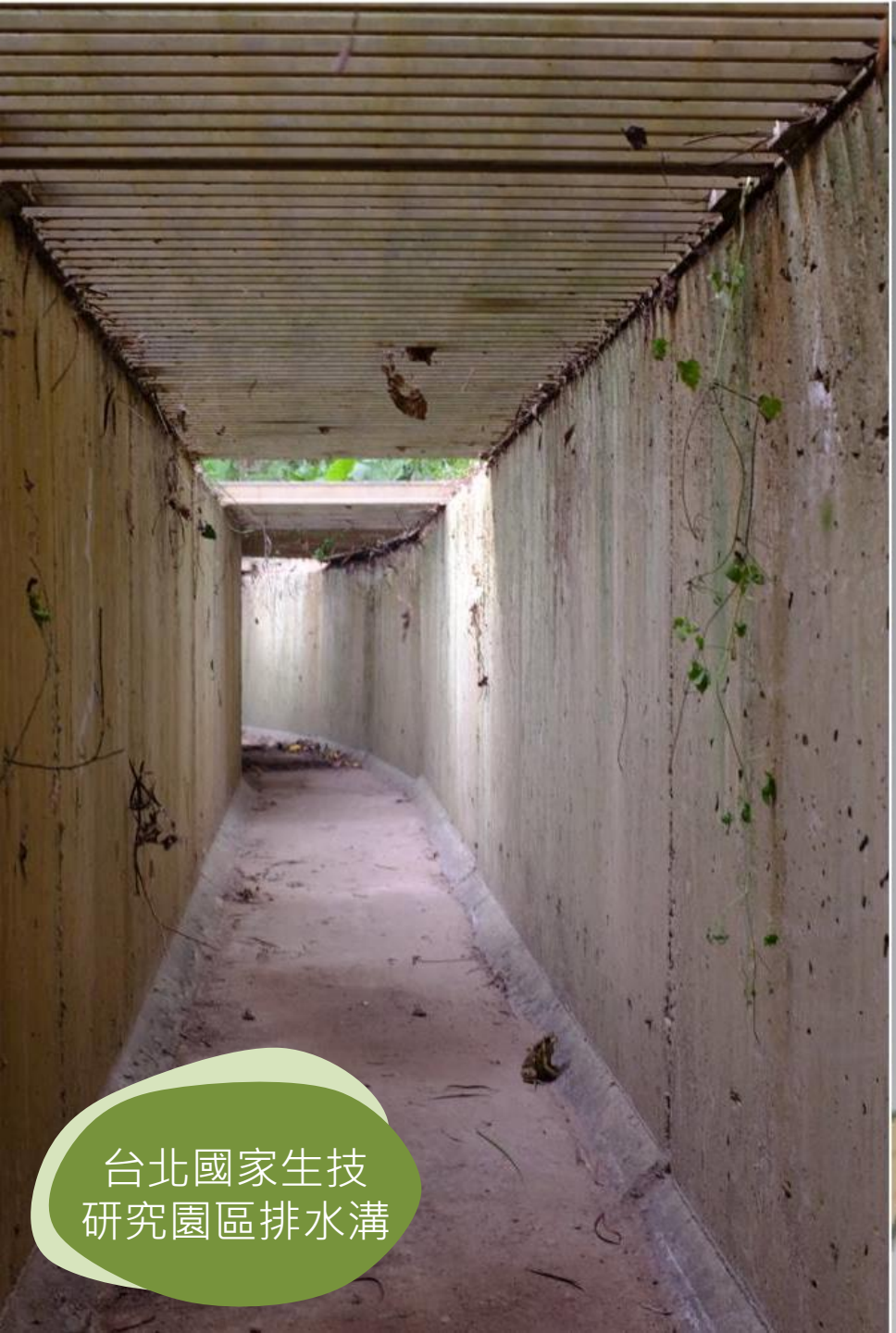
集排水設施動物坡道面面觀

觀察家生態顧問公司 林佳宏

2023/06/05

- 蝶類專業
- 野生動物調查
- 環境影響評估
- 生態環境復育規劃
- 國土綠網

1 動物受困
人工設施物案例


台北國家生技
研究園區排水溝

石碇國道5號
沈砂池

花蓮溪口左岸
未知結構物

新竹楊頭高架
旁蓄水池

新竹楊頭高架
旁蓄水池

白鼻心死於蓄水池

斑龜受困於水管

鼠類死於蓄水盆

澤蛙受困於集水井

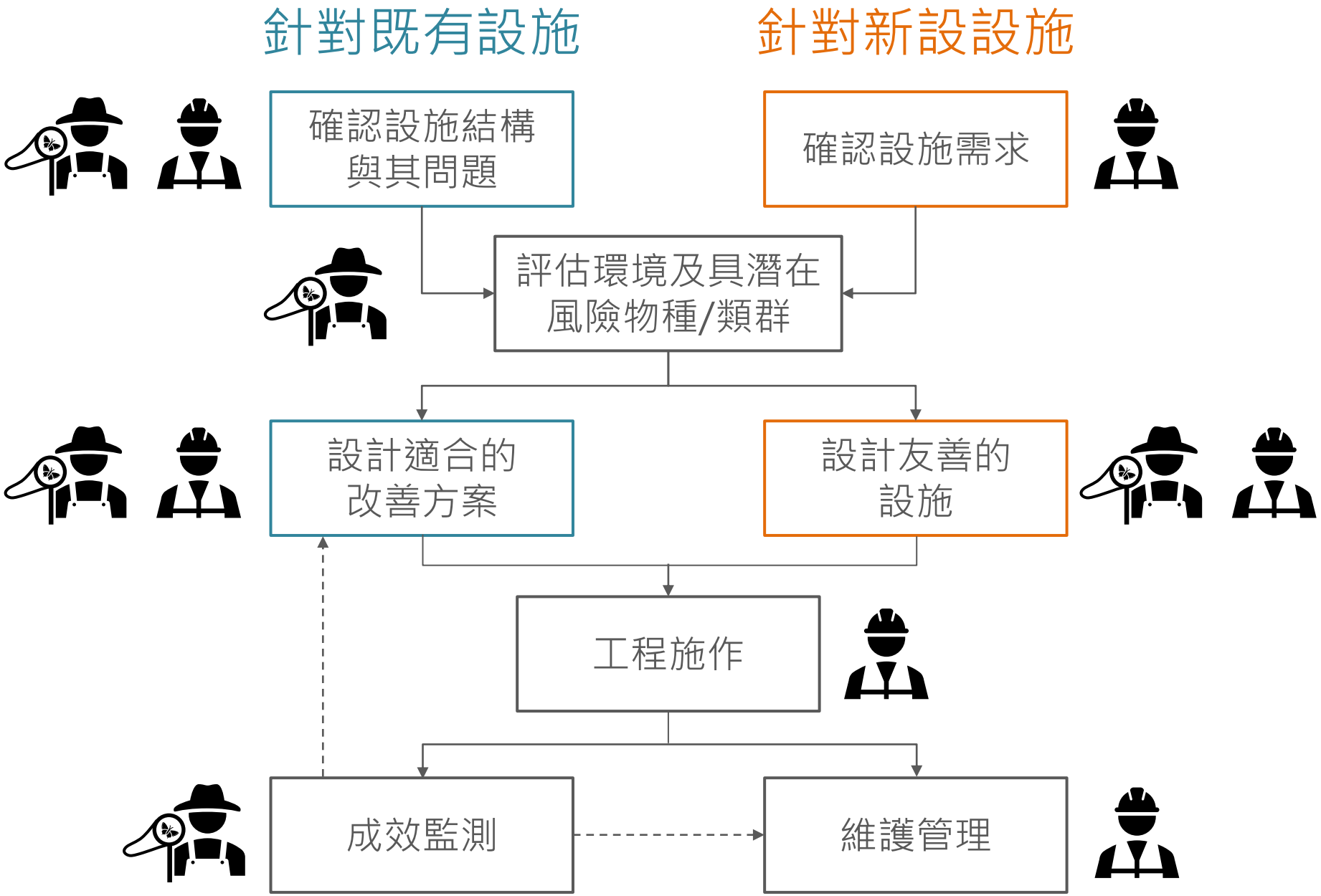
花蓮鱉溪排水溝
張振岳提供

台北東湖內溝溪
許宏榮提供

宜蘭水圳

2 操作流程與友善設施設置基本考量

友善設施設置簡易流程


針對既有設施
針對新設設施
確認設施結構與其問題
確認設施需求
評估環境及具潛在風險物種/類群
設計適合的改善方案
設計友善的設施
工程施作
成效監測
維護管理

國土生態綠網

脫困

林道構造物生態友善設施

起手式：認識簡易友善設施

林道使人們便利出入山林，為了維持道路的結構和安全，林務局設置了排水溝、集水井、靜水池、擋土牆等構造物。但是，這些設施通常都有又高又陡的牆面，讓野生動物受困、受阻，成為難以通行的障礙。

因此近年來，林務局對這些構造物進行改良，用疏伐木、木板、竹材、石材、棉繩、混凝土等簡易的材料增設友善設施。接下來就讓我們來認識不同的林道構造物及改良後的友善設施吧。

資料來源：農委會林務局
手冊下載：https://reurl.cc/5MaOjv

友善設施(動物坡道)設置的基本考量與原則

多面向考量

- 周邊環境：森林、溪流、農田、道路...
- 標的動物特性：包含體型、習性等。例如多數兩棲類怕乾、小動物有沿障礙物邊緣移動的習性

動物能找到入口

- 坡道設置距離：小型動物 20m、中型動物 50m 設置一處

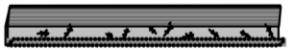
動物好爬

- 坡道角度
  - 龜鱉類：以攀爬能力差的龜類試驗，坡道最大坡度不要超過 40°，而大型龜的坡度極限會更小 (廖靜蕙刊載於環資中心，2012)
  - 兩棲類：不同蛙類對於基質與坡度需求完全不同，多數蛙種在塊石或混凝土材質的建議坡度是 30-45° (張源修等，2006)
  - 建議以攀爬能力最差的物種作為標的
- 坡面粗糙度
  - 盤古蟾蜍室內試驗攀爬角度僅 15° (侯文祥等，2009)，與野外觀察有落差→摩擦力
  - 陸蟹：麻布>噴漿>洗石子>表面漫抹>未處理混凝土表面 (周靖傑等，2023)
- 坡面寬度：小型動物 ≧ 20cm、中型動物 ≧ 40cm

