

# 水と土

No.127  
2001

Japanese Association for  
the Study of Irrigation,  
Drainage and Reclamation  
Engineering





## 倉真川地区における河川改修の取り組みについて (本文 34 頁)

— 可動堰から固定堰へ —



山崎頭首工（改修前）



山崎頭首工（改修後）

## 生態系に配慮したほ場整備の設計事例とその背景 (本文 90 頁)



急流落差工。出水に伴い瀬と淵が発達してきている。植生も回復している。



## 横引き型ロール式ゲートの開発と改良 (本文 79 頁)



実験中の横引き型ロール式ゲート

## 山王海ダムの再開発

— 先達の願いを 21 世紀に — (本文 98 頁)



新山王海ダム

# 水 と 土

No. 127

2001

## 表紙写真

青森県弘前市

写真提供・農林水産省むらづくり対策室（第9回美しい日本のむら景観コンテストより）

## 目 次

平成13年度農業土木技術研究会研修会について……………	( 7 )
報文内容紹介……………	( 9 )

### 巻 頭 文

#### 地産地業

—地域に融合した事業展開について—

高橋 敬明……(11)

### 報 文

#### 水文気象特性を考慮した流量観測網の検討

吉田 宏 木村 義昭 白谷 友秀……(13)

#### 長距離・高水圧パイプラインの整備技術について

—送水系オープンタイプパイプライン—

玉井 善章 四戸 孝司 中井 敦……(23)

#### 倉真川地区における河川改修の取組みについて

—可動堰から固定堰へ—

須藤 常央……(34)

#### 河川改修工事における建設廃棄物のリサイクル

—北陸農政局阿賀野川右岸農業水利事業—

高原 和弘……(46)

#### 水利の再編計画について

—パイプラインで水利統合・未来のふるさとづくり—

森口 幸男……(53)

#### 児島湖の国営農地防災（水質障害対策型）事業について

—水質改善対策工法の紹介—

萩野 隆造……(57)

#### GIS を活用した土地改良施設管理システム

武田富美夫……(69)

#### 横引き型ロール式ゲートの開発と改良

平瀬 巧 川村 孝次……(79)

#### 生態系に配慮したほ場整備の設計事例とその背景

森 淳……(90)

### 歴史的な土地改良施設

山王海ダムの再開発 —先達の願いを21世紀に—

都築 慶剛……(98)

### お知らせ

会告……………(102)

入会案内……………(103)

投稿規定……………(105)



# 平成13年度農業土木技術研究会研修会の開催案内

限りある資源の有効利用や美しい農村の自然環境の維持等のため、廃棄物の発生抑制、資材の再利用及び再生利用を基本とする「循環型社会」への変革が急務とされ、平成12年度には、循環型社会の構築に向け「循環型社会形成推進基本法」が制定されました。

このような状況の下、農業農村整備事業においても、循環型社会の形成及び公共工事コスト縮減を図るため、生活排水汚泥などの生物系廃棄物のリサイクルや建設副産物等のリサイクルを推進しています。

そこで、農業土木技術研究会では、「資源循環」をテーマに研修会を開催することとします。

多数ご参加下さいますようお願い致します。

- 開催日：平成14年2月5日(火) 10:00～17:00
- 場所：科学技術館（サイエンスホール） 03-3212-3939  
東京都千代田区北の丸公園2-1
- プログラム

時間	プログラム	講演のポイント	講師等
10:00	開会挨拶		農業土木技術研究会 会長 松浦良和
10:10	研究会賞表彰		
10:40	集落排水事業における汚泥等の循環利用	集落排水事業における汚泥等の循環利用の取組みと課題について	農村振興局 集落排水室 東 幸毅
11:10	有機性廃棄物のリサイクル	有機性廃棄物のメタン発酵技術の紹介	鹿島建設(株)技術研究所 後藤雅史
11:55	昼食		
13:10	地域の協力による資源再利用	地域住民の積極的な参加による資源リサイクルによる地域振興の取組み事例	群馬県多野郡上野村 保険福祉課 市川久美夫
13:50	陶土副産物キラ材をリサイクル利用した充填工法	浅所陥没を引き起こす亜炭の採掘跡に、産廃処理されていた陶土の副産物キラを再利用し充填する工事内容の紹介	飛鳥建設(株)東海環状充填作業所 山田紀利 宮沢義博
14:20	建設汚泥のリサイクル工法	濁水プラントよれ発生する脱水ケーキを法面保護工の生育基盤材と混合し活用した取組み事例	北陸農政局 西蒲原農業水利事務所 山田伸之
15:00	休憩		
15:15	環境に優しい土壌硬化剤マグホワイトによる資源循環技術	土壌のみならず排水汚泥や湖沼等の底泥を固化し、再利用可能である土壌硬化剤の開発と汎用技術の検討内容	(独)農業工学研究所 水田整備研究室 藤森新作
16:00	コンポスト利用による野菜と水稲の実証栽培について	集排施設からの汚泥を再利用した無化学肥料の安全性・有利性を実証のための野菜栽培への取組み事例	福島県土地改良事業団体連合会 景井仁志
16:45	閉会挨拶		農業土木研究会理事

注) プログラムは都合により変更する場合があります。

4. 参加費：農業土木技術研究会 会員 5,000円・非会員 8,000円  
 (昼食代は含みません。参加費は当日会場にて申し受けます。)  
 \*会員とは機関誌「水と土」を購読されている方
5. 参加人数：定員400名(会場の都合で定員になり次第締め切ります。)
6. 申込方法：(1) 申込期日 平成14年1月11日(金)まで  
 (2) 申込先 〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4 農業土木会館内  
 農業土木技術研究会 TEL 03-3436-1960  
 FAX 03-3578-7176  
 (3) 手紙またはファックスでお申込下さい。



### 科学技術館への道順

- 地下鉄
  - ・東西線 竹橋駅下車(1B出口)
  - ・半蔵門線, 都営新宿線
 九段下駅下車(2出口)  
 (各駅徒歩7分)

\*申し訳ございませんが、当日は外部からの電話の取り次ぎはできませんので、急用の場合は、下記へFAXでお願いいたします。なお、FAXは受付に張り出しています。

FAX：03-3212-8485



# 水と土 第127号 報文内容紹介

## 水文気象特性を考慮した流量観測網の検討

吉田 宏・木村義昭・白谷友秀

本論文は、合理的な流量観測網の構築を目的に、対象地域の水文、及び気象の特性に基づき流量観測観測点の選定を行なった。具体的には、まず、これまで蓄積した水文、および気象データより、水文気象特性に関する利水面からの総合指標を作成し、この指標値ランクに基づき対象地域のブロックを行なった。次に、各ブロック毎に、観測点間の日流量に関する相関関係を調べ、ブロックを代表する観測点を設定した。(水と土 第127号 2001 P.13 企・計)

## 長距離・高水圧パイプラインの整備技術について —送水系オープンタイプパイプライン—

玉井善章・四戸孝司・中井 敦

幕別送水幹線用水路は、国営かんがい排水事業札内川第二地区の送水系用水路で、地区内の凹地を縦走する延長25km、最大静水圧1.4kNのオープンタイプパイプラインであり、水理面はもとより高水圧のもとで保守管理方法を多角的に検討する必要がある。本報文は、この送水路の調圧技術を検討する一方、利水管理から緊急遮断弁を含む状態監視システムを導入し、維持管理の容易化、安全性の確保を図った整備技術について報告する。(水と土 第127号 2001 P.23 設・施)

## 倉真川地区における河川改修の取組みについて —可動堰から固定堰へ—

須藤 常央

平成9年に河川法が改正されて以来、従来の治水利水に環境対策が加わるようになった。このことは農業農村整備事業で取組む河川改修にも多大な影響を及ぼしている。特に環境への配慮から可動堰を否定する動きが全国的に高まりつつあるが、国営かんがい排水事業「倉真川地区」においては計画されていた可動堰を固定堰に変更すると共に多自然型川づくりを取組んでいる。本報文はこれらの具体的な取組みを紹介するものである。(水と土 第127号 2001 P.34 設・施)

## 河川改修工事における建設廃棄物のリサイクル —北陸農政局阿賀野川右岸農業水利事業—

高原 和弘

新潟県豊栄市を流れる駒林川の改修工事では、既設の護岸コンクリート等のコンクリート殻が大量に派生する。そこで、コンクリート殻を現場内で再生処理し、新たに大型連接ブロックの裏込砕石として使用することにより、環境への負荷を軽減し、さらに経済的に施工できた事例を紹介する。(水と土 第127号 2001 P.46 設・施)

## 水利の再編計画について —パイプラインで水利統合・未来のふるさとづくり—

森口 幸男

ほ場整備を契機に、ため池・井堰・井戸を水源とする錯綜した水利慣行を、用水路のパイプライン化によって水利統合を行うとともに、配水の管理調整を行う水利団体を組織化した事例を企画・計画に視点をおいた説明とした。(水と土 第127号 2001 P.53 企・計)

## 児島湖の国営農地防災(水質障害対策型)事業について —水質改善対策工法の紹介—

萩野 隆造

現在、児島湖の水質は全国湖沼の水質ワーストランキングの上位に位置しており、今後の水質悪化が懸念される。水質浄化のための事業として、児島湖沿岸農地防災事業を実施している。事業の内容としては、浚渫・脱水・埋戻の3工法により水質改善事業を行なっている。(水と土 第127号 2001 P.57 設・施)

## GISを活用した土地改良施設管理システム

武田 富美夫

国営一ツ瀬川農業水利事業は、宮崎県西都市他3町、受益地3,547haのかんがいを目的として昭和60年度に完了した。施設の委託管理を受けた一ツ瀬川土地改良区は、同じく関連県営事業で造成された施設の維持管理に努め、用水管理システムの監視操作、パイプラインの巡視点検等を実施している。そこで、維持管理の効率、高度化を目的とし、パソコンを使用したGISで管理システムを構築したので具体的な事例を通して紹介する。(水と土 第127号 2001 P.69 企・計)

## 横引き型ロール式ゲートの開発と改良

平瀬 巧・川村 孝次

従来のゲートに対する発想を変えた新型ゲートの実現に至る開発の経緯を紹介した報文である。農業用水のように大量の流水を、1ヶ所の分水工にて多方向へ分水しなければならぬ時、越流式のクレストゲートでは、ゲートを操作するたびに越流水深が変動し、分水比の設定に手間がかかっていた。そこで越流水深が変化しても一定の分水比が簡単に得られるようにゲートの機構を研究・開発した。(水と土 第127号 2001 P.79 設・施)

## 生態系に配慮したほ場整備の設計事例とその背景

森 淳

農地再編整備事業「いさわ南部地区」では生態系に配慮したほ場整備が実施されている。本稿では、設計にあたってのコンセプトを踏まえつつ、生態系に配慮した施設設計事例を紹介する。また、暫定的ながら、昨年度施工した生態系保全工法の効果と留意点を考察する。(水と土 第127号 2001 P.90 設・施)

## <歴史的な土地改良施設>

### 山王海ダムの再開発—先達の願いを21世紀に— 都築 慶剛

国営かんがい排水事業「山王海(二期)地区」では、昭和27(1952)年に旧国営事業により築造された旧山王海ダムの高上げという他に例を見ない工事により水源の再開発を行っており、現在、試験湛水中である。

この旧山王海ダムは、今日までの約50年間、地域の農業振興・田園都市の創生を支えてきた歴史的遺産である。その完成に込められた先達の願いは新山王海ダムに引き継がれることとなるが、それに先立ち旧山王海ダムについて、先達の歩んだ道のり、歴史的意義について紹介したい。(水と土 第127号 2001 P.98 設・施)

## 地 産 地 業

—地域に融合した事業展開について—

高 橋 敬 明\*  
(Noriaki TAKAHASHI)

### はじめに

平成13年6月の通常国会で、社会経済情勢の変化を受け、土地改良法の一部を改正する法案が提出され成立した。その内容は、事業実施に当たって環境との調和への配慮、地域の意向を踏まえた事業計画の策定、地域と連携した土地改良施設の管理等となっている。このように環境・地域に対する関心が大きくなったのは、新しい時代を迎え、物の豊かさと引き替えに自然環境が損なわれていく中で、国民が本物を求めだした兆候ではないだろうか。戦後の急速な発展の中で国民が求めてきたのは、新たな三種の神器と言われた電化製品等の新しい文明であった。それが今は、一応物質的には満たされ、食糧も飽食の時代となり、物事の本質の部分への関心や、心の豊かさを求めようとする意識の高揚があるのではないだろうか。私達の実施している事業に関して考えると事業の効率化・画一化を求めて実施してきた結果、土地改良施設整備及びほ場整備等は大きく促進された。しかし、環境への調和、地域との融合などへの配慮不足から新たな問題を生じているのも否めないのではないだろうか。

### これからの農業農村整備

本県の農業は、瀬戸内海沿岸の温暖な気候の中に広がるかんきつ園、都市近郊の野菜畑、北部中国山地の谷間に広がる水田での稲作と、地形・気候の特性を生かした実に多様な農業が展開されている。まさに、「リンゴからミカンまで」の農作物が生産されており、「日本の農業の縮図」の様相を呈している。

また、県土の約8割が中山間地域を占める本県では、農村集落の多くは、耕地内に農家が散在・散居しており、ほ場整備事業を実施すると、ほ場の整備に併せて生活道路や集落内の地域排水路など生活環境基盤も同時に整備されることから、農村社会の健全な発展のため、昭和50年代初めより、この事業を県の主要施策として推進してきた。その結果、要整備水田面積（30,500ha）に対する整備率は80%を越える状況となり、生産及び生活の基盤は一定のレベルに整備されてきている。しかし、農村の過疎化・高齢化の進展は著しく、環境保全への配慮、都市・農村交流の促進、農村の伝統・文化の継承等による地域活性化が求められている。この活性化には、地域をとりまとめて住民を引っ張って行くリーダーが必要であり、この養成を如何にするかが今後の重要な課題になっている。今でも優秀なリーダーがいる地域は、ほ場整備の排水路の親水公園化、現地採取の玉石水路等環境への調和、地域主体のホタル祭りの開催による都市との交流、水車による精米所の復活等地域遺産の継承が住民主体で行われており、地域の人々は生き生きと色々な活動に参加している。これからは、事業推進を住民主体で行政と一体となっていくことが一層必要とされることから、地域住民との接触が多い農業土木技術者が一翼を担う重要性が益々高まってきている。

\*広島県農林水産部農村整備総室長



また、このように地域との対話を通じて施工された造成施設は、地域で適切に維持管理され、地域環境と調和してきている。しかし、地域資源の有効利用、地域要望等を事業計画に反映させればどうしてもコスト高になり、地元負担・公費負担の増につながることから、事業の透明性、説明責任等を配慮しながら実施しなければならないだろう。

近年、「地産地消」という言葉がよく使われている。これは、地域で作られたもの（地場生産）を地域で消費すること（地場消費）を略した言葉である。現在、本県でもこの「地産地消」を積極的に推進している。

今後の事業展開にあたっては、地域ニーズに合ったメニューを住民主体で産み出し、環境との調和に配慮しながら地域にとけ込んだ形で事業実施することが大切である。表題の「地産地業」は私の勝手な造語であるが、これからの農業農村整備を考えるときのキーワードと考えている。

### 広島県における取組み

本県では、平成13年4月に県庁の本庁内組織がフラット化され、①意思決定プロセスの簡素化による意思決定の迅速化をはかるために中間管理職の廃止、②目的志向型の組織再編により「課」から「室」への移行と施策目的を大括りした「総室」の設置、③係制を廃止し、グループ制の導入により機動的・弾力的な組織運営への転換をはかるとして組織再編が行われている。農業農村整備事業を担当する部署として従来の農村整備課が「農村整備総室」へ、施策のとりまとめに応じた組織「室」として、土地改良室（土地改良G、用地G）、生産基盤室（企画調査G、ほ場整備G、防災G）、生活基盤室（農道整備G、集落水利G）、技術管理室（技術管理G）が設置された。

今まで、事業の展開にあたっては、市町村自ら策定する「農業農村整備事業管理計画」の充実のため、県・市町村・土地改良区等の担当職員と一緒に検討する「農村整備まちづくり支援連絡会」を開催してきた。更に、本年度からこれと併せて組織再編と土地改良法の改定等を踏まえ、農業農村整備事業の今後の取組むべき基本方針、具体的な行動指針、市町村の地域づくりを推進する指導指針等を定める「農業農村整備事業推進プラン」の策定を計画しており、地方機関の職員との意見交換会を行いながら取りまとめることとしている。この推進プランに「地産地業」の考えを織り込みながら、広島県の農業農村整備のあり方及び推進方策を明確にしていきたいと考えている。

### おわりに

平成14年度においては、公共事業費が前年度より抑制されると聞いている。このような状況の中で、今後の農業農村整備事業は、事業計画に基づく事業の円滑な実施を図るため地域住民に広く意見を聞くことや、事前評価・再評価・事後評価と色々な段階で第三者のチェックを受けるシステムとなりつつあり、従来どおりの事業計画・実施とは発想を変える時期にきている。この発想の転換は、これまで培ってきた手法・技術力に加え、地域住民と連携し、新たな手法を編み出すことにより切り開かれると信じている。





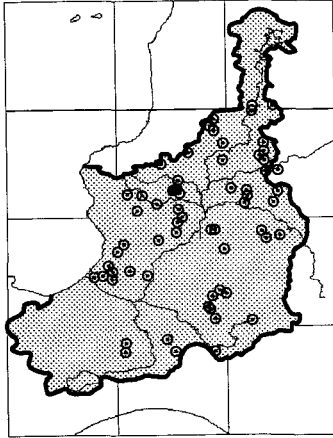


図-2 水文データ収集地点

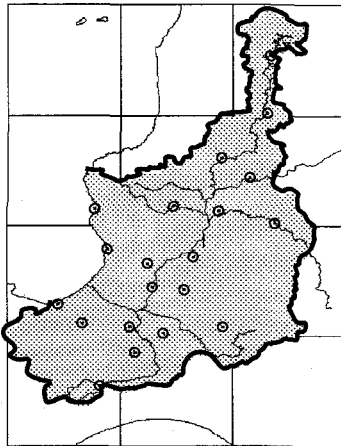


図-3 気象データ収集地点

#### 4. 解析方法

解析フローを図-4に示す。解析の考え方は、物理的根拠（水文気象特性）に基づき対象地域をブロック化し、次に、各特性ブロックに含まれる流量観測点間の流量相関を求め、特性ブロック毎に基準観測点及び従属観測点（基準観測点と高い相関がある地点）を設定するというものである。

##### 4.1. 水文気象特性による対象地域のブロック化

対象地域のブロック化は、利水面から水文特性と気象特性を反映する総合指標を作成し、その総合指標の階級区分を、それぞれ特性ブロックと置き換えることにより行う。

気象や水文観測値等の既に数値化されている多くの要素を総合指標化する統計手法として、代表的な（相関行列による）主成分分析（計算プログラムは自作<sup>1)</sup>）を用いることとした。

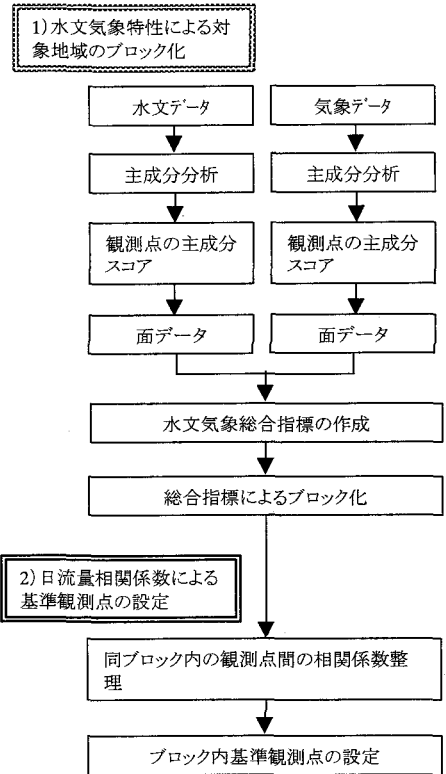


図-4 解析フロー

総合指標の作成は、まず、観測点毎のデータに主成分分析を適用し、水文特性、または気象特性を表わす主成分スコアを算出する。次に、地理的（2次元）な対応付けを行うために、地点毎に算出されたそれぞれの主成分スコアに空間補間を施し、面（格子点1km×1km）データを作成する。それぞれの面データを平均0、標準偏差1となるように標準化を行い、同じ位置の格子点毎の合計を求め（各主成分スコアに対応する面データを重ね合わせる）、この合計値を総合指標とした。

この総合指標は、各主成分スコアが概して利水面で有利に作用する度合いを表現していると判断されるため（5. 解析結果参照）、利水有利性を総合的に示す指標と解釈される。

面データの作成には、距離2乗を重みとした次式より算出した。

(1)式

$$M_0 = \frac{\sum_{i=1}^n (1/l_i^2) v_i}{\sum_{i=1}^n (1/l_i^2)}$$

ここで、 $M_0$  は求めたい格子点の主成分スコア、 $v_i$  は観測点の主成分スコア、 $n$  は観測点数、 $l_i$  は求める格子点と観測点間の距離を表わす。

面データの標準化には、次式を用いた。

(2)式

$$X_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sqrt{\sigma^2}}$$

ここで、 $X_i$  は格子点*i*の標準化した主成分スコア、 $x_i$  は格子点*i*の主成分スコア、 $\bar{x}$  は面データの平均、 $\sigma^2$  は面データの分散を表す。

#### 4.2. 日流量相関係数による基準観測点の設定

基準観測点は、少ない基準観測点数で、できるだけ多くの地点の流況を再現するという考え方に基づき設定した。「流況が再現できる」とは、2

地点間の日流量相関係数が0.85以上得られる場合とした。

具体的には、各ブロック毎に観測点を抽出し、地点間の相関係数と属性（相関対象地点数等）を整理する。得られた相関係数や属性テーブルを操作することにより基準観測点を抽出した（後述5.2節参照）。

### 5. 解析結果

#### 5.1. 水文気象特性による対象地域のブロック化

##### 1) 水文データの主成分分析結果

水文データの主成分分析に用いる変量は、流況、及び流出高とし、利水有利性を表現する指標とするために、以下の要領に従い定めた。流況は、か

表一 主成分分析に用いた変量（水分）

観測点	5~8月の流況（比流量）[m³/s/100km²]				流出高[mm]	
	豊水	平水	低水	渇水	4月~6月	5月~8月
本田宅地先	2.305	1.048	0.505	0.233	600	223
望来川上流	3.516	1.484	0.855	0.403	899	418
青山橋	7.924	2.709	1.581	1.017	1216	788
近唐橋	2.275	1.409	1.025	0.672	248	246
牧場地点	14.208	12.981	12.170	11.302	1100	1418
幌新ダム上流	3.714	1.122	0.510	0.235	1102	583
鷹泊ダム上流	4.587	1.806	1.297	0.707	639	459
みなと橋	4.436	1.169	0.522	0.217	1232	630
上湯内ダム上流	2.378	0.964	0.459	0.180	646	297
恵岱別ダム上流	26.520	9.686	4.507	2.786	1802	1798
雨煙内ダム上流	4.500	1.571	0.857	0.536	973	591
幌内川上流	3.676	1.225	0.694	0.396	804	459
尻無川上流	3.125	1.375	0.750	0.625	815	378
左の沢川右岸	3.173	1.113	0.571	0.256	677	398
沼田ダム上流地点	4.920	1.438	0.677	0.328	951	556
幌加橋	27.009	10.319	4.306	1.928	1775	1745
尾白利加ダム上流	20.361	6.528	3.080	1.886	1571	1388
月形ダム上流	6.827	3.340	2.013	1.276	841	597
しょうそう橋	8.553	2.776	1.429	0.817	1083	762
於札内川上流	10.901	4.648	3.231	2.462	1051	883
美沢ダム地点	2.514	0.771	0.382	0.194	757	349
須麻馬内	4.634	3.032	2.538	1.968	654	485
樺戸ダム	29.253	12.083	4.897	2.749	1837	1832
札の内川上流	10.348	5.087	3.304	2.522	1040	868
美沢ダム上流地点	4.167	1.214	0.595	0.310	871	481
志寸地点	3.259	1.724	1.276	0.966	727	381
美沢ダム合流地点	3.651	1.277	0.590	0.301	856	463
百戸地点	6.000	3.178	2.240	1.636	752	612
北電観測点	3.156	0.919	0.509	0.329	599	363
夫婦滝下流	4.194	1.574	0.861	0.485	680	429
エルムダム上流	6.596	2.719	1.649	1.088	835	633
桜ヶ丘	2.360	1.199	0.697	0.368	475	262
幌向川支流	2.904	1.072	0.440	0.184	556	335
幌向ダム上流	2.735	1.147	0.676	0.441	496	264
桜ヶ丘ダムサイト	2.606	1.291	0.749	0.394	450	286
クオベツダム上流	3.240	1.986	1.288	0.836	413	334
阿野呂川源流	4.250	2.025	1.175	0.725	644	392
春志内地点	3.090	1.041	0.582	0.320	740	365
更進橋	3.480	1.427	0.898	0.521	509	311
春志内	3.943	1.205	0.574	0.303	619	382
大夕張ダム	7.406	3.042	1.617	0.813	712	605
美唄ダム	6.500	2.313	1.252	0.549	809	659
幌加	26.765	11.005	4.903	2.621	1949	1944

表-2 主成分分析結果 (水分)

項目	第1主成分	第2主成分	第3主成分	第4主成分	第5主成分	第6主成分
豊水比流量 (5~8月)	-0.0438	0.7582	-0.5457	0.3530	-0.1530	0.3188
平水比流量 (5~8月)	-0.0759	0.6107	0.7798	-0.1149	0.0510	-0.1034
低水比流量 (5~8月)	0.4533	0.1914	-0.2063	-0.6297	0.7500	-0.3875
濁水比流量 (5~8月)	0.5290	0.0883	-0.0433	-0.2511	-0.5640	-0.4648
流出高 (4~6月)	0.5253	-0.0257	0.1123	0.2949	-0.2470	0.1725
流出高 (5~8月)	0.4807	-0.0841	0.1928	0.5619	0.1780	0.7012
固有値	3.4040	1.1441	0.8989	0.5453	0.0077	0.0012
寄与率	0.5672	0.1906	0.1498	0.0909	0.0013	0.0002
累積寄与率	0.5672	0.7579	0.9076	0.9985	0.9998	1.0000

んがい期にあたる5月から8月の期間の豊水比流量、平水比流量、低水比流量、濁水比流量とした。流出高は、融雪期にあたる4月から6月、またかんがい期にあたる5月から8月の値とした。各変量の値は、観測各年の値を平均して求めた。表-1に、用いた変量とその値を示す。

表-2は、水文データによる主成分分析の結果である。表-2には、第1主成分から第6主成分までの、各項目に対応する固有ベクトル、固有値、寄与率、累積寄与率を示した。この表によれば、第3主成分の累積寄与率が90%を越えていることから、数的には、第1主成分から第3主成分により、ここでの水文特性を説明しようと考えられる。

次に、第1主成分から第3主成分の固有ベクトルより、各主成分の水文特性の意味を考察する。

図-5は、表-2に示した第1主成分から第3主成分までの固有ベクトルを、主成分別に棒グラフで表わしたものである。

この図によれば、第1主成分は、低水・濁水比流量、また流出高の固有ベクトルが、他の項目の固有ベクトルに比べ大きい。基底流量が大きい河

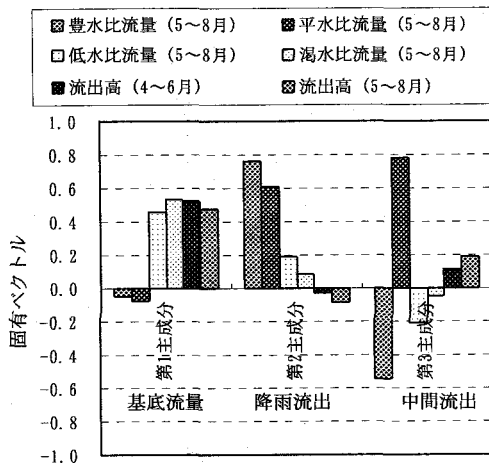


図-5 主成分から第3主成分の固有ベクトル(水文)

川では、低水・濁水比流量は大きな値となると考えられることから、第1主成分は基底流量の大きさを表すものと考えられる。

第2主成分では、豊水比流量の固有ベクトルが、他の項目の固有ベクトルにくらべ大きい。豊水比流量は降雨の影響を受ける値であることから、第2主成分は、降雨流出寄与の程度を反映しているものと考えられる。

第3主成分は、豊水比流量(負値)及び平水比流量(正値)の固有ベクトルが大きい値を示している。中間(安定)流出依存の傾向を表わしているものと考えられる。

いずれの主成分値も、長期的な水利用の観点からは利水有利性の尺度と解釈することが可能と思われる。

## 2) 気象データの主成分分析結果

気象データの主成分分析に用いた変量は、気温、降水量及び積雪深とし、営農面や利水面からの有効性を表現する指標とするために、以下の要領に従い定めた。気温と降水量は、融雪が始まる4月から融雪ピークが出現する5月、かんがい期にあたる5月から8月、冬期として11月から翌年3月の3期間に分け、気温は期間平均気温、降水量は期間の積算値を用いた。各変量の値は、観測年の値を平均して求めた。年最深積雪深は、観測各年の最深積雪深を平均したものである。表-3に用いた変量とその値を示す。

表-4に主成分分析の結果を示す。表-4には、固有ベクトル、固有値、寄与率、累積寄与率を示した。表によれば、第3主成分の累積寄与率が90%となっていることから、気象特性は、第1主成分から第3主成分で説明されうると考えられる。

水文特性と同様に、第1主成分から第3主成分の固有ベクトルより、各主成分の表わす気象特性上の意味を考察する。

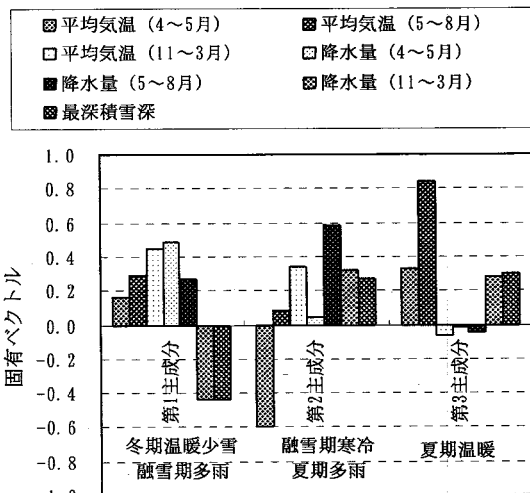
図-6は、表-4に示した第1主成分から第3

表一3 主成分分析に用いた変量 (水文)

地点名	平均気温 [°C]			降水量 [mm]			年最深積雪深 [cm]
	4月~5月	5月~8月	11月~3月	4月~5月	5月~8月	11月~3月	
札幌管区气象台	9.5	17.7	-0.5	108	291	481	101
岩見沢測候所	8.5	16.9	-2.2	126	365	488	122
浜益	8.2	16.7	-0.6	131	312	509	90
厚田	7.7	16.1	-1.2	127	331	448	107
新篠津	7.9	16.3	-2.9	116	350	403	111
山口	8.6	16.8	-1.2	97	255	432	115
西野幌	7.6	15.8	-2.8	132	352	450	107
恵庭島松	7.7	15.8	-2.8	138	404	306	82
支笏湖畔	6.7	14.8	-2.0	240	675	491	101
朱鞠内	5.2	14.6	-5.8	144	408	733	231
幌加内	6.3	15.9	-5.1	136	364	632	194
石狩沼田	7.2	16.4	-4.1	114	341	557	159
深川	7.8	16.7	-3.8	114	346	357	118
空知吉野	7.2	16.3	-3.7	151	366	746	170
滝川	7.9	16.6	-3.6	128	350	453	107
芦別	8.5	17.3	-3.1	118	327	435	76
月形	7.5	16.1	-2.8	139	388	616	154
美唄	8.4	16.9	-2.9	127	372	437	111
長沼	8.1	16.3	-2.7	131	374	354	89
夕張	7.2	15.5	-3.6	175	446	553	135

表一4 主成分分析結果 (水文)

項目	第1主成分	第2主成分	第3主成分	第4主成分	第5主成分	第6主成分	第7主成分
平均気温 (4~5月)	0.1610	-0.5918	0.3295	0.6443	-0.3050	-0.0156	-0.0830
平均気温 (5~8月)	0.2890	0.0825	0.8470	-0.4368	-0.0091	-0.0341	-0.0152
平均気温 (11~3月)	0.4438	0.3414	-0.0623	0.2836	0.2870	-0.4019	-0.5985
降水量 (4~5月)	0.4908	0.0458	-0.0120	0.2485	0.5318	0.4369	0.4706
降水量 (5~8月)	0.2670	0.5883	-0.0420	0.2053	-0.6847	0.0839	0.2506
降水量 (11~3月)	-0.4354	0.3232	0.2775	0.2748	0.1014	0.6171	-0.4029
最深積雪深	-0.4380	0.2715	0.3020	0.3664	0.2503	-0.5082	0.4336
固有値	3.6743	1.7350	0.8319	0.4424	0.2473	0.0502	0.0189
寄与率	0.5249	0.2479	0.1188	0.0632	0.0353	0.0072	0.0027
累積寄与率	0.5249	0.7727	<b>0.8916</b>	0.9548	0.9901	0.9973	1.0000



図一6 第1主成分から第3主成分の固有ベクトル (気象)

主成分までの固有ベクトルを、主成分別に棒グラフで表わしたものである。この図から、各主成分の物理的意味として以下の傾向が読み取れる。

第1主成分について、固有ベクトルの絶対値が大きい項目は、11月から3月の気温、4月から5月の降水量 (以上、正值)、また、11月から3月の降水量と最深積雪深 (以上、負値) である。これらのことより第1主成分は、冬期温暖少雪、融雪期多雨の傾向を表していると考えられる。

第2主成分では、4月から5月の気温の固有ベクトルが小さく、5月から8月の降水量の固有ベクトルが大きい。このことから第2主成分は、融雪期寒冷、かんがい期多雨の傾向を表していると考えられる。

第3主成分は、5月から8月の気温の固有ベクトルが大きいことから、かんがい期温暖の傾向を表していると考えられる。



利水面からは、第1主成分は融雪期降雨依存の指標、第2主成分はかんがい期降雨依存の指標と概して解釈することができ、第3主成分はかんがい期気温の要素が主であることから生育等の営農面での有利性を示す指標と解釈することができる。

### 3) 総合指標による対象地域のブロック化と各ブロックの特徴

主成分分析結果より、対象地域の水文・気象特性は6種類の主成分より説明されることが分かった。各主成分が表わす水文気象特性は、表-5の通りである。そこで、この6種類の主成分より、総合指標を作成し、対象地域のブロック化を行った。

図-7は、総合指標に階級幅を設定し、対象地域をブロック化した図である。階級幅は、各階級に属する格子点の数が同じになるように5区分に

分割した(図-7凡例参照)。

図-7で示した各ブロックの水文・気象特性を、各ブロックの格子点を持つ主成分スコアより考察する。表-6は、各格子点を持つ主成分スコアのブロック毎の平均値をまとめたものである。表には、ブロック番号と総合指標の範囲、各ブロックの主成分スコアの平均値を示した。

図-8は、表-6に示したブロック内平均主成

表-5 各主成分が表わす水文気象特性

項目	主成分が表わす水文・気象特性
水文	第1主成分 基底流量の大きさ
	第2主成分 降雨流出の大きさ
	第3主成分 中間流出の大きさ
気象	第1主成分 冬期温暖少雪、融雪期多雨
	第2主成分 融雪期冷涼、夏期多雨
	第3主成分 夏期温暖

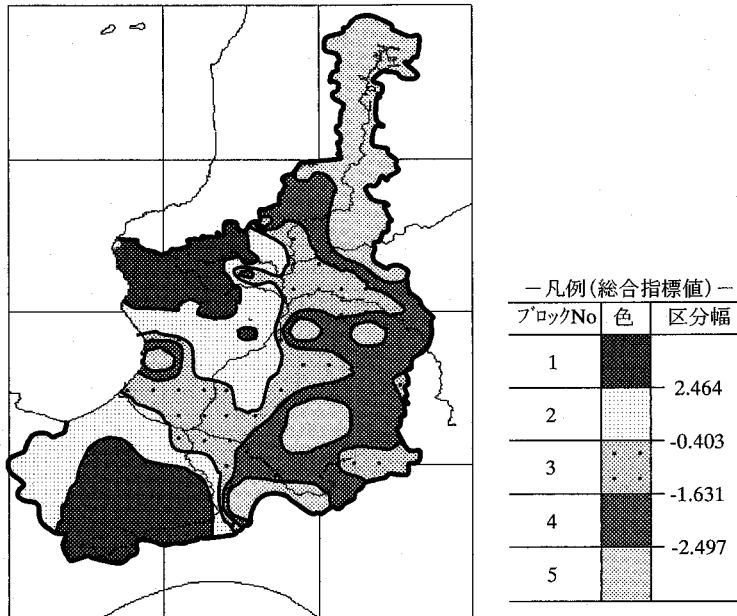


図-7 水文気象特性ブロック

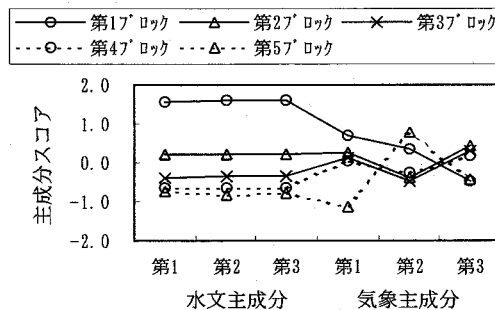


図-8 各ブロックの水文・気象特性値

表一 6 各ブロックの水文・気象特性値

ブロック 番号	総合指標の 範囲	ブロック内平均主成分スコア					
		水文			気象		
		第1主成分	第2主成分	第3主成分	第1主成分	第2主成分	第3主成分
1	2.464以上	1.558	1.601	1.592	0.675	0.356	-0.489
2	-0.403~2.464	0.204	0.222	0.218	0.270	-0.403	0.434
3	-1.631~-0.403	-0.370	-0.343	-0.366	0.149	-0.468	0.283
4	-2.497~-1.631	-0.648	-0.657	-0.658	0.042	-0.265	0.194
5	-2.497未満	-0.743	-0.823	-0.785	-1.137	0.780	-0.423

分スコアを図に示したものである。

各ブロック毎の比較で、最も顕著な差が認められる水文第1主成分から水文第3主成分に着目すると、総合指標の値が最も大きい第1ブロックは、第2ブロックから第5ブロックの主成分スコアと比較し、水文第1・2・3主成分の主成分スコアが最も大きい。反対に、総合指標の値が最も小さい第5ブロックは水文関連の主成分スコアが最も小さな値となっている。表一5を合わせ見ると、総合指標の値が大きいブロックは、流量（流況）値が大きいという解釈になる。

次に、気象第1主成分から気象第3主成分に注目して図を見ると、第5ブロックの気象第1主成分の主成分スコアが他のブロックと比較し特に小さく、また気象第2主成分の主成分スコアは反対に大きくなっている。このことから、第5ブロックは、冬期寒冷多雪～融雪期寒冷、融雪期少雨～夏期多雨の特徴を持つと解釈される。

これらのことから、安定した利水管理（水資源の確保）の観点からは、総合指標値が大きな地域ブロックほど有利であると考えることができる。

5.2. 日流量相関係数による基準観測点の設定

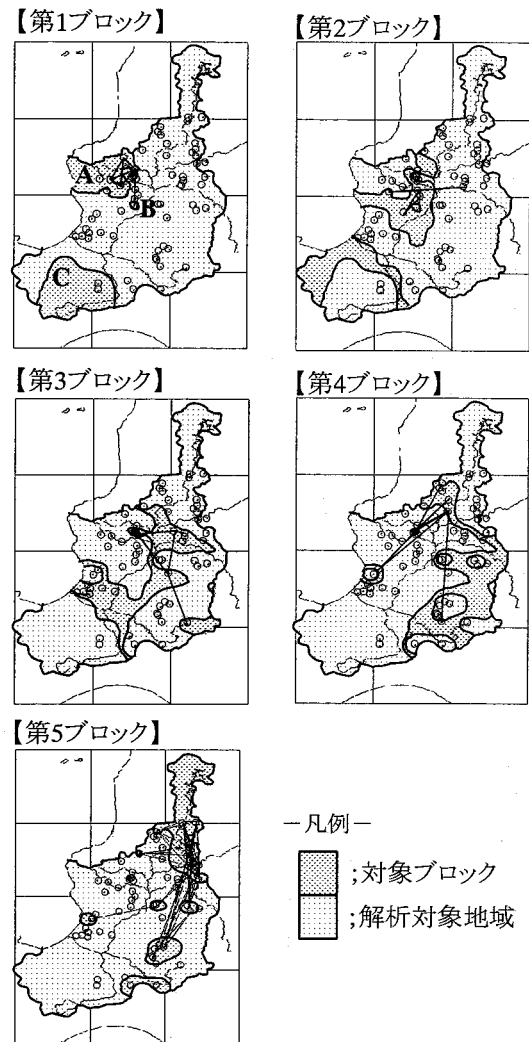
前節において、対象地域を、水文気象特性によりブロック化し、各ブロックの特性を調べた。本節では、日流量の相関係数に着目して、各ブロックに属する観測点間の相関関係を調べ、単独観測点（他の観測点と相関性が低く、単独扱いで観測する必要がある地点）、基準観測点（他のいずれの地点とも最も相関性が高い地点）、および従属観測点（基準観測点との相関式により流量が再現できる地点）を設定する。

