

港灣技研資料

TECHNICAL NOTE OF
PORT AND HARBOUR TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF TRANSPORTATION, JAPAN

No. 11

April, 1964

海竜丸浚渫試験報告（第2報）

宮井登志男
高砂 忠
木原 純考
須川 哲男

笹谷 哲也
宮田 康弘
守口 照明

昭和39年4月

運輸省港灣技術研究所



海龍丸浚渫試験報告

§ 1 ま え が き	2
§ 2 実 船 試 験	2
2.1 供試船の要目	2
2.2 計 測 方 法	2
2.3 計 測 内 容	3
§ 3 各抵抗算出の為の基礎資料	4
3.1 推進器単独性能曲線	4
3.2 推進関係の各係数	5
§ 4 試験結果とその検討	5
4.1 掘 削 抵 抗	5
4.2 自由航行時船体抵抗	14
4.3 自由航行時所要馬力	14
4.4 ドラグヘッド及びボールジョイント吊索張力	14
4.5 ドラグヘッド吊索緊張装置の性能	15
§ 5 他の実験結果との比較検討	16
5.1 海上公試成績との比較検討	16
5.2 模型実験との比較検討	17
§ 6 あ と が き	17

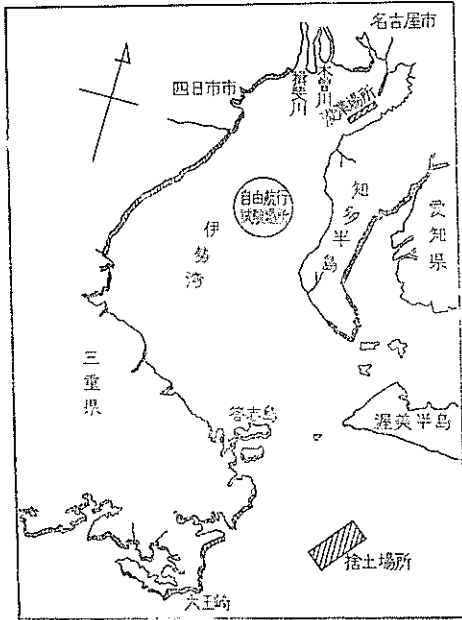


図-3 海竜丸の浚渫及び試験地点(名古屋)を調査した。

風速計により計測した。

(2) 自由航行時船体抵抗試験

自由航行時の船体抵抗試験は〔図-3〕に示すごとく名古屋港外伊勢湾上で行なつた。

試験の内容は、载荷状態を満載と軽荷の2とおりの状態とし、それぞれの载荷状態において、ドラブアームの傾斜角を水面に対して45°、35°、25°および撓上状態の4とおりとし、各ドラブアーム傾斜角の状態ごとに、推進器の回転数を100、150、200、250 r. p. m. の4種類の回転数にそれぞれ整定させて計測を行なつた。計測方法は浚渫時試験における時と同様である。その他名古屋港における浚渫時の試験には、ドラブヘッド吊索緊張装置のアクムレーター圧力を21 kg/cm²、16.5 kg/cm²、12 kg/cm²の3とおりに変化させて浚渫性能におよぼす影響や、浚渫ポンプ含泥率の調査をした。又自由航行時の試験にはドラグヘッドおよびボールジョイントの吊索張力を計測し、船速によるドラブアームに加わる力の変化

§ 3 各抵抗算出の為の基礎資料

3.1 推進器単独性能曲線

海竜丸の推進器の主要目は、(2.1)に述べたごとくであるが本試験においては、抵抗を求めるにあつて、推進器推力を単独性能曲線より計算によつて求める方法をとつたので、出来得る限り正確に推進器単独性能曲線を推定しなければならないので、下記のごとき方法によつて海竜丸推進器の単独性能曲線を求めた。

すなわち、基礎曲線として運研 Modifid AU 型 4-40 および 4-55 のプロペラ図表より外挿法に展開面積

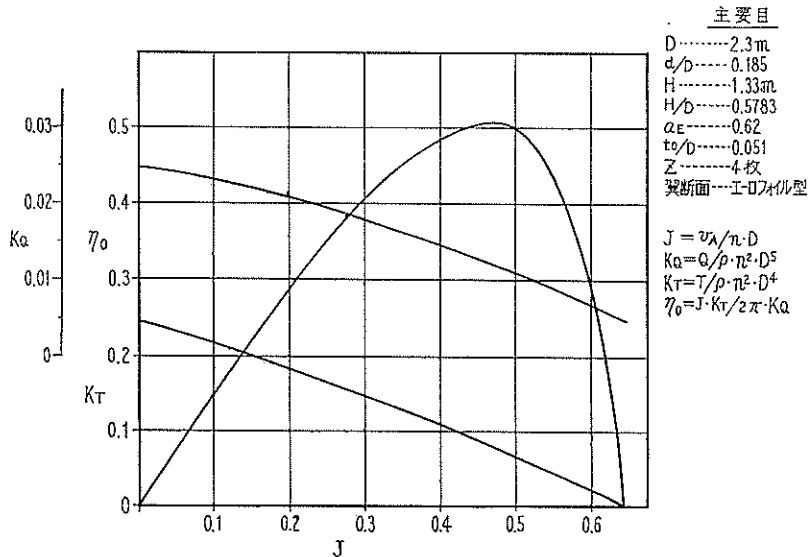


図-4 海竜丸推進器単独性能曲線

比0.62の曲線を求め、ボス比の相異については矢崎氏の修正図表により、翼厚巾比の相異については、谷口氏の修正図表により、又外挿法による誤差の修正には矢崎氏の図表により、さらに、翼断面型状が後縁にウォッシュバックを有する型であるので、有効ピッチ比の減少量を1.6%として、上記修正をそれぞれ行ない〔図-4〕のごとき単独性能曲線を求め、各抵抗算出のための基礎資料とした。

3.2 推進関係の各係数

(1) 推進器関係係数

海竜丸の伴流係数は本実船試験の成績及び建造時の公試運転成績を解析して〔図-4〕の推進器単独性能曲線によつて求めると〔図-5〕のごとき伴流係数が得られたので、伴流係数を $w=0.4$ とした。

推力減少係数は、模型試験の成績を勘案して $t=0.28$ とし、プロペラ効率比は $\eta_R=1$ とし伝達効率比は $\eta_D=0.98$ とし、それぞれの値は、船速及び吃水の変化に対して一定として計算した。

