

# 整合地文與水文資訊之深層崩塌即預 警模式(II)

洪耀明 教授

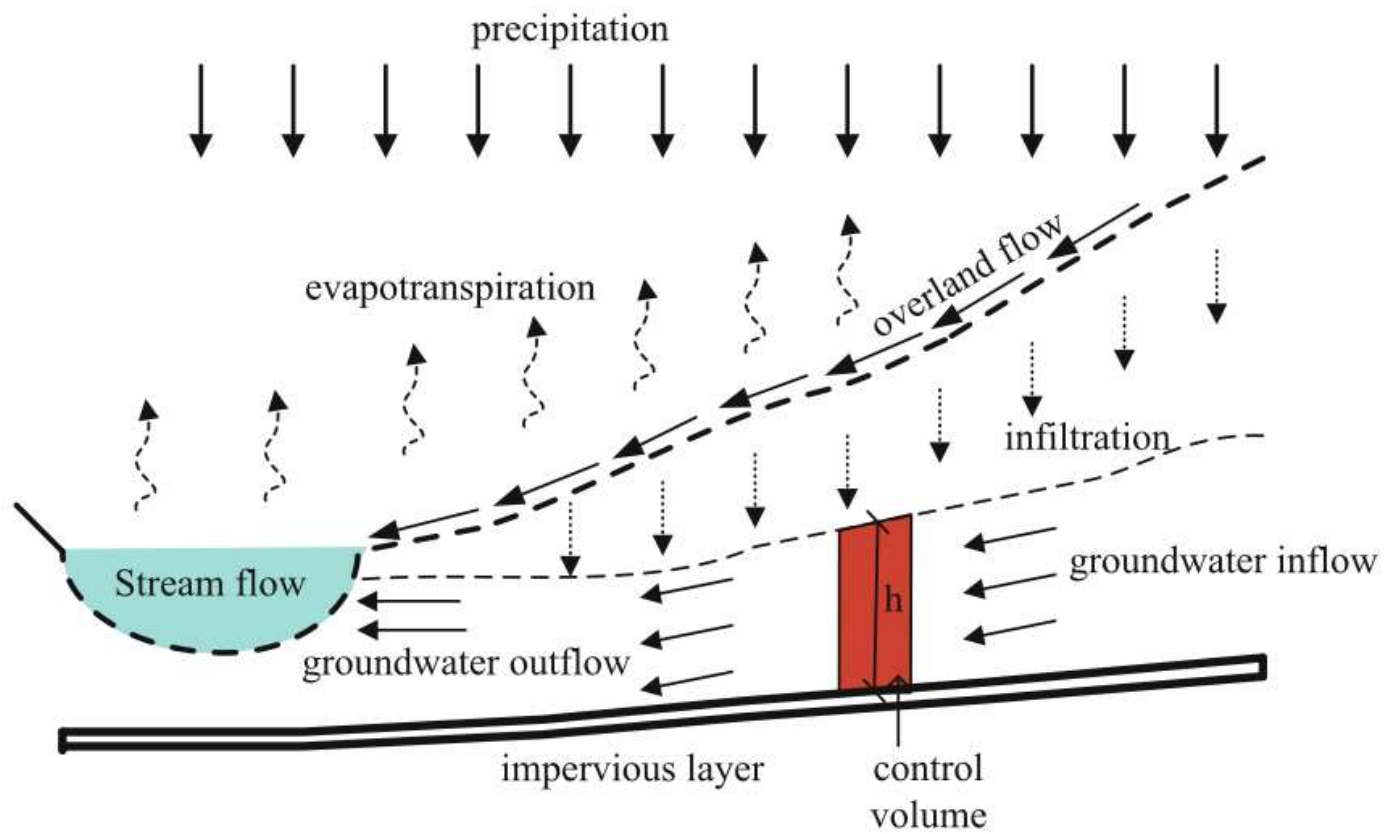
南華大學永續綠色科技碩士學位學程

## 簡報內容

- 前言
- 2020年研究成果
- 2021年推動構想
- 結論

# 前言

- 坡地水文循環



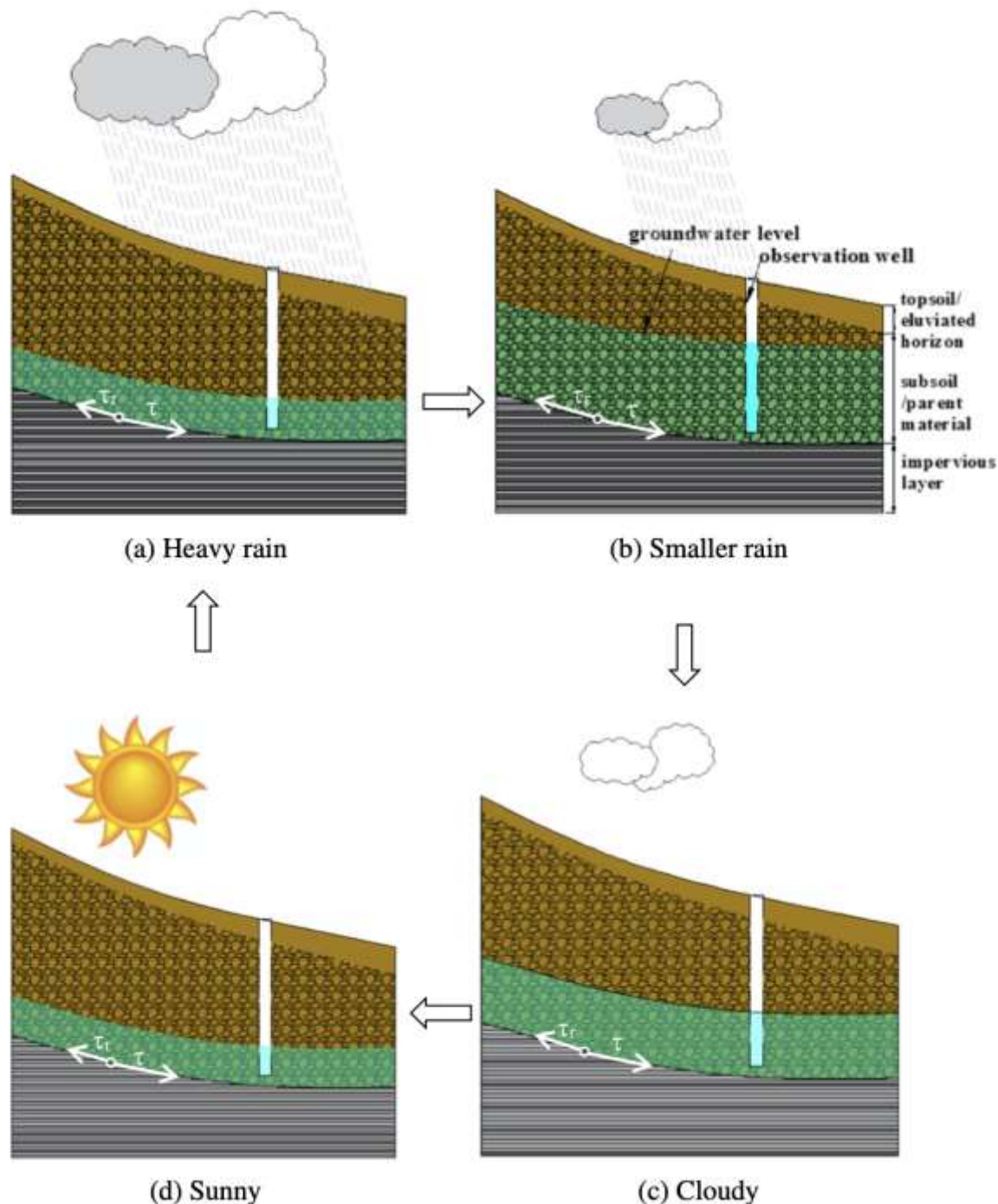
## 入滲之後土壤水分流動

- 地下水位變化對邊坡穩定之影響
  - 土壤含水→土體重量增加
  - 摩擦角降低
  - 地下水滲流造成土壤流失，導致崩塌

## 地下水位為影響深層崩塌主要因子

- 地下水位變化過程
  - 降雨→入滲→地下水位上升

## 地下水上升與降雨有時間差



- 深層崩塌臨界值
  - 推導理論公式，計算土體崩塌之臨界地下水位
  - 地下水位滲流可推滲流最長位置
- 提早得知未來地下水位
  - 以過去降雨及目前地下水位推算未來一到三小時地下水位
  - 黑盒分析：應用類神經網路分析
  - 白盒分析：線性水庫模式

## 2021年度擬建立深層崩塌即時預警



## 2020年研究成果

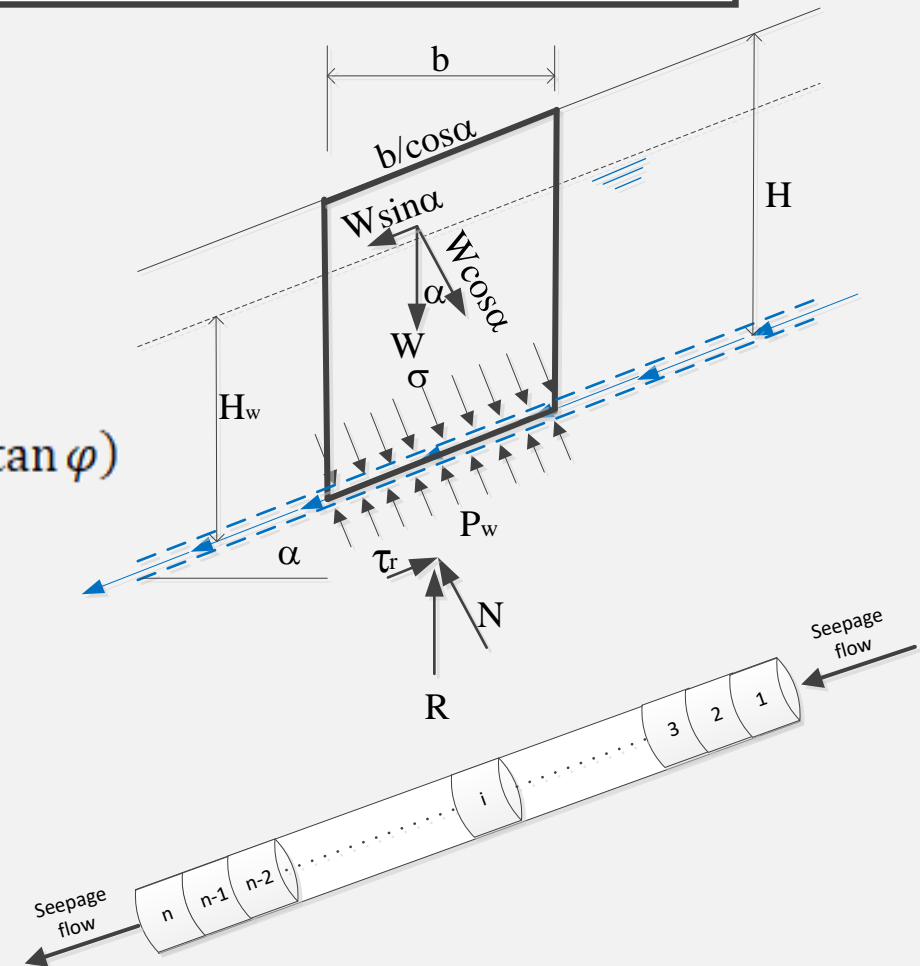
- 深層崩塌理論模式建立
- 即時地下水位預測
- 即時水文資料查詢系統
- 初步預警結果

## 深層崩塌理論模式建立

- 無限邊坡理論模式推導

$$P_{wc} = \sigma - (\tau - c) / \tan \varphi$$

$$H_{wc} = (\gamma / \gamma_w) H - (\gamma H \sin \alpha \cos \alpha - c) / (\gamma_w \cos^2 \alpha \tan \varphi)$$



