

第七章 國道沿線生態改善案例操作

透過第5章從優先保護區域(國道鄰近大面積完整森林路段)，探討國道面臨較嚴重的生態課題，包含棲地破碎化、道路致死效應以及沿線邊坡綠帶狀況。綜合前述的分析結果，3項生態環境劣化復育的優先位置，分別為苗栗三義路段、國道3號285k-287k、國道3號369k-370k北上邊坡綠廊。

透過本計畫於99年3月18日辦理的專案小組工作會議，以及99年4月12日辦理的專家座談會，皆針對上述3課題所建議的復育案例進行討論。其中：

- (1) 棲地破碎化課題建議於苗栗三義區域設施跨越式廊道，因涉及的層面較廣，且國道沿線還有地方道路通過，工程困難度高，可列入未來與相關單位協調共同執行
- (2) 邊坡綠廊課題，本計畫則整合生態綠化之文獻資料、國道沿線各路段適生植物的選擇等，整理至國道沿線生態系合理復育方法(第8章)中細述，以協助復育國道沿線邊坡路廊植生狀況，於國道沿線創造良好的綠地環境並連結至周圍森林，更進一步提供生態系潛在棲所或蔽護所功能
- (3) 道路致死課題，由於本計畫已協助建立國道路容清掃人員進行道路致死遺體檢拾記錄工作，依蒐集到的資料及國內外文獻顯示，設置圍籬及穿越式廊道為減少及改善道路致死與棲地切割效應的重要方式之一。考量中型哺乳類動物的敏感性、受道路致死效應的衝擊，且國內外已陸續研發可行的減輕措施，再加上白河工務段主動配合進行各項改善工作，故選擇國道3號285k+300-286k+600辦理進一步之規劃設計工作。

因此，本計畫係根據道路致死課題調查分析成果選定路段，進行復育案例的規劃設計，提供設計書圖初稿，並經審定後提供發包文件，協助辦理發包施工，並於後續辦理監測以評估其成效。茲就本計畫選定之國道生態改善案例進行詳細說明。

7.1 生態改善目標

本計畫選擇中型哺乳動物作為劣化環境復育的目標物種，主要因為中型哺乳動物大部分均為本計畫設定的敏感物種、調查資料的可信度高、此類物種通常可作為棲地品質指標，且已有可行有效的減輕對策。詳細說明請見6.2.3節。

根據本計畫道路致死調查結果，有道路致死紀錄的中型哺乳動物包括白鼻心、台灣野兔、鼬獾、穿山甲、台灣獼猴、山羌和飛鼠，其中穿山甲為第二級保育類動物，山羌、臺灣獼猴和白鼻心為第三級保育類動物。

本劣化環境復育案例的生態改善目標即為降低目標物種中型哺乳動物的道路致死密度。

7.2 基地周遭地景分析與環境特性

以5公里為單位統計國道3號中型哺乳動物道路致死密度(表6.2.3-2)，顯示280k-310k之間的30公里路段累計道路致死中型哺乳動物數量(70隻)即佔了全國道3號的34%，其中又以280k-290k的10公里道路致死密度最高，此路段地景主要為森林與果園等農墾地鑲嵌的丘陵地，由圖6.2.3-8可看出280k-290k路段南北兩側均連接道路致死密度為第三級的路段，沿線緊鄰一處大面積完整林地和一處國家重要溼地，並切割其他林地，此外亦有多處學術團體關注的諸羅樹蛙研究樣區。

7.3 復育改善設計理念與設計構想

(1) 復育改善設計理念

國內外有不少針對減輕哺乳動物道路致死而提出的對策，Forman *et al.*(2003)整理相關研究發現最有效的減輕措施為動物隔離網和跨越式或穿越式動物通道，隔離網設置於道路兩側，依據目標物種決定網目大小、高度和形式，功能為防止動物直

接穿越道路，同時亦可導引動物沿隔離網移動至末端的動物通道而安全的穿越道路。因此本計畫亦規劃選擇適當地點，設置合適的動物通道和隔離網，提供中型哺乳動物安全穿越，以減輕道路致死的影響。動物通道部份，由於國道新設動物通道的難度較高，因此擬利用目前既有穿越國道下方的各類通道結構進行改善，以提供動物穿越國道之用。

既有通道結構涵蓋國道3號研究路段範圍內既有的河川橋、穿越橋、涵洞和涵管等構造物，本計畫設定每兩處相距最近的既有通道結構為一組復育單元，兩處通道間的國道兩側則設置隔離網。本計畫依據高公局所提供各既有通道結構的里程和形式資料，安排至現場調查各復育單元是否可改善以發揮動物通道功能，記錄包括各構造物的動物利用現況、長度、結構形式、積水和採光等條件，作為各復育單元改善優先順序的評估標參考。

(2) 穿越國道設施構造物勘查分析

資料顯示國道3號280k+000-305k+000段共有152個跨越橋、涵洞(涵管)等既有通道結構，其中縱深長度未達高速公路路寬的單向設施可先行排除，而直徑在1公尺以下的涵管(大多為直徑60公分的排水涵管)因空間狹小，中型哺乳動物可能利用率較低，亦不納入本階段調查，剩餘既有通道結構共有68處。

