

出國報告(出國類別：開會)

# 出席「2013年國際噪音年會」 出國報告

服務機關：                  行政院環境保護署  
姓名職稱：                  謝仁碩 技正  
派赴國家：                  奧地利  
出國期間：                  102年9月14日至9月20日  
報告日期：                  102年11月8日

# 出席「2013年國際噪音年會」

## 摘要

國際噪音年會(INTER-NOISE)為世界主要國家共同參與之噪音盛會，各國產、官、學界專家學者，分別就有關噪音及振動之法規及管制等項目與層面，進行論文發表及討論，本（2013）年度國際噪音年會為第 42 屆，其國際大會和噪音控制工程會議於奧地利因斯布魯克舉行，共有來自世界各國之代表，超過 700 篇論文於此年會發表，此次大會由國際噪音控制工程學會（I-INCE）主辦，本屆大會的主題是生活品質的噪音控制 (Noise Control for Quality of Life)。

本次會議辦理噪音與振動各相關領域之論文發表及專業意見交流討論，論文內容呈現多元的領域，今年技術論文主題為噪音和振動控制相關領域，廣泛的主題是重視生活品質和噪音管制，本次我國出席會議同時亦發表「台灣直昇機航空噪音防制區劃定及等噪音線修正方法」(Correction Methods for Aircraft Noise Control Zone and Noise Contours Planning at Heliports of the Republic of China (Taiwan))，讓世界各國了解我國噪音管制之現況，並藉此提高我國的能見度及國際參與度。

此外，本次會議並蒐集德國、韓國、澳洲及歐盟委員，針對心理聲學、聲品質、聲景觀和環境噪音 (Psychoacoustics, Sound Quality, Soundscape and Environmental Noise)、德國噪音政策 (German Noise Policy)、韓國公寓噪音現況研究及環境影響評估建議方案 (Current state of apartment noise and environmental impact assessment scheme to resolve the noise in Korea)、澳洲社區噪音管理與防制、歐盟委員會噪音繪圖及行動計畫後之歐盟噪音政策 (The EU noise policy after the second round of noise maps and action plans) 等相關論文，可作為我國未來擬訂噪音相關法規及管制策略之參考。

## 目 錄

壹、目的	4
貳、行程	5
參、會議主題及內容介紹	7
肆、心得與建議事項	25
伍、附件	
附件一、會議議程	28
附件二、論文內容	36

## 壹、目的

近年來我國積極研修相關噪音管制法規，擴大噪音管制範圍，並積極了解世界各國有關噪音相關管制措施、法規及管制現況，俾與世界各先進國家接軌，引進先進噪音管制技術及法規，以達成維護居家環境安寧之目的。

國際噪音年會為世界主要國家均踴躍參加之噪音盛會，各國產、官、學界專家學者，分別就有關噪音及振動之法規及管制等項目與層面，進行論文發表及討論；本（2013）年度噪音國際年會於奧地利因斯布魯克舉行，共有來自世界各國代表，超過 700 篇論文於此年會發表。

為提高我國的能見度及國際參與度，我國於本次會議中，透過發表專文「臺灣直昇機航空噪音防制區劃定及等噪音線修正方法」(Correction Methods for Aircraft Noise Control Zone and Noise Contours Planning at Heliports of the Republic of China (Taiwan))，讓世界各國了解我國噪音管制之現況，而此次發表之專文主題係為解決民眾對直昇機噪音感受性問題，與本次大會之主軸「重視生活品質和噪音管制」相近，故相關研究之內容及成果引起與會者諸多迴響。

此外，經由本次會議蒐集各國相關噪音管制經驗，包含德國噪音政策、韓國公寓噪音現況研究及環境影響評估建議方案、社區噪音管理與防制、噪音繪圖及行動計畫後之歐盟噪音政策及心理聲學、聲品質、聲景觀和環境噪音等相關論文發表，可作為我國未來擬訂噪音相關法規及管制策略之參考，並有效解決噪音陳情問題，維護環境安寧。

## 貳、行程

活動日期	活動地點	活 動 內 容
102 年 9 月 14 日	啓程、搭機及抵達會議地點奧地利因斯布魯克	臺北至奧地利因斯布魯克
102 年 9 月 15 日	參加「2013 年國際噪音年會」	奧地利因斯布魯克
102 年 9 月 16 日	參加「2013 年國際噪音年會」	奧地利因斯布魯克
102 年 9 月 17 日	發表專題報告「 <b>Correction Methods for Aircraft Noise Control Zone and Noise Contours Planning at Heliports of the Republic of China (Taiwan)</b> 」	奧地利因斯布魯克
102 年 9 月 18 日	參加「2013 年國際噪音年會」	奧地利因斯布魯克
102 年 9 月 19 日	返程，由奧地利因斯布魯克返回臺北	返程、搭機
102 年 9 月 20 日	抵達臺北	返程抵達臺北



Congress venue: Congress Innsbruck, Rennweg 3, 6020 Innsbruck



2013 年國際噪音年會大會會場

## 參、會議主題及內容介紹

本次會議辦理噪音與振動各相關領域之論文發表及專業意見交流討論，論文內容呈現多元的領域，相當廣泛，今年技術論文主題為噪音和振動控制相關領域，廣泛的主題是重視生活品質和噪音管制，技術講座(Technical Program)包括 Marion Burgess(Research Officer School of Engineering and Information Technology The University of New South Wales, Canberra, Australia)的社區噪音管理和控制、Otto von Estorff(Technische Universität Hamburg-Harburg)數值預報噪音源：事實、恐懼、未來。主題講座(Keynote Lecture)包括 Foort de Roo 新的歐盟和 UN / ECE 車輛噪音排放限值及測量方法、Takeshi Kurita 減少新幹線列車外部噪音、Wolfgang Probst 一個更好的環境 - 科學和政治方面的聲音和噪音的預測、Klaus Genuit 需要跨學科的行動 - 心理聲學、音質、音景和環境噪音、Kerstin Persson Waye 是否有可能在醫院實現健康良好的環境呢？Marco Paviotti 噪音地圖和行動計劃後的第二輪歐盟噪音政策，會議型式以研討主題分區方式辦理論文發表及討論，會議大致分類包括：低噪音路面、低噪音輪胎、輪胎和路面噪音的建模與模擬、輪胎和路面噪音的測量方法、道路車輛外部和內部噪音、從混合動力和電動公路車輛噪音、道路交通噪音、鐵路噪音、鐵路引起的振動和振動引起的空氣噪音、飛機噪音模式、飛機噪音的測量和計算的不確定性、飛機噪音的影響、飛機噪音的管理和緩解措施、建築聲學/建築聲學、房間聲學、教育設施/教室聲學的聲學、在建成區的聲音傳播、噪音地圖和行動計劃、數值模擬技術、主動噪音和振動控制、信號處理和分析、噪音和振動控制材料、機械噪音、再生能源技術的噪音、水下噪音、社區噪音、交通噪音在不同尺度的環境健康影響評估、社區噪音影響評估的替代指標、噪音和健康相關生活品質、心理效應，認知效果和心理健康、對睡眠心血管疾病效應、醫療保健聲學、噪音政策和經濟評估中噪音影響、心理聲學環境和移動噪音源、機械噪音應用心理聲學、風扇噪音、管道和消音器氣動聲學、職業噪音暴露和聽力保護各領域專頁論文。(會議議程如附件一)

為有效管制噪音問題，本署近年來積極研修相關噪音管制法規，擴大噪音管制範圍，並研析了解世界各國有關噪音相關管制措施、法規及管制現況，俾與世界各先進國家接軌，同時引進先進噪音管制技術及法規，以達成維護環境安寧之目的。爰此，為提

高我國的能見度及國際參與度，我國於本次會議中，透過發表專文「臺灣直昇機航空噪音防制區劃定及等噪音線修正方法」(Correction Methods for Aircraft Noise Control Zone and Noise Contours Planning at Heliports of the Republic of China (Taiwan))，讓世界各國了解我國噪音管制之現況（論文資料如附件二）。而我國此次發表之專文主題係為解決民眾對直昇機噪音感受性問題，與本次大會之主軸「重視生活品質和噪音管制」相近，故相關研究之內容及成果引起與會者諸多迴響；囿於國際間現有航空噪音模式仍無法達到真實模擬直昇機飛航狀況的程度，直昇機在起降及空中飛行時，因當時氣象、速度、高度及推力等，致實際進離場航線與標準操作程序有些許不同，在空中的些微差異傳到地面可能相差數公里，另直昇機低頻的特性使噪音分布狀況亦產生極大差異，故為有效解決直昇機噪音與民眾實際感受落差問題，透過執行直昇機航空噪音實際量測工作與民眾感受度驗證程序，完成臺灣直昇機航空噪音防制區劃定及等噪音線修正方法，讓國際瞭解我國多年來對於航空噪音管制之成效，與重視民眾生活環境品質之努力。





環保署代表於國際噪音年會報告

2013 年國際噪音年會中摘述相關議題，包括：

- 一、 德國 Klaus Genuit<sup>1</sup> 「跨領域行動之必要性 – 心理聲學、聲品質、聲景觀和環境噪音(The Need for Transdisciplinary Actions - Psychoacoustics, Sound Quality, Soundscape and Environmental Noise)」。
- 二、 德國 Christian Fabris<sup>2</sup> 「德國噪音政策(German Noise Policy)」。
- 三、 韓國 Youngmin Park<sup>3</sup>, Kyoungmin Kim<sup>4</sup>, and Kwangkyu Kang<sup>5</sup> 「韓國公寓噪音現況研究及環境影響評估建議方案(Current state of apartment noise and environmental impact assessment scheme to resolve the noise in Korea)」。
- 四、 澳洲 Marion Burgess<sup>6</sup> 「社區噪音管理與防制：成果與挑戰(Community noise management and control: successes and challenges)」。
- 五、 歐盟委員會 Marco Paviotti<sup>7</sup>, Michael Dodds<sup>8</sup>, Stylianos Kephelopoulos<sup>9</sup>, Piotr Rapacz<sup>10</sup>, and Koen de Vos<sup>11</sup> 「第二回合噪音繪圖及行動計畫後之歐盟噪音政策(The EU noise policy after the second round of noise maps and action plans)」。

以下分別摘述說明上述論文之重點內容：

- 一、 德國 Klaus Genuit<sup>12</sup> 「跨領域行動之必要性 – 心理聲學、聲品質、聲景觀和環境噪音(The Need for Transdisciplinary Actions - Psychoacoustics, Sound Quality, Soundscape and Environmental Noise)」

本文主要說明在環境噪音，儘管各界已做了長期的努力，但仍有許多人生活

---

<sup>1</sup> klaus.genuit@head-acoustics.de

<sup>2</sup> christian.fabris@uba.de

<sup>3</sup> ympark@kei.re.kr

<sup>4</sup> kmkim@kei.re.kr

<sup>5</sup> kwkang@kei.re.kr

<sup>6</sup> m.burgess@adfa.edu.au

<sup>7</sup> marco.paviotti@ec.europa.eu

<sup>8</sup> michael.dodds@ec.europa.eu

<sup>9</sup> stylianos.kephelopoulos@jrc.ec.europa.eu

<sup>10</sup> piotr.rapacz@ec.europa.eu

<sup>11</sup> koen.de-yos@ec.europa.eu

<sup>12</sup> klaus.genuit@head-acoustics.de

在環境噪音的煩擾中。很顯然需要全面的重新思考，不同領域必須更密切地合作，以達到實質而永續的降低噪音煩擾。這不僅只是關於違反噪音限制或遵從規定的問題。相對於這種簡單的思維，在心理聲學和「聲品質」領域，有不同的心理聲學及聽覺參數，可用於細膩描述各種聽覺感知。此外，相對較新的領域「聲景觀（soundscape）」，對於處理近來的環境噪音問題，也有很大的助益。特別考量人的感知，包括超越物理學和心理聲學的認知觀點、背景環境和相互影響。

在環境噪音領域，主要重點在於從純然的物理學角度，對聲學狀況進行實際的量測及描述。反之，社區噪音觀點則試圖從煩擾的角度，將聲曝露與人的噪音評估產生聯結，但兩者的基本概念仍然模糊不清，此研究試圖將這兩個名詞做更精確地區別。

聲景觀之瞭解與定義(即人們在環境中感知、體驗和理解的聲環境)已經廣泛建立。聲環境被理解為現場所有聲源經物理環境改變後的聲音。這些定義將被納入第一項有關聲景觀的國際標準。聲景觀產生自聲源(如道路交通、鳥鳴、人聲、腳步聲…等)及其時空分佈。需要考量之背景包括人與活動及地點之時空相互關係。此一定義明顯超出單純的聲學刺激範圍。此外，聲景觀概念分別對待聲景觀之反應及結果。人們對聲環境及背景的反应包括可能改變聲環境背景的短期反應、情緒及行為，而聲環境結果則是聲過程所產生之長期整體後果，包括態度(信念、判斷和習慣)。可能影響聲環境反應的因素包括情緒狀態、因應狀況之心理及生理資源、控制個人噪音曝露之感知能力、時間及照明狀況、個人活動和他人的活動。

