

噪音控制技術

高速鐵路噪音防護對策 — 針對台南科學園區之研究分析

顏彬任*

摘 要

高速鐵路計畫路線由台南科學園區東側通過，由於台南科學園區係以製造積體電路(IC)產業為主之高科技工業園區，對於作業環境之需求較諸一般產業更為嚴格，在「台南科學園區開發計畫—環境影響評估報告」中，特別提及高速鐵路營運所產生噪音、振動、電磁波等將對其造成干擾。茲針對噪音干擾部分就台南科學園區之環境現況、產業性質及高速鐵路噪音大小、傳遞特性、防治對策作一探討分析，以供參考。

*中華顧問工程司環境品質計畫工程師

一、台南科學園區之環境現況及需求

台南科學園區目前劃定為第三類噪音管制區，土地利用型態大多作農業使用，其中大部分用原屬於台糖之蔗田，園區及附近地區除幾條聯絡道路(包括「177」、「178」縣道及「南 133」、「南 134」、「南 135」、「南 137」鄉道)之交通噪音外並無明顯音源。歷年來量測資料(1)、(2)(民國 84 年至 86 年間)顯示，園區內測得之均能音量大多低於 55dB(A)，遠低於環境音量標準規定之限值，為一相當寧靜之環境。園區外圍則受交通噪音之干擾，其日間背景音量分布在 65~70 dB(A)與一般道路交通噪音相仿。

園區半導體廠對室外噪音環境之需求，根據科學園區管理局與高速鐵路工程局多次協商後，提出「均能音量(L_{eq})依行政院環保署頒佈之『環境音量標準』第九條所列標準。最大音量(L_{max})依照現行日本標準，距離高鐵中心線 25 公尺處 75dB(A)」之需求。操作環境之噪音要求依 X 廠商提供資料為 55dB(A)。

二、高鐵音源分析

高速鐵路營運噪音，會隨著行駛列車的車型、行駛速度、長度..等而變。根據高鐵局於民國 82 年委託「財團法人車輛研究測試中心」就國外現有高速鐵路之噪音進行量測及分析成果摘列，高速鐵路列車音源包含車輛與軌道間之接觸音、紊流邊界層壓力變動造成之空氣動力音、集電弓噪音及發動機噪音等，基本上可將其音源組成由上而下簡化成集電系統噪音、車輛上部空氣動力噪音、車輛下部噪音及結構物噪音四個部份(參見圖 1)。

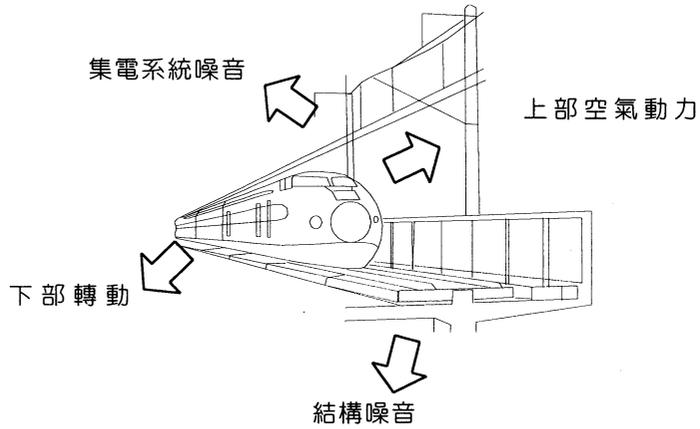


圖 1 高速鐵路列車行駛噪音組成示意

三、高鐵噪音影響分析

根據「高速鐵路環境影響評估報告」採用之噪音預測模式(參見公式 1~3)，以不同列車行駛數目來探討高速鐵路於台南科學園區之噪音影響，依分析結果顯示(參見圖 2)，無任何噪音防制措施之情形下，於行駛列車數每小時低於四列時，仍可符合高速鐵路邊地區及一般地區之環境音量標準(惟實際營運不太可能發生此類情形)，當每小時行駛列車數超過 4 列時，距離高速鐵路外側軌道中心線 30 公尺範圍(高速鐵路邊地區)內，即會超過環境音量標準第九條之規定限值。距離在 30 公尺外之範圍亦大部份超過一般地區之環境音量標準。顯然在無任何噪音防治措施之情形下，高鐵列車產生之噪音並無法符合園區之噪音環境需求。

$$L_{max} = L_0 - K \log(D/D_0) + 30 \log(V/V_0) + K_d \dots \dots \dots \text{公式 1}$$

$$Leq(\text{單列}) = L_{max} + 10 \log(T_e/T) \dots \dots \dots \text{公式 2}$$

$$Leq(N\text{列}) = Leq(\text{單列}) + 10 \log(N) \dots \dots \dots \text{公式 3}$$

參數說明

L_{max} ：最大音量預測值，dB(A)

124 高速鐵路噪音防護對策

L_0 : 預測參考音量採用91.5dB(A)

L_{eq} : 均能音量預測值, dB(A)

