行政院農委會水土保持局

智慧式合理估算坡面崩塌量體及其運移行為

107年度創新研究計畫



國立成功大學　水利及海洋工程學系　戴義欽　副教授

共同參與人員：詹錢登 特聘教授 （成功大學 水利系）

李坤錠、吳昱辰

2019 年 04 月 16 日

簡報內容



智慧式合理估算坡面崩塌量體及其運移行為



1. 理想崩塌破壞曲面

2. 幾何特性與崩塌量體

3. 土砂運移行為差異

動機想法

構思(擬解決問題)

以有限的資訊快速評估坡面崩塌破壞曲面，解決崩塌潛勢區域現地資料對於崩塌量體及後續土砂運移行為不易即時估算之侷限

探討既有破壞曲面特性及崩塌量體

整合電腦數值模擬模式

智慧化雲端管理系統中坡面崩塌災害管理評估(情境推演工具)之先導研究

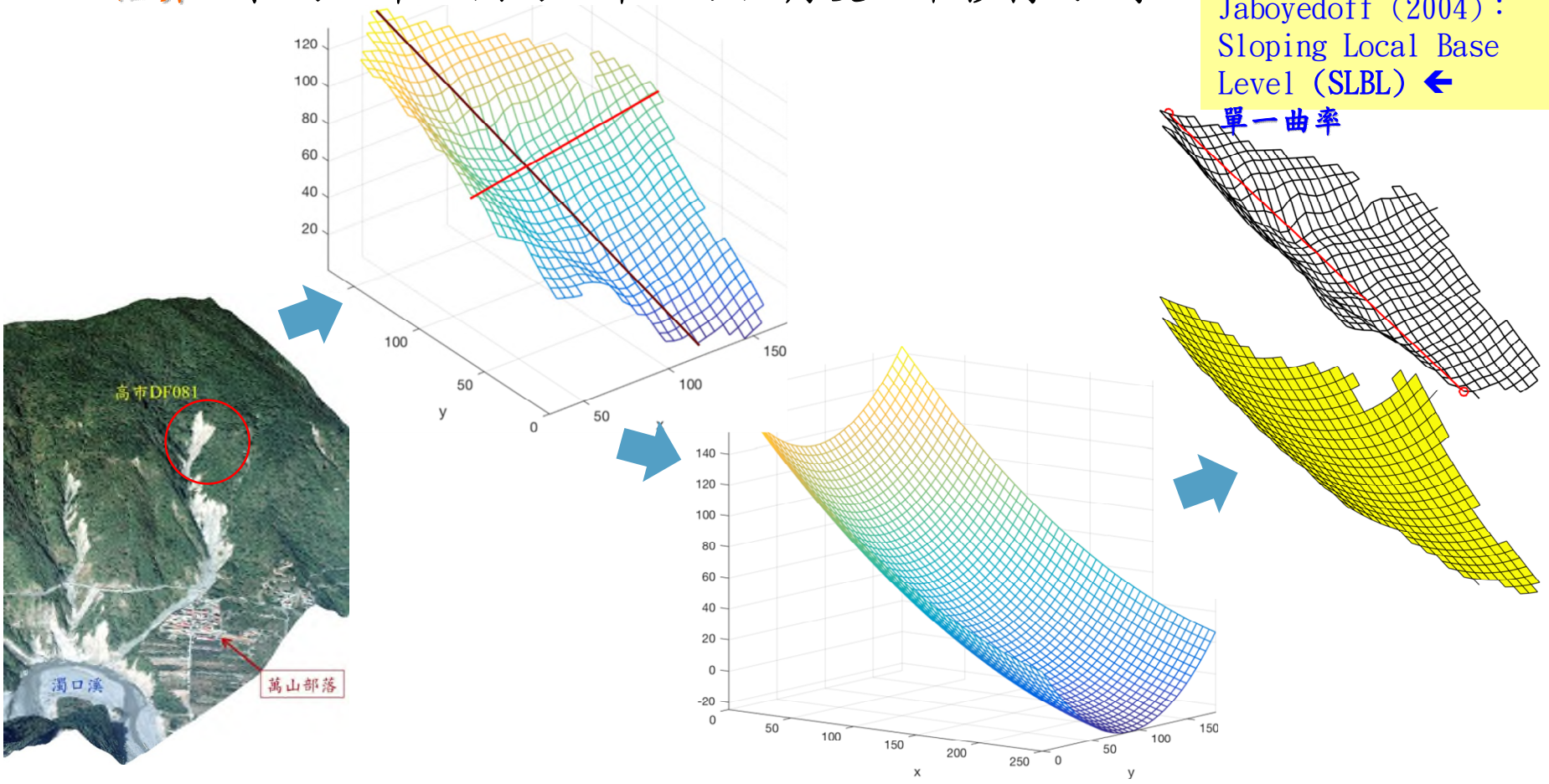
理想崩塌破壞曲面

- **崩塌破壞曲面與幾何特性**（理想化崩塌破壞曲面）

  已知：崩塌範圍、深度、崩塌量體 ➔ 坡向軸、側向軸

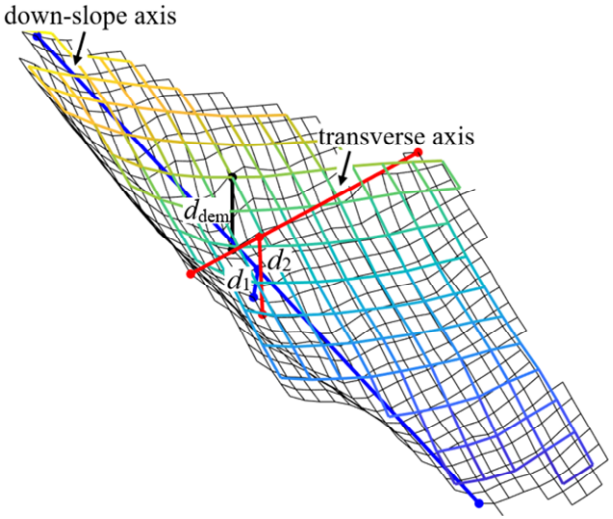
  估算：軸向曲率、側向曲率、方位角度、平移轉向 等

瑞士洛桑(Lausanne)大學 Jaboyedoff (2004)：Sloping Local Base Level (SLBL) ➔ 單一曲率



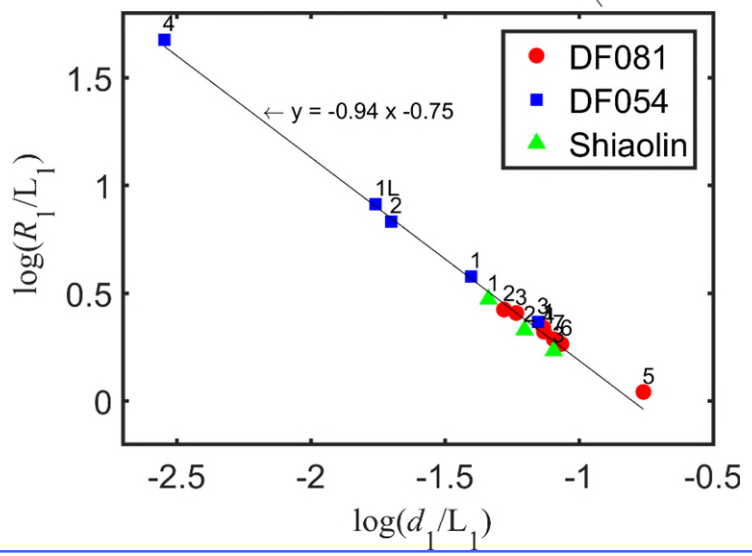
