

道路生態工程設計施工實務探討



簡報內容

- 道路生態工程案例類型介紹
- 國內道路生態工程實務介紹
- 國外案例介紹與分析
- 後續發展方向與挑戰



道路生態工程案例類型介紹

生態工程常見誤用案例

- 建設功能不明確的開發
- 綠化不等於生態
- 引進外來種的問題
- 不當的施工方式



黃于波攝

2



道路生態工程案例類型介紹

生態道路的內涵

- 對環境的影響減至最低
- 當工程無法避免時應儘量保護當地的原始狀況
- 儘可能考量工程影響範圍內所有的生命

3



道路生態工程案例類型介紹

生態工程案例種類

政策-國土三法
計畫-表土保存
工法-打樁編柵
材料-土石椰纖

4



道路生態工程案例類型介紹

生態規劃配置考量

- 本層次強調的是生態觀念融入工程配置中的整體考量
- 較屬於可行性分析及先期規劃的範疇
- 呈現上常為大尺度的配置圖或示意圖
- 常見以自然保全的對象命名



土砂管理工法

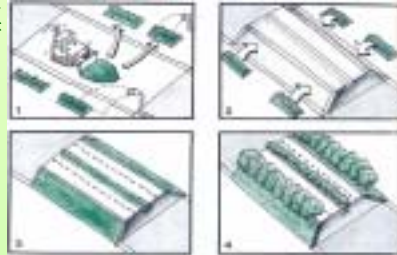
5



道路生態工程案例類型介紹

功能性生態工程

- 本層次強調生態設計融入工程配置的考量
- 較屬於規劃及設計的範疇
- 呈現上常為工程斷面的配置圖
- 常見以其功能性加以命名，如動物通道、木棧道、枕木步道等



6



道路生態工程案例類型介紹

生態工程技術工

- 本層次強調生態工程設計中所需的工程技術
- 屬於設計的範疇
- 呈現上常為工程圖
- 常以其技術性加以命名



落石防止緩衝工

7



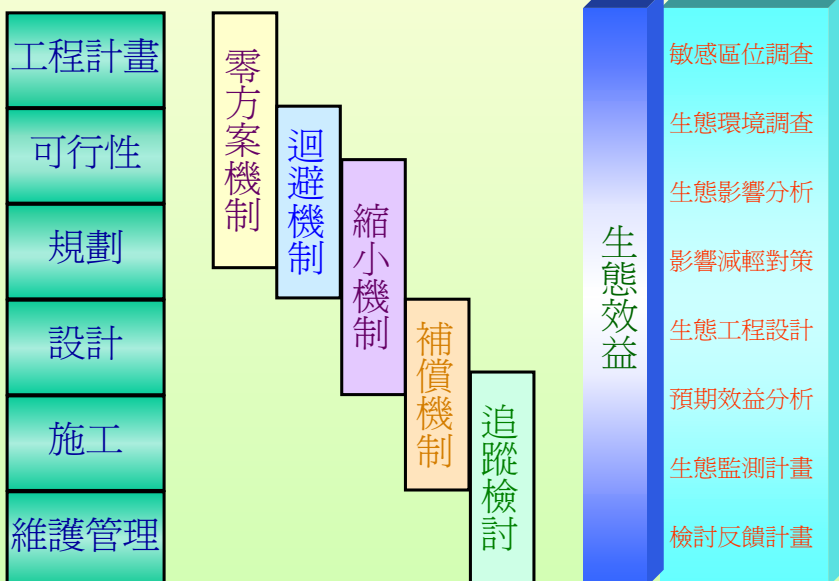
道路生態工程案例類型介紹

生態工程材料

- 本層次強調的是生態工程設計中所需的材料
- 屬於細部設計的範疇
- 呈現上常為工程圖
- 多數得以其材料加以命名

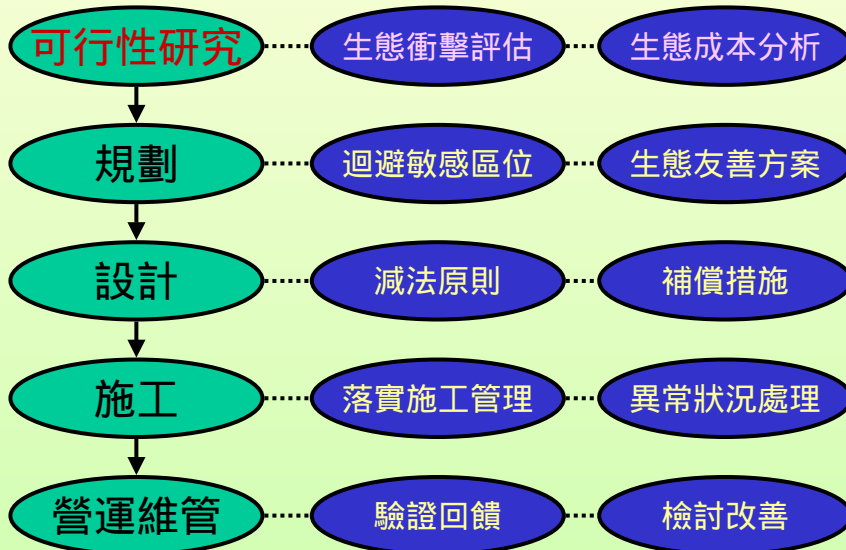


國內道路生態工程實務介紹





國內道路生態工程實務介紹



10



國內道路生態工程實務介紹

可行性研究階段五問

- 有沒有生態地雷
- 雷區在哪裡
- 屬於何種地雷
- 避得掉嗎
- 除得掉嗎

11

可行性研究案例

枋山至安朔南迴鐵路施工便道貫通及改善 可行性研究

委託單位 國道新建工程局
設計單位 美商美聯科技股份有限公司
生態作業 觀察家生態顧問有限公司



國內道路生態工程實務介紹

- 本研究區位於屏東縣枋山鄉、獅子鄉及臺東縣達仁鄉，全長約29公里，海拔高度約0至750公尺，主要溪流為枋山溪及安朔溪。
- 研究區與周邊保護區的距離如下：
 - 與茶茶牙賴山野生動物重要棲息環境最近距離約6公里
 - 與大武臺灣油杉自然保護區最近距離約8公里
 - 與墾丁國家公園最近距離超過20公里
 - 與大武山自然保留區最近距離約14公里
 - 與大武事業區台灣穗花杉自然保留區最近距離約10公里



國內道路生態工程實務介紹

一、生態調查成果-敏感區位分析



14



國內道路生態工程實務介紹

一、生態調查成果-地景系統調查



15



國內道路生態工程實務介紹

一、生態調查成果-地景系統調查



國內道路生態工程實務介紹

一、生態調查成果-地景系統調查





國內道路生態工程實務介紹

一、生態調查成果-地景系統調查



國內道路生態工程實務介紹

一、生態調查成果-地景系統調查





國內道路生態工程實務介紹

一、生態調查成果-區域原生植被史

- 本研究區原為臺灣原生植被最豐富、特殊的區域之一，主要植被為**熱帶季風林**。
- 民國五十四年至五十七年，林務局申請聯合國世界糧食方案「執行台灣林相變更計畫」。對本區林木實施砍伐作業，且辦理大面積林相變更造林，大部份**原始林已改成人工造林**，目前植被以造林樹種、入侵植物及次生樹種為主。
- 研究區民國50年間，經林相變更皆伐造林，大面積原始植群已不復存在，路廊中間的林班地，主要栽植**麻六甲合歡**及入侵種**銀合歡**為主。

20



國內道路生態工程實務介紹

一、生態調查成果-土地利用方式

- 研究區經林相變更皆伐造林，大面積原始植群已不復存在。
- 枋山溪河床從入口到中央號制站(約綿延**12公里**)種植西瓜，大約十月進行河床整地，一月收成。
- 安朔河流域兩側植被以麻六甲合歡造林為主，其他造林木有相思樹、光臘樹等，近東側口有小面積種植波羅密。
- 研究區溪谷、稜脊保留原生的植被，有利於原生植被的復原。



