的案例（矢作川：愛知縣）

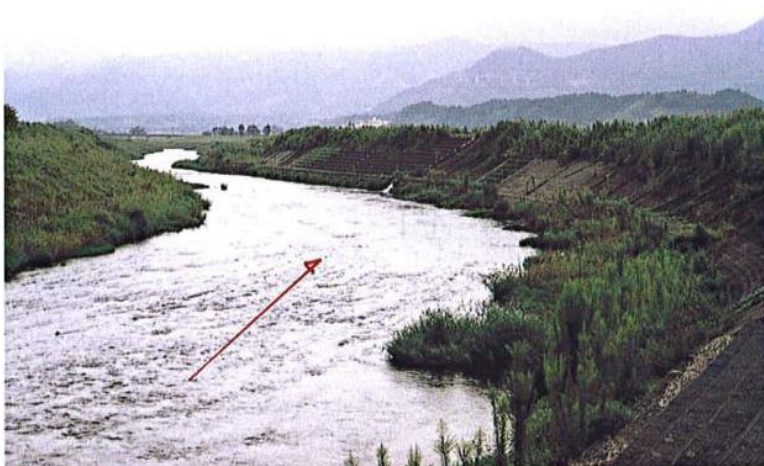


照片 2.46 災害狀況 混凝土塊護岸受災



照片 2.47 完工時

受災右岸設置石材丁壩，以強度較低於原來的箱籠工復舊；水流內側區域（凸岸）也就是左岸，以箱籠工復舊



照片 2.48 完工後一年

濱水帶與低水流量河道之植生恢復

2.7 固床工

(1) 基本事項

縱斷面形狀採取原來的縱斷面坡度為基本，避免設置新的固床工。

《說明》

- 縱斷面形狀之規畫，應先注意能否確保河床穩定性，以及上下游生物移動的連續性。
- 一般而言，固床工旨在避免河道整治之河床疏浚之際，為緩和河床坡降，防止水流亂流，導引水流方向、避免河床淘刷與河床降低之目的，為維持河道縱橫斷面形狀而設置。
- 另一方面，固床工可能阻斷水流連續性，妨礙魚類等上溯與下降。有時固床工上下游會產生局部淘刷，造成周邊護岸或固床工本身破壞變形。為了防範這類局部淘刷、破壞變形，不少案例以河道三面鋪面進行整修與復舊，結果造成洪水流速提高，進一步惡化環境、陷入惡性循環。
- 因此，設置固床工，應配合洪水流速，作用在河床的推移力等河道特性，從水理的角度作最佳安排。
- 為確保河道縱斷連續性、防止河道三面鋪面，原則上應以最小限度地設置固床工。
- 若希望河道計畫不施設固床工，應注意下列構想。
 - ① 平面計畫應尊重現況流路線形，避免過度截彎取直與河道整正。
 - ② 不提高流速的方法是，避免提高縱斷面坡降，以及避免降低粗糙係數、挖深河道。
 - ③ 以疏浚時避免改變現況河床材料構成。
 - ④ 礫石河床不挖取河床石塊，較大石塊應留置原地。
- 此外，現有的階段工（跌水工）原則上不予以拆除。曾截彎取直或河床疏浚等後施作固床工的河川，若要拆除固床工時，應謹慎評估。

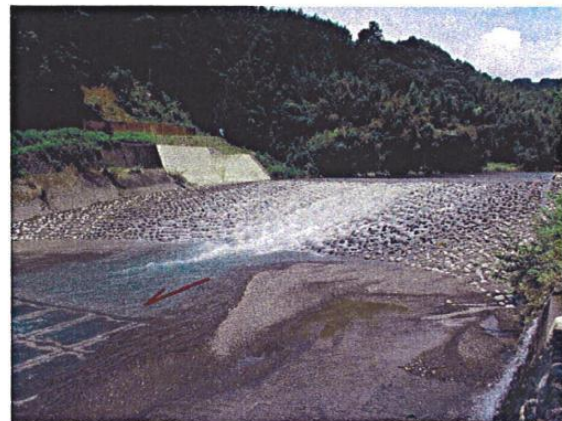
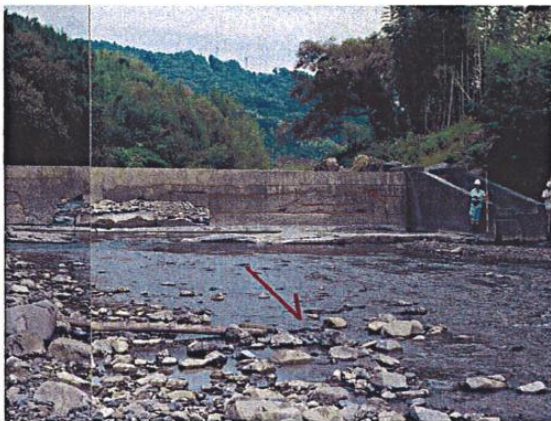
設置固床工，其配置與設計、施工時應充分考量河川上下游生物移動連續性，或景觀、設置後的河床變動。

《說 明》

- 固床工可能阻斷水流連續性，妨礙魚類等的上溯與下降，有時還會造成固床工上下游局部淘刷，導致周邊護岸或固床工破壞變形。
- 固床工規劃時，原則上應注意①生物移動的連續性，②河川景觀，③設置後的河床變動。



照片 2.49 下游區間河床下降時切掉部分階段工（跌水工）維持急灘構造、確保水流連續性的案例（俱登山川：北海道）



照片 2.50 階段工受災以粗石鋪置斜曲式階段工（跌水工）復舊的案例

(2)急流河川的注意事項

基本上巨礫等應予以保留，讓巨礫發揮穩定河床效果。

《說 明》

- 急流河川巨礫有時會被洪水沖到河道中，而有阻礙河流橫斷面積之虞，但能攔阻粒徑較小土砂，應積極使之發揮以替代護岸與固床工所預期的河床穩定效果。此外，巨礫也能形成具有河川上游應有特徵的景觀。
- 因此，急流河川河道出現巨礫等，即使不實施疏浚的整治工程，基本上巨礫也應留在原地，不予以挖除。
- 除了原地保留巨礫，也可考慮讓巨礫發揮類似階段工效果。此時，洪水時河床變動對護岸穩定的相關做法，可參考類似河川之案例加以檢討。另外，即使不以河道疏浚方式進行整治，河道內巨石原則上也不取出，應原地留置。
- 此外，原地留置河床巨礫等的同時，應注意橫斷面形狀問題。比如，即便是突出於河床的巨石等，對必要留置的巨石、水流流下斷面應加以檢討。



照片 2.51 受災後河床出現巨礫發揮固床工效果的保全案例（山附川：宮崎縣）

2.8 施工與追蹤

2.8.1 施工時的注意構想

A 表所列設計時的注意事項，應反映到施工之中。

《說明》

- 設計時被檢討事項之中，施工期間應注意者，整理在 A 表右上欄。此外，重要項目就工程特記規格說明書應填寫項目選定之。
- 工程發包者應詳實告知施工者相關注意事項與打算，必要時應與發包者、施工者、設計者三方協議，徹底執行施工階段應注意事項。

施工時應將對河川環境產生的影響降到最低。

《說明》

- 災害復舊雖有急迫性，仍須將對河川環境的不良影響降到最低。比如，施工時期可能影響魚類上溯產卵，以及植物繁殖與發芽等。
- 即使所擬定復舊計畫已注意保護河川環境，臨時作業、施工道路設置以及重機通行等，仍可能對河川環境造成影響。臨時作業與施工計畫應將對河川環境的影響降到最低。

避免惡化河川景觀

《說明》

- 「2.5.2 坡面保護工」將環境機能大致分為河川景觀與自然景觀二類，指出裸露視覺可及的護岸在融入周邊景觀及其具體注意事項，但堤頂與端牆的善後，以及洩水孔或伸縮接縫善後工作，常在施工階段欠缺小心而破壞河川景觀。
- 「2.5.6 堤頂工、堤頂保護工、端牆、洩水孔排水管等的附屬工程」等工程容易造成河川景觀惡化原因的要，說明詳細之對應方法。施工時原則上應謹慎關注所述的注意事項。
- 此外，採用石材坡面保護工時，不同疊砌方法會產生很大的質感差異，應參照「技術資訊 -- 使用石材的注意構想」形塑良好河川景觀。

2.8.2 施工時被期待的構想

施工時應積極尋求提升護岸的景觀利用性的作法。

《說 明》

- 以下呈現一些被考慮到的構想。
- 堤頂工覆土不易或有人員要進入時，過去解決方法對堤頂混凝土或坡面格框以「抹刀抹平」，結果護岸表面變成光滑。解決方法是，「混凝土沒乾時用掃帚掃過」或「鋪設碎石」等，以降低明度、改善混凝土無機質或單調的缺點，這樣做也有止滑效果，並能提高民眾利用時之安全性。



照片 2.52 掃帚掃過堤頂混凝土表面的案例



照片 2.53 堤頂混凝土表面鋪設碎石的案例

- 下列案例係將左圖標準工法改為右圖做法，降低格框內的坡度提高護岸步行的利用性。

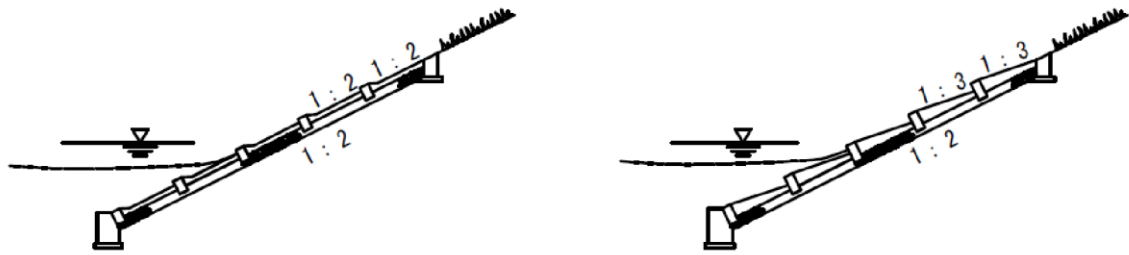


圖 2.57 整體坡面坡度為 1:2 但格框內（立足點）的坡度為 1:3

- 階梯等的前面之河床開挖後回填，若河道斷面範圍內殘土堆置到 護岸坡腳，從防止護岸坡腳部位淘刷之觀點，在提升治水安全度之同時，應確保安全玩水的水邊空間。

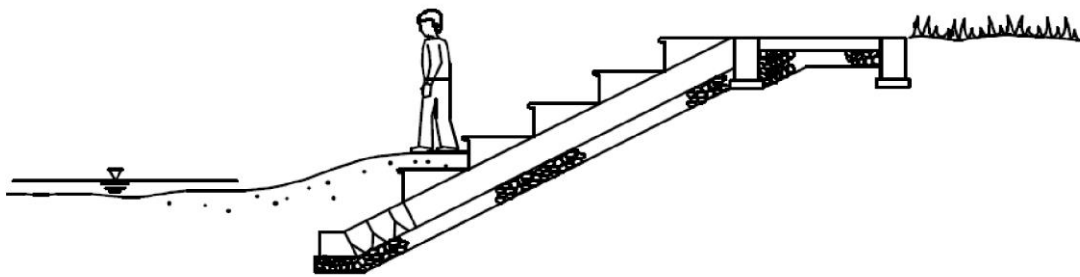


圖 2.58 利用殘土等的岸邊處理案例

2.8.3 追蹤（施工後的檢核與監測）

（1）A 表檢核表的活用

設計時所列舉的注意事項，應以檢核表確認是否已於施工階段加以達成。

《說 明》

- A 表的【設計與施工檢核表】係針對河川特性與災害原因掌握之結果，以及復舊工法檢討結果，篩選出設計階段與施工階段應注意項目與內容。
- 申請者應先利用檢核表，針對復舊工法實施多面向檢核，並在災害查定時向查定官相互查證。此外，施工設計定案時，應將檢核表內容分享相關單位或人員，注意事項轉達工程現場人員。
- 檢核表所列舉注意事項，係依循多自然型河川營造災害復舊的標準做法。這些項目不只可用來查定，設計與施工時也應予以檢核、注意其中的注意事項，若有無法解決的問題，應分析無法解決的原因。
- 整理無法解決的問題並分析其原因，有助於改善往後的災害復舊。

（2）工程完工後的監測

災害復舊工程完成後，仍應以巡視等方法確認現地之歷程或洪水等作用而產生的變化。

《說 明》

- 水邊的多樣化型態係經歷洪水（逕流水）、自然營力長年累月所形成。因此，即使災害復舊計畫完工之後，仍應以巡視等方法監測現地狀況，確認工程目的是否已達成。
- 工程完工後的監測方法之中，定點攝影相當有效。定期實施定點攝影掌握復舊工程完工後的變化，能留下河床變動趨勢與植物生長狀況等的記錄。此外，藉由比對災區地點之外所進行的相同項目拍攝記錄，也能有效了解災害發生時的受災前狀況。
- 河床降低或局部淘刷所導致護岸受損的地點，應注意復舊之後的河床變動趨勢，以及是否出現再度發生災害的徵兆。平時就應有防止災害於未然的觀念，實施巡視等工作，而非在災害發生之後，此點至為重要。

(3) 透過維護管理進行改善

受災地點透過維護管理可減輕以後的維護管理，並改善河川環境。

《說 明》

- 災害復舊工程完成之後，也有不少出現與復舊計畫所設定目的不同的不良狀況。比如，以復舊工程改變斷面形狀之後，卻發現常流水時的深槽線不明顯了，於是河床大量繁殖植物；或該復舊工程區間變成容易堆積土砂；或者相反的出現河床降低、局部淘刷等狀況。
- 出現這些不良狀況不可置之不理，此時可採取對堆積土砂之疏浚或植生砍伐等維護管理工作，並且引進修正河床形狀以及簡易輔助工法的對策等，如此不只能減輕未來維護管理，並期待能創造多樣化的河川環境。

3.改善復舊事業

3.1 改善復舊事業的重點

以寬闊的視野、長期的觀點處理河川的問題。

《說 明》

- 對改善復舊事業而言復舊區間的總長度經常比災害復舊事業（單一災害）長，河川的改變也比較大。因此，從治水與環境兩種角度，如何意識到對象區間在整個流域的定位至為重要。比如，流域的林地砂防設施、林地管理狀況、下游區域的都市分布狀況等，都是擬定改善復舊事業時必須注意問題。此外，應從生物、景觀、水邊利用的角度掌握，了解實施改善復舊事業區間的河川環境在整個水系是否屬於「良好等級」。
- 改善復舊事業有必要在有限的計畫期間內完成，但其結果可能持續影響當地數十年。因此，改善復舊事業必須能讓地區民眾足以安心地面對洪水，並且也應實施具有魅力的河川營造，讓民眾日常能舒服的親水、戲水。
- 此時，河道會因為水流作用、土砂運移、植物生長等而產生變化，河道計畫擬定應考慮長期維持河川的機能。

「平常有所準備」才能在災害之後迅速擬妥改善復舊計畫。

《說 明》

- 改善復舊計畫的擬定要求迅速性。因此，河川整治技術人員應平時就應了解標的河川的環境特性、地區特性以及過去災害歷史或復舊方法，全面掌握整個河川與附近地區。
- 特別是平時進行河川巡視應注意河川的現況流下能力，並事先掌握發生洪水時很可能出現淹水與溢堤的地點，提早想好該河川實施整治的可行方向，如此就能在災害發生後更迅速地擬定計畫。

改善復舊事業基本上參考多自然型河川營造構想，除了防止再度發生災害之外，從河川環境保全與維護管理的角度評估其經濟性，進行河道計畫與設計。此外，流下的土砂掩埋河道或漂流木堵塞河道釀成災害等致災原因，也應搭配砂防設施，防範再度發生災害。

《說 明》

- 多自然型河川營造為達成治水與環境融和而應有河道計畫與設計構想之認知，進行下列觀點之河川營造。

1) 避免流速增大

- 流速增大會造成加下游洪水負擔增加，或河床降低造成護岸受損等問題。因此河道計畫，基本上應避免流速大於災前。
- 此外，河道較窄、設置護岸必要之場合，粗糙度小的護岸影響較大。因此應謹慎處理河岸、護岸與濱水帶計畫與設計的注意事項，避免採用可能導致粗糙係數變小的護岸設置範圍或護岸材料等工法。

2) 確保河床穩定性與連續性

- 縱斷面形狀之計畫，應確保河床穩定性與上下游之間生物移動的連續性。除了檢討拓寬河道為主的河道計畫之外，若現況良好，基本上應維持現況縱斷面形狀。因此，可能妨礙水生生物上溯與下降的固床工等橫向構造物，設置的數量越少越好。

3) 容許河川變化

- 不限於河寬不大之河川，坡面設置太緩而讓河床寬變窄，水邊以硬質材料作護岸等，會妨礙深槽線移動，使河川功能無法活化，形成形狀單調之河川。
- 容許河川有些變化，避免岸邊僵化，同時確保河寬特別是河床寬。

4) 現況良好的河岸與深槽線予以保全

- 自然河川所呈現的多樣化河岸與河床形狀，係河川作用長期形成，一旦破壞，復原很慢。
- 此外，人為河道截彎取直，很難恢復原狀。為此，現況形成良好河岸與河床的地方，河道治理計畫線（中心線），應避免改變其位置。

5) 將維護管理納入考量

- 河川營造工作並非工程完工就已結束，而應持續監測後續各種規模洪水對工程的影響，以及自然環境變化等，並因應管理之。為此，除了設置管理用道路或連接水邊的通路，也應與居民等合作，共同維護河川。

- 近年來大規模災害時，常出現土砂過度供給而掩埋河道、漂流木大量流下阻塞橋樑，引發更複雜且大規模的災害。
- 這類狀況下，應分析流域地形、地質或砂防設施整備狀況、樹木管理狀況等，掌握流入河道的土砂與漂流木之影響，必要時評估是否應在流域內設置沉砂池或漂流木捕捉場等，全面實施河道計畫檢討，這點非常重要。

改善良復舊事業應就水系整體取得計畫流量與土砂平衡計畫之調和，與相關的其他計畫協調，針對河川整體擬定適當的計畫。

《說 明》

- 應與其他相關事業協調的項目包括計畫流量方面與土砂流出平衡方面。改善復舊計畫的擬定，應從流域整體角度掌握河川，並與其他治水事業乃至於砂防事業、海岸保全事業等協商。
- 砂防有「綜合土砂管理計畫」，以興建防砂壩等抑制土砂流出的計畫時，應擬定減少土砂供給量為前提的改善復舊計畫。
- 另一方面，坡面崩塌等伴隨產生大量土砂與漂流木可能流下的河谷平原，必要時應評估在流域內設置沉砂池或漂流木攔阻工等，同時以能取得流暢河道治理計畫線（中心線）的土地來擬定計畫。
- 下游海岸事業在土砂明顯流出（漂砂等）時，應從水系整體，調整土砂供給量。

發生超過預期洪水的狀況應重視，並檢討改善復舊計畫。

《說 明》

- 改善復舊事業旨在改良河道，依據災害流量設定改善計畫流量，讓洪水能安全流下。
- 但須了解，未來可能出現超過上次災害流量流下狀況，擬定改善計畫應避免未來災害規模還大於改善計畫前。

3.2 改善復舊事業的檢討流程

(1) 事業形態的選定

發生災害時應掌握災害狀況與災害原因，檢討災害程度以及包含災害區間上下游的河川流下能力等。然後選定適當的改善復舊事業形態。

《說明》

- ・改善復舊事業有各種不同事業形態（參照表 3.1），依據圖 3.1 的「改善復舊事業選定流程」，適當選定。
- ・事業形態的選定，詳細作法參見「改善復舊指引」。