(2) 風圧波浪等の外部要因関係係数

風圧抵抗による修正には〔図-6〕に示す風

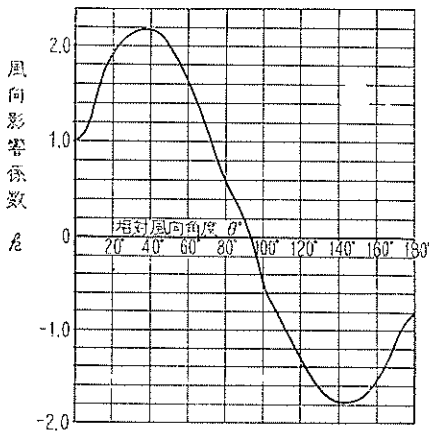


図-6 海竜丸風向影響係数曲線

と、好天に恵まれたため、波高も最大0.4m程度であつたので修正は行なわなかつた。

浅水影響の修正は、自由航行試験を行なつた場所は、水深24~25m以上の所であり、浚渫試験を行なつた場所の水深は10m前後の所であるが、浚渫時の船速は大体3ノットであり、自由航行時の船速は12ノット以下であるので、浅水影響はないものとして無視した。

§ 4 試験結果とその検討

4.1 掘削抵抗

名古屋港におけるものと、塩釜港における純掘削抵抗は〔図-7〕に示すとおりである。但しこれは両舷浚渫時の合計値である。

名古屋港における浚渫試験の時の計測値を〔表-2.1〕、〔図-8〕~〔図-10〕に示す。

その時の主ポンプの浚渫量、含泥率等は〔表-2.2〕に示すとおりである。

載荷状態		名古屋港試験	海上公試
		軽荷	軽荷
吃水	船首	2 ^m 170	2 ^m 101
	船尾	3.830	4.007
	平均	3.000	3.054
排水量		2.690 TON	2.801 TON
ドラグアーム角度		捲上状態	捲上状態

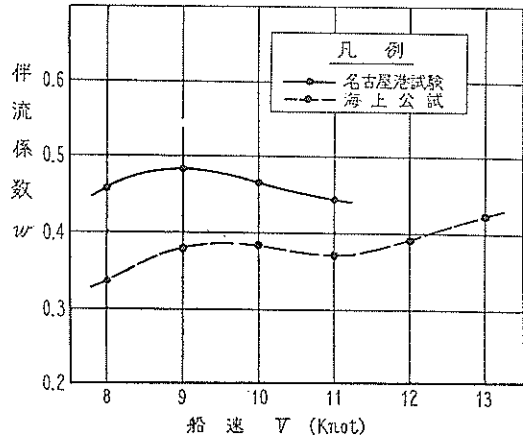


図-5 海竜丸伴流係数

向影響係数曲線により修正を行なつた。

波浪による修正は試験を行なつた場所が湾内であつたため

表-2.1 海竜丸浚渫試験成績表

施行場所		名古屋港航路			施行年月日		昭和37年12月4, 5, 6日							
天候		晴			海上の様相		静穏							
試験種類		浚渫試験			載荷状態									
番号	ドラッグアーム傾斜角		対地風向及び風速 m/sec	航走方向	吃水			排水量 Ton	対水速度 k not	推進用電動機				備考
	左舷	右舷			箱	繩	平均			回転数 r.p.m.		出力 kW		
	°	°			m	m	m			左舷	右舷	左舷	右舷	
1	26°40'	26°50'	N 2	往航 40°	2.98	4.16	3.61	3,310	5.300	200	200	348.6	318.9	
2	21°35'	24°10'	〃	復航220°	5.16	5.07	5.17	5,000	2.778	200	200	333.7	333.7	
3	25°50'	25°50'	〃	往航 40°	3.39	4.31	3.87	3,600	5.300	200	200	326.0	348.2	
4	22°10'	22°10'	〃	復航220°	5.05	5.01	5.07	4,890	3.888	200	200	397.3	328.2	
5	24°55'	24°40'	NE 4	往航 40°	3.87	4.52	4.20	4,160	3.761	200	200	321.4	328.2	
6	21°05'	21°20'	NEE 3	復航220°	5.13	5.07	5.10	5,030	3.070	200	200	335.8	328.2	

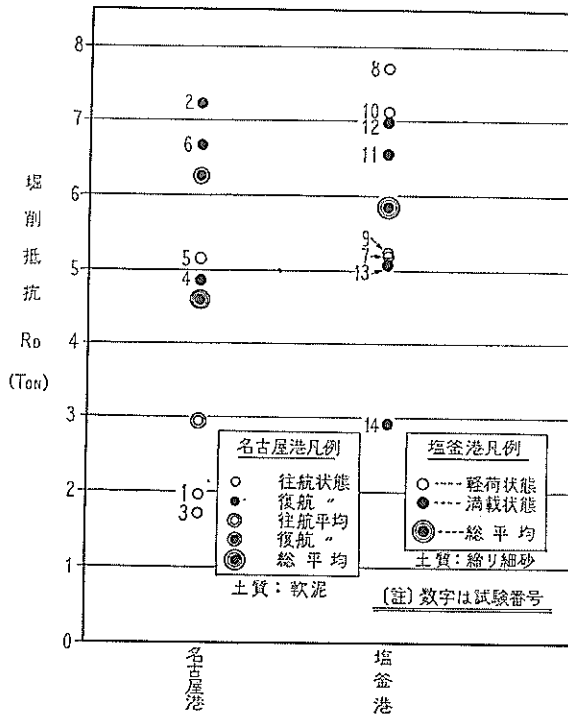
表-2.2 海竜丸浚渫試験成績解析表 (於名古屋港 37.12.4~6 施行)

番号	航走方向	1.アソキ緊張力 kg/cm ²	2.泥船積載時間 min/sec	3.主ポンプ揚水量 m ³ /hr	4.積純載泥重 ton	5.積単位時間当量 ton/hr	6.見掛内浚渫土量 ton/m ³	7.1.5-海底見掛土重量 m ³	8.1.5-浚渫時含泥率 %	備考
1	往航	21.0	13'52"	7,290	2,260	9,778	1,341	1,121	66.5	海水比重=1.025ton/m ³ 浚渫土海底状態見掛比重 量=1.5ton/m ³
2	復航	21.0	8'02"		95	709		199		
小計			21'54"		2,355	6,452	1,398	1,320		
3	往航	16.5	11'04"	9,135	2,145	11,629	1,274	880	52.2	泥船容積=1,702.4m ³ 実積載量=1,702.4×0.99 =1,685m ³
4	復航	16.5	12'26"		235	1,134		495		
小計			23'30"		2,380	6,076	1,413	1,375		
5	往航	12.0	10'35"	9,552	2,165	12,273	1,285	922	54.7	
6	復航	12.0	14'09"		215	911		453		
小計			24'44"		2,380	5,773	1,413	1,375		

名古屋港における掘削抵抗は〔図-7〕に示すごとく、往航浚渫時（入港方向浚渫）と復航浚渫時（出港方向浚渫）との値がはなはだしく異なつたが、これはいかなる原因によるかは今回の計測データのみにては確かな事は判明しないが、ただ浚渫試験時の外見上の所見では、掘削抵抗の最も少なかつた計測番号1, 3の番の時は、片舷のドラッグヘッド内に泥が詰まつたらしく、チェック弁が閉じた状態が試験中しばらく続いたので、あるいは吸入負圧によるドラッグヘッドと水底間の吸着力の減少が掘削抵抗になんらかの影響をおよぼしたのではないかと考えられる。〔図-7〕の名古屋港の試験の中計測番号1及び3番の値を上記の理由から除外して平均値を求めると、掘削抵抗は約6tonとなり塩釜港におけるものとの差はわずかとなる。

