

自己昇降式海上作業台船 (マット付) 模型の 波浪中曳航試験

菅井 和 夫*

Towing Tests on a Model of a Self Elevating Offshore Platform in Waves

By

Kazuo Sugai

Abstract

Towing tests on a model of a self elevating offshore platform ship with a large mat under water were carried out both in still water and in waves. The towing tensions, the motions and the behaviour of the model under the towing condition were measured. The result shows that the resistance of the platform in waves can be estimated by adding the increment of the resistance which is proportional to the square of the wave height to the resistance in still water.

1. ま え が き

石油掘削用海上作業台船は、建造後作業海域まで相当長距離の輸送を必要とし、また作業海域にあっても短距離の移動をしばしば行なわなければならない。こうした移動は曳船によって行なわれるが、曳航に必要な馬力を推定する資料は極めて少ない。加えて、海上作業台はあたかも四角い板を浮かべたような形状のものが多く、波浪中での漂流力が大きい。とくに本自己昇降式海上作業台のごとく水中に巨大なマットを有するものではこれが甚しい。したがって、こうした作業台を安全に移動させるには、静水中における曳航力を考慮するだけでは不十分で、予想される波浪に対しても十分な曳航力を確保するものでなければならない。今回、模型による自己昇降式海上作業台船の波浪中曳航試験を行なったので、ここにその概要を報告し曳航力推定の資料としたい。

2. 供試模型, 試験状態, 試験方法

供試模型は、図 1 に示すごときもので実機を 1/50

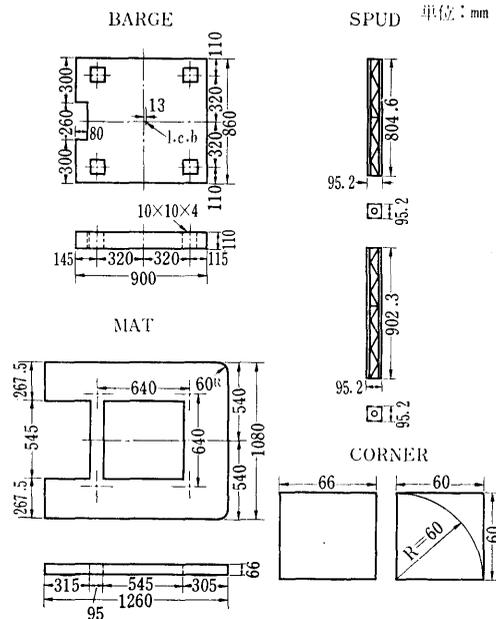


図 1

* 運動性能部
海洋開発工学部 (併任)
原稿受付 昭和 46 年 4 月 10 日

に縮尺したものである。バージは木製、マットはプラスチック製であり、スパッドは金属製である。実機と

表 1

	Model	Actual
Barge		
Length	0.900 m	45.0 m
Breadth	0.860 m	43.0 m
Height	0.110 m	5.5 m
Mat		
Length	1.260 m	63.0 m
Breadth	1.080 m	54.0 m
Height	0.066 m	3.3 m
Spud		
Length	0.095 m	4.76 m
Breadth	0.095 m	4.76 m
Height	1.707 m	85.35 m
Structure	Lattice Type	
Number of Spud	4	

表 2

Condition		Model	Actual
Ocean Towing	Displacement	61.66 kg	7,900 ton
	Draft	0.004 m	0.21 m
	KG	0.49 m	24.5 m
	L. Rad. of Gyration	0.83 L	
Field Towing	Displacement	70.63 kg	9,050 ton
	Draft	0.017 m	0.86 m
	KG	0.44 m	22.0 m
	L. Rad. of Gyration	0.74 L	

