

水

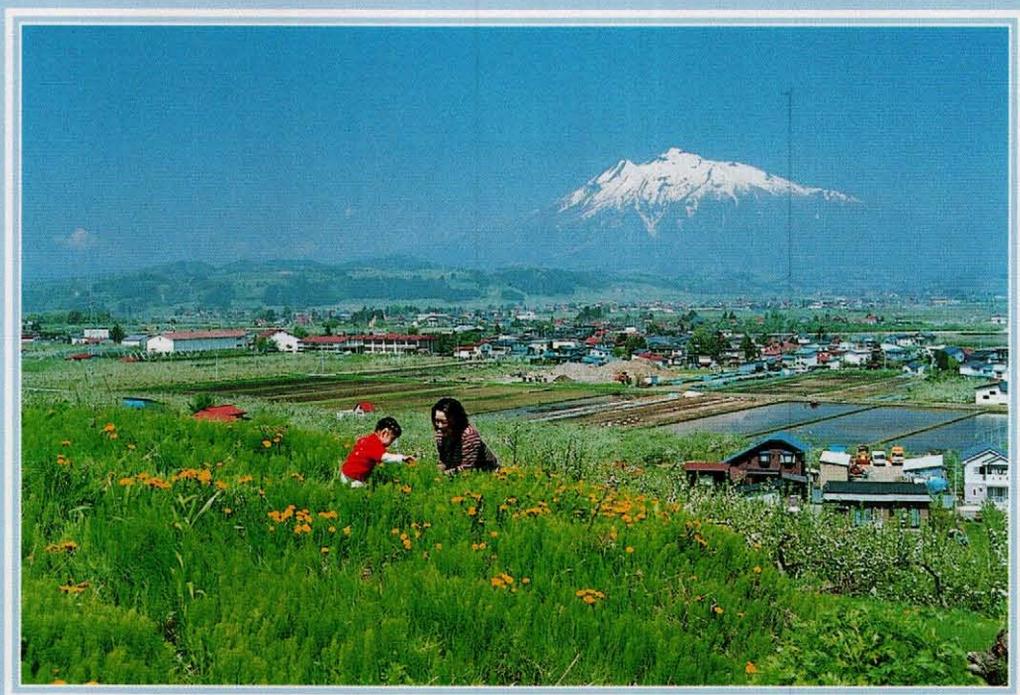
No.132

2003

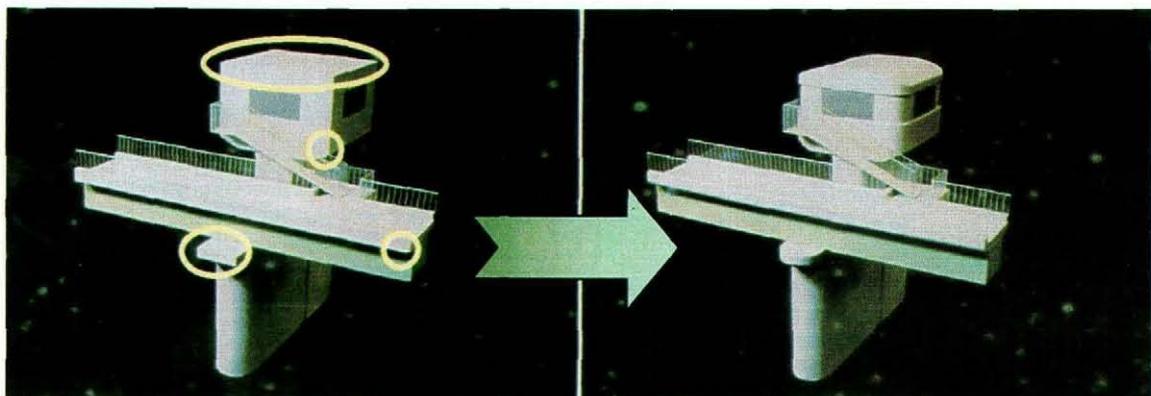
と

土

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



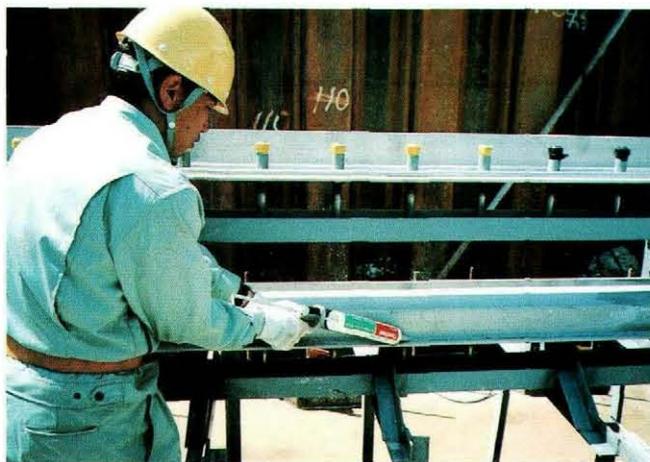
石狩川愛別頭首工景觀計画 (本文13頁)



これまでの頭首工のデザイン

景観に配慮した頭首工のデザイン

将来の河川改修を考慮した井堰の改修事例について (本文21頁)



受け金具据付状況



工場製作された受け金具

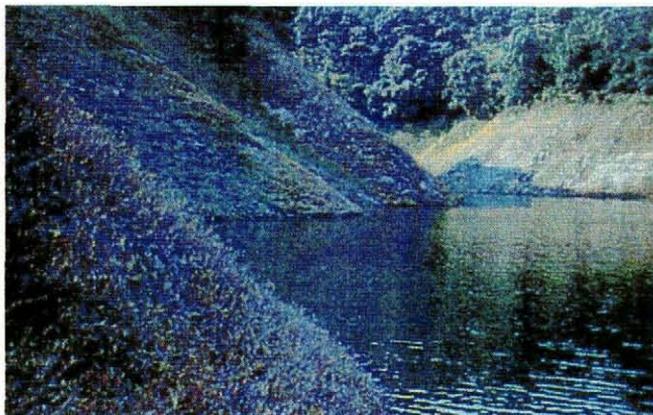
環境との調和に配慮したダム湛水域の緑化と保全 (本文 29 頁)



吹付施工前状況



吹付施工後



急斜面での育成状況



水中での生育状況

羽地大川地区における赤土対策推進の取組 (本文 40 頁)



試験ほ場の全景

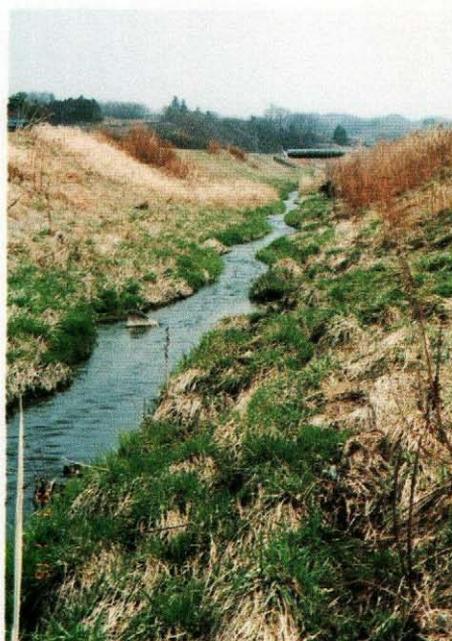


植生帯生育状況

環境への配慮と工事費縮減のための排水路の設計法について (本文 58 頁)



現在の菅生排水路の状況

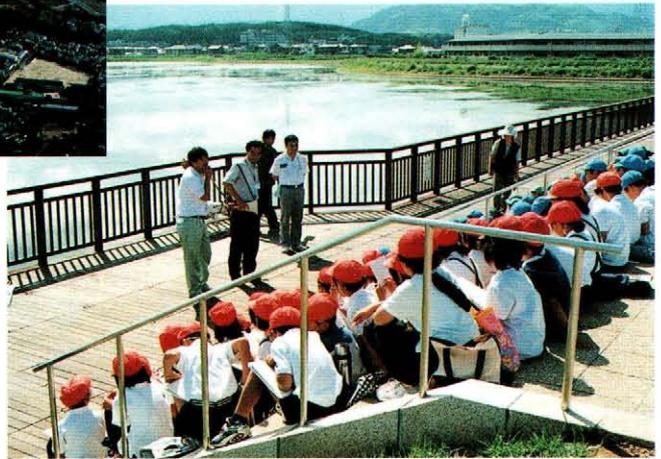


現在の天神川排水路の状況

昔も今も、みんな久米田池 (本文 66 頁)



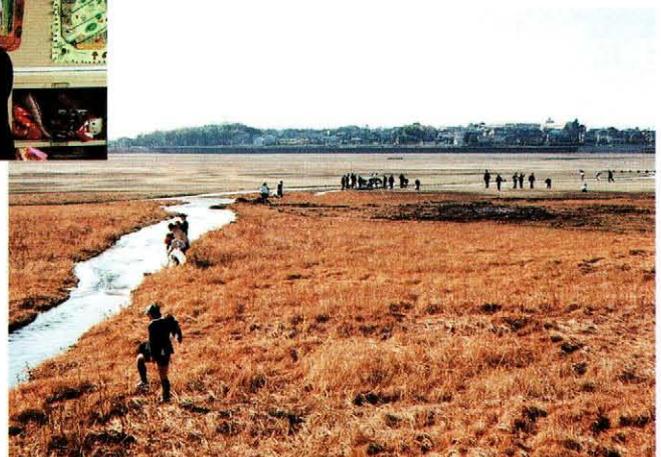
久米田池から神於山を望む



久米田池に関する出前授業状況



子供たちの発表会の様子



子供他による久米田池の清掃状況

水と土

— 目 次 —

報文内容紹介 (9)

巻頭文

沖縄における「水」開発の展開
— 地下ダムによる水源開発 —

菅谷 晋 (11)

報 文

愛別頭首工景観計画

佐藤 春夫 松下 広行 藤永 和成 (13)

将来の河川改修を考慮した井堰の改修事例について

石川 登章 (21)

環境との調和に配慮したダム湛水域の緑化と保全

今野 良治 (29)

畑地かんがい用のスラストブロックとライザーブロックの
改良について

前田 勉 (36)

羽地大川地区における赤土対策推進の取組

— 耕土流出防止対策に関する試験 —

仲村 元 藤田 智康 吉永 安俊
塩野 隆弘 (40)

パイプラインの水撃圧推定方法について

吉野 秀雄 (49)

環境への配慮と工事費縮減のための排水路の設計法について

— 草生ライニングの重用と護岸高の低減 —

阪田 剛一 岩間 正市 (58)

歴史的土壌改良施設

昔も今も、みんなの久米田池

永井 啓一 (66)

技術情報紹介

農業水利施設の更新と維持管理

— 平成14年度農業土木技術研究会研修会レポート —

編集事務局 (74)

会告 (86)

入会案内 (87)

投稿規定 (89)

No. 132

2003

表紙写真

青森県弘前市悪戸

写真提供：農林水産省むらづくり
対策室（第10回美しい日本の
むら景観コンテストより）

水と土 第132号 報文内容紹介

<p style="text-align: center;">愛別頭首工景観計画</p> <p style="text-align: center;">佐藤春夫 松下広行 藤永和成</p> <p>本報文は、国営総合農地防災事業「石狩川愛別地区」の石狩川愛別頭首工の改築に際し、大雪山国立公園方面に向かう国道39号の道路利用者や近隣に住む愛別町民にとって親しまれる農業水利施設として、景観に配慮した頭首工およびその周辺施設のデザインについて検討した景観計画について紹介するものである。 (水と土 第132号 2003 P.13 企・計)</p>	<p style="text-align: center;">将来の河川改修を考慮した井堰の改修事例について</p> <p style="text-align: center;">石川登章</p> <p>将来、堤防の改修が計画されている河川において、農業用固定堰を可動堰に改修する工事が完了した。井堰を改修する地点の計画河床は現況河床より低く、その高さに合わせて施工した場合様々な不具合が生じる。それらを解消するために河川管理者、漁業者及び利水者と協議・意見交換を行い、施設の位置、構造等を決めるにあたり模索した事例を紹介する。 (水と土 第132号 2003 P.21 設・施)</p>
<p style="text-align: center;">環境との調和に配慮したダム湛水域の緑化と保全</p> <p style="text-align: center;">今野良治</p> <p>近年、人間的な豊かさを尺度とする気運は高まりを見せ、自然と人間の織りなしてきた地域の多様な資源を有効に活用し、住民参加の下で地域の振興につなげようとする活動が進んでいる。こうした胎動を背景に、ダムの有効利用を企図し、その基礎的な条件整備として、環境と調和したダムの創造に向けた貯水池法面保護対策を実施したので、その状況を報告する。 (水と土 第132号 2003 P.29 設・施)</p>	<p style="text-align: center;">畑地かんがい用のスラストブロックとライザーブロックの改良について</p> <p style="text-align: center;">前田 勉</p> <p>かんがい用などのパイプラインの配管工事におけるスラストブロックについて、施工性や利便性の向上をめざし、分割・組み合わせできるように工夫を行い製品化した。また、サトウキビ用のスプリンクラーの安定と保護のために設置しているライザーブロックについては、施工性の向上と容易に補修を行える構造（上下、左右分離）に改良を行い、二次製品化した。これらの改良について、報告を行った。 (水と土 第132号 2003 P.36 設・施)</p>
<p style="text-align: center;">羽地大川地区における赤土対策推進の取組</p> <p style="text-align: center;">— 耕土流出防止対策に関する試験 —</p> <p style="text-align: center;">仲村 元 藤田智康 吉永安俊 塩野隆弘</p> <p>赤土等流出防止対策は、沖縄振興の重要な施策の柱となっており、特に農地からの耕土流出防止対策の推進は重要な課題である。本報文では、沖縄海岸固定公園などに指定されている羽地内海及びその周辺海域保全の観点から、農地からの耕土流出防止対策が強く求められている「羽地大川地区」において、営農対策を効率的に推進することを目的に行っている「耕土流出防止に関する試験」についての取組について報告するものである。 (水と土 第132号 2003 P.40 企・計)</p>	<p style="text-align: center;">パイプラインの水撃圧推定方法について</p> <p style="text-align: center;">吉野秀雄</p> <p>現在、パイプラインの水撃圧の推定は設計基準に従い経験則で行われている。しかし、近年、管路の長延長化、弁の改良による閉そく時間の短時間化などの原因で、管理段階で水撃圧が経験則に収まらない場合が生じている。本報告では、モデルパイプラインを用いて非定常水理計算を行い、経験則内に収めるには、弁閉そく時間をかなり遅くしなければならないことを明らかにし、今後の検討素材を提供した。 (水と土 第132号 2003 P.49 設・施)</p>
<p style="text-align: center;">環境への配慮と工事費縮減のための排水路の設計法について</p> <p style="text-align: center;">— 草生ライニングの重用と護岸高の低減 —</p> <p style="text-align: center;">阪田剛一 岩間正市</p> <p>農業農村整備における基盤整備事業では、土地改良法の改正に伴い環境との調和への配慮への原則化がなされた。また、工事費の縮減を図ることがこれまで同様の課題となっている。農業用排水路の設計において、これらを同時に満足させるための設計法を考案し、この設計法により施工された排水路の状況確認を行った結果、特に問題は見られていない。本報文ではその内容について報告するものである。 (水と土 第132号 2003 P.58 設・施)</p>	<p style="text-align: center;"><歴史的土壌改良施設></p> <p style="text-align: center;">昔も今も、みんなの久米田池</p> <p style="text-align: center;">永井啓一</p> <p>僧行基と農民により1300年前に築造された久米田池を、このたびオアシス構想に基づき大阪府が事業主体になって整備した。久米田池を今後維持管理するために広範な地域の人々からなる「久米田池をまもる会」が発足したが、その活動の一環として、教育連携を平成14年度で進めた。久米田池の持つ課題をテーマにして、総合的な学習の対象として取り上げることで、今後の「まもる会」の活動の方向性、可能性を考えることができた。 (水と土 第132号 2003 P.66 企・計)</p>
<p style="text-align: center;"><技術情報紹介></p> <p style="text-align: center;">農業水利施設の更新と維持管理</p> <p style="text-align: center;">— 平成14年度農業土木技術研究会研修会レポート —</p> <p style="text-align: center;">編集事務局</p> <p>農業水利施設は、農業生産に必要なかんがい用水の供給等の他、地域用水機能など多面的な役割を果たしています。これらの機能を維持・確保していくためには、効率的な予防保全対策を行うことが不可欠ですが、近年では管理者の高齢化や農村地域の混住化等に伴う新たな課題が生じてきています。このような中、地域と一体となった施設管理の実践などの新たな取組みが全国各地で進められており、農業土木技術研究会では、「農業水利の更新と維持管理」をテーマに平成14年度の研修会を開催しました。本報文は、研修成果の普及を目的に講演の要旨を取りまとめたものである。 (水と土 第132号 2003 P.74)</p>	

沖縄における「水」開発の展開 －地下ダムによる水源開発－

管 谷 晋*
(Susumu SUGATANI)

沖縄は、我が国唯一の亜熱帯地域という特性を活かし、サトウキビ、パインアップルやマンゴーの果樹、ゴーヤなどの野菜、花卉そして肉用牛と、多様な農業が営まれている。

しかし、沖縄の農業は、①降水量の年格差が大きいこと、②降水が梅雨と台風の時期に集中していること、また、③島嶼であり、河川は、流路延長が短く、流量の変化も大きいこと、④特に、本島南部、宮古島等の離島の大部分は、珊瑚礁が隆起して出来た非常に透水性の高い琉球石灰岩から出来ており、降水の大半が地下浸透して地下水流となってしまうため、表流水の利用は困難な状況にあること、等から、干ばつの被害を受けやすいという特徴も持っている。

このため、30年前の本土復帰を契機として、積極的にかんがい施設の整備が行われてきたが、未だ十分な水が確保されているとは言いがたく、今後とも水源施設の整備が必要な状況にある。

このような中で、沖縄では、地表ダムによる水資源開発とともに、沖縄の自然条件を踏まえた地下ダムによる水資源開発に取り組んできている。

宮古島では、地下ダムの技術開発を目的に皆福ダムが設置されて以来、農用地整備公団（現緑資源公団）事業により本格的な地下ダムとして砂川ダムおよび福里ダムが建設された。

また、現在、国営かんがい排水事業により沖縄本島南部地区および伊是名地区において、県営かんがい排水事業によりカンジン地区および与勝地区において、それぞれ地下ダムが建設中である。

この他、伊江島では、地下ダムを水源とする国営かんがい排水事業の着工に向け、全体実施設計が行われているところである。

沖縄における地下ダムの構造は、基本的には、間隙の多い琉球石灰岩の下に位置する難透水性の基盤まで届く止水壁を設置して、地下水を堰き止め、貯留するものである。

地下ダムは、その構造上、間隙が多く地下水を通しやすい貯水層とその下部に地下水を通しにくい難透水層が存在し、この難透水層が地下谷を構成し、なおかつその深度が止水壁の施工可能な深さにあることなどの条件を満たす箇所に設置することが有利となる。

これまで建設が進められてきた地下ダムは、宮古地区のように、断層によっていくつもの難透水層による地下谷が形成されているなど、地下ダム建設にとって比較的地質・地下水の条件に恵まれた箇所に設置されてきた。

*沖縄総合事務局土地改良総合事務所

しかし、近年は、明瞭な地下谷が存在しなかったり、基盤の難透水層が深いなど、必ずしも条件に恵まれているとは言えない箇所においても、止水壁を「コ」の字形にしたり、大深度の止水壁を設置する等の技術的な対応により、地下ダムの建設が可能となってきている。

さらに、難透水性の基盤が存在しない離島等における水資源確保のために、止水壁を筒状に設置して、レンズ状に分布している淡水の強化を図る地下ダムの技術的な検討が行われており、今後、その実用化が期待されているところである。

このように、地下ダムの適用範囲の拡大とともに、その技術も、質的に変化、高度化してきている。

地下ダムは、沖縄において、その自然条件を有効に利用した独自の「水」開発の手法として取り組まれてきたが、現在では、特殊なものではなく、定着した水資源確保の手法となっている。

従来、沖縄の中小離島等においては、地形・地質条件等で水資源開発が厳しいとされてきた。しかし、振り返ってみれば、「地下ダム」という技術は、従来開発が困難と思われていたところでの水の確保を可能にしてきたものである。このことを踏まえ、今後、地下ダム技術の高度化と実用化を図り、これら地域の悲願である水の確保と農業振興という期待に応えていくことが必要であると考えている。

当事務所においても、担当する調査等を通じて、沖縄独自の「水」開発手法である地下ダムの技術的な展開に貢献していきたいと考えている。

愛別頭首工景観計画

佐藤 春 夫*
(Haruo SATOU)

松 下 広 行*
(Hiroyuki MATSUSHITA)

藤 永 和 成*
(Kazunari FUJINAGA)

目 次

はじめに……………13

I. 景観計画の手順……………14

II. 景観計画の視点……………14

III. 計画の条件……………14

IV. 計画の方針……………15

V. デザインテーマ……………16

VI. 各部デザイン……………18

VII. 周辺施設のデザイン……………18

おわりに……………20

はじめに

石狩川は、大雪山国立公園の石狩岳に源を発し、上川盆地を東西に貫流し石狩平野に流入し日本海に注ぐ流路長268kmの我が国3大河川の一つで、北海道の母なる川として、古くからかんがい用水を主体とした利水が行われてきた。

石狩川愛別頭首工は、石狩川本流の愛別町に建設され、愛別町、比布町、鷹栖町、旭川市にまたがる3,250haの水田へかんがい用水を補給している地域の基幹水利施設であり石狩川水系土地改良区連合が管理している。

本頭首工は、明治44年に水利権を取得し水利施設を整備したが、現在の頭首工は昭和35年に道営かんがい排水事業によって改築された。しかし、完成以来、石狩川の度重なる洪水による河道変動で頭首工下流の河床低下を招来し、頭首工の構造的安定性が損なわれる結果となっているため、国営総合農地防災事業によって改築し、頭首工倒壊等による取水不能及び二次災害を未然に防止し、農業経営の安定及び農地災害の防止を図るものである。

現頭首工は、大雪山国立公園外輪の愛別町に位置し、頭首工右岸築堤は大雪山国立公園を縦貫する国道39号と兼用し、この地域の基幹交通網を成しており、愛別町は文字通り大雪山国立公園の入り口となっている。また、石狩川には、サケをはじめとする大型魚種からイトヨ等小型魚種にわたる魚類が生息しておりこれら魚類にとって多様な

生息環境を有している。

本頭首工は、大雪連峰を背景とした石狩川の水辺空間の一部として、地域住民にとって風物として地域社会に溶け込んできた。

新頭首工においては、近代土木技術に加え自然環境と調和したデザイン設計の重要性が認識されていることから、頭首工設計に当たっては、取水機能の確保はいうまでもなく、自然景観および自

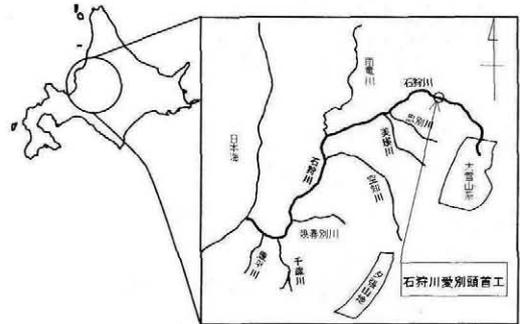


図-1



写真-1

石狩川愛別頭首工位置

*北海道開発局旭川開発建設部旭川農業事務所
(Tel. 0166-24-2131)

然生態系との調和を考え、構造物のデザインにとどまらず魚道の設置によりサケをはじめとする回遊魚の生息環境の場を確保すると共に、工事に伴う河畔林の伐採を極力縮小し、完成後は頭首工周辺に植栽を行い周辺自然景観との調和を図ることとした。

以下に、頭首工のデザイン設計に限定して計画内容を概説する。

I. 景観計画の手順

計画の手順は以下のように行った。

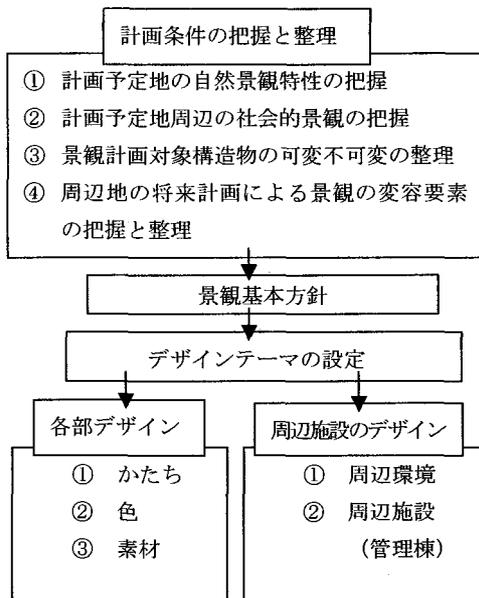


図-2 景観計画のフロー

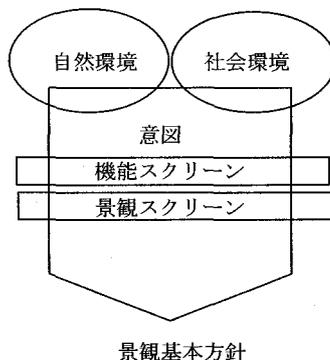


図-3 基本方針樹立の概念

II. 景観計画の視点

頭首工が地域の生活空間の一部になることが望ましく、また誇りと感じられ得ることが重要なポ

イントである。言い換えれば、地域の自然環境や社会環境にどう馴染みあるものになるかが重要となり、景観計画とはまさにこれらを具現化するための指針である。

景観はその地域の自然環境と社会環境からなりたっており、新たな施設の導入にあたり景観を検討するにあたっては、当初の意図をベースに機能面と景観面から自然環境と社会環境にどのような変化が生じるかを判断し、最終案として当初の意図をどう変容させるかが景観の基本方針となる。(図2図3参照)

石狩川愛別頭首工の景観計画を行う上で重要な計画の意図を整理すると以下のとおりである。

意図1 生活空間と調和した景観

意図2 地域住民や国道利用者が親しむことのできる休息の空間

III. 計画の条件

1) 可変不可変条件の整理

景観計画にあたっては、石狩川愛別頭首工基本設計に基づき、可変部分において、景観検討を行うものである。

可変部は以下のとおりである。

「物」の可変要素

ゲート操作室上屋 (屋根、窓、壁の形状、素材、色)

管理橋の高欄、階段手摺 (柵表情、素材、色)

小門扉・管理橋桁鋼材部 (彩色)

堰柱、門柱のおさまり (形状)

「場」の可変要素

頭首工の高水敷 (修景)

管理棟周辺の敷地 (土地利用、修景)

2) 頭首工にかかわる意図の整理

頭首工周辺地域の意図は以下のとおりである。

- ・魚道を併設し、魚類の生息環境に配慮する。

- ・頭首工の管理棟を見学者に開放し、農業の技術と文化を伝える。

- ・頭首工管理棟周辺の公園整備

3) 地域景観の現状と課題の整理

(国道からの景観)

旭川市の市街地を抜け北上すると、大雪連峰を望みながら広がりのある豊かな水田景観 (大穀倉地帯) が展開する。比布町の伊香牛地区を抜けると標高200~300mの丘陵山岳が両側に迫り、水田

と裏山が一体に見える里山景観の様相となり、石狩川右岸の河畔林を見ながら愛別町に至る。上川町までは同様の水田のある谷景観が連続するが、上川町から層雲峡までは渓谷景観となる。石狩川愛別頭首工の上下流は河畔林で大半が隠されている。

石狩川の存在は河畔林で知る程度で、ほとんど水面は国道からは視認できない。

頭首工予定地は、右岸に迫る丘陵斜面がドライバーに圧迫感を与えて迫っており、斜面に衝突するような感じではあるが、印象に残る場所になっている。

新しく設置される石狩川愛別頭首工がドライバーや同乗車にとって、違和感や圧迫感のあるものにならないように、またここが愛別だというような位置感覚を持てるようなサイン性のある景観について考慮することとした。

(日常生活者(町民)からの景観)

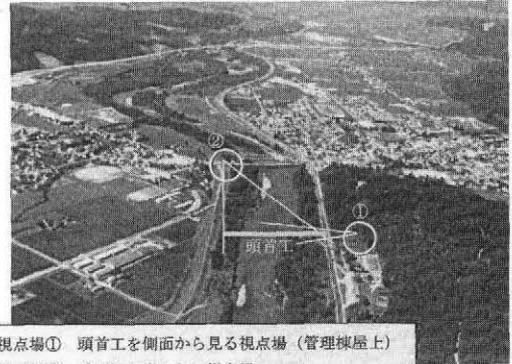
現在、町民にとって、愛別橋から見る石狩川と蓬萊山の風景はごく親しいものになっている。

従って、新しく設置される石狩川愛別頭首工は、この景観を分断するものにならないようこれらに調和する風景を構成する工夫が必要になる。しかし頭首工の機能や河川管理上の制約のため構造物の規模とおよその形状は変えず、色相や明度の他、視点場からの景観の作り方「生けどり」「見えがくれ」などの手法や既存景観の保全対策について検討した。

(視点場からの景観)

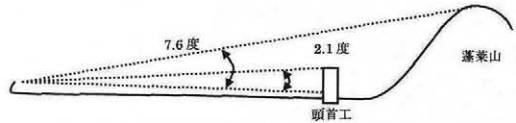
頭首工の視点場としては、国道を挟んで隣接する公園用地(河川敷地)からの視点場と愛別町民の日常性のある愛別橋からの視点場がある。

国道を挟んだ公園用地からは、管理棟の二階レベルからの展望が計画される。ここからの視点は頭首工を真横から見ることになり、全体像は見えないが、近景として間近に観察することができる。愛別橋からは、約440mの距離にあり、横幅約190m、高さ16mの頭首工は角度で17.3度×2.1度程度(約36平方度量)の大きさで視認できる。背後の蓬萊山は距離750mで100mの標差で7.6度の角度があるので、頭首工の視覚量36平方度量に対して蓬萊山の視覚量は約2倍の70平方度量程度となっており、愛別橋からみる頭首工は存在感ある施設という。



視点場① 頭首工を側面から見る視点場(管理棟屋上)
視点場② 愛別橋左岸からの視点場

写真-2



注 1平方度量とは、視覚対象がタテ1度ヨコ1度の大きさの単位

図-4

IV. 計画の方針

前述のⅢ. 計画の条件を整理した結果、景観形成の基本的方針を以下のように定めた。

1) ランドマークとしての景観形成

国道走行車に石狩川愛別頭首工を印象づけることによって、ドライバーが今どの辺を走行しているのかという位置情報の提供を可能にすること。愛別をイメージできるサイン性のあるもの、さらには新たに改築される頭首工が農業水利施設であるという機能が感じとれる特徴づけを行う。

2) 自然環境と農業水利施設が統合された景観形成

愛別橋から見える蓬萊山を背景とし、石狩川の流れを近景とした頭首工本体の統合された景観形成や河畔林の合間から顔をのぞかせる頭首工本体が自然景観に順応した景観形成を図るため、石狩川流域の自然環境と農業水利施設(石狩川愛別頭首工)が統合された景観の創出を基本方針とした。



図-5 基本方針とテーマ

V. デザインテーマ

基本方針を受けて、具体的に表現するテーマを以下の3つとした。(図5参照)

- ① かたちを主張する必要のない構造物
- ② 構造物全体に主旨の一貫性があること
- ③ 蓬莱山・石狩川の自然に馴染むこと

1) かたちのデザイン(三つのテーマを具体化するために)

テーマ①にある「かたちを主張する必要のない構造物」とは、境界線のない構造物ととらえれば(現実的にはそのようなものはないが)、デザインの方が定まる。新しく作られる頭首工は、いままでの自然景観に出現する「図」として意識されるため、デザインテーマである主張しない構造物

とするためには周辺の自然環境である「地」に馴染ませる工夫がかたちのデザインになる。

すなわち、蓬莱山・石狩川の自然に馴染むように、柔らかい曲線を取り入れる。これによって周辺の自然環境と馴染んだ景観となる。(図6参照)

テーマ②にある「構造物全体に主旨の一貫性」とは、部分だけの設計ではなく、地域一帯の構造物ディテールにいたるまで、主旨が一貫したデザインとすることが好ましい。(図7参照)

近接される管理棟、駐車場や誘導標識、照明器具、その他付帯作工物等に一貫性が求められる。

頭首工のゲート操作室である上屋の形状やディテール(窓、屋根、壁)と公園用地に立地予定の管理棟のディテール(窓、屋根、壁)に共通性を持たせる。

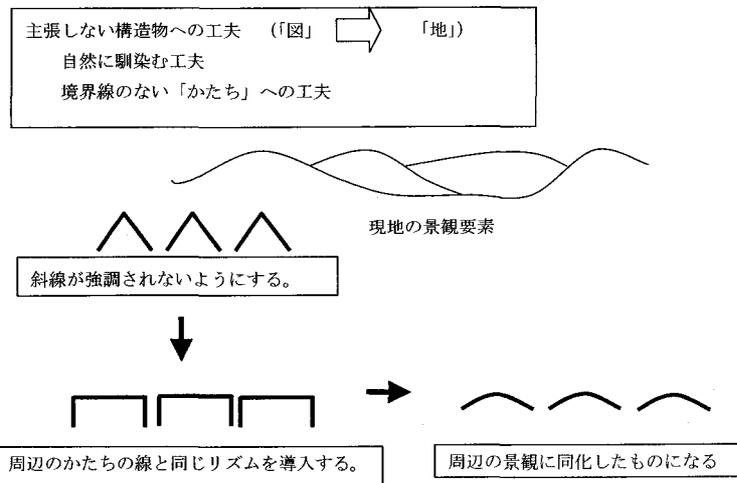


図-6 かたちの工夫

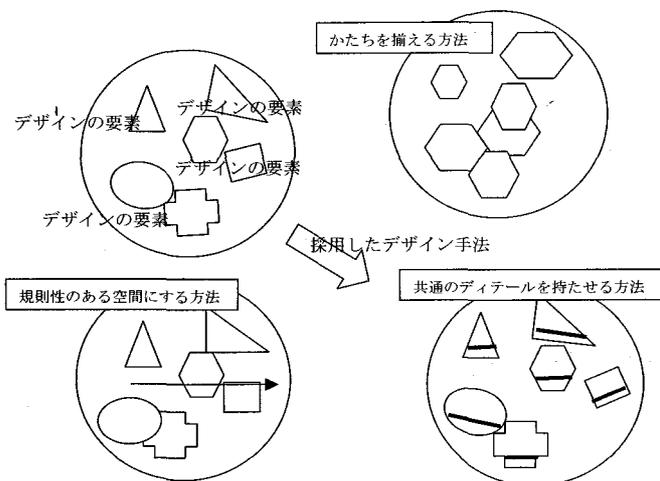


図-7 採用したデザイン手法

2) 色のデザイン

次に色のデザインとして①かたちを主張する必要のない構造物，②構造物全体に主旨の一貫性，③蓬莱山・石狩川の自然に馴染むこと，以上のデザインの基本的テーマに沿う色を各部位に検討した。

