

港湾技術資料

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

No. 389 Sept. 1981

埋立時の土砂の沈降挙動に関する現地調査

白	鳥	保	夫
増	田	勝	人
加	藤	英	夫
山	内	嘉	栄
中	園	嘉	治

運輸省港湾技術研究所



目次

要 旨	3
1. まえがき	3
2. 現地調査	4
2.1 四日市港	4
2.2 水島港	13
2.3 三田尻中関港	19
2.4 八戸港	21
2.5 大阪港	25
2.6 横浜港	29
2.7 千葉港	31
3. 結 論	33
4. あとがき	33
参考文献	34

**Field Studies on Sedimentation of Dredged Materials
in Diked Containment Areas**

Yasuo SHIRATORI*
Katsuto MASUDA**
Hideo KATO**
Sakae YAMAUCHI**
Yoshiharu NAKAZONO***

Synopsis

In case of reclamation with pump-dredged soft bottom materials, it is necessary to pay attention to the level of Suspended Solids concentration in the effluent from the over flow weir. Authors promote researches to establish the method to estimate the level of SS concentration in the effluent. As a part of these researches, field studies were conducted to know the state of sedimentation of dredged materials in diked containment areas and to examine model test methods and theoretical consideration.

The studies were conducted at Port of Yokkaichi, Port of Mizushima, Port of Mitajiri-Nakanoseki, Port of Hachinohe, Port of Osaka, Port of Yokohama, and Port of Chiba. In these ports, SS concentration distribution in the basin, amount of sedimented particles, particle size distribution, SS concentration in the effluent, and over flow rate were investigated case by case. Generation of turbidity was investigated in case of reclamation with hopper barges. Sedimentation of particle in the hopper was investigated in case of drag-suction dredger.

Followings became clear from the studies; In case of reclamation with soft bottom materials, over flow rate is relatively small and it ranges from 10^{-8} m/s to 10^{-6} m/s. As for the distribution of SS concentration in the basin, SS concentration decreased sharply around the inlet zone and became near uniform elsewhere. Level of SS concentration in the effluent tends to be lower than the value calculated from the formula for the two-dimensional ideal settling basin. In case of soil dumping by hopper barges, turbidity seemed to be generated like a mass of cloud. SS concentration became higher at the deeper site in the hopper of the drag-suction dredger, and sedimentation of particles was observed, but not so remarkably.

* Chief of the Sludge Treatment Laboratory, Machinery Division
** Member of the Sludge Treatment Laboratory, Machinery Division
*** Ex-Senior Research Engineer, Machinery Division

埋立時の土砂の沈降挙動に関する現地調査

白鳥 保夫 *

増田 勝人 **

加藤 英夫 **

山内 栄 **

中園 嘉治 ***

要 旨

へどろなどの堆積汚泥の浚渫・埋立を行う場合、漁業などに悪影響を与えないよう余水吐などから流出する余水の水質に注意する必要がある。

筆者らは余水の水質、特に濁りのもととなる浮遊物質（SS）の濃度を予測する手法を確立するための研究を進めてきた。先に埋立地に関する模型実験について報告しているが、現地での実態を把握し、模型実験手法の検討および理論的考察のための資料とするために現地調査を行い、とりまとめた。

調査場所は四日市港、水島港、三田尻中関港、八戸港、大阪港、横浜港、千葉港である。調査内容としては、ポンプ浚渫・埋立の場合には、埋立地内のSS濃度分布、堆積土量、SS・土砂粒度分布などを調べ、SS流出率、水面積負荷などを検討した。土運船による埋立の場合は土捨時の濁りの発生を調べた。ドラグサクシオン浚渫の場合はホッパー内での土粒子沈降挙動をSS濃度から調べた。

調査結果から次のようなことが明らかになった。汚泥の埋立処分では水面積負荷は一般に小さくとられており $10^{-8} \sim 10^{-6} \text{ m/s}$ 程度であった。埋立地内のSS分布については、排砂管吐出口から離れると急激に低下し一様分布に近くなる傾向がみられた。余水のSS流出率は理想的な沈殿池における計算値よりも小さくなる傾向が見られた。土運船からの捨土では濁りは団塊状に発生すると思われる。ドラグサクシオン船のホッパー内の濃度分布からは深度が大きくなるとSS濃度が高くなり、また静置による沈降効果もうかがえるがあまり顕著ではない。

1. まえがき

港湾の機能保持および公害防止の観点から、へどろなどの堆積汚泥の浚渫事業が行われている。これらの汚泥の処分方法としては埋立処分がとられることが多く、この場合には余水吐などから流出する余水の水質に注意を要する場合がある。すなわち、水産・漁業などに悪影響を与えないような水質の余水として放流することが必要である。筆者らは余水の水質、特に濁りのもととなる浮遊物質（SS: Suspended Solids）の濃度を予測する手法を確立するための研究を進めており、このための一環

として現地調査を行った。

沈殿池内での土粒子の沈降除去に関しては上下水道などの水処理として Hazen や Camp らにより古くから研究がなされており、参考となる資料^{1), 2), 3)}も多い。しかし浚渫土の捨土処分地である埋立地では、土砂水の流入部と余水の流出部が比較的小さく点状とみなせる場合が多く、かつ埋立地の水面積に対して水深が小さいことがその特徴としてあげられる。このため一般の沈殿池内での沈降とは様相が異なるとみられるが、埋立地に関する資料としては2次元モデル^{4), 5)}や実験式⁶⁾などが提案されているが、参考となる資料が必ずしも十分ではな

* 機材部 汚泥処理研究室長

** 機材部 汚泥処理研究室

*** 前機材部 主任研究官

いのが現状である。筆者らは先に埋立地に関する模型実験について報告して^{7), 8)}いるが、現地での実態を把握し、模型実験手法の検討^{9), 10)}および理論的考察のための資料とするために本報告をとりまとめたものである。

2. 現地調査

2.1 四日市港

(1) 調査概要

四日市港内に堆積した汚泥の浚渫工事が、昭和51年から53年にわたり四日市港管理組合により行われた。¹⁾浚渫区域は図-1.1に示す大井ノ川河口の約120haであり、対象汚泥は油分4,000ppm以上、総水銀6ppm以上の約180万m³が除去された。浚渫には2船団が就役し、その内の一船団は水中ポンプ式浚渫船（P船団）、ほかは負圧吸泥式浚渫船（N船団）である。浚渫区域から埋立地までは約5kmであり、中継船を用いた排砂管路方式がとられ、航路確保のため図-1.1の点線部は海底管路となっている。浚渫能力は2船団で700m³/h、平均含泥率23%、浚渫時間は1日10時間であるが、ビニール類などのゴミの除去のための休止があり、1日の浚渫土量は約4,900m³である。次に浚渫船、中継船の主要諸元を示す。

P船団

浚渫船：水中ポンプ付

船体寸法：L36m×B11m×D3.2m×d1.8m

浚渫深度：2～23m
揚水量：1,500m³/h
最大排送距離：1,500m
主発電機：300kVA×2台
水中ポンプ：110kW

N船団

浚渫船：負圧吸泥方式

船体寸法：L37m×B12m×D3m×d2.2m
浚渫深度：17m
揚水量：1,000m³/h
最大排送距離：1,500m
主発電機：450kVA×3台
真空ポンプ：110kW

中継船

船体寸法：L90.3m×B19.8m×D10.6m
泥倉容量：8,250m³
揚水量：2,500m³/h×66m×6000m
主発電機：2,000kW
排砂管：直径610mm

埋立地は図-1.2に示すように、約1,300m×400mのほぼ長方形で、水面積は40ha、容量約280万m³である。埋立地からの余水は隣接した沈殿池（前沈殿池）1.4haおよび凝集槽（直径30m×高さ3m×2基）、ろ過槽（直径9.45m×高さ6.08m×2基）などからなる余水処理場によって適宜処理され、SSの排水基準は10mg/lとされた。

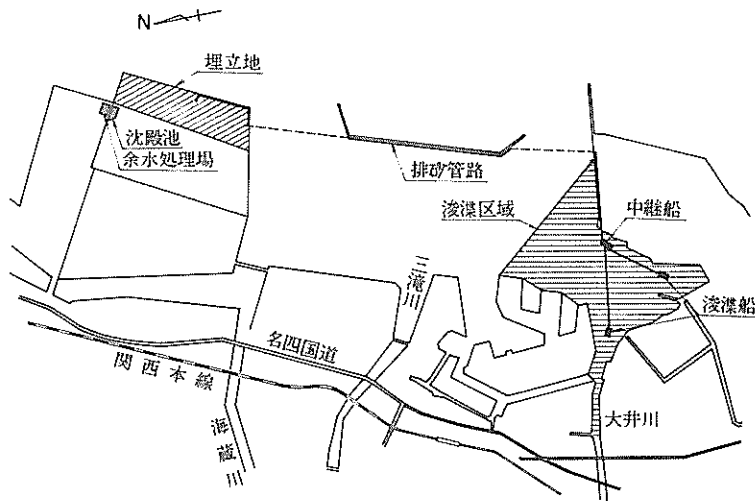


図-1.1 四日市港埋立地

筆者らはこの埋立地におけるへどろ粒子の沈降挙動を調べるために、SS濃度分布を主に、昭和52年から53年にわたり3回の現地調査を行った。第1回調査は昭和52年3月、第2回は昭和52年12月、第3回は昭和53年2月である。

(2) 調査方法

a) 第1回調査

埋立地内のSS濃度分布調査として、排砂管吐出口と余水吐(取水ピット)を結ぶ線上と、この線と左右に15°に扇形に開く線上の計25点において採水を行った。採水には小型水中ポンプを用い、水面下1mから1mごとの5層同時採水とした。採水地点は事前に旗入をしておき、各採水線上を3組のボートによってそれぞれ移動して採水を行った。採水地点を図-1.3に示す。図-1.4には200kHzの超音波測深器による測深結果を水面下の値(m)で示す。また図-1.5に中継船の運転状況などを示す。中継船の1日当たりの排送量については朝6時から翌日朝6時までの量とした。

b) 第2回調査

埋立地内に排出された土粒子の沈降挙動を調べるために、第1回調査に続き第2回目の調査を行った。調査項目は主として埋立地内のSS濃度分布とし、一部堆積土量の調査を加えた。SS濃度調査地点は図-1.6に示す

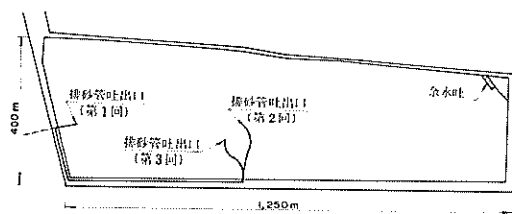


図-1.2 埋立地配置

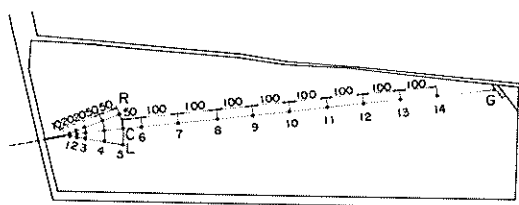


図-1.3 採水地点

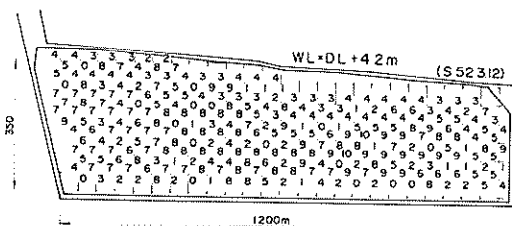


図-1.4 埋立地深浅図

作業	時刻																						排送量 m ³ /day	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		23
52/1 泥水排送																								24,560
2																								33,350
3																								23,470
4																								27,110
5																								27,090
6																								25,090
7																								25,780
8																								28,910
9 埋立地内採水 泥水排送																								30,150
10 泥水排送																								29,710
23																								

図-1.5 中継船作業図

●印のa4～e25の計48か所であり、小型水中ポンプによる水面下0.2mから0.6mごとの4層同時採水を1日1回とし、排砂管吐出口E、余水吐(取水ピット)Gでは1日4回として、2日間にわたり採水を行った。採水にはボート3組を流下方向に順次移動して行った。堆積土砂量の調査地点は図-1.6のA～Fの5点で、この内

B、D点においては水面下1mから0.5mごとの5層採泥、残りのA、C、Fでは水面下3mの単層採泥である。採泥器は直径30cmの受皿付のもので、堆積時間は48時間とした。図-1.7に200kHz超音波式測深器による測深結果を示す。図-1.8に中継船の排泥作業状況などを示す。

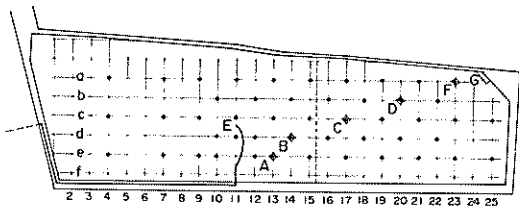


図-1.6 採水採泥地点

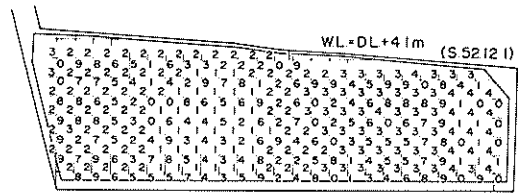


図-1.7 埋立地深浅図

c) 第3回調査

第1回、第2回に続き第3回の調査を行った。調査内容はほぼ同じであるが、採水地点、採泥地点を図-1.9のように変更した。また採泥期間を前回の2日間から5~7日間とした。また採水水深は水面下0.5mから0.6mごとの4層採水である。採泥地点a15~f15の5か所

では採泥期間は7日、採泥水深は水面下0.6mと1.2mの2層、そのほかの15か所では採泥期間5日、採泥水深は0.6mである。採泥器は第2回と同様のものである。図-1.10に200kHz超音波式測深器による測深結果を、図-1.11に中継船の作業状況などを示す。

作業	時刻																							排送量 m ³ /day
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
52 埋立地内測深																								28,860
2/ 泥水排送																								29,630
3/																								29,520
4/																								24,790
5/																								30,310
6 採泥器設置																								
埋立地内採水																								
7/ 泥水排送																								28,950
8 採泥器回収																								30,660
9/ 泥水排送																								29,270

