



20190418 花蓮地震地質調查報告 補充資料

地表變形觀測結果



經濟部中央地質調查所
中華民國 108 年 5 月 22 日

資料分析與報告撰寫：陳建良

責任審閱：林啟文

目錄

目錄.....	I
圖目錄.....	II
表目錄.....	II
摘要.....	1
壹、地表變形觀測結果	2
一、GPS 連續站同震位移場.....	2
二、合成孔徑雷達干涉技術之同震位移場	4
貳、結論.....	6
誌謝.....	6

圖目錄

圖 1、測站 TUNM 與 PEPU 每日解時間序列。.....	3
圖 2、花蓮秀林鄉地震 GPS 同震位移。.....	4
圖 3、花蓮地震 Sentinel-1 衛星同震地表視衛星方向變形場。.....	5

表目錄

表 1、GPS 測站位移資料表.....	3
----------------------	---

摘要

民國 108 年 4 月 18 日下午 13 時 1 分在臺灣東部花蓮縣秀林地區發生芮氏規模 6.1 的地震，本次地震後，本所大地測量方面利用全臺 GPS 連續站與 Sentinel-1A/B 衛星干涉影像等觀測資料進行地表同震位移場之解算。其結果指出，最大同震位移處位於震央南邊的銅門測站(TUNM)，水平同震位移量為 15.27 mm，水平分量為向西 4.63 mm、向南 14.55 mm。周圍其他測站除位於震央東南邊的北埔測站(PEPU)之外，所記錄到的同震位移均不超過 10 mm，並且於地震後並無明顯的永久變形行為，連續 GPS 的同震位移場大致沿震央呈扇形分布。

壹、地表變形觀測結果

本所於2019年4月18日花蓮發生之規模6.1地震後，與中央氣象局、內政部地政司、國土測繪中心、中央研究院共同蒐集全臺之GPS連續站資料，並蒐集雷達衛星影像進行地表同震位移場之解算。以下依序說明觀測結果。

一、GPS 連續站同震位移場

本次地震之同震位移場係使用瑞士伯恩大學開發的 Bernese 5.2 軟體，配合 IGS 精密星曆進行解算，參考點為澎湖白沙 (S01R) 連續追蹤站，利用震前 8 天 (4/10-4/17) 與震後 9 天 (4/19-4/27) 的平均定位坐標相減而得 (圖 1 及表 1)。由結果可知 (圖 2)，GPS 連續追蹤站所測得的最大同震位移為震央南邊屬於中央氣象局所轄的銅門測站，(TUNM，東經 121.4936 度，北緯 23.9652 度)，同震水平位移分量為向西 4.63 mm、向南 14.55 mm；而位於震央東南邊的北埔測站 (PEPU，圖 4-1 右欄，東經 121.6103 度，北緯 24.0179 度)，其同震抬升為 18.73 mm，同震位移水平分量為向西 0.43 mm，向南 14.06 mm。由於 GPS 在高程方向的定位精度較差 (為水平精度的 3~4 倍)，且本次地震同震位移量較低，因此垂直方向的同震位移圖僅供參考。

