

財團法人國家實驗研究院
國家地震工程研究中心
地震模擬實驗室

National Center for Research on Earthquake Engineering

台北市辛亥路三段 200 號 200, Sec.3, Xinhai RD, Taipei, Taiwan

Tel : 886-2-6630-0888 Fax : 886-2-6630-0858

<http://www.ncree.org.tw> 統一編號 : 94901073

地震模擬振動台 測試報告

報告編號： NCREE-LT-TQM-D-T1601
2011008

報告日期： 2011 年 05 月 26 日

測試名稱：SEJIN GRP(SMC)組合式儲水槽 1.5G 耐震測試實驗

測試件：FRP 水箱(廠牌：SEJIN 型號：SEJIN 序號：N/A)

送測單位：強恩企業有限公司

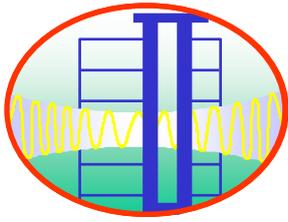
地址：台北市文山區景福街 161 號

電話：02-29353520

上述設備經本實驗室測試，結果如內文所述。

本報告含附頁附件共 19 頁(不含本頁)，分離使用無效。

國家地震工程研究中心主任



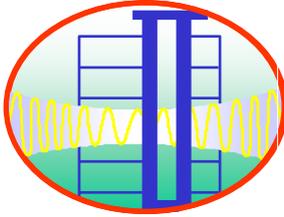
財團法人國家實驗研究院
國家地震工程研究中心地震模擬實驗室
National Center for Research on Earthquake Engineering

測試報告使用說明

1. 送測單位使用此報告時，須整份使用，非經本實驗室同意，不得任意摘錄複製。
2. 本報告僅對測試件之測試項目有效。
3. 若測試報告蓋上“重出測試報告”章，則原測試報告作廢。

實驗室主管
(報告簽署人)

報告撰寫人



Applicant： 強恩企業有限公司 / 台北市文山區景福街 161 號 1F / 02-29353520

(申請者)

Date of Test(s)： 2011 年 05 月 24 日 至 2011 年 05 月 25 日

(測試日期)

Item Tested： FRP 水箱 (廠牌：SEJIN 型號：SEJIN 序號：N/A)。

(測試件名稱及型號)

Equipment Used： 三軸向地震模擬振動台系統。

(測試系統)

Preparation for the Test：

(測試準備)

1. FRP 水箱尺寸為 2 m x 2 m x 2 m (以下稱為測試件)，測試件儲水量約八分滿(儲水高度為 168 公分)，儲水重量約 6.4 噸，為避免測試時可能造成儲水之溢出，振動台上使用帆布圍住，其測試件裝置於振動台上之外觀如圖 1 所示。
2. 測試件基座以 16 支 M16 螺栓固定於 3 支平行的 H 型鋼(0.2 m x 0.2 m x 3 m)；而 H 型鋼共使用 18 支 M30 螺栓固定於振動台上，如圖 2 所示。
3. 測試件於 X 軸向頂端中間裝置加速規與位移計各一組，於 Y 軸向頂端中間裝置加速規與位移計各一組，可參考圖 1。

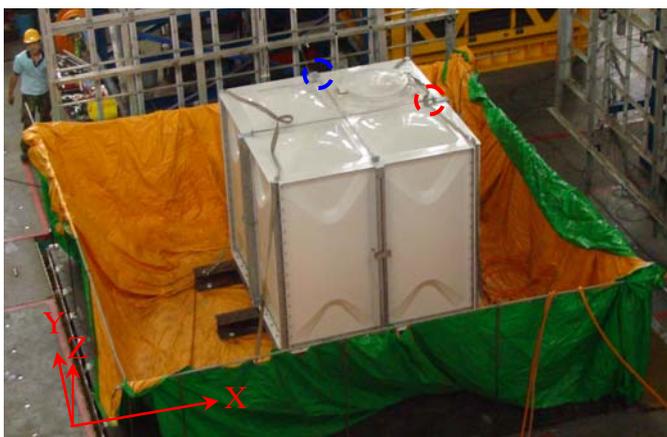
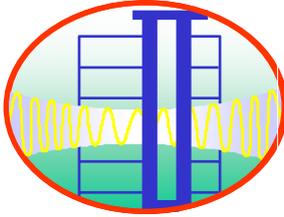


圖 1：測試件安置於振動台上，其外以帆布圍住，避免儲水溢出。紅色圈處與藍色圈處為裝置加速規與位移計之處，其量測方向分別為測試件頂端 X 軸向與 Y 軸向。



圖 2：測試件基座安裝於 3 支平行的 H 型鋼，而 H 型鋼再以 M30 的螺栓固定於振動台上。



Test Method :

(測試方法) 地震模擬振動台測試方法之依據：

地震模擬測試：

台灣 921 集集大地震(TCU129 測站)，X 軸最大加速度至 1.5g，Y 軸最大加速度至 0.45g，Z 軸最大加速度至 0.75g。

隨機白雜訊 (Random White Noise)：

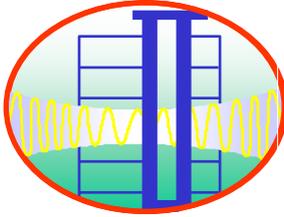
頻率 0.5Hz 至 50Hz，振幅 0.1g，時間至少 140 秒。

Test Item :

(測試項目)

1. 採用隨機白雜訊與 1999 年 9 月 21 日台灣 921 集集大地震(測站名稱爲 TCU0129 測站)，爲測試輸入地震歷時，其名稱、方向、強度與測試資訊，如下表所示：

測試項目	測試內容	輸入方向/測試要求加速度(g)	震度**
(1)	測試件未儲水前，隨機白雜訊測試	X 軸向 / 0.1 g	N/A
(2)	測試件未儲水前，隨機白雜訊測試	Y 軸向 / 0.1 g	N/A
(3)	測試件儲水後，隨機白雜訊測試	X 軸向 / 0.1 g	N/A
(4)	測試件儲水後，隨機白雜訊測試	Y 軸向 / 0.1 g	N/A
(5)	台灣 921 集集大地震 (TCU129 測站，南投縣名間鄉新街國小)單軸向地震模擬測試。	X 軸向/至少須達 0.20 g Y 軸向/至少須達 0.15 g Z 軸向/至少須達 0.07 g	5 (強震)
(6)	台灣 921 集集大地震 (TCU129 測站，南投縣名間鄉新街國小)單軸向地震模擬測試。	X 軸向/至少須達 0.45 g Y 軸向/至少須達 0.28 g Z 軸向/至少須達 0.15 g	7 (劇震)
(7)	台灣 921 集集大地震 (TCU129 測站，南投縣名間鄉新街國小)單軸向地震模擬測試。	X 軸向/至少須達 1.0 g Y 軸向/至少須達 0.35 g Z 軸向/至少須達 0.40 g	7 (劇震)
(8)	台灣 921 集集大地震 (TCU129 測站，南投縣名間鄉新街國小)單軸向地震模擬測試。	X 軸向/至少須達 1.5 g Y 軸向/至少須達 0.45 g Z 軸向/至少須達 0.75 g	7 (劇震)
(9)	測試件排水後，隨機白雜訊測試	X 軸向 / 0.1 g	N/A
(10)	測試件排水後，隨機白雜訊測試	Y 軸向 / 0.1 g	N/A



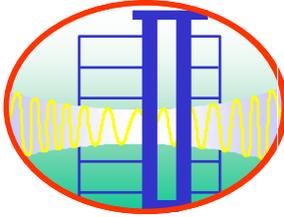
* $1g=9.807m/s^2$

** 表一：依據中華民國交通部中央氣象局於 2000 年 8 月 1 日所公告之地震震度分級表如下：

震度分級		最大地表加速度範圍(Peak Ground Acceleration, PGA)
4	中震	0.025g~0.08g
5	強震	0.08g~0.25g
6	烈震	0.25g~0.4g
7	劇震	0.4g 以上

Test method or procedure :

- (測試步驟)
1. 依據測試項目(1)至(10)，依序執行隨機白雜訊與地震模擬測試。
 2. 地震模擬振動台測試標準作業程序書(2011 年，2.3 版，國家地震工程研究中心)。
 3. 地震模擬振動台系統評估作業程序書(2011 年，2.2 版，國家地震工程研究中心)。
 4. 地震模擬振動台系統評估報告(2010 年，5.1 版，國家地震工程研究中心)。
 5. 以上測試時，加速規與位移計資料擷取之取樣頻率皆為 200Hz，振動台資料取樣頻率為 256Hz。

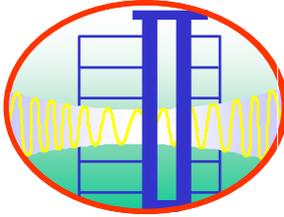


Test Results :

(測試結果)

