

### 田子の浦港の流動特性

東洋建設(株)鳴尾研究所 正会員 ○金澤 剛  
 東洋建設(株)名古屋支店 正会員 山崎 智弘  
 東京大学大学院 正会員 鯉淵 幸生

#### 1. 目的

田子の浦港は駿河湾の最奥部に位置する掘込式の港湾である(図-1). この田子の浦港には, 5つの河川と1つの排水路が流れ込んでおり, 一日当たりの総流入量は450万 m<sup>3</sup>/日で田子の浦港の貯水量に相当する<sup>1)</sup>. 一方, 同港では泊地と航路の増深のために浚渫工事が行われており, 工事に伴う濁りに対してグラブ枠を用いた拡散対策と入念な水質監視が行われている. こうした中, 大量の淡水が流入する田子の浦港の流動特性を把握することは, より効果的な施工と対策に寄与すると考えられた.

そこで, 田子の浦港で現地観測を実施して流動特性を把握するとともに, 数値計算によりその再現を試みた.

#### 2. 現地観測

現地観測は2009年12月15日に行った. この日は大潮であったが, 日潮不等が大きく, 日中の干満差は0.6m程度であった(図-2). 観測項目は水温と塩分他で, 図-1に示すP-1からP-5の定点で, 多項目水質計(JFEアレック株式会社製AAQ1183)により水面から海底まで0.1m間隔で鉛直分布を観測した. また, 小型船にADCP(Teledyne RD Instrument社製Workhorse Sentinel)を取り付け, 図-1に示す測線で流速のボトムトラッキング計測を実施した. 水質観測は干潮時(10:00), 上げ潮時(14:00)および満潮時(15:00)の3回, 流速計測は上げ潮時(13:40)および満潮時(15:50)の2回実施した(図-2).

図-3に干潮時(10:00)に観測した水温と塩分の鉛直分布を示す. 水深が2m程度と浅いP-5を除いて, 中底層で水温は20°C程度, 塩分は約34.2psuで鉛直方向に一定の値を示し, 港口と港奥で差がないことから港外の海水と良く混合していることがわかる. 一方, 表層の水温と塩分は, 流入した淡水の影響によってともに中底層より小さく, 特に塩分で躍層が顕著に見られる. この低塩分層の厚さは港口で1m程度, 潤井川の河口前面のP-4および岳南排水路前面のP-5では2m程度, 潤井川と岳南排水路からの流入水が合流する付近のP-3では2mを超える厚さを示した. 上げ潮時(14:00)および満潮時(15:00)の観測結果においても, 塩分の鉛直分布には強い躍層が認められ, 潮位に関わらず表層には淡水流入の影響が顕著であることが確認された.

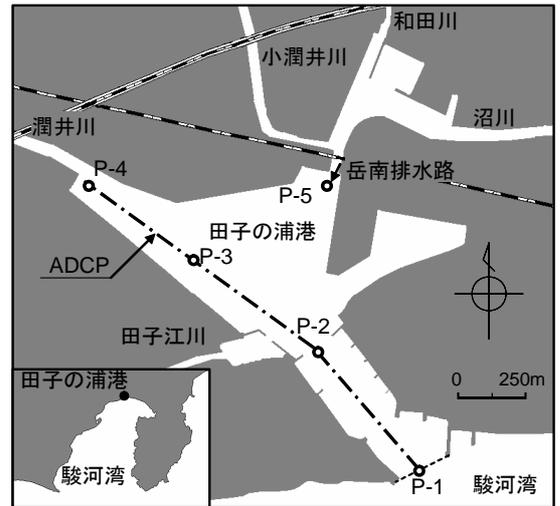


図-1 田子の浦港位置図

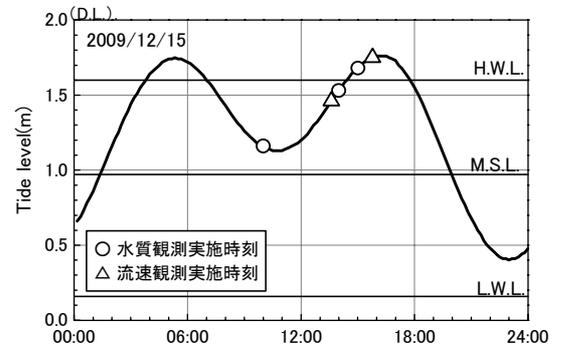


図-2 実測潮位と観測時刻

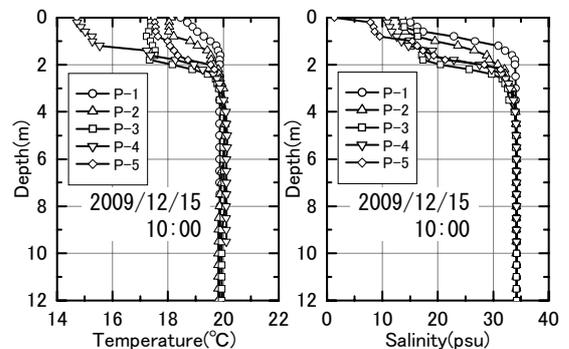


図-3 水温と塩分の鉛直分布

キーワード 田子の浦港, 流況, 水温, 塩分, 数値計算

連絡先 〒663-8142 西宮市鳴尾浜1-25-1 東洋建設株式会社 鳴尾研究所 TEL0798-43-5902

図-4 に上げ潮時(13:40)に観測した流向流速のうち、水深 1.5m と底層における平面分布を示す。淡水流入の影響により表層は港外への流出がみられ、水質観測点の P-2 付近から港口側では最大 25cm/s 程度の比較的早い流速が生じていた。一方、底層では港外から流入しており、流動の二層構造が明らかとなった。

