

# コンテナ船あめりか丸による北太平洋航海性能試験 (第2報)

永松秀一\* 早川武夫\*\* 小川陽弘\*\*\*

## A Seakeeping Test on a Container Ship "America-maru" on the North Pacific Ocean (Part 2)

By

Suichi Nagamatsu, Takeo Hayakawa and Akihiro Ogawa

### Summary

In the previous paper,<sup>1)</sup> one of the authors have reported the results of a seakeeping test on a container ship "America-Maru" of Mitsui O.S.K Lines Ltd. on the North Pacific Ocean on her 25th voyage. While this paper shows the results obtained on the 26th voyage of the same ship.

On the outward as well as on the homeward voyages, the ship encountered rough sea states more than Beaufort scale 8 for three or four days continuously.

The maximum amplitudes of pitch and roll were 6.2° and 19.9° respectively, and that of the vertical acceleration at F.P. attained to 0.79g.

The average sea margin calculated on the basis of a fuel oil consumption on the outward and homeward voyages were 62.7% and 60.4% respectively. These results seems to have made proof of the correctness of the sea margin (60%) estimated at the initial design.

### 1. はじめに

北太平洋の冬期における海象を観測し、同時に波浪中での船体運動およびそれに伴って生ずる諸現象の計測を目的として、45年度の日本造船研究協会第108研究部会(SR 108)において、PSW 航路(東京—ロスアンゼルス—オークランド—神戸)のコンテナ船による実船試験が実施され、船研チームもこれに参加してあめりか丸の第25次航(45年12月1日~26日)に乗船・計測した。この試験のいきさつや結果の一部は既に前報<sup>1)</sup>で報告されているが、続いて第26次航(45年12月30日~46年1月25日)にも住友重機械・日本鋼管チームが乗船し、殆んど同一の計測器を用いて

計測を行なった。この様に同一船の連続した航海について計測を行なった例は一般の商船については非常に稀で資料としても貴重であると思われるのでその結果の概略を報告する。主として実測データの紹介と簡単な考察にとどめ、統計的な取扱いなどの一般論は25次、26次の航海の詳細な解析をまとめて報告したい。

1ヶ月の季節のずれにより海象も随分変化するようで、12月には珍らしく穏やかだといわれた25次航に対して、26次航では往・復航とも連続して3~4日も荒れ続けベテランの船員でも初めてだという位の苛酷な海象に遭遇し、試験の目的、特に体験航海の目的は十分に達せられたと考えている。

\* 住友重機械工業(株)

\*\* 日本鋼管(株)

\*\*\* 運動性能部

原稿受付 昭和46年5月6日

2. 対象船および航路

対象船は前報と同一の大阪商船三井船舶(株)のコン

テナ船あめりか丸でその26次航に乗船した。船およびプロペラの主要目を再び Table 1 に、簡単な一般配置図を Fig. 1 に示す。また、Fig. 2 に毎日の正午位

Table 1 Principal Dimensions

LENGTH (O.A.)		187.00 m
" (P.P.)		175.00 m
BREADTH (MLD)		25.00 m
DEPTH ( " )		15.50 m
DRAFT ( " )		9.50 m
DEAD WEIGHT		15,444 t
GROSS TONNAGE		16404.77 t
NET TONNAGE		8320.87 t
NOS. OF CONTAINERS	ON DECK	342
	IN HOLD	488
	TOTAL	830
MAIN ENGINE	MITSUBISHI SULZER "8 RND 105" 1 SET MR 28000 PS × 108 rpm	
PROPELLER		
DIAMETER (m)		6.700
BOSS RATIO		0.200
PITCH RATIO (CONST.)		1.158
EXP. AREA RATIO		0.692
MEAN BLADE WIDTH RATIO		0.272
BLADE THICKNESS RATIO		0.048
ANGLE OF RAKE		8°
NUMBER OF BLADES		5

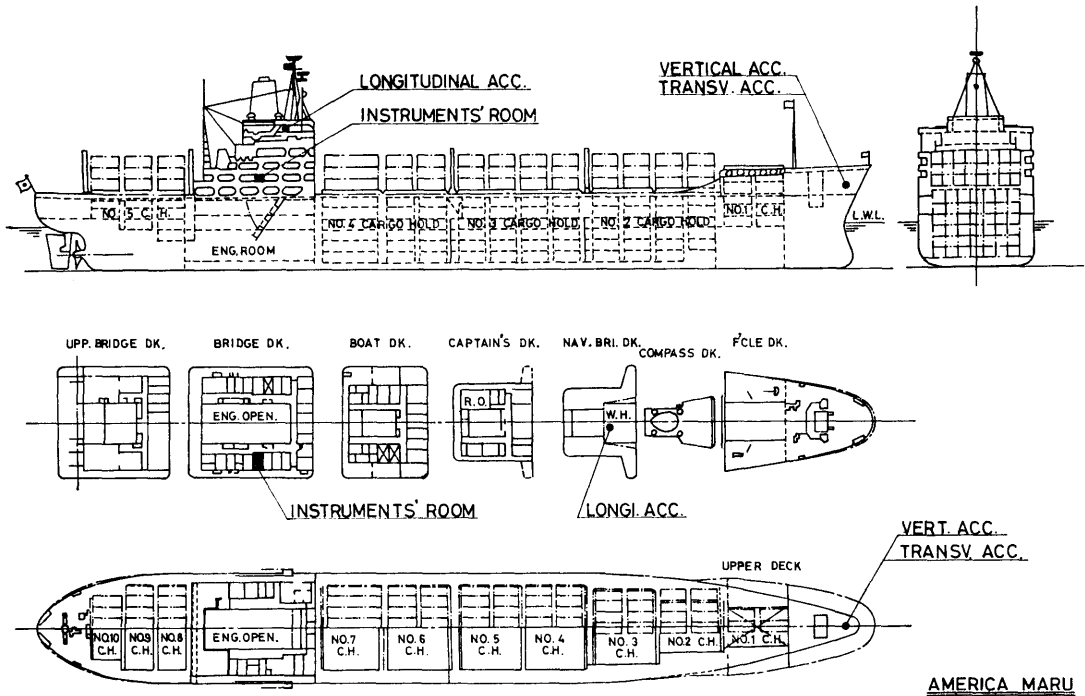


Fig. 1 General Arrangement of Ship and Position of Instruments

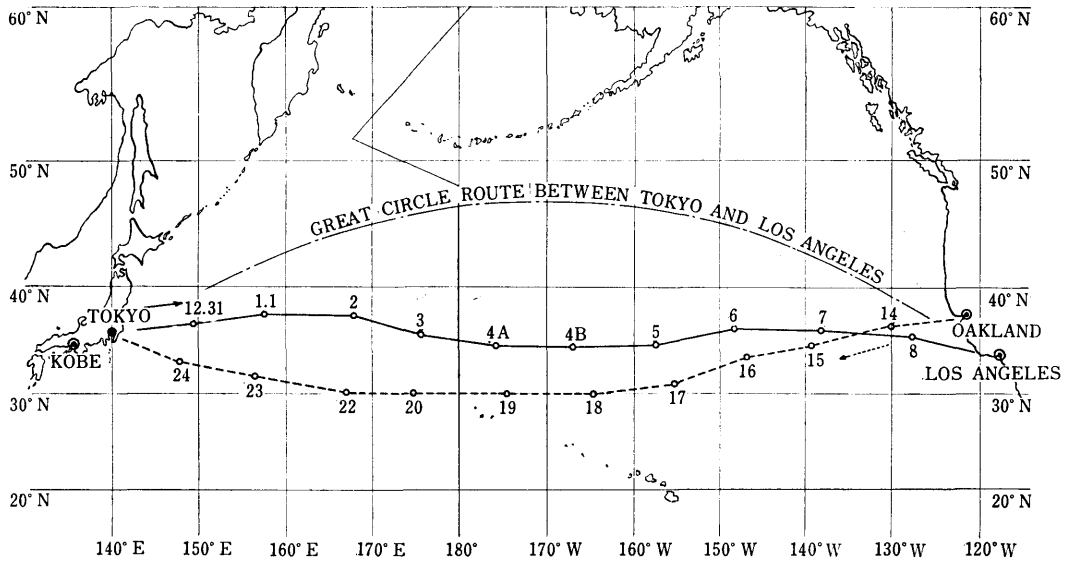


Fig. 2 Noon Position of Ship

置を示す。

### 3. 計測項目等

計測項目は Pitch, Roll および F.P 付近の船体中心線上に設置された加速度計による上下・左右加速度, ホイールハウス入口付近の前後加速度の5項目である。Pitch, Roll はバーチカルジャイロを使用し, 加速度計は容量 2g のもので前航で使用されたものと全く

