

九州大学工学部 正員 上田年比古
農業土木試験場 正員 ○植田 昌明

1. まえがき 有明海周辺の既存の干拓背後地にみられる潮状水路(クリーク)は、流れの現象や流入、流出等が時間的にかなりゆるやかに変化する不定流が主であり、木田、水路のはんらんや貯留効果等は普通一般の水路にくらべてかなり顕著なものが多し。

本文はこのような流れの解析の初期段階として、運動方程式のオーダーの検討、各時刻で定常状態が存在するとしての不等流計算による算定結果について検討したものである。

2. 干拓背後地潮状水路の現況 Fig. 1に示すような有明海北岸の干拓背後地では、Fig. 2のような用排水兼用の水路が潮状に存在して、その保持水位、流量などは Fig. 3にも示すように季節的に大きく変動している。

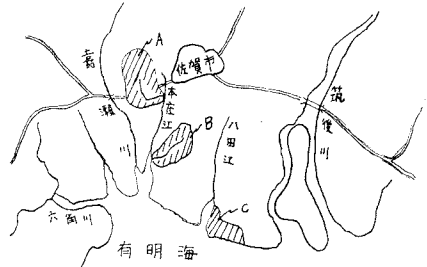


Fig. 1 有明海北岸干拓背後地平面図

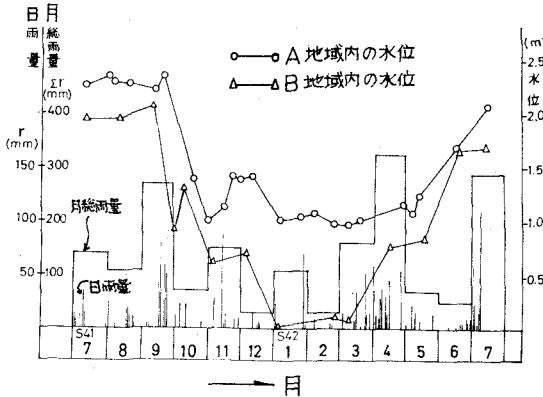


Fig. 3 日雨量と日平均水位との関係 (A,BはFig-1に示す)

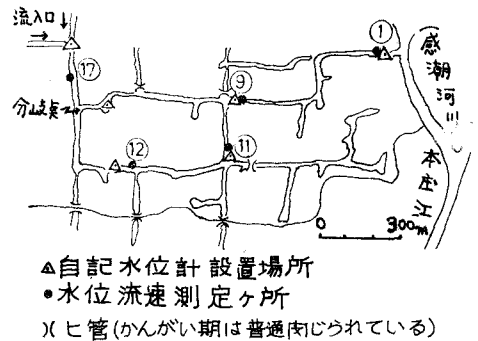


Fig. 2 試験地平面図 (Fig.1のA地区の一部)

また、これは地域的にもかなりの相違がある。すなわち、Fig. 3によくと、保持水位はかんがり期には高く、非かんがり期には低く保たれ、両者の差は、ほぼ1.5~2.0mとなつてゐる。また、短期間についてはできるだけ定常状態が保持されるような内木処理法がとられてゐる。上述のかんがり期、非かんがり期における水位は、感潮河川からの塩害防止、用水源の確

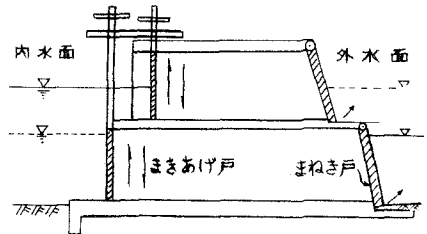


Fig. 4 排水路末端の水門構造

保, かんがり効率の上昇および低平農耕地の降雨流出特性などを考慮して決定されており, この調節は Fig. 4 のような水利構造物で行われている。

3. 網状水路の流れの運動方程式の検討

さて, このように様々な目的で維持管理される網状水路の流れは, 周知のように(1)~(3)式で示される。

$$\frac{1}{g} \frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial x} = \frac{m^2 \cdot U^2}{R^4 h^3} \quad \dots (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \quad \dots (2)$$

$$\frac{\partial H}{\partial x} = -i + \frac{\partial h}{\partial x} \quad \dots (3)$$

流れの解析で問題となるのは, 運動方程式(1)のとりあかりである。そこで, まず(1)式の各項のオーダー特性について, 利水形態の代表例であるかんがり期におけるかんがり木の導水時排水時および降雨流出時について検討しよう。

このための観測資料として, Fig. 2 に示す試験地における値を用いた。

この地区における感潮河川に接続する網状水路は, ①-④-⑦-⑫-⑪-⑨ の水路である。

なお, 図に示すように, 各所には止管があるが, かんがり期の常時は肉塞されており, 上述の網状水路の木理量に影響を与えることはなから。干拓背後地の網状水路は, このようなものが複雑に組み合わされたものとなっている。

