

# 高速ライナー船型の斜め波中における動揺特性

高石 敬史\*・吉野 泰平\*・猿田 俊彦\*

## Oscillation Characteristics of High-Speed Cargo Liners in Oblique Waves

By

Yoshifumi Takaishi, Taihei Yoshino and Toshihiko Saruta

Ship motions and accelerations of a high-speed cargo liner in oblique waves are investigated by the theoretical and the experimental method, in comparison with a cargo vessel of normal type.

As the results, the larger responses of the former type which have been frequently experienced also at the actual ships of this type are shown not only as to the longitudinal motions but also as to the lateral motions.

### Nomenclatures

$F_n$	Froude Number	$z_{r0}$	Amplitude of Relative Bow Motion
$H_v$	Significant Wave Height	$\zeta_a$	Amplitude of Regular Wave
$T_v$	Mean Wave Period	$\lambda$	Wave Length
$T_e$	Encounter Period	$\chi$	Angle between Ship's Course and Direction of Wave Propagation
$T_r$	Natural Period of Rolling	$\varphi_0$	Amplitude of Rolling
$S$	Spectral Density of Wave	$\theta_0$	Amplitude of Pitching
$S_\varphi$	Spectral Density of Rolling	$\sigma$	Standard Deviation of Ship's Responses in Irregular Waves
$Y$	Amplitude of Lateral Acceleration of C.G.	$\omega$	Circular Frequency
$Z$	Amplitude of Vertical Acceleration of C.G.	$\omega_e$	Circular Frequency of Encounter
$g$	Gravity Acceleration	$\omega_r$	Natural Circular Frequency of Rolling
$k$	Wave Number		
$z_0$	Amplitude of Heaving		

### 目

1. 緒言	25
2. 対象船型	26
3. 研究の方法	27
4. 動揺特性	28
4.1. 規則波中の応答	28

### 次

4.2. 不規則波中の応答	36
5. 結言	38
謝辞	39
附録 実船計測	40

## 1. 緒言

昭和41年頃から我が国で建造されはじめた  $C_B$  が

0.6以下のいわゆる高速ライナーでは、 $C_B$ が0.6以上の従来の高速貨物船々型に比較して、波浪中における動揺がはげしい、なかでも斜め追波中におけるロー

\* 運動性能部

原稿受付 昭和46年2月9日

リングが顕著であると言われるようになり、乗組員の乗心地の悪化や、載貨の荷崩れに対する懸念が起きた。そこで、高速ライナー船型の動揺特性を在来型の船型の動揺特性と比較することとした。当時の波浪中における船体運動に関する研究の情勢を見ると、縦揺れと上下揺れのいわゆる縦動揺に関してはストリップ法による理論計算が、斜め波中においても実用的には利用できることが模型実験から確認されていた<sup>1)2)</sup>のに対し、横揺れ、左右揺れ、船首揺れの横動揺に関しては、田才教授による計算理論が発表された<sup>3)4)</sup>直後であり、まだ実用の段階に至っていなかった。一方角水槽における模型実験の方法がすでに開発され種々の船型に対する実験がおこなわれていた。

そこで、船型の相違による動揺特性の違いを調べる手段として、次のような研究方法をとることとした。

- 1) 角水槽における規則波中および不規則波中の模型実験を二船型に対しておこない、応答を直接比較する。この場合横動揺を中心にして研究する。
- 2) ストリップ法による縦運動の計算をおこない、応答特性を比較する。この場合縦動揺を中心にして研究する。
- 3) 波の強制力を模型実験と理論計算の両面から調べ、船型と動揺特性との結びつきを解明する手段

の1つとする。これは、船型が瘠型になると左右揺れと連成する横揺れ強制モーメントが、斜め波中で、横波中より大きくなるという田才教授<sup>4)</sup>或るいは著者の1人らの研究<sup>5)</sup>を基礎とするものである。

- 4) これらの研究に入る前に、高速ライナーによる実船計測をおこない、横動揺の状況を観測する。

本論文は、高速ライナーの動揺特性を在来型船型と比較しながら、浮きぼりにしようとするものであり、或る程度断片的な記述になるかも知れないが、両船型の差は種々の断面に明確に現れていると言える。

## 2. 対象船型

瘠型の高速ライナーをN型（或るいは SHIP-N, Model No. 1000）、在来型の高速貨物船々型をF型（或るいは SHIP-F, Model No. 2000）と呼ぶ。それぞれの実験状態における主要目を Table 1 に、また両船の断面形の係数を Table 2 にそれぞれ示す。重心の高さ  $\overline{KG}$  は実船の就航状態に近い値をとったので、両船では互に異なる値をとり、 $\overline{GM}$  の値と横揺れの固有周期とは Table 1 に示すような値となっている。

模型実験は、ビルジキールの在る場合と、それを取

Table 1 Principal Dimensions of the Ships and the Models

Items			Higher Speed Liner (N-type)		Liner (F-Type)	
			Ship	Model (M. No. 1000)	Ship	Model (M. No. 2000)
Scale Ratio		$\alpha$	1	1/35.0	1	1/36.25
Length P.P.		$L$ (m)	140.000	4.000	145.000	4.000
Breadth		$B_0$ (m)	21.000	0.600	19.400	0.535
Draft (Mean)		$d_m$ (m)	8.850	0.253	8.700	0.240
Trim		$t$ (m)	0	0	0	0
$C_B$			0.595	0.595	0.675	0.675
Displacement (Vol.)		$\nabla$ (m <sup>3</sup> )	15481	0.3613	16519	0.3475
Height of C.G.		$\overline{KG}$ (m)	5.99	0.171	7.2	0.196
Metacentric Height		$\overline{GM}$ (m)	1.212	0.035	0.83	0.0242
Center of Buoyancy (aft of midship)		$l_{CB}$ (m)	2.24	0.064	0.75	0.0206
Radius of Gyration		$K/L$		0.225		0.231
Rolling Period		$T_r$ (sec)	13.5	2.28	15.3	2.55
Bilge Keels	Depth	(m)	0.8	0.0229	0.45	0.0124
	Total Length	(m)	30.4	0.8685	43.2	1.1919
	Length fore	(m)	15.3	0.4371	21.3	0.5877
	Length aft	(m)	15.1	0.4314	21.9	0.6042

**Table 2** Sectional Coefficients of the Models

Sec. No.	Model No. 1000		Model No. 2000	
	H=B/(2T)	$\sigma=A/(BT)$	H=B/(2T)	$\sigma=A/(BT)$
1	0.058	1.289	0.000	0.000
2	0.194	0.799	0.231	0.677
3	0.337	0.716	0.445	0.699
4	0.500	0.739	0.664	0.790
5	0.669	0.780	0.854	0.853
6	0.836	0.818	0.996	0.895
7	0.984	0.855	1.078	0.926
8	1.091	0.890	1.112	0.904
9	1.154	0.927	1.115	0.946
10	1.181	0.923	1.115	0.950
11	1.186	0.947	1.115	0.951
12	1.186	0.940	1.115	0.950
13	1.185	0.964	1.115	0.946
14	1.168	0.905	1.115	0.859
15	1.138	0.852	1.110	0.907
16	1.081	0.786	1.079	0.849
17	0.988	0.709	1.003	0.772
18	0.870	0.610	0.868	0.675
19	0.720	0.478	0.678	0.545
20	1.213	0.536	0.453	0.346
21	1.079	0.538	1.572	0.542
22	1.805	0.737	1.350	0.526
23	0.000	0.000	1.255	0.500

