

03-1

小型船舶の乗船者を対象とした疲労度計測のための基礎的研究

Fatigue Estimation Index for Passengers and Crews on a Craft

○坂牧孝規 (鳥羽商船高専) 土井根礼音 (東京電機大学) 瀬田広明 (鳥羽商船高専)

伊藤政光 (鳥羽商船高専) 河村剛史 (河村循環器病クリニック) 福井康裕 (東京電機大学)

Takanori SAKAMAKI, Toba National College of Maritime Technology

Renon DOINE, Tokyo Denki University

Hiroaki SETA, Toba National College of Maritime Technology

Masamitsu ITO, Toba National College of Maritime Technology

Tsuyoshi KAWAMURA, Kawamura Cardiovascular Clinic

Yasuhiro FUKUI, Tokyo Denki University

Abstract: Many passengers and crews feel physical fatigue on a craft. The objective of this research is to investigate the cause of fatigue on craft and to determine the fatigue estimation index for passengers and crews. In this paper, we describe the analysis of metabolic energy expended by the posture control caused by motions and oscillations on a craft. We measured the metabolic energy expenditure of 10 subjects for about 26.8 hours. On a cruising craft, the standing posture's metabolic energy expenditure is higher than the seating posture's. Metabolic energy expenditure changes according to the strength of motions of a craft. On the land, the standing posture's metabolic energy expenditure is much the same as the seating posture's. Human posture unconsciously opposes motions and oscillations caused by a craft. We believe that the posture control is a major cause for the physical fatigue on a craft.

Key Words: fatigue, metabolic energy expenditure, craft, posture control, motions and oscillations

1. はじめに

小型の船舶に乗船すると、ほとんどの人たちは疲労を感じ、船舶が小さくなるほどその傾向は強い。しかし、船舶乗船時の疲労感の原因の特定や、その定量化に関する研究は、ほとんど行われていない。

小型船舶では、常時、揺れ・振動が発生しており、乗船者は無意識に姿勢制御を行っているものと考えられる。本研究は、小型船舶環境を対象として、船舶の揺れ・振動に対する乗船者の姿勢制御の状態を、生体のエネルギー代謝量として捉え、これを解析することで疲労度推定指標を考案することを目的とする。

2. 方法

生体のエネルギー代謝量の計測は、小型船舶環境と、陸上の屋内環境で、立位、座位の姿勢で行った。さらに、小型船舶環境下における姿勢制御による運動量と、陸上での運動量の比較を行うために、陸上の屋内環境において、踏み台昇降を実施し、その時のエネルギー代謝量の計測も行った。

計測システムは、携帯型エネルギー代謝計の他に、心電図や呼吸数などを計測する患者モニタ、筋電図計、3台の3軸加速度計、ビデオカメラ、船舶の操船状況などを計測するサテライトコンパス、およびコンピュータから構成されている。筋電図計では、左右の胸鎖乳突筋と、左右の大腿直筋の筋電図の計測を行う。エネルギー代謝量の計測インターバルは10sとした。加速度計は、船舶の床、被験者の腰、頭に設置され、サンプリングインターバル0.005秒で、船舶の揺れ・振動の生体内伝播状況を計測した。

小型船舶環境下における実験の様子を Fig. 1 に示す。小型船舶環境における計測実験は、被験者の姿勢を座位20分間、立位15分間、座位15分間、立位15分間と連続的に変えて行った。陸上の屋内環境においても同一の計測装置を用いて、被験者の姿勢を座位15分間、立位15分間とし

た後、30回/分の踏み台昇降を5分間、座位15分間、40回/分の踏み台昇降を5分間、座位15分間、50回/分の踏み台昇降を5分間、座位15分間のデータを計測した。



Fig. 1 Experimental Environment on a Craft

3. 結果

これまでに、小型船舶環境における計測実験を被験者 10 名に対して約 10.8 時間、陸上屋内環境における計測実験を被験者 9 名に対して約 15.8 時間を行った。小型船舶環境における計測実験は、鳥羽商船高等専門学校が所有する実習船「あさま」(総トン数 14t, 定員 23 名)を用いて、伊勢湾内を航行して行った。航行中の速度は、可能なが切り一定となるように、また急な変針を行わないようにした。

小型船舶環境における計測実験結果について、船舶走行中における船舶の床、被験者(49 歳, 男)の腰部、頭部における加速度の例を Fig.2, 同被験者の心拍数およびエネルギー代謝量を Fig.3 に示す。さらに、同被験者の陸上の屋内環境における計測実験の心拍数およびエネルギー代謝量を Fig.4 に示す。

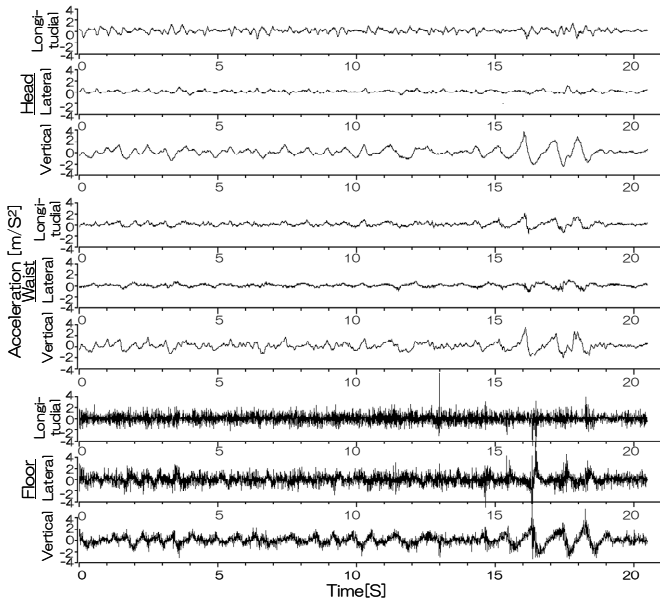


Fig. 2 Experimental Result (on a craft)

