5.5 後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程(第一批)

1. 規劃設計階段

(1) 工程概要及生態保育原則蒐集

「後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程」位於台南市玉井區及楠西區，共分為 6 個工區。自上游至下游分別為：楠西 A 工區位後旦溪上游段右岸，規劃進行新設防洪牆工程，共計 221.7 公尺；楠西 E 工區，位於龜丹頂橋下游右岸，由於右岸保護工基礎掏空，故規劃進行填補；楠西 F 工區，位於茄冬橋上游右岸，因既有石籠沉陷，規劃進行新設石籠工程，共計 13.5 公尺；玉井 B 工區位於竹圍橋下游左岸，長 200 公尺、玉井 C 工區位於後旦橋下游左岸，長 300 公尺、玉井 D 工區，位於會社下橋下游左岸，長 40 公尺，係因護岸基腳掏空進行填補，並規劃以緩坡化塊石砌基，上堆置石籠之工法進行護岸基礎補強，以保護河岸避免沖刷、坡岸流失。依 101 年「曾文溪支流後旦溪環境營造規劃成果報告」，後旦溪應規劃局部近自然工法取代混凝土結構、河岸保護採生態工法等工程設計坊岸，採用原生樹種復育以維持河畔林相等生態保育策略(怡興工程顧問有限公司，2012)。

(2) 棲地生態資料蒐集

根據 95 年「曾文溪河系河川情勢調查總報告(2006)」之玉豐大橋樣站狀況，以明潭吻鰕虎數量較多，其中短吻小鰾鮈、粗首馬口鱲、埔里中華爬岩鰍與明潭吻鰕虎為特有種，埔里中華爬岩鰍為第II級保育類。蝦蟹類包括溪蟹科的黃綠澤蟹、匙指蝦科的假鋸齒米蝦、長臂蝦科的粗糙沼蝦及日本沼蝦(黎明工程顧問股份有限公司，2006)。100 年進行生態調查之「曾文溪支

流後旦溪環境營造規劃成果報告」結果發現 2 種外來種(高身鯽及吳郭魚)，主要分布下游樣站，因後旦溪水質狀況相當不錯，全區段皆有台灣特有種魚類分布，包括台灣石鱲、台灣鬚鱲、粗首馬口鱲、高身小鰾鮈、斑帶吻蝦虎以及明潭吻蝦虎，未發現任何保育類物種。後旦溪植被主要分為果園、次生林、草生地、河川及人工建物五大類型，自鹽水溪與龜丹溪支流匯流口至龜丹溪上游段，多為人為干擾後自然形成的早期次生林，經自然演替已有鄰近次生林常見植物進駐生長，如血桐、構樹、山黃麻、土密樹、小梗木薑子、白匏子、山柚、大冇榕等陽性樹種，及芒果、龍眼以及破布子等果樹生長。林下地被則有五節芒、大黍、絹毛鳶尾、月桃、散穗弓果黍等禾本科植物，以及山素英、大花咸豐草、葛藤、蔓澤蘭、小花蔓澤蘭、火炭母草、等雙子葉植物為主，並有上層植物之小苗生長，顯示自然演替仍持續進行中。後旦溪河床中部分沙洲及河岸兩側有少量親水植物，可見者有木賊、五節芒、甜根子草、開卡盧、台灣蘆竹、短葉水蜈蚣、象草、金絲草等(怡興工程顧問有限公司，2012)。

(3) 環境概述及生態敏感度分級

A 工區位於台南市楠西區，地處鹽水溪與龜丹溪匯流口下游段，河床腹地開闊無遮蔽，河道坡降平緩，目視可見範圍有 3 座同溪寬的固床工橫向構造物，2 座有中央有施作低水流路，再往下游處有一座固床工基礎，之前已打除後已無落差，兩岸多為私有地進行農作或空地，無高大樹木或竹林，護岸全為高強度的垂直水泥護岸，因匯集兩溪水量屬經常流水域，底質多為細泥沙及卵礫石為主，平均石粒徑都比較小，大粒徑石頭很少，水域棲地多為深潭或深流，遇固床工後才有淺賴區出現。

B 工區竹圍橋位於台南市玉井區，河床腹地開闊無遮蔽，河道坡降平緩，兩岸為私有地進行農作物及道路，底質多卵礫石為主，孔隙間隙多形成許多空間，大粒徑石頭很多，提供水域生物多樣性棲地空間，水域棲地以深流、淺流為主，水體清澈透明，可見魚類群棲息利用。

C 工區後旦橋位於台南市玉井區，河床腹地開闊無遮蔽，河道坡降平緩，兩岸為私有地進行農作物，工區段上游兩岸護岸為 5 層石籠，右岸排放多座消坡塊保護攻擊面，工區內底質多卵礫石為主，大粒徑石頭很多，水域棲地以深流、深潭為主，水體清澈透明，可見魚類群棲息利用。

D 工區會社下橋位於台南市玉井區，河床腹地開闊無遮蔽，溪寬大約為 25～30 公尺左右，河道坡降平緩，水面不見水花，水域棲地以深流、深潭為主，水體清澈透明，可見魚類群棲息利用，會社下橋上游有一大型攔砂霸，呈 L 型狀，高度落差超過 1 公尺，且底部基礎有很多部分被淘刷清蝕，攔砂霸下形成 1 大深潭，可見民眾利用釣魚。

E 工區龜丹頂橋位於台南市楠西區，龜丹頂橋橋上游目測可見範圍有 2 座同溪寬的固床工橫向構造物，2 固床工中間蓄水農民抽水灌溉作物，橋下游則有 1 座，都有很高的落差高度，游泳性及攀爬性魚類都無法跨越，水域棲地多為深潭或深流，遇固床工後才有淺賴區出現，底質有大粒徑的巨石或卵礫石分布，岸邊緩流處只有小部分沉積砂石，河中零星小島長有稀疏植被，水色呈黃綠色，不混濁尚可見溪底，淺水或緩流處可見魚類棲息。

F 工區茄冬橋位於台南市楠西區，茄冬橋上游目測可見範

圍有 1 座同溪寬的固床工橫向構造物，水流緩慢，水域棲地以深潭、淺流為主，與 E 工區距離約 1 公里，棲地環境差不多。

本工程地理位置為一般區，工程範圍無重疊到法定保護區或其他重要生態敏感區，距離工區 500 公尺緩衝區內植物自然度 3 級以上之比例為 6～32% (表 5-30)，惟 A 工區緊鄰國有林事業區林班地，為蛙類重要棲地樣區(圖 5-31)。另外，本團隊於 108/10/8 生態勘查時發現工區範圍內有保育類第II級大冠鷲及保育類第III級埔里中華爬岩鰍。且根據台灣動物路死觀察網公布的資料，工程附近曾出現保育類第Ⅲ級台灣黑眉錦蛇、保育類第Ⅱ級領角鴞路殺個體(附錄五)，表示本工程範圍可能為這些物種直接相關之棲息或繁殖棲地。本工程生態敏感度初步分級結果為第一級，應進行全生命週期生態檢核作業。

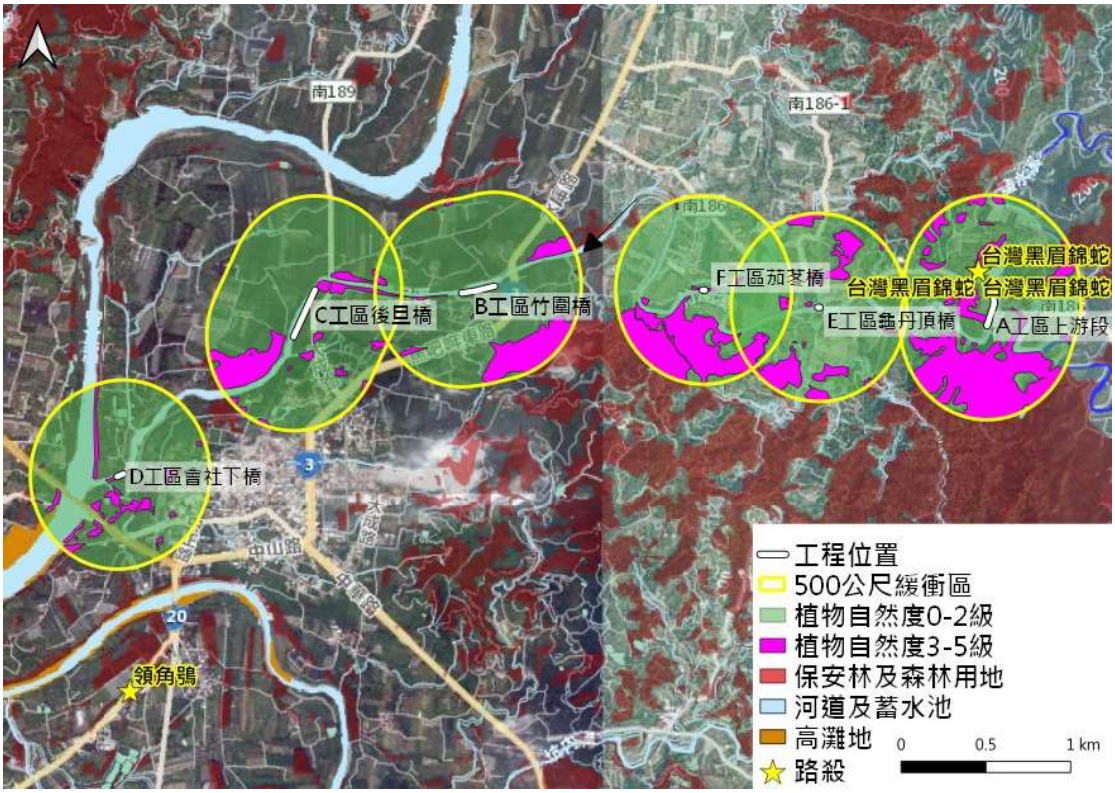


圖 5-28 後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程之大尺度工程生態情報圖

表 5-30 後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程範圍內重要棲地及生態敏感區圖層套疊及關注區域檢視結果