模型の主要目を表 1 に示す。

試験は、表 2 に示すごとく Ocean Towing と Field Towing の 2 つの状態を対象に行なわれた。すなわち、静水中曳航試験は、上記 2 状態について、イニシャルトリムを 2 種、またマットの corner の形状を 2 種変えて行なわれた。波浪中曳航試験は、Field Towing 状態でマットの corner が round の場合のみについて、イニシャルトリムを 2 種、また波の種類を数種変えて行なわれた。これらの試験項目を総括すると表 3 に示すごとくである。

試験は、船舶技術研究所の動揺水槽で行なわれた。試験方法は図 2 に示すごとくである。すなわち、曳航方式は重力式といわれるものである。曳航点はバージ前面の中央上端であった。曳航中の姿勢の変化、運動等はポテンシヨ式の変位計で測定した。

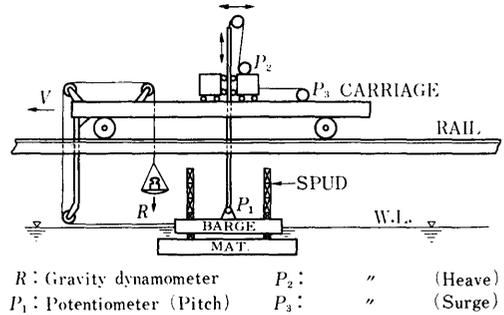


図 2

3. 静水中曳航試験

図 3 は、Ocean Towing 状態での静水中曳航試験結果を示したものである。図 5 は、同じく Field Tow-

表 3

試験項目	試験状態	トリム	マットコーナー	波 浪	曳航速度
静水中曳航試験	Ocean Towing	0m および 2m	円および角		$F_N=0.08\sim 0.22$
	Field Towing	0m および 2m	円のみ		
波浪中曳航試験	Field Towing	0m	円のみ	$\lambda/L=3.50, h_w/\lambda=1/50$	$F_N=0.08\sim 0.22$
				" , " = 1/40	
				" , " = 1/30	
				$\lambda/L=1.73, "$ = 1/30	
		2m	円のみ	$\lambda/L=2.40, "$ "	
				$\lambda/L=3.50, "$ "	

ing 状態での結果を示したものである。全抵抗係数は普通の船型とは比べものにならない程大きい、これは幅が広くかつ流線型からは程遠い形状から容易に想像されるところである。すなわち、全抵抗の中で形状