表—3 海竜丸浚渫試験成績表

施行場所		塩釜港航路			施行年月日		昭和37年7月26日							
天候		曇			海上の模様		海上波高約40cm							
試験種類		浚渫試験			載荷状態		軽荷及び満載							
番号	ドラグアーム傾斜角		対地風向及び風速 m/sec	航走方向	吃水			排水量 Ton	対水速度 knot	推進用電動機				備考
	左舷	右舷			縮 m	繩 m	平均 m			回転数 r.p.m.		出力 kW		
										左舷	右舷	左舷	右舷	
7	25°50'	22°35'	E 5	278°	2.80	4.00	3.40	3,100	3.430	160	200	196.7	424.2	
8	25°40'	22°20'	"	278°	"	"	"	"	1.863	160	200	268.9	488.1	
9	22°35'	18°05'	"	102°	"	"	"	"	1.526	150	160	196.7	521.5	
10	20°20'	16°05'	"	100°	"	"	"	"	1.937	160	200	220.9	508.8	
11	21°25'	21°20'	"	285°	5.05	4.80	4.93	4,710	2.287	160	200	213.2	440.4	
12	18°10'	21°25'	"	285°	"	"	"	"	2.060	160	200	213.2	440.4	
13	21°25'	16°35'	"	102°	"	"	"	"	2.803	160	200	228.7	424.2	
14	22°20'	18°10'	"	102°	"	"	"	"	3.836	160	200	196.7	416.9	



図—7 海竜丸浚渫時掘削抵抗

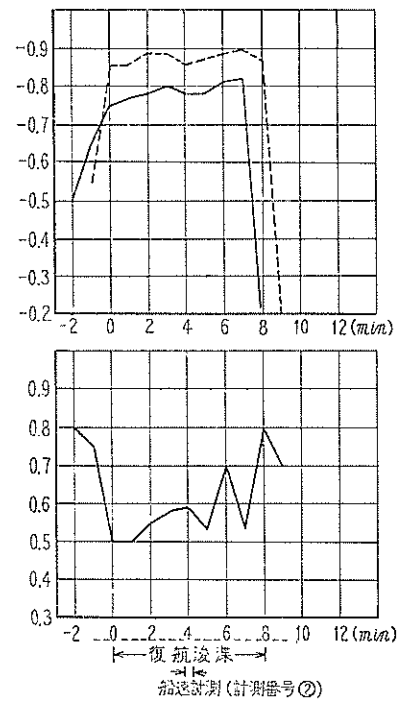
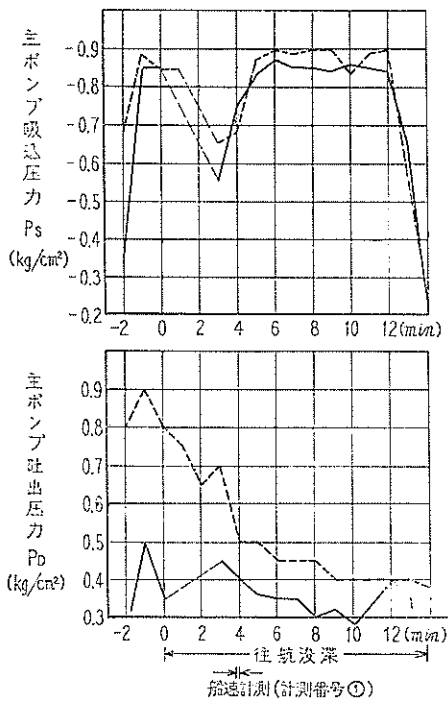
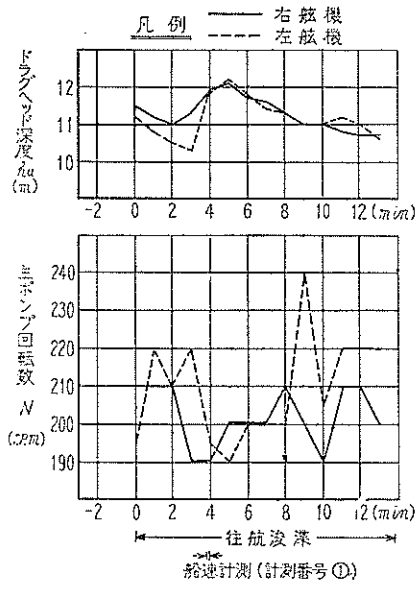


図-8 海竜丸没深試験記録(於名古屋港 37.12.4 施行)

