

## 低周波音暴露時における作業パフォーマンスに関する研究

## Research of expose of Low-frequency Sound on Task Performance

○羽鳥拓<sup>1</sup>, 町田信夫<sup>2</sup>, 松田礼<sup>3</sup>\*Taku Hatori<sup>1</sup>, Nobuo Machida<sup>2</sup>, Hiroshi Matsuda<sup>3</sup>

Abstract: The low-frequency sound means sound with a frequency of 100 Hz or less. And, the low-frequency sound is classified into the steady low-frequency sound where the sound pressure level was steadied, and the impulsive low-frequency sound to which a sound pressure level is changed for a short time. This study considers the influence which the steady state low-frequency sound and an impulsive low-frequency sound exert to task performance.

## 1. はじめに

人間が聞くことのできる音の周波数は、20～20000[Hz]とされている。しかし、近年の研究で20[Hz]以下の周波数であっても人間はその存在を検知できることが分かってきた。1～100[Hz]の音を低周波音と呼んでおり、1～20[Hz]以下の音を超低周波音という。近年、家庭でのヒートポンプ給湯器の普及などに伴い周辺で低周波音の苦情が相次いだ。このような低周波音問題に対して 04 年環境省は低周波音問題対応の手引書を作成し、影響の有無を判断する目安となる値「参照値」を公表した。しかし適用出来るのが工場やエアコンの室外機、ボイラー等に見られる連続的に音を放射している固定音源の低周波音（定常性低周波音）であり、発破、爆発作業時、高速列車のトンネル通過時等に見られる移動音源による短時間に音圧変化がある衝撃性の低周波音（衝撃性低周波音という。）には適用する事が出来ない。また低周波音の人体影響の研究はされているが、作業パフォーマンスの影響は余り研究されていない。このような現状を踏まえ本研究では定常性低周波音と衝撃性低周波音を対象として作業パフォーマンスに及ぼす影響について検討した。

## 2. 低周波音の感覚閾値測定

作業実験を行う前にまず被験者の定常性低周波音及び衝撃性低周波音の感覚閾値を測定する。低周波音は床面積 2.7 m<sup>2</sup>、天井高さ 2.2m の防音室においてウーハー4 基から発生させている。定常性低周波音、衝撃性低周波音共にシンセサイザーにより波形を作り発生させる。低周波音圧レベルの測定には低周波音レベル計で測定した(周波数特性は平坦特性、時定数 1 秒の SLOW 特性を用いた)。また、測定に用いた物理量は定常性低周波音が音圧レベル、衝撃性低周波音が発生時の最大値である音圧レベル（ピーク音圧レベルと呼ぶ）とす

る。図 1 に感覚閾値を測定した結果を示す。

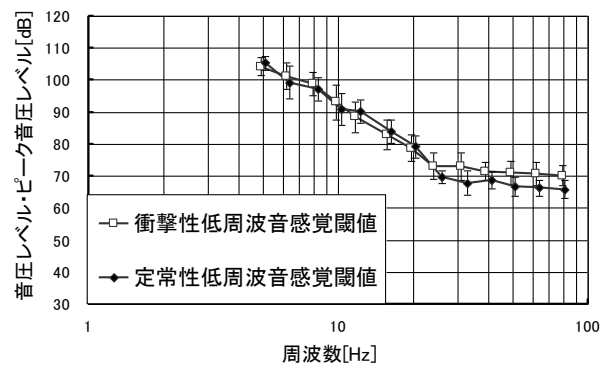


図 1 常性低周波音と衝撃性低周波音の感覚閾値

## 3. 実験方法及び実験条件

本実験では感覚閾値測定と同様の実験環境で検索作業及び思考作業を行い作業パフォーマンスに及ぼす影響を調べた。検索作業は PC 面上に図 2 の様な画面が表示され被験者は数字認識する。そして下の 8 桁の数字の中に ( ) 内の数字が何種類含まれているかをテンキーで入力する。図 2 については ( ) 内のものが下の 1, 2, 3 と 3 種類含まれているので、回答は 3 を入力すると正解となり、画面が切り替わり次の問題に進む。なお被験者数は健康かつ聴覚の正常な大学生 25 名とした。

思考作業は図 3 の様な時計の図が PC に表示される。表示された時計の図を頭の中で左右反転させ反転した時計の時刻を読み取り回答用紙に記入する (図 3 の答えは 2 時 25 分である)。回答後にテンキーのエンターキーを押すか、10 秒経過すると問題が次に進む。なお被験者数は健康かつ聴覚の正常な大学生 6 名とした。

なお両実験共にこのタイムテーブルは図 4 の通り 3 分

1 : 日大理工・院・精機 Graduate School Nihon University 2 : 日大理工・教員・精機 Nihon University 3 : 東京都立産業技術高等専門学校ものづくり工学科・教員・ロボット工学コース Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology

間安静状態,5 分間低周波音暴露時及び無暴露時で作業,1 分間安静状態,その後実験結果を記入という手順を 1 セットとし表 1 及び表 2 に示した条件だけ作業を行った. 定常性低周波音は 5 分間連続で暴露し, 衝撃性低周波音は 15 秒に 1 回, 計 20 回暴露した. 実験結果は回答数及び正答数を記入させ心理反応測定として「気が散る」, 「どちらでもない」, 「集中できる」の 3 つの中から 1 つ選び回答させた. 解析方法は心理反応測定の結果及び各条件における作業の正答率を低周波音の影響が無い無暴露時における作業の正答率で割ったものを正答率比としこれらを用いた.