まず，豊かな自然の色彩のなかで四季の色彩変化に合わすわけにはいかないこと。また石狩川の水や空の色は，透明感のない青系の人工色では周辺から浮き上がってしまう。しかし暗色では重厚で存在を主張するが①の主旨と相違することから，寒色系の青に暖色系の黄を混ぜた緑系とし，自然に近い明度の，イエローグリーンでライトグレッシュ（若葉色を多少濁らせた感じ：利休ねずみ）5GY8/2前後に範囲を定めた。（図8参照）

3) 素材のデザイン

素材のデザインとしては，鋼材，コンクリートは大型化が可能であることから，非人間的，不自然的になりやすい。背景に広大な自然がある場合は，大型の構造物といえども点景として機能するが，近寄って見上げる状態になると，殺風景，無機物で疎外感を感じるのが常である。このような場合でも，違和感のない印象にするには，素材の肌理（きめ）を工夫することによって可能となる。ハツリ仕上げや凹凸で陰影を表面にもたせる工法が多く採用されている。また，ヒューマンスケールをユニットとし，等比級数的な繰り返しが全体を人間的で自然に調和するものになる。従って，石狩川愛別頭首工においても，ヒューマンスケールのモジュールの繰り返しや，陰影を導入することとした。（図9参照）

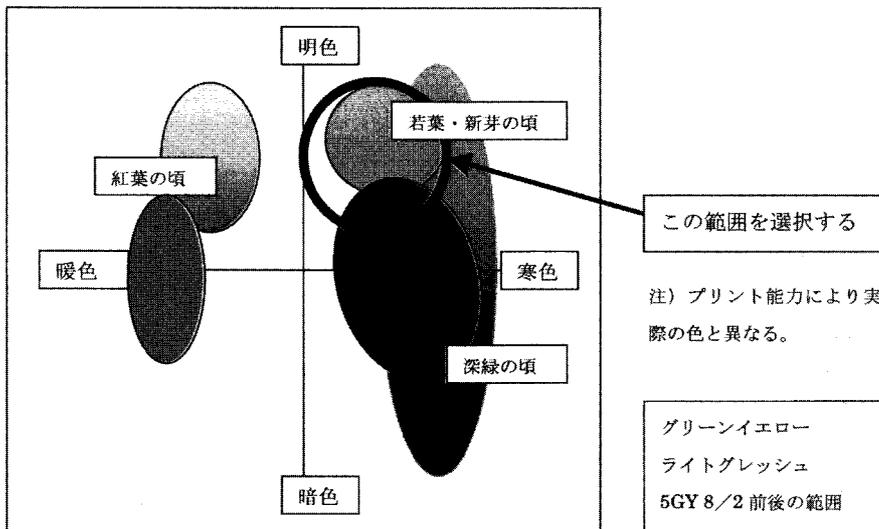


図-8 採用色の位置模範

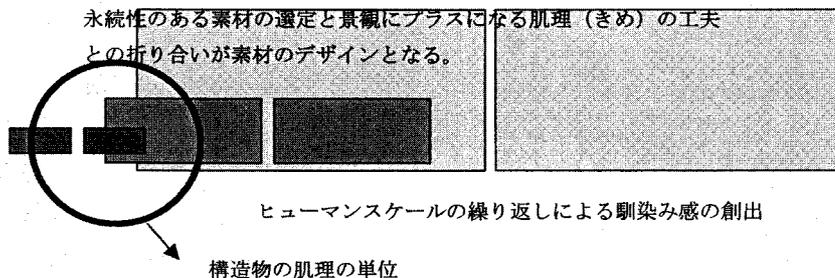


図-9 肌理（きめ）の工夫

Ⅵ. 各部デザイン

デザインのテーマに従って、基本的なデザインを以下のように定めた。

1) 基本方針

- 1 公園側に予定している管理棟と共通性のあるディテールを導入し一貫性をもたせる。
- 2 面が交差する稜線は、極力、曲面を取り入れ、面の大きさを低減する。
- 3 明度差を少なく、自然と同化するナチュラルトーン（おおらか、のどか、まるやか、のびのびしたといった感じがする配色）とする。

2) 検討内容

①屋根のデザイン

- ・背後の山のスカイライン、川の曲線などの「流れ」にあった曲面とする。上屋にありがちな三角屋根を避ける。

②窓・壁のデザイン

- ・壁と壁のぶつかる稜線に曲面を入れる。
- ・窓枠の上下のラインで壁面を切り取る。窓枠側は凹部とし、上下壁は凸部とし、陰影の表情をつける。
- ・窓枠側凹部の壁面は縦リブ（溝、管理橋手摺柵の表情に合わせる）をいれ、壁面の明度を下げる。
- ・窓は左右から片開き窓とし、ガラス面の清掃可能とする。
- ・コンクリート打ち放しとする。

③堰柱部のデザイン

- ・堰柱および上屋を支える門柱の直角稜線に曲面を入れる。

④管理橋のデザイン

- ・床板の地覆側面の稜線に曲面を入れる。

- ・高欄柵はH型钢に丸鋼縦格子程度のシンプルな形状とする。

Ⅶ. 周辺施設のデザイン

1) 視点場の計画

頭首工は農業施設としてその役割は大きく、多くの人々に存在をアピールすることは、農業の重要性を構築するためにも必要なことである。そのためにも多くの人々が注目してくれる場所（展望所などの視点場）の環境整備が望まれる。

通常、石狩川愛別頭首工は国道や愛別橋から視認され、印象深いものになることが予想されるが、国道からの景観も愛別橋からの景観もいずれも移動中であり、立ち止まって改めて観られる場ではない。

以上のことから、視点場として、2箇所の整備箇所を提案した。（写真2）

① 頭首工管理棟内展望コーナー

② 愛別橋左岸上流側に橋詰広場

2) 管理棟周辺の公園計画

頭首工の移設に伴い、愛別町民や国道39号の利用者の憩いの場として公園緑地整備計画が愛別町により計画されている。なお、事業推進に伴い発生する土砂を活用し新規に造成される。また、頭首工の管理棟の有効活用を兼ね、学習機能や見学施設のある農業公園としての整備は頭首工をより身近な施設として受け入れられるものとする。

3) 管理棟の多目的利用計画

頭首工の管理棟については、愛別町の公園緑地整備計画と一体的に計画しており、管理棟の駐車場、トイレ、階段室や玄関ホール等を開放することにより、公園利用者に対する利便性を高める計画としている。

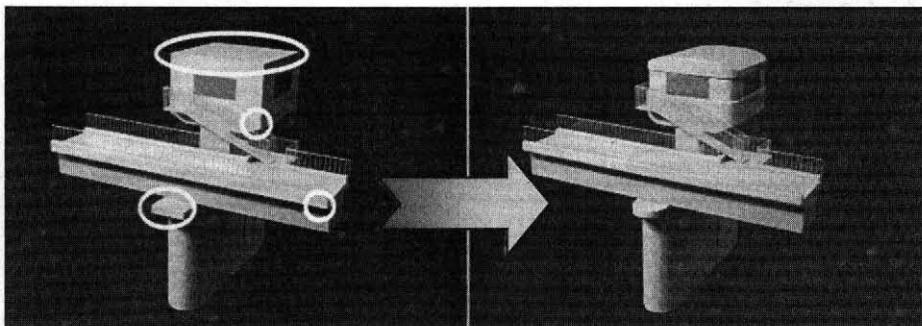


写真-3

写真-4

管理棟の配置にあたっては、本計画地の敷地形状、接道状況および関連施設の配置状況を考慮し、次の基本方針を設定した。

① 頭首工への良好な視界が望める配置とする。

② 国道39号からの視認性が良い事。

③ 一般利用者が、安全にアプローチできること。

以下にこれらの条件を考慮した管理棟の配置を示す。

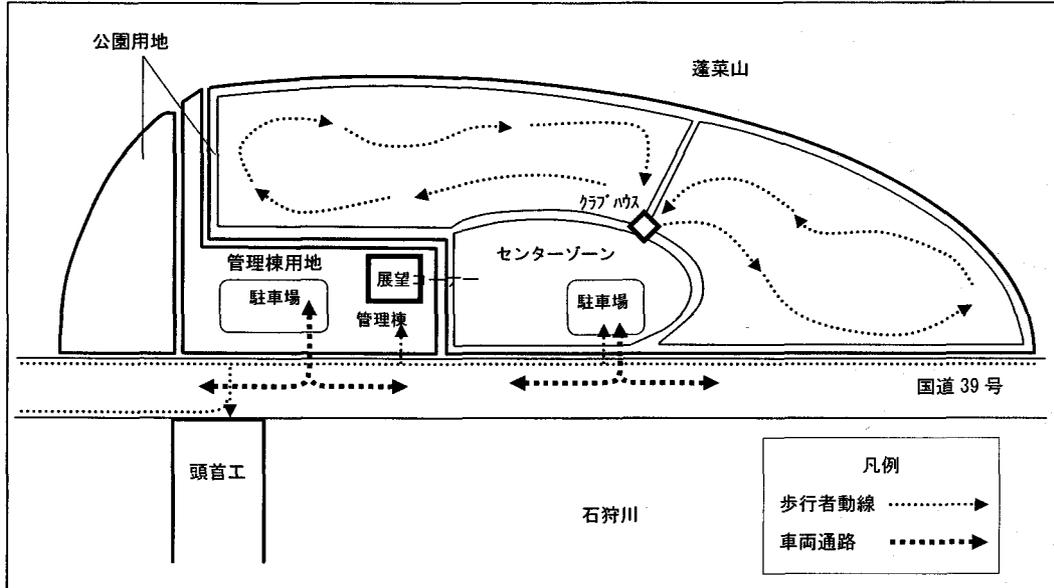


図-10 公園の概念図と利用者動線

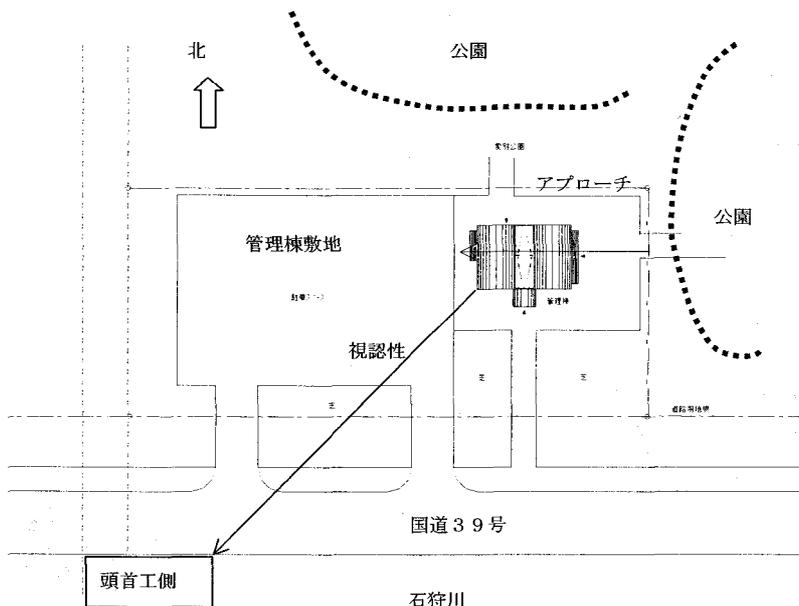


図-11 管理棟の配置

おわりに

景観を検討することは、対象となる頭首工を含む地域一帯をどのような空間（新しい環境）に作りかえるかということになる。

計画地の新しい環境がどの方向を目指しているか、あるいはどの方向をめざすべきかを定めることが、景観づくりの具体的手段に結びつくのである。石狩川愛別頭首工においては、町民の日常生活の空間に位置し、また大雪自然公園に近接する自然良好地であることを最優先にしている。いか

に自然と融合し町民生活と調和するかが課題であった。新しい環境が生まれる要素のある地域をどう方向付けるかがデザイン（設計）であり、どう方向付けるかによって、その地域の環境は大きく左右される。環境を整えるうえで過去の事例がそのまま参考にはならないこと、かつ、景観づくりにはコストが必ずしも掛かるということではなく、居心地のよい生活空間を創造するための工夫（景観計画の重要性を知る）次第といえる。

【参考文献】景観統合設計 技報堂1998

将来の河川改修を考慮した井堰の改修事例について

石川 登章*
(Takaaki ISHIKAWA)

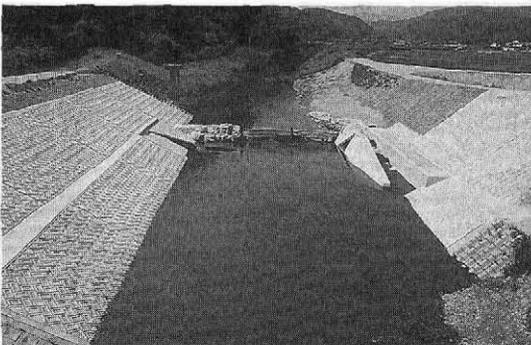
目	次
1. はじめに.....	21
2. 地区の概要.....	21
3. 改修計画を定めるにあたっての協議、 意見交換等について.....	23

4. 詳細設計.....	25
5. おわりに.....	28

1. はじめに

将来、堤防の改修が計画されている一級河川奈佐川において、平成13年度、河川横断工作物である農業用固定堰を可動堰に改修する工事が完了した。

井堰の改修が行われた地点は、右岸堤防については改修済の完成堤防であるが、河床及び左岸堤防は未改修であり、現況河床は河川改修時の計画河床（以下「計画河床」という）より45cm高い。本来、河川改修計画で定めている河川の横断形（以下「計画横断形」という）が定まっている場合は、その形状に合わせて井堰等の許可工作物を計画しなければならない。しかしそうした場合、河川縦断方向については上下流の護床工を含めた井堰全体が窪地の中に施工されることになり、堆砂により井堰が機能しなくなる恐れがある。更に



江田片田井堰改修後の全景（下流側から撮影）
※平成14年度に江田樋管（向かって右側）を改修するためゴム堰は倒伏した状態であり、平成13年度は暫定的に堰板で取水している。

河川横断方向については過大な堤防改修工事となり、事業計画の趣旨から逸脱することになる。本報文ではこれらの不具合を解消するために行った河川管理者との協議、また、河川や施設に直接関わっている漁業を営んでいる方々（以下「漁業者」という）及び農業を営んでいる農家の方々（以下「利水者」という）との意見交換から、施設的位置、構造等を定めるに当たり模索した事例を紹介する。

2. 地区の概要

2-1. 江田片田井堰の位置及び改修の歴史

本地区は、兵庫県北部、豊岡市の中央を流れる一級河川円山川に合流する奈佐川（合流地点より4.0km上流）に位置する。

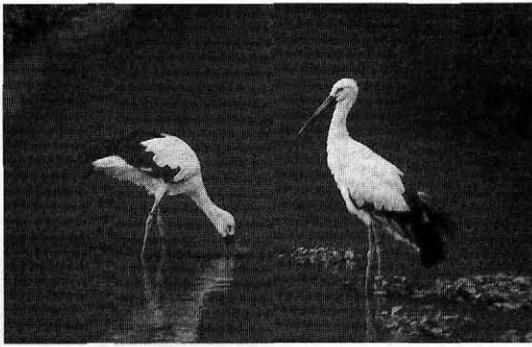
江田片田井堰築造の歴史は定かではないが、昭和初期には木杭と土のうで堰上げし取水していたという文献が残っている。その後、昭和27年にコンクリート基礎の固定堰が造られ現在に至っている。

本事業で実施する主要工事は、固定堰であるために流下断面不足となっている江田片田井堰を可動堰に改修すること、及び断面不足となっている江田樋管（左岸側）の改修である。井堰の改修工事は既に平成13年度に完了しており、樋管の改修工事は平成14年度に完了する予定である。

2-2. 地域の状況

江田片田井堰周辺は緑豊かな山々に囲まれた平坦な水田で、地形的には標高が低く低湿地であるため特有の自然環境が残っており、希少な動植物が生息・生育している。

*兵庫県但馬県民局豊岡土地改良事務所（Tel. 0796-26-3720）



コウノトリ（兵庫県立コウノトリの郷公園にて撮影）

また気候は日本海側気候で夏は蒸し暑く冬は寒く積雪が多い。なお、周辺の豊岡盆地は特別天然記念物のコウノトリが日本で最後まで生息していた地域で、現在は人工飼育・増殖したコウノトリを平成17年に野生復帰させる取組みが、県・市共同で進められている。

2-3. 事業概要

事業名：農業用河川工作物応急対策事業

地区名：江田片田地区

（分割採択された2期地区も含む）

受益面積：22ha

工期：平成11～14年度

主要工事：江田片田井堰の改修（平成13年度完了）

江田樋管の改修（平成14年度完了予定）

事業費：206,700千円

2-4. 井堰改修の設計条件

① 河川条件

河川名：一級河川円山川水系奈佐川

計画高水流量：320m³/s

計画高水位：EL=8.135m

計画河床高：EL=3.700m（3.250m）

② 江田片田井堰の条件

堰高：H=0.95m（1.40m）

径間長：L=13.900m

倒伏水位：H=0.19m（0.28m）

堰の形式：ゴム引布製起伏堰

開閉方式：空気膨張式

下部工：6.5m×18.5m〔魚道を含む〕

護岸工：コンクリートブロック〔控え35cm〕

護床工：上流側0.5t型，下流側0.5t，1.0t型

（ ）内は将来計画〔河川改修時〕の値を示す。

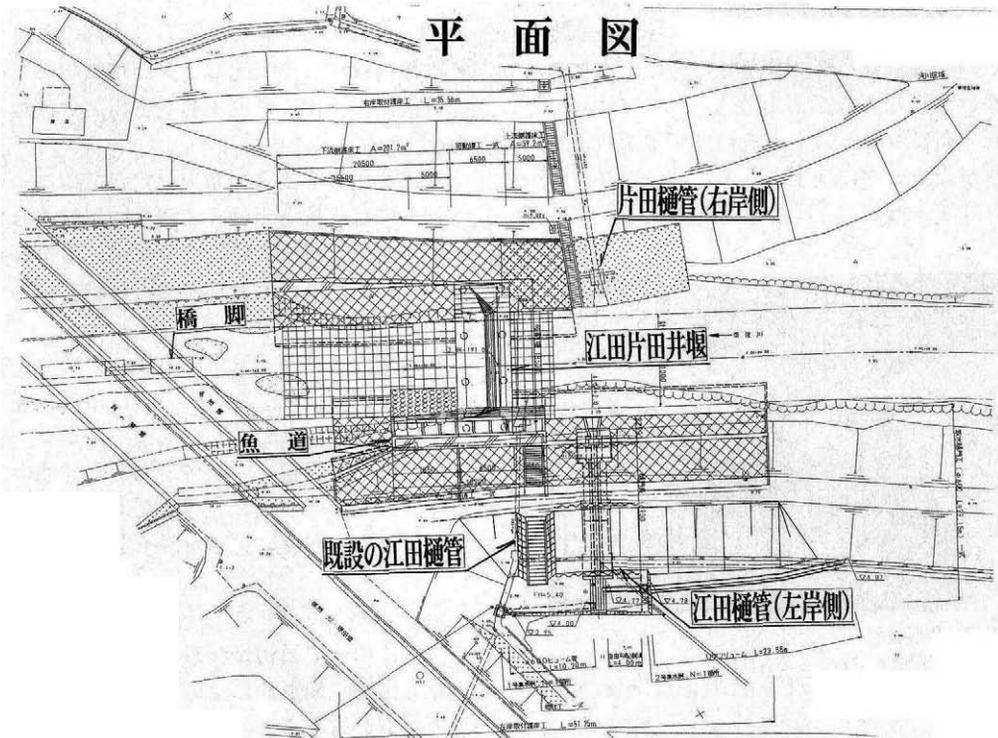


図-1 江田片田地区の計画平面図

3. 改修計画を定めるにあたっての協議、意見交換等について

本事業を推進するにあたり計画段階から河川管理者、漁業者及び利水者と協議、意見交換等を繰り返し行った。

河川管理者と協議するにあたっての最大の問題点は、冒頭にも述べたとおり計画横断形で施工した場合の不具合である。また、漁業者との意見交換については、新設する魚道の位置及び構造が最大のポイントであり、利水者については江田樋管の縦断方向の位置が重要となった。

3-1. 河川管理者との協議について

計画横断形に合わせて井堰を改修した場合の問

題点は次のとおりである。

- ① 左岸堤防についての計画横断形は、堤外側の法面勾配1:2.0であり堤内側は1:2.5（現況堤防の堤内側及び堤外側の法面勾配は共に1:1.3程度）であるため、井堰を施工する箇所だけが極端に堤内側に堤防が膨らみ過大な改修計画となる。
- ② 流下断面を外して堤防を切欠くように魚道を設置すると、切欠き幅（現況堤防内に魚道が入り込んだ幅）を堤内側で堤防として施工しなければならない①同様過大な改修計画となる。これら①②の不具合を調整するため下記の文献に準じて河川管理者と再度協議を行った。

『河川改修工事の施工時期と許可工作物の

縦断図

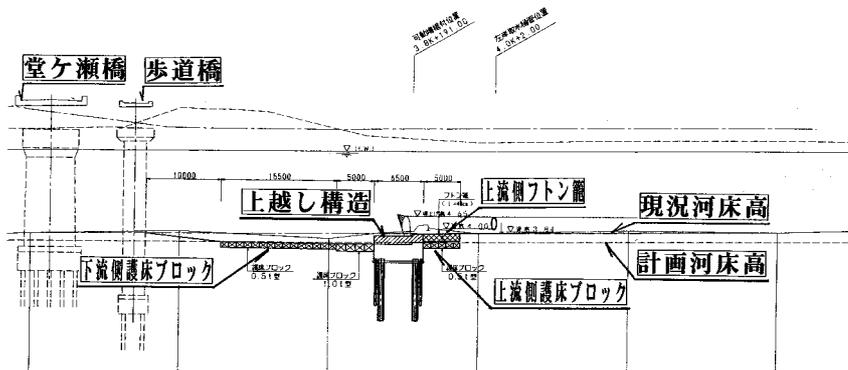


図-2 江田片田地区の計画縦断図

左岸堤防側改修計画図

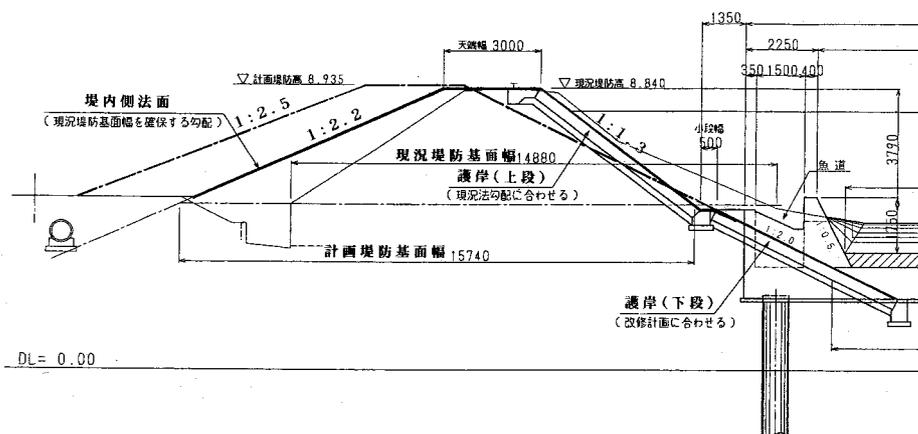


図-3 左側堤防側改修計画図

設置時期との調整が困難である場合は、当該施設の管理者と協議して、当該施設の機能の確保のため、暫定的な構造とする等必要な措置を定める。また、計画横断形が川幅を拡げる計画であり、かつ、許可工作物の設置時期に合わせて当該計画横断形に係る河川改修工事を施工することができない場合は、許可工作物については、将来の河川改修工事に著しい手戻りを生じないよう構造令及び抵触しない範囲で、現況の河川内の部分のみを施工することができることとしている』（「改訂 解説・河川管理施設等構造令」から引用）

【協議結果の要旨】

河川改修計画で定めた流下断面（以下「計画流下断面」という）内に井堰の躯体が入らないように計画することを原則とする。しかしながら、河川改修時期が未定であるため、現況堤防で設計する場合は、将来河川改修が行われたときに最小の取り壊しで井堰の機能復旧が行えるように設計すること。

3-2. 漁業者との意見交換について

本河川はアユ等の遡上・降下が見られる清流であるため、漁業共同組合及び魚類の生態調査を行っている県立水産試験場内水面漁業センターと

連携し、魚道構造等についての意見交換を行った。

【意見交換の要旨】

魚類が遡上するとき魚道の入り口を見つけやすいように、下流側の護床工にみお筋のようなものが出来るように検討すること。また護床コンクリートの護床ブロックを使用する場合であっても土砂が堆積するように工夫すること。

3-3. 利水者との意見交換について

江田片田井堰直上流の両岸に取水樋門があるが、改修するのは左岸側の江田樋管だけであり、右岸側の片田樋管については、従来の樋管を使用することとしている。また右岸堤防は改修済の完成堤防であるため、河川管理者との協議の結果、未改修の左岸堤防側に魚道を新設することになった。それにより江田樋管の縦断方向の位置が魚道の縦断方向の位置に左右されることとなるため、受益の異なる両岸の区長と意見交換を行った。

【意見交換の要旨】

現在の樋管の位置関係は、上流側から片田樋管（右岸）、江田樋管（左岸）の順であるため、改修後もその位置関係を守ること。

これらの協議、意見交換の結果を踏まえて最も望ましい施設の位置、規模等を検討した結果が下記の表である。

表-1 改修計画の検討項目及び設計方針

番号	検討項目	設計方針	備考
3-1 (河川管理者との協議)	魚道の横断方向の位置	・ 新設する魚道を計画流下断面から外した場合、計画堤防内に魚道が大きく入り込むことになる。この場合、魚道が堤防に入り込んだ分だけ堤防を堤内側にスライドさせなければならず築堤に要するコストが過大になるため、可能な限り計画流下断面内で計画した。	図-3 参照
	護岸工（左岸側）	・ 現況堤防の法勾配と計画堤防の法勾配を比べて、河川改修時の手戻りと井堰改修にかかるコスト面を比較し計画した。	図-3 参照
	井堰の下部工及びゴム堰	・ 井堰の下部工を計画河床高さで計画した場合、前後に比べ井堰付近が平地になり、堆砂によりゴム堰が機能しなくなるため、現況河床高まで上越し（高上げ）する構造とした。	図-2 参照
	護床工（上流側）	・ 護床ブロックは計画河床高で施工することとし、上流側については流況が乱れないように計画した。	図-2 参照
3-2 (漁業者との意見交換)	護床工（下流側）	・ コンクリートの護床ブロックの上に土砂が堆積することによりみお筋が自然に形成されるように計画した。	図-2 参照
3-3 (利水者との意見交換)	魚道の縦断方向の位置	・ 漁業共同組合との調整により、江田樋管の取水口が片田樋管の取水口より下流側になるように魚道の upstream 端を計画した。 (江田樋管と魚道との間に距離があるのは、樋管の遮水矢板が魚道 upstream 端の直近まで打ち込まれるため)	図-1 参照

堰本体構造図 (河川縦断方向)

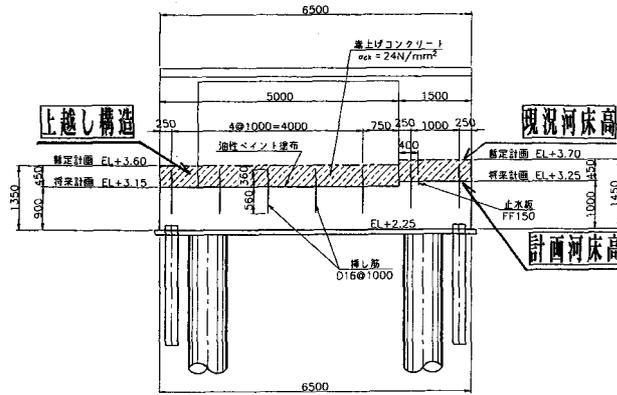


図-4 堰本体構造図 (河川縦断方向)

堰本体構造図 (河川横断方向)

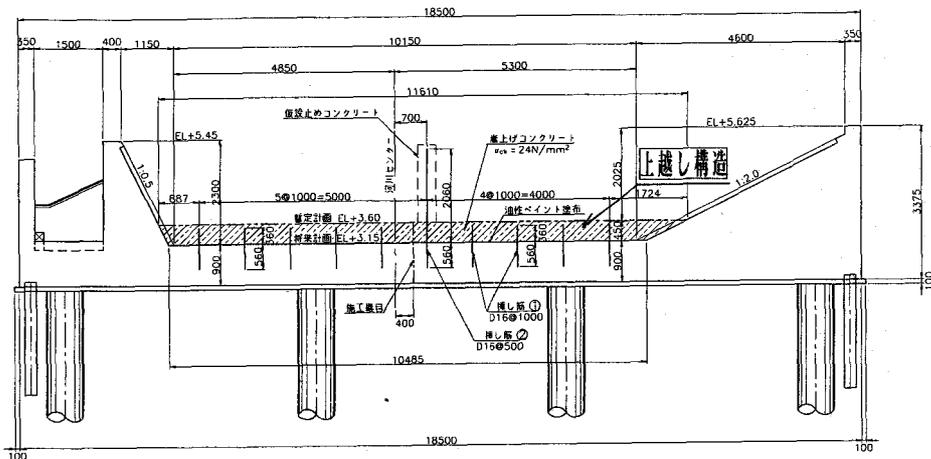


図-5 堰本体構造図 (河川横断方向)

4. 詳細設計

(1) 魚道の横断方向の位置

① 横断方向の位置は、魚道が計画流下断面内に入ることにより河積を阻害する率（以下「阻害率」という）が井堰直下流にある歩道橋の橋脚の阻害率を下回る位置とした。

（井堰設置地点の阻害率<橋梁地点の阻害率又は井堰設置地点の流下断面積>橋梁地点の流下断面積 となる。）

② ゴム堰の取付け擁壁と兼用になる魚道側壁の勾配は阻害率を下げるため1:0.5とした。（右岸側は護岸と兼用になるため1:2.0である）

③ 魚道幅員は設計対象最高水位時でも非越流部を確保できる最小幅とした。

(2) 護岸工 (左岸側)

④ 小段より下側の護岸工については、計画堤防の勾配1:2.0に合わせて計画した。

⑤ 小段より上側の護岸工については、現況堤

防勾配1:1.3に合せて計画した。

(この部分については河川改修時に再度施工し直す必要がある)

(3) 井堰の下部工及びゴム堰

- ⑥ 計画河床部までの下部構造と現況河床部までの上越し部分を縁切りするため、鉄筋をそれぞれ組み分ける構造とした。
- ⑦ 計画河床部に油性ペイントを塗布し取壊す際に剥離しやすくした。
- ⑧ 上越し部分が水流により滑動しないように、挿し筋を計画した。
- ⑨ 縁切りしている計画河床面に水が走らないように横断方向に止水板を計画した。
- ⑩ 下部工に埋込む河床部、側壁部袋体固定フランジ及びゴム堰を固定する受け金具は上下2段に計画し、上越し部分に埋め込まれる下

段のフランジ及び受け金具は鋼製枠等でコンクリートがまわらないように保護する設計とした。

(4) 護床工

- ⑪ 堰体下部工の天端高は現況河床高であるため、流況が乱れないためには上流側の護床ブロックの天端高も同じ高さする必要がある。そこで、一度計画河床高で護床ブロックを施工しそこから現況河床高までの間はフトン籠を計画した。(河川改修時にはこのフトン籠を取り除く必要がある。)
- ⑫ 下流側の護床ブロックは計画河床高のみ設置し堰より下流側が窪地となるように計画した。(工事完了後間もなくこの部分に土砂が堆積し、堰上げ期間にはその土砂が魚道からの水流を受けて自然なみお筋が形成される。)

