

# 台九甲線 6k+896 下龜山橋 P3-P6 橋基裸露及鋼筋裸露 檢測評估分析及保固修復工程 (二)

王韻瑾\*

## 參、檢測評估分析及維修

### 一、河床等位線測繪

就下龜山橋河床測量範圍以橋樑中心線上下游各 50 公尺內，共測繪五條河床斷面線（如圖 3-1），測繪方式採潛水伏直接水中量測，其方式為：(1)於河道兩岸測釘橫斷面位置，並由已知之高程點（如橋墩基礎頂部或河川局之斷面樁）量測當時水面高程(2)水深較深處（橋址上游）由船伏駕駛竹筏或橡皮艇，岸邊人員依測釘斷面位置以無線電指示行駛方向，由船上之工程司或潛水伏定點放置鉛錘量測水深並紀錄之；水深較淺處由潛水伏以救生圈輔助直接涉水量測水深並紀錄之(3)完成水深資料蒐集後，再換算河床高程。測量成果如圖 3-2~3-6。由於下龜山橋位於南勢溪與北勢溪河谷交會處，該處河道寬度增加、坡度減緩，且本橋下游設置攔河堰，使河床高程愈接近攔河堰處淤積愈高，造成下龜山橋址附近上游之河床高程較下游側低之現象，與一般河川之情形略有不同。針對河床檢測結果作評估分析如下：

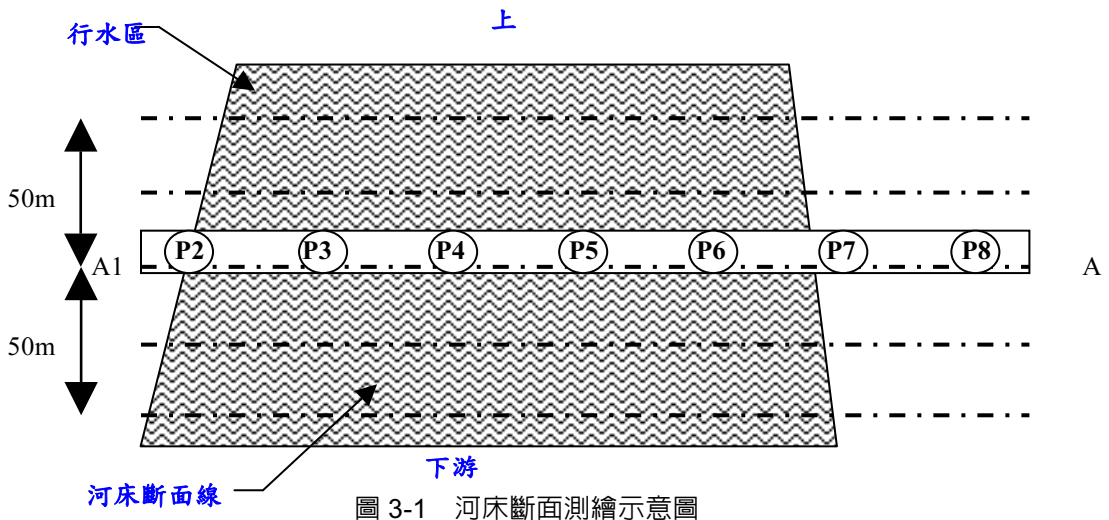


圖 3-1 河床斷面測繪示意圖

\*公路總局第一區養護工程處 中和工務段副工程司兼副段長

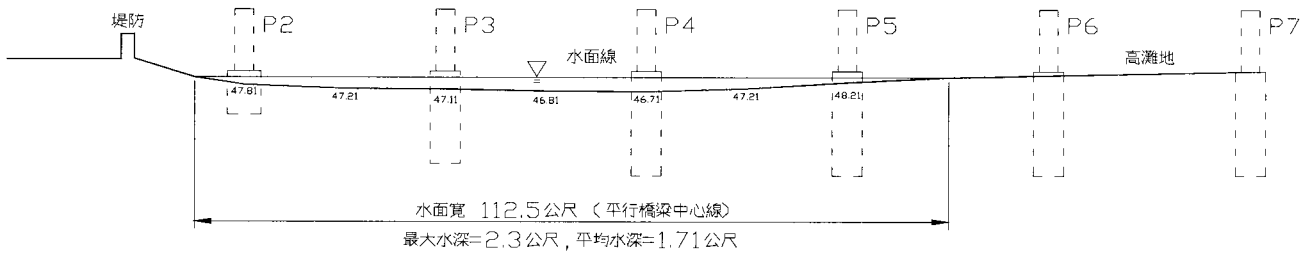


圖 3-2 橋梁中心線上游 50 公尺河床斷面圖 (水平 : 垂直=1 : 1)

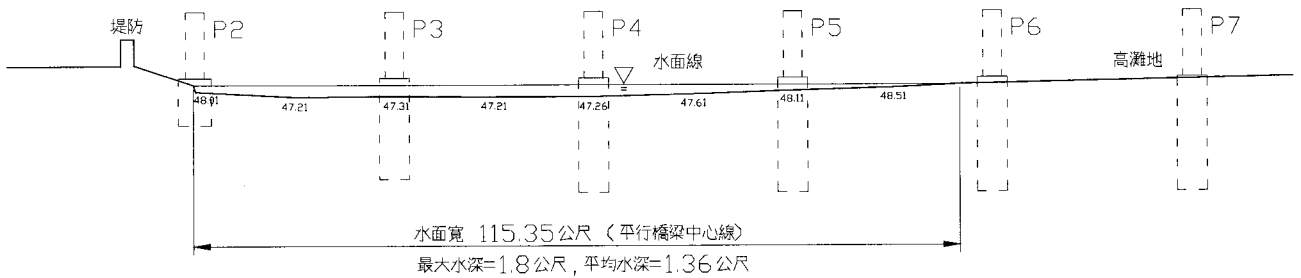


圖 3-3 橋梁中心線上游 25 公尺河床斷面圖 (水平 : 垂直=1 : 1)

