

直昇機噪音之頻率分析(1Hz~4kHz)

郭宏亮¹ 盧天鴻¹ 王世傑²

¹高雄醫學大學

²新鼎工程股份有限公司

摘 要

直昇機不同於一般航空器，因其推進之機能、使用的目的及無固定之航道，經常低空盤旋於住宅區之上空，其所產生之噪音對環境之影響是不可忽視的。本文針對目前在台灣使用中軍用不同機種之直昇機所產生的噪音，做了 1Hz 至 4kHz 之 1/3 音階之頻率分析，從量得之頻率分析圖瞭解直昇機噪音的特性，其結果如下：

1. 直昇機噪音在頻率 250Hz 以下的音量較大，而頻率超過 250Hz 時，其音量有明顯下降之趨勢。
2. 大體而言，大部份低頻噪音都分佈在 10~40Hz 之間。
3. 在同一高度降落之噪音比起飛噪音大。

由以上得知，直昇機所產生的噪音大都偏向低頻的範圍，且與飛行速率及高度有關。當其經過住宅區之上空時，所產生之噪音對環境之影響程度，尚無適當之法條來規範，唯有修改目前之管制標準方能有效地管制直昇機所產生的噪音。其次，在防音技術及防音材料方面也應考慮對低頻部份之防音研究。

關鍵詞：直昇機噪音；頻率分析

Study on Frequency Analysis from 1 to 4,000 Hz for Helicopter's Noise

Hung-Lian Kuo¹, Tien-Hung Lu and Shin-Chieh Wang²

¹*Kaohsiung Medical University*

²*Advanced Control & Systems Inc*

ABSTRACT

Helicopter uses rotating blades as power for landing, take-off, and propelling, so the created noise may include low-frequency, which is not the same as other kinds of aircraft. Furthermore, when the helicopter flies in the sky, it has no fixed air route and often whirls above the residential area with low-altitude for some particular purposes, the residents been affected by this kind of noise can not be neglected. The 1/3-octave-band spectra with center frequencies from 1 to 4,000Hz obtained from different kinds of helicopter are analyzed in this study. From the analytical diagrams, the characteristic of the helicopter's noise will be known as follows:

1. The values of the noise level are large while the center frequencies under 250Hz; but if the center frequencies are over 250Hz, the values of the noise level tend to decrease evidently.
2. In general, the frequency range of the helicopter's noise distribute from 10 to 40 Hz which belong to the so called low-frequency.
3. At the same flying altitude, the values of noise level are higher while the helicopter lands than that it takes off.

As mention above, the frequency distribution of the helicopter's noise tends to low-frequency range, and its value of noise level is relevant to the cruising speed and flying altitude of the helicopter. At present, there is no ordinance to rule the helicopter's noise impacting the environment while it whirls above the residential area. It shall have to revise the present "Noise Control Laws" to prevent the environmental impact due to the helicopter's noise. To improve the sound absorption materials for the low-frequency noise is also an important study in the future.

Key words: Helicopter's noise; Frequency analysis

一、前言

民國 77 年 5 月 4 日公佈而在民國 89 年 10 月 18 日部分修改之「民用航空器噪音管制標準」⁽¹⁾ 中就沒有直昇機噪音管制標準。換言之，目前並無任何規定可以管制直昇機噪音。但，由於直昇機之機能、使用的目的及其航道沒有被限制在某一特定地區等特性；亦即它可以自由自在地在空中飛翔，甚至為了某些目的而採低飛之方式盤旋在住宅區的上空，所產生的噪音對於環境之影響是不能忽視的。民國 87 年受委託做了陸軍輕航空機場航空監測網之設計⁽²⁾ 收集噪音資料，但其效果不佳，同時陸軍輕航空機場附近居民也陸續提出了噪音陳情案件。國外對直昇機噪音管制策略或文獻並不多^(3~9)。本次研究將介紹目前在台灣使用中之軍用直昇機之噪音特性及各型直昇機噪音的頻率分析的結果，將提供給政府相關部門作為以後訂定管制標準之參考。