本計畫於98年8月28日、9月2日至9月4日完成國道3號280-305k共25公里路段的既有通道結構調查，4天完成了9類68處的雙向既有通道調查，其中有39處雙向通道位於優先復育路段280-290k範圍內，扣除掉堵塞不通、距離過近等不適合的既有通道後，共有19處既有通道結構較適合作為動物通道，可搭配組合成16組復育單元。

於調查的68處設施構造物中，共有11處觀察到動物的活動痕跡(腳印等)，其中多數為貓、狗及鼠科動物等物種的腳印，另外也有白鼻心、食蟹獾等中型野生哺乳動物的腳印。

(3) 復育劣化環境優先順序評估指標

因道路資料具連續性的特性，以人工方式分段進行劣化程度的評估可能會因研究者的主觀判斷而產生誤差，分段的標準亦缺少依據，同時主觀分段產出的結果可能亦無法與可行的復育方式配合，因此本計畫研擬出各路段可行的復育方式和復育單元，再擬定相關因子進行各復育單元的優先順序和效益評估。進行評估的因子包括小尺度地景破碎化程度、各復育單元路段實際道路致死數量、各復育單元施工難易度和環境現況等，以下即分別說明。

(a) 棲地破碎化程度分級

以國土測繪中心提供之臺南與嘉義地區的土地利用圖資(經實地現勘校正)，利用 Fragstat3.3 計算國道3號 279k+000到305k+994東西兩側500公尺內的地景結構，採用 Largest Patch Index(LPI)作為評估該路段森林地景的破碎化指數，於地景層級的分析中，LPI代表該地景的優勢度，單位為百分比，數值可由0分佈到100，用於小尺度的棲地破碎化分析，可有效且直觀的了解數值所代表之意義(圖7.3-1)。

評估時以各復育單元涵蓋路段兩側的LPI值加總代表該復育單元的棲地破碎化程度，再依照分數將全部復育單元的破碎化程度分為六級，6分表示棲地最完整，1分表示棲地最破碎，兩側森林越完整的復育單元其潛在利用動物通道的哺乳類種類和數量越多，因此應優先進行復育。

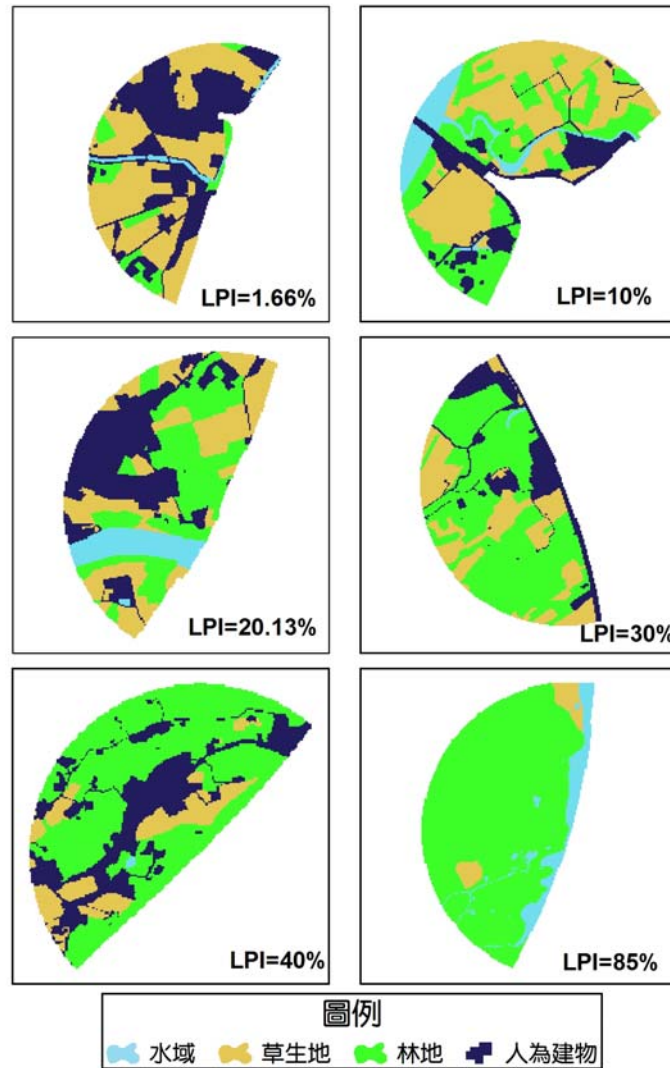


圖 7.3-1 Largest Patch Index 可有效且直觀的表達林地的優勢度

(b) 各復育單元實際道路致死數量

哺乳動物穿越道路的位置是動物通道設置地點選擇時的重要參考依據，越多哺乳動物於同一地點附近穿越道路，即表示該地點附近可能因道路兩側棲地條件合適或其他特殊生態需求而形成較穩定的動物移動路徑。因此動物道路致死的地點可以作為動物通道設置效益評估的指標，但是動物穿越道路時可能會受到車輛或構造物的干擾而平行道路移動一段距離後才嘗試穿越，而動物遭車輛撞擊後有時並未立即死亡，亦可能移動一段距離，因此道路致死遺體發現地點並不能確實代表動物穿越地點。

