

浚渫土砂沈殿池における導流堤による余水吐き濃度低減の検討

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○鈴木 基央
日本大学工学部土木工学科 正会員 金山 進

1. 目的

ポンプ船による港湾・航路の浚渫で発生した泥水スラリーは沈殿池を通じて浮遊土砂を沈降除去して清澄化された後に余水吐きから海域に放流するという処理が行われることが多い。沈殿池による汚濁除去の効果を有効に発揮させるためには、沈殿池内での死水域の形成を抑え、水面積負荷を小さくすることが望ましい。沈殿池形状や放流地点と余水吐きのレイアウト上の制約から沈殿池内に導流堤を設けて死水域の少ない流れ場を形成することがあるが、この場合の導流堤の配置の検討には流れ場の予測が必要となる。本研究は、平面2次元の流動シミュレーションをこのような導流堤の配置に用いることを検討したものである。

2. 解析方法

沈殿池形状は一辺長さ L 、面積 A 、深さ 3m の正方形とし、流入、余水吐き側一辺中央に幅 B 、長さ D の導流堤を設置する（図-1）。そこに SS を含む海水を流量 $Q=7,000\text{m}^3/\text{h}$ で流す。沈降速度は $10\mu\text{m}$ の土粒子(比重 2.65)を想定し Stokes 式により $V=0.00009\text{m/s}$ をあたえる。これらを数値解析シミュレーション（以下：数値解析）にて平衡状態になるまで計算し算出する。数値解析は平面二次元モデルとし、流れは浅水長波モデル、濃度は移流拡散モデルを利用する。排出濃度が平衡状態となった際の値を各導流堤長さの排出濃度とし、その中で最小値となった値を各面積における最小濃度とする。さらに、水面積負荷法により理想的である沈殿除去率 $V/(Q/A)$ を求め数値解析の結果と比較検討する。

3. 解析結果

図-2 は数値解析によって算出された経過時間ごとの排出濃度のグラフである。この場合 $3,000\text{min}$ から濃度が安定していることが分かる。この平衡状態となった値が各導流堤長さにおける排出濃度である。図-3 は $L=300\text{m}$ での導流堤長さごとの排出濃度をまとめたものである。 $L=300\text{m}$ で最小排出濃度となった導流堤長さは 255m であり、それ以上では排出濃度がやや上がっている。他の面積の沈殿池においても導流堤と排出濃度の変化率は異なるものの排出濃度が最小となる導流堤長さが存在する。

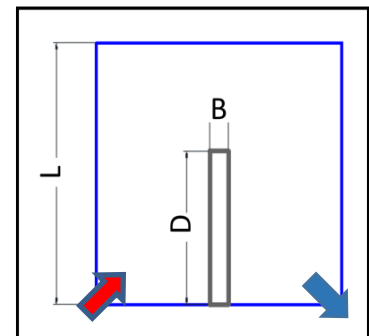


図-1 沈殿池平面図

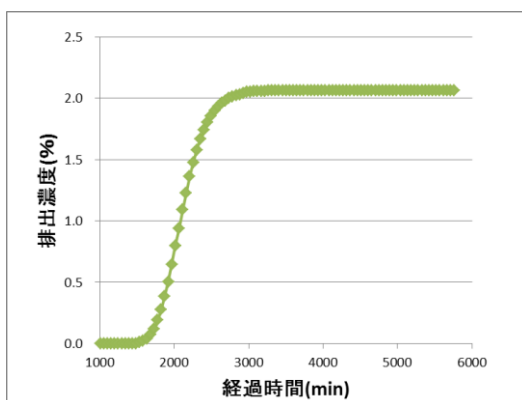


図-2 排出濃度の経時変化の例

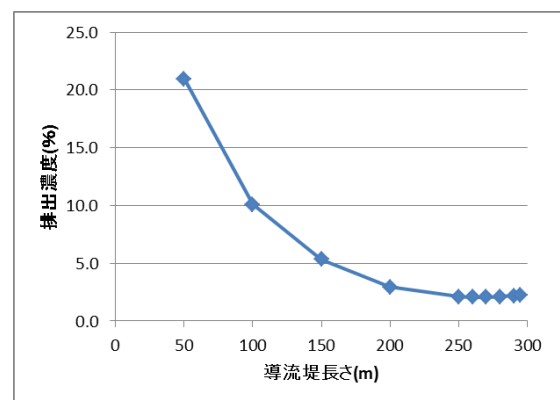


図-3 導流堤長さとの排出濃度の例($L=300\text{m}$)

