

5. 濁り発生量の算定

5.1 手順

濁り発生量の算定は、施工計画及び環境の現況の把握結果を踏まえ、濁り発生原単位を用いて算定することが基本となる。

【解説】

(1) 施工場所での濁りの発生

港湾工事による濁り発生量の算定は、施工計画に基づき、濁りを発生する可能性のある工種毎に施工量を設定した上で、図- 5.1.1に示すような手順で濁り発生原単位を乗じて求める。この場合、使用する濁り発生原単位は、水中のSSを指標として求められた値を用いることとなる。

濁り発生原単位は、工事に用いる機械・船舶を使用した現地調査により求められた濁り発生原単位の調査データがある場合には、その値を用いることが望ましい。

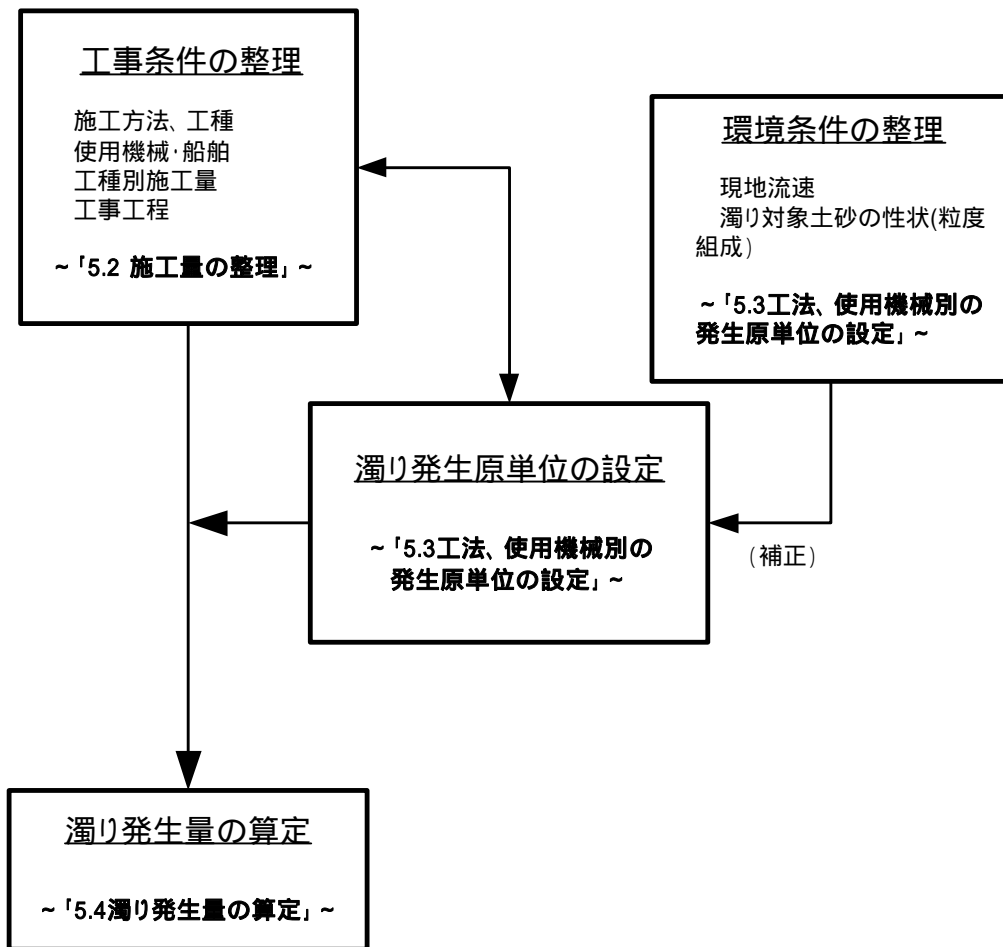
そのような現地のデータがない場合には、既往の濁り発生原単位を用いることとなる。その場合は、工事に使用する機械・船舶の種類や型式、濁り対象土砂の性状等を考慮して、類似した条件で求められた原単位を選定することが重要である。

この際、既往の濁り発生原単位は、表- 5.1.1に示すような方法で港湾工事の工事地点周辺に観測ラインを設け、水中のSSを調査・解析したものであり、基準化されたものであることに留意する必要がある。これは、流れの中に存在する粒子は、粒子径に対応する汚濁限界流速（沈殿堆積した粒子が再浮遊する限界流速）があり、汚濁限界流速以上の流れのもとでは、沈降と浮遊のバランスからその粒子の正味の沈降はなく浮遊し続けると想定し、シルト分以下の粒子に対する汚濁限界流速下での濁り発生原単位として換算されているものである。したがって、既往の濁り発生原単位を用いる場合には、対象海域の流速や濁りの対象となる土砂の粒径による補正を行う必要がある。

この補正は、図- 5.1.2に示す汚濁限界流速と粒子径の関係を用いて行う（詳細は5.3 (3)参照）。

(2) 余水吐からの濁りの発生

土砂処分場等での埋立土砂から発生する余水については、余水吐等を通じて海域に放流されるため、当該地区での環境監視のための管理目標水質を設定した上で、余水吐の排水量を乗じて濁り発生量を算定することができる。

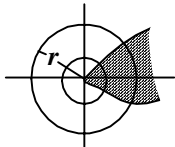
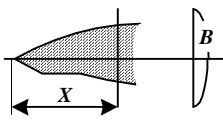
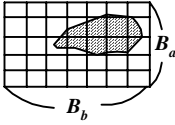
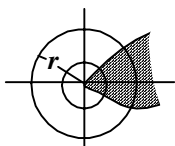


図中 「」内は、本章において対応する項を示す。

- 注：1)本フローは、港湾工事による濁り発生量算定の基本的なフローを示したものである。
 2)濁り発生原単位を勘案して、濁り発生量の少ない施工方法や、工種を採用することも考えられる。
 3)埋立余水による濁り発生量の算定の場合は、このフローとは異なり、余水吐からの排水量と排水濃度を設定の上算定することができる。

図- 5 . 1.1 濁り発生量の算定フロー

表- 5.1.1 濁り発生量の把握方法（現地試験データの解析の考え方）

測点の配置	計算式	適用限界
連続的に発生 	$W_0 = \left\{ h_1 x_1 + h_2 x_2 + \dots + h_n x_n \right\} \frac{2\pi r u}{n} \times 10^{-6}$ (測点を何本かの観測ライン(円)上に設置し、ライン毎に W_0 の値を求める)	潮流方向と異なる方向にある測点において濃度変化がある場合は、誤差を生じる場合がある。
連続的に発生 	$W_0 = \left\{ h_1 x_1 + h_2 x_2 + \dots + h_n x_n \right\} \frac{B u}{n} \times 10^{-6}$ (測点を何本かの観測ライン上に設置し、ライン毎に W_0 の値を求める)	濁りが直線ライン幅 B の外にはみ出さない範囲に適用できる。
一時的に発生 	$W_0 = \left\{ h_1 x_1 + h_2 x_2 + \dots + h_n x_n \right\} \frac{B_a \cdot B_b}{n} \times 10^{-6}$	濁りが観測網 $B_a \times B_b$ の外にはみ出さない範囲に適用できる。
一時的に発生 	$W_0 = \sum \left\{ h_1 x_1 + h_2 x_2 + \dots + h_n x_n \right\} \frac{2\pi r u \Delta t}{n} \times 10^{-6}$ (Δt : 測定時間間隔、全測定時間について総和をとるものとする)	潮流方向と異なる方向にある測点において濃度変化がある場合には、誤差を生じる場合がある。

