交通技術標準規範公路類公路工程部

橋基保護工設計規範



交通部頒布

中華民國 100 年 12 月

交通技術標準規範公路類公路工程部

橋基保護工設計規範

交通部頒布

中華民國 100 年 12 月

交通技術標準規範公路類公路工程部
橋基保護工設計規範
出版者：交通部
編審者：交通部
地　址：10052 台北市中正區仁愛路 1 段 50 號
網　址：http://www.motc.gov.tw/mocwebGIP/wSite/cti?xltem=4932&ctNode=154&mp=1
電　話：(02)2349-2072
出版年月：中華民國 100 年 12 月
印 刷 者：宏信數位輸出影印
地　　址：10667 臺北市大安區復興南路 2 段 373 號 1 樓
電　　話：(02)2735-3140
版(刷)次冊數：初版一刷 130 冊
定　　價：每本新台幣 150 元正
本書同時刊載於交通部網頁
展售處：五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號　　電話：(04) 2226-0330
　　國家書店松江門市：10485 臺北市松江路 209 號 1 樓　電話：(02) 2518-0207
任何人本得自由利用，歡迎各界廣為利用
GPN：1010004186　　ISBN：978-986-03-0529-6　　（平裝）

橋基保護工設計規範

類：公路類

部：公路工程部

規範：橋基保護工設計規範

複審作業小組：

行政召集人　鄭賜榮

委託召集人　黃震興

審查委員　方文志　王仲宇　吳進興　宋裕祺　林　呈　林宏達
張荻薇　陳正興　陳世榮　陳志修　陳國隆　郭芳源
黃民仁　蔡書彬　劉建邦　賴進松　賴順政　戴　忠
（人名依姓氏筆劃為序）

編輯人員　黃聖源　劉光晏

初審作業小組：

召集人　邱永芳

審查委員　王毓正　吳鎮封　余信遠　邱志晃　黃進坤　楊錦釧
蔡長泰　魯立雄　謝勝彥

編訂小組：

計劃主持人　李維峰

協同主持人　王仲宇　王炤烈　周功台　連惠邦　陳正興

研究人員　張慶民　鄭世豪

前言

臺灣河川多屬坡陡流急，近年來因環境變遷與氣候極端變化，超大豪雨事件頻繁且雨量集中，導致河道受沖刷加劇，嚴重危及既有橋梁安全。目前交通部已頒布「公路排水設計規範」、「公路養護手冊」、交通部台灣區國道新建工程局委託完成「跨河橋梁水文水理考量準則及注意事項」研究報告；另經濟部亦頒布「申請跨河建造物設置注意事項」，已分述橋基保護工設計之原則性規定。惟為更有系統彙編統整成冊以茲參用，交通部運輸研究所於民國 98 年 8 月委託國立臺灣科技大學，辦理「橋基保護工設計規範（草案）」研究及初審工作，99 年 12 月完成本規範草案研擬，其間共計舉辦 3 場專家學者諮詢會議、3 場說明會及 16 次初審會議。為昭慎重，交通部於 100 年 6 月委託中華民國結構工程學會，邀集橋梁與水利工程設計工作具專長之學者與專家組成複審委員會，總計歷經 6 次複審會議，經詳細討論始克定案，期能制定符合國內橋基保護工設計之規範，以供橋基保護工設計依據並提昇公路橋梁安全性。

本規範編訂原則敘明如下：

1. 本規範適用於既有橋梁因水流造成基礎沖刷裸露之保護與補強設計，內容包含資料蒐集與調查、河川特性及沖刷評估、橋基受沖刷之穩定性分析、橋基保護和補強工法設計、維護與管理等。必要時得辦理詳細調查、檢測、試驗、及研究特殊技術，以確保橋梁基礎安全。
2. 本規範內容係以基本性與通盤性之規定為原則，國內各橋梁興建或管理單位辦理規劃設計時，應考量其自身之需求，引用本規範或參考最新技術辦理。
3. 本規範係參考「公路排水設計規範」、「公路養護手冊」、「申請跨河建造物設置注意事項」、「水利工程技術規範（河川治理篇）」、「跨河橋梁水文水理考量準則及注意事項」、「河川橋梁之橋墩（台）沖刷保護工法之研究」及「鐵路橋梁過河沖刷段橋墩與基礎結構系統檢測技術之

研究」，並參考美國聯邦總署 Design of Riprap Revetment、Evaluating Scour at Bridges、Stream Stability at Highway Structures、Bridge Scour and Stream Instability Countermeasures-Experience 等相關文件彙編而成。

4. 除依本規範之外，其他有關公路橋梁設計、鐵路橋梁設計、公路排水設計及橋梁養護等規範或相關技術報告等，均可引用作為參考文件，惟使用時仍須注意其適用性。

目錄

橋基保護工設計規範

第一章 總則 ····· 1

1.1 法源依據 ····· 1
1.2 適用範圍 ····· 1
1.3 配合與協調 ····· 1
1.4 參考文件 ····· 1
1.5 名詞定義 ····· 1