同一である。計測室, 計器取付位置等も Fig. 1 に示すように前航と同一である。計測装置のブロック・ダイアグラムを Fig. 3 に示す。

計測記録はデータ・レコーダーおよびビジグラフにとった。データ・レコーダーはアナログ型 4 CH. のもので, 1, 2 CH. にはピッチ角, ロール角を, 3, 4 CH. には上下・左右加速度を記録させた。またビジグラフには上記の他に前後加速度も記録させた。その他, 船の定時計測 (ログ・ブック) による記録, 船の指示計からの読みによる記録, 目視観測等による記録を含むが計測項目は前報と同様であるので省略する。

計測時間は原則として1日2回, 船内時間で 11:30 ~12:00, 16:00~16:30 に1回約20分間計測した。ただ海象穏やかで船体運動が小さいと思われたときには1日1回とした。また, 特殊な海象状態時には臨時計測を実施している。

### 4. 計測結果および考察

- 1) 一航海総計の特性を Table 2 に示した。平均速力が 20 ノット以下となりこれは本船就航以来の最低の記録であった。
- 2) 計測および観測結果は経日変化の形で Fig. 4~6 に示した。(a) は往航, (b) は復航の記録である。Fig. 4(a), 4(b) に直士官の目視観測による Wave の波高, Swell の波高と周期および風速計に