1) ブロック内観測点間の相関関係について

ブロック化を行った結果、同種のブロックが地理的に隔てて存在する個所が見られた。ここでは、同種のブロックに属する観測点間の日流量相関係数を調べ、同種ブロック内の観測地点間の相関性

を調べた。

図一9は、各ブロックに属する観測点を抽出し、それらの観測点間の相関関係を示した図である。図中の○印は観測点を表わし、観測点間の相関係数が0.85以上の場合、観測点間を実線で結んだ。図は、ブロック毎に示した。



図一9 ブロック内観測点間の相関関係

第1ブロックの場合、3箇所に分かれている(図中A, B, C)。領域Aでは、実線が見られ、領域内に位置する観測点間の相関が高いことが分かる。また、領域AとBは離れて位置しているが、相関が高い観測点があることが分かる。領域Cは、領域内地点間の相関は低く、また領域AおよびBとの相関は低いことが分かる。第5ブロックの場合は、ブロックが7箇所に散在しており、解析対象地域の東側領域に実線が多く見られ、相関が高い観測点が集中している。

## 2) 観測基準点の設定

ブロック内観測点間の相関関係を整理し、基準観測点を設定する。設定の手順について、第1ブロックを例に、以下に説明する。

表-7は、第1ブロックに属する観測点を抽出し、相関関係を整理した表である。表の各欄には、次の内容を示した。

- ① 相関基準点；ブロックに属する観測所の地点番号
- ② ブロック番号；相関基準点が属するブロッ

表-7 基準観測点設定の手順(第1ブロック)

(A)

相関基準点	ブロック番号	観測期間	相関対象地点数	相関対象地点と相関係数				相関係数 平均値		
				地点番号	相関係数	地点番号	相関係数		地点番号	相関係数
1104	1	3	0							
1409	1	10	0							
1515	1	20	3	1605	0.93	1609	0.86	1626	0.88	0.890
1605	1	9	3	1515	0.93	1609	0.93	1626	0.97	0.943
1609	1	20	3	1515	0.85	1605	0.93	1626	0.89	0.893
1622	1	14	1	1628	0.90					0.900
1626	1	8	3	1515	0.88	1605	0.97	1609	0.89	0.913
1628	1	12	1	1622	0.90					0.900
1927	1	4	0							

(B) 観測基準点の抽出

相関基準点	ブロック番号	観測期間	相関対象地点数	相関対象地点と相関係数				相関係数 平均値		
				地点番号	相関係数	地点番号	相関係数		地点番号	相関係数
1515	1	20	3	1605	0.93	1609	0.86	1626	0.88	0.890
1605	1	9	3	1515	0.93	1609	0.93	1626	0.97	0.943
1609	1	20	3	1515	0.85	1605	0.93	1626	0.89	0.893
1622	1	14	1	1628	0.90					0.900
1626	1	8	3	1515	0.88	1605	0.97	1609	0.89	0.913
1628	1	12	1	1622	0.90					0.900

(C) 観測基準点を削除し、表の再整理

相関基準点	ブロック番号	観測期間	相関対象地点数	相関対象地点と相関係数				相関係数 平均値		
				地点番号	相関係数	地点番号	相関係数		地点番号	相関係数
1515	1	20	0							
1605	1	9	0							
1622	1	14	1	1628	0.90					0.900
1626	1	8	0							
1628	1	12	1	1622	0.90					0.900

No 終了条件；相関対象地点数が全て0

Yes

(D) 終了時の表

相関基準点	ブロック番号	観測期間	相関対象地点数	相関対象地点と相関係数				相関係数 平均値		
				地点番号	相関係数	地点番号	相関係数		地点番号	相関係数
a	1104									
a	1409									
c	1515	1	20							
c	1605	1	9							
b	1609									
b	1622									
c	1626	1	8							
c	1628	1	12							
a	1927									

(表左欄外の記号) a: 単独観測点、b: 観測基準点、c: 従属点

ク番号

- ③ 観測年数；相関基準点の観測年数
- ④ 相関対象地点数；相関基準点との相関係数が0.85以上得られる地点の数
- ⑤ 相関対象地点と相関係数；相関基準点との相関係数が0.85以上得られる地点の地点番号と相関係数
- ⑥ 相関係数平均値；「相関対象地点と相関係数」の欄に示した相関係数の平均値

表一7(A)で、相関対象地点数が0となっている観測点は、単独観測点となるため基準観測点を検討するにあたり除いた。この地点を除き整理した表が表一7(B)である。

表一7(B)から基準観測点を抽出する。基準観測点を抽出する条件を、次の3項目とした。

- 条件1；相関対象地点数が最も多い観測点
- 条件2；観測年数が長い観測点
- 条件3；相関係数平均が大きい観測点

条件1で複数の観測点が抽出される場合は、条件2を当てはめ、更に複数抽出される場合は条件3も当てはめる手順で基準観測点を決めた。その結果、表一7(B)に示す「1609」が、第1点目の基準観測点として抽出される。

次に、第1点目基準観測点を除いた形で表一7(B)を再度整理する。下記に示す①、②を理由に、まず、「相関対象地点と相関係数」の欄から、基準観測点、及び、基準観測点の相関対象地点を

削除する。

- ①基準観測点に設定した観測点は、他の観測点から流況を再現する必要はない。
- ②設定した基準観測点の相関対象地点は、他に設定される基準観測点から推定する必要はない。

これにより、「相関基準点」の欄から基準観測点(1609)が削除され、観測基準点の検討対象から除かれる。その結果、表-7(C)に示す形で相関関係が整理される。

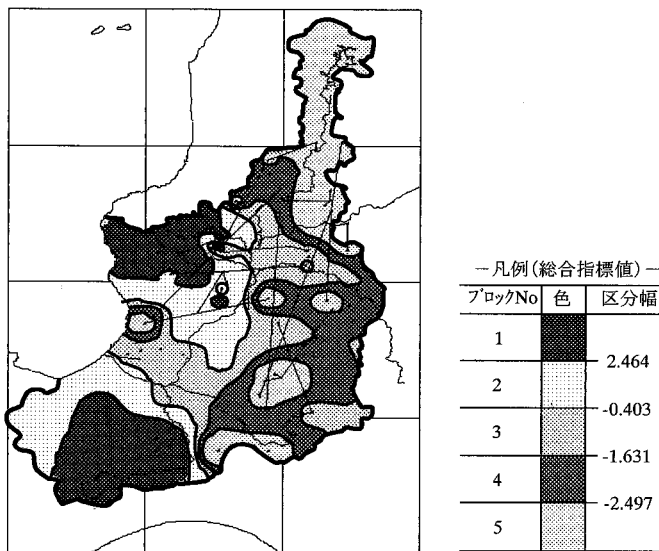
表一7(C)の相関対象地点数が全て0になるまで、表一7(B)、表一7(C)に示す操作を繰り返し基準観測点を抽出する。

表一7(D)は、基準観測点抽出終了時の表である。ここに記載されている相関基準点は、設定された基準観測点より流況が再現できる観測点である。表左端脇に各観測点の種別を記した。

## 6. 結論

5.2での手順に沿って設定した基準観測点について、5.1で策定された水文気象特性ブロック図上に示したものが図一10である。図では、観測点を点で示し、基準観測点と相関係数0.85が得られる観測点間を実線で結んだ。なお図には、同種ブロック内の他の観測点とも相関係数が0.85未満である観測点(単独観測点)も合わせて図に示した。

図一10に関する評価を含めた本論の結論を以下



図一10 基準観測点の設定結果



に記す。

- 札幌開発建設部管内では、農業水文観測網の検討に際し、コスト縮減等の理由から観測調査の規模を縮小しながらも、今後の利水計画や管理等に支障の無い方策を定める必要に迫られている。
- 当該管内において過去相当量蓄積された水文及び気象データを用いて、水文気象諸量の広域的客観解析（統計解析）を行なった。
- 水文気象特性に関する利水面からの総合指標を作成し、この指標値ランクに基づき流域をブロック化した。更に、特性ブロック毎に、観測点間の相関関係を調べ、特性ブロックを代表する基準観測点等を設定した。
- 気象や水文観測点の適正配置については、一般的または慣例的な手法が存在するものの、本手法は、農業利水における実務面からアプローチした客観手法として位置づけられる。

以下は図-10に関する評価である。

- 各特性ブロック種別毎に決定された基準観測点は、異なる水文気象特性を呈する地域ブロックの代表（基準）点として、利水計画管理上からも継続観測すべき重要地点として位置付けられる。
- また、基準観測点と相関性が高い観測点（従属観測点）は、水文気象特性上も同一のもの（同じ特性ブロック内に存在する）として、かつ数値的にも相似する（回帰式により算定可能）ため、長期流況（日流量）の観点からは、客観的に観測が不要な地点とみなすことができる。
- 同種の特性ブロック内であっても、相関性の低い観測地点（単独観測点）については、

観測の必要性を再吟味の上、継続観測をすべき地点となる。

- 同種の特性ブロックが地理的に隔てて存在する個所が見られるが、従来、近傍流域間に限定されていた流量相関等の作業が、同種ブロック内であることを根拠に地理的に隔てた観測地点間に適用することが可能になる。

## 7. おわりに

自然（水文気象）現象に立脚した広域利水という観点に加えて、本手法で用いた観測データの時間的空間的補間による数値マップ化や統計手法による多種データの総合指標化は、点在蓄積する農業水文資料の多面的利活用を促す具体的方法の一つとなるものと考えられる。

本成果は、排水計画等における観測データ選択利用の際の指針資料としても、現に有効なものとするが、今後の展望として、1) 流域間利水調整や水利権譲渡等の広域的水利用に係る事業計画資料、2) IT環境への対応-利水GIS（降水量や流況データ等）に加えて社会経済的指標（利水受益者数分布等）をも含めた利水ハザード情報等への応用などが考えられる。

近年、地球規模の気候変動（地球温暖化）が叫ばれている中、地域においては、多雨や渇水の頻発が懸念されている。農業用水の安定供給の面からも、短期的および長期的な視点からの施策が求められるようになる。

将来に向けた複雑化する広域利水管理等に資する手法として、本解析が一助となれば幸いである。

## 引用文献

- 1) 田中豊，脇本和昌（1983）：多変量統計解析法，現代数学社，p.77-79。

# 長距離・高水圧パイプラインの整備技術について

## —送水系オープンタイプパイプライン—

玉井 善 章\*  
(Yoshiaki TAMAI)

四 戸 孝 司\*\*  
(Kouji SHINOHE)

中 井 敦\*\*\*  
(Atsushi NAKAI)

### 目 次

1. はじめに .....	23
2. 用水路の特徴と課題 .....	23
3. 調圧形式の検討 .....	25

4. 利水管理方法の検討 .....	28
5. おわりに .....	32

### 1. はじめに

最近における農業用水路は、水源開発の制約や大規模化等から送水系用水路をパイプライン化により長距離送水する施設が多く、延長15km、静水圧100mを越える施設が各地で建設されてきた。

これらの用水路の中には、送水機能や安全面で供用時点において、水理設計と相違した危険流況が発生したり、緊急時の管理が困難であるなど水理的不安定性や機器操作不全等、水利施設として管理面を含めた均衡的な利水機能確保の面で長距離性等から特有の課題を抱える施設があった。

本検討の幕別送水幹線用水路（以降、幕別送水路）は、凹型地形の畑地帯を縦走する延長L=25km、最大静水圧1.4kNの送水系用水路で、路線の途中に調圧・分水施設がない点にて、わが国最長のオープンタイプパイプラインであり、水理面はもとより高水圧のもとで強震地帯にあるなど、工事実施に先立ち保守管理方法を含めて多角的に検討する必要がある。

これより本報文は、この送水路の調圧形式に簡素で施工が容易な、下降傾斜管形式の採用に向けた調圧技術を検討する一方、利水管理の容易性の観点から、管路途中に緊急遮断弁を含む状態監視システムを導入し、維持管理の容易化、安全性の確保を図った整備技術について報告する。

### 2. 用水路の特徴と課題

#### 2.1 用水路の特徴

本報告の札内川第二地区は、隣接する札内川第一地区とあわせ、わが国でも有数の大規模畑かん地区で、帯広市他3町村（受益面積11,790ha、農家戸数378戸）を対象に、十勝平野南部の札内川右岸に拓けた更別村他地域の段丘平地に広がる畑作無水地帯に、畑地かんがい用水を供給するほか、地区内の排水改良のために既排水路を二次整備し、農業生産の向上と安定を目的に平成8年より事業着手した国営かんがい排水事業地区である（図-1参照）。

対象用水路の計画用水系統は、十勝川水系札内川の上流に建設された札内川ダム（特定多目的ダム）の貯留水を、その下流5.7km地点に十勝中部水道事業団との共同事業で建設した札内川頭首工から取水した後、オープンタイプパイプラインで

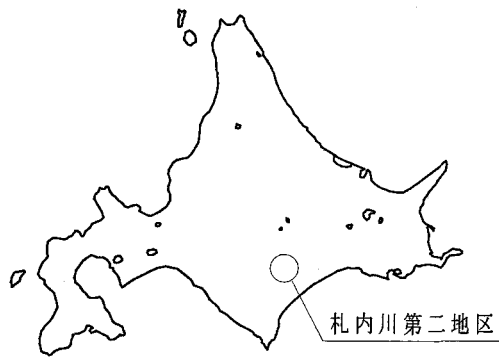


図-1 地区位置図

\*北海道開発局札幌開発建設部地域振興対策室（前）帯広開発建設部十勝南部農業開発事業所  
 \*\*北海道開発局帯広開発建設部十勝南部農業開発事業所  
 (Tel. 0155-24-4121)  
 \*\*\*北海道開発局帯広開発建設部（前）十勝南部農業開発事業所

上札内分水工へ導水し、更別村及び幕別町の更生・上更別の分水工を経由して、終点の弘和分水工に送水され、隣接したファームポンドにオーバーフロースタンドの可動越流セキで分水される(図-2参照)。

これより以降、自然圧を利用して大規模管網パイプラインで圃場に配水され、自動定圧定流量栓で二次圧・分水量を制御した後圃場内配管を経由して、自走式散水機等で散水かんがいを行う。

対象用水路は、近年蔬菜類の露地栽培が盛んな幕別町字弘和と同町字中里の一般畑及び酪農地域(受益面積A=3029.03ha)に、畑地かんがい用水(湿潤・肥培・育苗)を毎年5期構成(MAX: I期, 5/1~7/31, MIN IV期11/11~1/15)で流量 $Q=0.895\sim 0.001\text{m}^3/\text{sec}$ を供給する役割を担っている。

この幕別送水路は、更別村市街より南西9kmの村営牧場傾斜地(EL=310~320m, I=1/10)の上更別分水工を起点にシルト粘土及び砂礫からなる洪積段丘地形の畑地及び牧草地内を町村道や保

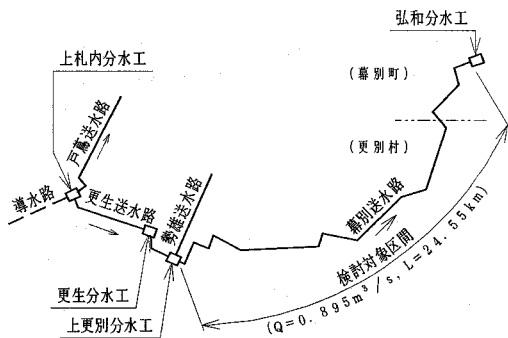


図-2 対象用水路付近の用水路構成

安林沿線に沿って縦走し、幕別町字弘和の道有林傾斜地(標高315~300m, I=1/8~1/10)に計画した弘和分水工に至る延長L=24.550kmの送水系パイプラインで、主要な管理施設となる上更別及び弘和の両分水工は、主要道道沿線にあり交通上の上のアクセス面で良好な場所に位置し、近接して余放水の排水路が確保できるなど建設・管理面で恵まれた条件にある(図-3参照)。

## 2.2 技術的課題

幕別送水路は、水路系全体での水理ユニット内境界条件の整合性及び管水路の安全確保、近接施工の困難性、水管理上の問題から送配分離を基本に利水管理の容易な上流始動の供給主導型オープンタイプパイプライン<sup>2)</sup>を採用した。これに対して、本用水路は日本有数の長距離(25km)・高水圧(1.4kN)の特異な条件に加え、北海道日高山脈東方の地震多発地帯<sup>10)</sup>に位置するため水理面はもとより地震時対応等も含めて供用後の保守管理に配慮した施設整備が求められる。

このため、本用水路へのオープンタイプ採用に向けては、実施に先立ち施設の利用管理面も含めて安全かつ適正な機能を有する施設として従来から蓄積された整備技術を基礎に多角的に検討する必要がある、以下にその技術的課題を述べる。

### ① 調圧形式と水理的過渡現象

高落差の長距離パイプラインで下降傾斜管形式の調圧形式を適用した事例がなく、U字管構造のサージング特性<sup>1)</sup>や下降傾斜部での常時高速流に対する侵食耐久性や管内跳水の安定性と空気連行に関する諸問題は、一部の開水路系落差工や急勾配水路等の実験的研究<sup>7), 11)</sup>を除いて希少であり、水理構造面で安全性及び機能性確保に向けて検討

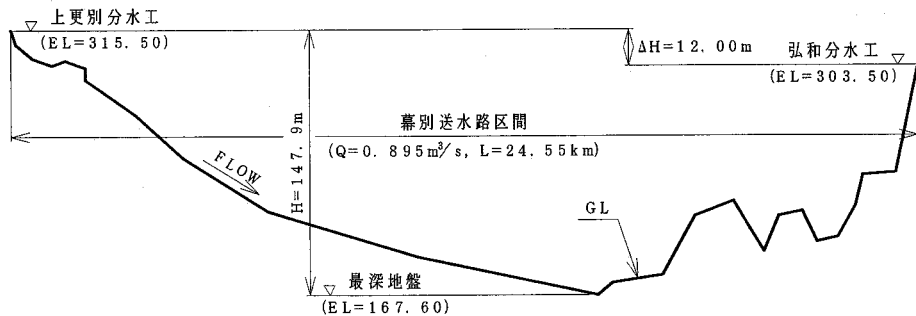


図-3 本用水路の高低関係

する必要がある。

## ②. 利水管理の方法

長距離・高水圧のオープンタイプパイプラインでは、管路の途中に保守管理のために必要な幹線制水弁やT分岐で排泥弁が設置されるが、これらのバルブを操作した場合の水理挙動はクローズドタイプで多くの解析事例があるが、25kmに及ぶ長距離条件における検討事例がなく、管内の流量・圧力の挙動が未解明であり、施設の安全な運用に向けて検討する必要がある。

特に幕別送水路は、わが国の農業水利技術面で未経験なパイプラインであるため、安全で的確な利水管理に向けて、送水路の状態を監視するシステムの検討が必要である。

## 3. 調圧形式の検討

### 3.1 施設規模と調圧形式

本用水路（延長 $L=24,550\text{m}$ ）の上下流の分水工水位（上更別二次側 $\text{HWL}315.50\text{m}$ 、弘和一次側： $\text{HWL}295.0\text{m}$ ）は末端受益地からの必要水位及び現地地形・分水工構造から拘束される。

このため施設規模は、水理面で設計基準の許容流速を目安に管路の流速公式にヘイゼンウィリアムズ公式（ $C$ ：標準値）に、事前検討から算出したマイナーロスを計上し、管路工事費からの経済性を考慮した管種選定図（FRPM, DCIP）をもとに、水理構造計画を行なった。

その結果、許容流速（ $V_a=0.3\sim 2.5\text{m/s}$ ）<sup>2)</sup>及び可能有効水頭（ $26.5\text{m}$ ）からの適用管径は、3口径（ $\phi 1100\sim 1200\sim 1350\text{mm}$ ）であり、区間損失と工事費率の関係を整理すると図-4の通りである。

これに対して $\phi 1350\text{mm}$ は調圧スタンドの構造的

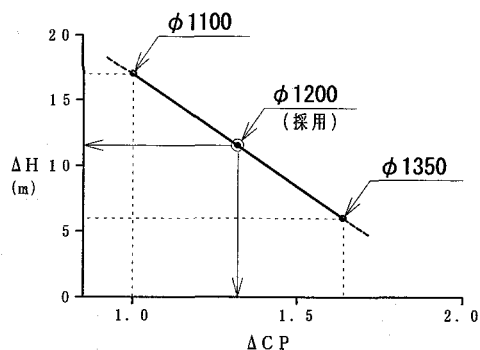


図-4 区間損失(ΔH)と工事費率(ΔCP)

適用面で最適であるが、管水路工事費が高騰し、均衡ある施設整備とはならない。一方、全体工事費の面では $\phi 1100\text{mm}$ が最も有利であるが、二次側管路への空気連行防止のため $10\text{m}$ を越える深埋設区間が $700\text{m}$ にも及び難工事となる他、深構造型の調圧施設を要し、管理面でも容易ではない。

このような中で $\phi 1200\text{mm}$ は、停止水位（ $Q=0$ 時、 $\Delta H=12.0\text{m}$ ）との高低関係から調圧面で二次側管路への空気連行防止が比較的容易であり、 $6\text{m}$ 程度の深埋設で済むこと及び短区間となり、管水路工事費も中位で全体的に均衡が図られるためFRPM~DCIP $\phi 1200$ を採用した。

一方、上更別分水工の調圧形式は、a) スタンド案<sup>2)</sup>とb) 下降傾斜管路案<sup>10)</sup>が考えられるため、その比較検討を行った結果、建設費の面でa)はb)の3倍以上のコストアップとなり、更にb)は①. 用地的制約が少なく、現地地形勾配を生かした条件で整備できること②. 工事が容易で施工期間を短縮できること③. 工事費・維持管理費の低減を実現できること等から下降傾斜管形式を採用することとした。

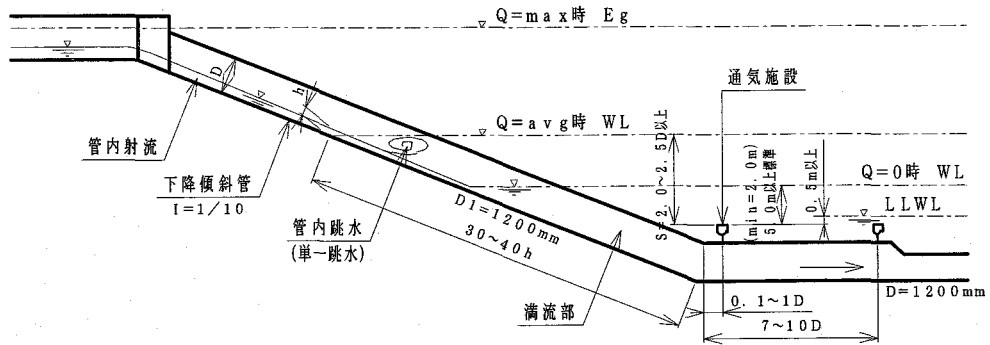
### 3.2 下降傾斜管形式の検討

#### (1) 形式概要と技術的課題

この形式は、管水路呑口部で $Q_{\text{max}}$ 時に満流で管頂シールを確保して管水路流れて、それ以下の流量時には、円形拘束断面を高速流下した気液混相流<sup>9)</sup>が管内跳水により減勢することで、大量発生する空気を通気施設等から確実に排気しつつ調圧し、安全に送水する上で、以下のような課題がある。

- ① 下降傾斜管に対する水理的研究や技術的研究は、USBR<sup>10)</sup>や井上<sup>8)</sup>や松下<sup>9)</sup>の研究等の水理実験で管内跳水形態や空気連行、フローバック（バックファイア）の発生等に関する特性が解明されているが、配管線形や排気施設との関係、サージング等の水理的過渡現象に対する問題も含めて未解明な面があり、高落差施設での適用に対して技術的検討が必要である。
- ② 構造的には下降傾斜管路内を高速射流で流下する場合、その流下距離が長くなると高流速となり、水路内面の摩耗損傷で圧縮流によるキャピテーションの発生及び使用期間中に





図一五 下降傾斜管形式の調圧構造

構造性能や耐久性の低下<sup>1),3)</sup>をもたらし、機能不全に陥る問題を内包している。

このため、下降傾斜管による調圧形式を採用する場合は、維持管理面を含めて水理構造問題を総合的に検討することとした(図一5参照)。

## (2) 水理的検討

水理性能面では、適切な調圧機能と安全性の確保に向けて下降傾斜管路で発生する水理現象に対して、関係文献などを参考に、以下に示す①から⑧の考えをもとに検討した。

- ① 下降傾斜部は、最低水位面 (LWL) 以深まで平面縦断線形を直線化し、流況の安定を図る。
- ② 現地地形勾配を生かし浅埋設断面にし転波列の発達<sup>7)</sup>を避けるため最短で満流部へ流下させる。
- ③ 管内射流部の流速は、流下時の空気吸込抑制及びキャビテーションに対する安全性確保<sup>3)</sup>から新しい内面状態にあっても  $V_{max} \leq 7.0\text{m/s}$  とする。
- ④ 満流部流速は、土砂沈滞防止等<sup>2)</sup>から設計流量時に  $V_{min} \geq 0.3\text{m/s}$  とし、 $Q_{avg}$  以上で J.C.Kent の空気排除に必要な管内流速<sup>8)</sup>を確保する。
- ⑤ 管内跳水時の空気混入率は、ポンプ渦作用の 5~10% 以下<sup>9)</sup>とし大量空気の発生を抑制する
- ⑥ 管内跳水の形態は、多連発跳水やスリッピング現象を回避し、単一跳水化<sup>9)</sup>する。
- ⑦ 射流流れ区間では、水深/管径比が  $h/D \leq 0.79$  とし十分な排気空間を管内上部空間に確保する。
- ⑧ 下降部呑口流入部の水位上昇より管水路流れ

の水位上昇を大きくし、管内空気封入を防止する。

これより下降傾斜管は、上更別分水工周辺の緩傾斜地形 ( $I=1/10$ ,  $L=150\text{m}$ ) を利用し直線線形で 1/10 配管勾配で適用管径 ( $D=1200\sim 1500\text{mm}$ ) に対する検討を行った結果、該当管径は本管同様に  $D=1200\text{mm}$  で問題ないが、下降部管内での不測の跳水や円形断面での射流下時の流れの不安定性に対して断面的な余裕を確保する観点から本管路より 2 ランクアップし  $\phi 1500\text{mm}$  を採用することとした。

## (3) 構造的検討

高速水流にさらされる二次製品射流管路では、管内底面は全流量の 80% が  $0.4\sim 0.6\text{H}$  に集中<sup>6)</sup>するなかで、継続的に河川源水が流下するため、常に接水部が新鮮面を露出し非常に過酷な状態におかれるため、経年劣化や構造部材の強度低下等の問題があり、構造的な安全度や水理機能維持に影響する。

一般的に農業用の用水施設は、ライフラインに直接関係する上水や発電等と比べ、維持管理が粗放的であるため、耐久性のほか省力な管理性にも配慮する必要がある。

これに対して本検討の農業用水は、清流・札内川の河川源水を取水し、沈砂池・メッシュスクリーンで防塵した後、閉鎖水路系で本地点に至るため、管路内面及びその継手部について流水エネルギーへの抵抗性と滑らかな流況形成に重点を置き、構造材料及び継手構造の検討を行なった。

その結果、 $Q_{ave}$  時の高速射流下 ( $V=6.214\text{m/s}$ ) では、清浄な水質のもとで流水侵食による発錆腐食劣化・構造性能低下の問題や摩耗侵食材の水質悪化への影響がない FRPM を使用すると

ともに、砂分混入のスラリーによる掃流摩耗試験<sup>12}</sup>で保護性能が確認された内面保護腐食布3層構造で耐侵食性の向上を図った。また、目地部凹凸部での衝撃流の発生による継手部内面の摩耗防止(侵食・キャビテーション)に対しては、下水道で実績のあるスパーサーを設置し流水の安定と安全性を確保した。

#### (4) 通気施設の検討

断面拘束性の高い下降傾斜管形式の調圧構造では、管内自然跳水の空気泡について、①拘束条件下での自然排気性、②下流管路内での流況形態と連行性、③跳水地点からの下流管路への影響域が問題となるのに対して①、②は、既往の実験的研究からその水理特性が解明されているが、③は研究面でも未解明なところが多い。

本検討の下降傾斜管は、 $Q_{avg}$ 時(C:最大値)に下流配管との関係から水平配管移行部との落差が2.69mと余裕が小さいため、下降管路内での跳水で発生した空気泡が不連続にバインデングしたり、プライミング現象に発達して通水機能や安全性に影響を与える恐れがある。

このため、射流流れが満流部へ衝突流入する時の噴流拡散流れが、満流部平均流速以下となる長さ $+a$ を空気混入白濁域<sup>4)</sup>として考えた傾斜区間を確保し、管底整合偏心片落管で配管する構造とした。

また、下降傾斜管路の下流端には、管内跳水等による発生空気の捕足排気を行い、下流満流管路への空気連行を防止するために、ダウンサージ時の最下降水位を基準として、水平移行地点を決定し、これより1Dと7Dにエアーベント<sup>2)</sup>を配置する。この場合、その形式は現地及び水理条件から地上面より5mを越える水位変動が発生するため、低圧空気弁タイプ(2m止水作動型)を採用した。

### 3.3 サージング解析

#### (1) 解析の考え方と基本条件

下降傾斜管路方式の調圧形式では、有効調圧水面積(A)が下降管路の傾斜角( $\theta$ )によりスタンドタイプより小さくなり、流量変動に対する流況反応が大きくなることが予想される。このため管内水柱慣性力が大きく作用することに対して、a)施設の安全対策とb)水管理操作方式を決定

するために数理模型を作成し、サージング現象を数値解析<sup>13),14)</sup>することとした。

この場合、本用水路より上流水路の水路形式が一部区間に射流流れを含む不連続な水理性のオープンタイプであるため、定常水理解析から決定した基礎データをもとに、上更別分水工~弘和分水工の単一区間(L=24.55km,  $\Delta h=12.00m$ )をモデルとして、数理模型を作成し弾性理論で行なう。

また解析にあたっては、下降傾斜管の有効調圧水面積( $A_p'$ )が①下降傾斜管の定常水理解析での管内跳水が水平水面部全域に及ばないこと、②Down Surging時には流入水量が減少傾向にありJampの影響を受けにくいことから、下降傾斜型サージタンクとして考え管軸傾斜( $I_{or}$ ,  $\theta$ )を考慮した水平水面積を有効調圧水面積( $A_p'$ )とし、下降部の損失抵抗を非計算扱いとして行う。

これより数値解析による検討は、予備計算(各種ケースからサージング特性を把握し、下降傾斜管規模を決定する)と本計算(決定規模に対して、設計拘束及び水管理条件を決定する)の2段階で行う。

#### (2) 数値解析

##### (2)-1 予備計算

予備計算は、上更別分水工の下降傾斜管として本管を最小径とする3口径( $\phi 1200\sim 1500mm$ )をモデルとして選択し、弘和分水工一次側水面積2ケースを設定し、12ケースのモデルについて $Q_{ave}(50\%*Q_{max}) \rightarrow 0$ を流量調整時間( $\Delta t_G=300,600sec$ )2ケースで、上更別分水工の下降傾斜管及び弘和分水工の一次水槽に対する水位変動比較解析を行った。

その結果、直下の道道横断及びその後方管路の施工性や管体構造面から本地点(水平配管移行直後地点)の管路埋設限界高( $FH=298.60m$ )及び、上更別地点空気弁の頂面( $EL=300.65m$ )を最下降水位が大きく下回らないケースは、上更別分水工の下降傾斜管口径 $D1=1500mm$ 、弘和分水工水面積 $12.6m^2$ ( $Min*1.5倍$ )にし、2段階で流量調整( $Q=Max \rightarrow Ave \rightarrow 0$ )する条件である。このケースでは、上更別地点での最下降水位が $DSLWL=300.48m$ となり、近接する道道及び周辺地盤高との高低関係からの施工可能高( $WL=300.00m$ )の許容域にあるほか、サージング波動

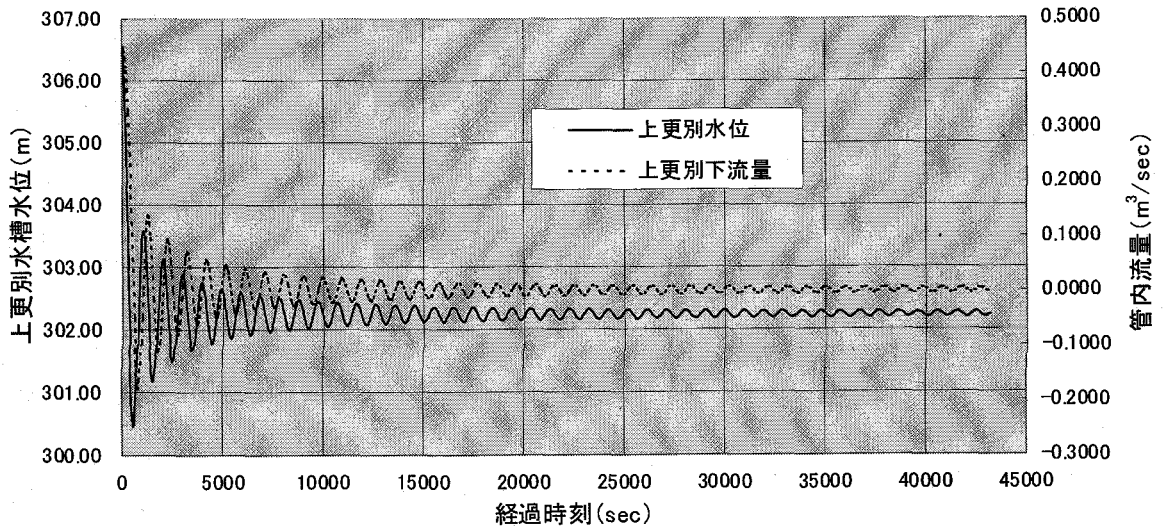


図-6 上更別地点サージング発生時H-Q図(ケースB-1-2)

が穏やかで分土工ゲートの手動操作を標準時間(TG=300sec, 30cm/min)で操作できる等, 構造ユニットも均衡が図れることから採用した。

#### (2)-2 本計算

予備計算で決定した基本条件をもとに上更別分土工の流量調整をMax↔Ave↔0に対して期別流量変動時の流況解析を行った(図-6参考)。

その結果, 本送水路はサージング発生時の水位波動が, 一般的なパイプラインに比べて減衰特性が著しく遅延的であり, 緊急時に上流分土工の流量調整ゲートを手動操作し送水停止した場合に, 水面振動が2.2hr(半波高 $\Delta h=0.5\text{m}$ )に渡って継続することが明らかとなった。

これに対して, 緊急操作で管水路途中の中間バルブを閉止すると, サージングによる水柱移動と弁閉鎖による弾性波が水撃圧として作用し, 異常なエネルギー増幅により危険性が高まる恐れがある。

このため, 安全な緊急対応に向けた保守管理に対して, 管理用制水弁(BV $\phi$ 1200)を閉止し, ブロック的な損傷対応を図る等の被害回避及び機能復旧の迅速性に配慮した管理システムが必要である。

### 4. 利水管理方法の検討

#### 4.1 管理の方向性と状態監視システム

調圧形式の検討から安全性等の面で課題を含めて一定の結論(整備方針)を得たのに対して, バ

ルプ等の制御管理施設は管理面から検討を行ない, 従来から農業用水施設で問題であった機能不全・操作不良・危険性有施設・故障多発などの諸点に対してシステム面から機能・安全・保守・管理面など全体的に均衡ある整備が必要である。

このため本用水路では管理施設として送水路の状態を監視する状態監視システムのMain System(緊急遮断弁・流量計・水圧計)と, これを補完するSub system(一般付帯)を考えた。

この中で状態監視システムは, 幕別送水路を一つの送水ユニットとして機能させる上で, ①長距離パイプライン特有の水理性能に対応して利水管理の容易性を実現する, ②不測の管破損時に想定される流出被害(MAX 28000m<sup>3</sup>)を把握し, 最小減に防ぐための機構で, 常時にあつては管内流況(圧力・流量)を監視把握し, 非常時・復旧時にあつては異常流況の把握・遠隔自動緊急遮断を行うものである。

この場合, 状態監視システムの緊急遮断弁は, 整備水準及び地震期待値・被害事例等<sup>15), 16)</sup>の検討から, 地震時水平加速度150galで設定し, 震度V強以上で作動する地震感知遮断及び任意自動遮断の機構として, この遮断弁を路線を平均分割する2カ所, 流量計を幕別町側の行政界付近に1ヶ所に, その中間地点にある手動制水弁に水圧計を設置し, 管水路のブロック化を図ることとした(図-7参照)。

また上更別分土工二次側及び弘和分土工一次側

には、UP Surging及び中間バルブ遮断時の応答追従性を確保するために、設計流量相当の余水吐を設置することとした。

これにより、緊急的な送水停止あるいは、管路のブロック閉止を要する場合に、上更別分水工の流量調整ゲートの閉操作に優先して、中間弁操作が可能な施設として利用できる。

特にこの場合、冬期間の路面凍結等による対応遅れによる被害増大や、その復旧作業の困難が予想される他、管路施設の構造的な耐震強化にはコスト面で限界があるため、地震発生時における被害波及を軽減し、併せてその機能復旧の迅速化や容易化にも配慮した。

#### 4.2 水撃応答解析と操作規定

この管路は平常時オープンタイプとして運用

するため、配管形状からも設計水圧を設計動水圧の1.2倍以内を目標に設定する経験則<sup>2)</sup>を適用することが経済的にも最良であるが、高水圧の場合クローズドタイプに比べて水撃圧の許容値が1/2と小さな制限下<sup>2)</sup>にあるため、管内流況に直接影響を与える緊急遮断弁の遮断性能や手動制水弁・排泥弁の安全で容易な操作方法を検討する必要がある。

このため、図-8に示す緊急遮断弁及び手動制水弁、排泥弁について①弁本体の最高許容圧力、②経験則による水撃圧を目標値に、水撃圧がこれを越えない最短の閉止時間・閉止方法や連続遮断の影響などを数理モデルを作成し水撃応答解析<sup>13),14)</sup>により検討する。

特にこの場合、オープン形式を踏まえ遮断時にバルブ後方に発生する水撃圧も同時解析し、制水

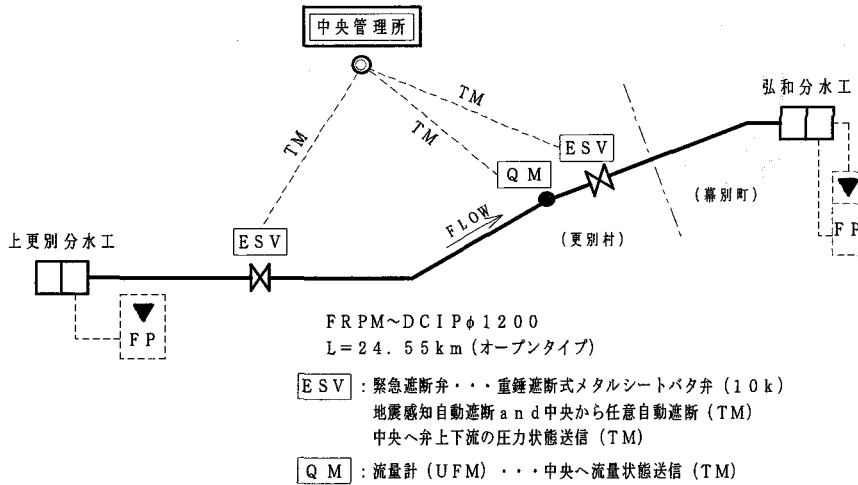


図-7 幕別送水路と状態監視システム

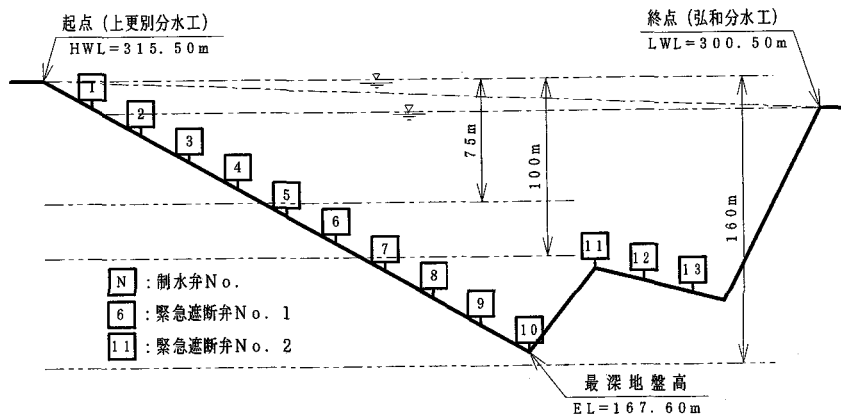


図-8 緊急遮断弁及び手動制水弁の配置図



弁に作用するゆさぶり力や副弁の水撃緩和効果を検討し、バルブの操作規定を決定することとした。

### (1) 緊急遮断弁の水撃応答解析

緊急遮断弁を全開から全閉へ遮断する際に要する遮断時間は、有害な水撃圧を防ぐ上で遅延的な方が安全であるが、反面遮断時間を長くすることで、緊急遮断弁の役割から考えて必要以上の長時間閉止には問題がある。

