

營建工程噪音污染預防與環境管理 系統

林耀煊*

摘要

營建工程施工作業活動中所產生於噪音污染一直為人所垢病。本文內容主要係將作業活動視為一製程，透過投入與產出的環境考量面來深討噪音污染源及其特性，並依據 ISO 14001(CNS 14001)標準之污染預防觀念說明噪音污染之預防技術與措施，同時引用 ISO 14001(CNS 14001)標準之環境管理系統要求項目而研擬現場之環境管理系統。

【關鍵字】

1. 营建工程(construation engineerig)
2. 噪音污染(noise pollution)
3. 環境考量面(environmental aspect)
4. 環境管理系統(environmental management systems)

*國立台灣科技大學營建工程系副教授

一、前 言

營建工程作業系統是一個開放系統，透過製程之作業活動，將投入的資源轉換成產出物，資源可包括人員、機械設備、材料、技術、方法、資金等，而產生物則包括半成品、最終成品等產品及服務。但在轉換的過程中卻因機械設備操作、材料組立加工等而產生噪音、振動、排氣、排水、廢棄物等的污染產出物，而對作業現場週邊環境產生衝擊。一個成功的系統有賴於與環境的良好互動。因此如何減少此種不利之環境衝擊，應是營建工程人員刻不容緩之事。

此等污染產出物中又以噪音污染最為人所垢病，陳情抱怨案件為最多。本文希望透過噪音污染源與特性、噪音污染之預防技術與措施之說明，以為現場環境管理系統之研擬，提供工程人員進行噪音污染預防等時之參考。

二、營建工程噪音污染源與特性

噪音污染之預防必須針對工程作業特性而定，以下藉由營建工程作業系統觀念之說明來鑑別噪音污染源及其特性。

2.1 營建工程作業系統

營建工程之作業系統如圖 1 所示，投入(input)作業人員、機械設備、材料技術、方法、資金等資源，透過製程(process)將此等投入的資源轉換而產出(output)產品。然而在製程中卻會產生噪音、振動、排氣、惡臭、排水、廢棄物等污染產出物而對環境產生不利的改變。因營建工程之作業系統是一個開放系統，故必須考慮施工作業周邊環境，包括空氣、水、土地、自然資源、植物、動物、人類以及其間的互動關係。

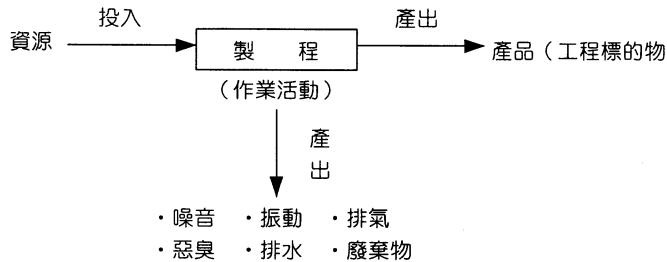


圖 1 營建工程作業系統

因此，工程施工必須考量各個作業製程之投入與產出，而決定其環境考量面 (environmental aspect)。所謂環境考量面是指組織的作業活動中會與境境產生互動的要項。

2.2 噪音發生源及特徵

營建工程作業活動中，容易引發噪音污染產生物的製程及所投入之機具，可歸納整理得表 1，噪音污染主要來自於施工機具操作所引發，其特徵大致可彙整如下：

- 1.噪音發生源大多具有移動性，且位於屋外。
- 2.大多不規則且具有複雜性，發生程序常隨機械操作之技術能而異。
- 3.發生源隨工程作業進度而變動。
- 4.發生時間短暫而非持續性。

表 1 環境考量面與環境衝擊（噪音）

環境考量面			環境衝擊
投入	製程	產出	
柴油錘、落錘等打樁機	預鑄樁、鋼管樁、型鋼等之打樁作業	噪音的產生	噪音污染
柴油錘、落錘等打樁機與板樁機	鋼版樁、鋼軌樁、什型鋼等 檔土壁體之打致與抽拔作業		
推土機、挖土機、動力鏟、吊車、傾卸車、壓路機等	開挖、裝載、整地、滾壓、等土方作業		
手提式破碎機、鋼球、鑿岩機、電鑿機	構造物拆除、屋內裝修等作業		
手提式破碎機、路面切割機、混凝土破碎機	鋪面板拆除作業		
泵送車 預拌車	混凝土泵送 混凝土輸送		

