

報告者 臺中分局 陳政宏 工程員



簡報大綱

1. 工程緣由
2. 設計說明
3. 工程特色
4. 有效作為
5. 工程欣賞

1. 工程緣由

① 工程位置

② 歷年災害

③ 災因分析

④ 分年分期整治

工程位置



◆臺中市太平區東汴里，頭汴坑溪，為大里溪上游支流

歷年災害－93年敏督利颱風造成水災

- 72水災災情-93年敏督利颱風



中埔十號橋上游約100公尺護岸破損及岸壁崩塌，危及房舍

136市道為中潭公路替代道路
觀光及農產運銷之重要通道

危及
136市道



中埔十號橋下游約50公尺溪床嚴重淤積及右岸農田流失



巨石危及中埔十號橋，洪水溢流橋面

災因分析



災因分析

危及房舍

護岸破損及淘刷



影響中埔十號橋

洪水沖毀兩岸

危及周邊房舍

影響市道136線之安全

分年分期整治

	案名
1	72水災後治理工程(含防砂壩數座)
2	內竹腳野溪土砂災害治理三期工程
3	中埔九號橋上下游整治工程
4	中埔九號橋上下游野溪整治二期工程
5	中埔十號橋下游野溪整治工程
6	**中埔十號橋上游整治工程**
7	中埔十號橋上游整治二期工程



2. 設計說明

① 設計理念
② 現況調查
③ 水理分析
④ 演算分析
⑤ 工程設計

設計理念

- 首重安全
- 兼顧生態

- 整體規劃減緩土砂災害
- 導入生態友善措施

- 資源整合提高整體效益
- 意見溝通降低衝突

防災生態

整合溝通



永續發展

節能減碳

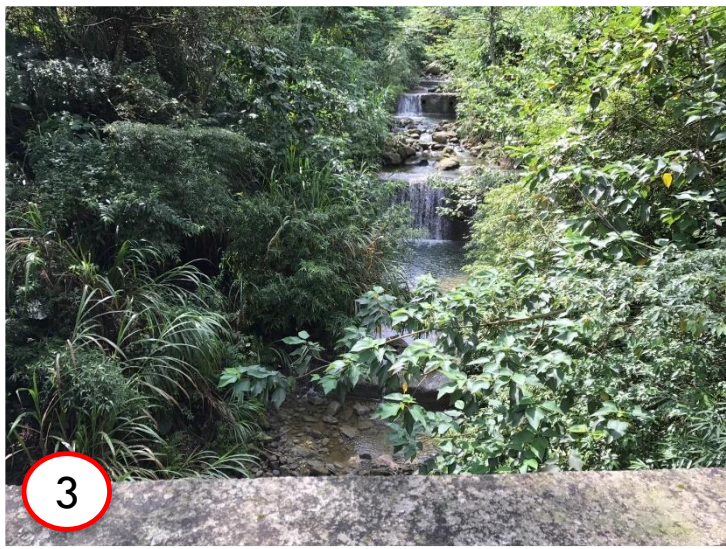
- 穩定河道及保護農地
- 確保市道136暢通

- 就地取材、植栽固碳
- 鋼筋與混凝土減量

現況調查







1

2

3

1. 環境調查-上游集水區

□經歷年治理後，基地上游溪床穩定，生態回穩

現況調查

2. 生態調查

- 左岸多為竹闊葉混生林
- 右岸為濱溪先驅樹林、人工松林及濱溪草生地



水域物種	調查方式	陸域物種	調查方式
粗糙沼蝦	✓	台灣藍鵲	⓪
台灣鬚鱲(特有)	✓	台灣獼猴	⓪
黑眶蟾蜍	○	白鼻心(保育)	○
澤蛙	○	翠鳥	✓
小雨蛙	○	小彎嘴畫眉	✓
拉都希氏赤蛙	○	樹鵲	✓
日本樹蛙	○	紅嘴黑鵯	✓
褐樹蛙	○	褐頭鷦鶯	✓
面天樹蛙	○	小白鷺	✓
白頷樹蛙	○	五色鳥	✓
中國樹蟾	○		



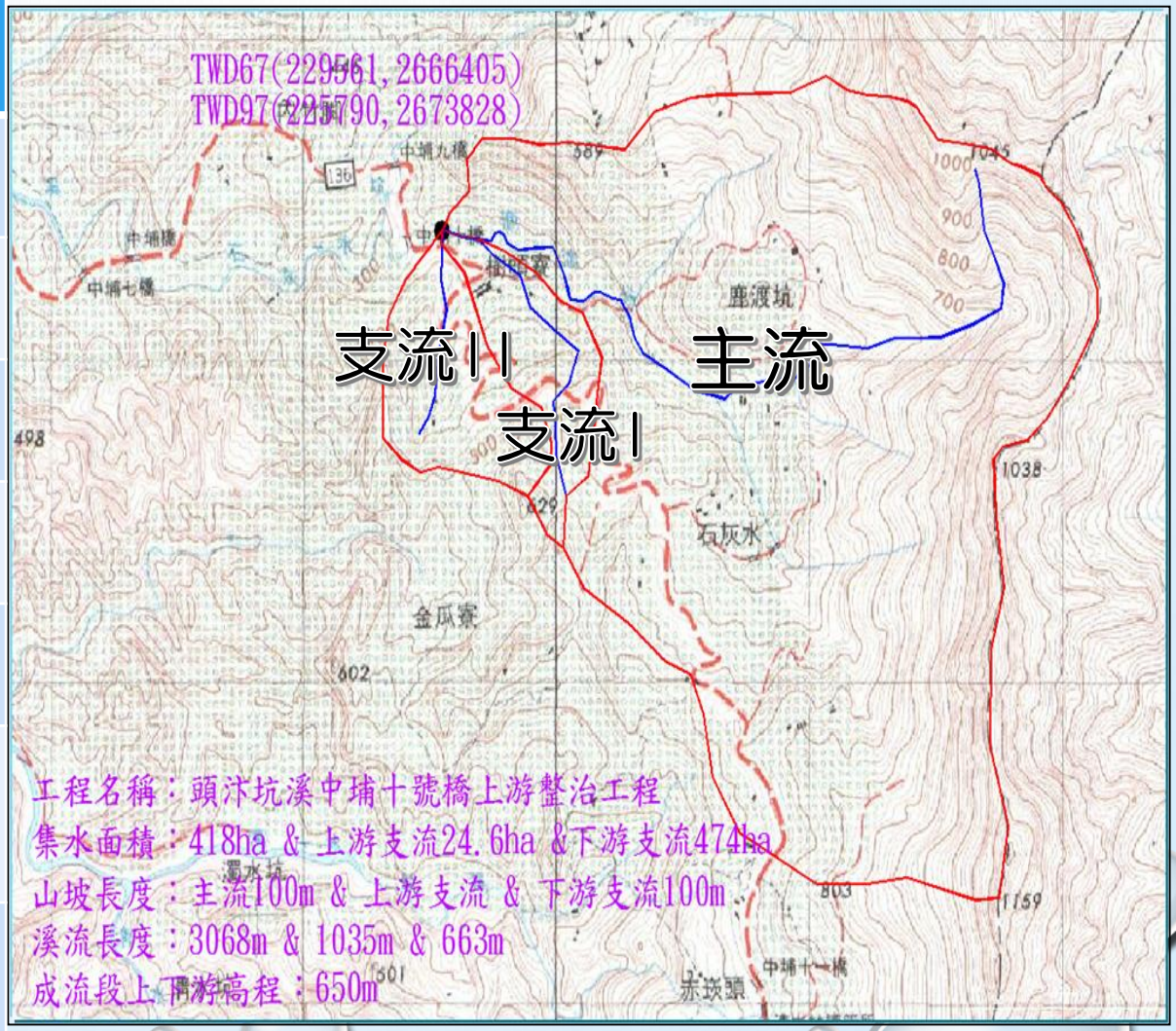




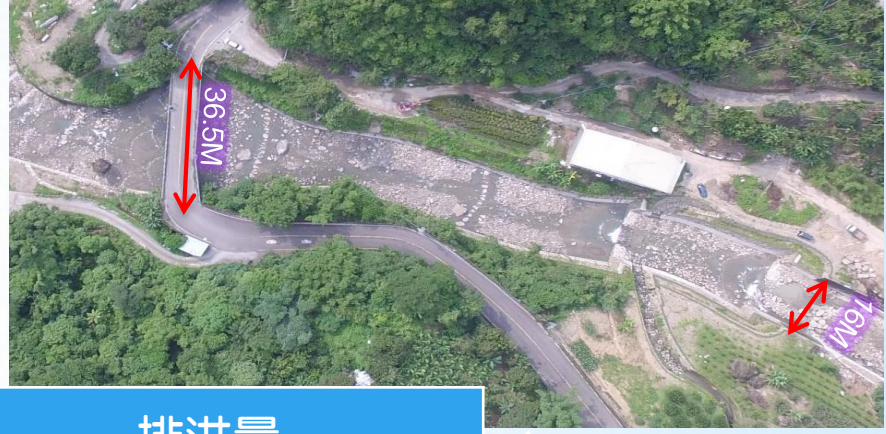
「⓪」表訪談，「○」表依棲地推測資料，「✓」工區現場調查

水理分析(合理化公式)

基本資料	
集水區面積	418 公頃
山坡長度	100 公尺
溪流長度	3,068 公尺
高差	650 公尺
漫地流流速	0.6m/sec
設計排洪量 (含砂水流)	171.7cms
計畫洪水量 (50年頻率)	162.78cms



