

# 室內噪音預測模式

撰寫原則：與「第13章 噪音預測模式」、「第33講噪音預測模式」有關

室內噪音之評估指標一般常用的有NC曲線、NR曲線、N曲線、RC曲線、及 dB(A)，主要應用於評估室內背景噪音。如表1-1所示為依據日本建築學會所編之「噪音評價法」中，整理出世界上四十七個國家環境噪音評估指標。

表1-1 各國之環境噪音評估指標使用狀況表

國名	評估指標	適用場所或對象	規定基準
加拿大	Leq24Hours	道路、鐵路	1. 55dB(A)，不限制 2. 55-75dB(A)，必須有隔音設備 3. 75dB(A)以上，不得作為住宅區
丹麥	Leq24Hours Lr	道路	1. 田園住宅區40dB 2. 郊外住宅區45dB 3. 商業區50dB 4. 商工業區55dB
芬蘭	db(A) Leq	室內噪音*	1. 起居室35dB(A) 2. 室外住宅區55dB(A) 3. 廚房以外居室40dB(A)
巴西	Leq Lx	都市、工廠	L10、L50等

匈牙利	Leq8Hours Leq30Min	都市、工廠	1. 稀疏住宅區：白天(06:00-22:00) 45dB(A), 夜間35dB(A) 2. 密集住宅區：白天55dB(A), 夜間45dB(A)
荷蘭	Leq	各類建築物	1. 起居室、臥室, 一流旅館：白天(06:00-22:00)40dB(A), 夜間30dB(A) 2. 宿舍、次等旅館：白天45dB(A), 夜間35dB(A)
意大利	Leq		ISO
挪威	Leq24Hours、Lmax	一般環境噪音	住宅區Leq24max50-60dB(A)
南非	Leq L10	一般環境噪音	L10適用於環境噪音
瑞典	NR Leq24Hours	NR定常音 一般環境噪音	住宅區：室內30dB(A), 開窗時55dB(A)
澳大利亞	Lh Lx	工廠噪音 一般環境噪音	早晚夜間各時間帶的算數平均數
英國	L10(6-24)	道路噪音	1. 新建物之室外70dB(A) 2. 既有建物室外68dB(A)
瑞士	dB(A) Lx	道路噪音 室外噪音	1. 住宅區間(L50)：白天55db(A), 夜間45db(A) 2. 商業區：白天60dB(A), 夜間50dB(A)
美國	Ldn L10	一般環境噪音 道路噪音	依道路車道及都市使用分區另有詳細規定
日本	L50 L5 dB(A)	變動音 工廠噪音 新幹線	依道路車道及都市使用分區另有詳細規定

\*芬蘭：室內噪音。

資料來源：內政部建築研究所，「建築防音材料與防音構造準則之研究－建築技術規則防音規則與規範之擬議」，1991.06。

表1-2 各國集合住宅室內噪音容許基準

日本建築學會	特集	30dB(A)	推薦值
	一級	35dB(A)	
	二級	40dB(A)	
ISO/TC43		NR20-30	推薦值
芬蘭	日間	35dB(A)	推薦值
	夜間	30dB(A)	
匈牙利	日間	40dB(A)	法規
	夜間	35dB(A)	
瑞典		30dB(A)	推薦值
Beranek NC1955		NC25-30	推薦值
Beranek NC1956		34-47dB(A)	推薦值
Beranek NCB1955		33-48dB(A)	推薦值
九我新一(日本)		40dB(A)	推薦值
美國EPA		45dB(A)	推薦值
英國		40dB(A)	法規

資料來源：日本建築學會編，「騒音の評価法－各種評價法の系譜と手法」，1983。

目前可查知的室內噪音預測模式有：

1. 日本TNEL模式。
2. 德國SOUNDPLAN模式。
3. 紐西蘭INSUL模式。
4. 比利時RAYNOISE模式

## 5. 德國CANDA-SAK模式

以下茲就目前所蒐集到的TNEL、SOUNDPLAN、INSUL、RAYNOISE及CANDA-SAK五種電腦模擬模式來加以介紹：

### 一、TNEL(Total Noise Exposure Level)

集合住宅室內噪音，由日本木村翔教授於1978年提出全噪音暴露TNEL評估指標對於使用中的集合住宅室內噪音環境之評估。此評估指標評估的步驟為對由問卷調查後所選定作為評定項目的各項音源其每30分鐘內的尖峰噪音級平均值，按時間帶別30分鐘內的持續發生時間或者發生次數，重新進行計算出各個時間帶之TNEL30值。

