

## 6. 高速艇の波浪中運動性能の研究 (第3報)

### STUDY OF MOTIONS OF HIGH SPEED BOATS IN A SEAWAY (3rd Report)

高速艇研究委員会\*  
Research Committee on High Speed Boat

The experimental data from a systematic study of high speed boat models by G. Fridsma were discussed along with the results calculated by strip method.

And taking account of conclusion from our 1st report we are sure that the motions of high speed boat calculated by strip method give good agreement with experimental data for  $F_n < 0.5$ , but not always for higher Froude number.

#### まえがき

第1報、第2報において高速艇の規則波中運動性能を説明していくために、正面規則波中水槽試験および強制動揺試験を実施し、それらから得られた結果とストリップ法により求めた値とを比較したが、実験および計算の対象とした船型はほぼ一貫して同一船型の魚雷艇模型であった<sup>1)</sup>。このため船型が変化した場合、波浪中の船体運動はどのように変わるのか、またストリップ法に対する結論はどの程度一般性があるかについては明瞭ではなかった。

さて、高速艇船型の波浪中水槽試験の実験例は比較的少ないが、G. Fridsma は単純船型について系統的に  $L/B$ 、

deadrise angle 等を変化させ正面規則波中のデータをまとめている<sup>2)</sup>。その結果は船型の変化による波浪中船体応答の影響に対して一つの示唆を与えている。

そこで、本報告ではこの結果を再整理するとともにストリップ法を用いて船体運動を計算し実験値との比較を

Table 1 Nomenclature

|                        |                                             |
|------------------------|---------------------------------------------|
| $A$                    | midship section area                        |
| $b$                    | half beam of planing surface                |
| $C_d$                  | load coefficient ... $(d/\rho \cdot b^3)$   |
| $d$                    | draft                                       |
| $LCG$                  | longitudinal center of gravity ... (% $L$ ) |
| $\kappa$               | pitch gyradius ... (% $L$ )                 |
| $k$                    | wave number ... $(2\pi/\lambda)$            |
| $F_n$                  | Froude number ... $(V/\sqrt{L \cdot g})$    |
| $g$                    | acceleration of gravity                     |
| $\zeta_a$              | wave height                                 |
| $Z_a$                  | double amplitude of heave motion            |
| $\theta_a$             | double amplitude of pitch motion            |
| $L$                    | model hull length                           |
| $L_w$                  | water-line of model hull length             |
| $\lambda$              | wave length                                 |
| $A_{\dots \text{bow}}$ | acceleration at bow                         |
| $A_{\dots \text{cg}}$  | acceleration at center of gravity           |
| $\beta$                | deadrise angle                              |
| $\tau$                 | trim angle                                  |
| $\tau_0$               | static smooth-water trim angle              |
| $\rho$                 | mass density of fresh water                 |
| $\Delta$               | displacement of model                       |

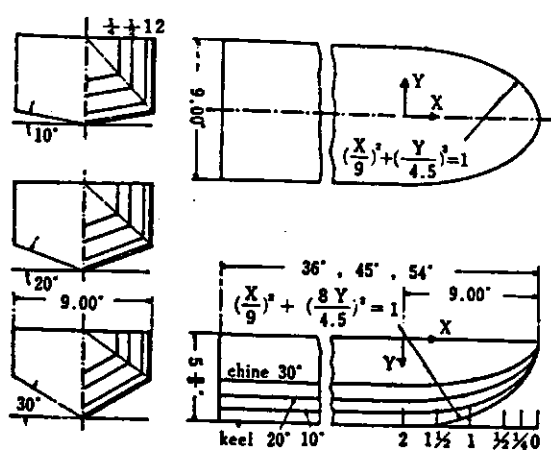


Fig. 1 Lines of model

\* 別所正利 BESSHO Masatoshi  
防衛大学校 Defense Academy  
\* 小松正彦 KOMATSU Masahiko  
防衛庁第1研究所 Meguro Towing Tank, Defense Agency

