

# 港 湾 技 研 資 料

TECHNICAL NOTE OF  
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE  
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 168 Sept. 1973

第一特浚丸の硬砂質土浚渫時における能力と負荷

近	藤	得	基
八	木	昭	次
奥	出	義	律
是	石	洋	夫
岡	山	勝	邦
洪	谷		一
増	田		人

運輸省港湾技術研究所



## 第一特浚丸の硬砂質土浚渫時における能力と負荷

### 目 次

1. まえがき .....	3
2. 試験日程および測定項目 .....	3
3. 浚渫区域と自然条件 .....	4
4. 試験結果の概要 .....	7
5. 浚渫土量と積載土量 .....	11
6. 船速と浚渫能力 .....	13
7. 消費動力と動力配分 .....	15
8. 消費動力当り毎分浚渫土量 .....	20
9. まとめ .....	21
10. あとがき .....	21

## Dredging efficiency and power consumption of the Tokushun-maru No.1 at time of dredging the hard-packed sand

Motoi KONDO\* Tokuji YAGI\*\* Tadasu OKUDE\*\*\*  
Akio KOREISHI\*\*\*\* Yoshikuni OKAYAMA\*\*\*\*  
Yoichi SHIBUYA\*\*\*\*\* Katsuhito MASUDA\*\*\*\*\*

### Synopsis

The effect of water-jet and teeth equipped with the draghead of the Tokushun-maru No.1 at time of dredging the hard-packed sand was investigated and the result of which was compared with the previous one.

The water-jet is proved, through the present and the previous tests, to contribute to an increase of the amount of soil picked up. The use of it is effective particularly for hard-packed sand in respect of dredging efficiency and power consumption, but in some cases for the rather soft ground not so profitable because an increase in the dredging efficiency is not equivalent to the power consumption of the jet pump. As for teeth, their shape and arrangement are extremely important. The test has revealed that they, almost the same type of teeth had used in the previous test, worked more effectively when fitted near to the heel of the head only rather than to all over the grate surface.

The propelling power during the dredging was measured by the FM-telemeter set and compared with the values calculated from the angle of the controllable pitch propeller. Discussion is also given to the power distribution of the output of the main engine. The power consumption of the dredging pump and the jet pump was almost constant, and then each ratio to the output of the main engine decreases as the ship speed increases. While the ratio of the propelling power to that increases gradually with the ship speed because the wave resistance on the hull and the excess resistant forces caused by the teeth that scratch the ground also increases with it.

- 
- \* Head of Machinery Division
  - \*\* Chief of Hydraulic Transportation Laboratory, Machinery Division
  - \*\*\* Senior Research Engineer, Machinery Division
  - \*\*\*\* Member of Hydraulic Transportation Laboratory, Machinery Division
  - \*\*\*\*\* Member of Machinery Section, Machinery Division
  - \*\*\*\*\* Member of Sludge Treatment Laboratory, Marine Hydrodynamics Division

# 第一特浚丸の硬砂質土浚渫時における能力と負荷

近 藤 基 \*                      八 木 得 次 \*\*  
 奥 出 律 \*\*\*                    是 石 昭 夫 \*\*\*\*  
 岡 山 義 邦 \*\*\*\*                波 谷 洋 一 \*\*\*\*\*  
 増 田 勝 人 \*\*\*\*\*

## 要 旨

第一特浚丸の硬砂質土浚渫時における掘削用ジェットおよび爪の効果を調べ、前回の試験結果と比較検討した。

掘削用ジェットは、前回および今回の試験を通じて、浚渫土量の増加に寄与するものであることが明らかとなった。特に硬い砂質土に対しては能力的にも消費動力的にも有効であるが、比較的軟かい土砂に対してはジェットポンプ動力に見合う程の土量増加は期待し得ない場合もある。爪はその形状、配置の選択が極めて重要である。前回および今回の爪の形状はほぼ同じであるが、それらをグレート面全体に配置するよりも、ヘッドのヒール近辺にのみにつける方が有効であることが判った。

動力関係については、特に推進軸動力をFMテレメータによって直接計測し、CPP翼角から得られる推進動力と比較するとともに、主機関出力軸上の動力配分を検討した。浚渫中の浚渫ポンプおよびジェットポンプの各動力はほぼ一定であり、したがって主発電機動力配分比は船速の増加とともに減少する。一方、推進動力は船速増加とともに推進抵抗および爪による付加抵抗が増大するが、主機関出力軸上の動力配分比でも漸増傾向を示した。

## 1. ま え が き

ドラクサクシオン浚渫船による硬砂質土浚渫においては、その吸込能力を増加させるために、ドラグヘッドに種々のアタッチメントをつけることが考案され、テストされている。しかし、現在のところ、もっとも有効なものとしてされているのは、掘削用ジェットおよび爪であろう。

これらの効果については、すでに昭和46年、第一特浚丸によって現地試験が行われ、ジェットはかなりの効果が期待できるが、爪は予想に反して含泥率の低下をもたらすという結果を得ている。<sup>1)</sup> この場合、ジェットによって含泥率は増加するものの、ジェットポンプ駆動馬力に見合う程には土量は増加しなかった。これは比較的軟かい土砂のため、ジェットを使用しなくても或る程度の浚渫土量は確保し得るということであって、より硬質土の場合の効果に期待が残された。一方、爪はグレート面とヒール部に計12個装着したが、グレート面の爪によってかえって土盤面との間隔が助長され、水流による土砂の吸込作用に悪影響を及ぼしたものと推測された。

そこで、今回はより硬い土質と思われる場所を試験浚渫区域に選び、また爪はグレート面のヒール近辺のみにつけて、前回と同様ジェットおよび爪の効果を調べた。さらに、前回2、3の問題点を残した動力関係については、推進軸

にFMテレメータを取付けて直接推進動力を計測するとともに、主要な機器の動力をも測定して、浚渫時のエンジン負荷および動力配分についても検討した。

試験は、昭和47年11月13日～11月18日の間、鹿島港外航路において実施した。なお、第一特浚丸には本試験直前に船位測定機(オーヂスター)が設置され、試験中の船位は勿論、刻々の船速(対地速度)が明示されたため、浚渫区域および船速については、あらかじめ決めた設定条件をほぼ満足できる状態に保つことができた。

## 2. 試験日程および測定項目

表1に試験の条件および日程を示す。試験は昼間の2サイクルを当て、前半2日を爪無し、後半2日を爪有りの状態とし、1サイクル毎に目標船速を2、3、4および5ktに変えた。1サイクル中の浚渫は原則として2往復(4行程)とし、前半1往復は右舷(1号)、後半1往復は左舷(2号)のジェットを作動させた。なお、スエルコン圧力の初期設定値20Kg/cm<sup>2</sup>、ポンプ回転数4ノッチ(約155rpm)は常時一定とした。

各浚渫行程とも揚水状態における関連計器の指示値を確

\* 機材部長  
 \*\* 機材部 流体輸送研究室長  
 \*\*\* 機材部 水力浚渫主任研究官

\*\*\*\* 機材部 流体輸送研究室  
 \*\*\*\*\* 機材部 機械課  
 \*\*\*\*\* 海洋水理部 汚泥処理研究室

認した後に浚渫作業に入り、ブリッジからの司令にもとづいて1分毎に各測定項目を同時に計測した。

試験番号T-2の第4行程はオーデイスターのコンピュータが故障したために中止し、翌日のT-3において追加試

表-1 試験日程

日付	試験番号	試験条件			備考
		船速 (kt)	爪の有無	その他	
11.1.3					試験の打合せ、計器取付
11.1.4	T-1	2	無	○ポンプ回転数 = 4ノッチ	第4行程中止
	T-2	3	#		
11.1.5	T-3	4	#	○スエルコン圧力 = 20Kg/cm <sup>2</sup>	T-2の第4、第5行程を追加
	T-4	5	#		
11.1.6					風浪のため作業中止
11.1.7	T-5	2	有	○ジェットは1往復毎、 左右舷	
	T-6	3	#		
11.1.8	T-7	4	#		
	T-8	5	#		

験した。また、11月16日は風浪のため作業は不可能であった。

測定項目および測定方法は付表1に示す通りであり、前回と異なる点は、推進軸トルク(FMテレメータによる)を追加したこと、船位、船速測定のためのオーデイスターを使用したことである。

### 3. 浚渫区域と自然条件

浚渫行程中における本船の1分毎の船位を示す代表例が付図1である。航跡は南防波堤にほぼ平行であり、浚渫距離は船速と所要時間を考慮して、おおむね1,500~2,500mとした。

図1には、これら全浚渫行程の航跡を網羅した試験浚渫区域が示されており、浚渫座標にして、 $X = -20 \sim +100$  m、 $Y = 1,000 \sim 3,850$  mの範囲で、前回の試験区域よりやや西側(陸側)に位置している。図1に示す等深線は昭和47年10月に行われた測深結果をもとに描かれたもので、試験区域の水深は-20~22mである。また、土質調査地点は、昭和44年に行われたコア・ボーリング地点(Ab-2~Ac-4)、昭和46年に行われたパイロ・ボーリング地点(V6~V12)、さらに本船の採泥器で土砂採取をした地点(S1~S3)が、それぞれ示されている。

図2は浚渫区域近辺のボーリング資料から得られた土質の予想断面図である。ただし、パイロ・ボーリング地点の地盤の硬さはプレシオメータで得た変形係数Eを、 $E = 7N$ としてN値に換算した値である。<sup>2)</sup> また、図2の下段

には各試験日毎の平均的な浚渫深度線が併記されている。これらの浚渫深度線を予想土質断面図と照合してみると、 $Y < 2,600$  mではすでに沖積砂層が浚渫されて洪積砂層に相当し、 $Y > 2,600$  mでは沖積砂層または砂利層に相当していることが判る。パイロ・ボーリング報告書<sup>2)</sup>によれば、沖積砂層は $N = 3 \sim 27$ 、沖積砂利層は $N = 22 \sim 48$ 、洪積砂層は $N = 28 \sim 50$ 以上と判断されている。

試験期間中は、泥船、オーブントラフおよびオーバーフロ・ゲートから土砂を採取し(20点)、また試験終了後浚渫区域内3ヶ所(5点)で採泥器によって海底土砂を直接採取した。付表2および付図2から判るように、S-3の比重は他のものより小さく、且つシルト分が多い。S-3はほぼ $Y = 2,100$  mの地点にあって、図2の浚渫深度線が極端に深くなっている区域に属する。予想土質断面図からは全般的に硬砂質土と判断されるが、 $Y = 1,800 \sim 2,500$  mの範囲はS-3と同様シルト分の多い砂質土でN値も低いものと考えられる。表2は採取場所毎にまとめた比重の平均値である。

次に試験期間中の海気象条件は表3の通りで、各試験日の午前、午後の平均値を示してある。この中、11月16日は作業不可能であった。波高および風速は他の日と比べて特別大きいわけではないが、波の周期9~10secは本船のローリング周期に近く、ドラグアームの船腹へ衝突等、浚渫作業には危険な状態であった。

