

地震儀瞬間顯示0.29g之分析及說明

核二廠 儀控組

中華民國101年4月25日

說明-1

- 核二廠壹號機於101/03/16大修停機過程中，將反應爐運轉模式開關轉至停機位置時，觸動反應爐基座裙板地震儀，其中垂直向最大加速度值達0.29g，經分析其反應頻譜發現其垂直向極低頻訊號處與以往不同，可能係儀器故障而導致訊號失真之現象。
- 且由附近廠房地震儀(XE-104)讀值0.01~0.03g(二者地震儀距離僅15公尺)，及事後廠內執行廠房/設備檢查均無損壞，研判101/03/16並無0.29g之衝擊震波。

中央氣象局是以0.29g或gal(CM/SEC²)

依據中央氣象局震度等級分級，0.29g相當於6級烈震，建築物會呈現劇烈搖晃，並造成部分建築物受損，重家具翻，門窗扭曲變形.....

但事後廠內執行廠房/設備檢查均無損壞及受0.29g震波衝擊之現象，反應爐基座地震儀附近設備亦正常無受損。

以重力加速度g

震度(級)	名稱	
0	無感	
1	微震	
2	輕震	部分會
3	弱震	幾乎所覺搖晃有恐懼
4	中震	有相當感，音躲避，幾乎者
5	強震	大多妻嚇恐慌
6	烈震	搖晃劇困難。
7	劇震	搖晃劇依意志



震度(級)	加速度(g)
0	0.00082以下
1	0.00082 ~ 0.00255
2	0.00255 ~ 0.00816
3	0.00816 ~ 0.02551
4	0.02551 ~ 0.08163
5	0.08163 ~ 0.2551
6	0.2551 ~ 0.40816
7	0.40816以上



誠信.關懷.服務

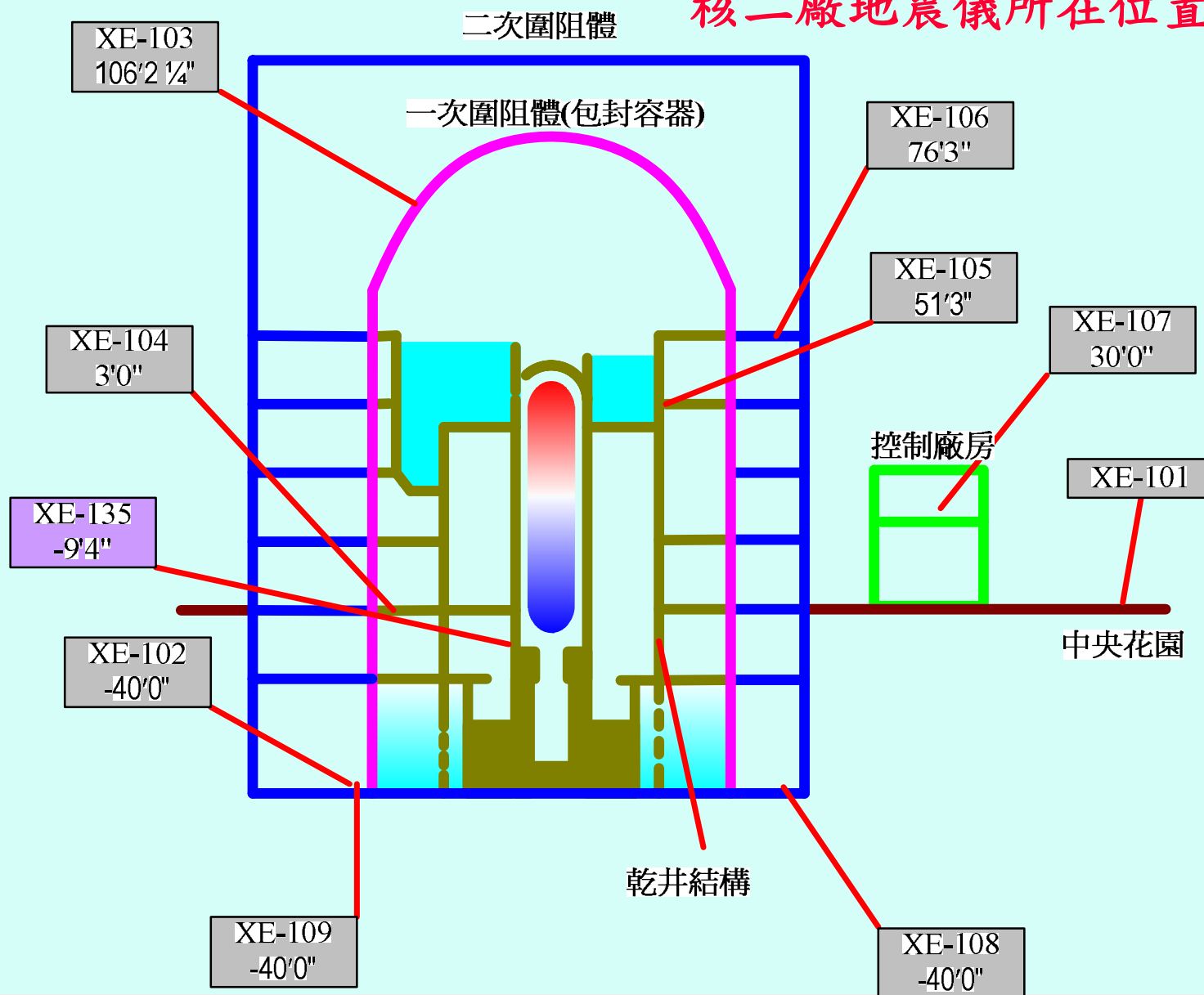


說明-2

比較運轉模式開關轉到停機位置時地震儀紀錄，除了101/03/16反應爐基座強震儀垂直向外，其餘地震儀，每次反應均在固定範圍內，亦即急停之衝擊行為是固定的，振動傳遞量亦成某一固定比例。

因此若反應爐基座強震儀量到0.29g為真，此一振動力必將也傳至反應器廠房3樓之乾井結構地震儀上(與反應爐基座強震儀水平距離相差約15公尺，垂直差3公尺)，但從101/03/16紀錄中，乾井結構地震儀(XE-104)三軸向最大加速值僅為0.0365g，與其他紀錄最大值0.0300g(101/04/19 15:03)相差無幾，更外層之包封容器地震儀亦無明顯變化，故0.29g之訊號必為失真之訊號。

