



## 集集地震的省思

6月11日凌晨，正好寫完這篇文章，規模6.7的強震又發生了，好像是集集地震的陰影，應該又會勾起民眾對集集地震的回憶了吧！

在一次與 Professor I. M. Idriss 之會議中，他提及加州柏克萊大學 (U. C. Berkeley) 之地震學教授 B. A. Bolt 稱台灣集集地震為本世紀第二重要之地震，地位僅次於1906年的舊金山大地震。Prof. Bolt 對集集地震有如此高之評價，並不著眼於地震所造成災難之大小，而是以集集地震諸現象在地震學上之意義而言，確實集集地震的很多項記錄都是世界級的，像是地盤垂直與水平方向之位移量均接近十公尺，斷層地表破裂線連續出露之長度達百餘公里，地表運動之尖峰速度值高達380cm/sec，甚至連所獲近斷層地震記錄之數量亦屬最完整最多了。難怪世界各地之地震學者均將此地震之資料視為寶庫，陸續前來台灣蒐集資料、研究與探討。反觀國內之情形，地震後沒幾個月，救災賑災之熱潮一過，報章雜誌上除偶而有重建之報導外，對於大地震災害之可怕以及如何防災，似乎已

經逐漸被淡忘，再提它的人已不多了。我們從集集地震到底學到什麼？

別忘了，台灣是個地震島，地震總是要發生的，集集地震的發生只是再一次提醒我們，這種大規模之地震與災害是確實會發生在這塊土地上的，我們不僅不能有雨過天晴的心態，反而應有未雨綢繆之準備，試問我們有更加警惕嗎？有更積極地從事防災準備嗎？我想答案是否定的。

其實集集地震所造成之傷害尚未結束，震後的二次災害正在逐漸顯現出來，災區自殺人數與社會問題之增加，重建進度落後等問題，實在令人憂心，尤其是崩塌地二次災害之威脅，更是令人提心吊膽。中橫公路遍體鱗傷，邊坡已脆弱得經不起任一次中等規模地震之搖撼，九份二山之堰塞湖是否能熬過即將來臨的雨季？下一個土石流災害不知在何時要發生？草嶺會再崩嗎？在在都是不容易解決之大地工程問題，實非短期內可以竟全功。眼看國土受此摧殘，實在令人痛心，寄望新政府新團隊，發揮更高的智慧，通盤規劃策略，展現更大的魄力，徹底解決問題，重塑出可以永續發展的美麗土地。

內政部社會司台(86)內社字八六八七一八七號函立案

中華民國大地工程學會(第二屆)

理事長：陳正興

祕書長：林美聆

常務理事：李咸亨，周功台，胡邵敏，翁作新，陳榮河，黃燦輝

常務監事：洪如江

理事：方永壽，王傳奇，王劍虹，李建中，李德河，秦中天，張惠文，陳堯中，廖洪鈞，褚炳麟，

歐章煜，潘國樑，蔡光榮，謝敬義，黃安斌，黃子明

監事：吳偉特，林炳森，莫若楫，許澤善，黃鎮臺，廖瑞堂

**集集大地震液化區基礎修復補強報導**

台北市大地工程技師公會 廖瑞堂

行政院國家科學委員會應行政院九二一震災災後重建委員會之要求，邀請大地技師公會專業技師提供九二一地震土壤液化受災戶有關建物基礎修復補強之諮詢協助服務。因此大地工程技師公會乃於員林鎮、社頭鄉、南投市、霧峰鄉等四個液化嚴重地區之鄉鎮公所設立液化諮詢服務站，提供有關液化損害修復補強之諮詢服務，服務時間為期一個月，液化諮詢期間所見皆是液化現象最明顯或建築物受損最嚴重的個案，本文報導所見的建築物受損情形及災區補強扶正處理所見問題，盼能提供工程界之參考。

**(一)損害程度不同而有不同處理方式**

集集地震中土壤液化導致建築物產生不同程度的損害，各個建築物之受損程度大致可分為嚴重、中等及輕微等三個等級，如表-1 所示。各建物由於受損程度不同，其後續處理之方式亦有差異，其中，最需要也具最扶正補強價值者以受損程度中等的建築物為主。此次 921 地震後液化區最需扶正補強之建築物，以無地下室之 3F 5F 建築物最多，地下一層、地上 9F 12F 之建築物居次，至於平房或 2F 建築受損情形則呈兩極化，部份老舊建築受損嚴重已採拆除方式處理，但其餘大部份受損則極輕微。

**(二)液化區常見的扶正及補強工法探討**

建築物因液化產生沉陷及傾斜，目前有諸多工法可將建築物加以扶正及補強，在 921 地震基礎受損房舍中，以採用頂升工法(或稱托底工法)及低壓灌漿工法為最多，茲將該二種工法使用情況說明如下：