注：1)表中の記号は、次のとおり。


- W_0 : SS 発生量 (t)
- h_i : 時間的平均水深(m)
- x_i : バックグラウンドを差し引いた鉛直方向各層の時間的平均 SS 濃度 (mg/L)
- u : 潮流の流速 (m/h)
- n : 測点数
- r : 観測ラインの半径
- B : 濁りがある範囲より外にはみ出さないと想定される場合の範囲幅
- $B_a \times B_b$: 濁りが外にはみ出さないと想定される範囲

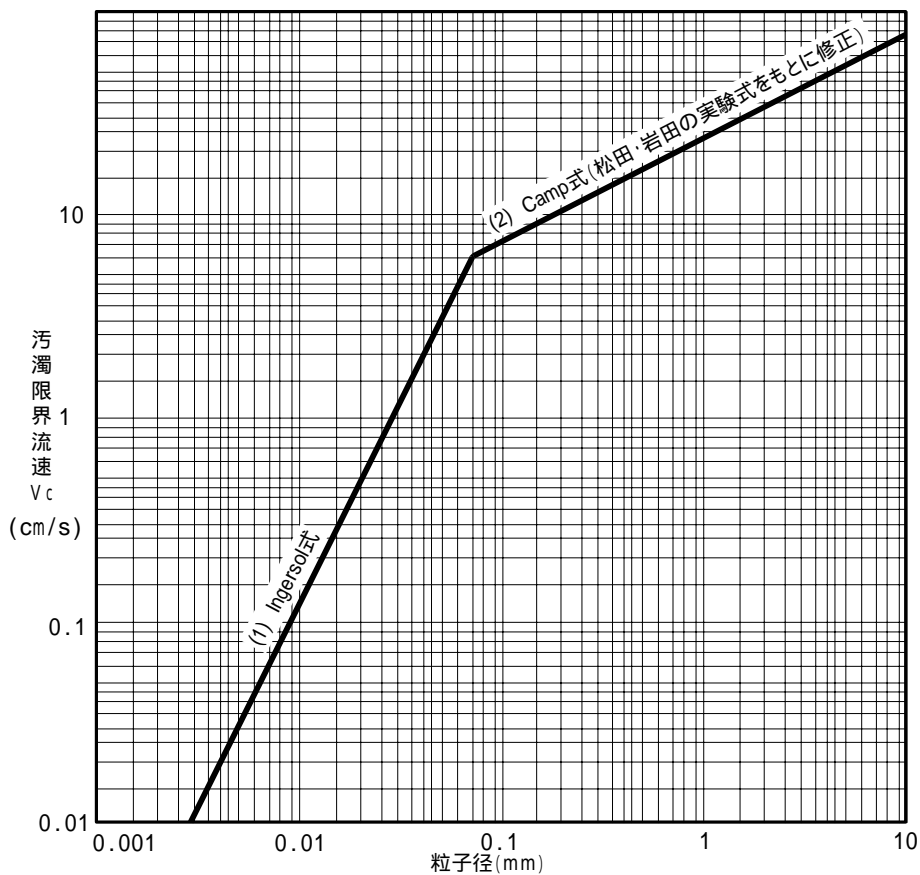
2)上表のとおり算定された濁り発生量 (W_0) をもとに、次式を基本として、基準発生原単位が算定される。

$$w_0 = \frac{R_{75} \cdot W_0}{R \cdot Q}$$

ここで、

- w_0 : 基準発生原単位 (t / m³)
- R_{75} : シルト分以下の粒子の粒径加積百分率の割合 (%)
- R : 調査時の流速を汚濁限界流速とする汚濁限界粒径の粒径加積百分率 (%)
- Q : 施工量 (m³)

3)  : 濁りを示す。



注： 1)上図の式は、次のとおりである。

(1) Ingersol 式
$$V_c = \frac{1}{1.2} V \sqrt{\frac{8}{f}}$$

ここで、 V は Stokes 式より次のとおりである。

Stokes 式
$$V = \frac{1}{18} \cdot \frac{g(\rho_s - \rho)}{\mu} \cdot d^2$$

(2) Camp 式 (松田、岩田の実験式をもとに補正)
$$V_c = 1.86 \sqrt{\frac{(\rho_s - \rho)}{\rho}} g d$$

ここで、式中の記号は、次のとおりである。

V_c : 汚濁限界流速 (cm/s)	f : 摩擦抵抗係数 (=0.025)
g : 重力加速度 (980cm/s ²)	ρ_s : 土粒子の比重 (=2.65)
ρ : 水の単位体積重量 (=1.024)	μ : 粘性係数 (15 = 0.01145poise)
d : 土粒子直径 (cm)	V : 沈降速度 (cm/s)

2)上図の関係は、取扱い土砂の性状によっても変化するので、現地底質の存在状態、土質を把握しておくことが必要である。

3) Ingersol 式の摩擦抵抗係数 f の値は、濁りを構成する微細土粒子が主対象となることから、 $f = 0.025$ とした。

4)上図の関係は、沈殿堆積した粒子が再浮上する流速下では浮遊粒子の正味の沈降はないとの考え方に基づいて作成したものである。

図- 5.1.2 粒子径と汚濁限界流速の関係

5.2 施工量の整理

濁りの発生要因となる工種について、日当たりの施工量及び施工期間等の情報を整理する。

【解説】

(1) 施工場所での濁りの発生

工事計画に基づき、濁り発生要因となる工種毎に、日当たりの施工量並びに工事時期・期間を整理する。

なお、施工量は用いる濁り発生原単位を想定の上、整理する必要がある。

例えば、サンドコンパクション工の場合は、必要な施工量は日当たりの施工本数となる。

(2) 余水吐からの濁りの発生

土砂処理場等での埋立土砂から発生する余水による濁りの発生については、余水吐からの排水量を設定する必要があるが、埋立地への土砂等の投入量が余水吐からの排水量に等しいものとして整理する。ポンプ浚渫船により土砂を投入する場合は、排送量が余水吐からの排水量に等しいものとして整理することとなり、土砂投入量のほか、想定される含泥率も整理する必要がある。

(施工量の整理事例)

施工場所	工種	使用機械	型式	日施工量	工事時期・期間	稼働率	施工時間	備考
護岸	床掘工	グラブ浚渫船	16m ³	9,000m ³	1年次2ヶ月目(H 年6月) ~1年次5ヶ月目(H 年9月)	0.71	8時~17時	
	捨石工	ガット船	-	2,000m ³	1年次6ヶ月目(H 年10月)	0.71	8時~17時	
...
埋立工事	埋立工	ポンプ船	5,000PS	100,000m ³	3年次1ヶ月目(H 年5月) ~3年次10ヶ月目(H 年3月)	0.71	8時~17時	ポンプ船による送泥(含泥率10%)
...

