

(昭和 27 年 11 月 造船協会秋季講演会に於て講演)

航海性能に関する日聖丸実船試験の概要

試験水槽委員会日聖丸実船試験実行委員会委員長

正員 工学士 菅 四郎

An Investigation into the Sea-Going Qualities of the Single-Screw
Cargo Ship "Nissei Maru" by Actual Ship Experiments.

By Shirô Kan, *Kogakushi, Member*

Abstract

In view of the great importance of securing correct and factual knowledge regarding the sea-performance data of an actual ship, as the foundation of methods to investigate the sea-going qualities of vessels, the Experiment Tank Committee of Japan had been planning for several years to carry out systematic actual ship experiments on the sea-worthiness of vessels. Actual preparations were finally completed in 1951, and the experiments were conducted on a cargo ship, S.S. "Nissei Maru", with the support of many Japanese organizations in the field of marine transportation and shipbuilding.

The experiments occupied a period of 129 days, from 26th December, 1951, to 3rd May, 1952; on the ship's maiden voyage from Yokohama to Vancouver, Honolulu, Singapore, Bombay, Mormugao, Shingapore and back to Yokohama, a distance of 21,700 nautical miles.

The members of the committee boarded the vessel, and the ship's speed, revolutions per minute of the propeller, the torque of the intermediate shaft (SHP), the helm angle, the yawing angle, the pitching angle, the rolling angle, the heaving of the ship and the stresses of the hull in several positions, as well as the wind and sea conditions, were measured or observed by them simultaneously. The total measurements recorded amounted to 154, and much interesting and instructive data and experience were obtained.

1. 緒 言

各種の気象海象状態の海上に於て実船の航海状態をその場合の外界状況と共に正しく詳細に把握することは、船舶の安全や航海性能に関する試験研究の基礎として極めて重要なことである。従つてこのような資料を得んとする実船試験は各国の船型研究者等によつて早くから計画されていたが、その実施には非常に多くの困難を伴うため、これまでは比較的断片的な 2, 3 の実船試験が行われただけで、吾々の希望する系統的な実船試験資料は未だ全く得られないと云わなければならない。

造船協会の試験水槽委員会は以前から斯る組織的な実船試験を計画し、数年来このための所要計測装置類の設計試作やそれによる予備的計測、北太平洋の気象海象の予備的調査、その他種々の準備調査を重ねた結果、漸く計測技術上の困難を克服し得るに至り、一方に於て供試船の選定、計測員の乗船、及び計測装置用工事等の難問題も海運造船界の全面的協力によつて解決される見込みとなつたので、先づ一般的な中型の単螺旋貨物船について、最も激しい荒海と認められている冬期の北部北太平洋航路に於て各種の組織的計測を行うことにした。

然して本試験計画に対して昭和 26 年度の運輸省試験研究補助金が交附されたので、茲にいよいよ待望の実船試験が決行されるに至つた。即ち、貨物船日聖丸に試験水槽委員会委員 10 名*が乗船し、昭和 26 年 12 月 26 日より翌年 5 月 3 日までの 129 日にわたる本船の処女航海（横浜→Vancouver→Honolulu→Singapore→Bombay Mormugao→Singapore→横浜、全航程約 21,700 浬）に於て、船の速度、推進器回転数、中間軸トルク（軸馬力）、舵角、縦揺、横揺、上下揺、船首揺、船体の数箇所における応力変化等を風及び波の状況と共に同時計測又は観測し（全計測回数 154 回）、多くの貴重な資料と経験とを得ることが出来た。

吾々はこれらの実船試験資料を解析整理して実船航海性能を出来る限り明らかにすると共に、本試験研究に引続いて行われる予定の本船の模型船による試験水槽及び風洞に於ける各種の試験の結果と比較検討して更に解析

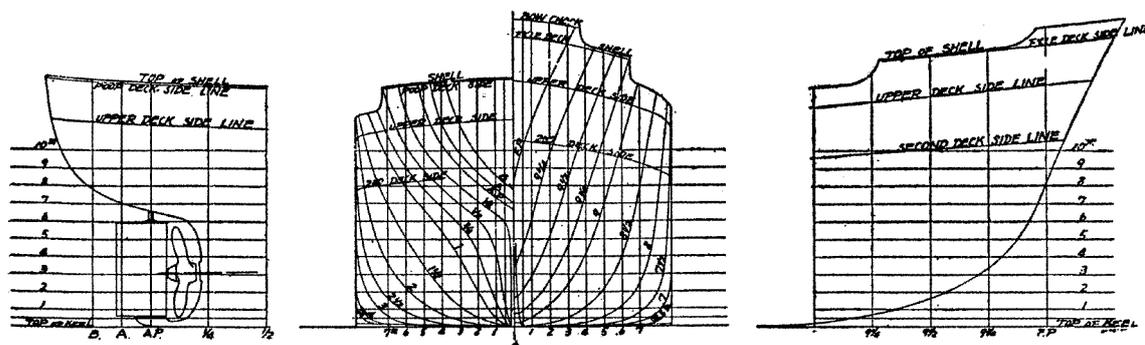
を進め、ひいては波浪中水槽試験の合理的方法を確立し、平水中のみならず荒海に於ても優秀な性能を示すような真の経済的優秀船型の選定を可能ならしめんとする。

2. 日聖丸の概要

日聖丸は日本鋼管株式会社鶴見造船所に於て昭和26年12月22日に竣工した日産汽船株式会社の鋼製単螺旋貨物船で、その要目は次の通りである。

長さ	128.00 m
幅	17.50 m
深さ	10.40 m
満載状態, 吃水(型)	8.25 m
排水量	13,870 ton
方形肥瘠係数	0.728
中央横截面係数	0.987
浮力中心位置	艮 前方 0.42 m
計画航海速度	13.25 kn
載貨重量	9,914 ton
総噸数	6,926 ton
主機関	二段減速歯車付衝動式複汽筒タービン1基 定格出力 4,000 SHP (105 RPM) 経済出力 3,400 SHP (99 RPM)
推進器	マンガン青銅製4翼組立型 直径 5.25 m, ボス比 0.229, 展開面積比 0.402, 翼厚比 0.046, ピッチ比(0.7 R) 0.790 (遞減ピッチ)
舵	平衡反動舵

第1図に正面線図及び船首尾形状を示した。外板の横縁はすべて溶接、縦縁は船底部は全部容接、船側では交互に溶接、外板と肋骨との固着はすべて鉚接である。



第1図 日聖丸の正面線図と船首尾形状

* 乗船委員氏名

菅 四郎	運輸技術研究所, 船舶推進部長
伊藤 達郎	" 船舶推進部, 研究員
山内 保文	" 船舶性能部, 動揺研究室長
畑 賢二	運輸省船舶局技術課, 補佐官
乾 崇夫	東京大学工学部, 助教授
元 良誠	" "
埴田 清勝	日本鋼管株式会社 鶴見造船所, 設計部次長
木下 昌雄	日立造船株式会社 技術研究所, 主任研究員
岡田 正次郎	" " 研究員
谷 口中	三菱造船株式会社 技術部, 船型試験場長

3. 計測項目及び計測装置

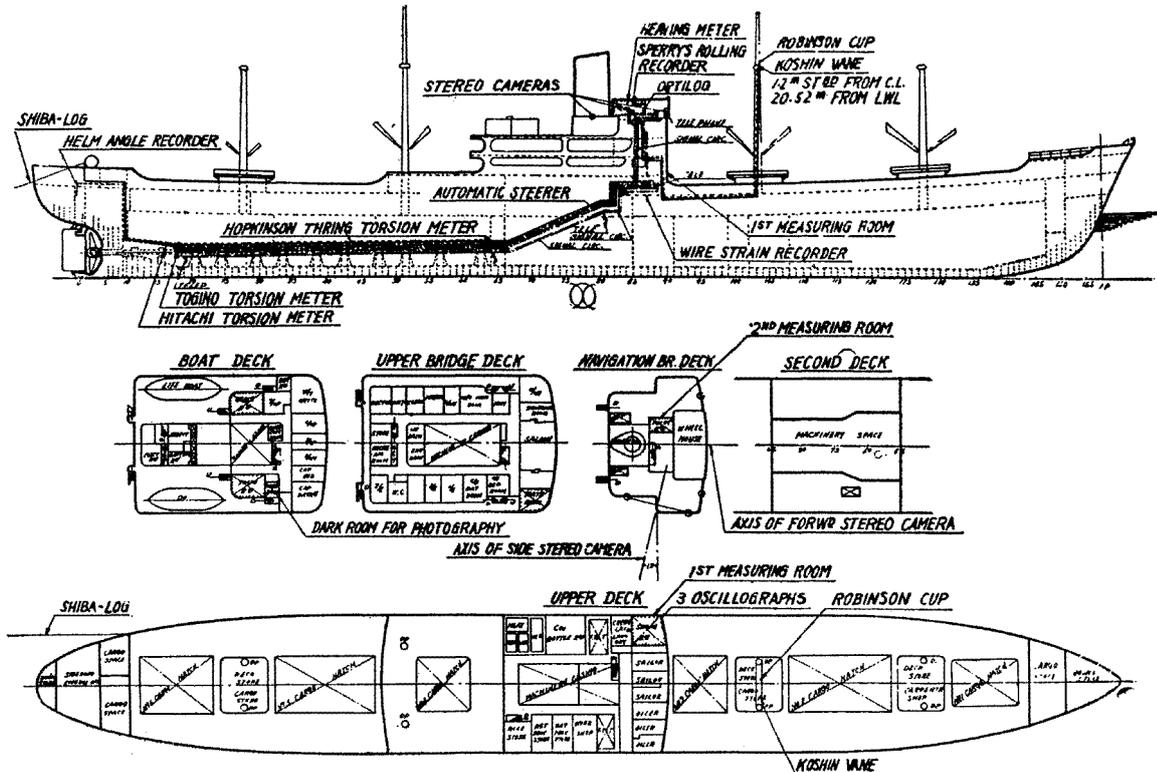
計測項目及び計測装置は第1表に示す如くであり、計測装置の配置は第2図に示す如くである。最も重要な計測項目である船の速度、軸馬力及び海象に関しては、信頼し得る計測値を確保するため、2~3の計測方法を採用することとした。