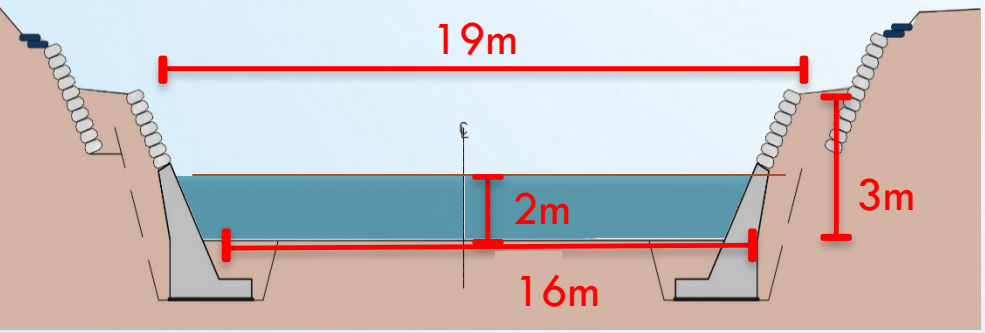
水理分析

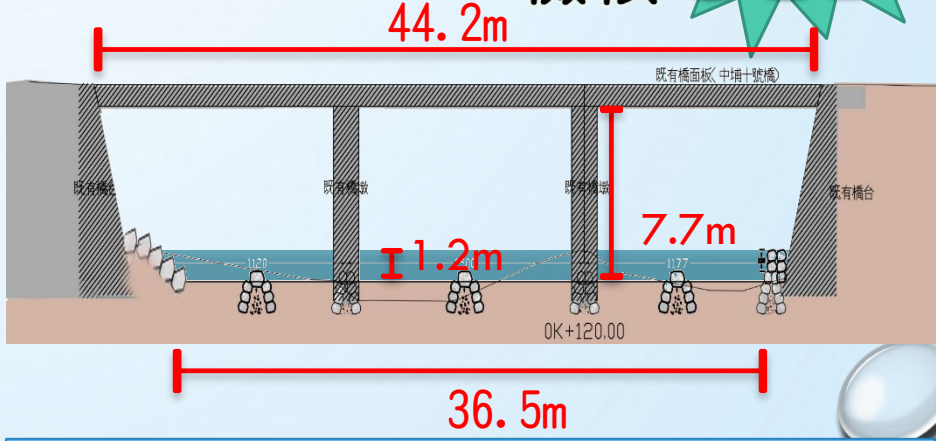


橋上游

設計渠寬	設計坡降	通水斷面	設計流速	排洪量	
16.00m	2.6%	34.00m2	5.05m/s	171.7cms>162.78cms	最窄河道計算
36.5m	2.6%	44.02m^2	4.82m/s	165.96cms>162.78cms	跨河構造物檢討

檢核OK





最窄河道計算

跨河構造物

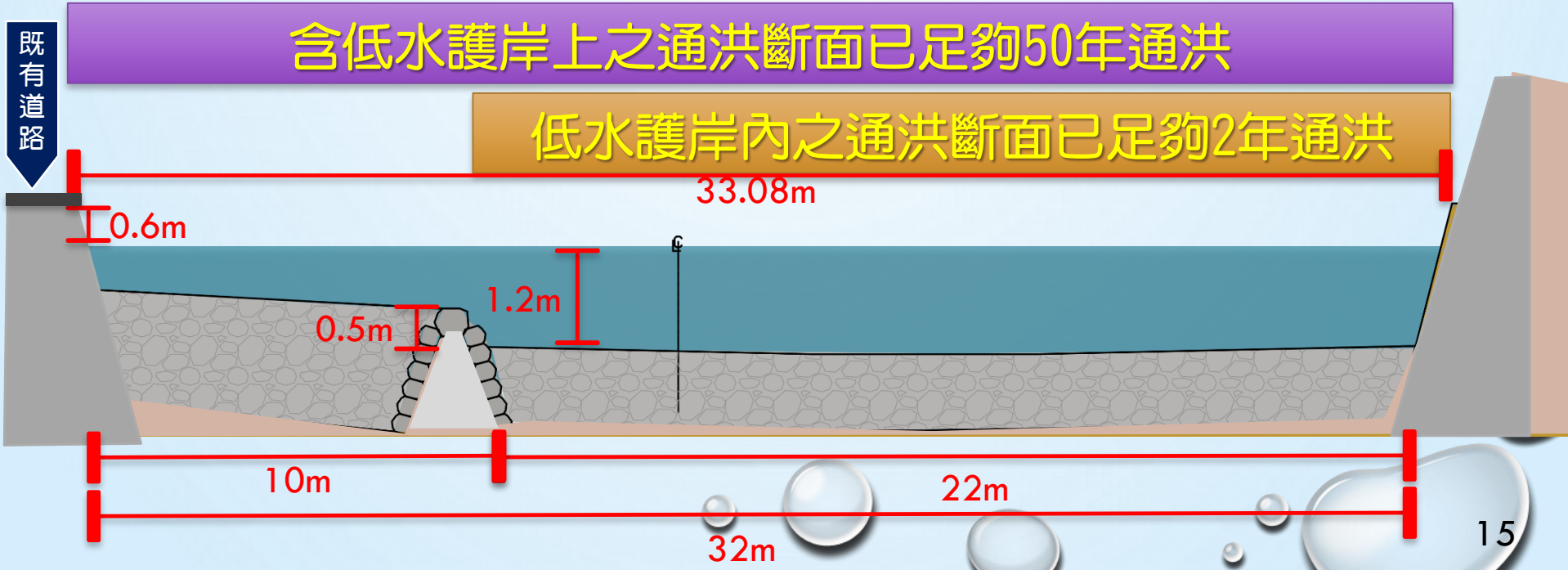
水理分析

橋下游

檢核OK



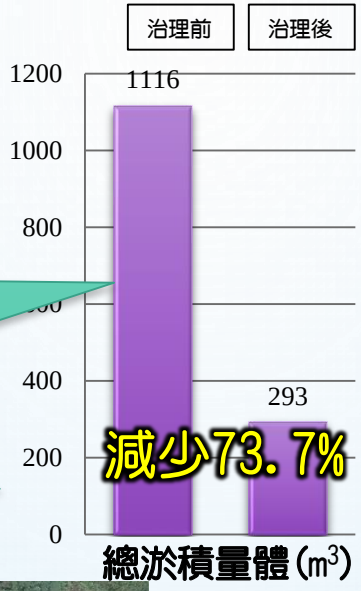
頻率年	設計渠寬	設計坡降	通水斷面	設計流速	排洪量
2年	36.5m	2.6%	44.02m^2	4.82m/s	165.96cms>162.78cms
50年 (複式護岸)	32.00m	5.4%	33.83m^2	5.12m/s	173.21cms>162.78cms

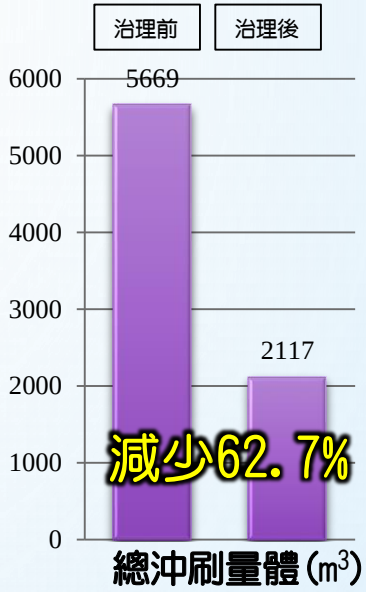


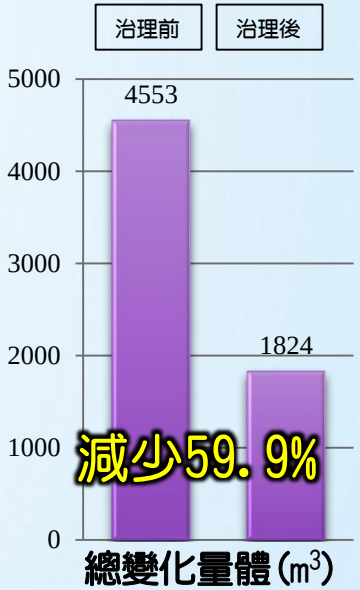
演算分析

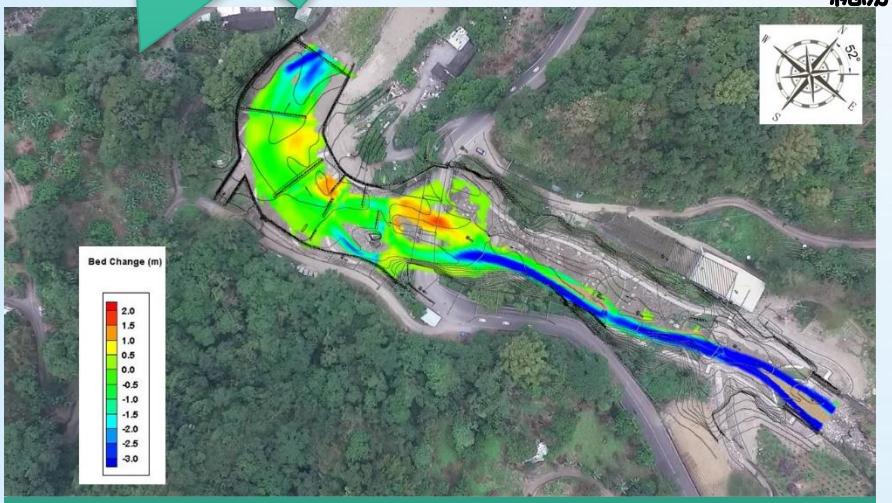
1. 土砂變化分析

土砂總變化量之效益為
59.9%以上









底床變化圖(治理前)

