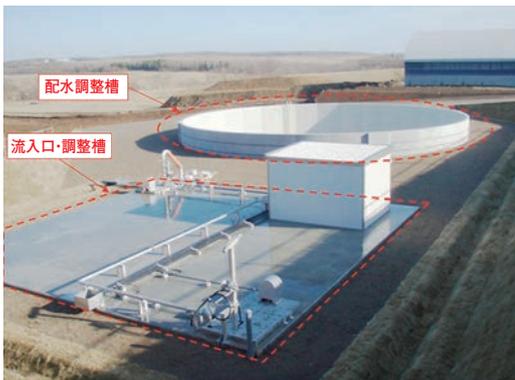


水と土

No. 171

2014
MARCH

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



① 肥培かんがい施設



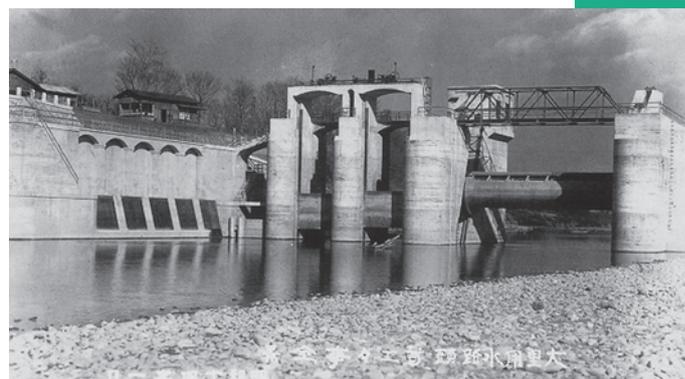
② 水車発電設備



③ 北方大池



④ 久我堰全景（右岸側から）



⑤ 昭和14年に完成した旧六堰頭首工

水と土

Contents

2014 MARCH No.171

◆報文内容紹介	3
◆会員向けに「水と土」のWeb検索サービスについて	4

□巻頭文

技術とは	河畑俊明	7
------	------------	---

□報文

キーワード

水質浄化	国営環境保全型かんがい排水事業「別海地区」の事業実施による水質浄化効果の検証 池田泰久・吉田信一・山本 均	8
小水力発電	小規模な落差を有効利用した新たな小水力発電の実証 沼田隆晃	12
排水対策	那珂川揚水機場ディープウェル排水の処理対策について 齋藤武志	17
維持補修	ため池改修工事における既設余水吐の維持補修技術 大島弘之・間島貴広・小森裕生	22
小水力発電	三重県における農業用水を利用した小水力発電の取組み 森島武久	27
頭首工	府営農業用河川工作物応急対策事業久我堰地区について 後藤陽嗣・井田智之	32
水路補修	水路のポリマーセメントモルタルライニングについて 西田彰寛	37
地下ダム	米須地下ダム洪水対策施設の機能確認について 末吉智子	40

□歴史的土壌改良施設

四百年におよぶ荒川の恵みを次世代へ	沼尻文明	45
-------------------	------------	----

□技術情報紹介

平成25年度農業土木技術研究会研修会レポート 「自然災害に対する事前の備えと緊急対応」	編集事務局	49
--	-------------	----

◆会告	57
◆投稿規定	58
◆入会案内	59

- 表紙写真●
- ① 報文「国営環境保全型かんがい排水事業「別海地区」の事業実施による水質浄化効果の検証」より (P.9)
 - ② 報文「小規模な落差を有効利用した新たな小水力発電の実証」より (P.14)
 - ③ 報文「ため池改修工事における既設余水吐の維持補修技術」より (P.22)
 - ④ 報文「府営農業用河川工作物応急対策事業久我堰地区について」より (P.32)
 - ⑤ 歴史「四百年におよぶ荒川の恵みを次世代へ」より (P.46)

水と土 第171号 報文内容紹介

国営環境保全型かんがい排水事業「別海地区」の事業実施による水質浄化効果の検証

池田泰久・吉田信一・山本 均

北海道根室振興局管内に位置する別海町では、広大な草地を活用した大規模な酪農が行われており、農用地等から流出する土砂や酪農経営による河川・湖沼等の水質への影響が懸念されていた。

このため、国営環境保全型かんがい排水事業により肥培かんがい施設や水質浄化機能等多面的な機能を併せ持った浄化型排水施設を整備したので、その水質浄化効果の検証結果について報告する。

(水と土 第171号 2014 P.8 設・施)

小規模な落差を有効利用した新たな小水力発電の実証

沼田隆晃

農村地域における小水力の一層の利活用を促進するため、発電形態を工夫し、農業用水路の小規模な落差を有効活用した発電設備の実証を行った。計画地区の農業用水路は低落差工が多く、1ヶ所毎では小さなエネルギーしか得られないことから、連続する落差工に着目し、2ヶ所の落差工を配管で接続することで、2ヶ所分の落差エネルギーを1台の水車で発電する方式を実証した。本報では、小水力発電設備の概要と実証結果について紹介する。

(水と土 第171号 2014 P.12 企・計)

那珂川揚水機場ディープウェル排水の処理対策について

齋藤武志

那珂川沿岸地区の那珂川揚水機場の施工に当たり、被圧地下水の排水処理を行ったところ、地下水から水質汚濁防止法に基づく排水基準値を上回る溶解性の鉄分が確認された。このため、鉄分処理対策として薬剤処理プラント方式を採用し対応したので報告する。

(水と土 第171号 2014 P.17 設・施)

ため池改修工事における既設余水吐の維持補修技術

大島弘之・間島貴広・小森裕生

石川県珠洲市の農業用ため池において、近年、取水施設周辺からの漏水が著しいため、平成23年度から老朽ため池整備事業により改修を行った。堤体の改修は前刃金工法により全面改修するが、余水吐についてはクラック等は目立つものの顕著な破損は見られず、必要流量の確保も期待できることから、既設構造物の健全性を評価し、補修・補強を中心に整備したので、その検討方法や結果について紹介する。

(水と土 第171号 2014 P.22 設・施)

三重県における農業用水を利用した小水力発電の取組み

森島武久

三重県では、農業用水施設における小水力発電の取組みを推進しており、平成26年度より中勢用水地区で実施する予定である。

本稿では、本県の新エネルギー導入及び小水力発電の取組みと併せて、中勢用水地区で実施する小水力発電施設整備の取組みについて紹介する。

(水と土 第171号 2014 P.27 設・施)

府営農業用河川工作物応急対策事業久我堰地区について

後藤陽嗣・井田智之

久我堰は築造後50年近くが経過し、鋼製ゲートの錆付きや扉体の摩耗等により、洪水時に確実な操作が行えなくなる可能性があるなど早急な改修が必要となっていた。本稿では、受益地へかんがい用水（通年）を確保しながら工事施工する必要があったため、対応した事例等について紹介する。

(水と土 第171号 2014 P.32 設・施)

水路のポリマーセメントモルタルライニングについて

西田彰寛

近年、農業用施設を長寿命化する事業が展開されている中、既設構造物の補修・補強工法における現場での適用実績や対策工法の課題・改良等の情報蓄積が必要と考えている。本報では、香川用土器川沿岸農業水利事業で取り組んでいる既設構造物の補修・補強工法であるポリマーセメントモルタルライニングについて、現場での課題や原因、対応方針について述べた。

(水と土 第171号 2014 P.37 設・施)

米須地下ダム洪水対策施設の機能確認について

末吉智子

国営かんがい排水事業沖繩本島南部地区（H17完了）において建設した米須地下ダム洪水対策施設について、施設供用から7年が経過し、洪水対策施設の効果検証及び管理上の課題について整理したので報告する。

(水と土 第171号 2014 P.40 設・施)

<歴史的土壌改良施設>

四百年におよぶ荒川の恵みを次世代へ —六堰頭首工の紹介—

沼尻文明

六堰頭首工は、荒川から水を取り入れ、大里用水と呼ばれる水路網を経て、熊谷市を中心に3,820haの地域の水田に農業用水を供給している。六堰頭首工と大里用水の歴史は古く、始まりは今から400年以上も前に遡る。昭和14年に初代の頭首工が完成し、現在の頭首工は二代目である。六堰頭首工は地元の小学校の校外学習の場としても活用されている。

(水と土 第171号 2014 P.45)

会員向けに「水と土」のWeb検索サービスについて

1. Web 検索サービスの開始

農業土木技術研究会の会員サービスの一環として、平成20年6月よりWeb上で「水と土」の検索サービスを行っております。平成26年3月現在、第1号（昭和45年）から第162号までの各号を検索・閲覧することができます。

2. アクセス

全国農村振興技術連盟のホームページ（<http://www.n-renmei.jp/>）の「水と土」のコーナーから、もしくは直接、検索サービスページ（<http://mizutotuti.jp/>）を開いて下さい（図-1）。

以下のトップ画面の「ログイン」をクリックし、ユーザー名（U）及びパスワード（P）を入力（図-2）して「OK」をクリックすれば、検索画面（図-3）が立ち上がります。

なお、パスワード等は、不定期に変更する場合がありますので、入力する際は最新号をご覧下さい。

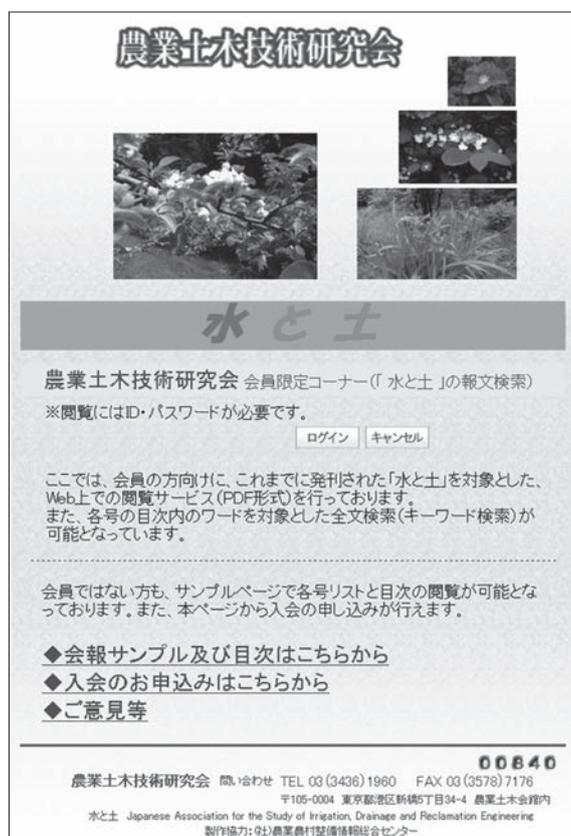


図-1



図-2

水と土

ご覧になるには、アドビシステムズ社が配布しているAdobe Readerが必要です（無償）
 Adobe Readerをインストールすることにより、PDFファイルの閲覧などが可能になります。



年	図書名	項数	PDF(Mb)	目次内検索
平成18年	水と土 第144号	120	14.9	目次
平成17年	水と土 第143号	84	12.9	目次

昭和45年	水と土 第2号	68	6.69	目次
昭和45年	水と土 第1号	80	6.41	目次

[▲ ページTOP ▲](#)

農業土木技術研究会 問い合わせ TEL 03(3436)1960 FAX 03(3578)7176
 〒105-0004 東京都港区新橋5丁目34-4 農業土木会館内
 水と土 Japanese Association for the Study of Irrigation, Drainage and Reclamation Engineering
 製作協力: (社)農業農村整備情報総合センター

図-3

3. 検索

(1)一覧からの選択

一覧の「図書名」をクリックすると当該号が全てPDFファイルで表示されます。

また、「目次」をクリックすると、当該号の目次が表示されます。

(2)全文検索

目次内検索をクリックすると「目次内全文検索」の画面が立ち上がります（図-4）。

ここでは、全文検索機能を使い、各号「水と土」の目次内にあるキーワードを手がかりに、自分が探したい報文などの抽出を行います。

検索方法は以下のとおりです。

農業土木技術研究会 会員限定コーナー

「水と土」目次内全文検索システム

現在、144 の文書がインデックス化され、6,347 個のキーワードが登録されています。

インデックスの最終更新日: 2007-11-22

検索式: [\[検索方法\]](#)

表示件数: ▼ 表示形式: ▼ ソート: ▼

図-4

①単一単語検索

調べたい単語を一つ指定するだけの最も基本的な検索手法です。

例：ダム

②AND検索

ある単語とある単語の両方を含む文書を検索します。検索結果を絞り込むのに有効です。3つ以上の単語を指定することも可能です。単語と単語の間に and を挿入します。

例：ダム and 工法

andは省略できます。単語を空白で区切って羅列するとそれらの語すべてを含む文書をAND検索します。

③OR検索

ある単語とある単語のどちらかを含む文書を検索します。3つ以上の単語を指定することも可能です。単語と単語の間に or を挿入します。

例：ダム or 工法

④NOT検索

ある単語を含み、ある単語を含まない文書を検索します。3つ以上の単語を指定することも可能です。単語と単語の間に not を挿入します。

例：ダム not 工法

4. 会員申し込み

トップページの「[入会の申し込みはこちら](#)」をクリックすると入会案内・手続きのページが表示されます。

ここでは、入会申込みフォームを使ってWeb上での入会申し込みが出来るほか、FAX・郵便の申込用紙をダウンロードすることが出来ます（PDFファイル）。

水と土

農業土木技術研究会 入会申込み

年会費・発行等

- 年会費2,300円／1人
- 会誌「水と土」年間3回発行（年度：4～3月）
- 「水と土」バックナンバー閲覧（検索システム）

申込み

農業土木技術研究会への入会申込みは、以下のいずれかの方法でお申込みください

○入会申込みフォームにて

○FAX・郵便にて (PDF)

○各職場に研究会連絡員等がおられる場合は、連絡員を通してお申込みください

PDF形式のファイルをご覧になるには、アドビシステムズ社が配布している Adobe Readerが必要です
(無償)Adobe Readerをインストールすることにより、PDFファイルの閲覧などが可能になります



連絡先・申込み先

農業土木技術研究会 TEL 03 (3436) 1960 FAX 03 (3578) 7176
〒105-0004 東京都港区新橋5丁目34-4 農業土木会館内

図-5

技術とは

河 畑 俊 明*
(Toshiaki KAWABATA)

国家公務員の定員削減が進められ、平成 27 年度からの次期定員合理化計画でも定員削減されることは想像される。また、今の日本は少子化が進み、あらゆる業界において新規就職者の奪い合いが、これからは予想される。いや、もう始まっているかもしれない。我々農業土木の世界も国、都道府県、市町村や建設業界、コンサルタントや測量業界も人員確保が非常に厳しい状況になってくるであろう。さらに北海道の工業高校や農業高校では定員の削減や廃校が行われ、近年ではある工業高校の土木科が廃止されている。

このような中で、業務改善を進めていくことが求められている。昔は、発注者自ら測量・設計・積算し、工事が行われたきたが、コンサルタントが存在する現在では、測量・設計の外注化はほぼ 100% となっており、人員・人材の確保が大きく期待できないなかでは仕事のやりかたを変えて行く必要がある。

東日本大震災の復興では、道路事業において、官民連携事業として P P P (Public Private Partnership) - 公共サービスの提供に民間が参画する手法を幅広く捉えた概念で民間資本のノウハウを活用し、効率化や公共サービスの向上を目指すもの - を導入し、工事着手までの工程を短縮したという話を聞いた。具体的な手法については熟知してはいないが、1 月にその講演会があるので聞いてみようと思う。

また、P F I (Private Finance Initiative) は公共施設などの管理運営を民間に委託している例が多くなっている。一例として、市民プールでは民間スイミングクラブが自ら管理運営し、水泳教室を企画し、利用者の拡大を図っているところが増えてきている。

我々農業土木の世界の業務改善には、情報化、アウトソーシングや上記の新たな手法による取組が必要であろう。しかしながら、例えば、アウトソーシングする場合、何をアウトソーシングし、何を残すかが問題である。逆に言うと、技術者として「これだけは、残す」といったものがあるはずだ。我々が今後も仕事を進めていく上で最低限残す技術とは何かを議論する時がきたと思う。仮にアウトソーシングしたのものも、それをチェックできる能力は確保しておくことが重要である。

昔、積算は技術か否かについて議論したことがあるが、結論は出なかった。当時は手計算であり、工事をイメージして積算書を作成した。トンネル工事では、サイクルタイムをはじき、損料を逐一積算したものである。しかし、現在では電算化され極めて合理化されてきた。思うに、昔は積算は技術であったが、今は電算化が進み技術から離れつつあるのかもしれない。しかし、積算を経験することにより、コンクリート 1 m³ がいくら、鉄筋 1 ton がいくらと頭に入り、現場での設計変更に対応できたのだと思う。今後、新卒者が全く積算を行わなくなれば、現場での対応も遅れ、また、積算書の審査あるいは会計検査などの対応などできなくなるのではないかと心配である。

大胆な業務改善を進めて行く上で、技術とは何かを考え、その上で業務の一部をアウトソーシングした場合、現場の対応、積算書の審査や会計検査の対応に関する能力をどう確保していくかを考える必要があるのではないかと考える。

つまり、アウトソーシングと人材育成とは対にして考えておくことが重要であろう。新たな対応を取り入れると、抵抗されることもあるであろうが、もう大幅な人員を確保できないことが予感される今後は、大きく仕事のやり方を変えることは必然であり、業界全体もその変革に合わせた対応が必要になってくるだろう。

*北海道開発局農業水産部農業設計課

国営環境保全型かんがい排水事業「別海地区」の 事業実施による水質浄化効果の検証

池 田 泰 久* 吉 田 信 一* 山 本 均**
(Yasuhisa IKEDA) (Nobukazu YOSHIDA) (Hitoshi YAMAMOTO)

目 次

1. はじめに	8	3. 河川水質モニタリングによる水質浄化効果検証	9
2. 別海地区の事業概要	8	4. まとめ	11

1. はじめに

北海道根室振興局管内に位置する別海町（図-1）では、広大な草地を活用した大規模な酪農が行われており、農用地等から流出する土砂や家畜ふん尿等による河川・湖沼等の水質への影響が懸念されていた。

このため、平成11年度より国営環境保全型かんがい排水事業「別海地区」（以下、「別海地区」という。）を実施し、肥培かんがい施設及び水質浄化機能等の多面的な機能を併せ持つ浄化型排水施設の整備を行い、環境保全型農業の推進を図ることとしている。

本報では、「別海地区」の事業実施による水質浄化効果の検証結果について報告する。



図-1 位置図

2. 別海地区の事業概要

「別海地区」では、平成11年度に事業着手、平成19年度に完了し、別海町の中心部を貫流する西別川

下流の酪農地帯7,800haを対象に、用水路14条全長71km、配水調整池24箇所、排水路30条全長44kmを整備している。

本事業における用水施設整備としては、老朽化した用水管路の改修などと併せ、家畜ふん尿の農地への効率的かつ適正な還元による土地生産性の向上と地域環境への水質負荷物質の軽減を目的とした肥培かんがい施設である配水調整池などの設置を実施している。また、排水施設整備としては、ほ場の排水不良を解消するための排水路の整備と併せ、遊水池や土砂緩止林設置を行うなど、水質浄化機能を併せ持つ構造としている。（図-2）

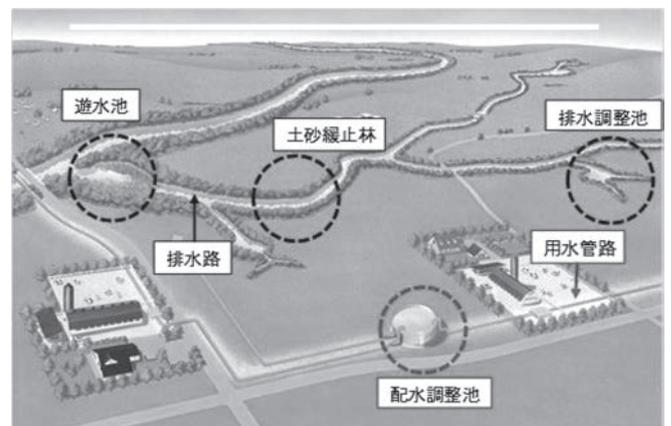


図-2 事業による主な整備内容（イメージ）

(1) 肥培かんがい施設（配水調整池）

家畜ふん尿とかんがい用水を混合し、曝気処理を行う配水調整池を整備することにより、肥効性の高い良質なスラリーの生成と農地還元が可能となり、牧草の収量増や品質向上、購入肥料の削減などによる生産性の向上が図られる。生成された良質なスラリーは、散布時の土壌への浸透能力が高く、肥料成分の土中から牧草への効果的吸収が図られることにより、河川への水質負荷物質の流出軽減が図られ、結果、水質浄化に寄与している状況である。（写真-1）

*北海道開発局釧路開発建設部農業環境保全対策官付
第2環境保全係 (Tel. 0154-24-7346)

**北海道開発局釧路開発建設部農業環境保全対策官
(Tel. 0154-24-7369)

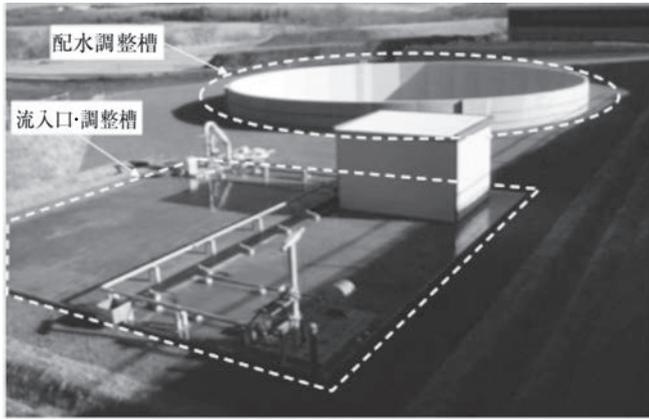


写真-1 整備された肥培かんがい施設（配水調整池）

(2) 浄化型排水施設

①土砂緩止林

排水路の法面崩れや土砂流入等を抑制し、排水路の機能保全を図るとともに、農用地等から流入する窒素・リン等の水質負荷物質を吸収し、水質浄化を図るため、排水路の両岸に土砂緩止林を配置している。

植栽樹種は自然環境への配慮から、外来種ではなく周辺地域に自生しているヤチダモ、ハンノキ、ドロノキ、ミズナラ等を主体に植生している。（写真-2、3）



写真-2 整備後の土砂緩止林（平成14年撮影）



写真-3 現況の土砂緩止林（平成24年撮影）

②排水調整池

支線排水路の上流端に位置する幅広水路状の沈砂池であり、排水路への土砂流入を防止し、排水路の機能保全を図るとともに、土砂の沈降による窒素・リン等の水質負荷物質の低減を図る施設である。（写真-4）



写真-4 整備された排水調整池

③遊水池

排水本線と合流する幹線排水路の下流部に設置し、排水路に流入した土砂及び窒素・リン等の水質負荷物質の低減を図る施設である。

遊水池の構造は、土砂の沈降・捕捉を行う堆砂域とヨシ等の水生植物により窒素・リン等の吸収を行う植生域で構成されている。（写真-5、6）



写真-5 整備された遊水池



写真-6 整備された遊水池（植性域）

3. 河川水質モニタリングによる水質浄化効果検証

(1) 河川モニタリングの調査概要

「別海地区」内を流下する主要河川である西別川を対象に、地区の下流域に位置する新生橋地点（流域面積 392km²）及び中流域に位置する西別川橋地点（流域面積 355km²）の2地点において、平成10年から平成23年の平水時に水質モニタリングを実施した。

新生橋から西別川橋の区域内流域面積は37km²で、「別海地区」の受益面積7,800haの約5割に相当し、当該区域内流域のほとんどが「別海地区」に包括されている。(図-3)

水質浄化効果の検証は、河川の水質汚濁を示す指標として用いられるBODや農業生産活動に伴う水質負荷物質である全窒素・全リンに着目して実施した。

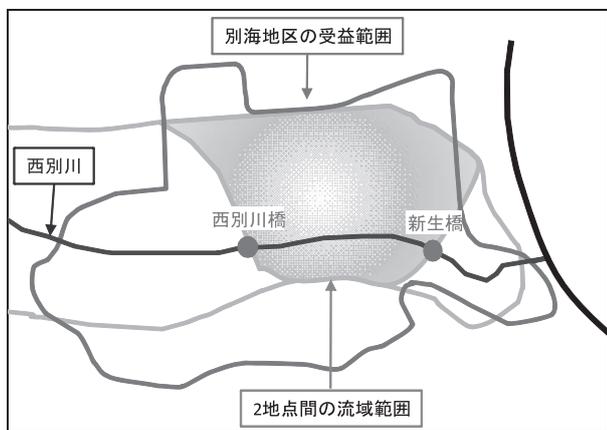


図-3 調査地点の概略図

(2) 別海地区の進捗状況

用水施設の整備は、平成12年度に開始され平成19年度に完了している。また、排水施設の整備は、平成13年度に開始され平成19年度に完了している。(図-4)

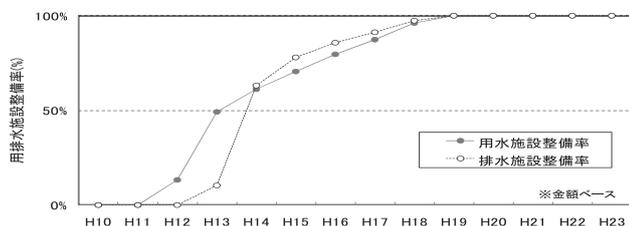


図-4 別海地区の整備率

(3) 西別川の水質モニタリング調査結果

a) BOD濃度、年間負荷量の経年変化

2地点の平水時におけるBODの年平均濃度及び年間負荷量の経年変化を図-5及び図-6に示す。

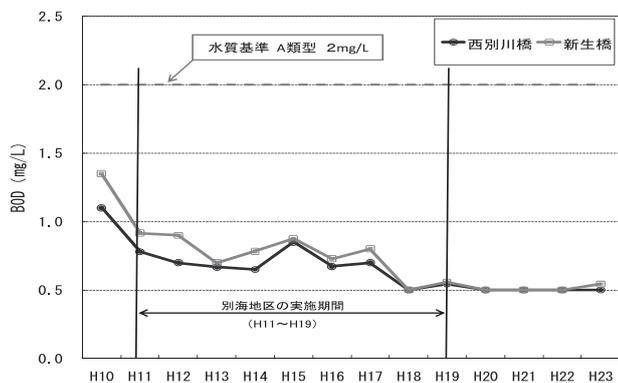
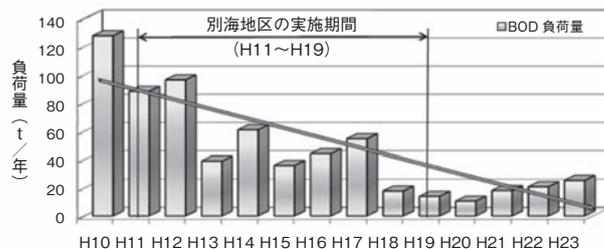