二、直昇機噪音之特性

直昇機由回轉翼得到推力，所以有幾個與其他噪音源不同之特徵，其噪音發生源如(圖-1)，因回轉翼之回轉而產生之一次噪音的有回轉噪音(Rotational Noise)與渦噪音(Vortex Noise)。不論回轉翼、螺旋槳或噴射引擎內之回轉翼所產生之回轉噪音，其基本發生機構可以說是相同的。關於螺旋槳之回轉噪音最初由 L.Y. Gutin⁽¹⁰⁾ 提出理論式，但此理論式對回轉翼之回轉噪音在高頻部份之預測值與實測值之誤差比較大，所以由

M.V.Lowson⁽¹¹⁾ 利用實驗值加以修正。其次，關於渦噪音之發生機構目前還沒有正確的瞭解，由 E. T. Yudin⁽¹²⁾ 使用粘性流體中之回轉棒為模式，求出離 300 ft 處之音壓位準為

$$\text{SPL} = 10 \log \frac{kA(V_{0.7})^6}{10^{16}} \text{dB}$$

式中 k：比例常數

A：回轉翼面積(ft²)

V_{0.7}：在半徑 0.7 倍處之速率

隨著回轉翼之回轉所產生之二次噪音為翼打噪音(Blade Slap Noise)，即前進時回轉翼所製造之漩渦(Vortex)，受到後面之回轉翼拍打而產生之空氣力學的噪音，關於此，目前沒有好的理論預測模式，只有由實驗而得到的數值，就是 Peak Level 與實效值(Crest Factor)之差為 10~20dB。最後一種噪音為引擎噪音，但目前之直昇機引擎大都改成 Turbo Shaft Engine 後，其噪音會比原來的 Piston Engine 低約 10dB。最後，一般航空器之噪音與重量大約成正比，但直昇機之噪音不論大小，其噪音位準大約相等，這是因為直昇機噪音之主要來源為回轉翼回轉時所產生。

三、測定方法

1. 使用儀器
RION NA-18 低頻噪音計，
RION NA-27 一般噪音計，
NC-72 及 NC-73 校正器，氣壓計，
溫度計，濕度計
2. 選擇測量之機種
如(表-1)
3. 測定點之選擇
在跑道東西向兩端測定各機型之



表-1 本文所量測之直昇機圖片檔

Table 1. Figure files of the different typies of helicopter

機種	UH-1H Nighthawk	TH-67 CREEK Training helicopter	OH-58D Kiowa Warrior
替代 機種	BELL 212	BELL 206L	SA355F
圖片			
機種	AH-1W Super Cobra		B234
替代 機種	BELL 212		CH47D
圖片			

資料來源：Military Analysis Network，Federation of American Scientists –

直昇機起飛及降落時的噪音頻譜。測定時與飛行員保持聯繫，而取得飛行高度及速率之資料。

四、結果與討論

經測量各機種之噪音所得之 1Hz 至 4kHz，1/3Octave 頻帶音量圖，詳如(圖-2)至(圖-10)所示。

此次頻率分析量測結果發現，直昇機噪音在 250Hz 以下的音量較大，大部分機種在 250Hz 以上其音量即有明顯下降趨勢，其頻率特性因直昇機機種不同而有些許差異，同一機種各頻帶音量則與飛機操作條件不同有關，以下分析各種直昇機的頻率特性：

1. 比較圖 2 與圖 3，同高度，起飛時低頻部份之噪音量會增加。
2. 比較圖 3 與圖 4，同高度，降落時

低頻部份之噪音量會減少。

3. 比較圖 6 與圖 7 時，可看出，同高度雖然降落時其速率比較小，但其噪音量比較大，即，降落時之噪音量比起飛時大。
4. 所量測 5 種直昇機中，OH-58D 之頻譜不相等外，其他四種機種其低頻噪音在 10Hz~40Hz 有突顯之現象，距離近時會超過 90dB。

五、結 論

噴射機與螺旋槳飛機之噪音大都以 1kHz 為中心，在 500Hz~4kHz 之間分佈，但直昇機之噪音與此不同，即其噪音在 250Hz 以上就急速衰減，大都分佈在 10~40Hz 之間，其最主要噪音來源為主回轉翼，其次為尾回轉翼。且在同一高度降落之噪音比起