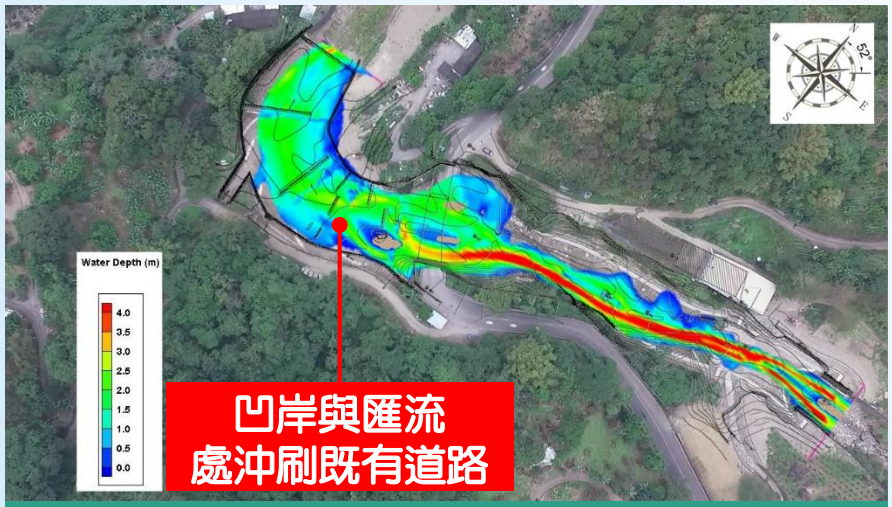


底床變化圖(治理後)

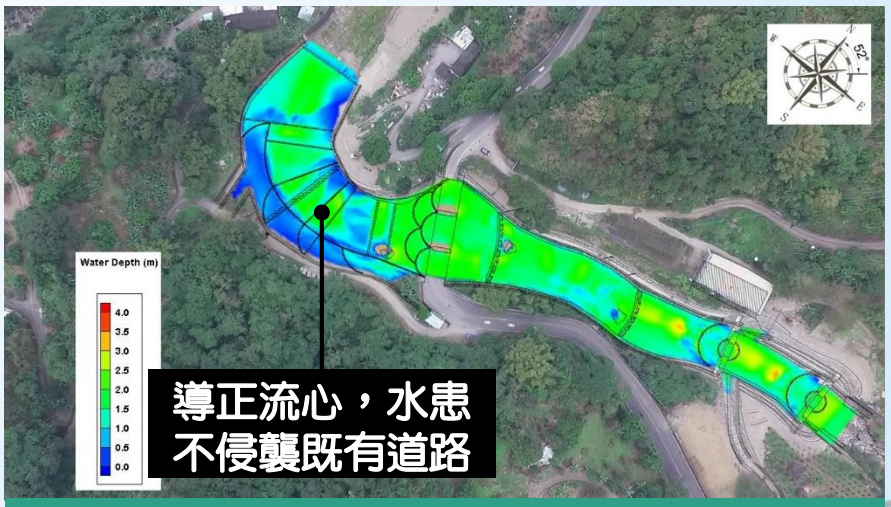
演算分析

2. 水深分析

◆ 中埔十號橋上游水深由治理前4M降為治理後2M



水深圖(治理前)

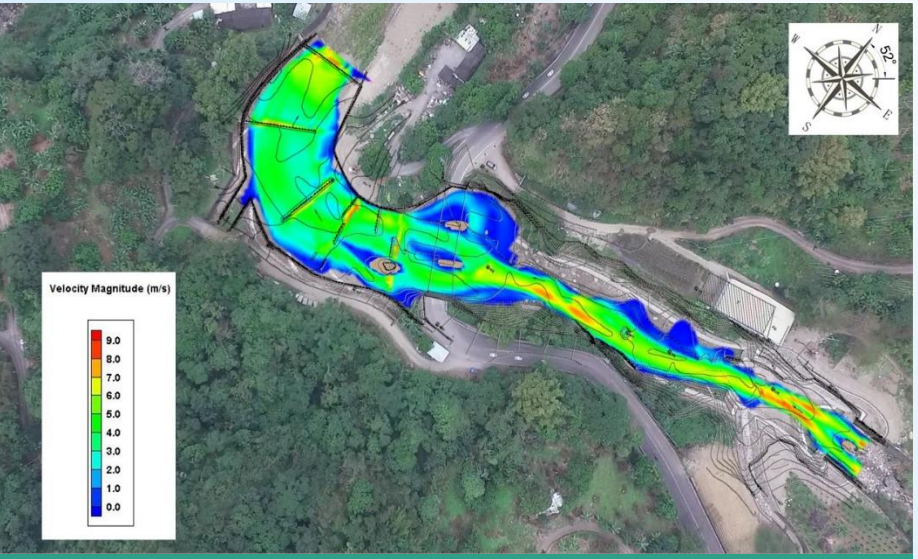


水深圖(治理後)

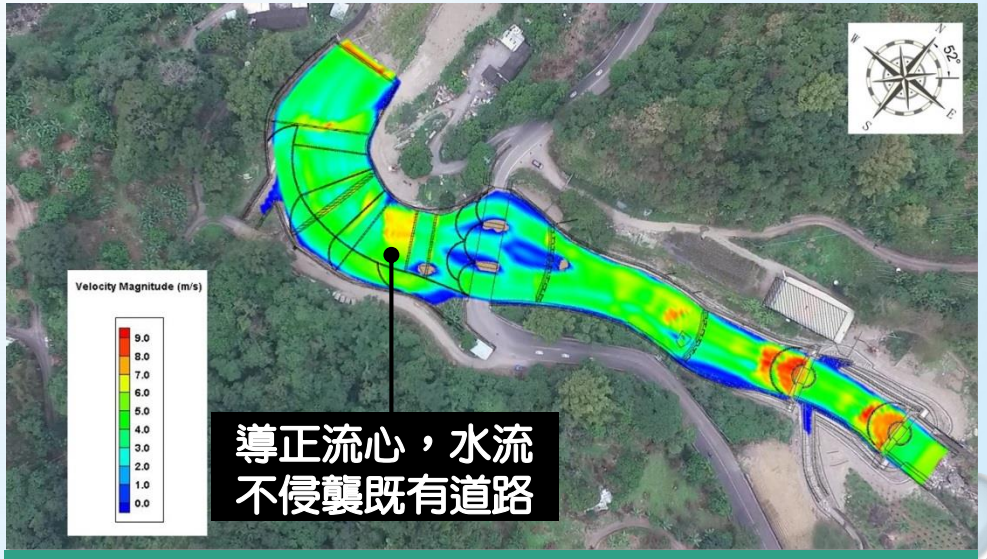
演算分析

3. 洪峰流速分析

◆ CCHE-2D水理模式演算得知，平均流速由治理前7m/s降為治理後5m/s



洪峰流速圖(治理前)



洪峰流速圖(治理後)

工程設計

本期工程

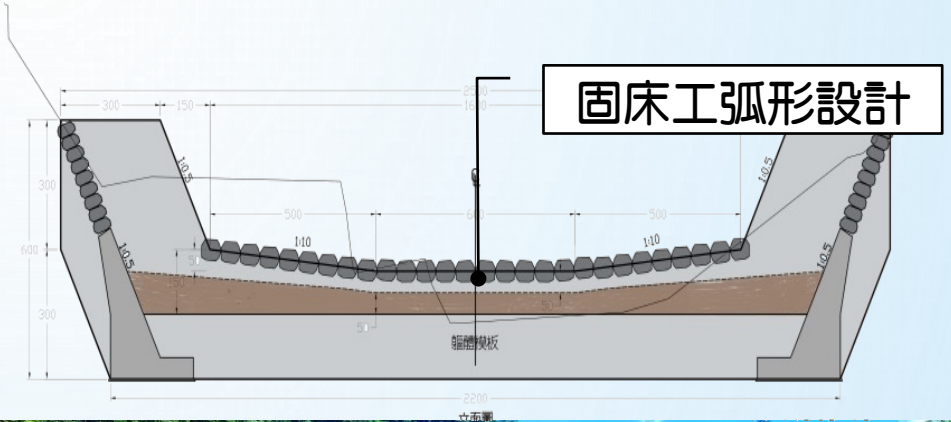
- 半圓形斜坡式固式床工2座
- 拱形鏤空固床工2座
- 漿砌石固床工3座
- 乾砌塊石護岸 H=4.5m L=337m
- 生物通道 2座
- 漿砌塊石護岸 H=1.5~4.00m L=75m
- 低水護岸 H=2.0m L=98.7m
- 高灘地導流工 5座
- 魚巢
- 護坦
- 拋石保護

