

【研究論文】

長崎丸における単錨泊中の振れ回り運動からみた安全水域について

森井 康宏*・山脇 信博*・西田 英明*
筒井 博信*・高木 保昌*・合田 政次*On the Safety Area of the Nagasaki Maru's Whirling Motion
at Single AnchorYasuhiro MORII*, Nobuhiro YAMAWAKI*, Hideaki NISHIDA*, Hironobu TUTUI*,
Yasuaki TAKAKI* and Masaji GODA*

Abstract

Estimating Nagasaki Maru's whirling motion at single anchor is very important for the Captain and deck officers. In order to prevent accidents such as direct contact with other ships and obstacles on the sea floor, we continuously observed the whirling motion at a single anchor by using the DGPS. The results are as follow.

- 1) At a Beaufort's wind scale (wind force henceforth) of 2 and under, the wind directed against the anchor chain side and a slow whirling of the bow was observed.
- 2) At a wind force between 3 and 4, a regular elliptic motion was observed.
- 3) At a wind force 5, a distorted figure 8 movement forming unequal lobes was observed.
- 4) At a wind force 6, an amplified movement during wind force 5 was observed.
- 5) At a wind force 7, the relative heading angle formed in both the right and left sides with respect to the wind direction became equal, and a maximum whirling-breadth of 82 meters was measured.
- 6) When Nagasaki Maru is anchored on a single chain, the following equation for the average distance of transverse movement "d" and degree of whirling "a" with respect to wind speed "v" was determined. Moreover, the maximum distance of transverse movement was determined as approximately 1.5 times the value of "d".

$$d=k_1v$$

$$a=k_2v+5$$

d : the average distance of transverse movement (m)

k₁ : 2.0 [1/knot]

v : wind speed (knot)

a : degree of whirling (°)

k₂ : 1.0 [1/knot]

1. はじめに

錨泊中の船舶が自船の振れ回り範囲を把握することが出来れば、隣り合った他船や船底の接触事故を防ぐため、安全水域をどの程度見込めば良いのかと言う操船上の判断に大いに利用できる。この範囲は、船の大きさ、船の形態・形状により風を受ける投影面積等に影響され変化

する。単錨泊中の振れ回りに関する風洞実験¹⁾、実船実験²⁾⁻⁴⁾での論文は、これまで数多く発表されており、一定の風速において、船体の移動軌跡が8字に近い形を形成しながら、振れ回り運動を繰り返す事が知られている。今回の調査では、船位精度が近年著しく向上したDGPS⁵⁾を利用し、測定は1000トン型トロール船の一例として、長崎大学附属練習船長崎丸で行った。船体の移

2003年5月26日受付, 2004年3月29日受理

キーワード: 単錨泊, 船体振れ回り, 練習船長崎丸安全水域

key words: single anchor, whirling motion of ship, training ship Nagasaki-Marun and safety area on the sea floor

* Faculty of Fisheries, Nagasaki University, Bunkyo-machi 1-14, Nagasaki 852-8521, Japan (長崎大学水産学部
〒852-8521 長崎市文教町1-14)

Table 1. Particulars and Machinery

Length (O.A)	62.87m	D-GPS sensor	JRC	JLR-4321J
Length (REG.)	58.03m	Color plotter	JRC	NWU-800
Length (LPP)	56.00m	Color current meter	FURUNO	CI-30
Breadth (MLD)	11.40m	AD converter	FURUNO	AD-100
Draft (MLD)	4.50m	Gyro compass	YOKOGAWAHOKUSHIN	CMZ300X
Depth (MLD)	7.10m	PC	NEC	MA66H
Gross Tonnage	842 t	Wind direction and	KOUSHIN DENKI	KA-101
Chain	32mm ϕ 247.5m	speed meter		
		AD board	Interface	GPC-3100

Table 2. Data list of ship's movement

No.	Depth (m)	Anchor side	Length of		Means of wind speed (knots)	Transverse of wind direction		Longitude of wind direction	
			chain (m)	catenary (m)		Means of half period (minutes)	Means of distance (m)	Means of half period (minutes)	Means of distance (m)
7-1	64.0	port	197.5	166.7	30.3	4.5	57.4	2.0	9.5
6-1	64.0	port	197.5	150.5	26.4	4.8	59.3	2.0	7.4
6-2	64.0	port	197.5	136.8	23.2	3.9	37.0	2.0	9.5
5-1	64.0	port	197.5	132.9	21.4	4.6	33.9	2.4	10.4
4-1	56.0	port	115.0	86.5	12.7	5.3	26.0	4.4	9.7
4-2	44.0	starb'd	115.0	74.2	12.7	4.5	17.6	4.5	11.6
4-3	64.0	port	197.5	101.3	12.6	6.1	25.7	2.6	4.6
4-4	22.0	starb'd	115.0	48.8	12.4	5.8	24.1	3.3	10.4
4-5	44.0	starb'd	115.0	73.6	11.8	5.7	11.8	5.5	9.3
3-1	45.0	port	115.0	75.0	10.7	7.1	24.5	4.3	9.4
3-2	55.0	starb'd	142.5	70.8	10.1	8.3	13.0	5.3	7.9
3-3	67.0	port	163.0	83.9	9.6	5.3	12.4	4.7	6.2
3-4	22.0	starb'd	115.0	39.9	7.3	7.3	6.7	4.3	5.1
2-1	22.0	starb'd	115.0	34.7	5.9	5.9	8.9	6.3	8.8
2-2	22.0	starb'd	115.0	32.6	4.2	7.0	6.8	6.6	8.3
1-1	14.0	port	80.5	21.6	3.1	8.4	10.4	6.5	8.7

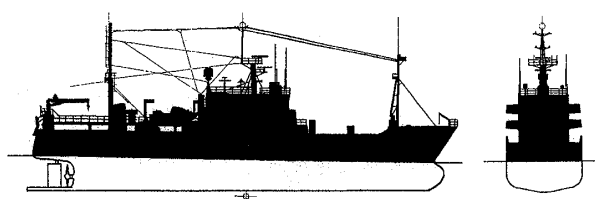


Fig. 1 The side and front view of Nagasaki Maru.