第二章 資料蒐集與調查 ····· 2

2.1 通則 ····· 2
2.2 資料蒐集 ····· 2
2.2.1 橋梁構造資料 ····· 2
2.2.2 歷史災害資料 ····· 2
2.2.3 河川治理資料 ····· 2
2.3 調查事項 ····· 2
2.3.1 基本資料補充調查 ····· 2
2.3.2 橋基現況 ····· 3
2.3.3 橋址關聯結構 ····· 3

第三章 橋址河川特性及沖刷評估 ····· 4

3.1 通則 ····· 4
3.2 設計洪水量之選定 ····· 4
3.3 河川特性分析 ····· 4
3.4 水理分析 ····· 4
3.5 橋基沖刷評估 ····· 4

第四章 橋基穩定分析 ····· 5

4.1 通則 ····· 5
4.2 分析考量要項 ····· 5

第五章 橋基保護工 ……6

5.1 通則.....6
5.2 橋基保護工分類.....6
5.3 橋基保護工選擇.....6
5.4 橋基保護工維護管理.....6

橋基保護工設計規範解說

第一章 總則 ····· 7

C1.2 適用範圍 ····· 7
C1.3 配合與協調 ····· 7
C1.4 參考文件 ····· 7
C1.5 名詞定義 ····· 8

第二章 資料蒐集與調查 ····· 11

C2.1 通則 ····· 11
C2.2 資料蒐集 ····· 11
C2.2.1 橋梁構造資料 ····· 11
C2.2.2 歷史災害資料 ····· 12
C2.2.3 河川治理資料 ····· 12
C2.3 調查事項 ····· 12
C2.3.1 基本資料補充調查 ····· 12
C2.3.2 橋基現況 ····· 13
C2.3.3 橋址關聯結構 ····· 13

第三章 橋址河川特性及沖刷評估 ····· 14

C3.1 通則 ····· 14
C3.2 設計洪水量之選定 ····· 14
C3.3 河川特性分析 ····· 14
C3.4 水理分析 ····· 16
C3.5 橋基沖刷評估 ····· 16

第四章 橋基穩定分析 ····· 17

C4.1 通則 ····· 17
C4.2 分析考量要項 ····· 17

第五章 橋基保護工 ····· 19

C5.1 通則 ····· 19
C5.2 橋基保護工分類 ····· 19

C5.3 橋基保護工選擇.....20
C5.4 橋基保護工維護管理.....22

參考文獻.....23

解說附表.....25

解說表目錄

表 C5.3.1 常用橋基保護工之防護功能和適用河川特性列表.....25

橋基保護工設計規範

第一章 總則

1.1 法源依據

本規範依公路法第 33 條及鐵路法第 19 條訂定。

1.2 適用範圍

本規範適用於既有橋梁因水流造成基礎沖刷裸露之保護與補強設計，內容包含資料蒐集與調查、河川特性及沖刷評估、橋基受沖刷之穩定性分析、橋基保護和補強工法設計、維護與管理等。

本規範內容係以基本性與通盤性之規定為原則，國內各橋梁興建或管理單位辦理規劃設計時，應考量其自身之需求，引用本規範或參考最新技術辦理。必要時得辦理詳細調查、檢測、試驗、及研究特殊技術，以確保橋梁基礎安全。

1.3 配合與協調

橋梁基礎保護和補強設計時，為達橋、河共治目的，其相關權責單位間應建立協調管道，按機關權責分工合作辦理，確保橋梁、河川整體之安全。

1.4 參考文件

辦理橋基保護設計時，除依本規範之外，其他有關公路橋梁設計、鐵路橋梁設計、公路排水設計及橋梁養護等規範或相關技術報告等，均可引用作為參考文件，惟使用時仍須注意其適用性。

1.5 名詞定義

名詞定義見解說 C1.5 節。

第二章 資料蒐集與調查

2.1 通則

資料蒐集與調查目的，旨在取得河川與橋梁之基本資料，作為評估和設計參考之用。資料蒐集項目包含橋梁構造、歷史災害、河川治理等背景資料；調查事項包含基本資料補充調查、橋基現況、橋址關聯結構等。

2.2 資料蒐集

2.2.1 橋梁構造資料

橋基保護與補強設計前，應對橋梁構造資料充分了解，作為工法選擇或設計之決策參考。蒐集之資料含橋梁設計資料、竣工資料、地質鑽探（河床質）資料、評估資料（含耐洪能力、耐震能力、承載能力）、歷年辦理之橋基保護及補強工程資料等。