TNEL之計算式為針對：

1. 連續性的衝擊音、
2. 準穩定音、
3. 單發衝擊音三個類型分別計算其TNEL之值。

其中對腳步聲、跑步、挪動傢俱、椅子的聲音等連續性聲音的衝擊音是從行為發生的開始到結束期間內所持續的時間內讀取其間發生的尖峰級數為 $L_a$ ，而對跳動或開關玄關門、拉門、室內房門等單發衝擊音、是取尖峰級數為 $L_a$ 與發生次數 $n$ 。

另對於給排水音是準穩定部分的尖峰級數平均值為 $L_{a1}$ 與背景噪音以上的持續時間 $t$ 讀取出來。各項TNEL30之計算法如下：

(1)連續性之衝擊聲音(音源項目：腳步聲，跑動，挪動傢伙、椅子的聲音)

η

式中：

$L_{a1}$ ：衝擊性聲音在每30分鐘內之尖峰級數平均值dB(A)

$T_{1i}$ ：發生衝擊性聲音之持續時間(包含開始發生之第一個尖峰起至末個尖峰間的發生持續時間)(sec)

$\sum T_{1i}$ ：30分鐘內之 $T_{1i}$ 合計發生時間(sec)

(2)穩定音(音源項目：給排水管)

η

式中：

$L_{a2}$ ：準穩定音在每30分鐘內之尖峰級數平均值(dB(A))

$T_{2i}$ ：準穩定音在背景噪音以上之持續時間(sec)

$\sum T_{2i}$ ：30分鐘內 $T_{2i}$ 合計發生時間(sec)

(3)單發的衝擊音(音源項目：跳動、玄關門、拉門、室內房

## 門、窗戶之開關)

7

式中：

La3：衝擊性聲音在每30分鐘內之尖峰級數平均值dB(A)

T0：衝擊音之標準持續時間(按跳動為0.8秒，玄關門、窗戶開關為1秒，紙門開關為0.5秒)(sec)

Nt：30分鐘內以上列舉衝擊聲音之次數

4.對各項音源分別按每30分鐘之平均尖峰級數，持續時間與發生次數等換算成能量後，可求得受測試住戶室內各音源項下之噪音暴露量TNEL30，更進一步計算出各個音源之平均全日噪音暴露量TNEL30，目前國內代理公司為御風企業股份有限公司。

## 二、SOUNDPLAN模式 (Version 5.0)

### (一)出處

SOUNDPLAN模式出自德國Braunstein+Berndt GMBH公司 (<http://www.soundplan.com>, Phone：4971919144-0, Fax：4971919144-24, E-Mail：bbgmbh@soundplan.de) 所發展之模組，屬32位元視窗版軟體，作業環境為WINDOWS 95、WINDOWS 98或WINDOWS

NT。

## (二)噪音預測模式

SoundPLAN(Indoor Noise Model)依據相關室內聲學原理(VDI3760)所發展之模組，VDI 3760 標準做下列假設：1.幾何聲學控制規則，波動現象是不存在的；2.聲音被敘述為一個能量函數，不是壓力函數；3.平面吸收聲音能量根據入射角度為自變數的能量吸收率，計算方程式說明請詳「附錄十一」。SOUNDPLAN噪音評估模式無特殊限制，具有模擬室內噪音之功能，當輸入室內地形高程、建築物、音源及其他資料後，模式可以算出指定受音點的噪音值或以等音線圖表示整個室內噪音的分布狀況。

## (三)模式特性及功能

SOUNDPLAN模式除能較簡易經驗模式更準確模擬預測噪音量外，最大的優點就是能同時兼顧及解釋車輛、交通、道路、環境及氣候等四項影響道路交通噪音之特性，即可將車輛、交通、道路、環境及氣候等資料一起輸入電腦中，並可計算噪音敏感點之音量及繪製彩色等音線圖。此外，對於超出法規標準之地區，亦可進行隔音牆設計，道路噪音預測只是SOUNDPLAN模式功能的一部份，噪音模式之功能示意圖詳見圖1-1。

