

國內水庫與水資源現況

張豐年

水患治理監督聯盟
台灣生態學會
台中市新環境促進協會
台灣蠻野心足生態協會

102年5月10日

講解重點

1. 國內重要水庫有哪些？
2. 有關建新水庫之空間？
 - 除非特殊考量，避免新建
3. 水庫面對何種困境？
 - 國內者之潛在危機--淤積淘空
 - 國外失敗案例
4. 如何預擬退場機制？
 - 選擇性、漸進性拆除或改建壩體
 - 需配套措施
 - 將調水之層面從技術提升至藝術
5. 如何另覓替代水源？
6. 水價是否合理？該如何調整？

國內既有及規劃中之重要水資源 (資料綜合自水利署網站)

大甲溪之青山、谷關、天輪、馬鞍壩及濁水溪之集集堰並未被水利署估算在內

1. 北部地區

- 既有：石門水庫、新山水庫、翡翠水庫、寶山水庫、寶山第二水庫、永和山水庫
- 規劃中：雙溪、平溪、高台、比麟

2. 中部地區

- 既有：明德水庫、鯉魚潭水庫、德基水庫（青山、谷關、天輪、馬鞍）、石岡壩、霧社水庫、日月潭水庫、（集集攔河堰）、仁義潭水庫、蘭潭水庫
- 規劃中：天花湖水庫、烏嘴潭人工湖、大度攔河堰、湖山水庫

3. 南部地區

- 既有：烏山頭水庫、曾文水庫、南化水庫、阿公店水庫（洩洪至阿公店溪或二仁溪）、牡丹水庫、成功水庫
- 規劃中：高屏人工湖、台南大湖、士文水庫

主軸一：推動流域綜合治水

水資源因應對策



世界水壩委員會調查報告

(2000年11月16日)

- 社會為建造水壩所付出之代價十分巨大，但絕大部分卻是被忽略的。
- 建造水壩之環境成本是巨大、無法預料的，且難以彌補。
- 水庫釋放出溫室氣體。
- 水壩通常無法提供預期之效益。
- 很多水壩早有不佳的經濟表現。
- 替代方案雖有，卻不能用來公平競爭。
- 各方偏愛大型水壩。

世界水壩委員會之建議

基於「權益與風險」

(2000年11月16日)

- 必須獲得公眾認可
- 評估方案需為全面性
- 重視現有水壩
- 維持河流與人民生計
- 確認權益與利益共享
- 確保要求被實踐
- 為和平、發展與安全而共享河流

水壩失敗常見之原因

Common causes of dam failure

From Wikipedia, the free encyclopedia

- **建築材料及技術不合乎標準** Sub-standard construction materials/techniques (Gleno Dam)
- **溢洪道設計錯誤** Spillway design error (South Fork Dam, near failure of Glen Canyon Dam)
- **蓄水後水位改變或監測不實導致地體不穩** Geological instability caused by changes to water levels during filling or poor surveying (Malpasset).
- **山壁崩滑** Sliding of a mountain into the reservoir (Vajont Dam – not exactly a dam failure, but caused nearly the entire volume of said reservoir to be displaced and overtop the dam)
- **後續維護管理不佳，特別是出水管道** Poor maintenance, especially of outlet pipes (Lawn Lake Dam, Val di Stava Dam collapse)
- **進流水遠超出原本規劃** Extreme inflow (Shakidor Dam)
- **出於人為、電腦或設計之錯誤** Human, computer or design error (Buffalo Creek Flood, Dale Dike Reservoir, Taum Sauk pumped storage plant)
- **內部遭侵蝕，特別是土壩** Internal erosion, especially in earthen dams (Teton Dam)
- **地震** Earthquake

台島諸水壩潛伏之危機更為恐怖

1. 阻礙水及岩石圈之動態循環
 - 上游淤積、下游淘空之後遺症無法收拾
2. 潰堤或溢堤危及生命財產
3. 誘發地震或斷層錯動
4. 戰爭期間成為攻擊目標
5. 改變生態環境