図-5 BODの年平均濃度経年変化



$$\text{年間負荷量(t/年)} = \text{濃度(mg/l)} \times \text{流量(m}^3\text{/s)} \times 86,400(\text{s}) \times 365(\text{日}) \times 10^{-6}$$

$$\text{2地点間より流出する年間負荷量} = \text{新生橋地点年間負荷量} - \text{西別川橋地点年間負荷量}$$

図-6 2地点間のBOD年間負荷量経年変化

西別川の2地点は、環境省の水質汚濁に係る環境基準の中の生活環境の保全に関する環境基準の指定においてA類型に指定されており、BOD濃度の基準値は2mg/l以下である。

BOD年平均濃度は、別海地区の事業進捗にあわせて年々低下傾向を示し、平成18年以降は同基準値の1/4の約0.5mg/lと低い濃度で推移した。

また、平成18年以降は、2地点の濃度差が小さくなったことから、2地点の区域内から流出されるBOD年間負荷量も大きく減少したものと考えられる。

b) 全窒素濃度、年間負荷量の経年変化

2地点の平水時における全窒素の年平均濃度及び年間負荷量の経年変化を図-7及び図-8に示す。

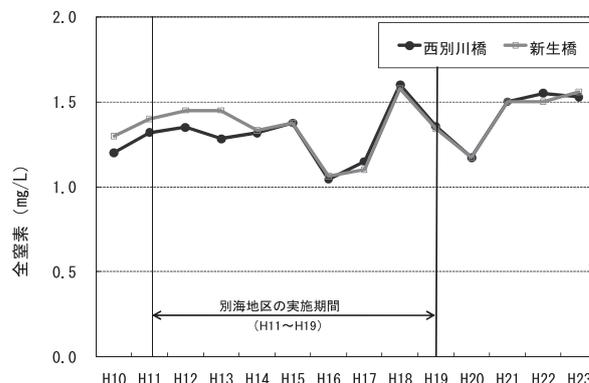


図-7 全窒素年平均濃度経年変化

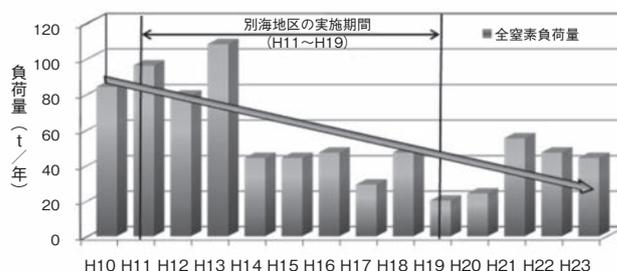


図-8 2地点間の全窒素年間負荷量経年変化

2地点間の全窒素の年平均濃度差は、平成13年までは見られたが、施設の整備率が約6割を超えた平成14年において、ほぼ見られなくなり、それ以降の濃度差もほとんど生じていない。このことから、2地点の

区域内から河川へ流出する全窒素年間負荷量の軽減が図られているものと考えられる。

なお、全窒素濃度の経年変化については、事業実施前後において濃度に変化がみられないが、この要因としては、新生橋地点までの流域面積 392km² に対する 2 地点間の区域内流域面積は 9 % 程度であり、かつ上流に整備前の別海北部地区等の受益農地などが位置していることから、上流域からの影響によるものと考えられる。

c) 全リン濃度、年間負荷量の経年変化

2 地点の平水時における全リンの年平均濃度及び年間負荷量の経年変化を図-9 及び図-10 に示す。

全リン年平均濃度は低下傾向を示し、平成 21 年以降 2 地点の濃度差が小さくなった。また、全リン年間負荷量も年平均濃度と同様に減少傾向を示し、平成 21 年以降の全リン負荷量は、2 t/年と低位に推移した。

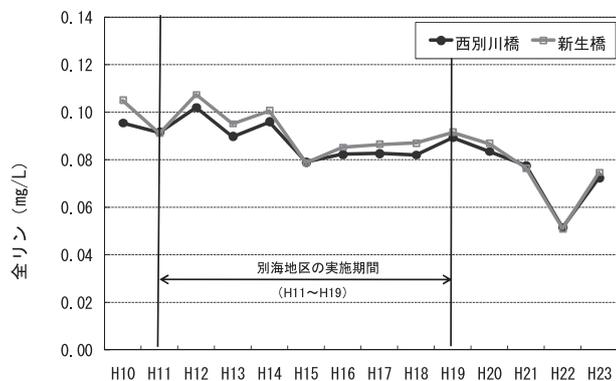


図-9 全リン年平均濃度経年変化

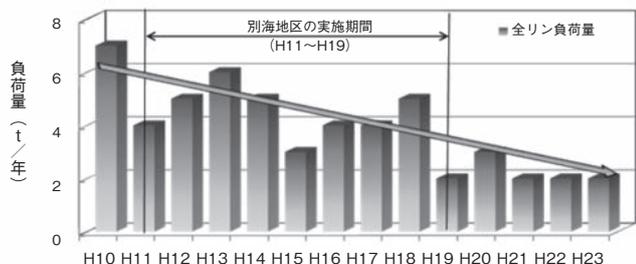


図-10 2 地点間の全リン年間負荷量経年変化

4. まとめ

本報告では、国営環境保全型かんがい排水事業「別海地区」の受益面積の約 5 割を占める西別川の 2 地点の水質モニタリングより検討を行った結果、河川の水質汚濁を示す指標である BOD や農業生産活動に伴う水質負荷物質である全窒素・全リンの地点間濃度差が、事業実施に伴い小さくなり、2 地点の区域内から流出される年間負荷量が低減し、水質浄化効果が発揮されていることを確認した。この要因としては、肥培かんがいの導入による牧草吸収量の増大や購入肥料の投入量の減少、浄化型排水施設の整備により水質負荷物質

の低減が考えられる。

これらの水質浄化効果を定量的に把握するため、今後も調査を継続する予定である。

小規模な落差を有効利用した新たな小水力発電の実証

沼田 隆 晃*
(Takamitsu NUMATA)

目 次

1. はじめに	12	4. 実証結果	14
2. 実証事業の概要	12	5. おわりに	16
3. 発電施設の概要	13		

1. はじめに

近年、地球温暖化対策は重要な課題であり、その原因の一つとされている温室効果ガス排出の抑制が必須のものとなっている。このような中、農林水産業分野においては、食料・農業・農村基本法が掲げる基本理念の実現に向け、新たな土地改良長期計画（平成24年3月30日閣議決定）で「小水力発電等の再生可能エネルギーの生産等を推進し、自立・分散型エネルギーシステムへの移行と美しい農村環境の創造を図る」ことが重要な施策として位置づけられており、農業用ダムや用排水路等の農業水利施設を活用した小水力発電の開発が期待されているところである。

こうした状況の中、平成24年度農林水産省の補助を受け、青森県土地改良事業団体連合会（以下、連合会）は、農業水利施設を活用した小水力発電設備の更なる推進のために、新技術を導入した発電設備を開発し、その現地実証試験を行ったので、小水力発電設備の概要と実証結果について紹介する。

2. 実証事業の概要

(1) 事業の目的

本事業は、農村地域における小水力の一層の利活用を促進するため、発電形態を工夫し、小規模な落差を複数活用して発電を実証しようとするものである。

実証試験では、技術性や経済性等を検証し、小さな落差を連続活用した小水力発電施設のモデルとして成果をとりまとめ、小水力発電の機能性を拡大し、低炭素社会の創出に資することを目的としている。

(2) 実証地点の選定

①農業水利施設の概要

本実証は、青森県東部の上北郡七戸町に位置し、県営天間林地区かんがい排水事業により整備された、早川幹線用水路で実施した。

早川幹線用水路は、一級河川高瀬川水系坪川から早川頭首工により2.816m³/s（代かき期最大）及び2.371m³/s（かんがい期最大）取水した用水を、受益面積715haの水田に配水する総延長14,461mの開水路であり、0.5～2.1mの落差を有する落差工が23ヶ所存在する農業用水路である。（図-1）

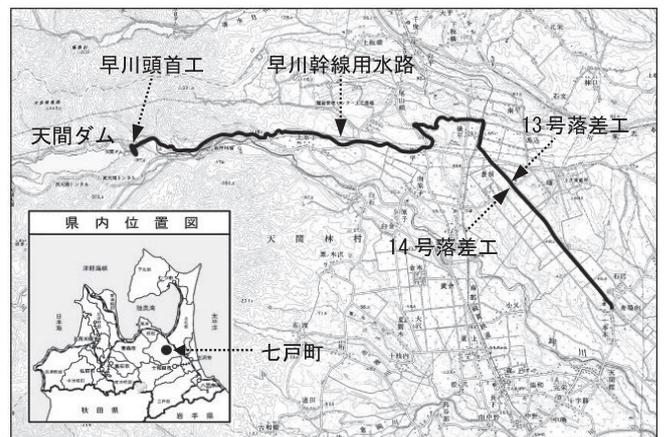


図-1 位置図

②実証地点の選定

実証する地点の選定は、周辺地形及び経済性低減等を勘案して、早川幹線用水路の23ヶ所の落差工のうちで以下の条件を満たす場所とした。

- ・ 流況や取水位に影響がないこと
- ・ 落差工間の距離が短いこと
- ・ 既存配電線が近傍にあること

上記条件を満足する13号落差工（落差1.53m）及び14号落差工（落差1.32m）の2ヶ所を選定した。（写真-1, 2）

*青森県土地改良事業団体連合会 主査
(Tel. 017-723-2401)



写真-1 第13号落差工（落差1.53m）



写真-2 第14号落差工（落差1.32m）

電量も少ないことに加え、落差工毎に発電施設を設置しなければならないためイニシャルコストが大きくなる。

今回の実証は、連続する2つの落差工を配管で接続することにより、2つ分の落差を合わせることで、エネルギーも大きくなり発電量も多くなる仕組みを考案した。

具体的には、上流の第13号落差工内に取水壁を設置して取水槽を造成する。取水壁に導入管を取付け、水路内に敷設したφ500mmのFRPM製の導水管を第14号落差工落差工下流部に設置した水車に接続する。取水槽の導入管路により発電使用水量を取水し、発電を行う設備とした。なお、導水管の材質及び径の選定にあたっては、コスト縮減対策と経済的な最大使用水量を検討し、決定した。（図-2、写真-3～5）

発電した電力の用途は、電力会社に全量を売電し、その収入を農業水利施設の維持管理費に充当することとした。



写真-3 取水壁の設置

3. 発電施設の概要

(1) 概要

現況の用水路にあるそれぞれの落差工をそのまま利用した場合は、1ヶ所毎のエネルギーが小さく、発

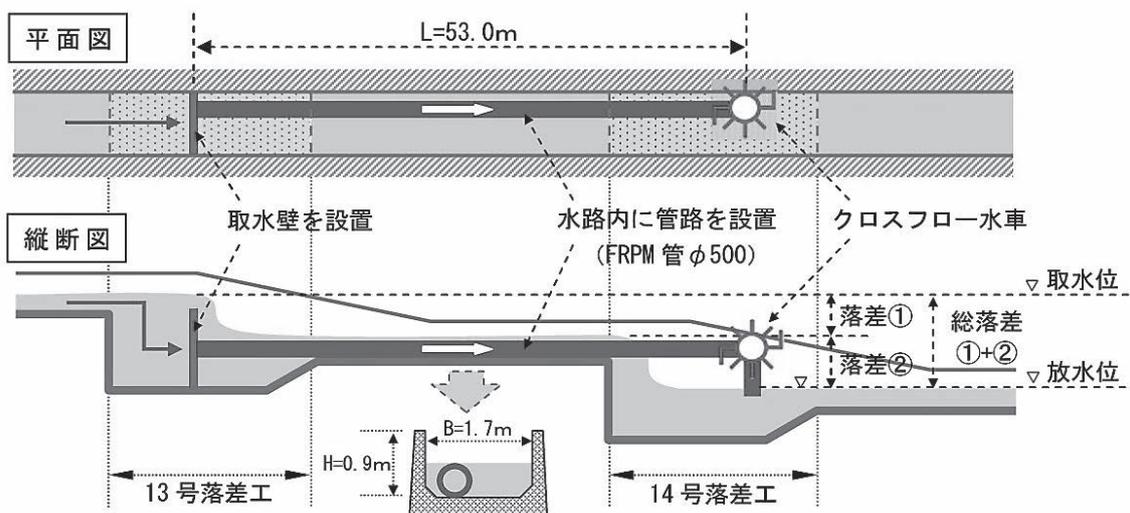


図-2 発電設備のイメージ



写真-4 既設水路への導水管の設置

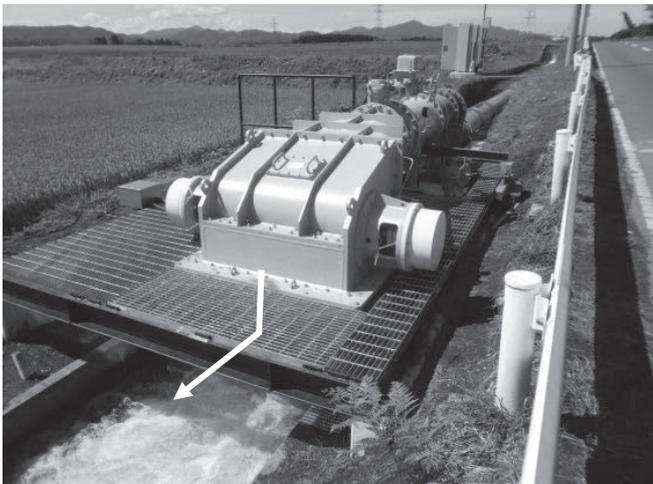


写真-5 水車発電設備

(2) コスト縮減対策

①水車構造の簡素化

水車は、クロスフロー水車を採用したが、流量調整機能を有するガイドベーンを排除し、構造を簡素化することで低コスト化を図った。(図-3)

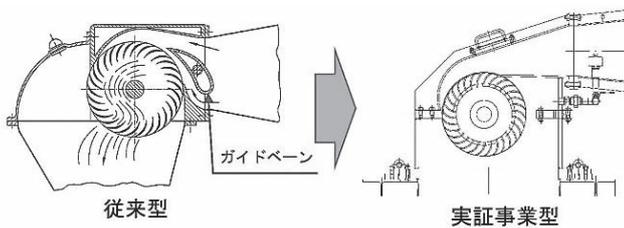


図-3 ガイドベーンを排除した構造

②発電機を水車に直結

発電機を水車軸に直結することで、増速機が不要となり低コスト化を図った。(写真-6)

③導水管路方式の工夫

これまで一般的であったバイパス管路方式ではなく、露出型水圧管路工法にすることで、工事費のコスト縮減を図るとともに、施工性を向上させた。(図-4)

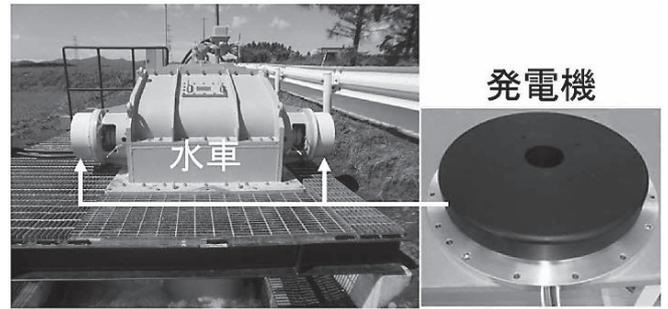


写真-6 直結した発電機

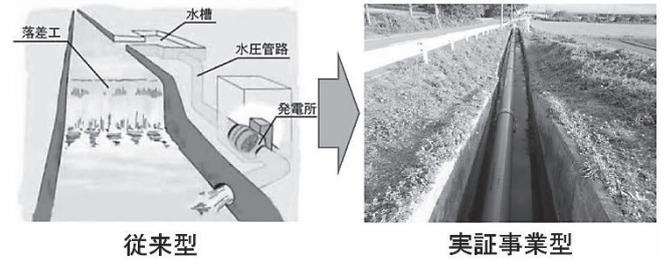


図-4 露出型水圧管路工法

4. 実証結果

(1) 発電出力の検証結果

現地において検証した結果、配電盤出力 5.7kW を確認できた。

(2) 有効落差調整による発電出力の変化

有効落差を変化させた場合の発電出力を検証するため、9cm 角落材を使用して水位上昇させた。(写真-7)

その結果、1つの角落として0.5kW 程度の出力上昇を確認したことから、用水が溢れない程度に角落しの本数を調整することにより、高い発電出力を得ることが可能である。

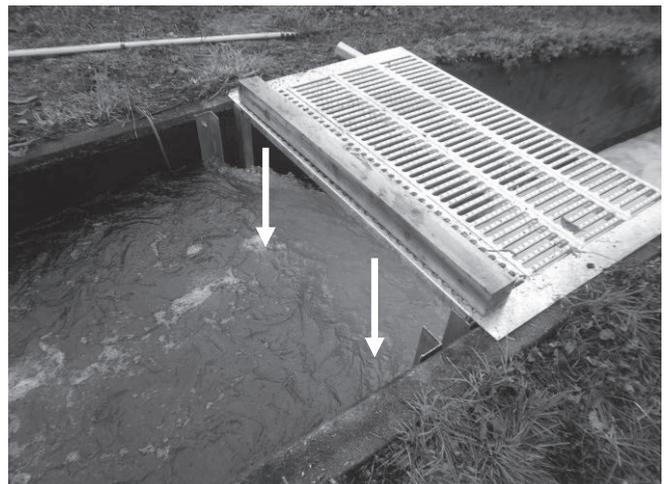


写真-7 角落しの設置場所

(3) 浮力防止バンドの耐久性

導水管路を固定している支持金具に変形は見られなかったが、固定ナットの緩みが確認された。(写真-8)

そのため、予防措置として支持金具上部にダブルナット止めによる補強を行い、緩み対策を実施した。



写真-8 ダブルナット止めによる補強

(4) 経済性の検証

新たな技術とコスト削減対策による露出形式水圧管路方式は、従来型の地下埋設形式バイパス管路と比較して約 2,000 千円の工事費低減が図られた。

(5) 平成 25 年度の運転状況

① 発電施設の管理

本発電設備は、平成 25 年 3 月に、連合会から天間林土地改良区に管理移譲している。

天間林土地改良区では、水車発電機設備に上屋を建てるとともに、転落防止柵を設置し、安全管理対策を講じている。(写真-9, 10)



写真-9 現在の発電設備



写真-10 転落防止策の設置

② 発電状況

水利使用規則において定められている平成 25 年 5 月 16 日より通水を開始し、9 月 7 日までの 115 日間で発電を行った。

5 月から 7 月末における、1 時間平均毎の発電出力の推移を示す。(図-5)

発電出力の平均は 5.6kW、最大出力は 6.0kW を記録しており、実証試験での発電出力がほぼ安定して得られている。なお、総発電電力量は、12,300kWh であった。

発電出力に大きな変動が見られる部分として、5 月から 6 月初旬の A 期間と、7 月中旬以降の B 期間が挙げられる。(図-5)

【A 期間】

角落しの本数による発電出力の変化である。

不測の事態が発生した場合でも対応できる日中は、角落しの本数を多くして発電出力を高め、夜間は安全面を考慮して角落しの本数を少なくして発電していた。

この期間以降は、管理上の経験により安全に流下できる角落し本数(4本)を定めて発電を行っている。

【B 期間】

大雨時に取水源である頭首工からの取水量を少なくしたことにより、発電出力が低下したものである。

これにより、ガイドベーンが無くとも、急激な流量変動において発電が可能であることが実証された。

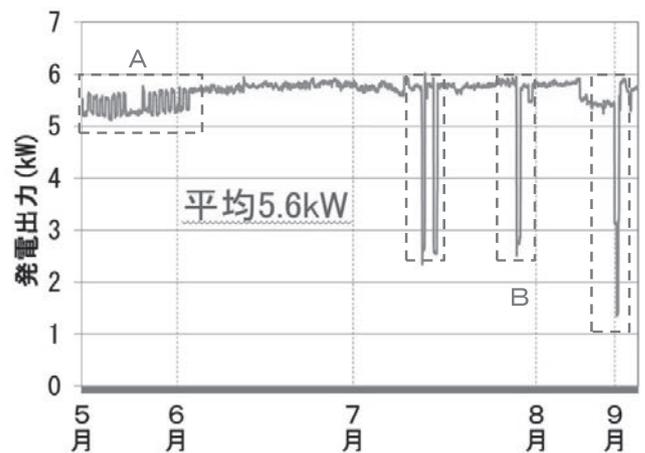


図-5 発電出力の推移

③ 落ち葉等のゴミ問題

維持管理上懸念される落ち葉等が導水路に流入するゴミ問題は、取水壁の越流により下流へと流れ、発電に影響を与えることはなかった。(写真-11)

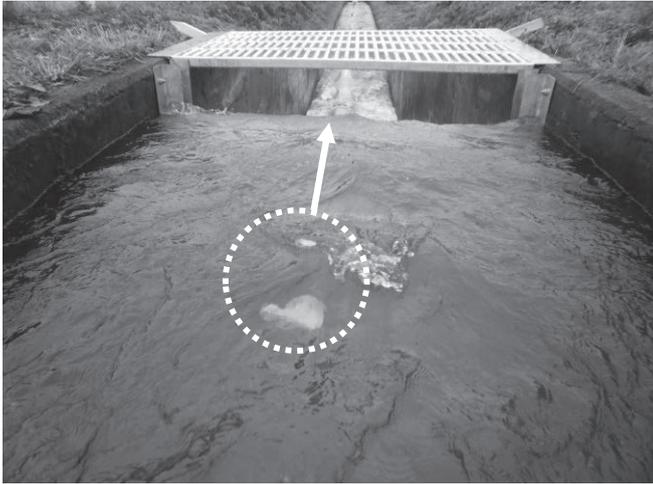


写真-11 越流により流される落ち葉

5. おわりに

新たな発電方式は、付帯設備の設置や路線変更など、既設水利施設に大幅な土木工事をすることなく、農村地域に賦存する小さな水力資源を有効活用して発電できることを実証したものである。

今後は、設備を規格化することで更なる低コスト化が図られ、同様の施設において導入促進が期待できる。また、発生電力を農業農村活性化施設だけに利用するのではなく、電気自動車や燃料電池への充電施設、緊急時の非常用電源として防災機能強化にも役立つことから、産官民挙げて積極的に推進していくことが望まれる。(写真-12)

最後に、事業推進に御指導、御協力をいただきました関係各位の皆様にご心から感謝いたします。



写真-12 小学生への環境学習

那珂川揚水機場ディープウェル排水の処理対策について

齋藤 武志*
(Takeshi SAITOU)

目 次

1. はじめに	17	3. シブ水の出現による排水対策(鉄分処理対策)の検討	18
2. 当初計画	17	4. おわりに	21

1. はじめに

那珂川沿岸地区は、茨城県の水戸市周辺地域で関東随一の清流と知られる一級河川那珂川の沿岸に拓けた低平地及びその周辺台地の台地上に展開する県下有数の農業地帯である。これまでは那珂川の清流を利用して発展してきたが、周辺にはため池や天水に頼り那珂川の恩恵を受けていない地域が存在していた。また那珂川からの取水施設も年々老朽化が進み、将来的に安定的な用水確保が困難な状況が予想された。このため、那珂川沿岸農業水利事業により御前山ダムや揚水機場を新設し、周辺地域に那珂川の水を供給するとともに老朽化した施設の改修を行い、農業用水の安定的な供給と農業経営の安定化や効率化、食料供給力の向上に資するものである。(図-1)

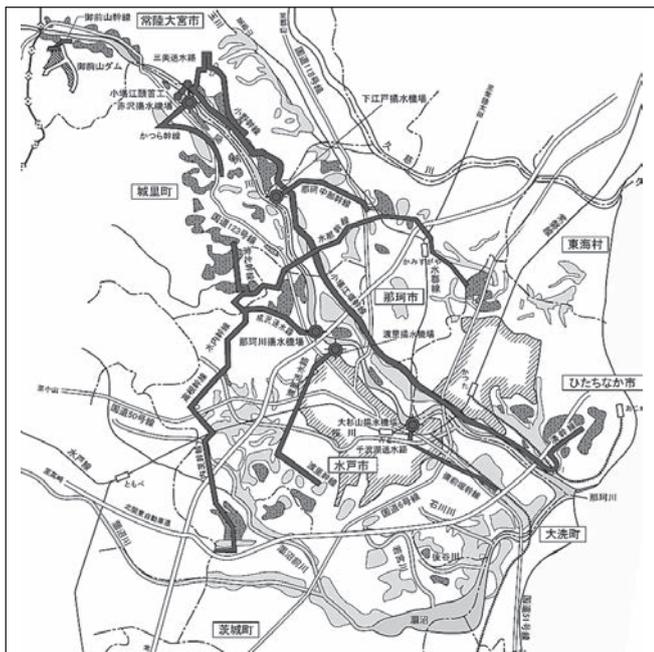


図-1 那珂川沿岸地区概要図

本事業の一環として那珂川揚水機場(最大揚水量1.98m³/s(ポンプφ700×2台, φ350×1台))を建設するために平成23年度より工事が進められてきた。工事実施にあたり、周辺是那珂川沿いであり地下水位が高く、更に掘削深も深いため、仮設土留工法と併せて地下水位低下工法としてディープウェル工法にて排水を行った。しかし、排水に変色が発生したため、水質調査を実施した結果、鉄分が含まれている(シブ水である)ことが判明した。このため、周辺における営農及び排水先である河川の環境配慮を考慮し、排水対策の検討を行う必要が生じた。

