日本文獻導讀

有助於形成河川景觀之砌石構造物整備相關資料






水土保持局技術研究發展小組　高百毅

110年3月30日

大綱

- 第一章 砌石基本知識
- 第二章 河川砌石構造物
- 第三章 砌石構造物整備之構想
- 第四章 石材與砌石技術人員之確保

河川の景観形成に資する

石積み構造物の整備に関する資料

平成 18 年 8 月

(2006年8月)

国土交通省 河川局 河川環境課

目的

- ✓ 形成自然河川景觀。
- ✓ 提供砌石技術基本概念。
- ✓ 營造多自然型河川的砌石構造物。
- ✓ 形成更優美河川景觀，並容易維護。






第一章砌石基本知識

□ 砌石種類與用語

砌石(坡度>45度)

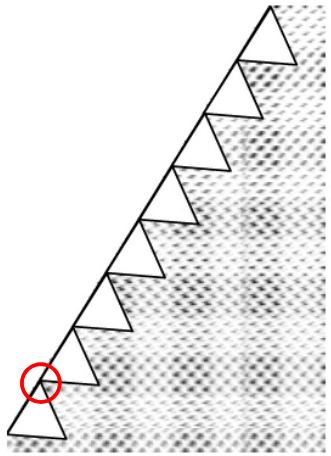


圖-1-1 砌石

- 坡度大於45°之陡坡
- 石塊與石塊彼此咬住之後不易崩落者

坡面舖石塊(坡度<45度)

- 舖設石材不像建築物表面張貼磁磚，而應讓石材嵌入坡面

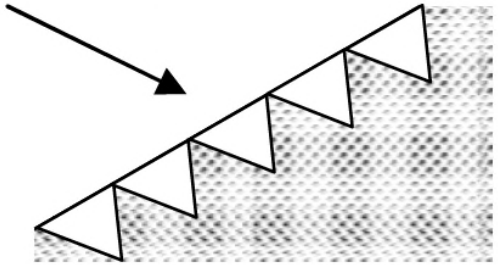


圖-1-2 坡面舖塊石

- 坡度小於45°之緩坡
- 並非只是舖貼石塊，而是讓石塊嵌入坡面，即使實施無砂漿疊砌，石塊也不易脫落

第一章砌石基本知識

□ 砌石種類與用語

坡度>45度 漿砌

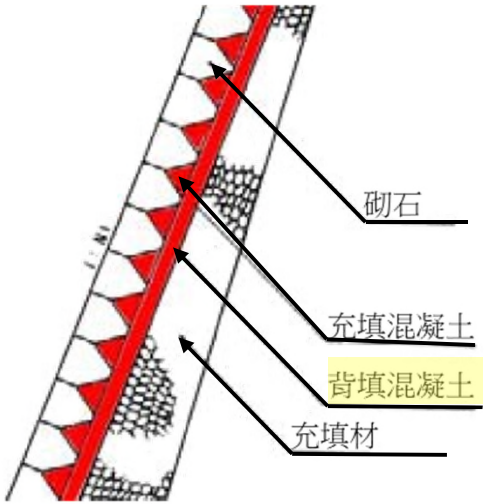


圖-1-3 水泥砂漿疊砌
（充填混凝土
＋背填混凝土）

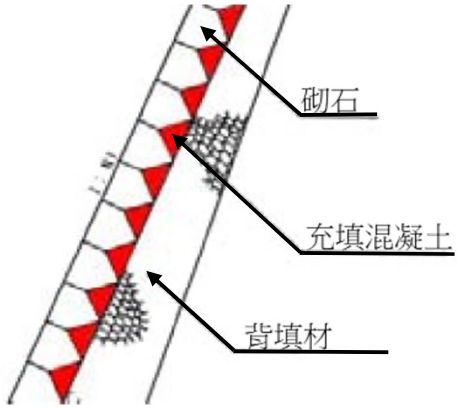


圖-1-4 水泥砂漿疊砌
（只使用充填混凝土）

- 背填混凝土：依堤(護)岸高度或堤(護)岸後利用條件決定施作

坡度<45度 乾砌

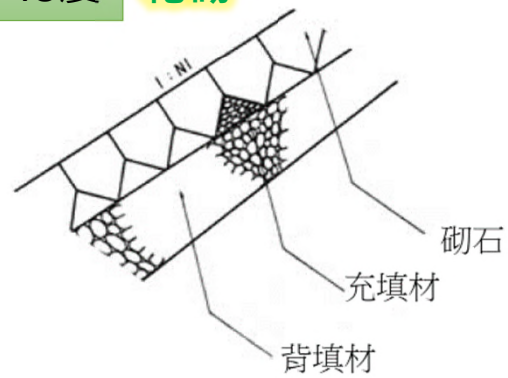


圖-1-5 無砂漿疊砌

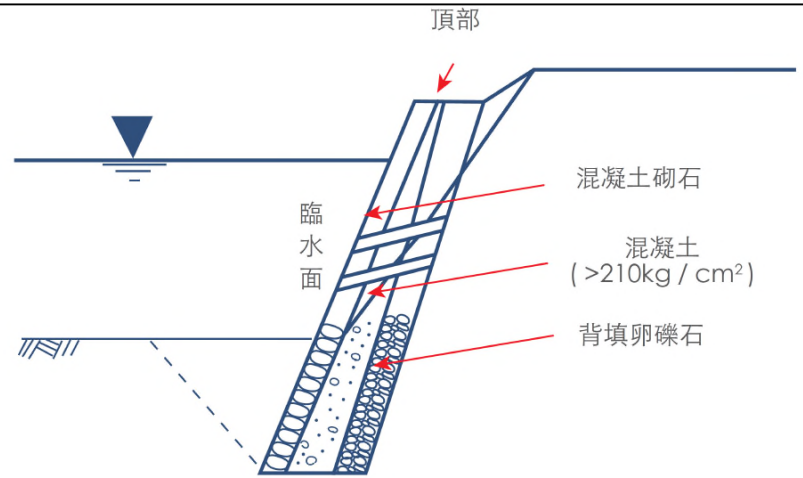


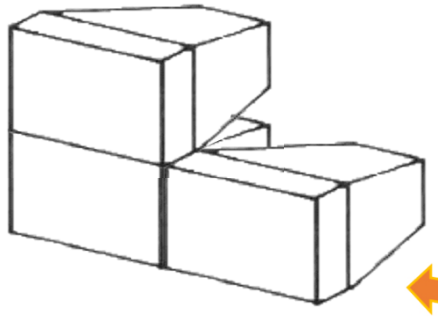
圖 工 2-6-2 混凝土砌石護岸(資料來源：「水土保持手冊」，2005)