水患型態及其變異

1. 就堤岸而言

- 潰堤、溢流—岸邊水土流失、淹沒淤積
- 堤後滯留
 - 低窪地區
 - 排水不暢—肇自不當之人為措施

2. 就整流域而言

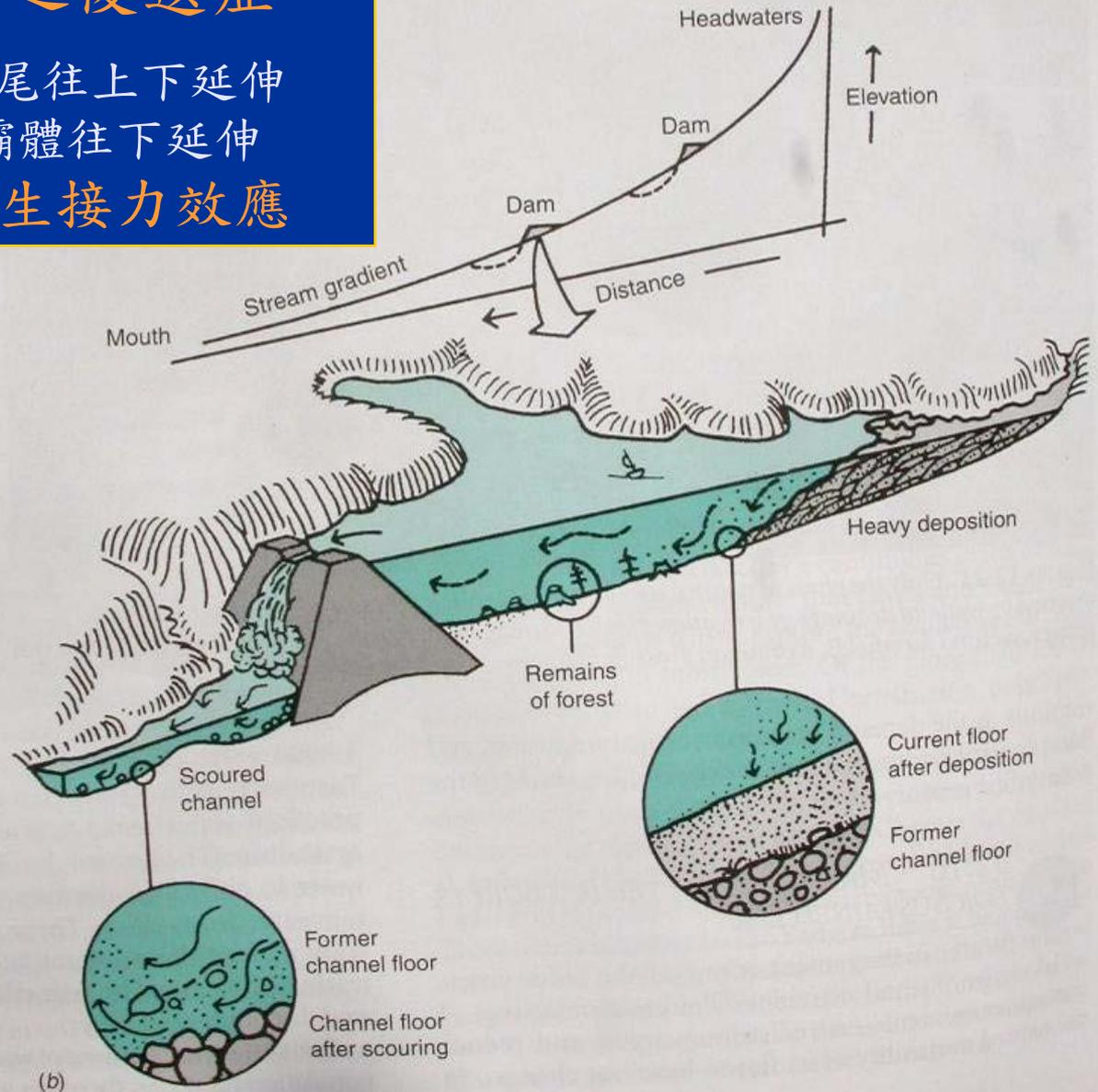
- 水資源工事惹禍
 - 堰、壩工事導致
 - 上游淤積—溢流
 - 下游淘空—潰堤、斷橋
- 堰塞湖
 - 續發於崩塌，可不定時潰決

3. 就人為經營管理而言

- 整治後災難型態由護堤流失變成堤後積水
- 兩岸植栽要死不活，失卻護土功能
- 河道內優養化導致雜草叢生、阻礙行水

築大壩衍生之後遺症

上游淤積-從庫尾往上下延伸
下游淘空-從壩體往下延伸
系列之壩-產生接力效應



取材自：
William M. Marsh,
John Gossa, Jr.
Environmental geography
Science, land use,
and earth systems
3rd edition, 2005

