HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	漁船の船舶操縦性流体力に関する実験的研究(1)
Author(s)	烏野, 慶一; 稲葉, 恭人
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 35(2), 117-131
Issue Date	1984-05
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/23854
Type	bulletin (article)
File Information	35(2)_P117-131.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北大水産彙報
35(2), 117-131. 1984.

漁船の船舶操縦性流体力に関する実験的研究（1）

烏野慶一*・稲葉恭一**

Experimental Studies on Hydrodynamic Force and Moment for Maneuvering Motions of Fishing Vessels

Keiichi KARASUNO*, Yasuhito INABA**

Abstract

There have been many experimental studies done on the hydrodynamic forces and the moments of maneuvering motions for merchant ships. Inoue proposed formulas which can be used to estimate a lateral force and a yaw moment for merchant ships, and predicted a ship's maneuvering motions by means of simulation techniques.

As for fishing boats, however, there is little experimental data on maneuvering-hydrodynamic derivatives. In order to estimate Inoue's formulas, this paper describes the experimental results of the lateral force and the yaw moment of three kinds of fishing vessels by means of an oblique tow test; 19.9GT., 96GT. and 124GT..

緒　言

船舶操縦性に関する流体力は，実験的方法においてはPMM装置・旋回腕装置・CMT装置等の精巧な，又は大掛りな装置でもって測定でき，操縦運動方程式における流体力微係数を求めることができる。一方，理論計算による方法においては，平板翼でのものが主で，厚みのある船体については未だ十分な域に達していない[1]。このために一般商船船型については，実験に基づく推定式を井上等[2~4]が提示しており，船体操縦運動のシミュレーション計算には井上の推定式がよく利用されている。しかし，漁船船型に関しては井上の実験も略んどなく，他にそれに相当する実験式もないようであり，事実，実験例[5~7]も数少ない。

本論文は，漁船の操縦運動シミュレーションを行うに際して，流体力推定に井上式の妥当性の程度を検討することを目的として，手始めに3隻の漁船船型について裸殻の斜航実験を実施した。

供試模型船と実験装置

実験に用いた供試船型は，19.9GT型および96GT型鮭鱒流網漁船と124GT型沖合底曳網漁船で，3隻とも垂線間長約2mの模型船である。それらの船体要目を表1に示す。また，船体線図を図1に示す。19.9GT型は日本造船研究協会第17基準部会で小型漁船の復原性能に関する研究対象として採択された船型で，類似船での操縦性流体力の測定資料が公表されている[6]。なお，これ

* 北海道大学漁船工学講座
(*Division of Fishing Boat Engineering, Faculty of Fisheries, Hokkaido University*)
** 北海道大学漁船運用学講座
(*Laboratory of Fishing Boat Seamanship, Faculty of Fisheries, Hokkaido University*)

Table 1. *Principal dimensions of fishing vessels.*

Ship		19GT.		96GT.		124GT.	
		Model	Ship	Model	Ship	Model	Ship
Gross Tonnage	(ton)		19.99		96.0		124.0
Lpp	(m)	2.00	15.20	1.986	28.30	2.00	30.20
B	(m)	0.50	3.80	0.428	6.10	0.47	7.16
D	(m)	0.195	1.48	0.186	2.65	0.175	2.65
Scale		1/7.6		1/14.25		1/15.1	
Standard Disp.	(kg)	108.0		92.35		102.0	
do. d_f*	(m)	0.180		0.129		0.173	
do. d_a*	(m)	0.180		0.217		0.173	
do. d_m*	(m)	0.180		0.173		0.173	
do. trim	(%)	0		4.43		0	
Bar keel height	(m)	0.020		0.010		0.010	
Bilge keel		without		with		without	

* draft from bottom of bar keel

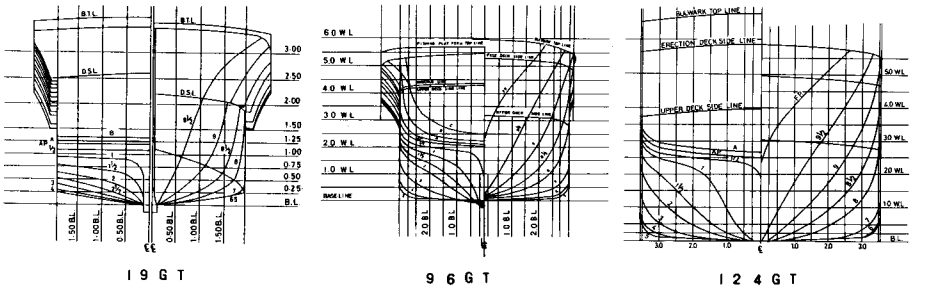

Fig. 1. Body plans of fishing vessels [8].

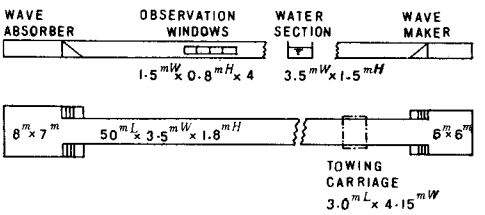

Fig. 2. Arrangement and dimensions of a towing water tank.

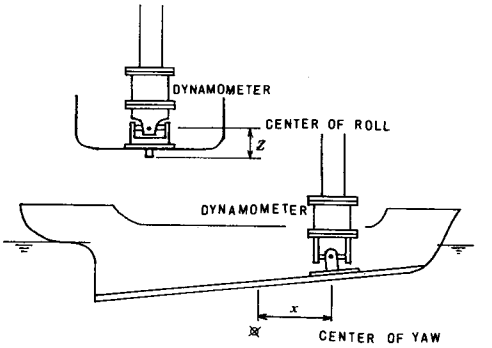

Fig. 3. Arrangement of instrument set on model ships.

