

II-355

海域流況制御技術の確立に向けて

○(株) 熊谷組 正会員 加来謙一
(株) 熊谷組 正会員 日向博文
（財）建設技術研究所 正会員 小田 晃

1. はじめに

海象条件の穏やかな内湾は、経済活動上高いポテンシャルを有するがゆえに、盛んに開発され利用されてきた。その結果一部の海域に過大な負担を強いることとなり、それが様々な環境問題を引き起こしている。一方我が国が今後も健全でかつ安定した国家でありつづけるためには、活力ある経済活動は必要不可欠であり、必然的に内湾域は今後も経済活動の中心的な場として有効に利用されることになる。今後の海洋開発ではこのように環境と経済といった相反する課題を両立させていくことが求められる。

海洋の物質循環に大きな影響を与えるものとして潮流があり、これをうまく制御することができれば環境に配慮しながら海洋空間を有効に利用することが可能である。これまでにも海洋の流況制御に関する研究は行われており^{1) 2)} 興味深い結果が得られているがまだ工学的に確立された技術であるとは言えない。

本研究では埋立による人工島の建設にテーマを限定し、三河港を例として内湾に人工島を建設した場合それが潮流に及ぼす影響について、実験および数値解析によって検討し、人工島を建設したことによる周辺流れ場、特に潮汐残差流の変化を考察することにより海域の流況制御技術の可能性を探る。

2. 水理模型実験

図-1に三河港の地形模型を示す。縮尺水平1/2000、鉛直1/150の歪模型(10m×10m)を20m×40mの平面水槽に設置して実験を行った。実験ケース一覧を表-1に示す。実験の検証や詳細な報告は別途報告する³⁾。これらのうちで河川水拡散実験結果に人工島の有無による流況の変化を考える上で興味深い結果が見られた。これは潮汐を発生させると同時に豊川から着色水(現地換算で37.3m³/s)を湾内に流入させ、その拡がる様子を調べたものである。写真-1、写真-2にそれぞれ現況と人工島建設後における豊川からの河川水拡散実験の結果を示す。これらは共に26潮汐目の満潮時の写真であるが、現況模型では半円状に拡がっているのに対して人工島設置模型の場合、湾に流れ込んですぐの河口付近では人工島と逆方向に輸送されており、その後また人工島に吸い寄せられるように湾曲している。この現象は人工島を設置して実施した河川水拡散実験において常に見られ、人工島が存在することによってその周辺の流れの構造に何らかの変化が生じているものと思われる。この実験結果を物理的に考察した結果人工島周辺で現況模型の場合には存在しない潮汐残差流が生成されており、これが人工島周辺の物質輸送を支配していると考えてさらに数値シミュレーションによってこの現象の検討を試みた。

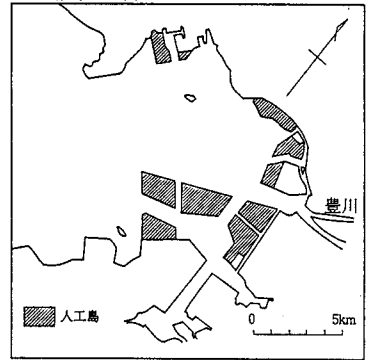


図-1 三河港地形模型

ケース	実験条件	実験観測	ケース	実験条件	実験観測
1	現 況	流速測定	11	人 工 島 作 業 (新設実験)	流速測定
2		フロート	12		フロート
3		トレーサ	13		トレーサ
4		河川水拡散	14		河川水拡散
5		海水交換	15		海水交換
6	人 工 島	流速測定	16	人 工 島 作 業 (新設実験) + パイプライン	流速測定
7		フロート	17		フロート
8		トレーサ	18		トレーサ
9		河川水拡散	19		河川水拡散
10		海水交換	20		海水交換

表-1 実験ケース一覧



写真-1 河川水拡散 (現況)



写真-2 河川水拡散 (人工島)

3. 数値シミュレーション

数値シミュレーションは人工島周辺における物質輸送特性を調べるために行った。一般的な潮汐残差成分は潮流計算でオイラー的に求めた格子流速を1潮汐間積分し、その残差成分を残差流として定義しているが、これは物質輸送における物理的な意味付けが不明確な部分もあり局所的な物質輸送を考える際には適切でないと考え、本研究では潮流をオイラー的に計算し、それを用いて質量を持たないマーカー粒子の輸送計算を行い、その軌跡をラグランジュ的に追跡することによって物質輸送を調べた。計算条件の一覧表を表-2に示す。マーカー粒子位置における流速は近傍4点の線形補間により求めた。マーカー粒子の輸送計算は潮流計算と同じタイムステップで行った。