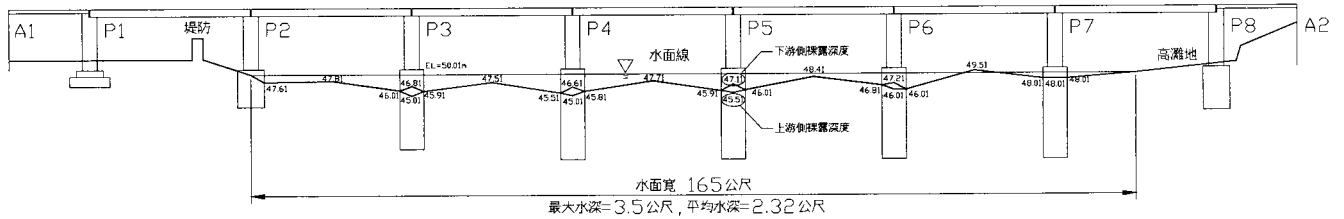


圖 3-4 橋墩中心線河床高程斷面圖 (水平 : 垂直=1 : 1)

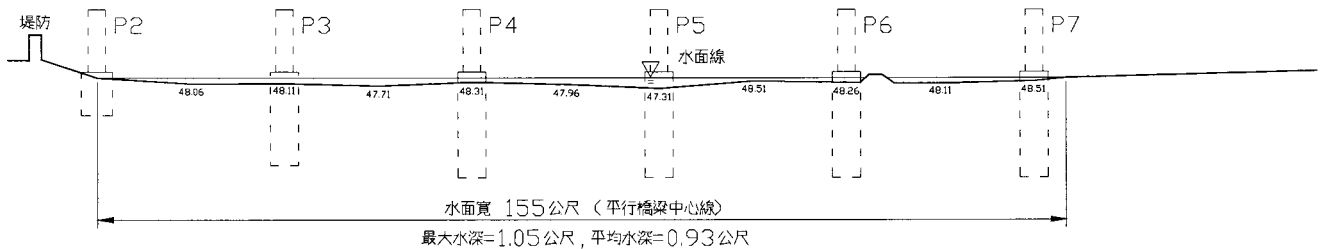


圖 3-5 橋梁中心線下游 25 公尺河床斷面圖 (水平 : 垂直=1 : 1)

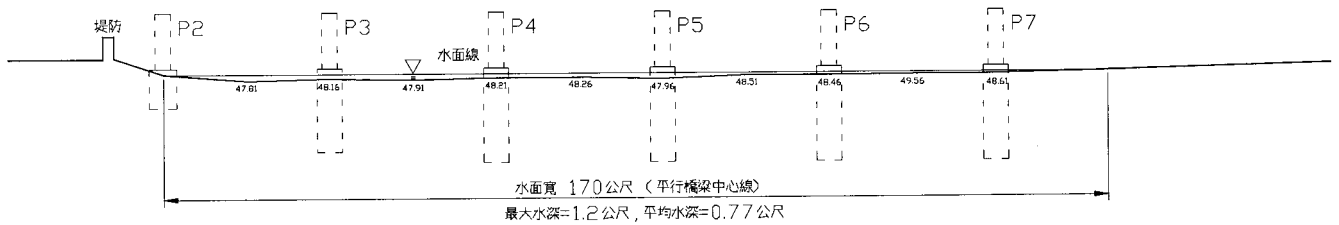


圖 3-6 橋梁中心線下游 50 公尺河床斷面圖（水平：垂直=1：1）

1. 由河床檢測結果：P2 沉箱裸露部份只有右側 2.4 公尺，其餘 P3~P6 沉箱上游裸露深度較下游為深，上下游差距平均差約為 1.55 公尺，P3~P6 沉箱附近有局部沖刷之現象（馬蹄渦）。

表 3-1 沉箱基礎裸露深度表

編號 位置	P2	P3	P4	P5	P6
上游側	-	5.0	5.0	4.5	4.0
左側	-	4.0	4.5	4.1	3.2
右側	2.4	4.1	4.2	4.0	4.0
下游側	-	3.2	3.4	2.9	2.8

單位：公尺

2. 由河床檢測結果：橋樑中心線上、下游各 50 公尺範圍內之河床曲線趨勢為平緩，上游高程約為 46.71~48.51 公尺之間，下游高程約為 47.31~49.56 公尺之間，資料顯示此段河床高程有向下游漸趨增加之現象。

表 3-2 橋樑中心線上、下游河床平均高程表

量測位置	上游 50 公尺	上游 25 公尺	下游 25 公尺	下游 50 公尺
河床平均高程	47.3	47.65	48.09	48.35

單位：公尺

## 二、水中基礎檢測及分析

就下龜山橋基礎裸露及沉箱鋼筋裸露部份作檢測，因 P2~P6 皆位於水中，必需由專業潛水人員負責，潛水人員均需具備相關技術士證照（為行政院勞委會乙級或丙級潛水技術士），備齊膠筏及相關水中測量工具（包含五公尺箱尺、水尺鉛錘、無線電、水中紀錄本、潛水衣等）進行水中目視檢測及劣化部份攝影，現場作業結束後彙整資料繪製示意圖後再進行評估分析。