本稿では排水対策の検討にあたって排水抑制対策工法と鉄分処理対策工法の比較及び鉄分処理対策工法選定の過程等について述べる。

2. 当初計画

前述のとおり本現場是那珂川沿いであり通年施工であるため、出水期は地下水位が高く、更に掘削深も最大で14.6mと深いため、水替工として①掘削深度が深いこと、②周辺は井戸により営農が行われているとともに周辺構造物を考慮して地下水位を過大に低下させないこと、③排水先は既設農業用排水路であるため、極力、多くの排水量を流さないことから、揚水量の調整が可能なディープウェル工法で実施した。排水先は既設農業用排水路(約1km)を經由して一級河川田野川となる。(図-2)

(1) 仮設土留工法

地下水位が高く、掘削深が5m以深であり、機場敷地周辺には市道や既に施工された中央管理所があることを踏まえて大規模な素掘掘削は不可能であることから、仮設土留工法(鋼矢板土留工+腹起切梁支保工)で施工した。

(2) 土質及び地下水

過年度に那珂川揚水機場近傍でボーリング調査を3地点実施している。その結果、図-3に示すように

*那珂川沿岸農業水利事業所 (Tel. 029-227-7571)

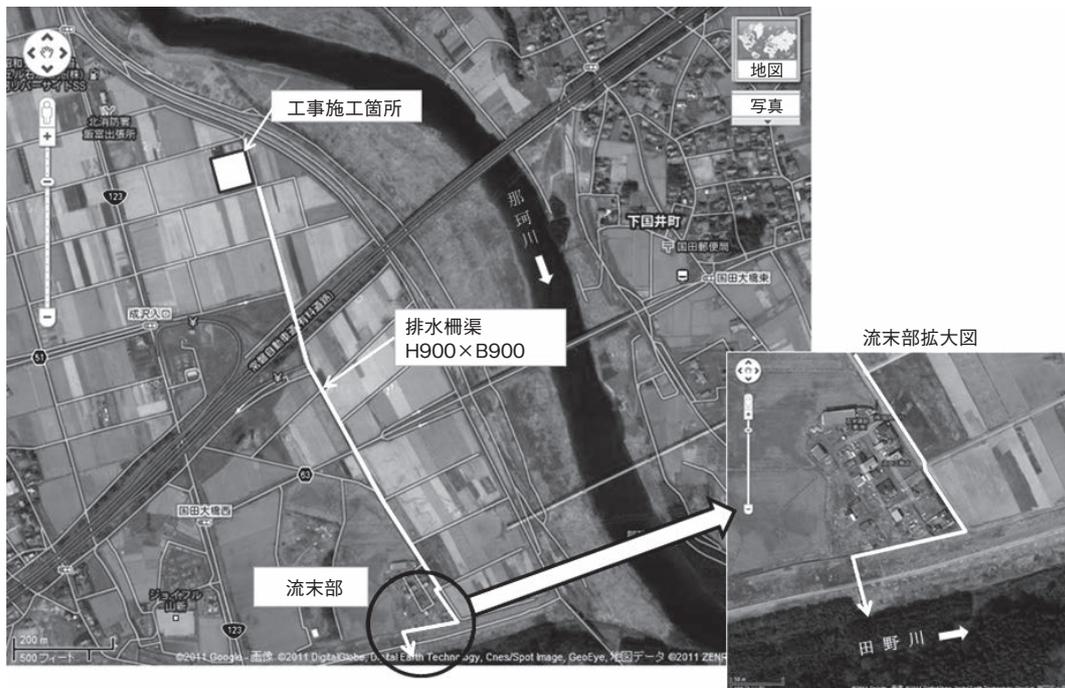


図-2 平面図

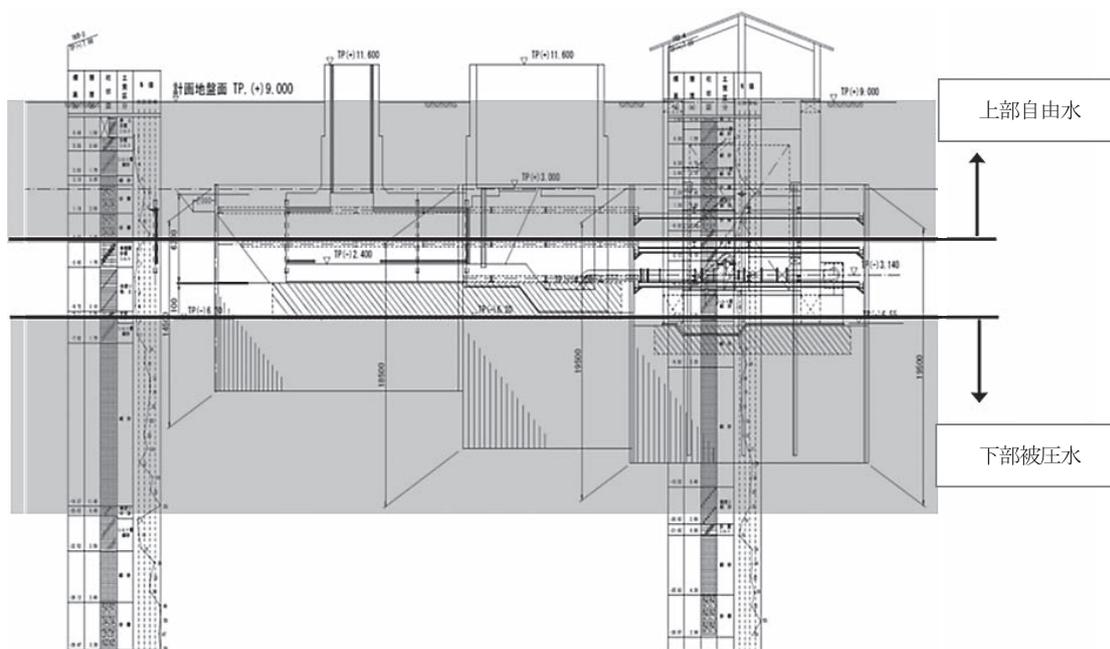


図-3 揚水機場地質図

TP-0.87m ~ TP-6.17m は不透水層（シルト層）となっているため、下部被圧水を対象に排水を行った。なお、ボーリング調査時には地下水に鉄分が含まれていたことは確認できなかった。

3. シブ水の出現による排水対策（鉄分処理対策）の検討

シブ水の出現による対策の検討は、図-4に示すフローにより行った。（図-4）

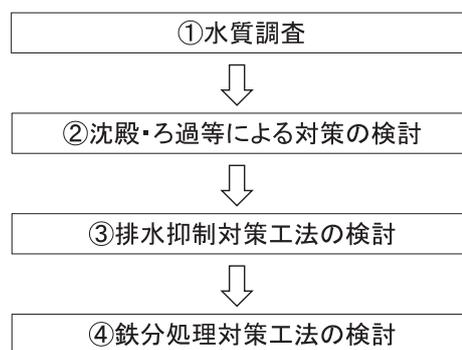


図-4 対策のフロー図

(1) 水質調査結果

ディープウェルにて排水（排水量 2.5m³/min）を実施していたところ、掘削作業が進むにつれて少しずつ赤色に変色されることが確認されたため、水質調査を実施した。その結果、溶解性鉄含有量 Fe が 20mg/ℓ であり、排水基準を上回る鉄分が水中（下部被圧水の細砂層と想定される）に多く含まれていることが確認された。

（水質汚濁防止法（茨城県条例）排水基準値：10mg/ℓ 以下（※本工事の場合は排水特定施設ではないため、水質汚濁防止法及び県条例には該当しないが水質の保全、環境への負荷軽減を図るという観点から排水基準値を準用））

(2) 沈殿、ろ過等による対策の検討

工事中でもあり水替工を止めることはできないため、早急に鉄分処理の対策を講じる必要があった。そこで試験的に鋼製水槽とろ過材（ヘチマロン、吸出しシート等）により沈殿設備を設置した。（表-1、図-5）

表-1 対策実施の結果

ケース	パターン	溶解性鉄	
		処理前	処理後
1	3連水槽(3m ³ ×3台) 曝気+沈殿+ろ過材	27mg/ℓ	26mg/ℓ
2	4連水槽(3m ³ ×4台) 曝気+沈殿+ろ過材+ろ過材	31mg/ℓ	22mg/ℓ

注1) 排水量は約 0.3m³/min である。

注2) 溶解性鉄の測定値は簡易鉄分測定機（ポケット鉄計）によるものである。

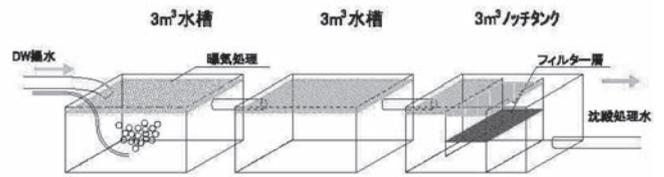


図-5 沈殿槽概略図

上記の結果より、溶解性鉄を大幅に除去させることはできず簡易的な沈殿方式では不可能であることが確認された。鉄分を除去させるためには、更に水槽を増やす必要があるが、設置場所の確保が必要となる。

(3) 鉄分処理対策の検討

1) 排水抑制対策工法

次に、排水そのものを抑制する方法として表-2に示す工法について検討した。

その結果、仮設土留（切梁・腹起し）が途中まで施工済みであること踏まえて、全ての工法において施工性、确实性の観点から採用しないこととした。

表-2 排水抑制対策工法比較表

対策工法	水中掘削置換工法	底盤改良工法	止水壁工法
概略説明	土留内をクラムによる水中掘削を行い、底盤コンクリートを打設し、底盤部の置換を行い底盤部の止水対策を行う。	土留内に作業構台を設置し床付面下部を地盤改良(CJG 工法)で行い底盤部の止水対策を行う。	鋼矢板土留の下部に不透水層(TP-35m付近)まで止水壁(地盤改良CJG工法)を築造し、鋼矢板下部からの浸透水を防ぐ。
概略図			
問題点	<ul style="list-style-type: none"> 底盤コンクリート打設時に排水を伴うため水処理施設が必要となる。 底盤コンクリートが厚いため掘削により既設地盤改良体(基礎地盤として地盤改良を施工済み)が撤去される。 水中掘削時に既存の切梁・腹起しが障害となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 既存の切梁・腹起しが障害となる。 高圧噴射による地盤改良を行うことで周辺地盤隆起(盤ぶくれ)により既設地盤改良体が浮上した場合の対応が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> 不透水層の位置を確認するために地質調査による事前調査が必要である。 底版部の止水性は既存の改良のみであるため釜場排水等の併用とした施工が必要となる。

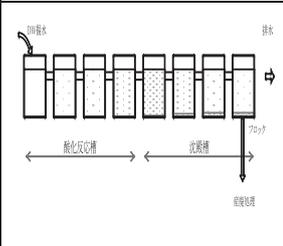
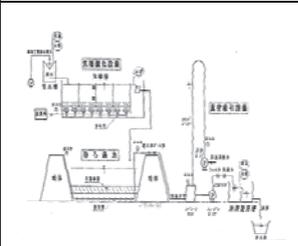
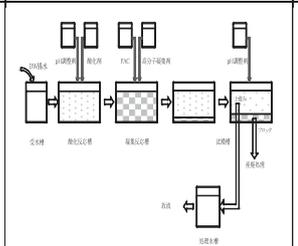
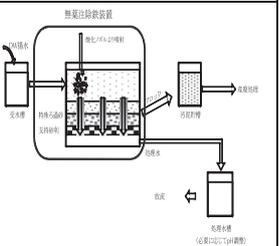
2) 鉄分処理対策工法

次に、鉄分を処理する方法として表-3に示す工法について検討した。

その結果、「薬剤処理プラント」は一般的な対策方法であり、実績も多く他の工法に比べて安価

である。また、排水濃度の変化にも薬品の添加量等で対応が可能であり処理水の水質も安定的に処理管理が可能であることから、経済性、施工性の観点から採用した。(図-6)

表-3 鉄分処理対策工法比較表

対策工法	沈殿方式	砂ろ過方式	薬剤処理プラント方式	無薬注除鉄装置方式
概略説明	酸化反応槽及び沈殿槽(水槽及びノッチタンク)で酸化反応, 自然沈殿によって鉄分を除去する工法。	気曝し, 砂でろ過することにより固液分離する工法で薬剤を使用しない工法。装置は①気曝酸化装置, ②砂ろ過設備, ③真空吸引設備からなる。	薬剤により溶解性鉄を強制的に酸化させ, 固液分離する工法。設備は①酸化設備, ②反応設備, ③沈殿・分離設備, ④放流設備, ⑤産業廃棄物処理設備からなる。	プラント設備による曝気・酸化を行い砂ろ過にて鉄分を除去する工法で薬剤を使用しない工法。設備は①気曝設備, ②ろ過槽, ③受水槽, ④処理水槽, ⑤産業廃棄物処理設備からなる。
必要ヤト ^①	5,400 m ²	6,000 m ²	360 m ²	360 m ²
概略図				
問題点	<ul style="list-style-type: none"> 試験施工結果により自然沈殿に要する時間は約2日程度必要であり, 約7200m³程度の沈殿槽を設置する仮設用地が必要となる。 排水中の溶解性鉄の濃度を一定に管理することが困難であり, 沈殿しきれない浮遊する酸化鉄により赤褐色の排水となることが想定され, 別途処理が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 6,000 m²程度の仮設用地が必要となる。 設備規模を容易に変更するのが困難であることから, 試験施工により効果の確認が必要である。 遮水構造の沈殿池の構築工事が必要。 ろ過材の管理(メンテナンス)が必要。 砂ろ過材の構造設計等(概略設計→詳細設計→試験施工)を行う必要があり, 時間を要する。 	<ul style="list-style-type: none"> 凝集剤の種類, 添加量については試験が必要である。 プラントの設置期間が1ヶ月程度要する。 薬剤の管理が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ろ過砂の厚さにより除鉄性能に影響があるため試験が必要。 ろ過材の管理(メンテナンス)が必要。
施工性	△	△	○	○
経済性	○	○	◎	△

※鉄分濃度の目標値は以下の理由により 0.3mg/lと定めた。

- ①水質汚濁防止法の 10mg/lの場合, 鉄分が残っているため, 酸化すると赤色に変色すること(着色があると水中照度が低下し藻類の生育に影響を及ぼし藻類の餌とする魚類の生育にも影響を及ぼす要因と考えられる)。
- ②那珂川には上水道の取水塔があること(水道法基準=0.3mg/l以下)。
- ③現状の那珂川表流水の鉄分濃度が最大でも 0.2mg/l程度であること。

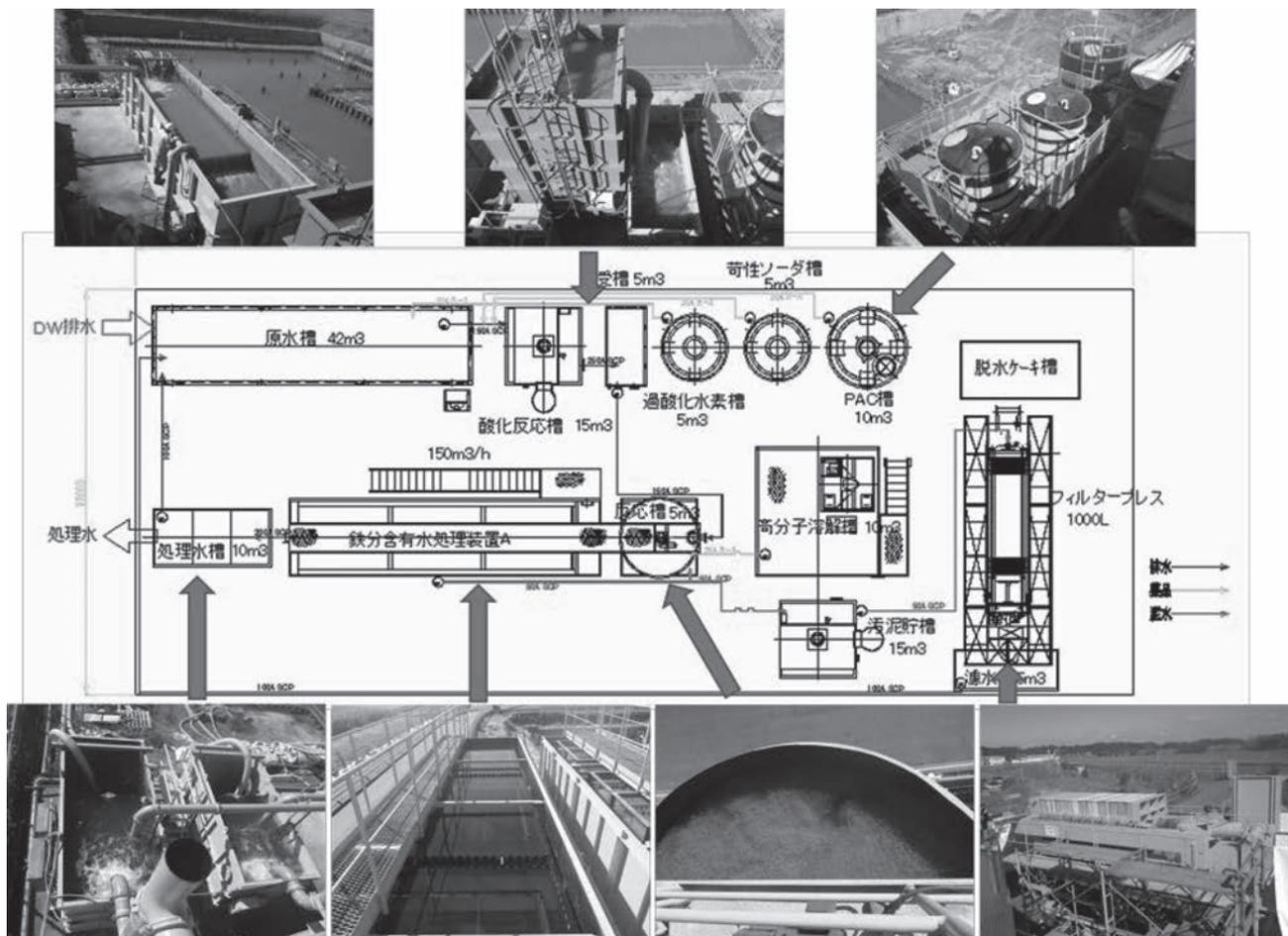


図-6 鉄分処理状況

4. おわりに

予想していなかった地下水の鉄分発生に伴い、工事施工中であるため、早急に対策工法を検討し決定する必要があった。対策工法の検討にあたっては、①工事費の増高を抑制すること（コスト安価）、②仮設土留工の施工が途中までであったこと及び現在の仮設ヤードで対応可能であること（現場条件）、③確実に鉄分処理が行われること等に留意し、受注者と打合せをしながら実施した。その結果、鉄分処理対策の検討及び鉄分処理施設の整備等に時間を要し、工事は当初計画に比べて大幅に工程が遅延したが、鉄分処理対策（薬剤処理プラント）を実施したため、地下水の鉄分濃度及び排水量の変化に対応して薬剤量を調整し、目標値である $0.3\text{mg}/\ell$ 以内で鉄分を除去することが確認された。今後も引き続き鉄分処理施設（薬剤処理プラント）にて鉄分を除去し、水質の保全、環境への負荷軽減を図り、平成 25 年度内の完成を予定している。

今回のような施工現場と同様な状態となった場合は、本報文で報告した対策検討が少しでも参考になれば幸いである。

ため池改修工事における既設余水吐の維持補修技術

大 島 弘 之* 間 島 貴 広* 小 森 裕 生**
(Hiroyuki OOSHIMA) (Takahiro MAJIMA) (Hiroo KOMORI)

目 次

1. はじめに	22	4. 調査結果	23
2. 改修計画	22	5. 対策工	25
3. 調査	23	6. おわりに	26

1. はじめに

北方大池は石川県珠洲市上戸町地内にあり、農地17.6haを灌漑する農業用ため池である。堤体の築造年は不明であるが、昭和51年から53年にかけて改修を行い、30数年を経過している。(図-1参照、写真-1参照)近年、取水施設周辺からの漏水が著しく、破堤のおそれがあり、平成23年度から「老朽ため池整備事業」で改修した。

本稿では、当該ため池改修工事で実施した既設余水吐の維持補修対策について述べる。



写真-1 北方大池

2. 改修計画

堤体の改修は、既設の遮水ゴムシートを撤去し、前刃金工法により改修する。ここで、余水吐は、クラック等は目立つものの、顕著な破損は見られず、必要なかんがい流量の確保も期待できることから、余水吐の健全性を調査・評価し、補修・補強を中心に整備することとした。以下、余水吐の健全性評価とその対策工について述べる。

余水吐構造は、側水路型の越流堰(図-2参照)であり、上流区間(越流部)の池側は、無筋コンクリートによる越流堰、山側は鉄筋コンクリート構造となっている。(写真-2、図-3参照)また、中間区間は、鉄筋コンクリートによるU型水路、下流区間は、重力式護岸+底打ちコンクリートの構造となっている。



図-1 位置図

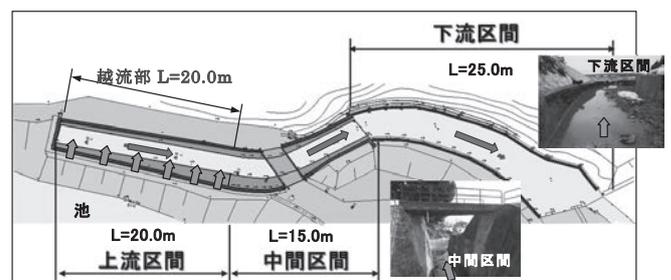


図-2 余水吐平面図

*石川県奥能登農林総合事務所
(Tel. 0768-26-2326)

**石川県南加賀農林総合事務所
(Tel. 0761-23-1705)

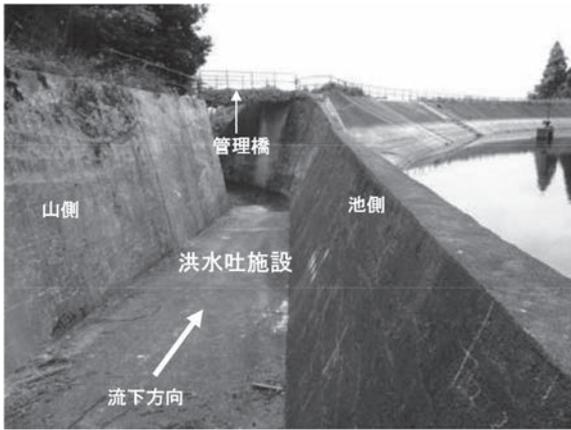


写真-2 余水吐上流区間（越流部）

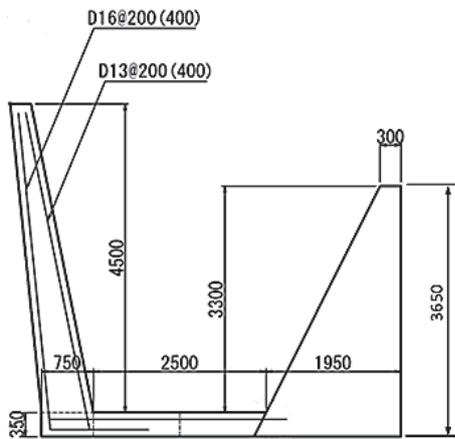


図-3 余水吐上流区間構造図

3. 調査

余水吐の健全性を評価するため、既存施設の①耐久性（コンクリートの材料としての健全度）、②機能性（設計洪水量の流下能力）、③耐荷性（現在の基準に基づいた荷重に対する安定度）に着目し、調査を実施した。なお、既設余水吐は、アルカリ骨材反応によるクラックが著しい状況であった。（写真-3参照）なお、ため池築造時の骨材は、大田原産（能登町）のものと推測され、この骨材が反応したのと考えられる。

(1) 耐久性の調査

耐久性については、構造物の外観調査、コンクリート試験（圧縮強度試験、残存膨張試験、静弾性係数試験）を行い、この結果を基に劣化原因の特定、補修方法を検討する。なお、無筋部3ヶ所及び鉄筋部3ヶ所から計6ヶ所からコアを採取して試験を行った。

(2) 機能性の調査

次に、機能性については、現況水路断面で設計洪水流量（200年確率洪水流量 22.69m³/s）における流下能力の断面検討を実施した。

(3) 耐荷性の調査

耐荷性については、現況施設の外力に対する安定性を照査した。構造計算には、既設コンクリートの圧縮強度のほか、配筋位置を確認する必要があるため、既設構造物の施工図面を参考とするほか、鉄筋探査（写真-4参照）により確認（鉄筋間隔は200mm）した。



写真-4 配筋調査

4. 調査結果

(1) 耐久性

① 圧縮強度試験

圧縮強度試験の結果（平均値）は、無筋部で 23.5N/mm²、鉄筋部で 18.9N/mm²であった。

鉄筋部のコンクリートは無筋部に比べてセメント

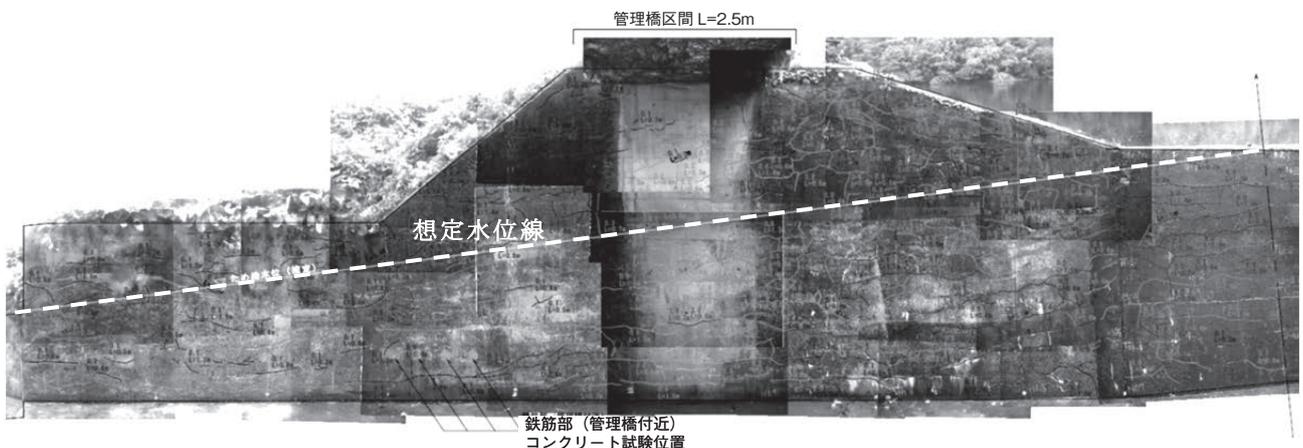
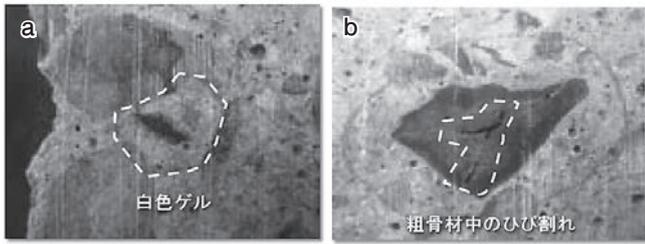


