

**投稿論文 (和文)**

**PAPERS**

# 浚渫埋立工事における濁りの発生原単位の検討

油谷進介\*・室田 明\*\*・岩田尚生\*\*\*

我が国の臨海部開発は深刻な公害問題をもたらしたが、そのうち浚渫埋立工事による水底質汚濁は漁業との摩擦の原因ともなり、1970年代前半における大きな問題のひとつであった。運輸省港湾局はこの問題の解決に取り組んだが、本論文ではそのなかで筆者等が全国的な実態調査をもとに汚濁の予測手法の開発に取り組み、SS（浮遊物質）を指標とした濁りの発生原単位を開発したことを論じ、残された課題を考察した。

**Key Words** : SS (Suspended Solids) and Turbidity, re-floatation critical velocity, SS load per unit soil volume

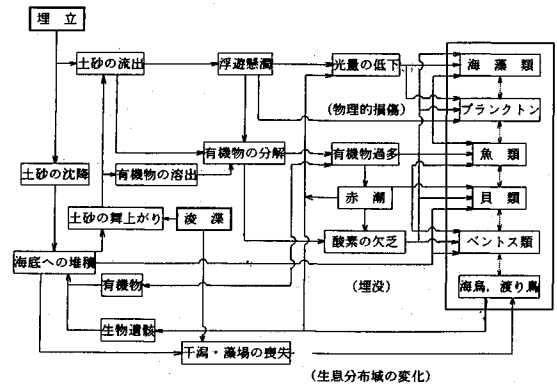
## 1. 序 論

### (1) 浚渫埋立工事と海域環境問題

昭和40年前後からの我が国の高度経済成長において、大規模な臨海工業地帯の造成や、コンテナ等海上輸送の革新に対応した大型流通港湾の整備等、港湾工事の規模の拡大が進行したが、一方では浚渫や埋立工事による海域の濁りの問題が顕在化するようになった。これらの問題は折からの都市への人口集中や産業活動の活発化による汚水の流入、水産における増養殖化の進展とも相まって、内湾における水質汚濁の進行や赤潮の多発など、深刻な社会問題の原因の一つに数えられるようになった。

浚渫埋立工事に関する海域環境問題は、40年代後半にいたり、47年の閣議了解「各種公共事業に係る環境保全対策について」を受けて、運輸省にとっても本格的な取り組みが焦眉の課題となった。また、一般の港湾工事のみならず、水保港を始めとする工業港内に堆積した水銀を含む有害汚泥や、東京・大阪等の大都市前面の港内に堆積する栄養塩を多量に含有する有機質汚泥の除去事業が急がれており、これらの除去に当たっても2次公害を防止することは緊急の課題であった。

工事による濁りが周辺の水質、底質や海生生物に及ぼす影響の模式図を図一<sup>1)</sup>に示すが、その中には短期的なものと同期的なものがある。短期的なものとしては、工事期間及び工事箇所を中心とした比較的短期間に生じる影響であり、長期的なものとしては、生物の世代の交代や広範囲に及ぶ地形、流況の変化による影響をいうが、本論文ではこのうち短期間の影響に着目して述べること



図一 土砂の濁りによる海洋生態系への影響

とする。短期的影響としては次のようなことが考えられた。

#### ① 工事により発生する濁りの影響

- ①-1 濁りが魚介類等漁場に及ぼす直接的な影響
- ①-2 濁りによる水中光量減少の影響<sup>2)</sup>
- ①-3 濁り粒子の沈澱堆積による影響

#### ② 工事によって底質に含まれる物質が溶出拡散する影響

②-1 底質に含まれる有機物、栄養塩の溶出による富栄養化への影響

②-2 底質に含まれる有害物質の溶出による影響

#### (2) 既往の研究

著者等が本研究に着手した昭和48年頃は、土運船からの投棄土砂の水中での拡散現象の研究等、個別の研究はなされていたが<sup>3)</sup>、本論文に示すような、現地調査にもとづく濁りそのものの発生原単位の包括的な検討はなされていなかった（本研究結果はその後市販の文献<sup>3)</sup>に一部引用されている）。

一方、西村は、瀬戸内海の海水の濁りについて、透明度分布とSS（浮遊物質）を含む人為的な微細固体懸濁

\* 正会員 工修 運輸省第五港湾建設局前任港湾工事検査官 (〒455 名古屋市港区築地町2番地)

\*\* 正会員 工博 大阪産業大学工学部長 (大阪大学名誉教授)