表 3.1 各事業形態的說明

事業形態	說明
補助 (河川等災害復舊補助事業)	<p>河川等災害復舊補助事業係為防止都道府縣所管理之河川再度發生災害，針對一連串區間基於特定計畫實施改善時、改善費（補助工程費用）超過六億日圓的制度。</p> <p>補助工程費用原則上不超過災害費用，但若受災嚴重或經濟效果顯著，乃至於總工程費中用地補償費大幅攀升時，可超出其範圍。</p> <p>此外，本事業規模可能大幅擴大，因此，應針對所可能取得的效果，進行充分的評估。</p>
相關 (河川等災害相關事業)	<p>為防止再度發生災害而針對一連串區間實施改善時、災害費用加上相關費用所實施的河川等災害相關事業。</p> <p>相關事業之相關工程費用占總工程費比例，原則上應低於五成(50%)，且其對象為，一個地點的相關工程費用，都道府縣工程、指定都市工程 2,400 萬日圓以上、市（指定都市除外）與鄉鎮工程 1,800 萬日圓以上者為對象。此外，特定計畫之中相關工程費用超過六億日圓者，列入災害復舊補助事業。</p>
災特 (河川等災害相關特別對策事業)	<p>實施相關事業與補助事業之時點、為上下游（約 200m 以內）為確保水流流下能力去除障礙或改正的事業。</p>
小型河川相關 (特定小型河川相關環境復育事業)	<p>實施災害復舊事業的河川之中、小規模河川且須注意環保的復舊事業。</p>
特定災害 ※災害復舊事業	<p>大範圍遭受嚴重災害時，基於特定計畫實施復舊，視為原狀復舊，納入災害復舊事業（單一災害）。河川有堤部分從坡趾到堤頂，無堤部分從河床到地盤高程為止全部破損的區間，以及土砂等導致河道掩埋（原則上掩埋超過河道斷面五成(50%)左右）區間總長度占預定復舊區間八成(80%)左右以上時，認定為「特定災害」，全額以災害復舊費用實施復舊。</p>

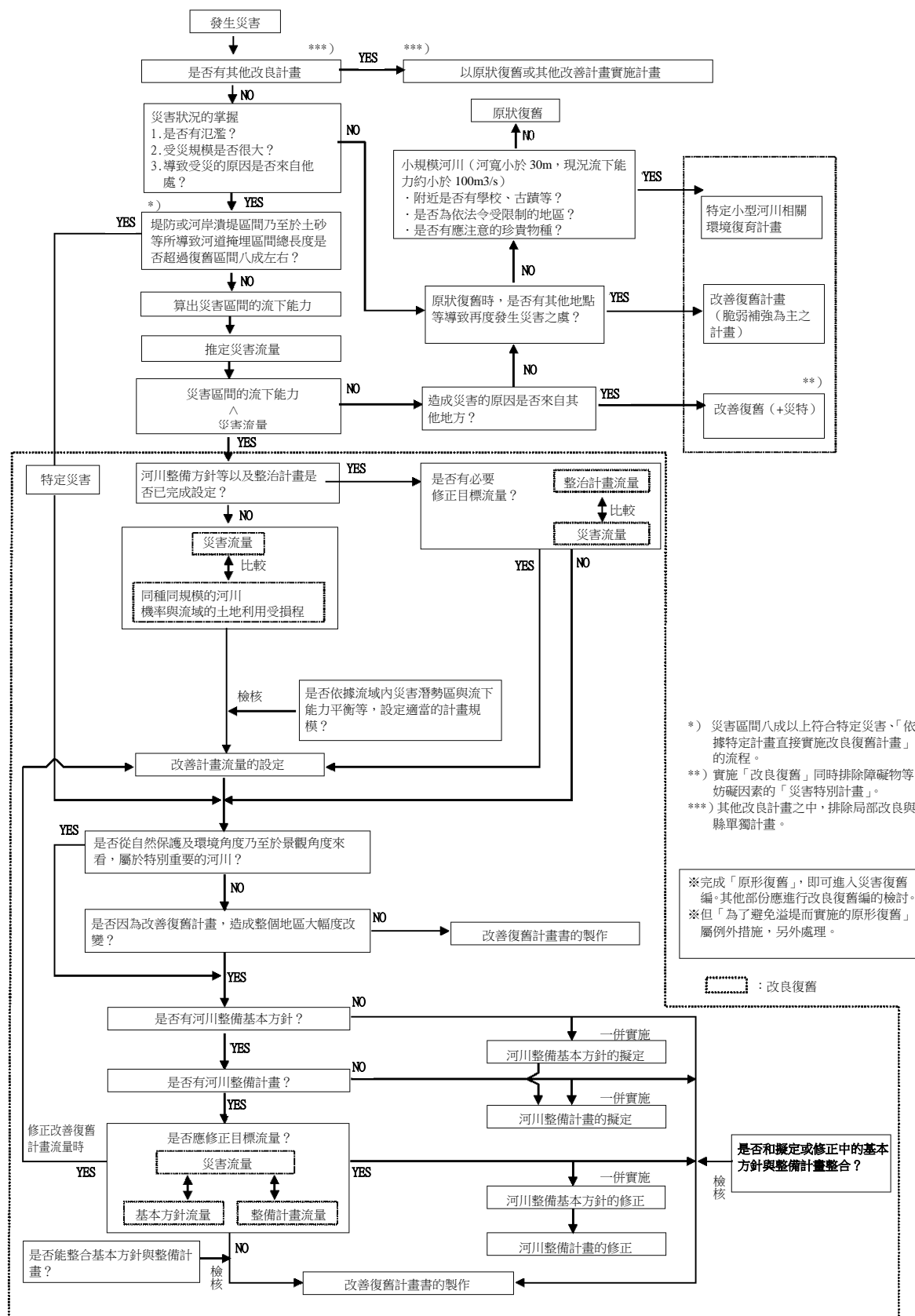


圖 3.1 改善復舊事業選定流程

2) 改善復舊事業檢討的進行

改善復舊事業的順利施行，應先充分了解事業流程。

《說明》

- ・擬定改善復舊計畫，應遵循下列流程。

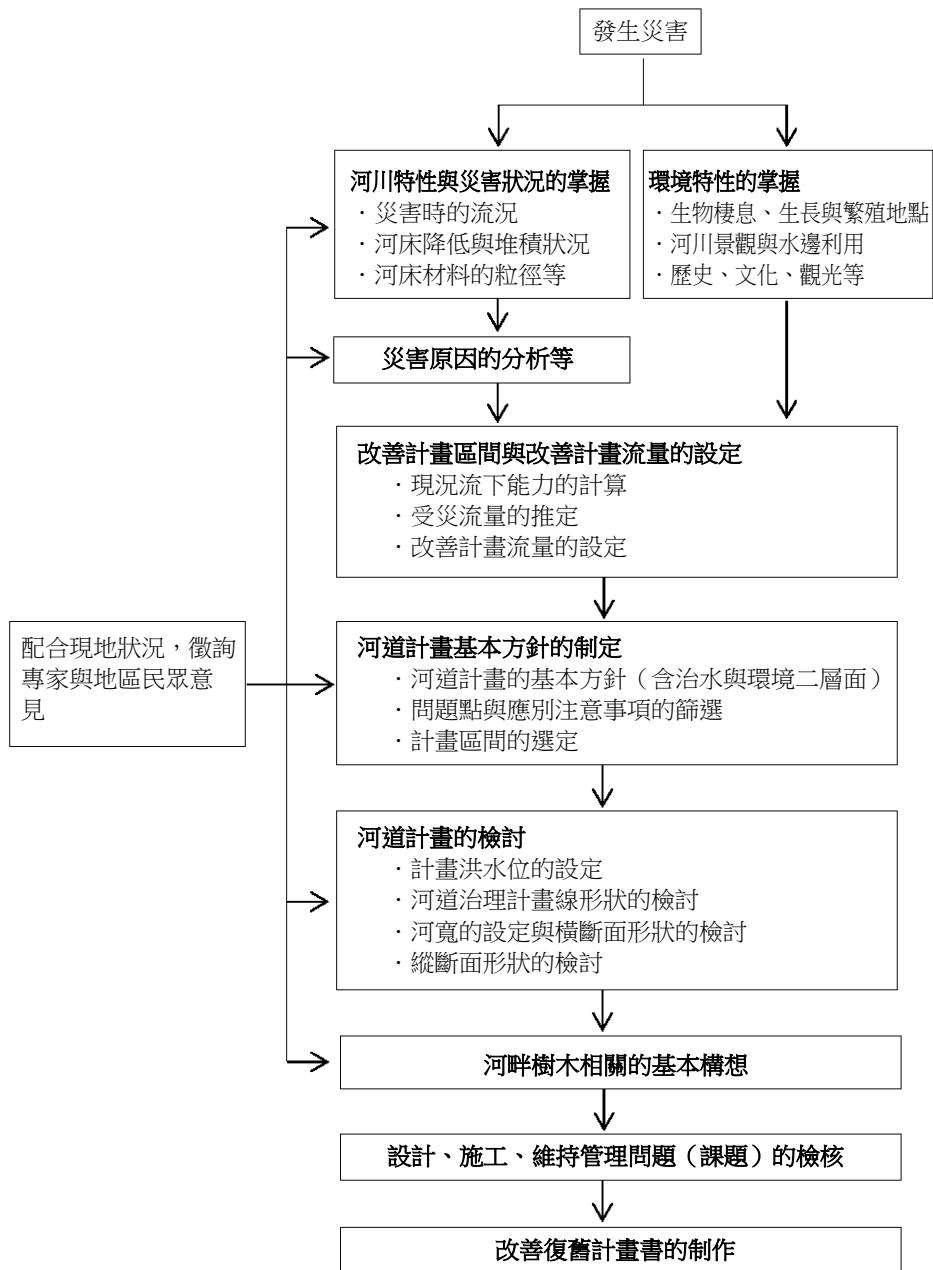


圖 3.2 改善復舊計畫立案流程

① 河川特性與災害狀況的掌握

- 分析災害原因，擬定河道計畫所需資訊之收集。資訊的蒐集包含河川特性、環境特性與災害狀況。蒐集資訊不只針對災害區間及其周邊，甚至含括整個流域。

② 災害原因的分析等

- 從擬定適當復舊計畫、防止再度發生災害的角度看，精確掌握災害原因非常重要。進行改善復舊計畫檢討時，應掌握整個流域、從高度視野進行多面向的調查與分析。依據有關水位縱斷面圖、土砂堆積導致河道掩埋、漂流木流下導致河道阻塞狀況、淹水與溢堤、堤防破損地點、堤內地氾濫現象等的整理，進行災害原因分析。

③ 環境特性的掌握

- 環境特性的掌握，包含環境要素、生物（重要物種）、景觀、水邊利用、歷史、文化等許多面向，平常就應努力蒐集與整理相關資料。

④ 改善復舊區間與改善計畫流量的設定

- 應整合現況流下能力與災害流量、災害原因、河川整備計畫等以往之整備計畫，分析河川重要程度、上下游平衡以及上游地形、地質與砂防設備整備狀況乃至於樹木管理狀況等，掌握流入河道的土砂與漂流木數量，必要時，流域內考慮是否設置沉砂池與漂流木攔阻工等因應之，評估漂流木與土砂所可能減少的河流橫斷面積，或取得流暢河道治理計畫線所需用地，綜合評估，以防止再度發生災害為目標，設定改善計畫流量。

⑤ 徵詢專家與地區民眾等的意見

- 河川特性與災害狀況之掌握、分析災害原因、掌握環境特性、擬定河道計畫基本方針、檢討河道計畫的各階段，必要時應徵詢專家學者意見。此外，除了聽取地區居民對當地生物、水邊利用、河川整備相關的期望之外，制定基本方針與檢討河道計畫時，也應適度聆聽其意見，建立共識。因此，平常應了解地區民眾需求，思考如何進行河川相關的整備工作。

⑥ 河道計畫基本方針的制定

- 應針對所設定的河道形狀（治理計畫線、河寬、縱橫斷面形狀）能否讓改良計畫的流量安全流下，以及能否保全河川環境，進行概略的檢討。河川環境方面，應掌握重要物種的生長、棲息重點區間與地點的狀況，評估是否需執行特別措施。

⑦ 河道計畫的檢討

- 依據⑥的檢討結果，擬定具體河道計畫。檢核是否已具備治水與環境二面向所需具備的條件。

⑧ 設計、施工與維護管理問題點（課題）的檢核

- 應從設計、施工、維護管理的角度，針對⑥所決定的個別設施，再度檢核。若有問題點或課題，應回饋到③之中。

⑨ 改善復舊事業計畫書的制作

- 依據上述內容，制作改善復舊事業計畫書。

3.3 河川、環境特性與災害原因的掌握等

3.3.1 河川特性與受災狀況的掌握

(1) 基本的構想

改善復舊時，應進行河道內以及堤內地、整個流域相關的資料蒐集、聽證與現地調查，蒐集並分析災害河道（災害區間）及周邊河川特性、災害狀況與環境特性等資訊，分析災害原因並檢討復舊方法。

《說明》

- ・改善復舊事業可能大幅改變河道，應意識到河道與堤內地的關連性，且須掌握上游流下的土砂與漂流木狀況等，因此應蒐集比災害復舊事業（單一災害）更廣泛的資訊。
- ・後述對「河川特性與受災狀況的掌握」、「環境特性的掌握」，重點在於透過資料蒐集、聽證與現地調查，收集廣泛的資訊。此外，能事前準備的資訊，最好平常蒐集，以便災害時派上用場。
- ・特別是流域的地質、地形、河川的河段分區以及各河段的基本特性、災害經歷、地區民眾的期望、重要物種分布、重點河段與重點地點等，平常就應注意。
- ・以下將應蒐集與分析的資訊分成「河川特性與受災狀況」、「環境特性」二部分，進行說明。

<河川特性與受災狀況的掌握>

① 流域圖、流域地質圖與森林基本圖

- ・用來掌握主流與支流分合流狀況，以及流域形狀、起伏量。
- ・用來掌握土砂掩埋河道、漂流木阻塞河道時的土砂生產源與漂流木生產源。

② 地形圖（地形等高線圖能了解受災地點等之高程者）、治水地形分類圖

- ・這種地形圖對於掌握氾濫與淹水型態非常重要。只掌握堤內地盤高程；很難了解氾濫水流怎樣流動，因此應依據地形圖，掌握氾濫平原地形高低關係。
- ・治水地形分類圖，可用來了解舊河道位置、護岸牆後濕地與自然堤防的分布。堤防基礎地盤可能殘留這類地形，可藉此推測河道變化與堤防異狀原因，因此，應確認受災地點及周邊的治水地形分類圖。

③ 河道特性相關的基本圖面與資料

- ・應準備河川縱斷面、橫斷面與平面圖，掌握災害地點及其上下游的縱斷面坡度、河寬與彎曲程度，應掌握堤防與護岸等構造物的設置範圍狀況、以及防砂壩、固床工等橫向構造物、取排水等水利設施的位置。特別是護岸，應確認其基礎的高程。

④ 河道計畫相關資料

- ・應蒐集河道整備計畫及相關資料，整理受災地點、其上下游以及該河川整備狀況，活用於改善計畫的擬定。

⑤ 氣象狀況、逕流（洪水）狀況

- 應蒐集天氣圖、降水量分布圖、氣象雷達影像、雨量觀測所雨量資料及其時間變化、水位觀測所的水位資料及其時間變化、過去洪水相關資訊，以運用在災害狀況之掌握。

⑥ 洪水前後的河道狀況

- 應掌握河床降低與堆積狀況、河岸線移動狀況、河床材料粒徑及其變化狀況、植生等的變化狀況，以運用在災害狀況之掌握。若能確認護岸、丁壩、固床工、水閘、排水閘等河川構造物周邊的河床高程變化，較容易確認洪水前後的狀況變化。
- 應了解土砂供給量過多或過少所伴隨河道整體河床上升、下降等狀況，以及局部堆積與淘刷狀況、側向侵蝕導致河岸線移動狀況、植物倒伏與流失、埋沒狀況，以運用在災害狀況之掌握。若能確認災害地點上游取水堰等河川橫向構造物堆砂狀況與疏浚狀況等，可作為確認有無土砂供給源之參考。
- 若有災害前的資料與數據（橫斷面圖等測量結果、航空照片等）時，可和災後數據資料比較，掌握狀況。若無過去留下的數據資料，可依據測量成果、UAV（無人機）等的空拍照片以及災後現地調查結果，取得上述資訊。

⑦ 土砂過度供給伴隨的河道掩埋與漂流木流下伴隨產生的河道阻塞

- 土砂崩塌等伴隨產生土砂過度供給、導致河道掩埋，或流下漂流木阻塞橋樑，應掌握堆積土砂量與漂流木數量，搭配水位縱斷面圖，掌握災害狀況。

⑧ 水位縱斷面圖：洪水痕跡水位（右岸、左岸）、重現水位、計畫洪水位、計畫堤防高程、現況堤防高程、堤內地盤高程、平均河床高程、最深河床高程

- 水位縱斷面圖可掌握災害原因，係擬定改善復舊計畫重要資料。確認水位整體上升或局部上升、以及左右岸是否有水位差等，乃至於確認堤內地盤高程、現況堤防高程、局部降低地點等，可了解災害原因（溢流、越流、破堤）。

⑨ 現況流下能力圖（整備計畫流量、現況流下能力、災害流量等）

- 搭配水位縱斷面圖，確認河川流下能力，不只掌握災害地點的河道流下能力，還可確認下游河道流下能力，以及上下游是否平衡。

⑩ 災害狀況與災害經歷

- 平面圖上整理災害地點（溢流、越流與破堤地點、公共土木設施受損）、淹水現象（汨濫水流流下地點及其方向）、房屋等受損狀（床下淹水、床上淹水與房屋半倒、全倒）。
- 也可以地形圖掌握堤內的溢流、越流動態變化。
- 應確認災害地點附近或類似河段區間是否有同樣的災害，若有發生相同災害，應確認當時的對策及對策後河道等的反應狀況，作為對策檢討參考。

<環境特性的掌握>

① 環境要素的分布

- ・都道府縣與鄉鎮市管理河川多半欠缺棲息生物相關資訊。因此，一開始應掌握可視覺掌握的環境要素分布狀況，其次必要掌握生物分布狀況。

② 生物的分布（重要物種）

- ・訪談地區居民與熟悉地區環境的專家學者，概略掌握生物棲息、生長與繁殖狀況。若改善復舊範圍很大，必要時應進行生物調查、掌握棲息生物及其分布位置的資訊。

③ 重點區間與重點地點

- ・應掌握自然環境法令與景觀法令列入重要地區的河川區間「重點區間」、市區或市區邊緣區間以及附近有學校、公園、醫院等公共設施或史蹟、歷史性紀念物地區、判斷應特別注意的「重點地點」。詳細作法請參照「2.4.4 周邊環境的確認與重點地點判定 (2)重點區間與重點地點的判定與對應」(P.40)。

④ 河川景觀、水邊利用、文化與歷史、觀光資源、地區民眾的期望等

- ・平常應蒐集河川景觀重點地點、具備高度水邊利用潛能的地點、文化與歷史價值較高地點、可開發觀光資源的地點、地區民眾的期望等資訊。
- ・除了掌握土地利用圖、都市計畫圖、河川營造相關地方都市整備計畫、河川沿岸土地利用之外，也應掌握都市計畫相關資訊。

另外，上述資料與河川特性、災害狀況②③及環境特性①②有關的部份，已有如下的資料庫，能以網路公開取得資訊，可有效利用。因此，平常應確認這些資訊，災害發生時可作為參考資訊。

- ・地理院地圖（電子國土 Web） <http://maps.gsi.go.jp>
- ・國土地圖（土地分類調查、水調查） <http://nrb-www.mlit.go.jp/kokjo/inspect/inspect.htm>
- ・國土情報網路地圖系統 <http://w3land.mlit.go.jp/WebGIS>
- ・自然環境調查 Web-GIS <http://gis.biodic.go.jp> 等

