

水と土

No. 179

2016
NOVEMBER

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



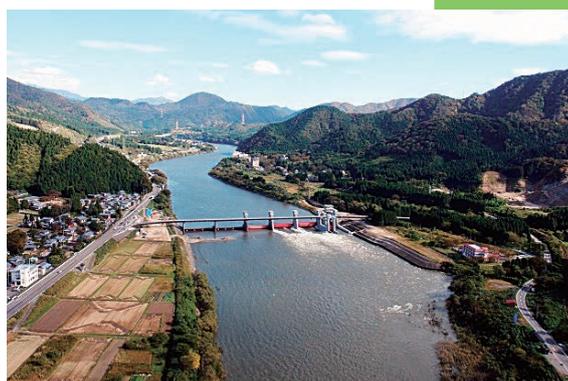
①水田における畑作物の導入



②スプリンクラーによるかん水



③水路の泥上げ



④頭首工の保安全管理

水と土

Contents

2016 NOVEMBER No.179

◆報文内容紹介	2
◆事務局よりお知らせ	
平成28年度農業土木技術研究会研修会開催のご案内	4
◆会員向けに「水と土」のWeb検索サービスについて	5

□巻頭文

二期事業に必要な技術力 ～たかが“仮設”，されど“仮設”～	松田文秀	8
-------------------------------	------	---

□報文

キーワード

事業効果	空知川頭首工（空知川中流部）に設置した魚道の効果について	池下貴之・瀬口克二	10
軟弱地盤,対策工法	宇部川地区における軟弱地盤対策の設計事例について	佐藤俊孝・水堀順一	16
畑かん導入,土地改良区変更	(県営)農地整備事業(畑地帯担い手育成型) (神奈川県三浦市)「諸磯小網代地区」の計画策定について	富所 久	22
洗管工法,機能診断	末端配管洗管による効果の検証事例	針山裕平	26
補強工法,ポリマーセメント	新濃尾(二期)地区 宮田導水路の補修について	田上雅之	30
軟弱地盤,施設更新	軟弱地盤における排水機場基礎設計の留意点	沖 高志	34
施設補修,機能診断	香川用水土器川沿岸地区における水路改修について	石原宏徳	39
干潟排水対策,タイドプール	大和2号排水樋門干潟排水対策について	江藤和弘	46
御嶽山,水質調査	御嶽山噴火に伴う対応及び水質に関する影響 野野俊介・坂野和弘・石黒勇次郎・小野島廣大		51
土地改良長期計画,農村協働力	新たな土地改良長期計画について 細川直樹・廣川正英・田村敏明・萬年浩二・蒲地紀幸		57
防災・減災,ため池一斉点検	ため池の防災・減災(ため池一斉点検について)	佐久間千恵	62
ダム	国際大ダム会議第84回年次例会の概要について	井原和彦・愛宕德行	68

□歴史的な土地改良施設

いる かいけ たなづきこうぼう 入鹿池と柵築工法	安江 崇	73
-----------------------------	------	----

□技術情報紹介

農業農村整備民間技術情報データベース(NNTD) ～Nougyou-Nousonseibi Technical-information Database～	篠崎 剛	78
摩耗したコンクリート水路の表層形状からの粗度係数推定手法の現地への適用 中矢哲郎・武馬夏希・渡嘉敷 勝・森 充広		83

◆会告	88
◆入会案内	89
◆投稿規定	91

●表紙写真● 表紙の写真は、平成28年8月24日に閣議決定された新たな土地改良長期計画の政策課題に対応する写真です。
政策課題Ⅰ 豊かで競争力ある農業 ①水田における畑作物の導入 ②スプリンクラーによるかん水
政策課題Ⅱ 美しく活力ある農村 ③水路の泥上げ(農村協働力)
政策課題Ⅲ 強くしてしなやかな農業・農村 ④頭首工の保全管理

水と土 第179号 報文内容紹介

空知川頭首工(空知川中流部)に設置した魚道の効果について

池下貴之・瀬口克二

国営農地防災事業「空知川地区」で空知川頭首工を改修し、洪水による災害の未然防止及び施設機能の回復のため、平成28年度完成を予定し、現頭首工より約300m上流に可動堰タイプの新頭首工を建設して、新規に魚道を設置した。

平成27年度から共用を開始し、魚道の効果を確認する目的で、魚類の遡上把握(モニタリング調査)を実施したので魚道設置の効果を報告する。

(水と土 第179号 2016 P.10 設・施)