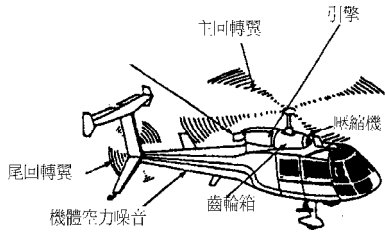


圖-1 直昇機之噪音發生源
Fig. 1. Sources of helicopter's noise

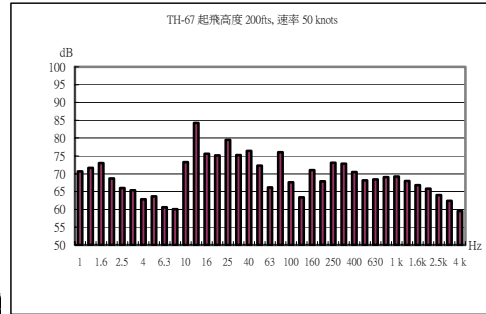


圖-2 TH-67 噪音頻譜(一)
Fig.2 Frequency Spectrum of TH-67 (1)

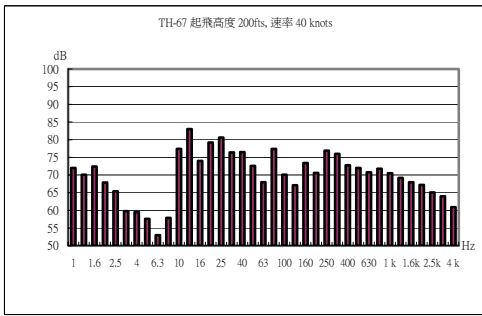


圖-3 TH-67 噪音頻譜(二)
Fig.3 Frequency Spectrum of TH-67(2)

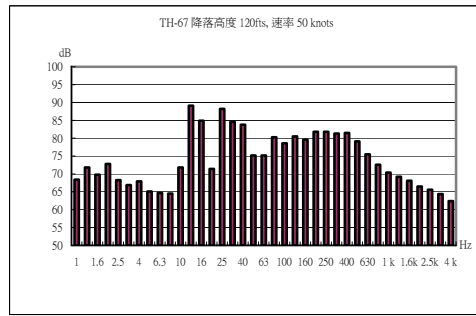


圖-4 TH-67 噪音頻譜(三)
Fig.4 Frequency Spectrum of TH-67(3)

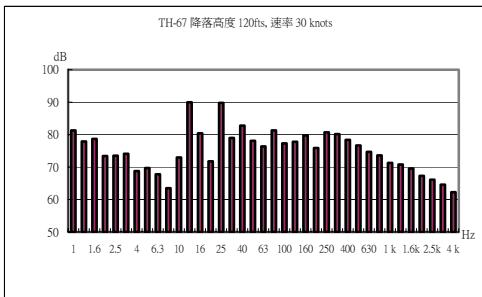


圖-5 TH-67 噪音頻譜(四)
Fig.5 Frequency Spectrum of TH-67(4)

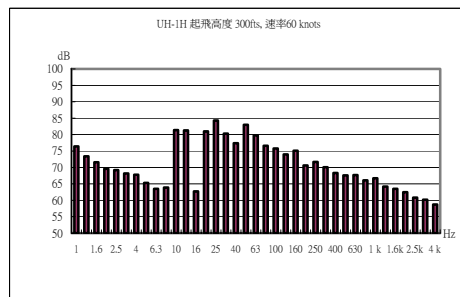


圖-6 UH-1H 噪音頻譜(一)
Fig.6 Frequency Spectrum of UH-1H(1)



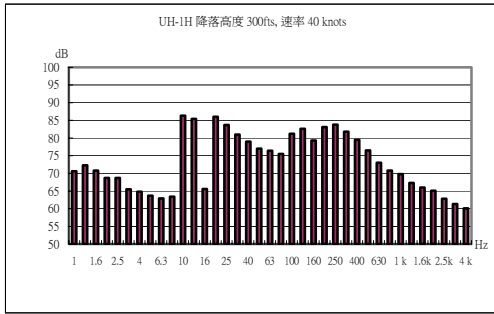


圖-7 UH-1H 噪音頻譜(二)
Fig.7 Frequency Spectrum of UH-1H(2)