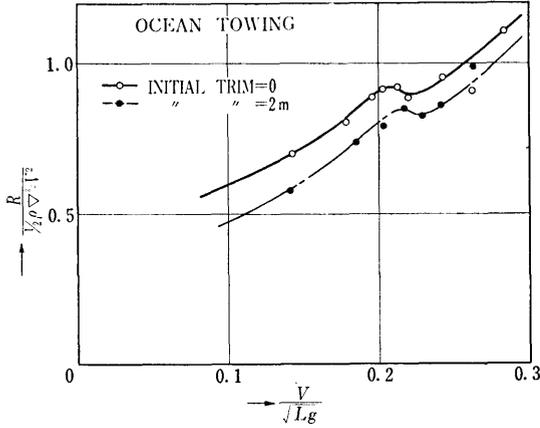


図 3

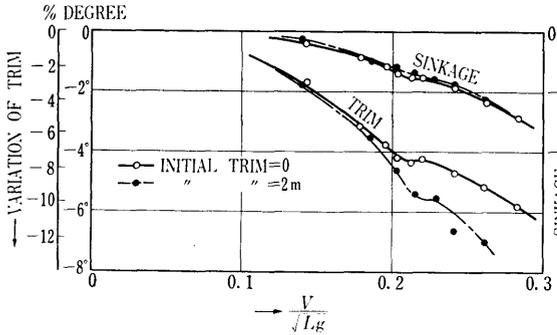


図 4

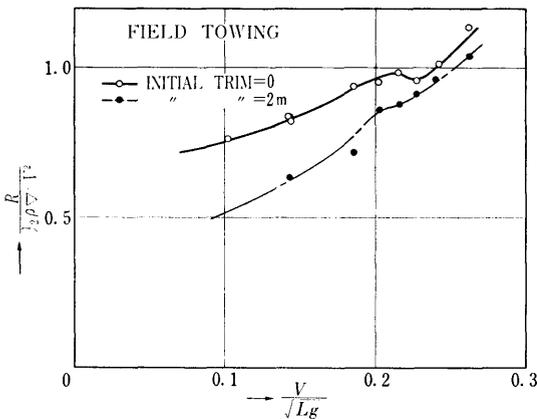


図 5

抵抗の占める割合が非常に大きいものと考えられる。しかしながら、フルード数が0.2を少し超えた辺りに hump が現れていることから、高速ではやはり造波抵抗もかなりの割合になるものと想像される。

図 4 は Ocean Towing 状態での、また図 6 は Field Towing 状態での曳航中の姿勢の変化を示したものである。ここでトリム正は by stern をまた負は by stem をあらわす。図でみるように、曳航中の姿勢の変化は相当に激しいが、とくに問題になるのは速度の上昇とともに現れる甚しい前トリムである。前トリムが大きくなると船底でも剝離を起すためますます形状抵抗を大きくする傾向にあると思われる。これを軽減するため、あらかじめイニシャルトリムを与えておくことが考えられる。こうした試験結果は、各図に黒の実験点で示す通りである。イニシャルトリム零の場合（白の実験点）に比べると、フルード数0.2以下の低速では全抵抗係数がかなり低下しているのがわかる。とくにフルード数 0.15 附近で全抵抗係数が大幅に低下し

ているのは、この附近で航走により発生する前トリムの傾向がイニシャルにつけられた後トリムを丁度打消す姿勢、すなわち even keel の姿勢で曳航されることになるからであろう。

図 7 は、Ocean Towing 状態でマットの corner が角張った場合につき静水中曳航試験結果を示したものである。図 8 は、同状態での曳航中の姿勢の変化を示したものである。図 9 は、全抵抗係数をマットの corner が円い場合と比較したものである。この図から、低速ではマットの corner を円くしても効果が殆んど見られないが、フルード数が0.2を超えるとかなり有利になることがわかる。

4. 波浪中曳航試験

波長対船長比 λ/L を 3.5 とし、波高対波長比 h_w/λ を 1/50, 1/40, 1/30 の 3 種に変化したときの Field Towing 状態に対する波浪中曳航試験結果を図 10 に示す。この図で、波浪中の抵抗増加分

$$\Delta R = R_w - R_s, \quad R_w: \text{波浪中の全抵抗}$$

$$R_s: \text{静水中の全抵抗}$$

を求め、これを $1/2 \rho g L h_w^2$ で割って無次元化したものを図 11 に示す。このようにして無次元化した波浪中抵抗増加は、曳航速度によらずほぼ一定の値を示し、またその値は波高の変化に対しても有意な差は認められなかった。いいかえれば、あるきまった波長の波に

