
臺中市政府建設局

工程管理指導

程序編號：405

程序名稱：橋梁維修

中華民國 105 年 3 月編製

1.0 相關規定

公路鋼筋混凝土橋梁之檢測及補強規範

2.0 目的

為制訂本局轄管之橋梁經檢測後，發現橋梁結構安全有疑慮時，應進行本作業，其目的在維護橋梁整體結構能保持良好狀態，以維行車安全，建立標準作業程序。

3.0 範圍

有關本局轄管之橋梁經橋梁檢測後必須辦理維修之橋梁。

4.0 定義

無

5.0 說明

5.1 本局轄管之橋梁經橋梁檢測後，建議應辦理維修之橋梁，茲就橋梁各構件之損壞情況分別說明如下：

5.1.1 主要損壞係影響橋梁之整體安全或用路人之行車安全，舉例如下

- 5.1.1.1 主梁或構架構件變形、損壞。
- 5.1.1.2 混凝土構件龜裂或剝落。
- 5.1.1.3 樁帽、柱或樁之壓損或侵蝕。
- 5.1.1.4 構架結點弦材之損壞或強度減弱。
- 5.1.1.5 構架構件之不正常震動或鬆動。
- 5.1.1.6 支承或橋面伸縮縫之損壞或功能異常。
- 5.1.1.7 下部結構之沉陷、傾斜或側移。
- 5.1.1.8 橋梁結構基礎、護坡沖刷及保護措施損壞。
- 5.1.1.9 鋼材生鏽、裂縫、變形或扭曲。
- 5.1.1.10 火害。
- 5.1.1.11 主要構件螺栓鬆動。

5.1.2 次要損壞係橋梁構造或附屬設施之小缺陷，但不致影響橋梁安全或其鄰近構材者，舉例如下。

- 5.1.2.1 進橋版橫向裂縫或不均勻沉陷或跳動。
- 5.1.2.2 橋面伸縮縫二次混凝土破損或填縫膠龜裂、老化。
- 5.1.2.3 次要構件混凝土龜裂及損傷。
- 5.1.2.4 次要構件螺栓鬆動。

- 5.1.2.5 洩（排）水孔堵塞。
 - 5.1.2.6 不當之附掛物。
 - 5.1.2.7 支承處之基座混凝土裂損或錨碇螺栓有異狀。
 - 5.1.2.8 附掛之標誌、燈座或維修工作架等設施之損壞或遺失。
 - 5.1.2.9 非由載重因素造成之結構裂縫。
 - 5.1.2.10 護欄之損壞但不影響用路人行車安全。
- 5.2 橋梁養護視維修急迫性（U）等級可分為
- U 等於 1 時，例行性維護
 - U 等於 2 時，3 年內維護
 - U 等於 3 時，1 年內維護
 - U 等於 4 時，緊急處理維護
- 本局在經費許可前提下，對於較不急迫的維修工作，可先行辦理修復，以達到預防性維護的目的。
- 橋梁結構養護依其材料主要可分為混凝土結構與鋼結構，說明如下：
- 5.2.1 鋼筋混凝土
- 5.2.1 鋼筋混凝土及預力混凝土梁裂縫寬度超過 0.3mm，需採取適當之修補方法修復。
 - 5.2.1 鋼筋混凝土及預力混凝土梁如發現鋼筋外露銹蝕及剝落等現象，應將鋼筋的銹跡清除，並把鬆動的保護層去除，採用適當方法予以修補。
- 5.2.2 鋼結構
- 5.2.2.1 保持鉚釘、螺栓接合及焊接的正常狀態，對有損傷裂縫的桿件和鉚釘、螺栓等應經常觀察其發展情況，並標上顏色記號，作成記錄，以備考查。
 - 5.2.2.2 防止構件銹蝕，定期進行油漆。
 - 5.2.2.3 構件局部變形視需要辦理矯正措施。
 - 5.2.2.4 經常清除結點和縫隙部位的積水，以保持清潔乾燥。
- 5.2.3 護欄
- 5.2.3 引道護欄為金屬護欄其高度落差大，應更換為鋼筋混凝土護欄。
 - 5.2.3 護欄損壞，視情況予以修復；如損害嚴重喪失原有功能時須儘速修復，在修復前，應設置臨時交通安全設施或活動護欄。
 - 5.2.3 鋼筋混凝土護欄之鋼管欄杆因熱脹冷縮或外力作用脫落時，應予以修復，倘有影響行車安全時，應先行拆除。
 - 5.2.3 鋼筋混凝土護欄之鋼管欄杆，為確保美觀及功能，應定期維護塗裝。
 - 5.2.3 鋼筋混凝土護欄填縫劑龜裂、破損及老化現象時，應更換或修復
- 5.2.4 伸縮縫
- 5.2.4.1 伸縮縫如發現微小損壞或鬆動，應儘速修復，以避免損壞擴大。
 - 5.2.4.2 伸縮縫發生損壞而須更換時，將錨固部分之混凝土鑿開以安裝伸縮縫新品及其錨固元件。鑿除時應特別注意不得破壞橋面版結構及原有錨碇橋梁結構內的預力端錨。灌注混凝土前，需要重繫足夠之補強鋼筋，且