各種の計測は同時に行われ且つそれらの記録はすべて時間的に対応出来るものであることが望ましいので、計測は出来るだけ集中して行うこととした。即ち、上甲板上の船員予備室を改造して第1計測室とし、ここに志波式ログ、日立式振計、同用回転数記録計、舵角記録計及び抵抗線歪計等の記録装置を収容した。また、航海船橋の Pilot Room を改造して第2計測室とし、風向及び風速記録計、上下揺記録計、スペリー式動揺記録計等を収容した。研野式振計及びホプキンソン式振計の記録は計器の構造上それぞれ軸室の後端及び前端で行い、空気チャイロ式動揺記録計は船体重心に近い機械室第2甲板右舷側に設置しその位置で記録を取つた。ステレオカメラは視角の関係から航海船橋の前端両舷（前向き）及び右舷手摺（横向き）に取付けて撮影し、35 mm カメラ及び 16 mm 撮影機による撮影、波浪のスケッ

第1表 計測項目及び計測装置

計測項目		計測装置
船速	対水速度	志波式ログ, *サルログ, *パテントログ
	対地速度	*六分儀, *ロラン
* 推進器回転速度		*電気回転計, 日立式振計附属回転数記録計 研野式振計附属回転数記録計
中間軸トルク		*ホプキンソン式振計, 日立式振計(磁歪式), 研野式振計
海象		ステレオカメラ2台(前方用及び側方用), 16 mm 撮影機, 35 mm カメラ(普通写真及びカラー写真)
風	風向, 風速	船舶用風向風速計(Koshin Vane)
	風速	ロビンソンカップ風速計
動揺	横揺	空気チャイロ式動揺記録計 } スペリー式動揺記録計
	縦揺	
	船首揺	
	上下揺	ヒービングメータ
舵角		電気抵抗式舵角記録計
船体応力		抵抗線歪計(自記), メカニカル歪計(技研型及び Leuner 型)

* は本船装備の計測器



第2図 計測装置の配置

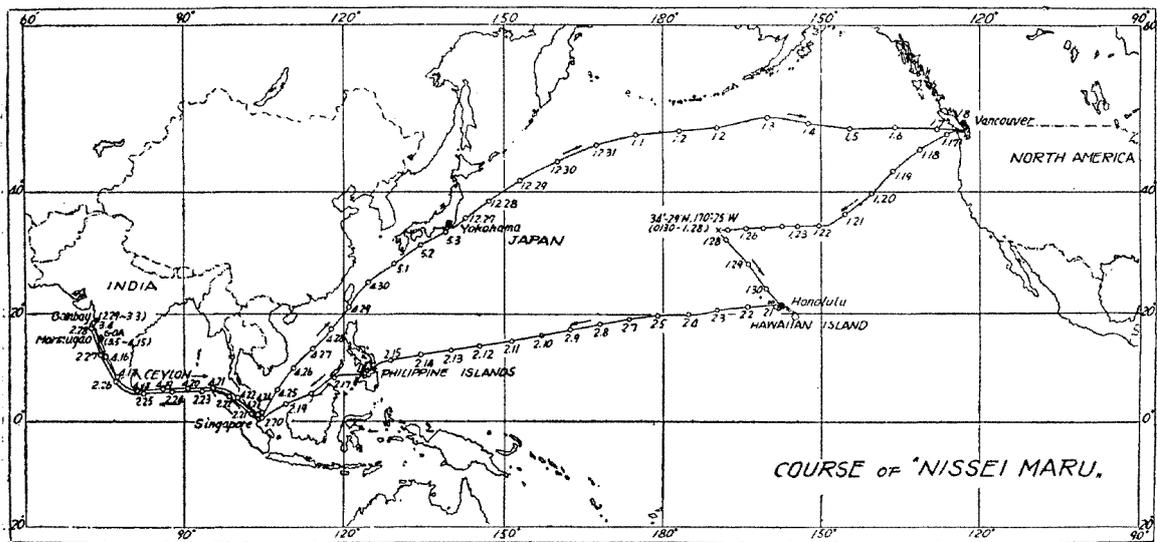
チ、波周期の計測も大凡この附近で行うこととした。

計測の発令所は航海船橋に置き、ここと第 1 計測室、軸室及び機械室とを仮設電話で繋ぎ、計測打合せを容易ならしめた。また、波の計測とホプキンソン式振計を除き、すべての記録装置に計測の開始及び終了、波出会等を示す同時マークを入れるため、連合スイッチを発令所に置いた。波の計測との時間対応は直接の声の合図で行うことにした。

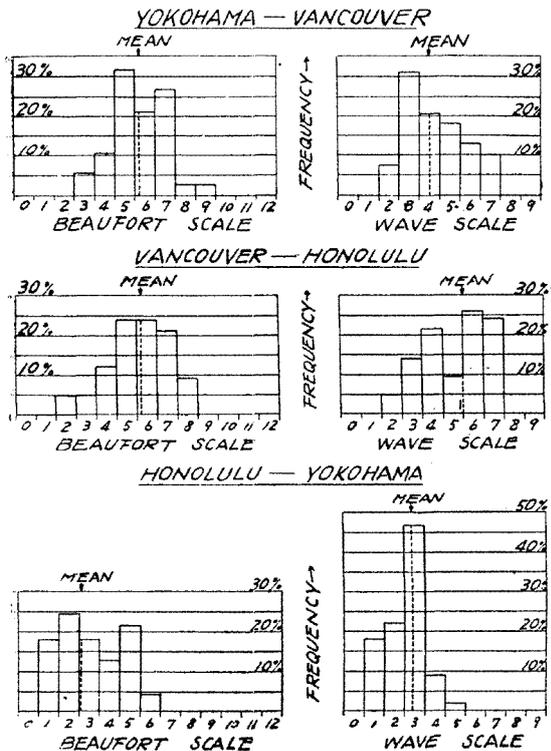
なお諸種の記録の現像のため、旅客浴室を写真用暗室に改造した。

4. 日聖丸の航路と本航海に於ける気象及び海象

昭和 26 年 12 月 26 日横浜を軽荷状態で出帆し、翌年 1 月 8 日 Vancouver に入港した。この往航中は相当の荒天に遭遇したが、概ね追風追波の状態であつたので順調な航海であつた。小麦を満載し 1 月 16 日 Vanco-



第 3 図 日 聖 丸 の 航 路



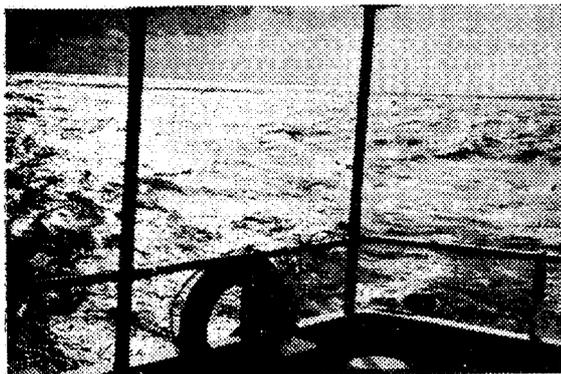
第 4 図 風力階級及び波浪階級の頻度分布

uver を出港、横浜に寄港すべく、満載吃水線規程の示す限界線に沿い、 $35^{\circ}\text{N}-150^{\circ}\text{W}$ を目指して西南進、1 月 22 日に $34^{\circ}55'\text{N}-149^{\circ}0'\text{W}$ に於て真西に転進したが、その頃から連日強い低気圧に遭遇し、風浪激しく難航を極め、遂に燃料不足し横浜直航の見込みを失うに至り、給油のため 1 月 28 日 $34^{\circ}29'\text{N}-170^{\circ}25'\text{W}$ より Honolulu へ向けて反転し、1 月 31 日同港に入港した。

次で本船は横浜寄港の予定を変更してインド直航に決定（このため計測委員 3 名下船）、2 月 1 日 Honolulu 出港、Singapore（給油のため 1 日碇泊、計測委員 1 名病気のため下船）を経由し、2 月 29 日 Bombay に入港した。この間の航海は全般的に極めて平穏であつた。

小麦を陸揚げし、3 月 4 日 Bombay 港を軽荷状態で出港、3 月 5 日ポルトガル領ゴアの Mormugao に入港した。同港に 40 日碇泊（この間に船底と推進器に相当の汚損を生じた。計測委員 1 名下船）、鉄鉱石を満載し 4 月 15 日出港、Singapore 経由 5 月 3 日横浜に帰港した。第 3 図の本船航路図に毎日の正午位置を示した。

