

名古屋城外堀の流動と水質

中部大学 正員 松尾 直規
 中部大学 学生員 ○野本 敬弘
 中部大学 鶴田 周作

1. はじめに

名古屋城を中心とした名城公園は都市部におけるレクリエーション地として重要な役割を担っており、外堀は貴重な水辺空間として市民の憩いの場となっている。しかし水質状況は良いとはいえず、時には薄茶色に着色し名古屋城の景観を低下させている。そこで本研究は、外堀の水質浄化策としての浄化用水の導入に伴う流動とその水質浄化効果を明らかにすることを目的とする。本報では主として流動特性を数値解析することにより浄化用水の流入・流出方法を検討した。

2. 水質状況

外堀は総貯水量約160,000m³、平均水深約1.9m、1日約660tonの工業用水を導水しており、平均約0.9m(最大2.2m)の底泥が堆積している。実測した栄養塩濃度より富栄養と判別され、外堀自体が止水域(滞留日数約244日)であり水鳥等への過剰な給餌に合わせ、夏期には水温の上昇に伴い富栄養化によるアオコの発生が見られる。また現状の導水量では希釈による堀全体の水質浄化の効果はない。

3. 流動解析

①解析モデル

流動計算は対象域を二次元平面流れとして扱い、基礎式には連続式(1)とx, y方向の運動方程式(2), (3)を用いる。流動解析は各方程式(1)~(3)をstaggered schemeを用いてexplicit型の階差式に変形し、所与の条件のもとで解析を進める。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad \text{----- (1)}$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} uM + \frac{\partial}{\partial y} vM = -gh \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \{ \tau x(s) - \tau x(b) \} \quad \text{----- (2)}$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} uN + \frac{\partial}{\partial y} vN = -gh \frac{\partial H}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \{ \tau y(s) - \tau y(b) \} \quad \text{----- (3)}$$

②解析条件

図-1は対象域の低面高の等高線図であり、便宜上、対象域をA, B, C, Dの各ゾーンに分けた。計算メッシュは名古屋城外堀をx, y方向に77×46に分割し、各コントロール・ボリュームは一辺が10mの正方形とする。初期条件はN.P.=6.6mの水位を対象域全体に与え静水状態とする。境界条件は流入口では各ケースの導水量を与え流出口では流入量=流出量とする。計算時間間隔(Δt)はC.F.L条件より1.0(sec)とする。また、粗度係数はn=0.03で底面における摩擦応力は式(4), (5)で与える。