應特別注意對混凝土之配比及搗實，俾修復後可符合原有功能。

5.2.4.3 伸縮縫更換以早強混凝土為修復材料為原則，新舊混凝土間應徹底清洗乾淨後塗佈混凝土接著劑；修復後經適當養護至混凝土達規定強度後，方可開放交通。

5.2.4.4 非屬無縫式伸縮縫而有積土及雜物時，應定期維護清洗，以維持正常功能。

5.2.4.5 橡膠材質伸縮縫之修護包括更新橡膠板、重埋錨碇螺栓、鬆弛橡膠板之內應力及換裝大型尺寸橡膠板等。

5.2.4.6 V型與承載型橡膠伸縮縫之修護

換裝此型伸縮縫時，若預力梁之乾燥收縮及潛變、橋面版混凝土之乾燥收縮仍在進行中，則其最終伸縮縫間隙與施工時之估計可能有很大出入。如因短估伸縮縫之伸縮量致須換裝大型尺寸時，每道伸縮縫宜採一次全部換裝完畢為佳，以避免發生同道伸縮縫之寬度不一致之現象。

錨碇螺栓應澆鑄於混凝土內，不可使用膨脹螺栓，又伸縮縫上之螺栓孔內之固定螺帽及填縫膠，如有異常應迅速予以修復。

5.2.4.7 鋼製伸縮縫

5.2.4.7 角鋼或齒型鋼板鋼製伸縮縫，為了縮短修復期間，減少對行車安全之影響，伸縮量在 8cm 以內之鋼質伸縮縫損壞時，可暫以樹脂砂漿施工之開口型(Cut of joint)伸縮縫取代。再利用整修鋪面工程時之交通封鎖時機，全面以後裝法換裝為原有伸縮縫型式新品，以符合行車功能及品質需求。