写真-3 アルカリシリカ反応のクラック

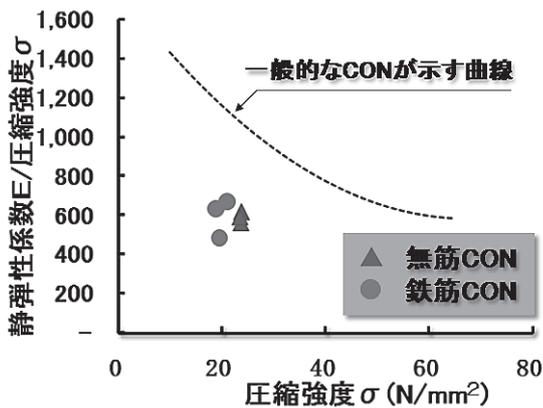
量（アルカリ分）が多いことや安山岩骨材の含有率が高いため、アルカリ骨材反応が促進され、無筋部より低下したと考えられる。（写真－5参照）



写真－5 コア断面

②静弾性係数試験

静弾性係数試験（図－4参照）では、無筋部が平均 $E=14.0\text{kN/mm}^2$ ($E/\sigma = 590$)、鉄筋部は平均 $E=11.9\text{kN/mm}^2$ ($E/\sigma = 599$) であり、どちらも建設当時の推定値（無筋部： $E=22.0\text{ kN/mm}^2$ 、鉄筋部： $E=23.5\text{ kN/mm}^2$ ）に比べアルカリ骨材反応により静弾性係数が低下している。



図－4 静弾性係数と圧縮強度の関係

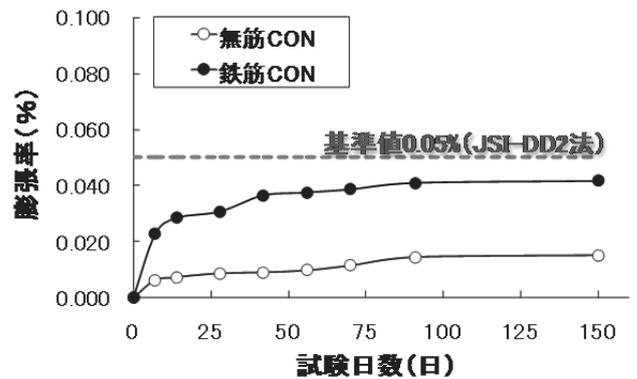
③残存膨張試験

残存膨張試験では、無筋部、鉄筋部ともに試験日数150日を経過しても膨張率0.05%以下であり、「建設省総合技術開発プロジェクト コンクリートの耐久性向上技術の開発」による判定基準（表－1参照）

と照らし合わせると、アルカリ骨材反応による反応は、ほぼ収束していると判断される。（図－5参照）

表－1 コアの促進養生試験における判定基準

試験名	促進養生の条件	判定基準
JCI-DD2法	温度40℃、湿度100%の条件下にて養生	阪神高速道路公社 建設省 全膨張量が0.1%を超える場合、有害とする。 建設省総合プロジェクト「コンクリートの耐久性技術の開発」では、40℃、100%R.H.の条件下に13週間養生し、0.05%以上の膨張量を示すものを有害または潜在的有害と判定する。
デンマーク法	温度50℃の飽和NaCl溶液中に浸漬	試験材齢3ヶ月での膨張量で以下のように判定する 0.4%以上：膨張性あり 0.1～0.4%：不明確 0.1%未満：膨張性なし
カナダ法 (NBRI法)	温度80℃の1NのNaOH溶液中に浸漬	ASTM C 1260-94の判定基準：14日間での膨張量で以下のように判定する 0.1%以下の場合：無害 0.1～0.2%の場合：有害と無害な骨材が含ま（この場合、14日以降もさらに試験を継続す 0.2%以上の場合：潜在的に有害な膨張

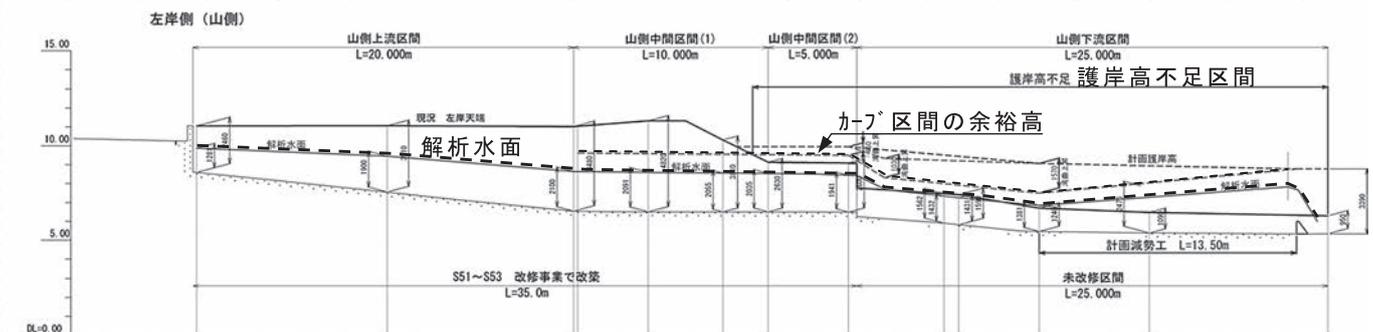


図－5 残存膨張試験結果

(2) 機能性

洪水吐の流下能力の算定では、土地改良事業設計指針「ため池整備」(H18.2, (社)農業土木学会)に準じて洪水吐部は、200年確率洪水流量×1.2、減勢部は、100年確率洪水流量を用いる。

洪水吐における不等流水面追跡計算の結果、中間区間の一部(L=5.0m)で0.8m、減勢部で1.9m、護岸高が不足することが判明した。（図－6参照）



図－6 洪水吐の不等流水面追跡計算結果

(3) 耐荷性

既設構造物の安定性を照査した結果、上流区間及び中間区間で、底版応力が満足しないため、底版の補強が必要となる。

また、無筋構造である上流区間の池側（クレスト部）と有筋構造の水路部（山側の擁壁及び底版）との確実な一体性が確保されていないとすれば、越流部の重力式擁壁単体では、転倒に対する安定が確保できない。（表-2、図-7参照）

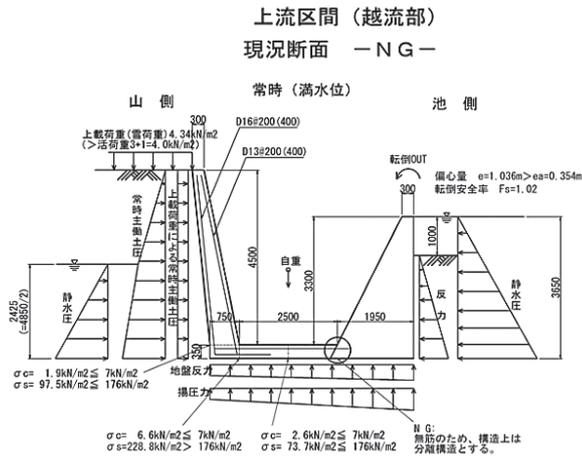


図-7 安定性照査の一例

5. 対策工

(1) 耐久性の維持

調査結果から、鉄筋部のアルカリ骨材反応の対策は、内部の鋼材の腐食を守り、断面の一体性が期待できる

無機系材料によるひび割れ注入を基本とする。（表-3参照）

表-3 代表的なASR補修工法

補修工法	主たる補修目的		副次的な効果 断面の一体性を高める
	内部の鋼材を腐食から守る	ASRの更なる進行を防ぐ	
ひび割れ注入工法	○	-	○
ひび割れ充填工法	○	-	-
断面修復工法	○	○	△
撥水系表面保護工法	-	△	-
遮水系表面保護工法	-	△	-

○：ほとんどの部材、部位で効果が期待できる。

△：効果が期待できない場合もある。

-：当該補修工法単独では、効果は期待できない。

（出典：アルカリ骨材反応による劣化を受けた道路橋の橋脚・橋台躯体に関する補修・補強ガイドライン（案）, H20.3. ASRIに関する対策検討委員会）

なお、クラックや劣化が著しい部材については、劣化部分を除去し、コンクリートを打設し直す断面修復工法を採用している。

ここで、表面保護工法については、地域的に表面からの塩分の供給がほとんどないこと、撥水系の表面保護工の耐久性について、塗布後、数年で再劣化の事例もあること、遮水性の表面保護工の場合では、塗布面以外から水分が供給された場合、外部に抜けにくく、かえって劣化を助長する懸念があることから、今回は採用していない。

また、無筋部は、水平方向のひび割れが卓越しているため、注入工による補修のほか、鉛直方向に鉄筋を挿入して部材の一体性を確保した。（図-8参照）

表-2 既設構造物（余水吐）の安定性照査結果

左岸（山側）

全長		全延長 L=60m				
区間長		山側上流区間 L=20m	山側中間区間(1) L=10m	山側中間区間(2) L=5m	山側下流区間 L=25m	
建設年		昭和51年, 35年経過	昭和51年, 35年経過	昭和51年, 35年経過	不明(昭和51年以前)	
護岸形式		U形構造	U形構造	U形構造	重力式擁壁	
壁高		H=2.8~4.85m	H=3.0~5.3m	H=2.95m	H=2.0m	
構造		縦壁D16@200, 底版D16@200	縦壁D16@200, 底版D16@200	縦壁D16@200, 底版D16@200	無筋構造	
水理計算		OK	OK	OUT (護岸嵩上げ対応必要)	OUT (護岸高不足, 減勢施設なし)	
構造計算	安定計算	OK	OK	OK	-	
	応力計算	常時	OUT $\sigma_s=222.8 \text{ N/mm}^2 > 176 \text{ N/mm}^2$ (腐版)	OUT $\sigma_s=315.6 \text{ N/mm}^2 > 176 \text{ N/mm}^2$ (腐版)	OK	-
		地震時	OUT $\sigma_s=304.0 \text{ N/mm}^2 > 264 \text{ N/mm}^2$ (腐版)	-	-	-

右岸（池側）

全長		全延長 L=60m				
区間長		池側上流区間 L=20m	池側中間区間(1) L=10m	池側中間区間(2) L=5m	池側下流区間 L=25m	
建設年		昭和51年(1976年)35年経過	昭和51年(1976年)35年経過	昭和51年(1976年)35年経過	不明(昭和51年以前)	
護岸形式		重力式擁壁(クレスト区間)	U形構造	U形構造	重力式擁壁	
壁高		H=1.6~3.65m	H=3.0~5.3m	H=2.95m	H=2.0m	
構造		無筋	縦壁D16@200, 底版D16@200	縦壁D16@200, 底版D16@200	無筋構造	
水理計算		OK	OK	OUT (護岸嵩上げ対応必要)	OUT (護岸高不足, 減勢施設なし)	
構造計算	安定計算	OUT 転倒 $F_s=0.69$	OK	OK	-	
	応力計算	常時	引張側鉄筋 無し	OUT $\sigma_s=292.5 \text{ N/mm}^2 > 176 \text{ N/mm}^2$ (腐版)	OK	-
		地震時	引張側鉄筋 無し	-	-	-

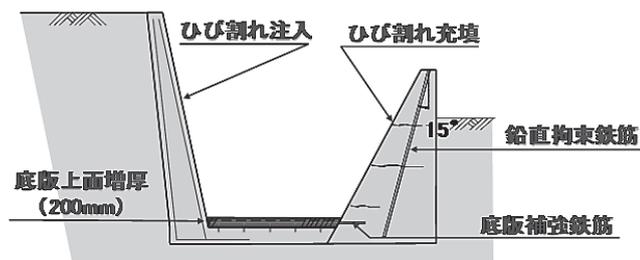


図-8 対策工概要図

(2) 機能性の維持

水理計算の結果より、中間部の一部区間 (L=5.0m) において余裕高が不足するため、護岸高を 80cm 嵩上げした。

また、下流区間は、現状の構造で流下能力を満足できないため、既設構造物の撤去・新設とした。(図-9、写真-6 参照)

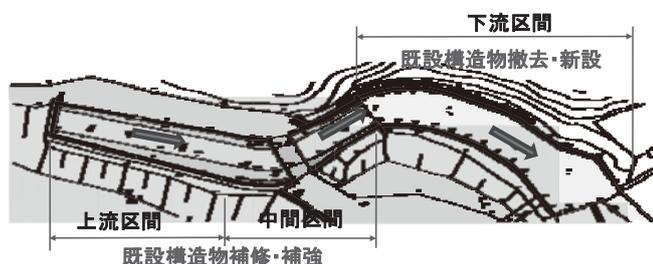


図-9 対策工概略平面図 (余水吐)

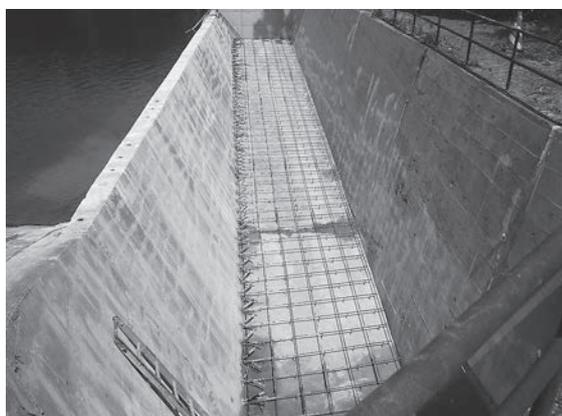


写真-6 既設構造物補修・補強区間施工状況

(3) 耐荷性の維持

調査結果に基づき、安定計算の結果、越流部の重力式擁壁 (クレスト部) の安定性が確保できないため、補強鉄筋による底版との一体化と底板コンクリートの増厚により滑動及び引張応力を満足する構造とした。(図-8 参照)

なお、調査結果に基づき、鉄筋コンクリート部材の設計基準強度を無筋コンクリート並の $18\text{N}/\text{mm}^2$ と設定している。さらに、静弾性係数の低下は、ヤング係数比 ($n = E_s/E_c$) を通常よりも脆性的に評価し、応力計算に反映させた。

6. おわりに

余水吐の機能を適切に診断・評価し、それに適合した対策を講じることで、施設の長寿命化が図られた。

今後、既存社会資本ストックを適切に維持し、活用していくためには、施設の健全度の把握と適切でかつ効率的な維持管理が重要となる。そのため、今後、行政と地元とが連携を図り、適切なタイミングでの点検や補修等の管理を行っていくことが必要である。

三重県における農業用水を利用した小水力発電の取組み

森 島 武 久*
(Takehisa MORISHIMA)

目 次

1. はじめに	27	4. 中勢用水地区の小水力発電の取組み	28
2. 三重県の新エネルギー導入の取組み	27	5. 立梅用水地区の取組み	30
3. これまでの小水力発電の取組み	28	6. 今後の三重県の取組み	31

1. はじめに

農業農村整備事業による小水力発電施設の整備は、土地改良施設の維持管理費の負担軽減による営農経費の節減を主目的として、昭和58年度にかんがい排水事業の一工種として制度化され、他県ではダム、頭首工、用水路等の農業水利施設を利用して発電し、揚排水機場等の土地改良施設の操作に必要な農業用電力を供給している。

平成22年3月に制定された「食料・農業・農村基本計画」において、農村振興に関する施策として「農村における再生可能エネルギーの生産・利用の推進」が「農業・農村の6次産業化」の推進に位置づけられた。また、平成25年11月には、「農林漁業の健全な発展と調和のとれた再生可能エネルギー電気の発電の促進に関する法律」が公布され、農山漁村の活性化を図るとともに、エネルギー供給源の多様化に資するための制度が創設されることとなった。

このような中、三重県においても農業用水を利用した小水力発電の取組みを推進している。本稿では、本県で進めている小水力発電施設整備に向けた取組みを紹介する。

2. 三重県の新エネルギー導入の取組み

三重県では従来から新エネルギーの導入に取り組んできたが、平成23年3月に発生した東日本大震災と東京電力福島第一原子力発電所の事故を踏まえ、我が国が抱えるエネルギー問題に対して、地域からも積極的に貢献し、地域資源や地理的条件などの地域特性を生かした安全で安心なエネルギー創出を促進するとともに、温室効果ガスの排出抑制や産業振興に貢献して

いくといった観点から、概ね10年先（平成32年度）を目標年時とした新エネルギーの積極的な導入を促進するための新しいビジョン「三重県新エネルギービジョン」を平成24年3月にとりまとめた。

基本理念を「エネルギー・イノベーションによる地域のエネルギー自給力向上」とし、平成32年度末までに一般家庭で消費されるエネルギーの約46万1千世帯分に相当する発電量の新エネルギーを導入することを目標としている。

対象とする新エネルギーに、太陽光発電やバイオマス発電などとともに「中小規模水力発電」を位置づけ、「新エネルギーの導入が進んだ社会」を一つの将来像として掲げ、農山漁村では、「農業用水路など既存の施設を利用した小水力発電」を含む多様な新エネルギーの導入が進んだエネルギー自給力の高い社会を目指すこととしている。

この目標・将来像を達成するため、5つの「戦略プロジェクト」を掲げ、その一つ「まちづくり、地域づくりにおける新エネルギー導入プロジェクト」において、「小水力発電等を活用した地域づくり」を推進することとしている。

また、三重県では、平成24年からの概ね10年先を見据えた県の戦略計画「みえ県民力ビジョン」を策定し、社会経済情勢の変化に対応し、県民の皆さんと力を合わせて新しい三重づくりを目指している。併せて、「みえ県民力ビジョン」を着実に推進するための取組内容をまとめた、平成24年度から4年間の中期戦略「三重県民力ビジョン・行動計画」を同時に策定している。

この「県民力ビジョン」を推進していくにあたり、特に注力する政策課題を「選択・集中プログラム」として取り上げ、「行動計画」の計画期間中に課題の解決や「協創」の取組みを進めることとしている。

この「選択・集中プログラム」の内、新しい三重づくりを進めるための「新しい豊かさ協創プログラム」

*三重県農林水産部農業基盤整備課
(Tel. 059-224-2602)

の一つとして、「スマートライフ推進協創プロジェクト」を掲げている。

このプロジェクトの目標は、環境・エネルギー関連分野の技術の応用やエネルギーの効率的な利用を図りながら、あらゆるシーンで変革を促す取組みを進め、環境負荷を減らしながら、県民が豊かさを実感できる「スマートライフ」への転換を進めることである。その実践取組「地域資源を生かした安全で安心な新エネルギーの導入」において、太陽光発電、風力発電、木質バイオマスの利用と併せて、「小水力発電」の導入を促進し、地域における安全安心なエネルギーの創出につなげることとしている。

こうした政策目標の中、農業用水施設を対象とした小水力発電施設の整備に向けた取組みを推進することとしている。

3. これまでの小水力発電の取組み

三重県では、平成21年度から小水力発電施設の整備に向けた取組みを進めているが、現在は、「農村地域自然エネルギー活用推進事業」により、主に農業用水を利用した小水力発電の整備の推進を進めている。

平成24年度までの4年間で県内の主要な農業用水施設として6ヶ所を選定し、三重県の地域条件に適応した「モデル地区」の調査検討と、市町や施設管理者(土地改良区等)への事業化に向けた普及啓発を実施してきた。

モデル地区の調査検討として、農林水産省の補助事業「小水力等農業水利施設活用促進事業」等を活用し、小水力発電導入のための概略調査を実施してきた。調査内容としては、①発電形式、②発電電力量、③イニシャルコスト・ランニングコスト、④想定による採算性のシミュレーション(経済性の評価)を行った。

しかし、本県では冬期における許可水利権が少ないこと、農業用水路が平野部に多く落差が比較的小さいことなどから、費用対効果が見込まれる地区がなく、施設整備の実施に至る地区がない状態だった。

しかし、平成24年7月からスタートした、再生可能エネルギーの固定価格買取制度により、実現の可能性が最も高かった「中勢用水地区」において、発電施設設置に向けた取組みを実施することとなった。

4. 中勢用水地区の小水力発電の取組み

(1) 中勢用水地区の概要

中勢用水地区は、三重県のほぼ中央部に位置する津市及び亀山市に広がる3,183haの水田農業地帯であり、水稻を中心に、水田畑利用による小麦、大豆等のほか、畑での野菜等、土地利用型農業による多様な農産物の生産が行われている。

本地区の基幹的な農業水利施設である「安濃ダム」

は昭和47年度から平成2年度にかけて、国営かんがい排水事業「中勢用水地区」で造成された。(図-1、写真-1)

本事業では、二級河川安濃川の上流の旧安芸郡芸濃町河内(現津市芸濃町河内)地内に有効貯水量約980m³のダムを建設して水源を確保すると共に、安濃川掛りの地域では22ヶ所の井堰を4ヶ所の頭首工に再編統合している。また、新規利水地域には用水路約97kmを新設し、計画的・効率的な配水を図っている。安濃ダムと頭首工1ヶ所、幹線用水路約20kmを国営事業として、3ヶ所の頭首工と用水路約77kmを県営事業として造成した。併せて、ほ場整備関連事業の実施により用水の安定供給、土地・労働生産性の向上を図り、農業経営の安定に寄与している。



図-1 中勢用水地区事業一般図



写真-1 安濃ダムの貯水池「錫杖湖」

(2) 小水力発電の概要

本地区で実施する小水力発電事業の事業目的は、農村地域において、農業用水を利用した小水力発電施設の整備促進を図ることにより、クリーンなエネルギー供給及び自立分散型電源の確保を図ることである。安濃ダムの河川放流管からの放流水とその落差を利用して発電を行い、発電した電力は再生可能エネルギーの

固定価格買取制度により、電力会社へ売電し、農業用水利施設の維持管理の低減を図ることとしている。

本地区は、農山漁村地域整備交付金の地域用水環境整備事業を活用して実施する計画であるが、本年度、小水力発電施設の基本設計と実施設計を行っており、本稿でお示しする事業計画は設計段階のものであり、最終計画でないことをご了承いただきたい。

現段階での地区概要は以下のとおりである。

- ・総事業費：360百万円
- ・予定工期：平成26年度～平成28年度（平成27年度末での発電開始予定）
- ・水車形式：横軸単輪単流フランシス水車
- ・最大使用水量：0.8m³/s
- ・有効落差：56.1 m
- ・最大出力：340kW
- ・発電可能電力量：約938,000kWh（一般家庭約270世帯分の電力消費量に相当）

安濃ダムには、幹線導水路に注水する「幹線水路放流工」と、安濃川に設置された4ヶ所の頭首工に用水を注水する「河川放流工」があり、小水力発電施設は「河川放流工」に設置する。（図-2、写真-2）



図-2 小水力発電施設設置位置

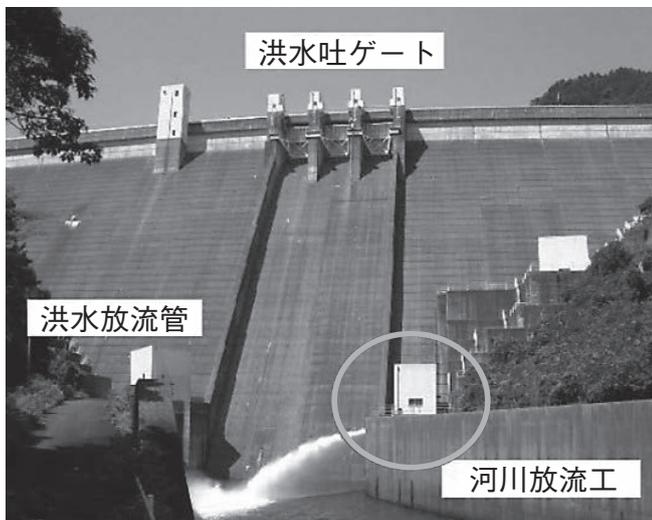


写真-2 小水力発電施設設置位置

本放流工では、下流の頭首工で取水する「かんがい用水」と、「貯留条件（河川維持）放流」、「水位調整放流（洪水時等の放流）」を5m³/sまでの範囲で放流しているが、安濃ダムの過去10年間の毎日の放流量から算出した最適な最大発電使用流量0.8m³/sを小水力発電施設に流下させるため、既設の河川放流管φ900mmに分岐管φ700mmを新たに設け、同施設を設置する計画である。（図-3）また、河川放流管にはダム放流量を計測する超音波流量計が設置しているが、既設管を撤去することにより計測不能となるため、新たに放流管を代替え施設として設置する。

