

(シミュレーション方法)

船舶の振れ回り運動中にプロペラを回転させることにより、外乱に対する係駐力の不足を補うものとし、平水中における船速6から14ノットに対応するプロペラ推力を与え、プロペラ推力を与えた場合における、下記を計算して評価判定を行いました。

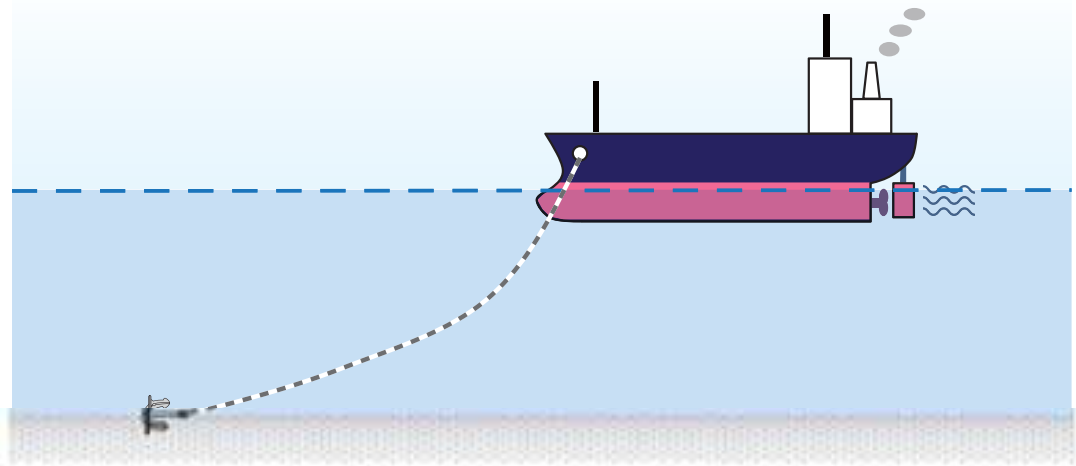
錨鎖張力の最大値 ( Tmax ) 係駐力の最大値 ( FAmix ) 係駐力の最小値 ( FAmin )

判定方法を以下とし、これをまとめたものを表 76 に示します。

- Tmax が FAmin を超えない場合 : ( Tmax < FAmin ) 「走錨せず」
- Tmax が FAmin を超えた場合 : ( Tmax > FAmin ) 「走錨」

機関使用による荒天錨泊 シミュレーション結果						
錨鎖 伸長	推進力 / 判定	6kt 相当 D.Slow 極微速力	8kt 相当 Slow 微速力	10kt 相当 Half 半速力	11kt 相当 S/B Full 港内全速力	14kt 相当 Nav. Full 航海全速力
6 節	Tmax (トン)	51.1	48.8	50.0	0.0	0.0
	FAmin (トン)	16.2	48.8	48.8	64.2	64.2
	FAmix (トン)	52.6	56.5	64.2	64.2	64.2
	判定	走錨	走錨せず	推力過剰	推力過剰	推力過剰
8 節	Tmax (トン)	51.9	48.8	58.8	0.0	0.0
	FAmin (トン)	22.1	48.8	21.4	70.2	70.2
	FAmix (トン)	58.6	62.5	70.2	70.2	70.2
	判定	走錨	走錨せず	推力過剰	推力過剰	推力過剰
12 節	Tmax (トン)	48.8	48.8	61.2	0.0	0.0
	FAmin (トン)	13.6	48.8	48.8	82.2	82.2
	FAmix (トン)	70.6	74.6	82.2	82.2	82.2
	判定	走錨	走錨せず	推力過剰	推力過剰	推力過剰

表 77



C号の場合、走錨前で機関使用を開始し、風速 25m/s の条件では、微速力 (Slow Ahead) の機関推力で走錨を防止でき、極微速力 (D.Slow Ahead) では推力不足、半速力 (Half Ahead) 以上では、推力が大きすぎて、錨を曳きずることが結果として現れました。