### 3. 数値計算

現地観測で明らかとなった田子の浦港の流動と水質について、鯉渕ら<sup>2)</sup>の  $\sigma$  座標系による 3 次元流動モデルを用いて再現計算を実施した。

計算領域は、港口に位置する東西の防波堤を結ぶラインを開境界とし、田子の浦港全域を水平方向は 25m、鉛直方向は 9 層に分割した。境界条件は開境界で天文潮の潮位変動と、観測結果に基づいて水温 19.8°C、塩分 34.2psu の一定値を与えた。気温は気象庁・清水観測所の統計資料から 12 月の平均値 8.8°C で一定とした。淡水供給量は合計 450 万  $m^3$ /日<sup>1)</sup>のうち岳南排水路の 115 万  $m^3$ /日<sup>1)</sup>を固定し、他の河川流量は季節変動等を想定して一定割合で減じた数ケースを計算した。計算期間は十分な助走期間も含めて 2009 年 11 月 1 日から観測日の 2009 年 12 月 15 日までとした。

河川流量を 67 万  $m^3$ /日とした計算結果のうち、上げ潮時の現地観測と同じ 12 月 15 日 13 時 40 分における断面流速分布と塩分コンターを図-5 に示す。断面は ADCP による現地観測と同じく、港口中央から潤井川河口までを直線で結んだ断面で、図中の左側が潤井川河口、右側が港口である。計算結果において、流速の最大値は表層の港口付近の 30cm/s 程度と観測結果よりやや大きいものの概ね一致しており、表層で港外へ流出、中底層で港内へ流入といった流動の二層構造が良く再現できた。一方、塩分の計算結果でも港の中央から奥の中底層で観測結果よりやや海水と流入水が混合して、塩分躍層が幾分弱い傾向を示しているものの、潤井川からの淡水流入の影響で躍層が生じた。同様に満潮時(15:00)の観測結果に対応する計算結果でも、観測結果と良く似た特徴を示していたことから、本計算モデルは田子の浦港の水塊構造を再現したと考えられる。

なお、計算では河川流量が小さくなると表層の流速が低下するとともに、塩分躍層が弱くなる傾向を示した。計算結果が淡水供給量の設定値に強く依存していることから、再現性を確保するためには適切な流量設定が重要であることが確認された。さらに施工の観点からは、河川流量が少ない時期は表層流速が比較的遅く、工事に伴う濁りの拡散に対しては安全側となると考えられた。

### 4. まとめ

田子の浦港で流況と水質に関する現地観測を実施して港内の流動特性を明らかにするとともに、数値計算によってこの流動特性を再現した。淡水流入の影響を強く受けた田子の浦港の浚渫工事では、表層からの濁りの拡散を防ぐことが重要であり、実際に採用されているグラブ枠は効果的な濁りの拡散防止策であると言える。謝辞：本研究は国土交通省中部地方整備局発注の平成 21 年度田子の浦港航路泊地(-12m)浚渫工事の協力を得て実施した。ここに記して関係諸氏に感謝の意を表す。

### 参考文献

- 1) 田子の浦港管理事務所：http://doboku.pref.shizuoka.jp/desaki3/tagonoura/jigyo/shocho\_shunsetsu1.html
- 2) 鯉渕幸生・佐々木 淳・磯部雅彦 (2001)：東京湾における窒素・リンに着目した物質循環機構，海岸工学論文集，第 48 巻，pp. 1076-1080.

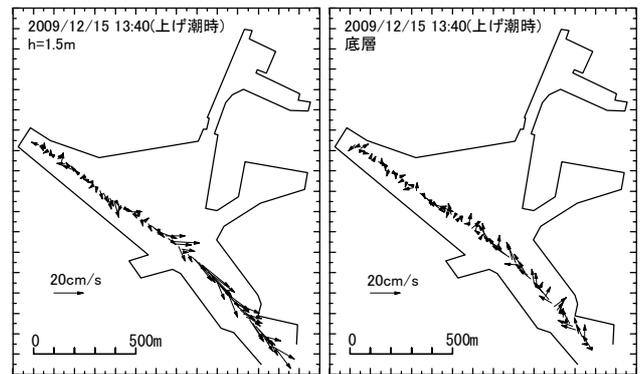


図-4 流速の観測結果

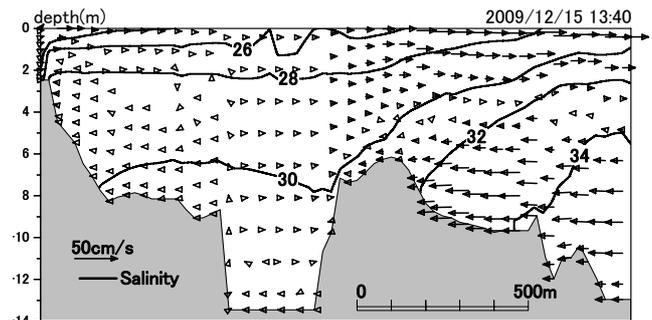


図-5 流速と塩分の計算結果  
(左側：潤井川河口，右側：港口)