V 、 V_0 : 列車行駛速度, 公里/小時; V_0 預測參考速度, 採300公里/小時

D 、 D_0 : 列車與軌道中心線距離, 公尺; D_0 預測參考距離, 採25公尺

N : 列車行駛班次, 次

T : 營運時間, 秒(以小時計算 $T=3,600$ 秒)

T_e : 列車行駛暴露時間, 秒 $T_e = (L/V) + (6 * D / 100)$ 其中 L :

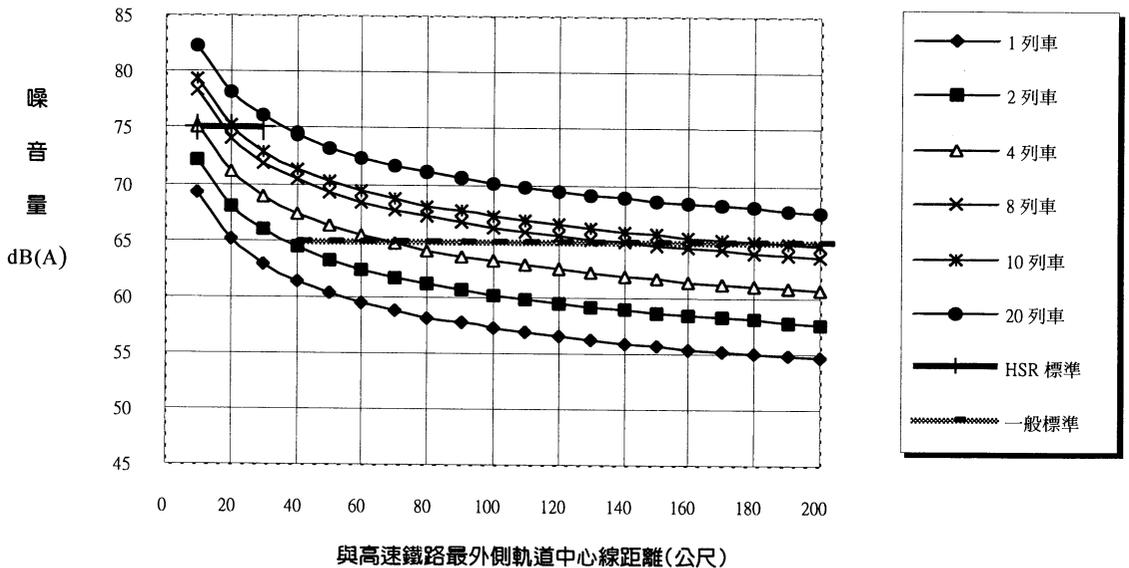
列車長度 = 400 公尺。

V : 行駛速度 = 300公里/小時 = 83.33公尺/秒 D :

列車與軌道中心線距離, 公尺

K : K 距離修正係數, 評估報告中採 $K=15$

K_d : K_d 角度修正係數。以SOUNDPLAN計算如下 :



註: “HSR 標準”係指第三、四類噪音管制區高速鐵路邊地區「日間」時段環境音量標準; “一般標準”係指第三類管制區一般地區「日間」時段環境音量標準。

圖 2 第三類管制區「日間」無任何防制措施之高鐵噪音影響

四、高鐵噪音防護對策之探討

一般而言，高鐵噪音改善對策(參見圖 3) 包括噪音源改善對策、傳播路徑改善對策、受音體保護及其他對策(土地使用分區管制、營運管理等)。其中噪音源改善、受音體保護及其他對策，由於牽涉列車製造廠商本身之技術、民眾意願及相關單位之配合其涵蓋層面較廣，實際之噪音防制效果無法於現階段正確評估，因此，僅以傳播路徑改善對策保守評估達成台南科學園區減音目標之可行性。

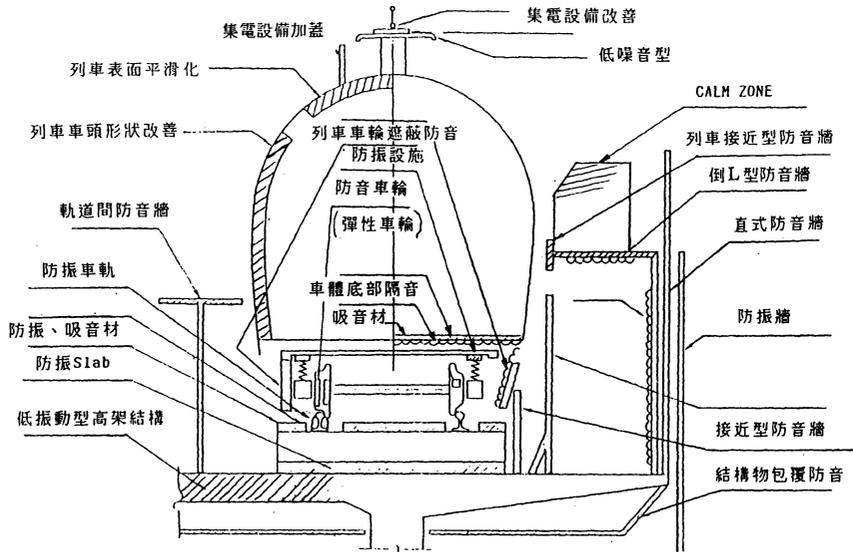


圖 3 噪音防制對策示意

1.就技術層面來看

(1)均能音量達成之可行性

根據日本東海道新幹線對不同隔音牆之減音效果實測顯示(參見表 1),設置隔音牆後於距離軌道中心線 15~25 公尺範圍內之減音量約 4~16dB(A),符合均能音量之要求應無困難。