依照各復育單元通道的里程數，統計兩處通道之間路段的實際道路致死中型哺乳動物數量，統計結果如表7.3-1所示，此結果即為評估各復育單元優劣的重要指標，數量較高者表示該復育單元涵蓋路段有較多的道路致死紀錄，亦即可能有較高的復育潛力和效益。

表 7.3-1 各復育單元實際中型哺乳動物道路致死數量統計

編號	起點里程	終點里程	數量統計
1	282k+371	282k+681	1
2	282k+681	282k+734	0
3	282k+734	282k+756	0
4	282k+756	283k+119	1
5	283k+119	283k+247	1
6	283k+247	283k+717	5
7	284k+452	284k+834	3
8	284k+834	285k+457	2
9*	285k+457	285k+654	3
10*	285k+654	285k+999	3
11*	285k+999	286k+568	6
12	287k+175	287k+529	3
13	287k+529	287k+726	3
14	287k+726	287k+878	5
15	287k+878	288k+069	5
16	288k+069	288k+169	1

資料涵蓋國工局 95 年 12 月至 96 年 12 月調查結果和本計畫 98 年 2 月至 100 年 7 月調查結果
 * 285k+457 至 286k+568 的 3 組復育單元於 99 年 4 月設置隔離網和動物通道後，致死量已明顯下降，比較時應注意。

(c) 各復育單元設計施工難易度

設計施工難易度主要考量既有通道改善是否困難，既有通道形式主要分為兩種，一類為溝渠形式的涵洞，一類則為排水橋、河川橋或穿越橋，第一類的涵洞在設計施工上困難度較高，因為設計上必須能讓動物沿隔離網進入溝渠中穿越通道，溝渠的落差和內部常有的積水(圖7.3-2)都需要額外的設計施工才能讓動物使用。此外，大部分穿越橋通道都作為平面道路使用(圖7.3-3)，引導動物至此處通過也有發生道路致死的風險。所以在各既有通道結構調查時會記錄通道落差、積水和是否有平面道路等因子，據此將各復育單元依照施工難易等級分為優(1分)和劣(0分)。



圖 7.3-2 既有涵洞有落差及積水問題(98年9月拍攝)



圖 7.3-3 穿越橋下方和外側有平面道路通過(98年9月拍攝)

(d) 各復育單元環境現況

本項評估指標是評估各復育單元擬改善動物通道的現況，調查項目包括各通道的通風採光程度和是否有動物利用兩項。

通道的光線和空氣流通程度是地面活動的動物選擇是否前進和穿越的重要因素，因此通風採光較好的通道較適合作為動物通道，而部份較彎曲狹長的通道則可能因為通風不良而不為動物偏好(圖7.3-4)。各復育單元會依照此項目的調查結果分級，若一單元中兩處通道均通風採光良好，即評定為優(1分)，反之則為劣(0分)。



圖 7.3-4 既有通道通風採光狀況(98 年 9 月拍攝)

已經有動物利用的既有通道表示其已有提供作為動物通道或棲地的功能，若有發現屬於目標物種的中型哺乳動物利用則表示其作為動物通道的潛力較高。因此一復育單元的兩處通道中若有發現目標物種的活體、痕跡或排遺(圖 7.3-5)，則評定為優(1分)，反之則為劣(0分)。

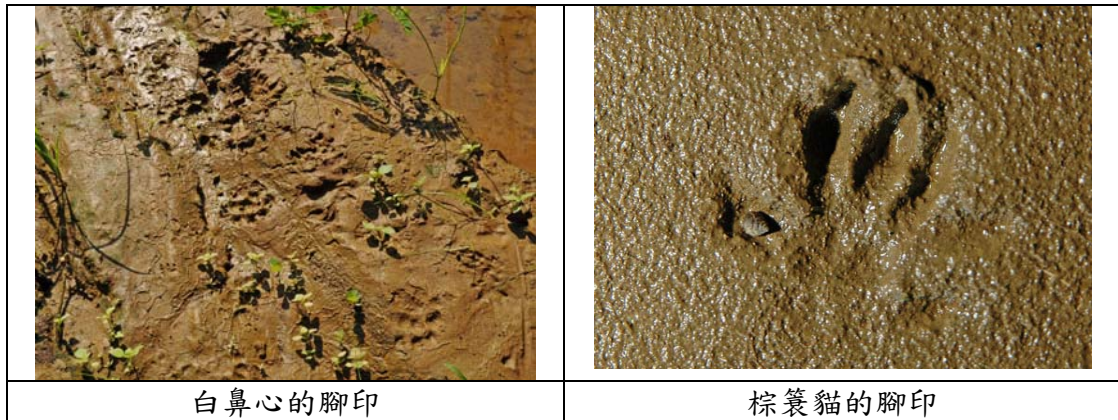


圖 7.3-5 既有通道地面可發現動物腳印(98 年 9 月拍攝)