枋山溪西瓜種植



麻六甲合歡

21



國內道路生態工程實務介紹

一、生態調查成果-林型分析

- 各林型各物種IVI值在整個計劃區中的分布



國內道路生態工程實務介紹

一、生態調查成果-動物資源調查

- 計畫區內記錄到**63科239種**的各類陸域動物，包括**57種**台灣特有（亞）種和**37種**的各級保育類野生動物。
- 枋山溪的部份共有**53科149種**的各類陸域動物記錄，包括**32種**台灣特有（亞）種和**17種**各級保育類野生動物。
- 安朔溪的動物記錄較多，共有**56科210種**的各類陸域動物，包括**51種**台灣特有（亞）種和**31種**各級保育類野生動物。



國內道路生態工程實務介紹

一、生態調查成果-哺乳動物14科18種。

- 各級保育類野生動物8種。包括屬於第一級瀕臨絕種的**石虎**，第二級珍貴稀有的台灣山羊、山羌、穿山甲、黃喉貂、台灣獼猴、白鼻心和食蟹獐。
- 台灣獼猴和食蟹獐應為計畫區主要的中大型日行性哺乳動物優勢種。
- 安朔溪的菩安站廢棄房屋內有台灣大蹄鼻蝠、台灣小蹄鼻蝠及摺翅蝠。
- 枋山溪停機坪附近的南迴鐵路坑道內有數量不少的**台灣小蹄鼻蝠**記錄。



鐵路隧道內小蹄鼻蝠

24



國內道路生態工程實務介紹

● 紅外線相機拍攝成果(照片77張)





國內道路生態工程實務介紹

一、生態調查成果-鳥類27科62種。

- 各級保育類21種。包括第一級瀕臨絕種保育類3種（林鵰、朱鵲和藍腹鵲）、第二級珍貴稀有保育類11種（黑鳶、大冠鵟、鳳頭蒼鷹、赤腹鵟、松雀鷹、灰面鵟鷹、紅隼、黃嘴角鴉、領角鴉、畫眉和台灣藍鵲）、第三級一般保育類7種（台灣山鷓鴣、烏頭翁、台灣紫嘯鶇、鉛色水鶇、黃腹琉璃、白耳畫眉和紅尾伯勞）。
- 林鵰在安朔溪下游發現。
- 藍腹鵲在安朔溪上游林道發現，另據枋山溪當地獵人描述本區藍腹鵲數量不少。
- 朱鵲在安朔溪下游和上游樹林都有記錄。

26



國內道路生態工程實務介紹



— 計畫區保育鳥類集錦(邱盧素蘭攝)

27



國內道路生態工程實務介紹

一、生態調查成果-爬蟲動物7科19種。

- 各級保育類5種。包括第二級珍貴稀有之台灣草蜥、梭德氏草蜥、台灣滑蜥、雨傘節和龜殼花。
- 本計畫調查時間已屬秋、冬季，仍能有多種蛇類的記錄，顯示計畫區內爬蟲動物種類豐富。
- 10種蛇類記錄多為夜間在道路中央和兩旁發現，其中部份為被來往車輛壓死的個體。



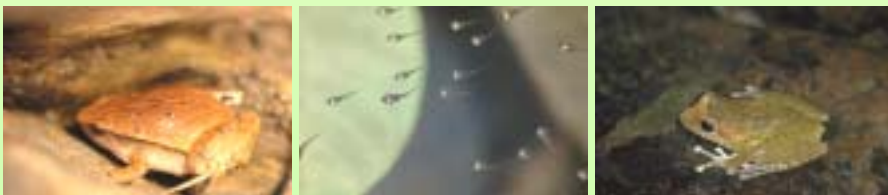
28



國內道路生態工程實務介紹

一、生態調查成果-兩棲動物4科10種。

- 各級保育類2種。包括第二級珍貴稀有之黑蒙西氏小雨蛙和褐樹蛙。
- 黑蒙西氏小雨蛙僅在安朔溪有記錄，出現在草澤、溪流、草生地等環境。
- 褐樹蛙主要出現在溪流中，安朔溪的族群量很大，枋山溪記錄較少。



29



國內道路生態工程實務介紹

一、生態調查成果-蝶類5科111種。

- 安朔溪的蝴蝶種類和數量均遠超過枋山溪。
- 枋山溪南向溪谷大量斑蝶類聚集，少量絹斑蝶和旖斑蝶聚集吊掛在樹枝上，附近可能有蝴蝶谷存在。



30



國內道路生態工程實務介紹

一、生態調查成果-蜻蛉目昆蟲6科19種。

- 枋山溪的優勢種為薄翅蜻蜓，其次為黃尾琵琶蟌，其餘種類數量均少。
- 安朔溪的優勢種為薄翅蜻蜓和短腹幽蟌。



31



國內道路生態工程實務介紹

二、環境課題分析-區域環境課題探討



國內道路生態工程實務介紹

二、環境課題分析-對稀有植物及天然植被的影響

- 發現瀕臨絕滅級植物毛柿，共4株，建議路線研選應予以迴避。若無法迴避，則建議移植並提出生態補償措施。
- 殘留天然植被多集中於小溪流谷中，主要為熱帶季風林的植物，如白榕、幹花榕、水同木、稜果榕、大葉楠等。亦為研究區植被天然復育，很重要的種源，特別在研究大部分區域都是侵入種銀合歡及麻六甲合歡的造林地，亟需要天然的種源，提供原生次生植被的天然更新。



安朔溪次生林



溪谷植被



國內道路生態工程實務介紹

二、環境課題分析-動物遭車輛壓輾課題

- 道路經過野生動物重要棲地可能會造成大量野生動物的死亡，特別是切過野生動物廊道，使野生動物在棲地間移動或季節性遷移時必須穿越道路時情況會更為嚴重。
- 除以橋梁跨過動物重要通道外，搭配動物**穿越通道**及**阻隔圍籬**，將可降低上述影響。



被壓死之赤尾青竹絲

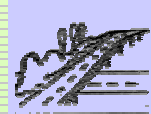


被壓死之股鱗蜓蜥



國內道路生態工程實務介紹

棲地連結及動物移動廊道

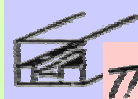


跨越式廊道 Overpass

- 大規模跨越式廊道
- 跨越式廊道
- 多功能生態橋樑
- 樹冠層跨越廊道

穿越式廊道 Underpass

- 高架橋及跨河構造物
- 穿越式廊道 (中大型動物)
- 改良式涵洞
- 穿越式廊道 (小型動物)
- 改良型箱涵
- 管涵式魚道
- 小型兩爬通道





國內道路生態工程實務介紹

二、環境課題分析-非法狩獵課題

- 本計畫區動物相豐富，可能會吸引計畫區內獵捕野生動物。
- 調查期間常遇持有獵槍民眾出沒，並發現**台灣獼猴**屍體。
- 安朔溪內常見民眾放置蝦籠，檢視其中常可發現數量可觀的**台灣扁絨螯蟹**。
- 警方查獲民眾在安朔溪非法捕捉一千多隻保育類**褐樹蛙**。
- 配合**積極管理與封閉式設計**可減少捕獵情形。



台灣獼猴被獵殺



褐樹蛙

36



國內道路生態工程實務介紹

二、環境課題分析-螢火蟲生態課題

- 本區的螢火蟲數量豐富，即使在10月份仍有端黑螢、山窗螢和雲南扁螢三個種類的記錄。
- 對於道路開發常帶來的光害問題，日本山口縣為保育螢火蟲，**在河流兩側種植樹木**，並採用**遮光板**將道路的路燈和車燈光源遮擋，而名古屋的高架道路也為了保育螢火蟲而花兩億日幣使用新的照明設施。