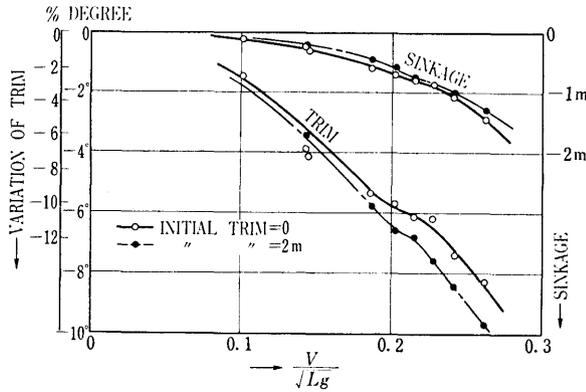


図 6

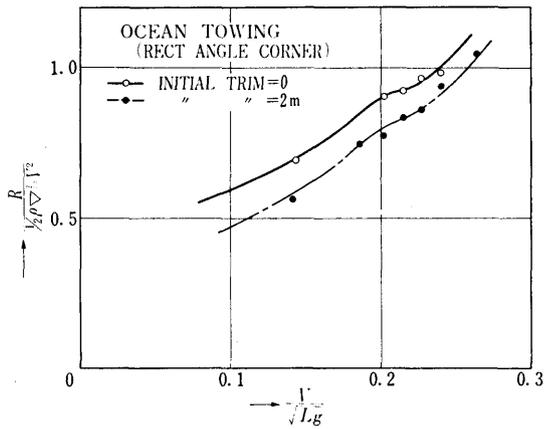


図 7

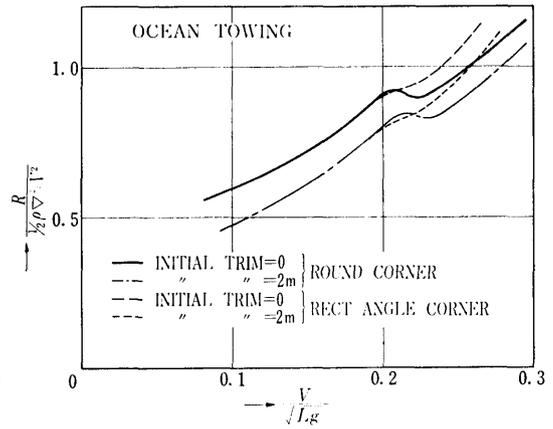


図 9

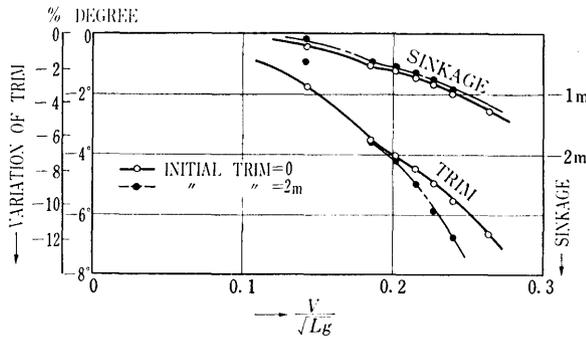


図 8

対して、波浪中の抵抗増加の絶対値は曳航速度によらず波高の自乗に比例することがわかった。

一方、波浪中を曳航中に現れる上下揺、縦揺などの運動の無次元値 z/ζ , $\theta/k\zeta$ (ζ は半波高, k は波数)

を図 12 に示す。この図から、これらの無次元値は速度によらずまた波高にもよらない。すなわち、上下揺、縦揺の絶対値は波高に比例していることがわかる。図 13 は、上記上下揺および縦揺の振幅の中心すなわち波浪中を曳航した場合の平均的な姿勢の変化を示したものである。同図中には比較のため静水中を曳航した場合の姿勢の変化が曲線で示されているが、これから波浪中を曳航した場合の平均的な姿勢の変化は、静水中での姿勢の変化よりやや少なくなるが、order 的には静水中の姿勢の変化をとってもよいことがわかる。

図 14 は、 λ/L を変化した場合の波浪中抵抗増

加の様子を図 11 と同じように無次元表示で示したものである。ここで置かれた各点は、たとえば図 11 に曳航速度の影響がないものとして水平に引かれた実線で代表されたように、それぞれの波に対するいろいろな曳航速度の測定点の平均的な値をとっている。この図から、波浪中抵抗増加の無次元値には $\lambda/L=2.5$ 附近に山が現れることがわかる。実験点はかなり粗いものであるが、この図から波浪中抵抗増加の大要を掴むことができよう。さらに詳しく実験を行えば、 λ/L の変化につれてこの曲線に多少の凹凸が加わることになるかも知れない。しかしながら、本実験では速度零における波浪中の試験結果¹⁾ から漂流力が大きく現れる点をねらって実験点としたが、漂流力が波浪中の抵抗増加に対して支配的であることから、図 14 の曲線から推定される波浪中の抵抗増加には under esti-