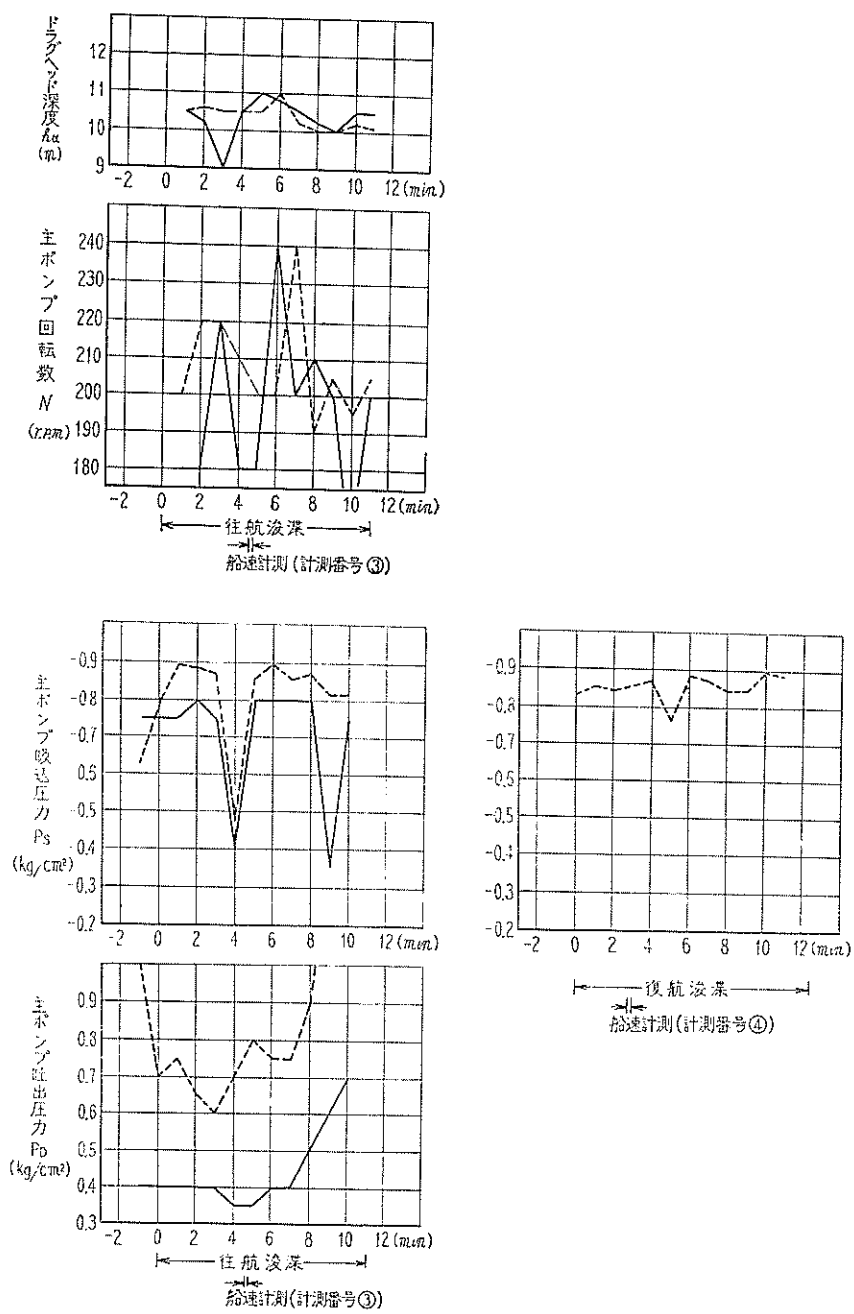
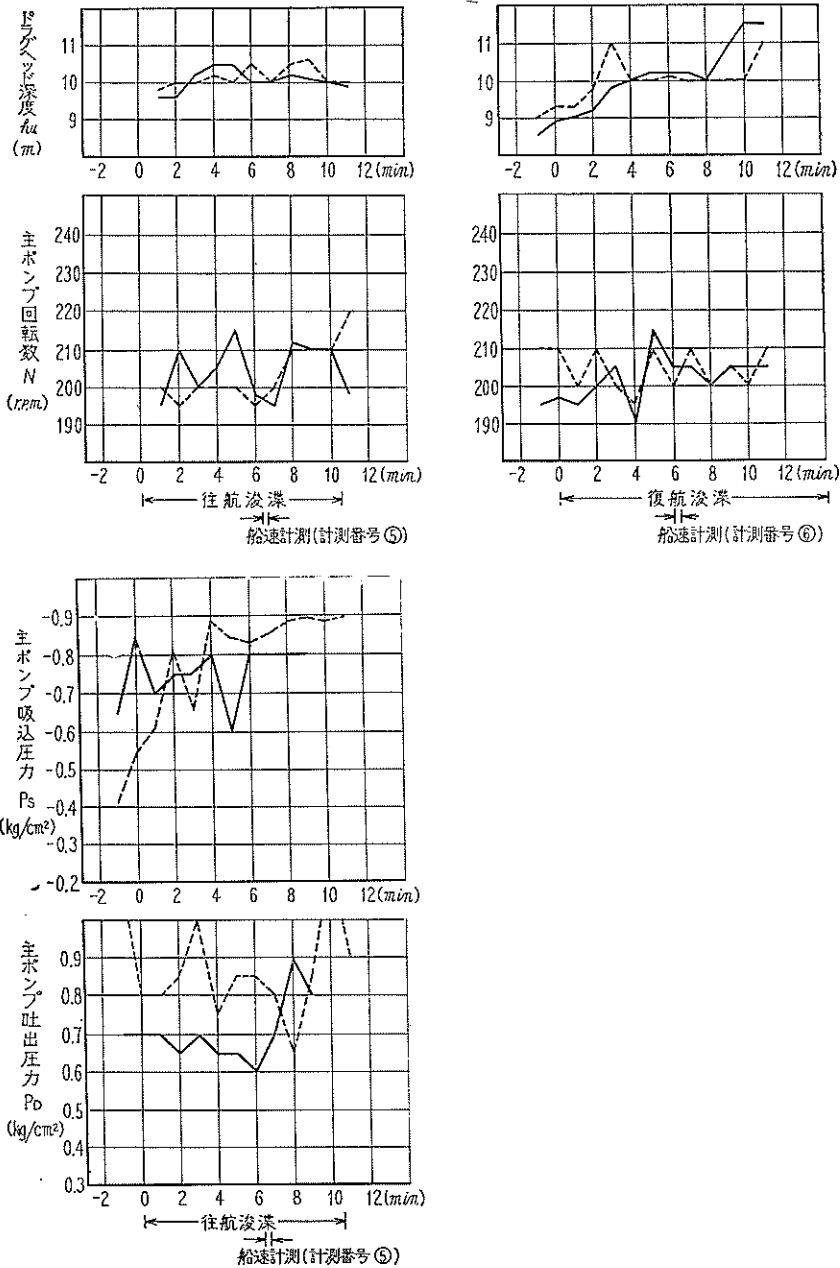


図-9 海亀丸浚渫試験記録 (於名古屋港 37.12.5 施行)



図一〇 海竜丸浚渌試験記録 (於名古屋港 37.12.6 施行)

すなわち細砂と軟泥との掘抵削抗の差はほとんど無いことになるが、但し、名古屋港における浚渫試験時には推進器回転数を、直進性を考慮して両舷 200 r.p.m. にして計測をやつており、(実際作業には塩釜港におけると同様な片舷 200 r.p.m. 他舷 160 r.p.m. である。) 塩釜港におけるものより推進器回転数が大きく、そのため浚渫時船

