

第一章 緒論

1.1 研究背景

民國 59 年以來，政府推動產業升級，經歷多年的努力，由勞工密集的產業轉型為資金密集的高科技產業，也讓台灣成為國際高科技研發及製造的重鎮之一。在這段期間，台灣成立了新竹科學園區(竹科)、中部科學園區以及台南科學園區，各種高科技設施如雨後春筍般，不斷的建設及規劃開發，如晶圓廠、光電廠、生物科技等等.....。

高科技精密廠房，對於振動的標準相當嚴苛；以南科來說，高鐵行經園區議題曾造成園方高度重視，致使交通部與高鐵針對振動的問題增修了相關的規範，振動標準包含了高頻部份(12.5Hz(含)以上同意)以 45.8dB(距高鐵中心線 200 公尺處)為振動標準，低頻部份(12.5Hz 以下)，振動標準暫定 68dB(距高鐵中心線 200 公尺處)，以做為台灣高鐵公司發包依據。此外，南科為了易於管理及掌握園區內的振動，發展了一套長期監測系統。為了因應在高鐵營運後對園區內產生之振動，的確有其必要性。由南科對振動的處理就可以知道，精密工業及高科技產業對於振動之重視可見一斑。

總言之，地震及微振動對於精密工業與高科技產業的影響甚大，但是目前並沒有完美的隔震設備，所以長期針對振動監測分析將有助於環境振動的管理，在規劃開發時，也能有相關的參考。故監測系統的發展，相對來說也是一個重要的發展。

1.2 研究動機與方法

國家奈米元件實驗室(National Nano Device Laboratories, 簡稱 NDL)，座落

於新竹國立交通大學校園內，緊臨著科學園區，是行政院國家科學委員會所屬六大國家實驗室之一。成立的宗旨包括：(1)培訓國內半導體專業人才；(2)協助國內學術界進行半導體材料、製程、與元件之研究；(3)研發前瞻奈米元件技術。

由於牽涉到奈米技術，故在微振動方面的要求甚為嚴格。而振動之來源，除了自然的地震外，如附近交通(如 NDL 附近為交通大學環校道路)、行人往來等外在因素造成微振，這些振動波傳至 NDL 可能影響其工作環境；所以對 NDL 做微振動調查與分析是必須且重要的。

有鑑於地震與微振的分析如此重要，故本論文設計一套分析軟體，以 LabVIEW 撰寫程式，創造圖形使用者介面 (GUI)增加分析上的操作簡便性，並以分析 1/3 八分貝頻帶(one third octave band)範圍下的 dB 振幅值為主，另外建立起 RMS 資料庫，作為長期的管理。本程式的撰寫有儀器溝通、訊號處理以及資料處理三個部分；儀器溝通方面，就是利用 LabVIEW 對中央集錄系統下指令，例如設定集錄系統內部的參數(如取樣頻率等)、檢視集錄系統的資訊或是手動觸發都屬於儀器溝通，當觸發且擷取訊號資料後，會直接將資料儲存於 IC 卡上，故在分析時必須先將 IC 卡上的檔案下載回來，並轉為 ASCII 格式才能作分析，對於要下載 IC 卡上檔案的部分，也是屬於儀器溝通；而訊號處理就是將檔案下載回來後，做反應歷時或是 RMS 分析等等的步驟；而資料處理則是建立資料庫及自動報表兩項工作，將分析所得 RMS dB 值儲存成檔案，以量測起始的時間來分類，為資料庫的建立；讀取訊號資料檔案或是當日統計分析後，直接產生報表，將分析圖形直接列印或是先在 Word 中檢視修改，以符合一般使用者的需求。

1.3 文獻回顧

一個振動或是地震的產生，不論其(位移、速度或加速度)振幅之大小，其所帶來的損害，就要看承受振動的對象而定；也就是不同的受振體，就有不一樣的

振動標準，這些標準就是振動之承受規準(acceptance criteria)。但是當振幅超過這些標準值，並不代表不可接受；大部分情形來說，這些標準的規範為多數人同意或可接受的範圍；如果遇到特殊的情形，就應該如南科一樣訂定自己的振動標準，而這個振動標準只適用在南科園區內，並不一定適用於其他的地點；具體的說，如果對於振動有特別的要求，可以在合約中訂定振幅容許界線；這種因地制宜的作法或許比較正確。

不過以物體承受規範來說，目前可分為結構物的承受規範(structural criteria)、影響人生理的承受規範(physiological criteria)與機具生產製成之承受規範(production-quality criteria)。結構準則來說，引起振動的原因很多，如地震、機器運作、交通等都為振動的主要來源，其應力波對結構物或結構樑柱等造成之變形，損害可能或大或小，輕者如牆壁出現裂縫、屋內物品掉落等，嚴重者鋼筋外露、房屋倒塌。生理準則來說，一般人對於振動之敏感度應該都不佳。人身體能感受振動之幅度為 0.001 mm，但手指能感受到之振動可能低於身體感受的 20 倍左右。但是若人體感受到振動，將可能會引起不舒服感；振動越大，不舒服感越大。所以生理振動準則並沒有一定的範圍，端看個人對於振動的敏感度，各國環保單位所訂定之振動規範，大多以人生理規範為主(參考表 1-1)。機具生產準則來說，此種規範非常廣泛，但是本論文僅介紹高科技廠房的振動準則。針對靈敏機具的振動準則最早由 Ungar 和 White (1979)年提出，由於當時的最嚴格的振動標準只及 VC-D。然而高科技晶圓廠之發展與需要，再加上高精度 IC 製成平台的需要，所以 Gordon (1991)於美國光學學會刊(SPIE)提出新的振動標準，如圖 1.1 所示(曲線標準參考表 1-2)，此項振動標準目前已成為國際上通用的振動準則；而照此趨勢來看，未來若出現更嚴苛的振動準則出現也不意外。

有關微動監測軟體設計的文獻，李吉龍(2000)以 Visual Basic 6.0 設計，採用資料擷取卡(DAQ)與速度感應子作為微動監測設備。資料擷取卡內包含 16 位元之 A/D 轉換器、濾波器與動態信號處理器(Dynamic Signal Processing, DSP)，

且資料擷取卡採用匯流排的規格，在擷取信號的同時會直接將資料傳回監測電腦並做儲存動作，此時儲存檔案格式為 Binary。而擷取信號的方式以時間間隔來做觸發，並建立起資料庫。

本論文的監測設備則是採用中央集錄系統來做控制，配合感應子擷取訊號；且軟體是採用 LabVIEW 7.0 Express 設計。因為監測設備的不同，所以在軟體設計上會與前人所做不盡相同。以監測設備的擷取方式來說，李吉龍(2000)採用資料擷取卡(匯流排格式)，訊號資料是即時傳回電腦中做儲存。而本論文是由中央集錄系統的記憶卡做資料儲存，在分析前只要將記憶卡中的檔案下載回來即可。分析軟體方面，李吉龍(2000)在取時間歷時分析固定為 8 秒，以 5 分鐘為資料儲存的基本單位，所以每個 octave 間隔 8 秒，且分析能譜密度函數時並沒有採用分段的方式。本論文在分析前，可由使用者設定分段的長度與中心頻率的範圍；而時間歷時的長度，則會依照中央集錄系統設定的取樣頻率來產生相對應的量測時間歷時，在量測時也會依照環境的振動情形作連續檔案記錄。本論文與李吉龍(2000)相同，皆有建立 RMS 資料庫的統計分析，本論文的集錄系統觸發為自動或是手動，不同於李吉龍(2000)的時間間隔觸發，由於觸發方式不同，所以在建立資料庫時，也會與李吉龍(2000)有所不同。

本論文的重點為利用 LabVIEW 建立一套監測軟體，希望對於長期監測國家奈米元件實驗室之微振動將會有所貢獻。

1.4 論文架構

本論文共分為五章，各章大要說明如下：

第一章 緒論：主要分為研究背景、研究動機及方法以及相關文獻探討。

第二章 國家奈米元件實驗室(NDL)振動監測：介紹振動監測設備以及資料分析的方法。

第三章 使用者介面功能說明：訊號分析方法、使用者介面使用說明以及程式撰寫原理。

第四章 實際案例分析

第五章 結論與建議：由本研究所整理出之結果來得到結論，並討論研究的得失，以作為後續研究擬定之方向。



表 1-1 ISO 及德英日各國對振動有關之標準

組織及國家	標準編號	主要內容	備註
國際標準組織	ISO-2631 ISO 2631-1 ISO 2631-2	振動對人體影響之限值 一般規定 結構振動(1~80 Hz)	振動量測點為人體 所在位置
德國	DIN 4150 DIN 4150-1 DIN 4150-2 DIN 4150-3 DIN 45672-1 DIN 45672-2	振動對人體影響之極限 一般規定 人在建物中所受影響 結構振動(1~80Hz) 鐵路振動量測 鐵路振動分析評估	振動量測點為人體 所在位置 振動量測點為距路 軌中心線 8 公尺
英國	BS 6841 BS 6472	振動對人體的極限 人體在	振動量測點為人體 所在位置
日本	JIS 28735 JISC 1510 JISC 1511 JISC 1513	振動量測法 振動量測計 手持工具用振動計 噪音和振動之八音階及 1/3 八音階倍頻分析法	

表 1-2 振動標準曲線使用說明(翻譯自 Gordon, 1991)

標準曲線	Max Level(1) Micro-in/sec(dB)	Detail size(2) Microns	使用說明
Workshop(ISO)	32000(90)	N/A	可以明顯感受到振動。適合用來當工廠和對振動較不敏感的地方。
Office(ISO)	16000(84)	N/A	可以感受到振動。適合用來當作辦公室和對振動不敏感的地方。
Residential Day(ISO)	8000(78)	75	幾乎感受不到振動。在大部分的情況下適合用來當作人們睡眠的場所。可能滿足電腦設備，探查測試設備以及低放大倍率顯微鏡的使用。
Op. theatre(ISO)	4000(72)	25	感受不到振動存在。適合當做從事靈敏性高的靜態活動之場所，如外科手術室。能滿足最大 100X 顯微鏡和其他低靈敏性的設備之使用。
VC-A	2000(66)	8	在大部分情況下能滿足放大倍率達 400X 之光學顯微鏡，微量天平，光學天平..等設備之使用。
VC-B	1000(60)	3	如要衡量放大率達 1000X 光學顯微鏡和達 3 微米線寬之印刷和檢驗設備，這規格曲線是一個不錯的標準
VC-C	500(54)	1	精度達 1 微米之大部分印刷和檢驗設備可以此為衡量標準。
VC-D	250(48)	0.3	大部分的情形下，對環境振動標準要求很高之設備能得到滿足，包括穿透式和掃瞄式電子顯微鏡和操作達能力極限的電子束系統。
VC-E	125(42)	0.1	在大部分情形下很難達到這個標準，在這個標準下能符合大部分對環境振動量要求極高動態穩定之系統振動要求。

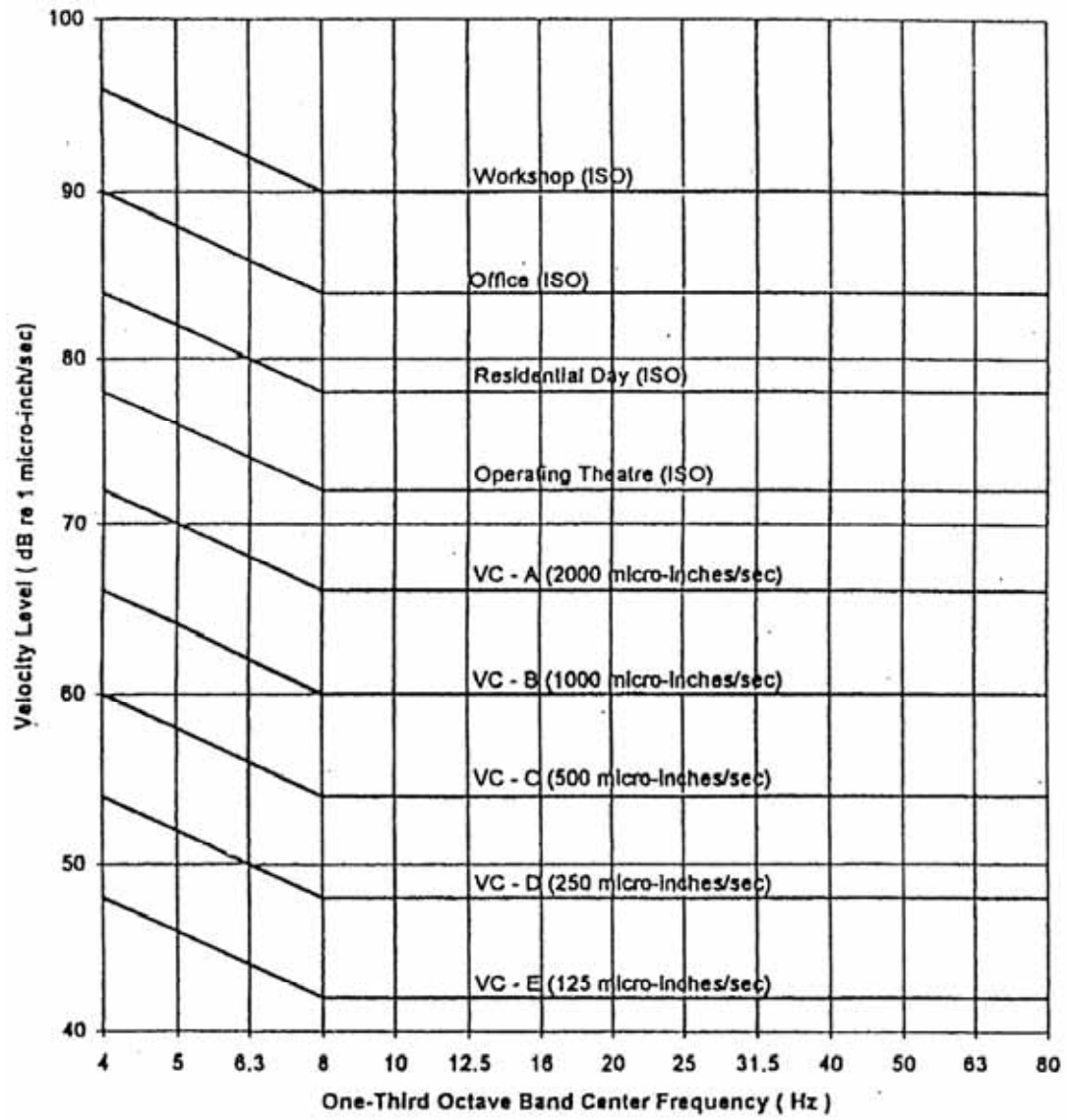


圖 1.1 靈敏機具之工作振動標準

第二章 國家奈米元件實驗室 (NDL) 振動監測

國家奈米元件實驗室預計於民國九十三年啟用，其新建模型如圖 2.1 所示，而為了能夠對 NDL 大樓的微振動做監測掌控，故預先將感應子(sensor)固定在大樓內，再將訊號記錄於中央集錄系統的記憶卡中。

感應子總共有 32 個，分為 14 個速度計以及 18 個加速度計。設置位置可分為無塵室及一般公共區域可參照表 2-1；由於無塵室機台還未安裝，故在無塵室內的感應子尚未設置；而公共區域分為屋頂、地下污水處、地下室及設備機房，感應子立面圖位置可參考圖 2.2 所示，詳細位置可參考圖 2.3、圖 2.4、圖 2.5 及圖 2.6 所示。

整個監測系統分為集錄系統與監測電腦兩大部分，先由感應子(有速度計 VSE-15T 及加速度計 AS-2000 兩種)量測訊號，然後再傳到中央集錄系統 (SAMTEC-700)做將訊號記錄成檔案，最後利用監測電腦分析處理訊號；整個架構如圖 2.7 所示。本監測系統設備及訊號資料分析方法分別於下面幾節說明。

2.1 振動監測設備介紹

此部分分為中央集錄系統(SAMTEC-700 外觀如圖 2.8)及感應子(sensor)，速度計(VSE-15T 外觀如圖 2.9)以及加速度計(AS-2000 外觀如圖 2.10)；此為 Pc based 之監測系統，並可透過網路進行控制及資料傳輸，監測電腦與機架外觀如圖 2.11。

1. 中央集錄系統(SAMTEC-700)

關於中央集錄系統的相關規格可參考附錄 A，其構成如圖 2.12 所示。

本集錄系統為日本東京測振公司(Tokyo Sokushin)生產，擁有 24 位元的 A/D 解析度，記錄電壓範圍為 $\pm 10.24V$ 。連接介面(Serial Interface)部分有兩個，規格為 RS-232C，速度各為 38400 bps 與 9600 bps，可參考圖 2.13。這個連接介面主

要功能為集錄系統與監測電腦的溝通，而溝通的方式就依照 LabVIEW 內建的 VISA(Virtual Instrument Software Architecture)來做溝通。故軟體撰寫方面，監測電腦與集錄系統溝通的功能可分為：

- (1)管理集錄系統記憶卡(ATA Flash Card)內的檔案以及記錄履歷(Stock Data)，包含傳送、刪除以及格式化(Format)等。
- (2)對集錄系統下指令，包含手動監測(Manual Starting)、校正信號控制(Generate Calibrate Signal)等。
- (3)設定集錄系統的屬性，包含取樣頻率(Sampling Rate)、觸發頻道(Trigger Channel)等設定功能。

集錄系統也有 LCD 觸碰顯示功能，在設定及手動量測方面也可由集錄系統的 LCD 觸碰式面版操作，但監測電腦與集錄系統的設定會同步化，兩者的設定邏輯為 or(或開)，也就是說，利用監測電腦的軟體設定集錄系統屬性與利用集錄系統的觸碰式操作設定都可以做屬性的修改。

集錄系統記憶體為 PCMCIA 格式，有 128 MB 的容量，記憶卡外觀如圖 2.14 所示。一個檔案中，資料長度固定為 6000 點(如果 Sampling Rate 為 200Hz，則量測時間長度為 30 秒)，而最大連續量測資料長度為 60000 點(如果 Sampling Rate 為 200Hz，則量測時間長度為 300 秒)。連續的檔案標記(File Index)將會顯示在檔案的表檔頭(Header)中，例如連續檔案標記、量測日期以及取樣頻率等；由此可知，每一筆檔案大小都為固定，表檔頭大小為 768 byte，每一筆資料點為 3 byte；表檔頭的紀錄格式及 Byte 位置可參考附錄 A。集錄系統的 Sampling Rate 可選擇 100Hz、200Hz 以及 400Hz 三種，且集錄系統內建類比濾波器(LPF Cutoff:250Hz)及數位濾波器(FIR：digital filter)。

LPF(Lowpass Filter)為低通濾波器，有三種有效頻帶的有效頻率響應規格，如圖 2.15 所示。各頻帶說明如下：

1. 通帶(Pass band):信號振幅不受影響的頻率範圍，頻率範圍從 0 到 ω_p (系

統通過的最小頻率，亦稱為通帶的截止頻率)。通帶範圍濾波器的增益近似為 1，容許誤差為 $\pm \delta_1$ ，通帶大小為

$$(1 - \delta_1) \leq |T(e^{j\omega})| \leq (1 + \delta_1) \quad |\omega| \leq \omega_p$$

2. 滯帶(Stop band): 信號的振幅輸出近似 0 的頻率範圍, 頻率範圍從 ω_s (滯帶的最小頻率, 亦稱為截止頻率) 至 π 。此範圍內濾波器的增益近似為 0, 誤差必須小於 δ_2 , 通帶大小為

$$|T(e^{j\omega})| \leq \delta_2 \quad \omega_s \leq |\omega| \leq \pi$$

3. 過渡帶(Transition band): 在此範圍的增益值無法控制, 其增益值在 1 和 0 之間。一般過渡帶範圍與信號無關, 由於振幅是偶對稱, 因此只繪出 $(0, \pi)$ 間的頻率響應。當過渡帶寬度為 0 時, 由於無法以實際電路製作, 我們稱為理想系統。

FIR 為 Finite Impulse Response 的縮寫。由於設計的架構沒有回授的元件, 固為有限脈衝響應。FIR 濾波器幾乎都被限制成以離散時間執行, 結果導致 FIR 濾波器的設計技巧都是基於直接近似一個離散時間系統所要的頻率響應, 然而大部分近似 FIR 濾波器系統大小響應的技巧都已加入線性相位的限制, 使的在 FIR 濾波器的設計上較簡單。FIR 濾波器的設計通常有兩種較簡單的設計方法, 分別是用傅立葉級數及加窗法來實現 FIR。FIR 設計很容易設計成線性相位響應系統, 一個具有線性相位的系統對於輸入信號的不同皆會有固定的延遲時間, 因此不會造成信號的相位失真; 且 FIR 的固定位元雜訊較容易控制, 其以固定位元製作時的誤差對整個系統的影響較小。

AD 轉換部分, 如圖 2.16 所示。類比零件使用一組比較器(latched comparatpr)、積分器(Integrator)和 1 位元數位類比轉換器(1-bit DAC), 轉換器會有兩個輸出, 可在整個電壓範圍提供線性轉換能力。參考圖 2.16, 假設現在輸入訊號 X1 大小為 $1/4V_{\max}$, 之後輸入訊號減去數位類比轉換輸出訊號 X5 可得到脈

衝列(pulse train)，低電位佔一個週期，高電位佔三個週期。鎖存比較器(latched comparator)輸出則是位元串流，它會被送至數位濾波器，其中 0 和 1 的比例會直接相關於輸入訊號電壓和全幅(full scale)輸入範圍的比例。在圖 2.16 中，每條垂直線都代表比較器輸出被調變時脈鎖存的位置，分析電路時最好從輸出端開始，把輸出訊號當成驅動訊號，稍後再將迴路閉合。從圖 2.16 中可看出，輸入電壓是 $1/4 V_{\max}$ ，數位類比轉換器則是由數位輸出控制，剛開始時它的輸出等於 V_{\max} ，因此將輸入電壓 ($V_{\max}/4$) 減掉數位類比轉換器輸出電壓 (V_{\max}) 可得到 $-3/4 V_{\max}$ ，這個負電壓會送至積分器，讓積分器產生陡峭的負斜率輸出。下個時脈訊號開始時，X3 是負電壓，X4 則會變成 0，鎖存器 (latch) 會把這個 0 值鎖存起來，導致數位類比轉換器的輸出降為零；這個零電壓回授到輸入端，使得 X2 電壓差變為 $1/4 V_{\max}$ 。如圖 2.16 所示，這個 $1/4 V_{\max}$ 正電壓會讓積分器產生較小的正斜率輸出電壓，它會延續數個時脈週期，才跨過比較器的臨界值。跨過臨界電壓後，這個正斜率輸出仍會繼續升高，直到下個時脈週期為止，此時鎖存器會把 1 鎖存至輸出端，於是我們又回到剛開始的地方，直到訊號輸入停止。