行い、船型の船体運動に及ぼす影響およびストリップ法  
の高速艇への適用性について検討を行った。

## 1. 実験および計算の概要

模型船は Fig. 1 に示すように deadrise angle  $\beta$  がそれ  
ぞれ  $10^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $30^\circ$  の柱状模型であり、このうち  $\beta=20^\circ$   
の模型についてはさらに  $L/B$  を 4.0, 5.0, 6.0 の 3 種に  
変化させてある。

実験状態はフルード数を各模型について 0.596, 1.191,  
1.787 の 3 種とし、また、 $\beta=20^\circ$  のものについては排水  
量を 3 通り、トリムを 3 とおり変化させている。実験状  
態の詳細は Table 2 に示すとおりである。

計算は基本的には O. S. M. (Ordinary Strip Method)  
であるが、流体力に関する項には平板の流体力を用い  
た<sup>1)2)</sup>。また、計算上の動揺中心位置は静止時の喫水位置  
とした。なお記号の意味は Table 1 に示した。

## 2. 実験値および計算値について

Fig. 2 は deadrise angle および速度の船体運動に与え  
る影響を示したものである。フルード数が 0.596 では縦  
揺れ、上下揺れともに計算値は実験値とかなり良く一致  
している。フルード数が 1.191 になると、縦揺れ、上下  
揺れともに計算値は波長船長比の小さい部分で実験値よ  
りもかなり小さく、また波長船長比が 2~3 の範囲で計  
算値は実験値よりも高くなりピークをなしている。フル  
ード数が 1.787 の計算値についても deadrise angle が  $10^\circ$   
のものを除くと、フルード数が 1.191 の傾向とほぼ同様

である。ただし、計算値のピークの位置は波長船長比の  
大きい方へ移動している。計算値の速度に対する以上の  
結果は第 1 報の結果の傾向とも一致している。

deadrise angle の運動に及ぼす影響はフルード数が  
0.596 および 1.191 はそれ程顕著ではない。フルード数が  
1.787 でも deadrise angle が  $20^\circ$  と  $30^\circ$  のものについては  
さ程の差はないが、deadrise angle が  $10^\circ$  の場合、縦揺れ  
の実験値の全波長船長比を通じて極端に大きくなってい  
る。Fridsma<sup>3)</sup> は deadrise angle  $10^\circ$  の運動の激しい状  
態に fly over という表現を用いている。

また加速度についてもフルード数が 0.596 の場合、運  
動と同様に計算値は実験値と良く一致している。しかし  
フルード数が 1.191 および 1.787 でしかも波長船長比が小  
さい範囲では加速度は実験値は計算値よりも極端に大き  
な値を示している。

加速度に対する deadrise angle の影響は速度が高いほ  
ど大きくなっている。フルード数が 1.191 では波長船長  
比の小さい領域で小さな deadrise angle ほど加速度は大  
きくなっている。さらに、速度が高くなり、フルード数  
が 1.787 になると、波長船長比全体にわたってこの傾向  
はさらに強まる。

以上のようにフルード数が高くしかも波長船長比の小  
さい場合、また deadrise angle の小さい模型の場合、加  
速度が大きな値となるのは船体が非線型な流体力を受け  
ているためと思われる<sup>3)</sup>。