動軌跡より、振れ回り範囲と状況の解析を行った結果、風速と供試船である長崎丸の振れ回り範囲及び風速の増減に伴う船体運動の変化について、若干の知見が得られたので報告する。

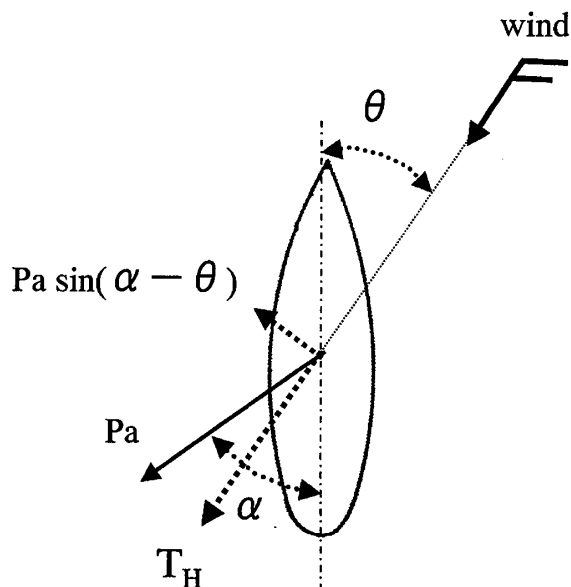
2. 実験方法

本船のDGPSによる、停泊中の定点における24時間連続受信記録において、測位平均距離誤差は、10m以内の範囲であった⁶⁾。従って錨泊中の振れ回り位置を観測することが充分可能であると考えられる。

実験は、1999年9月から2003年3月までの間、石垣島沖・東シナ海・五島列島沖・鹿児島湾・瀬戸内海等の海域において、風力1~7の時に、合計24日間の錨泊中に行った。単錨泊中における船体の振れ回り運動を観測するために、船位・船首方位・相対風向・風速・潮流を10秒毎に測定した。一回の観測は、データの保存容量の関係から約3~4時間とし、これを繰り返した。長時間の連続観測の内、風向・風速がほぼ一定で、この風による振れ回り運動が定常的であり、かつ潮流による影響がないと考えられた場合について解析を行った。

3. 解析方法

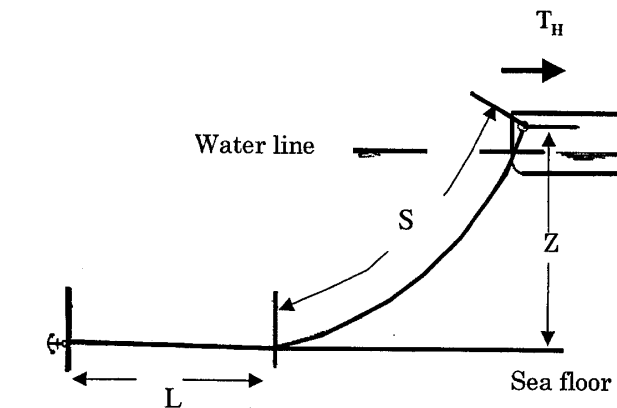
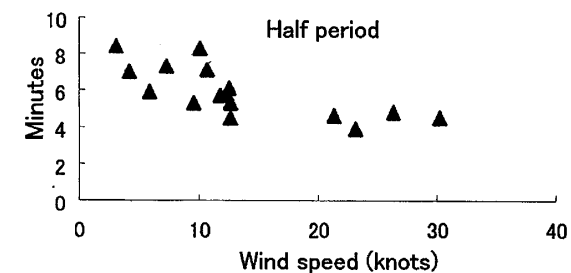
解析に当たって軌跡が実際の振れ回りに即した滑らかな線を描く様に、6個のデータにより1分間の平均値を求め、この値を船位データとする。また、各観測毎に船位データの平均位置を求め基点とする。この基点を通り風向と直交する方位をx軸、風向と平行なものをy軸と



- Pa : All wind pressure power
- θ : The angle between prow tail line and wind
- α : The angle between prow tail line and all wind pressure power
- TH : Pa cos (α - θ)

Fig. 2 The relationship between the wind direction with respect to ship position and the direction of wind pressure on the ship.

し、各測定船位の偏位量を基点からのx方向の距離とy方向の距離で求める。前者は振れ回りの左右方向の偏位(以下x成分)で、右方向を(+),左方向を(-)で表し、後者は前後方向の偏位(以下y成分)で、前方向を(+),後方向を(-)で表す。これより、右(前)方向



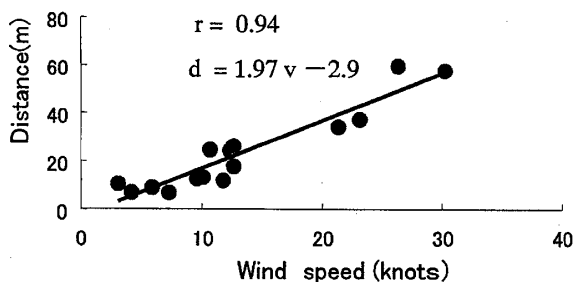
- TH : Horizontal external force
- Z : Length of the sea floor from hose pipe
- S : Catenary scope
- L : Anchor chain lies at the sea floor

Fig. 3 Slope of the chain resulting from a single anchor.

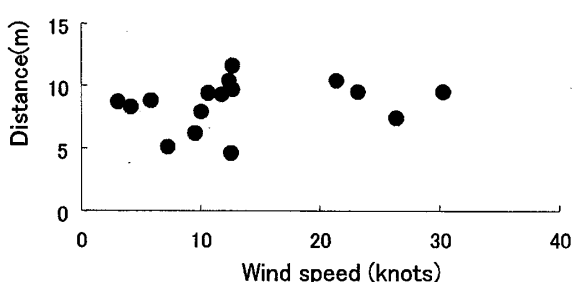
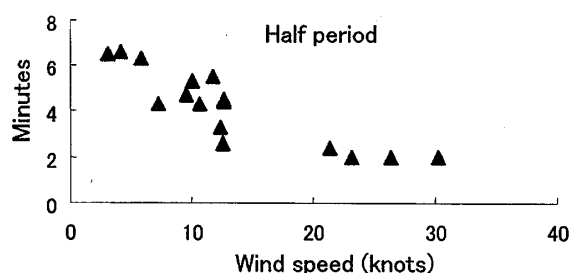
又は左(後)方向の極大値から反対方向の極大値までの時間及び距離を平均し、船体振れ回りが半周期に要する時間及びその時の移動距離を求める。

長崎丸の正面及び側面図(建造時における計画喫水、船首4.0m、船尾5.0m、トリム1.0m)をFig.1に示す。観測中における水面上の正面投影面積は107m²、側面投影面積は367.5m²である。また、長崎丸の主要目と測定機器をTable 1に示す。

なお、GPSアンテナは船橋上に有り、船首から29.5mの距離に設置されている。



Transverse movement of ship



Longitudinal movement of ship

Fig. 4 The longitude and transverse movement (in distance and half period) of the ship.

4. 実験結果及び考察

測定時の諸状況及び半周期の時間・移動距離について、解析の結果をTable 2に示す。

船体が受ける全風圧力 Pa は、次式で表される。

$$Pa = 1/2 Ca \rho v^2 (A \cos^2 \theta + B \sin^2 \theta)$$

Pa : 全風圧力 (kgf)

ρ : 空気密度 ($=0.123 \text{ kg m}^{-3} \text{ sec}^2$)

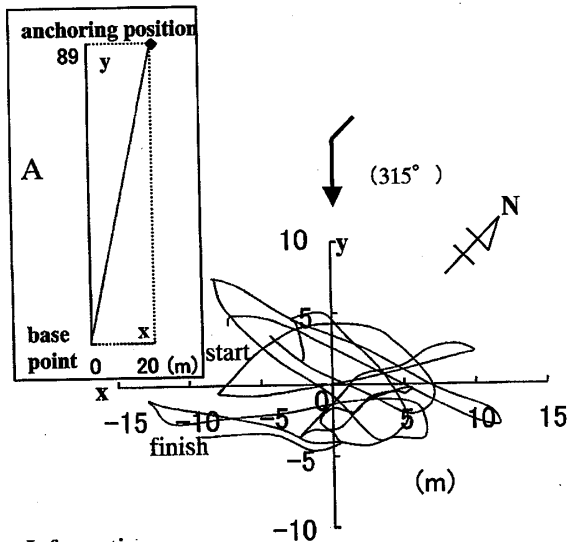
A : 船の水面上正面投影面積 (m^2)

B : 船の水面上側面投影面積 (m^2)

Ca : 風圧係数

v : 相対風速 (m/s)

θ : 相対風向 (deg.)