A: Sectional Area, B: Breadth, T: draft

外した場合の両方についておこなわれた。

### 3. 研究の方法

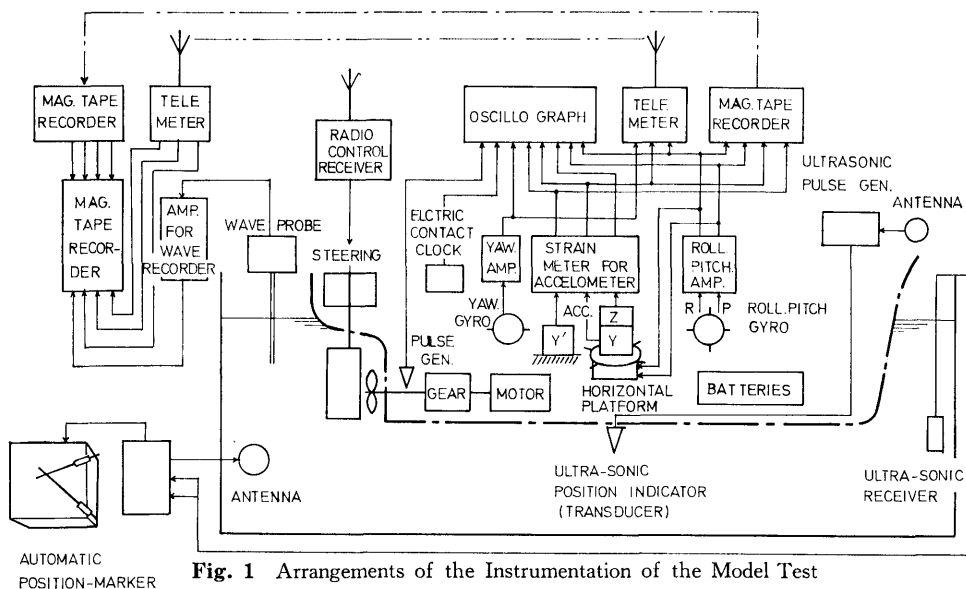
#### 3.1. 角水槽における実験

角水槽における規則波中および不規則波中の模型実験の方法は、原子力第一船についておこなった方法<sup>2)</sup>とほぼ同じで、模型船上の計測装置等のシステムを Fig. 1 に示した。この図に示すように、測定項目は縦および横揺れ、重心の横加速度を中心にしているが、そのほか、模型船上で、Vertical Gyro で制御される人工水平面をつくりその上に上下および横加速度を測定する加速度計をおき、縦および横揺れ角による重力の加速度成分が混入するのを避ける試みもおこなった。

規則波は、波長/船長の値が 0.5 から 3 の間で約 10 種類をとった。不規則波は、或る想定した海面を模型的に実現するもので、その中で船の応答を直接求め比較しようとするものである。本実験では二次元不規則波として、そのエネルギー・スペクトラムの形は Moskowitz-Pierson 型のものを取り、その表現は I.S.S.C. による次式で与えられる。

$$S(\omega) = 0.11 H_v^2 \left( \frac{T_v}{2\pi} \right) \left( \frac{T_v \omega}{2\pi} \right)^{-5} \exp \left\{ -0.44 \left( \frac{T_v \omega}{2\pi} \right)^4 \right\} \quad (1)$$

$H_v$  として 4 m,  $T_v$  として 9 sec と 7 sec の 2 種類の波を用いた。この 2 つのスペクトラムを Fig. 2 に示すが、水槽で造波する場合、実験時間の都合で、造波の

**Fig. 1** Arrangements of the Instrumentation of the Model Test

プログラムを3つの部分に分けそれぞれの中で模型船を1航走づつ合計3航走させることになる。Fig. 3, 4 および5に、3つのプログラム部分により造波された不規則波のスペクトラムを示した。不規則波中の応答はこの3回の航走の応答の平均と考えることとする。

波に対する船の出会角は  $30^\circ$  から  $180^\circ$  まで  $30^\circ$  おきとし、船の速度は、フルード数0から0.3の間で数

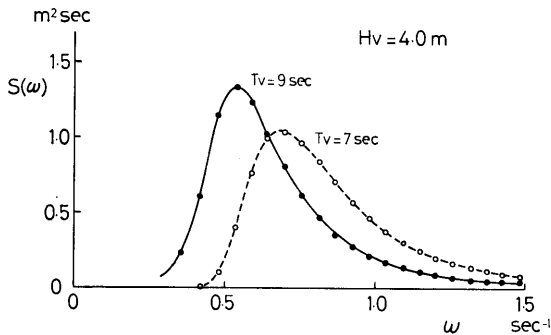


Fig. 2 Sea Spectra for the Model Test

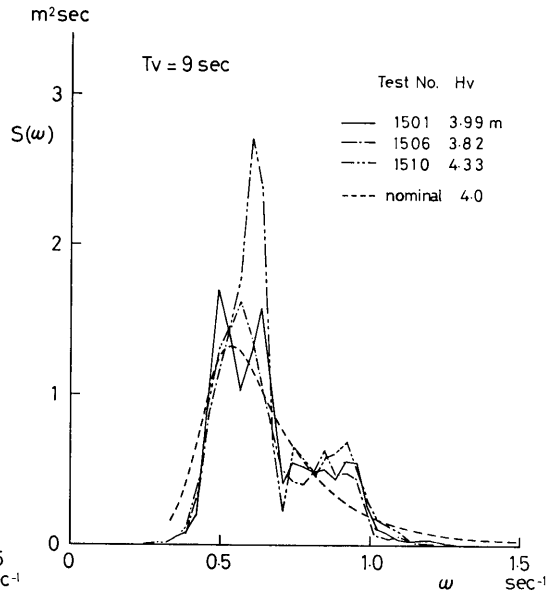


Fig. 3 Wave Spectra Generated in the Tank, Part 1

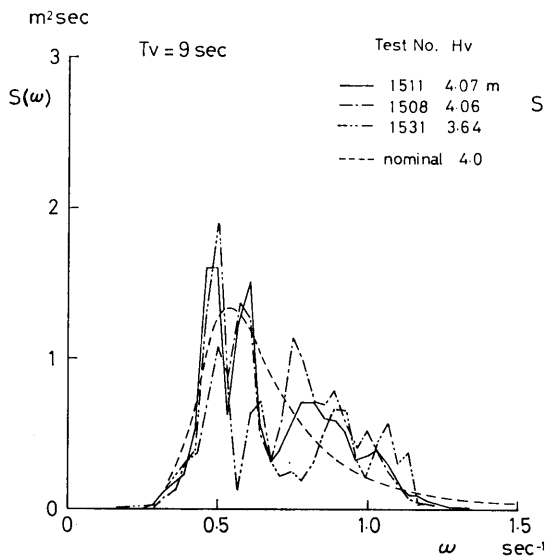


Fig. 4 Wave Spectra Generated in the Tank, Part 2

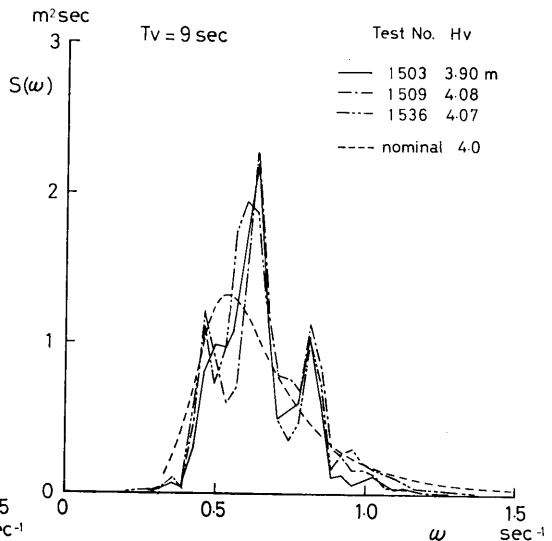


Fig. 5 Wave Spectra Generated in the Tank, Part 3

点をとった。但し、停止中の実験では出会角は  $45^\circ$  おきにとった。

### 3.2. ストリップ法による理論計算

規則波中における縦揺れ、上下揺れおよび船首 (FP) の相対水位変動を、いわゆる Ordinary Strip Method (O.S.M.) を用いて計算した。計算は安藤、小山の開発したプログラム<sup>6)</sup>により、船研の共用電子計算機

