

二維水理模式應用於河道變遷評估

報告人 劉維則 2017/5/9

國立中興大學水土保持學系

碩士學位論文

應用二維水理模式評估河道演變之研究

Application of 2D HydrodynamicModel to Assess Channel Evolution

國立中興大學
National Chung Hsing University

指導教授 ： 詹勳全 博士 Hsun-Chuam Chan

研 究 生 ： 盧錫彥 Shi-Yan Lu

中華民國一百零一年八月

- ✓ 大甲溪治理規劃檢討(天輪壩至河口河段)(2010)
- ✓ CCHE2D Sediment Transport Model
- ✓ 砂質河川深槽變遷對河防建造物安全影響之分析(2009)

前言

過去

✓藉由歷史底床沖淤資料分析河流經過漫長時間所造成的河道演變，進而分析河道演變之特性

近年發展

✓著電腦軟、硬體設備長足進展
✓研究單位、學者陸續發展數學模式模擬河道水理及輸砂進程
✓數學模式具備反覆處理與快速計算等特點

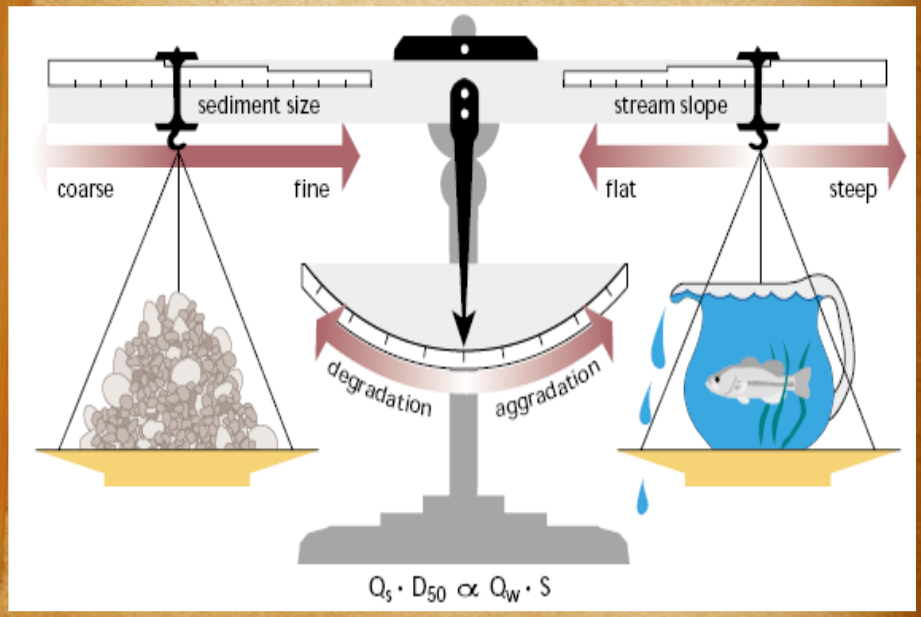
應用

✓ 補足不同時間條件下的河道沖淤變化資料
✓ 重現不同時刻的河床型態分析河道演變之趨勢性
✓ 評估、預測可能發生河道演變之趨勢

河川平衡模式

Lane (1955)

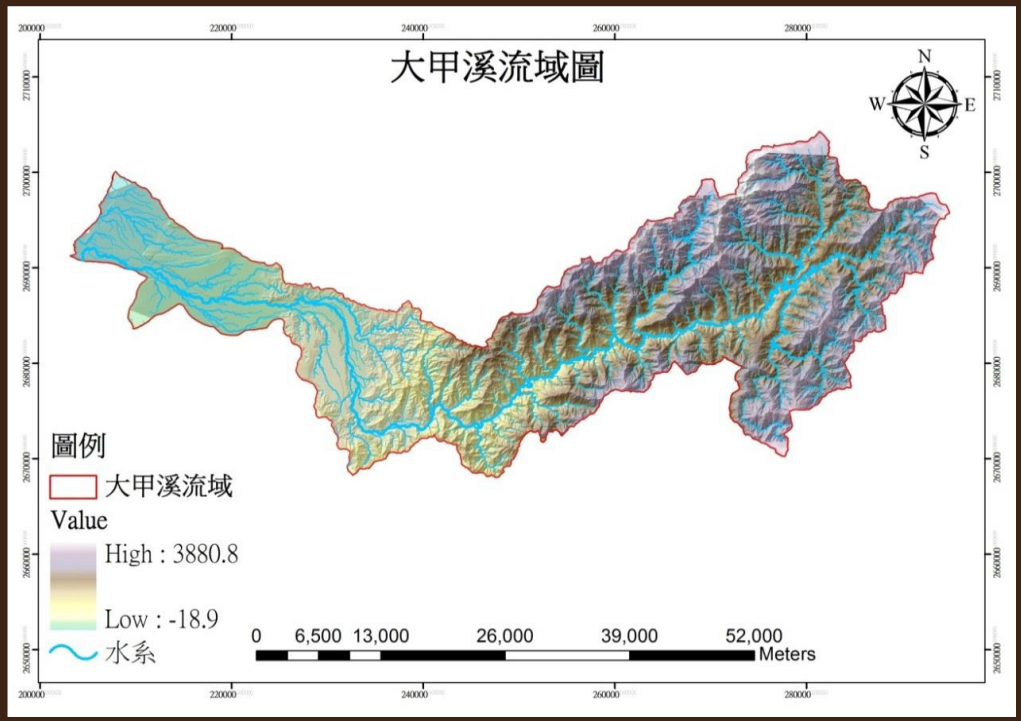
- 以流量、河道坡降、輸砂量以及泥砂粒徑視為平衡影響因子時，當平衡影響因子受外力改變時，河道將重新追尋平衡狀態



回　顧

大甲溪歷年資料彙整

- 大甲溪石岡壩至出海口
- 以1993年、1998年、2000年、2005及2008年大甲溪下游河道斷面資料作為河道底床高程
- 大甲溪石岡壩至出海口河段之底床高程變化約可分為三個時期
- 1993~2000年、2000~2005年、2005~2008年



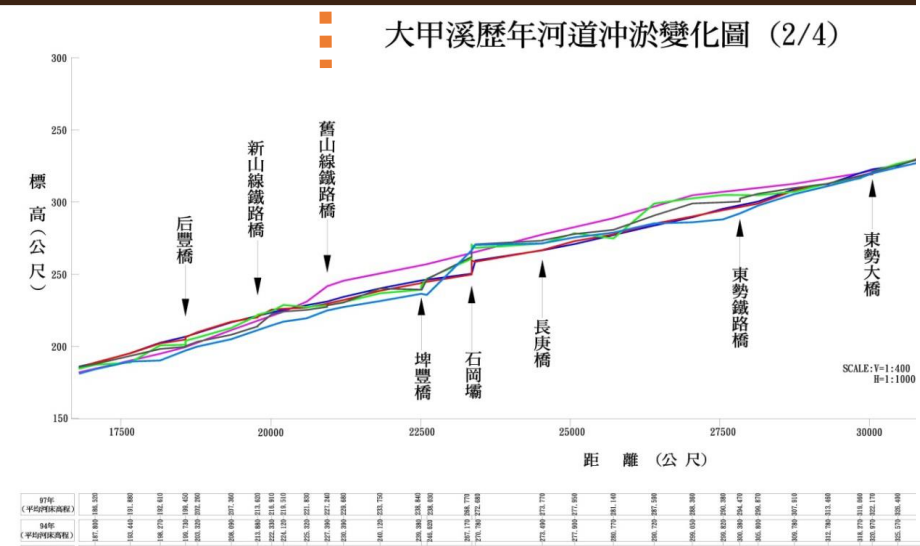
大甲溪歷年資料彙整

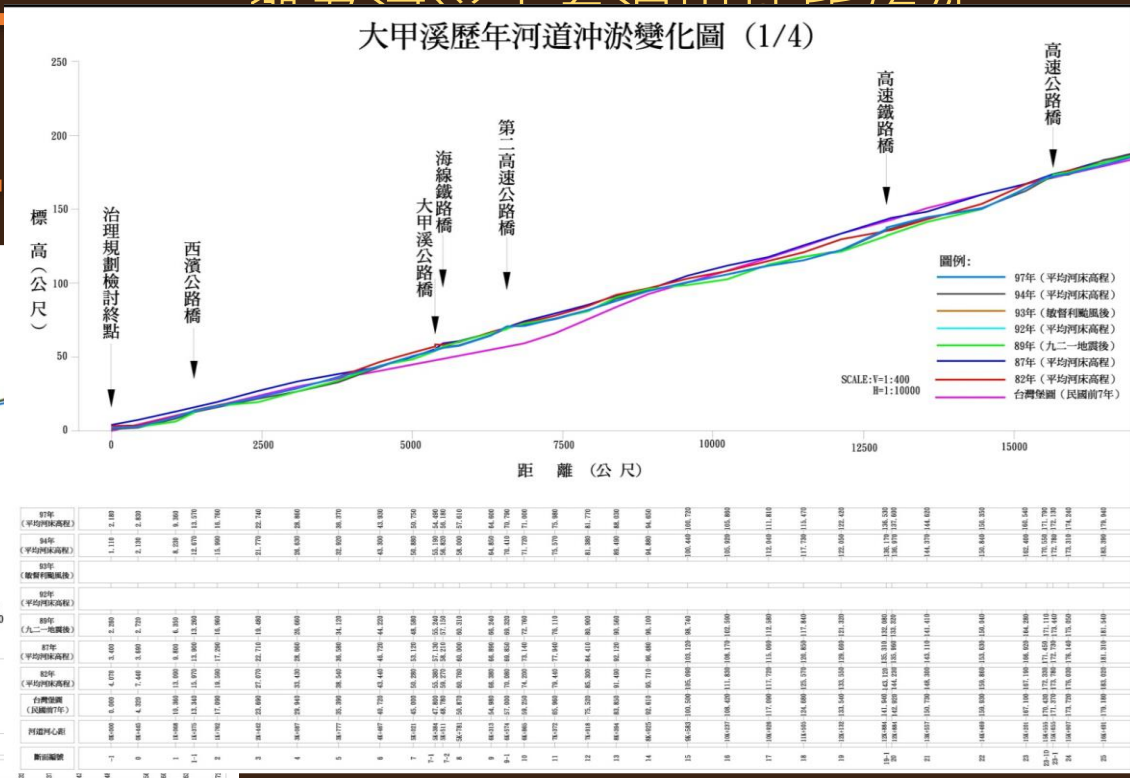
1993~2000年

大甲溪石岡壩至出海口河段呈現持續沖刷狀態

2000~2005年

- 內埔圳攔河堰遭敏督利颱風沖





CCHE2D 初始條件設置

初始水位值
(Initial Water Surface)

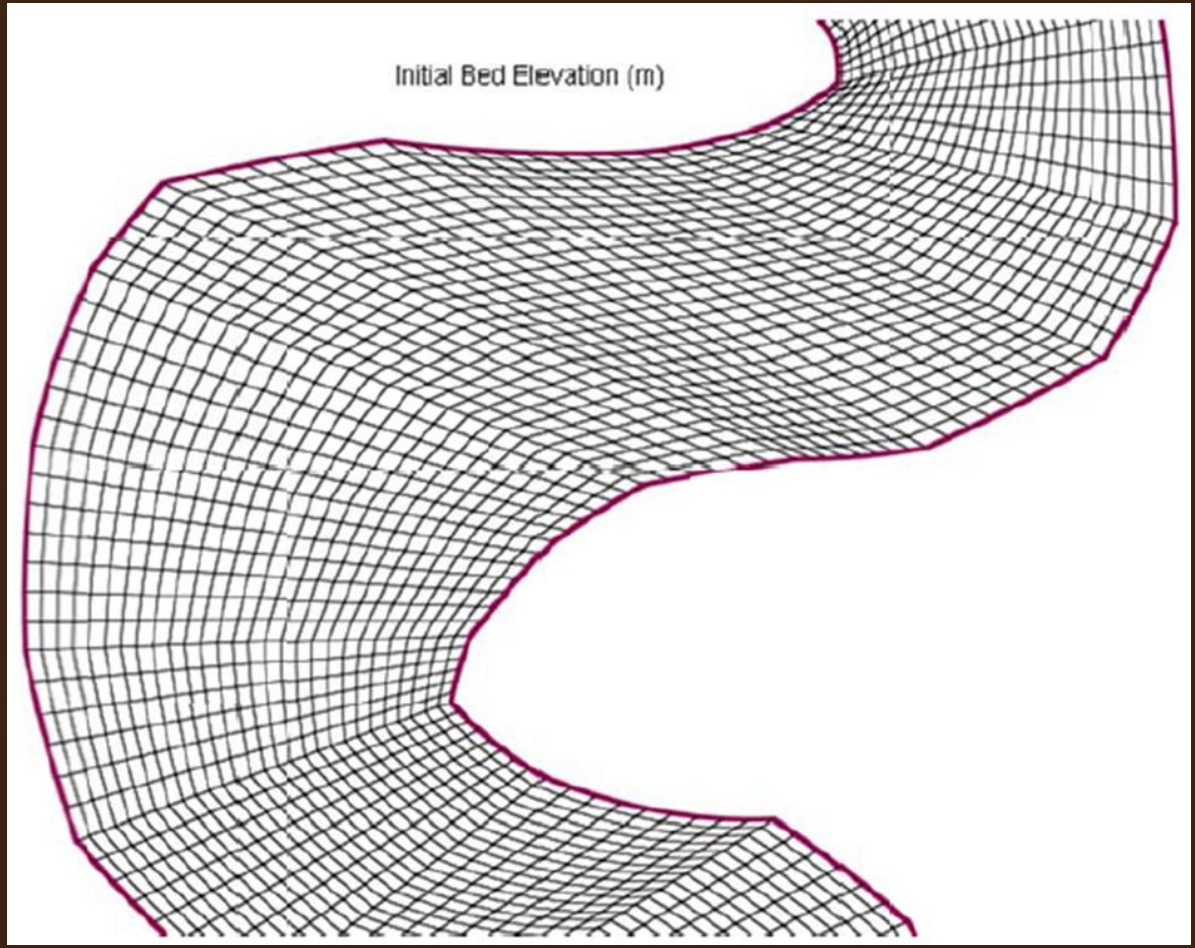
初始底床高程
(Initial Bed Elevation)

河床糙度
(Bed Roughness)

底床可沖刷與否
(Bed Erodibility)