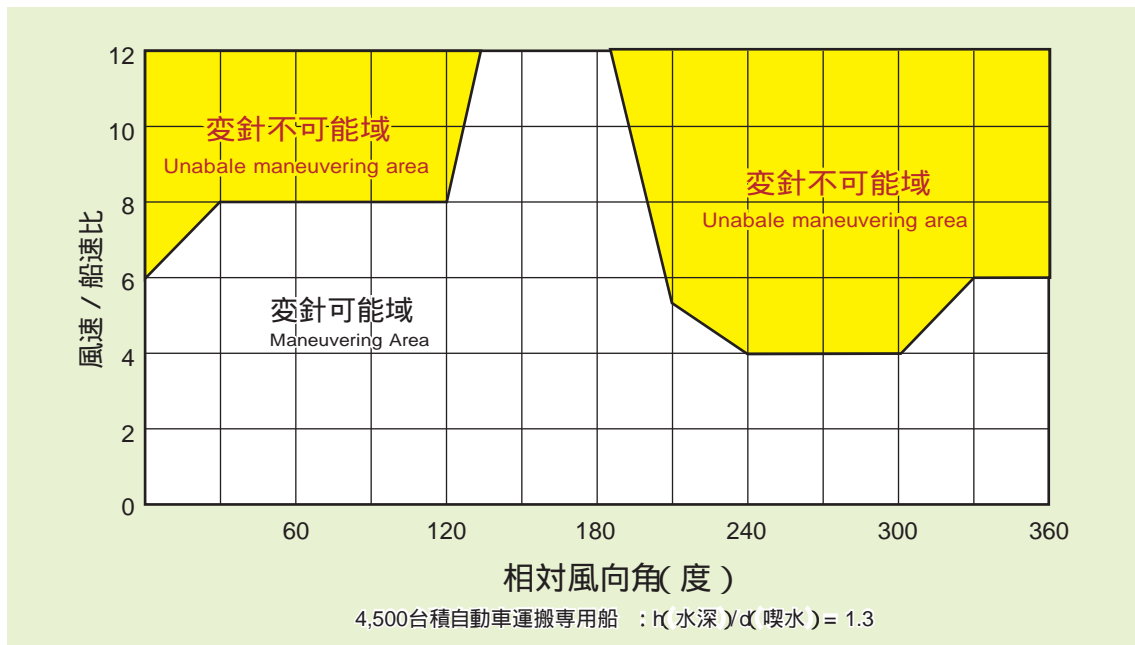
C号は機関全速力を掛けて船体制御を試みましたが、後述する圧流走錨中に、変針不可能域から風を受けるようになり、結果として船体姿勢制御ができずに座礁したことが推定されます。

また、風は一定風向・風速ではないので、機関の使用方法を間違えると、却って衝撃力を受けることもあるので、十分注意することが必要です。

外洋に避難できる大型船の場合は、機関を使用して錨泊を続けるよりは、抜錨して台風から遠ざかる地点まで避難することが望ましいと考えます。

#### 4 - 7 走錨開始後の船体姿勢制御の難しさ

走錨第二段階 (圧流走錨状態) となり、風を真横から受けるようになって圧流された場合、揚錨できたとしても、機関・舵・バウスラストを用いて姿勢制御可能となるまで時間と広い水域が必要となります。また、前進速度が付くと、バウスラストの見かけ出力は1ノット当たり20%減少します。(5ノットの前進速度では、フルパワーで運転しても回頭効果はありません。) 本船の変針不能域などを理解しておくことが重要です。