集錄系統的量測觸發狀況分為自動(Auto Starting)及手動(Manual Starting)。自動是由設定觸發的頻道(Trigger Channel)、觸發等級(Trigger Level 可設定範圍 1~999 mv)以及觸發邏輯(Trigger Logic)來判斷，總共可以設定三個觸發頻道以及頻道對應的觸發等級，觸發邏輯是這三個頻道觸發判斷的方式，判斷方式有 or、2and、and 和 off，詳細將在第三章說明。手動則是依使用者的操作來決定量測時間。只要集錄系統不是在自動觸發(Auto Trigger)、校正訊號(Calibrate Signal)狀態，皆可以對集錄系統下手動量測的指令。

值得一提的是，手動觸發一次只限制 6000 個資料點，自動觸發則看振動的持續時間；若記錄 6000 個資料點後，振動或地震還超過觸發等級，則會利用表檔頭裡的檔案標記(Index)做連續記錄，直到振動或地震低於觸發等級或是到達最大的紀錄資料點(60000 點)才會停止記錄。

關於如何利用本研究所開發軟體設定中央集錄系統屬性，將在下一章說明。

2.感應子(速度計 VSE-15T、加速度計 AS-2000)

感應子分速度計(VSE-15T)及加速度計(AS-2000)，都是由日本東京測振生產。連接到中央集錄系統頻道 1~14 為速度計，而頻道 15~32 為加速度計。供電需求方面，VSE-15T 需要±15V(±3%)，AS-2000 需要±5VDC，皆由電源供應器(TYT-2003)供應。關於 VSE-15T 及 AS-2000 的詳細相關規格可參考附錄 A。

2.2 資料分析方法

本研究的分析圖形包含反應歷時圖、auto spectrum、能譜密度函數以及 1/3 倍八分貝頻帶，以下將介紹分析的方法。

由 1.3 文獻回顧可以知道 Gordon 之表示法均是建議採用 1/3 八分貝頻帶(One Third Octave Band)表示。故本研究之量測法亦採用此法，其各寬帶之中央頻率對應之振動大小則以 dB 表示。

1/3 八分貝頻帶之頻寬表示法導源於音頻分析，由於人耳對於聲音的感覺，在音壓或是音頻方面來說，大致上是近於對數刻度。因此在音頻分析中，將輸入的音壓頻率在數個倍頻中，切割成音壓級數，並讀出其值。在頻率軸上，對於 f_l 採取 $f_u = 2 \times f_l$ 時，則 f_l 至 f_u 的範圍為倍頻帶(或寬頻帶)，而 f_l 、 f_u 為頻帶的上下限，其中心頻率即為：

$$f_c = \sqrt{(f_u \times f_l)} = \sqrt{2} \times f_l = \frac{f_u}{\sqrt{2}} \dots\dots\dots(2.1)$$

目前國際通用以 1KHz 作為倍頻中心頻率。這時 f_c 為 63Hz、125Hz、250Hz、500Hz、1KHz、2KHz、4KHz、8KHz 等，以各倍頻帶做成組合表示的，稱為倍

頻帶譜。1/3 倍頻帶譜是將倍頻作進一步分析，其中心頻率為：

$$f_c = 2^{1/6} \times f_l = \frac{f_u}{2^{1/6}} \dots\dots\dots(2.2)$$

因此，若以 f_c 為 1KHz 做基準時，其他的頻帶就為 1、1.25、1.6、2、2.5、3.15、4、5、6.3、8、10、12.5、16、20、25、31.5、40、50、63、80、100、125、160、200 Hz...等。本研究分析中心頻率範圍主要在 1Hz 到 200Hz。而在求取不同頻率下的 RMS(Root Mean Square)之後，以每日為單位，做出當日統計之平均值(Mean)、最大值(Max)、最小值(Min)、及平均值±標準偏差值(Standard Deviation)。

一般來說，當取得訊號資料後，會將時域資料(Time Domain)利用快速傅立葉轉(Fast Fourier Transform)換為頻域資料(Frequency Domain)，再利用均方根(RMS)求取選擇頻寬所對應的振幅，本研究分析 1/3 倍八分貝頻步驟如下：

1. 量測所得之時域資料，利用分段的方式估算能譜密度函數(Power Spectral Density)，而分段的資料延時可在軟體視窗上自行輸入，將在下一章說明；而能譜密度函數的公式如下：

$$\hat{S}_{XX}(f) = \frac{2}{n_d T} \sum_{k=1}^{n_d} |X_k(f, T)|^2 \dots\dots\dots(2.3)$$

式中， $\hat{S}_{XX}(f)$ 為微動量測歷時 $x(t)$ 之能譜密度函數估算值， $X_k(f, t)$ 為 $x(t)$ Fourier 轉換， T 為每段資料之延時， n_d 為分段數。

2. 依照均方根(Root Mean Square)與能譜密度函數間之關係，估算 1/3 倍八分貝頻帶(One Third Octave Band)所對應之速度均方根：

$$V_{rms}(i) = \left[\int_{f_{low}(i)}^{f_{high}(i)} \hat{S}_{XX}(f) df \right]^{1/2} \dots\dots\dots(2.4)$$

式中， $f_{high}(i)$ 與 $f_{low}(i)$ 為 1/3 倍八分貝頻帶之積分上下限。可參考表 2-1。

而軟體也設計可以讓使用者選擇最大的中心頻率做檢視，不過可選擇的範圍會受到取樣頻率(Sampling Rate)的影響。

3. 最後經由式(2.4)所得之速度均方根，透過下式轉換為 dB 值。

$$20 \log \frac{V_{rms}(i)}{V_{ref}}$$

式中， V_{ref} 為轉換參考值，速度取 1×10^{-6} in/sec，加速度則取 1×10^{-5} m/sec²。

分析得到 1/3 倍八分貝頻帶之後，將建立起資料庫。此時會運用到統計分析，也就是以日為單位或選擇 RMS 檔案的方式作每筆中心頻率對應的平均值、最大值、最小值、平均值±標準偏差值。平均值算法如下：

$$\mu = \sum_{i=0}^{n-1} \frac{x_i}{n} \dots\dots\dots(2.5)$$

式中， μ 為平均值， x_i 為對應同樣中心頻率的所有 RMS 值， n 為對應同樣中心頻率的 RMS 值個數。而標準偏差值的算法是取樣本偏標準差值(Sample Standard Deviation)來計算，算式如下：

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{n-1} (x_i - \mu)^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.6)$$

式中， σ 為標準偏差值， μ 為平均值， x_i 為對應同樣中心頻率的 RMS 值， n 為對應同樣中心頻率的 RMS 值個數。以式(2.5)、(2.6)做當日或是多重選擇 RMS 檔案的統計分析。

地震方面，分析主要以反應歷時圖及 auto spectrum 為主。反應歷時圖的橫軸以時間(sec)表示；而 auto spectrum 橫軸以頻率(frequency)表示，使用者可設定橫軸的上下限，以進階顯示圖形的細節，這部分將在下一章介紹。



表 2-1 目前已設置感應子

Channel	位置	軸向	Channel	位置	軸向
CH01	4F 機房(FAB)	V1 →	CH19	B2F 污水處(CUB)	A5 →
CH02	4F 機房(FAB)	V2 ↑	CH20	B2F 污水處(CUB)	A6 ↑
CH03	4F 機房(FAB)	V3 *	CH21	B2F 污水處(CUB)	A7 *
CH15	B1F(FAB)	A1 →	CH25	RF 頂樓(CUB)	A11→
CH16	B1F(FAB)	A2 ↑	CH26	RF 頂樓(CUB)	A12↑
CH17	B1F(FAB)	A3 *	CH27	RF 頂樓(FAB)	A13→
CH18	B2F 污水處(CUB)	A4 ↑	CH28	RF 頂樓(FAB)	A14↑

表 2-2 RMS 積分上下限

$f_{high}(i)$	中心值	$f_{low}(i)$
0.89	1.00	1.12
1.12	1.25	1.41
1.41	1.6	1.78
1.78	2	2.24
2.24	2.5	2.82
2.82	3.15	3.55
3.55	4	4.47
4.47	5	5.62
5.62	6.3	7.08
7.08	8	8.91
8.91	10	11.22
11.22	12.5	14.1
14.1	16	17.8
17.8	20	22.4
22.4	25	28.2
28.2	31.5	35.5
35.5	40	44.7
44.7	50	56.2
56.2	63	70.8
70.8	80	89.1
89.1	100	112
112	125	141
141	160	178
178	200	224



