

鐵路交通噪音評估模式技術規範

- 一、依據開發行為環境影響評估作業準則第四十九條規定訂定之。
- 二、辦理環境影響評估作業時，鐵路交通噪音評估模式之使用，應依本規範之規定辦理，本規範未規定者，依其他相關法令辦理。
- 三、鐵路交通噪音評估模式之使用，應考量以下各項因素：
 - (一) 開發行為及區位環境之特性。
 - (二) 鐵路類型及交通條件。
 - (三) 模式之限制條件。
- 四、本規範現階段認可之噪音模式及其適用條件如表一，得適時增修訂：

表一、模式及其適用條件表

鐵路分類	模式名稱	備註
一般鐵路	郭宏亮鐵路交通噪音預測模式	附件一
	SoundPlan 噪音評估模式	附件二
	Cadna-A 噪音評估模式	附件三
	MITHRA 噪音評估模式	附件四
大眾捷運系統	SoundPlan 噪音評估模式	附件二
	Cadna-A 噪音評估模式	附件三
	MITHRA 噪音評估模式	附件四
	Peterson 修正模式	附件五

- 五、選用第四點表一之模式時，應先進行模式中相關參數之校估，校估之誤差值應小於 $\pm 3\text{dB(A)}$ 否則應修正參數值或更換模式後始得使用，模式校估方式參考附件六。
- 六、選用第四點以外之其他模式時，應於環境影響說明書或評估書中檢附以下各項資料：
 - (1) 模式或模式說明。
 - (2) 國內或國外個案模式及模擬結果。
 - (3) 與第四點認可模式之比對結果。
- 七、鐵路交通噪音模式所需之資料包括路線基本資料、軌道結構、沿線地形及地物分布、敏感受體地標、列車車種、營運車班及行車時間、監

測資料、模式控制參數等，其作業詳見附件模式使用指南。

八、依鐵路交通噪音模式模擬之結果表達方式如表二所示，並應將以下各項納入環境影響說明書或環境影響評估報告書中：

- (一) 評估資料中必須包括路線、沿線地形及地物分布，敏感受體地標與各評估要項之相關位置圖。
- (二) 列車車種、車廂長度及數量等列車相關資料。
- (三) 行車班次、發車時間或時距、車速等營運相關資料。
- (四) 氣象資料。
- (五) 噪音模擬結果。
- (六) 其他相關資料。

前項資料之作業，應檢附清冊，並檢附輸入程式檔、輸出檔等電腦磁片，必要時應提出資料檔。

九、本規範於公告後施行。

表二 噪音評估模式鐵路噪音^[1]模擬結果輸出摘要表

單位：

dB(A)

項 目 受體名稱	現況環境 背景音量	營運期間 背景音量 ^[2]	營運期間 鐵路噪音	營運期間 合成音量 ^[3]	噪音 增量 ^[4]	噪音管制 區類別	環境音量 標準	影響等級 ^[5]
敏感受體一								
敏感受體二								
敏感受體三								
敏感受體 N								

註[1]：鐵路交通噪音係指由一般鐵路、高速鐵路及大眾捷運系統等公共運具所產生之噪音。

[2]：「營運期間背景音量」係指位屬上述公共運輸系統邊地區之敏感受體在無開發行為時，於營運目標年主要環境音源（包括鐵路噪音、道路噪音及其他噪音源）各別貢獻量之總和。若預期位屬一般地區之敏感受體營運期間背景音量變化在±3dB(A)以內，則「營運期間背景音量」視為與「現況環境背景音量」相同。

