海難救助作業時における操船性能について

池田 英治*・庄司 邦昭**・平野 雅祥***

Manoeuvrability of Rescue Vessel at Marine Disaster

Eiji IKEDA, Kuniaki SHOJI and Masayoshi HIRANO

Abstract

In the coast of Japan, many marine disasters happen every year. In many cases rescue operation is difficult because of severe sea condition and restricted geographical condition.

Authors investigated on the suitable ship handling of rescue vessel in these conditions. Bird's-eye view type manoeuvring simulator was used for this study.

From this simulation result, it was concluded that the approach manoeuvring to the position of distress and the return manoeuvring from the position of distress were not so difficult, but that it was difficult in some cases to keep the ship's heading to the given direction in order to descend the small rescue on-board boat.

1. ま え が き

日本沿岸における海難事故は、様々な情報が得られるようになった今日においてもかなりの数にのぼっている。このような海難事故に対する救助活動は厳しい海象条件の中で行われる。この際に適切な救助作業を見いだすための一つの方法として、操船シミュレーションにより船の操船性能を調べておくことは有効なことと思われる。

そこで、本研究では特定の海難水域に対する救助船の航行シナリオを決めて、これに対応したシミュレーション結果から操船性能について調べたので、その結果を以下に示すことにする。

2. 操船シミュレーション方法

2.1 シミュレーション方法

鳥瞰図の形で船の運動を表示する簡易操船シミュレーターを用いて、操船シミュレーションを実施した⁽¹⁾。船の位置、姿勢、運動等は、鳥瞰図の形で港湾レイアウトと共に大型計算機に接続されたグラフィックディスプレイの CRT 上に表示される。CRT 上の時々刻々の船の動きを見ながら、“操船シナリオ”に従って操舵、主機操作等の操船指令を与えるという、計算機との対話方式により操船シミュレーションが実行される。本シミュレーション手法では、船の操縦運動特性を精密な計算モデルで表現し、それをベースとし、港湾等の制限水域における風、流れ、波等の様々な自然条件、及び港湾レイアウト、航路形状、水深等の水域条件の下での、複雑な操船シミュレーションを行うことが出来る。

また、船の操縦運動は MMG モデルに基づいた次式により計算される⁽²⁾。

$$\left. \begin{aligned} \text{前 進: } m(\dot{u}-vr) &= X_H + X_P + X_R + X_W + X_{WV} \\ \text{横流れ: } m(\dot{v}+ur) &= Y_H + Y_R + Y_W + Y_{WV} \\ \text{回 頭: } I_{zz}\dot{r} &= N_H + N_R + N_W + N_{WV} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

* 正会員 海上保安大学校 (〒737 広島県呉市若葉町 5-1)

** 正会員 東京商船大学 (〒135 東京都江東区越中島 2-1-6)

*** 正会員 株式会社三井造船昭島研究所 (〒196 東京都昭島市つつじが丘 1-1-50)

表1 対象船舶の主要目等

	大型巡視船 (1,000トン型)	巡視艇 (30メートル型)
垂線間長 (M)	73.0	28.5
型幅 (M)	9.6	6.3
喫水 (M)	3.5	1.2
排水量 (KT)	1350	90
プロペラ	CPP X 2	FPP X 2
直径 (M)	2.20	1.045
舵形式	吊り下げ式1舵	吊り下げ式2舵
舵面積 (M ²)	5.6	0.56
主機馬力 (HP)	3500 X 2	2400 X 2
風圧正面積 (M ²)	102	33
風圧側面積 (M ²)	404	105

ここで、 m は船の質量、 I_{ZZ} は回頭の慣性モーメント、 u, v はそれぞれ船速の船首尾方向及び船幅方向成分、 r は回頭角速度である。また、右辺は船体に作用する力で、添字 H, P, R, W 及び WV はそれぞれ主船体に働く流体力、プロペラ力、舵力、風圧力及び波漂流力である。