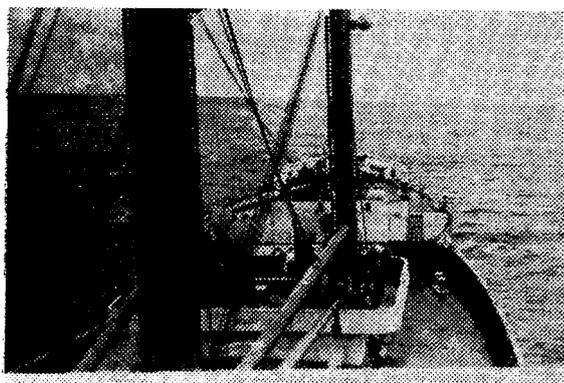
全航海を通ずる計測または観測による気象及び海象の資料については、種々の統計を取つてみたが、一例として風力階級及び波浪階級の航路別頻度分布を第 4 図に示した。なお、



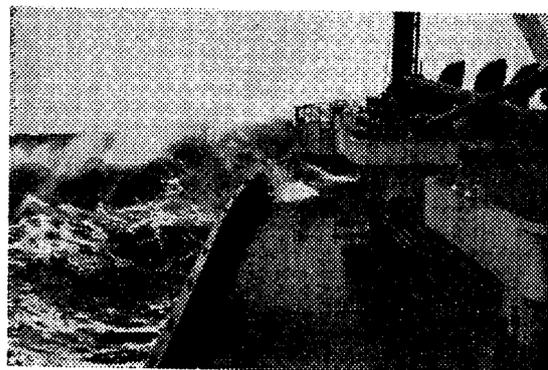
第5図 Exp. No. 3



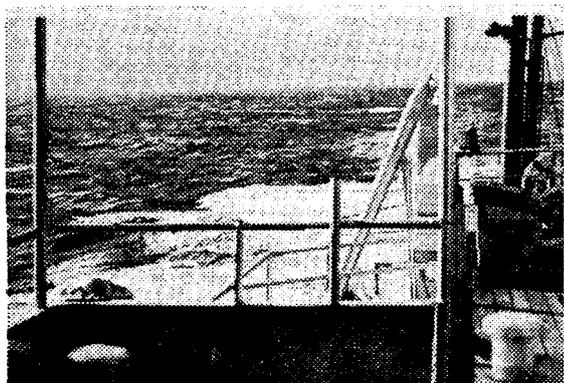
第9図 Exp. No. 36



第6図 Exp. No. 12



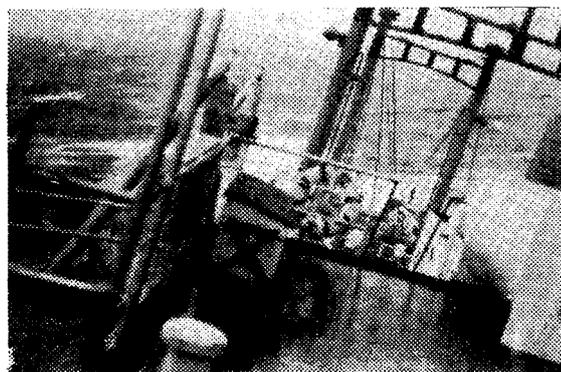
第10図 Exp. No. 70 の一時間前



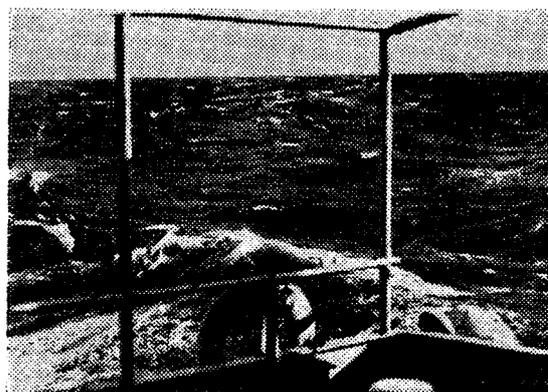
第7図 Exp. No. 16



第11図 Exp. No. 70



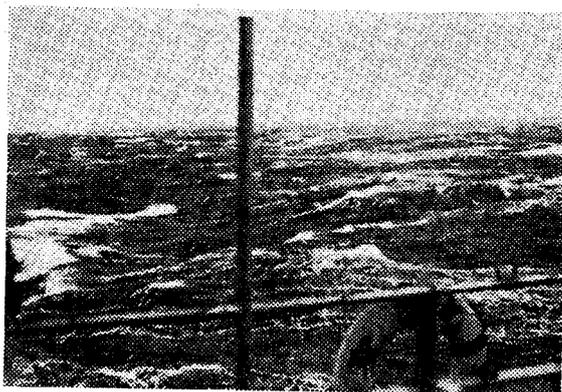
第8図 Exp. No. 24



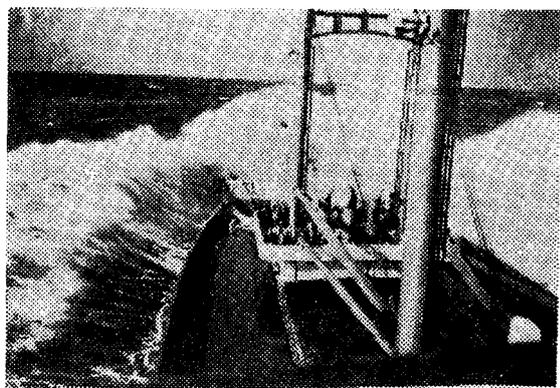
第12図 Exp. No. 74



第 13 図 Exp. No. 74 の一時間後



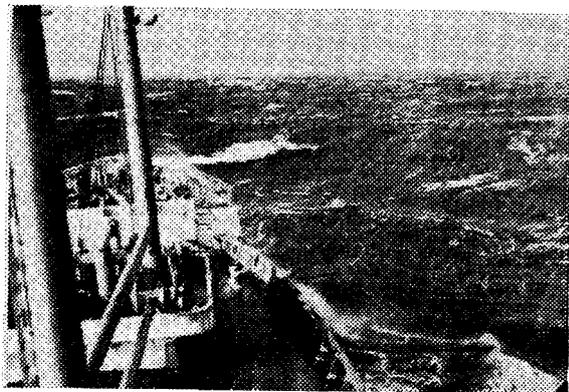
第 17 図 Exp. No. 77



第 14 図 Exp. No. 74 の一時間後



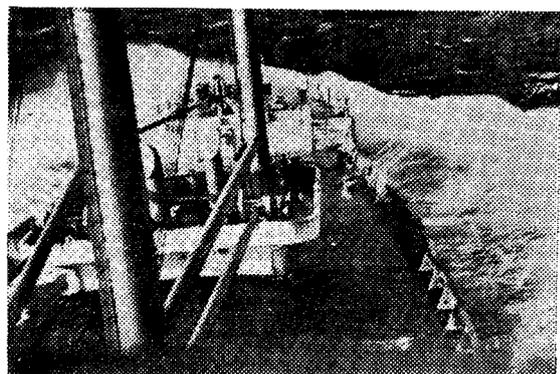
第 18 図 Exp. No. 79 の一時間前



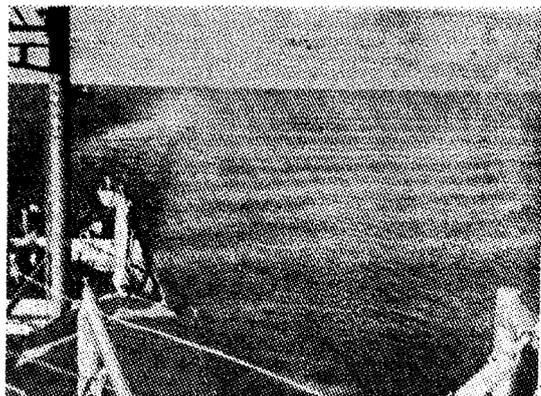
第 15 図 Exp. No. 77



第 19 図 マラッカ海峡の Calm Sea



第 16 図 Exp. No. 77



第 20 図 スル海の Very Smooth Sea

計測時の海面状況の写真の一部を第 5~20 図に示した。

5. 計 測 結 果

本実船試験に於ける計測の結果非常に多くの貴重な資料が得られ、本研究の最大の価値も本資料そのものにあると考えられるが、その全部を述べることは紙数の関係で不可能なので、ここにはその概要を説明するに止める。

5.1 試験の種類及び回数 実際航海そのままの状態につき毎日定時に計測を行う他、RPM を数段階に変えた通増試験を随時行つた。定時計測は冬期の北部北太平洋に於ける海面撮影に必要な光量等を考え、9時、12時、及び15時の1日3回とし、1回の計測時間を3分間とした。但し Honolulu 以後は、航路予定変更により計測委員の一部が下船した上、海が一般に平穏であり且つ計測用消耗品の残りも少なくなったので、定時計測は1日1回正午に行うこととした。

通増試験は載貨状態及び気象海象等を異にする場合を選び次の6回実施した。

試験番号	載貨状態 (航海状態番号)	航路	海象(場所)	風力
*19~13	軽荷 (I)	Y—V	Slight (北太平洋)	3~4
39~42	" (II)	"	High (")	6~8
57~60	満載 (III)	V—H	Mod. (")	4
115~119	" (VII)	S—B	Smooth (マラッカ海峡)	2~3
126~131	軽荷 (VIII)	B—M	" (アラビヤ海)	3~4
*2141~146	満載 (X)	S—Y	" (ボルネオ海)	1~2