Information
port anchor, Wind NW 3, Depth 67m
Anchor chain 163m

Insert figure A shows the distance of the anchoring position from the base point

Fig. 5 The schematic diagram of the ship's movement under a wind average speed of 10.7 knots (No.3-1).

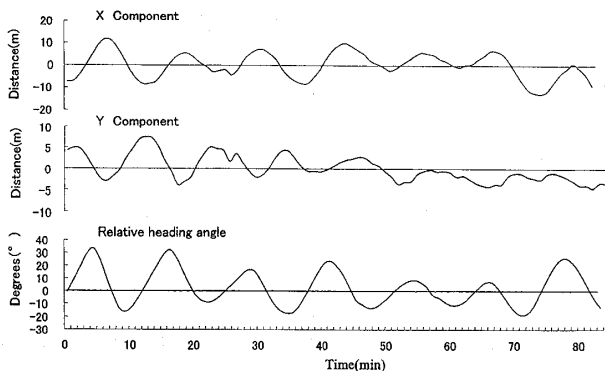


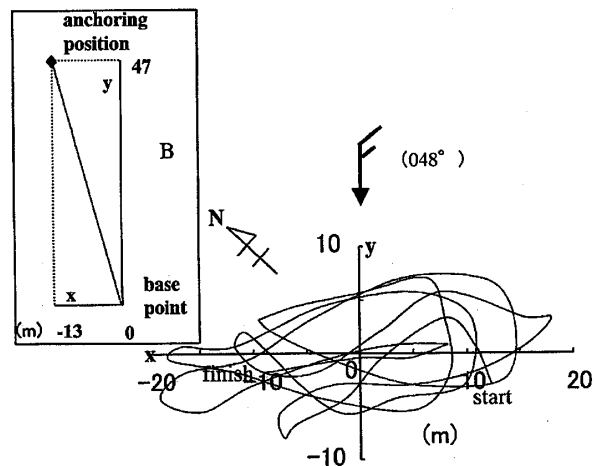
Fig. 6 The distance and the relative heading angle of the ship at different time intervals with respect to the wind direction under the wind average speed of 10.7 knots (No.3-1).

木下ら⁷⁾による漁船の風圧係数曲線図から、相対風向 θ に対する風圧係数 Ca を求め、全風圧力 Pa を計算する。また、船体が受ける Pa の方向は、風向の延長線上とは一致しない。相対風向 θ 、船首尾線と Pa との成す角を a とすると

$$\tan a = K \tan \theta$$

K : 定数

で近似される。 a と θ の関係をFig.2に示す。木下ら⁷⁾の報告から、係数 $K=6$ を長崎丸の値とし a を求める。 a と θ の関係から、 Pa を風向の延長線方向と、それと直角方向の成分に分け、前者の風圧分力を $Pa \cos (a - \theta)$ で求めこれを錨鎖にかかる水平外力 (T_H) とし、錨鎖のカテナリー長さ S (Fig.3) を計算する。



Information
port anchor, Wind NE 4, Depth 56m
Anchor chain 115m

Insert figure B shows the distance of the anchoring position from the base point

Fig. 7 The schematic diagram of the ship's movement under a wind average speed of 12.6 knots (No.4-3).

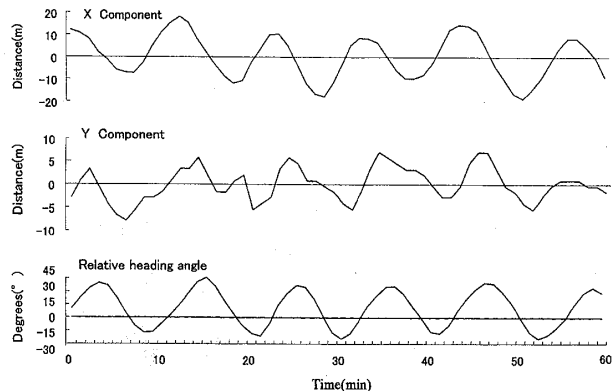


Fig. 8 The distance and the relative heading angle of the ship at different time intervals with respect to the wind direction under the wind average speed of 12.6 knots (No.4-3).

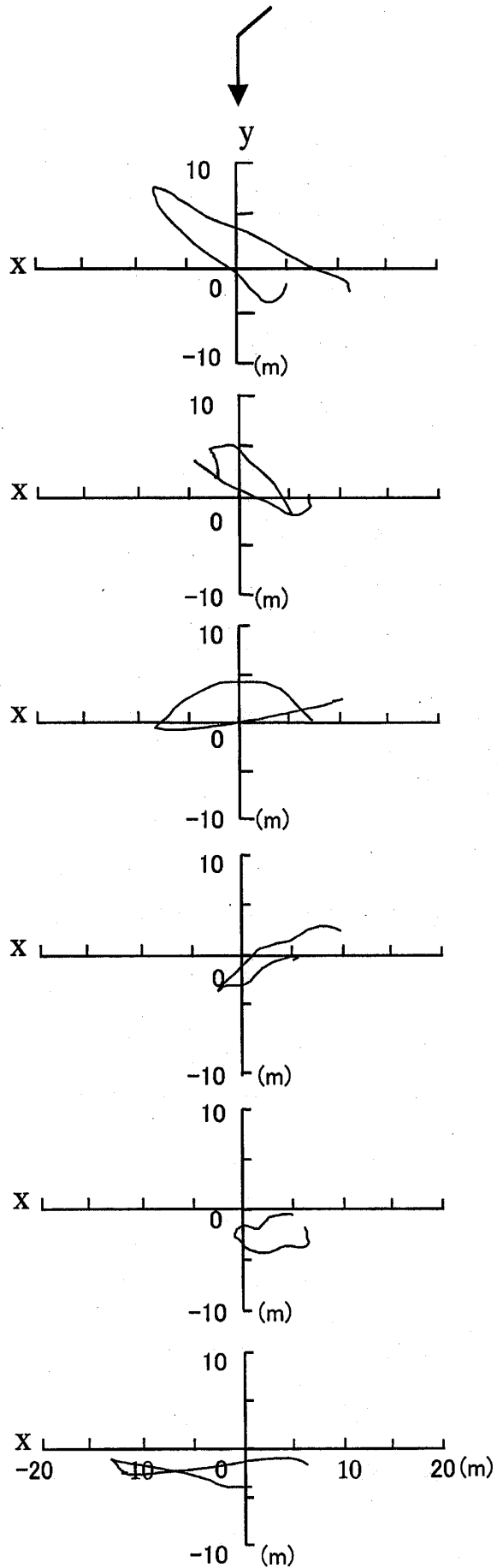


Fig. 9 Ship's movement during one period under a wind force 3.

