

佐賀市街地小水路網の流況改善について

佐賀大学理工学部 学生員 ○中村幸広

同 上 正 員 渡辺訓甫

同 上 正 員 古賀憲一

1. はじめに： 尾塚ら¹⁾は佐賀市街地の水路網を解析するにあたり、堰などの水理構造物をモデルに組み込んで現況流量に環境維持流量を上乗せした場合の流況のシミュレーションを行った。それによると、佐賀市中心街水路網への流入量は水路網全流入量の20%程度と少なく、流速が0～数cm/sである水路も随所に存在した。これには水路網末端の水門による堰上げの影響も含まれており、流量増加による改善効果の再現性が十分に得られていない。本文は、解析上堰上げの影響を排除した上で、環境維持流量による水路網の流況改善効果について再度検討を行ったものである。

2. 解析モデル： 流れは一次元漸変流として、ブランチ・ノードモデルに基づいて基礎式の離散化を行った¹⁾。水位を下げた場合、段落ち部および樋管でも流れの遷移が生じるので水理構造物としてモデルに組み込んだ。段落ちは堰として扱い、樋管は摩擦を考慮して次のように組み込んだ。樋管を有するブランチ m (両端ノード i, j)にダミーノード k を挿入し、 $i-k$ 間は堰・オリフィスとして作用させ、 $k-j$ 間は摩擦抵抗を考慮する。図-1に示す様に各ノードの水位を H_i, H_k, H_j とすると、 $k-j$ 間については次式で表せる。

$$Q_m^+ = F \cdot \Delta H = FH_k^+ - FH_j^+ \quad (1)$$

ここに、 Q_m ：ブランチ流量； ΔH ：樋管両端の水位差、
 F ：断面諸量と粗度で決まる量、+は Δt 時間後の未知量

である。一方、 $i-k$ 間は

$$Q_m^+ = N_1 H_i^+ + N_2 H_k^+ + N_3 \quad (2)$$

と表されるから¹⁾、両式から H_k^+ を消去すると

$$Q_m^+ = \frac{FN_1}{F-N_2} H_i^+ + \frac{FN_2}{F-N_2} H_k^+ + \frac{FN_3}{F-N_2} \quad (3)$$

となり、構造物を有しないノーマルブランチに対する方程式と同形になる。

3. 対象水路網： 対象とした水路網は図-2に示す佐賀市街地の中央部を東西に流れる十間堀川以北、多布施川と大溝下水路に囲まれた26水路、総延長26,661mのクリークで、ブランチ数は151、ノード数は131である。図中=は堰などを、-は樋管を表している。多布施川からの流入口は5箇所、流入水は南流して全て十間堀川に流入している。水路網は東西に2分されており、東半部への流入は最北部の水路(新村川)のみによっている。このため東半部水路網の流量は極めて少なく流況悪化の主因となっている。計算に組み込んだ水理構造物は、前報で示した堰(7箇所)、水門(1箇所)に加え、矩形樋管(1箇所、0.3m×0.7m)、円形樋管(8箇所、直径0.3～1.0m)、および段落ち(11箇所、段差0.14～0.76m)である。水路網東半部における十間堀川との合流部(7箇所)は全て段落ちである。

4. 計算条件と結果： 水路網への流入流量としては、1990年7月26日に実測したもの(総流入流量1.12m³/s、 $Q_1=0.3$ m³/s、 $Q_{21}=0.25$ m³/s、 $Q_{46}=0.20$ m³/s、 $Q_{53}=0.20$ m³/s、 $Q_{55}=0.07$ m³/s、 $Q_{131}=0.10$ m³/s)を用いた。これは佐賀市が1988年に観測した流量とほぼ同じである。計算は3ケースで、上記の流入量の割合をCase 1、環境維持流量1.2 m³/sをノード①(新村川最上流端)に上乗せした場合をCase 2、それをノード⑦に付加し維持流量の全量を水路網東半部へ流入させた場合をCase 3とした。また、ノード番号131における0.10 m³/sの流入は流況改善のために大溝下水路から取水しているものであり、その効果を見るために $Q_{131}=0$ の場合(Case 1-0)についても検討した。下流端の境界条件(水路網末端水位)は、十間堀川との接続部で射流遷移させて背水の影響がないように設定した。

