

クリークの排水管理

(株) 技術開発コンサルタント

丸野 律志郎
木原 泰信
住吉 和彦

まえがき

筑後川下流域は、有明海に面した低平地水田地帯であり、用水源は主として干溝を利用してアオ（淡水）取水に依存していた。その不安定な水源を有効に利用するため、クリークが網の目のように張り巡らされており、貯水位を田面近くに設定し、貯水量を最大限に確保してきた。

クリークには、数多くの制水門が設置され、用水を主体とした複雑な水利慣行が受け継がれてきた。一方、本地域の排水河川は感潮域にあるため、満潮時には自然排水ができず、この時にまとまった降雨があれば、地区内は容易に湛水する状況であった。

計画では、アオ取水を廃止し、筑後大堰へ合口することにより、安定的な用水が確保されることになった。クリークも統廃合され、国営事業で幹線水路、県営ほ場整備事業等では、支線水路、小排水路等が設けられた。

このように、用排水施設はできたが、制水門等のゲート操作をどのように行うかが課題であった。そこで、用水と排水の両機能を有する水路網（クリーク網）の、用水貯留機能を考慮した排水管理計画を策定し、それに必要な水管理システムの構築をはかった。洪水時に制水門のゲートを一挙に全開すれば、洪水の下流集中の危険性があるばかりか、幹線水路の水位が下がりすぎて、用水

を貯めるのに、期間を要し、干ばつ被害を招く懸念がある。アオ取水の時の用水貯留を重視した排水管理の慣行は根強く残っており、システム完成後、何年間かの試験的な取組を経て、用水貯留機能を十分考慮した、効率よい排水管理が完成されていくと思われる。

排水管理計画と現状について技術的な視点で紹介する。対象地区としては、筑後大堰掛かりの筑後川右岸側（佐賀県側）、筑後川左岸側（福岡県側）である。

1、排水計画

1-1、排水計画の手順

排水計画の策定は、次のような手順で行った。

①計画降雨の決定

10年確率 3日連続雨量

筑後川左岸：R10 = 321mm（羽犬塚観測所）

筑後川右岸：R10 = 370mm（佐賀観測所）

②設計洪水量の決定

単位排水量 $q=5.0\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$

（水田や小排水路等の洪水貯留効果を加味）

③排水系統の決定

④幹線水路の路線配置の決定

⑤幹線水路の縦横断計画

⑥水路、制水門、樋門の断面決定

⑦数理モデルによるシミュレーション解析

支線、小排水路を含む水田エリアを水田ブ

ロックとして遊水池モデル化し、幹線水路・河川の不定流モデルと組み合わせた解析

⑧制水門の流量制御、幹線水路、制水門、樋門等の断面見直し、強制排水（排水ポンプ）の検討

⑨許容湛水面積を満足、湛水の局所集中の解消

1-2、計画潮位

有明海潮位（住ノ江港）

小潮満潮位 1.01 m (大潮満潮位 3.07 m)

1-3、許容湛水

原則として無湛水（湛水深 5cm 以下）とし、事業の効果、工事費等を考慮して、概ね、路線毎に湛水面積割合で 10% は許容するものとした。

1-4、流出量の算定

本地区では、幹線水路と制水門及び末端樋門はピーク流出量 ($5.0 \text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2 \times \text{流域面積 km}^2$) で通水断面を決定した。

排水シミュレーションでは、3日間の連続した流出量が必要であるため、山地部、平地部に分け流出量を算定する。

背後地の山地から排水河川へ流入する量を求めるため、流域の大きさで分け、大流域 (10km^2 以上) を「貯留関数法」、それ以下の流域に関しては「中安の式」を用いた。

平地部は、水田が有する貯留機能を考慮して精度良く流出量を算定するため、水田一筆をタンクとしてモデル化して求める水田流出の式を用いた。

1-5、排水解析手法

(1) 排水解析の概要

水田の湛水は、排水先の幹線水路の水位が田面より高い場合に生じる。そのため、排水先の幹線水路や、幹線水路の排水先である河川水位を正確に求めることが大切である。低平地水田地帯では、幹線水路の縦断勾配が概ね $1/2000 \sim 1/5000$ と緩やかであり、水面勾配で流れることが多い。外水位が高いと排水不能となり、貯留により水位が上昇する。このような現象を精度良く再現するため