河床部給排気口詳細図

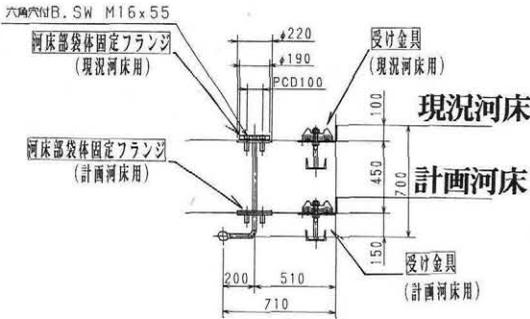


図-6 河床部給排気口詳細図

右岸側壁部給排気口詳細図

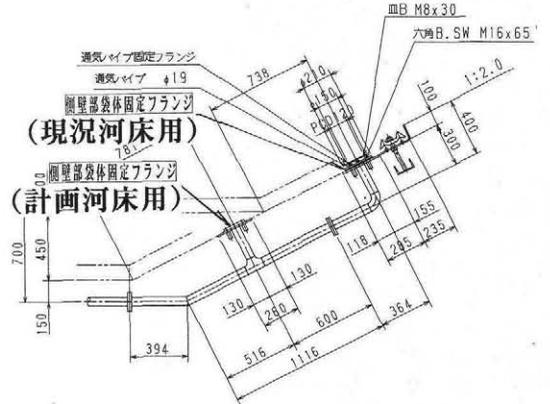
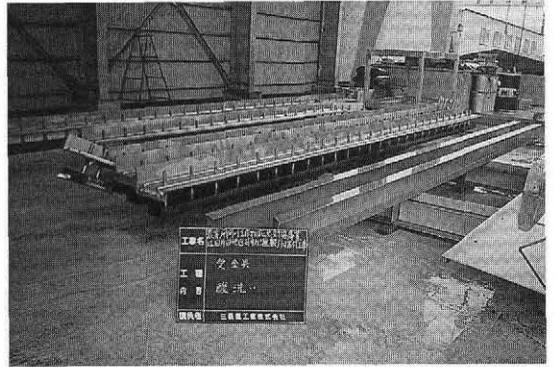


図-7 左岸側壁部給排気口詳細図



受け金具据付状況

※上段は現況河床用で下段は計画河床用(下部工の中に埋設されるため保護カバーを設置)



工場製作された受け金具

※手前は計画河床用の保護カバー

(5) 魚道の縦断方向の位置

- ⑬ 魚道の縦断勾配, 隔壁間落差は魚道縦断延長に関係するため, 妥当とされる範囲内(縦

断勾配については1/10~1/20, 隔壁間落差については10cm~20cm)で最も構造が小規模になるように定めた。

魚道平面図

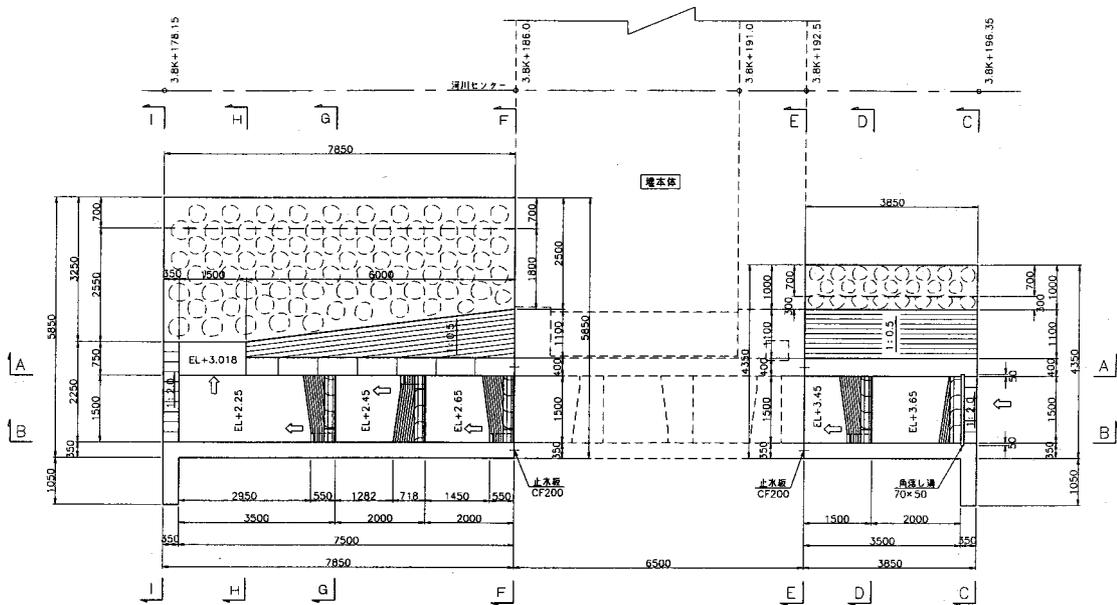


図-8 魚道平面図

魚道縦断面図

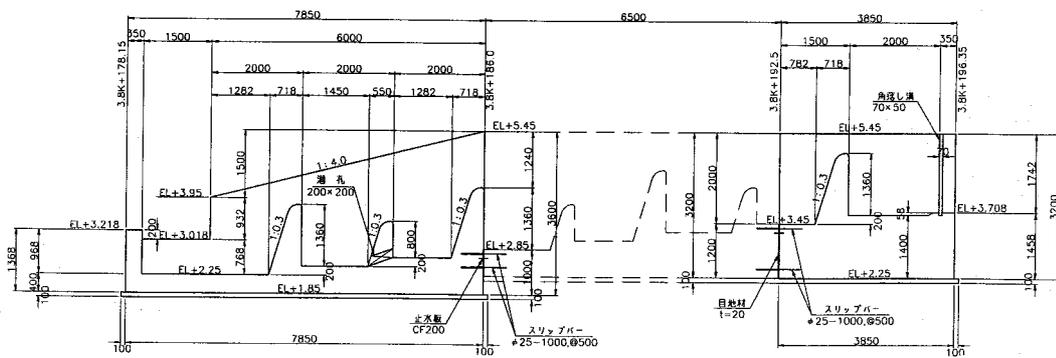


図-9 魚道縦断面図

魚道横断面図

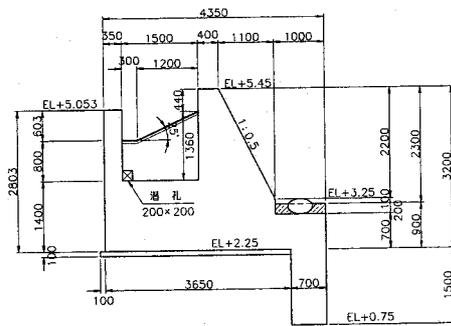


図-10 魚道横断面図

5. おわりに

様々な許可、権利関係が重なり合う中で、全ての条件（法的制約、事業制度上の制約、地元要望等）を同時に満たすことが出来ない場合があり、時には相反する条件が同時に存在する場合もある。しかしながら法的根拠がある以上、構造上の制約を守るのは当然のことであるが、同時に漁業者や利水者が計画段階から参画して事業を推進することも大切になってきている。本事例の場合も同様に全ての条件を完全に満たすことは不可能であるが、関係各位の御協力により『よりよき折衷案』を見出すことができたと自負しています。

最後に、河川管理者である国土交通省豊岡工事事務所、魚道の構造等に貴重な意見を頂いた県立水産試験場 内水面漁業センターの方々、また井堰の改修工事に御協力頂いた宮井区長をはじめとする地元の方々に厚くお礼を申し上げます。

環境との調和に配慮したダム湛水域の緑化と保全

今 野 良 治*
(Ryouji KONNO)

目 次

1. はじめに.....	29	4. 問題点に関する技術的課題.....	31
2. 業務の概要.....	29	5. 技術的課題に対する対策.....	31
3. 業務の背景と問題点.....	29	6. 今後の課題及び波及効果.....	34

1. はじめに

近年、人間的な豊かさを尺度とする気運は高まりを見せ、自然と人間の織りなしてきた地域の多様な資源を有効に活用し、住民参加の下で地域の振興につなげようとする活動が進んでいる。こうした胎動を背景に、ダムの有効利用を企図し、その基礎的な条件整備として、環境と調和したダムの創造に向けた貯水池法面保護対策を実施したので、その状況を報告する。

2. 貯水池後面保護工の概要

- (1) 事業地区 : 県営かんがい排水事業
油谷地区阿惣ダム
- (2) 実施時期 : 平成13年4月～平成14年7月
- (3) 実施場所 : 山口県大津郡油谷町
- (4) ダムの概要: かんがい・営農飲雑用重力式ダム

堤高44.2m 堤長134m 堤体積65千m³
総貯水量1,320千m³ 湛水面積9.7ha

(5) 貯水池法面保護対策

(以下「植生保護工」という)の概要

工 法: 植物を基盤に繁殖させて貯水池法面を保護する。

施工時期: 平成13年12月～平成14年2月

対象箇所: 貯水池内盛土法面の6カ所約4,900m²

対象標高: 波浪浸食防止の観点から以下の範囲とした。

上限標高 = 81.9m

(30年確率洪水位 + 波浪高)

下限標高 = 67.5m (中間水位)

3. 貯水池法面保護工の背景と問題点

阿惣ダムは山口県北西部に位置し、図-1に示すように美しい海岸線の「北長門海岸国定公園」と棚田百選で有名な「向津具半島」に隣接した風光明媚な地域にある。貯水池の裏面保護工の検討は、本体工事をほぼ終え、平成15年の完工に向け仕上げの段階を迎えていた時期である。

また、本県では今後の具体的な施策の展開方向を明らかにするために、新たな長期計画「やまぐち農業農村整備推進プラン」を平成14年度に策定し、新規基本方針として「田園空間の創造」を追加した。こうした中、この地域の長期構想では、過疎化に悩む地域振興策として、ダムを地域の拠点とした「北長門田園空間博物館構想(仮称)」を考えていた。このため、同構想の具現化に向け、ダムを単なる用水確保のための目的物から、地域の振興に向けた利活用資源へ転換することを住民



図-1 ダム位置図

*山口県日置農林事務所農村整備部水利課

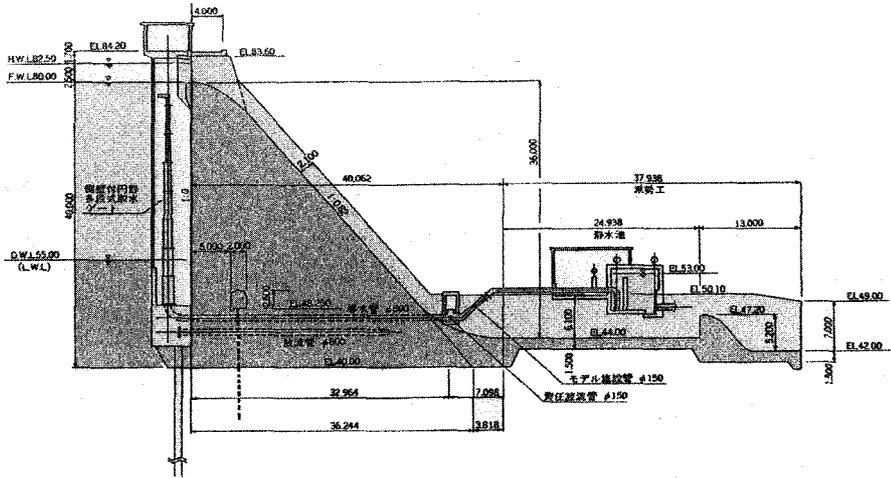


図-2 阿惣ダム一般図

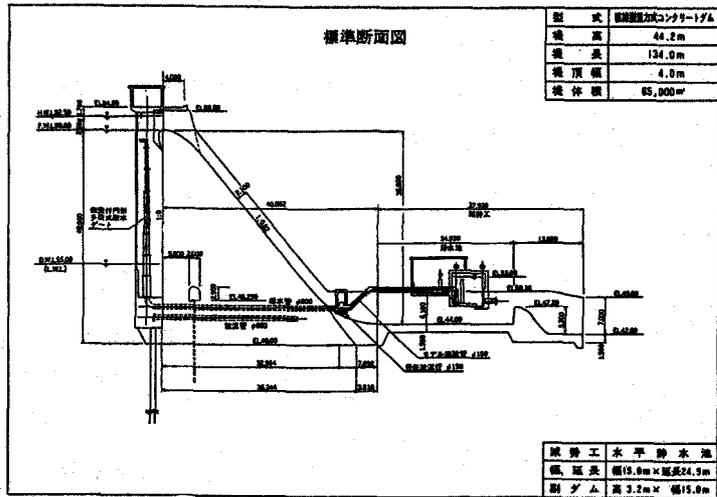


図-3 阿惣ダム標準断面図

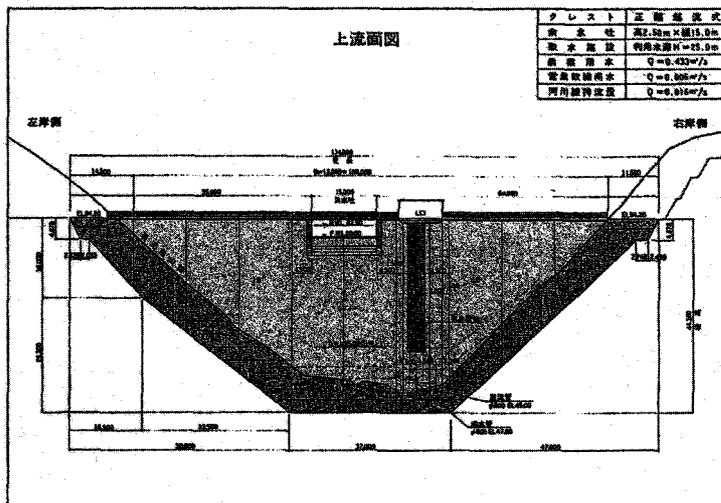


図-4 阿惣ダム上流面図

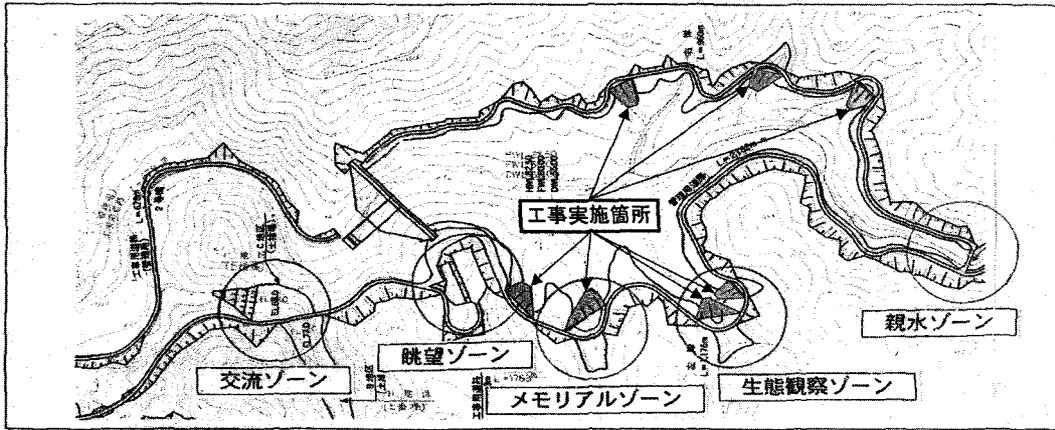


図-5 湛水域工事実施箇所

に訴え強い支持を得た。

そこで、利活用の理念と具体策を下記のように提示し、ダムの周辺整備計画を図-2に示すようにまとめて実施に移した。

- (1) 総合学習教育との連携：環境学習を行う生態観察池
- (2) 学校週休二日制との連携：親子でふれあう親水空間
- (3) 住民参加：ダムへの愛着を喚起する記念植樹帯
- (4) 都市農村交流：共生・対流を促進する青空ステージ

これらの計画を遂行するにあたり、基礎的な条件として以下の事項が重要な問題であると考えた。

- ・ 景観的視点：ダム周辺の自然環境の修復・再生
- ・ 保全的視点：ダム湖岸の安定と水源の汚濁防止

このため、ダム湛水域の緑化と保全の機能を併せ持つ貯水池法面保護対策が不可欠であると考え、植生保護に取り組み、上記の問題の解決を図った。

4. 問題点に関する技術的課題

植生保護工の検討に当たっては、従来型工法との比較を含め、次の内容が技術的に重要な課題であった。

- (1) 植生：水位の変動等過酷な条件に耐え、貯水池及び周辺の環境に悪影響を与えないこと。
- (2) 植生基盤：水質と湖岸斜面の安定性を損なうことなく、波浪浸食に対する耐久性に優れていること。

5. 技術的課題に対する対策

(1) 植生

① 工法の比較検討（コスト縮減対策）

一般に植生保護工は構造物に比べ直接的なコストが極めて低い。併せて、構造物は宿命的に劣化を伴うのに対し、植生は環境に大きな変化がない限り半永久的な耐久性を有する。

LCCの視点からも植生保護工は極めて優位である。比較は予め表-1のように整理し、植生保護工が最も安価となることを予測し植生の検討を進めた。

表-1 工法比較（工費：円/m²@）

工法	直接工事	力学特性	自然景観	総合評価
張ブロック工	8,000	◎	×	×
布製型枠工	6,600	◎	×	△
現場打ち法枠工+張りコン	5,200	◎	×	○
植生保護工（新工法）	3,200	○	◎	◎

表-2 水生植物の本ダムへの適性判断

植物名	分類	繁殖	水深域	共存性	地被速度	適性判断
メリケンムグラ	アカネ科	地下茎・種子	30m	○	○	○
コバノウシノシツペイ	イネ科	ほふく茎	25m	×	△	△
スギナ	トクサ科	地下茎	30m	○	×	△

表-3 植生基盤土層の配合 (1m² 当たり)

セメント	砂	植生基材	過磷酸石灰	緩効性肥料	粘土鉱物	水
30kg	1,430kg	330L	1.5kg	4.0kg	25kg	160L

② 植生の選定

植生は、冠水時・非冠水時で生育可能であることが条件となる。冠水時の水深は、絶対条件で有効取水深の半分までの12.5m、理想条件で有効取水深の全水深の25.0mと考え、後者の条件に適合する水生植物を検索した。

その上で、将来的な他の植物との共存性及び早期植生に向けた地被速度等を検討項目に加え、植生の絞り込みを行った。その結果を表-2に示す。

メリケンムグラは北アメリカ原産の帰化植物の一種で、九州の鶴田ダム・緑川ダム・市房ダム等で自生している。現地調査の結果、これらの地域では湖岸の景観が美しく保たれ、波浪浸食から法面が守られている。

こうした現状と、以下の理由からメリケンムグラの採用を決定した。

- ・気象学的・土壌学的に植生地域固有の特性により繁殖しているものではないこと。
- ・在来種を駆逐して定着するのではなく、在

来種が定着しにくい場所にうまく適応し生育する種類であること。

- ・毒性試験及び溶出成分分析から、毒性及び水質の富栄養化等周辺の環境に与える安全性に問題がないこと。

(2) 植生基盤

① 植生基盤の決定

現在使用されている植生基盤は有機系と無機系に大別される。有機系の植生基盤は、保水性・肥料効果に優れている反面、貯水池での溶出による水の富栄養化が懸念されるため、可能な限り無機系に近づけることとした。

ここで着目したのが、有機系と無機系の2層構造からなるウイングロック植生工法である。今回実施した配合は、同工法の2層を混合して単層構造とし、配合割合はそれぞれの配合を層厚比で合成したものをベースとした。その上で、特に次の3点に留意して耐水性と植生環境の限界点を探りながら調整を加え最終的に表-3とした。

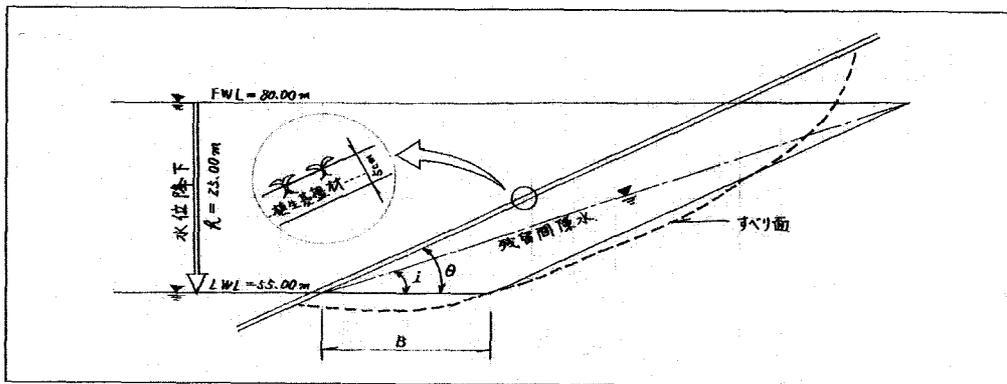


図-6 植生工法の概要

- ・セメントの配合量は、波浪浸食防止のためには多く、植生のためには少なくする必要がある。このため、20, 25, 30, 35kgf/m³と配合を変えて河川内で浸入波浪試験を行い、30kgf/m³を適量とした。
- ・セメントの投入に伴うpH緩衝材として過磷酸石灰を添加し、一般的に植生可能なpH=9以下となるよう調整した。(過磷酸石灰1.5kgf/m³の時pH=8.9)
- ・陽イオン保持性による養分保持能力を高めるために粘土鉱物を添加し、セメントの強度発現に影響を与えない25kgf/m³を上限として配合した。

吹付厚については、盛土法面が岩砕混じりの硬盤で、メリケンムグラの繁殖が地下茎にも依存することから、エア搬送による5cmが妥当と判断した。

② 湖岸法面の安定に係る残留間隙水排除の検

表-4 透水性の検討 (単位: cm/s)

必要 k	地山 k	植生基盤 k
1.5×10^{-3}	2.0×10^{-3}	5.3×10^{-3}

討

湖岸法面の安定性を確保するためには、盛土内の残留間隙水を速やかに排除することが重要^①である。

このため、本工法での植生基盤の透水性の検討が必要となる。

斜面の安定計算は、水位急降下時の残留率を50%としており、最も厳しい条件は水位差25.0mを7日間で排水させる場合である。この時に必要な透水係数(以下「k」という)をダルシー則から求め、「必要k<地山k<植生基盤k」となることを確認した。

その結果を表-4に示す。

メリケンムグラの育成状況

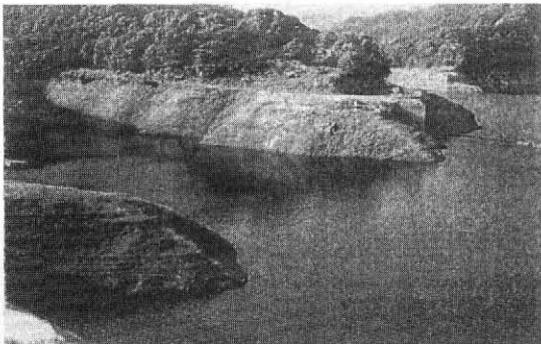


写真-1 鶴田ダム 貯水池全景 (H13.9月)

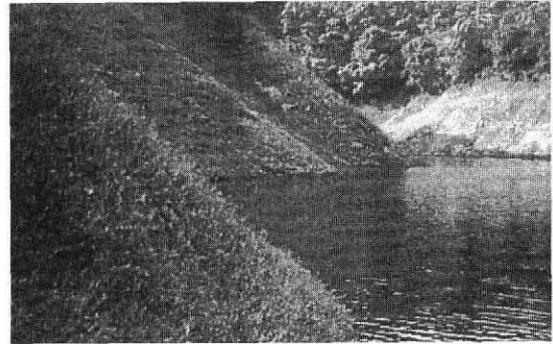


写真-2 鶴田ダム 急傾斜での育成状況 (H13.9月)

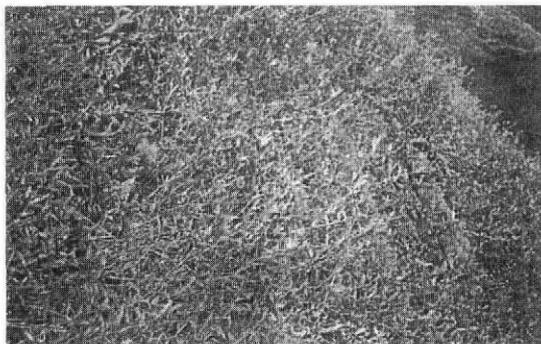


写真-3 鶴田ダム 岩盤節理への侵入 (H13.9月)

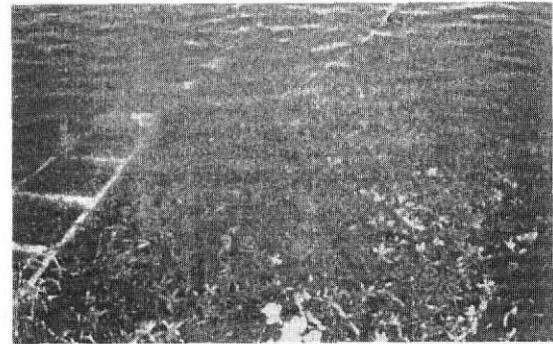


写真-4 鶴田ダム 水中での生育状況 (H13.9月)



写真-5 阿惣ダム 貯水池全景 (H14.5月)



写真-6 阿惣ダム 育成状況 (H14.5月)

6. 今後の課題及び波及効果

同年4月下旬にメリケンムグラの発芽を確認し、10月時点での被覆率はまだ数%前後に留まっている。しかしながら、今後の予測として、年に一度(夏期)の被覆率のピークを繰り返しながら、徐々にそのピークが高まることを期待している。現在、植生状況・水質・地生態などの経過観察を継続しており、併せて波浪浸食の防止に必要な被覆率の特定を検討している。

裸地法面は、ダム完成後の経年変化とともに出現する。今回の施工は、湛水前の貯水池盛土法面への適用であるが、長期的には種子の浮遊により貯水池内に広く定着し、裸地化を防止することを

視野に入れている。

今後の課題は、本工法を老朽化した“ため池の改修”等にも適用することである。これが定着すれば、受益者の負担軽減にもつながり、ひいては地域住民の安全で安心な生活環境の創造にも寄与できる。

「農業の生産」を基調に「農村の振興」を新たな視点として加えた新基本法が制定され3年が経過した。今後は、環境を視点としたアプローチがますます重要となる。ダム等の親水空間が、環境と調和し、地域の農家・非農家または広く都市部の消費者にとって潤いのある交流の場となるよう、これからも多様な観点から種々の工法の検討に努めたい。

工事施工の流れ

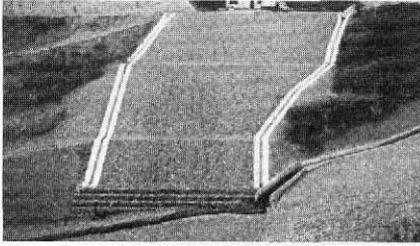


写真-7 施工前



写真-8 ネット張り



写真-9 使用材料



写真-10 吹付状況

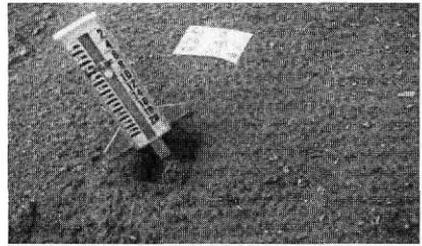


写真-11 施工厚測定

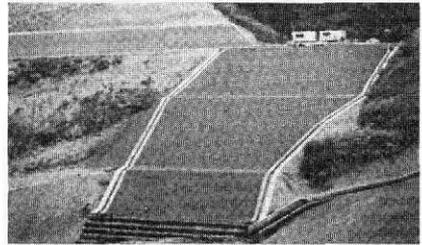


写真-12 完成全景



写真-13 メリケンムグラの種子

【参考文献】

① メリケンムグラによるダム湖法面保全（1996
ダム技術）：国土交通省九州建設局九州技術

事務所

② 貯水池周辺の地滑り調査と対策（1995）：国
土交通省河川開発課（山海堂）

畑地かんがい用のスラストブロックとライザーブロックの改良について

前 田 勉*
(Tsutomu MAEDA)

目 次

1. はじめに	36	3. ライザーブロックの改良について	37
2. スラストブロックの改良について	36	4. おわりに	38

1. はじめに

鹿児島県内においては、畑地かんがいが約56,000haが計画されており、平成13年度までの整備済面積が約18,500ha、整備率にして33%あまりとなっている。また農業分野の長期計画である『かごしま農業・農村ビジョン21』によると、10年後に設定した目標にむけて約15,000haの整備を行う予定としている。

これら畑地かんがいについては、新工法や新製品の開発など技術の進歩がめざましい一方、各地域単位での計画や整備が進むなど、県下全体としての技術基準の統一が難しい状況である。このため計画や実施を進めるにあたり、設計方針の決定や基準の適用について苦慮したり、地元から改善要望を受けたりすることも多く、各地域レベルや担当レベルでの検討や改善が行われる状況であり、今後も改良の余地のある分野である。

今回これらのうち、スラストブロックとライザーブロックについて検討した結果について報告を行いたい。

2. スラストブロックの改良について

かんがい用などのパイプラインの配管工事において、その屈曲部や分岐部等では、管内部の水流による遠心力や水圧の不均衡等によってスラストカと呼ばれる力が発生し、これにより管が振動したり、滑動することで継手が離れて漏水の原因になったり、著しい場合には管が破裂することにもつながる。このため、このように管が移動するおそれがある箇所にはこのスラストカに抵抗する構造物として、コンクリートによる巻立て（スラス

トブロック）、杭、矢板、離脱防止金具等を設置している。通常畑地かんがいでは、経済性の理由等から現場打ちのスラストブロックを用いることが多い。

これらスラストカに抵抗する構造物は、管の屈曲部や分岐部、管径変化部のそれぞれで必要になり施工量が多くなるが、現場打ちのスラストブロックでは施工性が悪く、また養生や型枠撤去のために早期の埋め戻しや交通解放ができない状況となっていた。

このため、これらを解消し、また経済的にも現場打ちと比較して有利となる二次製品化を検討し、製品化した。これによりこれまで現場打ちによっていたスラストブロックを、工場製作後現場に運搬して設置することで、施工性の向上と、早期の埋め戻しや交通解放による工期短縮を図ることが可能となった。

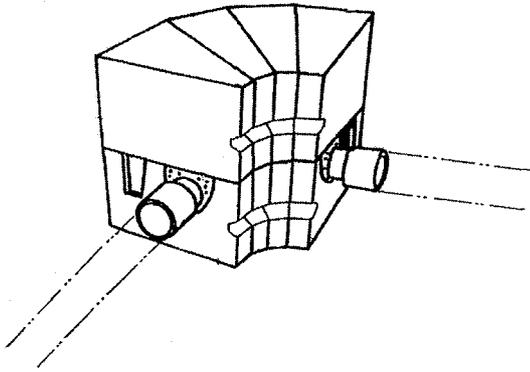
技術的に留意した点としては、現場打ちと比較して低減する背面受動土圧や底盤摩擦をスラストブロック自体の荷重により対抗することとした。またスラストブロックの二次製品化にあたっては、上下二つのパーツに分けることで管を容易に挟み込め、かつ運搬、据付等施工性が向上できるようにした。くわえて形状をできるだけ単純化し、スラストブロックの種類を共通化することで、これまでの現場打ちによる工法よりも経済的に有利になるように工夫した。また、大口径やスラストカの大きいものについては、スラストブロック自体が過大にならないようにした。

(改良点のポイント)

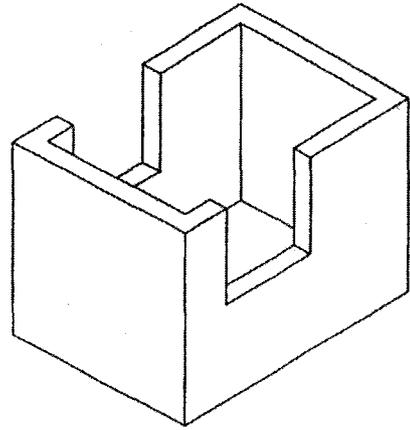
1) 構造計算

(1) 背面受動土圧と底面摩擦の低減を、スラス

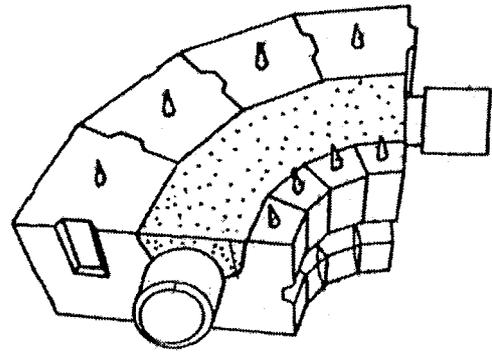
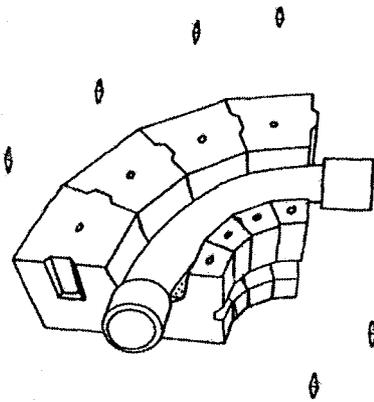
*鹿児島県大島支庁土地改良課 (Tel. 0997-53-1111)



スラストブロック



箱型スラストブロック



スラストブロックの施工イメージ

トブロック自重でカバー。

2) 形状の改良

- (1) 上下に分離できる構造にして施工性向上と小型・軽量化。
- (2) 単位ブロックの組みあわせによる各角度タイプ対応。
- (3) 保持部に余裕しろを設け、モルタル間詰との組み合わせによる汎用性と施工性の向上。
- (4) より汎用性を高めた箱形ブロックタイプの作成。
- (5) 杭併用タイプの作成

3. ライザーブロックの改良について

奄美地域の畑地かんがい事業は、昭和50年代後半に徳之島の神嶺地域を皮切りに、サトウキビを

対象としたスプリンクラーの園内配管を実施しており、スプリンクラーのライザーの安定と保護を目的に、ライザーブロックが施工されている。

ライザーブロックは、畑地内施工のため早期の埋め戻しや作業性等理由により、現場においてあらかじめ別打ちした後埋設したり、コンクリート二次製品を用いて据え付けられたりしている現状である。一方このライザーブロックについては、畑地の所有者や耕作者、また施設の管理運営を行う土地改良区、施工業者等から以下のような改良の要望があがっていた。