動物逃脫能回棲地

- 坡道出口：考量周邊環境，關鍵是讓動物安全返回自然棲地

生態友善排水溝效益比較

	A. 全面片側緩傾斜側溝		B. 部分片側緩傾斜側溝		C. スロープ付き側溝	利用可能な側溝
	全面緩傾斜 		傾斜部20m間隔		スロープ10m間隔	
	A1 45°～60° （凸凹大）	A2 45°以下 （凸凹大）	B1 45°～60° （凸凹大）	B2 45°以下 （凸凹大）	C2 45°以下 （凸凹大）	
コスト（千円/20m）	232.2		171.7		166.3	
（対策によるコスト増分）	（+67.3）		（+6.8）		（+1.4）	
嚙齒類	◎	◎	○	○	△	◎：A1、A2 ○：B1、B2,C2
秧雞	※		※			◎A2 ○B2、C2
烏龜	◎		○			◎：A1、A2 ○：B1、B2,C2
蜥蜴、蛇	※		※			◎A2 ○B2、C2
蠑螈	○		○-			◎：A2 ○：B2、C2
青蛙	※		※			◎A2 ○B2、C2
螃蟹、寄居蟹	◎		○			◎：A1、A2 ○：B1、B2,C2

小動物保護對策工程之參考提案(日本沖繩北部國道事務所，2008)

生態友善排水溝效益比較

	A. 全面片側緩傾斜側溝 全面緩傾斜		B. 部分片側緩傾斜側溝 傾斜部20m間隔		C. スロープ付き側溝 スロープ10m間隔	利用可能な側溝
	A1 45°～60° （凸凹大）	A2 45°以下 （凸凹大）	B1 45°～60° （凸凹大）	B2 45°以下 （凸凹大）	C2 45°以下 （凸凹大）	
コスト（千円/20m）	232.2		171.7		166.3	
（対策によるコスト増分）	（+67.3）		（+6.8）		（+1.4）	
嚙齒類	◎		○			◎：A1、A2 ○：B1、B2,C2
秧雞	※		※			◎A2 ○B2、C2
烏龜	◎		○			◎：A1、A2 ○：B1、B2,C2
蜥蜴、蛇	※	◎	※	○	△	◎A2 ○B2、C2
蠑螈	○		○-			◎：A2 ○：B2、C2
青蛙	※		※			◎A2 ○B2、C2
螃蟹、寄居蟹	◎		○			◎：A1、A2 ○：B1、B2,C2

◎：對全體（或大部份的個體）有效果　○：對多數個體有效　△：有可能對多數個體無效

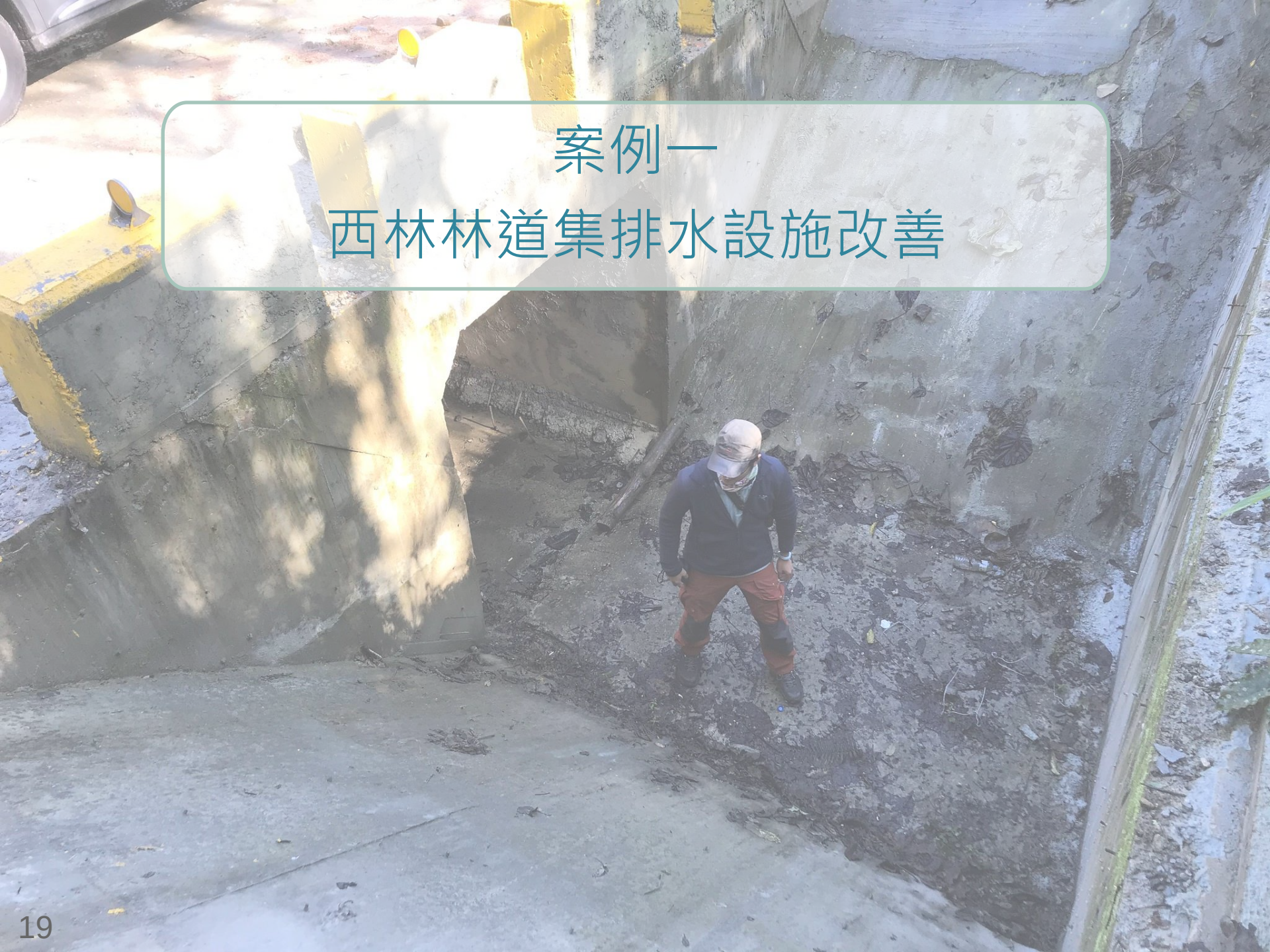
※1：C附斜坡側溝的○為，移動能力低的蠑螈在一小時內 (炎夏中因直射日照而移動困難時) 有可能無法脫逃

※2：B部份單側緩傾斜側溝在設置間格 20m 的情況下，小動物有 90% 可在一小時內脫逃；C附斜坡側溝在設置間格 10m 的情況下，則有 60% 在一小時內脫逃。設置間隔越短則成效越接近B；如果有可供小動物暫避高溫的遮蔽所，設置間隔可再拉長。

小動物保護對策工程之參考提案(日本沖繩北部國道事務所，2008)