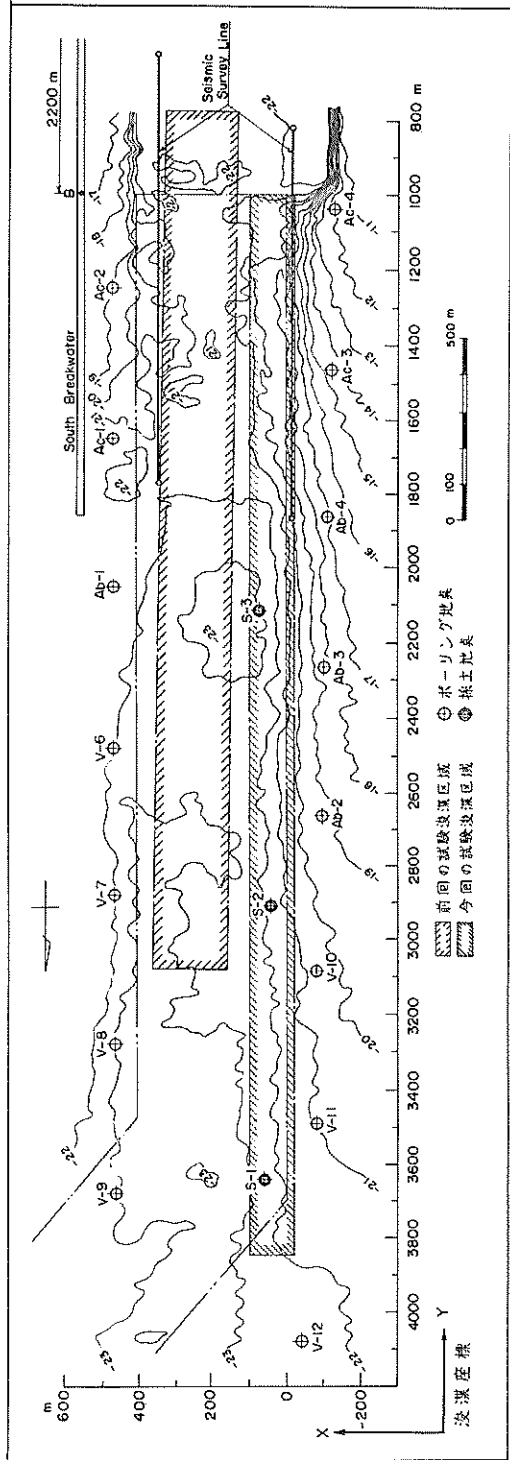


図1 試験波運区域

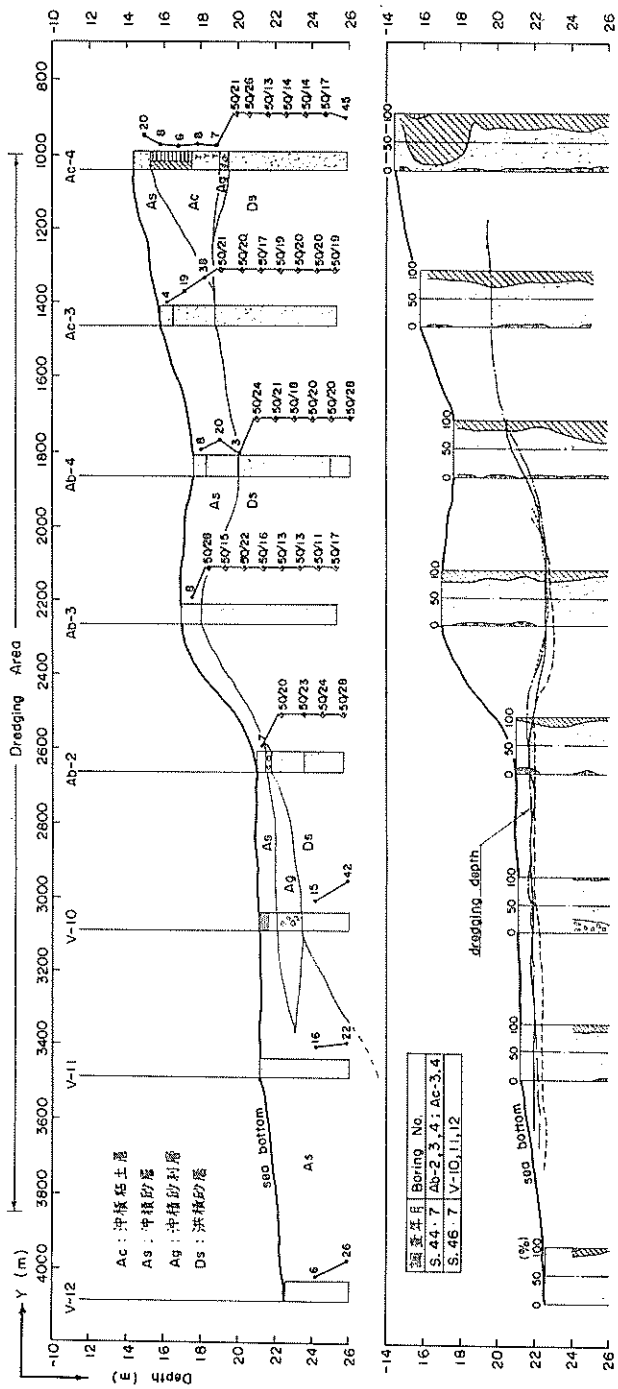


図2 浚渫区域近辺の土質

表2 採取土砂の比重

採取場所	トラフ	オーバー・フロー・ゲート	泥 船	浚渫区域 (探泥器)	今回の 平均	前回の 平均
試料数	7	10	3	5	2.5	2.8
真比重	2.60	2.62	2.64	2.59	2.61	2.66
見掛比重(粗)	1.76	1.77	1.81	1.73	1.77	1.70
見掛比重(密)	1.93	1.94	1.94	1.95	1.93	1.85

表3 試験期間中の海気象条件

試験日	午前 午後	最大波		1/3波		風	
		波高 (m)	周期 (sec)	波高 (m)	周期 (sec)	風向 (方位)	風速 (m/s)
11.14	A M	2.30	6.6	1.62	5.7	NNE	8.2
	P M	2.26	5.9	1.56	6.1	ENE	5.4
11.15	A M	1.43	8.2	1.03	7.0	SW	0.7
	P M	2.24	6.2	1.59	6.6	WSW	4.7
11.16	A M	2.20	9.3	1.58	9.6	SSW	2.4
	P M	2.29	10.2	1.56	9.0	ESE	4.7
11.17	A M	1.62	8.3	1.12	8.4	NNE	3.2
	P M	1.87	7.9	1.33	7.5	ENE	5.4
11.18	A M	2.05	5.4	1.48	5.8	NNE	8.4
	P M	2.35	6.6	1.66	6.9	NNE	4.4

#### 4. 試験結果の概要

今回の試験目的は、ドラグ底面の掘削用ジェットおよび爪の浚渫能力に及ぼす影響と、浚渫時の負荷変動を調べることであり、1分毎に測定したデータ数は600余点に達した。オーヂスターを用いたことによって目標船速は比較的良好に保持されたにもかかわらず、土質や運転条件の変動のため、得られたデータの相関性は必ずしも明瞭に示されない場合もあった。

表4は各浚渫行程中における主要測定項目の代表値もしくは平均値を示しており、以下に表中の各項目についての概要を記す。

なお、爪およびジェットノズルの取付状況と配置は、写真1および図3に示す通りである。爪はグレート面のヒール寄りに、高さ120mm、長さ290mm、幅100mmのもの5個を一列に配置した。ちなみに、前回はグレート面に8個(高さ100mm、長さ300mm)、ヒール部に4個(高さ150mm、長さ340mm)の爪をつけた。また、ジェットノズルは前回と同様、ヒール近辺に径30mmのもの6個を一列に配置した。

##### ①試験番号と行程

試験に際しては、原則として1サイクルの浚渫を2往復(4行程)になるように、浚渫距離や時間を調整したが、T2の第4、第5行程とT3、或はT7とT8については積載土量や日程の関係で同一サイクルで実施した。また、測定データの左右舷による特異性をなくすようにするため、各サイクルとも1往復毎に左右舷のジェットを用いた。なお、行程欄中の\*印は港内より港外に向って浚渫したことを示す。

##### ②浚渫時間とオーバーフロー時間

浚渫時間とは各行程において泥船内に土砂水を積込んでいる時間である。また、オーバーフロー時間とはオーバーフローが始まってから浚渫終了までの時間であり、これとオーバーフロー開始までの時間の和が全浚渫時間である。

##### ③浚渫深度

先に述べたように、浚渫深度は $Y=1,800\sim 2,500$ mmにおいて局部的に深くなっているが、全般的には $-20\sim -22$ mの範囲である。表4には、汐位補正した各舷ドラグヘッド深度の平均値を示してある。



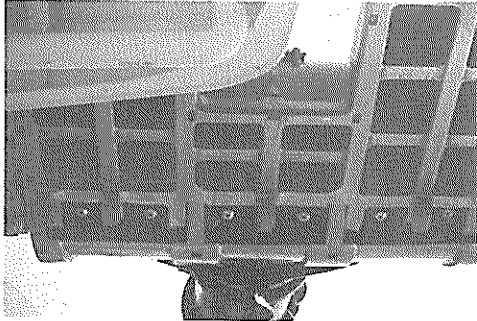


写真1 ドラグヘッド底面と掘削用爪およびジェットノズル

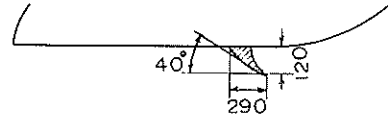
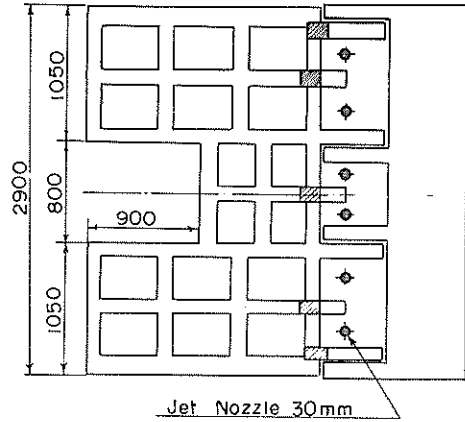


図3 掘削用爪およびジェットノズルの配置

表4・1 浚渫試験結果 (Without Teeth)

TEST NO.	T-1				T-2					T-3				T-4				
	1	2*	3	4*	1	2*	3	4	5	1	2*	3	4*	1	2*	3	4*	
浚渫時間 $\Delta T_0$ (m-s)	27-55	27-50	28-45	31-52	21-05	22-15	22-52	13-30	14-59	17-48	19-08	14-48	13-30	18-09	18-50	17-01	16-33	
オーパフロ時刻 $T_0$ (m-s)	106-12				54-58					27-28 <sup>(1)</sup>				53-50				
オーパフロ開始時間 $t_{00}$	10-10				11-14					11-24				10-35				
底層存在 (平均)	S ln(m)	22.0	22.1	21.5	22.0	22.1	22.0	21.7	21.9	21.9	21.8	21.7	22.0	21.9	21.3	21.3	21.6	21.5
	P	22.0	22.1	22.0	22.0	22.0	21.9	21.7	21.9	22.0	21.7	21.7	21.9	21.6	21.4	21.4	21.4	21.5
スエーション係数 (平均)	S $P_s$ (kg/cm <sup>2</sup> )	17.9	17.7	18.2	18.1	17.5	18.3	17.9	17.4	17.2	16.6	17.1	17.6	17.0	17.2	17.2	17.5	17.1
	P	17.3	17.5	17.5	17.7	18.1	19.1	18.4	17.5	18.6	17.4	17.5	17.4	17.4	15.7	15.8	15.7	15.9
インプ回転数 (平均)	S rpm	155	155	155	154	156	155	154	155	156	156	156	155	155	156	155	153	155
	P	154	154	153	153	155	154	155	154	153	155	154	154	155	155	154	154	154
インプ吐出量 (平均)	S $Q_m$ (m <sup>3</sup> /h)	10900	10300	9970	11100	9670	9370	10830	11580	11940	9990	10540	11280	11210	10940	10990	10870	10740
	P	9750	10100	9420	9880	9770	10230	9750	10160	10180	8790	10220	9580	9920	9270	9890	9910	9930
インプ吐出係数 (平均)	S $C_{vp}$ (%)	3.6	10	10	15	4.8	7.2	2.4	2.2	3.1	4.3	5.3	2.6	2.6	4.1	6.2	2.4	3.3
	P	2.9	3.4	6.8	5.2	5.1	2.9	5.7	4.6	4.9	5.9	2.8	6.0	6.0	3.1	2.8	5.8	4.7
浚渫土量	S	168.	191	191	112	163	250	99	53	85	127	178	72	66	123	175	74	98
	$\Delta G_D$ (m <sup>3</sup> )	-	(359)	(550)	(662)	-	(113)	(512)	(565)	(560)	-	(305)	(377)	(443)	-	(298)	(372)	(470)
	P ( $\Sigma \Delta G_D$ )	132	159	307	273	163	110	212	97	124	154	91	143	134	86	78	158	129
		-	(291)	(598)	(871)	-	(272)	(185)	(582)	(706)	-	(245)	(388)	(522)	-	(164)	(322)	(451)
積載土量 (平均)	$\Delta G_D$ (m <sup>3</sup> )	306	294	228	261	318	186	297	198	102	324	150	126	108	282	188	159	141
	( $\Sigma \Delta G_D$ )	-	(519)	(738)	(999)	-	(504)	(711)	(819)	(921)	-	(474)	(600)	(708)	-	(468)	(618)	(759)
積速 (平均)	$V_d$ (kt)	18.1	18.9	18.9	17.3	28.6	28.6	29.0	32.1	29.6	39.8	40.6	37.1	40.0	49.0	48.4	48.2	48.2