1. 檢測結果：水中沉箱基礎檢測分為四區，如圖 3-7，檢測結果如表 3-3~3-6。

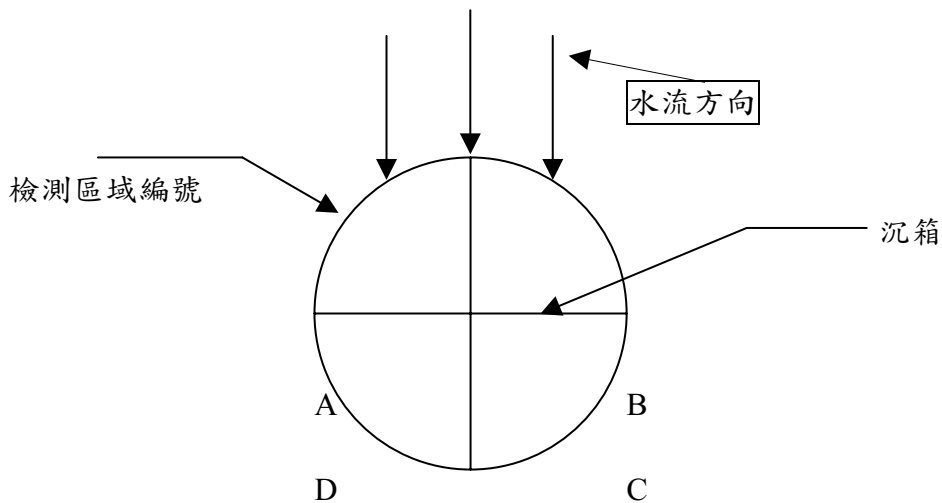


圖 3-7 沉箱檢測示意圖

## 2. 評估分析

水中基礎檢測結果，P2 基礎並無混凝土剝落及鋼筋外露之情形，P3~P6 基礎經目視檢測發現有混凝土剝落及鋼筋外露之情形（P2 基礎裸露深度為 2.4 公尺，P3~P6 基礎裸露深度如表 3-1）。混凝土剝落之面積由 0.054 平方公尺~3.5 平方公尺大小不等，剝落深度範圍為 0.06 公尺~0.4 公尺，其中亦有鋼筋外露之情形，由檢測照片中顯示（照片 3-1~3-4），外露之鋼筋已有部份腐蝕之現象。另由水中檢測成果，P3~P6 基礎上游側裸露深度較下游側深，基礎周圍河床又較兩基礎間之河床為深，因此基礎有局部沖刷情形。

初步目視檢測上部結構完好，橋面板無明顯破損且欄杆及伸縮縫亦無位移，水中沉箱基礎檢測結果屬於局部材料受損並非結構性之破壞。

## 三、維修補強建議

依據檢測結果及評估分析，本橋位於行水區之 P2~P6 沉箱基礎裸露且 P3~P6 沉箱基礎混凝土剝落並有鋼筋裸露之情形，必需對沉箱基礎鋼筋裸露之橋墩進行修復工程，在鋼板與沉箱中間灌入水中無收縮水泥砂漿，除增加保護層厚度並防止裸露之鋼筋繼續惡化鏽蝕及修復原沉箱混凝土剝落，進而達到保固修復的功能。採用鋼板包覆係希望可以有效避免漂流物或河床礫石直接撞擊沉箱造成損害，並防止沉箱基礎鋼筋再度裸露受損。

## 肆、一維水理評估分析

一、依據經濟部頒佈『跨河建造物設置審核要點』第五條第（六）項規定如符合則免附水理演算分析：(1)橋墩距橋台及各墩間中心距大於四十公尺者(2)河寬在五十公尺以下，未落墩者(3)河寬超過五十公尺且在一百公尺以下，僅落一墩者或因落一墩會落於低水河槽並有礙河防，故落二墩於高灘上者(4)河寬超過一百公尺且在一百五十公尺以下，落二墩者，或因落二墩會落於低水河槽並有礙河防，故落三墩於高灘上者(5)有水道治理計畫之河段，其橋墩軸線與兩岸

表 3-3 水中基礎檢測記錄表

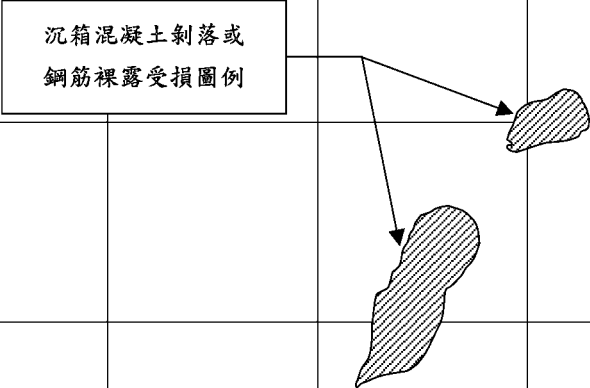
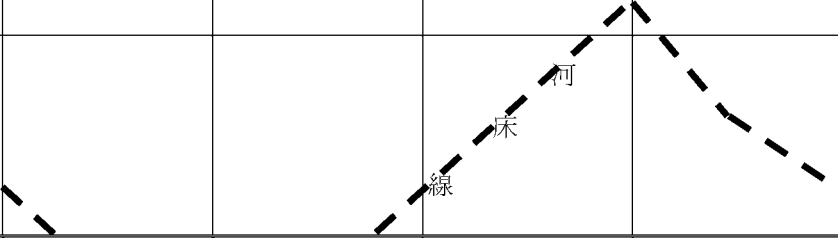
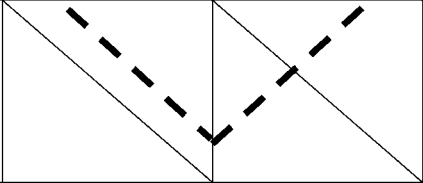
基礎編號	<b>P3</b>			
深度 (沉箱頂為 0.0)	檢 測 分 區			
	A (上游側)	B (上游側)	C (下游側)	D (下游側)
1.0				
2.0				
3.0				
4.0				
5.0				
檢測結果			鋼筋外露 面積=1.8m <sup>2</sup> 深度=表面外露	混凝土剝落 面積=0.18m <sup>2</sup> 深度=0.08m 體積=0.0144m <sup>3</sup>
檢測照片編號				

表 3-4 水中基礎檢測記錄表

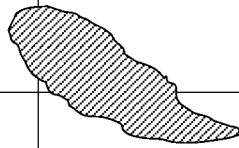
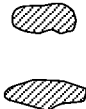


