

感潮河川網の不定流解析について

広島大学工学部	正 員	常松 芳昭
広島大学大学院	学生員	玉田 康一
広島大学大学院	学生員	○ 元岡 征志

1. まえがき

開水路網非定常流の非線形な基礎方程式系の数値解析には、4点陰形式差分法が用いられることがある。この場合、分岐点での水位、流量の連続条件を満足するように、通常、Newton-Raphson法による反復計算によって行なわれることが多い。このとき、4点陰形式差分を用いると時間間隔を大きく取れ、解の安定性も良いという利点がある反面、行列が巨大化し、また計算手順も複雑になる。そこで本研究では、基礎方程式系を線形近似し、ガラーキン法を用いて離散化して得られている6点陰形式差分法と比較するため、それぞれの解析法を洪水時における広島市内の感潮河川網の流況シミュレーションに適用した。また、そのときの河道のモデリングについて水理挙動の再現性の面から検討した。

2. ネットワークモデルとその断面特性

既に報告されている4点と6点陰形式解法^{1), 2)}をそれぞれ適用して数値シミュレーションを行った。対象とした水路網は図1の太田川放水路を除いた大芝水門より下流の感潮河川網である。この河川網のモデル化については、単純に分合流点を節点とするネットワーク1、各河道区間を漸変水路モデルで近似できるように節点を導入したネットワーク2(図2)、また河道の断面形状と粗度係数によって定まる通水能を考慮してできるネットワーク3(図3)の三つのケースを考えた。ネットワーク1では実断面形状を用いている。ネットワーク2、3ではいずれも矩形断面近似を行うが、下流端での最大潮位に対応する断面特性に基づいて、水路幅はそれぞれ流下距離に関して一次式で近似、通水能を介して設定されている。マンニングの粗度係数については、いずれの計算ケースについても0.03を用いた。また、4点陰形式解法の重み係数には0.75を用いた。

3. 数値計算例

節点1のソースおよび節点6のシンクにおける境界条件としては、図4に示すように昭和60年7月6日の大芝地点での流量ハイドログラフと江波地点での潮位記録を用いた。なお、この二つの波形は逆位相に近い関係にある。二つの解析法で計算された工兵橋における水位ハイドログラフを示せば、図5と図6のようである。ネットワーク