理想崩塌破壞曲面幾何特性

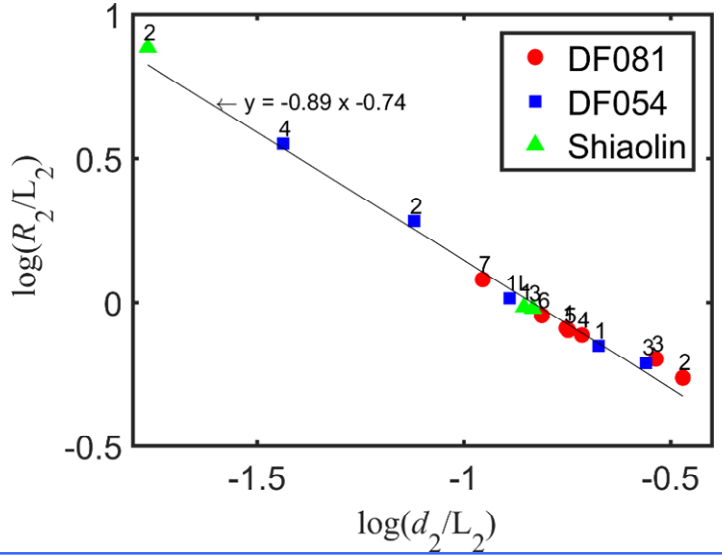
- 坡面崩塌破壞曲面幾何特性探討　探討：16 個 崩塌案例
  （破壞深度>0.5 m之範圍）



幾何特性：

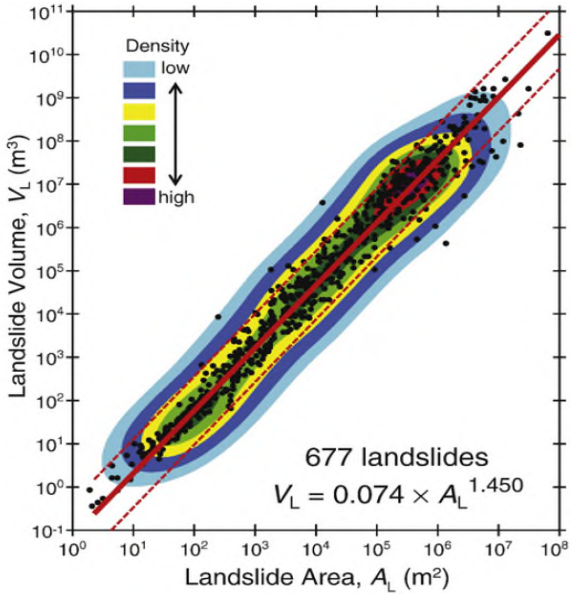
- 崩塌面積、深度
- 軸向曲率、長度
- 側向曲率、寬度
- 坡面傾角（平均、軸向）

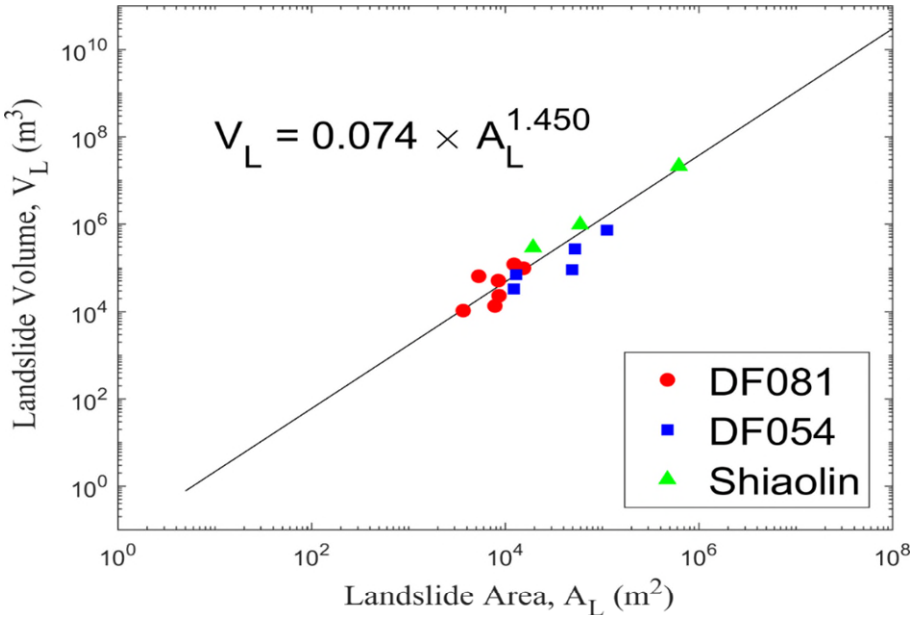




崩塌量體估算

- **經驗回歸公式**(如 Guzzetti et al. 2009，677個sliding type案例)