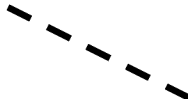

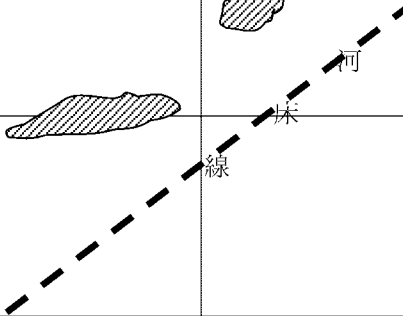
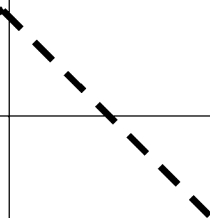
基礎編號	P4			
	檢 測 分 區			
深 度 (沉箱頂為 0.0)	A (上游側)	B (上游側)	C (下游側)	D (下游側)
1.0				
2.0				
3.0				
4.0				
5.0				
檢測結果	混凝土剝落 鋼筋外露 面積=0.054m <sup>2</sup> 深度=0.10m 體積=0.0054m <sup>3</sup>	混凝土剝落 鋼筋外露 面積=0.99m <sup>2</sup> 深度=0.40m 體積=0.396m <sup>3</sup>	混凝土剝落 鋼筋外露 面積=0.16m <sup>2</sup> 深度=0.10m 體積=0.016m <sup>3</sup>	混凝土剝落 鋼筋外露 面積=3.5m <sup>2</sup> 深度=0.20m 體積=0.7m <sup>3</sup>
檢測照片編號	P4-A- (01~02)	P4-B- (01~02)	P4-C- (01~02)	P4-D- (01~02)

表 3-5 水中基礎檢測記錄表




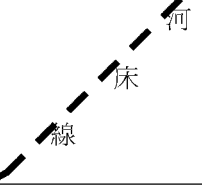

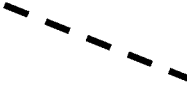




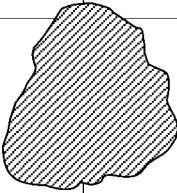
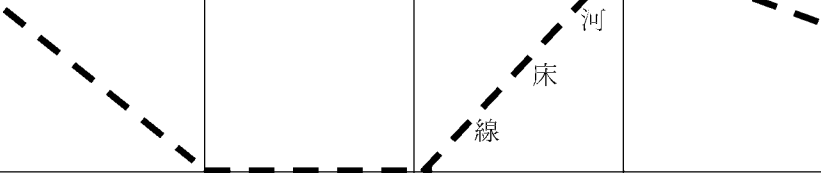
基礎編號	P5			
深度 (沉箱頂為 0.0)	檢 測 分 區			
	A (上游側)	B (上游側)	C (下游側)	D (下游側)
1.0				
2.0				
3.0				
4.0				
5.0				
檢測結果	/	混凝土剝落 面積=0.38m <sup>2</sup> 深度=0.06m 體積=0.0228m <sup>3</sup>	/	混凝土剝落 鋼筋外露 面積=0.605m <sup>2</sup> 深度=0.08m 體積=0.0484m <sup>3</sup>
檢測照片編號		P5-B- (01~02)		P5-D- (00~03)

表 3-6 水中基礎檢測記錄表

基礎編號	P6			
深度 (沉箱頂為 0.0)	檢 測 分 區			
	A (上游側)	B (上游側)	C (下游側)	D (下游側)
1.0				
2.0				
3.0				
4.0	 <p style="text-align: center;">河床線</p>			
5.0				
檢測結果	混凝土剝落 面積=0.05m <sup>2</sup> 深度=0.06m 體積=0.003m <sup>3</sup>		混凝土剝落 鋼筋外露 面積=1.79m <sup>2</sup> 深度=0.1~0.4m 體積=0.6905m <sup>3</sup>	
檢測照片編號	P6-A-00		P6-D- (01~03)	



堤肩線之銳角夾角大於七十度者(6)無水道治理計畫之河段，其橋墩軸線與兩岸行水區域線或尋常洪水位行水區域線之銳角夾角大於七十度者(7)通水遮斷面積率未超過百分之七者。因本段於辦理規劃設計時為考量橋梁安全，故辦理一維水理評估分析，了解下龜山橋保固修復後對於河道水理之影響，作一維水理評估分析其原則及目的為：

1. 分別對下龜山橋上下游各 800 公尺進行斷面測量，並以不同之斷面進行資料輸入。
2. 以下龜山橋下游屈尺站之水位流量站 1983~1995 年之歷史最高及流量資料分析現況河道橋墩水理狀況。
3. 以現階段堤防高度為起始水位分析橋墩保固修復後之水理變化。
4. 分析討論現況及橋墩保固修復後之水理變化。

## 二、分析模式

依據經濟部頒佈『跨河建造物設置審核要點』規定（註 2），其分析模式可採用：*HEC-2*、*HEC-RAS*、*NETSTARS*、*WSEC* 等，本次採用分析模式係為美國工兵團發展之一維水理模式 *HEC-RAS* 進行計算，其基本方程式模式之模擬演算係利用水流能量方程式以標準步推法（standard step method）推求各斷面之水位、流速等水理狀況。

## 三、分析範圍與項目

1. 依據經濟部頒佈『跨河建造物設置審核要點』規定（註 2）：跨河建造物設置處上、下游各 6~10 倍河寬之距離為分析範圍，其間如有其它現有跨河建造物，其距離應往上或下順延 6~10 倍河寬距離（或在 6~10 倍河寬距離中擇一合宜之上、下游邊界條件位置）；另如流況為亞臨界流者，起算點設於橋址下游已知水位之控制斷面處。若無控制斷面，則至少於橋址下游第十斷面處設定起算斷面，起算水深為該斷面之正常水深。若上述水位演算河段之斷面變化劇烈者，起算點應向上游或下游延伸至河段變化緩和處。
2. 分析項目包含：設置前、後之水位、流速、冲刷深度及壅水高度等。