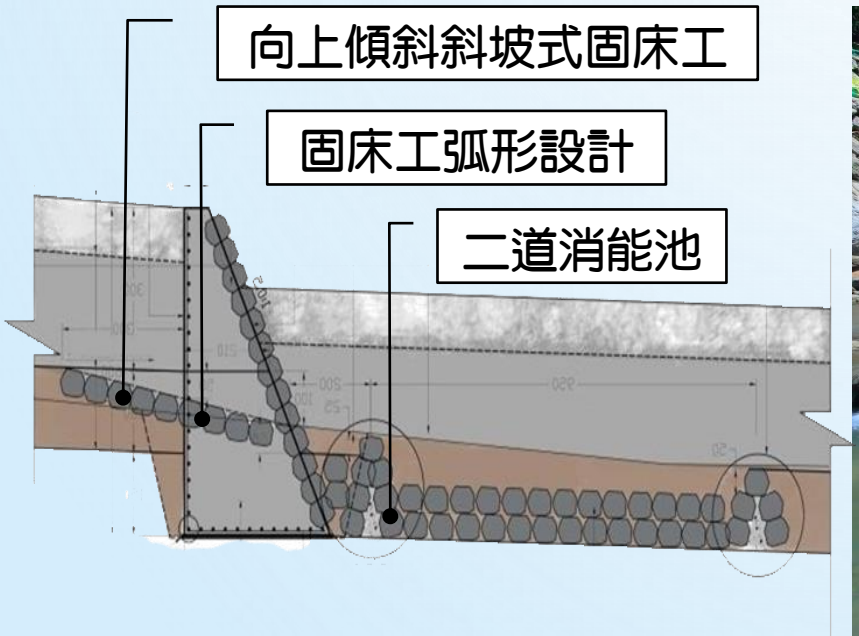


工程設計

1. 多孔隙、環保及生態化設計

- 半圓形斜坡式固床工於中間段予以降低，形式深槽線兼具魚梯效果

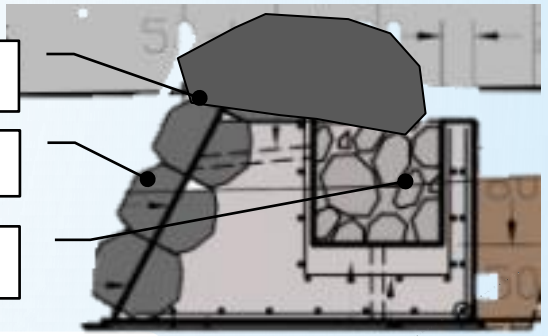






工程設計

- 拱形鏤空固床工
- 鏤空部分填溪床卵塊石效益：

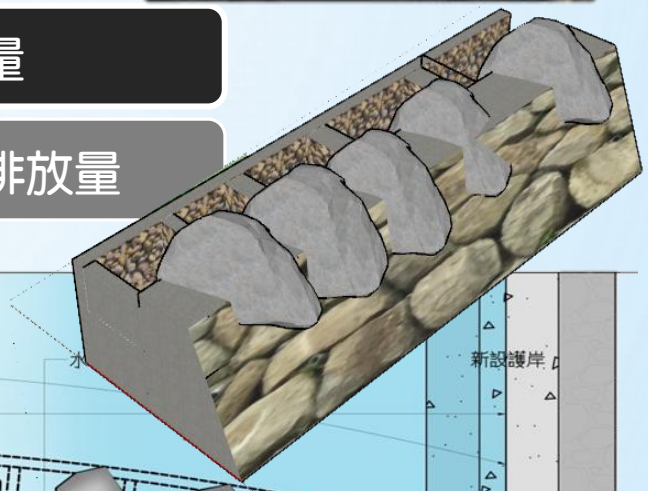


1. 有利於水中生物棲息
2. 增加水中溶氧量
3. 流況多樣及生物多樣性

增加

減少

4. 減少混凝土用量
5. 減少二氧化碳排放量



工程設計

不同水位，不同設計考量

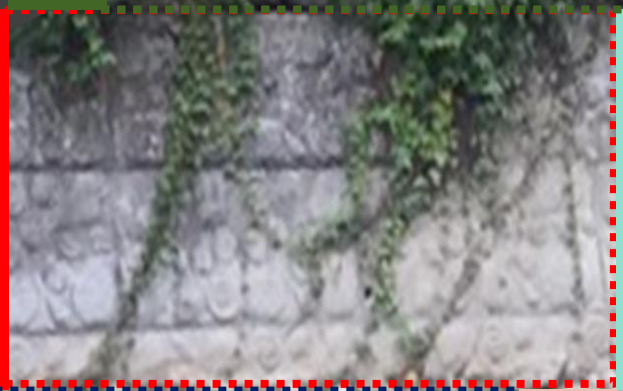
洪水位上



乾砌石護岸

- 增加生物棲息空間
- 減少鋼筋混凝土用量

洪水位下



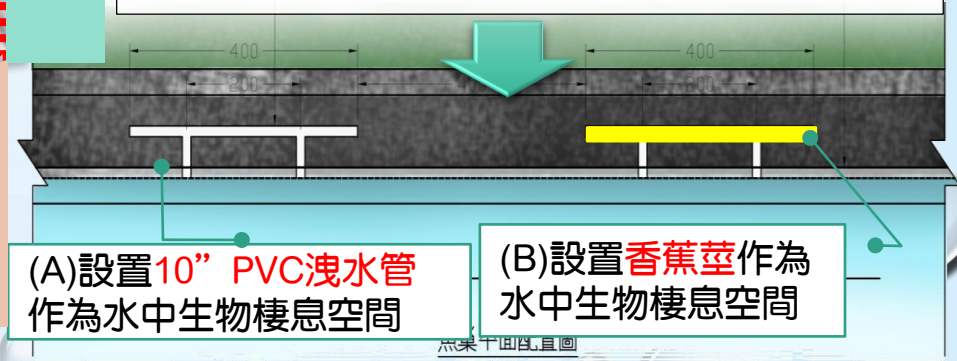
RC護岸

- 混凝土護岸運用貝殼造型
- 護岸RC結構內以PVC管與香蕉莖構置魚槽

常有水位



魚巢設計



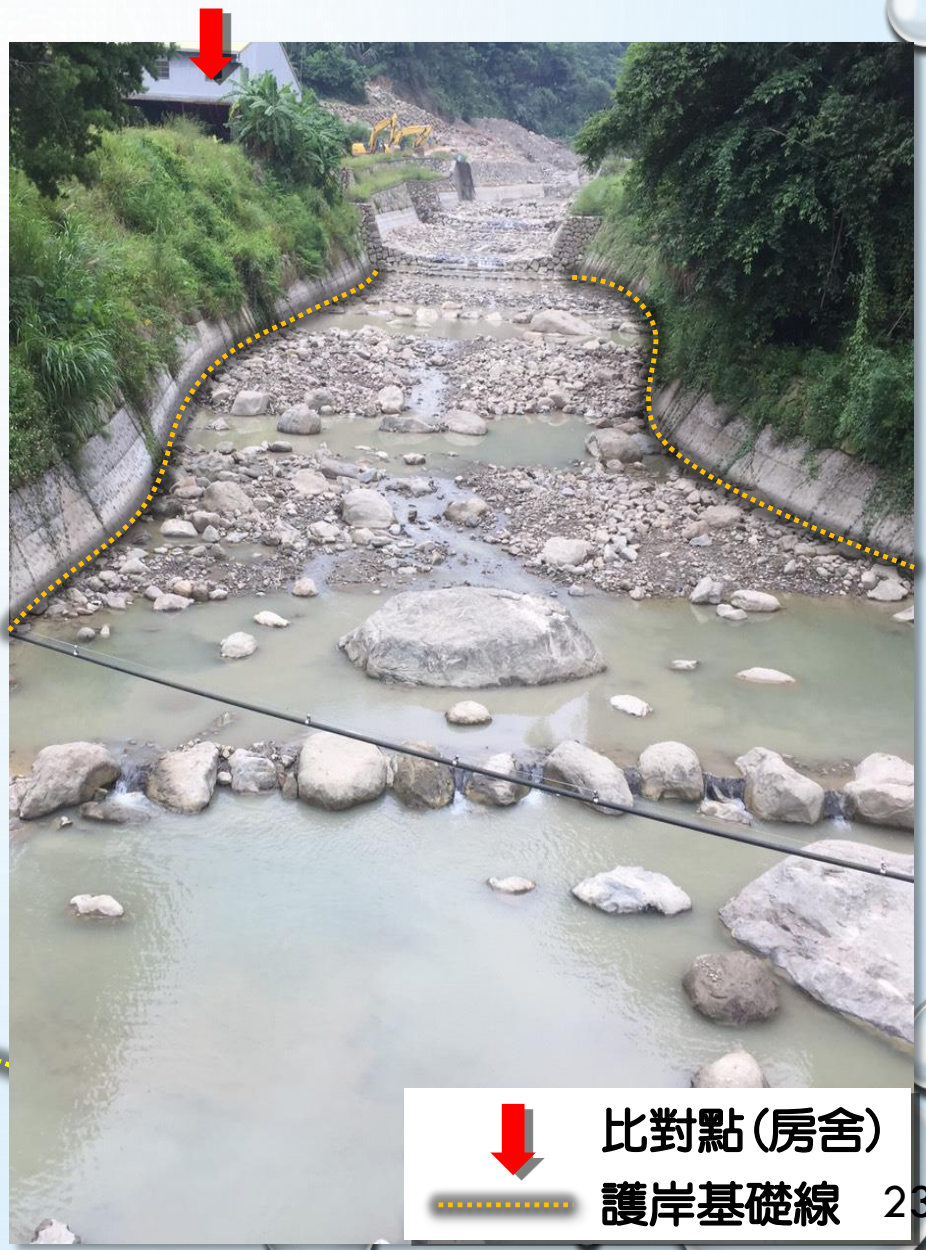
工程設計

◆通水斷面加大

保留自然河道蜿蜒

適當加大排洪斷面





工程設計

2. 生物通道

- 左右岸生物通道串聯起基地兩側生態區



- 生物通道因應地形及運用現場乾砌石設計

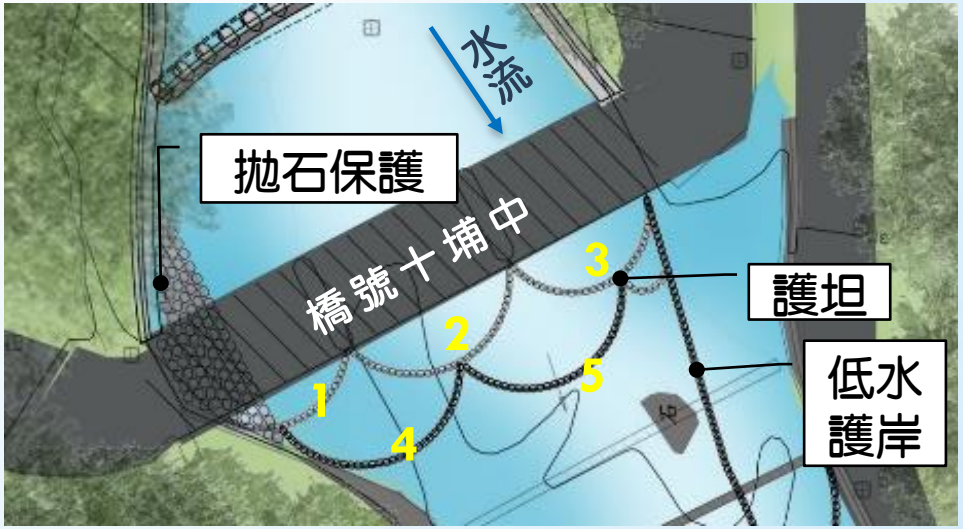
工程設計

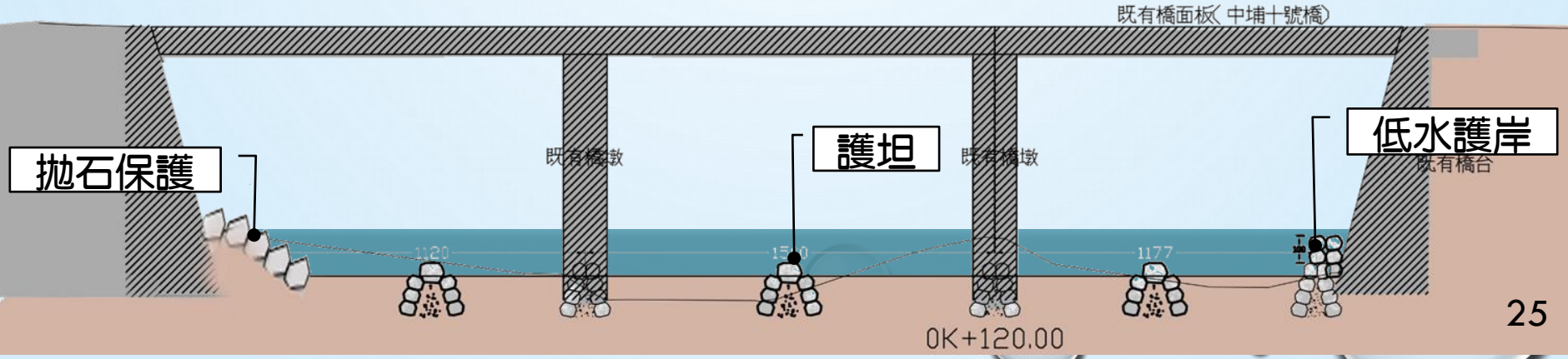
3. 護坦及拋石保護

- 保護中埔十號橋橋台及橋墩，確保136市道不中斷



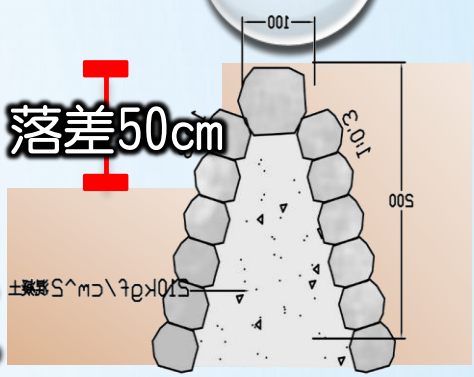