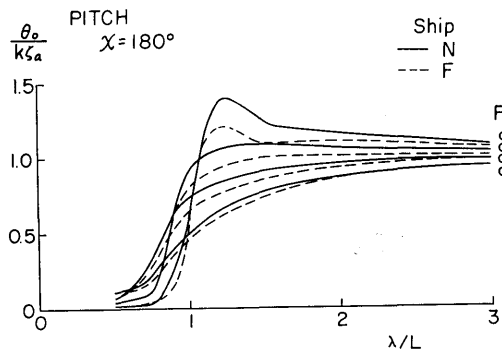
FACOM 270-20 を用いて実施した。

## 4. 動揺特性

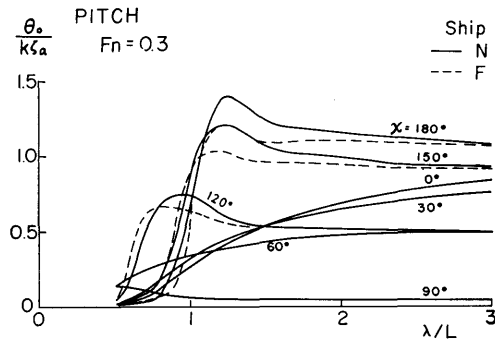
### 4.1. 規則波中の応答

#### 4.1.1. 縦運動(縦揺れ, 上下揺れ, 重心の上下加速度)

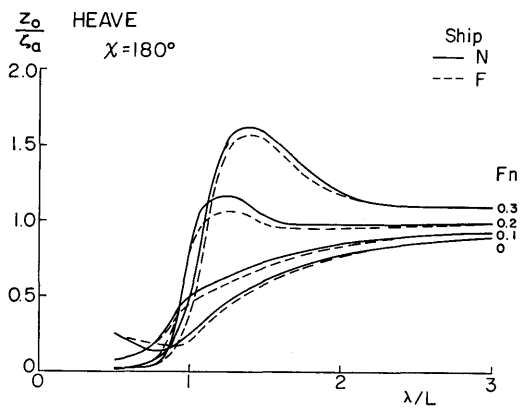
縦運動に対してはストリップ法による理論計算結果を中心に述べる。Fig. 6~Fig. 7 に縦揺れの振幅応答



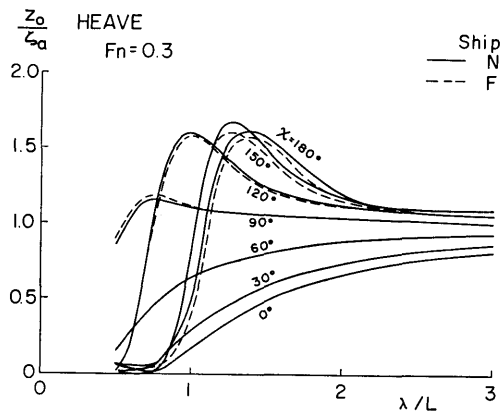
**Fig. 6** Pitching Amplitude in Regular Head Waves



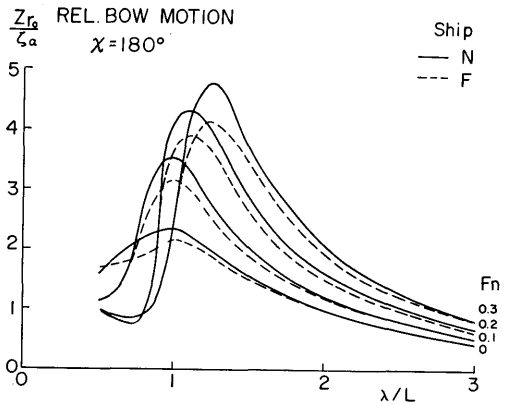
**Fig. 7** Pitching Amplitude in Regular Oblique Waves



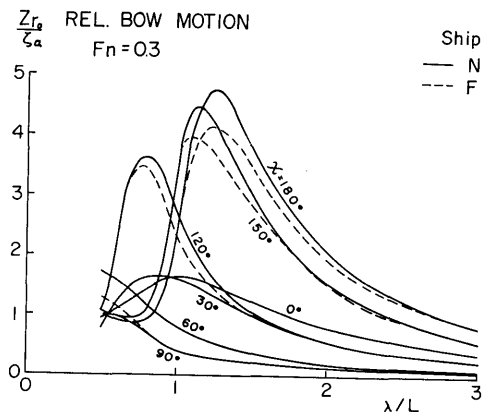
**Fig. 8** Heaving Amplitude in Regular Head Waves



**Fig. 9** Heaving Amplitude in Regular Oblique Waves



**Fig. 10** Amplitude of Relative Bow Motion in Regular Head Waves



**Fig. 11** Amplitude of Relative Bow Motion in Regular Oblique Waves

を, Fig. 8~Fig. 9 に上下揺れの振幅応答をそれぞれ示す。図中の実線はN型を, 点線はF型を示す。(以下同様)これらの図によれば, 向波および斜め向波中ではN型がF型に比べて, 縦揺れでは10~20%, 上下揺れでは2~5%程度大きい値を示している。この傾向は速度の大なるほど著しい。また追波および斜追波, 横波中では両者の差は小さいこともわかる。また, Fig. 10~Fig. 11 に船首の相対水位変動の振幅応答を示す。これらの図からも, 当然, 縦揺れにおけると同様の傾向が見られる。Fig. 12 は縦揺れの実験値を計算値と比較したものであるが, 実験値からは上記のような相違を読みとることは難しい。Fig. 13~Fig. 17 に, 重心の上下加速度(人工水平面上の)の実験値を示した。

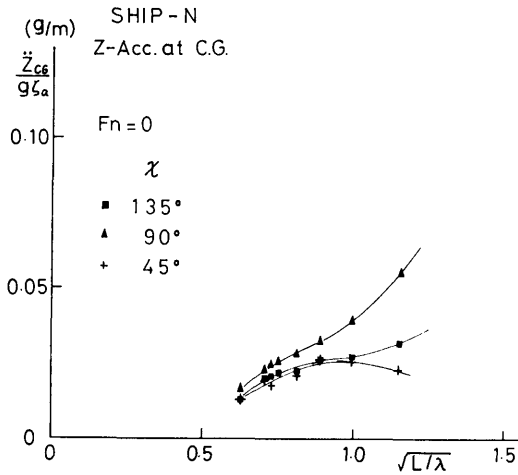


Fig. 13 Amplitude of Vertical Acceleration at C.G. of N-Type Ship in Regular Oblique Waves,  $F_n=0$

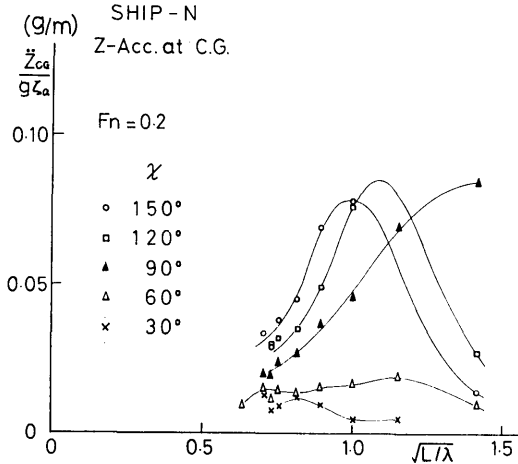


Fig. 15 Amplitude of Vertical Acceleration at C.G. of N-Type Ship in Regular Oblique Waves,  $F_n=0.2$

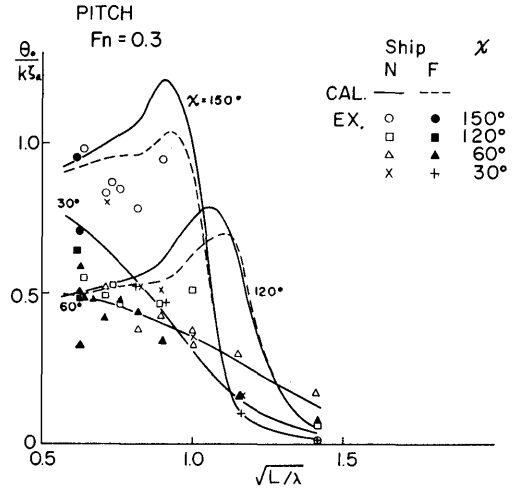


Fig. 12 Comparison of Calculated and Measured Pitching Amplitude

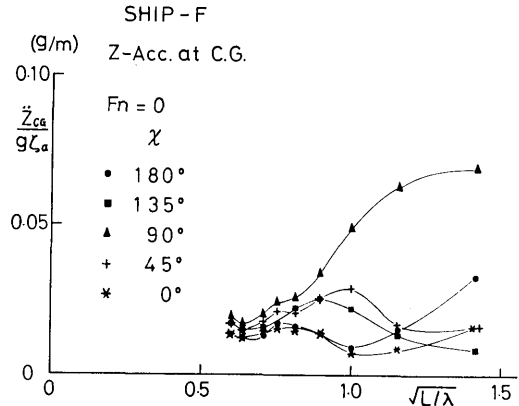


Fig. 14 Amplitude of Vertical Acceleration at C.G. of F-Type Ship in Regular Oblique Waves,  $F_n=0$