## 產生滲流沖刷之臨界流線長度

- 根據達西定律，長度越長，滲流速度越慢
- 滲流發生於流速達到泥砂啟動流速時
- 地下水位滲流發生應與長度有關

- 設滲流速度不變，建立下式

$$\frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + H_p = \frac{V^2}{2g} + \Delta H$$

$$\text{壓力水頭 } \frac{P}{\gamma} = H_w$$

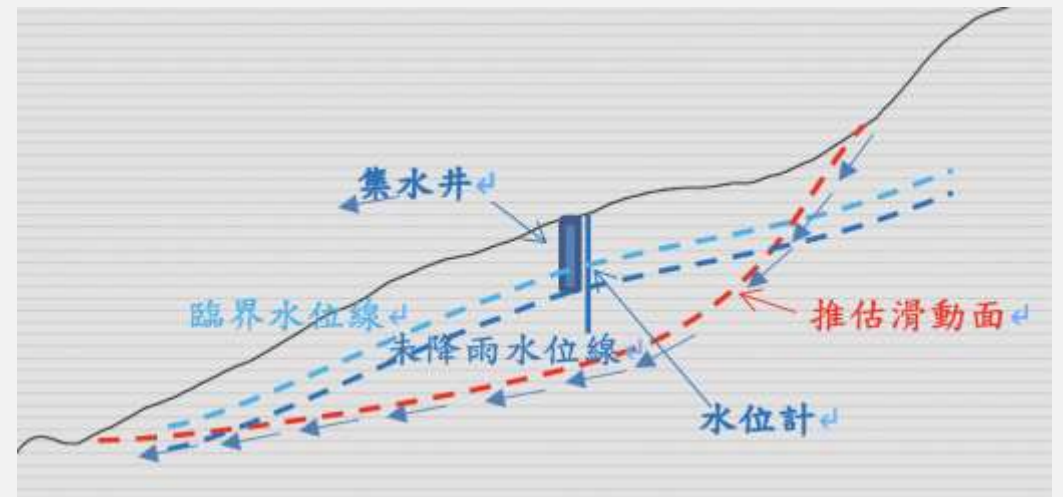
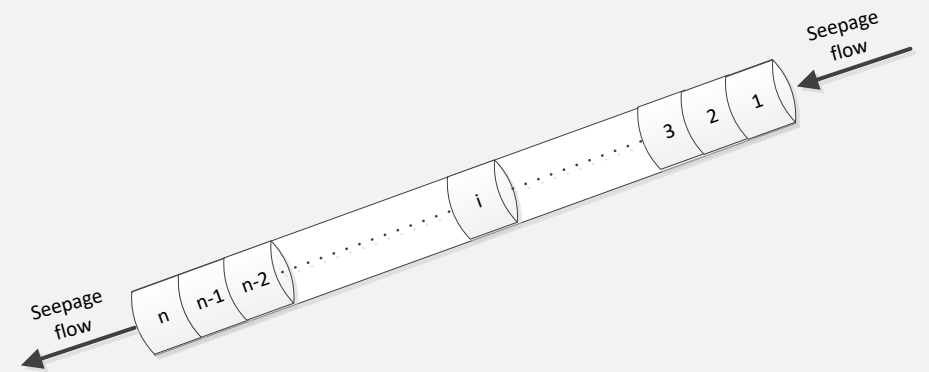
$H_p$  為位置水頭，為量測水位位置底部與坡底高差

$\Delta H$  為水頭損失，可用達西定律推估得  $\Delta H = \frac{LV}{K_s}$

$L$  為滲流長度， $V$  為滲流速度，推得

$$L = \frac{K_s}{V} (H_w + H_p)$$

當  $V$  為臨界滲流速度，則  $L$  為最長臨界長度  
超過此長度，則不會發生滲流





## 即時地下水位預測

### 應用類神經網路預測地下水位變動量

$$H_{t+1} = H_t + f(H_t; P_t, P_{t-1}, \dots, P_{t-s})$$

$$H_{diff}(t) = H_{t+1} - H_t = f(H_t; P_t, P_{t-1}, \dots, P_{t-s})$$

以24小時降雨及當下之地下水位，預測下一小時、二小時及三小時地下水位變化量

- 降雨資料及地下水位資料，轉換為輸入矩陣，
- 將訓練樣本使用Matlab NNTool進行訓練，
- 訓練所得參數輸入另一場暴雨進行驗證

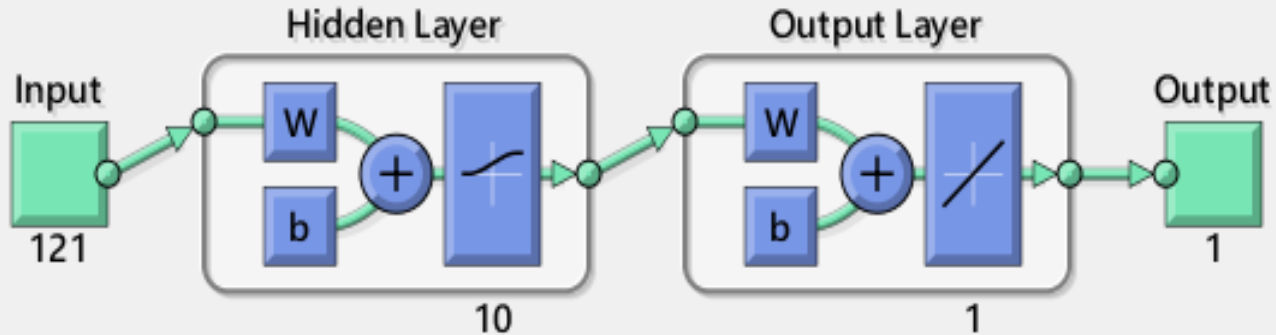
未來可以整合為執行檔，進行即時預測

詳細內容可參考

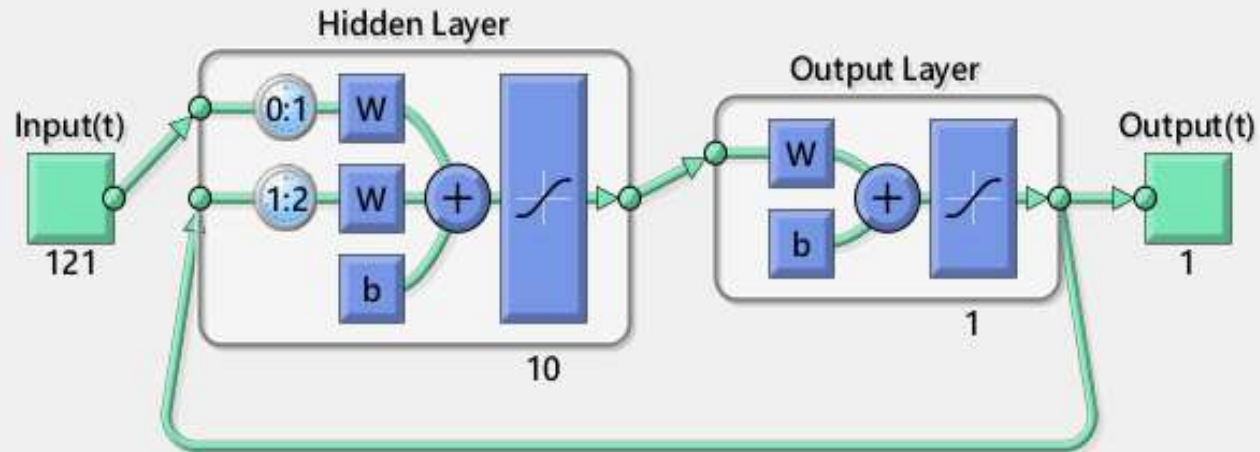
**Yao-Ming Hong**\*, “Feasibility of Using Artificial Neural Networks to Forecast Groundwater Levels in Real-Time” (2017), Landslides.

## 類神經網路模式選擇

- 前饋式倒傳遞類神經網路(Feedforward Back-Propagation Neural Network, FBPNN)

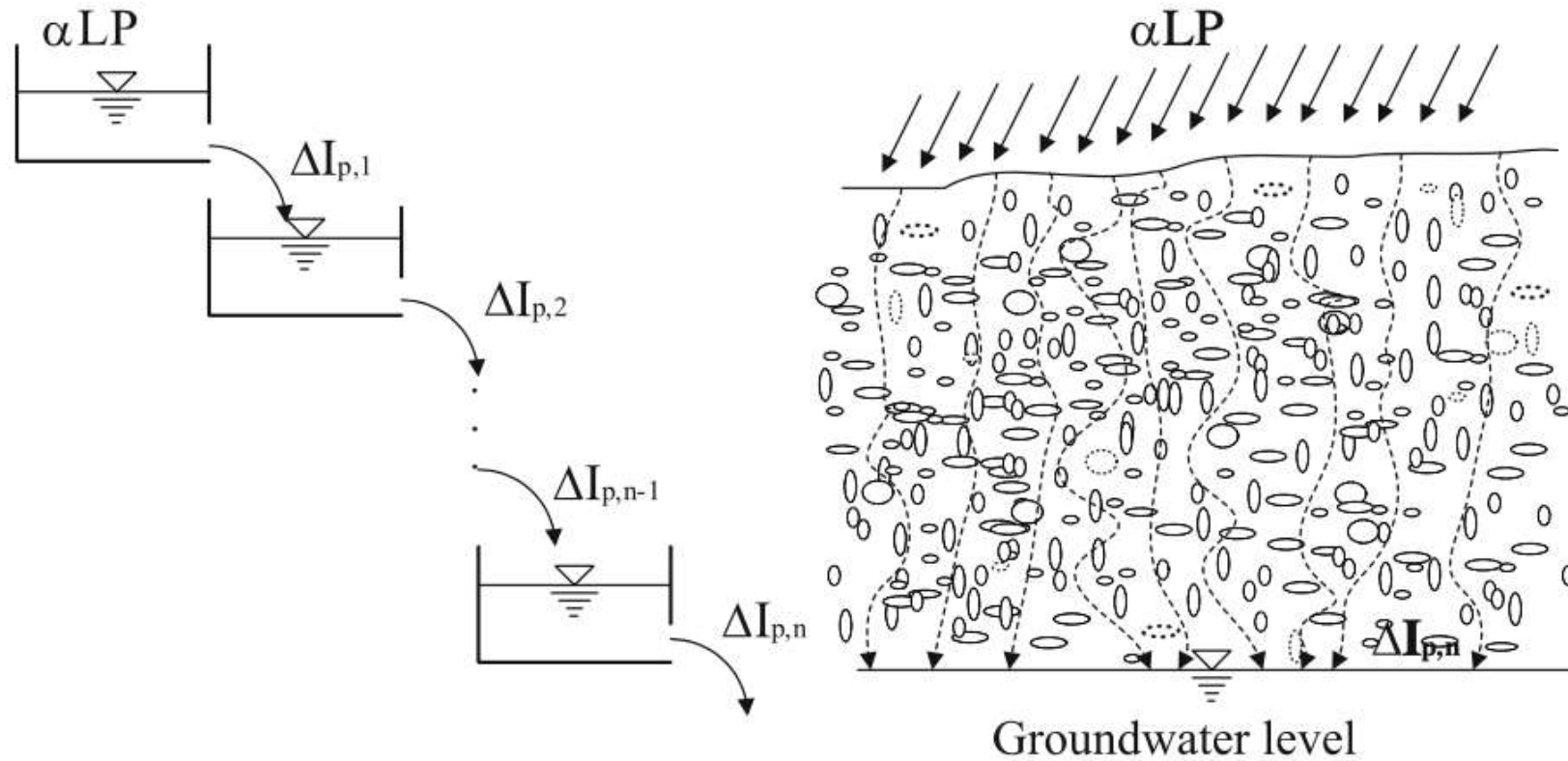


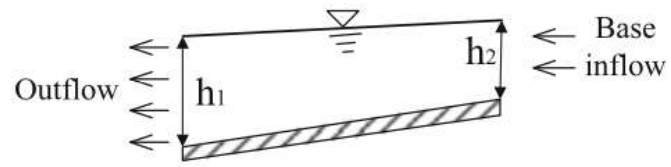
- 外因輸入非線性自迴歸(Nonlinear Autoregressive With external Input, NARX)回饋神經網路( Feedback Neural Networks) ,



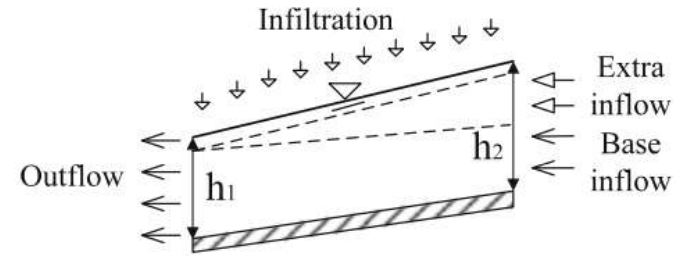
# 即時地下水位預測

## 線性水庫預測地下水位變動量

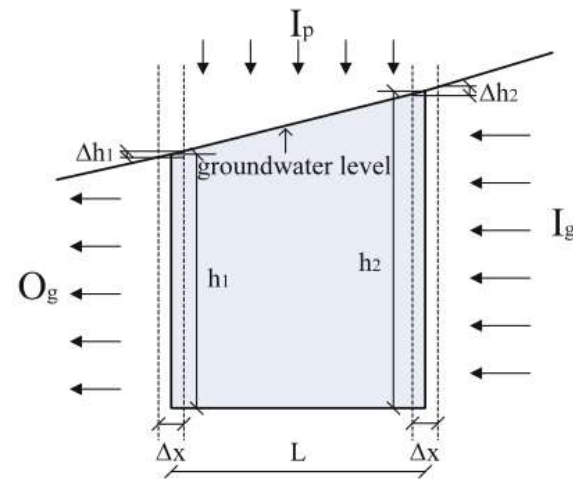




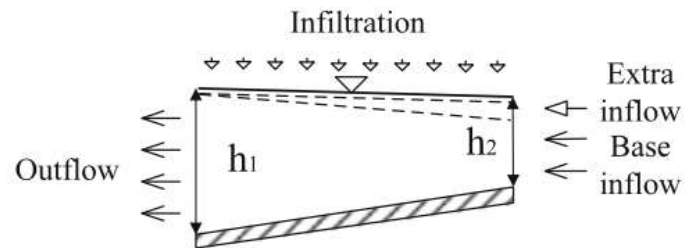
**(b)** Drop groundwater level ( $h_1 > h_2$ )



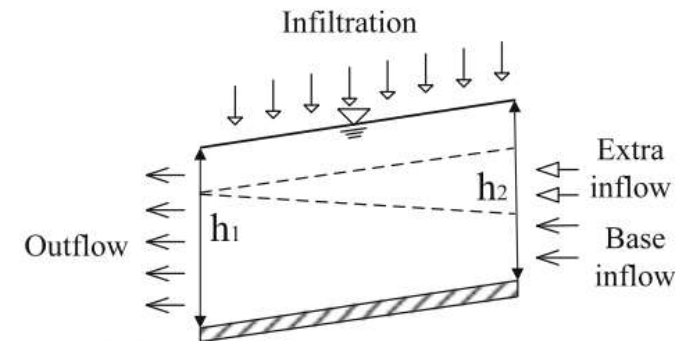
**(c)** Lift groundwater level ( $h_1 < h_2$ )



