20120321 墨西哥地震分析評估摘要

黃明偉[1]、柯明淳[1]、柯孝勳[1]、劉淑燕[1]

吳秉儒[1]、陳秋雲[1]、吳子修[1]

1 國家災害防救科技中心地震組

一、 前言

2012 年 3 月 21 日墨西哥南部發生規模 M_w7.4 的地震，已造成 11 人受傷，1,600 棟房屋損毀，但目前尚未傳出人員死亡之報導。墨西哥與臺灣類似，處於高度活動的板塊地區，地震頻繁，時常有災害性地震發生。我們以此次墨西哥地震災害為借鏡，檢視臺灣的地震災害防治與應變工作，及早因應，以減少地震災害造成的衝擊損失。

二、 墨西哥南部地震概況

墨西哥南部地區於臺灣時間 3 月 21 日 02:02:48（當地時間 2012 年 3 月 20 日 12:02:48）發生規模 M_w7.4 的地震，根據美國地質調查所(United States Geological Survey，簡稱 USGS)資料顯示，震央（圖 1）位於墨西哥南部格雷羅(Guerrero)州與瓦哈卡(Oaxaca)州交界處，即北緯 16.662°、西經 98.188°，震源深度約 20 公里，最大地表加速度達 280gal 左右，最大震度為修正莫卡利震度（Modified Mercalli

Intensity，簡稱 MMI）7 級(相當於我國震度 6 級，即最大地表加速度 250gal 至 400gal，人的感受為搖晃劇烈以致站立困難，部分建築物受損，重傢俱翻倒，門窗扭曲變形)，震度分佈圖如圖 2。主震後 20 分鐘又發生規模 5.3、震源深度 18 公里的餘震，截至當地時間 21 日上午 11 時止共偵測到 19 起規模大於 4 的餘震，導致當地民眾恐慌。

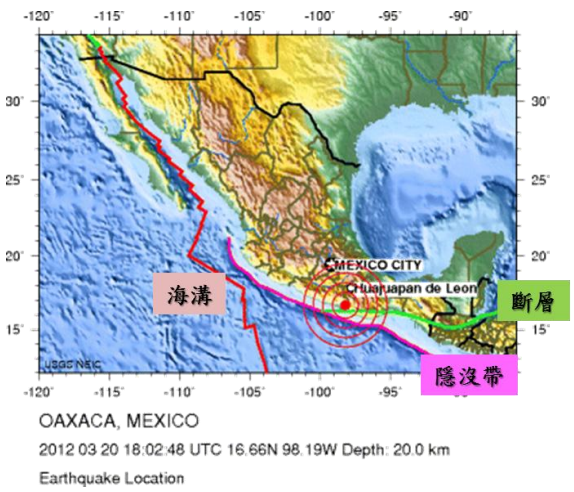
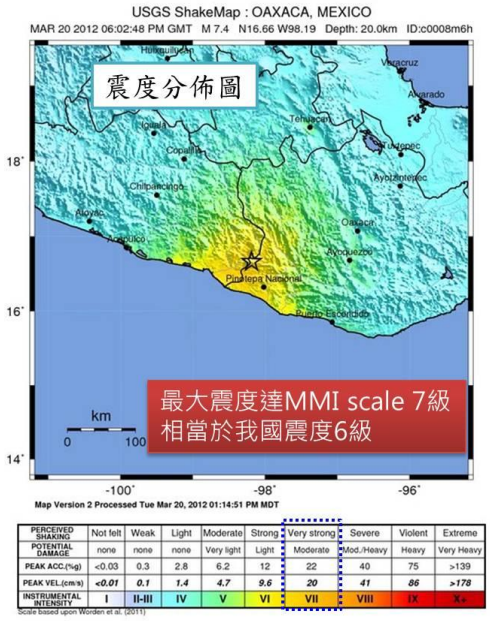


圖 1　墨西哥南部地震震央位置（USGS）



PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<0.03	0.3	2.8	6.2	12	22	40	75	>139
PEAK VEL.(cm/s)	<0.01	0.1	1.4	4.7	9.6	20	41	86	>178
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based upon Worden et al. (2011)

圖 2　震度分佈（USGS）

(一)地震成因與歷史地震

墨西哥位於環太平洋地震帶，地震發生頻繁，火山活動也頗為活躍。本次地震發生位置鄰近科科斯(Cocos)板塊與北美板塊的邊界上，震源機制為逆衝斷層，顯示與該地區板塊隱沒區一致，距離中美洲海溝約 100km，該處隱沒作用為科科斯板塊以每年約 60mm 的速率向東北移動（圖 3)，屬於高度活動的板塊碰撞區，時常有災害性地