保護橋台及橋墩

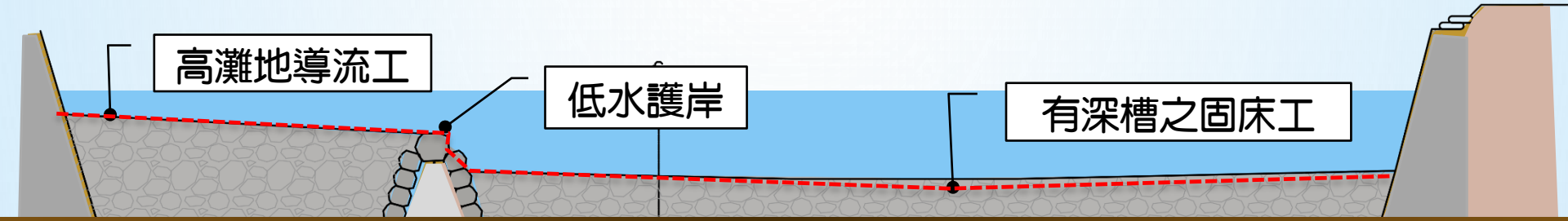




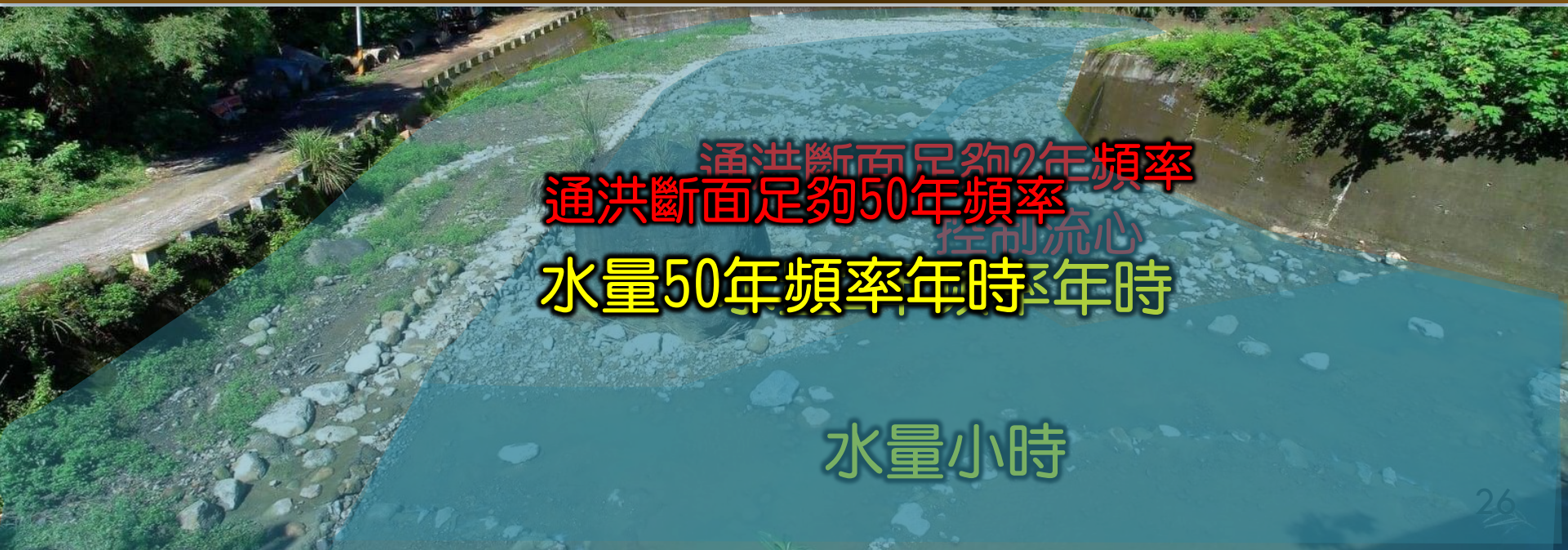
工程設計

4. 低水護岸、高灘地導流工及固床工





調整河床高度，集中水流



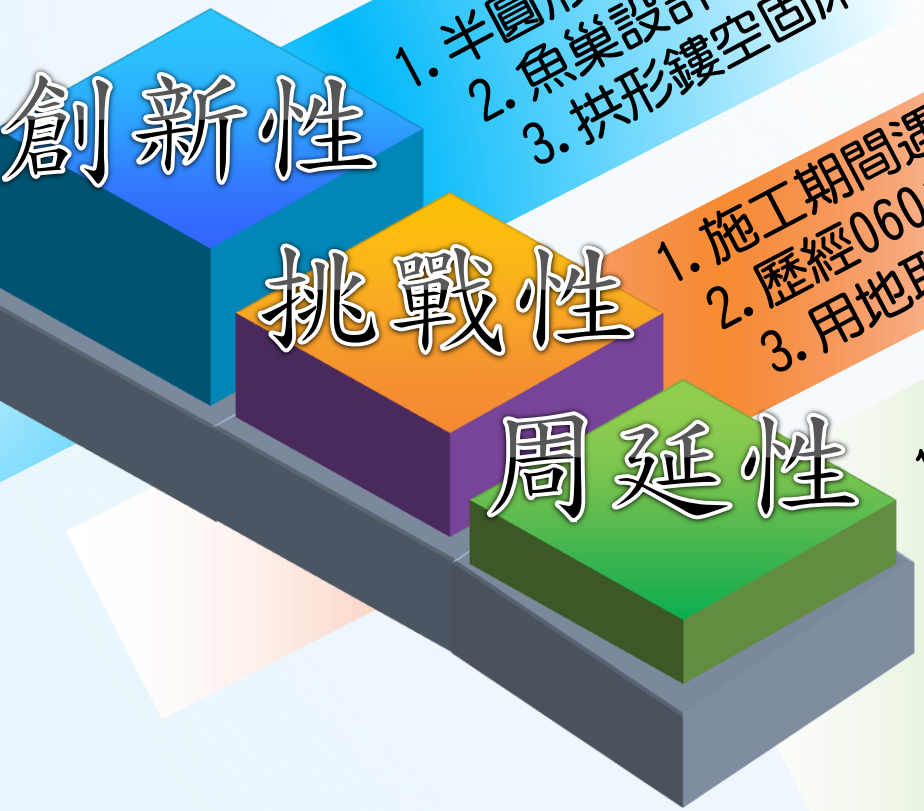
3. 工程特色

一. 創新性

二. 挑戰性

三. 周延性

工程特色



1. 半圓形斜坡式固床工
2. 魚巢設計
3. 拱形鏤空固床工

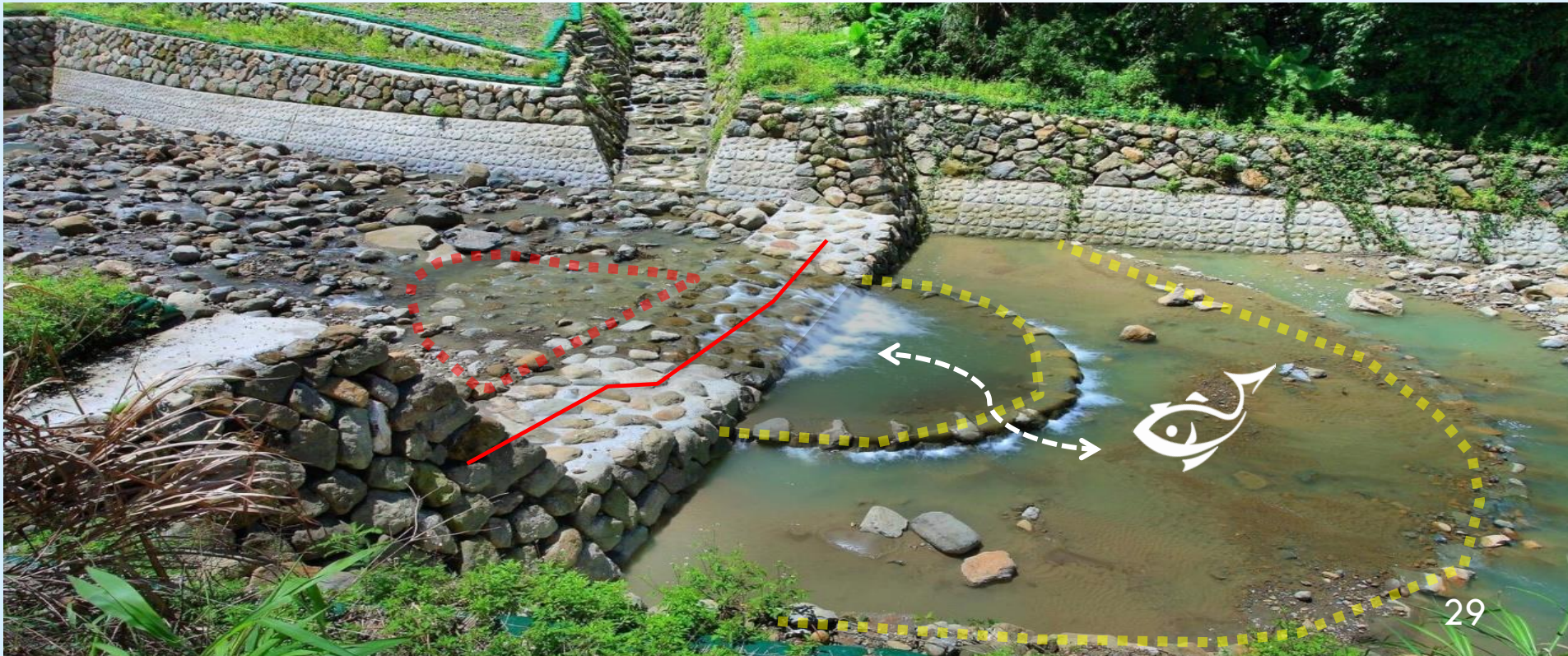
1. 施工期間遇颱風豪雨
2. 歷經0601及0613豪雨事件縮時影像
3. 用地取得不易

1. 保留現場巨石及避免渠道化
2. 生態保護及生物通道
3. 營造友善生物棲息地
4. 導正流心之低水護岸、高灘地導流工及有深槽之固床工設計
5. 營造淺灘之護坦設置
6. 施工品質與生態之考量
7. 節能減碳

創新性

1.半圓形斜坡式固床工

- 向上傾斜之半圓形斜坡式固床工，調整溪床坡降
- 固床工採弧形設計，有效控制流心
- 二道消能池可減緩水流衝擊，增加水瀑提高溶氧量, Δh＜25cm



創新性

2.魚巢設計(PVC管/香蕉管)

- 護岸RC結構內採PVC管與香蕉莖2款式構置魚槽，增加生物棲息空間
- 香蕉莖約半年會自然腐化，形成棲息空間，腐化的香蕉莖亦可增加水中有機質，引誘蝦蟹進入







創新性

3. 拱形鏤空固床工

- ◆ 鏤空固床工填石塊
  - □ 增加生物棲息空間
- ◆ 固床工採拱形設計
  - □ 利用向上拱形應力原理，提高河床穩定性
  - □ 固床工下游營造深潭



挑戰性

1. 施工期間遇颱風豪雨

◆經歷5場颱風及多次豪雨，如期如質完工。

2016年									2017年	