圖 2.1 國家奈米實驗室新建大樓模型



行政大樓



圖 2.2 國家奈米實驗室立面圖及感應子位置圖

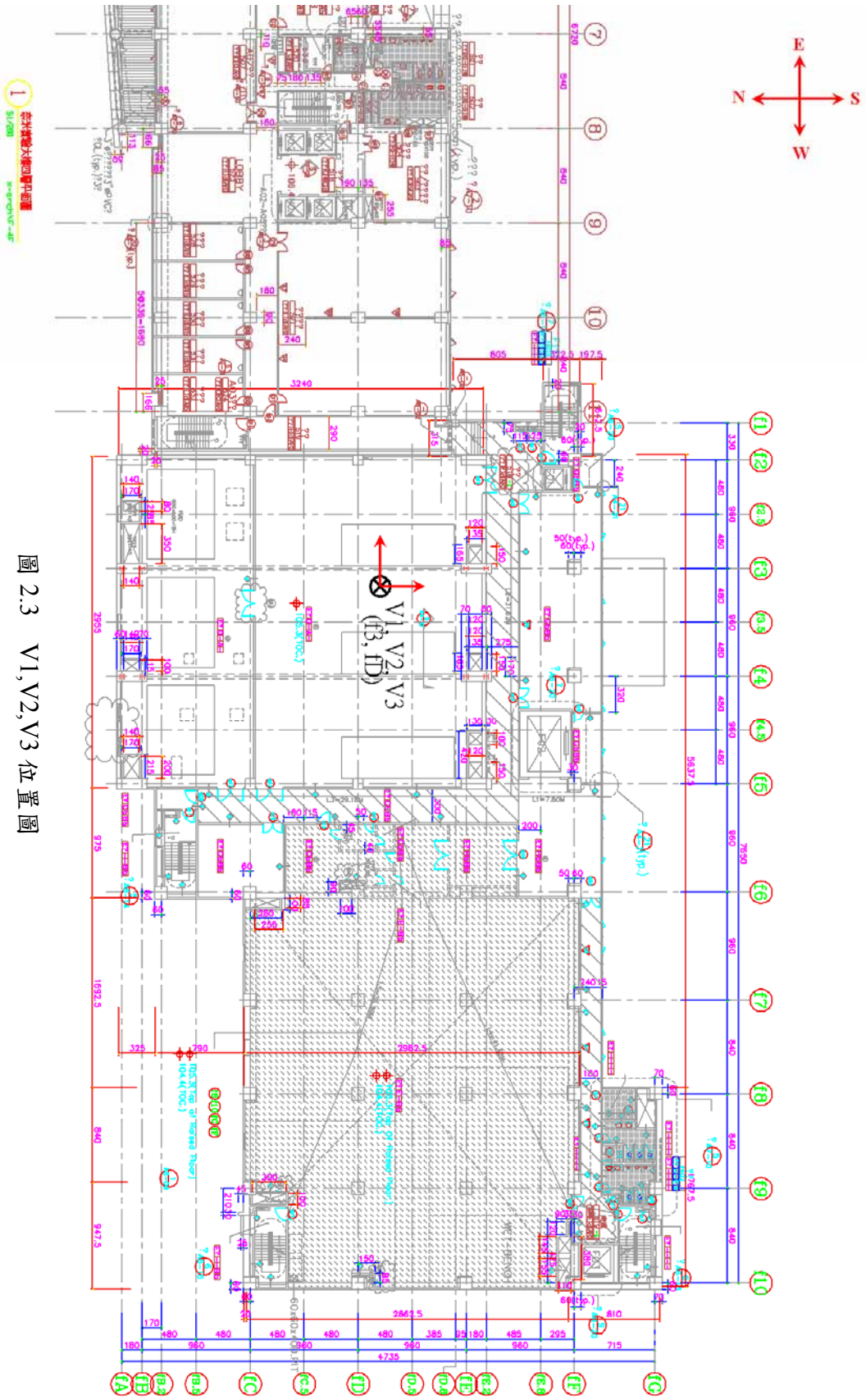


圖 2.3 V1, V2, V3 位置圖

1 香港建築大綱圖則第 100 號
 11/2008
 100-100-100-100

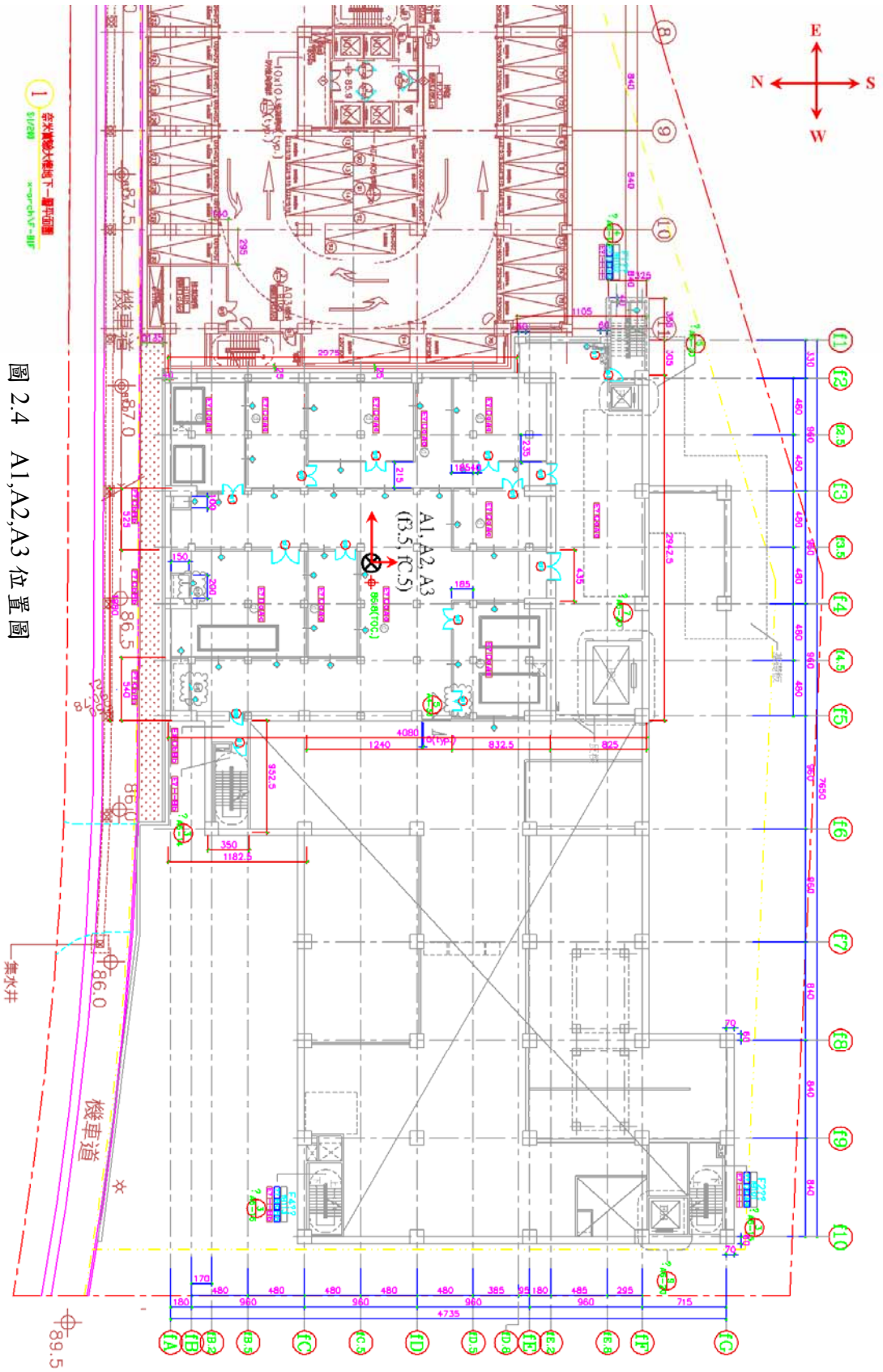


圖 2.4 A1,A2,A3 位置圖

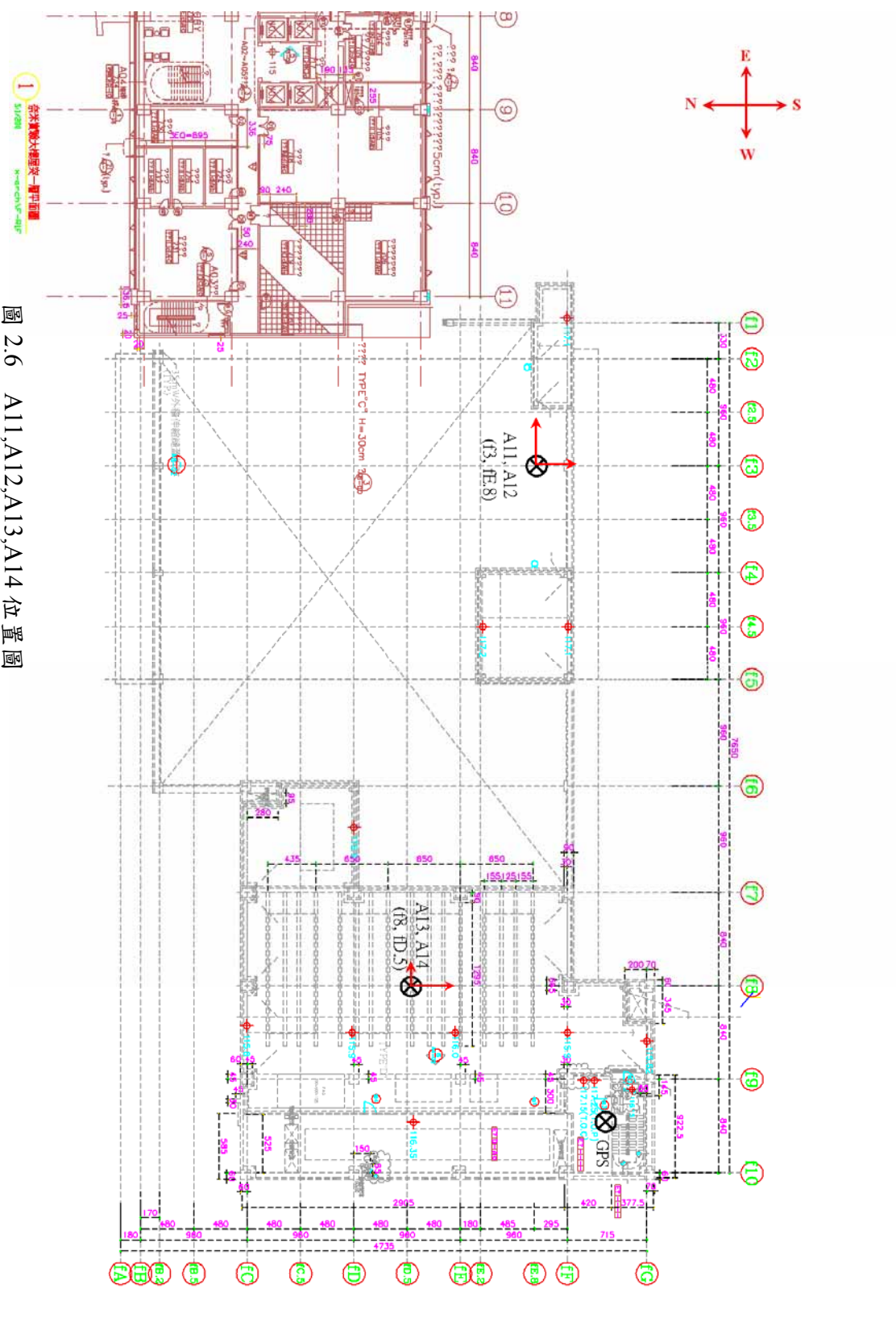


圖 2.6 A11,A12,A13,A14 位置圖

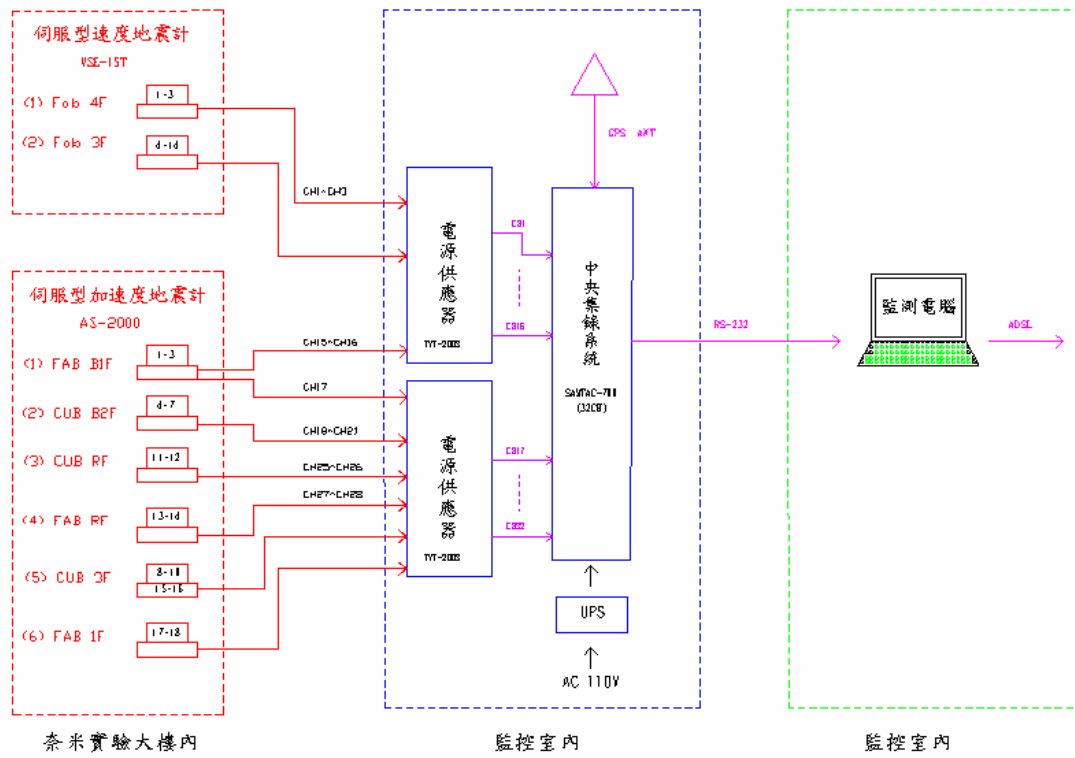


圖 2.7 國家奈米實驗大樓微振動長期觀測系統架構圖



圖 2.8 集錄系統(SAMTEC-700)主機外觀



圖 2.9 速度計(VSE-15T)外觀

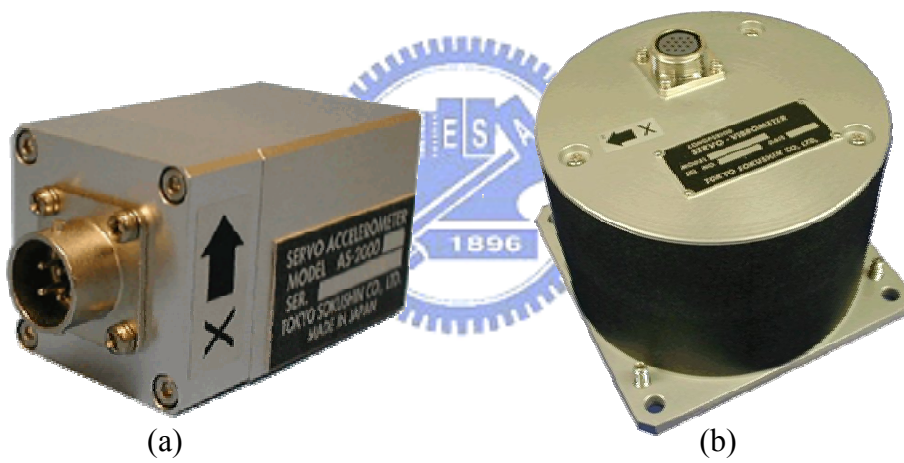


圖 2.10 加速度計(AS-2000)外觀(a)東西、南北向(b)重力垂直向

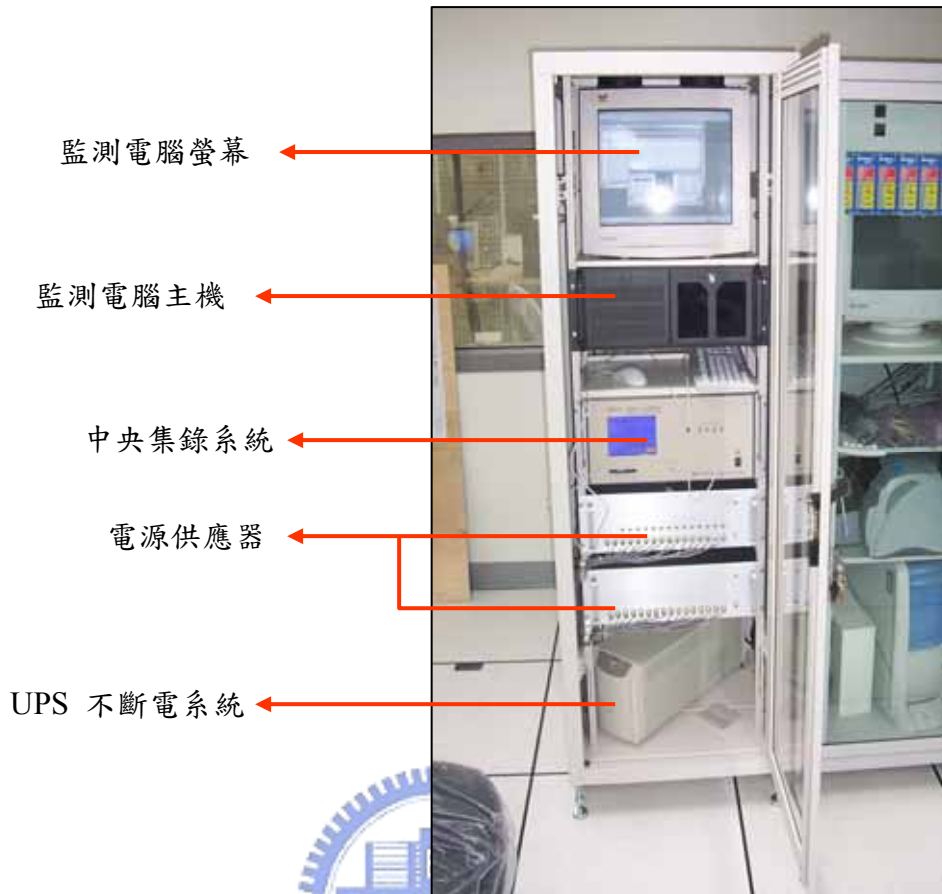


圖 2.11 監測電腦及機架外觀

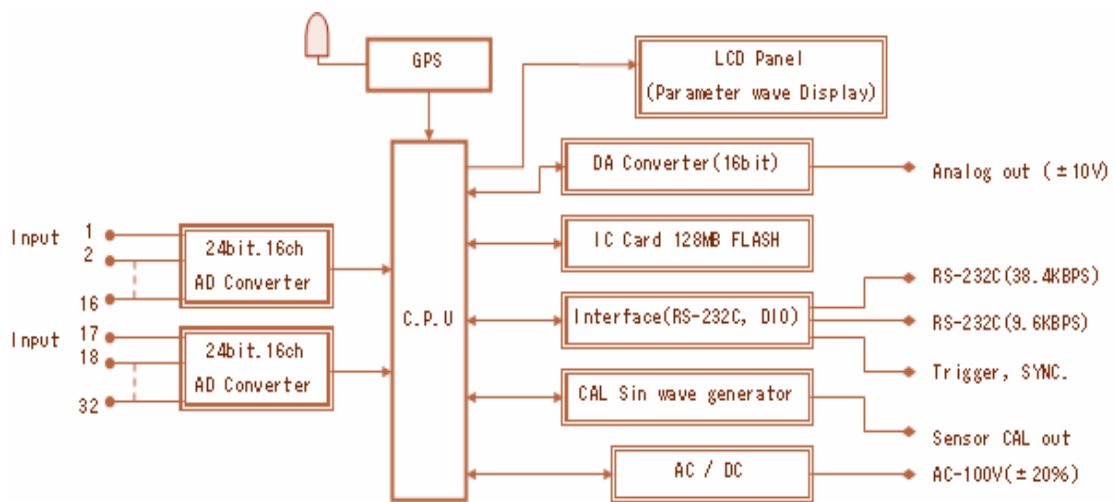


圖 2.12 中央集錄系統架構圖



圖 2.13 兩個連接介面(左邊速度為 38400bps 右邊為 9600bps)



(a)



(b)

圖 2.14 記憶卡外表(a)正面 (b)背面

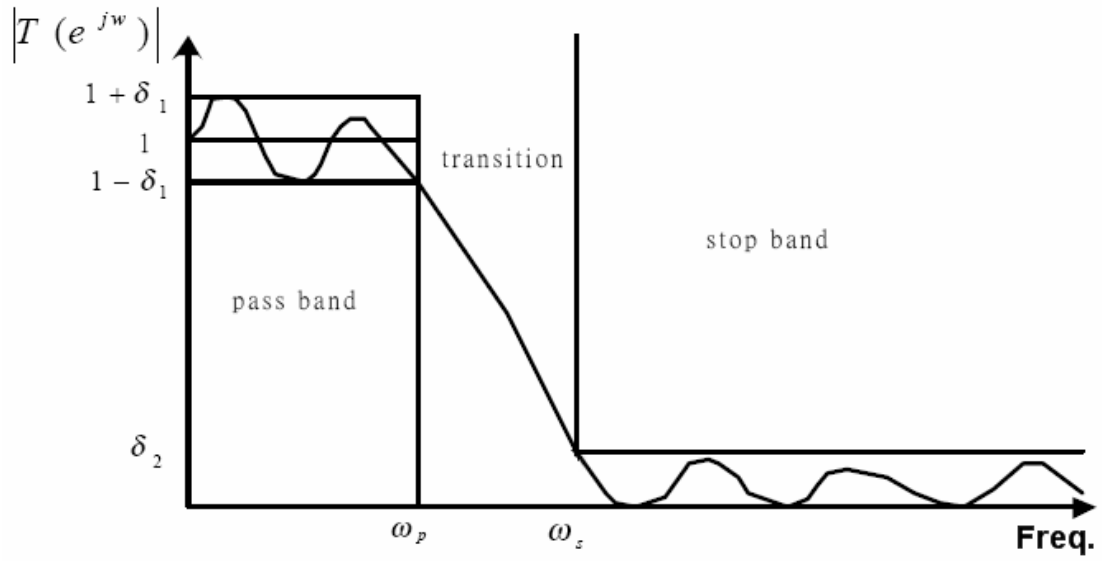


圖 2.15 LPF 頻率響應規格圖

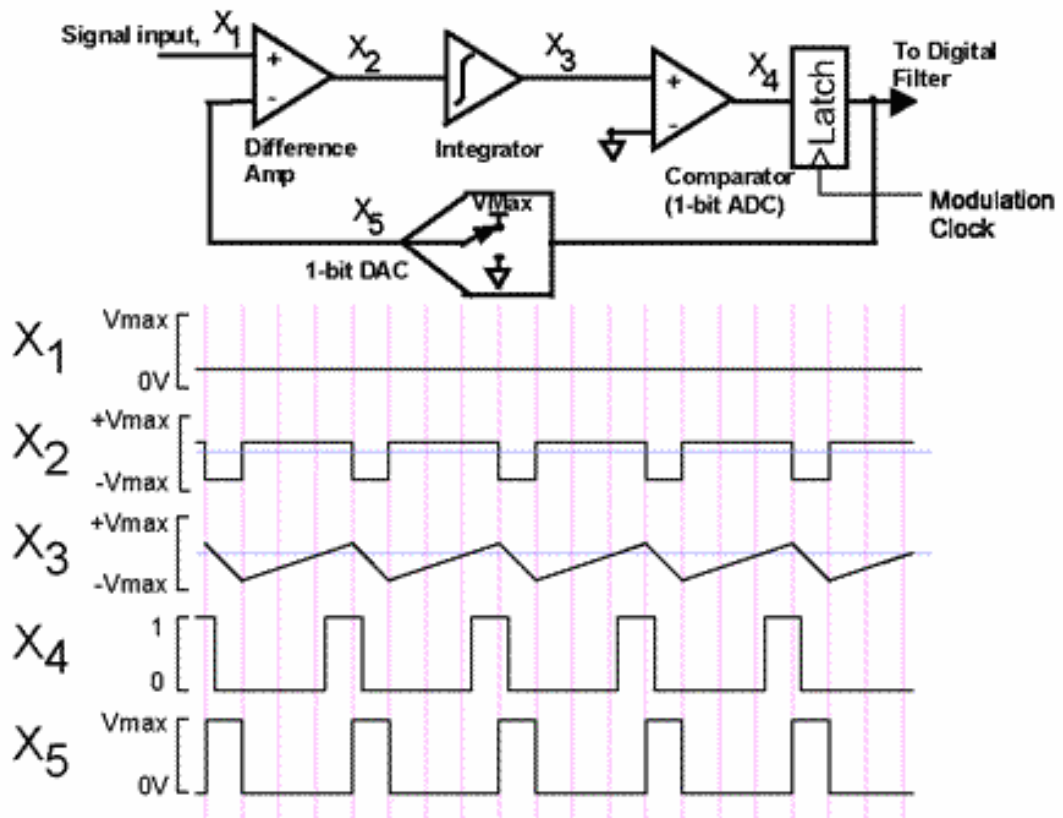


圖 2.16 A/D 轉換調幅表

第三章 使用者介面功能說明

本軟體名稱為 NDL-Monitor，NDL-Monitor 全部皆使用 LabVIEW(虛擬儀表設計程式)撰寫。撰寫環境包含人機介面(Front Panel)以及圖示區(Block Diagram)。人機介面就是所謂的使用者介面，包含控制(Control)及顯示(Indicate)兩個功能；圖示區則是一般程式的原始碼，不過程式語法皆是以圖形表示，並以連線方式作為程式執行的順序。

NDL-Monitor 完全針對 NDL 的振動監測系統設計，以集錄系統內的功能為基礎，利用 LabVIEW 創造出不同的使用功能，以滿足使用者的方便性。而與集錄系統連結的方法，是利用 LabVIEW 中的 VISA 對集錄系統下字串指令(String Command)，在連結正常的情況下，集錄系統就會傳回來字串(String)，之後再利用集錄系統回覆字串做功能上的整合與運用。整體來說，功能可分三部份，為控制中央集錄系統、檔案處理分析及 RMS 資料庫功能。接下來我們將針對這三個部分做功能的說明與敘述程式設計方法。此軟體之功能架構如圖 3.1 所示。

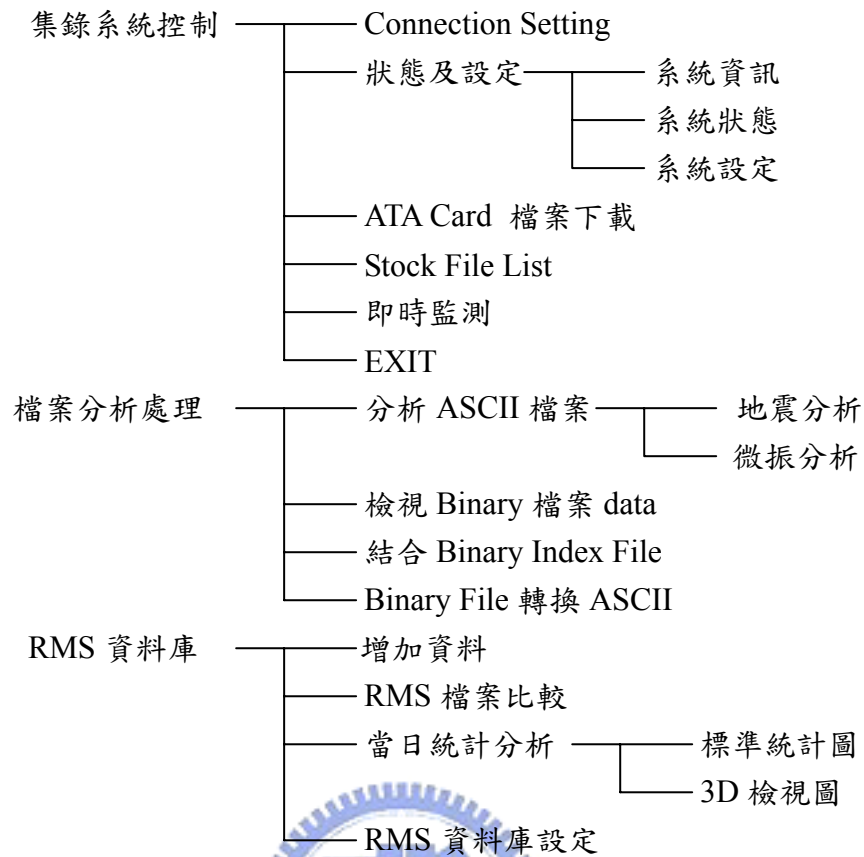


圖 3.1 功能表架構

3.1 控制中央集錄系統

集錄系統控制部分，在設計程式功能的時候，首先要考慮到集錄系統有多少可設定參數以及集錄系統能提供多少訊息。由這些可設定參數與可得到訊息中選取所需要的部分，再以圖形化的介面作顯示與控制，增加控制儀器與查詢儀器的方便性。下拉功能表內容如圖 3.2 所示，與集錄系統相關的功能都由此執行，程式右邊的按鍵為快捷鍵。

集錄系統控制	檔案分析處理	RMS資料庫
Connection Setting	Ctrl+1	
狀態及設定		系統資訊 Ctrl+3
ATA Card檔案下載	Ctrl+6	系統狀態 Ctrl+4
Stock File List	Ctrl+7	系統設定 Ctrl+5
即時監測	Ctrl+2	
EXIT		

圖 3.2 控制集錄系統功能表

3.1.1 NDL-Monitor 啟動

NDL-Monitor 在啟動時會有測試連結的視窗，連結測試裡也包含 Connection Setting 的功能。如圖 3.3 所示。

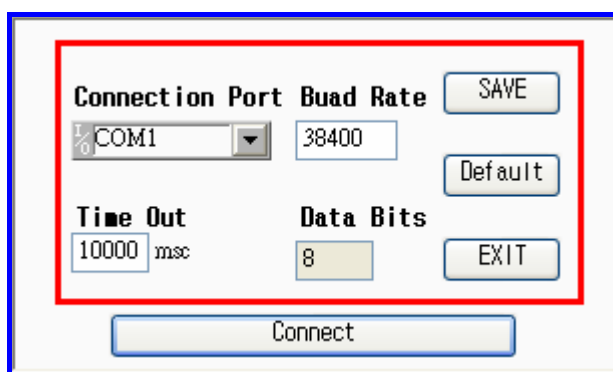



圖 3.3 啟動時的測試連結視窗

在這一開始測試視窗裡，我們可以設定監測電腦經由何種通訊閘道控制集錄系統，以下為功能的說明：

- Connection Port：此設定就是監測電腦與中央集錄系統的通訊閘道，請選擇正確的通訊閘道，否則將會造成錯誤。選擇的項目將會依照電腦的通訊閘道而有不同的選項，Click  將會出現選項。預設值為 COM1。
- Buad Rate：集錄系統的傳輸速率，請依照連結到集錄系統輸入的速率做設定，否則也會發生連接失敗的狀況。集錄系統有的兩個通訊閘道速率為 38400bps 及 9600bps，依集錄系統與監測電腦的連接情形再做設定。預設值為 38400bps。
- Time Out：以毫秒為單位，為 LabVIEW 與集錄系統溝通時等待回應字串的時間，建議 1000 msc 做設定。預設為 1000msc。

- Data Bits：RS-232C 傳送的 Data Bits，此為固定值，無法更改。
- **SAVE**：儲存目前的設定，在啟動時會自動讀取此儲存值，並顯示於各控制項中。
- **Default**：將所有的設定重回系統預設值(為設計時預設的數值，並非儲存值)。
- **EXIT**：離開不儲存；若只需要後端的資料處理可選擇按此鈕。
- **Connect**：此按鈕為此視窗最主要的功能，當按下後，連接成功與失敗會有對話視窗，如圖 3.4 所示。

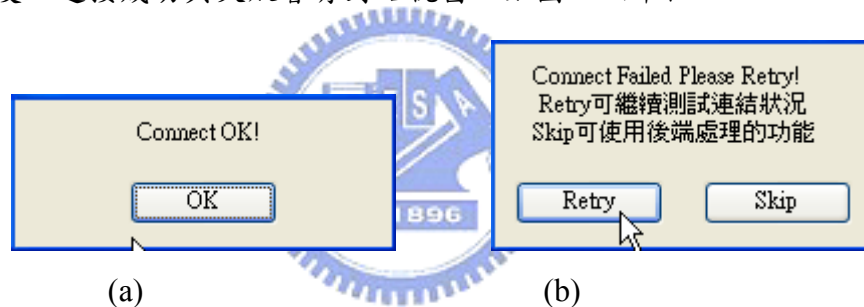


圖 3.4 (a)連接測試成功視窗(b)失敗視窗

當然，由以上的功能介紹，連接成功與否，並不會影響到後端功能(檔案分析處理及 RMS 資料庫檢視)的使用，所以在使用上有非常大的彈性。

3.1.2 系統資訊

此功能為檢視集錄系統的基本資料；由下拉功能表依序選擇「集錄系統控制」→「系統資訊」或是利用快捷鍵 Ctrl+3 來執行程式。資訊視窗如圖 3.5 所示。

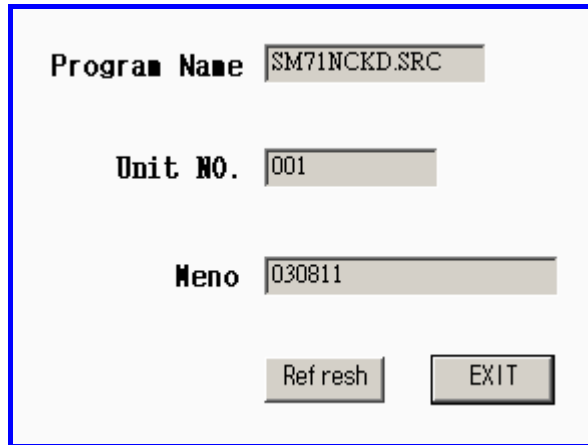


圖 3.5 系統資訊視窗

在這個視窗裡，並沒有任何控制設定項目，因為集錄系統禁止更改這些項目，系統資訊內的顯示意義如下：

- Program Name：記載 ROM 的程式名稱。
- Unit NO.：裝置識別。
- Meno：記錄 ROM 程式製作日期。
- ：Click 可重新整理。

3.1.3 系統狀態

集錄系統的狀態分為集錄系統動作、集錄系統內部時間以及記憶卡容量狀況，可直接由功能表依序選擇「集錄系統控制」→「系統狀態」或是利用快捷鍵 Ctrl+4 來執行程式。狀態視窗如圖 3.6 所示。

Starting Status	standby	
Calibrate Signal Status	standby	
Calibrate Signal WaitTime	000	(sec)
Number of File	66	Number of stocks
		400
Free(Files)	155	
Present TIME	2004 06/11 17:23:26	
Correction TIME	0000 00:00 00:00:00	Correction Time
Reset TIME	2004 04/22 17:07:50	
EXIT		