中央差分による不定流計算を用いた。

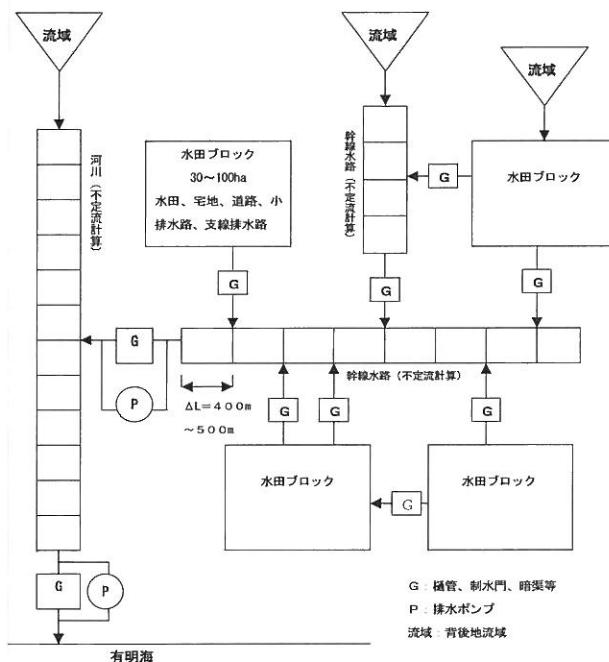
水田部は、湛水現象を再現できる範囲で簡略化するため、ある一定の水田エリアを水田ブロックとしてとらえ、その中に含まれる水田、宅地、小排水路、支線排水路を H - A - V (貯水位 - 水田面積 - 貯水量) のパラメータで数値モデル化した。これを「遊水池モデル」と呼ぶが、隣接した水田ブロックとの標高差が大きくなり過ぎないように、主要道路、河川等を境界として $30 \sim 100 \text{ha}$ を目安として水田ブロックを設定した。