Table 2. *Positions of a instrument set on model ships.*

Model Ship	19GT.	96GT.	124GT.
Longitudinal Position from Midship X* (m)	0.270	0.325	0.430
Vertical Position from Bottom of Bar Keel Z* (m)	0.160	0.245	0.225

* see Fig. 3

ら3船型は本学部の川島[8]等により大沼湖で耐航性実験の対象となったものであり，いずれも方形竜骨を有する模型船である。

本論文に述べる斜行曳航実験が行われた水槽は，長さ50 m，幅3.5 m，水深1.5 mである(図2)。最高速度2 m/sの模型船曳引電車を用いて，船体にかかる横力および回頭モーメントの測定を行った。測定器は歪ゲージ組込み式一体型の4分力検出器で，前記の分力の他に上下力およびヒールモーメントが測定できるよう船体に取り付けられた。各分力の最大容量は20 kgおよび20 kg-mである。なお，トリムおよびヒール等，船体姿勢の調整をするために運動計測装置を利用しているので，4分力計はこれを介して船体に取り付けられている（図3，表2)。

測定流体力と実験項目

水平面運動をする船体に働く流体力は，船体前後力 X，横力 Y および回頭モーメント N である。これらの中で，操縦運動に特に大きく寄与するのは横力 Y と回頭モーメント N であり，船体裸殻（舵・プロペラ等を除いたもの）に働くそれらは，水平面内の船体運動と流体力微係数によって，次のように表現される。

$$Y = Y_{\dot{v}} \cdot \dot{v} + Y_{\dot{r}} \cdot \dot{r} + Y_v \cdot v + (Y_r + X_{\dot{u}} \cdot u) \cdot r + Y_{vvv} \cdot v^3 + Y_{vvr} \cdot v \cdot r^2 + Y_{vrr} \cdot v \cdot r^2 + Y_{rrr} \cdot r^3 \quad (1)$$

$$N = N_{\dot{v}} \cdot \dot{v} + N_{\dot{r}} \cdot \dot{r} + N_v \cdot v + N_r \cdot r + N_{vvvv} \cdot v^3 + N_{vvr} \cdot v^2 \cdot r + N_{vrr} \cdot v \cdot r^2 + N_{rrr} \cdot r^3 \quad (2)$$

ここに，u は船体の前後方向速度，v は横方向速度，r は回頭角速度であり，$\dot{u}, \dot{v}, \dot{r}$ はそれらの時間微分，即ち加速度である。加速度に関与する流体力微係数は付加質量や付加慣性モーメントと関連するものであるので完全流体として理論的に取り扱ってもよいが，速度に関与する流体力微係数は渦の発生に伴う揚力や抵抗と関連するものであるから船型の微妙な変化や船速に影響され易い。

本論文では，後者の速度に関する流体力を対象にして，中でも基本的な流体力即ち横流れ速度 v のみに関係する流体力を漁船船型で検討する，(1), (2) 式を横流れ角 β と船速 V を使って書き直すと

$$Y = Y_v \cdot v + Y_{vvv} \cdot v^3 = -Y_v \cdot V \cdot \beta - Y_{vvv} \cdot V^3 \cdot \beta^3 = Y_\beta \cdot \beta + Y_{\beta\beta\beta} \cdot \beta^3 \quad (3)$$

$$N = N_v \cdot v + N_{vvv} \cdot v^3 = -N_v \cdot V \cdot \beta - N_{vvv} \cdot V^3 \cdot \beta^3 = N_\beta \cdot \beta + N_{\beta\beta\beta} \cdot \beta^3 \quad (4)$$

で表わすことができる，漁船では旋回中の横流れ角 β は相当大きなものもあるので，本論文の実験では β を $0°, \pm 2.5°, \pm 5°, \pm 7.5°, \pm 10°, \pm 15°, \pm 20°$ に設定し，前節に述べた検力計にて横力 Y および回頭モーメント N を計測した。なお，$\beta = \pm 20°$ の設定は水槽側壁の影響に留意しておく必要があろう。

船速については，供試模型船3隻は船長略2 mで統一されているので，同一船速ではフルード

Table 3. *Conditions in experiments of model ship 19GT.*

Case No.		1	2	3	4	5	6
Disp	(kg)	108.0	→		118.0	98.0	86.7
		(100%)	→		(110%)	(90%)	(80%)
d_f*	(m)	0.180	0.142	0.205	0.190	0.160	0.150
d_a*	(m)	0.180	0.202	0.145	0.190	0.160	0.150
d_m*	(m)	0.180	0.174	0.175	0.190	0.160	0.150
trim	(%)	0	3.0	−3.0	0	→	
Cb**		0.675	0.701	0.697	0.694	0.700	0.667
k(=2d_m/Lpp)		0.180	0.174	0.175	0.190	0.160	0.150
τ'(=trim/d_m)		0	0.344	−0.344	0	→	
Ship Speed	(m/s)	0.8/1.5	→				
Fn.		0.18/0.34	→				
Roll		Free	→				
Pitch		Free	→				
Heave		Fix	→				

* draft from bottom of bar keel
** draft from bottom of flat keel

Table 4. *Conditions in experiments of model ship 96GT.*

Case No.		1	2	3	4	5	6	7	8
Disp.	(kg)	92.35	→			76.55	61.95	→	
		(100%)	→			(80%)	(70%)	→	
d_f*	(m)	0.169	0.149	0.129	0.109	0.109	0.109	0.089	0.069
d_a*	(m)	0.177	0.197	0.217	0.237	0.197	0.157	0.177	0.197
d_m*	(m)	0.173	→			0.153	0.133	→	
trim	(%)	0.40	2.42	4.43	6.45	4.43	2.42	4.44	6.55
Cb**		0.667	→			0.630	0.593	→	
k(=2d_m/Lpp)		0.174	→			0.154	0.134	→	
τ'(=trim/d_m)		0.046	0.278	0.509	0.740	0.573	0.361	0.662	0.962
Ship Speed	(m/s)	0.8	→						
Fn.		0.181	→						
Roll		Fix	→						
Pitch		Fix	→						
Heave		Fix	→						