2.2 対象船舶

代表的な海難救助用船舶のうち、大型巡視船（1,000トン型）及び巡視艇（30メートル型）の2隻（満載状態）について、操船シミュレーションを実施した。その主要目等を表1に示す。

2.3 水域条件

対象水域は、水域1（塩釜沖、キャプテン・トレーダー海難水域）及び水域2（銚子沖、第65惣宝丸海難水域）の2か所と

し、両水域共に大型巡視船（1,000トン型）及び巡視艇（30メートル型）の2船型について、操船シミュレーションを実施した。

2.4 自然条件

それぞれの水域に関し、以下に示すような風、流れ、波について自然条件を設定し、操船シミュレーションを実施した。

(1) 風（風向／風速）

- a) 水域1 ・風向：90°(E) ／・風速：10, 15, 20, 25 (m/sec)
b) 水域2 ・風向：337.5° (NNW)／・風速：10, 15, 20 (m/sec)

(2) 流れ（流向／流速）

- a) 水域1 ・流向：292.5° (WNW)／・流速：0.2 Knots
b) 水域2 ・流向：35° ／・流速：1.5 Knots

(3) 波（波向／波周期／波高）

- a) 水域1 ・波向：90° (E) ／・波周期：9.9 (sec)／・波高：4.0, 5.0, 6.0(m)
b) 水域2 ・波向：22.5° (NNE) ／・波周期：8.5 (sec)／・波高：2.5, 3.5 (m)

2.5 シミュレーション・ケース

それぞれの水域、対象船舶について、2.4で想定した風、流れ、波の条件を組み合わせた代表的な自然条件の下で操船シミュレーションを実施することとし、表2に示すように合計20ケースの操船シミュレーションを行った。

表2 シミュレーションケース一覧表

シミュレーション ケース No.	水域	対象船舶	風		流れ		波		
			風向(FROM)	風速(M/S)	流向(TO)	流速(KTS)	波向(FROM)	周期(SEC)	波高(M)
1	水域1	大型巡視船	E	10	WNW	0.2	E	9.9	5.0
2			"	15	"	"	"	"	4.0
3			"	"	"	"	"	"	5.0
4			"	"	"	"	"	"	6.0
5			"	20	"	"	"	"	5.0
6			"	25	"	"	"	"	"
7	水域1	巡視艇	E	10	WNW	0.2	E	8.9	5.0
8			"	15	"	"	"	"	4.0
9			"	"	"	"	"	"	5.0
10			"	"	"	"	"	"	6.0
11			"	20	"	"	"	"	5.0
12			"	25	"	"	"	"	"
13	水域2	大型巡視船	NNW	10	35°	1.5	NNE	8.5	2.5
14			"	"	"	"	"	"	3.5
15			"	15	"	"	"	"	2.5
16			"	20	"	"	"	"	"
17	水域2	巡視艇	NNW	10	35°	1.5	NNE	8.5	2.5
18			"	"	"	"	"	"	3.5
19			"	15	"	"	"	"	2.5
20			"	20	"	"	"	"	"

図1 操船シナリオ（水域1／大型巡視船）

図2 操船シナリオ（水域1／巡視艇）

図3 操船シナリオ（水域2／大型巡視船）

4 操船シナリオ（水域2／巡視艇）

2.6 操船シナリオ

それぞれの水域，対象船舶について，以下の操船シナリオに従って操船シミュレーションを実行した。

a) 水域1—大型巡視船（1,000トン型）

発動位置から海難位置へ向け定常及び減速直進及び変針し，海難位置略風上500mにて搭載艇降下舷（右舷）を風下にする操船後停止，搭載艇降下作業を想定し3分の船位保持を実施した後，発動位置まで戻る。なお，速力15ノットで発動するものとする（図1参照）。