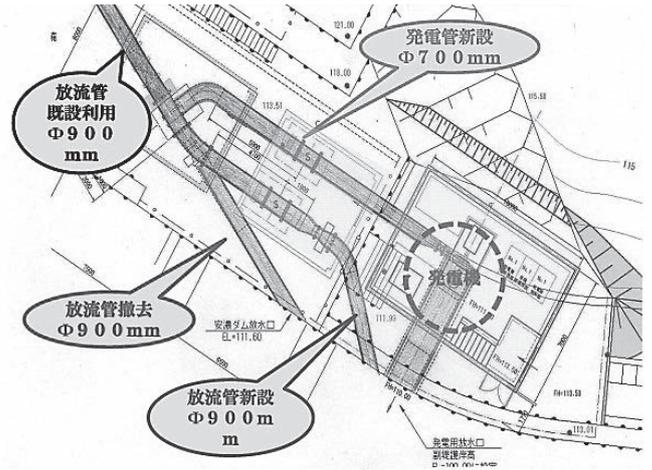


図-3 発電施設計画図

(3) 計画諸元について

本地区においては、発電用取水量は新たな水利権取得を計画しているが、発電のための安濃ダムの放流（注水）操作は行わないこととし、従来から行っている「かんがい放流」、「貯留条件（河川維持）放流」、「水位調整放流（洪水時等の放流）」に従属した運用により発電を行うこととしている。発電施設規模は、河川放流管から放流する最大放流量5.0m³/sの内、近年10ヶ年の放流実績から発電使用量を想定し、比較検討のうえ適正規模を決定する。

適正規模決定のための最大発電使用流量については、安濃ダムの河川放流データから「流れ込み式発電」の通常流量設備利用率45～60%程度の流量を抽出し、年間発電電力量を算出したうえで最も効果的な流量を算出した。発電規模選定のための取水位、放水位及び有効落差もこれらの比較検討の中で算出する。

この中では、発電計画の収支予測として、年間可能発電電力量と概算工事費から「kWh当たり建設費」、「発電原価」、「年間収支」を算出し、総合的に検討を行っている。

本事業は県営事業で施設造成を行うが、事業完了後は、頭首工や用水路の水管理を行っている中勢用水土地改良区に施設を譲渡し、発電事業者は土地改良区と

なり、発電電力は全量売電を行う計画である。

再生可能エネルギーの固定買取制度の平成25年度の買取価格より年間売電収入を算出し、年間の維持管理費や大規模なオーバーホール費用、施設の更新費用積立額を想定し、40年間の収支結果が最も有利となる規模を算出している。その結果、前述の最大発電使用水量 $0.8\text{m}^3/\text{s}$ 、有効落差 56.1m となった。

また、発電水車の選定についても、上記の比較検討の中で、最大使用流量と有効落差により、それに合った機種を選定し、数種類の候補水車の中から納入実績や計画収支が有利となる機種として、横軸フランシス水車を選定している。

横軸フランシス水車は、近年の発電施設でも採用され、当該規模の発電施設では最も標準的な形式の水車といわれている。特徴として、ガイドベーンの開閉により流量調整をしながら発電することが可能な形式である。(図-4)

また、県営農業農村整備事業で施設を造成することから、「総費用便益」についても算出し、発電計画収支と併せて二酸化炭素削減効果を見込み、総費用便益1.0以上を確認している。

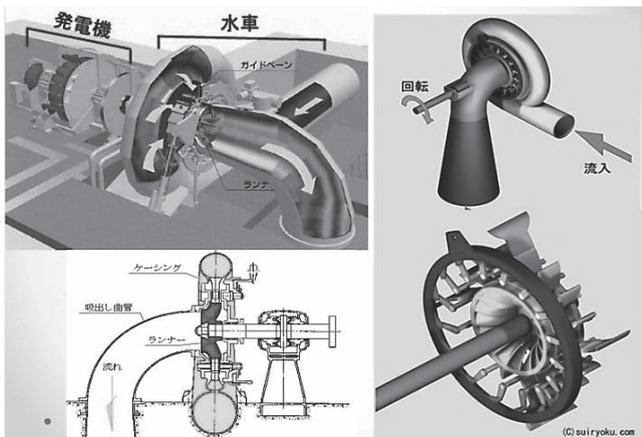


図-4 横軸フランシス水車模型図

(4) 今後の課題

本地区で小水力発電を実施するに当たり、以下の協議を現在実施中である。

- ①河川法における水利権について、既存かんがい水利権に完全従属しないことによる新規の発電水利権の取得 (図-5)
- ②再生エネルギー特別措置法によるダム水路主任技術者等の選任、発備設備認定の提出
- ③安濃ダムは農林水産省の財産であることから、ダム施設の他目的使用申請の提出
- ④電力販売契約をするための接続検討・電力販売契約申込み

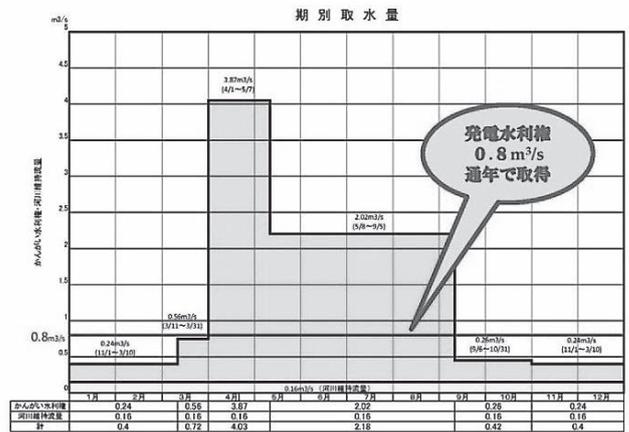


図-5 水利権説明図

これらの項目について、平成26年度からの施設整備工事の開始、平成27年度末での売電開始に向けて、各々所管する三重県県土整備部、中部経済産業局、東海農政局、中部電力株式会社との協議を鋭意実施中である。

5. 立梅用水地区の取組み

その他の県内の取組みとして、多気郡多気町の立梅用水地区で実践されている取組みを紹介する。

本地区は立梅用水土地改良区が核となり、営農や地域活動に携わる多様な活動組織、さらに大学や建設コンサルタント会社が連携した「産学+官+民」の協働プロジェクトを立ち上げ、立梅用水型の「地産地消型 小水力発電」の取組みを実践している。(図-6)

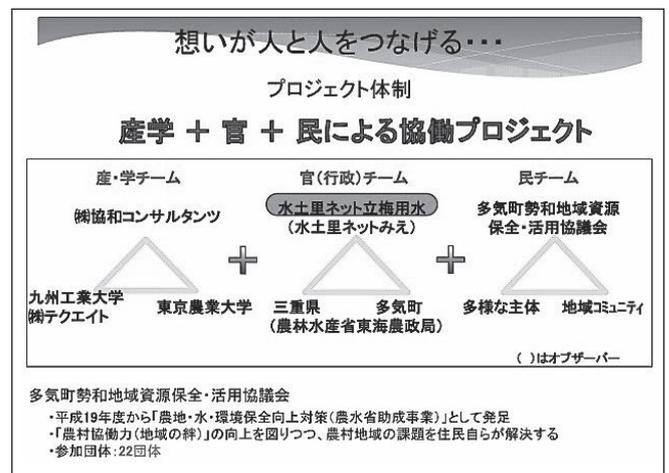


図-6 プロジェクトのイメージ

従来型の発電施設では難しい低落差水路での発電が可能な装置を開発するとともに、地域の6次産業化施設などへの電力供給を行い、売電によらない農村地域の活性化、6次産業化の促進を目指している。(図-7, 8) 地域資源である農業用水路の水資源を利用した地産地消型の電力開発であり、現在は装置の開発とともに、電力をどのように活用していくかの検討を地域ぐるみで行っている。

この取組みは、地域の活性化につながる先進的な取組みであるとして、多くの地域から視察に訪れており、三重県も官の立場として、このプロジェクトが地域活性化につながる新たな先進的モデルとして成功するように協力していく考えである。

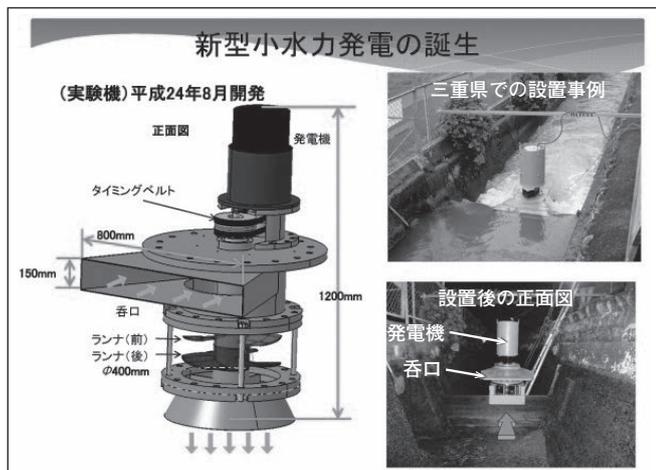


図-7 小水力発電装置「彦電」



図-8 立梅用水型の取組みイメージ

6. 今後の三重県の取組み

図-9は、三重県が農村地域自然エネルギー活用推進事業を実施するに当たりイメージしている事業の流れである。初期投資として、補助事業を活用して発電施設を設置し、土地改良区等による発電、適切な施設の管理補修を行い、売電利益を維持管理費や施設の更新費用として積み立て、施設更新時の事業費に充当する。その上で、売電利益により土地改良区等が管理する施設の維持管理費の節減、公的施設への電力供給や6次産業化等による農村の活性化につなげていきたいと考えている。また、県の重点的な施策である「スマートライフ推進協創プロジェクト」において、自立分散型電源の確保とクリーンなエネルギー供給を目指すべき姿として推進を図る。

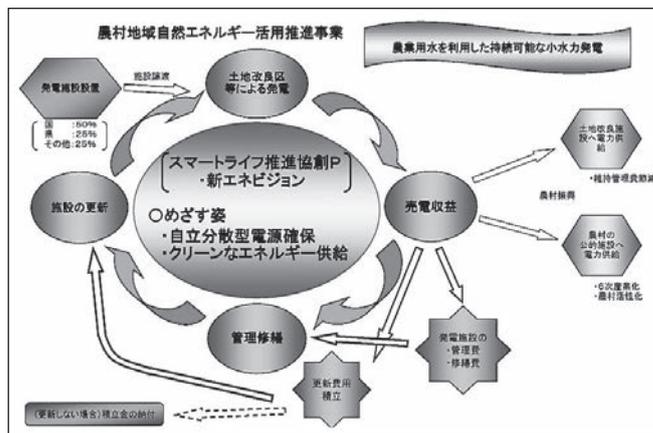


図-9 農村地域自然エネルギー活用推進事業イメージ

さらに、これまで実施した「モデル地区」の調査検討も踏まえ、県内の小水力発電のポテンシャルを把握するため、県内の基幹的な農業用水施設数十ヶ所を対象とした賦存量調査を実施しており、平成25年度末までに調査結果をとりまとめる。平成26年度以降は、この調査結果を基に、三重県における小水力発電に係るマスタープランの策定を計画している。

現在実施している賦存量調査の結果によるが、三重県の農業用水施設における県営事業の小水力発電第1号「中勢用水地区」に続く地区をより多く発掘し、各種事業を活用した小水力発電施設の整備、立梅用水地区のような独自の取組みの支援を行い、新エネルギーの導入が進んだ、エネルギー自給力の高い農村環境の創出を目指したいと考える。

府営農業用河川工作物応急対策事業久我堰地区について

後 藤 陽 嗣* 井 田 智 之*
(Yoji GOTO) (Satoshi IDA)

目 次

1. はじめに	32	4. 工事における課題と対応	34
2. 久我堰の沿革	32	5. 最後に	36
3. 事業計画	33		

1. はじめに

府営農業用河川工作物応急対策事業久我堰地区は、京都市内を流れる国土交通省直轄管理の1級河川桂川に位置する久我堰における頭首工の大規模修繕工事である。

久我堰の位置は、京都市南区に位置しており（図-1）、久我堰から取水された農業用水は、その下流の右岸側、京都市伏見区久我・羽束師の受益農地150haを潤わせている。

本稿では、平成21年度より府営事業で実施した久我堰改修工事の課題と対応について報告する。



図-1 久我堰位置図

2. 久我堰の沿革

久我・羽束師地域の歴史は古く、4世紀以降に開墾され、集落が形成されたといわれている。また、長岡京の一角にも位置していたことから長岡京と関係の深

い寺社も地域に存在している。その後、794年に平安遷都後、久我家の荘園領地となり、都の近郊農村として栄え、室町時代以降には、水運を生かして都へ米、野菜を供給していた。江戸時代に入ると久我家の領地も分割され、多数の公家、寺社が領地を保有することとなり、明治22年町村制発足とともに、久我村、羽束師村が成立した。その後、昭和25年に京都市に編入合併され、現在の京都市伏見区の一部となっているところである。

明治の末期までは桂川の河床は高く自然取り入れにより灌漑していたが、大正時代の桂川改修工事により、河床が低下したことに伴い、初めて現在地に簡易構造の井堰が造られた。

その後、昭和17年、18年災害で被災し、堰を上流に移動したが、昭和24年へスター台風の被害を受けて、再び、現地に移設した。

移設後も、昭和26年、28年、33年、34年と被災し、堰の右岸側の大半を流失、昭和36年豪雨では、堰右岸、堰中央、護岸護床に大被害を受けたことから昭和39年に府営災害復旧事業を実施し、今日のコンクリート重力式の鋼製起伏ゲートの久我堰築造に至ったところである。（写真-1, 2, 3）



写真-1 久我堰全景（右岸側から）

*京都府農林水産部農村振興課

(Tel. 075-414-5053)



写真-2 桂川の洪水時の状況 (H22.7.14)



写真-3 桂川の洪水時の状況 (H25.9.16)

3. 事業計画

久我堰は京都市南区に流れる桂川に位置する頭首工で、昭和38年～39年に府営災害復旧事業で築造した鋼製起伏ゲートであり、築造から約50年近くが経ち、鋼製ゲートも扉体は錆び付き、摩耗による劣化が著しく、洪水吐は起立や倒伏が確実に出来ない状況であった。(写真-4, 5) 河川管理者の国土交通省からも改善要請がなされ、平成21年度から府営事業として着手、平成22年度にゲート製作工事、平成23年度から本格的な河川内工事に着手し、平成25年6月をもって完了したところである。



写真-4 起立不十分なシリンダ

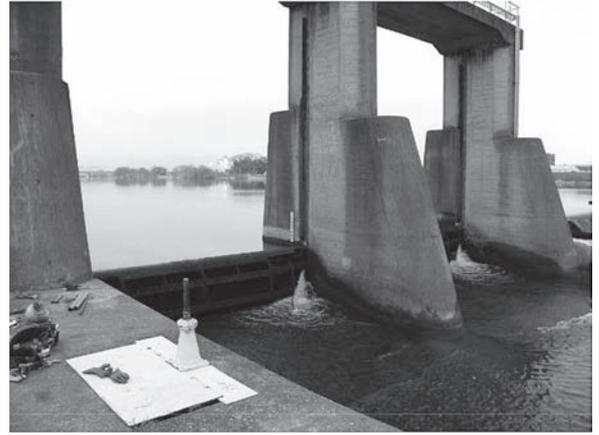


写真-5 土砂吐ゲートの漏水状況

久我堰改修工事内容については、表-1のとおりである。

表-1 工事内容

項目	規模等
事業名	府営農業用河川工作物応急対策事業 久我堰地区
事業場所	京都市南区久世築山町及び嶋中ノ島地先(桂川)
施設概要	洪水吐ゲート5門 幅20.0m×高0.8m (写真-6) 背面油圧シリンダー支持式鋼製起伏ゲート 土砂吐ゲート2門 幅7.0m×高1.4m (写真-7) 鋼製ローラーゲート 取水門 1門 幅2.8m×高1.3m (写真-8) 排泥門 1門 幅1.0m×高1.0m 油圧ユニット及び操作盤 1式 (写真-9, 10) その他附帯施設
総事業費	374,044千円
工期	平成21年度～平成24年度
年度別工事内容	平成21年度 実施設計 平成22年度 ゲート類工場製作 平成23年度 (1期工事)洪水吐ゲート3門 平成24年度 (2期工事)洪水吐ゲート2門 土砂吐ゲート2門, 取水門1門, 排泥門1門 油圧ユニット及び操作盤1式, 附帯施設
事業主体	京都府
河川諸元	1級河川桂川 計画高水流量 3,700m ³ /sec 河川幅 214m
受益面積	150ha 受益戸数436戸
計画取水量	1.088m ³ /sec (冬期0.54m ³ /sec)
施設管理者	洛西土地改良区



写真-6 洪水吐ゲートの設置



写真-7 土砂吐ゲートの設置



写真-8 取水門設置



写真-9 操作盤・油圧システム



写真-10 油圧配管

4. 工事における課題と対応

(1) 通年取水しながらの工事実施

取水堰における工事については、冬期の非かんがい期において工事をするのが一般的であるが、本井堰は冬期もかんがい用水を取水しており、農業用水、地域における環境用水・防火用水としての役割を果たしている。このため、ゲートの修繕工事においては、取水するためのバイパス管の設置（写真-11）を行い、仮設の簡易ゲートを設置し、流量の調整を行った。

なお、取水できない期間を短期間とするため、スクリーンの分割施工やクレスト部の早強度コンクリートによる打設などの施工を行った。

また、取水ゲートの扉体の交換については非出水期ではあるが、万が一、交換時に河川水位が異常上昇した場合に備え、非常時において旧扉体を手動巻上機による閉塞ができるよう工夫し、堤内地に被害を及ぼさないよう最大限の配慮を行った。



写真-11 仮水管の設置

(2) 河川内工事における被災など

河川内において仮設道路及び仮締切工を築立しているが、経済性を考慮し、当初は河川の左岸側（1期工事）と右岸側（2期工事）に分けて仮設道路を設置し、河川内への進入を行う計画としていた。

しかしながら、本井堰の受益者が右岸側のみであることから、地元調整を行ったところ、1期工事、2期工事とも右岸側からのみで進入路を設置する必要が生じた。

仮締切工においては計画洪水位を想定した高さで築立しているが、仮設道路は計画洪水位以下であるため洪水時には埋没し、被災を受けることもあった（写真-12）が、搬入土砂を礫混じりの盛土材とし、敷鉄板を設置することによる土砂流亡の防止に努め、越水時でも最小限の被害にとどめられるよう、仮設道路の設置については工夫を凝らした。



写真-12 洪水により崩壊した仮設道路



写真-14 遡上したコイ

(3) 環境影響調査

久我堰の直下流の護床部や下流の中州には多くの鳥類がいるほか、下流の浅瀬にはトンガリササノハガイが生息している。トンガリササノハガイは環境省カテゴリ準絶滅危惧に指定されており、工事に先立ち貝の移動を行った。

また、淀川河川環境委員会（近畿整備局）の指示により、久我堰改修工事期間中（仮設道路の存在している期間中）に魚道内の流水の疎通を出来るだけ良好なものとするため、仮設道路下にコルゲート管（φ 1,200 × 15 本）を設置し（写真-13）、魚類の遡上に影響がないように配慮するとともに、魚類の遡上への影響を評価するために、工事前後の①遡上している事実の把握と②魚種と遡上数の計測を実施し、遡上状況の確認を行った。（写真-14、表-2）



写真-13 コルゲート管の設置

表-2 魚類の遡上調査

	調査日	魚種	個体数
着手前	平成 23 年 10 月 31 日	コイ	1 匹
		アユ	2 匹
1 期工事完了後	平成 24 年 5 月 22 日	コイ	1 匹
		カマツカ	1 匹
2 期工事完了後	平成 25 年 5 月 21 日	コイ	1 匹
		マブナ	1 匹

調査方法：魚道上流部に籠網を 1 日（24 時間）設置し、魚種と個体数を確認

(4) 洪水吐ゲート油圧配管にメンテナンス用配管を追加
ラム式シリンダーを河川内に設置し洪水吐ゲートを操作する鋼製起伏ゲートは、一般的なゲートだといえるが、本堰では洪水吐ゲートの将来のメンテナンスについて、作動油の交換作業が短期間にかつ経済的となるよう、メンテナンス用配管を設置した。

久我堰は操作設備（油圧ユニット）から油圧シリンダーまでの距離が長く（L=180m）、油圧シリンダーの油量が少ない施設である（約 20 l/門）が、長期にわたり、本施設の機能を維持していくにはメンテナンスが必要不可欠であり、長寿命化を図るために配管内の作動油の循環や交換を行うことは、設備機能を維持していくために非常に有効な手段である。

①従来の方法

洪水吐ゲートのメンテナンスを実施する場合、洪水吐ゲート上流に仮締切を設置し、無水状態で油圧配管を切り離し、隣のゲート油圧配管に仮配管を接続し作業油の循環運転を行う必要がある。（図-2）

洪水吐ゲート上流に仮締切を設置して作動油の循環・交換作業を実施する場合には、ゲート仮締切及び仮設工事用道路を設置し作業を行う必要があることから、5,000 万円程度の仮設工事費用が必要となることが考えられる。

②メンテナンス用配管を設置

久我堰の洪水吐ゲートでは、メンテナンス時は河川内でバルブ操作を行うことにより、作業油の循環・交換作業が容易となるよう、メンテナンス配管を設置した。（図-3）

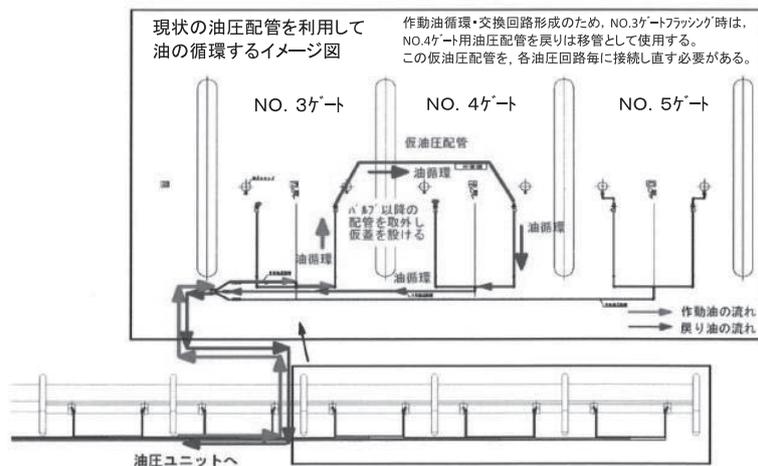


図-2 従来の油圧配管により作動油を循環する方法

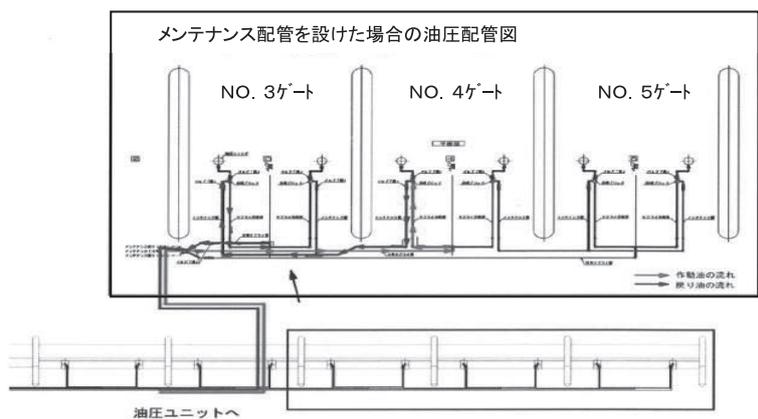


図-3 メンテナンス配管を設置し作業油を循環する方法

5. 最後に

平成 25 年 6 月 24 日（月）に地元の洛西土地改良区が主催で、工事竣工式が盛大に開催された。（写真-15, 16）式典の出席者の中には、昭和 39 年に完成した当時に式典に出席された息子さんも出席されており、久我堰が地域の農業を支えるに欠くことのできない施設であることを改めて感じた。

久我堰が築造された昭和 39 年から、周辺の住宅地の開発が進み、都市化が急速に発展する中で、地域で

はみず菜、壬生菜、九条ねぎ等の京野菜も生産されている。

また、古くからの農業者と新たな住民の方との交流の場として「ふれあい朝市」が開催され、新鮮な農作物が提供されている。

時代は変わっても、脈々と受け継がれる農業の発展と、その農業を支えるため、久我堰が今後も地域の重要な施設としての役割を果たしてくれることを願っている。



写真-15 新旧の記念碑



写真-16 竣工式の様子

水路のポリマーセメントモルタルライニングについて

西 田 彰 寛*
(Akihiro NISHIDA)

目 次

1. はじめに	37	4. ポリマーセメントモルタルライニングの	
2. 本事業における水路改修工法	38	施工上の留意点について	39
3. ポリマーセメントモルタルライニングの施工方法	38	5. おわりに	39

1. はじめに

香川用土器川沿岸地区は、香川県の中西部に位置し、一級河川土器川沿岸に広がる丸亀市外2市4町にまたがる水田3,996haを受益とする地域で、水稻を中心とした複合経営を展開する香川県有数の農業地帯である。

本地区の農業用水は、自流量の乏しい土器川等の河川水、ため池、出水等の地区内水源に依存していたが、恒常的な水不足に対応するため、昭和15年～44年にかけて県営事業等により、幹線水路等の整備が行われた。

しかし、造成後約40年以上が経過し、幹線水路等

は老朽化により、ひび割れ、摩耗、変形等が発生し、構造及び水理機能の著しい低下が生じ、農業用水の安定供給に支障をきたしていると共に、施設の維持管理や水管理に多大な労力を要する状況となっている。

このことから、香川用土器川沿岸農業水利事業では地区内水源の有効活用と香川用水の適正な配水を維持するため、受益地内に整備された基幹的用水路約61.3kmの改修等と併せ地域用水機能の増進等を図ることを目的に平成20年度から事業を実施している。