* draft from bottom of bar keel
** draft from bottom of flat keel

Table 5. *Conditions in experiments of model ship 124GT.*

Case No.		1	2	3	4	5
Disp	(kg)	102.0	→		122.0	82.0
		(100%)	→		(120%)	(80%)
d_f*	(m)	0.173	0.138	0.198	0.193	0.148
d_a*	(m)	0.173	0.198	0.138	0.193	0.148
d_m*	(m)	0.173	0.168	0.168	0.193	0.148
trim	(%)	0	3.0	−3.0	0	0
Cb**		0.666	0.685	0.685	0.710	0.649
k(=$2d_m$/Lpp)		0.173	0.168	0.168	0.193	0.148
τ'(=trim/d_m)		0	0.357	−0.357	0	0
Ship Speed	(m/s)	0.8/1.5	0.8	0.8/1.5	→	
Fn.		0.18/0.34	0.18	0.18/0.34	→	
Roll		Free	→			
Pitch		Free	→			
Heave		Fix	→			

* draft from bottom of bar keel
** draft from bottom of flat keel

数 $F_n(=V/\sqrt{gL})$ が略一致するため，低速域実験として $F_n \fallingdotseq 0.18$(V=0.8 m/s) の，又高速域実験として $F_n \fallingdotseq 0.34$(V=1.5 m/s) の実験を行った。なお，96GT 船型においては 0.8 m/s のみ実験した。

模型船体の吃水状態については，計画排水量にて等吃水状態に近いもの(但し，96GT 船型においては船尾トリム 4.4% 状態）を標準にして，排水量を 10%～30% 増減した吃水状態およびトリムを船首尾に 2%～4% 付けた吃水状態で実施した。19GT 船型では計画排水量の等吃水状態から排水量を約 10% 増，10%, 20% 減した状態および計画排水量の等吃水状態からトリムを船首，船尾に 3% 付けた状態の実験を行った（実船の吃水状態は 3% 船尾トリムに近いものである)。表 3 に実験状態を示す。96GT 船型では，計画排水量の船尾トリム 2.4%（イニシャルトリム）状態が計画吃水状態であるが，漁場発状態の船尾 4.4% トリム状態を標準にして，それから排水量を約 20%,30% 減した状態およびトリムを船首に 2%, 4%，船尾に 2% 付けた状態で実験した(表 4)。なお，排水量の増加状態での実験設定を行わなかったのは，船の深さ D が標準吃水に近いことによる。124GT 船型では，計画排水量の等吃水状態（計画吃水状態）から排水量を約 20% 増減した状態およびトリムを船首，船尾に 3.6% 付けた状態で実施した（表 5)。

以上の吃水状態は常識的なものと異なるものもあるが，商船船型と比較するため出来るだけ等吃水状態を基準に選ぶようにした。

模型船の曳行に際して，航走時における船体の上下揺は排水量を不変にするために 3 船型とも固定にして船体沈下のないようにしたが，横揺れおよび縦揺れは 96GT 船型を除いて自由にした。

斜航実験結果

実験結果は横軸に横流れ角 β（deg）をとり，縦軸に横力 Y（kg）および船体中央（⊗）まわり

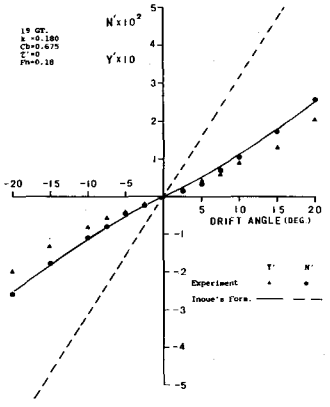

Fig. 4.1.1. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 19 GT. between experiments and Inoue's formula.

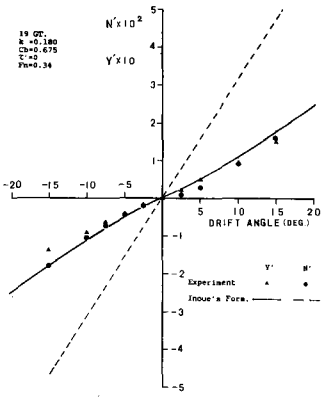

Fig. 4.1.2. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 19 GT. between experiments and Inoue's formula.

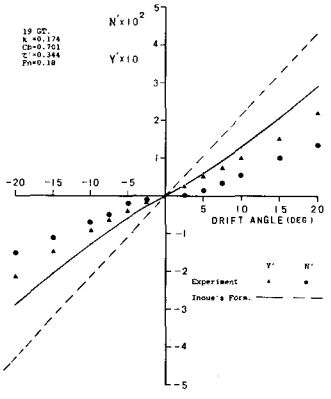

Fig. 4.2.1. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 19 GT. between experiments and Inoue's formula.

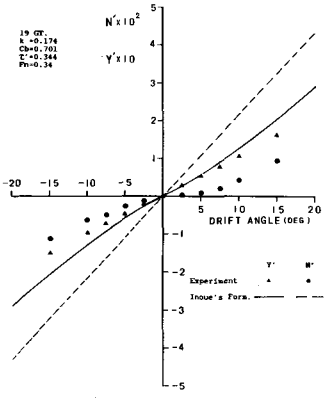

Fig. 4.2.2. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 19 GT. between experiments and Inoue's formula.