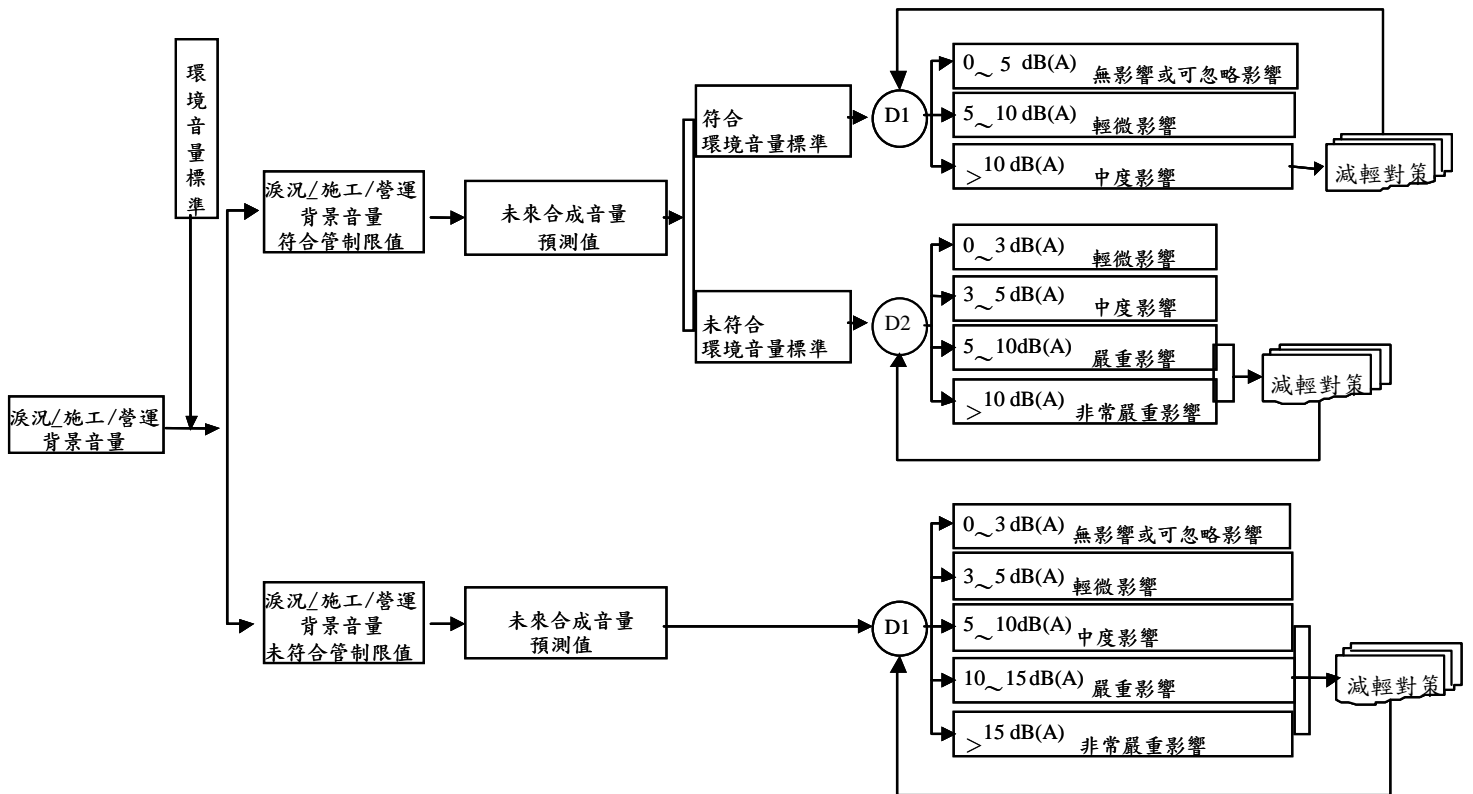
[3]：「營運期間合成音量」=「營運期間背景音量」⊕「營運期間鐵路噪音」，其中⊕表示依聲音計算原理之相加。

[4]：「噪音增量」D1=「營運期間合成音量」-「營運期間背景音量」（「營運期間合成音量」符合「環境音量標準」時）；

「噪音增量」D2=「營運期間合成音量」-「環境音量標準」（「營運期間合成音量」不符合「環境音量標準」時）。

[5]：“影響等級”參見圖一。

[6]：必要時需附等噪音線圖。



- 註：1. D1 未來合成音量預測值與淚況/施工/營運背景音量之噪音增量
 2. D2 未來合成音量預測值與環境音量標準之噪音增量
 3. 等級劃分參考國內噪音法規、美國環保署環境影響評估準則歸類、噪音學原理及控制(蘇德勝著)。

4. 資料來源：黃乾全，噪音與振動評估「環境影響評估專業人員培訓講習會講義」，行政院環境保護署，民國 87 年 1 月。

圖一 噪音影響等級評估流程

附件一：郭宏亮鐵路交通噪音預測模式使用指南

1.模式的適用性

鐵路類型：一般鐵路

污染源種類：一般列車

評估位置：距離近端軌道中心線十五公尺處

評估指標： L_{Aeq}

其他：無

2.模式基本限制

無

3.模式內容

模式種類：經驗模式

$$L_{Aeq(1hr)} = \bar{L}_{Amax(1hr)} + 10 \log N - A$$

$$\bar{L}_{Amax(1hr)} = 10 \log \left\{ \frac{1}{N} \left(n_{近} \cdot 10^{\frac{\bar{L}_{Amax(1hr)近}}{10}} + n_{遠} \cdot 10^{\frac{\bar{L}_{Amax(1hr)遠}}{10}} \right) \right\}$$

$$\bar{L}_{Amax(1hr)近} = 10 \log \frac{1}{n_{近}} \sum 10^{\frac{L_{Amax近}}{10}}$$

$$\bar{L}_{Amax(1hr)遠} = 10 \log \frac{1}{n_{遠}} \sum 10^{\frac{L_{Amax遠}}{10}}$$