(2)河川特性的掌握

應明確掌握災害區間的河道分區，依據所知各河道分區河道特性的相關基本知識，深入了解災害地點及其上下游受災時流況與土砂流動狀況、河岸構成材料等內容。

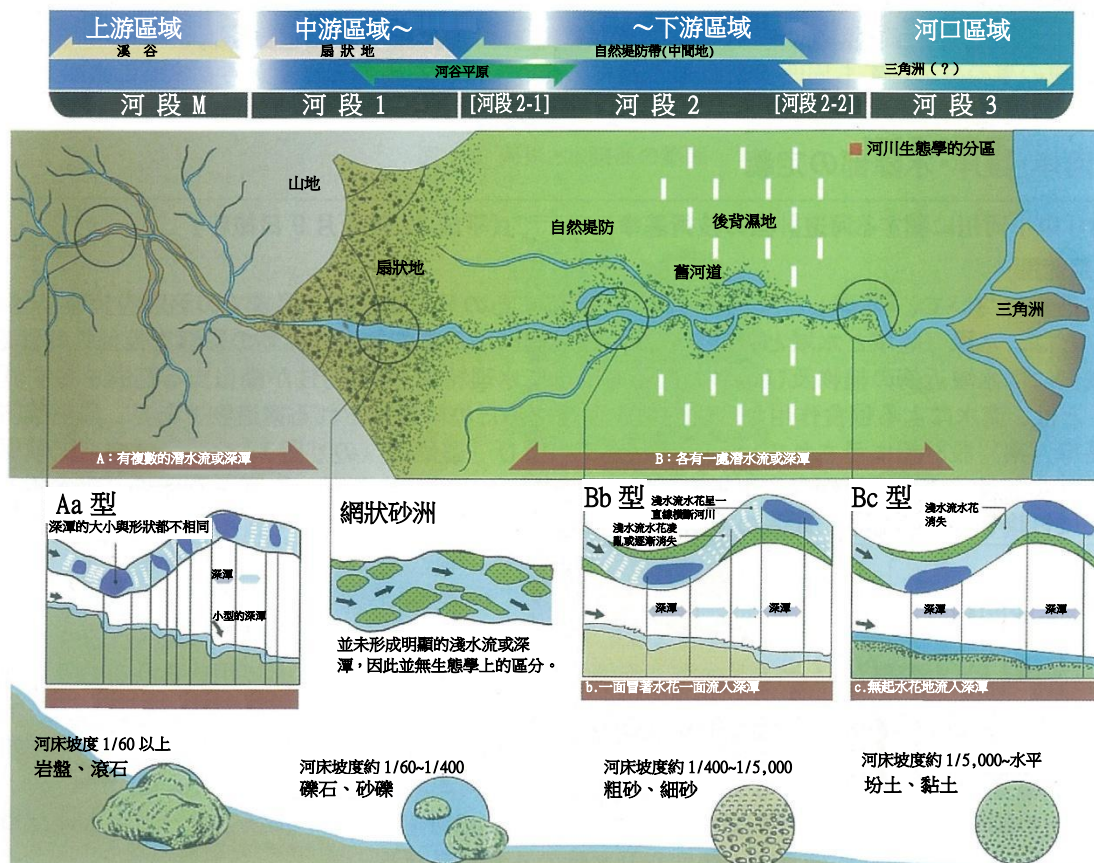
《說 明》

- 河川都有河道分區，不同河道分區的河道特性與環境特性差異很大。事先掌握災害區間的河道分區，可活用已整理的各分區河段知識，用來分析災害原因、檢討復舊方法，以及如何保護河川環境。
- 比如，山區河道流下的區間，河道治理計畫線受谷地地形影響蜿蜒曲折；彎曲河道凹岸成為山坡河岸，侵蝕要抑制，構成連續的河畔林。此外，沿河道治理計畫線淺瀨與深潭構造發達的地方不少。另一方面，扇狀地區間河道洪水時流路會移動，不只出現河岸侵蝕位置的變化，若有侵蝕狀況，侵蝕幅度較大，河灘地地形發達，依賴河灘地存活的生物相當多為其特徵。〈參照「技術資訊 -- 各河道分區的自然環境特徵」〉（p.168）。
- 河川砂防技術基準調查編的「河道特性調查」，將河道區間分為①溪流區間，②山區河道區間，③沖積河道區間，④河口區域，⑤河海交會區。其中，③沖積河道區間如下表所示，又分為河段 1 與河段 2，顯示其河段與詳細河道特性的對應關係。
- 下表河段分區多用於直接管轄河川的河道區間，有些和中小型河川的河道特性不同。因此，最好從河床坡度、河床材料、河道治理計畫線、沿河谷或平野、盆地流下等的角度，進行河道區間判釋。
- 在「技術資訊 -- 各河道分區的自然環境特徵」（p.168）依據河道本身與周邊環境的關連性，將河道區分為山區、河谷平野區、扇狀地、自然堤防與河口，以下一一說明其特徵。

表 3.2 各河段及其特徵

	河段 M	河段 1	河段 2		河段 3
			2-1	2-2	
地形分區	●—— 山區（溪谷）——●	●—— 扇狀地——● ●—— 河谷平野——● ●—— 自然堤防帶——●	●—— 三角洲——●		
河床材料的代表粒徑 _{dr}	各種狀況	2cm 以上	3cm~1cm	1cm~0.3mm	0.3mm 以下
河岸構成物質	河床河岸常有岩石裸露。	表層覆蓋砂與粉土（泥沙），但很薄，河床材料都是相同物質。	下層與河床材料相同，為細砂、粉土與黏土的混合物。		粉土、黏土。
坡度的標準	各種狀況	1/60~1/400	1/400~1/5,000		1/5,000~水平
蜿蜒程度	各種狀況	少彎曲	蜿蜒明顯，但在河寬水深較大的地點，會出現 8 字形蜿蜒或產生砂洲。		有些劇烈蜿蜒，有些些微蜿蜒。
河岸侵蝕程度	非常激烈	非常激烈	中。河床材料較大，但流路順暢。		弱。流路位置幾乎不會改變。
低水河道平均深度	各種狀況	0.5~3m	2~8m		3~8m

出處：河道計畫檢討的指引（財團法人）國土技術研究中心編 2003 年 2 月



出處：河川生物分布綜合圖鑑（財團法人）生態前緣整備中心

圖 3.3 河段區分示意圖

災害後初期河床降低與堆積狀況、河岸線移動狀況、河床材料粒徑及其變化、植物等的變化加以調查，以掌握洪水前後河道狀況之變化。

《說明》

- 河床變動（河床整體上升或下降趨勢、局部淘刷狀況）、河岸移動狀況、河床材料粒度組成及其變化與植生狀況，係分析災害原因、推測災害流量以及擬定或設計河道計畫所需資訊，因此不只災害區間，其上游一連串區間的訊息，都應掌握。
- 洪水時河床多半明顯變動，出現上升或下降等狀況。特別是靠近土砂生產源且縱斷坡降大的山區河道，從山地坡面崩塌供給過剩土砂堆積河床。而因防砂壩等導致土砂供給受限時，縱斷方向的土砂平衡遭受破壞，就會大範圍出現河床降低等河床變動。此外，橋樁（橋墩）周邊、凹岸側與固床工下游等出現局部淘刷的情形也有。
- 有時也會出現河道整體河床降低、局部淘刷伴隨出現護岸災害與側向侵蝕，以及河床上升導致河寬擴大與河岸線移動。
- 河床材料的粒度組成不只是重現災害流量之粗糙度設定所需參數，同時也是判斷河床上升或下降的參考材料。
- 河道內茂密的植生，也可能因為洪水所伴隨產生的流體力以及河道侵蝕、堆積狀況而產生明顯變化。表層植生狀態是掌握洪水流況（流速、流向）、土砂移動狀況的重要資訊。
- 以上河床侵蝕與堆積狀況、河岸線移動狀況、植生狀態係分析災害原因、擬定河道計畫、實施設計所需參考資訊。因此，災害後應活用 UAV（無人機）等，掌握河道內的地形與植生狀態等，並與洪水前的狀況比較，充分掌握相關狀況。
- 此外，中小型河川多半無洪水前的橫斷面測量紀錄，很難了解洪水後河床上升或下降。此時應確認災後縱斷面河床形狀，有無河床上升或下降的區間或地點，以及河床高程與護岸基礎或坡面保護工高度的關係，乃至於河床與橋墩等的高度之關係，充分掌握河床上升或下降狀況。

災後之初期應盡早掌握河道內的洪水痕跡水位

《說 明》

- 洪水時的洪水痕跡係附著河岸與堤防表面的泥土與垃圾等所顯示洪水時淹水的水位痕跡。確認各橫斷面測線上的洪水痕跡水位，就能了解洪水時左右岸最高水位的縱斷面分布狀況，因此成為掌握洪水流下在瓶頸（水位抬升）、河道彎曲與沙洲導致左右岸水位差、粗糙係數等洪水流下特性的基礎資料。
- 洪水痕跡水位會在洪水過後慢慢變成難以確認，因此洪峰水位出現後盡早進行痕跡掌握。特別是降雨會沖走泥巴與垃圾等，決定調查日期應注意此問題。
- 左右岸形成水位差的彎曲河道、河寬變化地點，以及有橋樑等構造物的地點，左右岸與縱斷面水位可能明顯變化，應謹慎掌握洪水痕跡水位。

土砂供給過剩導致河道掩埋以及漂流木造成河道阻塞，災後除了盡早調查這部分實際狀況、掌握河川特性與構造物關連性之外，最好整理與流域地形、地質、林相、雨量分布的關係。

《說 明》

- 土砂供給過剩造成的河道掩埋，漂流木導致河道阻塞，而出現溢流、越流等狀況時，除了掌握實際狀況，也應整理掩埋、阻塞狀況和河床坡度、河道治理計畫線、河寬之關係，以及和橋樑下緣高程、跨徑長等的關係。
- 此外，最好分別將流域地形、地質與林相套上雨量分布，確認土砂與漂流木發生源，檢討發生相同規模以上降雨時發生土砂與漂流木的可能性。

包涵災害區間上下游的洪水痕跡水位災害流量流下時的水位，應製成縱斷面圖。此外，應製作現況河道的流下能力圖。

《說 明》

- 災害流量流下時的不等速流（非均勻流）計算，針對包涵災害區間上下游的一連串區間，製作水位縱斷面圖，一併製作現況河道流下能力圖。
- 水位縱斷面圖除了記載災害流量流下時的計算水位，也應記載堤內地盤高程、現況堤防高程、計畫堤防高程、計畫洪水位、平均河床高程、最深河床高程以及主要橫向構造物的位置。
- 務必考量影響流下能力的橋樑、防砂壩等橫向構造物。
- 計算流下能力，原則上河道斷面最高水位應參考計畫洪水位；未設定計畫洪水位河川的疏浚河道，最高水位相當於「河岸高 -- 出水高」水位；有堤河道的最高水位相當於「堤防堤頂高程 -- 出水高」的水位。但計畫洪水位設定在大約堤內地盤高程的疏浚河道，最高水位應參照相當於河岸高程的水位。這部分可參照「3.5.3 河道計畫的檢討（1）計畫洪水位的設定」（p.186）。
- 災害雨量的掌握

推定受災雨量應掌握、災害時的流域降雨量，並採用附近地點，最好是相同流域內的雨量觀測所數據。分別算出連續雨量、最大日雨量與最大時雨量等災害雨量（單位皆 mm）。

- 決定改善復舊的計畫標的流量，需先推測受災流量。推測的方法如下。

【災害流量的推測】

實施改善復舊，除了確保流下能力之外，也必須確認災害實際流量是否超過現況流下能力。災害流量最好以下面說明的 a 方法計算，但也可利用 b 方法算出災害流量，然後用 c 的方法驗證。

a：利用 H-Q 公式推測災害流量

- 相同河川若有流量觀測的水位觀測所，應利用現有 H-Q 公式與該次所測得的洪峰水位，推算災害流量。

b：依據雨量計算逕流，推算災害流量。

- 災害河川（或包含該河川在內的主流）若已有逕流分析常數，應依據該逕流模式，從實際雨量算出實際流量，作為災害流量。
- 流域面積較小的河川不需考慮其貯留效果時，依據合理化公式，從實際雨量算出實際流量，作為災害流量。

c：依據非均勻流計算，從災害時的洪水痕跡水位推測災害流量。

- 洪水痕跡明顯時，依據洪水痕跡水位算出流下斷面積，給予適當的粗糙係數，再以非均勻流計算災害流量。此時應利用多處地點（大約五處以上）算出流量，和以 b 算出的值比較。若出現氾濫時，算出上游未氾濫地點的實際流量，利用流域面積比，推算該區間的災害流量。
- 實施改善復舊、確認流下能力時，原則上應以非均勻流計算確認流下能力。非均勻流計算方法與粗糙係數設定方法，可參照「國土交通省河川砂防技術基準 調查編」。

(3) 災害狀況的掌握

災害發生後初期之護岸、堤防、橋梁等公共土木設施災損狀況，以及溢流、越流、破堤地點、淹水現象、人命傷害之狀況，住家或農地等整體災損狀況、居民避難狀況等加以掌握。

《說 明》

- ・災害狀況的掌握，可分為河道內與堤內地二部分。
- ・河道內主要是針對護岸、堤防、橋梁等公共土木設施，在災害後掌握初期災損狀況。
- ・堤內地災情的掌握，除了先大致了解堤防溢流、越流、破堤地點、淹水範圍等全體狀況之外，設定適當的調查重點，參考洪水痕跡、聽取居民意見，掌握內水與外水致災狀況，淹水現象（淹水範圍、淹水深度、汨濫流速、土砂與漂流木流下狀況，以及上述現象的時間變化），以及房屋、建築物與企業場所等災損狀況。調查結果應整理在地圖上，必要時參考洪水重現期距計算結果等，掌握淹水的時間與空間範圍。
- ・聽取地方政府等相關官員之調查，掌握人命傷害發生地點、時刻與發生狀況。此外，上述所掌握狀況搭配淹水現象進行時間序列整理，歸納出人命傷害發生主因。此外，應一併掌握洪水時居民避難的時間與場所。
- ・掌握**住家**、建築物與企業場所等災損狀況，配合淹水現象進行時間序列整理，歸納出災損發生主因。
- ・整理災前施設的主要水防工法與應急工程（確認所施設的工法，掌握災害原因）。

3.3.2 災害原因的分析

進行改善復舊，為了確實防止再度發生災害，應依據所掌握受災狀況，多面向地分析、研究災害原因。

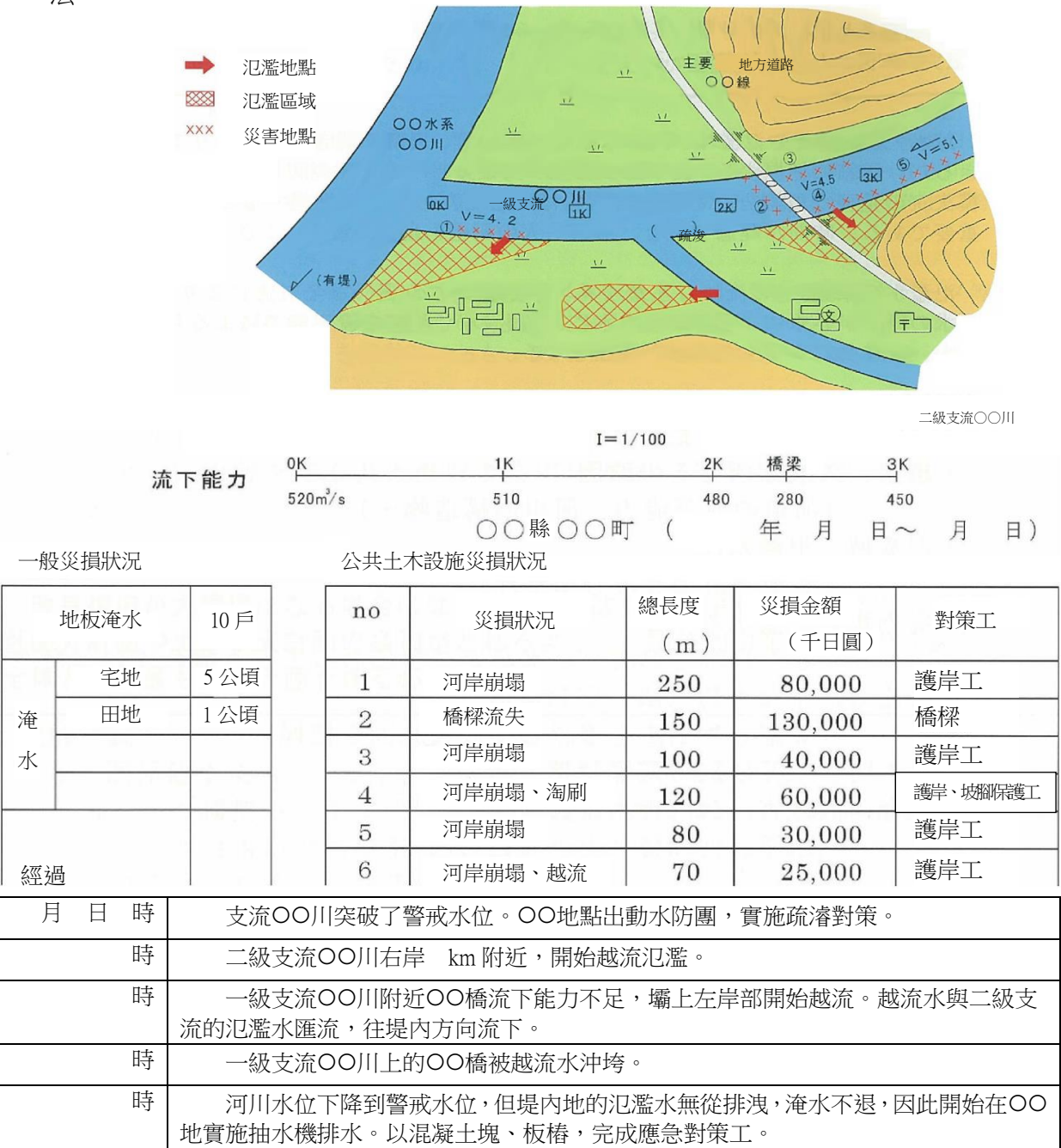
《說 明》

- ・分析災害原因對於擬定防止再度發生災害的改善計畫，非常重要。分析災害原因須綜觀整個流域，進行多面向探討。
- ・常見河川氾濫原因如下。大多數狀況是多項原因同時發生，而非單一原因所造成。
 - ・河道整體或狹窄地點流下能力不足，導致水位上升
 - ・河道彎曲、岩石存在造成局部水位上升
 - ・不符合現行相關構造法規等技術基準的橋樑或堰堤等河川內橫向構造物導致水位上升
 - ・上游山坡崩塌而在下游土砂堆積形成的河床上升或河道掩埋，以及漂流木導致河道阻塞引發水位上升
 - ・河床降低導致河川管理設施受損與側向侵蝕
 - ・堤防或護岸等河川管理設施強度不足（漏水、淘刷對策不足）造成設施受損
 - ・內水導致的淹水災害
- ・在災害原因分析，應依據所掌握的河川特性與受災狀況，瞭解與上述所示災害原因的對應關係。具體而言，應著眼於水位縱斷面圖計畫洪水位或與堤內地盤高程的關係，以及與受災水位之關係，現況流下能力與受災流量的關係，與溢流、越流與破堤地點的關係，河床上升、下降的狀況，河岸線移動狀況，漂流木導致橋梁地點的河道阻塞，護岸或堤防受損狀況及其相互關係，分析受災原因。

災害原因分析的結果，應連同受災狀況整理成平面圖與一覽表，綜整災害整體狀況及其原因。

《說明》

- 將所掌握受災狀況與所分析的災害原因，綜合整理在平面圖與一覽表上。
- 進行整理時，除了針對受災個別地點敘述其概要內容，也應說明災害原因相關的分析結果或看法。



災害原因相關的探討

主流部分完成初次整治，支流則未曾整治，因此從二級支流越流，緊接著一級支流 2km 附近橋梁下的河道流下能力不足導致越流，房屋與田地因此淹水。在此同時，洪水流導致許多地點河岸崩塌、淘刷，公共土木設施因此受損。

圖 3.4 災害狀況圖表填寫例示

3.3.3 環境特性的掌握

受災地區環境特性的掌握，除了生物棲息、生長與繁殖地點之外，也應含括河川景觀、水邊利用、歷史與文化、觀光資源等。

《說明》

- 受災地區環境特性的掌握，除了生物之外，也應擴及河川景觀、水邊利用、地區歷史文化與觀光資源等。
- 河川景觀與水邊運用的掌握，應先了解該受災河段的河道彎曲狀況、河寬大小與河岸高程等河川基本構造，掌握河畔樹木、河岸與濱水帶形狀，以及植生茂密狀況、護岸等人工構造物狀況、水邊利用形態與利用場所等。
- 河川景觀包含維護狀況良好的景觀要素、惡化或已失去的景觀要素、過去保存至今的景觀要素、新創造的景觀要素。在此，「景觀要素」指水面的淺瀨與深潭、河岸、護岸、岸邊線、河畔樹木、護岸牆後的社區與山丘、天際線等。
- 即使目前未積極利用，也可能因為河道條件的關係而利用受限（比如，難以接近水邊的河川等）。因此有些河川沿岸開闢道路或與學校等相鄰，可能產生河道構造變化、民眾開始大量進行水邊利用，這部分也應納入環境特性掌握內容。
- 此外，掌握包含歷史、文化與觀光資源重要地點。