重要棲地及生態敏感區		楠西 A 工區	玉井 B 工區	玉井 C 工區	玉井 D 工區	楠西 E 工區	楠西 F 工區
文化資產保存法：自然保留區		否	否	否	否	否	否
國家公園法：國家公園		否	否	否	否	否	否
野生動物保育法：野生動物保護區		否	否	否	否	否	否
野生動物保育法：野生動物重要棲息環境		否	否	否	否	否	否
森林法：保安林		否	否	否	否	否	否
森林法：國有林自然保護區		是	否	否	否	否	否
濕地保育法：國家重要濕地(國際級或國家級)		否	否	否	否	否	否
濕地保育法：國家重要濕地(地方級)		否	否	否	否	否	否
IBA 重要野鳥棲地		否	否	否	否	否	否
良好自然棲地		常流水	常流水	常流水	常流水	常流水	常流水
植物自然度 3 級以上比例		32%	11%	10%	6%	14%	24%
河溪棲地評估棲地狀況等級		普通(80 分)	普通(90 分)	普通(93 分)	普通(91 分)	普通(85 分)	普通(98 分)
已知關注物種	路殺	台灣黑眉錦蛇＊＊(III)	暫無	暫無	領角鴞＊＊(II)	台灣黑眉錦蛇＊＊(III)	台灣黑眉錦蛇＊＊(III)
	勘查/調查	埔里中華爬岩鰍＊(III／NNT)					大冠鷲＊＊(II)
已知關注團體		荒野保護協會台南分會 台灣河溪網 台南社區大學					

*特有性：＊特有種、＊＊特有亞種。

*保育等級：I瀕臨絕種、II珍貴稀有、III應予保育之野生動物。／國家紅皮書類別：NCR 國家極危、NEN 國家瀕危、NVU 國家易危、NNT 國家接近受脅／IUCN 全球紅皮書類別：CR (Critically Endangered)嚴重瀕臨絕滅極危、EN (Endangered)瀕臨絕滅、VU (Vulnerable)易危、NT (Near Threatened)接近受脅、LC (Least Concern)暫無危機、DD (Data Deficient)資料缺乏、NE (Not Evaluated)未評估。

表 5-31 後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程規劃設計階段生態檢核執行項目及現場勘查狀況

執行項目	內容說明
108/10/7 設計階段說明會及現場勘查	生態團隊與設計承辦會勘，了解工程初步設計內容及 A 工區至 D 工區棲地環境記錄
108/11/8 水陸域生態調查	A 工區至 F 工區棲地環境記錄及水陸域生態調查
現場勘查狀況	
  a.楠西 A 工區上游段預定工區範圍	 b.上游鹽水溪(左)及龜丹溪(上)匯入後旦溪主流(右)之匯流口

c.楠西 E 工區龜丹頂橋預定工區範圍

d.楠西 F 工區茄冬橋預定工區範圍

e.玉井 B 工區竹圍橋預定工區範圍

f.玉井 D 工區會社下橋預定工區範圍

g.玉井 C 工區後旦橋預定工區範圍

h.後旦橋上游左岸前期石籠工程

(4) 功能性生態調查

a. 水陸域動物調查

本團隊於 108/10/7 及 108/11/8 進行陸域生態調查，主要以穿越線法沿河溪旁道路所及之處，以雙筒望遠鏡觀察沿途所目擊或聽見之物種。調查結果共記錄鳥類 24 種，其中親水性鳥類包括翠鳥科之翠鳥、鷺科之中白鷺(夏候或冬候鳥)及夜鷺、鴴科之小環頸鴴(留鳥或冬候鳥)、燕科之棕沙燕、鵝鴒科之白鵝鴒(留鳥或冬候鳥)及灰鵝鴒(冬候鳥)、鷸科之

磯鷸(冬候鳥)及青足鷸(冬候鳥)。其中大冠鷲為保育類第II級，喜築巢在闊葉林樹冠層，主要獵捕蛙、蜥、蛇及鼠；兩棲爬蟲類 2 種，為原生種中華鱉及斑龜。昆蟲類有 7 種，包括弓背細蟌、善變蜻蜓、呂宋蜻蜓、杜松蜻蜓、紫紅蜻蜓、雙標紫斑蝶、白粉蝶。另外，本團隊於 108/10/8 在楠西 A 工區上游段進行水域生態調查，本工區水深較淺，因此使用電流使魚體麻痺而暫時失去活動能力之電氣法進行採集，並可克服湍急水流(籠具不易操作)、多障礙物(巨礫、沉木、草叢)等溪流棲地。本次調查共記錄魚類 9 種，其中原生種共 8 種，分別為短臀瘋鱨、埔里中華爬岩鰍、台灣石鱲、台灣鬚鱲、高身小鰾鮈、粗首馬口鱲、斑帶吻鰕虎及南台吻鰕虎，其中埔里中華爬岩鰍為保育類第III級其喜好棲息於高溶氧的湍急水域，平貼在石頭上，以刮食藻類、捕食水生昆蟲或攝食有機碎屑之雜食性底棲魚類；蝦蟹類 2 種皆為原生種，分別為鋸齒新米蝦及粗糙沼蝦。其他工區使用目視方法勘查，發現下游段以外來種線鱧、高體高鬚魚及吳郭魚為優勢。

a.大冠鷲(II保育類)

b.翠鳥♂

c.弓背細蟌

d.善變蜻蜓♂

e.埔里中華爬岩鰍(Ⅲ保育類)

f.斑帶吻鰕虎

g.粗首馬口鱲(幼魚)

h.短臀瘋鱨

i.高身小鰾鮈

j.台灣石鱚

圖 5-29 後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程生物照片

表 5-32 後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程動物名錄

A 工區				
類群名稱	中文種名	特有性	中文種名	特有性
鳥類	大冠鷲	○(Ⅱ保育類)	灰鵫鴴	
	小環頸鴴		黃尾鴝	
	珠頸斑鳩		麻雀	
	斑文鳥		白頭翁	○
	洋燕		磯鷸	
	五色鳥	◎		
兩棲爬蟲類	斑龜		中華鱉	
昆蟲類	弓背細蟌		紫紅蜻蜓	
	善變蜻蜓	◎	雙標紫斑蝶	
	呂宋蜻蜓		白粉蝶	
	杜松蜻蜓			
魚類	短臀瘋鱨	◎	高身小鰾鮈	◎
	埔里中華爬岩鰍	◎(Ⅲ保育類)	粗首馬口鱲	◎
	吳郭魚	(外來種)	斑帶吻鰕虎	◎
	台灣石鱝	◎	南台吻鰕虎	◎
	台灣鬚鱲	◎		
甲殼類	鋸齒新米蝦		粗糙沼蝦	
B 工區				
類群名稱	中文種名	特有性	中文種名	特有性
鳥類	大冠鷲	○(Ⅱ保育類)	白頭翁	○
	灰頭鷦鶯		磯鷸	
	褐頭鷦鶯	○	斯氏繡眼	
魚類	吳郭魚	(外來種)	高體高鬚魚	(外來種)
	台灣鬚鱲	◎	粗首馬口鱲	◎
C 工區				
類群名稱	中文種名	特有性	中文種名	特有性
鳥類	小環頸鴴		洋燕	
	紅鳩		麻雀	
兩棲爬蟲類	斑龜			
魚類	線鱧	(外來種)	高體高鬚魚	(外來種)
	厚唇雙冠麗魚	(外來種)	粗首馬口鱲	◎

	吳郭魚	(外來種)		
D 工區				
類群名稱	中文種名	特有性	中文種名	特有性
鳥類	中白鷺		棕沙燕	
	小環頸鴴		黑枕藍鶲	○
	棕扇尾鶯		黃尾鴝	
	褐頭鷦鶯	○	白頭翁	○
	紅鳩		青足鷸	
	洋燕			
魚類	線鱧	(外來種)	高身小鰾鮈	◎
	吳郭魚	(外來種)	粗首馬口鱲	◎
	高體高鬚魚	(外來種)		
E 工區				
類群名稱	中文種名	特有性	中文種名	特有性
鳥類	大冠鷲	○(Ⅱ保育類)	褐頭鷦鶯	○
	翠鳥		大卷尾	○
	小白鷺		洋燕	
	夜鷺		白鶺鴒	
兩棲爬蟲類	中華鱉			
魚類	吳郭魚	(外來種)		
F 工區				
類群名稱	中文種名	特有性	中文種名	特有性
鳥類	翠鳥		小白鷺	
魚類	線鱧	(外來種)	鯊	
	厚唇雙冠麗魚	(外來種)	高體高鬚魚	(外來種)
	吳郭魚	(外來種)	鯉	

*資料來源:本計畫整理。*特有性：◎台灣特有種、○台灣特有亞種。
*保育等級：Ⅰ表示瀕臨絕種野生動物、Ⅱ表示珍貴稀有野生動物、Ⅲ表示其他應予保育之野生動物。

b. 陸域植物調查

本團隊於 108/11/8 進行植物生態勘查，本工程共記錄到 20 科 44 種，未記錄到特有種。A 工區鹽水溪與龜丹匯流口下游段主要為開闊地，主要以大花咸豐草、蒺藜草為優勢種，

工區周遭大多為果園，主要栽植檬果、破布子，工區終點處鄰近次生林，植被組成為以構樹、血桐與銀合歡等居多，B工區與C工區範圍之主要行水區內有稀疏散生的草生植被，行水區外側以象草為優勢種，離開行水區範圍則以灌木及次生喬木交雜混生；D工區環境主要為開卡蘆、象草、甜根子草等禾本科植被，次生喬木受限於水泥護岸，僅生長於護岸內區域；E工區旁為私人果園，果園旁有一大範圍竹闊葉混合林，次生喬木受限於水泥護岸，僅長於護岸之內；F工區環境植物社會組成以常見的陽性、先驅物種為主，如山黃麻、大方榕、血桐等植物種類。