心理聲學提供有關特定「單向」感知(響度、尖銳度、粗糙度或波動強度)之聲刺激與聽覺感知之間關係的知識。聲品質必須被理解為一種有關感知愉悅性(聲特徵)及聲適宜性(產物)之多元現象。

社區噪音(亦稱為環境噪音、住宅噪音或居家噪音)之定義為工業廠區以外之所有聲源所產生之噪音。社區噪音的主要來源包括公路、鐵路及空中交通、產業、施工、公共工程、和鄰里街坊(包括室內噪音源，如通風系統、辦公設備、家電用品和鄰居)。

環境噪音之一般意涵為交通及產業活動所產生之無益或惱人的戶外噪音，環境噪音可被理解為對聲景觀之負面影響的一部分。改善聲景觀之聲品質方法包括消滅環境噪音、刻意增加愉悅聲、創造適當的背景環境、和調適聲景觀。心理聲

學詳細考量人類聽覺之信號分析，為聲品質帶來更全面的瞭解。

本文提及飛機噪音與結果煩擾度，探討可感知噪音事件之煩擾度，這項實驗著重於人類認知刺激整合，探索單一事件對超越聲壓位準指標之整體判斷的意義。可感知單飛事件(飛越上空)的頻繁度會增加噪音煩擾度。關於聲學特性與人類反應之間關係的心理聲學知識，可能有助於精準描述噪音曝露之心理聲學特性。然而，即使最精確的(心理)物理描述，仍無法完全預測人類對環境噪音反應之多樣性。可靠預測「真實」的環境刺激反應，需要有關背景環境、期待、行動、甚至陸景觀方面的知識。單單對噪音做物理描述，不足以掌握有關噪音感知之所有現象。

## 二、 德國 Christian Fabris<sup>13</sup>「德國噪音政策(German Noise Policy)」

本文主要說明德國的噪音防制原則及主要噪音政策工具，亦介紹德國獎勵優良安靜產品系列的「藍色天使」(Blue Angel)環保標章，文中介紹一個將這些工具落實於歐盟及德國聯邦州相關立法的簡單模式。德國有關噪音的法規包括多項法律、條例及其他有關各種噪音源的規定。噪音排放一般是由歐盟立法管轄，譬如所謂的「戶外噪音指令」(Outdoor Directive)和「耗能產品指令」(Energy-using-Products Directive)。其他法令對噪音源所產生之噪音曝露也有限制規定。另一個實例是將歐盟的「環境噪音指令」(Environmental Noise Directive)落實於德國噪音政策的執行方案。這些方案包含考量公眾關切擬訂適當噪音消減計畫的原則。德國最惱人的噪音源即交通噪音，因此，交通路線規劃均由個別噪音源之相關法律及條例予以規範。大多數固定噪音源之噪音曝露，均由一項國家級法令予以規範，即「噪音消滅技術指引」。此外，德國還制定多項與噪音標準有關的政府經濟發展計畫。

在法律架構方面，德國保護民眾免於環境曝露的法令一般都遵循「污染者付費原則」，德國主要的噪音污染者為交通、產業、鄰居和動力機具，德國立法基礎為在技術上可行之噪音消滅措施，至於採取何種措施，則相當程度取決於噪音消滅的程度或應消滅程度。歐盟立法通常透過一系列歐盟指令，為歐盟會員國提供一套法律框架。歐盟規範(European Regulation)則不需要國家實施，其本身便具有

---

<sup>13</sup> christian.fabris@uba.de

法律約束力。國家立法制定有關噪音排放(根據歐盟指令)、噪音曝露、土地利用規劃或經濟誘因的規定，也可能為限制使用時段規定提供一個管制框架。地方立法遵循國家法律制定，經常規範一般民眾的行為，並制定有關個人製造噪音的限制，尤其動力機具之操作時間，也由地方立法規定。由於噪音消滅通常屬於地方層級的工作，因此，地方政府有義務因地制宜執行聯邦法律，並決定是否有必要實施進一步措施。

環境噪音指令規範的是環境噪音的評估和管理。該指令的整體概念是，以嶄新的觀點，提出一種噪音政策新方法，新方法的特色就是考量民眾關切的事項，和創造所有公民積極參與指令過程的可能性。第一個步驟是評估噪音曝露的狀況，針對每個擁有主要交通路線(公路、鐵路、機場)的地區和大都會區，必須繪製策略噪音地圖，一旦發現任何地區的噪音曝露值超標，便必須啟動噪音行動計畫，即第二步驟。德國自從 2007 年開始執行第一回合噪音地圖製圖期以來，已執行過許多民眾參與率很高的地方噪音消滅計畫，第二回合製圖期於 2012 年結束。

在噪音源頭執行技術性噪音消滅，是最高指導原則。基於國際標準和德國所參與簽署之全球噪音政策，德國必須遵從某些指導性噪音排放管制規範。這些指導性規範經常僅提出技術可行性措施之最低要求。因此，德國的自創規範非常少。下表顯示德國現行的主要噪音排放管制規範。

**德國噪音排放管制規範一覽表**

噪音類型	噪音源	效力	規範(行動)
空中交通	飛機	國際	ICAO, Annex 16, Vol. I (限制) [2]
道路交通	車輛	歐盟	1970/157/EEC (限制) [3]
	摩托車	歐盟	1997/24/EC (限制) [4]
	車輪	歐盟	規範(EC) No 661/2009 (限制) [5] 規範(EC) No 1222/2009 (標示) [6]
鐵路交通	火車	歐盟	CR TSI 噪音(對傳統鐵軌的限制) [7] HS TSI 鐵道車輛(對高速火車的限制) [8]
產業/運動/休閒	設施	德國	BImSchG (最新噪音消滅技術) [9]
產品	機動機具	歐盟	指令2000/14/EC (標示及限制) [10]
		德國	32. BImSchV (標示、限制、操作時間) [11]
	能源相關產品	歐盟	指令2009/125/EC (限制) [12] 指令2010/30/EC (標示) [13]

雖然就技術層面而言，在噪音傳播過程和受音者實施消滅噪音措施的優先順

序較低，但在德國法律中，這些措施的實施效果反而比較好。歐盟的一般原則是，發揮歐洲單一市場的機能，基於這個原則，歐盟會員國通常不得藉由實施更嚴格的噪音排放限制，而抵觸單一市場機能，就會員國的觀點而言，噪音曝露管制是國家噪音政策的適當補正。

空中交通方面，依據「空中交通噪音防制法」(Air Traffic Noise Act)[14]規定，機場附近必須劃定噪音防護區，該噪音防護區又應細分為三個防護區，分別為日間第 1 防護區、日間第 2 防護區和夜間防護區。夜間噪音防護區之劃定，係根據夜間長期平均噪音量和超過門檻標準次數，個別防護區和不同情境，分別採行不同的限制值，現有機場與新建或大幅翻新機場之間，和民用與軍用機場之間，所採行之限制值亦有區別。

空中交通噪音曝露限制(dB)

機場類別		日間第1防護區		日間第2防護區		夜間防護區	
		$L_{pAeq,day}$	$L_{pAeq,day}$	$L_{pAeq,day}$	$L_{pAeq,night}$	$n \times L_{pAmax}$	
既有	民用機場	65	60		55	$6 \times 72$	
	軍用機場	68	63				
新建或大幅翻修	民用機場	60	55		50	$6 \times 68$	
	軍用機場	63	58				

噪音防護區內之禁建規定如下：

- 1.任何噪音防護區內均不得興建醫院、安養院及療養院。
- 2.任何日間噪音防護區內均不得設立學校及幼稚園。
- 3.日間第 1 噪音防護區和夜間噪音防護區內，不得新建住宅。

針對日間第 1 防護區內的既有住宅，訂有補償規定，機場營運者支付一定數額之隔音措施(主要為高效隔音窗和住宅通風設備)。

在道路交通管制方面，根據「交通噪音防護條例」(Traffic Noise Protection Ordinance)，在新建道路或大幅整修道路時，必須符合道路附近特定噪音曝露量的要求。如果噪音量超出標準，便應實施道路噪音消減措施，「交通路線噪音防護措施條例」(Traffic Routes Noise Protection Measures Ordinance)規定，如果這些措施窒礙難行、效果有限或成本高得離譜，便必須在住宅上採取隔音措施。雖然相關條例並未針對既有道路之噪音曝露做出規定，但聯邦交通部(FMT)已擬定一項在既

有聯邦公路附近劃定重新開發區的計畫，到 2010 年為止，這項計畫之噪音成本已超過 9 億歐元，目前的噪音防制預算約為每年 5,000 萬歐元。

鐵路交通方面，適用於新建或大幅翻修鐵道的噪音防制規定，與道路交通相同。鐵路噪音被認定為沒有公路噪音惱人，因此，(身體評估的)噪音位準值，通常要減掉 5dB。(但基於政治決策，今年起這項扣減值將被廢除。)聯邦交通部每年提供約 1 億歐元，用於噪音防制措施。

**公路及鐵路交通之噪音暴露限制 (日/夜dB)**

區域	防制	防制(公路)	防制(鐵路)
醫院、學校、安養院	57/47	67/57	70/60
住宅區	59/49		
村莊及市中心混合區	64/54	69/59	72/62
商業區	69/59	72/62	75/65

在規劃階段，即應確立不同(土地利用)區域之間的關係，確定這些關係時，應維持相當敏感度，因為土地利用區域和可容許的噪音暴露，通常是有連帶關係的。因此，在規劃階段，即應預期未來之噪音暴露。譬如，噪音區域(產業)與噪音敏感區域(醫院、住宅)之間，應保持充分的距離。DIN 18005 幾乎對所有規劃主管機關，都具有法律約束力。這套標準針對指定土地利用區域，提出以下參考值：

**指定土地利用區內交通(tr)、產業(in)、商業(bu)及休閒(le)之規劃噪音參考值(dB)**

土地利用	日間	夜間	
	tr, in, bu, le	tr	in, bu, le
純住宅、林間小屋、夏季住宅	50	40	35
露營地、一般住宅區	55	45	40
墓地、園地、公園		55	
特別住宅區、村莊、混合區	60	50	45
市中心及商業區	65	55	50
特別區	45-65	35-65	

三、 韓國 Youngmin Park<sup>14</sup>, Kyoungmin Kim<sup>15</sup>, and Kwangkyu Kang<sup>16</sup>「韓國公寓噪音現況研究及環境影響評估建議方案(Current state of apartment noise and environmental impact assessment scheme to resolve the noise in Korea)」

本文主要說明依據 2010 年韓國住宅普查的結果顯示，在韓國居住在集合式住宅(如公寓)的居民比例約為 71%，此一比例比其他國家高得多，公寓噪音已成為一個主要社會問題，因為近年來發生多件涉及公寓噪音的命案，引發全國重視此一問題的嚴重性。樓板缺陷被認為是爭端日益增多的首要原因，一旦因為公寓噪音而引發爭端，目前在韓國並沒有一套處理標準，可供遭受噪音煩擾的居民依循。雖然因為居民疏忽和結構缺陷而引發涉及公寓噪音的投訴越來越多，但韓國目前並無立法可管制公寓噪音。在韓國，公寓噪音已成為重大問題，因為近年來發生多件因公寓噪音而導致的命案，韓國公寓噪音的致因一半以上的責任歸於建商，因為樓板及隔牆狀況不佳，政府有針對樓板撞擊聲制定標準，根據這項標準，輕量撞擊噪音可確保低於 58dB，重量撞擊噪音可確保低於 50dB。然而，建築結構即使達到這些規定，亦無法有效降低公寓噪音，反而會增加相關的抱怨。

韓國政府計畫從 2014 年起推行新的公寓結構標準，規定樓板無論‘厚度’和‘表現’均須達到結構標準，政府並決定引進柱型結構施工方法(透過樓板和樑柱傳遞力量)，以達到絕佳的公寓隔音效果。政府已責成韓國土地及住宅開發公司(KLHC)從明年起引進這項工法，並透過各項獎勵辦法(如容積率和稅務優惠)，積極推動柱型結構工法。事實上，韓國公寓噪音抱怨的主要致因來自居民缺乏社區意識，根據環境部最近的一項調查，73%的噪音抱怨來自鄰居家裡小孩奔跑或走路很大聲，其次依序是洗衣機或清潔機產生的噪音、拖動傢俱、或彈奏樂器。