- (1) 発動位置（図1でA点）：38-17.04N, 141-11.03E
- (2) 海難位置（図1でX点）：38-18.35N, 141-07.03E
- (3) 終了位置：発動位置に同じ。

b) 水域1—巡視艇（30メートル型）

発動位置から海難位置へ向け定常及び減速直進及び変針し，海難位置を中心に半径50mにて旋回し，略風上150mにて船位保持3分を実施した後発動位置まで戻る。なお，速力15ノットで発動するものとする（図2参照）。

- (1) 発動位置（図2でA点）：38-18.02N, 141-08.03E
- (2) 海難位置（図2でX点）：38-18.35N, 141-07.03E
- (3) 終了位置：発動位置に同じ。

c) 水域2—大型巡視船（1,000トン型）

発動位置から海難位置へ向け定常及び減速直進及び変針し、海難位置の手前 500 m にて搭載艇降下舷（右舷）を風下にする操船後停止、搭載艇降下作業を想定し 3 分の船位保持を実施した後、発動位置まで戻る。

なお、速力 15 ノットで発動するものとする（図 3 参照）。

- (1) 発動位置（図 3 で A 点）：35-46.05N, 140-55.00E
- (2) 海難位置（図 3 で X 点）：35-45N, 140-52E
- (3) 終了位置：発動位置に同じ。

d) 水域 2—巡視艇（30メートル型）

発動位置から海難位置へ向け定常及び減速直進及び変針し、海難位置を中心に半径 50 m にて旋回し、略風上 150 m にて船位保持 3 分を実施した後発動位置まで戻る。なお、速力 15 ノットで発動するものとする（図 4 参照）。

- (1) 発動位置（図 4 で A 点）：35-46N, 140-52.05E
- (2) 海難位置（図 4 で X 点）：35-45N, 140-52E
- (3) 終了位置：発動位置に同じ。

ここに言う船位保持とは厳密な意味での表現ではないが、単に船首方位を保持するだけでなくある程度、海難位置との関係位置も保持することを考慮した操船になっている。

2.7 評価

操船シミュレーション結果をもとに対象船舶の操船性能の評価を行う。評価方法としては必ずしも確立されたものはないが、ここでは以下に述べるような考え方をもとに検討する⁽³⁾。

一般に船の操船は、入港、出港或は目標への接近といったその目的・意図を表現すべく、制御手段である舵及びプロペラ、更に必要であればタグ等を駆使した複雑で連続した一連の行為であるが、これを保針、変針、減速、停止、横移動等の基本的な操船—要素操船—が連結されたものとする。そしてその要素操船毎に、

- ・制御手段の操作量：舵角、主機操作（プロペラ回転数）等
- ・応答としての運動量：運動航跡、船速、横流れ角等

の大きさ、その変化の様子を見ながら操船性能を考察することになる。そしてこれらの要素操船毎の考察を総合して、一連の操船シミュレーションに関する操船性能の総合評価を行う。

3. シミュレーション結果及び考察

操船シミュレーションは表 2 の一覧表に示す 20 ケースについて行い、その結果の一部を図 5 から図 8 に示した。シミュレーション結果は、グラフィックディスプレイのハードコピーに出力される。出力結果は左半分に対象水域のレイアウトと共に船舶の運動航跡を示し、右半分には操船に関わる諸要素、即ち船速、船の位置、回頭角速度、船首方位、舵角、プロペラ回転数、タグ又はスラスト推力の、シミュレーション開始時 $t = 0$ 秒よりの時間変化が示されるようになっている。なお、船の位置（重心位置）は、 $t = 0$ での位置を原点とし、画面上向きに X 軸、X 軸に直角右方向に Y 軸をとった座標系に対するものである。これらのシミュレーション結果をもとに各操船シナリオについて 2.7 で述べたような考え方により解析、評価を行なった。