1. 振動台測試內容、資訊與試驗結果如下所示：

測試項目	測試內容	輸入方向/測試結果最大加速度(g)	震度	試驗結果與目視描述
(1)	測試件未儲水前，隨機白雜訊測試	X 軸向 / 0.164 g	N/A	水箱無變形、損壞、裂痕； 固定基座之螺栓無鬆脫、滑落。
(2)	測試件未儲水前，隨機白雜訊測試	Y 軸向 / 0.143 g	N/A	水箱無變形、損壞、裂痕； 固定基座之螺栓無鬆脫、滑落。
(3)	測試件儲水後，隨機白雜訊測試	X 軸向 / 0.110 g	N/A	水箱無變形、損壞、裂痕、滲水； 固定基座之螺栓無鬆脫、滑落。
(4)	測試件儲水後，隨機白雜訊測試	Y 軸向 / 0.140 g	N/A	水箱無變形、損壞、裂痕、滲水； 固定基座之螺栓無鬆脫、滑落。
(5)	台灣 921 集集大地震 (TCU129 測站, 南投縣名間鄉新街國小) 三軸向地震模擬測試。	X 軸向/ 0.231g Y 軸向/ 0.157 g Z 軸向/ 0.086 g	5 (強震)	水箱無變形、損壞、裂痕、滲水； 固定基座之螺栓無鬆脫、滑落。
(6)	台灣 921 集集大地震 (TCU129 測站, 南投縣名間鄉新街國小) 三軸向地震模擬測試。	X 軸向/ 0.570g Y 軸向/ 0.321g Z 軸向/ 0.174 g	7 (劇震)	水箱無變形、損壞、裂痕、滲水； 固定基座之螺栓無鬆脫、滑落。
(7)	台灣 921 集集大地震 (TCU129 測站, 南投縣名間鄉新街國小) 三軸向地震模擬測試。	X 軸向/ 1.165g Y 軸向/ 0.383 g Z 軸向/ 0.428 g	7 (劇震)	水箱無變形、損壞、裂痕、滲水； 固定基座之螺栓無鬆脫、滑落。
(8)	台灣 921 集集大地震 (TCU129 測站, 南投縣名間鄉新街國小) 三軸向地震模擬測試。	X 軸向/ 1.712 g Y 軸向/ 0.455 g Z 軸向/ 0.771 g	7 (劇震)	水箱無變形、損壞、裂痕、滲水； 固定基座之螺栓無鬆脫、滑落。
(9)	測試件排水後，隨機白雜訊測試	X 軸向 / 0.136 g	N/A	水箱無變形、損壞、裂痕、滲水； 固定基座之螺栓無鬆脫、滑落。
(10)	測試件排水後，隨機白雜訊測試	Y 軸向 / 0.149 g	N/A	水箱無變形、損壞、裂痕、滲水； 固定基座之螺栓無鬆脫、滑落。



2. 測試件未儲水前，隨機白雜訊之測試結果：

2.1 X 軸向

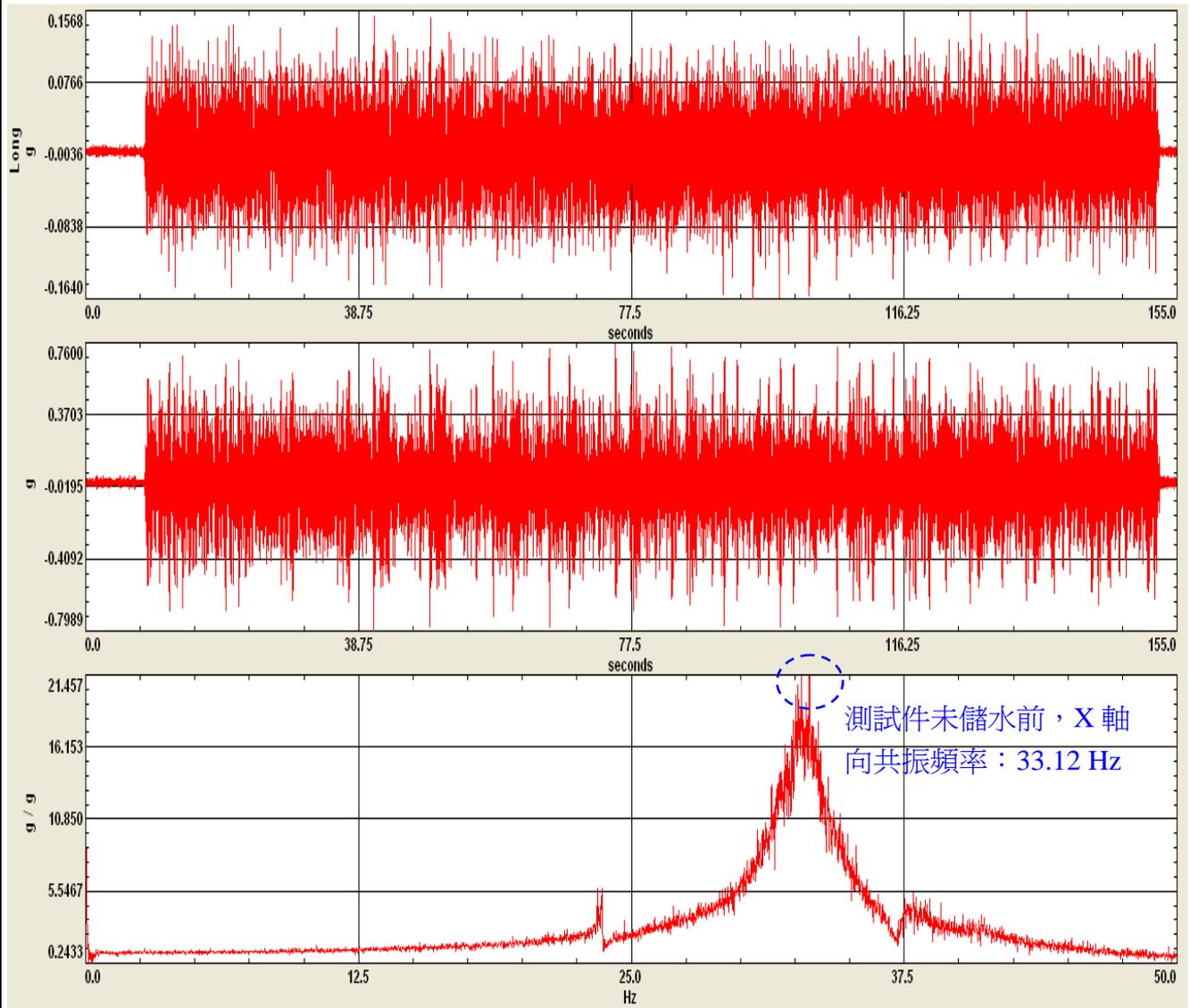
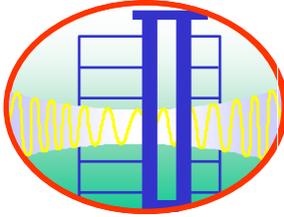


圖 1：測試件未儲水前，X 軸向隨機白雜訊測試。上圖為振動台 X 軸向測試時之歷時，地表最大加速度為 0.164g；中圖為測試件 X 軸向頂端之加速度歷時，最大加速度 0.798g；下圖為測試件 X 軸向之共振頻率：33.12 Hz。



2.2 Y 軸向

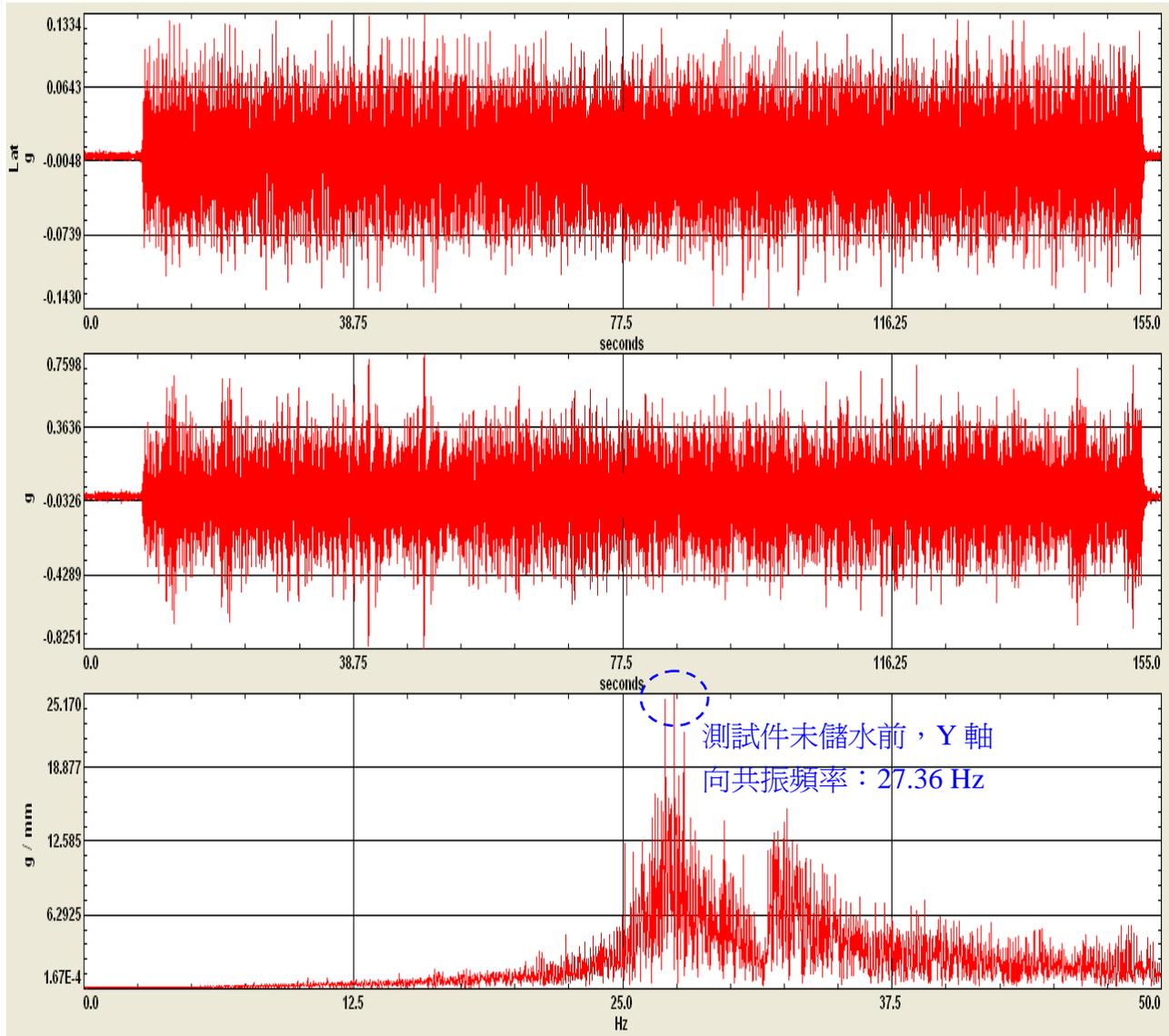
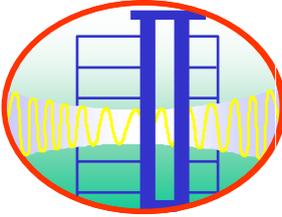