2.2.2 歷史災害資料

跨河橋梁之歷史災害資料實為橋基保護及補強設計之重要參考指標，設計前儘可能蒐集下列資料：

1. 設計橋址之洪汛發生時間、洪峰流量、洪流歷線、日雨量及時雨量等資料。
2. 受損災況。
3. 破壞形式與致災原因。

2.2.3 河川治理資料

橋基保護及補強設計前應蒐集河川治理資料，作為流域基本資料及水文水理分析的參考依據。河川治理資料包含流域基本資料、治理計畫和橋址關聯結構等。

2.3 調查事項

2.3.1 基本資料補充調查

基礎保護與補強設計前，必須先了解橋址所在之河道地質與地文狀況，若無

充足可靠之資料時，應先辦理各項必要調查。如附近既有設施已有具體相關資料，亦得參照該資料辦理設計。

2.3.2 橋基現況

橋基現況調查之成果為橋基保護及補強評估和設計之重要參考指標。現況調查應包括基礎裸露程度及基礎損傷情形。

2.3.3 橋址關聯結構

橋址關聯結構包括河防建造物、灌溉排水建造物及跨/攔河建造物等，其調查內容應包括建造物種類、平面位置、斷面型式及尺寸、斷面高程等。

第三章 橋址河川特性及沖刷評估

3.1 通則

橋梁基礎保護和補強設計時，宜先瞭解橋址之設計洪水量、河川特性，進而進行水理分析及橋基沖刷評估，以提供安全、經濟設計之用。

3.2 設計洪水量之選定

設計洪水量之選定應參照河川管理機關所訂定之不同的重現期洪水量，並依據橋梁之重要性為參考基準。

3.3 河川特性分析

橋梁安全防護對策需進行橋址之河川特性分析，其重點如下：

1. 河道坡降變化。
2. 河道型態。
3. 河槽流路變遷。
4. 河床質粒徑。
5. 河道沖淤變化。

3.4 水理分析

橋基座落於河道內時，應進行保護工設計前與保護工方案研擬之水理分析，以檢核其通洪能力、流場變化，作為橋基保護工設計之依據。

3.5 橋基沖刷評估

橋基沖刷評估應包含保護工施作前後之河川一般沖刷、河床質移動層厚度、局部沖刷及束縮沖刷之評估，以確認橋基沖刷趨勢，作為保護工設計之依據。

第四章 橋基穩定分析

4.1 通則

橋基受水流沖刷產生基礎裸露現象，必要時應進行基礎穩定分析，以檢核其安全性，作為橋基保護工設計之依據。

橋基之穩定分析，除採用最大可能沖刷深度進行耐洪檢核分析外，亦須遵循公路橋梁耐震設計規範規定辦理耐震性能分析。

4.2 分析考量要項

橋基穩定分析，應考量環境變遷因素，並注意下列事項之評估：

1. 河床質移動層厚度與沖刷後河床面。
2. 沖刷深度。
3. 橋梁設計洪水位。
4. 漂流物阻水效應。
5. 可能沖刷外力。

第五章 橋基保護工

5.1 通則

橋基保護可依主副體結構保護方式，採取結構補強或消減致災因子，並依各項工法特性及經費考量，選擇適當工法以提高橋梁基礎受沖刷時之安全性。

5.2 橋基保護工分類

跨河橋梁基礎之保護工，依其性質大致可分類為橋基結構補強與沖刷防護工兩大類。其中，橋基結構補強用於橋梁基礎之承載能力的提升，以補強其使用功能；沖刷防護工用於河系環境災害因子的消減，以達橋梁保護目的。

5.3 橋基保護工選擇

橋基保護工之選擇應考量橋梁基本資料的蒐集與調查、橋址河川特性、沖刷機制評估、橋基穩定分析、施工可行性與設置後之維護管理等因素。各保護工原則上不可對保護後之河床產生過大的干擾，以免造成部分河床改道致使流量集中而加大沖刷深度。保護後河床面宜盡量降低，並盡量擴大水流通水面積，以降低流速。

5.4 橋基保護工維護管理

橋基保護工維護管理主要目的在確保橋基安全，依檢查結果子瞭解橋基現況，作為研判後續是否須進行維修補強之依據。

橋基保護工設計規範
解說

第一章 總則

C1.2 適用範圍

本規範適用於跨河橋梁之基礎保護與補強設計。對於大跨度或交通量頻繁之重要橋梁、河川特性迴變或地質情況不良者，應視情況增加特別調查、檢測、試驗或有關研究進行分析設計，使其符合安全使用之目的。

國內相關規定內容涵蓋河川管理、跨河橋梁工程設計（含耐震設計）、橋梁沖刷防治技術及施工、橋梁結構耐震補強等，可提供其規劃設計及施工之遵循依據。惟洪汛期或豪大雨量所造成之嚴重橋基沖刷，仍可依現行防災體制，建立完善之橋梁安全預防、警戒、緊急應變（搶救、搶修）等災害防救工作。本規範如有仍可適用的部分，亦可參考使用。

本規範不適用於土石流作用下之橋基保護工設計。

C1.3 配合與協調

橋梁和河川管理機關為達成共同解決橋梁與河防安全共同管理目的，交通部公路總局、國道高速公路局、台灣鐵路管理局及經濟部水利署於民國 86 年 10 月 20 日成立「維護河川與保護橋梁安全共同聯繫會報」，針對橋河共治事務，定期舉辦協商討論會議。因此，當橋梁受沖刷影響而有破壞危險時，橋梁管理機關和河川管理機關應透過共同聯繫小組運作，針對橋基保護和補強方案，充分協調或整合各機關意見，以利設計工作進行。

橋梁基礎之保護與補強，涉及結構工程、大地工程和水利工程領域，三方面之考量要點不盡相同，設計人員應遵照本規範辦理設計工作。必要時，設計團隊成員應充分配合與協調，使達橋河構造皆安全之設計目的。