\*\*\* 技術士 (株)岩田環境技術研究所

表-1 SS 関連の法的基準値等

	SS 濃度 (ppm)
環境基準 「水質汚濁に係る環境基準」 (昭和46年、環境庁告示第59号)	特になし
一律排水基準 「排水基準を定める総理府令」 (昭和46年、総理府令第35号)	200(日間平均値150)
上乘せ排水基準 (各都道府県ごと)	最大値：15~200(平均47) 日間平均値：10~150(平均37)
余水吐きから流出する海水の水質についての基準(改正、昭和52年、総理府令第38号)	特になし
水産環境水質基準 (昭和47年(社)日本水産資源保護協会)	人為的に加えられる懸濁物質(SS)は2ppm以下

	水産用水基準	水産環境水質基準
設定の原則	魚その他の水棲生物の正常な生態及び繁殖が維持され、その水域における漁業操業が支障なく行なうことができ、かつその経済価値がそなわれないことのない水質条件の達成を目的とする。	魚類その他の水産生物の正常な生態と繁殖を保持し、漁業が支障なく行われ、かつその生産物の価値を損なわない環境条件としての正常な自然水域の水質条件の限度を示したものである。
目的		
SS (汚濁物質)	濁り(着色) 1) 人為的に加えられた懸濁物質は10ppm以下であること。(昭59.2ppmに改訂) 2) 藻類が対象になるとき、海洋にあっては藻類の繁殖過水位で、その繁殖に必要な光度が保持されること。*必要な光度：テングサ、ワカメ、コンブ、ノリで夫々表面光度の15~30、20~40、30~50及び50%以上と言われる。%は透光度を示す。 3) 有機物などによって底土に汚泥床などが生じないこと。	1) 透明度は年間平均5m以上、最低値2.5mであること。 2) 人為的に加えられた懸濁物質は2ppm以下であること。 (着色) 1) 光合成に必要な光の透過が妨げられないこと。 2) 離忌行動の原因とならないこと。
底質	記載なし	1) 微細な懸濁物質が岩面、礫、砂利などに付着し、稚苗の着生、発生あるいは発育を妨げないこと。 2) 溶出して有害性を示す成分を含みぬこと。 3) 乾重としてCOD20mg/g以下、硫化物0.2mg/g以下、ノルマヘキサン抽出物0.1%以下

物負荷とを比較して、その中で埋立に伴う微粒子の流出が濁りの大きな割合を占めていると指摘したが、個々の工事ごとに実測したのではなく、マクロな検討にとどまっている<sup>4)</sup>。

(3) 海域における濁りの規制値

工事により発生する濁りに対する法的な規制や参考値を表-1に示す。

有害物質に対する規制値と比較して、SSを中心とした濁りに対しては明確な基準がなく、評価が難しいことが特徴である。

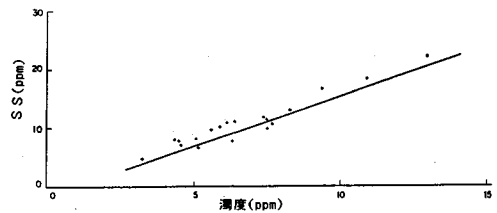
(4) 本論文の主旨

本論文は、浚渫埋立工事によって生じる濁りが、周辺の生物を含む海域環境に及ぼす影響を定量的に把握する

表-2 現地調査一覧

箇所	日本海沿岸	瀬戸内海	太平洋内海	太平洋沿岸	備考
工法					
ポンプ浚渫	4000ps △	4000ps 4000ps 2000ps ○ ○ ○	4000ps 2500ps ◎ ○	6000ps ◎	
グラブ浚渫	4m <sup>3</sup> ◎	8m <sup>3</sup> 3m <sup>3</sup> 8.12.16m <sup>3</sup> 8.13m <sup>3</sup> ◎ ○ ◎ ◎	4m <sup>3</sup> △		
バケット浚渫	300ps ◎				
ドラッグ浚渫		2400×2ps ◎ 2400×2ps ◎	1800×2ps ○		
沖捨	±120m <sup>3</sup> ±120m <sup>3</sup> ◎ ◎	±60~120m <sup>3</sup> ±500m <sup>3</sup> △ ○	±60.120m <sup>3</sup> ±180m <sup>3</sup> ◎ ○		土：土運船 D：ドラッグ浚渫船
捨石		F2400×2ps ○ G13m <sup>3</sup> ○	F1800×2ps ○		G：グラブ船
置換			G540m <sup>3</sup> ○		G：ガット船
余水吐		#4000ps ◎	#2500ps ○		B：ポンプ浚渫船
港外				◎ ◎	

注：表中の記号は調査対象を表す、△は水質のみ、○は水質・底質、◎は水質・底質・生物



測定方法 SS:JISK0102-10.21による(ガラス濾器法)  
濁度:JISK0101-8.21による(光電光度法)