宇部川地区における軟弱地盤対策の設計事例について

佐藤俊孝・水堀順一

ほ場整備 宇部川地区は、岩手県野田村に位置し、2011年3月に発生した東日本大震災津波で被災した地区である。地震による地盤沈下や大津波による表土流出・瓦礫堆積の被害を受けたが、県内でいち早く水田復旧を終え、担い手育成のための大区画圃場整備を県営事業で実施している。本報では、河口部のほ場整備に比較的多い軟弱地盤の対策において、プレロード盛土による沈下促進の設計例について紹介する。

(水と土 第179号 2016 P.16 設・施)

(県営)農地整備事業(畑地帯担い手育成型)(神奈川県三浦市)「諸磯小網代地区」の計画策定について

富所 久

ダイコン、キャベツの一大産地である神奈川県三浦市の標記地区において担い手農家からの要望を受け、谷戸を埋める農地造成が完了したエリアに周辺の台地畑を取り込み、一体の区域として畑地かん施設と農道の総合整備計画をまとめた。

既存の土地改良区の区域拡大と新たな事業導入により土地改良法の重要変更を行ったが、元々の組合員と新規加入組合員、二つの集落間の要望等を調整し事業化を果たした事例の紹介。

(水と土 第179号 2016 P.22 企・計)

末端配管洗管による効果の検証事例

針山裕平

河北潟干拓地では潟湖の水を取水しパイプラインにより灌漑しているが、用水管の内面に固着物や浮き錆が発生しており、機能診断における管内カメラ調査時の目視精度に影響を与えるとともに、管内のヘドロ溜まりを増加させ、揚水機場のポンプ圧送能力等に影響を与えていると考えられる。

本報は、河北潟地区の農業用水管において、機能診断の精度向上及びポンプ圧送能力等の改善を検証目的とした洗管工法の実証試験を行ったため、検証事例として紹介する。

(水と土 第179号 2016 P.26 設・施)

新濃尾(二期)地区 宮田導水路の補修について

田上雅之

国営総合農地防災事業「新濃尾地区」は、木曾川両岸に広がる濃尾平野の中央に位置する地域で、国営濃尾用水事業(S32~42)で大山頭首工及び宮田導水路等の幹線用水施設の整備がなされた。このうち、宮田導水路は、周辺地域の都市化・混住化の進行に伴い、農業用水の水質が悪化してきたため、用排水を分離した水路施設の整備を進めている地区である。本報では用水路を新設したため役割を終えた既設導水路の有効利用事例について紹介する。

(水と土 第179号 2016 P.30 設・施)

軟弱地盤における排水機場基礎設計の留意点

沖 高志

和歌山平野農地防災事業は、和歌山県北部の和歌山市、岩出市、紀の川市の3市にまたがり排水機、農業用排水路の改修又は新設と併せて、これらを効率的に管理するための排水管理施設を導入することで、農業用排水施設の排水の機能を回復を図るものである。

本報では、米田排水機場の改修計画にあたり、軟弱地盤における排水機場基礎設計について報告する。

(水と土 第179号 2016 P.34 設・施)

香川用水土器川沿岸地区における水路改修について

石原宏徳

国営香川用水土器川沿岸地区では、老朽化した開水路の改修を行っており、事業計画策定時(平成11~19年度)と工事実施時(平成20~28年度)で施設改修に対する考え方が変化(全面改修からストックマネジメント手法の普及、ライフサイクルコスト低減)していることを踏まえて、改修方法の見直し(全面改修から補修)を行い整備を実施した。

この水路改修方法見直しに至った経緯、見直し内容及び実施した改修方法(表面被覆工)を紹介する。

(水と土 第179号 2016 P.39 設・施)

大和2号排水樋門干潟排水対策について

江藤和弘

有明海岸東部地区は、有明海の福岡県に位置し、南より三池工区、大和工区、昭代工区を事業対象とし、堤防などの海岸保全の防災機能の強化を図るため、補強・改修を行っている。大和2号排水樋門は、大和工区の矢部川下流部に位置し、平成19年より改修工事に着手、平成22年より供用を開始したが、干潟の発達に伴う濁土堆積により、樋門前面のミオ筋が閉塞しゲート設備の開閉に支障を来し、浚渫工事等を行い対応してきた。その後、恒久対策としてポンプ浚渫、導流堤等との対策工の比較検討を行い、佐賀県七浦地区で効果を発揮している干潟排水対策施設(人工タイドプールによるフラッシュ工法)を設置することとし、平成26年10月に供用開始したところである。本報では、タイドプール及び主要施設の設計概要と最近の状況について紹介する。