震發生（圖 4）。墨西哥歷史上曾發生較大的災害性地震有：1932 年規模 8.4 地震離本次地震西北方數百公里，震源機制為逆衝斷層。1985 年規模 8.0 地震造成超過 9,500 人死亡與 30,000 人受傷。1995 年規模 8.0 地震發生位置 Colima-Jalisco 地區，造成 49 人死亡與 1000 人無家可歸。2003 年規模 7.6 地震造成 29 人死亡，2,000 戶房屋受損。

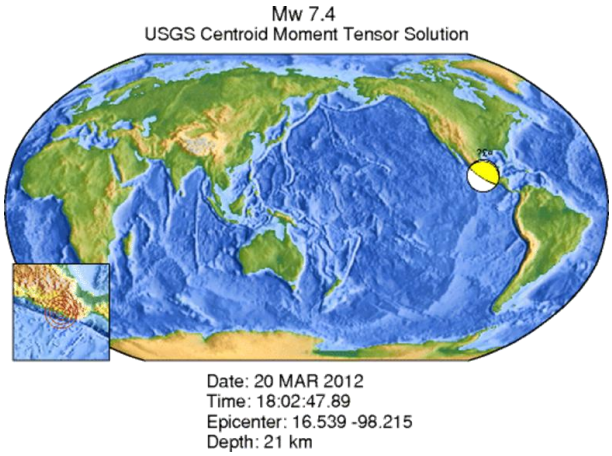


圖 3 墨西哥位於環太平洋地震帶與本次地震震央位置（USGS）

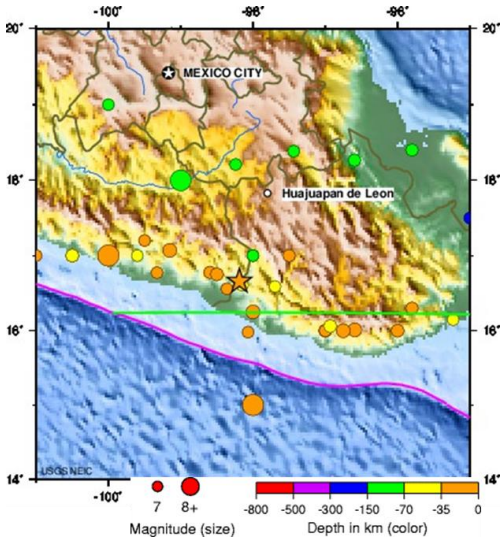


圖 4 自 1900 年規模大於 7 之地震震央分佈（USGS）

(二)災情概要

依目前相關資訊與報導，本次地震尚無造成人員死亡。已知災情主要為至少 11 人受傷、約 1600 棟房屋受損及 60 棟房屋倒塌。而距震央約 320 公里外之墨西哥市亦傳出零星災情，主要為建築物之屋瓦掉落等，並有一座天橋倒塌之災情傳出。瓦哈卡州當地部分醫院局部受損，病患被疏散至停車場安置，圖 5 至圖 7 為災情照片。

圖 5　格雷羅州房屋毀損情形(路透社）

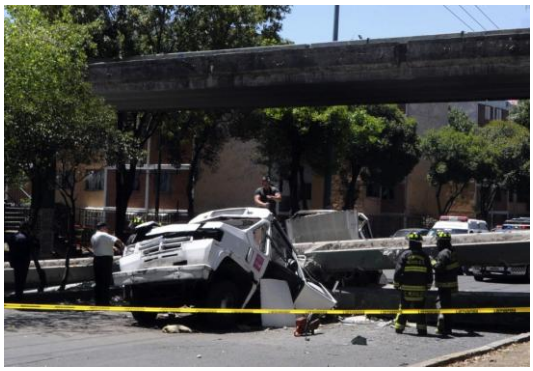


圖 6　墨西哥市一座天橋倒塌，砸中一輛巴士（路透社）

圖 7　瓦哈卡州部分醫院受損，病患被疏散至臨時急診室（路透社）

三、 墨西哥南部地震低傷亡原因初探

(一)震央附近人口較少:受災地區主要位於墨西哥南部格雷羅州奧梅特佩克市(Ometepec)以南 29 公里處山區，地廣人稀，缺乏高樓大廈。

(二)已提高建物耐震標準：自 1985 年墨西哥大地震之後，政府當局

修改建築物耐震設計規範，提高了房屋的耐震性能，使建築物不至於在地震發生時就完全坍塌。三層樓以上的房屋必須取得營建部門的防震考核與批准；在軟土質土層上興建新建築物與鄰房間必須保留一定空隙，以避免地震發生時房屋互相碰撞而倒塌。政府並對老舊建築進行結構性補強，良好的房屋耐震性，提供人們有足夠的逃離時間。