図-2 濁度とSSとの関係(ポンプ2, 下層)

ため、昭和48~50年度に渡って種々の調査検討を実施した結果のうち、それまで不明確であった濁りの発生量に関し、SSを指標とした濁りの発生原単位を著者等が開発した経緯を中心に論じるとともに、現時点でその内容を省みるとき様々な課題が残されており、今後さらによりよいものに改善される必要のあることを考察するものである。

2. 調査検討の概要と経緯

工事による水質、底質、海生生物等への影響を把握するための現地調査が昭和48、49年度に全国的に実施されたが、その概要を表-2に示す。これらの調査はポンプ式、グラブ式、バケット式、ドラッグ式等各種の浚渫船、土運船による海中への土砂投入、ガット船による基礎マウンド石の投入、床掘した箇所への置換砂の投入、埋立に伴う余水吐からの土砂の流出状況、あるいは港湾の開発に伴う周辺海域の環境の変化調査等、様々な要因による水質、底質、生物への影響を調査している。また、作業船の大きさや能力も様々であるとともに対象海域も太平洋岸、日本海沿岸等外海と東京湾、伊勢湾、大阪湾、瀬戸内海等の内湾等、海況や環境の異なる海湾で調査している。

ただこれらの数多く現地調査は、必ずしもすべてが本

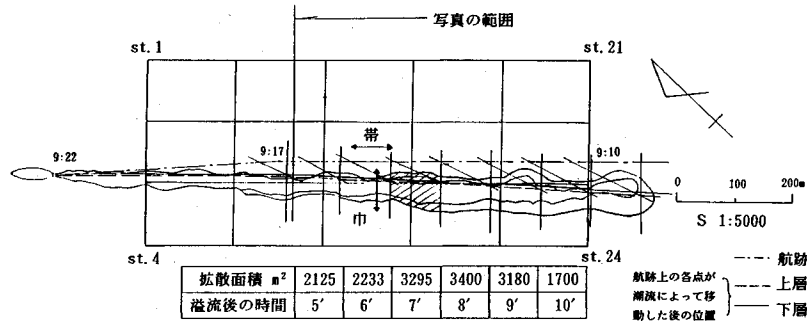


図-3 ドラグサクシオン船の溢流濁水の拡散状況 (9時22分時点)

論文の主旨であるSS発生原単位を求めるために実施されたものではなかった。当時は各海域ごとに(東日本や西日本, 太平洋岸や日本海岸, 外海と内湾, 臨海工業地帯前面とそれ以外, 大都市港湾とそれ以外等)環境問題の内容が異なっており, それぞれの地域の要請に応じて調査しているのが実態であった。それらを大まかに区分すると次のようになる。

- ① 濁りの把握に重点を置いたもの
  - ①-1 発生量の把握に注目したもの
  - ①-2 拡散状況の把握に注目したもの
  - ①-3 両者を把握しようとしたもの
- ② 濁りが生物に及ぼす影響に注目したもの
  - ②-1 短期的な濁りの影響に注目したもの
  - ②-2 長期的な濁りの影響に注目したもの

この中でほとんどの調査は短期的な濁りの把握と短期的な生物影響に着目したものであった。

これらの現地調査を総合的に分析して濁りの発生拡散を定量的に把握し, 海生生物への影響予測を行い, 適正な評価方法と影響の防止対策の確立も含めた工事に係る環境アセスメントの手法を開発することが, 49, 50年度の分析調査<sup>1),5)</sup>の狙いであった。そこでは次のような手順で開発に取り組んだ。

- ① 各現地調査結果をもとに, 水質項目相互の相関を分析する。
- ② 濁りの指標を確立し, 発生量と拡散堆積した量との収支の算定方法を確立する。
- ③ ①, ②をもとに濁りの発生原単位手法を確立する。
- ④ 浚渫埋立工事が生物に及ぼす影響を現地調査, 文献調査をもとに分析する。
- ⑤ 以上の知見をもとに, 工事に係る環境アセスメントの手法を開発する。