圖 3.6 系統狀態視窗

系統動作分為記錄與校正訊號。記憶卡容量狀態則分為檔案記錄空間與記錄履歷。由於之前已經說明檔案的大小都相等，故集錄系統在判別記憶卡容量時，是以檔案為表示單位。時間則分為系統內部時間、修正時間以及清除時間。系統狀態內的顯示意義如下：

- Starting Status：集錄系統內的狀態，待機時顯示 Standby，記錄時顯示 Recording。
- Calibrate Signal Status：校正訊號的狀態，若在校正中，則顯示 Calibrating，無校正狀態則顯示 Standby。
- Calibrate Signal Wait Time：即啟動校正後，需等待顯示的秒數後才真正開始校正。
- Number of File：記憶卡目前的檔案數目。

- Number of Stock：所有的紀錄履歷時間總數。
- Free(Files)：記憶卡還能儲存多少檔案。
- Present Time：系統內部的時間。
- Correction Time：系統內時間最後修正的時刻。
- Reset Time：系統最後清除時刻。
- ：點選此鈕可以更改系統內部的時間，其視窗如圖 3.7 所示。輸入好後請按 將設定在集錄系統內部。

圖 3.7 修正系統時間的控制視窗

3.1.4 系統設定

這部分應該是使用者最為關心的地方，因為在訊號擷取之前就應該先確立此設定；下拉功能表依序選擇→「集錄系統控制」→「系統設定」或是快捷鍵 Ctrl+5 來執行程式，其設定視窗如圖 3.8 所示。

Record Channel

Sampling Frequency Hz

Delay Time sec

NO.1 Trigger Ch NO.1 Trigger Level (mV)

NO.2 Trigger Ch NO.2 Trigger Level (mV)

NO.3 Trigger Ch NO.3 Trigger Level (mV)

Trigger Logic Rewrite Mode

Judging size channel

No.1 No.2 No.3

判斷時間 (sec) 後置時間 (sec)

Present Time

更改過後請按下此按鈕來做設定

圖 3.8 系統設定視窗

設定視窗上可以看到，都是以集錄系統觸發的參數為主。當使用者啟動設定視窗，會先傳回集錄系統目前的設定值，並顯示在視窗上。若使用者檢視後若覺得不妥，可直接更改設定。但設定超出預設值或是無法設定，會顯示設定失敗視窗。設定視窗內代表的意義如下：

- Record Channel：集錄系統內可記錄的頻道數。
- Sampling Frequency：集錄系統內部的取樣頻率，可設定的為 100Hz、200Hz 以及 400Hz 這三種取樣頻率。
- Delay Time：記錄的前置時間，可設定範圍為 0~30 秒，必須以整數輸入。假設 Delay Time 設定為 10 秒，則集錄系統會以 10 秒為單位，將

訊號資料儲存在緩衝區(Buffer)內，當系統觸發時，則會以緩衝區內的資料當做是量測訊號的前 10 秒。

- Trigger Ch：自動觸發的頻道，可選擇三個頻道作為觸發基準。
- Trigger Level：對應三個自動觸發頻道的判斷值大小，可設定範圍為 1~999mV，必須以整數輸入。
- Trigger Logic：集錄系統作觸發判別時，對三個觸發頻道的判斷邏輯；有 or、2and、and 以及 off 可選擇。每個判斷方式如下：
 - or: 當三個頻道中有一個超過設定的觸發等級，則立即啟動。
 - 2and：當三個頻道中有兩個同時超過設定的觸發等級，則立即啟動。
 - And：三個頻道同時超過設定的觸發等級，則立即啟動。
 - Off：任何訊號輸入都不會啟動。
- Rewrite Mode：記憶卡容量不足時，覆蓋舊檔案的動作設定；有 Smallest、Oldest 以及 Off 可供選擇，其中 Smallest 為覆蓋最小的檔案(由於每個檔案大小固定，故此設定在本集錄系統上可能沒有什麼意義)，Oldest 為覆蓋建立日期最舊的檔案，off 為不覆蓋任何檔案。
- Judging size channel：以這三個頻道作為觸發的基準，也就是以此頻道量測到的訊號當做一般的環境振動，建議設定與 Trigger Ch 相同頻道。
- 判斷時間：此為判斷自動觸發的時間，依 Trigger Ch、Trigger Level、Trigger logic 及 Judging size Channel 的設定，在判斷時間內超過兩次 Trigger Level，則會啟動自動觸發；此設定可以防止錯誤的觸發記錄，因為一般的地震都是有正負向的振動，所以一定要給予適當的時間來做判斷，以避免記錄到太多不想要的資料。設定範圍為 1~30 秒，以整數輸入。

- 後置時間：此後置時間代表當自動觸發結束(也就是振動訊號低於觸發值時)，再加上此後置時間的等待，記錄動作才會停止。
- **Setting**：當所有的項目都修改完成，按下此鈕會對集錄系統作設定的動作；若設定失敗會顯示對話視窗。
- **Refresh**：Click 可重新整理。

3.1.5 ATA Card 檔案下載

類比量測訊號進入集錄系統後，經濾波再經 A/D 轉換器數位化，直接記錄成 Binary 檔案，並將此檔案儲存在記憶卡中。故使用者在進行分析之前須先將檔案下載至電腦中；又因為 Binary 格式在分析上有點麻煩，故在下載後可選擇自動轉為 ASCII 格式，以利往後分析或是自動增加至 RMS 資料庫。下拉功能表依序選擇「集錄系統控制」→「ATA Card 檔案下載」或是利用快捷鍵 Ctrl+6 執行下載視窗；下載視窗如圖 3.9。

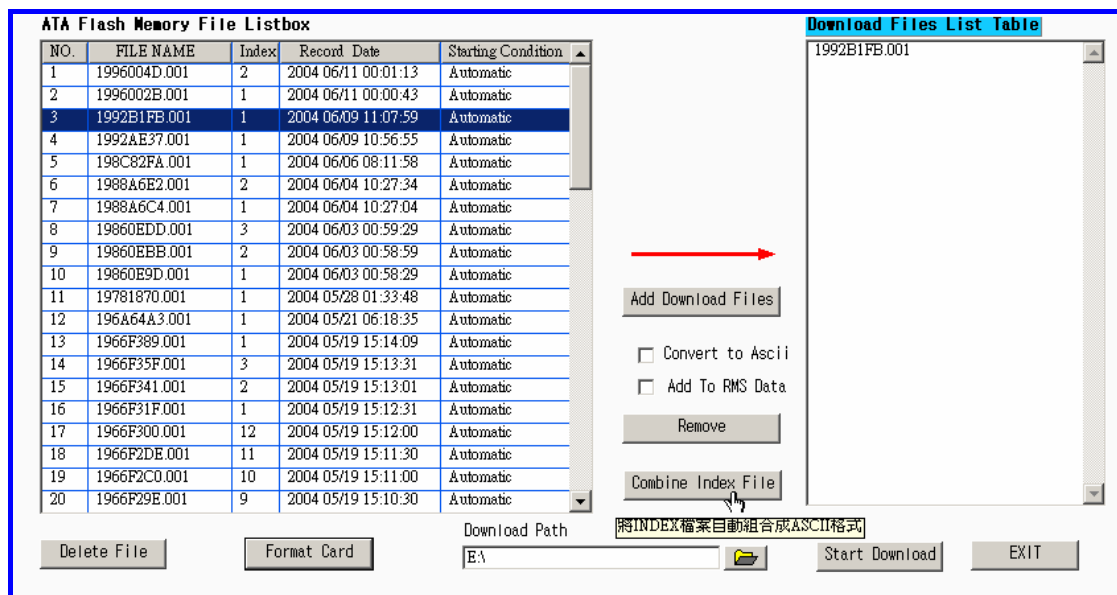


圖 3.9 ATA Card 下載視窗

本程式的設計較為繁雜，需要用到較多集錄系統指令；再者由於是使用

RS-232C 做連結，故在傳輸時會比較慢。雖然一個檔案大約只有 564Kbyte 左右，但在傳送過程中可能會非常的耗時。指令方面可以參考附錄 A。

實際下載檔案流程如下：

1. 宣告：先宣告要傳送哪一個檔案，以避免集錄系統傳送錯誤的檔案。
2. 傳送：在附錄 A 中可以看到一次回傳的檔案資訊最大為 16kbyte，本程式的設計為一次只傳送 1Kbyte，不過下載時間並沒有太大的差別。
3. 解碼：中央集錄系統的解析度為 24 位元，資料型態是 16 進位，故每個資料點以 3byte 表示，將這 3byte 看做連續的 16 進位數值，數值範例如下：

16 進位 byte 表示	16 進位數值表示
06 8D 44	068D44
↓	↔
視為 16 進位數值	
正負號判別位元，若此數值為 F 則為負數，則以 2 的補數計算	
故此 con 值為 $6 \times 16^4 + 8 \times 16^3 + 13 \times 16^2 + 4 \times 16 + 4 = 429380$	

由於集錄系統在傳送檔案資料時都會加上 TS Code(包含 Header 部分)，所以檔案內容會全部重新編碼。TS Code 以 4byte 作為編碼基準，且全部以 16 進位表示。TS Code 編碼範例如下所示：






原始檔案資料	0A	3B	0F	FC	
資料如果小於 20 為 1	1	0	1	0	→ 0011 1010=3A
小於 20 的加上 20	2A	3B	2F	FC	
最後的 TS CODE	3A	2A	3B	2F	FC

範例中原始檔案資料為我們所要的，而最後的 TS CODE 為集錄系統傳送回來的資料，所以要用反推的方式去求得原始檔案資料。譬如現在對集錄下指令要傳送一個檔案的資料(如 15~16kbyte 部分)，則傳回來的資料為 16 進位，且包含 TS Code 的編碼，所以要先解除 TS Code 才是真正的 Binary 檔案資料。解碼的方式以 5 個 Byte 為單位一一解碼，第 1 個 Byte 為 TS Code 基準，

後面 4 個 Byte 為經編碼的原始資料，由第 1 個 Byte 可以知道哪些的原始資料經過編碼(原始資料大於 20 將不會編碼，小於 20 的將會做編碼的動作)，再將經過編碼的資料減去 20 則變回原來的資料，最後將 TS Code 移除，留下解碼的 4 個 Byte，則解碼完成。

4. 結合：由於接收到為部分的檔案資料，故對於任何一個接收的資料順序不能搞錯，最後再結合起來並存入檔案中，這樣就完成下載的動作。

下載視窗的說明如下：

- ATA Flash Memory File Listbox：顯示記憶卡內部的所有檔案名稱、擷取時間、檔案順序標記以及啟動狀態。
- ：選擇好記憶卡內的檔案後，Click 可由記憶卡內刪除。
- ：Click 可將記憶卡格式化，則所有資料會消失。
- ：選擇好記憶卡內的檔案後，可增加至下載的儲列，重複的檔案將自動不會加入。
- **Download Files List Table**：此為要下載的檔案儲列表。
- ：移除下載儲列中的檔案。
- Convert to Ascii：若勾選，則會自動將下載的檔案轉換為 ASCII 格式。
- Add To RMS Data：若勾選，則會自動增加至資料庫。
- ：Click 會出現視窗，視窗如圖 3.10，此視窗的功能是依照檔案順序結合 Binary 格式並轉換為 ASCII 格式檔案。這部分為下

載後直接轉換。另外，還設計針對已下載的 Binary 檔案做結合的功能。

這兩個使用方法雷同，故將在檔案分析處理說明，這裡將不再贅述。

- Download Path：此為下載檔案路徑。
- **Start Download**：Click 就開始由記憶卡中下載檔案，下載時的視窗如圖 3.11 所示，會顯示檔案名稱、路徑以及進度。若有勾選增加至資料庫或是轉換 ASCII 格式，則會出現相關的設定。另外，在此視窗都無法更改任何項目，故路徑需先預設好。

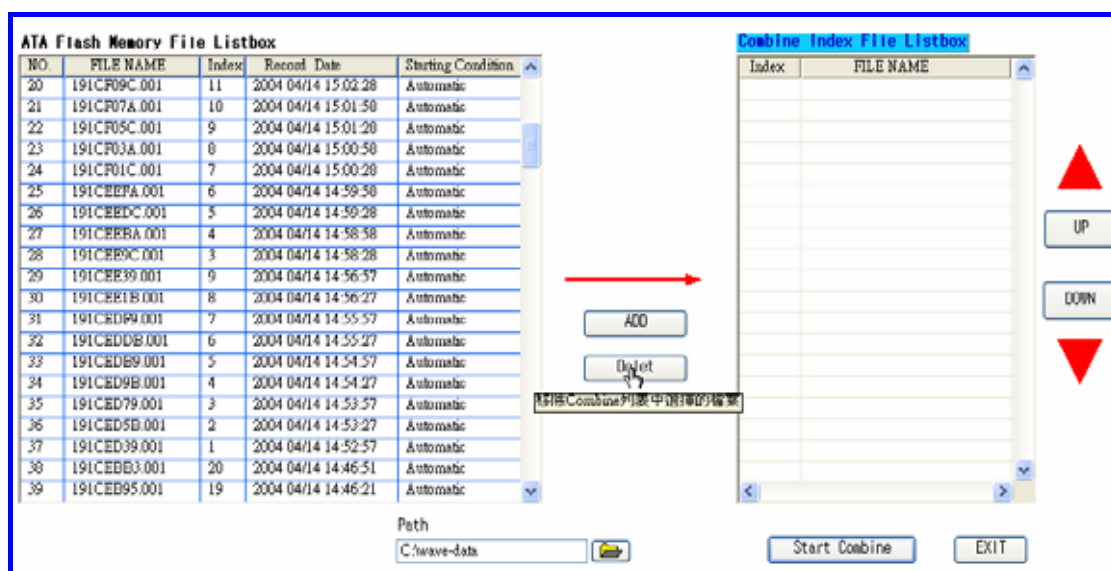


圖 3.10 記憶卡下載結合檔案視窗

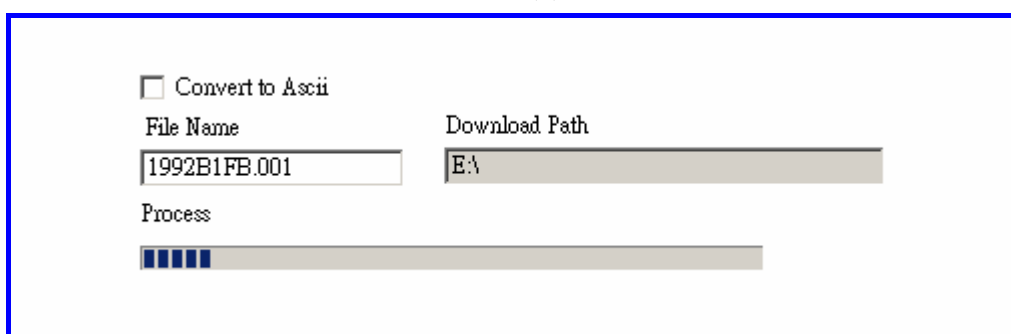


圖 3.11 檔案下載進度視窗

3.1.6 Stock File List

記憶卡中有一部份為紀錄履歷，紀錄履歷包含觸發日期、觸發動作以及連續紀錄檔案順序，最多為 400 筆。下拉功能表依序選擇「集錄系統控制」→「Stock File List」或是利用快捷鍵 Ctrl+7 執行 Stock File List 視窗；使用者介面如圖 3.12 所示。

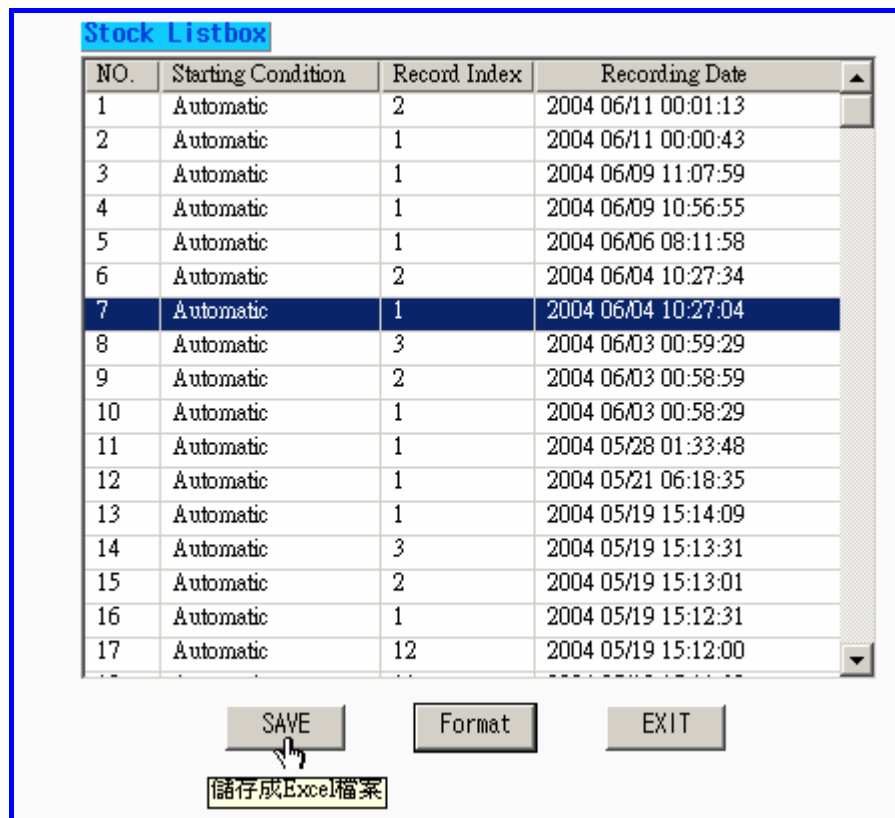


圖 3.12 Stock File List 視窗

視窗上功能為：

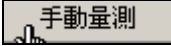
- **Stock Listbox**：為記錄履歷的資料表。
- **SAVE**：Click 可儲存資料表為 Excel 檔案。
- **Format**：Click 可格式化記錄履歷的檔案。

3.1.7 即時監測


集錄系統並沒有提供真正的即時監測，不過我們可以利用整合的方式創造出此功能。集錄系統可以手動即時觸發，擷取到的訊號儲存在 IC 卡內的檔案，只要再利用傳送檔案的方式即可以做到即時監測的功能；在分析方面，提供反應歷時圖、Auto Spectrum、能譜密度函數以及 RMS 分析。下拉功能表依序選擇「集錄系統控制」→「即時監測」或是快捷鍵 Ctrl+2 執行即時監測視窗，即時監測視窗如圖 3.13 所示。



圖 3.13 即時監測視窗

- 對應量測長度：因為一個檔案的最多儲存 6000 個資料點，由系統取樣頻率(Sampling Frequency)來做量測長度的對應。
-  **手動量測**：Click 立即開始量測，之後會出現量測視窗以及傳送檔案內容進度。
- 開始量測時間：Click 手動量測的時間，時間以系統內部時間來做顯示。
- 量測時間長度：即擷取訊號時間長度。
- 量測之 Sampling Frequency：手動量測時之取樣頻率，會再做這樣的顯

示是避免使用者直接利用集錄系統做另外的設定。

- Channel：選擇要檢視的頻道。
- 取樣視窗長：窗形為矩形窗，單位為秒。
- One Third Octave Band 最大中心頻率：要檢視的 RMS 的最大中心頻率，選取範圍會受到取樣頻率的限制。
- ：當上述的設定都確定後，Click 可立即檢視分析結果。

3.2 檔案分析處理

當使用者利用前述的功能下載檔案後，接下來的步驟就屬於分析；檔案下載回來，需要轉換格式或是結合連續記錄檔案等，這一步驟亦屬於分析處理部分。以上所述就是檔案分析處理的主要功能。在後端處理方面，應該是著重在分析，不過在檔案格式處理未完成時，也無法作分析，故分析與處理的相關性可由此看出。檔案分析處理功能表如圖 3.14 所示。



圖 3.14 檔案分析處理功能表

3.2.1 地震分析與微動分析

以讀檔的方式作分析，讀檔格式為 ASCII(副檔名為.asc)格式。地震部分有反應歷時圖及 Auto Spectrum 分析；微動部分有能譜密度函數(Power Spectral Density)及 1/3 倍八分貝頻帶(One Third Octave Band)分析圖形。關於 ASCII 檔案格式，表檔頭為量測開始時間、取樣頻率、量測時間長度、Trigger Mode、Delay Time、Channel 總數以及各 Channel 的物理單位。每個頻道訊號資料的分隔為 Tab 距離，以方便使用者檢視每個頻道的訊號資料。這部分還包含出報告的功能，出圖包含檔案表檔頭以及圖形。出圖的檔案格式為 WORD(微軟公司辦公室軟體之一)。由下拉功能表中依序選擇「檔案分析處理」→「分析 ASCII 檔案」，則可以選擇你要執行何種分析程式。地震分析視窗如圖 3.15 所示；微動分析如圖 3.16 所示。

各功能如下：


-  : Click 會出現選擇 ASCII 格式檔案的視窗，進行讀檔的動作；檔案格式千萬不能隨意更改，否則會造成分析上的數值錯誤。
-  : Click 會出現檢視座標的窗格，Click 後燈會亮起，如  。

地震分析圖形為：

- 反應歷時圖：以時間作為橫軸，邊界可自行選擇。
- Auto Spectrum：以頻率為橫軸，邊界可自行選擇，不過只限制在取樣頻率一半以內。

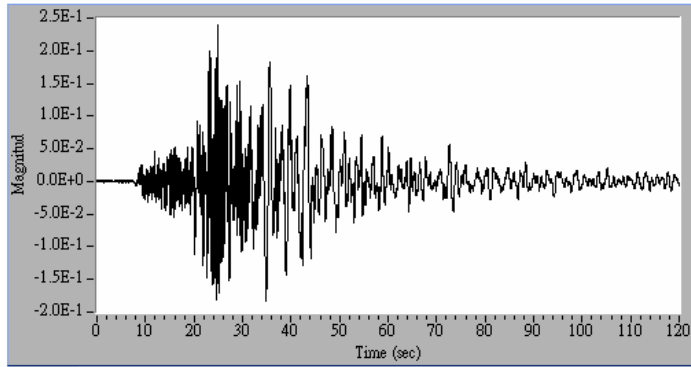
微動分析圖形為：

- PSD：以頻率為橫軸，縱軸取 Log 值表示，橫軸邊界可自行選擇，不過只限制在取樣頻率一半以內。

- RMS：由於設計軟體上的缺陷，故橫軸只能以 X-Index 表示，用來對應 RMS 中心頻率。
-  : Click 會有自動出報告至 WORD 的功能，有檢視以及直接列印可供選擇，檢視則可以在 WORD 中進行修改，直接列印則不儲存檔案直接列印完成便關閉檔案。報告格式可參考附錄 B。