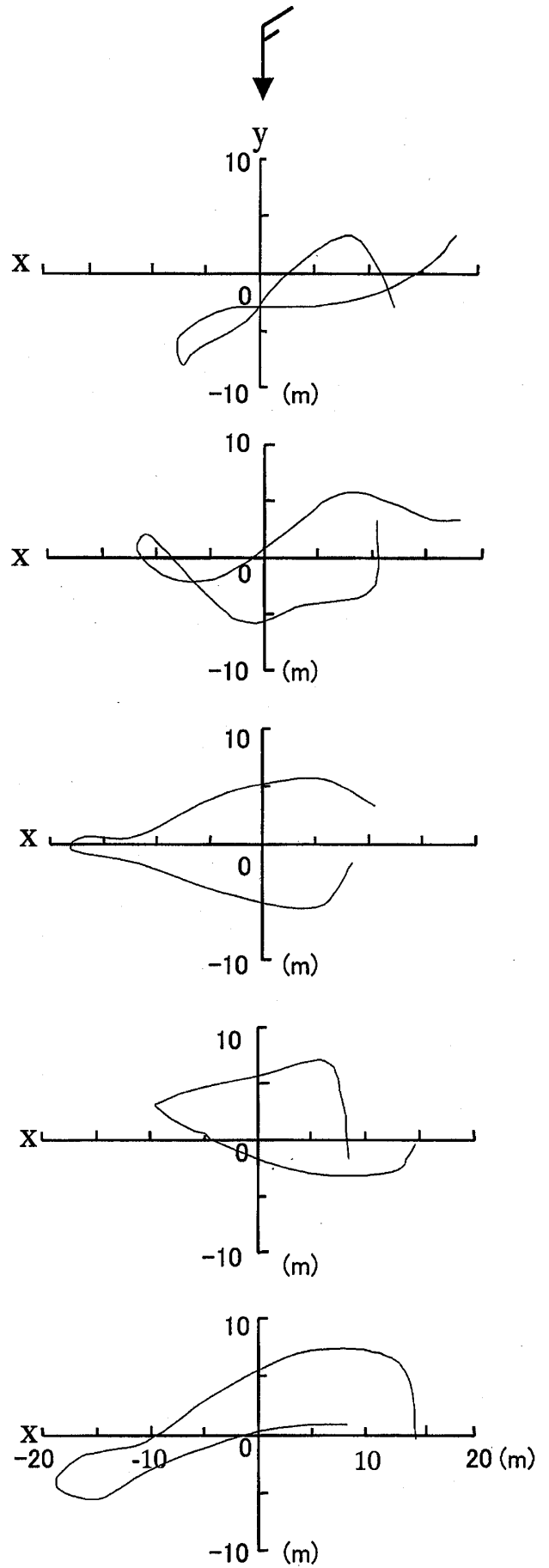


Fig. 10 Ship's movement during one period under a wind force 4.

$$S = \sqrt{(Z^2 + 2a_0 Z)}$$

$$a_0 = T_H / w$$

Z: ホースパイプから海底までの距離

T_H : 水平外力 (kgf)

w: 錨鎖1m当たりの水中重量 (kg)

Table 2 のカタナリー長さは、観測中の T_H の平均値と水深を基に計算している。風力 7 における平均カタナリー長さは 167m, 最長カタナリー長さは 179m であり、この時の錨鎖長は 197m である。従って、船が走錨しないのであれば振り回り運動に対して錨鎖には 18m の余裕がある事になる。同風力における投錨位置から本船までの水平距離は 140m であり、走錨は起こっていなかった。従って錨鎖不足により、船体振り回り運動が制限されることは無かったと考えられる。

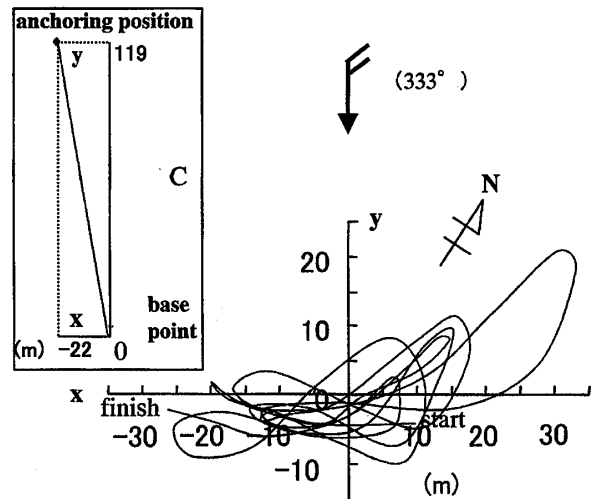
船体が風を受けている場合に於いて、風圧力と錨鎖にかかる張力の水平分力（以下抑止力とする）が釣り合った状態から、風速が増し、風圧力が増加すると、船体が風に落とされ始め、風下側への加速度運動が生じる。この為、先程までの抑止力では釣り合い状態を保持出来ず、増加した風圧力及び加速度運動を止めるのに見合ったカタナリー長の錨鎖が必要となる。船体に引っ張られる形で錨鎖が持ち上げられ抑止力が増加し、船体の加速度運動が止められ新たな釣り合いの状態となる。その後、加速度が無くなった分だけ抑止力の方が大きくなり、次第に風上側に移動を始める。これを風に対する船体の切り上がりと言う。その後は、引っ張られたスプリングが元に戻ろうとして何度も伸縮を繰り返す様に、風下側への移動と切り上がり運動を行う。また、船体は船首・船尾共に同一の風圧を受けているのだが、船体の構造上船首側の喫水が船尾側よりも浅く（観測中に於ける喫水は、平均で船首 3.3m, 船尾 5.1m）、船首は船尾より水による抵抗が小さい。更に水線下の抵抗中心は船尾側へ、また水線上の風圧抵抗中心は船首側へ移動し、船首を風下に落とす回転モーメントは増加する。これは、船首の振り回り運動を助長する事になる。

風速と x 成分、風速と y 成分の関係をそれぞれ Fig. 4 に示す。

1) 風力 2 以下（風速 7 knot 未満）

この風力階級における軌跡の x 成分・y 成分の最大値は、それぞれ 11.1m と 11.8m であり、基点からの最大直線距離は、15.6m である。軌跡は、この範囲を不規則に動いているが、風は、錨を使用している舷側からのみ受け続け、反対舷から受けることは殆どなかった。

この風力階級以下において、船首は一方向を保持しているのではなく、風を片舷からのみ受ける事により、風による影響を受けやすい船首は風下側に移動し、その後風上側に切り上がる運動を繰り返すが、船尾は余り移動



Information

port anchor, Wind NNW 5, Depth 64m

Anchor chain 197m

Insert figure C shows the distance of the anchoring position from the base point

Fig. 11 The schematic diagram of the ship's movement under a wind average speed of 21.4 knots (No.5-1).