3 集排水設施改善案例

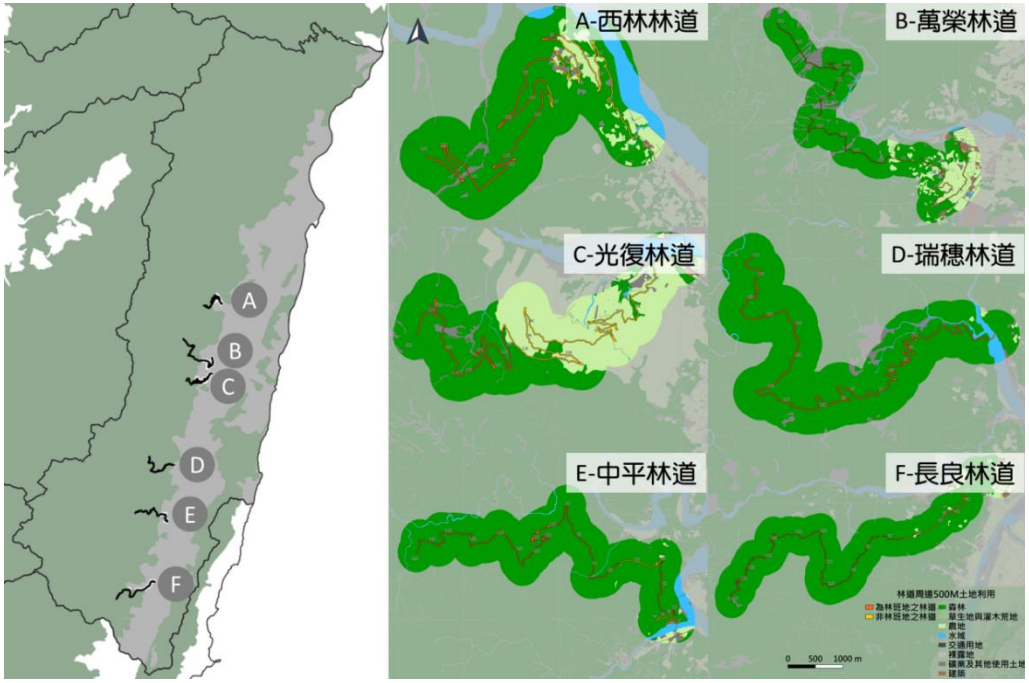
- 花蓮西林林道
- 國3通霄一號高架橋下

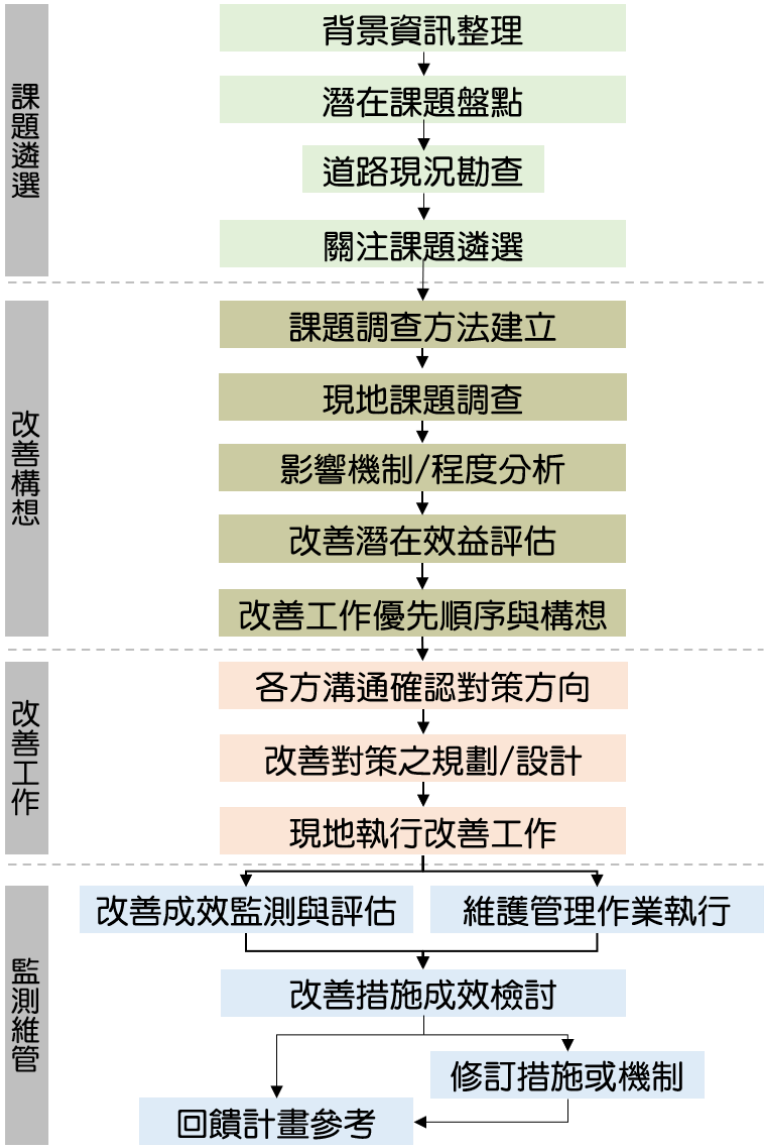


案例一
西林林道集排水設施改善

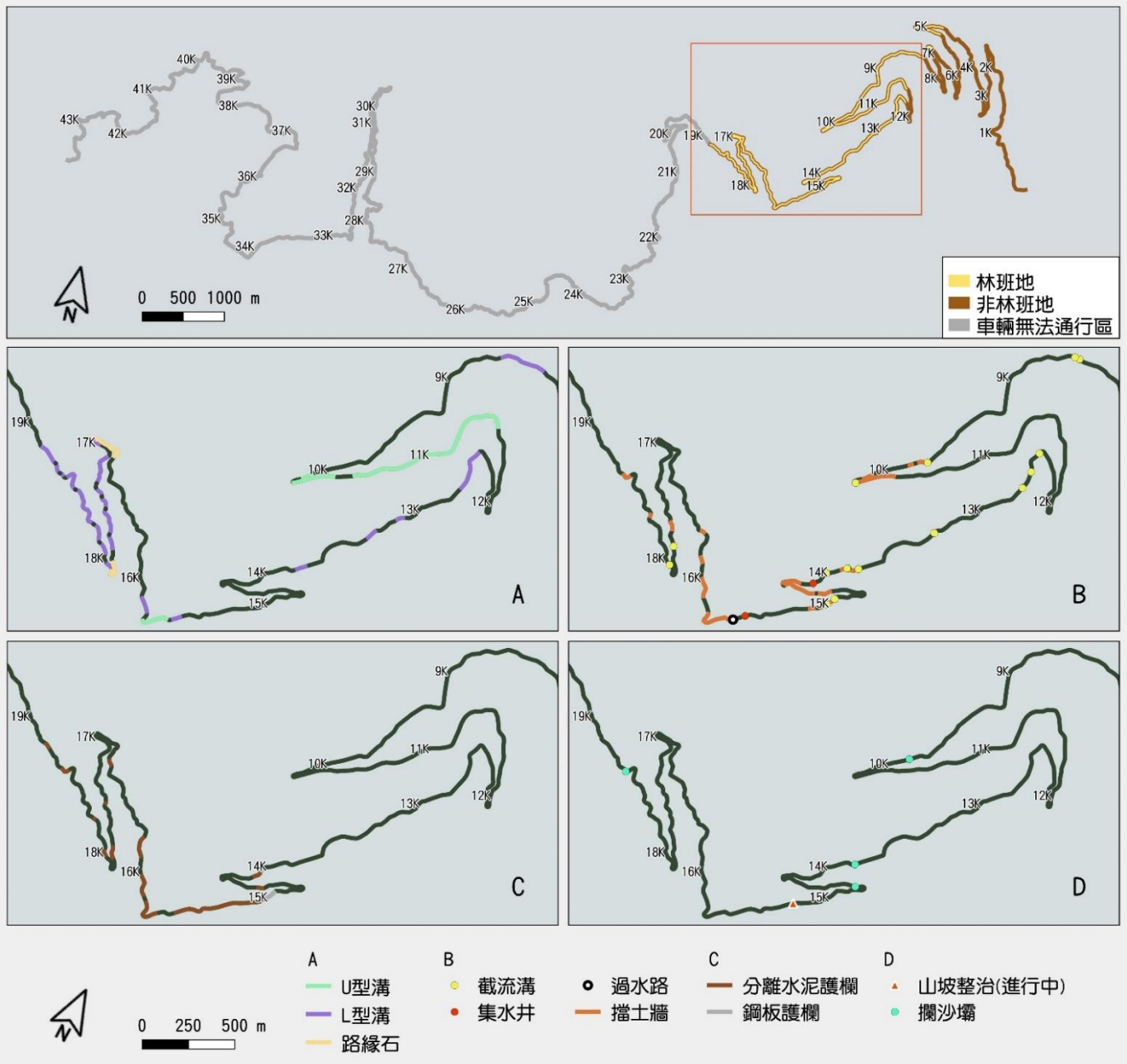
西林林道集排水設施改善脈絡

- 綠網推動，道路切割為備受關注課題
- 新建道路工程納入完整道路生命週期評估；舊有道路生態課題改善
- 制定「道路棲地切割議題評估與改善流程」，以林道為案例執行操作，經評估選擇西林林道
- 改善方向：設施阻隔或動物受困結構物

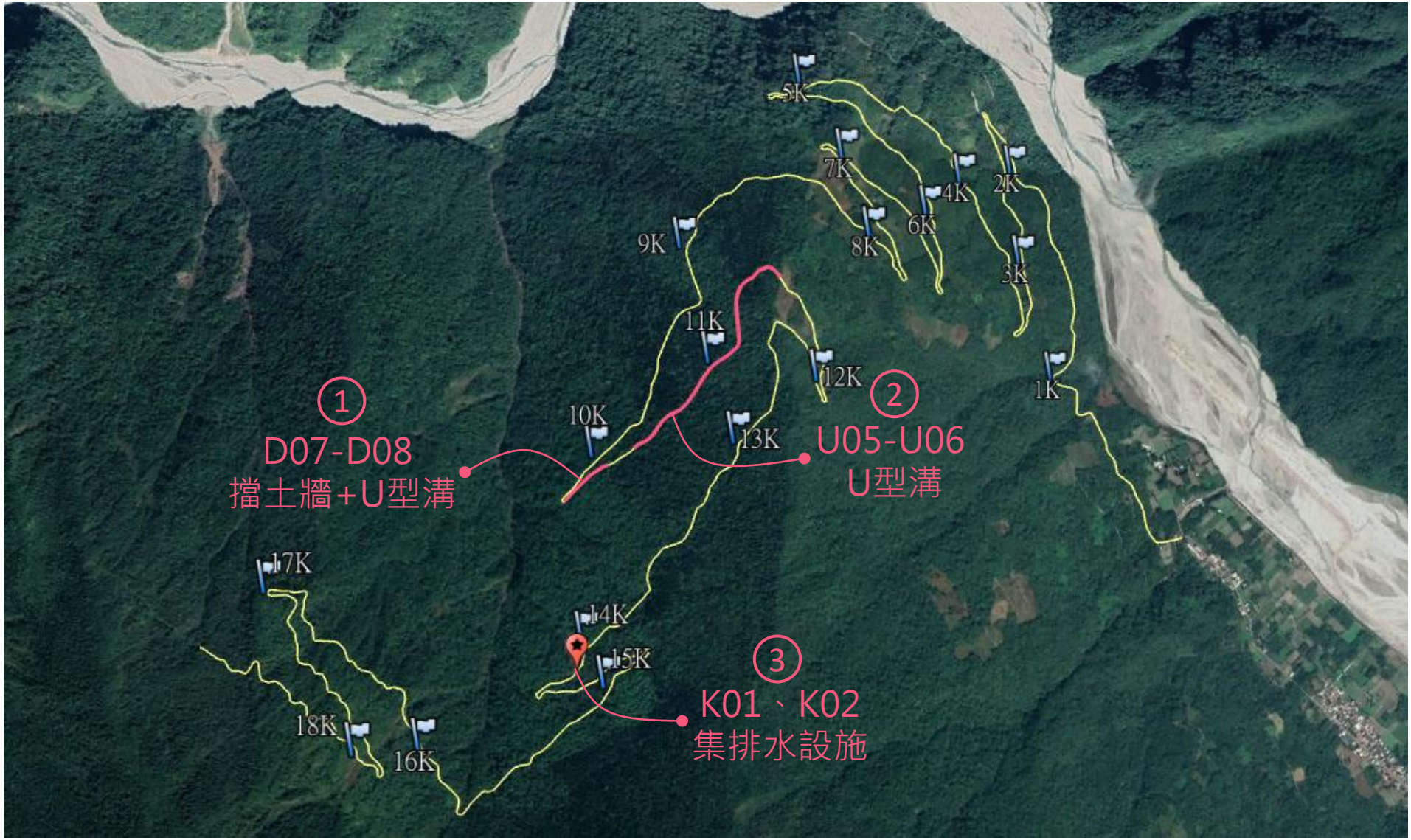




人工設施現地盤點


0 500 1000 m
林班地
非林班地
車輛無法通行區
A
B
C
D
0 250 500 m
A
U型溝
L型溝
路緣石
B
截流溝
集水井
過水路
擋土牆
C
分離水泥護欄
鋼板護欄
D
山坡整治(進行中)
攔沙壩

決定欲改善設施


5K
7K
4K
2K
6K
8K
9K
3K
11K
12K
1K
10K
13K
17K
14K
15K
18K
16K
①
D07-D08
擋土牆+U型溝
②
U05-U06
U型溝
③
K01、K02
集排水設施