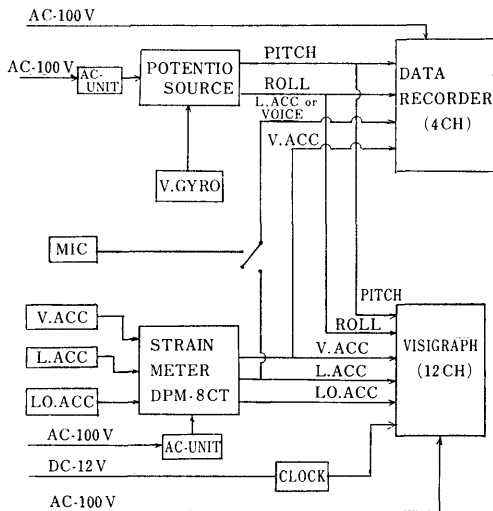


Fig. 3 Block Diagram

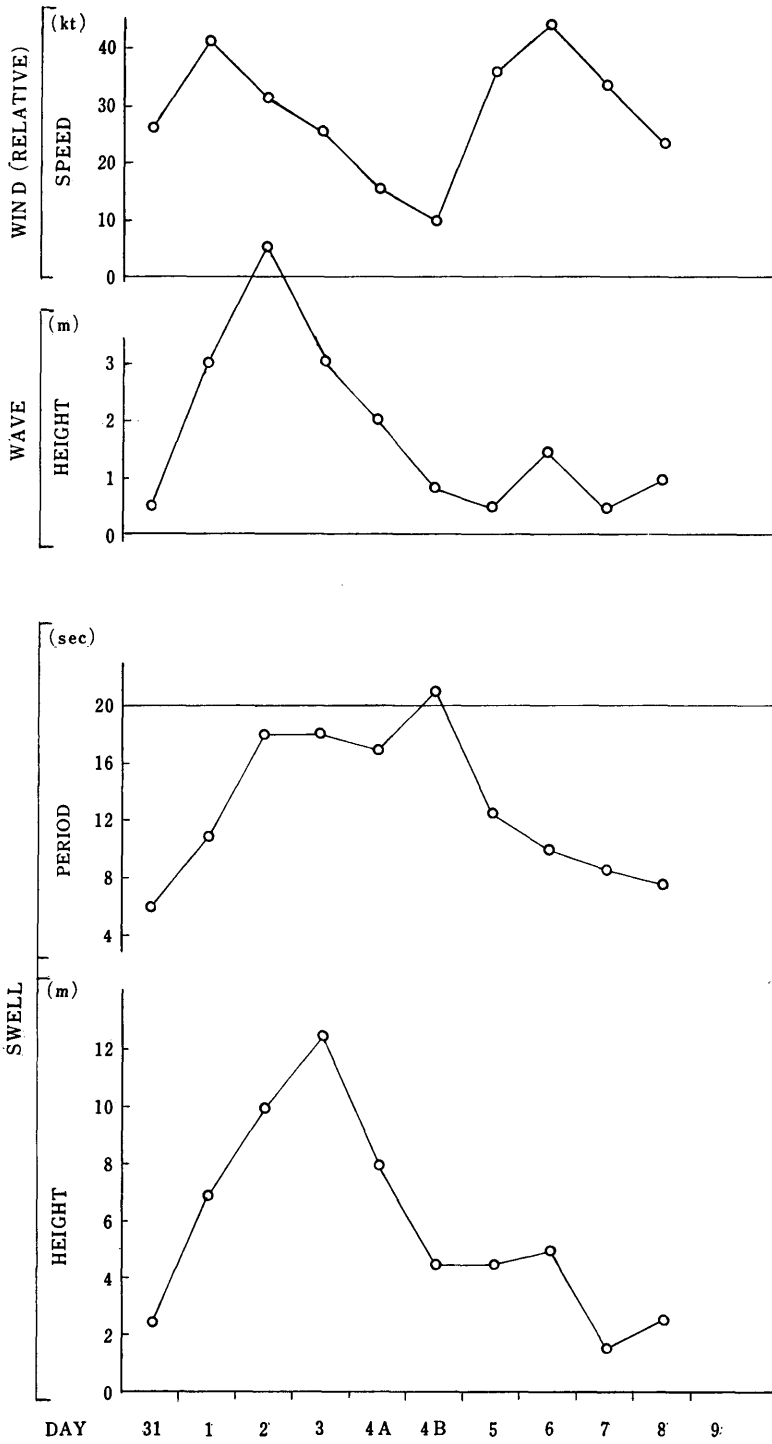


Fig. 4(a) Sea State at Outward Voyage

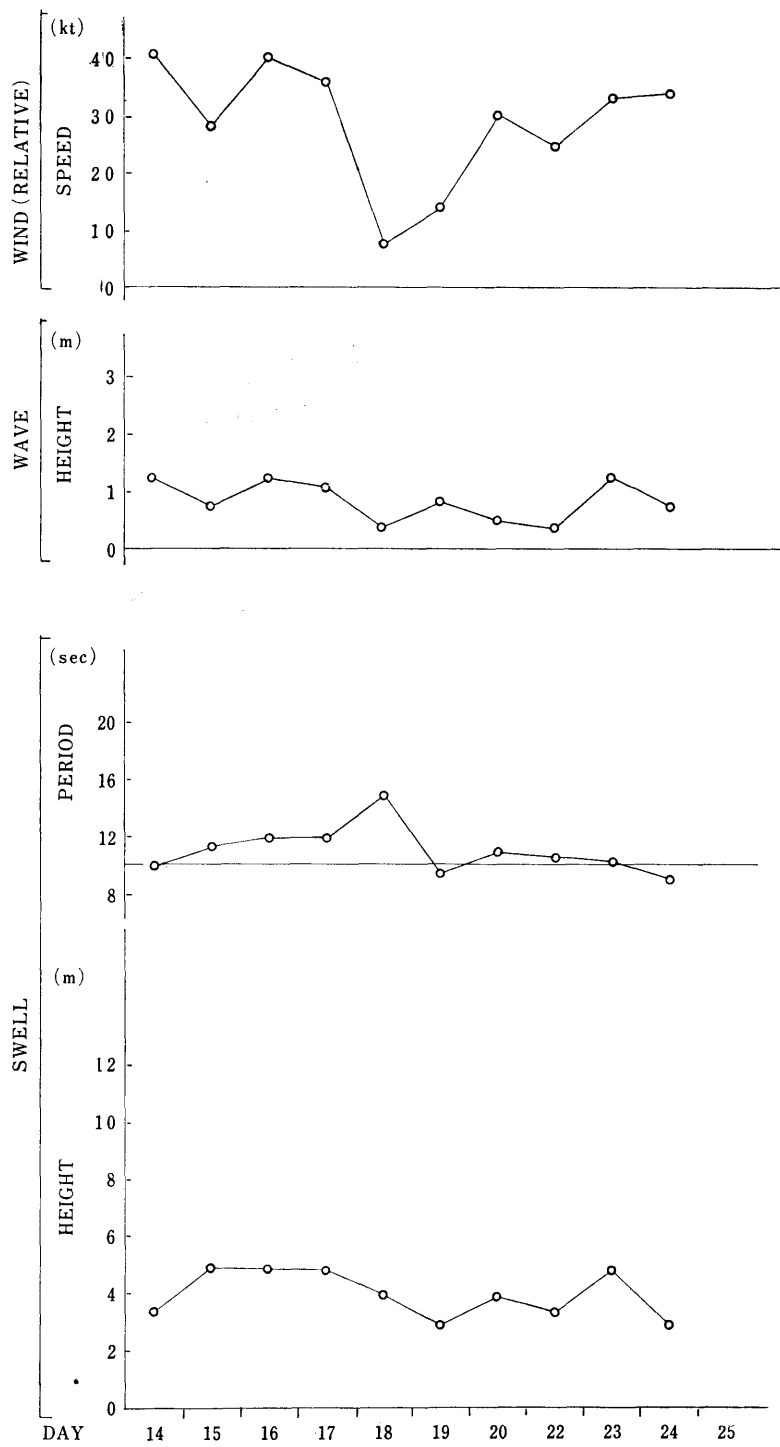


Fig. 4(b) Sea State at Homeward Voyage