(2)最大音量達成之可行性

若僅考慮設置 2 公尺高之隔音牆,欲達到最大音量 20dB(A)以上之減音效果,根據表一之隔音牆減音效果來看,顯然無法達成,因此,如只考傳播慮路徑之防制則必須設置更高的隔音牆或隧道型隔音牆方能達成。根據環評期間郭宏亮教授於日本新幹線之中村區新富町路段實測結果,6 公尺高之直立式隔音牆,其減音效果 20dB(A),因此,達成最大音量之減音目標,亦為可行。

若採隧道型隔音牆,則其減音效果可不考慮繞射影響,而直接以防音牆材料之隔音效能(通常以穿透損 TL; Transmission loss; 單位 dB,表示)評估,根據現有隔音牆常用材料之隔音效能分析(參見表 2),欲達成最大音量之減音目標,甚為容易並無困難。

表 1 不同型式隔音設施之減音效果 單位: dB(A)

軌道型式 隔音型式	版式軌道 (SLAB)		道渣式軌道 (BALLAST)	
	A	B	A	B
2 公尺高隔音牆	8	9	4	7
2 公尺高吸音材隔音牆+Calm zone	12	13	7	10
2 公尺高吸音材隔音牆+Calm zone+內側 1 公尺高吸音材隔音牆	14	16	—	—

註[1]: 資料來源「環境影響評估報告—東海道新幹線實測(p7-43)」。

[2]: “A”表距離軌道中心線 15 公尺處測值; “B”表距離軌道中心線 25 公尺處測值。

表 2 隔音牆常用材料之隔音效能

材料種類	板厚(mm)	頻率(HZ)[1]	隔音效果 TL(dB)
鋼板	1.6	1,000	30
混凝土	120	1,000	55
石綿瓦	6	1,000	30
玻璃板	3	1,000	28
石膏板	12	1,000	30
柳安合板	6	1,000	20

註[1]: 頻率 1,000HZ 之響度相當於人耳接聽之響度。

2. 就現況及執行可行性來看

環境音量之考慮是整體性的，因此在考慮訂定環境需求來防制噪音時，須將園區其他音源一併考慮，否則並無任何實質上之防制效果。

為瞭解科管局所要求標準之合理性及可行性，財團法人中華顧問工程司於民國 86 年 8 月 22 日，針對新竹科學園區 17 處道路邊地區進行噪音量測，日間均能音量分佈約在 71.1~77.7dB(A)；最大音量約在 84.9~93.2dB(A)，均無法符合科管局目前對高鐵要求之日間均能音量 70dB(A)(早晚均能音量為 65dB(A))及最大音量 75dB(A)限值。由於標準需求之訂定須園區整體適用，未來園區之交通噪音及施工噪音是否可符合科管局所提要求尚待研究，若園區本身之噪音源無法達成此一要求，而要高鐵噪音符合標準實際上並無任何意義。

五、結論與建議

綜觀上述討論，可知台南科學園區之噪音環境需求標準，就噪音防制技術層面來講，並非無法達成，但就執行之可行性而言卻有待商榷。以最大音量之要求來看，新竹科學園區目前最大音量在 84.9~93.2dB(A)，如以同一標準要求園區之其他音源改善至 75dB(A)是否可行？以交通噪音而言，科學園區不可能於園區內道路兩側均設置隔音牆，只能以交通管制之手段來防制，但其不可控制之變數卻多，就防

制技術來看比高鐵之噪音防治還難。就執行之必要性而言，半導體廠房外壁至少是混凝土結構，其隔音性能通常在 55dB(A)以上，如廠房密閉性良好，一般 100dB(A)以下之音源根本不會對廠房內(標準 55dB(A))之操作有任何影響，因此對廠房外之環境訂定最大音量標準，造成高鐵投資費用較符合國家環保標準之防制費高出 3 倍以上(6 公尺/2 公尺=3 倍)應無必要。

參考文獻

- 1.高鐵局，『高速鐵路環境影響評估報告』，附錄下冊，P7-37~7-68。
- 2.高鐵局，『高速鐵路噪音、振動與電磁干擾防護對策(上冊)-針對台南科學園區之研究分析』，P2~4。
- 3.行政院國家科學委員會，『台南科學工業園區開發計畫-環境影響評估報告』，P6-1。