4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
		防汛期間								
4/7 開工			尼伯特 強颱		莫蘭蒂 強颱 馬勒卡 梅姬 中颱	艾利 輕颱				2/18 竣工

地域性午後雷陣雨 + 豪大雨 + 強颱



攝影監控即時狀況

LINE

發生問題立即回報工作群組



工作團隊立即處理

挑戰性

2. 歷經0601豪雨事件縮時影像

◆完工後，經歷2次豪雨，構造物完好，並發揮設計功效





約頻率年2年

0601降雨紀錄

2017/6/3 01:00	0.5
2017/6/3 02:00	0
2017/6/3 03:00	0
2017/6/3 04:00	3
2017/6/3 05:00	20.5
2017/6/3 06:00	7
2017/6/3 07:00	32
2017/6/3 08:00	11.5
2017/6/3 09:00	3
2017/6/3 10:00	2
2017/6/3 11:00	2.5
2017/6/3 12:00	1
2017/6/3 13:00	13.5
2017/6/3 14:00	0.5
2017/6/3 15:00	0.5
2017/6/3 16:00	1
2017/6/3 17:00	3
2017/6/3 18:00	40
2017/6/3 19:00	21.5
2017/6/3 20:00	21.5
2017/6/3 21:00	0

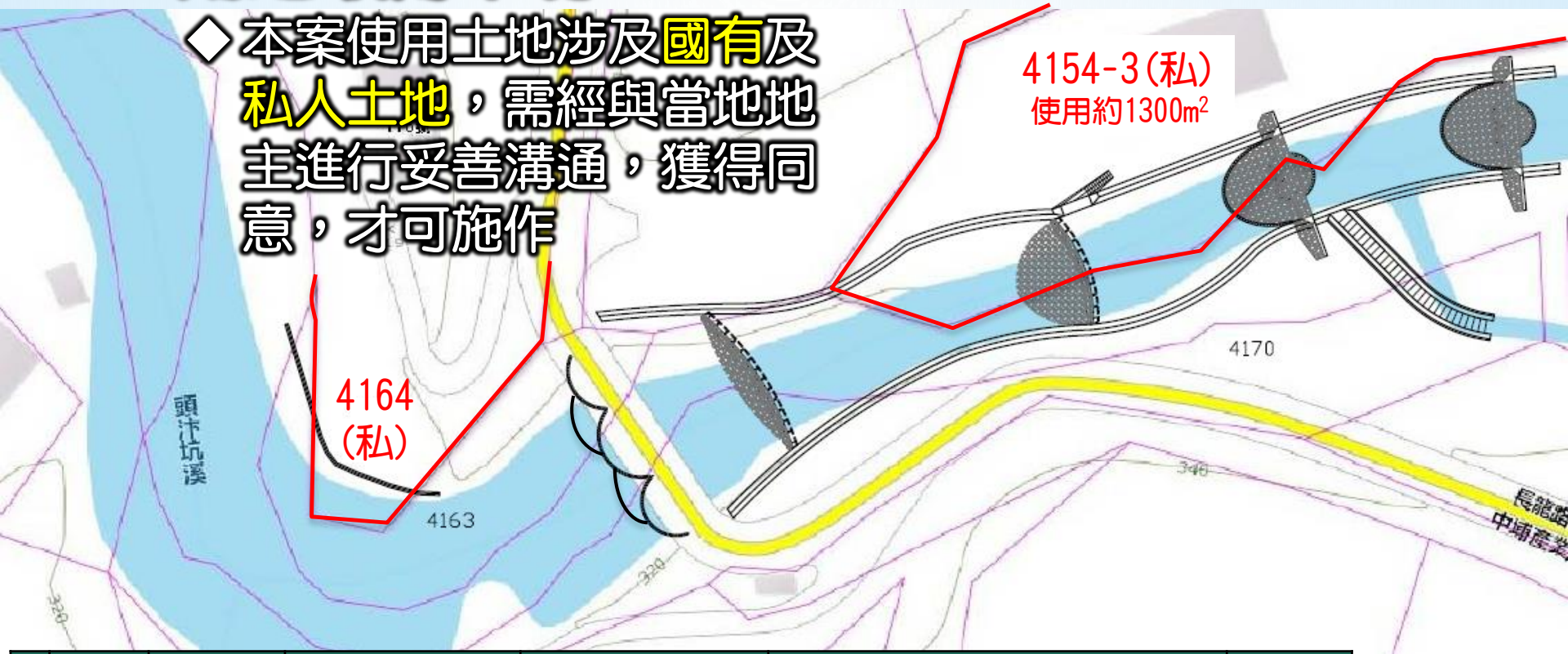
- 引用中竹林雨量站資訊
  - 距離中埔二號橋7.1KM
  - 0601豪雨事件一日最大暴雨為210MM
  - 透過洪水時影像分析可知與水理分析及設計相符，重現期2年以上之洪水才會漫溢至低水護岸
  - 巨石具有導流及分流效果