$$\tau_x = rM\sqrt{M^2 + N^2} \quad \text{----- (4)}$$

$$\tau_y = rN\sqrt{M^2 + N^2} \quad \text{----- (5)}$$

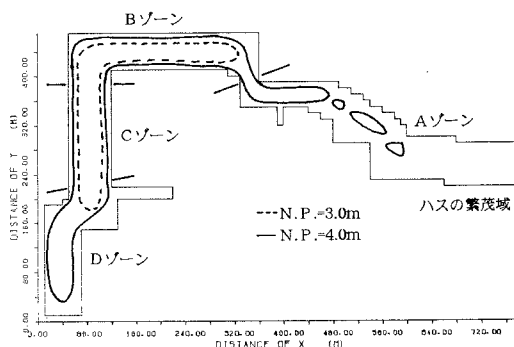


図-1 底面高等等高線図

ここで r は抵抗係数で $r = \rho g n^2 / H^{1/3}$ とする。
またAゾーンのハスの繁茂域では r を1.5倍とする。

③ 解析結果

②での諸条件の下で得られた流動の計算結果例を図-2(1)~(4)に示す。(1)は現状の流出入口, 流入量のケース、(2)は流出入口はそのまま流入量を10,000tonにしたケース、(3)、(4)は流出入口を変えたケースであり、それぞれ計算開始から1時間後の結果である。(1)Aゾーンの流入口付近では深水部を中心に2つの循環流が発生し、(流入口より)右側の循環流は浅水部から深水部を通りBゾーンへ流れ込む様子が表されている。Bゾーンでは底面高が変化する位置で逆流が発生している。C、Dゾーンは流出口への流れが見られ、Dゾーンの一部では左回りの滞留が表されている。(2)では流入量の増加に伴いAゾーンの浅水部における流速の増加が顕著に表れている。また屈曲部の内側で地形的な影響を受け逆流が発生している。C、Dゾーンの流れの向きが(1)のケースとは異なりDゾーンの奥へと向かっている。(3)では流入口を2ヶ所にした結果、Dゾーンから流出口へ向かう流れが見られる。この流れはDゾーンの底面高の変化点で深水部を通る流れとぶつかり浅水部を通り流出口へと向かっている。またAゾーンの流れはすべて流入口へ向いている。(4)ではすべての流れが流入口から流出口へ向いている。また突出部の流れも内側を向いており、ここでの滞留はなくなった。しかしCゾーン流出口付近では、底面高の変化とDゾーンからの流入の影響で一方的な流れとなっている。

4. おわりに

本研究では名古屋城外堀での流動特性について数値解析を行った。その結果、流入量を増加させることによりC、Dゾーンの流れに影響を及ぼすことが明らかになった。流出口を増やすことにより対象域全体の流動が良好することが明らかになった。また各ケースにおいて、Aゾーンの浅水部での左回りの流れが大きくなり、底泥をかなり巻き上げていると推測される。今後は各コントロール・ボリュームについて水温・物質濃度の収支則を適用し、水質についても数値解析をおこない流動と合わせて名古屋城外堀についての水質浄化策の検討を行う。

【参考文献】

- 1) 井上和也：開水路非定常流の数値計算法とその水工学への応用に関する研究、1986

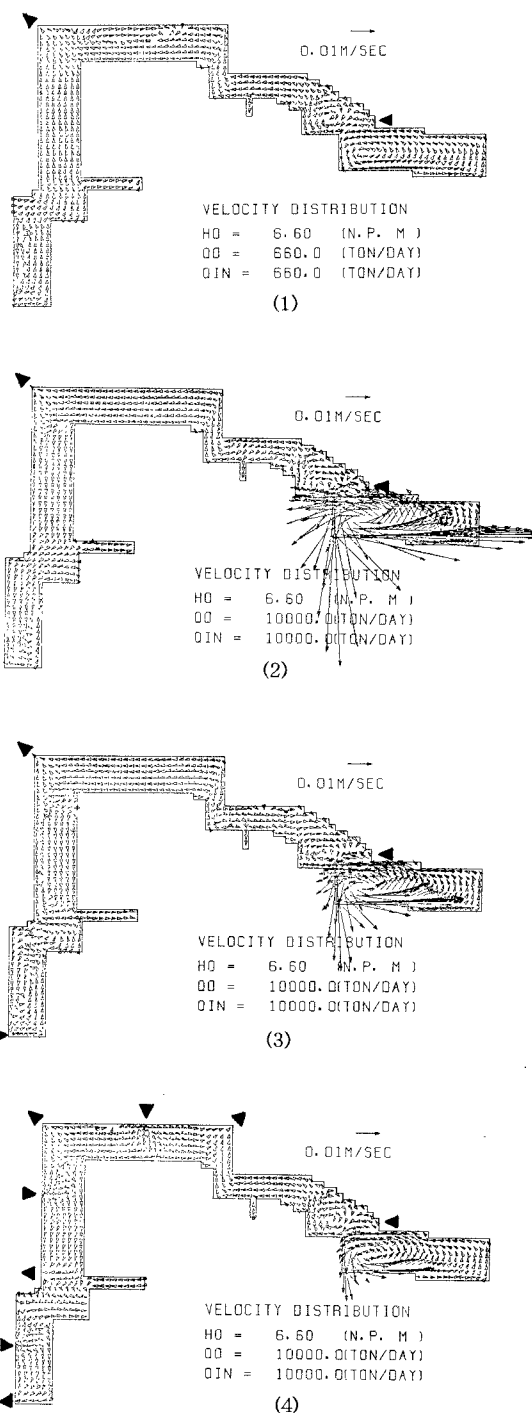


図-2 流動計算結果例