螢火蟲棲地



山窗螢幼蟲

37



國內道路生態工程實務介紹

二、環境課題分析-青毛蟹生態課題

- 台灣扁絨螯蟹上溯過程中受到河床上各種人為設施、河川水量以及人為獵捕壓力，造成台灣扁絨螯蟹上溯時的巨大障礙，即使部份個體能沿垂直水泥壩體上爬，亦無法在水量減小時通過這些障礙。
- 道路的規劃設計和日後的管理均應納入上述考慮。



台灣扁絨螯蟹上溯



棲地改變影響台灣扁絨螯蟹上溯

38



國內道路生態工程實務介紹

三、生態工程規劃構想-路廊研選

- 鄰近生態敏感區有大武山自然保留區、大武事業區臺灣穗花杉自然保留區、浸水營野生動物重要棲息環境、茶茶牙賴山野生動物重要棲息環境、大武臺灣油杉自然保護區等5處，本計畫路廊須迴避(盡量遠離)上述生態敏感區。
- 本計畫區依據生態資源分布情形，中央路廊段之生態資源優於安朔溪段，而安朔溪段生態資源又優於枋山溪段，初步將中央路廊段(15+700-22+500)設定為生態熱點區位。
- 各野溪與路廊交界處設定為值得保護的區域，扣除部分較人工化，以及計畫路廊對岸而與計畫較無關野溪，設置野溪型生態熱點區共16處。

39



國內道路生態工程實務介紹

三、生態工程規劃構想-路廊研選

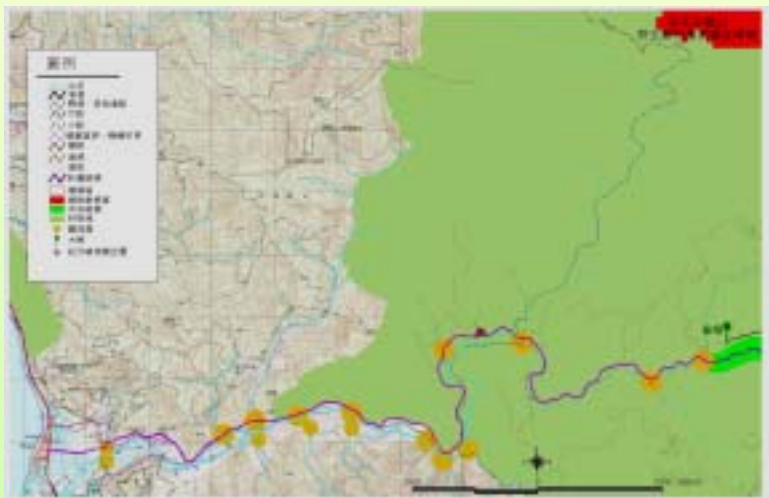
- 整個區域在皆伐後，以外來種植物林相為主，但仍有部份次生植被復原較完整之區塊(Patch)存在，尤其在部分溪谷或稜脊，常保留原生的植被種源，有利於後續原生植被的復原，並具有提供原生植物拓殖及野生動物利用的價值，亦應納入生態熱點區。依據調查成果，該類植被型生態熱點區，目前界定為克蘭樹林、次生雜木林及澀葉榕林等3種植群類型。
- 本計畫區不乏許多保育類動物分布，保育類動物分布較密集的区域或重要通道等重要微棲地，亦應納入生態熱點區。

40



國內道路生態工程實務介紹

三、生態工程規劃構想-路廊研選

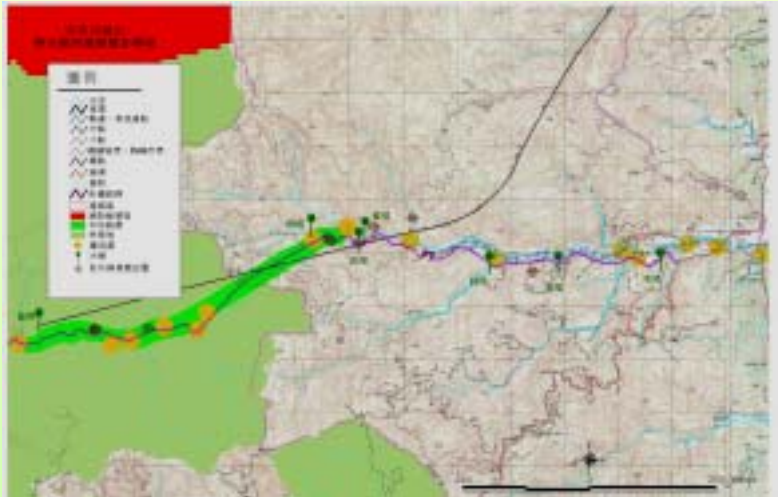


41



國內道路生態工程實務介紹

三、生態工程規劃構想-路廊研選



42



國內道路生態工程實務介紹

三、生態工程規劃構想-一般原則

- 儘量利用既有施工便道，減少新闢路段，並依據地形地貌改變最小之原則辦理。
- 生態敏感區儘量以隧道及高架方式佈設。
- 野溪儘量以河川橋垮越，並保護濱溪植被完整。
- 生態重要區位以不通達為原則，建議採取封閉式設計，避免周圍土地利用因本計畫道路佈設而改變。
- 擬定各類野生動物保護措施及監測計畫。
- 後續需以減輕環境生態衝擊、關懷生物、資源永續利用與回饋補償等原則推動本案，初步需考量「構造型式設計與檢討、植栽綠化、動物保育(動物路徑、防止侵入及逃脫設施)、防污計畫、生態環境改善及棲地營造」等六項。

43



國內道路生態工程實務介紹

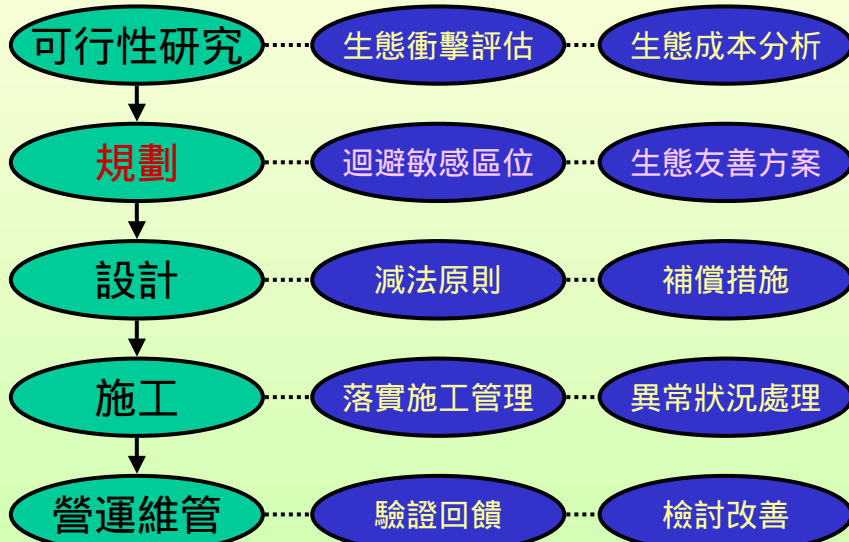
四、後續研究

- 持續動植物普查與監測作業
- 植群分析應用於路廊研選分析
- 利用路權建立原生植被帶種源調查
- 蝶類資源(含蝴蝶谷)調查及植栽配置研究
- 螢火蟲資源調查與照明對策探討
- 安朔河流域長鬃山羊、黃喉貂等保育類哺乳動物分布調查
- 安朔河流域食蟹獐棲地使用與毛蟹監測計劃
- 安朔河流域潛在種子傳播者(以台灣獼猴為主)與其生態功能研究
- 瀕臨絕種保育鳥類-朱鸕生態研究