圖 2：測試件未儲水前，Y 軸向隨機白雜訊測試。上圖為振動台 Y 軸向測試時之歷時，地表最大加速度為 0.143g；中圖為測試件 Y 軸向頂端之加速度歷時，最大加速度 0.825g；下圖為測試件 Y 軸向之共振頻率：27.36 Hz。



3. 測試件儲水後，隨機白雜訊之測試結果：

3.1 X 軸向

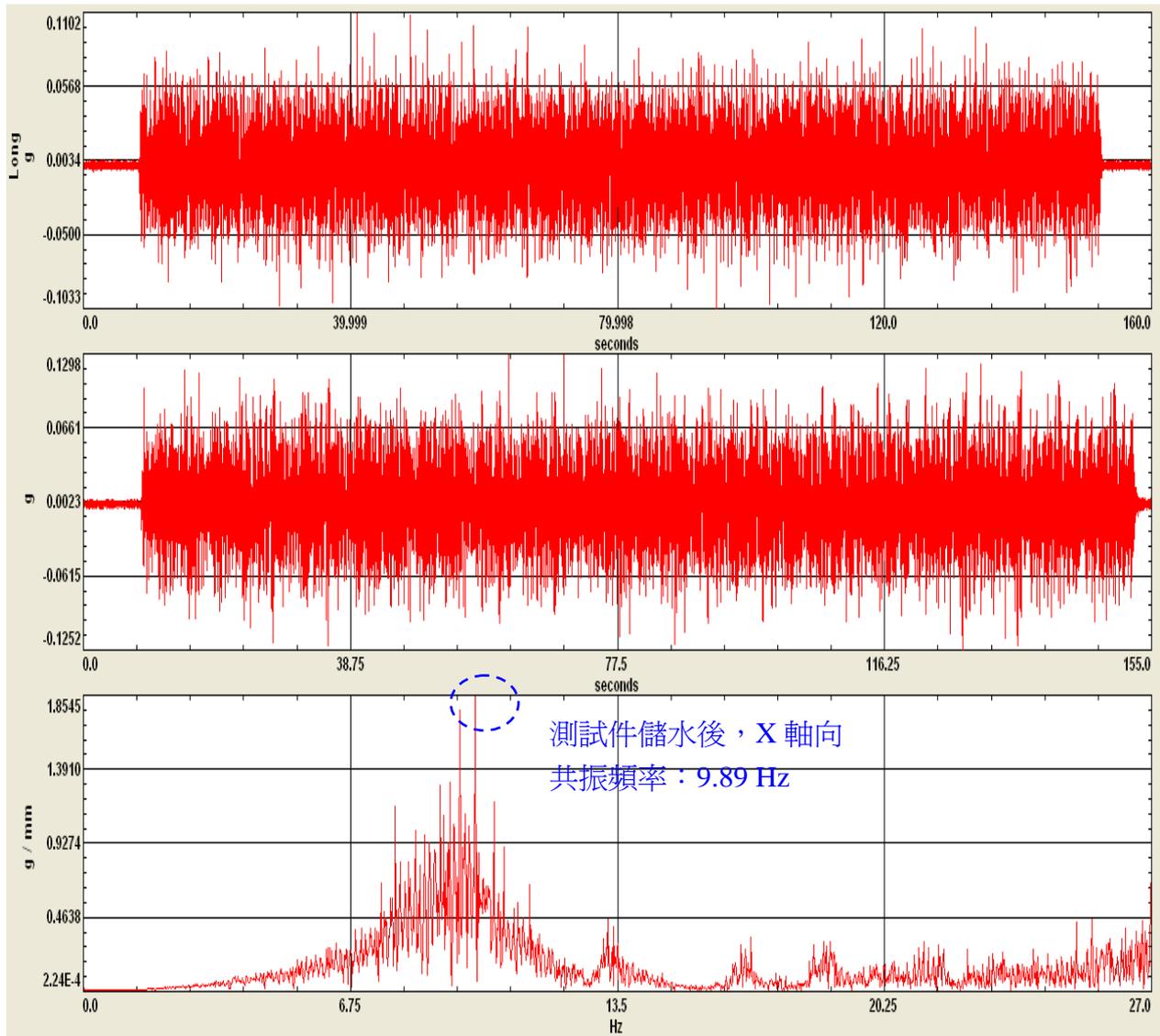
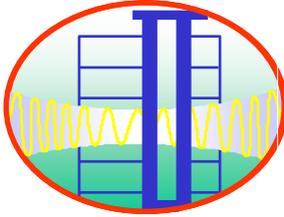


圖 3：測試件儲水後，X 軸向隨機白雜訊測試。上圖為振動台 X 軸向測試時之歷時，地表最大加速度為 0.110g；中圖為測試件 X 軸向頂端之加速度歷時，最大加速度 0.129g；下圖為測試件 X 軸向之共振頻率：9.89 Hz。



3.2 Y 軸向

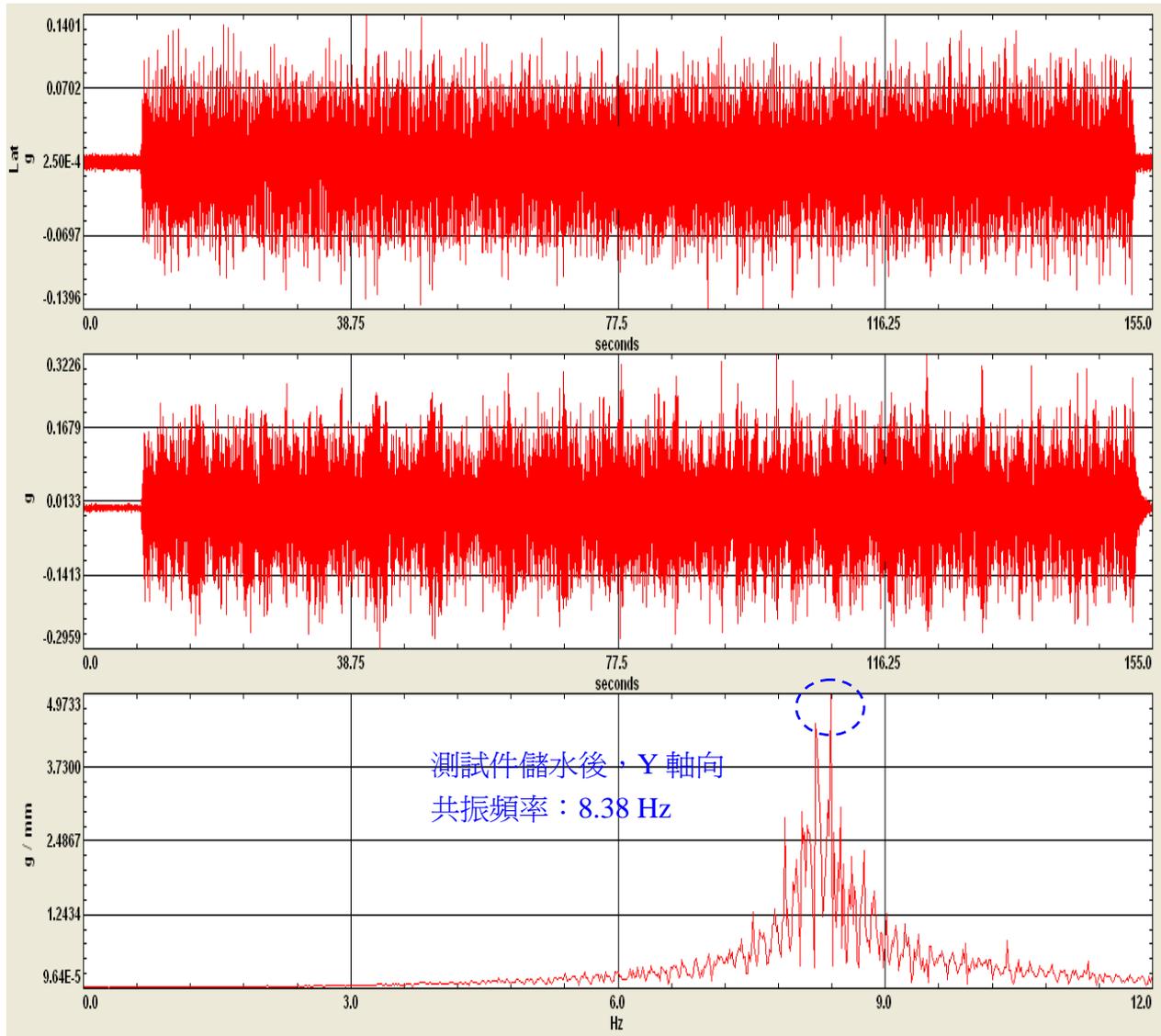
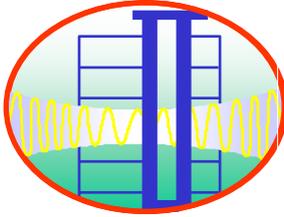


圖 4：測試件儲水後，Y 軸向隨機白雜訊測試。上圖為振動 Y 軸向測試時之歷時，地表最大加速度為 0.140g；中圖為測試件 Y 軸向頂端之加速度歷時，最大加速度 0.322g；下圖為測試件 Y 軸向之共振頻率：8.38 Hz。