1) T-3の第4行程終了後のみ停止を行なわれた。

表4・2 浚渫試験結果 (with Teeth)

TEST NO.	T-5				T-6				T-7				T-8 <sup>(1)</sup>			
	1	2*	3	4*	1*	2	3*	4	1*	2	3*	4	1*	2	3*	4
浚渫時間 $\Delta T_D$ (m-a)	26-41	26-43	25-40	25-42	18-10	17-17	17-07	18-30	11-43	13-45	12-49	11-58	9-35	10-15	9-37	9-52
オーバーフロー時間 $T_0$ (m-a)	92-48				60-26				46-06				39-19			
オーバーフロー開始時間 $t_0$	11-58				10-38				4-09							
浚渫深さ $S^*$ lu(m) (平均) P	22.2	22.3	22.4	22.2	22.2	22.0	21.9	21.8	21.9	21.9	21.8	22.0	21.8	21.8	21.8	21.8
スエルコン空気圧 $S$ $P_S$ (kg/cm <sup>2</sup> ) (平均) P	17.2	17.3	17.8	18.0	17.3	17.6	17.5	17.4	17.3	17.5	17.4	17.4	17.8	17.6	17.6	17.7
ポンプ回転数 $S$ np(rpm) (平均) P	155	155	154	153	155	155	155	154	156	155	155	155	155	155	155	155
ポンプ吐出口 $S$ $Q_m$ (m <sup>3</sup> /h) (平均) P	9550	10220	11260	11310	10970	10530	11350	10920	9410	10190	9940	11050	10620	11300	11360	11330
ポンプ通過含泥率 $S$ $C_{vp}$ (%) (平均) P	5.9	6.6	3.3	3.3	5.6	6.2	3.3	4.4	10.0	7.0	5.8	2.8	5.8	4.4	3.7	3.1
浚渫土量 $S$ $\Delta G_D$ (m <sup>3</sup> ) P ( $\Sigma \Delta G_D$ )	259	300	169	160	171	188	105	148	178	163	123	62	98	83	67	58
	-	(559)	(718)	(878)	-	(359)	(464)	(612)	-	(341)	(464)	(520)	(624)	(707)	(774)	(832)
	140	113	218	228	79	79	204	143	51	123	114	170	63	101	100	84
積載土量 $S$ $\Delta G_H$ (m <sup>3</sup> ) P ( $\Sigma \Delta G_H$ )	372	210	282	195	222	132	180	157	282	180	144	117	105	84	108	114
	-	(582)	(864)	(1059)	-	(354)	(534)	(691)	-	(462)	(606)	(723)	(828)	(912)	(1020)	(1134)
	-	(253)	(471)	(699)	-	(158)	(362)	(505)	-	(174)	(288)	(458)	(521)	(622)	(722)	(806)
船速(平均) $V_s$ (kt)	1.95	2.02	2.05	2.08	3.01	3.31	3.03	3.01	3.98	3.70	3.81	3.89	4.72	5.09	4.78	5.09

(1) T-8はT-7に引き続き連続して行なった。

④スエルコン圧力とポンプ回転数

スエルコン圧力およびポンプ回転数の初期値は、それぞれ2.0 kg/cm<sup>2</sup> (接地荷重約1.0 ton)、4ノッチ(約155 rpm)としたが、浚渫中の変動範囲はスエルコン圧力が

1.7~2.0 kg/cm<sup>2</sup>、ポンプ回転数で155±2 rpmであった。

表4には各舷の平均値を示してある。

⑤ポンプ吐量とポンプ通過含泥率

表4に示すポンプ吐量、電磁流量計の連続記録から

表5 揚水時の浚渫ポンプ吐量

ポンプ	測定方法	第1回目	第2回目	昭和45年度* 測定値*	比**
No.1	ポンプ回転数(rpm)	142	154	155	0.994
	泥船水位吐量(m <sup>3</sup> /h)	7,950	10,740	10,032	1.072
	喫水吐量(m <sup>3</sup> /h)	7,450	10,450	10,130	1.031
	電磁流量計吐量(m <sup>3</sup> /h)	8,850	11,870	10,435	1.136
No.2	ポンプ回転数(rpm)	146	155	156	0.994
	泥船水位吐量(m <sup>3</sup> /h)	9,070	10,500	9,535	1.101
	喫水吐量(m <sup>3</sup> /h)	8,380	9,530	9,510	1.001
	電磁流量計吐量(m <sup>3</sup> /h)	8,900	10,200	9,930	1.028

\* 文献 3)

\*\* 比 = (第2回目吐量) ÷ (昭和45年度測定値)

求めた平均値であって、浚渫中の含泥率および喫水の変化にもなり影響も含んでいる。これとは別に、揚水時のポンプ吐出量テストを各舷2回づつ行ない、昭和45年度の試験結果<sup>3)</sup>と比較したのが表5である。この表で判るように、ポンプ吐出量については摩耗その他による能力低下はみられない。したがって、本報告では以下の検討において電磁流量計の値を用いている。

ポンプ通過含泥率については、 $\gamma$ 線密度計の連続記録から得た浚渫行程中の平均値を表4に示してあり、土砂の真比重を2.65とした真容積含泥率である。ただし、本試験終了後に行われた密度計の校正試験によると、1号側は過大に、2号側は過小に記録されていたことが判ったため、それぞれに補正係数を乗じて修正した。

浚渫中の含泥率とポンプ吐出量の変動は相反的な関係にあって、含泥率による吐出量低下は極めて明瞭に表示される。そこで、これらの連続記録上の顕著な変動点を抽出してプロットしたのが図4である。ただし、ポンプ吐出量

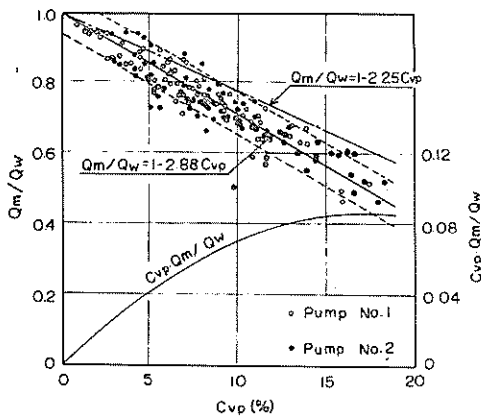


図4 含泥率によるポンプ吐出量の低下

は喫水によっても変るから、低下量を絶対値で示すのは適当でない。ここでは各行程開始直後の揚水状態での吐出量との比として示した。図で判るように、ポンプ吐出量は、含泥率の増加にしたがって、ほぼ直線的に低下しており、 $Q_m/Q_w = 1 - K C_{vp}$  で表わされる。ここで、吐出量低下係数 $K$ は2.88であり、前回の2.25よりもかなり大きい。浚渫土砂の篩分分析結果によれば、両者共細砂に属し(50%粒径にして、今回は0.11~0.17mm、前回は0.11~0.13mm)、粒子サイズによる影響でないことは明らかである。したがってポンプ特性または管路抵抗の変化によるものと考えられるが、この点については本試験データのみから判断することは出来ない。また、図4の $C_{vp} \cdot (Q_m/Q_w)$  は浚渫土量の含泥率に対する変化の傾向を示すもので、

$C_{vp} \approx 0.174$  で最大となる。

#### ⑥浚渫土量と積載土量

浚渫土量は、ポンプ吐出量およびポンプ通過含泥率の連続記録から求め、表4には各行程中のものと累計値を左右舷別に示してある。

積載土量を求めるには、積載土量指示計、同記録計、浚渫前後の喫水変化および泥船内サウンディングの各方法があるが、表4には積載土量記録計から得た値を示してある。なお、浚渫土量、積載土量とも真容積で表わしてある。

#### ⑦船位および船速

浚渫中の船の位置は、あらたに設備されたオーディスター装置によって、比較的正確に知ることが出来た。本装置は、陸上に約9.8km離して設けられた2ヶ所の発信局からの電波を船上でとらえ、小型のコンピュータで各局からの距離を計算して位置を割り出すものである。加えて、本船では浚渫作業を能率的且つ容易ならしむるために、浚渫座標なるものを採用して船位を刻々表示する方式をとっている。すなわち、南防波堤から550m離れて同防波堤に平行にY軸をとり、また南防波堤基部から1,200mの位置にX軸をとって浚渫座標とし、作業中は常時本船の浚渫区域内における位置を確認しながら操船出来るようになっている。コンピュータはまた、任意の時間間隔で船の対地速度を演算表示する機能も備えている。船位および船速のデータはネオン管に示されるとともに、紙テープに穿孔され、デー

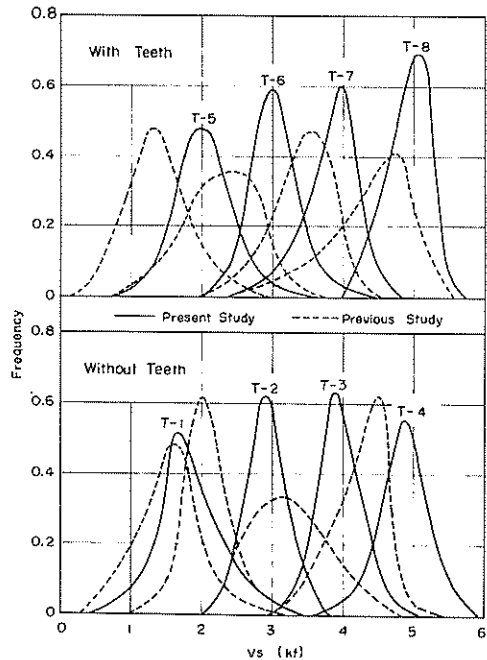


図5 船速頻度分布

タブプロセッサを通して作業能率の解析に利用される。

本試験では、ネオン管に表示された浚渫座標 (X, Y) を 1 分間隔で読み取り、これより船位を浚渫区域上に求めるとともに、1 分間毎の平均船速を算出した。付図 1 は浚渫中の航跡を示す代表例であるが、他の試験も含めて全浚渫行程の航跡は殆んど Y 軸上にまとまっていた。図 5 は各試験毎の船速頻度分布を調べたもので、分布曲線のピークが鋭く高い程、船速が一定に近づくことを示す。また、図には前回の結果をも併記してあるが、一定船速の保持性は今回に比べてかなり劣る。前回は 1 分間毎の平均船速にもとづいて CPP 翼角を制御していたのに対し、今回は数秒毎の船速表示にしたがって速度制御を行ない得たためである。

表 4 には、各行程の平均船速を示してある。

### 5. 浚渫土量と積載土量

浚渫土量はポンプ吐出量およびポンプ通過含泥率の自動記録から得られた値をもとにして検討した。図 6、7 は単位時間当たり浚渫土量を含泥率および吐出量に対して図示したものである。本試験では、各サイクルの第 1、2 行程に