**(a)** control volume of groundwater level



**(e)** Drop groundwater level ( $h_1 > h_2$ )



**(d)** Lift groundwater level ( $h_1 < h_2$ )

## 線性水庫預測地下水位變動量

控制體積之連續方程式

$$I_g - O_g = KpLh + A\alpha L \sum_{m=1}^N P_m H[(N - m + 1)\Delta t]$$

水位高度隨時間變化數值解

$$\frac{\Delta h}{\Delta t} = Kh + I \sum_{m=1}^N P_m H[(N - m + 1)\Delta t]$$

**詳細內容，參閱**

**Yao-Ming Hong**\*, Shiuan Wan (2011/5), “Forecasting groundwater level fluctuations for rainfall-induced landslide”, Natural Hazards, 57, 167-184

## 即時水文資料查詢系統

- 地下水位站選擇
  - 選擇原則：降雨與地下水位關係明顯
  - 梨山地區
  - 萬山地區
- 水文資料庫網站建置



# 梨山崩塌區

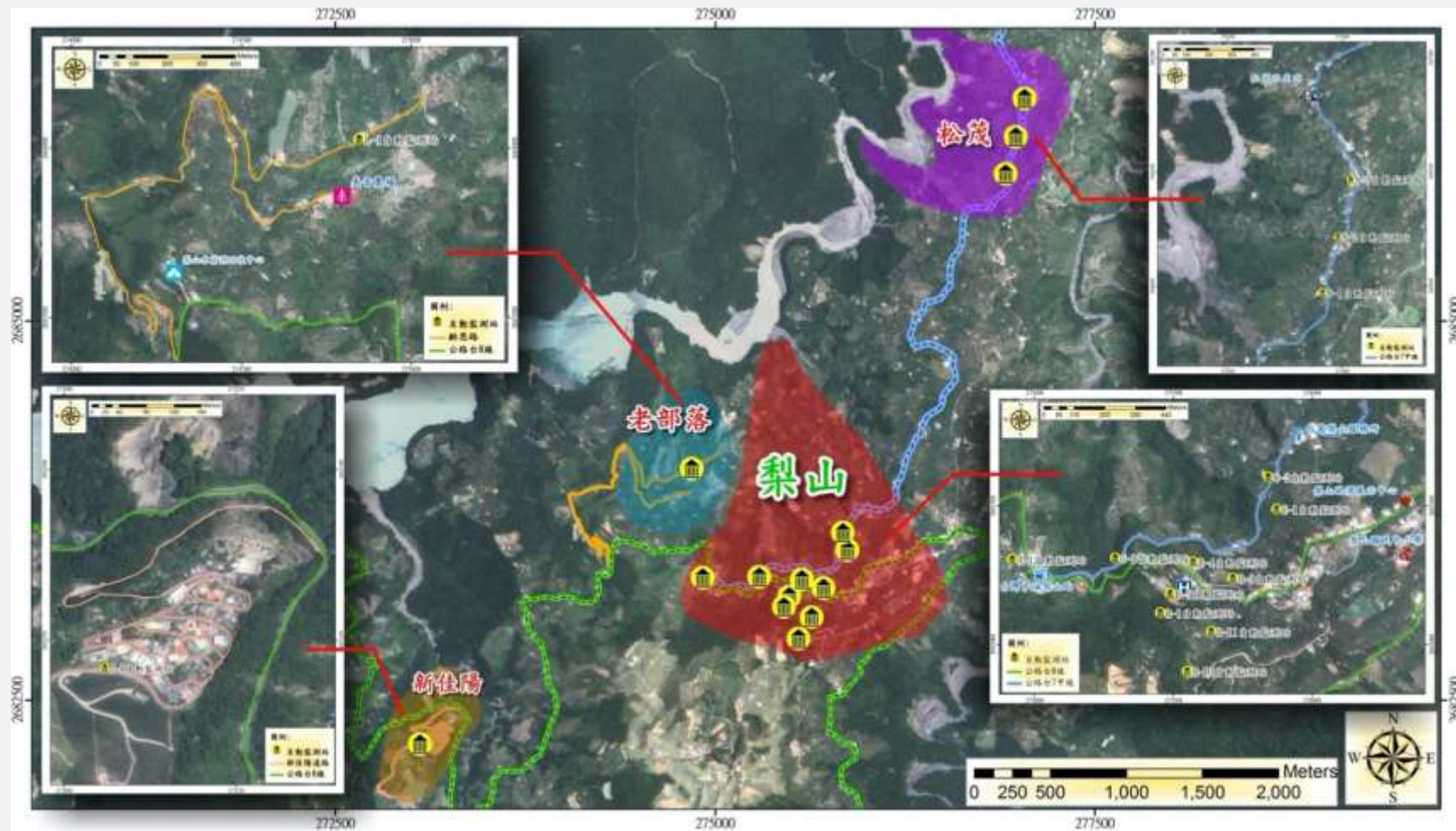
- 選擇降雨與地下水位關係明顯區域之A-I區及B-II區



A-1監測站



B-11 監測站





# 松茂地區

- 松茂地區S-1自動監測站





# 萬山地區

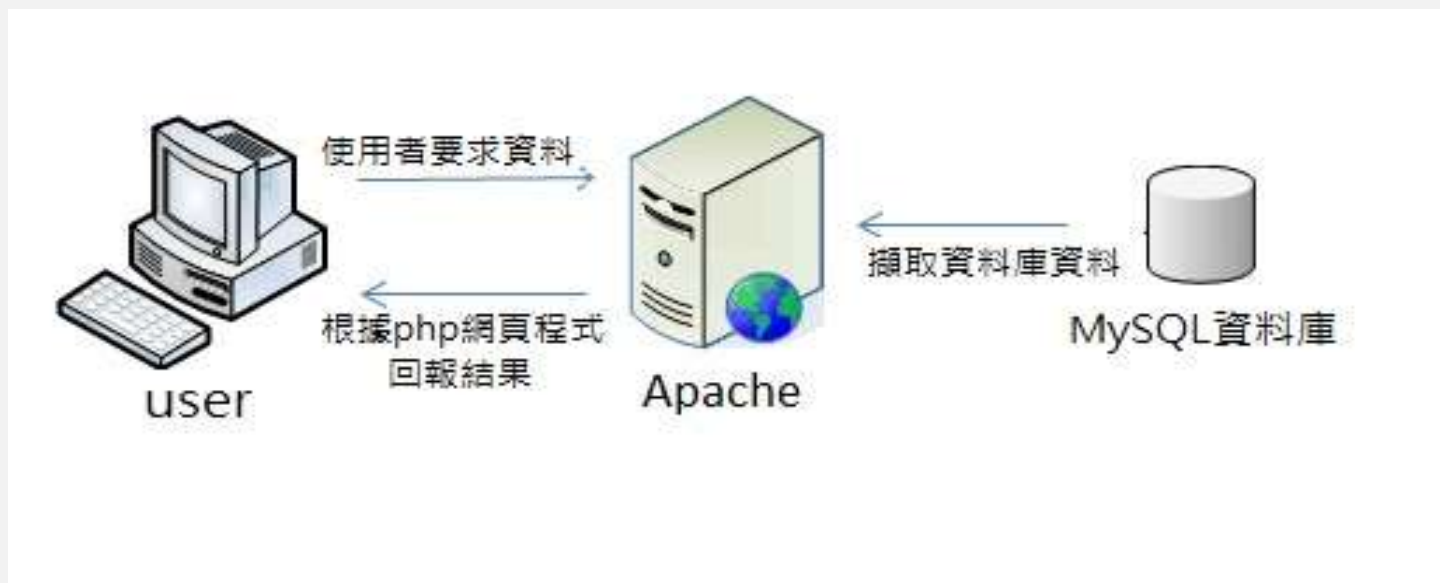
- 即時資料回傳測站

站名	儀器內容
WS_01	雨量計1處、CCD即時影像2處
WS_02	地表傾斜1處、地下水位計1處
WS_03	地表傾斜1處、地下水位計1處
WS_04	水壓計1處、流量計1處
WS_05	地表傾斜1處、地下水位計1處



## 系統建置

- 以WAMP(Windows + Apache + PHP + MySQL)的架構開發
- Apache 通用的網路伺服器
- MySQL是帶有網路管理附加工具的資料庫，



## 監測項目

地區與感測器	雨量計	地下水位計
萬山	WS_01-R	WS_02-GW
		WS_03-GW
		WS_05-GW
梨山	A-I-R	A-I-OW
	B-4-R	B-II-OW
	C-I-R	C-I-OW
	S-I-R	S-I-OW
	S-3-R	S-3-OW

# 資料庫架構

Sensor	
PK	<u>Station_Num</u>
PK	<u>Sensor_Num</u>
	<u>Sensor_Name</u>

ow	
PK	<u>Station_Num(FK)</u>
PK	<u>Sensor_Num(FK)</u>
	<u>Indate</u>
	OW

Ra	
PK	<u>Station_Num(FK)</u>
PK	<u>Sensor_Num(FK)</u>
	<u>Indate</u>
	RA

表單名稱	表單說明	欄位名稱	欄位說明
Sensor	定義站與感測器關係表	Station_Num	主鍵(Primary Key, PK) 監測站編號
		Sensor_Num	主鍵(Primary Key, PK) 感測器編號
		Sensor_Name	感測器名稱
OW	監測站地下水位資料表	Station_Num	外部鍵(Foreign Key, FK) 監測站編號
		Sensor_Num	外部鍵(Foreign Key, FK) 監測站編號
		indate	日期時間
		OW	感測器紀錄地下水位資料
RA	監測站雨量資料表	Station_Num	外部鍵(Foreign Key, FK) 監測站編號
		Sensor_Num	外部鍵(Foreign Key, FK) 感測器編號
		indate	日期時間
		RA	感測器紀錄雨量資料



## 大規模崩塌資料收集系統

Large-scale collapse data collection system

監測站地圖▼ 資料報表▼



## 監測站地圖

## 萬山地區監測站地圖



萬山地區共有11處鑽孔，且有5處自動監測站。詳細儀器內容與配置如鑽孔與儀器分佈圖，萬山地區自動化監測站儀器配置如圖，目前即時回傳資料包括編號 WS\_01站雨量資料，及WS\_02、WS\_03及WS\_05地下水水位資料。

# 監測站資料查詢

## (1)選擇萬山



## (2)選擇起始時間與結束時間



(3)選擇感測器

範例選擇WS\_02-GW地下水位。

八風伏册明與竹伏木尔就

Large-scale collapse data collection system

資料報表

萬山

資料報表

開始日期: 2020/01/01

結束日期: 2020/01/03

感測器:

WS02R\_雨量

WS02R\_雨量

WS02GW\_地下水位

WS02GW\_地下水位

WS02GW\_地下水位

監測站	感測器	時間	記錄值
站名有值	尚未有值	尚未有值	尚未有值

(4)選擇時間區段，在這裡可以選擇小時、日、月的平均值或是日與月的平均最大值，最後再按下提交按鈕送出即可

資料報表

開始日期: 2020/01/01

結束日期: 2020/01/03

感測器:

WS02GW\_地下水位

時間區段:

選擇

選擇

1小時

日平均值

月平均值

日平均最大值

月平均最大值

尚未有值	尚未有值	尚未有值	尚未有值	尚未有值
------	------	------	------	------

Copyright © 2020 - Nanhua University Sustainability Center. All rights reserved.