C1.4 參考文件

謹擷錄橋基保護與補強設計程序有關之出版規範和技術報告如下，以提供設計人員參採。

1. 公路排水設計規範（交通部，2009）
2. 公路養護手冊（交通部，2003）
3. 公路橋梁設計規範（交通部，2009）
4. 公路橋梁耐震設計規範（交通部，2009）
5. 申請跨河建造物設置注意事項（經濟部，2010）
6. 建築物基礎構造設計規範（內政部，2001）
7. 水利工程技術規範（河川治理篇）（水利署，2007）
8. 跨河橋梁水文水理考量準則及注意事項（中國土木水利工程學會，2003）
9. 河川橋梁之橋墩（台）沖刷保護工法之研究（交通部公路總局，2005）
10. 鐵路橋梁過河沖刷段橋墩與基礎結構系統檢測技術之研究（交通部高速鐵路工程局，2008）
11. 美國聯邦公路總署相關文件
    (1) Federal Highway Administration (1989). "Design of Riprap Revetment," Hydraulic Engineering Circular No. 11 (HEC-11).
    (2) Federal Highway Administration (2001). "Evaluating Scour at Bridges (Fourth Edition)," Hydraulic Engineering Circular No. 18 (HEC-18).
    (3) Federal Highway Administration (2001). "Stream Stability at Highway Structures (Third Edition)," Hydraulic Engineering Circular No. 20 (HEC-20).
    (4) Federal Highway Administration (2001). "Bridge Scour and Stream Instability Countermeasures-Experience, Selection, and Design Guidance (Second Edition)," Hydraulic Engineering Circular No. 23 (HEC-23).

C1.5 名詞定義

1. 跨河橋梁基礎：凡跨越河川之橋梁基礎皆屬之。
2. 河川圖籍：指河川管理機關依法劃定之河川區域及水道治理計畫用地範圍圖

說。

3. 堤防：順溪流方向構築，高於地面用以防禦及約束水流不致氾濫之建造物。
4. 護岸：護岸係保護河岸避免流水衝擊產生侵蝕之建造物。
5. 計畫洪水量：河川治理所採用之設計洪水量，並以各該河川水利管理機關所定數值為準。
6. 計畫洪水位：依設計洪水量及河川物理特性以水工模型試驗或水理模式計算而得之水位，以各河川、排水之管理機關所訂定數值為準。
7. 橋基局部沖刷：由於橋墩（基）的存在，對水流產生局部阻礙或干涉作用，在橋基周邊形成強烈下降流、馬蹄形渦流、迴流區、尾跡渦流流況之現象，並造成橋基周遭河床形成局部刷深之沖刷坑的情形。
8. 束縮沖刷：因水流之通水面積受阻擋變小，如河道束縮、橋基保護工局部區段破損流失而形成類似為未合攏之隘口，阻礙水流順暢通過，引致流速變大與單寬流量增大，產生束縮效應，導致河道之刷深與河床局部下降。
9. 向源侵蝕：係指河床受水流侵蝕，河床下降由下游往上游方向發展，稱為向源侵蝕。
10. 跌水沖刷：水流通過跨河建造物時，若上下游河床面並非平順連接，而有較大的高度落差，足以使上游水流通過落差處時，水流以自由堰流或潛沒堰流形式，跌落至下游河床，沖蝕下游側河床（或保護工），稱為跌水沖刷。
11. 集水區：係指溪流一定地點以上天然排水所匯集地區。
12. 河心線（深泓線或谿線）：沿河川各橫斷面最深點之連線。
13. 護坦：設置於水工建造物周邊之保護工設施，以防止底床嚴重淘刷。
14. 河防建造物：指以維護河防安全為目的而興建之建造物，包括堤防、防洪牆、護岸、丁壩、防砂壩、潛壩、固床工、附屬堤防設施之水門及其他河川防護建造物。
15. 沖蝕：自然力（包括重力、風和水的作用）將地表土壤剝離地表自一地搬運到另一地的現象，稱為「自然沖蝕」，若受到人為因素而致剝離，則稱為「加

速沖蝕」。

第二章 資料蒐集與調查

C2.1 通則

本規範所提之「資料蒐集與調查」係指為橋基保護工設計及補強所需要之參考資料。參考資料之蒐集應以整體流域規劃為考量，針對橋梁原始設計、竣工、歷史災害、河川治理等背景資料有充分瞭解，才可建立完整橋基保護工設計之參考資料。至於，橋基現況、橋址河床地質、橋址河道斷面、橋址關聯結構的調查可以各管理單位之歷史調查資料為參考依據，資料不足部分則視其需要性再辦理補充調查。

C2.2 資料蒐集

C2.2.1 橋梁構造資料

橋梁規劃資料、橋梁構造設計（竣工）資料、地質鑽探（河床質）資料、評估資料（含耐洪能力、耐震能力、承載能力）、歷年辦理之橋基保護及補強工程資料等為橋基保護及補強設計之重要參考資訊，設計人員於設計前，儘可能取得相關資料。其中，各項資料之蒐集內容包含有：

1. 橋梁設計、竣工資料
   (1) 設計計算書
   (2) 設計圖
   (3) 竣工圖
2. 地質鑽探（河床質）資料
3. 耐洪能力、耐震能力、承載能力評估資料