## (四)應用

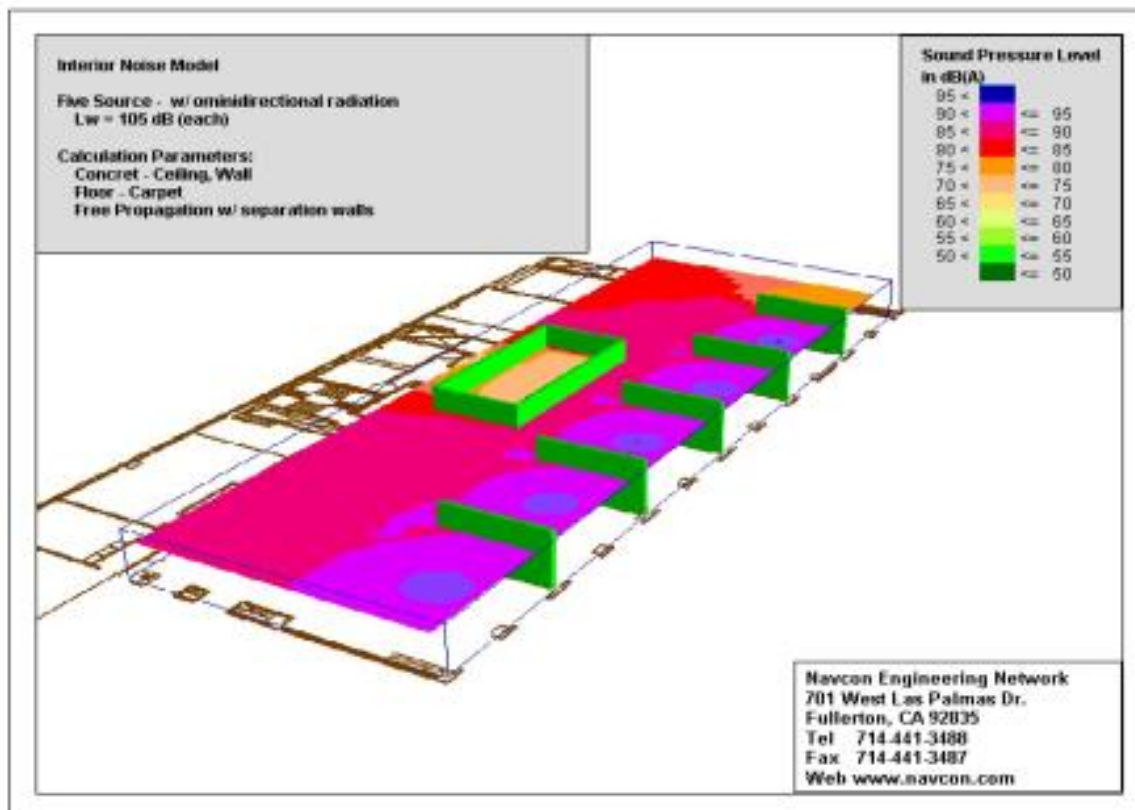


圖1-1SOUNDPLAN室內預測模式模擬示意圖

### 三、INSUL模式 (Sound Insulation Prediction Software)

#### (一)出處

17

Marshall Day Acoustics Ltd. <http://www.INSUL.co.nz>

Marshall Day Acoustics Ltd

156 Vincent St, PO Box 5811

Auckland , New Zealand

phone +64 9 379 7822 fax +64 9 309 3540

## (二)噪音預測模式

可用以模擬透過一個單一面板的聲音傳輸情形。

處於低和中的頻率狀態傳輸損失  $TL = 20 \log(mf) - 48 \text{ dB}$

處於更高的頻率狀態傳輸損失

$TL = 20 \log(mf) + 10 \log(\eta f/f_c) - 44 \text{ dB}$ ,

其中  $f_c$  為臨界頻率,  $\eta$  為損失係數。

## (三)模式特性及功能

INSUL 5.3版預測模式開始於Ben Sharp et.al (1978)的研究, 日後逐漸發展成為廣泛使用之工具。INSUL可快速且精確的預測牆、樓層(地板)、窗和天花板的聲音透過損失