*₁ この場合の相対風速は殆んど零であつた。

*₂ この場合は船底が汚損していた。

なお、真横に風を受けている場合に於ける操舵方法(手動操舵、自動操舵、舵角を零に保つた場合の3種)の影響、志波式ログに於けるログラインの長さの影響等を調査する目的の臨時の計測をも行つたが、これらの場合いずれも明確な差異は認められなかつた。

5.2 計測結果の整理 各航路に於ける出入港時の載貨状態(吃水及び排水量等)は実際の吃水計測によつて正確に求め得たが、航海中の状態は毎日の燃料及び清水等の消費量から計算することとした。然して解析の便宜上、全航海を第2表に示す I~X の10種の航海状態に区分し、その各区分に対する平均の載貨状態を上記の資料によつて決定した。

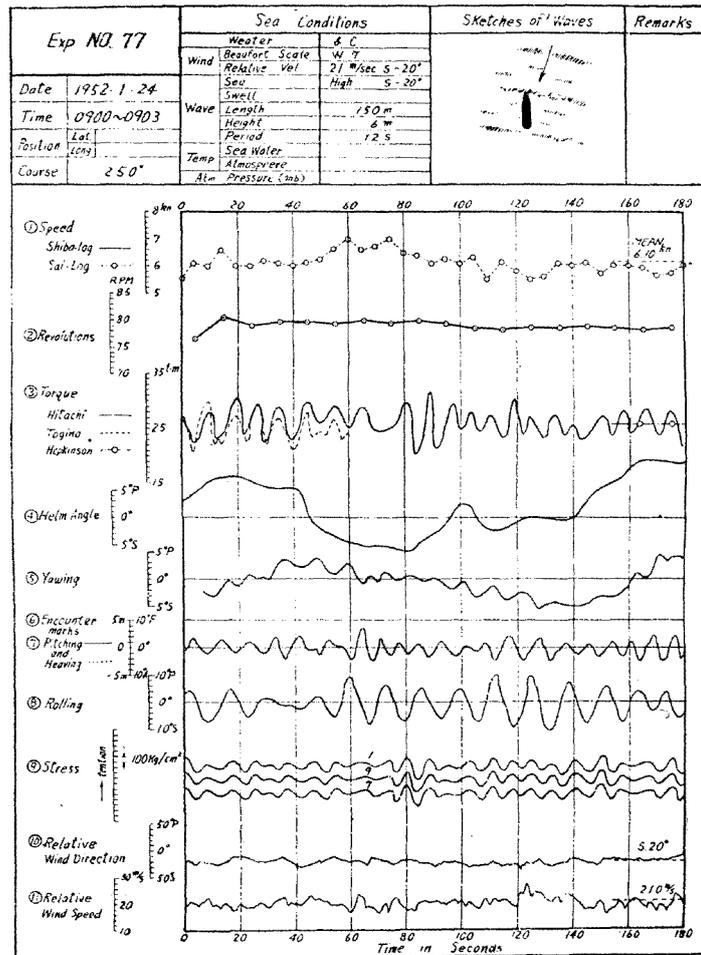
全計測値は各回毎に第21図に示す如く、時間を横軸にとつて同一紙上に整理した。これらの図には海象及び気象等の観測値をも記載した。次に各計測項目の計測時間中の平均値を求め、これらをその他の必要事項と共に表として纏めた。(第3~5表参照)。これらの表に採用した対水速度、推進器回転数及び軸馬力等は各種の計測

第2表 航海状態の区分

航海状態番号	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
航路	Yokohama-Vancouver		Vancouver-Honolulu			Honolulu-Singapore	Singapore-Bombay	Bombay-Mormugao	Mormugao-Singapore	Singapore-Yokohama
試験番号	1~22	23~51	52~70	71~88	89~96	97~113	114~125	126~131	132~139	140~154
航海月日	12.26~1.1	1.2~1.8	1.17~1.21	1.22~1.27	1.28~1.31	2.1~2.20	2.21~2.28	3.4~3.5	4.16~4.23	4.24~5.3
排水量 t	6,440	6,130	13,700	13,450	13,250	13,410	13,840	5,510	13,540	13,850
吃水(平均) m	4.25	4.07	8.17	8.04	7.94	8.02	8.25	3.69	8.10	8.26
トリム(船尾) m	3.45	3.35	0.89	0.82	0.58	0.55	0.15	2.12	0.12	0.06
KG* ₁ m	6.35	6.50	6.52	6.55	6.64	6.52	6.44	7.20	6.30	6.34
KG(後方) m	4.79	4.83	0.59	0.47	0.16	0.14	-0.25	2.90	-0.32	-0.35
GM* ₁ m	1.69	1.69	0.94	0.89	0.78	0.91	1.04	1.38	1.14	1.15
浸水表面積* ₂ m ²	2,351	2,305	3,413	3,377	3,350	3,372	3,434	2,198	3,392	3,437

*₁ 自由表面の影響を考慮した値

*₂ 裸殻の場合の値で、副部の浸水表面積は 0.051 m²

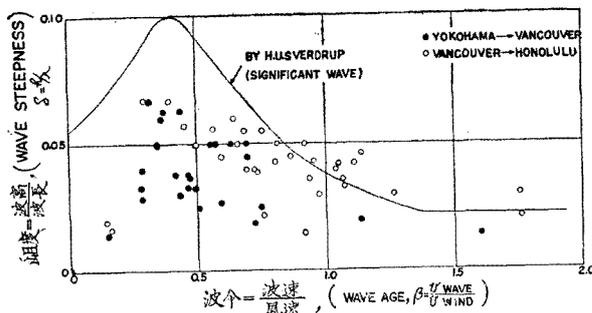


第 21 図 測定記録整理図の一例

値の中から最も正しいものとして選んだ値である。

6. 計測結果についての簡単な考察

6.1 波の観測結果について 本実験の主要な部分をなす前半 (Honolulu 入港まで) に於て観測された波浪の性質は、大部分が典型的な風浪 (seas) であり、ウネリ (swells) は顕著でなかつた。波頂線は極端に短く、波形は場所的にもまた時間的にも著しく不規則であつた。従つて観測は困難であり正確を保し難いが、これを Sverdrup-Munk の 'Significant waves' の波令 (wave age) 対 岨度 (wave steepness) 曲線にのせてみると第 22 図の如くである。観測値は平均値をとつたので該曲線より岨度が低くでているが、傾向は略一致している。なお全観測を通じて、風上側の波傾斜はゆるく、風下側はきつかつた。また岨度の平均は略 1/20 となつて



第 22 図 波の波齢と岨度との関係

ている。これらは従来の定説とよく一致している。

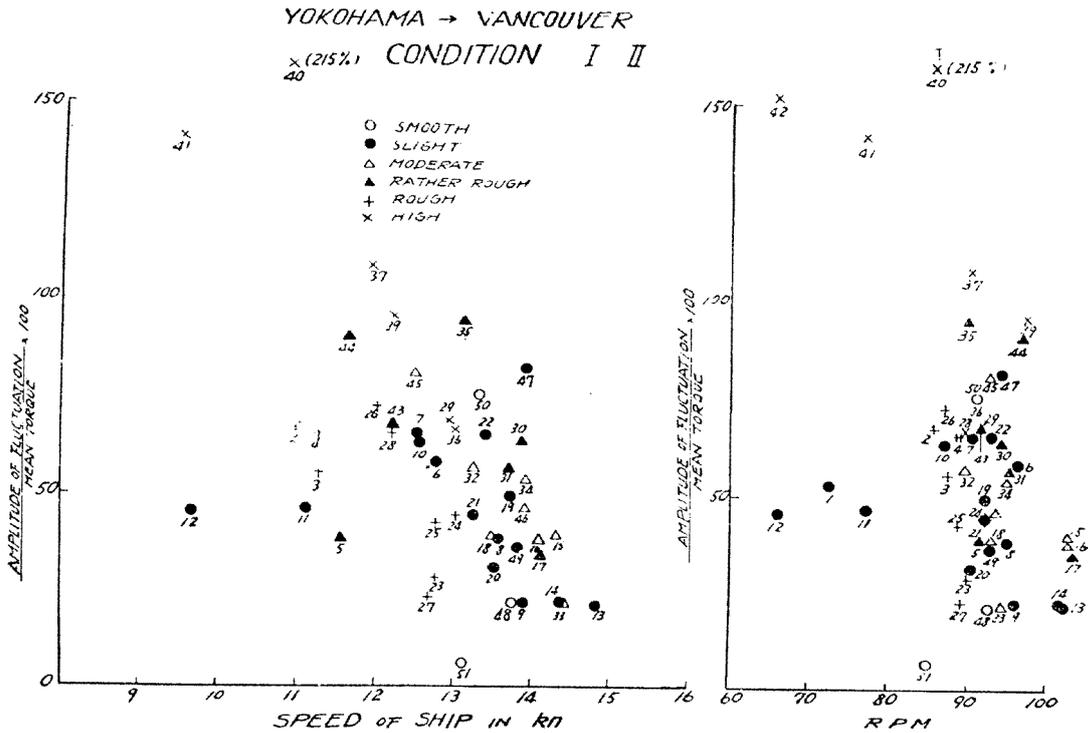
6.2 各種振計による測定値の比較

ホプキンソン式振計を第 1 中間軸に、研野式振計と日立式振計とを船尾端中間軸に取付け、ホプキンソン式によつては各計測時の 3 分間の平均値を讀取り、日立式によつては 3 分間を通じ連続記録を取り、研野式によつては 3 分間の中の初めの数十秒間または終りの数十秒間の連続記録を取つた。