このため、本解析では水撃圧を許容値内で収束させるために遮断時間が長時間を要する場合は、遮断弁本体（バタフライ弁）の開度特性を考慮して弁開度15%を境とした2段階の遮断方式とし、水撃応答に大きな影響を与える弁小開度での遮断速度を可能な範囲で長くする一方、全体遮断時間を短くする検討を行ない、各遮断弁の閉鎖時間として図-9に示す結果を得た。

### (2) 手動制水弁及び排泥弁の水撃応答解析

この解析では本線に予定されている制水弁工から代表的な4カ所をモデルに選び、本弁及びこれに付帯する副弁の水撃応答解析を行い、その操作要領（操作マニュアル）を決定するとともに、排

泥施設に付帯した排泥弁についても、全区間長をほぼ3分割する位置に予定される排泥弁（SVφ300またはφ150）をモデルに、開閉操作した場合について解析し、操作上の拘束条件を検討した。

#### (2)-1 水撃作用に及ぼす副弁の効果

本管制水弁に併設する副弁（SVφ250）を全開あるいは全閉を標準操作後（1回転/2秒）で行った場合の水撃圧を計算し、副弁の水撃圧緩和効果を解析した結果、副弁の効果は水撃圧で45%程度あり、保守管理に必要な施設である（表-1参照）。また、この長距離オープンタイプでは水頭40m以下<sup>2)</sup>の制水弁（V01）でもバルブ下流の水撃圧が上昇し上限水圧を超えるため、副弁が必要である結果を得た。

一方この解析から圧力波変動の減衰は、副弁開（=副弁付き）で閉止後8.3minに減衰するが、副弁閉（本弁のみ）では、閉止後25min経っても減衰しない結果を得た。これより本弁に併設する副弁は、水撃応答時の最高圧力を抑制する他、その減衰時間を短縮する効果があることが確認された（図-10参考）。

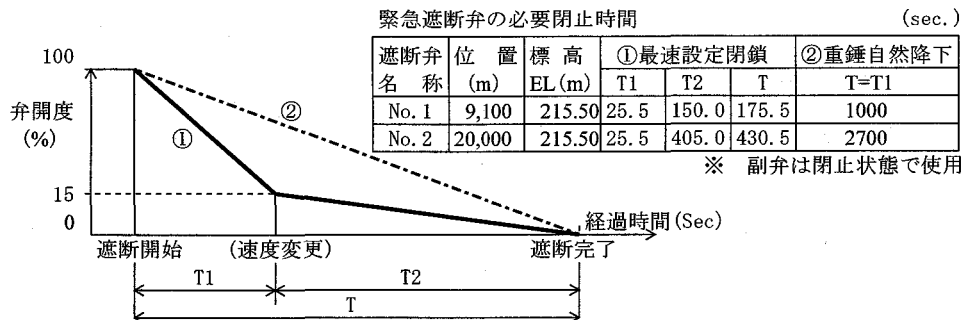
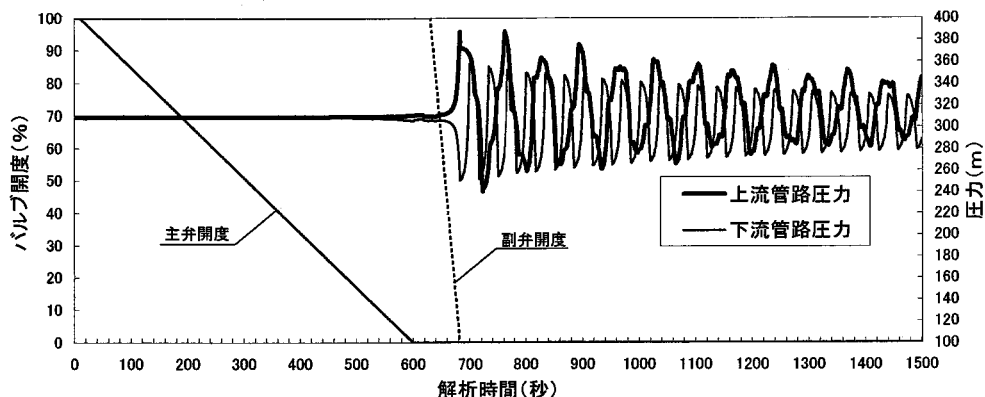


図-9 緊急遮断弁の操作規定

表-1 本弁操作時の水撃作用の結果

弁No	呼び圧力 (k)	全開→全閉 (回転数)	副弁条件 (開/閉)	全開→全閉 回転数(回)	閉止時間 Tv(Sec)	上限水撃圧 ① (m)	発生水撃圧 ② (m)	発生割合 ②/①
V01	7.5	175	全閉	175	350	40.62	53.60	1.32
			全開				35.10	0.86
V05	10	245	全閉	245	490	95.59	117.40	1.22
			全開				82.80	0.87
V10	16	295	全閉	295	590	169.33	191.50	1.13
			全開				146.90	0.87
V13	16	295	全閉	295	590	139.40	175.80	1.26
			全開				123.90	0.89



図一10 手動制水弁V10（副弁閉操作時）の水撃応答図（解析No21）

表一 2 副弁及び排泥弁の水撃応答解析結果

解析基本条件						標準操作時			2段階閉操作時	
区分	解析対象弁					動水頭 ① (m)	発生水撃圧 ② (m)	動水圧に対する割合 ③ (m)	発生水撃圧 ④ (m)	動水圧に対する割合 ⑤ (m)
	弁No	弁の口径 (mm)	全開～全閉 (回転数)	位置起点～ (m)	標高 EL (m)					
副弁	V01	SV250	26	1,736	281.00	33.85	64.10	189	39.10	116
	V05	SV250	26	7,565	232.90	79.66	149.70	188	90.60	114
	V10	SV250	26	16,335	167.60	141.11	219.90	156	161.20	114
	V13	SV250	26	22,345	189.90	116.17	197.00	170	138.80	119
排泥弁	V 1	SV300	31	8,200	231.00	81.28	183.90	226	101.20	125
	V 2	SV150	26	16,335	167.60	141.11	185.30	131	157.70	112
	V 3	SV300	31	24,370	236.00	69.18	85.70	124	70.30	102

※ここで、弁はSV：仕切弁で、数値は呼び径を示す。

φ250及びφ300はJWWAB122を、φ150はJISB2071規格を使用した。

### (2) 2 弁操作規定に関する解析（2段階操作）

手動弁の本線制水弁とT字管構造の排泥弁について、操作規定に関する解析を行った結果を以下にのべる。

- ① 本用水路の制水弁工（副弁付）の閉操作に対する解析から、水撃圧を上限水撃圧以下に抑制できないため、より大きな減速比を有する減速機を搭載する必要が生じるが、減速比を上げると同じ操作力に対する出力トルクが増大するため、弁棒や弁体その他のトルク伝達機構の破損防止のために、それらの強度を上げる等、特殊な弁製作を要するため、経済性・互換性等に障害が生じる。

このため、小開度（15%）以下でのハンドル回転速度を操作マニュアルによって2段階閉操作で規制し対処する。この場合の発生水

撃圧は表一 2 通りであり本弁を含む総操作時間を19～23min以上で行い、構造的安全を確保することとした。

特に、この場合水頭40m以下のV01の解析では、バルブ後方の水撃圧が上限値を越えるため、副弁を配置し、上下流で相互に発生するゆさぶり力<sup>2)</sup>を緩和する措置を講じることとした。

- ② 手動仕切弁を使用した排泥弁の閉操作時の水撃応答解析から排泥弁V 1の弁開度15%以下をハンドル1回転/5minと極めて緩やかな閉操作を行っても上限許容値を5%UPし、緩閉による効果はなく、これ以上の緩閉操作は操作マニュアルとして実際的ではない。このため、排泥作業は最小流量時付近、あるいは本線制水弁による管路区間の閉止後に行う

こととした。

## 5. 終わりに

長距離高水圧の特徴をもった幕別送水路についてオープンタイプパイプラインの整備技術を検討した結果、以下に示す技術的対応が必要である結果を得た。

1. 高落差となる調圧形式に下降傾斜管方式を採用したが、従来からのスタンドタイプに比べ下降傾斜管路内で発生する高速射流～跳水に至る水理機構に対して、水理性能はもとより耐侵食摩耗性構造を採用し大量空気の排気性能を有する線形構造面での措置等を図った。
2. 長距離性の影響でサージング時における解析から調圧水面波動の減衰特性が著しく遅延的あるため、管理の容易性を確保するために緊急対応等に向けて、長距離管路の途中に緊急遮断弁や流量計を配置した状態監視システムを導入した。
3. 管路途中に設置した保守管理用の制水弁及び排泥弁の安全な操作要領を確定するために、水撃応答解析から、制水弁工の本弁に併設される副弁が水撃緩和上重要な役割を担っており、その使用にあたっては、管路特性等から操作マニュアルに基づいた2段階閉止操作を行う。

また、排泥弁操作は、安全面等から通水停止時に操作することが原則である。

この検討結果から、幕別送水路は水理構造的にオープンタイプを基本形とするユニットを構築し、常時にオープンシステムで、非常時にブロック化クローズドシステムとして利用・管理する事を可能とした。

これにより、保守管理面で自由度のある送水系パイプライン施設として利用できる特質をもち、利水管理に対して容易な長距離・高水圧条件における一つの整備技術を確立したものである。

一方、管理の時代を迎える今日、本検討で行った水撃応答解析では、弁閉鎖時にその直下流に発生する水撃反応によるゆさぶり力を無視できず、全体配管構成とあわせてその検討対策が必要であることが明らかとなった。また、制水弁に併設する副弁の解析から水撃緩和効果があり、その操作方法を検討するが必要であること、排泥弁の操作

限界として、設計流量時の使用は本管に危険であることなど、管理面等で従来からの研究でも未解明な問題の一部が明らかとなり、今後の関係施設における計画設計及び管理技術の検討に向けて、重要な成果を得たものである。

## 引用・参考文献

- 1) 土木学会水理委員会；水理公式集昭和46年版及び昭和60年版，土木学会
- 2) 農水省 構造改善局；土地改良事業計画設計基準 設計パイプライン，農土会，(1998.3)
- 3) 農水省構造改善局；土地改良事業計画設計基準設計ダム，農土会，(1981.4)
- 4) 本間 仁；物部水理学，岩波書店(1978)，pp186～187，他同著者の執筆書籍
- 5) 禰津家久；水理学・流体力学，朝倉書店，(1995.9)，pp91～106
- 6) Lorenz G, Strub, Owen P. Lam p；Experimental Studies of Air Entrainment in Open Channel Flow, HLUS, (1953), pp425～437
- 7) Discussion by T.E. Unny and V.V. Jayaraman；Stability Aspect of Flow in Open Channels, ASCE, (1962), HY4, pp259～271
- 8) 井上光弘；送水管内の空気の影響について，農土誌(1974)，42-3, P11～13，他同著者の関係論文
- 9) 松下 玄；オープン型管路の空気塊の挙動とその影響(1989)農土論集143-43, pp107～120他同著者の関係論文
- 10) USBR；Desin of Cannel Structures, (1978), pp29～32
- 11) 中 達也；急流水路工の水理現象と新たな水理設計法の研究，農工研報告30, (1991), pp133～200
- 12) D社,K社；中小水力，動力エネルギー回収システム技術に関する実用化研究報告書，(S56, S57)
- 13) 戸川隼人；微分方程式の数値計算，オーム社(1989)
- 14) 白石英彦；長大な幹線管水路系における過渡現象の解析，農土試技24, (1976), pp85～111

- 15) 厚生省；水道施設耐震工法指針1979版，日本  
水道協会  
16) 北海道開発局開発土木研究所農業開発部農業

土木研究室；北海道の小規模管水路の耐震  
性・沈下抑制・凍上抑制に関する研究報告書，  
(1997.3)，pp26～28

## 潤いのある大地

魅力あるアース・デザインを提案する

株式会社 **日本農業土木コンサルタンツ**

**JIRCO** Japan Irrigation and Reclamation Consultants CO.,LTD.

代表取締役社長 池田 實

本 社／〒105-0004 東京都港区新橋 5 丁目34番 4 号 農業土木会館 4 階 Tel.03(3434)3831(代表)  
分 室／〒105-0004 東京都港区新橋 5 丁目35番10号 森ビル新橋アネックス3階 Tel.03(5404)0745(代表)  
事務所／札幌・青森・仙台・福島・茨城・千葉・長野・金沢・岡山・熊本

# 倉真川地区における河川改修の取組みについて

—可動堰から固定堰へ—

須 藤 常 央\*  
(Tsuneo SUTO)

目	次
1. はじめに .....	34
2. 地区概要及び経過 .....	34
3. PTAとの遭遇 .....	34
4. 多自然型護岸への移行 .....	36
5. 可動堰から固定堰へ .....	39
6. ゴム堰の魚道及び緑蔭構想 .....	41
7. おわりに .....	44

## 1. はじめに

河川環境の整備と保全を明確に位置付けた河川法の改正（平成9年6月4日公布，第140国会）は，農業農村整備事業で実施する河川改修に対しても多大な影響を及ぼしている。

特に国土交通省（旧建設省）における平成9年度を初年度とする第9次治水事業7箇年計画において，すべての河川で「コンクリートのない川づくり」もしくは「コンクリートの見えない川づくり」の実施を明示したことは，画期的な出来事であった。一般的には，これを多自然型川づくりと呼んでいる。

しかし，河川環境に最も大きな影響を与えると考えられる可動堰の問題については，吉野川の第十堰の改修をめぐるこれまでの国側の対応を見る限り，環境対策と治水対策との調和を見出すまでには至っていない。このような情勢の中で，実際に計画されていた可動堰を固定堰に変更した事例がある。

本報は，県営かんがい排水事業倉真川地区におけるPTAを中心とする地域住民活動とおし，実際に施工されたカスケード式の固定堰と二次製品による多自然型護岸工法を紹介するものである。

## 2. 地区概要及び経過

昭和49年に採択された県営かんがい排水事業倉真川地区は，静岡県掛川市の北部に展開する水田

及び茶園を主体とする受益面積935haの農業地帯である。

地区中央部には未整備の2級河川倉真川を始め，支流の初馬川，滝ノ谷川が流下し，再三浸水被害を受けていた。そのため，地区の基幹排水路として3河川の改修を進めてきたが，平成11年度までに計画延長L=11,234mのうち，L=9,642mが完成した。

また，これまで2回の計画変更を実施しており，平成元年の計変では採択時に1,013haであった受益面積を935haに変更し，平成10年の計変では総事業費を6,052,000千円から8,605,000千円に改定し，平成12年度の予算にてすべての工事を完了する運びとなった。

## 3. PTAとの遭遇

筆者は平成10年度から倉真川地区の担当者となったが，最初の仕事は計画変更であった。

この時点で，この年の仕事の大半は終わったとの安堵も束の間，今度は掛川市役所をとおして，「倉真小学校PTAの代表者から河川改修についての問い合わせが来ているので，県で対応してもらえないか」との連絡が入った。

堰の改修計画が問題になり始めていた時期だけに，対応を誤れば本事業で計画している堰の改修にも影響が出るのが十分予想されたので，早急に対話の場を持つことで了解してもらった。

平成10年12月21日，第1回河川改修勉強会が倉真小学校で開催された。その時の筆者の復命書には次のような印象が記されている。

\*静岡県中遠農林事務所農地整備課県営水利係長 (Tel. 1538-37-2290)

「今回初めて地元から倉真川の河川改修に対して積極的な意見が出された。特に倉真小学校のPTAからの強い要望で勉強会が開催できたことは有意義であった。今後の公共事業は官主導ではなく、むしろ地元主導で官は知識の提供や問題解決の方法など、コーディネーター的存在に徹することが求められていることを実感した」。

このような感想を書かなければならなかった背景には、勉強会の席で「子供たちが川で遊び遊べるように整備して欲しい」といったPTAからの強い要望が提出されたからであった。

では、具体的に当時どのような問題が発生し、いかなる対応をしたのか、引き続き上記復命書から抜粋加筆し以下まとめてみた。

なお、各種構造物の位置的關係は、図-1を参照願いたい。

#### <問題点>

現在、倉真川の改修区間にはコンクリート固定堰が3か所あり、いずれも本事業で改修を計画している。下流部の堰（源作頭首工）は平成8年度にゴム堰で改修済みであり、中流部の堰（山崎頭首工）も平成11年度に同じくゴム堰にて改修予定である。そして、PTAの最も関心の高い上流部の倉真小学校に一番近い堰（里在家頭首工）も平成13年度までにはゴム堰で改修予定である。

ゴム堰は農業用水の取水に有効であると共に、洪水時には自動的に転倒する仕組みになっていることから、利水治水共に適った堰と言える。しかしその反面、改修の済んだ源作頭首工の上流部は常に湛水状態にあり、その影響が数百mに及んでいることから、釣り以外に川に親しめる要素は少なく、子供たちが遊ぶのに好ましい環境とは言え

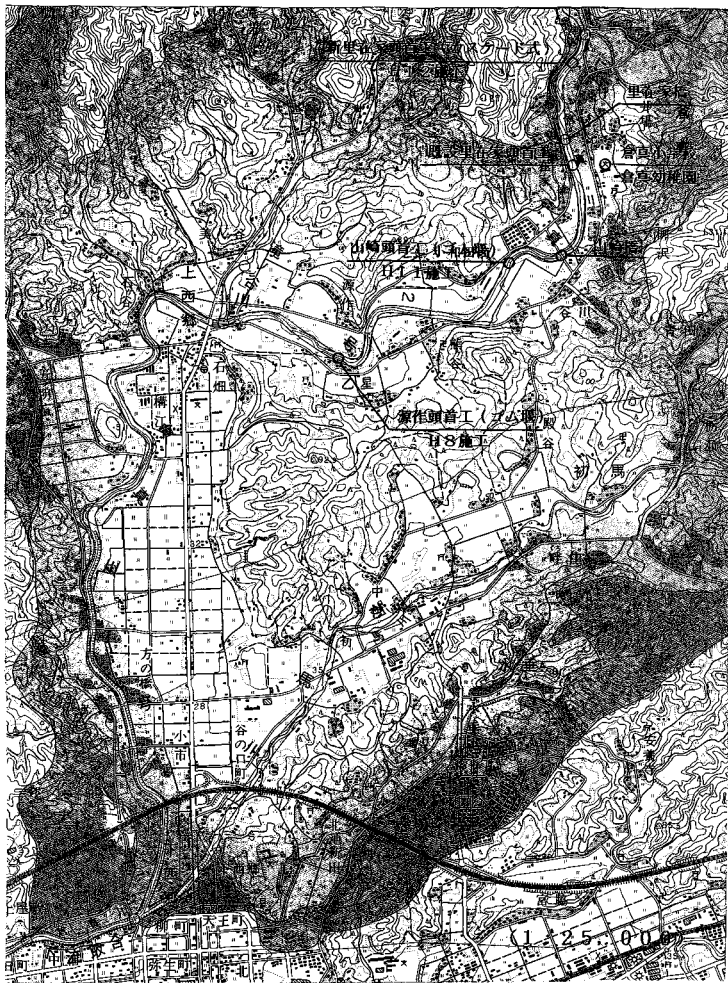


図-1 倉真川地区計画一般図



ない。

以上のことから、今後山崎頭首工と里在家頭首工をゴム堰で改修を進めた場合、PTAが望むような河川環境を提供することはむずかしいといわざるを得ない。

また、当初計画で3か所ともゴム堰で改修する計画になっている以上、河川管理者である県土木部が固定堰に変更することを素直に認めてくれるかどうか疑問である。

さらに、固定堰にする場合、計画堤防高を現況より高くすることが基本的に認められない以上、河川幅をさらに広げて対応しなければならず、地主の理解が得られるかどうか心配である。

#### <対応>

中流部の山崎頭首工は、用地もすでに買収済みであり、山崎橋から上流部への影響は少ないとの見通しから計画どおりゴム堰で対応する旨、PTAの理解を得た。

ただし、上流部の里在家頭首工の改修は、倉真小学校に近いことと、時間的にも余裕があることから、いったん白紙に戻し検討することで合意を得た。

具体策としては、以下のとおりである。

- ① 里在家頭首工をカスケード式の固定堰で改修する。
- ② 山崎橋から上流部は、従来のI型ブロック張護岸から多自然型護岸に移行する。

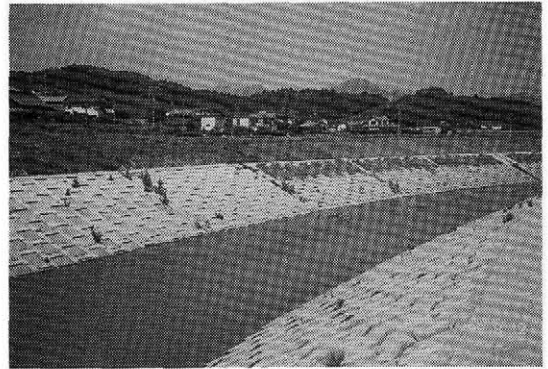
この2点について中遠農林事務所で作成し、次回の勉強会でPTAを含めた地域住民に提示し検討することとなった。

以上が第1回目の勉強会の要点であるが、勉強会はその後、水利組合、新聞記者、河川管理者などを加えながら、平成13年3月現在、14回（現地視察や課外授業を含む）を数えている。

#### 4. 多自然型護岸への移行

倉真川の改修は、昭和50年当初からI型ブロック2面張で改修を進めてきたが、平成9年度からはI型ブロック張の上段部にコンクリートの代りに植生を施すようになった（写真-1）。

そして、平成10年度には河川断面に余裕のある一部の区間でカゴマットによる多自然型工法を採用した（写真-2）。その当時、多自然型といえ、カゴマットで施工することが、河川管理者側



河川法が改正された平成9年度からI型ブロックの上部に植生を施すようになった。

写真-1 I型ブロック張護岸



左岸側が平張り、右岸側が多段積み。

写真-2 多自然型護岸（カゴマット）

の指導においても一般的な工法であった。

「コンクリートのない川づくり」もしくは「コンクリートの見えない川づくり」といった多自然型川づくりの視点からは、カゴマットはその期待に十分応えたと言えるが、その後以下のような問題点が指摘されるようになった。

- ① 地域によっては、カゴの中に入れる栗石が大量には集められない事情がある。
- ② カゴ自体が鋼線であるため滑りやすく、特に平張りでは人が滑り落ち、登れない危険がある。
- ③ 特に多段積みではゴミが引っ掛かりやすく、美観上好ましくない場合がある。

以上のことから、部分的な施工においては、カゴマットで問題はないと思われるが、大量に使う場合には、地区の事情や経済性を十分考慮し、他の工法も選択の視野に入れざるを得ない状況とな

った。

幸いカゴマットに代る多種多様なコンクリート二次製品が市場に供給されるようになり、平成12年度からは、以下の点を考慮し環境型連結ブロックを主体に、流入工などの条件護岸部には環境型張ブロックを採用した(図-2、図-3、写真-3、写真-4)。

- ① 滑落の危険が少なく、どこからでも河川への出入りが可能なもの。
  - ② カゴマットと同程度に安価で、大量に使用する場合にも供給が可能なもの。
  - ③ 美観上、地域住民の了解が得られるもの。
- なお、環境型連結ブロック護岸と従来のI型ブロック張護岸の標準断面図の対比を図-4に示し

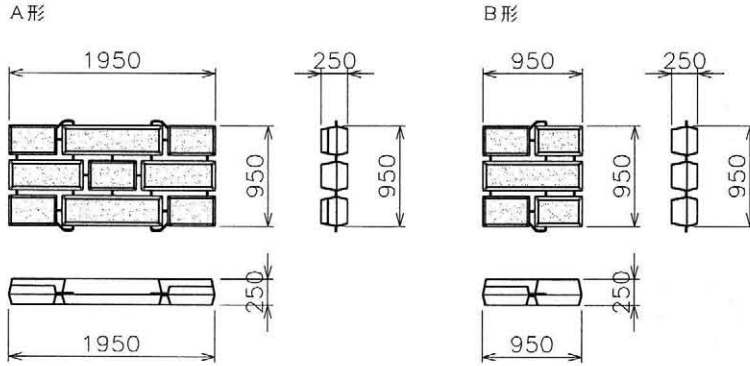


図-2 環境型連結ブロック

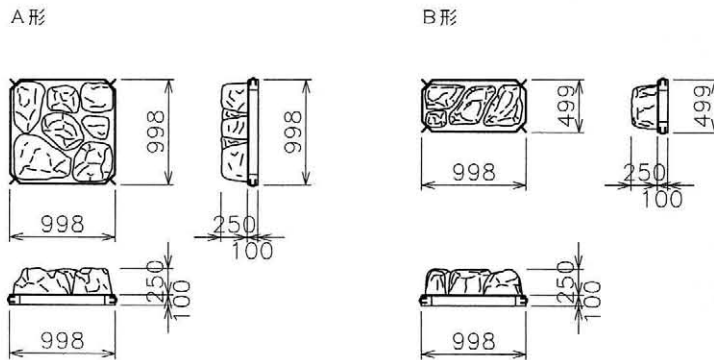
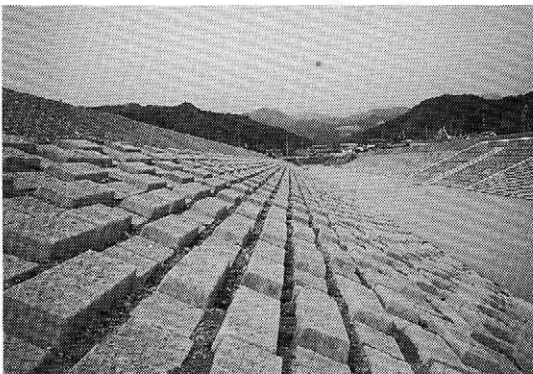
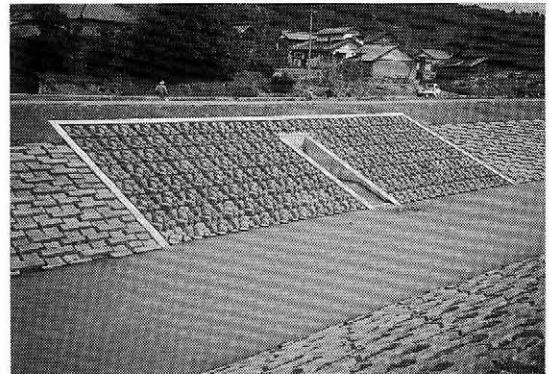


図-3 環境型張ブロック

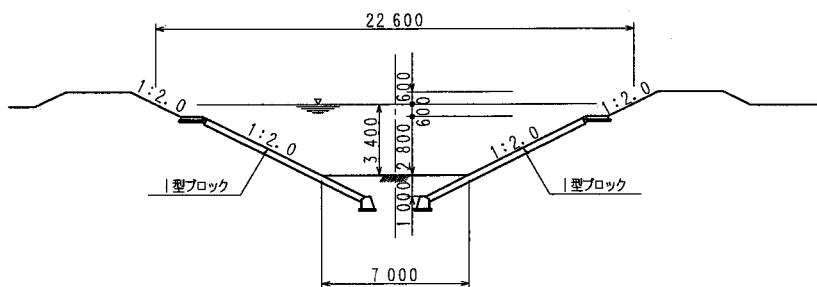


山崎橋から上流部に採用  
写真-3 環境型連結ブロック

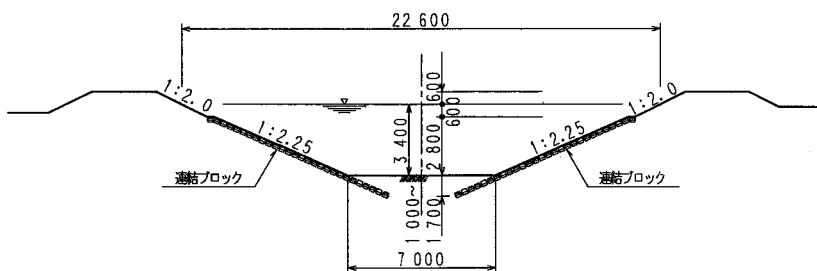


橋梁、水門等条件護岸部に採用  
写真-4 環境型張ブロック

I型ブロック張護岸工標準断面図



多自然型護岸工標準断面図



図一 護岸工標準断面図

たが、河川管理者の意向を十分考慮し以下のように決定した。

- ① 粗度係数をI型ブロック張護岸においては0.030を採用していたが、環境型連結ブロック護岸においては、河床部と護岸部の合成粗度係数0.0326を採用した。よって本来ならば河川断面を広げる必要が出てくるが、従来の小段(幅1.0m)を取り止め、法面勾配を1:2.0から1:2.25に変えることにより、河川断面を広げることなく、計画高水量 $Q=155 \text{ m}^3/\text{S}$ に対応した(参考1)。
- ② ①により、法面勾配を1:2.0から1:2.25に変更したが、異物である連結ブロックの上端を折り曲げて堤体内に入れることを河川管理者が嫌ったため、やむなく最小限の小段(幅30cm)を設け、その部分にブロックの一端を置くことで対応した。よって小段から上部、すなわち1/2年確率以上の法勾配は、従来どおり1:2.0とした(参考2)。
- ③ 護岸の根入れ法先部の処置については、河床に平行に折り曲げる垂式と法面勾配で底へ

延ばす突込式が考えられたが、河床の洗掘にも対処しやすい後者を採用した(参考3)。

また、従来のI型ブロックに比べ環境型連結ブロックを採用することにより、大幅なコスト縮減が図れる(表-1)。河川延長1m当りに換算して比較すると、工事価格で38,000円程度のコスト縮減が可能となる。

これは、環境型では現場打ちの護岸基礎工が不要のため、半川締切り用の仮設鋼矢板(II型5m)が不要となった要因が大きい。

\*参考1; I型ブロック張護岸の粗度係数は、『土地改良事業計画設計基準設計・水路工(その1)』P47により、掘削又はしゅんせつ水路(土、湾曲し一様でない場合)の標準値0.030を採用した。また、環境型連結ブロック護岸の合成粗度係数0.0326は、『美しい山河を守る災害復旧基本方針平成11年度』(監修建設省河川局防災海岸課、発行社団法人全国砂防協会)P1-33, P1-37により、河床部はB粗礫[小]=0.034、護岸部は草丈20cm程度の雑草=0.032を基

表-1 護岸工経済比較表

(円/㎡)

種 類	直接工事費	仮設鋼矢板	備 考
I型ブロック張り	10,840	2,260	基礎・天橋含む
*植生I型ブロック張り	11,752	2,260	〃
*カゴマット平張り	9,707	不 要	
*カゴマット多段積み	26,357	〃	投影面積当り
*環境型連結ブロック	11,582	〃	
*環境型張ブロック	18,160	〃	

\*は多自然型護岸

本として計算した。

- \*参考2；小段については、『改定解説・河川管理施設等構造令』（社団法人国土開発技術研究センター編）P125により、小段は雨水の堤体への浸透を助長する場合があるとの理由から、一枚法が推奨されるようになった。
- \*参考3；根入れについては、『改定新版建設省河川砂防技術基準（案）同解説設計編〔I〕』P35に「基礎工天端高を計画断面の平均河床高と現況河床高のうち低いほうより0.5～1.5m程度深くとしているものが多い」とある。本設計ではI型ブロック張護岸の根入れを1.0mにしていることや、その後の調査結果から施工済みの区間で最大1.0m程度の洗掘が認められたことから、基本の根入れを1.0mにし、さらに湾曲河道では計算による推定最大洗掘深を採用した。計算結果は最大で根入れ=1.7mとなった。なお、推定最大洗掘深については、『美しい山河を守る災害復旧基本方針平成11年度』（監修建設省河川局防災海岸課，発行社団法人全国砂防協会）P1-46参照。

### 5. 可動堰から固定堰へ

平成11年2月10日、第2回河川改修勉強会が倉真小学校で開催されたが、50名を超える参加者があった。その時の様子を第1回と同じく以下復命書から追ってみたい。

#### <経 過>

昨年12月21日に実施した第1回河川改修勉強会で出された問題点に対して、どのように解決したらよいか、具体的な検討案を提出し議論を重ねた。検討案は倉真小学校に最も近い里在家頭首工をゴム堰からカスケード式の固定堰に変更すると共に、

山崎橋から上流部についてはI型ブロック張護岸から多自然型護岸に変更するものである。

#### <内 容>

ゴム堰は、治水利水の観点から現在考えられる最良の工法であるが、親水という新たな視点を加えた場合、最良の工法とは言えなくなる。現在この3条件を満たす最良の堰としては、全国で初めて興津川で実施され、地元からも高い評価を得ているカスケード式の固定堰がある。

今回の勉強会では、カスケード式で実施した場合の完成予想図を地元を示し、もし他に良い方法があれば検討する旨を伝えたが、カスケード式を希望する意見はあっても、それに代る工法への具体的意見は出されなかった。

#### <問題点>

- ① 多自然型護岸にした場合、I型ブロック護岸に比べ、粗度係数が大きくなるので、その分河川幅を広げて対応しなければならず、用地買収の負担が増えると共に、地主にも協力してもらう必要がある。
- ② 多自然型護岸にした場合、草刈りの労力が増大するが、受益者だけでは対応できなくなる。
- ③ 堰の改修については、仮に地元で了解が得られたとしても河川管理者が固定堰で改修することに同意してくれるかどうか、最も大きな問題として残る。

以上が第2回河川改修勉強会の要点であるが、多自然型護岸の問題点については、すでに述べたとおり、小段を縮小し法面を緩勾配にすることにより、同一断面内で対応可能となった。

また、草刈りの労力増大の問題については、その後地元で検討した結果、受益者ばかりでなく地

域住民で対応することで了解が得られた。

そして、固定堰への変更については、興津川で実施されたカスケード式頭首工の現地視察や反対者への説得を繰り返し続けた結果、水利組合としての了解をほぼ得るに至った。

河川管理者が固定堰で改修することに同意してくれるかどうかといった問題は、第1回の勉強会から最大の課題であったが、第2回の勉強会へ新聞記者の参加があり、平成11年2月13日の静岡新聞の地方ニュースに大きく勉強会の内容が取り上

げられ河川管理者の知るところとなった(資料—1)。

平成11年3月12日の第3回勉強会には、河川管理者側の担当者の出席が得られ、固定堰構想は一気に前進し、実現する運びとなった。ただし、以下に示すように、固定堰の位置の問題が浮上し、結果的には現在の位置より400mほど上流部に移動することで決着した。

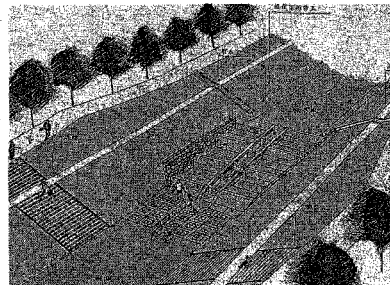
- ① 既設の固定堰は、里在家橋直下流約100mの位置にあり、既設の位置で改修すると、里

# 「倉真川を安全な遊び場に」 堰改修でPTAら要望

ゴム堰に改修され、上流数百メートルにわたってダムのように水がたまっている倉真川、掛川市倉真



掛川 学校周辺は親水性重視を



地元からの要望をもとに農林事務所が提案した階段式堰堤の予想図

河川改修工事が進む掛川市倉真の二級河川倉真川で、利水用固定堰(せき)の改修によって川の親水性がなくなるとして、近々ある同市立倉真小PTAや教職員、付近住民らが「子供たちの遊び場でもあり、総合学習の場として利用できる堰」と真に要望している。地元熱意に知して施工主の農中遠農林事務所は水遊びしても危険が少なく、魚のそまも容易な階段式堰堤(さんてい)「カスケード式頭首工」の設置を提案した。

カスケード式頭首工は清水市興津川に全国で初めて導入、注目集めた興津川では川幅約五十メートルの間にわたって三段式の階段を設けた。階段の幅は八メートル、

途中に三方所の農業用の固定堰があり、いずれも改修されることになっている。既に最も下流部の堰は治水、利水性に優れた空気膨

## 階段状「カスケード式」を提案

農中遠農林事務所

水深は最大でも五十センチで、水は階段をたんだんと流れ落ちる。川幅が十メートル程度の倉真川で採用すれば、規模はもっと小さくなる。水害に悩まされてきた倉真川では昭和五十年から約十一キロの区間にわたって順次改修が進められている。途中に三方所の農業用の固定堰があり、いずれも改修されることになっている。既に最も下流部の堰は治水、利水性に優れた空気膨

張式のゴム堰(高さ約二メートル)に改修され、その他もゴム堰にする計画だ。しかしゴム堰に改修されると、その上流は水がたまってしまう。河川環境が一変してしまつた。水辺が遊ばず供たたちが堰から川に落ちる心配や、洪水時に作動するはずのセンサーが平常時に誤作動する恐れもあるなど、身近だった川が危険な存在に変わってしまった。このためPTAらが昨年暮れから農林事務所を招いて勉強会を開き、親水性豊かな改修方法に知恵を絞つてきた。中流部の堰はゴム堰用の設計で工事が進んでいるため「変更は間に合わない」と同農林事務所(以下、同校など)は「学校付近にある最上流部の堰だけでもゴム堰を取り止めほしい」と要望している。このほど開いた二回目の勉強会で同農林事務所からカスケード式頭首工で、堤防の面にコンクリートを使わない多自然型工法などが提案された。今後具体策を詰めた、河川管理者の県土木事務所と協議する。

この記事をきっかけに、固定堰構想は一気に実現に向けて前進した。

資料—1 静岡新聞(平成11年2月13日)

在家橋での河床が上り掘込河道とならないことが予想させる。掘込河道とするには、河川幅を拡幅しなければならず、それに伴い里在家橋の橋長も長くなり不経済である。

- ② 里在家橋から300m上流部の右岸側は山がせり出し河床も岩盤であることから、固定堰を新設した場合、山付堤となり洪水管理上も危険度の低い箇所となる。また既設の左岸側の堤防も高く、仮に破堤しても人家への影響を最小限にとどめられる。

なお、新里在家頭首工（カスケード式）の計画平面図と計画一般図を図-5並びに図-6に示した。

また、魚道はハイブリッド式を採用したが、すべて二次製品で対応した（写真-5）。

### 6. ゴム堰の魚道及び緑蔭構想

改修を計画していた3か所の頭首工のうち、上流部の里在家頭首工を魚道付の固定堰で改修することが決定したことにより、すでに改修済みの頭首工の魚道問題が表面化した。

下流部の源作頭首工（写真-6）と中流部の山崎頭首工（写真-7、写真-8）は、すでに魚道のないゴム堰で改修済みであったが、これは、堰を転倒させておく非かんがい期に魚の移動ができればよいとの判断で、当初計画から除外されていた。

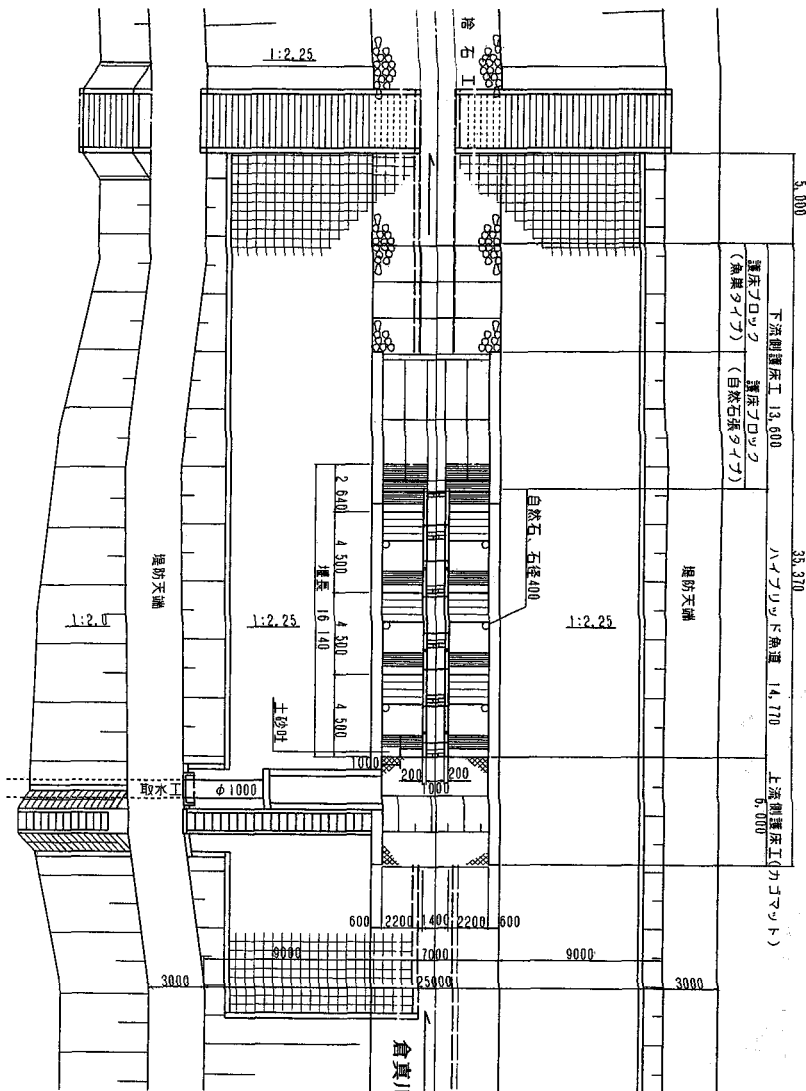
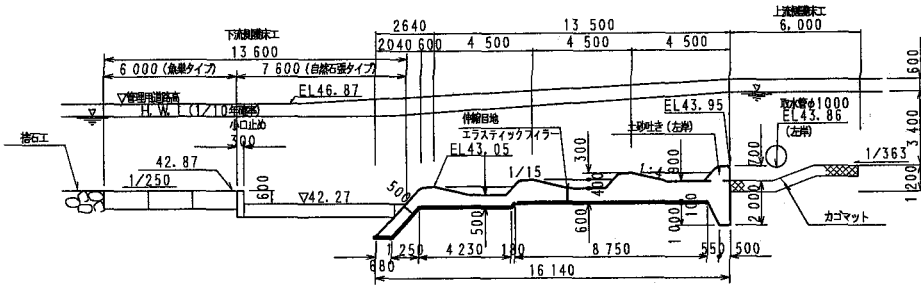