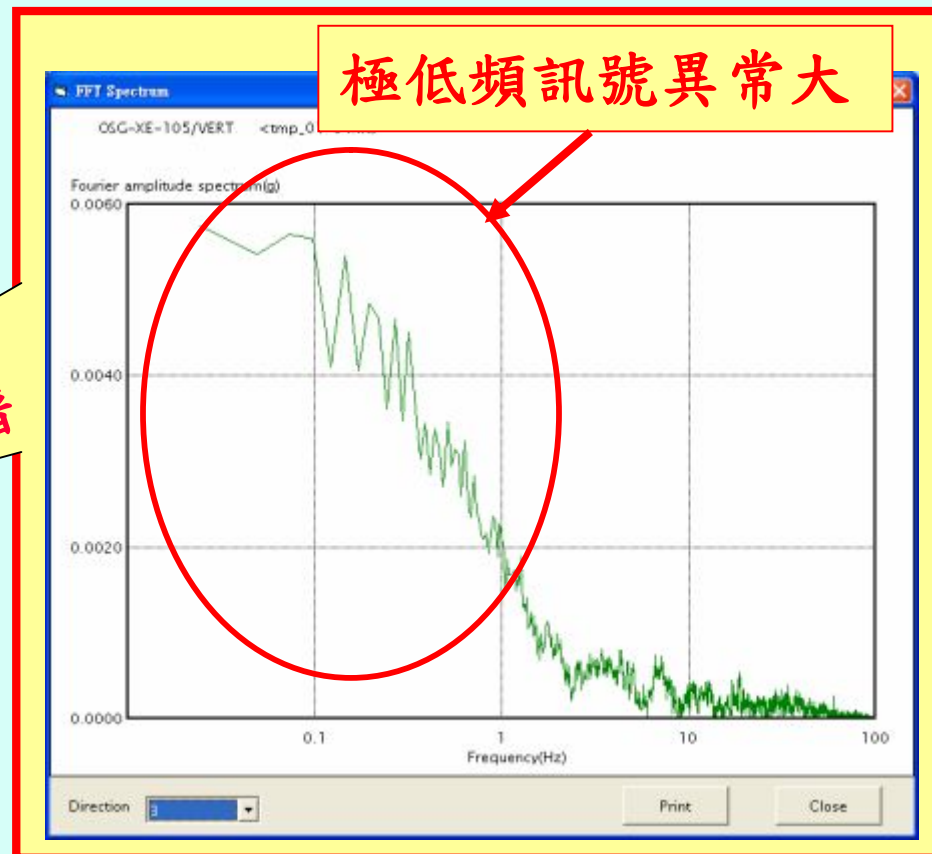
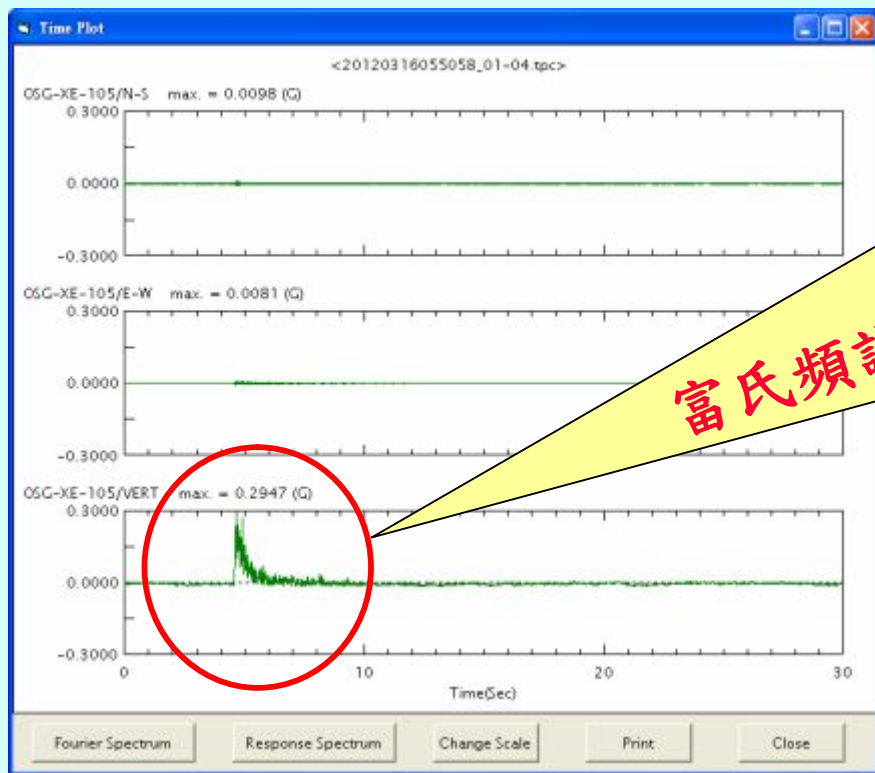
核二廠地震儀所在位置示意圖



地震儀	軸向	96/09/29 21:53	96/09/29 21:56	99/10/07 05:53	99/10/07 15:17	101/03/16 05:50	101/04/14 22:33	101/04/18 14:01	101/04/19 15:03	101/04/19 15:21
		最大值g	最大值g	最大值g	最大值g	最大值g	最大值g	最大值g	最大值g	最大值g
XE-102 包封容器 底座	日期	99/10/7		101/3/16		101/4/14		101/4/18		101/4/19
XE-103 包封容器 結構	狀況	•正常運轉 •原135 Sensor		•停機測試 •原135 Sensor		•135 以新 Sensor 測 試		•135 以新 Sensor 測 試		•換回舊135 Sensor 測試 (故障重建)
	XE-104	0.0204		0.0365		0.0218		0.0251		0.0300
XE-104 反應器廠 房3樓	XE-105	0.0368		0.2947		0.0390		0.0995		0.1173
	東西向	0.0221	0.0205	0.0224	0.0174	0.0181	0.0248	0.0194	0.0207	0.0227
XE-135 反應爐基 座	垂直向	0.0198	0.0200	0.0223	0.0204	0.0365	0.0218	0.0251	0.0300	0.0194
	南北向	0.0320	0.0285	0.0138	0.0185	0.0098	0.0099	0.0204	0.0214	0.0180
	東西向	0.0186	0.0209	0.0174	0.0175	0.0081	0.0030	0.0094	0.0078	0.0137
XE-106 輔機間 頂樓板	垂直向	0.0839	0.1158	0.0406註	0.0368註	0.2947	0.0390註	0.0995註	0.0981註	0.1173註
	南北向	0.0025	0.0027	0.0029	0.0027	0.0029	0.0030	0.0030	0.0035	0.0036
	東西向	0.0078	0.0080	0.0091	0.0091	0.0070	0.0093	0.0077	0.0098	0.0099
XE-108 輔機間底 板	垂直向	0.0050	0.0053	0.0059	0.0057	0.0043	0.0059	0.0051	0.0058	0.0057
	南北向	0.0007	0.0009	0.0008	0.0009	0.0007	0.0010	0.0008	0.0009	0.0009
	東西向	0.0023	0.0027	0.0032	0.0032	0.0034	0.0030	0.0035	0.0038	0.0037
	垂直向	0.0024	0.0026	0.0027	0.0027	0.0018	0.0027	0.0026	0.0028	0.0026

註：1.99/10/07 05:53/15:17及101/04/14 22:33等3筆紀錄XE-135有加裝東京測振PC-5153F高頻濾波器，故測得加速值較小
2.101/03/16、101/04/19 15:03/15:21使用SN:100229之地震儀(舊)，101/04/14、101/04/18使用SN:100227之地震儀(新)

101/03/16 05:50運轉模式開關轉停機觸發紀錄

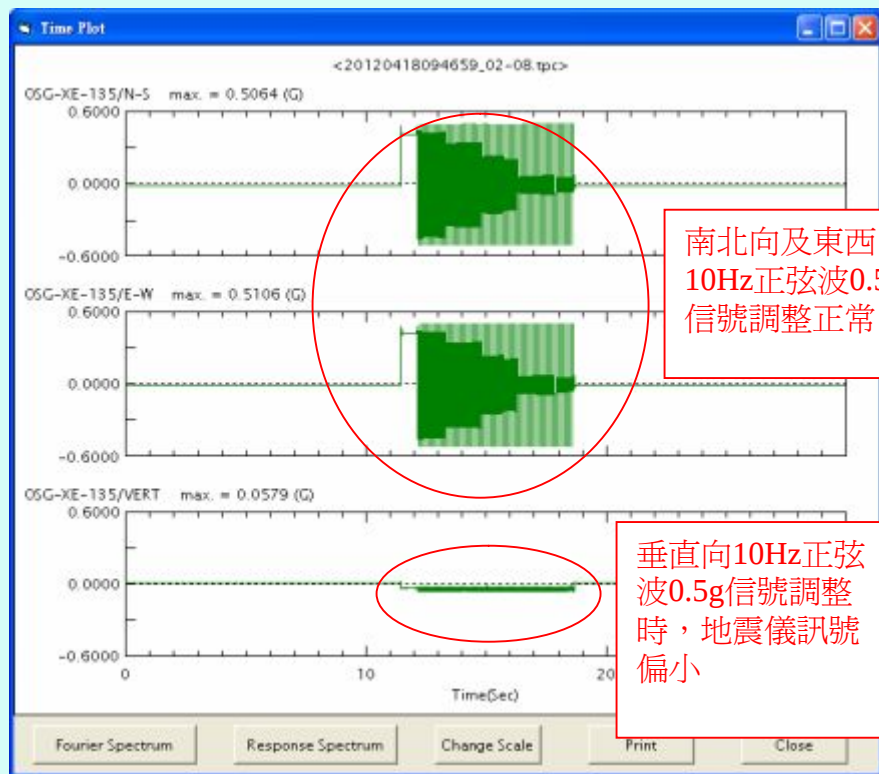


說明-3

為詳查其肇因，大修期間進行此地震儀之校正測試，發現此地震儀在南北向、東西向的反應均正常；但垂直向校正訊號卻有不穩定的現象，且訊號基準點(零點)處亦出現偏移現象，而校正後仍無法回復此地震儀之正常功能，故研判上述0.29g應是儀器故障所產生之錯誤值。