Identify the potential area (L_1, L_2, A_L) → Plausible volume V_L → Guess the failure depth $d \Rightarrow d_{1c}, d_{2c}$ → Ideal surface $R_{1C}, R_{2C} \Rightarrow V_{LC}$ → $V_{LC} = V_L$ OK / $V_{LC} \neq V_L$

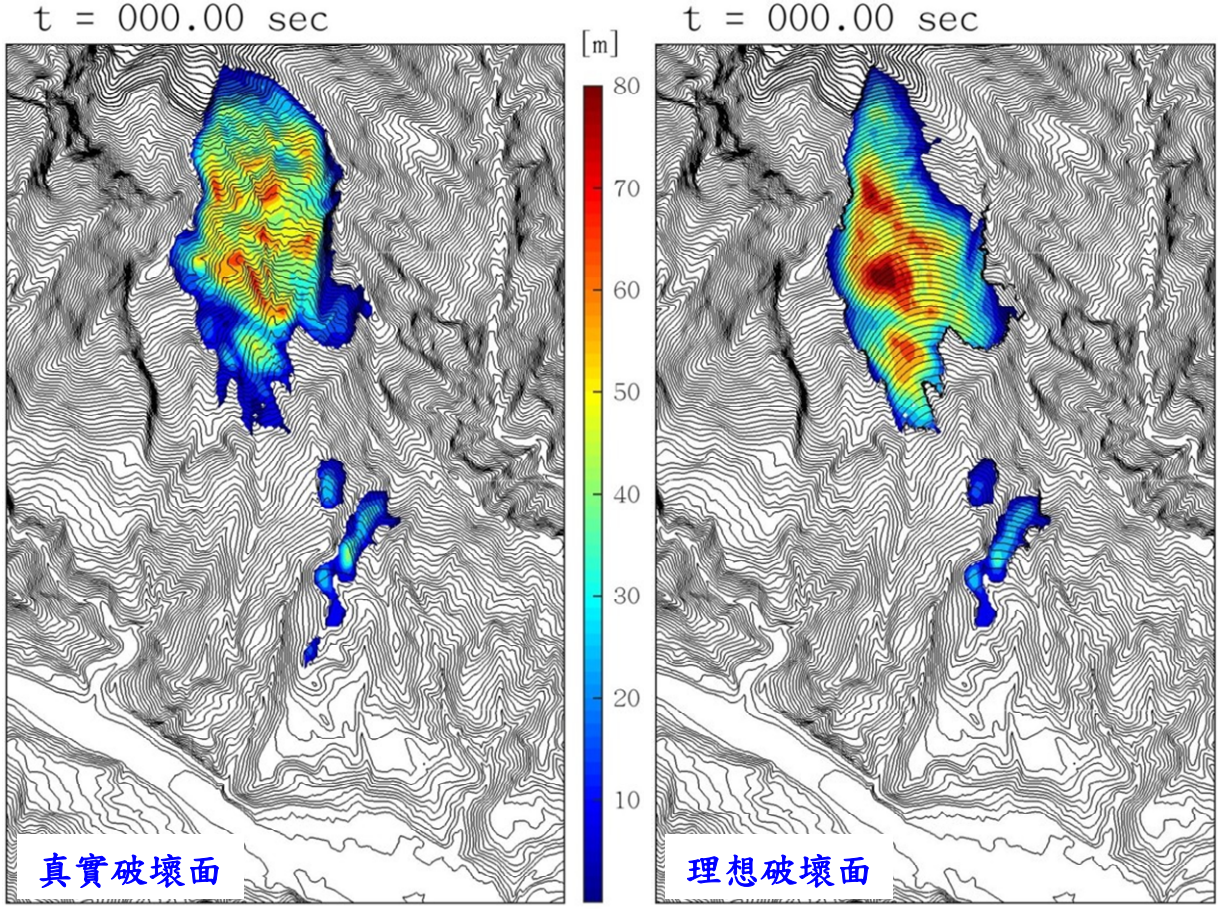
Guzzetti et al. (2009)