※資料來源:經濟部水利署

挑戰性

3. 用地取得不易

◆本案使用土地涉及國有及私人土地，需經與當地地主進行妥善溝通，獲得同意，才可施作

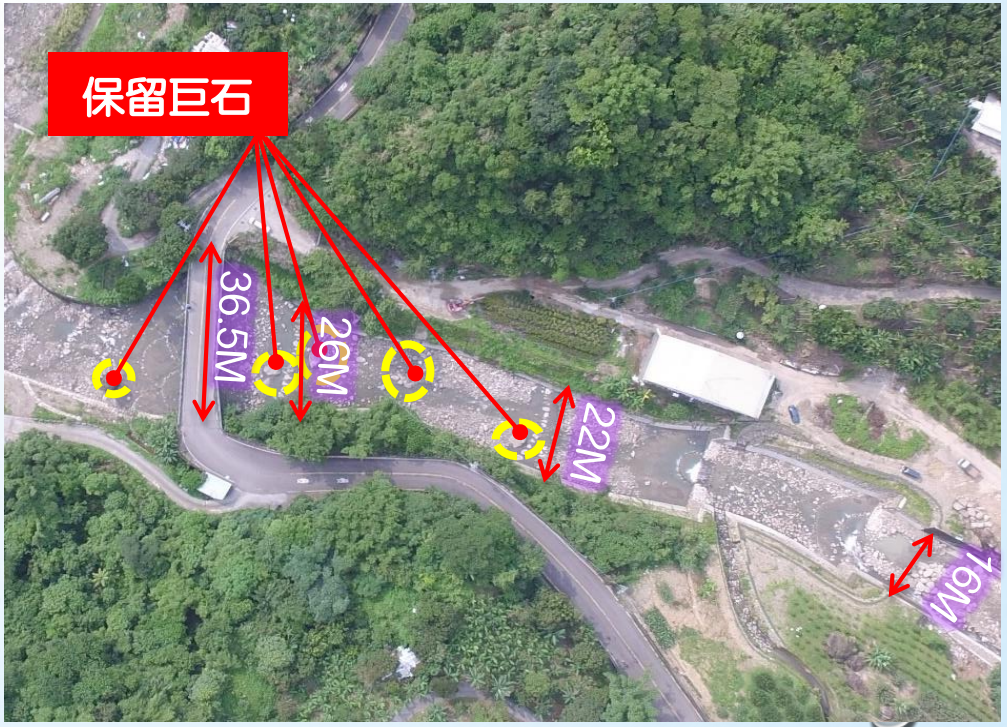


編號	縣市	鄉鎮(區)	土地座落		所有權人(承租人)	地址	備註
			地段	地號			
1	台中市	太平區	頭汴坑段	4154-3	王**	台中縣太平市中政里4鄰中興路55之14號	6587m2
2	台中市	太平區	頭汴坑段	4163	中華民國國有財產署	台市光復南路116巷18號	1498m2
3	台中市	太平區	頭汴坑段	4164	江**	台中縣太平市東汴里8鄰長龍路中民巷2號	8471m2
4	台中市	太平區	頭汴坑段	4170	中華民國國有財產署	台北市光復南路116巷18號	4533m2

周延性

1. 保留現場巨石及避免渠道化

- 治理前河道內巨石3M以上予以原址保留，發揮增加糙度及保護彎道凹岸之功效
- 配合野溪現況、土地無償同意及中埔十號橋的寬度、河道由16M放大至36.5M，加大通水斷面，減緩洪水流速及降低水位



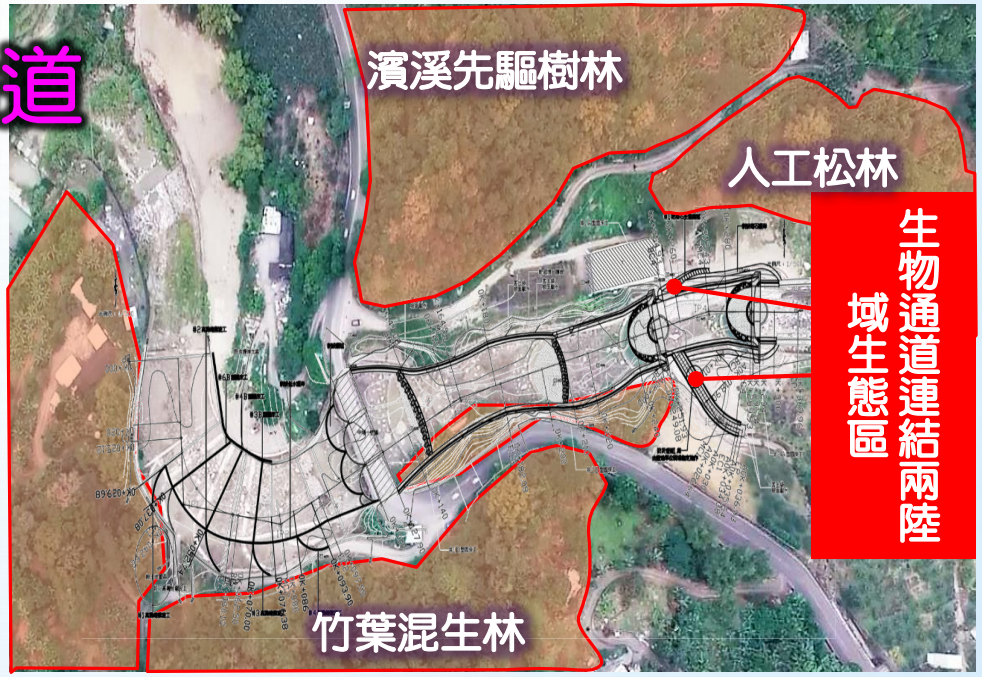





周延性

2. 生態保護及生物通道

- 邀集生態專業團隊，於辦理生態檢核，評估生態保護措施
- 設置生物通道連結左右兩岸陸域生態區



提出生態保育對策

- 保留次生林、不擾動
- 生態友善護岸
- 深潭及淺灘營造棲地多樣性

設計多元加值生態措施

- 裸露地撒播植物
- 固床工低落差
- 設置生物通道

周延性

- 施工便道設於右岸既有便道與農地，避免從左岸出入
- 持續記錄生態回復狀態
  - 生態系受到有限度的擾動(disturbance)，可在經過一段時間的調適消長後，逐漸回復到與原來生態系相似的狀態





完工後記錄粗糙沼蝦，底棲生物逐漸回復



左岸生態環境較佳



避免影響左岸環境

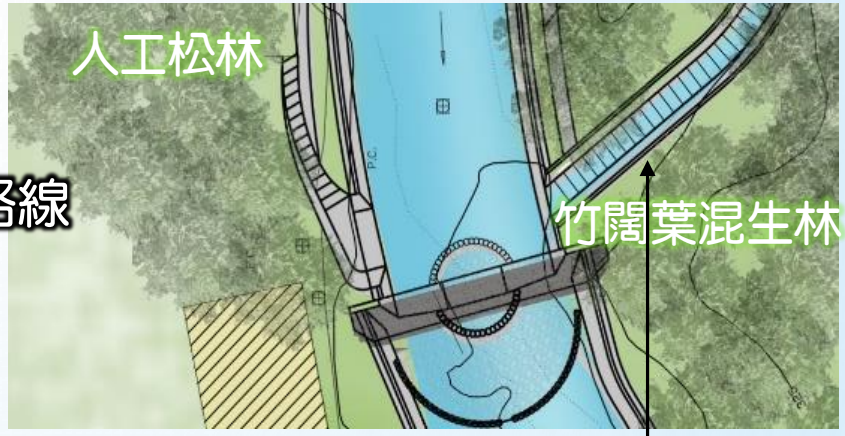
周延性

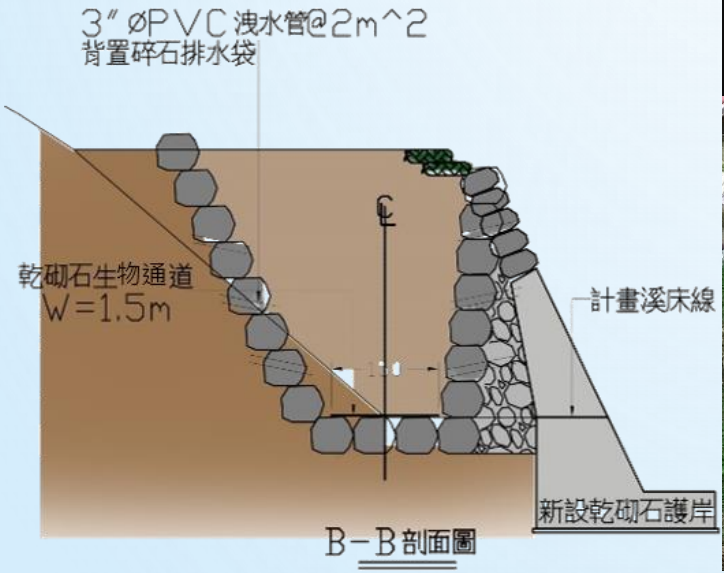
2. 生態保護及生物通道

◆ 二處生物通道，串連生物橫向移動路線

□ 其中左岸兼具排水效果及生物通道，

利於生物橫向移動及提供逃生路線







周延性

2. 生態保護及生物通道

◆ 106.06.01豪雨，生物通道亦可發揮防洪之效果



三、屬性

3. 營造友善生物棲息地

◆ 營造深潭淺灘，提供生物棲息空間，維持生物縱向通路



周延性

4. 導正流心之低水護岸、高灘地導流工及有深槽之漿砌石固床工設計

- 低水護岸及高灘地導流工及有深槽之漿砌石固床工有效導正流心，避免水流沖刷凹岸



周延性

5. 營造淺灘之護坦設置

◆ 保護中埔十號橋橋台及橋墩，確保136市道不中斷





周延性

6. 施工品質與生態之考量

◆ 本工程巨大塊石多，又緊鄰房舍及橋墩，施工上需謹慎考量，施工期間著重施工品質及降低生態擾動是一大挑戰



生態團隊指導(施工前)



施工前說明會

周延性

7. 節能減碳

◆ 經調查大安森林公園每年二氧化碳吸收量約為389公噸，本工程減碳量約等於一座大安森林公園

減碳量

= 371,250+25,510

=396,760公斤CO_2

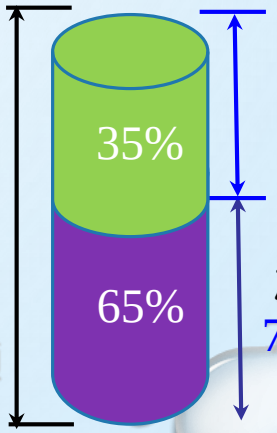
鋼筋減量

- 本工程鋼筋24.49公噸
- 採用傳統鋼筋混凝土施作需50公噸鋼筋
- 減用鋼筋25.51公噸
- 減少25,510公斤CO_2

混凝土減量

- ✓ 本工程混凝土2,815M^3
- ✓ 採用傳統鋼筋混凝土施作需4,300M^3混凝土
- ✓ 減用混凝土約1, 485M^3
- ✓ 減少371,250公斤CO_2