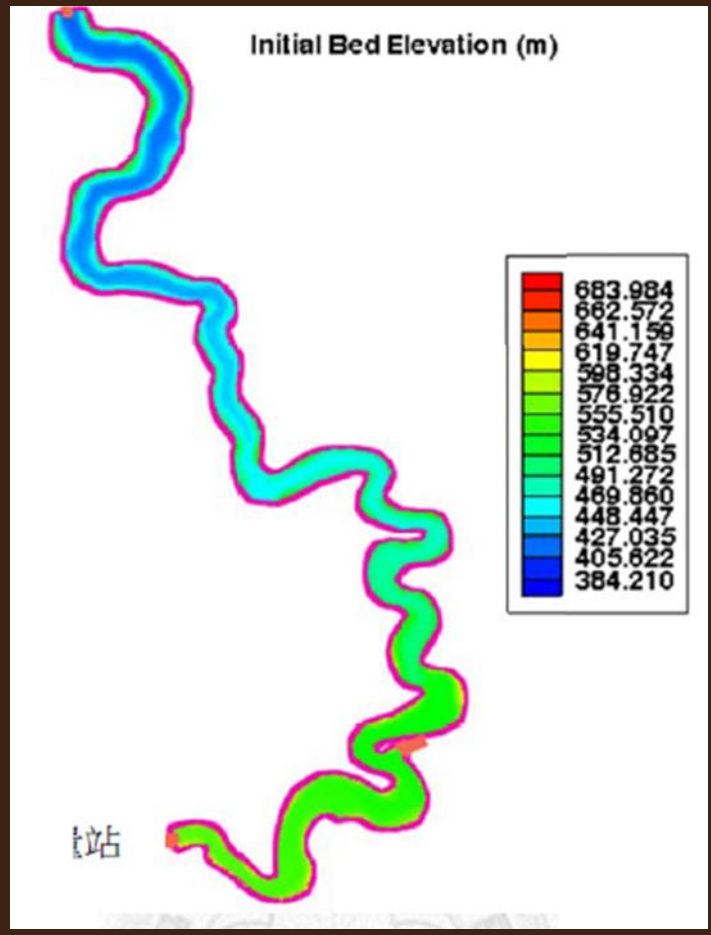
最大可淤積厚度
(Maximum Deposition Thickness)

最大可侵蝕厚度
(Maximum Erosion Thickness)



CCHE2D 上下游邊界條件設置

水理邊界	
上游邊界 (流量)	下游邊界 (水位)
總流量 (Total Discharge)	開邊界 (Open Boundary)
流量歷線 (Discharge Hydrograph)	水位
	率定曲線
	觀測歷線
輸砂邊界	
懸浮質入砂歷線	
底床質入砂歷線	



https://www.ncche.olemiss.edu/

參數設定

- 河道糙度值

輸砂模組所使用的河道糙度值n，以水理模組測試與檢定下之成果於石岡壩至新山線鐵路橋段之曼寧n採用0.040，新山線鐵路橋至大甲溪出海口段之曼寧n採用0.035。

- 河川疏砂

採取水文站白鹿橋測站1990年至2003年量測之懸浮載與流量資料迴歸之關係曲線計算得模式所需之上游輸砂量作為邊界條件。

- 邊界條件

蒐集石岡壩於2004年至2005年主要颱洪與暴雨洪水事件，將2004年至2005年主要颱洪與暴雨洪水期間實測放流量作為模擬對象。

長期動態模擬河道演變之預測方案

模擬方案	長期流量歷程	來砂條件	物理意義
方案A(對照組)	5年流量歷線	原輸砂量	5年長期動態
方案B	5年流量歷線	加倍輸砂量	增加輸砂量
方案C	5年流量歷線	減半輸砂量	減少輸砂量
方案D	10年流量歷線	原輸砂量	10年長期動態

發生時間	颱洪事件
2006年	珍珠颱風、艾維尼颱風、碧利斯颱風、凱米颱風、寶發颱風、桑美颱風及珊珊颱風
2007年	萬壽颱風、帕布颱風、梧提颱風、聖帕颱風、韋帕颱風、柯羅莎颱風及米塔颱風
2008年	風神颱風、卡玫基颱風、鳳凰颱風、如麗颱風、豪拉颱風、辛樂克颱風、哈格比颱風及薔蜜颱風
2009年	蓮花颱風、南卡颱風、莫拉菲颱風、莫拉克颱風、芭瑪颱風及盧碧颱風
2010年	康森颱風、南修颱風、萊羅克颱風、莫蘭蒂颱風、凡那比颱風及梅姬颱風

