

II-465 ポンプ船埋立における余水濃度の一予測法

五洋建設機技術研究所 正員 有富範伊

1. まえがき ポンプ式浚渫船による浚渫埋立計画を立案する上で、水質環境の保全から、埋立地から流出する余水の余水処理対策の検討が欠かせない社会情勢である。確実で、かつ経済的な余水処理の検討を行うためには、埋立余水の余水濃度(一般にSS濃度が対象となる)を適確に予測できる予測方法が必要である。このため、上下水道における沈殿池の設計において指標となっている表面負荷率の考え方を埋立地に適用し、凝集沈殿による余水処理対策を含めた余水濃度の予測法について検討した。

2. 予測手順 表-1に余水濃度予測フローチャートを示すが、予測は、①基本的な工事条件、施工条件により、特に余水処理対策を行わない場合、②凝集剤を排送管に直接注入(管注方式)し、浚渫土砂の凝集沈殿を促進させる場合、③埋立地の一部に沈殿池を設け、沈殿池流入余水に凝集剤をシャワー方式で添加し、凝集沈殿を促進させる場合(管注方式とシャワー方式の併用を含む)3段階に分けて行う。

(1)工事条件 予測に必要な工事条件は、①浚渫土量、②埋立地面積、③埋立地容量、④埋立地内水位高⑤放流余水濃度の目標値の5項目である。⑤の放流余水濃度の目標値は、普通の水底土砂で埋立る場合、通常、SS濃度は一律排水基準(日平均150mg/l、最大200mg/l)の1/2~1/3の値を目標とする例が多い。

(2)施工条件 予測に必要な施工条件は、①揚泥水量、②見掛けの容積含泥率、③浚渫土の体積変化率、④埋立順序の4項目である。①の揚泥水量は浚渫船が単位時間に埋立地に投入する泥水量をいい、②の見掛けの容積含泥率は、泥余水沈降試験における浚渫泥水濃度の設定に必要である。③の浚渫土の体積変化率は浚渫土砂の掘削前後の体積変化割合をいい、沈降試験を行い求めることが望ましいが、浚渫土砂の含水比および塑性指数により推定することも可能である。④の埋立順序(図-1参照)は、制約条件がなければ浚渫土砂の沈降時間を大きくとるため、通常は最終余水吐から遠い区域から埋立られる。浚渫土砂が粘性土の場合、浚渫泥水は遠くまで移送され、埋立地盤は広範囲な区域までほとんど水平状態(勾配1/250程度の例がある)で徐々に高くなる。

(3)工事進捗率と有効水面積 工事進捗率は、全浚渫土量に対する工事途中における累計浚渫土量の割合とし、0%が工事開始時、100%が工事完了時である。

有効水面積は、埋立地に投入された浚渫泥水が流下し、土粒子が沈降堆積することのできる水域の面積とし、工事が進むにつれ有効水面積は小さくなる。一般的には、浚渫土量より埋立地容量が大きいため、工事完了時においても有効水面積は存在する。

埋立地の形状、浚渫泥水の投入位置と余水吐の位置関係が原因で流水に関係しない停滞水域が発生する場合があるが、この停滞水域は有効水面積としない。図-2に埋立地内の流況予測例を示すが、埋立地内の曲線は流線である。図-2によれば、埋立地内に投入された浚渫泥水は余水吐に向かって流れているが、斜線部分は停滞水域と考えられ、これは全水面積の30%程度である。

前述した工事条件、施工条件をもとに、埋立地内の流況予測などを考慮し、各工事進捗率と有効水面積の関係を求める。

(4)表面負荷率とSS残留率 表面負荷率とSS残留率の関係は泥余水沈降試験¹⁾により求めるが、試験は、泥水濃度と凝集剤の添

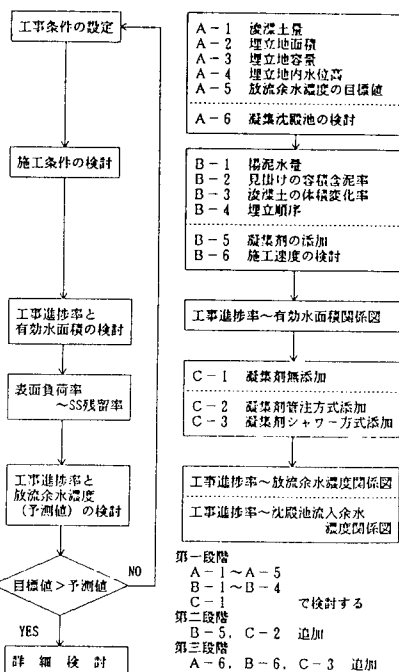


表-1 余水濃度予測フローチャート

加量を変化させて行う。泥水濃度は、浚渫泥水濃度と沈殿池を設けた場合の沈殿池流入余水の濃度とし凝集剤添加は、管注方式とシャワー方式を想定して試験する。

図-4 に浚渫泥水と沈殿池流入余水を想定した低濃度余水の表面負荷率とSS残留率の例を示す。浚渫泥水(42,910 mg/l)の場合表面負荷率が0.5 m/h より小さい範囲では、次の回帰式が得られる。