図-2 (a) (b) はそれぞれ現況と人工島建設後における1潮汐間の粒子の軌跡を示している。閉境界（岸壁）付近では地形の影響によって複雑な輸送が起きている。図-3 (a) (b) に1潮汐前後での粒子の移動を示す。人工島を設置したケースでは人工島の周辺を循環する流れが見られ、これが実験において豊川からの河川流入水を湾曲させた原因であると思われる。実験結果および数値計算から人工島の建設によって付加的な残差成分が生成され、人工島の周辺ではおおよそ図-4に示すような物質輸送が行われているものと考えられる。湾内に人工島を建設すると付加的な流れが発生し、新たな物質輸送が行われることがわかる。これにより、適切に人工島の形状、位置を適切に設定すれば、湾内の物質輸送を制御できることが示唆された。

4. まとめ

(1)三河港を対象に水理模型実験を行ったところ河川水拡散実験で人工島の周辺を循環する流れが見られた。(2)潮流計算結果を用いてマーカー粒子の追跡計算を実施したところ実験と同様の循環流が現れた。(3)人工島の形状、配置を工夫することで流況が制御できる可能性が示唆された。

参 考 文 献

1) 中辻啓二他(1993) : 大阪湾における大規模埋立開発が三次元流動特性に与える影響評価、海洋開発論文集 Vol.9 pp.67-72
2) 宝田盛康(1993) : 大阪湾の改善に向けて、Sci & Tech, Vol.6 No.4 pp.23-30
3) 加来謙一他(1994) : 閉鎖性海域に沖合人工島を建設した場合の海洋環境影響評価、(株)熊谷組技術研究報告 (投稿中)

項 目	数 値	
タイムステップ $[\Delta t]$	60 (s)	
格子間隔 $[\Delta x, \Delta y]$	250 (m)	
メッシュ分割数 $[x \times y]$	84×73	
開境界潮位差 $[A]$	1.2 (m)	
位 相 差 $[\tau]$	0 ($^{\circ}$)	
潮 汐 周 期 $[T]$	1.2 (hr)	
水平渦動粘性係数 $[A_v]$	0.04 (m^2/s)	
粗 度 係 数 $[C]$	0.026 ($s/m^{1/2}$)	
コリオリ係数 $[f]$	0.000083(s^{-1})	
河川流入量	豊川	37.30 (m^3/s)
	榑田川	5.99 (m^3/s)
	汐川	2.03 (m^3/s)
	菅羽川	1.88 (m^3/s)
	松葉川	1.08 (m^3/s)

表-2 計算条件一覧

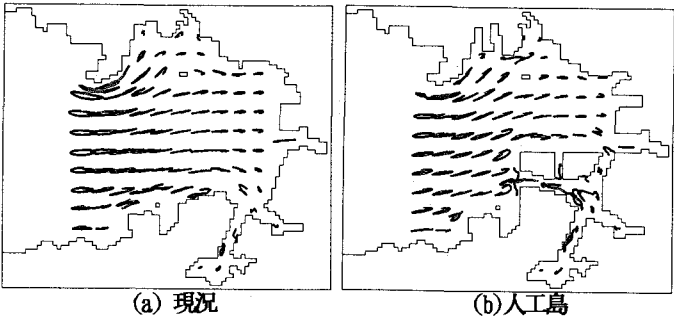


図-2 マーカー粒子の軌跡

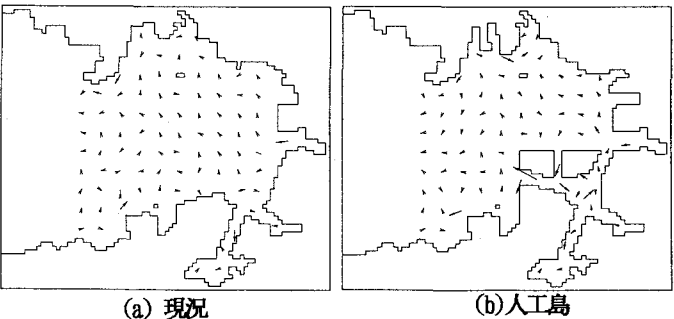


図-3 マーカー粒子の1潮汐前後の移動

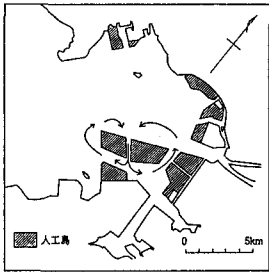


図-4 人工島周辺の循環流概念図