② U型溝改善

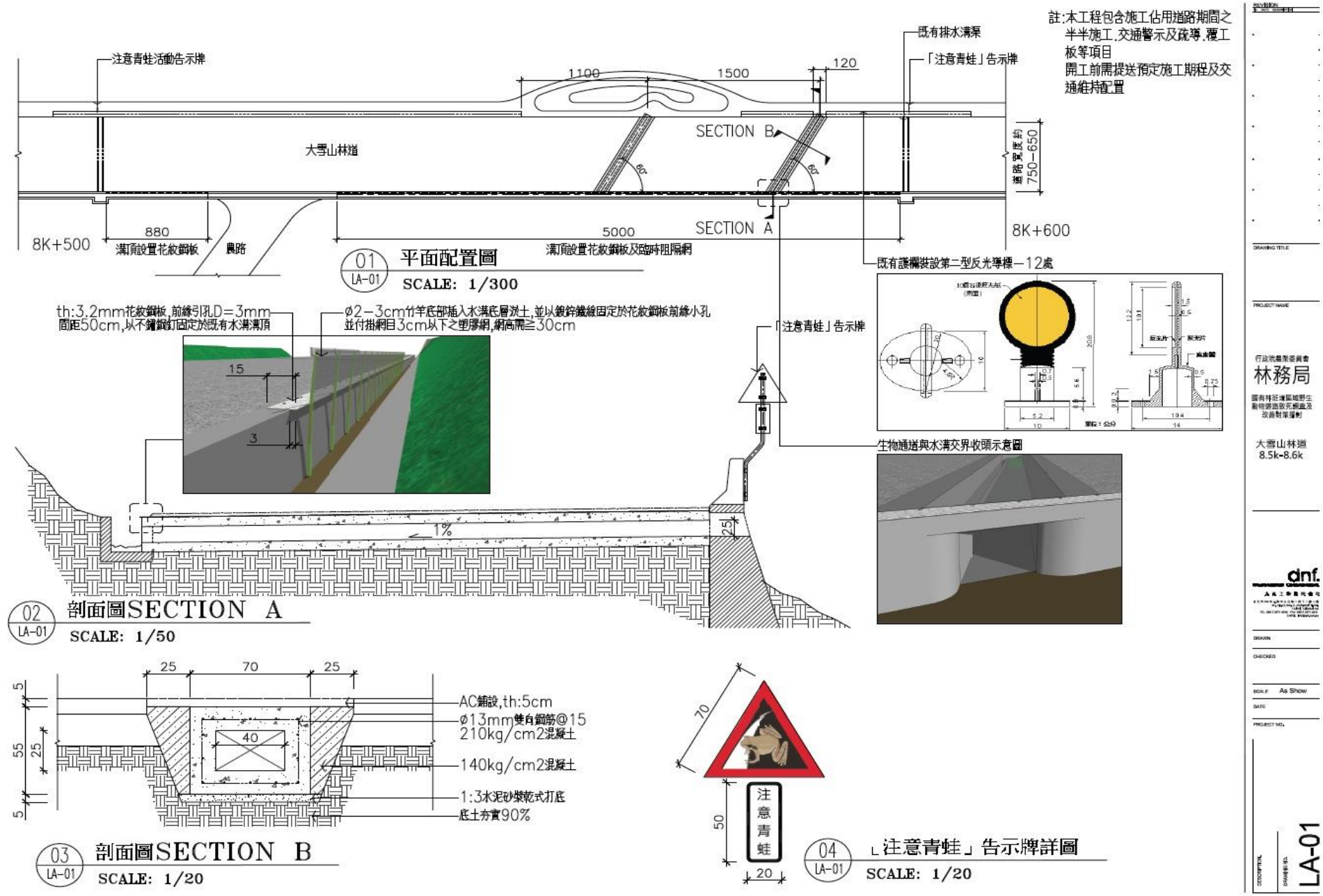
周邊環境	大面積森林、林道
標的動物習性	小動物、沿邊壁行動
坡道設置距離	20m (X)→50m，環境潮濕
坡道角度	33.69°
坡面粗糙度	混凝土刷毛
坡面寬度	2m
坡道出口	森林、林道

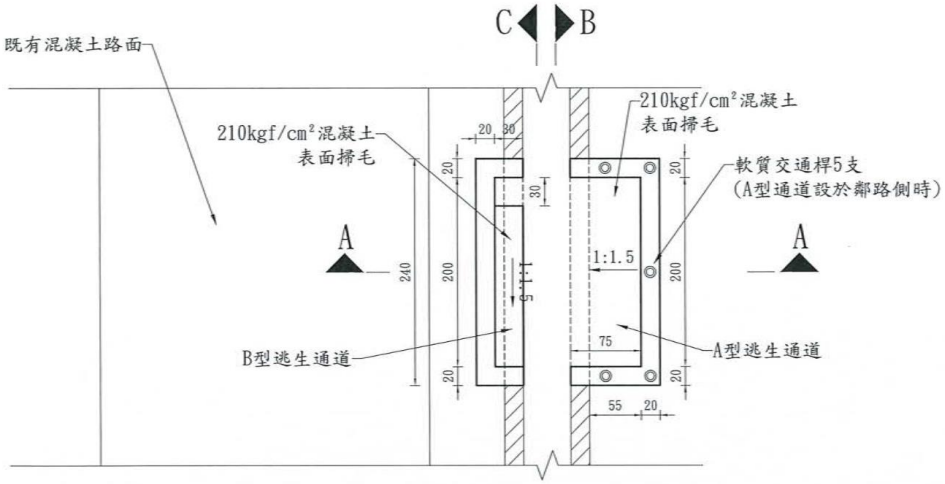
周邊環境	大面積森林、林道
標的動物習性	小動物、沿邊壁行動
坡道設置距離	20m (X)→50m，環境潮濕
坡道角度	16.39 °
坡面粗糙度	混凝土刷毛
坡面寬度	30cm
坡道出口	森林、林道

30cm

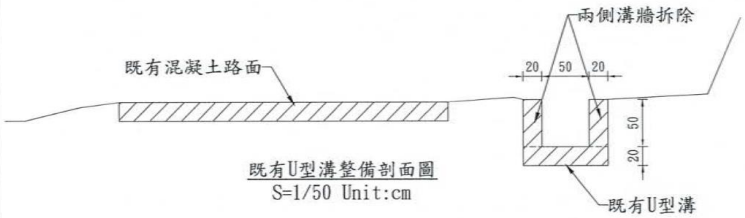
引導進入坡道

大雪山林道案例

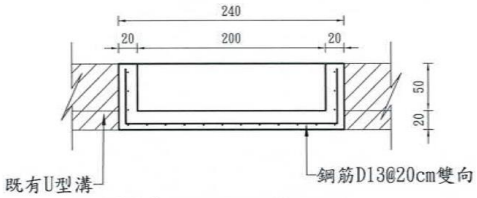

註:本工程包含施工佔用道路期間之半半施工,交通警示及疏導,覆工板等項目
開工前需提送預定施工期程及交通維持配置
既有排水溝渠
「注意青蛙」告示牌
注意青蛙活動告示牌
1100
1500
120
SECTION B
SECTION A
大雪山林道
60°
道路寬度約 750-650
8K+500
8K+600
880
5000
溝頂設置花紋鋼板
農路
溝頂設置花紋鋼板及臨時阻隔網
01 LA-01 平面配置圖
SCALE: 1/300
既有護欄裝設第二型反光導標—12處
th:3.2mm花紋鋼板,前緣引孔D=3mm
間距50cm,以不鏽鋼釘固定於既有水溝溝頂
ø2-3cm竹竿底部插入水溝底層淤土,並以鍍鋅鐵線固定於花紋鋼板前緣小孔
並付掛網目3cm以下之塑膠網,網高需≧30cm
15
3
「注意青蛙」告示牌
生物通道與水溝交界收頭示意圖
1%
25
02 LA-01 剖面圖SECTION A
SCALE: 1/50
25
70
25
5
55
25
5
40
AC鋪設,th:5cm
ø13mm雙向鋼筋@15
210kg/cm2混凝土
140kg/cm2混凝土
1:3水泥砂漿乾式打底
底土夯實90%
03 LA-01 剖面圖SECTION B
SCALE: 1/20
70
50
20
注意青蛙
04 LA-01 「注意青蛙」告示牌詳圖
SCALE: 1/20
行政院農業委員會
林務局
大雪山林道
8.5k-8.6k
dnf.
DRAWING TITLE
PROJECT NAME
DRAWN
CHECKED
SCALE As Show
DATE
PROJECT NO.
DESCRIPTION
DRAWING NO.
LA-01



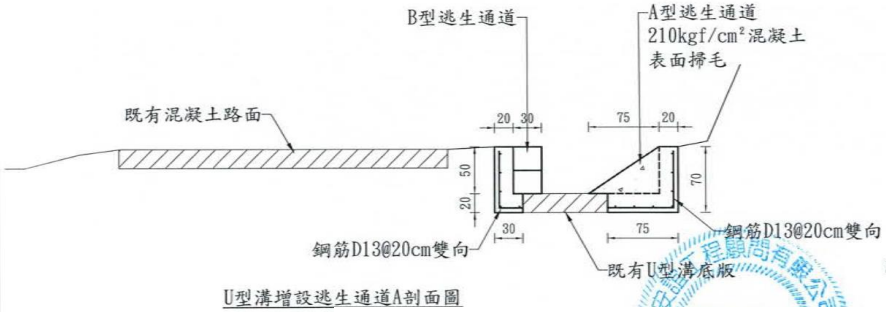
U型溝增設逃生通道平面圖
S=1/50 Unit:cm



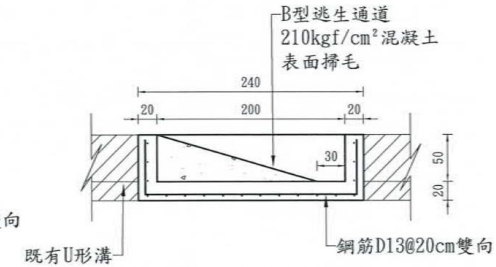
既有U型溝整備剖面圖
S=1/50 Unit:cm



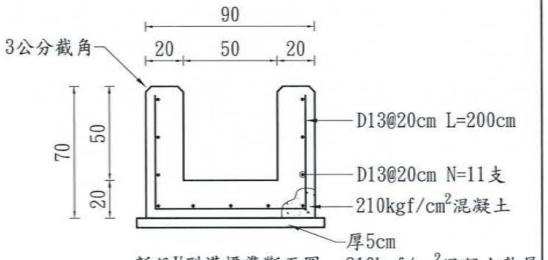
U型溝增設逃生通道B剖面圖
S=1/50 Unit:cm



U型溝增設逃生通道A剖面圖
S=1/50



U型溝增設逃生通道C剖面圖
t:cm



新設U型溝標準斷面圖
S=1/25 Unit:cm

施作里程：11K+300~11K+320 L=20m

U型溝逃生通道位置表(A型27處，B型9處)