5.3 工法、使用船舶・機械別の濁り発生原単位の設定

濁りの発生要因となる工種毎に、濁り発生原単位を整理する。

【解説】

(1) 濁り発生量の算定

濁り発生原単位を用いて濁り発生量を算定する。

濁り発生原単位は、濁りの予測結果を左右する重要な条件である。

濁り発生原単位は、水底土砂など濁りの対象となる土砂の性状や工種などによって異なる性質のものであることから、予測対象とする海域の特性を十分踏まえた設定を行うことが重要である。

理想的には、予測対象とする海域において現地調査により濁り発生原単位を把握することが望ましく、特殊なケースについては現地調査等で個別に調査・検討することが考えられる。なお、それにより新たにデータが得られた場合には、それらを集約し、濁り発生原単位データの情報の蓄積に資するように心がけることが重要である。

現地調査の実施が困難な場合においては、既往の濁り発生原単位から取り扱い土砂の性状等を参考にして適切なものを選定する必要がある。

既往の濁り発生原単位を使用する場合の原単位設定手順は、図-5.3.1に示すとおりである。

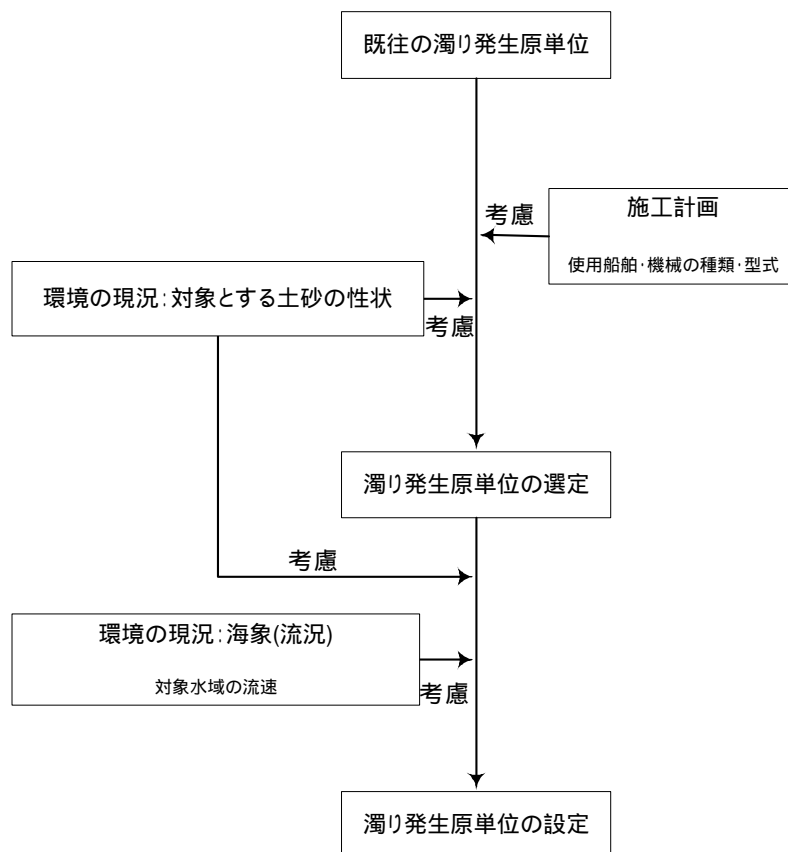


図- 5.3.1 濁り発生原単位の設定方法

(2) 濁り発生原単位の選定

既往の濁り発生原単位は、個別の工事における調査結果に基づくものであり、同一の工種であっても、調査時の条件が異なっている。

既往の濁り発生原単位から予測に用いる値を選定するにあたっては、使用船舶・機械の種類や型式、濁り対象となる土砂、単位時間あたりの施工量に着目して、予測対象とする工事の状況に近い条件で得られた値を参考とするなど、各工事の状況を勘案して検討する必要がある。なお、同一工種で使用船舶機械や型式、取り扱い土砂等の類似した原単位が複数存在する場合は、それらの中から代表的な値を選定して用いる必要がある。

既往の濁り発生原単位の例を表- 5.3.1に示す。ここで示した濁り発生原単位はすべて水中のSSを調査・解析して求められたものである。

また、参考として濁り発生原単位と使用船舶・機械の規模を図化して図- 5.3.2に示す。さらに、ポンプ浚渫船、グラブ浚渫船の単位時間あたりの施工量と濁り発生原単位の間を関数化し、図- 5.3.3に示す。1時間あたりの施工量が大いほど、濁り発生原単位は小さくなる傾向がみられる。

なお、「旧濁りマニュアル」において整理していた濁り発生原単位については、調査時期が古いこともあり、その出典が明らかでないものもあるが、ここでは、「旧濁りマニュアル」を出典として整理して示した。

また、同一工種、同一土質を対象とした濁り発生原単位が、複数得られているものについては、相互に比較を行い、値のかけ離れているものや出典の明らかでないものは、参考値として資料編「資料 - 3 濁り発生原単位の参考値」に整理した。

表- 5.3.1(1) 濁り発生原単位(浚渫工1)

工 法	使用船舶	型 式	取扱い土砂			発生原単位 w_0 (t/m ³)	参考 単位時間 あたりの 施工量 (m ³ /h)	出典
			粗粒土	細粒土	シルト・ 粘土分 (%)			
浚渫工	ポンプ浚渫船	6,987kW(9,500PS)			97.5	1.15×10^{-3}	636	32
		6,767kW(9,200PS)			99.6	1.30×10^{-3}	316	11
		5,884kW(8,000PS)			26.6	0.70×10^{-3}	875	12
					24.3	0.23×10^{-3}	531	34
		4,413kW(6,000PS)			47.8	0.35×10^{-3}	663	13
					28.0	1.67×10^{-3}	100	14
					22.5	9.8×10^{-3}	369	33
		3,530kW(4,800PS)			58.3	2.41×10^{-3}	693	6
					58.3	3.23×10^{-3}	599	6
					58.3	1.42×10^{-3}	703	6
					99.0	5.34×10^{-3}		1,2
		2,942kW(4,000PS)			90.0	1.97×10^{-3}		5
					74.5	12.05×10^{-3}		1,2,10
					72.8	3.41×10^{-3}	294	6
					72.8	0.66×10^{-3}	940	6
					72.8	2.11×10^{-3}	550	6
					31.8	1.39×10^{-3}		1,2
		2,206kW(3,000PS)			94.5	0.60×10^{-3}	1,584	6
					94.5	0.56×10^{-3}	1,398	6
					94.5	1.03×10^{-3}	829	6
					94.5	0.82×10^{-3}	1,287	6
					94.5	0.81×10^{-3}	923	6
		1,839kW(2,500PS)			94.5	1.54×10^{-3}	661	6
			94.4	9.85×10^{-3}		1,2		
1,471kW(2,000PS)			8.0	0.08×10^{-3}		1,2		
			3.0	0.15×10^{-3}		1,2		
			2.5	0.33×10^{-3}		1,2		
735kW(1,000PS)			74.0	0.59×10^{-3}	223	5		