表 5-33 後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程植物名錄

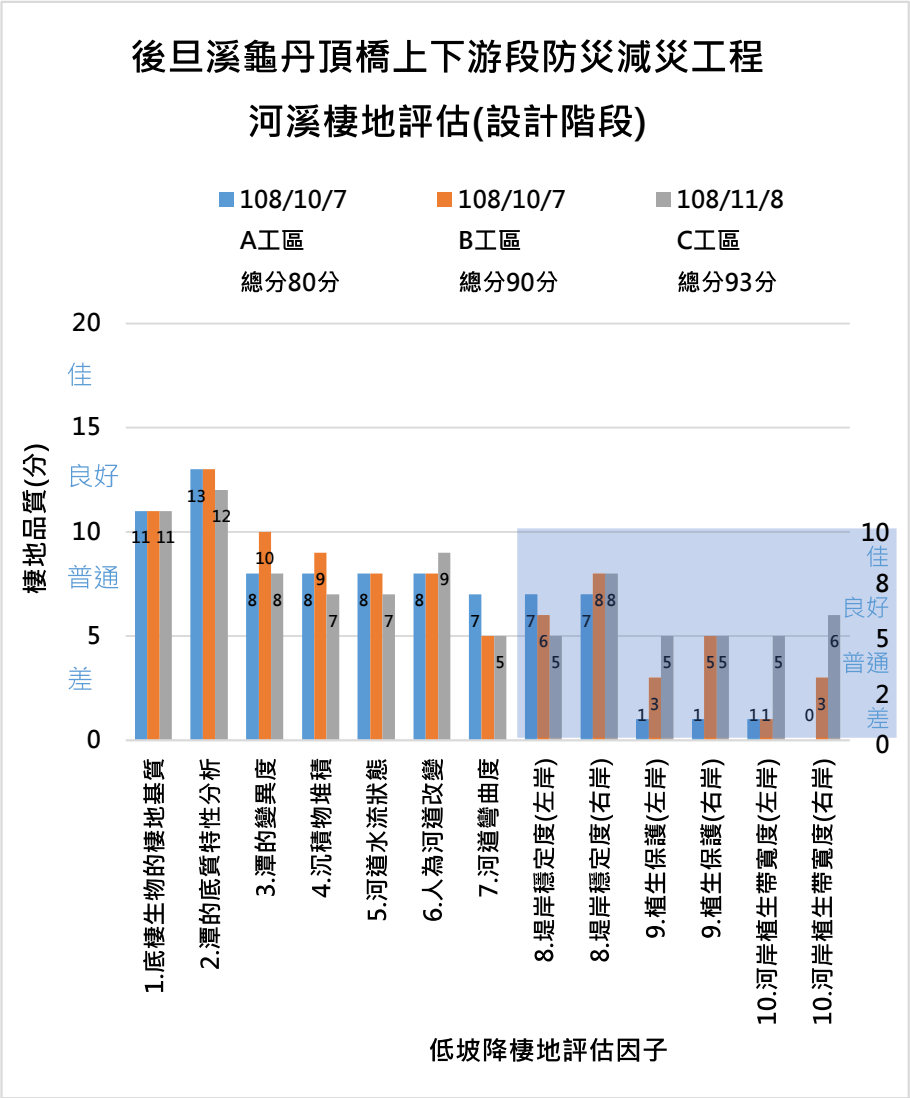
科名	中文名	A工區	B工區	C工區	D工區	E工區	F工區
木賊科	木賊	●					
海金沙科	海金沙						●
爵床科	黑眼花		●				●
莧科	毛蓮子草			●			
	青莧			●			
	青葙			●			
漆樹科	檬果		●				●
菊科	大花咸豐草	●	●		●	●	●
	小花蔓澤蘭	●			●	●	
	黃鵪菜		●				
大麻科	山黃麻			●		●	●
白花菜科	平伏莖白花菜		●				
旋花科	野牽牛		●	●			
	盒果藤		●	●			
破布子科	破布子		●			●	
莎草科	輪傘莎草					●	
大戟科	血桐	●	●	●	●	●	●
豆科	煉莢豆	●					
	山珠豆		●	●			

科名	中文名	A 工區	B 工區	C 工區	D 工區	E 工區	F 工區
	銀合歡		●	●	●		
	賽芻豆	●					
	美洲含羞草			●			
	含羞草	●					
	山葛		●	●			
	田菁			●			
錦葵科	賽葵	●					
桑科	構樹		●				
	大方榕						●
	雀榕					●	
桃金孃科	番石榴						●
西番蓮科	毛西番蓮					●	
	三角葉西番蓮						●
葉下珠科	茄冬	●					
禾本科	綠竹						●
	蒺藜草	●					
	孟仁草	●					
	龍爪茅	●		●			
	鯽魚草		●				
	大黍		●				
	象草	●	●	●	●	●	●
	蘆葦	●			●		
	甜根子草	●		●	●	●	
無患子科	倒地鈴	●					
	龍眼		●				●

(5) 河溪棲地評估

本工程範圍之後旦溪屬淺山河川，河道順山勢蜿蜒，河川型態為山區蜿蜒型，河床坡降約 0.0069 (怡興工程顧問有限公司，2012)。本團隊應用美國環境保護署「快速生物評估方法(Rapid Bioassessment Protocols, RBPs)」之低坡降棲地評估(Low Gradient Habitat Assessment)，進行設計階段(108/10/7 及 108/11/8)的物理性棲地品質評估。圖 5-30 為工程範圍之河溪棲地評估結

果，各工區整體環境皆為「普通」等級(總分小於 100 分，A 至 F 工區總分分別為 80、90、93、91、85 及 98 分。除了楠西 F 工區茄冬橋因固床工間溪水滯留而深潭較多，且右岸濱溪植被為山黃麻、大方榕、血桐等較良好之綠帶，水陸域間連續性未受混凝土護岸阻隔,故潭的變異度及右岸植生帶寬度因子評為「良好」等級。其他工區因兩岸多已有人工構造物護岸，形成水陸域間有高度落差，或兩岸土地利用為住宅或農地等植物自然度 3 級以下之環境，各項因子多為「差」至「普通」等級。



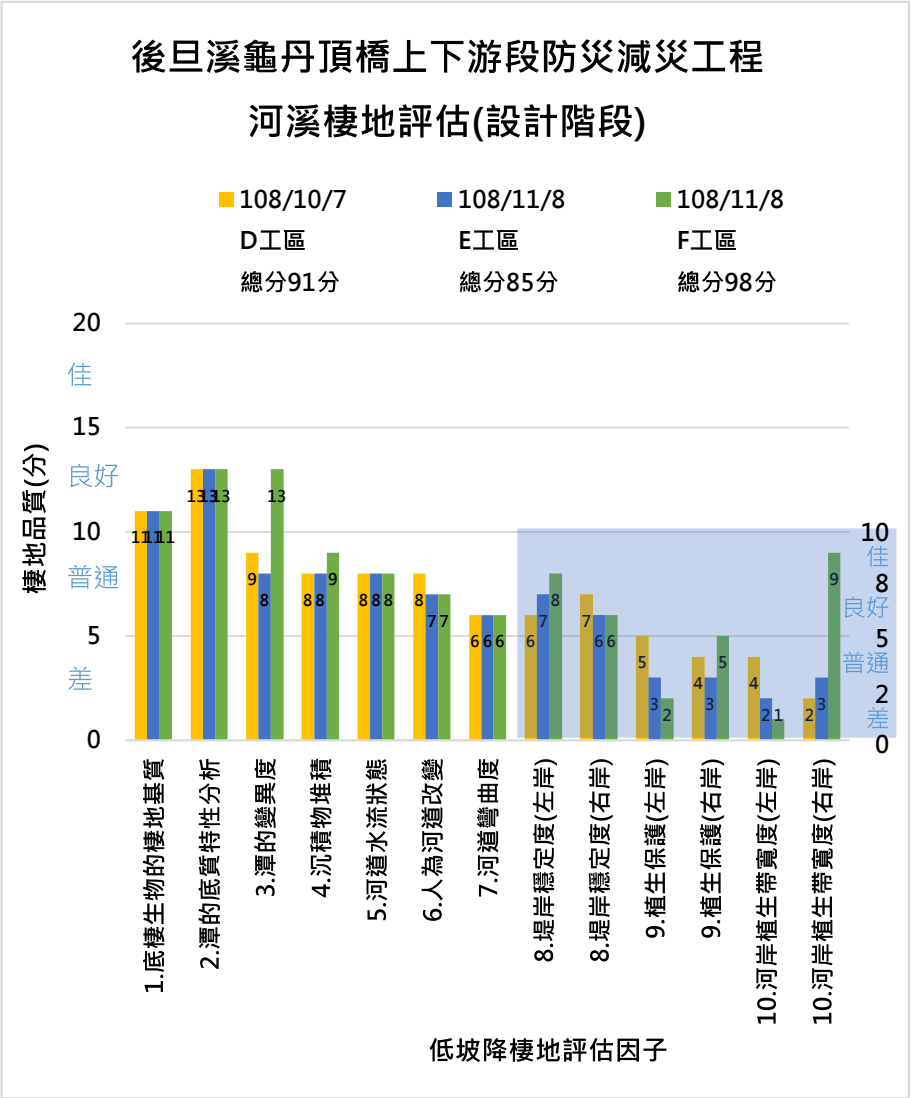


圖 5-30 後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程河溪棲地評估結果

(6) 生態保育對策

a. 環境友善建議

(a) A 工區新設 RC 護岸基腳堆置塊石使之粗糙化，避免基礎沖刷掏空，使混凝土結構損壞或河床下切。工區施工終點緊鄰一良好自然棲地，可設置至少一處平行水流之動物通道粗糙化緩坡，使動物方便取水或逃生。

(b) B、D 工區為既有護岸之改善，但基腳新設石籠及緩坡拋塊石後，仍有一段垂直擋土牆形成水陸域橫向阻隔，若有鄰近良好自然棲地，可增設至少一處平行水流之動物通道粗糙化緩坡。

(c) 迴避後旦溪河床相對較大之石岩、B 工區新舊竹圍橋間左岸林地及 D 工區下游濱溪帶植被，施工期間以圍籬、插桿或警示帶等標示保護範圍，避免施工人員或機具不必要之擾動。

(d) C、F 工區相較於傳統垂直 RC 護岸，軟性石籠護岸工法為對環境較友善之方案，但每層石籠高度 1 公尺對幼小的動物仍形成遷移屏障，需待植生自然回復後才能較無阻隔。可在每層石籠再堆疊卵石形成緩坡，增加水陸域之橫向連通性。

(e) 混凝土填補護岸掏空處時，需注意施工中機具勿擾動水體底質並設置排擋水設施或靜水池。

(f) 根據「108 年曾文溪水系支流河川環境管理規劃」，建議保留會社下橋混凝土固床工，作為曾文溪主流外來魚種進入後旦溪之屏障。未來可以分散型跌水工(如下圖)取代後旦溪中上游之混凝土固床工，避免旱季易斷流，造成原生