計算ピッチ ΔT は 3 ~ 18 秒で計算した。

(2) 対象地区のモデル化

地区をモデル化する方法を、次の模式図で説明する。

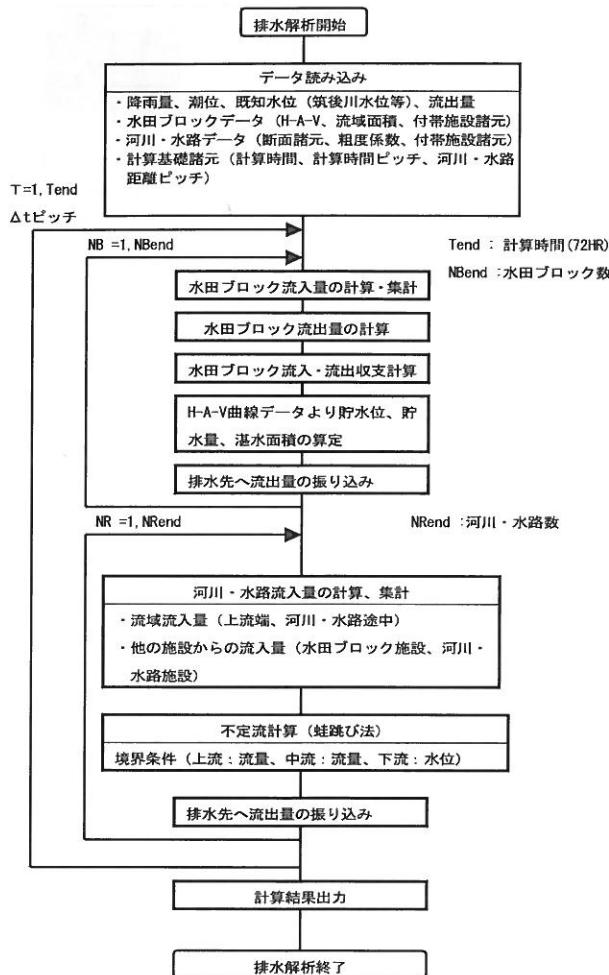
地区のモデル化説明図



- ① 不定流計算を行う排水本川及び幹線水路を設定。400 m ピッチで断面諸元データを作成。
- ② 水田ブロックの分割、H-A-V データを作成。
- ③ 河川や幹線水路に背後地からの流出量を流入させるために、流出量を算定し流入地点を決定。
- ④ 有明海に排水する場合は、潮汐データを作成。
- ⑤ 制水門、樋門、排水機の規模データと付帯箇所、排水先を決定。

(3) 排水解析フロー

排水解析のフローを以下に示す。



2. 排水管理

2-1. 排水管理検討の目的

降雨形態や排水河川の流況は一律でないため、様々な状況に応じ、より湛水被害を小さくするような排水管理が求められる。

また、各路線が連携して洪水を分散排除する地域においては、関係する制水門を総合的に管理し、洪水の集中を避けることが必要となる。

このように、広域の排水管理を行うには一元管理が必要であり、様々な状況に対する適正な排水管理を行うため「排水管理規程」及び「排水操作マニュアル」を作成した。

2-2. 管理レベルの設定

今回検討する本地区の管理レベルは、現状を踏

まえ、監視情報の収集と排水管理情報の伝達に関する一元管理を行うものとし、操作は機側手動操作を基本とした。

一元管理のエリアとして、筑後川の右岸側・左岸側に分割し、これを更に、用排水系統を考慮し複数の管理ブロック（3～4ブロック程度）に分割する。

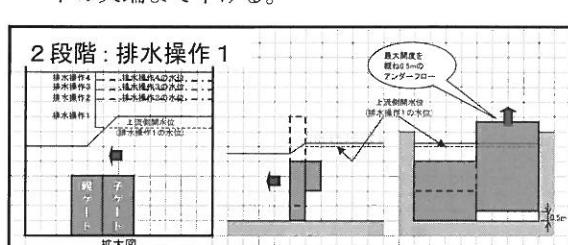
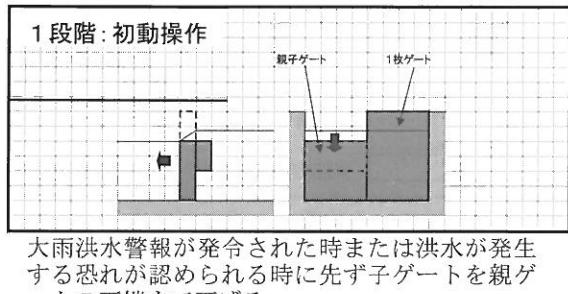
排水管理に関しては、降雨情報、潮位・河川水位情報、幹線水路水位情報等を一元管理し、必要な情報を各管理ブロック組織や、操作管理人に伝達できるシステムを構築した。

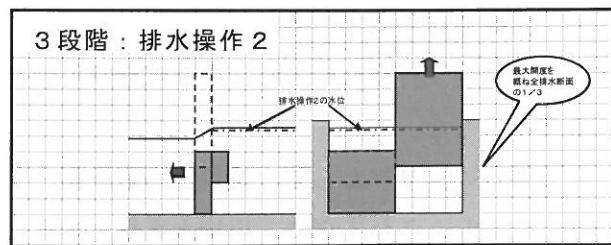
2-3. 制水門の操作方法

幹線水路の途中にある制水門は、前述したように本地区特有の機能を果たさなければならないので、「排水操作マニュアル」を作成した。

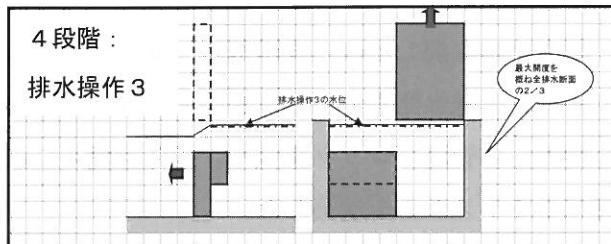
排水操作マニュアルを作るに当たり、地元の操作管理人が、長い年月をかけ、効率化を図ってきた操作の聞き取り調査を行い、排水と用水貯留の機能を満足するものを作った。但し、これからの中高齢化を考え、できる限りシンプルで、ゲートに長時間張り付かないでよいものを作成した。