次に Fig. 3 に運動の  $L/B$  による影響を示した。  $L/B$   
による影響についてはフルード数が 1.191 の場合のみで

Table 2 Configurations

| SYMBOL | $L/2b$ | $\beta$<br>(deg) | $C_d$ | LCG<br>(%L) | $\tau$<br>(deg) | $\kappa$<br>(%L) | $\tau_0$<br>(deg) | $F_s$ |
|--------|--------|------------------|-------|-------------|-----------------|------------------|-------------------|-------|
| A      | 5      | 20               | 0.608 | 59.0        | 4               | 25.1             | 0.86              | 1.191 |
| B      | 5      | 20               | 0.608 | 62.0        | 4               | 25.5             | 1.50              | 1.787 |
| C      | 5      | 20               | 0.608 | 61.5        | 4               | 25.3             | 1.40              | 0.596 |
| D      | 5      | 20               | 0.608 | 67.5        | 6               | 26.5             | 2.70              | 0.596 |
| E      | 5      | 20               | 0.608 | 65.5        | 6               | 26.2             | 2.30              | 1.191 |
| F      | 5      | 20               | 0.912 | 58.0        | 6               | 20.4             | 1.00              | 1.191 |
| G      | 5      | 20               | 0.912 | 58.0        | 5               | 20.4             | 1.00              | 1.787 |
| H      | 5      | 10               | 0.608 | 62.0        | 4               | 25.6             | 1.36              | 0.596 |
| I      | 5      | 10               | 0.608 | 59.5        | 4               | 25.0             | 0.84              | 1.191 |
| J      | 5      | 10               | 0.608 | 68.0        | 4               | 26.2             | 2.90              | 1.787 |
| K      | 5      | 30               | 0.608 | 61.0        | 4               | 24.7             | 1.40              | 1.191 |
| L      | 5      | 30               | 0.608 | 62.5        | 4               | 24.9             | 1.64              | 0.596 |
| M      | 5      | 30               | 0.608 | 60.5        | 4               | 24.8             | 1.20              | 1.787 |
| N      | 6      | 20               | 0.608 | 64.5        | 4               | 24.8             | 1.56              | 1.191 |
| O      | 6      | 20               | 0.912 | 60.0        | 4               | 20.0             | 1.10              | 1.191 |
| P      | 4      | 20               | 0.631 | 52.5        | 4               | 23.7             | -1.40             | 1.191 |

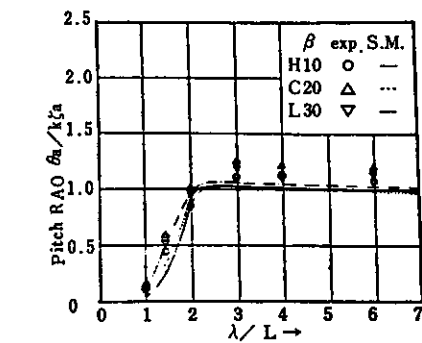
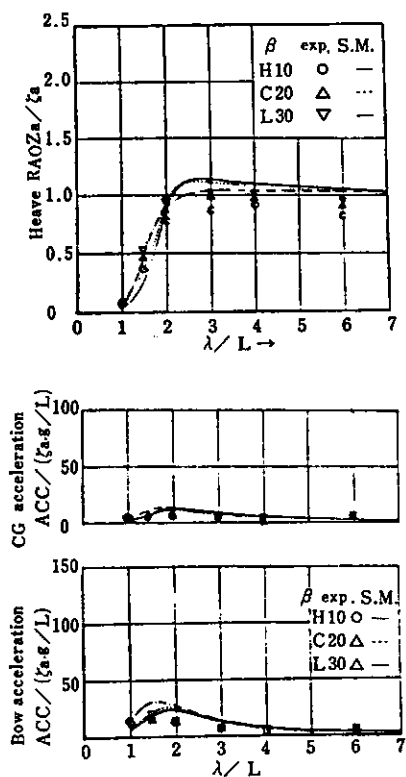


Fig. 2-1 Effect of deadrise angle  
( $F_n = 0.596$ ,  $L/2b = 5$ ,  $\tau = 4$ ,  $C_d = 0.608$ )