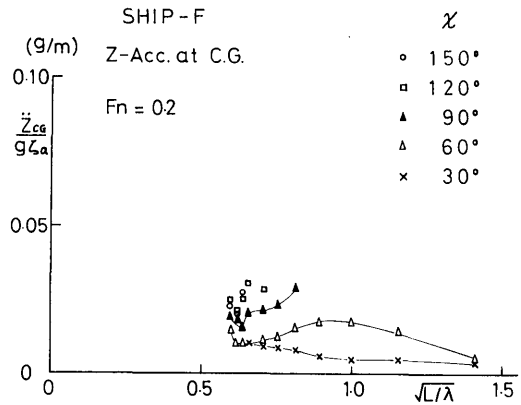


Fig. 16 Amplitude of Vertical Acceleration at C.G. of F-Type Ship in Regular Oblique Waves,  $F_n=0.2$

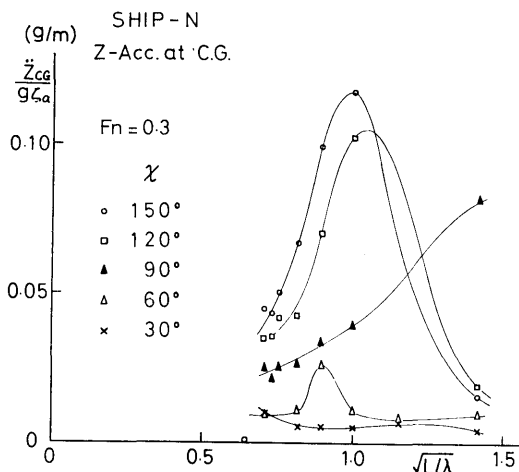


Fig. 17 Amplitude of Vertical Acceleration at C.G. of N-Type Ship in Regular Oblique Waves,  $F_n=0.3$

4.1.2. 横動揺 (横揺れ, 重心の横加速度)

横揺れについては、先ず平水中において自由減衰の測定をおこない、運動方程式(2)における

$$\ddot{\varphi} + 2\alpha\dot{\varphi} + \omega_0^2\varphi = 0 \quad (2)$$

線型減衰係数  $\alpha$  と、 $\kappa = 2\alpha/\omega_0$  の関係にある減衰率  $\kappa$  を求めた。両船型に対し、ビルジキールを有する場合と取外した場合の両方についての実験結果を Fig. 18

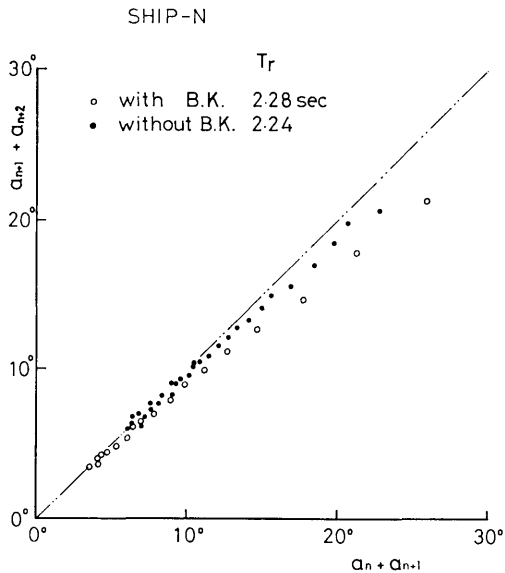


Fig. 18 Decrement of Amplitude in Free Rolling of N-Type Ship in Still Water,  $F_n=0$

および Fig. 19 に示す。これによるとN型の方が横揺れに対する減衰は大であることがわかる。

斜め波中を航走する場合の横揺れの振幅応答の実験値は Fig. 20~Fig. 29 に示される。これらの図から、N型の方が、応答の山の高さは小さく、その位置は  $\sqrt{L/\lambda}$  の大きい方、すなわち  $\omega$  の高い方にずれ、しかも応答の山の幅が広がっていることがわかる。応答の山の高さの差については、自由減衰動揺の結果から推定される傾向である。

重心位置で固定された加速度計で測定された横加速度を  $\ddot{Y}'$  で表わし、その実験値を Fig. 30~Fig. 35 に示す。これらの図をみると、横揺れの場合とよく似た傾向を示すが、すでに文献 2) で考察したように、横揺れのピークに対応する山の右側すなわち  $\omega$  の高い方に高原状のなだらかなふくらみが応答曲線に現れている。2つの船型を比較してみると、横揺れと同様に、N型の方が応答のピークは低いが、 $\omega$  の高い方に山の位置がずれており、しかも山の幅が広いことがわかる。

横加速度の性質を調べるため、横加速度の振幅応答を、船速や波長と無関係に、ただ船と波との出会周波数  $\omega_e$  をベースにして示したのが Fig. 36~Fig. 37 である。これらの図では実験点は波との出会角で区別されている。これらの図により、横加速度も横揺れの固

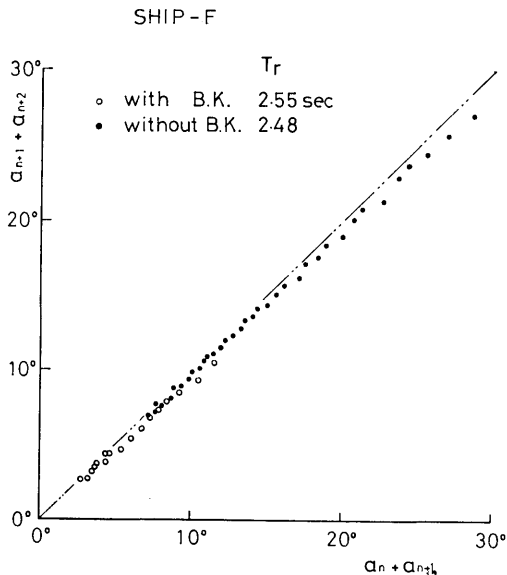


Fig. 19 Decrement of Amplitude in Free Rolling of F-Type Ship in Still Water,  $F_n=0$