3.1 水域 1—大型巡視船（1,000 トン型）

水域 1 での大型巡視船の操船は次の 4 つの段階に分けて考えることが出来る。

- (1) 発動位置 A 点より海難位置 X 点へ向けての 290° のコース AB 上における保針操船。
- (2) 海難位置 X 点風上における搭載艇降下のための船体停止に至る B 点よりの減速左回頭操船。
- (3) 海難位置 X 点風上における搭載艇降下のための 3 分間の船位保持操船。
- (4) 3 分間の船位保持後、発動位置 A 点へ戻るための 110° のコース BA 上の保針操船。

これらの 4 段階の内、4 番目の操船は必要ならば主機出力をフルに使うことの出来る加速操船であり、操船上ポイントとなるのは 3 番目までの段階における操船と考えられる。従って、(1) から (3) までの段階に対応して次の 3 種の要素について考察することとする。

- (A) 発動位置 A 点より海難位置 X 点へ向けて 290° のコース AB 上における保針操船時の当て舵量（シミュレーション開始時より 9 分間の平均当て舵量）。

図5 操船シミュレーション結果（ケースNo.5, 水域1／大型巡視船）①

図5 操船シミュレーション結果（ケースNo.5, 水域1／大型巡視船）②

(B) 海難位置X点風上における搭載艇降下のための船体停止に至る減速左回頭操船後の左回頭を抑えるための当て舵量。

(C) 海難位置X点風上における搭載艇降下のための3分間の船位保持操船時の風下側への漂流量。

これらについての結果を表3に示す。

まず(A)コースAB上における保針操船時の当て舵量について見てみると、風速10m/secの場合(ケースNo.1)でP1.0°(Pは左舵を示す。), 風速25m/secの場合(ケースNo.6)でもP3.9°と大きな当て舵を必要としない。これはコースAB上での船速が約15ノットとかなり速いためであり、コースAB上の保針操船においては特に問題は無いと考えられる。次に(B)搭載艇降下のための船体停止に至る過程での左回頭を抑えるための当て舵量については、風速15 m/sec までは適当な主機操作により舵中央で操船可能であるが、風速20 m/sec 以上では当て