図-1.8 中継船作業図

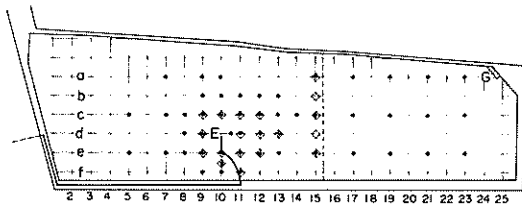


図-1.9 採水採泥地点

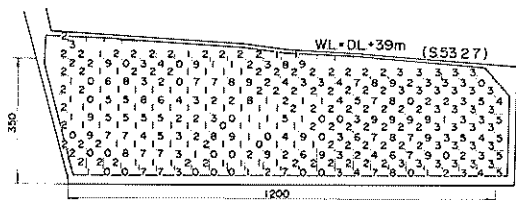


図-1.10 埋立地深浅図

(3) 堆積汚泥の特性

排砂管吐出口で採取した泥水の分析によると、第2回調査では強熱減量は7.7~10.1%で平均約9%、第3回では8.2~13.4%で平均約11%である。粒径分布は第3回調査のものでは砂分が6~20%、シルト分55~67%、粘土分20~33%であり、平均すると砂分12%、シルト分

59%、粘土分29%である。74μm以下の粒子については比重浮ひょう法により求めた結果を図-1.12に示す。この結果をもとに沈降速度を逆算して求めたものを図-1.13に示す。この分布から次式³⁾により求めた埋立地(沈殿池)からの流出率を図-1.14に示す。

No.	作業内容	時刻																							排送量 m ³ /day	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
53	埋立地内調査																									
27	採泥器設置																									
13	泥水排送																									
14	〃																									30,540
15	採泥器設置																									
16	埋立地内採水																									
16	泥水排送																									30,720
18	〃																									18,760
15	採泥器設置																									
16	埋立地内採水																									
16	泥水排送																									22,460
18	〃																									21,390
20	埋立地内採水																									
20	採泥器回収																									
20	泥水排送																									23,390

図-1.11 中継船作業図

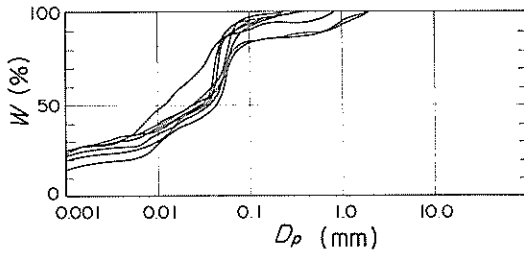


図-1.12 粒径分布

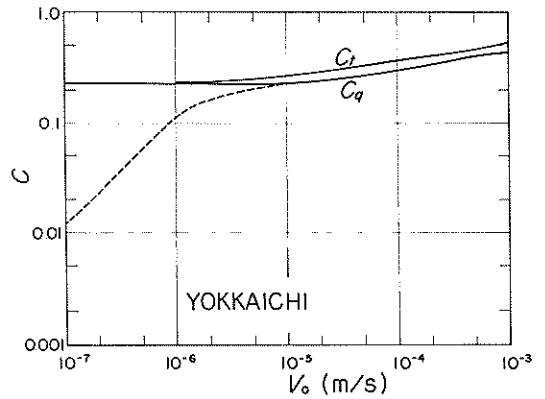


図-1.14 流出率

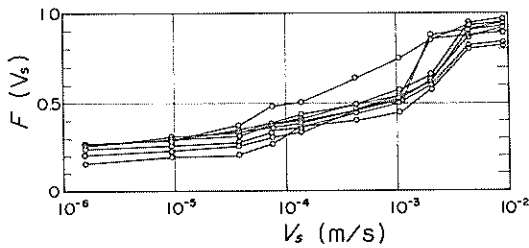


図-1.13 沈降速度分布

$$c_q = \frac{1}{V_0} \int_0^{V_0} F(v_s) dv_s \quad (1)$$

$$c_l = \frac{1}{V_0} \int_0^{\infty} e^{-v_s/V_0} F(v_s) dv_s \quad (2)$$

ここで

- V_0 : 水面積負荷
- $F(v_s)$: 沈降速度の分布加積率
- v_s : 土粒子の沈降速度
- c_q, c_l : 流出率

(4) 調査結果

a) 第1回調査

SS濃度の分析結果を表-1.1に示す。採水地点1～3では上層部と下層部でやや高いSS濃度を示すが、4～6地点では上下層間の差異はあまりみられず10～13mg/l程度である。採水地点7～9では下層ほどSS濃度が高くなる傾向がみられる所もある。採水地点8～14ではほぼ10mg/l以下の値であり、各採水点の平均値は4～9mg/lである。余水吐(取水ピット)G点では3～14mg/lと変化がみられるが、平均値では7mg/lである。埋立地内の水温は表層で6.9°C、水深4mで6.1°Cであった。

表-1.1 SS濃度

採水地点		採水時刻 (52.3.9)	SS 濃 度 (mg/l)					平均
			採 水 深 度 (m)					
			1	2	3	4	5	
1	R	10:00	19	10	17	18	—	16
	C	"	53	32	14	124	—	56
	L	"	460	34	34	39	—	142
2	R	10:06	20	12	13	13	15	15
	C	"	18	19	14	12	12	15
	L	"	25	51	13	11	276	75
3	R	10:12	14	12	12	23	18	16
	C	"	20	18	14	19	17	18
	L	"	13	12	12	19	12	14
4	R	10:30	11	10	13	11	11	11
	C	"	10	13	9	10	10	10
	L	"	10	10	10	9	11	10
5	R	10:45	10	10	10	10	11	10
	C	"	10	11	11	11	12	11
	L	"	12	12	12	13	13	12
6	C	11:00	11	11	10	10	13	11
7	C	11:30	10	10	17	18	22	15
8	C	12:00	3	3	5	6	8	5
9	C	12:30	3	3	5	6	8	5
10	C	13:00	4	3	4	5	5	4
11	C	13:30	3	5	7	(80)	—	5
12	C	14:00	11	7	10	—	—	9
13	C	14:30	6	5	4	8	—	6
14	C	15:00	6	7	6	(80)	—	6
G		10:00	10					
		11:00	6					
		12:00	7					
		13:00	5					
		14:00	5					
		15:00	14					
		16:00	5					
	17:00	3						

b) 第2回調査

SS濃度の分析結果を表-1.2に示す。採水地点16番以後は6日と7日の差異はほとんどみられず、かつ深度による差異もあまりなく、各採水点のSS濃度の平均値は9~12mg/lである。余水吐(取水ピット)Gでは8~14、平均で11mg/lである。13番~15番でも深さ方向のSS濃度分布に傾向的なものはみられず、また6日と7日の差異もあまりなく、平均で14mg/lである。9番か

ら12番は排砂管吐出口に近く、中継船の泥水排送状況による影響が現れやすい範囲にあり、6日のほうが7日よりSS濃度がやや高めである。またこの範囲では下層ほどSS濃度が高くなる傾向が比較的強くみられる。4番と7番では6日のほうが7日の値よりやや大きい、上下層の差異はあまり明らかではなく、平均では16~19mg/lである。

表-1.2 SS濃度

採水地点		採水時刻 (52.12.6)	SS濃度 (mg/l)			
			採水深度 (m)			
			0.2	0.8	1.4	2.0
a	4	14:00	20	21	20	21
c			12	13	15	13
e			21	21	23	24
a	7	14:05	27	18	16	154000
c			9	12	40	118000
e			19	16	21	156000
a	9	14:10	44	98	107000	174000
c			110	234	62100	190000
e			20	25	7620	136000
b	10	14:15	330	35500	139000	—
d			26	32	42200	188000
e			24	23	80400	124000
a	11	14:20	43	22	18	200000
c			11	23	118000	179000
d			15	18	75400	206000
b	12	14:25	25	28	94300	67900
d			11	9	34900	64800
e			16	19	23	137000
a	13	14:30	16	11	11	11
c			16	14	5790	68100
e			38	15	20	120000
b	14	14:35	15	11	16	12
d			14	16	18	25200
a	15	14:40	12	16	13	13
c			13	12	12	10
e			20	17	17	22
b	16	14:50	10	11	9	11
d			17	16	18	18
a	17	14:55	11	10	13	98
c			10	10	10	12
e			14	16	15	16
b	18	15:00	13	11	11	11
d			13	12	13	11
a	19	15:05	10	8	10	10
c			8	8	8	9
e			15	13	16	14
b	20	15:10	11	10	9	10
d			12	11	11	11

採水地点		採水時刻 (52.12.6)	SS濃度 (mg/l)			
			採水深度 (m)			
			0.2	0.8	1.4	2.0
a	21	15:15	12	10	8	9
c			11	8	10	10
e			13	12	13	12
b	22	15:20	9	7	9	10
d			9	10	9	8
a	23	15:25	7	10	10	10
c			10	8	10	10
e			9	10	10	9
a	25	15:30	10	10	10	10
c			10	13	7	10
e			10	10	11	9
G		9:45	10	E	9:30	—
		10:15	11		10:00	83500
		10:45	14		10:30	4400
		11:15	11		11:00	1940

採水地点		採水時刻 (52.12.7)	SS濃度 (mg/l)			
			採水深度 (m)			
			0.2	0.8	1.4	2.0
a	4	9:30	17	16	16	14
c			14	13	19	19
e			17	26	27	22
a	7	9:35	12	13	20	20
c			11	9	9	103000
e			9	11	14	165000
a	9	9:40	26	31	100000	65600
c			10	11	72900	183000
e			—	30	88200	154000
b	10	9:45	49	105	57500	124000
d			40	160	113000	212000
e			12	19	75900	963000
a	11	9:50	12	18	138000	—
c			16	43	58700	162000
d			9	10	45200	168000
b	12	9:55	10	13	57700	124000
d			8	11	143000	—
e			9	11	12	104000
a	13	10:00	14	11	10	15
c			11	14	51300	—
e			9	8	10	118000

採水地点		採水時刻 (52.12.7)		SS濃度 (mg/l)					
				採水深度 (m)					
				0.2	0.8	1.4	2.0		
b	d	14	10:05	10	15	12	15	83600	
				13	11	11			
a	c	e	15	10:10	11	15	13		10
				11	13	13	13		
				9	10	13	17		
b	d	16	10:20	13	12	11	10		
				8	9	8	7		
a	c	e	17	10:25	9	12	10		10
				9	8	8	8		
				11	9	9	9		
b	d	18	10:30	10	11	9	9		
				8	9	9	8		
a	c	e	19	10:35	10	13	11		8
				9	10	10	8		
				15	12	17	14		
b	d	20	10:40	10	9	10	7		
				10	12	10	11		
a	c	e	21	10:45	9	8	10		13
				9	7	10	8		
				16	15	16	12		
b	d	22	10:50	7	10	10	10		
				6	8	10	9		
a	c	e	23	10:55	9	9	9	11	
				8	9	6	9		
				9	9	10	9		
a	c	e	25	11:00	9	11	10	13	
				7	9	10	13		
				10	8	8	13		
G		9:45		9		E		27900	
		10:15		11				29900	
		10:45		8				26400	
		11:15		10				26200	

採泥結果を表-1.3に示す。A点およびC点ではほかと比較すると堆積土量が多いが、これはA点では採泥器の設置水深が音測による水深よりも深い所であるため、またC点ではほぼ同程度であるためであろう。同様のことがB点の採泥水深2.5mと3.0mの場合にもいえる。これらの点を除外してみると、B点では7~8g、D点

では1.7~2.7g、F点で0.26g程度である。A点の堆積土砂の粒径分布を図-1.15に示す。

表-1.3 堆積土量

採水地点		採泥水深 (m)	堆積重量 (乾燥g)	水深 (m)	堆積期間 (日)
位置	番号				
e13	A	3.0	264	2.2	2
d14	B	1.0	7.25	2.4	
		1.5	7.02		
		2.0	8.20		
		2.5	19.8		
	3.0	14.9			
c17	C	3.0	105	3.5	
b20	D	1.0	1.80	3.8	
		1.5	1.66		
		2.0	2.05		
		2.5	1.80		
	3.0	2.69			
a23	F	3.0	0.26	3.4	

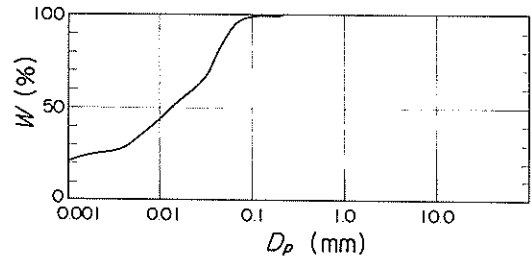


図-1.15 粒径分布

c) 第3回調査

SS濃度の分析結果を表-1.4に示す。第1回、第2回に比べて水深が浅くなっているため、堆積層を採水したとみられる値が多くなっている。19番から23番、および余水吐Gでは17日と18日との間に明らかな差異はみられず、またa、c、eの各列間、および水深方向での差異も傾向的なものはみられない。両日のSS濃度の平均値でみると、21~31mg/lと余水側のほうが高くなっている。17番ではa列よりもc列のほうが、また17日のほうが18日よりもSS濃度は高いが、水深方向の分布には特に傾向的なものはみられない。11番から15番では18日のほうがSS濃度は高めにており、水深が大きくなるに従い高くなる傾向が一部でみられる。5番から9番ではa、b列の値がほかの列より低く、かつ18日のほうが若干高くなっている。

表-1.4 S S濃度

採水地点		採水時刻 (53.2.17)	S S濃度 (mg/l)			
			採水深度 (m)			
			0.5	1.1	1.7	2.3
c e	5	10:00	17	25	148000	92700
			70	21	1970	91000
a c e	7	10:05	18	17	19	70600
			307	423	117000	152000
			40	40	923	214000
c d e	8	10:10	641	86	188000	184000
		10:15	45	99	219000	189000
		10:10	37	96	222000	231000
a b c d e f	9	10:10	22	19	965	92400
		10:15	20	24	139000	128000
		10:25	31	1870	131000	189000
		10:20	174	11500	114000	162000
		10:15	38	2300	169000	218000
		10:20	229	18000	115000	126000
a b c e f	10	10:20	20	19	84200	94100
		10:25	19	24	54900	86100
		10:30	1210	36800	164000	229000
		10:30	17	3880	168000	196000
		10:25	22	30	141	33500
d	10-11	10:35	20	27300	54900	223000
b c e f	11	10:30	25	19	42	161000
		10:40	135	21300	172000	216000
		10:45	32	28000	207000	201000
		10:50	21	698	118000	228000
b c d e	12	10:40	16	17	15	156000
		10:50	33	111	127000	164000
		11:00	22	20	24	185000
		10:55	21	18	66	45500
b c d	13	10:50	18	18	19	184000
		10:55	23	32	76	61400
		11:10	15	19	165000	187000
c	14	11:00	19	33	636	142000
a c e	15	11:00	16	17	16	6090
		11:05	18	24	32	14400
		11:15	23	20	28	101000
a c e	17	11:20	19	56	17	14
		11:20	31	46	38	28700
		11:20	32	34	64	52

