

## 快速道路及廢氣排放設施音源分離

陳興<sup>1</sup>

陳智隆<sup>2</sup>

徐偉恩<sup>3</sup>

### 摘 要

對於隱藏在大噪音位準信號中的微小噪音位準信號，如果使用傳統的全頻率背景噪音修正方法進行音源分離，往往難以奏效。例如：夾雜在持續不斷且瞬間噪音頗大的快速道路噪音的廢氣排放設施噪音。在本文中使用了三種音源分離的技巧，例如：傳統的全頻域音源分離方法，1/3 倍頻帶音源分離方法及 FFT 頻譜音源分離方法。在利用廢氣排放設施的頻譜噪音特性，成功的在具有均能位準 66 dB(A)，瞬間位準超過 80 dB(A) 的快速道路背景噪音，分離出 58 dB(A) 的廢氣排放設施噪音位準，從而判定相關設施的噪音量是否超過噪音管制標準。

關鍵字：音源分離，快速道路，廢氣排放設施

### 一、前言

由於噪音管制相關標準，對於不同類型的噪音源（型態）分別有不同的管制標準。例如：在噪音管制標準第二條，工廠(場)噪音管制標準，如表 1 所示，在環境音量標準第四條，道路交通噪音標準，如表 2 所示，及環境音量標準第十二條，一般地區環境音量標準，如表 3 所示，在相同的管制區中，其容許的最高噪音標準，也各自不同。例如在第二類管制區的夜間標準中，工廠(場)噪音管制標準為 50 dB(A)，一般地區環境音量標準為 50 dB(A)，緊鄰八公尺（含）以上之道路交通噪音標準為 67 dB(A)。因此當多種聲源所輻射的聲音同時出現在一處噪音測點時，如果不使用特殊的音源分離量測技術，通常將難以區分各種聲源所輻射的噪音量大小。音源分離的量測技術，可以利用複雜昂貴的噪音量測設備進行，例如：量測聲壓位準的麥克風陣列[3-11]，量測聲強位準的麥克風陣列[12-13]，或是利用較簡易的反射面聚焦量測設備（拋物面單聚焦點，橢圓面雙聚焦點），或是也可以利用聲源本身的特性，例如：軌道列車或飛航器瞬間發生的時間特性或是運轉設備噪音特有的轉動頻率特性，來進行音源分離量測。在本文中，即介紹一音源分離的量測技術，利用廢氣排放設施運轉時的噪音頻率特性，將靠近快速道路的廢氣排放設施噪音與快速道路噪音音源分離的量測技術。進而，判讀廢氣排放設施的噪音位準是否超過相關噪音標準。

<sup>1</sup> 陳興，工業技術研究院正工程師兼聲學與超音波實驗室室主任

<sup>2</sup> 陳智隆，工業技術研究院副工程師

<sup>3</sup> 徐偉恩，工業技術研究院副工程師

表 1 噪音管制標準第二條，工廠(場)噪音管制標準

單位：dB(A)

音量 管制區	時段	20 Hz 至 200 Hz，自中華民國九十七年一月一日施行			20Hz 至 20kHz		
		日間	晚間	夜間	日間	晚間	夜間
第一類		42	42	39	50	45	40
第二類		42	42	39	60	55	50
第三類		47	47	44	70	60	55
第四類		47	47	44	80	70	65

表 2 環境音量標準第四條，道路交通噪音標準

單位：dB(A)

管制區	時段	均能音量(Leq)		
		早、晚	日間	夜間
第一類或第二類管制區內 緊鄰六公尺以上未滿八公尺之道路		69	71	63
第一類或第二類管制區內 緊鄰八公尺(含)以上之道路		70	74	67
第三類或第四類管制區內 緊鄰六公尺以上未滿八公尺之道路		73	74	69
第三類或第四類管制區內 緊鄰八公尺(含)以上之道路		75	76	73

表 3 環境音量標準第十二條，一般地區環境音量標準

單位：dB(A)

管制區	時段	均能音量(Leq)		
		早、晚	日間	夜間
第一類管制區內		45	50	40
第二類管制區內		55	60	50
第三類管制區內		60	65	55
第四類管制區內		70	70	65

## 二、量測位置

由於噪音敏感處主要同時受到快速道路噪音及廢氣排放設施噪音的影響，為了評估此兩種噪音源是否超過相關噪音標準，在經過現場評估後，於噪音敏感處選擇了兩處噪音測點。一處是較靠近快速道路，主要受到快速道路噪音的影響，位於噪音敏感處的 10

樓陽台，稱為測點 1，如圖 1 所示。另一處是較靠近廢氣排放設施，位於噪音敏感處的 8 樓到 9 樓的樓梯間，稱為測點 2，如圖 2 所示。原則上，麥克風離樓地板高度 1.5 m 處進行噪音量測。