44



國內道路生態工程實務介紹

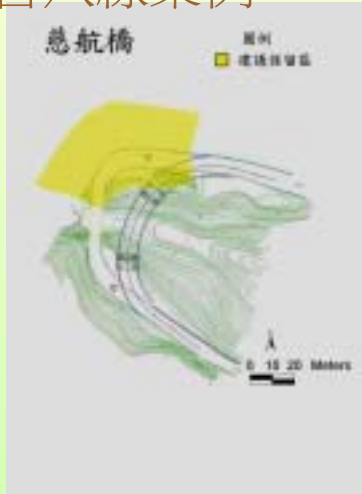


45

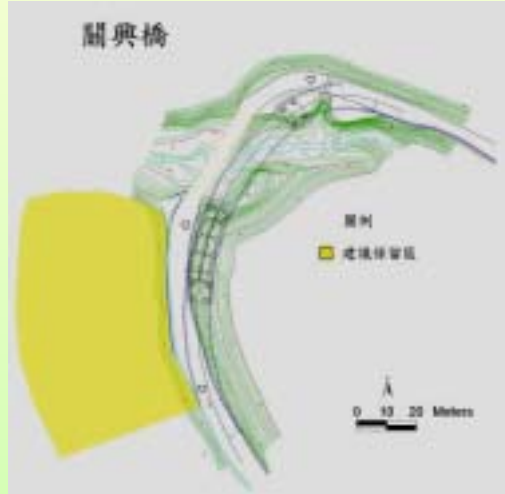


國內道路生態工程實務介紹

台八線案例



臺灣高山鐵線蕨保留區範圍



阿里山十大功勞、臺灣粗榧保留區範圍



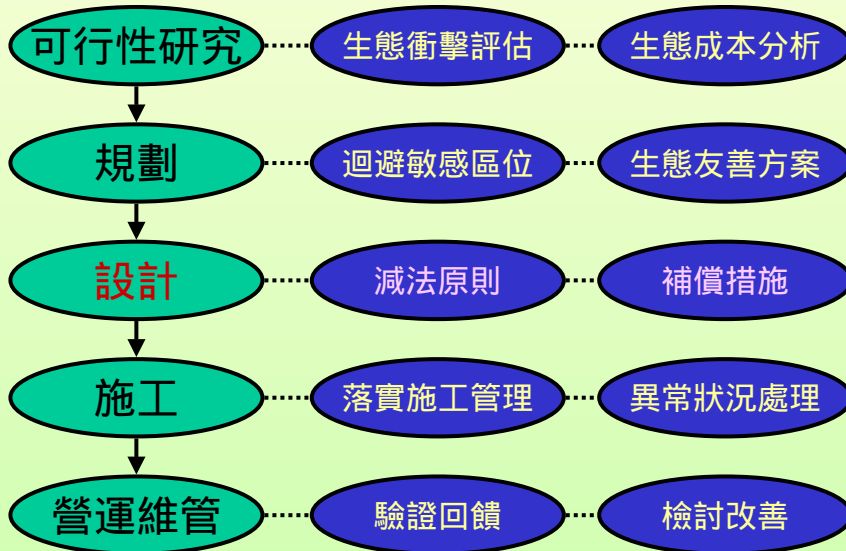
國內道路生態工程實務介紹

西濱公路案例





國內道路生態工程實務介紹



國內道路生態工程實務介紹

廊道設計－東部高速公路





國內道路生態工程實務介紹

筏子溪鷺鷥林之創造

預期效益

創造鷺鷥林

目標鳥種

小白鷺、夜鷺及黃頭鷺

鷺鷥林樹種

水柳、黃槿、苦楝、構樹、榕等

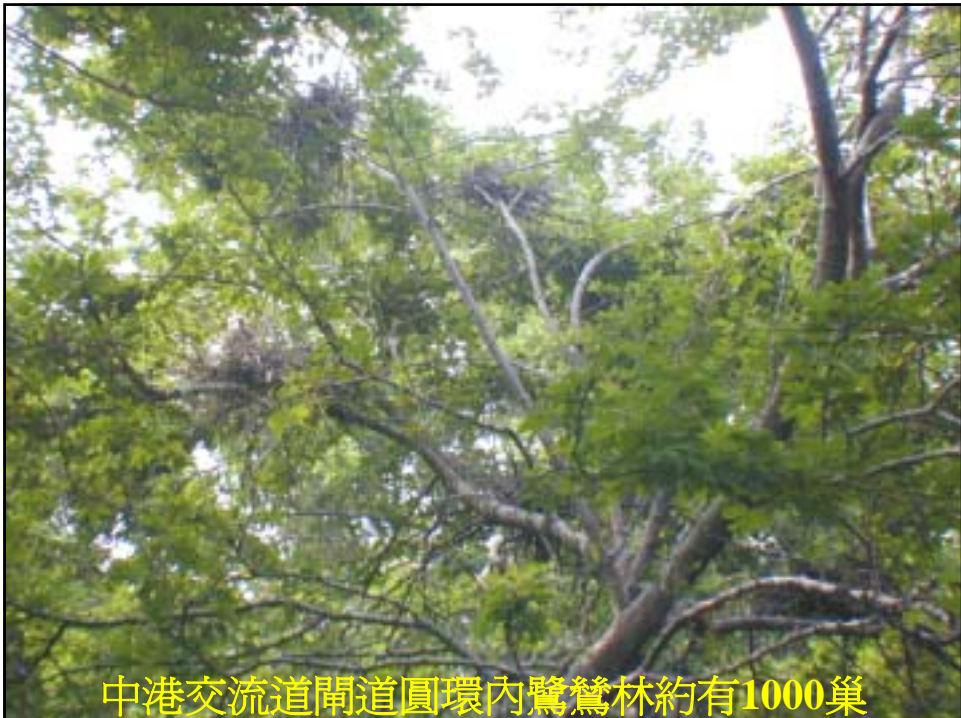
鷺鷥巢位條件

樹高6至12公尺，樹徑10公分以上

鷺鷥巢材料

營造500巢之鷺鷥林需提供15萬根枯樹枝或竹枝

50



中港交流道開道圓環內鷺鷥林約有1000巢

三芝北投公路設計

委託單位 國道新建工程局
設計單位 中華顧問工程司
生態作業 觀察家生態顧問公司
景觀作業 大凡工程顧問公司



國內道路生態工程實務介紹

路廊生態熱點區位

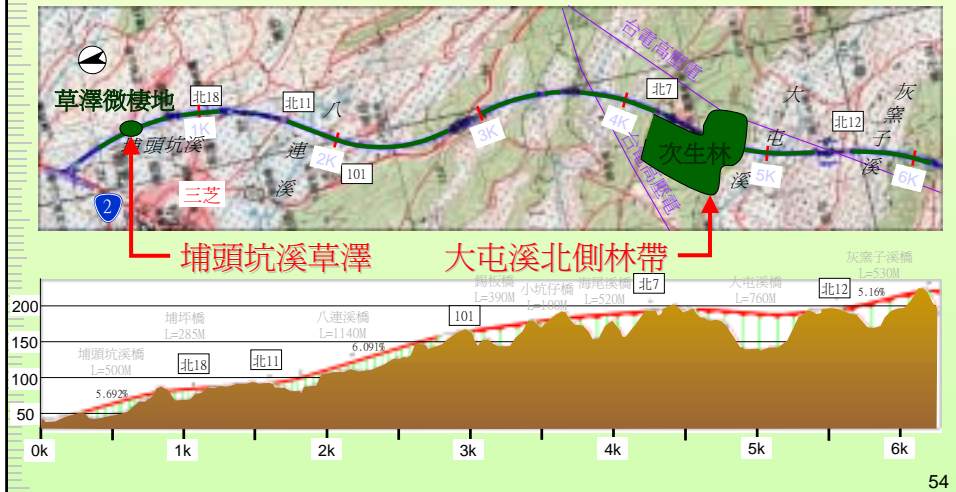
- 埔頭坑溪橋(0K+600)
草澤生態
- 大屯溪橋(4K+600)
次生林相
- 內竿蓁林交流道
(12K+600) 完整林相