（三）地震應變機制完善，定期防震演練：墨西哥政府強制公共部門、辦公大樓以及商場、學校、醫院等地，要定期進行防震演練，應變疏散機制必須落實到每一單位。

（四）防震教育普及：墨西哥從幼稚園起就開始對孩子們進行防震、避險教育，可遇到地震不驚慌，高效、有序地疏散到安全區域。

（五）地震警報系統輔助：有鑒於 1985 年墨西哥大地震造成之嚴重傷亡，因此在距離墨西哥市 320 公里外的 Guerrero 省太平洋沿岸地區建置地震警報系統(Seismic Alert System)，共有 12 個地震站，於 1991 年正式啟用，範圍能夠涵蓋 440 萬人。另外在 Oaxaca 省亦建置地震警報系統，共有 37 個地震站，地震站分佈如圖 8。本次地震主震於 Oaxaca 省及 Guerrero 省地震警報系統分別有 22 個測站及 7 個測站偵測到地震訊號(如圖 8 紅色圓點所示)，並且根據當地振動程度為強烈或中等，分別發布公眾警報(Public

Alert)及預防性警報(Preventive Alert)，地震警報分級及通知對象如表一，民眾可透過網際網路、廣播、電視等管道及地震警報器接收警報訊息。墨西哥地震警報系統已落實運作，其操作經驗值得我國推動強震即時警報系統(Earthquake Early Warning System)落實應用之參考。

圖 8　墨西哥地震警報系統建置區域(墨西哥地震儀器及記錄中心)

表 1　墨西哥地震警報分級及通知對象(墨西哥地震儀器及記錄中心)

振動程度	警報類型	通知對象
強烈	公眾警報 (Public Alert)	地下鐵、學校、廣播電台、電視、家戶、醫院、一般大眾
中等	預防性警報 (Preventive Alert)	除了廣播、電視、地下鐵以外之所有使用者
其他	無警報	無

四、 持續觀察議題

(一)此次地震規模達 7.4、震源深度為 20 公里，最大地表加速度為 280gal 左右，最大震度以我國震度分級為 6 級，振動程度並不是非常大。初步推測可能因為本次地震震央靠近山區，其地質特

性接近岩盤，地震放大效應不明顯所致。惟仍須收集相關地震紀錄與資訊做進一步研判。

(二)距震央約 320 公里外之墨西哥市仍有災情產生，是否因當地盆地地形之場址效應所致，亦仍須收集墨西哥市當地之地震紀錄做進一步研判。

五、 結語

日本、菲律賓、墨西哥、臺灣都位於環太平洋地震帶，處於高度活動的板塊地區，時常有災害性地震發生。去年 3 月 11 日日本發生規模 9.0 的大地震，造成近兩萬人死亡；今年 2 月 6 日菲律賓中部發生規模 6.7 的地震，造成 51 人死亡；如今墨西哥南部又發生規模 7.4 的地震，雖未造成嚴重傷亡，但提醒我們必須時時注意地震可能造成之災害與衝擊。

墨西哥在 1985 年墨西哥大地震後，從法制面、科技面、教育面等多方向著手，推動一系列地震防減災工作，包括提升建築物耐震能力、建置地震監測及警報系統、普及防震教育等，並且透過定期舉辦防震演練，落實應變疏散機制；在最近幾次的地震中，已逐漸發揮成效。台灣 921 地震至今已超過 10 年，近年來都會區高度發展，意味著災害脆弱性及災害風險已逐漸升高，值得我們藉由他國之經驗，審慎檢視我國的災害防救工作，是否已準備好面臨下一次大規模地震之

挑戰。

參考文獻

1. 美國地質調查所（United States Geological Survey，簡稱 USGS）：http://www.usgs.gov/
2. 大紀元新聞網：http://news.epochtimes.com
3. 中央通訊社：http://www.cna.com.tw/
4. 中時電子報：http://news.chinatimes.com/
5. 中國新聞網（簡稱中新網）：http://www.chinanews.com/
6. 中廣新聞網：http://www.bcc.com.tw
7. 自由時報電子報：http://www.libertytimes.com.tw/index.htm
8. 法新社（AFP.com）：http://www.afp.com
9. 路透通訊社(Reuters)：http://www.reuters.com
10. 新浪網：http://www.sina.com
11. 新華網：http://www.xinhuanet.com/
12. 國際財經新聞（International Business Times）：http://www.ibtimes.co.uk
13. 聯合新聞網：http://udn.com/NEWS/main.html
14. 墨西哥地震儀器及記錄中心：http://www.cires.org.mx/index_in.php