- (1) ブロックが重く、大きすぎて、施工性が悪く、改修等の際たいへんである（小型化要望）。
- (2) ライザーを農作業時にトラクター等で変形・破損等させた場合、現在ブロックとライ

ザー及び配管が一体になっているため、最悪の場合全部掘り起こして交換しなければならない（ライザー部の修理を容易に行える改良要望）。

- (3) 畑の露出している突起部や水抜きを改良して欲しい（露出突起部の改良要望）。

これらの解消を目的に、ライザーブロックの改良を検討した。

まずライザーブロックの構造計算を精査して小型・軽量化を行うとともに、二次製品化する場合は施工性や作業性の向上のために左右に分割できる構造とした。また、ライザー管の変形や破損時の補修が容易となるように、上下部がさらに分離できる構造もあわせて案出した。

(改良点のポイント)

1) 構造計算の見直し

- (1) 転倒モーメントの計算時に土の自重及び背面土圧の影響を考慮。
- (2) 転倒モーメント作用距離修正。
- (3) 形状変更により支持力輪荷重除外。

2) 形状の改良

- (1) 構造計算の見直しによる小型・軽量化。
- (2) 水抜き穴部の改良。
- (3) 地表露出部の高さの変更。
- (4) ライザーと管等が分離できる構造に改良（二次製品）。
- (5) 古タイヤをブロックの保護材に利用できるように考慮した構造もあわせて検討。

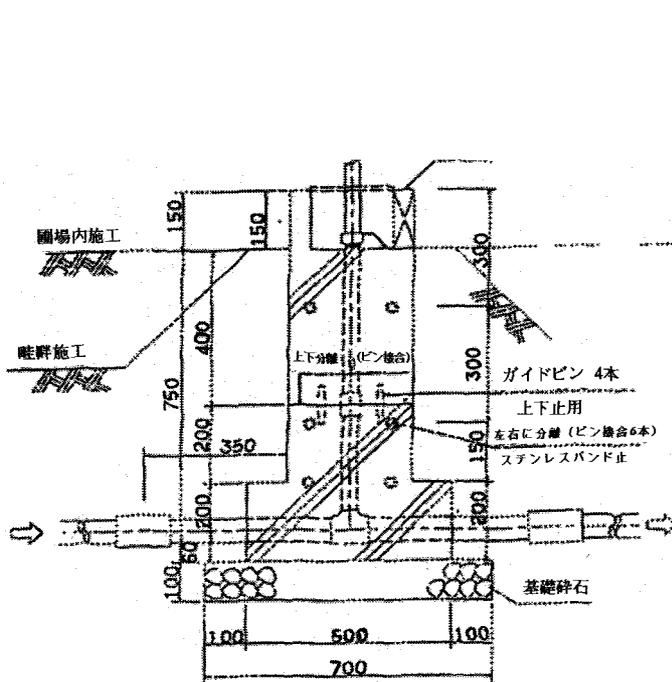
4. おわりに

これらの改良にあたっては長い時間を要し、またたくさんの方の協力をいただいた。

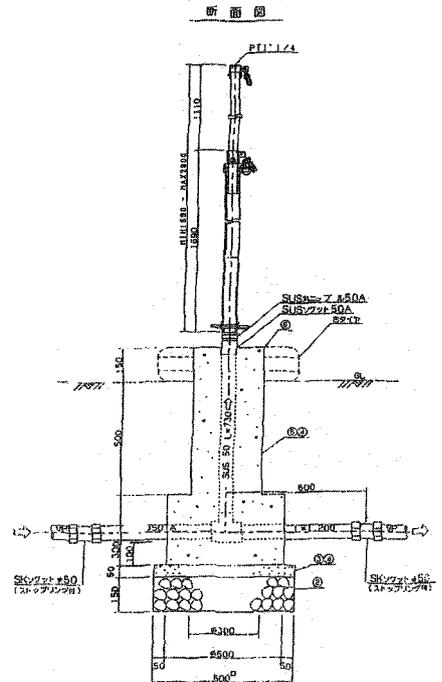
スラストブロックについては上川浩二氏（鹿児島県出水耕地事務所）、またライザーブロックについては、吉留秋実氏（鹿児島県農地整備課）との共同改良、共同考案である（なお、古タイヤの有効利用については新穂安憲氏（鹿児島県伊集院耕地事務所）の発案）。

以上の改良については職務発案となり、現在は鹿児島県がすべての権利（古タイヤ利用をのぞく）を有している。

なおスラストブロックについては、鹿児島県との契約を締結したコンクリート二次製品会社によ



ライザーブロック



ライザーブロック (古タイヤ利用)

り製品の現場検証（ブロックにセンサーを設置し、埋設通水時の挙動チェック）も完了して現在製品を提供している。同様にライザーブロックについても鹿児島県と契約を締結した奄美大島の2業者により製品を提供している状況である。

以上、スラストブロックとライザーブロックについて検討した結果について報告を行なった。こ

れらについては、今後も検討・改良を継続して行い、より一層の向上をめざしたい。

（参考）

技術考案の出願状況（いずれの権利も所有者は「鹿児島県」）

考案名称	月日	内容
スラストブロックの二次製品化	H13. 1.31 H13. 5.25	実用新案権登録完了 意匠権登録完了
スラストブロックの二次製品の改良	H14.10. 4 H14. 2.27	意匠権登録完了 実用新案権登録完了
畑地かんがいライザーブロックの改良	H13.10.11	特許権出願済

羽地大川地区における赤土対策推進の取組

— 耕土流出防止対策に関する試験 —

仲 村 元* 藤 田 智 康** 吉 永 安 俊*** 塩 野 隆 弘****
(Hajime NAKAMURA) (Tomoyasu FUJITA) (Ansyun YOSHINAGA) (Takahiro SHIONO)

目 次

1. はじめに	40	4. 試験結果	44
2. 環境保全型としての「羽地大川地区」	40	5. 今後の対応	48
3. 耕土流出防止に関する試験	41	6. おわりに	48

1. はじめに

沖縄県における赤土等の流出は、昭和30年ごろから沖縄本島北部や八重山諸島において、パインアップルを導入し、ブルドーザーなどの重機を用いて畑を開墾したころから目立ってきたといわれている。さらに、昭和47年の本土復帰以降の大規模な公共事業、民間資本による開発及び米軍演習において大量の赤土等が流出し、大きな社会問題となった。

このような状況の下、平成7年10月には「沖縄県赤土等流出防止条例」が施行され、開発行為における赤土等流出対策を強化した結果、農地からの流出割合が相対的に増加し、条例施工後における赤土等の全体流出量の約70%を占めるとの試算もある¹⁾など、その対策の推進が大きな課題となっている。

本報文では、沖縄海岸国定公園などに指定されている羽地内海及びその周辺海域保全の観点から、農地からの耕土流出防止対策が強く求められている「羽地大川地区」において、対策の大きな柱となる営農対策を効率的に推進することを目的に行っている「耕土流出防止対策に関する試験」についてのこれまでの取組について報告するものである。

2. 環境保全型としての「羽地大川地区」

国営かんがい排水事業「羽地大川地区」は、沖縄本島北部の名護市に位置し、羽地大川、真喜屋大川の流域に広がる142haの水田と羽地内海周辺を取り囲む丘陵地及び屋我地島に広がる1,184haの畑地を併せた1,326haを受益地としている(図-1)。

本地区は、亜熱帯海洋性気候に属するため年間の平均気温が約22℃で降水量が2,000mm以上と温暖多湿であるが、夏季に來襲する台風の頻度により年ごとの降水量の変動が著しく、農作物が干ばつ被害を受ける年は少なくない。そこで、本事業では安定的なかんがい用水を確保し受益地へ導水するために、真喜屋ダムを新設するとともに用水路や揚水機場等のかんがい施設の整備を進めてきている。なお、不足する用水は羽地ダム(特定多目的ダム)に依存する。

一方、本地区の耕土は地域に広く分布する細粒質の国頭マージで降雨による侵食を受けやすく、さらに地区内を流れる羽地大川や真喜屋大川等は「沖縄海岸国定公園」及び「鳥獣特別保護地区」に指定され、自然の風景地である羽地内海に流下しているが、閉鎖性である本海域は赤土等の堆積が進行しやすく赤土等の流出の大半を占める農地からの耕土流出防止対策が強く求められている。

このような中で、本地区において早期に畑地かんがいを実現することにより、農地の裸地化を避けることで耕土流出防止に有効である施設栽培やマルチングの推進及び夏植えから春植えへの作期の変更、並びには場面での降雨浸透を促進する緑

*沖縄総合事務局羽地大川農業水利事業所 (Tel. 0980-58-1166)

**アジアプランニング株式会社

***琉球大学農学部

****独立行政法人農業技術研究機構

肥や堆肥の導入による土づくり等、「水の確保」を通じた「環境保全型農業」の普及と定着が重要な課題となっている。

そこで、本地区の環境保全型農業の推進を目的として、農地からの赤土等流出防止対策の大きな柱である営農対策としての「液状マルチ」と「植生帯（グリーンベルト）」及び、営農による耕土流出防止をさらに効果的に発現させるための土木的な発生源対策としての「暗渠排水工」について

実証試験を平成13年度から実施している。

3. 耕土流出防止に関する試験

(1) 試験ほ場の場所及び土壌

試験ほ場を設置した場所は、羽地内海を眺望できる嵐山展望所近くの標高約100mの台地に位置し、「羽地大川地区」の受益地内にある面積が約9,300m²のサトウキビが栽培されていた畑地である（図-1）。

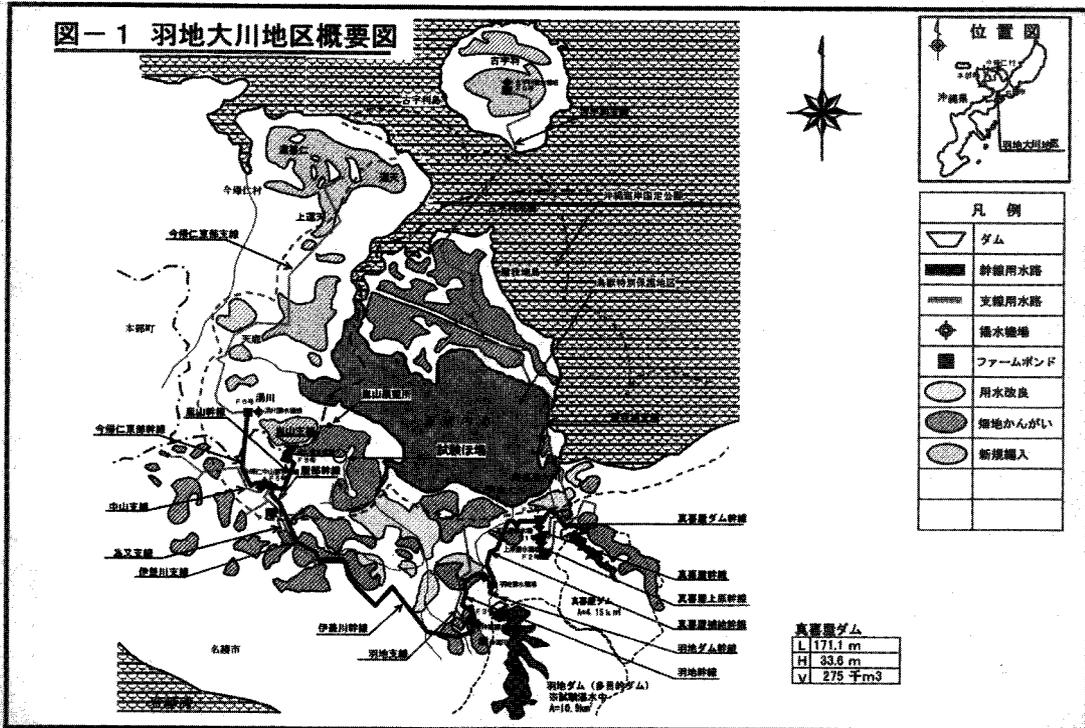


図-1 羽地大川地区概要図

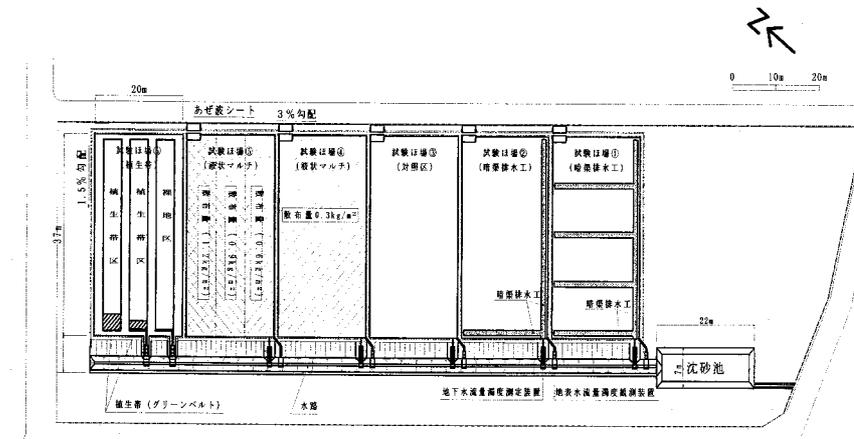


図-2 試験ほ場の配置図

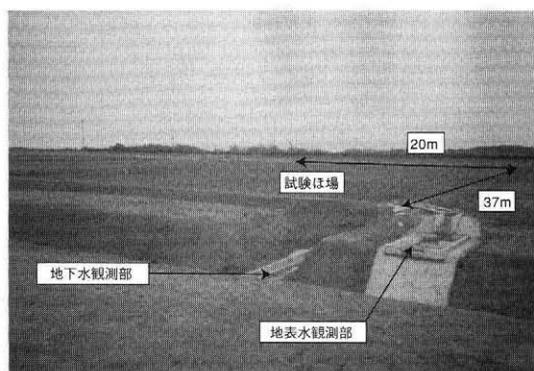


写真-1 試験ほ場の全景（平成14年3月撮影）

その畑地内に、長辺が37mで短辺が20mの畦畔で囲った6ヶ所の試験ほ場と沈砂地を配置した。（図-2）なお、試験ほ場の勾配は長辺方向が約1.5%で短辺方向が約3%であり、試験ほ場の造成は平成14年2月に終了した（写真-1）。

試験ほ場の土壌は、沖縄本島北部地域に広く分布する国頭マージであり、「農耕地土壌分類第3次改訂版」（農耕地土壌分類委員会、1995）によると細粒普通赤色土強粘質に分類され、シルト分以下を50%以上含む。

(2)試験の内容

耕土流出の発生源である畑地における対策としての「液状マルチ」と「植生帯（グリーンベルト）」及び「暗渠排水工」の効果を実証するため、それら対策を施行したほ場と対照区のほ場において、地表水及び地下水の流量と濁度等の観測を行った（表-1）。

1) 液状マルチ

マルチングの耕土流出に対する抑制効果は極めて高いが、スキヤワラ等のマルチ材の入手及びマルチング作業には多くの労力が必要となるなどの問題があり、営農段階においてマルチングが普及していないのが現実である。

そこで本試験では、サトウキビの初期生育段階における雑草抑制用として考えられた液状マルチ材を試験ほ場の④と⑤に散布し、液状マルチの耕土流出防止効果と耐久性について把握するため観測を行った。なお、液状マルチは雑草抑制や耕土流出防止効果だけではなく、土壌水分蒸散防止や分解して有機質肥料に変わるなどの営農上の利点も期待される。

液状マルチは、製糖工場の集中脱葉施設から出るサトウキビ枯葉及び古紙を細かく粉碎し、肥料や分解促進となる廃糖蜜と接着剤であるPVA（ポリビニールアルコール系重合体）を若干添加して混合攪拌し、固形物濃度が5~7%のスラリー状になるように水で調整した（表-2）。スラリー状になった液状マルチは、種子の吹付機を用いて単位面積当たりの固形物量が0.3~1.2kg/m²の範囲で、試験ほ場④と⑤に平成14年3月13日と15日に散布した。

①耕土流出防止効果

液状マルチを試験ほ場④の全面に一様な量（約0.3kg/m²）で散布し、地表水及び地下水の流量と濁度（カオリンを標準とした値）の観測を行い、対照区である試験ほ場③の結果と比較した。

表-1 試験項目と内容

試験項目	ほ場名	内 容	観 測 項 目
暗渠排水工	試験ほ場①	暗渠排水工延長：37m+4×20m=117m	地表水（流量・濁度）、地下水（流量・濁度）
暗渠排水工	試験ほ場②	暗渠排水工延長：37m+20m=57m	地表水（流量・濁度）、地下水（流量・濁度）
対照区	試験ほ場③		地表水（流量・濁度）、地下水（流量・濁度）
液状マルチ	試験ほ場④	①1回（0.3kg/m ² ）散布：740m ²	地表水（流量・濁度）、地下水（流量・濁度） 液状マルチ残存割合
液状マルチ	試験ほ場⑤	①1回（0.6kg/m ² ）散布：740m ² ②2回（0.9kg/m ² ）散布：740m ² ③3回（1.2kg/m ² ）散布：740m ²	液状マルチ残存割合
植生帯	試験ほ場⑥	①裸地区：35m×4m=140m ² ②植生帯区（1.5m幅）：35m×4m=140m ² ③植生帯区（3.0m幅）：35m×4m=140m ²	地表水（流量・土砂量）

表-2 液状マルチの配合割合

材 料	割 合	備 考
サトウキビ枯葉	5%程度	古紙の約2～3倍
古 紙	2%程度	
固 形 物 計	7%程度	水で5～7%に調整
P V A	0.5%程度	
廃 糖 蜜	0.5%程度	
水	90%程度	
合 計	100%	

②耐久性

液状マルチの散布量の違いによる耐久性を把握するため、試験ほ場④に散布した量（約 $0.3\text{kg}/\text{m}^2$ ）の2倍（約 $0.6\text{kg}/\text{m}^2$ ）・3倍（約 $0.9\text{kg}/\text{m}^2$ ）・4倍（約 $1.2\text{kg}/\text{m}^2$ ）の3段階に量を変えて試験ほ場⑤に散布し、その変化を観察した。

2) 植生帯（グリーンベルト）

植生帯は畑地における耕土流出防止の有効な対策の一つであるが、植生帯の設置面積だけ営農できる農地が減り、さらに植生帯に用いる植物の購入や栽培など農家への負担が生じる。したがって、植生帯の普及にはその耕土流出防止効果と農家への負担等を総合的に検討する必要がある。

そこで、植生帯の幅等の設置条件と耕土流出防止効果との定量的な関係を明らかにするために、試験ほ場⑥に長さ35mで幅4mの植生帯区と裸地区を設けて次の試験を行った（図-3）。

①耕土流出防止効果

植生帯の耕土流出防止効果を把握するため、センチピードグラスを幅1.5mで播種した植生帯区（写真-2）と対照区である裸地区からの地表水の流量観測と樹に堆積した流出土砂量の測定を行い、その結果を比較検討した。

なお、センチピードグラス（和名ムカデシバ）は、ノシバより大型で生育が早く管理にあまり手間がかからないため、畦畔やパイナップルの畝間被覆作物としての導入も検討されており、植生帯区には平成14年3月7日に $25\text{g}/\text{m}^2$ を播種した。

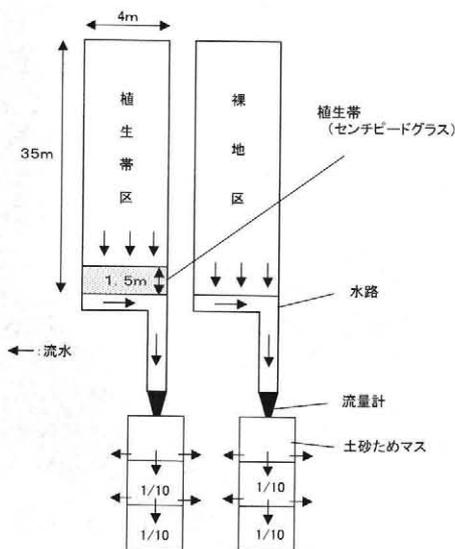


図-3 植生帯（グリーンベルト）の試験区図

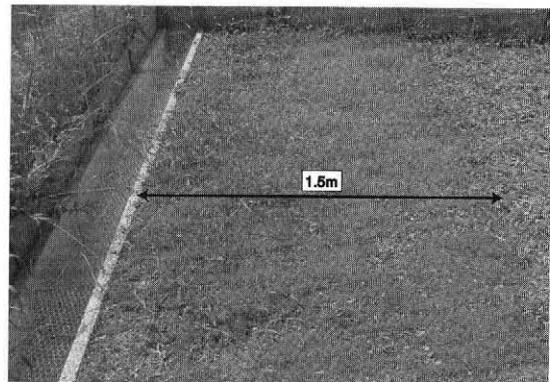


写真-2 植生帯区におけるセンチピードグラス生育状況（平成14年5月12日撮影）

3) 暗渠排水工

国頭マージ土壤においては、暗渠排水の施工によって降雨による表面流出の抑制効果が期待され、耕土流出防止対策としても有効な手法の一つであるとされている²⁾。

そこで、地表水を速やかに地下浸透させて、地表水の流量と流速を極力小さくすることにより畑地からの耕土流出を抑え、さらに埋戻し材が土粒子をろ過できる暗渠排水工を試験ほ場①と②に設置し以下に示す試験を行った。また本暗渠排水工は、現地の土を直径10mm前後に団粒化させたものを埋戻し材として用いることで、構造(図-4)やpHなど営農上の支障が生じないものとした。

団粒土の製造には、豆科植物から抽出した増粘多糖類成分を鉱石に吸着させた有機架橋剤と石膏を結合剤としており、天然素材であるため営農への影響は少ないと考えられる。製造した団粒土は約100m³で、そのうち約80m³を埋戻した。また、製造された団粒土のpHは4.2と現地の土と同程度であり、耐水性団粒試験でも2mm以上の粒径が約9割を占めるため、透水係数が10⁻¹cm/sec以上と透水性は良い。

暗渠排水工の耕土流出防止効果及びその配置条件を把握するため、試験ほ場①で楕状に延長117mの暗渠排水工を設け、試験ほ場②ではL状に約半分(延長57m)の暗渠排水工を設置し、地表水及び地下水の流量と濁度(カオリンを標準とした値)を4月上旬から観測を開始した。なお、試験ほ場①と②ともに暗渠排水工の勾配は、ほ場面の勾配と同じとした(図-2)。

①耕土流出防止効果

暗渠排水工の耕土流出防止効果を把握するため、暗渠排水工を設置した試験ほ場①と②の観測結果と、対照区である試験ほ場③の結果との比較を行う。

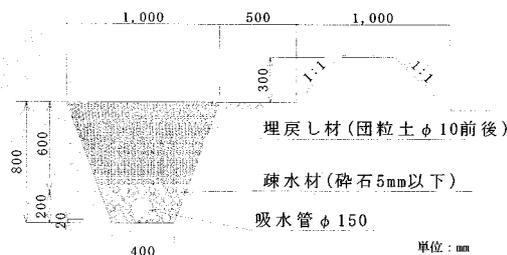


図-4 暗渠排水工の標準断面図

②配置条件

暗渠排水工の配置条件を把握するため、試験ほ場①と②の観測結果を比較する。

③機能低下条件

長期間経過した場合に、流出した微細な土粒子により暗渠排水工の機能低下が予想されるので、その条件を把握するために粒度試験と透水調査を試験ほ場②で行った。

4. 試験結果

(1)液状マルチ

1) 耕土流出防止効果

図-5と6は、液状マルチの散布から約1ヶ月後(平成14年4月9日)と約3ヶ月後(平成14年6月13日)の降雨時における、液状マルチを散布した試験ほ場④と対照区である試験ほ場③の地表水の観測結果(流量と濁度)を用い次式より求めた単位時間当たりの流出土砂量である。

$$\text{Log(SS)} = 1.0454 \times \text{Log(濁度)} - 0.0690 \dots\dots(1)^{2)}$$

$$(R^2 = 0.952)$$

$$\text{流出土砂量 (g/sec)} = \text{SS (g/m}^3) \times \text{流量 (m}^3/\text{sec)} \dots\dots(2)$$

約1ヶ月後の結果(図-5)では、対照区の流出土砂量は250g/secを越えているのに対し、試験ほ場④の流出土砂量は最大でもその1/20以下と著しく小さい。また、約3ヶ月後の結果(図-6)では、対照区の流出土砂量は最大で約40g/secに対し、試験ほ場④は1/10程度であった。

この結果より、液状マルチの耕土流出防止効果は高く、その効果は最低でも3ヶ月は継続することが確認される。

2) 耐久性

散布から約半年後の平成14年8月31日に、残存している液状マルチの割合を調べた結果が図-7である。

残存している液状マルチの割合は散布量に比例して高く、約1.2kg/m²を散布した場所では50%以上の液状マルチが残っており、散布量が0.3kg/m²減るごとに残存割合は約半分となっている。

この結果より、畑地の半分以上が液状マルチに覆われている状態を散布から半年後に期待する場合には、その散布量は1.0kg/m²以上必要と判断される。しかし、附加する接着剤の量を増やすことによって、その散布量を減らすことが可能と考えられる。

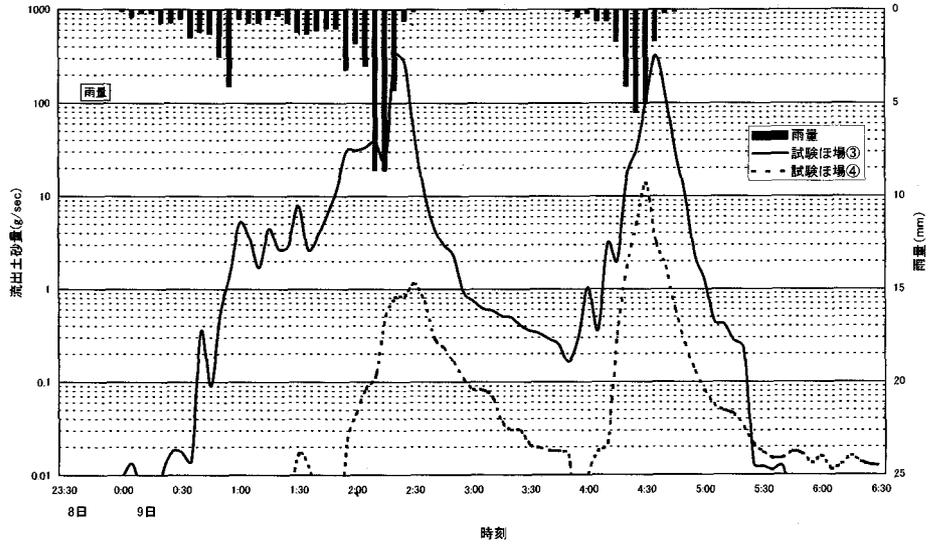


図-5 地表水の流出土砂量と雨量（平成14年4月8・9日）

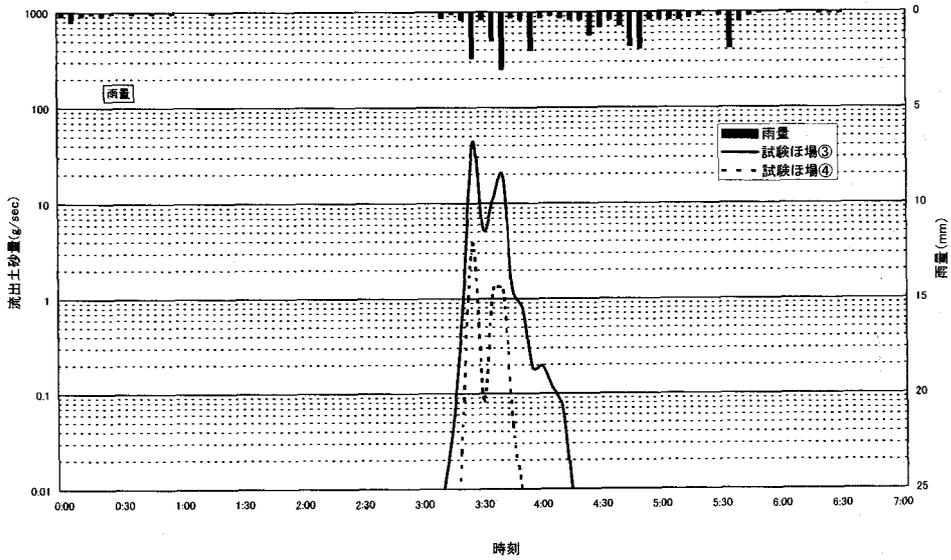


図-6 地表水の流出土砂量と雨量（平成14年6月13日）

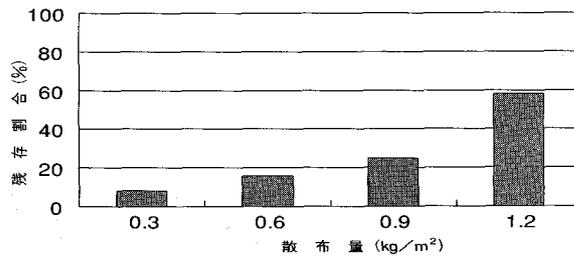


図-7 液状マルチの残存割合（平成14年8月31日観測）

(2)植生帯

1) 耕土流出防止効果

平成14年6月12日から12月15日に発生した流出土砂量を合計し、粒径クラス別に区分した結果が図-8である。

植生帯区からの総土砂流出量は、裸地区の総土砂流出量の約半分に相当し、植生帯の耕土流出防止効果が確認された。とくに、砂や礫に区分される0.02mm以上の植生帯区の流出土砂量は裸地区に比べて顕著に少なく、植生帯は粒径の大きい砂や礫に対して有効であると考えられる。

(3)暗渠排水工

暗渠排水工を設けた試験ほ場①と②及び、対照区である試験ほ場③における地表水の観測結果を用い、式(1)と(2)より求めた単位時間当たりの流出土砂量の結果が、図-9~11である。

1) 耕土流出防止効果

試験ほ場①と②の流出土砂量は対照区に比べて、その造成から約4ヶ月後の6月までは非常に少なく、耕土流出防止に対して暗渠排水工は効果的に機能することが認められる。(図-9, 10)

しかし、台風16号が来襲した9月上旬の降雨時には、暗渠排水工の試験ほ場と対照区の流出土砂量の差がなく、暗渠排水工の機能が低下したと判断される。(図-11) この要因としては、台風7号が来襲した7月14~15日に179mmの降雨が名護で観測されており、この降雨時に大量の微細土粒子

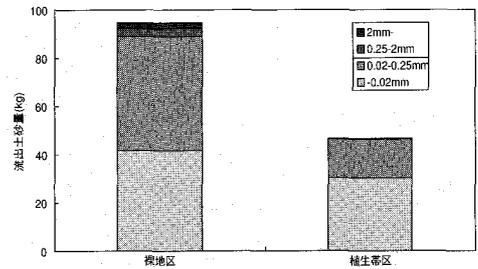


図-8 試験区からの流出土砂量 (2002.6.12 - 12.15)

が流出し暗渠排水工上に堆積したことなどが考えられる。なお、この台風により観測機器が破損したため、この期間のデータはない。

②配置条件

図-9~11からは、試験ほ場①と②の流出土砂量の差はほとんど認められない。また地表水は主に、勾配が3%と大きい短辺方向に沿って、長辺方向に設けた暗渠排水工に向かって流れている状況が現地を観察された。

このことより、畝立てを行っていない今回の試験ほ場では、短辺方向の暗渠排水工に向かって流れる地表水が少ないため、暗渠排水工の配置や長さよる効果が発現できない結果になったと理解される。したがって、短辺方向の暗渠排水工が機能するように畝立てを行うことが、その効果を発現させるには必要な行為であると考えられる。

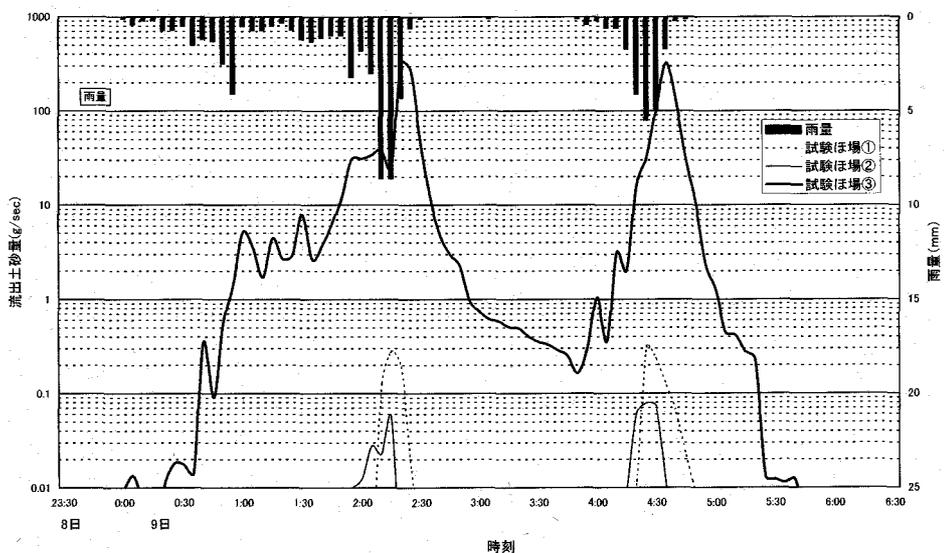


図-9 地表水の流出土砂量と雨量 (平成14年4月8・9日)