根據調查，韓國公寓噪音中心成立以後，2012 年公寓噪音訴願案件達 7021 件，較 2011 年多出 20 倍以上。目前，公寓噪音中心僅受理都會區居民的訴願，這項服務未來將擴大到全國。近年來，韓國政府提高了公寓噪音的損害認定標準，最近並公佈了最大噪音量標準。因此，在日間即使發生一次 55dB(A)的噪音，即被認定已造成損害。最大日間噪音標準，相當於拋下 1.5 公升塑膠桶所產生的噪音。

---

14 ympark@kei.re.kr

15 kmkim@kei.re.kr

16 kwkang@kei.re.kr

### 韓國公寓噪音損害認定標準

時段	標準		量測時間		損害認定(最大噪音)
	之前	以後	之前	以後	
日間	55dB(A)	40dB(A)	5分鐘	1分鐘	55 dB(A)
夜間	45dB(A)	35dB(A)			50 dB(A)

日間時段：06:00~22:00；夜間時段：22:00~06:00

先進國家集合式住宅的噪音標準比韓國嚴格。本文針對韓國、世衛組織(WHO)和澳洲的室內噪音標準進行了比較。

### 室內噪音標準比較(dB(A))

時段	WHO		時間	澳洲		韓國		時間
	噪音量			噪 音 量	時間 <sup>1)</sup>	噪音量		
	L <sub>Aeq</sub> , 5分鐘	L <sub>Amax</sub>				L <sub>Aeq</sub> , 1分鐘	L <sub>Amax</sub>	
日間	35	-	46Hr	40	07:00~22:00	40	55	06:00~22:00
夜間	30	45	8Hr	30	22:00~07:00	35	50	22:00~06:00

1) 週末假日開始時間為8:00，較平日的7:00延後1小時

世衛組織(WHO)：世界衛生組織(WHO)於1999年建議一套環境噪音準則，表中呈現的是噪音量和最大噪音量。

### 特定環境中社區噪音基準值

特定環境	重要健康影響	L <sub>Aeq</sub> [(dB(A))]	時間基數 [小時]	L <sub>Amax fast</sub> [dB]
住宅室內	言語清晰度&中度煩擾 日間及夜間	35	16	-
臥室內	言語清晰度 夜間	30	8	45

由上表看來，WHO的噪音管制標準相當嚴格，所建議之日間住宅室內噪音計不得高於35dB(A)，夜間臥室噪音不得高於30dB(A)(連續5分鐘測量)。

樓板撞擊聲標準相較於韓國的規定，外國的樓板撞擊聲標準比較嚴格。只有日本和韓國訂有重量-樓板撞擊聲標準，這是因為亞洲人民的靜態生活方式。但在日本這項標準也不是強制的，而只是建議性質。

樓板撞擊聲標準比較表

國家	標準	強制/建議	輕量 -樓板撞擊聲	重量 -樓板撞擊聲
韓國	住宅施工標準相關規定	強制	58 dB以下	58 dB以下
德國	DIN 4109	建議	低於53 dB(A)	-
日本	住宅品質確保促進法 (第IV級)	建議	低於50 dB(L)	低於55 dB(L)
美國	住宅及城市發展法 (第III級)	建議	客廳和臥室 48~55	-

在歐洲，並無區分重量或輕量-樓板撞擊聲，因為歐洲人在屋內通常都穿著鞋子。歐洲國家的標準不是低於韓國，就是與韓國差不多(譬如奧地利 43~50dB，德國、挪威和芬蘭為 53dB)。在德國，為了預防公寓噪音爭端，政府訂有非常嚴厲的罰則，一旦發現製造噪音干擾鄰居或公眾情事，罰款可能高達 10,000 德國馬克(約 600 萬韓圓)。在英國，政府訂有明確的社區生活噪音規定，管理單位一旦受理噪音損害訴願，將先對製造噪音者提出警告，如果持續再犯，將罰款 1,000 英鎊(約 170 萬韓圓)。

#### 四、 澳洲 Marion Burgess<sup>17</sup>「社區噪音管理與防制：成果與挑戰(Community noise management and control: successes and challenges)」

本文主要說明澳洲近幾十年來，社會對於處理社區噪音之重要性的認知，已有長足的進步。一般關注的焦點在於與交通及產業有關的主要噪音源，因為這類型噪音影響的人數較多。為管理噪音而訂定之噪音量限制及噪音防制政策與方法準則，為進一步防制社區噪音提供了基礎。由於隨著都市及城鎮人口密度的增加，受噪音影響的人數越來越多，社區噪音已成為不容忽視的問題，國際和國家機構已經認知到，消滅及管理環境噪音以降低其負面影響的重要性。歐盟 2002/49/EC 指令第一段開宗明義便說道：達到高度的健康及環境防護，是社區政策的一環，其所追求的目標之一即是噪音防護，在未來噪音政策綠皮書中，歐盟委員會將環境噪音視為歐洲主要環境問題之一。針對噪音影響評估，當這些噪音沒有充分防

<sup>17</sup> m.burgess@adfa.edu.au

護時，世界衛生組織(WHO)有關疾病之環境噪音因素的研究結果指出：…。西歐國家因環境噪音而損失之失能調整壽命年(DALYs)的估計值為缺血性心臟病 61,000 年、兒童認知障礙 45,000 年、煩擾 654,000 年。如果將這些因素全部納入考慮，環境噪音帶來的負擔可能高達 100~160 萬 DALYs，這意味著，在西歐國家中(包括歐盟會員國)，每年與交通有關的噪音至少造成 100 萬健康壽命年的損失。事實上，WHO 近年已開始從事制定噪音曝露目標準則的工作，已制定的標準包括 1999 年的社區噪音準則(Community Noise Guidelines)，和 2009 年的歐洲夜間噪音準則(Night Noise Guidelines For Europe)。

國際噪音防制工程學會(I-INCE)已與 CAETS 簽署一項協議備忘錄。NCTC 安排參與有關環境問題的國際會議，也舉辦有關噪音的研討會，譬如繼第 42 屆國際噪音年會(Internoise 2013)之後，NCTC 將舉辦「透過降低噪音曝露，減輕城市交通噪音對健康的嚴重影響」(Lessening the Severe Health Effects of Traffic Noise in Cities by Reducing Emissions)論壇。雖然國際機構已發現問題，並提出降低噪音影響程度的建議準則，但唯有各個國家或地區採行遵從噪音限制標準的政策，環境方可獲得整體改善。國際噪音生物效應委員會(ICBEN)第 9 小組針對噪音政策進展之研究發現摘要(Finegold et al)[8]，做出以下報告：一如以往，歐盟的噪音政策進展最多，但世界其他地區也已展現改善噪音問題的投入，尤其是在亞洲和北美洲。開發中國家對環境噪音問題的重視不但非常有限，更值得憂慮的是，其他國家所採行的噪音政策，在這些國家中多半均不適用，環境噪音是個嚴重問題，對社區居民造成很大的影響，因此必須採取行動來降低噪音的影響。雖然大多數西方國家已經明確定義了噪音政策，試圖降低過度的噪音曝露，但在開發中國家，在如何讓這些國家認知噪音問題的重要性，及鼓勵他們採行適當的噪音防制政策，以維護社區居民的健康及福祉。

五、 歐盟委員會 Marco Paviotti<sup>18</sup>, Michael Dodds<sup>19</sup>, Stylianos Kephelopoulos<sup>20</sup>, Piotr Rapacz<sup>21</sup>, and Koen de Vos<sup>22</sup> 「第二回合噪音繪圖及行動計畫後之歐盟噪音政策(The EU noise policy after the second round of noise maps and action plans)」

本文主要說明歐盟的環境噪音影響，歐盟環境噪音問題也對經濟造成重大衝擊，歐盟監管架構提出不同的方案，試圖處理環境噪音問題，並降低其健康影響風險，做法包括訂定有關噪音地圖、行動計畫和噪音源排放限制的責任。但監管機構延宕執行和歐盟缺乏企圖心，導致在歐盟制定一套有效的噪音消滅政策始終無法完成，歐盟委員會(EC)的服務包含多項行動，該委員會並建議一系列以改善當前狀況為目的的法案。

#### 歐盟的環境噪音問題

世界衛生組織和歐盟聯合研究中心(WHO-JRC)[1]最近針對歐洲有關環境噪音的疾病負擔進行了估計，結果發現西歐城市地區每年喪失 160 萬健康壽命年。根據一項在六個國家執行[2]，並於 2010 年 WHO 部長級會議中發表的「歐洲環境疾病負擔(EBD)」研究計畫的初步結果，在依公眾健康影響程度評估的眾多環境壓力源中，交通噪音排名第二。此外，報告所呈現的趨勢是，在歐洲，噪音曝露日益嚴重，而其他壓力源(如二手煙、戴奧辛和苯暴露)則逐漸減緩。有關第一回合歐洲策略性噪音繪圖的評估顯示，歐盟都會區內約有 4,800 萬人在夜間曝露於 50dB 以上的道路噪音中。流行病學證據顯示，長期曝露於高環境噪音的人，罹患心血管疾病(如心肌梗塞)的風險增加，這項發現也獲得每年歐盟 27 國(EU-27)有 10-20,000 人因環境噪音而早逝的估計數據支持。因此，噪音污染不但有損人們健康，也因醫療支出增加和工作生產力降低而影響人們的福祉。根據最近的一項估計，歐盟每年因為這些損失而造成的社會成本為 400 億歐元(約佔 EU GDP 0.4%)。此外，從社會經濟學觀點看來，大約有 15,000 個工作基本上在提供噪音污染消滅服務，其估計年營收約為 200 億歐元(約佔 EU-27 GDP 0.2%)。此外，環境噪音也是房價的一個經濟參數，在中歐，此一經濟參數估計為每房產每 dB 25 歐元。

---

<sup>18</sup> marco.paviotti@ec.europa.eu

<sup>19</sup> michael.dodds@ec.europa.eu

<sup>20</sup> stylianos.kephelopoulos@jrc.ec.europa.eu

<sup>21</sup> piotr.rapacz@ec.europa.eu

<sup>22</sup> koen.de-vos@ec.europa.eu

儘管如前所述，環境噪音問題已經非常嚴重，但就重大問題而言(公路、鐵路及航空噪音)，歐盟環境噪音問題的認知仍然非常扭曲，許多注意力都被放在街坊、酒吧&夜店、喇叭和工廠噪音方面，在其他廣受討論的環境壓力源方面(如空氣品質)，也有同樣的情形，往往其影響已經增加好幾倍，但量級卻原封不動。這種錯誤認知的造成原因可能是一方面民眾缺乏適當的資訊，另一方面，由於所採用的方法及科學證據不足，曝露量及其趨勢的估計仍然非常粗糙。同時，歐盟各會員國的評估都很片段，相關資訊常令人困惑。

如果要改善對問題的認知，對於歐盟公民的環境噪音曝露量，必須要有可靠的估計。歐洲議會和歐盟委員會的「環境噪音之評估及管理指令」(2002/49/EC)(END)要求，歐盟會員國(MS)從2007年6月30日開始，必須根據第7(1)條，以五年為期，為所有主要道路、鐵路、機場和都會區繪製策略性噪音地圖。

歐盟會員國主管機關(CA)將可運用策略性噪音地圖，來決定行動計畫的優先順序，歐盟委員會則可利用策略性噪音地圖，來評估曝露於噪音的人數，這些資訊也可讓一般民眾明白，他們曝露於噪音的程度，以及當前已採取哪些行動來降低他們的噪音曝露，使其低於可能危害民眾健康的程度。END的目的之一是在全歐盟建立一套共同的環境噪音曝露評估方法。基於這個目的，指令中定義了一系列共同噪音指標。歐盟會員國則根據END第7條繪製策略性噪音地圖，由於缺乏適當的評估，過去始終無法制定END所要求的環境噪音評估共同方法。歐盟的政策目標仍然付之闕如，END並無訂定野心勃勃的噪音消滅作為(如在源頭消滅噪音)，進而帶動其他立法。相反地，END的規定僅容許利用既有技術，譬如，源頭的噪音限值是根據噪音源排放之實際噪音量來訂定的，而此一結果往往是業界的建議。為了改善噪音曝露之估計，END第6.2條授權歐盟委員會制定決定噪音指標 $L_{den}$ 及 $L_{night}$ 的共同評估方法。到目前為止，歐盟委員會評估了在第一回合策略性噪音繪圖期間(2006年；2007年)不同國家的方法所產生結果之可比較性，並做出結論認為，國家轉置方法中所採用的評估方法差異非常大，評估結果顯示，在歐盟會員國之間，要提出一致且可比較的曝露過高噪音人口數據，仍然非常困難。困難的原因在於：1.歐洲所要求的策略性噪音繪圖不完全、2.歐盟層級所報告之數據品質及格式不一、3.所採用之評估方法不同、4.有關需繪圖道路之選擇和建築物內人口之分佈的策略不同、5.用於健康影響評估之劑量-反應曲線無法取得或過時。