種魚類(如中游之台灣石鱠、台灣鬚鱲、粗首馬口鱲及上游之台灣鬚鱲、粗首馬口鱲、高身小鰾鮈、明潭吻蝦虎、斑帶吻鰕虎)僅能群聚於僅存的深潭無法上溯。

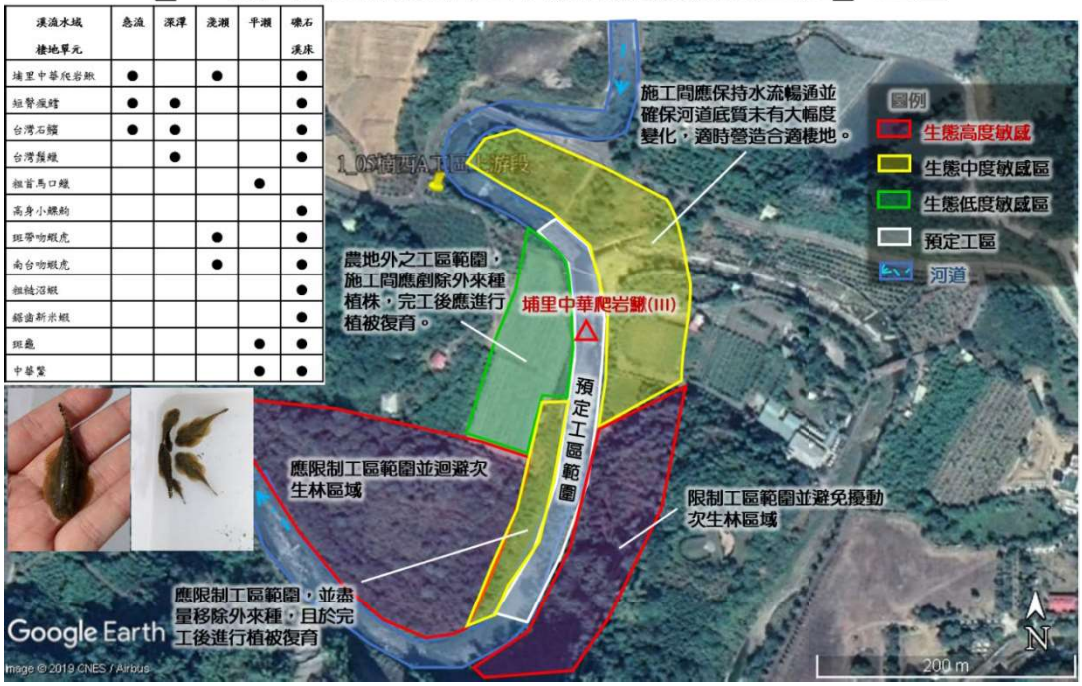
(g) 施工期間勿擾動河床、除維持基流量提供水域動物棲地需求外，並保留(或完工後營造)水域生物適合的棲地單元。

b. 工程細部設計成果

本工程之 A 工區上游段新建防洪牆，已於護岸終點設計一處平行水流之動物通道粗糙化緩坡設計，新設 RC 護岸基腳會堆置消波塊及塊石。C、F 工區石籠高度 1 公尺對幼小的動物仍形成遷移屏障部分，已設計石籠施工後若有足夠之河床料回填部分緩坡為原則，並囑咐施工廠商非必要則減少擾動河床。另外，會社下橋之混凝土固床工雖已受損仍將保留。小尺度生態關注區域圖詳見圖 5-31。

1_05.後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程_A工區

溪流水域棲地單元	急流	深潭	淺瀨	平瀨	礫石溪床
埔里中華爬岩鰍	●		●		●
短鬚瘤鱗	●	●			●
台灣石鱗	●	●			●
台灣鬚鱲		●			●
粗首馬口鱲				●	
高身小鰾鮈					●
班帶吻鰕虎			●		●
南台吻鰕虎			●		●
粗糙沼蝦					●
鋸齒新米蝦					●
斑龜				●	●
中華鱉				●	●

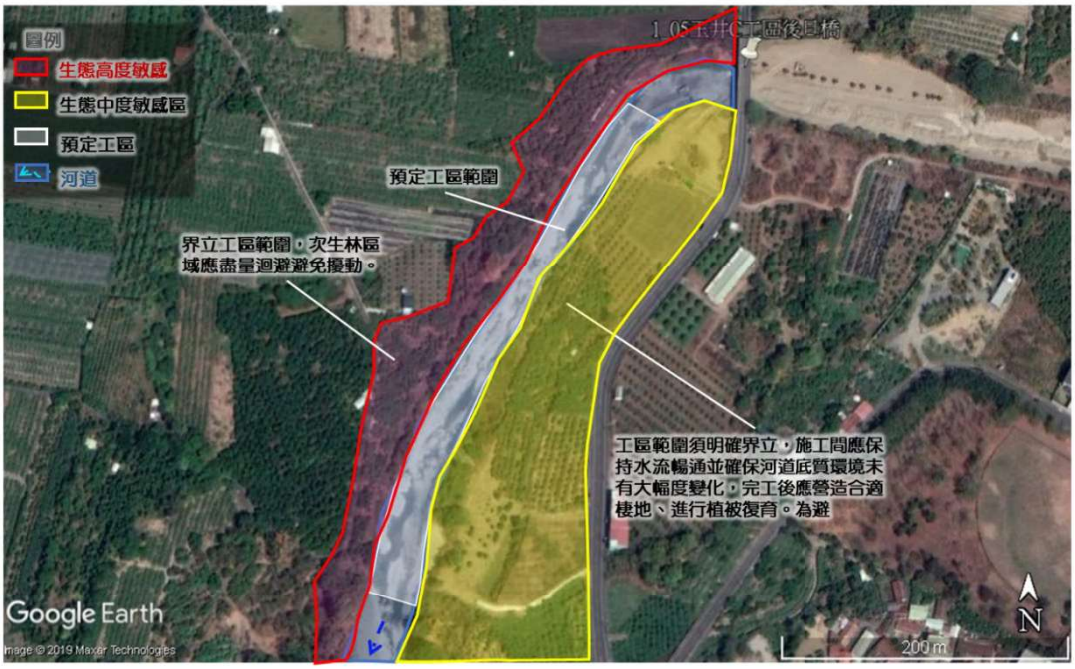


1_05.後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程_B工區

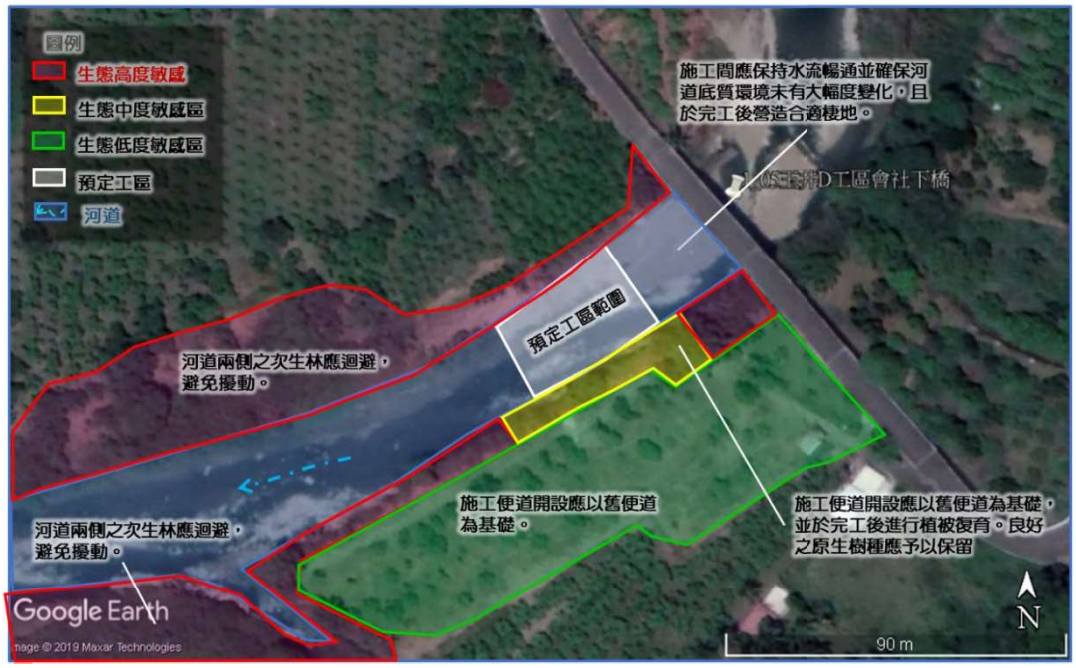
(接續下頁)

(接續上頁)

1_05.後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程_C工區



1_05.後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程_D工區



(接續下頁)

(接續上頁)

1_05.後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程_E工區

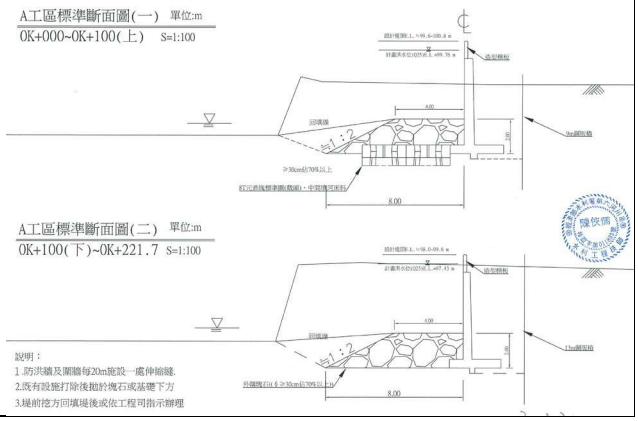
1_05.後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程_F工區

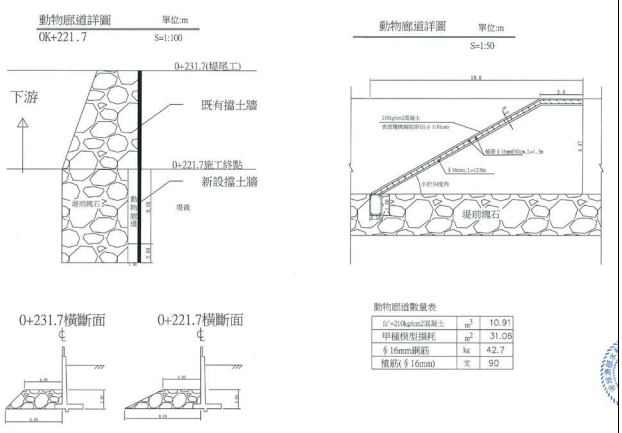
圖 5-31 後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程之小尺度生態關注區域圖

c. 訂定生態保育措施自主檢查表

本團隊訂定施工階段生態保育措施自主檢查表提供監造工務所承辦督導施工廠商自主填寫，除勾選檢查項目執行狀況外，並附上能呈現執行成果之資料或照片，應於每月 20 日連同施工進度回報工務所及生態團隊備查。

項目	項次	檢查項目	照片及說明
生態保全對象	1	工區範圍水域有許多觀測指標物種，施工時應減少河床擾動，維持基流量，保留或完工後營造多樣化水域型態以供生物利用，如急流、深潭、淺瀨、礫石灘等。	[施工前] 日期：108/10/7、11/8 生態檢核團隊拍攝 說明：保留 A 工區淺瀨及深潭，其他工區可完工後營造水域生物適合的棲地單元。
	2	迴避河床相對較大之石岩，減少不必要擾動，可作為水域生物棲息躲藏之用。	 日期：108/11/8 生態檢核團隊拍攝 說明：A 工區往下游拍攝，河床較大之石岩，建議減少不必要擾動。

	3	迴避 B 工區新舊竹圍橋間左岸林地及 D 工區下游濱溪帶植被。	 日期：108/11/8 生態檢核團隊拍攝 說明：迴避 B 工區新舊竹圍橋間左岸林地。 日期：108/10/7 生態檢核團隊拍攝 說明：D 工區往下游拍攝，迴避下游左岸濱溪帶植被。
生態保育措施	1	於 A 工區新設 RC 護岸基腳堆置消波塊及塊石。	