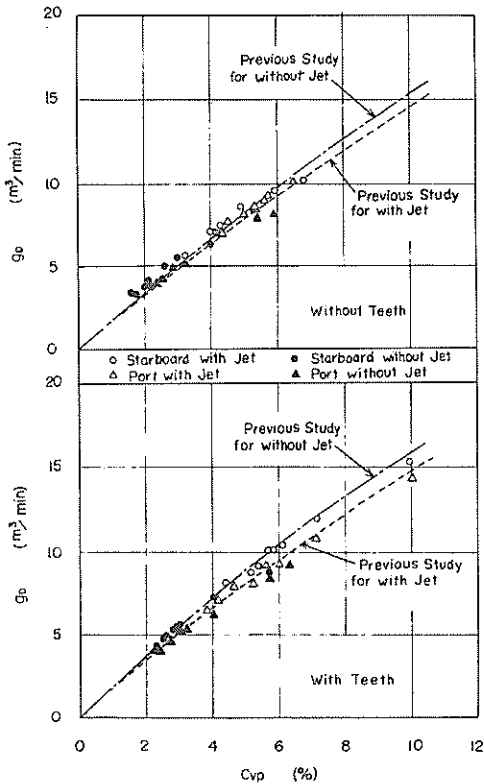


図 6 ポンプ通過含泥率と単位時間当たり浚渫土量

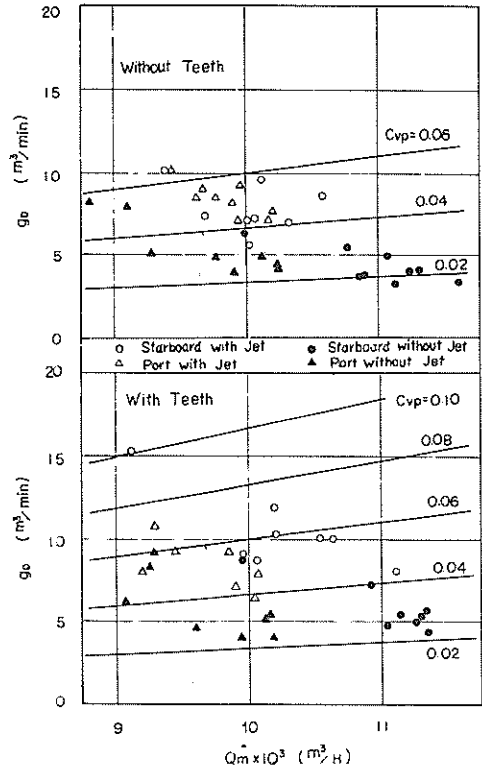


図 7 ポンプ吐出量に対する単位時間当たり浚渫土量

右舷 (1 号) の、また第 3、4 行程に左舷 (2 号) のジェットを使用したので、前回の試験 (左舷側ジェットのみ使用) のように、ポンプ吐出量の差に起因する問題はなく平均化されたものとみなされる。これらの図および前回の試験結果をも考慮すれば、ジェットは砂質土浚渫の能力増加手段として極めて有効なものであるといえよう。しかし、浚渫土量の絶対値は土質の硬軟に大きく左右され、前回に比べて全体的に  $\frac{1}{2}$  程度となっており、今回の土質が硬砂質土であることを意味している。

積載土量の計測方法とそのデータの信頼性については、今回の結果においてもなお若干の疑問点を残しているが、ここでは積載土量計の自動記録の値を用いて検討した。積載土量計には泥艙内土量を見掛比重 2.0 とした値で表示される。或る浚渫行程が終了、すなわちポンプの泥艙への注水が終わった時点では、泥艙上に余剰水がたまっているから、見掛け上、過大な土量が表示される。この余剰水が舷外に流出し、泥艙内水位がオーバーフローレベルに達した時の指示値が真の積載土量であるが、実際にはレベル調整板などからの漏水もあって、水位はレベル以下になって落ち着く。

記録紙上から読みとられるのは、これら最高および最低の値である（記録紙の送り速度が遅いため）。そこで、積載土量として最高および最低の平均値（ $\Delta G_H$ ）と、泥船内水

位がレベルに達したと推定される時点の値（ $\Delta G_H'$ ）、さらに最終行程終了後のサウンディング土量を表6に示した。表の第1行程の値を浚渫土量と比べてみると、 $\Delta G_H'$ は殆

表6 積載土量 ( $\gamma_a = 2.0$ )

TEST No.		自記積載土量計 (m <sup>3</sup> )					サウンディング土量
		1	2	3	4	5	
T-1	$\Delta G_H$	510	340	380	435	/	1890
	( $\Sigma \Delta G_H$ )	(510)	(850)	(1230)	(1665)		
	$\Delta G_H'$	625	335	390	425	/	
	( $\Sigma \Delta G_H'$ )	(625)	(960)	(1350)	(1775)		
T-2	$\Delta G_H$	530	310	345	180	170	—
	( $\Sigma \Delta G_H$ )	(530)	(840)	(1185)	(1365)	(1535)	
	$\Delta G_H'$	610	300	400	150	250	
	( $\Sigma \Delta G_H'$ )	(610)	(910)	(1310)	(1460)	(1710)	
T-3	$\Delta G_H$	540	250	210	180	/	1320
	( $\Sigma \Delta G_H$ )	(540)	(790)	(1000)	(1180)		
	$\Delta G_H'$	560	280	200	235	/	
	( $\Sigma \Delta G_H'$ )	(560)	(840)	(1040)	(1275)		
T-4	$\Delta G_H$	470	210	250	235	/	1245
	( $\Sigma \Delta G_H$ )	(470)	(680)	(930)	(1165)		
	$\Delta G_H'$	550	150	300	225	/	
	( $\Sigma \Delta G_H'$ )	(550)	(700)	(1000)	(1225)		
T-5	$\Delta G_H$	620	350	470	325	/	2015
	( $\Sigma \Delta G_H$ )	(620)	(970)	(1440)	(1765)		
	$\Delta G_H'$	710	330	600	335	/	
	( $\Sigma \Delta G_H'$ )	(710)	(1040)	(1640)	(1975)		
T-6	$\Delta G_H$	380	220	300	265	/	1330
	( $\Sigma \Delta G_H$ )	(380)	(600)	(900)	(1165)		
	$\Delta G_H'$	460	250	300	265	/	
	( $\Sigma \Delta G_H'$ )	(460)	(710)	(1010)	(1275)		
T-7	$\Delta G_H$	470	300	240	195	/	1155
	( $\Sigma \Delta G_H$ )	(470)	(770)	(1010)	(1205)		
	$\Delta G_H'$	525	285	190	250	/	
	( $\Sigma \Delta G_H'$ )	(525)	(810)	(1000)	(1250)		
T-8	$\Delta G_H$	175	140	180	190	/	2150
	( $\Sigma \Delta G_H$ )	(1380)	(1520)	(1700)	(1890)		
	$\Delta G_H'$	225	125	225	175	/	
	( $\Sigma \Delta G_H'$ )	(1475)	(1600)	(1825)	(2000)		

$\Delta G_H$  は最高、最低の平均値

$\Delta G_H'$  は泥船内水位がオーバーフロー・レベルに達した時を推定して求めた値

んどの場合過大であることが判る。したがって、ここでは  $\Delta G_H$  をもって積載土量とする。またサウンディング土量は  $\Delta G_H$  より 10~14%多いが、これは泥船内堆積土砂の見掛け比重と土量計設定比重の差によるもので、後者を

2.0 とすれば、前者は 1.9 程度になる。

次に、浚渫土量 ( $\Delta G_D$ ) および積載土量 ( $\Delta G_H$ ) が判ると、 $\eta = \Delta G_H / \Delta G_D$  で定義される積込効率が求まる。しかしながら、 $\Delta G_D$  は各行程毎の土質や運転条件に左右

され、結果的に $\eta$ の変動が大きくなり、データ数の少ないこの種の試験結果では誤った判断を起しやすい。そこで、ここでは浚渫開始から各行程終了時点までの平均積込効率 $\eta_m = \Sigma \Delta G_H / \Sigma \Delta G_D$ を求め、これを浚渫時間に対して

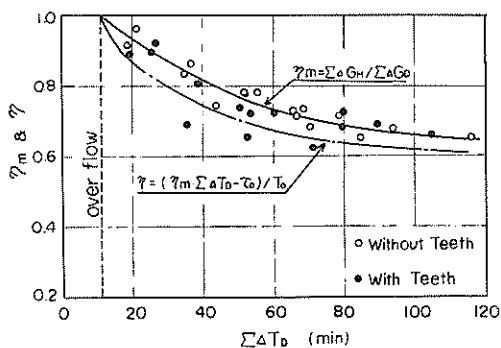


図8 積込効率

示したのが図8である。同図には、 $\eta = (\eta_m \cdot \Sigma \Delta T_D - \tau_0) / T_0$ から得られる積込効率をも併記してある。一般に砂質土の場合、オーバーフロ後の $\eta$ は殆んど一定といわれているが、本例のように微細粒子の場合は積載土量(ま

たは浚渫時間)の増加とともに、 $\eta$ は漸減傾向をとる。 $\eta$ および $\eta_m$ については、積載土量におも疑問点が残るものの、他の同種船の例<sup>4)</sup>に近い値である。

## 6. 船速と浚渫能力

浚渫能力に影響を及ぼす要因の中、ここでは船速、掘削用爪およびジェットを取り上げ、それらのポンプ通過含泥率または単位時間当り浚渫土量への効果を検討した。

含泥率をもっとも左右するものは海底土質である。試験浚渫区域近辺の予想土質断面図は図2の通りであるが、ボーリング地点は試験区域から80~100m離れているため、必ずしも試験区域の土質を正しく表わしているとは限らない。しかし、一応図2にしたがって試験時の土質を判断してみると、全般的には砂質土で一部 $Y=2,600 \sim 3,200$ mの区域で砂利層が含まれている。実際に、この近辺を浚渫している間は吐出管やトラフでの衝突音をしばしば耳にしており、この砂利層を確認している。次に、土質条件のところで述べたように、 $Y=1,800 \sim 2,500$ の範囲は比較的軟かい土質のためか局部的に深く浚渫されている。一方、試験時の浚渫深度線は、予想土質断面図上の洪積砂層を通り、N値50以上の硬砂質土に相当していて、上記のことと合致しない。しかしながら、試験後に行われた測深

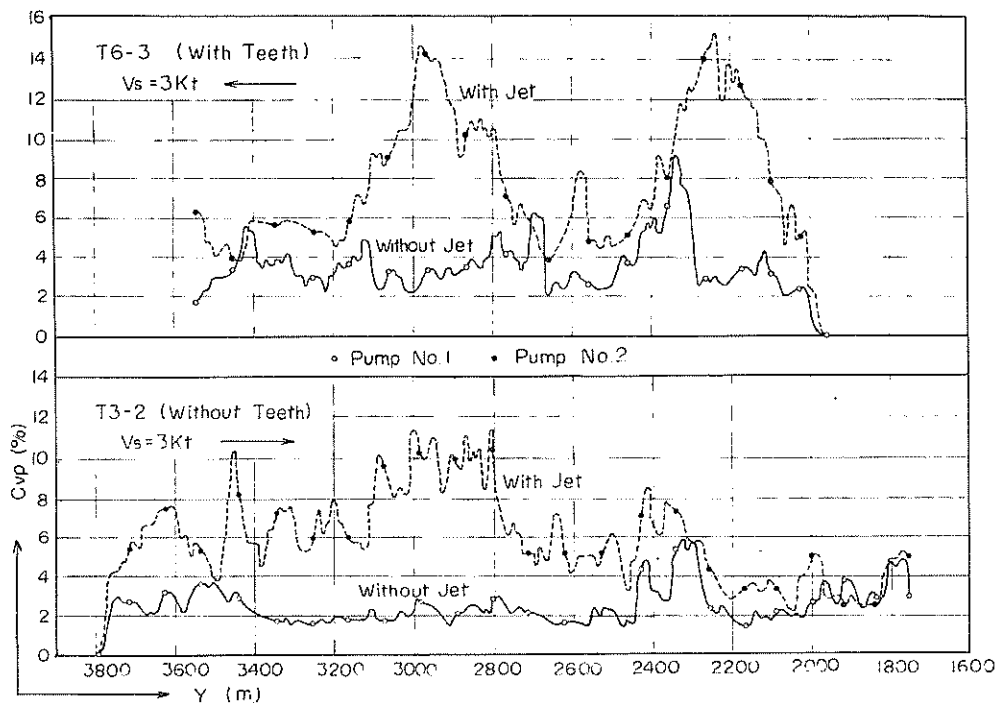


図9 Y軸に沿った含泥率の変化

結果でも  $X=20\sim 100\text{ m}$ 、 $Y=2,100\sim 2,400\text{ m}$  の区域で凹地が確認されていること、また S-3 のサンプルにはシルト分が多いことなどを考慮すれば、ボーリング地点 A<sub>b</sub>-3 で示されている土質断面については、試験区域の土質に当てはまらないと判断すべきであろう。