採水地点		採水時刻 (53.2.17)	S S濃度 (mg/l)			
			採水深度 (m)			
			0.5	1.1	1.7	2.3
a c e	19	11:25	15	15	15	15
		11:25	18	12	12	15
		11:25	16	16	21	28
a c e	21	11:30	14	37	17	15
		11:30	19	16	19	17
		11:30	18	16	30	22
a c e	23	11:35	35	18	15	16
		11:35	12	37	16	37
		11:35	17	15	20	20
G		10:00	26			
		10:20	25			
		10:40	44			
		11:00	26			
E		10:00	53100			
		10:20	61300			
		10:40	28200			
		11:00	52700			

採水地点		採水時刻 (53.2.18)	S S濃度 (mg/l)			
			採水深度 (m)			
			0.5	1.1	1.7	2.3
c e	5		32	27	68800	123000
			167	1760	138000	168000
a c e	7		18	17	17	58400
			22	24	114000	92200
			29	19	198000	99800
c d e	8		24	23	102000	143000
			57	208	139000	89400
			159	185	189000	245000
a b c d e f	9		22	31	2390	178000
			27	42	159000	188000
			73	60300	95800	118000
			157	33300	138000	146000
			211	247	121000	151000
			94	78	164000	169000
a b c e f	10		18	18	103	199000
			23	23	21600	164000
			38900	107000	87000	73
			1320	1940	50100	152000
			212	227	72900	163000
d	10-11		1280	3150	104000	78500

採水地点	採水時刻 (53.2.18)	S S 濃度 (mg/l)			
		採水深度 (m)			
		0.5	1.1	1.7	2.3
b	11	21	53	2140	108000
c		34	32700	124000	196000
e		240	235	209	277
f		303	323	359	27500
b	12	21	22	23	14200
c		415	1380	117000	120000
d		53	67	10100	84600
e		86	60	71	65100
b	13	26	30	18	113000
c		39	44	7800	148000
d		88	96	94	145
e		52	55	57	42300
c	14	31	40	38	135000
a	15	20	24	53	92800
c		44	54	49	154000
e		92	51	125	77
a	17	14	19	13	23
c		27	19	22	23000
e		28	47	27	47
a	19	19	21	20	19
c		25	20	23	22
e		23	52	33	26
a	21	25	27	29	23
c		23	22	25	19
e		27	26	18	28
a	23	25	24	22	22
c		22	21	21	26
e		46	44	29	17
G	10:00	22			
	10:20	31			
	10:40	21			
	11:00	51			
E	10:00	118000			
	10:20	109000			
	10:40	114000			
	11:00	102000			

採泥した堆積土砂のうち表-1.5に示す12点のものについてその重量を調べた。排砂管吐出口付近のd11, c12, d9, c10の地点での堆積土量が多く2000~2400gである。次にe9, e10, c9と続き800~1800gであるが、そのほかはすべて101~141gと100g台となっている。

いる。

図-1.16~1.18に堆積土の粒径分布を示す。図-1.16では、排砂管吐出口Eの後方にあるe9は比較的粒径は小さく、Eから余水吐Gの向きにあるd11, c12では粒径が大きくなっていることが示されている。またd9, c10ではe9とd11, c12の中間を示している。図-1.17に示すa15~e15の上層部のものは、ほとんど粒径分布に差異はみられず、c15の粒径分布がやや大きい粒径を示す程度である。図-1.18に示すa15~e15の中層部のものでは両端のa15, e15が上層部とほぼ同じで、c15, d15が比較的粒径が大きく、b15はこれらの中層部である。

d) 水面積負荷

前後3回の調査の水面積負荷をまとめると次のようである。埋立地内への土砂水流入量は第1回で3340 m³/h, 第2回で2940, 第3回は2990であり、平均では3100 m³/h程度である。時間的には9時から24時まで排泥されることが多いが、日間平均ではそれぞれ27500 m³/d, 20600, 24500となり、平均では24000 m³/dである。したがって埋立地水面積が約40 haであるので、水面積負荷は、 2.2×10^{-6} m/s から 6.9×10^{-7} m/s 程度とみなせる。

表-1.5 堆積土量

採泥地点		採泥水深 (m)	堆積重量 (乾燥g)	堆積期間 (日)		
位置	番号					
c9	3	0.6	778	5		
d9	2		2110			
e9	1		1820			
c10	4		2060			
e10	6		1270			
d11	10		2410			
c12	12		2280			
d12	13		101			
e12	14		141			
d13	15		101			
c15	21		1.2		133	7
d15	18		0.6		102	

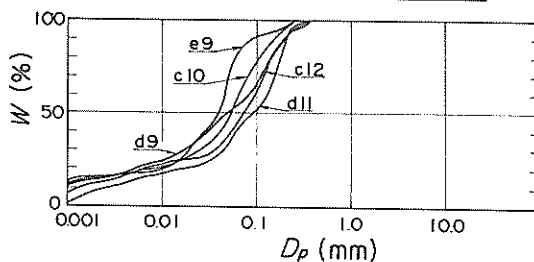


図-1.16 粒径分布

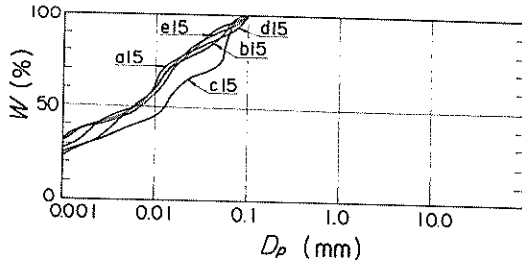


図-1.17 粒径分布

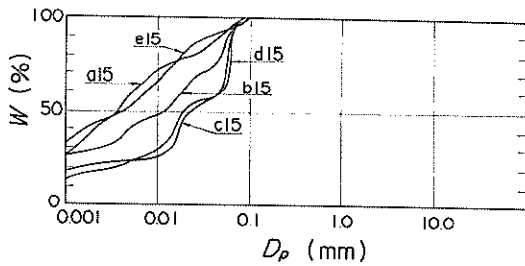


図-1.18 粒径分布

2.2 水島港

(1) 調査概要

水島港の公害防止対策として、岡山県では昭和53年度より、港内に堆積した油分濃度 1,500 ppm 以上の汚泥約 70 万 m^3 の浚渫を行った。浚渫された汚泥は 1,000 m^3 積土運船により埋立地まで運搬され、ポンプ式の揚泥船によって埋立地内に捨土処分された。本調査時点までの浚渫土量は約 34 万 m^3 であった。図-2.1 に浚渫区域、埋立地などの位置を示す。調査時点では T 船団と C 船団の 2 つの船団により並行して作業が進められており、それぞれの船団の主要諸元を示す。

T 船団

浚渫船 : 負圧吸泥方式

船体寸法: L 37 m × B 12 m × D 3 m

揚水量 : 1000 m^3/h (清水)

主機 : 530 PS × 3 台

土運船 : 1000 m^3 型 3 式

揚土船 :

船体寸法: L 49.8 m × B 9 m × D 2.5 m

主ポンプ: 2200 m^3/h × 40 m

C 船団

浚渫船 : 水中ポンプ付

船体寸法: L 36 m × B 11 m × D 3.2 m

揚水量 : 2000 m^3/h × 13 m (清水)

主発電機: 300 kVA × 2 台

土運船 : 1000 m^3 型 3 式

揚土船 :

船体寸法: L 36 m × B 11 m × D 3.2 m

主ポンプ: 2000 m^3/h × 22 m

主機 : 1000 PS

土運船の有効積載容量は 680 m^3 であり、揚土船による揚土時には埋立地内から希釈用水が取入れられる。埋立処分地は図-2.2 に示すように、500 m × 430 m の長方形で (水面積は約 475 m × 400 m)、その一角に余水処理施設を有している。この余水処理施設は幅 8 m、長さ 60 m の凝集沈殿池 2 槽と、直径 3.6 m の砂ろ過塔 11 基を備えている。余水の排水基準値は、SS で日間平均 30 mg/l 以下 (最大 40 mg/l)、COD で日間平均 10 ppm 以下 (最大 15 ppm)、油分で日間平均 1 ppm 以下 (最大 2 ppm) と設定された。埋立地の水深を図-2.2 に示すが、図中の値は水面下 (m) のもので、測深には鋼板おもりをういて行い、測深間隔は 75 m である。平均水深は比較的大きく 7.2 m である。

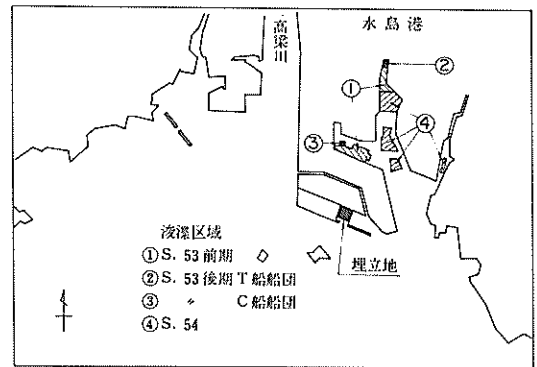


図-2.1 水島港埋立地

(2) 調査方法

本調査では埋立地内の SS 濃度分布および土粒子の粒径分布を調べるために採水採泥を行った。採水地点は図-2.3 に示されるように、測深と同一地点 1-1 から 5-5 までの 24 か所と、余水処理施設入口、T 船団、C 船団排砂管吐出口地点の S-1 から S-3 の 3 地点の計 27 地点で行った。採水地点 1-1 から 5-5 までは 3 層採水とし、上層は水面下 0.5 m、下層は水底から 0.5 m 上方中層は水深の 1/2 であり、S-1 から S-3 は中層のみの採水である。図-2.3 中の I-T、I-C は希釈水の取入口である。採水器は容量 1.3 l のものを用い、各点の採水は 1 日 2 回、2 日間で 4 回行った。

採泥地点は採水地点 3-1 から 3-5 の合計 5 か所であり、水底から 1 m 上に直径 300 mm の受皿付の容器を

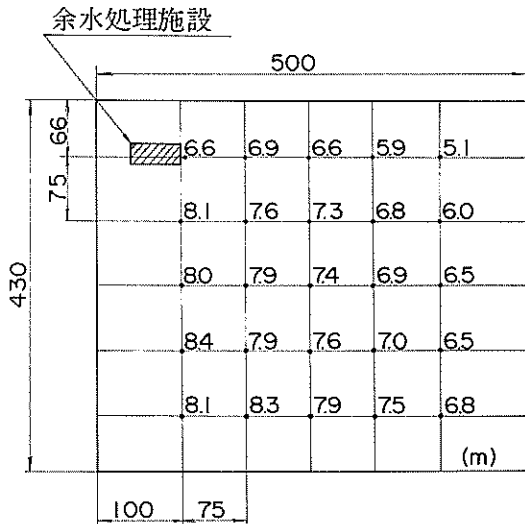


図-2.2 埋立地深浅図

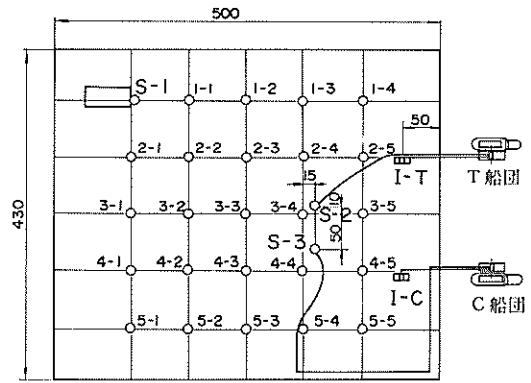


図-2.3 採水採泥地点

設置し、4日間の堆積土を採取した。図-2.4に調査日程、揚土船の運転状況などを示す。

月/日	作業	時刻																							揚泥量 [m ³ /day]	揚土量 [m ³ /day]	積込本数 [台/day]
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23			
3/5	揚泥																								0	0	0
	C																								3,034	5,640	
3/6	揚泥																								648	2,592	1,728
	C																								2,638	3,600	
3/7	揚泥																								1,152	4,267	3,413
	C																								310	1,367	
3/8	揚泥																								1,224	4,976	3,184
	C																								0	0	0
3/9	揚泥																								1,116	4,326	3,114
	C																								0	0	
	採泥器引揚																										

図-2.4 作業日程

(3) 堆積汚泥の特性

T船団の浚渫地付近での堆積汚泥の粒度組成は砂分35%、シルト分38%、粘土分27%であり、C船団の場合はそれぞれ9%、38%、53%である。そのほかの浚渫地点も含めると、それぞれの組成の最大値は砂分35%、シルト分54%、粘土分56%となっており、粘土分は最小のものでも27%を占める。図-2.5に比重浮ひょう法による粒度分布を示す。また図-2.6に沈降速度の加積曲線を示す。含水比はT、C船団地点でそれぞれ72%、209%であり、そのほかの地点についてもこの範囲内の値である。強熱減量はそれぞれ4.1%、11%である。

(4) 調査結果

埋立地内で採水した試料のSS分析結果を表-2.1に示す。各回ごとの各採水点の上層、中層、下層のSS濃度についてみると、下層ほど濃度が高いという傾向はうかがえるもののあまり明らかではない。そこで各回の3層の平均値C₃をプロットしてみたのが図-2.7である。1回目から4回目までの各回ごとの差異は、排砂管吐出口S-2、S-3付近を除くとあまり著しいものはみられない。また各層ごとのSS濃度の4回の平均値をC₄としてプロットしてみたものが図-2.8であり、この図からは下層ほどSS濃度が高いという傾向がよ

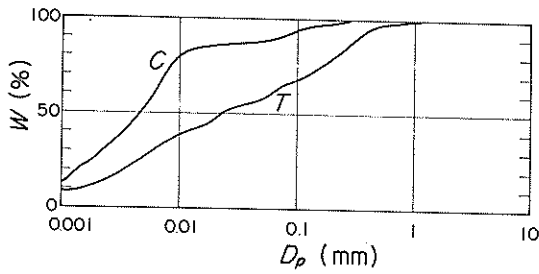


図-2.5 粒径分布

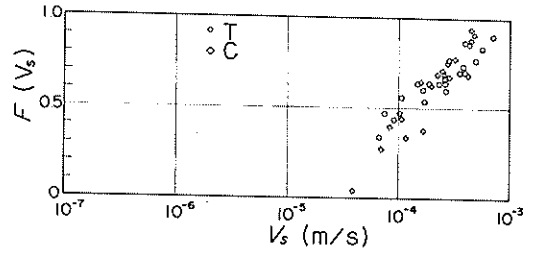


図-2.6 沈降速度分布

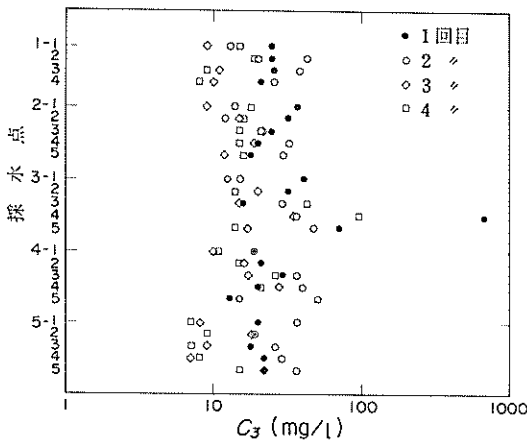


図-2.7 3層平均濃度

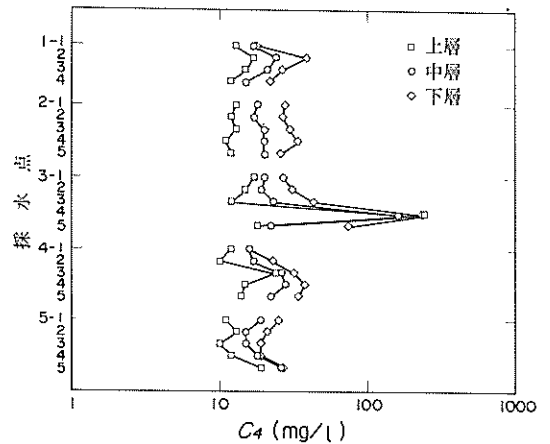


図-2.8 4回平均濃度

り明らかにみられる。しかしその値は上層で10~20 mg/l、中層で15~25、下層で20~40であり、各層間の差異は10 mg/l程度とあまり大きなものではない。C₄の値を平面的に示したものが図-2.9~2.11であり、下層では流下するにしたがいSS濃度が低くなる傾向がみられるのに対し、表層ではこの傾向があまり明らかでなく、一様濃度に近い。