	2	於 A 工區終點處設置平行水流之粗糙化緩坡動物通道。	
	3	C、F 工區石籠施工後以河床料回填，形成緩坡。	 日期：108/11/8 生態檢核團隊拍攝 說明：C 工區往下游拍攝，石籠間於施工後以河床料回填，形成緩坡。 日期：108/11/8 生態檢核團隊拍攝 說明：F 工區往上游拍攝，石籠間於施工後以河床料回填，形成緩坡。

	4	保留 D 工區會社下橋上游之混凝土固床工，作為曾文溪主流外來魚種進入後旦溪之屏障。	 日期：108/11/8 生態檢核團隊拍攝 說明：D 工區會社下橋往上游拍攝，保留混凝土固床工。
	5	混凝土填補護岸掏空處時，需注意施工中機具勿擾動水體底質並設置排擋水設施或靜水池。	說明：施工期間避免大規模工程污水流入周遭水域。
	6	施工便道應以既有道路為基礎，並將路線、整備區及施工範圍標示於圖說上。施工期間應以標誌、警示帶等界立施工範圍。	說明：施工便道、整備區及施工範圍應利用既有基礎開設，並標示於圖說上。施工時，應明確界立施工範圍。

2. 施工階段

「後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程」工程期程為108/12/16－109/5/19，比預定完工日期 109/10/10 提前約 5 個月。本團隊於 108/12/18 辦理民眾參與工作坊之時(表 5-34)，進一步確認可能的施工動線及施工階段生態保全措施自主檢查表內容(生態保全對象及生態保育措施)，輔導廠商如何填寫並約定時間回報工務所及生態團隊備查。施工廠商於施工期間皆有按時填寫生態保育措施自主檢查表，並主動回報工務所及生態團隊，共計 4 次(109 年 2 月至 109 年 5 月)。本團隊歷次施工階段查驗紀錄附表詳見附錄十一。

第一次施工中(施工進度約 30%)複勘於 109/3/18 辦理，與監造工務所承辦及施工廠商進行會勘，確認工區棲地品質、生態保全對象及生態保育措施執行情形。本次會勘時 A、C、E 工區尚未施作，會勘中獲知原 A 工區設計護岸內容，因考量地主不願縮減大面積土地供河道拓寬新設護岸，**變更設計為原護岸加高約 2 公尺，原設計之動物通道因此取消**，且工程施作時不會進入河道，量體相對縮小，故 A 工區淺瀨及深潭將不會擾動。B 工區施工便道有橫跨導流溝情形，且未設置涵管，雖然乾季時河水通常會形成伏流，但本工區已挖設導流溝形成穩定細小水流，上方施工便道雖是以塊石堆疊可形成較大孔隙，但仍會阻礙體型較大之水生物通行。D 工區於乾季施作，溪水水量較少，施工廠商由下游玉豐大橋旁小路進場施作，對水域環境較無明顯擾動；現場因發現會社下橋上游固床工嚴重掏空，故加作固床工下方排設混凝土塊，且填充河床料形成無落差，有利生物縱向移動。F 工區施作時因需將外購塊石投入河道施作，故有擾動到水體，影響範圍約 45 公尺，被攪起的土石經

自然沉降後，未致下游水域濁度太高。

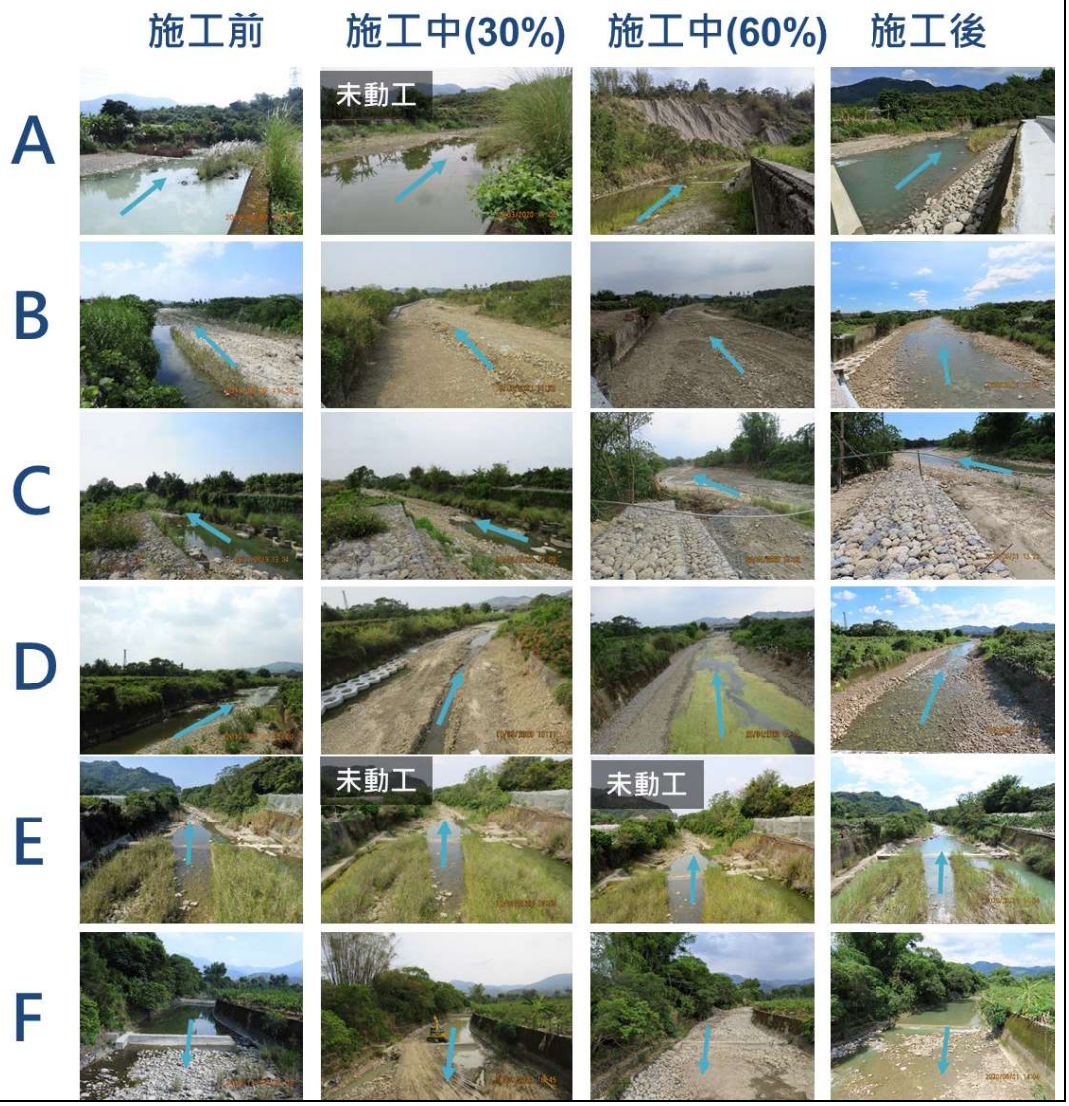
第二次施工中(施工進度約 60%)複勘於 109/4/28 辦理，本次會勘時僅餘 E 工區尚未施作，部分工區已完工或幾近完工。會勘中獲知 C 工區因部分區段已有既有擋土牆，因此石籠護岸施作長度縮減，並新增河道整理項目，工程施作時迴避既有岩盤，配合岩盤地形調整石籠施作之層數。由於本次會勘時仍為枯水期，各工區水量較前次會勘時更少，C 工區後旦橋上游呈現伏流現象(然產生伏流之原因是否為前期工程將河道打開所導致，或適逢乾季枯水期之緣故，本團隊無法釐清)。D 工區也因水量少，有明顯優養化情況。

表 5-34 後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程施工階段生態檢核執行項目及環境變動情形

執行項目	內容說明
108/12/18 施工前工作坊	邀集 NGO、設計承辦、監造工務所承辦及施工廠商，辦理民眾參與工作坊，說明工程設計內容及生態檢核辦理情形，進行意見交流(見第七章第 7.1.5.(1)點)
109/3/18 施工中複勘 (進度 31.41%)	與監造工務所承辦及施工廠商會勘，確認工區棲地品質、生態保全對象及生態保育措施執行情形
109/4/28 施工中複勘	與監造工務所承辦及施工廠商會勘，確認工區棲地品質、生態保全對象及生態保育

(進度 62.56%)	措施執行情形
109/6/1 施工後勘查	與監造工務所承辦及施工廠商會勘，確認工區棲地品質、生態保全對象及生態保育措施執行情形

環境變動情形



本工程於 109/5/19 申報完工，本團隊於 109/6/1 會同監造工務所及施工廠商辦理施工後勘查，生態保育措施執行狀況如圖 5-33。本次會勘前適逢梅雨(五月下旬)，會勘時各工區恢復連續水流，溪水清澈可見溪底，各工區既有便道已新鋪 AC 復原。本工程多數工區皆有河道整理項目，工程於乾季施作可減少工程對水域環境的影響。根據「108 年曾文溪水系支流河川環境管理規劃」，會社下橋混凝土固床工可能為外來種魚類進入曾文溪上游的屏障，然本團隊設計階段調查時上游已有紀錄許多外來種魚類。但因固床工有嚴重淘刷現象，本案新增在該固床工下游排設混凝土塊，並填充河床料形成無落差，應有利生物縱向移動，但是否會加速外來魚種擴張至更上游處，建議第六河川局可規劃後續相關監測計畫，進行研究及探討。另外，施工廠商於 F 工區之石籠堤尾處，設置緩坡化塊石護坡，緊鄰的竹林生長茂密，落葉自然堆疊於塊石護坡上，形成良好的動物通道。但本次勘查時，該處塊石護坡，多已被梅雨沖刷落入溪床，塊石已所剩無幾(圖 5-32 右)。

圖 5-32 後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程之 F 工區於梅雨季前(左圖)後(右圖)石籠堤尾緩坡化塊石護坡變化情形

A 工區施工便道利用既有道路

A 工區施工範圍限縮在已受干擾環境內(陳情地主農田)

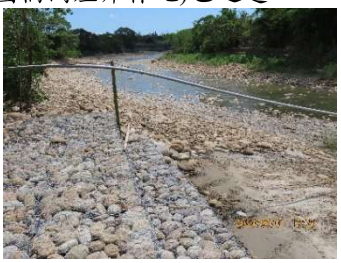
A 工區因配合陳情地主，將原新設護岸變更設計為既有護岸加高，完工後於既有護岸基腳堆置塊石保護，未干擾水域淺瀨及深潭等多樣棲地型態