(5) 各時間區段的功能顯示頁面，下圖是為時間區段選擇小時平均，時間為2020-01-01至2020-02-28的WS\_02-GW地下水位資料。

感測器：

WS02GW\_地下水位

時間區段：

請選擇

提交

感測器: WS02GW_地下水位時間: 2020-01-01~2020-02-28單位: M			
監測站	感測器	時間	記錄值
WanShan	WS_02-GW	2020-01-01 00:00:00	294.423
WanShan	WS_03-GW	2020-01-01 01:00:00	294.421
WanShan	WS_03-GW	2020-01-01 02:00:00	294.425
WanShan	WS_02-GW	2020-01-01 03:00:00	294.423
WanShan	WS_02-GW	2020-01-01 04:00:00	294.417
WanShan	WS_02-GW	2020-01-01 05:00:00	294.41
WanShan	WS_02-GW	2020-01-01 06:00:00	294.415
WanShan	WS_02-GW	2020-01-01 07:00:00	294.417
WanShan	WS_02-GW	2020-01-01 08:00:00	294.419
WanShan	WS_02-GW	2020-01-01 09:00:00	294.427
WanShan	WS_03-GW	2020-01-01 10:00:00	294.421
WanShan	WS_03-GW	2020-01-01 11:00:00	294.421
WanShan	WS_02-GW	2020-01-01 12:00:00	294.423
WanShan	WS_02-GW	2020-01-01 13:00:00	294.427
WanShan	WS_02-GW	2020-01-01 14:00:00	294.423
WanShan	WS_02-GW	2020-01-01 15:00:00	294.425
WanShan	WS_03-GW	2020-01-01 16:00:00	294.421
WanShan	WS_02-GW	2020-01-01 17:00:00	294.423
WanShan	WS_02-GW	2020-01-01 18:00:00	294.419

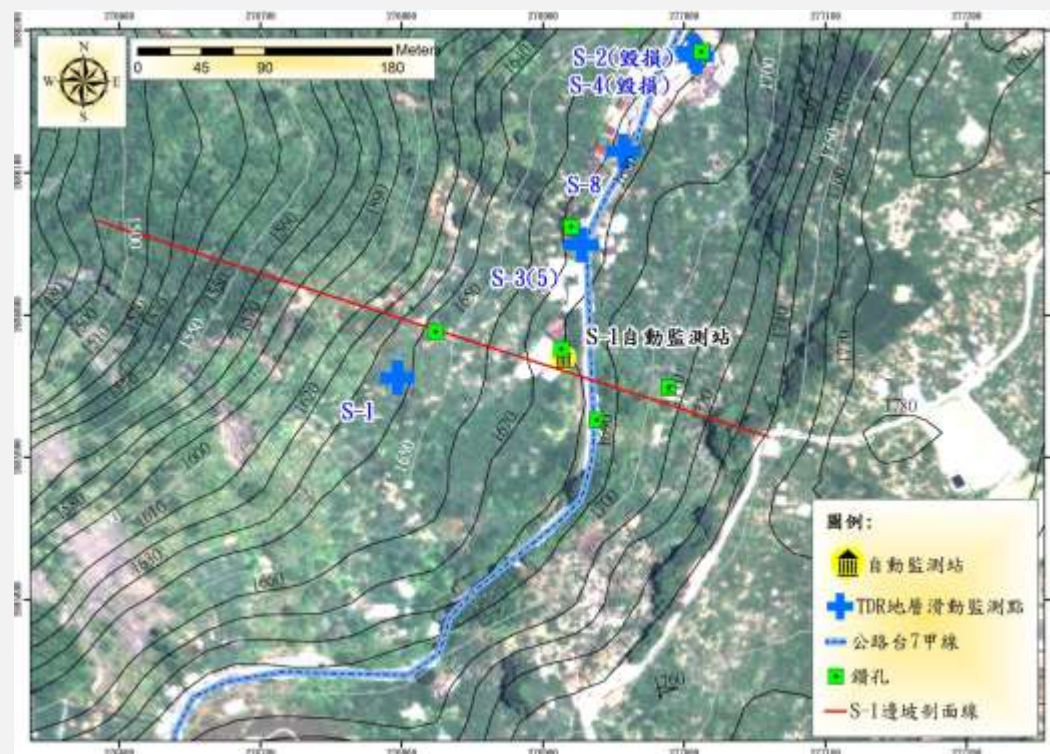


## 資料收集與分析

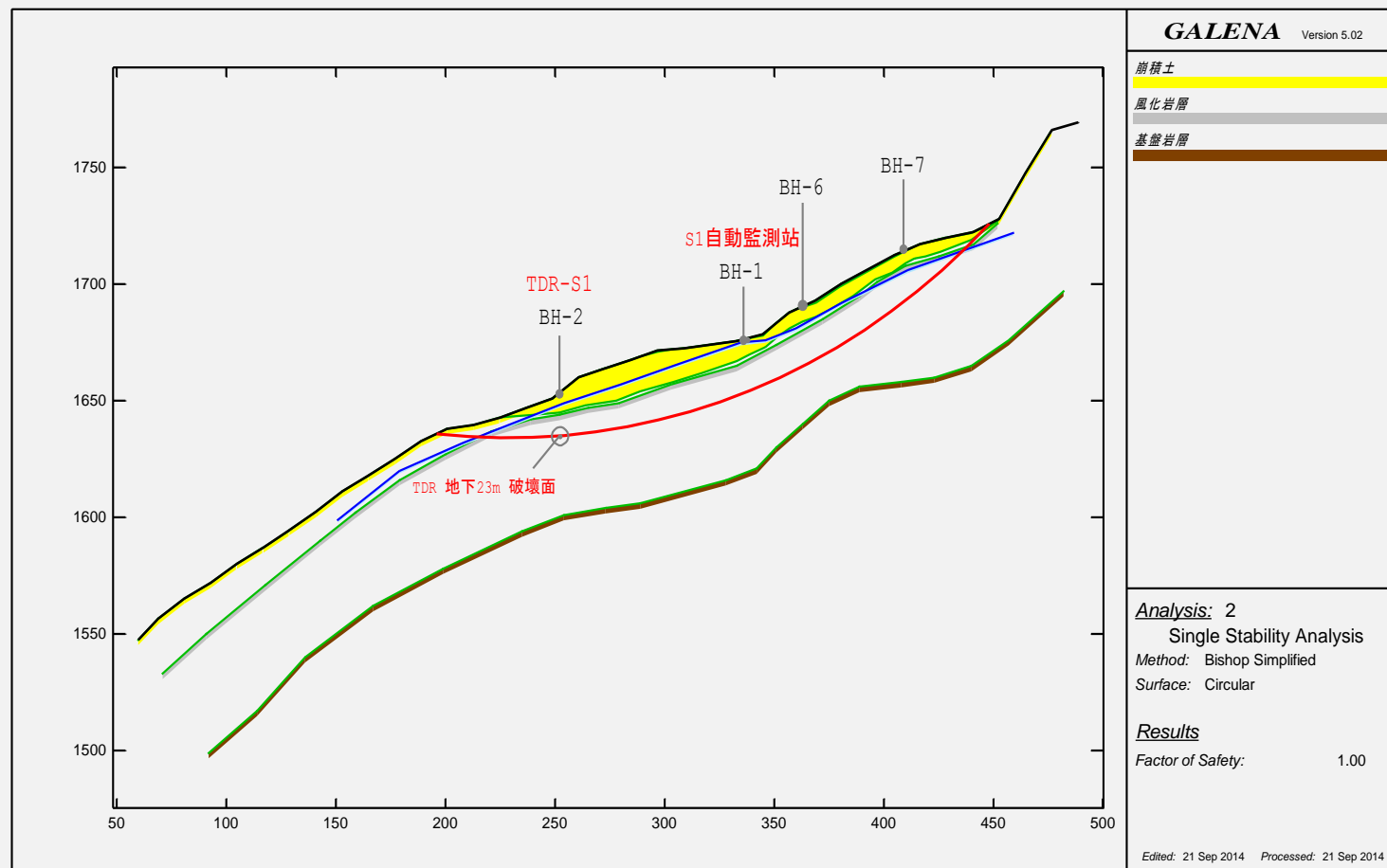
資料名稱	資料目的	資料要求
降雨資料	進行地下水位預測用	<ul style="list-style-type: none"><li>至少兩場暴雨，前期發生之第一場暴雨為訓練樣本，第二場暴雨為驗證樣本。</li><li>需為小時降雨資料。</li></ul>
地下水位資料	進行地下水位預測用	<ul style="list-style-type: none"><li>伴隨兩場暴雨之地下水位，降雨與地下水位需有明顯關係，前期發生之第一場暴雨為訓練樣本，第二場暴雨為驗證樣本。</li><li>需為小時地下水位資料。</li></ul>
鑽孔位置資料	位移歷史資料	根據現場傾斜管或TDR研判是否發生位移
地下水位警戒值	與本研究成果比較	破壞面以上高程
破壞面粒徑	進行臨界滲流壓力試驗	需為破壞面粒徑篩分析及機械分析結果
滲透係數	推算臨界滲流壓力	地下水位井位置資料
土壤內聚力c	推算無限邊坡理論臨界水位	需為破壞面位置資料
內摩擦角 $\phi$	推算無限邊坡理論臨界水位	需為破壞面位置資料

# 地文資料

- 採用梨山松茂地區



# 斷面資料



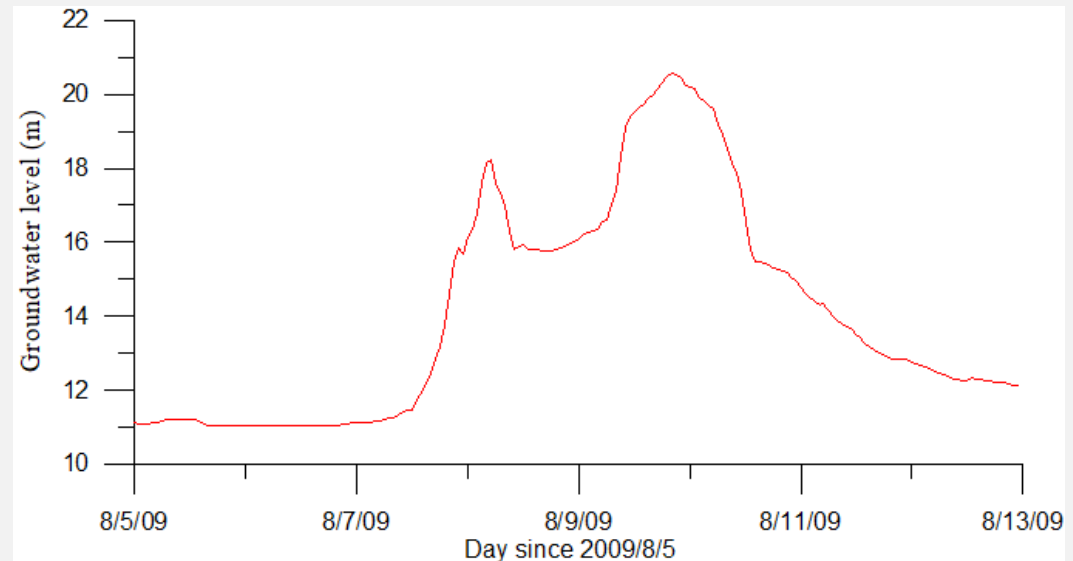
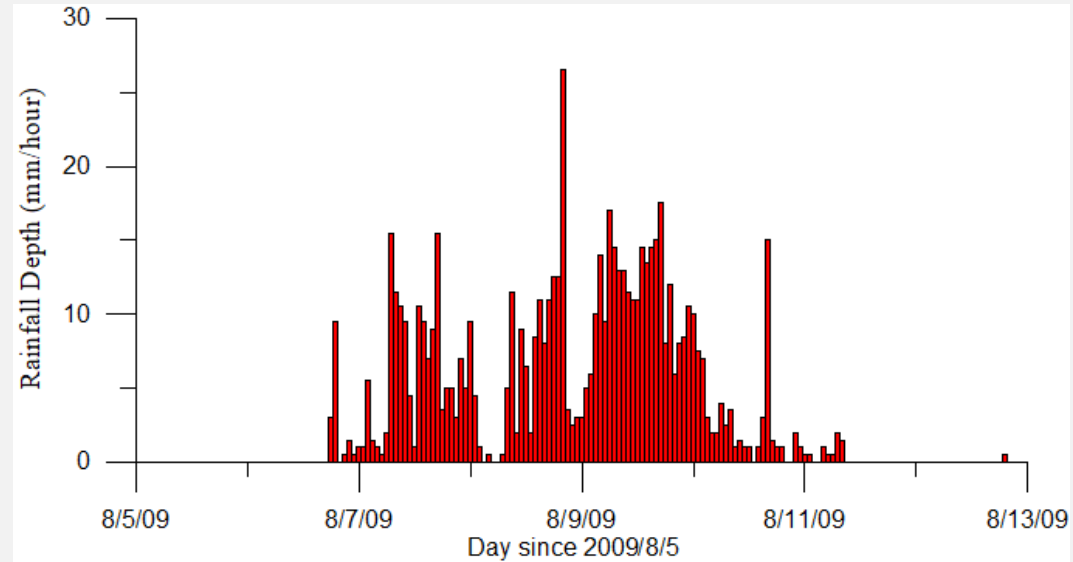
## 農委會水土保持局崩塌分析資料

安全等級	安全係數	水位高(m)	地下位高程(m)	離滲流出口高差(m)
正常	1.15	6	1661	23
待命	1.1	13.6	1668.6	30.6
注意	1.05	15.5	1670.5	32.5
警戒	1	20.6	1675.6	37.6