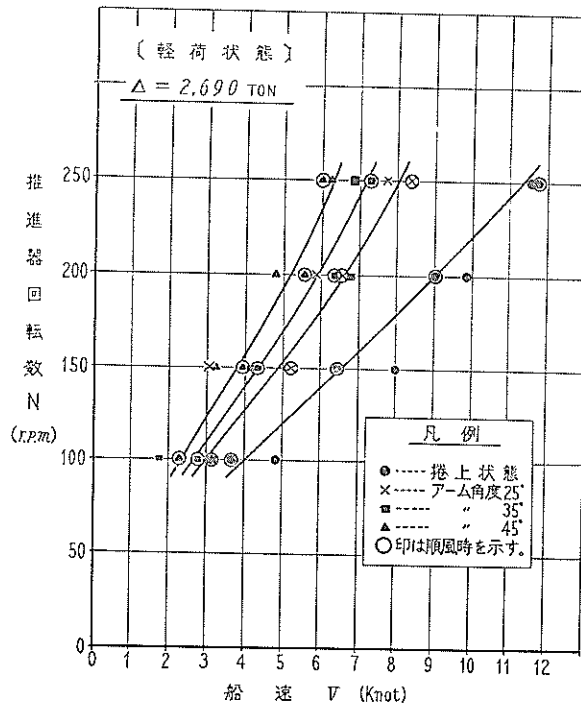


図-11 海竜丸推進器回転数—速度線図

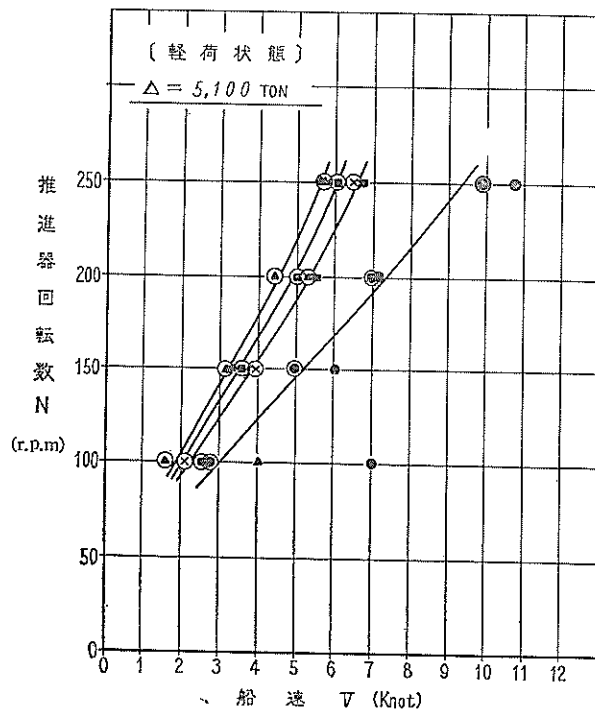


図-12 海竜丸推進器回転数—速度線図

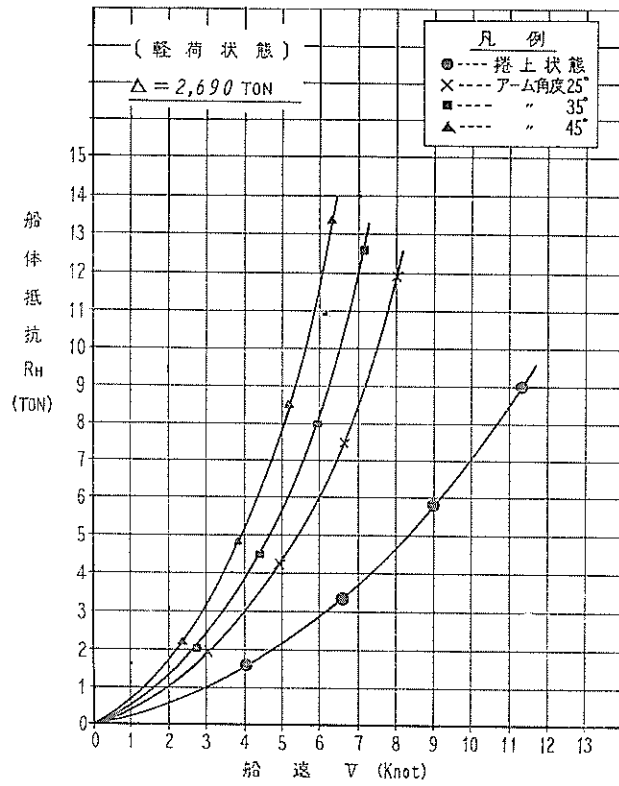


圖-13 海竜丸船体抵抗曲線

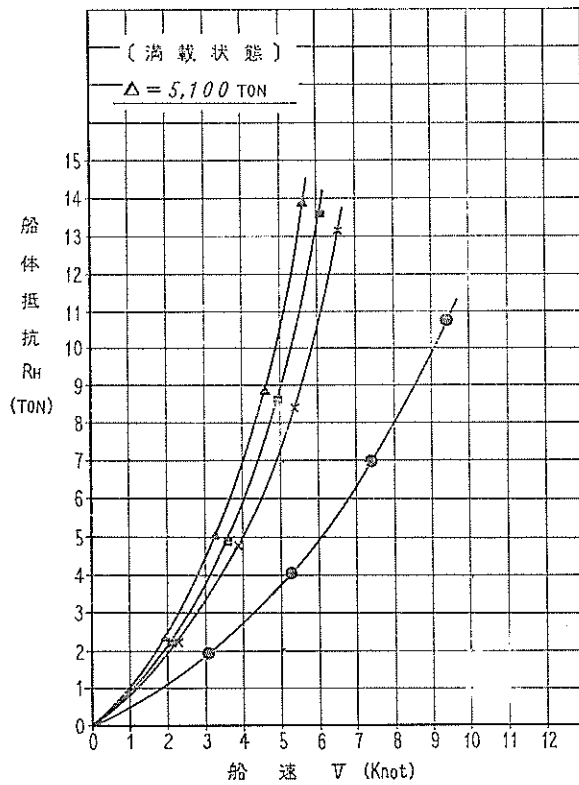
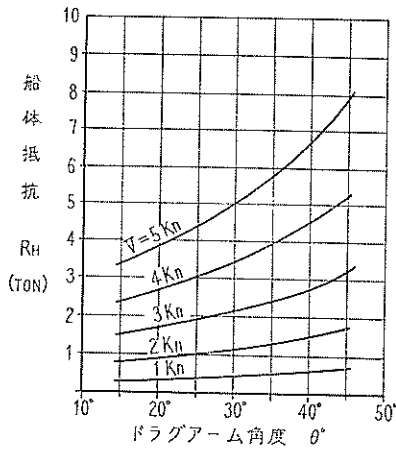


圖-14 海竜丸船体抵抗曲線

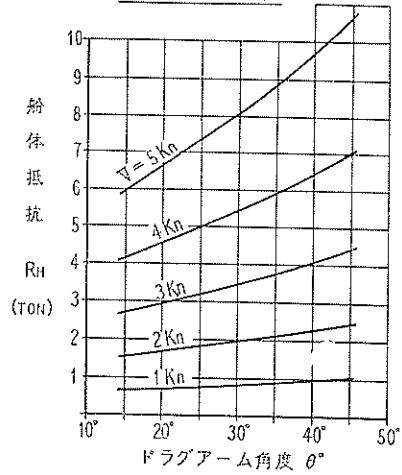
(図-15) (軽荷状態)

$\Delta = 2,690$ TON



(図-16) (満載状態)