- 注：1)シルト粘土分の割合が50%未満の土質を「粗粒土」、50%以上を「細粒土」とした。
 2)ここで示した濁り発生原単位は、すべて水中のSSを調査・解析して求められたものである。
 3)出典は資料編「資料 - 12 参考文献(12-1)」に示す。
 4)発生原単位表に記載されている単位時間あたりの施工量は、実際の現地調査時の施工量から算出した値であり、一部については、さまざまな発生原単位を測定するために、極端な施工を行った事例も含まれる。
 5)使用船舶規模や取扱い土砂が同様な場合においても、図- 5.3.3に示したとおり単位時間あたりの施工量によって濁り発生原単位は異なると考えられることから、参考として単位時間あたりの施工量を示した。

表- 5.3.1(2) 濁り発生原単位(浚渫工 2)

工 法	使用船舶	型 式	取扱い土砂			発生原単位 w_0 (t/m ³)	参考 単位時間 あたりの 施 工 量 (m ³ /h)	出典
			粗粒土	細粒土	シルト・ 粘土分 (%)			
浚渫工	グラブ浚渫船	30m ³			96.0	3.85×10^{-3}	775	15
					38.5	2.03×10^{-3}	191	16
		27.5m ³			13.5	2.18×10^{-3}	450	47
		25m ³			85.6	1.48×10^{-3}	400	36
		23m ³			6.9	2.37×10^{-3}	346	17
		20m ³			11.8	1.20×10^{-3}	335	42
		18m ³			97.0	5.10×10^{-3}	96	18
					96.6	17.25×10^{-3}	404	19
					84.8	18.40×10^{-3}	300	11
				7.1	4.51×10^{-3}	216	20	
		16m ³			15.9	1.91×10^{-3}	292	40
		15m ³			70.2	9.60×10^{-3}	346	21
					7.1	9.04×10^{-3}	119	22
		13m ³			97.0	36.00×10^{-3}	250	35
		12m ³			16.2	13.20×10^{-3}	113	12
		11.5m ³			25.6	18.25×10^{-3}	172	23
		10m ³			87.2	18.21×10^{-3}	248	24
		8m ³			94.5	25.80×10^{-3}		4
					58.0	9.91×10^{-3}		1,2
					21.7	2.59×10^{-3}	220	25
					63.1	31.94×10^{-3}	137	41
		6m ³			90.4	26.30×10^{-3}	61	26
		5m ³			22.6	16.59×10^{-3}	106	27
		4m ³			74.0	10.86×10^{-3}	128	5
					74.0	0.96×10^{-3}	128	5
					15.0	8.40×10^{-3}		1
					11.3	9.34×10^{-3}	100	28
3m ³			87.5	17.11×10^{-3}		1,2		
			62.0	11.90×10^{-3}		1,2		
			45.0	15.84×10^{-3}		1,2		
	密閉グラブ 浚渫船	8m ³			80.0	3.50×10^{-3}		1

注：表- 5.3.1(1)の注 1)2)3)4)5)と同様

表- 5.3.1(3) 濁り発生原単位(浚渫工3)

工 法	使用船舶	型 式	取扱い土砂			発生原単位 w_0 (t/m ³)	参考 単位時間 あたりの 施 工 量 (m ³ /h)	出典
			粗粒土	細粒土	シルト・ 粘土分 (%)			
浚渫工	ドラグサクシオン 浚渫船	5,884kW(8,000PS) × 2			5.5	3.64×10^{-3}		5
		1,765kW(2,400PS) × 2			92.0	7.09×10^{-3}		1,2
		1,324kW(1,800PS)			88.1	12.10×10^{-3}		1,2
	バケット浚渫船	0.2m ³			83.2	25.19×10^{-3}		1,2
					27.7	55.77×10^{-3}		1,2
	汚泥浚渫船	2,942kW(4,000PS)			10.4	17.58×10^{-3}		1,2
					90.0	1.35×10^{-3}		1
					99.5	1.27×10^{-3}		1
					99.5	1.20×10^{-3}		1
					99.5	1.55×10^{-3}		1
		596kW(810PS)			95.5	15.72×10^{-3}		1
					96.0	0.14×10^{-3}		5
					95.0	1.45×10^{-3}		1
					70.0	3.50×10^{-3}		1
					62.0	4.48×10^{-3}		5
	108kW(147PS)			98.0	0.44×10^{-3}		1	
				98.0	0.28×10^{-3}		5	
				74.2	13.25×10^{-3}		5	
	ディッパー 浚渫船	2m ³			74.2	8.56×10^{-3}		5
					74.2	8.56×10^{-3}		5

注：表- 5.3.1(1)の注1)2)3)と同様

表- 5.3.1(4) 濁り発生原単位(土砂投入工 1)

工 法	使用船舶	型 式	取扱い土砂			発生原単位 w_0 (t/m ³)	参考 単位時間あ たりの施工 量(m ³ /h)	出典
			粗粒土	細粒土	シルト・ 粘土分 (%)			
土砂投入工	土運船	5,100t積			2.8	0.08×10^{-3}		5
					2.8	0.06×10^{-3}		5
		5,000t積			3.2	0.03×10^{-3}		5
					3.2	0.04×10^{-3}		5
		4,253m ³			19.3	5.70×10^{-3}		7
		3,500m ³			13.0	5.19×10^{-3}		1
		3,354m ³			1.0	9.00×10^{-3}		8
		3,264m ³			1.0	3.70×10^{-3}		8
		3,065m ³			1.0	3.10×10^{-3}		8
		3,010m ³			1.0	5.00×10^{-3}		8
		3,000m ³			1.1	0.41×10^{-3}		31
		2,344m ³			6.7	4.65×10^{-3}		7
		2,000m ³			8.0	2.42×10^{-3}		1
		691m ³			6.9	2.15×10^{-3}		17
		500m ³			96.7	11.63×10^{-3}		1
					36.5	14.94×10^{-3}		1,2
					21.1	15.80×10^{-3}		1,2
					20.5	10.63×10^{-3}		1,2
					60%粒径 0.03mm	25.00×10^{-3}		3
		250m ³			60%粒径 0.03mm	31.72×10^{-3}		3
		200m ³			98.0	203.43×10^{-3}		1
					69.8	41.66×10^{-3}		1
		180m ³			57.7	8.31×10^{-3}		1,2
					2.7	0.02×10^{-3}		1,2
		120m ³			59.5	1.56×10^{-3}		5
					42.7	39.25×10^{-3}		5
					22.7	2.19×10^{-3} $\sim 5.30 \times 10^{-3}$		1,2
					19.1	143.50×10^{-3}		1,2
	グラブ船	3.3m ³			2.2	0.79×10^{-3}	107	37
		3m ³			19.3	9.29×10^{-3}	120	43
		2m ³			2.3	1.75×10^{-3}		5
	ドラグサク ション浚渫船	2,400PS(1,765kW)			68.6	22.72×10^{-3}		1,2
		1,800PS(1,324kW)			82.2	123.43×10^{-3}		1,2
	ガット船	540m ³			4.7	5.04×10^{-3}		1,2
		500m ³			1.0	0.63×10^{-3}		1
					1.0	0.51×10^{-3}		1
					1.0	0.64×10^{-3}		1
					1.0	0.63×10^{-3}		1
					1.0	1.07×10^{-3}		1
		320m ³			3.0	0.42×10^{-3}		1
				3.0	0.50×10^{-3}		1	
				3.0	0.57×10^{-3}		1	
				3.0	0.86×10^{-3}		1	
			3.0	0.79×10^{-3}		1		