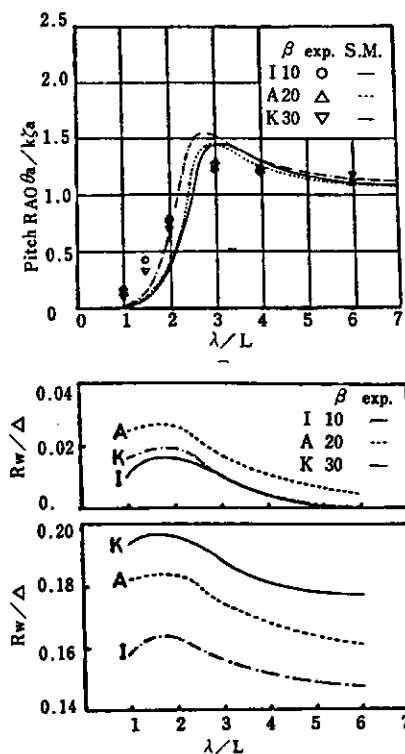
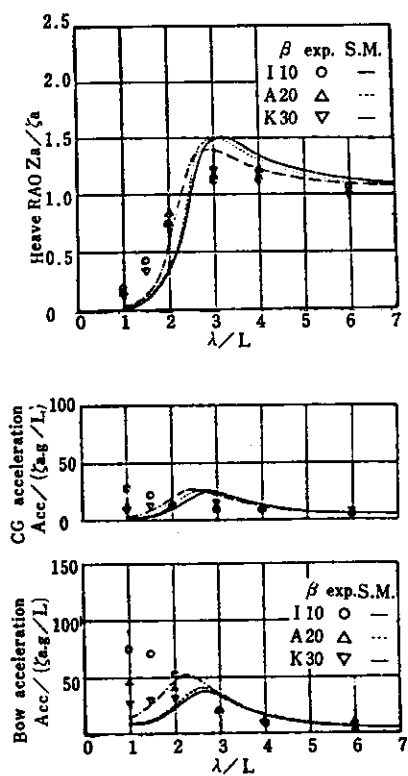
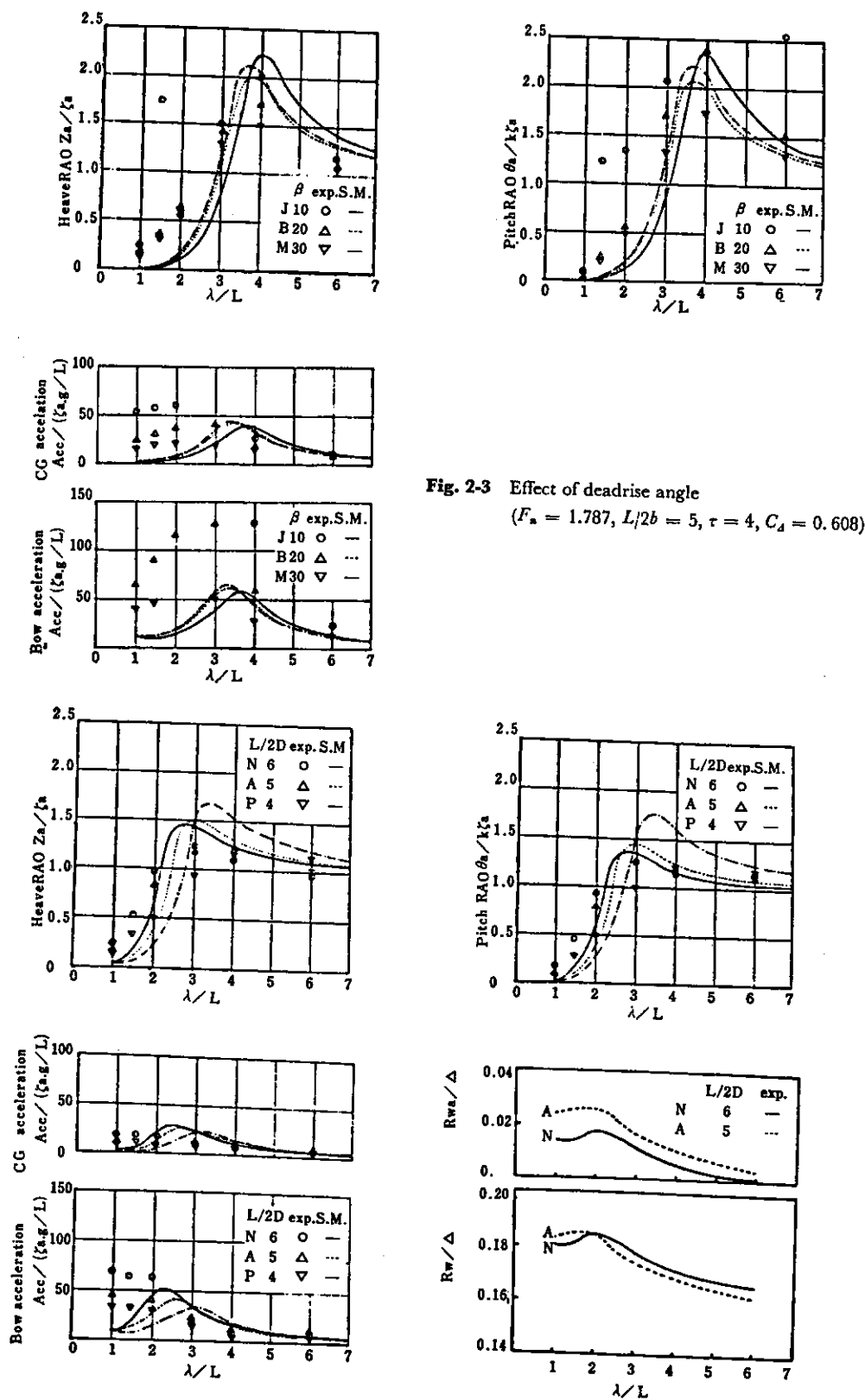