里程	距 離	左側	右側	備註
10K+219				擋土牆起點
10K+265	46.00	A	擋土牆動物通道	
10K+340	75.00	B		
10K+384	44.00	A	擋土牆動物通道	
10K+423	39.00	A		
10K+458	35.00			擋土牆終點
10K+623		A	A	
10K+673	50.00	A	A	
10K+723	50.00	A	A	
10K+773	50.00	B	A	
10K+823	50.00	A	A	
10K+873	50.00	A	A	
10K+923	50.00	A	A	
10K+970	47.00	B	A	
11K+017	47.00	B	B	
11K+070	53.00	A	A	
11K+116	46.00	A	A	
11K+170	54.00	B	A	
11K+220	50.00		A	
11K+265	45.00		A	
11K+300	35.00	新設U型排水溝 L=20m		既有U型溝損壞
11K+320	20.00			既有U型溝損壞
11K+362	42.00	B	A	
11K+410	48.00	B	B	
11K+460	50.00	A	A	

◎ A型及B型逃生通道施設位置可依現況調整，惟施工數量不得少於設計數量。

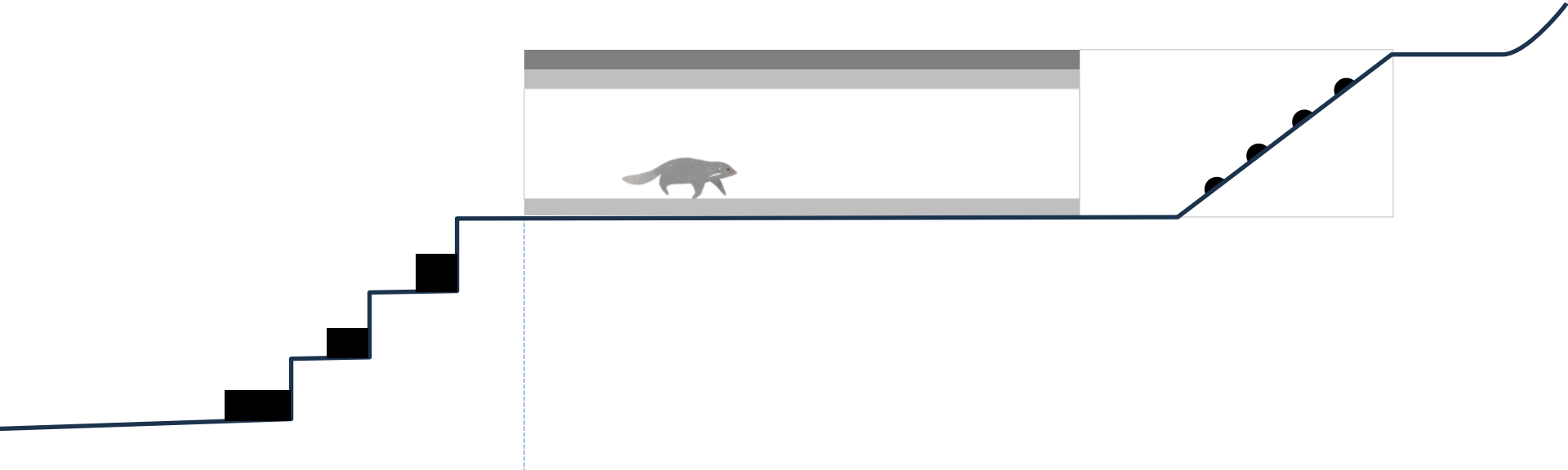
行政院農業委員會林務局 花蓮林區管理處	單位: cm	工程名稱:西林林道0K~15K改善工程	版本:
	比例尺:	圖名: 第3工區U型溝增設逃生通道及新設排水溝詳圖	圖號:16/30

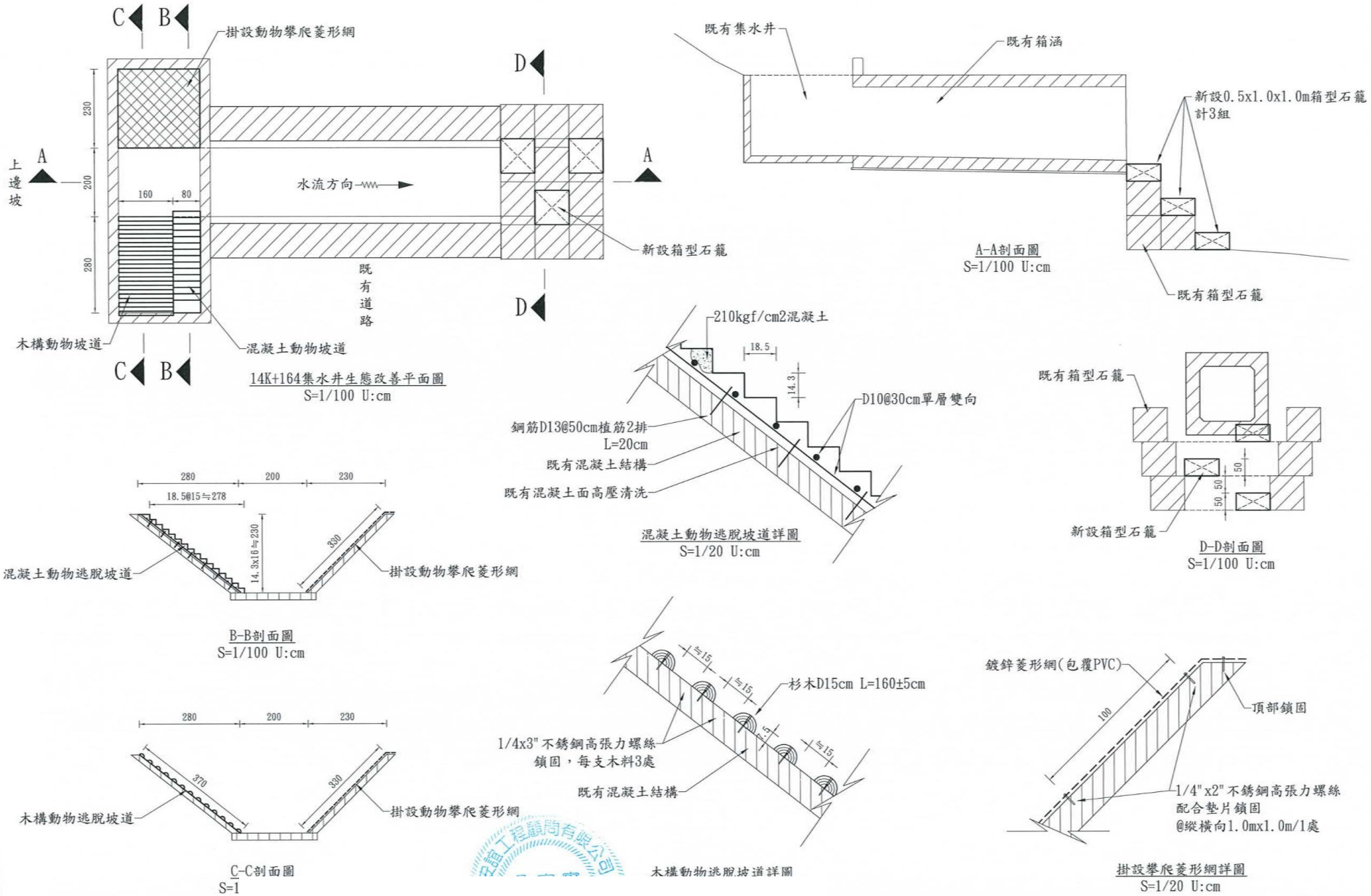
(安誼工程顧問有限公司，2021)

③ 集排水設施改善

15cm

18.5cm
14.3cm





行政院農業委員會林務局 花蓮林區管理處		
單位: cm	工程名稱:西林林道0K~15K改善工程	版本:
比例尺:	圖名: 第5工區14K+164集水井生態廊道詳圖	圖號:24/30

(安誼工程顧問有限公司，2021)

③ 集排水設施改善

14K 集排水設施

周邊環境	溪溝、森林、林道
標的動物習性	中小型動物、部分迴避水
坡道設置距離	-
坡道角度	27.48°
坡面粗糙度	不銹鋼沖孔鋼板 + 木條
坡面寬度	50cm
坡道出口	溪溝、森林

成效評估

- 目標：掌握動物使用設施狀況與回饋設施調整
- 調查方法：
  1) 紅外線自動相機感應錄影：7 部相機
  2) 紅外線自動相機定時拍攝：1 部相機 (1筆/5分鐘、夜間)
  3) 現地逃生設施攀爬試驗

中型哺乳類	兩爬/小型哺乳類	兩爬/哺乳類	蛇類
✓ 相機感應攝影 (*2)	✓ 相機感應攝影 (*1) ✓ 相機定時拍攝 (*1) ✓ 攀爬試驗 (蛙、蛇、蟹)	✓ 相機感應攝影 (*4)	✓ 攀爬試驗 (蛇)
擋土牆-動物坡道	U型溝-垂直路面動物坡道	集排水設施-動物坡道	擋土牆-菱形網

