

國內營建工程施工機具噪音量現況調查

Investigating the noise level of domestic construction equipment

鄭乙任¹ 王聰貴² 張月珠³

1. 財團法人中華顧問工程司工程師
2. 財團法人中華顧問工程司正工程師
3. 財團法人中華顧問工程司專案經理

台北市辛亥路二段 185 號 28 樓

電話：02-27363567-2138 Fax：02-2737-3404

E-mail：w1024@ceci.org.tw

摘要

為瞭解我國施工機具噪音現況及建置噪音資料庫，本研究計畫參考 ISO 聲功率量測規定，針對國內營建工地 10 種常見之施工機具進行噪音量測，共計 150 台。調查成果顯示除發電機及空氣壓縮機外，其餘 8 種施工機具多數為國外舊品輸入，且使用機齡長，噪音測值普遍較歐日新品機具宣告值高出許多。就國內營建工程噪音管制而言，顯示機具音源仍有極大改善空間，因此未來訂定相關管制策略及作法上，如何考量我國營建環境及經濟情勢，配合相關措施鼓勵營造商採用較低噪音機具，應為當前營建工程噪音管制努力課題之一。

關鍵字：施工機具噪音，聲功率

壹、前言

近年台灣地區各種建設頻繁，噪音陳情案件數量與日俱增，為有效降低營建噪音對國人健康及生活品質之影響，環保署已針對營建工程易發生噪音之施工機具，已於『噪音管制法』草案新增第十六條文，建立易發生噪音設施之許可制度及於特定時段或區域指定使用低噪音型施工方法及施工機具。由於國內營建工程施工機具多為國外進口之舊品，缺乏實地機具噪音值作為立法管制之依據，適值新法審議之際，環保署為兼顧法令執行、民眾環保需求及營建業之發展，仍委託本工程司進行國內營建工程施工機具噪音現況調查，並建置施工機具噪音現況資料庫，以作為未來研訂相關制度及政策之參考。

貳、量測計畫

一、受測機具種類及數量

我國施工機具多數自日本輸入，為調查結果能與原始國量測值比較，原則上受測機具先參照日本建設省第 1536 號公告『低噪音型、低振動型建設機械指定規定』(西元 1997 年)

第二條表二所列之低噪音型施工機具，再選擇以國內營建工地常用之施工機具為主要量測對象，受測機具包括開挖機、裝料機、空氣壓縮機、壓路機、發電機、推土機、起重機、全套管鑽掘機、混凝土泵車、混凝土破碎機等，計 150 台。

二、量測方法

參考 ISO 相關聲功率量測規定，施工機具噪音量測採用 Survey 級，據此將量測機具適用規範區分為土方移除機具(推土機、開挖機、裝料機)及一般機具(土方移除機具除外)兩大類，參照之 ISO 標準及相關規範如下所列，量測麥克風位置參見圖 1。

(一)土方移除機具(Earth-moving machinery)

- ISO 6393:1998 "Acoustics – Measurement of exterior noise emitted by earth-moving machinery – Stationary test conditions"
- ISO 6395:1988 "Acoustics – Measurement of exterior noise emitted by earth-moving machinery – Dynamic test conditions"

(二)一般施工機具(土方移除機具除外)噪音量測

- ISO 3746 : 1995 "Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane"
- ISO 4872:1978 "Acoustics – Measurement of airborne noise emitted by construction equipment intended for outdoor use – Method for determining compliance with noise limits"

三、量測場地及條件

為符合 ISO 相關規定及避免非量測音源干擾，多數量測於出租公司廠內空地進行，僅全套管鑽掘機於營建工地現場量測，量測期間背景音量均低於受測機具噪音 10 dB(A)以下，風速小於 5 公尺/秒。

四、儀器設備

執行施工機具噪音量測使用之儀器設備包括噪音計、音位校正器、溫濕度計、風速向計風及其他輔助設施(手提電腦、印表機、固定架等)。噪音儀器採用 RION NL-18 及 RION NL-31 精密型噪音計，外部音位校正採用 RION-NC73 及 B&K4230 型音位校正器。