## 四、分析方法

### 1. 基本方程式

模式之模擬演算係利用水流能量方程式以標準步推法(standard step method) 推求各斷面之水位、流速等水理狀況。能量方程式表示為：

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

其中，

- |            |                   |
|------------|-------------------|
| $Y_1, Y_2$ | : 斷面水深            |
| $Z_1, Z_2$ | : 主河道轉化高程         |
| $g$        | : 重力加速度           |
| $V_1, V_2$ | : 平均速度（總流量/總通水面積） |

- $\alpha_1, \alpha_2$  : 能量係數  
 $h_e$  : 上游斷面 2 與下游斷面 1 間之總能量損失水頭

$$h_e = L\bar{S}_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad \text{XXX-585}$$

其中，

- $L$  : 流量權重之河段長度  
 $\bar{S}_f$  : 上下游斷面間代表之摩擦坡降  
 $C$  : 突擴或突縮能量損失係數

流量權重之河段長度  $L$  可以下式表之

$$L = \frac{L_{lob}\bar{Q}_{lob} + L_{ch}\bar{Q}_{ch} + L_{rob}\bar{Q}_{rob}}{\bar{Q}_{lob} + \bar{Q}_{ch} + \bar{Q}_{rob}}$$

其中，

$L_{lob}, L_{ch}, L_{rob}$  : 分別為左溢岸、深槽及右溢岸斷面河段長度

$Q_{lob}, Q_{ch}, Q_{rob}$  : 分別為左溢岸、深槽及右溢岸斷面間流量算術平均值

斷面摩擦坡降由曼寧公式計算而得，一般河川的曼寧  $n$  值推估如表 4.1 所示：

$$S_f = \left( \frac{Q}{k} \right)^2$$

在 *HEC-RAS* 模式中代表摩擦坡降的可供選擇的表示式為平均通水公式（模式預設）

$$\bar{S}_f = \left( \frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2$$

平均摩擦坡降公式

$$\bar{S}_f = \frac{S_{f_1} + S_{f_2}}{2}$$

幾何平均坡降公式

$$\bar{S}_f = \sqrt{S_{f_1} \cdot S_{f_2}}$$

調合平均坡降公式

$$\bar{S}_f = \frac{2S_{f_1} \cdot S_{f_2}}{S_{f_1} + S_{f_2}}$$

2. 由於河川常有跨河構造物存在如橋樑、攔河堰等，因橫阻水流，往往會提昇河川水位，演算時須考慮水位壅高效應以符合實際流況。HEC-RAS 模式對水流經橋樑之水理分析依其型態可分為三類：

(1) 當水面低於橋樑樑底高程時採低水流況 (Low flow)

$$A_{BD}\bar{Y}_{BD} + \frac{\beta_{BD}Q_{BD}^2}{gA_{BD}} = A_2\bar{Y}_2 - A_{P_{BD}}\bar{Y}_{P_{BD}} + \frac{\beta_2Q_2^2}{gA_2} + F_f - W_X$$

$A_2, A_{BD}$  : 分別代表橋樑下游及其下游面斷面通水面積

$A_{P_{BD}}$  : 代表下游面橋墩面積

$\bar{Y}_2, \bar{Y}_{BD}$  : 分別代表  $A_2, A_{BD}$  水流面積重心至水面之垂距

$\bar{Y}_{P_{BD}}$  : 下游面橋墩浸水面積重心至水面之垂距

$\beta_2, \beta_{BD}$  : 動量方程式之流速權重係數

$Q_2, Q_{BD}$  : 流量

$g$  : 重力加速度

$F_f$  : 每單位水重之摩擦所生外力

$W_X$  : 每單位水重在水流方向因水重量所生之力

(2) 當橋樑上游水位高於樑底高程時採壓力流 (高流量)

$$Q = C_d A_{BU} \left[ 2g \left( Y_3 - \frac{Z}{2} + \frac{\alpha_3 V_3^2}{2g} \right) \right]^{1/2}$$

$Q$  : 經過橋墩開孔的總流量

$C_d$  : 壓力流流量係數

$A_{BU}$  : 上游面橋墩開孔淨面積

$Y_3$  : 上游斷面水力深度

$Z$  : 橋樑底部最大值至上游面斷面平均高程之垂距

(3) 當橋樑上游水位高於橋面高程時，部分水流以壓力流之型態流經橋底，而部分水流則以堰頂溢流型態流過橋面時採堰流 (weir flow)

$$Q = CLH^{3/2}$$

- Q : 溢流過堰之總流量  
 C : 堰流流量係數  
 L : 堰之有效長度  
 H : 能量水頭與橋面頂高程差

### 五、水理分析執行流程 (如圖 4-1)

輸入資料：包含流量 (已公告之計畫洪水量)、起算水位、斷面資料、河床地質分析資料、曼寧粗糙係數 (n 值)、橋樑或構造物基本資料 (含上、下游斷面高程) 及檢附河道平面圖 (含斷面位置圖)。