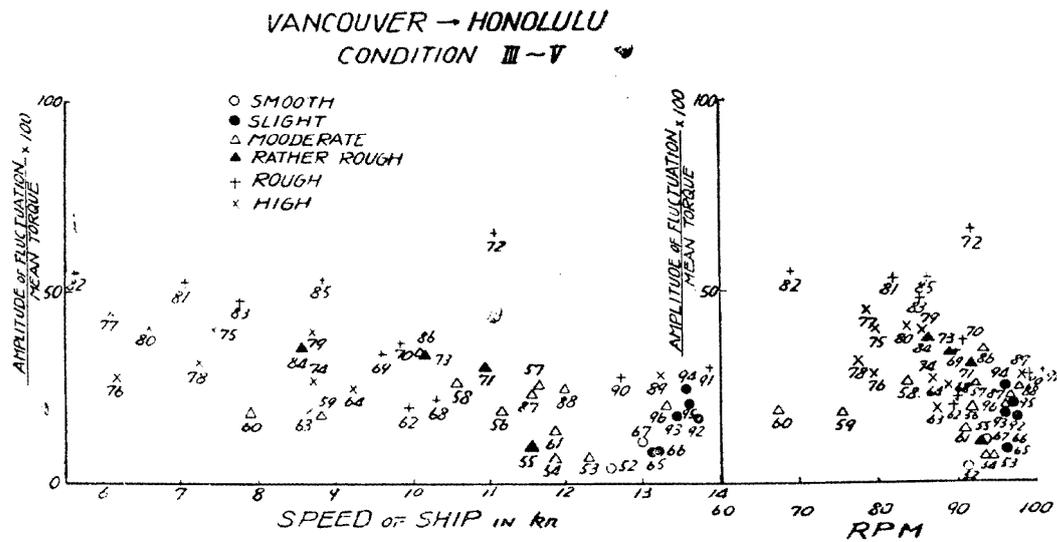
研野式による計測値に比し、日立式による結果は平均値 (同一計測時間の平均値で比較して約 0.5% 大) に於ても変動曲線に於てもよく一致している。ホプキンソン式による結果は、トルク変動の激しい荒海の場合に於ては時に著しく異なることもあるが、平穏な海では予想外によく一致している。

第5表 Honolulu—Bombay—Yokohama 間の記録

Cond. No.	Exp. No.	Date	Time	Weather	Temp		Course deg.	Beaufort Scale	Wind			Wave			Ship Speed km	Mean Torque t-m	RPM	SHP	Oscillation				Remarks	Σ dx										
					Air °C	Sea Water °C			Relative Direction	Range m/s	Mean m/s	Absolute Direc. deg.	Speed m/s	Length m					Height m	Dirac. deg	Observed Period sec.	Pitching			Rolling	Max. deg.	Mean deg.	Period sec.						
97	97	12 15	12 15	b	19.0	26.0	260	NE	5	5	65	S	3	7	43	8.5	SI	70-100	1-1.5	P110	12	13.13	24.40	96.0	3371	3.1	1.0	12.8	3.0	1.8	12	Honolulu Dep.	97	
98	98	12 05	12 05	b	22.5	23.5	251	NE	3	5	60	S	3	5	37	4.5	SI	50-70	0.5	P150	12	13.28	25.18	95.0	3341	2.0	0.8	10.9	5.0	2.9	15		98	
99	99	12 00	12 00	b	24.0	24.5	251	NE	5	5	55	S	2	5	43	9.0	SI	50	"	P135	13	13.18	23.72	96.0	3160	"	1.3	11.5	6.2	3.7	12.8		99	
100	100	12 06	12 06	c	24.5	24.0	260	SE	2	6	0	P	5	6.5	145	2.5	"	30-40	"	T150	16	13.16	25.35	96.0	3400	1.6	0	"	3.0	2.0	12.8		100	
101	101	12 00	12 00	b	24.0	25.0	258	SE	3	4	30	P	2.5	4.5	115	4.6	"	50	1-3	P150	14	13.20	25.13	97.0	3409	0.4	"	4.1	1.9	15.0		101		
102	102	12 00	12 00	b	26.0	25.0	257	NE	1	3	170	S	5	3	59	6.8	Sm	100	2-3	S 60	12.5	13.28	24.79	96.0	3294	3.0	1.2	11.2	6.7	2.9	13.8		102	
103	103	12 00	12 00	b	26.5	25.0	256	E	5	4	110	P	4	2.5	94	9.0	Mod	100-150	1.5-2	S 70	13	13.26	25.60	96.5	3450	2.5	0.9	8.6	5.8	2.5	11.3		103	
104	104	12 00	12 00	b	28.5	26.5	258	E	5	4	95	P	1.5	4	84	9.0	SI	40	1-1.5	P170	13	13.49	24.82	97.0	3357	0.9	0.2	"	5.2	2.1	12		104	
105	105	12 00	12 00	b	28.5	26.5	260	E	4	1	20	S	2	1	74	6.0	"	40	1	P150	15	13.44	25.21	97.0	3459	0.7	0	"	2.6	1.1	12		105	
106	106	12 00	12 00	b	27.5	26.5	258	ENE	5	3	110	S	2	4.5	63	9.2	SI	30	0.5-1	P150	14	13.36	24.57	96.6	3344	1.5	0.3	"	3.3	1.8	12.9		106	
107	107	12 00	12 00	c	26.5	27.5	260	E	5	3	155	P	1.5	4	86	9.9	SI	30	"	P135	15	13.65	26.54	97.7	3622	1.8	0.5	9.0	2.5	1.3	12		107	
108	108	12 00	12 00	b	26.0	26.0	258	E	5	3	170	S	1.5	5.5	76	10.5	"	40	0.7	P160	13	13.44	25.74	97.3	3497	1.4	0.4	10.6	4.1	2.2	12.9		108	
109	109	12 00	12 00	b	28.5	27.0	256	ENE	5	3	130	S	1.5	4	67	9.6	"	30	0	P140	16	13.44	25.94	96.8	3507	0	0	"	2.5	1.3	12.9		109	
110	110	12 00	12 00	c	27.5	26.0	259	NE	3	3	35	S	3	4	48	5.4	"	"	0	"	"	"	13.44	25.68	96.1	3447	"	"	"	2.5	1.3	12.9		110
111	111	12 00	12 00	b	26.5	27.0	254	NE	1	3	10	S	5	6	34	1.8	Sm	"	"	"	"	13.43	25.25	96.6	3407	"	"	"	2.5	1.3	12.9		111	
112	112	12 00	12 00	b	25.5	27.5	222	NE	2	3	15	P	5	5.5	55	2.5	V.Sm	"	"	"	"	13.38	25.30	96.7	3417	"	"	"	2.5	1.3	12.9	Singapore Arriv.	112	
113	113	12 00	12 00	o	22.5	26.0	242	NW	4	5	50	S	6	10	356	8.4	SI	5	0	P135	10	13.53	25.65	95.5	3421	"	"	"	2.5	1.3	12.9	Singapore Arriv.	113	
114	114	12 00	12 00	o	25.5	26.0	305	NW	1	5	10	S	5	9	331	1.6	"	"	0	"	"	"	13.00	24.86	94.5	3281	"	"	"	2.5	1.3	12.9	Singapore Dep.	114
115	115	10 35	10 35				304	NE	2	2	12	S	15	6.5	24	2.4	Sm	"	"	"	"	13.97	30.31	104.2	4411	"	"	"	2.5	1.3	12.9	Singapore Dep.	115	
116	116	10 50	10 50				"	NE	2	2	18	S	22	7.5	30	2.5	"	"	"	"	"	13.44	28.45	100.1	3977	"	"	"	2.0	0.9	9.0		116	
117	117	11 05	11 05				"	NE	2	3	30	S	25	7	31	2.8	"	"	"	"	"	13.19	24.77	96.0	3321	"	"	"	2.1	0.7	8.2		117	
118	118	11 20	11 20	b	29.0	29.0	"	NE	2	3	25	S	32	8	36	3.7	"	"	"	"	"	12.00	19.84	85.2	2361	"	"	"	2.1	0.7	8.2	Progressive Test	118	
119	119	11 35	11 35	b	29.0	29.0	"	NE	3	3	30	S	40	6.5	7	4.3	"	"	"	"	"	10.81	15.91	75.2	1371	"	"	"	2.1	0.7	8.2	Progressive Test	119	
120	120	12 05	12 05	b	28.5	27.5	268	NE	4	3	55	S	66	4	44	6.5	SI	10	0.4	P170	5	13.19	25.92	94.5	3421	0.7	"	"	2.0	0.9	9.0		120	
121	121	12 00	12 00	b	27.0	27.5	274	NE	3	3	37	S	50	7	10	6.5	"	"	"	"	"	"	13.05	26.51	95.3	3581	1.9	0.2	"	2.1	0.7	8.2		121
122	122	12 00	12 00	b	26.5	27.5	266	ENE	5	5	50	S	70	10	9	9.2	Mod	60	1	P140	5	13.05	24.95	95.2	3318	0.4	0	"	2.5	1.3	12.9		122	
123	123	12 00	12 00	b	27.5	28.5	318	ENE	6	5	13	S	15	12	66	12.2	R.R.	15	1.5	S135	5	13.18	25.98	95.4	3462	0.8	0	"	2.1	0.7	8.2		123	
124	124	12 00	12 00	b	28.5	28.5	335	S	2	3	58	S	25	5.5	218	1.4	V.Sm	10	0.5	P 50	3	13.00	25.86	95.0	3481	"	"	"	2.1	0.7	8.2	Bombay Arriv.	124	
125	125	12 00	12 00	b	25.0	25.5	343	NW	1	3	20	P	10	6.5	287	1.4	Sm	10	0.5	P 50	3	12.90	25.86	94.5	3413	"	"	"	2.1	0.7	8.2	Bombay Arriv.	125	
126	126	15 13	15 13				164	NW	4	4	45	S	65	3	324	7.3	"	"	"	"	"	16.08	27.50	108.2	4164	"	"	"	3.0	1.6	10.0	" Dep.	126	
127	127	15 28	15 28				"	NW	4	4	45	S	55	3	326	7.3	"	"	"	"	"	15.66	26.50	105.0	3485	"	"	"	3.0	1.6	10.0	" Dep.	127	
128	128	15 43	15 43				"	NW	4	4	40	S	60	3	318	6.1	"	"	"	"	"	15.02	23.58	100.1	3396	"	"	"	3.0	1.6	10.0	" Dep.	128	
129	129	15 58	15 58				"	NW	4	4	50	S	65	4	313	6.7	"	"	"	"	"	14.26	20.53	95.4	2734	"	"	"	3.0	1.6	10.0	" Dep.	129	
130	130	16 13	16 13				"	NW	4	4	60	S	80	1	327	6.6	"	"	"	"	"	12.96	16.03	85.0	1302	"	"	"	3.0	1.6	10.0	" Dep.	130	
131	131	16 28	16 28				"	NW	4	4	90	S	100	2	330	6.3	"	"	"	"	"	11.50	12.53	76.0	1380	"	"	"	3.0	1.6	10.0	" Dep.	131	
132	132	12 07	12 07	b	29.0	29.5	157	NW	2	3	10	S	5	4	330	2.0	V.Sm	"	"	"	"	11.98	26.12	92.4	3371	0.5	"	"	1.6	0.4	7.5	Morungao Dep.	132	
133	133	12 00	12 00	b	25.5	28.5	137	NW	2	3	5	P	18	20	328	2.0	SI	10	0.4	P 20	6	11.86	25.18	91.3	3311	0.8	0.2	"	3.0	1.2	9.0	" Dep.	133	
134	134	11 55	11 55	b	27.5	28.5	90	NW	1	3	20	P	15	5.5	20	1.9	SI	20	0.3	S 40	6	11.98	25.60	92.6	3311	0.9	"	"	3.0	1.2	9.0	" Dep.	134	
135	135	11 57	11 57	c	26.5	28.5	"	NNE	3	3	25	P	30	8.5	27	5.9	"	"	"	"	"	11.86	26.30	94.5	3471	"	"	"	3.0	1.2	9.0	" Dep.	135	
136	136	12 05	12 05	b	28.5	29.0	88	N/E	3	3	28	P	30	7	43	4.3	"	"	"	"	"	12.02	26.70	94.7	3581	1.2	0.4	10.6	3.0	1.6	10.0	" Dep.	136	
137	137	12 21	12 21	b	28.5	29.0	82	NW	2	3	21	P	30	8	278	2.7	V.Sm	"	"	"	"	12.56	26.70	94.7	3581	0	0	"	3.0	1.6	10.0	" Dep.	137	
138	138	12 22	12 22	b	28.5	29.5	124	N/E	1	3	6																							