このような海底土質の変化があれば、当然含泥率に影響を及ぼすものと思われるので、含泥率の自動記録の時間軸を浚渫座標 Y 軸に変換してみた。その一例が図 9 である。図で判るように、T6-3、with Jet の場合、上記の砂利層およびシルト質砂層域に相当する所では、含泥率が著しく高くなっている。しかしながら、このような現象がみられるのは 2、3 のケースについてのみであり、全体的には土質を明らかに区別し得る程顕著な現象とは認め難い。そこで、図 9 から 1 分間毎の平均含泥率を求め、これに対応する船速との関係にプロットしたのが付図 3 である。ただし、この図には相対的に著しくかけ離れたデータは削除してある。1 分毎の全データ数、各舷 541 点に対し、有効データ数は 470 点であり、削除したものの大部分は前述の砂利層またはシルト質砂層域のデータである。

付図 3 はバラツキが多くて傾向を把握することは困難であるが、左右舷による特異性は殆んどないといっていよう。これらデータを船速 0.5 kt 毎に区分して、それぞれの含泥率および船速の平均値を求めて示したのが、付表 3 および図 10 である。本図には前回の試験結果をも併記してあるが、含泥率は今回のものより遙かに高い。前回の試験においても、2 つの浚渫行程については試験区域をは

ずれ(今回の試験区域に相当する)、著しく低含泥率を示したため、結果の検討に際して削除した経由がある。このことから、浚渫区域が僅か数 10 m 離れただけで著しく土質が相違し、直接含泥率に影響したものと思われる。

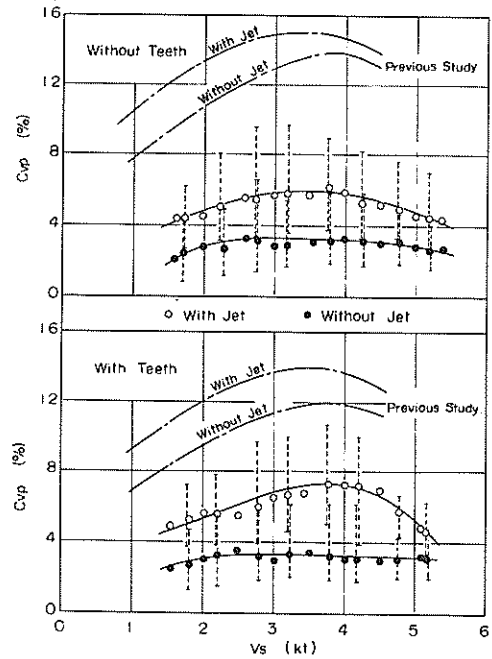


図 10 船速に対する含泥率

表 7 含泥率の増加率

Speed range (kt)	$C_{vp}(00)$	$\frac{C_{vp}(10)}{C_{vp}(00)} - 1$	$\frac{C_{vp}(0j)}{C_{vp}(00)} - 1$	$\frac{C_{vp}(1j)}{C_{vp}(00)} - 1$
1.50~1.99	2.44	0.12	0.80	1.16
2.00~2.49	2.75	0.17	0.83	1.03
2.50~2.99	3.18	0.01	0.72	0.84
3.00~3.49	2.88	0.17	1.00	1.24
3.50~3.99	3.17	0.01	0.95	1.37
4.00~4.49	3.10	0.00	0.69	1.32
4.50~4.99	3.04	0.02	0.61	0.89
5.00~5.49	2.61	0.15	0.70	0.76
Average		0.08	0.79	1.08
		*(0.06)	(0.80)	(1.12)

\* Speed 2~5 kt 間の平均

$C_{vp}(00)$  : without Teeth & without Jet

$C_{vp}(10)$  : with Teeth & without Jet

$C_{vp}(0j)$  : without Teeth & with Jet

$C_{vp}(1j)$  : with Teeth & with Jet

図10で明らかのように、ジェットを使わない場合、爪や船速の影響は極めて僅少であり、ジェットまたは他の有効な掘削手段を併用しないと、硬砂質土に対しては十分な浚渫能力を期待し得ない。一方、ジェットを用いた場合、特に船速3~4 ktにおいて、その効果は顕著であり、このことは前回の結果とも符合する。以上のことから、比較的軟かい砂質土では船速の影響が大きく、浚渫時の操船条件が能力を左右し、硬くなると操船上の問題よりもむしろ掘削手段の有効性で能力が決ってくると解釈してよいだろう。

表7は“without Teeth & without Jet”の含泥率をもとにして、ジェットおよび爪の効果を含泥率の増加率で示したものである。本試験の範囲では、平均的に“with Teeth & without Jet”で約8%、“without Teeth & with Jet”で約80%、“with Teeth & with Jet”で約110%の増加を示している。ここで、爪は少なくとも含泥率の増加に寄与しており前回の結果と全く逆の現象であることは注目される。前回の爪の配置はグレート面全面にわたり、グレート面と土盤面との間隙増加によって含泥率の低下をもたらしたのに反し、今回はヒールに近い個所にのみ爪をつけ

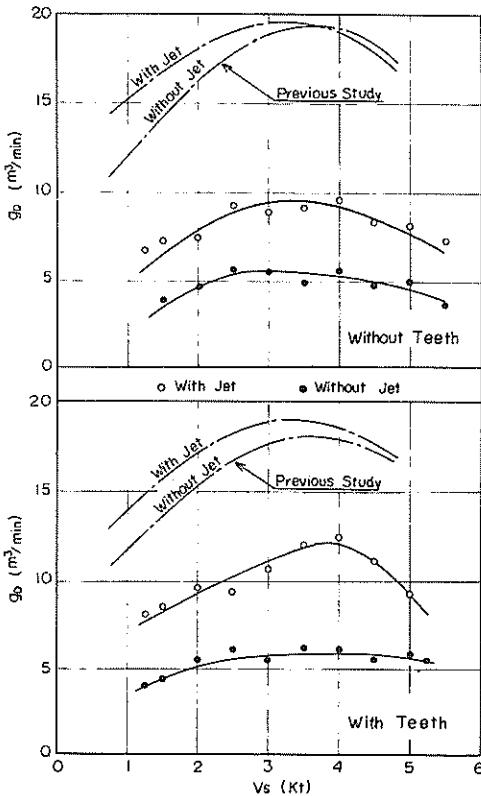


図11 船速と単位時間当り浚渫土量

ため、ヘッドの後端部の土面への接触状態が比較的良好に保たれつつ浚渫を行い得た結果であろう。換言すれば、爪はその取付位置によって正逆両面の効果をもたらし、極めて重要なことを示唆している。

図11は単位時間当り浚渫土量を船速に対して示したものである。浚渫中の含泥率は17.4% (図4の  $C_{vp} \cdot Q_m / Q_w = \text{Max.}$  に相当する含泥率) 以下であるから、図10とはほぼ同様な傾向を示す。

## 7. 消費動力と動力配分

本船には主機関が2基搭載されており、それらの一端は減速機を介して推進器に接続され、他端は主発電機に接続されている。本試験では、主要な電気機器動力および推進軸馬力を測定して、浚渫時のエンジン負荷ならびに各機器の動力配分を検討した。

### (1) 浚渫関係動力

浚渫関係動力には、浚渫ポンプ電動機、ジェットポンプ電動機および主発電機の各動力が含まれる。試験に際しては、浚渫ポンプ電動機については回転数と電流を、ジェットポンプ電動機は電流を、主発電機については出力電力を各パネル計器から1分毎に読み取った。

図12は船速に対する両電動機動力の変化を左右舷別に

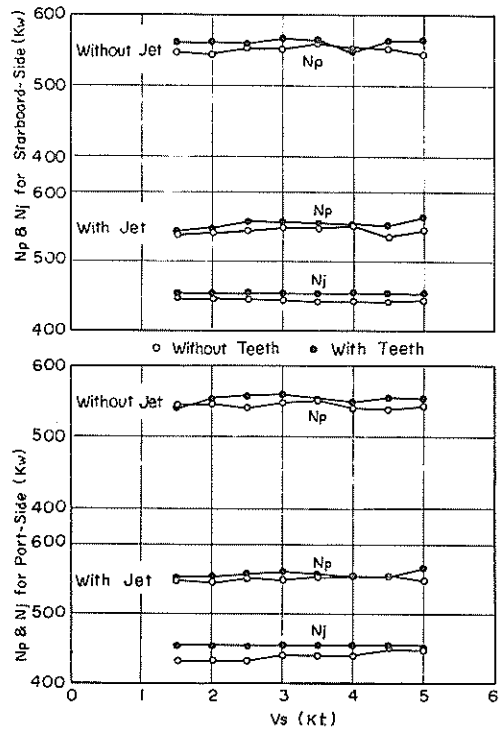


図12 船速と浚渫関係動力



示したものであるが、いずれも船速の全域においてほぼ一定である。これらの結果は前回と全く同様である。浚渫ポンプ動力の含泥率に対する増加傾向は、主として土粒子の大きさによって異なることが知られている。<sup>5)</sup>また、ドラグサクシオン浚渫船のような低揚程ポンプの土砂混合時の吐出量低下量は、ポンプ浚渫船のような比較的揚程の高いポンプのそれより、かなり大きい。前回および今回の浚渫土砂は共に細砂であり、浚渫時の吐出量および効率の低下率と揚程増加率（水柱にて）が相殺されて、結果的に動力がほぼ一定になったものと思われる。ジェットポンプは船速、含泥率などの直接的な影響がないから一定であるが、with Teethの場合、全般的にwithout Teethより大きい。ノズル先端部の抵抗変化かも知れないが、前回にはこのような現象はなかった。

次に、主発電機出力に対する両電動機の動力配分を示したのが表8である。ここで  $(N_P + N_J) / N_G \doteq 1.0$  になる

表8 浚渫関係動力配分

	動力配分	右 舷	左 舷
without Jet	$N_P / N_G$	0.92	0.92
	$N_J / N_G$	0.52	0.53
with Jet	$N_J / N_G$	0.43	0.43
	$(N_P + N_J) / N_G$	0.95	0.96

べきであるが、 $N_G$  は  $(N_P + N_J)$  より4~8%大きい。これは線間ロスや計器誤差に起因するものであろう。

(2) 推進動力

推進軸の伝達馬力はCPP翼角より推算することも出来るが、その計算過程で幾つかの仮定が設けられるので誤差を含み易い。本試験では、推進軸にストレインゲージを貼り、FMテレメータを用いて直接軸馬力を測定して、CPP翼角より求めた軸馬力と比較してみた。なお、FMテレメータについては、1日3回、推進軸を停止させて零基線お

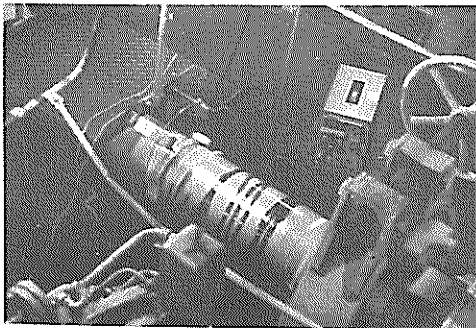


写真2 FMテレメータ設置状況

び校正波形を入れ、測定精度の向上につとめた。また、CPP翼角指示計には零点のズレがあったので、軸馬力の計算にあたってはあらかじめ指示値を補正した。

図13は両馬力を比較したものである。両者の値はかな

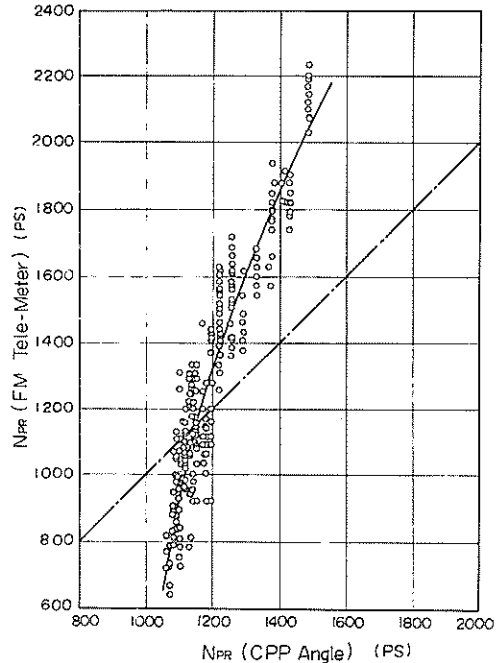


図13 FMテレメータによる推進軸馬力とCPP翼角馬力の比較

りばらつくが、これは両者の感度差によるもので、翼角が一定でもFMテレメータには軸に生じた負荷変動を克明に感知するからである。図によれば、CPP翼角馬力は低速域で過大に、高速域で過小に計算されていたことが判る。なお、翼角零の時の馬力は、翼角馬力が約1000PSに対し、実測値では約450PSで、ほぼ $1/2$ の値を示した。このような、軸馬力の相違の真偽については直接評価することは出来ないが、後述の主機関出力配分その他から考慮すれば、実測馬力の方がより信頼性があると判断してよいだろう。