國內道路生態工程實務介紹

工程介面之生態熱點與處理對策



國內道路生態工程實務介紹

1. 埔頭坑溪草澤

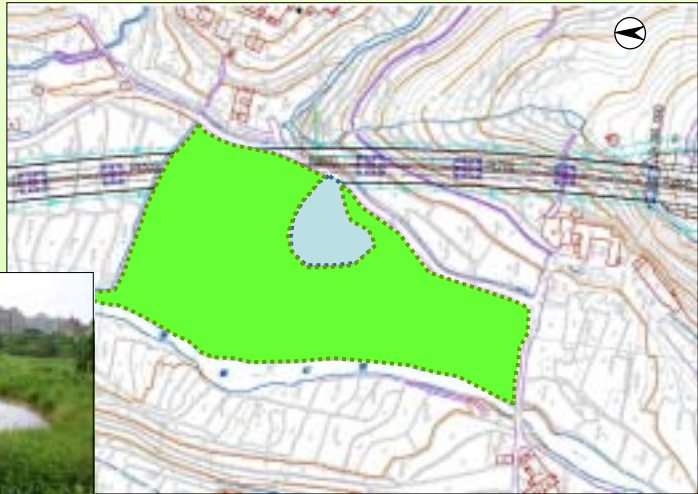




國內道路生態工程實務介紹

1. 埔頭坑溪草澤(0K+600)

- 保護標的-草澤生態
- 處理方式-高架橋跨越



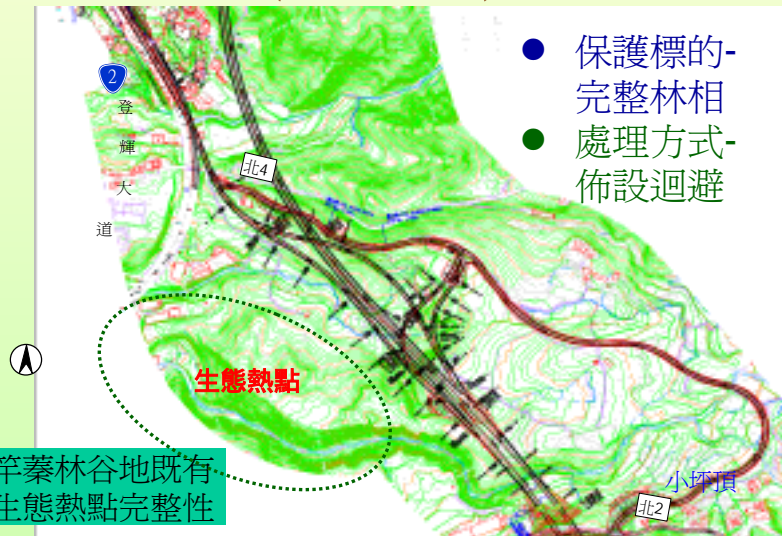
56



國內道路生態工程實務介紹

2. 內竿藜林交流道(12k+600)

- 保護標的-完整林相
- 處理方式-佈設迴避



保留內竿藜林谷地既有林相及生態熱點完整性



國內道路生態工程實務介紹

3. 大屯溪橋(4K+600)

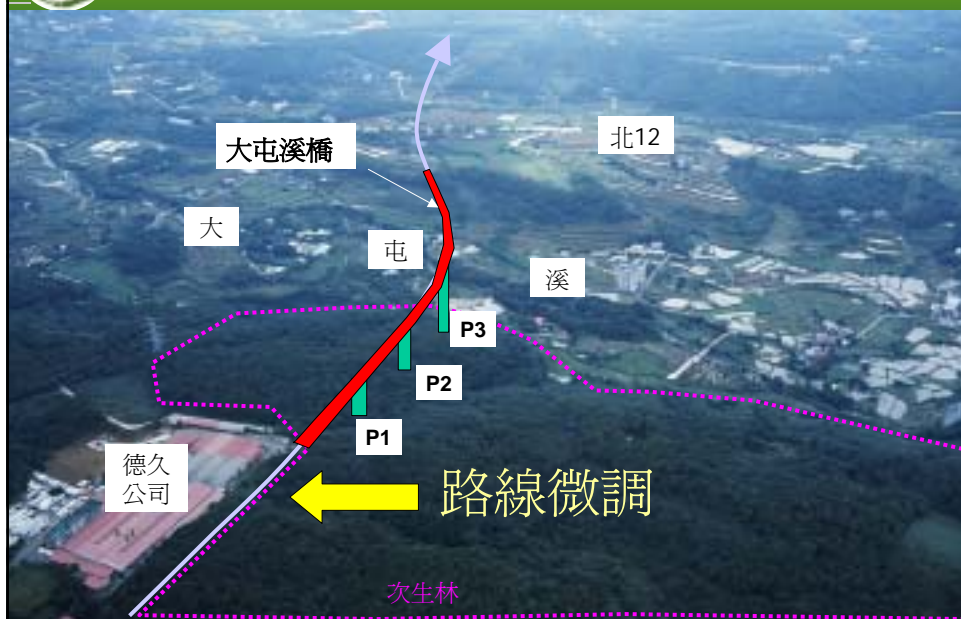
- 保護標的-次生林相
- 處理方式-特殊橋梁工法

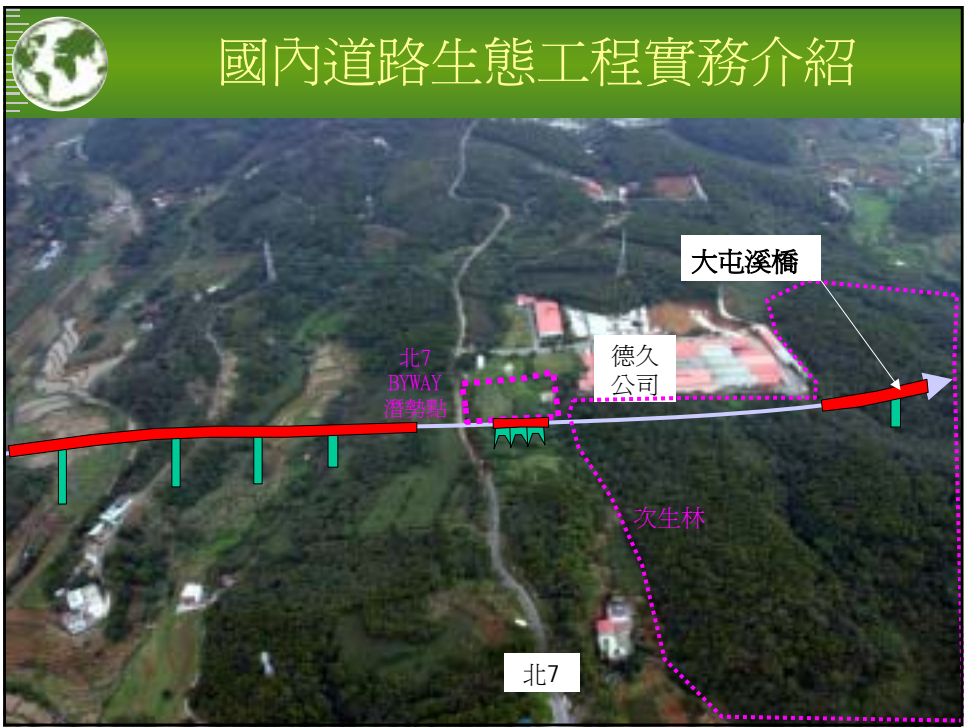
- 生態重要性：
 - 植物相：次生林陰性樹種之小苗，演替較後期之林相。
 - 動物相：保育類動物如大冠鷲、領角鴉、白鼻心、莫氏樹蛙及台北樹蛙等。為鄰近野生動物之棲地與庇護所，聯繫森林與大屯溪谷的重要廊道。
- 土地權屬：
 - 大屯溪橋A1橋台至P1、P2、P3橋墩(初設方案)所在區域，為位於山坡地保護區之私有地，。
- 相關配套規劃：
 - 北7路口發展生態觀察解說潛勢區，提供生態資源環境教育機會