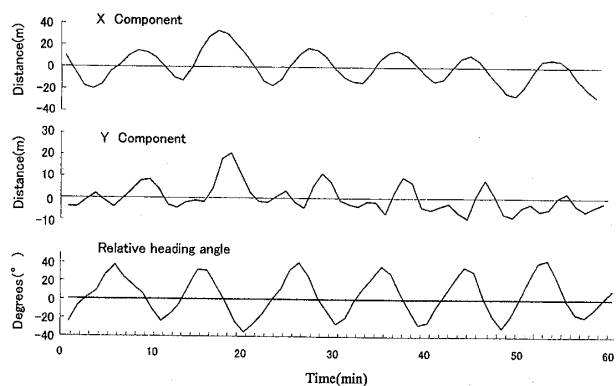


Fig. 12 The distance and the relative heading angle of the ship at different time intervals with respect to the wind direction under the wind average speed of 21.4 knots (No.5-1).

しない為、船首方位が変化している。

2) 風力 3 (7~11knot)~4 (11~17knot)

風力 3 (例 3-3) における船位の軌跡及び投錨位置と基点との位置関係を挿入した図を Fig. 5 に、その軌跡の x 成分、y 成分の距離 (m) を縦軸に、経過時間 (分) を横軸に表し、更に測定中の風向を基準として、時間に対する船首方位の変化を併記したものを Fig. 6 に示す。同様に風力 4 (例 4-1) の解析結果を、Fig. 7・Fig. 8 に示す。また、Fig. 5・Fig. 7 の軌跡を x 成分の極大値から次の極大値までを一周期とし、経過時間毎に抜き取り表示したものをそれぞれ Fig. 9・Fig. 10 に示す。

Fig. 6・Fig. 8 の船首方位の変化を表す図は、風力 3, 4 共に両舷から交互に風を受けている事を示している。使用錨は、どちらも左舷側である。風力 3 では、x 成分

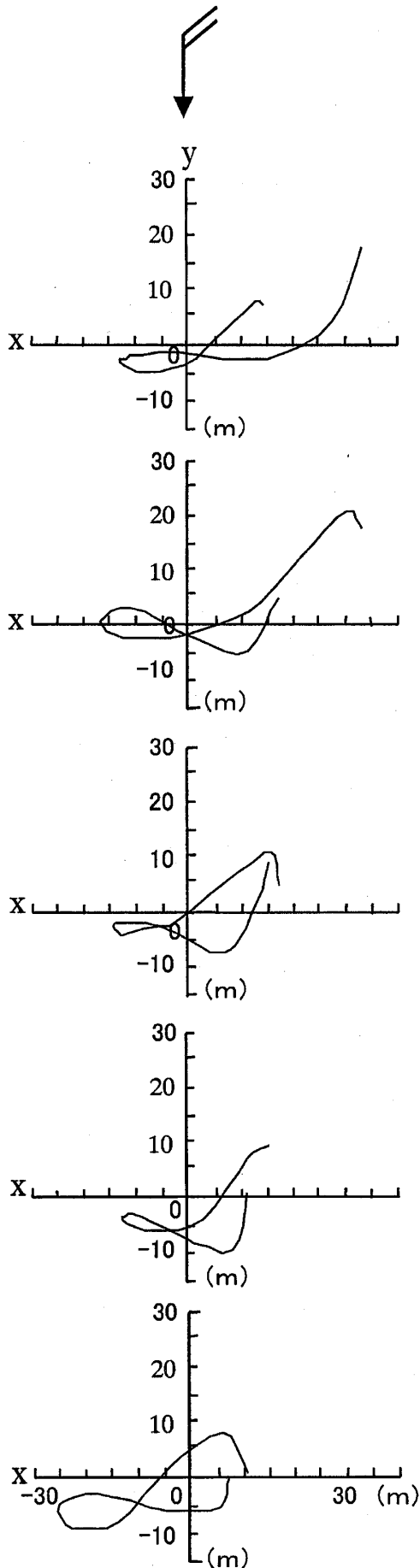
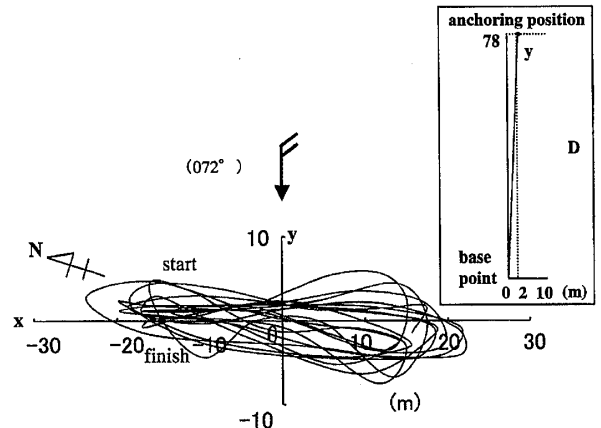


Fig. 13 Ship's movement during one period under a wind force 5.



Information
 port anchor Wind NW 5 Depth 26m
 Anchor chain 110m
 Insert figure D shows the distance of the anchoring position from the base point

Fig. 14 The schematic diagram of ship's movement under a wind force 5 when anchor is position on the ship's center.

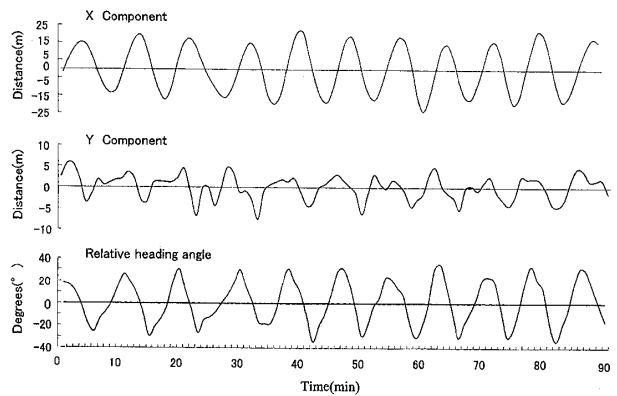
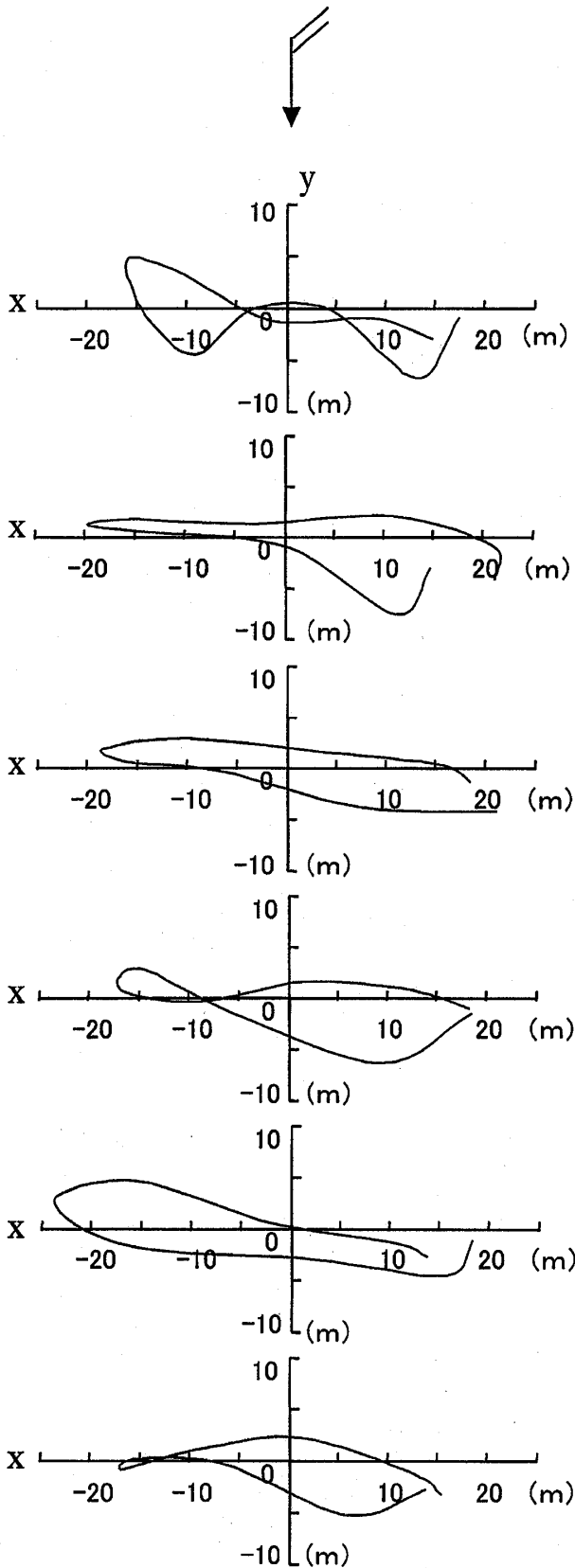