操作は、次の7段階で行う。

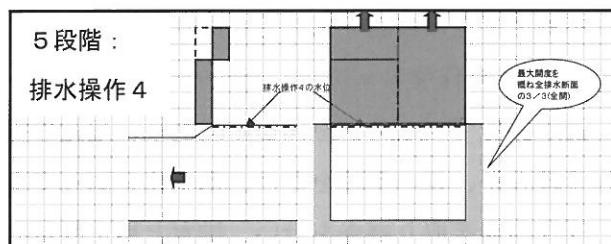




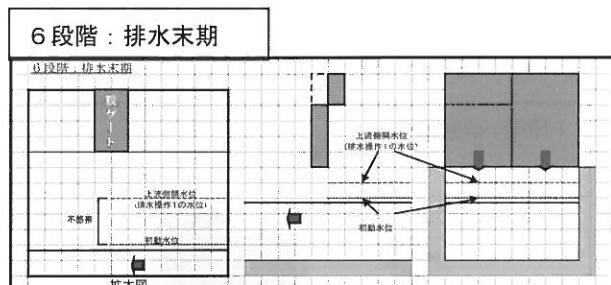
上流側の水位が排水操作2の水位まで上昇したら排水操作2の状態にゲートを開ける操作を行う。



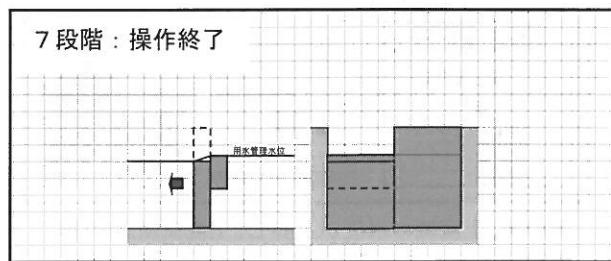
上流側の水位が排水操作3の水位まで上昇したら排水操作3の状態にゲートを開ける操作を行う。



上流側の水位が排水操作4の水位まで上昇したら排水操作4の状態（全開）にゲートを開ける操作を行う。

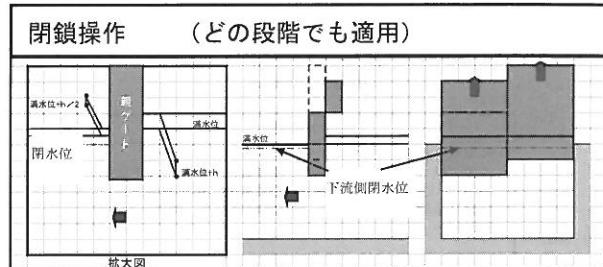


ゲートを開けている状態で、洪水が収まり上流側の水位が初動水位を下回ってくると、ゲートを閉める方向で操作し子ゲート断面のみの越流状態（初動のゲートの状態：子ゲート全開）まで閉める。



ゲートは用水管理状態の開度となり、用水を確保しながらの越流で流れが収まっていき、排水時の操作が完了する。

《下流集中防止のための閉鎖操作》



【各管理水位の説明】

○上流側開水位

洪水になりゲートの開操作を始める水位（通常は「親ゲート天端 +0.50m」に設定）

○下流側閉水位

下流側の洪水集中を防ぐためにゲートの閉操作を始める水位（通常は「親ゲート天端 +0.90m」に設定）

○初動水位

用水の無効放流を防ぐためにゲートの閉操作を始める水位（用水管理水位と初動水位は一致しない。）

3. 水管理システム

3-1. 水管理システム導入の目的

水管理システム導入の目的は以下の通りである。

- ・排水操作マニュアルに沿った操作の際に指標となる水位の遠方監視
- ・各施設の上下流や路線全体での情報共有化
- ・管理人の操作運用に関する労力の軽減
- ・操作を行う場合の判断の正確さ向上
- ・水位、開度情報のデータ収集と蓄積
- ・水利施設の安全管理の向上