58



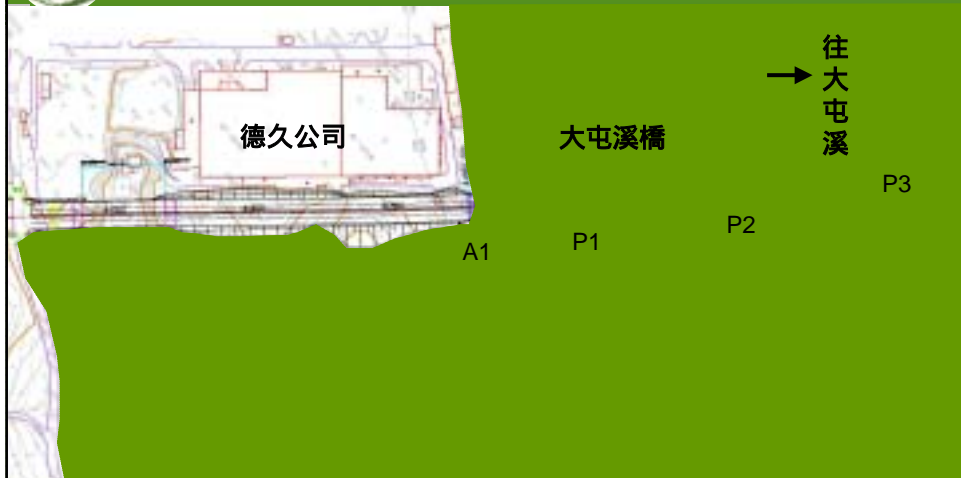
國內道路生態工程實務介紹







國內道路生態工程實務介紹



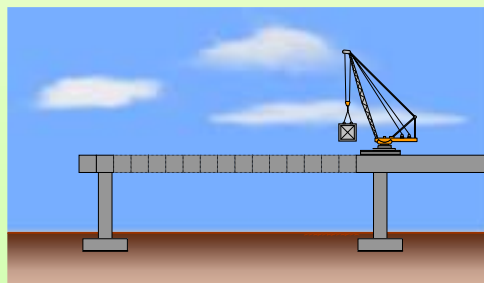
高架橋施作影響生態之考量因子

- 主要生態衝擊為該坡地核心區橋墩配置，附近無既有道路可作為施工道路，若以傳統施工道路闢建方式施作，將直接干擾該處良好生態資源。



國內道路生態工程實務介紹

預鑄節塊漸進施工法





國內道路生態工程實務介紹

棲地保護摘要

- 橋梁段落墩位置應避免在重要微棲地及河川行水區內。
- 重要微棲地標示於圖上，要求納入承包商施工計畫之中，並提出具體之保護計畫與負責人員，以避免施工期間棲地受到破壞。
- 保護對象納入環境監測計畫。

64



國內道路生態工程實務介紹

植栽保護摘要

- 於番薯里及內竿藜林生態熱點區位，植栽設計以就地保存與保護為原則。工法以破壞面積最小及未來回復條件最佳的方案處理。
- 針對重要微棲地中所列之珍貴樹木進行保護，要求納入承包商施工計畫之中，並提出具體之保護計畫與負責人員，以避免施工期間植栽受到破壞。

65



國內道路生態工程實務介紹

植栽保護摘要

- 嚴格限制清除掘除範圍，尤其是濱溪植被帶及次生演替較為後期的林相。部分路段以特殊工法施作（如索道或既有施工道路），整地時不完全清除地表植被。限制植栽剷除範圍納入環境監測計畫中。
- 受保護路段植被若受到破壞，以複層混植生態綠化方式進行復原。
- 於里程2k+400-2k+940路段，實施表土保存計畫，供里程2k+730-2k+990路堤段使用。

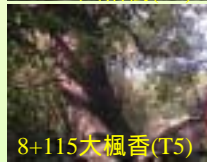
66



1+240大榕樹(T1)



13+000雀榕(T6)



8+115大楓香(T5)



13+100濱溪帶(H10)



2+730-2+990表土再利用路堤段

67



國內道路生態工程實務介紹

植栽計畫摘要

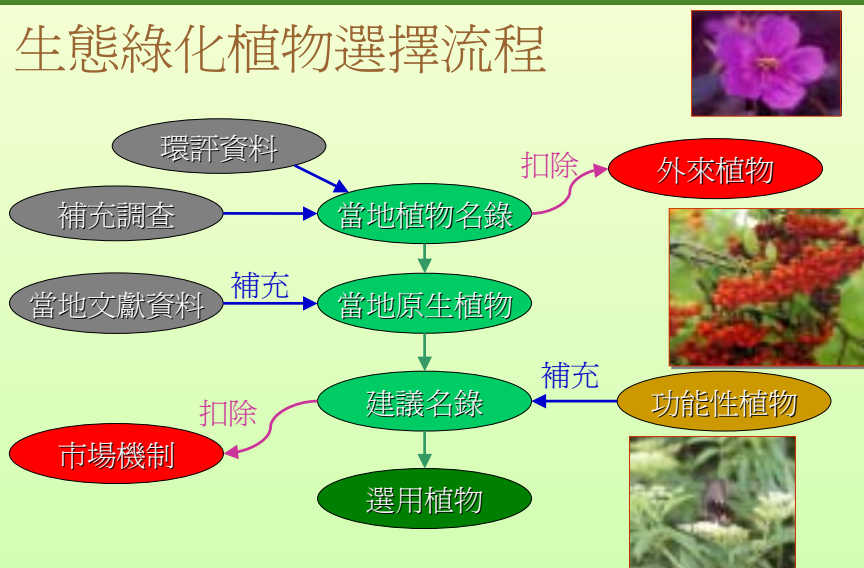
- 完全採用當地原生種。
- 依據路段構造型式與當地植栽特色，本計畫分別以保護植被、複層混植生態綠化、栽植蝶類蜜源與食草植物、原生景觀植物等4個單元進行設計。

68



國內道路生態工程實務介紹

生態綠化植物選擇流程



69



國內道路生態工程實務介紹

工法設計與替代摘要

- 高挖方以隧道替代。
- 高填方以高架橋替代。
- 邊坡以**1：3**之緩坡處理，以利植生綠化。
- 排水工程儘量以**草溝**或**砌石溝**進行設計，以取代傳統混凝土溝。
- 內竿藁林交流道以北路段，路口照明建議取消，或減少設置。

70



國內道路生態工程實務介紹

BMP措施摘要

- 埔頭坑溪設置**first flash** 單元，並搭配草溝，以降低水質污染負荷。
- **BMP**措施單元設置位置建議在埔頭坑溪橋(里程0k+305-0k+790)。



埔頭坑溪



毛蟹

71



國內道路生態工程實務介紹

棲地營造摘要

- 部分滯洪池鄰近之生態資源特色與生態池併同設計，提升整體生態效益。
- 生態池進行設計之滯洪池包括DP011、DP012、DP013等3處



台北樹蛙棲地



台北樹蛙

72



國內道路生態工程實務介紹

生態監測計畫摘要

- 監測計畫目的在於驗證環評之影響預測是否真確，確認施工及維管過程生態設計是否落實，並作為回饋建議之參考。
- 滿足環境影響評估所承諾之項目，並對衝擊進行驗證，包括Road kill之紀錄。
- 針對保護對象監看，包括重要微棲地、植栽清理範圍、重點河川之棲地與水質等。
- 補償、營造對象進行觀察紀錄，包括滯洪生態池、BMP措施及生態綠化之成效。