式中：

$L_{Aeq(1hr)}$ ：1小時內之平均經過音量

$n_{近}$ ：1小時內近端列車數

$n_{遠}$ ：1小時內遠端列車數

N ：1小時內總列車數

$\bar{L}_{Amax(1hr)近}$ ：1小時內通過列車 $L_{Amax近}$ 之平均值

$\bar{L}_{Amax(1hr)遠}$ ：1小時內通過列車 $L_{Amax遠}$ 之平均值

$L_{Amax近}$ ：1小時內近端各種列車單獨之噪音位準最大值

$L_{Amax遠}$ ：1小時內遠端各種列車單獨之噪音位準最大值

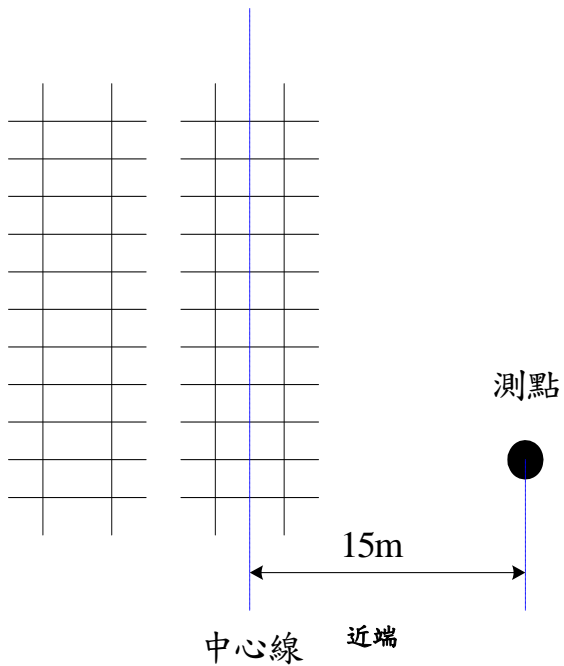
A ：模式參數，建議值為 28~30，如 L_{Amax} 實測值代入計算之 $L_{Aeq(1hr)}$ 與實際值之 $L_{Aeq(1hr)}$ 之差異在 $\pm 3dB(A)$ 以上時，自行修改參數值。

請參考中華民國環境保護協會會誌 Vol. 24， NO. 2
 模式輸入輸出資料：詳表附 1-1。

4.模式來源：郭宏亮、盧天鴻：「鐵路交通噪音 $L_{eq}(1hr)$ 預測之檢討」中華民國環境保護協會會誌 Vol. 24， NO. 2， PP. 156-163 (2001)

表附 1-1 模式輸入輸出資料表

輸入資料			
近端每一小時 列車數 $n_{近}$	$\bar{L}_{Amax(1hr)近}$	遠端每一小時 列車數 $n_{遠}$	$\bar{L}_{Amax(1hr)近}$



圖附 1-1 測點位置示意圖

附件二：SoundPlan 噪音評估模式使用指南

1. 模式的適用性

鐵路類型：高速鐵路、一般鐵路、大眾捷運系統

污染源種類：(1) 高速列車

(2) 一般列車

(3) 捷運列車

評估位置：無特定位置

評估指標： L_{eq}

其他：無

2. 模式基本限制

無

3. 模式內容

模式種類：電腦軟體模式

模式說明：SoundPlan 模式是依據 Schall03(German Federal Railroad)發展出來的，SoundPlan 模式中有鐵路噪音 (Railroad) 子程式，可計算列車所經地區之噪音敏感點音量。此外，對於超出法規標準之地區，亦可進行隔音牆設計，鐵道噪音預測只是 SoundPlan 模式功能的一部份。SoundPlan 模式 Railroad 子程式，預測鐵路噪音量所需輸入之音源資料包括列車之車種修正值、碟煞之百分比修正值、列車總長修正值、列車速率修正值、軌道種類修正值、高架橋路段之修正值、平交道修正值、迴旋半徑修正值及受音點位置等詳細資料。

依照公式 $L_{eq}=10 \times \log \left[\sum 10^{0.1 \times (51 + D_{FZ} + D_D + D_L + D_V)} \right] + D_{Tt} + D_{Br} + D_{Lc} + D_{Ra}$