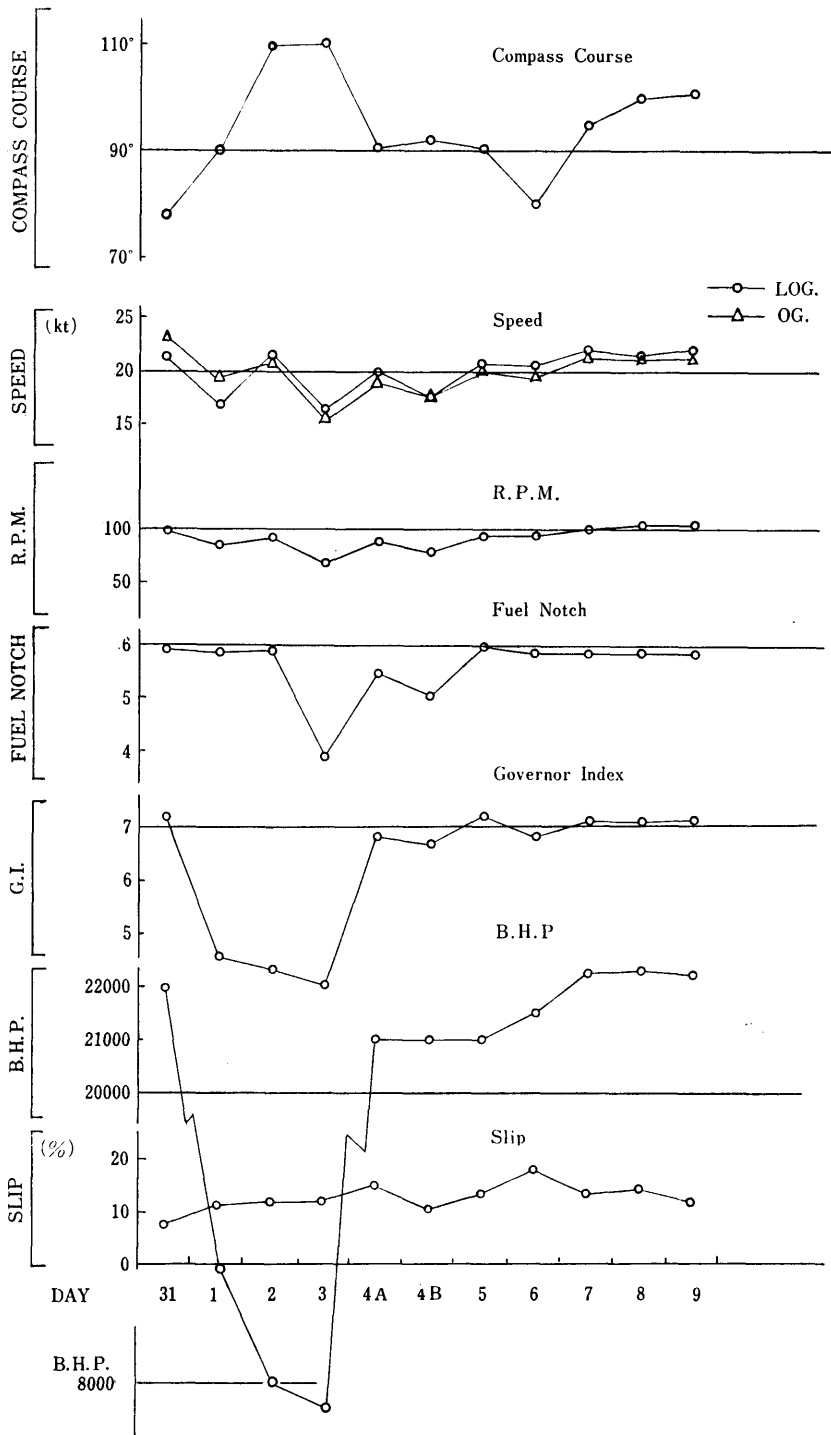


Fig.5(a) Ship's Condition at Outward Voyage

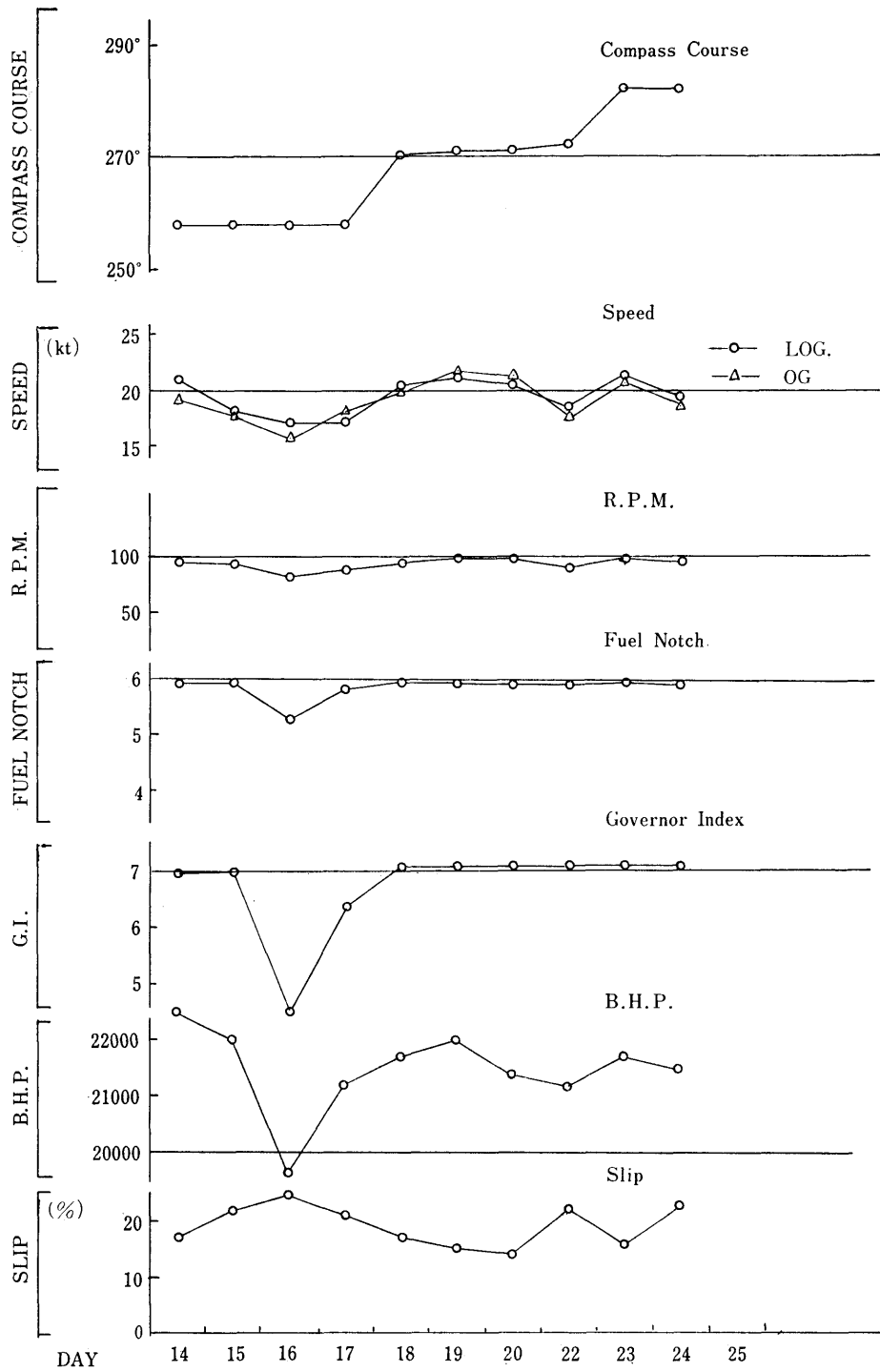


Fig. 5(b) Ship's Condition at Homeward Voyage

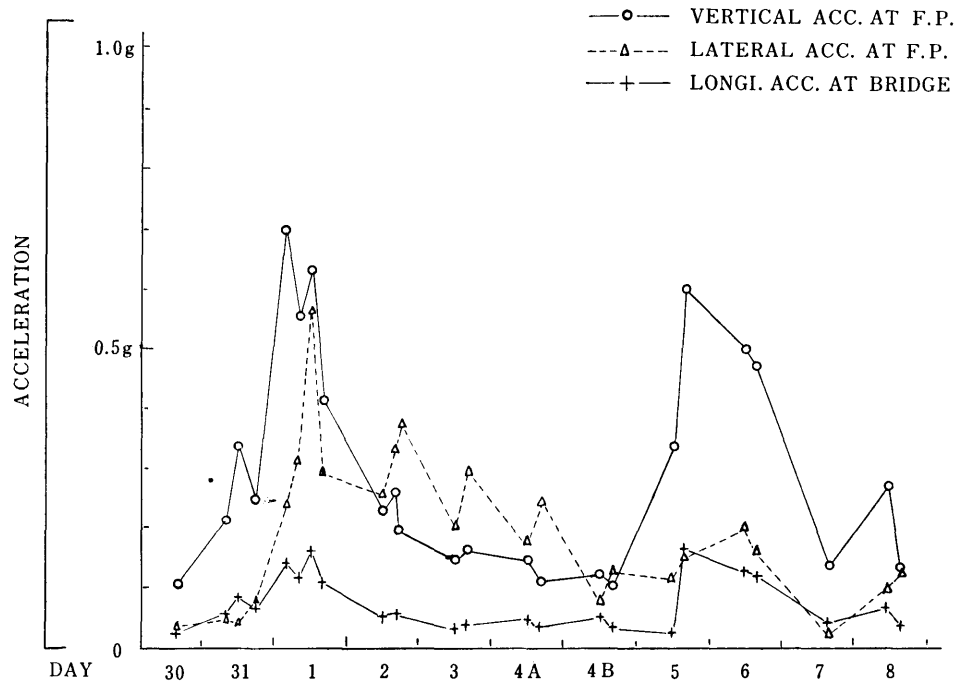
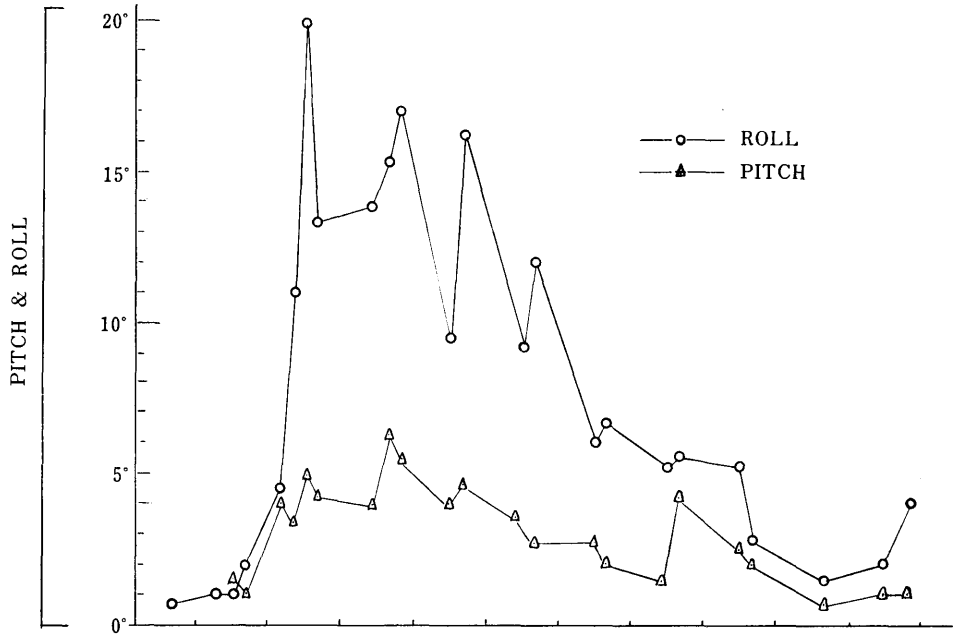