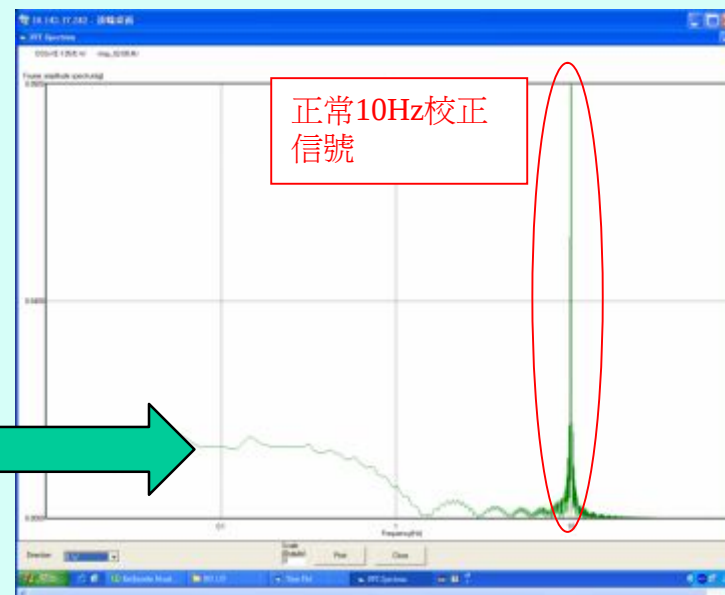
再往前追溯此地震儀之測試資料，在101/02/02定期測試之資料中，發現此地震儀在垂直向極低頻訊號處已顯現有不穩定、且已有不正常的放大失真情形。

反應爐基座地震儀校正

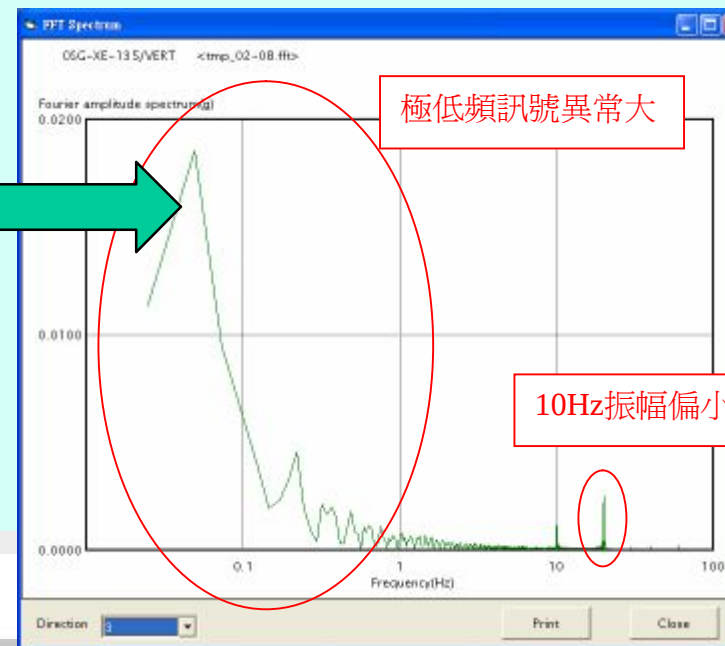


南北向及東西向
10Hz正弦波0.5g
信號調整正常

垂直向10Hz正弦
波0.5g信號調整
時，地震儀訊號
偏小



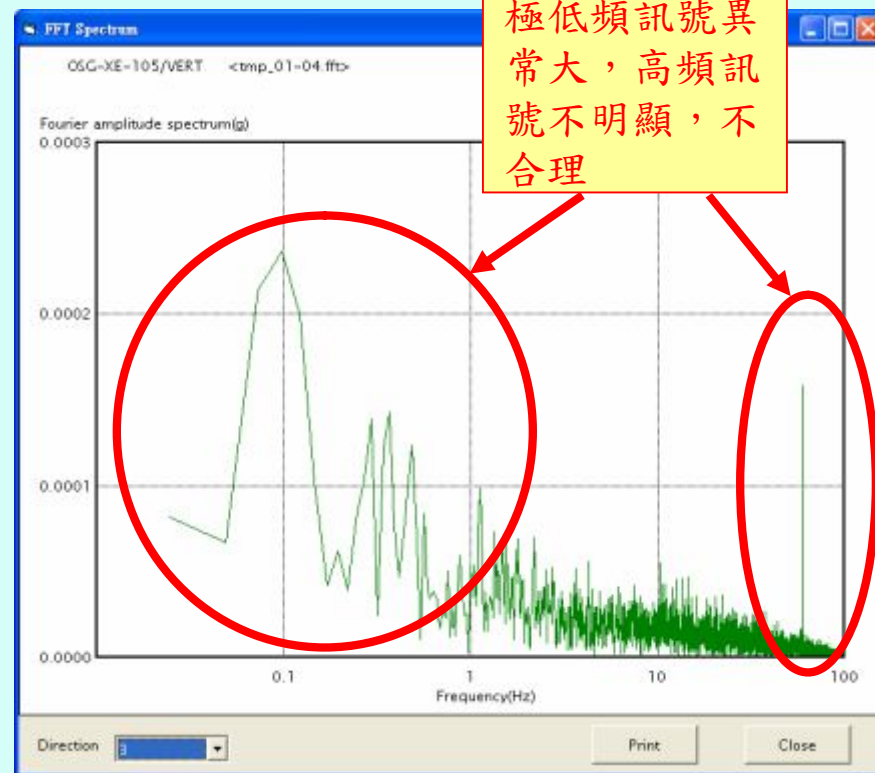
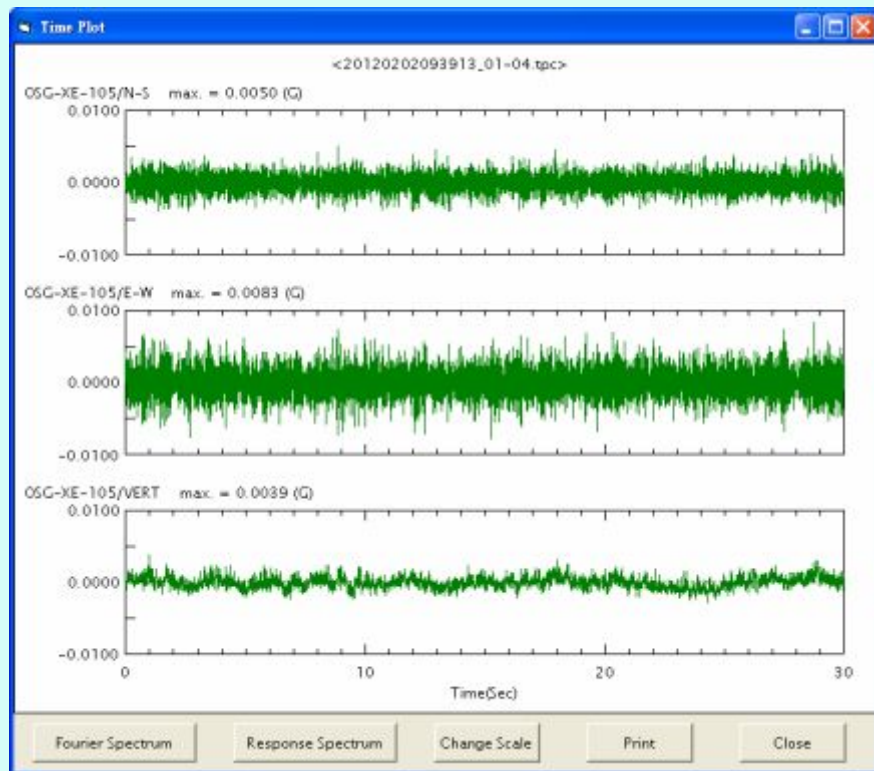
正常10Hz校正
信號