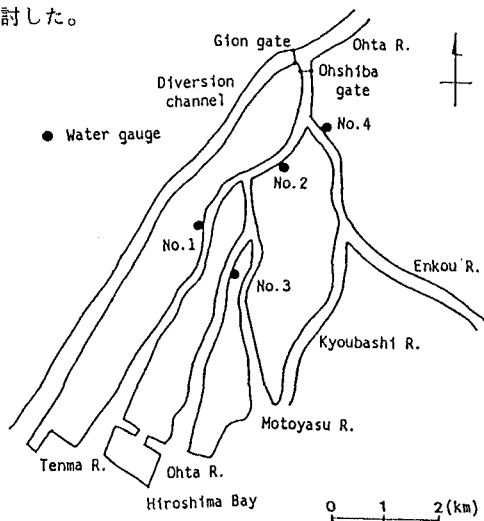


図1 広島市内感潮河川網

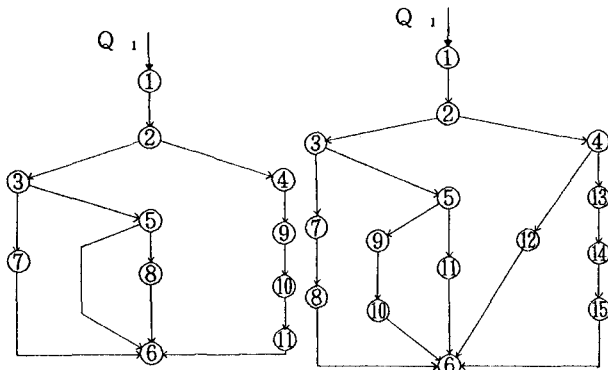


図2 ネットワーク2

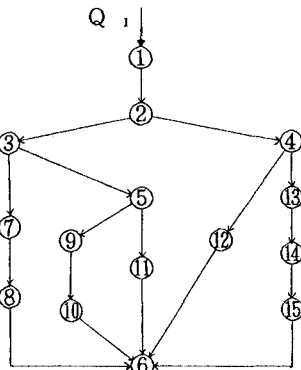


図3 ネットワーク3

1、2、3のいずれも、境界条件の位相が逆の非定常性が強いと思われるところでは再現性が劣り、6点陰解法に関してはあまり各ネットワークの差は顕著ではないが、両解法ともネットワーク3によるものが比較的良好であると言えるようである。また、ピークの到達時間にずれが生じているが、これは上流端の境界条件をそれより4 km上流地点での流量観測値から推定する際に、位相の遅れを考慮に入っていないためと考えられる。水位ハイドログラフを全体的に見ると、計算値の再現性は4点陰解法の方が良好である。しかし、計算時間については表1から分かるように、4点陰解法と6点陰解法の両方ともネットワーク3によるものが最も短く、6点法は計算時間の点では有利である。また、ネットワーク1に比べてネットワーク3による計算時間には、それぞれ約6分と約8分の短縮が得られた。なお、計算に用いた Δt は4点法の場合が30分、6点法の場合が10秒であり、使用した電子計算機は広島大学情報処理センターのHITAC-M680Hである。

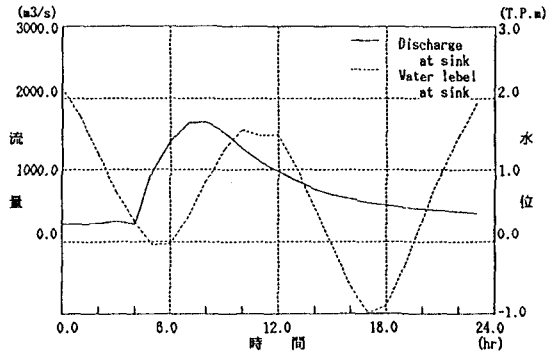


図4 昭和60年7月6日 上下流端境界条件

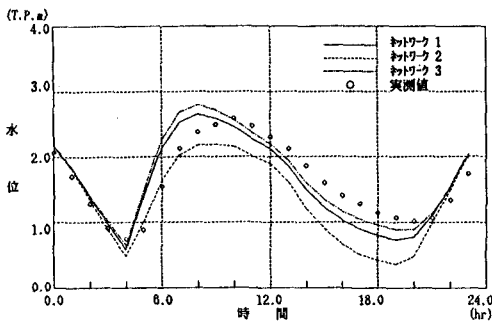


図5 4点法による水位ハイドログラフ

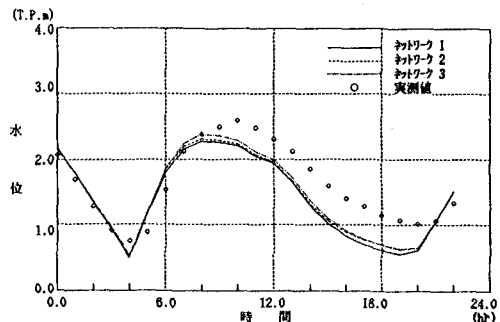


図6 6点法による水位ハイドログラフ

4. あとがき

以上、感潮河川網における4点法と6点法を用いた不定流計算の得失について、河道のモデリングの面から検討を加えたが、適用に当たっては、矩形断面への置換に用いる基準水位の選定や、分合流部において剥離域を考慮した有効断面積の導入など、今後さらに検討すべき点も残されている。

表1 計算時間

	4点法	6点法
ネットワーク・1	29分54秒	28分43秒
ネットワーク・2	25分11秒	21分45秒
ネットワーク・3	23分57秒	19分58秒

<参考文献>

- 1) 金本・常松・金丸・三島：4点陰形式差分法を用いた開水路網非定常流の行列解析法，広島大学工学部研究報告，第40巻，第1号，1991。
- 2) 金本・常松：グラフ理論による河川網不定流の水理解析，土木学会論文集，No. 429/II-15，1991。