Fig. 15 The distance and the relative heading angle of the ship at different time intervals with respect to the wind direction under the wind force of 5 when anchor is position on the ship's center.

における距離の平均は12.4mであり、最大振れ回り距離はその1.6倍の約20mである。y成分における距離の平均は、6.2mであり、最大振れ回り距離はその1.8倍の約11mである。軌跡は、この範囲内を移動し、小さな楕円運動を描いている。風力4になると、x成分の距離が長くなり、大きな楕円となる。楕円は、基点から錨を使用している側に細く、錨を使用していない側に膨らんでいる。第一・第二周期では8字運動が現れている。x成分距離の平均は26.0mで、最大振れ回り距離はその1.4倍の約37mである。y成分距離の平均は9.7mで最大振れ回り距離は、その1.4倍の約14mである。

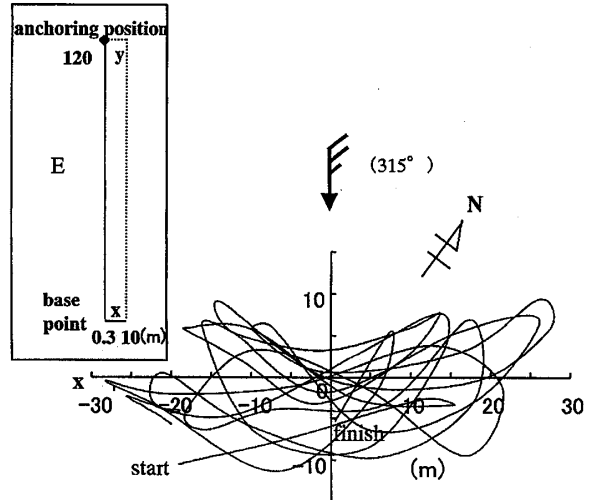
3) 風力5 (17~22knot)

風力5 (例5-1) の解析結果をFig.11~Fig.13に示す。錨鎖は左舷側を使用している。軌跡は、8字運動を繰り返している。また、x成分が極値を迎え振れ回り方向が変化する前で、y成分の極小値が現れた後に風上側



ig. 16 Ship's movement during one period under a wind force 5 when anchor is position on the ship's center.

へ切り上がっている。この切り上がりは、基点から錨を使用していない側で激しく、切り上がり後に現れるy成分の極大値には、最大で約15mの差が見られる。この為、



Information
 port anchor , Wind NW 6 , Depth 64m
 Anchor chain 198m
 Insert figure E shows the distance of the anchoring position from the base point

Fig. 17 The schematic diagram of the ship's movement under a wind average speed of 23.2 knots (No.6-1).

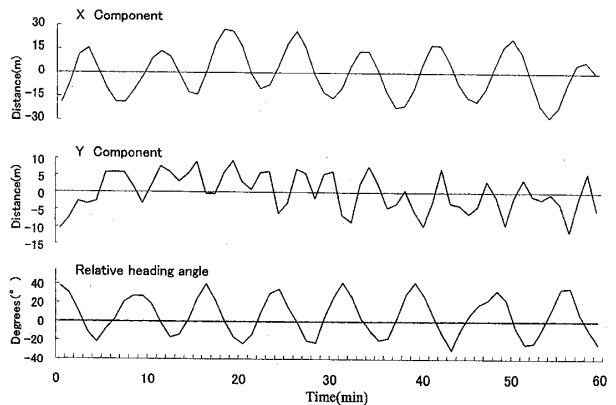


Fig. 18 The distance and the relative heading angle of the ship at different time intervals with respect to the wind direction under the wind average speed of 23.2 knots (No.6-1).

左右の振れ回り範囲に大きな差が生じている。風向に対する船首振れ回り角度（以下船首偏角とする）では、船首が右舷側に大きく振れているのが解る。これは藤井ら²⁾の実船実験における、「単錨泊中における船体8字運動及び振れ回り角度は錨使用舷側に小さく反対舷に大きい」とする報告と一致する。

この船首偏角に差が生じる原因として、錨鎖の保持点であるホースパイプ口の位置が、船の重心を通る船首尾線上に無い。この為に、風圧力と抑止力が釣り合った状態では、風向と船首尾線の方向は平行とならず、船首尾線が錨鎖使用舷の反対舷に若干角度を有することになる。これにより錨鎖使用舷の方が風を受けやすくなり、船体8字運動及び振れ回り角度は錨鎖使用舷の反対舷で大きくなったと考えられる。