降低機動車輛之噪音排放方面，目前機動車輛之噪音限制係由歐盟

70/157/EEC 指令和聯合國歐盟經濟委員會第 51 號規範(UNECE Regulation no. 51) 處理，歐盟 70/157/EEC 指令規定了機動車輛噪音限值及詳細的量測要求，這項指令經過多次修正，主要是為因應歐洲車種組合的改變，這些修正之目的是為了讓型式-核准噪音限值更加可信賴，就這點而言，修正的主要重點在於，根據最新現況降低可容許噪音限值，譬如 1995 年的修正。然而，1995 年的噪音限值降低，並未發揮預期的作用，且後繼的研究也證明，指令中所描述的量測程序，已無法反映現實生活的駕駛行為。有鑑於前述現行測試方法所產生的問題，UNECE 噪音工作小組於 2007 年頒佈了新的測試方法。為了監控新測試方法的適用情形，新方法與現行測試方法平行適用，兩種方法之結果均被呈報歐盟委員會(EC)，做為評估新方法之適宜性的依據，新測試方法包含加速測試及定速測試，其目的在於讓測試更能代表今天城市中的一般駕駛狀況，UNECE 第 51 號規範明定適用兩種型式-核准測試方法-現行測試方法和建議之新測試方法。兩年的兩法並行期過後，將進行檢討評估，以確定新方法之潛在適用性，並量化採用新方法對現行可容許噪音限值的影響。歐盟委員會於 2011 年 12 月提出的一項道路車輛噪音規範建議案，便將新噪音限值納入其中，這些新規定僅適用於新車輛，歐洲的既有車輛將不受影響，這項建議案以兩階段方法對輕型及中型車輛適用新限值，兩階段分別為降低 1-2dB(A) 噪音量。至於重型車輛，第一階段的噪音限值为降低 1dB(A)，第二階段則為降低 2dB(A)。根據歐盟委員會和歐洲議會最新的政治協商結果，新規範將提高原建議噪音限值約 2dB，並將實施時間延後數年。如此一來，30 年內整體利益將不會超過 2dB，因此，環境噪音曝露情形，將大體上維持原樣。由於市場正逐漸轉向發展環境友善及替代動力車輛(如汽電共生、生質燃料、氫動及電動車輛)，前述規範符合歐盟委員會現在產業政策「21 世紀歐洲汽車業競爭力提升方案」(CARS 21)中的建議。CARS 21 於 2005 年推出，其目的在於提供短、中、長期公共政策之建議，並建立歐洲汽車業監管框架(兩階段新噪音限制+前置時間)。

歐洲機場作業限制方面，歐盟委員會頒佈引進社區機場噪音相關作業限制的 2002/30/EC 指令。這項指令採行國際噪音管理原則，包括國際民航組織(ICAO)的「平衡法」(balanced approach)概念。此一飛機噪音管理概念包含四個主要元素，並要求謹慎評估所有不同的消滅噪音選項，包括在源頭消滅飛機噪音、土地利用規劃及管理措施、噪音消滅操作程序、和作業限制，不偏向任何法律義務、既有協議、現行法律及既定政策(2002/30/EC 指令)。這項指令並允許主管機關對「勉強

達標飛機」(marginally compliant aircraft)施以限制，譬如僅符合噪音標準 5dB 以內的飛機。雖然這項指令確實發揮了若干正面效果，但其影響卻是非常有限的，該指令引進與平衡方法相當一致的標準，並確實要求在考慮作業限制時，應將所有利害均納入考量。歐盟委員會於 2008 年公佈的一份報告顯示，2002/30/EC 指令並未對相關機場之噪音管理發揮直接影響。因此，歐盟委員會於 2011 年 12 月提出一項引進機場噪音相關作業限制的建議案，以取代 2002/30/EC 指令。這項建議案之目的在於修改現行歐洲機場周邊噪音策略。措施消滅航空噪音：1.在源頭消滅噪音(如較安靜的飛機)、2.機場周邊地區實施較佳的土地利用管理、3.採行作業噪音消滅程序(如採用特定跑道、路線或程序)、4.實施噪音相關作業限制(如夜間禁飛或逐步淘汰噪音較大的飛機)。選擇最符合成本效益的措施，推行噪音相關作業限制要滿足以下前提：主管機關立場穩固；根據研究和諮詢結果，判定確實存在噪音問題；確定作業限制是符合成本效益的解決方案。此外，建議案還提出更嚴格的「勉強達標飛機」的定義，其目的在於加速逐步淘汰產生不成比例噪音影響之噪音最大的機隊。雖然此一更嚴格定義可望為機場噪音減降帶來不同的景象，但歐盟理事會(European Council)和歐洲議會(Parliament)希望延後實施歐盟委員會所建議之較嚴格定義。事實上，這是目前兩個較爭議的議題之一。另一個爭議性議題是審查權，歐盟會員國正在依照協同一致的評估程序設定目標，各會員國將對其所採行之飛機噪音消滅措施負最終責任。另一方面，歐盟委員會對評估程序擁有審查權，其目的在於檢查評估程序之執行品質，以確保評估程序之正確遵循及適用。

在處理飛機噪音方面，歐盟委員會的其他活動包括兩項主要的聯合計畫 – Clean Sky 和 SESAR。這兩項計畫的重點均為目的性研發，希望透過採用噪音較小的飛機及執行噪音消滅作業措施，達到消滅機場噪音的目的。「清淨天空」(Clean Sky)是歐盟委員會與航空業共同執行的一項公民營合作計畫，其目的在於促進有關航空環境影響之重大步驟變革。七年期間將編列 16 億歐元預算的 Clean Sky 計畫，可望加速技術突破性發展，並縮短在全尺寸驗證機上測試過之更清淨新方案的上市時間，進而為消滅航空之環境足跡做出重大貢獻(如排放及噪音消滅和綠色生命週期)。Clean Sky 計畫也支援 ACERE(歐洲航空研究諮詢委員會)所設定的目標–即 2020 年之前消滅每航班之感知噪音量 50%。

歐洲鐵路噪音政策方面，在鐵路互通性指令(2008/57/EC 指令)的基礎上，歐盟

委員會採行歐洲層次的火車噪音標準：規範傳統火車噪音的“委員會技術規格互通性決議-噪音(TSI Noise)，和規範高速火車及其噪音的“委員會技術規格互通性決定-高速列車”。目前歐洲鐵路局(ERA)正在依其授權進行 TSI Noise 的修正程序，ERA 將於 2013 年底以前向 EC 提出修改 TSI Noise 的建議。歐盟委員會無法預知 ERA 工作小組的研究結果，但降低噪音限值(新車輛)和併入高速列車噪音要求已被列入歐盟委員會的議程中。值得注意的是，對既有鐵道車輛適用噪音限值未在規劃中，主要是因為受限於法律基礎：互通性指令並未授權將互通性措施(如 TSIs)應用於鐵道車輛，因此在相關 TSI 正式生效前，尚無法對既有鐵道車輛適用噪音限值。歐盟委員會鼓勵會員國針對火車噪音量徵收噪音差別化軌道通行費(NDTAC)。建立單一歐洲鐵路區的指令(2012/34/EU 指令)，提供徵收此一費用的可能性。迅速降低火車噪音的主要工具是，將貨車廂的“吵雜”鑄鐵煞車塊，用合成或有機煞車塊來取代，讓火車行駛起來比較安靜。因此，歐盟委員會在建議案中納入建立“連接歐洲設施”的條文(COM(2011)665/3)，讓歐盟可以成立共同基金為既有的貨車廂換裝噪音較小的煞車塊，以便降低貨車廂發出的噪音。歐盟委員會建議的支援比例，最高可達合理成本的 20%。

2012 年 11 月，歐洲議會發佈一份檢討環境噪音對健康影響之最新證據報告，概述當前歐盟噪音監管框架，評估其效用，並提出未來改善方法。該報告所提出之綜合噪音策略建議中，包括歐盟扮演更強勢的角色，因為問題是歐盟全面的，必須在歐盟層級加以處理，並採取整體方法(包括在源頭及接收處的措施)。目前，歐盟委員會正在思考改善未來認知問題的方法，譬如確實讓民眾參與噪音消滅過程，獲得充分告知，並瞭解自己所曝露之高度健康風險。最後，還需要制定可能推動從源頭管理的宏偉目標，包括提供必要的經驗資源(將取決於歐盟政界對此問題的共同願景)。有鑑於此，歐盟委員會發起一項探討在源頭執行鐵路噪音消滅措施之影響的評估研究。該研究將針對有效執行歐盟鐵路噪音消滅政策之不同方法，進行整體分析。

## 肆、心得與建議事項

### 一、心得

為有效提升整體噪音管制，歐盟係採取類似 Top-down 的模式規劃一系列噪音管制（理）方案，其中歐盟指令要求各成員國應積極執行噪音地圖及之後的行動計畫等成果資訊，並須通過有效途徑對公眾發佈，以便於公眾參與和監督。歐盟指令並規定各歐盟成員國須為超過 25 萬人口的城市和城市的大流量道路、鐵路、機場等重要地區的編製噪音地圖，並且每 5 年進行評估和更新，該法令被視為噪音地圖以立法得以確認的里程碑，歐洲如瑞典、西班牙、英國、荷蘭及法國等國執行都市噪音地圖並結合地理資訊系統(GIS)。其中歐洲共同市場未來噪音政策綠皮書(European Community Green Paper on Future Noise Policy)中提到：環境噪音是歐洲的主要環境問題之一，但是比起其他環境問題，例如空氣及水污染，噪音污染問題卻沒有受到那麼多的重視，另未來噪音政策綠皮書裡還提到：雖然個別來源的噪音有大幅的改善，但整體的環境噪音還是沒有顯著的改善，舉例來說，因為整體交通量的大幅增加，安靜車型的推出所帶來的噪音減少並沒有太大功效，故歐盟採用許多方法來加強管理環境噪音，例如強化城市整體規劃、交通運輸管理和補償等方針。此外，為了擬出一個共同的方法來管理噪音污染，歐盟提出了環境噪音指導方針，這個指導方針在英格蘭被納入環境噪音條例（Environmental Noise Regulations）中，歐盟環境噪音指導方針要求會員國製作的噪音管理地圖描繪出在建築物外能感受到的平均噪音污染程度，噪音管理地圖製作的目的是幫助排出優先處理案件的順序，以及為了使歐洲各地的噪音污染程度能方便拿來做比較，噪音管理地圖能顯示受到高度噪音污染的區域，因此有助於相關單位針對這些區域研擬噪音管理行動計畫。

經過幾年的努力，歐盟各成員國將於未來 3 年內陸續完成噪音地圖的繪製工作，接下來歐盟開始規劃管制標準值，惟各歐盟成員國發現，如果噪音管理地圖一旦由政府公布並制訂管制標準，當超過噪音管制標準值時，需由政府負責編列預算進行相關改善工作，也就是由全民負擔噪音改善經費，其所須花費的經濟成

本極為龐大，依目前各歐盟成員國經濟狀況，將是須克服的大難題。所以歐盟也開始思考是否參考我國現行噪音管制作法，分別針對噪音污染源制訂個別之噪音管制標準，當超過管制標準時，由政府要求噪音污染源自行編列經費進行改善，此種做法在成本效益上來看，相較由政府編列預算來的更為可行，且已有相關國家實際執行案例（包含我國），故歐盟刻針對此一議題進行深入討論。

相對歐盟所採取噪音地圖之 Top-down 噪音管制（理）模式所面臨的改善經濟效益瓶頸問題，我國在噪音管制上所採取的策略則類似 Bottom-up 模式，其主因係為因應我國地狹人稠的特殊性，本署於噪音管制上係採取噪音源頭管制，即分別針對各類噪音源（工廠、娛樂營業場所、營建工程、陸上運輸系統等）制定噪音管制標準，並要求噪音源製造或管理者應負起噪音改善的責任，爰此，在實際改善成本效益上因轉嫁由噪音製造者負擔，故執行上較無窒礙問題。

此外，由於國際間噪音管制的邏輯一直是以物理性的噪音檢（監）測標準為依據，近年來國際間有另一派想法出現，認為噪音管制除了物理性的噪音標準外，應該更進一步將人體的感受度（舒適度）納入評估指標中，才能進一步從「量」的管制進入「質」的管理，故今年度噪音年會中特別針對聲環境品質及人體噪音感受度等議題進行相關討論，透過將人的主觀感受納入噪音管制（理）架構中，以期達到本屆大會主題的目標 Noise Control for Quality of Life。