5.2.4.7 伸縮縫填縫劑有老化、龜裂及脫落，影響其功能性時應予以更新或補充。

5.2.4.8 模組型伸縮縫

5.2.4.8.1 支承鋼梁之滑動橡膠變形或縮短時須適時更換。

5.2.4.8.2 支承鋼梁之螺栓鬆動或脫落時，須適時上緊及修復。

5.2.4.8.3 車輛行經有不正常的震動或噪音時，下部構件已有損壞跡象，應適時辦理修復。

5.2.4.8.4 支承組件修復以於橋下辦理為原則，不得任意割除防水膠條，而失去無縫式伸縮縫之原有功能。

5.2.4.8.5 模組型伸縮縫更換為豎齒型，以半半施工施作時，應妥善規劃既有模組型伸縮縫切除後支承梁位置，避免橫梁懸臂過長，影響行車安全。

5.2.4.8.6 以豎齒型伸縮縫替換模組型伸縮縫，應考慮原有伸縮縫預留槽之深度是否足夠，不應任意切除齒型伸縮縫之豎板深度，影響伸縮縫結構。

5.2.4.9 新舊橋面銜接處理

拓寬橋梁時新舊橋銜接面宜採用鉸接或固接方式施工，避免使用縱向伸縮

縫為原則。

5.2.5 進橋板

5.2.5.1 進橋板產生跳動或下陷時，採用低壓灌漿等地盤改良方式，改善背牆壓密沉陷的問題。

5.2.5.2 進橋版與路堤段產生橫向斷差或裂縫時，應妥善處置，避免雨水持續滲透。

5.2.6 橋面洩(排)水孔

5.2.6.1 橋面洩水孔、排水管應保持暢通；如有堵塞，應及時疏通，以避免橋面積水。

5.2.6.2 橋面或伸縮縫排水管應予適當銜接排放，避免直接宣洩在橋臺、橋臺護坡或邊坡上。

5.2.7 橋面版

5.2.7.1 磨耗層經常發生破損須檢視橋面版構造，是否發生劣化所致。

5.2.7.2 橋面版發生破洞足以影響行車安全，維修時應考量強度較高的水泥混凝土辦理修復。

5.2.7.3 鉸接版處常屬橋面板損壞之位置，維修時須特別注意。

5.2.8 大梁

跨越橋、穿越橋淨高不足時，應於適當位置設置限高標誌或設施。

5.2.9 支承

5.2.9.1 支承各部位應保持完整、清潔，故須定期清理。支承如有損壞、缺陷或功能異常時，應即分別予以修整或更換。

5.2.9.2 輻軸支承如出現不適當之滑動、歪斜或搖擺傾斜時，應校正或修整至合宜的位置。

5.2.9.3 人造橡膠支承應定期清除雜物，避免周邊積水，以防止橡膠老化。如橡膠支承已老化而影響支承功能應予以修復或更換。

5.2.9.4 鋼支承損傷、銹蝕或位移過大，如有影響支承功能應予以修復或更換。

5.2.9.5 盤式支承應定期清潔及保養，包括支承鐵件、防塵套、滑動標尺等，如有損傷影響功能應予以修復或更換。

5.2.10 防震拉桿

5.2.10.1 檢查防震拉桿時應注意混凝土塊附近的螺栓是否已上緊，是否太鬆以致於使拉桿無法發揮作用；太緊而加速橡膠部分的老化。

5.2.10.2 發現螺栓鬆脫或遺失時應適時回復。

5.2.11 橋臺與翼牆

5.2.11.1 橋臺上應保持清潔並定期清理雜物，包括模版、混凝土塊、積土、雜草及廢棄物等。

5.2.11.2 背牆排水孔須保持暢通，如有堵塞須及時處理。

5.2.11.3 橋臺與翼牆填縫劑龜裂或老化時，應更換或維修。

5.2.12 橋墩

5.2.12.1 洪水過後應及時清理附著於橋梁結構物之漂浮物及沉積物，以利水流順利宣洩。

5.2.12.2 如遭車輛撞損，應採用適當方法予以修復。

5.2.12.3 植物藤蔓攀爬橋墩(臺)表面應設置隔離架，並以不超過支承高度為原則，避免直接攀附於橋墩上，影響橋墩耐久性。

5.2.13 人、車箱涵

人、車箱涵係指供行人及車輛通行之箱涵。箱涵應檢查內部有無裂縫或沉陷、涵底涵牆有無漏水、翼牆是否完整。端牆和翼牆如有側向傾斜等變形現象，應查明原因，加以處理。如屬填土未夯實而沉陷擠壓或填土中水分過多土壓力增大而引起，應更換填土，並確實夯實；如係基礎不均勻沉陷而發生傾斜，則需修復或加固基礎。