図-5 新里在家頭首工計画平面図

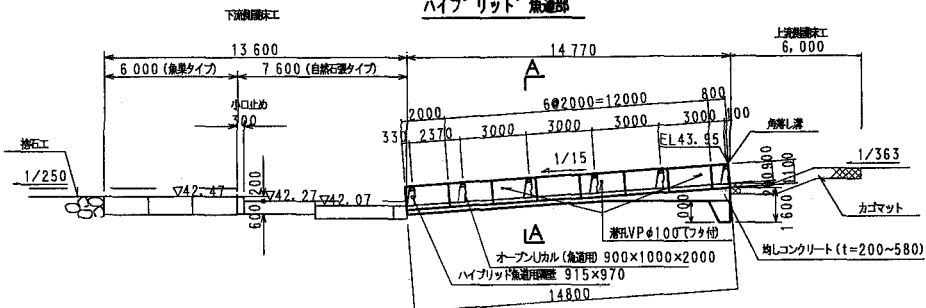


縦断面図  
S=1:100

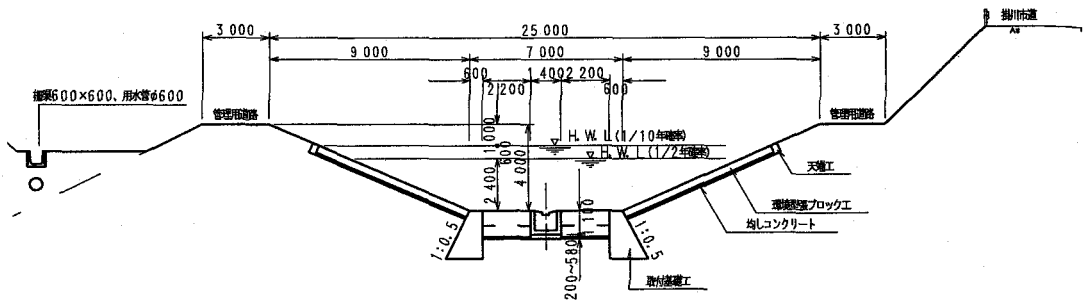
カスケード部



ハイブリッド部



標準横断面図



A-A断面図

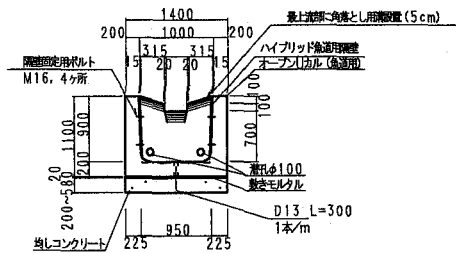
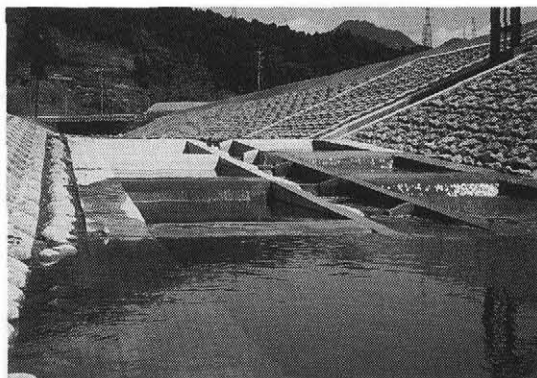


図-6 新里在家頭首工計画一般図

た。  
ところが、平成8年度に完成した源作頭首工に  
関しては、以下の理由で洪水時に自動的に転倒す

る以外は、年間をとおして起立状態にあることが  
判明した。

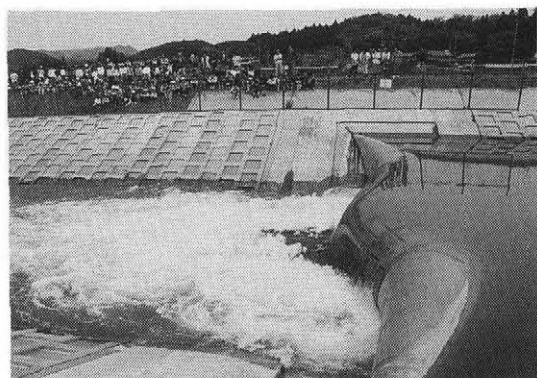
① 源作頭首工の受益の一部に、当初の用水計



写真一5 ハイブリッド式魚道

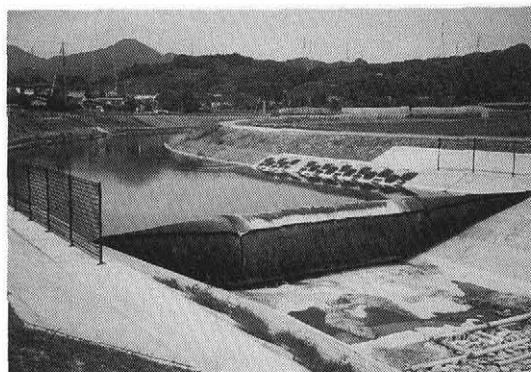


写真一7 山崎頭首工（改修前）



平成11年4月17日、倉真小学校の課外授業で全校生徒に堰の役割と危険性を学んでもらった。その日の夜のテレビニュースでも放映された。

写真一6 源作頭首工



写真一8 山崎頭首工（改修後）

画になかったイチゴのハウス栽培が行なわれるようになったため、冬期も用水を必要としている（農業形態の変化）。

- ② 地域には下水道が整備されておらず、農業用水が家庭雑排水を希釈する機能を果たしている（地域環境維持用水の役割）。

これらのことから、山崎頭首工は当初計画どおり、非かんがい期には転倒させておくことで地域住民の了解を得られたが、源作頭首工においては、魚道が必要との結論に至った。

しかし、魚道問題と共にもう一つの新たな問題が浮上した。それは河川改修で伐採してしまった木陰を復元して欲しいとの要望が出されたことであった。

改修前の倉真川は、両岸に低木が混在する藪が日陰を形成していたが（写真一9）、河川断面を広げる必要からすべて刈り払ってしまった。その

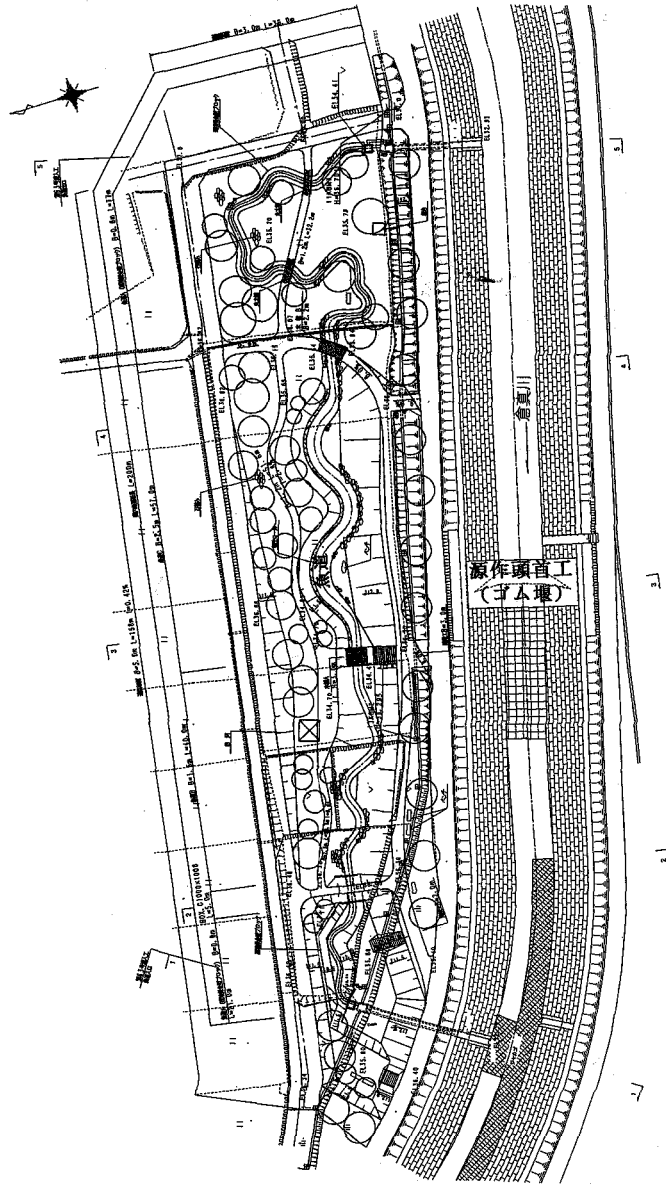


山崎橋から上流へ向って撮影。

写真一9 倉真川の現況（改修前）

結果、堤防の草刈りをしても休憩する場所がなく、受益者に不便を強いる状況が続いていた。

そこで、源作頭首工の魚道と共にその周辺を緑陰にする構想が地域住民から提出され、平成13年度に実現の運びとなった。ただし、樹木や四阿などの上物については、掛川市と地域住民で協力して対応することで合意を得た（図一7）。



図一 魚道兼緑蔭構想計画平面図

## 7. おわりに

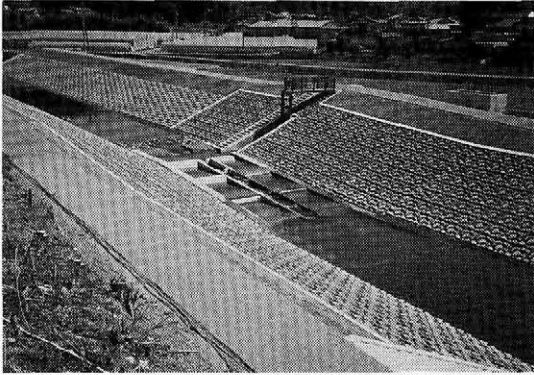
農業土木学会誌平成12年12月号に「倉真川地区における取水堰の改修をめぐる地域の取り組み」と題する報文が掲載されたが、これは平成12年4月に投稿したものであり、その後の実施状況について述べる機会を失っていた。

この度、すべての工事を完了するにあたり、改めて記録に残すべく稿を起こした次第である。なるべく前稿と同じ文面にならないように配慮した

が、全体の流れの中で再度説明が必要と思われる箇所は、重複を恐れずに述べさせていただいた。

平成13年1月6日に施行された省庁改革関連法により、明治18年以来、すなわち日本に内閣制が最初に導入されて以来続いてきた国政を一変させる大変革がもたらされたが、今後最も懸念されるのは、予算配分と事業成果の問題である。

これまでは、行政の仕事に合わせて必要な予算を確保するボトムアップ方式が基本とされてきたが、平成14年度からの予算案の編成は、内閣総理



県下では興津川の和田島頭首工に引き続いて2番目のカスケード式頭首工となる。

写真—10 新里在家頭首工

大臣が経済財政諮問会議に諮問し、その答申を得た上で閣議に予算の総枠を提示し承諾を得る仕組みになった。

これはいうなれば、トップダウン方式になるわけで、今後は日本の財政規模（税収）に見合った予算編成が実施される可能性が出てくる。

こうなると、農業農村整備事業においても、あるいは、大幅な事業費削減を視野に入れざるを得ない状況が来るとも思われるが、そのことは個々の事業成果が、より厳しい形で問われことにもつながる。

このことは、我々にとって、これまで以上に厳しい環境に置かれることになるが、受益者を含む

地域住民に対して、いかに農業農村整備事業が価値ある事業であるかの理解を得られなければ、新規事業はおろか、途中で事業の中止を余儀なくされるケースが、今後益々増えてくる危険性がある。

その時、地域住民が、事業の味方につくつかつかないかといった主観的要素がより重要となる。

いくら事業効果を数量化し客観的な数値で説明しても、個々の現場において、地域住民の感情的な反発に遇えば、事業中止に至るからである。

特に環境問題に対しては、今後農業農村整備事業の中でも地域住民に十分配慮した施策を展開する必要がある。本地区で提案した緑蔭構想もその一つである。

以上で本稿を終了するが、最後に(株)フジヤマの平松加奈子さんに、図の作成等でご協力いただいた。この場を借りて一言お礼申し上げたい。

#### 参考文献

- 1) 須藤常央：倉真川地区における取水堰の改修をめぐる地域の取組み、農土誌68 (12), pp57~62 (2000)
- 2) 静岡県中遠農林事務所：平成11年度かん排倉真川地区測量設計委託その1, その2 (1999)
- 3) 長谷川慶太郎：転んでもタダでは起きない経済学、幻冬社 (2000)

# 河川改修工事における建設廃棄物のリサイクル

—北陸農政局阿賀野川右岸農業水利事業—

高原 和 弘\*  
(Kazuhiko TAKAHARA)

目	次
1. はじめに .....	46
2. 工事概要 .....	46
3. 建設廃棄物のリサイクル施工手順 .....	48
4. 工事施工結果（再生砕石の品質等） .....	50
5. 現場における再生砕石製造の留意点 .....	51
6. おわりに .....	52

## 1. はじめに

ここ数十年の間に物質文化は発達し、人の暮らしは格段に便利になった。その一方で工業製品の大量生産や化石燃料の大量消費により、自然環境は少しずつ悪化されてきている。地球の温暖化、緑が失われる砂漠化、建築物などを溶かしてしまう酸性雨などは環境の悪化の顕著な例である。

当地区の駒林川改修工事では、排水能力増強のため河川断面を現況流下能力の21.5m<sup>3</sup>/sから40.7m<sup>3</sup>/sへ拡幅するために、大量の既設護岸（コンクリート矢板、笠コン、護岸ブロック）を取り壊す必要があり、その際発生するコンクリート塊はこれまで産廃処理場での処理としていたが近年の社会情勢の変化からこれを適切に処理する必要に迫られている。

このことから、駒林川改修その11工事では、これまで廃棄物として処理されたコンクリート塊を資源としてとらえ、現場内に自走式破砕機を設置して再生処理を行い、新規河川護岸として計画している大型連節ブロックの裏込め砕石として有効利用し、環境への負荷軽減に努めたものであり、本報ではその事例について紹介するものである。

## 2. 工事概要

事 名 駒林川改修その11工事  
 工事場所 新潟県豊栄市長場地内ほか  
 工 期 平成11年3月18日～平成12年3月10日  
 工事概要

水路延長 700m  
 施工始点 測点 No.32+50.0m  
 施工終点 測点 No.39+50.0m

### 内訳

排水路工 700m（大型連節ブロック護岸）  
 既設構造物撤去工 1式  
 付帯工 1式  
 仮設工 1式

### 既設構造物リサイクル工

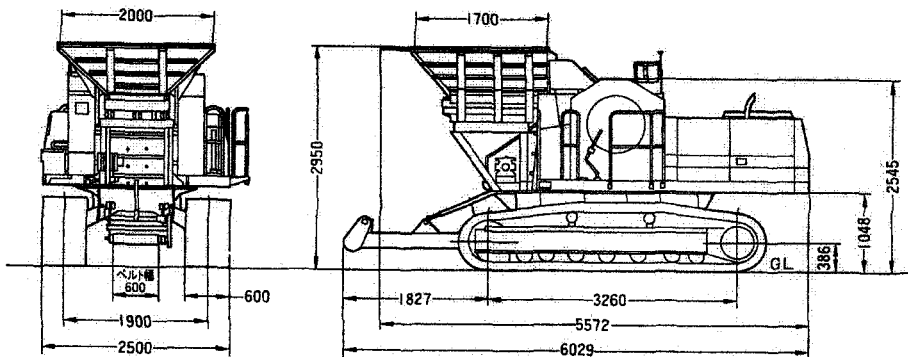
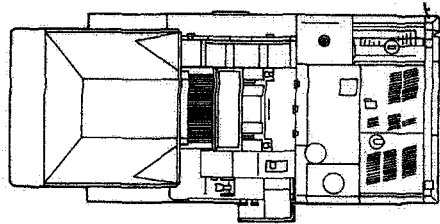
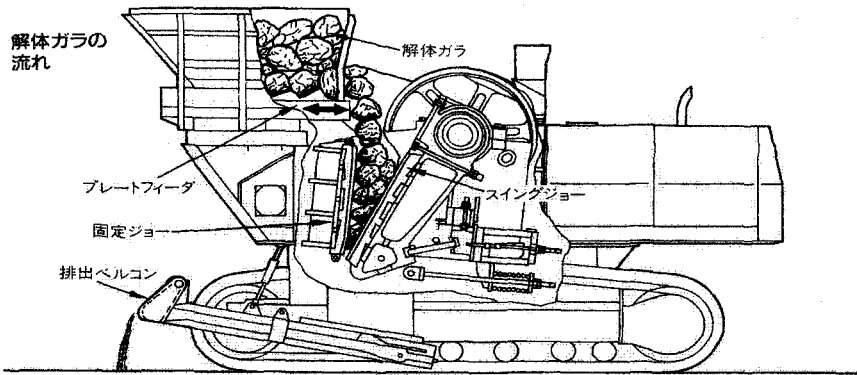
使用機械 KOMATSU BR200ガラパゴス  
 （諸元：図-1参照）

処 理 量 無筋コンクリート 317.9m<sup>3</sup>  
 有筋コンクリート 346.7m<sup>3</sup>

### リサイクルヤード工

27.2m×54.3m=1,477m<sup>2</sup>

\*北陸農政局整備部防災課 (Tel. 076-263-2161)



車体総重量	kg	19000	生産能力	ton/h	33~40
定格出力	PS/rpm	125/2050	投入最大ガラ寸法	mm	600×400×300
寸法	全長	mm	走行速度	km/h	3.0
	全高	mm	登坂能力	度	35
	全幅	mm	走行駆動方式		油圧式
	シュー幅	mm	クラッチ駆動方式		油圧式
	履帯中心距離	mm	燃料タンク	リットル	320
エンジン	接地長	mm	作動油タンク	リットル	240
	名称	コマツS6D95L			
	形式	直噴+過給機			

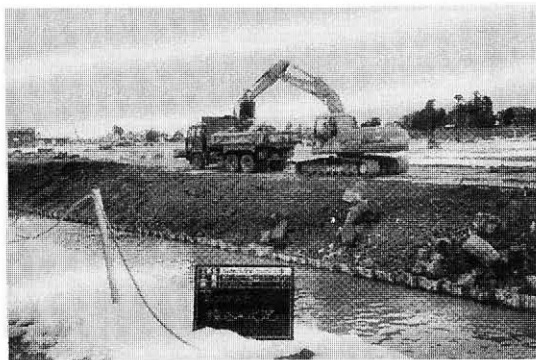
図-1 BR200ガラバグスの諸元



### 3. 建設廃棄物のリサイクル施工手順

#### (1) 作業の流れ

- 1) コンクリート塊搬出  
(既設構造物取り壊し)



写真一 撤去したコンクリート塊をリサイクルヤードへ搬出する。

- 2) 土とコンクリートの選別



写真二 撤去する際に付着した土を取る。

- 3) コンクリート塊小割り (一次破碎)



写真三 運ばれてきた塊をガラパゴスで破碎可能な人頭大に砕く。

- 4) コンクリート塊破碎作業 (二次破碎)



写真四 人頭大に砕いたコンクリート塊をガラパゴスに投入し、裏込め材として利用可能な粒土に砕く。

- 5) 再生碎石としての完成品



写真五 最大粒径40mmとして再生されたRC-40

- 6) 当該現場への再利用



写真六 再生碎石を大型連節ブロックの裏込め材として再利用。

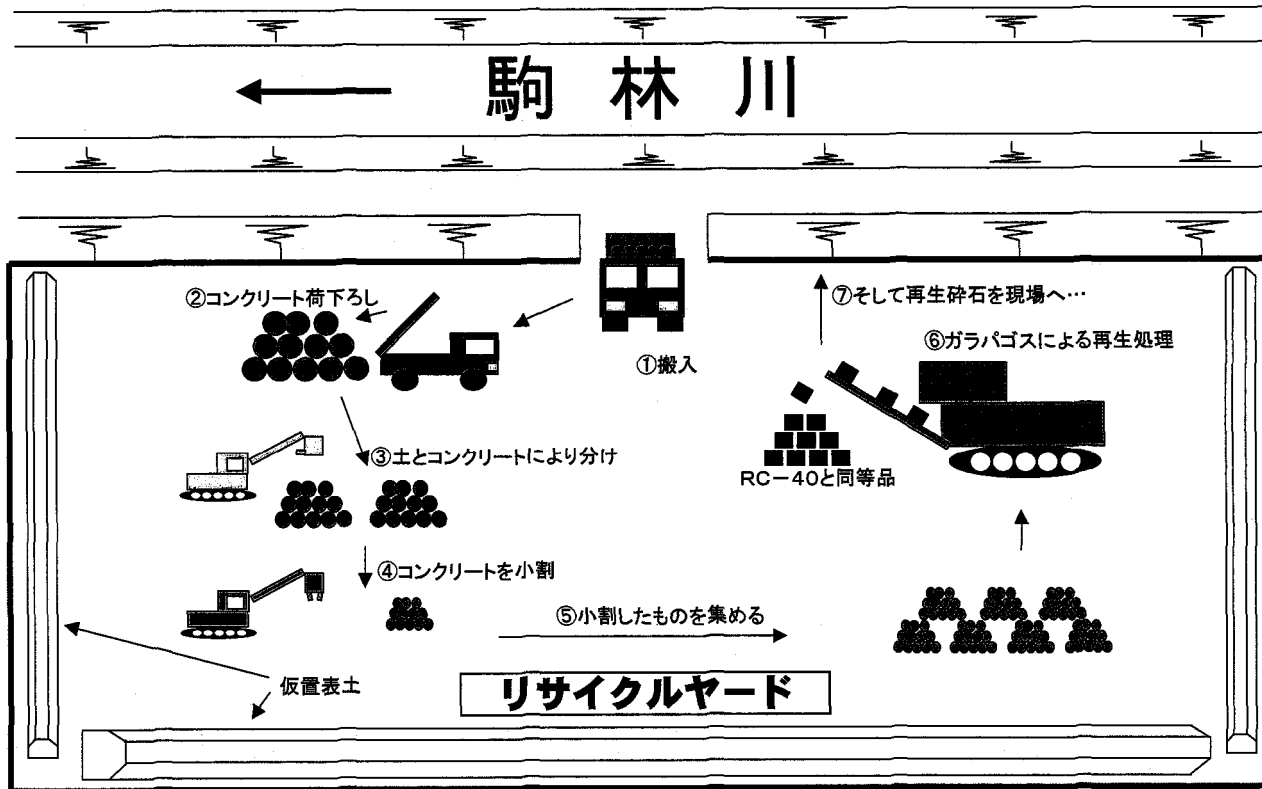


図-2 リサイクルヤード略図

#### 4. 工事施工結果（再生砕石の品質等）

##### (1) 現場再生品の品質

現場内で再生された砕石を大型連接ブロックの裏込砕石として使用するにあたり、どのような品質に仕上がっているのかを砕石材として一般的に行われる試験によって調べることにする。また、比較として再資源化施設で処理されている再生品の試験結果も付け加えておくことにする。

再生クラッシャーランの利用用途としては、これまで道路及びその他舗装の下層路盤材料、土木構造物の裏込材及び基礎材、建築物の基礎材等に用いられることが多い。このことから、今回再生された砕石がこれらに用いるにあたりどのような様な品質となっているか試験を行った結果を表-2、3に示し、また、その中で代表的な用途の規格値との比較を表-4、5に示す。

この結果から、粒度分布に関しては4つの試験材料とも規格値をクリアしており、今回用いた機械により適正な粒土となるようにコンクリート塊が破碎できることが分かった。しかし、修正CBR値、すりへり減量では規格値をクリアし

表-2

	ふるい分け試験				
	53mm	37.5mm	19mm	4.75mm	2.36mm
現場再生品①	100	96	61.7	22.8	14.1
現場再生品②	100	98.8	52.6	17.7	10.5
A社(再資源化施設)	100	99	58	15	10
S社(再資源化施設)	100	98	70	28	20

表-3

	修正CBR試験	締め固め試験		すりへり試験
		最大乾燥密度	最適含水比	
現場再生品①	59%	1.868g/cm <sup>3</sup>	11.7%	32.2%
現場再生品②	70.5%	1.831g/cm <sup>3</sup>	6.6%	27.6%
A社(再資源化施設)	84%	1.796g/cm <sup>3</sup>	8.2%	36.7%
S社(再資源化施設)	122%	1.924g/cm <sup>3</sup>	10.8%	33.3%

ない試験材料があった。これは、破碎するコンクリート塊の強度にバラツキがあったためと思慮される。

また、今回再生された砕石が他の砕石材と同程度の品質と判断されるため、再生材を大型連接ブロックの裏込砕石として使用することとした。

##### (2) 既設コンクリート構造物の処理に関する経済比較

今回の駒林川改修その11工事では再資源化施設にコンクリート殻を運搬して処分する場合と、今回の様に自走式破碎機を用いて現場で再生処理を行う場合の処理費を比較した。

結果をグラフ-1「既設コンクリート構造物の処理」に示す。この結果として処理量が少なくコストが高く、再資源化施設に持ち込み処理をした方が経済的となった。これは少ない量を処理する場合は、リサイクルヤードの借地料や敷鋼板の

表-4

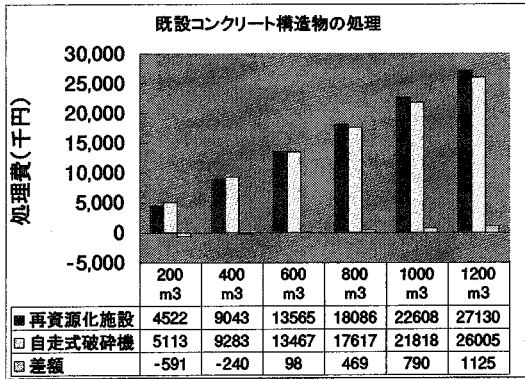
	用途	規格値	現場再生品	現場再生品	A社	S社
			①	②		
修正CBR値	AS舗装下層路盤	※I-1交通10以上	○	○	○	○
		※I-2交通以上20以上	○	○	○	○
	CO舗装下層路盤	20以上	○	○	○	○
	上層路盤	60以上	×	○	○	○

表-5

	用途	規格値	現場再生品	現場再生品	A社	S社
			①	②		
粒度分布	道路用砕石	53mm 100	○	○	○	○
		37.5mm 95~100 19mm 50~80 4.75mm 15~40 2.36mm 5~25				
すりへり減量	道路用砕石	舗装コンクリート35%以下	○	○	×	○

表-1

交通量の区分	大型車計画交通量 (台/日)
I-1交通	15未満
I-2交通	15以上 40未満



グラフー1

設置や撤去などの仮設費等に経費がかさみ割高となるからである。よって、経済性を追求する場合は、ある程度の処理量がなければ自走式破砕機を用いることは考えなければならない。

※再資源化施設での処理にはコンクリート取り壊し、再生処理、再生品購入の経費も含まれている。

### 5. 現場における再生砕石製造の留意点

#### (1) 騒音、振動、粉じんの発生について

自走式破砕機を使ってのコンクリート塊の現場再生処理に際しては、振動、騒音、粉じん等が懸念されたため、リサイクルヤードは民家から離れた田畑の真ん中に設置した。

また、このことから、リサイクルヤードから20m離れた地点において騒音について測定を行うこととした。その結果、測定値は、最大で振動55dB、騒音70dB程度で、近くにいとコンクリート殻や再生砕石を動かす重機の方がうるさく、自

走式破砕機自体はあまり騒音の発生がないようである。また、目視によるものであるが、粉じんの発生はほとんど見られず、特に心配するようなものではなかった。

#### (2) 再生砕石の細粒化対策について

試験結果からは確認できなかったが、現場再生品には一般のクラッシャーランと比べ細粒分が多く含まれているように感じた。細粒分が多い原因として考えられることは、まず第1にコンクリート塊に現地土が付着していることが多いこと。第2にコンクリートが石や岩に比べ柔らかい材質であることが挙げられる。

再資源化施設では細粒分が多くなならないよう、初めに10cm程度の大きさに荒く破碎し、その後必要に応じた大きさに細かく破碎するようにしている。現場で細粒分を少なくする対策としては、再生砕石を一度ふるいにかけて細粒分を落とすことや、コンクリート塊を積み込む際に現地土を混入しないよう徹底すること、及び再資源化施設のような段階を踏んだ処理が考えられる。

しかし、これらの処理方法には経費がかかるものもあるため、有効性、経済性から現地土を混入しないよう現場で徹底することが重要な位置づけとなる。

#### (3) 作業工程に当たっての留意点

当初設計では発生した全てのコンクリート塊を処理するために7日間かかるものとしていたが、実際の施工では20日間の期間を要した。これは、現場の気象状況や機械の調子にも左右されるが、最も大きな原因として考えられるのが土の選り分け作業による遅れである。そもそも既設の笠コン

表ー6

測定回数	測定日	天候	測定位置	騒音(dB)		
				最大値	最小値	平均値
1	H11.11.6	曇り	風上 20m	73.5	61.8	67.7
			風上 50m	68.8	58.5	63.7
			風上 100m	62.8	52.0	57.4
			風上 200m	52.2	41.0	46.6
2	H11.11.6	曇り	風下 20m	55.5	36.8	46.2
			風下 50m	53.0	37.2	45.1
			風下 100m	57.8	42.0	49.9
			風下 200m	59.8	40.0	49.9
3	H11.11.19	曇り	20m	71.2	45.0	58.1
			50m	71.5	44.2	57.9
			100m	66.2	47.0	56.6
			200m	66.8	44.8	56.8

表ー7

測定回数	測定日	天候	測定位置	振動(dB)		
				最大値	最小値	平均値
1	H11.11.6	曇り	風上 20m	56.5	38.2	47.4
			風上 50m	52.5	33.8	43.2
			風上 100m	50.2	26.0	38.1
			風上 200m	46.0	31.8	38.9
2	H11.11.6	曇り	風下 20m	30.8	22.0	26.4
			風下 50m	41.2	26.8	34.0
			風下 100m	44.2	28.0	36.1
			風下 200m	48.2	31.0	39.6
3	H11.11.19	曇り	20m	49.0	32.5	40.8
			50m	45.0	31.5	38.3
			100m	44.0	29.5	36.8
			200m	37.2	29.5	33.4

騒音・振動測定結果集計表

クリートを撤去する際、ブレーカ等で破碎し、バックホウで集積していたが、河床に落ちたコンクリートを取る際、河床土と一緒に掘削されることから、土が混在してしまう。この為、土が大量に付着したまま破碎すると、再生碎石は土混じりの状態で再生され、普通の再生碎石に比べて強度が低下する傾向となる為、使用される用途も限られる。また、再生碎石の品質を見るための数々の試験を行っても、土が混入しているため再生材本来の数値の把握が不可能となる。そのため大量の土と一緒に破碎することを避けるための、土の選り分け作業が重要な位置付けとなる。

## 6. おわりに

自走式破碎機によるコンクリート塊のリサイクルは現場内で一貫して作業を行えるため産業廃棄物処理を行わずまた、県境に配慮された効率的な工法である。しかし、今回の工事では工事費に占める仮設費の割合が大きく、ある程度の量を破碎しないと割高になり、処理するまでに土の選り分けや小割に時間を要する結果となった。

仮設費を少なくするには、表土剥ぎ・砂敷き・敷鋼板が必要な田畑にリサイクルヤードを設けるのではなく、地盤の安定している雑種地にリサイクルヤードを設ける方法が考えられる。また、コンクリート塊の再生処理を行うまでの過程によって大きく変わってくるため、前項の留意点を十分検討した作業計画を立てる必要がある。

# 水利の再編計画について

—パイプラインで水利統合・未来のふるさとづくり—

森 口 幸 男\*  
(Yukio MORIGUTI)

## 目 次

はじめに .....	53	3. パイプライン計画 .....	55
1. 地区の概況 .....	53	4. 配水管理組織 .....	56
2. 水利再編への取組み .....	53	おわりに .....	56

### はじめに

香川県は、温暖な気候に恵まれ古く奈良時代には、現在の水田面積の60%が拓かれていたと言われております。

しかし、年間の降水量が少なく地形が急峻なため、流水の利用が困難であった。このため農業用水の確保に先人達は多大な労力と知恵を出して、数多くのため池の築造や地下水を開拓し、地域独自の水利慣行により水を有効に用いてきました。

この水利慣行が障害となり、基盤整備が立遅れていた地区を、ほ場整備事業を契機に、用水路をパイプライン化し配水管理を行う水利組合を組織化した、大川郡大内町水主地域の取組みの事例を紹介します。

### 1. 地区の概況

水主地域は、香川県の東部に位置する大内町の東南部にあり、二級河川与田川上流の兩岸沿いに細長く広がる地域です。河川沿いの肥沃な土地と伏流水に恵まれ、古くから東讃の穀倉地帯として発展し、現在は県下でも有力なブランド米「水主米」を生産する緑豊かな純農村地帯です。

稲作の用水源は与田川の伏流水やため池に依存しているが、水利系統は極めて複雑であるうえ、昔からの水利慣行のもとに営農されており、水田の整備は有志以来改善されておらず、ほ場は狭小で不整形であるため、農業の生産性は低く農業の

近代化が著しく立遅れていました。

このため、複雑な水利系統の再編を前提としたほ場整備計画を樹立し、昭和62年度より県営ほ場整備事業「大内地区」の工事に着手し、14年の歳月を経て平成12年度に75.2haの農地が整備されました。

### 2. 水利再編への取組み

当地域は、水主の地名のとおり、周囲を山に囲まれ比較的水に恵まれていたことから、古来より河川沿いの平地から山麓の谷間まで水田が拓かれています。

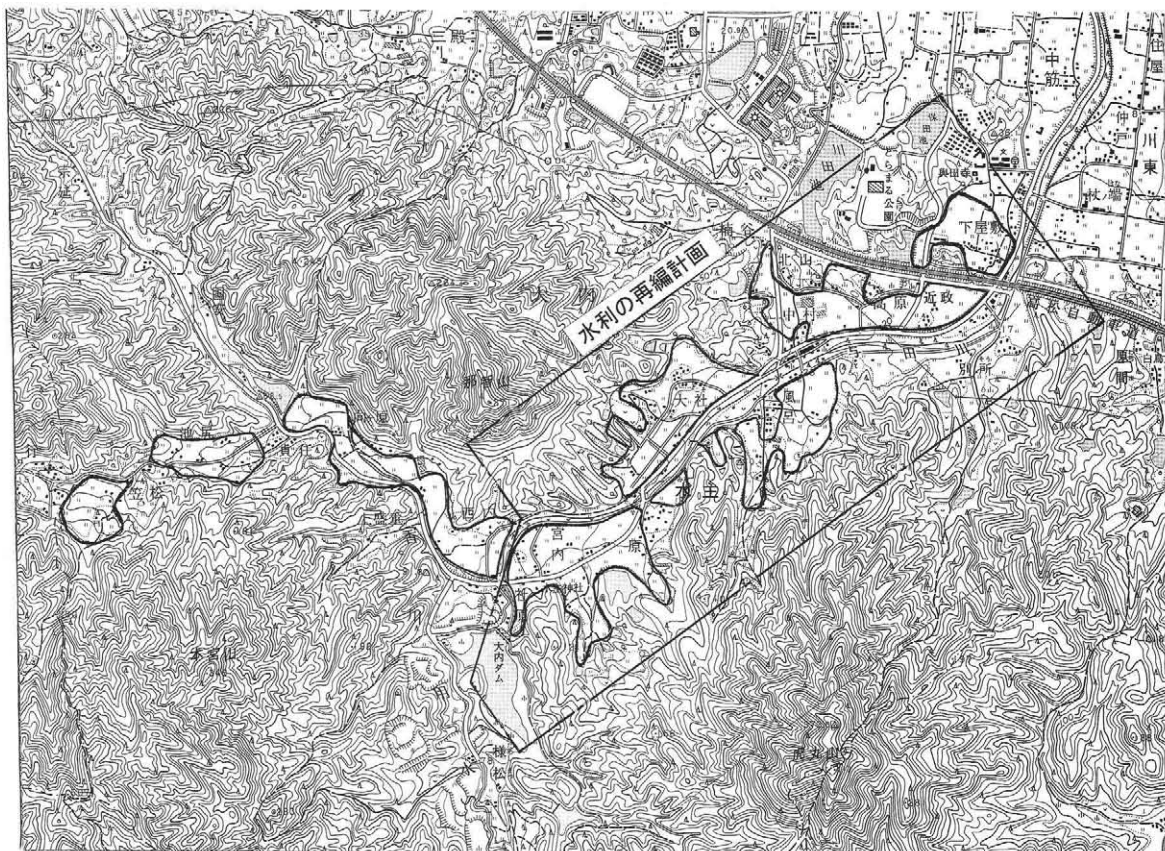
この用水源は、河川井手・ため池・井戸掛の大きく3系統に分かれているが、その中の用水掛は120カ所と多く、そのうえ水利系統が複雑に入り混じっており、配水は各用水掛りの水利慣行により行われています。この一滴の水も無駄にしないための良き水利慣行が、後の農業の機械化や合理化を進める大きな障害となってきました。

農村環境が大きく変化するなかで、当地域も例にもれず農業従事者の高齢化や後継者問題が顕在化し、当地域の農業を継続発展していくためには「どうするのか」「どうしたらよいのか」と各集落において課題となり、水利再編を前提とした県営ほ場整備事業「大内地区」の計画が生まれました。

水利再編の推進には、まず農業用水を安定的に確保する手段や工法を地元関係者に説明し理解を得ることから始めました。

しかし、地元関係者の方も水利再編なくしてほ場整備ができないことは、当然理解していても、

\*香川県綾歌土地改良事務所 (Tel. 0877-44-5500)  
(前、大川土地改良事務所)



図一 県営ほ場整備事業「大内地区」位置図



写真一 ほ場整備が進む宮内工区 (中央が宮内大池)

具体的な内容になれば、各水利系統の関係者それぞれ言分があり、もろ手を上げて水利統合に同意が得られたものではなく、いわゆる「総論賛成、各論反対」の状況でありました。

この各水利系統の言い分の溝を埋めたのは、必

要な時期に必要な水量をほ場に送水できる、「需要者主導型」のパイプラインシステムの導入でした。

また、不足している用水の補給には、国営香川用水付帯県営与田川沿岸支線を、本地区のほ場整



備事業と一体的に計画・施工することにより用水供給の安定化を図っています。

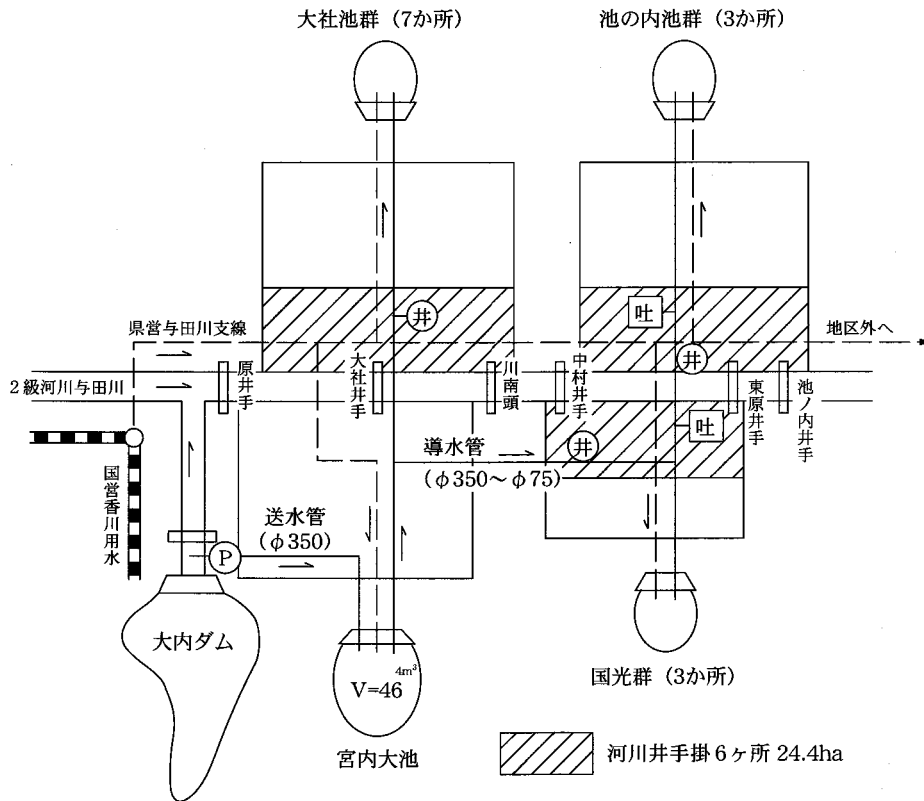
この国営香川用水からの補給経路とほ場整備事業による用水経路との整備を一体的かつ効果的に考えた本地区のパイプライン計画について次に紹介します。