採掘した試料の粒径分析結果を図-2.12に示す。0.074 mm以上についてはふるい分析、それ以下については比重浮ひょう法による結果である。3-4から3-1まで流下するに従い粒径の小さい土粒子の加積率が高くなる

のが明らかにみられる。

調査時点は工期の末であったため、多少変則的な作業となったものと思われるが、両船団の揚泥水量は5日と6日の平均では約16,000 m³/dである。また最大揚泥水量は1船団当たり土運船24隻/日、1隻当たり有効積載量を680 m³と想定すると、両船団では32,640 m³/dとなる。埋立地水面積は19 ha、希釈用水は埋立地内から取られるので加積しないと、水面積負荷は最大で0.17 m/d、平均で0.084 m/dである。揚泥作業は24時間作業であり、ほぼ平均しているので水面積負荷は $9.7 \times 10^{-7} \sim 2.0 \times 10^{-6}$ m/s程度である。

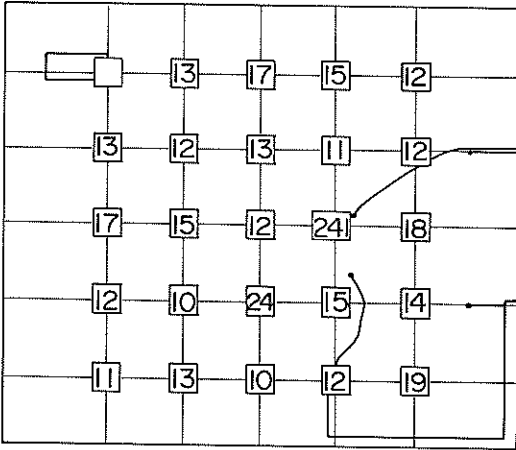


圖-2.9 上層濃度分布

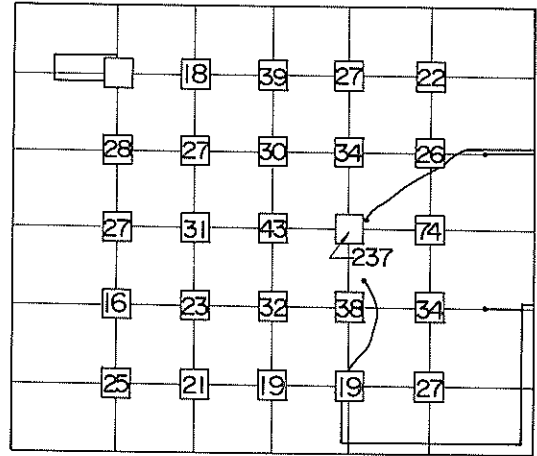


圖-2.11 下層濃度分布

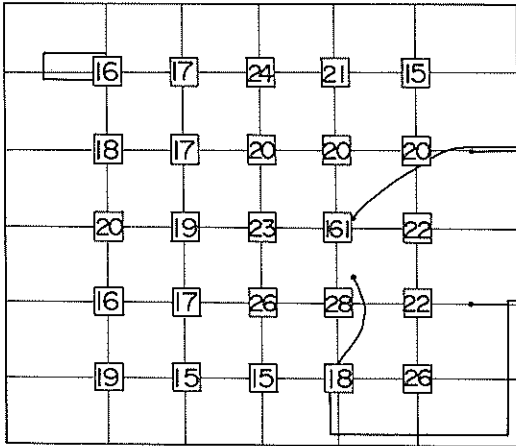


圖-2.10 中層濃度分布

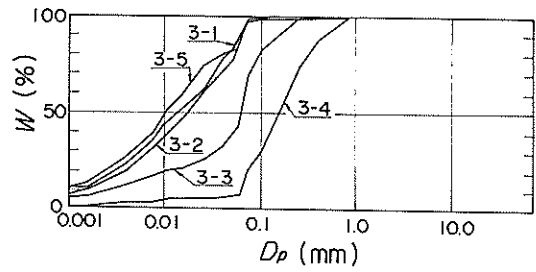


圖-2.12 粒徑分布

表-2.1 SS濃度

採水地點	採水		採水時刻・SS濃度 (mg/l)								C ₄
			3月7日				3月8日				
	層	水深 (m)	1回目		2回目		3回目		4回目		
			時刻	SS	時刻	SS	時刻	SS	時刻	SS	
1-1	上	0.5	8:24	18	14:48	10	8:53	10	14:11	12	13
	中	3.5		30		14		8		17	
	下	6.4		28		16		10		16	
	C ₃			25		13		9		15	
1-2	上	0.5	8:30	20	14:51	16	8:56	13	14:14	20	17
	中	3.3		27		38		17		13	
	下	6.1		28		74		29		25	
	C ₃			25		43		20		19	

採水地点	採水		採水時刻・SS濃度 (mg/l)								C ₄		
			3月7日				3月8日						
	層	水深 (m)	1回目		2回目		3回目		4回目				
			時刻	SS	時刻	SS	時刻	SS	時刻	SS			
1-3	上	0.5		26		12		12		10	15		
	中	3.0		26		42		11		6		21	
	下	5.4	8:38	27	14:53	60	8:59	11	14:18	10			27
	C ₃			26		38		11		9			
1-4	上	0.5		20		9		9		8	12		
	中	2.6		18		25		10		8		15	
	下	4.6	8:42	24	14:55	45	9:02	10	14:22	8			22
	C ₃			21		26		10		8			
2-1	上	0.5		19		10		8		13	13		
	中	4.1		35		13		10		13		18	
	下	7.6	8:50	56	15:12	19	9:16	9	14:39	29			28
	C ₃			37		14		9		18			
2-2	上	0.5		16		12		8		14	12		
	中	3.8		30		10		16		13		17	
	下	7.1	8:54	50	15:09	14	9:13	22	14:36	21			27
	C ₃			32		12		15		16			
2-3	上	0.5		24		9		9		11	13		
	中	3.8		24		24		18		13		20	
	下	7.1	8:56	26	15:06	30	9:11	40	14:33	22			30
	C ₃			25		21		22		15			
2-4	上	0.5		14		10		8		13	11		
	中	3.4		22		34		9		14		20	
	下	6.3	9:00	24	15:04	54	9:08	39	14:30	17			34
	C ₃			20		33		19		15			
2-5	上	0.5		16		11		10		11	12		
	中	3.0		19		34		11		15		20	
	下	5.5	9:04	18	15:01	46	9:05	15	14:27	23			26
	C ₃			18		30		12		16			
3-1	上	0.5		34		11		14		10	17		
	中	4.0		38		16		15		10		20	
	下	7.5	9:13	50	15:19	18	9:19	16	14:43	25			27
	C ₃			41		15		15		15			
3-2	上	0.5		30		10		12		9	15		
	中	4.0		33		15		17		11		19	
	下	7.4	9:17	34	15:23	36	9:23	31	14:46	22			31
	C ₃			32		20		20		14			
3-3	上	0.5		14		16		9		8	12		
	中	3.7		17		36		16		24		23	
	下	6.9	9:20	17	15:26	34	9:25	21	14:50	98			43
	C ₃			16		29		15		43			
3-4	上	0.5		798		11		27		127	241		
	中	3.5		496		36		26		85		161	
	下	6.4	9:28	754	15:29	61	9:28	53	14:53	80			237
	C ₃			683		36		35		97			

採水地点	採水		採水時刻・SS濃度 (mg/l)								C ₄	
			3月7日				3月8日					
	層	水深 (m)	1回目		2回目		3回目		4回目			
			時刻	SS	時刻	SS	時刻	SS	時刻	SS		
3-5	上	0.5	9:32	12	15:32	34	9:31	15	14:57	9	18	
	中	3.3		16		43		12		15		22
	下	6.0		186		68		23		18		74
	C ₃			71		48		17		14		
4-1	上	0.5	9:41	20	15:55	13	10:10	6	15:20	9	12	
	中	4.2		20		23		12		10		16
	下	7.9		18		20		13		14		16
	C ₃			19		19		10		11		
4-2	上	0.5	9:45	12	15:53	11	9:57	11	15:17	4	10	
	中	4.0		26		13		16		13		17
	下	7.4		25		20		21		27		23
	C ₃			21		15		16		15		
4-3	上	0.5	9:49	15	15:51	43	9:54	11	15:15	27	24	
	中	3.8		29		45		13		17		26
	下	7.1		43		24		26		35		32
	C ₃			29		37		17		26		
4-4	上	0.5	9:51	13	15:48	16	9:51	27	15:12	5	15	
	中	3.5		22		36		30		24		28
	下	6.5		25		68		27		33		38
	C ₃			20		40		28		21		
4-5	上	0.5	9:55	13	15:41	24	9:44	8	15:08	11	14	
	中	3.3		14		45		16		14		22
	下	6.0		13		82		21		21		34
	C ₃			13		50		15		15		
5-1	上	0.5	10:15	18	16:00	12	10:03	6	15:22	6	11	
	中	4.0		20		43		7		6		19
	下	7.6		22		56		12		9		25
	C ₃			20		37		8		7		
5-2	上	0.5	10:13	16	16:03	11	10:06	17	15:25	8	13	
	中	4.2		17		15		18		10		15
	下	7.8		25		32		18		9		21
	C ₃			19		19		18		9		
5-3	上	0.5	10:09	13	16:05	16	10:09	6	15:28	6	10	
	中	4.0		22		23		9		7		15
	下	7.4		19		38		12		8		19
	C ₃			18		26		9		7		
5-4	上	0.5	10:06	16	16:08	19	10:12	6	15:31	7	12	
	中	3.8		20		39		7		5		18
	下	7.0		29		28		8		11		19
	C ₃			22		29		7		8		
5-5	上	0.5	10:02	15	15:45	28	10:16	19	15:35	14	19	
	中	3.4		24		40		23		15		26
	下	6.3		28		40		25		16		27
	C ₃			22		36		22		15		

採水地点	採水		採水時刻・SS濃度 (mg/l)								C _d
			3月7日				3月8日				
	層	水深 (m)	1回目		2回目		3回目		4回目		
			時刻	SS	時刻	SS	時刻	SS	時刻	SS	
S-1	中	3.3	8:23	33	14:45	15	8:50	10	14:07	7	16
S-2	中	3.3	10:30	273	16:28	35	9:39	243	15:01	1160	428
S-3	中	3.3	10:25	172	16:30	52	9:41	11	15:05	33	67

2.3 三田尻中関港

(1) 調査概要

三田尻中関港の三田尻地区において公害防止対策などによる浚渫およびその土砂の埋立処分が山口県により行われた。浚渫場所、埋立地などの概略を図-3.1に示す。

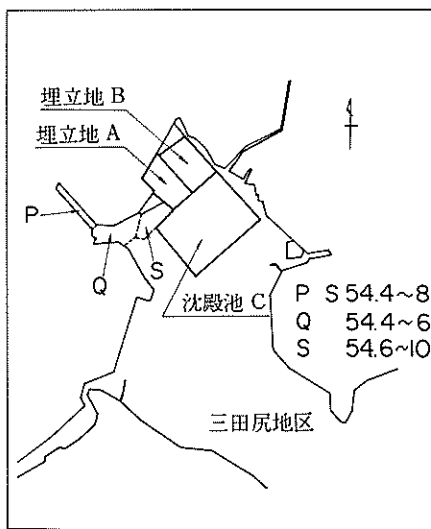


図-3.1 三田尻中関港埋立地

P地区の浚渫は昭和54年4月から8月にかけて250 PSのポンプ船によって行われ、埋立地Aに埋立られた。Q地区は昭和54年4月から6月にかけて、1350 PSのポンプ船により浚渫され、埋立地A、Bに埋立処分された。埋立方法は、2日間の排泥埋立、1日静置、1日排水の計4日を1サイクルとして埋立地A、Bを交互に利用する静置沈降方式が採用された。本調査時点では昭和54年6月から始められたS地区の浚渫の後期であり、埋立地Aに排泥し、埋立地Bと沈殿池Cを通してSSの除去を行い、余水吐G3から余水を排出する方法が採られていた。埋立地、余水吐などの配置を図-3.2に示す。S地区は礫

を含む所も見られるなど複雑であり、今回の調査では埋立地に堆積した土砂の粒径分布を主とし、SS濃度については余水吐を主として採泥、採水を行った。ポンプ浚渫船の主要諸元を次に示す。

- 公称出力 : D-2100 PS
- 船体寸法 : L40m×B12m×D3m×d1.5m
- 浚渫深度 : 1.8~15m
- 公称排送距離 : 3000 m
- 公称浚渫能力 : 265 m³/h
- カッター出力 : 400 PS
- スイング速度 : 0~15m/min
- 排砂管径 : 0.56m

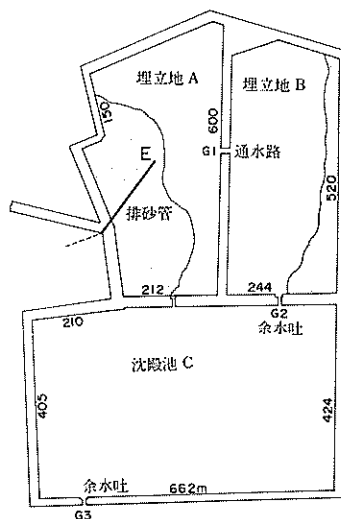


図-3.2 埋立地配置図

図-3.3に埋立地内の水深を示す。図中の水深は鋼板おもりにより測深したもので、水面下の値(m)である。水面高さは埋立地AでC.D.L+3.85m、埋立地BでC.D.L+3.82mであった。