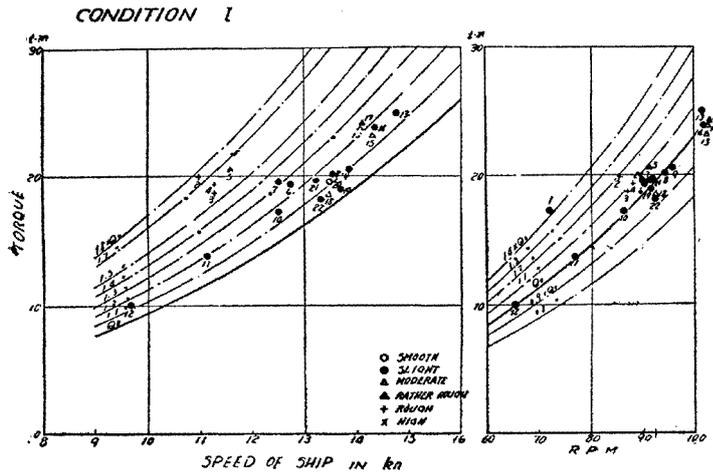
第 23 図 中間軸トルクの変動 (状態 I, II)



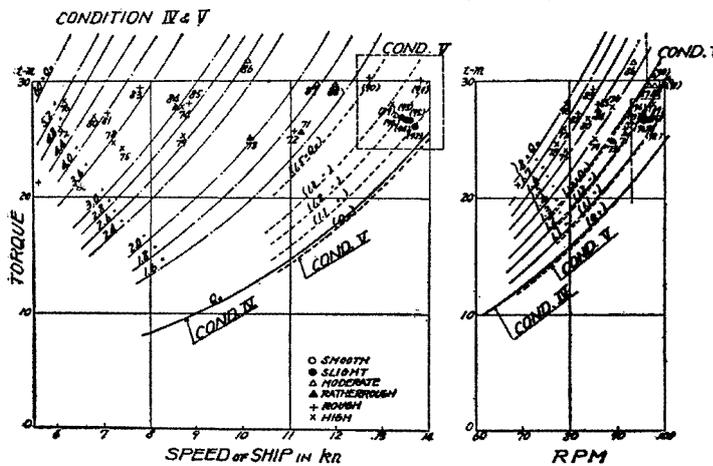
第 24 図 中間軸トルクの変動 (状態 III, V)

6.3 荒海中に於ける中間軸トルクの変動 計測時間内に日立式振計記録に現われたトルクの最大値と最小値との差をその際の平均トルクに対する百分率で表わしたものを第 23~24 図に示した (図中の点に附した数字は試験番号)。横浜-Vancouver 間は軽荷状態で、概ね追波で航海していたが、海象が high sea 程度になると概ね 100~150% の変動率を示し、これらの場合はレーシングを起していたものと認められる。これに反し、Vancouver-Honolulu 間は満載状態で、甚だしく難航した割にトルク変動は大きくなく、精々 50~70% 程度に止まり、多くは 10~15% の範囲に入っている。

6.4 荒海中に於ける中間軸トルク平均値の増加 中間軸トルクの平均値を船速及び RPM に対して置点し、これらの図にパラフィン製 6m 模型船の自航試験に基いて推定した平水中のトルク Q_0 (船尾管の摩擦による損失を考慮し推進器トルクにその 2% を加えたもの) の曲線と Q_0 を一定倍した曲線群とを記入した。その一部を第 25~26 図に示したが、第 26 図の航海状態 IV は真正面から風と波とを受けて最も難航した区間で、トルク増加が最も甚だしく、最大の場合には船速基準で平水時の約 5 倍になっている。状態 V は斯る状態から横浜直航



第 25 図 中間軸トルク (状態 I)



第 26 図 中間軸トルク (状態 IV, V)

を諦らめて Honolulu に反転した区間であり、従つて斜め後方から風と波とを受けているので、風力階級と波浪階級が高い場合でもトルク増加が比較的僅かである。なお、状態 III~V に於ては、それぞれの場合に風及び波を受ける方向が略一定していたので、波浪階級によるトルク増加率の差異が明瞭になつている。

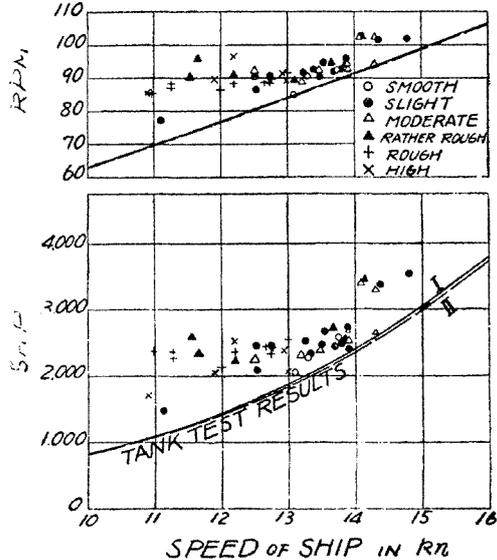
6.5 荒天中於ける軸馬力及び推進器可

転数の増加 船速に対して SHP 及び RPM を置点にしたものを第 27~31 図に示したが、これらの図にはパラフィン製 6m 模型船の自航試験の結果に基づいて推定した平水中の SHP 及び RPM の曲線をも示したので、これによつて各航路に於ける天候による軸馬力等の増加の概念が得られる。

状態 I~II に於ては、概ね追風追波の状態に近かつたが、船と風や波との相対方向が相当に変動していたので、波浪階級による SHP 及び RPM の増加率の差は明瞭でない。一方に於て状態 III~V については、トルクの増加について述べたと同様に、これらが明瞭である。いずれにせよ状態 III~V に於ける定時計測の結果は、この間に於ける 3 回の通増試験の結果と共に、荒天影響に関する極めて重要な資料であり、今後本船の模型船について各