4. 測試件儲水後，集集地震 TCU129 測站測試結果

(X 軸向須達 0.2 g ; Y 軸向須達 0.15 g ; Z 軸向須達 0.07 g) :

4.1 地表三軸向地震歷時(執行測試項目 5) :

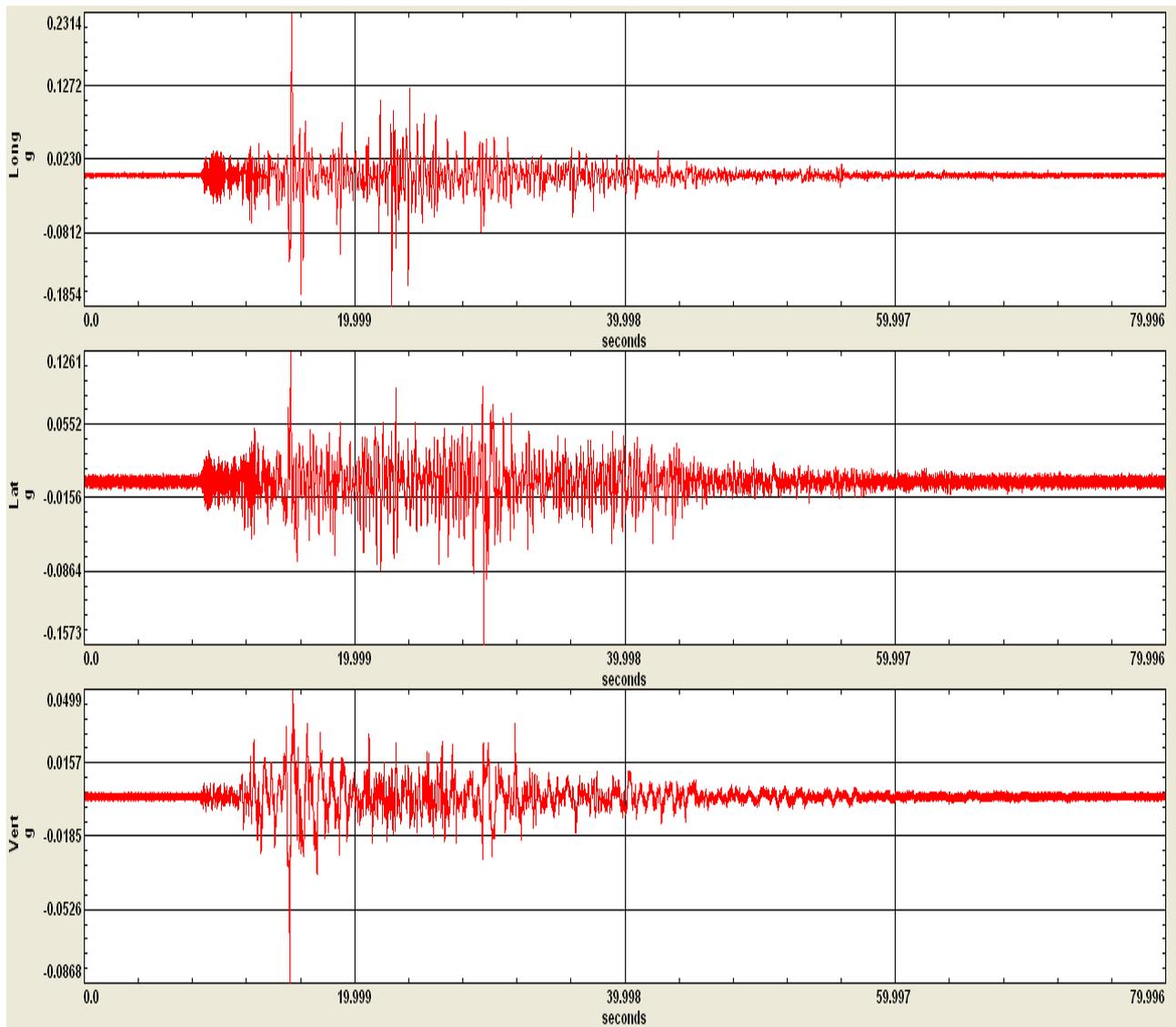
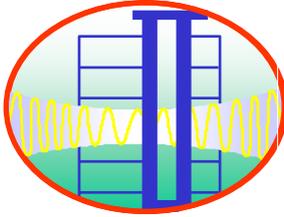


圖 5：測試件執行集集地震 TCU129 測站之測試結果，由上圖至下圖最大加速度地震歷時分別為：
X 軸向 0.231 g ; Y 軸向 0.157 g ; Z 軸向 0.086 g。



4.2 測試件頂端 X 軸向加速度歷時及頂端與地表之層間位移變化(執行測試項目 5)：

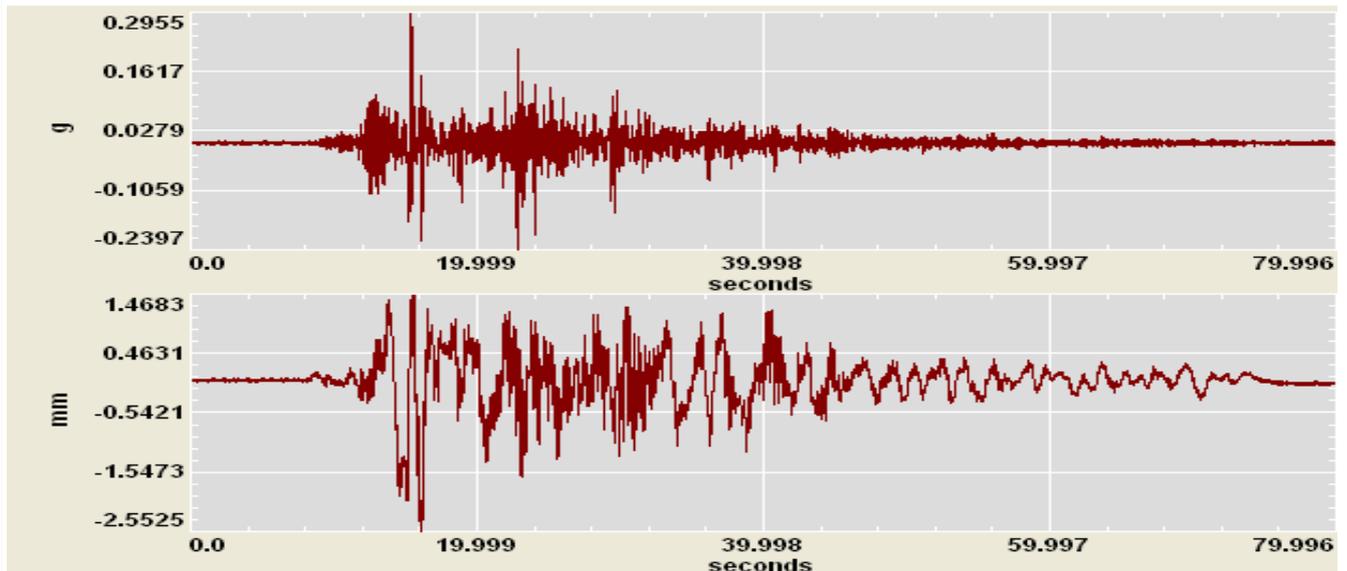


圖 6：測試件執行集集地震 TCU129 測站之測試結果，測試件頂端 X 軸向最大加速度歷時：0.295g
層間位移最大變化量：2.55 mm。

4.3 測試件頂端 Y 軸向加速度歷時及頂端與地表之層間位移變化(執行測試項目 5)：

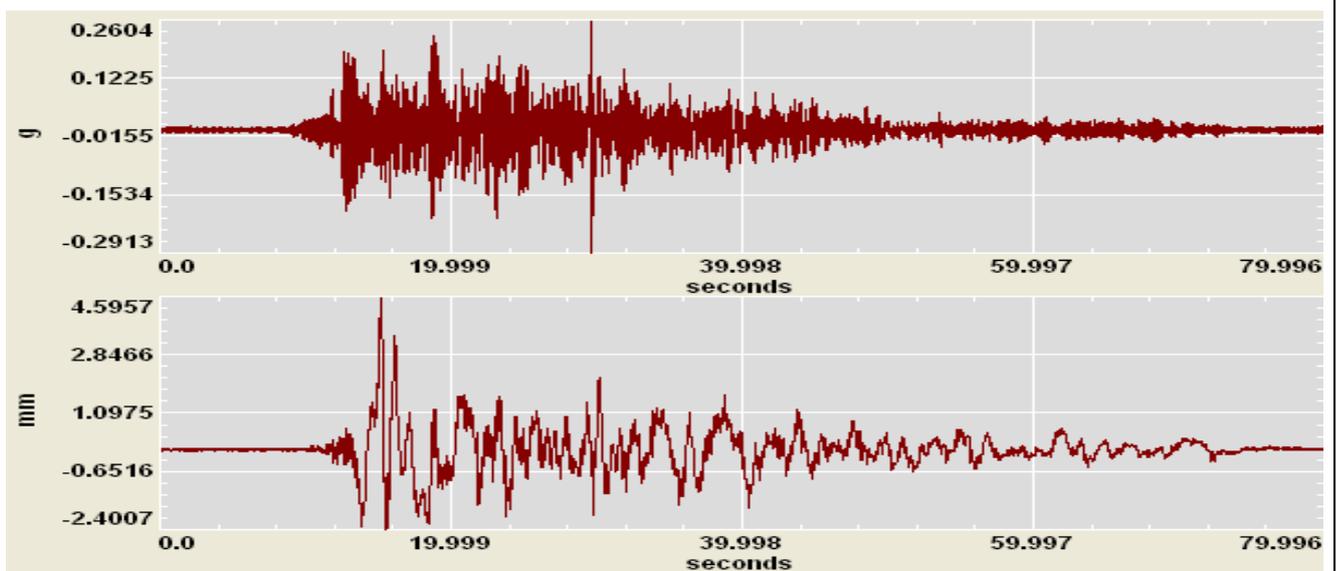
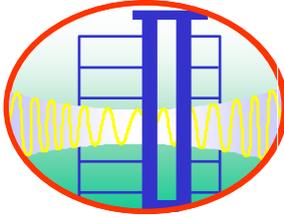