(2) 調査方法

調査時点では浚渫土質が複雑であったため、埋立地内の堆積土砂の粒径分布を主とし、調査箇所は図-3.4に示すA1~A10, B1~B14の計24ヶ所とした。採泥に先立ちさお入により位置出しを行い、採泥器にはエックマンパージを用いた。粒径分析はコーンターカウンタにより280 μ mのアパーチャを用いて行った。SS分析用の採水は図-3.4に示すS1, S2, G1~G3の5か所で、1.3 l 採水器またはポリビン直接採水により行った。

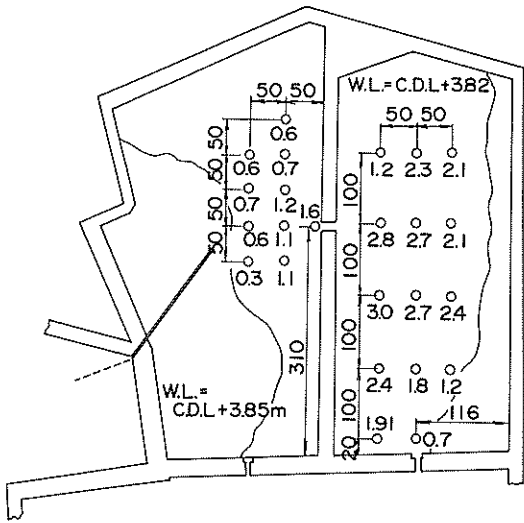


図-3.3 埋立地深淺図

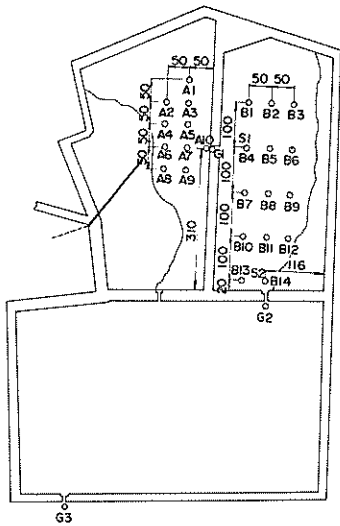


図-3.4 採泥採水地点

(3) 堆積汚泥の特性

本調査時点での浚渫土質は、表層へどろ厚が30 cm程度で、その下層は砂が同じく30 cm程、シルト質砂が70 cm、礫混り砂が120 cmと複雑である。表層へどろについてみると、砂分25%, シルト分50%, 粘土分25%程度である。含水比は250%, 単位体積重量1.24 g/cm³, 強熱減量20%程度である。粒径分布については図-3.5に、沈降速度分布は図-3.6に示す。図-3.6を用いて流出率を求めた結果を図-3.7に示す。

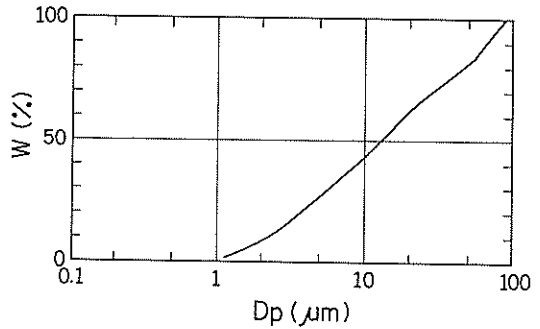


図-3.5 粒径分布

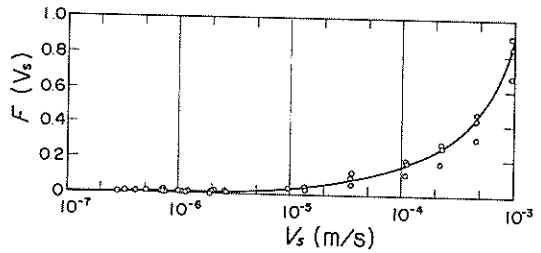


図-3.6 沈降速度分布

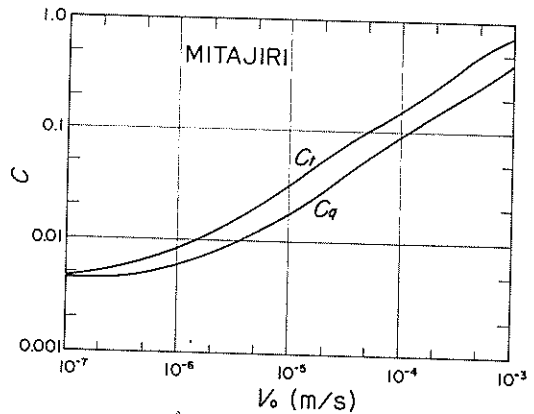


図-3.7 流出率

(4) 調査結果

本埋立地は先にも述べたように埋立経歴が複雑であるのと、エックマンバージによる採泥のため、埋立地内の堆積土砂の粒径分布には必ずしも十分な傾向は得にくかった。代表的な粒径分布を図-3.8に、10%、50%、90%の粒径を表-3.1に示す。

次に余水吐などのSS濃度について図-3.9に示す。G1では埋立地Aの堆積が多く、遊水面が狭いため、ポンプ浚渫船の運転状況の影響を受けやすい。G2ではこの傾向が緩和されているようであり、外海へ排出するG3では、G2、S1、S2とはほぼ同じ値であった。

泥水負荷量は、排砂管直径0.56m、管内流速4.3m/sから求めると、 $1.06 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。水面積は調査時点では

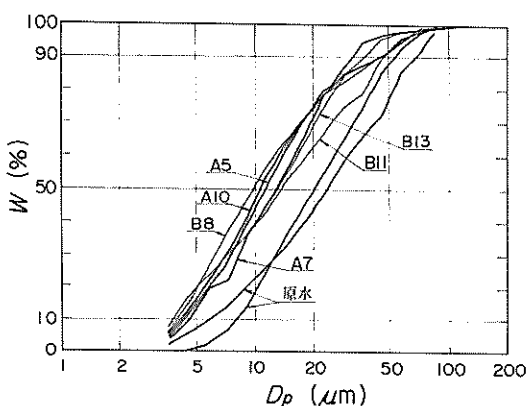


図-3.8 粒径分布

表-3.1 粒径分布

採泥場所	粒径 (ミクロン)		
	10%	50%	90%
排砂管吐出口	6	26	66
	8	20	54
A 5	4	11	43
A 7	4	13	32
A 10	4	11	43
B 8	4	10	45
B 11	4	14	46
B 13	4	13	36

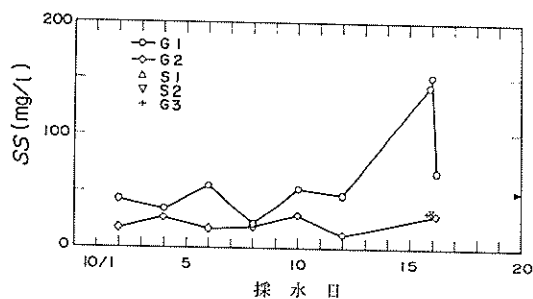


図-3.9 SS濃度変化

埋立地Aで約8ha、埋立地Bで約10ha、池殿池Cは約28haである。したがってG1、G2、G3までの水面積負荷はそれぞれ 1.3×10^5 、 5.9×10^6 、 2.3×10^6 (m/s)となる。また運転時間は1日平均約17時間であるので日間平均水面積負荷はそれぞれ、 0.91×10^5 、 4.1×10^6 、 1.6×10^6 (m/s)程度である。

2.4 八戸港

(1) 調査概要

青森県では八戸港の公害対策事業として、昭和54年から55年にかけて第一工業港の浚渫を行った。浚渫除去の対象土は強熱減量では10%、CODでは30mg/g、硫化物では1mg/g以上の汚泥254,000m³である。この内グラブ浚渫によるものは77,000m³、ポンプ浚渫によるものは177,000m³である。グラブ浚渫による土砂は土運船により海上運搬され、またポンプ浚渫によるものは陸上パイプラインにより、八太郎地区3号ふ頭に埋立処分された。浚渫場所および埋立処分地の位置などを図-4.1に示す。今回の現地調査時点ではグラブによる浚渫はすでに終了しており、埋立地への土運船出入口部は締切られていた。またこの3号ふ頭埋立地には、2号ふ頭と3号ふ頭の間の泊地浚渫による土砂も同時に埋立が行われた。

3号ふ頭埋立地には図-4.2に示すように、100m×60mの沈殿池が設けられ、その入口部には凝集剤のシャワー設備を有する。沈殿池から通水路を通り余水吐に至るが、余水吐の高さが、C.D.L+0.5mと低く、満潮時には海側から埋立地へ海水が流入するのが見られた。したがって埋立地内の水深は潮位の影響を受けるため、図-4.3にはC.D.Lを基準とした水底の深度(-m)を示す。採水時の水深は図-4.3の各値に、6月3日の場合0.1~0.5m、6月4日の場合では0.8m~1.0m

を加えた深さとなる。水深の測量には直径30 cmの鋼板おもりを用いた。埋立地内は、フロータ式排砂管を用いているため局部的埋立が見られ、図-4.2 に示すように干潮時には砂州が出現する。

ポンプ浚渫船の主要諸元を次に示す。

A 船（第一工業港浚渫用）

公称出力 : D-2,200 PS
 船体寸法 : L 49.2 m × B 11.0 m × D 2.3 m
 浚渫深度 : 最大 17.0 m
 公称排送距離 : 3,000 m
 公称浚渫能力 : 500 m³/h
 カッタ出力 : 220 kW
 排砂管径 : 0.66 m (吐出口)

B 船（泊地浚渫用）

公称出力 : D-4,500 PS
 船体寸法 : L 51.4 m × B 16.0 m × D 3.5 m
 浚渫深度 : 最大 23.2 m
 公称排送距離 : 2,700 m
 公称浚渫能力 : 650 m³/h
 ポンプ出力 : 3,500 PS
 カッタ出力 : 400 PS × 2
 排砂管径 : 0.71 m

ポンプ浚渫船の運転状況を表-4.1 に示す。A 船の浚渫土量が公称能力に比べて低いのは水底のゴミによる影響が大きいためである。

(2) 調査方法

採水地点は図-4.3 に示す18か所で、1～16についてはあらかじめ位置決めのためのさお入を行った。採水は1日1回、各採水点を順次小船で回り、2日間で2回としたが、17と18については断続的に行った。採水器はバンドーン型と北原式のものをを用い、500 m l ポリビンに採取し、SS分析用とした。採水深度は上層は水面より0.5 m下、下層は水底より0.5 m上、中層は水深の1/2とした。

埋立地の水面および海面の水位変化を図-4.4 に示す。6月3日の採水時間帯は13時30分から15時30分なので海水面が埋立地内水面よりも高く、海側から埋立地側に海水が流入し、6月4日は逆に埋立地側から海側へ流出するケースである。

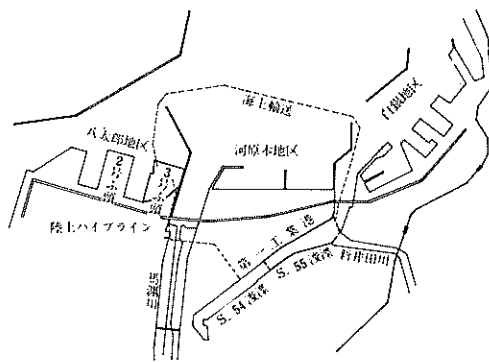


図-4.1 八戸港埋立地

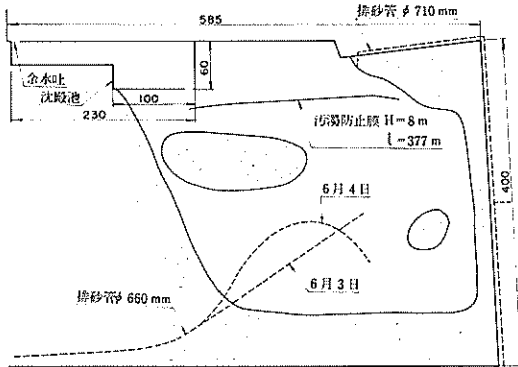


図-4.2 埋立地配置図

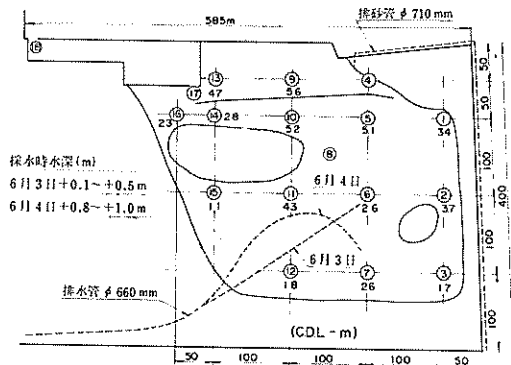


図-4.3 埋立地深浅図

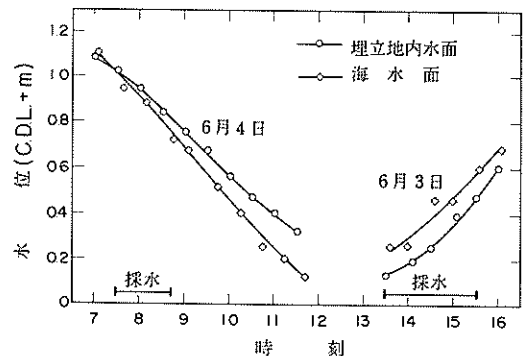


図-4.4 水位変化

表-4.1 ポンプ船運転表

	第1工業港浚渫 (A船)			泊地浚渫 (B船)		
	浚渫時間	吸排時間	浚渫土量	浚渫時間	吸排時間	浚渫土量
	時間 分	時間 分	m ³	時間 分	時間 分	m ³
5月21日	15:15	4:15	1069			
22	5:55	1:55	475	16:10	3:25	2772
23	12:20	9:20	793	18:15	3:45	8400
24	16:40	5:05	1400	19:00	4:25	10800
25	8:15	10:20	1960	17:25	3:35	5280
26	10:50	7:10	1030			
27	10:20	6:05	1800			
28	11:20	6:45	1760			
29	15:30	3:40	1750			
30	0:00	0:00	0	9:10	2:45	2180
31	9:00	3:05	930	14:10	5:40	6150
6月1日	11:10	8:25	950	15:20	7:30	8840
2	12:15	10:10	1400	15:00	4:05	5396
3	12:05	5:50	1200	17:50	4:50	7920
4	6:25	14:45	1500	9:25	4:30	3724

ポンプ浚渫船の稼働状況は表-4.1に示されているが、6月3日についてはA船はパイプラインの事故により朝方から15時50分まで運転しておらず、また4日はB船は排砂管延長のため朝方から10時30分まで運転を中止している。