<CASE 5> 1000-T / SHIOGAMA

TIME	KNOT	-X-	-Y-	ANGV	HOGA	RUDA	PWP	SVP
SEC	KNOT	MTRS	MTRS	DEG/S	DEG	DEG	RPM	RPM
070	0.7	5071	1730	-0.01	165	0.1	0	120
080	0.1	5070	1734	0.04	155	0.0	0	120
090	-0.3	5067	1730	0.06	156	0.0	0	0
000	0.2	5066	1727	0.05	154	0.0	125	125
010	-0.1	5194	1723	0.04	157	35.0	0	0
020	-0.4	5191	1721	0.06	157	35.0	0	0
030	-0.3	5122	1710	0.07	150	35.0	125	0
040	-0.1	5131	1717	0.06	150	35.0	125	0
050	-0.3	5110	1714	0.05	150	35.0	0	0
060	-0.6	5100	1713	0.07	150	35.0	0	0
070	-0.5	5100	1712	0.07	150	35.0	125	0
080	-0.2	5100	1711	0.06	161	35.0	125	0
090	-0.0	5178	1708	0.04	162	35.0	125	0
1000	-0.2	5188	1706	0.03	162	35.0	0	0
1010	-0.3	5107	1704	0.04	162	35.0	00	0
1020	-0.1	5207	1702	0.04	163	35.0	125	0
1030	-0.1	5216	1700	0.03	163	35.0	00	0
1040	-0.1	5226	1697	0.03	163	35.0	00	0
1050	-0.1	5235	1695	0.03	164	35.0	00	0
1060	-0.1	5245	1692	0.03	164	35.0	00	0
1070	-0.1	5254	1690	0.02	164	35.0	00	0
1080	0.5	5263	1687	-0.01	164	0.1	125	125
1090	1.0	5272	1688	-0.07	164	-34.0	125	125
1100	2.1	5278	1670	-0.23	162	-35.0	175	175
1110	2.0	5284	1654	-0.43	160	-35.0	175	175
1120	3.3	5286	1636	-0.59	154	-35.0	175	175
1130	3.5	5284	1617	-0.68	148	-35.0	175	175
1140	3.7	5280	1607	-0.69	141	-35.0	175	175
1150	3.7	5273	1570	-0.67	134	-35.0	175	175
1160	3.0	5263	1560	-0.64	129	-35.0	175	175
1170	0.0	5250	1543	-0.62	121	-35.0	175	175
1180	4.5	5233	1526	-0.48	116	-15.0	175	175
1190	4.0	5213	1514	-0.47	111	-15.0	175	175
1200	5.4	5180	1501	-0.35	107	-0.0	175	175
1210	5.0	5162	1490	-0.29	104	0.0	175	175
1220	6.3	5132	1460	-0.24	101	0.0	175	175
1230	6.6	5100	1472	-0.33	98	-5.0	175	175
1240	6.8	5066	1466	-0.40	95	-5.0	175	175
1250	7.0	5031	1462	-0.47	90	-5.0	175	175
1260	7.2	4994	1462	-0.43	86	-5.0	175	175
1270	7.3	4957	1455	-0.41	82	0.0	175	175
1280	7.4	4920	1471	-0.40	78	0.0	175	175
1290	7.5	4883	1480	-0.40	74	0.0	175	175
1300	7.6	4846	1493	-0.25	70	5.0	175	175
1310	7.7	4809	1508	-0.12	66	5.0	175	175
1320	7.7	4773	1525	0.02	60	5.0	175	175
1330	7.0	4737	1542	0.01	58	0.0	175	175
1340	7.0	4701	1559	0.17	50	0.0	175	175
1350	7.0	4664	1577	0.20	41	5.0	175	175
1360	7.7	4627	1592	0.37	35	0.0	175	175
1370	7.7	4589	1604	0.42	29	0.0	175	175
1380	7.7	4550	1614	0.49	23	0.0	175	175
1390	7.6	4511	1620	0.54	18	0.0	175	175
1400	7.7	4472	1622	0.48	13	0.0	175	175
1410	7.7	4432	1628	0.43	08	0.0	175	175
1420	7.7	4393	1614	0.42	02	0.0	175	175
1430	7.7	4354	1605	0.27	00	-5.0	175	175
1440	7.9	4316	1594	0.15	00	-5.0	175	175
1450	7.0	4278	1580	0.16	00	-0.0	175	175

図5 操船シミュレーション結果(ケースNo.5, 水域1/大型巡視船) ③

<CASE 11> 30-M / SHIOGAMA

図6 操船シミュレーション結果(ケースNo.11, 水域1/巡視艇)

<CASE 16> 1000-T / CHOSHI

図7 操船シミュレーション結果(ケースNo.16, 水域2/大型巡視船)

舵が必要となり、風速25 m/sec ではS35°(Sは右舵を示す。)の当て舵を200秒にわたり必要とする、かなり困難な操船となる。(C)船位保持時の風下側への漂流量については表3に示す通りであるが、風速20 m/sec の場合(ケースNo.5)漂流速度は約1 m/sec となる。その他の風速も含めて見てみると、風下側への漂流速度は風速の大略1/20程度である。

以上をまとめると、水域1における大型巡視船の操船シミュレーションからは、(B)搭載艇降下のための船体停止に至る減速左回頭操船がポイントであり、35°の当て舵を必要とする風速20 m/sec 以上の自然条件のもとでは困難な操船が予想される。一方、波浪の操船に及ぼす影響は想定した条件の中ではあまり無いようである。

3.2 水域1—巡視艇(30メートル型)

水域1での巡視艇の操船は次の4つの段階に分けて考えることが出来る。

表3 操船シミュレーション解析結果
(水域1/大型巡視船)