幾何特性

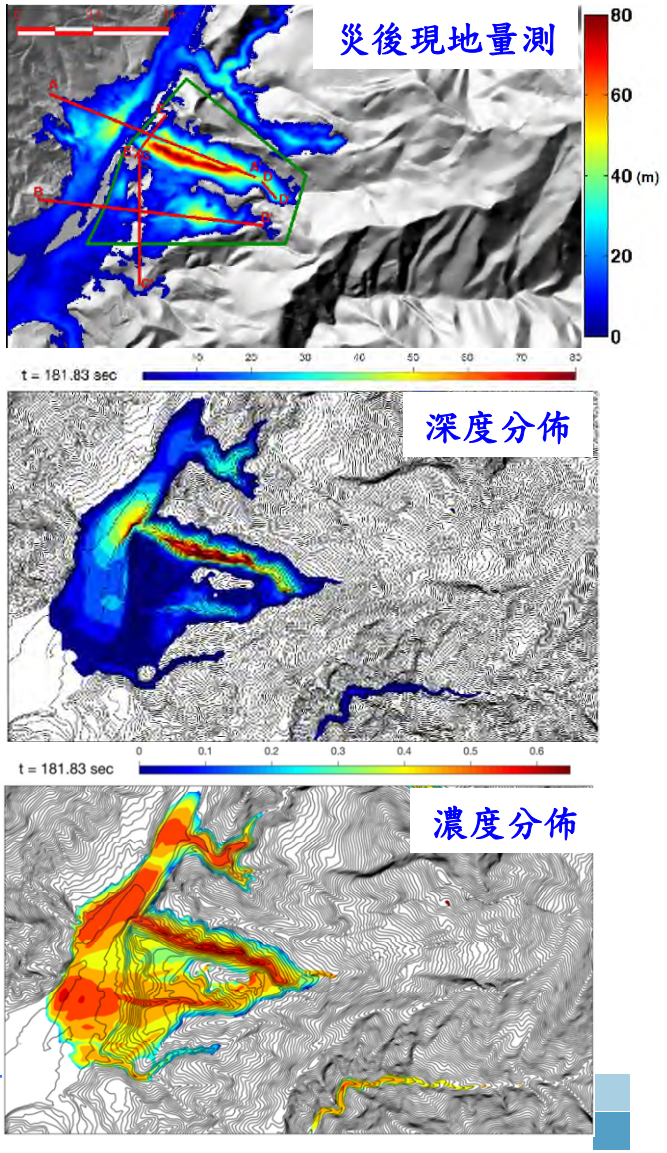
- **Slice method 切片法** ➔ **最小安全係數**

土砂運移行為

- **數值模式評估土砂分佈形態及影響範圍**
  - 土砂運移行為範圍評估 (Tai et al. 2019, JGR Earth Surface)
  - 土石流土體動態模擬數值模式（固液兩相）