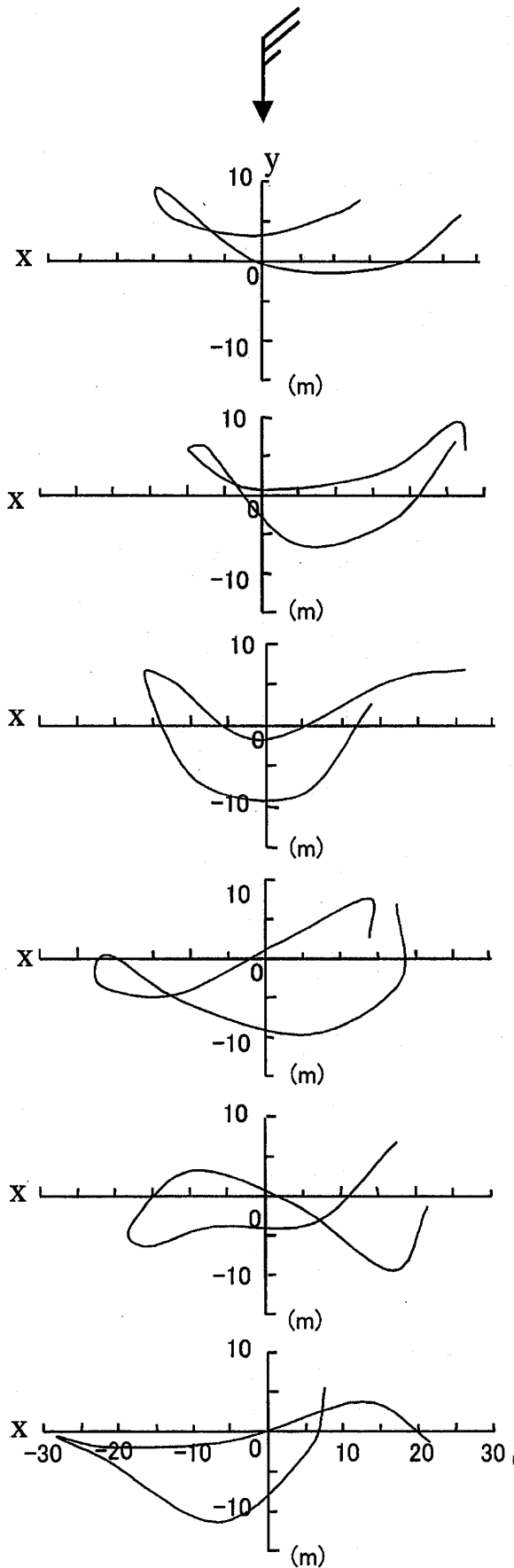
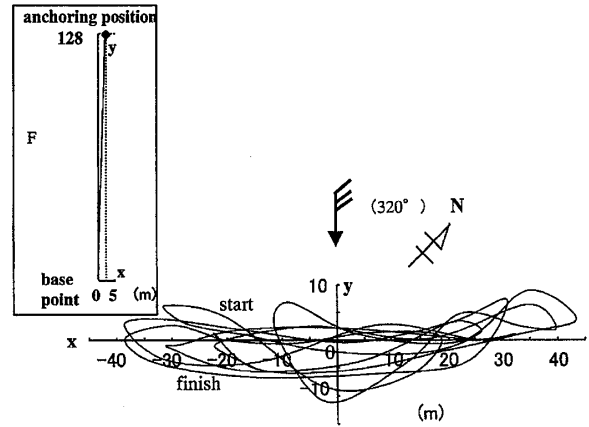


Fig. 19 Ship's movement during one period under a wind force 6 at one period.



Information
 port anchor, Wind NW 7, Depth 64m
 Anchor chain 198m
 Insert figure F shows the distance of anchoring position from the base point

Fig. 20 The schematic diagram of the ship's movement under a wind average speed of 30.3 knots (No.7-1).

x 成分距離の平均は33.9mで、最大振れ回り距離はその1.5倍で約50mである。 y 成分距離の平均は10.4mで、最大振れ回り距離はその2.2倍で約23mである。

長崎丸の船首中央より別の錨鎖を使用して単錨泊を行った結果をFig.14~Fig.16に示し比較する。この時の状況は、水深は26m、錨鎖長は110m、風速は20knotである。錨鎖が異なるため、他の振れ回り距離・範囲との数値的な比較は出来ないが、 x 成分の距離と振れ回り角度は、ほぼ左右均等に移動しているのが解る。また8字運動は顕著には現れず、基点を中心とした楕円運動を繰り返している。

4) 風力6 (22~28knot)

風力6 (例6-2)の解析結果をFig.17~Fig.19に示す。風力5同様8字運動を繰り返す。風力5に比べ、 x 成分距離が増加し、 y 成分距離の極小値が x 成分の極大値から極小値及び極小値から極大値の間に基点付近で現れ、その後大きく切り上がっているのが解る。風力5で見られた y 成分の二つの極大値の差は、小さくなるが、反対に y 成分の極小値に差が現れるようになる。 y 成分の距離は、 x 成分が極大値から極小値に移動する時に小さく、極小値から極大値に移動する時に大きく風下側に落とされる。風力6における x 成分距離の平均は37.0mで、最大振れ回り距離はその1.4倍で約52mである。 y 成分のそれは、平均の1.8倍で17mである。 y 成分距離の平均は9.5mで、最大振れ回り距離はその1.8倍で約22mである。

5) 風力7 (28~34knot)

風力7の解析結果をFig.20~Fig.22に示す。 x 成分の距離が更に増加している。 x 成分距離の平均は57.4mで、

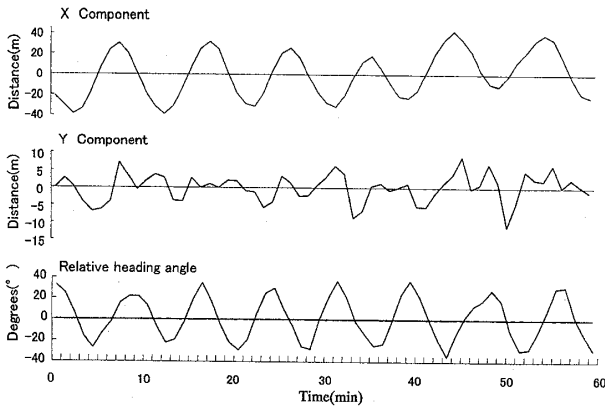


Fig. 21 The distance and the relative heading angle of the ship at different time intervals with respect to the wind direction under the wind average speed of 30.3 knots (No.7-1).

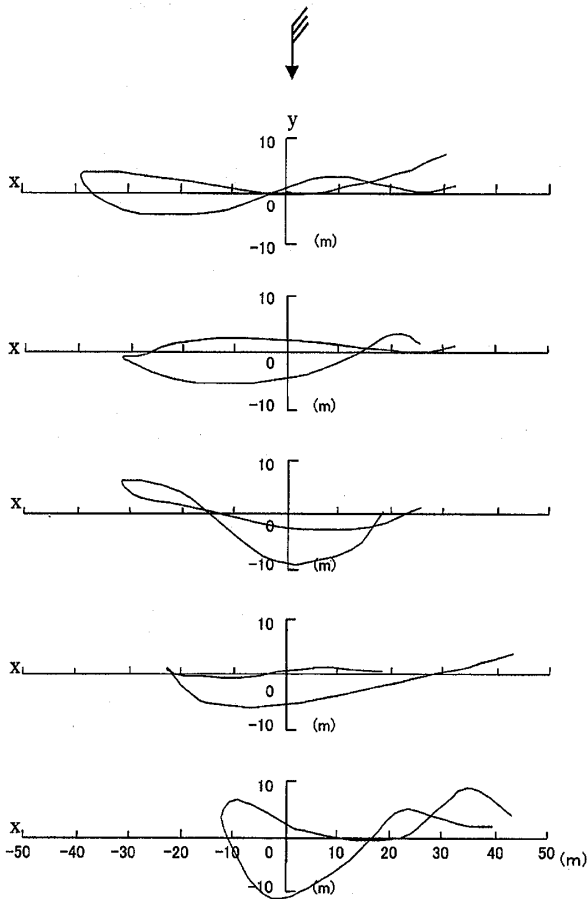


Fig. 22 Ship's movement during one period under a wind force 7 at one period.