獲得噪音敏感點音量預測值，並可計算出符合音量標準時所需之隔音牆高度。

式中 51 dB 為一列火車之基本噪音值

D_{FZ} ：列車車種之修正值 _____ dB

D_D ：碟煞之百分比修正值 _____ dB

D_L ：列車總長修正值 _____ dB

D_V ：列車速率修正值 _____ dB

D_{Tt} ：軌道種類修正值 _____ dB

D_{Br} ：高架橋路段之修正值 _____ dB

D_{Lc} ：平交道修正值 _____ dB

D_{Ra} ：迴旋半徑修正值 _____ dB

模式輸入資料：詳表附 2-1。

模式輸出資料：詳表附 2-2。

4. 模式來源：德國 Braunstein+B Berndt GMBH 公司。

表附 2-1、SoundPlan 模式針對鐵路噪音模式輸入摘要表

版次：

一. 音源

1. D_{FZ} ：列車車種之修正值 _____ dB
2. P ：碟煞之百分比 _____ %
3. L ：列車總長 _____ 公尺
4. V ：列車速率 _____ 公里/小時
5. D_{Tt} ：軌道種類修正值 _____ dB
6. D_{Br} ：高架橋路段之修正值 _____ dB
7. D_{Lc} ：平交道修正值 _____ dB
8. D_{Ra} ：迴旋半徑修正值 _____ dB
9. F ：車次 _____ 車次/小時

二. 鐵道構造

1. 幾何位置
2. 軌面寬度: _____ 公尺
3. 路面高度: _____ 公尺

三. 隔音牆幾何位置

表附 2-2 SoundPlan 模式針對鐵路噪音交通模擬結果輸出摘要表

單位：dB(A)

項目 \ 測站	(例)鐵路邊 某社區
目前背景音量					
預估營運期間背景音量					
營運期間列車行駛噪音					
預估營運期間合成音量值					
噪音增量*					
噪音管制區類別					
環境音量標準					

註：重大交通建設需附等噪音線圖

- 噪音增量之定義參見 p.3

附件三：Cadna-A 噪音評估模式使用指南

一. 適用性

- 鐵路類型：一般鐵路、高速鐵路、大眾捷運系統、隧道口
- 污染源種類：1. 模式系統列車資料庫：

表附 3-1 模式系統列車資料庫

簡稱	列車種類	碟煞百分比(%)	速度 (km/h)	長度 (m)
ICE	InterCity Express	100	250	420
EC	EuroCity / InterCity	100	200	340
IR	Interregio	100	200	205
D	D/FD-Zug	30	160	340
E	Eilzug	20	140	205
N	Nahverkehrszug	20	120	150
S	S-Bahn (Triebzug)	100	120	130
SB	S-Bahn Berlin	100	100	70
SH	S-Bahn Hamburg	100	100	130
SRR	S-Bahn Rhein-Ruhr	100	120	120
G	Güterzug (Fernv.)	0	100	500
GN	Güterzug (Nahv.)	0	90	200
U	U-Bahn	100	80	80
STR	Strassenbahn	100	60	25
TR1	Transrapid 07/1	0	400	150
TR2	Transrapid 07/2	0	400	150

2. 使用者亦可自行依實際列車種類及行駛狀況建立專案資料庫。

- 評估位置：無特定位置
- 評估指標：小時均能音量 L_{Aeq} (1hr)

二. 基本限制

- 交通量：無數量上之限制
- 速率：無特殊限制
- 其他：無

三. 模式內容

- 模式種類：軟體模式。
- 模式說明：

此道路噪音預測電腦模式為德國 DataKustik 公司依德國鐵路噪音計算規範 Schall03 所發展之模式，亦為 Cadna-A 之子程式，屬 32 位元視窗版軟體，作業環境為 WINDOWS 95、WINDOWS 98 或 WINDOWS NT。

— 計算式

$$L_{m,E} = 10 \times \log \left[\sum_i 10^{0.1 \times (51 + D_{Fz} + D_D + D_l + D_V)} \right] + D_{Fb} + D_{Br} + D_{Bc} + D_{Ra}$$

式中各音量修正參數表示如下：

$L_{m,E}$ ：距軌道 25 公尺高 3.5 公尺處之列車噪音參考值 _____ dB

D_{FE} ：列車種類修正值 _____ dB

D_D ：碟式煞車百分比修正值 _____ dB

D_L ：列車長度修正值 _____ dB

D_V ：車速修正值 _____ dB

D_{Fb} ：軌道種類修正值 _____ dB

D_{Br} ：高架橋或橋梁路段之修正值 _____ dB

D_{Bc} ：平交道修正值 _____ dB

D_{Ra} ：軌道曲率修正值 _____ dB

$$L_{r,k} = L_{m,E,k} + 19.2 + 10 \times \log(l_k) + D_{l,k} + D_{s,k} + D_{L,k} + D_{BM,k} + D_{Korr,k} + S$$