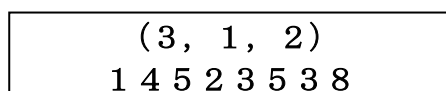


図 2 検索作業

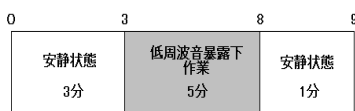
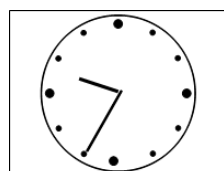


図 3 思考作業

図 4 タイムテーブル

表 1 実験条件 (定常性低周波音)

	閾値[dB]	閾値+10[dB]	閾値+15[dB]
10[Hz]	88	98	103
20[Hz]	73	83	88
40[Hz]	69	79	84
80[Hz]	61	71	76

表 2 実験条件 (衝撃性低周波音)

	閾値[dB]	閾値+10[dB]	閾値+15[dB]
10[Hz]	92	102	107
20[Hz]	74	84	89
40[Hz]	61	71	76
80[Hz]	60	70	75

### 5. 実験結果

図 5 から図 8 に検索作業と思考作業の正答率比をまとめた結果を示す. 検索作業においては定常性低周波音の 10Hz を除けば全体的に正答率比が 2%~5%程減少している傾向がみられた. また音圧レベル及び音を閾値から閾値+15 まで上昇させると定常性低周波音, 衝撃性低周波音共に正答率比が 2%程度減少する傾向が見られた. 思考作業においてはほとんどの周波数帯域において定常性低周波音, 衝撃性低周波音共に正答率比が若干増加するものの顕著な変化は見る事が出来なかった. またアンケートによる心理反応測定の結果を見ると, 検索作業と思考作業を比べるとの閾値+15[dB] 時の「気が散る」が合計に占める割合が, 検索

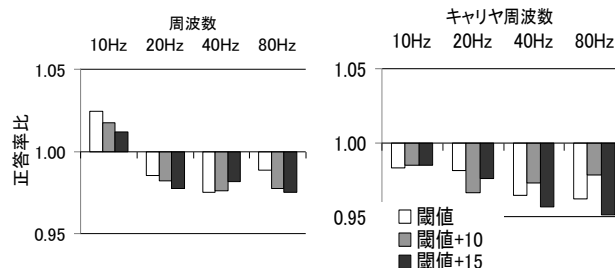


図 5 検索作業正答率比 (定常性低周波音)

図 6 検索作業正答率比 (衝撃性低周波音)

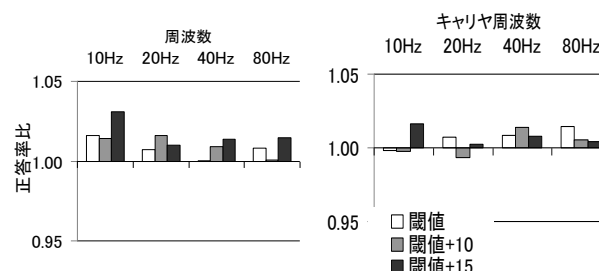


図 7 思考作業正答率比 (定常性低周波音)

図 8 思考作業正答率比 (衝撃性低周波音)

作業が定常性低周波音, 衝撃性低周波音共に 10%~40%程増加している結果が出た. この様な結果になったのは低周波音暴露による影響が検索作業の様に瞬間的に判断する作業では影響が出やすく, 思考作業の様に頭で考える作業では出にくいのではないかと考えられる. また心理反応測定において定常性低周波音暴露時並びに衝撃性低周波音暴露時の「気が散る」の割合を比較するとどの周波数帯域においても余り変化が見られなかった. これは短時間に音圧変化が生じる低周波音暴露でも定常的に暴露する低周波音と比べ心理反応に対する影響は同程度である考えられる.

### 6. おわりに

定常性低周波音及び衝撃性低周波音を暴露させると作業パフォーマンスは検索作業の場合, より低周波音の影響が正答率比の減少及び心理反応に出る. また心理反応の「気が散る」項目の増加は作業パフォーマンスの減少に影響を与える. 今後は現在問題となっている風力発電所などから発生している音圧レベルが変動する低周波音の検討, 作業実験内容の改善, 被験者を増やす事によって低周波音暴露時の作業パフォーマンスへの影響をより明確にしていきたい.

### 7. 参考文献

[1] 環境庁大気生活環境室:「低周波音の手引書」,2004