## 重大歷史事件收集

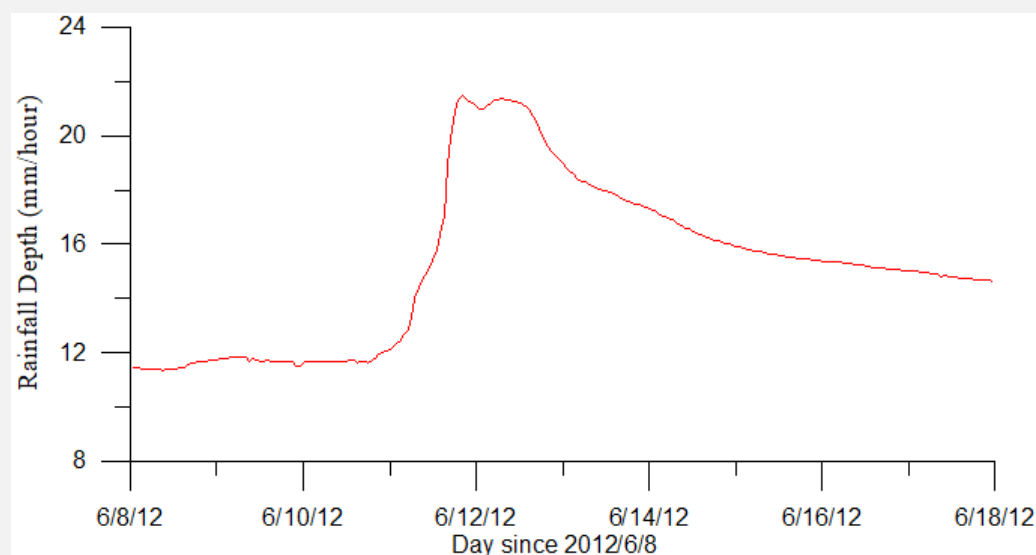
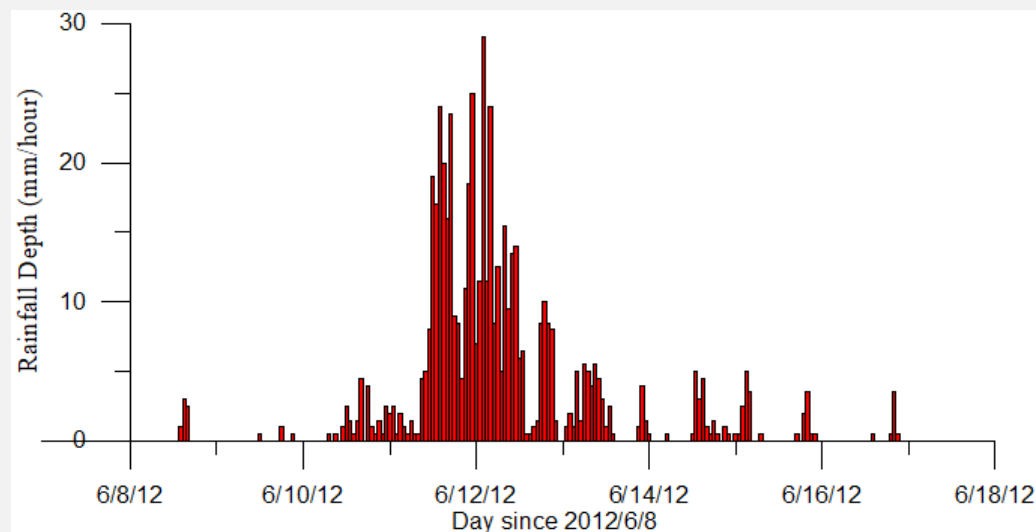
- 莫拉克颱風

- 地下水水位由破壞面以上11.025m，上升至20.56m，上升達9.535m
- 總降雨量為656公釐，最高水位於最大降雨後24小時發生。



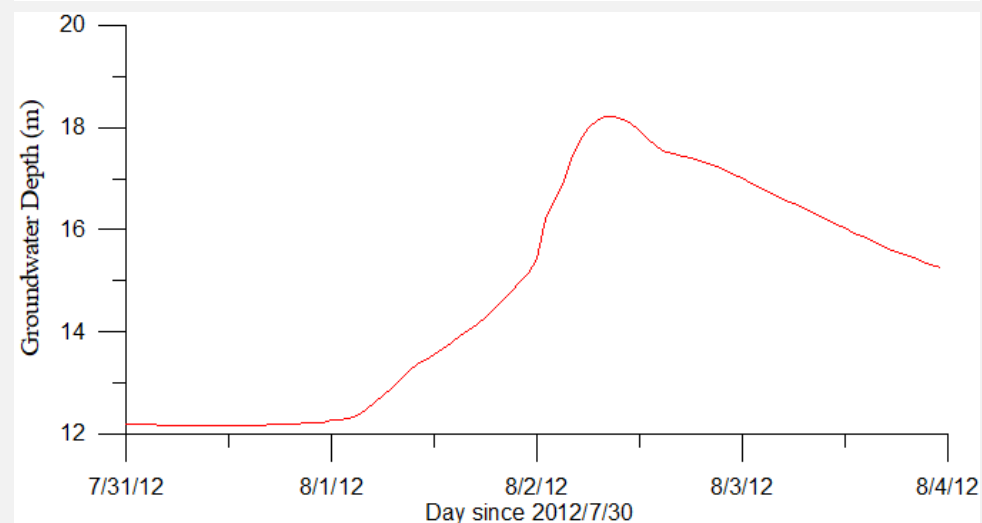
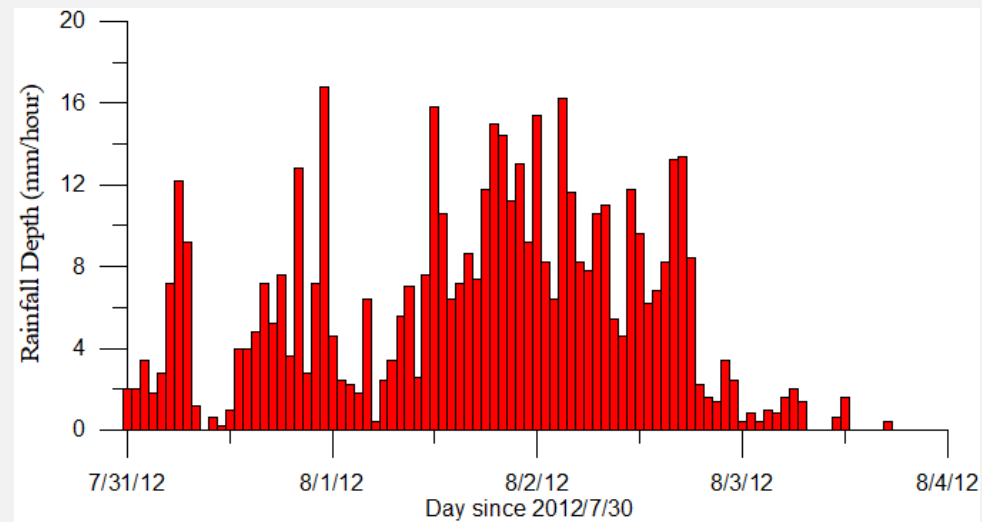
# 610暴雨

- 民國101年610豪雨
  - 地下水水位上升達10.146m，已達警戒標準
  - 總降雨量為561.5公釐
  - 最大地下水位於最大降雨之前就已達到，研判最大地下水水位發生後，產生滑移洩水
  - 101年TDR監測站七月地面下4.8公尺發生4公分錯動現象
  - 101/06邊坡至往下邊坡位移累計7.0公分



# 101年蘇拉颱風豪雨

- 101年蘇拉颱風豪雨
  - 地下水水位上升**6.057公尺**
  - 最高水位發生於最大降雨之後**33小時**
  - 總降雨量為**501.6公釐**
  - 地下水水位高度在前期因停電中斷



# 降雨與地下水位關係表

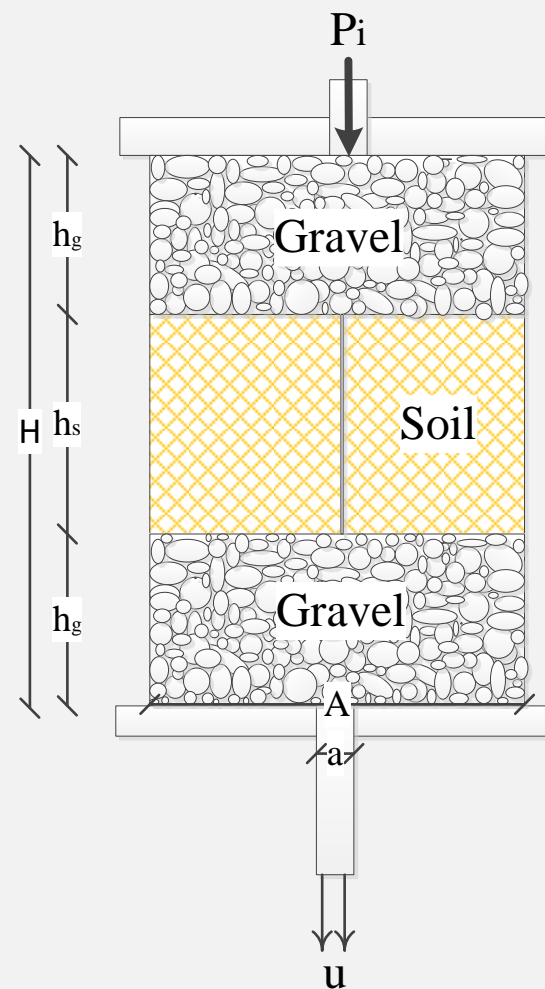
- 610降雨崩塌地未滑移前，達到最高地下水位
- 最高地下水位發生於最大降雨之後，但崩塌地未滑移，顯示地下水流失，導致降雨重新累計至地下水，然後逐步上升

暴雨名稱	最大降雨深度 (mm/hour)	最大地下水位深度(m)			時間稽延 (hour)	總降雨量 (mm)
		最高	最低	差值		
莫拉克	26.5	20.56	11.025	9.535	24	656.0
610	29	21.504	11.358	10.146	-6	561.5
蘇拉	16.8	18.211	12.154	6.057	33	501.6



## 地文資料分析

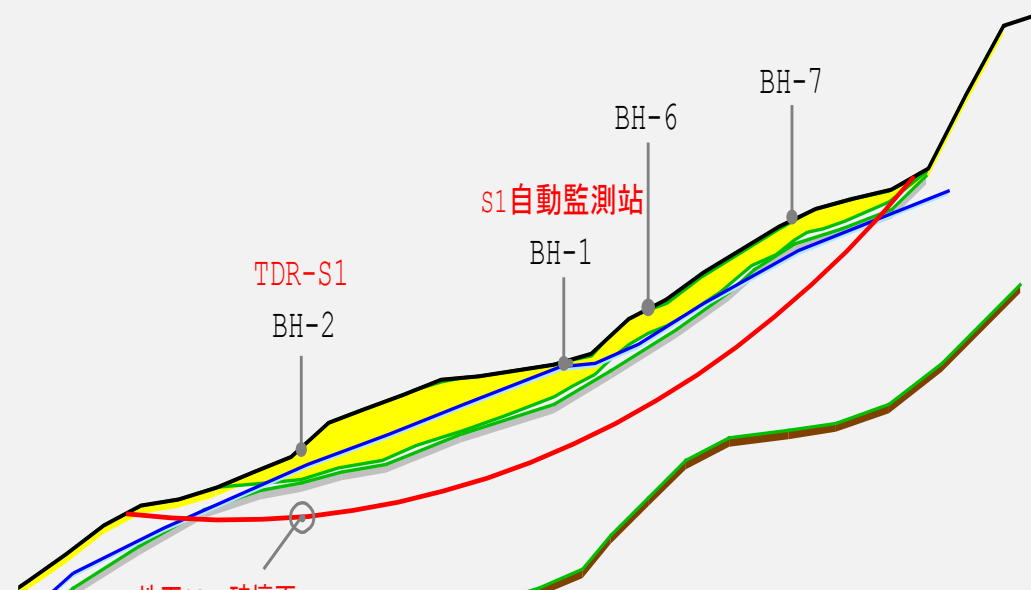
- 現地土壤試驗
  - 夯實試驗
  - 土壤滲透係數試驗
  - 土壤凝聚力試驗
  - 土壤內摩擦角試驗
  - 土壤滲流啟動流速試驗



# 預測成果

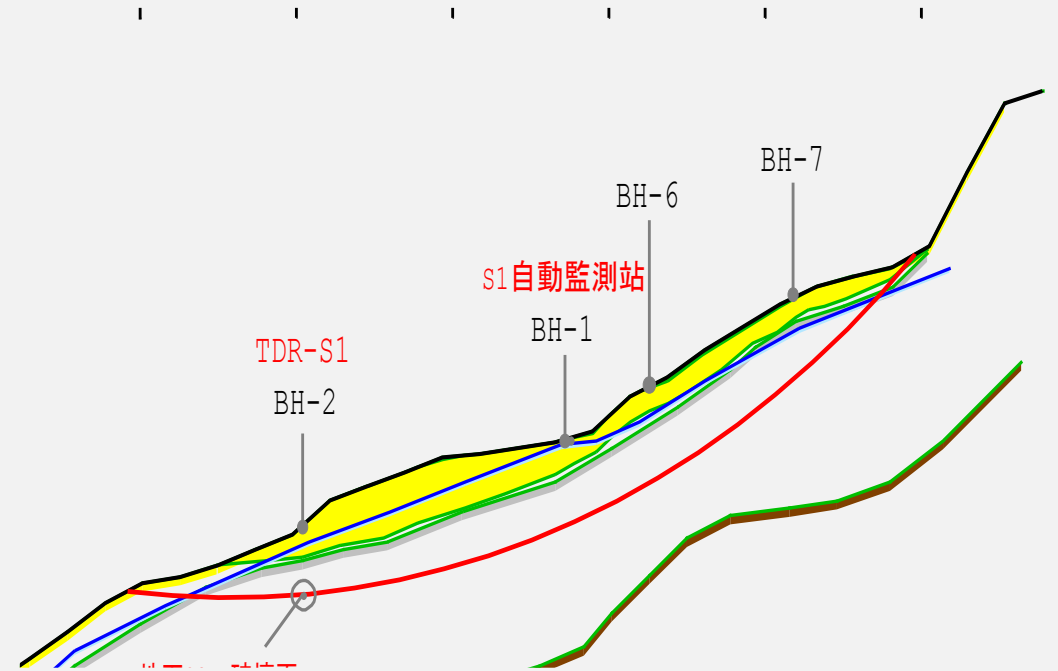
- 臨界地下水位及流線長度

- 現場為崩積層，現地土壤試驗分析
  - 最大乾密度：1.73 (g/cm<sup>3</sup>)
  - 最佳含水量：18%
  - 內聚力C 趨近於 0 (Newton/m<sup>2</sup>)
  - 內摩擦角 $\phi = 38^\circ$
  - 斜面坡度  $\alpha = 23^\circ$ 。
  - H=23m
- 根據理論公式推得 $H_{wc} = 18.17m$ ，約介於過去分析結果安全係數1至1.05之間，推算結果相近