この様子を詳しく検討するため、一辺長さ $L=300\text{m}$ のケースに対して SS の広がりをも描いたものが図-4～図-6 である。図-4 に示した $D=200\text{m}$ の場合は、流入口に対向する隅角部が有効利用できておらず、導流堤を延伸することで死水域を削減できる可能性があることがわかる。図-6 に示す $D=295\text{m}$ の場合は、導流堤右側の部分に渦が発生し SS が分布していない領域があることが認められる。この部分の面積は沈殿池として有効に活用できていないといえ、SS は沈殿池の右側壁に沿って余水吐きに流れ出たために高い排出濃度になったと考えられる。図-5 が今回沈殿池一辺 300m において最小濃度が排出された際の SS 分布図である。他の 2 つに比べると沈殿池が有効的に使われていることが分かる。

表-1 は今回の形状における沈殿池の数値解析と水面積負荷法を用いた除去率の結果をまとめたものである。各面積において平衡状態となった排出濃度の値が最小となった際の導流堤長さ、排出濃度と除去率をまとめたものである。各面積の数値解析の計算結果から最小濃度が排出された導流堤長さは約 84%前後である事が分かったが、必ずしも 84%であるとは言えない。

流入量に対して面積が大きい場合、すなわち水面積負荷 Q/A が小さいほど SS の除去率は高いとされており今回の数値解析と沈殿除去率の結果は面積の大きさに応じて濃度が低くなっているのが妥当と考える。

水面積負荷法を用いた沈殿除去率計算では $L=150\text{m}$ の時点で除去率の結果が 100%を超えていることが分かる。しかし、今回の流入量並びに面積における数値解析の排出濃度は 36.98%と約 63%しか除去できていないことが分かった

表-1 計算結果

L(m)	A(m ²)	D(m)	B(m)	数値解析		水面積負荷法
				最小排出濃度(%)	除去率(%)	沈殿除去率(%)
120	14400	100	2	52.750	47.25	66.8
150	22500	125	2.5	36.980	63.02	104.4
180	32400	153	3	24.060	75.94	150.3
240	57600	204	4	8.130	91.87	267.2
300	90000	255	5	2.065	97.935	417.5

4. まとめ

実際の工事現場では、沈殿池の形状や浚渫泥水の流入口と余水吐きの位置は現地条件による制約を受ける。今回は、沈殿池形状が正方形で、流入口と余水吐きの位置が対岸に配置せざるを得ないという制約条件の下で、中央部に配された一本の導流堤の長さを変化させるだけで排出濃度を可能な限り小さくするという問題を設定した。この条件下では水面積負荷法で想定されるような理想的な沈殿除去率に近い状態を造るのは難しいが、制約条件の中で最適な導流堤防の長さが存在し、数値解析でこれを検討できることが判った。

導流堤防を複数にしたり、途中で曲げたりした検討も考えられる。また、今回の計算では工事が進むにつれ沈殿池底に溜まる土量を考慮していないが、これを考慮し再計算を行っていくことも有効であると考えられる。

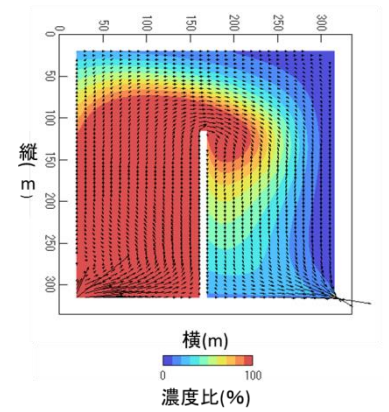


図-4 $L=300\text{m}$ $D=200\text{m}$

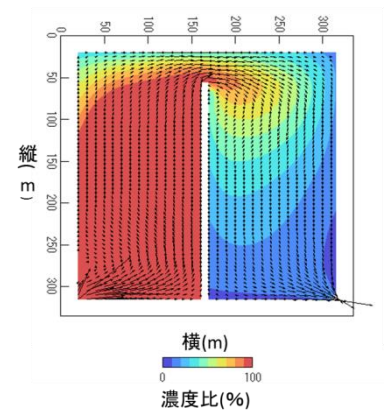


図-5 $L=300\text{m}$ $D=255\text{m}$

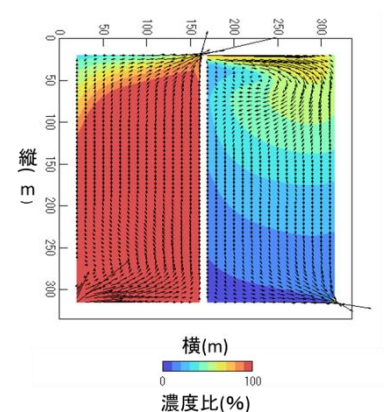


図-6 $L=300\text{m}$ $D=295\text{m}$