   橋梁管理機關依據現行規範或作業要點所建立之檢查制度下，定期進行橋梁檢查與安全評估。因此，橋基保護及補強設計者（作業），於設計前應蒐集保護橋址之耐洪能力、耐震能力和承載能力等既有評估資料，以作為橋梁功能變化、劣化位置和設計決策之參考依據。

4. 歷年辦理之橋基保護及補強工程資料

C2.2.2 歷史災害資料

設計人員於設計前，儘可能蒐集下列相關資料：歷年洪災之河川水位紀錄、水位歷線、流量歷線、洪峰流量及河川洪痕水位、航照、現場災損照片等。

C2.2.3 河川治理資料

1. 流域基本資料

   橋基保護規劃設計時可藉由基本資料調查（如流域水文狀況、河川沖淤集水區水土狀況、歷年水患及成因等）、現地勘查及相關分析研判，識別河系橋梁之問題所在，以確實掌握規劃方向和尋求有效解決對策。

2. 治理計畫資料

   河川治理計畫資料包括河川治理規劃(檢討)報告、專題規劃研究報告、河川治理基本計畫、河川環境分區規劃及河川圖籍套繪等，橋基保護及補強設計時，可由受保護橋址之河川管理單位取得相關資料。當受保護橋址座落於水利署權責界點以上河道或野溪支流，可參考水土保持技術規範或集水區治理規劃（檢討）報告。

3. 橋址關聯結構

   橋址關聯結構包括河防建造物、灌溉排水建造物及跨/攔河建造物等。

C2.3 調查事項

C2.3.1 基本資料補充調查

1. 河道地質調查

   橋基保護及補強設計前，應蒐集調查橋址所在之河道地質資料，例如地質構造、岩層特性及土層特性等。

2. 河道地文調查

   橋址河道地文調查包括地理位置、河道坡降、河床斷面。

C2.3.2 橋基現況

基礎沖刷裸露程度與損傷情形會影響橋基保護工設計之成果，因此應針對此要項進行現況調查，調查項目包括基礎型式、長（深）度及沖刷（含河床移動層厚度）情形，必要時得進行檢測以瞭解基礎結構之完整性。

C2.3.3 橋址關聯結構

1. 河防建造物及灌溉排水建造物調查
   (1) 河防建造物種類包括堤防、護岸、防洪牆、橫堤、丁壩、水門等。灌溉排水建造物包括取水口、排水口、閘門、堰壩等。
   (2) 建造物平面位置應包含灌溉取水口、排水流入口位置。
   (3) 堤防及護岸橫斷構造型式包括堤前護坦、堤後水防道路、堤後排水等。
   (4) 堤防及護岸縱斷高程包括堤頂、堤前、堤後地面高程及附屬建造物如壩、閘門、灌溉取水口、排水口高程。
2. 跨河/攔河建造物調查
   (1) 建造物種類：包括鐵路、公路橋梁；輸水、輸油橋梁；渡槽；堰、壩、固床工和跌水工；輸水、輸油管等。
   (2) 建造物型式、尺寸與高程
      (a) 橋梁：包括橋墩型式、墩徑或阻水寬度、橋墩位置、總數、地表高程、橋面寬、橋長、梁底高程、橋面高程。
      (b) 堰、壩與固床工：包括堰、壩之最大放流量；堰、壩與固床工之高程、寬度和長度。
      (c) 河底建造物：包括位於河床底下之輸水管、輸油管或隧道之頂部高程及斷面資料。

第三章 橋址河川特性及沖刷評估

C3.1 通則

橋基保護工設計前之調查、分析及評估，應由橋梁管理機關依據橋梁之重要性決定相關辦理事項，如橋址河川特性分析、水理分析和沖刷評估等。涉及水理演算部分，原則以水利署或水利相關單位之歷史資料為參考依據，但當資料不足時建議另行辦理調查評估。

C3.2 設計洪水量

設計洪水量為橋梁管理機關依據橋梁之重要性所訂定之洪水標準，設計時應參照河川管理機關所訂定之不同的重現期洪水量，引用設計標準所需之值作為設計依據。

C3.3 河川特性分析

橋址河川特性分析之執行重點如下：

1. 河道坡降變化

   河道坡降可藉由蒐集保護橋址河段之實測斷面資料(各斷面之平均河床高及河心距分段可計算而得)，或由歷年實測河道斷面之平均河床高繪製河道縱斷面圖比較，以瞭解規劃河段歷年河床平均坡降變化及沖淤變化情形。本項分析若係以各斷面最深點之連線所求取者，即為河心線（或深泓線）之河道坡降。

2. 河道型態

   河道型態係指河川主流平面型態，代表河流所展現之幾何形狀，可分為順直、蜿蜒、辮狀三種。順直型河道容易發生河床向下切割；蜿蜒型河道在凹岸地方容易發生河岸沖刷，凸岸部分容易發生淤積；辮狀型河道之河槽容易發生流路變遷，屬於較不穩定之河道。

3. 河槽流路變遷

(1) 流路變遷分析可蒐集保護橋址河段過去辦理河道斷面或河道地形測量之深水槽地形位置，繪製河道深水槽流路變遷圖，若測量次數少或資料不全者，可蒐集過去及最近之地形圖、航照圖或航拍正射影像圖或衛星影像圖等，經定位套繪不同時期之河道深水槽流路，製作其流路變遷圖，以瞭解歷年河道流路變遷概況。