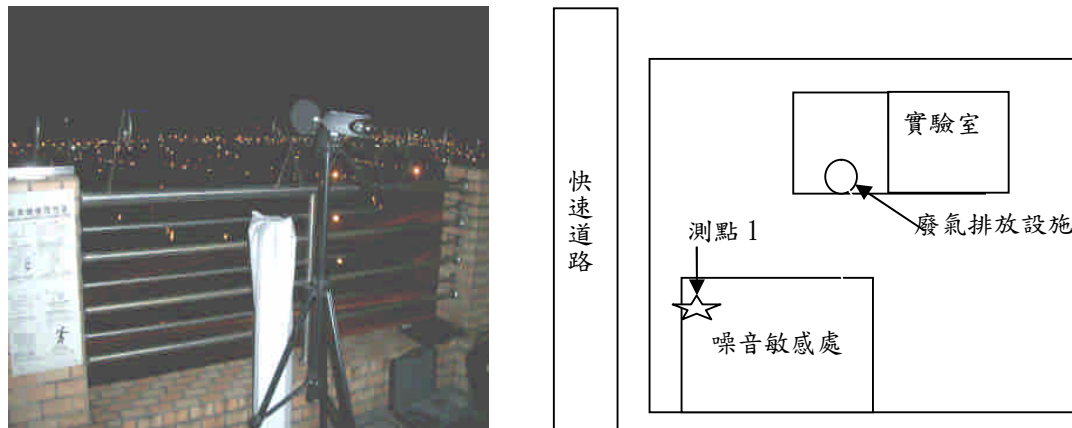


圖 1 噪音敏感處 10 樓陽台(測點 1)

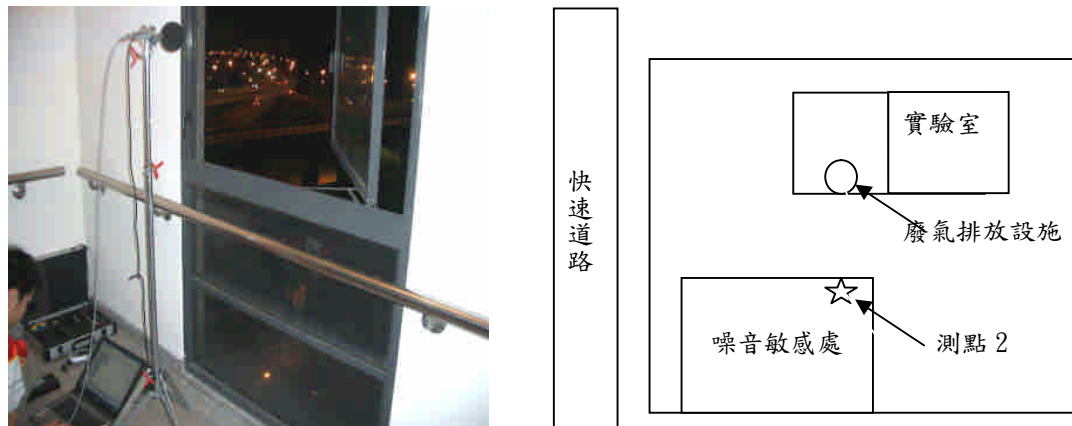


圖 2 噪音敏感處 8 樓至 9 樓的樓梯間(測點 2)

### 三、量測結果與分析

96 年 5 月 23 日 19 時 20 分至 23 時 20 分

#### 3.1 小時均能音量

測點 1 及測點 2 的小時均能音量如表 2 所示，在目前量測的時段內(19:27~23:00)的小時均能音量， $L_{eq,1hr}$ ，如以環保署環境音量標準第 4 條道路交通噪音音量標準來看，測點 1 及測點 2 皆符合目前規定。若以環保署環境音量標準第 12 條地區環境音量標準來看，測點 1 及測點 2 的小時均能音量， $L_{eq,1hr}$ ，皆超過相關標準。比較廢氣排放設施於 22:00 停機後的噪音差異，可由表 2 中發現在較接近道路邊的測點 1，其小時均能音量在 21:00~22:00 及 22:00~23:00 分別為 66.3 dB(A)及 66.2 dB(A)，未有明顯變化。然而，在接近廢氣排放設施的測點 2，其小時均能音量在 21:00~22:00 及 22:00~23:00 則由 64.4 dB(A)降低至 62.0 dB(A)，少了約 2.4 dB(A)。如果以目前環境噪音量測方法所規定的背景音量修正方法，無法使用以上數據評估

廢氣排放設施的噪音量，但是若使用聲壓位準的理論方法來評估，廢氣排放設施的噪音約為 61 dB(A)。

表 2 噪音測點小時均能音量(20 Hz~20 kHz) 單位：分貝 dB(A)

量測時段	測點 1	測點 2	第 4 條道路交通噪音音量標準 (第二類管制區)	環境音量標準 第 12 條地區環境 音量標準 (第二類管制區)
19:27~20:00	65.6	64.6	74	60
20:00~21:00	65.4	64.0	70	55
21:00~22:00	66.3	64.4	70	55
22:00~23:00	66.2	62.0	67	50