五、現場量測程序

(一)量測設備準備

出發前先於實驗室，將現場量測時所需噪音計、音位校正、輔助器械及各式記錄表(噪

音計校正紀錄表、儀器使用紀錄表及各種施工機具噪音紀錄表)準備妥當,並以表單逐一檢查核對。

(二)設備架設及現場資料記錄

受測機具進入待測位置後,參照 ISO 相關聲功率標準規定(土方移除施工機具依循 ISO 6393、ISO 6395 規範,一般施工機具依循 ISO 3746 規範),先丈量其基本尺寸(長、寬、高)並計算出量測面及參考點座標,據此將噪音計麥克風調整至正確量測位置。

於架設儀器時,就有關量測場所環境現況、受測機具基本資料依記錄表格內容逐一填寫完成。

(三)量測儀器校正

於噪音量測前執行校正,若現場音位校正差異值落在 $\pm 0.7\text{dB}$ 內,則使用小螺絲起子調校,使其讀值為音位校正器送校後之校正值;若差異值大於 $\pm 0.7\text{dB}$ 則儀器需送修停止使用。上述各噪音計校正結果、測點編號、儀器型號、儀器序號及校正日期均逐一填寫於噪音計校正紀錄表。

(四)量測狀態啟動及數據記錄

受測機具依規定進入量測狀態時,將各次量測期間自量測面參考麥克風傳至噪音計所顯示之 A 加權音壓位準填入相關記錄表中,同時於表中註明於受測機具未啟動前所測得之環境背景音量。

(五)結束測定及儀器查驗

當完成各次受測機具量測時,噪音計需再作一次儀器校正查驗,以確定量測過程之準確度。

參、量測結果與分析

一、基本資料整理

本調查自民國 91 年 6 月 6 日至民國 91 年 11 月 1 日共進行 11 次現場量測,施工機具取得途徑主要來自國內大型營造商附屬施工機具管理單位(中工機械、榮民公司)機具出租公司及營建工地。依量測之施工機具數目依序為:開挖機 28 台(19%)、裝料機 24 台(16%)、空氣壓縮機 21 台(14%)、壓路機 20 台(13%)、發電機 20 台(13%)、推土機 13 台(9%)、起重機 8 台(5%)、全套管鑽掘機 6 台(4%)、混凝土泵車台 6 台(4%)、混凝土破碎機 4 台(3%),共 10 種機具,總數計 150 台。

受測施工機具以國外廠牌居多,日製機具 83 台佔 55%,歐美機具 50 台佔 34%,其餘為利用部分國外零件在台進行組裝之台製機具(參見表 1)。就機具購入情形分析,以舊品輸入及原廠新品進口各為 59 台(39%)及 50 台(33%),其中舊品輸入主要來源國以日本為大宗,此與行政院公共工程委員會民國 88 年「建立公共工程營建機具設備管理輔導體系」研究發現相同。

根據機具機齡分析，量測之施工機具使用時間 1~5 年為 46 台（佔 31%） 6~10 年為 33 台（佔 22%） 11~15 年為 44 台（佔 29%） 超過 15 年為 27 台（佔 17%）。另就施工機具是否有減音設計調查結果，顯示無任何減音裝置之受測機具共 114 台（佔 77%），僅部分機具（主要為發電機）內部貼有吸音材料（參見表 1）。

二、量測數據分析

各受測機具於定置狀態、動態狀態下各參考麥克風所測得之噪音量，經轉換公式計算，依規定取最高 2 個聲功率位準之算術平均值（採四捨五入後之整數值），作為該機具之聲功率位準採用值，結果顯示各受測機具“定置”狀態 A 加權聲功率為：推土機 102~114dB(A)、開挖機 97~111dB(A)、裝料機 102~117dB(A)、起重機 96~107dB(A)、全套管鑽掘機 104~108dB(A)、壓路機 87~113dB(A)、混凝土泵車 107~119dB(A)、混凝土破碎機 95~108dB(A)、發電機 91~105dB(A)、空氣壓縮機 79~111dB(A)；“動態”狀態 A 加權聲功率為：推土機 104~117dB(A)、開挖機 98~113dB(A)、裝料機 103~115dB(A)（參見表 2）。

就量測數量達 10 台以上之土方移除機具（有推土機、開挖機、裝料機及一般施工機具（有壓路機、發電機及空氣壓縮機）之算術平均值與日本低噪音型施工機具公告值作比較（參見表 5-12），結果顯示僅有屬一般施工機具之發電機及空氣壓縮機 A 加權聲功率平均值低於限值約 4~8 dB(A)，同時發現受測之發電機若平均使用年限約 5 年，且內裝消音器或消音棉，均可獲得較低之機具噪音量（參見表 3）。