National Chung Hsing University

河寬比結果分析

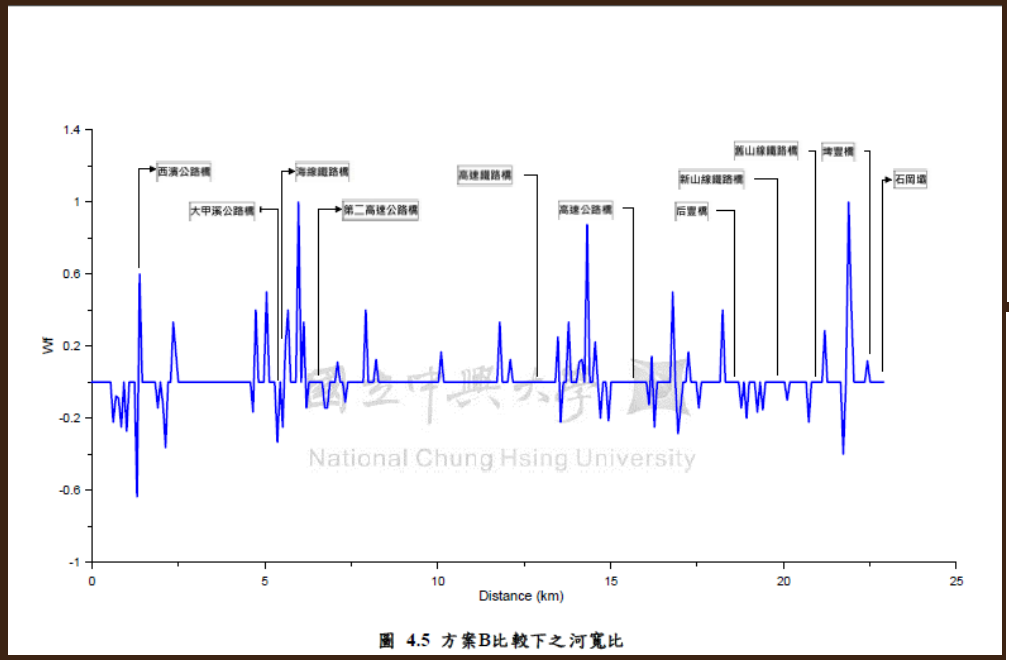


圖 4.5 方案B比較下之河寬比

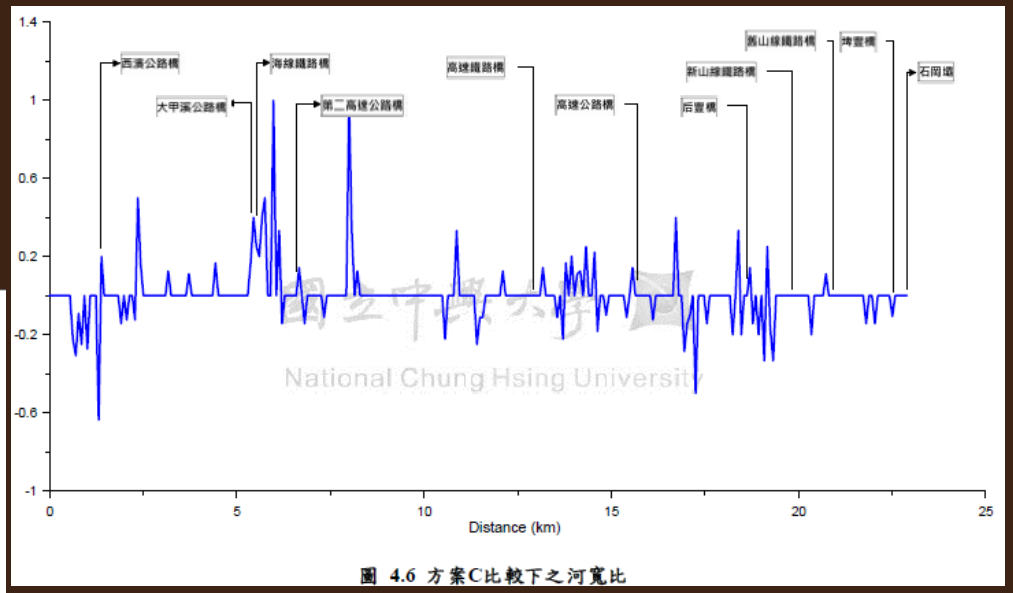


圖 4.6 方案C比較下之河寬比

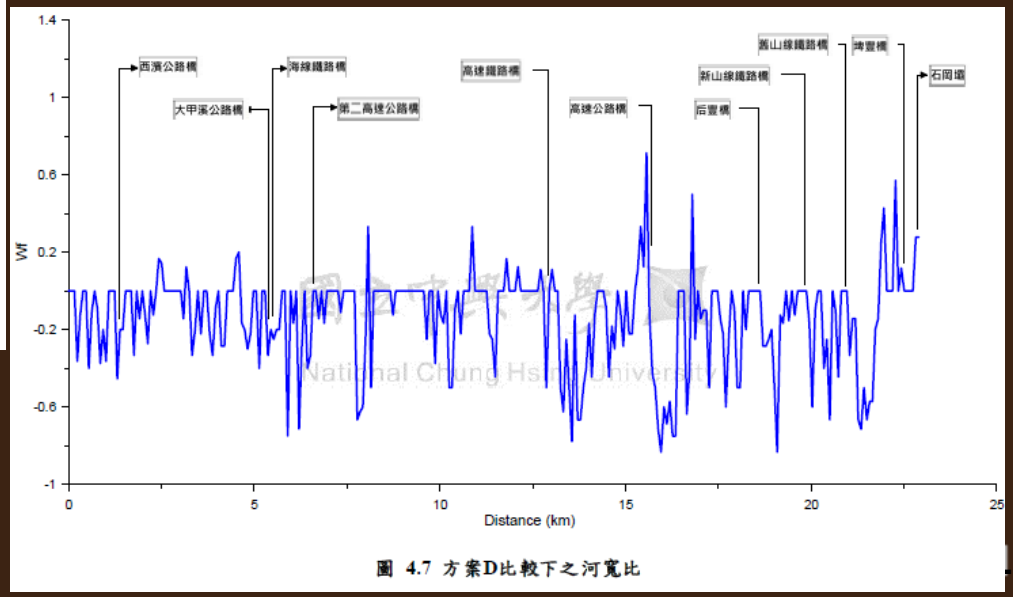


圖 4.7 方案D比較下之河寬比

底床高程比結果分析

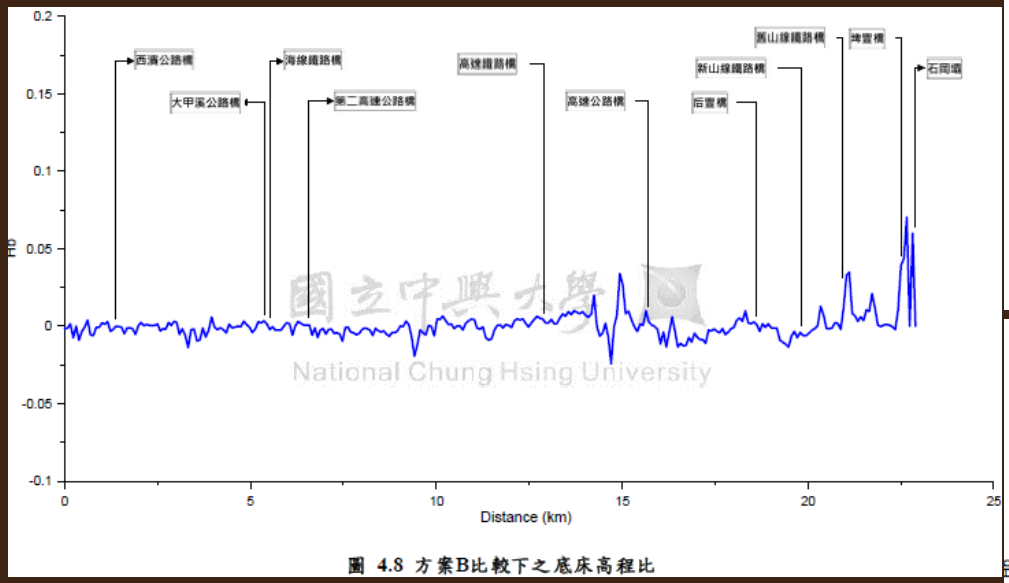


圖 4.8 方案B比較下之底床高程比

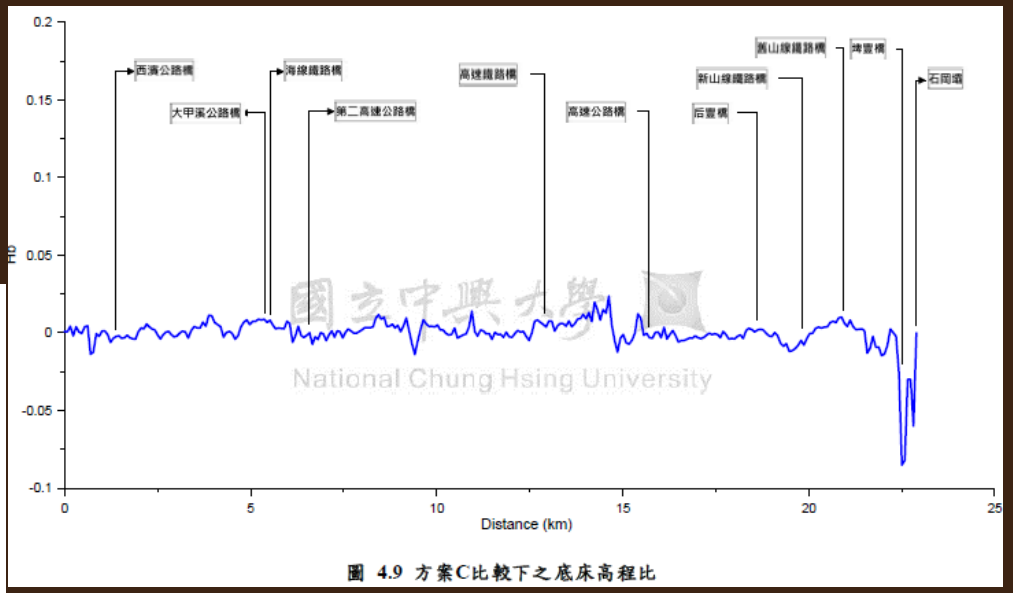


圖 4.9 方案C比較下之底床高程比

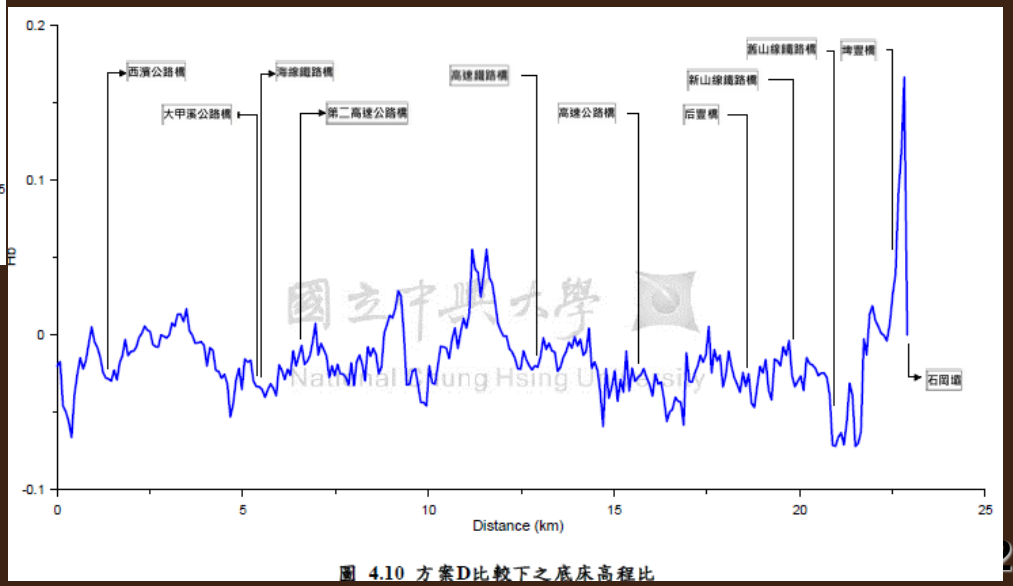


圖 4.10 方案D比較下之底床高程比

主深槽偏移比結果分析

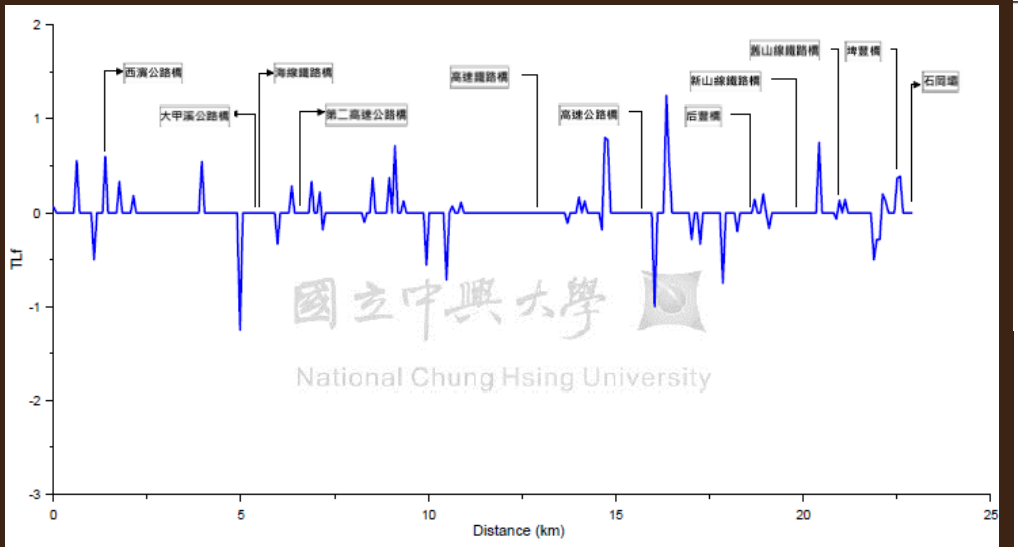


圖 4.14 方案B比較下之主深槽偏移量比

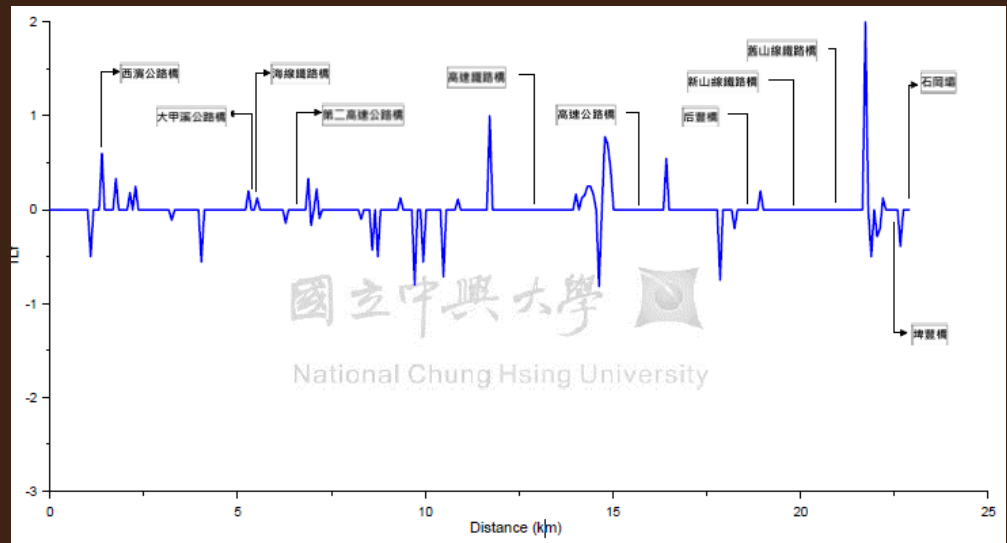


圖 4.15 方案C比較下之主深槽偏移量比

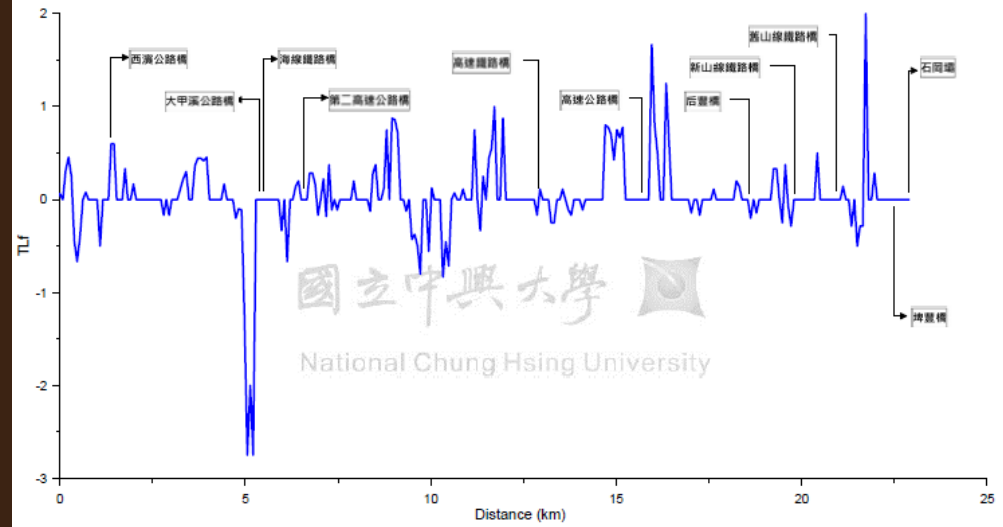
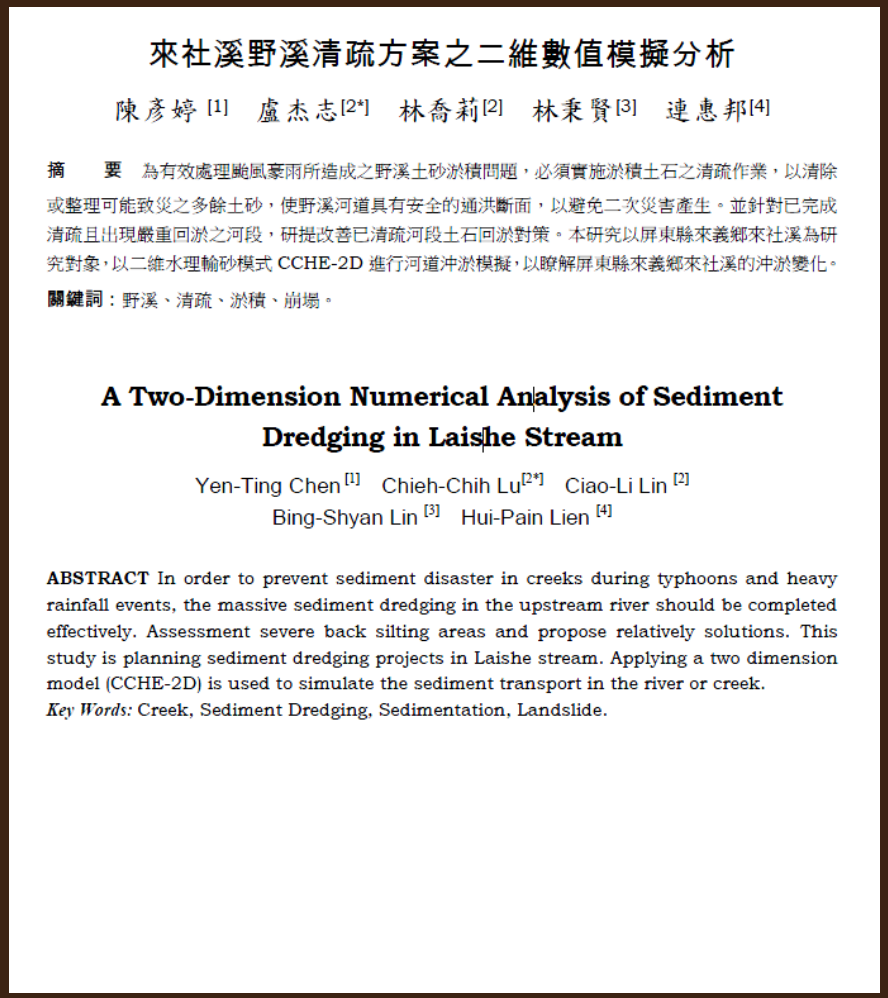


圖 4.16 方案D比較下之主深槽偏移量比



來社溪野溪清疏方案之二維數值模擬分析

陳彥婷 [1]　盧杰忠[2*]　林喬莉[2]　林秉賢[3]　連惠邦[4]

摘　要　為有效處理颱風豪雨所造成之野溪土砂淤積問題，必須實施淤積土石之清疏作業，以清除或整理可能致災之多餘土砂，使野溪河道具有安全的通洪斷面，以避免二次災害產生。並針對已完成清疏且出現嚴重回淤之河段，研提改善已清疏河段土石回淤對策。本研究以屏東縣來義鄉來社溪為研究對象，以二維水理輸砂模式 CCHE-2D 進行河道沖淤模擬，以瞭解屏東縣來義鄉來社溪的沖淤變化。

關鍵詞：野溪、清疏、淤積、崩塌。

A Two-Dimension Numerical Analysis of Sediment Dredging in Laishe Stream

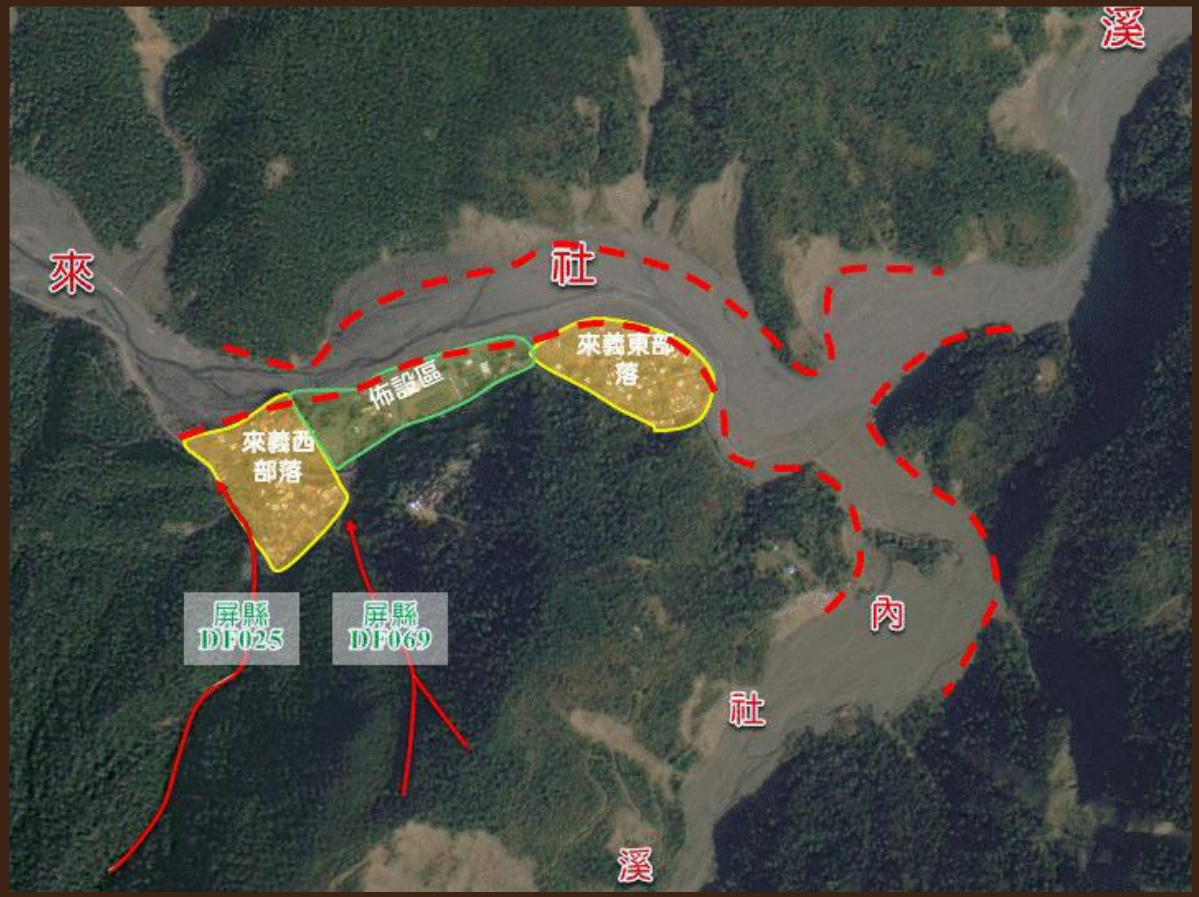
Yen-Ting Chen [1]　Chieh-Chih Lu[2*]　Ciao-Li Lin [2]
Bing-Shyan Lin [3]　Hui-Pain Lien [4]

ABSTRACT In order to prevent sediment disaster in creeks during typhoons and heavy rainfall events, the massive sediment dredging in the upstream river should be completed effectively. Assessment severe back silting areas and propose relatively solutions. This study is planning sediment dredging projects in Laishe stream. Applying a two dimension model (CCHE-2D) is used to simulate the sediment transport in the river or creek.
Key Words: Creek, Sediment Dredging, Sedimentation, Landslide.