註：廢棄處理塔於 22:00 以後停機

### 3.2 道路噪音與廢氣排放設施噪音分離診斷分析

#### 3.2.1 每秒均能音量

為了分離道路噪音與廢氣排放設施噪音，於時間 21:00 至 22:30 之間，觀察測點 2 每秒均能音量  $L_{eq,1s}$  每秒的變化，如圖 3 所示。由於廢棄處理塔於 22:00 以後停機，在時間 22:00 過後瞬間，每秒均能音量  $L_{eq,1s}$  約略有些微降低的趨勢出現，但是瞬間道路噪音仍有超過 80 dB(A)，導致整體道路噪音降低趨勢仍不明顯，測點 1 的每秒均能音量  $L_{eq,1s}$  則沒有明顯變化。若進一步細部放大觀察 22:00 點前後兩分鐘的每秒均能  $L_{eq,1s}$  來看，如圖 4，仍然無法觀察出測點 2 於廢氣排放設施停機之後噪音值的變化。

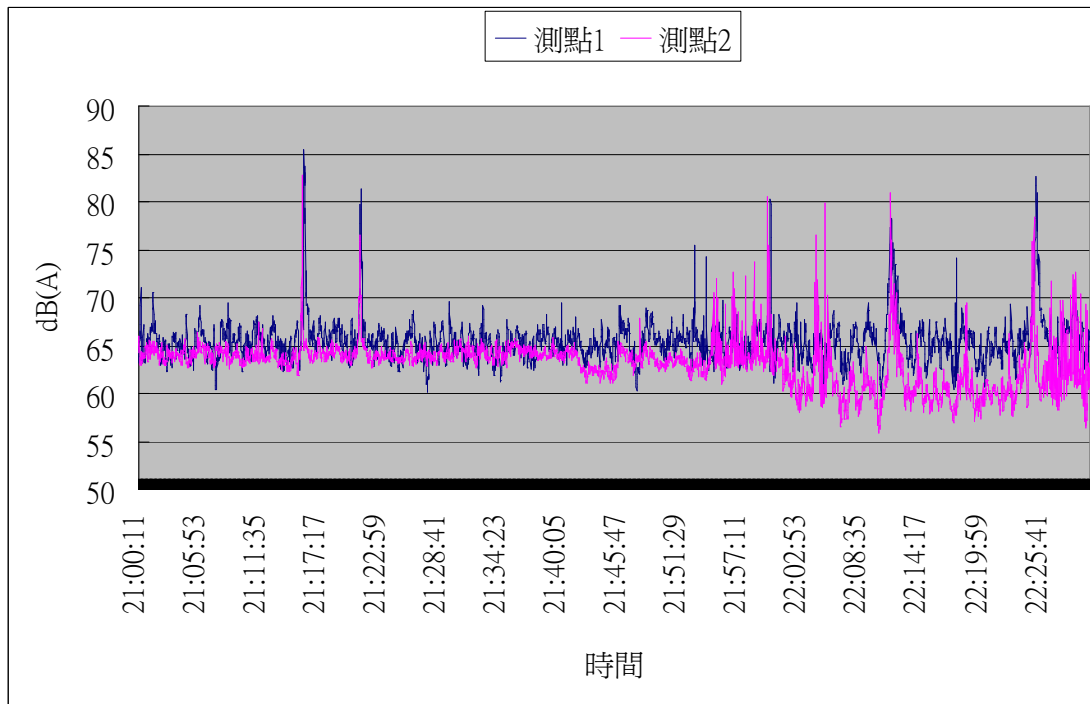


圖 3 測點 1 與測點 2 在時間 21:00~22:30 之間的每秒均能音量  $Leq(1s)$

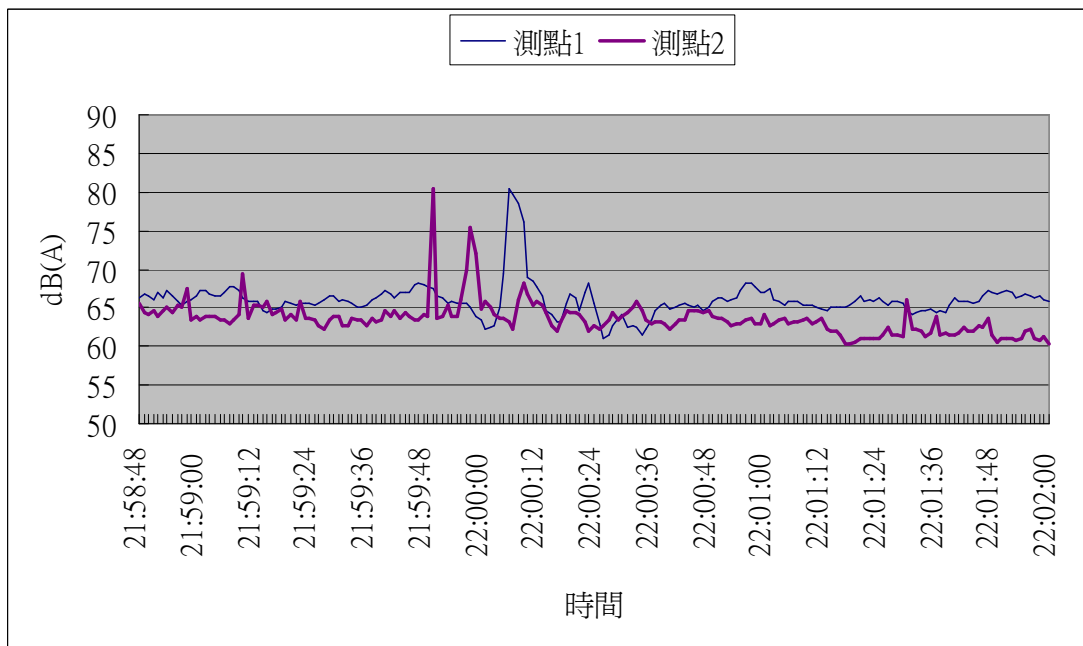


圖 4 測點 1 與測點 2 在時間 21:58~22:02 之間的每秒均能音量  $Leq(1s)$