図14は船速と推進馬力の関係であり、翼角馬力とこれを図13で補正したものを比較して示してある。

図15は爪による付加馬力の船速に対する変化で、図14における左右舷補正馬力の平均と爪の有無による差を示している。低速領域で左右舷の推進馬力の差が目立つが、これは図13の補正曲線の勾配が低馬力において急になるために生じる誤差である。付加馬力は、船速2.5~5.0ktにおいて、船速のほぼ3乗（掘削抵抗にして約2乗）に比例して増加している。一般の平板掘削における掘削抵抗は速

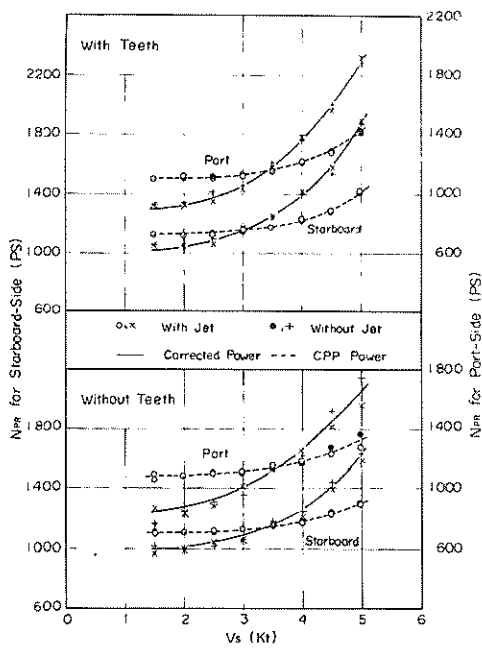


図14 船速と推進動力

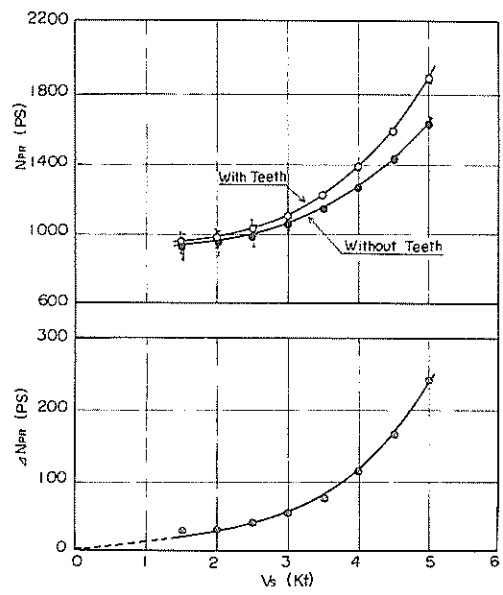


図15 船速と爪による付加馬力の関係

度に無関係とされている。<sup>6)</sup>しかし、これらの実験は低速領域のもので、本例のように比較的早い掘削速度の場合については今の所不明である。また、ドラッグヘッドと土盤面との関係も定常的であることはない。したがって、ここでは結果のみを参考に記しておくに止める。

(3)主機関動力配分

主機関の出力は主発電機および推進軸に伝達される。主発電機出力と推進動力は前述のように求められたので、伝達効率を仮定すれば、それぞれの入力側動力すなわち主機関出力を逆算することが出来る。ここで、伝達効率は前回と同様、主発電機効率を0.95、推進軸総合伝達効率を0.92とした(以下、主機関軸に換算した動力には\*または\*\*印をつけて測定値と区別する)。

一方、主機関出力については燃料ラック目盛から求めることが出来るので、試験中は他の測定項目と同様、1分毎にラック目盛を読み取り、校正曲線から求めた。

図16は、ラック目盛から得た主機関出力( $N_E$ )と主発

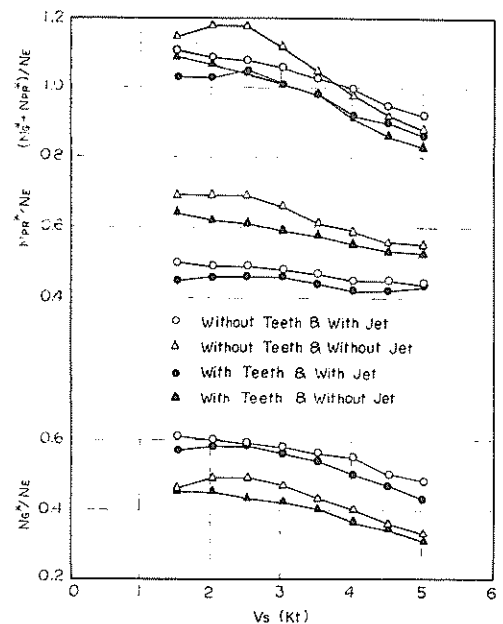


図16 主機関出力軸における動力配分 (右舷)

電機入力( $NG^*$ )との比 $NG^*/NE$ 、推進動力( $NPR^*$ )との比 $NPR^*/NE$ および $(NG^*+NPR^*)/NE$ を船速に対してプロットしたものである。ただし、本図では $NPR^*$ としてCPP 翼角馬力を用いている。主発電機出力( $NG$ )は、7.(1)で述べたように、全船速域でほぼ一定であるから、 $NG^*$ もまた一定としてよい。船速の増加に伴って $NE$ は当然増加するから、 $NG^*/NE$ は減少傾向になる。しかし、推進動力は $NE$ と同様、船速と共に増加するから $NPR^*/NE$ の

船速に対する変化にはわかりにくい。次に、負荷動力の総和と主機関出力の比  $(N_G^* + N_{PR}^*)/N_E$  は本来1.0になるべきであるが、図で判るように、低速域で過大に、高速域で過小になっている。この右下りの傾向は左右舷共に見られることである。 $N_G^*$ は主発電機電力と効率から求めたもので、 $N_{PR}^*$ に比べて測定精度はよい。したがって、いま $N_E$ を真値とすれば、 $N_{PR}^*$ は低速領域でCPP翼角馬力より小さく、また高船速領域においては翼角馬力より大きくならなければならない。これは、すなわち翼角馬力と実測馬力の関係を示した図13の傾向が妥当であることを証明するものである。

そこで、 $N_{PR}^*$ の代りに補正した推進動力 $N_{PR}^{**}$ を使っ

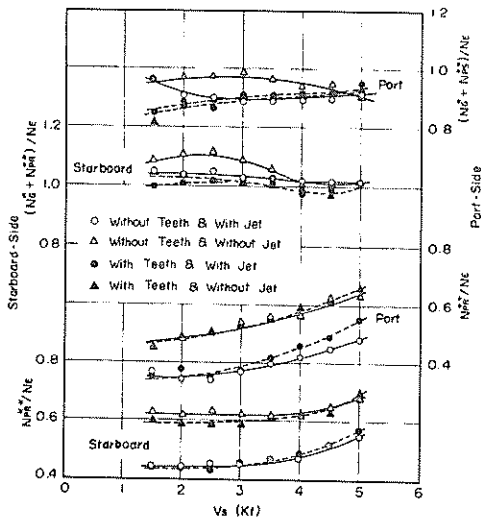


図17  $N_{PR}^{**}$ を用いた場合の動力配分

て、同様に動力配分を示したのが図17である。図から、 $N_{PR}^{**}/N_E$ は船速の増加と共に漸増することが判る。また  $(N_G^* + N_{PR}^{**})/N_E$ は1.0にはならないが一定値に近づき、図16よりは好ましい傾向にあるといえよう。この比が1.0にならない原因が $N_E$ の誤差にあるとすれば、 $N_M = N_G^* + N_{PR}^{**}$ と $N_E$ の関係から $N_E$ の補正曲線が得られる。図18はそれらの関係を各舷別に示したものである。右舷機関については出力の低い領域において若干の差があるが、ほぼ $N_M = N_E$ として差支えないであろう。一方、左舷については全般的に $N_M$ は $N_E$ より300 PS程度小さく、したがって、 $(N_G^* + N_{PR}^{**})/N_E$ が全船速域において1.0以下を示したものである。以上の主機関動力配分の検討に用いた $N_E$ は、本船建造時の校正曲線から

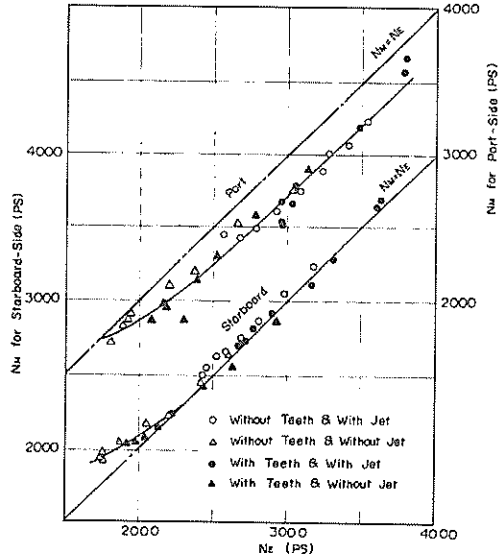


図18 主機関出力 $N_M$ と $N_E$ の比較  
得た値であって、その後の時間経過その他の要因によって、必ずしも真値を示さないであろう。しかしながら、前回の結果において問題として残された各機器の消費動力ならびに動力配分については、 $N_{PR}$ を失測したことによって、かなり明白になったものと思われる。

表9および図19は以上の検討結果をまとめたもので、主発電機入力に $N_G^*$ 、推進軸動力に $N_{PR}^{**}$ 、主機関出力に $N_M$ をとち、各々の動力配分を示したものである。

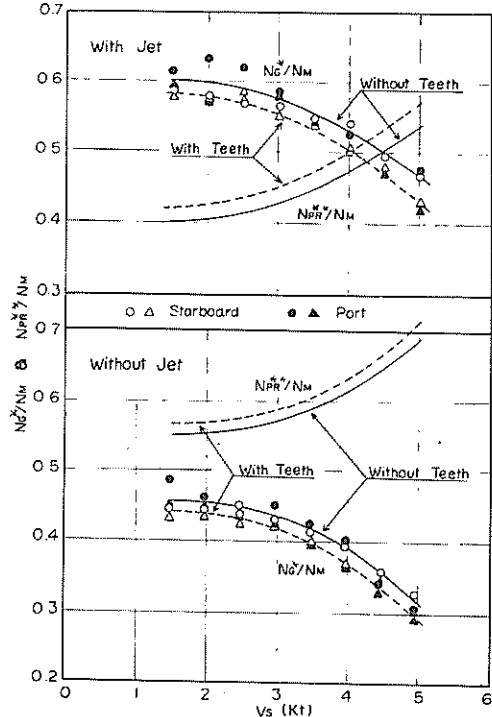


図19  $N_M$ による動力配分

表9・1 消費動力と動力配分 (without Teeth)

Vs (kt)	Jet	Starboard-Side							Port-Side							
		Ng*	NpR**	Nm	Ne	Ng*/Nm	NpR**/Nm	Ne/Nm	Ng*	NpR**	Nm	Ne	Ng*/Nm	NpR**/Nm	Ne/Nm	
1.5	with	1475	1054	2529	2407	0.583	0.417	0.952	1492	946	2438	2531	0.612	0.388	1.038	
2.0		1470	1087	2557	2450	0.575	0.425	0.958	1527	897	2424	2655	0.630	0.370	1.095	
2.5		1486	1141	2627	2516	0.466	0.434	0.958	1542	951	2493	2782	0.619	0.381	1.116	
3.0		1492	1163	2655	2576	0.562	0.438	0.970	1511	1087	2598	2921	0.582	0.418	1.124	
3.5		1497	1250	2747	2678	0.545	0.455	0.975	1504	1239	2743	3076	0.548	0.452	1.121	
4.0		1539	1321	2860	2798	0.538	0.462	0.978	1511	1364	2875	3226	0.523	0.474	1.122	
4.5		1500	1538	3038	2974	0.494	0.506	0.979	1520	1538	3058	3398	0.497	0.503	1.111	
5.0		1506	1728	3234	3170	0.466	0.534	0.980	1535	1696	3231	3532	0.476	0.525	1.093	
5.5																
1.5		without	811	1109	1920	1760	0.422	0.578	0.917	833	899	1732	1813	0.480	0.520	1.047
2.0	853		1087	1940	1749	0.440	0.560	0.902	834	997	1831	1886	0.455	0.545	1.030	
2.5	858		1120	1978	1763	0.434	0.566	0.891	831	1037	1868	1923	0.445	0.555	1.029	
3.0	873		1174	2047	1873	0.426	0.574	0.915	850	1059	1909	1937	0.445	0.555	1.015	
3.5	888		1277	2165	2047	0.410	0.590	0.945	886	1217	2103	2183	0.421	0.579	1.038	
4.0	871		1359	2230	2200	0.391	0.609	0.987	881	1321	2292	2358	0.400	0.600	1.071	
4.5	876		1576	2452	2416	0.357	0.643	0.985	860	1658	2518	2641	0.342	0.658	1.049	
5.0	861		1777	2638	2597	0.326	0.674	0.984	834	1913	2747	3027	0.304	0.696	1.102	
5.5																