## 臨界流線長度

- 產生臨界流線長度為
- $L = 1.74(H_w + H_p) = 1.74(18.17 + 40) = 101.2\text{m}$
- 計畫預測實際水平距離為**137公尺**，大於產生滲流之距離
- 崩積層滲流破壞發生位置應位於假設破壞底部之上
- 崩塌底部位置，並不會產生滲流破壞，可於現場進行確認。



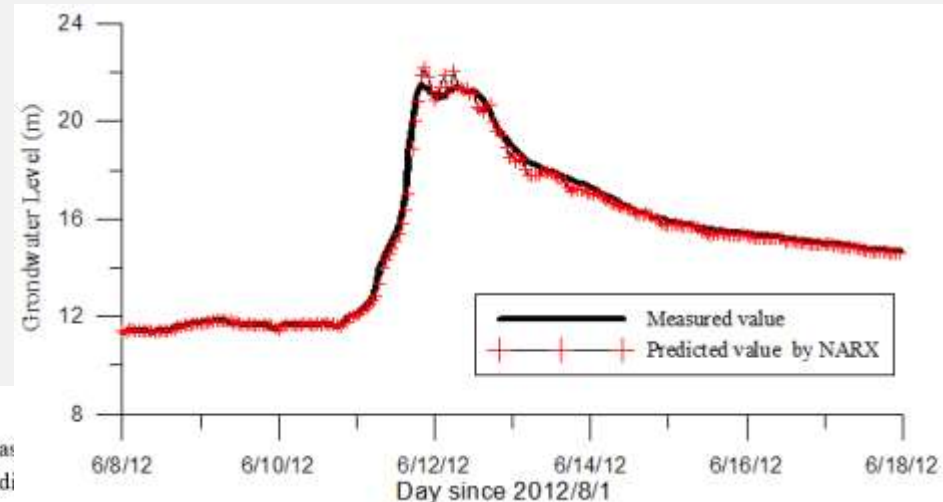
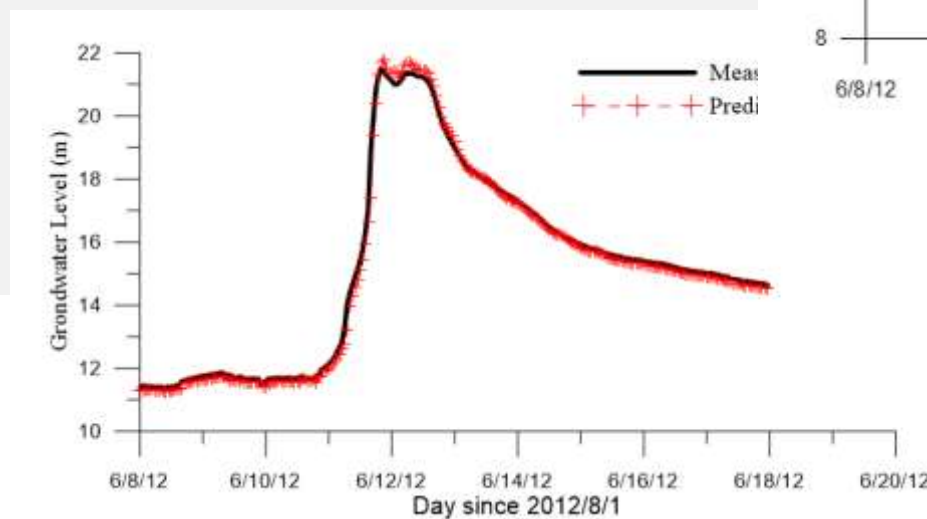
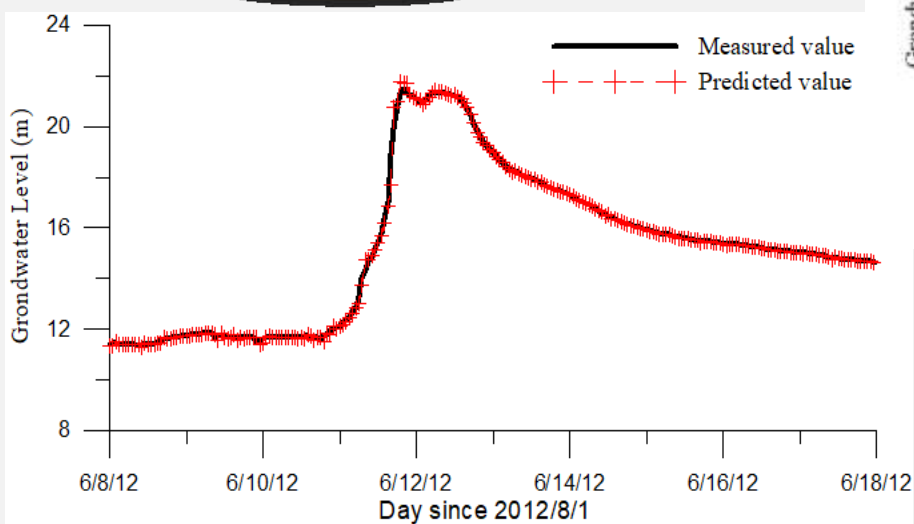
# 臨界地下水位

- 預測目的：精準預測未來地下水位，當預測水位達到警戒值，可以提早通知。
  - 先預測一小時後地下水位，再用一小時後預測地下水位，與一小時後預測降雨，預測兩小時後地下水位，

項目	輸入	輸出
訓練	莫拉克風災即時地下水位及雨量	訓練樣本模擬一小時後地下水位結果，及模擬後模式參數
預測	610颱風即時地下水位及雨量	推算之一小時後地下水位
	610颱風推算之一小時後地下水位及雨量	推算之二小時後地下水位
	610颱風推算之二小時後地下水位及雨量	推算之三小時後地下水位

# 預測一小時後地下水位

- 準確性：FBPNN最好，線性水庫次之，NARX最差



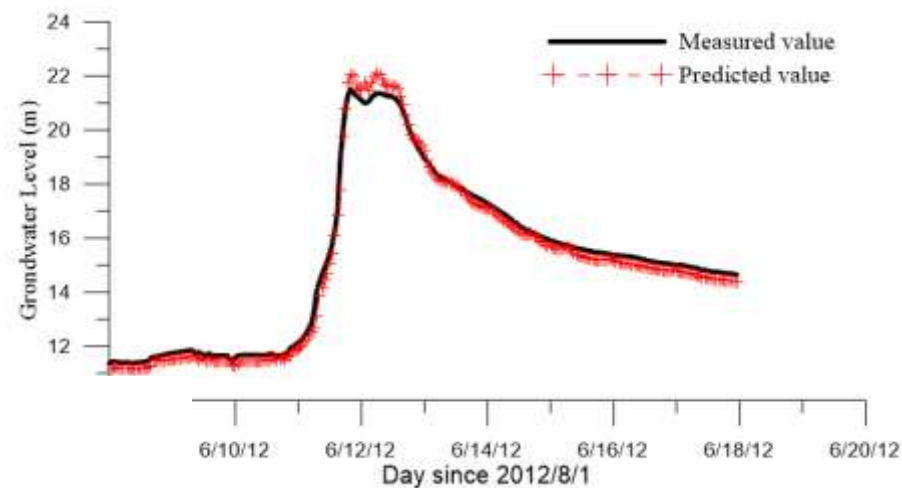
- 類神經網路NARX預測模式

- 線性水庫預測模式

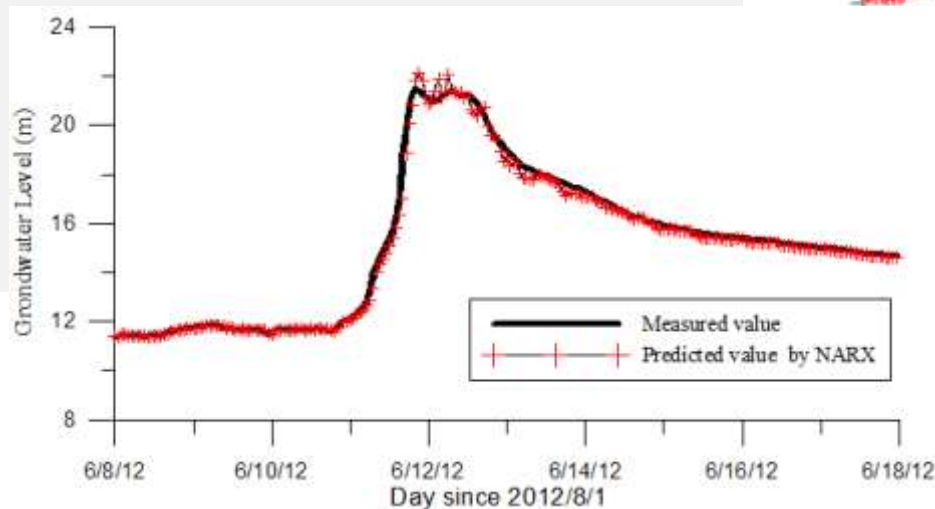
- 類神經網路FBPNN預測模式

# 預測二小時後地下水位

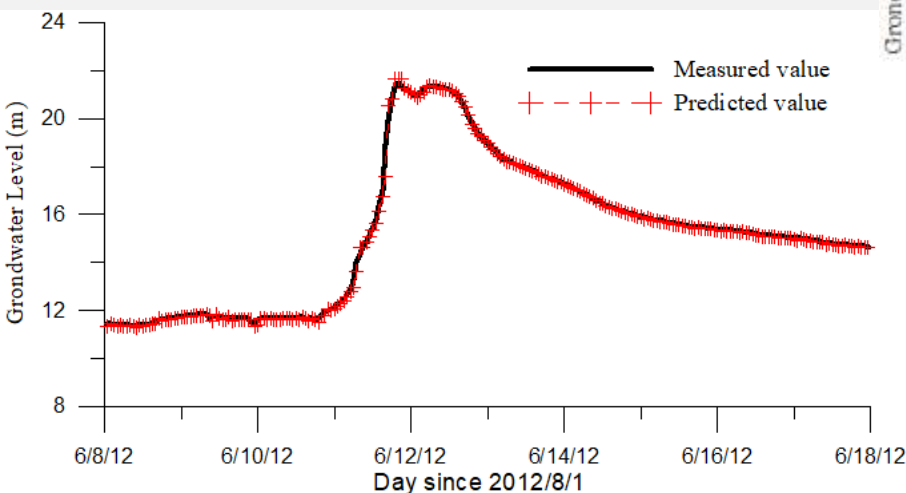
- 準確性：FBPNN最好，NARX次之，線性水庫最差



線性水庫預測模式



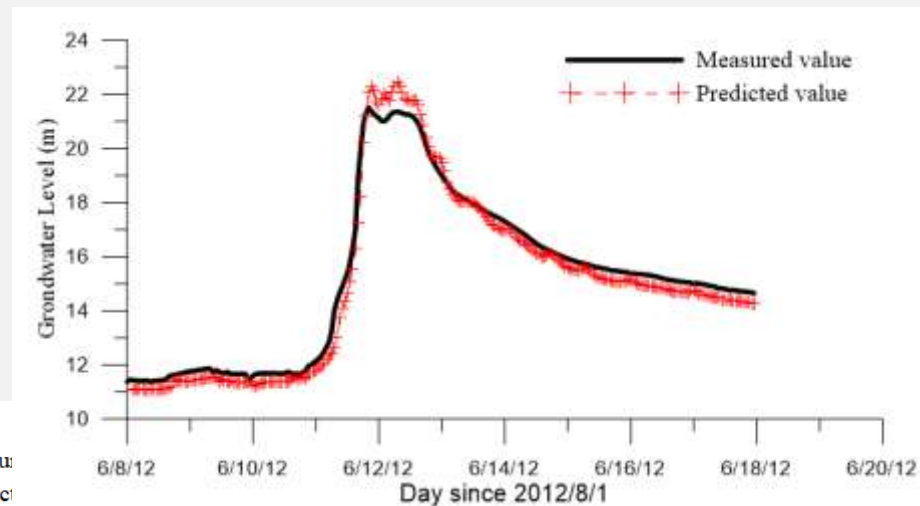
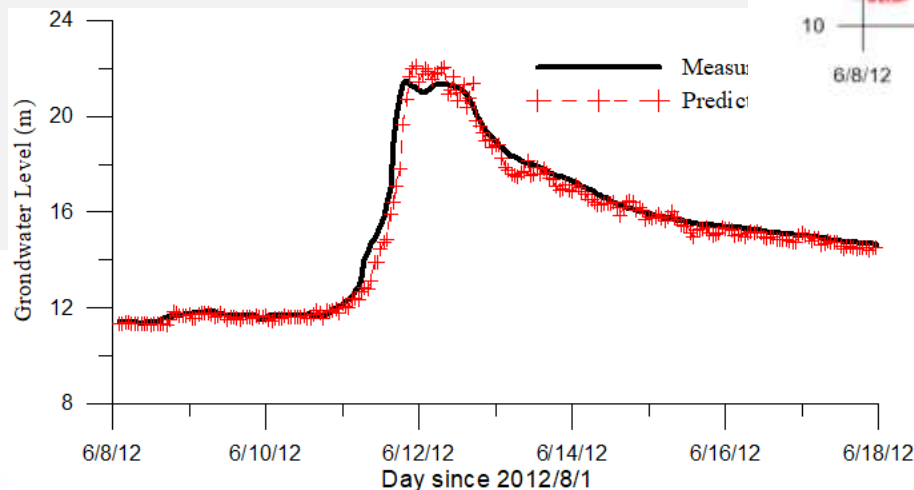
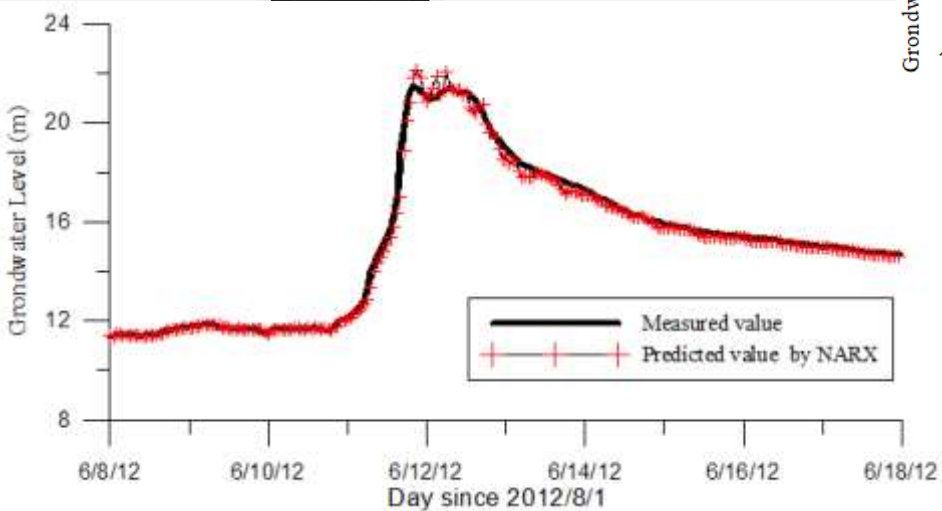
- 類神經網路NARX預測模式