### 3.2.2 1/3 倍頻帶

為了進一步判定廢氣排放設施所輻射的噪音量，比較廢氣排放設施於 22:00 停機前後的噪音頻譜差異，量測了測點 2 於時間 21:00 至 23:00 的 1/3 倍頻帶頻譜，其結果如圖 5 所示。比較廢氣排放設施於時間 22:00 停機前後的 1/3 倍頻帶噪音，在 100 Hz ~ 160 Hz 之間，約有 5.6 dB~6.3dB 的降福，在 400 Hz 頻帶減少約 6.2 dB。在最大噪音位準的 500Hz 頻帶的聲音能量，則在廢氣排放設施於 22:00 停機後，噪音量由 56.2 dB 降至 54.2 dB，約少了 2dB。由以上數據約略可判斷廢氣排放設施的噪音主要頻率範圍在 400 Hz ~ 500 Hz 頻帶之間。如果以目前環境噪音量測方法所規定的背景音量修正方法，仍然無法使用以上數據評估廢氣排放設施的噪音量，但是若使用聲壓位準的理論方法來評估，廢氣排放設施在 500 Hz 頻帶的噪音約為 51.7 dB。

若進一步觀察，測點 2 的聲壓位準在頻帶 160Hz、400Hz、500Hz 及 2000Hz 隨時間(21:00~23:00)的變化，分別可由圖 6、圖 7、圖 8 及圖 9 可看出在廢氣排放設施於 22:00 停機以後，頻帶 160 Hz 的聲壓位準約減少 6 dB，頻帶 400 Hz 的聲壓位準約減少 13 dB，頻帶 500Hz 的聲壓位準約減少 9 dB，頻帶 2000Hz 的聲壓位準則沒有明顯變化，以上數據顯示廢氣排放設施的噪音主要在頻帶 160Hz、400Hz 及 500Hz，惟在道路噪音干擾下，廢氣排放設施的噪音量仍難以量化。