典型之淤積淘空後遺症

石門水庫上游之榮華壩 Google Earth 2011-8-7



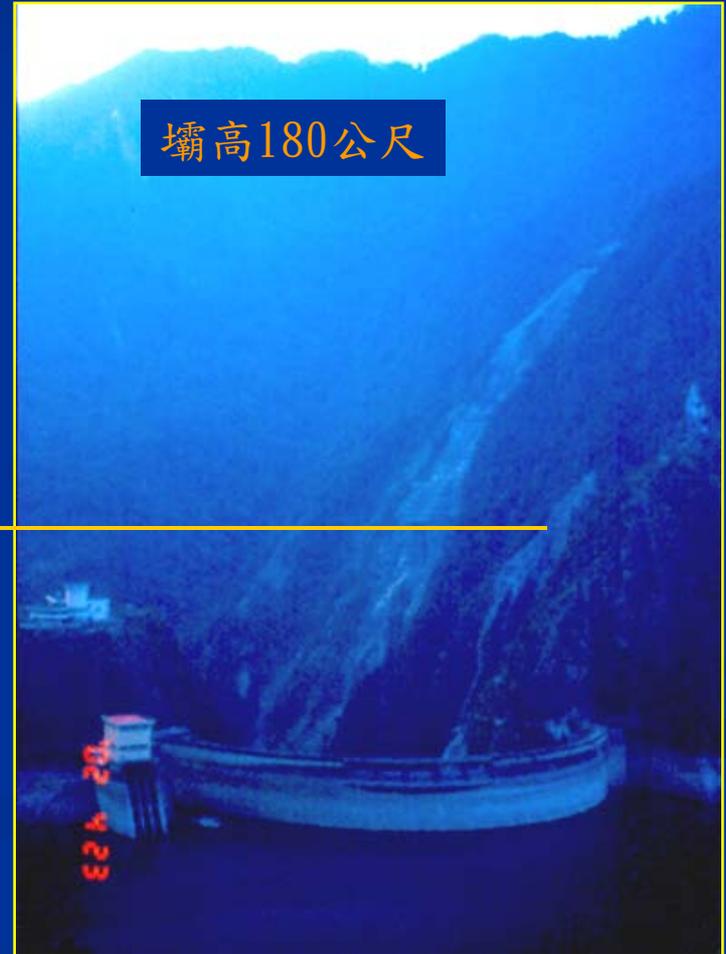
傾洩而下之土石阻斷河道成堰塞湖而需緊急疏浚

大甲溪上谷關第一野溪 90-6-18



德基壩體北側 山壁受損補強

九二一地震後



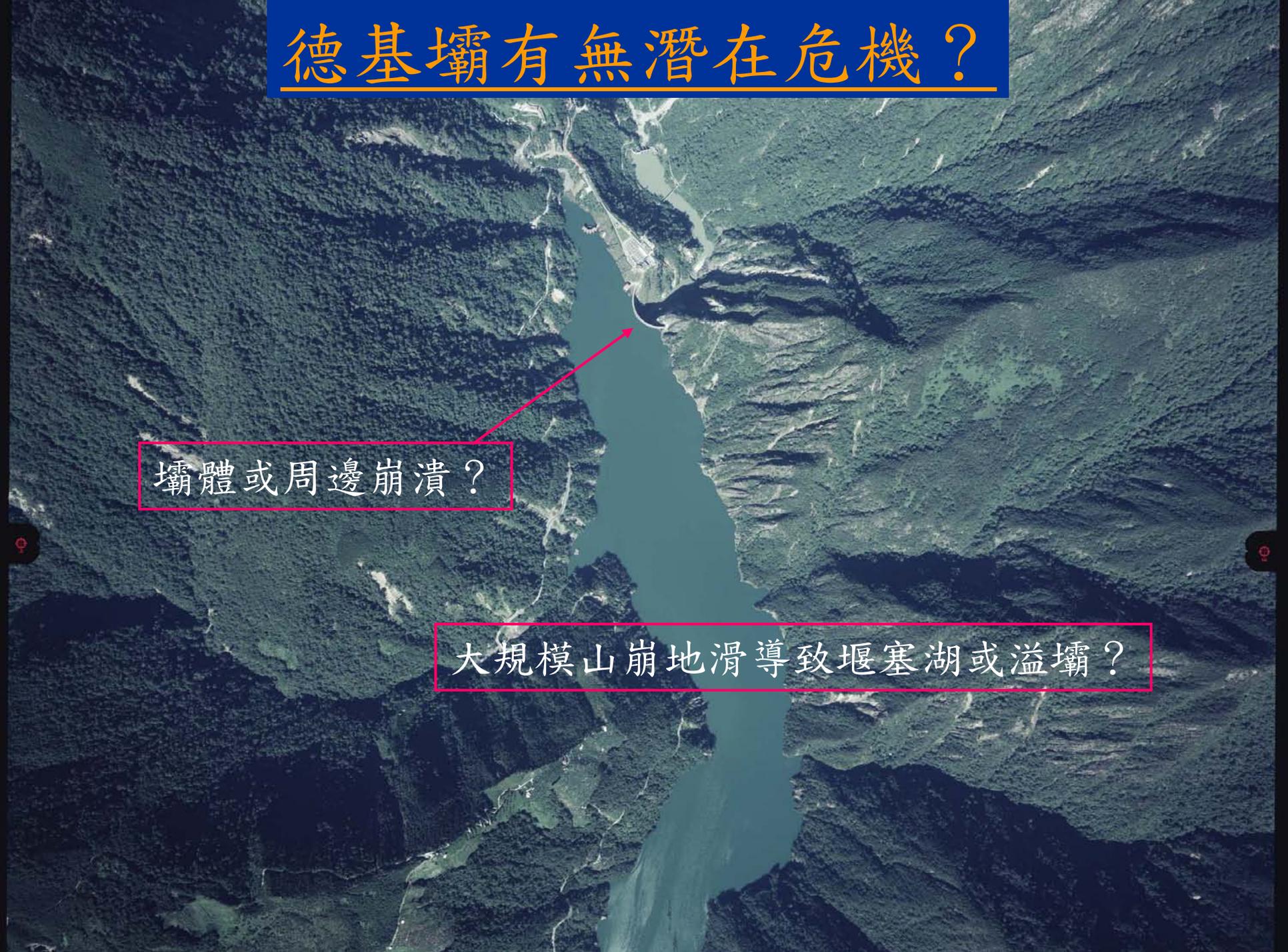
壩高180公尺

德基拱壩嵌入北岸之山壁雖歷經岩錨補強，但又出現崩落



100-8-17

德基壩有無潛在危機？



壩體或周邊崩潰？

大規模山崩地滑導致堰塞湖或溢壩？

梨山大規模地滑隱含危機

圖片引自 Google Earth 2006-2-1