(4) 各復育單元優先順序評估結果

16組復育單元依照前述指標評估結果見表7.3-2，評估分數最高的復育單元為285k+999-286k+568，應最優先進行復育。此復育單元建議可合併北側相鄰且評估分數亦不低的兩組復育單元(285k+457-285k+654和 285k+654-285k+999)同時進行復育工作，可連結成總長度為1111公尺的大型復育單元(圖7.3-6)，應可提高復育成效。

除了最優先復育單元外，其他各單元中以287k+726-287k+878和287k+878-288k+069等兩處復育單元評估分數次高，且彼此相鄰，可再結合北側緊鄰的287k+529-287k+726合併為一復育單元，為建議次優先進行復育的路段，此外287k+175-288k+169和283k+247-285k+457兩組大型復育單元分數亦高，且與最優先復育單元相距較近，因此建議可挑選作為次優先復育路段。

表 7.3-2 各組復育單元調查結果與優先順序評估結果

編號	里程(k)		長度(m)	起點形式	終點形式	調查結果					分數計算					
	起點	終點				動物利用	落差	積水	平面道路	通風採光	路死亡	破碎化	工程難易	通風採光	動物利用	分數統計
1	282+371	282+681	310	河川橋	涵洞		○●	○●	○○	●○	1	6	1	0	0	8
2	282+681	282+734	53	涵洞	涵洞道路		●○	●○	○●	○●	0	6	0	0	0	6
3	282+734	282+756	22	涵洞道路	涵洞		○●	○●	●●	●●	0	6	0	1	0	7
4	282+756	283+119	363	涵洞	涵洞道路		●○	●○	●●	●●	1	6	0	1	0	8
5	283+119	283+247	128	涵洞道路	涵洞		○●	○●	●○	●●	1	5	0	1	0	7
<u>6</u>	283+247	283+717	470	涵洞	涵洞道路		●○	●○	○●	●●	5	4	0	1	0	<u>10</u>
7	284+452	284+834	382	河川橋	涵洞道路		○○	○○	○○	●●	3	4	3	1	0	<u>11</u>
8	284+834	285+457	623	涵洞道路	涵洞道路		○○	○○	○●	●●	2	4	2	1	0	<u>9</u>
9	285+457	285+654	197	涵洞道路	涵洞道路		○○	○○	●●	●●	3	4	2	1	0	<u>10</u>
<u>10</u>	285+654	285+999	345	涵洞道路	排水涵管		○○	○○	●○	●●	3	4	2	1	0	<u>10</u>
<u>11</u>	285+999	286+568	569	排水涵管	河川橋		○○	○○	○●	●●	6	5	2	1	0	<u>14</u>
12	287+175	287+529	354	河川橋	涵洞道路		○○	○○	○●	●●	3	3	2	1	0	<u>9</u>
13	287+529	287+726	197	涵洞道路	涵洞道路	白鼻心	○○	○○	●○	●●	3	3	2	1	1	<u>10</u>
14	287+726	287+878	152	涵洞道路	涵洞道路	白鼻心	○○	○○	○○	●●	5	3	3	1	1	<u>13</u>
15	287+878	288+069	191	涵洞道路	排水涵管	白鼻心	○○	○○	○○	●●	5	3	3	1	1	<u>13</u>
16	288+069	288+169	100	排水涵管	排水涵管		○○	○○	○○	●●	1	4	3	1	0	<u>9</u>

說明：

- 表示無，●表示有，前後分別表示起點和終點通道的現況調查結果，如1號復育單元在「落差」一項的結果為○●，即表示起點282+371處無落差，終點282+681處有落差。分數計算方式請見內文說明。
- 最優先復育單元的編號為粗體斜體字且有底線，次優先復育單元的編號僅有底線。

資料來源：本計畫整理。



圖 7.3-6 最優先復育單元的 4 處通道現況(98 年 9 月拍攝)

(5) 復育改善設計構想

針對最優先復育單元(285k+457-286k+568)的復育方式設計主要有以下三項考量：

(a) 防止動物進入路權範圍內：

設置防護網阻隔，以防止動物進入車道範圍內。考量目標物種中型哺乳動物(白鼻心、鼬獾、野兔等)體型大小，建議選用網目約3.8公分的防護網，以避免動物鑽入，此外防護網選擇較耐用的金屬含鍍鋅材質，以避免被動物啃咬破壞或因日曬雨淋而鏽蝕(圖7.3-7)，可延長使用年限。

參考國內外動物通道設置經驗，為避免攀爬能力較強的動物翻越阻隔設施，應在結構上做特殊設計以增加翻越的困難度。以沿線車道護欄外側而言，考量動物的攀爬跳躍能力，將部分防護網(約莫30公分)設計為向外側朝45度角方向固定，增加攀爬的困難度(圖7.3-8)。在佈設上，防護網設置將選擇在車道護欄外側，使邊坡綠廊仍能提供野生