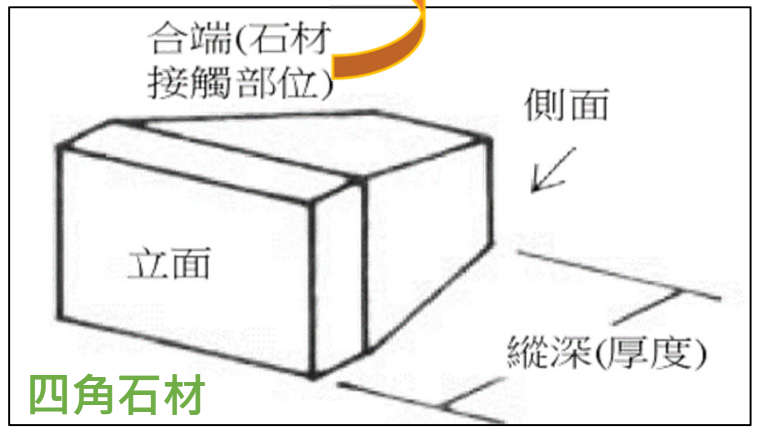
第一章砌石基本知識

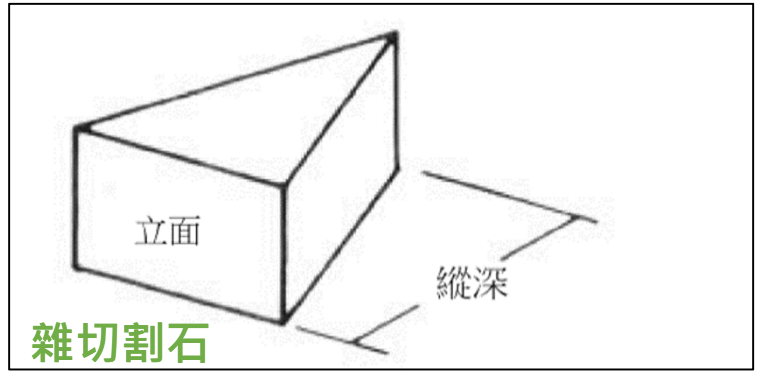
◘ 砌石種類與用語

➢ 河川工程常用石材種類

- **粗石（大卵石）**：天然的石頭，如「河川塊石」
- **切割石**：粗石切割成形狀不一的石塊。
- **四角石材**：縱深(厚度)四個面稍鑿削（稱為「四方落」）而成。
- **雜切割石**：立面為正方形或長方形。縱深切割成二面（稱為「二方落」）







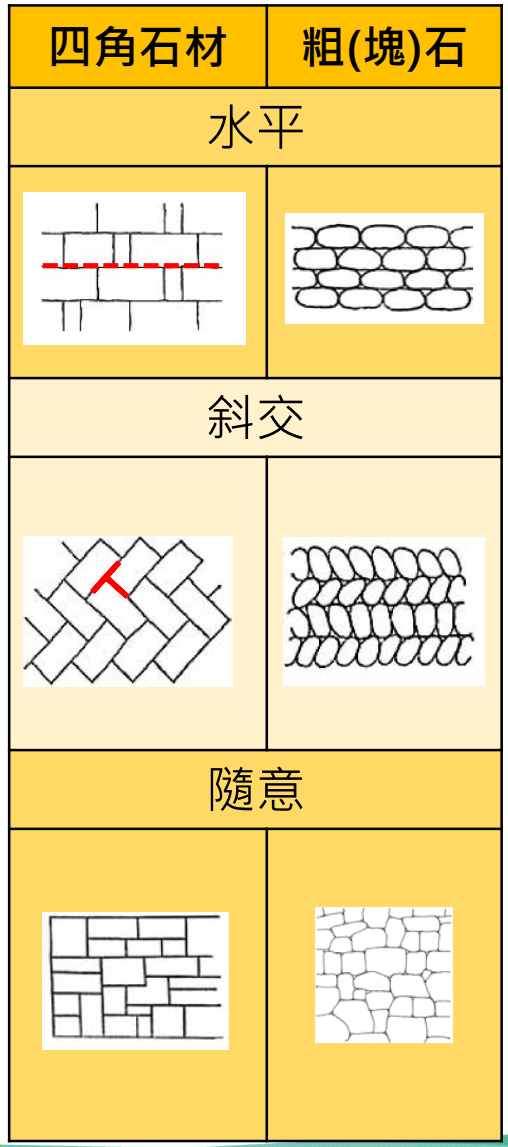
水土保持工程施工規範(水保局)	
石　材	長徑尺度
卵　石	15cm以下
塊　石	15cm≦ψ≦40cm
大塊石	41cm≦ψ≦80cm
巨　石	80cm以上

第一章砌石基本知識

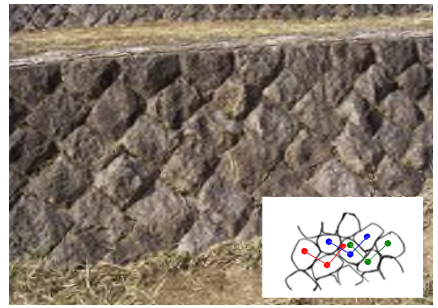
◘ 砌石種類與用語

➢ 河川工程常用堆疊方法

- **水平疊砌**：各段高度相同，橫接縫成水平直線的砌石方法
- **斜交疊砌**：石材斜向排列疊砌，又稱「人字砌」
- **隨意疊砌**：不同大小切割石隨意組砌之方法，又名「亂石砌」