成效監測

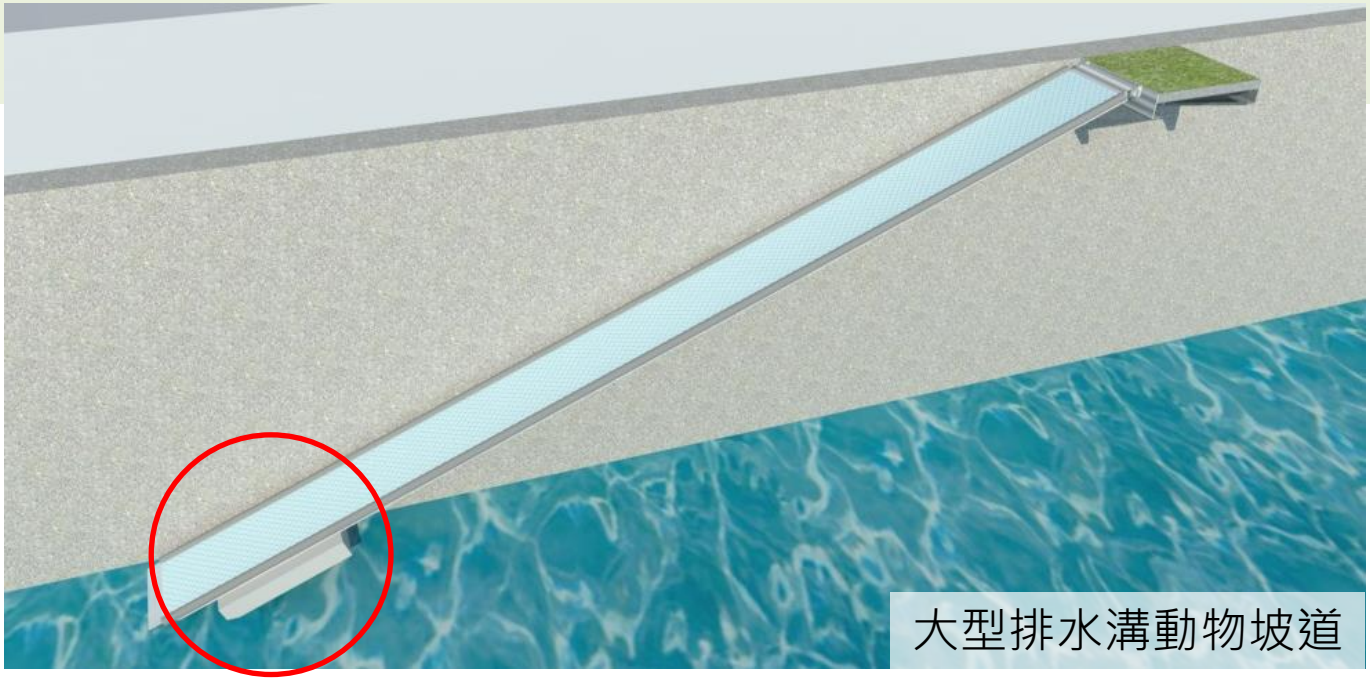
現地試驗

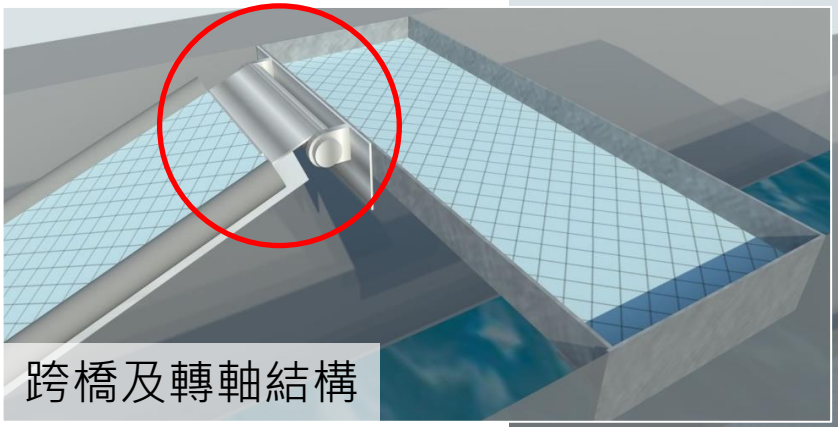
案例二

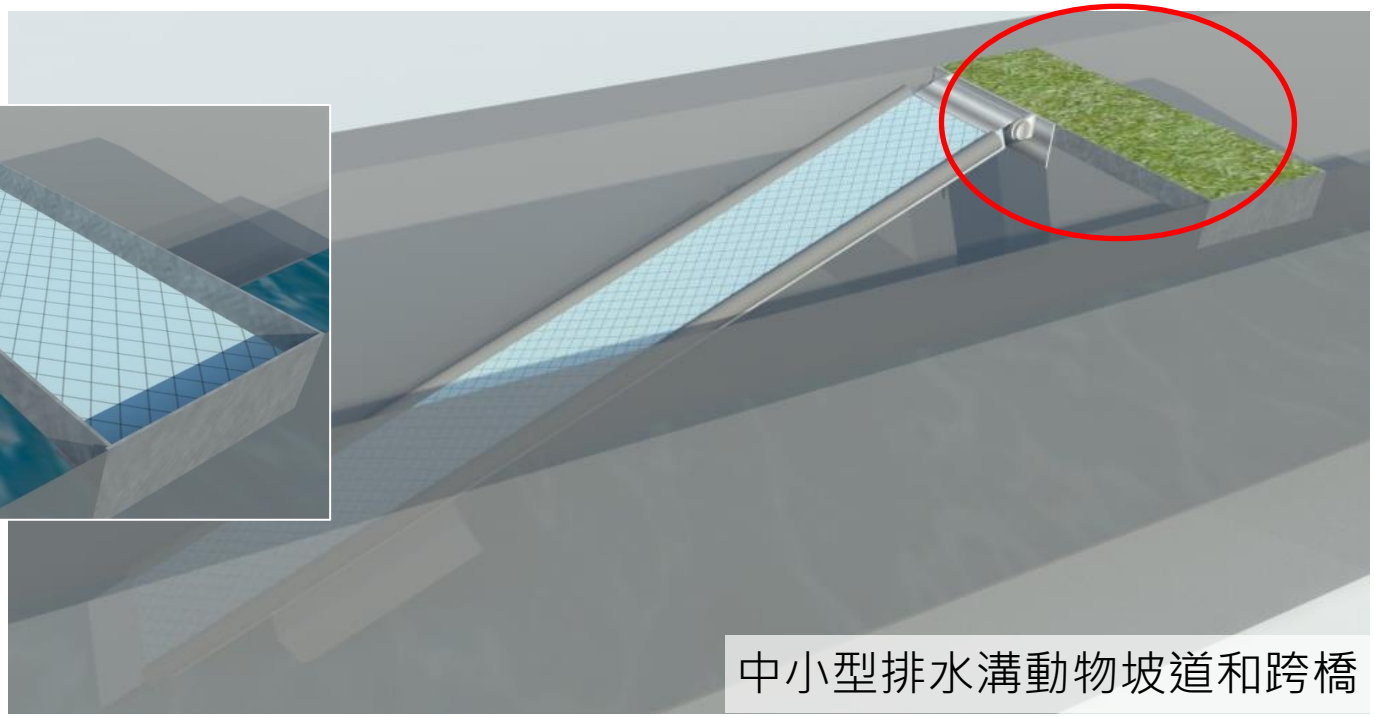
國3通霄一號高架橋下集排水設施改善

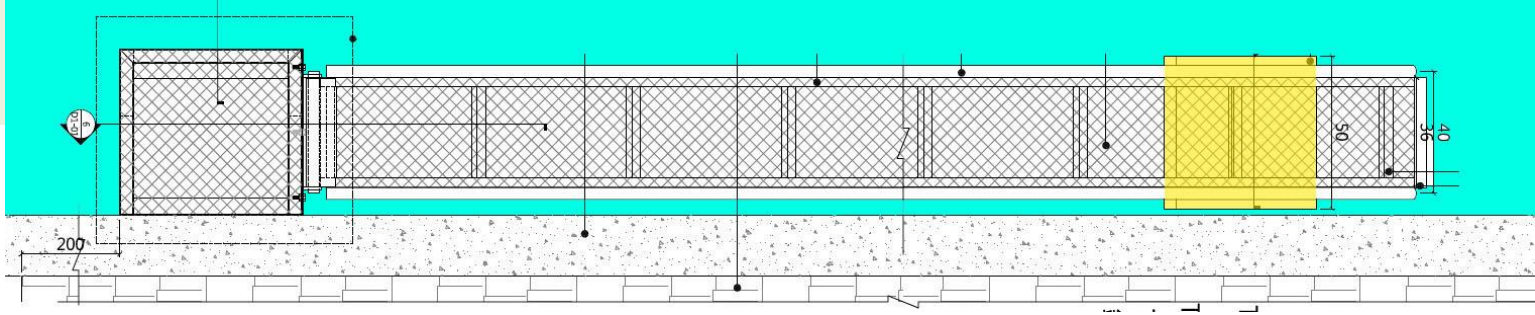
排水設施改善

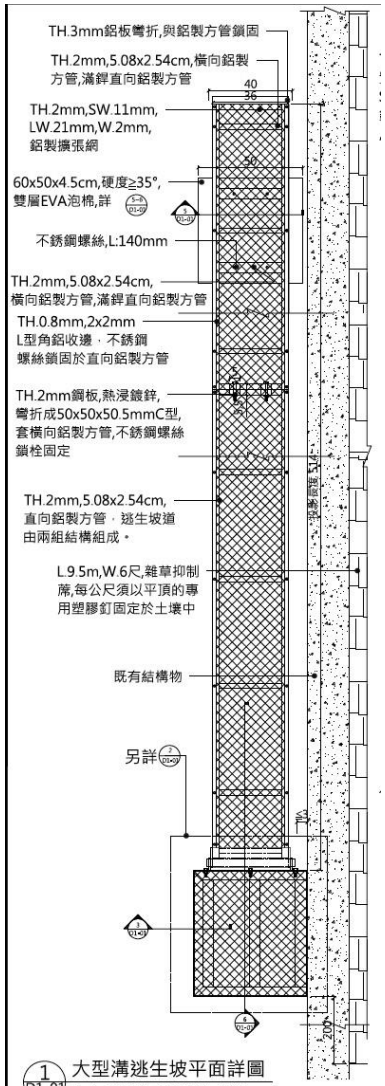
以金屬擴張網製作
浮動式動物坡道及
跨橋供動物跨越



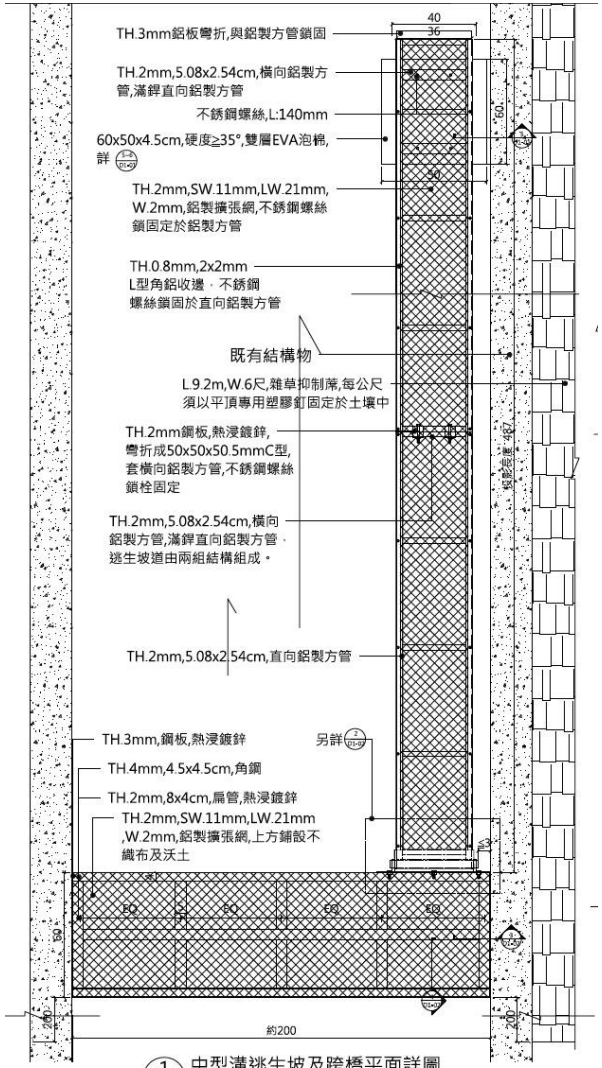




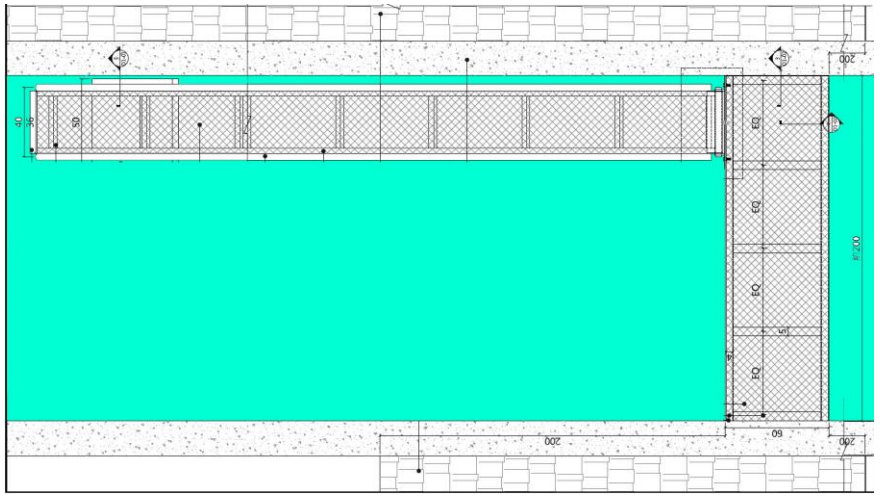


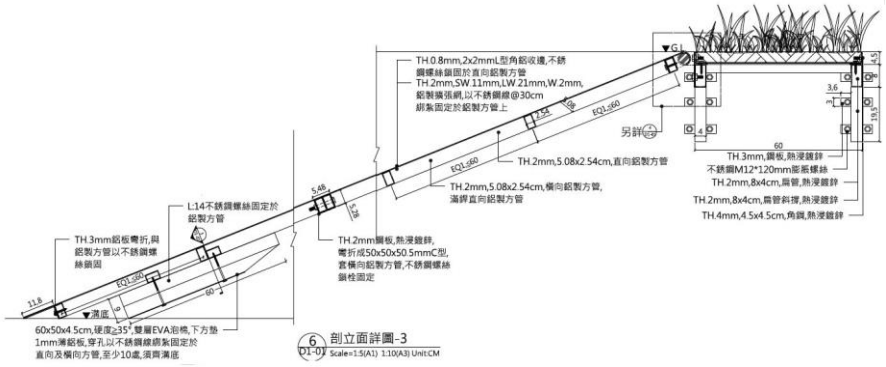


1 大型溝逃生坡平面詳圖
D1-01 Scale=1:10(A1) 1:20(A3) Unit:CM



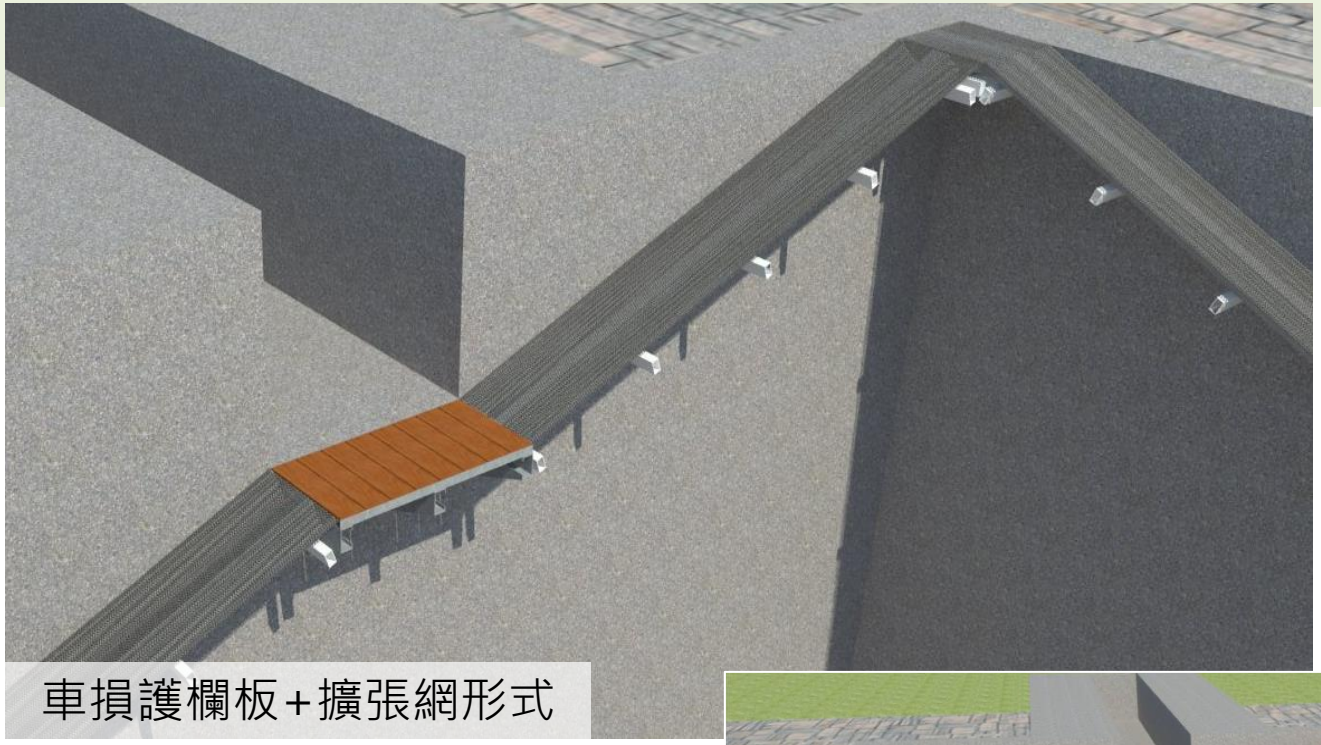