災害區間環境特性的掌握不應侷限於該區間的河道，應擴及改善復舊區間的上下游與沿河之堤內地。

《說明》

- 棲息河川的生物以及河川景觀、水邊利用不只受河道狀況影響，同時也受堤內地自然環境狀況、護岸後方鄰接土地利用、人的通道等影響。此外，這些要素不只受災害河道區間影響，同時也受上下游狀況影響。
- 比如，蛙類等兩棲類會依繁殖與度冬不同的需求而使用河道內空間與堤內地空間，因此，若堤內地棲息環境良好，應進行河岸與濱水帶的細部處理。此外，若河川沿岸有公園或附近有學校，設定河川橫斷面形狀應注意河川利用與親水需求。此外，若護岸背後有樹林且與河道內樹林帶形成整體景觀，應擬定保留河道內樹木的河道治理計畫線的計畫。
- 受災河道環境特性的掌握，除了改善復舊區間之外，也應儘量掌握其上下游以及堤內地狀況。

改善復舊計畫應掌握在深槽區、河岸與濱水帶、河畔區域出現的環境要素，以及上述主要環境要素的分布狀況。

《說明》

- 改善復舊計畫之中，災害復舊計畫（單一災害）應掌握的標的除了河岸與濱水帶之外，多半還包括可能改變的深槽區與河畔區域。因此，應掌握這三種領域出現的環境要素，將其分布狀況予以地圖化，並在河道計畫檢討時予以活用。
- 上述三種領域出現的要素，有些一旦消失就很難復育，有些即使短暫消失，也會因為洪水造成地形改變與之後植物茂密等因素而自然復育。重點是充分了解各要素相互關聯的特性，針對消失後難以復育的環境要素，擬定可加以保全的河道計畫（參照「1.2 災害復舊的基本概念」表 1.1）。
- 深槽區構成要素主要有淺瀨與深潭構造。淺瀨與深潭構造係洪水水流與流砂相互作用所形成，因此，即使淺瀨與深潭構造一度消失，只要河道彎曲且河寬夠大，仍可能再度形成。但若現況淺瀨與深潭構造明確且已形成良好深槽區，河道計畫最好保全現況深槽區。
- 河岸與濱水帶主要環境要素包含河畔樹木、彎曲河道凹岸側形成的深潭、湧水與滲透水、濱水帶植物帶與空隙等，若能確保足夠河寬就可能自然形成岸邊植物帶。此外，藉由濱水帶堆石等處理，也可能恢復空隙。另一方面①河畔樹木、②彎曲河道凹岸所形成的深潭、③湧水與滲透水，這三者一旦消失就很難復育或耗時甚久，因此，檢討河道計畫應注意保全這些環境要素。但若河道治理計畫線形狀或河寬改變等可能導致目前的環境要素消失，應想辦法恢復這些環境要素。
- 河畔區域的主要環境要素為河畔樹木、崖地與山坡坡腳、坡面樹林等。這些環境要素與河道相鄰，產生對河川景觀、生物棲息、生長與繁殖等機能。因此，具備這些環境要素的河畔區域，設定河道治理計畫線應特別注意保全這些環境要素。

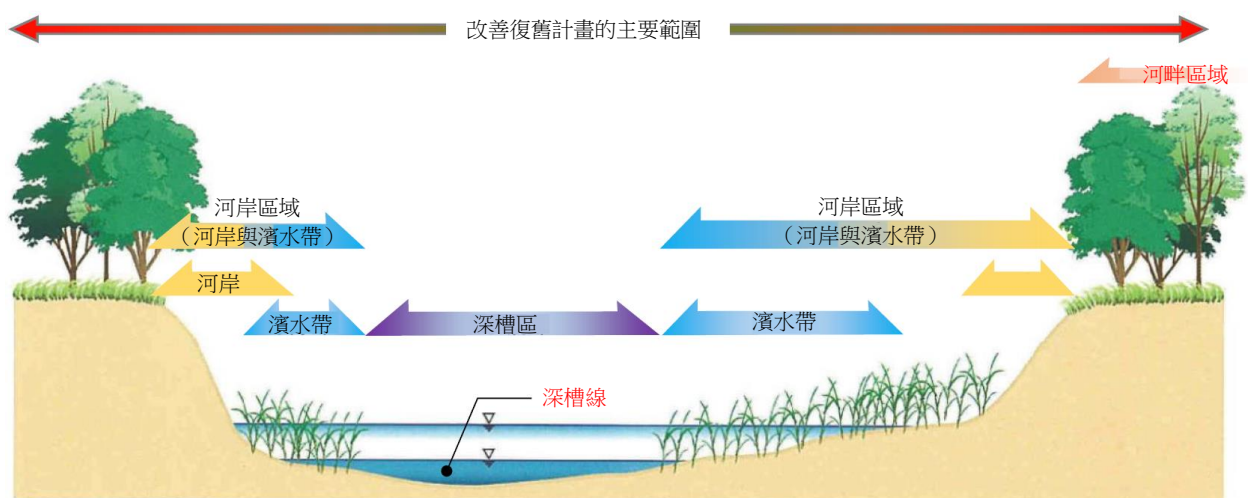


圖 3.5 河岸與濱水帶的主要範圍（改善復舊計畫）

自然環境狀況良好的河川，應依據現存資料與專家學者訪談結果，評估瀕臨絕種或天然紀念物等重要物種棲息、生長的可能性，若判斷重要物種棲息、生長的可能性高，應特別注意這些標的物種的保全。

《說 明》

- 掌握現地自然環境狀態不只注意災後狀況，亦應參考災前狀況進行判斷。須注意災後有時土砂堆積導致河道內環境狀態難以辨別。河道內與護岸牆後的自然環境良好或曾經良好的河川，應依據現存資料以及專家學者訪談結果，判斷改善復舊區間內重要物種棲息與生長的可能性。若結果認為重要物種棲息與生長的可能性高，必要時應進行現地調查，掌握重要物種分布狀況並予以地圖化，並擬定特別措施予以保全。
- 除此之外，改善復舊計畫擬定通常時間緊迫，無法充分進行現地調查。在此情況下，最好擬定深槽區、河岸與濱水帶、河畔區域環境要素保全之河道計畫，在改善復舊計畫書策劃成案後，進行現地調查，掌握具體的物種分布狀況。
- 重要物種指下列物種。
 - ① 文化財保護法、地方公共團體條例指定天然紀念物
 - ② 瀕危野生動植物物種保存相關法律所指定的國內稀少野生動植物物種及其棲息地等保護區
 - ③ 環境省瀕危物種紅皮書與瀕危物種列冊物種
 - ④ 地方公共團體（NGO）製作之瀕危物種紅皮書與瀕危物種列冊的物種

註一）瀕危物種主要種類為魚類、鳥類、兩棲類、爬蟲類、哺乳類、貝類、甲殼類、昆蟲類與植物，但能明確判斷其棲息、生長與繁殖場所不依賴河川者，不列入瀕危物種範圍。

魚類之外而可能棲息在河川的物種與族群參考如下：

兩棲類：蛙類、山椒魚、蠵螈等

爬蟲類：龜類等

哺乳類：以河川空間為主要棲息場所的鼠類等

貝類：以河川為棲息場所的貝類（河蚌、河川真珠貝等）

昆蟲類：螢火蟲等水生昆蟲等

註二）鳥類重要物種主要區分為是否以河川為營巢地或棲息地。

沿河地區自然環境與景觀良好的地點，以及人口密集地區民眾期盼水邊利用的地點，進行河道計畫與設計時，應特別注意。

《說 明》

- ・景觀相關法令與自然環境相關法令等，劃入重要地區的河川區間稱為「重點區間」。改善復舊區間若包含在重點區間，實施河道計畫與設計時應特別予以注意。
- ・此外，符合下列任何一種狀況且判斷需特別注意的地點，應判定為「重點地點」。實施河道計畫與設計，應特別注意河川景觀與水邊利用。

①位於市區或市區周邊的區間

※市區：人口集中地區（DID 地區）

市區周邊：市區邊界約 5km 以內的範圍

②附近有學校、公園、醫院等公共設施或古蹟、歷史紀念物等的地區

※受災地點 1km 以內時

- ・此外，「重點區間」、「重點地點」的詳細內容，參照「2.4.4（2）重點區間與重點地點的判定與對應」（p.40）。

■技術資訊 -- 各河道分區自然環境的特徵

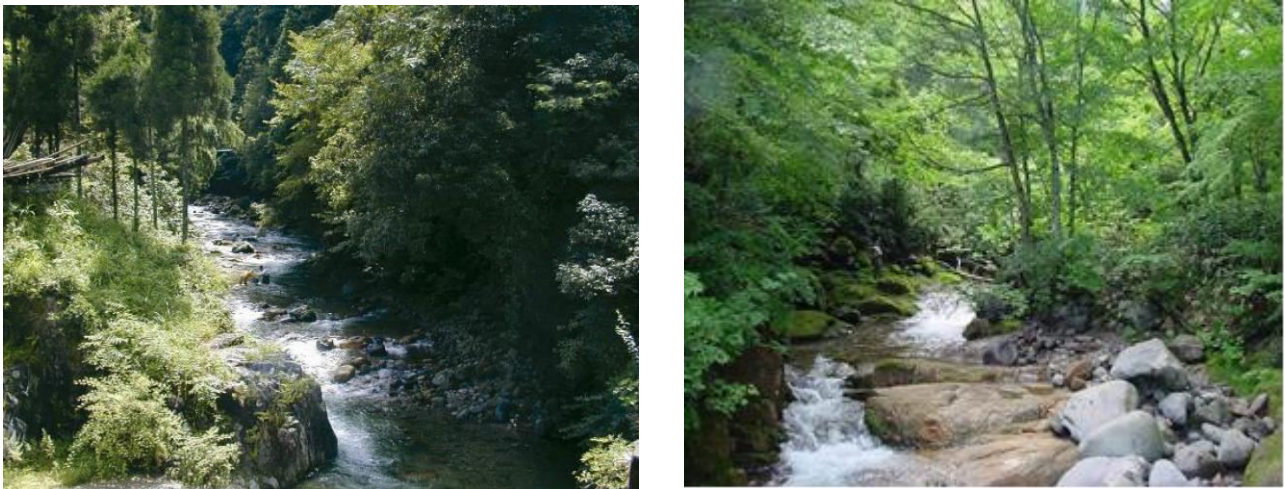
【山區（主要是河段 M）】

山區河道多半由非常陡的河床與兩側陡坡構成，河床上堆積著大小礫石，流路常急轉彎，河道基本構造為出露的岩石與巨礫，河道中岩石與巨礫阻塞河道的地點水流湧高形成「階梯」（step），然後跌水形成小小水潭，這些狀況連續出現形成 Aa 型（階梯-水潭型）的淺瀨與深潭構造。

覆蓋水面的溪畔林（水邊林）具有陸地屏障效果，倒流木具有水中屏障效果。河岸與濱水帶的滾石與礫石錯落形成多孔質空間，和附著石塊的苔蘚與落葉一樣具備保濕的環境資源機能。河道狹窄處的溪畔林容易覆蓋河道、遮蔽日射，營養鹽濃度與水溫降低，附著的藻類難以生長。

此外，依賴坡面或溪畔林供給有機物維生的陸棲昆蟲，其排泄物與屍體乃至於落葉與落枝（合稱為枯枝落葉層），成為紅點鮭、石川鮭魚等魚類與水生昆蟲的食餌及築巢材料。

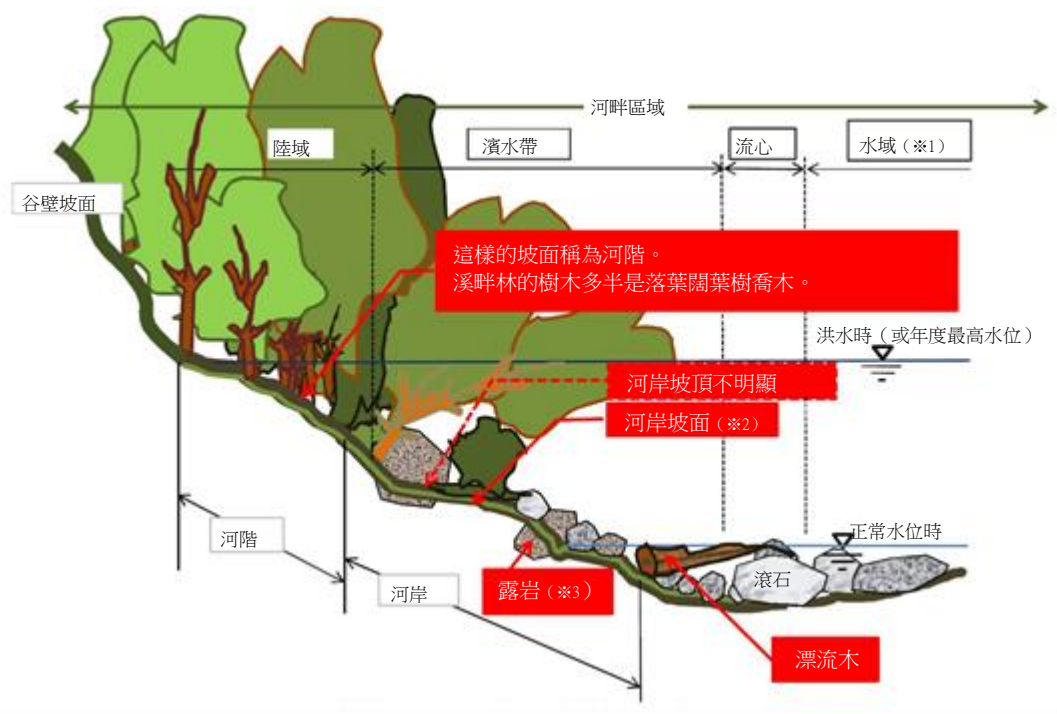
本流程的河岸與濱水帶位置相同，不似中游區域有常見的明確河岸坡趾與坡頂，因此無明顯的河床、河岸與陸域之區分，其特徵是從河床到山坡呈現連續性地形變化。此外，露岩與巨礫構成的河岸與濱水帶，和淺瀨與深潭構造不斷交替出現，形成寬窄繁複變化，是其特徵。



照片 3.1 山區河道的特徵（左：全景、右：近景）

[河岸與濱水帶常見植物案例]

日本河川從河岸到山腳下的溪畔林，常分布連香樹、水胡桃、象蠟樹、日本七葉樹等落葉闊葉樹，其樹冠密集、遮蔽陽光，這個區間的河岸與濱水帶因此很少出現挺水植物(挺水性水生植物)。溪谷或溪流的坡面以及河道有滾石與漂流木，產生屏障作用。此外，濱水帶占據河道橫斷方向大部分面積。



※1：河道被樹冠遮蔽時，有時會出現幾乎沒有水域的濱水帶。

※2：零散出現長青苔的河岸坡面與傾倒或漂流木。河岸與河床上散布著露岩與滾石。

※3：局部外露的滾石或岩盤。

圖 3.6 山區區間（主要是河段 M）的河岸與濱水帶特徵

【河谷平野區間】

河谷平野區間的河川受到河谷形狀限制，沿著山區平坦谷底面蜿蜒流下。凹岸多半緊貼山坡坡腳，凸岸則在距離山坡較遠的一側，河床坡度從河段 1 至 2-1 對應著。

河床坡度較大時，水域的淺瀨與深潭構造多半出現在 Aa—Bb 過渡區；河床坡度較小時，深潭多半出現在彎曲河道凹岸；深潭往下降的地方則出現淺瀨。須注意，這樣的淺瀨與深潭構造精確的講，並非 Bb 型。

河畔林（水邊林）形成水面陰影、降低相對照度，以及多孔質礫石群與岸邊挺水植物產生水面與水中屏障效果，或 M 型深潭產生岸邊凹凸形狀；容易形成山影的地方，具有河岸坡面容易保持濕潤狀態的環境資源。河道內日曬受到抑制，河底附著藻類容易茂密生長，容易出現以此為食餌的香魚、溪哥（平頷鱺）等魚類，以及扁蜉、山飛螻等水生昆蟲。

須注意，本流程的特徵是，在彎曲河道與直線河道的河岸與濱水帶狀況不同。



照片 3.2 河谷平野區間的特徵（全景）



照片 3.3 河谷平野區間的特徵
越美山系砂防事務所提供



照片 3.4 河谷平野區間的特徵（近景）

[河岸、濱水帶常見植物案例]

河道彎曲凹岸側形成冲刷段後，河岸與濱水帶逐漸一致化。凹岸側靠山坡坡腳的河岸坡面陡峭化，長出柳樹類或榆科（櫟樹、朴樹、春榆）等落葉闊葉樹。此外，山坡崩落的礫石有時會分布在河岸區域，形成複雜的岸邊線。

另一方面，凸岸側形成堆砂，濱水帶生長水蓼類、蘆葦及其他植物。礫石河灘地長著河原母子草等草本群落。

河道直線區間河寬較小時，河岸前面較不易形成沙洲，河岸與岸邊線一致化；但若河寬較大，河岸前面有時會形成沙洲，河岸與濱水帶分離。此時從河岸到濱水帶有時會在凸岸側生長茂密的蓼類、蘆葦。

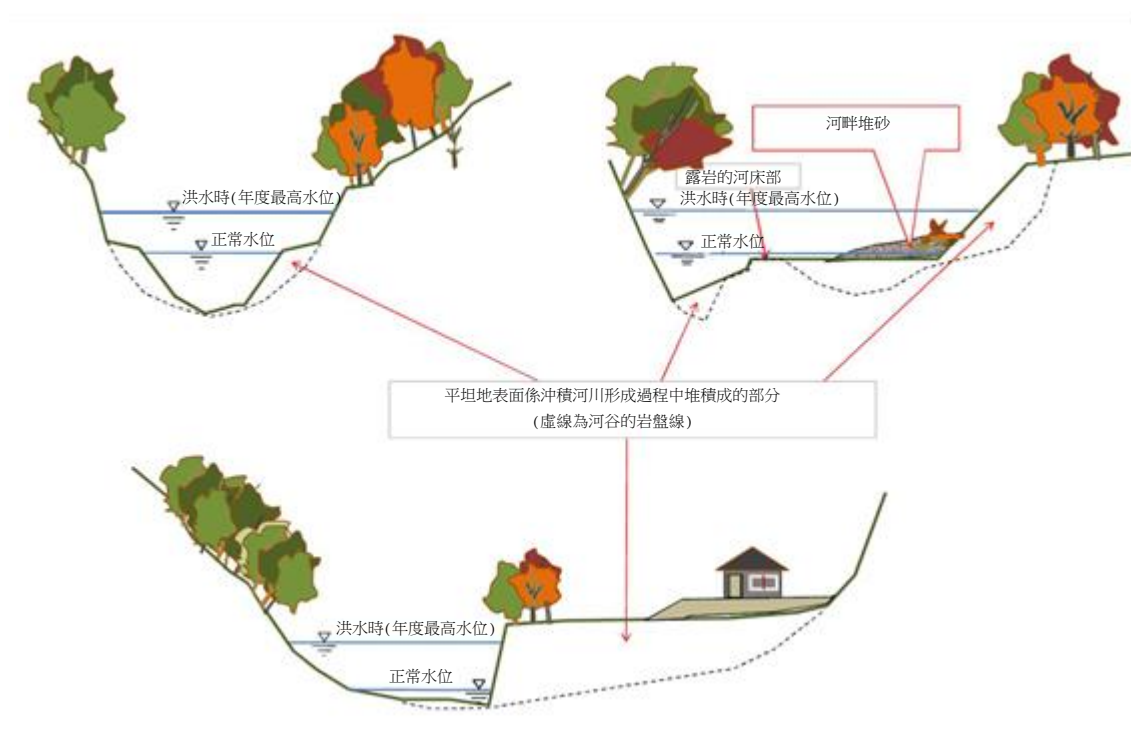


圖 3.7 河谷平野區間的河岸與濱水帶特徵

【扇狀地區間（河段 1）】

扇狀地區間的河道常有網狀沙洲、複列沙洲與交互沙洲。交互沙洲形成後，會出現接近 Bb 型的淺瀨與深潭構造。形成複列沙洲與網狀沙洲時，同樣會和交互沙洲一樣以一定的間隔形成冒白色水花的淺瀨以及水深較深的深潭。嚴格意義下，這樣的區分方法和可兒藤吉*對淺瀨與深潭的區分方法不同。（*可兒藤吉：溪流性昆虫の生態，研究社，東京，1944。）