圖 7：測試件執行集集地震 TCU129 測站之測試結果，測試件頂端 Y 軸向最大加速度歷時：0.291g
層間位移最大變化量：4.59 mm。



5. 測試件儲水後，集集地震 TCU129 測站測試結果

(X 軸向須達 0.45 g ; Y 軸向須達 0.28 g ; Z 軸向須達 0.15 g) :

5.1 地表三軸向地震歷時(執行測試項目 6) :

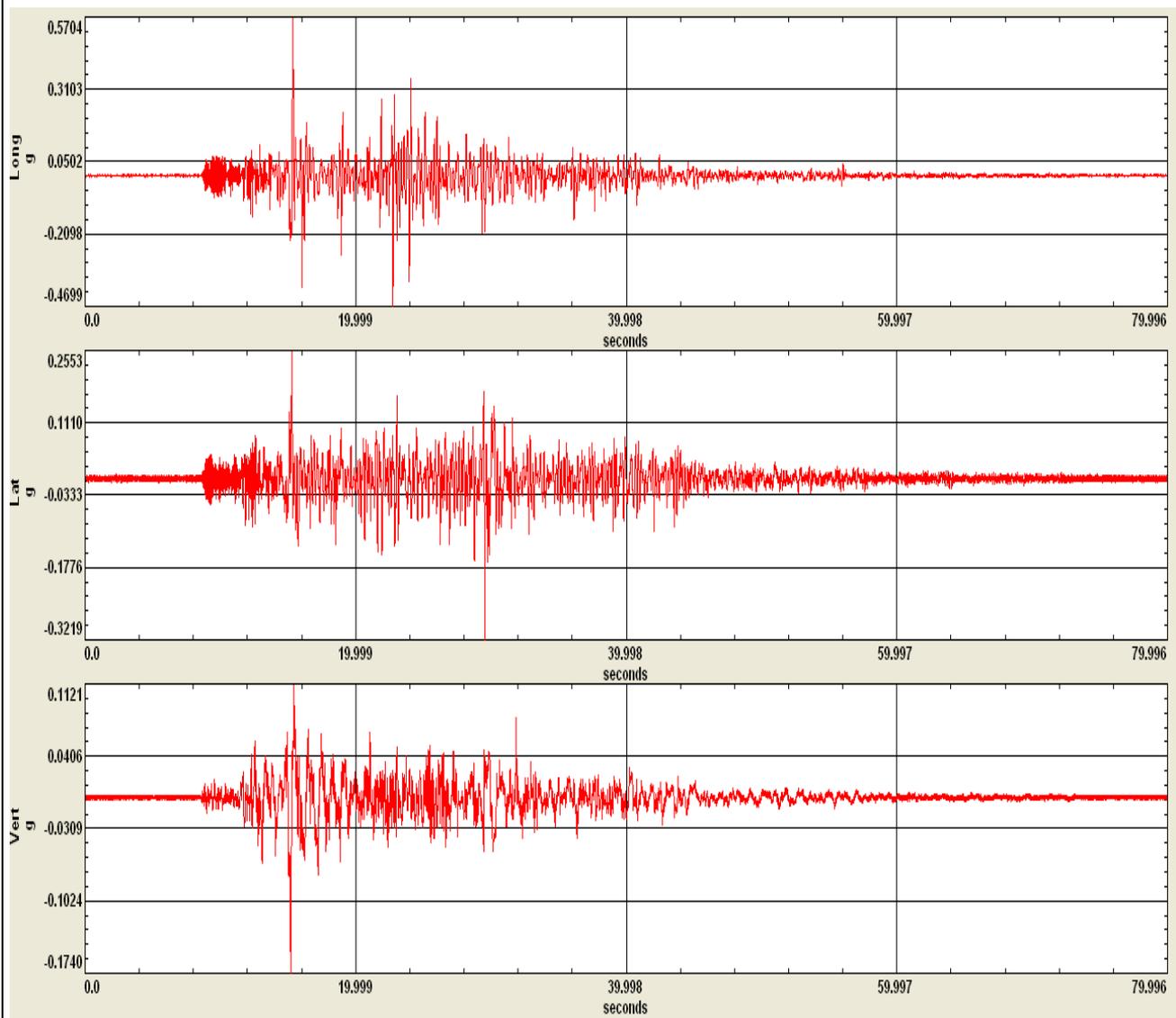
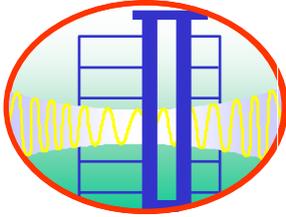


圖 8：測試件執行集集地震 TCU129 測站之測試結果，由上圖至下圖最大加速度地震歷時分別為：
X 軸向 0.570 g ; Y 軸向 0.321 g ; Z 軸向 0.174 g。



5.2 測試件頂端 X 軸向加速度歷時及頂端與地表之層間位移變化(執行測試項目 6)：

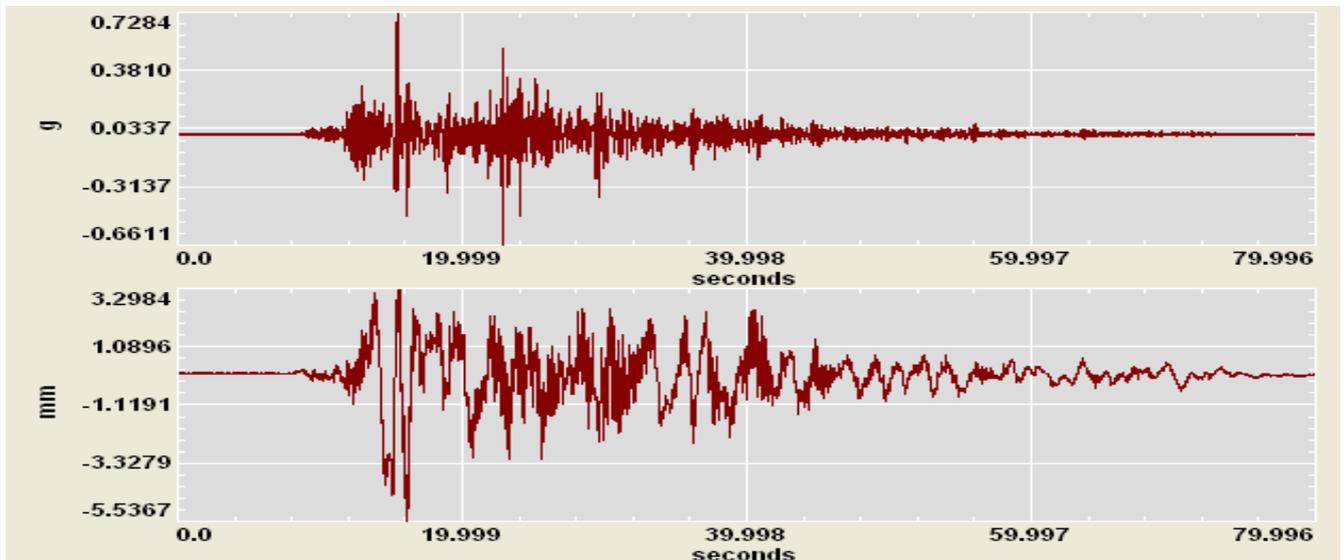


圖 9：測試件執行集集地震 TCU129 測站之測試結果，測試件頂端 X 軸向最大加速度歷時：0.728 g
層間位移最大變化量：5.53 mm。

5.3 測試件頂端 Y 軸向加速度歷時及頂端與地表之層間位移變化(執行測試項目 6)：

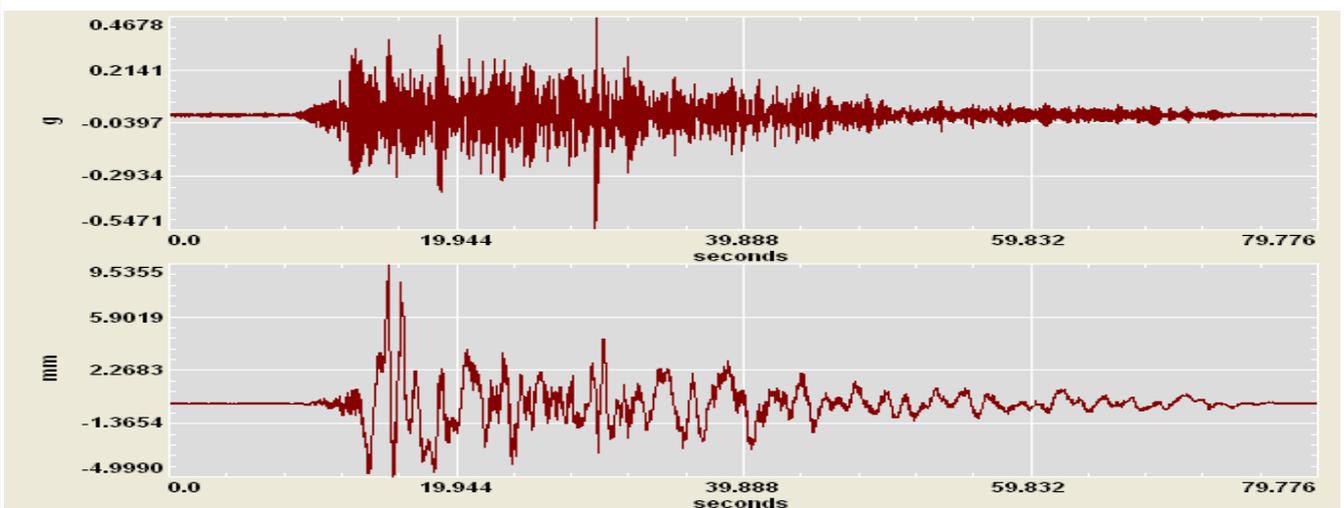
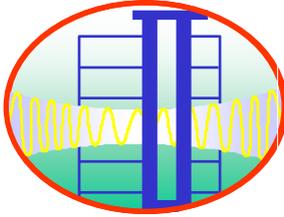