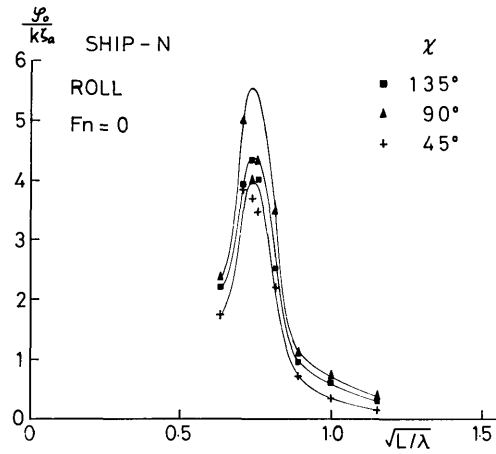


Fig. 20 Rolling Amplitude of N-Type Ship in Regular Oblique Waves, Fn=0

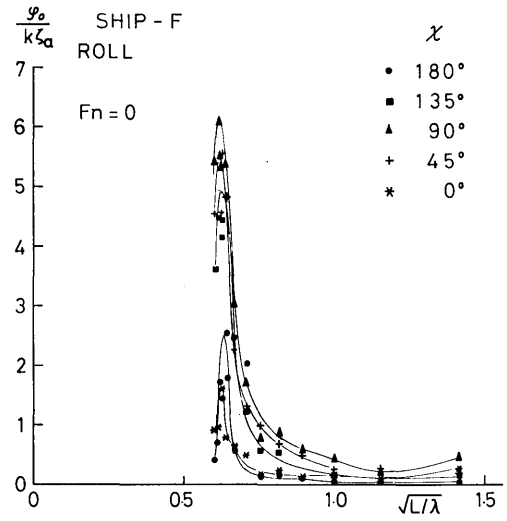


Fig. 21 Rolling Amplitude of F-Type Ship in Regular Oblique Waves, Fn=0

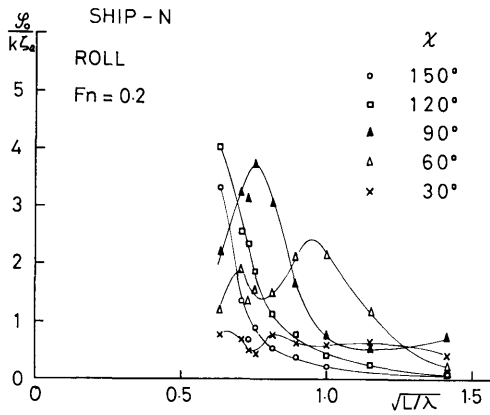


Fig. 22 Rolling Amplitude of N-Type Ship in Regular Oblique Waves, Fn=0.2

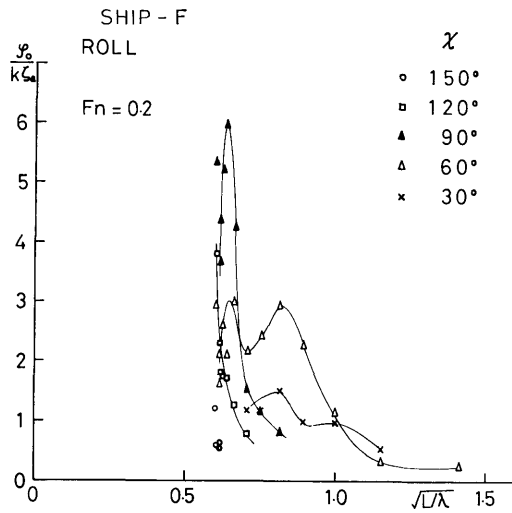
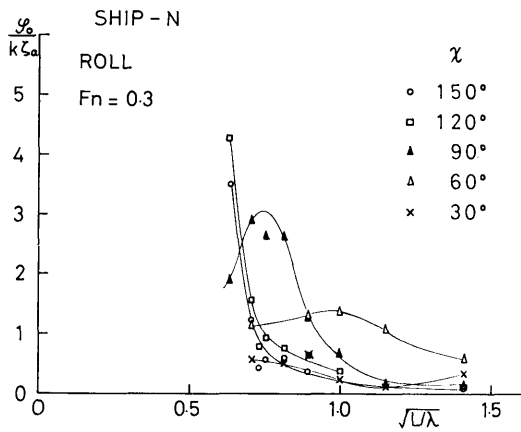
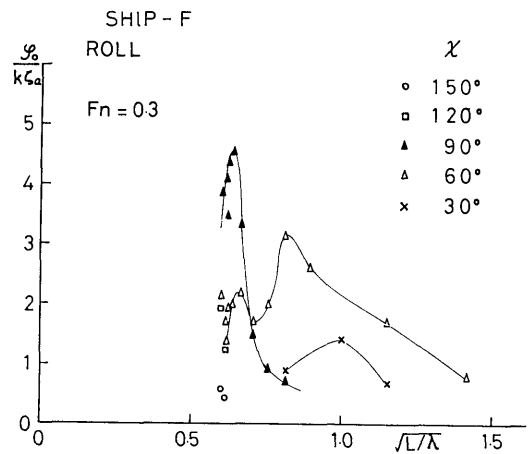


Fig. 23 Rolling Amplitude of F-Type Ship in Regular Oblique Waves, Fn=0.2

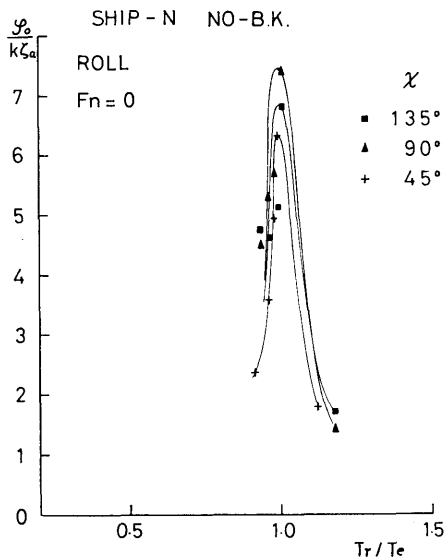




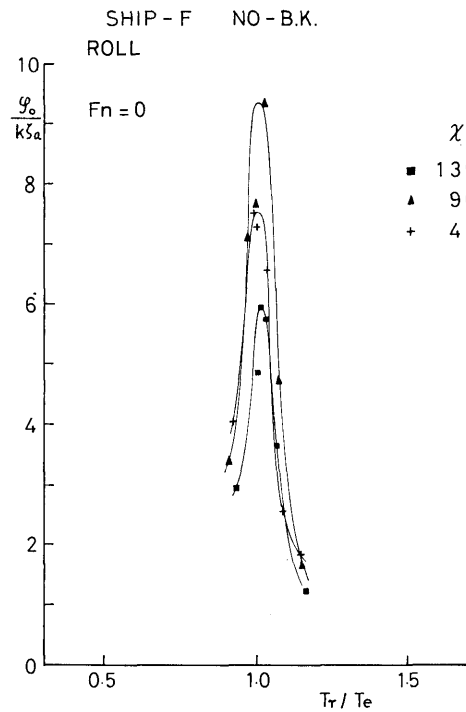
**Fig. 24** Rolling Amplitude of N-Type Ship in Regular Oblique Waves,  $F_n=0.3$



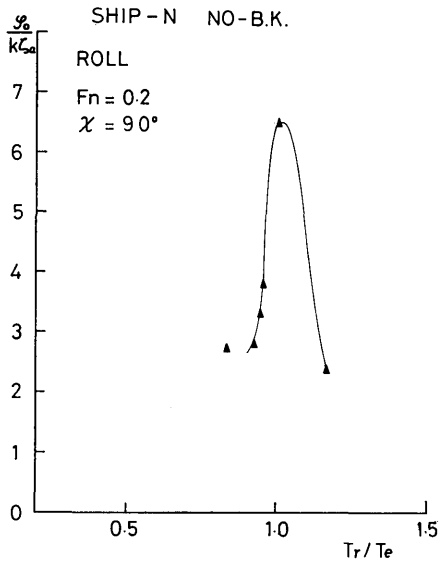
**Fig. 25** Rolling Amplitude of F-Type Ship in Regular Oblique Waves,  $F_n=0.3$



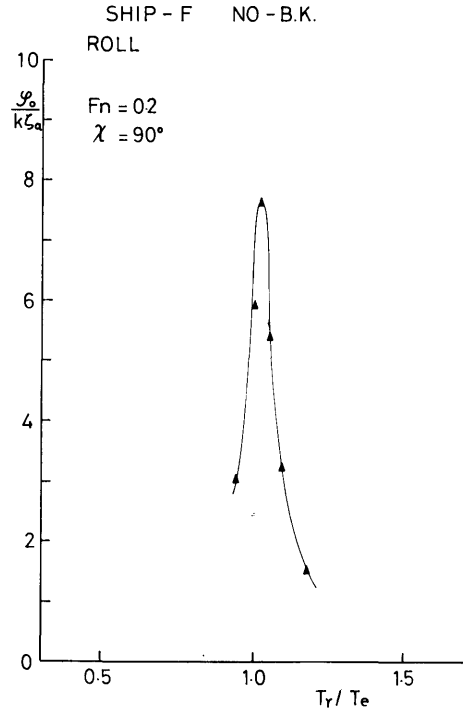
**Fig. 26** Rolling Amplitude of N-Type Ship without Bilge Keels in Regular Oblique Waves,  $F_n=0$



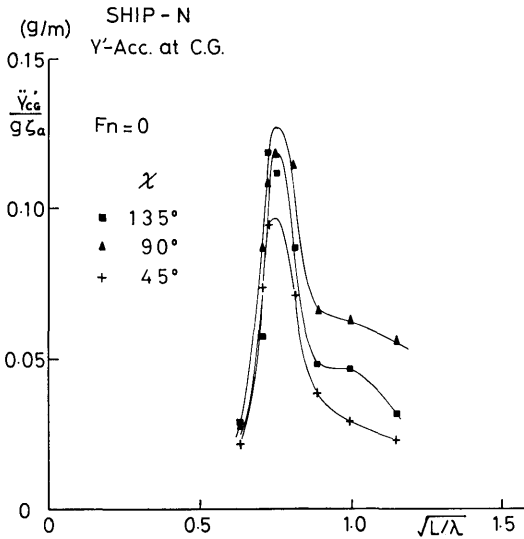
**Fig. 27** Rolling Amplitude of F-Type Ship without Bilge Keels in Regular Oblique Waves,  $F_n=0$



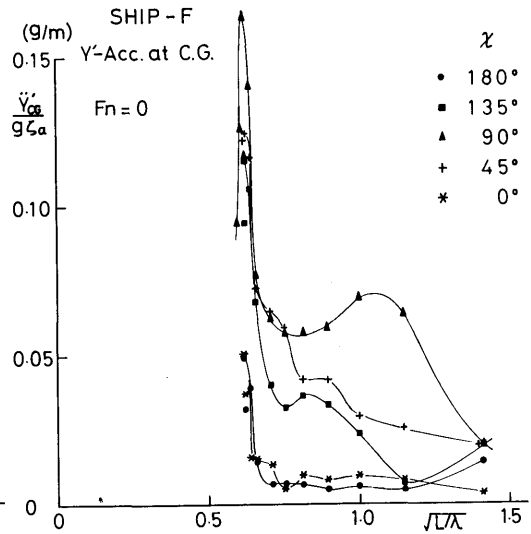
**Fig. 28** Rolling Amplitude of N-Type Ship without Bilge Keels in Regular Oblique Waves,  $F_n=0.2$