**1.頂升工法(或稱托底工法)**

該工法適用於狹長型獨棟建築之扶正，在災區使用甚多，扶正效果尚可，一般而言，扶正後建築物之傾斜角大都可達 1/200 之標準。此工法係利用千斤頂將建築物抬起，然後填補抬起段的基礎空間，以達扶正之目的，欲將建築物抬起的關鍵在於地盤如何提供

充份的反力，使千斤頂能有效的抬起上方之建築物，在若干個案現場，發現許多千斤頂在施力的過程中並未能抬起房子，反而是千斤頂往下陷，欲使千斤頂能提供有效反力，可用的方法甚多，例如增加千斤頂下方之承載面積或將承載地層加以改良或打設微型樁等。

**2.低壓灌漿工法**

921 大地震液化區亦有甚多受損建築採用低壓灌漿做為扶正工法，其中部份已有成功扶正案例，但亦有甚多失敗的案例，部份失敗的案例甚至導致鄰房或道路之隆起，採用灌漿工法能否將建築物扶正的重要關鍵在於：

**(1)建築物的基礎型式**

一般而言，筏式基礎以灌漿扶正成功之比例較高，至於獨立基腳以灌漿工法扶正困難度略高，但亦有成功之案例。

**(2)扶正補強計畫是否周詳**

周詳之扶正補強計畫應包括地層條件掌握、扶正工法的選擇、施工管理計畫、施工監測計畫等。

**(3)灌漿採用之工法及施工品管**

灌漿採用之工法對扶正之成功與否，影響甚大；一般而言採用雙重管灌漿較單管灌漿較易控制凝固時間，故灌漿液可控制在較小範圍內，較不易發生水泥漿液四處流竄之情形，至於灌漿之施工品管包括壓力、流量、灌漿材之配比控制均甚為重要，發現許多失敗案例，其施工品管均甚差，連流量計及壓力計都缺乏，要進行施工品管以達到預期的目的實在十分困難。

**(三)結語**

921 地震液化區所採用之基礎修復補強對策，大都著重於傾斜建築物之扶正工作，至於如何提高地層或建築物抗液化能力則甚少考量，此乃液化區復建工作之一大隱憂。液化區之受損建築在進行基礎修復補強時，應將扶正及補強兩項工作要點同時納入修復補強計畫書考量內，否則下次相當震度之地震再來襲時，再次發生液化使建築物傾斜之機率仍甚高。

表-1 受損程度與處理方法關係表

受損程度	較常發生之建築型式	受損情形	處理對策
嚴重	採用獨立基腳或無基礎之老舊建築或廠房	上部及下部結構均受損嚴重，無法修復或修復代價太高。	拆除 後續新建築需考慮抗液化問題
中等	採用平版式筏基或連樑基腳3F以上之建築 上部荷重較不平均之建築 細長比較大之建築	結構整體下陷，結構局部輕微受損。 結構傾斜，但無明顯龜裂。	需扶正及補強
輕微	採用較深筏式基礎、樁基礎或基礎剛性較佳之建築。 上部荷重均勻之建築	基礎及上部結構均無或只受輕微之損傷	僅需略為處理



霧峰地區二層建物扶正案例：(1)前側挖空



(2)後側頂升

## 國內學術活動

### 1. 工程地質研討會(九)—金門之地質與知性之旅

時間：89年7月4-6日

主題：參觀金門之花崗岩類特有之地質地貌、戰地文

化及閩南古蹟

主辦：財團法人地工技術研究發展基金會

電話：(02)25772006 傳真：(02)25700859

### 2. 港灣工程耐震安全評估與災害防治研討會

時間：89年7月25-26日

地點：臺灣大學應力館國際會議廳

主辦：港灣技術研究中心

電話：(04)6564216 轉 115 張惠華小姐

E-mail：janice@mail.ihmt.gov.tw

### 3. 基樁施工與監造講習班

時間：89年7月27-28日

地點：臺灣大學應力館國際會議廳

主辦：內政部營建署、交通部高速鐵路局、台灣營建

研究院

(本會為協辦單位之一)

電話：(02)29121323 分機 503 王小姐

### 4. 第二屆海峽兩岸山地災害與環境保育研討會

研討會日期：89年8月9-11日

會後考察日期：89年8月12-18日

主辦：中華防災學會、中興大學

主題：二十一世紀山坡地資源保育與永續利用

聯絡人：中興大學水土保持學系 陳樹群教授

電話：04-2851558 傳真：04-2853967

E-mail：scchen@dragon.nchu.edu.tw

### 5. 第二屆國際土石流災害防治研討會

時間：89年8月16-18日

主辦：國立台灣大學、財團法人台大土木文教基金會、中華防災協會、國科會、農委會、經濟部水資源局、經濟部水利處、公共工程委員

會、環保署、教育部

聯絡人：台灣大學土木工程學系 劉格非教授

電話：02-23655405 傳真：02-23631558

E-mail：[kfliu@ccms.ntu.edu.tw](mailto:kfliu@ccms.ntu.edu.tw)