本節では, このうち①と②について, 検討したものの一部を次に示す。

- ① 水質に関する項目相互の関係  
 現地調査に基づき, 濁度とSSの関係を図-2に示す。一般に濁度とSSの相関はよいが, 濁度あるいはSSと

CODや栄養塩との相関が必ずしもよくない場合も見られた。

- ② ドラグサクシオン船からのSS排出の収支把握の例<sup>6)</sup>

図-3のように, 舷側からオーバーフロー水(溢流水)を放出させつつ, 格子状の測点間を航行させて, 溢流水の拡散状況を航空写真で撮影した。その際, 溢流量とそれに含まれるSS量を各測点で採水して調査し, SSの拡散, 沈降状況を調査した。まず同図において, 航跡に直交して帯状に発生源を想定し, それが潮流の方向に航空写真から観察される幅に拡散すると考えた(この際, 各帯の拡散面積としては隣り合う帯の間のSSの出入量は等しいものと想定すれば, 帯の幅だけを考えればよいことになる。図-4に拡散面積の推移を示す。)。次に, 溢流水中の土粒子が, Stokes式により海底に徐々に沈澱することを想定して水深方向の拡散厚の時間変化を考慮し, 各幅の中でのSS濃度を計算して, それと各測点でのSS濃度(バックグラウンド値を差し引いた値)を対比したものを図-5に示す。(なお, ドラグサクシオン船の溢流水に関しては, この後浄化装置の整備により, 水質の改善を図っている。)

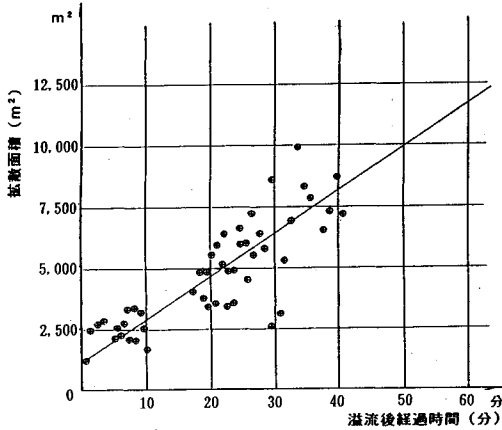
以上のような分析の結果, 工事による濁りに関し, 粒径による沈降挙動, 拡散係数の扱い等に関する様々な知見が得られ, 次節に述べるような濁りの定量的な取り扱いが可能であるという知見を得た。

### 3. 濁りの発生原単位の検討

#### (1) 基本的考え方

##### a) 濁りの指標

濁りを表す代表的な指標としては濁度とSSがあり, 原単位の作成に当たってはSSを採用した。その理由としては, 濁度の測定値は溶解性物質も含めてより広範囲の濁りを表すものであるが, 定量的な扱いになじまないのに対して, SSの方は粒径2mm以下の不溶性の懸濁物質を表すものであり, フィルターで残留するものを測定することから1μ程度以下の粒子や溶解性物質は抜



注) この図は、航空写真でとらえた濁りの1分間毎の面積を求めて溢流後の時間と面積とをプロットしたものである。

図-4 溢流後経過時間と拡散面積

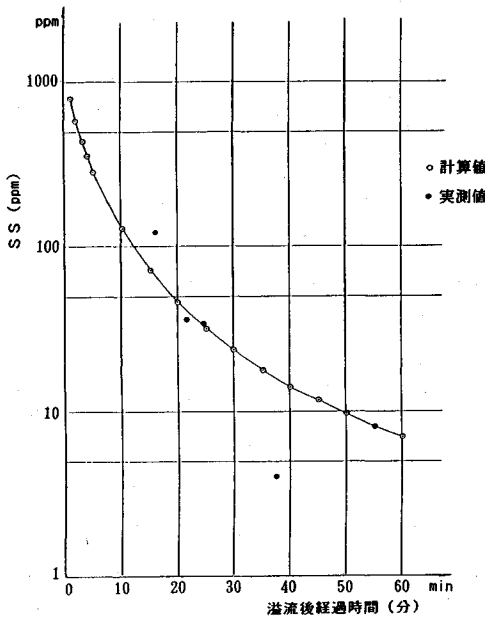
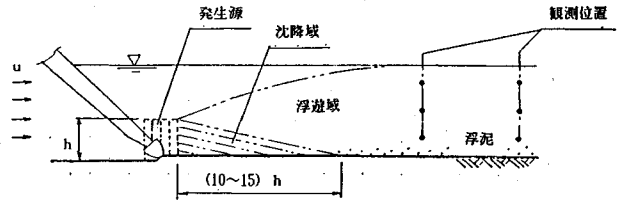


図-5 SSに関する計算値と実測値の対比

け落ちる可能性はあるものの、重量濃度で表すことができるので結果の取り扱いが容易なためであった。ただ両者の間には図-2に示すようにある程度の相関は認められたので、必要に応じてSSから濁度を推定できることもわかった。