## 二、建議事項

- （一）此次參與國際噪音年會，於會中發表了我國航空噪音之管制措施成果，提高了我國的能見度及國際參與度，建議未來仍應持續派員參加，以獲取各國新的噪音管制方向及新知。
- （二）本署現行噪音管制上係採取制定各類噪音源噪音管制標準模式，雖然能避免掉歐盟所面臨的改善成本效益瓶頸問題，但對於整體環境品質管理上仍有所欠缺，故本署應持續關注歐盟噪音線圖後續發展，並參考歐盟採取噪音地圖噪音管制（理）模式之優點，納入後續我國環境噪音管理之參考，透過結合現行噪音源管制措施

與噪音地圖管理模式，應可再進一步提升我國環境噪音品質管制成效。

- (三) 針對國際間開始重視人體感受度的噪音管理趨勢，本署可先蒐集彙整研析國外交通噪音煩擾度調查指標及聽覺敏感之研究文獻資料，並進行本土性噪音人體煩惱度現地調查工作，建立我國「噪音暴露量—反應關係曲線」，再依調查結果進行研析評估，並持續追蹤國際後續發展方向，期與國際噪音管制（理）同步。

## Sunday, September 15<sup>th</sup>

### Short Courses

Time	Grenoble	Brüssel	Aalborg	Freiburg I	New Orleans	Freiburg II
08:00 - 12:00	(p. 45) Intensive Course on Noise Control	(p. 47) Modeling Acoustics and Vibrations	(p. 44) Industrial noise calculations with CadnaA (Vendor Course)	(p. 41) Acoustic design of mufflers	(p. 48) Room acoustic modeling with ODEON (Vendor Course)	(p. 49) Tools for Noise Mapping and Action Plans (Vendor Course)
13:00 - 17:00	(p. 45) Innovative microflow-based testing solutions for sound and vibration (Vendor Course)	(p. 40) Acoustic Camera - practical workflow and sound source localization GfAI (Vendor Course)	(p. 42) Calculation of sound inside rooms with CandaR (Vendor Course)			

### Internoise 2013

Time	Hall Tirol	Kristall Foyer & Tirol Foyer	Messeforum Innsbruck
05:00 pm	Opening Session		
06:00 pm	Plenary lecture 1 (p.51) - Marion Burgess: Community noise management and control: success and challenges		
07:00 pm	Welcome reception		
08:00 pm		Chair persons Dinner (by invitation only)	

## Business Meetings Internoise 2013, Hotel Grauer Bär

**Saturday, September 14<sup>th</sup> - I-INCE**

**Sunday, September 15<sup>th</sup> - I-INCE**

08:30-12:00	Congress Selection Committee	Seminarraum 1	07:30-10:00	Pre Future Congress Technical Planners Committee	Seminarraum 1
12:00-13:00	Lunch for I-INCE Board of Directors	Seminarraum 2	09:00-11:30	Technical Study Group # 9	Seminarraum 2
13:00-18:00	I-INCE Board of Directors	Seminarraum 1	09:00-11:30	Technical Study Group # 10	Seminarraum 3
			11:00-12:00	CAETS Noise Control Technology Committee (NCTC) Panel	Seminarraum 1
			13:00-15:45	General Assembly	Seminarraum 3

**Wednesday, September 18<sup>th</sup> - I-INCE**

**Thursday, September 19<sup>th</sup>**  
 Technical Meetings (X-Noise Workshop)

18:00-20:30	I-INCE Board of Directors	Seminarraum 1	08:00-18:00	Aviation Noise Annoyance related research	Seminarraum 1
			08:00-12:00	General Aviation Muffler Design	Seminarraum 2

## Timetable Monday, September 16<sup>th</sup>, Internoise 2013

Time	Tirol	Innsbruck	Brüssel	Freiburg	Strassburg 1	Strassburg 2
08:20						
08:40						
09:00	SS50 (p.127) Community Noise Annoyance	SS11 (p.143) Aircraft Noise Modeling - from the individual Aircraft to the Airport Scenario	SS01 (p.157) Tire/Road Noise - Low Noise Pavements	SS18 (p.174) Building Acoustic Properties, Regulations and Comfort Classes	SS27 (p.191) Long and Short Range Sound Propagation	SS32 (p.204) Noise Mapping and Action Planning
09:20						
09:40						
10:00						
10:20	Keynote 1 (p.52)	Keynote 2 (p.53)				
10:40						
11:00						
11:20		SS11 (p.147) Aircraft Noise Modeling - from the individual Aircraft to the Airport Scenario	SS02 (p.162) Tire/Road Noise - Low Noise Tires	SS18 (p.177) Building Acoustic Properties, Regulations and Comfort Classes	SS27 (p.194) Long and Short Range Sound Propagation	SS32 (p.208) Noise Mapping and Action Planning
11:40	SS50 (p.131) Community Noise Annoyance					
12:00						
12:20						
12:40						
13:00	Lunch break					
13:20						
13:40						
14:00		SS11 (p.149) Aircraft Noise Modeling - from the individual Aircraft to the Airport Scenario	SS02 (p.165) Tire/Road Noise - Low Noise Tires		SS27 (p.197) Long and Short Range Sound Propagation	
14:20	SS50 (p.135) Community Noise Annoyance					
14:40						
15:00						
15:20						
15:40				SS18 (p.181) Building Acoustic Properties, Regulations and Comfort Classes		
16:00		SS12 (p.153) Uncertainty of Aircraft Noise Measurements and Calculations	SS03 (p.169) Modelling and Simulation of Road Vehicle, Tire and Pavement Noise		SS28 (p.199) Sound Propagation in Built-up Areas	
16:20	SS62 (p.138) Response to change through Interventions - Noise Reduction or Acoustic Enhancement					
16:40						
17:00						
17:20						SS32 (p.216) Noise Mapping and Action Planning
17:40						

## Timetable Monday, September 16<sup>th</sup>, Internoise 2013

Time	Grenoble	Igls	Maximilian	New Orleans	Lugger	Aalborg
08:20						
08:40						
09:00	SS16 (p.219) Measurements in Room and Building Acoustics	SS58 (p.233) Psychological Effects, cognitive Effects and mental Health	SS44 (p.251) Vibroacoustics and Vibrations	SS69 (p.266) Soundscape and Human Resources	SS40 (p.283) Signal Processing and Analysis	SS36 (p.299) 3D Sound Reproduction
09:20						
09:40						SS37 (p.302) Numerical Techniques
10:00						
10:20						
10:40						
11:00						
11:20		SS58 (p.237) Psychological Effects, cognitive Effects and mental Health	SS44 (p.255) Vibroacoustics and Vibrations	SS69 (p.269) Soundscape and Human Resources	SS40 (p.287) Signal Processing and Analysis	SS37 (p.303) Numerical Techniques
11:40	SS16 (p.222) Measurements in Room and Building Acoustics					
12:00						
12:20						
12:40		SS59 (p.240)				
13:00	Lunch break					
13:20	Lunch break					
13:40	Lunch break					
14:00						
14:20	SS20 (p.226) Impact Sound	SS59 (p.240) Effects on Sleep - Adults & Children	SS44 (p.258) Vibroacoustics and Vibrations	SS70 (p.274) Soundscape Design and Interventions	SS40 (p.290) Signal Processing and Analysis	SS 37 (p.306) Numerical Techniques
14:40						
15:00						
15:20						
15:40						
16:00		SS60 (p.244) Cardiovascular and other somatic Effects: Adults & Children	SS44 (p.261) Vibroacoustics and Vibrations	SS71 (p.279) Noise-Control Education Delivery and Technology Transfer Methods		SS38 (p.313) Sound Visualization and Aurealization
16:20						
16:40	SS 20 (229) Impact Sound				SS42 (p.296) Measurement of Surface Properties	
17:00						
17:20						
17:40						

## Timetable Tuesday September 17<sup>th</sup>, Internoise 2013

Time	Tirol	Innsbruck	Brüssel	Freiburg	Strassburg 1	Strassburg 2
08:20						
08:40	SS52 (p.362) Environmental Health Impact Assessment of Transportation Noise at different Scales					
09:00		SS13 (p.377) Aircraft Noise Effects	SS03 (p.392) Modelling and Simulation of Road Vehicle, Tire and Pavement Noise	SS26 (p.407) Acoustics of Educational Facilities / Classroom Acoustics	SS29 (p.424) Standardized Noise Prediction Methods	SS30 (p.436) Mitigation Measures and Products
09:20						SS33 (p.439)
09:40						
10:00						
10:20		Keynote 3 (p.54)				
10:40						
11:00						
11:20	SS54 (p.366) Alternative Indicators for Community Noise Effects Assessment	SS13 (p.381) Aircraft Noise Effects	SS04 (p.395) Measurement Methods for Road Vehicle, Tire and Pavement Noise	SS26 (p.410) Acoustics of Educational Facilities / Classroom Acoustics	SS29 (p.427) Standardized Noise Prediction Methods	SS33 (p.439) Noise Monitoring and Measurement
11:40						
12:00						
12:20						
12:40						
13:00	Lunch break					
13:20						
13:40						
14:00						
14:20	SS56 (p.370) Restorative Aspects of Sound Exposure and quiet Areas	SS14 (p.385) Aircraft Noise Management and Mitigation Measures	SS05 (p.399) Road Vehicle Exterior and Interior Noise	SS25 (p.415) Room Acoustics	SS09 (p.430) Railway Airborne Noise	SS33 (p.443) Noise Monitoring and Measurement
14:40						
15:00						
15:20						
15:40						
16:00						
16:20	SS56 (p.373) Restorative aspects of Sound Exposure and quiet Areas	SS14 (p.388) Aircraft Noise Management and Mitigation Measures	SS07 (p.405) Noise from Hybrid and Electric Road Vehicles	SS21 (p.421) Insulation of Air-borne and Structure-borne Sound		SS33 (p.447) Noise Monitoring and Measurement
16:40						
17:00						
17:20						
17:40						
19:30	Banquet Dinner					

## Timetable Tuesday, September 17<sup>th</sup>, Internoise 2013

Time	Grenoble	Igls	Maximilian	New Orleans	Lugger	Aalborg
08:20						
08:40						
09:00	SS23 (p.450) Lightweight Constructions and Systems	SS61 (p.467) Noise in Educational Settings	SS46 (p.485) Materials for Noise and Vibration Control	SS72 (p.501) Fan Noise	SS43 (p.514) Sound Power	SS38 (p.527) Sound Visualization and Aurealization
09:20						
09:40						
10:00						
10:20						
10:40						
11:00						
11:20	SS23 (p.454) Lightweight Constructions and Systems	SS51 (p.471) Combined Exposures	SS46 (p.488) Materials for Noise and Vibration Control	SS73 (p.505) Ducts and Mufflers	SS41 (p.518) Acoustic Metrology	SS39 (p.531) Active Noise and Vibration Control
11:40						
12:00						
12:20						
12:40		SS66 (p.475)				
13:00	Lunch break					
13:20	Lunch break					
13:40	Lunch break					
14:00		SS66 (p.475) Quiet Vehicles		SS73 (p.508) Ducts and Mufflers	SS41 (p.521) Acoustic Metrology	
14:20						
14:40						
15:00	SS23 (p.458) Lightweight Constructions and Systems					
15:20						
15:40						
16:00		SS67 (p.479) Psychoacoustics of environmental and mobile Noise Sources	SS47 (p.493) Machinery Noise	SS73 (p.511) Ducts and Mufflers	SS41 (p.524) Acoustic Metrology	SS39 (p.535) Active Noise and Vibration Control
16:20						
16:40	SS15 (p.464) Building Acoustics / Architectural Acoustics - General					
17:00						
17:20						
17:40						
19:30	Banquet Dinner					

## Timetable Wednesday, September 18<sup>th</sup>, Internoise 2013

Time	Tirol	Innsbruck	Brüssel	Freiburg	Strassburg 1	Strassburg 2
08:20						
08:40	SS55 (p.573) Noise and Health related Quality of Life	SS10 (p.587) Railway induced Vibrations and Vibration induced Airborne Noise	SS07 (p.595) Noise from Hybrid and Electric Road Vehicles	SS25 (p.605) Room Acoustics	SS31 (p.616) Barriers	SS34 (p.627) Industrial Noise, Construction Noise
09:00						
09:20						
09:40						
10:00	SS63 (p.577)					
10:20	Keynote 5 (p.56)	Keynote 6 (p.57)				
10:40						
11:00						
11:20	SS63 (p.577) Health Care Acoustics	SS10 (p.591) Railway induced Vibrations and Vibration induced Airborne Noise	SS08 (599) Road Traffic Noise Characterization	SS17 (p.609) Prediction Methods for Building and Room Acoustics	SS31 (p.620) Barriers	SS34 (p.630) Industrial Noise, Construction Noise
11:40						
12:00						
12:20	SS64 (p.581) Noise Policy and Economic Evaluation of Noise Effects					
12:40						
13:00	Lunch break					
13:20						
13:40						
14:00			SS08 (p.602) Road Traffic Noise Characterization	SS17 (p.612) Prediction Methods for Building and Room Acoustics	SS31 (p.623) Barriers	SS35 (p.633) Noise from Recreation, Entertainment- and Sporting Facilities
14:20	SS64 (p.582) Noise Policy and Economic Evaluation of Noise Effects					
14:40						
15:00						
15:20						
15:40						
16:00	Plenary lecture 2 (p.58) von Estorff Otto, Noise Sources: Facts, Fears, Future					
16:20						
16:40						
17:00	Closing Ceremony					
17:45	Farewell Reception (by invitation of Internoise 2014 - Melbourne)					