$$SS_i / SS_o = 3.65 (Q/A)^{0.859} \quad (\text{凝集剤無添加}) \quad (1)$$

また、凝集剤を添加した場合は式(1)を下方に平行移動した曲線となり、添加量は3 ppm 以上の場合は効率が悪いことがわかる。

(5) 工事進捗率と放流余水濃度(予測値) 工事進捗率と有効水面積の関係と揚泥水量とにより工事進捗率と表面負荷率の関係を求め、各工事進捗率の表面負荷率におけるSS残留率を表面負荷率とSS残留率の関係から読みとる。得られたSS残留率に浚渫泥水(または余水)のSS濃度を乗じた値が予測値である。

予測値が目標値を超える場合は、第二、三段階の検討を行う。

(6) 沈殿池の設計 埋立地の一部に沈殿池を設ける場合は、水道施設設計指針(薬品沈殿池)、下水道施設設計指針(沈殿池)に示されている①沈殿池の容量、②有効水深、③表面負荷率、④平均流速、⑤沈殿池の長さとの標準に準じて検討し規模を決定する。

3. 予測例 図-3 に示す埋立地を①浚渫土量250,000 m³、②埋立地面積50,000 m²、③埋立地容量350,000 m³(-3.5 ~ +3.5 m)、④埋立地内水位高+3.5 m、⑤余水濃度の目標値70mg/l、⑥揚泥水量3,000 m³/h(浚渫泥水濃度SS_o = 42,910mg/l)、⑦堆積変化率1.2(凝集剤添加の場合1.4)、⑧表面負荷率~SS残留率(図-4)の条件で埋立の場合の余水濃度の予測結果を図-5 に示す。図-5 (a) によれば、沈殿池を設けない場合、放流余水濃度は目標値を満足することはできない。しかし、図-5 (b) の沈殿池を設けた場合は、全工期を通じて目標値を満足することができる。

なお、凝集剤は、工事進捗率0~80%はシャワー方式のみで、80~100%はシャワー方式と管注方式の併用で添加する条件である。

4. まとめ ポンプ式浚渫船による浚渫埋立計画において、工事条件、施工条件による工事進捗率と有効水面積の関係と泥余水沈降試験による表面負荷率とSS残留率の関係とにより凝集沈殿による余水処理対策を含めた各工事進捗率における放流余水濃度を予測できることが明らかとなった。

参考文献 1) 有富他: 埋立余水濃度予測のための泥水沈降試験、第40回年講、第2部II-429

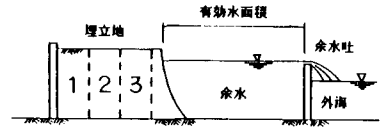


図-1 埋立順序概念図

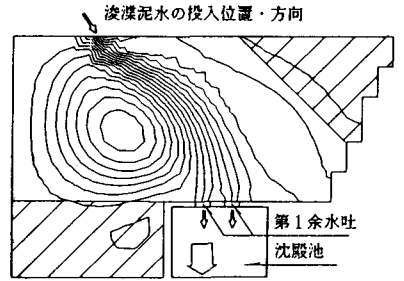


図-2 埋立地内の流線と停滞水域

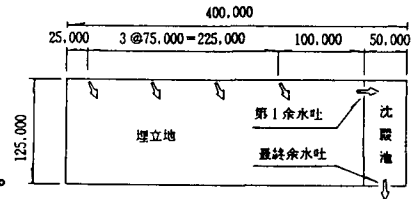
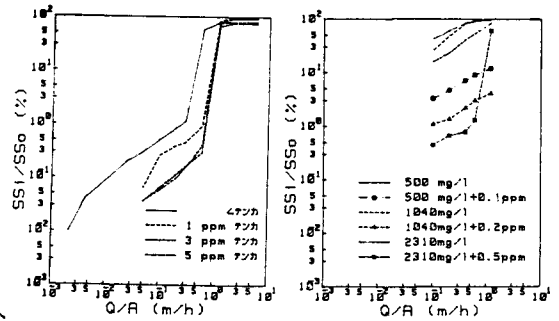
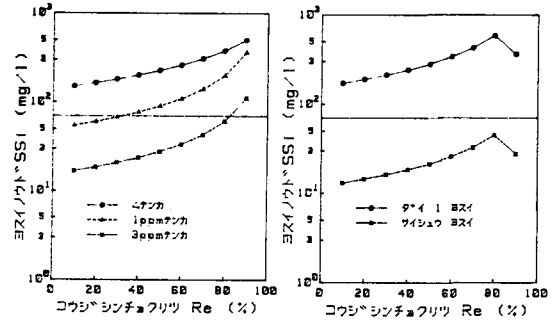


図-3 沈殿池を設けた埋立地



(a) 浚渫泥水(42,910mg/l) (b) 低濃度余水

図-4 表面負荷率とSS残留率



(a) 沈殿池なし (b) 沈殿池あり

図-5 工事進捗率と放流余水濃度