輸出資料：包含構造物設置前、後之水理分析成果表 (水位、流速及壅水高度) 與縱斷面圖等。

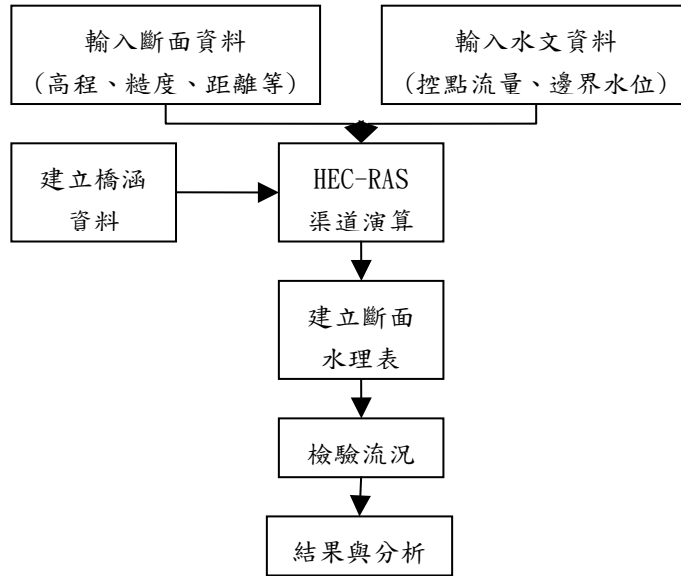


圖 4-1 下龜山橋河道分析流程

### 六、結果分析

本次水理分析範圍為下游 800 公尺之屈尺附近，為水位控制斷面至下龜山橋上游 800 公尺。下游有舊下龜山橋，上游有翡翠大橋及上龜山橋。依不同流量條件 (以瞬間最大流量 3380CMS、堤防高程水位流量 6000CMS 進行分析) 及下龜山橋現況及保固修復後等，在不同條件下水理分析。經由以上不同流量條件下之水理分析，分別將橋墩沉箱基礎修復前及修復後之壅水高、橋墩前斷面平均流速、橋墩能量損失之結果如表 4.1、表 4.2 及表 4.3 所示。由表 4.1 中發現修復後每座橋墩之沉箱寬度約增加 0.32 公尺，而造成下龜山橋壅水高約增加

0.01 公尺，由表 4.2 發現下龜山橋墩前斷面平均流速修復前與修復後並無太大變化。由表 4.3 發現下龜山橋墩沉箱保固修復後能量損失並無顯著增加。故下龜山橋保固修復後因橋墩沉箱寬度增加，對於下龜山橋上下游影響非常小，下龜山橋基礎保固修復前後之橋墩壅水高僅增加 0.01 公尺，因此下龜山橋之基礎保固修復並不會對於現況造成明顯影響。

表 4.1 不同流量條件下龜山橋壅水高

	3380CMS	6000CMS
橋墩修復前	0.36m	0.43m
橋墩修復後	0.37m	0.44m

表 4.2 不同流量條件下龜山橋墩前斷面平均流速

	3380CMS	6000CMS
橋墩修復前	2.91m/s	3.57 m/s
橋墩修復後	2.91 m/s	3.56 m/s

表 4.3 不同流量條件下龜山橋前後斷面能量損失

	3380CMS	6000CMS
橋墩修復前	0.20m	0.26 m
橋墩修復後	0.21m	0.27m

## 伍、修復工程

### 一、工法概述

1. 本次修復方式採鋼板包覆受損之沉箱基礎，在鋼板與沉箱中間灌入 15 公分厚水中無收縮水泥砂漿，除增加保護層厚度並防止裸露之鋼筋繼續惡化鏽蝕及修復原沉箱混凝土剝落部份。
2. 本次修復工程行經高灘地及行水區，考量施工需要設計有施工便道及施工浮橋設置。

### 二、主要工程項目及數量

設計單位：健峰工程顧問有限公司

承攬廠商：永森營造有限公司

工程地點：烏來

工程總價：3,832,000 元

開工日期：92 年 03 月 12 日

完工日期：92 年 04 月 28 日

項次	工程項目	單位	數量
1	施工便道	M <sup>2</sup>	350
2	施工浮橋製作及拆除	M	339
3	沉箱表面處理	M <sup>2</sup>	234
4	沉箱包覆鋼板	T	25
5	16mm $\phi$ 螺栓	個	312
6	80×5mm 人造彈性橡膠墊片	M	62
7	沉箱包覆鋼板吊運組裝	處	4
8	沉箱底部河床整平	處	4
9	水中無收縮水泥 (f'c=450kgf/cm <sup>2</sup> )	M <sup>3</sup>	54.5

### 三、材料一般規格

1. 鋼材須符合 ASTM A36 之規定或同等品。
2. 鋼材焊接應依 AWS 規定，焊條為 E70。
3. 無收縮水泥材料抗壓強度為 450 kgf/cm<sup>2</sup>