注：表- 5.3.1(1)の注 1)2)3)4)と同様
型式不明のため、施工量を示す。

表- 5.3.1(5) 濁り発生原単位(土砂投入工 2)

工 法	使用船舶	型 式	取扱い土砂			発生原単位 w_0 (t/m ³)	参考 単位時間 あたりの 施工量 (m ³ /h)	出典
			粗粒土	細粒土	シルト・ 粘土分 (%)			
土砂投入工	砂撒船	能力360m ³ /h トレミー使用			2.0	0.98 × 10 ⁻³		1
					2.0	2.94 × 10 ⁻³		1
					2.0	2.10 × 10 ⁻³		1
					2.0	1.49 × 10 ⁻³		1
		能力300m ³ /h トレミー使用			1.0	1.62 × 10 ⁻³		1
					1.0	0.74 × 10 ⁻³		1
					1.0	2.44 × 10 ⁻³		1
		能力187m ³ /h			1.0	0.42 × 10 ⁻³		1
					1.0	3.70 ~ 6.50 × 10 ⁻³		9
			バージアンロー ダー船	600m ³ /h			7.3	1.79 × 10 ⁻³
土砂投入工 (捨石工)	グラブ船	5m ³			7.0	0.65 × 10 ⁻³	500	39
		4m ³			36.0	0.72 × 10 ⁻³	216	38
		3.3m ³			13.9	1.40 × 10 ⁻³	150	37
		1.3m ³			30.5	6.92 × 10 ⁻³		1,2
					30.5	3.97 × 10 ⁻³		1,2
			30.5	6.22 × 10 ⁻³		1,2		
	底開式バージ船	180m ³			36.0	1.31 × 10 ⁻³		46
	捨石船	85m ³			11.1	15.76 × 10 ⁻³		5
					11.1	12.75 × 10 ⁻³		5
	ガット船	199t			94.5	3.57 × 10 ⁻³		4
300t				38.2	18.67 × 10 ⁻³		5	

注：表- 5.3.1(1)の注1)2)3)4)と同様

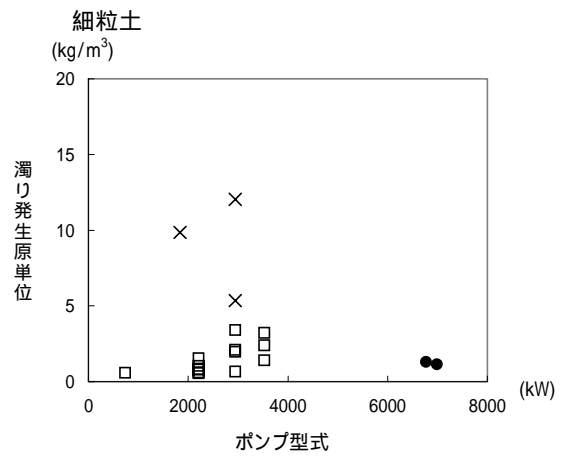
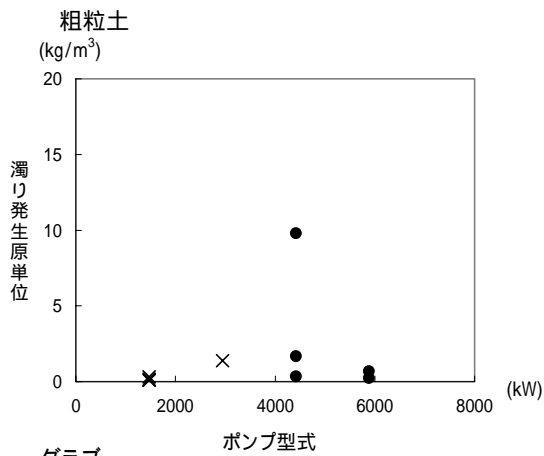
6)捨石工における取り扱い土砂は捨石付着土砂を対象とした。

表- 5.3.1(6) 濁り発生原単位(地盤改良工)

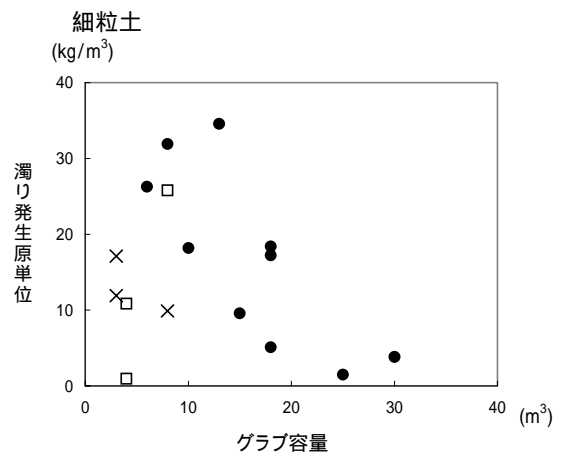
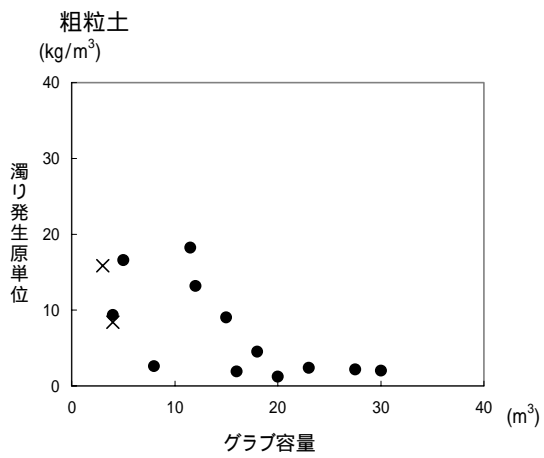
工 法	使用船舶	型 式	取扱い土砂			発生原単位 w_0 (t/本)	参考 単位時間 あたりの 施工量	出典
			粗粒土	細粒土	シルト・ 粘土分 (%)			
地盤改良工	サンドコンパク ション船	2連装 敷砂あり			24.0	18.57 × 10 ⁻³	18本/2h	1
					24.0	14.37 × 10 ⁻³	27本/2h	1
					81.3	124.65 × 10 ⁻³	4本/2h	1
		2連装 敷砂なし			81.3	113.90 × 10 ⁻³	4本/2h	1
					81.3	328.72 × 10 ⁻³	2本/2h	1
					81.3	374.80 × 10 ⁻³	2本/2h	1
		3連装 敷砂なし			94.5	2.70 × 10 ⁻³ (t/m ³)		4
					93.7	1,609. × 10 ⁻³	4.5本/h	45
					87.7	385. × 10 ⁻³	1.88本/h	44
					81.3	99.50 × 10 ⁻³	6本/3h	1
					81.3	109.08 × 10 ⁻³	6本/3h	1
					81.3	125.06 × 10 ⁻³	3本/3h	1
					81.3	119.12 × 10 ⁻³	3本/3h	1
					43.2	65.2 × 10 ⁻³	9本/h	29
					22.3	530. × 10 ⁻³	3.89本/h	30