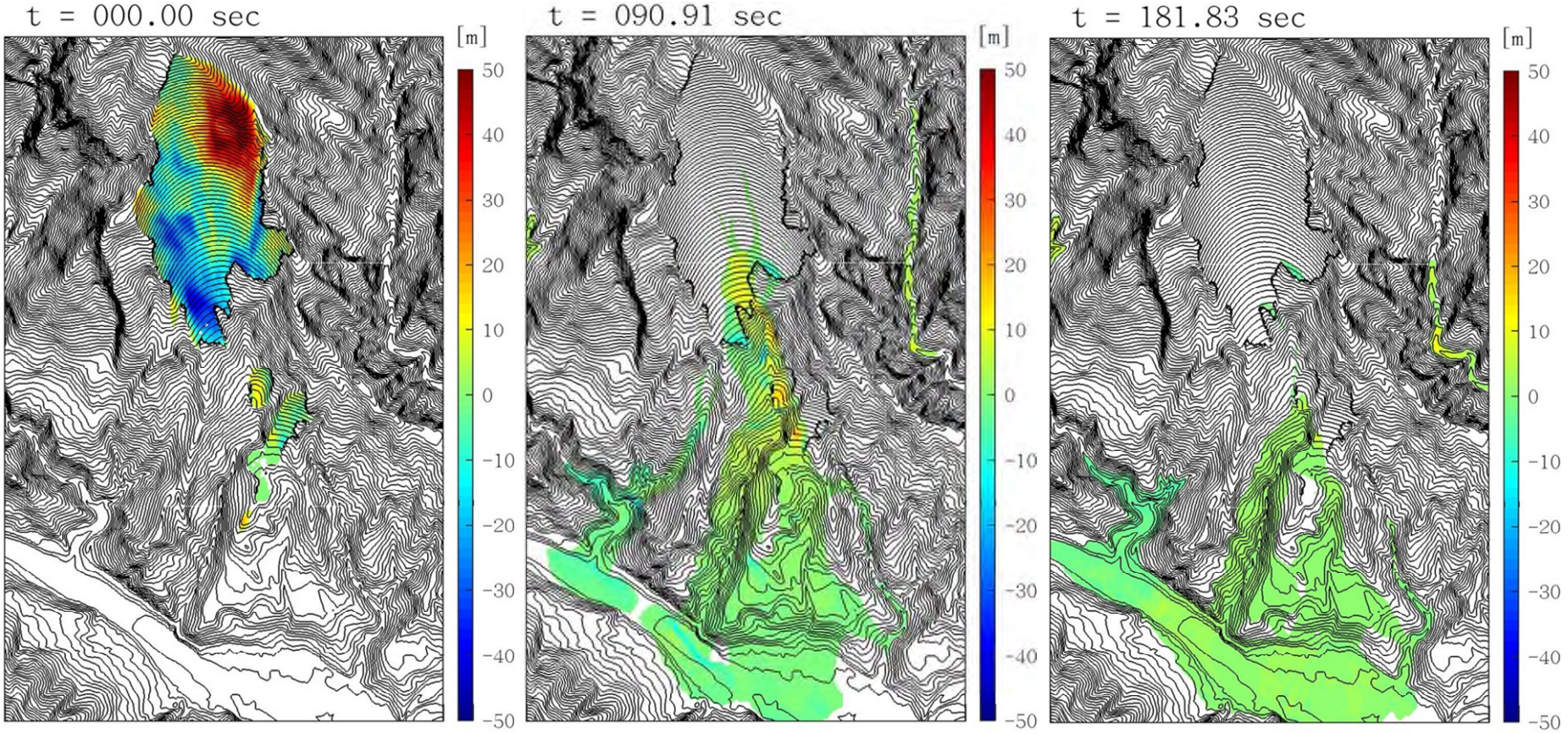
以2009風災小林村事件為例



土砂運移行為

➢ 數值模式評估土砂分佈形態及影響範圍 ◆ 以2009風災小林村事件為例