グラフ 78

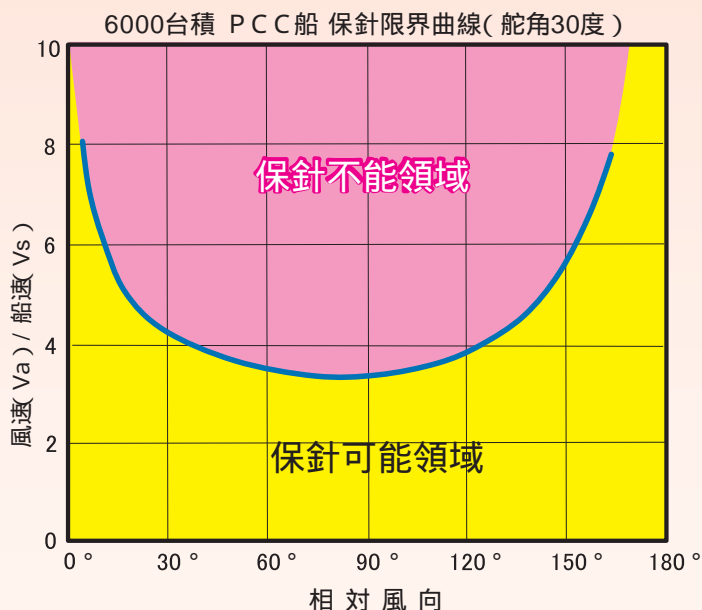
グラフ 78 は、4,500 台積み自動車運搬専用船の変針不可能域を示しています。回頭角が 90 度に至る前に回頭角速度が消失する場合を変針不可能として、横軸に相対風向角、縦軸に風速・船速比を取って示しています。船尾方向から追い風を受ける場合を除き、風速が船速の 4 倍以上になると変針不可能域があります。

例えば、右舷から風を受けて右舷（風上）に回頭する場合、風速 / 船速比が 8 以上で変針不可となり、一方、左舷から風を受けて右舷（風下）に回頭する場合は、風速船速比が 4 になると変針が困難になります。原因は、風圧モーメント、水抵抗モーメントと操舵モーメントの相互影響の過度的変化です。20m/sec の風だと、船速が 2.5m/sec = 5kts 以上にならないと、風に立てることが難しいことが判ります。逆に、5 ノット以上ではバウスラストは効かなくなります。

**註) 保針限界との違い**

保針限界と混同しないこと。保針限界は、航海中に風速・船速比が大きくなると、保針できない領域があることを示すもの。変針限界とは異なる。

右のグラフは、舵角 30 度で保針可能 / 不可能域を示している。風速と船速比が 3.7 を超えると、相対風向角度によっては保針不可能域が発生する。これと、変針限界を混同しないこと。



グラフ 79

**4 - 8 他船との安全な船間距離・浅瀬や海上構造物との離隔距離**

他船との安全な船間距離、浅瀬や海上構造物との離隔距離について、確固たる基準はありません。その理由は次のとおりです。

走錨を検知し、その後迅速に主機・舵・バウスラストを用いて船体姿勢制御を回復するに至るまでに使用する海面の面積に着目して考えた場合、以下を考慮する必要があります。

Turning Circle の半径	: 使用する錨鎖の長さ + 自船 Loa を半径とする円
圧流走錨の速度	: 圧流走錨の場合は、3 ~ 4 ノット
揚錨に要する時間	: 定格速力 ... 9m/min. 1ss 3分 張力が掛かっていれば、連続した巻き上げ作業は不可能
主機準備に要する時間	: 早めの S/B Eng..
風を横に受けてから姿勢制御可能となる前進速度を得るまでに要する時間	

振れ回り走錨（第一段階）のうちに揚錨し、船体を立て直した場合と圧流走錨の状態になってから揚錨した場合を比較すると、風下側に凡そ **3.5 倍の水域**が必要となることが、シミュレーションの結果わかりました。