最大振れ回り距離はその1.4倍で約82mである。y成分距離の平均は9.5mで、最大振れ回り距離はその2.4倍で約23mである。

x成分と船首偏角は、ほぼ左右均等に振れている。風速と船首偏角の関係は、相関係数（以下 r と記す）が0.81であり、 t 検定における5%の有意水準は、絶対値 r が0.48以上である事から、正の相関が認められる。従って、風速が増加すると振れ回り時の船首偏角が大きくなり、船体を受ける風圧力も増す。これに加えて振れ回り

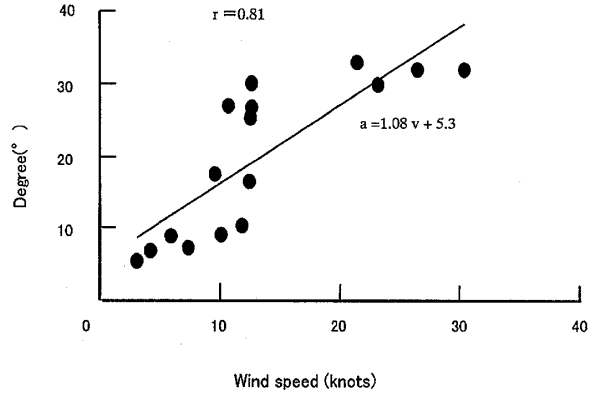


Fig. 23 Relationship between wind speed and ship's movement expressed in degrees.

周期は短くなる。船体側支点のホースパイプの位置は、全長62.9mに対して船首からの側面距離が2m、船首尾線からは1.6mの距離にある。風力階級が低い時には、この支点が船首尾線上にない事による影響が現れたが、強風下では船体の振れ回りが激しくなるため、表面上には現れなくなったと考えられる。

6) 風速からの略算式

x成分が半周期に要する時間は3.9~8.4分で、その範囲は6.7~59.3mである。同様にy成分の時間は2.0~6.6分で、範囲は、4.6~11.6mである。x成分、y成分の時間は共に風速が増すにつれて短くなり、x成分の範囲は増加する傾向にある。ここで、風速とx成分、y成分の周期・距離について、それぞれ r を求める。

x成分について、半周期の r は-0.74、距離については0.94であり、各々相関が認められる。y成分について、半周期の r は-0.88で相関が認められるが、距離のそれは0.22で相関は認められず、今回の観測では、風速の増減に伴う一定の変化は確認できなかった。x成分の距離は正の相関であり、周期はx成分、y成分共に負の相関である。従って風速の増加に伴いx成分の距離が増加し、x成分・y成分の周期が短くなる。つまり、船体移動速度が速くなる。今回の測定中の最高移動速度は、風力7の時に1.0knotが観測された。

また出来る限り簡単な計算式により船体振れ幅を算出するために、相関のあった風速とx成分距離の関係から相関直線を求め、Fig.4に併記する。また、風速と船首偏角 (r は0.81) についての関係をFig.23に示し、同様に相関直線を求める。

$$d = 1.97v - 2.9$$

$$a = 1.08v + 5.3$$

d : 平均振れ回り距離 (m)

v : 相対風速 (knot)

a : 船首振れ回り角度 (degree)

上式より、長崎丸の単錨泊中における振れ回り距離及

び船首偏角を求める為、以下の略算式を提示する。

$$d=k_1v$$

$$a=k_2v+5$$

k_1 : 定数, 2.0 [1/knot]

k_2 : 定数, 1.0 [1/knot]

以上の結果、風速の2倍が長崎丸の平均振れ回り距離となり、その約1.5倍がDGPSアンテナ位置の最大振れ回り距離と考えられる。

単錨泊中において、船首偏角の増加は錨鎖に過度の張力をかける事になり、船体構造物の破損更に走錨の恐れも発生してくる。これらの事から、船首偏角の把握は、第二錨の投入を考える上でも重要な要素であるといえる。

5. ま と め

本研究に於いては、1000トン型トロール船の一例として長崎丸での測定を行ったが、同タイプの練習船についても同様の傾向があると考えられる。

- ① 風力5になると、軌跡が左右に振れ回り、大きさの異なる8字運動を取り始める。
- ② 風力6では、振れ回りの両端で軌跡が風上に切れ上がり、基点付近に於いて風下に落とされる運動が現れる。
- ③ 風力7になると、振れ回り範囲が更に広がり、左右の船首偏角はほぼ均等に振れ回る。
- ④ 振れ回り距離は、風速による略算式

$$d=k_1v \quad k=2.0 \text{ [1/knot]}$$

で求められる。

- ⑤ 各風力階級において、平均振れ回り距離の約1.5倍が最大振れ回り距離と考えられる。従ってこの距離に、GPSアンテナ位置から船尾までの距離約35mを加えた値を直径とする範囲内に船舶又は障害物等が存在しないことが、安全の最低条件である。
- ⑥ 船首偏角は、風速による略算式

$$a=k_2v+5.0 \quad k=1.0 \text{ [1/knot]}$$

で求められる。

- ⑦ 長崎丸における Pa (全風圧力) の値は、風速を一定とすると船首偏角が 022° の時に、船体正面から風を受けた時の約2倍となる。錨泊中の船首偏角を確認する事は、錨鎖の把駐状態を把握し、第二錨投入の時期を予測する等、船舶の安全を計る上で重要な要素となる。
- ⑧ 船舶の船型・風圧面積を知り、風向・風速・船首方位及びDGPSの位置を測定する事により、任意の錨泊船に対して、振れ回り範囲・船首偏角を略算式で求める事が出来る。

謝 辞

今回の振れ回り観測を行うに当たり、長崎丸乗組員の方々にご協力頂きました。また鶴洋丸の吉村浩一等航海士には、貴重な御意見、指導を頂きました。ここに記して、皆様に感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 橋本 進・市原義三: 単錨泊中の振れ回りについて, 日本航海学会誌, 第11号, pp.83-95, 1954.
- 2) 藤井照久・橋本 進・大本直宏・松原昭一・岡辺光邦・古荘雅生・新井康夫: 錨泊中の実船の振れ回り軌跡について, 日本航海学会論文集, 第62号, pp.145-151, 1980.
- 3) 鈴木 治・中村武史・浪江宏宗・安田明生: GPSを使用した錨泊の実時間監視, 日本航海学会論文集, 第98号, pp.25-32, 1997.
- 4) 斎藤重信・横須賀勇一: 荒天錨泊に関する研究, 日本航海学会論文集, 第74号, pp.9-18, 1985.
- 5) 内田圭一・宮本佳則・柿原利治: 沖合漁場におけるMF-DGPSの有効性について, 水産工学, 第38巻第1号, pp.19-24, 2001.
- 6) 西田之重: 「中波ビーコンによるDGPS補正データ放送」GPSシンポジウム'97テキスト, pp.119-126, 1997.
- 7) 木下昌雄・花岡達郎・中島康吉: 鰹鮪漁船の操縦性に及ぼす風圧の影響に就いて, 造船協会論文集, 第86号, pp.317-331, 1949.