(水と土 第179号 2016 P.46 企・計)

御嶽山噴火に伴う対応及び水質に関する影響

河野俊介・坂野和弘・石黒勇次郎・小野島廣大

御嶽山では、有史以来2度目となる大噴火が平成26年9月27日に発生した。

前回噴火時（1979年）の経験から、牧尾ダムの貯水池水質は、長期にわたり噴火の影響を受けることが予測されたため、愛知用水総合管理所として綿密な水質監視体制を構築し、関係自治体やユーザーに水質情報を提供するとともに、下流河川に対し可能な限り水質影響の軽減対策を講ずることとした。この結果、現在までは特段の支障を来すことなく、ダムからの利水補給を継続している。

本稿では、こうした御嶽山噴火に伴う対応及び水質に関する影響について報告する。

（水と土 第179号 2016 P.51 企・計）

新たな土地改良長期計画について

細川直樹・廣川正英・田村敏明・萬年浩二・蒲地紀幸

新たな土地改良長期計画は、食料・農業・農村基本計画、国土強靱化基本計画、まち・ひと・しごと創生総合戦略といった政府の計画が策定されたことから、これらに即して事業を計画的・効果的に実施するため、1年前倒し、計画期間を平成28年度から平成32年度までとして策定した。併せて、多様な地域特性を活かした地域の取組の参考となるよう、地域の取組や発展のプロセスに着目した「農村振興プロセス事例集」を作成した。

（水と土 第179号 2016 P.57 企・計）

ため池の防災・減災 （ため池一斉点検について）

佐久間千恵

「ため池の防災・減災」という視点から「ため池の現状と課題」について触れるとともに、施設やその周辺状況を点検し、今後の詳細調査の優先度が高いため池を抽出する「ため池一斉点検」（実施期間：平成25年度～平成28年度）について述べる。

（水と土 第179号 2016 P.62 企・計）

国際ダム会議第84回年次例会の概要について

井原和彦・愛宕徳行

国際ダム会議（ICOLD）は、1928年（昭和3年）に設立され、現在、世界96カ国が加盟するダム工学の知識と経験を交流する場であり、ダムの技術に関する指導的な民間国際団体である。土地改良事業の分野においても、古くから大ダム会議の基準が設計基準に取り入れられるなど関係が深い。同会議の第84回年次例会が、平成28年5月15日から1週間にわたり、南アフリカ共和国のヨハネスブルクで開催されたため、その概要を報告する。

（水と土 第179号 2016 P.68 企・計）

〈歴史的土壌改良施設〉

いるかいけ たなづきこうほう
入鹿池と棚築工法

安江 崇

入鹿池は愛知県北西部の犬山市に位置する全国最大級の規模を誇る農業用ため池であり、平成22年に農林水産省の「ため池百選」に選定され、平成27年には入鹿池の「棚築工法」という築堤工法が高く評価され「世界かんがい施設遺産」に登録されている。

入鹿池の380年の歴史と築造工法について紹介する。

（水と土 第179号 2016 P.73）

〈技術情報紹介〉

農業農村整備民間技術情報データベース（NNTD）
～Nougyou-Nouseiseibi Technical-information Database～

篠崎 剛

ARICが運用しているNNTD（農業農村整備民間技術情報データベース）の概要について紹介。NNTDは、民間企業等が開発した「農業農村整備に資する技術」の情報を登録し、ウェブサイト（<http://www.nn-techinfo.jp>）を通じて広く一般に提供を行うもので平成24年の運用開始以降、約380件の民間技術が登録されている。工事発注や設計作業の際に関係者から参照される機会が多い。

（水と土 第179号 2016 P.78）

〈技術情報紹介〉

摩耗したコンクリート水路の表層形状からの粗度係数
推定手法の現地への適用

中矢哲郎・武馬夏希・渡嘉敷 勝・森 充広

レーザー変位計による携帯型粗さ測定装置により、摩耗した長期供用した農業用コンクリート水路の摩耗形状を把握するとともに、得られた表面粗さから粗度係数を算定する中矢らによる推定式を現地で適用し、流量観測から得られる現場粗度係数の値と比較することで推定式の適用性を把握した。表層形状からの推定値は観測値より低くなり、現地の砂礫の堆積など管理状況の影響を考慮する必要があることが示唆された。

