

隅田川の流れにおよぼす水門操作の影響

早稲田大学理學部 正会員 鮎川 登
東京ガス 大工原 賴
電力中央研究所 石井 孝

1 はじめに 東京都の下町低地を流れる隅田川は工場排水や家庭排水のために、昭和30年代には黒く濁り、悪臭をはなつなど水質が著しく悪化した。その後、工場排水の規制、下水処理場の建設などにより水質は次第に改善されたが、昭和40年代末以降はよこばいになり、近年は年平均で BOD 3~8 mg/l、COD 4~15 mg/l、DO 2~5 mg/l 程度になっている。隅田川では、コンクリートの高潮堤防を緩傾斜堤防につくり変えたり、水辺テラスを設置したりして水際に近づけるようになり、また遊覧船や屋形船などの水面利用が活発になり、水質改善の要望が高まっている。ここでは、隅田川の水質の現況を解析し、今後の水質改善の方策を探るための基礎的な研究として、岩淵水門と隅田水門を全開した場合と全閉した場合の隅田川の流れについて検討した結果について述べる。

2 隅田川の概要 隅田川の区間は岩淵水門までの 23.5km で、それより上流を新河岸川という。隅田川には石神井川と神田川が合流し、また隅田川は岩淵水門と隅田水門を介して荒川を通じている(図1)。岩淵水門と隅田水門は平時は全開されている。隅田川の河道は単断面で、河幅は 80~180m、河床勾配は 0~11km 区間はほぼ水平、11~16km 区間に高さ約 2m の高まりがあり、16~23.5km 区間は約 1/2600 である(図2)。隅田川は全区間にわたって潮位変動の影響を受ける。岩淵水門と隅田水門をはさむ地点の隅田川と荒川では、水位差が生ずるので、岩淵水門と隅田水門を通じて水が出入する。

3 隅田川の流れの解析 隅田川は感潮河川であるので、非定常流の連続方程式と運動方程式

$$\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} + \frac{\partial \mathbf{Q}}{\partial \mathbf{x}} = \mathbf{q} \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(-\frac{Q^2}{A} \right) + gA \left(\frac{\partial H}{\partial x} + \frac{n^2 |Q| |Q|}{A^2 R^{4/3}} \right) - q v_q \cos \theta = 0 \quad (2)$$

に基づいて流れを解析した。ここで、 A は流水断面積、 Q は流量、 H は水位、 R は径深、 n は Manning の粗度係数、 q は流路単位長当たりの横流入(出)量(流入のとき $q > 0$ 、流出のとき $q < 0$)、 V_q は横流入(出)の流速、 θ は横流入(出)と主流とのなす角度である。

横流入(出)は岩淵水門と隅田水門の2ヶ所で考え、横流入(出)の流速 V 、および流路単位長当たりの横流入(出)量 q は次式で算定した。

$$v_q = \frac{1}{n_c} R_c^{2/3} \left(\frac{\Delta H}{L_c} \right)^{1/2}, \quad q = -\frac{v_q A_c}{\Delta x} \quad (3)$$

ここで、 n_c 、 R_c 、 L_c および A_c は隅田川と荒川を結ぶ連絡水路の粗度係数、径深、水路長および流水断面積であり、 ΔH は隅田川と荒川の水位差、 ΔX は連絡水路をはさむ 2 断面間の距離である。

隅田川の流れの計算は、式(1)、(2)を4点陰差分

図1 隅田川の位置図

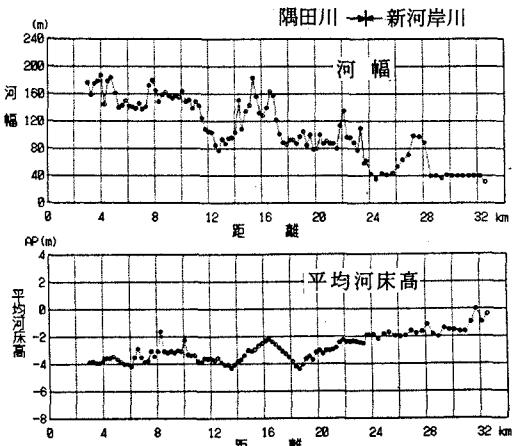
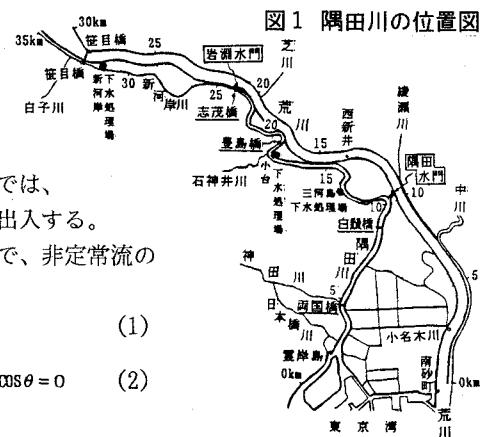


