

## II 心搏数からみた操船者の 精神的緊張について

A	はじめに	85
B	調査方法	85
C	測定結果	86
D	総括的考察	89
E	要約	91
F	おわりに	91

### A. はじめに

肉体的負荷の大きい作業と疲労という一つの生体现象との関係はかなりの説明がなされている。しかし肉体的負荷よりもむしろ精神的負荷の方が大きいと考えられる作業については未だ判然としていない面が多い。大型船の操船作業特に着岸、離岸を含む港内操船作業は、精神的負担の大きい作業の一つと考えられる。最近は特に船型の大型化・巨大化・海上交通量の増大、港湾設備への備などの悪条件が重なって、操船者はかなりの精神的緊張を強いられていることが予想される。このことは航行の安全に重大な影響を持つものであり、海難防止という見地から考えた時に無視することはできない問題である。そこで操船者の精神的緊張の様相と、それを惹起させる原因などを知る手がかりを得るために、操船中の精神的緊張の結果としてあらわれる身体的変化を把握しようと考えた。

一般に感情・情緒の起つているときのあらゆる身体的変化は自律神経系、脳脊髄神経系、および内分泌腺の3種類によつて統合、成全された体内のいろいろな過程の複合に依存している。感情・情緒における身体的変化の徴候のうち主徴

なものを列挙すると次のようになる。

- (1) 顔面表情、手ぶり、足ぶり、姿勢、音声
- (2) 心臓と血液循環の変化
- (3) 呼吸の変化
- (4) 皮膚の電気抵抗の変化
- (5) 皮膚温度の変化
- (6) 瞳孔反応
- (7) 唾液の分泌
- (8) 立毛現象
- (9) 血液、唾液および尿の化学的成分
- (10) 胃腸の運動
- (11) 新陳代謝量
- (12) 筋肉の緊張、ふるえ
- (13) 脳波

このような生体现象としての身体的変化を、直接操船作業に影響を与えずに把握するには、通常考えられる種々の制約の他に作業位置がかわつても連続的に測定できるものがのぞましい。

そこで我々は、思考と心搏数との関係を分析して与える課題の呈示間隔を短かくするとその速度に応じて心搏数が増加することを観察した Rutenfranz<sup>(1)</sup> の報告、精神的負担と生理的指標との関係を分析した Bartenwerter<sup>(2)</sup> の報告、大型バス運転中の心搏数の変動を調べた橋本<sup>(3)</sup>らの報告など<sup>(4)(5)(6)</sup>を参考にして、無線搬送が可能な心搏数をえらんだ。測定は昭和39年から実施したので、今回はその一部である3例について報告する。

### B. 調査方法

東部カナダ航路の貨物船M丸に便乗した機会を利用して船長、水先案内人について調査を行った。船長についてはホノルル入港時その他、水先案内人についてはサンフランシスコその他

で、ハートレートテレメータを使用して心搏数の変動を測定した。同時にサブデータとして船の状況・機関使用状態などの記録を含めたタイムスタデイを実施し、操船者の号令・操舵手の復唱などはテープレコーダにより録音し、他船の状況を含む航路状態は、16m/m撮影機により1秒1コマでメモ・モーション撮影をして記録した。

#### 1. 被検者

M丸船長

年令56才、海上経験30年、うち船長経験15年。

サンフランシスコ港水先案内人

年令48才、大型航洋船船長経験者、米国人  
両被検者とも別にこれといった既往症はなく、自覚的には現在も健康である。

#### 2. 測定月

- |      |    |              |     |
|------|----|--------------|-----|
| 1965 | 2. | 名古屋港出港時      | H船長 |
|      | 3. | ホノルル港入港時     | H船長 |
|      | 4. | サンフランシスコ港入港時 |     |

D水先案内人

#### 3. M丸主要目

載貨重量	11,787t	深さ	12.00m
長さ	145.00m	満水吃水	8.72m
幅	19.40m		
主機関	ディーゼル	9,000p.s×128r.p.m.	