來社溪野溪清疏方案之二維數值模擬分析

來社溪野溪清疏模擬

- 下游邊界為來義部落隘口下游 200 公尺處，上游邊界分別為來社溪匯流點上游1000 公尺處與內社溪匯流點上游1200公尺處



來社溪野溪清疏模擬





- 泥沙淤積問題嚴重

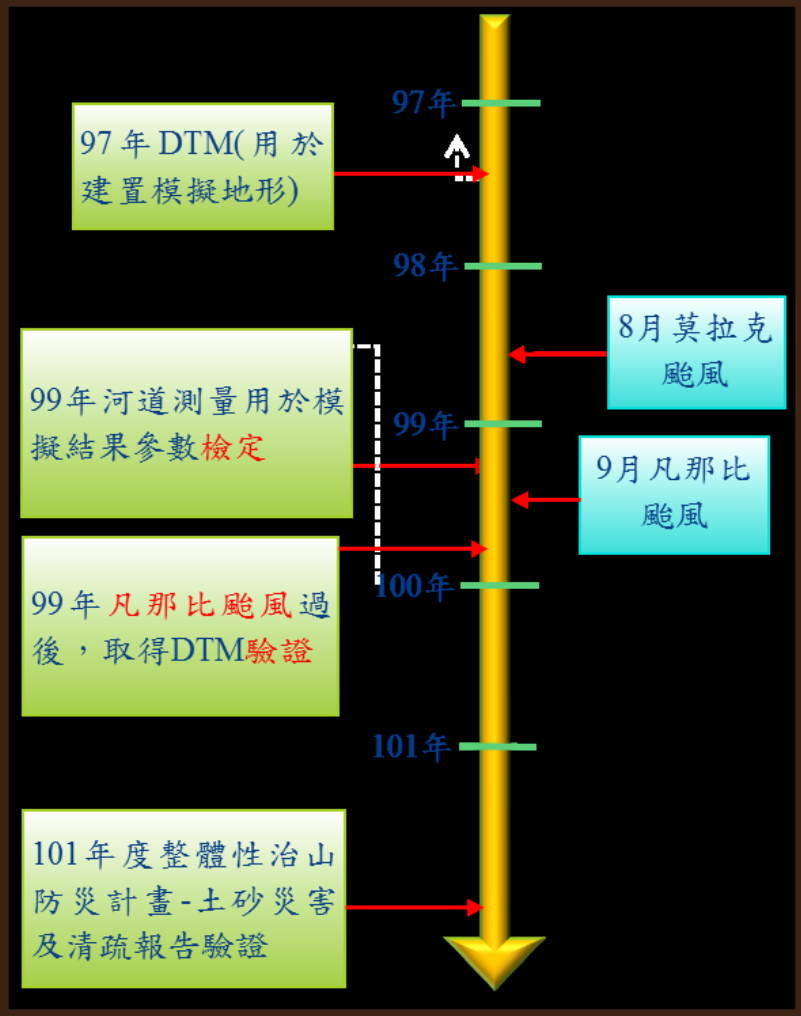
來社溪野溪清疏模擬



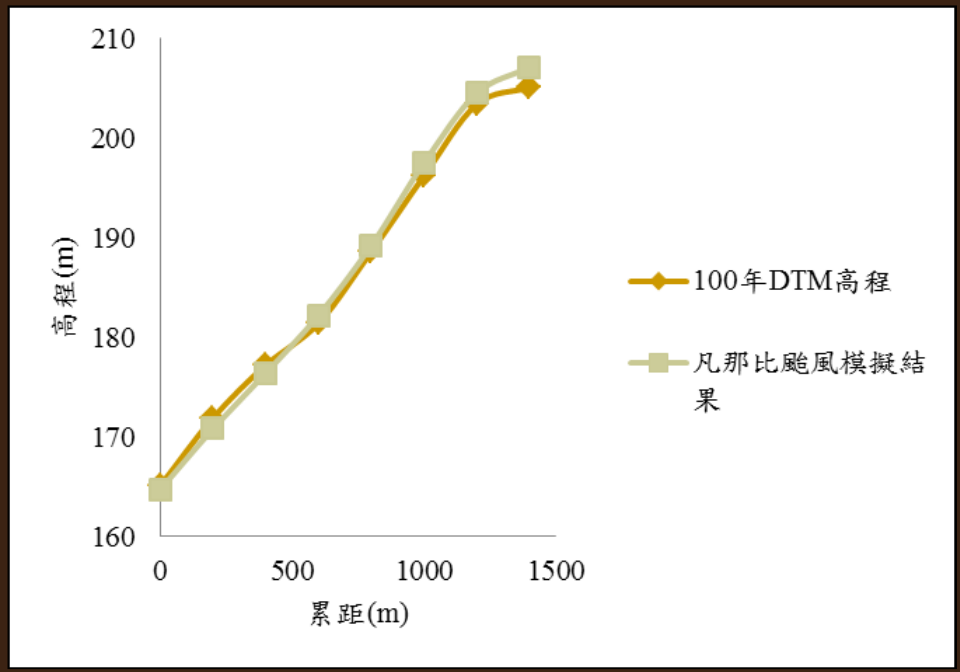


- 泥沙淤積問題嚴重

來社溪野溪清疏模擬

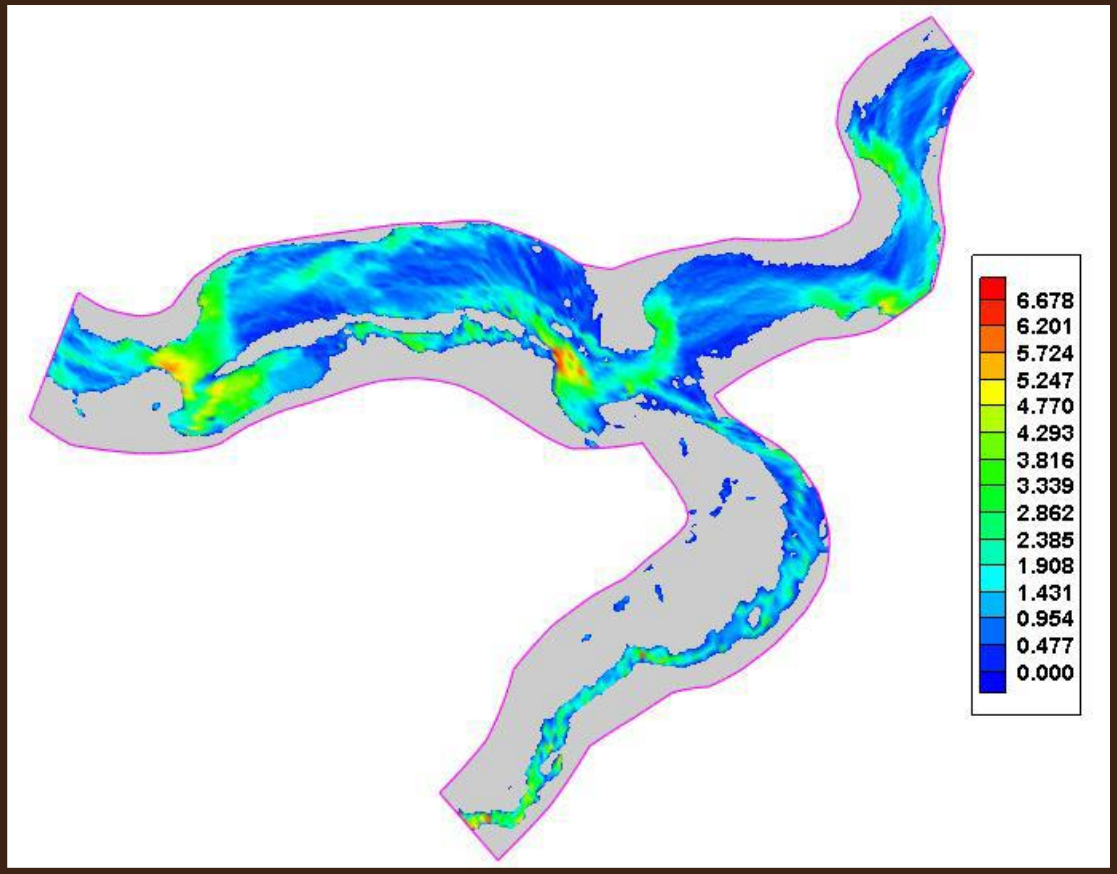


凡那比颱風DTM資料比對



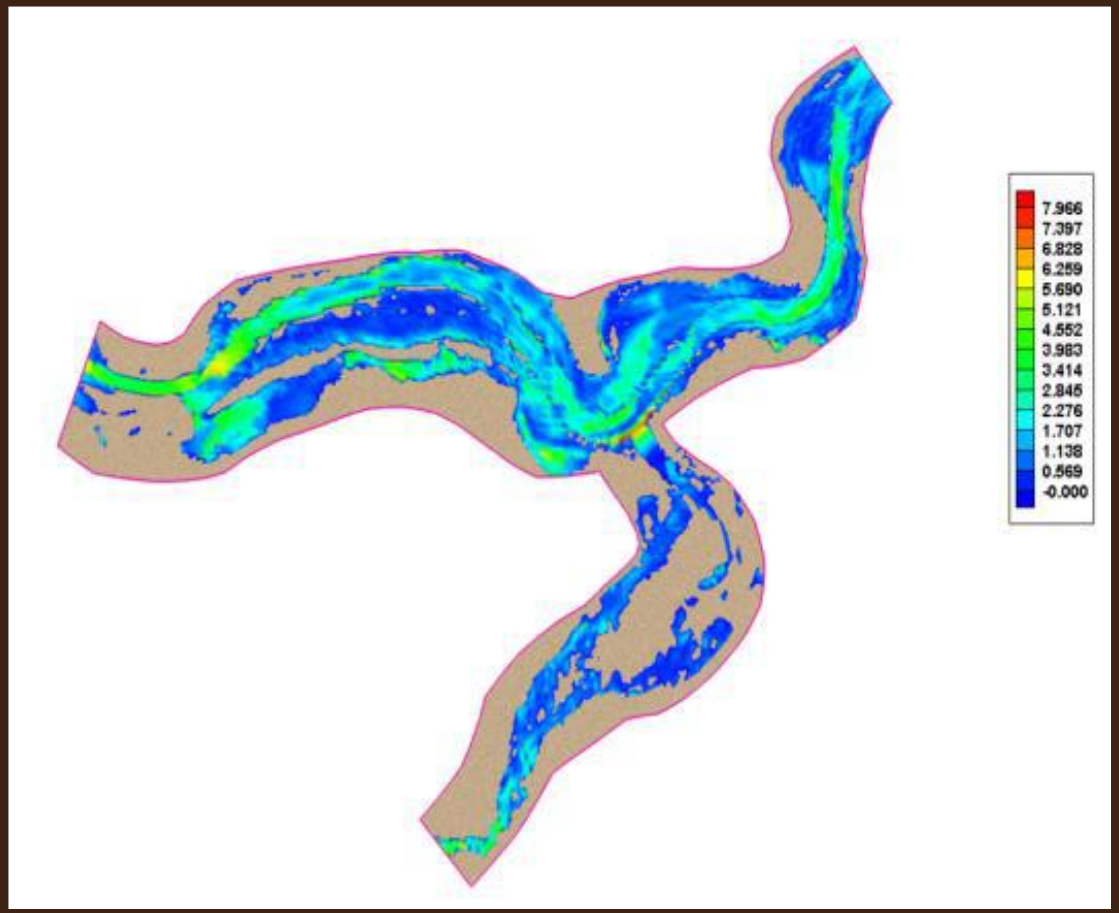
未清疏方案

- 模擬結果得到未清疏河段土砂淤積量為816,000m3，其土砂淤積平均5公尺~7公尺，對於來義東部落已存在威脅性，因河床高度抬升，亦可能造成河水溢堤之問題



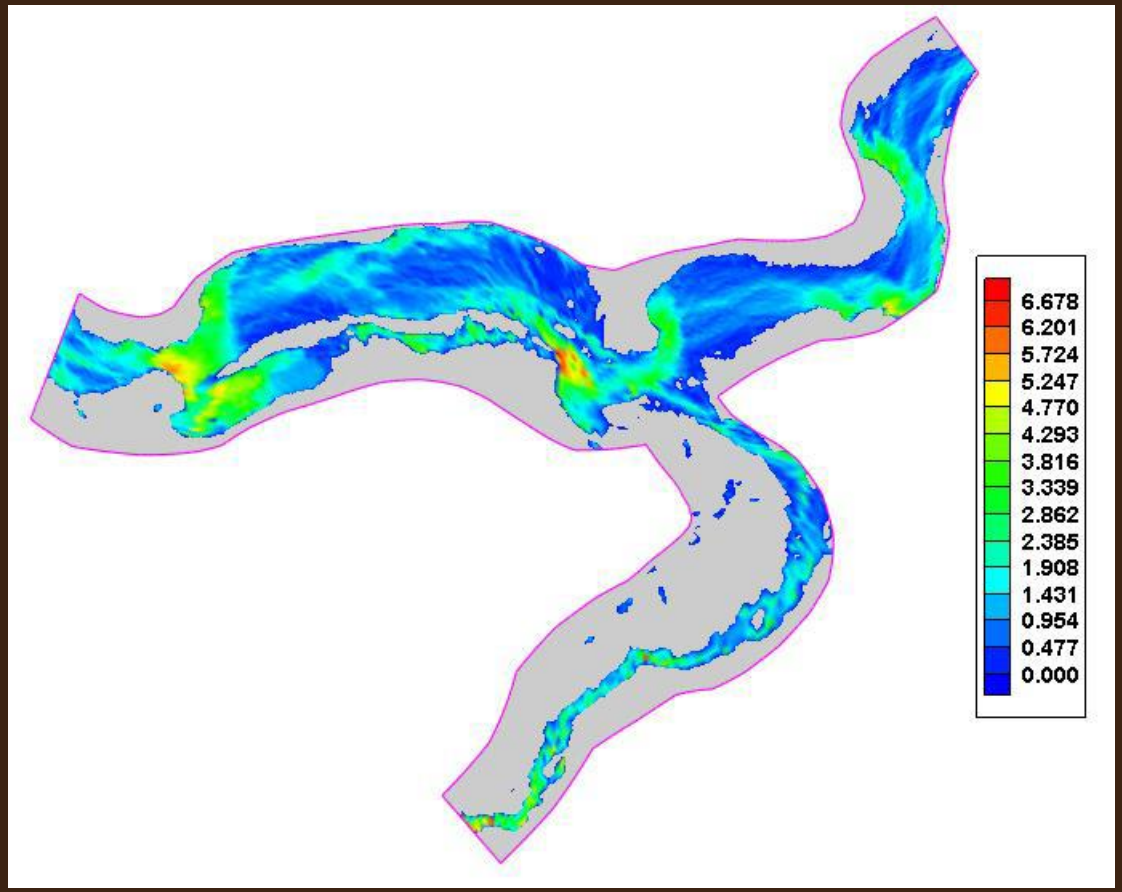
清疏方案

- 於河道內開挖出一條約長2400公尺、寬40~50公尺、深3~6公尺的主深槽和道，清疏斷面以50年重現期距設計，清疏量大約43.8萬立方公尺。



移除瓶頸段方案

- 針對來社溪的隘口處以及匯流口處，共移除兩處瓶頸段，其土砂淤積量33.6萬立方公尺。



結論

- 清疏方案的囚砂率為最高，未清疏方案次之，移除瓶頸段方案最差。
- 移除瓶頸段方案流出土砂最多，可能造成下游河段威脅。
- 未清疏方案土砂淤積量，因無主深槽，致使水流亂竄不定，造成深槽位置擺動大，影響部落安全。

方案	模擬凡那比颱風後淤積量 (m^3)	清疏量 (m^3)	清疏後殘餘量 (m^3)	模擬後淤積量 (m^3)	土砂變化率(%)
未清疏方案	740,000	-	740,000	816,000	+10.3
清疏方案	740,000	438,000	302,000	508,000	+68.2
移除瓶頸段方案	740,000	-	740,000	336,000	-5β.2

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION!!