3-2. 対象施設

対象施設は国営施設だけで福岡県側で59施設、佐賀県側で29施設である。

3-3. 管理レベル

遠方での監視と機側での操作を基本とする。農林水産省農村振興局編の技術指針で言えば、現場

側は【A-1】、中央側は【Y-1A】と同程度の管理レベルとなる。

3-4. 伝送回線

通信手順は原則として TCP/IP や UDP/IP 方式を採用し、親局・子局間の伝送回線は携帯電話等の商用無線回線でのパケット通信（FOMA ユビキタス等）を採用した。

3-5. 計測システム

水位データを取得するために水位計を利用するが、水位計は主に電波式水位計を採用した。

ゲート開度等が必要な施設については、開度センサーや Web カメラを利用するなどによりゲート開度情報を遠方監視により取得する。

3-6. 水管理システムの構成

中央管理所は、福岡県側（筑後川左岸側）、佐賀県側（筑後川右岸側）に各々 1 箇所設け、集中管理方式により管理運用を行なう。その際、副管理所からはインターネット等を通じて中央管理所にアクセス可能なシステムを構築した。

4. 排水管理の現状

水管理システムは運用を開始して 3 年目に入っているが、その間にどのように排水管理が変わったのか、中央管理所で聞いてみた。時系列に箇条書きで示す。

①現在、排水本川である中小河川の改修が終わっていないため、排水操作マニュアルどおりの運用はしていない。

②排水管理状態(大雨洪水警報が発令されたとき)になったとき、初動操作で用水管理のために上げられた子ゲートは必ず下げるなどを指示している。

③洪水時に分からなかった各路線の上流から下流まで水位状況が、中央管理所でリアルタイムに分かるようになった。

④この水位情報や潮汐、降雨の予想情報から、操

作管理人に適切な操作の情報提供を行えるようになつた。

⑤また、排水管理状態が終わった後の貯水量の回復状態から、下流集中の懸念があつた路線における、予備排水（路線最下流の制水門から 2～3 制水門までの貯水を干潮時に事前に排水して洪水貯留効果を確保すること）の、可能性を検討し、試験的に現在行つている。

⑥特に、深夜に警報が発生した場合、操作管理人が就寝中であることもあり、ポンプ等のリアルタイム稼働情報等をチェックし、稼働が必要であれば、操作管理人に連絡している。

⑦用水取水のためにせき上げしている中小河川は、洪水の排水先でもあるので、洪水時の水管理システム情報から、必要に応じ堰の管理者に連絡し、予備排水のため開放してもらい湛水の軽減に大いに効果を發揮している。

⑧各路線とも用水貯留を重視するため、満潮時に大きな降雨があると、洪水が下流に集中し、上流側の制水門を開けられないという上下流問題が発生する。その解消のため、予備排水も含め排水しすぎると、その後の雨の振り方によっては水位が用水管理水位まで戻らず、用水不足により作物被害を発生させる懸念がある。これまでの洪水時の水管理システムの情報や予備排水の実績から、用水貯留と洪水排除のバランスが分かり始めているが、上下流問題を解決するにはまだまだ課題がある。

5. おわりに

排水本川である中小河川は、河川改修によって洪水位が下がり、計画通りの排水計画が確保される。河川改修には長期間を要するが、その間は、水管理システムをフルに活用し、予備排水や、余裕のある路線への洪水分散等の工夫が期待される。

また、ここでは先人達が極めて複雑な水問題と

戦い、知恵を出し、今日の筑後川下流域の農業を作ってきた。水管理システムは、上下流問題の解消のために大きな貢献をしつつあるが、この水管

理システムだけでなく、先人達の知恵を有効に使い、渴水被害や湛水被害のない運用を図っていくことが期待される。