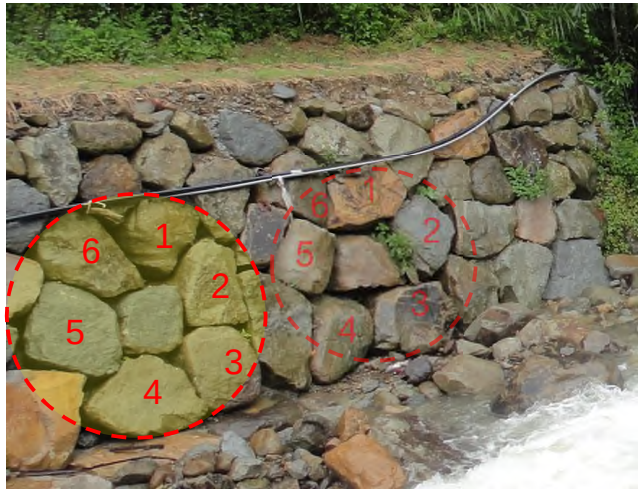


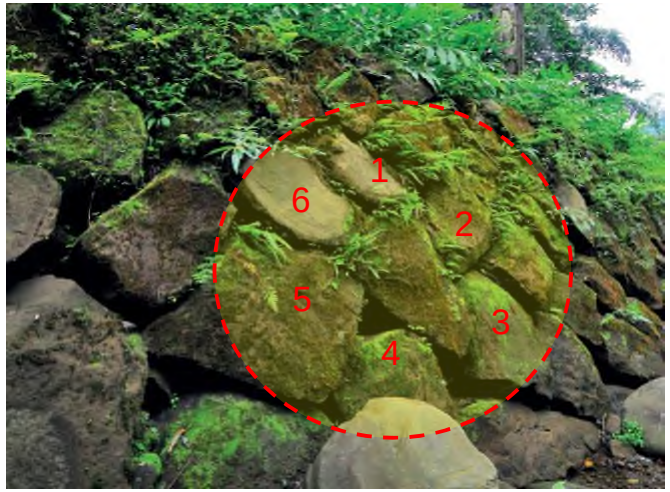
第一章砌石基本知識

◘ 水土保持工程施工規範(水保局)

- 乾砌塊（卵）石：

  砌石以六圍砌最理想，五圍砌、七圍砌尚屬合格，不可橫砌、重疊。







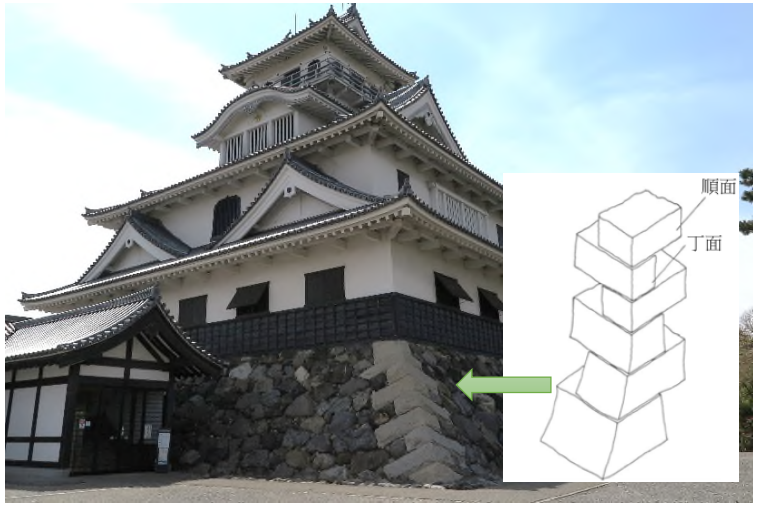
第一章砌石基本知識

□ 砌石種類與用語

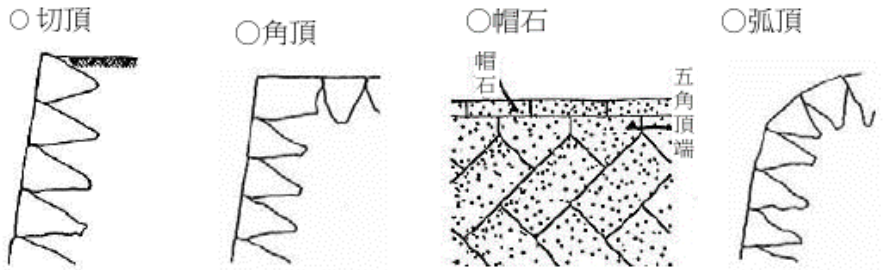
➢ 堆疊方法

- **隅角部**

「算木積」以石磚長短邊交疊往上堆砌，常用於牆角。



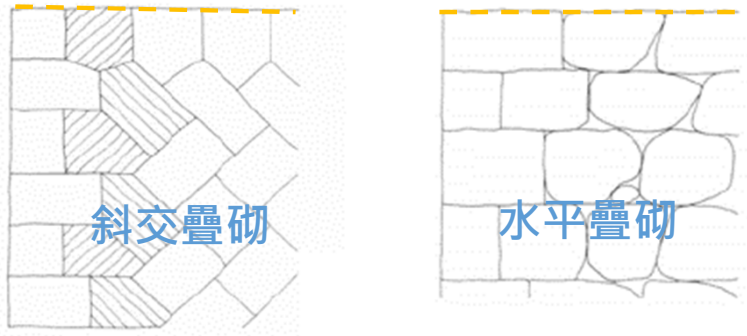
- **砌石頂端**處理方法，其中弧頂多用於水流區域。



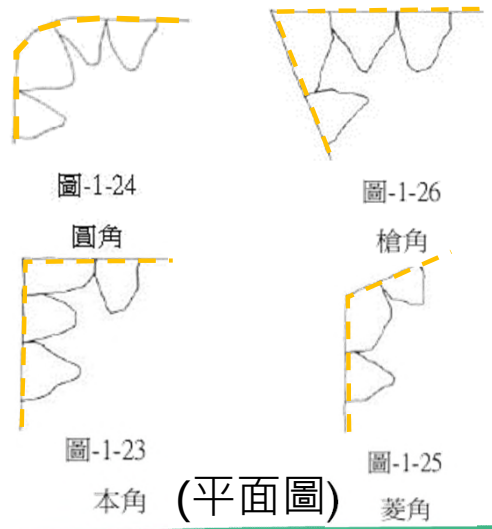
(立面圖)