**b) 現地での濁りの発生量と原単位**

現地における実際の濁りの現象は工法によって異なるが、一例を挙げると図-6のようであり、潮流、土質等によっても形状は異なり、観測点の濃度分布も絶えず変動する(図の沈降の長さはIngersol式から求まるものを例示)。とくにその中で流れの中での濁り粒子の沈降と再浮上の問題は拡散や水理的挙動の問題が絡んで複雑



(注. 図の(10~15)hの値は、Stokes式適用範囲内の粒子径の場合)

図-6 濁りの沈降、鉛直拡散のモデル化と測点配置 (ポンプ浚渫の場合)

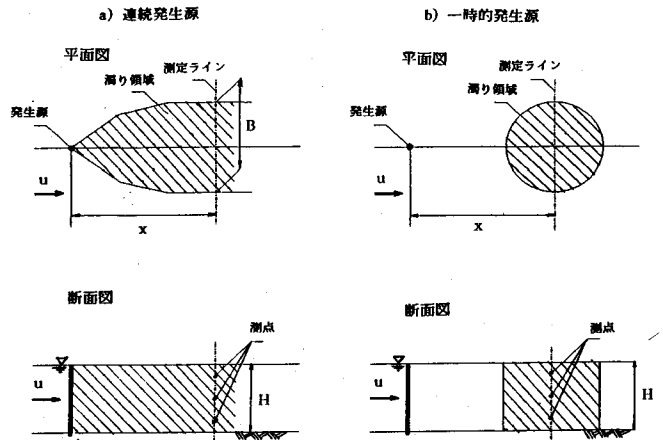


図-7 濁りの流下拡散モデル

である。これはc)で述べる。

まずここでは、現象を図-7のように単純なモデルに置き換えて考える。

濁りの発生は、ポンプ船やグラブ船の掘削に伴う濁りで連続発生源と見なせる場合と、沖捨てのように土運船から短時間で土砂を排出する一時的発生源と見なせる場合とに分類できる。発生した濁りは潮流によって拡散し、図-7に示す測定ラインに到達する。各測点におけるSS濃度は測点位置によって異なるが、バックグラウンド値を差し引いた平均SS濃度を考え、以下のようにして測定ライン位置での濁りの総量と掘削あるいは排出した土砂量の比から濁りの発生原単位を算定することができる(もちろん、この場合、掘削あるいは排出地点から測点位置までに沈澱した濁りは除外される)。

① 連続発生源の場合

測定ライン上の各測点のSS濃度分布から、測定ライン上の濁り領域幅Bを決め、平均SS濃度を用いて発生量と発生原単位を次式により算定する。

$$W_0 = S \cdot B \cdot H \cdot u \times 10^{-6} \dots \dots \dots (3-1)$$

ここに  $W_0$ : 濁りの発生量 (ton/hr, 9.8 kN/hr)

$S$ : 測定ラインを通過する濁りの平均SS濃度 (g/m<sup>3</sup>, mN/m<sup>3</sup>)

$B$ : 測定ラインにおける濁り領域幅 (m)

H: 水深 (m)  
u: 流速 (m/hr)

$$w_{01} = W_0 / Q_0 \dots\dots\dots (3-2)$$

ここに  $w_{01}$ : 測定ライン位置での濁りの発生原単位 (ton/m<sup>3</sup>, 9.8 kN/m<sup>3</sup>)

$Q_0$ : 取り扱い土砂量 (m<sup>3</sup>/hr)

② 一時的発生源の場合

測定ラインを濁りが通過する間の SS 濃度を連続測定し, その SS 濃度分布から通過した濁り領域の平面積 A を求め, 平均 SS 濃度を用いて発生量と発生原単位を次式により算定する.

$$W_0 = S \cdot A \cdot H \times 10^{-6} \dots\dots\dots (3-3)$$

ここに  $W_0$ : 濁りの発生量 (ton, 9.8 kN)

S: 連続測定した濁りの平均 SS 濃度 (ton/m<sup>3</sup>, 9.8 kN/m<sup>3</sup>)

A: 濁り領域の平面積 (m<sup>2</sup>)

H: 水深 (m)

$$W_{01} = W_0 / Q_0 \dots\dots\dots (3-4)$$

ここに  $w_{01}$ : 測定ライン位置での濁りの発生原単位 (ton/m<sup>3</sup>, 9.8 kN/m<sup>3</sup>)

$Q_0$ : 取り扱い土砂量 (m<sup>3</sup>)

c) 流れの中での濁り粒子の沈降と再浮上の問題

ポンプ液渾等, 海底近くで濁りが発生しているにもかかわらず, 流下方向の水面への濁りが浮上する現象や, 海中の表面近くにあった粒子が海底に向かって沈降する現象, あるいは, 一旦海底に沈降堆積した粒子が再び潮流によって舞い上がる現象は, 流れによる鉛直方向の拡散による浮上効果や濁り粒子の沈降速度との物理的関連で決まるものとする。