國立中興大學水土保持學系

碩士學位論文

應用二維水理模式評估河道演變之研究

Application of 2D HydrodynamicModel to Assess Channel Evolution

國立中興大學

National Chung Hsing University

指導教授 ： 詹勳全 博士 Hsun-Chuam Chan

研 究 生 ： 盧錫彥 Shi-Yan Lu

中華民國一百零一年八月

- ✓ 大甲溪治理規劃檢討(天輪壩至河口河段)(2010)
- ✓ CCHE2D Sediment Transport Model
- ✓ 砂質河川深槽變遷對河防建造物安全影響之分析-總報告書(2009)
- ✓ 石門水庫上游主流攔砂壩淤積測量成果報告書

前言

過去

- ✓ 藉由歷史底床沖淤資料分析河流經過漫長時間所造成的河道演變，進而分析河道演變之特性

近年發展

- ✓ 著電腦軟、硬體設備長足進展
- ✓ 研究單位、學者陸續發展數學模式模擬河道水理及輸砂進程
- ✓ 數學模式具備反覆處理與快速計算等特點

應用

- ✓ 補足不同時間條件下的河道沖淤變化資料
- ✓ 重現不同時刻的河床型態分析河道演變之趨勢性
- ✓ 評估、預測可能發生河道演變之趨勢

文獻回顧

砂質河川深槽變遷對河防建造物安全影響之分析-總報告書

經濟部水利署水利規劃試驗所(2009)

- 河川底床於空間上之變化，略可分為三種方向，橫向、縱向以及主深槽沖淤變化

➢ 三項指標量化之斷面深槽變遷數據

1. 滿槽河寬變化率
2. 底床高程變化率
3. 深槽偏移變化率

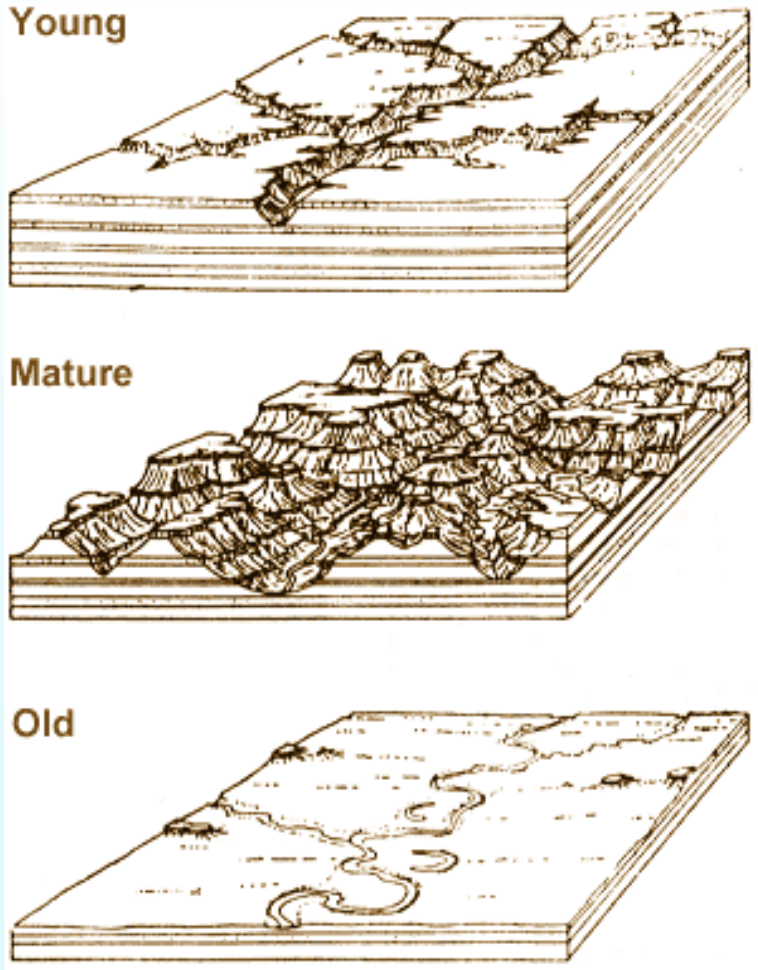
文獻回顧

沖蝕循環理論(Cycle of Erosion)

Davis(1899)

- 河道演變的型態於不同的時間尺度下存在著差異性，按照河道發展的過程約可分為幼年、壯年及老年期三個階段，此種分類方法必須給予河川自然發展的時間。

- 台灣因地窄人稠，人與河爭地的情況相當普遍，河道演變的過程受到防洪構造物所影響，儘管給予河川充裕的時間，在空間限制上相對於國外仍有一定的差異。

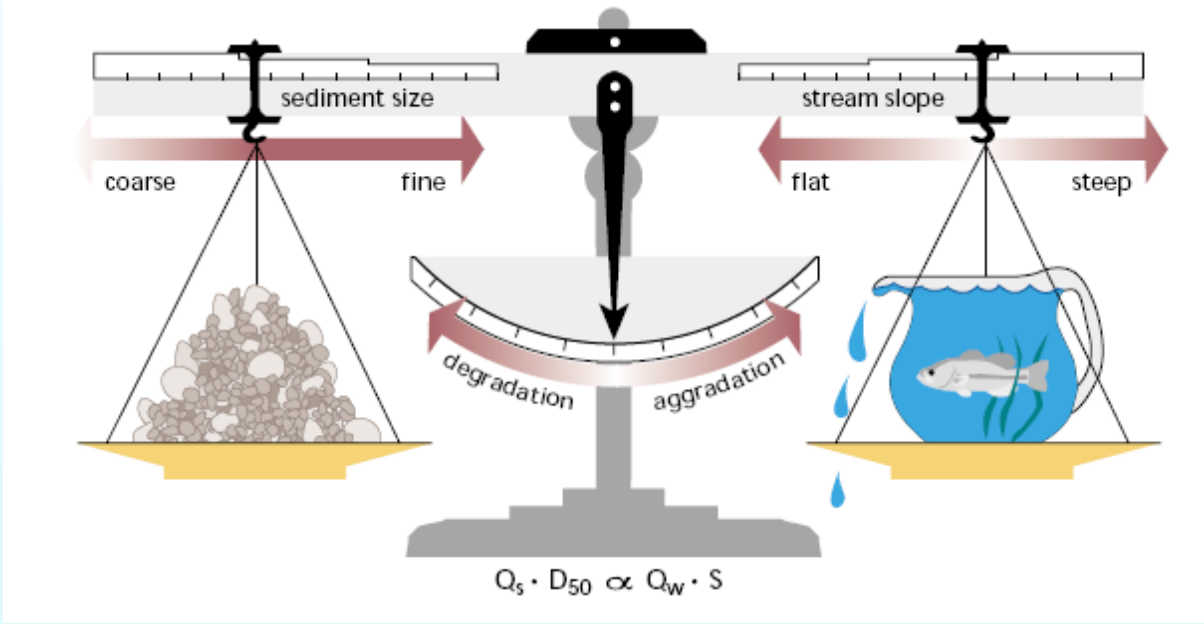


文獻回顧

河川平衡模式

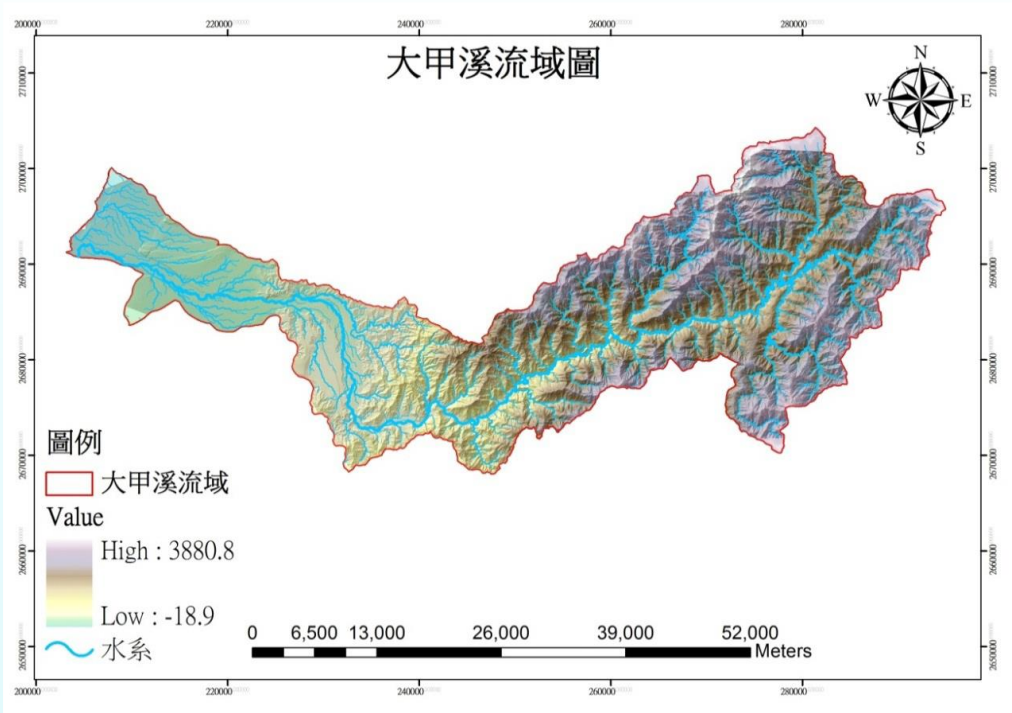
Lane (1955)

- 以流量、河道坡降、輸砂量以及泥砂粒徑視為平衡影響因子時，當平衡影響因子受外力改變時，河道將重新追尋平衡狀態



大甲溪歷年資料彙整

- 大甲溪石岡壩至出海口
- 以1993年、1998年、2000年、2005及2008年大甲溪下游河道斷面資料作為河道底床高程
- 大甲溪石岡壩至出海口河段之底床高程變化約可分為三個時期
- 1993~2000年、2000~2005年、2005~2008年



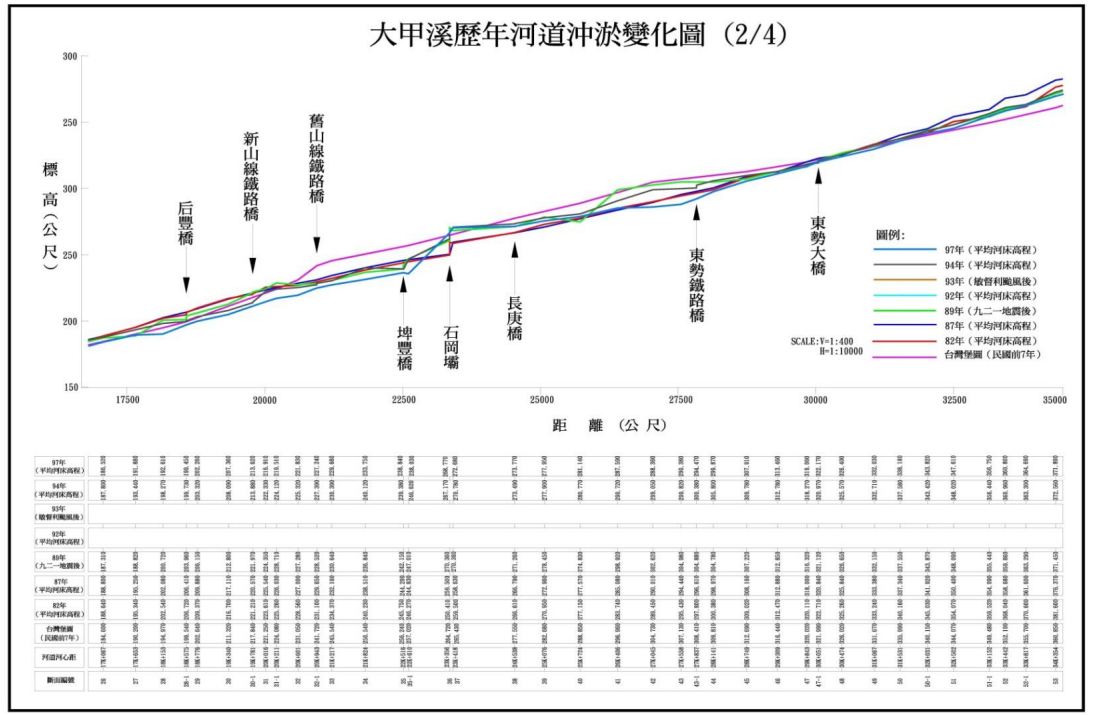
大甲溪歷年資料彙整

1993~2000年

- 大甲溪石岡壩至出海口河段呈現持續沖刷狀態

2000~2005年

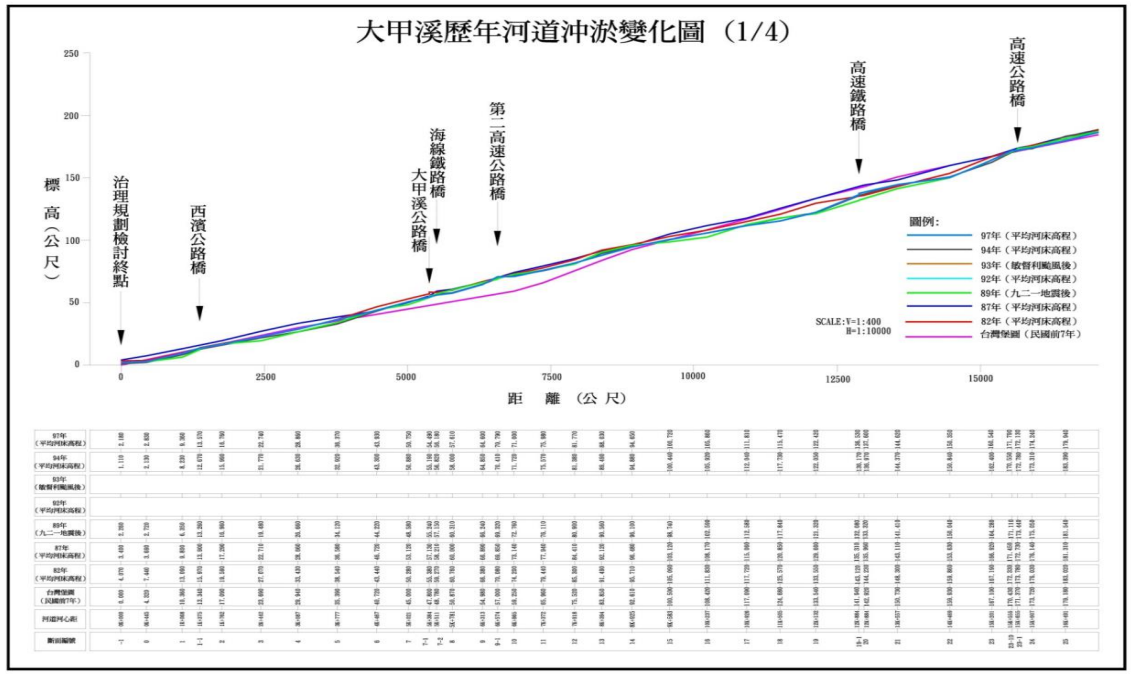
- 內埔圳攔河堰遭敏督利颱風沖毀及河道本身泥岩地質條件，造成河段易受沖刷
- 另受集集大地震發生後石岡壩壩址處地層抬升，其下游因局部河川坡度變陡



大甲溪歷年資料彙整

2005~2008年

- 因河道上游河床沖刷影響，水流挾帶泥砂沉積至台1線大甲溪橋。
- 在高速公路橋附近，則無明顯沖淤行為，屬於沖淤互見情況。
- 在后豐橋上游至石岡壩仍因河道本身泥岩地質條件，導致該河段仍呈現沖刷之狀態。



CCHE2D 初始條件設置

初始水位值
(Initial Water Surface)