- **角頂部**塊石疊砌法



(立面圖)



(平面圖)

第一章砌石基本知識

□ 相互咬合之重要

- 砌石間充足咬合，影響構造之穩定及美觀



・接縫太寬、石材“相互咬合”不足的砌石構造物
・伸縮接縫部分背填混凝土外露，石塊幾乎無相互咬合



・石材無“相互咬合”，不久石材就會鬆開、脫落

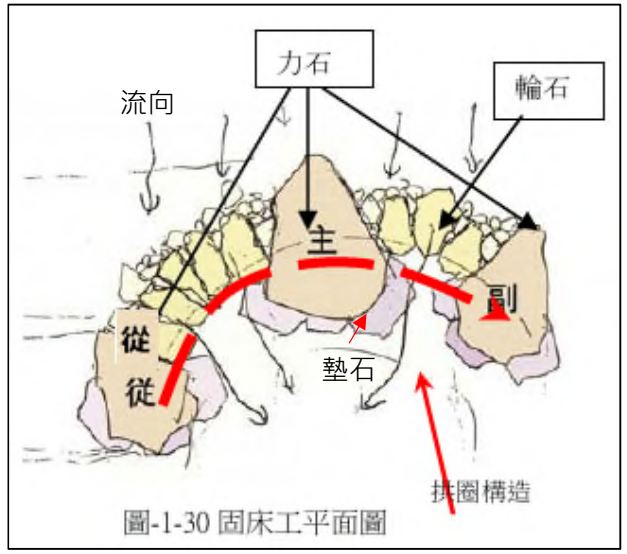


圖-1-30 固床工平面圖

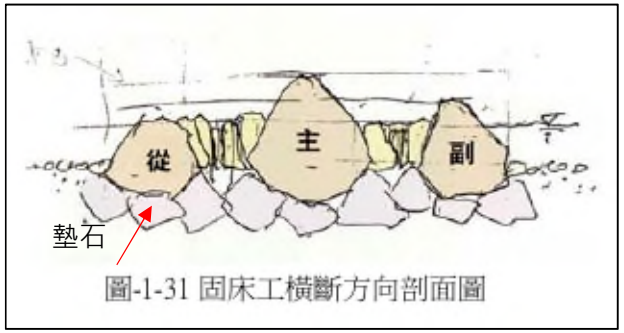


圖-1-31 固床工橫斷方向剖面圖



臺北分局-喜龍橋及本生橋下游野溪治理工程

第一章砌石基本知識

□ 石材之地區特性

- 因地區石材不同而各有特色，砌石構造物應融入地區景觀，仍以使用當地石材為佳




砂岩築造的低水流量護岸（德島市：左岸側


青石築造之丁壩（美馬市：右岸側）

- 不同石質所形成之地域特色

不同石質石材的吸水率分類

岩石分類	種類	吸水率%
火成岩	花崗岩	0.1～0.5 左右
	安山岩	0.5～7.0左右
沉積岩	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：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、櫪木縣）
吸水率 5.0%


男鹿石（安山岩、秋田縣）
吸水率 0.7%

第一章砌石基本知識

◘ 石材之地區特性

- 不同四角石材形狀之差異

➢ 日本工業規格(JIS)：四角石材之尺寸規定為縱深及表面積，故符合JIS 規格之石材形狀繁多。

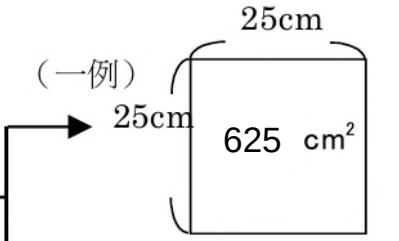
➢ 石材形狀因產地特性（堅硬度等石材性質等），以及各地區的傳統砌石方法而異，造就各地砌石構造物特殊景觀特色。

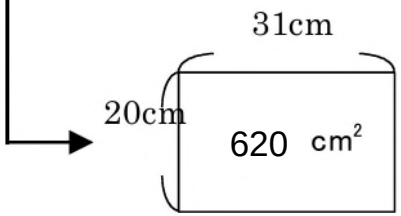
間知石(四角石材)標準尺寸（JIS A 5003）

種類	縱深（cm）	順面表面積（cm²）
35 間知	大於35	大於620
45 間知	大於45	大於900
50 間知	大於50	大於1220
60 間知	大於60	大於1600

只規定順面表面積
長寬不管

因此，同樣是「35 間知」，各地形狀可能不同






正方形四角石塊（水平疊砌、宮城縣）


長方形四角石塊（斜交疊砌、廣島縣）

第二章河川砌石構造物

□ 砌石構造物之歷史

表-2-1 1902 年土木工程規格之四角石材種類

分類	加工			頂面接合
	順面	縱深身長度差	丁面	
甲種	大於2尺	大於4尺	大於6寸	5寸
	60cm	120cm	18cm	15cm
乙種	大於1尺5寸	大於3尺	大於5～6寸	5寸
	45cm	90cm	15～18cm	15cm
丙種	大於1尺5寸	大於2尺5寸	大於5寸	4寸
	45cm	75cm	15cm	12cm
丁種	大於1尺2～3寸	大於2尺	大於4～5寸	3寸
	36～39cm	60cm	12～15cm	9cm
戊種	大於1尺2～3寸	大於1尺7～8寸	大於3～4寸	3寸
	36～39cm	81～84cm	9～12cm	9cm
巳種	大於1尺5寸	大於1尺5寸	大於3寸	2寸
	45cm	45cm	9cm	6cm

（表：引自1902 年土木工程規格設計實例　共益商社藏版）

戰國時代

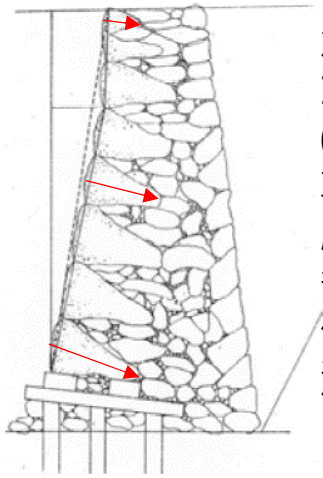
- 開始大量以砌石整治河川

江戶時代 (1603-1868)