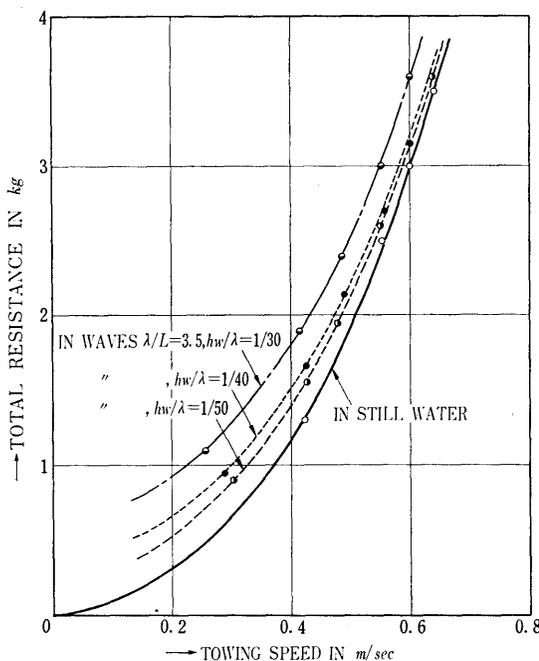


図 10

mate の危険性は少ない。

図 15 は、 λ/L を変化した場合の上下揺および縦揺の応答を示したものである。この図から、上下揺、縦揺ともに一般船舶に比べると遙かに小さく、とくに $\lambda/L=2.0$ 以下では極端に小さいことがわかる。また、無次元振幅応答は、波長が長くなると当然 1.0 に近づくが、その近づき方は一般船舶に比べると遙かに長波長の方に片寄っているのがわかる。以上のような特異な運動を示すのは、おそらく水中にある巨大なマットの影響によるものと考えられる。

図 16 は、波浪中で曳航する場合、イニシャルトリムの全抵抗に対する影響を示したものである。波高が小さい場合には、静水中を曳航する場合と同様にイニシャルトリムを適当につけた方が低速における全抵抗をかなり軽減することができる。しかしながら、波高が大きくなるとイニシャルトリムをつけたメリットはあまり目立たなくなるようである。

5. む す び

本実験により、水中に巨大なマットを有する自己昇

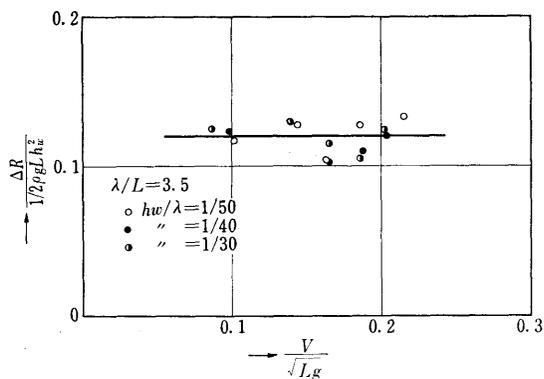


図 11

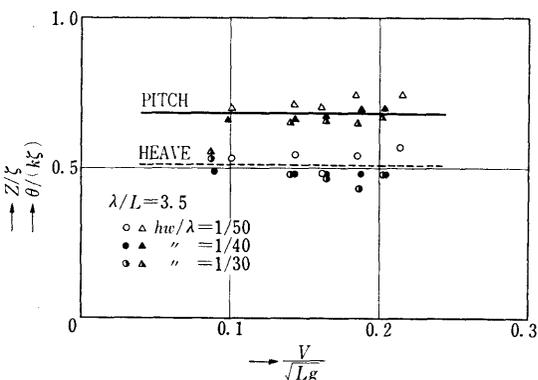


図 12

降式海上作業台船を波浪中で曳航するとき、どのような運動をし、またどの程度の曳航力を必要とするかを、おおよそ推定できるようになった。もちろん、尺度影響を含め海洋構造物の模型試験法が確立されていない現在、模型試験から直ちに実機の対応値を正確に求めるには無理があるが、大要を把握する意味において資料として役立てば幸である。