73



國內道路生態工程實務介紹

施工管理規定摘要

- 要求承包商落實生態設計之管理機制
- 生態狀況異常應變機制與支援系統之建置
- 生態管理專責人員之配置

75



國內道路生態工程實務介紹

施工人員教育訓練摘要

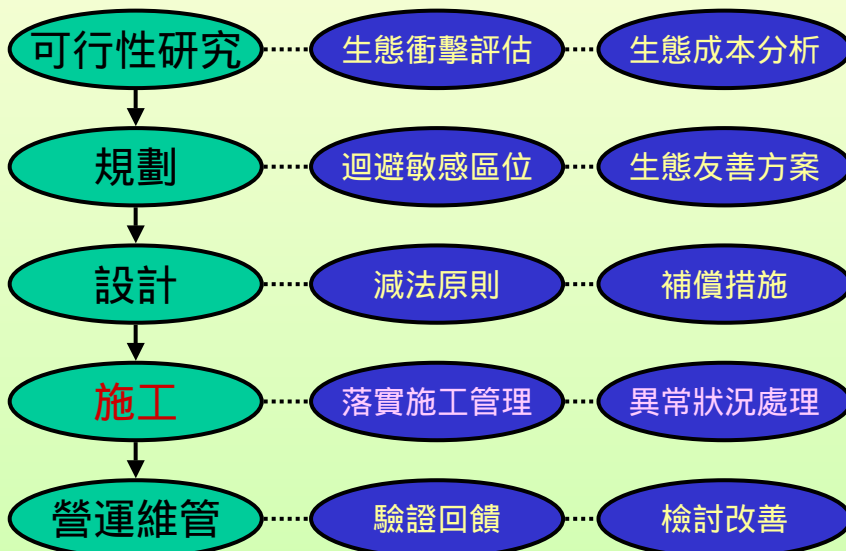
- 辦理施工人員生態維護教育訓練與講義製作
- 生態重要微棲地等保護標的之標示與設置



76



國內道路生態工程實務介紹



77



國內道路生態工程實務介紹

環境監測異常現象通報單

(94年5月)

(計畫名稱：萬大電廠擴充暨松林分廠水力發電計畫施工期間環境監測)

不符合項目：臺灣大豆族群

監測值 _____ 標準值： _____

地點：松林村至松林吊橋

發生時間：未知 採樣時間：2005/5/9-10

影響程度：此監測點臺灣大豆族群全部遭剷除

原因分析：(現場狀況記錄)此監測點臺灣大豆族群的生育地，因為居民開墾種植蔬菜，已全部遭剷除



(原發生地點順序填寫)

因應措施：繼續監測是否有部分臺灣大豆種子萌發，有新的植株出現

建議事項：此監測點在施工範圍之外，附近居民開墾的情形仍屬嚴重，故以開闢荒地為生育地的臺灣大豆族群均易受危害，建議擬定萬大電廠擴充暨松林分廠水力發電計畫-臺灣大豆保護及復育計劃，作為計劃區附近的臺灣大豆的保護措施。

臺灣大豆復育計劃建議如下：

一、目的

因應萬大電廠擴充暨松林分廠水力發電計畫施工期間可能對臺灣大豆族群產生影響，而提出臺灣大豆復育計劃

二、計劃區附近臺灣大豆狀況

(1) 墳場 B 族群---

此監測點族群，零星分佈於墳場 B 內外，可能因計劃施工，而遭全部覆蓋，導致族群全部消失。

(2) 松林村至松林吊橋族群---

此監測點臺灣大豆族群的生育地，因為居民開墾種植蔬菜，已全部遭剷除，目前此族群已全部消失。

(3) 萬豐村南方 100 公尺族群

此族群目前生長情形良好，覆蓋面積約 20*50 公尺，但因為靠近路邊、河床地，仍可能因為開墾、施工、土石流等因素，而導致族群消失。

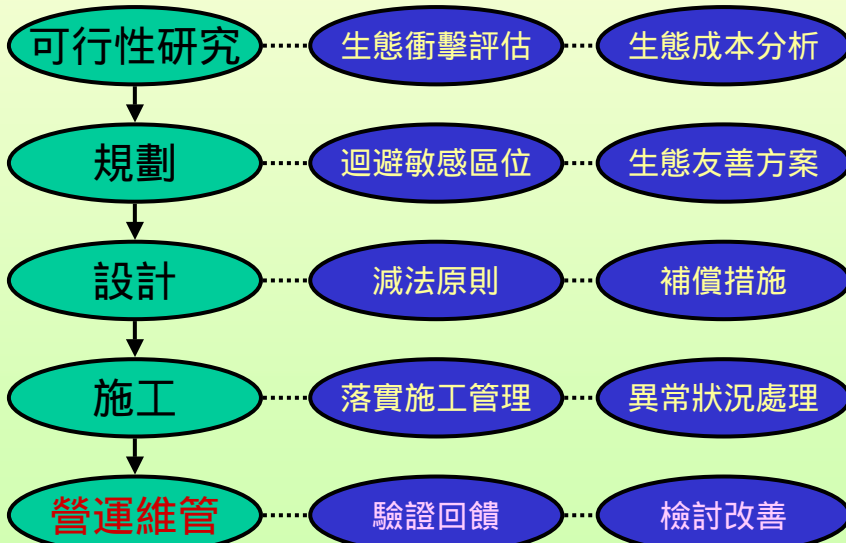
三、保育計劃

1. 建議於萬大電廠內規劃復育區，於墳場 B 棄土之前，將附近的植株移植至復育區內。
2. 萬豐村南方 100 公尺臺灣大豆族群，建議劃設施工圍籬，以避免施工對該族群造成破壞。
3. 針對計畫區附近的臺灣大豆，進行採種保存計劃(採種、低溫乾燥、貯存、發芽率測定等)並於萬大電廠復育區進行栽培復育工作。
4. 將栽培復育的苗木，於棄確完畢後，栽植於計劃區棄確場內及計劃區其他適合栽植的區域。
5. 復育成功後，於萬大電廠復育區設置臺灣大豆復育的教育解說明站，以呈現復育成果。

顧問公司：京華工程顧問公司 監測單位：觀察家生態觀察 監測人：陳建男



國內道路生態工程實務介紹



二高沿線環境特性調查 與國道計畫環境復育之研究

委託單位 國道新建工程局
執行單位 觀察家生態顧問公司

 國內道路生態工程實務介紹

國內高速公路之道路殺手效應

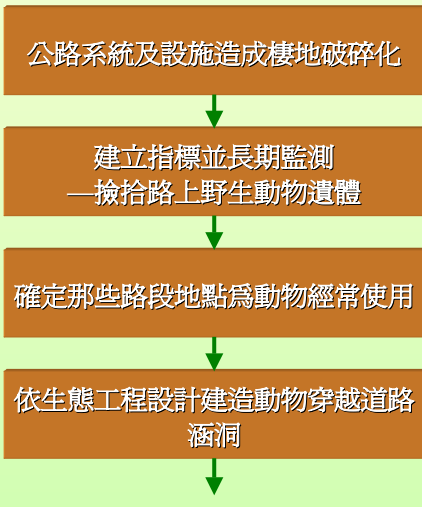


— 黃光瀛攝



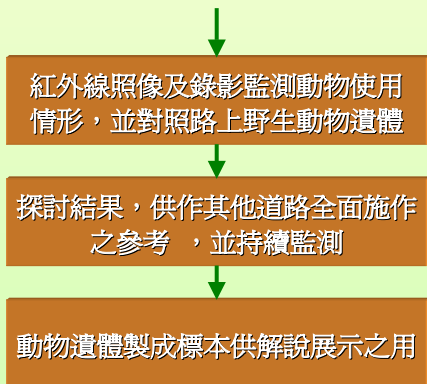
國內道路生態工程實務介紹

生物通道設計流程



國內道路生態工程實務介紹

生物通道設計流程





國內道路生態工程實務介紹

游隼監測

- 國道3號高屏斜張橋啓用於2000年，橋體高183.5公尺，是此種橋中亞洲第一大，世界第二大，夜間並有光束裝飾照明
- 2003年塔上發現有多種鳥類遺體，亦經常發現鳥隻自天空掉落，經調查係華盛頓公約保育鳥類游隼獵食所為