ケースNo.	コースAB上 保針操船時の 平均当て舵量	搭載艇降下のため の船体停止に至る 過程での当て舵量	搭載艇降下のため の船体停止時の 風下側への漂流量
No. 1 風速: 10 M/SEC 波高: 5.0 M	P 1.0 DEG	0 DEG	113 M
No. 2 風速: 15 M/SEC 波高: 4.0 M	P 1.2 DEG	0 DEG	133 M
No. 3 風速: 15 M/SEC 波高: 5.0 M	P 1.7 DEG	0 DEG	144 M
No. 4 風速: 15 M/SEC 波高: 6.0 M	P 1.9 DEG	0 DEG	157 M
No. 5 風速: 20 M/SEC 波高: 5.0 M	P 2.8 DEG	S 35 DEG 120 SEC	172 M
No. 6 風速: 25 M/SEC 波高: 5.0 M	P 3.9 DEG	S 35 DEG 200 SEC	213 M

図8 操船シミュレーション結果
(ケースNo.20, 水域2/巡視艇)

- (1) 発動位置A点より290°のコースAB上及びB点より海難位置X点近傍までの保針操船。
- (2) 海難位置X点を中心とした半径50メートル左回頭操船 (約1.5回転/540°回頭)。
- (3) 海難位置X点風上における搭載艇降下のための3分間の船位保持操船。
- (4) 3分間の船位保持後、発動位置A点へ戻るための110°のコースBA上の保針操船。

3.1と同様に3番目までの段階の操船について検討することとし、それらに対応して次の3種の要素について考察する。

(A) 発動位置A点より290°のコースAB上及びB点より海難位置X点近傍までの保針操船時の当て舵量 (シミュレーション開始時より3分間の平均当て舵量)。

(B) 海難位置X点を中心とした左回頭操船に必要な舵角 (初めの360°回頭時の平均舵角)。

(C) 海難位置X点風上における搭載艇降下のための3分間の船位保持操船時の風下側への漂流量。

これらについての結果を表4に示す。

まず(A)保針操船時の当て舵量について見てみると、風速25 m/sec の場合 (ケースNo.12) でもP 2.2°と小さい。これは3.1と同様船速が約15ノットとかなり速いためであり、コースAB上及びB点よりX点近傍までの保針操船においては特に問題は無いと考えられる。次に(B)360°左回頭操船に必要な舵角については風速によらず大略20°前後であり、これは操船上問題とはならないと考えられる。(C)船位保持時の風下側への漂流量については表4に示す通りである。

以上をまとめると、波浪中の船体動揺による限界は別として、水域1における巡視艇の操船シミュレーションからは、想定した自然条件のもとでは操船上特に問題は見当たらないようである。

3.3 水域2—大型巡視船 (1,000トン型)

水域2での大型巡視船の操船は次の4つの段階に分けて考えることが出来る。

- (1) 発動位置A点より250°のコースAB上及びB点より海難位置X点近傍までの保針操船。
- (2) 海難位置X点風上における搭載艇降下のための船体停止に至る減速右回頭操船。
- (3) 海難位置X点風上における搭載艇降下のための3分間の船位保持操船。
- (4) 3分間の船位保持後、発動位置A点へ戻るための70°のコースBA上の保針操船。

3.1と同様に3番目までの段階の操船について検討することとし、それらに対応して次の3種の要素について

表4 操船シミュレーション解析結果
(水域1/巡視艇)

ケースNo.	コースAB上 保針操船時の 平均当て舵量	海難位置中心の 360度左回頭時 の平均舵角	搭載艇降下のため の船体停止時の 風下側への漂流量
No. 7 風速: 10 M/SEC 波高: 5.0 M	P 0.3 DEG	P 18.8 DEG	115 M
No. 8 風速: 15 M/SEC 波高: 4.0 M	P 0.7 DEG	P 22.0 DEG	130 M
No. 9 風速: 15 M/SEC 波高: 5.0 M	P 0.9 DEG	P 18.6 DEG	198 M
No. 10 風速: 15 M/SEC 波高: 6.0 M	P 0.7 DEG	P 19.2 DEG	184 M
No. 11 風速: 20 M/SEC 波高: 5.0 M	P 0.8 DEG	P 21.7 DEG	249 M
No. 12 風速: 25 M/SEC 波高: 5.0 M	P 2.2 DEG	P 18.3 DEG	272 M