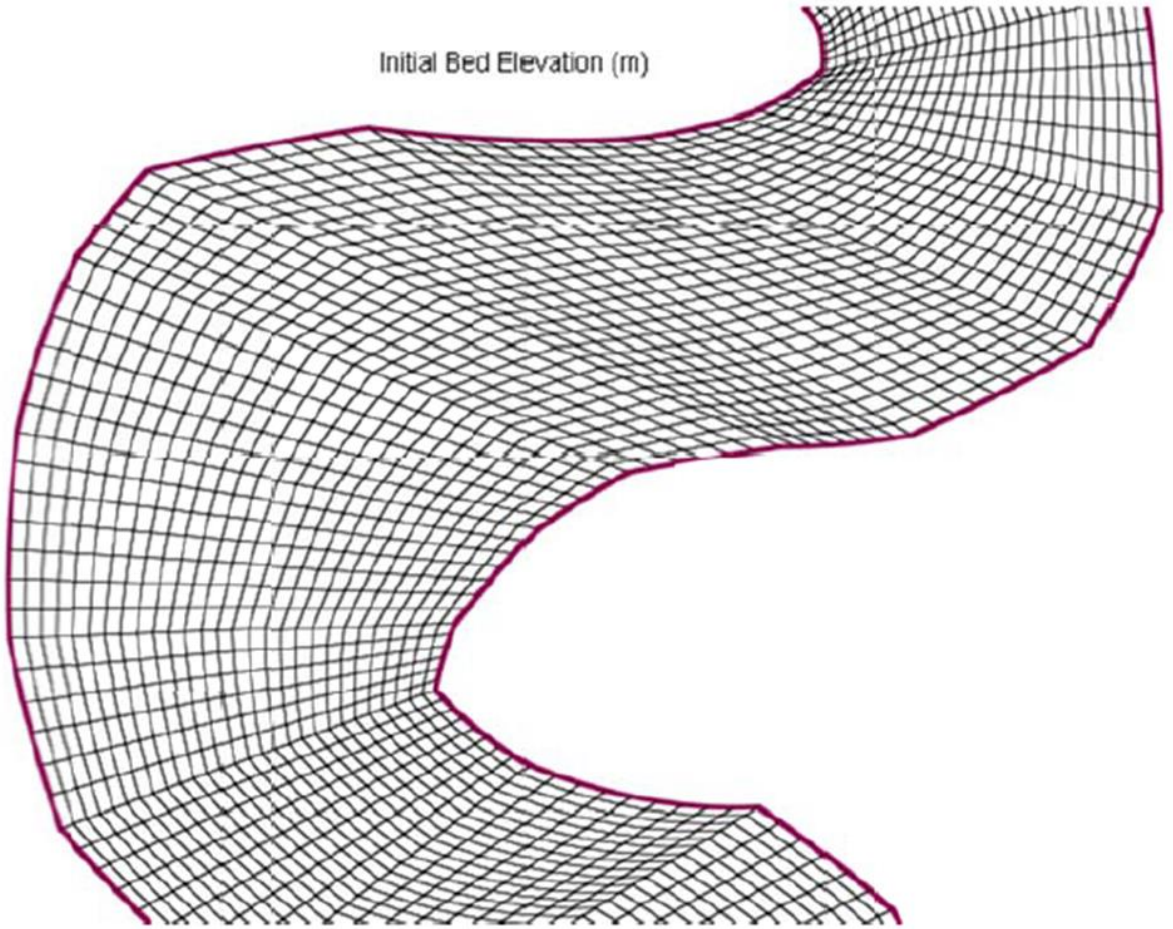
初始底床高程
(Initial Bed Elevation)

河床糙度
(Bed Roughness)

底床可沖刷與否
(Bed Erodibility)

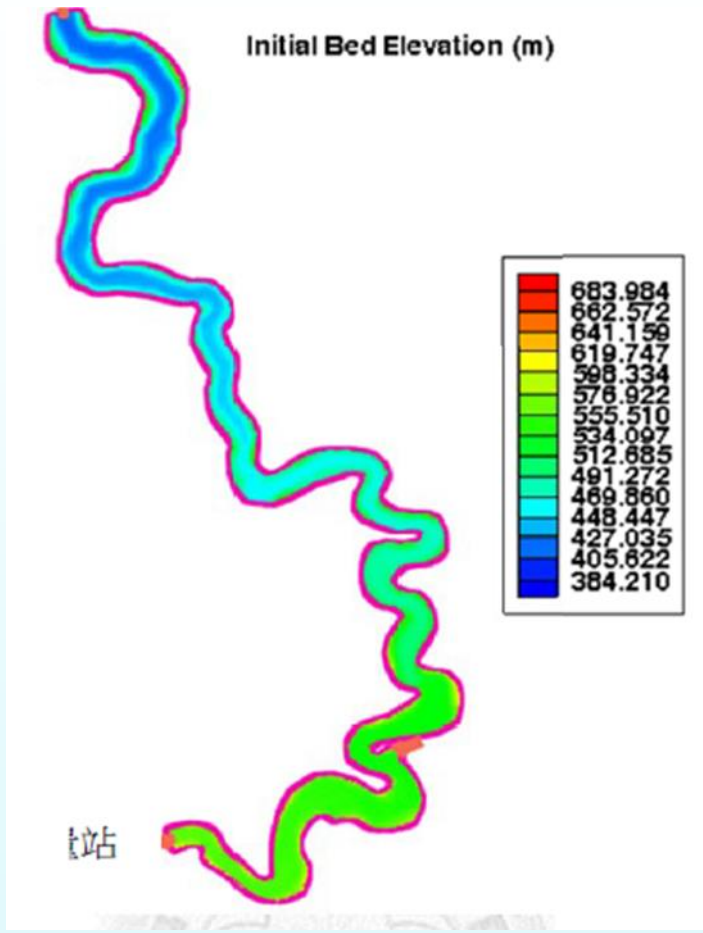
最大可淤積厚度
(Maximum Deposition Thickness)

最大可侵蝕厚度
(Maximum Erosion Thickness)



CCHE2D 上下游邊界條件設置

水理邊界	
上游邊界 (流量)	下游邊界 (水位)
總流量 (Total Discharge)	開邊界 (Open Boundary)
流量歷線 (Discharge Hydrograph)	水位
	率定曲線
	觀測歷線
輸砂邊界	
懸浮質入砂歷線	
底床質入砂歷線	



https://www.ncche.olemiss.edu/

參數設定

◆ 河道糙度值

✓ 輸砂模組所使用的河道糙度值n，以水理模組測試與檢定下之成果於石岡壩至新山線鐵路橋段之曼寧n採用0.040，新山線鐵路橋至大甲溪出海口段之曼寧n採用0.035。

◆ 河川疏砂

✓ 採取水文站白鹿橋測站1990年至2003年量測之懸浮載與流量資料迴歸之關係曲線計算得模式所需之上游輸砂量作為邊界條件。

◆ 邊界條件

✓ 蒐集石岡壩於2004年至2005年主要颱洪與暴雨洪水事件，將2004年至2005年主要颱洪與暴雨洪水期間實測放流量作為模擬對象。

長期動態模擬河道演變之預測方案

模擬方案	長期流量歷程	來砂條件	物理意義
方案A(對照組)	5年流量歷線	原輸砂量	5年長期動態
方案B	5年流量歷線	加倍輸砂量	增加輸砂量
方案C	5年流量歷線	減半輸砂量	減少輸砂量
方案D	10年流量歷線	原輸砂量	10年長期動態

發生時間	颱洪事件
2006年	珍珠颱風、艾維尼颱風、碧利斯颱風、凱米颱風、寶發颱風、桑美颱風及珊珊颱風
2007年	萬壽颱風、帕布颱風、梧提颱風、聖帕颱風、韋帕颱風、柯羅莎颱風及米塔颱風
2008年	風神颱風、卡玫基颱風、鳳凰颱風、如麗颱風、豪拉颱風、辛樂克颱風、哈格比颱風及薔蜜颱風
2009年	蓮花颱風、南卡颱風、莫拉菲颱風、莫拉克颱風、芭瑪颱風及盧碧颱風
2010年	康森颱風、南修颱風、萊羅克颱風、莫蘭蒂颱風、凡那比颱風及梅姬颱風