➢ 流動深度差異



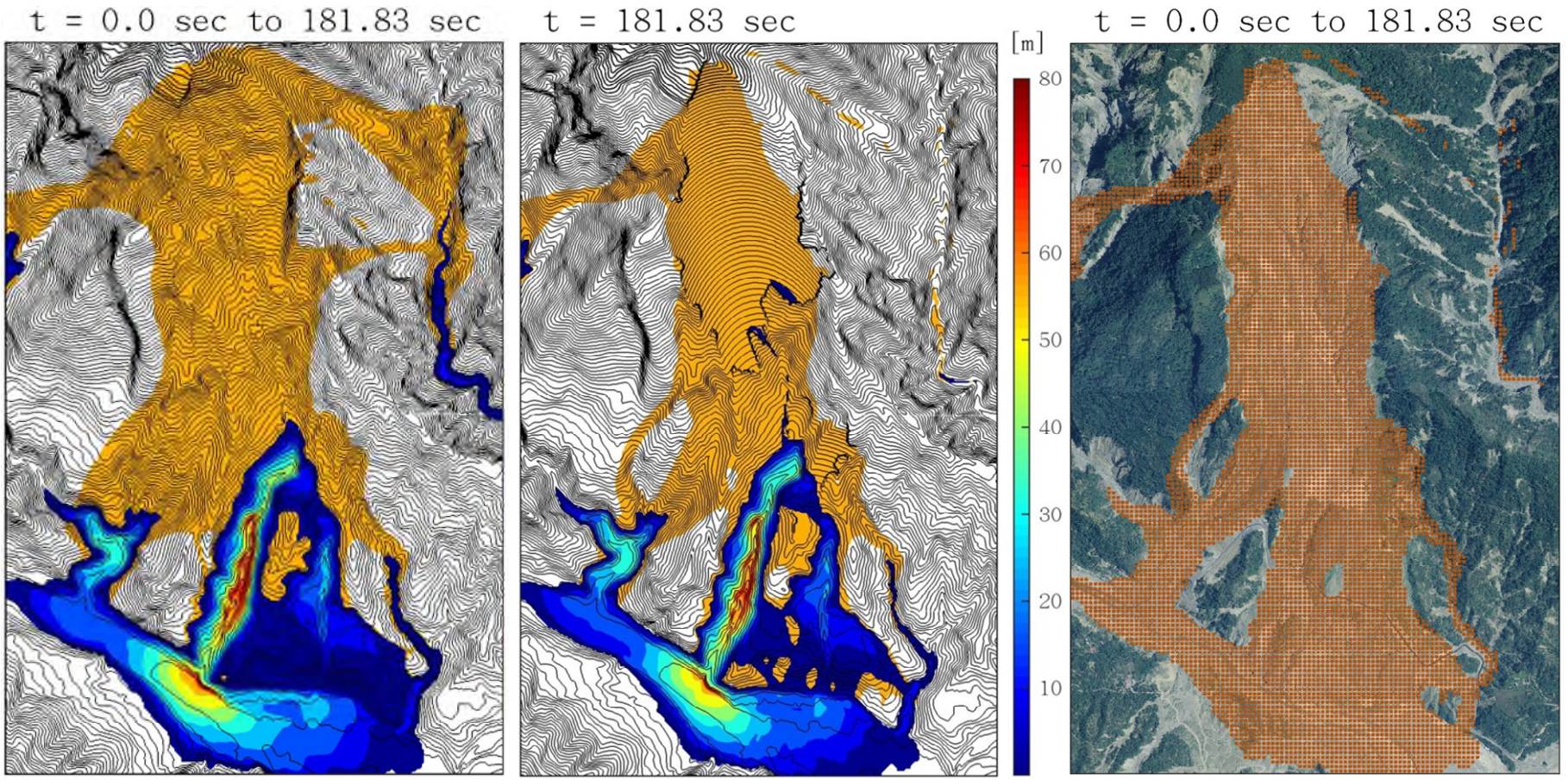
$\Delta V / V_{real} = 3.17\%,\ \Delta h \in [-43.4, 61.9]$