5.3 橋梁基礎保護

橋梁基礎沖刷或保護措施流失，視橋梁及河床特性可採用下列保護工法，辦理修復。

5.3.1 保護類別跨越河川之橋梁基礎保護工依性質與型式可分類為：

5.3.1.1 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構件加固，以增強河床對水流之抗沖刷能力，防止河床繼續沖刷，其方法如拋石工法、蛇籠工法、鼎塊排置工法、混凝土(長)方塊工法、包墩或混凝土圍繞工法、混凝土護坦工法等。

5.3.1.2 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，設置攔砂堰或潛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。其方法如排樁工法、柔性攔砂堰或潛堰固床(含消能工)工法、剛性攔砂堰(含消能工)工法等。

5.3.1.3 結構補強

多用於河床經過長期沖刷，橋墩裸露嚴重至基礎承载力不足而橋梁尚需使用時，需以本類方法延長橋梁使用年限，其工法如托底工法。

5.3.1.4 其他

除上述各類外尚有如複合式工法及其他工法等。

5.3.2 保護工法說明

5.3.2.1 拋石工法(Dumped Riprap)

利用具相當重量之卵石、岩塊、混凝土塊，全面鋪設於遭沖蝕刷深的河床、或局部拋置於已裸露之橋基與河床接觸的周邊範圍，藉由拋石近似護甲層作用，增強河床對水流之抗沖刷能力。

5.3.2.2 蛇籠工法(Gabions)

利用鍍鋅鐵絲，經由人工或機械編織而成之金屬網目，再內包卵石所構成之長條石籠。普遍使用於橋基保護、堤防護坡與公路邊坡穩定等。常見之型式大致可分為甲種與乙種蛇籠工，其中以甲種蛇籠工於國內使用之情況較為普遍。另外，亦有為抵抗鍍鋅鐵絲之鏽蝕而於鐵絲之外表再被覆塑膠膜。

5.3.2.3 鼎塊排置工法(Tribar Block)

由混凝土塊群間所發揮的群體穩定效果，來抑制沖刷、減少水流動能，以達成固床的功用，進而保護水中結構物的安全。混凝土塊係利用鑄造或焊接成型之大量鋼模具，於現場大量組立後，進行澆置混凝土結固；拆除鋼模後即成形。在其中數個表面可穿插數支近似 U 型狀的鋼筋或預先置放鋼索穿插於模具內外，以利連結。

5.3.2.4 混凝土(長)方塊工法(Concrete Block System)

原理如同鼎塊排置工法，為利用鑄造之鋼模型，於現場組立後進行澆置混凝土固結，再拆除四側面模具所形成之實心混凝土長方塊。常以 20~30mm 之橫向與縱向鋼筋穿插於模具內外，利用這些鋼筋與四周的相鄰混凝土塊相連接，以形成相互連結、發揮整體固床的效果。

5.3.2.5 異型塊排置工法

係指非具鼎塊、或非具(長)方塊狀之外形的混凝土塊統稱，其製作方式或連結方法某些是與鼎塊排置工法及混凝土(長)方塊工法雷同，甚至均無連結成群體而個自獨立者兼有之。通常拋放異形塊於沿橋址之全部深槽區或局部堆置於橋基周邊。

5.3.2.6 包墩或混凝土圍繞工法(Concrete Armored Layer)

於已遭刷深而裸露之橋基周邊，利用(鋼筋)混凝土灌注所包圍而成之結構來局部保護橋基的方法。

5.3.2.7 混凝土護坦工法(Concrete Jacketing)

在河床上鋪設帶狀或片狀之(鋼筋)混凝土版，且厚度達 8~10cm 以上之構造稱為混凝土護坦工。一般而言，混凝土護坦工可鋪設於早期施作之蛇籠工、鼎形塊、混凝土方塊、異形塊或回填拋石之上，混凝土層所埋設的鋼筋亦可使用已廢棄之鋼軌或型钢。

5.3.2.8 排樁工法(Sheet Piling)

為利用鋼板樁、PC 基樁、全套管式基樁、衝擊式基樁、鋼軌樁、或木樁等，將河床已被嚴重刷深而導致裸露之橋基，予以緊密圍繞保護，使其免受沖刷淘深之患。

5.3.2.9 柔性攔砂堰或潛堰固床工(含消能工)工法(Flexible Weir)