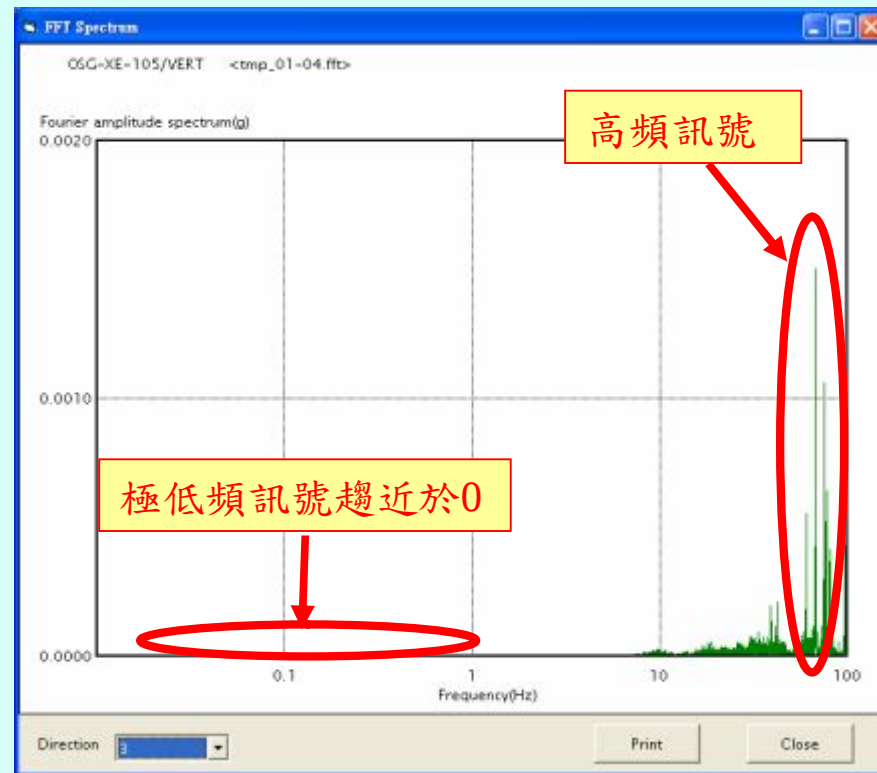
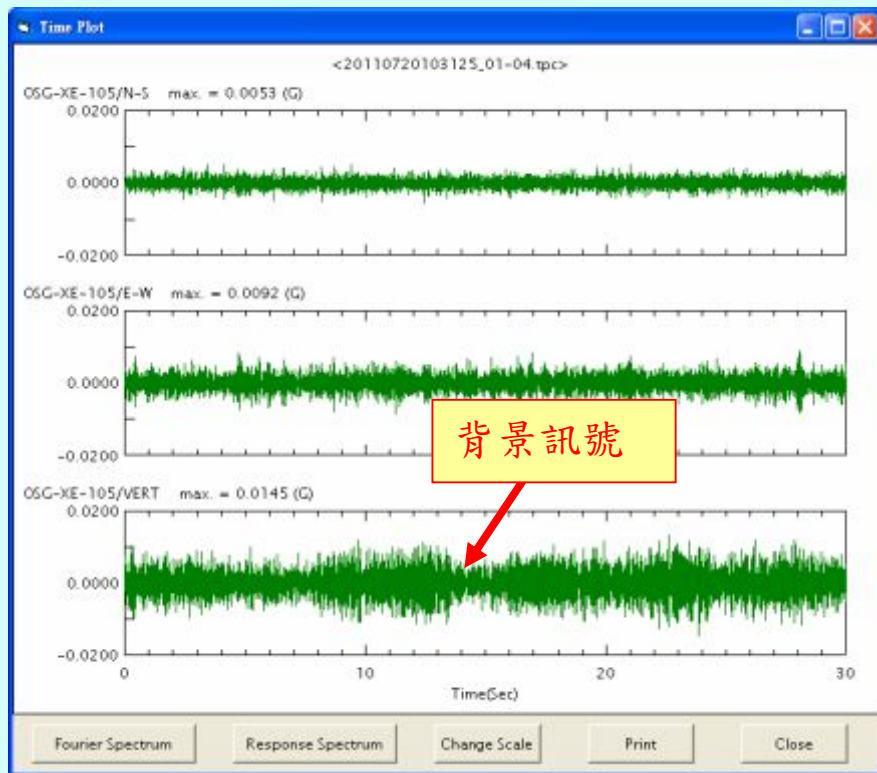
極低頻訊號異常大

10Hz振幅偏小

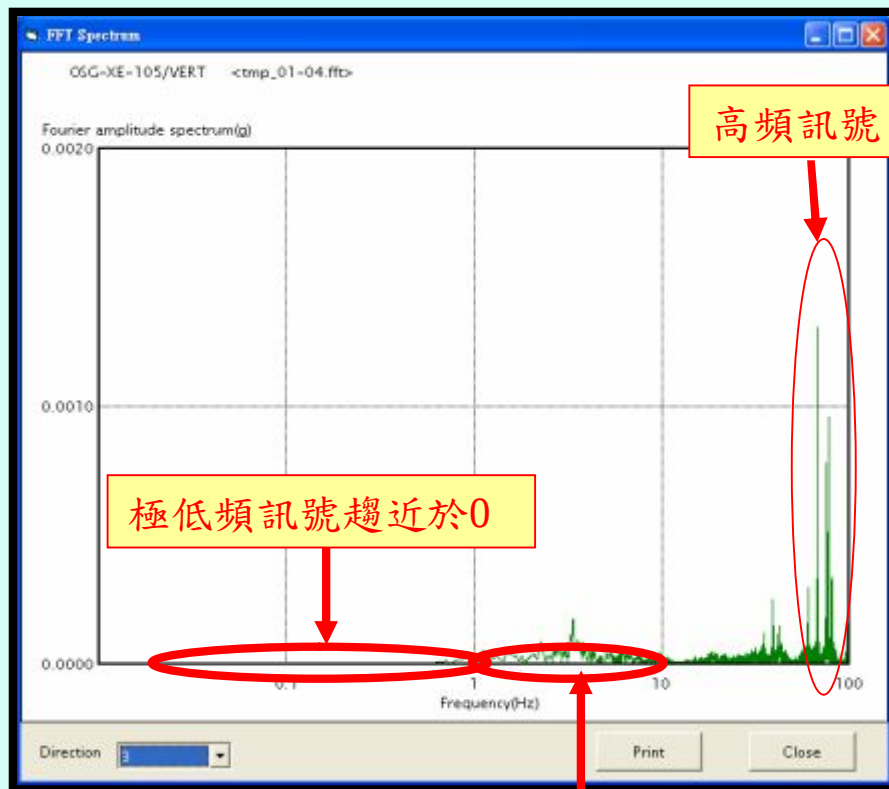
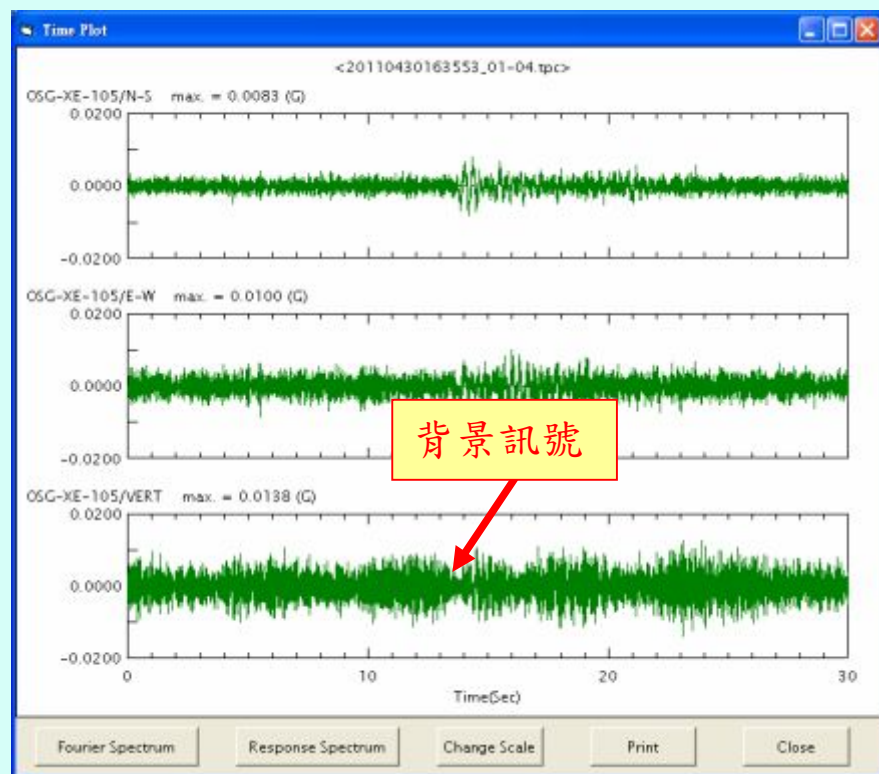
101/02/02 09:39背景紀錄