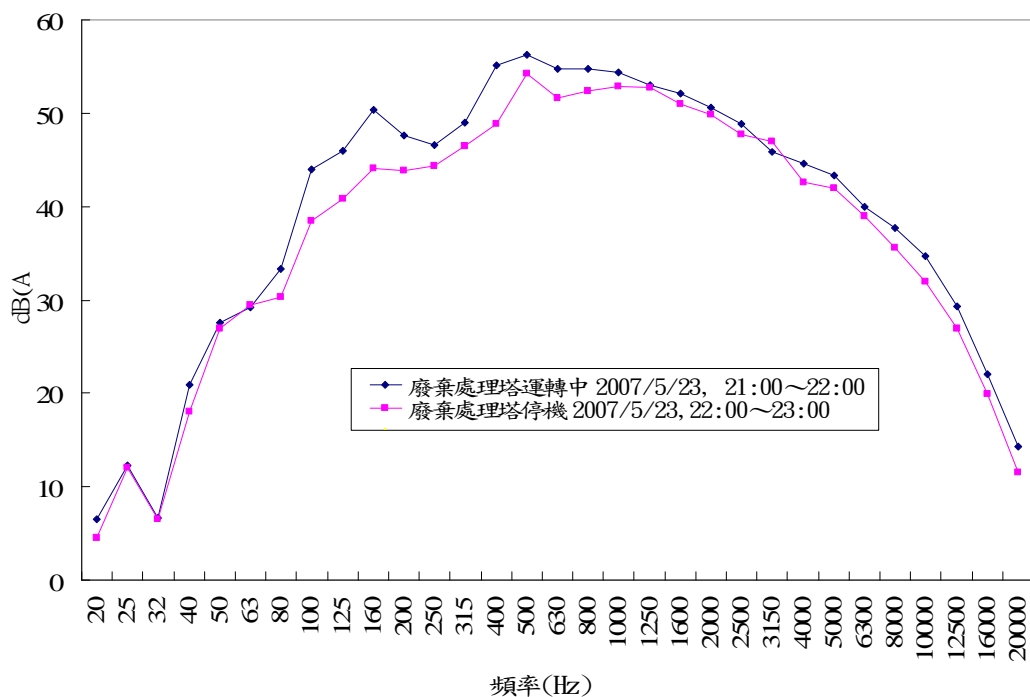


圖 5 測點 2 的小時均能音量 1/3 倍頻帶頻譜

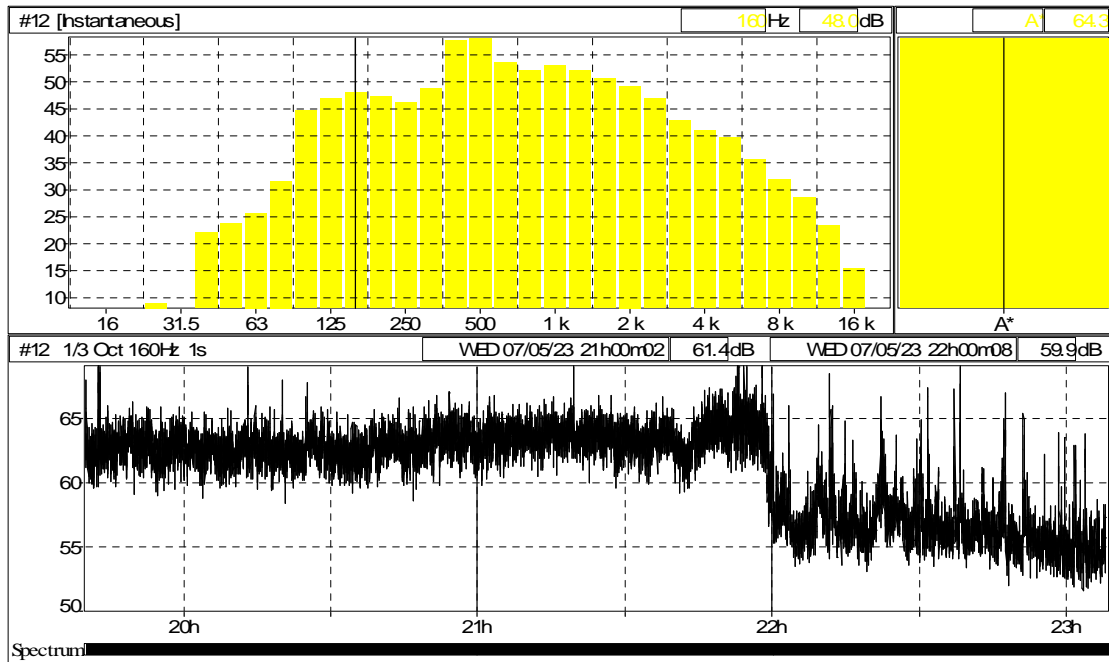


圖 6 測點 2，1/3 倍頻帶 160Hz 聲壓位準隨時間的變化

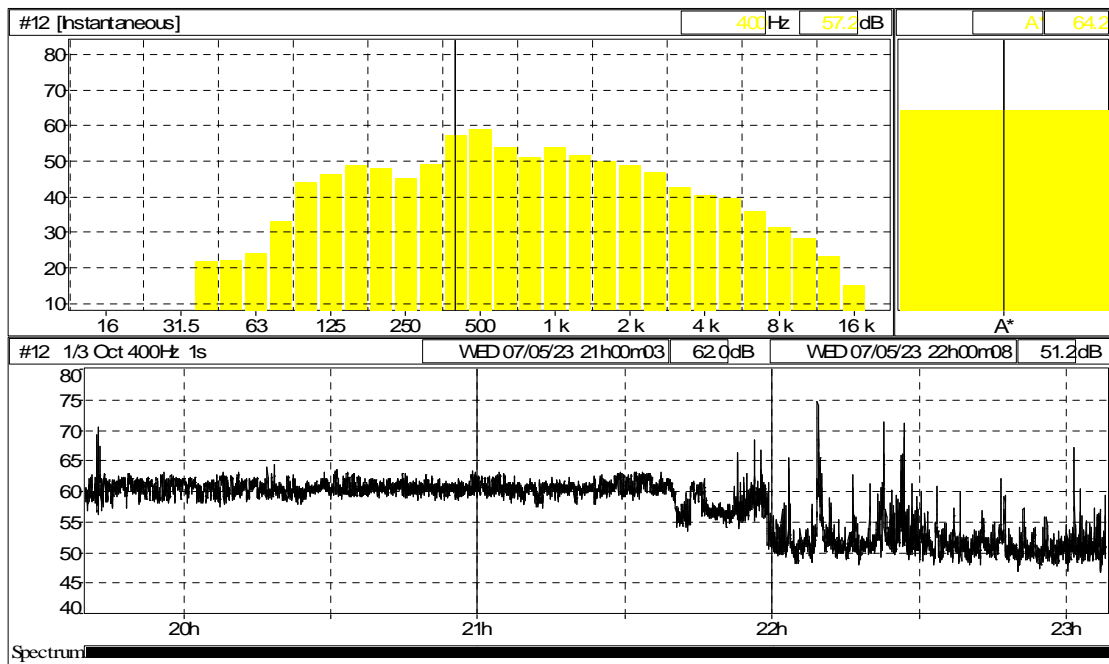


圖 7 測點 2，1/3 倍頻帶 400Hz 聲壓位準隨時間的變化

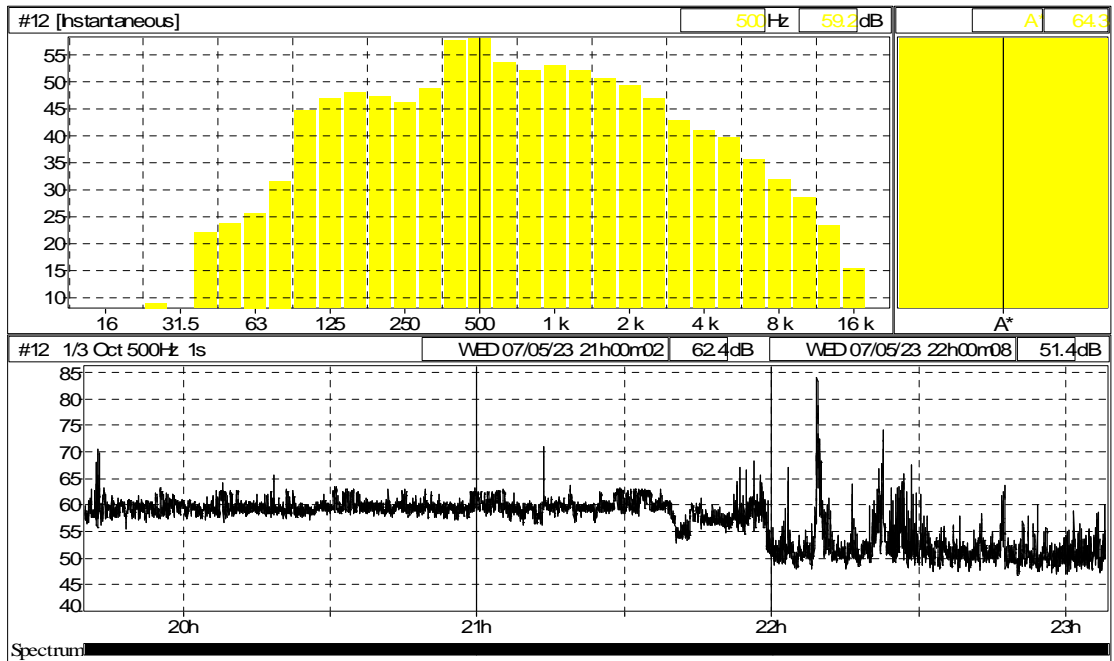


圖 8 測點 2，1/3 倍頻帶 500Hz 聲壓位準隨時間的變化

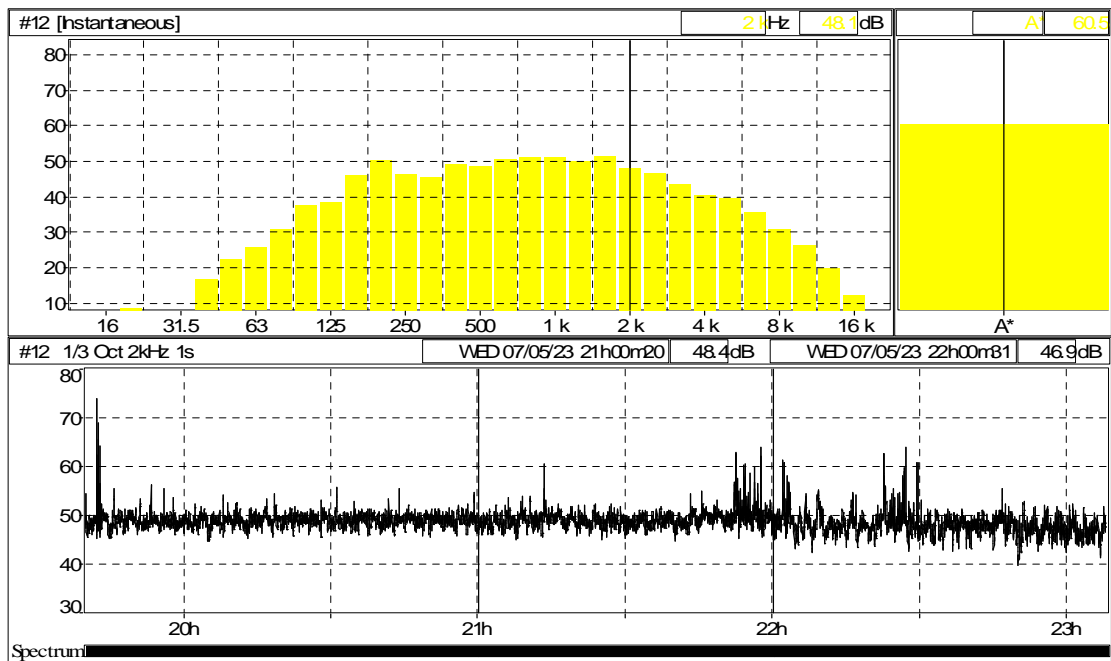


圖 9 測點 2，1/3 倍頻帶 2000Hz 聲壓位準隨時間的變化