### 3. パイプライン計画

パイプライン計画の策定にあたり、ほ場整備地区全体を一つの水利ブロックとする水利再編は、

地形条件やコスト面などから好ましくなく、いくつかのブロック毎に水利再編を図るとともに、干ばつなどの緊急時には、バルブ操作で各ブロックごとの統括的な節水やそれぞれのブロック間での水の融通支援ができる計画としました。

計画の内容は、大内ダムの放流水を河川から取水する井手掛6カ所と、ため池掛4カ所を水利再編し、不足している用水を国営香川用水付帯県営事業のパイプラインにより送水するもので、従来河川より取水していた井手6カ所を合口し、ダム



図一 2 計画用水系統図

表一 1

単位粗用推量 (m <sup>3</sup> /s/ha)		
代かき期	0.00896	2日, 24時間, 代かき水深120mm
普通期	0.00308	最大減水深 23.9mm/day

#### 用水計画

区分	受益面積 (ha)	組織容量 (ℓ/s)	内 容
送水管	35.5	109	河川補給水を宮内大池へポンプ送水
導水管	24.4	96	井堰掛 (6ヶ所) の代かき用水の半量を大池より配水
香川用水管	84.7	10~5	与田川支線本管より, 0.45 ℓ/s/haを分水
与田川支線	291	131	与田川分水より, 地区内を経由して地区外受益へ配水

の直下流で取水して宮内大池へ送水し、宮内大池を親池としてパイプラインにより各ブロック掛かりのため池へ自然流下により送水する方式とすることにより、ダムからの放流水をより効率的に配水・貯留することが可能になりました。

また、既存水源として利用している井戸に設置している揚水機からの送水パイプを、宮内大池から各ため池へ送水するパイプラインに接続し注水することにより、既存井戸の有効活用を図っています。

さらには、国営香川用水の支線パイプラインを接続することにより、一日あたり300m<sup>3</sup>/10aの水が補給されることとなりますが、この補給水の利用にあたっては、宮内大池や各ため池の貯水状況により、水が必要なブロックに集中的に供給が行えるなど、多様な配水と弾力的な運用が可能な配水管理を行えるようになりました。

このように、ダムからの供給、既存の井戸、国営香川用水などの複合用水源を効率的かつ弾力的な利用を図るために、ため池を調整池として活用するこのようなパイプライン計画は、先人が築きあげたため池という農業用施設を、現在の水利用という観点から用水の貯留・調整のための基幹的な施設として位置付け、水利用の再編・統合を図り、合わせて既存井戸の利用、国営香川用水からの補給水といった複合的水源の効率的かつ弾力的な運用は、水を大切に使用するという、古来からの考えの現在版とも言えるものと思います。

このように、パイプライン計画の必要性を地元関係者の理解と前向きな取組みにより、平成8年度に主要なパイプライン工事が完成しました。

#### 4. 配水管理組織

従来の水利慣行を根本から見直す本地区の計画は、順調に進んだものではありませんでした。地元関係者からは、「水の利用にあたりトラブルは起きないか」「維持管理はどうするのか」「公平な負担になるのか」など、工事完了後への不安が生じておりました。

特に、水の利用にあたってのトラブルの発生と

維持管理への不安については、幸か不幸か工事施工中の平成6年に大濁水を経験しましたが、パイプラインを利用した配水管理が既に機能していたことから、干ばつ被害も無く乗りきれたことが地域に取って大きな自信となり、配水操作は直接池に行き、地元関係者で話し合いながらバルブ操作を行うことが、集落間の連携や信頼が保たれ、節水や水の融通ができると関係者の共通の認識が生まれ、計画当初には施設操作の省力化を図るために検討していた半自動化システムについては、導入を見あわせました。

このように、濁水が地域の方々に生きた教訓を与え、地域ぐるみで水を維持管理する機運が高まり、配水の管理調整を行う組織として、平成7年4月に水主地区水利組合を発足しました。

この水利組合は、ほ場整備事業実施区域はもとより、隣接するかんがい受益地区を含めた、関係面積73ha・組合員202人で構成され、通常の維持管理に要する賦課金（10a当り2,000円）により運営しています。

そして、日常の維持管理は従来の配水ブロック単位で行うが、施設の補修や更新経費は組合員全員が負担するなど、水利統合の利点を十分に発揮した施設の管理を行っています。

また、施設の管理や操作などの用水需給調整は専任の管理者（池守）を置くなど、地域に根付いた管理体制を取っています。

#### おわりに

この成果は、地元関係者の皆さんが「何とかしよう」とする気持と、各水利系統の代表者の熱意のもとに、地元大内町の水と土に対する施政や支援、水利統合に関するパイプラインシステムに技術援助をいただいたコンサルタント、複雑な換地業務を処理した県土連の方など大勢の皆様のご協力により事業が完了したものです。この場をお借りして厚くお礼を申し上げます。

最後に、この施設が水主地域の財産となり「未来のふるさとづくり」の一助になれば、担当した一職員としてこれ以上の幸せはありません。

# 児島湖の国営農地防災(水質障害対策型)事業について

## —水質改善対策工法の紹介—

萩野隆造\*  
(Ryuuzou HAGINO)

### 目 次

1. はじめに .....	57	5. 浚渫泥の有効利用 .....	64
2. 児島湖の概要 .....	57	6. 今後の課題 .....	66
3. 浚渫対象泥 .....	57	7. おわりに .....	67
4. 水質改善対策工法 .....	60		

### 1. はじめに

児島湖は、岡山駅から南へ約8kmに位置し、世界で2番目に大きい、日本初の人工の淡水湖である。湖の水質は全国湖沼の水質ワーストランキングの上位に位置している。

湖の浄化には、原因を作った時間以上に多くの時間と経費が必要であることを理解してもらうためには、児島湖を人の身体に例えると、生活習慣病状態であると考えて頂くとよく理解できる。河川からの生活排水の大量供給(美味しい物を食べ過ぎ)が主な原因で、湖の自然浄化能力を遙かに超えている(運動不足のため、泥の堆積(動脈硬化)や内部生産(ストレスによる胃酸分泌過多や潰瘍)が盛んになり、栄養塩類は更に濃度を増してくる。結果植物プランクトン(悪玉コレステロール)が大量発生する要素のひとつになっている。

浄化(健康改善)のために展開している事業としては、1次汚染源である河川への排水の浄化を昭和53年度から児島湖流域下水道事業(食事制限)で、2次汚染源である湖底溶出削減等を図るための浚渫を平成7年度から国営農地防災事業(運動の実施)で実施している。このほかの外科的治療としては、流入河川の浚渫事業、合併処理浄化槽設置促進事業などが進められている。

### 2. 児島湖の概要

#### (1) 児島湖の現況

表-1参照。

#### (2) 水質の変化

児島湖は児島湾奥部を、1956年(昭和31年)に締め切り、淡水化を開始してから40年以上の歳月が経っている。(締切堤防完成は昭和37年)

COD, T-N, T-Pともに児島湖の環境基準値(COD5.0mg/L以下, T-N1.0mg/L以下, T-P0.1mg/L以下)の2倍程度の数値で推移している。

湖心の実測データは以下のとおりである。(岡山県調べ)

ア. COD(化学的酸素要求量)75%値 湖沼水質保全計画(第3期)での平成12年度目標値は、8.8mg/Lである。(図-2)

イ. T-N(全窒素)湖沼水質保全計画(第3期)での平成12年度目標値は、1.7mg/Lである。(図-3)

ウ. T-P(全リン)湖沼水質保全計画(第3期)での平成12年度目標値は、0.17mg/Lである。(図-4)

### 3. 浚渫対象泥

堤防による締め切り以前の湖底の「海成底泥」と、締め切り後の堆積層「非海成底泥」の分布と栄養塩類等(表-2)の含有割合を調査し、含有割合30%(パーミルと読み、1パーミルは0.1%)以上

\*道前道後平野農業水利事業所道前支所(Tel. 0898-76-2046)  
(元:山陽東部土地改良建設事務所)

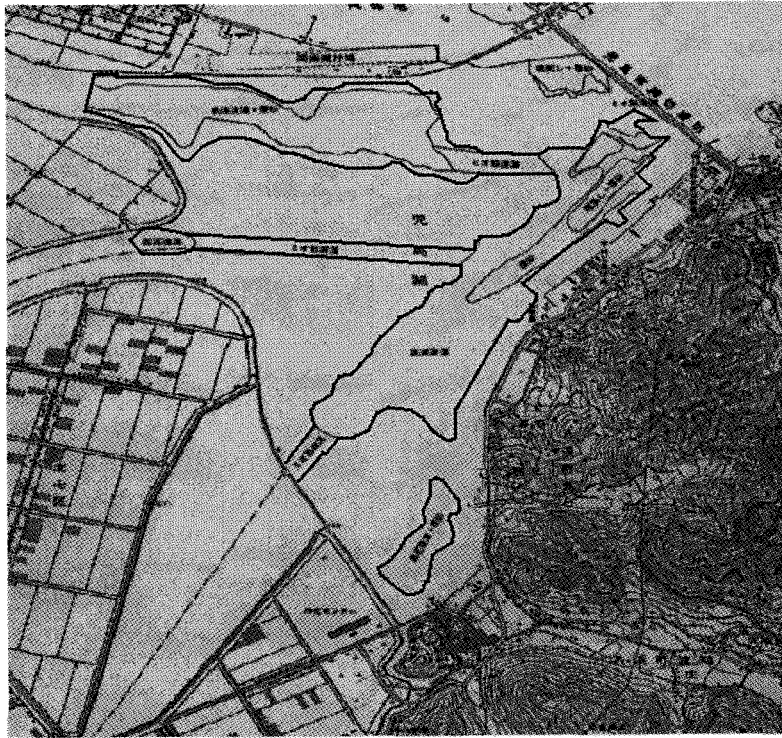
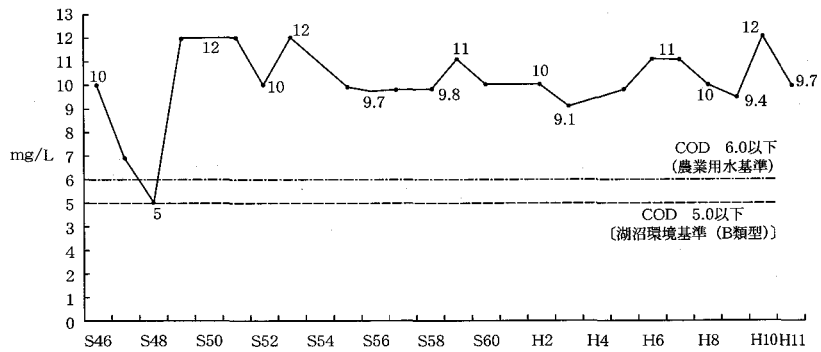


図-1 事業計画概要図（湖内の○がしゅんせつ予定区域）

表-1 児島湖の概要（現況）

湖の面積	総貯水量	湖の深さ		流域の面積	流域内の人口
		最大	平均		
1,088ha (約800ha) ( )は河川部分を除く	2,607万m <sup>3</sup>	9 m	2.1 m	54,366ha	624千人



※1：75%値とは、年間のn個のデータを小さいものから順に並べた時、 $0.75 \times n$ 番目となる値で環境基準と対比する場合に用いる。

※2：H10は、冬場の小雨による異常値である。

図-2 児島湖湖心CODの値

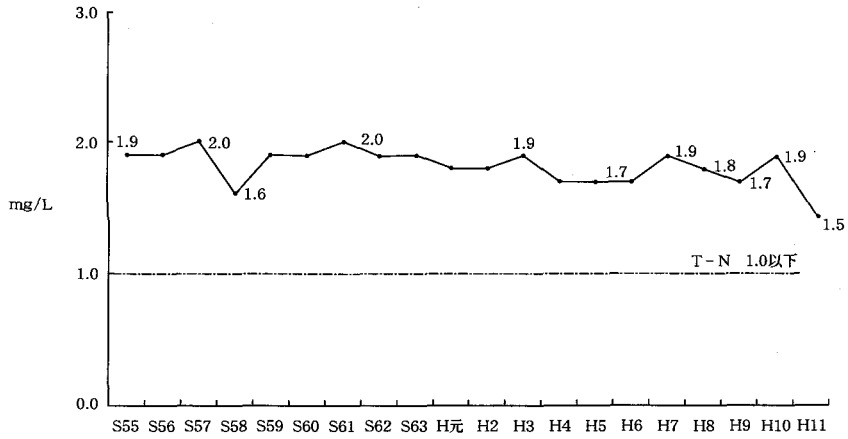


図-3 児島湖湖心T-Nの値

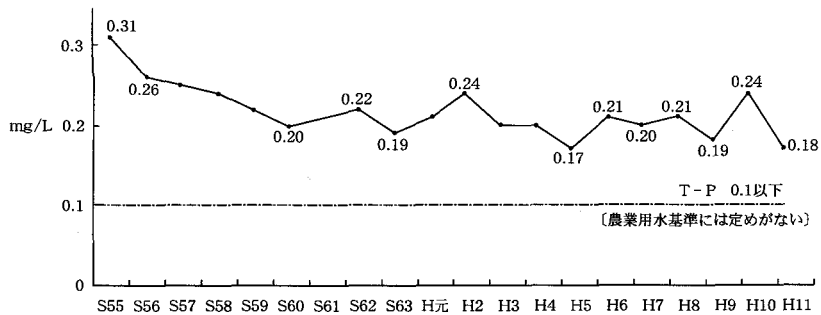


図-4 児島湖湖心T-Pの値

(強熱減量におきかえると8.5%以上に相当する)の底泥を浚渫の対象泥と決定しているなか、計画では総浚渫量は230万 $m^3$ (底泥浚渫200万 $m^3$ , ミオ筋浚渫30万 $m^3$ )としている。

(1) 底泥の定義

古来から湖や湾にたまった底泥および湿田の粘土質の土などをヘドロ(ヘドロとは埴に通じ、

(2) 栄養塩類等の含有割合

水を含んだ軟らかい土の意)と呼んできたが、昭和30年代から40年代の高度成長期に起こった産業系のヘドロの印象が現在も強く残っているため、あえて「底泥」と呼んでいる。ここでは栄養塩類の含有量が30%以上の泥を底泥と呼ぶこととする。

表-2 水質に悪影響を及ぼす底泥中の物質 (mg/L)

判定項目	選定理由	海成底泥 = a	非海成底泥 = b	比率 b/a
有機物	分解時に大量の酸素を消費し貧酸素化を招く 水中に溶出してCODを増加させる	13.1	30.5	2.33
全窒素	水中に溶出して富栄養化を招く	1.19	2.83	2.38
全 磷	水中に溶出して富栄養化を招く	0.75	1.38	1.84
硫化物	悪臭を発する	0.21	0.83	3.95
計		15.25	35.54	2.33

(児島湖の底泥の平均値)

#### 4. 水質改善対策工法

##### (1) 水質改善対策工法別の水質改善効果

- ア. 児島湖では、まず底泥（栄養塩類等の含有量が30%以上）を浚渫するが、対象泥を全量浚渫すると嫌気性の高い深部の拡大に繋がるための逆効果が発生するため、児島湾締切堤防の新樋門（以下「樋門・閘門」という）の敷高AP-3.0m（APについては図-5参照）より浅い部分を対象にしている。底泥からの栄養塩類の溶出削減となる水質改善効果を見込んでいる。
- イ. ミオ筋泥（栄養塩類等の含有量が30%以下）浚渫は、3本の河川からの栄養塩類等の流入を湖内に停滞させることなく樋門まで導くためのミオ筋の形成（「作濇工」という）である。流入負荷物の沈降・堆積・流下・拡散の防止により、栄養塩類等の内部生産の削減へと繋がる水質改善効果が期待できる。
- ウ. AP-3.0mより深い部分にある底泥を浚渫すると嫌気性水域の拡大に繋がるため、浚渫せずに購入した海砂を被せる施工方法（「覆砂工」という）を採用した。同じく底泥から

の栄養塩類等の溶出削減となる水質改善効果を見込んでいる。

- エ. 湖内数ヶ所に点在している深部は、船通し閘門の操作に伴い湾側からの海水が遡上するための潮溜まりになっている。この潮溜まりは、湖内で営まれている内水面共同漁業の内の、てながえび漁業（稚魚の段階で適度な濃度の塩分が必要）に欠かせないため、現況と同程度の範囲を1ヶ所に集積して確保することとした。AP-4.5mより深い部分（最深部でAP-9m程度）は極端にDO（溶存酸素量）が低いため漁業にも無関係であることから、浚渫泥を液性限界以下に脱水（コン指数200KN/m<sup>2</sup>以上で「脱水ケーキ（cake：固まり）」と呼んでいる）して埋め戻し（「埋戻工」という）、その上に覆砂工を施工する工法を採用した。嫌気性水域の削減は栄養塩類等の溶出削減となり、夏場の温度躍層の削減は植物プランクトンの増殖を制限できるため、栄養塩類等の内部生産の削減へと繋がる水質改善効果が期待できる。（表-3）

表-3 工法毎の全水質改善効果

mg/L (%)

項目	下水道 (整備率:72.2%)	浚渫効果 ア	湖流改善効果 イ, ウ	覆砂効果 エ	全体効果	事業完了時
COD	6.2	(50) 0.2	(25) 0.1	(25) 0.1	(00) 0.4	5.8
T-N	1.18	(61.1) 0.11	(22.2) 0.04	(16.7) 0.03	(100) 0.18	1.00
平均効果 (シェア)		55.6	23.6	20.8	% 100.0	

(値は全てかんがい期)

注：水質改善の前程として、下水道整備（整備率72.2%）により、ソランシで6.2mg/L、T-Nで1.18mg/Lまで改善されることとしている。

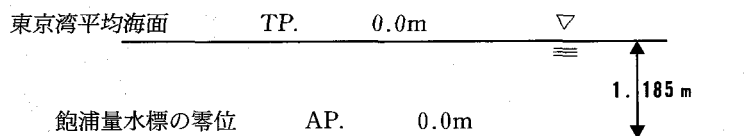


図-5 児島湖の基本水準面APとTPの関係

#### 水質改善対策 4 工法

ア. 湖内生産削減のため栄養塩類等含有量が30%以上の底泥浚渫工



写真-1 松尾港沖を浚渫中の新大本丸

イ. 湖流改善のため30%以下のミオ筋浚渫工



写真-2 笹ヶ瀬川筋を浚渫中のクリアウオータIII号

ウ. 栄養塩類の更なる溶出抑制のために深部埋戻上及び浚渫後への覆砂工

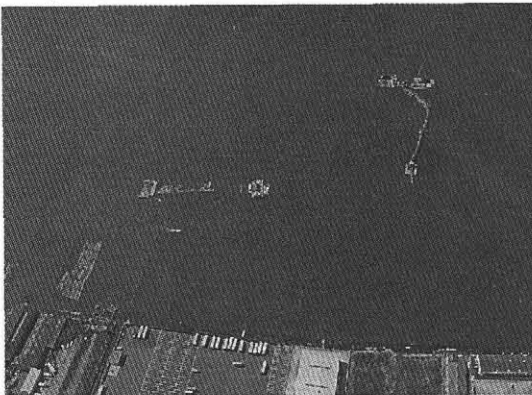


写真-3 スプレッダーを左右に旋回し旧免許センター沖深部(水深6m)を埋立中の玉野工区U型FCS船団とシート敷設船団

エ. 湖流改善のため停滞水域の解消及び貧酸素化を招く深部の埋戻工

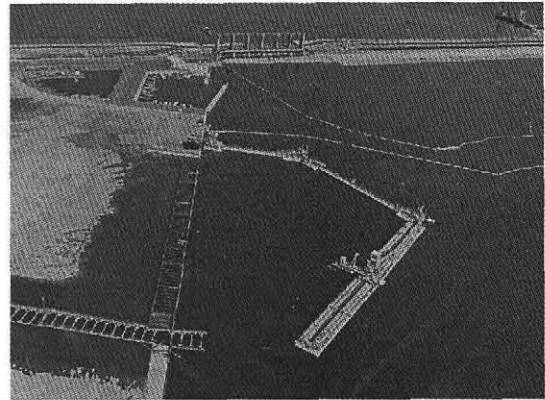


写真-4 トリッパー走行しながら御幸樋門前深部(水深3m)をを埋立中の岡山工区FCS船団

#### (2) 高濃度・薄層底泥浚渫船

ア. 児島湖の底泥は表-2で紹介したように有機物が80%以上を占めている。

このような有機物が多量に含まれている底泥においては、栄養塩類等の内部生産を引き起こして水質に悪影響を及ぼす原因は底泥の表層部(「浮泥」という)であるということが明らかになっている。

イ. このため図-6の浚渫船の中から、以下の機能を有する高濃度・薄層底泥浚渫船を選定し浮泥を確実に除去し、高濃度に浚渫することによって泥処理・処分地が経済的になり、且つ余水処理量の削減が期待できる。

(ア) 浮泥も含めた軟弱な表層泥を確実に除去することができる。

(イ) 高含泥率(50%程度以上)の高濃度浚渫ができる。

(ロ) 浚渫に伴う周辺水域への汚濁の発生が少ない。

(ハ) 底泥の表層を薄層(土厚50cm程度以下)に浚渫できる。

ウ. 高濃度・薄層底泥浚渫船の特長と原理は表-4のとおりである。



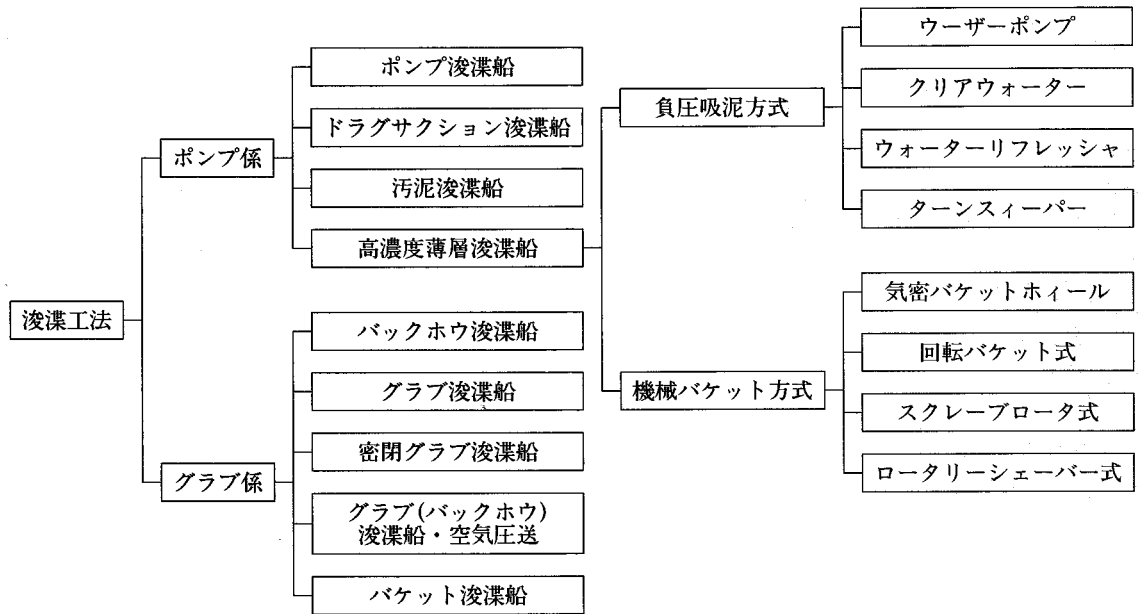


図-6 浚渫船の分類

表-4 浚渫機構と特長・原理一覧

浚渫機構・船名		浚渫原理
負圧吸泥方式	クリアウォーター方式 (クリアウォーターⅢ号)	ラダー先端に左右スイング方向に開口部を持つ集泥機を備え、スイングさせることにより集泥機の集泥箱部分に底泥を盛り上げ、集泥箱下端に連結している負圧3連式集泥タンクの吸引機構により底泥を吸引浚渫する。 可動部分が少ないので汚濁発生がごく少ない。 アタッチメントにより広範囲の土質に対応できる。
	ターンスイーパー方式 (新大本丸)	ラダー先端に集泥機を備え、集泥機に流入する泥量を計測しながら吸泥量を制御して水の吸引を抑えて高濃度浚渫の安定化を図っている。集泥機は浚渫方向に合わせ0°~180°任意に方向転換できる方式となっており、吸泥ポンプは強力な吸引力を有するチューブポンプ2台を有する。
機械バケット方式	気密バケットホイール式 (アイリスV号)	バケットホイールの上半分を気密フードで覆い空気を送り込むことにより、気中状態を作り浚渫土中に水が混入するのを防止している。 ラダーをスイングさせながら、バケットホイールを緩やかに回転させ、高濃度で浚渫を行なう。

(4) 底泥浚渫処理のあらまし

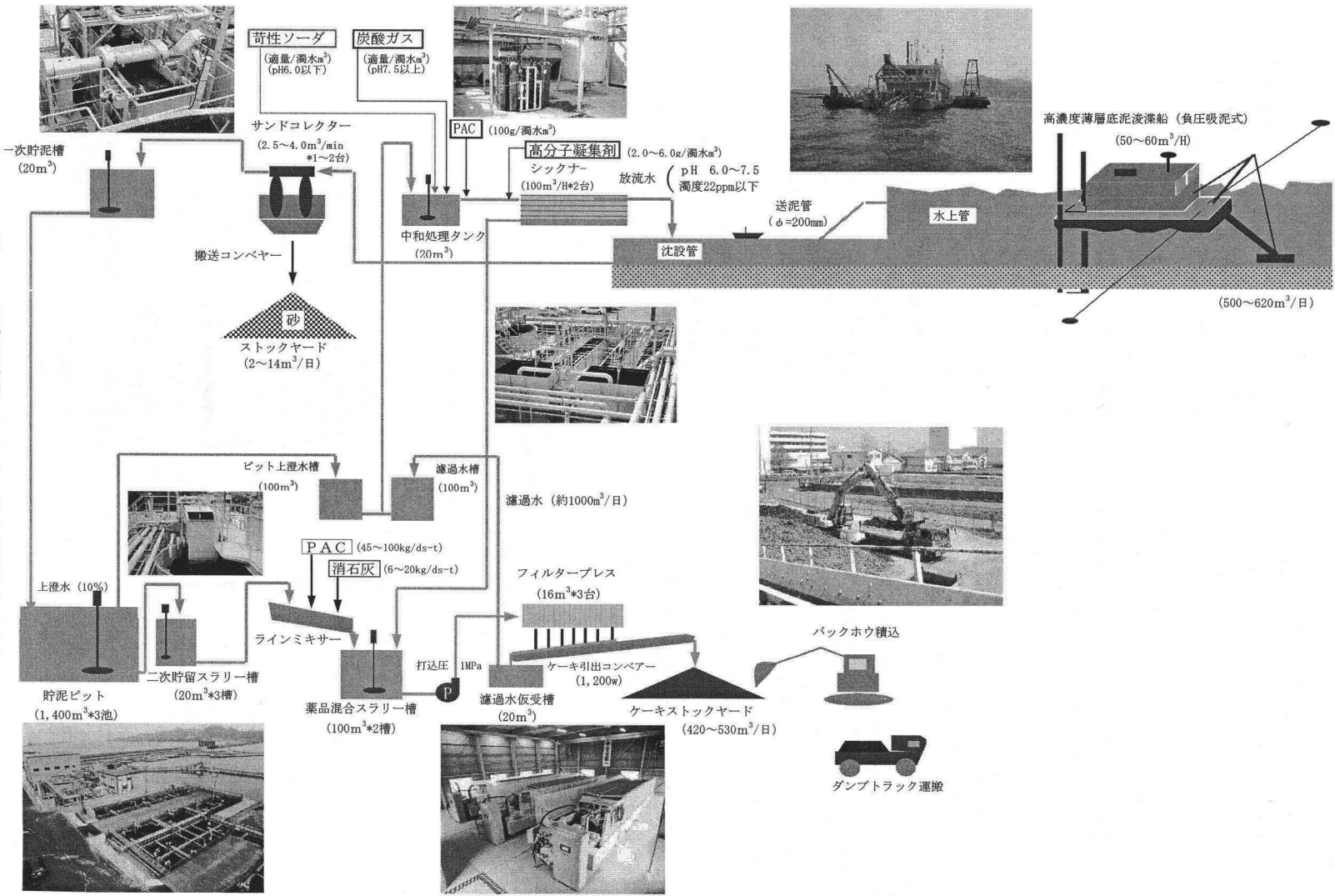


図-7 兄鳥湖底泥しゅんせつ脱水処理のあらまし

## 5. 浚渫泥の有効利用

浚渫泥は図-8にあるように建設汚泥に該当しないが、「標準仕様ダンプトラックに山積みできず、その上を人が歩けないような流動性を呈する状態のもの。この泥状の状態を土の強度を示す指標でいえば、コーン指数がおおむね $200\text{KN}/\text{m}^2$ 以下となる。標準仕様ダンプトラックに山積み出来ても、運搬中に流動性を呈するものは建設汚泥に該当する。」こととなるため、「建設発生土利用技術マニュアル（第2版）：国土交通省監修」（以下「マニュアル」という）土質区分基準の第4b種（砂質土はa）発生土としてコーン指数（qc） $200\text{KN}/\text{m}^2$ 以上に機械脱水して有効利用している。

天日乾燥工法は、含水比の低下が雨曝しでの状態では約4ヶ月で180%（湖底状態）程度、減容化はプラス側になること、日浚渫スラリー量1,500~1,800 $\text{m}^3$ の処理には50ha程度の乾燥ヤードと広大な還元農地が必要になることから有効利用は困難であると判断し、実施には至らなかった。

### (1) 脱水工法の選定

脱水工法には、大きく分けて機械的脱水工法と土木的脱水工法があり、各々の脱水工法の分類は

図-9のとおりである。

これらの工法のうち、機械的脱水工法については加圧脱水方式2機種（標準型フィルタープレス、高圧型フィルタープレス）及び加圧絞り脱水方式1機種（改良型ベルトプレス）を選定し、実証試験工事を行って、脱水機械の操作性と処理能力、脱水ケーキの性状、施工性及び経済性を総合検討し、本工事においては標準型フィルタープレスが最適と判断し採用している。

### (2) 脱水ケーキの品質管理

ア. 以前は含水比主体で、有機物の少ないミオ筋泥は70+10%、有機物を多量に含んだ底泥は90+10%まで脱水すれば、脱水ケーキの強度が確保出来るということで、含水比、強度の2項目の管理であった。

イ. 今後はマニュアルを参考に、地山含水比が備考欄記載であること、また過去の実績からいずれの場合もコーン指数（qc） $200\text{KN}/\text{m}^2$ 以上であれば含水比はクリアーできるという結果が得られていることより、含水比は管理から外し参考値とした。（表-5）

### (3) 脱水助剤の添加量

ア. 底泥は「土壌の汚染に係わる環境基準」等に抵触するような汚染土ではな、これらを固

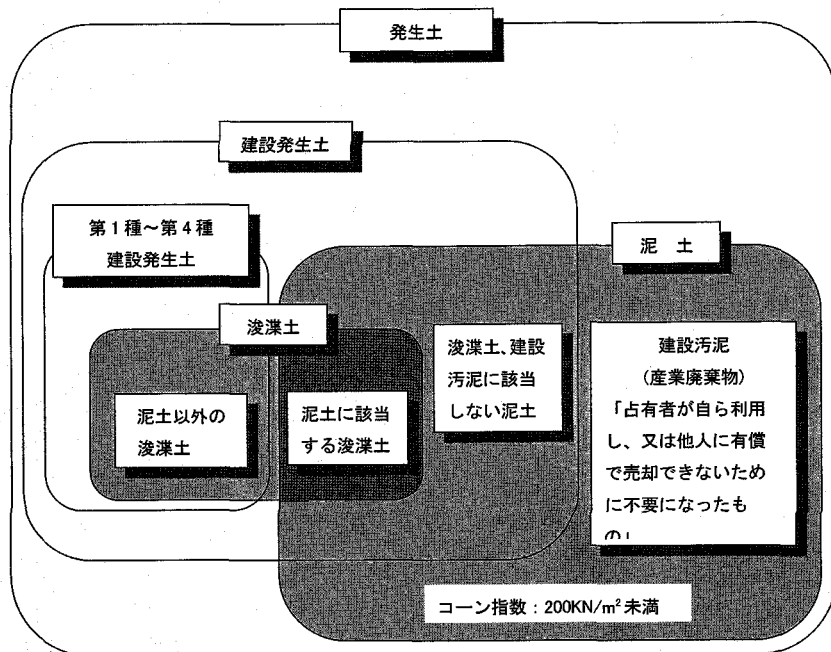


図-8 発生土における建設汚泥の位置付け

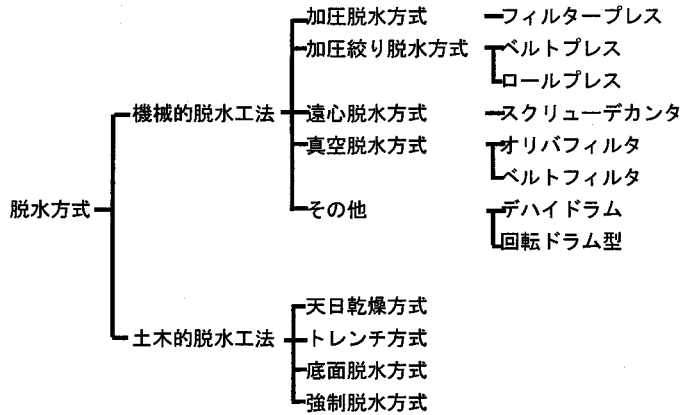


図-9 脱水工法の分類

表-5 脱水ケーキの管理値

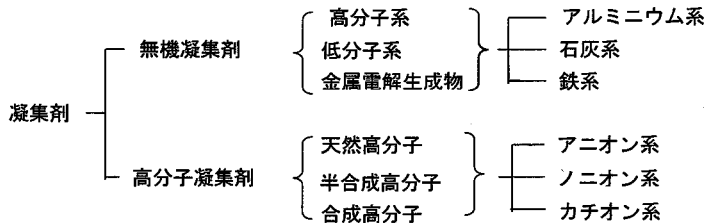
区分	底泥	ミオ筋泥	測定基準
大きさ(解砕後)	10cm角程度	同左	午前・午後各1回
強度(qc)	200KN/m <sup>2</sup>	同左	1回/日
含水比(参考値)	90+10%	70+10%	〃

定化するための不溶化処理は一切使用する必要がないため、脱水助剤には凝集剤を使用している。

イ. 脱水助剤の種類は、フィルタープレスによる脱水であるため余り大きなフロック形成は必要ではなく、脱水性の向上を高めることのみを目的に無機凝集剤の中からPAC（ポリ塩化アルミニウムの略で水道用はJIS K 1415で規定されている）を選定したが、脱水ケーキが酸性土壌となるため中和処理として消石灰（生石灰を上水により消化反応させた粉末）を同時に添加（ラインミキサーにより

PAC添加後に）することとした。この中和処理により鉄・マンガンの脱水溶出削減効果も期待できることが明らかになっている。

ウ. 脱水助剤の添加量は、試験施工を重ねた結果PAC60kg/t-ds（乾泥1t当りの添加量）と、消石灰は泥性状によりこの1/4～1/8を基本添加量として本格的な施工を開始した。最近ではミオ筋部分に堆積している底泥はPAC50kg/t-dsと消石灰は約1/6（8kg/t-ds）、淀み部分に堆積している底泥はPAC60～80kg/t-dsと消石灰は約1/5（12～16kg/t-ds）で安定している。



(注) 高分子凝集剤は、いずれもアクリルアミド系の合成高分子であるが、脱水助剤としては一切使用していない。余水放流の浄化には大きなフロックが要求されるため、アニオン系のものを使用している。

図-10 凝集剤の分類

## 6. 今後の課題

### (1) 高濃度・薄層底泥浚渫船

ア. 負圧吸泥方式の浚渫船では低含水比（固い）泥浚渫・高含泥率浚渫に限界があるように思われる。気密バケットホイール方式では柔軟に対応可能であるが、浮泥を確実に浚渫できたという実証が得られるような工夫が必要である。これらの長所を取り入れた集泥機の改良をより一層図るよう求めていきたい。

イ. 濁水の拡散では、気密バケットホイール方式の方が少し多いような傾向が見られる。

ウ. 薄層浚渫はどちらの浚渫船でも確実に成果が表れているので問題無い。

### (2) 機械的脱水（加圧脱水方式）工法

ア. 高圧型フィルタープレスは、マニュアルの土質区分基準が1ランク上位（第3b種発生土：砂質系でないので第2種にはならない）の品質が確保できるが、今回の泥は標準型フィルタープレスに比べて、脱水後の余水に栄養塩類等が多く溶出され、事業の性格上好ましくない傾向であったことも不採用原因（処理能力、脱水ケーキの性状、施工性及び経済性を総合検討し決定）のひとつであった。過去において第4b種発生土であるために有効利用が制限されたことはなかったが、第3b種発生土とすることによって有効利用範囲が拡大できる要素があれば採用を検討したい。

イ. 現在、標準型フィルタープレスの16m<sup>2</sup>級×3台を装備したプラントが2工区で稼働しているため、第3b種発生土程度以上に改良するには以下の工法を検討した。

(ア) 脱水ケーキを自然曝気（反転機械を介在）することにより3日程度の連続干天で可能になるが全天候性のハウスを必要とするので総合的な判断が要求される。

(イ) スクリューデカンタで遠心分級した脱水ケーキ（含水比は60%程度に分級されるが強度は全く出ない）に吸水剤・固化剤を添加する方法が考えられるが、固化は経済的に不利であると同時に添加剤の種類によっては有効利用対象範囲が大幅に減少（PHの上昇など）する。スラリーは既存の標準型フィルタープレスで脱水するが対象スラ

リー量が大幅に削減できるためのコスト縮減が可能という利点がある。吸水剤・固化剤を添加しても有効利用が可能か否かの検討が必要となる。骨材相当とすることも可能であるが経済的でないため総合的な判断が要求される。

(ウ) 脱水ケーキを焼成することも十分に可能である。造粒工程を経ての焼成はコストが高いため、ロータリーキルンに直接投入（回転により顆粒状になる）し表面のみ焼成した後に分級（粉体はごく僅か）すれば短時間で焼成可能となるため、相当コストの面で軽減できることが判明している。栄養塩類などの溶出にも充分対応可能であるというデータもあるので、海砂採取に規制がある今日では、湖内深部への覆砂材の代替として、また湖岸部への撒布による浄化効果としての有効利用が可能であるため試験施工などを経て結果を出す時期に来ている。

### (3) 脱水処理管理

ア. 湖底に堆積した底泥の性状はリアルタイムで変化するため、脱水圧力は一定で1MPaであるが、脱水時間は70～180分程度とかなりの差が見られる。品質の高い材料とするためには、脱水に与える影響因子を知る必要がある。

イ. 過去4年間の施工実績から、以下の4項目に着目し影響度合いを検証することとした。

#### (ア) スラリーの温度（泥温）

脱水処理効率、濾過水の粘性係数に左右されると考えられるが、濾過水の粘性係数は温度が上昇するに従って低下するため、脱水処理効率も上昇する。

#### (イ) スラリーの粒度分布

スラリーの粒度分布が悪いと、土の透水係数が低下し、濾水が土の外に出にくくなる。また、粘土分が多く、粒子が細かい泥は、脱水時に濾水が通過する「濾布」と呼ばれる布の織目に粒子が入り込み、これも脱水作業効率を低下させる。

#### (ウ) 濾布の使用回数

濾布は使用を重ねると老朽化し、織目の中に土粒子が深く入り込んだり、炭酸カル

シウムが表面に付着し、濾水が外に出ることを妨害する。

(ニ) スラリーの含水比

スラリーの含水比が高ければ、脱水処理に要する時間も増加する。過去の調査により土粒子の密度は、泥によって大きな差異がないことがわかっているため、実際にはスラリーの比重を調査することにより含水比に読みかえることができる。

ウ、解析結果とその考察

(ア) 図-11 泥温と脱水時間の相関

データのばらつきが大きく相関はかなり悪いが、平均値で泥温5°Cのときと比較して30°Cの場合は、8分程度脱水時間が短縮される。

(イ) 図-12 粘土分含有率と脱水時間の相関

本来であれば均等係数や曲率係数で比較すべきであるが、現場での適用が容易であることを考慮し、粘土分含有率で相関を調査した。

これもばらつきが大きいが、粘土分含有率60%のときは30%のときと比較して、平均で15分程度脱水時間が延長される。

(ウ) 図-13 濾布の使用回数と脱水時間の相関

関濾布の使用回数については、3台のFPでの比較により、他条件の排除が可能であるため、使用回数0回の濾布の脱水時間を1.00とし、その脱水時間との比率によって解析を行った。本工事では、述べ使用回数1,500回程度を濾布交換の目安にしているが、その頃には脱水効率で0.75程度に低下していることがわかる。