圖 10：測試件執行集集地震 TCU129 測站之測試結果，測試件頂端 Y 軸向最大加速度歷時：0.547 g
層間位移最大變化量：9.53 mm。



6. 測試件儲水後，集集地震 TCU129 測站測試結果

(X 軸向須達 1.0 g ; Y 軸向須達 0.35 g ; Z 軸向須達 0.4 g) :

6.1 地表三軸向地震歷時(執行測試項目 7) :

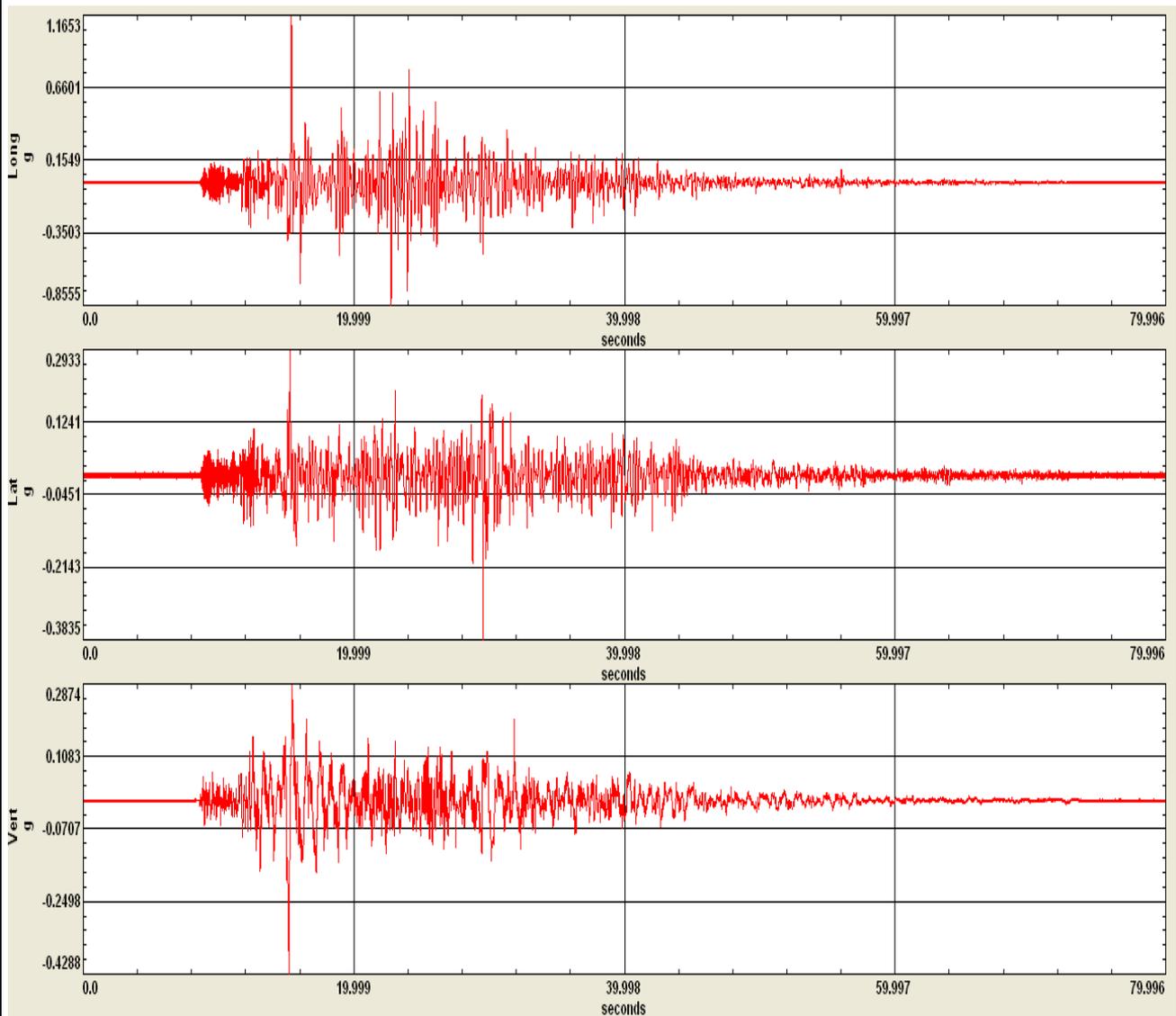
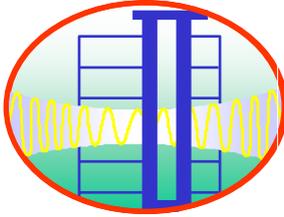


圖 11：測試件執行集集地震 TCU129 測站之測試結果，由上圖至下圖最大加速度地震歷時分別為：
X 軸向 1.165 g ; Y 軸向 0.383 g ; Z 軸向 0.428 g。



6.2 測試件頂端 X 軸向加速度歷時及頂端與地表之層間位移變化(執行測試項目 7)：

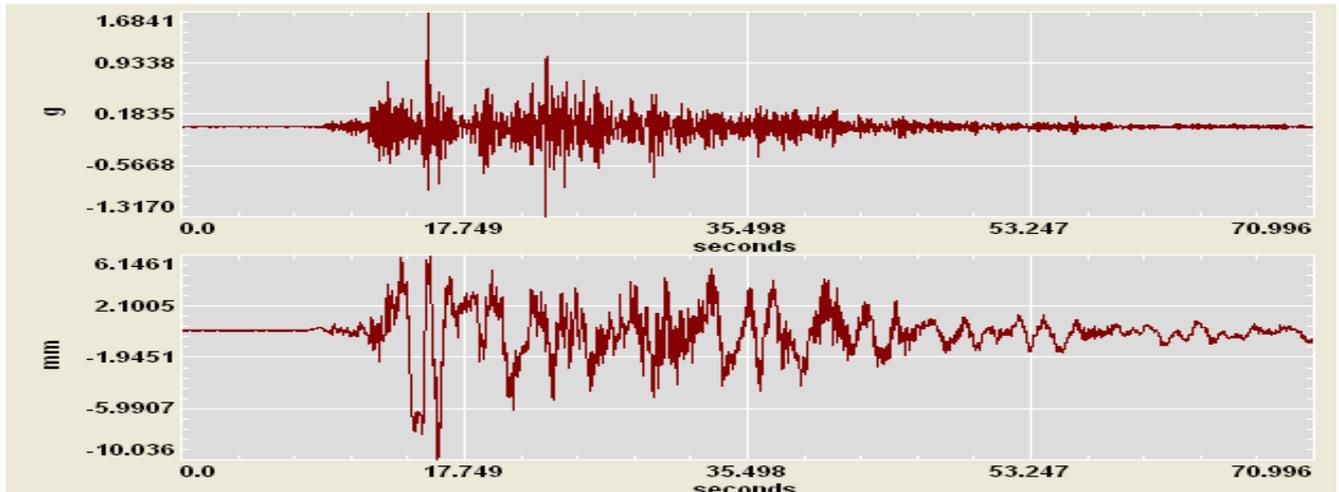


圖 12：測試件執行集集地震 TCU129 測站之測試結果，測試件頂端 X 軸向最大加速度歷時：1.684 g
層間位移最大變化量：10.036 mm。

6.3 測試件頂端 Y 軸向加速度歷時及頂端與地表之層間位移變化(執行測試項目 7)：

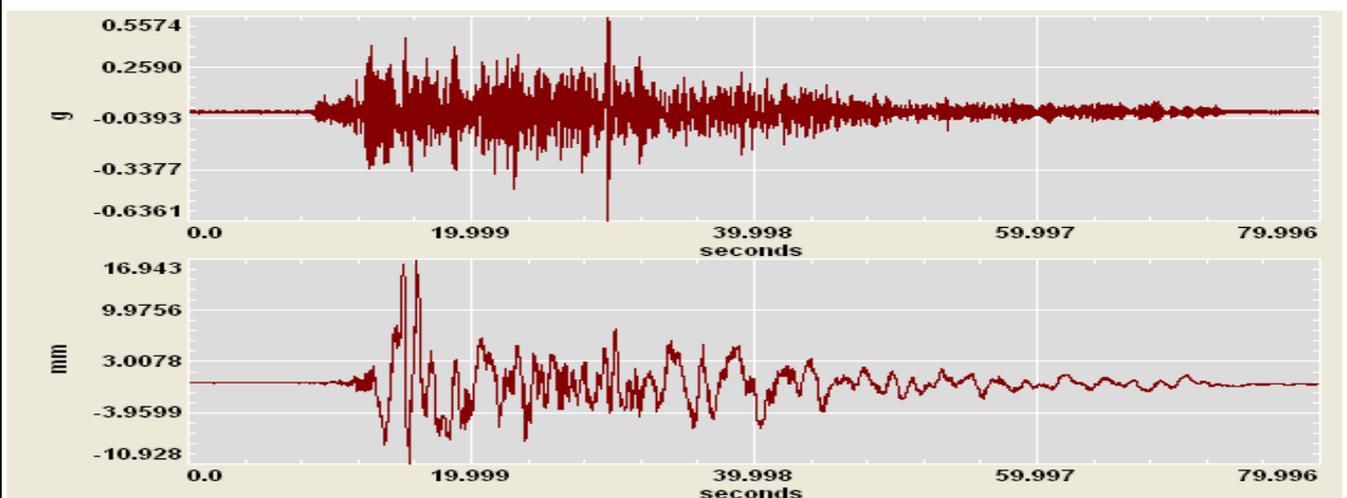
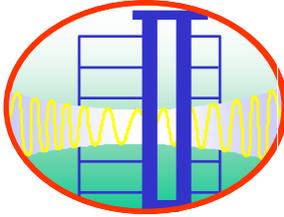