Ng\*, NpR\*\* は機関出力軸における軸馬力 Ne は機関ラック目盛より求めた機関出力  
Nm = Ng\* + NpR\*\*  
NpR\*\* は矯正値

表9・2 消費動力と動力配分 (with Teeth)

Vs (kt)	Jet	Starboard-Side							Port-Side							
		Ng*	NpR**	Nm	Ne	Ng*/Nm	NpR**/Nm	Ne/Nm	Ng*	NpR**	Nm	Ne	Ng*/Nm	NpR**/Nm	Ne/Nm	
1.5	with	1564	1163	2727	2724	0.574	0.426	0.999	1482	1022	2504	2957	0.592	0.408	1.181	
2.0		1556	1158	2714	2692	0.573	0.427	0.992	1499	1141	2640	3026	0.568	0.432	1.146	
2.5		1551	1152	2703	2657	0.574	0.426	0.983	1482	1043	2525	2951	0.587	0.413	1.169	
3.0		1540	1277	2817	2761	0.547	0.453	0.980	1549	1120	2669	2948	0.580	0.420	1.105	
3.5		1555	1353	2908	2839	0.535	0.465	0.993	1499	1233	2782	3045	0.539	0.461	1.095	
4.0		1564	1538	3102	3159	0.504	0.496	1.018	1491	1505	2996	3266	0.498	0.502	1.090	
4.5		1560	1717	3277	3308	0.476	0.524	1.009	1488	1696	3184	3468	0.467	0.533	1.089	
5.0		1560	2065	3625	3604	0.430	0.570	0.994	1488	2092	3580	3780	0.416	0.584	1.056	
5.5		1583	2092	3675	3618	0.431	0.569	0.984	1531	2136	3667	3792	0.418	0.582	1.034	
1.5		without	868	1158	2026	1924	0.428	0.572	0.950	821	1022	1843	2313	0.445	0.555	1.255
2.0	878		1163	2041	1969	0.430	0.570	0.965	831	1022	1853	2091	0.448	0.552	1.128	
2.5	873		1207	2080	2039	0.420	0.580	0.980	842	1103	1945	2175	0.433	0.567	1.118	
3.0	901		1250	2151	2131	0.419	0.581	0.991	826	1152	1978	2164	0.418	0.582	1.094	
3.5	882		1353	2235	2211	0.395	0.605	0.989	845	1315	2160	2373	0.391	0.609	1.099	
4.0	885		1533	2418	2428	0.366	0.634	1.004	834	1484	2318	2523	0.360	0.640	1.088	
4.5	885		1663	2548	2629	0.347	0.653	1.032	845	1734	2579	2780	0.328	0.672	1.078	
5.0	893		2054	2947	2927	0.303	0.697	0.993	844	2054	2898	3132	0.291	0.709	1.081	
5.5																

8. 消費動力当り毎分浚渫土量

ジェットの使用あるいは爪の装着によって浚渫土量が増加することはすでに述べた通りであるが、同時にこれらを用いることによって消費動力も増加する。したがって、動力的にも有効であるか否かを検討しておく必要がある。ここでは、消費動力として7.(8)で求めたNmを用い、1000馬力当り毎分浚渫土量(e)と比較してみた。

図20はジェットの効果を示すものである。なお同図には前回の結果をも併記してあるが、この場合、推進動力については7.(2)で述べた修正を同様にを行ったものを用いた。

図で明らかのように、ジェットは毎分浚渫土量(φD)およびeを増加せしめ、能力的にも動力的にも有効な手段であるといえよう。しかし、前回の結果ではジェットを用いた場合のeはむしろ低い。前回の試験では左舷ジェットのみを使用し、ポンプ吐出量が右舷に比べて少ないが、たのことを考慮しても、ジェット使用時のeは低い。これはジェットを使用しないでも或る程度のφDが期待し得るような比較的軟かい砂質土に対しては、ジェットポンプ動力に見合う程には土量増加が見込まれないことを意味する。

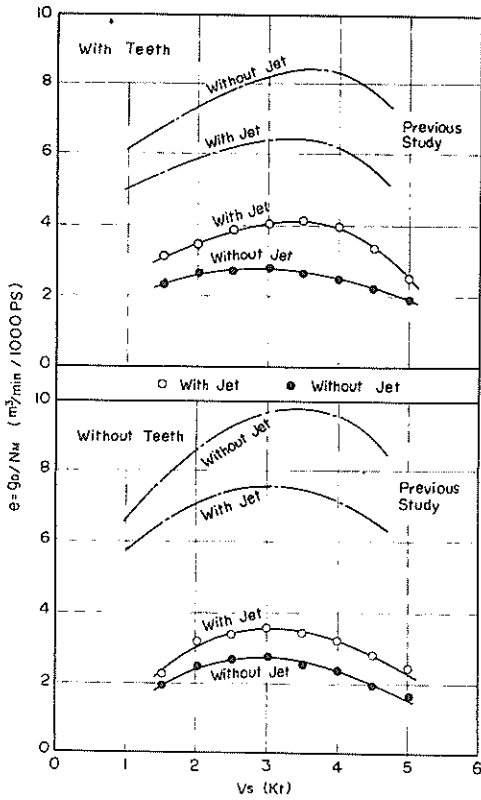


図20 馬力当り毎分浚渫土量  
(ジェットの効果)

次に、図21は図20と同様な手法で、爪の効果も明確になるように図示したものである。爪は少なくとも $e$ を増加させるものの、ジェットに比べると、その効果は著しく小さい。特にジェットを併用しない場合は、殆んど爪の影響はないといってもよいだろう。また、前回の結果では、爪は $e$ そのものを低下させるという逆効果をもたらしたから、 $e$ も当然ながら低い。

以上、ジェットおよび爪の効果を $e$ について検討したが、結論的に次のことがいえる。ジェットは能力増大の手段として有効であるが、比較的軟かい砂質土の場合には動力的にマイナスの結果を招くことがある。また、爪はその配置を誤ると、浚渫土量そのものに逆効果をもたらす。また、適当な配置にしても、ジェットの効果に比べて多くの期待は望めない。しかしながら、ジェットまたは爪によって浚渫土量が増加することは、浚渫時間については工期の短縮につながり、全体の作業効率からみれば、消費動力の若干の増加は殆んど問題にならないであろう。

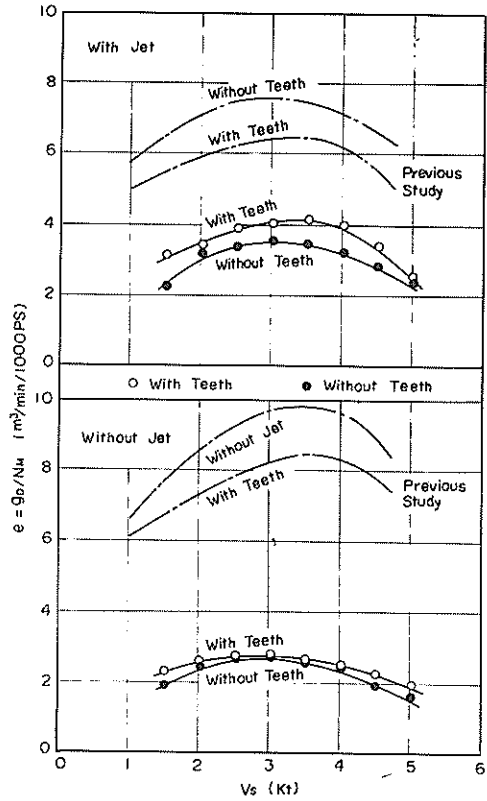


図21 馬力当り毎分浚渫土量  
(爪の効果)

## 9. まとめ

今回の試験の条件および内容は、ほぼ前回と同様であったが、グレート面の掘削用爪の個数配置を変えたこと、FMテレメータを用いて推進軸馬力を実測したことが特長である。浚渫土質については、前回は比較的軟かい砂質土であったのに対し、今回は一部局部的に予想土質断面と異なる所もあったが、全体的には硬砂質土と評価してもよいだろう。また、オーヂスター装置が設置されたことと、海気象条件に恵まれたこともあって、予め設定した浚渫条件は比較的良好に保ち得た。

本試験の結果および問題点を要約すれば、次の通りである。

(1) 浚渫ポンプの揚水時吐出量は前回とほぼ同じであるが、土砂混合時の吐出量低下率は前回、前々回に比べて大きい。土粒子の大きさは低下率を変える程には異なっていない。したがって、この原因はポンプ特性または管路抵抗にある

と考えられるが、本試験結果のみから連断することは出来ない。

(2) オーディスター装置は、操船を極めて安定化し、適切な浚渫条件の設定すなわち能力向上に資する所大である。

(3) 積載土量の算定に積載土量計または喫水計を用いることには、なお若干の精度的疑問点が残る。

(4) 掘削用ジェットは、前回および今回の試験を通じて、含泥率および浚渫土量の増加という面で有効であることが明らかにされた。しかし、動力的にみれば、土砂の硬軟によっては、必ずしも得策であるとばかりにいえぬ。

掘削用爪については、前回と今回とでは全く逆の結果をもたらしたが、これは爪の形状、個数、配置などの選択が極めて重要であることを物語っている。本試験に用いた爪については、ジェットの能力増加に比べてその効果は極めて少ない。また、爪の形状についてはなお一考の余地があろう。

(5) FMテレメータを用いて推進軸馬力を測定した結果、CPP 翼角馬力は低馬力時に過大に、高馬力時には過小に算出されていることが判った。

浚渫ポンプおよびジェットポンプ動力は船速に対してほぼ一定とみなされるが、推進動力は増加する。したがって、主機関出力軸上の船速に対する動力配分は、主発電機側は漸減、推進器側は漸増傾向を示した。また、爪をつけたことによる主機関出力の増加率は、4～7%であった。

## 10. あとがき

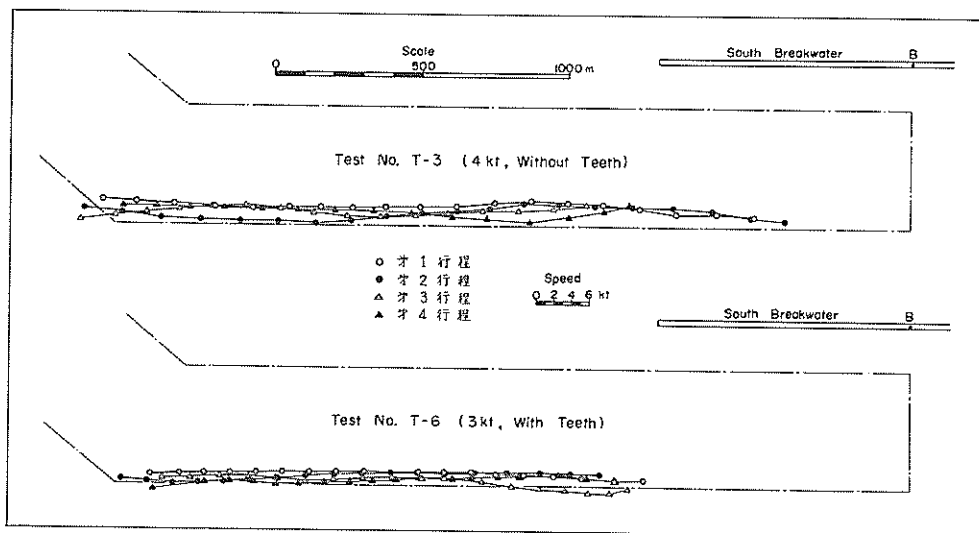
本報告は、特殊浚渫株式会社から委託された『第一特浚丸の浚渫能力試験および浚渫時の負荷試験』の結果をとりまとめたものである。