本稿では、水路のポリマーセメントモルタルライニングについて紹介する。

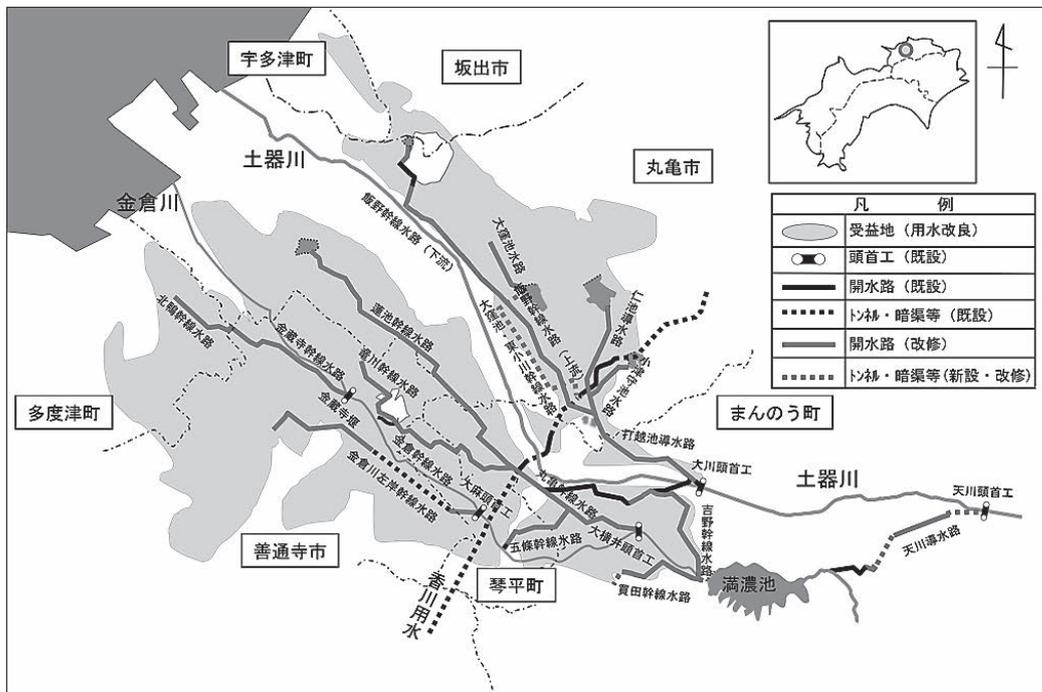


図-1 計画概要図

*中国土地改良調査管理事務所

(Tel. 082-819-1617)

2. 本事業における水路改修工法

本事業計画では、「老朽化している施設のライフサイクルコスト低減に向け、可能な限り既設構造物を長寿命化していく」という方針が明記されたことから、この方針に基づきライフサイクルコスト低減を目指した改修工法を採用している。

本事業での基本的な改修工法は施設機能診断調査結果で判明する施設状態や現場条件により、表-1のとおり大きく4つのタイプに分かれている。

表-1 水路改修工法

名称	構造	施設状態	現場条件
全断面打ち替え		変形又は構造的に不安定なひび割れが発生。	工事用道路の設置が必要。
底版打ち替え (底版:打替え) (側壁:被覆)		底版の摩耗が激しい又は大きな欠損が発生。	工事用道路の設置が必要。
表面保護工 【表面被覆工】 (底版:被覆) (側壁:被覆)		底版の摩耗及び欠損が小さい。被覆の付着強度が必要。	作業ヤードの設置が必要。
表面保護工 【パネル工法】 (底版:パネル) (側壁:パネル)		底版の摩耗及び欠損が小さい。	-

本事業の改修工法の中で最も施工を行っている表面被覆工のポリマーセメントモルタルライニングについては、水路の補修工法のひとつとして位置づけられている。

3. ポリマーセメントモルタルライニングの施工方法

(1) ポリマーセメントモルタルライニングとは

流水により摩耗や浸食を受けた水路躯体表面に特殊混和剤、特殊繊維が調合された高耐久性セメン

トモルタルを塗布し、水路機能の回復及び向上を図る工法で、①既設構造物との接着性、②摩耗に対する抵抗性、③吸水率及び透水量が少ない防水性、④特殊繊維の混入による耐久性、⑤平滑性、⑥水との練り混ぜだけで施工できる作業性等に優れた特徴を有している。(図-2)

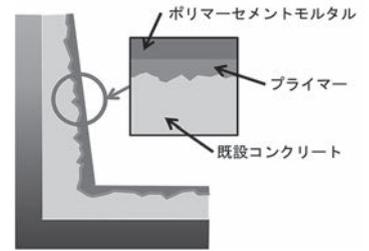


図-2 水路断面図

(2) 使用材料

ポリマーセメントモルタルライニングに必要となる主な使用材料については、表-2のとおりである。

(3) 施工方法

本事業で実施しているポリマーセメントモルタルライニングの施工方法は表-3のとおりである。

表-2 使用材料

名称	写真	特徴
ポリマーセメントモルタル 25kg/袋		特殊繊維が混入されており、ひび割れへの高い抵抗性を有し、既設構造物との一体性、耐摩耗性、水密性、平滑性に優れている。また、水と練り混ぜるだけなので作業性も良い。
プライマー 10kg/セット 主剤:2.22kg 硬化剤:4.44kg フィラー:3.34kg		既設コンクリートと上塗りモルタルとの接着性が良好で、湿潤状態での接着性も優れている。また、塗布作業も容易で刺激臭が無く、施工器具の水洗いも容易。
養生材 17kg/缶		上塗りモルタルに被覆することにより、最適の水和反応が進行し、乾燥による収縮、クラック、表面の粉化を防ぐ。

表-3 施工手順

	①着工前 水路の摩耗や欠損、漏水等が発生しており、既設コンクリート表面に泥や、藻、カビ、油脂類等の付着物及び脆弱部が残っている状態。		②下地処理 (高圧洗浄) 高圧洗浄機等を用いてコンクリート表面を水洗いし、付着物及び脆弱部を除去。
	③プライマー塗布 コンクリート表面を乾燥させた後、プライマーのセット材料を所定の計量で攪拌し、吹付機械及び刷毛等でムラの無いように均一に塗布。		④モルタル塗布 (左官コテ仕上げ) ポリマーセメントモルタルをコテにて塗布し、表面を平滑に仕上げる。吹付の場合は、表面に吹付けた後、コテにて平滑に仕上げる。
	⑤養生剤散布 ポリマーセメントモルタルを仕上げるため、養生材を均一に散布してコテ仕上げを行い養生する。		⑥完了後 平滑性、水密性等の水路機能が回復、向上した農業用水路の完成。

4. ポリマーセメントモルタルライニングの施工上の留意点について

本事業の中で、ポリマーセメントモルタルライニングの施工については、平成21年度より実施しているが、過年度に施工した箇所の一部でポリマーセメントモルタルライニング表面の浮きやクラックが発生していることを確認した。(写真-1)

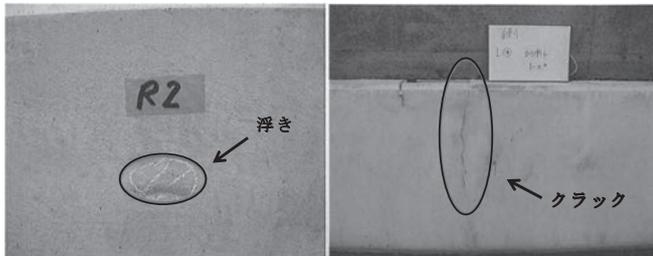


写真-1 浮き, クラック状況

(1) 発生原因

ポリマーセメントモルタルライニング表面に発生した浮きやクラックの発生原因について、使用材料の性質、現場条件、施工状況等を調査すると以下の理由が考えられる。

ア. 浮き

- ・プライマー塗布後、モルタルを被覆するまでに時間が経過しすぎてプライマーが硬化したため。
- ・モルタル被覆直後、養生していないため直射日光が当たり、モルタルが急激に乾燥したため。
- ・部分的にプライマーの塗布量が多すぎて、モルタルにダレが発生したため。
- ・モルタル塗布の際、空気を巻き込んで施工し、空気除去を怠ったため。
- ・下地処理の清掃が不十分であり、湧水や湿気が原因で付着が阻害されたため。

イ. クラック

- ・モルタル被覆後、急激な温度変化、風等の影響により乾燥収縮したため。
- ・隣接する道路の振動等により、構造物に動きが発生したため。
- ・ひび割れ補修の施工を行わず被覆したため。

(2) 留意事項

ア. 浮き

- ・プライマーの打設有効時間内にモルタル被覆作業を終了する。
- ・直射日光や風等の影響を受けないようシート養生を行う。
- ・ポリマーセメントモルタルライニング表面の凹部にプライマー溜まりが生じないように注意する。

- ・被覆材の塗りつけの際、空気が混入しないよう注意する。
- ・下地処理と被覆施工までに時間を要する場合は、再下地処理を行う。

イ. クラック

- ・直射日光や風等の影響を受けないようシート養生を行う。
- ・既設水路における施設機能診断調査の精度向上及び工事施工時での再調査を行う。

5. おわりに

ポリマーセメントモルタルライニングによる施工上の留意点としては、湧水等の水路周辺状況及び施工時の天候状況を十分に見極め、現場状況に応じた適切な施工をすることが重要であることがわかった。

現在、ダムや頭首工等の基幹的農業水利施設の多くが耐用年数を迎えつつあり、本事業と同様に施設を長寿命化する事業が展開されているなか、既設構造物の補修・補強工法における現場での適用実績や対策工法の課題・改良などの情報が少ないため、これらの情報蓄積が重要となっている。

今回、ポリマーセメントモルタルライニングの施工事例を紹介したが、水路補修等の現場実績、対策工法の課題・改良結果が、今後展開される更新事業の一つの参考となればと考えている。

追記：本投稿文の内容や意見は、執筆者個人に属し、農林水産省の公式見解を示すものではありません。

米須地下ダム洪水対策施設の機能確認について

末吉 智子*
(Tomoko SUEYOSHI)

目 次

1. はじめに（事業概要）	40	5. 地下水位維持工による洪水対策機能の検討	43
2. 地区の地形、地質の概要と洪水対策の必要性	41	6. 大度排水路による洪水対策機能の検証	43
3. 本地区で実施した洪水対策施設	42	7. FEM解析による洪水対策機能の確認	44
4. 洪水対策施設機能の検証方法	43	8. おわりに	44

1. はじめに（事業概要）

国営かんがい排水事業「沖縄本島南部地区」は、沖縄本島最南端に位置する糸満市、八重瀬町（旧島尻郡具志頭村）の一部の農地（1,352ha）を受益地とし、畑地かんがいを目的に実施され、平成17年度に完了した。（表-1、図-1）

本地区は、透水性が大きい琉球石灰岩に広く覆われ、降雨の大半は地下に浸透して地下水となり、河川が存在しないことから、地表水による水源開発は不可能であり、農業用水の水源開発は地下水（地下ダム）に限られる。また、地区の大部分は、保水力が乏しい弱アルカリ性の赤褐色土（島尻マージ）が分布し、生産性が低く、干ばつに弱い土壤であることから、干ばつによりしばしば農業生産に大きな被害が生じている地域であった。

本事業において、水源として米須、慶座地下ダムが整備され、また、末端かんがい施設整備の進捗に伴い、野菜や花卉、熱帯果樹（マンゴー等）の高収益の作物栽培が盛んになっている。（写真-1）

表-1 沖縄本島南部地区事業概要

事業目的	畑地かんがい
受益面積	1,352ha（糸満市 1,051ha、八重瀬町 301ha）
主要工事	地下ダム 2ヶ所（米須、慶座） 取水施設 6ヶ所（米須西部、米須東部、慶座南部、仲座、真壁、山城） 揚水機場 2ヶ所（仲座、米須） ファームポンド 3ヶ所（仲座、新垣、上里） 用水路 42km 加圧機場 2ヶ所 水管理施設 1式
工 期	平成4年度～平成17年度

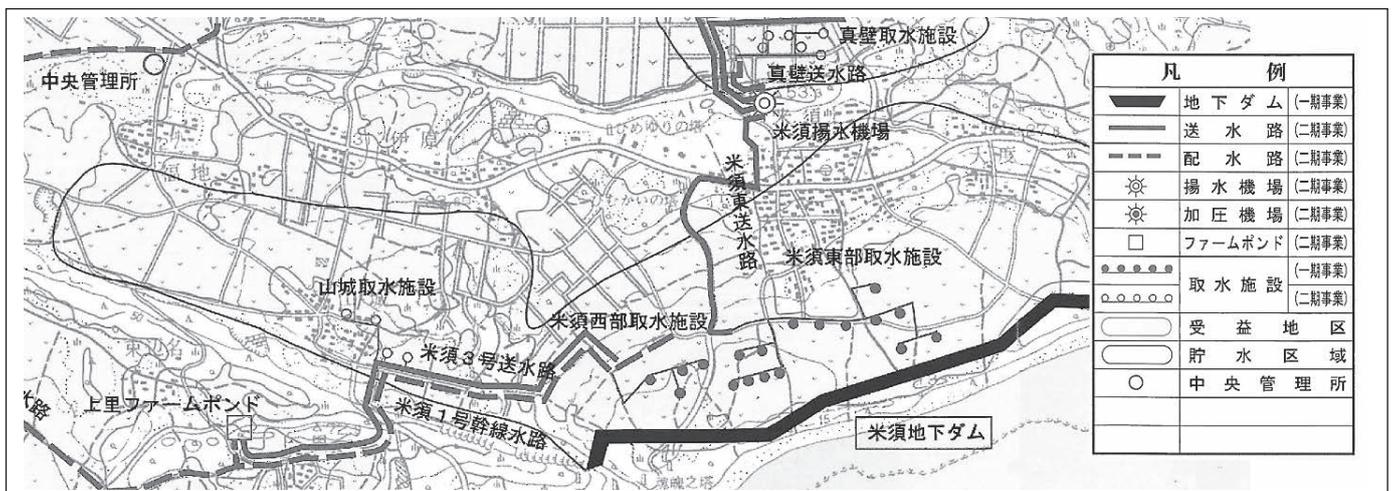


図-1 沖縄本島南部地区 米須地下ダム周辺平面図

*内閣府沖縄総合事務局土地改良総合事務所
保全整備課 (Tel. 098-856-6868)



写真-1 「美らキャロット」(平成21年に商標登録)

このように、本事業は、那覇市の大消費地に近接し、那覇空港にも近く本州出荷に優位であるという立地条件を生かした地域農業の振興に大きく貢献している。

本稿では、主水源の一つである米須地下ダムの建設に起因して発生する豪雨時の地表湛水(以下、洪水)に対して、その一因である地下水位上昇を抑制する対策として建設された洪水対策施設の機能及び今後の管理上の課題について、排水対策施設供用開始後の地下水変動等の状況を踏まえ確認したことを報告する。

2. 地区の地形、地質の概要と洪水対策の必要性

米須地下ダム周辺の地形は、緩い起伏をもった概ね標高200m以下の台地から構成され、全体としては南東方向へ傾斜する。この台地に特徴的な堤状の起伏を示す傾斜面や急崖は、断層に沿って形成されたもので、この断層は地表流域を区分するとともに地下水盆を形成している。米須地下ダム貯留域である米須地区(大度流域、米須流域、山城流域)の北側上流地区(宇江城流域、真壁流域)との境界にも、断層により形成された急崖が存在し、流域を区分するものとなっている。(図-2)

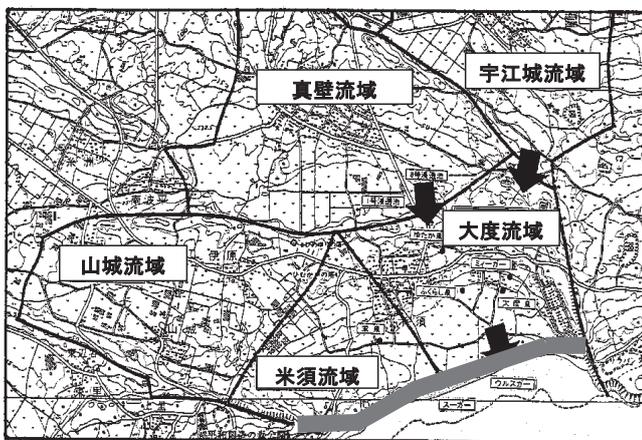


図-2 水文ブロック(図中矢印は水みち流路)

地質は、下位より島尻層群、琉球石灰岩からなる。島尻層群は透水性が低い泥質岩であり、地下ダムの水

理基盤としている。一方、琉球石灰岩は、サンゴ化石等を多く含む碎屑質石灰岩からなる透水性の高い層であり、これを地下ダムの貯留層としている。(図-3)

また、本地下ダムは、止水壁体の大半が海面下に設置され、止水壁により海水の浸入を阻止する塩水浸入阻止型地下ダムであり、大規模なものとしては全国で初めての事例である。

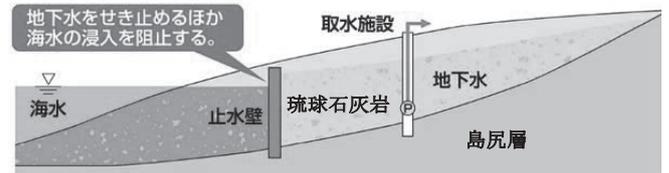


図-3 米須地下ダム(塩水浸入阻止型)概念図

この米須地下ダム周辺は、特異的な地下水流動機構を示しており、その要因である水理的地質構造の特徴及び各種の洪水対策施設を建設した必要性について、以下に説明する。

米須地下ダム周辺の水文ブロック(地下水盆)を図-2に示した。大度流域、米須流域及び山城流域の一部は本地下ダムの貯留域である。貯留域の上流側である真壁流域及び宇江城流域と、下流側である大度流域等との境界には断層崖が存在し、上流側の地下水はこの断層崖を越流し、下流側である米須地下ダム貯留域(大度、米須、山城流域)へ流入してくる。降雨は速やかに地下へ浸透するため、通常は、地表湛水はほとんどみられないが、真壁流域及び宇江城流域においては、大雨時には地下水位が一時的に上昇して地表湛水が発生し、農作物等に被害を及ぼすことがある。

真壁流域及び宇江城流域の末端側(大度流域側)にある断層崖の一部には、石灰岩中を流れる水の浸食により長い年月をかけ形成された空洞があり(図-4)、この空洞は断層崖より下流の大度・米須流域へと連続する樹枝状の水みちとして発達している。この水みちを流下する地下水は、ダルシー則に従うものとは異なり、地下にある河川(仮称:地下河川)に類似したパイプ流として表現可能である。

相当量の降雨時、真壁流域等上流域の地下水位が空洞入口まで達すると、この空洞に流入した地下水は、断層崖下の米須・大度流域ブロックに通じる地下河川へと流下する。この途中には、フクラシガー等の湧泉があり、湧泉より下流側では細く多数に枝分かれし、地下河川としての水みちは消失するため、流下能力は減少する。そのため、地下河川の流下量が増加し、流下量が通水限界に達すると、水みち途中にある湧泉(フクラシガー、大度ガー等)等から地表噴出等が発生(図-4)し、農地の湛水等の被害が発生する状況であった。

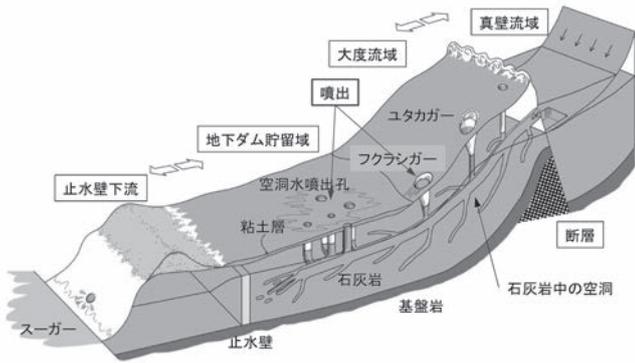


図-4 真壁～大度流域地下水流動イメージ図

真壁～大度断面における地下ダム建設前後の再現地下水位を図-5に示しているが、本地下ダム止水壁の建設で地下水位を3～7m程度堰上げすることになり、相当量の降雨時は湛水被害が増大することが懸念されたため、洪水対策施設を建設する必要があった。

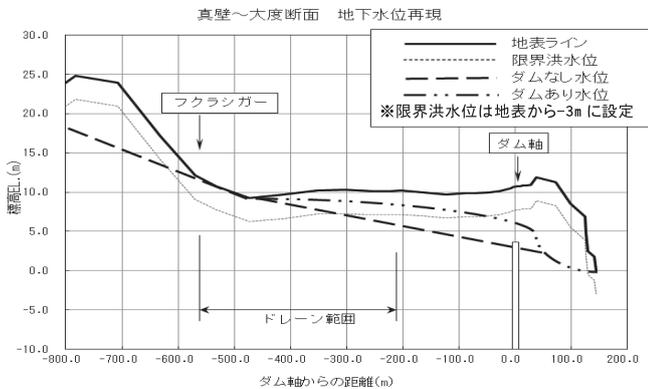


図-5 真壁～大度断面 再現地下水位

3. 本地区で実施した洪水対策施設

洪水対策施設について、対策施設の位置、発生現象の内容、その対策工及び対策工の目標効果を表-2及び図-6に整理した。

これらの洪水対策施設は、長雨後で地下水位が高く、地盤内が飽和した状態で大きな降雨強度が生じた場合ほど、大きな排水能力が求められる。よって、本施設の設計規模は、洪水現象を表現するための水理地質モデルを構築し、降雨の観測資料から想定される地下水位が最も高かった昭和34年を排水計画基準年とし対策工の施設規模を決定した。

なお、解析手法は、地下河川に起因するパイプ流的な地下水の流れは貯留タンクモデルにより、ダルシー則に従う地下水流動は、FEM解析（断面2次元飽和不飽和浸透流解析）により算出した流量に安全率1.2を乗じて、それぞれの施設の設計流量とした。

表-2 洪水時発生現象及び洪水対策施設毎の目標効果

発生現象内容	対策工	対策工の目標効果
大度流域の地下水位が上昇し、地下水の流れが阻害され、湧泉から地表噴出し、周辺畑地等が湛水	大度排水路等湧水排水路(図-7)	地表排水路(開水路等)により、湧出水をダム下流まで排水し、湛水被害を防止
	フクラシ調整池(図-8)	フクラシ調整池からの湧出水の一時貯留
	インターセプトドレイン	地下河川内被圧地下水の圧力減少
大度流域の地下水位が上昇	地下水位維持工(暗渠排水工)	暗渠排水管路により、限界高水位(GL-3m)を超える地下水位上昇を防止
ダムが地下河川を遮断し、出口(スーガー)への通水が阻害され地下水位が上昇	スーガー排水工	排水管路により地下河川の通水量を確保し、地下水位上昇(GL-3m以下)を防止



図-6 洪水対策施設位置図

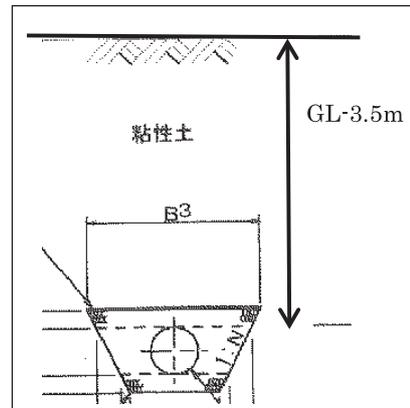


図-7 地下水位維持工構造図

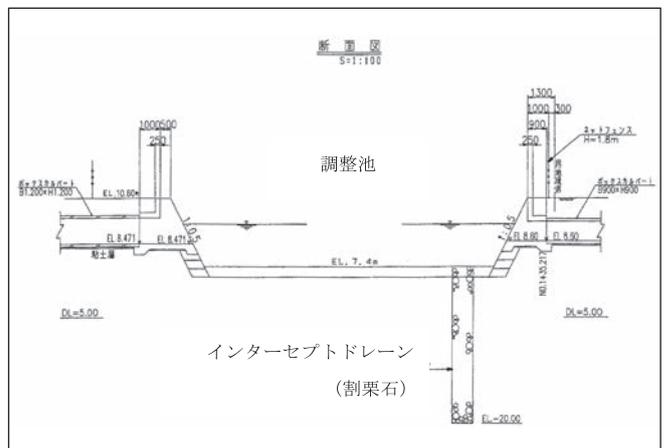


図-8 インターセプトドレイン横断面図(フクラシ調整池)

4. 洪水対策施設機能の検証方法

本ダムの供用開始から7年が経過し、貯留域及び周辺流域の地下水位などの観測データが蓄積され、その間に発生した洪水時のデータも得られたことから、これらの観測値を用いて、洪水対策施設の機能について検証した。

実測値が得られている平成18年から平成24年において、地下水位が最も高かった平成19年8月11～12日の降雨を検証対象とした。なお、この期間の降雨は、24時間雨量及び48時間雨量が、観測期間(S30～H24)において最大であったことから、検討対象とすることは妥当であると考えられる。

具体的に、以下の項目について検証することとした。

- ・洪水対策施設設計の際に用いた貯留モデルを用いた、施設規模(設計根拠)の妥当性の確認
- ・洪水対策施設の機能検証

昭和34年計画降雨(計画基準年)及び平成19年8月降雨の降雨波形を図-9に示している。平成19年8月降雨は、計画降雨程度の雨量となっており、3時間雨量は計画雨量と比較して小さいものの、24時間雨量及び48時間雨量は計画雨量よりも大きな降雨となっている。

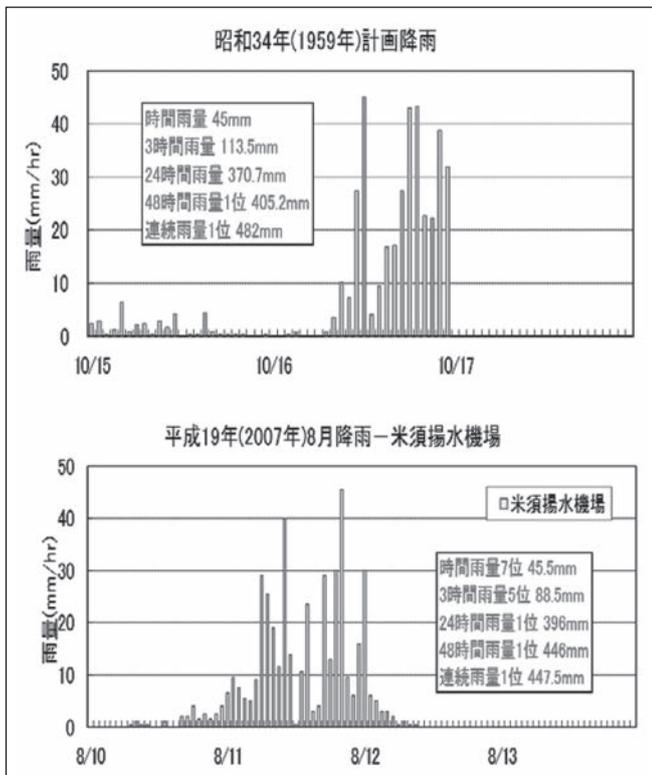


図-9 雨量グラフ

5. 地下水位維持工による洪水対策機能の検討

真壁流域からフクラシガーを通る大度流域の断面において、検討対象降雨時(平成19年8月)の地下

水の最高水位の実績値をプロットした水位線を図-10に示している。本地区においては、限界洪水水位をGL-3mとし、これより高い地下水を排除することとしている。

図-10より、地下水位維持工を施工した範囲においては、限界洪水水位(GL-3m)程度となっており、排水対策施設機能の効果を確認できる。なお、ダム軸付近の地下水位が限界洪水水位より高い水位を示しているが、これはこの地点付近の排水不良の影響を受けた部分的なものと考えられ、この件については、別途課題として取り組んでいるところである。