動物利用棲息，且考量視覺景觀整體一致性，沿線施工之防護網儘保持在同高同角度來施作。另外考量路容清掃人員的便利性，擬於適當間隔設置活動雙柵門，以利工作人員及機具進出護欄工作。



左圖：98年6月拍攝、右圖：99年4月拍攝

圖 7.3-7 金屬鏈網照片及被啃咬破洞的塑膠網

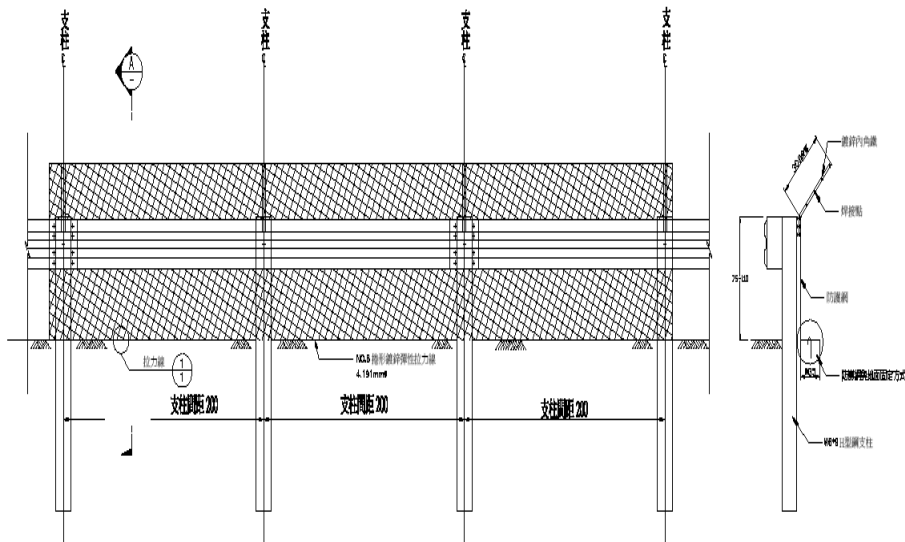


圖 7.3-8 防護網施作詳圖

(b) 引導並提供穿越道路的設施：

即誘導動物沿著護欄行走至穿越道路設施。作法上為

將護欄旁的圍籬網沿道路邊坡延伸至穿越道路設施的出入口(如車行箱涵、排水管涵及高架橋梁)。在道路邊坡的圍籬設計，則參考一般路權圍籬的型式，改用金屬圍籬網及混凝土基座架設鍍鋅鋼管支柱來設置。再者，參考國外經驗，為避免動物鑽掘穿越圍籬網的底部，邊坡設置的圍籬網將埋設至地表下20公分，即可阻隔動物穿過圍籬網至道路行車範圍(圖7.3-9)，施作方式採用人工及小型機具進行，避免造成現地環境破壞。