（水と土 第179号 2016 P.83）

事務局よりお知らせ

平成28年度農業土木技術研究会研修会開催のご案内

農業土木技術研究会では、時代のニーズを反映した技術力の向上と会員間の交流を目的として、下記の予定で「平成28年度農業土木技術研究会研修会」を開催します。研修会では新たな土地改良長期計画で位置づけた政策課題に即した技術講演を行うとともに、平成28年度「水と土」優秀報文受賞記念講演を予定しております。プログラムなどの詳細については全国連盟ホームページ及び別途各都道府県担当者宛に案内チラシを配布致しますのでご覧下さい。

記

1. 日 時 平成29年1月24日(火) 10時～16時30分
2. 場 所 東京都千代田区内幸町1-5-1
千代田区立内幸町ホール 地下1F TEL. 03-3500-5578
3. テーマ 新たな土地改良長期計画の実現に向けた農業土木と新技術(仮)
4. 参加費 会 員 5,000円(機関誌「水と土」を毎号購読されている方)
非会員 8,000円
5. 申込方法など ①定員180名(定員になり次第締め切らせていただきます。)
②締め切り 平成29年1月13日(金)
③申込み先
東京都港区新橋五丁目34-4 農業土木技術研究会
TEL. 03-3436-1960/FAX. 03-3578-7176
④申込方法
ファックスまたはハガキなど書面でお申し込みください。
⑤全国連盟ホームページ <http://www.n-renmei.jp>
6. その他 この研修会は農業土木技術者継続教育のプログラム認定を受けております。
継続教育機構会員の方は申込みの際に申込書に会員番号を併せてご記入下さい。

〔案内図〕

千代田区立内幸町ホールへの案内図・道順

- JR新橋駅(日比谷口)より第一ホテル東京方面
広場より階段を下る。徒歩5分



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28年7月現在、第1号（昭和45年）から第171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。

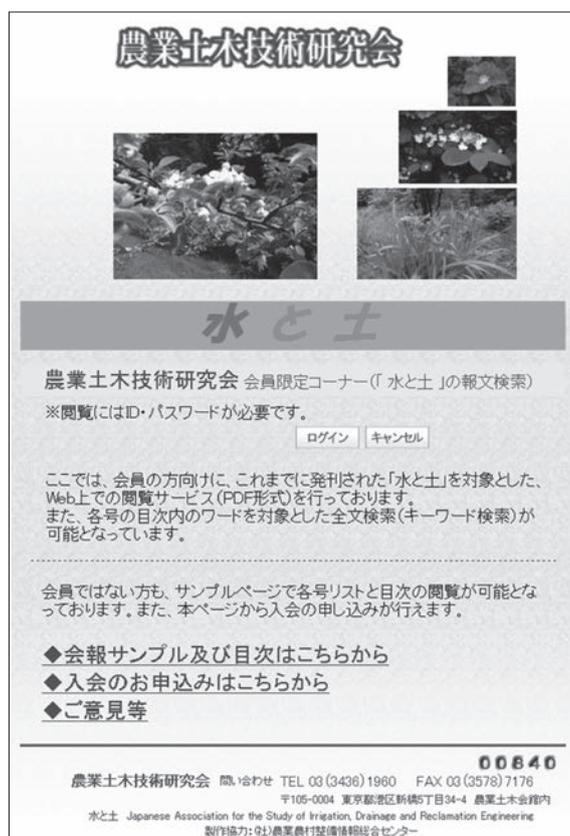


図-1



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、入会申し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

二期事業に必要な技術力 ～たかが“仮設”，されど“仮設”～

松田文秀*
(Fumihide MATSUDA)

近年実施されている農業農村整備事業では、農業水利施設の補修・更新を中心とする二期事業が大半を占めるようになってきているが、これらの事業を進める際に必要となってくるのが、新規に施設を造るために必要な技術力(=従来の技術力)を基本とした“新たな技術力”である。

これらの事業内容の多くを占める老朽化施設の長寿命化対策、いわゆるストックマネジメントに必要な“新たな技術力”とは基本的には以下のようなものと考えられる。

- ① 対象施設建設時の設計思想、施工方法などを理解できる技術力
- ② 施設に生じている変状が、施設に必要とされる機能に与えている影響を把握できる技術力
- ③ 施設の機能回復のための具体的対応策(補修・更新方法や材料の選定等)を構築できる技術力

これらの技術力については従来の技術力がベースとなるものであり、言い換えると、それが身につけていなければ習得できない技術力ということになる。

特に③の技術力に関しては、補修や更新などの本工事に適用する工法や適用箇所での現場条件を踏まえた材料等を選定できる技術力に加え、本工事に伴う仮設計画を構築するための技術力も含まれる。