表5 操船シミュレーション解析結果
(水域2/大型巡視船)

ケースNo.	コースAB上 保針操船時の 平均当て舵量	搭載艇降下のため の船体停止時の 風下側への漂流量
No. 13 風速: 10 M/SEC 波高: 2.5 M	P 2.6 DEG	24 M
No. 14 風速: 10 M/SEC 波高: 3.5 M	P 2.9 DEG	66 M
No. 15 風速: 15 M/SEC 波高: 2.5 M	P 4.0 DEG	7 M
No. 16 風速: 20 M/SEC 波高: 2.5 M	P 6.7 DEG	76 M

考察する。

- (A) 発動位置A点より250°のコースAB上及びB点より海難位置X点近傍までの保針操船時の当て舵量（シミュレーション開始時より10分間の平均当て舵量）。
- (B) 海難位置X点風上における搭載艇降下のための船体停止に至る減速右回頭操船後の右回頭を抑えるための当て舵量。
- (C) 海難位置X点風上における搭載艇降下のための3分間の船位保持操船時の風下側への漂流量。

まず、(B)搭載艇降下のための船体停止に至る過程での右回頭を抑えるための当て舵量については、3.1の水域1の場合とは異なり風速20 m/sec の場合（ケースNo.16）でも適当な主機操作により当て舵を必要としない。これは船体停止時（船位保持操船開始時）における船体と風向との相対的關係の違いによると考えられる。上記(A)及び(C)については表5にその結果を示す。(A)保針操船時の当て舵量については、風速20 m/sec の場合P6.7°と水域1の場合に較べやや大きくなっている。これは1.5ノットという強い流れを横から受けるためと考えられるが、操船上さほど問題では無いであろう。(C)船位保持時の風下側への漂流量については表5に示すように、風速20 m/sec の場合でも3分間で船の長さ程度であり水域1の場合に較べ半分以下である。水域2の場合、風と流れの力が互いに打ち消し合うように作用しており、その結果このような少ない漂流量となっていると考えられる。

以上をまとめると、水域2における大型巡視船の操船シミュレーションからは、想定した自然条件のもとでは操船上特に問題は見当たらないようである。

3.4 水域2—巡視艇（30メートル型）

水域2での巡視艇の操船は次の4つの段階に分けて考えることが出来る。

- (1) 発動位置A点より海難位置X点へ向けての210°のコースAB上における保針操船。
- (2) 海難位置X点を中心とした半径50メートルの右回頭操船（約1回転/360°回頭）。
- (3) 海難位置X点風上における搭載艇降下のための3分間の船位保持操船。
- (4) 3分間の船位保持後、発動位置A点へ戻るための30°コースBA上の保針操船。

3.2と同様に3番目までの段階の操船について検討することとし、それらに対応させて次の3種の要素につい

て考察する。

(A) 発動位置A点より海難位置X点へ向けての210°のコースAB上における保針操船時の当て舵量(シミュレーション開始時より3分30秒間の平均当て舵量)。

(B) 海難位置X点を中心とした右回頭操船に必要な舵角(初めの270°回頭時の平均舵角)。

(C) 海難位置X点風上における搭載艇降下のための3分間の船位保持操船時の風下側への漂流量。

これらについての結果を表6に示す。

まず、(A)保針操船時の当て舵量について見てみると風速20 m/sec の場合(ケースNo.20)でもP 2.6°と小さい。次に(B)海難位置X点を中心とした右回頭操船に必要な舵角(初めの270°回頭時の平均舵角)はS 10°—S 15°程度であり、これも操船上問題とはならないであろう。(C)船位保持時の風下側への