河寬較大處，河畔林對河道整體影響較小，河道較無陽光遮蔽問題。此外，巨礫與大礫等的河床材料成為附著藻類基質，為以附著藻類為食物的香魚與溪哥等水生生物良好的生長環境。這種河段有相當多的多孔質砂礫堆，明度較高的礫石容易覆蓋整個河灘地，魚類容易被鳥類等捕食。雖然對於食物鏈之中的被捕食者（魚類等水生生物）而言，這類環境資源具有負面機能，但從整個生態系食物鏈來看，還是重要區間之特徵位置。

因為形成沙洲，河岸與濱水帶非同地點之情形很多，且沙洲會在洪水時移動、改變位置。自然河岸與河床覆蓋相同的構成物質（礫石），河床材料與河岸構成材料無大不同。從河床或岸邊到河岸的河岸構成材料，其特徵是粒徑較大（按照山本的區分方法，其代表粒徑為 2cm 以上）。此外，與山區或河谷平野區間相比，河寬較寬，因此，河岸與濱水帶扮演的角色較不明顯。



黑部川扇狀地
（轉載自黑部河川事務所 HP）



木曾川中游三派川地區
（照片提供：木曾川上游河川事務所）

照片 3.5 扇狀地區間的特徵

[河岸、濱水帶常見植物案例]

扇狀地區間河道內不太容易找到草本或木本植物；河畔林則有成長快速的柳樹等植物。草本類植物方面，河道內稀疏沙洲零散出現芒草與蘆葦等植物之外；礫質河灘地發現河灘地常見植物河原柴胡、河原母子、河原蓬(茵陳蒿)等。

喜歡巨礫或大礫等礫徑較大河床材料的魚類而言，是良好的棲息、生長與繁殖場所。作為通道的魚類而言，這些礫石也發揮了躲避捕食的避難場所機能。

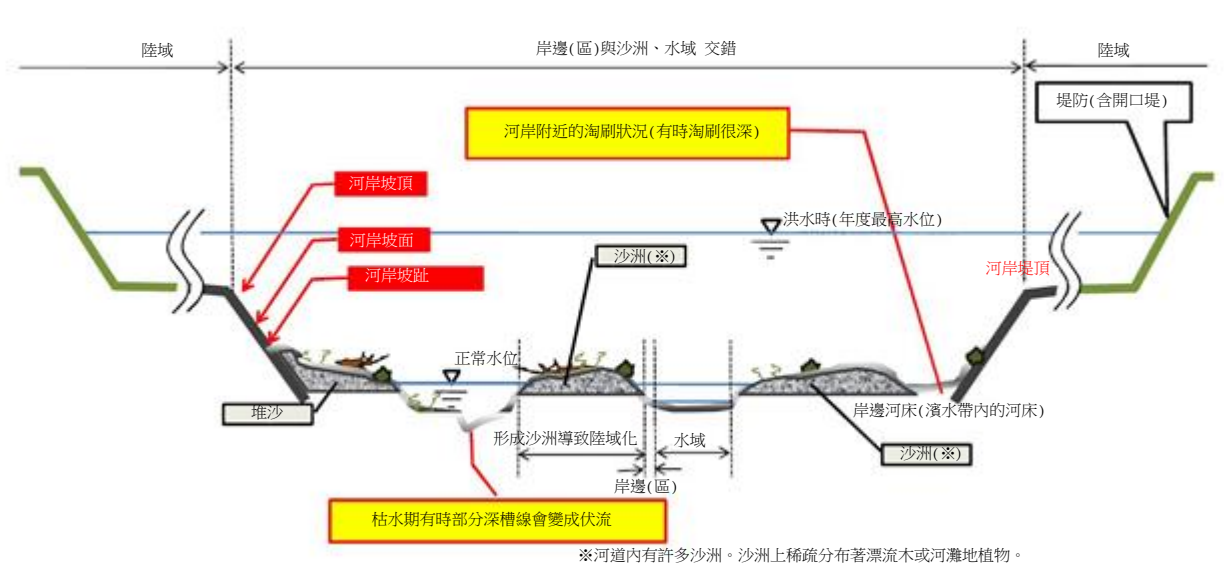


圖 3.8 扇狀地區間（河段 1）的特徵

【自然堤防帶之 1（河段 2-1）】

河段 2-1 的河道一方面規則地蜿蜒，另一方面河道形成交互沙洲，呈現典型的 Bb 型淺瀨與深潭構造為多。淺瀨與深潭的位置方面，河道彎曲凹岸沖刷段容易形成深潭，其塌陷部份形成淺瀨。此外，河灘地彎曲凸岸側形成堆沙形成河原，其河床材料為小礫與細沙，礫徑小於扇狀地。

和河段 1 相比，河岸～濱水帶的植物也較茂密，並有陸地屏障與水中屏障的機能。此河段也因為蜿蜒而產生河岸侵蝕，形成岸際線平面凹凸交錯，礫石群則形成具有多孔質空間的環境機能。

這段流程的凹岸側，河岸與岸際線幾乎合而為一，凸岸側河岸與岸邊大多分離，河岸構成材料，其粒徑大小大致與河床附近的河床材料相同。河岸上方易堆積粉土，河岸上方與下方的構成材料大多不同為多，是其特徵。



『取材自空照圖所呈現的木曾川三川（1983 年）』

照片 3.6 河段 2-1 的特徵（左：全景，右：近景）

[河岸、濱水帶常見植物案例]

河畔林主要是柳樹（長柱柳、腺柳等）與榆科（朴樹、糙葉樹、春榆等）、赤楊等落葉闊葉樹，其餘還有零星的桑科或竹林，以及纏繞野玫瑰灌木的山葛等藤蔓性植物。陸域到水邊除了確認有蘆葦之外，還出現了以“河原”為名的河原柴胡、河原母子、河原蓬等礫石河灘地植物，乾燥地點則發現芒草、荻等草本類。

在淺瀨或深潭侵蝕形成有高差屋簷狀河岸或濱水帶的蘆葦，其在平面形狀交錯出現一樣具備魚類棲息、生長與繁殖場的機能。

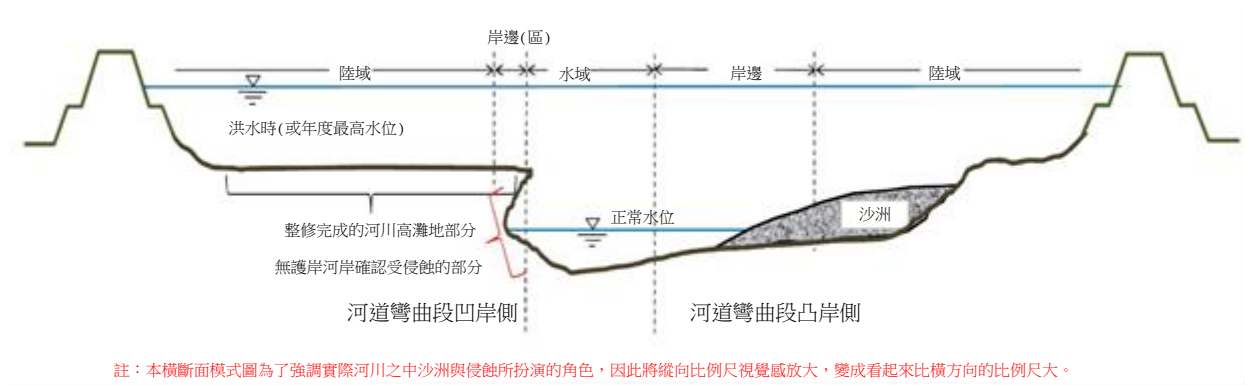


圖 3.9 河段 2-1 的特徵

【自然堤防帶之 2（河段 2-2）】

河段 2-2 的區間水深逐漸變深，淺瀨與深潭構造由 Bb 型變成 Bc 型，原本清楚的淺瀨逐漸消失。雖無精確調查，但大體上 Bb 型與 Bc 型的「淺瀨、深潭」界面與河段 2-1 及 2-2 界面附近一致。此外，堆積的沙洲或堆沙也大部分沒入水中，因此有的情況是河岸前面產生沙洲堆積。

含有較多細粒成分之河床材料，河岸受到侵蝕就會形成屋簷狀，發揮陸地屏障的機能。河段 2-2 的推移力比河段 2-1 低，因此河岸～濱水帶的植物增加，充分發揮陸地屏障與水中屏障作用（按順序比較河段 1 到河段 2-1 的照片會發現，整個沙洲逐漸植被綠化）。

除此之外，也出現彎岸堆積區，這種較大規模的交錯地貌或坡面的濕潤狀態，可以理解其具備豐富環境資源機能是其特徵。

這段流程水深變大，陽光無法直達河床底部，河川內的附著藻類生長受到抑制，從上游流下的豐富有機物，成為魚類食餌資源。此外，相對於縱向方向的環境地貌缺乏變化，彎岸堆積區或土沙堆積區等橫斷面方向形成的多樣化環境地貌，有助於維持石貝類或黑腹鱗類這些在氾濫河灘地之原生生物生長，這也是河段 2-2 特徵所在。



『取材自空照圖所呈現的木曾川三川（1994 年）』

照片 3.7 河道 2-2 的特徵

[河岸、濱水帶常見植物案例]

這個流程，沙洲沒入水中，河岸與水際合而為一，且河岸材料變成粉土與黏土，具備較大的黏性與較強耐侵蝕力。河畔發現柳樹、榆科（朴樹、糙葉樹）等落葉闊葉樹。彎岸堆積區或土砂堆積區這類地貌交錯區塊，上述樹木發揮陸地屏障功能，岸邊則成為魚類的棲息地點。

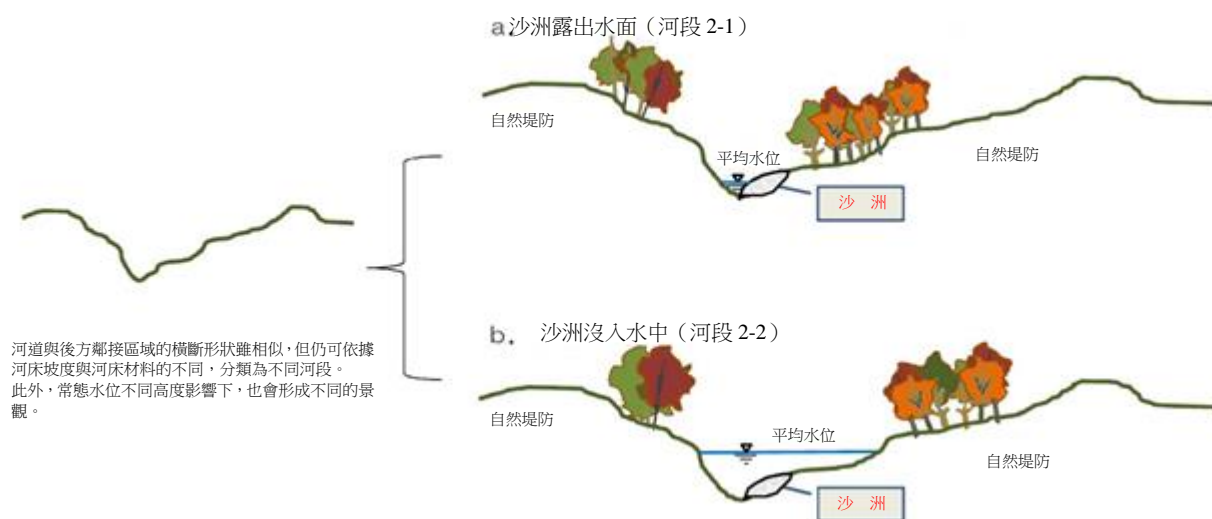


圖 3.10 河段 2-1 與河段 2-2 的差異與特徵

【三角洲（主要是河段 3）】

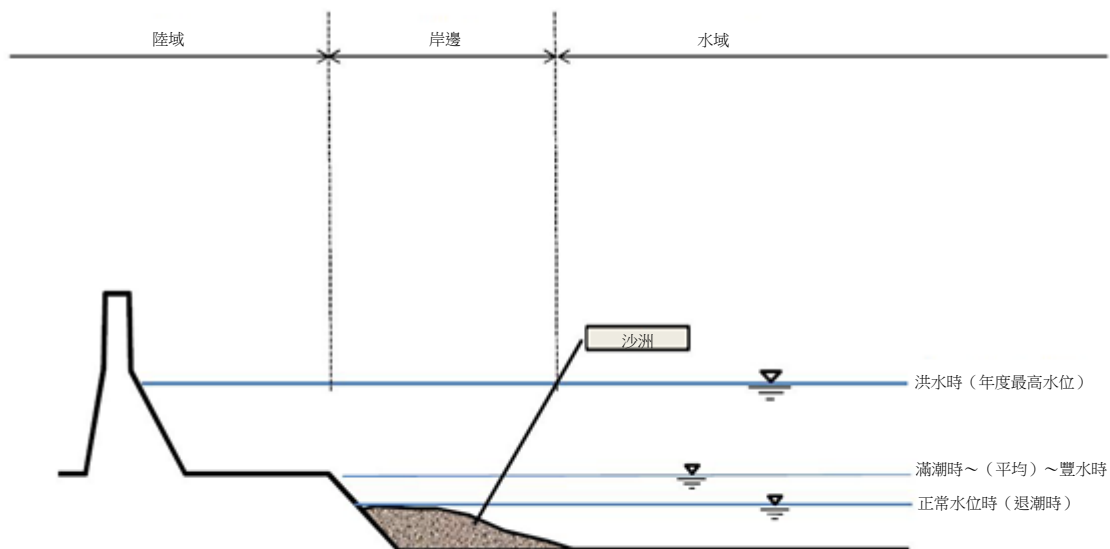
這個河段區間的特徵是，河水漲退潮會使水際線往前或往後移動，有時形成潟湖；生態學上的河川型態則尚未被定義。

這段河岸與水際線因在漲退潮區間，水位會受漲退潮影響。此外，這個區間不只會受洪水影響，同時也可能受地震、海嘯與颱風帶來的暴潮影響。因此，其河岸為了要足以抵抗上述外力侵襲而較強固。這個河段的岸邊會在一天內受到漲退潮影響而產生明顯變化。生長於潟湖的植物，會因為潮水漲退而發揮陸地屏障及陸地屏障＋水中屏障的機能。蘆葦等挺水植物群落所形成交錯地貌發揮珍貴的環境機能資源，也是這段流程特徵之一。



木曾川下游河川事務所提供

照片 3.8 河段 3 的特徵（左：全景，右：近景）



感潮區間容易受海水漲退潮影響。在此棲息的魚類主要是棲息河海交界處的烏魚與鱸魚等。為了確保河水流動能力，有時不得不實施河床疏浚，但有時會導致河口阻塞，產生名為「沙嘴」的河口沙洲，造成河水流動能力之障礙。

圖 3.11 河段 3（地形分區為三角洲）的特徵

3.4 改善計畫區間與改善計畫流量的設定

3.4.1 改善計畫區間的設定

除了排除致災原因之外，也應從防止災害再度發生的角度，選出適合執行計畫的河段區間。

《說 明》

- ・進行改善復舊檢討，應依據下列三種概念，選出實施的河段區間。
 - ・避免讓上下游區間界面的河床高程或河岸線相互牴觸。
 - ・上游端有山坡或高地連接等，設定計畫區間應從氾濫防護區域分離出來。
 - ・上游端若於橋梁連接處，其前後的道路應具有充分高度，發揮山坡或高地連接處的功能。
- ・選定事業區間之外，還須對河川災害相關特別對策事業（災害特別計畫）加以檢討、評估。
- ・若不得已而無法將導致災害原因地點等納入實施河川等災害相關事業（災害相關計畫）的事業區間，應檢討「災害特別事業」，尋找對策。

3.4.2 改善計畫的流量設定

比較河川整備計畫所規定的計畫流量（以下稱為「整備計畫流量」）與災害流量，設定改善計畫流量。受災流量非常大或無河川整備計畫時，應參考相同規模的河川、機率、流域土地利用與災害程度，設定改善復舊事業的計畫流量，並且擬定（或變更）河川整備計畫。

《說明》

- ・改善復舊計畫之計畫流量的設定，依河川整備計畫是否已設定計畫流量而有不同作法。

【已設定整備計畫流量時】

- ① 應比較災害流量與整備計畫流量，設定一貫且妥當的改善復舊計畫流量。
- ② 若災害流量大於整備計畫流量，應先對支配雨量分析（小型河川除外），採用年超過機率（超過重現期距機率）評估計畫降雨量，並參考河川重要度、過去的災害實際狀況、下游整治狀況、經濟效益、同種同規模河川整治目標水準等，進行計畫規模的再設定，並且一併變更河川整備計畫。這項工作主要是希望從流域內災害潛勢或流動能力之上下游平衡的角度出發，檢討並設定妥當的計畫規模。

【未設定整備計畫流量時】

- ① 參考同一水系內其他河川或其他水系，流域狀況類似的河川，依據比流量圖從災害河川流域面積設定流量（以下稱為「參考流量」）。
- ② 另外，以參考流量、受災流量為基礎，依據合理化方式反推計算，算出降雨量與超過機率。除了應參考這兩者的超過機率與河川重要度、過去的災害實際狀況、下游整治狀況與經濟效益等而設定計畫規模，還須設定對應的改善復舊事業之計畫流量，並且一併擬定河川整治計畫。而且，實施計畫降雨量設定時，除了小型河川之外，應分析支配雨量。

- ・改善復舊事業的計畫重點在於整合河川整治基本方針、河川整治計畫，與上下游平衡之計畫。

- ① 為優先實施改善復舊事業，應儘量避免造成下游區域治水安全度降低。
- ② 依改善復舊事業而增加的流量，在下游區域無法處理時，應檢討是否實施「緊急復舊事業」等。
- ③ 此外，河道頂端滿槽流量往下流動時，應注意水流可能對下游河道影響。若對下游區域有不良影響，應檢討超過洪水對策等。
- ④ 上游河道有砂防計畫等時，應整合該計畫規模與改善復舊事業的規模（並應適度地調整，避免綜合土砂管理計畫與土砂平衡產生矛盾）。

- ⑤ 此外，下游區域以海岸保全之觀點，注意土砂平衡擬定計畫。
- ⑥ 降雨規模非常大而只能設定低於災害流量的計畫流量時，應擬定圍堤、耐溢堤堤防、水防據點整備等氾濫流對策（納入氾濫流對策的改善復舊）。

3.5 河道計畫的概念

3.5.1 河道計畫的基本概念

擬定河道計畫應讓改善計畫流量安全地往下流動，並且基本上應依據多自然型河川營造的概念。

《說明》

- 擬定河道計畫應先究明災害原因，設定能讓改善計畫流量安全地往下流動的河道治理計畫線、河川寬度、橫斷面形狀、縱斷面形狀。此時，河道治理計畫線等的設定，基本上應依據多自然型河川營造的概念，除了注意深槽線所在淺瀨與深潭的保全、河岸與濱水帶植物或空隙、河畔樹木等的保全之外，也須留意河川景觀、水邊利用、歷史與文化內涵、觀光資源等並檢討之。
- 判斷改善復舊區間內有重要物種棲息、生長之可能性高時，或確認已有重要物種在此棲息、生長時，擬定河道計畫基本方針時，應明確記載保全重要物種的方法。
- 改善復舊事業區間與重點區間、重點地點重疊而擬定河道計畫基本方針時，應明記維護自然環境、提升水邊利用的方法等。
- 對多自然型河川營造，擬定河道計畫重點如下。詳細內容見「3.5.3 河道計畫的檢討」（p.186）
 - ① 河道治理計畫線形的設定：治理中心線基本上設定為現況流路。
 - ② 河寬的設定：拓寬河道基本上避免增加流速。
 - ③ 增加河寬的方法：單側河岸拓寬，基本上應特別注意「深槽線」的狀況。
 - ④ 橫斷面形狀的設定：在確保河床寬度的概念下設定河岸坡面坡度。
 - ⑤ 河床疏浚的注意事項：河床疏浚時，基本上是挖深河槽。