B 工區新闢施工便道復原，未阻礙水流

B 工區生態保全對象(新、舊竹圍橋間左岸林地)已迴避

C 工區施工便道利用既有道路且完工後已新鋪 AC 復原

C 工區採通透性高的石籠護岸設計



C 工區堤頭堤尾緩坡化塊石護坡

D 工區下游濱溪帶植被未擾動

D 工區固床工下游排設混凝土塊防止下刷，且填充河床料無落差

E 工區既有護岸淘刷處以混凝土及砌石修補情形

E 工區無新闢施工便道且未影響原本水陸域環境

F 工區採通透性高的石籠護岸設計，溪底拋石增加底質

梅雨季後 F 工區堤尾緩坡化塊石護坡所剩無幾

F 工區施工便道利用既有道路且完工後已新鋪 RC 復原

圖 5-33 後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程施工後生態保育措施執行狀況

3. 維護管理階段

(1) 生態監測追蹤結果

本案擬定觀測指標為埔里中華爬岩鰍(表 3-4)，本團隊於 109/7/6 進行完工後水域生態監測，針對觀測指標物種之習性，選定 A 工區(位本案最上游，且工程對水域環境影響最小)及 C 工區(位下游，有進行河道整理工程區段)之瀨區進行電氣法調查。本次溼季調查屬於典型夏季氣候型態，常有午後雷陣雨，本團隊是在上午進行水域生態調查，但接近中午仍有對流雨發生。結果發現 A 工區調查紀錄魚類 5 種以及蝦類 1 種，其中蟾鬍鯰為外來種；C 工區為 4 種魚類，其中 1 種為外來種高體高鬚魚(表 5-35)。以 A 工區為例，相較於施工前所調查到 9 種魚類、2 種蝦類，完工後則紀錄 5 種魚類、1 種蝦類，物種數下降，可能是季節差異及調查當日天候情形影響採樣所致。A 工區上游段因既有護岸加高工程施作時未擾動水域，完工後仍有調查到保育類埔里中華爬岩鰍。C 工區的水域棲地型態於設計階段時為平緩的淺流及淺潭，所調查到的魚類亦為喜愛河川的中、下游及溝渠中水流較緩的潭區或平瀨的種類。C 工區施工期間雖有河道整理項目，但工程集中在乾季施作，完工後仍為淺流為主的水域棲地型態，本團隊於工區內零星出現的瀨區調查，亦有發現埔里中華爬岩鰍和鰕虎等棲息利用，顯示本案工程的干擾尚未造成河川生態環境損害，可靠自然過程使環境回復到初始狀態。另外，C 工區完工後外來種數量也較施工前少，可能與河道整理後導致外來種魚類移往深水域，因此未調查到。在棲地類型上，工程未干擾的區域，溪流棲地類型皆維持原樣，而受到工程影響的區域，棲地類型有明顯的減少。

表 5-35 後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程施工前及完工後生態調查物種比較

A 工區				
類群名稱	中文種名	特有性	施工前	完工後
魚類	埔里中華爬岩鰍	◎(Ⅲ保育類)	●	●
	台灣石鱚	◎	●	
	台灣鬚鱲	◎	●	
	粗首馬口鱲	◎	●	●
	高身小鰾鮈	◎	●	
	斑帶吻鰕虎	◎	●	
	南台吻鰕虎	◎	●	●
	極樂吻蝦虎			●
	蟾鬍鯰	(外來種)		●
	短臀瘋鱨	◎	●	
	吳郭魚	(外來種)	●	
甲殼類	鋸齒新米蝦		●	
	粗糙沼蝦		●	●
C 工區				
類群名稱	中文種名	特有性	施工前	完工後
魚類	埔里中華爬岩鰍	◎(Ⅲ保育類)		●
	粗首馬口鱲	◎	●	●
	極樂吻蝦虎			●
	厚唇雙冠麗魚	(外來種)	●	
	吳郭魚	(外來種)	●	
	高體高鬚魚	(外來種)	●	●
	線鱧	(外來種)	●	

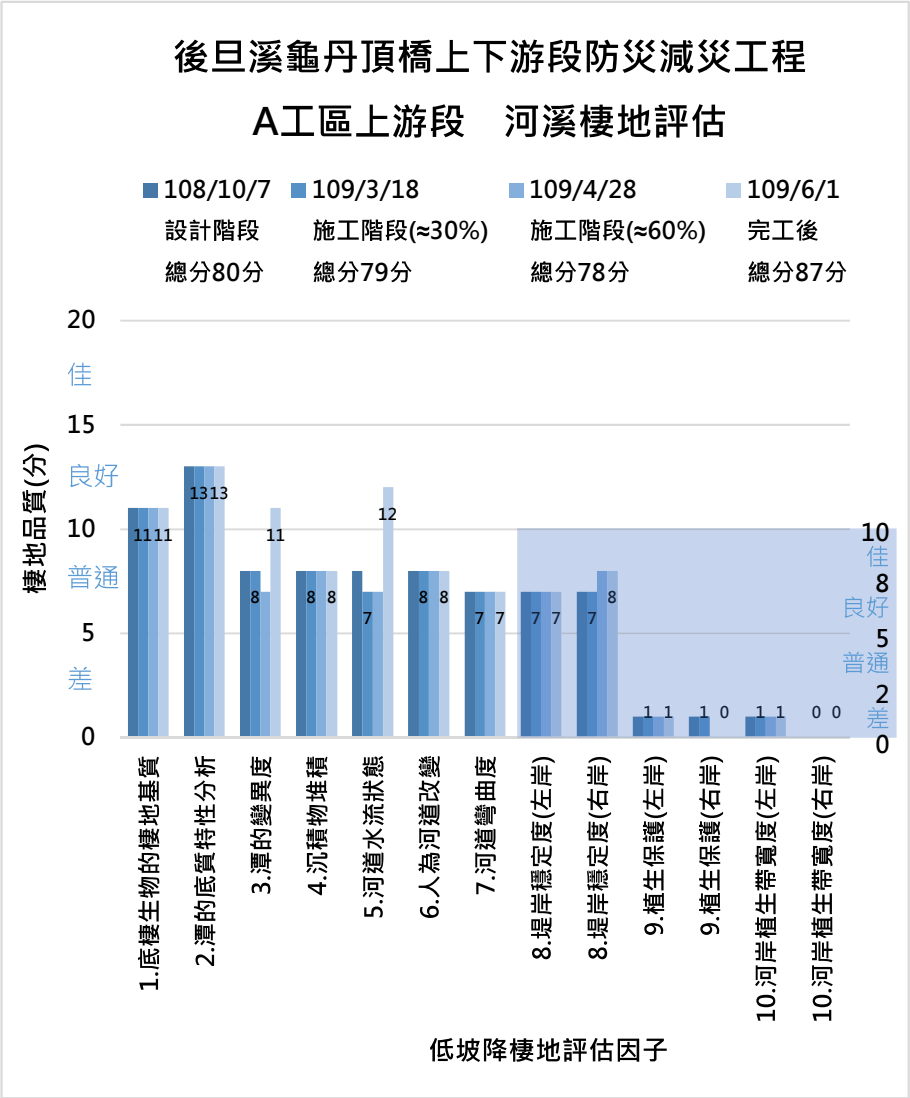
*資料來源:本計畫整理。*特有性：◎台灣特有種、○台灣特有亞種。
*保育等級：Ⅰ表示瀕臨絕種野生動物、Ⅱ表示珍貴稀有野生動物、Ⅲ表示其他應予保育之野生動物。

(2) 完工後生態保育措施短期成效

本團隊以「河溪棲地評估指標」評估溪流物理性棲地品質(圖 5-34)。本案完工後因溼季水量較多，水域環境因子(如潭的變異度、河道水流狀態)評分皆有提升為「良好」等級。A 工區及 E 工區因工程未擾動水域環境且陸域棲地僅邊緣植被被影響或幾無影響，故施工前、中、後的評分差異不大。其他工區施

工中底棲環境、河道水流狀態、人為河道改變有受工程施作影響評分略微下降，不過完工後分數皆有回復，例如：有進行河道整理或溪底拋石的 B、D、F 工區，施工期間的底棲環境因子評分降低；但在完工後，覆蓋在河床礫石上的細小土沙，經過自然營力攜至下游他處堆積，故沉積物堆積因子提升至「良好」等級。C 工區為新設石籠護岸，堤岸植被因子評分則大為降低。大多數工區完工後整體環境仍為「普通」等級(總分 87－93 分)，而 D、F 工區(總分皆 101 分)則上升至「良好」等級。

進一步於完工後至少 1 個月以「生態檢核生態效益短期評估法」(觀察家生態顧問有限公司，2013)來評估棲地保留干擾後回復能力。本案雖然已儘量於乾季施作，減少水域棲地的擾動，經評估(1)棲地保護及復育、(2)構造物影響及(3)施工保護共 9 個項目之平均分數為 2.36 分，介於「佳(3 分)」於「普通(2 分)」等級之間，顯示施工過程對生態具有一定的衝擊(表 5-36)。建議未來後旦溪防災減災工程，可加入加速棲地復育及水陸域廊道橫向連結之設計，本團隊於 E 工區訪談在地居民時，得知龜丹頂橋下游右岸，底下的石籠護岸經過了二十多年，才回復成現況林相良好的植被樣貌。故工程設計應考量完工後植生補償，可請林務局配合提供適合的原生種苗木和種子，於堤後公有地進行植生復育，也可減少外來入侵種植物拓殖擴張。