このような物理的現象の取り扱い, は, 様々な分野で検討されており, 西村は粒子の沈降と乱流拡散による上方輸送のバランスから  $VtH/Kz < 1$  (ここに  $Vt$ : 粒子の沈降速度,  $H$ : 水深,  $Kz$ : 鉛直拡散係数) なら粒子は垂直方向にはほぼ一様に分布し安定した懸濁状態になると述べている<sup>4)</sup>。ところが, このような方法では不明確な拡散係数の項が加わることから, 筆者等は沈澱池の設計で用いられる洗掘・再浮上の限界流速の考え方<sup>7)</sup>を適用することとした。

具体的には図-7のような状況の中で, Ingersol 式および Camp 式を補正した汚濁限界流速 (再浮上限界流速) を定義して図-8 に示す曲線図を作成した。図において“Camp 式を補正”とあるのは, 松田, 岩田が実施した図-9 に示す壁面噴流実験によれば<sup>8)</sup>, 砂, レキが動き始める流速が Camp 式の  $\sqrt{8\beta f}$  で  $\beta = 0.04$ ,  $f = 0.025$  とすれば 3.58 になるのに対し, 1.86 になったことから, 補正したものである。このようにして求めた粒子の浮上限界であるため, 浮上後に海底面を這って流下

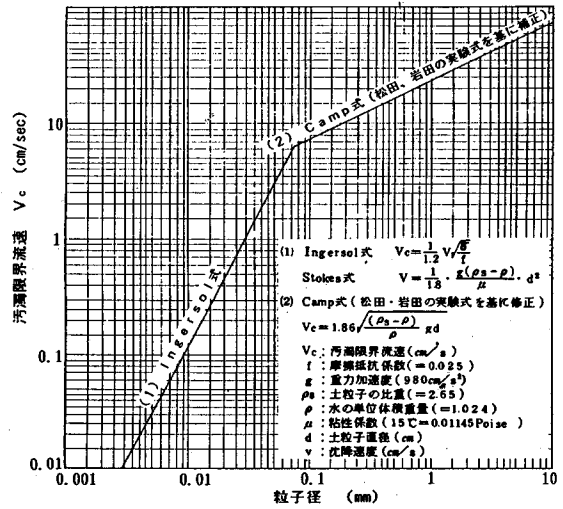


図-8 粒子径と汚濁限界流速の関係

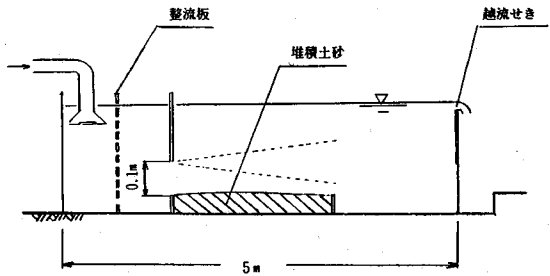
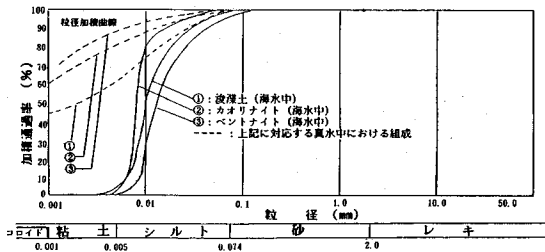


図-9 汚濁限界流速を設定した壁面噴流実験槽



①: 底質浄化協会「埋立工事における軟弱土の堆積と余水濃度」日米専門家会議 (1985)  
②③: 日本港湾コンサルタント協会「粘土について」協研 021. (1974) による

図-10 海水中における微細粒子のフロッカ化説明図

する粒子と, 表層から下層までの鉛直断面に一樣に広がる粒子との区別はできていない, また, 図-8 において横軸は濁り粒子にはフロックも含むため, 相当粒子径とも呼ぶべき性格のものである。したがって,  $Vt = 6 \sim 7$  cm/s の間に適用式が変わることによる変曲点があるが, これは, 粒度組成分類における砂とシルトの境界値  $d = 74 \mu$  との直接的な関係はない。さらに, 海水中で攪拌された微細な濁り粒子は凝集してフロック化し, 図-