注：表- 5.3.1(1)の注1)2)3)4)と同様

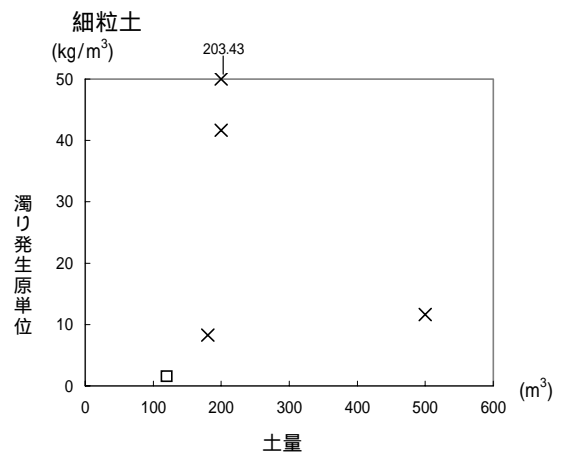
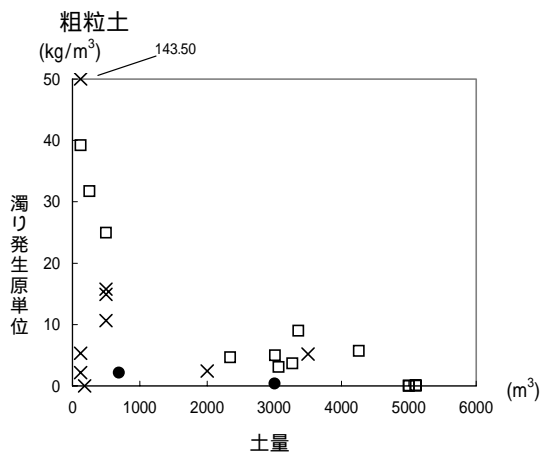
ポンプ



グラブ



土砂投入工(土運船)

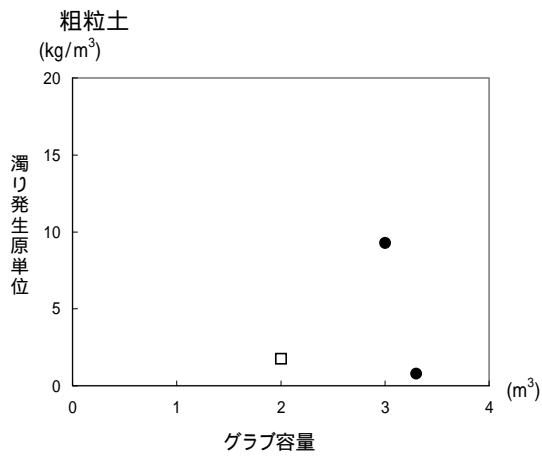


凡 例
 ● : 平成 13～15 年度現地調査結果
 × : 旧濁りマニュアル
 ○ : その他資料

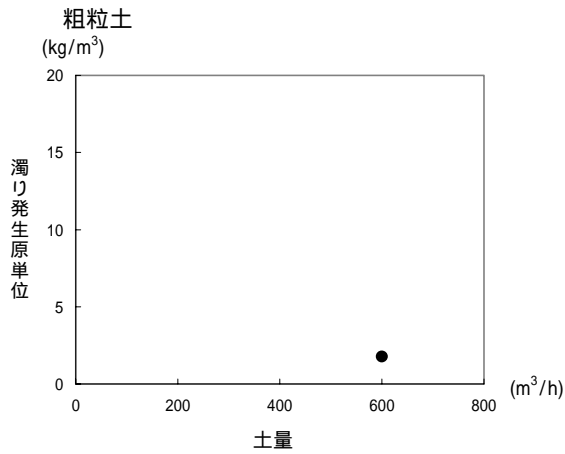
注：その他資料とは、資料編「資料-12 参考文献(12-1)」に示した 3～9 の文献を示す。

図- 5. 3.2(1) 濁り発生原単位と使用船舶・機械の規模

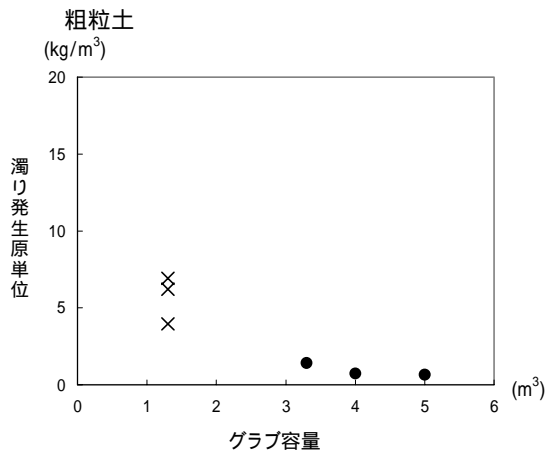
土砂投入工(グラブ船)



土砂投入工(砂撒き工・バージアンローダー船)



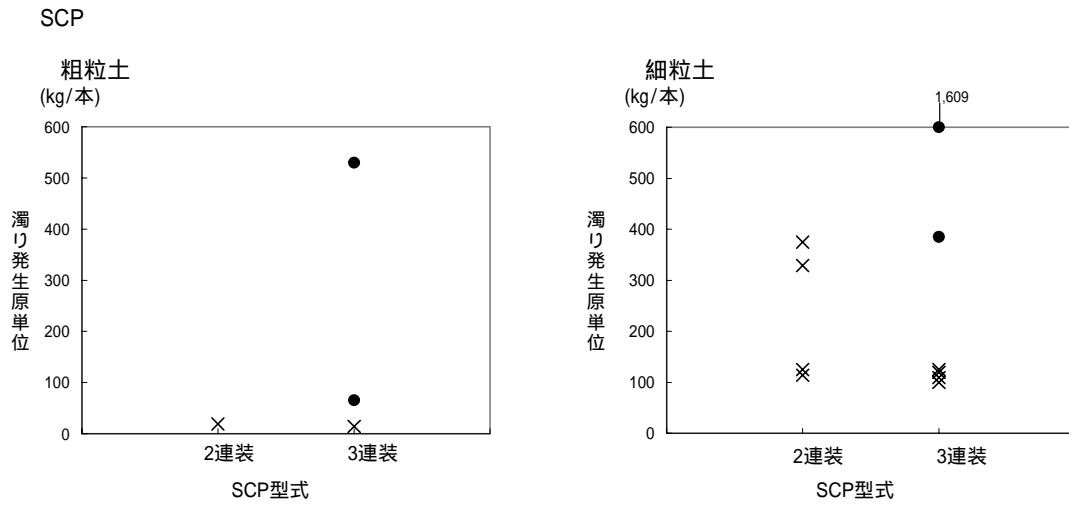
捨石工(グラブ船)