(3) 堆積汚泥の特性

浚渫土砂の粒度組成についての詳しいデータは不明であるが送泥時の排砂管からの音から、A船の浚渫区域では層により砂利、砂分もあるようである。表層汚泥の含水比は50~220%と広く、単位体積重量は含水比220%のもので1.15 gf/cm³である。強熱減量は7~16%程度である。表層汚泥の沈降速度分布を図-4.5に、コールターカウンターによる粒度分布を図-4.6に示す。

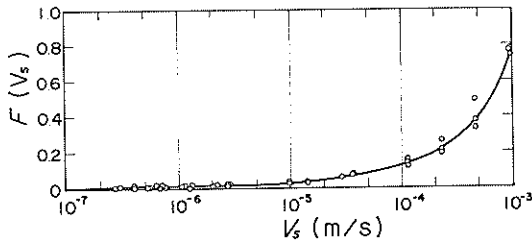


図-4.5 沈降速度分布

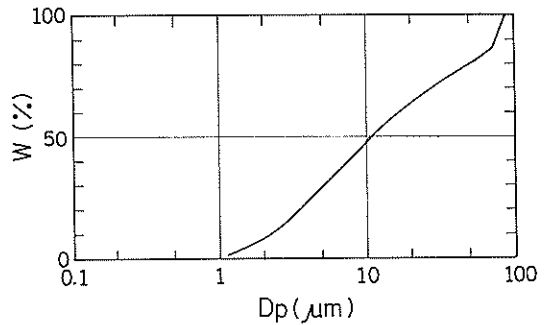


図-4.6 粒度分布

(4) 調査結果

採水地点1~16までの採水時刻と採水時の水深を表-4.2に示す。採水地点4と8を除くと6月3日と4日とのC.D.L基準からの水深の測量差異は0.3m以内のものが多い。採水地点4では4日のほうが水深が小さくなっているが、これはB船による埋立が進行したためと考えられる。

SSの分析結果を表-4.3に示す。採水深度は埋立地水面下の値である。6月3日と4日のSS分布の大きな差異は、A船とB船の運転状況による差異であり、3日はB船の排砂管吐出口近くのNo.4で、4日はA船の排砂管吐出口近くのNo.7でSS濃度が高くなっていることである。B船による浚渫土砂は沈降性の比較的良好な細

表-4.2 埋立地水深表

採水地点	6月3日			6月4日		
	時刻	水深 (-m)	水深 (C.D.L.-m)	時刻	水深 (-m)	水深 (C.D.L.-m)
1	13:50	3.5	3.3	7:49	4.5	3.5
2	14:50	4.0	3.7	8:09	4.5	3.6
3	15:04	2.2	1.8	8:24	2.5	1.6
4	13:28	2.2	(2.1)	7:32	1.3	(0.3)
5	14:27	5.5	5.2	7:51	6.0	5.0
6	14:55	2.5	(2.1)	8:14	4.0	(3.1)
7	15:07	3.2	2.8	8:28	3.2	2.3
8	15:27	3.1	(2.6)	8:40	1.7	(0.9)
9	13:34	5.7	5.6	7:36	6.5	5.5
10	14:40	5.6	5.3	7:54	6.0	5.0
11	14:57	4.6	4.2	8:16	5.3	4.4
12	15:10	2.2	1.8	8:31	2.5	1.7
13	13:44	4.8	4.6	7:42	5.7	4.7
14	14:44	3.2	2.9	7:57	3.5	2.6
15	15:00	1.5	1.1	8:20	2.0	1.1
16	14:46	2.6	2.3	7:59	3.2	2.3

表-4.3 SS濃度

80.6.3				
採水地点	SS(mg/l)	採水地点	SS(mg/l)	
1	0.5 ^m 45.5	9	0.5 ^m 73.5	
	1.7 55.6		2.8 93.0	
	3.0 16.7		5.2 127.8	
2	0.5 53.7	10	0.5 72.4	
	2.0 43.0		2.8 43.4	
	3.5 111.1		5.1 33.5	
3	0.5 24.2	11	0.5 41.5	
	1.1 27.8		2.3 15.7	
	1.7 31.0		4.0 32.3	
4	0.5 50.5	12	0.5 35.5	
	1.1 130.5		1.1 50.0	
	1.7 177.0		1.5 42.0	
5	0.5 33.3	13	0.5 55.6	
	2.7 34.5		2.4 61.8	
	5.0 42.4		4.3 87.5	
6	0.5 30.8	14	0.5 38.0	
	1.3 30.3		1.8 42.4	
	2.0 26.8		2.7 16.3	
7	0.5 29.6	15	0.5 26.2	
	1.6 32.5		0.7 44.9	
	2.5 33.8		1.0 43.9	
8	0.5 37.5	16	0.5 72.4	
	2.5 31.5		1.3 63.6	
			2.0 65.8	

80.6.4				
採水地点	SS(mg/l)	採水地点	SS(mg/l)	
1	0.5 ^m 74.4	9	0.5 ^m 56.1	
	2.2 36.6		3.2 57.7	
	4.0 45.1		6.0 93.1	
2	0.5 49.0	10	0.5 42.4	
	2.2 42.5		3.0 39.4	
	4.0 56.5		5.5 160.4	
3	0.5 63.1	11	0.5 46.4	
	1.2 85.0		2.6 39.9	
	2.5 42.4		4.8 41.3	
4	0.5 37.8	12	0.5 39.0	
	0.7 53.0		1.2 48.5	
	0.8 56.9		2.0 67.7	
5	0.5 36.2	13	0.5 55.3	
	3.0 45.5		2.9 50.0	
	5.5 66.3		5.2 114.3	
6	0.5 66.3	14	0.5 40.8	
	2.0 47.0		1.7 86.2	
	3.5 77.3		3.0 60.2	
7	0.5 550.0	15	0.5 54.2	
	1.6 699.0		1.0 47.0	
	2.7 686.9		1.5 33.2	
8	0.5 41.1	16	0.5 59.0	
	0.8 42.9		1.6 49.5	
	1.2 42.9		2.7 47.0	

砂であるが、B船の土砂水吐出量が大きいため汚濁防止膜の内側であるNo. 9, 13では外側のNo. 5, 10, 14に比べて高いSS値となっている。SS濃度の鉛直分布については、3日のNo.4, 9, 13のように比較的濃度の高い所では下方のほうが高い傾向が明らかにみられるが、SS濃度の低い所ではこの傾向は必ずしも明らかではない。

余水吐などでのSS濃度を表-4.4に示す。この内6月4日の分の沈殿池入口No. 17と余水吐No. 18について図-4.7に示すが、No. 17のピークが約1時間後にNo. 18に現われている。

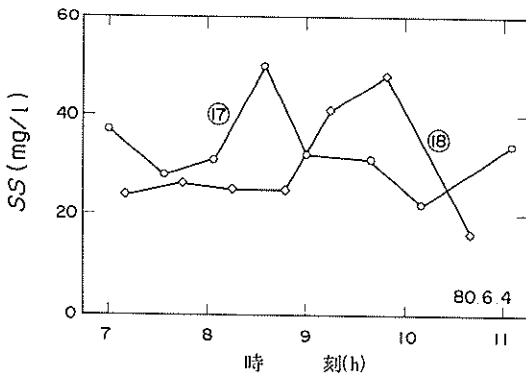


図-4.7 SS濃度変化

当調査の埋立地は、埋立当初は水面積が約16haであったものが、調査時点においては埋立が進み、水面積は約10haと減少していた。A船による泥水負荷量は約1.2 m³/s、B船によるそれは管内流速を4.5 m/sとしても1.8 m³/sである。したがって水面積負荷は調査時点では最大3×10⁻⁶、最小1.2×10⁻⁶ m³/sとなり、浚渫船の休止時間を考慮しても比較的大きな値といえる。

2.5 大阪港

(1) 調査概要

大阪市では安治川内港の公害防止対策事業として、強熱減量15%以上の汚泥を対象に浚渫を行い、この汚泥を大阪港北港北地区の3区に埋立処分した。浚渫船は非自航型ニューマポンプ式で、浚渫土砂は密閉式土運船に積み、埋立地まで約5km運搬し、そこでポンプ式の揚土船によって埋立地内へ捨土する工法が採られた。

図-5.1に浚渫場所、埋立処分地などの位置を示す。北港北地区は図-5.2に示すように1区から3区に分けられ、その内2区と3区は土砂の処分場として利用されている。3区へは安治川内港の浚渫土砂が通年的に処分されるほかに、このほかの浚渫箇所からの土砂も適宜埋立処分されるが、調査期間中は安治川内港の浚渫汚泥の

表-4.4 SS濃度

	17 (沈殿池入口)		18 (余水吐)		A 船			B 船		
	時刻	SS (mg/l)	時刻	SS (mg/l)	時刻	SS (mg/l)	管内流速 (m/s)	時刻	SS (mg/l)	管内流速 (m/s)
6月3日	9:45	41	9:30	24				10:30	81,200	4.5以上
			15:15	54				14:50	78,300	4.5以上
6月4日	7:00	37	7:10	24	7:20	490	3.2	7:20		
	7:33	28	7:45	26	8:05	450	3.7	8:05		
	8:03	31	8:15	25	8:38	3,700	3.4	8:38		
	8:35	50	8:47	25						
	9:00	32	9:15	41						
	9:39	31	9:49	48						
	10:05	22	10:40	16						
	11:05	34								

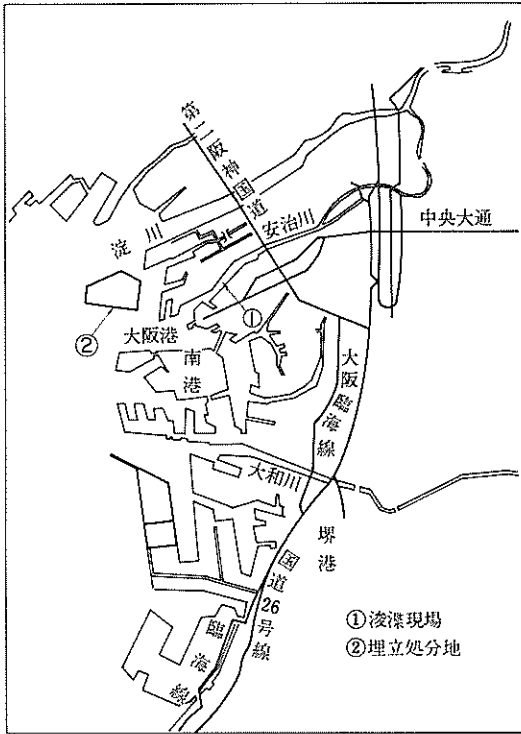


図-5.1 大阪港埋立地

区から2区へ流れる状況であった。

浚渫船、揚土船、土運船の主要諸元を次に示す。

浚渫船

- 船体寸法 : L 25.8m × B 10.0 m × D 2.5 m
- ポンプ : 150 m³/h(清水) × 3台
ニューマポンプ
- 圧縮空気 : 7 kgf/cm² × 80 m³/min

揚土船

- ポンプ : 540 m³/h × 18 m 水中ポンプ
- ジェット水 : 300 m³/h × 17 m
- 排砂管 : 直径30 cm × 長さ 200 m

土運船

- 船体寸法 : L 41 m × B 9 m × D 3.5 m
- 容量 : 450 m³ × 2 隻, 500 m³ × 1 隻

揚土作業は調査期間中1日当たり3～4隻であり、揚土時間は1隻当たり約50分、揚土後期は15分程度外海から取入れられるジェット水による希釈混合が並行される。排砂管吐出口の周囲は汚濁防止膜で囲まれ、油濁防止のための混和剤の散布が行われた。

3区内の水深は図-5.3に示されるように、1 m前後の場所が多く見られる。水深測量には軽量の鋼板おもりを用い、図中の値は水面下の値(m)である。

採水工程、浚渫船および揚泥船の運転状況を図-5.4に示す。

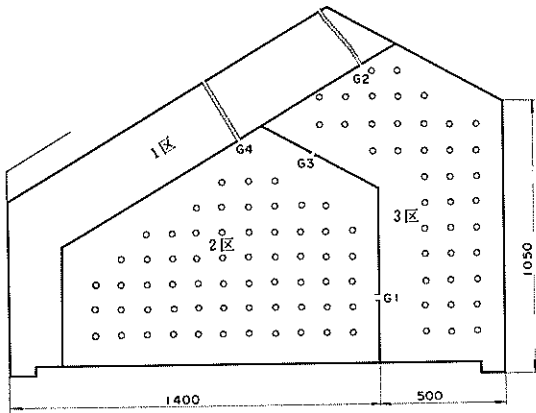


図-5.2 埋立地配置図

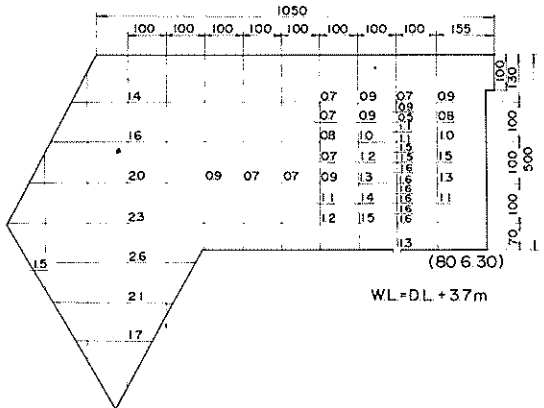


図-5.3 埋立地深線図

みであった。

2区、3区には原地盤の水抜をするための水抜井戸が100 mピッチで設けられ、また余水吐も図-5.2に示されるように4か所設けられている。しかし調査時点ではG2、G3の余水吐(せき)は閉切られており、G1、G4の余水吐(せき)の調節により3区の水が2区の水より約10 cm 高く、3区の余水は余水吐(せき)G1を通り3

月日	作業	時刻					実土量 m ³	泥水量 m ³	含泥率 (%)
		6	9	12	15	18			
6/24	浚揚 濃泥						1789	1789	100
25	浚揚 濃泥						1359	1731	78.5
							1634	1723	94.8
26	浚揚 濃泥						776	1308	59.3
	浚揚 濃泥						1034	1317	78.5
27	浚揚 濃泥						1699	1750	97.1
	浚揚 濃泥						1181	1725	68.5
28	浚揚 濃泥						745	1306	57.0
							1294	1333	97.1
29	浚揚 濃泥								
30	浚揚 濃泥						774	1311	59.0
	浚揚 水深測定						745	1306	57.0
7/1	浚揚 濃泥						760	1323	57.5
	採 水						774	1311	59.0
2	浚揚 濃泥						675	1330	50.8
	採 水								

図-5.4 作業日程

(2) 調査方法

採水の地点は図-5.5に示す31か所であり、小船により各点を巡回し、1日1回の採水とし2日間に2回行った。採水地点I1からI4はフェンスの内側、O1からO4はフェンスの外側である。採水深度は上層、中層(水深の1/2)および下層(水底より0.5m上方)の3層としたが、水深が浅い場合には下層の採水は省略した。上層の採水はひしゃく、中、下層はバンドーン型採水器により行い、500mlポリビンに移しSS分析用とした。SS分析には1ミクロンのメンブランフィルタを用いた。