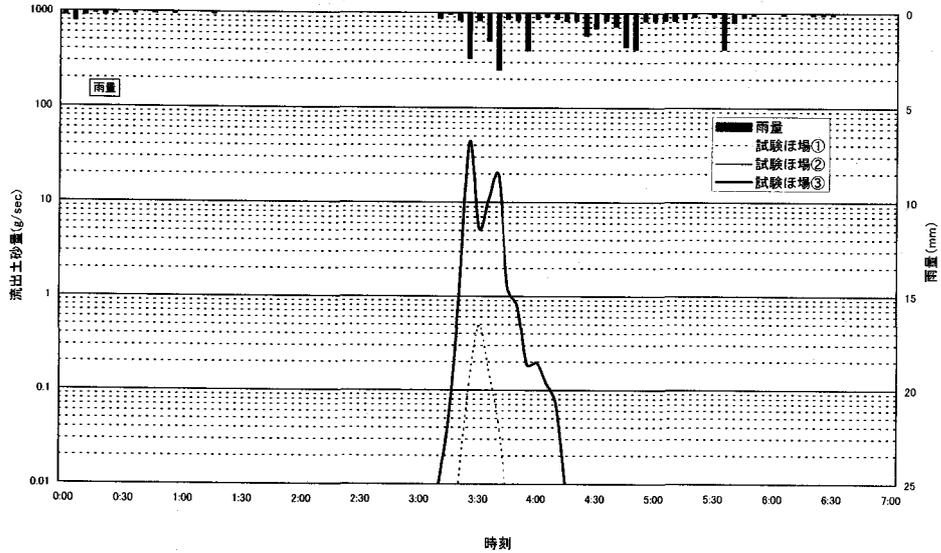


図-10 地表水の流出土砂量と雨量（平成14年6月13日）

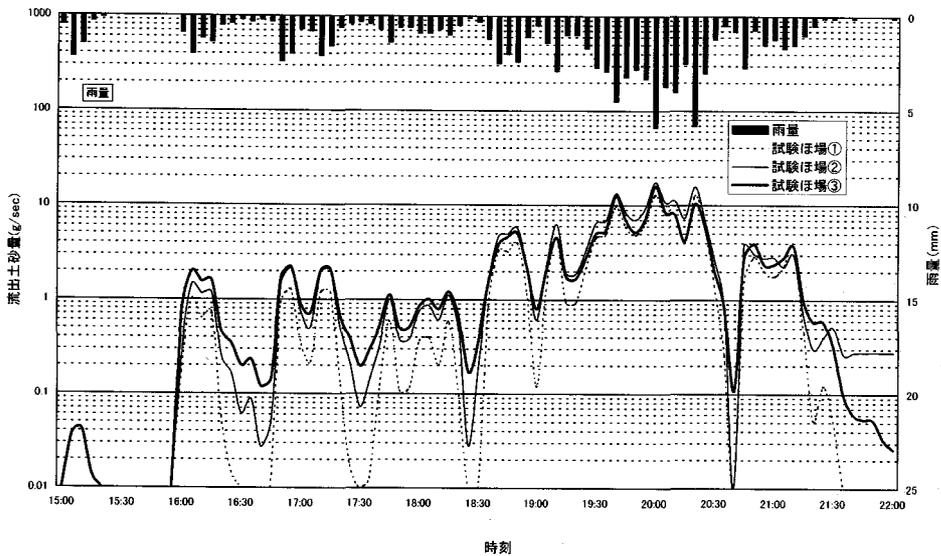


図-11 地表水の流出土砂量と雨量（平成14年9月4日）

③機能低下条件

図-12は、試験ほ場②の流出口近くに位置する暗渠排水工の交差部で行った、深さ30cmまでの粒度試験（平成14年11月23日に採土）と透水性の調査（平成14年12月14日に調査）の結果である。

この結果より、試験ほ場②の流出口周辺では、深さ5cmまで微細な土粒子が堆積し、透水係数が 10^{-3} cm/sec程度まで下がっていることが認

められる。つまり、試験ほ場①と②の暗渠排水工の機能が設置から約半年を経過した頃に低下した理由は、流出した微細な土粒子が暗渠排水工上に堆積して不透水性の層が形成され、地下へ浸透する水量が減少したことによると判断される。

したがって、暗渠排水工の機能を維持させるためには、堆積した微細土粒子の除去などの維持管理の必要性が確認された。

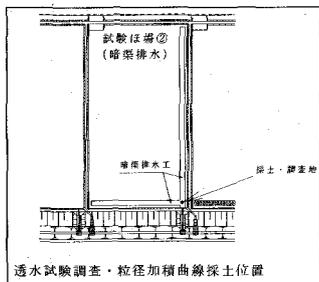
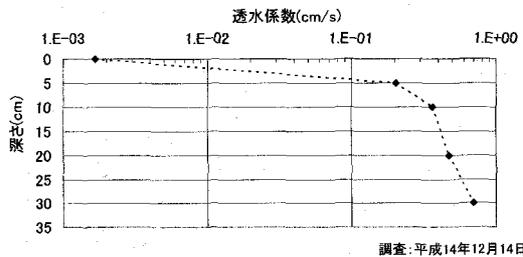
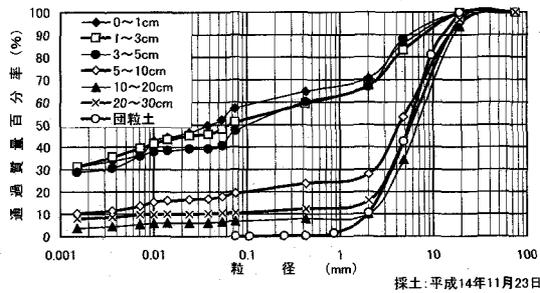


図-12 試験ほ場②における深さ別の粒径加積曲線と透水計数

5. 今後の取組

羽地大川地区では、赤土等流出防止対策推進の緊急性に鑑み、早期に水あり農業を実現するためにかんがい施設の整備を促進するとともに、関係行政機関との連携の下、耕土流出防止に有効な環境保全型農業（マルチング・ハウス栽培・土づくり等）の普及・定着を図り、もって農業生産性の向上と地域の環境保全に資することを目的とした「国営環境保全型かんがい排水事業～耕土流出防止型～」に移行するための土地改良事業計画の変更手続きを実施しているところである。

一方、耕土流出防止効果を発現させるためには、早期にかんがい用水をほ場へ排水するための施設整備と併行して、営農対策の推進のための農家の

協力が必要不可欠である。

このため、今後は本試験の結果を踏まえて試験内容等を再検討し、営農による耕土の流出防止効果を実証するために、同ほ場においてさらにサトウキビの作付体系変更や緑肥の導入等による変化を計測するなどの実証試験の精度を高めるとともに、県や名護市の営農関連部局との連携を図り、試験の成果を踏まえた効率的な営農対策普及に関する具体的な取組や実証展示などを進め、農家の理解を深めて行くこととしている。

6. おわりに

赤土等流出防止対策は、沖縄振興の重要な施策の柱となっており、その中で農地からの耕土流出防止対策が重要な課題である。耕土流出防止対策を進めるためには、土木的な対策（ハード対策）とともに、農家の協力を得た営農対策（ソフト対策）の推進が効果的であるが、必ずしも農業生産性の向上に直接的に貢献しないと考えられている赤土対策を全ての農家に定着させるためには、一定の時間と労力がかかるものと考えられる。

一方、羽地大川地区では、「水」という農家にとってのインセンティブを梃子とした耕土流出防止に関する営農対策の推進を図るとい、これまでにない新たな取組が開始されている。その具体的な対応は、著についたばかりであるが、沖縄における赤土等の流出防止対策推進の重要性に鑑み、関係機関とともに着実な成果が発現するよう取り組んで行くこととしている。

最後に、独立行政法人農業技術研究機構の久保寺秀夫氏には、土壌分類調査にご協力を頂きましたことをここに記して感謝いたします。

引用・参考文献

- 1) 赤土等流出防止対策検討会：技術者のための赤土等対策入門書，(社)沖縄建設弘済会，p12 (2001)
- 2) 農林水産省構造改善局監修：土地改良事業計画設計基準 計画「暗きょ排水」，(社)農業土木学会，p67 (2000)
- 3) 花城可英他：濁水の評価に関する研究－SS，濁度，透視度の関係について－，沖縄県衛生環境研究所報 第28号，p67～p71 (1994)
- 4) 沖縄県農林水産部制定：土地改良事業等における赤土等流出防止対策設計指針 (1995)

パイプラインの水撃圧推定方法について

吉野 秀雄*
(Hideo YOSHINO)

目 次

1. はじめに	49	5. 仮想パイプラインによる水撃圧の推定	52
2. 土地改良事業計画設計基準「パイプライン」の位置付け	49	6. 経験則による水撃圧推定値の一部管財の軽減措置についての誤解について	55
3. 圧力波伝播速度の算定方法の検討	49	7. おわりに	56
4. 現在の設計基準で検討すべき水撃圧推定法	51		

1. はじめに

現在、農業用パイプラインの水撃圧は、1998年（平成10年）3月に定められた土地改良事業計画設計基準「パイプライン」に基づいて経験則に従い推定されている。しかし、技術書で示された経験則による推定値は1973年（昭和48年）の「水路工」に記述されているものから基本的に変化していない。

この経験則は「AWWAや豊川用水などの事例」から得られた経験を基に作成された。

豊川用水は1960年代前半に設計・施工されたものである。爾来40年の歳月が経過しており、その間、農業用パイプラインは長延長化、高圧化されつつあり、現在使用されている経験則の妥当性について検討することは意義があると考えられる。

なお、水撃圧を推定する際に必要となる管路の圧力波伝播速度についても、これまでの測定結果をもとに圧力波伝播速度の計算方法について考察を行った。

今回は、今後の水撃圧の推定に関する議論素材となるように、数値解析手法と経験則を比較し水撃圧推定にあたっての留意事項をまとめた。

今回の報告は現行の土地改良事業計画・設計「パイプライン」を否定するものではない。また、この報文はあくまでも著者自身の個人的見解であり、私の所属する独立行政法人農業工学研究所の見解を示したのものではないこともご承知おき願いたい。

2. 土地改良事業計画設計基準「パイプライン」の位置付け

現在、使用されている土地改良事業計画設計基準「パイプライン」は前半部に「基準」、「基準の運用」、「基準の運用の解説」が記述され、後半部に「技術書」が掲載されている。これらの位置付けは次の通り述べられている。

まず、基準は「国営土地改良事業の実施に当たり、パイプラインの設計を行う際に遵守しなければならない基本事項を定めたものである」（事務次官通達）。次に、この基準を適用するため構造改善局長通達「基準の運用」が定められている。更に、通達外の参考として「基準の運用の解説」及び「技術書」が示されている。従って、「基準」、「基準の運用」は国営土地改良事業では「基準」、「基準の運用」を守ることは必要である。また、「基準の運用の解説」、後半部の「技術書」はあくまで参考であるとされている。

他方、基準及び運用の解説にもあるとおり、「基準」、「基準の運用」は国営土地改良事業以外の補助事業等までを拘束するものではないが、それぞれの事業主体等が独自の判断の下で「基準」、「基準の運用」を準用することを妨げるものではないということも十分認識する必要がある。

3. 圧力波伝播速度の算定方法の検討

水撃圧推定に必要な圧力波伝播速度は、現在、技術書217頁に示される式(3-1)で計算されている。

*独立行政法人農業工学研究所（Tel. 029-838-7560）

$$a = \frac{1}{\sqrt{\frac{w_0}{g} \left(\frac{1}{E_w} + \frac{D \cdot C_1}{E \cdot t} \right)}} \dots\dots\dots (3-1)$$

- a : 水撃波の伝播速度 (m/s)
- g : 重力の加速度9.8 (m/s²)
- w : 水の単位体積重量 1,000 (kgf/m³),
9,800 (N/m³)
- E_w : 水の体積弾性係数 2.07 × 10⁸ (kgf/m²),
2.03 × 10⁹ (Pa (N/m²))
- D : 管の内径 (m)
- C₁ : 管の埋設状況による係数 (1.0を基準とする)
- t : 管厚 (m)
- E : 管材のヤング係数 (表3-1参照)

変数の説明からわかる通り、C₁は1.0を基準としている。

一方、V.L.ストリータらは圧力波伝播速度を求める式を示している⁹⁾。この式は式(3-1)とC₁を除いて同じである。即ち、V.L.ストリータの式では式(3-1)の変数C₁の代わりにc₁を用いて、式(3-1)を導入している。このc₁はパイプ両端の固定状況等から決定される数値で次式から求めることにしている。

- ① 管の軸方向の移動が片側のみ拘束されている場合

$$c_1 = \frac{5}{4} - \mu \dots\dots\dots (3-2)$$

ここにはポアソン比である。

- ② 管の軸方向の移動が拘束されている場合

$$c_1 = 1 - \mu^2 \dots\dots\dots (3-3)$$

- ③ 管路全体に収縮継手がある場合

$$c_1 = 1 \dots\dots\dots (3-4)$$

従って、農業用パイプラインは通常収縮継手が設けられるので、技術書でC₁を「管の固定状況」とし1.0を基準とすることは妥当である。しかし、変数の説明でC₁を「管の埋設状況による係数」とし、1.0とすることは妥当性にかける嫌いがある。何故なら、V.L.ストリータらが式(3-1)を導く過程では埋設管でない管路、即ち、管路本体の横断方向には管材のヤング係数で自由に伸縮できると仮定しているからである²⁾。

従って、埋設管に表3-1に示す管材そのもののヤング係数の値又はC₁を「管の埋設状況による係数」として1.0を用いることは検討を要すると考える。何故なら、現実には周辺の埋め戻し土は十分填圧することとしているので、管材のヤング係数

そのままの値で伸縮しないと考えられるからである。

実際、技術書250-251頁では式(3-1)から求められる圧力波伝播速度(a_r)は381m/sであるのに対し、現実の測定結果を基にシミュレーションをすると圧力波伝播速度(a_R)を427m/sにすることで、実測値と計算値が良く一致していると述べてある。なお、式(3-1)で求められる圧力波伝播速度a_rと実測値a_Rの比(a_R/a_r)は1.120である。

基準書の説明では、ヘーゼン・ウィリアムの平均流速公式の流速係数Cは140を120にも変更している。しかし、流速係数は水撃圧に大きく影響を与えないので、今回の議論では省略する。

この技術書で示された圧力波伝播速度を計算するために必要な数値は示されていないが、理論値(a_r)、流速係数から推測すると硬質塩化ビニル管で呼び径は150mm以下のものと推定される。

そこで、ここでは、呼び径125mmのVP管を想定すると、概略内径125mm、最小管厚は7.0mmとなる。また、硬質塩化ビニル管のヤング係数を2.94 × 10⁸kPa(技術書217頁表-8.2.1より)とし、式(3-1)から圧力波伝播速度を求めると

$$a_r = 390.3 \text{ m/s となる。}$$

ところで、現実には管体はこのヤング係数では伸縮できない。そこで、測定値と理論値を一致させるために、ヤング係数として表3-1に示される値の1.3倍である3.822 × 10⁸kPaを用いるか、ヤング係数は表3-1に示される値を用い、C₁として0.77を用いることで測定値と理論値と概ね等しくなる。即ち、圧力波伝播速度は

$$a_r = 440.1 \text{ m/s}$$

となる。この時、a_R/a_rは1.128となり、この値は技術書の場合と概ね等しい。

また、土肥論志らも水撃圧の測定の際、圧力波伝播速度を計算値の値より大きい値を用いることで、水撃圧の計算値と実測値がよく一致することを報告している³⁾。土肥らの場合はポリエチレン管で実測している。ポリエチレン管のポアソン比は0.458、両端固定とすると式(3-3)からc₁ = 0.790となる。

この条件で、呼び径75mm(内径78mm、厚さ5.5mm)の場合、ポリエチレン管のヤング係数を表3-1に示される0.98 × 10⁸kPaではなく、2.25 × 10⁸kPa(表3-1の2.3倍)にするか、あるいは、c₁として0.43を用いることにより実測値である

表3-1 管材の持つヤング係数 (E) (単位10⁶kPa (N/m²)) (カッコ内は×10¹⁰kgf/m²)

10¹⁰kgf/m²)

管 種	E	管 種	E
鋼 管	205.8 (2.1)	硬質塩化ビニル管	2.94 (0.03)
ダクタイル 鑄鉄管	156.8 (1.6)	ポリエチレン管	0.98 (0.01)
遠心力鉄筋コンクリート管	19.6 (0.20)	強化プラスチック複合管	14.7 (0.15)
コア式プレストレスト コンクリート管	39.2 (0.40)		

表3-2 圧力波伝播速度の実測値から求めたヤング係数又は管の埋設状況による係数

資料	管材	呼び径	表3-1によるヤング係数 (a)	実測の圧力波伝播速度から逆算したヤング係数(b)	比 (b/a)	表3-1によるヤング係数と実測の圧力波伝播速度から求めた C ₁
技術書 (250,251 頁)	硬質塩化 ビニル 管?	不明 (125mm と仮定)	2.94×10 ⁶	3.82× 10 ⁶	1.3	0.77
土肥論志ら (2000)	ポリエチ レン管	75mm	0.98×10 ⁶	2.25× 10 ⁶	2.3	0.43
同上	同上	150mm	0.98×10 ⁶	3.53× 10 ⁶	3.6	0.28

ヤング係数の単位は kPa

439m/sと概ね等しくなる。また、呼び径150mm (内径151mm, 厚さ7.0mm) の場合はヤング係数を3.53×10⁶kPa (表3-1の3.6倍) とする、あるいは、C₁として0.28を用いることで実測値である433m/sに概ね等しくなる。

以上をまとめると表3-2となる。このことから、埋設管の場合、圧力波伝播速度を求めるには、ヤング係数は表3-1に示される管材そのもののヤング係数を使用するのではなく、管路周辺の受動土圧も考慮してヤング係数を補正するか、あるいは、C₁を「管の埋設状況による係数」として1.0以下の値を採用することが必要と考えられる。

適切に水撃圧を推定する上で、今後は理論的に周辺の受動土圧を考慮したヤング係数の補正值または管の埋設状況による係数を求めること及び圧力波伝播速度の実測値の収集を図り、より適切な補正值または係数を求めることなど圧力波伝播速度をより正確に推定できる検討が必要と考える。

4. 現在の設計基準で検討すべき水撃圧推定法

「基準」のうち水撃圧が関係する部分は「9 水理解析」で『管路の水理現象の検討は、定常的な水理現象と非定常的な水理現象について解析を行うものとする。』と定められている (34頁)。また、「基準の運用」では、「9-2 非定常的な水理現象の解析」の「(1) 水撃圧の計算」で次のように定めている (38頁)。

『水撃圧の予測は経験則による方法を原則とする。ただし、経験則の範囲に収めるための手段が明確に示されなければならないので計算等による方法でもその予測を行わなくてはならない。』

なお、技術書では、経験則として次のように記述してある。「経験則による方法での水撃圧の計算値はバルブの特性、及び開閉速度、管路延長、管内流速、静水圧、さらに管の材質等によって異

なるので一律に決めることは困難であるものの、以下によって決定し、その範囲内となるバルブの操作速度等を選定すれば安全であろう」とし、自然送水方式の場合「クローズドタイプおよびセミクローズドタイプの場合は静水圧が $3.5\text{kgf}/\text{cm}^2$ (343kPa) 未満の場合は静水圧の100%、静水圧が $3.5\text{kgf}/\text{cm}^2$ (343kPa) 以上の場合には静水圧の40%または $3.5\text{kgf}/\text{cm}^2$ (343kPa) のうち大きい値とする」としている (225頁)。

ちなみに、1973年に定められた設計基準「第5編 水路工」47頁 (基準の解説) には次のように記述されていた。

『管路の設計に当たっては、水撃圧がなるべく小さくなるように設計しなければならないが、水撃圧の値は以下によって決定する。

- 1) オープンタイプの場合：略
- 2) クローズドタイプおよびセミクローズドタイプの場合 クローズドタイプおよびセミクローズドタイプでは管路途中や末端に設けた弁の開閉速度、管路延長、管内流速、静水圧などによって異なるので一律に決めることは困難であるが、AWWAや豊川用水の事例から静水圧が $3\text{kg}/\text{cm}^2$ (294kPa) 未満の場合は静水圧の100%、静水圧が $3\text{kg}/\text{cm}^2$ (294kPa) 以上の場合には静水圧の40%あるいは $3\text{kg}/\text{cm}^2$ (294kPa) のうちいずれか、大きい方の値をとれば安全であろう。なお、計算によって水撃圧を求めてもよい。』

両基準の経験則を比較すると静水圧の100%を見込む値は異なっている。その値の妥当性は別とすれば、現時点でみると筆者は旧基準が現実を反映したものと考える。以下その理由を述べる。

- ① まず、前者は経験則の推定値ありきで、その後、計算等によりこの範囲内におさまる手段を明確にしなければならないとしている。しかし、手段を明確にしたところで、管理段階で管理者が弁閉そく時間を守らなければ何の意味ももたない。

弁が電動弁を採用し必ずその閉そく時間となれば、水撃圧の問題は生じないであろう。しかし、かなり多くの弁では手動弁が採用されている。また、弁本体の改良もあって人間が素早く閉そくすれば10秒以下で閉そくできる弁も使用されている。

このような弁が設置された場合、仮に計算の結果、弁閉そく時間が9.9秒で経験則で推定した水撃圧の範囲内に収まるのであれば、閉そく時間10秒で水撃圧の問題は生じないであろう。

しかし、実態としては、経験則推定値以内に収めるためにはそれ以上長い弁閉そく時間を必要とするパイプラインも建設されている。

- ② 他方、後者は一応目安を示してはいるが、計算によることも許容しており、より現地特性や管理体制に応じたパイプラインの設計が可能である。

例えば、計算の結果、いわゆる経験則の範囲内に収めるためには閉そく時間が60秒となった。しかし、実際の弁は最短で10秒で閉められる手動構造と仮定する。旧基準の場合、実際の管理予定者又は使用予定者がどちらを選拓するか余地がある。即ち、10秒で弁を閉そくできることを望めば、管種を変更し、より大きな設計内水圧に耐えられる高価な管種を選定すればよい。この場合、イニシャルコストは増加し、その分受益者負担も増加することになる。

他方、管理予定者等が受益者負担を増加させたくなければ、経験則の推定値により求めた設計内水圧に耐えられる管を採用する。そして、供用開始後、計算結果で求められた閉そく時間を守らずに管体が水撃圧により破損した場合は、修理費を使用者が負担しなければならない。

結局、どちらを選定するかは管理予定者・使用予定者の意思を反映することができる基準となっている。

5. 仮想パイプラインによる水撃圧の推定

(1) 仮想パイプラインの概要

まず、水撃圧の推定を行うために仮想パイプラインを用いる。今回用いる例は、全てのパイプラインを代表するものではないし、このような単純なパイプラインが存在しないことも十分承知している。しかし、現在、施工されている規模のパイプラインとして、決して荒唐無稽なものではないと考える (図5-1参照)。

① 主たる設計条件

管路延長：5,000m、設計流量： $0.120\text{m}^3/\text{s}$ 、送水形式：ポンプ吐水槽方式、末端必要水圧水頭：10m (98kPa)、末端流量制御弁：バタフライ弁、末端流量制御弁の設置標高：0.0m、

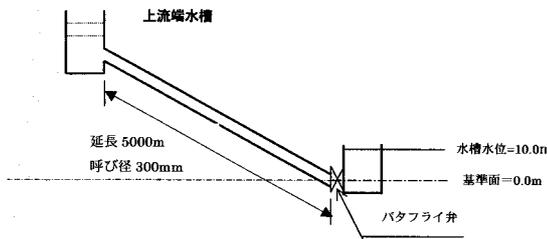


図5-1 仮想パイプラインの図

許容最大流速：2.0m/s以下とする。

② 管径の選定

設計流量と許容最大流速とから計算すると、最小管径は276mmとなる。これに対応する直近の規格管は呼び径300mm（硬質塩化ビニル管の場合、概略内径286mm）と管となる。ちなみに、硬質塩化ビニル管呼び径300mmを採用すると管内平均流速は1.869m/sとなる。

③ 上流端吐水槽の最低水位の計算

平均流速公式として、ヘーゼン・ウィリアム公式を用いる。基準書等によれば硬質塩化ビニル管の流速係数は150であるが、ここでは、曲がり損失水頭等の局所損失水頭を考慮しないで、摩擦損失水頭にこれを含ませることとし、基準書等の流速係数150の0.95倍である142.5とする。

ただし、バルブ損失水頭のみは考慮し、技術書187頁に示された水道用バタフライ弁の損失係数を示す図-7.2-17の小口径と大口径の平均値を用いることとする。

バタフライ弁が全開されていると弁下流部から上流端までの全損失水頭は下記の表の通りとなる。なお、流速係数が150の時の摩擦損失水頭は44.052mである。従って表5-1に示す摩擦損失水頭の差である4.385mが局所損失水頭として見込まれていることになる。また、これは損失係数24.635に相当する。

④ 設計内水圧

全損失水頭が48.508mであり、末端必要圧力が①で述べた設計条件より10.000mであるので、上流端吐水槽の最低水位は58.508mとなる。吐水槽の有効水深を3.000mとすると最高水位は61.508mとなる。また末端バルブ地点の標高は0.000mと仮定したので、バルブ直上流の静水圧水頭は同じく61.508mとなり、静水圧は602.8kPaである（表5-2参照）。

経験則による水撃圧は602.8kPaの40%又は343.0kPaの大きい方の値である。今回の場合、静水圧の40%は241.1kPaであるので、経験則による水撃圧推定値は343.0kPaとなる。従って、設計内水圧は静水圧に水撃圧を加えた値であり、945.8kPaとなる。水頭で表すと96.508mである。

⑤ 管種の決定

③及び④の計算は管材料及び管種は硬質塩化ビニル管のVP管と仮定して行った。技術書378頁では硬質塩化ビニル管VP管の許容内水圧は980kPaとされている。この値は④で求めた設計内水圧よりも大きいので、硬質塩化

表5-1 全損失水頭一覧

摩擦損失水頭 (m)	速度水頭 (m)	バルブ損失係数 (全開時)	バルブ損失水頭 (m)	全損失水頭 (m)
48.437	0.178	0.4	0.071	48.508

表5-2 設計内水圧の整理表

表示方法 (単位)	損失水頭	上流端水槽の最低水位	上流端水槽の最高水位 (= 弁地点の静水圧) (a)	水撃圧 (カッコ内は静水圧の40%の値) (b)	設計内水圧 (a+b)
水頭 (m)	48.508	58.508	61.508	35.000 (24.603)	96.508
圧力 (kPa)			602.8	343.0 (241.1)	945.8

ビニル管のVP管が本モデルでは採用可能である。

⑥ 圧力波伝播速度の推定

式(3-1)を用いて圧力波伝播速度を求める。但し、管材として硬質塩化ビニル管を想定しているが、第3章から求められたヤング係数である $3.82 \times 10^6 \text{kPa}$ ($0.039 \times 10^6 \text{kgf/m}^2$)を用いた。また、管厚は最小値15.1mmに許容差(+2.2mm)の0.5倍である+1.1mmを加えた16.1mmを用いて計算する。その結果、圧力波伝播速度は443.6m/sとなる。

(2)特性曲線法による水撃圧の推定

本節では、特性曲線法を用いて水撃圧計算を行い^{4, 5, 6)}、弁開閉速度のみで経験則の推定値に収めるため、弁開閉時間を求めることとする。なお、経験則の推定値に収めるためにはサージタンクの設置、副弁の設置なども考えられるが、ここでは

既述したように弁開閉時間のみで対応する。

水撃圧は最大の水撃圧のみばかりではなく最小値も問題となる場合もあるが、ここでは経験則の推定値との比較のために最大値について議論を進める。

第1節では硬質塩化ビニル管について水理計算を行った。しかし、ここでは管材による水撃圧、即ち、圧力波伝播速度による水撃圧の相違も明らかにするため、鋼管の水撃圧についても計算を行った。なお、鋼管は水撃圧の比較ケースのため、圧力波伝播速度のみを1,200m/sに変更し、流速係数は硬質塩化ビニル管と同じ値を使用した。

表5-4に示すように9ケースの末端バルブの閉そく時間を変更して水理計算を行い、そのときの最大水撃圧がどのように変化するかを明らかにした。なお、計算上の圧力波伝播速度は、硬質塩化ビニル管では446.429m/s、鋼管では1,219.512m/s

表5-3 主要な水撃圧に関する諸元

	硬質塩化ビニル管(a)	鋼管(参考)(b)	(b/a)
圧力波伝播速度(理論値)(a_T)(m/s)	443.6	1200.0	2.71
圧力波の往復時間=急閉そくと緩閉そくの境界($2L/a$)(s)	22.5	8.3	
仮に等価閉そく時間と実閉そく時間の比を0.15とした場合の急閉そくと緩閉そくの境界時間(s)	150.0	55.3	
圧力伝播速度(計算に使用した値)*(a_C)(m/s)	446.4	1219.5	2.73
圧力波伝播速度の理論値 a_T と計算に使用した値 a_C との比 a_C/a_T	1.0063	1.0163	

*文章参照

表5-4 シミュレーションの結果概要

シミュレーションケース	バルブ閉そく時間(s)	硬質塩化ビニル管の最大水撃圧水頭(a)(m)	鋼管の最大水撃圧水頭(b)(m)	(b/a)
ケース1	0.1	79.64	226.72	2.85
ケース2	10.0	71.15	204.62	2.88
ケース3	30.0	62.41	183.93	2.95
ケース4	60.0	55.88	165.03	2.95
ケース5	90.0	52.74	122.55	2.32
ケース6	120.0	50.74	90.34	1.78
ケース7	180.0	45.84	58.07	1.27
ケース8	240.0	37.50	38.43	1.03
ケース9	300.0	29.47	26.98	0.92

閉そく時間と水撃圧との関係

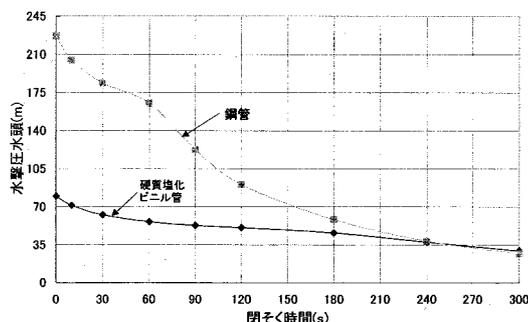


図5-2 水撃圧計算結果

を使用している。これは、特性曲線法では計算点数は奇数でなければならないため、入力値を若干変更して計算を行ったためである。

その他、時間差分 (Δt) は0.05秒、距離差分 (Δx) は硬質塩化ビニル管が22.321m、鋼管が60.976mである。また、計算点数は硬質塩化ビニル管では25、鋼管では83で計算を実行した。

バタフライ弁の開度-損失係数曲線は技術書187頁に示されている図-7.2.17を参考に定式化した。具体的には文献⁷⁾を参照されたい。

特性曲線法から得られた水撃圧の推定値を表5-4、図5-2に示す。

これらの計算結果から、このパイプラインに関しては次のことが言える。

- ① 経験則の推定値内に水撃圧を抑えるためには管材にかかわらず、バルブ開閉時間を約255秒(約4分15秒)以上にすることが必要である。

また、経験則の推定値を使用する程度のバルブ閉そく時間の場合には、水撃圧は管材の圧力波伝播速度に影響されない。

- ② 瞬間閉そく・急閉そく(閉そく時間0.1秒のケース1)では、水撃圧(水頭)はそれぞれ780.5kPa(79.64m)、2221.9kPa(226.72m)となり、第6章で述べるジュコフスキーの理論値のそれぞれ、94%、93%となり、理論式と数値計算結果は概ね等しいといえる。従って、水撃圧は圧力波伝播速度に比例している。しかし、経験則の推定値を大きく超える値となるので設計上・管理上絶対に瞬間閉そく・急閉そくは回避すべきである。

- (3) 現地の弁閉そく時間と水撃圧の関係について

電動バタフライ弁の閉そく時間は水管理制御方式技術指針(バルブ編)(昭和56年5月農水省構造改善局建設部設計課231頁)によれば、『通常30秒(小口径)から120秒(大口径)、配管状況によっては10分程度の長いものもある。』としている。

これと比較すると、水撃圧を経験則以下に抑えるためには、通常より遅い開閉速度で弁を閉そくしなければならない。電動バタフライ弁であれば、歯車の調整によりこの開閉速度を守れると考えられる。

しかしながら、手動バタフライ弁の場合、可能な限り早く閉めたくするのが管理人の心情であると推測されるが、現在の設計基準で設計されたパイプラインではこのようなことは許されないのである。

仮に、可能な限り早く操作し30秒で閉めることが可能であれば、この時の水撃圧は611.6kPa(62.41m)となり、内水圧は1,209.4kPa(123.41m)となる。従って、水撃圧により、管路等が破壊される恐れがあるといえる。

なお、緩閉そくの場合、水撃圧の大きさは式(6-2)から理解できるように、設計流速、管路延長、バルブの等価閉そく時間によって決定される。

(4) シミュレーション結果をみる上での注意事項

今回は、バルブの閉そく時間のみに着目して、シミュレーションを行った。しかし、延長がこれより長くなった場合、設計流速がこれより早い場合、実閉そく時間に比較して等価閉そく時間の比が小さい場合(スルース弁など)などの条件下では、今回、計算した水撃圧より大きくなると予測される。

従って、パイプラインの長延長化等が進んでいる今日、維持管理を十分に考慮した上で、設計内水圧を決定しなければならないであろう。

6. 経験則による水撃圧推定値の一部管材の軽減措置についての誤解について

平成10年3月に制定された設計基準・技術書では経験則による水撃圧推定値は管材によらず同一の値としている。昭和63年に制定された旧設計基準でもこれは同じである。

しかし、この間に示された標準設計では硬質塩化ビニル管の経験則による水撃圧推定値は、設計基準の経験則の1/2にしてもよいと思われる計算例があった⁸⁾。なお、この標準設計は現在使用さ