利用數量相當多之巨大的混凝土長方塊，採以鋼筋連結相鄰兩列交錯排開，於橋梁下游不遠處跨溪河建築，兼具固床工的功用。

5.3.2.10 剛性攔砂堰工法(Rigid Weir)

係利用(PC)基樁深入河床用以支撐上部之(鋼筋)混凝土結構物的重

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身。剛性攔砂堰的頂面高程一般比原已遭沖蝕淘深的河床高出數公尺，利用巨型混凝土結構之興建橫置於河道中，以期將運移之砂石攔阻、並淤積於堰體的上游側河床，並逐漸回淤擴及橋基處之河床，進而達到穩固河床、保護橋基的目的。

5.3.2.11 托底工法(Under-pinning)

此工法指藉設置替代基礎、加強既有基礎或既有地盤改良等因應措施，防護既有結構物的結構安全及機能，以確保其原有的正常使用狀態。

5.3.2.12 複合工法

專指利用前述各項中至少合併其中兩項的施作方法，或因過去所施作之保護工局部或部分發生毀損後、再以其他工法補修而形成現場具有數種保護工的情形。例如：於橋址之深槽區河床上可能同時使用鼎形（或元鼎）塊佈設與蛇籠工壓底的複合工法；或於橋址處施作蛇籠工（或混凝土長方塊）、而於橋梁下游側不遠處構築柔性（或剛性）攔砂堰的複合工法。

5.3.2.13 其他工法

除了上述各項的橋基保護或固床工法外，其他尚有攔污索法、補洞工法、水中填補工法、掃工沉床工法、鍊磚鋪底法、地梁或格地梁工法。但前4項工法目前並無應用於國內之案例，另由於目前多數河道之深槽區已然沖刷下降，在洪水期間坡陡流急，上述工法似乎較不適宜運用。

另針對由上游而來之石塊或流木直接衝擊橋墩基礎，危害橋梁本身之安全，需要做一些補救措施，如以不織布蛇籠放置於橋墩周圍，其最主要之目的為防止橋墩基礎砂石繼續被掏空及石塊之撞擊，使沖刷坑剖面趨於平緩，並使周圍最大沖刷深度位置遠離橋墩。不織布蛇籠不但能保護橋墩，且施工方便、快速、節省材料及人工。

5.3.2.14 上述保護工法原則上不可對保護後之河床產生水流之過大渦流或亂流，致使部分河床改道使流量集中，加大沖刷之深度。保護後河床面宜盡量降低，並擴大水流面積，以降低流速。

5.4 橋梁修護材料 橋梁之修護材料種類眾多，本手冊僅就較常使用之3種材料—環氧樹脂、混凝土與鋼筋、鋼料，做一般性之介紹。

5.4.1 環氧樹脂

修補混凝土孔隙及裂縫採用之環氧樹脂劑應由主劑與硬化劑兩種材料混合而成，可用於混凝土與其它構材之黏結、填補橋面伸縮縫下之空隙。環氧樹脂使用方法應參考該項材料之有關資料或規範辦理。

5.4.2 混凝土鋼筋

混凝土係應用於所有工程混凝土損壞之修護，填注或澆置時需以震動

機搗固。骨材應潔淨及級配良好，拌合時水分應適當控制；澆置混凝土前，對鋼筋之配置應予核查，澆置混凝土及養治期間，應特別注意模板位置及尺寸之正確以及有無漏漿等。水泥砂漿之應用，通常為水泥與砂成 1:3 之比率，再酌加適當之水量。

水泥砂漿或混凝土中，若需加附加劑應經工程司核准後方可使用。鋼筋尺寸，應採用國家標準規格(CNS560)。當須與舊混凝土銜接，應將舊混凝土銜接面鑿毛深約 1.0 公分，並打除所有之鬆動碎塊，再以鋼絲刷磨刷表面並清洗潤濕後，立即澆置新水泥砂漿或混凝土，必要時亦可塗刷新舊混凝土接著劑。