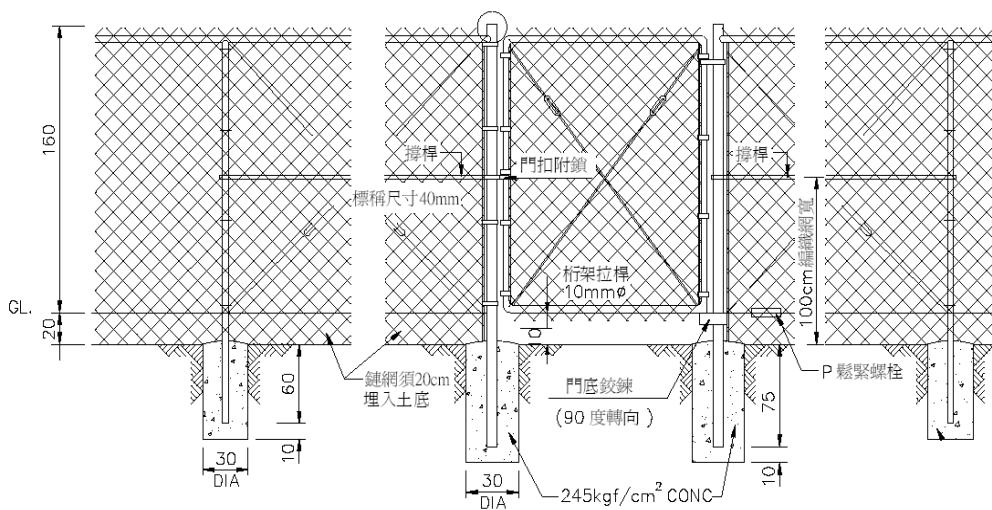


圖 7.3-9 邊坡鏈式圍籬鐵絲網施作詳圖

另外，因國道沿線邊坡可能有小型的排水溝渠，考量動物可能受困或被阻隔，在跨越溝渠時也會設置木板以幫助動物通過。

(c) 監測器材施作

架設監測器材可減少人員對動物的干擾並確認復育工作的成效。在動物通道監視設備架設施作上則應注意：

- (i) 涵洞內建議架設於洞頂，以免影響排水。
- (ii) 涵洞口可架設於擋土牆拍攝沿擋土牆或圍網移動的動物，亦可另外設置支柱以固定監視器材，拍攝進出洞

口或沿圍網移動的動物，但需注意監視器材的有效拍攝距離。

- (iii) 邊坡的監視器材應架設於圍網旁，需注意有效拍攝距離，可設置支柱或選擇適合的樹木作為支柱，拍攝沿圍網移動的動物。
- (iv) 監視器材架設地點盡量選擇較陰暗隱密、人為活動很少的位置，較不易為陽光或人為活動誤觸。
- (v) 架設高度應在1.5公尺以下，監視器材角度可水平或朝下45度拍攝，以取得最佳拍攝範圍和最清晰照片。
- (vi) 應設置可固定和上鎖外殼以保護監視器材，以防止失竊。

(6) 改善工程施作進度

南區工程處白河工務段於2010年3月24日安排動物通道設置路段會勘，之後立即於2010年3月下旬至4月中旬完成路肩金屬護欄增設、沿金屬護欄設置塑膠導引圍網、四處通道(285k+457、285k+654、285k+999和286k+568)出入口的塑膠導引圍網設置和285k+999通道管涵入口處動物爬坡道設置。永久性金屬網改善工程則於2011年10月發包完成開始動工，預計2011年11月完工。

7.4 穿越式動物通道成效監測方法

本計畫擬從動物通道實際利用情形，以及動物通道設置路段前後道路致死情形改善程度兩方面，來評估動物通道的成效。動物通道的實際利用情形以架設自動相機的方式進行監測記錄，通道設置前後道路致死改善程度則分析道路致死調查資料進行比對。監測工作配合白河段的通道工程自99年4月開始，預計進行1年，目前已完成1年半的資料收集，以下分別說明兩部份監測工作的內容。

(1) 動物通道實際利用情形

本計畫規劃於4處通道各設置1台紅外線自動相機，拍攝記錄沿導引圍籬網移動或穿越通道的動物，以了解動物通道各部份結構設計是否有發揮功能。4處通道包括(a) 285k+457車行箱涵東側出入口或上方邊坡導引圍籬旁、(b) 285k+654車行箱涵東側出入口或上方邊坡導引圍籬旁、(c) 285k+999排水涵管內側(或東側出入口)和(d) 286k+568河川橋東側路間護欄外邊坡。

自99年4月開始，已分別於285k+457和285k+654兩處車行箱涵上方邊坡和285k+999排水管涵內側和東側出入口架設自動相機進行測試(圖7.4-1、圖7.4-2)。車行箱涵上方邊坡相機設置目的為確認動物是否能沿導引圍網移動，排水管涵內側相機設置目的為確認動物會穿越通道，排水管涵東側出入口相機設置目的為了解動物是否會利用洞口兩側設置的斜坡。

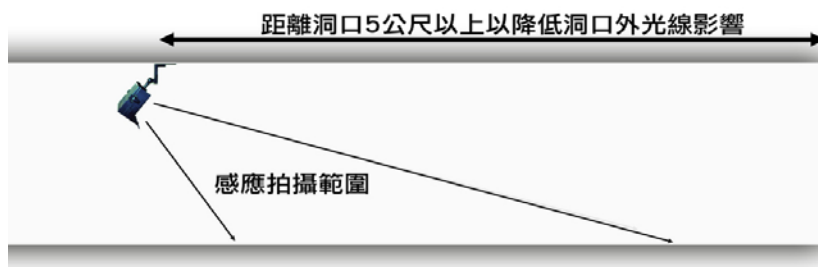


圖 7.4-1 通道內自動相機架設方式示意



圖 7.4-2 動物通道自動相機架設情形

(2) 設置前後道路致死改善程度分析

動物通道若能發揮成效，該設置路段的目標物種道路致死情形在設置前後應該會有明顯改善，因此可由設置前後的道路致死情形差異來評估動物通道的成效。

本計畫自98年4月下旬開始持續由國道路容清潔人員協助進行全國道道路致死情形的調查，本計畫將比較動物通道設置路段(285k+457-286k+568)的目標物種(中型哺乳動物為主)在設置前(98年4月-99年4月)和設置後(99年4月-100年7月)的道路致死情形，分析包括道路致死數量、密度、種類的差異。另外，未設置動物通道的路段的2年資料也將作為對照組進行比較分析，以釐清其他因素如動物族群年間波動的影響。

7.5 動物通道成效初步評估

本計畫亦於99年3月下旬開始陸續架設成效監測所需紅外線自動相機設備以進行測試。以下分別從自動相機監測結果和98年及99年4月至10月的道路致死情形差異分析初步評估動物通道的效益。分析結果顯示目前設置的動物通道已經成功降低中型哺乳動物的道路致死密度，達成本案例設定的生態改善目標。