反應時圖



檔案Header

量測開始時間 2004年 5月 1日 15:58:04
 取樣頻率 (Sampling Rate) 200 Hz
 量測時間長度 120.00 秒
 Trigger Mode 自動
 Delay Time 10.00 秒
 Channel 總數 32

READ ASCII FILE

Channel Select

CH 1 E-W(F&B 4F)

VIEW

PRINT

EXIT

Auto Spectrum

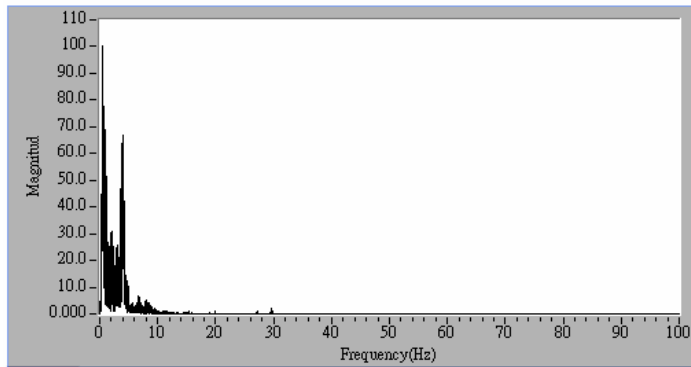


圖 3.15 地震分析視窗

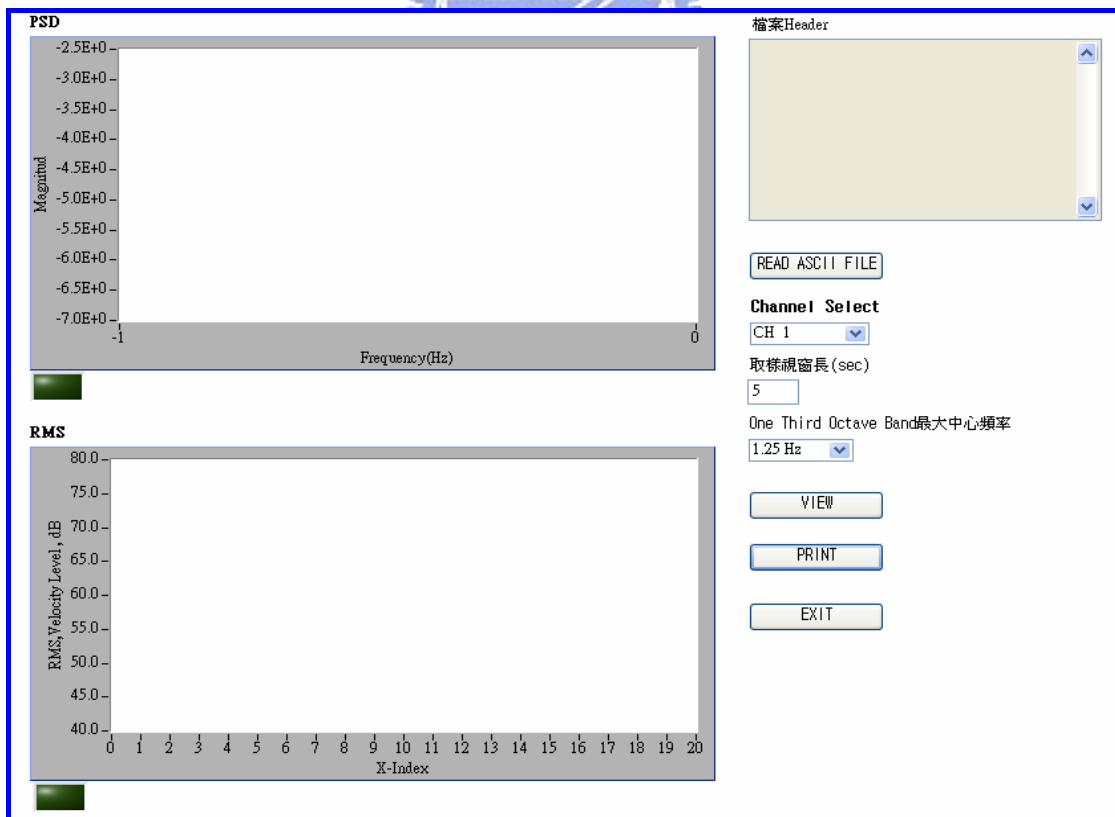


圖 3.16 微動分析視窗

3.2.2 檢視 Binary 檔案

一般在分析時，檔案格式為 ASCII。也就是說當 Binary 檔案下載之後，還要經過轉換格式的步驟才能做分析。以本軟體為例，Binary 檔案大小約為 564 kbyte，而轉換為 ASCII 後大小約 1.74 MB。儲存空間的需求來看，ASCII 格式容量需求較大。如果不想經由轉換格式做分析或是不想多佔儲存空間，可直接利用此功能作分析。此功能分析包含地震及微動分析兩部分，有兩個檢視圖形可供比對分析結果。下拉功能表依序選擇「檔案分析處理」→「檢視 Binary 檔案」或是快捷鍵 Ctrl+9 來執行檢視視窗；視窗如圖 3.17 所示。

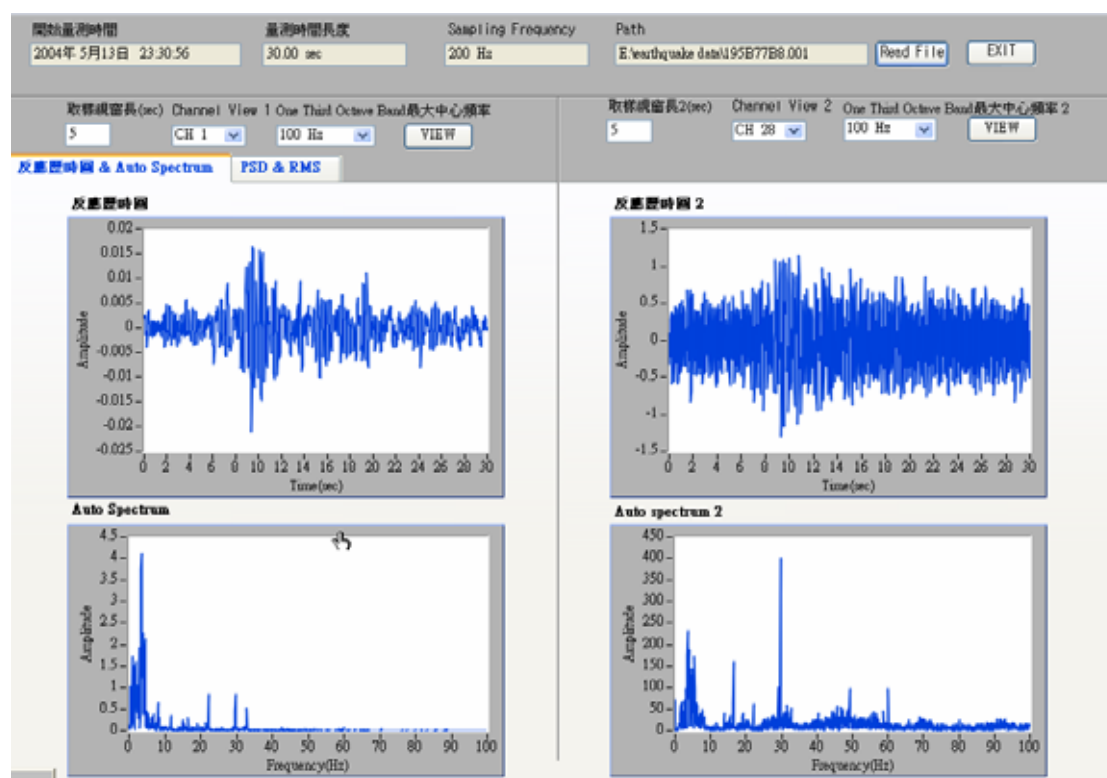


圖 3.17 Binary 檔案分析視窗

由於介面功能前面已介紹過，故在此不再贅述。

3.2.3 檔案處理

檔案處理完全針對 Binary 檔案，包含結合 Binary Index File 以及 Binary File

轉換 ASCII 兩部分。設計此功能是為了處理上的靈活性，也就是在 Binary 檔案下載後也可以做到轉換 ASCII 格式與結合 Binary 檔案兩個重要處理項目。在下拉功能表依序選擇「檔案分析處理」→「結合 Binary Index File」則可執行；結合 Binary Index File 視窗如圖 3.18 所示；下拉功能表選擇「檔案分析處理」→「Binary File 轉換 ASCII」則可執行轉換視窗；轉換 ASCII 視窗如圖 3.19 所示。

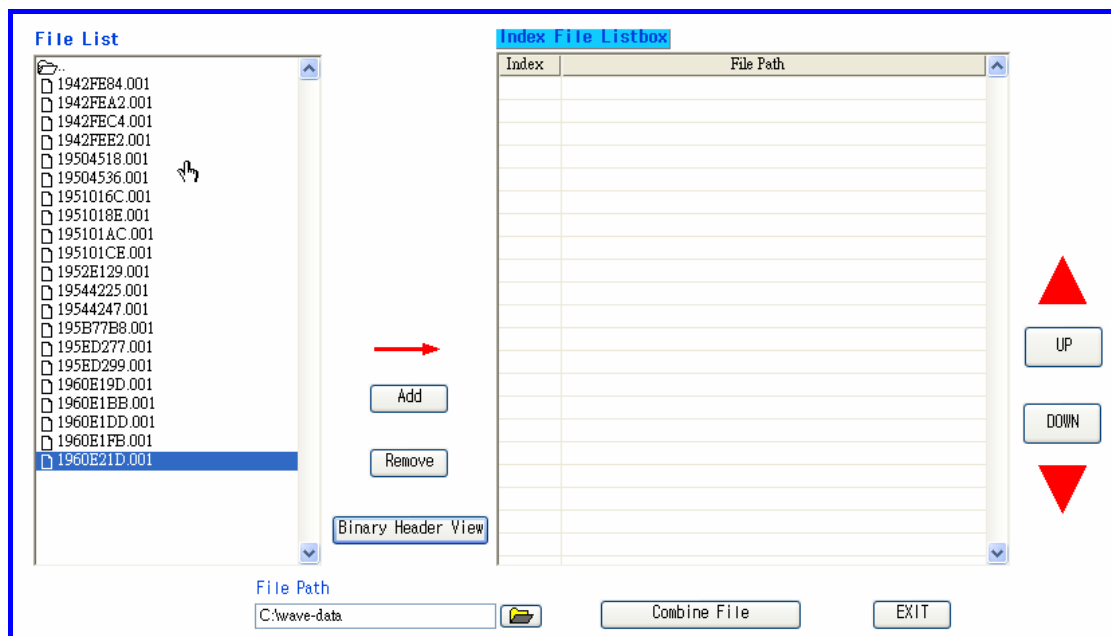


圖 3.18 結合 Binary 檔案視窗

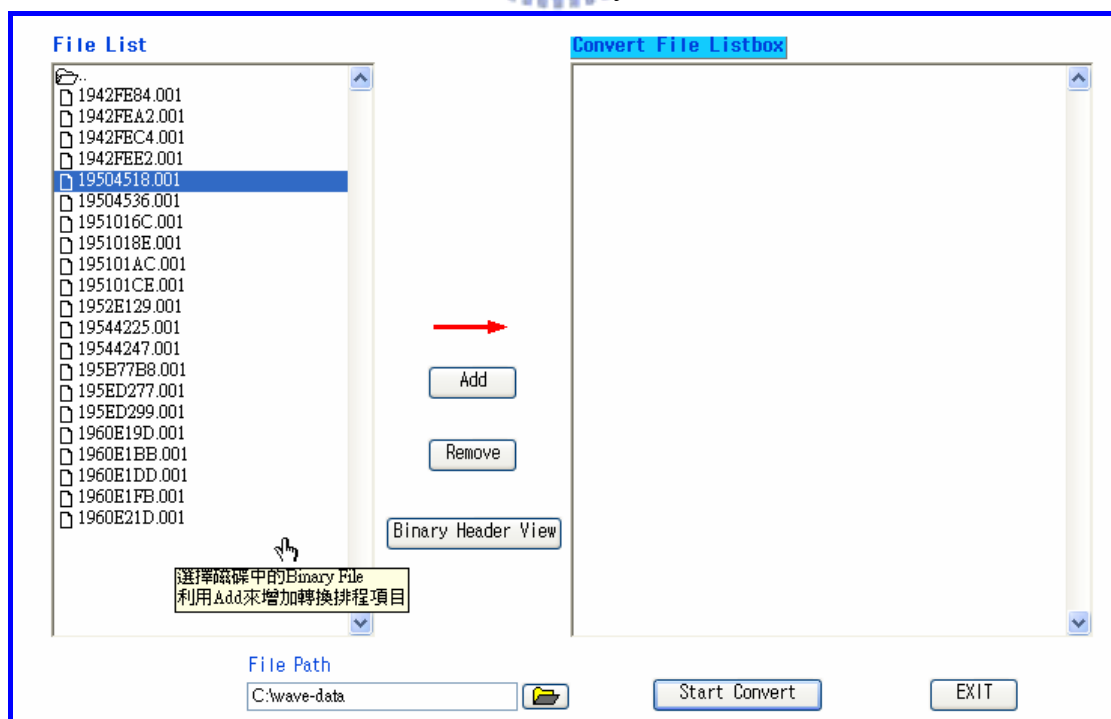


圖 3.19 轉換 ASCII 格式視窗

結合 Binary 檔案視窗中各項目內容如下：

- **File List**：此為電腦中硬碟的檔案，由於 Binary 檔案的副檔名並無固定格式，故以顯示全部檔案為主。
- **Binary Header View**：點選 Binary 檔案後，可 Click 此鈕來檢視檔案的細部資料，顯示視窗如圖 3.20 所示。
- **Index File Listbox**：要結合的 Binary 檔案的順序，第一行為檔案結合的 Index 順序，可利用 **UP** 與 **DOWN** 來做 Index 順序的修改合成後的檔案格式為 ASCII。
- **Combine File**：依使用者選擇的 Index 列表，開始做檔案結合的動作，並轉換成 ASCII 格式儲存於選擇的路徑中。

轉換 ASCII 格式視窗裡，功能也相當的類似，將選擇要轉換的 Binary 檔案加入 **Convert File Listbox** 列表中，Click **Start Convert**，軟體即會開始轉換格式至指定的磁碟路徑。

選擇檔案路徑

D:\earthquake data\19504518.001

Program Name SM71NCKD.SRC

Size Of File 564 Kbyte

Size Of Header 768 byte

Number Of Channel 32

Number of Wave Data Sampling (per channel) 6000

Trigger Condition Auto

Index Number 1

Sampling Frequency(Hz) 200

量測時間長度 30.00 秒

開始量測時間 2004年 5月 8日 04:20:24

確定

圖 3.20 Binary Header Viewer 視窗



3.3 RMS 資料庫

以量測日期作分類，將分析好的 RMS 值儲存；並可針對一日的量測資料作統計分析，或是跨越日期的限制，以選取檔案的方式作分析比較，以上就是 RMS 資料庫建立的構想。此部分包含增加資料、RMS 檔案比較、當日統計分析以及資料庫設定；接下來將一一介紹相關操作及功能。其下拉功能表如圖 3.21 所示。



圖 3.21 RMS 資料庫功能表

3.3.1 增加資料

前面在介紹 ATA Card 檔案下載時，可以勾選是否自動增加至資料庫，但是只針對單一檔案有效率。若遇有連續紀錄的檔案，則需要結合檔案後再行增加至資料庫，此時就需要用到手動增加資料，此程式就為了解決上述的狀況。當然對於無連續記錄檔案也可以做增加的動作。增加記錄視窗如圖 3.22 所示。增加資料檔案之格式固定為 ASCII，Click  此鈕，會出現選擇檔案視窗，以 ASCII 為主。當選擇確定後檔案路徑會出現於  列表中，下方的取樣視窗長以及最大中心頻率為增加資料庫時分析 RMS 的依據。當選擇都完成時，Click  即可開始增加的動作。由下拉功能表依序選擇「RMS 資料庫」→「增加資料」來執行此程式。

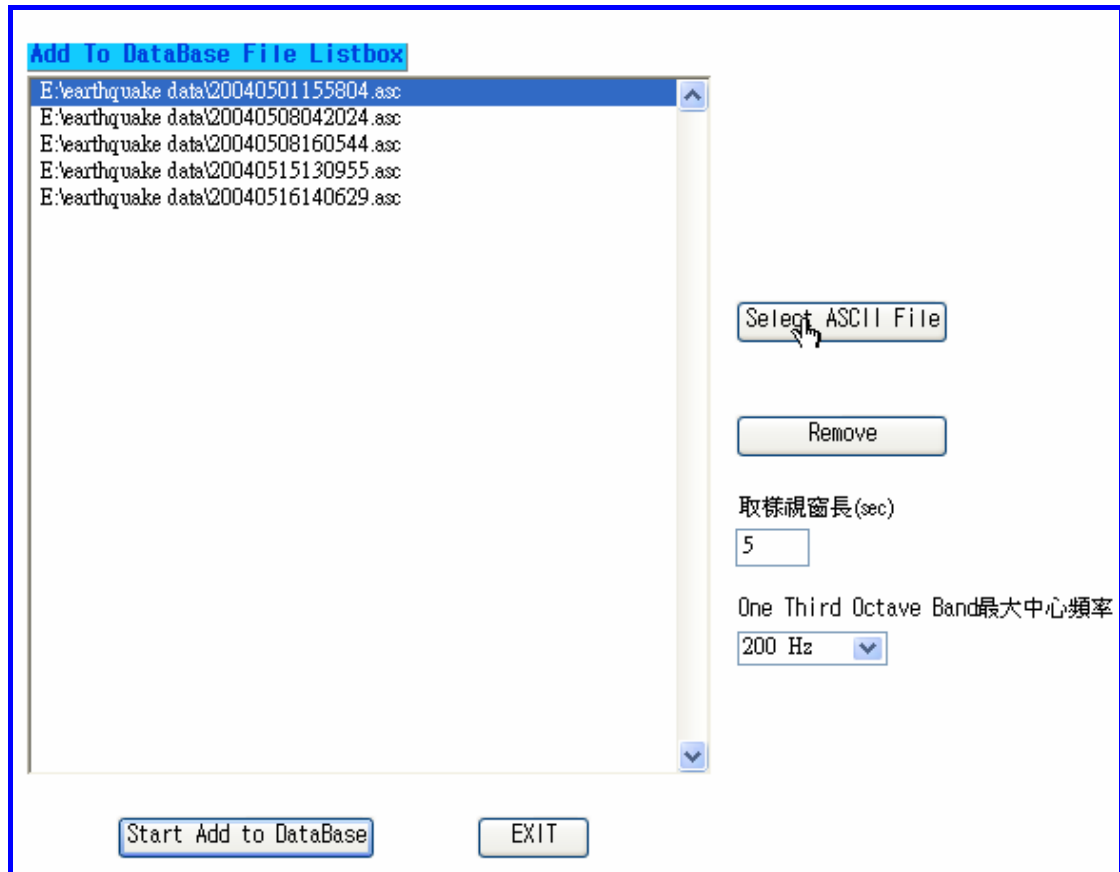


圖 3.22 增加記錄視窗

3.3.2 RMS 檔案比較

在 RMS 資料庫裡，所有的副檔名皆為.rms，檔案這麼多，做不同日期的交叉比對應該是常見的，故設計這一個程式作為比對的工具。先經由讀檔，再做選擇頻道的動作，以檢視不同量測時間所得 dB 值。此程式也包含出報告的功能，報告格式可參考附錄 B。圖 3.23 為 RMS 檔案比較視窗。下拉功能表中依序選擇「RMS 資料庫」→「RMS 檔案比較」來執行比對的視窗。

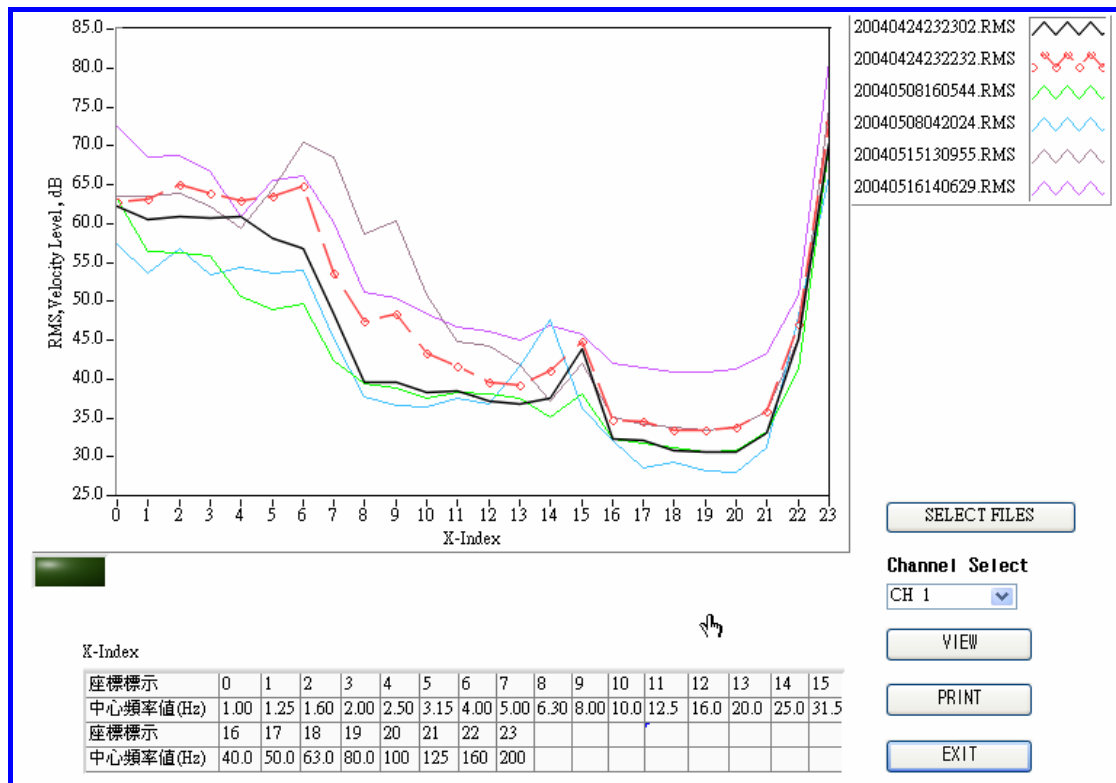


圖 3.23 RMS 檔案比較視窗


3.3.3 當日統計分析


當日統計分為標準統計圖及 3D 檢視圖，標準統計圖即統計當日 RMS 的最大值、最小值、平均值以及平均值±標準偏差值，標準偏差值的算法請參考式(2.6)。3D 檢視圖中，橫軸為對應的中心頻率，深軸為量測時間，縱軸為對應之 dB 值。