1 中型溝逃生坡及跨橋平面詳圖
D1-02 Scale=1:10(A1) 1:20(A3) Unit:CM



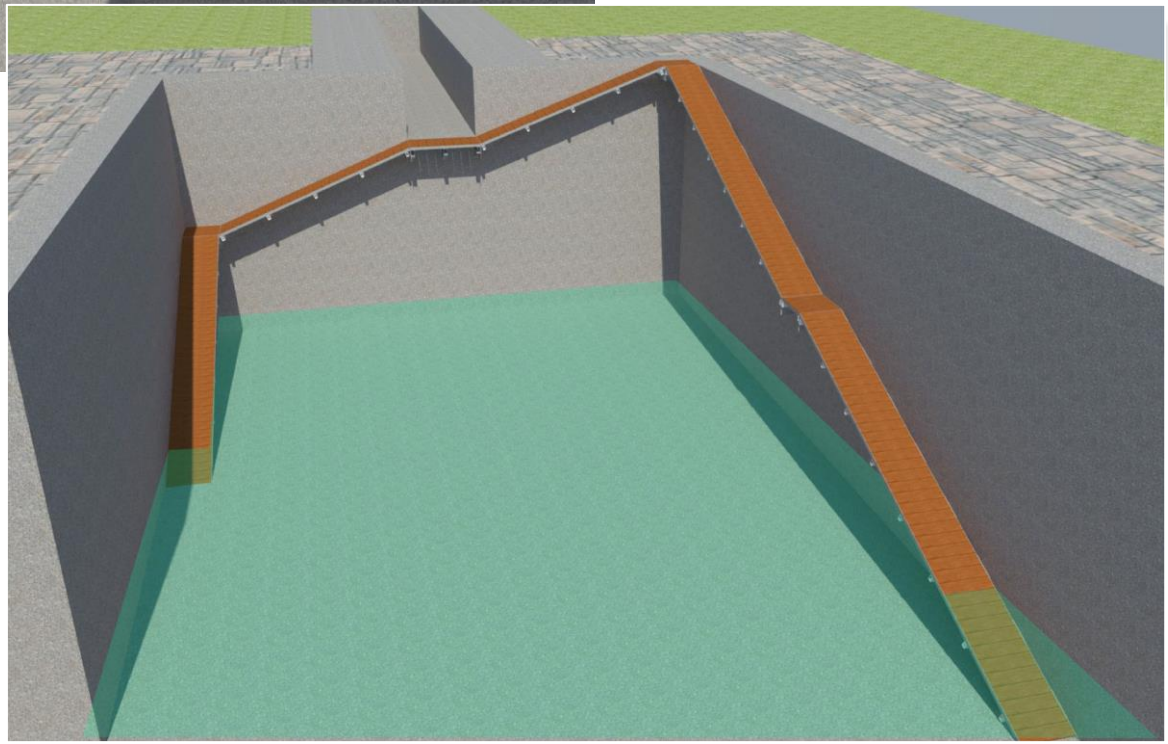


6 剖立面詳圖-3
D1-07 Scale=1:5(A1) 1:10(A3) Unit:CM

沈砂池改善



車損護欄板+擴張網形式

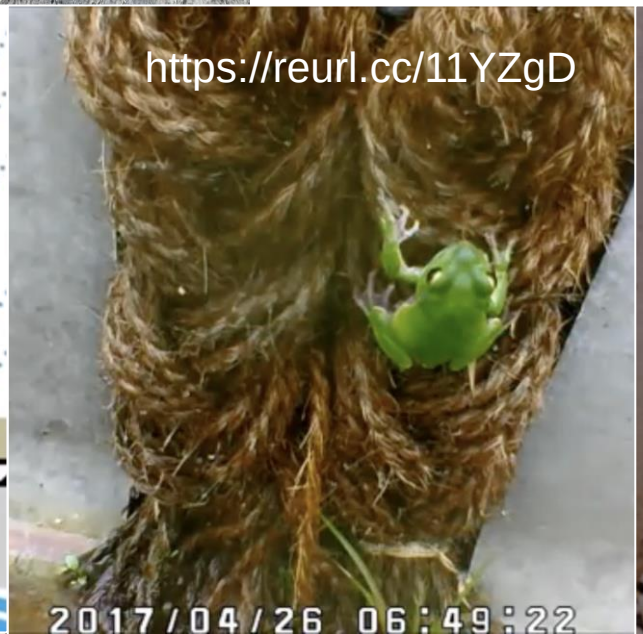


成效監測

其它案例

45℃
07/21/2022 09:28AM CAMERA475

シュロに掴まり、おウチにカエル。
日本自然保護大賞を受賞した山口市の中学生の研究
「お助け！シュロの糸」をベースに共同開発！
お助け！シュロの糸 側溝
ケロケロベンチフリューム


https://reurl.cc/11YZgD
2017/04/26 06:49:22

維護管理：維持功能、提升功能

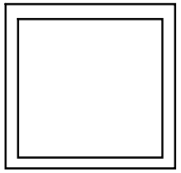
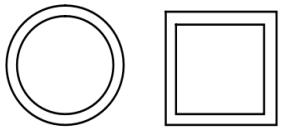
總結