(1) 自動相機監測結果

自99年3月30日開始，陸續在285k+999動物通道內側、285k+999東側出入口、285k+457西側出入口上方圍籬旁、285k+654西側出入口上方圍籬旁等位置架設了4部紅外線自動相機。目前每部相機工作時數不等，其中285k+999通道的相機工作時數最長，已經超過1萬小時。

各架設地點有不同的日照和溫度條件，對傳統紅外線自動相機的工作情形有很大的影響，另外如洋燕和蝙蝠等非目標物種密集出現也造成初期監測效果不佳，經調整後於99年7月初改以兩部數位式自動相機(設定拍攝時間為每日傍晚5點至隔日上午11點，其餘時間關機)架設於285k+999通道內側和東側出口有

較佳的成效，其餘位置的相機均暫時拆除。

99年3月30日至7月8日之間以傳統底片式自動相機進行監測，由於日間常有洋燕出入涵洞，夜間常有蝙蝠出入涵洞，因此拍得照片多為此類非目標物種，且累積工作時數亦短。此段時間內僅拍得5張野貓利用動物通道的照片。99年7月8日自動相機改為數位式，累計至2011年9月中，該處自動相機共拍得13種動物有效照片(30分鐘內拍攝的同一物種照片均僅記錄1張有效)170張(表7.5-1)，其中經常穿越通道的動物包括白鼻心和貓，另外洋燕和蝙蝠常於日間和夜間於通道內穿梭飛行。

白鼻心為本動物通道目標物種，計算每月自動相機拍得白鼻心有效照片張數除以該月工作時數，再乘1000，所得數值可代表該月白鼻心出現頻率，計算結果如表7.5-2，可看出白鼻心自2010年7月開始即經常利用此動物通道，7月以前未發現白鼻心的原因可能為動物通道施工後的適應和學習期，且4月至6月間由於相機故障工作時數均低。2010年8月和9月利用頻率很高，但冬季的11月至隔年4月則未出現，2011年5月開始又有很高的利用率，其中6月至8月由於自動相機電力不足，夜間紅外線無法啟動因此造成頻率低估，但仍可看出2011年的出現頻率較2010年高。

白鼻心、鼠類、貓和羊均有利用導引斜坡進入通道內，285k+457西側上方圍網旁的傳統自動相機則拍到從圍網旁通過的白鼻心1張。實際照片請參圖7.5-1，其中左上為285k+999通道內拍到的白鼻心，右上為同處拍到的野貓，左下為同處通道東側出入口拍到的白鼻心，右下為285k+457西側出入口上方圍網旁拍到的白鼻心。

從自動相機監測成果來看，285k+999的動物通道已有穩定的白鼻心等動物利用作為穿越國道的廊道，洞口的導引斜坡已經為動物所接受利用，且本路段設置的圍網也發揮導引動物的功用，整體成效良好。

表 7.5-1 285k+999 動物通道自動相機各月份拍攝紀錄

年	2010 年									2011 年									
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	
物種數	2	1	0	6	2	4	2	2	2	3	4	1	1	6	5	2	4	2	
累積種數	2	3	3	7	7	7	7	8	9	10	10	10	10	11	12	12	13	13	
有效照片																			
白鼻心			2		11	7	3				1			10	14	1	2	8	59
鼬獾														2	4				7
台灣野兔															1				1
赤腹松鼠			1												1				2
鼠			2			4	4							1			1		12
蝙蝠	1		5			1													7
洋燕		5									1			4					10
斑頸鳩										1									1
小彎嘴			1																1
白頭翁								4											4
羊									1	8	2			5					16
貓	3		8		5	2		1	3	2	2	3	3	7	1	1	6	1	50
狗																	1		1
總和	8	9	22	13	25	25	16	15	15	24	20	14	14	46	38	16	27	24	170

表 7.5-2 目標物種白鼻心各月份利用 285k+999 動物通道的頻率

	2010 年									2011 年								
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
有效照片	0	0	0	2	11	7	3	0	0	0	1	0	0	10	14	1	2	8
工時	720	41	61	698	744	720	673.5	720	744	744	672	744	720	744	720	744	744	369
OI	0.0	0.0	0.0	2.9	14.8	9.7	4.5	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	13.4	19.4	1.3	2.7	21.7