資料庫儲存方式是以日期為基準；如 2004 年 5 月 1 日，則在 RMS 資料夾中會建立 20040501 的資料夾，而 20040501 資料夾裡的檔案為當天的 RMS 記錄。

而標準統計圖及 3D 檢視圖都有出報告的功能。標準統計圖可選擇三個頻道做檢視；3D 檢視圖同時可檢視兩個頻道，且 3D 檢視圖可任意翻轉。在出報告前請先將 3D 視角調整好，以避免檢視上的問題。出報告的格式可參考附錄 B。標準統計圖視窗如圖 3.24 所示；3D 檢視圖視窗如圖 3.25 所示。

這兩個程式的使用者介面與前面相仿，現在就針對程式的操作做各說明。在標準統計圖與 3D 檢視圖裡，讀取 RMS 資料有兩種方式：

1. 分別為 Click 現有日期檔案作當日統計分析。
2. Click  做多日 RMS 統計比較。

當確定統計的檔案後，若要變換檢視的頻道，在選擇好頻道後在 Click  即可立即檢視選取的頻道，此為當日統計分析的操作過程。



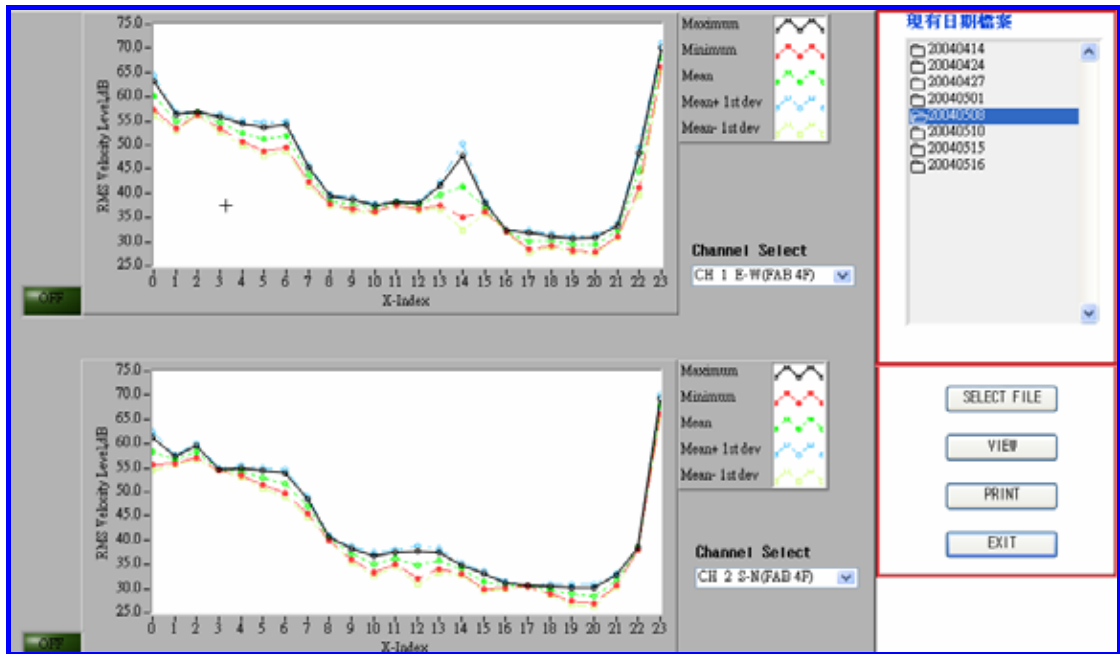


圖 3.24 標準統計圖視窗

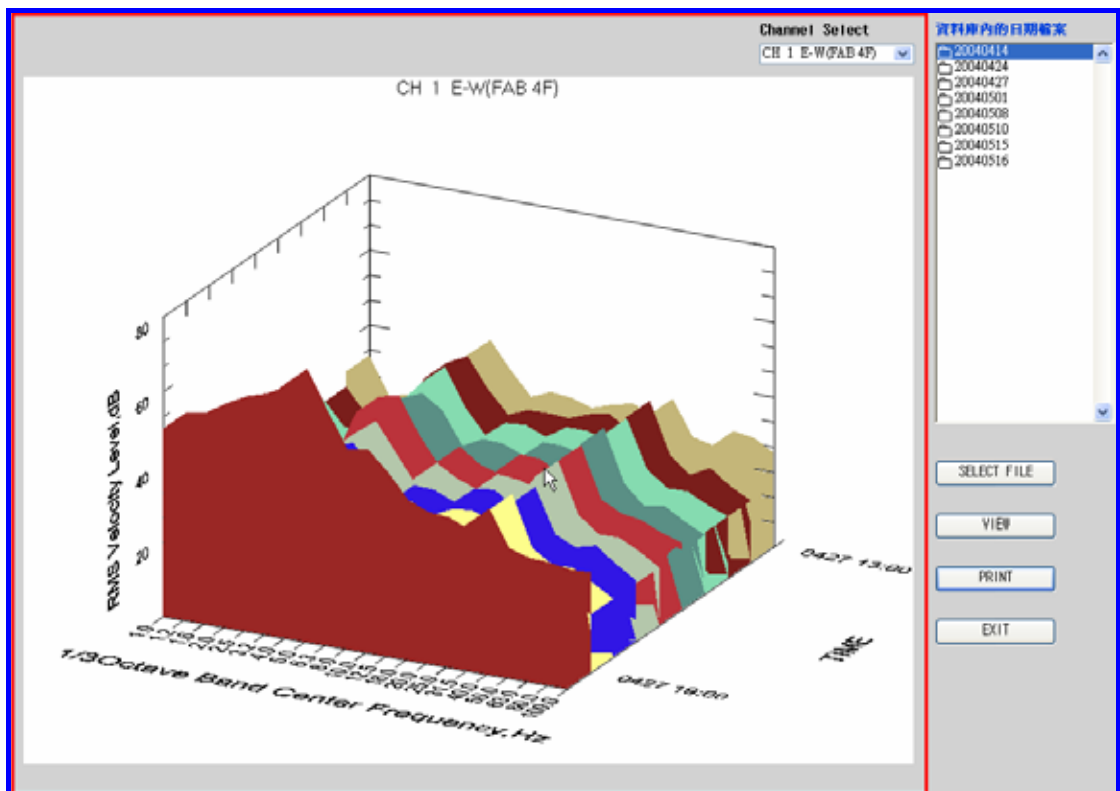
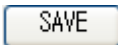
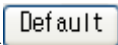
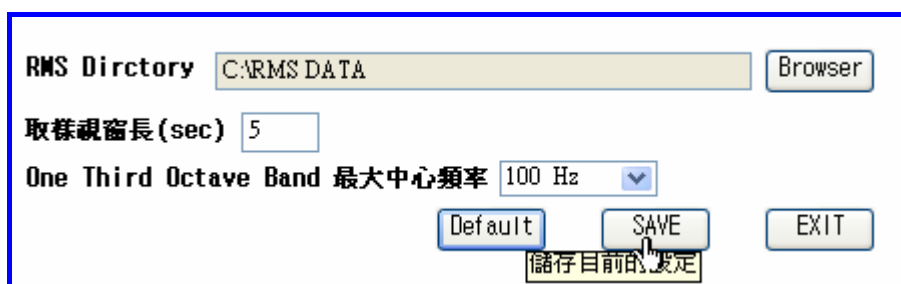


圖 3.25 3D 檢視圖視窗

3.3.4 RMS 資料庫設定

這一部份為設定 RMS 資料庫的資料夾以及 ATA Card 檔案下載時自動增加至資料庫的分析項目，在最大中心頻率方面將會受到集錄系統取樣頻率設定的限制，取樣視窗長度請不要超過單一檔案的對應量測時間(如取樣頻率 200Hz 時，則單一檔案的量測時間長度為 30 秒)。可由下拉功能表依序選擇「RMS 資料庫」→「RMS 資料庫設定」來執行資料庫設定視窗。

 與  的意義皆相同連結測試視窗，可參考 3.1.1。於資料庫設定視窗如圖 3.26 所示。



RMS Directory CARMS DATA Browser

取樣視窗長(sec) 5

One Third Octave Band 最大中心頻率 100 Hz

Default SAVE EXIT

儲存目前的設定

圖 3.26 RMS 資料庫設定

第四章 實際案例分析

4.1 案例簡介

由第二章的振動監測儀器介紹中提到集錄系統觸發分為手動及自動，自動觸發可透過集錄系統的適當設定，則可避免擷取到不必要的訊號。先將集錄系統內部的觸發頻道(Trigger Channel)、觸發值(Trigger Level)及觸發準位頻道(Judging Size Channel)設定好，以等待訊號的輸入並觸發擷取。

在案例的選取部分，皆選擇自動觸發的檔案。案例觸發設定可參考表 4-1。由於微動資料需要較長的量測時間，所以將觸發等級 Trigger Level 設定在最小(1 mV)，以增加連續量測的機會。地震案例部分，以集錄系統的觸發記錄與中央氣象局公告的地震記錄做時間比對，在其中選取一筆地震資料來作分析比較。案例可參考表 4-2。



4.2 案例分析

利用第三章介紹的「ATA Card 檔案下載」取得訊號資料，再做分析處理。若地震事件時間過長，集錄系統會自動加上檔案順序。在 ATA Card 檔案下載時，可以知道觸發時間、觸發類型以及檔案連續編號，在下載時可以參考檔案觸發時間以及檔案連續編號，選擇需要的檔案即可。

在分析方面利用第三章的「分析 ASCII 檔案」功能，分析 1(FAB 4F E-W)、15(FAB B1F E-W)、19(CUB B2F E-W)以及 25(CUB RF E-W)四個頻道(頻道 1 為速度計，頻道 15、19 及 25 為加速度計)反應資料，地震分析取反應歷時圖及 Auto Spectrum；微動分析取 PSD 及 RMS，其中 PSD 及 RMS 的取樣視窗長都為 5 sec，PSD 縱軸的取 log 值表示，另外取樣頻率為 200Hz，故 RMS 最大中心頻率取到 100 Hz，X-Index 對應的中心頻率可參考表 4-3。

微動分析觸發於 2004 年 7 月 22 日 14:38:23 之各頻道 PSD 圖及 RMS 如圖 4.1、4.2、4.3 及 4.4 所示。地震分析觸發於 2004 年 5 月 16 日 14:06:29 之各頻道反應歷時圖、Auto Spectrum 如圖 4.5、4.6、4.7 及 4.8 所示。

Channel 1 為速度計，設置於 FAB 棟 4 樓機房內，Channel 15、19 以及 25 為加速度計，Channel 15 設置於 FAB 棟地下 1 樓，Channel 19 設置於 CUB 棟地下 2 樓污水處，Channel 25 設置於 CUB 棟頂樓空調冷卻機旁；這四個 Channel 量測軸皆為東西向。

微動分析部分，在 30Hz 及 60Hz 出現尖峰值(Peak)，應該是由周圍的機器或是馬達運作所造成，由 Channel 15 與 Channel 19 的分析圖形可以很容易的看出。在 dB 值方面，除了 Channel 25 之外，都符合振動標準中的 VC-E(42 dB)。另外，在 Channel 15 中低頻的部分，出現負的 dB 值，而 Channel 19 在中心頻率 63Hz 的時候有一個尖峰值，造成這些狀況的外在因素並不清楚，還是需要長期的監測或是 NDL 正式啟用後才能得知。

地震反應以 Channel 19 與 Channel 25 的地震歷時圖來看，CUB 棟頂樓的擾動會比較大，這部分也符合了結構物的特性。

表 4-1 集錄系統觸發時設定

設定項目	設定值
取樣頻率(Hz)	200
觸發頻道(觸發值)	微動：1(1 mV)、18(1 mV)、19(1 mV) 地震：1(10 mV)、18(10 mV)、19(10 mV)
Judging size channel	17、18、19
Delay Time(sec)	10
判斷時間(sec)	5
後置時間(sec)	1

表 4-2 案例一覽表

觸發時間	量測長度(秒)	觸發原因
2004/7/22 14:38:23	210	以較低的 Trigger Level 取得較長的量測時間(微動案例)
2004/5/16 14:06:29	150	台東成功於 14:04:8.3 發生芮氏 6.0 級地震(地震案例)

表 4-3 X-Index 與 RMS 中心頻率對應表

座標標示	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
中心頻率 (Hz)	1.00	1.25	1.60	2.00	2.50	3.15	4.00	5.00	6.30	8.00	10.00	12.50
座標標示	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
中心頻率 (Hz)	16.00	20.00	25.00	31.50	40.00	50.00	63.00	80.0	100.0	125.0	160.0	200.0

Channel 1 (FAB 4F E-W)

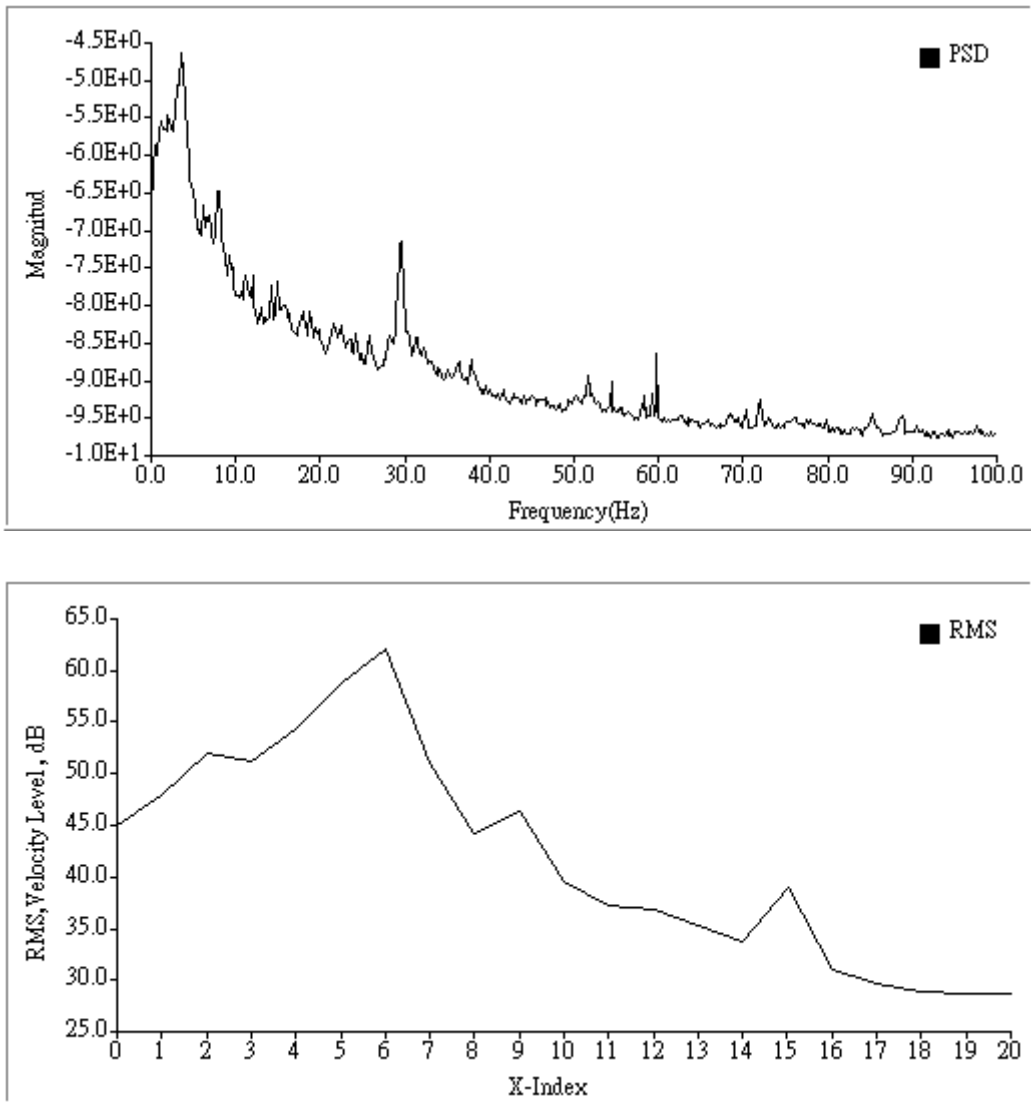


圖 4.1 觸發於 2004/7/22 14:38:23 微振資料頻道 1 的分析圖形

Channel 15(FAB B1F E-W)

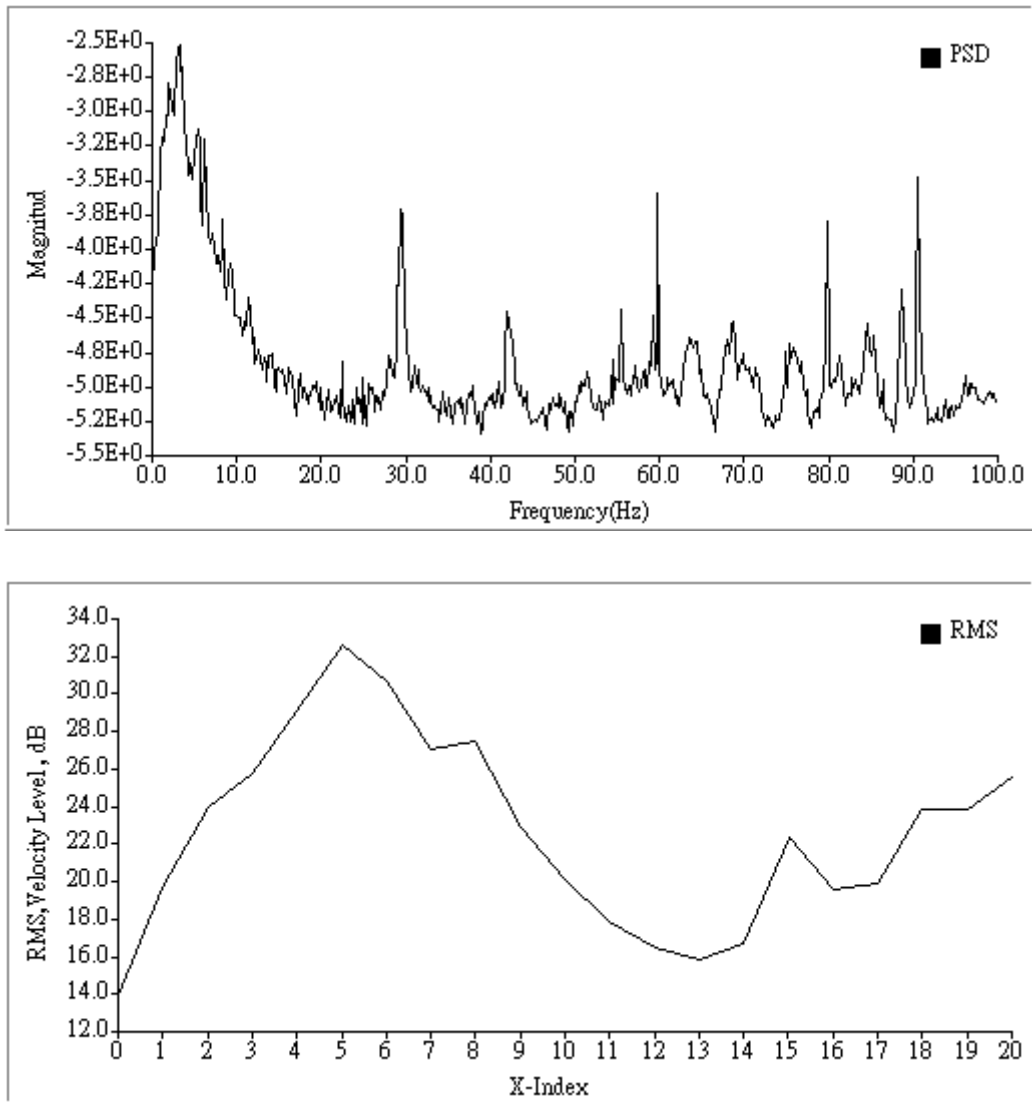


圖 4.2 觸發於 2004/7/22 14:38:23 微振資料頻道 15 的分析圖形

Channel 19(CUB B2F E-W)