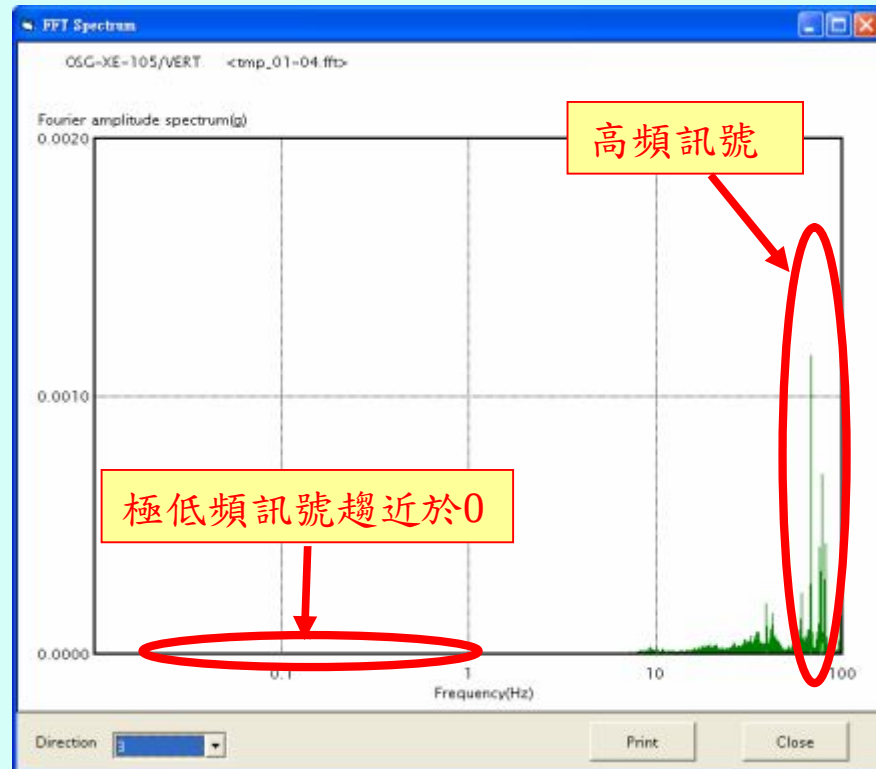
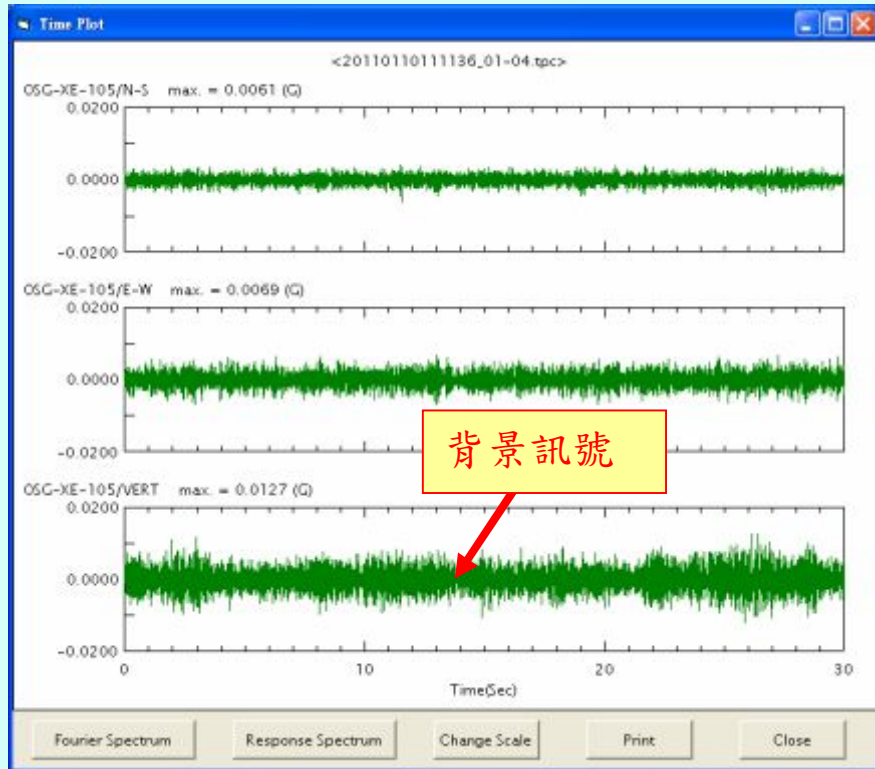
100/07/20 10:31 背景紀錄



100/04/30 16:35地震紀錄



100/01/10 11:11 背景紀錄



說明-4

為證實上述之分析，核二廠在地震儀相同位置處(即反應爐基座裙板四個方位的垂直及水平向)加裝8只振動加速規，且更換地震儀(XE-135)；並於101/04/14將反應爐運轉模式開關轉至停機位置以進行相同模式之測試後，地震儀之讀值為0.04g(極低頻訊號處沒有出現不穩定值)、四個方位振動加速規讀值為0.04~0.06g、附近廠房地震儀(XE-104)讀值亦僅為0.01~0.03g(二者地震儀距離僅15公尺)。

101/04/14 22:33運轉模式開關轉至 停機位置之振動監測值

監測方位 (角度)	振動加速規	最大加速值 (g)	地震儀	最大加速值 (g)
東南方(295°)	501H	0.008	NA	NA
	501V	0.055	NA	NA
東北方(217°)	502H	0.008	135H	0.010
	502V	0.047	135V	0.039
西北方(115°)	503H	0.067	NA	NA
	503V	0.068	NA	NA
西南方(30°)	504H	0.074	NA	NA
	504V	0.054	NA	NA