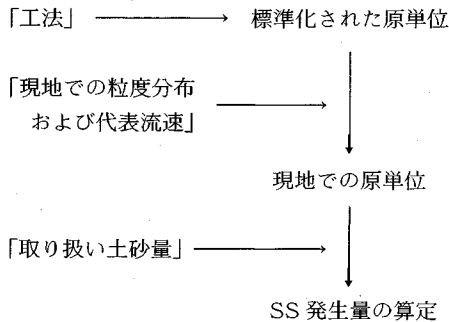
表-4 SS 発生原単位表

件名 水域	型式	取扱い土砂		分類	hx (m× ppm)	R(m) 又は B(m)	u (m/h)	W <sub>0</sub> (t/h) 担し率は (t)	Q <sub>0</sub> (m <sup>3</sup> /h) 担し率は (m <sup>3</sup> )	w <sub>0</sub> (t/m <sup>2</sup> ) ×10 <sup>-2</sup>	w <sub>0</sub> (t/m <sup>2</sup> ) ×10 <sup>-2</sup>	備考
		シルト以下	粘土以下									
ポンプ1 瀬戸内海	4000PS ポンプ 波漂船	99.0%	40.0%	シルト	88.7	B 90	543	4.33	655	6.61	w <sub>0</sub> は w <sub>0</sub> から 換算した ものを平 均した。	
		99.0	40.0		36.0	B135	543	2.63	655	4.03		
		98.5	36.0	質粘土	87.2	B110	549	5.26	226.6	23.24		
		98.5	36.0		49.0	B177	549	4.76	226.6	21.03		
		99.0	47.5	粘土	62.8	B110	528	9.42	226.6	41.59		
		99.0	47.5		73.9	B177	528	6.91	226.6	30.49		
グラブ1 瀬戸内海	8m <sup>3</sup> グラブ 波漂船	58.0	34.6	粘土	12.8	R500	146	5.68	632	8.99	9.91	大潮
		58.0	34.6		63.8	R500	269	53.93	584	92.35	89.03	小潮
バケツ1 日本海 沿岸	0.2m <sup>3</sup> バケツ 波漂船	10.4	1.5	砂	97.4	R 50	360	11.02	220	50.07	17.58	
		10.4	1.5		51.4	R100	360	11.64	220	52.91		
		27.7	12.5	砂質 ローム	57.50	R 40	360	52.03	220	236.51		
		27.7	12.5		39.91	R 80	360	71.13	220	323.34		
ドラグ1 瀬戸内海	2400PS×2 ドラグ 波漂船	92.0	20.7	シルト 質粘土 ローム	23.9	R750 × 330	1.260	5.94	770	7.71	7.09	
沖掃1 日本海 沿岸	120m <sup>3</sup> 土運船	19.1	6.8	砂質 ローム	85.83	R 50	234	※ 15.79	※ 110	143.50	143.50	
掃石1 瀬戸内海	13m <sup>3</sup> グラブ 波漂船	30.5	10.0	"	8.1	R 30	468	※ 0.35	※ 80	4.46	掃石100 m <sup>3</sup> に対し 付着土砂 55kg あり 取扱い土 砂は付着 土砂につ いて記入 した。 T=0.5h	
		30.5	10.0		22.2	R 60	468	※ 1.95	※ 80	24.47		
		30.5	10.0		5.6	R150	468	※ 1.23	※ 80	15.43		
		30.5	10.0		15.9	R 30	618	※ 0.92	※ 80	11.57		
		30.5	10.0		3.5	R 60	618	※ 0.40	※ 80	5.09		
		30.5	10.0		4.1	R150	618	※ 1.19	※ 80	14.92		
		30.5	10.0		13.1	R 30	402	※ 0.49	※ 100	4.96		
		30.5	10.0		1.8	R 60	402	※ 0.13	※ 100	1.86		
置換砂1 太平洋側 沿岸	540m <sup>3</sup> ガット船	4.7		砂	55.56	R 0	490	—	470	—	5.04	
		4.7			30.93	R 50	490	46.23	470	96.36		
		4.7			22.0	R100	490	6.77	470	14.41		
余水吐1 瀬戸内海	4000PS ポンプ 波漂船	63.6	20.5	シルト	26.1	R300	369	20.05	107	187.37	102.34	
		63.6	20.5		9.2	R400	369	9.47	107	88.58		
		63.6	20.5	質粘土 ローム	2.9	R600	369	4.49	107	42.00		
		63.6	20.5		10.5	R300	311	6.81	107	63.66		
		63.6	20.5		3.7	R400	311	3.20	107	29.88		
		63.6	20.5		14.3	R600	311	18.49	107	172.79		

担し l/h は 9.8kN/h、l/m<sup>2</sup> は 9.8kN/m<sup>2</sup> (S1 単位)