(Transmission Loss, T), 評估, 提供各式材料選單, 迅速得到預測結果, 並繪製圖表。

## (四)應用

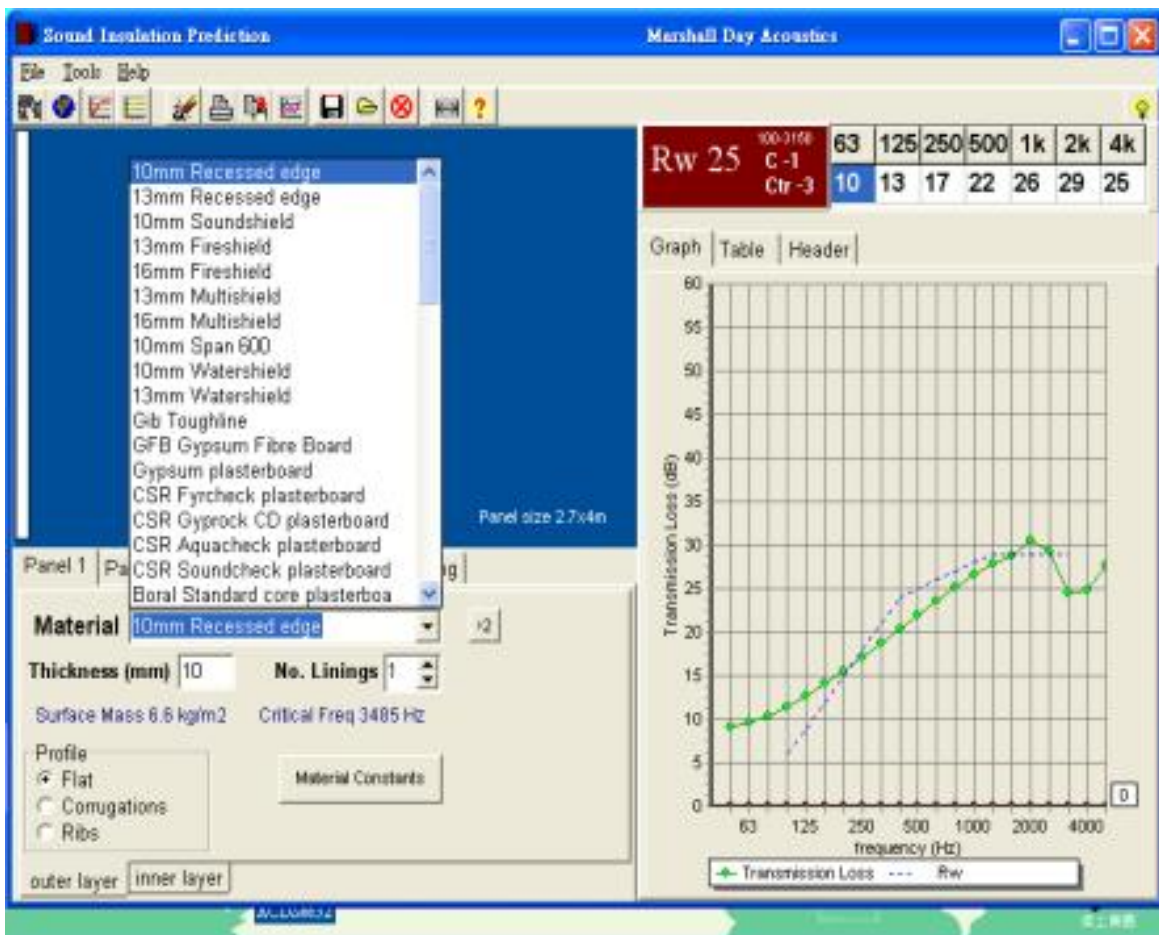


圖1-2 INSUL預測模式示意圖

#### 四、RAYNOISE模式 (Version 2.1)

##### (一)出處

RAYNOISE 2.1版噪音電腦模式係由比利時NIT公司研發而成 (<http://www.cybernet.co.jp/acoustic/RAYNOISE>), 亞洲合作代理: 製品に関するお問い合わせ先: メカニカルCAE事業部営業部, TEL: 03-5978-5445, Email: [mcaefinfo@cybernet.co.jp](mailto:mcaefinfo@cybernet.co.jp)), <http://www.lms.be>, HEADQUARTERS LMS INTERNATIONAL, Researchpark Z1 Interleuvenlaan 68 3001 Leuven, BELGIUM,