Fig. 6(a) Measured Oscillations at Outward Voyage



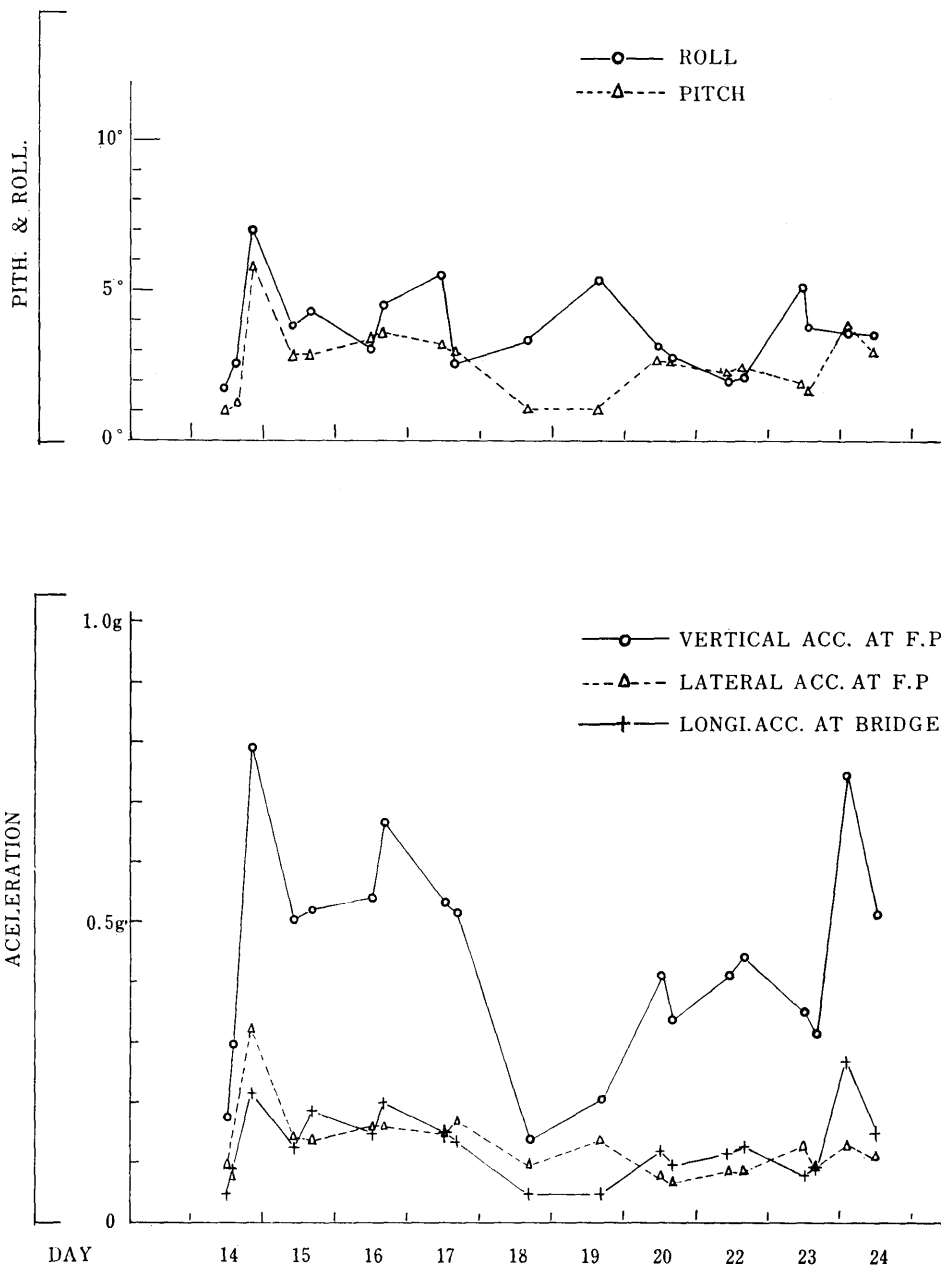


Fig. 6(b) Measured Oscillations at Homeward Voyage

よる相対風速を示したが、これにより航海中の海象の変化が窺える。Fig. 5(a), 5(b) は船の状態を示すもので、コンパスコース、船速、プロペラ回転数、ハンドルノッチ、ガバナーインデックス、馬力、スリップを示した。このうちコンパスコース、ガバ

ナーインデックスおよび BHP は正午計測時の値であり、その他は一日の平均値を示している。Fig. 6(a), (b) は船のピッチ、ロール、加速度（上下・左右・前後）をビズグラフの記録から読みとりその最大値（全振幅の半分）を示したものである。

Table 2 Ship's Abstract Log

		往 航		復 航		
	港 付	東 京→ロスアンゼルス		オークランド→東 京		
1	日 進 時 間	1970 12.30 12:00	1971 1.9 11:00	1971 1.13 16:15	1971 1.25 10:45	
2	航 進 距 離 (N.M.)	252 h 35 m		262 h 15 m		
3	平 均 速 力 (Kn)	5067		5065		
4	平 均 速 力 (Kn)	20.07		19.28		
4	航 海 時 間	10 d-16 h-00 m		11 d-01 h-30 m		
5	航 海 距 離 (N.M.)	5102		5093		
6	平 均 速 力 (Kn)	19.93		19.19		
7	SHIFT 時 間	3 h 30 m		2 h 30 m		
8	SHIFT 距 離 (N.M.)	35		26		
9	ペロペラ総回転数	1384040		1481320		
10	" 平均回転数	91.4 rpm		94.1 rpm		
11	ス リ ッ プ (%)	12.51		18.37		
12	SEA MARGIN (%)	62.73		60.39		
13	喫 水	前 部 (m)	(出 港 時) 7.80	(入 港 時) 7.50	(出 港 時) 9.22	(入 港 時) 9.14
14		後 部 (m)	9.18	9.00	9.82	9.14
15		平 均 (m)	8.49	8.25	9.52	9.14
16	排 水 量 (K.T)	20996	20500*	24412	23412*	
17	排 水 量 の 差 (K.T)	-496*		-1000*		
18	GoM (m)	0.87	0.84	0.81	0.66	
19	GoM の 差 (m)	-0.03		-0.15		
20	消 主 機 (K.T)	767.22		878.69		
21	費 補 機 (K.T)	28.58		42.15		
22	量 清 水 (K.T)	104 ('71 1.1~1.9)		110 ('71 1.14~1.24)		
23	コ ン テ ナ 個 数・重 量	674 個 6183 KT		633 個 9781 KT		
24	大 圏 距 離 (N.M.)	4.839				
25	航 程 係 数 (2)/(24)	1.047				
26	アンチローリングタンク	1 部 使 用		使 用 せ ず		

\* Estimated

3) Fig. 7, 8 9 にビジグラフの記録の一部を示した。Fig. 7 は往航時の横ないし後方から波を受けロール角最大を記録したときのもの。Fig. 8 はピッチ角最大を記録したときのもので、ピッチングのみが異常に大きくしかも周期が 22~23 秒と長いのは船体が後方から来る大きな波に乗ったためである。Fig. 9 は上下加速度が最大のときのもの。復航にはこの図のように波の衝撃に伴う 2 節振動が頻繁に発生した。

(148)

本航で記録した運動・海象等の最大値は次の通りである。

ピッチ…………… 6.2°  
 ロール…………… 19.9°  
 加速度 { 上下…………… 0.79G  
 { 左右…………… 0.57G  
 { 前後…………… 0.27G