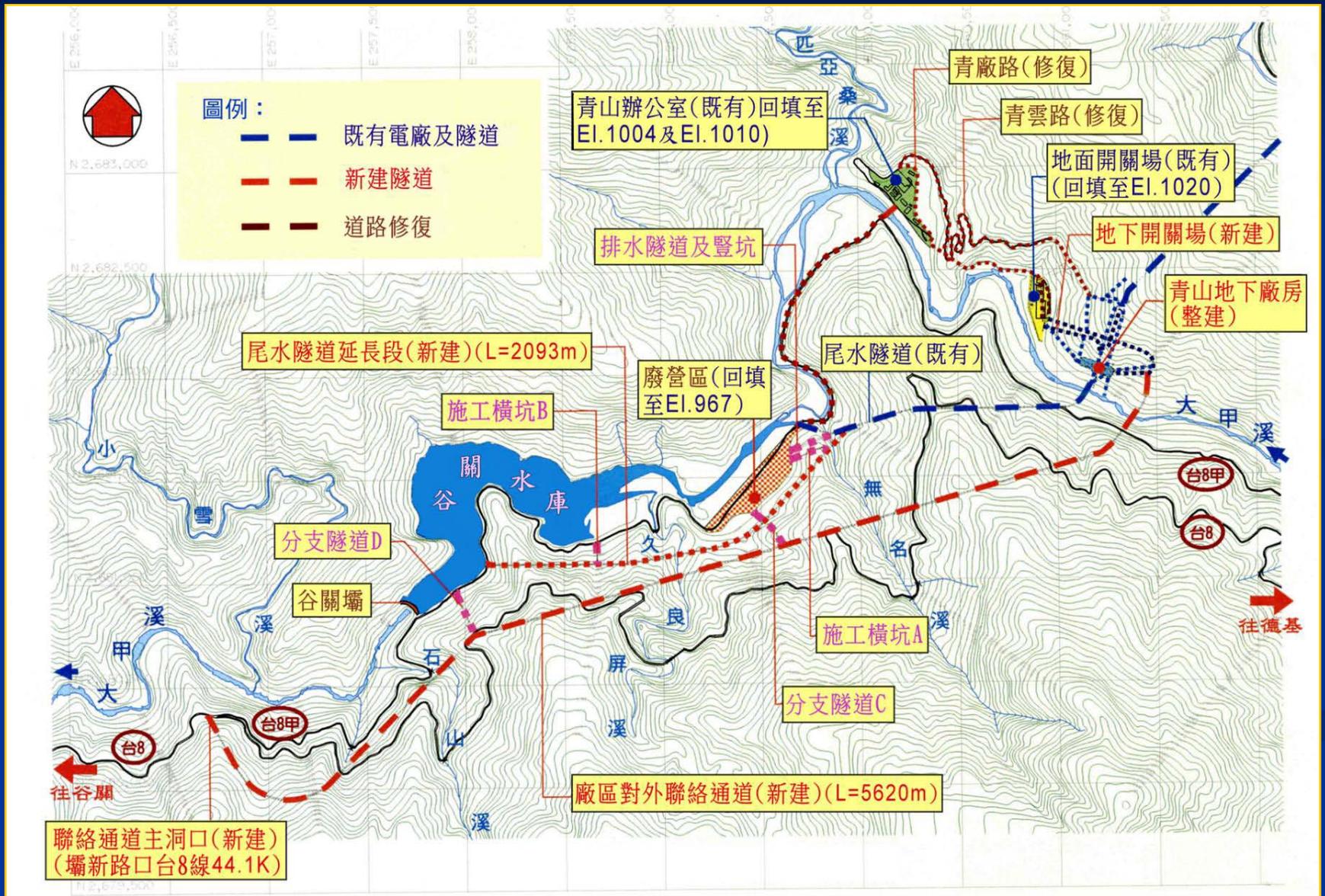
青山分廠地下廠房遭七二水災覆沒之慘狀

資料引自：大甲溪發電廠谷關分廠及青山分廠復建工程簡報 台電青山施工處 99-7-22



青山分廠復建工程之布置隱含危機

資料引自：大甲溪發電廠谷關分廠及青山分廠復建工程簡報 台電青山施工處 99-7-22



規劃中之青山電廠尾水道出口地質脆弱而需補強--潛伏塌陷危機 99-9-17



谷關壩壩體受損 九二一地震



地震造成壩體缺口 兩側山壁補強中

谷關壩
九二一地震



谷關分廠尾水路與河床水位之變動

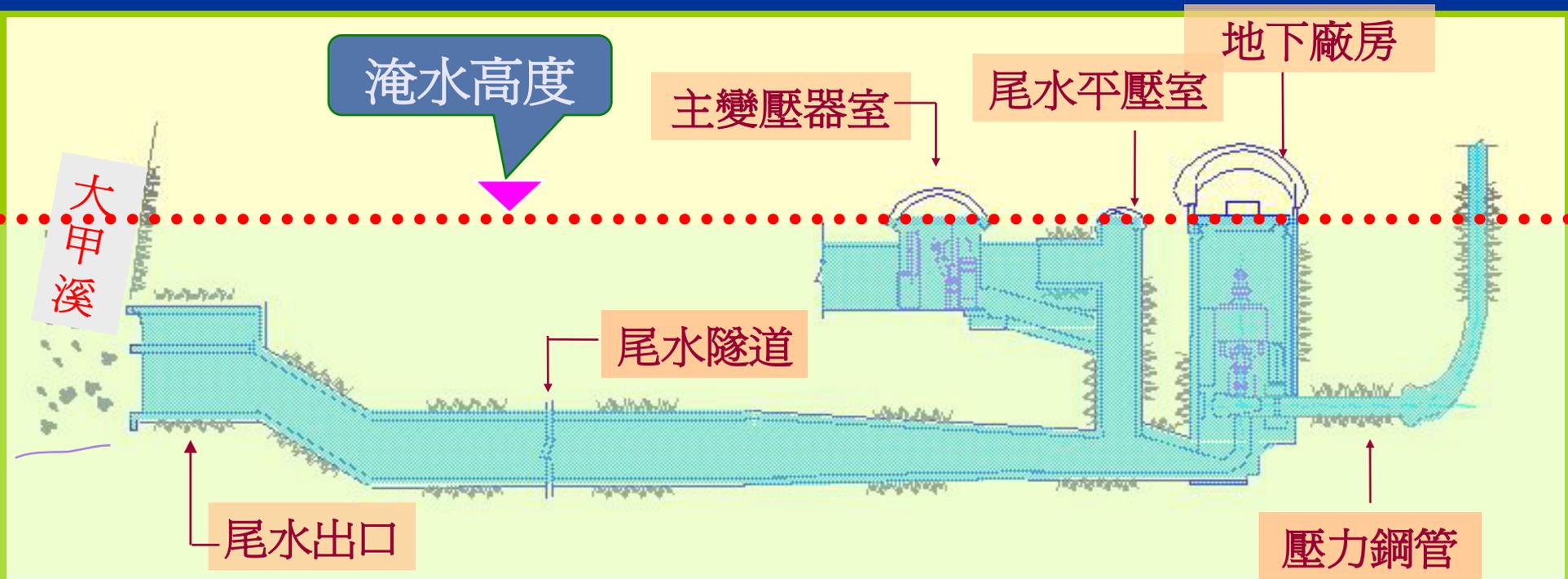
台電萬榮工程處提供



四、谷關電廠主要災損情形