## 陸、施工作業流程說明及注意事項

### 一、施工作業流程

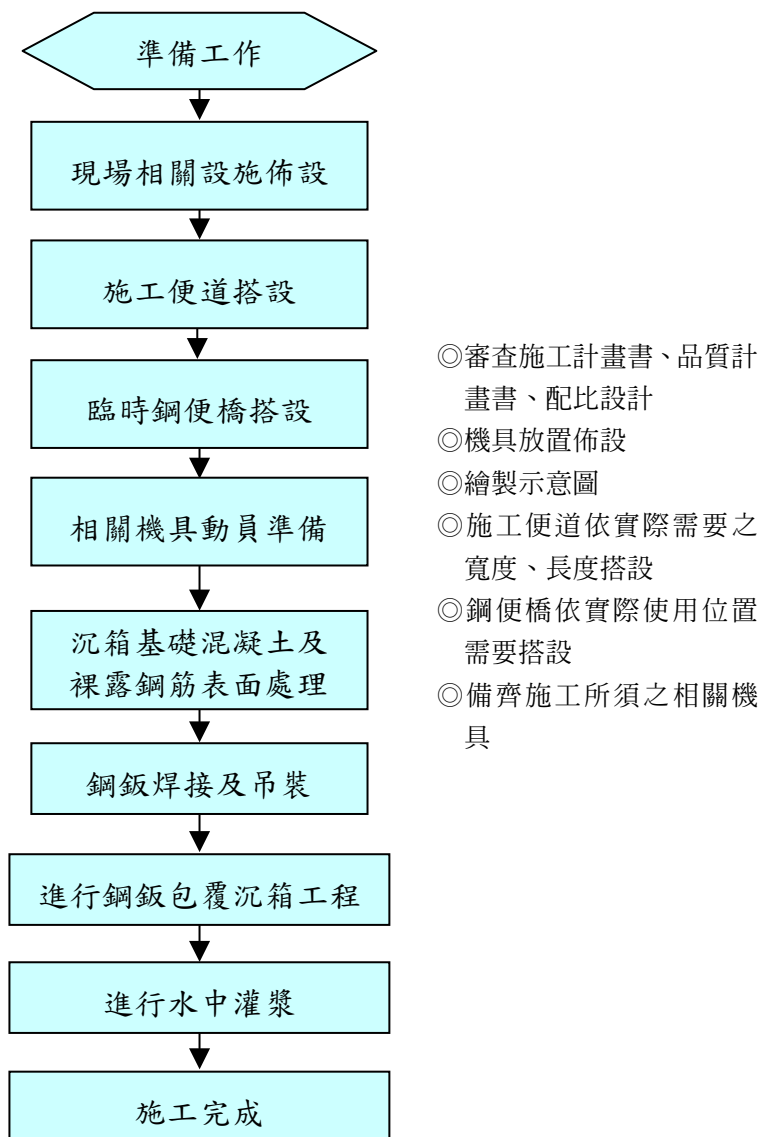


圖 6-1 施工作業流程圖

## 二、施工注意事項

1. 無收縮水泥砂漿採工廠拌合，經現場高壓泵送自底部往上灌注作業。
2. 灌漿時不得有漏漿之情形，如有漏漿應立即停止灌漿除立即回收洩漏之水泥砂漿，並對洩漏處作防漏處理完成後，始可繼續進行灌漿。
3. 螺栓、螺帽及墊片須以防銹處理。
4. 鋼板製作完成出廠前，外側須立即塗佈無機鋅粉底漆後，再塗裝紅丹防銹底漆（油性樹脂及紅丹顏料組成），若吊裝過程中碰撞剝落應立即修補。
5. 鋼板包覆前，沉箱表面及裸露鋼筋表面須完成水中噴砂處理，表面附著物及鋼筋鐵銹皆須完全去除；水中噴砂處理須由相關經驗之海事人員負責，該沉箱表面一般附著物可以鋼刷清除，而裸露鋼筋表面之銹蝕以水中噴砂處理，藉由加壓機將經高壓軟管磨料噴向外露之鋼筋，直至其表面鐵銹完全去除，並呈現金屬光澤為止。
6. 水中無收縮水泥材料性質

項 目	性 質
水灰比	0.22
抗壓強度 (kg/cm <sup>2</sup> ) -28 天	≥ 450
新拌水泥單位重 (kg/cm <sup>3</sup> )	2050 ± 20
拌合時間 (min)	≥ 5.0
施工方式	泵送、灌漿
膨脹係數	≤ 4 %

## 柒、結論與檢討

1. 如果橋樑基礎或橋墩沉箱鋼筋發生裸露，為確保橋樑結構安全及延長橋樑使用壽命，均應積極辦理保固與修復工作，才能確保大眾用路人生命財產及維持、提供安全的交通運輸服務功能。
2. 橋樑沉箱裸露部份，經河床檢測結果沉箱上游裸露深度較下游為深，在 P3 ~ P6 沉箱附近並有局部沖刷現象；另由檢測照片中顯示外露之鋼筋已有部份腐蝕之現象，需進行必要之保固措施。
3. 經過進行一維水理評估分析結果，下龜山橋基礎保固修復前、後之橋墩壅水高僅增加 0.01 公尺，與經濟部『跨河建造物設置審核要點』第七條規定：一維水理演算分析成果，其墩前壅高不得超過該河段出水高之百分之十符合；因此下龜山橋之基礎保固修復並不會對於現況造成明顯影響。
4. 在 P3 ~ P6 沉箱附近有局部沖刷現象，一般橋基沖刷除與上游集水區之山林水源環境、沿河流域的河川環境、橋址附近地形與地質環境、橋址週邊水力環境及橋基保護工…等因素息息相關，仍需考量橋樑之跨度配置與長度、橋墩型式、基礎型式、橋台型式、樑底高程、阻水面積…等因素較為完備。

5. 水中基礎檢測評估分析藉由專業潛水人員與相關測量工具進行水中目視及劣化部份攝影，可了解現有基礎結構裸露及破壞情形，由水中基礎檢測記錄表得知結構受損之部位、面積、深度、體積…等資料，作為辦理保固修復之設計依據。

## 捌、參考文獻

1. 『台九甲線 6k+896 下龜山橋 P3~P6 橋基保固搶修工程』檢測評估分析及維修補強建議報告書、一維水理分析報告書、結算書與竣工圖。
2. 經濟部 92 年 3 月 3 日頒佈『跨河建造物設置審核要點』。
3. 交通部頒橋樑設計規範及公路橋樑耐震設計規範 九十年一月版
4. 公路總局專案研究計畫『台灣河流之沖刷對橋樑基礎與道路邊坡影響及因應對策研究（第一分年成果報告）』 九十年九月
5. 交通部公路總局 公路工程施工說明書 八十六年六月版