## 6.無限自走工法研討會（預定）

時間：89年9月間

主題：(1)自走工法及地盤改良研討

(2)工地現場參觀

主辦：中華民國大地工程學會

## 7.集集地震週年紀念國際研討會

時間：89年9月18-20日

地點：國立臺灣大學第二學生活動中心

主辦：國家地震工程研究中心

聯絡人：Dr. W. I. Liao

E-mail：[wiliao@email.ncree.gov.tw](mailto:wiliao@email.ncree.gov.tw)

## 8.2000年岩盤工程研討會

時間：89年11月16-17日

地點：中興大學土木系（台中市國光路250號）

論文主題：岩盤工程相關研究

主辦：國立中興大學土木工程學系、財團法人中華

顧

問工程司、財團法人中興工程顧問社

聯絡人：中興大學土木系 褚炳麟、壽克堅

電話：04-2855511、2850989 傳真：04-2850443

e-mail：[kjshou@dragon.nchu.edu.tw](mailto:kjshou@dragon.nchu.edu.tw)

## 國際學術會議與研討會

August 3-8, 2000

Denver, Colorado, USA

Geo-Denver 2000

Contact: Steve Dee, USA. E-mail: [sdee@maroon.cudenver.edu](mailto:sdee@maroon.cudenver.edu)

September 9-13, 2000

Southampton, UK

YGEC 2000: International Young Geotechnical Engineers Conference

Topics: All topics concerning research and other projects being discussed by the delegates.

Contact: Rachel Nicholls, c/o BGS, The Institution of Civil Engineers, Great George Street, London SW1P3AA, United Kingdom. Tel: +44 207 465 2121; E-mail: [rachel.nicholls@arup.com](mailto:rachel.nicholls@arup.com)

September 11-13, 2000

Sao Paulo, Brazil

6<sup>th</sup> Int. Conference on Application of Stress-Wave Theory to Piles

Details: <http://eu.ansp.br/~abms/stress/sw2000.htm>

September 20-22, 2000

Yokohama, Japan

Int. Symposium on Coastal Geotechnical Engineering in Practice

Topics: Exploration of soft soil and determination of design parameters, Prediction and performance of earth structures on soft clay-case histories, Soil improvement, New geotechnical materials

Details: <http://www.phri.go.jp/division/ge/news/genwssinpo/index-1.htm>

September 25-26, 2000

Singapore

Ground Improvement Techniques

Contact: CI-Premier Pte Ltd, 150 Orchard Road #07-14, Orchard Plaza, Singapore 238841. Tel: (65)733 2922; Fax: (65)235 3530; E-mail:

[cipremie@singnet.com.sg](mailto:cipremie@singnet.com.sg)

October 15-18, 2000

Montreal, Canada

53<sup>rd</sup> Canadian Geotechnical Conference

Topics: Geotechnical engineering for the environment, Geotechnical engineering for urban infrastructures, Advanced technologies in geotechnical engineering, risk and geotechnical engineering, geotechnical engineering for earth structures.

Details: <http://www.etsmtl.ca/cgs2000>

November 13-17, 2000

Bangkok, Thailand

Year 2000 Geotechnics

Geotechnical Engineering Conference

E-mail: [bala@ait.ac.th](mailto:bala@ait.ac.th)

November 19-24, 2000

Melbourne, Australia

GeoEng 2000: International Congress

Topics: Geotechnical Earthquake Engineering, Ground Improvement and Ground Support, Stability of Natural and Excavated Slopes, Underground Works, Environmental Geotechnics.

Details: <http://www.icms.com.au/geoeng2000>

March 26-31, 2001

University of Missouri-Rolla, Rolla, USA

4<sup>th</sup> International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics

Details: <http://www.umsr.edu/~conted/conf8767.html>

April 16-18, 2001

Shanghai, China

Regional Conference on Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground (sponsored by ISSMGE TC28)

Topics: Case histories, Deformation prediction and control methods, Design theories for flexible linings in soft soil, Assessment analysis taking into account construction methods and ground treatment, Underground space issues including development, utilisation, design and construction technologies. Details: <http://www.seakon.com>

October 7-10, 2001

Philadelphia, Pennsylvania, USA

SDEE' 2001

Tenth Int. Conference on Soil Dynamics and Earthquake Engineering

Details: <http://www.drexel.edu/engineering/sdee2001>

December 10-14, 2001

Hong Kong

The 14<sup>TH</sup> Southeast Asian Geotechnical Conference

Geotechnical Engineering – Meeting Society's Needs

Web site: [www.14seagc.org](http://www.14seagc.org)