の回頭モーメント N (kg-m) を $1/2 \cdot \rho \cdot L_{pp} \cdot d_m \cdot V^2$ および $1/2 \cdot \rho \cdot L_{pp}^2 \cdot d_m \cdot V^2$ で無次元化した Y' および N' でもって図 4.1.1～図 6.5.2 に示す。ここに，ρ：水の密度，L_{pp}：垂線間長，d_m：平均吃水，V：船速で，図中▲印は Y' を，又，●印は N' を表わす。

19GT 船型の結果は，図 4.1.1～図 4.6.2 に示されている。図番号の下 2 桁目の数は表 3 の Case No. に対応し，又，下 1 桁目の数 1 および 2 は，それぞれフルード数 F_N の 0.18 および 0.34 の実験に対応している。本船型では Y'—β 曲線は緩やかな逆 S 字形を示し，N'—β 曲線も Y'—β 曲線と同様逆 S 字形を示している。しかし，N'—β 曲線は，Y'—β 曲線と比べると，原点付近でより深い逆 S 字形だと言えそうである。即ち β による非線形影響は，N' に大きく現われている。一方，各無次元値に対する船速の影響は，図で見る限り大きくはないようである。

96GT 船型の結果は，図 5.1～図 5.8 に示される。本船型は，フルード数 $F_N=0.18$ のみで実験さ

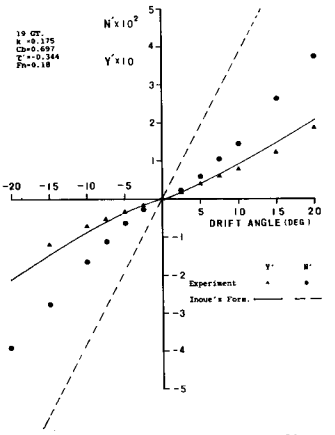

Fig. 4.3.1. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 19 GT. between experiments and Inoue's formula.

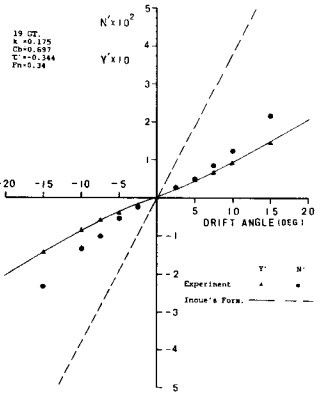

Fig. 4.3.2. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 19 GT. between experiments and Inoue's formula.

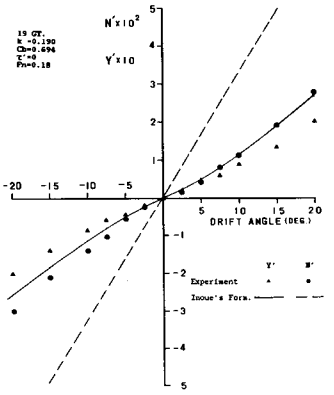

Fig. 4.4.1. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 19 GT. between experiments and Inoue's formula.

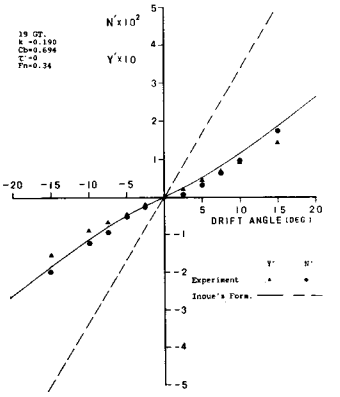

Fig. 4.4.2. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 19 GT. between experiments and Inoue's formula.

れており，その Y'—β 曲線は深い逆 S 字形を描いている。一方，N'—β 曲線は浅い S 字形であって，Y'—β 曲線と逆の傾向を示す。即ち，Y', N' 共に β による非線形影響は大きいと言えるであろう。

124GT 船型の結果は，図 6.1.1～図 6.5.2 に示される，Y'—β 曲線は，中程度の逆 S 字形を示しているが，N'—β 曲線は，$F_N=0.18$ においては逆 S 字形で，一方，$F_N=0.34$ に於ては S 字形になっている。β による非線形影響および船速の影響は，Y', N' 共に認められる。

以上の実験から，針路安定性を左右する一要素となる横流れ角 $\beta=0°$ 付近の Y' および N' の傾斜，即ち，流体力の線形微係数 Y'_β および N'_β を準線形微係数とみなした時の非線形影響を調べてみる。$\beta=\pm2.5°$ および $\pm5°$ の範囲における Y'_β と N'_β の値を表 6, 7, 8 に示す。それぞれは，19GT, 96GT および 124GT 船型のものである。$\pm2.5°$ および $\pm5°$ における準線形微係数の比較か

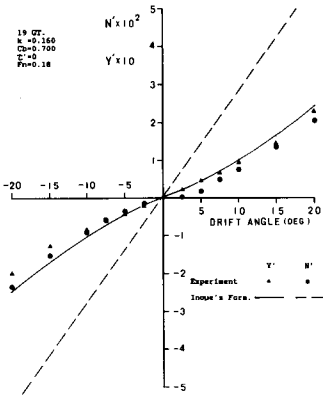

Fig. 4.5.1. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 19 GT. between experiments and Inoue's formula.

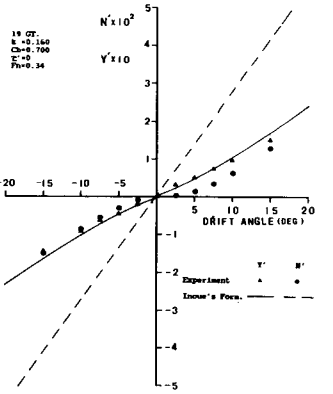

Fig. 4.5.2. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 19 GT. between experiments and Inoue's formula.