- 運用砌石規格化的四角石塊

明治時代 (1868-1912)

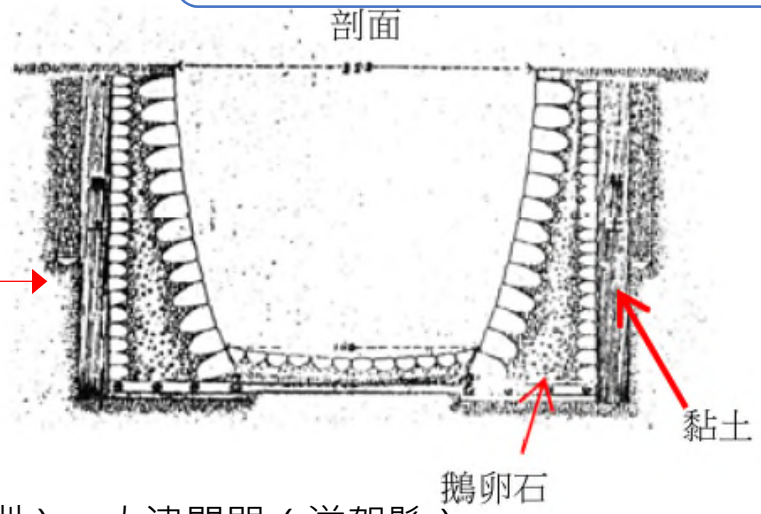
- 訂定6種四角石材的尺寸，背填鋪設黏土層
- 開始使用磚塊與混凝土預鑄塊



江戶 (1604-1867) ~ 昭和 (1925-) 初期之乾砌石，塊石順面大小差不多，但越下方使使用長石縱深越大

明治時期砌石護岸剖面圖





防止水位變動而所造成之沖出，於背填材的背後鋪設黏土層

1889年之琵琶湖疏水（水圳）、大津閘門（滋賀縣）

第二章河川砌石構造物

□ 砌石構造物之歷史

明治~大正(1912)年

- 當時水泥昂貴，加上鐵道鋪設，石材運送容易，各地出現許多採石場，土木工程大多仍採砌石施工

1965年

- 「建築基地施築等管制法」立法，認定混凝土預鑄塊強度更高，河川治理也開始實施混凝土預鑄塊護岸整備
- 砌石工程因成本高、專業工匠不足等原因，而逐步減少

1990年起~

- 日本各地實施重視自然環境與景觀之「多自然型河川營造」工程
- 1997 年「河川法」修訂，環境保護為該法案重要推動目標，因此，河川治理工程改採具多孔質空間（構造）且能融入河川景觀的砌石構造物