#### 4. 使用機器

ハートレートテレメータ：N.E.C. 101型  
うち被検者が腰に装着するトランスミッターは重量170g、大きさ13cm×3cm×6.5cm

記録器は使用せず、一分毎に瞬時値を目読して記録した。なお誘導は胸骨上端および心尖部に電極を装着して行なった。

テープレコーダ：ソニー・TC・357型（マ

イクは3ヶ使用）

メモ・モーション撮影機：ボレックス16m/m

### C. 測定結果

1. 事例1 ホノルル入港着岸作業中の船長について

#### a. 測定時の概況

午後5時、ホノルル港外のパイロットステーションの近くに到着し、当直航海士から引続いてH船長は直接操船を開始した。天気も良く視界は良好で、風は南西、風力3、潮流は北西の流れが若干あつた。船長は、約30分して水先案内人が乗船するまで肉眼および双眼鏡を使用してめんみつに前方看視を行なつていた。水先案内人乗船後は水先案内人が直接操船を行なつて港内に進入し、そのまま入船右舷付で着岸した。曳船は左舷の船首および船尾に各1隻づつ使用した。当日の日没は6時37分であつた。

#### b. H船長の心搏数変動

変動の状態を着岸作業のプロセスとともに示すと、図1のとおりである。当直航海士から操船を引継ぐ前に既に100を越している。パイロットステーションに近づくにしたがつてさらに昇りだし、水先案内人が乗船するまでめんみつに前方看視をしているうちに120になる。ところが水先案内人が乗船すると、操船を開始する前のレベルにまですぐに下降する。その後着岸し、係留索をとるまでそのレベルを保ち、係留索をとつて“Make fast”の状態になる頃から平常時のレベルに戻ろうとする傾向を示している。

#### c. 測定後に得たH船長の感想

測定終了後、H船長より入港着岸作業について次のような感想を得た。

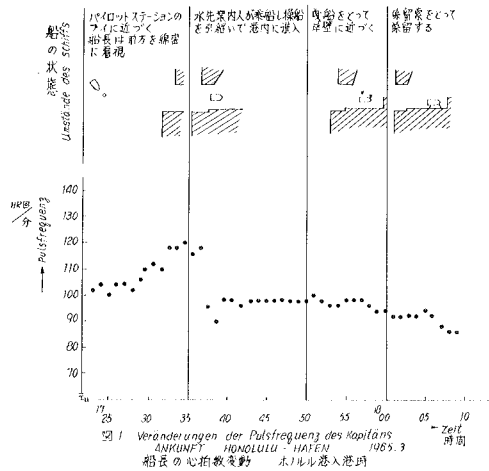
「数年ぶりできたホノルル港は、前回入港した時とパイロットステーション附近のブイの様子が変わっていた。すなわち以前にはなかつたと思われるブイが一つあつたが、これはパイロットステーションを示す Sea Buoy であろうと考え、そこへ船をもつてきた。しかしもしこれが Sea Buoy でなくて港内進入コースを示す航路ブイであるならば、そこは浅瀬に近く、しかも風・潮ともに船をその浅瀬の方へ押し流す方向に流れているから危険である。そのため、今、自分の目前に見えているブイが Sea Buoy か航路ブイかを確認しようとして前方看視に集中した。そうして自分では、これは Sea Buoy である、つまり浅瀬に流される危険のないパイロットステーションに来ている、とは思つたが確信は持てなかつた。その後、水先案内人が乗船して自分の操船に間違いのなかつたことを確認して安心した。あとは視界もよいし、真直ぐに入つてそのままつけるのであるから別にむずかしい操船を必要とするわけでもないので安心して水先案内人にまかせた。」

2. 事例2 サンフランシスコ入港着岸作業中のD水先案内人について

a 測定時の概況

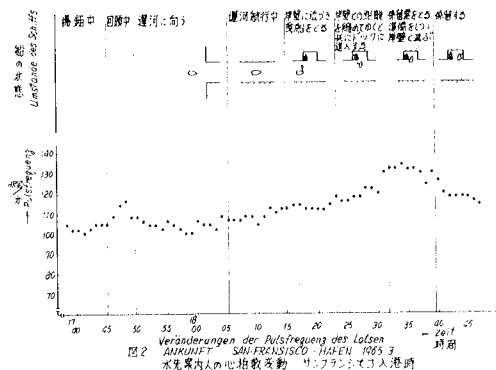
午前中にサンフランシスコ港内の検疫錨地に仮泊して水先案内人を待った。午後5時、D水先案内人が乗船し、錨を揚げて操船を開始した。天気は快晴、西南西の風、風力6、視界は良好であつた。仮泊中に本船の船首方向が港外に向いていたため、抜錨後、左舷へ回頭して Inner Harbour に向つた。バースは幅約180mの河の左側に櫛状に並んでいるものの一つ、幅約100mのドックである。本船着岸バースは対岸に一隻大型船が既に着岸していたため、実質