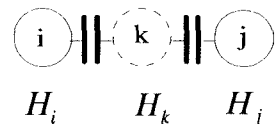


図-1 樋管ブランチ

現況流量の Case 1 では、ブランチ 6 の流量（水路網東半部への流入量）は $0.162 \text{ m}^3/\text{s}$ で新村川流入量の 54%、多布施川からの全流入量の 16%であった。Case 2 では $0.68 \text{ m}^3/\text{s}$ と増加するが、環境維持量として投下した分の 60%は西半部へ流下し、その効果は半減する。図-3 は、東半部水路網の全ブランチにおける流速の累加度数を各 Case について調べたものである。Case 1,2,3 の順に流速が小さく停滞気味のブランチ数が減少し、流況が改善されている様子が見られる。現況（Case 1）では、流速が 10 cm/s 以下のブランチが 40%を占め、汚濁物質の沈降を抑えヘドロ化を防ぐ流速の最小値 25 cm/s 以上のブランチ数はわずか 13%にすぎない。Case 1-0 との差は小さく大溝下水路からの取水 $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ は殆ど効果がない。Case 3 では流速 10 cm/s 以下のブランチは 4%に減じ、 25 cm/s 以上のブランチ数は 60%まで増加するなど流況はかなり改善される。一方、Case 2 ではそれぞれ 13%および 40%であって、先に述べたように維持流量投入の効果は半減していることがわかる。図-4 は水深について調べたもので、東半部への直接導水により殆ど水のなかった水路でも水深が 10 cm 以上を維持するようになる。水深が 10 cm 以上で、かつ流速が 25 cm/s 以上を良好な水環境であるとする、この条件を満たすブランチの割合は各 Case についてそれぞれ 0.11, 0.13, 0.38, 0.58 となり、現況で 10%程度であったものが Case 2 では約 40%、Case 3 では約 60%のブランチで条件が満たされることになる。

5. おわりに： 佐賀市街地の水路網は流れの比較的良好な西半部と淀んでヘドロ化気味の東半部に分けられるが、環境維持水を水路網の上流端から導水しても大半は西半部を流下し、その効果は半減する。市中心街水路網の流況を改善するには、バイパス水路により東半部に直接導水するか、堰などによる強制的な流量配分を行うなどの方策が必要である。

追加導水量としては本計算で用いた $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$ でもかなり流況改善の効果が見られるが、局所的に流況不良の個所が残っている。今後、堰などの管理法や水質面からの検討も含めて、環境維持水の必要量を検討していく予定である。

参考文献

- 1) 尾塚・渡辺・古賀・橋本：水理構造物を有する開水路網の水理解析、土木学会西部支部研究発表会、1996。
- 2) 樺島・古賀・荒木・渡辺：佐賀クリーク網の水質モデルに関する研究、土木学会西部支部研究発表会、1997。

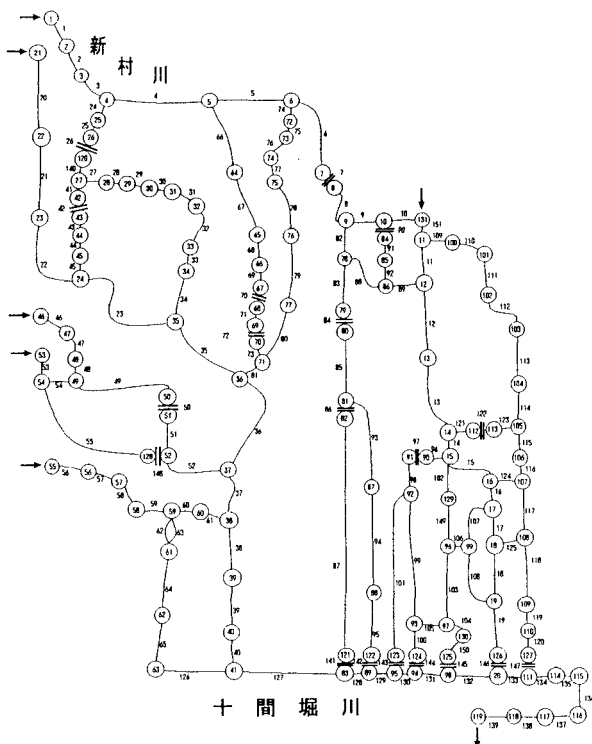


図-2 佐賀市クリーク網

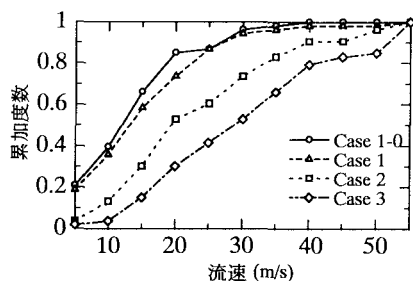


図-3 東半部水路網の流速

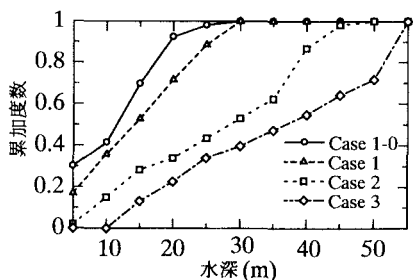


図-4 東半部水路網の水深