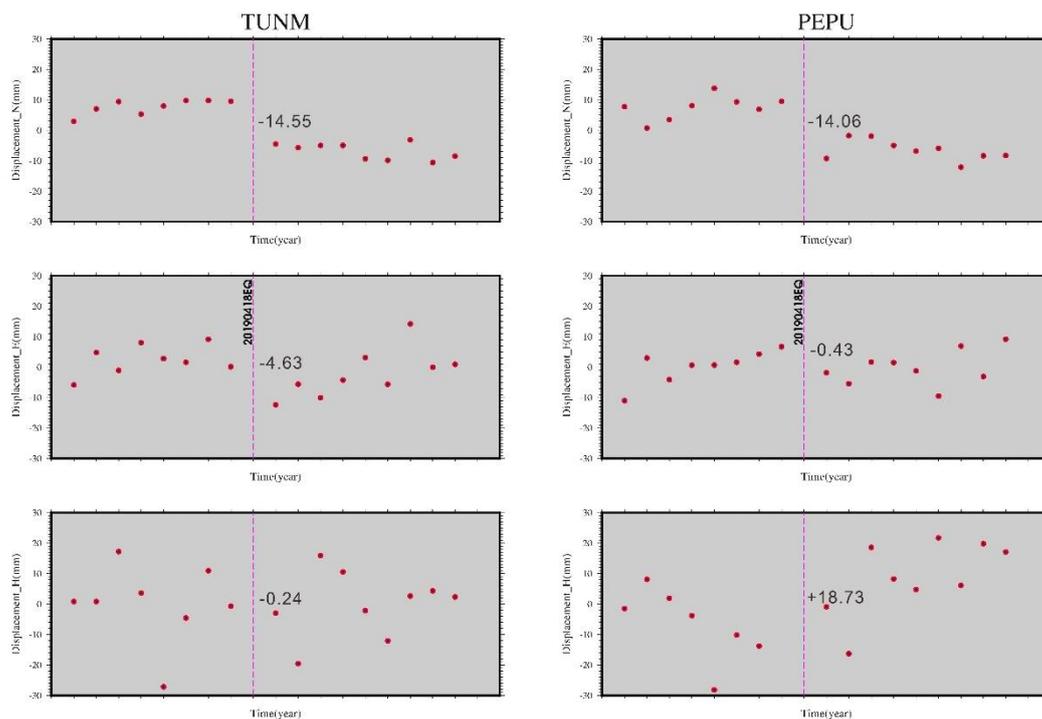


圖 1、測站 TUNM 與 PEPU 每日解時間序列。圖中紫虛線為 2019 年 4 月 18 日花蓮秀林鄉地震發震日期，數字為後九日平均減前八日平均之同震位移。

表 1、GPS 測站位移資料表

測站	經度(度)	緯度(度)	E 方向位 移(mm)	N 方向位 移(mm)	H 方向位 移(mm)	水平方向 位移 (mm)
BLOW	121.5712	24.1718	7.62	0.95	31.92	7.68
CHNT	121.6619	24.1492	5.42	0.09	11.61	5.42
FLNM	121.4534	23.7463	-4.59	0.16	-4.91	4.59
HUAL	121.6135	23.9754	-0.88	-5.30	8.26	5.37
KNKO	121.5057	23.4722	-4.76	2.96	-6.53	5.61
NDHU	121.5508	23.8972	-3.90	-6.33	0.47	7.43
PEPU	121.6103	24.0179	-0.43	-14.06	18.73	14.07
SCHN	121.6516	24.1278	10.01	-0.14	17.68	10.01
SHUL	121.5627	23.7876	-3.79	0.84	-2.33	3.88
SICH	121.6544	24.1257	9.63	1.36	15.96	9.73
SLIN	121.4414	23.8119	-4.08	-2.38	-11.34	4.72
SOFN	121.5982	23.8703	-2.34	-0.36	1.14	2.37
TUNM	121.4936	23.9652	-4.63	-14.55	-0.24	15.27
YENL	121.6018	23.9035	-2.41	-0.90	2.70	2.57

綜合而言，本次地震位於震央附近的測站變形量較大，多數測站的同震位移在 10 mm 以內，且於地震後並無明顯的永久變形行為。連續 GPS 的同震位移場大致沿震央呈扇形分布，推測此次花蓮秀林鄉地震應位於較深的西傾斷層系統，且於發震時期並未觸發淺層的斷層活動。