図2 隅田川・新河岸川の河幅と平均河床高
の縦断変化

スキームにより差分化し、境界条件として隅田川では靈岸島と笛目橋、荒川では南砂町と笛目橋で観測水位を与え、Newton-Raphson 法により数値解を求めた。断面間距離は $\Delta X = 500\text{m}$ 、計算時間間隔は $\Delta t = 300\text{sec}$ とし、Manning の粗度係数は、隅田川の 0~10km 区間は $n = 0.02$ 、10km より上流および新河岸川は $n = 0.03$ とし、荒川は $n = 0.02$ とした。

4 隅田川の流れ 岩淵水門と隅田水門を全開した場合と全閉した場合について、それぞれ、大潮と小潮のときの流れを計算した。ここでは、大潮のときの計算結果について述べる。平時は岩淵水門と隅田水門は全開されており、その状態における両国橋、白鬚橋、豊島橋および志茂橋での水位と流量の観測値が得られたので、まず、岩淵水門と隅田水門を全開した場合について計算を行ない、計算値と観測値を比較した。その結果を図3に示す。図3によると、計算値と観測値はほぼ一致することがわかる。なお、そのさいの岩淵水門と隅田水門を通る流量は図4に示すようになり、引き潮時には荒川から隅田川に、上げ潮時には隅田川から荒川に流れることがわかる。つぎに、岩淵水門と隅田水門を全閉した場合を想定して、 $q = 0$ として計算を行なった。その結果を図3に点線で示した。また、岩淵水門と隅田水門を全開した場合と全閉した場合について水粒子の移動の軌跡を計算し、図5および図6に示した。これらの図から、岩淵水門と隅田水門を全開することにより、隅田川の流量は順流時および逆流時とも大きくなること、水の滞留時間が短くなること、水位は殆ど影響を受けないことなどが分かる。また、新河岸川の流れは岩淵水門と隅田水門の水門操作の影響を受けないことなどが分かる。

5 おわりに 岩淵水門と隅田水門を全開した場合と全閉した場合について、隅田川の流れの計算を行ない、水門操作が隅田川の流れにおよぼす影響について検討した。今後は、水門操作が隅田川の水質におよぼす影響について検討する積もりである。本研究の遂行にあたり貴重な資料を提供して下さいました建設省荒川工事事務所の関係各位ならびに東京都土木技術研究所の和泉清主任研究員に謝意を表します。

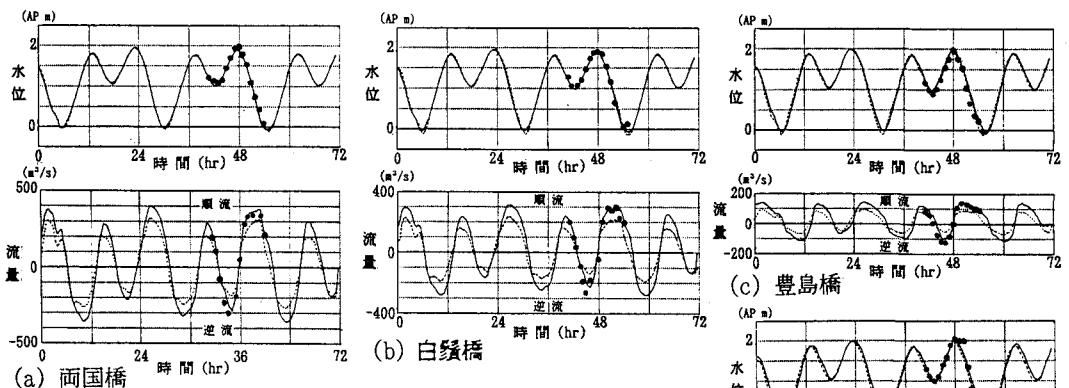


図3 隅田川の大潮時の流れ

計算値（水門全開時 —— 、全閉時 ······）、観測値（水門全開時 ●）

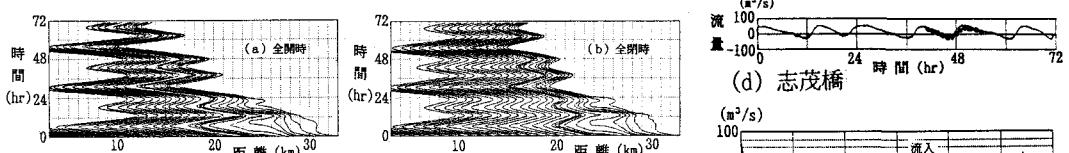


図5 大潮時の水粒子の移動の軌跡（その1）

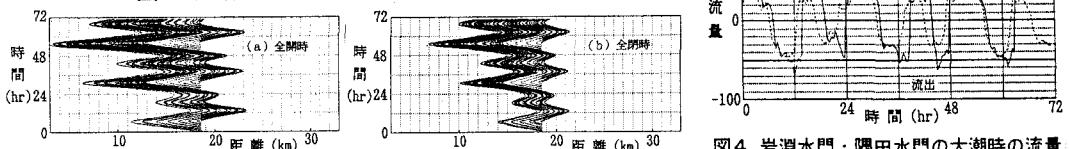


図6 大潮時の水粒子の移動の軌跡（その2）

図4 岩淵水門・隅田水門の大潮時の流量

（—— 岩淵水門、····· 隅田水門）