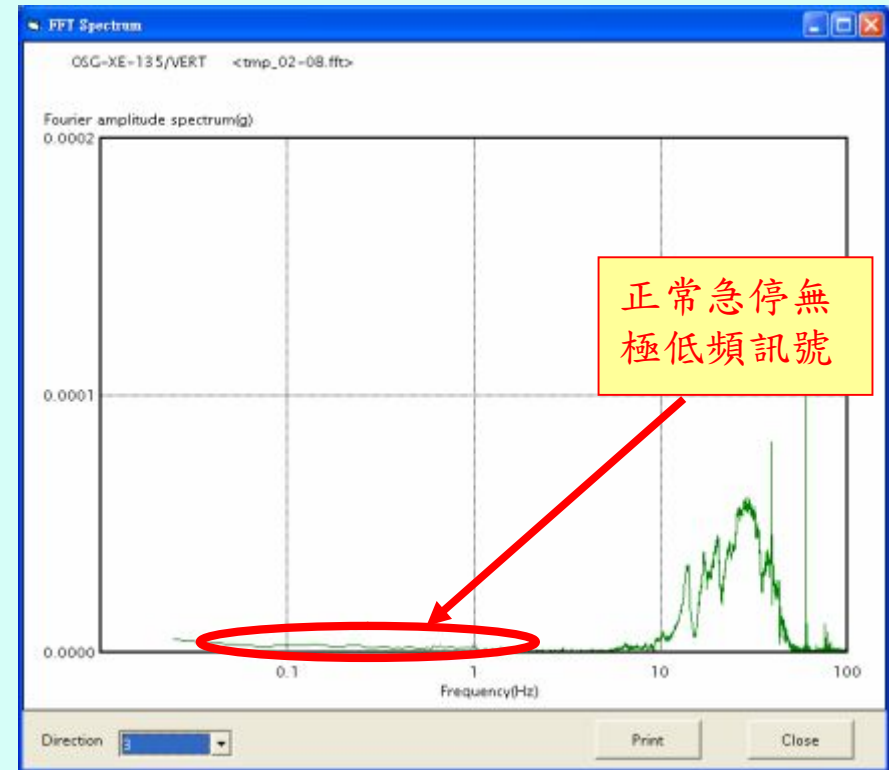
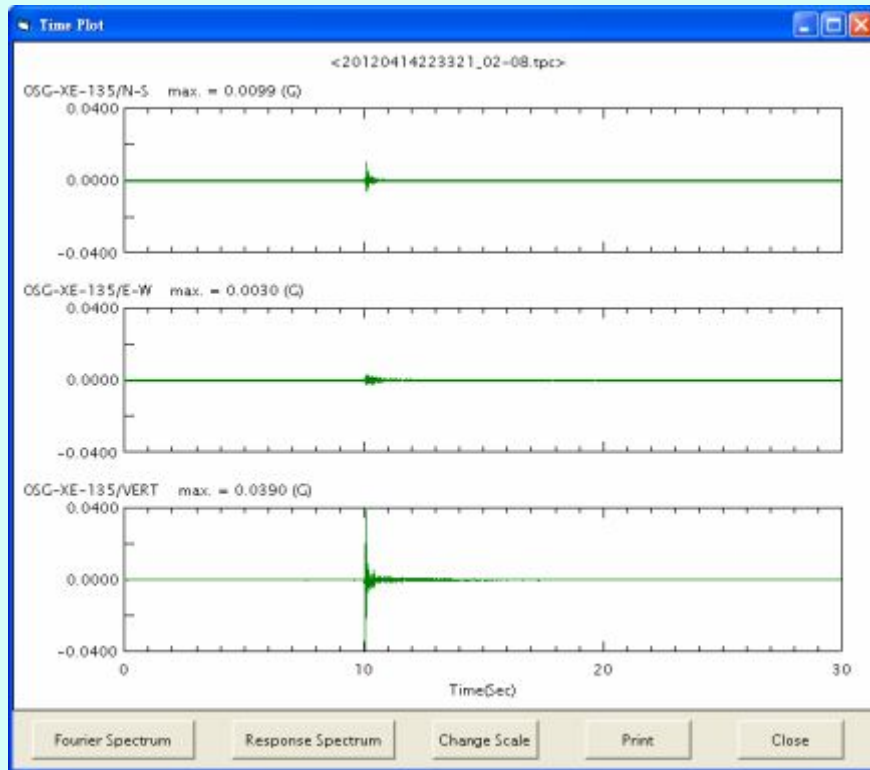
註：此次使用新地震儀測試，並加裝PC-5153濾波器

101/04/18 14:01運轉模式開關轉至 停機位置之振動監測值

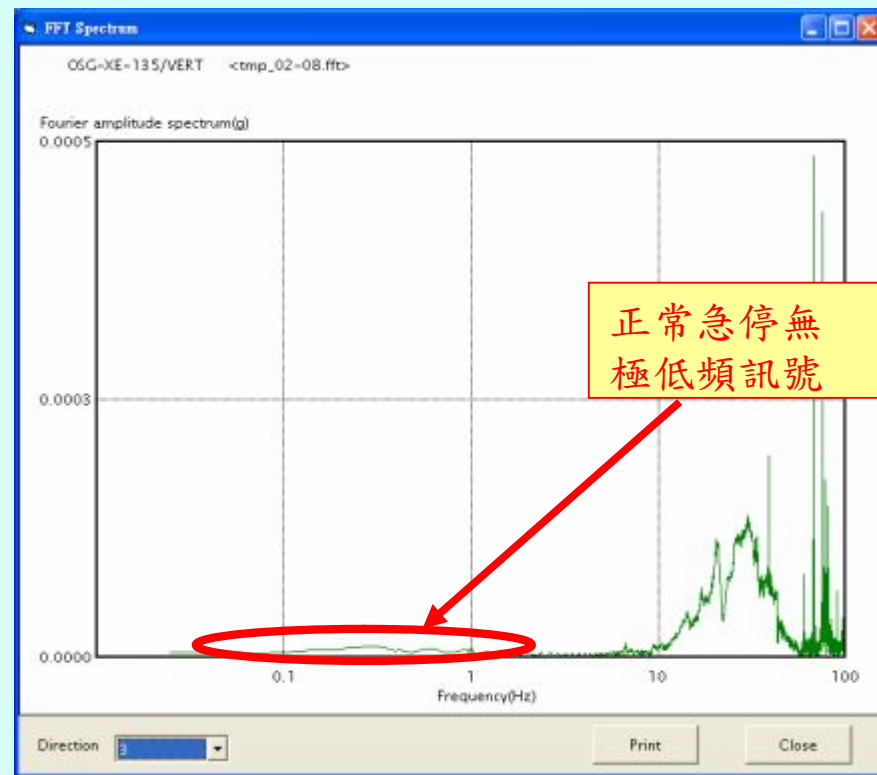
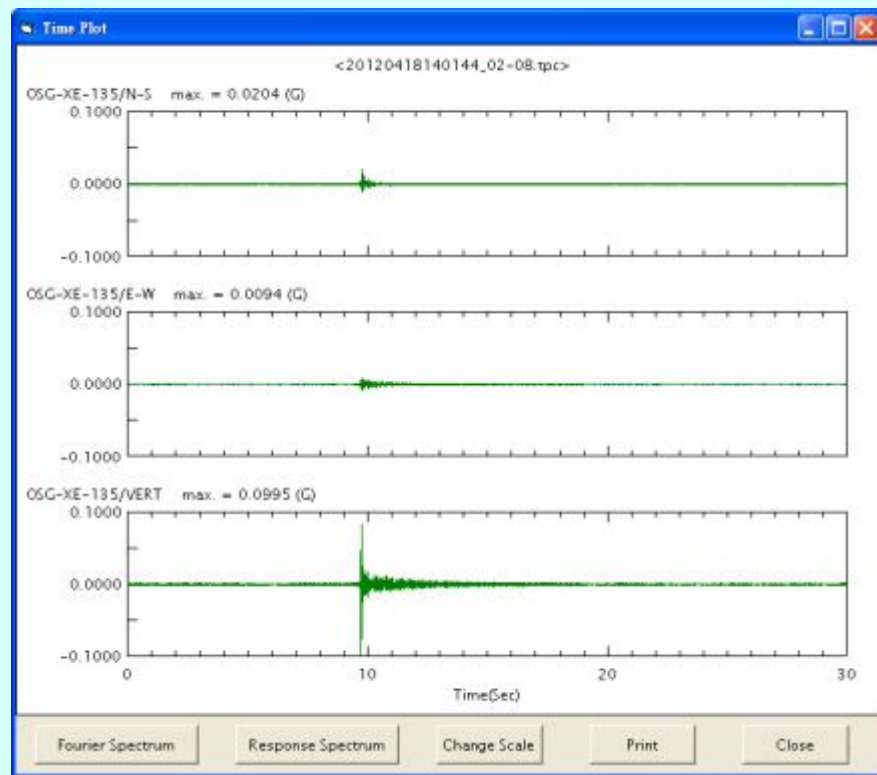
監測方位 (角度)	振動加速規	最大加速值 (g)	地震儀	最大加速值 (g)
東南方(295 ⁰)	501H	0.0079	NA	NA
	501V	0.0546	NA	NA
東北方(217 ⁰)	502H	0.0001	135H	0.0204
	502V	0.0469	135V	0.0995
西北方(115 ⁰)	503H	0.0445	NA	NA
	503V	0.0601	NA	NA
西南方(30 ⁰)	504H	0.0127	NA	NA
	504V	0.0530	NA	NA