CONDITION I & II

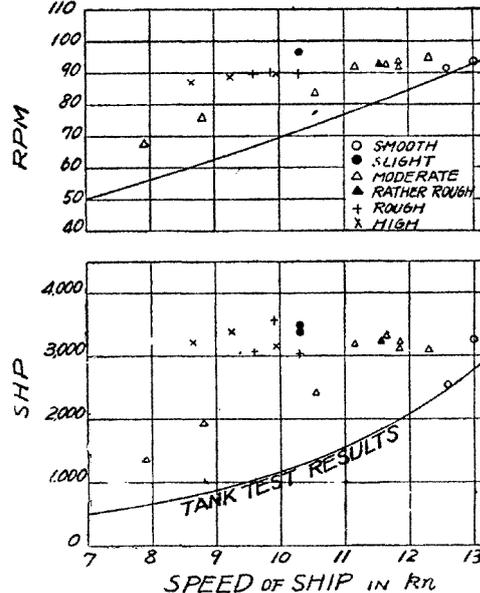
COND.	COURSE	DISPT.	WATER TEMP.
I	YOKOHAMA	6,440 ^t	3~17 °C
II	- VANCOUVER	6,130	4~7



第 27 図 SHP 及び RPM (状態 I, II)

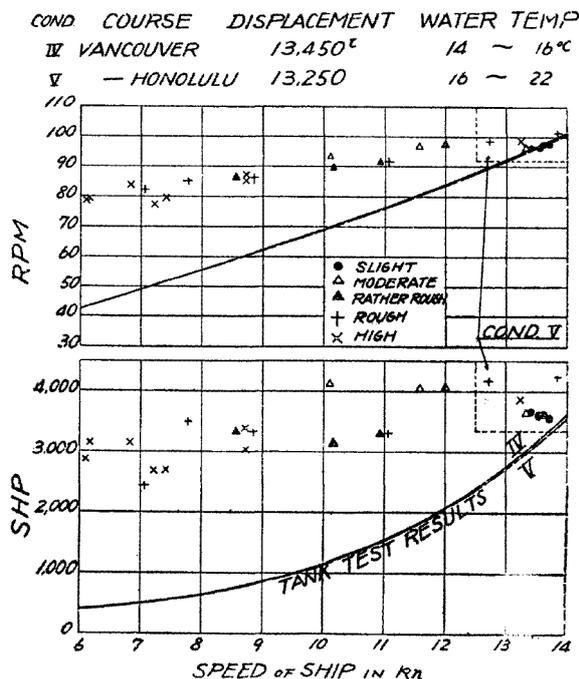
CONDITION III

COND.	COURSE	DISPT.	WATER TEMP.
III	VANCOUVER - HONOLULU	13,700 ^t	4~14 °C



第 28 図 SHP 及び RPM (状態 III)

CONDITION IV & V



第 29 図 SHP 及び RPM (状態 IV, V)

種の波浪中試験や風洞試験を行い、解析を進める予定である。

6.6 平穏な海上に於ける軸馬力及び推進器回転数

Vancouver 出港直後 Straight of Juna de Fuca の smooth sea で行つた試験の結果は、平水中の水槽試験成績と極めてよく一致している。また Honolulu-Singapore 間 (状態 VI) は海上平穏な場合が多かつたので、その 20 日間に於ける定時計測の結果は平水中の水槽試験成績に近似し、一箇所に密集している。

6.7 航路別の平均速度及び平均軸馬力等

定時計測の速度、SHP 及び RPM を航路別に平均した値を第 6 表に示した。この平均速度を平水中で出すに要する SHP 及び RPM, 並びに前記の平均の SHP で平水中を走る場合の速度を水槽試験成績から求め、これらによつて航路別の SHP 増加率, RPM 増加率及び速度低下率を求めた。これらはこの種の船のシーマージン推定に最も適当な資料となるものであり、同様な資料が各種の船につき各航路の各季節に於て得られることが極めて望ましい。

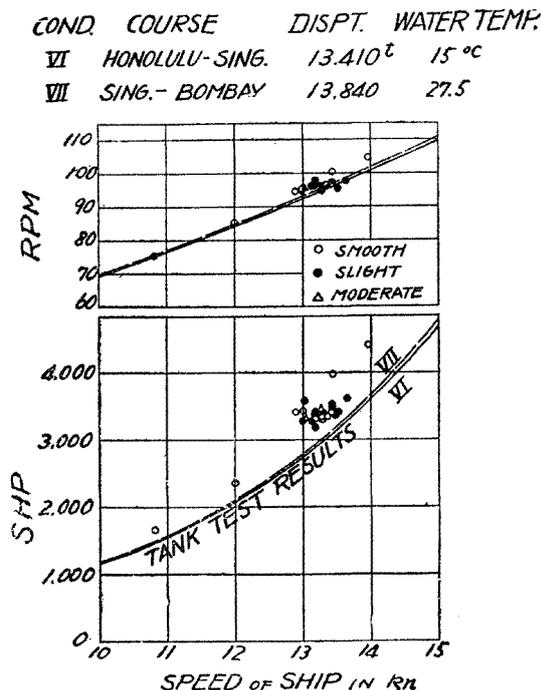
6.8 船体動揺

大洋波は波高波長共に極めて不規則であり、且つ波頂線が水槽で起した人工波の如く長くなく、極めて短い波の集合であり、従つて船体の動揺も極めて不規則なことが今度の実験で極めて顕著に認められた。他に次のような傾向が認められた。

6.8.1 波の会合周期と船の動揺周期

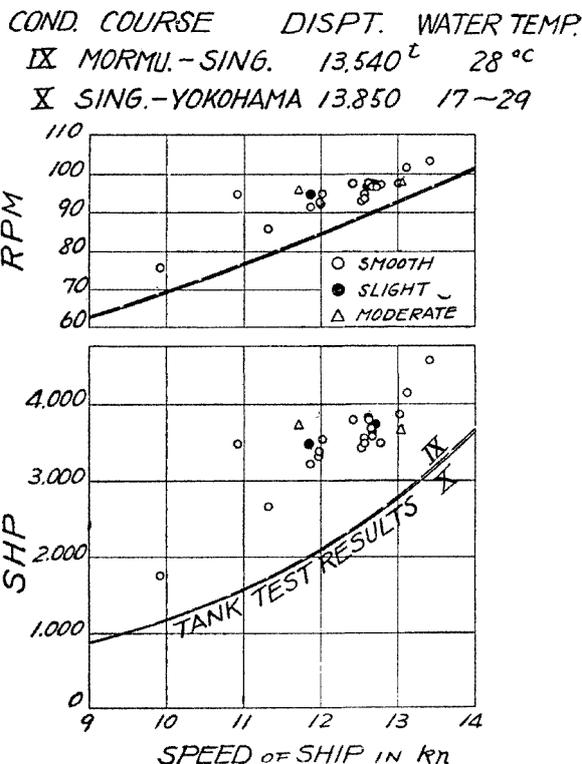
第 32 図に船と波との出合周期と船の動揺周期との関係を示してあるが、横揺は出合周期に殆んど無関係に自己周期の動揺が顕著で主として自由動揺であることを示し、極めて選択性の強いことが判る。これに反し、縦揺は大体出合周期と等しい周期の動揺で、主として強制動揺であることが

CONDITION VI & VII



第 30 図 SHP 及び RPM (状態 VI, VII)