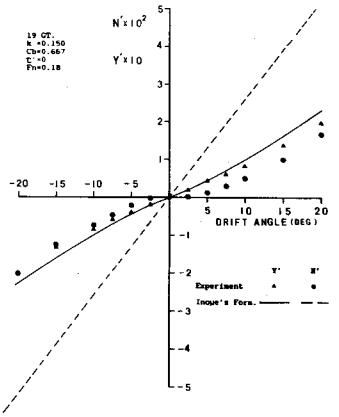

Fig. 4.6.1. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 19 GT. between experiments and Inoue's formula.

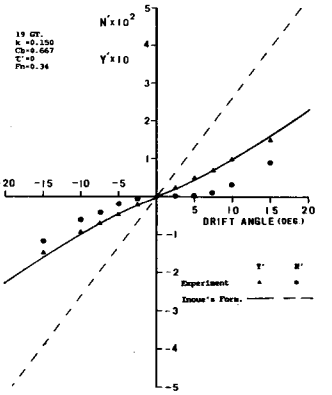

Fig. 4.6.2. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 19 GT. between experiments and Inoue's formula.

ら，原点付近の線形の程度が分り，更に Y', $N'-\beta$ 曲線の S 字および逆 S 字形状が判定できるであろう。同表に，Y'_β および N'_β から得られる船体中心からの水圧中心位置 $l'_p(=N'_\beta/Y'_\beta)$ を併記しておく。19GT 船型の水圧中心は，他船型と比べると極端に船体中央に近くなっている。この原因は，船尾スケグの一部が船底下に突出していることによるものと推定される。

井上の推定との比較

本論文の主目的は，井上の推定式が漁船船型に適用できる程度を調べることにあって，船型の影響やトリム，船速の影響等の詳細な事柄の調査は今後の問題とする。

井上によれば，横流れ運動により船体裸殻に働く流体力は，(3), (4) 式に対応して次式で与えて

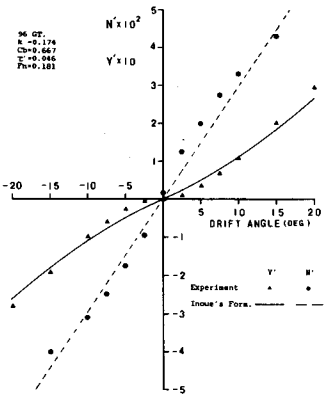

Fig. 5.1. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 96 GT. between experiments and Inoue's formula.

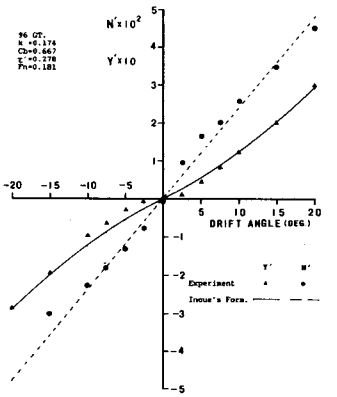

Fig. 5.2. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 96 GT. between experiments and Inoue's formula.

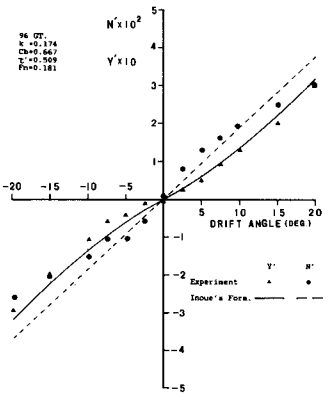

Fig. 5.3. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 96 GT. between experiments and Inoue's formula.

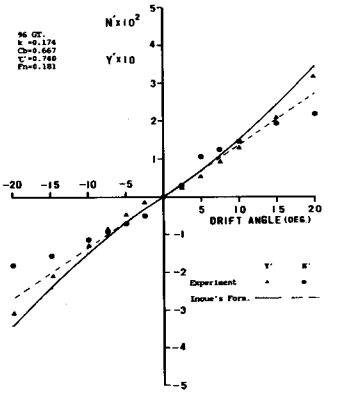

Fig. 5.4. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 96 GT. between experiments and Inoue's formula.

いる。

$$Y' = Y'_\beta \cdot \beta + Y'_{\beta\beta} \cdot |\beta| \cdot \beta \tag{5}$$

$$N' = N'_\beta \cdot \beta \tag{6}$$

ここに, $Y' = Y/(0.5 \cdot \rho \cdot L_{pp} \cdot d_m \cdot V^2)$, k: $2d_m/L_{pp}$

$Y'_\beta = (0.5 \cdot \pi \cdot k + 1.4 \cdot C_b \cdot B/L) \cdot (1 + 0.667 \cdot \tau/d_m)$, τ: trim

$N' = N/(0.5 \cdot \rho \cdot L_{pp}^2 \cdot d_m \cdot V^2)$, d_m: mean draft

$N'_\beta = k \cdot (1 - 0.27 \cdot \tau/l_\beta/d_m)$, C_b: block coefficient

$l_\beta = k/(0.5 \cdot \pi \cdot k + 1.4 \cdot C_b \cdot B/L_{pp})$, L_{pp}: length between perpendiculars

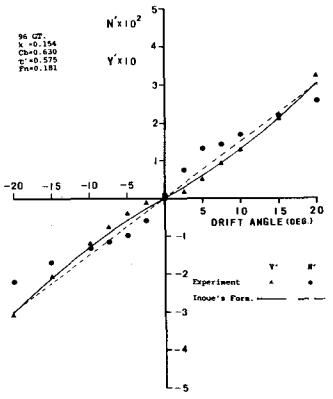

Fig. 5.5. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 96 GT. between experiments and Inoue's formula.