式中 $L_{r,k}$ ：單一區段至預測點音壓位準, dB(A)

$L_{m,E,k}$ ：距軌道 25 公尺高 3.5 公尺處之列車噪音參考值, dB

l_k ：音源單一區段長度

$D_{l,k}$ ：大氣吸收調整修正值 _____ dB

$D_{s,k}$ ：音源至預測點距離之修正參數

$D_{L,k}$ ：音源方向調整

$D_{BM,k}$ ：地表吸收調整

$D_{Korr,k}$ ：障礙物調整

S：其他調整因子

— 鐵路邊地區鐵路噪音預測

輸入軌道、交通、敏感點、噪音防制設施(隔音牆)等物件之屬性資料後，程式將依據 Schall03 進行計算，輸出結果包括有無噪音防制措施(隔音牆最佳化設計)前後之敏感受體預測點小時均能音量及水平、垂直等噪音線圖。

— 隧道口鐵路噪音預測

輸入軌道、隧道口、敏感點、噪音防制設施(隧道內襯吸音性)等物件之屬性資料後，程式將依據 Cadna-A 經驗式進行計算，輸出結果包括有無噪音防制措施前後之敏感受體預測點小時均能音量及水平、垂直等噪音線圖。

- 模式輸入資料：參見表附 3-2。
- 模式輸出資料：參見表附 3-3。

四. 軟體來源

- 德國 DataKustik 公司(<http://www.datakustik.de>)

表附 3-2 Cadna-A 噪音預測模式鐵路交通噪音模擬結果輸入

摘要表

一. 音源資料

1. 列車

i. 碟式煞車百分比, % _____

ii. 長度, 公尺 _____

iii. 速率, 公里/小時 _____

iv. 班次 _____

2. 軌道

i. 軌道種類 _____

ii. 是否為高架橋或橋梁 _____

iii. 是否行經平交道 _____

iv. 軌道曲率 _____

v. 幾何位置 _____

二. 環境屬性

1. 地形(位置、高程) _____

2. 地物/建物 (位置、高程、高度、穿透損失、吸音係數) _____

3. 植被(位置、高程、高度、穿透損失、吸音係數) _____

4. 地面吸收(位置、高程、吸音係數) _____

三. 敏感受體預測點

1. 幾何位置

2. 環境音量標準限值 _____

四. 隔音設施

1. 設施種類(隔音牆/土堤) _____

2. 隔音牆(幾何位置、穿透損失、吸音係數) _____

五. 隧道

1. 幾何位置

2. 內襯吸音材(面積、吸音係數) _____

表附 3-3 Cadna-A 噪音預測模式鐵路交通噪音模擬結果輸

入摘要表

單

位：dB(A)

敏感受體預測點	位置(公尺)		背景音量		環境音量標準		交通噪音		合成音量 ^[1]		噪音增量 ^[2]		影響等級 ^[3]
	距離	高程	日間	夜間	日間	夜間	日間	夜間	日間	夜間	日間	夜間	
無													
有													
無													
有													

[1]：合成音量之定義參見 p.3

[2]：噪音增量之定義參見 p.3

[3]：影響等級評估基準參見圖一。

附件四：MITHRA 噪音評估模式使用指南

1. 模式的適用性

鐵路類型：一般鐵路、高速鐵路、捷運系統、隧道出口

污染源種類：

(1) 每小時鐵路交通流量、速度、火車類型和路線數等鐵路交通流量參數。

(2) 分為每小時通過火車類型、車廂數、車廂間距、長度(m)、速率(km/hr)、火車班次、車道嘈雜軌係數(長焊接軌、有接縫鐵軌、短鐵軌)。

(3) MITHRA 資料庫包含以下資料：

- MERCHANDISES
- MAIL-COACH SERVICE
- CORAIL
- TGV-SE
- TGV-A
- TEE
- TER_BANLIEU
- TER_INOX
- PER
- LOCO ELECTRIQUE
- LOCO_DIESEL

評估位置：無特定位置

評估指標： L_{eq}

其他：無

2. 模式基本限制

無

3. 模式內容

(1) 模式種類：電腦軟體模式。

(2) 模式說明：

MITHRA 為一種專供戶外傳聲模擬用之預測套裝軟體。敏感點、音源、建築物、當地地形、防(隔)音牆、土地類型或天氣影響等因素都考慮在內，選擇適當模組、資料庫後，輸入 MITHRA 電腦模式進行各種聲音預測，是可進行包括交通、鐵路或工業噪音等模擬用之預測套裝軟體。