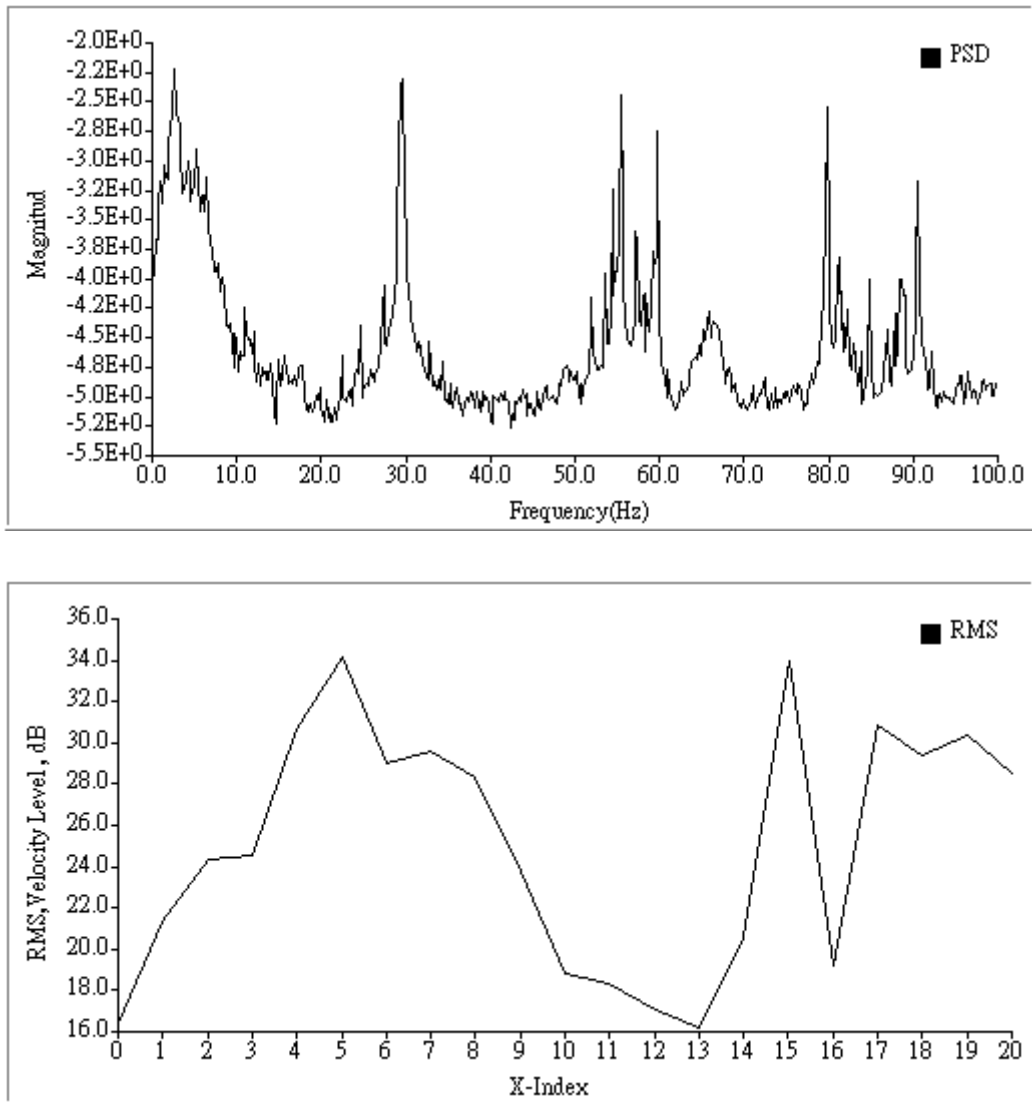


圖 4.3 觸發於 2004/7/22 14:38:23 微振資料頻道 19 的分析圖形

Channel 25(CUB RF E-W)

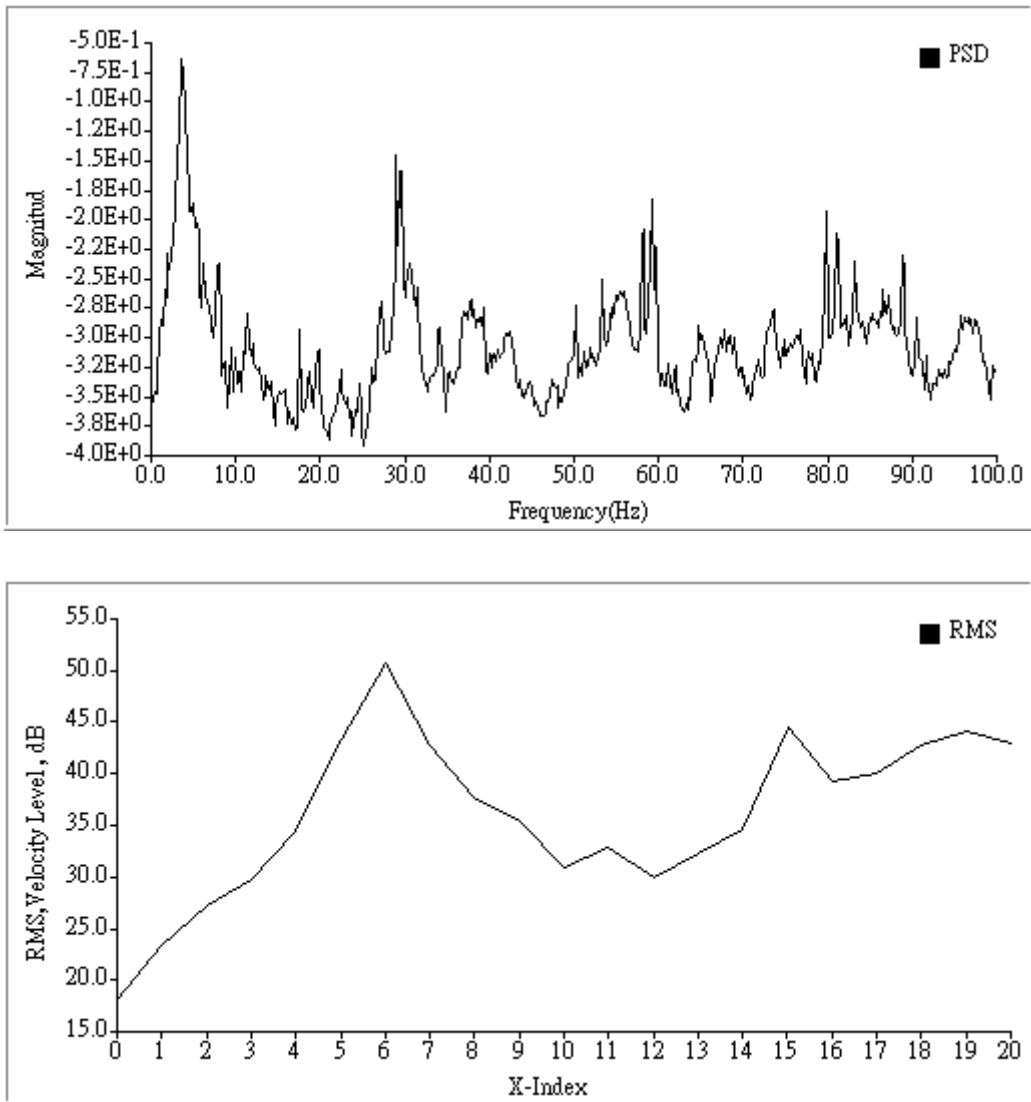


圖 4.4 觸發於 2004/7/22 14:38:23 微振資料頻道 25 的分析圖形

Channel 1 (FAB 4F E-W)

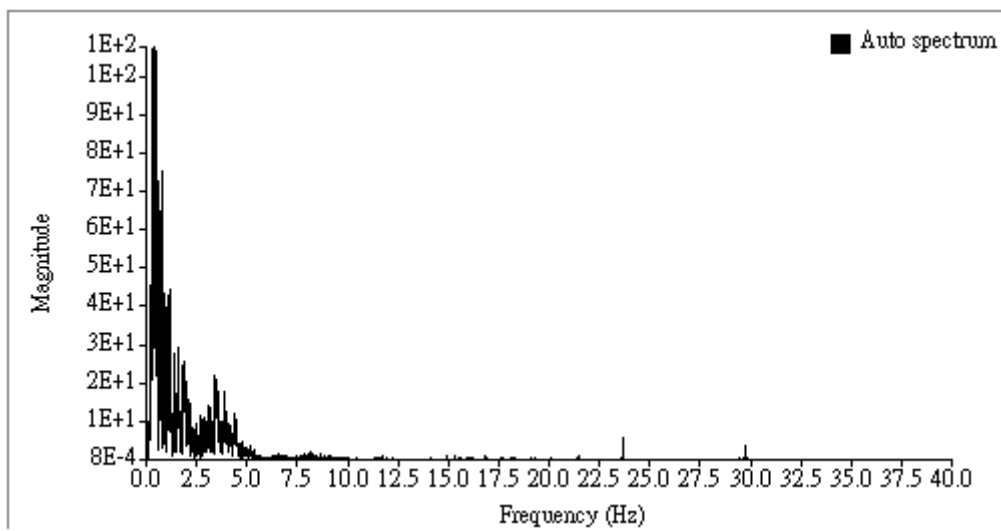
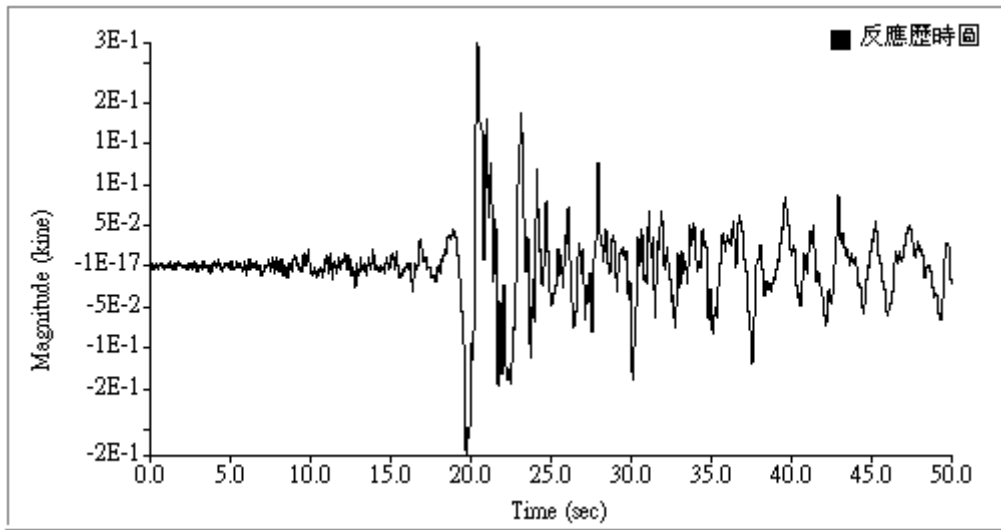


圖 4.5 觸發於 2004/5/16 14:06:29 地震資料頻道 1 的分析圖形

Channel 15(FAB B1F E-W)

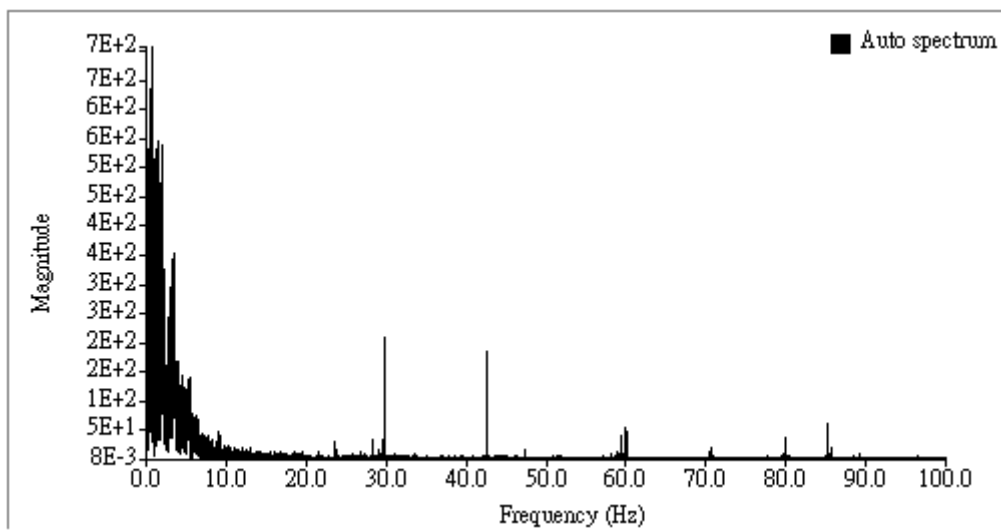
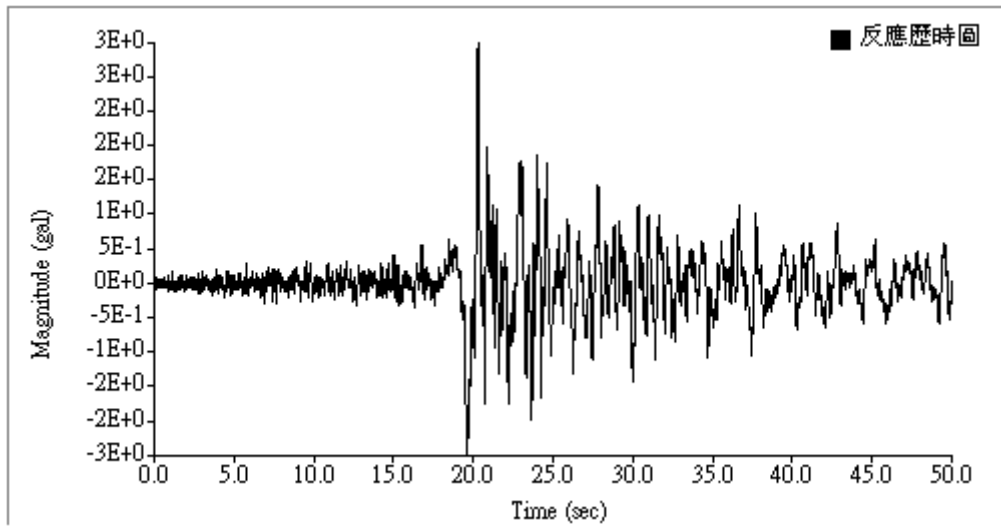


圖 4.6 觸發於 2004/5/16 14:06:29 地震資料頻道 15 的分析圖形

Channel 19(CUB B2F E-W)

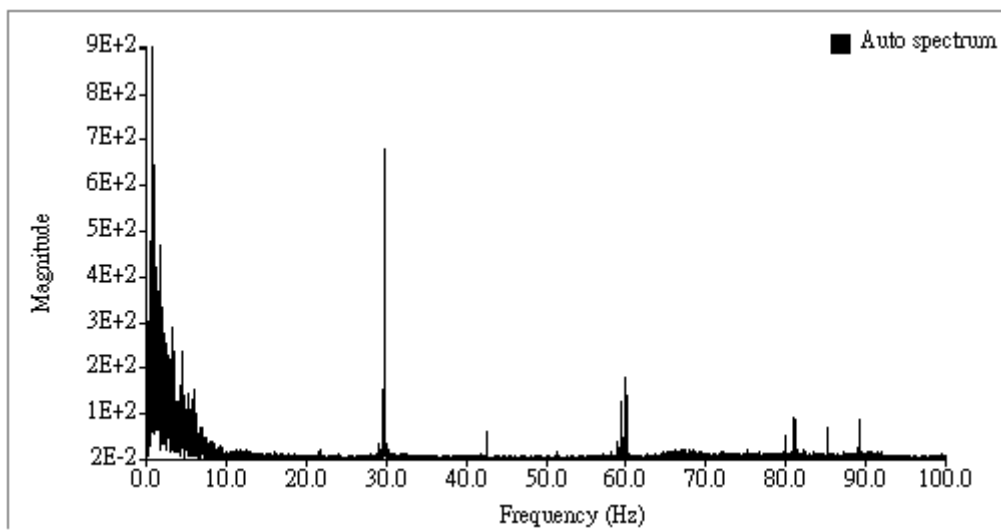
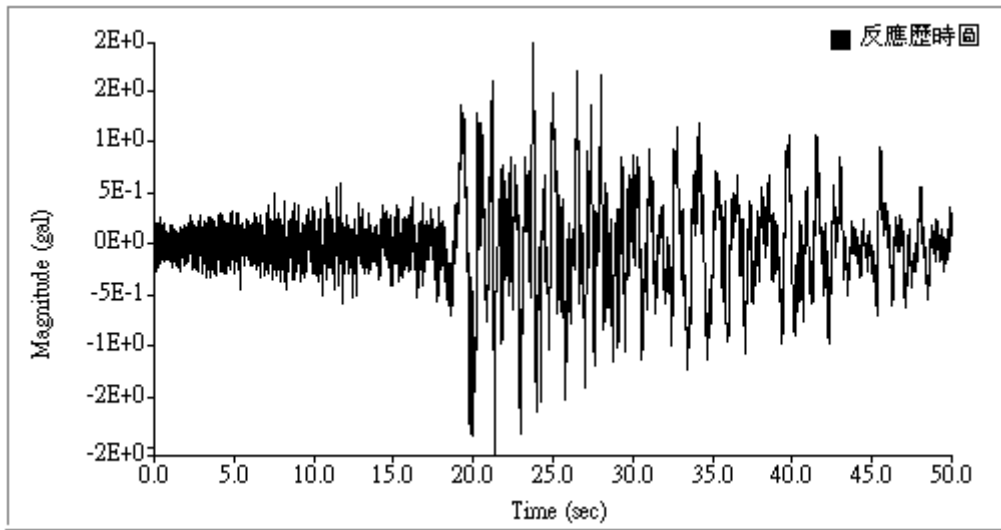


圖 4.7 觸發於 2004/5/16 14:06:29 地震資料頻道 19 的分析圖形

Channel 25(CUB RF E-W)

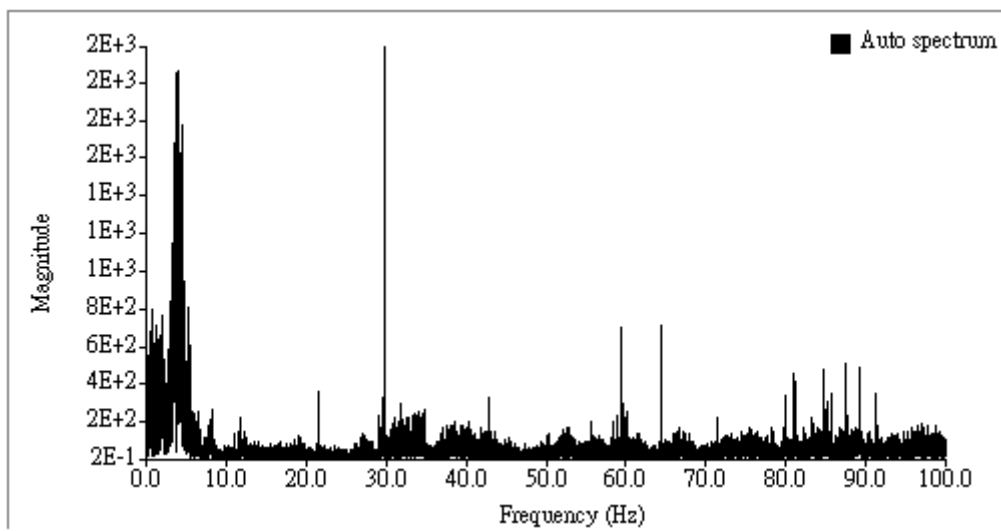
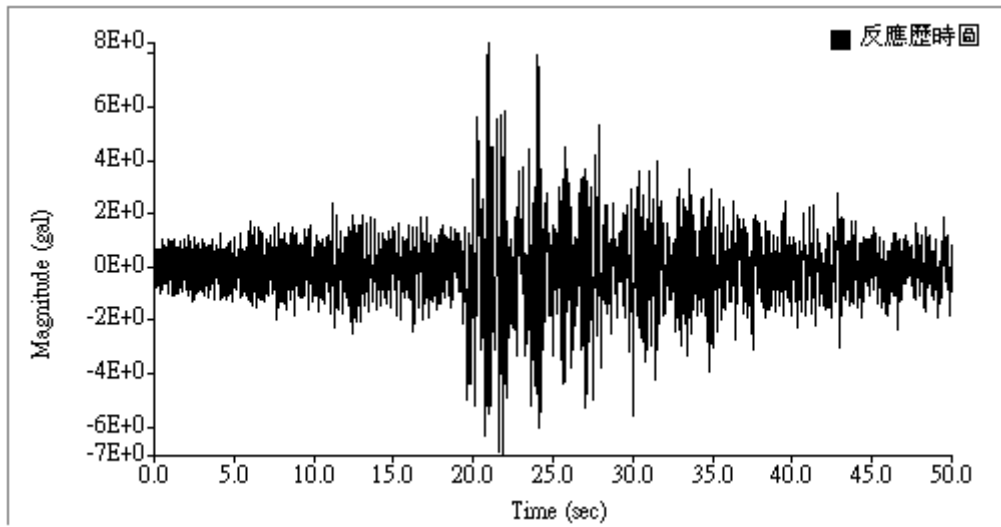


圖 4.8 觸發於 2004/5/16 14:06:29 地震資料頻道 25 的分析圖

第五章 結論與建議

5.1 結論

本論文研究重點為利用 LabVIEW 建立一套控制及分析軟體。利用 LabVIEW 中 VISA(Virtual Instrument Software Architecture)功能來與集錄系統作命令字串的溝通；再配合 LabVIEW 的人機介面(Front Panel)來創造出人性化視窗介面，以簡單的操作與輸入就可以對擷取的訊號作分析處理；並自動依照日期分類，建立起 RMS 資料庫，滿足長期監測之需求。本論文所完成的項目可分為三部分，包含控制部分、檔案分析處理以及 RMS 資料庫。完成項目如下：

A. 控制部分

- 1.可經由 LabVIEW 檢視或設定集錄系統的相關參數。
- 2.利用集錄系統的手動觸發指令可以做到即時監測分析的功能。

B. 檔案分析與處理

- 1.可直接對 Binary 檔案作分析處理，不需再轉換到 ASCII 格式。
- 2.可將 Binary 檔案轉換至 ASCII 格式。
- 3.利用 Binary Header Viewer 可以檢視 Binary 檔案的基本資料。
- 4.當 Binary 檔案為連續的紀錄，可將檔案結合並轉換為 ASCII 格式分析處理。
- 5.讀取 ASCII 格式資料檔案，作地震及微動分析，且具有出報告功能。