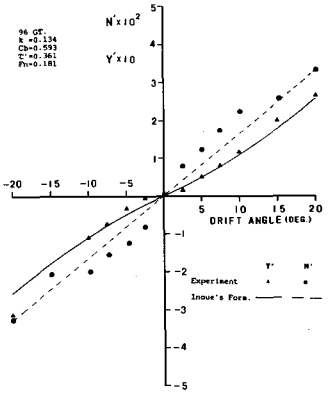

Fig. 5.6. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 96 GT. between experiments and Inoue's formula.

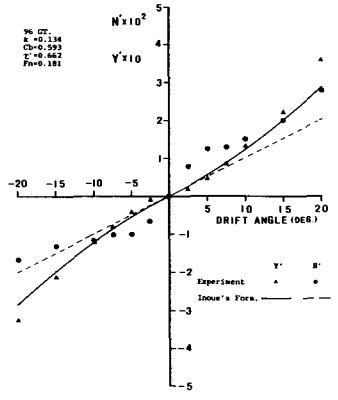

Fig. 5.7. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 96 GT. between experiments and Inoue's formula.

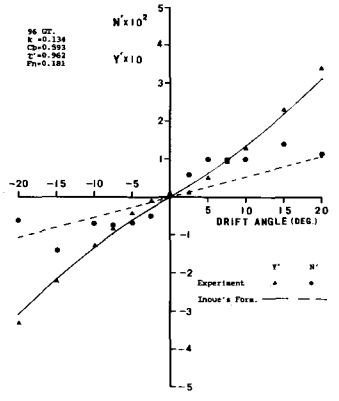

Fig. 5.8. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 96 GT. between experiments and Inoue's formula.

$Y'_{\beta\beta}$ は図表で与えられているが，平均線を数式で表わすと

$$Y'_{\beta\beta}=6.27\cdot(1-C_b)\cdot d_m/B-0.07$$

となる。又，無次元の水圧中心位置 l'_p は，N'/Y' より

$$l'_p=k\cdot(1-0.27\cdot\tau/l_\beta/d_m)/\{(0.5\cdot\pi\cdot k+1.4\cdot C_b\cdot B/L_{pp})\cdot(1+0.667\cdot\tau/d_m)+Y'_{\beta\beta}\cdot\beta\}$$

である。

供試模型船3隻の実験結果 Y', $N'-\beta$ と井上の推定値とを比較したのが，図4～図6における実線（Y'）および破線（N'）である。

19GT 船型においては，Y' では原点付近で実験値と井上の推定値とが一致しているようであるが，β が大きくなるにつれ実験値は少し小さ目である。一方，N' では，実験値は井上の推定値に

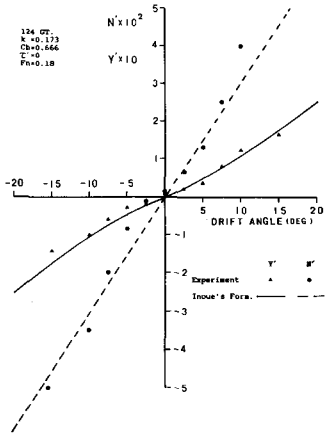

Fig. 6.1.1. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw noment N′ for a model ship 124 GT. between experiments and Inoue's formula.

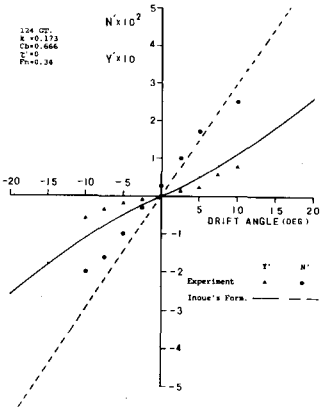

Fig. 6.1.2. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 124 GT. between experiments and Inoue's formula.

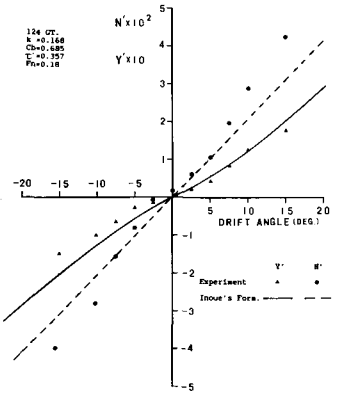

Fig. 6.2.1. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 124 GT. between experiments and Inoue's formula.

比べて非常に小さな値である。

96GT においては，Y' では原点付近で実験値は井上の推定値より小さ目であるが，β が大きくなるにつれ両者は一致する傾向にある。19GT の傾向とは反対である。一方，N' では，原点付近で実験値は井上の推定値より大き目である。Y' の傾向とは逆である。又，β が大きくなるにつれ両者は一致する傾向にある。

124GT 船型においては，Y', N' 共に実験値は井上の推定値より少し小さ目気味であるが，他の2船型と比べると良好な一致をしていると言えるであろう。

ところで，横流れ角 $\beta=0°$ 付近の Y', N' は微少量であるので，井上の線形流力微係数 Y'_β, N'_β を実験値と比較すると，表6～表8のようになる。又，これらを $F_N=0.18$ に関して図表示で比較すれば図7, 8となり，横軸に井上の推定値を，縦軸に実験値をとって表示してある。

19GT 船型においては，Y'_β での一致はよいが，N'_β では実験値は非常に小さく，水圧中心 l'_p も大

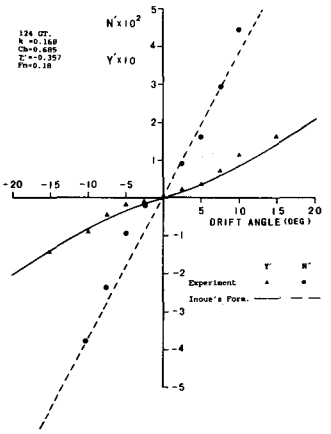

Fig. 6.3.1. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 124 GT. between experiments and Inoue's formula.