3.5.2 河道計畫基本方針的擬定

應掌握河川特性、災害狀況、致災原因、環境特性、改善復舊之流量、沿岸居民與專家意見等，整理該河川與改善復舊區間之課題與特徵，擬定河道計畫基本方針。

《說明》

- ・擬定具體的河道計畫之前，先整理該河川與改善復舊計畫區間之課題與特徵，活用該等特徵並擬定能解決課題的河道計畫基本方針。課題或特徵之整理，應從治水面與環境面的角度，檢討河道計畫基本方針的概念（參照表 3.3）。其次，應遵循基本方針的概念，分別對計畫洪水位與河道治理計畫線等兩個項目擬定河道計畫之基本方針。此時也應整理維護管理面須注意的事項（參照表 3.4）。
- ・治水方面課題與特徵的整理，主要內容包括災害前河道流動能力不足、上游供給土砂與漂流木導致河道阻塞、掩埋，以及長期河床降低造成護岸等構造物受損等狀況。
- ・環境面課題與特徵的整理，主要內容為環境要素的分布狀況、生物（比如重要物種）的棲息、生長與繁殖場所之分布、河川景觀與水邊利用、觀光資源等。
- ・有可能有重要物種棲息，以及當地有應保全環境要素的狀況、標的區間為「重點區間」或「重點地點」時，基本上應將這些狀況反應到基本方針。
- ・此外，河川從上游到下游、連同附近陸域與水域的帶狀空間，包括周邊支流與水路、水田、樹林等一同形成生物棲息、生長環境之網絡。因此，應確保維持上下游方向與橫向方向連續的環境條件，不可和周邊環境網絡切斷，注意確保生物自由移動路徑的基本方針。
- ・其次，為圖謀解決相關課題、運用其特徵的河道計畫基本方針時，應對計畫洪水位、河道治理計畫線、橫斷面形狀、縱斷面形狀、護岸等的構造物、粗糙係數、河畔樹木、管理用道路、前往水邊通路等予以擬定。
- ・擬定基本方針應從維護管理面檢查內容是否適當。比如，拓寬河幅是否造成河床材料移動機會減少，造成植物過度茂密，以及設在河道內的步道是否會被河水沖走，乃至於河沙堆積是否破壞步道機能等。

表 3.3 特徵與課題的案例

注意項目	特徵	課題	基本方針的方向
治水		<ul style="list-style-type: none"> ・Ok〇～Ok〇〇河流橫斷面積太小、流動能力不足，堤內地盤高程較低的地點發生溢流、氾濫。 ・Ok〇〇彎曲河道凹岸側水位上升，溢流 ・Ok〇〇橋梁因為漂流木阻塞導致局部水位上升、溢流。 	<ul style="list-style-type: none"> ・Ok〇〇～Ok〇〇的河道拓寬，確保橫斷面積，讓致災流量能往下流動。 ・彎曲河道溢流地點河道治理計畫線修正。 ・Ok〇〇進行橋樑改建，解決漂流木阻塞的問題。
生物的棲息、生長與繁殖場所	<ul style="list-style-type: none"> ・Ok〇〇有規模較大的深潭，並且因為連接崖地而成為重要的生物棲息場所。 	<ul style="list-style-type: none"> ・Ok〇〇～Ok〇〇連續設置四角石材護岸，整個岸邊環境過於單調。 	<ul style="list-style-type: none"> ・凸岸側單側河岸拓寬，以保全Ok〇〇的深潭。 ・若要讓四角石材護岸發揮功能，可在其前方實施堆沙，避免岸邊線過於單調，同時促進植物繁茂。
河川景觀	<ul style="list-style-type: none"> ・河道內連續出現淺瀨與深潭，形成自然的岸邊線。 ・Ok〇〇附近有完整的河畔林，成為景觀點。 	<ul style="list-style-type: none"> ・Ok〇〇～Ok〇〇有明度較高的四角石材護岸，成為景觀惡化重要原因之一。 	<ul style="list-style-type: none"> ・若要讓四角石材護岸發揮功能，可在其前方實施堆沙，避免岸邊線過於單調，同時促進植物繁茂。 ・拓寬河道時，應設定能保全深槽線的河道治理計畫線。此外，進行堆土等，確保維持適當的深槽線寬度。 ・拓寬河道砍伐部分之河畔樹木；在該地點下游的坡頂，可進行植栽。 ・為滿足坡度為 1：0.5，有設置護岸之必要。最好選擇適當明度、質感與能呈現適當景觀模式的護岸。
水邊利用	<ul style="list-style-type: none"> ・水質良好，能與水接觸、利用。 ・Ok〇〇附近可下到水邊，成為親水空間。 ・Ok〇〇旁邊有小學，可作為孩童水邊利用的地點。 	<ul style="list-style-type: none"> ・整體而言河岸較陡，沿線之動線受限，水邊利用受到限制。 	<ul style="list-style-type: none"> ・Ok〇〇附近保留進入河川的通道，進行對岸側河道拓寬。 ・雖河岸坡度 1：0.5，但可設置水邊的階梯。此外，河道內堆土的部分作成親水平台，提供民眾水邊散步。 ・Ok〇〇附近局部拓寬河道，讓兒童能在此玩水。
觀光資源、歷史、文化	<ul style="list-style-type: none"> ・Ok〇〇附近有芭蕉（俳句大詩人）的句碑（刻著俳句的石碑）是頗具歷史與文化意義、悠閒素樸且能散步的景觀。 		<ul style="list-style-type: none"> ・局部修改河道治理計畫線，以便保留芭蕉的句碑。
其他	<ul style="list-style-type: none"> ・專家指出，Ok〇〇附近濱水帶很可能有重要物種在此棲息。 		<ul style="list-style-type: none"> ・Ok〇〇附近的河岸，保留河岸良好的部分，然後在對岸實施河道拓寬。另外，拓寬部分應進行堆石，恢復生物棲息場所。

表 3.4 河道計畫基本方針設定例

項目	構想	基本方針	維護管理面的注意事項
計畫洪水位	・疏浚河道下游有堤防區間時，設定內容是否妥當？	・既已設定計畫洪水位。因疏浚河道直接流入主流，因此，目前的計畫洪水位要具備出水高。	
河道治理計畫線	・若深槽線現況良好，擬定河道計畫是否有尊重現況治理中心線情況？	・尊重現況的河道治理計畫線，保全Ok〇〇的深潭。但修改Ok〇〇河道彎曲段的治理計畫線，以抑制水位上升。	
河寬	・本計畫是否以拓寬河道為前提？ ・是否有拓寬舊河川地等部分河段？	・基本上實施拓寬。但有空地或估計可進行水邊利用的地點（Ok〇〇、Ok〇〇），可部分拓寬。	・拓寬造成水流推移力降低，可能導致植物長得更茂密。 ・部分拓寬的地點，進行人工除草的必要。
橫斷面形狀	・深槽線的形狀（位置、寬、深度）是否有適度地設定？ ・河階平台的高度是否有適當的設定？	・常流量豐富，深槽線採幅寬來設定。在河岸堆土，設定深槽線。 ・單側河岸的堆土取適當寬度推平，上方平坦處可作為活動動線。	・若深槽線水深太小，應注意河床植物可能過度茂密。 ・河階平台當作步道，應注意洪水時是否會被沖走的問題。
縱斷面形狀	・是否有擬定設置階段工等的計畫？	・不疏浚河床，因此不會改變縱斷面形狀。	
護岸等構造物	・坡面保護工、坡面基礎工、坡腳保護工等工法的選定是否恰當？ ・特別是坡面保護工是否有從景觀與自然環境的角度，適當地選定？ ・（參照 2.災害復舊事業）	・k〇〇～Ok〇〇運用了現有的四角石材護岸，但明度太高，因此實施堆土，改善河川景觀與魚類棲息環境。 ・新設置護岸地區間，除了注意護岸明度、質地，也可實施堆土，改善河岸景觀與自然環境。	
粗糙係數	・粗糙係數是否低於改良前？	・採用往外凸出的護岸設計，某種程度容許河階平台植生茂密，但應避免降低粗糙係數。	
河畔樹木	・河畔樹木是否予以保全？	・部分砍伐Ok〇〇的河畔樹木，但為了保全Ok〇〇～Ok〇〇區間的堤內地盤高與計畫洪水位坡面部分之現有樹木，應注意景觀搭配的問題。	・沒有治水問題的樹木同樣可配合地區居民要求，予以保全。另外，應爭取當地居民共同實施河畔樹木管理。

3.5.3 河道計畫的檢討

(1) 計畫洪水位的設定

若過去已設定計畫洪水位，最好延續該計畫洪水位地進行設定。但若大幅改變河道，須配合改善計畫流量、河道的縱橫斷面形狀、相連的河川計畫洪水位、地形與土地利用狀況等區域特性，儘量將高於沿岸地盤高程的高度降到最低，進行計畫洪水位的檢討。

《說 明》

- 以往已設定計畫洪水位區間，將計畫洪水位提高到比以前還高，等於大幅度重新整治河川。除部分狀況之外，基本上這種作法並不務實，且違反儘量讓洪水以低水流量位往下流動的治水原則。因此，一般而言應延續既有的計畫洪水位，即使不得已須部分提高計畫洪水位，也應儘量縮小範圍，新設定的計畫洪水位也最好低於過去洪水的最高水位。
- 另一方面，若決定大幅度改變河道治理計畫線，應先掌握改善計畫流量規模、可確保的河川寬度、相連的河川計畫洪水位與橋梁等的下緣高度，所設計的計畫洪水位應避免高於沿岸地盤高程。
- 此外，計畫規模較小的河川，發生超過計畫洪水的可能性高，因此多半檢討採河道疏浚。但從水系整體安全的角度看，過度疏浚上游河道，可能造成下游河道嚴重的安全問題。因此，實施疏浚之前，應充分掌握下游河道條件。疏浚上游河道也須特別注意確保低水流量時的地下水位、確保各種用水取水水位、維護其他水流正常機能的對策，以及河川環境的整備與保全。特別是計畫規模較小的河川，即使配合下游河道條件仍能取得充分的水面坡度，計畫洪水位最好設定在地盤高程左右的高度。此外，過去已將計畫洪水位設定為低於周邊地盤高程的疏浚河川，若重新大幅拓寬或疏浚的河川整治，必要時應重新檢討修改計畫洪水位。

(2) 河道治理計畫線形狀的檢討

現況流路線型形成良好深槽線者，設定河道線形應予以尊重。

《說明》

- 比較蜿蜒河道和直線河道，蜿蜒河道深槽線多半形成淺瀨與深潭等良好的自然環境。相對的，直線河道河床縱斷面方向平坦，缺乏水深與流速變化，造成以魚類為中心等生物棲息環境惡化。
- 因此，若現況河道蜿蜒且深槽線形成淺瀨與深潭，應予以尊重並依據現況河道線形設定河道治理計畫線。特別是水流攻擊坡的山坡坡腳、沿河岸分布樹林帶以及河岸上岩石外露的地點，可視為固定點，活用上述地形，或保留該線形設定的河道治理線。

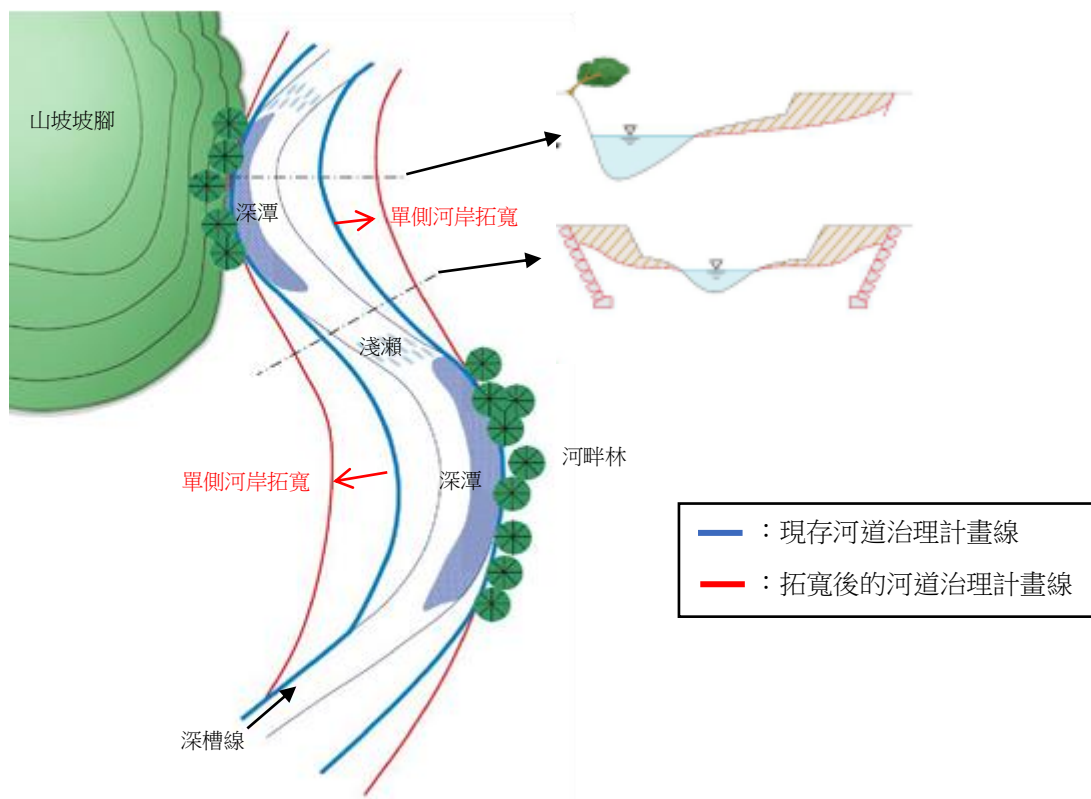


圖 3.12 河道治理計畫線設定的概念



為了保全河畔林等，應避免改變原來的河道與河床

照片 3.9 盡量保持復舊前河道蜿蜒狀況的河道復舊案例（牧佐內川：北海道）



為了避免改變原先的河道，應針對現況深槽線，實施挖深河道的疏浚

照片 3.10 活用受災時平面形狀，實施河道復舊的案例（黑谷川：福島縣）



河川改善或運用現有滾石、進行加深輪廓的施工等，配合周邊環境而非拘泥於固定計畫的河道改善復舊事業

照片 3.11 活用復舊前的河川蜿蜒狀況與河道坡面坡度變化、實施河道復舊的案例
（山附川：宮崎縣高千穗町）

(3) 河寬的設定與橫斷面形狀的檢討

擴大河流橫斷面積的基本作法是拓寬河道。

《說明》

- 為擴大河流橫斷面積以提高河川流動能力，基本上採取拓寬河寬，避免採取河床疏浚。此外，若堰壩的上游或蜿蜒區凸岸側土砂持續堆積，導致降低河水流動能力，或土石流造成河床上升，此時應從維護管理的角度進行河床疏浚。
- 若未充分拓寬河道就挖深河床，洪水時水深變得更深、提高推移力，河床更容易降低。河床降低危害護岸，於是得反覆實施復舊或三面鋪設構造物等補救對策，惡性循環。換言之，應避免河床疏浚，而應以拓寬河道確保河流橫斷面積，有利於維護河床穩定，且能降低構造物維護管理成本。此外，從未來氣候變遷洪水流量可能提高的觀點，確保充足的河寬，未來即使須再度整治河道，也較能採取更有彈性效率、更容易解決問題的對應方法。
- 此外，確保河寬，不只促進深槽線淺灘與深潭構造的發達，並且有助於濱水帶的堆積區域與植物帶形成，有利於河川的環境面。
- 因此在用地取得受限性況下，不宜輕易選用河床疏浚，而應綜合檢討能穩定河床與構造物、容易維護管理、易於對應氣候變遷、能達成河川環境保全等的確保河床面積之方法。
- 河道拓寬時應依據改良前的流量與改良後的計畫流量比（ Q_1/Q_0 ），以改良後流速不比改良前大太多的程度檢討河寬。具體而言，若流量變成 2 倍，河寬大致為 2 倍寬度。
- 這裡設定的改良後河川寬度 B_1 ，該河寬並非實施整治一律的判斷基準，而只是從確保該區間河水流動能力所需最小的平均河寬。實際上活用河道計畫，應以河寬 B_1 為出發點，各區間與地點逐一進行檢討。
- 基本上應確保此河寬 B_1 ，從地形、土地利用、地區的歷史與文化、計畫執行費用等社會與經濟面的角度，擬定具有可行性的河道計畫。

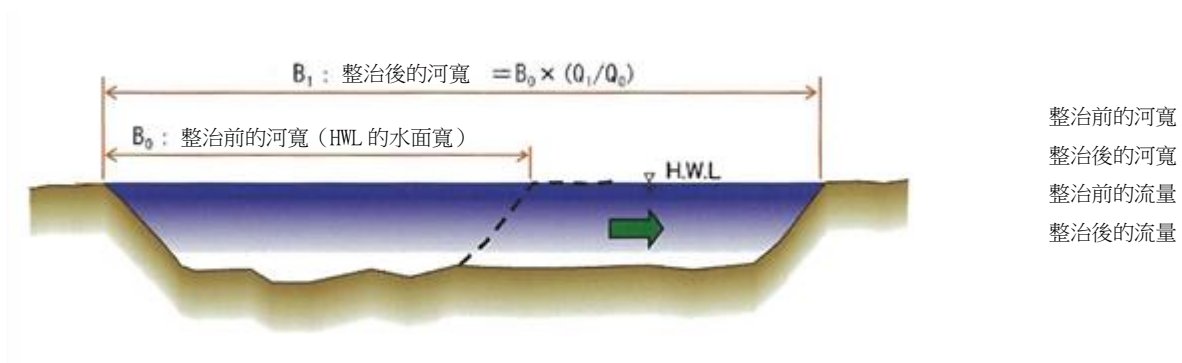


圖 3.13 初設河寬的設定

河道狹窄時，可提高河岸坡面坡度，確保足夠的河床寬，並形成多樣化河床形狀。

《說明》

- 過去一般認為，和緩河岸坡面坡度有利於生物在陸域與水域之間移動；並且因為形成生態過渡區（生態交會區，生態交錯帶，Ecotone），為良好的環境。
- 但河道狹窄的河川若坡面坡度平緩，會導致河床寬變窄、河床平坦，於是可能失去深槽線區域所形成淺灘與深潭等有利於生物多樣化棲息、生長與繁殖的環境。此外，河床寬狹窄時，河岸與濱水帶的堆積區域流失，可能導致依賴濱水帶植物帶與低流速區域生存的生物消失。
- 因此，河道狹窄時，可提高河岸坡度以擴大河床寬，確保深槽線與濱水帶生物棲息場所多樣性。
- 此外，橫向方向的連續性方面，即使河岸坡面坡度較陡，只要護岸坡面適度設計，仍可能讓生物往上攀爬。