參考 日本「 推動永續性且可實踐的多自然型河川營造」導讀 https://tech.swcb.gov.tw/Seminar/FancyBox?id=1053

第二章河川砌石構造物

□ 河川砌石構造物調查

- 河川坡度與所使用石材

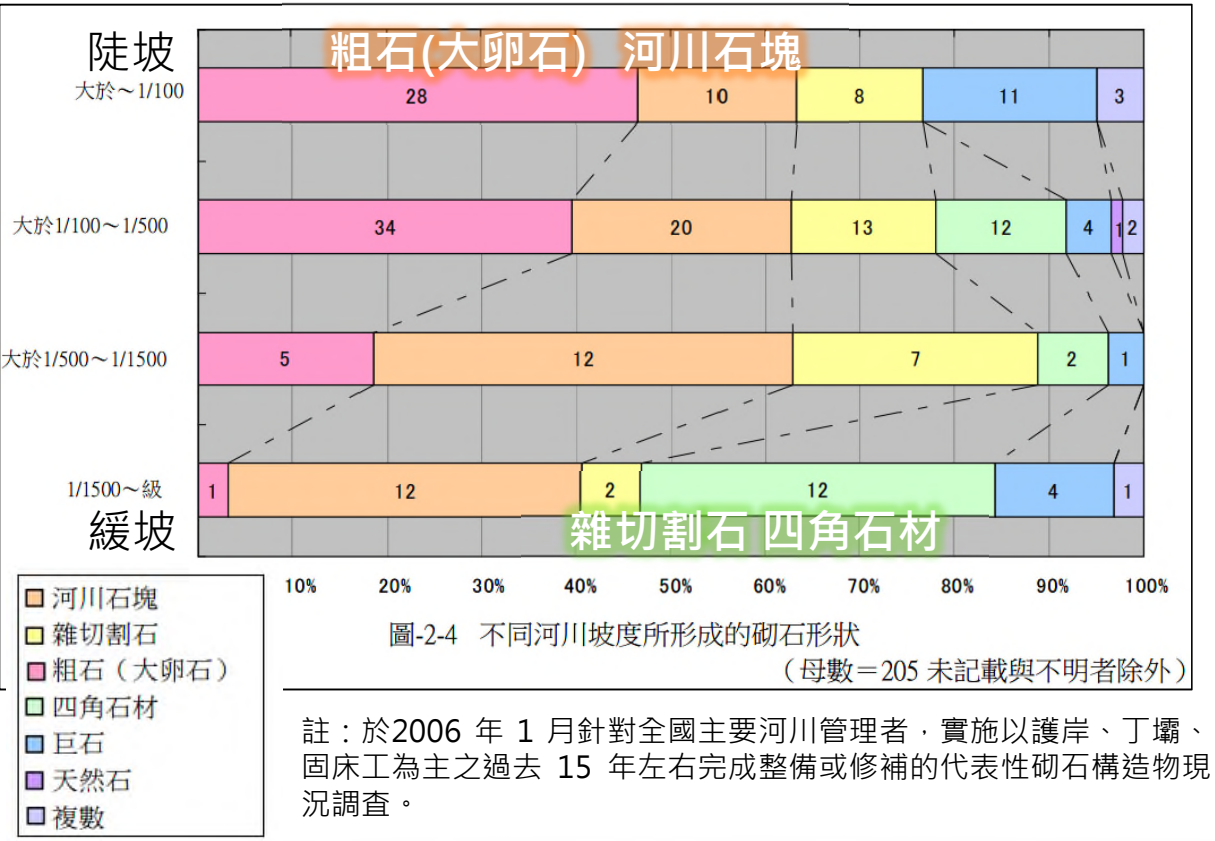
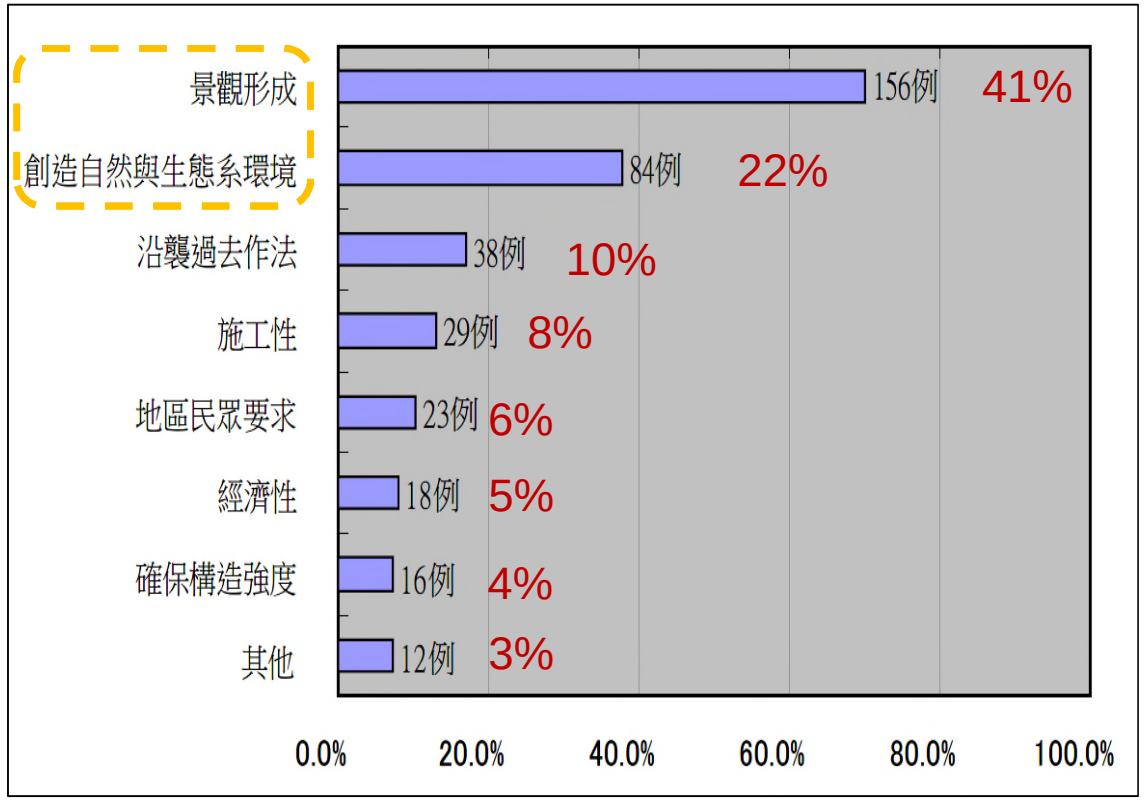


圖-2-4 不同河川坡度所形成的砌石形狀
（母數＝205 未記載與不明者除外）

註：於2006 年 1 月針對全國主要河川管理者，實施以護岸、丁壩、固床工為主之過去 15 年左右完成整備或修補的代表性砌石構造物現況調查。

- 選擇砌石工法的目的、動機



第二章河川砌石構造物

□ 目的與實例

- 形成景觀：保留歷史風格景觀、歷史性；營造社區景觀



流經城堡前方的河川整治



利用現地河川石塊融入周邊景觀

- 保護生態系：接縫處屬多孔隙構造，提供生物棲息、生長



多孔隙砌石護岸利於水生生物及植物

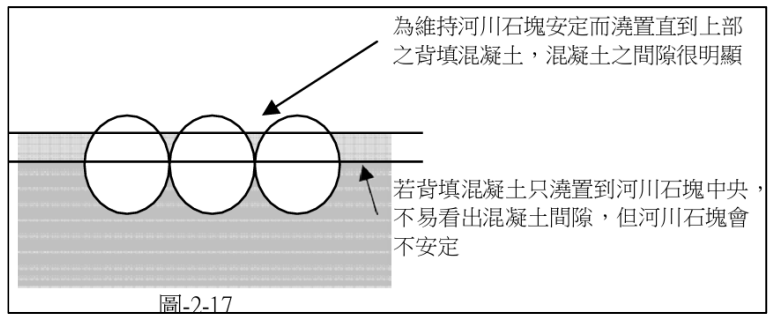


深接縫利於螢火蟲棲息

- 確保強度：在無混凝土年代為確保強度，河川護岸多採砌塊石。目前亦有考量經濟性與耐久性(耐磨)而採砌石工法。







第三章砌石構造物整備之構想

□ 判斷是否需要砌石(景觀目的)流程圖

是否需要設置砌石構造物

- 維護原有砌石構造物
- 配合地區特性與民俗之河川整備計畫、景觀計畫、社區營造計畫等
- 周邊有砌石構造物、配合融入景觀時
- 具高度歷史性、文化性、自然性之空間等（歷史與文化遺產，藝術作品題材或位於自然公園等）

是

掌握當地石材特性

- 掌握當地周邊的砌石構造物等
- 掌握應使用石材之特性與產地
- 掌握應採取之砌石方法與背填方法

是

能否完成設置構造物

- 可否承受水流剪切力的砌石構造物？（乾砌、漿砌、石材大小、防止沖出等）
  →運用設計基準檢核
- 能否確保用石材(產地與種類、數量與工期、成本等妥適性）
- 能否確保足夠的砌石專業工匠（技術水平、人數、成本等的妥適性）
- 整體工程費用與工期是否能控制在原先規劃範圍內？