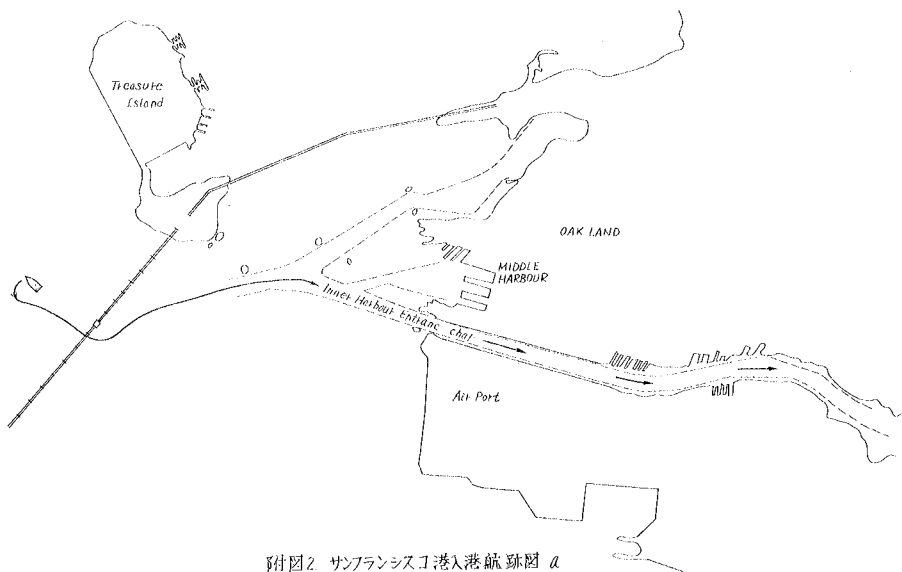
的なスペースはかなり狭かつた。風は強かつたが、着岸頃には少し弱まり風向も着岸に有利であつた。錨を入れたのは比較的早く、ドックに向つて回頭する前であつた。日没は6時12分であつたため、着岸する頃は相当に暗かつた。曳船は左舷船首部にとり、入船右舷付で着岸した。



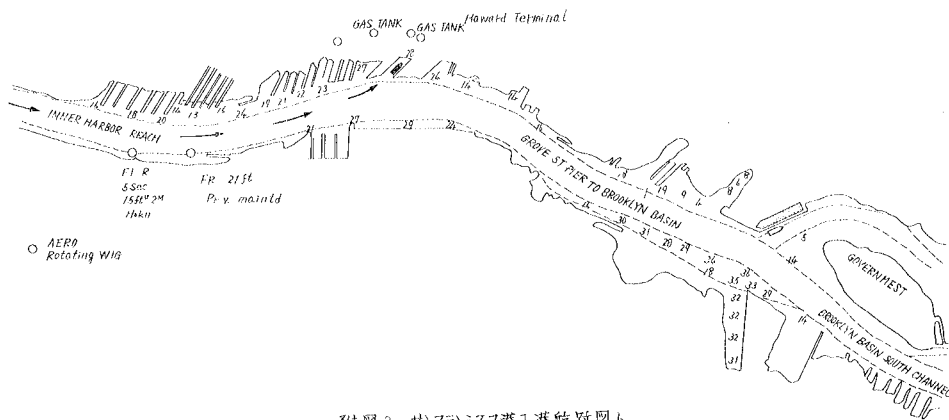
b D水先案内人の心搏数の変動

図2に示すとおりである。錨が立つ頃からや





附図2 サンフランシスコ港入港航跡図 a



附図2 サンフランシスコ港入港航跡図 b

や上昇し、錨が揚がりきつて回頭をはじめると更に上昇し、回頭が終り船首方向がきまる頃から少し下降している。オークランド橋を通過し Inner Harbour の入口に近くにしたがつて漸次上がりはじめ、曳船を使う頃には 116 になり、その後さらに上昇して、ドックに入ると 130 を越している。係留索が投げられる頃からは下降をはじめ、機関終了後はそのまま平常にもどる傾向を示している。

c 測定後に得た D 水先案内人の感想

「本船の操船ははじめてであるが、本船の同

型船は何度か経験があるので、エンジン、舵の効き具合は良く知っている。今日は風は少し強かつたが、風向きが良かったのでラッキーだつた。ただ、ドックに既に一隻入つていたし、ドックの入口にも一隻着岸していたので、有効に使える海面が少なく、しかも着岸する頃は日没過ぎで暗く、船首・船尾の位置や岸壁との距離がわかりにくく、その点はちよつとやりにくかつた。」