用することとした。その2は原単位を標準化して予測の必要な様々に異なる現場条件に対しても使用できるようにしたことである。

実際のSSの発生量の算定は、次のような手順で行う。



一方、原単位の値は、実測値そのものから算定したものであり、標準化の過程において、一定の安全率は見込んだものの、海水中の流れの中の濁り現象の機構を十分解明したうえで算定したものではない。したがって、実用的には問題はないと考えるが、厳密な意味では、土粒子の沈降、浮上現象を精査し、その詳細な機構を解明することで原単位のもつ意味がより明確になると考える。

### 5. 結 論

浚渫埋立工事による海域の濁りの問題は港湾整備事業において昭和40年代から50年代にかけてその現象の解明(海生物への影響を含む)と防除対策(有害重金属等を含む汚泥の除去事業ではとくに重要)の確立が強く求められた問題であった。本論文ではそれらの調査研究



表-5 SS 発生原単位  $w_0$  の平均値 (流速  $u=7$  cm/s)

		砂 質 土 砂	粘 土 質 土 砂		
しゅんせつ	ポンプしゅんせつ	2.8 ( $kg/m^3$ )	23.8 ( $kg/m^3$ )		
	汚泥用ポンプしゅんせつ	—	1.6		
	グラブしゅんせつ	8.4	38.0		
	密閉グラブしゅんせつ	—	3.5		
	ドラグサクショeshゅんせつ	—	14.8		
中捨	土運船、ドラグサクション船からの投票	37.7	39.6		
埋立	護岸	掘削 (グラブ船による場合)	8.4	38.0	
		捨石 (ガット船による場合)	5.7	—	
	工事	敷砂、置換砂	ガット船方式	1.1	—
			トレミー方式	1.6	—
		サンドコンパクション	敷砂あり	16.5 ( $kg/本$ )	—
			敷砂なし	17.44	—
埋立工	余水排水	埋立地内の除去率算定により求める。			
	開口部交換水	埋立地内での工種別発生原単位から水域分割法により求める。			

のうち有害堆積汚泥 (これらは別途検討した) を除く一般の海底土砂を対象とした濁りについて数多くの現地調査をもとに SS を指標とした濁りの発生原単位を開発したことを中心にとりまとめた。この原単位は以後、公有水面の埋立申請等の工事に係る環境アセスメントを実施する際に広く用いられているが、4. に述べたように残された課題を含むものである。環境問題が再びクローズアップされている今日、さらに正確な環境アセスメントを行うためにも残された課題の解明に取り組む所存である。

なお、本論文の提出が研究の時期と比較して大きく遅れているが、濁りの発生原単位が実務で用いられた実績を踏まえ、さらに必要な考察を加えて今回発表することとした。また、本文中の意見に関するものは、著者等個人のものであり、所属する機関のものとは関係のないことをお断りしておく。

参 考 文 献

- 1) 運輸省第四港湾建設局：浚渫埋立影響分析調査，p. 293, 1975年3月。
- 2) 小川 元・竹内益雄：土運船による投票土砂の分散，土木学会論文報告集，No.161, 1969年1月。
- 3) 石黒 隆編：海岸・港湾・海洋工事，山海堂，pp.133~136, 1980。
- 4) 西村 肇：瀬戸内海の汚染Ⅲ—海水の濁り—，科学 Vol.42, No.11, pp.628~629, 1972。
- 5) 運輸省第四港湾建設局：浚渫埋立影響分析調査，1976年3月。
- 6) 運輸省第四港湾建設局：土粒子の拡散，pp.47~60, 1974年10月。
- 7) 土木学会編：水理公式集，p.418, 1971。
- 8) 松田・岩田：鉛直ジェットによる海底土砂の切崩について，港湾技術研究所報告，Vol.3, No.5, 1964年12月。(1992.9.10 受付)

STUDIES ON NUMERICAL ESTIMATIONS OF SUSPENDED SOLIDS LOAD CAUSED BY DREDGING AND RECLAMATION WORKS

Shinsuke ABURATANI, Akira MUROTA and Hisao IWATA

Water front development for rapid industrialization and urbanization in our country have caused tremendous environmental pollutions, and one of these various pollutions was the water pollution caused by marine construction works (dredging and reclamation works). In the first half of 1970's, these works often broke out many troubles with fishermen everywhere in our country.

In order to solve these problems, Port Bureau of M. of Transport carried out many kinds of intensive field investigation, together with The 1~5's Port Construction Bureaus, in 1973~74. And using these field studies etc., the 4's Bureau developed pre-forecasting method of water pollution by marine construction works.

This report presents that we analyzed the contents of these investigations and determined the index of water pollution by works and created the table of the SS load per unit soil volume handled by marine construction works.