(3) 計算式：

- 鐵路

Mithra 軟體採用車道每公尺等值功率來計算之，車道每公尺聲音功率公式如后：

$$LW = 18 + 10 \log \left(a \sum \frac{n_i L_i}{b_i v_i^2} \right)$$

式中：

n_i ：每小時通過火車類型 i 數

L_i ：通過火車類型 i 長度(m)

v_i ：通過火車類型 i 速率(km/hr)

a ：車道嘈雜軌係數

$a=1$ 長焊接軌

$a=2$ 有間隔接縫之鐵軌

$a=3$ 短軌道或分叉道附近之 20 m 鐵軌

b ：火車靜係數

$b=0.5$ 嘈雜車廂

$b=1$ 一般車廂

$b=3$ 寂靜車廂

$b=6$ 極靜車廂

● 隧道出口

隧道出口是以其橫斷面尺寸加以說明：

隧道口與中間線狀音源每公尺聲音功率是以下面公式獲得：

$$LW_b = LW + 2 + 10 \log h - 10 \log \left(2(h+l)\alpha + \frac{Q}{1000V} + \frac{5h \times l}{1000} \right)$$

式中：

h ：高度 (m)

l ：寬度 (m)

LW ：隧道內車道組每公尺聲音功率位準 (dB)

Q ：流量

V ：平均速度

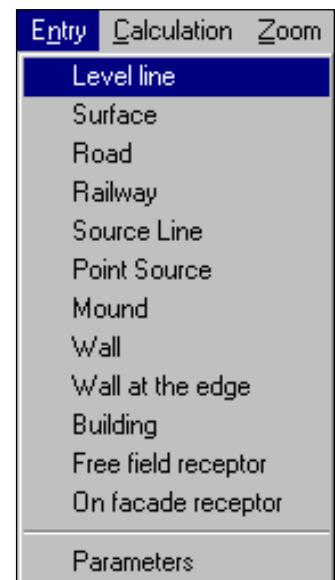
α ：隧道周圍之吸音係數

(4) 模式輸入資料：

● 單元輸入

使用數位化輸入板或滑鼠來執行輸入工作。
"Entry"(輸入)對話方塊是用來輸入新單元，
在適當時機得以"Edit"(編輯)視窗(對話方塊)
來進行修改。右表說明可用 MITHRA 輸入之
單元。

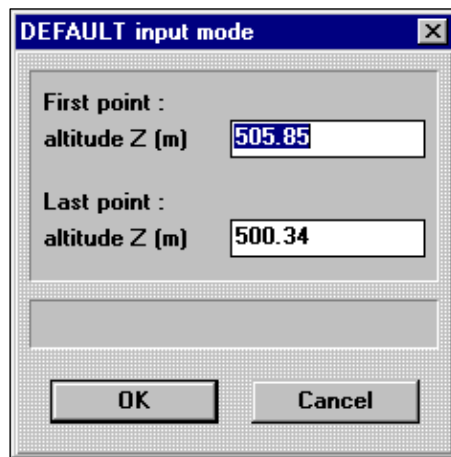
在對話方塊中反白(以亮度強調)輸入部份顯
示目前正在製作之單元。



● 高程線(Level Line)

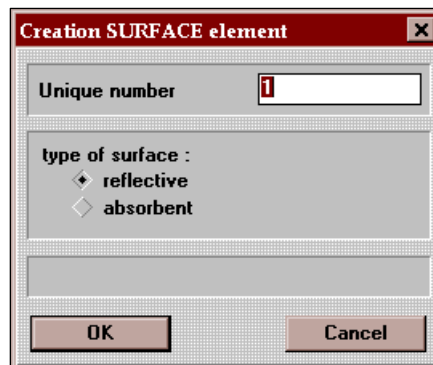
"Level"(高程)指令能使有相同高度或某些點在不同水平
面時被描繪之。

設定高程線輸入模式對話方塊顯示於下：



- 表(面)對話方塊

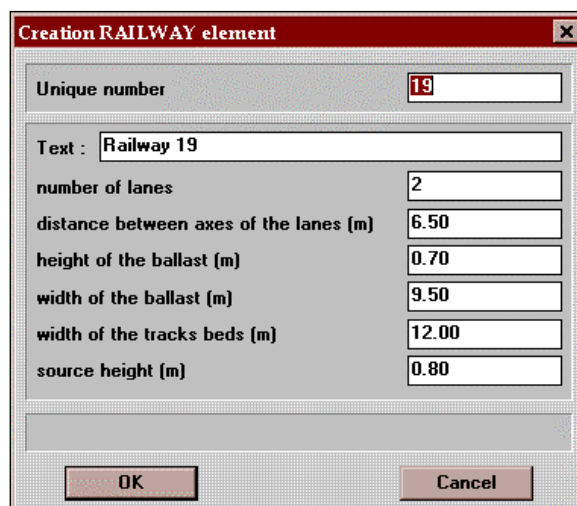
Surface 能設定具有土地特徵位置之功能，右圖所示視窗顯示被設定之土地類型。