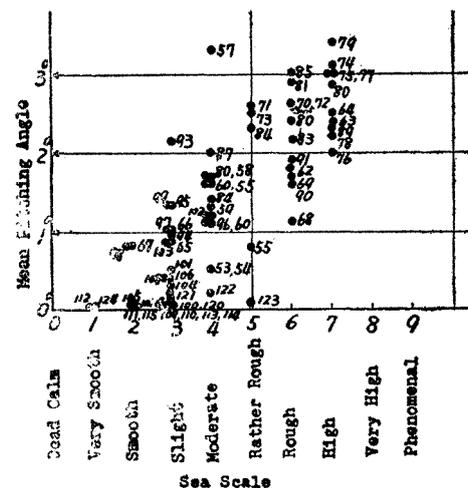
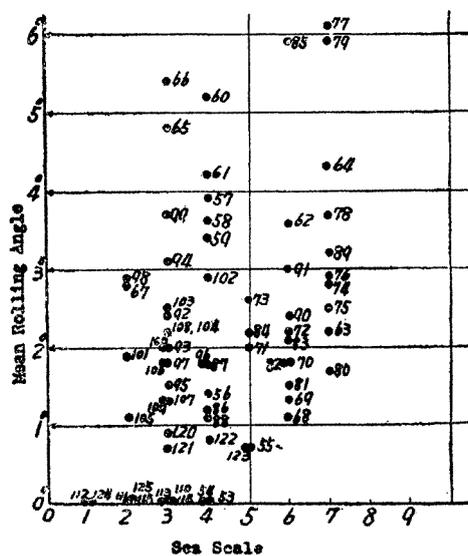
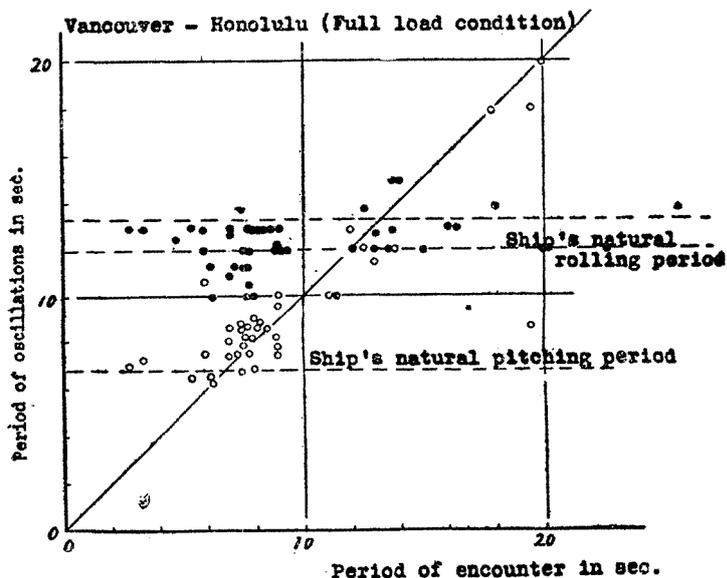
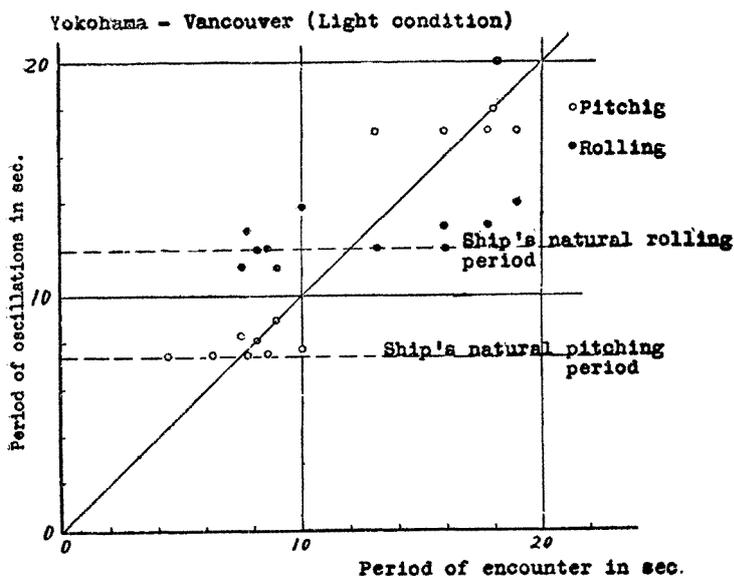
CONDITION IX & X



第 31 図 SHP 及び RPM (状態 IX, X)

第 6 表 各航路における軸馬力増加率及び速度低下率

Course	Measured Values			In Still Water		SHP _{meas}	V ₀	V _{meas} /V ₀
	V _{meas}	SHP _{meas}	RPM _{meas}	SHP ₀	RPM ₀			
Yokohama-Vancouver	13.04	2,475	91.68	1,870	84.0	1,323	14.15	.921
Vancouver-Honolulu	10.53	3,311	90.30	1,360	73.0	2,435	13.69	.770
Vancouver- 35°N 150°W	11.24	3,200	91.84	1,680	78.5	1,905	13.51	.832
35°N 34°-29'N 150°W 170°-25'W	8.61	3,196	85.62	780	59.9	4,100	13.54	.636
34°-29'N 170°-25'W)-Honolulu	13.43	3,794	97.74	3,070	96.2	1,235	14.23	.944
Honolulu-Singapore	13.36	3,403	96.38	3,030	95.2	1,123	13.69	.976
Singapore-Bombay	13.01	3,486	95.43	2,800	93.0	1,245	13.81	.942
Mormugao-Singapore	12.17	3,415	93.29	2,180	85.5	1,567	13.75	.885
Singapore-Yokohama	12.67	3,730	96.95	2,560	89.9	1,458	14.06	.901



第 32 図 波の出会い周期と船体動揺との関係

第 33 図 波浪階級と船体動揺との関係

判る。これは縦揺に対する復原力が極めて大きく且つ減衰が大きいことから背けることである。

6.8.2 波浪階級と動揺の関係 第 33 図に波浪階級と動揺角度の関係を横揺、縦揺に分けて示してあるが、横揺は波浪階級により大して変らず、ある程度以上の階級からは同調に近い周期の波でかなり揺れている。これに反し、縦揺は波浪階級に殆んど比例して居り、結局波の高さに比例して揺れることが判る。

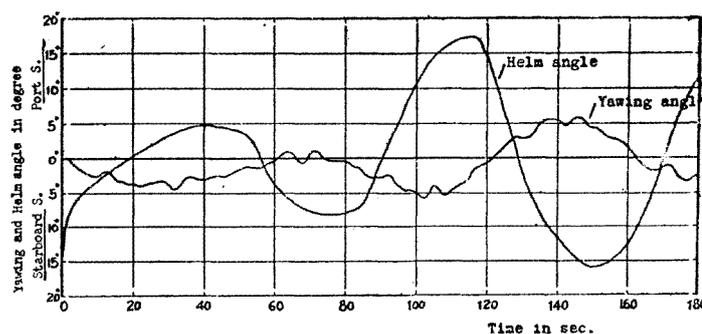
6.8.3 船首揺 今回の計測では船首揺が顕著に記録された。その一例を第 34 図に舵角の変化と共に示し

た。船首揺は波の出会い周期と等しい小動揺(1~2°)と約60秒の長周期の大動揺(約5°)とから成っていたが、長周期のものは自動操舵装置の特性に起因するものと考えられる。

6.9 船底汚損の影響 本船の横浜出港までの出渠後日数とその後の航路や碇泊港に於ける状況を考慮すると、本船は Mormugao 港入港までは船底が略清浄であつたと考えられる。然して Mormugao 港(水温約 30°C, 水深 6~9m)に於ける約 40 日の碇泊によつて船底及び推進器は相当に汚損したと考えられるのであつて、その影響は Mormugao-Singapore-横浜間の航海に明瞭に現われている。即ち本航海区間と Honolulu-Singapore-Bombay 間の定時計測結果の差は主としてこの汚損に基くものと考えられる。また往航の Maracca 海峡と復航の Borneo 海とに於ける両通増試験の結果を比較すれば、両試験の際の排水量、海象及び風力等は殆んど同一と看做し得るので、汚損の影響が直ちに明らかとなる。即ち、この場合は汚損によつて 30% 前後の所要馬力増加(同一馬力に於ける速度低下は約 0.8 節前後)を来している。

本船は横浜帰港 5 日後に入渠したので、その際に汚損状況を調査した。船体の汚損は予想外に少なかつたが、それでも船底平坦部やビルヂプレート附近には直径 5 mm 以下のフヂツボが直径 1 cm 位のフヂツボやセルブラを僅かに混じえて附着していた。ビルヂキール上面は清浄であつたが、その下面には直径約 1 cm のフヂツボが殆んど全面に密生していた。推進器の汚損も相当に著しく、直径約 1 cm のフヂツボが翼根部(翼全面の約 1/2, 背面も圧力面も略同様に汚損)及びボス面に密生し、推進器汚損の影響は無視し得ないものと認められ、従つて推進器に対しても何等かの防汚対策が必要であると考えられる。

6.10 応力測定 本実船試験に於ては、航海性能に関する計測と同時に、船体各部に於ける応力変動量も測定された。本計測も本邦商船としては最初の試みであり、船体構造研究上有益な資料が得られ、なお将来の本格的な実船応力測定試験の計画に役立つ資料と経験とが得られた。但し本計測は本実船試験の主題とは別に便宜上行われたものであるため、ここにはその詳細な説明を省略する。



第 34 図 舵角と船首揺との関係の一例

7. 結 言

本邦としては勿論最初であり欧米にも類のない組織的な航海性能実船試験が、昭和 26 年度の運輸省の研究補助金交附を契機として、本邦の全造船海運界の協力の下に、貨物船日聖丸について敢行され、幸にして成功し前述のような数々の貴重な資料と経験とを得ることが出来た。然してこれらの資料や経験を基とし、多年の懸案である波浪中模型試験の方法も近く確立されるであろうし、船型改善に関する多くの重要問題の解決へ発展して行くことは明らかである。従つて本実船試験が本邦商船船型の改善発達に非常な貢献をなすものであることは言うまでもないが、本試験の効果を更に有効ならしめるためには、本船に関する極めて組織的な模型試験を行う必要があり、更には同様な実船及び模型試験を本船と異なる各種の船についても実施することが極めて望ましい。

終りにのぞみ、本研究に御協力頂いた方々、特に本研究に補助金を交附された運輸省当局、研究費の一部を負担された日本造船工業会、適当な試験船を選定され且つ多額の委員乗船費を負担された日本船主協会、日聖丸を試験船として提供された上にその他多大の便宜を計られた日産汽船株式会社、計測装置の取附工事等に多大の犠牲を払われた日本鋼管株式会社、長い実船試験の全期間を通じ全幅の御協力賜つた日聖丸の守下船長、島田機関長及び全乗組員、重要職員を長期間乗船せしめられて直接御協力下された運輸技術研究所、東京大学工学部船舶工学科教室、三菱造船株式会社、日立造船株式会社及び日本鋼管株式会社、貴重な計器を貸与された海上保安庁水路部等に対し深甚の謝意を表す。