$\Delta = 5,100$ TON



海竜丸船体抵抗抵抗曲線

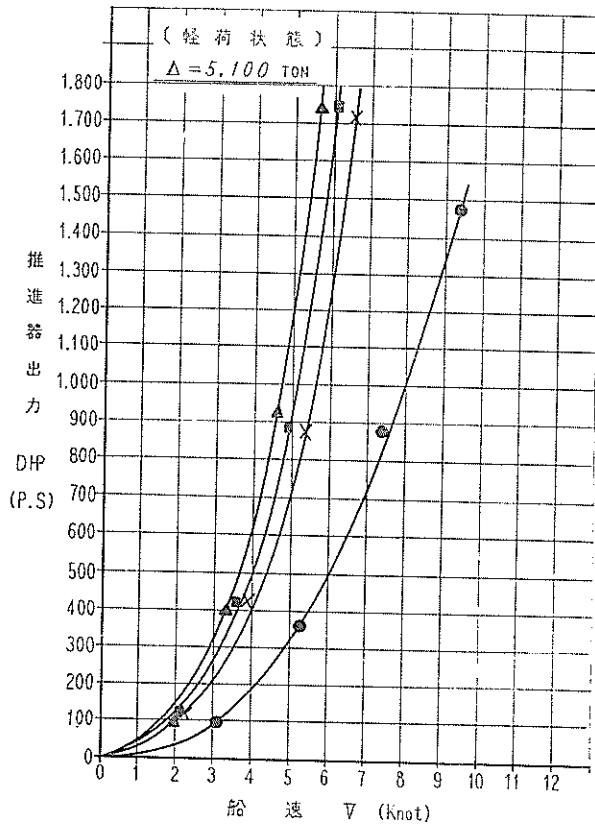


図-17 海竜丸航走馬力曲線

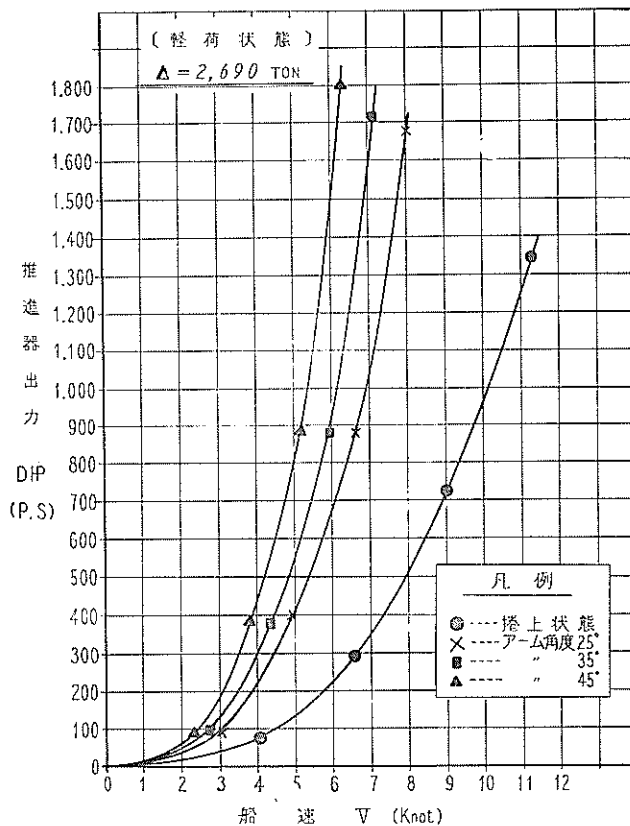


図-18 海竜丸航走馬力曲線

速が平均約1ノットほど名古屋港における方が大きくなっているので今後掘削抵抗の研究が進むにつれて、それらの関係が明らかになるものと考えられる。

4.2 自由航行時船体抵抗

軽荷状態においてドラグアームの各角度に対する推進器各回転と無風時対水船速との関係を〔図-11〕に満載状態におけるものを〔図-12〕に示す。

〔図-11〕および〔図-12〕の値と、〔図-4〕の推進器単独性能曲線とによつて求めた船体全抵抗を、軽荷状態におけるものを〔図-13〕に、満載状態におけるものを〔図-14〕に示す。〔図-13〕および〔図-14〕から船速をパラメータとしてドラグアーム角度と船体抵抗の関係を求めたものが〔図-15〕および〔図-16〕である。

たとえば、浚渫時のごとき低速の場合に任意の排水量、ドラグアーム角度、航行速度の時に於ける海竜丸の船体全抵抗を求めるにはそれらの値を〔図-15〕、〔図-16〕に内挿することによつて求められる。

4.3 自由航行時所要馬力

軽荷状態における無風時対水速度と推進器出力の関係を〔図-17〕に満載状態におけるものを〔図-18〕に示す。

4.4 ドラグヘッド及びボールジョイント吊索張力

ドラグヘッド及びボールジョイントの吊索張力の計測値を〔図-19〕、〔図-20〕に示す。但しこれ等の値は、張力計取付位置において張力計が指示した値で、張力計は、港研式のものを使用し、取付位置は〔図-21〕に示す。

同図に示すごとく張力計取付位置は、数段の滑車装置の後に取付けられており、又航行時は、波などによつて

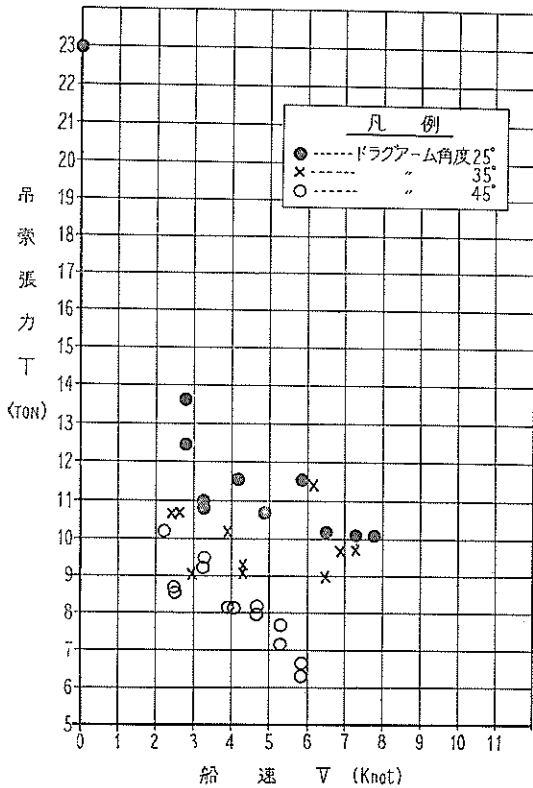


図-19 海竜丸ドラグヘッド吊索張力
(軽荷状態自由航行時)

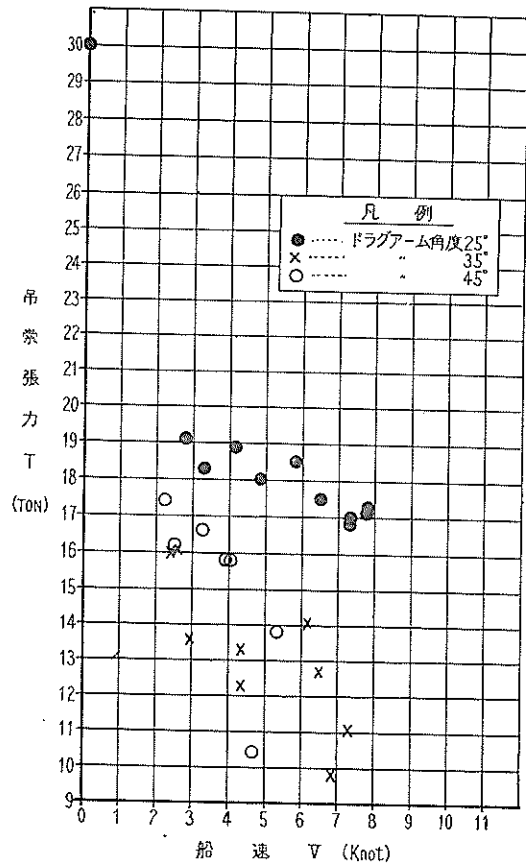


図-20 海竜丸ボールジョイント吊索張力
(軽荷状態自由航行時)