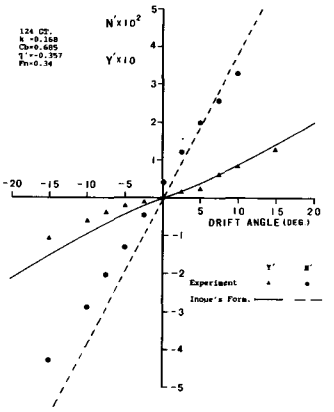

Fig. 6.3.2. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 124 GT. between experiments and Inoue's formula.

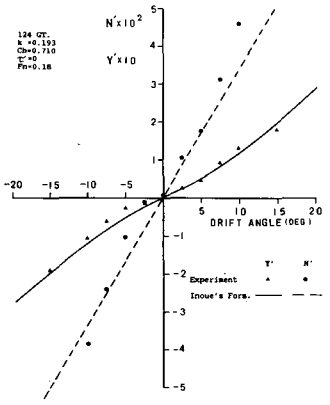

Fig. 6.4.1. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 124 GT. between experiments and Inoue's formula.

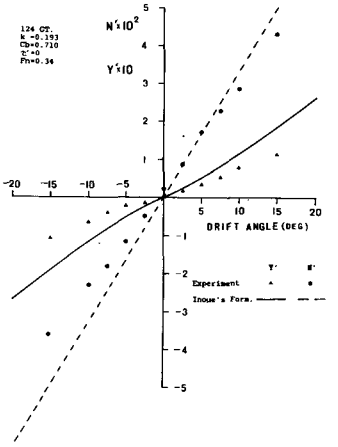

Fig. 6.4.2. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 124 GT. between experiments and Inoue's formula.

きく異なる。

96GT 船型においては，Y'_β では実験値が小さ目であり，N'_β では実験値は大き目である。従って水圧中心 l'_p も実験値の方が船首寄りにある。

124GT 船型においては，Y'_β, N'_β 共に実験値は少し小さ目であるが，l'_p は略よい一致をしている。

ま と め

漁船船型 3 隻について，排水量，トリム等を変えての斜航曳行実験を行い，井上の推定値と比較した。その結果，

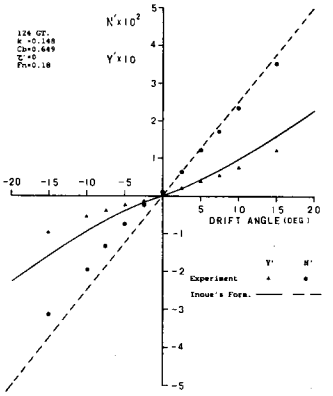

Fig. 6.5.1. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 124 GT. between experiments and Inoue's formula.

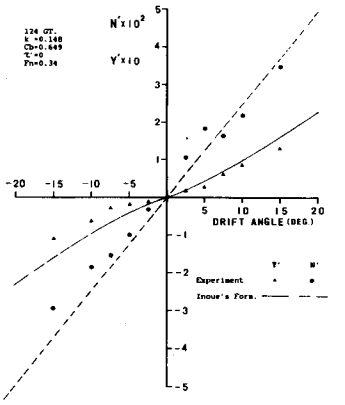

Fig. 6.5.2. Comparison of non-dimensional lateral force Y′ and yaw moment N′ for a model ship 124 GT. between experiments and Inoue's formula.

Table 6. *Comparison of hydrodynamic derivatives on 19GT. model ship between experiment and Inoue's formula.*

Fig. no.	Experiment						Inoue's formula		
	2.5 deg.			5 deg.					
	Y'_β	N'_β	lp'	Y'_β	N'_β	lp'	Y'_β	N'_β	lp'
4.1.1	0.444	0.0444	0.100	0.451	0.0515	0.114	0.519	0.180	0.347
4.1.2	0.444	0.0322	0.0726	0.477	0.0418	0.088			
4.2.1	0.487	0.0158	0.0324	0.516	0.0205	0.040	0.635	0.123	0.194
4.2.2	0.545	0.0172	0.0316	0.573	0.0203	0.035			
4.3.1	0.373	0.0573	0.154	0.423	0.0652	0.154	0.400	0.223	0.558
4.3.2	0.473	0.0566	0.120	0.473	0.0602	0.127			
4.4.1	0.450	0.0484	0.108	0.487	0.0545	0.112	0.541	0.190	0.351
4.4.2	0.487	0.0380	0.078	0.516	0.0559	0.108			
4.5.1	0.466	0.0186	0.040	0.502	0.0215	0.043	0.496	0.160	0.323
4.5.2	0.490	0.0158	0.032	0.602	0.0215	0.036			
4.6.1	0.438	0.0057	0.013	0.459	0.0129	0.028	0.469	0.150	0.320
4.6.2	0.516	0.0086	0.017	0.545	0.0129	0.024			

1) 井上の Y' に関する推定式は，概ね実験値と合うと言ってよいであろうが，横流れ角の小さいところで差があり，線形流力微係数 Y'_β の推定は大き目である。

2) 井上の N' に関する推定式は，19GT 船型を除いて概ね実験値と一致をみた。特に等吃水でよく一致した。しかし，実験値には横流れ角による非線形影響が強く現われ，井上の線形項だけでは推定が困難な個所も存在した。

3) 井上の推定には含まれない船速の影響は，Y', N' に認められたが，船型によりその傾向は

Table 7. *Comparison of hydrodynamic derivatives on 96GT. model ship between experiment and Inoue's formula.*