3. 事例 3 名古屋出港離岸作業中の H 船長

について

a 測定時の概況

午後4時前、船長は係留索を解き、船尾に曳船を一隻使用して本船を岸壁から引き出した。船首が岸壁をかわしたところで前進微速に機関を使用し左に回頭し、その後曳船を離して港外に向つた。外防波堤を通過するまでの間の特記事項としては、前方に動静不詳の船を認めて速度を減じたこと、風波が強く、コース維持が困難になつたため通常の回転数より多くしたこと

b H船長の心搏数の変動

図3に示す通りである。

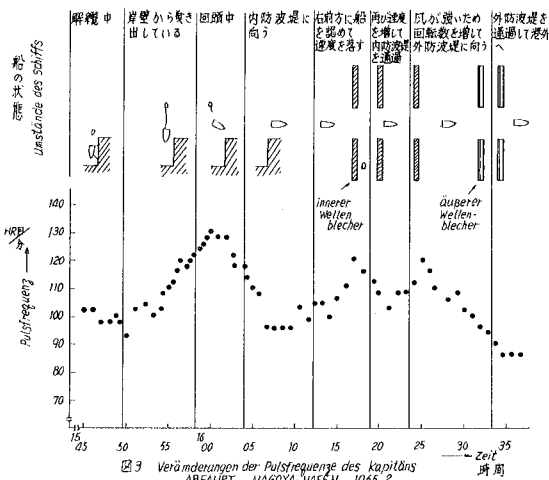


図3 船長の心搏数変動 名古屋港出港時

D. 総括的考察

1. 心搏数が上昇している場面について

以上の3つの測定例に共通して心搏数が上昇している時の場面を考えてみると次の三つの場面を考えることができる。

操船に必要な情報量が増加するとき。

操船に必要な情報を把握し難いとき。

舵角の選定、機関使用などある意志決定を必要とするとき。

以上それぞれの場面について考察をしてみることにする。

a 操船に必要な情報量が増加するとき

心搏数の変動を、そのとき船がおかれている状況を対応してみると、回頭しているとき(図3 名古屋、図2 サンフランシスコなど)、防波堤・橋桁などの構築物に近いとき(図3 名古屋、図2 サンフランシスコなど)、離着岸時(3例とも)などに心搏数が上昇していることがわかる。船がこのような状況にある時は、他のシステムと自船との相対関係位置が不安定であることを意味し、したがって安全確実に操船するために操船者が集積し判断し処理する情報量は当然増加している場面とみることができる。このことから回頭中などに心搏数の上昇がみられるのは情報量が増加しているためと思われる。この点は前に述べた Rutenfranz の報告と一致していると考えられる。結局このような反応は、警戒反応あるいは不安反応の一つと考えて良いのではなからうか。

b 操船に必要な情報を把握し難いとき

ホノルル入港時の船長の場合がその良い例であると思われる。船長は、現在の自船の位置を精密に知らねばならないにもかかわらずそれははつきりとしな。そこで現在、目前にみえているブイをたよりにして、自船の位置を確認しようとするが海図にも無いためなかなかわからない。こうした状態にあるとき、心搏数は漸次高まってゆき120を示している。それが乗船してきた水先案内人によつて自船の位置を正し

く知ることができる。ただちに心搏数は下つてくる。これは必要な情報を把握し難いために起る不安反応、警戒反応の一つであろう。

サンフランシスコ入港時の水先案内人の例をみると、着岸する頃は日没後となり、周囲は暗く、したがって岸壁に対する進入角・距離などが把握し難く、また船首・船尾で行なわれている係船作業の進行状況を視覚的に確認することがむずかしい状態であつた。結局この場合は集収・処理すべき情報量が多く、しかもそれを把握し難いために134の高さに登つたものと思われる。なおこの場合、若干の歩行をとまなつてはいるが、それはR.M.R.で1.0程度であり、このために心搏数を大きく上昇させるとは考えられない。

c 舵角の選定・主機関使用などある意志決定を必要とするとき

操船中の心搏数の変動を操船作業のプロセスと対応してみると、種々の命令が短時間に頻繁に下されるような場合に、心搏数は高いレベルになつている。これは1・2で述べた理由の影響の他に、ちょうどRutenfranzの実験において計算課題の呈示間隔が短かくなつた場合と同様な理由によるのではなからうか。すなわち自分の下した判断の結果を再び情報として集め、それを評価し次の行動を考えてゆくのと同時に、全く別の新しい情報が入つてきてこれら进行处理していかなければならないという