### 3.2.3 FFT 頻譜

為了能夠進一步將廢氣排放設施噪音與道路噪音分離及量化廢氣排放設施噪音，在廢氣排放設施於時間 22:00 停機前後，量測了測點 2 的 FFT 頻譜。圖 10 為廢氣排放設施關閉前五分鐘內，且無突發噪音事件產生時，隨機取樣 3 筆 FFT 頻譜，圖 11 則為廢氣排放設施關閉後五分鐘內隨機取樣 3 筆 FFT 頻譜。另外於表 3 中，列出廢氣排放設施停機前後的 FFT 頻譜主要峰值。



於圖 10、圖 11 及表 3 中，可明顯看出廢棄處理塔在停機前的主要峰值頻率有兩個，156 Hz 與 443 Hz，其平均聲壓位準分別為 48.4 dB(A)與 58.1 dB(A)，在廢棄處理塔停機後，此處峰值明顯消失，在頻率 156Hz 與 443Hz 的平均聲壓位準分別為 42.8 dB(A)與 39.9 dB(A)，平均聲壓位準在頻率 156Hz 處減少 5.6 dB(A)，而聲壓位準在 443 Hz 大幅減少 18.2 dB(A)。根據以上結果，可以依據背景噪音修正方法，明確的得到廢氣排放設施在 156 Hz 的聲壓位準為 47.4 dB(A)及在 443 Hz 的聲壓位準為 58.1 dB(A)。若將 156 Hz 的聲壓位準及在 443 Hz 的聲壓位準相加後，廢氣排放設施的聲壓位準約為 58.5 dB(A)，而且其主要噪音頻率為 443 Hz。此一結果表示廢氣排放設施在頻率範圍 20 Hz~ 20 kHz 的聲壓位準至少有 58.5 dB(A)以上，超過環境音量標準第 12 條，地區環境音量第二類管制區於時段 20:00 至 22:00 噪音標準 55 dB(A)。

表 3 測點 2 的 FFT 主要頻率的聲壓位準 單位：dB(A)

	廢氣排放設施運轉中			廢氣排放設施停機		
	第 1 筆	第 2 筆	第 3 筆	第 1 筆	第 2 筆	第 3 筆
156Hz	48	48.2	49.1	44.3	41.4	42.7
443Hz	57.5	58.7	58.1	40.3	39.7	40.5