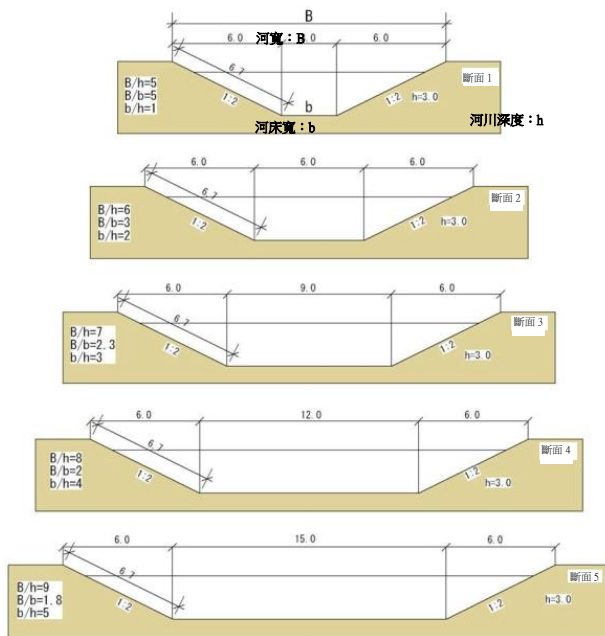


圖 3.14 不同河床寬狀況下的橫斷面形狀比較

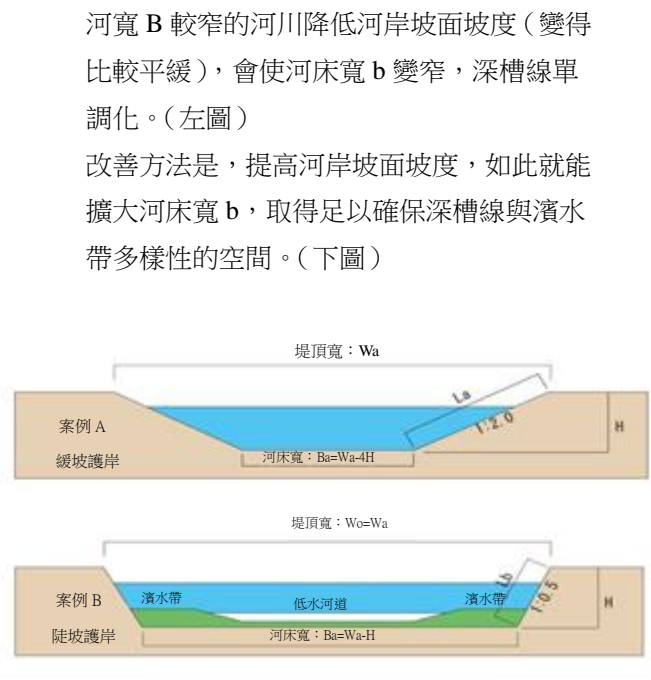


圖 3.15 坡面坡度所造成橫斷面的差異

拓寬河道的基本做法是單側河岸拓寬。

《說明》

- 即使尊重現況流路的河道治理計畫線形狀，為了大幅拓寬河道而兩側同時拓寬，基本上都會造成環境嚴重破壞。相對的，只進行單側河岸拓寬，能保持另一邊的河岸與深槽線，將護岸整治受影響區域降到最低。換言之，河岸環境優良的地點，拓寬河道原則上應採取單側河岸拓寬。
- 單側河岸拓寬究竟應選擇左岸或右岸，許多因素須考量，重點如下。

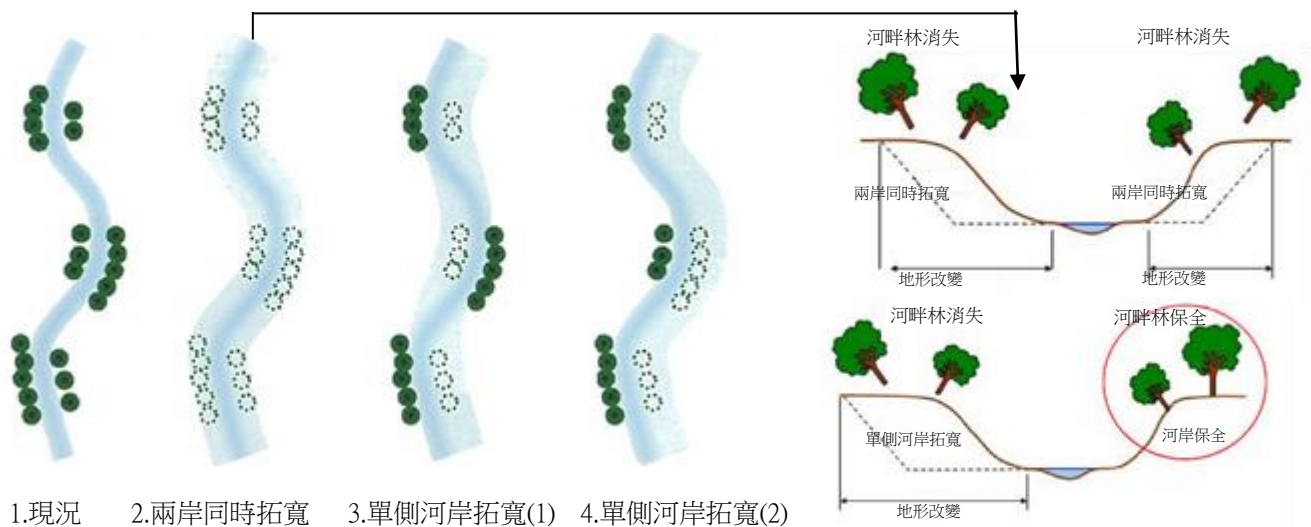
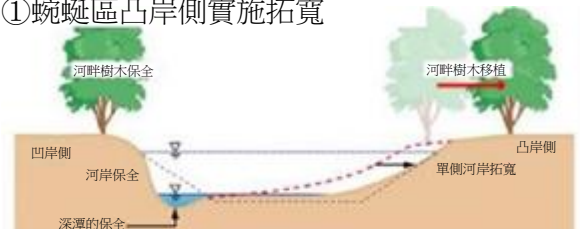


圖 3.16 單側河岸拓寬以保全良好河岸示意圖

①拓寬蜿蜒區凸岸側

河道蜿蜒區凹岸側容易形成深潭。基本上拓寬河岸時應保全深潭，實施凸岸側拓寬。但凸岸容易土沙堆積形成沙洲，此時得注意維持足夠的河流橫斷面積。

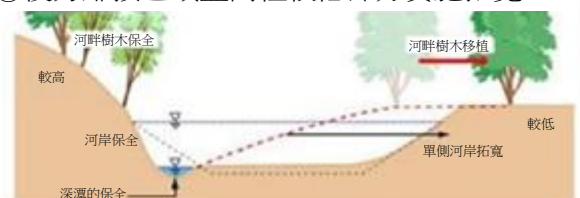
①蜿蜒區凸岸側實施拓寬



②後方鄰接區域盤高程較低的部分進行拓寬

針對有起伏地形後方鄰接區域盤高程較低的部分實施開挖，疏濬量較小。後方鄰接區域盤高程較高的部分拓寬開挖量大，同時會提高基礎擋土工與擋土牆成本。

②後方鄰接區域盤高程較低部分實施拓寬



③不採用規定斷面

尊重現況流路的平面形狀，避免採用會掩埋保全深潭的倒梯形斷面。

③不採取規定斷面

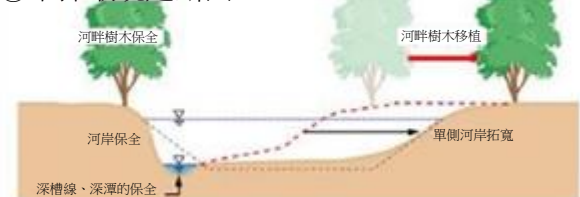


圖 3.17 單側河岸拓寬的要領



照片 3.12 實施單側河岸拓寬並保全低水流量河道環境的復舊案例（切木川：和歌山縣）

為了確保河川的流下能力，避開山坡坡腳右岸側而實施左側單側河岸拓寬。此外，為了避免河道拓寬使河床環境變化太大，實施單側河岸拓寬的地點做成平台狀。



照片 3.13 實施單側河岸拓寬並保全低水流量河道環境的復舊案例（阿武川：山口縣）

不改變現況深槽線，只針對右岸側實施河道拓寬，順利恢復復舊前的河川環境。



左岸側的坡面樹林、岸邊植生帶、河床巨礫等環境，都確保和災前相同。

照片 3.14 實施單側河岸拓寬並保全低水流量河道環境的復舊案例（三藏川：栃木縣）

實施單側河岸拓寬並以容易配合周邊環境的混凝土塊施作坡面保護工，拓寬河道留住土砂，形成植生覆蓋的自然河岸。

拓寬河道時不必設定全部相同的河寬，而應活用舊河灘地，實施部分拓寬。

《說明》

- 整個縱斷面方向都設定相同河寬，不只減少河道內深槽線區域或河岸、岸邊所形成的生物棲息場所的多樣性，河川景觀也會變得單調。而且從岸邊進入水邊的引道變陡、難以親水。
- 積極活用舊河灘地與空間，局部擴大河寬，促進生物棲息、河川景觀以及民眾親水利用。
- 特別是大都市區域檢討河道計畫，應針對河道與沿岸的公園、綠地等實施一體化的設計，儘量確保比一般河川更多的河床寬闊部分，讓河寬有更多的變化。
- 但河寬縱斷方向的變化會導致洪水時水位縱斷面形狀變化，因此，擬訂計畫應先預測局部拓寬河道可能產生的水位變化，避免水位超過計畫洪水位。特別是會發生超臨界流的陡峭河川，應注意縱斷面方向水位變化與流速變化提高的問題。



照片 3.15 部分拓寬（岐阜縣 新境川）

直線河道部分拓寬之後河水與水流狀況變化。左圖為部分拓寬完工時（2010 年 6 月左右），右圖為拓寬三年後的狀況（2013 年 5 月上旬）。三年後部份拓寬河道的左岸側出現土砂堆積，其下游形成深潭。部分拓寬造成淺瀨與深潭發達，值得玩味。

不得不進行河床疏浚時，基本上應挖深河槽。此時應先預測治水、環境、維護管理可能出現課題，進行解決課題的對應之道。

《說明》

① 河床疏浚的課題

- 用地受限等狀況導致無法確保足夠河寬，為了確保必要的河水流動能力，實施河床疏浚予以對應。但河道狹窄的中小型河川實施河床疏浚，有時會造成治水面、環境面與維護管理面不良結果。
- 過度河床疏浚容易提高洪水時的流速，造成改良區間及其上游之間流砂量不均衡與河床降低，進一步破壞護岸或引起河岸侵蝕。環境面方面，河寬水深比變小，隨伴著淺瀨與深潭構造縮小或消失、濱水帶消失，此外，河岸看起來更高大，護岸等構造物視覺面積變大破壞景觀。
- 因此，河床疏浚應掌握上述課題，以避免產生治水、環境與維護管理問題為前提地實施。若發現疏浚後可能產生上述各種問題，應設置固床工、營造人工淺瀨與深潭構造等，或者適度改變疏浚形狀。

② 檢討河床疏浚課題的幾個切入點

- 何等程度的疏浚會產生問題，應計算河床變動，評估河床穩定性。
- 從環境角度探討河床疏浚問題，可參考「技術資訊 -- 河寬水深比與河道景觀的關係」(p.197)。本參考資料主要依據河寬水深比與福祿數的關係，將河道景觀區分為四種，示出有環境問題的河道景觀之臨界值。超過這項臨界值而疏浚，河道景觀可能變得單調，魚類等的棲息環境惡化。

③ 河道疏浚之疏浚形狀

- 若經過上述檢討仍不得不疏浚河床，施作時應避免將疏浚面處理成整片平坦河床，而應讓河床所形成之深槽線與縱橫斷面方向地形（淺水流與深潭等凹凸狀況）往下平行移動（挖深河槽，下挖），以接近原先的形狀進行整治（圖 3.18）。
- 洪水河床變動導致無法確認原先的河床形狀時，可參考附近狀況良好河川，設定深槽線。此時須注意不可固定深槽線與岸邊線，而應保留其隨河川作用變化的可能性。
- 縱斷面形狀方面，基本上也應讓平均河床高程所形成的縱斷面形狀大致平行往下移動，並注意維護深槽線區域的淺瀨與深潭構造。
- 此外，改善復舊事業經常因為土砂堆積導致難以掌握災害前的河床狀態。在此情況下，可參考河道治理計畫線，設定深槽線區域。具體做法是，河岸的直線區域可將深槽線設在河道中央；河道彎曲段分設在凹岸側。

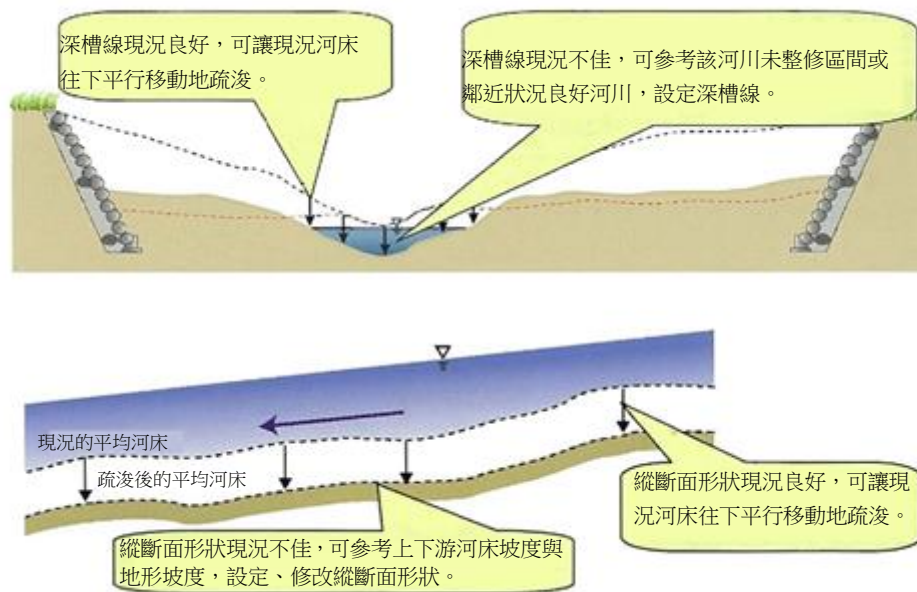


圖 3.18 河床疏浚的案例

■技術資訊 -- 低水流量河道的河寬水深比與流速、水深的多樣性

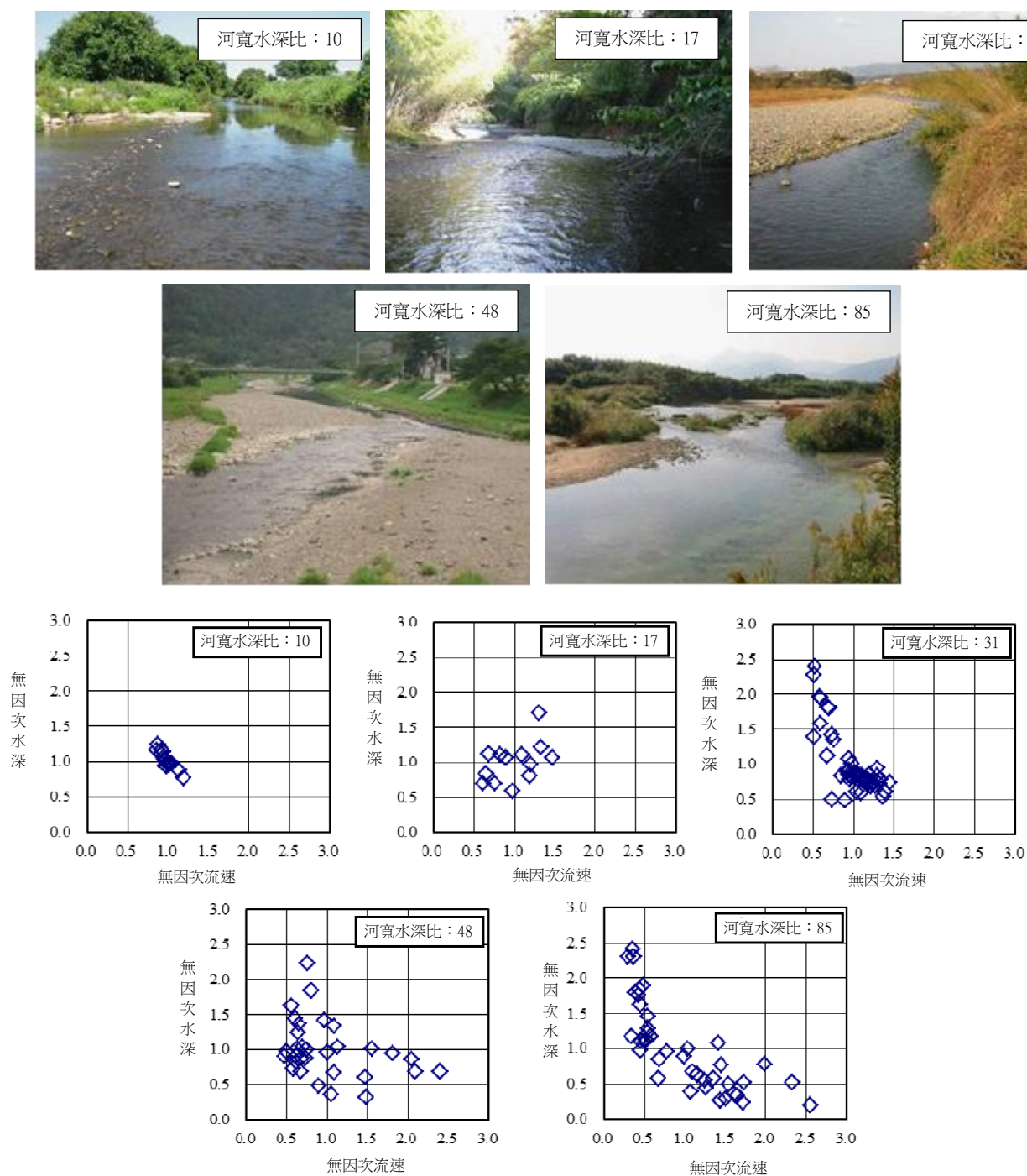


圖 3.19 中游區域河寬水深比與河川景觀調查案例及各調查地區無因次流速與無因次水深的分布狀況

所有河川都有呈現直線平面形狀的部分，但河寬水深比各自不同。在此所謂河寬水深比，指平均河寬與低水河道滿槽平均水深的比。河寬水深比越大，代表該河川擁有相對於洪水時水深更大的寬闊河寬。

河寬水深比越大，水深與流速的分布區域通常也擴大。河寬水深比較小部分集中在 1 附近，隨著數字變大，逐漸成為低流速、高水深區域與低水深、高流速區域。其結果意味著隨著河寬水深比增加，河道內更容易形成土砂堆積的沙洲，以及多樣化的生物棲地。

■技術資訊 -- 河寬水深比與河道景觀的關係

河川整治進行河床疏浚會降低河寬水深比（參照下面說明）、抑制沙洲形成，改變河道景觀¹⁾。其結果也可能造成淺瀨與深潭消失，須加以注意。下圖分別，對河寬與平均年最大相當流量水深比（以下為河寬水深比）說明中小型河川形成河道景觀典型案例。河寬水深比較小的河川（比如，下圖河寬水深比 3 或 7 的河川），多半是岩盤化明顯、施作護床工的河川，不見淺瀨與深潭、景觀單調。另一方面，隨著河寬水深比提高，河床出現凹凸，形成淺瀨與深潭。



圖 3.20 河寬水深比與河道景觀的關係

為了從與河道特性的關係來了解上述關聯性，以三重縣與岐阜縣約 100 條河川（河床坡度大於 1/1,200）為標的，整理其關聯性（參照圖 3.20）²⁾。圖 3.21 參考黑木與岸¹⁾所提出的沙洲發生條件分類方法，說明現地調查與分析所取得各調查河川的 $BI^{0.2}/H$ （河寬水深比乘以河床坡度的 0.2 方），與可用來掌握河床狀態重點的水理量福祿數 ($Fr = v/\sqrt{gh}$)^{3),4)} 之關係。福祿數的參數係隨流速增加與水深減少而增加，通常與河床坡度對應，坡度越陡值越大。圖中展繪（樣區）的差異，如表 3.5 河道景觀分區所示。由此圖看得出拓寬與疏浚時河道景觀的變化。

圖中的中心位置假定就是現況河道。由此拓寬就會往右下角的 A 區靠近。於是形成有「沙洲」的河道景觀，交互沙洲與淺瀨、深潭發達，河川景觀與生物棲息環境有所改善。另一方面，河道疏浚後情況較接近圖左上方的 B。此時形成「岩盤」出露、河床無凹凸的河道景觀，河川景觀與生物棲息環境劣化。此外，這種河道河床降低，破壞河道穩定性，可能再度遭受災害。