Fig. 2-2 Effect of deadrise angle  
( $F_n = 1.191$ ,  $L/2b = 5$ ,  $\tau = 4$ ,  $C_d = 0.608$ )



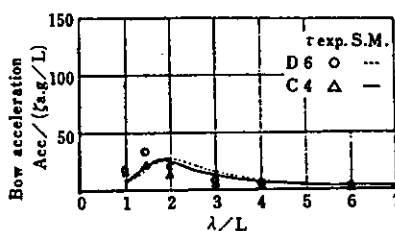
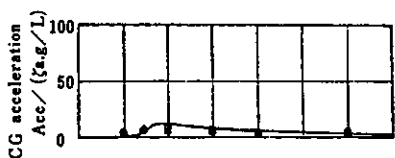
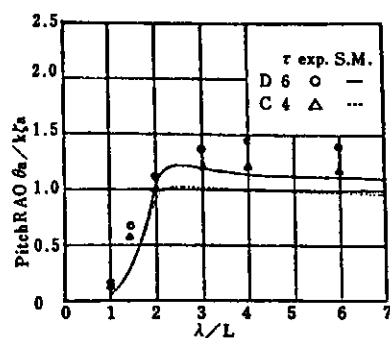
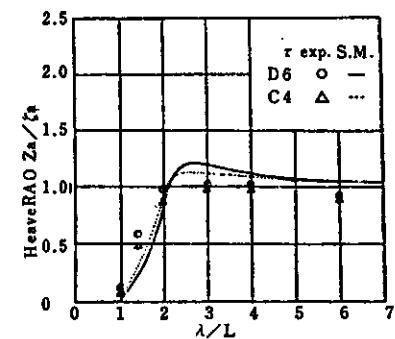


Fig. 4-1 Effect of trim

( $F_n = 0.596$ ,  $\beta = 20$ ,  $L/2b = 5$ ,  $C_d = 0.608$ )