三、噪音污染之預防技術與措施

在營建工程之作業活動中，如前所述會產生各類之環境衝擊，由此必須從科學技術層面上來予以掌握，並謀求減量的因應預防措施，在考慮技術層面之取捨時，得在經濟可行且具有成本效益又認定為適合的情況下，採用現有最佳技術(best available technology)。

換言之，在污染預防上首先必須考慮到合乎經濟可行的情形下之最佳技術是什麼？最佳技術之層次是按業或事業組織而有所不同各個組織應根據成本效益來採用最適度的技術以減低對環境衝擊。

3.1 污染之預防原則

根據 ISO 14001 (CNS 14001)標準，「污染之預防(prevention of pollution)」之定義如下：

「採用可以避免(avoid)、減少(reduce)或控制(control)污染之製程、操作實務、物料或產品，可包括回收再利用、處理、製程改變、控制機制、有效率地使用資源

以及物料替代等。」

換言之，噪音污染預防之原則是在施工作業製程或機具操作中應採用避免、減少或控制的方式來預防噪音污染的發生。

3.2 噪音污染預防技術

營建工程之噪音污染預防技術是從聲音之本質來考量的防制技術，可分為下列二大類型：

1. 音源預防技術
2. 傳播預防技術

3.2.1 音源預防技術

音源預防技術之目的在於消除聲音的發生原因，其基本觀念是減少衝擊與打擊、消除不均衡力與摩擦、避免與運動體直接接觸、舖阻尼材料、防止共振等。

3.2.2 傳播預防技術

傳播預防技術之目的在於防止音源的傳播，可採取覆蓋音源、設置遮音牆、安裝消音器、收音處理、共振防止、改變音源方向等技。

3.3 噪音污染預防措施

營建工程之噪音污染預防措施是從操作實務層面來考量的防制措施，大致可分為下列三種，共研擬之流程如圖 2 所示。

1. 發生源預防措施
2. 傳輸路徑預防措施
3. 受音部防制預防措施

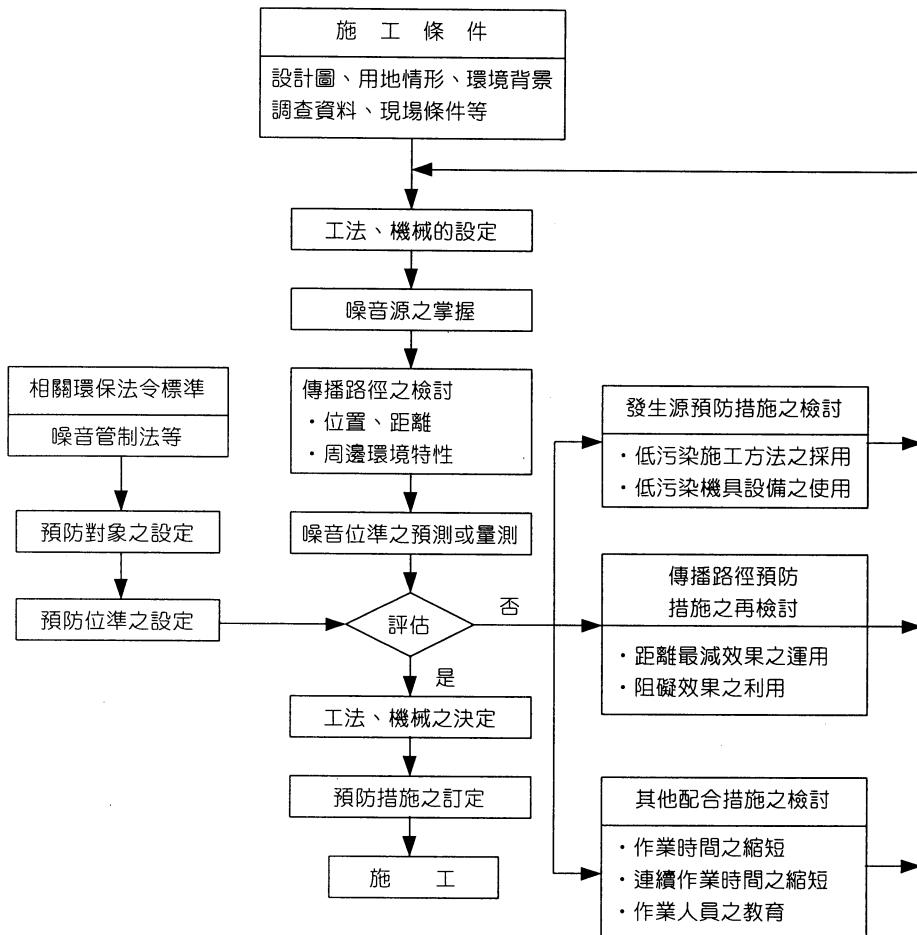


圖 2 噪音污染預防措施之研擬流程

3.3.1 發生源預防措施

發生源預防措施之目的在於抑制噪音污染的發生。可藉由低污染施工方法之使用的使用、低污染機具的採用等以避免或減少噪音污染的發生量。為最確實並具有效果的預防措施。

1. 低污染施工方法

既使是相同的作業，若採用不同的施工方法，改變其製程，則對環境所產生之不利情形會因此而不同。譬如基樁施工若採用柴油樁錘等打擊式施工方法，則在作業時間內會產生巨大的噪音污染量，但若採用低噪音型預鑽式施工方法，改變製程，先行鑽而後插置樁壁，再行施打使其異入支承層，則可大量縮短噪音污染的發生時間。(參考圖 3)。又如拆除作業亦可將衝擊式施工方法改換成油壓式施工方法，來減輕噪音污染對環境所產生的不利程度。