- ◆ 地下廠房之發變電設備全部浸水
- ◆ 廠區滲漏水量遽增
- ◆ 進廠房吊橋遭土石流沖毀

台電萬榮工程處提供



桃芝颱風後谷關分廠災損情形

資料引自：大甲溪發電廠谷關分廠及青山分廠復建工程簡報 台電青山施工處 99-7-22



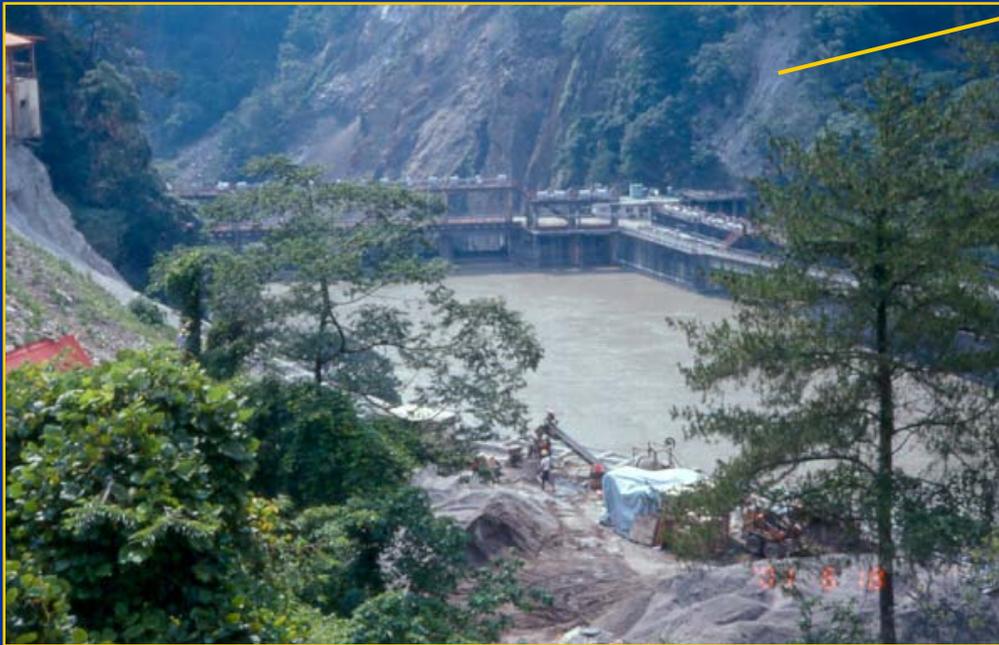
電廠吊橋損毀情形



溪水自廠房通道灌入淹水情形

壩體北側山壁補強中

天輪壩
九二一地震



光找台電出氣無用 災民興訟沒抓住重點—是政策層次問題



壩體北側山壁受損補強

馬鞍壩 九二一地震

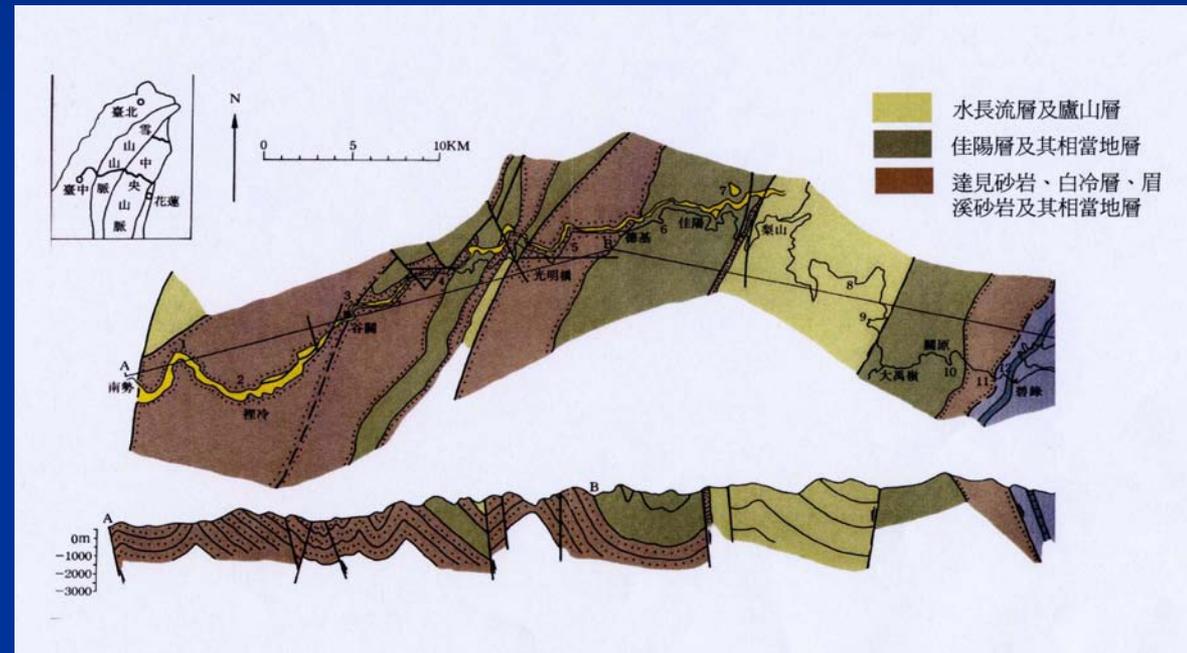
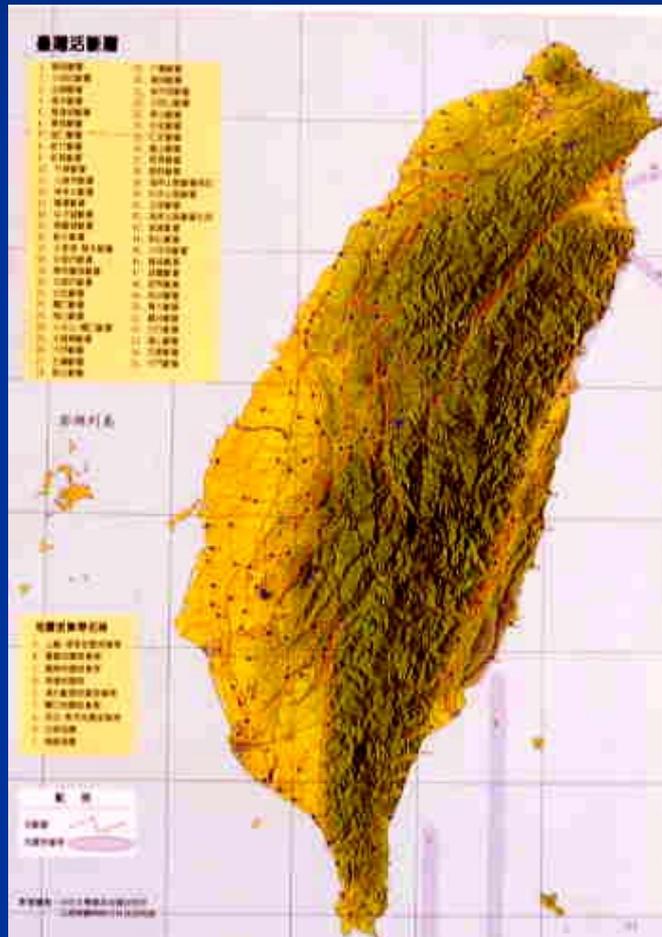