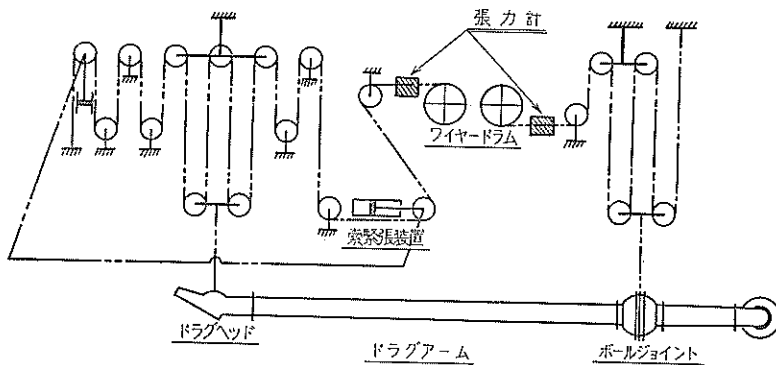


図-21 海竜丸ドラグアーム吊索張力計取付位置

ドラグアームに衝撃的な力が加わり、又ドラグヘッドの方には油圧式索緊張装置等も介在し、それら諸装置の慣性なども影響して、計器の指示値の変動も大きく、又計器自体も潮風や波のしぶき等のために時々不調になつたりしたので計測値のバラツキも大きく、参考までに図示しておいた。

4.5 ドラグヘッド吊索緊張装置の性能

〔表-2.2〕に示すごとく、名古屋港における浚渫試験時には、ドラグヘッド吊索緊張装置のアクムレーター

内圧力を 21kg/cm^2 , 16.5kg/cm^2 , 12kg/cm^2 の3種の圧力に変えて浚渫試験を行なったが、(通常は 14kg/cm^2 にセットして浚渫作業を行なっている。)名古屋港のごとき、へどろ状の土質の場合は 21kg/cm^2 の圧力においても、人為的にドラグヘッドの深度を調節してやらないと、ドラグヘッドが泥中に没入し過ぎて閉塞状態になることがあつた。ただ外見上の所見では 21kg/cm^2 の圧力の時は索緊張装置の油圧シリンダーが、ドラグヘッドの動きに比較的良く追従していたが、 16.5kg/cm^2 以下の圧力の時は、ほとんど効果がないようであつた。

なおこの索緊張装置はアキュムレーター内圧力が 24kg/cm^2 になるとドラグヘッド吊索の全張力を支え 9kg/cm^2 以下では索緊張装置としての効果はなくなるような設計になっている。

以上のことから土質がへどろ状の軟泥の場合は、スウェルコンペンセーター的な索緊張装置は、あつても効果が少いので、ショックアブゾーバー的な装置のみで良いのではないかと考えられる。但し、土質が細砂のような場合は今回実験してないので、今後の研究にまたなければならぬ。

§ 5 他の実験結果との比較検討

5.1 海上公試成績との比較検討

本実船試験と、海上公試の成績を比較してみると、推進器回転数と無風時対水速度および推進器出力と無風時対水速度の関係は〔図-22〕および〔図-23〕に示すとおりであるが、本実船試験の船速は流木により計測し、海上公試においては、標柱間を航走して計測したので、両者の間には、若干の差が認められ、流木によるものの方が船速が大きく出ており、したがつて船速あたりの出力は小さくなっているが、出力が Δ^3 (但し、 Δ : 排水量) に比例するものとすれば両者の差はわずかである。

伴流係数の比較は前述のごとく〔図-5〕に示す。

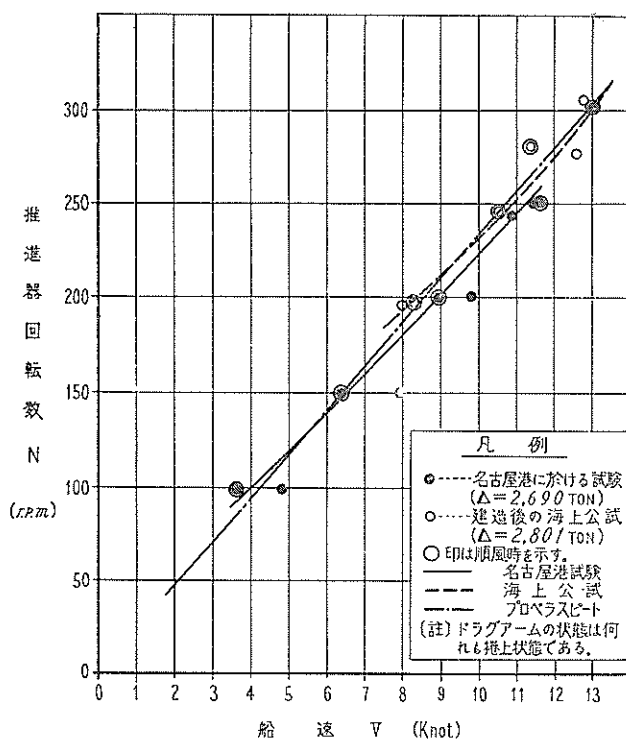
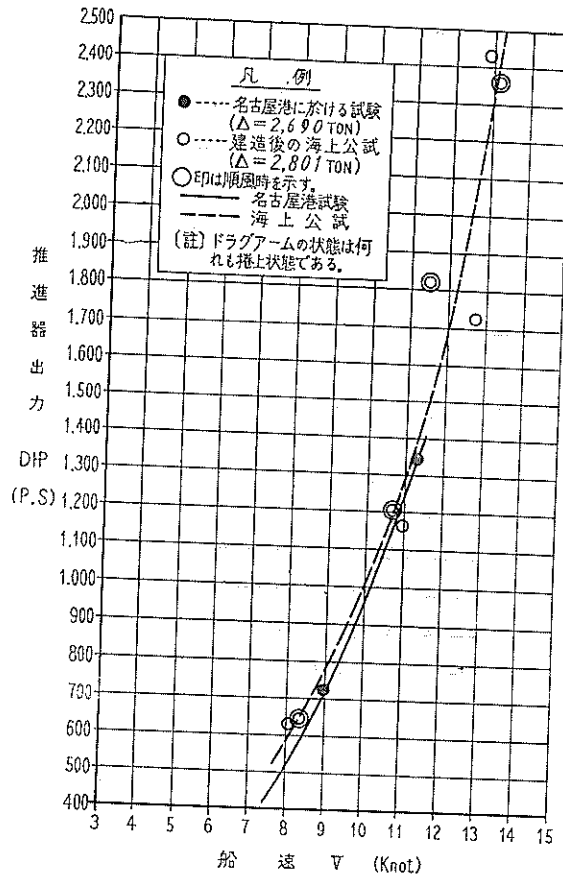