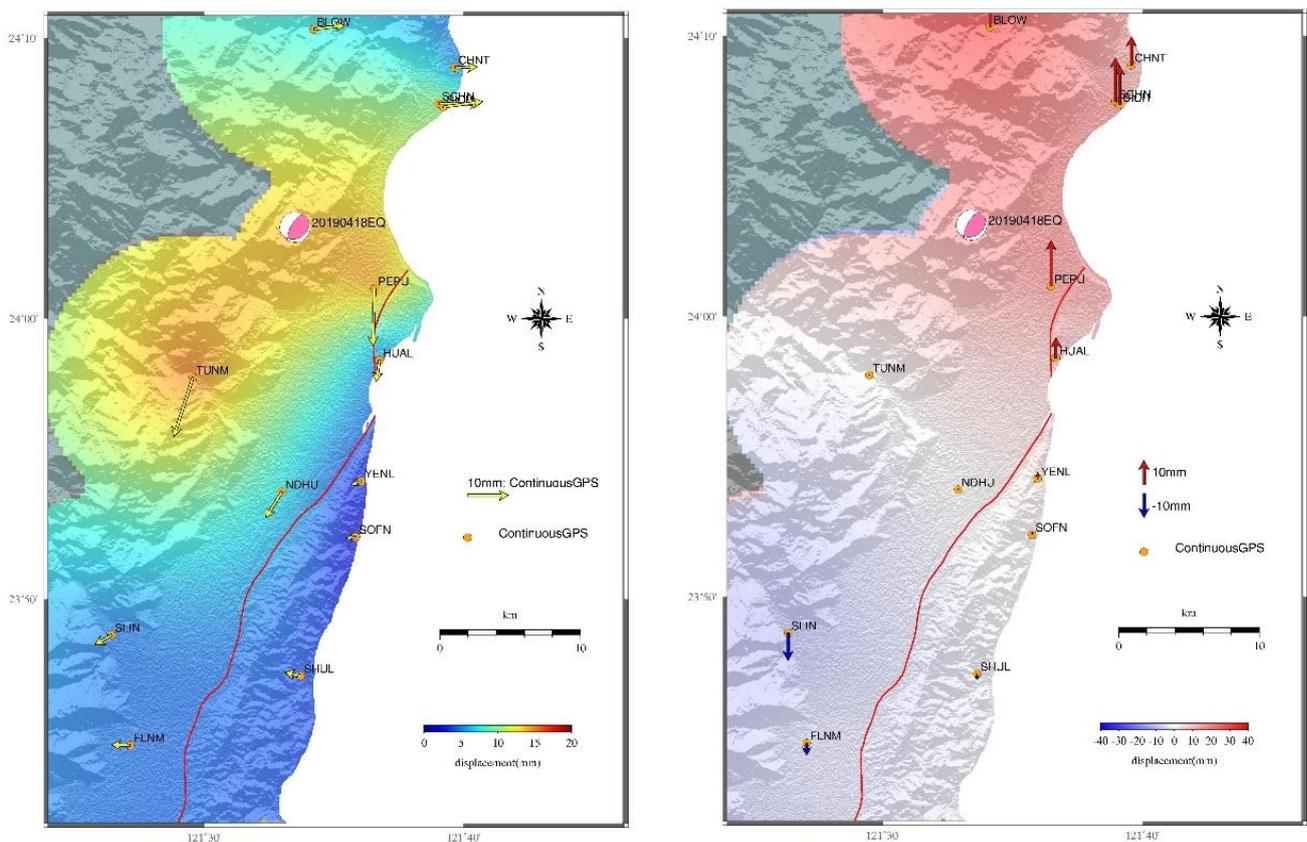


圖 2、花蓮秀林鄉地震 GPS 同震位移。左側為水平同震位移，右側為垂直同震位移，內插資料以測站半徑 10 公里繪圖，地震機制解為氣象局公布之地震斷層機制解。

二、合成孔徑雷達干涉技術之同震位移場

本所利用同年 4 月 23 日 Sentinel-1A 的升軌軌道(ascending orbit)

雷達影像及 4 月 25 日 Sentinel-1A 的降軌軌道雷達影像與地震前影像進行同震變形分析。經景國恩教授研究團隊以差分合成孔徑雷達干涉技術 (D-InSAR) 將上述影像與震前之影像進行運算，得到視衛星方向同震地表視衛變形圖。圖 3 為 Sentinel-1 衛星升軌及降軌干涉圖，顯示本次地震在升軌衛星上靠中央山脈側具有梯度較緩的干涉條紋，由影像干涉條紋計算最大變形量沿視衛星方向約 3 cm，相較於配合影像時間解算之 GPS 連續追蹤站同震變形該位移量級稍大，推測部分變形量來自於大氣效應或其他誤差，可能並非為真實地表變形。另外在米崙斷層與嶺頂斷層兩側並無觀測到明顯的干涉條紋梯度變化或不連續的情況，因此本次地震並無誘發淺部的斷層活動。