(ニ) 図-14 泥水の比重と脱水時間の相関

比重が大きい方が、つまりスラリーの含水比が小さい方が、脱水時間は低下する。比重1.13(含水比430%)の泥は、比重1.09(含水比640%)の泥と比較して、約45分もの脱水時間短縮が可能である。

エ、上記のほかにも固形有機物の混入、PH、鉄分の含有量なども影響因子として考えられるため、より一層安定した品質の高い脱水ケーキが得られるよう影響因子を追求し、これらの因子を軽減又は取り除く手法を検討したい。

7. おわりに

児島湖も、一度病んだ人間の身体同様に、一足飛びには完治しないものである。今まで県民の憩

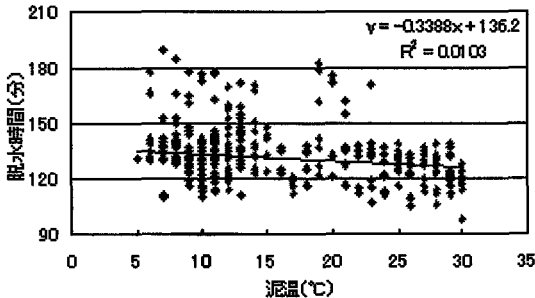


図-11 泥温と脱水時間の相関

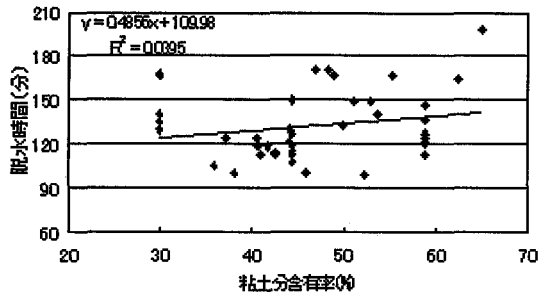


図-12 粘土分含有率と脱水時間の相関

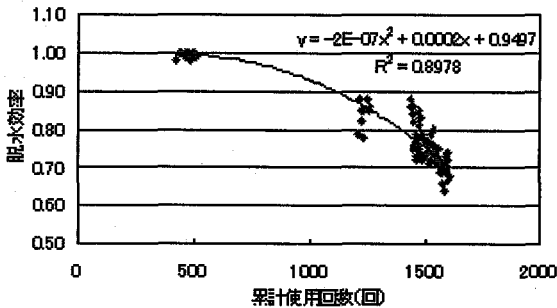


図-13 濾布の使用回数と脱水時間の相関

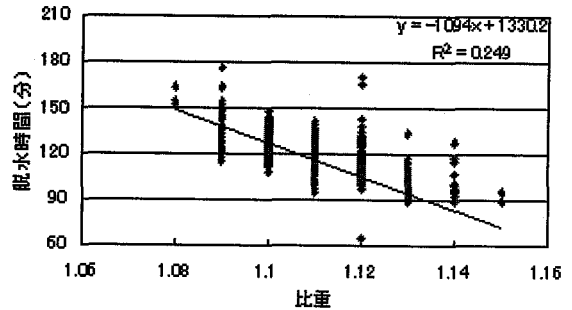


図-14 泥水の比重と脱水時間の相関

い場ではなかった児島湖は、果たして県民の憩い場となるのだろうか。

総合的な治療を必要としている児島湖には2つのカギがあるのではないだろうか。

ひとつは、西洋医学的な内科治療である岡山県の児島湖水辺環境整備基本計画『オアシス空間・児島湖』—水辺環境の再生と創造—(タバコ・酒は控えめにして、適度に運動、高品質のビタミン剤数種を適切な時期に投与)である。期待するものが大きい、少しずつ着実に浄化体力を養っていくことが重要である。

残るひとつは、東洋医学的な漢方治療である県民のモラルの高揚(毎日数種類の食品を一定量バランス良く食べる食生活)ではないだろうか。現場周辺や湖内は不法投棄のゴミがたくさん見受けられる。まるで児島湖流域清掃大作戦のスタッフが、予め用意しているかのようにどんどん増えていくのである。私達の取組みとして、児島湖周辺の環境浄化に役立つよう地域の人々と手を取り合って手作りの広報活動「田んぼの学校」等を毎年開催している。地域周辺の方々がこの活動等をきっかけにして、エコ活動が定着する頃には児島

湖は全国湖沼の水質ベストランキングの上位に位置することだろう。

これらが、総合的に効果を発現して初めて、本当に県民の憩い場としての本領を発揮するのではないだろうか。当然この地の歴史・文化である農業を介在してである。

児島湖の水を使った従来型の稲作・麦主体農業から、『晴れの国野菜』と呼ばれるような野菜主体農業へと新たな産地形成が確立されていくことを期待している。

#### 参考文献

1. 国営農地防災事業 児島湖沿岸地区全体実施設計書：中国四国農政局
2. 平成9年度 高濃度・薄層底泥浚渫船の能力算定と積算に関する調査研究：(社)底質浄化協会
3. 建設発生土利用技術マニュアル(第2版)：国土交通省大臣官房技術調査室監修
4. 建設汚泥リサイクル指針：国土交通省大臣官房技術調査室等監修



# GISを活用した土地改良施設管理システム

武 田 富美夫\*  
(Humio TAKEDA)

## 目 次

I. はじめに .....69  
 II. GIS導入の背景 .....70  
 III. システム構成 .....70  
 IV. データの構成 .....70

V. 以下に適用事例を示しながらシステムの  
 内容を紹介する .....71  
 VI. GIS導入の効果 .....77  
 VII. あとがき .....78

### I. はじめに

この地域は、宮崎県のほぼ中央部に位置し、西都原古墳群で全国的に知られ、ピーマン生産では日本一を誇る西都市をはじめ、高鍋町、新富町、木城町の1市3町からなる。東は日向灘、西に九州山脈を望み、北を小丸川、南を一ツ瀬川に挟まれた標高70mから140mの畑台地及び、西都原台地（一ツ瀬川右岸）とその周辺の水田地帯を含む、

受益地3,547haの広大な地域である。

国営一ツ瀬川農業水利事業は、昭和47年度から昭和60年度にかけて東原調整池（総貯水量100万トン）、平原揚水機場（最大揚水量4.13m<sup>3</sup>/s）、瀬江川頭首工（最大取水2 m<sup>3</sup>/s）、導水路、幹線パイプライン（36km）など土地改良施設の基幹施設が造成されている。また、県営農村基盤総合整備パイロット事業（昭和48年度から）では、生産基盤であるかんがい、排水、ほ場整備、農道、支線



図一1 一ツ瀬川地区マップ

\*一ツ瀬川土地改良区 (Tel. 0983-42-3748)

パイプライン（72km）などや環境基盤の農村公園、集落排水事業等が施工され、平成7年度に完了した。

一ツ瀬川土地改良区は、国営、県営事業にあわせて昭和49年2月に設立、地区面積3,547ha、組合員3,465名、役員20名職員8名で組織されている。国営事業に係る基幹施設については、昭和60年度事業完了に伴い、土地改良区が国から管理委託を受け、また、県営事業で造成された施設についても同様に改良区が適正な管理に努めている。現在改良区は、水管理システムの監視操作、ポンプの整備点検、パイプラインの巡視点検等の管理事業や事業費負担金の償還業務を行っている。

## II. GIS導入の背景

基幹施設の東原調整池や平原揚水機場とともに、かんがい用水路（以下パイプライン）は地下に埋設されている管水路であるため、これの適切な管理は、施設の機能保全と漏水事故の対応など、土地改良区における維持管理事業の最も重要な業務である。現状は、出来高設計書により管理しており、受益地が広範囲にわたり且つ年月の経過と共に、地域の開発など諸般の事情により現況が変化し、管理図面での対応が困難になってきている。そのため適正な管理に支障をきたすおそれがある。

当改良区は、事務用システムを昭和60年度に委託開発し運用しているが、施設の管理もコンピュータによる管理を目指し、平成7年度からCAD

システムを活用した管理マップの作成に取りかかった。しかし、CADシステムは操作が難しくデータ処理にも時間を要し、緊急時に漏水事故の対応がスムーズにできないなどの問題が生じた。

そこで、容易に操作できるパソコンを使用したGISを活用することにした。

## III. システム構成

水管理システム (GIS)	パソコン	2台
基本ソフト	ウィンドウズ2000	
GISソフト	ArcView	
事務用システム	パソコン	2台
基本ソフト	ウィンドウズ98	
賦課金システム (委託開発)		

## IV. データの構成

GISデータは、土地データ・管路データ・制水弁データと、そのほかの現況データや各ファイリングデータからなっており、当改良区には管理マップで作成したデータがあったのでこれを利用することにした。

しかし、GISデータ（シェープ：Shp形式）とファイル形式が異なっていたためデータ変換が必要であった。そこで土地、弁類はシーマ形式に、管路、現況はDXFデータを経由してGISデータに変換した。農地各筆の属性データは、すでに運用している事務システムから取り入れることにしたが、ここでもファイル形式が違うためテキスト

## システム構成

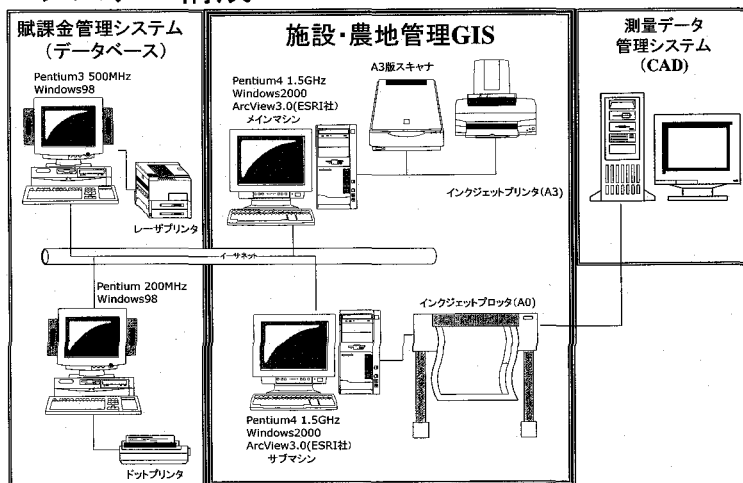


図-2 システム構成図

## データ構成

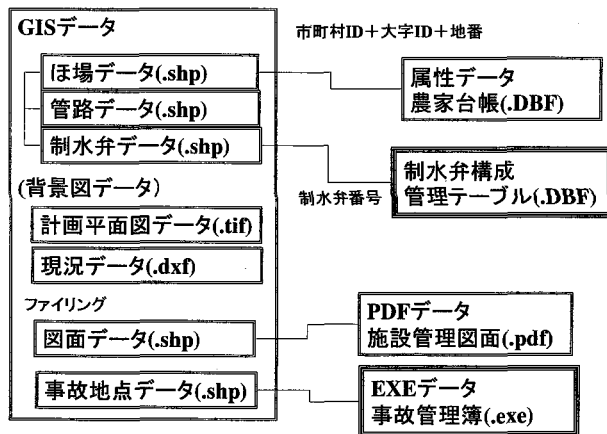


図-3 データ構成図

形式に変換してGISに取り入れた。また、GISの基本データとなる農地各筆図面と農地属性データを地番によりリンクするため、地番の頭に市町番号+大字番号をつけ地番IDとした。この地番IDは同一番号が存在しないためGISデータと間違いなくリンクできることとなる。

尚、これらデータの中で、字図、管路図、制水弁、その他施設は、更新用プログラムが作られている。また、イメージデータの新規登録などは改良区にあるシステムで簡単に行えるので、外部へデータのメンテナンスは必要がないようにできている。

以下はGISで使用している主なデータである。

- ① 字図 (地積図)
- ② 管路
- ③ 制水弁
- ④ その他施設 (空気弁, 給水栓, 排泥弁, メーター)

(以上のデータ入力は、公共座標で行うことにした。)

- ⑤ イメージ (スキャニング) データ (各種のファイルに対応できる)

DXFファイル

- ・現況図 (ベクトルデータ)

PDFファイル

- ・管理図面
- ・施設の写真

EXFファイル

- ・工事の管理写真

- ・漏水事故関係書類及び工事写真
- TIFファイル
- ・その他 (施設の位置図, 概要図等)

### V. 以下に適用事例を示しながらシステムの内容を紹介する。

#### 1. 受益地の把握

地区内における受益地は、国営事業はじめ県営事業として、かんがい排水、ほ場整備などの事業が行われており事業の受益ごとに負担金(賦課金)が異なっているため、それぞれの受益地を把握する必要があり以下に示すような区分図が出力できる。

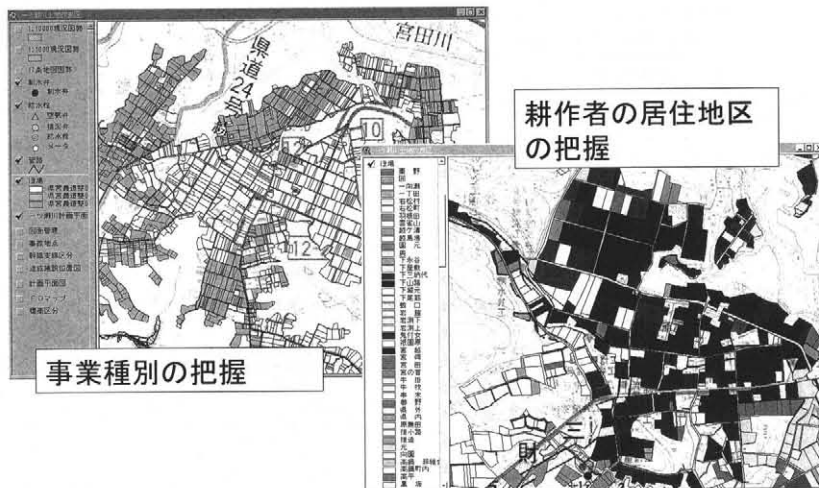
- ① 国営事業・県営かんがい・排水・ほ場整備・ほ場整備附帯工・農地保全・農道整備の各事業などの実施地区及び、新規編入や地区除外などの区分図
- ② 耕作者の居住地区分布図・年齢別区分図
- ③ 個人ごとの土地分布図  
そのほか市町別・大字別・字別などの区分図の出力(縮尺が自由設定)ができる。

#### 2. 一筆ごとのデータ把握

事務システムで管理しているデータを、各筆をクリックすることで以下のような土地の属性情報を見ることができる。

- ① 市町・大字・地番・地積(登記及び実測)・地目(登記及び現況)
- ② 三条資格者・登記名義人・所有者それぞれ

## 1. 受益地の把握



図一四 受益地の把握

## 2. 一筆ごとの把握



図一五 一筆ごとの把握

の住所氏名・電話番号等

- ③ 賦課金（徴収、未収）など過去5カ年分の明細
- ④ 作付け（春作、秋作）の過去5カ年分

## 3. パイプラインの機能保全

地区内のパイプラインはすべて埋設されている管水路であり、その延長は、幹線水路36km、支線水路72km末端水路は500km以上にも及んでいる。

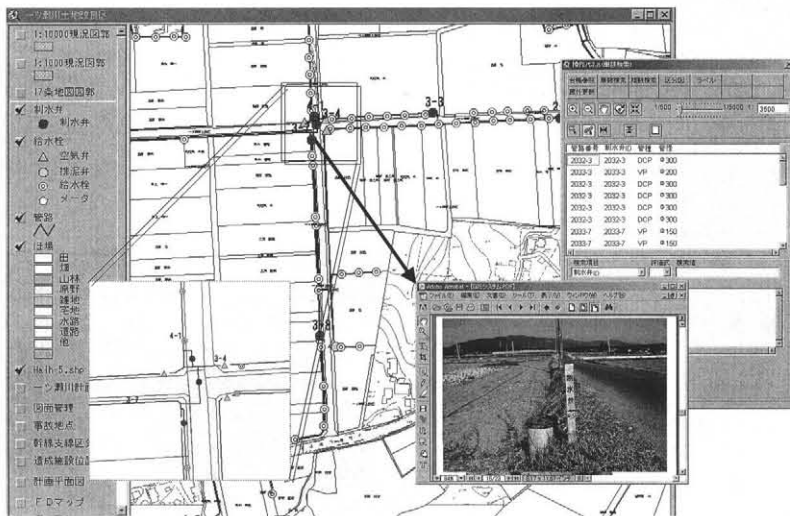
また、パイプラインが埋設されている箇所は、田、畑地の中であるが、その他、道路、水路など様々な箇所にも及んでいる、そこで以下の要領でGISに取り込んだ。

- ① 管路図を作成して路線ごとに、管種・管径のデータを入力した。
- ② 制水弁・給水栓・空気弁・排泥弁・水量メーターの位置を公共座標で入力した。これにより周囲の現況が変化しても位置確認ができ

The screenshot displays a complex data management interface with multiple overlapping windows and tables. The main window shows a grid of land parcels with columns for parcel ID, area, and other attributes. A smaller window on the left shows a summary of land use, and another on the right shows detailed crop and plant data. The interface is typical of a specialized GIS or land management application.

図一六 事務システムの一筆データ

### 3. パイプラインの機能保全



図一七 パイプラインの機能保全

る。

- ③ 複合配管や他の埋設管などと複雑に交差する施工箇所及び、必要がある箇所は施工管理写真を貼り付け、目に見える形で管理することとした。

### 4. 漏水事故の対応

当地区は、通年通水であり、近年水利用の多様化によりかんがい用水が年々増加している。特に施設園芸では、朝、夕水を使用しており1日たりとも断水することができなくなってきており、漏水事故の復旧工事に素早く対応する必要がある。

さらに、当地区内のパイプラインは、田、畑とも水圧が高く1.0MPaにもなる地区もあり、漏水事故による2次災害も予想されるため、できるだけ早く一番影響の少ない制水弁を止める必要がある。これをパソコンで自動検索させるために次のようなシステムを組んだ。

(1) 制水弁と農地各筆、パイプラインの関係付けを行う。

制水弁の影響範囲を求めるためには、制水弁と農地、パイプラインの関係を定義する必要があり、農地、パイプラインのデータベースに制水弁番号を追加した。

(2) 制水弁の親子関係及び全体構成テーブルを定義する。

パイプラインの形状が樹枝状であるため、各制水弁の広がり（親子関係）を定義して、全体の弁の構成を管理するテーブルを作成した。

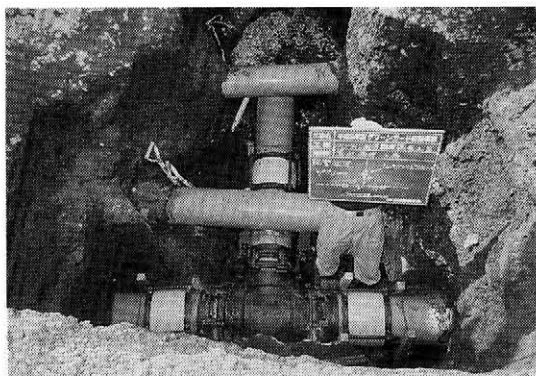
これにより、耕作者から漏水事故の電話連絡を受けながらパソコンを操作し、最適な制水弁を止めるよう指示することができる。

以下にその手順を示す。

① 土地（各筆）での対応

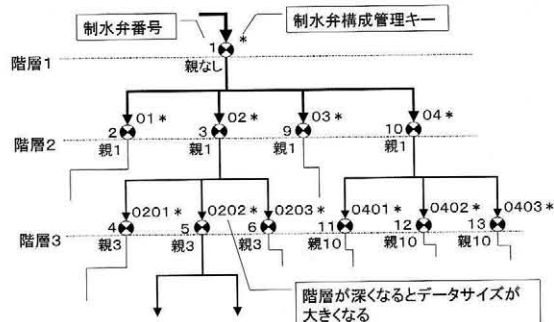
漏水箇所が誰の土地か検索をしてその場所を特定し土地をクリックすると、自動的に止水すべき最適な制水弁を表示する。また、同時にその制水弁が赤く表示される。

次に影響範囲をクリックすると断水する土地と、



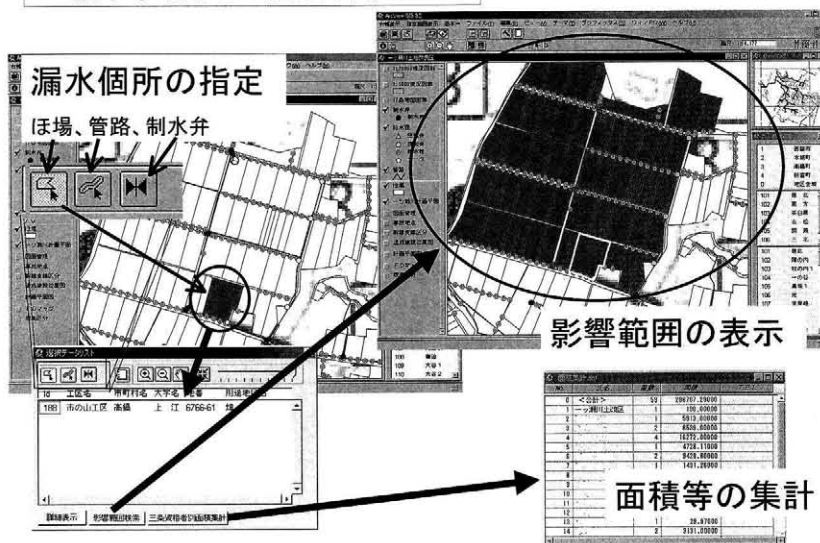
写真一 埋設パイプライン

データ構成 制水弁の構成管理 データ依存型の影響範囲検索



図一 制水弁構成テーブル

#### 4. 漏水事故などの迅速な対応



図九 漏水事故の対応





写真—2 漏水事故



写真—3 制水弁の止水

関係パイプラインが赤く表示されると同時にそれらの土地の明細が表示される。また、次に耕作者計をクリックすると耕作者氏名、面積計や連絡先(電話番号)が表示されるので断水や復旧工事の通知ができる。

#### ② パイプラインでの対応

パイプライン上で漏水箇所をクリックすると、自動的に止水すべき最適な制水弁を指示してくれる。またその漏水している管種、管径を表示するため、業者に材料の手配も早くでき復旧工事ができる。また、土地での対応と同じように影響を受ける土地の明細や関係者などが表示される。

#### ③ 制水弁での対応

制水弁を直接クリックすることによっても影響範囲の情報が表示される。ここでも土地での対応と同じように影響を受ける土地の明細や関係者などが表示される。

### 5. 施設の図面管理(出来高設計書による管理)

これらの施設は出来高設計書により管理してい

るが、国営施設や県営事業で造成された施設の管理図面は膨大な数にのぼり、その上ほとんどが青焼きの図面である。先にも述べたように年月の経過とともに図面が劣化している。このためCDによる管理図面のファイリングを行っている。

- ① 国営施設の管理図面は3,000枚以上あるが、農政局土地改良技術事務所に保管してあるマイクロフィルムをスキャニングしてPDFファイルでCDに保存した。そして施設造成位置図もTIFファイルで作成しGISに取り込んだ図面に、施設別、工区別に分類したPDFファイルを張り付けた。位置図により個々の施設をクリックすることでその施設に関するPDFファイルが開くようにした。

これにより、地図を見て施設の管理図が容易に検索でき、図面の劣化もなくなり、また、図面の追加や変更も行える。

- ② 県営施設の出来高管理図面は約2,000(工事発注)工区、20,000枚以上にものぼっている。しかし、原図がなく青焼きの図面であり劣化が進んでいるため、早急にスキャニングを行いCDにファイリングを行っている。これも国営施設と同様GISに取り入れ管理するようにしている。特に漏水事故で必要としているのはパイプラインの管割図面で早急に整備するよう取り組んでいる。

### 6. 漏水事故や工事などの履歴管理

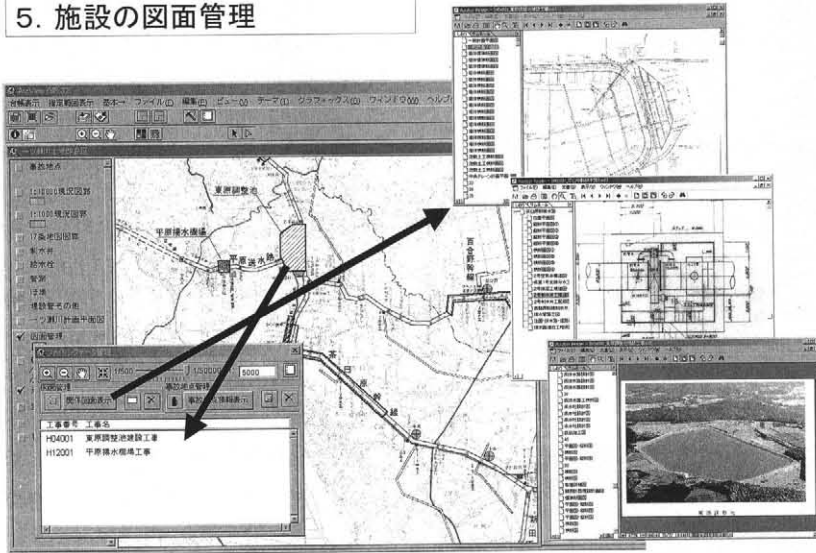
漏水事故は従来から事故処理簿により整理している。これは事故受付から漏水した施設・その原因・工事した状況・費用などを記入したものである。またこのほかに工事明細・請求書・工事写真など必要な書類を添付し一連の番号を付けてファイルしている。

これらすべてスキャニングを行いEXEファイルで作成し、事故地点としてファイルNOを付け管路図上に入力している。これにより事故地点をクリックしてこれらの情報が見られるようにした。また、各年度ごとにデータをパソコンやCDに保存しており、いつでも簡単に情報が検索できる。

このように履歴情報を管理することで事故を検証し、その原因を調査して対策を立てることが可能となり、漏水事故の予防をすることができる。

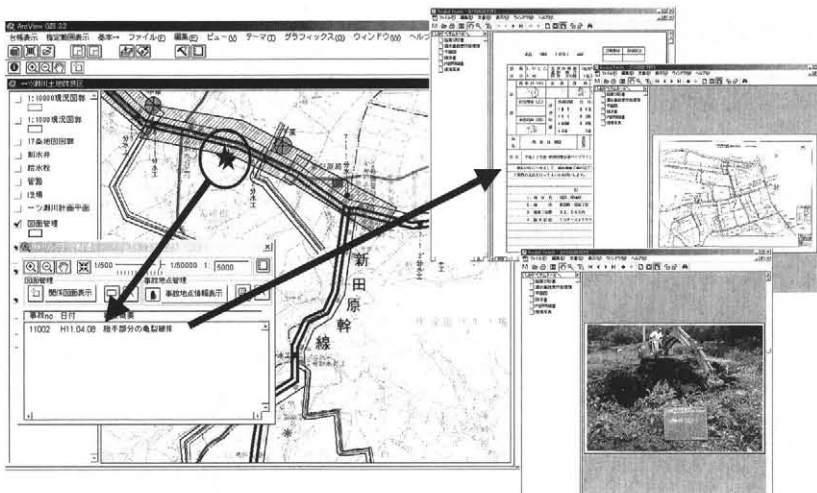


## 5. 施設の図面管理



図—10 施設の管理図面

## 6. 漏水事故や工事などの履歴管理



図—11 漏水事故などの履歴管理

## 7. 水利用状況の把握

本来は干ばつのための用水補給としてのかんがい用水であるが、先にも述べたように近年の農業の水利用は多様化し年々増加している。このため、各筆ごとの作付け調査を行い現状の水利用状況を把握している。

- ① 毎年2回（春作物・秋作物）各筆ごとに調査を行い、土地属性データとして過去5カ年のデータを保存している。このデータを基に

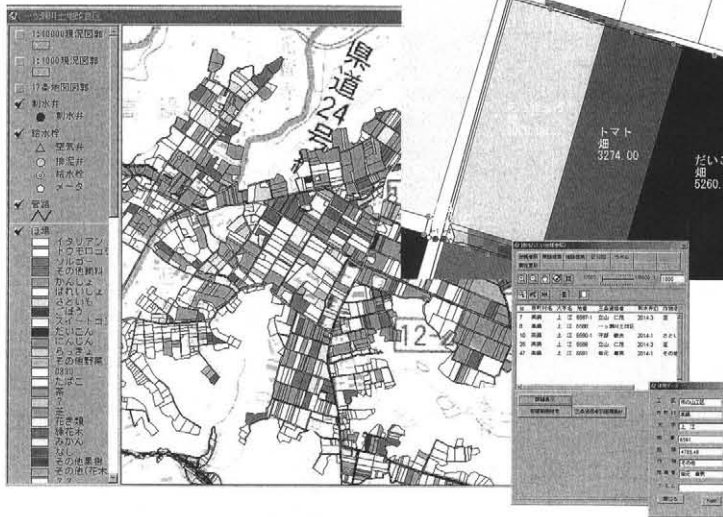
集計表を作成して、市町別、工区別、地区別にそれぞれ出力し、GISで作物別に色分けした図面とともに普及センターはじめ関係機関に配布している。

- ② 尚、将来はこのデータから、作物別の水使用量を計算してかんがい用水の適正な配水計画を立てることが可能となる。

No	作物名	320 新山	321 毛作	322 水谷原	323 上永谷	324 下永谷	325 越ヶ
D101	イタリアン	18,464.00	31,974.00	13,379.00	6,548.00	1,918.00	
D102	トウモロコシ	3,488.00		17,091.00	45,275.00		1
D103	ソルゴ		33,264.00	445.00			
D104	その他飼料	1,978.00		4,448.00			
D199	※小計※	23,930.00	65,238.00	35,363.00	51,823.00	1,918.00	1
D205	かんしょ	32,032.00	48,938.00	10,287.00	31,405.00	5,358.00	
D299	※小計※	32,032.00	48,938.00	10,287.00	31,405.00	5,358.00	
D306	ばいしょ	31,054.00	10,903.00	20,337.00	37,421.00	3,533.00	4
D307	さといも	17,268.79	5,370.00				
D308	ごぼう						
D309	スイートコン	6,085.00	6,122.00				
D310	だいこん	933.00	1,897.00	1,259.00			
D311	にんじん	15,448.00					
D312	らっきょう		2,760.00	1,022.00			
D313	その他野菜		3,763.00	5,782.00	6,022.00		
D331	白菜						
D332	キャベツ						
D333	ネギ類						
D335	そば						
D336	大豆						
D337	麦						
D399	※小計※	70,788.79	30,815.00	28,400.00	43,443.00	3,533.00	5
D414	たばこ	26,482.68	3,355.00	2,252.00	41,536.00	2,728.00	1
D499	※小計※	26,482.68	3,355.00	2,252.00	41,536.00	2,728.00	1
D515	茶				5,000.00	8,052.00	
D599	※小計※				5,000.00	8,052.00	
D616	芝	104,405.00	56,899.00	5,030.00	29,988.00	6,941.00	1
D699	※小計※	104,405.00	56,899.00	5,030.00	29,988.00	6,941.00	1

図一12 作付け集計表

### 7. 水利用状況の把握



図一13 作付け区分図

## VI. GIS導入の効果

水利施設の中でも農業用水を送水するパイプライン施設は地下埋設するため、工事完了時の出来高図面や施設台帳が非常に重要な管理資料となる。これをGIS導入することで高度な管理が出来るようになった。また、この他これまで述べてきたとおり次のようなことが可能となった。

- ① 図面、台帳の電子化による保管場所の省スペース化及び資料の劣化防止

具体的には、国営管理図面：A1サイズ×3,000枚がCD(650MB)2枚にファイル、県営出来高図面：2,000工区分A1サイズ×20,000枚がCD15枚にファイル、漏水事故のファイル1年分(A4版5枚と写真10枚×200件)がCD1枚にファイル保存可能。

- ② 施設及び受益地の視覚的状況の把握
- ③ 漏水事故
  - ・影響範囲の特定
  - ・復旧工事の迅速な対応

- ・漏水事故の履歴により予防対策
- ④ 管理図面の容易な検索
- ⑤ 水利用状況の把握や使用量の予測

## VII. あとがき

これまで説明したようにパイプラインの施設管理は、GISを活用していろいろなことができる。特に漏水事故はパイプラインの水圧が高く、且つ口径が大きいくったん事故を起こすと作物や耕土の流出のみならず、道路損壊や家屋などへの2次

災害を起こし甚大な被害を受ける。このためGISの導入によりいち早く止水できるため最小限の被害でくい止めることが可能となり、その効果は大きいものがある。

今後は、機能を拡張して農家のそれぞれのパソコンとインターネットで結びさまざまな情報の交換を行い、担い手問題や農用地の有効利用等、土地改良区が農地の情報センターとしての役割も担うよう取り組んでいきたい。

# 横引き型ロール式ゲートの開発と改良

平瀬 巧\* 川村 孝次\*  
 (Takumi HIRASE) (Koji KAWAMURA)

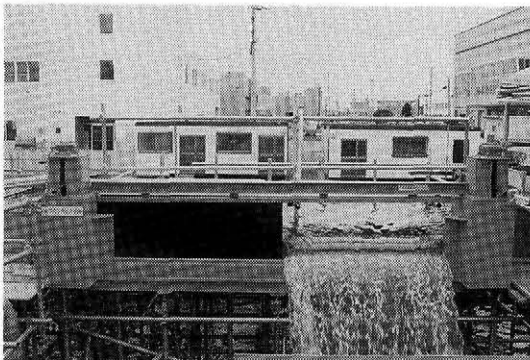
## 目 次

1. はじめに .....	79	5. 水理実験 .....	85
2. 越流型分水工の水理特性 .....	79	6. 適用性の評価と課題 .....	86
3. 横引き型ゲートの設計・施工例 .....	80	7. おわりに .....	88
4. 横引き型ロール式ゲートの開発と改良 .....	81		

### 1. はじめに

農業用水路の分水工の調節ゲートとして、越流方式を採用する場合の分水量の設定と変更は、ゲート操作により越流水深を調節している。分水量が小さくなるほど越流水深の調節量に対して流量変動が大きくなる。また、同一の分水工で複数の分水操作を行う必要がある場合には、その流量調節は極めて困難になる。

そこで、分水量の変化に対して、越流水深を一定にしておいて、越流幅のみを調節すれば、すなわち定比分水ができれば水理的に安定した分水が可能である。この点に着目して、出来るだけシンプルで軽量、かつ低コストを目指した製作が可能な、横方向に開度を調節するゲート（横引き型ロール式ゲートと称する）の開発・改良の経過を報告するものである。



写真一 実験中の横引き型ロール式ゲート

### 2. 越流型分水工の水理特性

#### 2-1 複数の分水を行う越流型分水工の流量調整

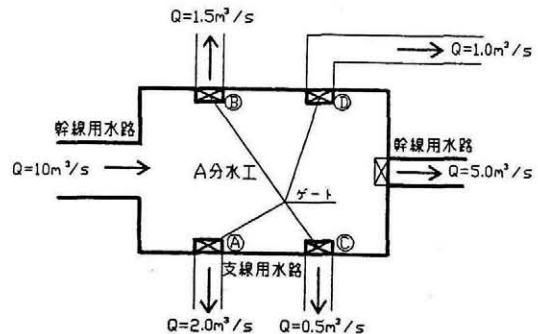
図一に分水工モデルを示した。この場合4カ所のゲートを調節しなければならない場合で、一カ所も分水していない場合から調節を始めて、静止している水深に対して越流量を設定しても、次ぎの分水工の流量設定では幹線用水路の水位が低下するために、再び最初のゲートの越流水深を調節しなければならない。

このゲートの相互干渉を、繰り返し調節しなければ、所定の分水操作は完了しないのである。この理由は、越流水深の変化に対する、流量の変動幅が大きいためという越流型四角ゼキの水理特性に起因している。

#### 2-2 分水工ゲートの水理特性と評価

##### (1) 一般的水理特性

図二は、モデル的に四角ゼキとオリフィスの、



図一 分水工モデル

\* (株) フロンティア技研 (Tel. 011-200-5560)

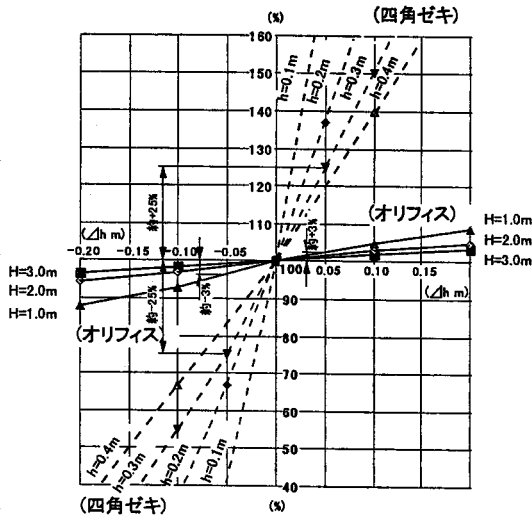


図-2 水深と流量変動の相対性

ある設定流量に対しての越流水深（オリフィスの場合は上流水深）と流量変動の相対性<sup>1)</sup>を示したものである。両者の流量特性は、オリフィス型では一次側と二次側水槽の水位差（H）と、管の断面積（A）により(1)式で決まる。

(1)式

$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

越流型は、堰の越流水深（ $H_1$ ）と越流幅（B）で決まる。

(2)式

$$Q = C \cdot B \cdot H_1^{3/2}$$

つまり、オリフィスの場合は $H^{1/2}$ に比例し、越流式は $H_1^{3/2}$ に比例している訳であり、この乗数がどのように流量と関係するかを示したものである。

※例解 オリフィスを水頭差100cmで設定し、このときの四角堰の越流水深を30cmで設定したとする。この条件で水位変動が5cm増減したとすると、オリフィスでは水深が±5%の変動となり、流量変動は約±3%となる。越流堰では越流水深が約±17%の変動となり、流量は±約25%の変動が発生するということである（図-3 例解の設定条件）。

## (2) 評価

(1)のとおり、上下開閉型であれ、転倒型であっても、越流式の水利条件で流量を調節するには、その越流水深を厳密に操作しなければ、定常状態の場合であっても、何らかの原因で分木工の水位

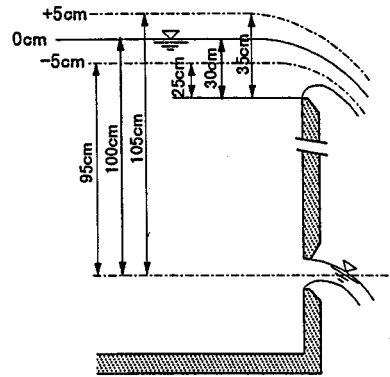


図-3 例解の設定条件

が変動した場合や波浪による水位変動が発生すると、大きな分水量の変動が発生する。

それに対してオリフィス方式では、ある程度の一次側と二次側に水頭差が確保できれば、多少の水位変動が発生しても、分水量の変化量は少ないという特徴から水理的安定性が高い。また、他のゲートに比べてコストも格段に安い。

## 3. 横引き型ゲートの設計・施工例

### 3-1 基本型

越流方式の欠点を克服する方式として、越流水深を固定してゲートの越流幅で流量調整をするものである。すなわち、ゲートの越流幅のみの調節で定比分水方式にしようということである。開水路でチェックゲートを設置し、流量変動に対しても水位を一定にして、分水量を調節する方式と同じ設計思想であるといえる。

流量が最大から最小までの変化をしても、また、水位が変化しても越流幅を一定に固定にすれば、各分木工では、水利計算から求められる開度を設定することで、設定どおりの定比分水が実行されるということが基本である。なんらかの原因で水路の水位が上昇しても一定の時間の経過後には余水吐から越流してしまう。また、同様に水位が低下して、必要な分水量が配水出来ない場合が生じて、各分水に対して等しく不足が発生するという平等性が物理的に維持される。

### 3-2 実施例

基本型を具体化し得る例を図-4に示した。

すなわち、古くから使われている角材を使った「角落とし」の構造を縦にすれば目的は達せられ

るのである。

分水工の規模、漏水の程度、布設と布設替えなどの管理手間、木材の耐久性、冬季の保管手間と倉庫の確保など、実際上の課題はあるが、用水路の流量の余裕度や管理手間、土木構造の簡易さと低コストなど、総合的判断で採用が期待されると考える。

実際に設置されている事例は、一般的に使われている手動式の上下開閉式のスライドゲートを横向きにした設置事例がある。基本構造を図-5に示す。

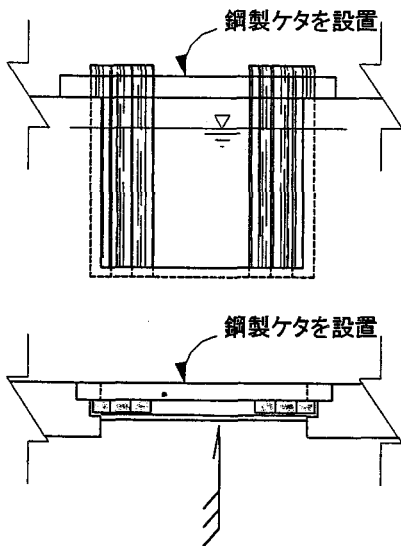


図-4 横引き型ゲートの原型

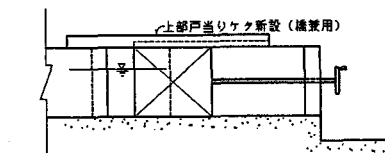


図-5 スライドゲートの応用

ただし、手動式で側方開閉式にした例は、当社としては承知していない。油圧式で設計・施工された例があるが、その実施例の問題点は次のとおりである。

- ① 扉体が鋼製で重量があり、駆動に油圧装置が必要である。
- ② 扉体の幅相当のスピンデルを作動させるスペースが必要である。
- ③ 上記①②により、装置全体を収納するスペース、上屋等が必要になる。
- ④ 装置、上屋等を含め重量物となるために、基礎を含む土木構造物の規模が大きくなる。
- ⑤ 一般的なスライドゲート程度のコストがかかる。
- ⑥ 金物として、また電気を必要とするためメンテナンスコストは避けられない。