C. RMS 資料庫

- 1.資料儲存以量測日期做分類，分析提供當日或跨日期檔案選擇分析。
- 2.可經由選擇 ASCII 格式資料檔案來增加 RMS 資料庫內容。

5.2 建議

以下為研究本論文時，針對遇到的問題及研究結果提出建議：

1. 雖然控制集錄系統介面為非常普遍的 RS-232C，傳輸也尚算穩定，但是傳輸速度慢卻是一個缺點。在此建議若要購置監測系統或許可以考慮其他的傳輸介面，如利用 USB 或 IEEE1394，或是改用匯流排的方式作訊號擷取，如 PCI、DAQ 或是 GPIB 都是不錯的選擇。
2. LabVIEW 7.0Express 分析設計上還是有缺陷，譬如無法對座標作標示的功能，完全會以距離顯示，所以 RMS 中心頻率才會以 X-Index 表示。另外，LabVIEW 7.0 Express 在輸出結果的方式並不美觀，在 2D 或是 3D 圖形的輸出格式差強人意，不過這部分可能會受限於 LabVIEW，所以只能等待 LabVIEW 的改善或是選擇其他撰寫軟體。
3. NDL-Monitor 軟體並未做振幅警示的功能，若能加入其中，則在監測微振動方面會是一大利器。
4. NDL-Monitor 在連接時序設定上並未做到最佳，故有時會有無法連接的狀況，希望後人對於此方面的設計需多加留意。
5. NDL-Monitor 網路規劃並未完成，網路規劃可分為遠端設定與資料夾同步，後人可接續開發設計。

參考文獻

- Ahmad Bayat, P.E., Gordon, C.G. “A Discussion of Vibration and Noise Issues in a Cleanroom Design: Past, Present and Future,” ICCCT, Institute of Environmental Sciences and Technology, pp. 139-143, 1998
- Gordon, C.G., “Generic Criteria for Vibration Sensitive Equipment,” SPIE, Vol. 3786, pp. 22-33, 1999
- Gordon, C.G., “Generic Criteria for Vibration Sensitive Equipment,” SPIE, Vol. 1619, pp. 71-85, 1991.
- Gordon, C.G., “Vibration Control in Microelectronics Cleanrooms,” Proceeding of the Conference on Advanced Micro-contamination Control and Ultrapure Manufacturing Cleanroom, 1996
- JIS C1513, “Octave and Third-Octave Band Analyzers for Sounds and Vibrations,” Japanese Industrial Standard, Japan, 1988.
- National Instrument, “NI-Serial, Serial Hardware and Software for Windows User Manual,” National Instrument Corp., USA, 2003 January.
- National Instrument, “LabVIEW Measurement Manual.” National Instrument Corp., USA, 2003 April.
- National Instrument, “NI-VISA, Program Reference Manual,” National Instrument Corp., USA, 2003 March.
- Oppenheim, A.V., Schafer, R.W. and Buck, J.R., “Discrete-Time Signal Processing,” 2nd Ed. Prentice Hall Inc., New Jersey, 1999.
- Ungar, E.E. and White, R.W., “Footfall-Induced Vibration of Floors Supporting Sensitive Equipment,” Sound and Vibration, Vol. 13, No. 10, pp. 10-13, 1979.
- 倪勝火, “台南科學園區環境微震監測系統佈設計畫期末報告書”, 國立成功大學, 台南, (2000)

李吉龍，“高科技園區環境微震監測系統之程式發展”，國立成功大學，碩士
論文，(2000)



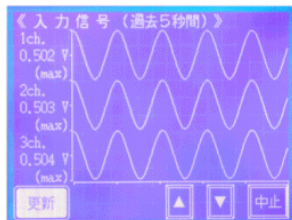
附錄 A 相關硬體規格

及集錄系統命令介紹

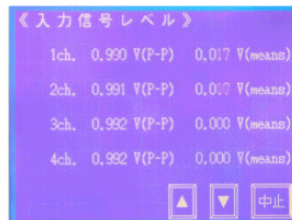


※SAMTEC-700 規格表

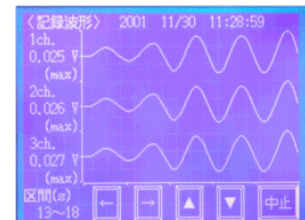
輸入部	輸入方式	不平衡輸入、輸入阻抗 115kΩ	觸發起動特性	觸發 Channel	任選 3CH	
	Input CH	32CH		觸發值	1~999mV, 自由設定	
	記錄範圍	±10.24V		觸發模式	OR, AND, 2AND, OFF	
	AD 解析度	24bit		停止記錄	3CH 觸發值以下、1~99 秒後停止	
	動態範圍	120dB (rms) 以上、106dB (p-p) 以上		時	內部時鐘	年, 月, 日, 時, 分, 秒
	Sampling Rate	100Hz、200Hz、400Hz		穩定性	穩 定 性	1×10-6
	輸入頻率範圍	DC~200Hz(-3dB)		時間校正	精 度	G P S 每秒自動校正
記錄部	Spectral Noise	1 μg (rms) (F.S=1g)	外部輸出	外部輸出 1	外接 Modem, T.A 或 RS-232C 輸出, 38400bps a) 觸發、記錄及時鐘的確認、設定 b) 記錄資料(File)的確認、清除 c) 全 Channels 最大值 d) 記錄資料(File)輸出 e) 校正信號控制(Optional) f) 觸發通報 g) 停電、異常通報 (Option)	
	預置時間	0~30 秒 (1 秒單位、設定可變)		外部輸出 2	RS-232C, 9600bps, 功能同上	
	記憶體	PCMCIA : ATA FLASH CARD 128 MB		Sensor 用電源	DC±15V (0.25A)	
	記錄格式	MS-DOS		Analog monitor out	任選 1CH 做為輸出、監視波形 a) 記憶體內之地震波形 b) Real time 波形	
	記錄時間	32CH、100Hz sps 約 3 小時 40 分 (128MB IC Card)		自我診斷功能	Remote 診斷地震計是否正常 (必須連接 CAL 功能)	
	記錄方式	以下三種方式選擇設定 a) 最大地震優先記錄儲存 b) 依時間次序、最新時間地震優先記錄儲存 c) 以上皆無		電源	本 體	AC-100V (±20%)
	1 次地震記錄長度	1 次地震 60 秒 (在 100Hz sps)		消耗電力	環 境 條 件	約 100VA
顯示・操作部	記憶體清除	前面板按鍵操作或外部下指令、可以全部清除記憶體	外型尺寸	480(W)×200(H)× 400(D)		
	記錄內容	所有 CH 之地震波形 a) 集錄系統 ID d) 記錄前之平均輸入值號碼 b) 地震發生時間 e) 參數設定條件 c) 最新修正時間	重 量	約 8kg		
	操作方法	LCD 面板觸控式手動操作	操作溫度	-5°C ~ 50°C		
	操作項目	a) 記錄、觸發條件和內部時鐘的確認、設定 b) 時間校正狀態 c) 儲存記錄數(File)和剩餘容量 d) 校正信號的控制 e) D/A 輸出的設定 f) 輸入信號值及波形 g) 地震資料儲存的確認 (最大值・波形) 和清除	耐 振	7Hz, 1.5G 3 分鐘 (水平、上下)		
	參數設定的維持	電源 "OFF" 後所設定之參數、可以維持 90 天以上 Backup	其他	標準附屬品	96MB IC Card	
			Option		GPS ANT、延長 Cable	



全 CH 輸入波形監視



全 CH、最大值(p-p 值)有效值(rms)顯示。



記憶體內波形確認及顯示。

Specification

Instrument	IC card recorder
Model	SAMTEC-700
Input Channel	32
Input voltage range	0 to ± 10.24 V
Input Impedance	Approximately 130K Ω
Sampling Frequency	100, 200, 400 Hz
Filter	Analog LPF:Cut-off:250Hz -12dB/Out Digital FIR: digital filter
Resolution	24 bit
Dynamic range	More than 120 dB
Pre-trigger	0 to 30 second

Specification of communication for hard

Contents	RS-232C No.1	RS-232C No.2
Baud rate	38400bps	9600bps
Data bit	8bit	8bit
Parity bit	None	None
Stop bit	1bit	1bit
Xon/Xoff	Available	Available
Password	Not available	Not available
Communication mode	Direct	Direct

Recording

Media	PCMCIA 2.1 ATA Flash memory card 128MB
Format	MS-DOS format
Data length of record	3byte/data
Capacity of record	220 minutes(in sampling 100Hz)
Recording unit	Fixed to 6000 point(in sampling 100Hz,60 sec)
Min. recording time	60 sec(in sampling 100Hz)
Max. continuous length	60000 point(in sampling 100Hz,600 sec)
Stop recording	After the signal of judging start channel become lower than set trigger level, stop automatically after the set time.
Erase the record	Erase all records or the specified records by the order control from outside.

(2) Confirm clock

Command : T ↵

Answer : T XXXXXX/XX/XX XX:XX:XX.XX XXXXXX/XX/XX XX:XX:XX.XX(x)(continued)

Value of internal clock

The newest revised date

G : by GPS

N : by the time

M : by miute synchronized signal

- : not revised

XXXXXX/XX/XX XX:XX:XX.XX<SS> ↵

Reset time of device

It confirms the value of internal calendar, the newest revised time, and reset (power on)date and time. If it is not revised, the date is all 0.

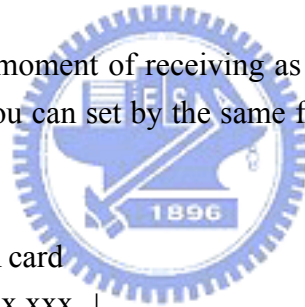
(3) Clock setting

Command : T XXXXXX XX XX XX XX XX ↵

Year,month,day,o'clock,minute,second

Answer : Same as (2)

Set a command and the moment of receiving as a specified date and time(down to decimal point is 0). You can set by the same form of omission as following K command.



(4) Delete saved files in ATA card

Command : DEL X:XXXXXXXXX.XXX ↵

The name of a file to delete.

The name of drive for a file to delete (A or B)

Answer : DEL < X:XXXXXXXXX.XXX > Normal Finish<ss> ↵

The name of specified drive and file

This is the same as DEL command in MS-DOS. Be sure to specify the name of drive and file.

(5) Format ATA card

Command : FORMAT X: ↵

The name of drive for a file to format (A or B)

Answer : FORMAT <x:> Normal Finish<ss> ↵

This is the same as FORMAT command in MS-DOS. Be careful to erase all saved files(records). In case that it is first to equip a card in the device, be sure to format by this command.

(6) Specify a file to forward

Command : H~x:xxxxxxxx.xxx↵

↘ The name of drive and file to forward

Answer : H~<x:xxxxxxxx.xxx>~xxxxxxxx(00zzzzkb)<ss>↵

↘ File size(Kbyte unit,hexadecimal

File size(byte unit) 6 line)

↓ The name of specified drive and file

To forward a file, use this command and specify the name of drive and file to forward. The value of file size (zzzz) in Kbyte unit in answer is the max.value of domain pointer in forwarding file data. This command makes this domain pointer format to 0 in the head. (Because the head is 0, it becomes 0~zzzz-1 as domain pointer)

(7) Forward file data

Command : X↵ (Note)Require the data of domain pointer

: X~xxxx↵

↘ Domain pointer for forwarding data
(0000~zzzz-1, hexadecimal 4 lines)

: X~xxxx-xxxx↵

↘ Finish forwarding+1
(0001~zzzz, hexadecimal 4 lines)

↓ Start forwarding
(0000~zzzz-1, hexadecimal 4 line)

Answer : X~xxxx tt.....tt sssss↵

↘ data check sum

↓ by TS code

following domain pointer of data(0000~zzzz-1, hexadecimal 4 lines)

zzzz is value of file size Kbyte unit in the answer of (6). File data are forwarded in 1Kbyte at once. Divide files in Kbyte from the first, and number from the head as 0,1,2..... The commands are called as domain pointer. The value is always showed as in hexadecimal 4 lines.

There are three kind of commands. To require the next 1Kbyte data of last forwarded data, it is X↵. To forward the 1Kbyte of specific domain pointer by the second command. To specify plural domain of the third, be sure to be max. 16Kbyte. For example, if you specify 16 Kbyte, 16 times of answers are continued. The pointer always points the value of the next pointer of last forwarded data. (The next of the last pointer is back to the head pointer)

TS code means the conversion like following example, and it is the way to convert all hexadecimal under 20 of binary data to more than 20 of code, and forward. Therefore, control code(Xon/Xoff and etc.) is available to communicate.

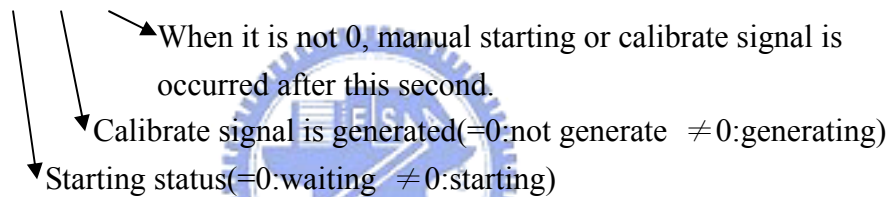
(Ex.)	Original data	0A,3B,0F,FC
	1 if it is under 20	1, 0, 1, 0 → <u>0011 1010</u> =3A
	Add 20 if it is under 20	2A,3B,2F,FC
	TS code data	3A,2A,3B,2F,FC

ttt.....tt is the result of converting the original data 1024 byte to TS code, and the total is 80 byte. The sum(2byte) of the original data continues twice(4byte), and convert it to TS code(5 byte)1024 byte, which is sssss. The answer contains the check sum, so the check sum showed as <ss> are not showed.

(8) Confirm the status of device

Command : S \downarrow

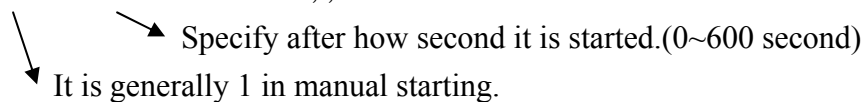
Answer : S \downarrow x \downarrow x \downarrow xxx Model<ss> \downarrow



Model part generally contains displaying contents, status to save records, and status bit that show alarm or each kind of status.

(9) Change the status of device(in manual starting)

Command : S \downarrow x \downarrow 0 \downarrow xxx \downarrow or S \downarrow x, , xxx \downarrow



Answer : The same answer of (8).

If the device is already started after specified second, this command is ignored.

(10) Confirm set condition

Command : K \downarrow Model \downarrow or K \downarrow aaaaa/bb \downarrow K \downarrow , ,xxxxx, , ,yyyyy \downarrow

Answer : K \downarrow Model<ss> \downarrow

The head of the command is to specify each value of all items. Add a space between value of all items. In unusual case, to change only one item, use the second command. Change only bb item to a value as aaaaa. As the third command is an example, change the third item to xxxxxx, and the sixth item to yyyyyy.

“K” command order

Item	Contents	Range of possible value	Unit	Set value
d1	Total number of record channels	3~12/32 (impossible change)		specified value
d2	Sampling frequency	100,200,400	Hz	100
d3	Delay time	0~30	second	10
d4	No.1 judging trigger channel	1~total channel		1
d5	No.1 judging trigger level	1~999	mV	20
d6	No.2 judging trigger channel	1~total channel		2
d7	No.2 judging trigger level	1~999	mV	20
d8	No.3 judging trigger channel	1~total channel		3
d9	No.3 judging trigger level	1~999	mV	20
d10	Trigger logic	1:or, 2:2and, 3:and, 4:off		1
d11	Rewrite mode	0:rewrite on the smallest value 1:rewrite on the oldest value 2:no rewrite		0
d12	No. 1 judging size channel	1~total channel		1
d13	No. 2 judging size channel	1~total channel		2
d14	No. 3 judging size channel	1~total channel		3
d15	Time of extent trigger	1~30	second	5
d16	Time for judging the end trigger	1~99	second	10

(11) Confirm outline of record file for the device(one of specified)

Command : F ~ xxx ↵

↘ 1,2,3... from new file

Answer : F ~ xxx <x:xxxxxxxxxxx.xxx> ~ x ~ xxx (continued)

↘ command in continuous record(head 1)

starting condition

(1:automatic 2:manual)

↘ the name of drive and file of record file

↘ 1,2,3... from new file

xxxx ~ xx/xx ~ xx:xx:xx.xx Model <ss> ↵

↘ date of starting record

It answers about the record file of specified command. If there is no specified file, the value except the command become all 0, and the name of file becomes <-:-----:--->.

(12) Confirm stock data(one of specified)

Command : Y ~ xxx ↵

↘ 1,2,3... from new stock file

Answer : Y ~ xxx ~ x ~ xxx ~ xxxx ~ xx/xx ~ xx:xx:xx.xx Model <ss> ↵

↘ date of starting record

↘ command in continuous record(head 1)

starting condition(1:automatic 2:manual)

↘ 1,2,3... from new stock file

It answers only for stock data of specified command. If it is not stocked in specified command, all values except the value in the command become zero.

(13) Format stock data

Command : Y ~ CLEAR ↵

Answer : Y / ~ 000 <ss> ↵

Erase all stock data. Answer is only for the last line of (12), and the total of saved stock is zero.

(14) Way to name record files

A name of record files is automatically assigned by the day of starting a record (starting) and the serial number. The name of file is consisted of a name for 8 letters and an extension for 3 letters.

$$((((((\text{The Christian era}-1998) \times 16 + \text{month}) \times 32 + \text{day}) \times 32 + \text{o'clock}) \times 64 + \text{minute}) \times 64 + \text{second}$$

The extension is showed serial number as hexadecimal number and 3 letters.

For example, the serial no. is 200, and it starts to record(starting) at 15 o'clock 42 minutes and 13 second on 30th July in 2002, therefore the name of the file is as follows.

$$((((((2002-1998) \times 16 + 7) \times 32 + 30) \times 32 + 15) \times 64 + 42) \times 64 + 13 = 301,791,885$$

It is "11FCFA8D" to show as hexadecimal number. The other hand, serial no. 200 is "0C8" to show as hexadecimal number. Therefore, "11FCFA8D.0C8" is the name of the file.



※VSE-15T 速度計規格表

Sensor	Model:VSE-15T
Frequency response	0.3Hz ~ 70Hz
Full scale Range	±10Kine
Sensitivity	1V/kine、5mV/gal
Output Resistanc	Less than 10Ω
Output Voltage	MAX ±11V
Resolution	Less than 30μkine
Spectral Noise	Less than 20μkine
Linearity	0.05%
Cross axis sens.	0.3%
CAL Coil	3.5mA/gal
Power requirement	±15V (±3%)
Current Consumption	Less than 30mA
Operating temp.	- 10 ~ 50
Shock Survival	30G (0.1sec)
Dimension	66mm×77mm×85mm
Weight	350kg

※AS-2000 加速度計規格表

Model	A S - 2 0 0 0
Mode of operation	Uni-axial (H/V) Ground Surface mount
Bandwidth	DC~100Hz
Full Scale Range	±1000gal
Scale Factor	10V/1000gal
Output Resistance	100Ω
Dynamic Range	126dB
Linearity	0.03% of full scale
Damping Ratio	h = 0.6~0.7
Sensitivity Axis to case Alignment	±1 degree max.
Output noise	1 μ Vrms
Spectral noise	1 μ g (rms)
Cross Axis Sensitivity	0.003 G/G
Offset Adjust	Possible by a trim-screw
Calibration Coil (Self Cal.)	10 μ A / Gal
Power Requirement	±5VDC
Current Consumption	5mA
Operating Temperature	-20°C ~ +70°C
Thermal Coefficient of Sensitivity	0.02%/°C
Thermal Coefficient of drift	0.02%/°C
Shock Survival	30G (less than 0.1)
Waterproof	30kpa
External Dimensions	40×40×70mm
Weight	250gr
Power Unit	
Model	PF-604
Input	3 channels (Standard)
Output	3 channels
Tilt indicator	±19.99Vpanel meter
Calibration input	3 channels
Monitor output	Each channel selectable
Power requirement	AC-85~132V
Dimension	480×150×300mm
Operating temperature	-10°C ~ 45°C

※檔案記錄表檔頭

開始位置(byte)	內 容
0~ 3	系統動作
4~ 15	裝置使用的程序名稱(小寫 12 文字)
16~ 23	裝置使用程序的作成時間(小寫 8 文字)
24~ 25	儀器號碼(0~999)
26~ 27	File 的尺寸(Kbyte 單位)
28~ 29	Header 的大小(byte 單位)
30~ 31	記錄 Channel 總數
32~ 35	波形 Data, Sampling 數(每 Channel)
36~ 37	一個波形 Data 長(byte 單位)
38~ 39	AD 變換 bit 數
40~ 41	Sampling 時間間隔(ms)
42~ 43	遲延時間(秒)
44~ 47	擴大用
48~ 49	起動條件(一般是,1:自動起動、2:手動起動)
50~ 51	連續記錄的順序(最先為 1)
52~ 65	本記錄開始的年·月·日·時·分·秒·1/100 秒的各 2byte
66~ 79	前頭記錄開始的年·月·日·時·分·秒·1/100 秒的各 2byte
80~ 93	最新時刻修正時的年·月·日·時·分·秒·1/100 秒的各 2byte
94~ 95	上述修正內容(0:未修正、1:GPS、2:報時、3:分同期)
96~109	裝置歸零時的年·月·日·時·分·秒·1/100 秒的各 2byte
110~123	擴大用
124~127	系統動作(用於大小的判斷)
128~191	裝置固有的設定條件(K 指令的項目,各 2byte)
192~223	筆記
224~239	擴大用
240~247	記錄開始時的 Status(請參照裝置的特殊事項說明)
248~255	記錄結束時的 Status(請參照裝置的特殊事項說明)
256~511	前頭記錄開始前、各 CH 的平均 AD 變化值(4byte/ch)
512~639	本記錄 File 內各 CH 的最大值(2byte/ch、mV 單位)
640~767	所有記錄的各 CH 的最大值(2byte/ch、mV 單位)

注) 最大值是以 Full Scale±10.24V 為單位的換算值

附錄 B 軟體出報告格式

※地震分析出報告格式

量測開始時間 2004 年 5 月 16 日 14:06:29

取樣頻率 (Sampling Rate) 200 Hz

量測時間長度 150.00 秒

Trigger Mode 自動

Delay Time 10.00 秒

Channel 總數 32

圖形資料為: CH 1 E-W(FAB 4F)