なお、試験は特殊浚渫株式会社および石川島播磨重工業株式会社の関係各位の御協力のもとに行われたこと、また第2港湾建設局鹿島港工事事務所から有益な資料や御援助を頂いたことを付記して感謝の意に代える次第である。

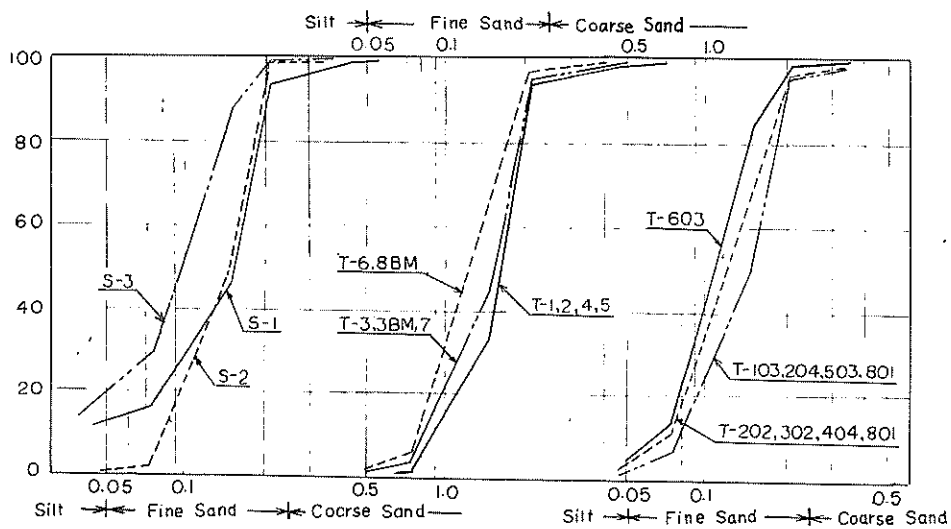
(1973年6月30日受付)

## 参 考 文 献

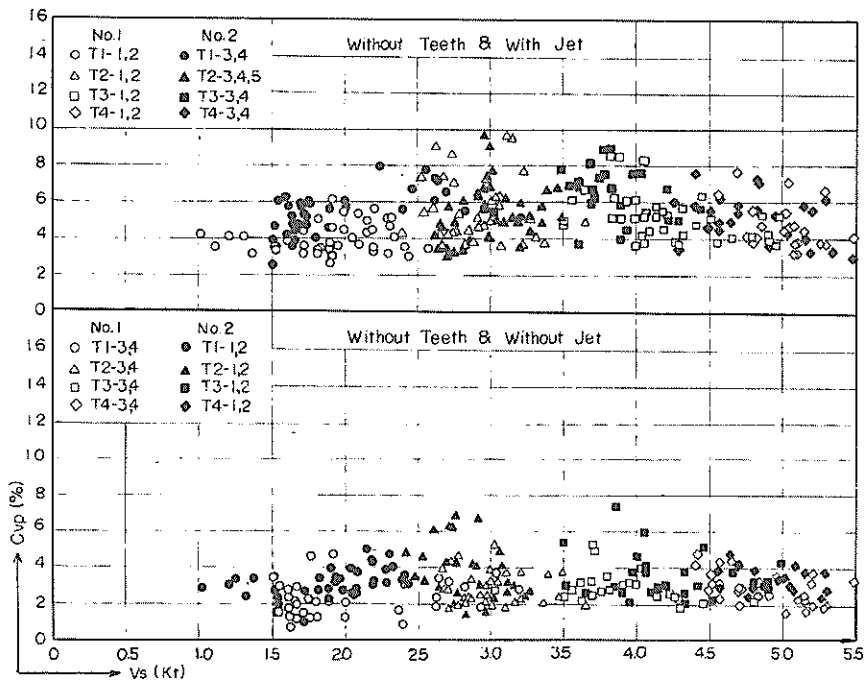
- 1) 松田任他6名：第一特浚丸における掘削用ジェットおよび爪の効果、港湾技研資料、㊦141、1972年6月、24P.
- 2) 鹿島港工事事務所、海洋工業株式会社：鹿島港外港土質調査報告書、1971年8月。
- 3) 松田任他6名：第一特浚丸浚渫試験報告、港湾技研資料、㊦123、1971年6月、30P.
- 4) T·YAGI: Sedimentation Effect of Soils in Hoppey, Proc. of 3rd WODCON
- 5) 八木得次、宮崎昭児、奥出律：砂、砂利混合時の浚渫ポンプの特性、港湾技術研究所報告、Vol. 8, No. 1, 1969年3月、PP. 165~193.
- 6) 長谷川源太郎、伊村勇：土の掘削に関する実験、作業船、㊦12、1960年11月、PP. 24~31.



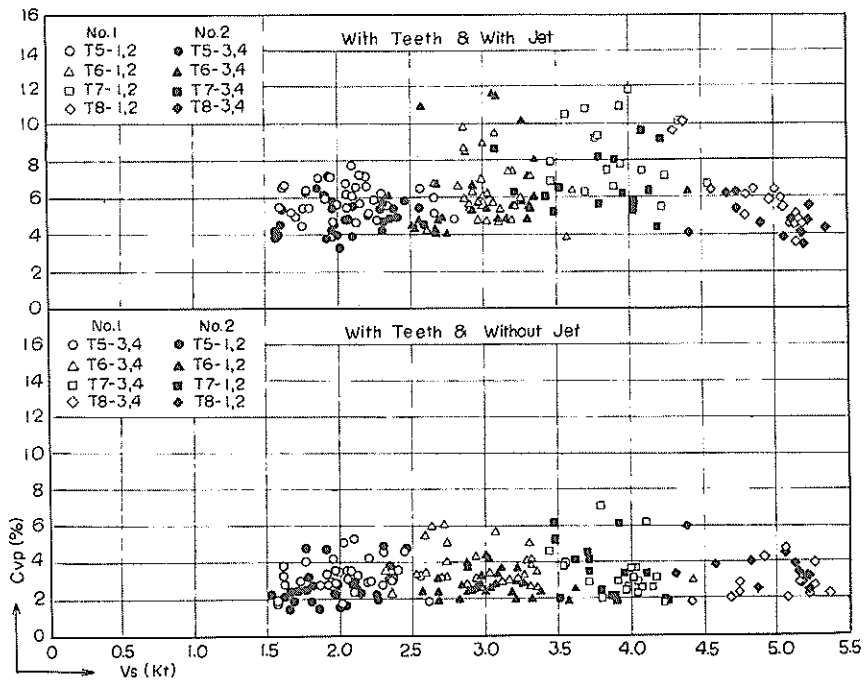
付図1 浚渫時の航跡例



付図2 採取土砂の粒徑加績曲線



付図 3 - 1 船速と含泥率 (without Teeth)



付図 3 - 2 船速と含泥率 (with Teeth)



付表1 測定項目

№	測定項目	測定方法	測定場所	備考	
1	喫水	喫水計	ブリッジ	乗下船時喫水マークの確認	
2	積載土量	積載土量計 レックド	ブリッジ 泥船	自動記録計 各行程終了時	
3	浚渫土量	デジタル浚渫土量計	ブリッジ	随時プリント	
4	残水量	浮子による水位計測	泥船	試験開始前	
5	浚渫深度	深度計	ブリッジ	各舷	
6	スエルコン圧力	圧力計	ブリッジ	各舷	
7	浚渫ポンプ	流量	電磁流量計	ブリッジ	自動記録
8		含泥率	$\gamma$ 線密度計	ブリッジ	自動記録
9		吸込圧力	負圧計	ポンプ室	
10		吐出圧力	圧力計	ポンプ室	
11		回転数	回転計	ブリッジ	
12		電流	電流計	ブリッジ	
13	エンジン負荷	負荷計	ブリッジ 機関制御室		
14	C P P 翼角	翼角計	ブリッジ 機関制御室		
15	推進軸トルク	F M テレメータ	機関室	電磁オンログラフに記録	
16	推進軸回転数	回転計	機関制御室		
17	ジェットポンプ電流	電流計	ブリッジ		
18	主発電機電力	電力計	ブリッジ		
19	船位・船速	オーデイスター	ブリッジ		
20	サイクル・タイム	ストップウォッチ	ブリッジ		
21	土砂採取	バケツ 採泥器	泥船 甲板	ホッパおよびトラフより適宜採取 浚渫区域内で3ヶ所	

付表2 各サンプルの比重

No.	Test No.	採取場所	真比重	見掛比重		備考
				粗状態	密状態	
1	浚渫区域	S-1	2.58	1.72	1.93	
2		S-1'	2.58	1.72	1.92	
3		S-2	2.60	1.79	1.95	
4		S-3	2.55	1.69	1.85	
5		S-3'	2.65	1.72	1.89	
6	T-1	トラフ	2.59	1.80	1.96	砂利、貝殻混り
7		*0-3	2.64	—	—	
8	T-2	トラフ	2.57	1.77	1.92	
9		0-2	2.60	1.70	1.89	
10		0-4	2.63	1.80	1.94	
11	T-3	トラフ	2.65	1.80	1.89	砂利、貝殻混り
12		0-2	2.63	1.71	1.90	
13		**B M	2.64	1.82	1.94	砂利、貝殻混り
14	T-4	トラフ	2.59	1.79	1.94	砂利混り
15		0-4	2.61	1.85	2.00	
16	T-5	トラフ	2.61	—	—	
17		0-3	2.66	1.78	1.94	
18		B M	2.68	1.83	1.95	
19	T-6	トラフ	2.56	1.74	1.92	
20		0-2	2.65	1.79	1.96	
21		0-3	2.60	1.77	1.94	砂利混り
22	T-7	トラフ	2.60	1.75	1.92	
23		0-2	2.60	1.81	1.96	
24	T-8	0-1	2.61	1.73	1.91	
25		B M	2.59	1.79	1.94	
		平均	2.61	1.77	1.93	

\* 0-3:オーバーフローゲートで第3行程に採取

\*\* B M:泥輪内ビーム上で採取

付表3 船速で区分した平均船速と平均含泥率

	Speed (kt) range	with Jet			without Jet		
		number of data	V <sub>s</sub> (kt)	C <sub>vp</sub> (%)	number of data	V <sub>s</sub> (kt)	C <sub>vp</sub> (%)
without Teeth	1.50 ~1.99	45	1.72	4.40	50	1.70	2.44
	2.00 ~2.49	24	2.22	5.04	26	2.27	2.75
	2.50 ~2.99	52	2.73	5.46	52	2.74	3.18
	3.00 ~3.49	35	3.18	5.78	32	3.16	2.88
	3.50 ~3.99	30	3.76	6.18	27	3.76	3.17
	4.00 ~4.49	28	4.22	5.23	26	4.24	3.10
	4.50 ~4.99	32	4.75	4.89	33	4.74	3.04
	5.00 ~5.49	20	5.17	4.44	20	5.18	2.61
	* (306)	(266)			(266)		
with Teeth	1.50 ~1.99	31	1.80	5.26	38	1.80	2.74
	2.00 ~2.49	41	2.20	5.59	39	2.20	3.21
	2.50 ~2.99	36	2.77	5.84	34	2.78	3.22
	3.00 ~3.49	34	3.20	6.45	34	3.21	3.36
	3.50 ~3.99	18	3.76	7.52	22	3.78	3.20
	4.00 ~4.49	16	4.19	7.20	16	4.17	3.08
	4.50 ~4.99	10	4.76	5.74	7	4.74	3.09
	5.00 ~5.49	18	5.15	4.59	14	5.17	3.01
	* (235)	(204)			(204)		

\* 1分間毎のデータ数 (有効データ率約87%)

港湾技研資料 No. 168

1973・9

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  
横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 株式会社 東京プリント

Published by the Port and Harbour Research Institute  
Nagase, Yokosuka, Japan.