但し最大値は全振幅の半分を示す。

風力階級 10 (5 日)\*

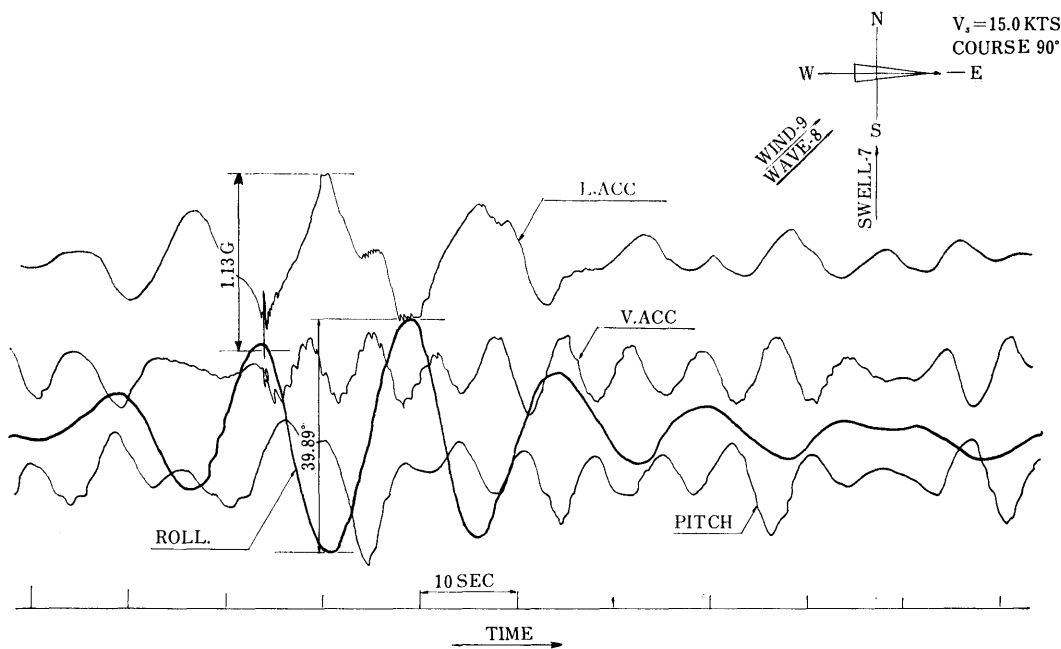


Fig. 7 A Part of Records at Heavy Rolling (46.1.1. 12:00)

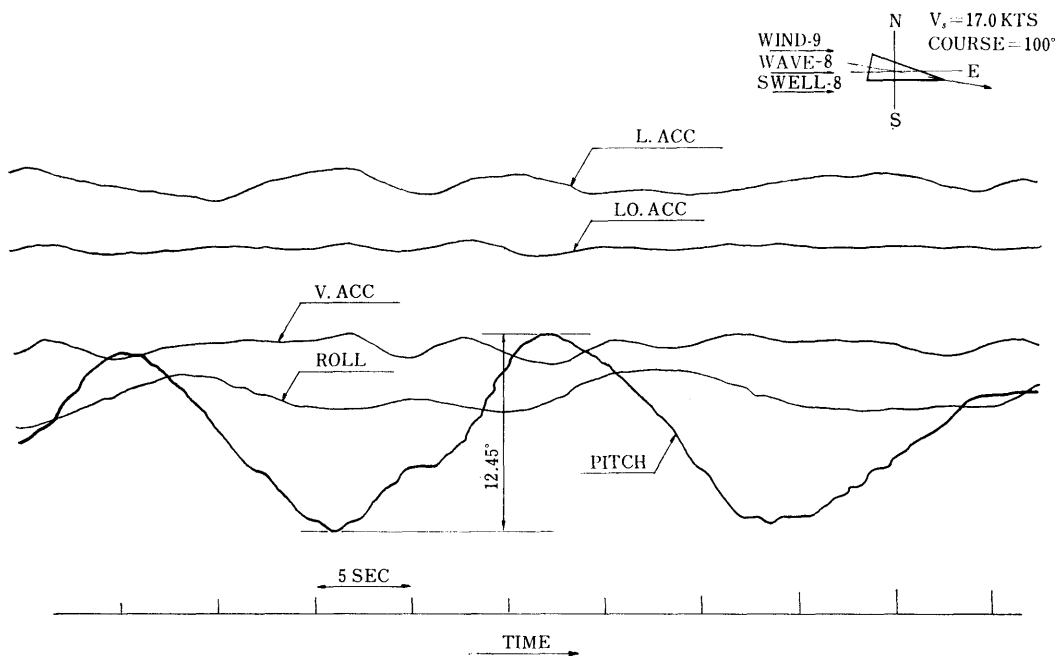


Fig. 8 A Part of Records at Heavy Pitching (46.1.2. 16:00)

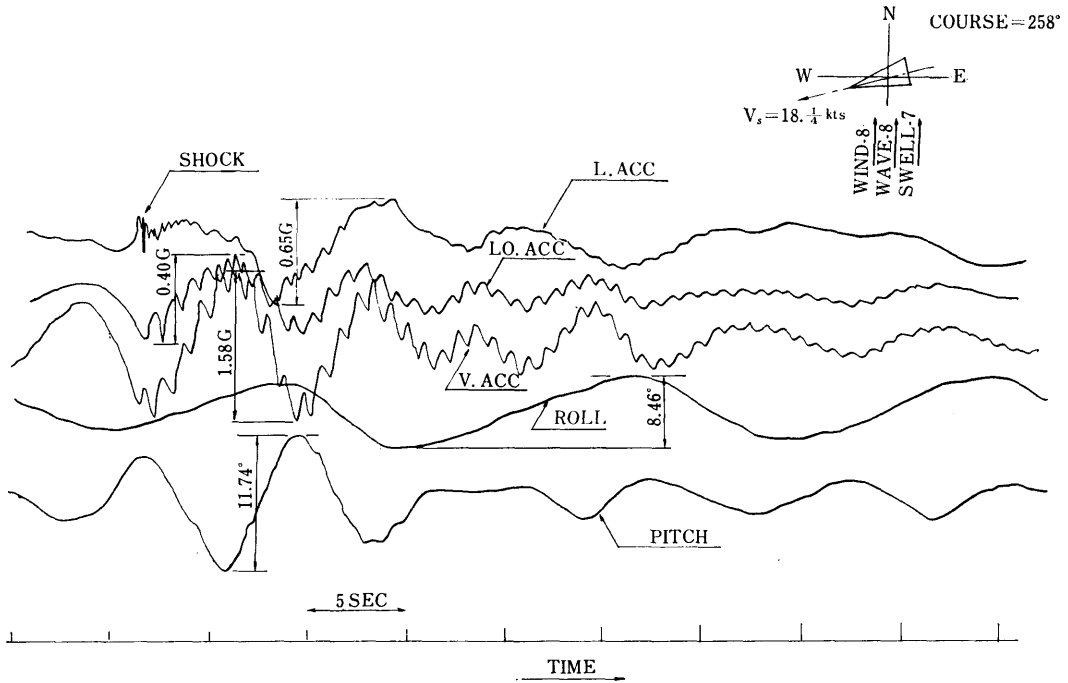


Fig. 9 Example of Records of Two-Nodal Vibration (46.1.14 20:00)

風浪階級 9 (6日)\*  
 うねり" 8 (9日)\*  
 \* 一日中で1回でも記録すれば1日として数えた。

片航の平均燃料消費量  $F$  (KT/day)  
 " 平均喫水  $d$  (m)  
 " 平均船速  $V_s$  (kn)  
 燃費 = 157 gr/hr/ps = 3.77 kg/day/ps

4) Fig. 10 に一例としてピッチ, ロール, 上下加速度 (F.P.) の実測値と長波頂不規則波中の理論値とを比較したものを示す。実測中の海象等は, うねり波高 (Hw)=5m, 波と船との出合角度 ( $\chi$ )=180° (向波), 波の平均周期 (T)=10~12秒, 船速 ( $V_s$ )=14.5 kn である。理論値は有義両振幅を有義波高で割ったもの, 実測値は計測中の任意の時刻を選んでその附近の記録 (ビジグラフ) の山谷から求めたものであるから, 単なる order 的な比較の意味しか持たないがピッチ角はたまたま理論値と実測値が一致している。ロールの理論値は  $\chi=180^\circ$  のとき零であるので参考までに  $\chi=150^\circ$  のときの理論値を記入した。

