単調作業における精神的負荷の計測評価

○木田 勝之, 飯田 健夫 (立命館大学・理工学部)

Measurement and Evaluation of Mental Strain with Monotonous Work

○Katsuyuki Kida, Takeo Iida (Ritsumeikan Univ.)

1. はじめに

長時間、単一の繰り返し作業では、活性化の減衰が徐々に進行し、主として、眠気、疲労感、遂行能力の低下及び変動、適応能力及び責任感の低下、並びに心拍変動の増加を伴うといわれている。¹⁾このような作業は発電所やプラント監視作業で見られ、問題発生時の情報を見逃すと、重大な事故に繋がる恐れがある。単調作業により生じるストレス度を検知できれば、その状態を作業者にフィードバックすることにより事前に事故を防ぐことが可能となる。本研究では、単調作業下におけるストレス状態を生理指標により計測することを目的とする。

2. 実験方法

(1) 作業条件

単調作業として視覚検索作業を行う。15インチCRT上に、2桁のランダム数群

図1 視覚検索の提示刺激

19×16配列中に提示され、その上部に検索する2桁数が提示される。この提示された配列中に、検索する2桁数が何個含まれているかを検索し、その個数をテンキーで入力する。入力した個数が正解の場合、自動的に次の課題に移行し、不正解の場合、ピープ音が鳴り次の課題に移行する。被験者はこの課題を82分間行う。

(2) 被験者

対象は健康な男子大学生5名。

(3) 計測項目

生理指標として、作業前後の安静閉眼時2分と、各0, 20, 40, 60, 80分から2分間の脳波(計測点12ch)、心電図を計測した。左手中指の指動脈の血圧波形を非観血的連続血圧計を用いて計測する。そして、これらをデータレコーダで記録した。また、課題遂行度として、1課題当たりの回答時間、誤答回数をパソコンで計測する。さらに、主観評価として、作業前後に質問紙を用いて、不快、眠いなど10項目を全く(0)から非常に(+4)の5段階で評価する。

(4) 解析方法

心電図、脳波、血圧は30秒間解析を行った。R-R間隔時系列はHRVパラメータのうち心拍数(HR)、変動係数(CV-RR%), および、パワースペクトル密度関数から低周波成分LF(0.04~0.15)と高周波成分HF(0.15~0.40)との比(LF/HF)を求めた。脳波はパワースペクトル密度関数から α , β , θ 波の積分値を求めた。血圧は収縮期圧と拡張期圧を求めた。作業の指標となる回答時間、正解数、誤答数より各20分間毎の正答率および平均回答時間を求めた。

3. 結果及び考察

実験前後の主観評価で不快、イライラするという項目が0から+4となった被験者Aの各20分間毎の正答率と1課題当たりの平均回答時間(図1), HR(図2), CV-RR%(図3), LF/HF(図4), 及び, Fzにおける脳波(図5)を示した。作業中, HRは実験前後の安静状態に

比べ高く有意差が認められた。CV-RR%はその値が高いほど、自律神経系の活動が活発といわれている。よって、40, 80分に自律神経系の活動が上昇していることが認めれた。また、60分に有意な低下も認められた。LF/HFは交感神経系と副交感神経系の活動度の比である。そのため、この値が大きいほど交感神経系の活動度が優位にたち、興奮状態にあるといわれている。よって、作業時にLF/HFは高い値を示しており、被験者は精神的負荷を受けていたと考えられる。しかし、CV-RR%と同様に、60分に低下が認められた。この原因として、40～60分間の正答率の低下および回答時間の増加から見て作業量が低下しており、作業者の意欲の低下のためと考えられる。実験後の被験者のコメントとも一致していた。コンピュータ等を用いた作業に集中して従事した場合、 $F_m\theta$ が出現しやすいと言われている。²⁾ そのため、本脳波は注意集中の指標になると考えられている。Fzにおける脳波は、0分における θ 波の値が高い。また、正答率が高く、回答時間が短いことから、作業者が集中して作業を行っていたと考えられる。しかし、40分以降 θ 波の値が低いことより被験者の集中力が低下したと考えられる。

4. まとめ

今回は被験者Aの結果のみ示したが、他の被験者においても作業時間の経過に伴い、血圧の上昇などが見られた。以上より、単調作業における精神的負荷の指標として生理指標が有効らしいと判った。また、生理指標と作業量や主観評価を組み合わせることにより明解に精神的負荷が評価できることが解った。

5. 参考文献

- 1) 人間工学—精神的作業負荷に関する原則—用語及び定義；JIS Z 8502:1994
- 2) 山田富美雄：快適性の科学，生理人類学会セミナー講演資料集，373～379，1994。

図2 各20分間毎の正答率および1課題当たりの平均回答時間

図3 平均心拍数

図4 CV-RR%

図5 HRV スペクトルの LF/HF

図6 Fzにおける α , β , θ 波の積分値