Fig. no.	Experiment						Inoue's formula		
	2.5 deg.			5 deg.					
	Y'_β	N'_β	lp'	Y'_β	N'_β	lp'	Y'_β	N'_β	lp'
5.1	0.171	0.241	1.41	0.348	0.215	0.618	0.501	0.168	0.335
5.2	0.201	0.189	0.941	0.416	0.163	0.391	0.576	0.138	0.240
5.3	0.459	0.152	0.331	0.530	0.136	0.257	0.651	0.107	0.164
5.4	0.430	0.122	0.283	0.573	0.102	0.179	0.726	0.077	0.106
5.5	0.344	0.152	0.442	0.516	0.133	0.258	0.613	0.085	0.139
5.6	0.272	0.186	0.685	0.473	0.148	0.312	0.495	0.095	0.192
5.7	0.348	0.165	0.474	0.490	0.130	0.266	0.575	0.063	0.110
5.8	0.248	0.122	0.491	0.517	0.097	0.188	0.656	0.030	0.046

Table 8. *Comparison of hydrodynamic derivatives on 124GT. model ship between experiment and Inoue's formula.*

Fig. no.	Experiment						Inoue's formula		
	2.5 deg.			5 deg.					
	Y'_β	N'_β	lp'	Y'_β	N'_β	lp'	Y'_β	N'_β	lp'
6.1.1	0.332	0.082	0.246	0.430	0.122	0.283	0.491	0.173	0.352
6.1.2	0.208	0.158	0.758	0.272	0.152	0.558			
6.2.1	0.344	0.070	0.202	0.416	0.109	0.262	0.606	0.121	0.200
6.3.1	0.344	0.133	0.387	0.373	0.143	0.384	0.373	0.215	0.576
6.3.2	0.267	0.191	0.714	0.330	0.192	0.582			
6.4.1	0.287	0.132	0.459	0.459	0.166	0.362	0.537	0.193	0.359
6.4.2	0.327	0.183	0.543	0.327	0.165	0.504			
6.5.1	0.330	0.097	0.295	0.344	0.116	0.337	0.438	0.143	0.327
6.5.2	0.287	0.158	0.549	0.315	0.160	0.510			

異なった。船速が大きくなると，19GT 船型では Y'_β は増大し，N'_β は減少，即ち，l'_p は減少，又，124GT 船型では Y'_β は減少し，N'_β は増大，即ち，l'_p は増大した。

4) 漁船船型の線形流力微係数 Y'_β および N'_β を精度よく得ることは，模型実験においても難しいが，井上の推定式だけでも困難と言えよう。

終りに臨み，供試模型船および計測器提供の御配慮により本水槽実験を可能に導いて戴いた漁船運用学講座の川島利兵衛教授ならびに天下井清講師に深く感謝致します。又，本研究遂行の原動力となった漁業学科四年学生　橋本浩典，吉田知史，伊藤直樹，太田勲　諸氏の協力に深甚なる感謝の意を表します。

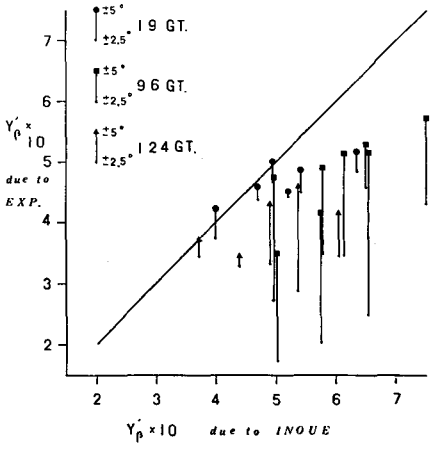

Fig. 7. Comparison of hydrodynamic derivative Y'_β between experiments and Inoue's formula ($F_n=0.18$).

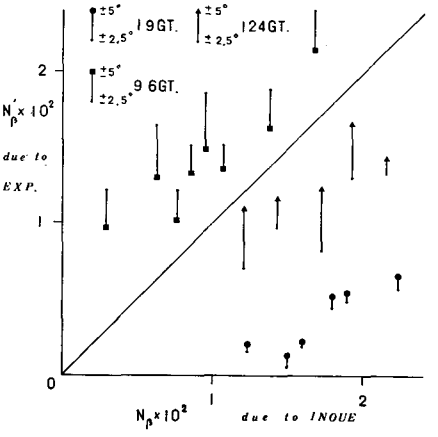

Fig. 8. Comparison of hydrodynamic derivative N'_β between experiments and Inoue's formula ($F_n=0.18$).

文　　献

1) 山崎恵一・藤野正隆・川村武男（1983）．自由表面上を航行する三次元物体に働く流体力について（第1報）．日本造船学会論文集 **154**
2) 井上正祐・平野雅祥・平川雄二・向井一浩（1979）．等吃水船体の操縦微係数について，西部造船会会報 **57**
3) 井上正祐・貴島勝郎・森山文雄（1978）．トリム時の船体操縦微係数の推定．西部造船会会報 **55**
4) 井上正祐・平野雅祥・向井一浩（1979）．操縦時船体に働く横力・モーメントの非線形項について．西部造船会会報 **58**
5) 仲渡道夫・小瀬邦治・長谷川和彦・多田納久義（1978）．漁船船型の特異な操縦性能とその改善について．日本造船学会論文集 **143**
6) 日本造船研究協会第17基準研究部会（1975, 1976, 1977）．小型漁船の復原性能に関する調査研究．研究資料 No.（**91R, 99R, 108R**）
7) 元良誠三・藤野正隆・小柳雅志郎・石田茂資・島田和彦・牧岳彦（1983）．ブローチング現象発生機構に関する考察．日本造船学会論文集 **150**
8) Rihei Kawashima, Yasuyuki Yamakoshi and Kiyoshi Amagai (1982). Safety of fishing Vessels by means of experiments in wind waves. Proceedings of second international conference on stability of ships and ocean vehicles, Tokyo, Oct. 1982