圖 13：測試件執行集集地震 TCU129 測站之測試結果，測試件頂端 Y 軸向最大加速度歷時：0.636 g
層間位移最大變化量：16.94 mm。



7. 測試件儲水後，集集地震 TCU129 測站測試結果

(X 軸向須達 1.5 g ; Y 軸向須達 0.45 g ; Z 軸向須達 0.75 g) :

7.1 地表三軸向地震歷時(執行測試項目 8) :

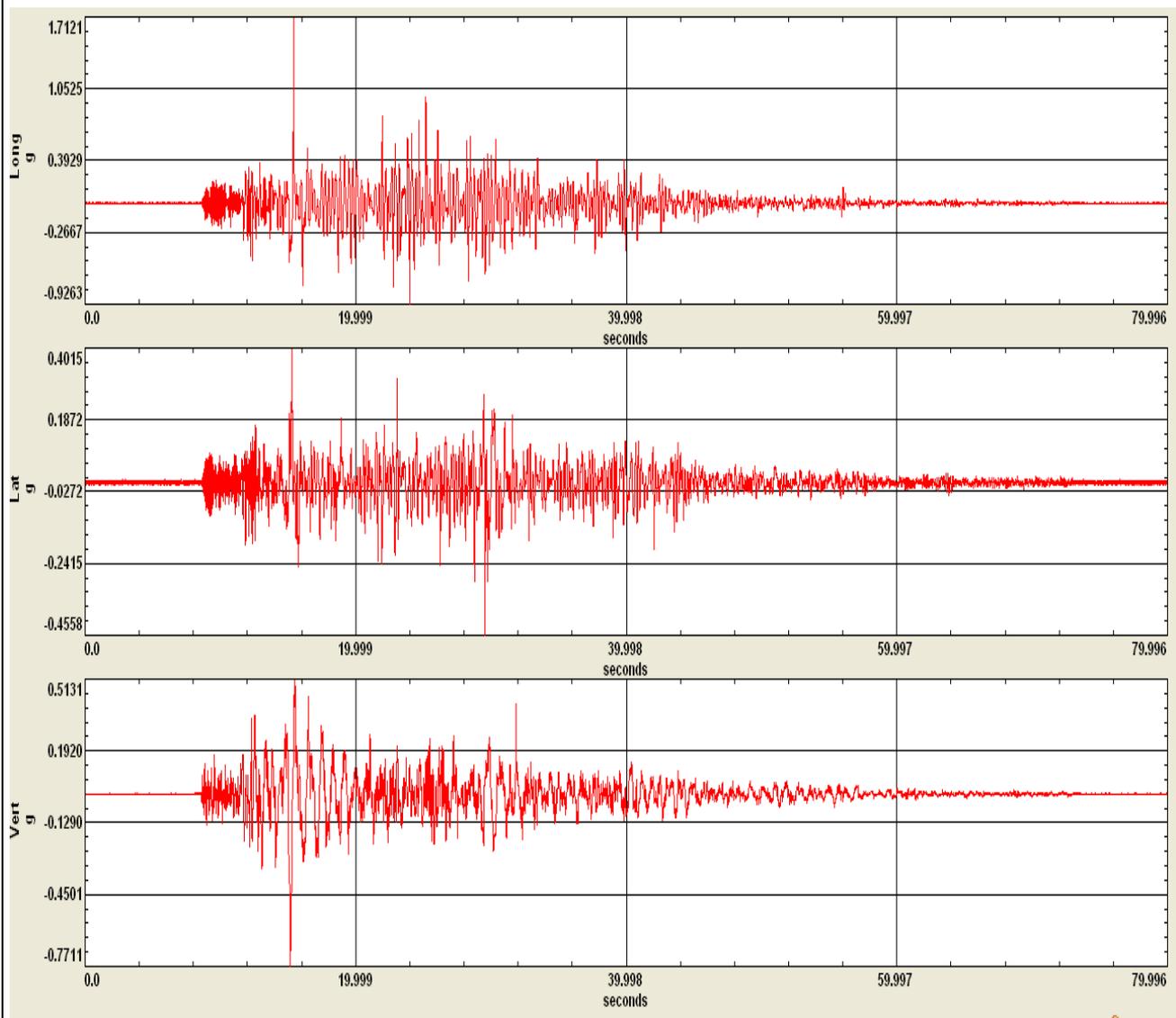
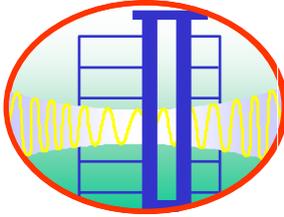


圖 14：測試件執行集集地震 TCU129 測站之測試結果，由上圖至下圖最大加速度地震歷時分別為：
X 軸向 1.712 g ; Y 軸向 0.455 g ; Z 軸向 0.771 g。



7.2 測試件頂端 X 軸向加速度歷時及頂端與地表之層間位移變化(執行測試項目 8)：

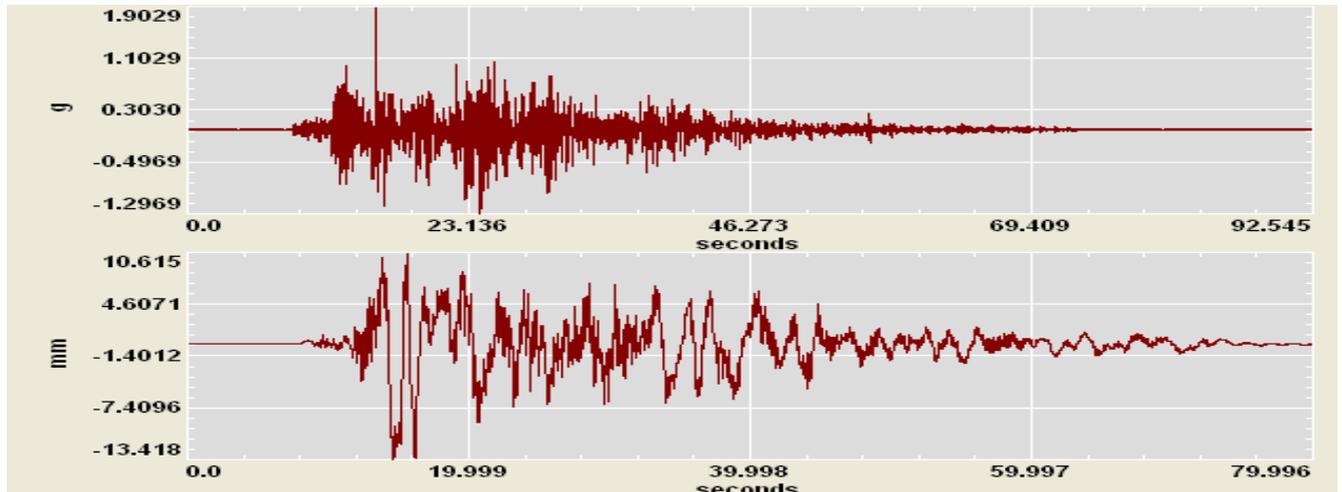


圖 15：測試件執行集集地震 TCU129 測站之測試結果，測試件頂端 X 軸向最大加速度歷時：1.902 g
層間位移最大變化量：13.418 mm。

7.3 測試件頂端 Y 軸向加速度歷時及頂端與地表之層間位移變化(執行測試項目 8)：

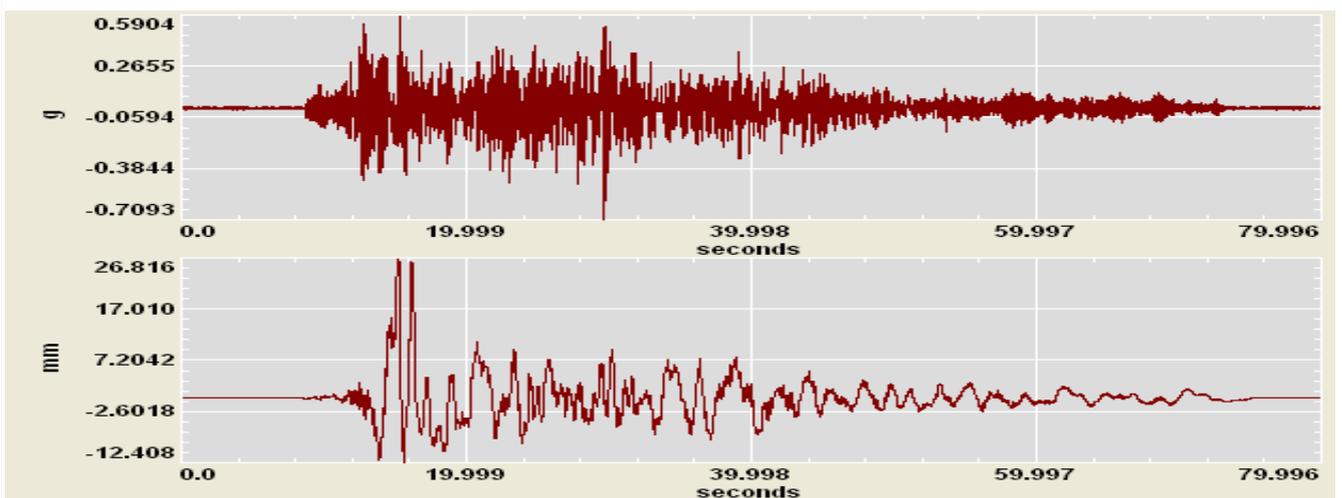
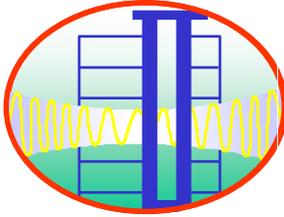