是

(可能)整備成砌石構造物 → 設計、發包、施工管理、檢查

第三章砌石構造物整備之構想

◘施作美觀砌石構造物之注意要點

1. 選定適當大小與種類之石材

➢ 石材選定不當之案例



- 附近河道所無大型石塊，護岸卻使用大量大型石材而破壞景觀
- 如造園用的庭石大量使用可能使河川景觀紊亂



- 護岸部與頂端石材種類不同，產生違和感

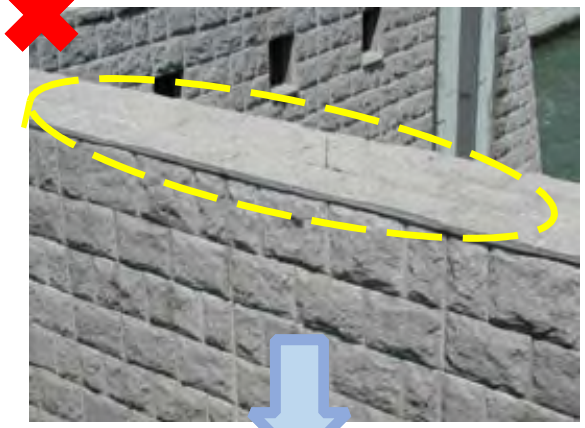


- 相同護岸卻使用不同種類石材產生違和感
- 石材與疊砌方法應儘量統一

第三章砌石構造物整備之構想

◘施作美觀砌石構造物之注意要點

2.頂端美化處理



頂端石材太薄，與下方砌石景觀不融合。



頂端以厚石材作帽石，形成明快的砌石美感。



1. 堤頂工混凝土略壓低，以覆土植栽將頂端混凝土隱藏起來。
2. 頂端做成弧頂，讓混凝土看不出來，配合植生以融入周邊景觀。





第三章砌石構造物整備之構想

◘施作美觀砌石構造物之注意要點

3.橫帶與伸縮接縫部分美化處理



橫帶混凝土過於顯眼



以鋪石避免混凝土剝落並形成統一美感

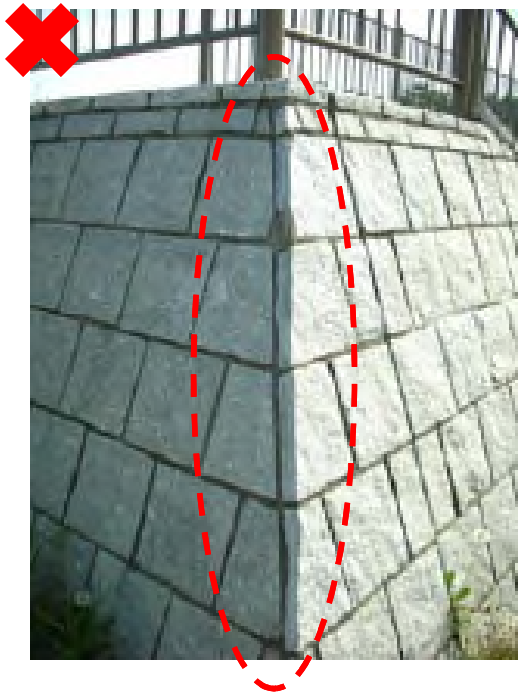


伸縮縫適當的隅角處理

第三章砌石構造物整備之構想

◘施作美觀砌石構造物之注意要點

4.適當地處理隅角部分



側觀如石材鋪面，無砌石美感







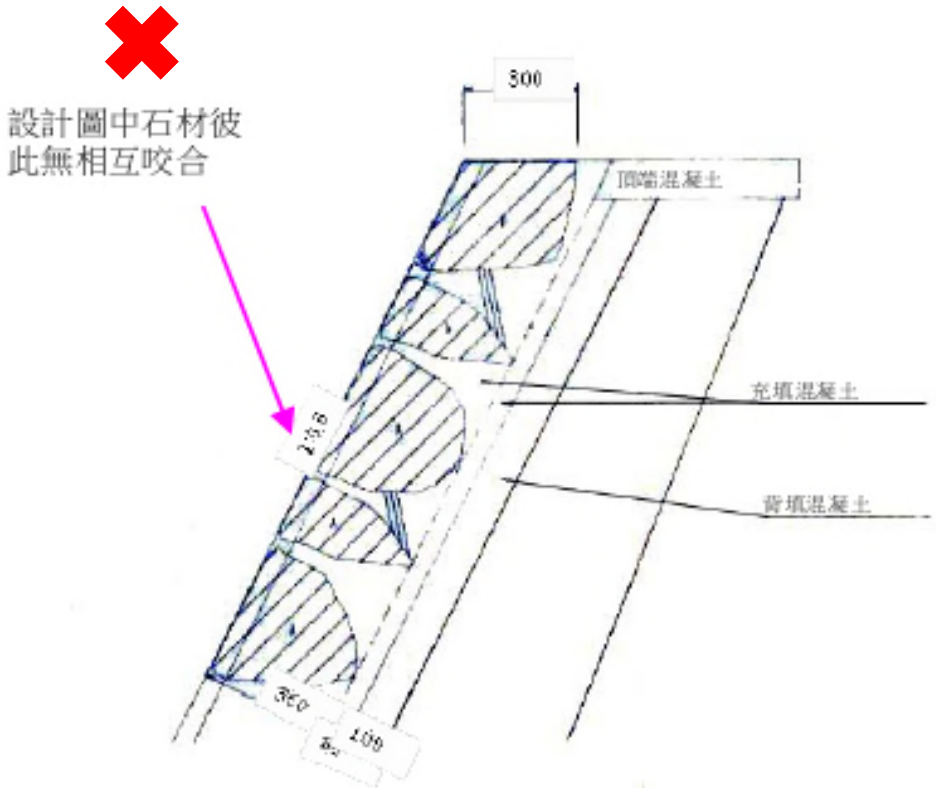
隅角處理不當，露出背填混凝土



第三章砌石構造物整備之構想

◘施作美觀砌石構造物之注意要點

5.以適當的疊砌方法（石材須能充分“相咬合”且“接縫不可太大”）施工

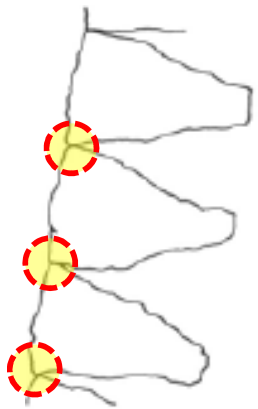




第三章砌石構造物整備之構想

◘施作美觀砌石構造物之注意要點

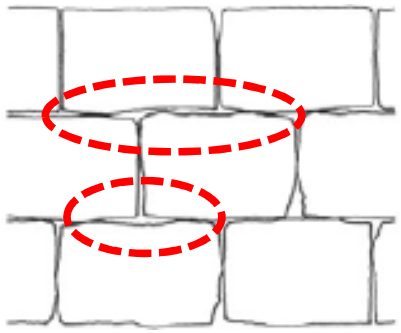
✖不良疊砌方法案例，導致砌石強度下降不安定



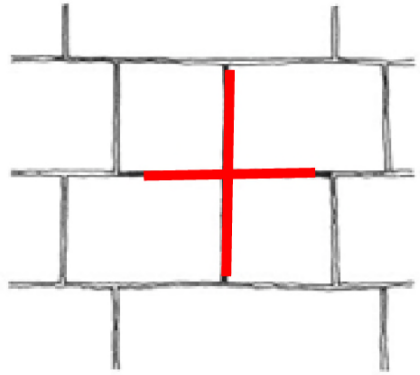
僅有邊緣少許接觸



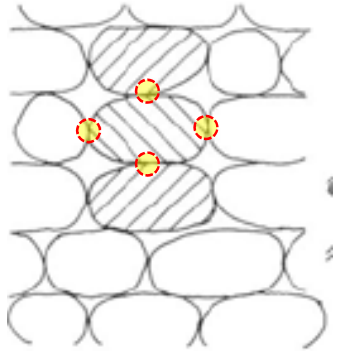
厚度太淺



接縫咬合部分下凹，
接觸面變小



十字型接縫(弱點)



芋串疊法：
相同大小石塊垂直疊砌，石材相互咬合不足、不安定

第三章砌石構造物整備之構想

◘施作美觀砌石構造物之注意要點

➢案例



- 緊密紮實砌石，接縫不見混凝土，紮實而美觀的砌石工程



- 接縫呈一直線，石材相互咬合不足
- 混凝土從接縫溢出

第四章石材與砌石技術人員之確保

◘石材之確保策略

- 問題：
  1. 當地無生產石材或產量太少
  2. 採石成本過高(人力、採石場綠化維護費用)
  3. 石材未充份利用

- 解決方法：
  1. 拆除之砌石回收再利用
  2. 貯存河川管理過程所產生石材，供後續使用