凡 例
 ○ : 平成 13～15 年度現地調査結果
 × : 旧濁りマニュアル
 □ : その他資料

注：その他資料とは、資料編「資料-12 参考文献(12-1)」に示した 3～9 の文献を示す。

図- 5. 3.2(2) 濁り発生原単位と使用船舶・機械の規模

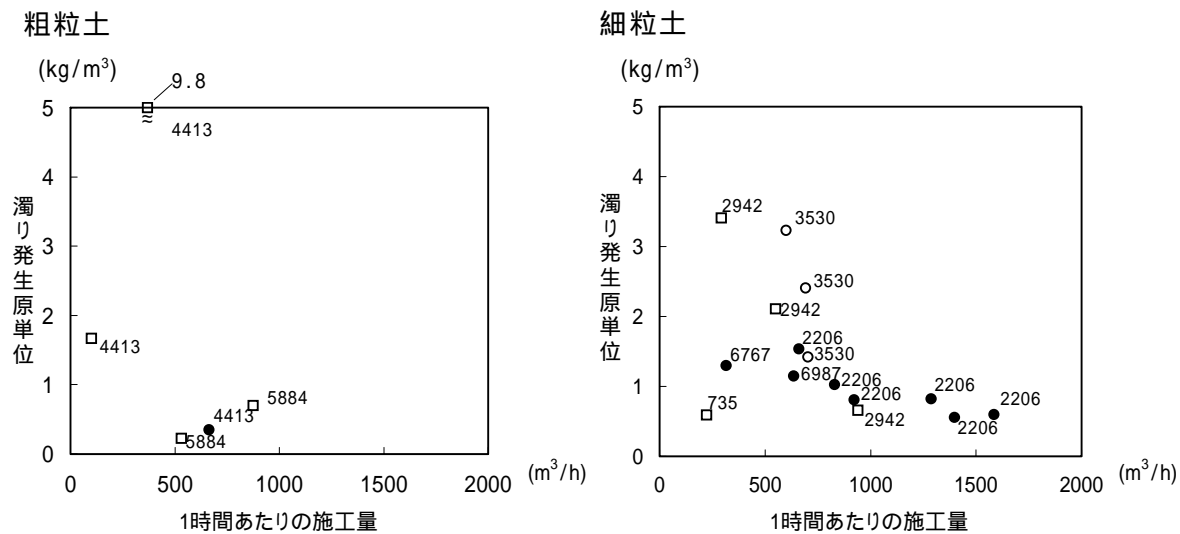


凡 例
 ● : 平成 13 ~ 15 年度現地調査結果
 × : 旧濁りマニュアル
 ※ : その他資料

注：その他資料とは、資料編「資料-12 参考文献(12-1)」に示した 3~9 の文献を示す。

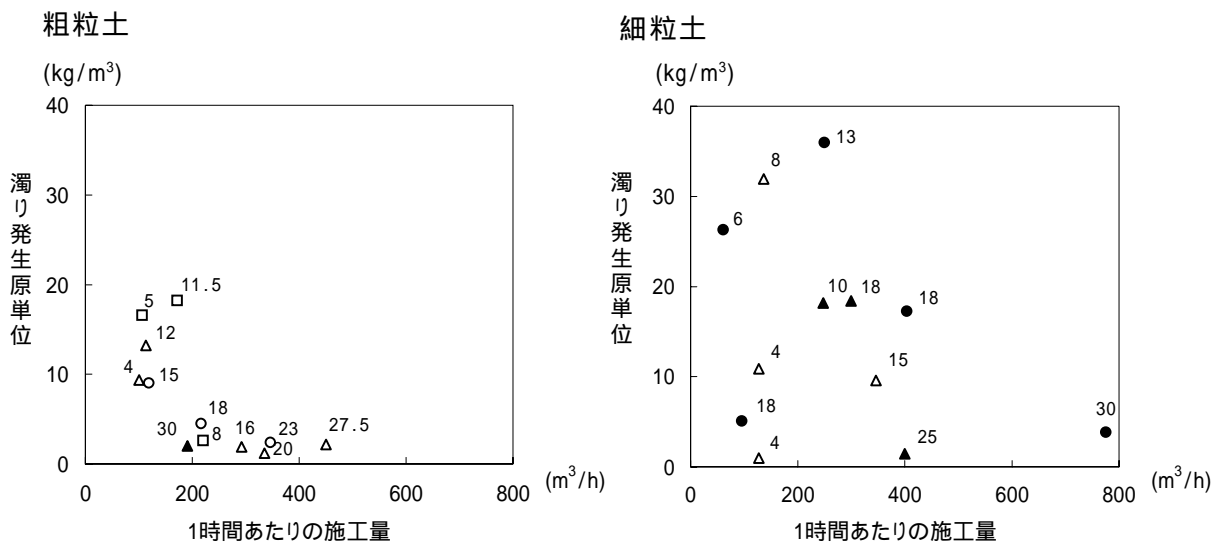
図- 5.3.2(3) 濁り発生原単位と使用船舶・機械の規模

ポンプ浚渫船



注：図中の数値はポンプ出力(kW)を示す。

グラブ浚渫船



注：図中の数値はグラブ容量(m³)を示す。

粘土・シルト分の割合	
：	40～50%
：	30～40%
：	20～30%
：	10～20%
：	0～10%

粘土・シルト分の割合	
：	90～100%
：	80～90%
：	70～80%
：	60～70%
：	50～60%

図- 5.3.3 単位時間当たりの施工量と濁り発生原単位

(3) 濁り発生原単位の設定

選定した濁り発生原単位を使用するにあたっては、現地の平均流速や濁り対象土砂の粒度組成により補正を行い、対象水域における濁り発生原単位を設定しなければならない。

[参考] 濁り発生原単位の設定の考え方

土粒子径と汚濁限界流速との関係から、現地流速による汚濁限界流速に対する粒子径の粒径加積百分率を求め、次式により対象水域における発生原単位を設定する。

$$w = \frac{R}{R_{75}} w_0$$

w : 当該区域における発生原単位 (t/m³)

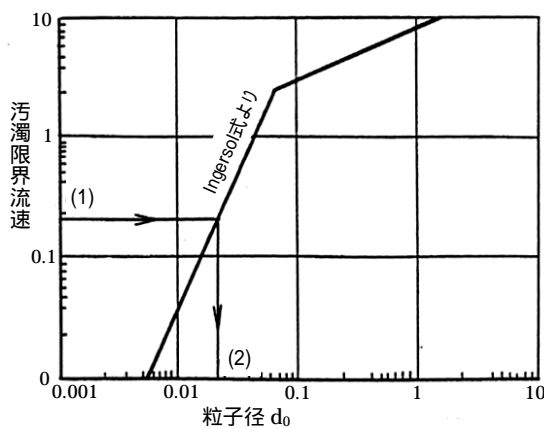
w_0 : 既往の発生原単位 (t/m³)

R_{75} : 既往の発生原単位のシルト以下 (粒子径 75 μm) 粒径加積百分率 (%)

R : 現地流速における汚濁限界流速に対する粒子径の粒径加積百分率 (%)

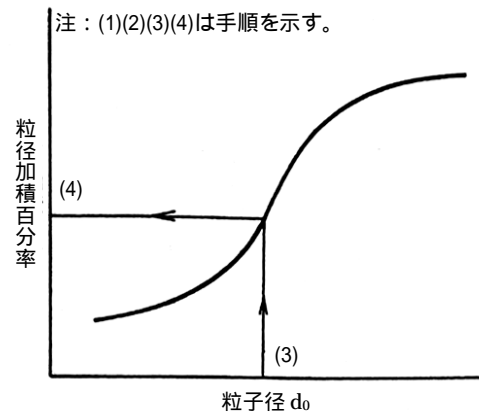
< 汚濁限界粒子の粒径加積百分率 (R) の求め方 >

汚濁限界粒子の粒径加積百分率 (R) の求め方の手順は、図 - A (汚濁限界流速図) に現地流速をあてはめ(1)、現地流速に対する汚濁限界粒子径(2)を求める。その汚濁限界粒子径を図 - B (粒径加積曲線図) に示す対象土砂の粒径加積曲線にあてはめ(3)、そこで得られる粒径加積百分率(4)が汚濁限界流速に対する粒子径の粒径加積百分率 (R) となる。