#### 4. 横引き型ロール式ゲートの開発と改良

##### 4-1 試作1号機「F.G型Mod.1」

###### (1) 基本構造

- ① 手動によるドラム巻き取り方式とする。
- ② ゲートの扉体は、既製品の適用を前提にして、「動く歩道」などに使われている角鋼で補強された、厚さ17mmのゴム材を適用した。
- ③ 水密方式は人力操作のレバーの作動とした。レバー式水密装置を図-6に示した。レバー下端部で連結している水平シャフトに固定したコマが、レバーの起動操作によってシャフトが回転し、その回転で水密板を圧着させるものである。側方はレバー自体が直接に水密板を圧着させる構造である。

###### (2) 作動試験の結果

- ① 扉体の剛性が強いので、巻き取り、巻き戻しに大きな駆動力を必要とし、人力操作を可能に

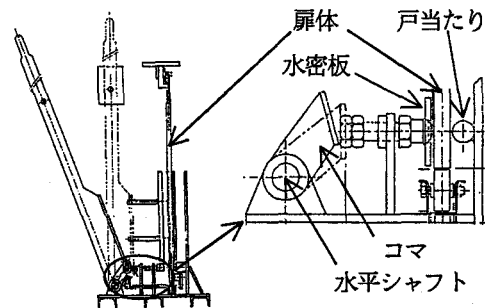
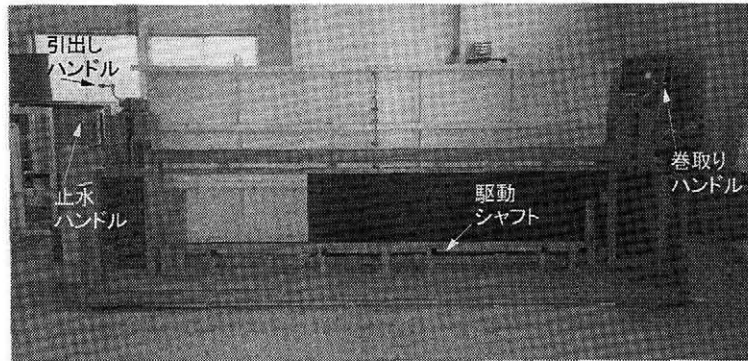


図-6 レバー式水密装置



写真一 2 試作第2号機全景

するために、開閉トルクの改良や大型化が必要であった。

- ② 扉体の剛性とも関連して、レバー式水密装置のシャフトにねじれが生じ、そのために、水密板を圧着するコマの押さえ量に遅れが発生し、均一な水密性が確保できなかった。

(3) 評価

- ① この試作1号機の二次改良として、手動式のレバー式水密装置を手動の油圧ジャッキに改造したが、装置が複雑化することと、コストアップは避けられなかった。
- ② 扉体の軽量化と、水密装置の工夫が課題となった。

4-2 試作2号機<sup>2)</sup>「F.G型Mod.2」

試作した第2号機の全景を写真一2に示した。

(1) 改良のポイント

- ① 人力操作の基本は変えない。
- ② 扉体の軽量化、巻き取り駆動力を軽減化する。
- ③ 水密装置の簡易化と機能を確保する。

(2) 試作機の規模

- ① 道東地域の畑地かんがい事業地区の中小規模の分水工を想定し、次のような仕様に決定した。
- ② 最大分水量1.0m<sup>3</sup>/sec計画越流水深30cm(最大作用水深50cm)ゲート幅員300cm刃型越流堰の高さ20cm扉体余裕高20cm扉体全高70cm

(3) 設計上の制約条件の設定

- ① 扉体は水密に対する圧着性を重視し、許容撓みを設定する。また、巻き取りドラムの直径を小さくするために可撓性を上げ薄くする。
- ② 扉体の軽量化をはかり、巻き取り駆動力を軽

減化する。

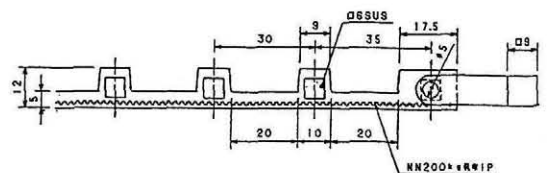
- ③ 巻き取り駆動力を軽減化するために、分水量の調節等でゲートを作動させる時は、ゲートに水圧をかけない状態で作動させることを条件に設定した。

※この制約条件の解消が後述する試作3号機の改良に発展することになる。

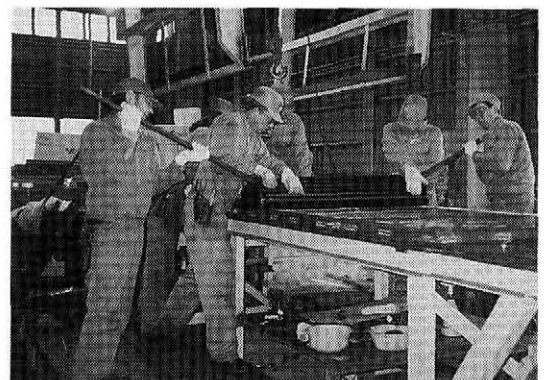
(4) ゲートの製作

扉体の製作にあたり、道内の専門メーカーである(株)北海道ゴムの技術陣と協議を重ね、図一7に示した構造を設計し試作した(写真一3扉体製作)。

- ① 水圧に対する撓みは、30mmピッチで6mm角の



図一7 扉体構造図



写真一 3 扉体制作状況



ステンレス鋼棒で補強する。水圧に対する許容撓みは $1/600^3$ )とした。

- ② 防水部は厚さ5mmとし、補強のために帆布を内蔵した(NN200kg)。厚さ5mmとすることで、巻き取りによるゴムの歪みを防ぐために、安全をとって最小直径を厚さの30倍を確保することとし、巻き取りドラムの直径は既製パイプを使用し、直径165mmとした。

(5) 水密装置の改良

試作1号機ではシャフトの回転がねじれを生じたことから、そのねじれを吸収、調整できることから、簡単な原理で強力な駆動力が発揮できる装置として、一般に自家用車に搭載しているパンタグラフジャッキの応用に着目した。すなわち、ジャッキを水平方向に並べ、一本のシャフトの回転でアームを起伏させれば良いと考えたのである。パンタグラフジャッキはひし形であるが、水密装置の圧着荷重を計算し、一カ所一本のアームで起動させることにした。

概念的に示したのが、図-8である(写真-4, 5 水密装置)。

(6) 作動試験の結果

- ① 水圧をかけない状態でのゲートの巻き取り、引き出し試験の作動状態は満足のいく結果が得られた。ハンドルの起動力も6kg程度であり、良好であった。
- ② 水密装置の作動状況も良好であった。止水ゴムは水密用の丸ゴムを用いなくても、安価な市販の小口径の丸ゴムやゴムハイブを試験に供用

したが、効果上はなんらの支障はなかった。

- ③ 水密装置を解除して、ゲートの下部や側部から漏水している状態で、巻き取りや引き出しをテストしたが、多少の水圧のかかった状態でも、

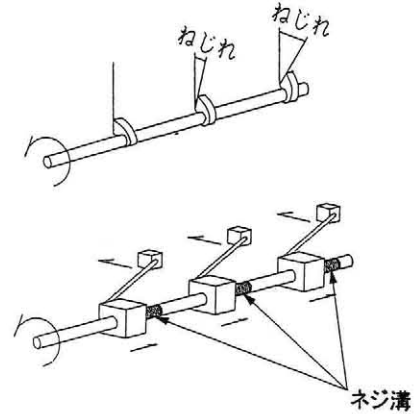


図-8 水密装置の概念図

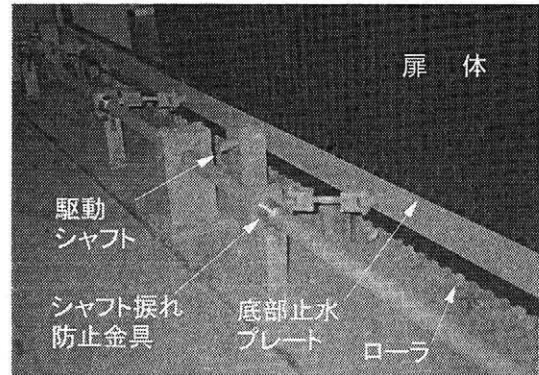


写真-4 水密装置～1

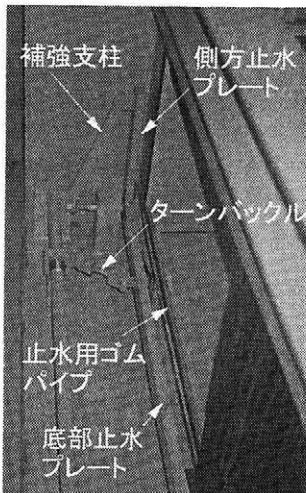


写真-5 水密装置～2

摺動抵抗が大きくなるが、作動自体は可能であった。

#### 4-3 試作3号機「F.G型Mod.3」

##### (1) 改良のポイント

① 水圧が作用している状態でも、作動が可能になること。即ち、水路が通水状態の時や分水路が満水の状態で、ゲート開度を調整することを可能にするのが最大の課題である。

② ①の条件を補完する改良。

③ 試作2号機から得られた局部改良。

④ 扉体の耐久性試験。

##### (2) 試作機の規模

① 水田用用水路の中規模分水路も視野に入れ、以下のように設定した。

② 最大分水量約  $2 \text{ m}^3/\text{sec}$  強程度越流水深80cm (最大作用水深100cm) ゲート幅員180cm 刃型越流堰の高さ20cm 扉体余裕高20cm 扉体全高120cm

##### (3) ゲートの改良

① 試作2号機と基本的な構造は変わらない。

② 水密装置の圧着フレームにアームで水平ローラを連結させて、圧着を開放したときに、圧着フレームの移動と一緒にローラが扉体を刃型固定堰から離し、巻き取り、巻き戻しの操作では、扉体とローラの抵抗のみになるように改良した(写真-6 圧着開放装置)。

③ あわせて扉体の摺動抵抗を少なくするために、扉体の上部ガイド内にも水平ローラを付けた(写真-7 上部水平ローラ)。

④ 下部水平ローラが扉体と接する面には、ステンレス薄板を扉体に張り付け、扉体の痛み防止

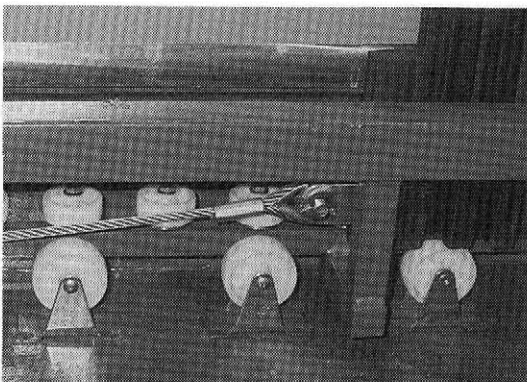


写真-6 圧着開放装置

とローラの回転をスムーズにさせた。

⑤ 水密装置の基本となるパンタグラフジャッキの作動部は、ゴムカバーを付け、水垢やごみの付着による駆動障害の発生を防ぐようにした。試作3号機の概要図を、図-9、10、11に示した。

##### (4) 作動試験の結果

① 当社水理研究所において作動試験を行った。

② 最大分水量が、 $2.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ を越えるために、



写真-7 上部水平ローラ

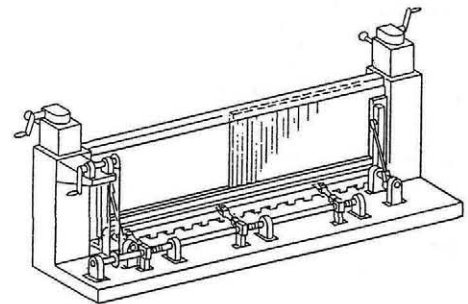


図-9 試作第3号機スケッチ図~1

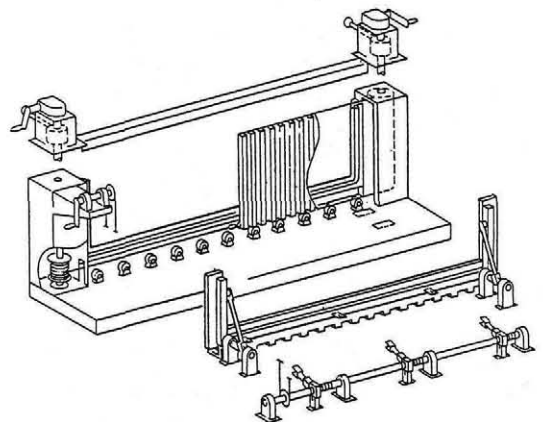


図-10 試作第3号機スケッチ図~2

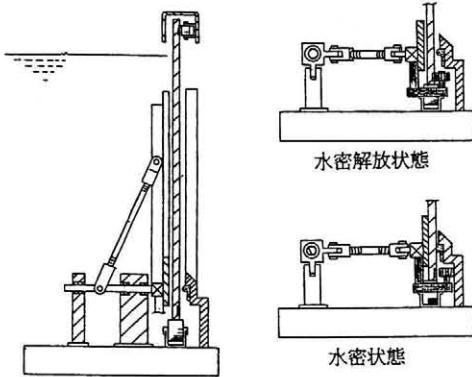


図-11 試作第3号機断面図

全開全閉試験は施設規模から困難なため、ポンプの水理容量の範囲で開閉を行った。

- ③ 開閉の起動時には、約7kg程度の作用力が必要であるが、開閉作業にはなんら問題ないことが判明した。また、止水装置の圧着の最終操作力は13kgであった。

#### 4-4 構造の特徴～まとめ～

- ① 水圧のかかった状態で扉体を左右に移動させて開度の調節が可能であり、調節完了後は扉体を圧着させ、水密性が確保できる。この操作により、分土工の水位を一定にすれば、分水量はゲートの開度のみで定比分水が可能になる。

開度の設定は、必要な分水量に対して水深を与えれば、流量公式から簡単に決定できる。従って、開度と越流水深と流量の関係を図表化しておけば簡単に操作ができる。

- ② 従来の縦方向のゲート調節を横方向に変え、扉体を巻き取る方式にしたことで、ゲート総体の規模を縮小し、かつ重量を軽減化することができる。スライドゲートのようなスピンドルの作動空間は必要ない。
- ③ 人力で操作し、電気装置や油圧装置類を全く使わないため、維持管理費が安価である。
- ④ 装置全体がシンプルな構造であり、メンテナンスの必要はほとんどない。
- ⑤ 水没する部分はステンレス材を使用するので、腐食対策が不要である。
- ⑥ 止水用のゴムパッキンは消耗品とし、市販品の利用により更新コストは安価である。
- ⑦ 扉体はゴム製であるが、ラバー堰の実績もあり耐久性に問題はない。

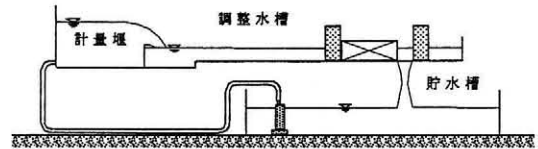


図-12 水理実験装置

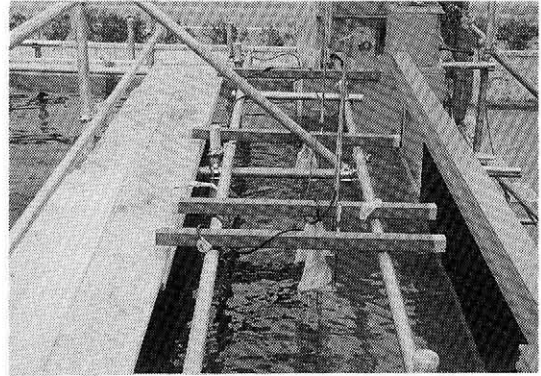


写真-8 水理実験状況

- ⑧ 製作可能規模はゲート幅で10m程度まで対応が可能である。
- ⑨ ゲートは、工場製作で全体が組み立てられた一体構造物であるために、現地で戸当りの据付などの工事を必要としない（据付・固定のための土木工事は別途必要である）。

### 5. 水理実験

水理特性を確認するために、当社の水理研究所で試作2号機で水理実験を行った。実験装置は図-12に示した（写真-8水理実験状況）。

ポンプ（8インチ5台）の運転調整を行い、越流水深とゲート開度をコントロールした実験を繰り返した。

#### 5-1 検証した適用公式

板谷・手島の公式(4)を対応させた。[式-(3)、(4)]

(3)式

$$C = 1.785 + \frac{0.00295}{h} + 0.237 \frac{h}{W} - 0.428$$

$$\sqrt{\frac{(B-b)h}{BW}} + 0.034 \sqrt{\frac{B}{W}}$$

(4)式

$$Q = C \cdot b \cdot h^{1.5}$$

ここに、Q：越流量(m<sup>3</sup>/s) b：開度(幅)(m) h：

越流水深(m) C:流量係数(m<sup>0.5</sup>/s) W:水路底面よりせき縁までの高さ(m) B:ゲートの全幅(m)

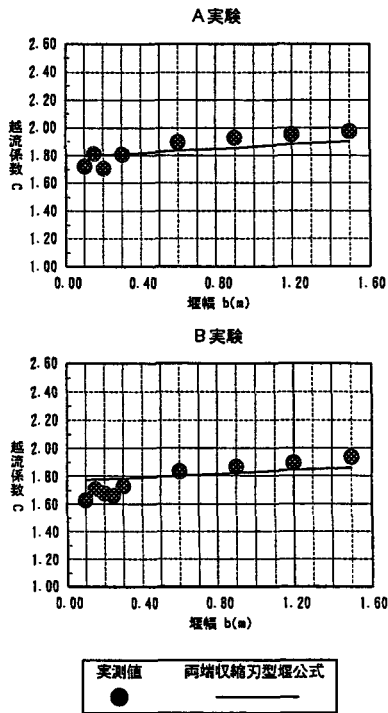


図-13 実験結果

### 5-2 流量係数の検証

越流水深を30cm (A試験)と20cm (B試験)の二つのケースで行った。実験結果は図-13のとおりである。実験結果では水理公式による流量係数より、若干大きめの結果が得られた。

特徴的なことは、ゲート開度が越流水深の1.5倍程度より狭くなると、縮流の影響と思われる越流係数の低下が発生している。従って流量係数は、越流現水深に対して、ゲート開度がその1.5倍程度以上であればC=1.8~2.0, それより狭くなるとC=1.7~1.8程度で越流量を設定しても、実用的には支障のない範囲と考えられる。より精度を上げるためには、現地に据え付けてから水深とゲート開度を変化させて、水路の流量観測を行い、図表化しておくことが望ましい。

## 6. 適用性の評価と課題

### 6-1 選択条件と一般評価

農業用水路の分水工の調節ゲートの選定に当

たっては、水田かんがい用水路と畑地かんがい用水路では、その適用性に差異があることを前提に評価しなければならない。以下に相対的な適用性を提案した(横引き型ロール式ゲートは単にロール式と略記した)。

表-1

評価項目	越流型	オリフィス型	ロール式	備考
水温確保	◎	×	○	
水理条件				
水頭差大	◎	◎	○	分水工内外の水頭差
中	×	○	◎	〃
小	×	×	◎	〃
維持管理	×	◎	○	
耐久性	○	◎	○	
製作費用	○	◎	○	
土木工事	×	◎	○	

凡例 ◎:有利または適用性大  
○:◎と×の中間評価  
×:不利または適用性小

- ① 水田かんがいの用水路としては、下部開放型のスライドゲートによっている場合が多いことから、若干でも水温の確保とコスト面から、設置規模を勘案して「横引き型ロール式ゲート」の適用性が高いとみられる。
- ② コスト面では現在のところ標準化されている「オリフィス型」が有利である。しかし、「横引き型ロール式ゲート」は構造的に、コストを縮減できる可能性を持っており、この件については、次項6-2で詳細を述べる。
- ③ 水理的な制約条件や規模から「オリフィス型」の適用には限界があると思われる。規模の大きい水路の分水工に当たっては、水温の確保と構造物の安定性からも「横引き型ロール式ゲート」が良いと思われる。
- ④ 畑地かんがいの分水工としては、水頭差があれば「オリフィス型」が、いずれのタイプよりも、有利であることは否めない。しかし、一次側と二次側に水頭差がないような場合は、分水の水理的安定性から「横引き型ロール式ゲート」の採用が適当であろう。

### 6-2 横引き型ロール式ゲートの耐久性とコスト評価

#### (1) 耐久性評価

横引き型ロール式ゲートは、現地での使用実績

がないことから、全体としてその耐久性を懸念したのは、扉体の支柱入りゴム製ゲートである。

この点に関しては、通常屋外で供用されているプラントのベルトコンベアや自動車のタイヤなどの耐久性、またラバー堰の実績等から、使用場所、荷重条件からみて、十数年程度は何ら問題がないとの専門家の評価を得ている。

なお、日本工業規格 (JIS) の耐久性試験で該当するものに、加硫ゴムの引張り試験と接着試験<sup>9)</sup>がある。前者は水圧による扉体の裂傷を検討するもので、後者は補強材とゴムの密着性を検討するものである。サンプル形状は図-14に示すとおりで、10年後のゴムの状態を再現するため、 $-18^{\circ}\text{C}\sim+5^{\circ}\text{C}$ の温度変化によるストレスを最高で300回与えた。

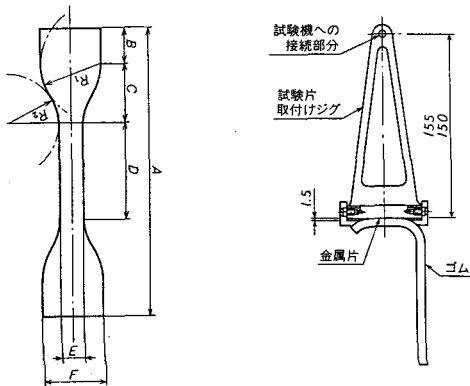


図-14 サンプルの形状

試験結果は以下のとおりで、実用的には問題ないと結論づけられた。

- ① 引張り試験では1%の品質劣化が認められたが、許容値の10%を満足していた。
  - ② ゴムの部分が裂けたが、金属とゴムの密着部は剥がれなかった。
- (2) コスト評価

コスト評価は、製作費と管理費用に分けて評価しなければならない。製作費は、言うまでもなく金型製作や資機材調達、駆動装置の特殊加工など、生産数量との相対性で評価されるものである。また、本試作機では水没部分はステンレス材を使い、圧着装置の基本であるドライブシャフトの駆動部は砲金を使うなど、材料費がコスト高になっていることを前提に概算比較を試みた。

「試作3号機」と同一規模で、通常の人力作動

の縦型スライドゲートと横型スライドゲートおよびオリフィスゲート ( $\phi 600\text{mm}\times 4$ セットで同一程度の流量相当) との概算比較はつぎのとおりである (土木費は含まない)。オリフィスゲートが最も安く、3,000千円程度である。縦型スライドゲートの約4,500千円に対して、同一規模相当の横型スライドゲートでは5,000千円。本試作機相当では約6,100千円と見積もられ、横型スライドゲートよりも15%程度高価となった。しかし、この見積もりを分析すると据付コストが重量換算で約1,500千円含まれていた。

本試作機はこれまで紹介したとおり、機構的に一体構造物として工場製作されており、通常のゲートのような現地の据付作業がないことから、運搬・積み降ろしの経費がほとんどである。それを300千円程度に見積もると約5,000千円程度で、横型スライドゲートとほぼ同額か若干下廻ると見られる。

### (3) 製作コスト縮減の可能性の提案

製作費用については、次のようにコストを縮減できる可能性がある。

- ア 扉体は一品生産ではなく、予めロール状に製作しておき、必要に応じてそれを切って使用する。扉体の高さは図-15に示すとおり、対象水路の流量、分水量及び断面規模から汎用性のある高さを検討し、一定高とする。

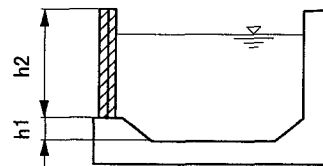


図-15 扉体の高さの検討

- イ 扉体の引出し部と巻取り部 (写真-2) は、独立した機構を採っているため、幅に関係なく作り置きすることができる。

- ウ 注文の幅に応じて、扉体のガイドレールと止水装置を製作し、アとイを組み合わせただけ図-16に示すように製品となる。

- エ 「横引き型ロール式ゲート」の現在の製作コストは、開発費を含んだものである。

- オ 「オリフィス型」と同様に、大量生産に踏み切れば材料の損失が少なくなり、試算によると同時に5台分の部品を製作しておけば、

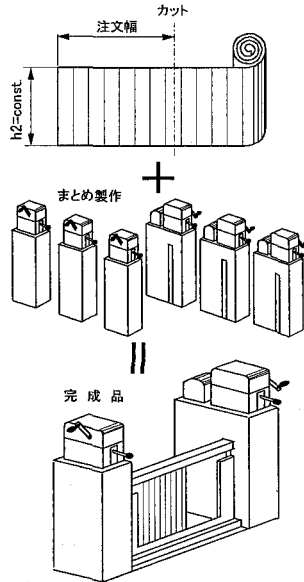


図-16 ユニット化によるコスト縮減

10%のコスト縮減となる。

管理費用については、電気装置や油圧装置を必要としない駆動装置を採用することが大きな目的のひとつであり、維持管理費の縮減には大きく寄与すると考えている。

### 6-3 実地検証による評価

平成11年4月から、水田用水路に試作機を設置し、実用性の検証を2ヵ年間かけて実施した。設置当初に想定した課題等を以下にあげる。

- ① 水田用水路の、ゴミや泥水による支障や損傷が発生しないか。
- ② 冬期間に水路内の残水でドラム内の結氷が発生しないか。それにより巻き取った状態のゴム製扉体に損傷が発生しないか。
- ③ ゲートは一体的に工場製作されるため、据付・固定のための土木構造物側の必要な設計・施工の留意点は何か。
  - a. 操作用の歩廊の必要性
  - b. コンクリート構造物との接着、漏水防止方法等
- ④ その他、試作段階では発生しなかった課題はないか。

※設置場所は岩見沢市稔町地先の岩見沢土地改良区管轄の「川向第2幹線用水路」である。  
最大流量： $Q=2.6\text{m}^3/\text{s}$  水路高：1.20m 水

深：0.80m 水路幅：1.65m

実施検証の結果は以下のとおりであった。

- ① ゴミや泥水の堆積による操作障害や、損傷は起こらなかった。
- ② ドラム・ドラムボックス及び扉体には、結氷等による損傷は起こらなかった。
- ③ 扉体には汚れが付着していたが、亀裂などの損傷は発生しなかった。
- ④ コンクリート構造物との密着部には、発泡樹脂系の目地材を使用したため、漏水は起こらなかった。
- ⑤ 水没する所にSS鋼材のボルトを使用したため、2ヵ年で取り外しができなくなっていた。

上記の結果を踏まえて、ボルト止めにしていただいた所は、溶接に変更かあるいは他の材質を使用する等、慎重な評価と改良、および低価格化にむけた取り組みを継続する考えである。

### 6-4 今後の課題

- ① 巻き取り、巻き上げの操作を片側にできないか。機器のメカニズムからは特に問題はないが、ギア操作のシャフトの追加などコストアップは避けられない課題である。
- ② 操作荷重に余裕があるので、ギヤ比を下げたコストを縮減する。
- ③ 部材の寸法、厚さや材質についての低価格化への可能性を追求する。

### 7. おわりに

公共事業のコスト縮減の課題は、今後とも取り組まなければならない課題である。新工法や新材料の開発と実用化には、一定の検証と評価が伴わなければならないのは当然であり、必要な機能を果たし、事業の効用評価に耐えられる設計施工に取り組まなければならない。

本「横引き型ロール式ゲート」は、設計の段階から、適用性についての慎重な評価により、実用性は高いものと考えているが、実地検証で判明した不具合箇所については、適宜、設計変更を行って実用性を高める所存である。

本文6-2(3)に紹介したコスト縮減は、当社でユニットを製作し施工したのではなく、適用の実用性を評価される諸兄において御検討を願うものである。また、本ゲートは後記のとおり、特許

出願中であるが、採用に当たって、特段の課徴を有するものではない。

当社では、今後とも新たな設計施工の技術開発に取り組んでいきたいと考えており、関係各位のご指導をお願い申し上げる次第である。尚、本文は参考文献2)を修文し、実地検証により加筆修正したものである。

以上

「本横引き型ロール式ゲートは(社)北海道土地改良設計技術協会が特許出願中である。」

出願番号 特願平10-376591

出願日 平成10年12月13日

名称 横引き型ロール式ゲート

#### 参考文献

- 1) (社)北海道土地改良設計技術協会：水管理検討業務報告書農村地域研究所編 p.35 (H4)
- 2) (社)北海道土地改良設計技術協会：報文集平成10年度「横引き型ロール式ゲートの開発と改良」p.65 (H11)
- 3) (社)水門鉄管協会：水門鉄管技術基準 (H9)
- 4) 土木学会：水理公式集 p.243 (H11)
- 5) JIS K 6250 : 1997 JIS K 6251 : 1993  
JIS K 6256 : 1993



図-17 パンフレットの表紙



# 生態系に配慮したほ場整備の設計事例とその背景

森 淳\*  
(Athushi MORI)

## 目 次

1. はじめに .....	90	4. 生態系保全対策に関する考察 .....	95
2. 地勢条件と生態系 .....	90	5. 最後に .....	97
3. 生態系保全の考え方と設計の実際 .....	91		

### 1. はじめに

国営農地再編整備事業として実施されているいさわ南部地区は、今後の農業農村整備事業の基本的方向である環境との調和への配慮、特に生態系への配慮を実践している地区である。

ここでは胆沢平野の自然特性とともに生態系環境に配慮した設計事例を中心に紹介する。

### 2. 地勢条件と生態系

胆沢平野は、岩手県南部に位置し、北上川、胆沢川、白鳥川に囲まれ、奥羽山脈の東麓から広がる扇状地である。

胆沢扇状地は、他の扇状地と比べれば水に恵まれているとされる。このことは、石器時代や古墳時代の遺跡が扇状付近で見発されていることから窺える。

しかし、水田農業を展開するには水が絶対的に不足しており、先人たちは苦労を重ねて水利開発を行った。こうしてできた水路、ため池とこれに付随する樹林帯は、水田とともに湿生生物を中心とした様々な生物の生息に適した二次的自然となっている。

本地区については、生態系保全に関する学識経験者で構成されている生態系保全調査検討委員会を設置している。本委員会が中心となって実施された動植物調査によれば、いさわ南部地区には植物が88科306種、動物が228科1,020種が生息している。

この中には、絶滅危惧II類（魚類）のギバチ、スナヤツメ、植物では絶滅危惧I類のオオミズゴケ、II類のムラサキミミカキグサ、オオニガナ、イトモ、ミズトンボなどの貴重な動植物が含まれている。

本地区のビオトープは、

- ①ため池用排水路を中心とした「水辺環境」
- ②家屋周辺のエグネ、用排水路の河畔林、未改修のため池周辺の樹林を中心とした「緑地環境」
- ③水田を中心とした「農耕地環境」

に分けられるが、特に「水」を媒体としたビオトープネットワークに特徴があるといえる。

#### (1) 水辺環境

地区内には、古い時代につくられた未改修の溜池が多く残されている。これらは樹林で囲まれ、水際から水中にかけて豊富な水草が生育している。このような環境にはヨシゴイ等の鳥類や多種のトンボ類、タイコウチ等の水生昆虫類、イモリ、カエル等の両生類、爬虫類が豊富である。

さらに、土水路が多く残されており、河辺のえぐれ等に生息するギバチや砂泥底に生息するスナヤツメ、マツカサガイ等の二枚貝のような魚介類が豊富である。

#### (2) 緑地環境

本地区には、屋敷林、溜池周りの樹林地、水路沿いの河畔林等が点在しており、森林性シジミチヨウの生息場所となっているほか、様々なトンボ類、鳥類、中型哺乳類の生息や移動ルートになっているものと考えられる。

#### (3) 農耕地環境

\*東北農政局胆沢猿ヶ石土地改良建設事業所 (Tel. 0197-225-2161)

本地区には、地形上、段丘面の下部や水路沿いに湿田が多く残されており、休耕田の中には湿原にもどってしまったような環境も見られる。こうした場所にはハッチョウトンボをはじめとする湿地性の昆虫類が生息している他、アマガエル、トウキョウダルマガエル等の両生類の産卵場所として利用されている。

### 3. 生態系保全の考え方と設計の実際

表土を中心とした面的攪乱と水路の装工を伴うほ場整備によって、生態系に甚大な影響が生じることは免れない。地区全体が貴重なビオトープとなっているいさわ南部地区においては、可能な限りこの影響を回避、低減させるよう、水辺環境、緑地環境、農地環境を構成する各環境要素による「ビオトープネットワーク」の形成・強化というコンセプトのもとに施設計画・設計を行っている。

#### (1) 水辺環境ネットワークの確保

既存の生態系に対する影響を緩和するために、現況のため池や生物の拠点は極力残し、更に水路との連結を考慮した水辺環境のネットワーク化を図る。

前述のように本地区のため池は古い時代に築造されたものが多く、現在は利用されていないものもある。これらに対する粗放的な管理は、結果的に二次的自然としての機能を発揮させ、水路と一体となって水生動物の繁殖・生息の場となっていることが多い。

このため、本事業により利用されなくなるため池のうち町有の9箇所を保全することとし、その一部については周辺整備を行った上で水辺環境ネットワークの核としての位置づけを強化する。

排水路については、魚類等の生息状況などを踏まえ、一部の土水路を現況保全する他、土水路、二面装工、三面装工区間に区分して整備することとしている。

#### 1) 施設計画の考え方

いさわ南部地区の施設計画及び生態系保全計画を図-1に示す。

##### ①原川水路 約5,900m

原川は本地区の幹線排水路であり、ギバチ等の生息状況を勘案して現況保全、二面装工、三面装工等の工法を決定した。

また、二面装工区間には魚巢ブロックを配置す

るほか、魚類の遡上に配慮した階段式落差工、魚類の生息環境と景観保全のための幅広水路等を設置している。

##### ②原川と細入川の機能分担

原川下流を現況保全するため、原川の設計洪水量を4m<sup>3</sup>/sに制限し、余剰排水量(10m<sup>3</sup>/s)を受け持つ細入川水路(三面装工)を造成している。

##### ③白鳥川水路 約3,700m

白鳥川水路についても原川と同様に魚類の生息状況等を考慮して現況保全、二面装工、三面装工に区分した。

##### ④岩洞水路 約2,000m

貴重な生物が生息する本水路は地区外であるため、補償工事となる一部を除いて現況のまま保全される。

##### ⑤逆さ堰用水路 保全延長約400m

地区の用水路はほ場整備によりパイプライン化されるため用水施設としての機能は不要となる。しかし、原川と二の台水路を結ぶ逆さ堰は歴史的に重要であるとともにビオトープネットワークとしても貴重であることから、付帯する樹林地帯とともに保全する。

また、原川との合流点付近に農村自然公園を町営事業で造成する。

##### ⑥その他の水路

生態系保全上重要な葦名堰約1,000m、西風堰約2,400mについては、地区境界にあることから承水路と位置づけ現状のまま保存利用する。

##### ⑦保全するため池

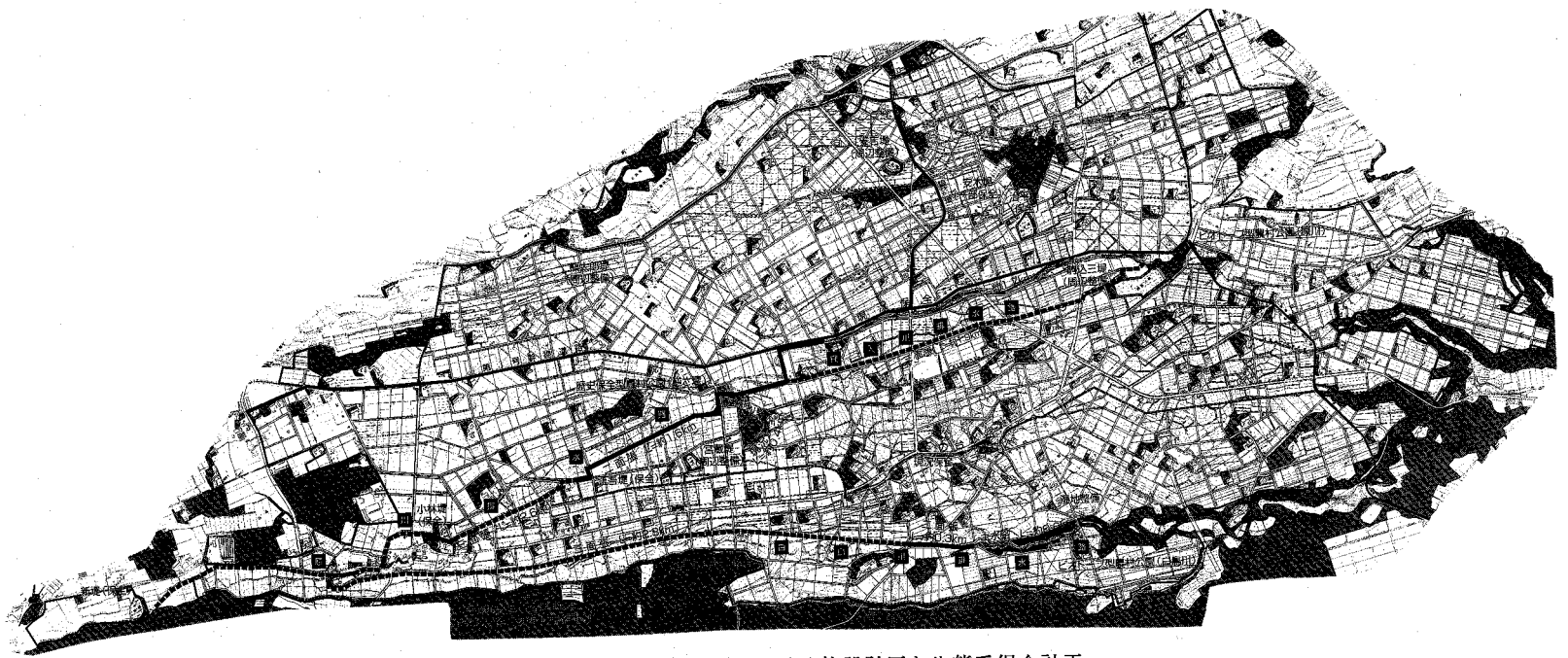
前述のように9箇所の町有ため池(駒込三堤、新堤、治平堤、安吉堤、安木堤、宮蔵堤、正吾堤、小林堤、熊太郎堤)については現況保全する。一部ため池については隣接部を創設非農用地としたうえで、公園化などを進める。

#### 2) 生態系保全対策と施設設計

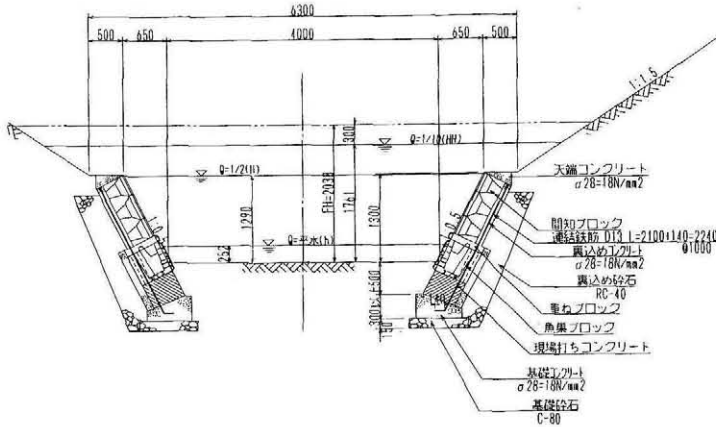
##### ①幹線排水路(原川中流部)

まず、原川の生態系保全レベルを、水理的な配慮を行い産卵等を含めた生息が可能な水域とする「レベル1」と、生息環境区間の通路としての機能を維持する「レベル2」に分けた。