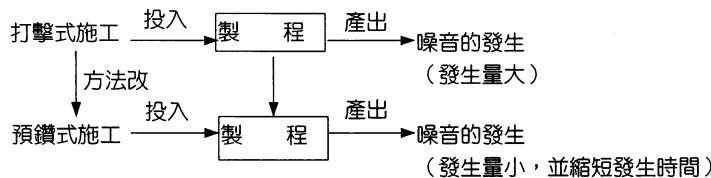


圖 3 打樁作業之噪音污染預防措施例

2. 低污染機具設備

低污染機具是將音源預防技術運用在機具設備的改造，以減少噪音污染的發生。譬如打樁機之汽缸外筒採用雙重吸音材結構、柴油引擎更換成電動馬達、履帶改換成膠輪、設備上安裝消音器、防振台、防振墊等，均可大量減少機具設備本身所產生的噪音污染量。

3.3.2 傳輸路徑預防措施

傳播路徑預防措施之目的在於減弱或阻礙噪音污染的傳播，可選用聲音隨距離衰減之效果而配置機具設備，或利用阻礙效果在其傳播路徑上設置障礙物以減弱對外界之影響。

1. 距離衰減效果的運用

聲音在幾何學上其強度會因擴散作用而隨距離的增加而減弱，即呈現距離衰減的現象。因此，若能善用此種效果，將現場易發生噪音污染的設施遠離受音部而配置，則亦可減少噪音污染對環境的影響。

2. 障礙物的設置

若在聲音之傳播路徑上設置障礙物，如隔音牆、圍籬、臨時的建物等，或利用自然地形之屏障等來阻礙聲音傳播，亦可達預防的效果。

3.3.3 受音部防制預防措施

依若上述二種措施均無法減輕噪音污染對作業現場周邊環境之影響時，則可在受音部或受污染影響的建物上設置雙重隔音玻璃以減輕對人體之傷害。

四、現場環境管理系統之建立

為了落實營建工程環境管理，現場應建立環境管理系統，以下依照 ISO 14001 (CNS 14001)標準之要項，研擬現場環境管理系統內容如下：

4.1 一般要求

營建工程施工組織應建立並維持現場環境管理系統，以做為環境保護及包括噪音污染在內之預防工作。

4.2 環境政策

高階主管應界定組織的環境政策，並確認該政策；

1. 對現場組織活動、規模及環境衝擊是合宜的；
2. 包括噪音在內之污染預防承諾；
3. 包括對符合相關的噪音管制法等環保法令規章以及其他要求事項之承諾；
4. 已文件化，並傳達給現場所有人員；
5. 可向社會大眾公開。

4.3 規劃

4.3.1 環境考量面

現場應考慮各個作業製程上投入與產出而決定環境考量面（參考表 1），藉以判斷其中可能會對環境造成重大衝擊者。

4.3.2 法令規章與其他要求事項

現場應建立與維持一程序，以鑑別並取得與本身作業活動之環境產量面有關且必須遵守的一切環保法令（如噪音管制法、噪音管制法施行細則等等）、建管法令、安法令以及業主或主辦工程單位之相關要求事項。