土粒子径と汚濁限界流速との関係

図 - A 汚濁限界流速図



粒径加積曲線

図 - B 粒径加積曲線図

5.4 濁り発生量の算定

濁りの発生要因となる工種毎に、濁り発生量を算定する。
複数の工事による濁りの発生が想定される場合には、すべての工種による濁り発生量を重ね合わせ、事業全体での濁り発生量を取りまとめる。

【解説】

濁り発生量は、次式に示すとおり、施工量に濁り発生原単位を乗じることにより、算定する。

$$W_s = w \times Q_s$$

W_s : 濁りの発生量 (t/h)

Q_s : 施工量 (m³/h)

w : 発生原単位 (t/m³)

(濁りが一時的に発生すると想定される場合には、1 回当たりの発生量を算定することも考えられる。)

埋立地の余水吐からの排水による濁り発生量は、施工計画において設定された排水濃度を用い、次式により求める。

$$q = SQ \times 10^6$$

q : 余水の濁り発生量 (t/h)

S : 余水の排水濃度 (SS mg/L)

Q : 排水量 (m³/h)

なお、埋立事業のように複数の工事を並行して行う場合は、同時期に複数の工事により濁りを発生する可能性があることから、発生箇所ごとに算定した工種毎の濁り発生量を重ね合わせ、事業全体での濁り発生量が抑制されるように留意する必要がある。

5.5 沈降速度の設定

濁り拡散予測を行う工種の対象土砂ごとに、沈降速度を設定する。

【解説】

濁り拡散予測においては、沈降速度の設定を適切に行うことが重要であるが、沈降速度は対象となる土砂によって異なることをふまえ、対象土砂ごとに沈降速度を設定する必要がある。

沈降速度の設定方法としては、表- 5.5.1に示すような方法がある。性状が類似した土砂の測定事例がある場合には、事例に基づき設定することが考えられるが、基本的には、現地土砂について沈降試験を行うことが望ましい。

なお、余水吐からの排水や処理施設からの処理水などは、事前に測定することが困難であり、また、比較的沈降しにくい粒子が多いと考えられることから、類似事例がない場合には、沈降しないものとして予測することも考えられる。

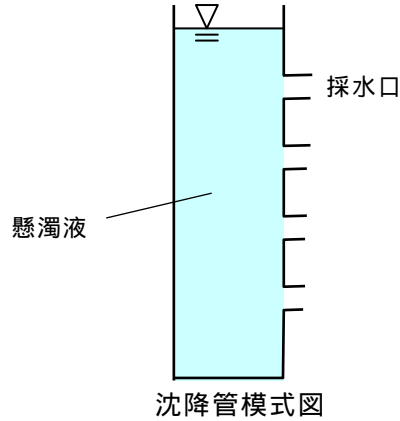
また、予測条件として沈降速度を設定する場合、濁り拡散予測の対象とする濁り成分は、現地流速において再浮遊しない粒子を除いたものとしていることをふまえ、汚濁限界粒子径より細かい粒子を対象に沈降速度を設定する必要があることに留意する必要がある。

表- 5.5.1 沈降速度の設定方法

設定方法の概要	
類似事例による方法	粒度組成や比重など性状が類似した土砂の沈降速度測定事例に基づく方法
対象土砂について沈降試験を行う方法	濁りの対象土砂（水底土砂等）を採取し、沈降試験を行う方法
対象土砂の粒度組成をもとに、理論式で算定する方法	濁りの対象土砂の粒度組成を把握の上、代表粒径を設定し、Stokes式を用いて沈降速度を算定する方法

[参考] 沈降試験方法について

沈降管内に懸濁液を入れて静置し、この時間を 0 として一定時間間隔ごとに各試料採水口で採水し、SS 濃度を調べることにより、沈降速度の分布を表す沈降速度加積曲線を求める。沈降管の模式図及び写真を以下に示す。



採水初期には、沈降速度の速い粒子が捕集され、次々に沈降速度の遅い粒子が捕集される。

各試水の中には、その採水時間までに、表面から採水位置の水深まで沈降してくるのに要する速度より大きな沈降速度を有する粒子は含まれていない。

そのため、その時点の試水中の粒子群の最大沈降速度は次のようになる。

$$\omega_t = \frac{Z}{t} \dots\dots\dots (1)$$

ω_t : t 時間後に採水された試水中の最大沈降速度

Z : 採水口までの深さ

t : 沈降開始後の時間

初期の懸濁液の濃度分布は各成分について一様であるから、各試料中の ω_t よりも小さな沈降速度を持った粒子の濃度は等しく、かつ初期のものである。

そこで Z の位置で、時間 t_n ($n=1, 2, 3, \dots$) のときの濃度 C_n ($n=1, 2, 3, \dots$) であるとする、 t_n から $t_{(n+1)}$ までの時間に Z の採水口で捕集される粒子の沈降速度は、

$\omega_{t_{(n+1)}} = Z/t_{(n+1)}$ から $\omega_{t_n} = Z/t_n$ までであり、平均沈降速度 ω は、

$$\omega = \frac{\omega_{t_n} + \omega_{t_{(n+1)}}}{2} \dots\dots\dots (2)$$

である。

また、式(2)の沈降速度をもった粒子の濃度は $C_n - C_{(n+1)}$ であり、全粒子に対する濃度の割合 r_x は、初期濃度を C_0 とすると、

$$r_x = \frac{C_n - C_{(n+1)}}{C_0} \dots\dots\dots (3)$$

となる。

沈降速度加積曲線は、沈降速度の最も遅い濃度の割合から順次沈降速度の速い濃度の割合を加えることにより求められる。

そこで横軸に沈降速度 ω (式 2)を、縦軸に同じ水深で ω より小さな沈降速度を持つ粒子の濃度の割合 r_x (式 3)の百分率の累計をプロットすることによって、沈降速度加積曲線が得られる。

なお、スタート時点 ($t=0$) のデータは、初期濃度 C_0 のみ得られることとなるが、沈降速度の値は得られない。試験において最初に得られる沈降速度は、 t_1 時間と t_2 時間の沈降速度の平均 $\frac{\omega_{t_1} + \omega_{t_2}}{2}$ となり、対応する濃度の割合は $r_1 = \frac{C_1 - C_2}{C_0}$ と

なる。

この際、厳密にはスタート時点 ($t=0$) から t_1 時間の間に沈降した粒子の沈降速度は、未知の値となるが、計算上は、 $\frac{\omega_{t_1} + \omega_{t_2}}{2}$ を代表沈降速度として、対応する

濃度割合 $r_1 = \frac{C_0 - C_2}{C_0}$ として計算することが基本となる。

また、試験の初期段階においては、濃度変化が大きいことから、短い時間間隔での採水を行い、適宜時間間隔を延ばしていくこととなる。ほとんど濃度変化が見られなくなった時点で、試験を終了するが、終了時の濃度は、沈降速度 0 として取り扱うことが基本となる。

なお、JIS M 0201 12 においても沈降試験方法が示されている。