さて, Fig. 5 はかんがり木を下流端の排水ヒ内の急激な水まあげによって排水したときの①点の木理量の時間的変化を示したもので, Fig. 6 はこのときの(1)式の各項の値を示したものである。なお, Fig. 5 にのべているように11分では木内水まあげによる急激な水位低下はほぼおさまつてゐる状態であつて, これについて求めた Fig. 6 は木内水まあげ時の急激な変化は除外した結果となっている。

木内水まあげ時については不定流項はかなり大きな値となるものと考えられる。

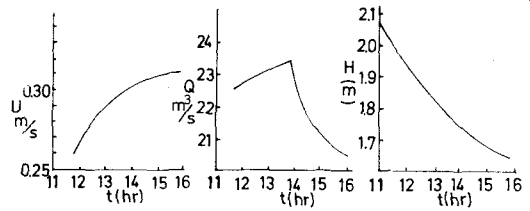


Fig.5 下流端排水時の①地点の水位H, 流速U, 流量Qの時間変動
(水門まあげ開始10時52分, 水門まあげ時間5分程度)

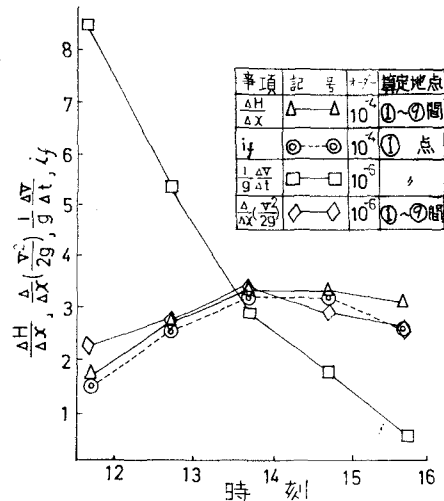


Fig.6 下流端排水時

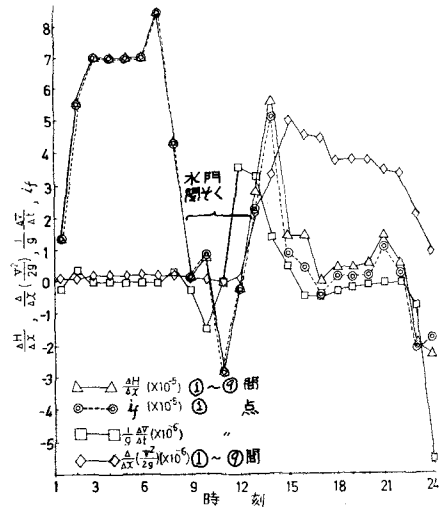


Fig.7 降雨流出時

なお、本計算に使用した4枚は3600 Secを用いて、かなり時間的に平均した値となつてゐる。

次にFig. 7は降雨の流出によつて地区内が土水状態となり、はんらん、貯留を示すときのものである。なお、この場合は、満潮による水内肉そくがほぼ9時から12時の間に行なわれた状態である。

Fig. 8はかんがい木の導水時であり、Fig. 3の低水位から高水位に移行するときの現象である。Fig. 7, 8の場合には水内まきあげ時の初期のような急激な水理量の変化は一般にならぬ。

Fig. 6, 7, 8からみると、 $\frac{4H}{\Delta X}$, $\frac{1}{g} \frac{\Delta V}{\Delta t}$ とが小さく、またほぼ等しく、 $\frac{1}{g} \frac{\Delta V}{\Delta t} (\frac{V^2}{2g})$, $\frac{1}{g} (\frac{dV}{dt})$ はかなり小さい。すなわち水内まきあげ時の初期のような急激な水理量の変化の場合を除けば、一般に干拓背後地の網状水路の流れでは水面勾配と摩擦勾配が大きい要素となつてゐる。

4. 不等流計算による網状水路の解析 前述のように、現象のゆるやかな場合には、非定常項を無視して流れは定常状態を保ちつつ変化すると考えて各時刻についで与えられた下流端の条件から、不等流計算を行い実測値と比較検討した。ここではFig. 2の網状水路①-⑨-⑪-⑬-⑮-⑰-⑱において、合流点⑨の実測の水位と流量とから、⑨-⑪間と⑨-⑪-⑬-⑮間の流量と⑱点、⑫点の水位を定常状態とみなして算定し、⑪点、⑬点の実測の水位と比較した。

4.1 Escoffier法とBress法との比較

Fig. 2に示すように、水路断面は延長方向にかなり不規則に変化してゐる。

いま①-⑨-⑪-⑬-⑮間の水路について、①-⑨間の流量1.878 m³/s, ⑨-⑪-⑬-⑮間の流量0.75 m³/sについて、Escoffier法とBress法とで比較し、両者の算定水位差を比較するとTable-1となる。

ここにEscoffier法では50 m間隔の実測断面計9断面を用い、Bress法では平均的な長方形断面として、水路幅8.5 mを用い、また粗糙係数 $M=0.057$ (m, s単位)を用いた。このMの値は実測の水面勾配と流量とから求めたもので、あし、よし、水草などの繁茂により大きな値になったものと考えられる。