肆、結論

根據此次國內主要施工機具噪音量調查成果，除發電機及空氣壓縮機外，其餘 8 種施工機具多數為國外舊品輸入，且使用機齡長，噪音測值普遍較歐日新品機具宣告值高出許多。就國內營建工程噪音管制而言，顯示機具音源仍有極大改善空間，因此未來訂定相關管制策略及作法上，如何考量我國營建環境及經濟情勢，配合相關措施鼓勵營造商採用較低噪音機具，應為當前首要努力之課題。

此現場量測共取得 1,046 筆施工機具噪音量數據，已建置完成施工機具噪音資料庫系統(<http://res.ctciestc.org.tw/airpj2/91350/Untitled-1.htm>)，使用者可透過網際網此次受測機具有關之資訊，及資料庫提供之統計分析功能取得各類機具之噪音音量分布特性資料。

肆、誌謝

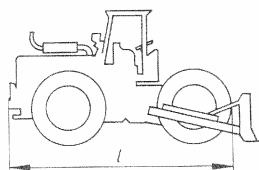
本研究承蒙行政院環境保護署經費贊助及該署空氣品質保護處謝燕儒技正、周訓城科長及林慧華技士之協助，同時海洋大學許榮均教授、台灣科技大學林耀煌教授、陳堯中教授、中興大學林忠逸教授、成功大學倪勝火教授等，對於量測計畫之指導，在此謹誌十二萬分謝意。

伍、參考文獻

1. ISO 6393 “Acoustics – Measurement of exterior noise emitted by earth-moving machinery – Stationary test conditions”
2. ISO 6395:1998 “Acoustics – Measurement of exterior noise emitted by earth-moving machinery – Dynamic test conditions”
3. ISO 3746:1995 “Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane”
4. ISO 4872:1978 “Acoustics – Measurement of airborne noise emitted by construction equipment intended for outdoor use – Method for determining compliance with noise limits”
- 5.財團法人日本建設機械化協會，「日本建設機械要覽」，2001。
- 6.株式會社 ，「音 環境 制御技術-第1卷基礎技術」，2000年3月。
- 7.行政院公共工程委員會，「建立公共工程營造機具設備管理輔助體系」，民國八十八年五月。

1.土方移除機具量測麥克風位置

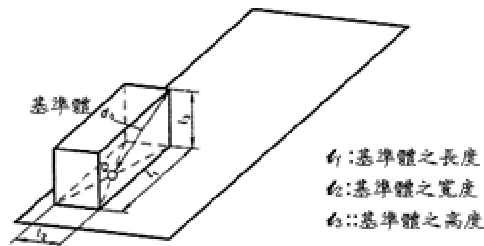
- 機具基本尺寸



機具基本尺寸(l)	半徑(r)
$l < 1.5$ 公尺	4 公尺
$1.5 \text{ 公尺} \leq l < 4$ 公尺	10 公尺
$l \geq 4$ 公尺	16 公尺

2.一般施工機具量測麥克風位置

- 基準體尺寸及特性尺寸之關係



$$d_0 = \sqrt{(l_1/2)^2 + (l_2/2)^2 + h^2}$$

- 麥克風座標

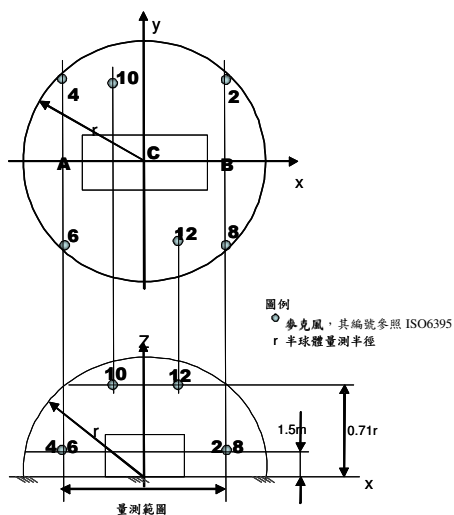
麥克風編號	$\frac{x}{r}$	$\frac{y}{r}$	$z(m)$
2	0.7	0.7	1.5
4	-0.7	0.7	1.5
6	-0.7	-0.7	1.5
8	0.7	0.7	1.5
10	-0.27	0.65	0.71r
12	0.27	-0.65	0.71r