- 需求評估：友善設施是補洞的概念，最重要還是別挖出這個洞 (非必要設施)
- 從優思考：動物坡道要好走，不適合拿來測試動物底線
- 適地適性：友善設施設置基本原則非強制，仍需視現場環境、各種因素去調整、妥協
- 適應性管理 ：透過成效監測、缺點改善、維護管理，讓設施功能維持與提升

歡迎交流

《脫困：林道構造物生態友善設施》手冊
https://reurl.cc/5MaOjv

穿越式動物通道效益比較

グループ	A1	A2	B1	B2	C1	利用可能な横断路
						
	断面径1.5m～		断面径1.0m		断面径0.6m	
	設置間隔 40m程度	設置間隔 300～400m	設置間隔 40m程度	設置間隔 300～400m	設置間隔 40m程度	
コスト（万円/10m） ※土工含まない	116.3		ﾎﾞｯｸｽｶﾙﾊﾞｰﾄ：66.3 ﾊﾟｲﾌﾟｶﾙﾊﾞｰﾄ：53.6		ﾎﾞｯｸｽ：43.3 ﾊﾟｲﾌﾟ：25.9	
噛齒類	◎	△	◎	△	◎	◎：A1、B1、C1
秧雞	対策試験等により、別途検討中					
烏龜	◎	◎	◎	◎	△	◎：A～B
蜥蜴、蛇	◎	△	◎	△	◎	◎：A1、B1、C1
蠑螈	◎	△	◎	△	◎	◎：A1、B1、C1
青蛙	◎	△	◎	△	◎	◎：A1、B1、C1
螃蟹、寄居蟹	◎	△	◎	△	◎	◎：A1、B1、C1

◎：對全體（或大部份的個體）有效果　○：對多數個體有效　△：有可能對多數個體無效
※1：穿越式動物通道的長度在75m內可用
※2：穿越式動物通道就算沒有照明也可使用
※3：最好能在全區內（森林、海岸）設置

小動物保護對策工程之參考提案(日本沖繩北部國道事務所，2008)

感應攝影與定時拍攝

- U型溝動物坡道 (西林機3)
  - 中型哺乳類多沿水溝移動，似高速公路
  - 兩爬/小型動物中刺鼠使用頻率較高，亦有蛙、蛇利用
- 集水井動物坡道 (西林機4、6、7、8)
  - K01(機4)：記錄到遊蕩貓利用坡道逃脫
  - K02(機6、7、8)：食蟹獴等6種哺乳類
  - 混凝土階梯 / 木構階梯 / 菱形網比較：
    - 白鼻心、刺鼠、獼猴多利用菱形網
    - 食蟹獴多利用木構階梯

台灣刺鼠從坡道離開U型溝

盤古蟾蜍從坡道進入U型溝

	U型溝坡道	K01集水井坡道	K02集水井坡道		
	西林機3	西林機4	西林機6	西林機7	西林機8
台灣山羌	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00
台灣野山羊	0.00	0.00	0.16	0.32	0.00
台灣獼猴	0.55	0.00	0.48	0.16	1.38
鼬獾	15.94	0.00	0.16	0.00	0.00
白鼻心	7.36	0.00	0.16	0.32	0.92
食蟹獴	9.01	3.59	1.61	1.45	0.00
黃喉貂	0.00	0.00	0.80	0.48	0.00
黃鼠狼	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00
赤腹松鼠	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
台灣刺鼠	10.22	0.36	8.37	5.31	1.84

菱形網/獼猴　木構梯/食蟹獴

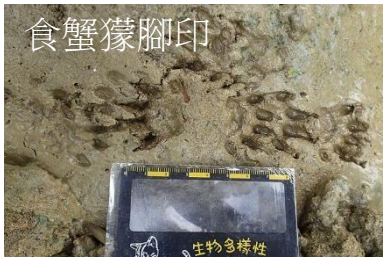
現地逃生設施攀爬試驗

- 試驗一：29 隻個體進行 34 次釋放觀察。逃脫比例 94 %、佔比 A ： B=1 ： 1.8
- 試驗二：18 隻個體進行 16 次釋放觀察。逃脫比例 100 %、佔比道路：森林= 1：5
- 試驗三：2 條蛇均順利爬上擋土牆頂
- 回饋：(1)設施結構對現地物種使用沒問題，惟坡度不同仍對試驗個體有攀爬難度上的差異、(2)強化坡面粗糙度會有幫助、(3)動物似乎偏好往森林側移動

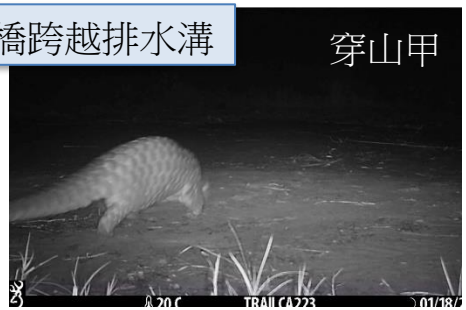
成效評估

- 通霄一號高架橋下方紀錄：哺乳類11種、貓狗、鳥類24種、兩爬9種
- 改善後目標物種出現頻率高且種類增加，各類友善設施成效良好
  - 白鼻心、鼬獾、石虎、麝香貓、穿山甲經常利用跨橋跨越排水溝渠
  - 白鼻心、鼬獾、麝香貓利用動物坡道進出排水溝渠
  - 有效改善排水設施切割影響

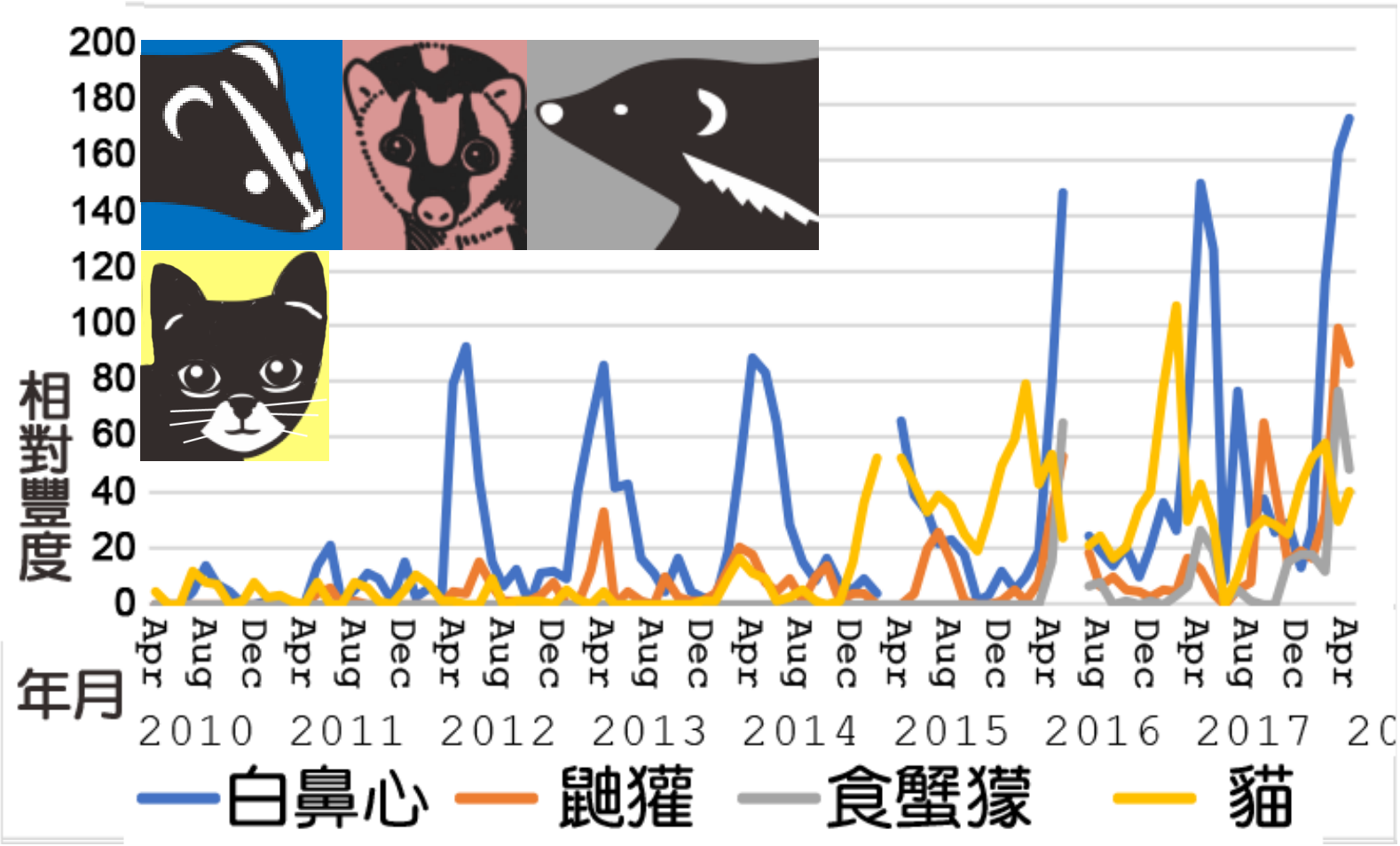
出現頻率	改善前	改善後
鼬獾	21.5	32.2
白鼻心	9.8	43.6
麝香貓	0.3	11.1
石虎	3.7	5.0
穿山甲	-	0.7
台灣野兔	0.2	0.1
台灣獼猴	0.1	-



動物利用跨橋跨越排水溝



利用動物坡道離開排水溝

成效監測

- 動物要學習、不急著看成效
- 動物坡道是預防性措施，動物少用不一定是壞事