減量
396公噸



4. 有效作為

① 塊石現場試砌

② 放樣精準確實

③ 落實斜率查驗

④ 防汛整備執行

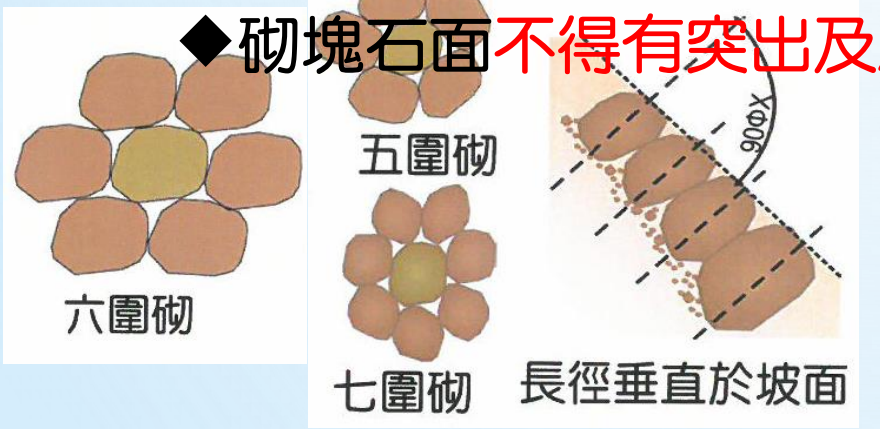
⑤ 完工豪雨考驗

⑥ 後續生態調查

⑦ 工程效益

塊石現地試砌

- ◆要求承包商試砌，講解施工要領，保留試區作為範本。
- ◆自基礎砌起，水平昇高砌築，基礎底部選用較大塊石。
- ◆以六圍砌為主，五或七圍砌尚可。
- ◆長徑垂直坡面，交錯銜接，使其接觸面盡量平整寬大。
- ◆砌塊石面不得有突出及漏漿現象。





放樣精準確實

◆固床工採多拱設計，且高程由二側往中央漸低25cm。
◆放樣精準確實，完美弧度呈現，有效導正流心。







落實斜率查驗

◆監造確實查驗，斜率漸變平順，曲線優美。





防汛整備執行

施工期間遇颱風及多次豪大雨特報，

施工條件艱鉅

零工安事件



105/7
尼伯特



105/09
馬勒卡

105/09
梅姬

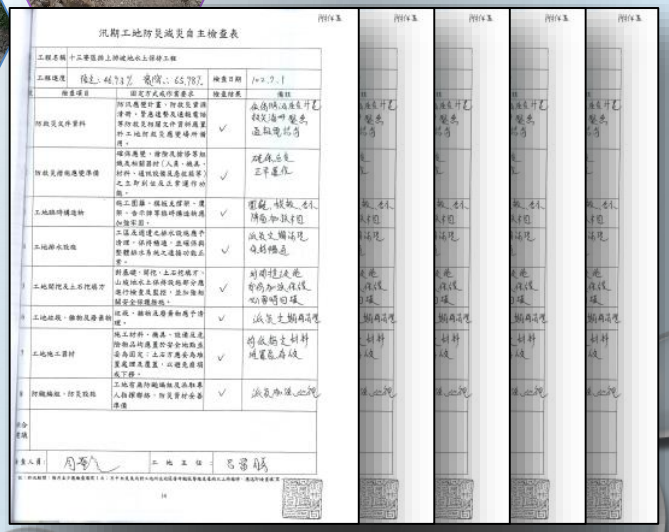
105/10
艾利





105/09
莫蘭蒂





確實提醒承包商提前做好準備

落實承包商回傳防汛自主檢查表

完工後豪雨考驗

施工後遇6/1日大雨，迅速排洪



約頻率年2年

	0601豪雨事件
一日最大暴雨量(單位：mm)	210
洪峰流量(單位：cms)	37.4

後續生態調查

魚巢使用觀察

- 魚巢中有觀察到粗糙沼蝦棲息
- 魚類增加記錄臺灣鬚鱲（馬口魚）、明潭吻鰕虎，顯示水域生態正逐漸回復
- 調查日期106年7月31日





魚巢現況



粗糙沼蝦



明潭吻鰕虎



臺灣鬚鱲

後續生態調查

施工前後生物比較

口調查日期106年9月13日

水域物種	施工前	完工後
台灣鬚鱲	✓	✓
粗糙沼蝦	✓	✓
擬多齒米蝦		✓
明潭吻鰕虎		✓









後續生態調查

大部分生物
均有回復，
甚至增加!!

施工前後生物比較

水域物種	調查方式	施工後	陸域物種	調查方式	施工後
粗糙沼蝦	V	V	台灣藍鵲	◎	V
台灣鬚鱲(特有)	V	V	台灣獼猴	◎	V
黑眶蟾蜍	○	V	白鼻心(保育)	○	V
澤蛙	○	V	翠鳥	V	V
小雨蛙	○	V	小彎嘴畫眉	V	V
拉都希氏赤蛙	○	V	樹鵲	V	V
日本樹蛙	○	V	紅嘴黑鵯	V	V
褐樹蛙	○	V	褐頭鷦鶯	V	V
面天樹蛙	○	V	小白鷺	V	V
白頷樹蛙	○	V	五色鳥	V	V
中國樹蟾	○	V	白鶺鴒		V
擬多齒米蝦(特有)		V			
明潭吻鰕虎		V			

增加
新物種

「◎」表訪談，「○」表依棲地推測資料，「✓」工區現場調查

後續生態調查

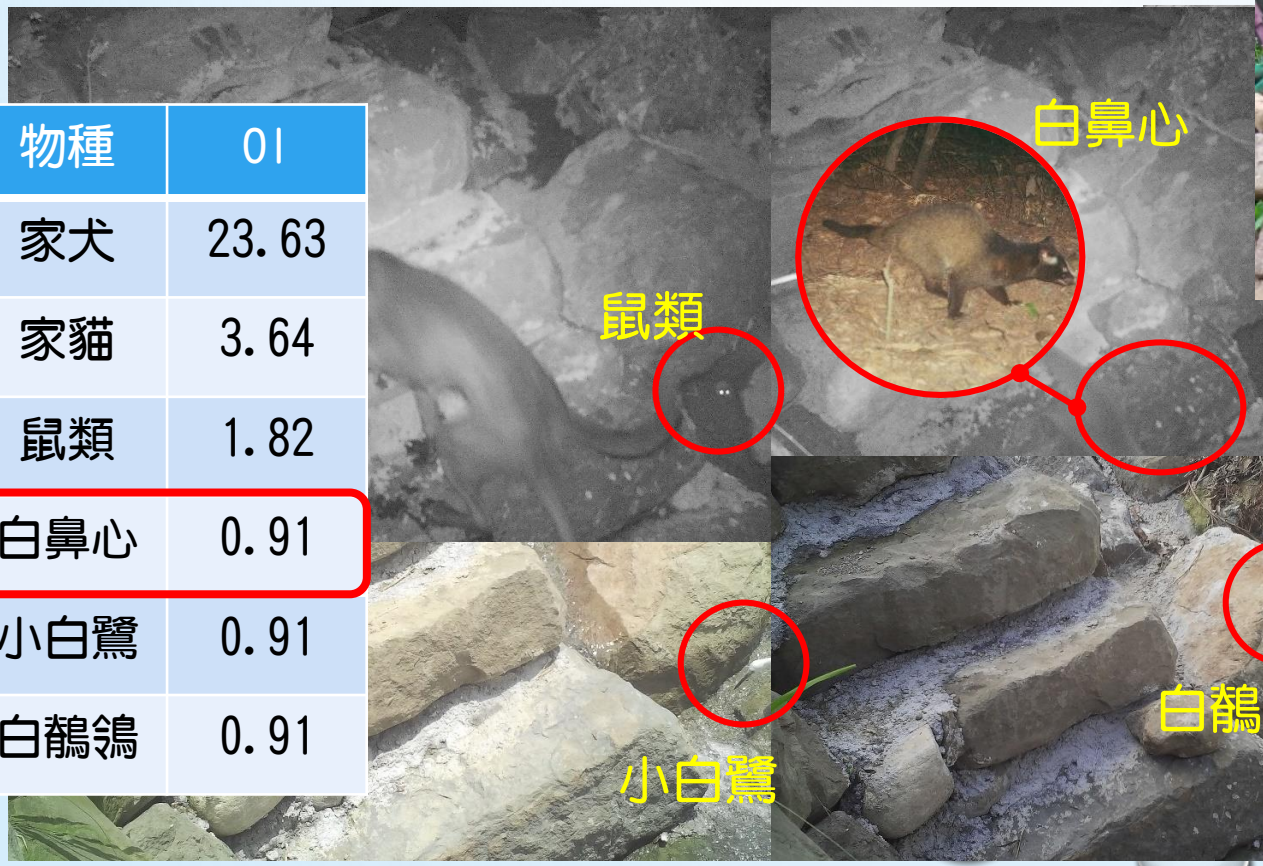
生物通道調查

- 施工後架設紅外線相機驗證1,100小時
- 調查日期4/25-6/10





物種	OI
家犬	23.63
家貓	3.64
鼠類	1.82
白鼻心	0.91
小白鷺	0.91
白鶺鴒	0.91



5. 工程欣賞



- 當地大塊石疊砌，就地取材，節省建造成本、節能減碳
- 高粗糙質感護岸，增加水中及濱溪之生態豐富性


中埔十號橋
保留現場塊石


十號橋下游設營造淺灘護坦，有效保護橋墩之淘刷。


保留現場大塊石及鏤空固床工，營造淺灘及保特生物縱向移動路線之暢通。


控制流心及分散水流


溪流施工後有效將流心控制在渠道中央



半圓形斜坡式固床工下游之消能池，除有效降低固床工高差，並營造多樣流況。


生物通道砌石縫隙植生復育良好


生物通道乾砌石
縫隙間植生良好


周邊植生復育狀況良好


保留現場巨石
護坦


設置魚巢
(內部為香蕉莖及PVC管)


貝殼造型模板
轉化現場原石造型
施工品質良好
護岸洩水管有效排除牆後地下水
減少水壓力
現場石頭貝殼化石


生物通道出口和主流河床落差小於25CM，有利生物移動


生物通道砌石現場打鑿施工品質優良


設計消能池落差小於25cm並保留現場巨石


左岸護岸植生良好


感謝聆聽，敬請指教