図-22 海竜丸各試験時速度比較図



図—23 海竜丸各試験時出力比較図

5.2 模型実験との比較検討

本実船試験，海上公試および模型実験による抵抗比較を〔図—24〕に示す。但し，実船試験と海上公試の時の抵抗は，前述の推進器推力を計算で求める方法によつた値であり，模型実験による抵抗は，実船寸法に換算した値である。図に示すごとく，ほぼ8ノット以下においては抵抗が V^3 に比例するとすれば比較的良好に合っているが8～9ノット以上の高速になるほど模型実験により求めた値の方が大きくなっている。これは，実船試験および海上公試時の抵抗を推進器推力の計算によつて求めたと言う無理があるためと考えられるが，その他に，泥艙開口部の形状の差によるものがあると考えられる。すなわち，実船においては泥艙扉下面と船底との距離は，25 cm ほどであるが，模型船においては，実船換算寸法は 80cm 程度船底より凹んでいるようであり，そのため模型実験によるものの方が高速時においては，造渦抵抗が増大し，実船試験による値との差を大きくしたのではないかと考えられる。

§ 6 あとがき

本調査はドラッグサクシヨン浚渫船の抵抗関係の実船試験としては，初めてのものであり，また短時日の間に各種の調査を行なつたので調査要領にも下備な点が多くあつたが，今後このような調査を行なうにあつて，ドラッグサクシヨン浚渫船の設計上，問題となる点は次のごときものがあると考えられるので，それらについて実験考察を進めていく必要があると考えられる。

① スウェルコンペンセーターの必要性

	名古屋港試験	海上公試	模型試験(吹浪時)
載荷状態	軽荷	軽荷	軽荷
平均吃水	3 ^m .000	3 ^m .054	2 ^m .738
トリム	1.660	1.906	0
排水量	2,690 TON	2,801 TON	2,430 TON
ドラッグアム角度	捲上状態	捲上状態	ドラッグアム無し

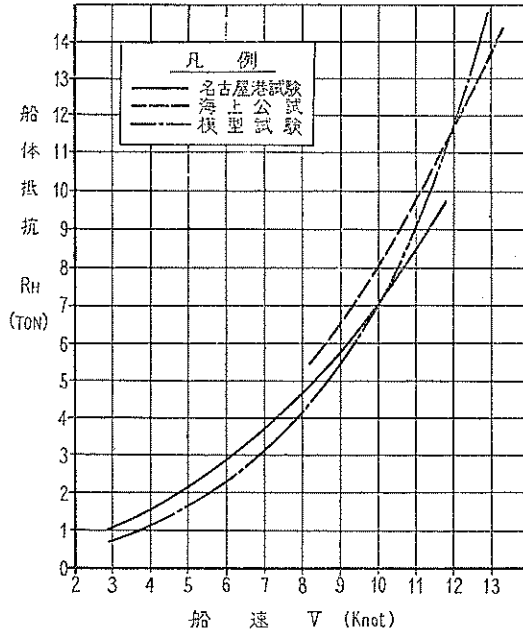


図-24 海竜丸船体抵抗比較

② 浚渫土質と掘削抵抗と浚渫時船速との関係

③ 浚渫時船速と浚渫能率との関係

①については、従来浚渫時の船体の上下動や横揺又は水底の凹凸等に対してドラッグヘッドの接地圧を最も浚渫能力の大きくなるような値に一定ならしめるために、油圧や重錘等によつて追従装置を設けたが、ドラッグサクション浚渫船による作業が航路泊地等の水深維持にあるものとすれば、規定水深に浚渫すればよいのであるから水底の凹凸に追従する必要はなく、さらに浚渫区域が湾内や河川等のうねりや波浪等が少なく船体の上下動や横揺にほとんど影響がないような場所であれば、追従装置としてのスウェルコンペンセーターは必要ないことになり、ただ水底の急激な凹凸による衝撃を吸収するための緩衝装置があればよいと考えられる。ただし、上記のような理由でスウェルコンペンセーターをとり止めた場合は、最も能率良き浚渫作業を続けるためには水底の凸所のためにドラッグヘッドが土砂中に埋没し過ぎた際、掘削抵抗の増大に充分対処出来るだけの推進器推力と、土砂による管内閉塞を防止し得る装置を考慮しなければならない。

それと同時に、規定浚渫深度以上の凹所では浚渫作業の能率が低下するから、かかることのないよう、浚渫作業は浚渫区域内を一様に浚渫するよう、一定間隔をおいた浚渫航走方法をとつて、掘り残しのないようにしなければならない。従来はこの定間隔航法の困難性のために、ある程度規定深度以上の浚渫を行ない、浚渫後の水底の凹凸は潮流等による自然的な平坦化をはかつており、最近では水底地均し装置等による強制的な平坦化も計画されているのである。

後者の浚渫方法によればスウェルコンペンセーター装置により、最大の浚渫能力を発揮し得るよう、ドラッグヘッドの接地圧を調整する必要がある訳であるが、はたしていずれの浚渫方法が経済的、性能的にすぐれた方法で

あるかは、今後の研究考察によつて明らかにされるべき問題と考えている。

②～③の問題については浚渫時の推進動力の決定に最も関係のある問題であるが、米国工兵隊刊行のものによれば浚渫時推進動力よりも、自由航行時の推進動力の方が一般的に大である、といつているが、上捨地点が浚渫区域に近く、推進動力があまり必要としないような場合、推進動力の決定には掘削抵抗が大きく関係するので浚渫能率に与える影響が大きいものと考えられる。

終りに本調査に際し終始絶大な御協力と御援助を頂いた名古屋港工事事務所ならびに塩釜工事事務所および海竜丸の乗組員の方々に対し厚く御礼申しあげるとともに今後の御発展御活躍を御祈りするしだいである。

参 考 文 献

- (1) Frederick C Scheffaner : "The Hopper Dredge" (U. S. Army 1954)
- (2) 大串雅信 : 理論船舶工学 上・中・下 海文堂
- (3) 矢崎致生 : A U型プロペラ設計法に関する研究 運研報告 第11巻第7号1961年8月
- (4) 谷口 中 : 単独推進器の研究 (翼厚比の影響) 西部造船協会会報 第4号昭和27年6月
- (5) 船舶編集室 : ドラグサクション式ドレッジの模型抵抗試験 船舶 昭和36年1月
- (6) 造船協会編 : 改訂船舶工学便覧 コロナ社
- (7) 関西造船協会編 : 造船設計便覧 海文堂
- (8) 中島鑄工業KK編 : マリンプロペラ

港 湾 技 研 資 料 No.11

1964年4月

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発 行 所 運輸省港湾技術研究所
横須賀市川間 162

印 刷 所 株式会社 白 泉 社
東京都港区麻布霞町7