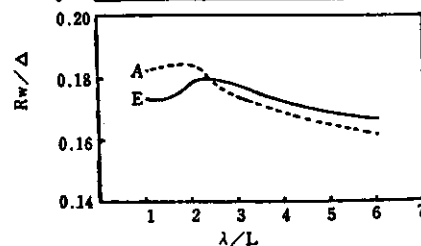
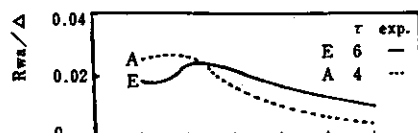
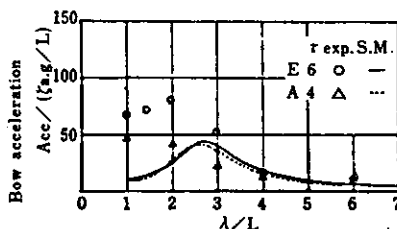
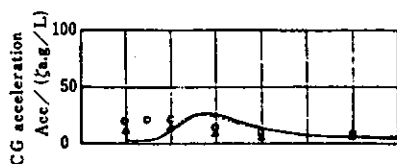
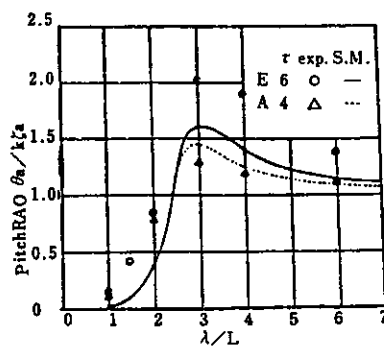
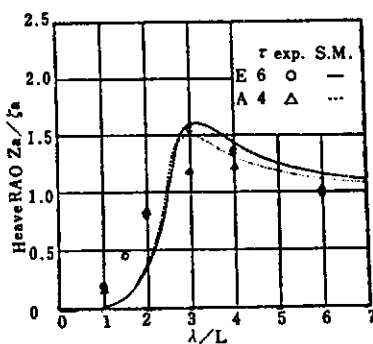


Fig. 4-2 Effect of trim

( $F_n = 1.191$ ,  $\beta = 20$ ,  $L/2b = 5$ ,  $L/26 = 5$ ,  $C_d = 0.608$ )

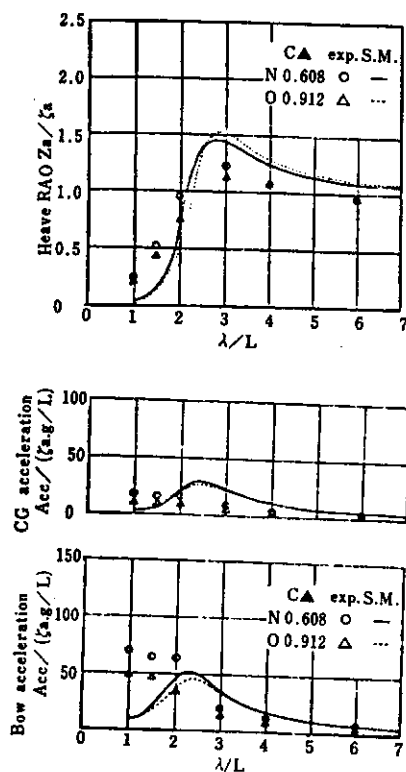


Fig. 5-1 Effect of load  
( $F_n = 1.191$ ,  $\beta = 20$ ,  $L/2b = 6$ ,  $\tau = 4$ )

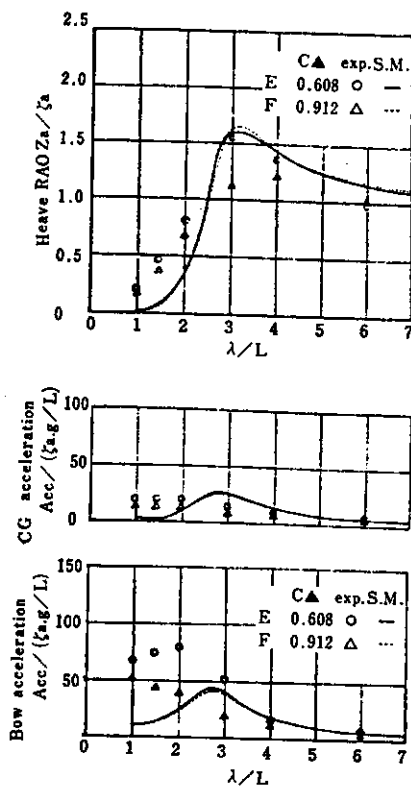
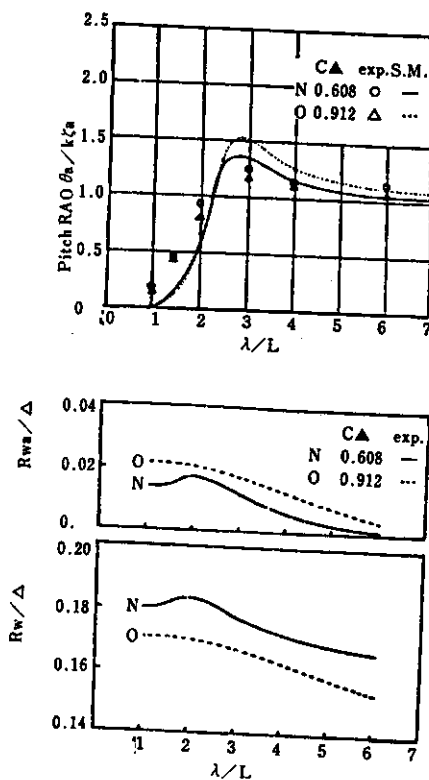
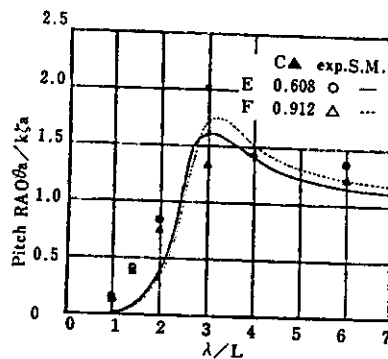