れていないはずであるが、現場技術者から何故その記述が削除されたのかの質問を受けたことがある。

これは下に述べる瞬間・急閉そくの水撃圧を求めるジェーコフスキーの式(式6-1)と緩閉そくの水撃圧を求めるアリエビの近似式である式(6-2)を比較すれば、判断できる。

- ① ジェーコフスキーの式(バルブの急閉そく($0 \leq t_c \leq 2L/a$)の場合の水撃圧推定式)

$$\Delta H = -\frac{a}{g} \Delta V \dots\dots\dots (6-1)$$

ここには ΔH 圧力上昇(m)、 a は圧力波伝播速度(m/s)、 g は重力の加速度(m/s^2)、 ΔV は流速変化(m/s)

- ② アリエビの式(バルブの緩閉そく($t_c > 2L/a$)の場合の水撃圧推定式)

$$\frac{H_{max}}{H_0} = \frac{K_1}{2} + \sqrt{K_1 + \frac{K_1^2}{4}} \dots\dots\dots (6-2)$$

$$K_1 = \left(\frac{L \cdot V}{g \cdot H_0 \cdot t_c} \right)^2$$

- ここに、
 H_{max} : バルブ閉そくによって発生する水撃圧水頭(m)
 H_0 : バルブの位置における静水頭(m)
 L : 管の全長(m)
 V : 管内の初期および終期の定常状態の流速差(m/s)
 g : 重力の加速度(m/s^2)
 t_c : バルブの閉そくに要する等価閉そく時間(s)

急閉そくでは式(6-1)から明らかなように水撃圧は圧力波伝播速度と流速に比例する。即ち、硬質塩化ビニル管の圧力波伝播速度は概ね400~500m/sであるのに対して、鋼管等の圧力波伝播速度は概ね1,000~1,200m/sである。従って、管路内の縦断方向の平均流速が同じであれば、鋼管等では硬質塩化ビニル管に比較して2~3倍の水撃圧が発生する。

しかし、急閉そくされた場合には、極めて大きい水撃圧が発生することになり、これは絶対に回避すべきことである。

ちなみに、管路内平均流速は第4章で得られた1.869m/sを用い、圧力波伝播速度を硬質塩化ビニル管では444m/s、鋼管では1,200m/sとし、瞬間

閉そく・急閉そくされた場合、水撃圧はジェーコフスキーの式(6-1)より

$$\Delta H_{viny} = 84.7m \quad \Delta P_{viny} = 829.8kPa$$

$$\Delta H_{iron} = 244.9m \quad \Delta P_{iron} = 2,400.0kPa$$

となる。ここで、 ΔH_{viny} は、硬質塩化ビニル管の水撃圧水頭、 ΔP_{viny} は硬質塩化ビニル管の水撃圧、 ΔH_{iron} は鋼管の水撃圧水頭、 ΔP_{iron} は鋼管の水撃圧水頭である。

これから理解できるように、硬質塩化ビニル管の水撃圧は鋼管の水撃圧の比は当然、圧力波伝播速度の比となる。しかし、静水圧にもよるが、急閉そくでの水撃圧は経験則の水撃圧推定値を大きく上回る。

設計基準では、緩閉そくを前提としているが、これは式(6-2)からわかる通り、圧力波伝播速度即ち管材に基本的に影響されない。

標準設計ではJIS K6741解説によるとあるが、なぜ、緩閉そくを前提とした経験則において、硬質塩化ビニル管の経験則水撃圧推定値を設計基準の1/2としたのか、筆者の理解の苦しむところである。

なお、このことは、第5章の非定常水理計算による水撃圧推定で既に明らかであろう。

7. おわりに

現在、パーソナル・コンピュータは一人が一台を所有するほど身近な時代になり、10年前に比較すれば、数値計算も極めて早いでスピードで行える環境になった。また、様々な非定常流理解析のための手法・プログラムも示されている。第5章で行ったシミュレーションは入力データさえ作成できれば、パソコンを使用しても計算は数秒でできる。

また、様々な構造物が含まれているパイプラインでも、システム全体として非定常水理シミュレーションを極めて簡単容易かつ短時間にできる環境になっている⁹⁾。

近い将来、設計基準「パイプライン」も性能設計の考え方を取り入れた基準に変更されると予測される。この場合、事業の計画・設計者側は使用者又は使用者の代表者と具体的な数値をもって将来の水管理を含めて施設計画を議論することが求められるであろう。

その議論の際、事業の計画・設計者側は、「このパイプラインの設計内水圧のうち水撃圧は経験

則に基づいて行っています。弁は急いで閉めようとすれば60秒で閉そくできますが、水撃圧からパイプを守ろうとすれば、閉そく時間は計算によると、5分以上が必要です。それ以上早く閉めるとパイプが破裂するかもしれませんよ。」と言って、使用者側が本当に納得するであろうか？

私は、より管理実態に近い閉そく時間での水撃圧の推定を計算で行い、それをもとに事業の計画・設計者側と使用者が水撃圧対策上について話し合いで決めて行くことが事業推進上も水管理上も重要であると確信している。

また、非定常水理計算は水撃圧現象など秒単位で流況把握に限ったものではなく、例えば、1日間の水使用の変化がパイプラインに設置されるファームポンドなどへ及ぼす影響などの日単位での非定常水理現象のシミュレーションもパソコン上で十分実用的な時間で行えるものと考えている。

以上を踏まえて今後の事業計画・設計及び管理並びに設計基準見直し際の検討素材としていただければ幸甚である。

引用文献

1) V.L.ストリータ (Victor L. Streeter), E. B.

ワイリー (E. Bennjamin Wylie), 竹中利夫訳：流体過渡現象，日本工業新聞社，7頁，1973年

- 2) 同上，pp 4～7
- 3) 土肥論志ほか：畑地かんがい用ポリエチレン管での水撃現象，平成12年度農土学会大会講演会講演要旨集，150頁～151頁，2000年
- 4) 白杵宣春，吉野秀雄，中達雄：パイプラインにおける解析手法について（第1回），ARIC情報62号，46頁～53頁，2001年
- 5) 吉野秀雄，中達雄，白杵宣春：パイプラインにおける解析手法について（第3回），ARIC情報64号，35頁～40頁，2002年
- 6) 吉野秀雄，中達雄，白杵宣春：パイプラインにおける解析手法について（第4回），ARIC情報65号，41頁～57頁，2002年
- 7) 4) に同じ，p53頁
- 8) 農林水産省構造改善局：土地改良事業標準設計，第4編パイプライン（解説書），191頁～192頁，1989年
- 9) 農業工学研究所，吉野秀雄，中達雄：プログラム著作権登録「パイプラインの非定常流解析のための汎用プログラム」，登録番号P第7570号-1，登録年月日，平成14年7月11日

環境への配慮と工事費縮減のための排水路の設計法について

—草生ライニングの重用と護岸高の低減—

阪 田 剛 一* 岩 間 正 市**
(Kouichi SAKATA) (Masaichi IWAMA)

目 次

1. はじめに.....	58	5. 農業用排水路断面の設計法.....	60
2. 排水路の護岸高低減の可能性と考え方.....	59	6. 環境に配慮した水路への適用.....	62
3. 草生の耐水性.....	59	7. 本設計法によって実施した事例.....	62
4. 掃流力, 許容掃流力.....	59	8. おわりに.....	65

1. はじめに

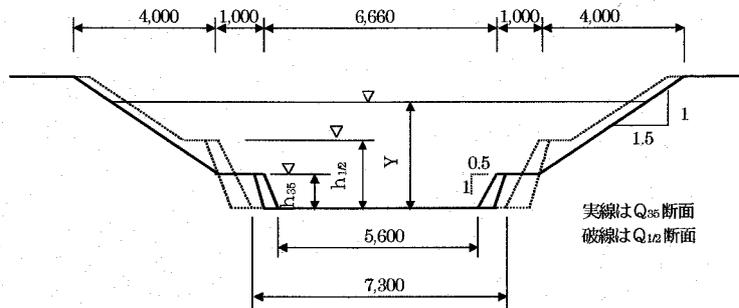
農業用排水路の設計においては、これまで生態系や景観等の環境に配慮がなされていないコンクリート擁壁や練積護岸工法が多く実施されてきた。環境へ配慮するためには、護岸をコンクリート構造等にすることを減らし、できるだけ天然の材料である草、木、土砂等を用いることが望まれる。

また、排水路の護岸高を減らすことにより、工事費の縮減が可能となりさらに、壁高を低くすればするほど構造上の問題が少なくなるため天然の材料を使用した工法が可能となり、環境へも配慮できることにつながると考えられる。

筆者らは以前から、排水路の設計において、後述するとおり護岸高を低くし、草生ライニング部を増やす設計法を提唱し^{1) 2) 3)}、既に一部の現場において実用化されている。

この設計法によれば、一般的な排水路の場合、護岸高は図-1のように2年確率洪水水位を対象としたものより大幅に低くなる。この設計法により設計し、施工されて30年以上経過した事例等について調査検討したところ、これまでに計画洪水量を超える洪水を何度となく経験してきたにも拘らずライニング材としての草生の衰弱や掃流による損壊等の問題は見受けられていない。

また、この設計法は、一般的な排水路において水理計算等が極めて簡便であることから、実用に



10年確率流量	$Q_{max} = 32.0 \text{ m}^3/\text{s}$	$Y = 3.41\text{m}$	但し、 $I = 1:3, 500$
2 //	$Q_{1/2} = 14.8 \text{ //}$	$h_{1/2} = 2.29\text{m}$	低水敷 $n_1 = 0.030$
35日 流量	$Q_{3/5} = 3.2 \text{ //}$	$h_{3/5} = 1.06\text{m}$	高水敷 $n_2 = 0.035$

図-1 N地区の検討例

*農業土木会館 (Tel. 03-3434-0461)
**東北農政局新安積農業水利事業所

十分耐えうると判断した。

本稿では、この設計法について述べるとともに実施例についても紹介するものとする。

なお、この設計法においては、構造的、力学的な検討は当然なされていることを前提としている。

2. 排水路の護岸高低減の可能性と考え方

排水路の護岸高は、H11年改定の設計基準の技術書では、「・・・必要最低限の範囲」とすると述べられている一方で、「低水護岸の高さは1年もしくは2年確率流量時の水位を原則」とするとある。また、H12年に刊行された農業土木ハンドブックでは「水路護岸は、特に事業費に大きく影響するので、その必要性を十分検討する。護岸は年に1~2回起こる洪水量までとする。」とある。

その他『河川工学』関係書の内容を幾つか調べてみたが、「河川の護岸は必要に応じ設ける」とか、「高水敷の高さは年に1~3回の洪水位程度となっている所が多い」と述べられている程度である。その中で中小河川を対象とした千田 稔著『実用河川工学』（理工図書）では護岸の天端高さは「河川勾配の逆数の1/5より低い水位程度までとする」とされており、例えば河川勾配が1/500なら護岸高は100cm (1m)、1/1000なら200cm (2m) 程度としているが、これは勾配の逆数に0.2 (m単位なら0.002) を掛けたものとなり後述の本設計法の草生の許容掃流力値と一致している。

一般河川を見ても高水敷の護岸はもちろん低水路の護岸すらない場合が多い。計画洪水位が10~200年確率の一般河川に対し、通常10年確率の農業用の排水路が護岸に関しては一般河川より高くし安全度を高めるといふ必要性はないものと考えられる。また、現在一般的に護岸高さの決定のために用いられている2年確率洪水位は、その根拠を確かめたが見当たらなかった。

このようなことから、護岸高を合理的に求める方法を検討してきたところである。

本報では、農業用排水路の護岸高の決定に際し、一般的な排水路の場合では、年間第35位の水位の10年確率洪水位（このときの水量を「 Q_{35} 」、水深を「 h_{35} 」とする）を護岸の天端高とすることを提唱するものである。

なお、年に35日とした根拠は、後述のように①流水による掃流（洗掘）を起こさないためのライ

ニング材として一般的な排水路は草生（張芝）で十分であることと、②草生は年に35日の出水（連続では20日間）に耐えられることである。

従ってここでは、一般的な水路の護岸高は、草の生育できない Q_{35} の流下水深 h_{35} までとし、護岸天端より上部の高水敷は草生でライニングすることを提唱するものである。

3. 草生の耐水性

草生（張芝）の耐水性の検討にあたっては、S43年に宮城農業短大で実験を行っており、春季、秋季とも連続20日以上冠水に耐えられることが確かめられている¹⁾。

また、年間35位以上の水位（流量）は1度に現れるのではなく数回の出水に分かれて現れるが、1回当たりの最長の連続日数をH元年から12年にかけて河川流量年表で調べ、その10年確率を求めたところ、東北の2河川、九州の2河川でいずれも17日以内であった。従って Q_{35} の水位を高水敷（草生）面とすれば、草生は連続して17日間冠水するが草生の耐水日数である20日間より短いため衰弱することはないと判断した。

このことは、後述する施工事例を見ても長期間にわたり掃流に対する問題は生じていないことから実証しているものと判断している。

なお、 Q_{35} は実測水位データがあれば超過確率計算で求められるが、近傍河川のデータから推測することも可能である。例えば、宮城県名取川地区の近傍河川では10年確率流量を Q_{max} として $Q_{35} : Q_{max}$ は概ね1:10であり²⁾、この割合は流域面積の大きさに関わりがなかった。

4. 掃流力、許容掃流力

掃流力法は、掃流力と許容掃流力により流水による掃流の有無等の検討を行うためのものである。掃流の有無等の検討は、掃流力法のほかにわが国でよく用いられている許容流速法があるが、許容流速法の適用に当たっては、水深による許容流速値の補正が必要であり³⁾、また護岸高を求めるには煩雑となる。

掃流力法は、ヨーロッパで時々用いられてきており、アメリカ開拓局での研究⁴⁾もあり、この方法によれば、草や土砂の掃流の有無の判定とともに、水路の護岸高を容易に求めることができる。

掃流力は以下の掃流力公式で与えられる。

$$T_m = w \cdot R \cdot i \quad \dots\dots\dots(1)$$

T_m ; 潤辺における平均掃流力
 w ; 水の単位重量 (= 1.0t/m³)
 R ; 径深, i ; 動水勾配

台形水路の潤辺各部の掃流力の分布が図-2のように実験で与えられている。

この図から、台形水路の底面の掃流力 T は水深を Y として

$$T = 0.970w \cdot Y \cdot i$$

であるから次のように近似できよう。

$$T = w \cdot Y \cdot i \quad \dots\dots\dots(2)$$

また、複断面水路の高水敷面では実用上高水敷の水深 y を Y とみなせば、

$$\text{高水敷面の掃流力} : t = w \cdot y \cdot i \quad \dots\dots\dots(3)$$

となる。

ライニング材としての張芝の許容掃流力 T_a (草)は水路護岸の限界掃流力等の概念を示したSchoklitschにより0.002t/m²と与えられているが、国営土地改良事業郡山東部地区の排水路において実際に起こった洪水時の痕跡から、張芝に負荷した掃流力を求めたところそれ以上あったことが確

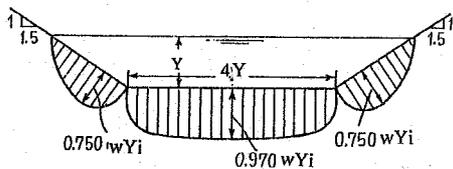


図-2 台形水路断面における掃流力の分布
 (Olsen and Florey : U. S. Bureau of Reclamation)

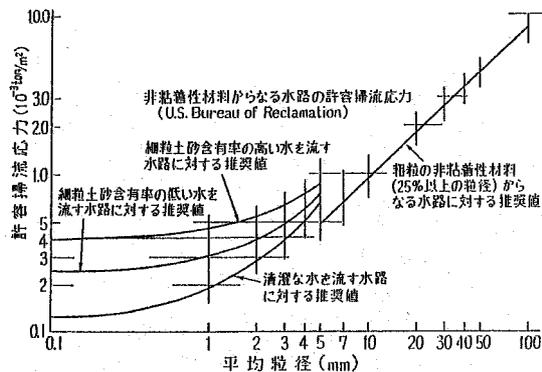


図-3(1) 非粘着性材料からなる水路の許容掃流応力
 (U. S. Bureau of Reclamation)

認されている³⁾。また、国営及び団体営土地改良事業猿ヶ石南部地区では、後述のとおり0.003t/m²以上はあったと推定される。これらから草生ライニングの許容掃流力は T_a (草)=0.002t/m²とすれば十分安全であり、さらに条件を整えば0.003t/m²とすることも可能であるといえる。

なお、このことは、米国土壌保全局推奨の許容流速法³⁾と比較しても十分安全である。

また、ライニング材としての土砂の許容掃流力 T_a (土)は、図-3(1)(2)のように与えられている。

5. 農業用排水路断面の設計法

本設計法によって求める断面は、図-4のフローチャートに示すように4つのケースが考えられる。以下に各ケースの判別法と断面の求め方について述べるものとする。

水路断面は、あるケースを想定して試算によって求め、求めた断面(水深 Y または y)において発生する掃流力を土砂や草生の許容掃流力と対比して、そのケースの条件式に当てはめ条件に合っていることを確かめる。もし合わなければ他のケースで再度試算を行って断面を求める。

なお、断面を変えることによりケースが変わることがある。例えばケース1の断面の水深を小さく(水路幅を大きく)すればケース3になり極端

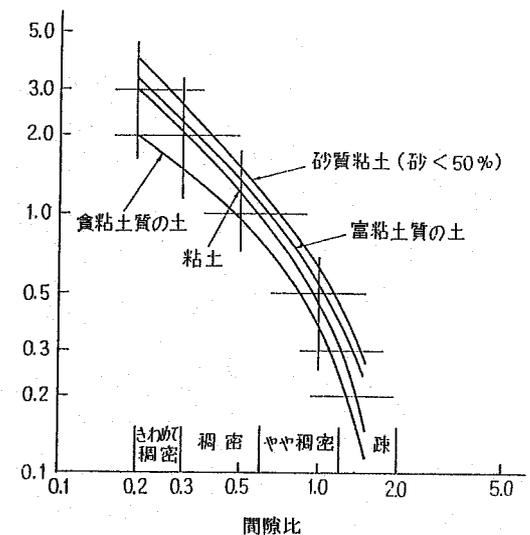


図-3(2) ソ連における許容掃流値から換算した粘性材料水路の許容掃流応力

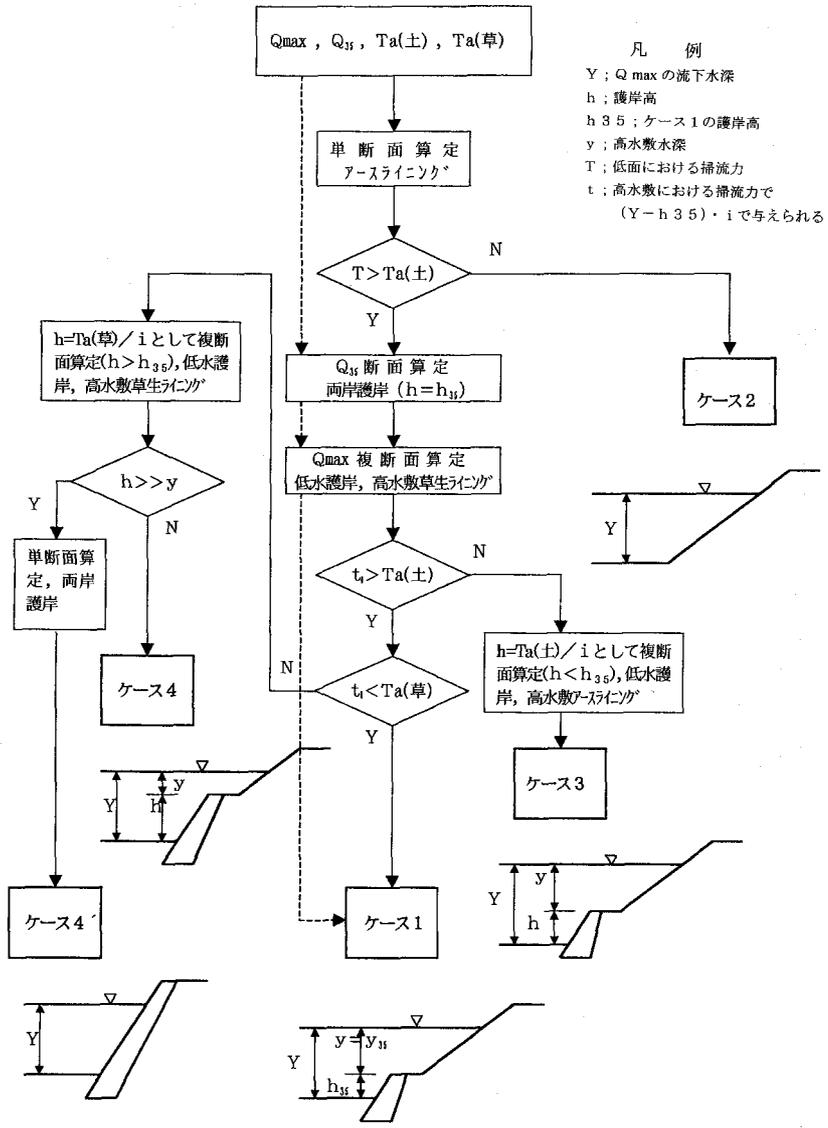


図-4 排水路断面設計法フローチャート

に小さくすればケース2にもなる。

しかし、いずれにしても試算を繰り返して草生ライニングや護岸を含めた断面を求めることから、このことは特に問題となることではない。

① ケース1 わが国の排水路の多くはこれに相当する。

図-4の破線のようにQ₃₅が通水できる低水断面を兩岸または3面護岸として求め(護岸高はh₃₅となる)、次いで高水敷を草生ライニングとして複

断面を求める。条件式はT_a(土) < t < T_a(草)である。

T_a(土)は図-3(1)(2)から求め、高水敷水深yを用いて(3)式から高水敷掃流力t = y · i (w = 1として)、T_a(草)は前草から0.002t/m²として、条件を満たすかどうかは容易に判別できる。なお条件を満たす場合はy = Y - h₃₅となり、このときのtを特別にt₁ (= (Y - h₃₅) · i)と呼ぶことにする。

また、高水敷の法面上部でt < T_a(土)となる部分は、アースライニングが可能である。

【計算例】N地区検討例（図-1参照）

- ・動水勾配，粗度係数，仮定断面は図-1に示す。
- ・ $Q_{35} = 3.20\text{m}^3/\text{s}$ を満流で流下させる低水路断面をマンニング式で求めたところ
 $h_{35} = 1.06\text{m}$ となる。
- ・1/10確率の計画洪水量 $Q_{\text{max}} = 32.0\text{m}^3/\text{s}$ について求めたところ $Y = 3.41\text{m}$ となる。従って，高水敷きの水深は $y = Y - h_{35} = 2.35\text{m}$ となる。
- ・高水敷きの掃流力は $t_1 = y \cdot i = 2.35 \times 1/3500 = 0.00067\text{t}/\text{m}^2$ となる。
- ・土砂はやや稠密で粘土分多い土質として，図-2より $T_a(\text{土}) = 0.0005\text{t}/\text{m}^2$ とする。
- ・よって，条件式 $T_a(\text{土}) < t < T_a(\text{草}) = 0.0005 < 0.00067 < 0.002\text{t}/\text{m}^2$ を満足するため，図-1の断面が得られる。

なお，計画洪水時の掃流力 $T (= Y \cdot i = 3.41/3500 = 0.00097\text{t}/\text{m}^2)$ は $T_a(\text{土})$ より大きく，当然ケース2はあり得ないこととなる。

②ケース2 水路底面の掃流力 T が小さい場合や重粘土のように $T_a(\text{土})$ の大きい場合等であり，アースライニングの単断面が可能となる。条件式は $T < T_a(\text{土})$ で，単断面の水深 Y を求め(2)式 $T = Y \cdot i$ ($w=1$ として)から掃流力 T を求め，条件と合うかを確認する。条件に合わないときはケース3となる。

③ケース3 ケース1とケース2の中間的なもので複断面となる。護岸高 h は h_{35} より小さくなり，高水敷はアースライニングが可能である。

条件式は $t_1 < T_a(\text{土}) < T$ である。

④ケース4 t がかなり大きい場合で複断面となる。護岸高 h は h_{35} より大きく，高水敷は草生ライニングである。条件式は $t_1 > T_a(\text{草})$ である。

また，急流河川等で護岸高 h が大きくなるため，草生ライニング部が小さいときは草生部を無くし単断面とし，堤防の天端まで護岸とした方が合理的な場合がある(ケース4')。

なお，急流河川では護岸の許容掃流力も検討する必要がある。これについては，前述の張芝と同様Schoklitschにより，例えばそだ工護岸では $0.007\text{t}/\text{m}^2$ ，空積石工では $0.06\text{t}/\text{m}^2$ 等が与えられており，実施例等による検証が待たれるところである。

6. 環境に配慮した水路への適用

排水路は，景観，生態系，水質浄化等の環境に配慮するためには，河川の形状や植生等をできるだけ現状に近い状態にすることが望まれる。

本設計法では，水路の護岸高を低くし，草生ライニングを増やすことを提唱しているが，草生部は徐々に植生が変化し周囲と同化していくため，実施例をみても周囲の景観との違和感は余りない。さらに，長期間放置(が許されるなら)した所には樹木の生育が見られるようになる。

護岸としてはできるだけ現地で産する天然材を用いることが好ましく，護岸高が小さくなることにより構造上の制約は少なくなり天然材の活用の可能性が強まり，例えば丸(玉)石の空積やそだ工等の採用が可能となる。

また，護岸に適した天然材が少ないときは，実施例にあるコンクリートブロックの空積や連結ブロックの採用等によっても相応の効果は期待できよう。

7. 本設計法によって実施した事例

7-1 猿ヶ石南部地区

本地区は，国営と団体営で1970年頃に実施した地区である。

本地区の排水路は，兩岸コンクリートブロック空積護岸または柵渠で， Q_{35} は名取川地区と同じく Q_{max} の1/10とした低水路断面と，草生ライニングの高水敷断面となっている。

本地区の排水路の状況について工事完成後ほぼ10年経った1982年に現地調査を行った。

その結果，水路の空積護岸に幾分の損傷がみられたが，草生ライニングは構造物の接続部など一部がわずかに掃流されているように見えたが今回の調査で問題ないことが分かった。

総体的に各水路は，機能面，管理面ともに良好であり管理団体と受益者から大変よい評価を受けていた。特によい評価を受けていることと理由としては，護岸工事費が大幅に減少したため，計画変更で排水路の延長を倍増したにもかかわらず，総事業費が増えなかったことが挙げられていた。

さらに，工事完了後30年余経過した2002年5月に再度調査を行った。

排水路の維持管理は，市の農政課(災害復旧は土地改良区)で行っており，市は排水路の補修等

の維持管理を実施し、草刈は農家に年2回委託している。また、それ以外の草刈や井払い（水路清掃）等は地元の自主性に任せているものの、近年は後継者不足で草刈等は必ずしも十分ではないとのことであった。

本水路は、2001年7月に200年確率を大きく上回る大洪水に見舞われたが、今回その後の状況について2系統の排水路の調査結果を報告する。

(1)菅生排水路（図-5、写真-1、-2）

本排水路の断面は、低水護岸は空積コンクリートブロックで高水敷は草生ライニングとなっている。

低水護岸は、土砂の吸出し等による損傷が一部にみられたが、高水敷の草生ライニングは弱点と考えられていた曲線部や構造物の取り付け部も被害が殆ど無く良好であり、特に問題は見受けられなかった。

なお、本排水路の上流部を除く大半は、堤内地が遊水池化しているため計画洪水位を大きく上回らなかったことや草刈、水路清掃等管理もよく行われていたことも被害の軽減に効果があったとも

考えられる。

(2)瀬谷子排水路（図-6、写真-3）

本排水路は、地形勾配が急で起伏に富んだところに設けられた水路で、落差工を多数配し、深く掘り割られたところも多く、低水路はコンクリート柵渠、高水敷は草生ライニングとなっている。柵渠は長年の間、土砂を含んだ流水による磨耗と凍結融解作用により劣化が進んだ状態であった。また水路は除草や水路清掃等が必ずしも十分な状態とはいえない。これらも被害の程度に影響したとも考えられる。

洪水時には堤防からの溢水が随所に見られ、土砂の流下も多く災害箇所が多かった。

柵渠は柱の折れ曲がり、柵板のずれや、ひどいところは柵板の滑落がみられた。被害の程度は落差工上下流、流入工等の構造物の周辺、曲線部に多い傾向にあった。

草生ライニングの被害は柵渠の決壊や柵渠背面の土砂の吸出しによる空洞化・陥没、流入工等構造物の損壊に伴うものが大半であり、草生ライニング自体が掃流を受けたという明らかな形跡は見

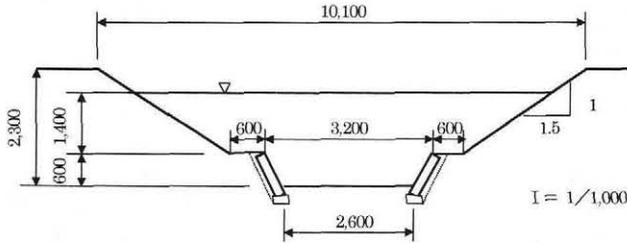


図-5 猿ヶ石地区排水路断面図

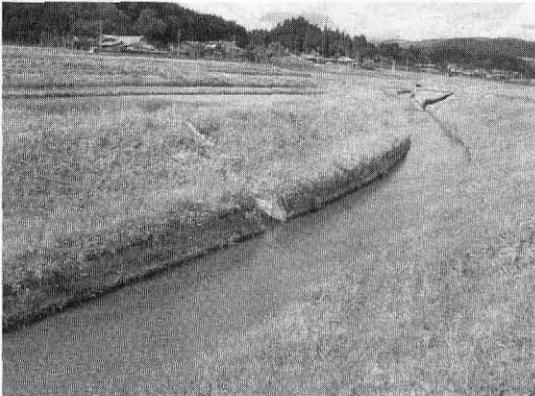


写真-1 菅生排水路

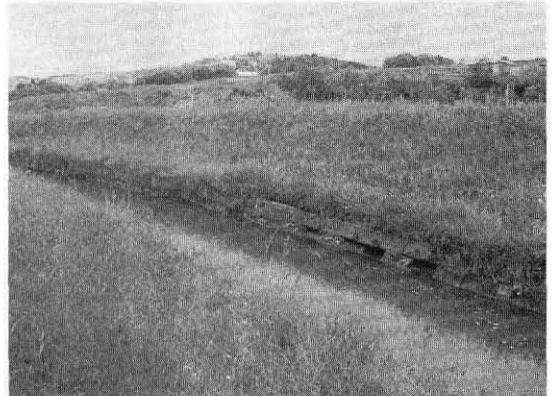


写真-2 菅生排水路・空積コンクリートブロックの局部的損傷状況

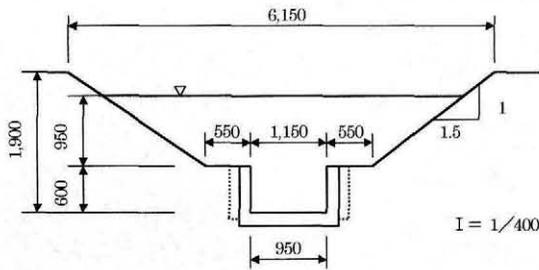


図-6 猿ヶ石地区瀬谷子排水路3型開渠



写真-3 瀬谷子排水路・柵渠の決壊状況

当たらなかった。

掃流力Tは、溢水箇所の堤防高を洪水位と仮定して算定した場合 $3.25t/m^2$ であり、溢水できない掘削部ではそれ以上に達していたと考えられる。

以上から、掃流力が $0.002t/m^2$ 以上でも掃流されず十分安全であることが実証されたと判断している。

7-2 国営土地改良事業郡山東部地区

本地区の大半は、起伏に富んだマサ土の丘陵地帯であるが、降水だけでもガリー浸蝕ができる等、水に弱いマサ土の特性から掃流に十分配慮する必要がある。

排水路は、側面はもちろん底面も掃流防止の必要があった。このような条件の中で本設計法により実施した天神川I型排水路と手代木(5-1)工区の水田圃場整備について報告する。

施工はS56~57年で20年を経過しており、この間に計画雨量に近い降雨を度々経験している。

(1)天神川I型排水路(写真-4, -5)

$$Q_{max} = 44.23m^3/s, Q_{95} = 4.42m^3/s, I = 1/160$$

護岸工法は土となじみよく、土の吸出しや底面の掃流を防ぎ、かつ経済的な連結コンクリートブロックを採用した。この連結ブロックは透水シートの上にコンクリートブロックを貼り付けたものである。

水に弱いマサ土の特性を考えて慎重を期し、護岸高は0.3m程度の余裕を見込んだ。

災害の実績は、現在まで皆無であり、落差工下端において部分的な洗掘と土砂堆積がみられるが流水に支障を生じない程度である。また、護岸と草生ライニングはいずれも良好な状態を保っている。



写真-4 天神川排水路



写真-5 天神川排水路・連結ブロック

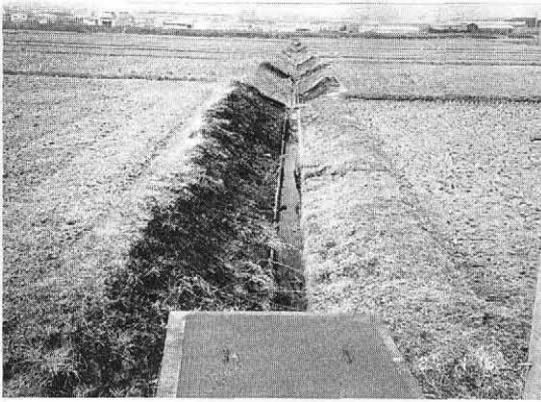


写真-6 手代木地区排水路

連結ブロックは、透水シートの網目から草が生え出ており、一見草生水路と見紛う状態となっている。

草生部は降雨時に足を踏み入れると、マサ土特有の軟弱な状態になっているが、草生の衰弱や掃流を受けた痕跡は見当たらない。

この河川は県管理となっており、維持管理の一環であるクリーンアップ作戦として、地域住民の奉仕作業により年に1回清掃作業が実施されている。草刈等は各地権者が圃場に面した部分を自主的、慣行的に実施しており、比較的良好に管理されている。