なお、本研究の一部は川崎重工業株式会社よりの受託試験によることを附記する。

参 考 文 献

- 1) 安藤定雄; “自己昇降式海上作業台(マット付)の波浪中動揺試験” 船研報告第7巻第6号, (昭和45年11月)

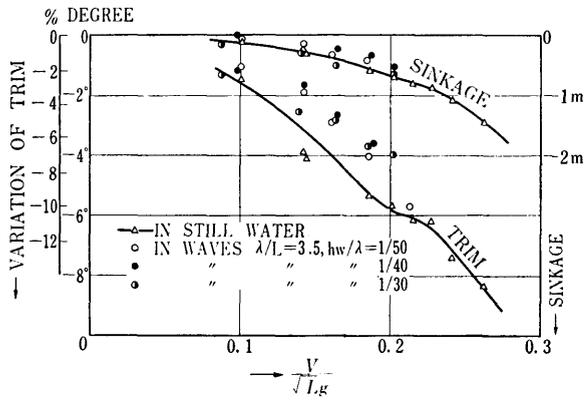


图 13

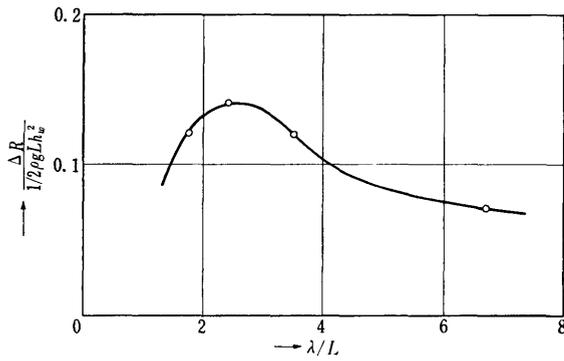


图 14

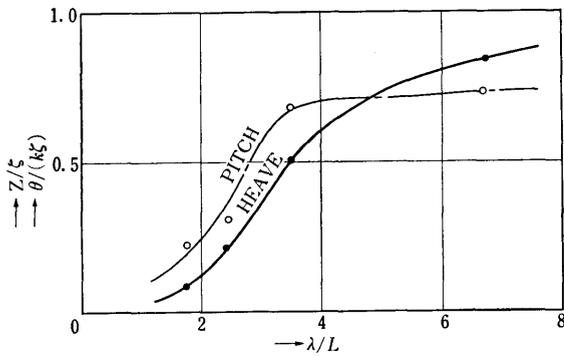


图 15

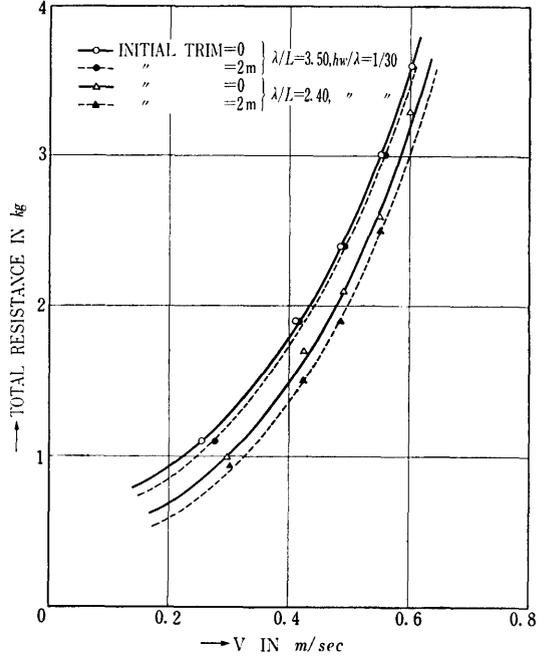


图 16