照片 3-1



P3-C-01



P3-C-02



P3-C-03



P3-D-01





P3-D-02



P4-A-01

照片 3-2



P4-A-02



P4-B-01



P4-B-02



P4-C-01





P4-C-02



P4-D-01

照片 3-3



P4-D-02



P5-B-01



P5-B-02



P5-D-00





P5-D-01



P5-D-02

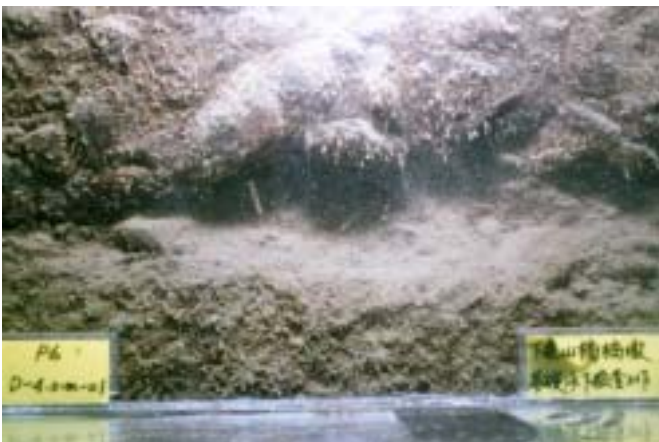
照片 3-4



P5-D-03



P6-A-00



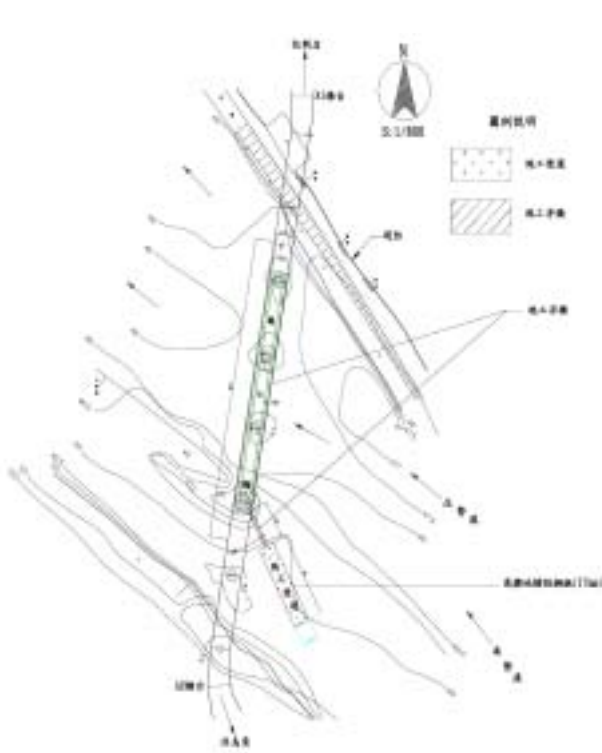
P6-D-01



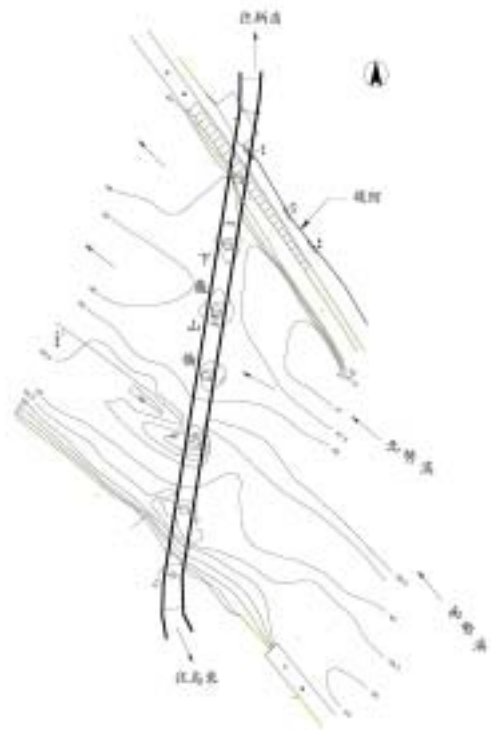
P6-D-02



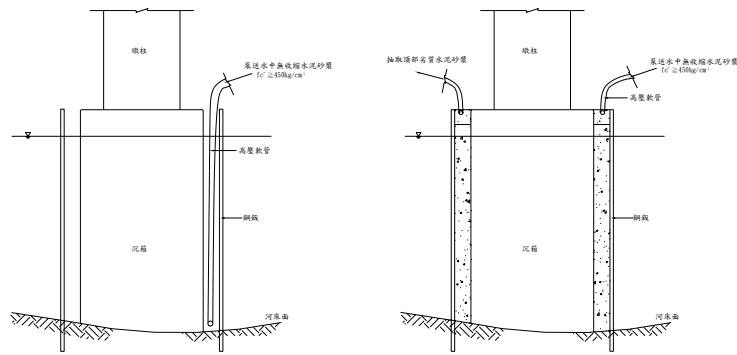
P6-D-03



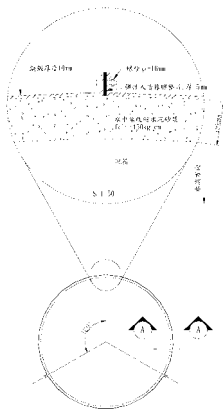
圖一 施工便道施設詳圖



圖二 下龜山橋橋基保固平面示意圖



圖三 水中灌漿示意圖

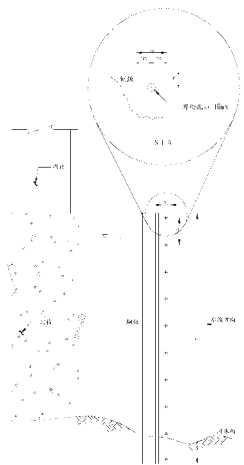


圖四 沉箱鋼板包覆平面圖



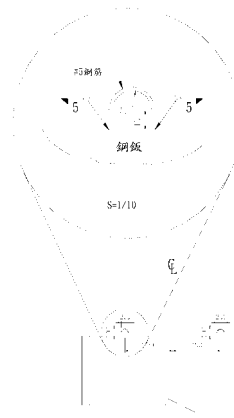
單位：mm

圖五 A-A 詳圖



單位：mm

圖六 沉箱鋼板包覆立面圖



圖七 鋼板吊環詳圖





施工前照片



照片 1 鋼鈹吊放作業



照片 2 泵送水中無收縮水泥



照片 3 泵送水中無收縮水泥



照片 4 泵送機及發電機



照片 5 鋼鈹吊放作業完成



照片 6 鋼鈹吊放作業完成



完工後現況照片 (92.10.23)