註：此次使用新地震儀測試，但無加裝PC-5153濾波器

101/04/14 22:33運轉模式開關轉停機觸發紀錄



101/04/18 14:01運轉模式開關轉停機觸發紀錄



說明-5

為再度確認101/03/16所使用之地震儀確實是因為故障而產生0.29g之錯誤訊號值，所以核二廠於101/04/19再度將此地震儀重新裝回至原來位置，並進行相同模式之測試後，地震儀之讀值為0.1g(極低頻訊號處仍有不穩定值)、四個方位振動加速規讀值仍為0.04~0.06g、附近廠房地震儀(XE-104)讀值亦僅為0.01~0.03g(二者地震儀距離僅15公尺)。

101/04/19 15:03運轉模式開關轉至 停機位置之振動監測值

監測方位 (角度)	振動加速規	最大加速值 (g)	地震儀	最大加速值 (g)
東南方(295°)	501H	0.0000	NA	NA
	501V	0.0607	NA	NA
東北方(217°)	502H	0.0001	135H	0.0214
	502V	0.0526	135V	0.0981
西北方(115°)	503H	0.0642	NA	NA
	503V	0.0665	NA	NA
西南方(30°)	504H	0.0809	NA	NA
	504V	0.0463	NA	NA

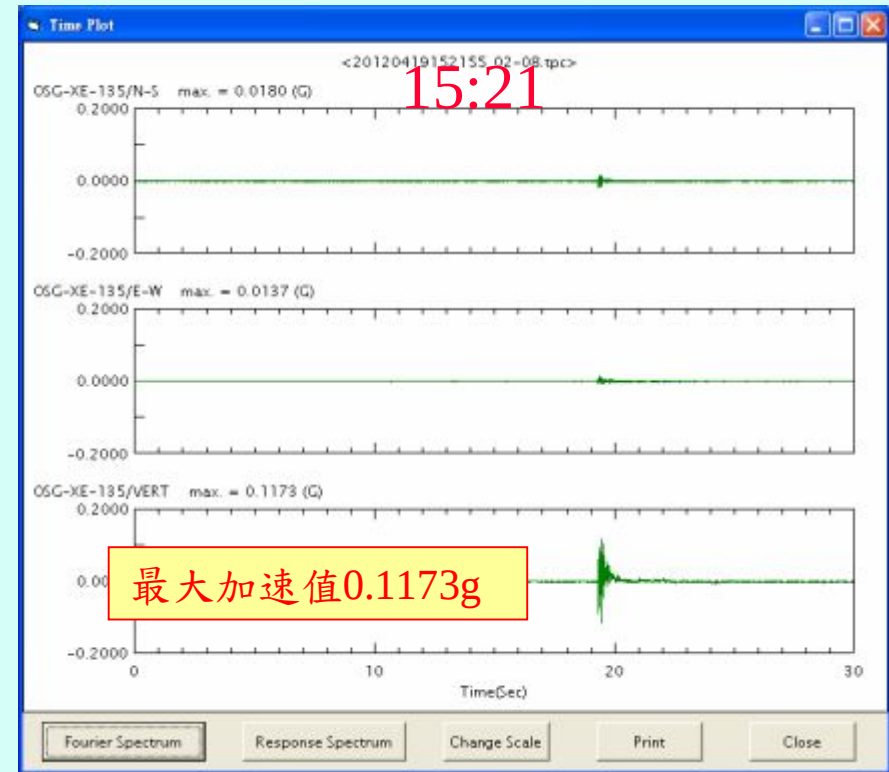
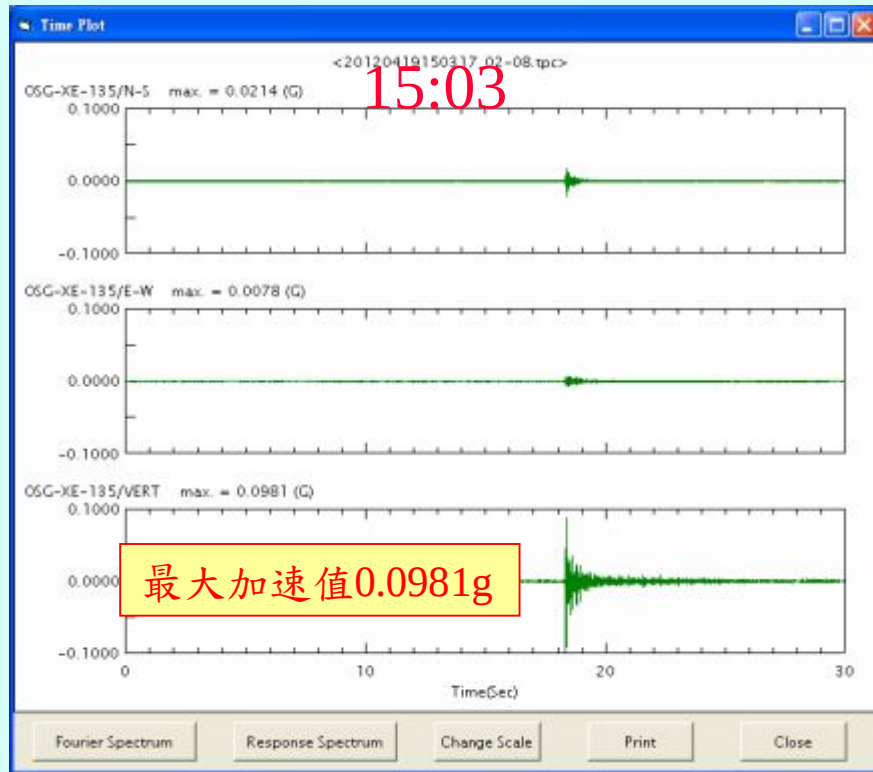
註：此次使用舊地震儀測試(同101/03/16)，且無加裝
PC-5153濾波器