新混凝土或水泥砂漿之顏色較深，若要使顏色接近一致，可將所用水泥量之 2/3 用普通水泥、1/3 用白水泥相混合使用。所有之水泥砂漿或混凝土應濕治 7 天或噴灑白色不透水之養治液。修護時為減輕對於行車影響，可視需要採用快凝劑或早強水泥。

5.4.3 鋼料

鋼構造物之構材如發生損壞或缺陷，可用更換、加固、焊接補強或栓接等方法整修之。

構材加固如需加熱處理，應經工程司核准方可實施，施工前如須解除構材承受之各種荷重，則需先予支撐，加熱之鋼材限於低碳鋼，加熱時溫度應不超過 700℃，可由鋼加熱之顏色判斷或採用溫度棒量測。

高拉力螺栓接合可用以代替原有之鉚釘接合，此類螺栓對於栓緊構材效果甚佳，且可減少空隙。

6.0 相關文件

6.1 公路橋梁一般目視檢測手冊

6.2 公路鋼結構檢測及補強規範

7.0 使用表單

7.1 橋梁基礎保護各型工法之優缺點及適用性(表 405-1)

本文件係依據現行法規、行政指導、解釋函等，與本局相關契約文件範本及規定編製，如依據已變更或個案契約文件有不同約定者，應從其規(約)定辦理，如屬通案性質者請通知業務單位辦理修正。
--

表 405-1 橋梁基礎保護各型工法之優缺點及適用性(1/3)

保護工法	優點	缺點
拋石工法	<ul style="list-style-type: none"> • 全區域拋石所形成之固床功用係為一柔性保護方法，易隨周邊之外在條件而變位調整，抑制河床下降。 • 拋石之重複使用性與再生性高，易與周邊之環境融合，節省資源，具環保意義。 • 拋石料的細縫可淤積細粒料，供植植被生長，增加穩定性與環境相容性。 • 適於河床寬淺、坡小流緩的砂質河床。 	<ul style="list-style-type: none"> • 橋基周邊局部性的拋石，雖可暫時防止深槽區橋基周邊河床料的流失，但在無拋石區域水流加速的情形下，反而甚易沖蝕淘刷而漸擴及橋基處之拋石層，導致拋石層的漸次崩塌流失及河床的下降。 • 大尺寸拋石塊來源不易取得 • 不適用於河床窄深、坡陡流急之河川。
蛇籠工法	<ul style="list-style-type: none"> • 富於撓曲性，可憑藉其本身的重量而自動變位下沉。 • 若蛇籠工配置得宜，可改善水流通過的流況。 • 於枯水期時，蛇籠工與下層之拋填卵石可作為透(通)水之流路。 • 易於搭配其他不同的橋基保護工法。 • 適用於卵粒石及砂質河床。 	<ul style="list-style-type: none"> • 相較於拋填卵石而言，蛇籠工的柔性較差。 • 於卵礫石層之河床，蛇籠工易遭流動之卵礫石磨耗而快速鏽蝕、或撞擊而破裂。 • 蛇籠工佈置區的下游端或施作區的兩岸側邊緣常因側向侵蝕、跌水及水躍沖刷，導致蛇籠網的拉扯破壞及局部河床質的流失。
鼎塊排置工法	<ul style="list-style-type: none"> • 鼎形個體具相當高的空隙率，能有效削弱洪水動能與衝力，增加消能效果。 • 鼎塊抗壓強度大，遭卵礫石撞擊亦不易磨損破壞。 • 澆製鼎塊之鋼模板組拆便捷、保存、製作容易，施工方便。 • 可於內部安置數支鋼筋或鋼索，使其於爾後利於施工中的吊放或進行鼎塊連結。 • 適用於卵礫石河床。 	<ul style="list-style-type: none"> • 鼎塊製作成本高 • 於砂質河床基腳處容易失去支撐而沉陷。 • 齊一高度設計易造成側向侵蝕。 • 局部施作易造成未保護區河床大幅刷深。 • 跌水或水躍沖刷易造成最後一排鼎塊流失。 • 遭受巨大洪流時，可能擠壓基樁造成基樁斷裂
混凝土長塊異形塊排置工法	<ul style="list-style-type: none"> • 施工容易。 • 容許變位傾斜，發揮柔性保護河床之能力。 • 可用鋼筋連結增加整體連結性。 • 利用力久塊、菱形塊、粽型塊等異型塊體，可作為颶洪時橋基附近嚴重刷深之緊急之臨時搶修護基工。 • 適用於卵礫石層的河川。 	<ul style="list-style-type: none"> • 局部施作方式易使未受保護區刷深並導致塊體之沉陷流失。 • 易造成側向侵蝕、水流繞道。 • 水流通過長方塊等設施時，因為流速加快而導致填縫料的流失。 • 下游的跌水和水躍沖刷易造成河床下降。 • 較不適用於使用在砂層的河床。
包墩或混凝土圍繞工法	<ul style="list-style-type: none"> • 所需的工程費用低廉，施作簡便工期短。 • 可將新舊橋基一併連結擴大基礎面積 	<ul style="list-style-type: none"> • 耐久性及穩定性比較低。 • 迎水面若與水流形成攻角常因水流衝力大，阻水面積增加，造成局部沖刷