(2) 河道受地形、河川流量及其攜帶泥沙之影響或人為因素干擾，主槽流路常有變遷。主槽流路變遷緩或劇可充分反映河道的穩定狀況，主槽流路常隨時間變遷之河道較不穩定，規劃時應特別注意。

4. 河床質粒徑

(1) 河床質特性代表河床質的粒徑組成，可參採河川管理機關近年辦理之治理規劃報告作為依據。必要時可透過現場採樣及河床質顆粒分析後，繪製顆粒級配累積曲線圖，並計算河床質平均粒徑(Dm)及代表粒徑。

(2) 由河床質粒徑分析成果，可瞭解橋址河段之河床質粒徑變化。同時，由歷史河床質採樣及粒徑分析的蒐集和比較，可繪製河床質粒徑縱斷面變化圖，以瞭解各河段河床質粒徑組成在時間上的變化。如變化太大，表示河道曾經過劇烈擾動，應探討其原因究係自然或人為因素引致，並評估對河川的影響及是否需要辦理處理對策。

5. 河道沖淤變化

(1) 河床因自然或人為因素干擾，為達平衡狀態具有自動調整機能進而產生沖淤變化。因此，河床具有長期淤積或沖刷現象時表示河道並不穩定，短期的沖淤互現則屬自然現象。

(2) 蒐集保護橋址河段歷年大斷面測量資料，計算各斷面平均河床高程（儘量以斷面位置相同且以同河寬範圍計算之，若斷面位置不一致，則平均河床高程應以坡度及累距進行修正）及河心線高程，同時應進行各時期之河道沖淤比較，以瞭解歷年河道沖淤變化概況，惟近年來之人為干擾嚴重，因此沖淤研判時應瞭解其是否完全肇因於自然特性或人為因素。

C3.4 水理分析

1. 跨河建造物興建、改建和修護時，可參考「申請跨河建造物設置注意事項」之水理分析注意事項辦理。
2. 橋址保護設計河段之水理分析，一般皆以一維定量流演算；若考量整體洪水歷線過程流經橋梁區段之水理因素，以實際反映水流狀況，可採用變量流模式進行演算；若橋梁設置或河道地形複雜，經由水理演算無法確切掌握流況時，應考慮進行局部流場模擬或水工模型實驗。

C3.5 橋基沖刷評估

進行跨河橋梁之基礎保護和補強設計時，應執行保護工施作前後之橋基沖刷評估，針對橋址之河川特性、水理分析、河川一般沖刷（含河床移動層厚度）、局部沖刷及束縮沖刷之評估，作為橋基工法穩定分析之基本設計條件。

第四章 橋基穩定分析

C4.1 通則

橋基因河床沖刷而致土壤流失及基礎裸露，有發生基礎沉陷、基礎傾斜與側向位移等破壞疑慮時，應進行橋基穩定分析，視分析結果，規劃設計保護措施。

C4.2 分析考量要項

有關橋基受沖刷之穩定分析，應考慮基礎裸露後對整體結構穩定性之影響外，並針對下列事項處理之。

1. 河床質移動層厚度與沖刷深度：由於橋基沖刷深度係決定整體橋梁結構承載力、耐洪能力和耐震能力的要素之一。因此，橋梁穩定分析前，應按橋址水理、河床地質及地形等性質推估合理之沖刷後河床面與沖刷深度。颱洪沖刷退水後之河床大多有回淤抬高之情形，若以回淤後之河床面作為估算基準時，將有低估沖刷深度之虞慮。
2. 橋梁設計洪水位：當作用於橋柱及橋基之流水作用力與洪水位有關，當此作用力大於基礎所能承受時，橋梁將失去平衡而發生下沈、位移、傾斜，甚至崩塌的現象。因此，橋基穩定分析時應考量橋梁設計洪水位條件下橋梁之穩定性。
3. 漂流物阻水效應：橋基穩定分析時，宜了解橋址河域上游環境，以掌握洪水時漂流物所造成之阻水效應，合理地納入分析考量。
4. 可能沖刷外力：跨河橋基穩定分析時，其沖刷外力考量水流作用力、漂流物撞擊作用力和上浮力等因素的影響。
   (1) 水流作用力：依「公路橋梁設計規範」之說明，所有橋墩及其他易受水流衝擊之結構物，設計分析時應檢核結構是否足以抵抗此等作用力所引起之最大應力。橋址若位於感潮地段時，應考慮潮汐水流作用力。
   (2) 漂流物撞擊作用力：若預估將有大量之漂流物會流經橋墩時，在進行橋基穩定分析時，應考量其效應。

(3) 上浮力：根據「公路橋梁設計規範」之規定，應考量河川水位對橋基受上浮作用影響。

第五章 橋基保護工法

C5.1 通則

本規範橋梁基礎之保護設計理念，係以目前科技能力為依據，確保橋梁基礎受沖刷時之使用功能的正常性和安全性。

橋梁基礎保護因設計需求、主副結構之階段保護方式（主體結構係指既有橋梁結構，副體結構係指強化主體結構安全之其他附屬設施）或經費考量，常需搭配多項工法混合使用，才可滿足橋梁基礎保護之目的。因此，經評估擬採綜合設計施工之各項保護及補強工法，其設計程序除應滿足本規範和有關規範規定外，應評估各項工法複合使用之成效和相互間之影響。