拆除既有砌石護岸（無砂漿疊砌），石材存放堤防邊側的資材場，未來運用到其他工程。

石料場



石材企業將土木工程(河道疏浚或工程開挖)所產生石料運到自有的石料切割場貯存並販賣。

第四章石材與砌石技術人員之確保

◘砌石專業人員確保之策略

- 問題：
  1. 缺乏砌石專業人員
  2. 施工廠商管理能力或有現場監工經驗的技師不足
  3. 砌石工程承包量降低

- 解決方法：
  1. **人才培育**
  2. 技能士之活用



為提升縣府土木技術領域員工素質，上課外還進行河川工程現場砌石實習



熊本縣政府成立NPO 法人熊本技術士協會，該協會砌石工匠充分熟悉砌石知識，專精工程現場石材加工。。





國土交通省熊本河川國道事務所為傳承砌石技術舉辦學生砌石營隊活動，讓學生透過體驗砌石施工提升對砌石施工技術的關心，深化相關知識。

第四章石材與砌石技術人員之確保

◘砌石專業人員確保之策略-**技能士**

- 建立資格考試與制度，依「職業能力開發促進法」成立技能檢定（技能士）制度。

➢ 政府營繕工程依據「公共建築工程標準規格表」所示，面積大於3000 ㎡現場實施砌石或鋪石工程、防水工程、鋼筋工程、泥水工程等時，現場各工種一級技能士須常駐一人以上。

➢ 實務上無技能士資格也可從事砌石工作，石工未必會積極參加砌石作業考試，造成砌石技能士較少。

依石材利用方法

	石材施工（全部）			(1)石材加工作業			(2)塊石鋪設作業			(3)砌石作業		
年度	1級	2級	計	1 級	2 級	計	1 級	2 級	計	1 級	2 級	計
2000 年之前取得資格者人數	6253	2570	**8823**	3384	1249	**4633**	2700	1248	**3948**	169	73	**242**
2000-2004 年度取得資格者人數	1250	518	**1768**	379	259	**638**	730	165	**895**	141	94	**235**
迄今人數	7503	3088	10591	3763	1508	5271	3430	1413	4843	310	167	477

註：(1)石材加工與塊石鋪面總人數1974 年算起，砌石工總人數1983 年算起；(2) 2 級技能士後來有的考上 1 級，人數有重複。

小結

- 砌石構造物因地制宜，配合當地環境、文化等特色，營造自然且整體性的景觀。
- 砌石除了整體結構，對構造物細部設計(頂部、隅角等)亦應詳細規劃。
- 砌石工法為生態工程常用之友善措施，規劃設計應有詳細砌石圖說及專業人員施工，達到美觀且堅固之砌石。






SWCB
守護大地一甲子
- SINCE 1961 -

報告完畢
敬請指教

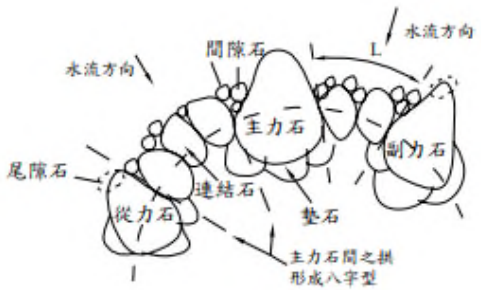
行政院農業委員會水土保持局
與您一起打拼

第一章砌石基本知識

□ 砌石種類與用語：

➢ 堆疊方法

- 頂端處理(立面圖)



圖四 砌石固床工各類不同功能塊石配置圖

- 卷止工疊砌