= 走錨後の姿勢制御のシミュレーション：ケーススタディ =

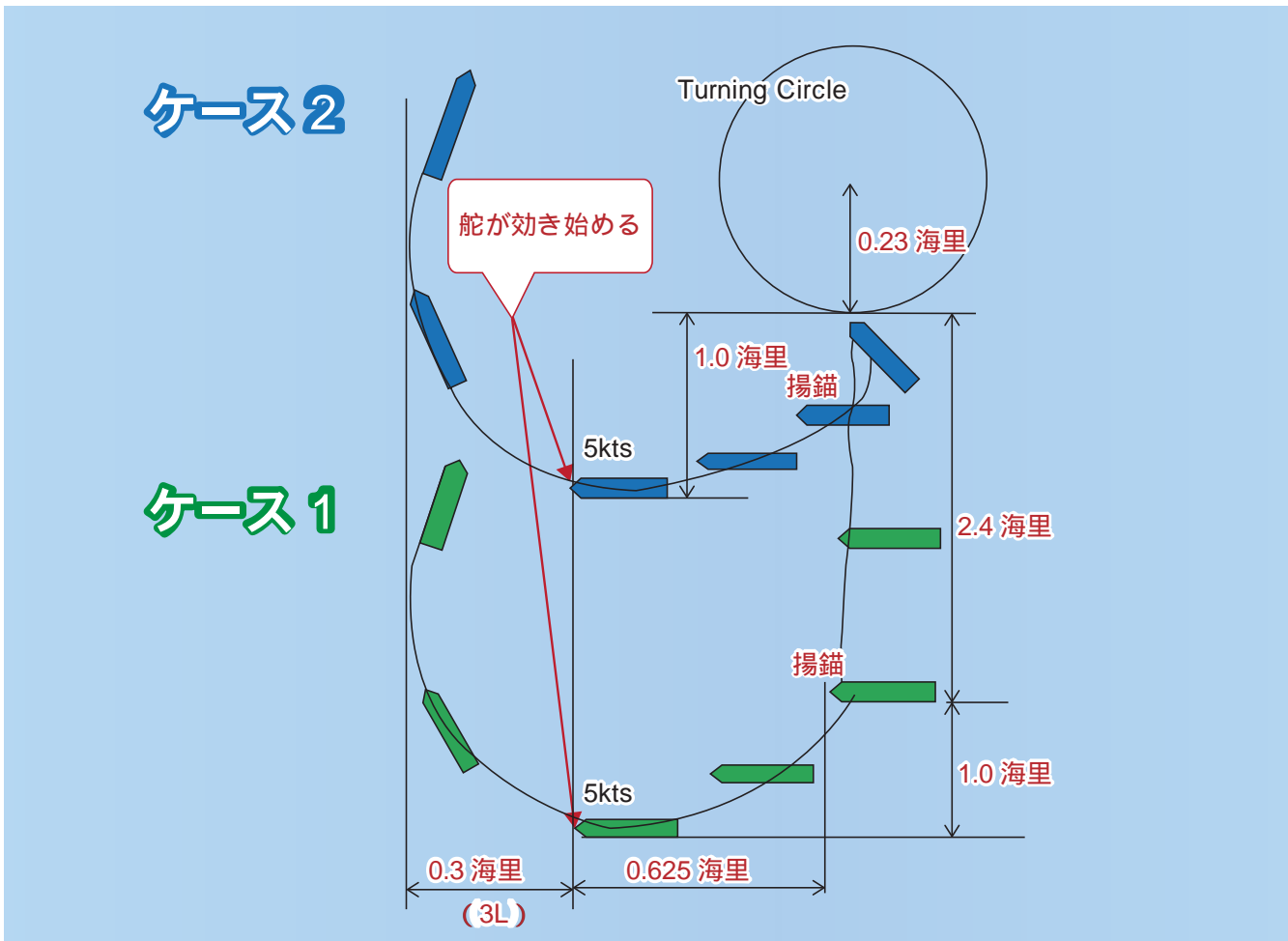


図 80

## ケース 1 圧流走錨が始まってから揚錨作業を開始

図 80 の  の場合

LOA 200 m、8 節で錨泊。揚錨に通常の 1.5 倍の時間が掛かり、その間 4 ノットで圧流され、揚錨後に 5 ノットの速力を得るまで 15 分要し、その間は風を真横から受けて航走したと仮定した場合。主機・バウスラストは走錨前に準備できており、揚錨作業中も使用可能とした。風速は 20m/sec。風下方向に 3.63 海里、横方向に 0.925 海里の可航水域がないと、事故発生することが分かります。台風避泊時に、これだけの水域を確保するのは困難な場合が多いものと考えます。

### 1 Turning Circle 半径

$$8 \text{ 節} (220 \text{ m}) + 200 \text{ m} = 420 \text{ m} = 0.227 \text{ 海里}$$

### 2 揚錨に要する時間

圧流走錨が始まってから。この間は姿勢制御不可とした。8 節 = 220 m 毎分 9 m 但し、1.5 倍の時間とすると 36 分かるとして計算。

$$\text{この間、風下に圧流される距離} = 4 \text{ ノット} \times 0.6 \text{ 時間} = 2.400 \text{ 海里}$$