圖 16：測試件執行集集地震 TCU129 測站之測試結果，測試件頂端 Y 軸向最大加速度歷時：0.709 g
層間位移最大變化量：26.816 mm。



8. 測試件排水後，隨機白雜訊之測試結果：

8.1 X 軸向

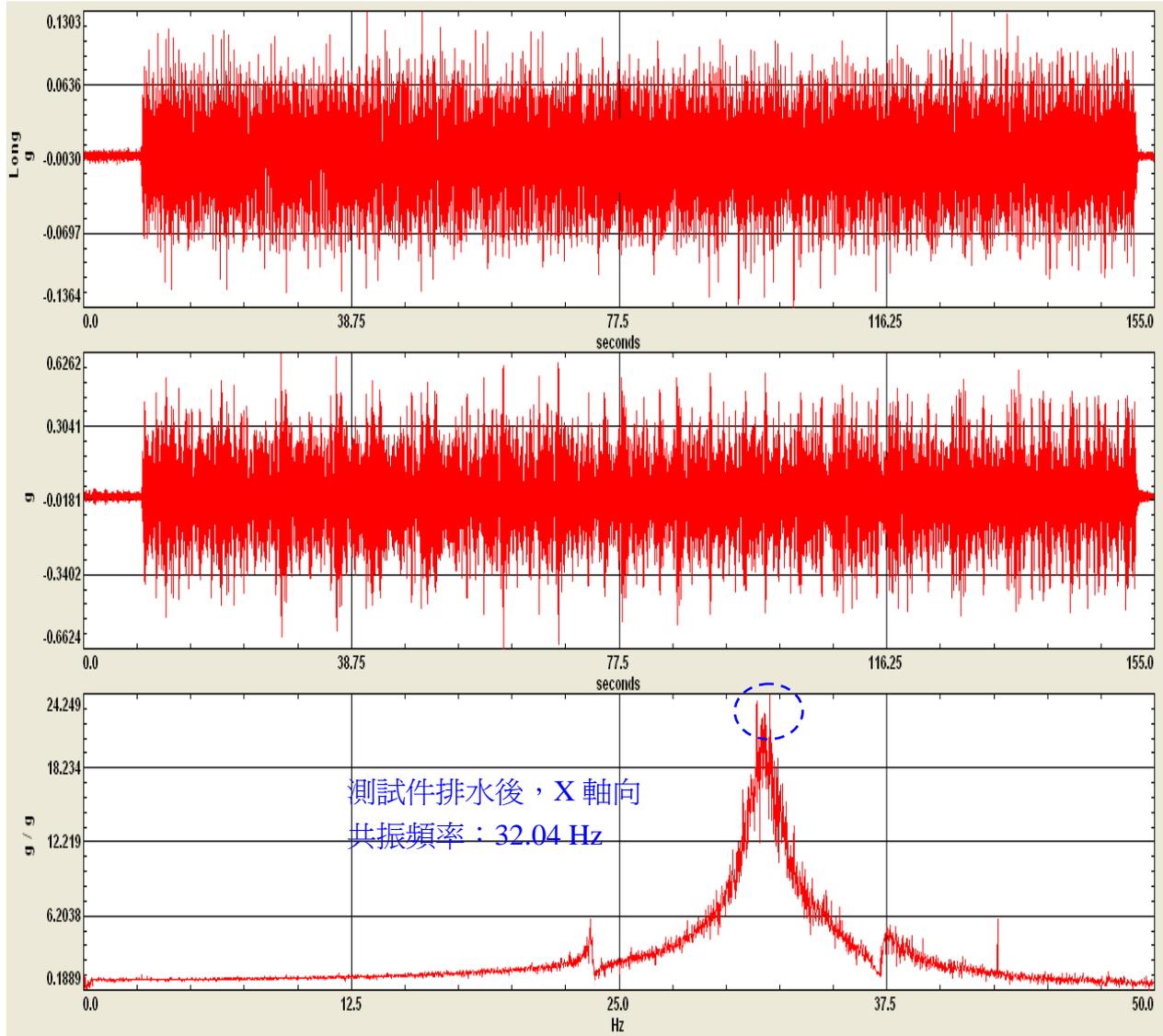
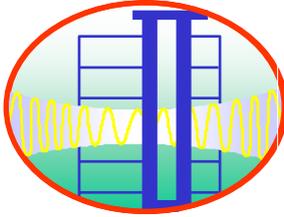


圖 17：測試件排水後，X 軸向隨機白雜訊測試。上圖為振動台 X 軸向測試時之歷時，地表最大加速度為 0.136g；中圖為測試件 X 軸向頂端之加速度歷時，最大加速度 0.662g；下圖為測試件 X 軸向之共振頻率：32.04Hz



8.2 Y 軸向

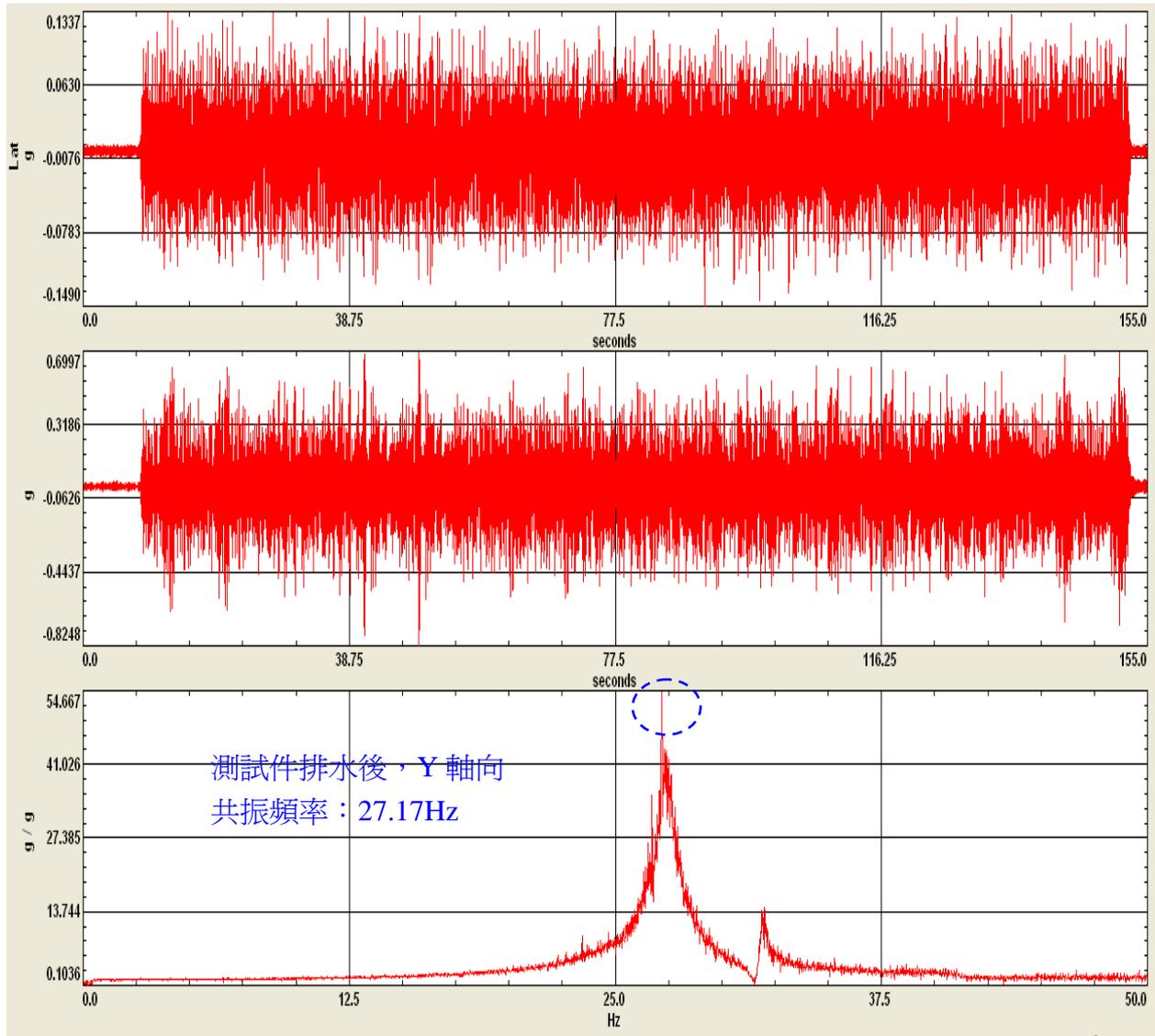


圖 18：測試件排水後，Y 軸向隨機白雜訊測試。上圖為振動 Y 軸向測試時之歷時，地表最大加速度為 0.149 g；中圖為測試件 Y 軸向頂端之加速度歷時，最大加速度 0.824g；下圖為測試件 Y 軸向之共振頻率：27.17 Hz

說明：

1. 非經本中心同意，申請者不得將實驗結果用於商業廣告之標示、法律訴訟之證據等用途，違者本中心將依法追訴；若有損及本中心名譽者，本中心將要求損害賠償。
2. 本報告內容僅對測試件之測試項目有效，申請者於引用本報告時不得有“通過國家地震工程研究中心測試”或“經國家地震工程研究中心認證”等擴大解釋實驗結果之用詞。