壩體北側受損需補強

石岡壩 九二一地震



中橫及其附近尚有甚多未經命名之斷層 假若直接錯動，勢必造成毀滅性之破壞



資料引自台大地理系

石岡壩淤積淘空效應持續擴大中

背景圖取自 Google Earth 2008



Image © 2008 DigitalGlobe
© 2008 Europa Technologies
© 2008 Kingway Ltd.
© 2008 Cncs/Spot Image
海拔高度 329 公尺

Google

24°19'05.85" 北 120°45'00.14" 東

2008年三月九日 視角海拔高度 7.23 公里

石岡壩上游淤積，下游岩盤裸露

農林航照圖 九二一地震後



縱使常年編列預算疏浚
石岡壩照樣淤積不誤



上游石城劉家伙房多次淹水—石岡壩惹的禍

97年卡玫基、辛樂克，98年莫拉克等颱風



石岡壩埤豐橋段峽谷化---施工中之石岡污水處理廠被掏空



97-10-14

石岡污水處理廠被掏空----導致工程驗收遙遙無期



98-1-21

淘空現場上望石岡壩

淘空現場
下望埤豐橋



石岡壩埤豐橋段之峽谷化非工事所能解決



九八年雨季前剛完工
之護岸補強工事
旋即遭八八水災再度淘空



顯現下刷持續加速進行中
任何工事皆擋不住
惟有拆壩才能解決

98-11-18

石岡壩埤豐橋段之峽谷化非工事所能解決—完工旋即又毀



99-3-31

石岡壩埤豐橋段之峽谷化非工事所能解決 同一地點完工旋即又毀，一再重複工事



受損於蘇拉颱風
101-9-25

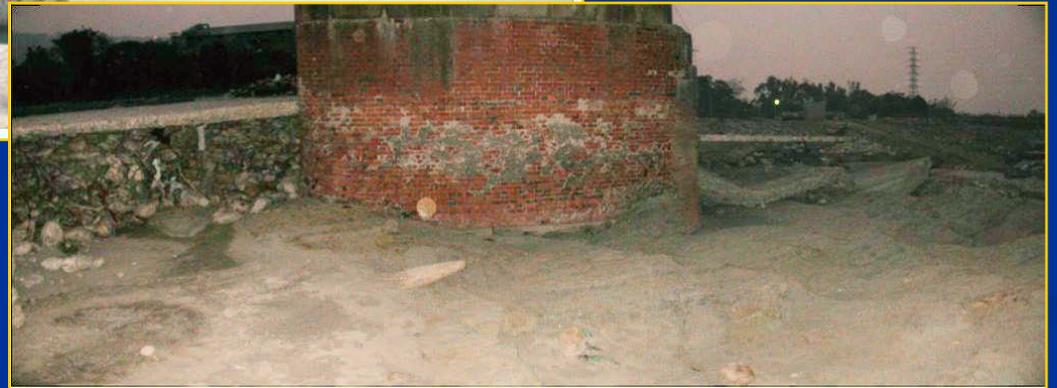


再度補強過後
101-12-1

九二一地震後重建不久之埤豐橋因缺乏砂石補注而遭沖刷又需再度補強



橋墩為何傾斜受損？（缺乏砂石補注？不當之保護工事？）



大甲溪
舊山線鐵路橋



何以保護工等發揮不了作用？

舊山線鐵路橋下游

94-1-27



95-1-27



97-7-24

峽谷化加速進行中

大甲溪舊山線鐵路橋下游 98-1-1



斷橋下一後補者

鐵路局反駁媒體之報導
表示安全無虞，你相信嗎？

97-10-26



既謂安全無虞，何以又放慢車速？
又編列預算補強？

大甲溪新山線鐵路橋基樁淘空中

橋墩遭掏空，攔河堰遭沖毀

大甲溪新縱貫鐵路橋



埤豐斷橋之幕後罪魁—石岡壩

鯉魚潭淨水場輸水管從受害者搖身一變成加害者

97-9-18



肇事原因---公部門互推皮球

交通部長：盜採砂石 水利署：與疏浚或盜採無關

2008年9月16日 / 星期二

自由時報

辛樂克災情 A4
【特別報導】

后豐斷橋禍首 毛國：盜採砂石

已準備好面對國賠 會照程序走

【記者曾漢傑、社金鳳、陳曉輝、陳詩時、李欣芳／綜合報導】面對后豐大橋斷橋意外，交通部長毛治國指出，交通部已有準備可能面臨國家賠償問題，未來會照程序走。交通部部長毛治國表示，交通部部長毛治國指出，交通部已有準備可能面臨國家賠償問題，未來會照程序走。交通部部長毛治國表示，交通部部長毛治國指出，交通部已有準備可能面臨國家賠償問題，未來會照程序走。