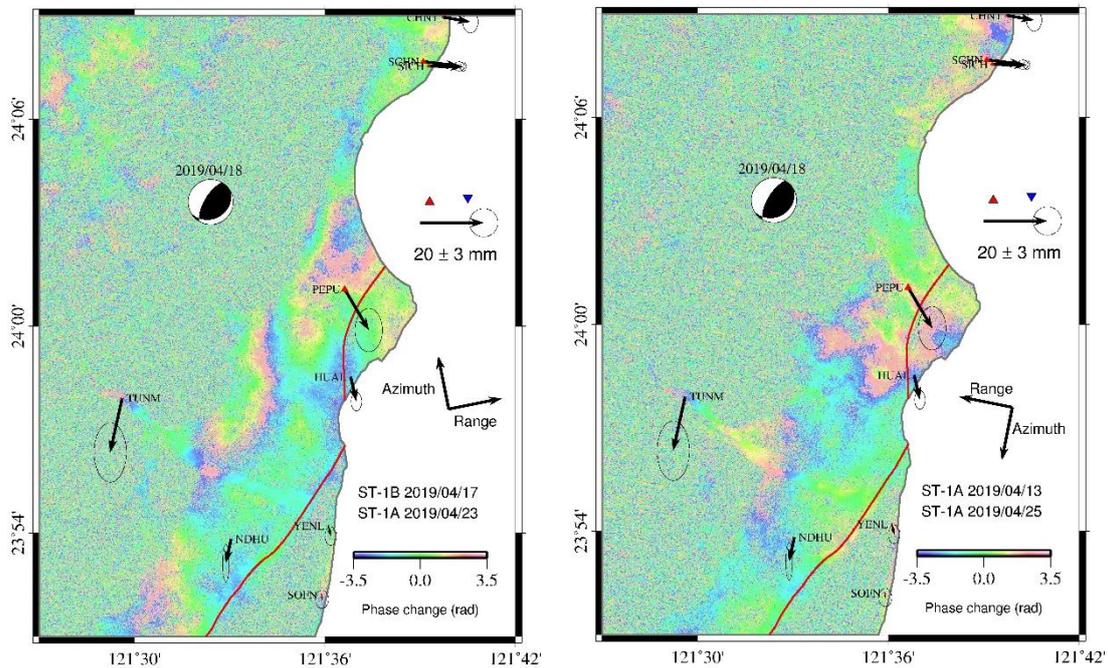


圖 3、花蓮地震 Sentinel-1 衛星同震地表視衛星方向變形場。

貳、結論

- (一) 由GPS連續追蹤站觀測獲得之地表同震位移場指出，最大同震位移處位於震央南邊的銅門測站(TUNM)，水平同震位移量為15.27 mm，水平分量為向西4.63 mm、向南14.55 mm。周圍其他測站除位於震央東南邊的北埔測站(PEPU)之外，所記錄到的同震位移均不超過10 mm，並且於地震後並無明顯的永久變形行為，連續GPS的同震位移場大致沿震央呈扇形分布。
- (二) 由Sentinel-1A/B衛星的雷達影像使用差分合成孔徑雷達干涉技術(D-InSAR)所得到的同震地表變形趨勢與GPS連續追蹤站一致，表示此次花蓮秀林鄉地震應位於較深的斷層系統，且於發震時期並未觸發淺層的斷層活動。

誌謝

本報告內容感謝景國恩教授、胡植慶教授、陳宏宇博士、童忻博士、鄭凱謙教授、張午龍教授、莊昀叡教授及陳國華教授在地表變形觀測分析上的資料提供與協助。