- 麥克風座標

麥克風編號	$\frac{x}{r}$	$\frac{y}{r}$	$\frac{z}{r}$
4	-0.45	0.77	0.45
5	-0.45	-0.77	0.45
6	0.89	0	0.45
10	0	0	1.0

註：麥克風編號 10 可基於量測安全省略不測。

· 麥克風佈設位置



· 麥克風佈設位置

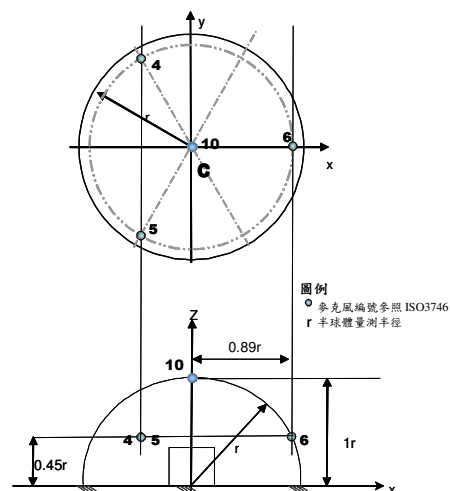


圖 1 土方移除機具噪音量測麥克風位置

表 1 受測施工機具基本資料彙整

項目	製造國	數量(台)	百分比
製造國	日本	82	55%
	美國	39	26%
	台灣*	17	11%
	瑞典	4	3%
	德國	7	5%
	不詳	1	1%
	小計	150	100%
輸入來源	舊品進口	59	39%
	原廠進口	50	33%
	新品拼裝	31	21%
	舊品拼裝	10	7%
	小計	150	100%
使用機齡	1-5	46	31%
	6-10	33	22%
	11-15	44	29%
	16-20	19	13%
	21-25	5	3%
	26-30	3	2%
	小計	150	100%
減音措施	無	114	76%
	吸音棉	33	22%
	消音器	2	1%
	不詳	1	1%
	小計	150	100%

表 2 受測機具噪音量測數據統計分析

單位：聲功率，dB(A)

機具種類	樣本數	量測狀態	平均值	標準差	25%值	中位數	90%值	範圍
推土機	13	定置	106.7	3.8	103.0	108.0	111.2	102~114
		動態	111.6	3.9	109.0	113.0	115.8	104~117
開挖機	28	定置	104.2	3.9	101.0	104.5	109.0	97~111
		動態	105.8	3.8	104.5	106.5	110.0	98~113
裝料機	24	定置	109.0	4.1	106.0	109.5	114.0	102~117
		動態	108.1	3.6	106.0	107.5	112.7	103~115
起重機	8	定置	101.1	3.5	98.8	101.5	104.9	96~107
全套管鑽掘機	6	定置	106.8	1.6	106.3	107.5	108.0	104~108
壓路機	20	定置	104.0	5.4	102.0	103.0	110.0	87~113
混凝土泵車	6	定置	112.2	5.0	108.0	111.5	118.0	107~119
混凝土破碎機	4	定置	99.4	5.6	95.0	97.0	105.6	95~108
發電機	20	定置	97.0	4.1	93.8	96.0	102.0	91~105
空氣壓縮機	21	定置	92.7	7.0	90.0	94.0	99.0	79~111

註：表中粗斜體為實測值超出日本低噪音型施工機具公告限值。

表 3 主要施工機具噪音量測數據統計分析

單位：聲功率，dB(A)

機具種類	機齡 (年)	量測狀態	平均值	標準差	日本低噪音型施工機具 公告限值	
推土機	14 1~23	定置	106.7*	3.8	P<55	102
		動態	111.6*	3.9	55≤P	105
開挖機	9 1~17	定置	104.2*	3.9	P<55	99
		動態	105.8*	3.8	55≤P<103 103≤P	104 106
裝料機	11 1~30	定置	109.0*	4.1	P<55	102
		動態	108.1*	3.6	55≤P<103 103≤P	104 107
壓路機	10 1~26	定置	104.0	5.4	P<55 55≤P	101 104
發電機	5 1~13	定置	97.0	4.1	P<55 55≤P	101 105
空氣壓縮機	12 1~21	定置	92.7	7.0	P<55 55≤P	98 102

註：*表示數值超出日本低噪音型施工機具公告限值。