## Timetable Wednesday, September 18<sup>th</sup>, Internoise 2013

Time	Grenoble	Igls	Maximilian	New Orleans	Lugger	Aalborg
08:20						
08:40						
09:00	SS23 (p.637) Lightweight Constructions and Systems	SS68 (p.647) Applied Psychoacoustics of Machinery noise	SS48 (p.657) Noise from Renewable Energy Technologies	SS74 (p.666) Aeroacoustics	SS49 (p.677) Underwater Noise	SS76 (p.684) Noise Annoyance and Communication Problems at the Workplace
09:20						
09:40						
10:00						
10:20						
10:40						
11:00	SS22 (p.640) Characterization of Structure-borne Sound Sources	SS68 (p.650) Applied Psychoacoustics of Machinery Noise	SS48 (p.660) Noise from Renewable Energy Technologies	SS74 (p.669) Aeroacoustics	SS49 (p.680) Underwater Noise	SS76 (p.687) Noise Annoyance and Communication Problems at the Workplace  SS75 (p.690) Occupational Noise Exposure and Hearing Protection
11:20						
11:40						
12:00						
12:20						
12:40						
13:00	Lunch break					
13:20	Lunch break					
13:40	Lunch break					
14:00	SS22 (p.643) Characterization of Structure-borne Sound Sources	SS68 (p.654) Applied Psychoacoustics of Machinery Noise	(p.664) FCTP Future Congress Technical Planning Committee	SS74 (p.673) Aeroacoustics		SS75 (p.692) Occupational Noise Exposure and Hearing Protection
14:20						
14:40						
15:00						
15:20						
15:40						
16:00						
16:20						
16:40						
17:00	Closing Ceremony					
17:45	Farewell Reception (by invitation of Internoise 2014 - Melbourne)					

附件二、於 2013 Inter-Noise 國際噪音年會發表之論文--「台灣直昇機航空  
噪音防制區劃定及等噪音線修正方法」( Correction Methods for Aircraft  
Noise Control Zone and Noise Contours Planning at Heliports of the  
Republic of China (Taiwan) )

inter  noise  
2013 | INNSBRUCK | AUSTRIA

15.-18. SEPTEMBER 2013

NOISE CONTROL FOR QUALITY OF LIFE

**Correction Methods for Aircraft Noise Control Zone and Noise  
Contours Planning at Heliports of the Republic of China (Taiwan)**

Jen-Shuo Hsieh<sup>1</sup>, Li-Chung Chou<sup>2</sup>, Yein-Rui Hsieh<sup>3</sup> and Jacob Chia-chun Liu<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Air Quality Protection and Noise Control EPA Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)

*14F, No. 4, Xiushan St, Taipei City 10042, Taiwan (R.O.C.)*

<sup>2</sup>Department of Water Resources and Environmental Engineering, Tamkang University, Taiwan

**ABSTRACT**

The results of noise contours planning and monitoring data at heliports of the Republic of China (Taiwan) are often doubted by the public because of the gap between the measured noise level and the real noise perceived by the public. Is it because that the helicopter flight paths adopted in the current model are different from the real ones? Or there are situations in which more than one helicopters taking off simultaneously or team flying being needed during flight training? Or the records of flight paths made by the control tower are not complete? All these factors may lead to the inaccuracy of follow-up dynamic flight data input by the Aircraft Noise Monitoring Center and influence the results of noise contours planning. In addition, the helicopter has particular flight characteristics, such as hovering flight, longer standby time, slower flying speed, and lower flying altitude. However, the current model cannot achieve the level of real simulation of each flight situation due to such factors as meteorological conditions, flight speed, altitude and thrust when the helicopter is taking off or landing or hovering in the air. These factors tend to make a difference to the real take-off and landing flight paths, as well as standard operating procedures. A minor difference in the air may cause a huge variation as much as several kilometers on the ground. Besides, the low-frequency noise character of the helicopter may cause a difference to noise distribution. Therefore, we hope to establish correction methods for aircraft noise control zone and noise contours planning at heliports of the Republic of China (Taiwan) through on-the-spot measurement of aircraft noise.

In terms of objective measurement, the mean deviation of noise level between A-weighting and C-weighting is 10 dB(A). However, whether or not this value represents a good correction to fit with surrounding residents' actual perception on helicopter noise will need to be supplemented with social investigation. The 50-50 method is usually used to confirm the correction. The definition of noise correction is "the variation between the helicopter noise and reference noise when they cause the same level of annoyance". Since the break-even point of the helicopter noise is 62dB, to reach equivalence of noise annoyance, the reference noise level needs to be corrected with +8dB(A) (subjective investigation: Investigation of people's actual perception of annoyance; 8dB(A) correction). Therefore, the correction is recommended to be 8dB(A) in order to fit with the public opinions and quench public complaints by meeting with the public's psychological perception.

<sup>1</sup> jshsieh@sun.epa.gov.tw

<sup>2</sup> lcchou@epa.gov.tw

<sup>3</sup> yrhsieh@epa.gov.tw

<sup>4</sup> jacob.epa@msa.hinet.net

## 1. Introduction

The aircraft noise evaluation indicator of the Republic of China (Taiwan) is *DNL* (Day Night Equivalent Sound Level) (A-weighting). Apart from basic noise derived from the helicopter, people's perception of helicopter noise is influenced by many other factors. In terms of subjective factors, people's impression on the helicopter (such as fear, hate or interest etc.) may bring subjective favorable or unfavorable response to the helicopter noise. In terms of objective factors, many other factors may cause significant deviation to the prediction effect of noise evaluation indicators. For example, when the helicopter causes obvious shaking to the building, the noise level might not accurately reflect people's actual perception. Therefore, it is advisable to make some correction in order to fit with this kind of "impulsive" helicopter noise.

Due to the difference of noise caused by the helicopter and fixed-wing aircraft, it is advisable to evaluate the annoyance of helicopter noise by taking into account of such factors as different weightings, noise correction, and people's response to the helicopter noise in order to make it fit with people's actual perception of the helicopter noise. Over the past 30 years, scientists have conducted a great deal of studies on helicopter noise evaluation methods, among which those conducted by the National Aeronautics and Space Administration (NASA) are the largest in scale. Many scientists and government administrators believe that due to the properties of low frequency and impulsiveness of the helicopter noise, it is advisable to adopt a different evaluation method for helicopter noise from that used for fixed-wing aircraft noise. Most studies have focused on the following three aspects: (1) What evaluation indicator should be adopted, DNL, SEL, or EPNL? (2) What weighting method should be used, A-weighting or C-weighting? (3) Is it necessary to make correction to the fixed-wing aircraft noise in order to evaluate the helicopter noise? If so, how much correction should be made?

In terms of evaluation indicators, when helicopter noise events are fewer, DNL can be assuredly used to evaluate the impact of helicopter noise on the environment. SEL and DNL are pretty good evaluation indicators for evaluating the "annoyance" caused by the helicopter noise. In terms of weighting, A-weighted DNL, serving as an evaluation indicator for the helicopter noise, does not fit with people's subjective perception. Therefore, when using A-weighted noise evaluation indicator (ASEL) to evaluate the helicopter noise, it is advisable to make a correction by adding 8~10dB depending on different situations and aircraft models. The need for blade-slap "penalty" was based primarily on early laboratory studies. Leverton (1972) conducted one of the first studies comparing the A-weighted sound level from helicopter operations with and without blade-slap. The study, conducted in a simulated living room, found that the presence of blade-slap increased the subjects' annoyance to helicopter noise by the equivalent of 4-8 dB [1]. Other researchers also found that there was a need for a blade-slap correction. Norwegian government proposed a 5dB "penalty" on the fixed-wing aircraft noise evaluation indicator for helicopter noise evaluation. Schomer made an 8~10dB correction to A-weighted noise evaluation indicator (SEL) to evaluate the helicopter noise [2], which is different from the DNL evaluation indicator used in Taiwan. Galloway proposed 1.5dB and 3dB corrections for taking off and landing of a helicopter respectively [3]. As presented in 1970 US MOD Guidelines, "Unless there are methods that will more accurately reflect the real situation, for helicopter operations with blade-slap, the readings observed on the sound meter need to add a 7dB correction." In a similarly constructed experiment using real helicopters and a fixed-wing aircraft as the control, Powell [4] found that a 3~5dB adjustment of the EPNL for subjects situated indoors is needed, which is different from the DNL evaluation indicator used in Taiwan. Gjestland [5] confirmed Norwegian government's proposal that a 5dB correction on fixed-wing aircraft noise evaluation indicator is needed for helicopter noise evaluation (Norway is the only country in the world that proposes a 5dB(A) "penalty" for the helicopter noise).

Summing up the results of most studies, a correction to fixed-wing aircraft noise is always needed for helicopter noise evaluation, which is usually positive and mostly within the range of 5dB. Comparing the noise of the fixed-wing aircraft with that of the helicopter, how much correction is needed exactly? Judging from the results of various studies, the correction is only around 2~8dB. To get more accurate figures, the models of helicopter should also be taken into consideration. Therefore, when considering making correction for helicopter noise evaluation in Taiwan, we need to know the helicopter models used in Taiwan and determine suitable correction for the dominant models.

## 2. Experiments

### 2.1 Method outline

The method adopted in the study to measure helicopter noise is designed with reference to the Standards for Prototype Airworthiness Evaluation issued by the International Civil Aviation Organization (ICAO), and conform to the standards of CNS 7129 type 1 sound meter (or sound level meter) and IEC 61260 wave filter.

### 2.2 Method of measurement

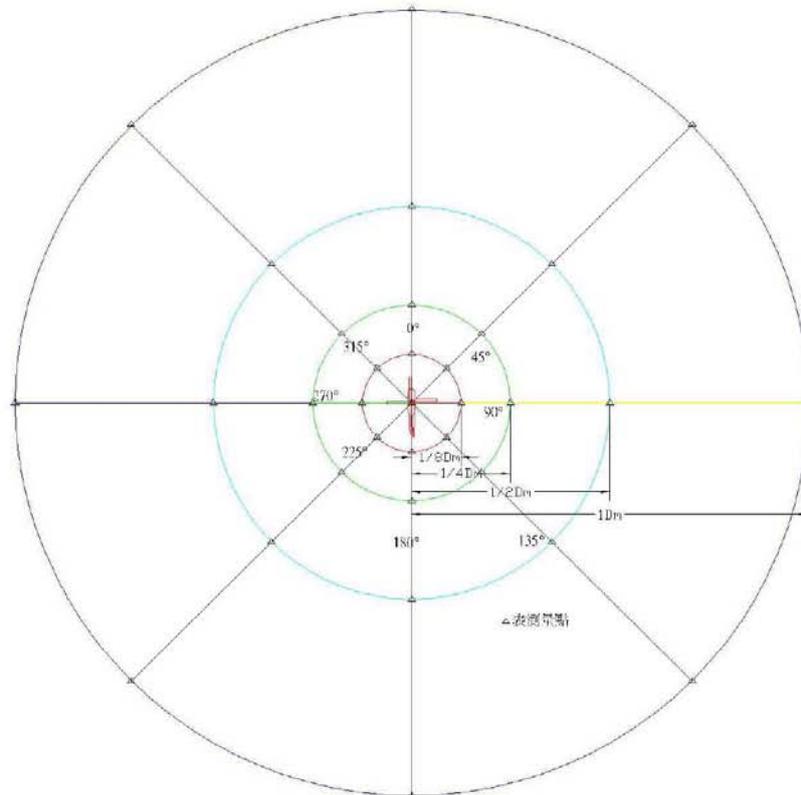
#### 2.2.1 Usage of sound meter

- A. Auditory perception correction loop: measurement without weighting
- B. Dynamic property: using slow property
- C. Measurement duration:
  - (1) Fixed point measurement: 30 seconds
  - (2) Dynamic measurement: aircraft noise events

#### 2.2.2 Measuring objects

- A. Fixed point measurement on military helicopters:

Presuming the helicopter as the center of circle with its nose at  $0^\circ$  (presumed true north) and tail at  $180^\circ$ , after the helicopter takes off, measure the  $L_p$  obtained with a 1/3 octave bands frequency domain filter using a spectrum analysis program card at occasions of a combination of different hovering heights (75m, 150m, 300m), azimuths ( $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 270^\circ, 315^\circ$ ) and distances (0m, 150m, 300m, 600m, 1200m) for 30 seconds each. Then record the  $L_{eq}$  value per second with another sound meter (related arrangements are shown in Figure. 1).