### 3 揚錨し、速力 5 ノットになるまでに流される距離

$$0.25 \text{ 時間} \times 4 \text{ ノット} = 1.000 \text{ 海里}$$

風下方向：3.627 海里 (6,717m) 必要

### 4 横方向への航走距離

$$5 \text{ ノットで回頭に要する Advance} (3L) = 0.300 \text{ 海里}$$
$$(0 \text{ ノット} + 5 \text{ ノット}) \div 2 \times 0.25 \text{ 時間} = 0.625 \text{ 海里}$$

横方向：0.925 海里 (1,713m) 必要

## ケース 2 振れ回り走錨のうちに揚錨作業を開始

図 80 の  の場合

振れ回り走錨の初期段階で揚錨すれば、揚錨作業は適宜機関を使用してほぼ定格で巻き上げることもできます。その後、変針不能域に入り、仮に風を横から受ける状態になったとしても、風下方向・横方向に下記水域があれば、姿勢制御可能になります。

風下方向 : 1.230 海里 (2,278m)

横方向 : 0.925 海里 (1,713m)

走錨による他船との衝突や乗揚げ事故は、この水域が確保できなかった場合で、特に、圧流走錨に陥ってからのものが殆どです。

## 第五章 おわりに

3つの事故例と走錨のメカニズムを紹介してきました。大きなうねりや波高が5 mを超えるような荒天下で錨泊による避泊を余儀なくされることもあります。

しかし、事故例からもわかるように、気象情報の入手不足、台風から離れた海域に避難する機会があったのに、無理をした結果、事故に至るということも多いものと思います。

大型船の場合は、二錨泊や双錨泊といった手段も、その操船が難しいので単錨泊を行うことが殆どといった報告もなされています。

従って、可能な限り気象情報を多く収集して、より安全な対応を取ることが求められます。また、船長だけに判断を求めるのではなく、運航者や船舶管理会社が船長をサポートすることも必要です。万が一走錨が始まったとしても、早めの検知を行えば船体姿勢制御も容易です。

---

## 参考文献

- ・ 海難審判庁 2006 年発行 海難分析集 No.6「台風と海難」
- ・ 公益社団法人 海難審判・船舶事故調査協会 「海難審判庁裁決録」
- ・ 操船の理論と実際 井上欣三著
- ・ 一般社団法人日本船長協会 DVD 「制限水域における安全操船」
- ・ 操船通論 本田啓之助著
- ・ 操船論 岩井聡著
- ・ 船舶の錨泊監視支援に関する研究(神戸大学)

## 資料ご提供

- ・ 一般社団法人日本船長協会
- ・ 日本郵船株式会社
- ・ 株式会社 日本海洋科学

---

日本船主責任相互保険組合  
ロスプリベンション推進部長  
船長 岡田卓三

---



JAPAN P&I CLUB  
日本船主責任相互保険組合

ウェブサイト <http://www.piclub.or.jp>

東京本部 〒 103-0013 東京都中央区日本橋人形町 2 丁目 15 番 14 号 ..... Tel : 03-3662-7229 Fax : 03-3662-7107  
神戸支部 〒 650-0024 兵庫県神戸市中央区海岸通 5 番地 商船三井ビル 6 階..... Tel : 078-321-6886 Fax : 078-332-6519  
福岡支部 〒 812-0027 福岡県福岡市博多区下川端町 1 番 1 号 明治通りビジネスセンター 6 階 ... Tel : 092-272-1215 Fax : 092-281-3317  
今治支部 〒 794-0028 愛媛県今治市北宝来町 2 丁目 2 番地 1 ..... Tel : 0898-33-1117 Fax : 0898-33-1251  
シンガポール支部 80 Robinson Road #14-01 SINGAPORE 068898 ..... Tel : 65-6224-6451 Fax : 65-6224-1476  
Singapore Branch  
JPI 英国サービス株式会社 38 Lombard Street, London EC3V 9BS U.K. .... Tel:44-20-7929-3633 Fax : 44-20-7929-7557  
Japan P&I Club ( UK ) Services Ltd