不得不實施河床疏浚計畫時，計算疏浚後的河道特性，參考下圖，預測疏浚後河道景觀的可能變化，調整適當的疏浚深度。

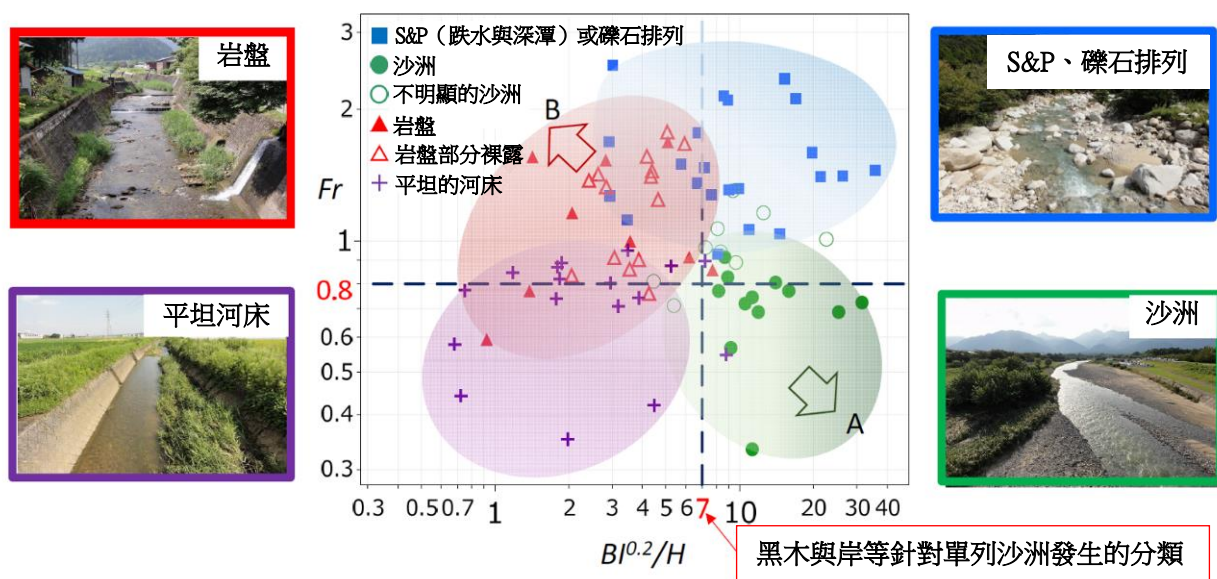


圖 3.21 $BI^{0.2}/H - Fr$ (福祿數) 與河道景觀的關係

表 3.5 河道景觀分類相關的地形與環境特徵

河道景觀分類	地形特性	環境特徵
S&P，礫石排列	是否出現與河川流路方向呈直角的階段跌水 (Step) 與深潭 (Pool)、沿流路軸直行的連續礫石排列，階段跌水地點旁邊有深潭的狀態	淺瀨或深潭呈階梯狀連續排列，形成游泳魚種等重要棲息場所的狀態。
沙洲	有明顯交互 (複列) 沙洲前緣，且淺瀨與深潭發達的狀態	1 蜿蜒區間有淺瀨或深潭，形成游泳魚種等重要棲息場所的狀態。
岩盤	河床全面呈現岩盤裸露的狀態	無淺瀨或深潭，河床也很少土砂，很少出現游泳性魚種棲息場所與底棲生物棲息場所的狀態
平坦河床	深槽線主要固定在單側河岸，河床土砂平坦堆積，淺瀨與深潭的狀態不明顯	淺瀨或深潭不明顯，且很少游泳性魚種棲息場所的狀態

※參考文獻 1)與 5)~7)所實施的定義

參考文獻

- 1) 黑木幹男・岸力：中規模河床形態の領域区分に関する理論的研究，土木学会論文報告集，vol.342，pp.87-96，1984.
- 2) 大石哲也，高岡広樹，原田守啓，萱場祐一：中小型河川改修時の川幅設定が河道の景觀に与える影響，土木学会論文集B1 (水工学)，4，Vol. 70，pp. I_997-I_1002，2014.
- 3) 林泰造：河川蛇行の成因についての研究，土木学会論文報告集，vol.180，pp.61-70，1970.
- 4) 芦田和男，道上正規：移動床流れの抵抗と掃流砂量に関する基礎的研究，土木学会論文報告集，vol.206，pp.59-69，1972.
- 5) 水野 信彦，御勢 久右衛門：河川の生態学，築地書館，247p，1993.
- 6) 山本晃一：河道特性論，土木研究所資料，vol.2662，pp.37-50，1988.
- 7) 長谷川和義・上林悟：溪流における瀬・淵 (ステップ・プール) の形成機構とその設計指針，水工学論文集，vol. 40，pp. 893-900，1998.

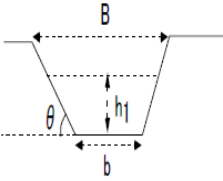
註：テラス（terrace）屬地形學名詞，指河川兩岸較高的階地平台。又有稱之為「段丘」，一般常稱為河階。

■技術資訊 -- 深槽區的設定方法

重新設定河道橫斷面形狀時，應考量以下二個問題，①常流水流經的深槽區，②稍高的地盤部分（以下，河階）。首先，深槽區的線形應與洪水時主流路一致。具體作法是，彎曲河道深槽線設定的外岸側（凹岸），直線河道深槽線則在河道中央。然後再設定深槽區寬度。深槽區寬度的設定無固定方法，依自然共生研究中心實驗，常流時的單位寬度流量大致比 $0.05\text{m}^3/\text{s}$ 大一些，會有「河水流動」感覺。實體河川在標的河川常態流量為 $0.2\text{m}^3/\text{s}$ 時，深槽區寬度可設定為 4m 以下。此外，決定橫斷面形狀時，此深槽區寬度是基本要求，除此之外的部分，則是河階地。此時若護岸裸露，從河川景觀的角度來看，應略作調整，讓河階地形成斜坡、蓋住護岸下半部。

不過，深槽區因為水深、河階對水面的相對高度不同而產生不同的植物茂密狀態，有時會因為植物過於茂密而難以維護管理。綜合較容易維護管理的水深與高差等相關知識經驗，基本上深槽區（低水流量河道）常流水深超過 30cm （至少春季與秋季），植物很難在深槽區存活。反之，透明度高、水停滯地點，以及河岸緩坡地點，容易有岸邊（陸上）植物侵入。此外，礫石河床且河床坡度陡、細粒成分少的狀況，即使水深較淺，植物仍難存活。河階地的地表與水面之高差、河階地面土壤厚度（質地），都會形成不同的植物種類。比如，土壤硬且薄，利於低莖草本生長；土壤軟且厚，適合高莖草本植物。另外，民眾常利用頻繁的地點，植物不易茂密。因此，應設計成較容易接近水面的河岸形狀。

表 3.6 深槽區與河階地植物生長條件

河道斷面	常流水深 (cm)	深槽區植物	岸邊植物	從維護管理面的角度來看植生狀況
深槽區（低水流量河道） 	$0 < h_1 < 30^*$	蔓草 蘆葦	蔓草 蘆葦	五年後整片覆蓋蔓草（蘆葦），容易導致深槽線模糊化。 推移力太大時，會反覆出現裸地→蔓草→裸地的發展模式。
	$h_1 > 30^*$	無 （沉水植物）	蔓草 蘆葦	* θ 越小，蘆葦與蔓草從岸邊侵入的機率越高。

河道斷面	水面高差 (cm)	土壤厚度 (cm)	高灘地植物		從維護管理面的角度看植生狀況
河階地 	$0 < h_1' < 30$	$S_h = 0$	低莖草本 （濕潤型）	水蓼 蓼衣草 （蔓草）	高灘地植生會因為土壤與地下水位不同條件產生很大差異。 水面高差大而土壤薄，適合乾燥型植物生長。河階地土厚時適合荻，土薄時適合芒草生長。水位高時，適合蔓草與蘆葦生長。
		$S_h > 5$	低莖草本或 高莖草本 （濕潤型）	蓼衣草 蘆葦 仙草	
	$h_1' > 30$	$S_h = 0$	低莖草本 （乾燥型）	河原柴胡 彎葉畫眉草 陌上草、彎曲碎米薺	
		$S_h > 5$	高莖草本 （乾燥型）	荻（ $S_h > 20\text{cm}$ 生長狀況良好） 加拿大一枝黃花	

(4) 縱斷面形狀的檢討

擬定縱斷面形狀計畫，應注意確保河床穩定性及上下游間生物移動之連續性。

《說明》

- 基本上應避免疏浚河床，而以拓寬河道確保河流橫斷面積與河床寬度的河道計畫，使河道整治後洪水流速或推移力較現況不會增加，河床多維持穩定，且能確保上下游間生物移動的連續性。
- 另一方面，若難以拓寬為主的河道計畫，整治時基本上須疏浚河道、擴大河流橫斷面積時，縱斷面形狀設定應注意下列構想。

- 疏浚輕微時

現況縱斷面形狀良好時，為了避免改變河床形態，應依「橫斷面檢討」的說明，儘量讓縱斷面形狀近乎平行移動。但若疏浚導致河床材料等出現明顯變化，應如同疏浚深度過大狀況進行檢討。

- 疏浚深度過大時

如同在「(3) 河寬設定與橫斷面形狀的檢討」(p.189)內說明疏浚同時引致河床變動之考慮上，進行縱斷面形狀之設定。從確保上下游間生物移動連續性的角度來看，應儘量避免實施階段工(跌水工)等，但若無論如何必須實施階段工，配置與設計、施工應注意上下游間生物移動連續性，以及景觀、設置後的河床變動狀況。

- 急流河川應掌握現地自然狀態下形成的河床材料、河床形態與河床坡度之關係，殘留巨礫等河床材料應檢討讓巨礫發揮穩定河床的效果。此時應檢討洪水時避免河床變動、維持護岸穩定的相關案例。此外，即使河川整治不進行疏浚，原則上也應留置河道內巨石，不予以取出。

（5）粗糙係數的設定

檢討水流流下能力，對應於已設定的縱橫斷面形狀而設定的粗糙係數，現況良好的河川，基本上設定時應與現況相同程度，至少不可小於現況有原則。特別是河幅窄且有護岸的橫斷面形狀，須注意護岸粗糙度相對性的有更大影響。另一方面，大幅拓寬河道時，須注意茂密植生會提高粗糙度。

《說明》

- ・檢討河水流下能力時，須掌握河床材料或岸邊植生等的狀況，設定適當的粗糙係數，至為重要。
- ・中小型河川河岸所占濕周比例較大，須注意河岸是否覆蓋植生或護岸是否整備等狀況，河岸粗糙度會有很大的差異。比如，砍伐、移除粗糙度較大的河畔林或河床巨礫而整建混凝土塊護岸，雖可提高耐侵蝕性、防止側向侵蝕，但粗糙係數變小、流速提高，有時會助長河床淘刷、釀成災害。
- ・此外，即使以整備這種護岸為前提的粗糙係數，若整治後植生茂密、形成沙洲，仍可能出現比初設定粗糙係數更大的粗糙度，導致無法滿足預期的河水流下能力。由此可見，設定粗糙係數須配合河川狀況。
- ・因此，設定粗糙係數須對未來植生茂密等可有利於維護管理的河川狀態予以設定，然後才設定與之對應的粗糙係數。此外，河川狀況良好時，基本上應避免撤除低水流量河道的塊石等。若河岸有植生，整治後粗糙係數不可小於整治前，才有利於河岸植生復育。
- ・中小型河川的粗糙度，大多很難參照洪水痕跡逆算粗糙度予以設定，此時可參考河川砂防技術基準（案）及其說明、調查編以及類似河川的案例，進行設定。



整治前植生覆蓋的河岸，以及整建完工後的混凝土塊護岸河岸，粗糙度明顯不同

照片 3-16 整治前後河岸狀況的差異

3.6 河畔樹木相關的基本概念

檢討河畔樹木對洪水安全性、管理課題、河川景觀與自然環境角色，進行河畔樹木保全。

《說明》

- 河畔樹木主要有下列功能。
- 河畔樹木具有確保魚類所需綠蔭、供給落下昆蟲，或鳥類營巢、兩棲類與爬蟲類休息場所的功能。
- 河畔樹木阻擋日射到達河床的部分，植生繁盛生長被抑制，河道內植生維護管理較容易。
- 都市區域河畔樹木是珍貴綠帶，綠化空間能讓人們精神安慰、感到舒服。此外，樹蔭下可散步，提供民眾休憩舒適空間。
- 現況河道若有生長良好的河畔樹木，基本上應以調整平面形狀或橫斷面形狀或單側河岸拓寬的方式予以保全。此過程中應一併檢討河畔樹木的耐洪水的安全性、樹木管理體制與漂流木對策等。
- 堤頂坡面的填土邊坡，多半是保全河畔樹木、可植樹的珍貴空間。在疏浚河道時，此等空間的階梯，管理課題的檢討上，以鋪設地工織物等、不妨礙護岸構造的前提下，謀求樹木保全目的。



照片 3.17 實施河床下挖、保全河畔樹木的復舊案例

雖已實施河床疏浚與護岸整備，但河畔樹木存在的地點，護岸工法改為鑄鐵製箱籠堆疊，保全現地河畔樹木。此外，為了避免該地點前方淘刷，以堆石保護坡面前端。

■技術資訊 --植物茂密的抑制作用

樹木可抑制日射，具有抑制河道內植物生長的功能。宮崎縣山附川河道拓寬後進行河道內植物覆蓋率與河畔樹木關係的調查，發現河畔樹林的存在是河道內植生受抑制的重要因素。

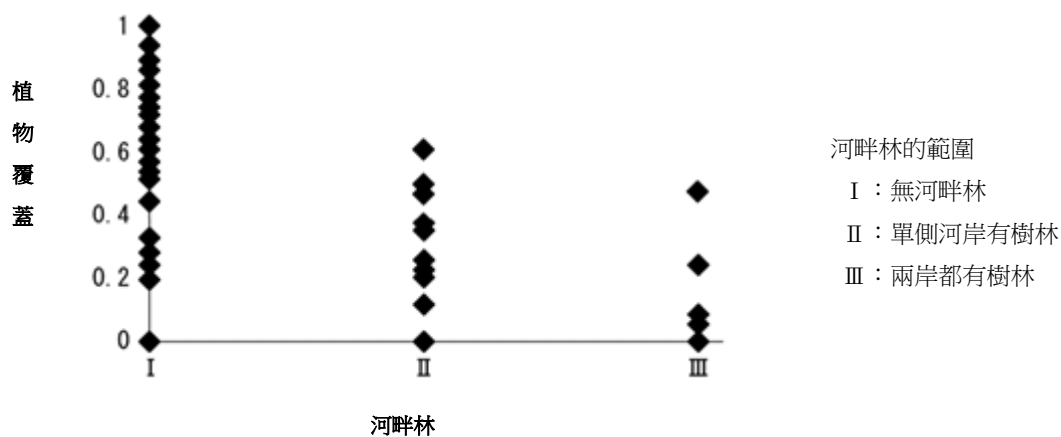


圖 3.22 山附川河畔林與植物覆蓋率的關係



左側為河道內。

照片 3-18 河畔林範圍與植物覆蓋率的關係（山附川：宮崎縣）

3.7 設計、施工、維護管理上的問題點（課題）檢核

初設定完成的河道計畫，應從設計面、施工面、維護管理面檢核是否有問題點（課題），必要時應修正計畫。

《說 明》

・設計面的檢核

- ・實施護岸設計，應確認有無岩盤露頭或軟弱地盤地點等，評估應否修正基礎構造。此外，應檢討能變更河道治理計畫線形狀，以取得較合理的河道整治。
- ・應掌握現況河道，評估設置適當間隔與高度的帶工、階段工（跌水工），檢討可能減少土方量的方法。
- ・設計時應考量與附近區間的整體景觀統一感，以及考慮施工容易性、經濟性，進行整體的調整，避免短區間內改變設計工種，進行整體之調整。

・施工面的檢核

- ・確認施工時河床的改變，是否盡量不改變河道治理計畫線（中心線）計畫（比如單側河岸疏浚或從堤頂施工的可能）。
- ・檢討整治計畫是否有考量到現有通行道路的配置與交通量等，以及如何降低施工期間對民眾與環境的不良影響。
- ・應確認預定使用施工機械搬入的道路；若大型機械難以搬入，應檢討改變工法。

・維護管理面的檢核

- ・參考附近河道，設定復舊後植生恢復等的河道環境，並檢討河道拓寬後是否促進土砂堆積，或導致河岸樹林化、阻礙河流橫斷面積。
- ・整建階梯與斜坡路等附帶設施，應評估這些通行道路的維護管理體制，確認是否採用容易維修的構造（植生茂密困難、地面不滑等），及適當的配置。此外，若評估難以妥善管理，可考慮不設階梯。

3.8 改良復舊計畫書的製作

應整理事業費用內容、事業計畫的概要與效果、其他改善計畫與水文資料，製作改善復舊事業報告書。

《說明》

- 改善復舊計畫書應填寫補助事業費用的內容、事業計畫概要、效益比、災害狀況（災損金額）、估算的根據、改善計畫（平面圖、縱斷面圖、橫斷面圖）、水理計算書、水文資料等。
- 以下案例說明改善復舊計畫書的目次編寫。

註：調書係泛指報告書，而非限於調查報告

改善復舊事業報告書（補助事業之例）

- ① 災害復舊補助事業總計表【格式補助計畫—1】
- ② 災害復舊補助事業報告書
 - i) 封面【格式補助計畫—2】
 - ii) 補助事業報告書【格式補助計畫—3】

災害復舊補助事業報告書、效益比報告書、妥善投資額計算報告書、計畫概要表、資產報告書內容、房屋受損金額的估算、田地與農業設施受損金額、事業所與工廠等受損金額的估算、公共設施等受損金額估算、道路與鐵路受損金額估算
 - iii) 災害地點報告書【格式補助計畫—4】
 - iv) 平面圖【格式補助計畫—5】
 - v) 縱斷面圖【格式補助計畫—6】
 - vi) 橫斷面圖【格式補助計畫—7】
 - vii) 位置圖（1/50,000 比例尺地形圖）
 - viii) 概況的照片
 - ix) 水理計算書
- ③ 災害復舊補助事業地點地圖（縣管轄範圍內地圖）
- ④ 其他改善計畫報告書（平面圖、縱斷面圖、年次計畫、契約書）
- ⑤ 水文資料

3.9 施工與追蹤

3.9.1 施工時的注意構想

施工應注意對河川環境造成的影響降到最低。

《說明》

- 改善復舊事業會大規模改變河道，因此，施工時應注意維護生物的棲息、生長與繁殖環境，將所造成的不良影響降到最低。
- 特別是確認有重要物種且可能在施工地點棲息、生長時，改善復舊事業區間所造成的改變很可能導致該水系重要物種滅絕。因此，應掌握該重要物種是否廣泛分布在改善復舊事業區間外的地點、重要物種生命發展各階段所需棲息場所位於何處、繁殖時期為何等，擬定施工時應注意程度以及具體的施工方法。
- 比如，該區間之外也廣泛分布依賴陸域環境生存的植物，施工期間須注意的程度較小；若是只棲息在該區間且依賴該河川環境存活的魚類，就得特別注意。
- 此時應找出臨時作業或施工用道路之設置、重機械通行等可能對河川環境造成不良影響的工程，注意從臨時作業階段到復舊工程完成為止，將對河川環境的不良影響降到最低。

3.9.2 追蹤（施工後的檢核、監測）

（1）工程完成後的監測

改善復舊事業工程完工後，應以巡視等方法，確認地形與植物是否因為時間經過與洪水等作用而產生變化。

《說明》

- 事業的實施會大幅改變河道治理計畫線與橫斷面形狀，導致生物棲息、生長與繁殖環境變成單調。即使依據多自然型河川營造構想實施改善復舊，土砂移動伴隨形成的地形很複雜，而且也可能無法形成預期的淺灘、深潭與岸邊形狀。因此，事業實施後應以巡視等監測方法，確認現地狀況、掌握是否達成當初目的。
- 監測的方法之中，定點攝影相當有效。定點、定期實施歷時攝影，可留下河床變動趨勢或植物繁茂狀況等紀錄。此外，災害地點之外的部分，同時實施相同的紀錄，災害發生時能有效了解災區原本狀況。
- 若地形或植物未如預期地恢復，應從河道治理中心線、河寬、橫斷面形狀、縱斷面形狀，分析其關聯性，找出關鍵重要因素，累積改善復舊事業的知識與經驗。

(2) 維護管理的實施

透過該區間的維護管理、減輕未來維護管理的人力物力負擔之外，也應改善河川環境。

《說明》

- 改善復舊事業完成後常有超出當初預期的不良狀況。比如，復舊工程改變斷面形狀，常流下的深槽線變成不明顯，以及河床植物茂密、該區間變成容易堆積土砂等狀況。相反的，有些狀況是河床降低或局部淘刷等案例發生。
- 這些不良狀況不應放置不管。堆積土砂疏浚與植生砍伐等維護管理時，最好納入可修正河床形狀或實施簡易輔助工程的對策，避免維護管理不足，期以營造多樣化河川環境。

編譯：水土保持局技術研究發展小組

Research and Technology Development Team, SWCB, COA

December 2018

本文件之翻譯及轉載，均符合日本著作權法相關規定。