National Chung Hsing University

河寬比結果分析

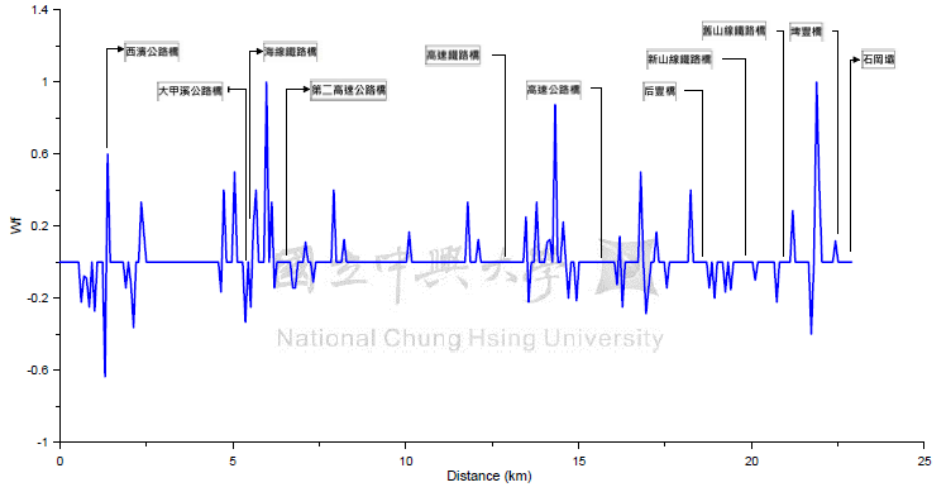


圖 4.5 方案B比較下之河寬比

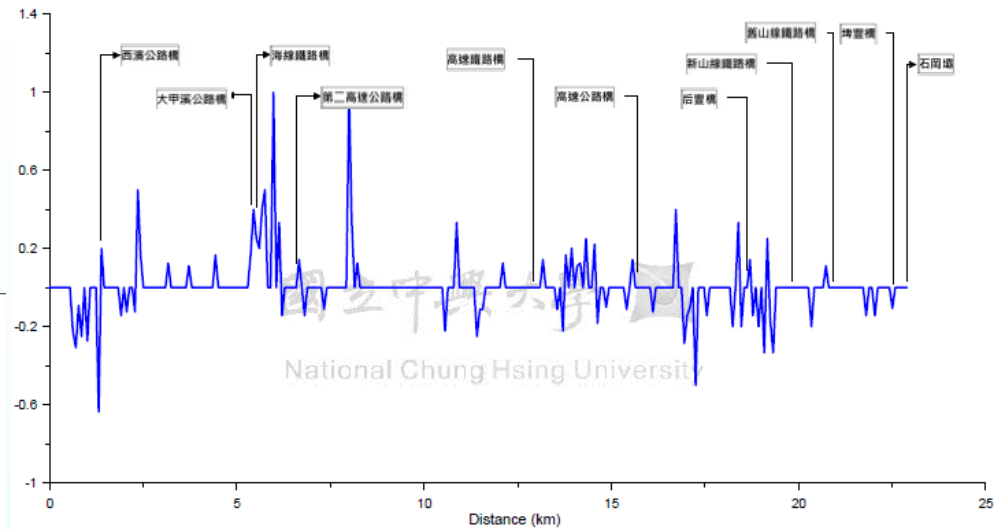


圖 4.6 方案C比較下之河寬比

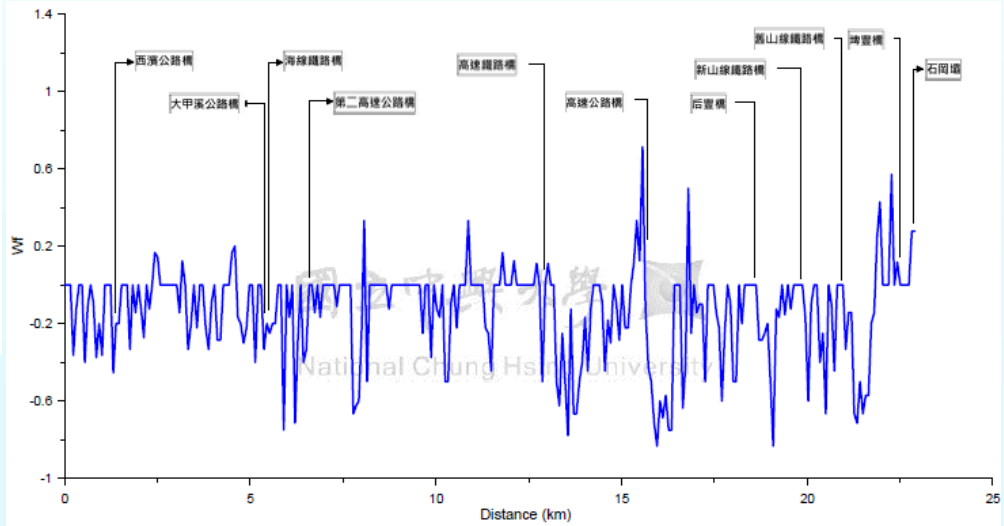


圖 4.7 方案D比較下之河寬比

底床高程比結果分析

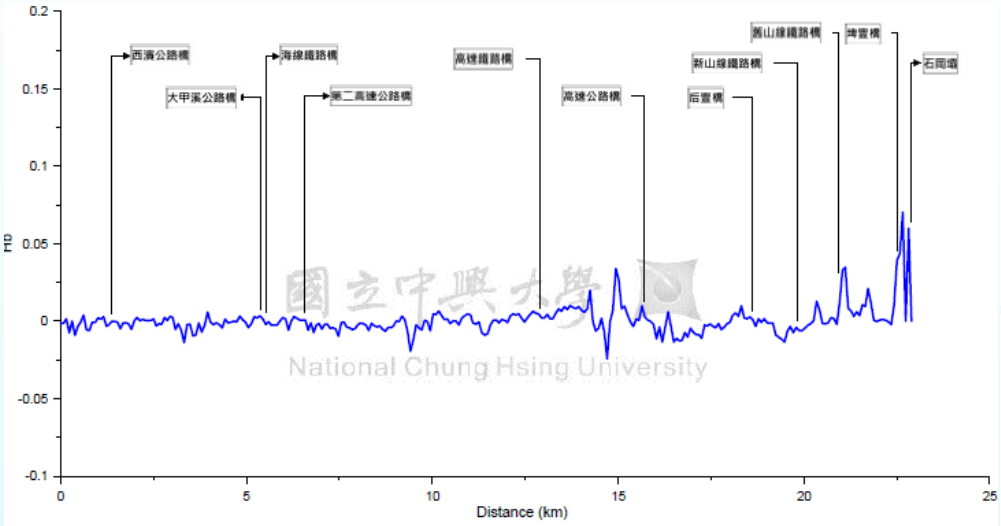


圖 4.8 方案B比較下之底床高程比

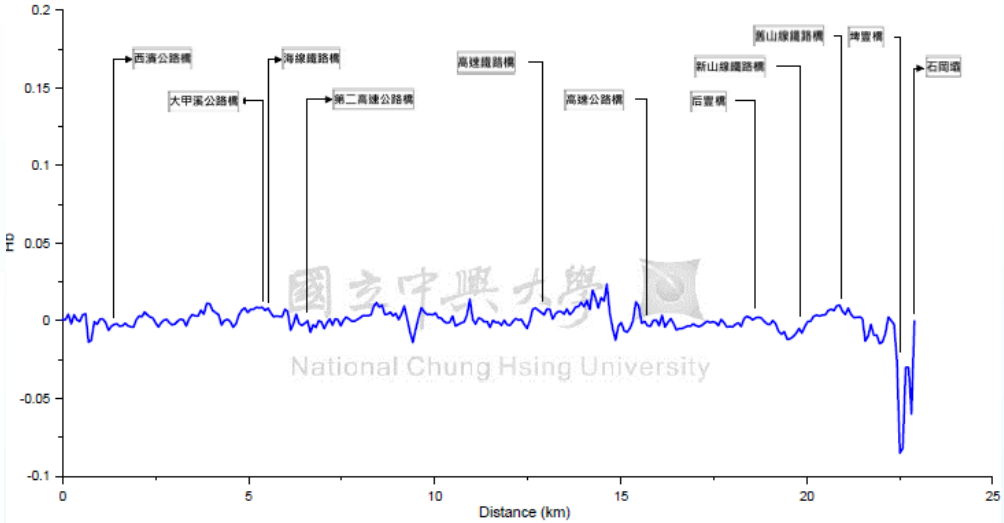


圖 4.9 方案C比較下之底床高程比

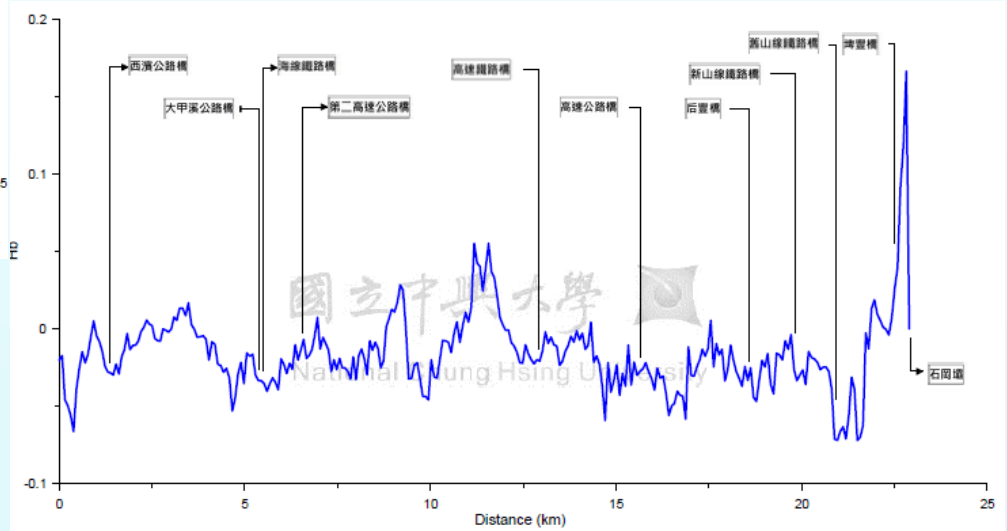


圖 4.10 方案D比較下之底床高程比

主深槽偏移比結果分析

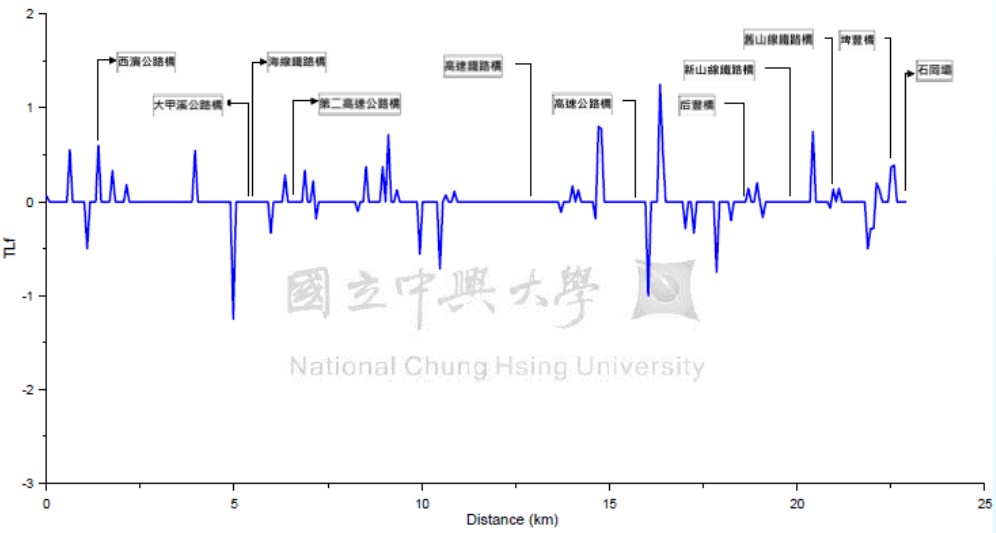


圖 4.14 方案B比較下之主深槽偏移量比

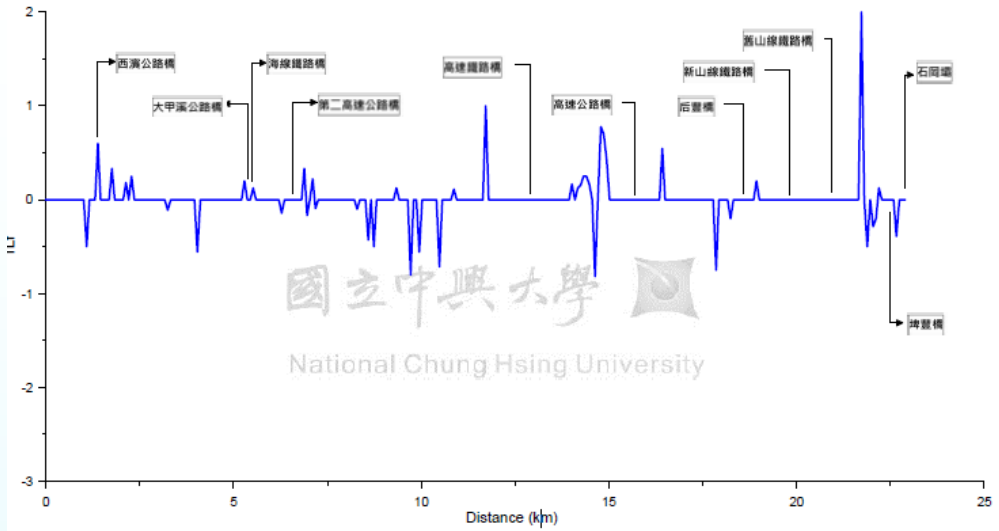


圖 4.15 方案C比較下之主深槽偏移量比

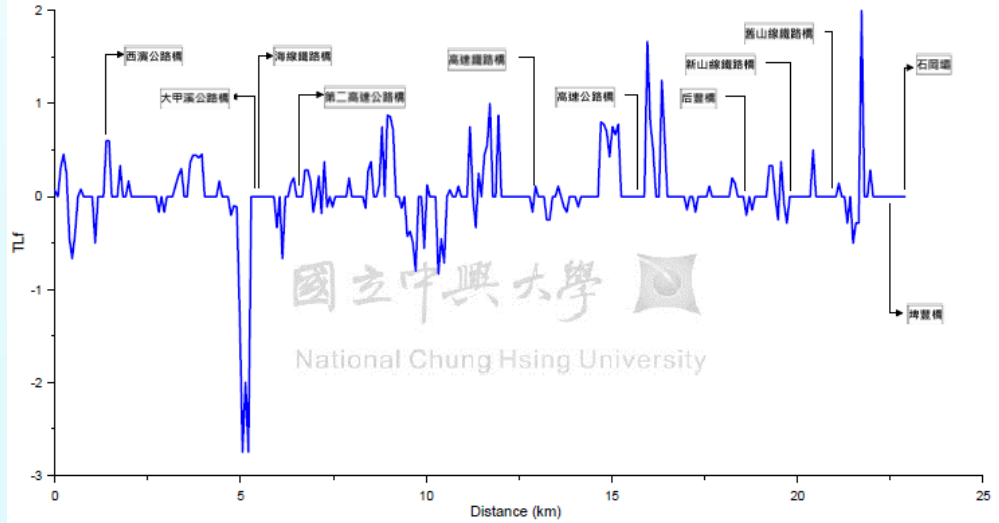


圖 4.16 方案D比較下之主深槽偏移量比

來社溪野溪清疏方案之二維數值模擬分析

陳彥婷 [1]　盧杰忠[2*]　林喬莉[2]　林秉賢[3]　連惠邦[4]

摘　要　為有效處理颱風豪雨所造成之野溪土砂淤積問題，必須實施淤積土石之清疏作業，以清除或整理可能致災之多餘土砂，使野溪河道具有安全的通洪斷面，以避免二次災害產生。並針對已完成清疏且出現嚴重回淤之河段，研提改善已清疏河段土石回淤對策。本研究以屏東縣來義鄉來社溪為研究對象，以二維水理輸砂模式 CCHE-2D 進行河道沖淤模擬，以瞭解屏東縣來義鄉來社溪的沖淤變化。

關鍵詞：野溪、清疏、淤積、崩塌。

A Two-Dimension Numerical Analysis of Sediment Dredging in Laishe Stream

Yen-Ting Chen [1]　Chieh-Chih Lu[2*]　Ciao-Li Lin [2]
Bing-Shyan Lin [3]　Hui-Pain Lien [4]

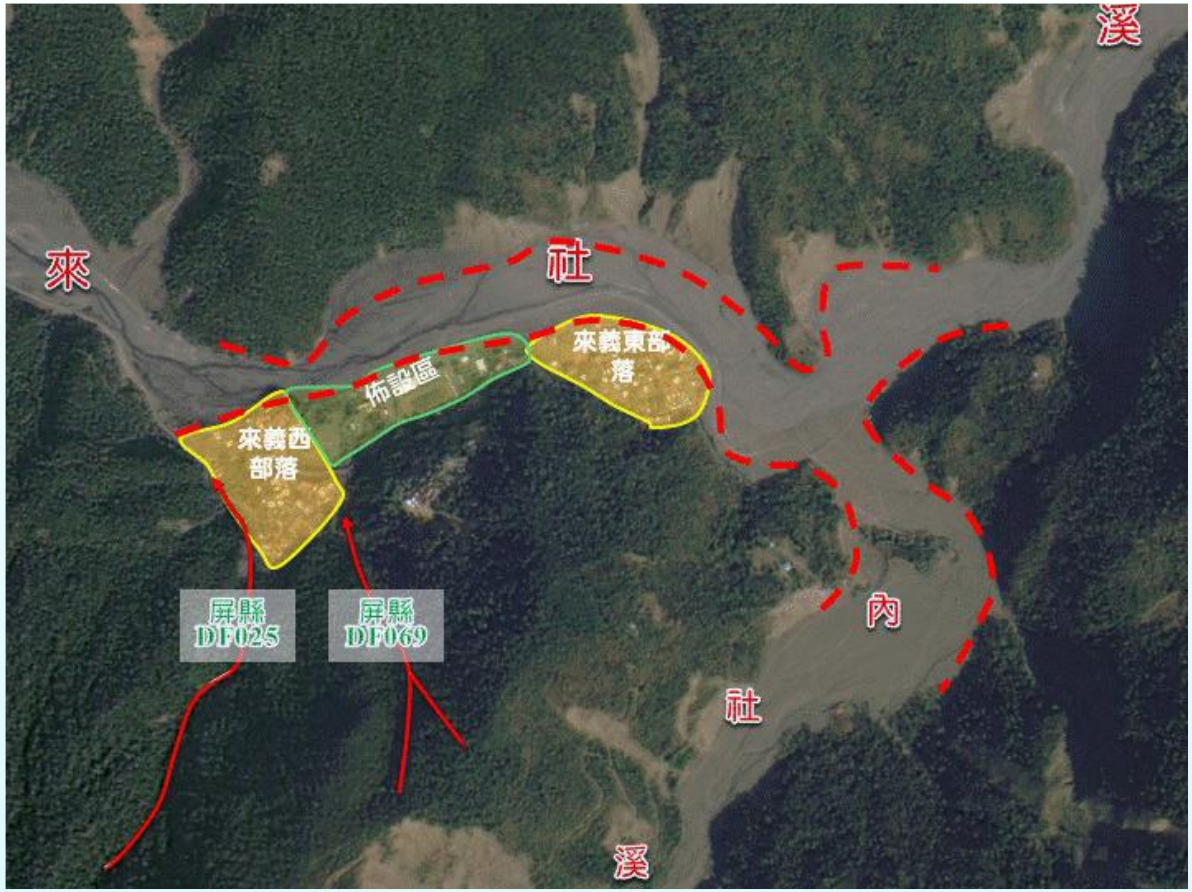
ABSTRACT In order to prevent sediment disaster in creeks during typhoons and heavy rainfall events, the massive sediment dredging in the upstream river should be completed effectively. Assessment severe back silting areas and propose relatively solutions. This study is planning sediment dredging projects in Laishe stream. Applying a two dimension model (CCHE-2D) is used to simulate the sediment transport in the river or creek.

Key Words: Creek, Sediment Dredging, Sedimentation, Landslide.