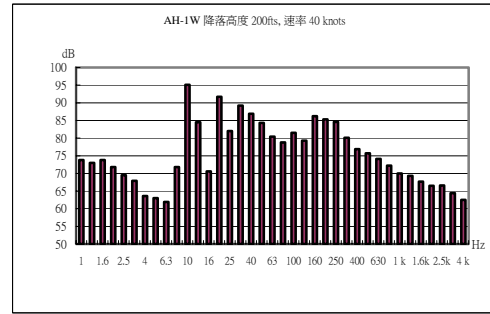


圖-8 AH-1W 噪音頻譜
Fig.8 Frequency Spectrum of AH-1W

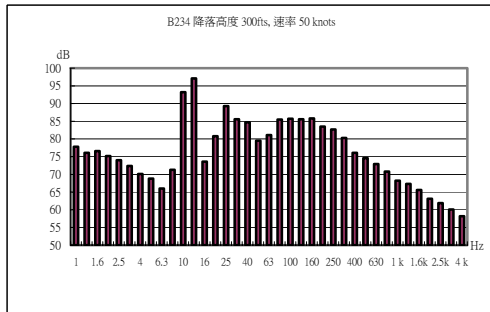


圖-9 B234 噪音頻譜
Fig.9 Frequency Spectrum of B234

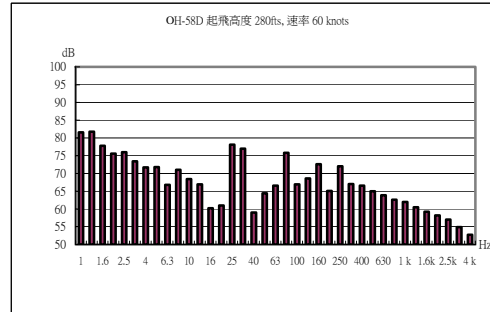


圖-10 OH-58D 噪音頻譜
Fig.10 Frequency Spectrum of OH-58D

飛時之噪音大。如採用目前之 DNL 區分管制區時，於所畫出之等噪音線圖中，其三級大都在機場內，二級有可能在機場附近，一級在離開機場附近就開始有。如此則無法表現出附近居民之被害程度；目前之防音工程都只考慮可聽音之範圍而忽略低頻部份之防音，例如針對鋼筋水泥教室來考慮時，其聲音能量集中在對隔音效果比較差之低頻範圍，因而在教室內之噪音值相當大。所以針對以低頻為主之直昇機噪音，希望環保署能公佈另外一套管制方法，在防音技術及防音材料方面也需要另外針對低頻防音之研究。

參考文獻

1. 行政院環境保護署，1988，2000，「民用航空器噪音管制標準」行政院環境保護署，台北。
2. 郭宏亮，1998，「陸軍輕航空機場航空噪音監測網委託設計」陸軍總司令部，台灣。
3. 三稜重工在北海道苦小牧測試新聞
<http://www.mhi.co.jp/news/secl/970917>
4. Civil Aviation Authority (CAA), 2000, "Helicopter site Keepers-

- Guidelines”, CAA, England.
5. Fly Neighborly Committee, 1993, “Fly Neighborly Guide” U.S.A. Helicopter Association International (HAI U.S.A.)
 6. International Standard Organization (ISO), 1978, “ISO3891: Acoustics Procedure for describing aircraft noise heard on the ground”, ISO, Switzerland.
 7. British Helicopter Advisory Board <http://www.bhab.demo.co.uk>
 8. Helicopter Association International, <http://www.rotor.com>
 9. Professional Helicopter Pilots Association (PHPA) <http://www.phpa.org>
 10. L. Y. Gutin, 1948, “NACA TM-1195” National Advisory Committee on Aeronautics.
 11. M. V. Lowson, J. B. Ollenhead, 1969, “VSAAVLABS TR68-60” U. S. Army Air Mobility Research and Development Laboratories.
 12. E. T. Yudin, 1947, “NACA TM-1136” National Advisory Committee on Aeronautics.