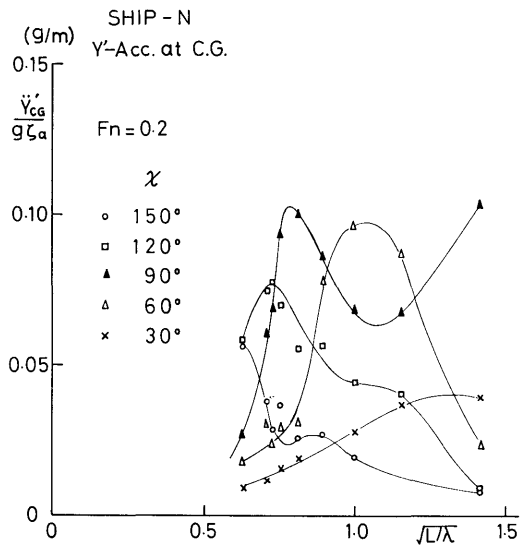
**Fig. 29** Rolling Amplitude of F-Type Ship without Bilge Keels in Regular Oblique Waves,  $F_n=0.2$



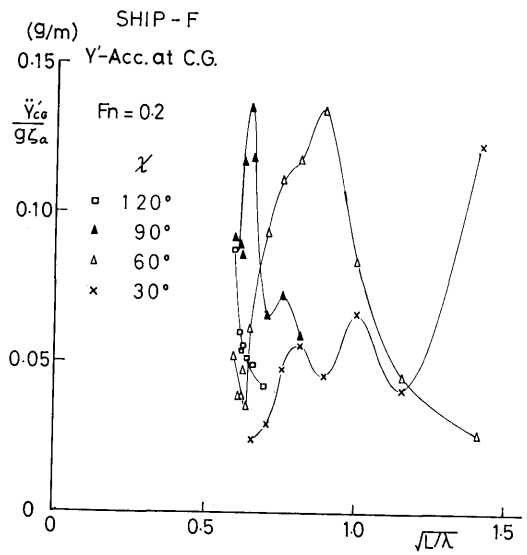
**Fig. 30** Amplitude of Lateral Acceleration at C.G. of N-Type Ship in Regular Oblique Waves,  $F_n=0$



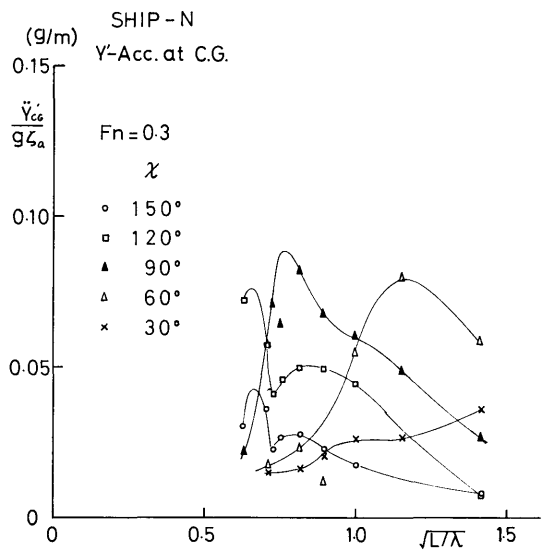
**Fig. 31** Amplitude of Lateral Acceleration at C.G. of F-Type Ship in Regular Oblique Waves,  $F_n=0$



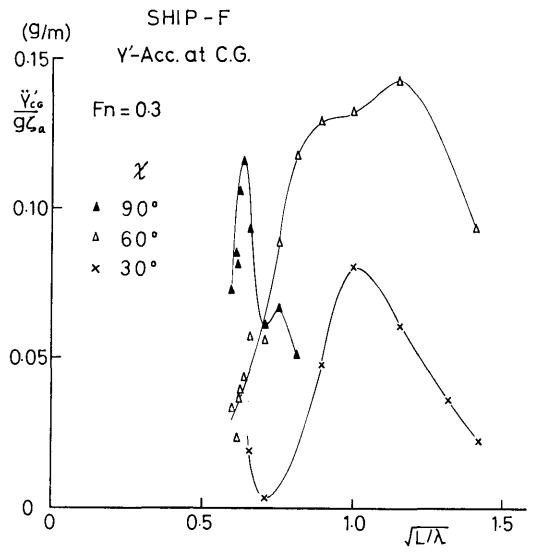
**Fig. 32** Amplitude of Lateral Acceleration at C.G. of N-Type Ship in Regular Oblique Waves,  $Fn=0.2$



**Fig. 33** Amplitude of Lateral Acceleration at C.G. of F-Type Ship in Regular Oblique Waves,  $Fn=0.2$



**Fig. 34** Amplitude of Lateral Acceleration at C.G. of N-Type Ship in Regular Oblique Waves,  $Fn=0.3$



**Fig. 35** Amplitude of Lateral Acceleration at C.G. of F-Type Ship in Regular Oblique Waves,  $Fn=0.3$

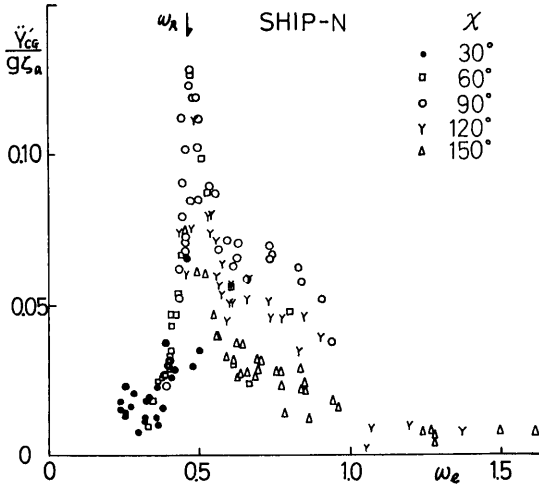


Fig. 36 Amplitude of Lateral Acceleration at C.G. of N-Type Ship in Regular Oblique Waves versus Encounter Frequency to Waves

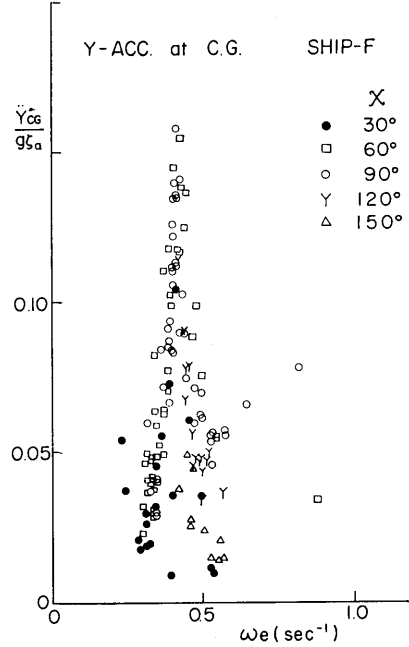


Fig. 37 Amplitude of Lateral Acceleration at C.G. of F-Type Ship in Regular Oblique Waves versus Encounter Frequency to Waves

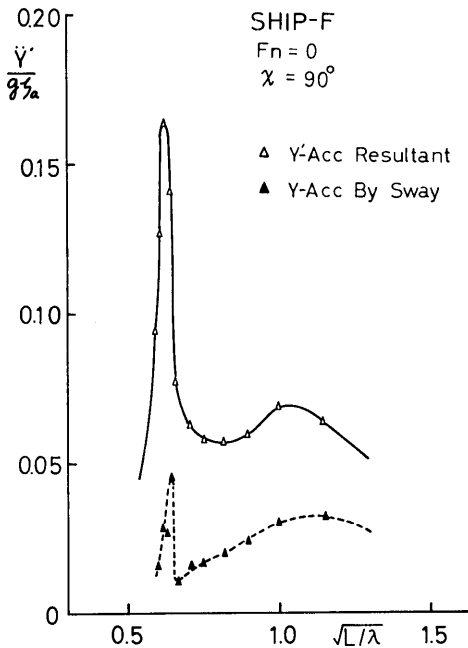


Fig. 38 Comparison of Lateral Acceleration Measured by the Accelerometer Fixed on the model and on the Horizontal Platform