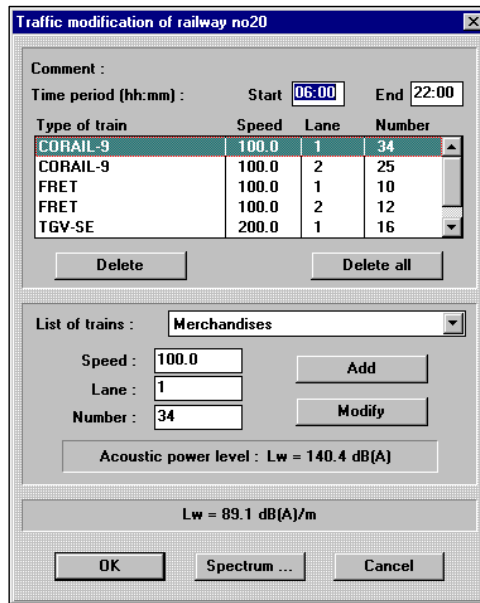


- 鐵路單元

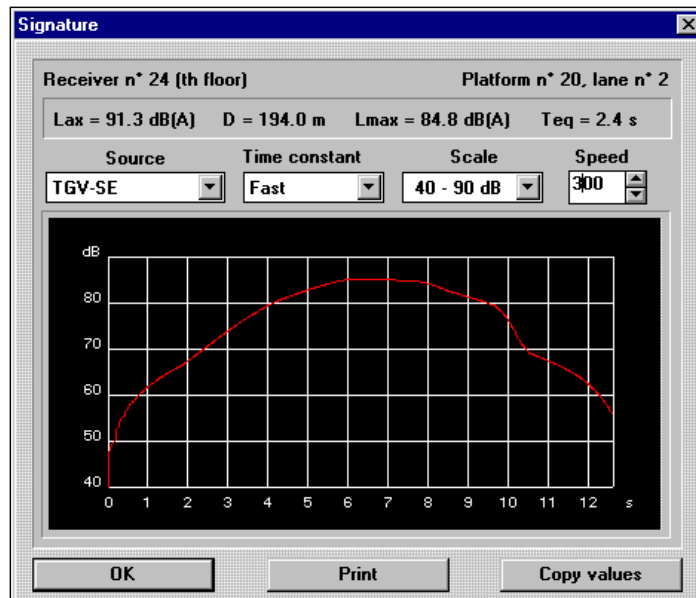
鐵路單元須以數位轉換器輸入板或滑鼠來輸入鐵路軸線，彎曲路段，輸入中間點，然後輸入其他鐵路參數：