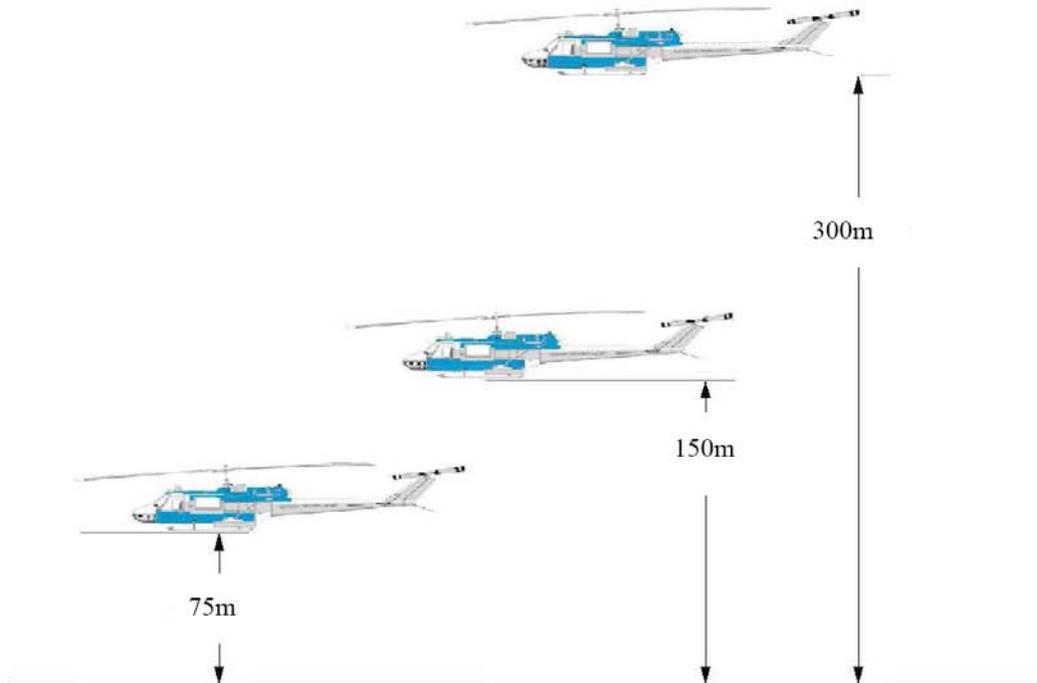


Figure.1 Schematic diagram of related arrangements of instruments for fixed point measurement

B. Dynamic measurement on military helicopters:

After the helicopter takes off, measure the  $L_p$  obtained with a 1/3 octave bands full frequency domain filter using a spectrum analysis program card at occasions as the helicopter flies over the center of circle for fixed point measurement (hereinafter referred to as 'original point') in normal speed with different heights (75m, 150m, 300m). Then record the  $L_{eq}$  value per second with another sound meter (related arrangements are shown in Figure. 2).

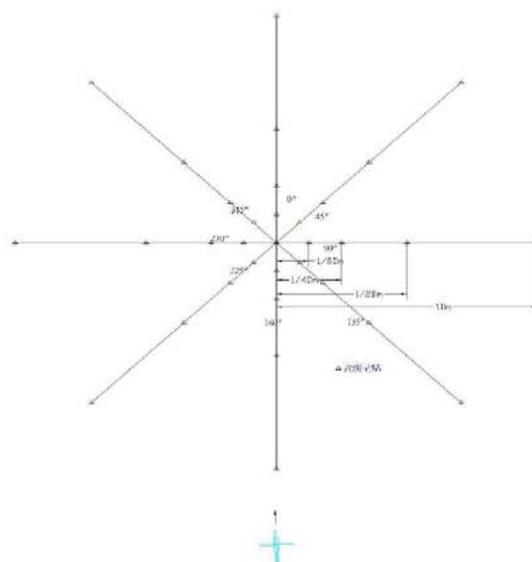


Figure.2 Schematic diagram of related arrangements of instruments for dynamic measurement

### 2.2.3 Measuring steps

#### A. Preliminary procedures

On the day before formally setting up measuring instruments, mark the point positions for measuring instruments under the principle of allowing the maximum depth and being clear of big buildings or reflection objects on both sides of the base. Along the direction of the maximum depth, mark the point positions at endpoints, as well as positions at 1/8, 1/4 and 1/2 of the distance (presuming the instruments will be set up with an east-west oriented extension direction). Since the base does not have enough space for circle arrangement and in order to lessen the requirement for equipment and personnel, the measurement procedures are adjusted to be done by having the helicopter make spot turns (for fixed point measurement) and course changes (for dynamic measurement). Details are described below:

#### B. Fixed point measurement

- (1) Apply for permission for related control matters from assistant measurement units.
- (2) Complete calibration and time synchronization for sound meters.
- (3) Set up two sound meters at each of the five marked positions. The sound meters are secured on a tripod, of which the bases are fixed with sandbags. In case extension cables are used on the spot, they should be kept low and fixed in order to refrain from toppling and whirling of the instruments due to air current so as not to affect aviation safety. The microphones are set at a height of 1.2~1.7m above the ground. One sound meter is used to measure the  $L_p$  obtained with a 1/3 octave bands full frequency domain filter using a spectrum analysis program card and the other sound meter is used to record the  $L_{eq}$  value per second.
- (4) 100m extension cables are connected to sound meters at the original position. Caution should be taken to avoid the helicopter from hovering right above in order to avert danger.
- (5) The measurement crew should wear basic equipment when working, such as goggles and ear muffs. The accompanying military personnel should be equipped with radio communication equipment to help with transfer of measuring information.
- (6) After taking off, the helicopter is first directed to hover above the original point for 30 seconds at a height of 75m and with its fuselage at right angles to the extension direction of the measuring instruments.
- (7) When the helicopter is in position, notify each measurement crew with radio equipment. All measuring points start measurement procedures at the same time. The spectral measurement is taken for 30 seconds and the measured values are recorded.
- (8) At the same height and position, the helicopter makes a 45° turn clockwise and hovers for 1 minute. When the helicopter is in position, an order is given to direct all measuring points to start measurement procedures at the same time. The measured values are recorded.
- (9) The helicopter needs to make eight 45° turns at the same height.
- (10) After making all the turns at the same height, the helicopter ascends to 150m and 300m heights sequentially to repeat the previous turns for fixed point measurement in order to obtain measured noise levels at different heights and distances.
- (11) The time needed for fixed point measurement on each helicopter model is around 40 minutes.

#### C. Dynamic measurement

- (1) The instrument arrangements, such as positions and amount, are the same as fixed point measurement.
- (2) The measurement crew should wear basic safety equipment when working, such as goggles and ear muffs, and be equipped with radio communication equipment.
- (3) After taking off, the helicopter flies to the position 1.5km from the original point due south and hovers at a height of 75m. After receiving notification, the helicopter flies due north 3km in a stable manner and turns back to its starting point in order to facilitate the dynamic measurement of the helicopter noise.
- (4) As for measurement duration, when the measurement crew at both ends finds the real-time display of the sound meter reaches 65dB, an all-round starting order is given

for simultaneous measurement and when the measurement crew at the other end finds the real-time display of the sound meter drops to 65dB, an all-round ending order is given to stop the measuring event. The measured values are recorded afterwards.

- (5) Repeat above measurement activities on southwestern-northeastern, east-west, and northwestern-southeastern directions to complete measurements with the helicopter flying stably over the original point. Record the measured values of each event to obtain the measured noise values when the helicopter approaches and flies away from the original point in different directions. Flight paths of the helicopter are shown in Figure. 3.
- (6) After completing measurement for the height of 75m, the helicopter ascends to the height of 150m. Repeat the measurement activities on the previous 4 fly-over events of the helicopter.
- (7) After completing measurement for the height of 150m, the helicopter ascends to the height of 300m. Repeat the measurement activities on the previous 4 fly-over events of the helicopter.
- (8) The time needed for dynamic measurement on each helicopter model is around 45 minutes.

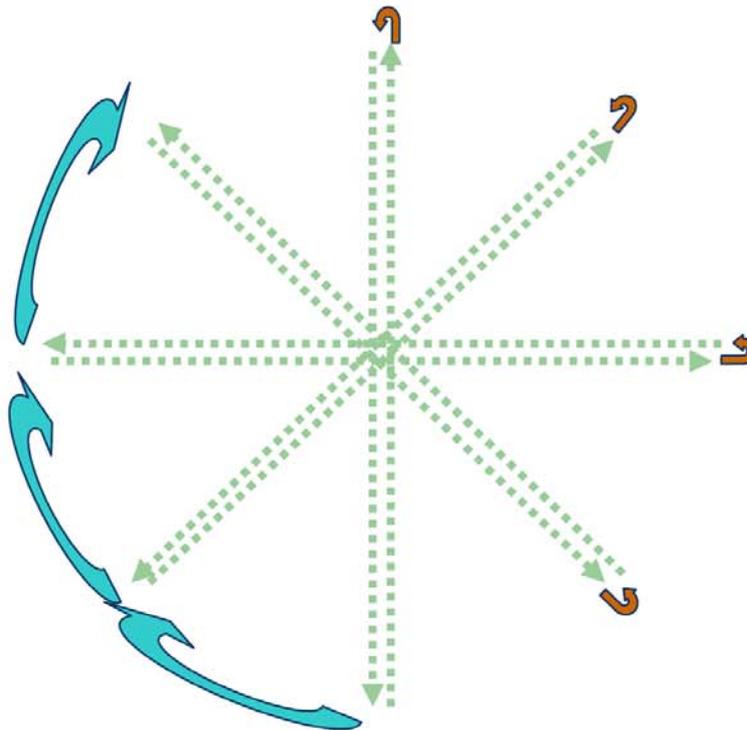


Figure.3 Schematic diagram of flight paths for dynamic measurement

### 3. Results and discussion

#### 3.1 Measurement results

The Plan (Correction Methods for Aircraft Noise Control Zone and Noise Contours Planning at Heliports of the Republic of China (Taiwan)) is conducted based primarily on objective measurement and supportively on social investigation. In order to simplify administrative procedures and facilitate implementation of the Plan, it is advisable to only amend the Enforcement Rules of the Noise Control Act without revising the Noise Control Act, so as to shorten the time for law amendment. Therefore, we still use A-weighting method to make correction to the measured values in order to enlarge the scope of subsidies, fit with public opinions, quench public complaints, and reduce implementation difficulties. However, the drawbacks of this method include increase of subsidy budget due to enlargement of the

subsidy scope, restriction to local development, and limitation of land use. The results of helicopter noise measurement are described below:

Table 1. Results of Helicopter Noise Measurement (A-weighting)  
(20~20k Hz)

Flying Type	Frequency Distance		20-20kHz dB(A)				
	Height		0m	150m	300m	600m	1200m
Fixed point	75m	Model I	87.3	80.7	74.3	71.2	60.6
		Model II	93.0	74.9	67.5	59.9	53.6
		Model III	91.1	83.7	76.5	69.1	60.7
	150m	Model I	81.5	78.1	72.6	66.3	58.4
		Model II	83.7	75.8	67.6	61.9	60.8
		Model III	85.3	81.2	74.6	67.7	59.0
	300m	Model I	75.5	75.3	71.7	66.8	58.9
		Model II	74.3	73.0	68.3	61.0	53.2
		Model III	75.8	77.2	73.5	69.2	63.2
Dynamic	75m	Model I	75.9	72.2	70.6	70.5	72.6
		Model II	67.7	66.2	64.6	66.4	64.1
		Model III	78.5	75.6	74.2	75.2	73.3
	150m	Model I	73.8	71.9	71.5	70.4	68.8
		Model II	67.0	65.9	63.2	62.1	61.3
		Model III	75.4	74.7	71.9	71.8	68.7
	300m	Model I	68.7	67.9	66.2	65.9	65.3
		Model II	61.6	62.1	60.3	58.8	57.5
		Model III	68.2	68.3	65.9	64.4	65.3

Table 2. Results of Helicopter Noise Measurement (C-weighting)  
(20~20k Hz)

Flying Type	Frequency Distance		20-20kHz dB(C)				
	Height		0m	150m	300m	600m	1200m
Fixed point	75m	Model I	95.9	91.1	83.8	79.0	73.3
		Model II	97.1	80.4	75.5	72.3	71.8
		Model III	97.9	90.1	82.7	77.2	70.4
	150m	Model I	88.5	88.5	82.8	78.2	73.9
		Model II	87.8	80.9	74.5	72.5	74.7
		Model III	91.5	87.6	80.9	75.9	70.6
	300m	Model I	85.2	84.9	82.0	78.0	73.9
		Model II	80.0	78.7	76.2	69.5	67.8
		Model III	84.0	84.8	81.0	77.4	72.7
Dynamic	75m	Model I	87.1	84.3	82.2	82.2	83.6
		Model II	76.5	74.7	73.7	75.3	73.3
		Model III	89.0	87.1	84.6	85.7	82.9
	150m	Model I	86.0	85.3	83.7	82.4	80.7
		Model II	76.8	75.0	72.6	72.6	72.1
		Model III	86.6	85.5	82.7	83.5	80.5
	300m	Model I	82.2	83.1	81.3	80.0	79.4
		Model II	72.7	72.5	70.9	70.8	69.2
		Model III	80.8	80.4	78.4	79.3	77.1

For helicopter Model I , Model II and Model III, when the frequency scale is 20~20kHz, the mean deviation (arithmetic mean) of noise level between A-weighting and C-weighting is 10 dB(A).