— 國工局網頁資料



— 黃光瀛攝

84



國外案例介紹與分析

案例1：SR-99線道路拓建工程



施工區域，發現有重要之文化遺址，以及數種瀕危保育類物種。



SR-99線及Hammer道路交口

- 鄰近河川之棲地受破壞
- 施工期開發現當地有瀕危物種
- 施工開挖期間發現文化遺址

85



國外案例介紹與分析

案例2：美國河橋梁新建工程



橋梁遠景



左側墩柱之工程影響原有濕地環境



- 墩柱的工程會填平部分原有河岸濕地，造成原有棲地消失
- 施工單位簽署26項保護措施，如工期限制等。

86

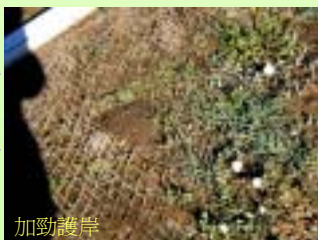


國外案例介紹與分析

案例3：I-80道路拓寬工程之濕地補償



場址全景



加勁護岸



植生工作

- 2004年6月完工
- 受影響濕地面積：
0.3英畝
- 補償面積：
1.3英畝

87



國外案例介紹與分析

案例4：SR-37拓寬工程鹽澤棲地補償



場址全景



植生緩衝帶



拓寬路段

- 2001年10月完工
- 受影響濕地面積：13英畝
- 補償面積：53英畝
- 設立植生緩衝帶防止外來種入侵



國外案例介紹與分析

案例5：Route 101拓寬鹽澤棲地補償



場址全景，左側為土坡，右側為參與維管之社區



警示標誌



乾季

- 2005年1月完工
- 受影響濕地面積：0.038英畝
- 補償面積：2.58英畝
- 結合社區營造與濕地維護管理工作
- 自然植生



國外案例介紹與分析

案例6：SR-125濕地補償及保育計畫



保護區告示牌



季節性濕地



季節性濕地底層

- 2005年春天完工
- 保護季節性濕地(vernal pool)及Quino Checkerspot蝴蝶棲地
- 補償及保育面積：52英畝

90



國外案例介紹與分析

施工方法研發



- 橋梁翻修或新建工程產生水面下龐大聲壓，影響水域生態環境。
- 透過工程師與生物學家積極合作，研究出有效之減輕對策。透過氣泡產生的屏障減少95-99%的壓力，成功減少施工造成的影響。





國外案例介紹與分析

經驗參考

- 強調迴避、縮小、減輕策略，並注重時空尺度及應用順序。
 - 迴避與縮小策略較無形。
 - 若須實施棲地補償，補償面積為原面積**3**倍以上。
 - 強調空間與尺度的重要，注重圖面資料與**GIS**應用。
 - 皆強調跨領域團隊合作，加州交通局編制有**130**位生物學家。
- **1992~1997**年平均每年約投入新台幣**4億元**以減輕工程對生態環境的傷害**(Mitigation)**。
 - 每年投入超過新台幣**5億元**，以進行**迴避、縮小、減輕**策略之相關研究。

92



國外案例介紹與分析

植生緩衝帶



93



國外案例介紹與分析

鳥類防撞欄杆



94



國外案例介紹與分析

教育宣導



95



國外案例介紹與分析

生態設計思維

Everything should be made as simple as possible, but no simpler.

96



國外案例介紹與分析

引用案例之注意事項

- 不可直接套用既有的設計內容。
- 因地制宜，因此需了解當地背景資料。
- 確認主要的保護對象及內容。
- 自然生態系中優先施行。
- 注意後續管理維護之重要性。

97



國外案例介紹與分析

小結

- 不同生命週期有不同之設計考量
- 不同的工程項目有不同之設計考量
- 生態設計可以模仿的是過程而不是結果

98



後續發展方向與挑戰

工程人員在生態認知上面對的困難

- 問題界定(從何處問起?何處著手?)
- 不確定性
 - ✓ 風險
 - ✓ 不知道
 - ✓ 不知道不知道
- 控制環境資源帶來的教訓
- 短期措施造成長期的傷害

99



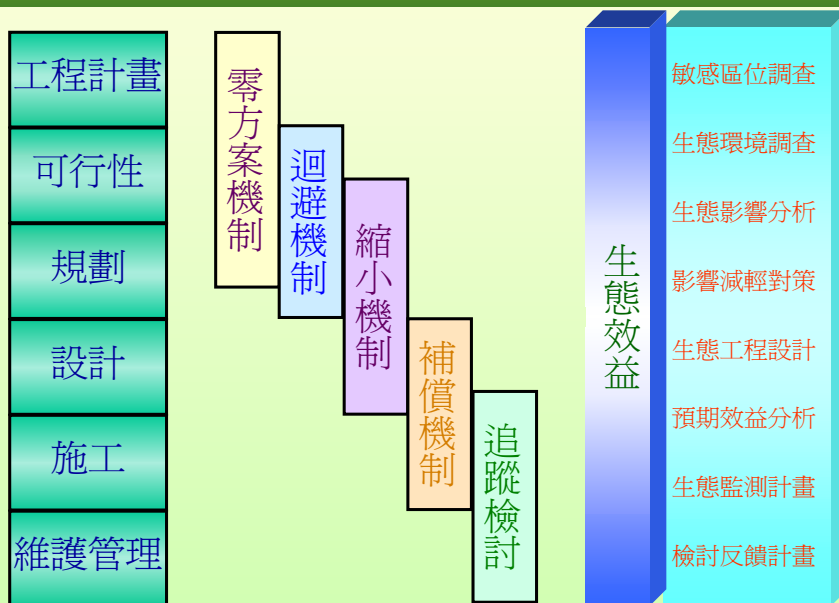
後續發展方向與挑戰

工程界與生態界的思維落差

✿生命無價	VS	生命無價
✿簡潔化	VS	複雜化
✿精算	VS	統計
✿重現性	VS	不確定性
✿線性	VS	非線性
✿原則中覓例外	VS	案例中歸原則
✿小尺度	VS	大尺度
✿精深	VS	廣淺



後續發展方向與挑戰





後續發展方向與挑戰

工程界與生態界的共同挑戰

- 工程與生態如何由對立走向合作？-先期參與
- 我們到底要什麼？-尺度與範疇
- 責任釐清與分工？-蘇花高的經驗
- 如何提升工程人員的生態素養？-德國的經驗
- 如何判斷或評鑑哪些工程或單位在生態保育上的努力？-蘿蔔與棍子
- 應用生態專業的發展-建立溝通平台

102



後續發展方向與挑戰

環評制度落實在生態環境維護之探討

- 欠缺客觀性標準
- 缺乏量化之相關研究可資參考
- 缺乏有效及明確的改善措施
- 缺乏生態、環工及工程的溝通機制與橋樑
- 環評公司多傾向開發單位有利的一方
- 缺乏衍生性干擾之說明
- 小工程未必實施環評

103



後續發展方向與挑戰

生態工法與環評制度整合技術之探討

- 環評審查時，將生態工法檢核表等標準化文件一併納入。
- 生態敏感區位圖納入環評生態調查項目。
- 將生態工程所需之生態調查內容，併同載入環評報告中，並建議獨立審查機制。
- 善用環評及監測所做之生態調查資料，建立國家性生態環境資源資料庫。
- 工程費中規定一定比例費用，供生態工程研發及應用生態學基礎研究之用。

104



結語

- 有人說：「你怎麼能夠活著而無知？」，我不知道他們是什麼意思。我從來都活著，也從來都很無知，那容易的很，我想知道的是你如何能什麼都知道。
 - 存疑與不確定性是科學的本質，也是進步的泉源
 - 在這個講求專業專門的年頭，沒幾個人能同時深入了解兩個不同領域的知識，因此總是會在其中一個領域出盡洋相。
- ~費曼(諾貝爾物理獎得主，1962)

105



結語

- 工程經驗是新科技的觸媒，工程師不可繪圖員化。
- 所有的工法研發都要有從失敗中獲取經驗的準備。
- 減少水泥用量與使用新材料是邁向新世紀的重要關鍵之一。
- 台灣科學界素以快速應變聞名。

106



結語

本簡報資料係無數公務員、工程師及生態專業人員的共同心血，在此一併致謝。

在先進已開發國家後悔當初未注意永續發展，而力圖彌補之際。台灣仍有停止步上環境破壞後塵的機會，為台灣後代的福祉著想，亦為吾等之責任。

107

簡報完畢
謝謝指教