有周波数  $\omega_R$  にピークをもつようにまとめることができる。

なお、模型船上にパーティカルジャイロで制御される人工水平台上に置かれた加速度計で測定した横加速度の値が、F型について求められたのが Fig. 38 である。船体固定のものと比較されるが、左右揺れによる加速度の大きさの割合がうかがわれる。

4.2. 不規則波中の応答

不規則波中の応答の大きさを表わす量として、応答の標準偏差をそのときの波の有義波高で割った値をとる。

4.2.1. 縦動揺

縦動揺では、縦揺れの実験点のみを Fig. 39~Fig. 40 に示す。これらによると、船速ゼロでは両船型間に差がなく、 $F_n=0.2$  では、向波と追波とで傾向が異なり、斜向波中では N 型の方が大きい応答を示している。

重心の上下加速度の解析はおこなわなかった。

4.2.2. 横動揺

ピルジキールがある場合の横揺れの応答を Fig. 41 ~Fig. 42 に、ピルジキールのない場合を Fig. 43~

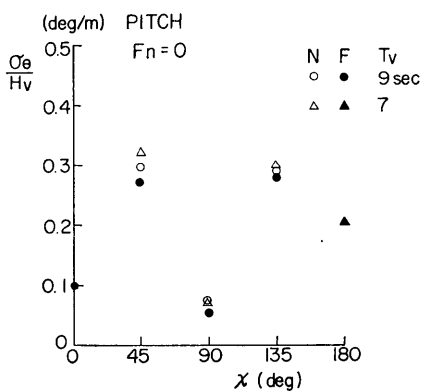


Fig. 39 Pitching in Irregular Oblique Waves,  $F_n=0$

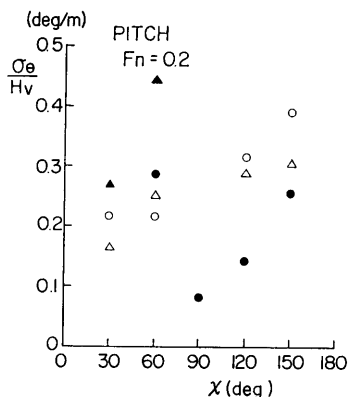


Fig. 40 Pitching in Irregular Oblique Waves,  $F_n=0.2$

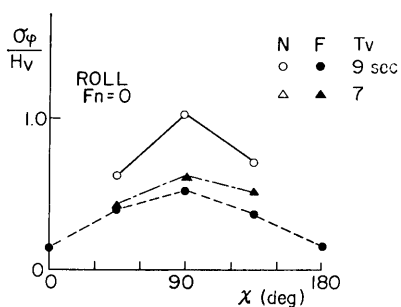


Fig. 41 Rolling in Irregular Oblique Waves,  $F_n=0$

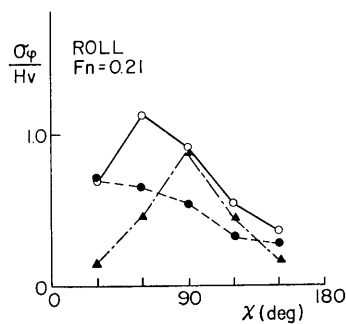


Fig. 42 Rolling in Irregular Oblique Waves,  $F_n=0.21$

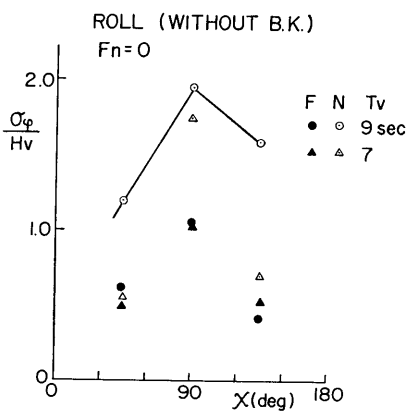


Fig. 43 Rolling in Irregular Oblique Waves,  $F_n=0$ , without Bilge Keels

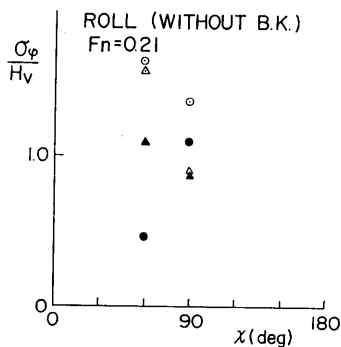


Fig. 44 Rolling in Irregular Oblique Waves,  $F_n=0.21$ , without Bilge Keels

Fig. 44 にそれぞれ示した。横軸に船と波との出  
 会角をとってある。これらの図から、次のような  
 点が見える。

- (1) N型の方がF型に比べて、横揺れが大である。
- (2)  $T_v=9$  秒の場合 斜め追波中を航走するとき横波より大きい横揺れを示す。

以上の点は2船の横揺れを比較する場合、規則  
 波中の応答のピークの高さだけでなく、不規則波  
 中の応答を斜め波についても考察する必要がある  
 ことを示している。

重心の横加速度の応答を Fig. 45 に示す。これ  
 も横揺れと同様の傾向にある。

なお重心の横加速度の不規則波中における応答  
 が、横揺れの応答とどの程度の相関があるかを見  
 るために、横揺れをベースに、横加速度の応答を  
 縦軸に表わした。

それが Fig. 46 と Fig. 47 とである。これらの図  
 によると、横加速度の応答は、横揺れ角  $\varphi$  に対する  
 重力の加速度の横方向成分  $g\varphi$  ( $\varphi$  の小さい範囲で成立  
 つ) より一般に大きく、N型では 20~40%、F型では  
 40~100% 程度大きい値である。そしてこの増加率は  
 波との出会角で異なり横波中で最大となり、斜追波、  
 斜向波の順で減少していることもわかる。

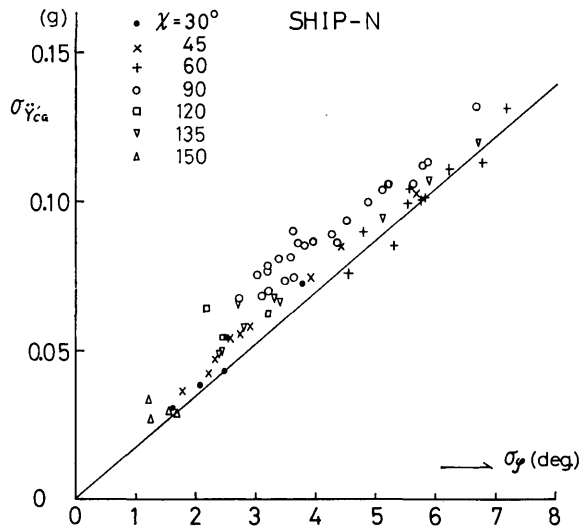


Fig. 46 Standard Deviation of Lateral Acceleration at C.G. versus Rolling of N-Type Ship in Irregular Waves

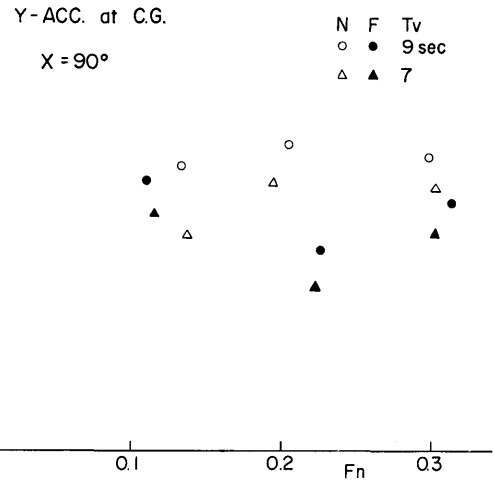


Fig. 45 Lateral Acceleration at C.G. in Irregular Oblique Waves

### 5. 結 言

高速ライナー船型(N型)の動揺特性を、在来型のライ  
 ナー船型(F型)と比較しながら、理論計算と模型実  
 験による結果を述べた。その結果次のような点があ  
 った。