計算結果のTable-1によると、両者の差は少ないので、以後Bress式により計算することにした。

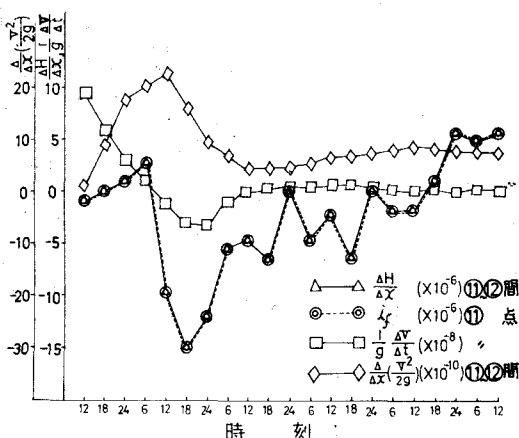


Fig. 8 カンガイ水導水時

Table-1 EscoffierおよびBressによる算定水位差

測点区間 方法	①-⑨	⑨-⑫	⑫-⑮
Escoffier ^(Cm)	15.0	2.4	3.2
Bress ^(Cm)	15.4	2.7	3.2

4.2 不等流計算による網状水路の算定 Fig. 2に示す網状水路の定常状態と仮定した算定では、⑨点の与えられた流量と水位から、④、⑭内と⑨-⑪-⑫-⑰内の両水路の流量をそれぞれ仮定

して、Bress 法で⑭点の水位

を両水路について求め、これが一

致するまで両水路の流量を仮定し

直り Trial 法であらう。この計

算のため、まず Fig. 9に示すよ

うに④点の水位 h_4 を固定して

⑰点の水位 h_{17} と両水路の流量

Q_1 (④-⑫-⑰水路)、 Q_2 (④

⑰水路) との関係も Bress 法で

算定し、この図から Fig. 10を作

成すれば、Fig-10から与えられた h_{17} とその流量から

h_4 が求まり、したがって Fig. 9から両水路の流量

Q_1, Q_2 が求まり、これにより両水路中間の水位が算定

できる。いま、この方法により、Fig. 11に示すよう

に木内まきあげ後、40分および60分の両水路の流量

および各区内内の水位差を算定し、実測値と比較した。

これを Table-2に示す。これによると、ほぼ一致し

ていえるといえる。

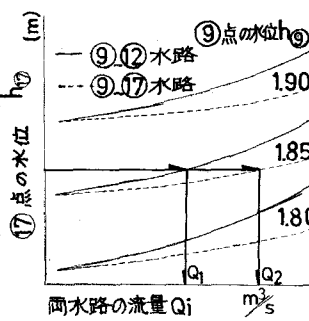


Fig.9

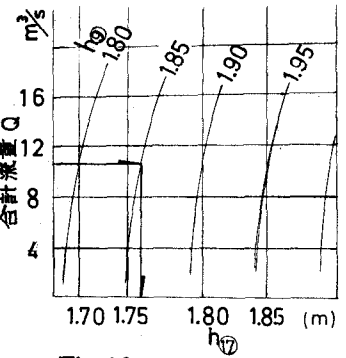


Fig.10

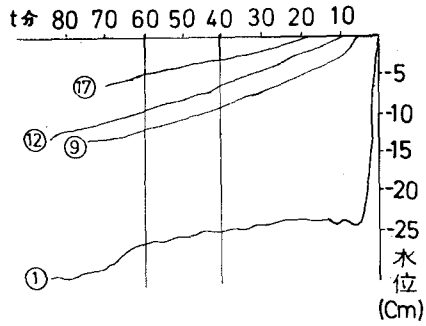


Fig.11 時間-水位低下曲線

5. おわりに 以上により有明海干拓背後地の網状

水路の非定常流について、木内まきあげ

時初期のような急激な変化を除いては、一

般に非定常項は小さく、水面勾配と摩擦勾

配とが大きな要素をなしている。

次にかなり不規則な水路であるが、この

不定流計算は平均的な矩形断面を用いて

Bress 法で算定してもよりよいであろう。

次に干拓背後地で普通みられる比較的小

きな非定常流についての不等流計算に

よる算定結果は、実測値とほぼ一致した。

本計算に協力いただいた豊林有樹博士に謝意を述べ

ます。また本研究所は文部省科学研究費の援助をうけ

たことを記し謝意を述べます。

Table-2

時間	測点区間	区間内の水位差(Cm)		流 量
		実測 値	Bress	
40 分	①-⑨	16.0	15.4	* m^3/s 1.878 ** ($Q_1=0.715$, $Q_2=1.163$)
	⑨-⑫	2.0	2.7	
	⑫-⑰	3.0	3.2	
60 分	①-⑨	15.0	14.3	* m^3/s 1.814 ** ($Q_1=0.710$, $Q_2=1.104$)
	⑨-⑫	3.0	2.6	
	⑫-⑰	4.0	3.9	

* 実測値 ** 算定値