$\Delta V / V_{real} = 2.99\%,\ \Delta h \in [-22.9, 18.8]$

$\Delta V / V_{real} = 4.34\%,\ \Delta h \in [-8.4, 11.2]$

土砂運移行為

- 理想崩塌破壞曲面對於後續土砂運移的影響



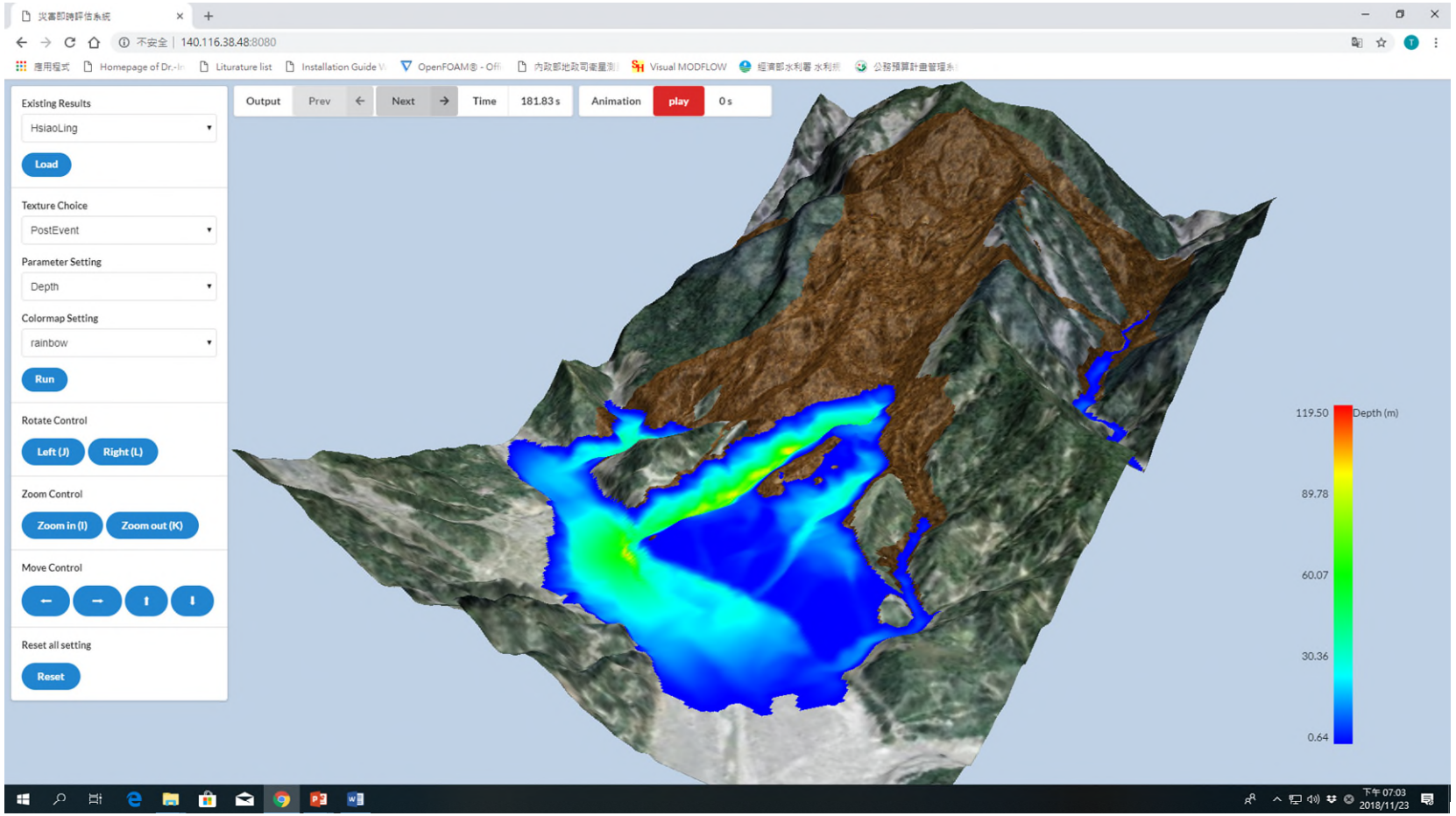
採用災後DEM破壞曲面　　採用理想破壞曲面　　災後衛星影像比對

成果與討論

- **理想破壞曲面可行性**
  - 在無法明確預測破壞面的前提下，此方法可視為一取代方案
  - 土體運移行為對於破壞面的幾何形狀並不敏感
  - 土體的量體大小對於運移範圍有比較關鍵的影響
  - 地質(岩性、坡向 等)以及水文(地下水水位、流向 等)條件尚未列入考慮
- **後續工作**
  - 幾何特性(第5頁)的回歸式需要更大量的案例探討
  - 崩塌量體的估算：Guzzetti et al. (2009) 回歸式，或是Slice method 切片法
  - 評估側傾角之必要性
  - 程式包裹化(package)
  - 成果3D立體視覺化

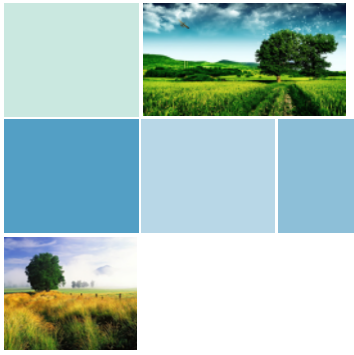
3. 研究成果與討論

- 三維可視化圖形呈現　點選連網



（此圖為採用Three.js 3D WebGL展示的截圖）

敬 請 指 教





國立成功大學

（水利及海洋工程學系）