- 類神經網路FBPNN預測模式

# 預測三小時後地下水位

- 準確性：FBPNN最好，線性水庫次之，NARX最差



- 線性水庫預測模式

- 類神經網路FBPNN預測模式

- 類神經網路NARX預測模式

## 準確度差異原因

- 線性水庫在尖峰地下水位，容易高估
  - ，滲透係數K值高估，因此可進一步採用移動平均法，讓滲透係數於演算期間，能夠依據實測地下水而不斷調整，以降低誤差
- 類神經演算
  - **FBPNN**在一小時及兩小時預測準確，但三小時則預測失準
  - **NARX**在三小時預測方面，有良好表現
  - **NARX**有回饋機制，使得較長預測時間，可以有較好結果
- 三小時之**RMSE**預測則差異大，顯示降雨到達地下水位，影響時間少於三小時。

預測小時	均方根誤差 <b>RMSE</b> (m)		
	<b>FBPNN</b>	<b>NARX</b>	線性水庫
一小時	0.118	0.254	0.196
二小時	0.121	0.250	0.281
三小時	0.509	0.250	0.452



## 2020年研究結論

- 以梨山松茂地區SI觀測站為例，進行分析及預測
- 發展深層崩塌滑移之臨界地下水位及滲流長度理論
  - 臨界地下水位分析結果與過去研究結果相近
  - 臨界滲流位置為模擬破壞面上游，需進一步檢核下邊坡主要滲流出口位置

## 2020年研究結論

- 應用類神經網路
  - 類神經網路較準確
  - **FBPNN**一小時及兩小時地下水位模擬結果預測準確
  - **NARX**三小時預測較準確
  - 顯示降雨到達地下水位時間少於三小時
  - 未來若能先得知預測降雨量，提供較準確預測
- 線性水庫模式模式改善
  - 線性水庫演算演算在尖峰地下水位，容易高估
  - 地滑後滲透係數**K**值高估
  - 將進一步採用移動平均法，讓滲透係數於演算期間，能夠依據實測地下水而不斷調整，以降低誤差

## 2021年推動構想

- 新增測試試區
- 歷史資料，確認降雨的確影響地下水位
- 針對關係良好位置，建立地下水即時預測模式
- 建立該位置臨界地下水位，當預測達到臨界值，提供即時預警功能

# 執行步驟

## 驗證區初選

- 收集水保局大規模崩塌成果報告
- 挑選降雨與地下水位關係密切之四至六處試驗區
- 收集歷史資料

## 即時水文資料 網站

- 與水保局即時資料連線
- 分析資料格式，建立降雨及地下水即時資料庫網站

## 地下水位預測

- 歷史地下水及雨量收集
- 建立線性水庫及類神經網路預測模式
- 即時地下水深層崩塌預測平台

## 臨界地下水位 推估

- 現場資料收集
- 試驗分析及理論模式計算
- 數值演算模擬

## 最短滲流長度 計算

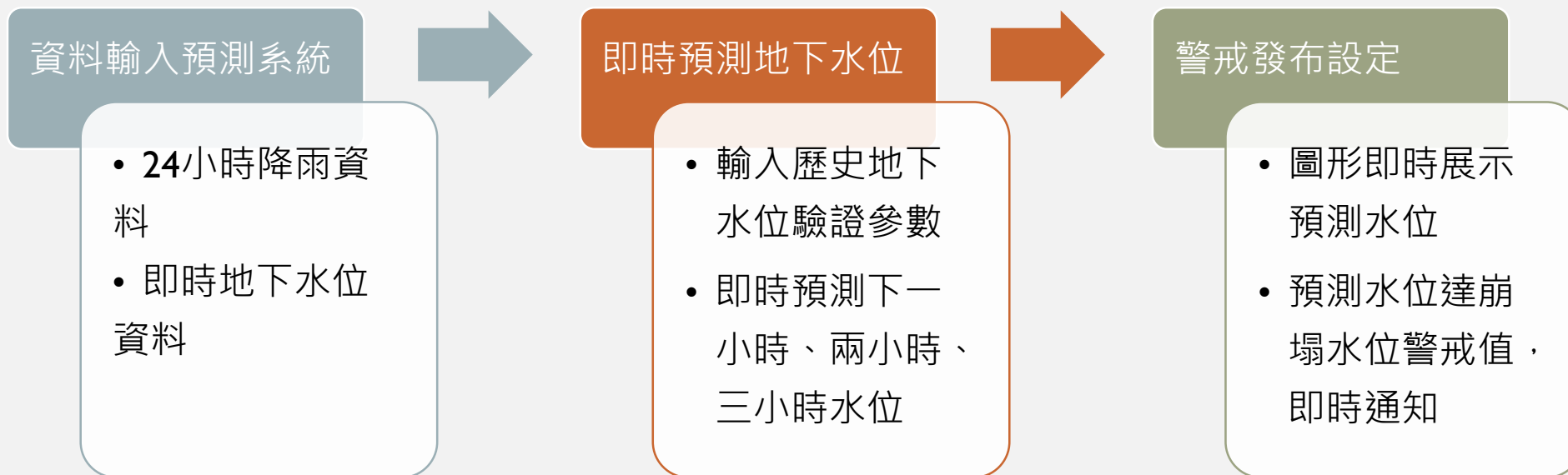
- 現場資料收集
- 試驗確定臨界流速
- 長度計算及現場比對驗證

## 即時預測系統

- 即時線上程式推算地下水位
- 預測水位達臨界地下水位時，提供主管機關參考

# 即時系統運作構想

- 接收前端監測站資料
  - 降雨及地下水位，輸入水文資料庫
- 透過已完成之預測系統，預測地下水位
- 當地下水位達到警戒值，就可以設定發布崩塌警戒



# 預測系統操作方式

- 由水文資料庫網站，進行即時資料接收
- 進行即時運算
  - 利用C++之線性水庫程式
  - 利用Matlab程式，撰寫ANN模式，來預測地下水
- 透過圖形介面，做即時展示

## 遠端資料接收

- 接收雨量及地下水
- 資料庫存檔

## 即時運算

- 利用C++之線性水庫程式，預測地下水
- 利用Matlab之ANN程式，預測地下水

## 即時展示

- 預測資料即時圖形介面展示

## 試區分析

- 新增試區：分析已有資料，找出降雨及地下水位關係佳之點位，進行模擬預測。
- 梨山地區





## 梨山精華區

■ 東南區地滑：  
滑動深度：最深地下42.5公尺  
滑動面積：約4.69公頃



■ 東北區地滑：  
滑動深度：最深地下13.8公尺  
滑動面積：約2.26公頃。

■ 西區地滑：  
滑動深度：最深地下13.8公尺  
滑動面積：約3.25公頃

## 松茂地區





## 老部落地區



## 新佳陽地區





# 中心崙地區



## 測站編號

地區與感測器	雨量計	地下水位計
中心崙	JSL-R1	JSL-OW1
		JSL-OW2
		JSL-OW3
		JSL-OW4
		JSL-OW5
梨山	A-I-R	A-I-OW
	B-4-R	B-4-OW
	C-I-R	C-I-OW
	J-I-R	J-I-OW
	L-I-R	L-I-OW

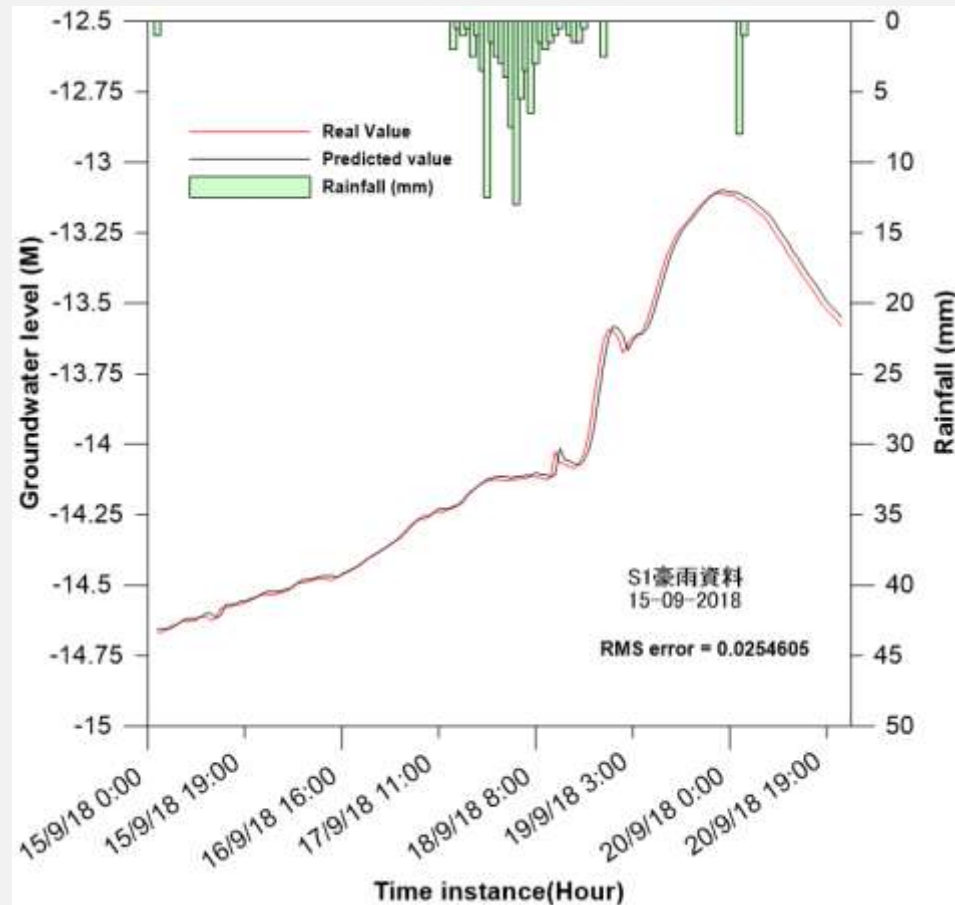
# 線性水庫模式 \_ 梨山地區

區位	站名	K	b	n	a	類別	降雨日期 (日/月/年)	24小時累積暴雨(mm )	RMSE
梨山精華區西區	A1	-0.00075	4	5	0.5	訓練	07/01/18	171	0.425132
						模擬一	08/05/18	74	0.495491
						模擬二	15/09/18	97	0.572146
梨山精華區中區	B4	-0.00075	4	5	0.5	訓練	07/01/18	171	0.115935
						模擬一	08/05/18	74	0.126328
						模擬二	15/09/18	97	0.571846
梨山精華區東北區	C1	-0.00075	4	5	0.5	訓練	07/01/18	171	0.0488857
						模擬一	24/08/18	74.5	0.426187
						模擬二	15/09/18	74.5	0.395487
新佳陽地區	J1	-0.00075	4	5	0.5	訓練	15/09/18	97	0.0338013
						模擬一	08/05/18	74	3.32404
						模擬二	11/07/18	60	0.0361824
老部落地區	L1	-0.00075	4	5	0.5	訓練	07/01/18	171	0.0403135
						模擬一	08/05/18	74	0.0471617
						模擬二	15/09/18	97	0.0534208
松茂地區南區(上松茂)	S1	-0.00075	4	5	0.5	訓練	15/09/18	97	0.0254605
						模擬一	28/03/18	86.399	0.0741053
						模擬二	08/05/18	74	0.0370552