4.3.3 環境目的與預防措施

首先，必須確實瞭解並掌握噪音污染發生源，並預測各發生源對總發生源之影響（或貢獻）程度，其次依據各發生源的現況發生量、現場周圍狀況、相關法令以及其他相關因事，進行整體性的考慮，而設定噪音污染預防的環境目標。然後決定須加改善之發生源，研判在改善之噪音污染量，進行設計、費用計算與成本效益評估，而採用現有最佳預防措施或改善措施（如圖 4）。預防措施如前述有下列三種：

1. 發生源預防措施
2. 傳播路徑預防措施
3. 受音部預防措施

4.3.4 環境管理方案

為了達成噪音污染預防上之環境目標必須建立管理方案，管理方案應說明如何達成現場的環境目標，包括

1. 各相關部門年達成環境目標之權責分工，
2. 達成目標的方法和時程

換言之，在訂定噪音污染預防之環境管理計畫時，應明訂相關人員之權責關係，並選擇適當的施工機具，低污染機具與一般性機具作通用的組合與配置，並配合工程進度之排程而封定改善措施的時程。

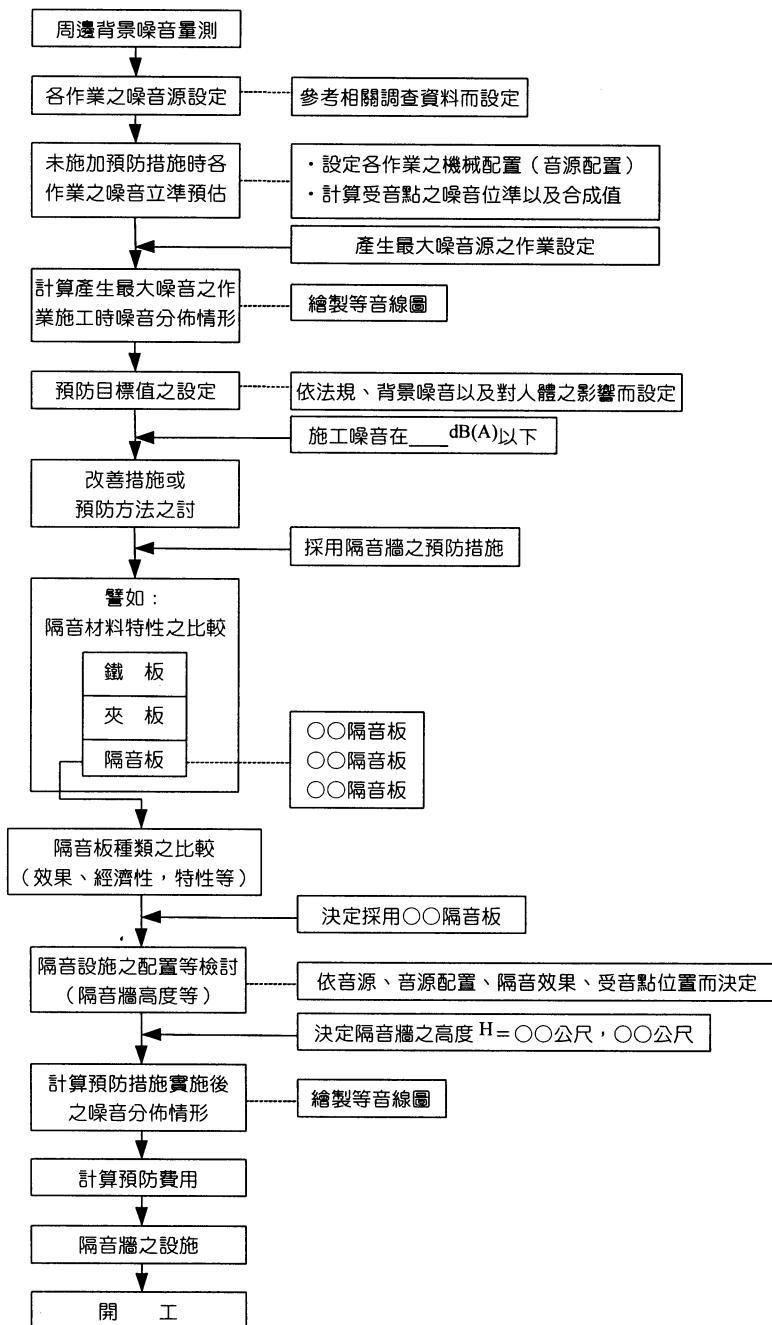


圖 4 噪音污染預防目標及措施擬定流程

4.4 實施與運作

4.4.1 權責

為了達成有效的環境管理，有報於現場所有人員的同心協力，對角色、責任及權限應在現場組織表內清楚加以界定。同時管理階層應提供實施與管制上所需的資源，包括人力資源、專門技能、技術及財物的資源。