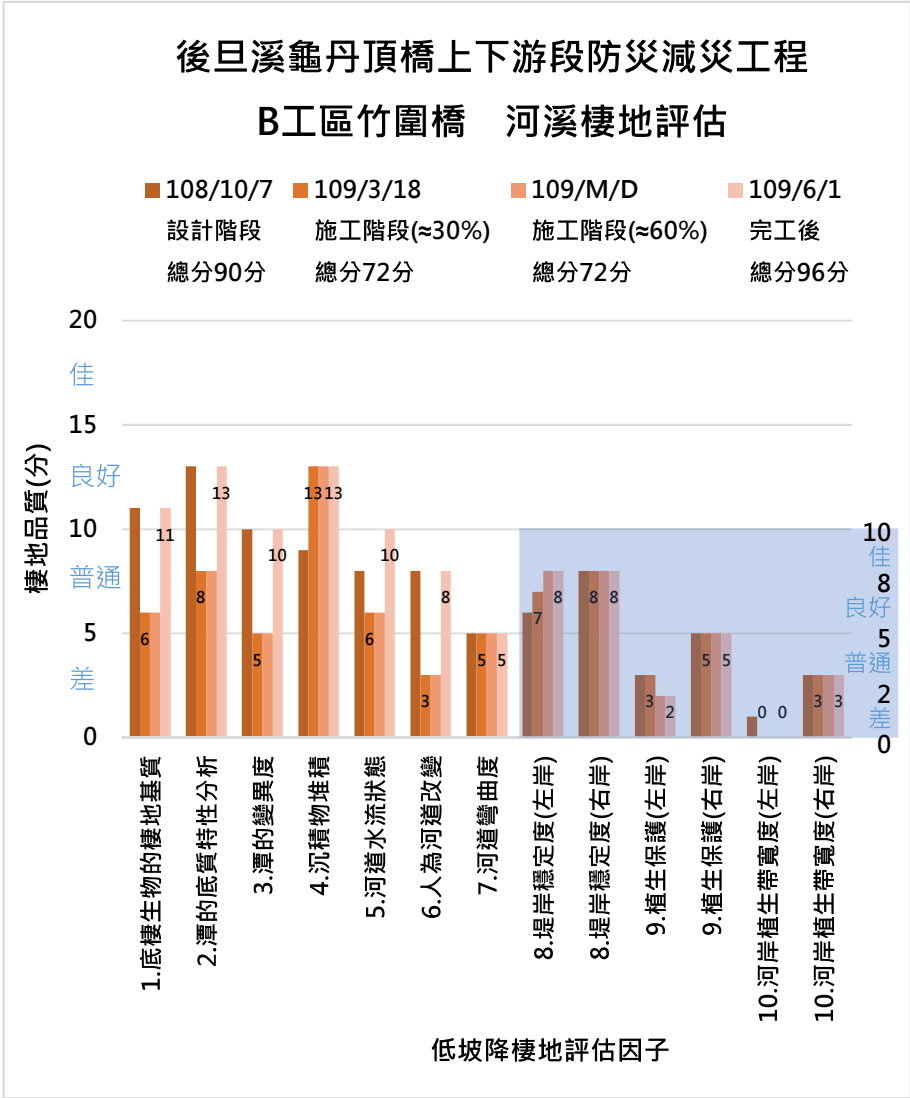
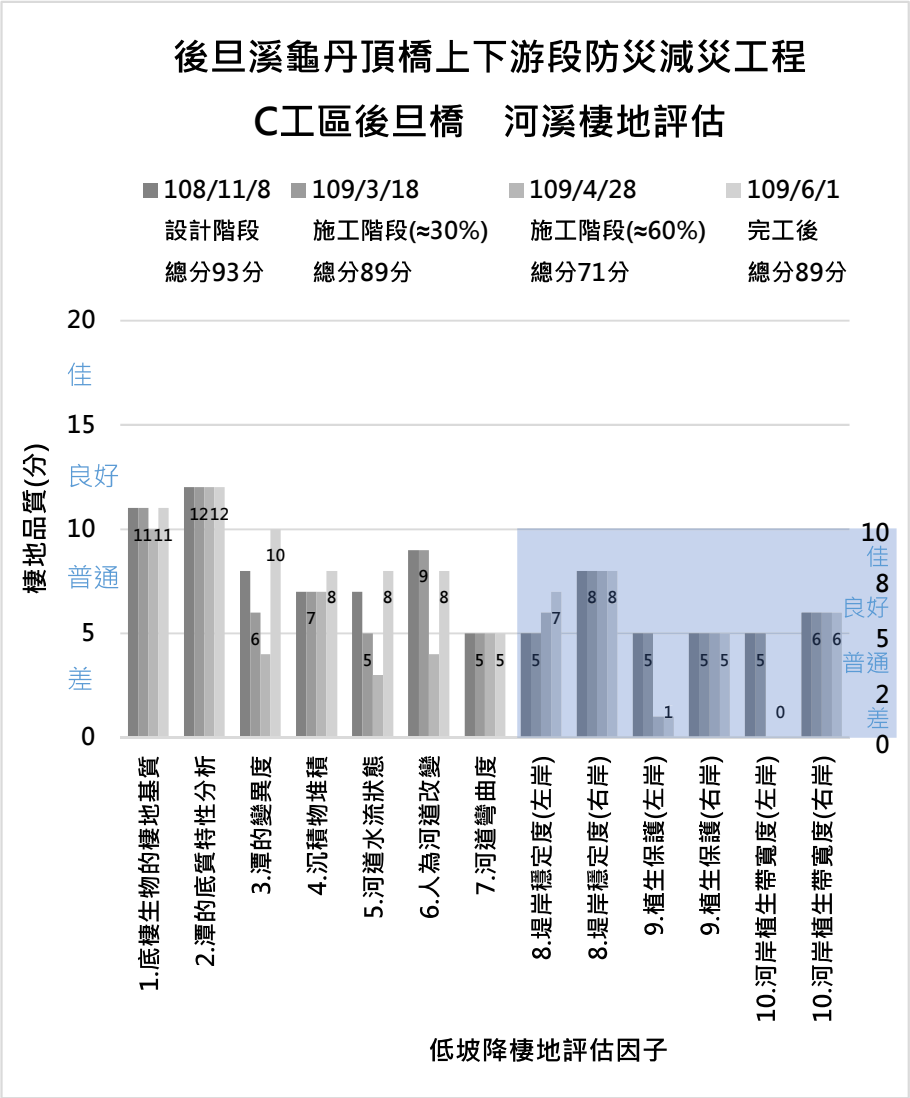


圖 5-34 後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程之溪流物理性棲地品質評估


後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程
C工區後旦橋　河溪棲地評估
108/11/8 設計階段 總分93分
109/3/18 施工階段(≈30%) 總分89分
109/4/28 施工階段(≈60%) 總分71分
109/6/1 完工後 總分89分
棲地品質(分)
佳
良好
普通
差
1.底棲生物的棲地基質
2.潭的底質特性分析
3.潭的變異度
4.沉積物堆積
5.河道水流狀態
6.人為河道改變
7.河道彎曲度
8.堤岸穩定度(左岸)
8.堤岸穩定度(右岸)
9.植生保護(左岸)
9.植生保護(右岸)
10.河岸植生帶寬度(左岸)
10.河岸植生帶寬度(右岸)
低坡降棲地評估因子

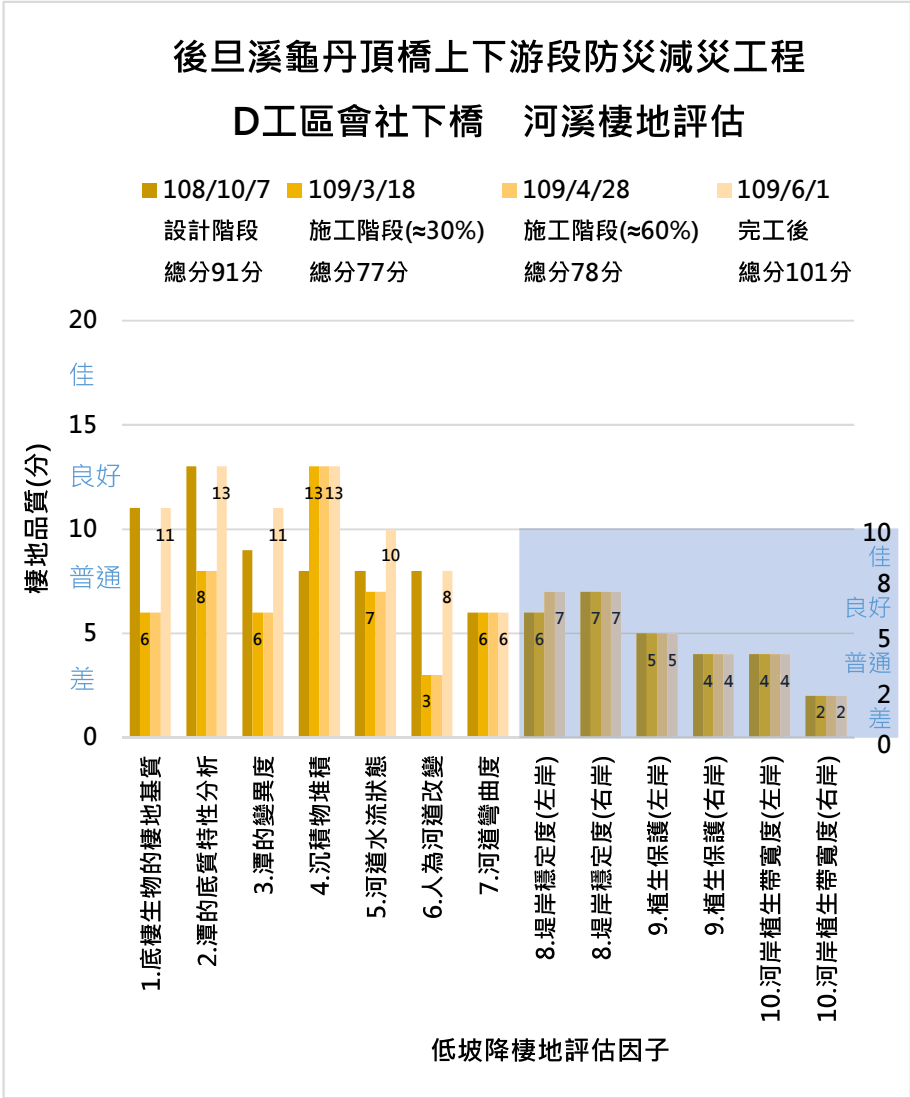
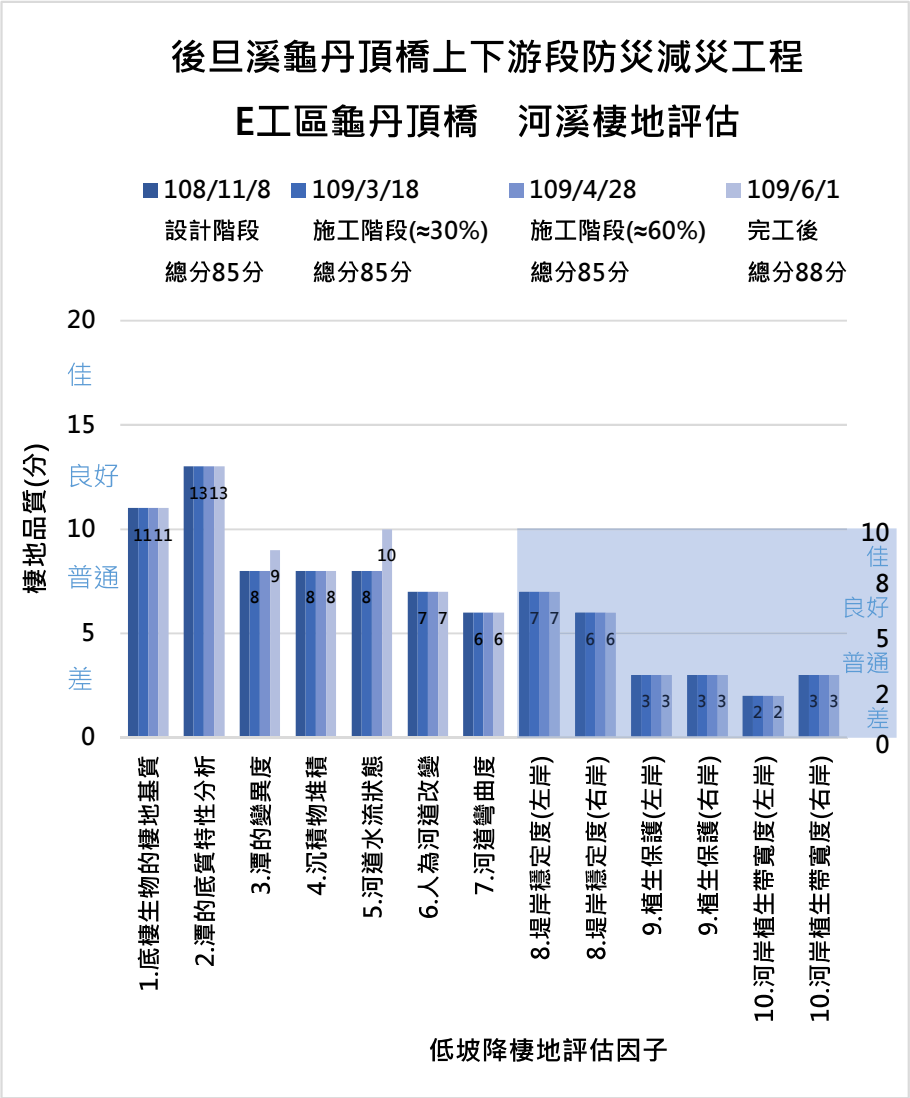