灰色欄位表該月份自動相機電力不足，夜間可能無法啟動拍照，因此工時為一高估的值。

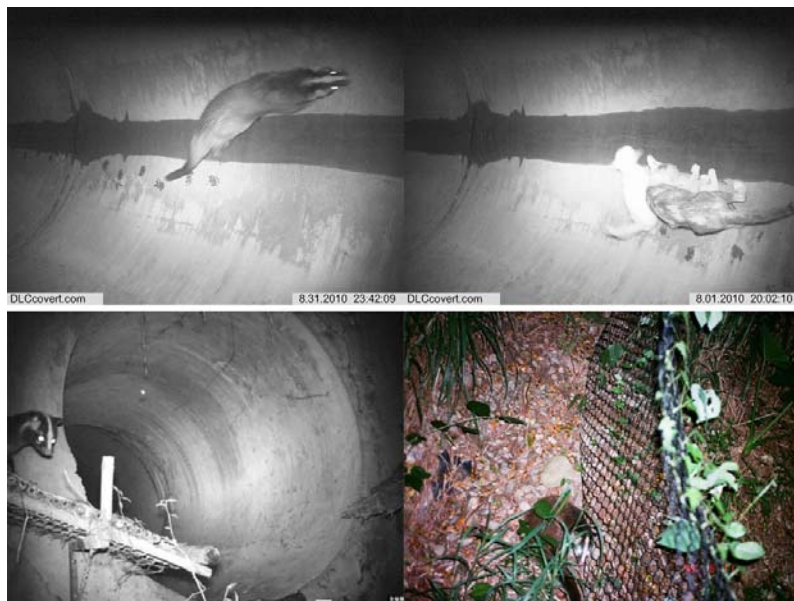


圖 7.5-1 動物利用國道 3 號動物通道設施(99 年 7 月至 9 月拍攝)

(2) 動物通道設置前後道路致死密度差異分析

98 年的道路致死調查資料顯示，4 月至 10 月為道路致死的發生高峰，比較此高峰期動物通道設置路段在 98 年動物通道設置前和 99 年動物通道設置後的道路致死情形，可了解動物通道設置的成效。

動物通道設置的導引圍網主要目標物種為臺灣野兔、白鼻心和鼬獾等中型哺乳動物，因此即以此 3 種動物的 2 年道路致死資料作為分析對象。

表 7.5-3 顯示 98 年動物通道設置前共有 6 隻的目標物種被發現死於 285k+457 至 286k+568 之間，99 年動物通道設置後至 100 年 7 月間，則只有在 99 年 7 月 16 日於 285k+700 南下側發現 1 隻道路致死的白鼻心屍體(圖 7.5-2)。表示此路段中型哺乳動物的道路致死情形已經獲得改善，即動物通道已經發揮其功能。

99 年 7 月 16 日於南下側被發現死亡的白鼻心其進入該路段的管道有幾個可能，可能性最高的管道是由該路段附近的 RC 護欄下方排水孔鑽入，另外亦可能是某處塑膠圍網有孔洞、塑膠圍

網被白鼻心咬破、白鼻心攀爬翻越鬆動的塑膠網等。

表 7.5-3 民國 98 年至 100 年 4-10 月高峰期動物通道路段目標物種道路致死統計

年	月	臺灣野兔	白鼻心	鼬獾
98 年	4 月	1		
	5 月			
	6 月		1	1
	7 月			
	8 月			
	9 月			
	10 月	1	1	1
99 年	4 月			
	5 月			
	6 月			
	7 月		1	
	8 月			
	9 月			
	10 月			
100 年	4 月			
	5 月			
	6 月			
	7 月			



圖 7.5-2 99 年 7 月 16 日發現於 285k+700 的路死白鼻心(清潔人員拍攝)

第七章 國道沿線生態改善案例操作.....	1
7.1 生態改善目標.....	2
7.2 基地周遭地景分析與環境特性.....	2
7.3 復育改善設計理念與設計構想.....	2
7.4 穿越式動物通道成效監測方法.....	13
7.5 動物通道成效初步評估.....	15
圖 7.3-1 Largest Patch Index可有效且直觀的表達林地的優勢度.....	5
圖 7.3-2 既有涵洞有落差及積水問題(98年9月拍攝).....	7
圖 7.3-3 穿越橋下方和外側有平面道路通過(98年9月拍攝).....	7
圖 7.3-4 既有通道通風採光狀況(98年9月拍攝).....	8
圖 7.3-5 既有通道地面可發現動物腳印(98年9月拍攝).....	8
圖 7.3-6 最優先復育單元的4處通道現況(98年9月拍攝).....	10
圖 7.3-7 金屬鏈網照片及被啃咬破洞的塑膠網.....	11
圖 7.3-8 防護網施作詳圖.....	11
圖 7.3-9 邊坡鏈式圍籬鐵絲網施作詳圖.....	12
圖 7.4-1 通道內自動相機架設方式示意.....	14
圖 7.4-2 動物通道自動相機架設情形.....	14
圖 7.5-1 動物利用國道3號動物通道設施(99年7月至9月拍攝).....	19
圖 7.5-2 99年7月16日發現於285k+700的路死白鼻心(清潔人員拍攝).....	20
表 7.3-1 各復育單元實際中型哺乳動物道路致死數量統計.....	6
表 7.3-2 各組復育單元調查結果與優先順序評估結果.....	9
表 7.5-1 285k+999動物通道自動相機各月份拍攝紀錄.....	17
表 7.5-2 目標物種白鼻心各月份利用285k+999動物通道的頻率.....	18
表 7.5-3 民國98年至100年4-10月高峰期動物通道路段目標物種道路致死 統計.....	20