4.4.2 訓練

對工作上可能會對環境產生噪音衝擊的每位作業人員應要求其接受合適的訓練。同時也需要協辦廠商展現其員工均其有所需之訓練。

4.4.3 沟通

現場須備有一套程序，用來蒐集、記載並處理有關的資訊以及未來自鄰近住戶的各種陳情或抱怨。此種程序可包括與鄰近住戶進行對話，以及了解其關心與抱怨的問題。陳情抱怨之內容及處理經過應加記錄。

4.4.4 環境管理系統之文件化

現場應建立並維持書面或電子形式之資訊，以說明系統之核心要項及相互關之關職，以做為相關文件之指南。

4.4.5 文件管制

現場應建立並維持適當的文件管制程序，以確保在文件的製佈與維護，足以實施環境管理系統。

4.4.6 作業管制

1. 作業時段的檢討

在編訂施工作業進度時，應充分考慮周圍環境狀況、居民作息時間、噪音管制區類別等因素而針對易發生噪音污染的作業設定適定的作業程序與時程，並儘可能縮短其作業時間。

2. 施工機具設備的定期檢查與維修

施工機具設備經長期使用後，容易產生零件鬆動或潤滑劑不足等現象，而造成噪音污染的發生，故定期檢查與維修，以確保施工機具設備保持在最佳的操作狀態，避免產生不必要的噪音污染，是相當重要的。

3.現場的整體與整頓

現場若能常整理、整頓保持舒暢的作業環境，降可減少不必要的噪音污染發生，亦可提高現場作業效率。施工便道或車輛行駛路線應經常檢查，一有坑洞應即補修。材料、器具等要小心吊放。

4.機械器具操作的管制

- (1)避免機械設備同時操作運轉。
- (2)限制引擎不必要之空轉。
- (3)限制機械移動、車輛行駛速度。

4.4.7 緊急應變

現場應建立適當的程序，以鑑別可能發生和因應所發生之意外噪音污染等狀況，並防止或減輕此類事件對環境造成的衝擊。

4.5 檢查與矯正措施

4.5.1 監視與量測

在施工中除了確實執行作業管制外，並定期派人監視與量測會對環境產生重大衝擊的作業或活動之噪音污染發生狀況，並追蹤預防措施或改善措施是否達成既定的環境目標。量測設備應予校正與維修。

4.5.2 不符合、矯正及預防措施

若監視過程中發覺有異常聲音或改善措施未達既定目標，則應調查其原因，並快速展開矯正措施設法減輕所造成的衝擊。若有必要時待採取預防措施以消除潛在之不符合狀況的根本原因。

4.5.3 紀錄

所有用於環境管理紀錄應予整理與維護。

4.5.4 環境管理系統稽核

組織應建立一個或多個方案與程序，俾能定期執行現場環境管理系統之稽核工作，以判斷環境管理系統是否符合環境管理的各項規劃工作以及獲得當地實施與維持，同時將稽核結果之資訊提交管理階層。

4.6 管理階層審查

組織的管理階層須定期審查和評估其組織之環境管理系統之應用性及有效性與其績效的發揮程度。

五、結論

由於環保法令之規定日期嚴格，各利害相關對各項環境事務的關切與日俱增，迫使各類組織非重視如何藉由作業活動的控制來減低對環境所造成的衝擊。

ISO 14000 系統標準之環境管理系統建立已在一般產業掀起一股風潮，營建產業則產於起步階段。環境管理標準係在於提供各組織一個有效能的環境管理系統要項。

因此為了便營建工程作業活動中對環境所造成之衝擊減至最低，並能展現其良好的環境績效，應在組織中建立環境管理系統，將環境政策與目標列為組織之整體性政策目標，管理階段並應對現場提供落實環境管理系統所需之能源，同時定期實審查，確保環境管理系統的有效性以及持續的改善，如此才能做好環境保護與噪音污染等預防工作。

參考文獻

1. 林耀煊，營建工程之環境問題，土木與環境，p.463～p.506，民國 82 年 2 月。
2. 「環境管理系統-附使用指引之規範」(CNS 14001)，經濟部中央標準局，民國 85 年 11 月。