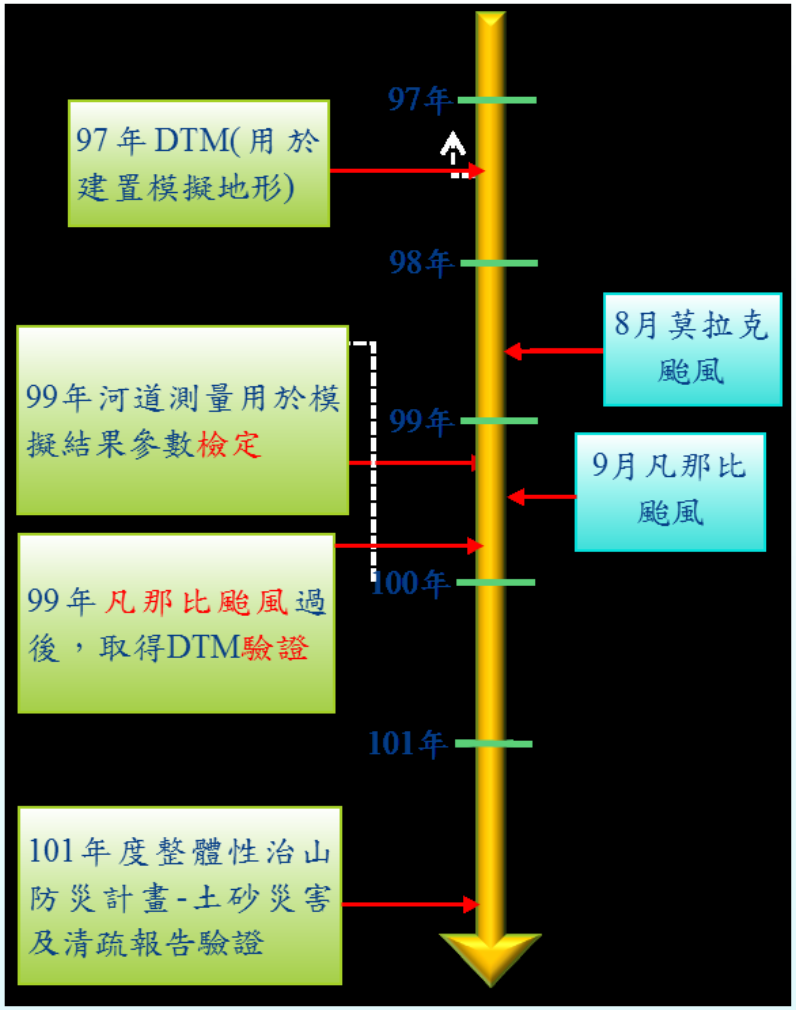
來社溪野溪清疏方案之二維數值模擬分析

來社溪野溪清疏模擬

- 下游邊界為來義部落隘口下游 200 公尺處，上游邊界分別為來社溪匯流點上游1000 公尺處與內社溪匯流點上游1200公尺處

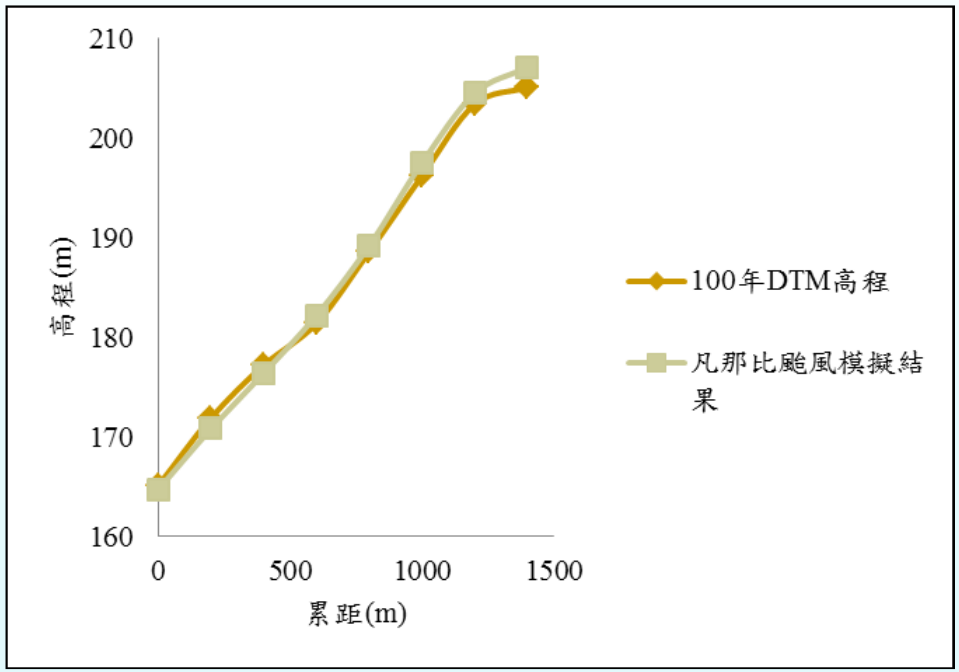


來社溪野溪清疏模擬



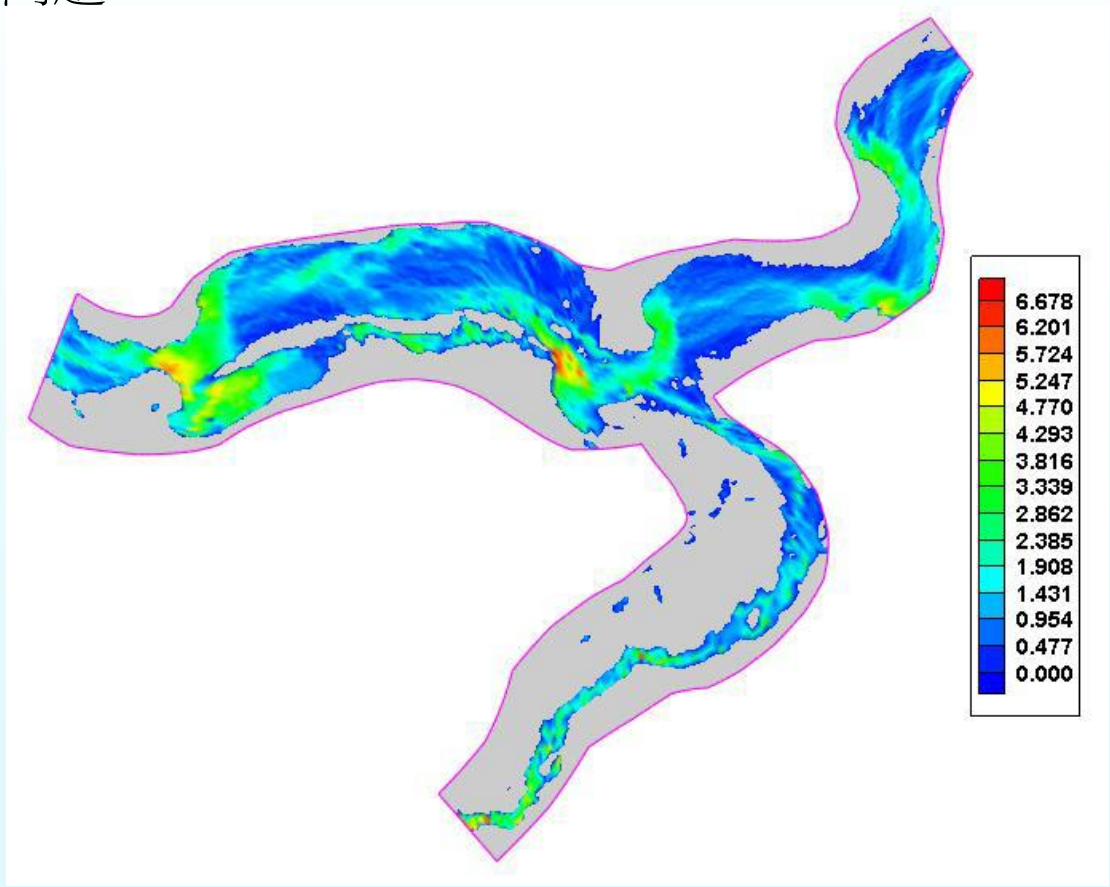
水理疏砂模式驗證流程

◆ 凡那比颱風DTM資料比對



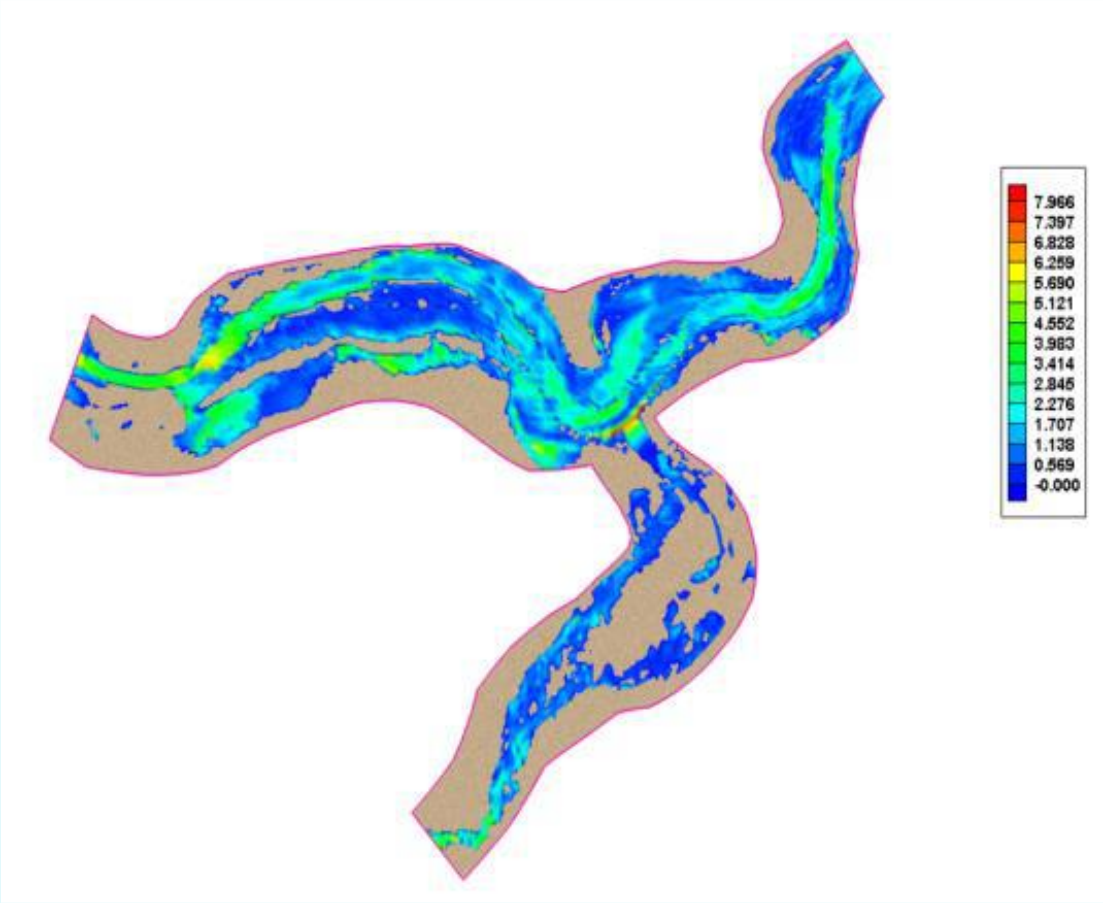
未清疏方案

- 模擬結果得到未清疏河段土砂淤積量為816,000m3，其土砂淤積平均5公尺～7公尺，對於來義東部落已存在威脅性，因河床高度抬升，亦可能造成河水溢堤之問題



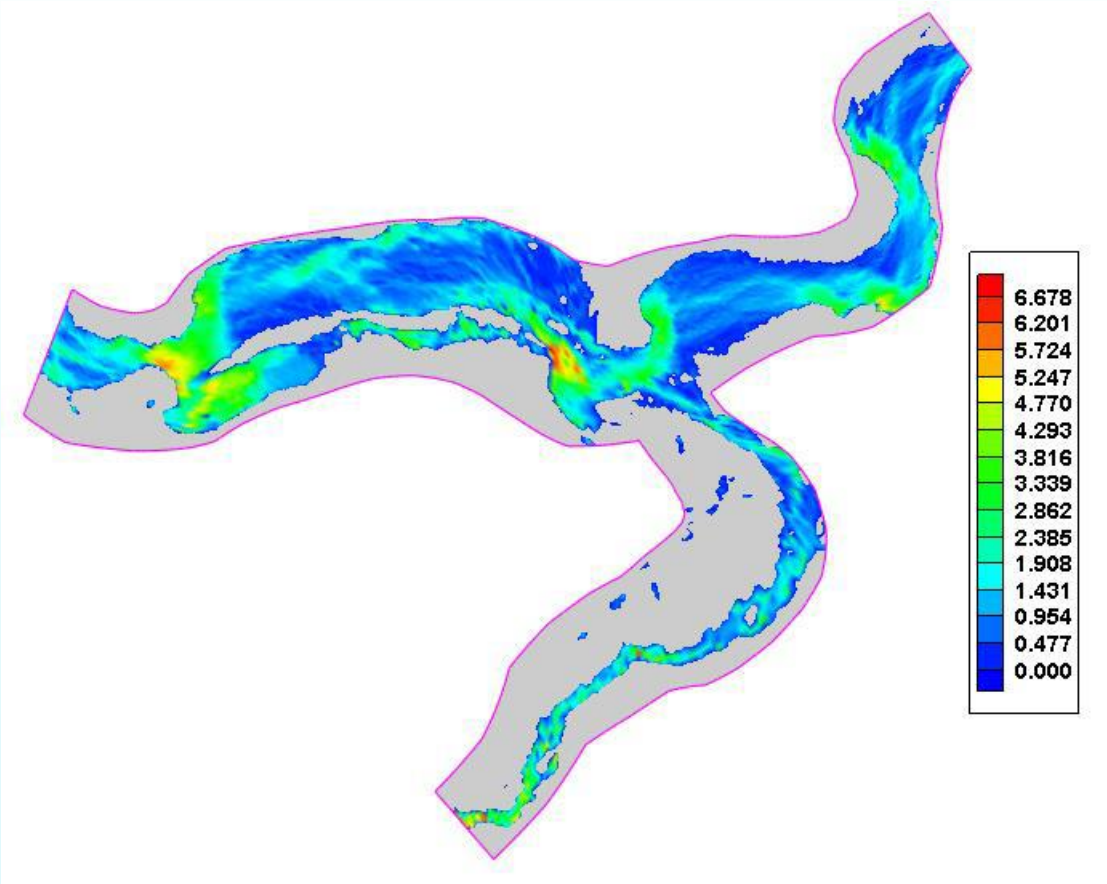
清疏方案

- 於河道內開挖出一條約長2400公尺、寬40~50公尺、深3~6公尺的主深槽和道，清疏斷面以50年重現期距設計，清疏量大約43.8萬立方公尺。



移除瓶頸段方案

- 針對來社溪的隘口處以及匯流口處，共移除兩處瓶頸段，其土砂淤積量33.6萬立方公尺。



結論

- 清疏方案的囚砂率為最高，未清疏方案次之，移除瓶頸段方案最差。
- 移除瓶頸段方案流出土砂最多，可能造成下游河段威脅。
- 未清疏方案土砂淤積量，因無主深槽，致使水流亂竄不定，造成深槽位置擺動大，影響部落安全。

方案	模擬凡那比颱風後淤積量 (m^3)	清疏量 (m^3)	清疏後殘餘量 (m^3)	模擬後淤積量 (m^3)	土砂變化率(%)
未清疏方案	740,000	-	740,000	816,000	+10.3
清疏方案	740,000	438,000	302,000	508,000	+68.2
移除瓶頸段方案	740,000	-	740,000	336,000	-5β.2


THANK YOU
FOR YOUR
ATTENTION!!

- 河道動床數值模式是一種工具，不同的問題要選定合適的工具來處理
- 分析前，使用者仍須建立正確的物理觀念與現場經驗，避免不合常理之模擬成果出現
- 數值模式沒有好壞，只有使用者如何給定正確的目標與模擬的參數，並賦予成果意義
- 單一種模式常常無法解決問題，有時仍需多種模式之搭配

1.甚麼是河道動床分析？為了解決甚麼問題需要用到動床分析？

2.臺灣面臨到的甚麼問題？

3.目前常用的商業或是學界軟體有？

4.來個案例！

你想要操作一套軟體？還是了解一套軟體？
你想要熟悉一套軟體？還是掌握這個問題？

- 更新版本，選項就更多了，或常用的功能不見了
- 參數都有預設值，跑出來能動就好了
- 萬一，順手的軟體改版或是收費的時候

文獻回顧

河道隨時間變化模式（Channel Evolution Models，CEM）

Doyle et.al (2002)、Simon and Hupp's (1986)

第一階段A 為潰壩前之河道斷面蓄滿水之初始狀態，河道斷面呈現潰壩前沖淤平衡之穩定狀態

第二階段B 為潰壩後的瞬間河道尚未產生任何沖刷或淤積行為，僅僅只有少部分的水流往下游傳遞

第三階段C 為潰壩後由於地形的突然改變使得河道底床迅速向下沖刷，開始產生溯源沖刷行為，底床坡度逐漸增加，新的主深槽逐漸產生

第四階段D 隨著潰壩後時間的增加，河道不僅往下沖刷，也開始往河岸兩旁開始掏刷，使得河道開始往旁邊拓展，河道開始變寬

第五階段E 隨著河道的逐漸加深與加寬，直到達到新的沖淤平衡後，上游河道的來砂逐漸使得河道底床開始產生淤積

第六階段F 最後當沖淤達到新的穩定平衡狀態產生新的河道

■潰壩過程中上游及下游縱斷面變化情形 (Channel Evolution Models)

縱剖面圖型來看，溯源沖刷主要發生在階段C 往上游延伸；而淤積段主要發生在階段E 至F。