保護工法	優點	缺點
	在軟弱泥頁岩層及砂岩層上比其它工法有效。	效應的加劇，增加沖刷的潛能。 • 較不適用於砂質河床

表 7-4 橋梁基礎保護各型工法之優缺點及適用性(2/3)

保護工法	優點	缺點
混凝土護坦工法	<ul style="list-style-type: none"> • 施工費用低廉，施工機具簡單易施工，工期較短，無須大型機具，將現場整平即可施作。 • 抗撞擊磨損能力較佳、具有相當之耐用性。 • 對於已裸露之易遭水流侵蝕剝離的軟弱泥頁岩層，能給予包覆保護，降低岩層持續風化之速度。 • 可於原有保護工上方直接施作。 • 可將廢棄的鋼軌、型鋼、或塊石……等與混凝土板一起澆製，增加護坦的抗磨損能力。且對於常有巨石或塊石撞擊、磨損之河段方可於護坦上方設置防撞鋼板或橡膠輪胎增加抗磨蝕能力。 • 附加景觀設計避免破壞原有天然河川的景觀，並增加民眾遊憩親水的去處。 	<ul style="list-style-type: none"> • 在卵礫石或塊石河床，常常因為護坦粗糙度較低，水流通過時流速加快，對下游河床造成跌水或水躍沖刷。 • 在砂質河床由於洪流的作用，混凝土護坦工的上下游河床會遭受沖刷而下降，造成護坦工下方的粒料因下游河床的刷深而形成向源侵蝕，又因為下游河床的流速相對的高於護坦下方的流速，造成的壓力差導致護坦下方的粒料被吸出，加速護坦工的破壞。 • 常因為護坦工與高灘地相接的邊緣未處理而造成側向侵蝕形成新的深槽區，導致護坦的邊緣破壞。 • 妨礙回流性魚種之生態。
排樁工法	<ul style="list-style-type: none"> • 若施作得宜，排樁工法的強度甚高，相對的耐久性及穩定性亦高。 • 在基樁施作時，在迎水面的部分可以施作的為半圓形或流線型的排列，降低水流通過時產生的局部沖刷。 • 全套管形式的基樁在施作完成後較不需維修。 • 適用於卵粒石或塊石河床，砂質河床則須多加注意。 	<ul style="list-style-type: none"> • 基樁的施作需要大型施工機具且施作空間易受限。 • 需要較多的工程經費及工期。 • 常因為施作排樁保護工而減少河道的淨通水斷面，導致橋基間的河床刷深。 • 若基樁之施作以不同間距之方式圍繞者，在河床持續下降之情況下，橋基仍會裸露而導致承载力不足之情形發生，使得河床料會因此而流失。 • PC 基樁對於流木撞擊的抵抗能力比全套管、衝擊式基樁者差。
柔性攔砂壩工法	<ul style="list-style-type: none"> • 具有全面攔阻砂石、減低流速，藉以防止沖刷，達到河床砂石回淤、保護橋基的功能，在農業工程方面兼具取水功能。 • 對於河床高程變化差異較大的河川，興築此一工法時，具有緩和及調整河床坡度之功用，間接達到河床整治的效果。 • 在不影響整體結構功能的考量下，容許局部些微沈陷與變位。 	<ul style="list-style-type: none"> • 工程費用及造價較為昂貴。 • 在泥岩層地質中，由於岩層易受吸水、回脹、崩解等地質特性的影響，導致壩址下游易受水流沖刷，產生向源侵蝕的連鎖效應，造成壩塊或消波塊整體受損機率提高。 • 對河川自然環境、生態保育及迴游魚類有不良影響。 • 跨越河床之結構其頂面高程甚多均為齊一，且未完善考慮護岸或護坡處