Phone: +32 16 384 200, Fax: +32 16 384 350, info@lms.be, 聯絡人Aine, boomgaardstraat 170, b-2600 antwerp, belgium, info@aine.be, 目前國內主要使用及代理公司為歐怡噪音防治公司。

## (二)噪音預測模式

RAYNOISE是電腦幾何學解析程式，統計處理空間內部的音場，例如工廠內或劇院，結合鏡像來源方法和放射線追蹤的方法。RAYNOISE模式使用於音樂會大廳和藝術家工作室和體育館等空間設計，解析大廳形狀和吸聲音材等的變化音響效果的差異，可設計出吸聲音材的位置和量和聲音源的位置變化，亦可設計防音牆。

## (三)模式特性及功能

可模擬音樂廳、播音室、體育館等理想的音響空地設計，工廠的噪音設計，2.1版為Windows支援使用的版次，操作便利，功能主要仍為室內、廠(場)區噪音預測的軟體，但亦可進行鐵路及道路等環境噪音的模擬，只是功能上較弱，亦可用於室內音場的模擬，尤其是音樂廳、大型會議廳等需進行較精密音質設計的案例(示意圖如圖1-3所示)，這一點功能是其其他軟體所沒有的。

## (四)應用

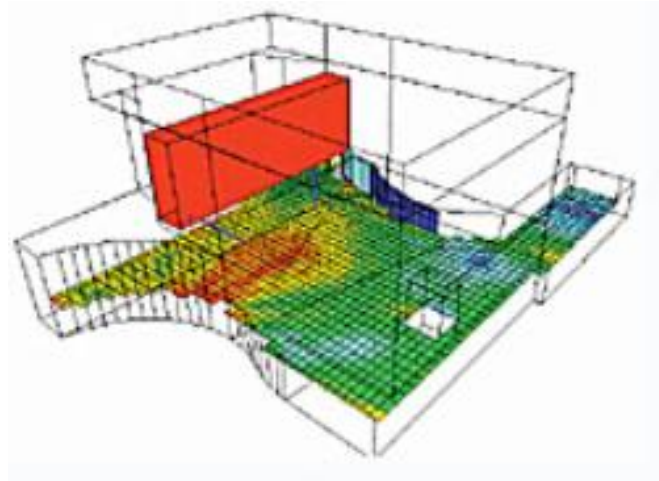


圖1-3RAYNOISE室內預測模式模擬示意圖

## 五、德國CANDA-SAK模式

### (一)出處

為德國DataKustik公司 (<http://www.datakustik.de>, Datakustik GmbH, Software, Technische Dokumentation und, Ausbildung für den Immissionsschutz, Gräfelinger Str. 133 A, D-81375 München, TEL : 49 - (0)89 - 7007 629 - 0, Fax : 49 - (0)89 - 7007 629 - 89, E-Mail: [info@datakustik.de](mailto:info@datakustik.de)) 依DIN、RLS-90及相關室外聲學原理 (VDI2714、VDI2720及VDI2751等)所發展之模組, 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, 目前國內主要代理公司為必凱科技股份有限公司。

### (二)噪音預測模式

CANDA-SAK具有模擬室內噪音之功能, 根據考慮房間幾何和設計特徵的EU-Machinery Directive, 在評估的地方計算聲音位準, 可分析聲音衰退曲線、距離加倍時聲音的衰退和聲音位準增量的計算), 當輸入室內地形高程、建築物、音源及其他

資料後進行計算，模式可以算出指定受音點的噪音值或以等音線圖表示整個室內噪音的分布狀況，輸出結果包括表格、敏感受體音量及噪音等噪音線圖。

### (三)模式特性及功能

無特殊限制，評估指標有小時均能音量( $L_{eq}$ )、最大音量( $L_{max}$ )可輸入Lin、A、B、C、D等頻率加權特性不同頻帶(31.5Hz、63 Hz、125Hz、250Hz、500Hz、1000Hz、2000Hz、4000Hz、8000Hz等)之聲功率噪音位準。頻譜無特殊限制，屬於電腦軟體模式。輸入施工機具、操作時間、敏感點、環境屬性、噪音防治設施(隧道內襯吸音性)等物件之資料後程式進行計算，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。