→后豐斷橋空拍圖。
(空勤總隊提供、記者張瑞柏翻攝)



后豐大橋善後措施

- 汽車可改走中山高，在后豐大橋搶通前，后里、月眉收費站仍暫停收費。
- 機車可繞道牌樓橋，公路總局將在后豐自行車道加設分隔與止滑設施，估計二、三天即可完工，屆時將由台中縣府宣布開放機車使用自行車道，來往雙寮、后里兩地機車騎士可以利用。
- 等洪水退去，大甲溪底施作溪底便道，行水區以箱涵、鋼便橋跨越，估計水退兩週後可完工，而在后豐大橋新橋改建完成前，公總將會先復建已經斷裂的舊橋，估計約需三個月，等舊橋復建完成，中山高才會恢復收費。
- 台鐵加開區間車。

(記者曾漢傑)

中央大學橋樑中心主任王仲宇說，九二一震災造成土石鬆動，加上近年雨量增加，溪水夾帶土石，切削能力變強，「一個晚上就能沖刷二、三米」，加上石頭又有儲備能量，橋樑當然承受不住，橋墩最後就「跪」下來。王仲宇認為，加深基樁、加大跨距確實有助橋樑穩固，但只能用較新的「拖底工法」技術，也能加緊現有橋樑基礎，但只能算治標，面對大自然反撲，真的要治本，還是要從水利工程著手。水利署曾指出，民國八十九年六月以後，均未曾於該河段進行任何疏浚工程，也不見大規模、有計畫的盜採砂石情形，后豐大橋遭洪水沖毀與疏浚或盜採無關。

將改變橋樑養護工法 修正封橋標準



疑三車六人隊

家屬痛批政府救災不力

【記者沈素英、吳瑞琦、楊茂勳／中縣報導】台中縣后豐大橋坍塌，墜溪人車恐高達三車六人，其中僅豐豐公司工程人員雷毓琦尋獲遺體，其餘失蹤者的家屬在斷橋痛哭，甚至哀鳴昏倒。昨天並向行政院長劉兆玄下跪，或痛批：「政府救災不力！」

行政院長劉兆玄強調不放棄搜救機會，將盡清責任歸屬與做好善後工作，交通部部長毛治國則承諾將給社會交代。

空勤總隊直升機於昨天上午，在兩道三號下方的大甲溪河床發現雷毓琦(男，卅二歲)屍體，家屬頓時心碎：至於失蹤的五人，分別是計程車司機張明輝(男，六十歲)，他載著五十六歲及其朋友楊銀五(五十六歲)及朋友陳承男(男)，他與女友陳雅娟(沒消息朋友，返回后里尋友工程師雷毓琦死因

台中地檢署檢察官昨天有線電視公司工程師雷毓琦是窒息死亡，頭部多處挫傷，研判雷某被沖出車外，被沖擊而撞及水中物體，沖得一件不利，水流力量三班廿四小時監控該橋樑

超橋大橋斷橋處標示的大甲溪，波濤洶湧，刺目驚心。(記者曾漢傑攝)

畢竟學者專家之功力比官員高

部約32度，明天高溫會再降1至2度，未來一周都是清爽有雨的秋季氣候。

斷橋怎麼辦？

中央至今仍搞錯方向

問題在上游興建攔砂壩！

李鴻源

【記者黃福其/板橋報導】

辛樂克颱風造成后豐、甲仙、五虎寮等斷橋，台大土木研究所教授、台北縣副縣長李鴻源指出，「中央至今仍搞錯方向」，斷橋的原因不在橋梁結構或盜採砂石，而是攔砂壩等鄰近橋梁的構造物，破壞河川淤沙可以自然保護橋梁的功用。

缺乏淤沙 水流更強沖倒橋墩

他提出警告，中央若不找出病灶著手改善，只顧著重建新橋，不但新橋十幾年後難逃再次斷橋命運，目前一些有類似環境的橋梁或危橋，就算花再多錢鞏固橋墩，也肯定不保。

李鴻源與新加坡南洋理工大學橋墩專家趙以明，日前檢視台大土木所水利組博士生們蒐集后豐、甲仙、五虎寮橋的現場照片、衛星資料，赫然發現幾座斷橋的共通點，都是上游興建了具攔砂性質的構造物，而缺乏泥沙

的水流冲刷力更強，長期淘刷橋墩週邊河床，終致斷橋。

歸罪盜採砂石並不正確

李鴻源說，三座斷橋都在禁採砂石的河川，若歸罪盜採砂石並不正確，「公家工程」才是罪魁禍首，情形一如北縣三鶯大橋因上游有嵩山堰而三度斷橋、高屏大橋上游有曹公圳攔河堰而斷橋。

以後豐橋來說，上游已有石崗壩攔下河砂，自來水公司又在緊鄰后豐橋上游處理設橫越河床的大自來水管，自來水公司為了保護水管，又以混凝土包住水管，整形成第「二道攔砂壩」，以致后豐橋橋墩逐一再補強，仍難敵河床遭冲刷而裸露，終至有橋墩在這次洪水被沖垮。

甲仙大橋也一樣，上游約500公尺處有一道攔河堰，攔下溪水，卻也阻住泥沙往下游的自然現象，終致今日

洪水沖倒橋墩。

只顧重建新橋 還是會斷！

李鴻源說，中央若不從橋梁鄰近構造物破壞河川的「癥結」解決，即使重建，仍然「早晚會斷，而且非斷不可」。他建議后豐橋旁的自來水管必須移位，改設為水管橋，或直接掛在新建后豐橋的橋面下，解決「第二道攔砂壩」現象；此外，斷橋若無法移位，就需在緊鄰的下游處築造一道、甚至兩道固床工程，讓河水流到橋墩仍有泥沙可淤積，發揮保護作用。