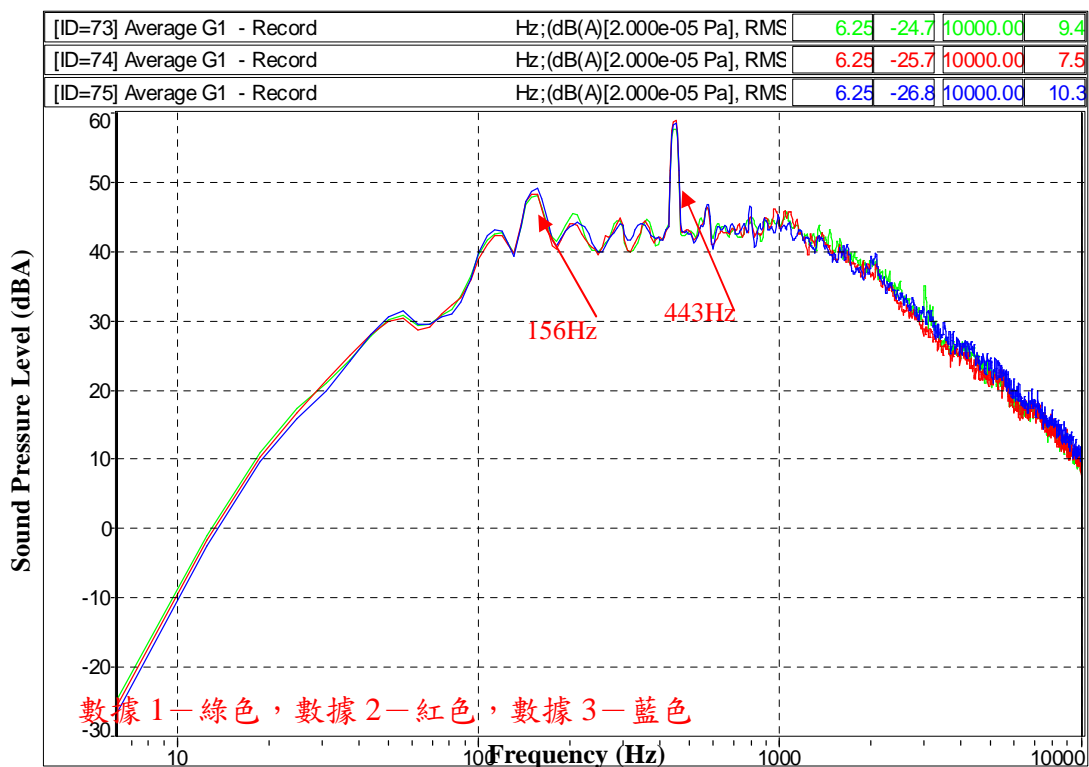


圖 10 測點 2 的 FFT 頻譜：廢氣排放設施運轉中

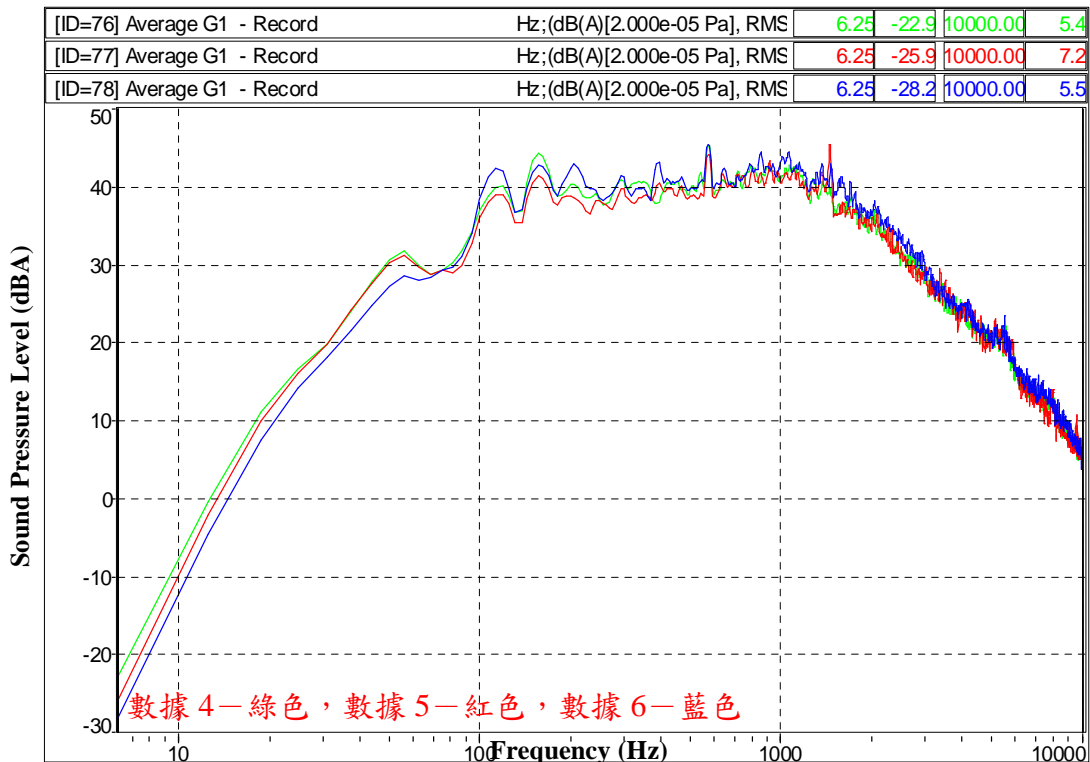


圖 11 測點 2 的 FFT 頻譜：廢氣排放設施停機中

#### 四、結論

由於廢氣排放設施噪音 58 dB(A) 比道路噪音均能小時音量 66 dB(A) 來的小，難以依照目前現有環保署公佈之環境噪音的背景音量修正方法來判斷廢氣排放設施噪音源的貢獻值，惟在使用 FFT 頻譜量測分析方法可以有效的將廢氣排放設施的噪音貢獻值將其自道路噪音分離，並可判定廢氣排放設施超過一般地區環境音量，第二類管制區在時段 05:00~07:00 及 20:00 至 22:00 的噪音標準 55 dB(A)。

### Separation of noise sources of expressway and exhaust air appliance

#### Abstract

It is extremely difficult to use the overall frequency range sound pressure level (SPL) signal to separate a minute sound pressure level signal embedded in a large background noise signal; for instance, the sound pressure level signal of an exhaust air appliance embedded in an expressway noise. In this paper, three techniques were applied to separate the noise signals from different noise sources. There are the overall frequency range signal, the 1/3 octave band signal and the FFT signal. By using the frequency characteristics of the radiated sound of the exhaust air appliance, the SPL of the exhaust air appliance with 58 dB(A) was separated from the expressway noise with  $L_{eq,1hr}=66$  dB(A) and the instantaneous SPL more than 80 dB(A). From the measured noise results of the exhaust air appliance, one can determine whether the radiated noise of the exhaust air appliance is over the requirement of the noise control code.

Keywords : separation of noise sources, expressway, exhaust air appliance