(3) 堆積汚泥の特性

堆積汚泥の上層部では含水比は約200%、単位体積重量は1.26 g/cm³程度である。コーンカウンターによる粒径分布を図-5.6に示す。沈降速度分布を図-5.7に、流出率を図-5.8に示す。

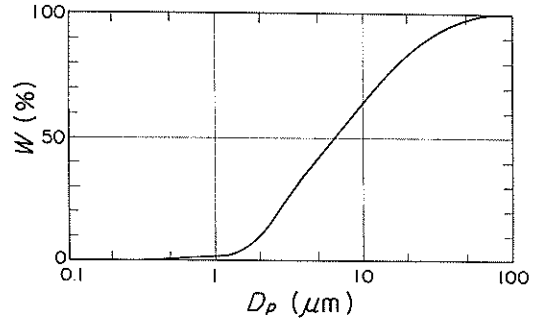


図-5.6 粒径分布

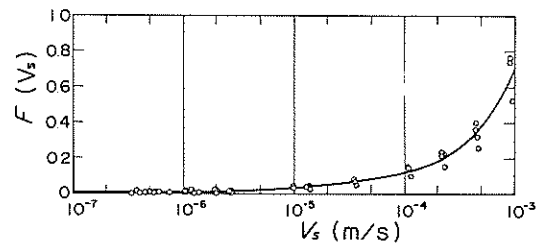


図-5.7 沈降速度分布

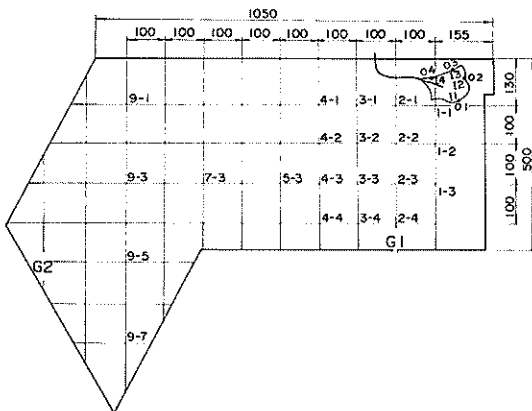


図-5.5 採水地点

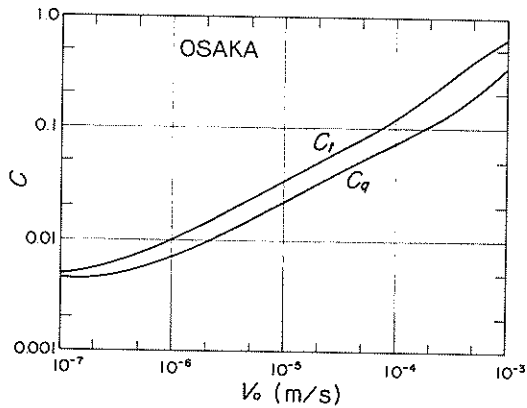


図-5.8 流出率

(4) 調査結果

SSの分析結果を表-5.1に示す。採水地点1-1~9-7については1回目と2回目の値を平均し、これを図-5.9に示す。上層と中層のSS濃度の差異についてみると、23か所中13か所で中層のほうが上層より濃度が高くなっているが、あまり明白な差異とはみられない。平面的な分布についてみると、排砂管吐出口に近い1-1~1-3、2-1~2-2、3-1~3-2では40~60 (mg/l)、排砂管吐出口と余水吐から遠い5-3~9-7、G2では20~30、そのほかの点では30~40 (mg/l)となっている。

排砂管吐出口のフェンス周辺部のSS分布についてみると、1回目の採水が揚泥直後であり、2回目は揚泥中の採水であるため、1、2回目の差異がみられる所がある。すなわち泥水の流れが当たるI1、I2地点の上層、中層では2回目のほうがSS値が高く、特に中層ではこれが顕著である。一方そのほかの点では、1、2回目の差異はあまりみられず、特にI3、O3、I4、O4では内外の差異および上層と中層の差異もあまりみられない。

本調査の例では水面積負荷が小さいのが特徴である。すなわち土運船1隻当たりの泥水量を440 m³、ジェット水量を75 m³とし、揚土時間を50分とすると、1時間当たりの泥水負荷量は約 $Q_1 = 620 \text{ m}^3/\text{h}$ となる。1日当たり4隻の揚土とすれば $Q_2 = 2,060 \text{ m}^3/\text{d}$ である。したがって水面積が約66.2 haであるので、水面積負荷 V_0 は $2.6 \times 10^{-7} \sim 3.6 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ となり比較的小さいといえる。このような水面積負荷に対応する沈降試験は図-5.7では十分とはいえず、特別な方法を考慮する必要がある。

表-5.1 SS濃度

日 番号	層	55年7月1日(mg/l)			55年7月2日(mg/l)		
		上層	中層	下層	上層	中層	下層
1-1		51	53		58	47	
1-2		67	47		60	74	
1-3		45	40	50	32	38	
2-1		49	54		44	44	
2-2		37	41		(84)	57	
2-3		39	36	29	16	36	58
2-4		39	31	22	38	34	19
3-1		42	39		44	(88)	
3-2		51	44		48	50	
3-3		42	25		34	33	
3-4		33	28	44	24	35	
4-1		30	23		32	(132)	
4-2		24	34		52	33	
4-3		35	34		47	47	
4-4		24	34		26	25	
5-3		24	42		25	22	
7-3		26	34		12	28	
9-1		36	45	22	27	31	
9-3		26	32	28	18	18	
9-5		29	24	29	26	38	27
9-7		17	35	24	32	39	34
G1		24	35		35	49	
G2		38	28	28	15	29	90
I1		37	260		270	180000	
O1		58	100	12:00	59	220000	10:30
I2		45	5000		100	19000	
O2		65	3100	12:30	69	2300	10:46
I3		41	44		57	1000	
O3		40	46		56	66	
I4		66	59		55	120	
O4		68	63		53	74	

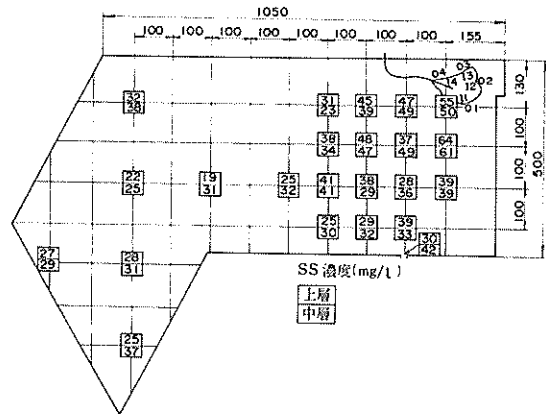


図-5.9 SS濃度分布

2.6 横浜港

(1) 調査概要

横浜市では港湾公害防止対策事業などにより発生した浚渫土砂を、横浜港本牧ふ頭D突堤の東側に設けた約64 haの埋立地への埋立処分を行った。図-6.1に埋立地の位置を示す。土砂はグラブまたはバケットにより浚渫され、底開式土運船で搬入されたもので、ポンプ浚渫によるものは見られなかった。調査時点では1～3工区とも土運船出入用の開口部があるため埋立地内は感潮水面となっている。1工区は埋立が進み約19 haの内半分ほどは水面上に現れており、陸上からの捨土、覆土作業が行われ、海上からの土運船による埋立は1日数隻程度である。2工区は土運船による捨土が盛んに行われており、1日約80隻、6,000 m³程度であるが、3工区での捨土は見られなかった。

今回の調査は、ポンプ浚渫に比べて比較的含水比の低い浚渫土砂を底開式土運船から捨土した場合の濁りの発生についてのものであるが、2工区では引船・土運船の出入が多く採水などが行いにくいいため、調査工区を1工区とした。1工区は遊水面積および水深が浅く、したがって比較的小容量の土運船による土捨となっていた。図-6.2に1工区の水深を、D.L下の値を(m)でまた土運船の捨土状況を表-6.1に示す。

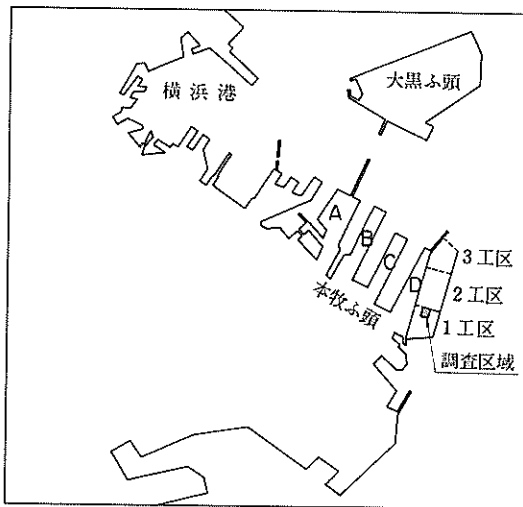


図-6.1 横浜港埋立地

表-6.1 捨土表

月日	時分	位置*	土量
2/6	10:40	①	60 m ³
	13:16	⑥	80
7	11:20	⑦	60
	14:27	⑩	60
8	11:20	⑪	60
	14:29	⑫	105

*位置の番号は図-6.3中の番号

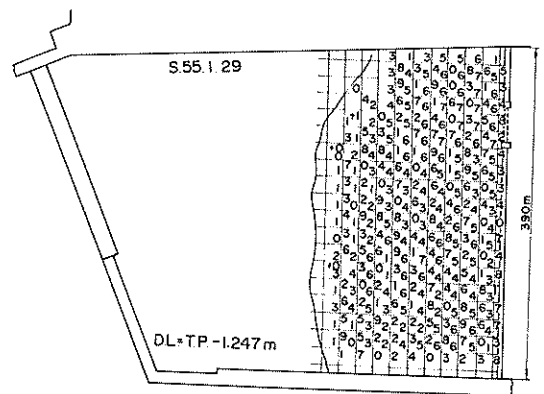


図-6.2 埋立地深浅図

(2) 調査方法

埋立地内の1工区を図-6.3に示すように20m間隔の格子点a～g、1～7および定点A、B、C、Gを設定し採水点とした。採水深度は水面下1m、2.5m、4mとし、バンドーン型採水器を用いた。格子点の採水は小型ボートにより巡回して行った。

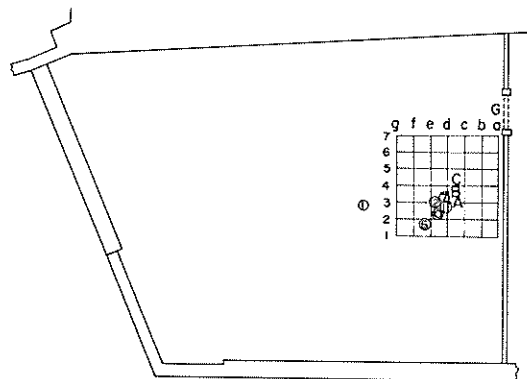


図-6.3 採水地点

(3) 汚泥の特性

土運船の泥倉から採泥した試料を分析した結果によると、7～8日のもので含水比は104～144%、平均125%程度、強熱減量は9～13%、平均11%程度である。粒径分布は図-6.4に示すように砂分11～43%、シルト分36～60%、粘土分21～33%で、平均ではそれぞれ26.49.25%である。

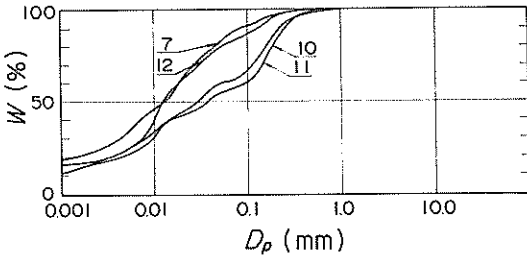


図-6.4 粒径分布

(4) 調査結果

2月7日採水分の、採水点GおよびC5についてはSS濃度の時間変化を、またb1～b7, C1～C7, d2～d7, E2～E7についてはSS濃度分布を調べるための分析を行った。8日採水分では採水点A, B, CのSS濃度の時間変化を求めた。これらの結果を表-6.2に、ま

た図-6.5にG点で測定した潮位を示す。7日、8日ともに採水は下潮時のものであり、採水時の水面下の深さは図-6.2の値に1.1～1.4mを加えた値となる。

7日採水分の採水点G(余水吐)の経時変化をみるとここでは14時35分以後の採水に、11時20分に行われた捨土の影響がうかがえるようである。採水深度による差異はあまりみられないが、影響の現れる前では6～9、平均8mg/lであったものが、13～16、平均15mg/lとなっている。b1～b7については、b4に大きな値がみられる。c1～c7については顕著な差異はみられない。d2～d7については差異が明らかであり、d2

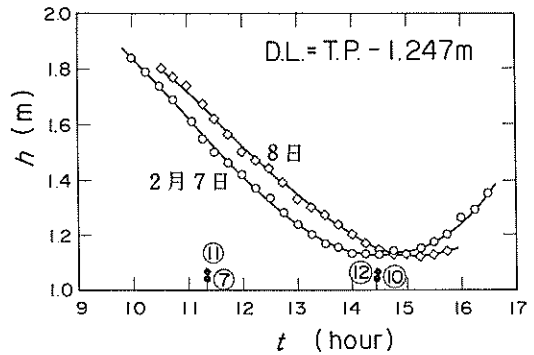


図-6.5 水位変化

表-6.2 SS濃度

SS濃度 (mg/l)					(2月7日)				(2月8日)						
採水地点	採水時刻	採水深度 (m)			採水地点	採水時刻	採水深度 (m)			採水地点	採水時刻	H (m)			
		1	2.5	4			1	2.5	4			1	2.5	4	
G	12:35	6	6	9	c 1	12:20		15	7	A	14:33	11	112	372	
	13:35	9	8	8	c 2	12:20		7	8		14:34	13	103	122	
	14:35	15	15	16	c 3	12:25		9	10		14:35	20	11	49	
	15:35	16	13	16	c 4	12:27		11	11		14:36	10	8	22	
	16:35	15	15	14	c 5	12:30		12	11		14:37	9	7	22	
c 5	14:45			12	c 6	12:10		10	12	B	14:39	8	7	11	
	14:55			21	c 7	12:07		12	11		14:40	9	6	10	
	15:05			12	d 2	11:59*		13	26		14:41	7	8	9	
	15:15			11	d 3	12:05*		18	31		C	14:46	12	11	13
	15:25			10	d 4	12:07*	11	13	24			14:56			8
				d 5	12:15		7	8	15:06				10		
				d 6	11:55		8	8	15:15				8		
				d 7	12:00		7	6	15:26				14		
b 1	12:34		6	7	e 2	12:12		19		15:36			10		
b 2	12:37		6	6	e 3	12:15*		13	19						
b 3	12:40		7	8	e 4	12:17*		16	19						
b 4	12:42		8	136	e 5	12:20		12	19						
b 5	12:45		9	10	e 6	12:20*		8	10						
b 6	12:50		12		e 7	12:23		12	11						
b 7	12:53			11											