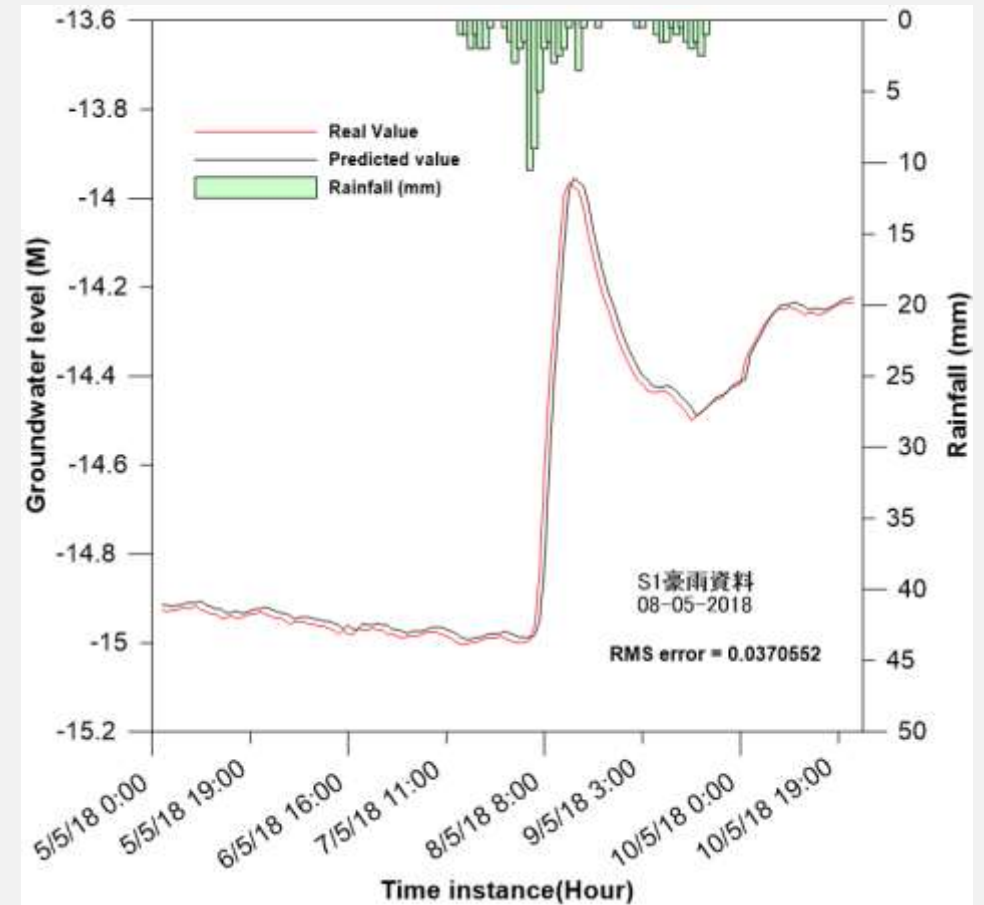


## 松茂地區南區(上松茂)

- 訓練成果



- 模擬成果

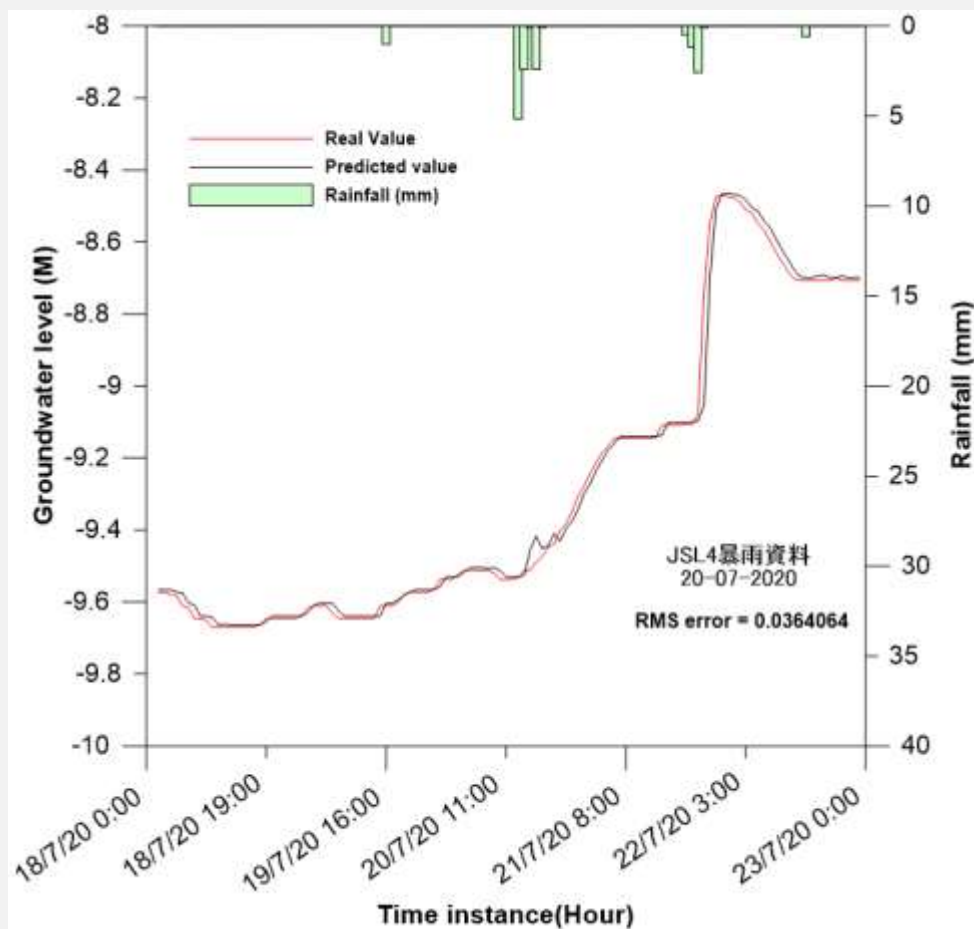


# 線性水庫模式 \_ 中心崙地區

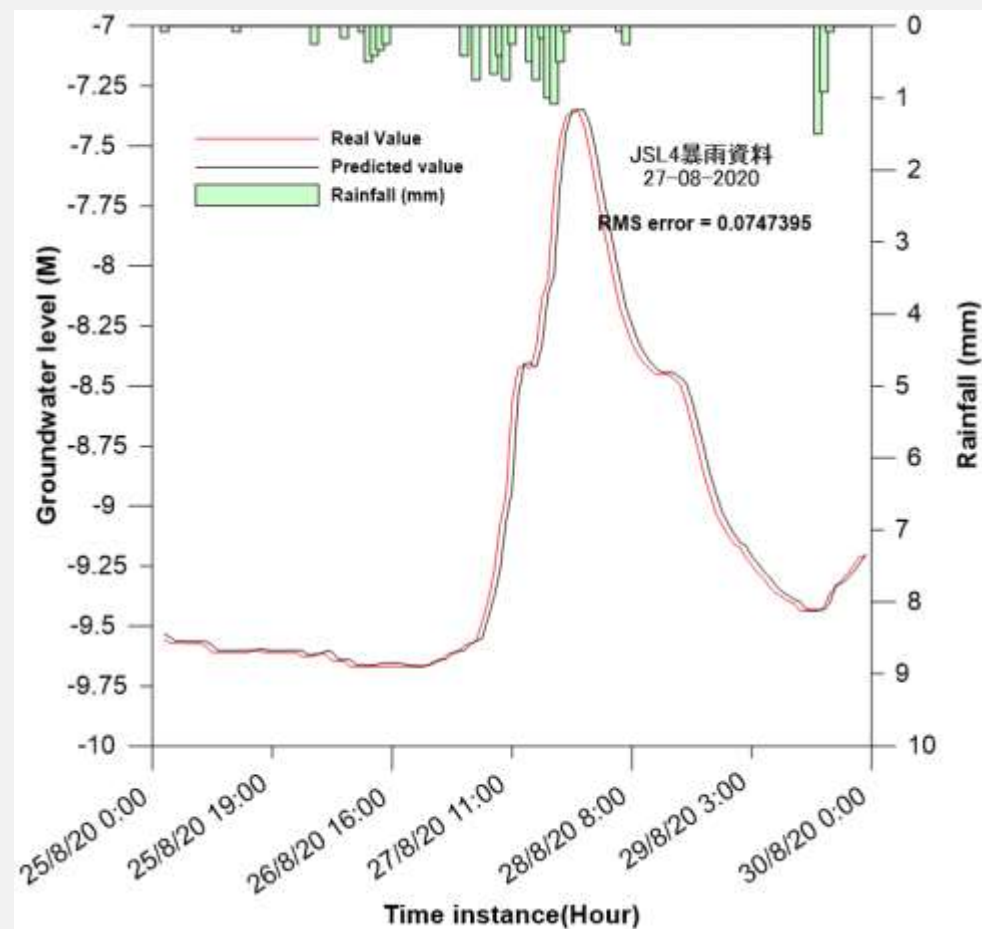
站名	K	b	n	a	類別	降雨日期(日/月/年)	24小時累積暴雨 ( mm )	RMSE
JSL1	-0.00075	4	5	0.5	訓練	15/8/19	60.417	0.112157
					模擬一	30/8/19	27.916	0.299379
					模擬二	22/5/20	28.248	0.087641
JSL2	-0.00075	4	3	0.5	訓練	15/8/19	60.417	0.012047
					模擬一	30/8/19	27.916	0.029938
					模擬二	22/5/20	28.248	0.014483
JSL3	-0.00075	3	3	1	訓練	15/8/19	60.417	0.102235
					模擬一	30/8/19	27.916	0.137909
					模擬二	20/7/20	16.083	0.037707
JSL4	-0.00075	2	3	0.5	訓練	15/8/19	60.417	0.036406
					模擬一	30/8/19	27.916	0.105361
					模擬二	22/5/20	28.248	0.07474
JSL5	-0.00375	3	2	1	訓練	15/8/19	60.417	0.111942
					模擬一	30/8/19	27.916	0.098259
					模擬二	22/5/20	28.248	0.157555

# JSL4 孔位

- 訓練成果



- 模擬成果



# 線性水庫法 地下水即時預測系統

- 選取區域：中心崙

大規模崩塌資料收集系統  
Large-scale collapse data collection system

監測站地圖▼資料報表▼預測資料▼預測資料圖表▼

中

崖山  
梨山  
中心崙

預測資料

初始日期：年 / 月 / 日

結束日期：年 / 月 / 日

類別：  
請選擇

提交

- 選取日期及時間

監測站地圖▼

預測資料▼

預測資料圖表▼

預測資料圖表▼



預 測 資 料

初始日期：2020/07/24

結束日期：2020/07/18

站別：

JSL4

提交

2020年07月▼

日

一

二

三

四

五

六

28

29

30

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

1

2

3

4

5

6

7

8

清除

今天

雨量單位: mm

地下水位單位: M

雨量

地下水位

預測下一小時資料

尚未有值

尚未有值

尚未有值

- 選取測站

中心崙

## 預測資料

初始日期：年 / 月 / 日



結束日期：年 / 月 / 日



站別：

請選擇	▼
請選擇	
JSL1	
JSL2	
JSL3	
JSL4	
JSL5	

尚未有值	尚未有值	尚未有值	尚未有值
------	------	------	------



- 提交資訊
  - 數據及圖形雙介面展示

JSL4

提交

站別: JSL4	時間: 2020-07-24~2021-10-28	雨量單位: mm	地下水單位: M
時間	雨量	地下水位	預測下一小時資料
2020-07-24 02:00:00	0	-7.381	-7.305
2020-07-24 03:00:00	0	-7.452	-7.374
2020-07-24 04:00:00	0	-7.515	-7.444
2020-07-24 05:00:00	0	-7.574	-7.504
2020-07-24 06:00:00	0	-7.613	-7.564
2020-07-24 07:00:00	0	-7.666	-7.604
2020-07-24 08:00:00	0	-7.735	-7.664
2020-07-24 09:00:00	0	-7.796	-7.734
2020-07-24 10:00:00	0	-7.848	-7.794
2020-07-24 11:00:00	0	-7.879	-7.844
2020-07-24 12:00:00	0	-7.922	-7.874
2020-07-24 13:00:00	0	-7.966	-7.914
2020-07-24 14:00:00	0	-8.022	-7.964
2020-07-24 15:00:00	0	-8.072	-8.014
2020-07-24 16:00:00	0	-8.107	-8.064
2020-07-24 17:00:00	0	-8.148	-8.104
2020-07-24 18:00:00	0	-8.189	-8.144
2020-07-24 19:00:00	0	-8.221	-8.184
2020-07-24 20:00:00	0	-8.276	-8.214
2020-07-24 21:00:00	0	-8.32	-8.274
2020-07-24 22:00:00	0	-8.346	-8.314
2020-07-24 23:00:00	0	-8.377	-8.344
2020-07-25 00:00:00	0	-8.41	-8.374
2020-07-25 01:00:00	0	-8.441	-8.404
2020-07-25 02:00:00	0	-8.468	-8.434
2020-07-25 03:00:00	0	-8.474	-8.464
2020-07-25 04:00:00	0	-8.474	-8.464
2020-07-25 05:00:00	0	-8.477	-8.464
2020-07-25 06:00:00	0	-8.499	-8.474
2020-07-25 07:00:00	0	-8.511	-8.494





## 成果與未來發展

### ✓即時及歷史水文資料庫

- 即時及歷史降雨、水位及災害資料庫查詢系統建置。

### ✓即時地下水位預測

- 一區之地下水位即時預測，預計預測一、二、三小時水位。

### ✓即時地下水位預測系統

- 即時分析與即時圖形呈現，當預測地下水位達到警戒值，可即時發布警戒。