

低周波複合音に対する人間の知覚特性の解明に関する実験的研究

An experimental investigation of the human perception thresholds of complex low frequency sounds

松本泰尚*, 津田亜貴子*, 佐々木貴史*, 山口宏樹*

Yasunao MATSUMOTO, Akiko TSUDA, Takashi SASAKI, Hiroki YAMAGUCHI

An experiment has been conducted to investigate the characteristics of human perception of complex low frequency noise. Fifteen subjects took part in the experiment in which the perception thresholds of complex tones consisting of two frequency components and pure tones were measured. The frequencies of the tones used in the experiment were 25, 31.5, 40 and 50 Hz. For the complex tones, the perception thresholds were determined by changing the sound pressure level of a frequency component while the sound pressure level of another frequency component was fixed at 5 or 10 dB below the pure tone perception threshold at the corresponding frequency. It was found that the frequency component at the level below the pure tone thresholds might have an effect on the perception of the complex tone.

Keywords: Low Frequency Noise, Perception Threshold, Complex Tones

1. 研究背景・目的

人間が聴覚で知覚できる音の周波数範囲は一般に 20Hz~20kHz とされている。そのうち、人間の感度が相対的に低い 80Hz 以下の音（低周波音）に起因するとされる心理的・生理的苦情などの生活環境上の問題が近年多発しており、その解決が困難な場合も少なくない。その背景の一つとして、低周波音に対する人間の心理応答特性に対する理解が不十分であることが挙げられる。特に、複数の周波数成分によって構成される複合低周波音に対する心理応答は、現実の生活環境上の問題を検討する際に重要となるが、その特性はほとんど解明されていない。そこで、著者らは近年、

複合低周波音に対する人間の心理応答特性に関する研究を継続して実施している¹⁾³⁾。本研究では、2つの周波数成分を組み合わせた複合音に対する人間の知覚閾値を、被験者を用いた実験により測定し、それと純音に対する知覚閾値と比較することにより、複合音の知覚特性に関する基礎的な知見を得ることを目的とした。

2. 実験方法

実験では、25, 31.5, 40, 50Hz の周波数の低周波音を用いた。本実験では、複合音を構成する 2つの周波数成分のうち、一方の周波数成分を被験者が感知できないと想定される音圧レベル（純音の知覚閾値より 5dB あるいは 10dB 低い値）に固定し、もう一方の周波数成分の音圧レベルを変化させる方法で、複合音の知覚閾値を測定した。個々の複合音は、実験に先立って PC 上で作成した信号を、アンプとウーハースピーカーで構成されるシステムに入力することで発生させ、シス

*埼玉大学 工学部 建設工学科

Department of Civil and Environmental Engineering,
Faculty of Engineering, Saitama University, 255
Shimo-Okubo, Sakura-ku, Saitama, Saitama, 338-8570,
Japan

テムの特性による発生音への影響は、入力信号の調整により補正した。ISO 389-7 での推奨に従い、知覚閾値測定方法は上昇法とし、試験音の継続時間は1秒とした。実験に参加した被験者は15人で、年齢18~25才の男性8人、女性7人とした。実験に先立ち、オーディオメーターにより各被験者の聴覚に異常が無いことを確認した。また実験は、試験音に対する暗騒音の影響が少ない夜間に遮音室内で行った。

3. 実験結果

ここでは、複合音の周波数成分のうち、音圧レベルを固定する方の音（付加音）の周波数を25Hzとしたときの結果の一部を紹介する。図1に、純音及び複合音に対する知覚閾値の全被験者の中央値を示す。また、ISO 387-9で規定された純音に対する標準的な知覚閾値を比較のために示している。実験結果より、純音および複合音に対する閾値を比較すると、特に31.5Hzの音に25Hzの周波数成分が付加された複合音の場合、31.5Hzの純音に比べ被験者は複合音を知覚しやすかったことがわかる。その他の周波数の組み合わせでも、若干ではあるが同様の傾向が見られた。また、複合音の知覚閾値は、付加させた周波数成分の音圧レベルが大きい程、下がる傾向がある事もわかった。さらに、各複合音の閾値と対応する純音の閾値との差の有意性を確認する為、Wilcoxonの符号付き検定(有意水準5%)を行った。その結果、知覚閾値より5dB低い音圧レベルの25Hzの音と31.5Hzの音の組み合わせにより構成される複合音の場合のみ、対応する純音の知覚閾値との差が有意であることがわかった。その他の組み合わせでは、複合音と純音の知覚閾値に有意な差は認められないという結果となった。

4. まとめ

本研究により、単独では知覚されない音の存在により、他の近接する周波数の音が知覚されやすくなる現象が低周波音領域において見られることが明らかとなった。今後、低周波複合音に対する人間の知覚特性を定量的

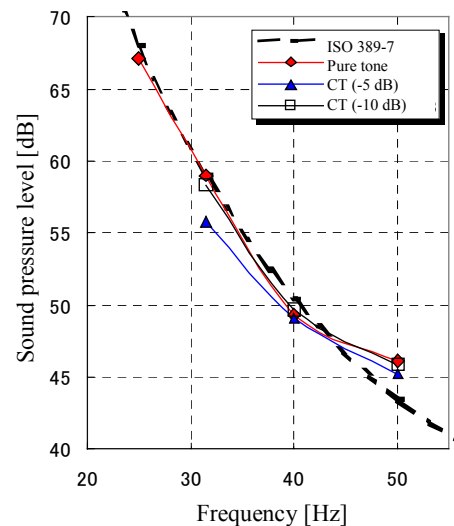


Fig.1 Median perception thresholds (CT: complex tone)

に評価するため、異なる周波数や音圧レベルの設定に関しても検討を行うこととしている。また、複合低周波音の知覚特性を考慮した低周波音の評価方法の確立についても、今後の実験結果の蓄積をもとに検討する。

謝辞

本研究は、平成16年度埼玉大学工学部教員研究費を受けてその一部を実施した。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 山田和洋, 松本泰尚, 高橋幸雄, 前田節雄, 山口宏樹, 複合低周波音に対する知覚特性と低周波音評価法の妥当性の検討, 土木学会第57回年次学術講演会講演概要集, I-564, 2002
- 2) Subedi, J. K., Yamaguchi, H., Matsumoto, Y., Masked perception thresholds of low frequency tones under background noises and their estimation by loudness model, Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, Vol. 23, pp. 145-157, 2004
- 3) Subedi, J. K., Ishihara, M., Yamaguchi, H., Matsumoto, Y., Annoyance of low frequency pure tones and effect of one additional tone. 土木学会第59回年次学術講演会講演概要集, VII-162, 2004