保護工法	優點	缺點
	<ul style="list-style-type: none"> • 階梯式的消能設施，其跌水高度的變化可因地制宜作有效的規劃排置，達到靈活設計的效果。 • 適合講求時間效率之大型工程配合進行。 • 在砂礫石河床中易達到回淤效果，於台灣西部河川適用性較廣。 	<ul style="list-style-type: none"> • 理，當洪水來臨時，兩岸高灘地弱勢面可能產生側向侵蝕，因而導致保護工受損。 • 施工期間可能橫跨數個豪雨或洪況期，而在保護工未合攏或未完工的情況下，束縮沖刷的效應易導致河道的深槽化與保護工受損。

表 7-4 橋梁基礎保護各型工法之優缺點及適用性(3/3)

保護工法	優點	缺點
剛性攔砂堰工法	<ul style="list-style-type: none"> • 壽命較長，使用之年限較久。 • 比起柔性攔砂壩較穩定，更具有全面攔阻砂石之效用，同時達到河床回淤保護橋基之效果。 • 能穩定的控制水流的流心及流向。 • 在合併消能池所施作之剛性攔砂壩，消能之效果較其他之工法明顯，且允許較大之跌水高度。 • 剛性攔砂壩一旦施作完成，在壩體上游砂石回淤狀況良好時且砂石補助來源無慮下，其上游河床回淤效果會非常明顯。 	<ul style="list-style-type: none"> • 在工程上非常昂貴，施工上較為困難。 • 施作時必須於原地施工，施作過程無彈性。 • 在施作的工程品質上要求非常嚴格，在施工過程中若有不當或部分瑕疵，皆易成為將來破壞的弱勢面。 • 樁基礎之剛性攔砂壩，在洪流通過時，基礎粒料受水流跌水及水躍作用而嚴重流失。 • 剛性攔砂壩其直接跌水之高度一般較深，且壩體本身並無縫隙可以讓水流通過，其對河川自然生態及迴游魚類影響最為嚴重且深遠。 • 剛性攔砂壩會造成上游砂源的攔阻，導致下游砂源填補不足。
托底工法	<ul style="list-style-type: none"> • 為一結構性補強工作，可提供橋基較高的穩定性。 • 對各種不同河床質皆可適用 • 作為托底工法的基樁可採用斜樁，以提供側向支承力。 • 對已嚴重下降的河床，可減少局部沖刷之效應與提高抗沖刷的能力。 • 對雙座之橋基採用托底工法時，可利用新的樁帽將兩座橋基相接，提高結構強度及橋梁穩定性。 	<ul style="list-style-type: none"> • 基樁的排列不良可能造成更嚴重的橋基裸露。 • 基樁施工需大型施工機，且施工空間常受限。 • 托底工法若遭遇原有基樁的斜樁，須避免破壞原有橋基，而若為避免破壞原有橋基，加大托底基樁與原有橋基的範圍，將減少通水寬度。