Table 3. Variation between A-weighting and C-weighting values  
(20~20 kHz)

Flying Type	Distance Height	0m	150m	300m	600m	1200m	Mean deviation
Fixed point	75m	7	7	8	9	14	9
	150m	6	7	8	10	14	9
	300m	8	8	9	9	13	9
	Mean deviation	7	7	8	10	13	9
Dynamic	75m	10	11	10	10	10	10
	150m	11	11	11	11	12	11
	300m	12	13	13	14	13	13
	Mean deviation	11	11	11	12	11	11
Total mean deviation		9	9	10	11	12	10

### 3.2 Discussion of measurement results

Due to its low-frequency noise property, the helicopter's noise spectrum is mainly located at the low frequency part (< 500Hz), which is different from the normally used noise standards and rules with A-weighting. Since A-weighting "reduces" the low-frequency noise significantly (20dB at 100Hz), the residents complain about helicopter noise more fiercely than about fixed-wing aircraft noise. In terms of low-frequency noise performance, the A-weighting method cannot adequately reflect people's actual response to low-frequency noise events. Since the helicopter noise is representative of low-frequency noise, if we want to really represent the properties of helicopter noise, we need to use a different weighting method. However, since A-weighting is the only representation method currently specified in Taiwan's laws and regulations, we need to make a correction for helicopter's low-frequency noise in order to better fit with surrounding residents' actual perception on helicopter noise. Summing up the results of most studies, a correction on fixed-wing aircraft noise is always needed for helicopter noise evaluation, which is usually positive. As shown in Table 3, for helicopter Model I , Model II and Model III, when the frequency scale is 20~20kHz, the mean deviation of noise level between A-weighting and C-weighting is 10 dB(A).

Does the mean deviation of noise level between A-weighting and C-weighting (10 dB(A)) represent a good correction to fit with surrounding residents' actual perception on helicopter noise? We need to find out the relative correction between the helicopter noise and reference noise. The flow diagram of correction for helicopter contour map is shown in Figure. 4.

The definition of noise correction is "the variation between the helicopter noise and reference noise when they cause the same level of annoyance". If we can accurately predict the annoyance caused by the reference noise, with confirmed correction between the helicopter noise and reference noise, then we can also accurately predict the annoyance caused by the helicopter noise. The 50-50 method is usually used to confirm the correction. In order to find out the value of helicopter noise which causes the same annoyance as that caused by 70dB(A) reference noise (or white noise), in each test, we ask the subjects to compare different levels of helicopter noise with the 70dB(A) reference noise to tell which one is more annoying to people. When half of the subjects think the helicopter noise is more annoying (50%) and the other half think the reference noise is more annoying, the helicopter noise level at this moment is referred to as the "break-even point", which means that the annoyance caused by the helicopter is the same as that caused by the reference noise. The variation between the helicopter noise and the reference noise (relative noise correction) is referred to as the necessary "correction value". As shown in Figure. 5, the break-even point of the helicopter noise is 62dB. To reach equivalence of noise annoyance, the reference noise level needs to be corrected with +8dB(A) (subjective investigation [investigation of people's actual perception of annoyance] : 8dB(A) correction). Summing up opinions on local EPA requirements (public hearings are to be held), local development requirements, meeting with public opinions, and reducing implementation

difficulties, it is advisable to refrain from making too much correction to the aircraft noise control zone the primary stage. Therefore, the correction is recommended to be 8dB(A) for the time being.

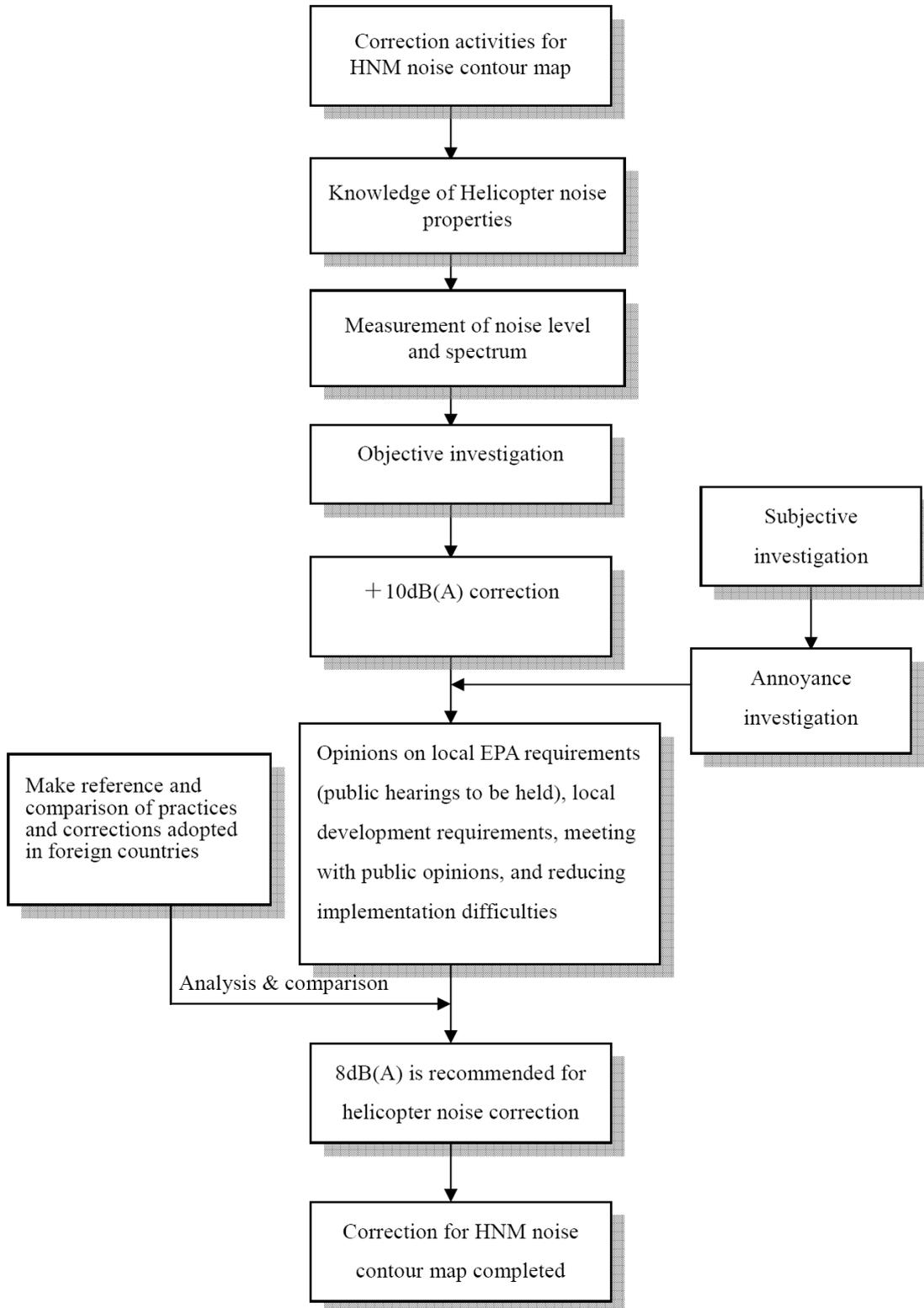


Figure.4 Flow chart of correction method for helicopter contour map

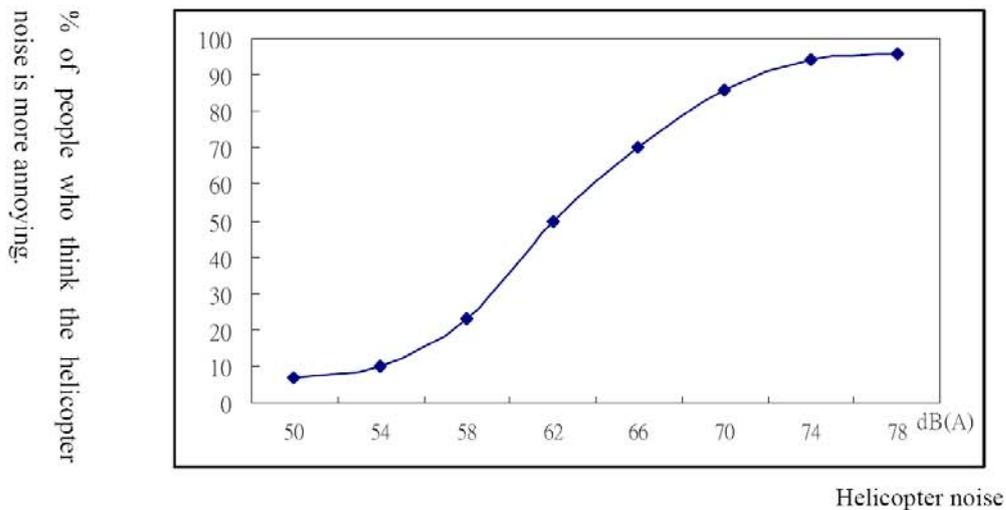


Figure.5 Use of 50/50 method to determine the break-even point of helicopter noise

#### 4. Conclusions

In terms of objective measurement for the Correction Methods for Aircraft Noise Control Zone and Noise Contours Planning at Heliports of the Republic of China (Taiwan), the mean deviation of noise level between A-weighting and C-weighting is 10 dB(A). However, whether or not this value represents a good correction to fit with surrounding residents' actual perception on helicopter noise will need to be supplemented with social investigation. The definition of noise correction is "the variation between the helicopter noise and reference noise when they cause the same level of annoyance". If we can accurately predict the annoyance caused by the reference noise, with confirmed correction between the helicopter noise and reference noise, then we can also accurately predict the annoyance caused by the helicopter noise. The 50-50 method is usually used to confirm the correction. Since the break-even point of the helicopter noise is 62dB, to reach equivalence of noise annoyance, the reference noise level needs to be corrected with + 8dB(A) (subjective investigation 【 Investigation of people's actual perception of annoyance】 : 8dB(A) correction). Therefore, the correction is recommended to be 8dB(A) in order to fit with the public opinions and quench public complaints by meeting with the public's psychological perception. The current aircraft noise control zones at heliports of the Republic of China (Taiwan) are divided as follows: (1) First-class Aircraft Noise Control Zone: the area between noise contours of 60~65dB DNL; (2) Second-class Aircraft Noise Control Zone: the area between noise contours of 65~75dB DNL; (3) Third-class Aircraft Noise Control Zone: the area of noise contours above 75dB DNL. This classification is recommended to be revised as follows: (1) First-class Aircraft Noise Control Zone: the area between noise contours of 52~57dB DNL; (2) Second-class Aircraft Noise Control Zone: the area between noise contours of 57~67dB DNL; (3) Third-class Aircraft Noise Control Zone: the area of noise contours above 67dB DNL.

#### REFERENCES

- [1] Leverton J W, Pollard J.S. Helicopter internal noise-an overview. Proceedings symposium on internal noise in helicopters.
- [2] P.D. Schomer, "A Survey of Community Attitudes Toward Noise Near a General Aviation Airport," *Journal of the Acoustical Society of America*, 74, 1773-1781, 1983.
- [3] "Nonmilitary Helicopter Urban Noise Study", FAA Report to Congress, 2004.
- [4] J.M. Fields and C.A. Powell, "Community reactions to helicopter noise: Results from an experimental study," *Journal of the Acoustical Society of America*, 82, 479-492, 1987.
- [5] T. Gjestland, "Assessment of helicopter noise annoyance: A comparison between noise from helicopters and from jet aircraft," *Journal of Sound and Vibration*, 171, 453-58, 1994.