とすると

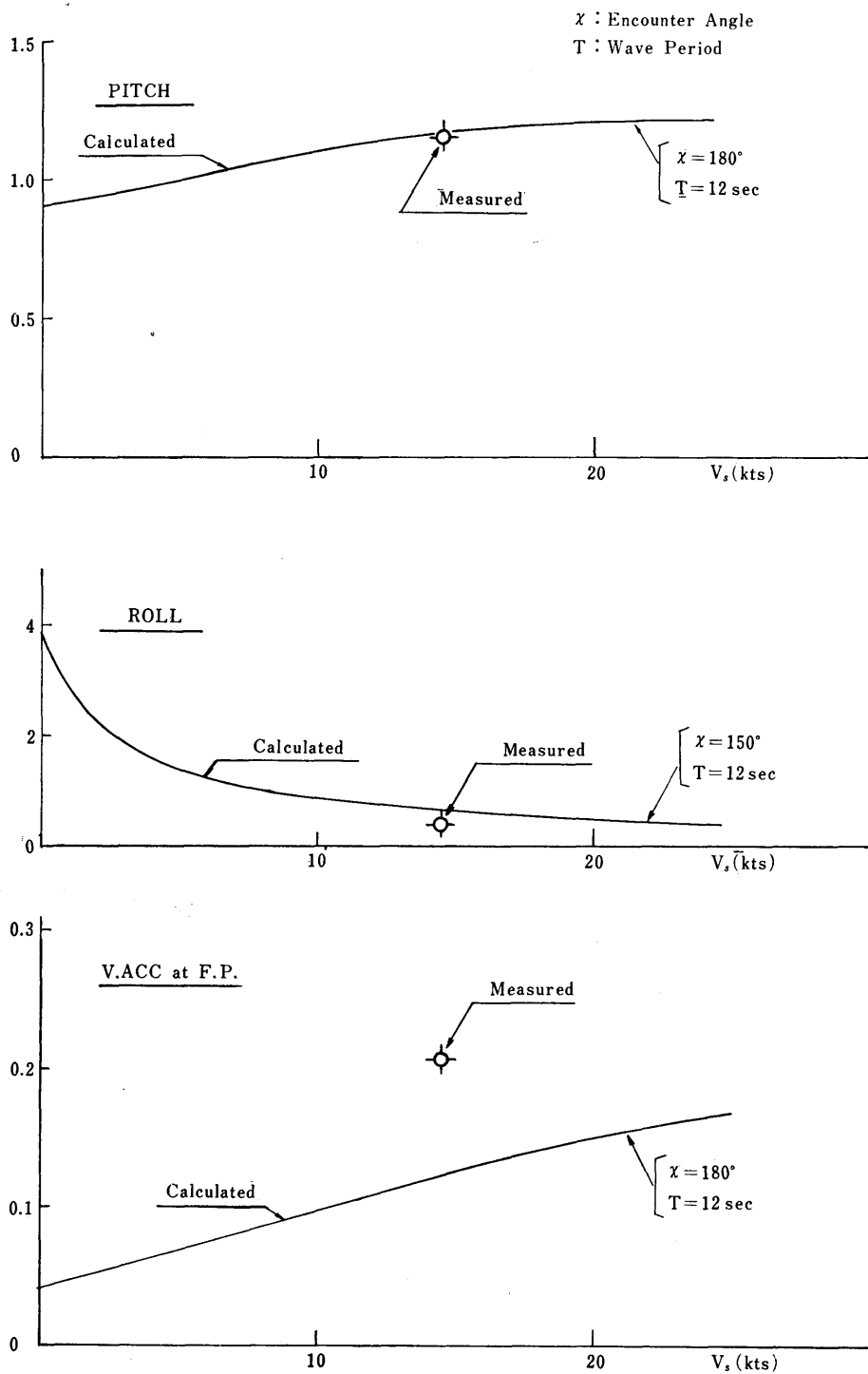
$$SM = \frac{P - P_0}{P_0} \times 100\%$$

但し  $P = (F/3.77) \times 10^3$

$P_0$  = 平水中の馬力曲線より  $d, V_s$  に対して読みとった馬力

5) Fig. 11 に本船の夏期から冬期にかけての過去6航海のシーマージンと平均船速および平均喫水の一例を示した。シーマージン (SM) は主機の燃料消費量を用いて以下の方法により求めた片航の値である。

機関の経年的性能劣化を考慮していないが, 図より復航のシーマージンが殆んどの場合に往航より大きくなることが窺える。復航の喫水が往航に比して0.5m以上深いこと, 復航に多く遭遇するピッチングによる馬力増加が大きい事などが原因していると思われる。本航のシーマージン 62.7% (往), 60.4% (復) は本船計画時に予想したシーマージン (60%) を裏付けるものであろう。片航の平均喫水に対応する平水中の馬力と馬力指示計から読みとった馬力を用いて刻々のシーマージンを計算することもできる。この方法で求めた最大値は復航の104%であった。いずれにしても, PSW 航路の冬期のシーマ



**Fig. 10** Measured Pitch, Roll & V. Acc. at F.P. in comparison with theoretical values in Long Crested Irregular Waves

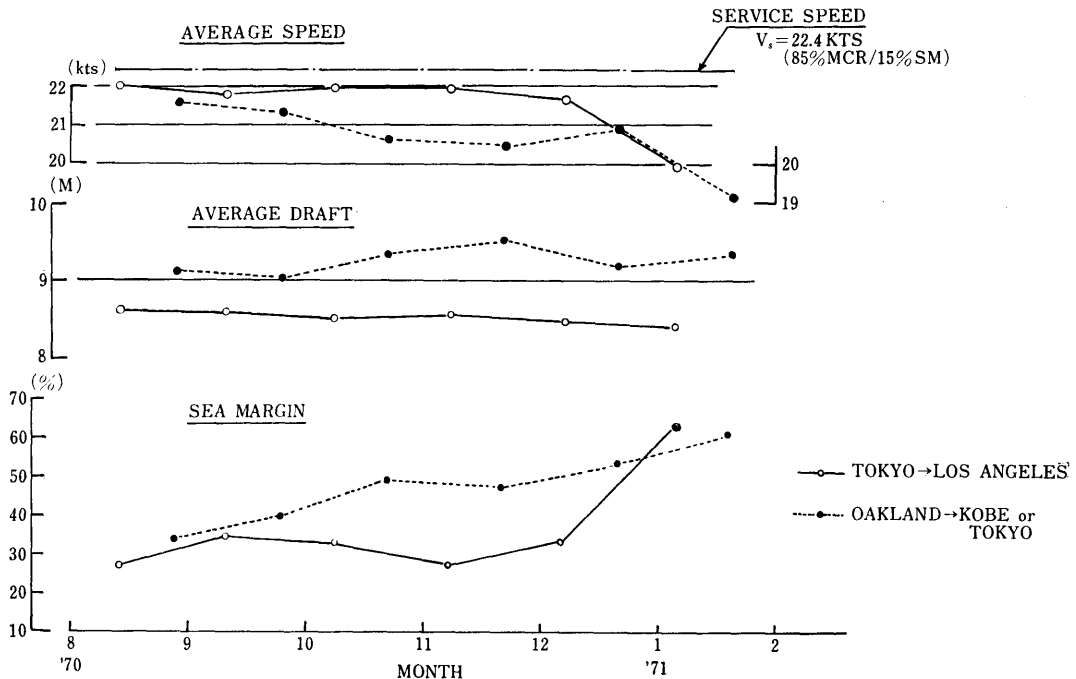


Fig. 11 Sea Margin etc. (in Aug. 1970—Feb. 1971)