- ◆ 軌道數
- ◆ 軌道寬
- ◆ 平台尺寸特性
- ◆ 音源高度
- ◆ 火車類型
- ◆ 車廂數、車廂間距
- ◆ 速度
- ◆ 火車班次





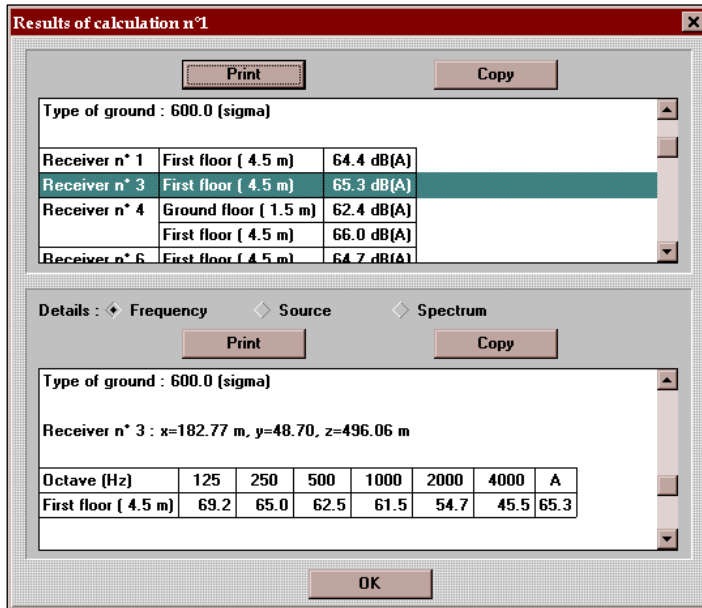
- (5) 模式輸出資料：
不同速度可顯示不同變化。



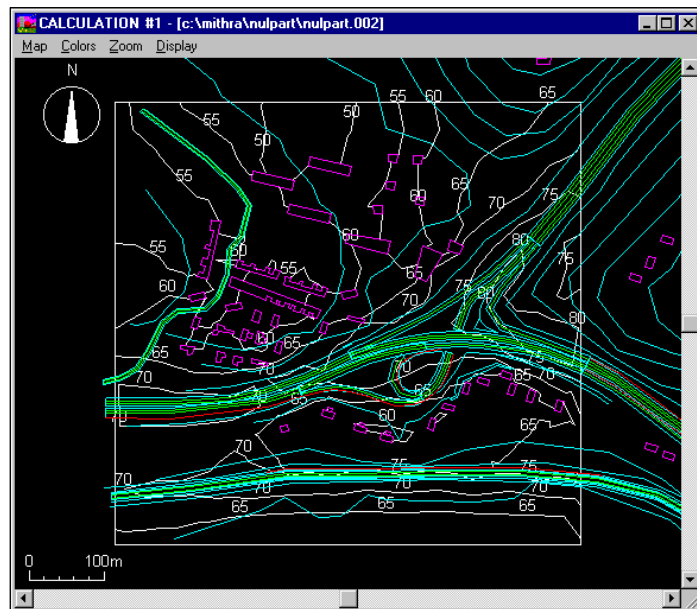
受音

者(敏感受體)；

- ◆ 頻率：各敏感受體每個八音階頻帶之壓力位準。
 - ◆ 音源：各噪音音源之聲音影響結果。
 - ◆ 頻譜：因作用所產生之每個八音階頻帶影響結果。
- 可直接複製或列印出下表。



4. 模式來源：MITHRA 為法國 SCTB(建築科學與技術中心)20 年來研究的結晶，從 1987 年以來即成為一個具有完整功能之軟體程式，此軟體是符合 1995 年最新法國交通噪音預測標準及 ISO 9613-2 標準所研發而成。
5. 製作地圖：以平面(水平地圖)或剖面(垂直地圖)顯示之，功能包括位置之地理圖示、計算結果、顯示彩色圖、等音線或網狀網路之結果，圖形格式可被重疊。



附件五：Peterson 修正模式使用指南

1. 模式的適用性：大眾捷運系統

評估指標： L_{eq}

其他：無

2. 模式基本限制

無

3. 模式內容

模式種類：經驗模式

模式說明：

$$L_{eq} = \bar{L}_{Amax} + 10 \log \frac{R(1.5D + d)}{v} - 30$$

$$\bar{L}_{Amax} = 10 \log \left\{ \frac{1}{N} \left(n_{近} \cdot 10^{\frac{\bar{L}_{Amax近}}{10}} + n_{遠} \cdot 10^{\frac{\bar{L}_{Amax遠}}{10}} \right) \right\}$$

$$\bar{L}_{Amax近} = 10 \log \frac{1}{n_{近}} \sum 10^{\frac{L_{Amax近}}{10}}$$

$$\bar{L}_{Amax遠} = 10 \log \frac{1}{n_{遠}} \sum 10^{\frac{L_{Amax遠}}{10}}$$

式中：

R：每小時捷運車輛（輛／小時）

D：噪音受體距離（公尺）

d：捷運車輛平均車長（公尺）

v：行車速率（公里／小時）

\bar{L}_{Amax} ：捷運車輛行駛於平面、高架或地下時之最大噪音量平均值

$n_{近}$ ：1 小時近端行列車數

$n_{遠}$ ：1 小時遠端行列車數

N：1 小時內總列車數

$L_{Amax近}$ ：1 小時內近端各種列車單獨之最大噪音量

$L_{Amax遠}$ ：1 小時內遠端各種列車單獨之最大噪音量

$\bar{L}_{Amax(1hr)近}$ ：1 小時內通過列車 $L_{Amax近}$ 之平均值

$\bar{L}_{Amax(1hr)遠}$ ：1 小時內通過列車 $L_{Amax遠}$ 之平均值

模式來源：1. 美國 NTIS 出版的都市鐵路噪音與振動控制手冊（原模式）

2. 劉嘉俊等著，「噪音模式於環境工程上之應用」，88 年 8 月。