Fig. 5-2 Effect of load  
( $F_n = 1.191$ ,  $\beta = 20$ ,  $L/2b = 5$ ,  $\tau = 6$ )



あるため、一概に言うことはできないかも知れないが、 $L/B$  の大きい模型は波長船長比が小さな範囲では縦揺れ、上下揺れ、加速度ともに  $L/B$  の小さな模型よりも大きくなっていて、前者の運動、加速度が後者のものより小さくなるかあるいは同程度になるのは長波長の領域に入ってからである。計算値は定性的にはこの傾向を説明しているようである。

トリムが変化した場合の影響については、フルード数が 0.596 および 1.191 の 2 状態を Fig. 4 に示した。図中のトリム  $\tau$  は、初期トリムではなく平水中を波浪中と同一速度で航走したときのトリムを表わしているが、 $\tau$  が大きい場合、表に示すように初期トリムも大きくなっている。トリム角が大きい場合、波長船長比全体にわたってトリム角の小さな場合よりも運動、加速度ともに大きくなっている。計算値は既に述べたように初期トリムの状態を動揺中心と仮定して行っているが、波長船長比の小さい部分を除いて実験値の傾向とよく一致している。またこれらのことは強制動揺試験の結果が裏付けている<sup>2)</sup>。

Fig. 5 は  $L/B$ , deadrise angle およびトリム角を一定とした場合、排水量の変化が運動に及ぼす影響を示している。実験値は排水量の大きくなるほど運動、加速度ともに小さくなっているが、計算値は必ずしもこの傾向に一致していない。

### 3. 結 論

V 型柱状模型の規則波中試験結果およびストリップ法

による計算結果をまとめると次のようになる。

(1) ストリップ法による計算値はフルード数が 0.5 付近までは定量的にも実験値と良く一致している。フルード数が 1.2 程度までも定性的には船体運動を説明しているが、波長船長比の小さな範囲での加速度については実験値とかなりの隔たりがある。

(2) (1)の結果は船型の異なる第 1 報の結果と照らし合せて見ると、ストリップ法の高速艇船型への一般的な結論と言えそうである。

(3) 速度の船体運動に与える影響は大きい。また、フルード数が高い場合 deadrise angle の増加は加速度を軽減する方向にある。

(4) トリム角は小さい方が運動、加速度ともに小さくなる。

(5) 排水量は大きいほど運動、加速度とも小さくなる傾向がある。

(6)  $L/B$  については波長船長比が小さな範囲で、 $L/B$  が大きい方が運動、加速度ともに大きくなる。

### 参 考 文 献

- 1) 別所, 小松: 高速艇の波浪中運動性能の研究 (第 1 報, 船舶用軽金属委員会第 14 回報告書)
- 2) 別所, 小松: " (第 2 報, 第 15 回 " )
- 3) Gerard Fridsma; A Systematic Study of the Rough-Water Performance of Planing Boats, Davidson Laboratory Report 1275, '69.