C5.2 保護工法分類

河床經長期沖刷，橋基裸露嚴重致基礎承載能力不足，或橋址結構存有破壞疑慮或橋址遭受漂流物撞擊或基礎已經損壞需要補強時，則須以結構保護與補強工法對橋梁基礎或墩柱結構本身進行保護或增加穩定性與承載能力。

橋址沖刷主要為水流沖刷造成河床質流失。依此，沖刷防護工主要是以設置擾流設施、增加河床抗沖刷能力及回淤保護等方式防止橋址沖刷。此類設施為橋基保護之副體結構，當使用一段時間後發生損壞時，須視損壞情況辦理改善，避免擴及主體結構。

局部保護多用於河床沖刷初期橋墩裸露尚不嚴重之時，僅就橋墩周邊已遭沖刷之河床局部佈設防護設施，以增加河床對水流之抗沖刷能力，防止河床繼續沖刷。

河床保護多用於河床沖刷中期橋墩裸露較嚴重，局部保護已無法達到防止河床繼續下降之時，須洽請水利主管機關協助以整體河防考量，設置攔砂堰、固床工等方式處理，期能將砂石攔阻淤積於上游側之河床，並回淤擴及橋基處之河床，進而達到既固床又保護橋基的目的。

C5.3 橋基保護工選擇

橋基補強之工法選擇可按沖刷後橋基裸露情況和整體橋基穩定分析結果進行適用工法選擇。當橋基耐洪能力、耐震能力和承載力明顯不足時，須就橋基之安全性重新進行評估，再依評估結果針對安全性較不足項目加以補強。

一般常見橋基結構補強舉例如下：

1. 包墩式工法

包墩式工法係於裸露橋基周圍，利用所填築之填充料和其外側包覆之包墩結構，予以填實淘刷部分及減少橋基裸露深度並提供保護，以增進橋梁之安全性與穩定性。

2. 灌漿工法

灌漿工法係利用灌漿之地質改良方式，改善橋基支承地盤之土體強度，增加地盤之承載能力及抗沖蝕性，及避免洪流時橋基發生下陷變位，以增進橋梁之安全性與穩定性。

3. 排樁圍繞工法

排樁圍繞工法（簡稱排樁工法）係利用新設置之排樁（甚至是密排樁），緊密圍繞於裸露橋基周圍，排樁與既有橋基間並以填充料填築，以減少裸露深度，且藉深入河床之排樁，來增加橋基穩定性，以提供沖刷保護和增進橋梁安全性。

4. 托底工法

托底工法係在既有橋基繼續保留情況下，設置替代基礎，補強既有基礎或既有地盤改良等措施，以確保既有橋基具有繼續安全使用之承載功能。

5. 橋基更換工法

橋基更換工法（亦稱橋基深度調整工法或降低基礎工法）是在維持既有橋梁上部結構繼續使用情況下，利用新設置之橋基，來替換因河床下降而造成入土深度不足之原有橋基，以使橋梁可免受沖刷影響，達到長期橋基保護

目的。

橋基更換工法亦可同時更換既有橋柱，尤其是靠近基礎部份之橋柱，使同時亦能提高橋梁之耐震能力。

一般常見之沖刷防護工舉例如下：

1. 柔性固床工

柔性固床工（或稱柔性攔砂堰工法）係由交錯排列之混凝土塊組成，塊體間或可用鋼筋連結，可隨河床變動而自行調整高程及排列位置，具有河床保護和固床之功能。

2. 剛性固床工

剛性固床工（或稱剛性攔砂堰工法）係利用基樁植入河床用以支撐上部混凝土結構重量，或係直接開挖河床將堰基座落於較深層或堅硬的河床上後再構築堰體，堰頂高程不易隨河床變動而改變，以期將運移之砂石攔阻、並淤積於堰體的上游側河床，使泥砂逐漸回淤擴及橋基處之河床，進而達到穩固河床、保護橋基目的。

3. 蛇籠工法

蛇籠工法係利用鍍鋅鐵絲，經由人工或機械編織而成之金屬網目，再內包卵礫石構成之蛇籠堆疊而成之保護工法。

4. 拋石工法

拋石工法係利用具有相當重量之卵石、岩塊、混凝土碎塊等，舖設於遭沖蝕河床、或已裸露之橋基周邊範圍，藉由拋石形成護甲層的作用以保護橋基周邊河床。

此方法必須考慮水流流速及選用塊石大小，其鋪設範圍須含蓋橋墩前向下流及橋墩後馬蹄型渦流影響之區域。

5. 混凝土護坦工法

混凝土護坦工法於橋基周邊河床上鋪設鋼筋混凝土版或排置混凝土塊，具有保護下方河床質免受水流沖刷而流失之構造稱為混凝土護坦工，係

以穩固河床，保護橋基安全為目的。

6. 混凝土塊排置工法

混凝土塊通常排置或拋放於沿橋址之全部深槽區或局部堆置於橋基周邊。其主要目的係為保護橋基安全性、維持其穩定性。

7. 貨櫃式石籠工法

貨櫃式石籠係將貨櫃頂鈑開孔，其內可填放河床料或卵塊石以增加重量及穩定性，並間接達到穩固上游河床，以保護橋基。

C5.4 橋基保護工維護管理

由於國內河川之床底高程與主槽流路常有變遷，從事本項工作者均係依據河川當時之情況辦理橋梁基礎保護或補強設計，因此橋梁管理機關仍應視河川變遷情況經常辦理維護與補強工作，以確保其功能均能符合使用當時之情況。