(2)手代木 (5-1) 工区 (写真-6)

地区面積；28.2ha，水路（地形）勾配；1/50～1/1000

計画洪水量 Q_{max} ；0.033～1.88 m^3/s （2年確率流量0.018～1.004 m^3/s ）

護岸は有孔フリウムを主体とし、緩勾配部のみコンクリート柵渠とした。

掃流による災害は現在に至るも起きていない。維持管理としては、水路清掃を地元が年に1回春先に実施し、また草刈は地元が自主的に年に2～3回実施している。

排水路の現状は良好である。

なお、実施設計段階で2年確率洪水量で設計したものと本設計法によるものとを比較したところ、工事費は約32%減となっており3)、工事費削減効果は十分あるといえよう。

8. おわりに

本設計法は、農業農村整備事業の農業用排水路に関して自然環境への配慮と工事費の縮減に有効

な解決策をあたえるものと考えられる。すなわち本設計法は草生（張芝）ライニングを重用し護岸を大幅に減らすものであり、実施例からも問題はなく十分実用可能であると判断している。

護岸高が減れば排水路工事費の大半を占める護岸工事費が縮減する。また、草生ライニング自体が自然環境に適応しているとともに、護岸高が低くなることにより自然環境に適応した天然材活用の工法が可能となる。

本報文が、自然環境への配慮と工事費の縮減に資することができ、地域住民をはじめ各方面からより一層評価される事業の推進に寄与できれば幸いである。

なお、本設計法による護岸高の算定の基となる張芝の耐水限界日数や許容掃流力は十分安全であり、条件によってはさらに低くできる可能性がある。草生の耐水限界日数については連続冠水日数の上限値や冠水と冠水の間隔が短い場合の影響等が解明される必要があり、また草生の許容掃流力については植生の状態や土壌との関連、掃流力については曲線部や複断面の分布状態の解明が必要とされよう。あるいは、段階施工が許されるなら護岸の高さをさらに低くする等の実績の積み重ねによる経験則の確立も考えられよう。

最後に、種々ご指導、ご協力を頂いた農業工学研究所中室長、猿ヶ石南部土地改良区及川事業課長、郡山東部土地改良区、三塚技術士事務所長、JIRCO渡辺常務取締役等の皆様に対し誌上を借りて謝意を表したい。

引用参考文献

- 1) 永松宏之，阪田剛一，平井達之：掃流力法による排水路の断面決定について「水と土醜卷5号 P19～25 (1968)」
- 2) 阪田剛一，平井達之：排水路断面の決定法について－掃流力と芝の耐水性から－，農業土木学会昭和44年東北支部研究発表会講演要旨 P78～80
- 3) 阪田剛一，三塚敬之助：小排水路の経済設計と安全性について「水と土第59号 P46～59 (1984)」
- 4) VEN TE CHOW (石原藤次郎訳)：海水路の水理学 (P151～152)，丸 善 (1962)
- 5) 同上 (P150)
- 6) 同上 (P163～170)

昔も今も、みんなの久米田池

永井啓一*
(Keiichi NAGAI)

1. はじめに

久米田池は僧行基によって、天平時代に14年の歳月（西暦725年～738年）をかけて築造され、今も昔も、地域に暮らす多くの人たちや多くの生き物にとってなくてはならない存在となっている。

久米田池は、府下第1号のオアシス整備事業として、平成3年から11年の歳月をかけて地域の人たちの多様なニーズに応じられるようにリニューアルされた。その結果久米田池は、以前にもまして多くの方々がおウオーキングやジョギングなどを楽しまれ、親しまれるようになっている。

このような地域の財産である久米田池を、将来にわたり、多くの地域の人々で維持管理するために、85団体で構成する「久米田池をまもる会」が平成14年7月に発足した。

「久米田池をまもる会」では、数多くの団体の人に、久米田池を活用してもらうことで、関わっていただき、久米田池への関心の深まりと、維持管理活動への積極的な参加を期待している。

大阪府泉州農と緑の総合事務所耕地課では、「久米田池をまもる会」の活動の一環として、久米田池が昔から地域に深く関わった池であること、また、明治以来河内ブナの養殖がされていること、年間を通じて125種類もの野鳥が飛来すること、さらに、水質環境の改善、ユスリカの大量発生、養魚の収穫アップなどの課題も数多くあることから、久米田池周辺の小中学校と連携し、平成14年度から本格化した「総合的な学習の時間」に「久米田池」を取り上げていただくことを提案し、耕地課職員等による「出前授業」を行ったり、関係機関と協力して、「昔も今もみんなのため池」という視点で教育との連携を進めている。

昔から地域の人々と密接な関係を持ちながら歴史を刻んできた久米田池について、現在の取り組みを中心に紹介したい。

2. 久米田池

〔久米田池の昔〕

久米田池は、だんじり祭りで有名な岸和田市の池尻町と岡山町に位置し、大阪府下で最大の水面面積（約46ha甲子園球場のグラウンドの約31倍）を誇り、池の周囲2.6km、貯水量157万トンの農業用ため池である。

その歴史も古く、久米田寺の寺伝によれば、「この地域は往古、灌漑の水に乏しかったので干天のおりには農民の苦しむことはなほだしかった。それで聖武天皇は僧行基に命じて池を掘らせ、神亀2年（725年）に始め、天平10年（738年）に完成、14年の歳月を費やして竣工した」と伝えられている。

久米田寺は久米田池の畔に天平6年（734年）に開創され、天皇が久米田寺に対して長く池の管理維持も命ぜられた。いわば管理事務所的な性格を持っていた。

オアシス構想

オアシス構想は、“ため池”を農業用施設として活かしつつ、市農業の健全な発展とともに、とりわけ、都市生活“やすらぎ”と“潤い”を与えるため、魅力ある地域を構成する貴重な環境資源として総合的に整備し、府民とともに地域環境づくりを進めていこうとするもの

平成3年に構想を発表してから12年経過した現在、「久米田池」を始め22地区が完成、11地区で整備中

◎オアシス整備のポイントは、農家を始め地域住民参加の下に計画づくりを進め、整備し、住民参加で維持管理、活用を進め「ため池」を地域の財産にしていこうとすること

*大阪府泉州農と緑の総合事務所耕地課（Tel. 0724-39-1793）

久米田池は、当時岡山丘陵と久米田丘陵に挟まれて流れていた轟川（春木川）を堰き止めて築造されたと考えられている。轟川の源は人々から「神のお山」といわれ、古代の生命の根元としての水の信仰のある神於山であり、行基が久米田池築造に当たり、神於山に昇り「池は人倫の命 国家の宝なり 願わくば りん雨をそそがせたまえ」と祈ったと伝えられている。

築造当時は現在のような大きな池ではなく、鎌倉時代、南北朝時代と何回も修理や拡張工事が行われ、最大時、周囲1里（4km）、水面面積60町歩（60ha）といわれた久米田池ができあがったと考えられている。

中世以降、久米田寺が、寺領を削られたり、また久米田合戦をはじめとする戦乱の影響などで頽廃し、久米田寺だけでは池の補修・維持ができなくなった。

そのため、池の維持管理は久米田寺を離れて、久米田池の水で農業を行っている村々でつくられた久米田池郷に移り、池郷がその管理にあたるようになったといわれている。

久米田池郷に結集された村々は、田治米、池尻、小松里、大町、下池田、西大路、箕土路、中井、荒木、吉井、加守、春木の12ヶ村。そして古来、これを池郷12ヶ村といい、灌漑用水に「定め」をつくって、これを厳守して、現在に至っている。

このように、久米田池は農家の人々の膨大な出役と出費によって維持管理されてきた。

〔久米田池とだんじり祭り〕

行基の久米田池築造に対する農民の感謝の気持ちは大きく、祭礼の時、「行基まいり」が行われるようになった。久米田寺の水の恵みに感謝する村人は折にふれて、久米田寺にある行基堂におまいりしていたが、近世後期頃より、だんじりの「行基まいり」が行われるようになり、現在は久米田池郷のうち、加守、春木を除く10町、それに久米田池の余水の恩恵を受ける額原町が参加している。

3. 久米田池における総合的な学習への取り組み

〈背景〉

久米田池ではオアシス構想に基づいて整備を進め、トリムコースをはじめハード整備は平成13年度で終了した。

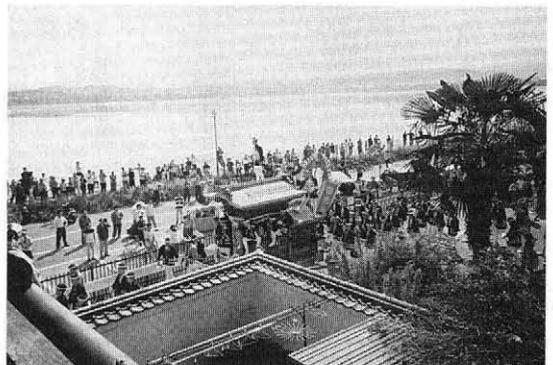


写真一 久米田寺と久米田池



図1 久米田池と神於山

図一1 久米田池と春木川，神於山



写真二 行基まいり (H.14.10)



写真-3 久米田池の航空写真-久米田池から神於山を望む-

しかし、オアシス整備事業着手以前から悪化していた水質の改善が進まないこと、そしてそれに起因するユスリカの大量発生やアオコの発生、さらにモロコ等の生産量の減少や飛来する野鳥の種の減少等が、久米田池の抱えている課題として残った。

久米田池やその周辺の水域では、以前からユスリカの大量発生が見られ、ユスリカはこの大量発生のために、久米田池周辺の住民、利用者にとって「不快な虫」となっていた。そのため、ユスリカの大量発生時期（毎年5月）には、周辺住民及び利用者から苦情が市、府に寄せられていた。

東京都の神田川をはじめ、各地で薬剤を利用した「ユスリカ対策」が1970年頃から行われていたが、閉鎖水域であるため池、特に養魚を行っている「久米田池」では、

- ・魚への影響が懸念されること
- ・その規模（貯水量約157万 m^3 ）から莫大な費用がかかること
- ・ユスリカの研究の中で「ユスリカは、幼虫の時にヘドロの汚濁物質を餌として成長し、成虫となって空中へ飛び出し、汚濁物質を外に取り出す、『水質浄化にとって

は益虫』である」ことが明らかにされており、ユスリカを全滅させれば、久米田池の水質の現状維持は難しく、それこそ久米田池は「どぶ池」になってしまうこと

- ・ユスリカが魚や、鳥、昆虫の餌としての貴重な資源となっていることから、ユスリカを薬剤で駆除することは、生態系のバランスを大きく乱してしまうこと

等の理由で、薬剤によるユスリカの全面的な駆除は不適切であると考えられた。

むしろ、ため池としての健全な生態系を回復することで、ユスリカの大量発生を抑制できないか考えた。

そのために、大阪府立大学を中心とする各分野の専門家で構成する「久米田池自然生態系再生アドバイザーズスタッフ」を結成し、久米田池の自然生態系の再生についてご意見をいただいた。その結果、「久米田池の生態系を再生するためには、一定の広がりのある浅瀬の造成が必要である」というアドバイスをいただいた。

そこで、平成13年度に、久米田池土地改良区のご理解を得て久米田池に約3,000平方メートルの浅瀬を造成した。

浅瀬の造成に際しては、大阪府の淡水魚試験場

(現 水生生物センター)のアドバイスを心得、浅瀬は間伐材と割石を利用し、ランダムに凹凸をつけて杭を設置した。浅瀬は久米田池特産のモロコの産卵場所になること、そして、大きな魚におわれた時の小魚の逃げ場所になることから設置が必要ということであった。

浅瀬には水生植物を試験的に植栽した。植栽にあたっては大阪府立農林技術センター(現大阪府立食と緑の総合技術センター)からアドバイスをいただき、久米田池の厳しい条件—大きい水位変動—をクリアーするために炭を利用し、保水性の向上はかって、炭を利用しない場合との比較検討を行うことにした。

このような浅瀬造成の過程で、小中学生と一緒にできること、例えば水生植物のモニタリングなど、が数多くあることに気がついた。

久米田池は、平成14年度から本格実施された「総合的な時間」の対象として、『いろいろな切り口に富んだおもしろい存在』と思った。

さらに、ユスリカの大量発生についても、「久米田池とその周辺水域で発生するユスリカの実態を調査し、周辺の地域住民の方々にユスリカを理解していただくことで、ユスリカの問題の一部は解決できるのではないかと。また、ユスリカの問題の根本的な解決は、水質の改善や生態系の再生が必要であることを理解していただき、水質改善運動、自然生態系の再生への取り組みなどにもつながっていくことができるのではないかと考えた。

久米田池の現在の生態系は貧弱であるかもしれないが、それを再生し、久米田池のあるべき姿をみんなで実現していくことが、久米田池の真のリニューアルになり、また久米田池のオアシス整備の要である『ため池環境コミュニティ』、すなわち「久米田池をまもる会」の活動の中心になりうるのではないかと考えた。

図1に示すように、久米田池に係わる小中学校は7校になる。

八木小学校、八木南小学校、八木北小学校、山直(やまだい)北小学校、久米田中学校、山直中学校である。

「久米田池をまもる会」では平成14年7月に発足した時、次の3つのスローガンを掲げた。

- ・久米田池をみんなで美しく保全しよう
- ・久米田池を教育の題材として利用しよう
- ・久米田池を観光資源として活用しよう

スローガンの一つ—久米田池を教育に活用しよう—の具体化として、「久米田池を総合的な学習の対象として小中学校に取り上げてもらえないか、造成された浅瀬を活用してもらえないか」各校に働きかけた。

〔小学校の取り組み〕

平成14年8月28日に、大阪府泉州農と緑の総合事務所、岸和田市、きしわだ自然資料館、大阪府立食と緑の総合技術センター、大阪府立大学、岸和田市立八木小学校、八木南小学校、八木北小学校、山直北小学校、城東小学校が参加し、現地見学(浅瀬の見学)を行い、平成15年度の総合的な学習への活用方法等について意見交換(アイデア出し)を行った。

八木南小学校が、2学期(9月)から久米田池を総合的な学習の対象として4年生、5年生で取り組みを検討、実施する事になった。

〔4年生〕

- ・9月に現地で耕地課、きしわだ自然資料館、養魚家が出前授業



写真-4 久米田池の歴史・大きさ・役割等を前出授業

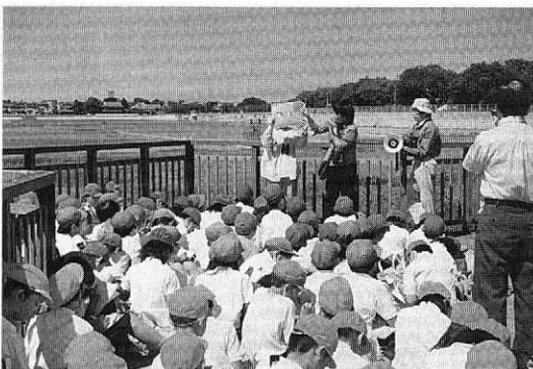


写真-5 久米田池に飛来する野鳥の学習・観察・スケッチ

- ・10月、11月で子どもたちが調べ学習
- ・11月22日に調べ学習をした成果の発表会（迫力満点）

我々が、行ったのは「出前授業」による動機付けと関係機関との調整、そして資料の提供だけであったが、先生方の適切な指導と、子ども達の意欲により、久米田池について、予想以上にすばらしい発表会になり、久米田池の持つ「総合的な学習」のテーマとしての可能性の大きさを実感した。

【5年生】

- ・5年生は、「久米田池と人々との関わり」をテーマにした。
- ・9月に子どもたちがフィールドワーク2回実施
- ・10月29日（火）；小学校で出前授業（久米田池土地改良区川中理事長，耕地課森技師）
- ・11月18日（月）；久米田池の養魚の水揚げ見学，マラウイ共和国天然資源・環境省

事務次官ムコンディワ氏のお話しを聞く

- ・11月23日（土）；久米田池オアシスの利用者数調査，アンケート調査を朝6時から夜6時まで12時間行った。
 - *その結果，久米田池をウォーキングしたり，ジョギングをして利用している人は約1350名であることがわかった。また，「どこから来たのか」「久米田池をどう思うか」などのアンケート，聞き取り調査もあわせて実施した。
- ・平成15年1月17日（金）；5年生の児童による清掃活動，アンケート調査結果に基づく久米田池新聞（資料1，2，3，4）の作成と配布
 - *子ども達の学習活動の中で，またアンケート調査の結果を見て「久米田池をどの様にしたいのか。自分たちにできることは何か」と考え，みんなで清掃活動を行うことになった。



写真-6 子供たちの発表会



写真-8 久米田池の歴史について

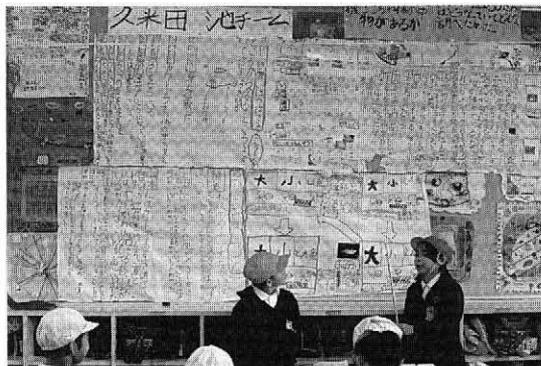
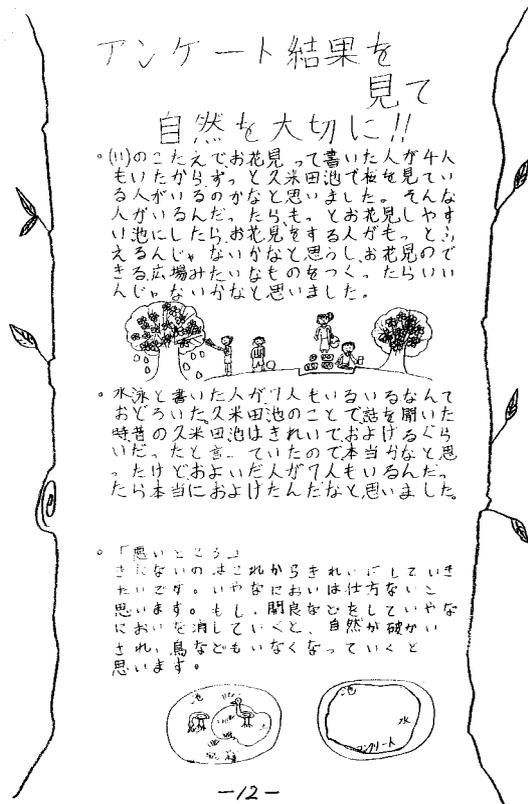


写真-7 養魚について熱弁



写真-9 久米田池の役割について（八木南小体育館）



資料-3 アンケート調査結果を見て



資料-4 アンケート調査結果を見て

〔中学校の取り組み〕

ユスリカの実態調査を行い、周辺住民の方々、利用者の方々にユスリカについて理解を深めてもらうことにより、久米田池オアシスと周辺流域の水質改善、水辺環境の再生など、「久米田池をまもる会」の活動を広めるきっかけとするため、中学校の「総合的な学習」の一環として取り上げてもらえないか相談を行った。

〔総合的な学習及び環境教育の実施〕

平成14年の6月から久米田中学校と山直中学校の協力を得て、ユスリカの実態調査を実施。久米田中学校は科学部、山直中学校は生徒会の生徒達が参加してくれている。

実態調査は、泉州農と緑の総合事務所、大阪府立食と緑の総合技術センター（総合防除グループ、水生生物センター、水質環境グループ、みどり支援課）、岸和田市、大阪府立大学昆虫学教室、岡山町会、池尻町会、久米田池土地改良区等が協力

調査内容は、久米田池周辺の4カ所（周辺住民の方に協力を得て）に電撃殺虫器等を設置し、確保したユスリカの成虫を同定（分類）し、個体数を数え、データをとる。

久米田池の歴史、役割について子ども達に耕地課の職員が授業を行い、ユスリカについて、実体顕微鏡の使い方、ルーペの見方、資料の作り方、同定の仕方など基礎的なところから応用まで何回も専門家が授業を行った。

6月以来、中学生が2週間に1回程度、4カ所の電撃殺虫器等からのユスリカの回収を行っている。

試料の作成、同定作業は、中学生が専門家（府立大学大学院生）の指導の下に実施。

調査は平成15年7月まで継続予定している。

できれば、平成15年3月には、久米田池をまもる会でユスリカの調査結果を中間報告を行いたい。

今後、まとまった調査結果は、中学生に昆虫学会等で発表してもらう予定である。

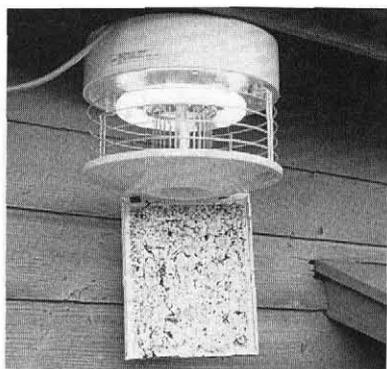


写真-14 電撃殺虫器と粘着板（ユスリカを捕捉する）



写真-15 ユスリカの回収



写真-16 ユスリカの同定について大学院生に教えてもらう

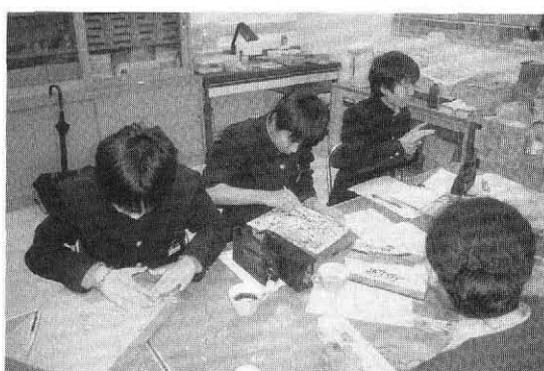


写真-17 ユスリカの試料づくり

4. おわりに

「久米田池をまもる会」は平成14年7月に85団体でスタートした。

オアシス整備の正否は完成後の維持管理活動にある。維持管理を広範な人々で支えることで、みんなのため池になる。

そのためには支えようとする人々が、いろいろな形で久米田池に関わることが必要になる。久米田池は市街地の真ん中にあり、貴重なオープンスペースとなっている。子ども達の調査結果などから、年間25万人から30万人の人たちが久米田池を訪れていると考えられる。

都会でこのような広がりのある空間は珍しく、初めて訪れる人々は、決まって、「ほっ」として久米田池の畔にたたずむ。

そのような潜在的な魅力を持つ久米田池であるので、様々な問題をチャンスにとらえ、みんなでその問題を解決することで、1300年の昔から地域の人々とともにある久米田池を、より一層地域に密着した愛されるため池として保全活用していくことが可能であると考えられる。

その一つの試みとして教育連携を進めているが、「福祉的な見地から見てどう活用できるのか」「産業振興の面や観光資源としてどの様に活用できるのか」など、久米田池には85以上の団体に関わり、輪は広がろうとしているので、より一層の多面的なとらまえ方が今後重要になると思われる。

引用文献；岸和田の土と草と人(2)小垣廣次 (1996)

農業水利施設の更新と維持管理

—平成14年度農業土木技術研究会研修会レポート—

編集事務局

平成14年度の農業土木技術研究会研修会が「農業水利施設の更新と維持管理」をテーマに開催されました。その結果を以下に報告します。

1. 研修会の概要

1. 研修日時 平成15年1月28日（火）10：00～17：00
2. 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 （交通）地下鉄東西線「竹橋」徒歩7分
地下鉄半蔵門線「九段下」徒歩10分

3. プログラム

- | | | | |
|-------|----------------------------------|---------------------------|-------|
| 10：00 | 開会挨拶 | 農業土木技術研究会 会長 | 松浦 良和 |
| 10：10 | 研究会賞及び奨励賞授与式 | | |
| 10：40 | 施設管理の適正化における取組み | 農村振興局 水利整備課 施設管理室 室長 | 勝山 達郎 |
| 11：10 | これからの農業を支えるIT ～施設管理におけるGISの活用事例～ | 一ツ瀬川土地改良区 管理次長 | 武田富美夫 |
| 11：50 | (昼 食) | | |
| 13：00 | 安積の地における農業の歴史と新安積農業水利事業の役割 | 東北農政局 新安積農業水利事業所 所長 | 田口 克巳 |
| 13：40 | 適切な機能維持のための香川用水施設更新事例 | 水資源開発公団 香川用水総合事業所 設計第1係長 | 鶴田 修 |
| 14：20 | 自然エネルギーの活用とNPOとの連携による施設管理について | 大阪府 農政室整備課 農空間整備グループ 技師 | 中込 剣吾 |
| 15：00 | (休 憩) | | |
| 15：15 | 住民参加型の施設改修及び維持管理事例 | 胆沢平野土地改良区 調査係長 | 藤田 優 |
| 15：45 | 住民参加型の管理組織づくりと環境教育活動について | 大井川土地改良区 主事 | 太田 正昭 |
| 16：10 | 農業水利施設の機能診断 | (独)農業工学研究所 造構部 施設機能研究室 室長 | 長束 勇 |
| 16：50 | 閉会挨拶 | 農業土木技術研究会 理事 | 角田 豊 |



写真-1 松浦会長の開会挨拶

II. 講演の概要

講演に先立ち、松浦農業土木技術研究会会長より、研修会への参集に対する謝意表明と研究会の取り組みが説明された上で、

「今日におきましては、世界的に社会・経済のグローバル化が振興する中で、地球温暖化防止、省資源化、環境保全等の動きが活発になるなど、地球規模での様々な社会システムの見直しが提起されました。我が国においても、平成12年度には「循環型社会形成推進基本法」が制定されるなど、既存の社会システムを見直し、循環型社会の構築が急がれることとなってきております。そのため、私どもが携わる農業農村整備事業につきましても、これらに呼応した形で、平成15年度予算の政府原案の中で、これまでの施策の対象である「農地資源」と「水資源」に加えて、新たに「有機資源」と「環境資源」を含む4つの資源に対象領域を拡大し、これら資源が潜在的に有している機能や効果を最大限発揮させるための施策を総合的に展開することとなっております。特に、「水資源」と「農地資源」は、本研究会の会誌名称にも「水」と「土」として長年してきたとおり、先人達のご苦勞の賜である「農業水利施設」や水田・畑等の「農地」は、国民の食を支える重要な社会資本でもあり、これまで、農業農村整備事業を通し相当なストックが形成されてきております。今後これらを如何に維持・保全して、次世代に引き継いでいくかは、私達にとっての極めて重要な責務と考えております。従って、本日の研修会では今申し上げたような重要性に鑑み、「農業水利施設の更新と維持管理」をメインテーマとさせていただきます。農業生産に必要なかんがい用水の供給等の基本的な機能の他、地域用水や良好な農村環境の維持・保全など、多面的な役割を果たしてきている農業水利施設は、将来にわたってもこれら機能を十分に維持・確保していく必要があります。そしてこのためには、効率的な予防保全対策による施設の長寿命化を図ったり、適切な維持管理と適期の更新を行うことが不可欠であります。また一方では、管理者の高齢化や農村地域の混住化に伴う管理労力不足に関わる問題、管理費用の増嵩や負担に関わる問題など新たな課題も生じてきております。本日は、このような状況の課題や課題を踏まえ、8人の講師の方に講演をお願いしております。先進的な取組のご紹介や問題解決のポイントなど、それぞれ興味の尽きまい課題ばかりですので、熱心に聴講されますようお願い致します。また、昨年度の会誌に掲載された32編の報文の中から、会員による投票を参考に、研究会賞2編、奨励賞1編を選定させていただき、特に有用な報文として表彰を行うこととしておりますが、会員の皆様には、今後とも、貴重な技術情報の積極的な発信をお願い致します。

限られた時間の中ではありますが、本日の研修会が、皆さまに実り多いものとなるよう祈念して、開会の挨拶とさせていただきます。」との挨拶がなされ、講演が開始されました。

個別の講演のポイントを以下にまとめます。

1. 施設管理の適正化における取組み

平成15年度からの新しい取組みとしてのストックマネジメントの導入による農業水利施設の有効活用について以下のような講演がなされた。

これまでの農業水利施設の形成と今後の新しい取組みについての背景として、現在の日本は景気が低迷し少子高齢化となっており21世紀は非常に厳しい状況にあるが、その反面として新しい流れとなっていくものと考えられる。このような状況の中で経済財政諮問会議での骨太方針、骨太方針2002の中では構造改革また、経済の活性化と財政赤字への対応ということで公共投資の配分の重点化、効率化、そして既存ストックの有効活用ということがこれからの社会資本整備に求められるものであるということが掲げられている。

こうした中で、平成15年度のNN事業の政府原案として対前年比95.1%で8,789億円が打ち出され、これまでは新たな基盤整備を行うという観点で事業を行ってきたが、これからの新しい取組として既存ストックの有効活用を図るために4つの資源を掲げ、これまでの農地資源、水資源に新たに有機性資源、環境資源を取り入れ、これらをいかに有効活用していくかということに取組むことで進めている。

その中の一つである水資源においては、農業水利施設についてが重要な課題となり、健全な水環境に資

する農業水利施設を建設していくということで、平成15年度政府原案では3,248億円を計上し、この施設の整備・更新に取り組むこととしている。更新整備については、昭和53年当時の国営かん排の実施地区全体に占める割合としては25%だったものが、平成14年度は85%となっている。このようなことからこれからは新設の時代からこれまで整備してきた施設の効率的な維持管理や的確な保全、機動的な更新整備の時代となってきたことがいえ、このようなことを踏まえ政府原案が決定されている。

農業用水の役割としては、現在、我が国では年間約900億 m^3 の水を利用しているが、農業用水はその内の約2/3を使用しているということ

で食料の安定供給や多面的機能の発揮の関連から重要な資源となっているし、農業用水路は防火用水等の地域用水機能やダムにおいては洪水防止という視点でも使われている。

さらに、世界的に見てみると今年3月には世界水フォーラムが開催され、世界的に注目されており、この会議は「水と食と農の大臣会議」ということで、農水大臣が中心となり農業用水についても取り上げることとなっているといった中で、我が国の農業水利を真剣に考える必要があるという状況にある。

そうした中、戦後、高度経済成長と併せ、ダム、頭首工、用排水路等と多岐に渡る農業水利施設が平成7年度までに集中的に整備されこれまで蓄積されてきている。具体的には受益面積100ha以上の農業用排水路は約4万km整備されており、我が国では用水施設は農地への動脈また、排水施設は静脈の役割を果たしており、食料生産の重要な役割を果たしている。しかし、これらの施設は建設後の時間経過と共に老朽化してきており、例えば、計画耐用年数20年の機場では、総数6,804ヶ所に対し今後10年間に更新時期を迎える施設は3,967ヶ所、また20年間で更新時期を迎える施設は4,853ヶ所であり、計画耐用年数30年の水路では、総数41,693kmに対し、今後10年間に19,263km、20年間では28,368kmが更新時期を迎えることとなり、このような状況を考えると今後多大な更新費用が必要となってきます。これらについてどのように対応していくかではありますが、やはり、今あるものを大切に手入れしながら長く使っていくという観点が必要となってくる。今後、このように増加した農業水利施設を適切かつ効率的に保全更新して有効活用していくことの施策への変換が不可欠となってくるということになります。

そういう中で、実際、農業水利施設はどうなっているのかを考えて見ますと国営土地改良事業で見ますと農業水利施設の約2/3が土地改良区が管理しております。そういう中で施設の老朽化が進んできており、その施設の修繕とか保全ということで維持管理費の負担が増大してきているという現実があります。そのような中で土地改良区の運営を困難なものにしているという状況であるがその反面、管理形態が土地改良区毎の裁量に委ねられているということもありまして、地域の特性とか管理の形態が様々になっている状況にあり、そういう意味では、施設の中身を見てみると壊れるまで使い壊れてから治せばよいということで使っているところもあれば、そうではなく、日頃から少しずつ治して施設の長寿命化を図っていくようにしているところもある。そのような状況にあって実際の土地改良区の取り巻く状況を考えますと混住化とか農家の減少とか農産物価格の低迷ということで土地改良区の体制も脆弱化しつつあるといった状況になっています。そういう中で、農業水利施設の有効活用が重要な課題となっており、このストックの効率的な維持を図っていくためには管理主体である土地改良区の能力を適切に発揮できるように勤めていかなければならないこととなります。

そういう中で、どのような取り組みを行っていくかと申しますと、施設の管理におけるLCCの概念の導入が重要になってきます。これは、全ての社会資本にとって重要な概念であり、単なる初期投資費用のみを考えるのではなく、維持管理費用や更新費用を含めたトータルコストを総合的に低減を図っていくこと



写真-2 勝山達郎講師

が重要になってきている。こういう中で維持管理についても壊れてから治すということではなく壊れる前に治すことが重要であり、致命的になってから治すことより、事前に診断をし予防をすれば、その分だけ施設の長寿命化が図れ、また維持管理費用も安くできることとなり、このようなことがこれからの取り組みになってきます。

このようなことから、平成15年度からはストックマネジメントの導入による農業水利施設の有効活用ということを導入しております。この考え方は、機能診断と予防保全による長寿命化と機動的な更新整備といった3つをうまく組み合わせて今後のLCCを下げていくという考え方になります。