台北縣副縣長 李鴻源 報系資料照片

自來水管形成攔河堰



水流高低落差 加劇下切力量



后豐大橋上游鄰近處，有一道跨河平行、以混凝土包覆的大口徑自來水管(上圖)，無意間形成第二道阻住泥沙的攔河堰，以致颱風來襲，加劇水流下切力量。水流高低落差處即為自來水管處(左圖)，加上橋墩長期缺乏淤沙保護，終至被洪水衝垮。

報系資料照、記者黃福其/攝

在這不確定的時代 作最確定的決定

取得加拿大身分、留學加拿大 是您家庭及子女未來最有保障的投資

加拿大移民 留學 護照 生活 演講座談會

邀請加拿大移民權威律師、多倫多教育局專員、三色洲教育員專員、埔城中學學務代表來台演講

造橋的、蓋水壩的... 各搞各的

【記者黃福其/板橋報導】

辛樂克颱風造成斷橋、葬送人命，交通部、公路總局成了衆矢之的，不過台北縣副縣長李鴻源認為「將責任全部怪罪公路總局，其實沒有道理」，河床構造物加劇河川淘刷下切力

事實上李鴻源教授仍語多保留

- 后豐斷橋事件，鯉魚潭淨水場之輸水管僅是代罪羔羊，事實上其從受害者隨著時間之經過漸質變為加害者，石岡壩從上攔阻掉大部分之砂石，才是幕後真正之元兇。
- 類似情形亦發生於北縣之三鶯大橋，其三度斷橋固然直接肇因於上游之鳶山堰，實則石門大壩於更上游攔阻掉大宗之砂石，才是真正之禍首。
- 上二例皆可從 Google Earth 看出癥結所在。

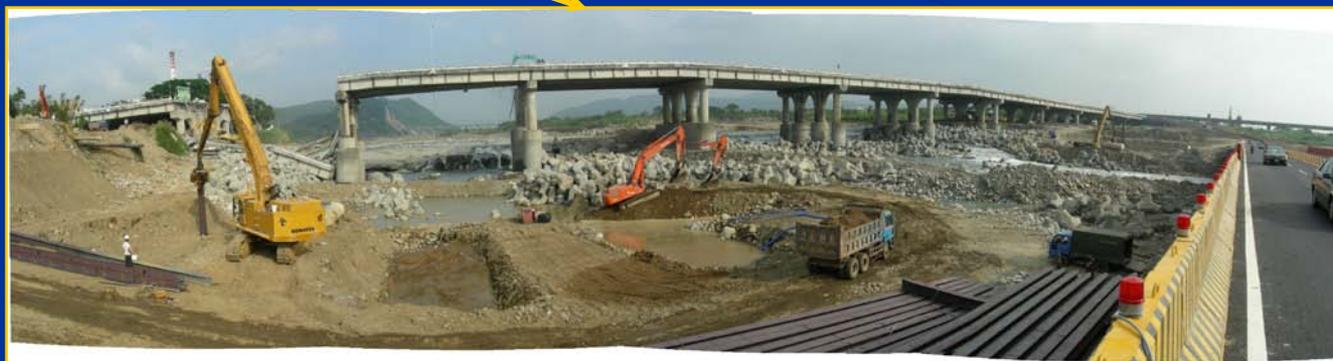
多頭馬車式管理早晚出現問題

正隆造紙廠與后豐大橋緊鄰，何者該優先保護？



97-1-28

正隆紙廠---三河局防制於先，卻無視於后豐大橋之危機



97-10-26

后豐大橋---公路局僅能亡羊補牢於後

舊鯉魚潭輸水管終於斷裂

改建後之后豐大橋 101-6-27



復建之新橋墩潛伏危機

后豐大橋北岸第一橋墩 101-6-27



堤防是否會再度淘空流失？

垃圾焚化廠

后里垃圾掩埋場

高
速
公
路

大
甲
溪

豐原河濱運動公園

台中縣豐原市及后里鄉空照圖，資料引自Google Earth



河濱運動公園
親水設施
毀於敏督利及馬莎颱風

豐原大甲溪畔



后里舊社堤防一再淘空流失



93-7-2
敏督利颱風



同年
泰莉颱風

(同上) 為何堤防屢作屢毀？ 后里舊社堤防



95-6-12



96-6-15

四號國道之高架橋墩保護工屢遭淘空沖毀



橋墩基樁一再遭淘空 縱使以沈箱保護亦無效

97-10-21

國道四號神岡段6.6K處

100-7-24



人為



高架橋墩保護工 再度遭沖毀



國道四號
大甲溪神岡段

101-7-1

高架橋墩保護工再度遭蘇拉颱風沖毀

國道四號神岡段6.6K處

100-7-24



101-9-13



高架橋墩保護工再度遭蘇拉颱風沖毀

國道四號神岡段6.6K處



101-8-8

101-9-13



河床一再下刷，取得到水嗎？

大甲溪葫蘆墩圳舊備用取水口

97-10-5



后里內埔圳因大甲溪河床下刷，取水口被迫一再上移

背景圖取自 Google Earth



后里内埔圳遭殃

築土堤上移取水口至新山線鐵路橋上游



95-6-15

取水工又遭洪流沖毀



97-10-26

石岡壩下游河床下刷，內埔圳取水道不得不往上移
卻毀於97年之辛樂克颱風，僅剩水泥殘塊 97-12-12



后里内埔圳取水口及引水道潰決

(97年辛樂克颱風)



臨時性取水口
改以馬達抽水



復建中之內埔圳引水道 (98-12-25)

新引水道雖被規劃比舊者深10公尺，但引得到水？
護岸基腳雖加深，但擋得住持續下刷之洪流？