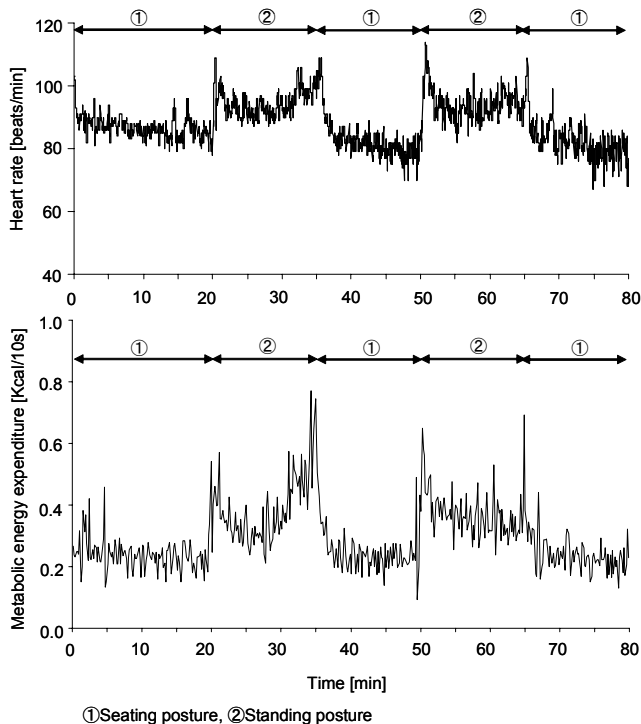


Fig. 3 Experimental Result (on a craft)

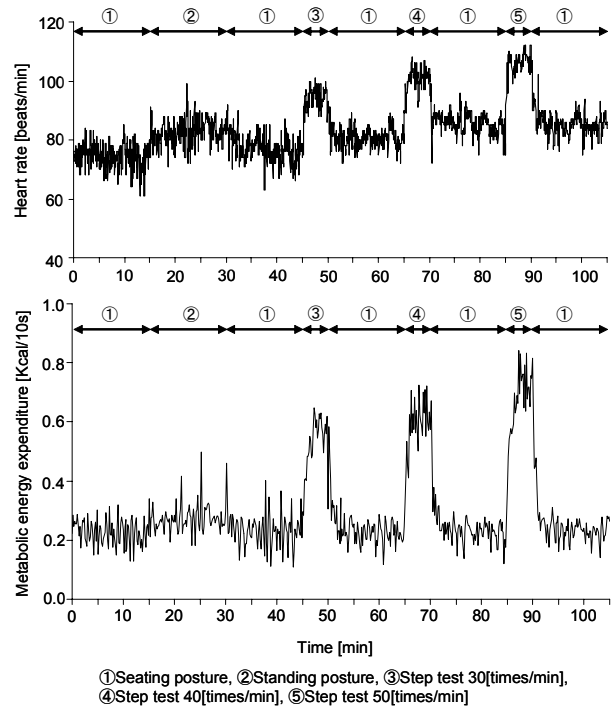


Fig. 4 Experimental Result (on land)

Fig. 2 より、小型船舶環境では、床の低周波数成分の揺れが、被験者の腰部および頭部に伝播していることがわかる。また、我々の研究では、被験者の頭部には、生体の姿勢制御によると推察される揺れが観察されている⁽¹⁾。Fig. 3 より、小型船舶環境では、被験者の心拍数、代謝エネルギー量が、立位姿勢の時顕著に増加していることがわかる。船舶航行中の揺れは海上の波の状態によって異なるため、船舶に大きな揺れが発生した場合は、立位姿勢、座位姿勢ともに、心拍数、代謝エネルギー量の更なる増加が観察された。

4. 考察

心拍数とエネルギー代謝量について、立位姿勢と座位姿勢における各値の差は、姿勢間の運動量の差を示している。実験結果より、座位姿勢に対する立位姿勢の心拍数とエネルギー代謝量の差は、陸上の室内環境に比べ、小型船舶環境の方が明らかに大きいことがわかった。また、小型船舶環境における立位姿勢の心拍数とエネルギー代謝量は、室内環境における踏み台昇降運動に匹敵する運動量があることがわかった。さらに、同時に計測した筋電図からも姿勢制御と推察される筋電図の変化が観察された。

船舶環境では、乗船者が船舶の揺れに対して無意識に姿勢制御を行っており、これが、踏み台昇降運動相当の運動量であるために、乗船者が疲労を感じている可能性のあることが推察される。

5. まとめ

本研究により、小型船舶乗船者が感じる疲労は、船舶の揺れに対する無意識下の姿勢制御による運動が原因であることが示唆された。

参考文献

- (1) 土井根礼音, 坂牧孝規, 瀬田広明, 伊藤政光, 河村剛史, 福井康裕, 小型船舶環境における船酔い発生メカニズムの解明に関する研究, ABML2011 (本大会採択), 2011