機能診断については、国営造成施設については国自らが機能診断を行い、更新時期の判断を行的確に予防保全を行っていくこととしようと考えております。具体的には全国の15の土地改良管理事務所にストックマネジャーを置き、負担についても国費100%でしっかり見ていく事としており、同じように県営造成施設についても都道府県が機能診断を行う場合は、国として50%の補助を出すこととしており、平成14年度から既に取組んでおります。

また、機能診断結果により補修する必要がある場合、予防保全基本計画を作成し、それを踏まえ施設の管理者が新技術を活用しつつ、施設の長寿命化のための劣化原因の除去や劣化防止対策を実施することとなります。これについては、国営造成水利施設保全対策事業ということで先進的な取り組みの必要性から補助率50%で取組もうということとなっておりますし、都道府県営農業水利施設についても同様に50%補助としております。

さらに、機動的な更新整備ということで、これまでは、施設全体を採択するという考えでいたが、施設ごとに耐用年数が違うということから、その壊れ具合をみた上で必要な工事を指定工事制度を活用して機動的に整備していくという方法を取り入れていこうと考えており、都道府県営造成施設についても同様に考えております。

これらについては、平成15年度より取り組むことと考えておりますが、これらは新たな取り組みということでこれからの課題も沢山あると思っております。

そのひとつとして、施設の劣化や供用寿命の予測が本当にできるのかということから、その予測をする診断技術の確立が必要になってきますし、そのためには日頃から施設の状態を監視し評価を行う。また、その評価をしっかり残しておくことが重要になってきますのでそういう制度も充実していかなければならないし、実際に予防保全をしようと思ったときにそのための有効な手法も充実していかなければなりません。さらに、技術者も育てていかなければならないという課題もありますし、LCCは建設、管理、更新の大きな流れの中で行うということで、建設段階での性能設計の概念も取り入れなければなりません。そういうことから、これからは土地改良区、研究機関、民間の企業と行政が一体となって取り組んで行かなければならないと考えております。

2. これからの農業を支えるIT

～施設管理におけるGISの活用事例～

一ツ瀬川土地改良区は、昭和49年2月に国営一ツ瀬川農業水利事業による畑地かんがい用水事業の発足にあわせて発足しており、国営事業に係る基幹施設については、昭和60年度の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譲与を受け改良区が適正な管理を努めており、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。

また改良区では、これらの業務の中で、①国営造成施設である幹線パイプライン44.3km、支線パイプライン72km、末端パイプライン500km以上の施設の機能保全と漏水事故対応などの維持管理業務の重要性、②これらの管理においては、従前出来高設計図にたよっていたが、図面のほとんどが青焼き図であるため、年月の経過とともに劣化するため適正な管理に支障がでてきたこと、③営農の変化に伴うかんがい用水の多様な利用形態に適切に対応するため、管理施設の高度化など時代に合った水管理が要求されてきていることから、これらの管理についてGISを活用し、安価で誰でも操作可能なシステムとし、またデータ更新、

変更も簡単に行えるシステムを導入した施設管理に取り組むこととした。

このシステムの適用方法としては、①地区内全ての土地の地番図を、公共座標で管理されている一筆毎の図面に基づき作成し、各筆の属性情報を入力することで受益地内の情報が把握できるようになっている。②また、地番図上で各筆をクリックすることで、事務システムで管理している一筆毎の土地属性情報が見ることができるようになっている。③かんがい用の造成施設について、管路図を作成し、路線毎に属性情報（管種・管径）を入力し、これに附帯する制水弁・給水栓・空気弁・排泥弁・水量メーターなどの施設の位置についても公共座標で入力しており、位置が確認できるとともに、必要がある個所については工事写真等を狩りつけ目に見える形で管理することとした。④これらにより、パイプラインに漏水事故が生じた場合、できるだけ早く一番影響の少ない制水弁の施設位置を自動検索させる機能を備え、可能な限り早く復旧工事が行えるようなシステムとした。⑤これらの管理図については全てCD化することにより、年月の経過による青焼きの劣化や図面の保管場所の省スペース化が可能となっている。⑥更に、過去の漏水事故や工事の履歴を整理しており、いつでも簡単に情報の検索が可能となっている。⑦また、毎年2回の各筆の営農状況調査により、市町村別、工区別に作物状況の変化の情報を更新し、水利用状況の把握を行えるようなものとしている。

このシステムの導入効果としては、①施設及び受益地の視覚的状況の把握が可能となったこと、②かんがい造成施設の管理図面の検索の簡素化と省スペース化が図れたこと、③漏水事故への迅速な対応が可能となったこと、④地区内の水利用状況の把握や今後の使用水量の予測と対応が可能となったことである。更に、今後は、①農地の流動化の把握、②インターネット活用による組合員への情報提供、③水管理システムの監視・制御を可能にするような活用を図っていきたいと考えている。

3. 安積の地における農業の歴史と新安積農業水利事業の役割

江戸時代の安積地域では米の生産量は僅か3万石（4,500t）と言われており、明治時代に入り、阿部茂兵衛らが開拓に必要な資金を供出し「開成社」を設立し、明治6年より二本松藩士の入植による開拓が開始され、数年で100ha余りの開拓が行われた。

しかし、安積地域では河川が少なく直接河川からかんがい用水を確保することが出来なかったことから、開拓地では「ため池」を作りかんがい用水を確保したが、集水面積が少ない中で年間降水量が約1,100mmと少ない状況から、結果として十分なかんがい用水を確保することが出来ず、用水不足により反収が少なく開拓が軌道に乗れない状態にあったため、明治政府は猪苗代湖の水を安積地域に導水し、かんがい用水の安定的な供給を行うための疏水事業を明治12年から開始し、猪苗代湖に十六橋水門や山潟取水口を設けると共に366kmに及ぶ水路を僅か3年間で完成させ、安積地域では農業用水が安定的に供給されるようになり、大正11年には米の生産量が12万石（18,000t）までに増加した。

また、疏水の開削は安定した農業用水を安積地域に供給しただけではなく、途中には落差を利用した水力発電所が設けられ、このことによって電力を多く消費する製糸工場や紡績工場・化学工場などが郡山に進出し、これが現在の経済都市「郡山市」の礎となっている。

昭和時代に入り食料増産のための開拓が進められ、戦中・戦後の一次中断を経て昭和21年には国営新安積開拓事業として事業を再開し、昭和37年の事業完了までに1,520haの開田と570haの開畑及びこれらの地域に用水を供給するための30kmの新安積幹線用水路と85kmの地区内用水路が完成しております。

また、新安積開拓事業では明治時代に開削した猪苗代湖からの取水口が、湖面低下により自然取水が困難となったため、新たに上戸頭首工を設け新安積地域及び安積疏水地域への導水を行っており、現在の安積地域における農業基盤の整備は、明治時代の「開拓及び安積疏水事業」から昭和時代の「新安積開拓事業」と100年に亘る歴史の上で成り立っています。

現在実施されております新安積農業水利事業は、昭和18年から昭和37年に実施した新安積開拓事業により造成された幹線用水路30kmの改修事業であり、幹線用水路の大半はトンネルとなっているが戦前・戦後を通じて作られた施設のため、物資の不足や品質に恵まれない資材を使用していたことなどから水路の老

朽化が顕著となっており、素掘り区間のトンネルでは「岩盤崩落」が、コンクリートライニング区間では「底版コンクリート部の洗掘」や「側壁部のコンクリート劣化」が進み維持管理を行う上で大きな障害となっているとともに、開渠区間においても「床盤や側壁の損壊」が顕著となっています。

このような状況を放置すれば、近い将来にはトンネルや開水路の崩壊につながり、ひいては4,500haの農地に対してかんがい用水を供給出来なくなり、農業はもとより地域経済に対しても重大な影響を与えることとなります。

このような背景のもとに新安積農業水利事業が発足しており、旧施設の更新及び効率的な用水管理を行うための用水管理施設の新設や改修水路の落差を利用した小水力発電を併せて行い維持管理事業が円滑に行えるようにしております。

新安積農業水利事業は、平成9年度より平成20年度までの工期と250億円の総事業費を以って既に事業を開始しており、実施に当たっては次の項目が課題として上げられています。

①工事期間が限定されていること。②横坑の設置が必要なこと。③施工断面が限定されていること。④効率的な用水管理が必要なこと。⑤維持管理事業の運営を考慮しなければならないこと。⑥施設に伴う土地権利を明確にする必要があること。⑦施設の耐用性を十分に考慮しなければならないこと。⑧受益者の事業費負担を考慮しなければならないこと。

これらの課題に対しては、事業実施上次の対応を図っています。

①については、各年度における工事期間は非かんがい期間の10月から3月までとなっていることから、施工区間を十分に考慮した事業年度割計画を策定して計画的に工事を実施し、工事実施に当たっては十分な準備期間を考慮し8月には工事を発注することとしている。②については、経済性を考慮した上での必要最小限度での横坑設置をすること。③については、上流部では路線線形を考慮した最小施工断面での施工とし、下流部ではパイプイン工法を採用すること。④については、水施設が広範囲に亘り設置され、多数の水路看護人が必要となるため用水管理施設を新設し維持管理の軽減を図ること、また夏季には雷が多いことから誘導雷対策として地盤抵抗を考慮したアース対策の実施すること。⑤については、山市及び須賀川市の都市化に伴い、年間70ha程度の転用がある中で、受益者に維持管理費用のアップを求めることが出来ない状況にあるため、水路改修に伴う落差を利用した小水力発電を実施することで年間発電量777万KWH、最大出力2,230KWHを確保すること。⑥については、トンネル部における区分地上権を設定し、開渠部における用地買収を行うこと。⑦については、トンネル覆工後の4月から通水を開始するが、コンクリートの発熱がある中で、猪苗代湖からの冷水を流すためコンクリートにひび割れが発生している。コンクリートのひび割れは長期的視野に立った場合、耐用性を損なう恐れがあるため、高性能減水剤を使用したコンクリートを使用すること。⑧については、コスト縮減と厳格な総事業費の管理を行うこと。(当初250億円が現在226億円)としております。

現在、多くの農家が生業として成り立っていない農業に従事している状況にありますが、農業が生業として成り立つための要件の一つとして、いかに農業基盤の整備に対する投資を少なくするかが課題となっていることから、従来から実施してきた施設が全面的に損傷してから改修を行う方式から、小さな補修で施設の寿命を長くする予防保全方式への移行が提唱され、今後この方式がますます重要視されることになると考えられます。

この意味からも施設を作る際には、いかに耐用性に優れた施設を作るかが我々農業土木技術者に課せられた課題ではないかと考えております。

農業農村整備事業における究極の目的は農業の振興であり、施設を作ることは目的達成のための手段であることを十分に認識して頂きたいとともに、コスト縮減の一つの考え方として施設の耐用年数を延ばすことによるコスト縮減の方法を提唱したい。

4. 適切な機能維持のための香川用水施設更新事例

香川用水施設は、昭和50年の管理開始以来約30年を経過し、香川県民のライフラインとして重要な役割

を担っている。しかし、水路施設にアルカリ骨材反応に起因すると見られるひび割れが発生し、早急な対応が求められたことから、香川用水では水路施設のコンクリート劣化に対する構造物補修方法として、樹脂系材料を対象として性能試験を行い、補修工法の選定を行った。

工法選定に当たり、関係利害者協力のもと平成2年度より状況及び原因調査を実施した結果、ひびわれの大部分は、アルカリ骨材反応に起因する可能性が非常に高いことが判明した。

アルカリ骨材反応対策としては、いくつかの指針等が示されていたが、「常に水が補給されるような構造物には適用しない。」とされており、水路の補修工法として確立されたものはない現状にあった。このため香川用水では、各指針等を参考に、塗装仕様を選定し各種性能試験を行い補修工法の選定を行った。

選定にあたり、近年、コンクリート構造物の劣化に伴う補修・補強や耐震補強工法の一つとして注目されていた炭素繊維シート被覆工法についても合わせて検討した。

試験結果による評価をみると、概ね良好な結果が得られたが、その中で炭素繊維シートを使用した仕様が、特に曲げひびわれ、膨張あるいは収縮に対して最も優れた評価となった。

次に、アルカリ骨材反応によるひび割れが、今後とも進行するか否かは補修工法に大きく影響することから、促進膨張試験により残存膨張を確認することとした。この結果、水路によって、今後ともアルカリ骨材反応が進行すると考えられる水路と、既にアルカリ骨材反応は収束したと考えられる水路に判別された。

性能試験、促進膨張試験等を踏まえ、香川用水の補修工法として、水路を(1)残存膨張の認められる開水路と(2)その他の水路に分け、施設の状況に合わせた対策工法を選定することとした。

残存膨張の認められる開水路は、今後予想できない膨張に対して優れた追従性で物理的に拘束する炭素繊維シートと非吸水性、一体性に優れた被覆材料を使用する炭素繊維シート被覆工法を採用することとした。また、アルカリ骨材反応によるひび割れは亀甲状になることから、コストの縮減及び施工期間の短縮を図るため、二方向織りの炭素繊維シートを採用することとした。

その他の水路については、残存膨張は収束したと判断し、大きなひび割れに対しては、ひび割れ補修を実施し、併せて摩耗対策を実施する樹脂系の表面被覆工法を採用することとした。

5. 自然エネルギーの活用とNPOとの連携による施設管理について

大阪府の農業は、狭小な府域の中において集約的に実施されており、南部の南河内地域や泉州地域を中心に、温暖な気候を活かした温州みかんや、都市近郊の立地を活かした軟弱野菜や切り花等の栽培が行われているが、寡雨であるため、古くから農業用水源の確保に苦慮した歴史があり、北部及び中部地域においては農業用水路が網の目状に設置され、一方南部地域では大小数多くの農業用ため池が築造された。

それらの農業用施設は、都市化の進展に伴い単なる農業用水の安定した供給のためだけでなく、その多面的機能に着目した事業推進のため、大阪府では、農地や里山が広がる農村エリアを立体的に活用していくことを目的に、それらを「農空間」と位置づけ、各種農業農村整備事業を実施している。

また大阪府では、高度経済成長期の急激な都市化の進行に伴い、市街地内の農地の宅地化が進み、点状化した農地における営農環境は、用水の水質悪化や大気汚染、周辺道路の慢性的な交通渋滞等により、日々悪化の様相を呈しており、更に農業者の高齢化に伴う維持管理労力の低減に加え、ゴミの不法投棄の増など、管理者の責に問えない諸問題も多く発生してきているのが現状である。

このことは、従来の維持管理の範囲を逸脱した作業となり労力及び経費面で特に管理者にとっての大きな負担要素となっており、施設の慢性的な疎放化が懸念されているため、現在大阪府では、それらを少しでも解消するため、①太陽光発電を利用したため池の水質浄化（ため池防災事業：府営ため池等整備事業）、②都市部の農業用水路における水生植物の植栽活動（いきいき水路モデル事業：府営ため池等整備事業）、③水路敷き用地を利用した農業者と都市住民の交流の場づくり（まちづくり水路整備事業：府営地域用水機能増進事業）、④ため池を利用したNPOと地域住民によるビオトープづくり（オアシス構想推進事業：府営地域用水環境整備事業）、⑤ため池敷きを活用したコミュニティ農園（地域総合オアシス整備事業：府営

ため池等整備事業)等の事業を実施しておりその事例を紹介した。

近年の急激な都市化の進行に伴う農業用施設周辺環境悪化は、市街化のみならず、農村部にも広がりつつあるのが現状であり、大阪府ではその対策として、農業用施設の必要性、ひいては都市農業の重要性を府民に広く理解してもらうことが、まず必要であるのではないかと考え、今後の事業推進に努めていきたい。

6. 住民参加型の施設改修及び維持管理事例

胆沢平野土地改良区では、平成10年度より「地域用水機能増進事業」や「県営農業用水再編対策事業(地域用水増進型)」等の事業導入を行い、親水・景観機能・生態系・防火用水・生活用水等の機能の維持・増進のための施設整備と維持管理との両面から取り組んでいる。

そのうちの「地域用水機能増進事業」は、多面的機能の維持・増進を図ることを目的としており、施設整備面のハード事業については、岩手県が事業主体となり「県営農業用水再編対策事業」で行い、ソフト面となる施設の維持管理・水質管理・地域用水の為に配水操作・啓発活動等をこの事業の中で実施している。

当初の施設整備については、農業用水以外の機能配慮といった計画づくりをどのように進めていくかが課題となり、県や改良区の考えだけでは、どのような施設が地域に望まれているのか判断できず、また、造成後の施設は当然維持管理の面で地域住民の協力がどうしても必要となってくることから地域住民参加の計画づくりを進め、地域に望まれる施設計画の策定のためワークショップを導入することとした。ワークショップについては、「水路を考える会」とし平成12年度より実施し、平成13年度からは、水路改修に伴い「親水公園」を造りたいとの現地要望に応え一歩踏み込んだワークショップとグラウンドワークに取り組んでいる。

ワークショップが「水路を考える会」と大きく違うのは、「水路を考える会」は改良区が呼びかけ検討を行うが、ワークショップは地元からの要望で開催している点である。

また、ワークショップを進める中で、地域住民の関心は高まり、自発的な工事への直接参加や手造り水路の話題も出てくるようになり、さらに自分たちで作る計画ということで維持管理に対する自覚も自然と湧いてくるといった相乗効果も出てきている。

また、地域のニーズに応えた施設や地域住民に親しまれる施設を造る上でこの手法は必要不可欠であり、今後改良区では、この手法で積極的に取り組んでいきたいと考えている。

しかし、その一方で課題として、第1に改良区に対する認知度が低いため参加者がまだ少ないこと。第2として、実際に維持管理に携わっている農家は維持管理の軽減を主張し、そうでない非農家は環境の保全を要望するというように、意見や要望が相反するケースがあり、それを調整するノウハウがまだ不十分であることがあるが、この様な対立は、地域住民一体となった維持管理活動の実現への重要なステップと考え、これをうまく誘導し維持管理の新しい役割分担へとつなげていく手腕こそが問われると考える。

自然や環境に配慮した施設は、一般的な整備と比較し当然、維持管理が負担となってくる。そのため維持管理に対する地域住民の理解と作業への協力は、必要不可欠である。

その観点からも、計画作成にはワークショップ方式は重要な役割を担うと考え、胆沢平野においては、ワークショップで行う施設の維持管理は将来的に地元管理と位置づけ、その他の親水施設についても啓蒙イベント「クリーン大作戦」を広く展開し、維持管理に対する管内の地域住民の理解と参加を呼びかけている。また、こうした活動が定着することが新しい管理体制へ直結してくることから、今後も改良区では積極的に進めていきたいと思っている。

今後の抱負としては、土地改良区の将来を展望したとき、これまでの集落機能をベースとした伝統的な維持管理体制に代わる新しい維持管理システムを構築していく必要があり、その新システムこそが地域住民を巻き込んだ「地域用水維持管理システム」(仮称)であると認識している。

その為には、「地域に愛される水路づくり」、水路への地域住民の意識高揚は必要であり、ワークショッ

プも「クリーン大作戦」も目標に向けた手法の一つであり、将来的は、「胆沢平野の会」といった地域住民の会を組織し、「クリーン大作戦」や啓蒙イベントへの積極的参加を定着していきたいと考えている。当然、水路毎のワークショップも重要であるが、将来の胆沢平野全体を考えるワークショップも会を通じて行ってみたいと考えている。

7. 住民参加型の管理組織づくりと環境教育活動について

わたしたちの大井川用水地区は、近年、都市化の進展によって農業用水に対して地域の人たちの関心が希薄になってきている状況である。また、水路に捨てられたごみを処分しているのは、土地改良区の職員であることを知っている人は、皆無に等しい。

この状況を打開しようと水路のフェンスにごみ捨て禁止の看板設置や広報誌に掲載したりしたが一向に効果がない。そこで、広報活動の手法を変えて、まず、「子供たちを対象にわたしたちの生の声をかけていこう」と小学校の総合学習導入の機会を捉え、教育現場にわれわれが関わり土地改良施設や田んぼなどのフィールドを使って広報活動をしている。具体的に土地改良区と学校が連携し進めている総合学習（環境教育・食農教育）としては、①環境教育出張授業、②親子ふれあい教室、③夏休み親子施設見学会、④少年少女ふるさと学級、⑤親子田んぼ学校等がある。

さらに、行政のトップや自治会・町内会と土地改良区とが身近な存在になるための啓発活動や地域における各種のイベント（産業祭や農協祭など）に参加してアンケート調査や野菜の種などを配布し、休日返上で精力的に広報活動を展開している。そしてこれらの活動と平行しながら、大井川用水施設をみんなで支えていくことを目的とした用水管理組合の設立を進めている。

今後は、管理組合からの意見を反映させ、地域にとってメリットのある環境に配慮した土地改良事業を推進していくこととしている。

8. 農業水利施設の機能診断

(1) 機能診断における論点

論点1：土木コンクリート構造物耐久性検討委員会が1999年に行った全国的な実態調査の結果では、特定の年代に竣工した構造物が早期に劣化するという傾向は見られない。また、行政部局の協力の下に2001年に行った農業用コンクリート構造物に対する補修・補強の事例調査の結果では、供用変状である硬化後ひび割れの原因は、風化・老朽化が最も多くなっている。確かに、いくつかの地区を現地調査した際、更新事業の対象となっているコンクリート構造物の変状は“劣化”が原因と判断されている場合が多く、放置すれば変状が進行すると考えている現場技術者が多かった。このように現場サイドでよく言われるコンクリート構造物の“劣化”は、本当に劣化であろうか。

論点2：工法の選定において実施された試験方法として、鉄筋探査法や超音波法などの非破壊試験法の導入が試みられていることは注目される。また、補修、補強が行われた構造物に生じていた変状にすり減りが多いことは水利構造物に特有の劣化と考えられる。これらの動向や水利構造物の特性を踏まえた今後の劣化診断・機能診断は如何にあるべきであろうか。

論点3：更新整備地区の占める割合が大幅に増加しているにもかかわらず、補修・補強事例がそれほど多くないのは何故だろうか。補修・補強に密接に関わっている従来の“施設管理”のあり方に課題があるのではないだろうか。

(2) “劣化”による更新事業

劣化は変状の一部であり、変状は、初期欠陥、損傷、劣化に分類される。このうち、時間の経過に伴い変状が進行するのが劣化である。更新事業を実施する際、“構造物を補修・補強するか”、あるいは“改修するか”の判定は、少なくとも変状の発生原因をこの3分類に明確に区分し、その変状の進行の有無や速さを検討した上でなされるべきである。特に、補修・補強を選択した場合は、変状の発生メカニズムを踏まえ

た工法の選定が重要である。また、構造物の部材が劣化していることと、構造物の機能が低下していることとは異なる。部材の劣化が構造物の機能低下に与える影響の有無を検討すべきである。

(3) 農業水利コンクリート構造物の劣化診断

農業水利構造物分野では、国土交通省関連構造物のように第三者被害防止の観点から剥離部分の探索に重点を置かざるを得ない診断手法よりも、水利構造物の水理機能や水利機能に直結する変状を探索する診断手法の開発に向かうべきである。特に、補修・補強が行われた構造物に生じていた変状にすり減りが多く、流水・混入砂礫による摩耗が主要な劣化要因の一つになっていることは、水利構造物に特有な劣化現象と考えられ、摩耗に対する水利構造物分野独自の調査・評価手法、更新工法の開発が必要である。また、地球10周分の距離に相当する用排水路を対象とする水利構造物分野では、概査と精査の両面において、低コスト調査法・試験法の確立が不可欠である。

(4) 更新事業の現状と今後の維持管理のあり方

更新事業の対象となっている構造物に共通していることは、東北地方以北の凍結融解、干拓地など海岸近傍に発生する塩害、香川県や富山県などにおける反応性骨材の使用によるアルカリ骨材反応などといった特定の劣化原因が存在しなければ、現時点においても材料工学的には何ら問題のない密実なコンクリートである場合が多いことである。それにもかかわらず、補修・補強よりも改修による更新事業が全国的に展開され、実施されようとしている現状は、材料工学面以外の要因によることが多いと考えられる。農業を取り巻く経済社会の変化が、その主要な要因になっているものと思われる。

一方、施設更新に関わる課題は、①構造物の現状を如何に把握するか、②更新時期および手段を如何に選択するか、の2点に集約され、これらが課題となる要因として、評価基準が不明確なことが挙げられる。そこで、その評価基準として“性能”を、性能に基づいた管理として“性能管理”という新たな管理理念が提案されており、今後の議論の展開が期待される。

Ⅲ. 研究会賞授賞式

研修会では、農業土木研究会賞2課題（企画・計画部門、設計・施工部門）及び奨励賞1課題の表彰を行いました。

各賞は、「水と土」126号～129号に掲載された報文の中から、任意に選出された150名の会員による投票結果を参考に、執筆者が会員かどうか、報文内容が研究会賞としてふさわしいかどうかについて検討し、選考しました。

今回表彰の報文名の執筆者、選考理由は次の通りです。



写真-3 表彰式の模様

1. 研究会賞（企画・計画部門）

「GISを活用した土地改良施設管理システム」（127号掲載）

武田富美夫 一ツ瀬川土地改良区

〔選考理由〕本報文は、国営及び県営かん排事業により造成されたパイプライン施設の維持管理の、効率化、高度化を目的として、パソコンを利用したGISにより管理システムを構築した事例である。報文では、本システムによる実際の適用事例を示しながら施設管理の内容を紹介しており、今後の農業水利施設の維持管理において参考となる内容となっていることから、本年度の企画・計画部門の研究会賞として選考した。

2. 研究会賞（設計・施工部門）

「生態系に配慮したほ場整備事業の設計事例とその背景」（127号掲載）

森 淳 東北農政局 最上川下流沿岸農業水利事業所

〔選考理由〕本報文は、国営農地再編整備事業いさわ南部地区により実施するほ場整備事業において、地域の生態系を把握し、その生態系に配慮した施設設計について紹介した事例である。報文では、設計に基づき施工された施設について、生態系保全工法の効果と留意点について紹介するなど、環境との調和への配慮を踏まえた今後の事業推進において参考となる内容となっていることから、本年度の設計・施工部門の研究会賞として選定した。

3. 奨励賞

「倉真川地区における河川改修の取組みについて」（127号掲載）

須藤 常央 静岡県 東部農林事務所

〔選考理由〕本報文は、県営かん排事業において、環境への影響の配慮から頭首工の改修においてカスケード式頭首工を導入した事例である。報文では、頭首工の改修に際し、多自然型川づくりについて、地域住民と共に取り組んでいる内容について紹介するなど、環境との調和への配慮を踏まえた今後の頭首工の設計・施工において参考となる内容となっていることから、本年度の奨励賞として選考した。

各課題の講演後、農業土木技術研究会の角田豊理事より、参加者及び講師に対する謝意が表されるとともに

「農業土木技術研究会研修会のテーマとして「農業水利施設の更新と維持管理」というテーマで本日研修が進められたわけではありますが、このテーマ設定は非常に時期を得たものであったかと思われます。現在、経済財政諮問会議などの場においては、公共事業のあるべき姿というところについても議論が行われており、そこで共通して述べられていることは、日本の社会資本は相当程度進んできたということであり、その蓄積された既存ストックを今後はいかに有効活用していくかが課題であると述べられております。我々の農業水利施設につきましてもいうまでもなく国民の食料の基盤を形成するものということで、河川、道路、鉄道といった国民生活を支える基礎的なインフラの一つであると思っております。基幹的な農業水利施設の延長は約2万kmといわれており、この数字は、鉄道や国道といった基礎的なインフラの延長とほぼ同じオーダーであるということから見てもそういうことが言えるのではないかと思っております。また、この2万kmとはかなり大きな水路を指しておりまして、末端まで含めると40万kmといわれる水路施設を有するわけですが、こういった農業水利施設の評価は現在価値で22兆円といわれているのはご案内のとおりであります。こういった施設も完成後時間が経てば更新の時期を迎えてくることになりこのまま黙っていけば更新費用はどんどん増えていくということも考えられます。一方で、ストックの有効活用といった社会的な要請があり、現在あるこの施設をいかに長寿命化して丁寧に使用し、更新コストを下げていくかということが新しい技術として求められているのではないかと思っております。そういう意味で本日公演のあった予防保全とか施設の長寿命化ということが今後の大きな課題であると思っておりますし、

またそれと合わせて環境への配慮、あるいは管理における住民の参加といったことが重要な要素となってくるのではないかと考えております。本日の公演内容はまさしくこのような課題に対する事例公演がなされたこともあり非常に充実した研修会であったと思われまます。平成15年度の新しい予算におきましてもこのような趣旨から国営造成の水利施設について新たな保全対策事業というのを創設しております。国の役割をこれまで以上に明確化して、国営造成施設については調査管理事務所が主体となって定期的な点検を行い、その結果により機能低下しているところを事前に早く発見をして管理をしている土地改良区が予防保全を担っていくという予算の仕組みを創設したところであります。それと合わせて組織の整備として調査管理事務所に施設保全係というものを全国に配置し施設保全のための組織体制も整えつつあり、今後さらに組織の面でも検討していく必要があると考えております。そういうことで、更新と維持管理というのは今後のキーワードになるわけであるがこれを着実に進めていくためにはまだまだ技術の蓄積が必要であるものと考えております。本日の公演でも予防保全技術の内容はありましたが、このような事例をさらに蓄積し技術の内容をより明確なものにして皆様がよりよく使えるものの技術開発が必要であると考えております。そういう意味で最初はどうしても試行錯誤ということになると思われまますが、各地域の事例を相当集めなければならないと考えております。これはまさに国営の事業所であり、県の実施機関であり、施設を管理している土地改良区の方々が、現場でトライアルをして予防保全のための事例を集めていく必要があるのではないかと考えております。また、このような事例を発表する場が、この農業土木技術研究会であると思いますし、さらなる発表の場が「水と土」という機関紙でもあるということでもあります。農業土木技術研究会は昭和28年コンクリートダム研究会として発足されており、それ以来50年の歴史を有する非常に伝統のある会であり、農業土木技術者の自己研鑽の場として運営がなされてきているところでございます。また、昭和45年に現在の農業土木技術研究会として名称が変わり30年以上になり、研修会の開催や定期的な機関紙の発行がなされております。これを支えているのはここににお集まりの皆様方一人一人の力でございますので是非地域の事例をこの会誌に発表していただいて農業土木技術全体の発展に期していきたいと考えております。さらに、学会のご尽力により農業土木継続教育機構がスタートしておりまして、このような場での発表には継続教育に反映されるということもございますので皆様自己研鑽に励んでいただきたいと考えております。」

との閉会の挨拶がなされました。

今回の研修テーマが「農業水利施設の更新と維持管理」ということから、講演内容は農業水利施設の現状や既存施設の有効活用のための今後の取り組み及び新規制度内容、また、地域住民と一体となった施設管理の事例、実際の施設改修事例や機能診断技術等についての先進的事例の内容が多かったこともあり、研修参加者は熱心に講演を聞くと共に、今後農業水利施設の更新と維持管理を進めていく中での課題や問題点等について、各講演の後に活発な質疑応答や意見交換がなされました。

編集事務局と致しましては、今回の研修におけるこのような成果や会員の皆様の期待に応えるべく、農業農村整備を進める上で重要となる「現場技術の視点」から、会誌「水と土」及び技術研修会の一層の充実に努めて参ります。今後ともよろしくお願ひします。

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14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ついて、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と同じ
- 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。

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5-34-4 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)。写真, 図表はデータ (一太郎, ワード等) 上に貼り付けないで, なるべく元の画像データか原稿のままとすること。
- 8 原図の大きさは特に制限はないが, B4版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, 特に数字や記号などのうち, 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 α (アルファ)
r (アール) と γ (ガンマ) k (ケイ) と κ (カップ)
w (ダブリュー) と ω (オメガ) x (エックス) と χ (カイ)
l と (イチ) と l (エル) g (ジー) と q (キュー)
E (イー) と ε (イプシロン) v (バイ) と ν (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並載はさけ, 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 大平：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(132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. とりあげて欲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

「連絡調整」、「予算調整」、「地元調整」、「生産調整」、「年末調整(これは、ちょっと違いますか。)」等々、農業土木技術者はデスクワークから現場の事業所まで、様々な場で働くこととなりますが、専門用語はさておき、仕事をしていて「調整」という言葉を聞かない日はないような気がします。それだけ仕事を進めるに当たって、「調整」をするということが、必要不可欠なこととなっているのでしょ。

そこで、「調整」という言葉の意味を調べてみると、「調子や過不足などを整えて、基準や正常状態に合わせること」だそうです。「基準」や「正常状態」とは、いかにも国語的です。例えば「正常状態」を現場の事業所で仕事をする場合に当てはめてみると、「適切な時期」に「低コスト」で業務を執行することは、「正常状態」の一部と言えるのではないのでしょうか。確かに、思い返してみると、現場の事業所では「適切な時期」に「低コスト」で事業を執行するために、日夜様々なところで知らないうちに色々な「調整」を行っ

ていたような気もしてきます。

ところで、皆さんは「国土総合開発事業調整費」という予算をご存じでしょうか。「口は出すが、金は出さない。」と言われる調整官庁にあって、その例外として、昭和31年度から経済企画庁、昭和49年度の国土庁と渡り歩き、そして平成13年1月の中央省庁再編により国土交通省へと引き継がれた「調整」のために「金も出す」制度です。

「国土総合開発事業調整費」は、農業農村整備事業をはじめ、各種公共事業の計画、実施の面で事業間の「調整」を行うための予算で、今まで様々な公共事業を所管する省庁で活用され、「適切な時期」に「低コスト」で業務を執行する手助けをしています。

今後も、この「国土総合開発事業調整費」が、農業農村整備事業をはじめとした各種公共事業の「調子や過不足などを整えて、基準や正常状態に合わせること」の助けとなればと考えています。是非ご用命を!

(国土交通省国土計画局調整課 香山 泰久)

水と土 第132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