後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程
D工區會社下橋　河溪棲地評估
108/10/7 設計階段 總分91分
109/3/18 施工階段(≈30%) 總分77分
109/4/28 施工階段(≈60%) 總分78分
109/6/1 完工後 總分101分
棲地品質(分)
佳
良好
普通
差
1.底棲生物的棲地基質
2.潭的底質特性分析
3.潭的變異度
4.沉積物堆積
5.河道水流狀態
6.人為河道改變
7.河道彎曲度
8.堤岸穩定度(左岸)
8.堤岸穩定度(右岸)
9.植生保護(左岸)
9.植生保護(右岸)
10.河岸植生帶寬度(左岸)
10.河岸植生帶寬度(右岸)
低坡降棲地評估因子

圖 5-34 (續)


後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程
E工區龜丹頂橋　河溪棲地評估
108/11/8 設計階段 總分85分
109/3/18 施工階段(≈30%) 總分85分
109/4/28 施工階段(≈60%) 總分85分
109/6/1 完工後 總分88分
棲地品質(分)
20
15
10
5
0
佳
良好
普通
差
1.底棲生物的棲地基質
2.潭的底質特性分析
3.潭的變異度
4.沉積物堆積
5.河道水流狀態
6.人為河道改變
7.河道彎曲度
8.堤岸穩定度(左岸)
8.堤岸穩定度(右岸)
9.植生保護(左岸)
9.植生保護(右岸)
10.河岸植生帶寬度(左岸)
10.河岸植生帶寬度(右岸)
低坡降棲地評估因子

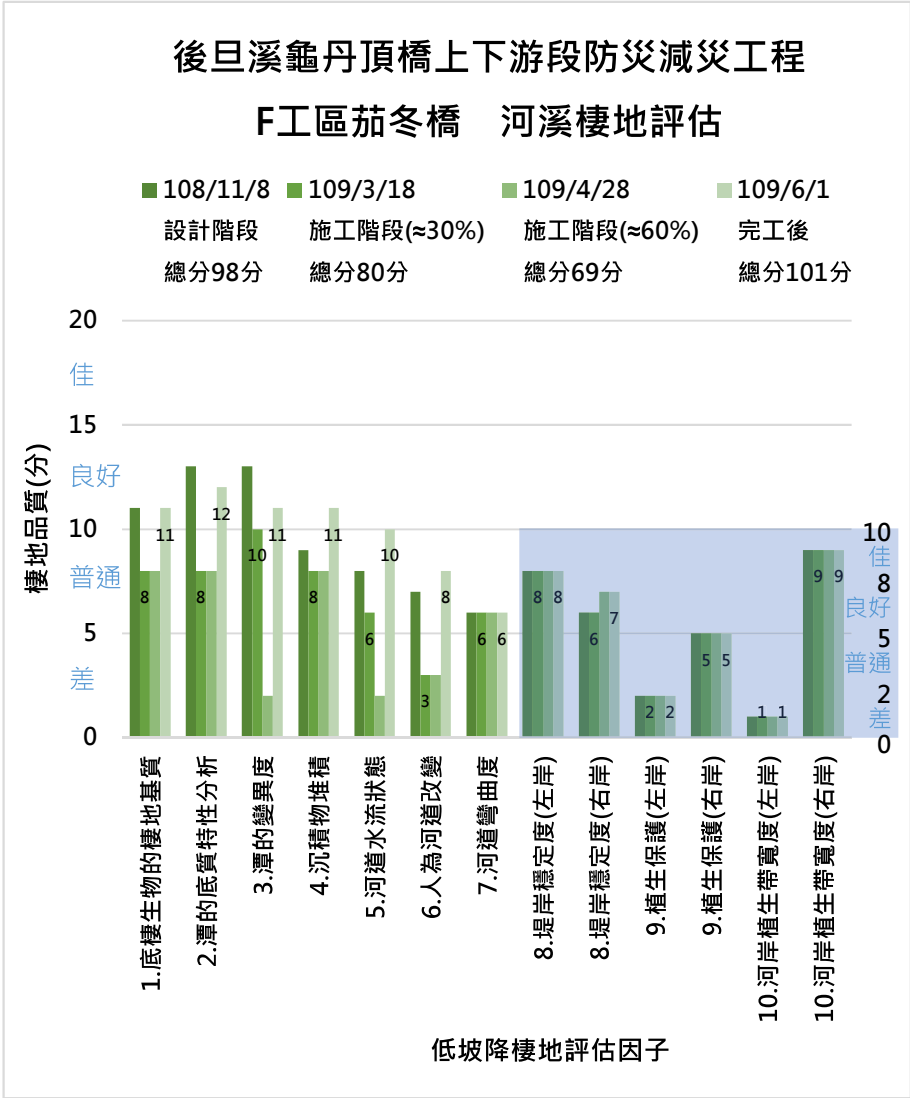

後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程
F工區茄冬橋　河溪棲地評估
108/11/8 設計階段 總分98分
109/3/18 施工階段(≈30%) 總分80分
109/4/28 施工階段(≈60%) 總分69分
109/6/1 完工後 總分101分
棲地品質(分)
20
15
10
5
0
佳
良好
普通
差
1.底棲生物的棲地基質
2.潭的底質特性分析
3.潭的變異度
4.沉積物堆積
5.河道水流狀態
6.人為河道改變
7.河道彎曲度
8.堤岸穩定度(左岸)
8.堤岸穩定度(右岸)
9.植生保護(左岸)
9.植生保護(右岸)
10.河岸植生帶寬度(左岸)
10.河岸植生帶寬度(右岸)
低坡降棲地評估因子

圖 5-34 (續)

表 5-36 後旦溪龜丹頂橋上下游段防災減災工程之生態效益短期評估結果

編號	評估項目	評估內容	評估標準
1.棲地保護及復育			
1.1	陸域棲地完整性/大樹或母樹保護	僅邊緣植被被影響(地形地貌改變最小方案)，且有迴避生態團隊建議之 B 工區林地及 D 工區下游濱溪帶	佳(3 分)
1.2	水域棲地完整性	A、E 工區低於 1/3 溪床受工程干擾，其他工區內 1/3 至 2/3 的溪床受工程干擾(河道整理)	尚可(2.3 分)
1.3	棲地復育	無相關計畫	不佳(1 分)
2.構造物影響：生物阻隔			
2.1	水陸域廊道橫向連結	除 C、F 工區為石籠護岸新設與修補，其他工區已有既有擋土牆	不佳(1 分)
2.2	水域廊道縱向連結	工程無新建橫向構造物，D 工區既有固床工下方排設混凝土塊保護，並形成無落差	佳(3 分)
2.3	是否維持常流水	維持常流水	佳(3 分)
3.施工保護			
3.1	陸域施工保護	施工時未干擾生態保全對象(B 工區林地及 D 工區下游濱溪帶)	佳(3 分)
3.2	水域施工保護	工程於乾季施作，且有設置導流溝	尚可(2 分)
3.3	保護標的物種	A 工區無擾動水域	佳(3 分)
		(平均)	(2.36 分)

5.6 菜寮溪平陽橋段防災減災工程(第一批)

1. 規劃設計階段

(1) 工程概要及生態保育原則蒐集

「菜寮溪平陽橋段防災減災工程」工程範圍包括台南市山上區、左鎮區及南化區曾文溪支流菜寮溪溪段。「菜寮溪治理沿岸生態文化產業資源整體發展研究」及「曾文溪河川情勢調查總報告」指出，菜寮溪因地屬泥岩性質，其溪溝坑谷特多，縱橫向之沖刷劇烈且泥岩之流失量大，河岸保護應採用箱籠或布袋模席墊護岸等泥岩區適用之生態工法(賴泉基，2000；黎明工程顧問股份有限公司，2006)。

本工程南化一、二工區為位於菜寮溪上游段，皆為居民私有用地(為凸岸)因遭溪水沖刷崩塌，採緩坡化塊石砌基，上堆置石籠之工法進行護岸改善。左鎮三工區及山上四工區為位於菜寮溪下游段，以混凝土塊亂拋工程進行穩固邊坡。工程施作長度為南化一工區玉南一號橋之下游左岸，長 325 公尺、南化二工區位於大溪州橋下游之右岸，長 189 公尺、左鎮三工區位於無名橋上游之左岸，長 70 公尺、山上四工區位於平陽橋下游之右岸、長 200 公尺。透過上述護岸加強、改善及穩定深漕河道與灘地等保護工程，期能保護工區周遭約 3 公頃之土地，免於河水沖刷流失。

(2) 棲地生態資料蒐集

根據「曾文溪河系河川情勢調查總報告(2006)」之埔羌坑大橋樣站(位三、四工區之間)狀況，共調查記錄 5 種魚類，為鱰、吳郭魚、高體高鬚魚、鯽及短吻紅斑吻鰕虎。玉南三號橋樣站(近一、二工區)狀況，調查記錄 3 種特有種魚類，為粗首馬口