101/04/19 15:21運轉模式開關轉至 停機位置之振動監測值

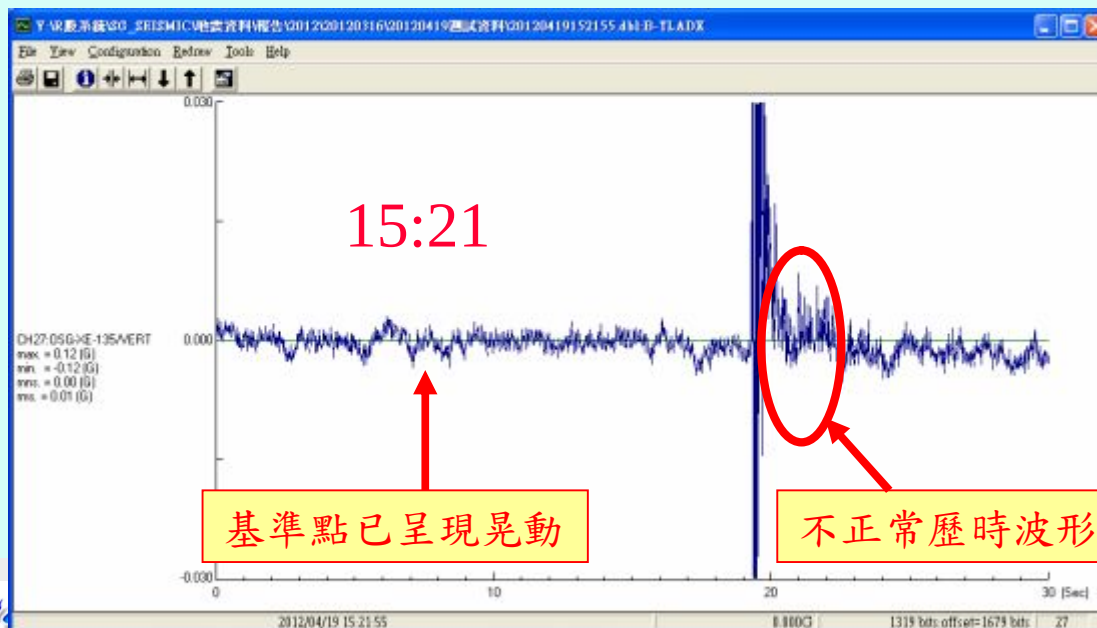
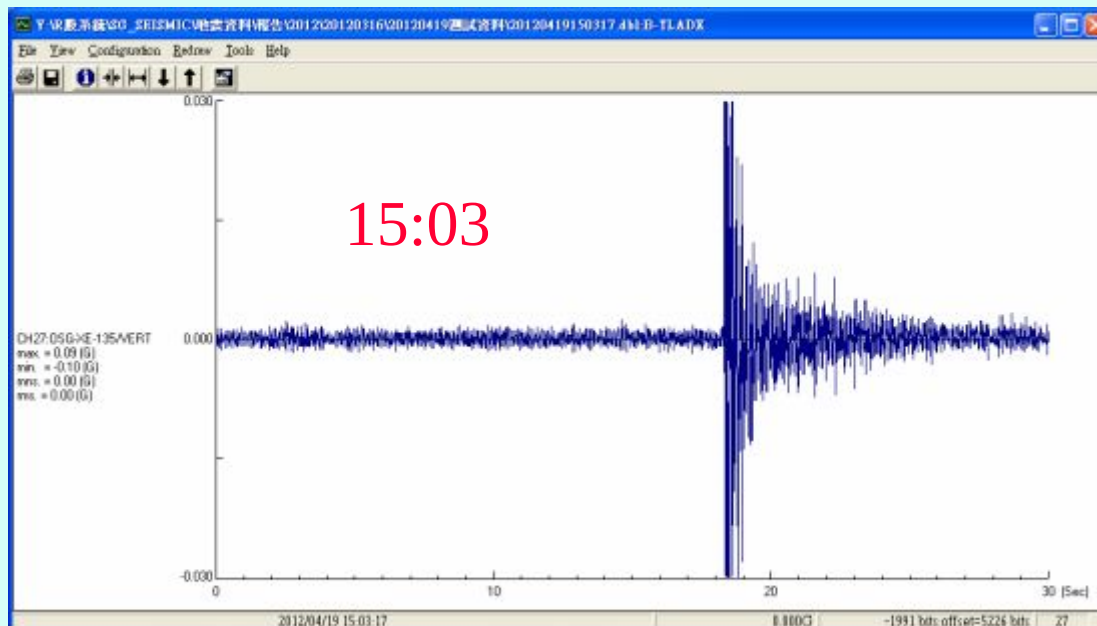
監測方位 (角度)	振動加速規	最大加速值 (g)	地震儀	最大加速值 (g)
東南方(295°)	501H	0.0000	NA	NA
	501V	0.0591	NA	NA
東北方(217°)	502H	0.0001	135H	0.0180
	502V	0.0520	135V	0.1173
西北方(115°)	503H	0.0653	NA	NA
	503V	0.0613	NA	NA
西南方(30°)	504H	0.0583	NA	NA
	504V	0.0466	NA	NA

註：此次使用舊地震儀測試(同101/03/16)，且無加裝
PC-5153濾波器

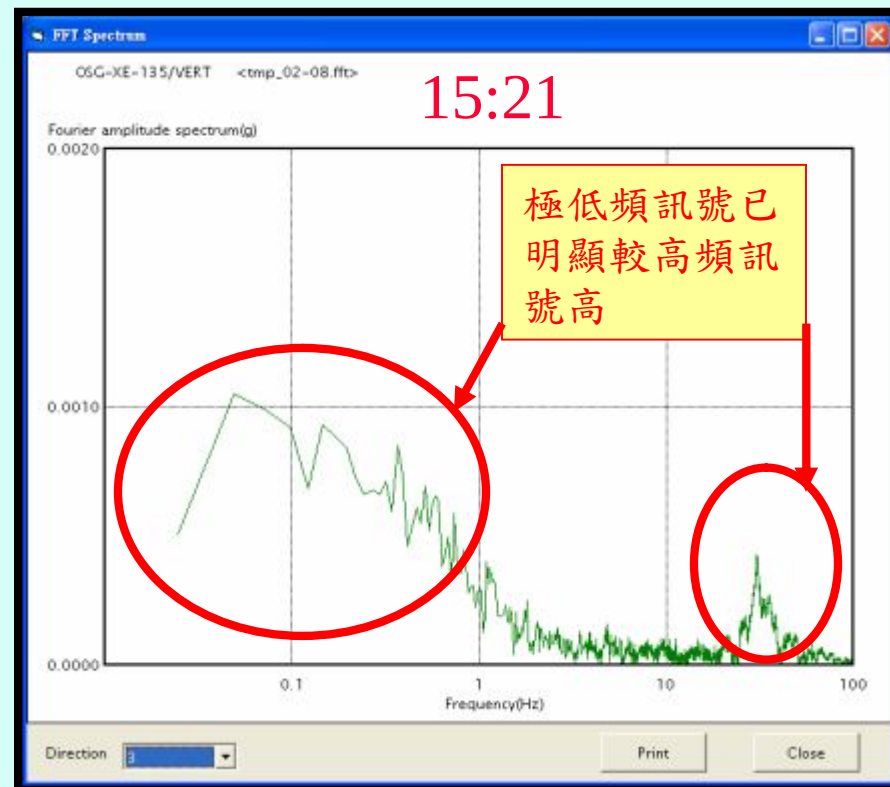
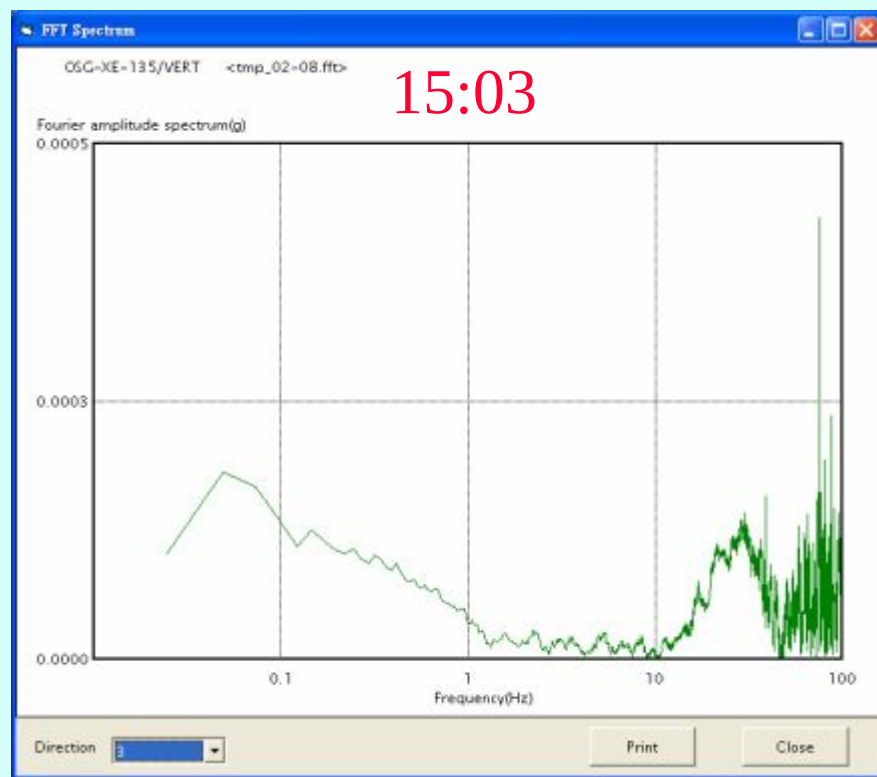
101/4/19 15:03與15:21歷時圖比較



101/4/19 15:03與15:21垂直向放大歷時圖比較



101/4/19 15:03與15:21垂直向富氏譜比較



結論

- 1.經查證損壞之螺栓，其斷裂處之氧化層已存在一段時間，並非101/03/16運轉模式開關切換至停機位置所造成，且由事後校正紀錄，事前背景訊號分析及XE-104地震儀紀錄資料，均可證明101/03/16所使用之地震儀確實是因為故障而產生0.29g之錯誤訊號值，而非當時實際之振動值。
- 2.目前核二廠已在反應爐基座裙板四個方位的垂直及水平向共加裝8只振動加速規，並搭配既有之地震儀，來達到相輔相成監測的目的，以建立反應爐基座裙板之監測機制；如此一來，將可更適時適切地監測反應爐基座裙板附近之實際振動狀況。

◆報告完畢！

謝謝！！