～d 4 では 2.5 m の層で 13～18, 平均 15 mg/l, 4 m 層で 24～31, 平均 27 mg/l である。d 5～d 7 では 2.5 m 層と 4 m 層での差異はみられず, 6～8, 平均 7 mg/l である。e 3～e 5 の 4 m 層では 19 mg/l, e 6～e 7 では 10～11 と差異がみうけられる。c 5 の時間変化をみると, 14 時 55 分のものがやや高い値を示すが, これは 14 時 27 分の捨土による影響の可能性が考えられる。

以上の結果をみると, b, c, d, e の各列の格子点の採水では, b, c 列には採水時にまだ濁りが達せず, d, e 列でのみ観測されたと考えられる。

8 日の採水分では 14 時 29 分に行った捨土の濁りに主眼を置いて, A, B, C の各点で経時変化を求めた。潮位変化はほとんどみられない時間帯の捨土, 採水であるので, 潮流による濁りへの影響は少ないと考えられる。B, C 点ではこの捨土による濁りは確認されておらず, 6～14, 平均 9 mg/l 程度であった。

A 点では捨土による濁りがよくとらえられており, 14 時 34 分から 35 分の間で濁りが急減するところから, 濁りが固塊状であることがうかがえる。

2.7 千葉港

(1) 調査概要

海底に堆積した汚泥をドラグサクシオン浚渫船を用いて浚渫するための開発実験が運輸省第二港湾建設局により千葉港沖で行われた。この際に, ホッパー内に積込まれた土砂水の SS 濃度分布を調べ, 浚渫泥水のホッパー内での沈降挙動を明らかにすることにより, これを処理処分する上での基礎資料を得るために本調査をあわせて行ったものである。次に本調査に用いたドラグサクシオン浚渫船の主要諸元を示す。

浚渫船

船体寸法 : L 113 m × B 19.6 m × D 9 m

ホッパー容量 : 4090 m³

ポンプ : 8000 m³/h × 17 m × 2 基

主機 : 4700 PS × 2 基

ホッパー形状は図-7.1 に示すように長さ 38.5 m, 幅 13.2 m, 深さ 9.9 m であり, 今回の調査時には余水吐からのオーバーフローは行っていない。浚渫は左舷ポンプのみの運転で行われた。

(2) 調査方法

ホッパー内泥水の静置による沈降分離効果を調べるために, 図-7.1 に示すホッパー中央の C 点と余水吐近くの G 点の 2 点においてバンドン型採水器を用いて採水を行った。採水時間はホッパー満水直後, およびその後 30 分～45 分おきに 2 回の計 3 回とした。採水深度は水面

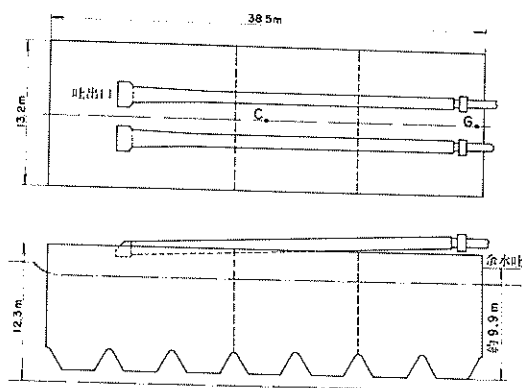


図-7.1 ホッパー形状

および水面下 4 m までの 1 m ごと の 5 層採水である。テストケース数は 3 ケースとし, 第 1, 2 ケースは G 点のみ, 第 3 ケースは C, G 点で採水を行った。

(3) 堆積汚泥の特性

浚渫土砂の色調は湿潤状態でも灰色を呈し, 強熱減量は 11% で悪臭も少ないものである。コールターカウンタによる粒径分布を図-7.2 に, 沈降速度分布を図-7.3 に示す。

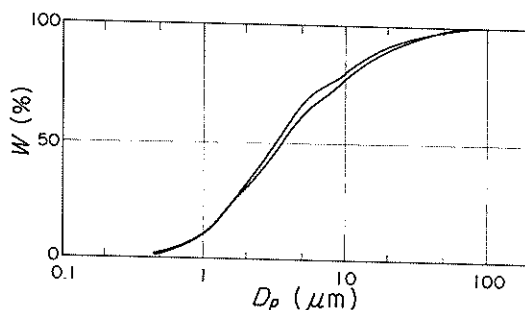


図-7.2 粒径分布

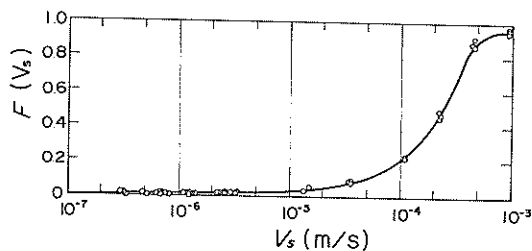


図-7.3 沈降速度分布

表-7.1 SS濃度

テスト ケース No.	採水 場所	採水 時間 (分)	SS濃度 (g/l)				
			採水深度 (m)				
			0	1	2	3	4
1 54.10.4	G	0	86.6	123	124	158	164
		30	83.1	113	141	128	161
		60	52.0	83.4	133	139	124
2 54.10.5	G	0	46.4	41.4	99.3	109	93.5
		30	77.8	64.5	90.0	106	106
		60	26.7	70.5	87.0	93.2	92.2
3 54.10.5	G	0	92.8	92.9	160	152	172
		45	73.9	116	130	159	176
		85	86.9	96.4	117	102	179
	C	0	81.5	61.3	65.1	141	160
		45	88.1	102	135	143	158
		85	49.5	80.6	94.6	112	127

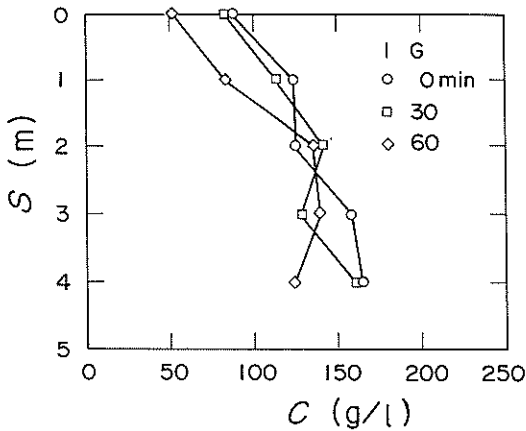


図-7.4 SS濃度分布

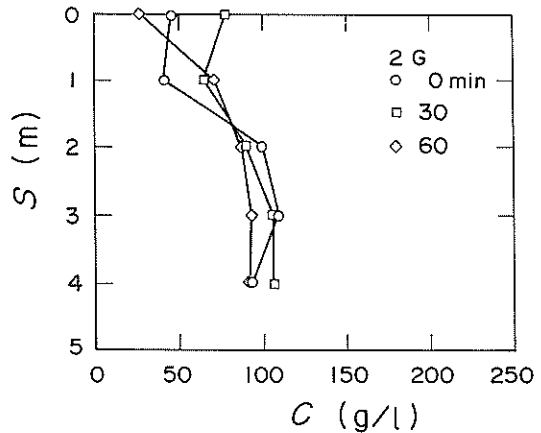


図-7.5 SS濃度分布

(4) 調査結果

採水試料のSS分析結果を表-7.1に示す。各テストケース間のSS濃度の差異についてみると、第1ケースと第3ケースはほぼ同程度とみられるが、第2ケースはややSS濃度が低い。第1ケースについてみると図-7.4に示すように、表層および水深1mでは時間の経過とともにSS濃度が下がるのがみられ、水深2m以深では水深が大きくなるとSS濃度も大きくなる傾向が若干みられるものの、時間による差異はあまりみられない。

図-7.5に示される第2ケースでは水深、時間による差異はともに少ない。第3ケースのG点では図-7.6に示

すように、水深が大きくなるとSS濃度が高くなる傾向が良くみられるが、静置効果についてはあまり明らかではない。図-7.7のC点では水深が大きくなるとSS濃度が高くなり、時間の経過とともに0~4m内の水深ではSS濃度が下がる傾向がみられる。

本調査例では一般の水面埋立と異なり水面積が約500㎡と小さい。また土砂水流入量は8000m³/hと比較的大きく、したがって水面積負荷も4.4×10⁻³m/sと大きい。またホッパー残留水は20~25%であるため流入土砂水の希釈が少なく、ホッパー内土砂水のSS濃度が高く、沈降状態も界面沈降から圧縮沈降にあると考えられる。

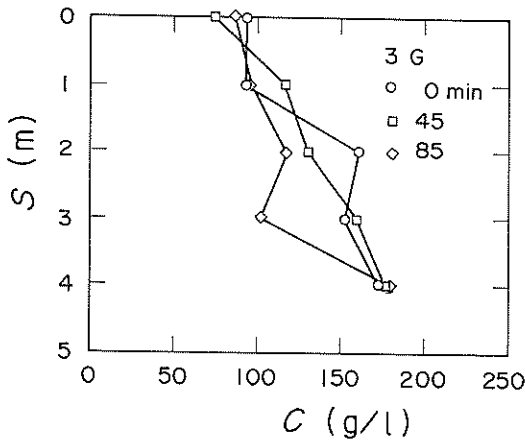


図-7.6 SS濃度分布

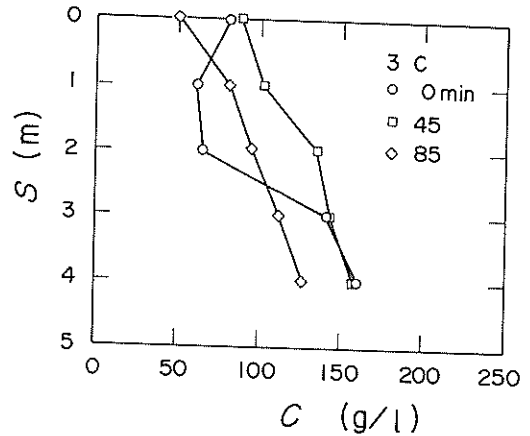


図-7.7 SS濃度分布

3. 結論

汚泥の浚渫および埋立処分については、堆積汚泥の特性、埋立処分地までの距離、埋立地の大きさなどによりさまざまな方式が採られている。本調査では汚泥の埋立処分をおもな事例としたものであり、ポンプ浚渫からパイプラインによる埋立が2例、中継船を用いるもの1例、土運船による運搬から揚土船による処分が2例、底開式土運船による捨土が1例およびドラグサクション浚渫船のホッパー内の沈降に関するもの1例の計7例についてその調査結果をまとめた。これらの調査結果から次の事項が明らかになった。

1) 汚泥に対する浚渫能力は水底に散在するゴミの影響を受けやすく、河口周辺では特に能力低下が著しい場合が見られた。

2) 汚泥の埋立処分では水面積負荷は一般に小さくとられており $10^8 \sim 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$ 程度であった。このような範囲に対応するための沈降速度試験は、一般のカラム試験法では長時間を必要とし適用が難しくなる。

3) 埋立地内で堆積した土粒子の粒径分布については流下するに従い粒径が小さくなるという定性的な傾向はみられるが、その差異は定量的には顕著なものではない。

4) 埋立地内のSS分布については、排砂管吐出口から離れると急激に低下し一様分布に近くなる傾向がみられた。鉛直濃度分布については下層のほうがSS濃度が高くなる傾向はみられるがその差異は少ない。

5) 余水のSS流出率は流入部濃度一様とした理想的な沈殿池における計算値よりも小さくなる傾向がみられ

る。

6) 土運船からの捨土では、濁りは境界のはっきりした単発状に発生するとみられ、濁りを捕捉するには困難を伴ったが、余水吐(通船口)から流出するSS濃度値からはこれを認めることができた。

7) ホッパー内の濃度分布からは深度が大きくなるとSS濃度が高くなり、また静置による沈降効果もうかがえるが、その効果についてはあまり顕著なものとはいえない。

4. あとがき

埋立はそれぞれの条件に合わせて種々の方式が採られており、本調査ではまだ十分ではないので今後もデータの集積を進めたい。特に水面積負荷が $10^8 \text{ m}^2/\text{s}$ 程度の大きいケースおよび排砂管吐出口付近のSS濃度分布などのデータの充実を図りたい。また余水吐からのSS流出率を算定する上で基礎資料となる沈降速度試験などを行い、模型実験、数値解析によりSS濃度を算定するための資料とし、現地工事の計画時における余水のSS濃度の予測および余水処理対策を講ずるための資料を得たい。また現地の余水吐などの施設の呼称については本報告の呼称と相違する点がみられることをお断りする。

(1981年6月30日受付)

謝 辞

本調査は港調費、公防費により行われたものであり、関係各位に感謝するとともに、調査地を提供していただいた各港湾管理者および工事関係者の方々に多大のご協力をいただいたことに深く感謝いたします。

参考文献

- 1) Camp, T.R. : Sedimentation and the Design of Settling Tanks, *Transactions, ASCE*, Vol. 111, No. 2285, 1946, pp. 895 ~ 923
- 2) Clements, M.S. : Velocity variations in rectangular sedimentation Tanks, *Proc. Instn. Civil Engrs.*, Vol. 34, June 1966, pp. 171 - 200
- 3) Cordoba—Molina, J. F. : Settling in Continuous Sedimentation Tanks, *ASCE*, Vol. 104, No. EE6, Dec. 1978, pp. 1263 - 1275
- 4) 中園嘉治他 : 有害物質を含む汚水の余水処理に関する研究, 環境保全成果集, 昭和53年度
- 5) 吉田龍夫 : 埋立て用沈殿池の設計諸元について ヘドロ No. 3, 1975, pp. 4 - 7
- 6) 二階堂清 : 浚渫埋立工事における余水処理施設とそのコンパクト化(1), 環境技術, Vol. 8 No. 1, 1979, p. 6, 7
- 7) 白鳥保夫, 増田勝人 : 埋立時の土砂の沈降挙動に関する実験(その1), 港湾技研資料No. 340, June 1980
- 8) 白鳥保夫, 加藤英夫, 増田勝人, 山内 栄 : ヘドロの埋立処理に関する研究, 環境保全成果集, 昭和54年度
- 9) Thompson, D.M. : Scaling laws for Continuous flow sedimentation in rectangular tanks, *Proc. Instn. Civil Engrs.*, Vol. 43, July 1969, pp. 453 - 461
- 10) Discussion : *Proc. Instn. Civil Engrs.*, Vol. 46, July 1970, pp. 387 - 393
- 11) 林 照郎 : 四日市の堆積汚泥浚渫, 作業船, No. 118, July 1978, pp. 45 - 50

港湾技研資料 No. 389

1981.9

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 阿部写真印刷株式会社

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