橋梁管理機關於辦理檢查或檢測，若發現橋基保護工因環境的改變而降低原設計時之保護功能時，應參照本規範說明進行相關評估並視需要進行補強。

為常年掌握橋基狀況，設計圖說、竣工圖、歷年維護管理資料及檢查結果等之整理及保管均為橋基維護管理之重要事項。

參考文獻

1. Federal Highway Administration (1989). "Design of Riprap Revetment," Hydraulic Engineering Circular No. 11.
2. Federal Highway Administration (2001). "Evaluating Scour at Bridges (Fourth Edition)," Hydraulic Engineering Circular No. 18.
3. Federal Highway Administration (2001). "Stream Stability at Highway Structures (Third Edition)," Hydraulic Engineering Circular No. 20.
4. Federal Highway Administration (2001). "Bridge Scour and Stream Instability Countermeasures-Experience, Selection, and Design Guidance (Second Edition)," Hydraulic Engineering Circular No. 23.
5. FHWA (2004), Application of Geophysical Methods to Highway Related Problem.
6. 中華民國 (2010)，「公路法」。
7. 交通部 (2009)，「公路排水設計規範」。
8. 交通部 (2003)，「公路養護手冊」。
9. 交通部 (2009)，「公路橋梁設計規範」。
10. 交通部 (2009)，「修訂公路橋梁耐震設計規範」。
11. 經濟部 (2010)，「申請跨河建造物設置注意事項」。
12. 內政部營建署 (2001)，「建築物基礎構造設計規範」。
13. 經濟部水利署 (2007)，「水利工程技術規範-河川治理篇」。
14. 中國土木水利工程學會 (2003)，「跨河橋梁水文水理考量準則及注意事項」。
15. 交通部公路總局 (2005)，「河川橋梁之橋墩(台)沖刷保護工法之研究」。
16. 交通部高速鐵路工程局 (2008)，「鐵路橋梁過河沖刷段橋墩與基礎結構系統檢測技術之研究」。

17. 交通部公路總局 (2009) 「莫拉克颱風 52 座受災橋災害資料蒐集與致災原因初步研判報告」。
18. 經濟部水利署，水文水資源資料管理供應系統
(網址：http://gweb.wra.gov.tw/wrweb/)
19. 經濟部水利署 (2003)，「台灣地區雨量測站降雨強度-延時 Horner 公式分析」。
20. 經濟部水資源局 (2001)，「水文設計應用手冊」。
21. 台灣省水利局 (1989)，「台灣水文資料電腦檔應用之研究」。
22. 經濟部水利署水利規劃試驗所 (2006)，「河川治理及環境營造規劃參考手冊」。
23. 日本道路協會 (2002)，「道路橋示方書・同解說，Ⅳ下部構造編」。

表 C5.3.1 常用橋基保護工之防護功能和適用河川特性列表

保護或補強對策		防護功能				適用河川特性								
		局部沖刷	束縮沖刷	一般沖刷(縱向)	一般沖刷(側向)	適用地形	河川形態	河川規模	河彎半徑	流速	河床質	漂流物	河岸邊坡	洪水平原
橋基結構補強工法	包墩式工法	○	×	×	×	河口	◎	◎	◎	◎	礫石	◎	◎	◎
	灌漿工法	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	排樁圍繞工法	○	×	×	×	◎	◎	◎	◎	◎	礫石	◎	◎	◎
	基礎補強工法	●	●	●	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	橋基更換工法	●	●	●	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
沖刷防護工法	柔性攔砂堰工法	○	○	●	○	不適河口	◎	◎	◎	◎	礫砂質	◎	◎	◎
	剛性攔砂堰工法	○	○	●	○	不適河口	◎	◎	◎	◎	礫石	◎	◎	◎
	蛇籠工法	○	●	○	●	◎	◎	◎	◎	慢	◎	少	◎	◎
	拋石工法	○	●	○	●	丘陵區及河口	◎	◎	◎	◎	礫石	◎	陡峭平穩	◎
	混凝土護坦工法	○	○	○	●	丘陵區和平原	◎	◎	◎	慢	砂質	◎	陡峭平穩	◎
	混凝土異形塊工法	○	○	○	●	◎	◎	◎	◎	慢	卵礫石	◎	陡峭平穩	◎
	貨櫃式石籠工法	○	●	●	○	◎	◎	◎	◎	慢	礫砂質	◎	陡峭平穩	◎

備註：●：非常適用　○：可能適用　◎：適用各種河川特性　×：不能用