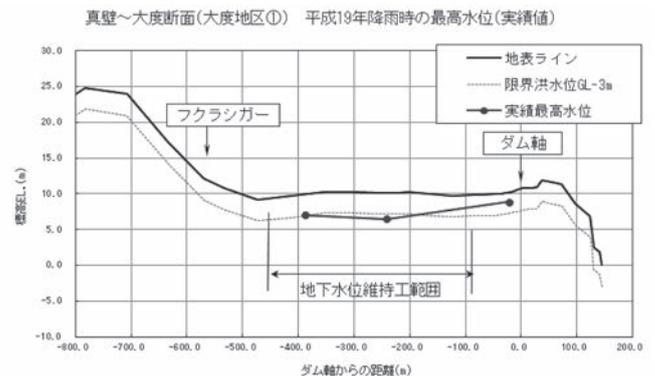


図-10 真壁～大度断面 H19洪水時最高水位(実績)

6. 大度排水路による洪水対策機能の検証

洪水時に大度泉(図-6)から湧出する湧水による湛水被害防止のために設置した大度排水路の効果について、以下の方法により確認した。

(1) 実測値からの流下量の換算

平成19年8月洪水時に観測された大度排水路の水位データをもとに、大度泉の最大水深時の流量を推定した結果、最大流量は $3.7\text{m}^3/\text{s}$ 程度であった。(図-11)

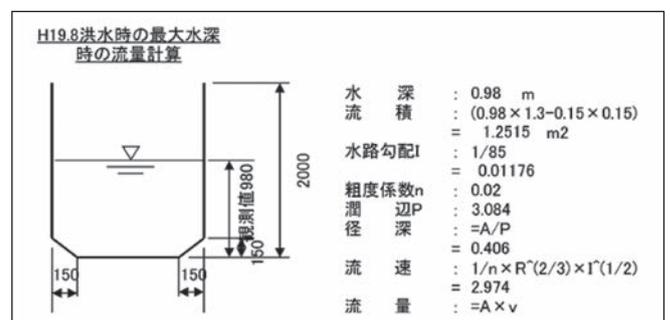


図-11 H19.8洪水時の最大流量計算

(2) 設計流量との比較

大度排水路の設計は、大度泉からの想定湧出量 $4.0\text{m}^3/\text{s}$ に安全率1.2を見込んで計画排水量としている。

よって、計画降雨相当とされる平成19年8月洪水時に観測された大度泉の最大湧出量($3.7\text{m}^3/\text{s} \approx 4.0\text{m}^3/\text{s}$)は、設計流量程度の湧出量であったと推

察される。

以上により、計画降雨相当である平成19年8月洪水時において、計画時に見込んだ大度泉からの湧出量に相当する実測湧出量が確認されたことから、計画時における貯留モデルが概ね妥当であり、排水施設規模の設定が妥当であったと判断される。

計画降雨相当の洪水時において、設計流量相当の流量が確認できたことは、大度泉排水路が計画降雨相当の洪水に対して、設計時に見込んだ20%程度の安全率を持つ施設であることが検証できた。

7. FEM 解析による洪水対策機能の確認

FEM 解析による、平成19年8月洪水時における限界洪水位以上の地下水排除量(面積当たり排水量 m^3)は、 $Q = 3.80 \times 10^6 \times 164,130 = 0.62m^3/s$ である。この値は、計画時の予測排水量 $0.65 m^3/s$ とほぼ同等の排水量である。

また、図-12に示すように、平成19年8月洪水時の最高水位と昭和34年計画時の最高水位を比較した結果、ほぼ同程度であり、このことから計画降雨相当の洪水時において、洪水対策施設は求められる効果を発揮していることが確認できたと考える。

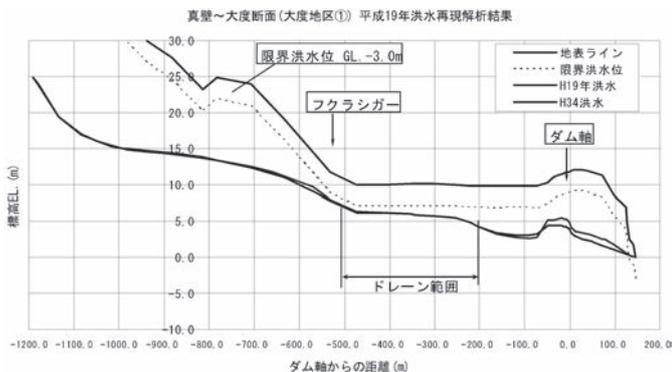


図-12 平成19年8月洪水と昭和34年計画洪水時の水位の比較

8. おわりに

米須地下ダムや他の地下ダム貯留域では、貯留量の確認や地下ダムの止水効果の確認等のため、多数の地点で自記水位計設置や手測りにより定期的な水位観測を行っている。今回実施した洪水対策施設の機能の確認は、これらの水位データ等があったために検証できたものである。

この洪水対策施設は、農地のみならず周辺の宅地等、住民の生活の場において、湛水被害を防ぐものであり、今後も引き続き、求められる機能が維持されなければならない。今回、計画相当の機能を持つ施設であることを確認したが、この洪水対策施設が排水の対象としている地下水や湧水は、本地区特有の水理的地質構造の中を流動していることから、今後とも、地下水観測

データ、排水量等の情報蓄積を継続し、更には、洪水時には現地の状況を写真や水位手測り観測等により補完し、施設機能の健全性の確認を行うことを通じて、米須地下ダムの影響による洪水被害の防止に努めていく必要がある。

四百年におよぶ荒川の恵みを次世代へ

沼尻 文明*
(Fumiaki NUMAJIRI)

目 次

1. はじめに	45	5. 壊れてしまった旧六堰頭首工	46
2. 大里用水の始まり	45	6. 生まれ変わった六堰頭首工（平成の大改修）	47
3. 降れば洪水照れば渇水（苦難苦闘の歴史）	45	7. 地域に開かれた施設（教育の現場に活用）	48
4. 六つの堰がひとつに 「六堰頭首工」の誕生（悲願の達成）	46	8. 六堰頭首工の課題	48
		9. おわりに	48

1. はじめに

埼玉県北部に位置する深谷市の南端を流れる荒川に、六堰頭首工が設置されています。六堰頭首工は、荒川から水を取り入れ、大里用水と呼ばれる水路網を経て、熊谷市を中心に深谷市、行田市、鴻巣市のおよそ3,820haの地域の水田に農業用水を供給しています。（図-1）

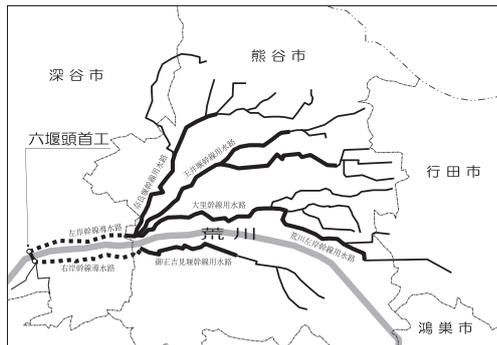


図-1 六堰頭首工の位置図

2. 大里用水の始まり

大里用水の歴史は古く、豊臣秀吉から関東に国替えを命じられた徳川家康が江戸周辺穀倉開発によって、1602年（慶長7年）に現在の熊谷市と旧川本町（現深谷市）の境界付近で荒川を堰き止め、米を作るのに必要な農業用水を取り入れるために「奈良堰」を作ったのが始まりと言われています。

その後、十数年の間に、およそ5kmの区間に「奈良堰」から荒川の左岸側下流に向かって「玉井堰」、「大麻生堰」、「成田堰」が作られ、右岸側にも「御正堰」、「吉見堰」（万吉堰とも呼ばれていました。）の六つの堰が作られました。（図-2）

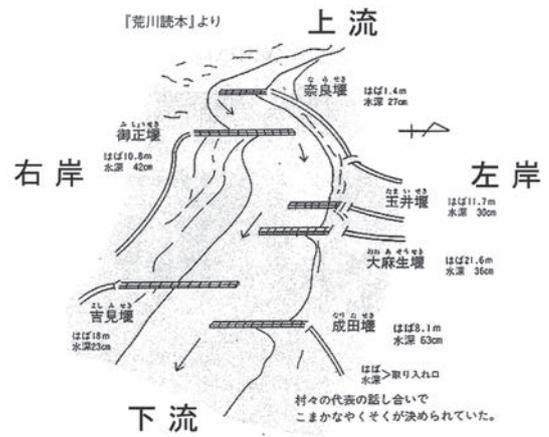


図-2 400年前の取水口の状況

これらの六つの用水の総称を「大里用水」と言います。また、「六堰頭首工」という名称の由来もこれらの六つの堰からきています。

3. 降れば洪水照れば渇水（苦難苦闘の歴史）

荒川はその名のとおりに、雨が続くと流れ込む水の量が増え洪水となり、逆に日照りが続いて雨が降らなると極端に水の量が少なくなります。

江戸時代の里地では、およそ2年に一度は増水し、6年に一度は大洪水、約20回にも及ぶ大干ばつに見舞われました。

昔の堰は木や石を組み合わせた簡素なものだったので、洪水が起こると堰が流され導水路は土砂で埋まり、そのたびに堰を作り直したり、導水路を掘り返したりしなければなりません。

また、干ばつ時には瀬が途切れ、取水ができなくなってしまうため、各用水は水を追い求めて、導水路を延長して取水口を移動したり、新堰を築いて取水しようとしました。その結果、上流で水を取ってしまうと、下流では水が取れなくなってしまうため、六つの用水の農民の間では、干ばつのたびに水争いが繰り返されてきました。

*埼玉県大里農林振興センター 六堰頭首工管理所
(Tel. 048-579-2640)

水争いは昭和の初めまで続き、昭和8年（1933年）の渇水では、荒川の左岸側（北側）の大麻生村、玉井村と、右岸側（南側）の御正村^{みしょう}の3,000人もの村人が集結し、水争いが起こりました。村人たちは手に鍬や鎌を持ち、竹竿に赤い布を結んで旗代わりとして、盛んに石を投げ合いました。この水争いにより、多数の負傷者が出て、警官350人が仲裁に入り、争いを鎮めました。

4. 六つの堰がひとつに「六堰頭首工」の誕生 (悲願の達成)

大正時代の末期になると、水争いや洪水に度々悩まされていた農民達は、これらの問題を解消させるため、上流と下流の利害を超えて、各水利組合の代表者が集まって話し合いを行うようになりました。そして、大正15年6月に、六つの水利組合が連名で、用水路の改良事業の施行を埼玉県に申請しました。

この申請に基づき、埼玉県は「県営用排水幹線改良事業 大里地区」として昭和2年（1927年）から事業に着手しました。（表-1）

表-1 「県営用排水幹線改良事業 大里地区」の概要

関係市町村	熊谷市、深谷市、行田市、川本村、南河原村、江南村、大里村
受益面積	水田2,740ha(左岸2,083ha, 右岸657ha)
事業実施期間	着手 昭和2年度 完了 昭和14年度
総事業費	125万5千円
主要施設	◇六堰頭首工（最大取水量12.8 m ³ /s） 堰長172m, 堰高1.0m~5.7m 取水ゲート15.4m, 筏通し12m, 魚道9m ◇幹線導水路（総延長4,845m） 隧道2,300m, 沈砂池200m, 暗渠1,400m, 開渠720m, その他 ◇江南サイホン（鉄筋コンクリート函渠） 延長513m, 高さ1.17m, 幅1.27m

また、本事業の着手を契機として、それぞれ独立していた六つの水利組合がひとつにまとまり、現在の大里用土地改良区の前身である「大里用水路関係六箇水利組合連合」が結成され、水利共同体としての意識が醸成されていきました。

県営用排水幹線改良事業は昭和14年（1939年）に完了し、旧花園村（現深谷市）永田地先に、六つの堰を統合した大規模かつ強固な「六堰頭首工」が完成しました。六堰頭首工は、コンクリート堰堤による全河幅横断、東洋一のローリングゲートを採用するなど、現代的な農業土木技術の先駆けでした。（写真-1）

六堰頭首工の完成後は、洪水による被害が減少し、取水口の破壊に伴う改修や導水路の浚渫等が不要となり、農家の負担は大幅に軽減されました。

さらに、六堰頭首工が建設される前は、渇水時は上

流に位置する堰での優先取水という水利慣行により、下流の用水では苗代水にも困るような状況でしたが、頭首工が完成し堰が統合されたことによって、六つの用水が基本的には同一条件のもとに取水できるようになりました。したがって、一滴の水も取水できず、代かきや田植えができない状況はなくなり、安定した営農が可能となりました。

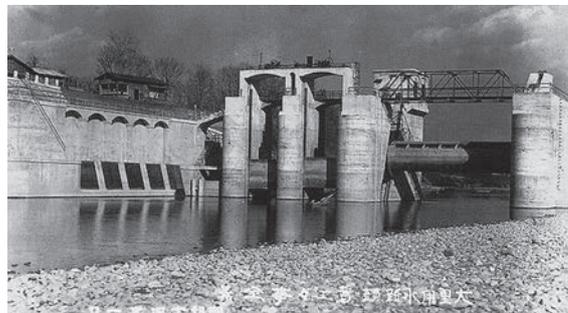


写真-1 昭和14年に完成した旧六堰頭首工

5. 壊れてしまった旧六堰頭首工

時は流れて、六堰頭首工が完成してからおよそ60年経った頃、荒川の河床低下（頭首工下流の河床は、頭首工建設時よりも3m程度低下していました。）や施設の老朽化が進行し、洪水に対する危険性が增大していました。

そこで、国と埼玉県と地元市町村が協議し、新しい六堰頭首工を造ることになり、農林水産省が「国営大里総合農地防災事業」として平成6年度から事業着手することになりました。

しかし、新しい六堰頭首工を建設している最中の平成11年8月13日から14日にかけて関東地方を襲った熱帯低気圧の影響による集中豪雨により、荒川が急激に増水し、旧六堰頭首工の固定堰118mのうち約93mの部分が決壊し、流されてしまいました。（写真-2）ちなみに、このときの洪水量ですが、六堰頭首工付近の年間平均流下量が27m³/sであるのに対し、この時の洪水量は5,300m³/sもの膨大な量でした。



写真-2 洪水で決壊した旧六堰頭首工

6. 生まれ変わった六堰頭首工（平成の大改修）

様々な苦難を乗り越え、新しい六堰頭首工は国営大里総合農地防災事業により、平成10年度から平成14年度までの5年の歳月を経て、ついに完成しました。（写真－3）

また、頭首工の建設工事と併せて、大里用水の幹線用水路の改修工事も行なわれました。（支線用水路は附帯県営事業によって改修工事が行われました。）



写真－3 平成15年3月に完成した新六堰頭首工

なお、国営大里総合農地防災事業の事業内容は次のとおりです。

(1) 対象地域及び受益面積

市町村名	受益面積	備考(関係旧市町村名)
熊谷市	3,080ha	熊谷市, 大里町, 江南町
行田市	350ha	行田市, 南河原村
深谷市	270ha	深谷市, 川本町
鴻巣市	120ha	吹上町
計	3,820ha	

(2) 主要工事施設概要

①頭首工

- 型式：フィクストタイプ 全可動堰
- 堰長：197.0 m
- 土砂吐：純径間 22.0 m × 扉高 3.05 m 1門
鋼製ローラーゲートフラップ付き2段ゲート
- 洪水吐：純径間 40.75 m × 扉高 2.85 m 4門
鋼製ローラーゲート
- 取水工：最大取水量 16.875m³/s
取水口 20.0 m (5.0 m × 4連)
制水ゲート 純径間 5.0 m × 扉高 2.0 m 2門
鋼製ローラーゲート
- 魚道：アイスハーバー型階段式（両岸設置）
幅員 3.0 m × 延長 38.0 m
- 管理橋：橋長 236.0 m × 全幅 10.5 m

②幹線導水路

導水路名	延長
左岸幹線導水路	4.5 km
右岸幹線導水路	4.9 km
計	9.4 km

③幹線用水路

幹線名	延長
大里幹線用水路	7.2 km
奈良堰幹線用水路	6.6 km
玉井堰幹線用水路	14.8 km
荒川左岸幹線用水路	4.5 km
御正吉見堰幹線用水路	4.5 km
計	37.6 km

(3) 事業実施期間

平成6年度～平成18年度

（頭首工は平成15年3月に完成）

(4) 事業費

総事業費 405億円

（うち頭首工の建設に要した費用は約100億円）

負担区分 国費66.6%，県費30.0%，市費3.4%

(5) 共同事業

共同事業の概要	
熊谷市	荒川左岸幹線用水路の一部である星川と星川通線シンボルロードを一体的に整備（写真－4） （工事は熊谷市が実施） 奈良堰幹線用水路と公共下水道別府幹線の両工事を一体的に実施 （工事は熊谷市が実施）
埼玉県	六堰頭首工の管理橋（重忠橋）・工事用道路と農道整備事業「川本西部地区」の農道橋・農道を共同で施工 （写真－5）
国土交通省	六堰頭首工整備と、都市用水等を六堰頭首工下流に的確に流すための流水改善水路、及び遊泳力の弱い魚類の遡上可能な緩勾配魚道の整備を共同で施工（写真－6）



写真－4 市民のオアシス「星川」（シンボルロード）



写真－5 農道橋（重忠橋）



写真-6 緩勾配魚道（左），流水改善水路（右）

7. 地域に開かれた施設（教育の現場に活用）

六堰頭首工は、駐車場や転落防止柵などを整備し、施設を一般に開放しています。地域住民の憩いの場として、また、秩父連山と荒川沿いの優れた景観を楽しむ交流の場として活用されています。（写真-7）



写真-7 深谷市花火大会と六堰頭首工

また、近隣小学校（特に熊谷市内の小学校）の3～4年生は、社会科の授業の郷土の学習の中で、大里用水の歴史や役割を学ぶことになっており、六堰頭首工は校外学習の場として利用されています。（写真-8）平成25年度は、13校、947名（平成25年12月末日現在）の児童が見学に訪れました。



写真-8 小学校の校外学習の様子

8. 六堰頭首工の課題

六堰頭首工が完成した際、農林水産大臣から埼玉県知事に施設の管理を委託され、平成15年4月1日から埼玉県が六堰頭首工の管理を行っています。

六堰頭首工を管理するうえでの最大の問題は、洪水時に洪水吐ゲートを全開したときに、頭首工上流の堆積砂利が洪水吐ゲート下に移動し、洪水吐ゲートが全閉できなくなる危険性を抱えていることです。全閉できなくなると水位を維持できず、取水が困難となります。

六堰頭首工は河川管理施設等構造令により、建設地点の最も深い河床高さに合わせて、計画河床より約1m低い位置にゲート底盤が設置されています。更に頭首工の上下流の河川改修が行われていないことから、土砂の堆積が常態化し、洪水後のゲート操作に支障を来しています。（写真-9）



写真-9 砂利が堆積して閉塞できない洪水吐ゲート

9. おわりに

大里地域は、県全体の耕地面積の約17%を占め、農業産出額は県全体のおよそ4分の1を占める県下最大の農業地帯です。

六堰頭首工は、大里地域の農業を支えるうえで、なくてはならない重要な施設です。しかしながら、六堰頭首工周辺も徐々に都市化が進行し、六堰頭首工のことを知らない住民が多くなりました。ただ単に、荒川に架かっている橋としか認識されていないのかもしれませんが。以前は、「六堰」と言えば地域の人々は皆知っていたものです。私も小学校に入る前から「六堰」という言葉を耳にしていました。それほど、六堰頭首工は地域のシンボルだったのです。

前述のとおり、幸い熊谷市を中心とした小学校の社会科の授業で、大里用水の歴史や役割等について取り上げていただいています。私たちもこの好機を活かし、歴史ある六堰頭首工と大里用水が地域の重要な財産であることを、次世代を担う子どもたちに、しっかりと伝えていかなければならないと思っています。

【引用・参考文献】

「荒川の恵み」発行：農林水産省 関東農政局 大里農地防災事業所

平成25年度農業土木技術研究会研修会レポート

「自然災害に対する事前の備えと緊急対応」

編集事務局

平成25年度の農業土木技術研究会研修会は、平成26年1月23日に東京都千代田区の科学技術館において、全国より約150名の参加のもと開催されたので、その概要について以下に報告する。

I. 研修会の概要

1. 研修日時 平成26年1月23日（木） 10:00～16:30
2. 場 所 科学技術館（サイエンスホール） 03 - 3212 - 8485
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 中條 康朗
 - 10:10 研究会賞授与式
 - 10:30 国土強靱化の推進と農業農村整備事業について
農村振興局 整備部 設計課 計画調整室
課長補佐（計画企画班） 中藤 直孝
 - 11:10 平成25年豪雨による中国四国地方における農地・農業用施設の被害と対応について
中国四国農政局 整備部 防災課 課長 小野寺晃宏
 - 11:50 (昼 食)
 - 13:00 両総地区における防災体制の整備について
関東農政局 両総農業水利事業所 次長 鈴木 元和
 - 13:40 九州北部豪雨による阿蘇谷地域の農地被害に対する復旧・復興の取組みについて
熊本県 阿蘇地域振興局 農地整備課 参事 倉岡 孝幸
 - 14:20 水資源機構における水路施設のリスク管理について
(独)水資源機構 管理事業部 部長 井爪 宏
 - 15:00 (休 憩)
 - 15:10 上江幹線用水路地すべり災害復旧の記録
関川水系土地改良区 事務局長 玉井 英一
 - 15:50 東日本大震災を教訓とした農村工学研究所の取組みについて
(独)農業・食品産業技術総合研究機構
農村工学研究所 企画管理部 防災研究調整役 鈴木 尚登
 - 16:30 閉会挨拶 農業土木技術研究会 理事 清水 洋一

II. 研究会賞授賞式

研修会に先立ち、昨年度、会誌『水と土』に掲載された報文のうち、優秀と認められるものについて、第43回農業土木技術研究会賞・奨励賞の「企画・計画部門」、「設計・施工部門」における表彰を行った。

今年度の研究会賞・奨励賞については、会誌『水と土』167号～169号に掲載された報文26編について、まず、全国より任意に選出された150名の一般会員による投票を行い、次に、その結果を24名の編集委員で構成する編集委員会において、①執筆者が会員かどうか、②報文内容が技術情報発信に優れているかどうか、③今後の事業展開に大きく貢献する内容かどうか、等について審査を行った。

選考は、一般会員と編集委員の得票総計に基づき、最も得票数の多かった報文を「研究会賞」、得票数が次点のものを「奨励賞」とした。



写真－1 受賞者の皆様



写真－2 受賞式の様子

【企画・計画部門】

○研究会賞

『GISを用いた農業用管水路の減災対策優先度評価の検討』（169号掲載）

玉手 純子 東北農政局 土地改良技術事務所 建設技術課

〔選考理由〕

本報文は、長大な農業用管水路に対し、地震に対する減災対策を効果的に実施するためにリスク評価を行い、その評価結果をGISによりマップ化した検討事例について紹介したものである。

地震等を被災した場合の優先的対応が必要な箇所を定量的に評価し、施設管理者と地域住民が減災対策の取組みに活用できるようマップ化まで検討された事例紹介であり、大規模地震が予想されている地域に対して非常に参考となることから、本年度の企画・計画部門の研究会賞として選定した。

○奨励賞

『亀田郷地区における持続可能な社会へのアプローチとしての太陽光発電の可能性について』（168号掲載）

岩倉 和人 亀田郷土地改良区

〔選考理由〕

本報文は、亀田郷土地改良区において、再生可能エネルギーとして太陽光発電に着目し、実証施設の設置に至った経緯や施設を設置した排水路の維持管理軽減の検討及び今後の課題等について紹介したものである。

積雪に対する検討やパネル設置に伴う除草効果など、施設管理に対する課題の解決と併せて排水路の施設管理に対する課題解決について検討、報告されており、法面に設置する太陽光発電の導入検討に参考となる事例として評価されるため、本年度の企画・計画部門の奨励賞として選定した。

【設計・施工部門】

○研究会賞

『地盤沈下地区における樋門の漏水対策工法の一例』（168号掲載）

東 裕司 九州農政局 北部九州土地改良調査管理事務所 保全整備課

松尾 武信 内外エンジニアリング（株） 福岡支社

山口 孝一 内外エンジニアリング（株） 福岡支社

[選考理由]

本報文は、農業用水等の地下水の過剰取水により地盤沈下が進行している地域において、樋門の漏水要因の調査・解析、対策工の検討及び施工、施工後のモニタリング調査手法等について紹介したものである。

漏水の原因調査、調査結果に基づく漏水要因、施設状態の将来予測、対策工の選定経緯、対策後の効果確認のモニタリング調査計画に至るまでの一連の検討について、図表及び写真により詳細に報告されており、軟弱地盤地域の設計・施工に大変有益な情報を提供す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。

○奨励賞

『ブロック積擁壁等の裏込材の選定について』（169号掲載）

白井 謙二 香川県 東讃土地改良事務所

[選考理由]

本報文は、ブロック積擁壁の裏込材として一般的に利用されている再生クラッシャーランの特性を示すとともに、裏込材としての適した材料について技術的な観点により報告されているものである。

現場透水試験により再生クラッシャーランの透水性を検証するとともに、ブロック積擁壁の安定性の向上及び建設工事費のコスト縮減の観点から新たな裏込材を提案されており、今後の設計・施工に参考になる報文として評価されるため、本年度の設計・施工部門の奨励賞として選定した。