Situation が心搏数を上昇させるのではないだろうか。結局、操船作業における思考や判断は、不安・警戒・焦燥・逡巡などの要素を多く含めたものなのであろう。

今回の測定結果から操船者の心搏数が上昇している場面として以上に記した三つの場面を考

えることができる。また、この心搏数の上昇はこれらの場合が操船者に与える精神的緊張のあらわれとして捉えることができるであろう。

このように考えると、次に二つの問題がでてくる。第一は、何故このような場面で緊張するのかということであり、第二は、何故このような場面が存在するかということである。この問題は今後さらに追求していかなければ判然とはしないが、ここで若干推察を加えてみることにする。

## 2. 精神的緊張をおこさせる原因について

まず第一の問題に対して考えられることは、操船者は非常に大きい運動量を制御するということである。船は他の交通機関に比してその速度は小さく、特に港内では小さい。しかしそのMassは非常に大きいため運動量としては非常に大きく、したがって内包する大きな慣性力を常に考慮に入れた制御をしなくてはならない。しかも船は特殊な例を除いて一般に運動性能が良好とは言えず、加えてこの運動性能は、海象・気象の影響を直接・間接に受けるため必ずしも一定ではない。結局、良好でない不安定な運動性能を使用して、非常に大きな運動量を制御しなければならぬため、操船者は前述のような場面で精神的緊張を惹起するのであろう。

次に第二の問題に対して考えられることは、非常に大きい運動量を制御しなければならぬにもかかわらず、そのためのシステムが安定していないということである。せまい港内の限られた海面で、非常に大きい運動量を制御するために必要な情報量は当然大きいものである。情報の集収段階では操船者以外の者も関与できるが、処理し判断する段階はただ一人の操船者の負担になつているのである。すなわち、航空管

制にみられるような陸上からの誘導はなく、船内の設備も充分ではない。(例えば、岸壁との距離や進入角ですら目測でありカンに頼っているのが現状である。)また船の運動性能の良好でない点を補う意味での曳船も充分な馬力と運動性能を持っていないものが多い。さらに操船作業に対して船内で組み立てられる人的システムも必ずしも安定しているものではない。

(たとえば、外地においては言語も一つの障害となる。)こうした意味で、安全確実な操船を行なうための必要なシステムが確立されていないために、前述のごとき場面が存在し、結果的に操船者の精神的緊張を惹起させているのであろう。

## E. 要 約

操船者の精神的緊張の様相とそれを惹起する原因を知る手がかりを得るために大型船の操船者の操船中の心搏数の変動をハートレートテレメーターによつて測定し、次のような結果を得た。

1. 次の三つの場面で心搏数の上昇がみられた。

- (1) 操船に必要な情報量が増加するとき。
- (2) 操船に必要な情報を把握し難いとき。
- (3) 舵角の選定・主機関使用など、ある意志決定を必要とするとき。

2. 上記の場面でみられた心搏数の上昇は、不安反応・警戒反応などの精神的緊張によるものと思われる。

3. 精神的緊張を惹起する原因としては次のことが考えられる。非常に大きな運動量を制御しなければならぬにもかかわらず、そのために必要な機能を十分にもつたシステムが確立さ

れていないこと。例としては、運動性能が相対的に低いこと、情報集収処理が困難な場合が多いこと、船の内外で組み立てられる人的システムが安定していないことなどが挙げられる。

## F. おわりに

操船者の精神的緊張の様相と、それを惹起させる原因とを把握する手がかりを得るという目的は、大型船においては心搏数を指標とすることによつてその一端を知ることができた。今後はこの調査で得られた手がかりをもとにして、指標の検討と選択、測定方法、被験者の選択などの諸問題を解決していきながらこの種の研究をすすめていきたいと考えている。(大橋信夫)

(本研究は1965年度海難防止協会研究委託費によつたものである。)

## 参考文献

- (1) Rutenfranz, J.: Über das Verhalten der pulsfrequenz bei Arbeit unter Zeitdruck, *Int. Z Angew Physiol.*, 18, (264-279), 1960.
- (2) Bartenwerter, H.: Neure Ergebnisse zum Problem psychischer Beanspruchung und Ermüdung, *Zbl Arb. Wiss.* 15(8-9). 121-124; 1961
- (3) 橋本邦衛他: 大型バス運転の生理的負担度に関する研究, *鉄道労働科学*, 15, 39-61, 63-83, 1962.
- (4) 三寺脩: 情緒と自律神経機能との関係, *慈恵医会誌*, 76(4), 2496-2510, 1961.
- (5) 橋本邦衛他: 電気機関車乗務の生理的負担

に関する研究、鉄道労働科学、16、75～

99、101～123、1964.

(6) 本林富士郎他：心神コンディションの示標、  
環境医研年報、XIV、15～19、1962.