- (1) 向波、斜め向波中の縦揺れ、上下揺れは、N型の方が大である。
- (2) 規則波中の横揺れの同調振幅はF型の方が大で

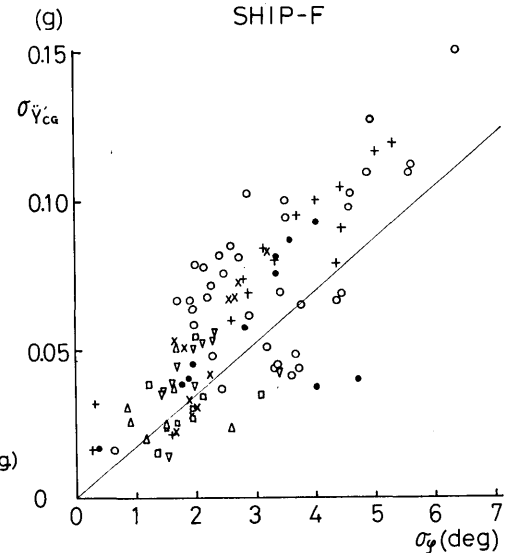


Fig. 47 Standard Deviation of Lateral Acceleration at C.G. versus Rolling of F-Type Ship in Irregular Waves

ある。これは横揺れの減衰率の差に対応している。

- (3) 平均的な海象として平均周期7秒および9秒の不規則波中の横揺れをみると、N型の方が応答が大である。これは、両船のGMの差に基づく横揺れ固有周期の差によるものが大きい原因だと思われる。
- (4) 従って船の横揺れの大小を比較するとき、単に横揺れの同調時の振幅の大小だけに頼らず、実際の船の運航海面に近い不規則な斜め波中の応答も考慮する必要がある。
- (5) 横揺れの大小を表わすのに、横揺れ角の振幅応答のほか、船上の人体あるいは物体に働く横加速度の応答で比較する方がより直接的に操船者の感覚経験と結びつくと考えられる。この場合、横揺れ角のみによる横加速度よりかなり大きい横加速度が現れる。これは船の左右揺れによるものが加わるためであると考えられる。

横揺れ特性を船型と結びつけて考察するためには横揺れ、左右揺れおよび船首揺れの3つの運動の連成運動方程式のそれぞれの係数に立ち入って、それぞれの役割りと船型影響を明らかにする必要がある。その1つの段階として、波浪強制力の研究をおこなったが、これに関してはさらに研究を進め別に発表したい。

また最近に至りストリップ法を用いてこれら横動揺を理論的に計算する方法が試みられ実験との比較がなされつつある。これに関しても別の機会に発表したいと思っている。そこでは、粘性に基づく横揺れ減衰力の推定を模型実験によるなど、完全に理論化されない面も残されている。これらは併せて将来の研究課題であらう。

## 謝 辞

この研究は川崎重工業株式会社との共同研究としておこなわれた。同社から、模型船2隻の提供をうけたほか不規則波中の模型実験データのスペクトラム解析も同社の電子計算機を用いておこなっていただいた。本研究に御協力をいただいた同社岡本洋氏、岡田一也氏、田中陽氏に感謝の意を表す。また実船試験では、川崎汽船株式会社の御好意で同社の船に便乗させていただいたほか実船のデータをいただいた。同社の高城清氏はじめ関係された方々にお礼を申し上げる。また、高橋菊夫氏(当時川崎汽船株式会社、現日本原子力船開発事業団理事)には研究の発端から種々の貴重な御意見を聞かせていただいた。深く感謝する次第である。

## 参 考 文 献

- 1) Y. Yamanouchi, S. Ando; Experiments on a Series 60,  $C_B=0.70$  Ship Model in Oblique Regular Waves, Eleventh I.T.T.C. (Proceedings) (1966)
- 2) 山内保文, 大井浩, 高石敬史, 木原弘毅, 吉野泰平, 飯塚正文; 原子力第一船の波浪中動揺と加速度について, 日本造船学会論文集第123号, (1968)
- 3) 田才福造; Beam Sea における船体運動, 西部造船会々報, No. 30, (1965)
- 4) 田才福造; 斜波の中の Sway, Yaw, Roll の運動について, 西部造船会々報, 第32号, (1966)
- 5) O. Grim, Y. Takaishi; Das Rollmoment in Schrägläufiger Welle, Schiff und Hafen, Heft 10, (1965)
- 6) 安藤定雄, 小山鴻一; ストリップ法による規則波中の船の縦運動計算プログラム, 船舶技術研究所報告, 第7巻第4号 (1970)

付録 実船計測

N型船と同型船の高速ライナの1隻が、横浜に入港

したあと神戸に向う国内沿岸航海に便乗し、船の横揺れと縦揺れとを測定した。試験の一覧表を Table A-1 に示した。試験時の海象状況は同表中のスケッチにあ

Table A-1 Conditions at the Actual Ship Observations of N-Type Ship

Test No.	Date	Weather	Atm. mb	Course	Speed	Wind			Wave			Swell			Duration of Measurement
					Revo. r.p.m	Force	Dirrec.	Vel. m/sec	Direction	Leng. m	Heigh. m	Peri. sec	W.A	R.A	
003	22.5.50	Fine	1008		130		S 23°	19	45°	15-20	0.6	4.5	2.0	1	10.20
004	22.7.02	"		250°	18.5/133		S 27°	15.5	35°				"		9.30
005	22.7.20	"		270°	130		S 15°	15	30°	40	1		"		10.45
006	22.7.55	"		292°			S 5°	13							11.00
007	22.9.03	"		232°	130	6	S 47°	16		30	1	5.5	2.0		
008	22.9.57	"		332°	130	6	S 13°	21					2.0		10.50

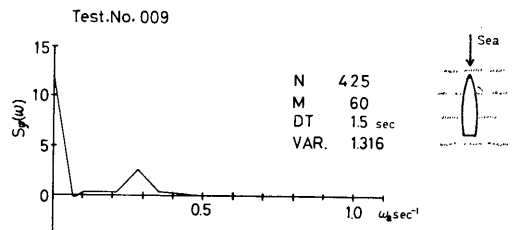
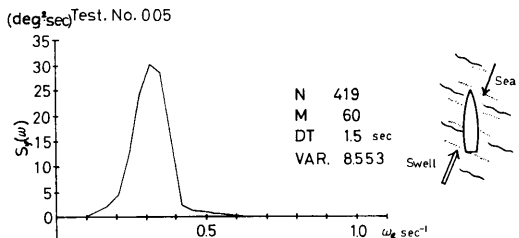
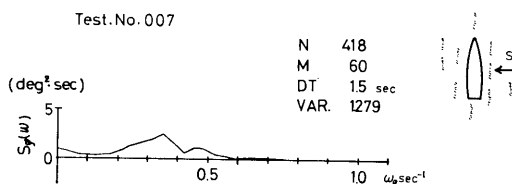
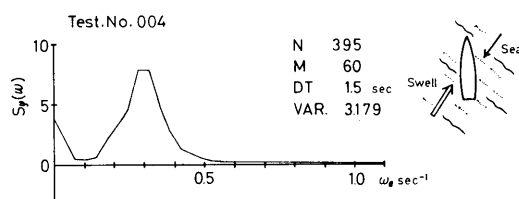
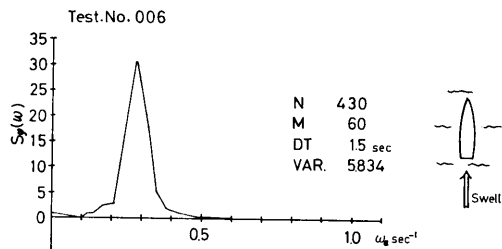
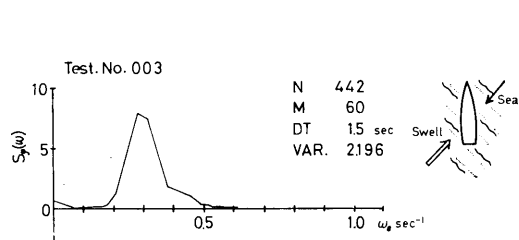


Fig. A-1 Rolling Spectra by the Actual Ship Observations, Part 1

Fig. A-2 Rolling Spectra by the Actual Ship Observations, Part 2



るように、小さいうねりを斜め後方または後方から受ける状態と、船長の御好意により船を波の方向に対して種々変化させた状態の2つである。

動揺はバーチカルジャイロで計測され、磁気テープに記録された。記録は上陸後 A-D 変換のあとスペクトラム解析された。

Fig. A-1, A-2 は、得られた横揺れのパワースペクトラムである。これによれば、うねりのほとんどない

Test No. 007 および 009 では 応答スペクトラムには卓越したピークは見られないが、うねりのある場合には卓越したピークが現れ、とくに追波に近い状態 (Test No. 005 および 006) では顕著である。スペクトラムの山の位置が  $\omega$  で 0.3 であるから周期にして約 20 秒である。このようにこの実船計測でも斜め追波中で横揺れが大きいことが経験された。