ージンは非常に大きいことを覚悟しなければならない。

- 6) 片航の平均排水量, 毎日の馬力指示計による馬力を用いてアドミラルティ係数 (Cadm) を求め, これとプロペラ回転数 (RPM) を船速ベースで Fig. 12 に示した。RPM はほぼ一定でも Cadm の値は著しく相異し, 船速の増加と共に整齊曲線で増加している。ハンドル・ノッチ 5.9~6.0 の場合の Cadm, 船速, RPM の片航の変動量はそれぞれ往航で 66, 復航で 120, 往航で 1.5 kn, 復航で 3 kn, 往航で 7.1 rpm, 復航で 6.7 rpm に及んであり, 航海中の環境条件の変化が窺える。

### 5. 海象, 操船法などについて

- 1) 今 26 次航は就航以来の最低平均船速を記録したことからも判るように往・復航とも激しい海象に遭遇した。連続 3~4 日もシケることは珍しいとのことである。動揺の程度を船の位置でみると往航では日本~180° 附近, 復航では米国~160°W 附近で苛酷であった。
- 2) 往航の横揺れの激しかった 1 月 2 日の午後 5 時頃から Anti-Rolling Tank (ART) を使用した。斜め

後方より波高約 8 m の swell を受け, 船体横揺れ周期が約 18 秒となり, ART の設計基準状態に殆んど一致するためその効果が期待されたが, 直前の定時計測 (16:00) のロールと比較して何となく効果があったらしい程度しか感じられなかった。精密に解析した結果が出れば効果が明らかになるであろう。

- 3) 往・復航とも青波が甲板上へ上ることは一度も経験しなかった。“青波を受ければコンテナが破損することは目に見えている”と言って青波に対しては神経質に警戒しており, その危険があれば転針・減速する。しかし, シブキに対してはあまり気にしておらず復航ではコンテナへの 100% のシブキを含め殆んど毎日記録された。船で上ったシブキが船橋まで達することがあった。
- 4) 復航には波浪衝撃を多く経験した。shock (船体に波がぶつかるとドーンという音がすると同時に shock を感ずる) に続き Bridge が前後にユサユサ揺れる shudder が約 40 秒間位続くことがある。船体が 2 節振動を起しその周期 (約 0.9 秒) が短いため非常に不愉快であった。
- 5) 減速の原因としてはプロペラ・レーシングの場合が多かった。回転数の変動は常用回転数の場合で約

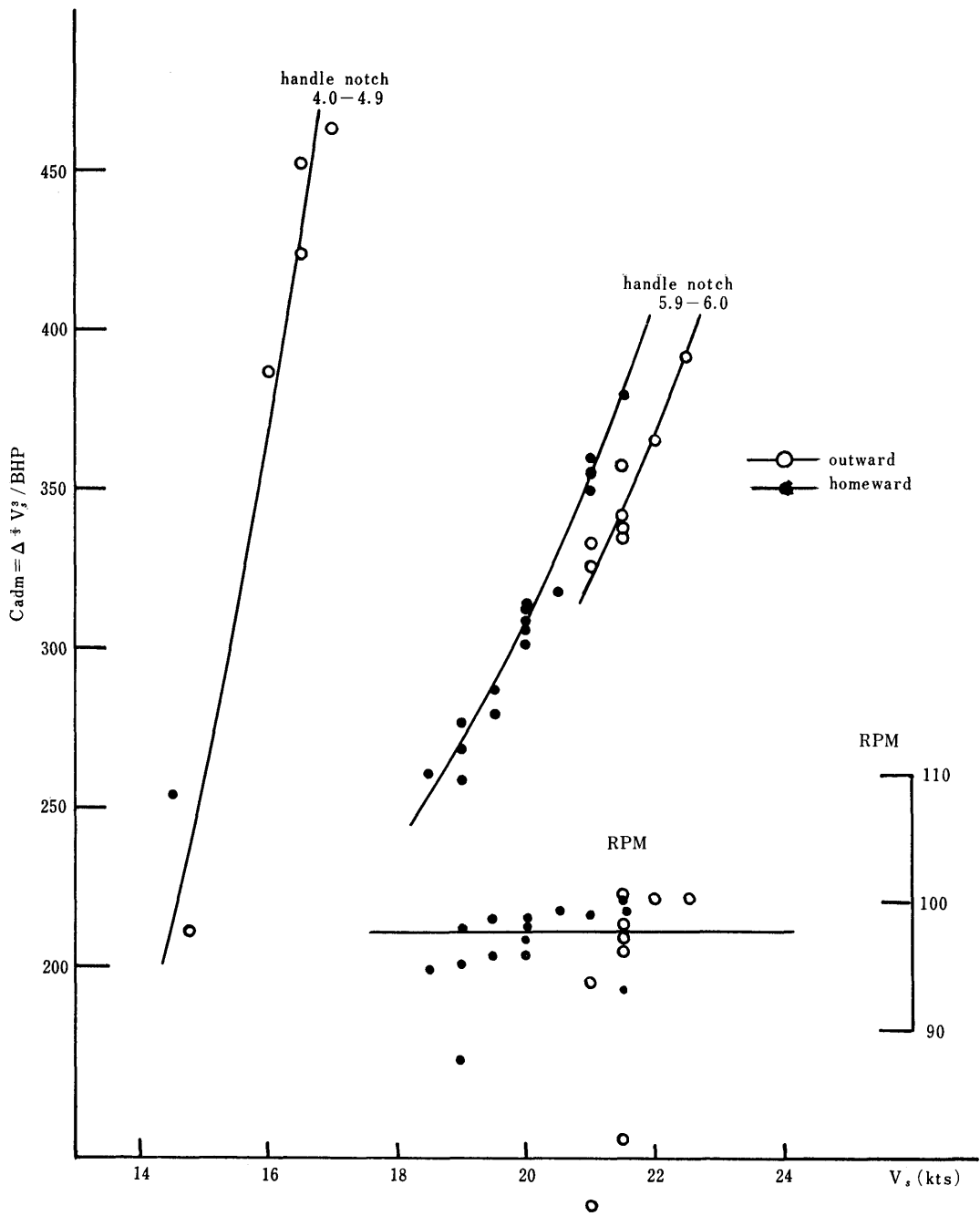


Fig. 12 Cadm, RPM vs Ship's Speed

20 rpm に達したこともあり、このため主機の保護の面で危険回転数以下に回転数を下げ減速する。回転数変動の主な原因は Rolling よりも Pitching

であるが、向い波中の Pitching より追波の場合の方がレーシングを生じやすいようだ。

## 6. おわりに

予想していたより足の早い低気圧に追いつかれた往航時の動揺の激しかった1月1日の真夜中頃、恐怖を感じて Bed から抜け出し船橋へ上った。こんなに船が揺れているのに Bridge では一体何をしているのだろうかと憤りを感じながら上って行ったものである。暗い海面を凝視し、2方向から来るうねりを見分けながら船速を下げこの大きなうねりを後方から受けるように細かく転針を指示する船長の姿を見たときには誠に申し分けない気持ちになった。このときの波高が15mはあったという。間の中で Bridge からあまり遠くない所で波がしらが白く崩れる様を見たときには、平水中の性能とか MCR の回転数とか海上試運転で何ノッ

トでたとか言うことの大切さより何より、先ず第一に『強い船』を造ることを痛切に感じた。また、今回の体験航海により耐航性の重要性を身をもって体験できた。

おわりに“あめりか丸”の宮増船長、加藤機関長、長尾一等航海士をはじめ乗組員の方々、大阪商船三井船舶の関係者の方々、また、船研運動性能部の方々にも多大のお世話になった。ここに紙上をかりてお礼申し上げる。

## 7. 参考文献

- 1) 小川陽弘ほか; コンテナ船あめりか丸による北太平洋航海性能試験, 船舶技術研究所報告 第8巻 第2号, 1971