Ⅲ. 講演の概要

講演に先立ち、中條農業土木技術研究会会長より開会挨拶がなされた。

「近年、集中豪雨による洪水、地すべりなど、全国的に想定を超える規模の災害が頻発化しており、農業用排水施設が被災を受け、災害復旧の重要度は高まっている状況にある。

一方、国土強靱化を推進する基本法案が成立し、農業農村整備事業においても、防災・減災、老朽化対策などの取組をより一層推進していく必要があると認識している。

このような状況を踏まえ、国、地方公共団体、土地改良区等の防災・減災、老朽化対策に対して理解を深め、取組みの強化を図ることが必要であり、大規模地震や集中豪雨などの緊急対応に対する意識の高揚や技術力を向上させることを目的として、今回の研修会のテーマを設定した。

本日の研修会が、皆様にとって実り多きものとなるよう祈念する。」



写真－3 中條会長の開会挨拶

1. 国土強靱化の推進と農業農村整備事業について（中藤講師）

農村振興局整備部設計課計画調整室の中藤講師からは、国土強靱化の理念や農業農村事業との関係について説明がなされた。講演の要旨は以下のとおり。

現在、政府として「強くしなやかな（強靱な）」国づくりを、府省庁横断的に、地方公共団体や民間とも連携して総合的に推進することとしている。このため、まず、国土の強靱性を確保する上で、危険な（起こってはいけない）45の事態をプログラムとして整理する一方、各府省庁の施策を横断的な視点で12の分野（農林水産分野等）に分類した。そして、45のプログラムに各府省庁が現在行っている施策を対応させ、課題が確認できるよう整理を行った。この整理を基に、プログラム毎及び施策分野毎の評価を行うとともに取るべき対策を明確にすることにより国土強靱化の取組方針へ反映させることとしている。

また、45のプログラムのうち、国の役割の大きさ及び影響の大きさと緊急度の観点から、今後当面重点的に取り組むべきものとして15の「重点化プログラム」を決定した。農村振興局関連の施策では、「食料等の安定供給の停滞」、「農地・森林等の荒廃による被害の拡大」等の重点化プログラムと関わりが深いと考えている。

一方、平成25年12月には、「強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する国土強靱化基本法」が公布・施行され、今後は同法に基づき、平成26年3月を目途に脆弱性評価の実施を、5月を目途に国土強靱化基本計画の策定を予定している。都道府県、市町村については、国土強靱化地域計画を定めることができると規定されている。

平成26年度概算決定における農業農村整備事業（2,689億円）については、農業競争力強化と国土強靱化の2本柱としており、このうち国土強靱化対策として1,625億円計上しているところである。

今後、農業農村整備の分野においても、国、都道府県、市町村はもとより、土地改良区等が日頃から危機管理体制を点検し、危急の際にはその被害を最小化する体制を構築することが望まれる。こうした取組みの浸透が、ソフト・ハード一体となった事前防災・減災につながり、国全体としての強靱性の向上に寄与することを期待したい。

2. 平成25年豪雨による中国四国地方における農地・農業用施設の被害と対応について（小野寺講師）

中国四国農政局整備部防災課の小野寺講師からは、平成25年度に発生した豪雨災害における被災市町に行った技術支援等について紹介がなされた。講演の要旨は以下のとおり。

中国四国地方では、平成25年に発生した複数の豪雨被害により、農地・農業用施設の被害箇所は約12,300箇所、被害額は約214億円（平成25年12月現在）に上っている。特に7月28日豪雨の山口県及び島根県、8月23～25日豪雨の島根県では、ため池の決壊、農地への土砂流入など甚大な被害が発生した。

このため、中国四国農政局では、被害発生直後から職員を被災地に派遣し、甚大な被害状況の把握にあたりとともに、被災自治体に対し応急復旧や復旧工法の指導・助言等の技術的な支援にあたってきた。さらに被害の著しい市町への技術者の派遣要請が島根県及び山口県から発出され、7月28日豪雨関係では山口県山口市及び萩市、島根県津和野町へ、8月23～25日豪雨関係では島根県江津市及び邑南町へ職員を継続的に派遣した。技術者派遣による支援は12月13日まで継続的に実施され、派遣された職員は復旧工法等の指導・助言、測量設計、災害査定設計書の作成等の技術的な支援を実施し、被災直後から膨大な作業に取り組んでいる被災市町の要請に応じてきた。



写真－4 中藤講師による講演



写真－5 小野寺講師による講演

また、今回の度重なる豪雨による甚大な被害を踏まえ、中国財務局及び中国四国農政局では、より一層、迅速かつ円滑な災害査定が実施できるよう、被災した自治体に対して災害査定事案の事前相談等に関する文書を関係官署連名（中国財務局、中国地方整備局及び中国四国農政局）により発出した。そして、被災した地方自治体からの要請により、農政局からの水土里災害派遣隊の派遣と合わせて中国財務局からも職員を派遣し、両局が連携して復旧工法等の事前相談に幅広く応じてきた。

地方自治体は、広域合併等により技術系の職員数は限られており、災害発生後には物理的に対応が困難になる場合が多い。被害状況や被災自治体が求める支援を的確に把握し、時宜を得た技術的支援を行うことが地方農政局に求められていることが、今回の豪雨災害の支援を通じわかった。

最後に今回の豪雨災害により、被災された方々のお見舞いと一刻も早い復旧復興を祈念いたします。

3. 両総地区における防災体制の整備について（鈴木講師）

関東農政局両総農業水利事業所の鈴木講師からは、東日本大震災前で行った防災体制整備の取組状況について紹介がなされた。講演の要旨は以下のとおり。

千葉県房総半島九十九里浜沿岸の約18,000haを受益とする関東農政局両総農業水利事業は、利根川からポンプにより揚水される水を水源とする。昭和18年に着工し、昭和40年に完了した前歴事業の再整備と機能拡充を行う事業であり、現在、平成26年度の事業完了に向け、事業実施しているところである。

平成23年3月に発生した東日本大震災以前には、首都直下地震に対応するため平成17年9月に中央防災会議が決定した「首都直下地震対策大綱」に基づき、農林水産省、関東農政局をあげて、「業務継続計画」（BCP（Business Continuity Plan））策定の取組みが行われていたが、その中で、当事業所においても「業務継続計画」の策定をはじめとする防災体制の整備が行われ、大地震の発生を想定した防災訓練も実施されていた。

東日本大震災の際には、震度5強の地震によりパイプライン化された幹線用水路の数箇所ではパイプラインの継ぎ目部分から漏水が発生する被災を受け、また九十九里沿岸の一部地域では、津波による塩害の被害を受けた。早場米の作付け地域である受益地域の田植え前の直前の時期であり、また、幹線用水路の上流部は、水資源機構房総導水事業との共用施設として房総半島全体の上工水供給の起点として重要なライフラインとなっているため、極めて迅速な対応が要求された。

そうした状況の中で、東日本大震災以前に行われていた「業務継続計画」の策定や防災訓練の実施などの取組みが功を奏し、迅速な対応が可能であったため、受益地域の営農や房総半島の上工水の供給に大きな影響を与えることはなかった。

当事業所では、震災後も防災体制の整備を引き続き継続するとともに、来年度の事業完了に向け、事業完了後の千葉県及び地元改良区による施設管理にあたって必要となる防災体制の整備に取り組んでいる。



写真－6 鈴木講師による講演

4. 九州北部豪雨による阿蘇谷地域の農地被害に対する復旧・復興の取組みについて（倉岡講師）

熊本県阿蘇地域振興局の倉岡講師からは、平成24年7月に発生した阿蘇谷地域の大規模災害に対応した緊急対策と今後の課題について紹介がなされた。講演の要旨は以下のとおり。

阿蘇谷地域は熊本県北東部の阿蘇市に位置し、阿蘇山北側のカルデラ内は農業が盛んな地域であり、昭和45年から平成7年にかけて約3,400haの農地を対象に県営ほ場整備事業が実施され、標準区画30aの農地で整備されている。

この阿蘇谷地域において、平成24年7月12日未明から昼前にかけて、気象庁阿蘇乙姫観測所で時間雨量108mm、3時間雨量288mm、24時間雨量507mmと観測史上最高の豪雨が襲い、河川氾濫や山腹崩壊により農地への土砂堆積を主とする大規模災害が発生した。

今回の農地災害は被害は広範囲で、阿蘇市のみでの調査は困難なことから、県、土地改良区、JA職員も応援し、連携して調査を行った。調査結果、阿蘇谷地域を含む阿蘇市では、農地面積約2,000ha、被害額93億円の甚大な被害となった。

また通常、災害復旧は団体営で行うが、阿蘇谷地域の被害は特に甚大であり、人的支援の観点から阿蘇市の負担軽減を図る目的で、県営事業として取り組むこととなった。

農地に堆積した大量の土砂の受入先は、経済比較の結果、県営ほ場整備地区内の農地（5箇所、約68ha）とし、堆積土砂を搬入して単に嵩上げするだけでなく、「創造的な復興を目指す」という熊本県の復興方針に基づき、区画拡大や農地集積も併せて行った。

工事は、土砂流入農地の土砂撤去作業（復旧）、受入農地の区画整理工事（復興）の2段階で実施した。第1段階の復旧工事については既に完了している。工事を進めるにあたり、重機及び労働者不足や受入農地の選定に時間を要し、計画通りの進捗が図れなかったが、作付け品目や時期の調整等を行った結果、例年どおりの水稻作付けができた。第2段階の復興工事については、現在実施中で、平成26年度の営農再開に間に合わせる計画で進めている。

最後に、今後の大規模災害発生に備えて、①災害発生時の応援体制の確立、②査定設計書の早期作成と申請、③土砂受入地の事前検討、④査定申請漏れを防ぐチェック体制の構築、⑤受注業者、重機、オペレーター、資材の確保、これら5点について事前に検討しておくことが望ましいと考える。

5. 水資源機構における水路施設のリスク管理について（井爪講師）

（独）水資源機構の井爪講師からは、施設の老朽化対策においては日常管理に加え、ハード・ソフトを含めたりスク管理の重要性について紹介がなされた。講演の要旨は以下のとおり。

管理業務を担当していると自然災害等に対して「備えていても」「恐れていたことは」「突然、やってくる」という感覚を持っている。日頃、水資源機構が行っているリスク管理について報告する。

水資源機構は「安全で良質な水を安定して安くお届けする」を経営理念として、これまでに52の治水と利水施設を完成させ、それらの管理業務を行っている。その内、20施設は水路等施設で、水源から取水・送配水に至る基幹施設の新設から管理・改築を一貫して行い、24時間365日休むことなく水をお届けしている。

水資源機構が危惧するリスクは「用水供給サービスの低下」と「第三者への危害・損害の発生」である。そのリスクが発生する要因は、大規模地震・台風などの自然災害のみならず施設の老朽化、人為的な破壊行為、水質事故など様々である。最近では浄水場で取水した水に含まれていた無害物質が塩素と反応し、有害なホルムアルデヒドが生成される事例などリスク要因は拡大している。

リスク管理は基本的に「適切な施設機能保全」を図りリスクを低減させること（リスク・コントロール）であるが、事故発生時の「迅速な対応」を行うこと（ロス・コントロール）を併せて行うことが大切なリスク管理であると考えている。具体的には、専門的な技術力のある職員が施設を「見つめ」、不具合をいち早く発見し「直す」こと、さらに施設の状態を見ながら「造りかえる」ことで適切な施設機能保全を図っている。一方で、防災態勢づくりと訓練、復旧用資機材の備蓄、代替え水源の確保など、異常事態に「備え」、事故が発生した場合には早急に「応じる」ことを実践している。

社会状況に応じて変動するニーズに対応しつつ、「恐れることとは何か？」を常に考え続け、日々の改善や工夫を積み重ね即応力を高めること、さらにコストとのバランスを図りながらタイミングを捉えた本格的な改築を行うこと、これらを総合的に実施することが水資源機構のリスク管理である。



写真－7 倉岡講師による講演



写真－8 井爪講師による講演

6. 上江幹線用水路地すべり災害復旧の記録（玉井講師）

関川水系土地改良区の玉井講師からは、平成24年3月に新潟県上越市で発生した地すべり災害に対する復旧対策等の取組みについて紹介された。講演の要旨は以下のとおり。

平成24年3月7日に新潟県上越市板倉区国川地区で発生した地すべりは、発生斜面直下の水田地帯に達した後も、地すべり土塊が拡散し停止することなく、末端部が幅120m、長さ250mまで移動し続け、民家など11棟が全半壊となり、また県道も埋塞し、上江幹線用水路（国営造成施設）が破壊した。

このため、上江幹線用水路の2,100haの用水確保と流入する山水の排除など、発生直後から緊迫した対応を強いられた。本研修会では、①地すべり発生直後の対応、②仮廻し水路の設計・施工、③仮廻し水路の充水・通水試験を北陸農政局、新潟県、上越市、関川水系土地改良区の関係機関が連携し、迅速な対応により平成24年の代掻・田植用水を通水させた記録について紹介する。

①地すべり発生直後の対応

平成24年3月10日には地すべり先端部が上江幹線用水路まで40mの位置に達し、1.64m/hrで移動していた。用水路には変位が認められ、翌日には用水路に地すべり土塊の到達が予想される状態であったため、土地改良区は用水路に防護工（ポリ管φ1,000mm 2連）を設置し通水断面確保を図った。15日には地すべり地塊によりポリ管が閉塞し、山地排水が出来なくなりポンプ排水に切替えた。

②仮廻し水路の設計・施工

通水流量は許可流量内で農家が納得できる流量の $4.5\text{m}^3/\text{s}$ （許可流量の8割）、ルートは地すべり対策事業及び地形条件から約0.1Mpaの圧力管水路（地下埋設350m）、管材は短期間で入手できる管材（施工工期1ヶ月）の条件を踏まえて高密度ポリエチレン管（樹脂溶接仕様）φ1,500mm 2連とした。3月26日の工事契約から24時間体制で施工し、4月20日に無事仮廻し水路が完成した。

③仮廻し水路の充水・通水試験

4月21日に設計流量の1/20の約 $0.2\text{m}^3/\text{s}$ で試験区間に充水を行い、漏水や変状などの確認を行い、22日に $0.2\text{m}^3/\text{s} \sim 4.5\text{m}^3/\text{s}$ へ段階的に増量し、設計流量における管路の安全性を確認した。本復旧は平成24年の稲刈後に発注し、平成25年の通水は本水路で行った。

本災害対策を振り返ると、迅速な情報発信と対応があったこと（災害時の対応意識）、各機関の連携のもと役割分担が明確であったこと（早期役割分担）、北陸農政局「水土里派遣隊」の技術支援があったこと（組織力と技術力）が、例年通りの通水が確保できた大きな要因だと思われる。



写真－9 玉井講師による講演

7. 東日本大震災を教訓とした農村工学研究所の取組みについて（鈴木講師）

（独）農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所の鈴木講師からは、農村工学研究所が行っている防災・減災に関する研究や技術支援等の取組みについて紹介された。講演の要旨は以下のとおり。

未曾有の被害となった東日本大震災から3年が経過し、今も被災地では復旧・復興の取組みが進められている。本震災は、M 9.0の海溝型地震で広範な農林水産地域において巨大津波と強地震動による深刻な農地・農業用施設被害をもたらした。多発する地震・台風等によって「自然災害大国」とされる我が国でも、人口や産業等の社会経済情勢の変化に伴う「災害は進化」は、農村地域における被害の激甚化と復旧復興への困難性を高めてきている。まさに東日本大震災は農業土木技術の歴史的エポックとなってきた。



写真－10 鈴木講師による講演

災害対策基本法の指定公共機関である（独）農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所は、発災当日に対策本部を立上げ被災地技術支援活動と共に、大震災を教訓に新しい防災減災技術の発信や復旧復興技術の提案を行ってきた。一方、平成25年の改正で「災害発生を常時想定し、・・・各主体が相互の連携協力の下で災害に関する科学的知見や教訓を持ち、・・・発生直後でもできるだけの確に災害状況把握を行うこと」等が、同基本法の基本理念とされた。

本講演では、本震災に伴う農村工学研究所の役割や取組みと共に、「津波農地災害」では微細瓦礫や地盤沈下・塩害対策、「強震動ため池被害」の発現特性等、将来の教訓事例として紹介した。また、災害時に直面した課題や国土強靱化の要請を踏まえ、農業生産基盤インフラにおける被害情報データベース化、気象・災害情報の取込み、リスクコミュニケーション活用等、ITを活用した農村地域防災減災対策に資する「ため池DBハザードマップシステム」や「iVIMS」等の活用事例を紹介した。

IV. おわりに

今回の研修会では、「自然災害に対する事前の備えと緊急対応」のテーマに即し、防災や災害復旧・復興で活躍されている7名の講師より、国土強靱化を推進する法律の制定の背景や概要、集中豪雨等により発生した農地・農業用施設の被害状況や復旧・復興の取組み等について、写真や映像を交えたパワーポイントにより、分かりやすい説明がなされた。

研修参加者からも全ての講師に対して質問があり、閉会後も活発な意見交換や議論がなされるなど、非常に盛会であった。また、会場で実施したアンケート調査では、本研修が業務の参考になったとする意見が9割を占め、大変有意義な研修会となった。



写真－10 研修会の様子

◇編集事務局と致しましては、今回の研修会の成果やアンケート調査結果を基に、今後の研修会の一層の充実を図りますとともに、会誌『水と土』についても、会員の皆様の期待に応えるべく、現場技術情報の発信に努めて参ります。今後とも当研究会に対するご支援並びに会誌『水と土』に対する積極的なご投稿を宜しくお願い致します。

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26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 農村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

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 (フリガナおよびローマ字表記), 勤務先と勤務先の電話番号, 職名
- ④ 連絡先 (TEL), (E-mail)
- ⑤ 別刷希望数
- ⑥ 内容紹介 (200字以内)
- ⑦ 対象施設 (報文の対象となっている主な施設を記入: ダム, トンネル, 橋梁, 用排水機場, 開水路, 管水路等)
- ⑧ キーワード (報文の内容を表すキーワードを記入: 維持管理, コスト縮減, 施工管理, 環境配慮, 機能診断等)

3. 1回の原稿の長さは原則として写真・図・表を含め18,000字程度 (ワープロで作成の場合, A4版8枚程度) までとする。なお, 写真・図・表はヨコ8.5cm×タテ6cm大を288字分として計算すること。

4. 原稿はワープロで作成し, 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単位ごとにカンマ (,) を入れる) を使用のこと。

5. ワープロで作成した原稿データについては, プリントアウトした原稿 (写真・図・表入り) とともにCDデータ等にて提出すること。

写真・図・表の画像データは, 原稿データとは別に添付すること。なお, 図・表については白黒印刷においても判読できるように極力配慮しておくこと。

※データと違いがないかをプリントアウトした原稿で必ず確認すること。

6. 写真・図・表は本文中の挿入個所を明確に指定しておくこと。

7. 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。原図はトレーサーが判断に迷わないよう, はっきりしていて, まぎらわしいところは注記をされたい。

8. 文字は明確に書き, 特に数式や記号などのうち, 大文字と小文字, ローマ字とギリシャ文字, 下ツキ, 上ツキ, などで区別のまぎらわしいものは鉛筆で注記しておくこと。

たとえば,

C, K, O, P, S, U, V, W, X, Zの大文字と小文字

O (オー) と 0 (ゼロ) a (エー) と α (アルファ)

r (アール) と γ (ガンマ) k (ケイ) と κ (カッパ)

w (ダブルユー) と ω (オメガ) x (エックス) と χ (カイ)

l (イチ) と 1 (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

9. 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。

10. 数表とそれをグラフにしたものとの並載せはさげ, どちらかにすること。

11. 本文中に引用した文献は原典をそのまま掲げる場合は引用文に『 』を付し引用文献を本文中に記載する。孫引きの場合は, 番号を付し, 末尾に原著者名: 原著論文表題, 雑誌名, 巻: 頁~頁. 年号, 又は“引用者氏名, 年・号より引用”と明示すること。

12. 投稿の採否, 掲載順は編集委員会に一任すること。

13. 掲載の分は稿料を呈す。

14. 別刷は, 実費を著者が負担する。

農業土木技術研究会 会員の募集

1. 発足40周年を迎えた「農業土木技術研究会」

本研究会は、全国の農業土木技術者の自主的な研究会です。その歴史は、昭和28年の「コンクリートダム研究会」にまでさかのぼり、事業の展開方向に即して変遷してきました。現在の「農業土木技術研究会」としても、平成21年度には発足40周年を迎えた歴史ある研究会です。

〈農業土木技術研究会の変遷〉

- 昭和28年 「コンクリートダム研究会」の発足：会誌「コンクリートダム」の発刊
- 昭和31年 フィルダムを含めて「ダム研究会」に拡大：会誌「土とコンクリート」に変更
- 昭和36年 「水路研究会」の発足：会誌「水路」の発刊
- 昭和45年 両研究会の合併
「農業土木技術研究会」の発足：会誌「水と土」の発刊

2. 技術力向上に資する「農業土木技術研究会」

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

研究会では、現場の技術報文を中心とした会誌「水と土」を年間3回発行し会員の皆様にお届けしています。また、時代に即した技術的な情報を提供する研修会も開催しています。

3. 会員が支える「農業土木技術研究会」

本研究会の活動は、皆様の年会費によってまかなわれています。

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

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

申し込み様式は以下を参考にして下さい。

入会申し込み

平成 年 月 日

私は農業土木技術研究会に入会します。

氏名： _____

職場・所属： _____

職場住所（会誌送付先）：〒 _____

電話番号： _____

問い合わせ先：農業土木技術研究会
〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4
農業土木会館内 TEL 03 (3436) 1960
FAX 03 (3578) 7176

FAX 宛先：農業土木技術研究会 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（171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

ご存じの方もおられるかもしれませんが、研究者が用いる言葉で「出版バイアス」というものがあります。この言葉は、否定的な結果が出た研究は、肯定的な結果が出た研究に比べて公表されにくいというバイアス（偏り）を表すものです。医療の世界では、近年非常に大きな問題となっています。

うまくいかなかった事例は自ずと世間には公表されにくくなるため、うまくいった事例が一般論として独り歩きしてしまう可能性があるのはどの分野でもあることかと思えます。論文等に載っていた方法を試してみただけで、うまくいかなかったという経験は誰もよくあるのではないのでしょうか。農業農村工学の分野では、地域それぞれが持っているバックグラウンドが大きく異なるために課題に対して万能的な解決方法が殆ど無

いことは周知の事実かと思いますが、適用範囲がしっかり明示されていないということにも問題があるかと思えます。

本誌では、地域性のある課題を取り扱った素晴らしい事例が数多く報告されていますが、事例として、地域性を明示しつつ、うまくいった点だけでなく、うまくいかなかった点、克服しなければいけない課題などを全体で共有することは、将来の農業農村工学分野全体にとって非常に有益なのではないかと感じています。

会員諸氏におかれましては、これまで同様、地域に根差した活動に関する投稿をお願いいたします。

（農村工学研究所企画管理部業務推進室 亀山幸司）

水と土 第171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



大地に刻む農の文化
.....

一般社団法人 土地改良建設協会

Land Improvement Construction Association of Japan

会 長 宮 本 洋 一

専務理事 松 本 政 嗣

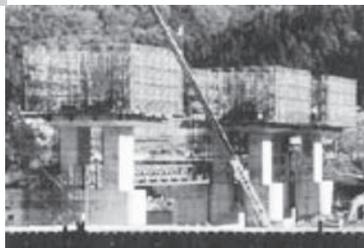


土地改良事業
の推進



土地改良事業の
建設工事に関する
広報活動

工事施工技術に
関する
調査研究



公共事業の
円滑な実施
に関する
調査研究



〒105-0004 東京都港区新橋 5-34-4 (農業土木会館)

TEL 03-3434-5961 FAX 03-3434-1006

<http://www.dokaikyo.or.jp/>

ダイプラハウエル管[®] (高耐圧ポリエチレン管)

信頼性の高い、本埋設管として様々な公的機関で認可されています。

規 格

日本工業規格 耐圧ポリエチレンリブ管 (JIS K 6780)
下水道協会規格 下水道用リブ付ポリエチレン管 (JSWAS K-15)

NETIS

国土交通省 新技術登録 (NETIS CB-980025-V) カルバート工
(NETIS CB-980024-A) 柔構造樋管
22年度・23年度 準推奨技術 新技術活用システム検討会議 (国土交通省)
「ダイプラハウエル管による道路下カルバート工の設計・施工方法」

道路基準

日本道路協会 道路土工 カルバート工指針
日本道路公団 設計要領第二集カルバート編
農林水産省 土地改良事業計画設計基準 (農道)
林野庁(日本林道協会) 林道必携 技術編

電気技術規定

J E S C 水力発電設備の樹脂管 (一般市販管) 技術規定

農業用水のパイプラインに！

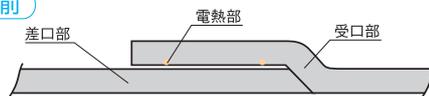
管路の一体化による継手部の信頼性！

EF継手は電熱線の通電により溶融し、受口、差口を一体化させ、万全の気密性を保持できます。

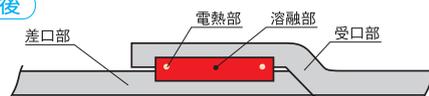
常用使用圧力	0.50 MPa
--------	----------

EF継手(エレクトロフュージョン)

通電前



通電後



内圧用ダイプラハウエル管



農道下横断管に！

耐圧強度が大きく、
高盛土下に
埋設可能！

カルバート工
として
実績豊富！



ため池の底樋に！

柔軟性に優れ、
地盤沈下にも
対応！

柔構造樋管
として
実績豊富！



ダイプラハウエル管

大日本プラスチック株式会社

本社：〒530-0001 大阪市北区梅田3-1-3(ノースゲートビルディング16階)
TEL.06-6453-9285 FAX.06-6453-9300
東京支社：〒108-6030 東京都港区港南2-15-1 (品川インターシティA棟30階)
TEL.03-5463-8501 FAX.03-5463-1120

<http://www.daipla.co.jp>

札幌(営) 011-221-3053 仙台(営) 022-223-0761
東京(営) 03-5463-8501 名古屋(営) 052-933-7575
大阪(営) 06-6453-9285 広島(営) 082-221-9921
福岡(営) 092-721-5166 鹿児島(営) 099-227-1577