レベル1については、平時時におけるギバチの遊泳速度を考慮して平水流速を0.4m/sとする。ただし、計画流量が大きくなる区間等についてはこの限りではない。



図一 1 いさわ南部地区における施設計画と生態系保全計画



図一 原川排水路標準断面図（二面装工区間）

レベル2については本地区の代表種であるアブラハヤの遊泳力を考慮して平水流速を1.0m/sとする。

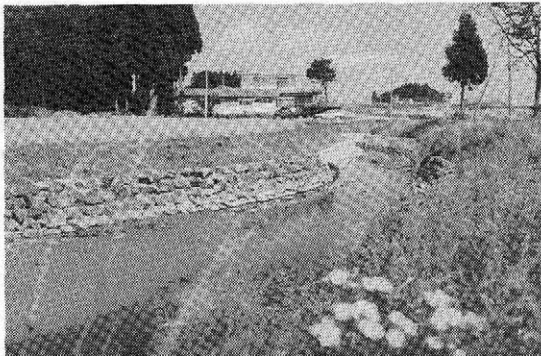
また、最小水深については、ギバチの体高（3cm）の3倍、9.0cmとした。

前述のように原川の一部については、積ブロック二面装工とし、ブロックの下部には魚巢ブロックを配置しているほか（図一2）、原川排水路の法面には可能な限り現地採取の芝を張り付け、在来種の定着を図っている。

原川に設置されている生態系に配慮した施設の概要を以下に記す。

#### ア）幅広水路（写真一）

この施設は、水路幅を拡幅することにより、親水空間を創出するとともに洪水時の魚類の避難場所とすることを目的とするものである。また巨石を投入し流速、水深の変化を持たせており、採餌



写真一 幅広水路。仮置きしておいた従前の植生を法面に張り付けた。

や産卵の場所となることも期待されている。

また、法面の一部は空石積としており、小動物が好む多孔質空間となっている。

#### イ）階段式落差工（図一3、写真一2）

当初、原川に設置する落差工は1段の落差で計画されていたが、魚類の移動に配慮するため小落差と魚窪池の組み合わせの階段式とした。

階段式落差工の諸元については、本地区の代表種であるアブラハヤの体長、体高から遡上能力を検討したうえで決定した。

各段の落差については、平水流量(Q=0.411 m<sup>3</sup>/s)時の流速がアブラハヤの突進速度(V=1.8 m/s)以下となるように15cmとした。また、隔壁の越流水深はアブラハヤの最小水深から5cmとした。

魚窪池（隔壁と隔壁の間のプール部分）の長さは池内における循環流の流れの向きに影響する。これは魚類の行動を左右する重要な要因である。

魚窪池内の流況は、

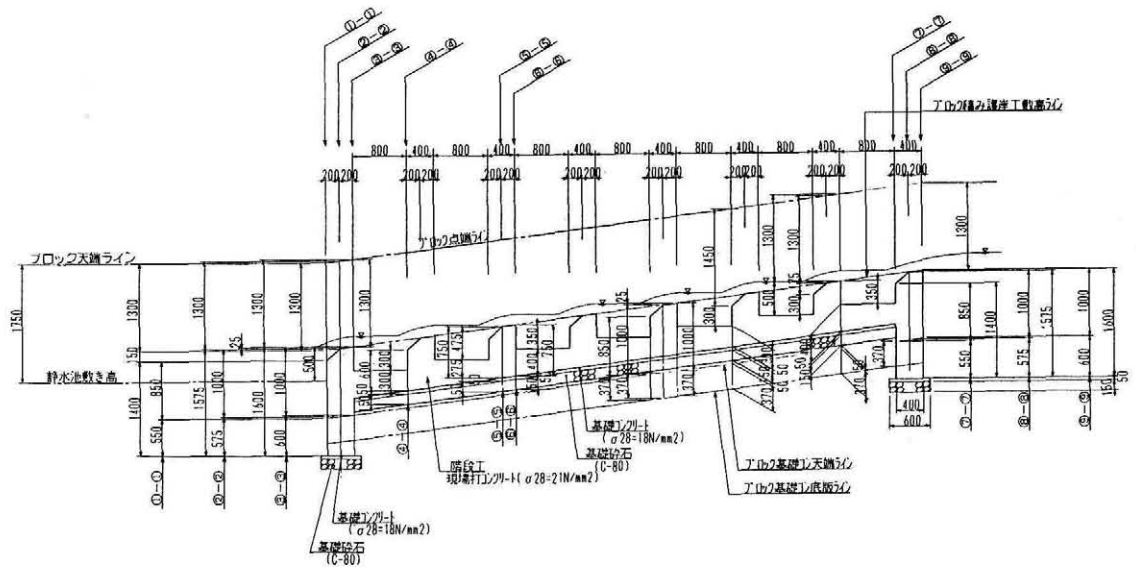
- ・落下流状態（隔壁天端で落下流が形成され、それが魚窪池内に潜入する場合）
- ・表面流状態（隔壁天端の流れが連なり隔壁天端に連続した表面流が形成される場合）
- ・両者の遷移状態

の3つに分けられるが、魚類の移動のためには落下流が望ましいとされている。

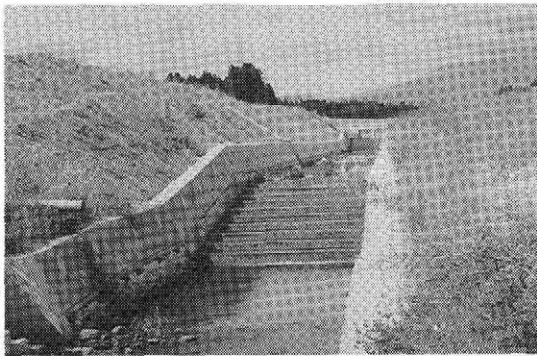
落下流となるには、

$$Qt = Q / (B \times S \times L^{3/2} \times g^{1/2}) < 0.25$$

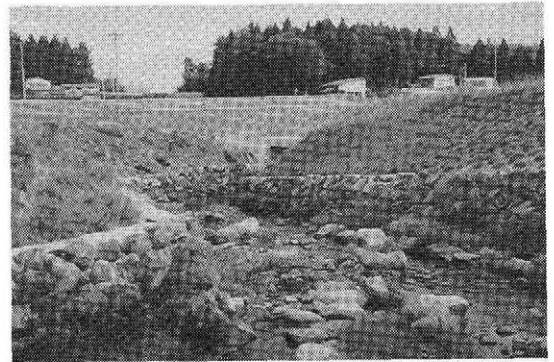
(Q:流量, S:勾配, B:水路幅, L:魚窪池長)を満足しなければならない。これより魚窪池の長



図一 3 原川段階落差工断面図



写真一 2 段階落差工。水面近くに見えるのは魚巣ブロックである。



写真一 3 急流落差工。出水に伴い瀬と淵が発達してきている。植生も回復している。

さを $L=0.8\text{m}$ とした。

#### ウ) 急流落差工 (写真一 3)

急流落差工は幅広水路と同様の目的で原川を拡幅したもののだが、勾配が $1/20$ と大きく、また巨石を投入することにより多様な水域環境の形成が図られている。

#### ②支線排水路

地区南端に承排水路として位置付けられている支線排水路の一部を「ホタル水路」として整備した。

これは道路側護岸は空隙を確保するためフトン籠、山側を土羽とした土水路で、水生生物の生息環境を整備するとともに植生の自然回復を促している。

#### ③ほ場内排水路

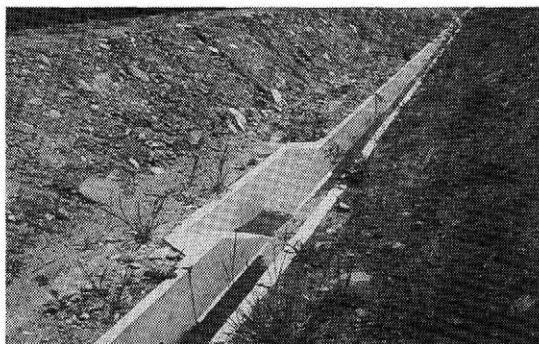
本地区のほ場内排水路のほとんどがU字溝である。

U字溝に転落した小動物が脱出できるようにスロープ付きU字溝を布設している (写真一 4)。

また、地区外山林の中には多くの生物が生息しているものもある。こうした山林に隣接する排水路には、小動物が移動できるように蓋を設置している。

#### (2) 緑地環境ネットワークの確保

地区内の屋敷林については基本的に保全することとする。水路の河畔林、ため池に隣接する樹林についても極力保全し、鳥類、小動物等の生息場所と移動経路 (コリドー) として確保することと



写真一 4 ほ場内排水路に設置したスロープ付きU字溝。

している。

また、緑地環境を水辺環境と一体的に保全することによって、水生植物群落や生育段階において異なった環境を必要とする種（成体は樹林地帯に生息し、産卵期に水辺に移動する両生類、爬虫類等）の生息環境にも配慮することとしている。

具体的には、以下の緑地について、緑地環境ネットワークとして保全することとしている。

#### ①水路沿い樹林帯

- ・原川水路沿い 約1,700m区間の雑木林
- ・白鳥川沿い 約 600m区間の雑木林
- ・二の台水路沿い 約 700m区間の雑木林
- ・逆堰水路沿い 約 400m区間の雑木林

#### ②ため池周辺樹林

- ・小林堤周辺の雑木林
- ・宮蔵堤周辺の雑木林
- ・熊太郎堤周辺の雑木林
- ・安木堤周辺の雑木林

#### ③エグネ

約300カ所を数えるエグネは、宅地と同様地区外として保全する。

#### ④地区外周の樹林

地区北側及び南側の斜面等にある山林は、地区外として保全する。

また、ほ場内排水路法面のうち、原川、保全するため池、地区周辺の樹林を連絡するものに現場採取の芝を張り付ける等の緑地ネットワークの強化を検討している。

#### (3) 農耕地環境の保全、再生

休耕田の中には湿地としての機能を発揮し、昆虫類の生息や両生類の産卵の場になっている箇所がある。また、畦畔や法面に地域の環境に適した

数多くの植物が生育しているため、表土には生物資源とも言うべき種子、根、胞子などが内在されている。

このため、非農用地湿地環境を有する一部水田を農村公園として保全するとともに、畦畔や法面は表土を覆土することにより在来種の早期再生を図ることとしている。

具体的には、農作業の効率化を図るとともに生物の生息空間とするため幅広畦畔を設置している他、ほ場内排水路法面等に現地発生の表土を張り付け、在来種の保全を図っている。

また、ため池周辺には町の農村公園敷地等（創設非農用地）に充てるための創設非農用地を配置している。

なお、雑種地のうち家屋周辺以外に配分されるもの及び道路・排水路の残地については、ウェットランドなどビオトープとしての利用を検討している。

## 4. 生態系保全対策に関する考察

生態系に配慮した施設に対しては、適切な設計・施工とともに完成後のモニタリング調査による検証が重要である。

例えば魚類の遡上のために設けた施設が、仮に水理学的にみれば設計通り造成されても、それ以外の要因により所用の効果が達成できないこともあり得るからである。つまり、設計通り水が流れれば了となるのではなく、生き物が想定した行動をとらなければ意味を持たない。生態系保全工法は変数の多いしかも変数の範囲すら厳密に特定することも困難な関数と考えるべきである。

昨年度から本格的な工事が始まった本地区においても造成施設等におけるモニタリング調査を行っている。以下、現時点での調査結果をもとに、造成・保全施設の生態系に関する現状を概括する。

なお、この調査は非かんがい期に実施したものである。普遍的な結論を導き出すには更なる調査が必要と考えられる。

#### (1) 幅広水路

モニタリング調査の結果、幅広水路に生息する魚類は種数・個体数とも多いことが判明した。

具体的には、ドジョウは沈殿した泥の中に大型の個体が比較的多く見られたほか、捨て石として投入された巨石により形成された小規模な淵から



はモツゴやタイリクバラタナゴの幼魚が多数確認された。

改修済み区間の中でも幅広水路部で種数・個体数ともに多かったのは、空石を積んだ護岸や巨石の捨て石等により流れに変化が生まれ、水深の違いが生じ、礫底から砂泥底等の多様な河床環境や魚の隠れ場が確保された結果と考えることが出来る。

また、抽水植物群落は魚類の生息・休息、産卵・営巣、採餌場、避難場所として極めて重要であるように、幅広水路で土砂が堆積してできた浅瀬に再生した植物群落も魚類の生息に好ましい環境を創出しているものともみられる。

一方、改修前はこの区間に多く見られたギバチやスナヤツメなどは激減しており、特にサワガニや貝類のタニシ・マツカサガイ等底生で移動能力の低い種は全く確認できなかった。これらの種の回復には改修後の河床が安定し岸辺の植生が生育するなど時間がかかろう。場合によっては、地区内からの移植を講じる必要があるかも知れない

なお、幅広水路は、隣接する逆さ堰に営巣するカワセミの採餌場になっている。

## (2) 階段式落差工

幅広水路より上流に位置する階段落差工付近では種数・個体数ともに少なく、小型のドジョウが優先しアブラハヤ等の遊泳魚はごくわずかであった。落差工部分では魚類はほとんど採捕できず多くは岸よりの石下や湧水処理と魚類の生息環境保持のためにワンド状に設置されたフトンカゴで確認されている。

また、モニタリング調査とは別途行った簡易調査によれば、二面装工区間で採捕された魚類はごく少数であった。

この原因として、

①階段式落差工の仕様に問題があり移動できない

②水域環境が魚類の生息に適していない

の二つが考えられる。

この付近で採捕された魚種を見るとドジョウ類とヨシノボリ類などが優先している。ドジョウは遊泳力に劣るため、ここより上流に位置する小林堤下流部付近から流下してきたものと考えられるが、小林堤下流部にはアブラハヤも生息しているためドジョウ類と同様に流下しているはずである。

にもかかわらず、この区間に生息していないのは、この区間がアブラハヤの生息条件に適合していないため更に下流に下ったことを示唆している。

アブラハヤは砂礫質の河床を好むとされるが、階段式落差工付近を含む二面装工区間の水路底は概ねシルト質である。また、簡易調査でギバチの幼魚が唯一確認されたのは、河床に生えた植物群落内であったが二面装工区間の大部分には植物は再生していない。

これらのことから推察すれば、二面装工区間の底質と植生などが現時点ではアブラハヤの生息に適していないのかもしれない。

## (3) 急流落差工

この区間は勾配が1/26と大きく淵と瀬が形成され、あたかも河川上流部のような様相をなしている。

水深・流速・底質が一樣な水路では、十分な生態系保全効果は期待できない。瀬と淵の形成は水域に多様な流速・水深をもたらすため、若干説明を加えることとする。

出水時の流れは発散と集中を繰り返す、流れの発散した部分は土砂が堆積して瀬となり、集中した部分は洗掘されて淵となる。

淵の成因は5種類あるが、特に以下の3種類が重要とされる。

M型（蛇行型）：流路の屈曲部に出来る淵

R型（岩型）：巨大な岩の周りに形成される

S型（基底変化型）：底質の固さの違いなどにより形成される。

本地区の急流落差工には小規模ながらもこの3種類全てのタイプが確認されており、生態系に配慮した排水路を設計する上で参考になると思われる。

つまり、一定の流速を確保しつつ、

①水路に巨石を投じる

②底面に予め掘削部を設ける

③水路底をフトンカゴとする区間を設けるなど、材質（固さ）に変化を与える

④流路を屈曲させる

などにより瀬と淵の形成が促進されよう。

また、土砂が堆積した箇所には植生が再生している。これは魚類の生息にとって極めて重要である。

## (4) 保全（現況）区間



サワガニは下流の現況保全区域に多く確認されている。この区間の特徴は、浸食され切り立った崖からの浸潤水や河岸かの樹林帯からの落ち葉の供給が本種の生育に適していると考えられる。

このことは、同じ土水路でも上流の開けた区間ではサワガニの生息数のごく僅かであったことから窺える。

また、上流の小林堤下流土水路（来年度施工予定区間）ではトウヨシノボリ、ドジョウ、ギバチが優先した。この区間は草付きの岸辺が多くこれらの魚種の繁殖場所や隠れ場所が多いと考えられ、集団でギバチが草陰のえぐれ部分に潜む傾向が認められた。

また岸辺が樹林で覆われていないため日照が川底まで十分に注がれることにより、河床の付着藻類の生産が盛んであると考えられ、これらを食するヨシノボリ類の生息数が多かった。このことは下流の現況保全区間ではヨシノボリ類は全く得られなかったことから窺える。

#### (5) スロープ付U字溝

本地区の場合、スロープ付U字溝によって脱出する小動物としてカエル類を想定している。現地における実験では、流速を落とすなどの改良を施せば脱出の有効な手段となることがわかった。

カエル類の水路への転落状況と脱出方法の詳細については、「農業土木」第 623号（農業土木技術連盟）に掲載されている拙文を参照されたい。

#### 5. 最後に

ほ場整備のように大きく環境が改変される工事に伴う環境整備の場合は、保全すべき種、生息可能な種を洗い出す必要があるだろう。もちろん、種は幅広く保全すべきだが、従前の生態系は微妙な環境のバランスと時間が生み出した脆い造作なのだ。これと同等の環境を人間が用意することは不可能である。個体数の減少が予想されても技術的・コスト的な理由により保全できない場合もあるだろう。

絶滅すると、それが属していた生態系のバランスが根底から崩れるような重要な地位にある種、キーストーン種に重点を置いた保全対策も一考に値しよう。水辺の生物でいえばカエル類や淡水貝類の重要性はもっと認識されて然るべきと考える。

最後に、繰り返しになるが生態系保全対策は生物が相手であるだけに一筋縄ではいかない。同種の施設であっても、最も効率的な施設とするには、地区の環境特性に適合させるための帰納法的アプローチが不可欠である。

# 山王海ダムの再開発

—先達の願いを21世紀に—

都 築 慶 剛\*  
(Yoshitake TUZUKI)

## 目 次

はじめに .....98

1. 地域農業の歴史 .....99

2. 旧山王海ダム建設までの背景 .....99

3. 旧山王海ダムの歴史的意義 .....100

おわりに .....101

### はじめに

国営かんがい排水事業「山王海（二期）地区」では、昭和27（1952）年に旧国営事業により築造された旧山王海ダム（写真-1）の嵩上げという他に例を見ない工事により水源の再開発を行っており、現在、試験湛水中である。

山王海ダムは、岩手県中央部の紫波町を流下する北上川支流滝名川に位置している。その受益地は、古代から水田の適地として開発が進められてきた地域であったが、滝名川の集水面積は水田面積に比べて狭く、農業用水不足の常襲地帯として水争いの頻発した地域でもあった。このため、地

域の農業用水不足を抜本的に解消することを目的に、長年の先達の悲願として旧山王海ダムは完成した。

この旧山王海ダムは、今日までの約50年の間、地域の農業振興・田園都市の創生を支えてきた歴史的遺産である。その完成に込められた先達の願いは新山王海ダム（写真-2）に引き継がれることとなるが、それに先立ち旧山王海ダムについて、



写真-1 旧山王海ダム

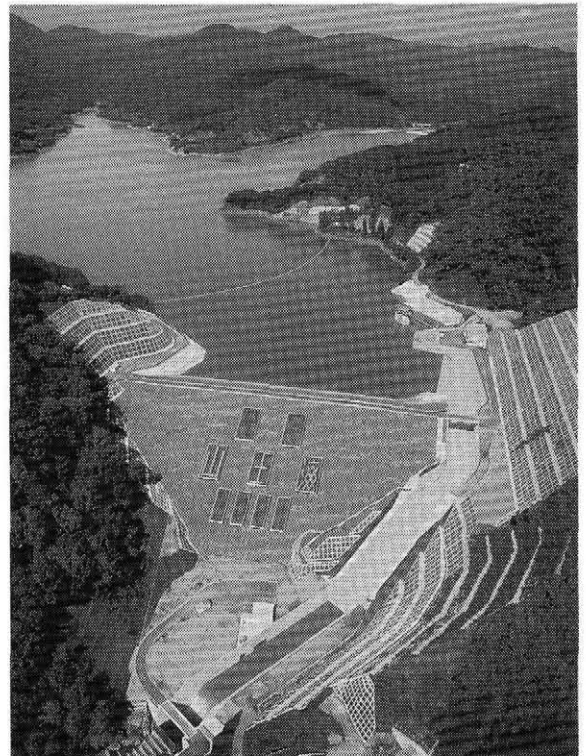


写真-2 新山王海ダム

\*東北農政局山王海鹿妻農業水利事業所 (Tel. 019-676-3676)

先人達の歩んだ道のり、歴史的意義について紹介したい。

## 1. 地域農業の歴史

山王海ダム受益地域の水田耕作は弥生時代にまでさかのぼり、農地開発が進められたのは、征夷大将軍坂上田村麻呂が延暦21(802)年に築造した胆沢城の前衛基地として志和城が築かれてからである。志和城は軍事目的としての征夷と開拓基地の二重の性格を持っており、兵士はいわば武装開拓民で、柵木(きのへ)と呼ばれる労務者も配置されて築城や開拓に当たっていたとされている。

その後、滝名川には27の「堰」(単に取水のために河川に設けられた堰堤のことではなく、水路を含めた農業用水施設全部とそれを利用する水利組織全部をいう)が開発され(図-1)、寛文12(1672)年の記録に、27堰のかんがい面積が約822haとある。昭和27年の旧山王海ダム建設時点は1,051haであり、約280年間で329ha増加しているが、その大部分は新田開発を奨励していた江戸時代の開発と推定される。

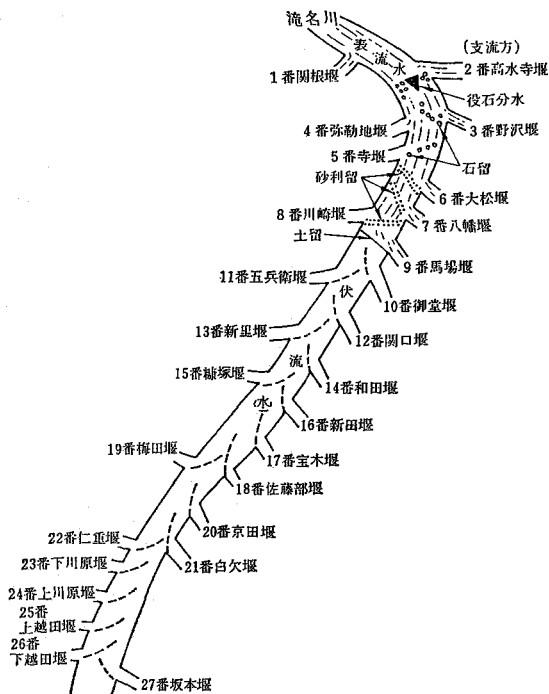


図-1 滝名川掛り27堰

## 2. 旧山王海ダム建設までの背景

### 2.1 飛地の出現

従前盛岡藩の領地であった滝名川流域が、八戸藩の分封によって、盛岡藩4,900石と八戸藩の飛地2,800石とに分けられた。

27堰中最大のかんがい面積をかかえていた高水寺堰は盛岡藩領をかんがいし、高水寺堰取水後の滝名川本流は八戸藩領をかんがいでいた。この高水寺堰は特権的な「常水」を認められており、滝名川の水の絶対量が少ないばかりではなく、かんがい面積比と取水量比が反対という不平等もあって、この堰堤は水争いの舞台となったのである。

### 2.2 滝名川の水論

志和稲荷神社前にあることから「稲荷大口前」と呼ばれる高水寺堰をめぐるのは、「滝名川の水論」と呼ばれるし烈な水争いを繰り返した。寛永3(1626)年から記録に残されているだけでも36回を数え、比較的大規模であった水論として、天保4(1833)年、同11年、慶応元(1865)年、明治33(1900)年、大正13(1924)年があり、時には死者が出るほどの凄惨なものであった。

志和稲荷神社のキツネの石像は投石で耳が欠けたと伝えられ、当事業のマスコットにもなっている。また、この神社近くの極楽寺には水論犠牲者の追弔供養碑が残されており、その碑文《紫波郡西南之地古来灌漑水利甚以不便也、大口前之水論征々過激而極慘状者世人之所知也、在昔両信士者実殞命於水論焉哀哉今兹水系一同相謀為追弔建之》には血ぬられた受難の足跡がいたましく刻まれている。

### 2.3 先達の夢

用水不足に対しては、番水、反復利用、地下水の揚水等により一時的な解決策をとっていたが、用水の絶対量を増やすという根本的な対策をとらない限り、この呪われた水論は永遠に終末を告げない宿命に置かれていた。

明治末期において、毎年のように記録的な干ばつ・凶作に見舞われた。志和村第5代村長藤尾寛雄(明治37年6月就任)は、種籾にもことかきどん底にまで追いやられ生色を失った村民から、行く先々で「なんとかしてくんせ」という訴えを受け、胸を激しくかきむしられたのであった。そして、“山王海の溜池化”という淡い夢は、彼に

よって初めて現実の悲願として種がまかれた。

しかし、激務と心労に命を削られ、彼は湖水の夢を胸に大正6年この世を去ったのであった。

第6代村長細川久もまた、地域の宿望、先輩の悲願の実現に日夜心血をしばった。しかし、その間も仮借なく干ばつの災害はぶちつけられ、彼もまた農民の悲痛な嘆息に胸を押しつぶされたのであった。そして、国営事業による山王海ダム建設の道を決意し、大正15年に早魃善後策村民協議会を結成、陳情運動が開始された。昭和4年には当時の農林省により「国営山王海溜池予定地」の標杭が立てられ、本格的な測量が始まったが、度重なる政変、水没集落の反対等により、細川村長は悲運の人となった。

予算の復活を強く政府に迫り続けた彼の五体は激しい気流にもまれ、昭和13年静かに不帰の旅にのぼった。しかし、ついに実を結ばないままで去った彼の無念は、命を懸けて刻みつけた巨大な足跡として、後輩の魂を激しく揺さぶらずにはおかなかった。

第7代村長北条韶美は、郷土の師表を引き継ぐこととなったが、時は戦争のさ中であり、国の予算は膨大な軍事費に追われ、静かに時期の到来を待つほかになかった。しかし、その間も配慮なく干ばつが襲い、彼は一身を捨ててもダム建設を実現する決意を固めたのであった。昭和16年に、志和村用水期成同盟が組織され、地域ぐるみの協力によって陳情が始まった。同年農地開発法の制定により食糧増産は国家の至上命令となったことも味方し、いよいよ昭和19年に山王海ダム築造の事業が開始された。(写真-3)当初は農地開発営団山王海出張所により着工し、昭和22年に農林省

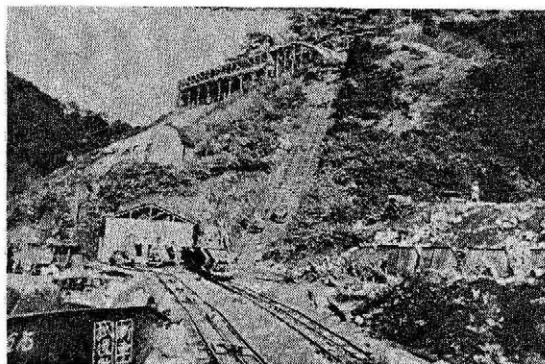


写真-3 着工直後のダム工事現場

山王海農業水利事業所に引き継がれ、昭和27年にダムの完成をみた。

先達の悲願を成し遂げた北条村長の喜びはたといえようもなかったが、彼の肉体もまた激務にむしばまれ、議会議中に倒れたまま、ダムの完成を見ることなく昭和22年2月にその生涯を閉じた。村民を初め彼を知る多くの人々は、深くその死を悼むとともに、村葬の礼をもってその偉大な足跡をたたえたのであった。

数世紀にわたった滝名川の水論史に終止符を打つ山王海ダム。その堤体に刻まれた「平安・山王海・1952」の文字は、時の国分知事が永遠に水争いがなく、平穩を思う気持ちを祈念し植樹されたものである。

### 3. 旧山王海ダムの歴史的意義

#### 3.1 技術的特徴

旧山王海ダムはアースダムで、当時としては東洋一の土堰堤として注目された。また、我が国最初の本格的なフィルダムとして、近代フィルダム工学の草分けであり、農業土木技術陣にとって大きな試金石であった。設計・施工全般にわたっては当時の農林省設計課の直接指導があったことを初め、多くの技術者、学者の智恵が結集された。敗戦直後の物資不足等悪条件のもと、斎藤匡明所長（農地開発営団出張所長から一代限り）を初め所員、請負業者は、この未知数な工事に全身の精魂を傾けて取り組んだと聞いている。

具体的には、以下のような技術開発が行われた。

(1)貯水による浸潤線を低下させ、堤体下流法尻部で浸潤線が出現することを回避するため、各ゾーンの土質試験を実施するとともに、以下のとおり転圧工法に工夫を凝らしたこと

①それまでのフラット・ローラ等が変わって、ウェーブ・ローラを考案するとともに、タンピング・ローラを採用した

②転圧基準に締固乾燥密度による規正を行った  
(2)洪水吐及び放水路出口部の流況を水理模型実験によって検証したこと

(3)当時日本では実験的に2,3カ所で試用されているだけのAEコンクリートを採用したこと

(4)堤体の浸潤線の確認、沈下等変位観測を目的とした観測設備を施工したこと

(5)かんがい用水供給にあたって温水取水をするた

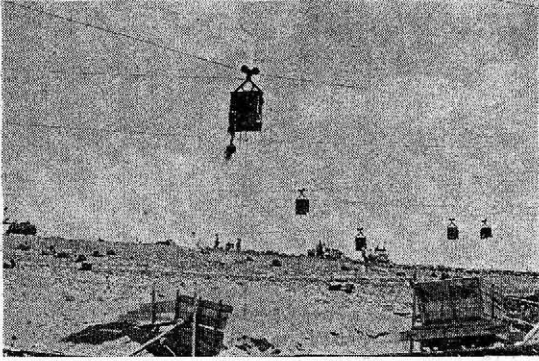


写真-4 盛立作業

め、巻き上げ式のゲートにより水位に応じて表面取水が可能な独立式取水塔を採用したこと（巻き上げ機は北海道の夕張炭坑から流用したもの）

### 3.2 施工管理

築堤材料の運搬には、8つの土取場からエンドレス線（バンカー線）、架空索道、機関車、手押しが錯綜しており（写真-4）、土取場の段取、設備能力、堤体標高、転圧作業効率、気象条件等を勘案して、過不足なき一貫計画が策定された。また、降雨、事故等にあっては、一日でも手戻り作業が増えた場合は、800人の人夫賃だけでも巨費が無駄になるわけであるから、各パートの意志疎通はもとより高所に立っての冷静な判断と一糸乱れぬ指揮系統の確立が必要とされた。

なお、戦後日本の代表的工事として海外に紹介され、アメリカ、パキスタン、インド等にこれら

の工事資料が送られていった。また、同時にこれら諸外国から多くの参考文献が届けられ、現場水準を引き上げることとなり、この交流ルートの確立は旧山王ダムにとって一つの大きな幸いとなった。

### おわりに

旧山王海ダムは、再び農林水産省の手によって新たな姿に変貌を遂げようとしており、新山王海ダムの堤体には「平安・山王海・2001」の植栽文字を再現した。

その受益地域は岩手県有数の穀倉地帯であるとともに、県都盛岡市に隣接した潤いある鳥瞰が醸し出されており、正にイーハトーブを地でいく豊かな田園空間が広がっている。

先達の願いを21世紀にも引き継ぐため「平安の湖」と名付けられたダム湖には、供用開始以後満々と水が湛えられ、この地域の発展を永久に支え続けることを確信している。

### 参考文献

- 1) 新保満：村が栄える条件—岩手県志和の変貌—、NHKブックス、(1983)
- 2) 佐藤正雄：滝名川に生きる人々、みちのく農村問題研究会、(1978)
- 3) 高瀬国雄：山王海ダム工事の記録、農林省農地局設計課（1956）

### 1. 会員の募集

水と土の発行は皆様の年会費によってまかなわれています。今後とも事業地区の技術情報の交流を図るためには会員の確保が重要となっています。会員の皆様には職場の同僚の方々に農業土木技術研究会の成り立ちや「水と土」をPRしていただき、会員の勧誘をお願いいたします。平成13年度の年会費は2,300円です。なお、別紙のPR版を作成しましたので会員の勧誘に活用いただければ幸いです。

### 2. 報文投稿の募集

「水と土」は会員の皆様からの報文投稿によって支えられています。報文は以下のように様々なテーマが考えられますので、これを参考に皆様が担当されている事業地区の状況を報文にまとめて投稿いただくようお願いいたします。併せて巻末の投稿規定も参照して下さい。

- ① 事業地区の段階は、企画、調査、計画、設計、施工、管理に分けられるので、構造物の施工の有無に関わらず、コスト縮減、創意工夫、新技術導入、環境配慮などの視点から取りまとめた報文
- ② ダム、トンネル、橋梁、揚排水機場等の大規模工事や長期にわたる債務負担行為工事等について、調査、計画、設計、施工の各段階での検討や実績を取りまとめた報文
- ③ 農業工学研究所や県試験場などへの依頼研究の成果について取りまとめた報文（研究依頼先との連名による）
- ④ 土地改良技術事務所、調査管理事務所が対応している技術検討や現場支援業務について取りまとめた報文（当該機関との連名による）
- ⑤ 海外派遣から帰任した職員の派遣先でのプロジェクト等について技術的見地から取りまとめた報文
- ⑥ 建設会社、コンサルタント等の会員において、普及性のある事例や技術検討について取りまとめた報文

### 3. 「水と土」表紙写真の募集

農業土木技術研究会では、会誌「水と土」の表紙を飾る写真を募集しています。

あなたが撮った「美しい農村や農業生産の風景」、「地域にとけこんだ農地、農業施設」、「水・土のふれあい」などを表紙に使わせていただきたいと思います。以下を参考に多数の写真を応募願います。

- ① 写真の種類：カラープリントでサービス版より大きいサイズで提出して下さい。
- ② 枚数：応募点数には制限がありませんが、未発表のものに限ります。
- ③ 応募先：研修会テキスト申し込み先に同じ
- ④ その他
  - (1) 応募写真の裏面にタイトル、コメント、住所、氏名、年齢、職業、性別、写真テーマ、撮影場所、撮影年月日を記入して下さい。
  - (2) 原則として応募写真は返却しません。
  - (3) 採用された写真の著作権は、農業土木研究会に属します。
  - (4) 採否は、編集委員会で決定します。
  - (5) 採用された場合は薄謝を進呈いたします。

# 農業土木技術研究会会員の募集

## 1. 創立30周年を迎えた「農業土木技術研究会」

本研究会は、全国の農業土木技術者の自主的な研究会です。その歴史は、昭和28年の「コンクリートダム研究会」にまでさかばり、事業の展開方向に即して変遷してきました。現在の「農業土木技術研究会」としても、平成11年度には設立30周年を迎えた歴史ある研究会です。

### 〈農業土木技術研究会の変遷〉

昭和28年 「コンクリートダム研究会」の発足：会誌「コンクリートダム」の発刊

昭和31年 フィールドダムを含めて「ダム研究会」に拡大：会誌「土とコンクリート」に変更

昭和36年 「水路研究会」の発足：会誌「水路」の発刊

昭和45年 両研究会の合併

「農業土木技術研究会」の発足：会誌「水と土」の発刊

## 2. 技術力向上に資する「農業土木技術研究会」

本研究会は、時代のニーズを反映した事業の円滑な推進に必要な技術力の向上のため、農業農村整備事業の計画・設計・施工事例や技術的検討内容などの現場技術情報の発信と交流を一貫して展開しています。

研究会では、現場の技術報文を中心とした会誌「水と土」を年間4回発行し会員の皆様にお届けしています。また、時代に即した技術的な情報を提供する研修会も開催しています。

## 3. 会員が支える「農業土木技術研究会」

本研究会の活動は、皆様の年会費によってまかなわれています。

21世紀を迎え農業・農村の位置付けがますます重要になっている今日、本研究会に入会いただき、その振興の基礎となる「農業土木技術」に根ざした研究会の活動を支えて頂ければ幸いです。会費は2,300円です（会費は51年度より据置）。

入会の手続きは、研究会へ直接又は各職場の連絡員に会費を添えて申し込んで下さい。

申し込み様式は以下を参考にして下さい。

### 入会申し込み

平成 年 月 日

私は農業土木技術研究会に入会します。

氏名： \_\_\_\_\_

職場・所属： \_\_\_\_\_

職場住所（会誌送付先）： \_\_\_\_\_

問い合わせ先：農業土木技術研究会 永井  
〒105-004 東京都港区新橋5-34-4  
農業土木会館内 TEL 03(3436)1960

# 投 稿 規 定

- 1 原稿には次の事項を記した「投稿票」を添えて下記に送付すること  
〒105-0004 東京都港区新橋3-34-4 農業土木会館内、農業土木技術研究会
- 2 「投稿票」
  - ① 表 題
  - ② 本文枚数、図枚数、表枚数、写真枚数
  - ③ 氏名、勤務先、職名
  - ④ 連絡先 (TEL)
  - ⑤ 別刷希望数
  - ⑥ 内容紹介 (200字以内)
- 3 1回の原稿の長さは原則として図、写真、表を含め14,500字程度 (ワープロで作成の場合、A4版10枚程度) までとする。
- 4 原稿はなるべくワープロで作成し、漢字は当用漢字、仮名づかいは現代仮名づかいを使用、術語は学会編、農業土木標準用語辞典に準じられたい。数字はアラビア数字 (3単位ごとに、を入れる) を使用のこと。
- 5 ワープロで作成した原稿については、プリントアウトした原稿とともに文字データについてはフロッピーディスクでも提出すること。
- 6 手書きの原稿については、当会規定の原稿用紙を用い作成すること (原稿用紙は、請求次第送付)
- 7 写真、図表はヨコ7cm×タテ5cm大を242字分として計算し、それぞれ本文中の挿入個所を指定し、写真、図、表は別に添付する。(原稿中に入れない)
- 8 原図の大きさは特に制限はないが、B4判ぐらいまでが好ましい。また、原図をそのまま印刷に使用するので極力鮮明なものを提出すること。
- 9 文字は明確に書き、特に数式や記号などのうち、大文字と小文字、ローマ字とギリシャ文字、下ツキ、上ツキ、などで区別のまぎらわしいものは鉛筆で注記しておくこと、  
たとえば、  
C, K, O, P, S, U, V, W, X, Zの大文字と小文字  
O (オー) と 0 (ゼロ)                      a (エー) と  $\alpha$  (アルファ)  
r (アール) と  $\gamma$  (ガンマ)                k (ケイ) と  $\kappa$  (カッパ)  
w (ダブルユー) と  $\omega$  (オメガ)        x (エックス) と  $\chi$  (カイ)  
1 (イチ) と l (エル)                        g (ジー) と q (キュー)  
E (イー) と  $\epsilon$  (イプシロン)         v (バイ) と  $\nu$  (ウプロシン)  
など
- 10 分数式は2行ないし3行にとり余裕をもたせて書くこと。
- 11 数表とそれをグラフにしたものとの併載はさけ、どちらかにすること。
- 12 本文中に引用した文献は原典をそのまま掲げる場合は引用文に『                      』を付し引用文献を本文中に記載する。孫引きの場合は、番号を付し、末尾に原著者名：原著論文表題、雑誌名、巻：頁～頁、年号、又は“引用者氏名、年・号より引用”と明示すること。
- 13 投稿の採否、掲載順は編集委員会に一任すること。
- 14 掲載の分は稿料を呈す。
- 15 別刷は、実費を著者が負担する。



# 「水と土」通信

FAX宛先：農業土木技術研究会 永井：03-3578-7176

「水と土」をより充実したものとするため、下記様式であなたのご意見をお寄せ頂ければ幸いです。

1. 本号(127号)で興味をもたれた報文について記載下さい。

- (1) 報文タイトル： \_\_\_\_\_  
(2) 興味を持たれた具体的内容 \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. 本号の編集についてご意見をお聞かせ下さい。

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. とりあげてほしいテーマなど本誌に対するご意見やご要望をお書き下さい。

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

所属： \_\_\_\_\_ 氏名： \_\_\_\_\_

## 編集後記

以前技術研究会の会員を対象とした研究会に対するアンケートを実施しましたが、その中で「農業土木技術研究会」と「農業土木技術連盟」、「農業土木学会」との区分がわからないとの回答がありましたので事務局としてそれらの区分について簡単に記載することとしてみました。

まず「農業土木技術研究会」は、農業土木に関する技術の研究開発資料の収集及び普及活動を行い、もって、会員相互の資質向上を図ることを目的としており、「農業土木学会」は、農業土木に関する学術と技術の進歩普及を図り、社会の発展に寄与することまた、「農業土木技術連盟」は農業土木関係の施策の確立を図るとともに、農業土木事業関係者の地位の向上及び技術水準の向上を図り、農業土木事業の進歩発展を図るこ

とをそれぞれ目的としております。

これらの団体はそれぞれ、会誌や機関誌を発行したり、研修会を開催したりしていますが、「農業土木技術連盟」はNN事業に関する情報提供を主体としており、「農業土木学会」は、農業土木に関する学術および、技術についての発表および連絡、知識の交換、情報の提供等を行う場となることを主体としていることに対し、「農業土木技術研究会」は、現場からの情報を他の現場へ役立てるために、現場を中心とした技術報文や研修会を開催することとしておりますし、なんといても全てが会員の皆様の手作りによるものとなっております。親しみやすさがあると思われま

このように技術研究会は、会誌や研修会を通じて現場情報交換を気軽に図ることが可能なことから、皆さんも技術研究会への入会を募りまた、積極的に現場情報を投稿する等、各地の現場情報の輪を広げていきたいと思います。(設計課 山本)

## 水と土 第127号

発行所 〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4  
農業土木会館内

印刷所 〒161-8558 東京都新宿区下落合2-6-22

農業土木技術研究会  
TEL 03(3436)1960 振替口座 00180-5-2891

一世印刷株式会社  
TEL 03(3952)5651