漂流量については、3.3大型巡視船の場合と同様な理由で、水域1に較べるとかなり少なくなっている。

以上をまとめると、波浪中の船体動揺による限界は別として、水域2における巡視艇の操船シミュレーションからは、想定した自然条件のもとでは操船上特に問題点は見当たらないようである。

表6 操船シミュレーション解析結果
(水域2/巡視艇)

ケースNo.	コースAB上 保針操船時の 平均当て舵量	海難位置中心の 270度右回頭時 の平均舵角	搭載艇降下のため の船体停止時の 風下側への漂流量
No. 17 風速: 10 M/SEC 波高: 2.5 M	P 0.5 DEG	S 14.4 DEG	21 M
No. 18 風速: 10 M/SEC 波高: 3.5 M	P 0.5 DEG	S 13.4 DEG	10 M
No. 19 風速: 15 M/SEC 波高: 2.5 M	P 1.3 DEG	S 9.4 DEG	54 M
No. 20 風速: 20 M/SEC 波高: 2.5 M	P 2.6 DEG	S 9.8 DEG	148 M

4. 結 論

操船シミュレータは単に船舶の操船の訓練だけではなく、様々な利用が考えられているが本研究でも一つの例として適切な海難救助作業を行なうために適用してみた。今回行なった二つの水域における二種の救助船に対する操船シミュレーション結果から、次のことがわかった。

- (1) 海難地点へ向かうとき及び海難地点から戻るときの操船は比較的船速も大きく、かなり厳しい海象条件のもとでも操船上の問題は少ない。
- (2) 救助活動のために海難地点付近で救助船の船首をある方向に設定するための回頭操船は海象条件によってかなり困難なことがある。
- (3) 搭載艇を降下するなど救助活動のために海難地点付近で船位保持をする場合、流れと風による漂流量を考えて遭難船との初期の距離を設定する必要がある。
- (4) 実際の救助活動や救助方法を考える際には、船の動揺が大きく影響を与えるものと思われる。従って今後、船体動揺も含めたシミュレーションにより適切な救助作業について検討する必要がある。

以上のように、この結果だけから適切な救助方法を見いだすことはできないが、救助活動においてどこに操船に対する問題点があるかなどについては、本方法によって示すことができると思われる。

本研究は、日本海難防止協会の“沿岸における特異海難発生機構の解明及び救助技術に関する調査研究委員会”により実施された成果の一部を中心にまとめたものであり、今回の発表にあたり委員各位ならびに関係各位に謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) M.Hirano et al.:A Handy-type Marine Simulator for Ship Maneuverability Evaluation, Proceedings of the Third International Conference on Marine Simulation (MARSIM 84), Rotterdam, 1984
- (2) 平野雅祥: 初期設計時における船の操縦運動計算法について, 日本造船学会論文集, 第147号, 1980
- (3) 本田啓之輔: VLCC 入港計画における操船設計の例, 日本造船学会運動性能研究委員会・第2回シンポジウム, 1985

質 疑 応 答

小瀬邦治(広島大学)：このような局面での操船性は第一近似としては静的なつりあいの問題かも知れませんが、最終的な限界に近い状態ではブースティングなどを駆使して方位を維持するなど相当に複雑、高度の操縦になるのではないかと考えます。今回、デスクトップ型のシミュレータを用いられたということで、実際の景観表示と与えられる情報が大分違い、限界も違う可能性がないかと考えるのですが、シミュレーションを実施してこのあたりをどのように考えておられますでしょうか。

庄司邦昭：御討論ありがとうございます。今回のシミュレーションは静的な平面運動による解析であり、シミュレータの型式も実際の景観が表示される方式とは異なるので、厳密な作業限界などをこの方法のみからみいだすことはできないと考えています。ただし、この方法においても救助船の基本的な性能を把握し、問題点を見いだすといった救助方法を検討するための手がかりは得られるものと思います。