しかし、この“仮設”が実にやっかいで難しい。

工事場所の気候、地盤等の自然条件、現場周辺地域の環境や交通等の社会条件など、従来と同様の配慮が求められることは当然のこととして、さらに対象施設の現状を考慮しつつ機能を維持しながらの対応を求められるためである。

このため、各々の現場で全く異なる対応が必要となってくるのであるが、仮設が複雑で大がかりになり、工期や工事費が想定以上にかかってしまうことも珍しくない。特に、対象施設を使用しながらの工事を余儀なくされるケースや、対象施設に代わる暫定施設の確保が求められるケースなどは顕著である。

例えば、鉄筋コンクリート製の開水路に発生したひび割れや欠損、摩耗などの補修を行う際、農業用水を使用するかんがい期を避けて非かんがい期に工事を実施することが一般的であるが、非かんがい期にも地域用水や消流雪用水などの冬水の確保が求められる場合などは、工事期間中にそれらの水量を流すための暫定水路などの仮設備を設置することが必要となる。さらに、工事期間がかんがい期を含む場合には、暫定水路の計画流量は大幅に増量、仮設備は大規模かつ複雑となり、その分工事費も嵩んでくる。

併せて、用水の切替方法や暫定施設の管理方法、仮設撤去のタイミングなども悩ましい課題であり、限られた予算と工期の中でこれらの解決を図ることは困難を極める。

これらは用水量の多い水田地帯での対応であるが、用水量が比較的少ない畑地帯であっても、果樹や園芸作物などを栽培しているハウス等ではたとえ1日であっても水を切らすことはできないため、水田よりも暫定水源の確保や現水源から暫定水源への切り替え方法などについて慎重に検討する必要がある、悩みはつきない。

*近畿農政局土地改良技術事務所長

実際、私は仮設備の不具合により本工事どころではなくなってしまった状況を経験したことがある。決して“仮設”を軽くみていた訳ではなかったのだが、仮設計画の精度が低く結果として最悪の結果を招いてしまったのである。

幸い、決死の復旧工事で事なきを得たが、今後ともその時かいた冷や汗は決して忘れることはないだろう。

技術力というものは、失敗を含む数多くの経験の積み重ねから得られるものとの考え方もあるが、ほんの小さなミスが大きな影響を及ぼしかねない近年の社会情勢にあっては、そんな悠長なことは言うてはいられない。

今後、ストックマネジメントを中心とする各種事業を円滑に進めていくためには、担当技術者は従来の技術力に加え、少なくとも前記した3つの技術力について速やかに習得する必要がある、その中でも特に弱点になりやすい仮設計画については、尚一層積極的な情報収集や精度の高い検討を行っていくことが望まれる。

たかが“仮設”，されど“仮設”，侮ることなかれ。

空知川頭首工（空知川中流部）に設置した魚道の効果について

池 下 貴 之* 瀬 口 克 二*
 (Takayuki IKESHITA) (Katsuji SEGUCHI)

目 次

1. はじめに	10	4. 魚道モニタリング調査	12
2. 空知川頭首工周辺で確認している魚類	11	5. 調査結果及び考察	14
3. 空知川頭首工の魚道設計	11	6. まとめ	15

1. はじめに

国営総合農地防災事業「空知川地区」は、北海道の富良野市、上富良野町、中富良野町に拓けた水田地帯を受益としている。

地区の基幹水利施設である空知川頭首工は、昭和32年に国営富良野土地改良事業により、一級河川石狩川水系空知川の中流部である富良野市に建設され、その後、代かき期間の短縮、深水用水などの近年の営農に対応した用水を確保するため、国営空知川右岸土地改良事業により取水口の改修が行われ、現在まで利用されてきた。

しかし、近年流域内の開発等に起因した降雨の流出形態が変化し、洪水を安全に流下させる機能が低下しているため、洪水時には頭首工の倒壊により、受益地4,530haへの農業用水の供給停止や堤防の決壊による溢水によって、周辺地の浸水及び国道38号線やJR根室本

表-1 空知川頭首工諸元

位 置	北海道富良野市字山部			
河川名	一級河川石狩川水系 空知川			
河道計画	高水流量	計画高水位	計画河床高	河床勾配
	1,700m ³ /s	HWL. 199.74m	EL. 194.24m	1 / 288
頭首工 本体	形 式	フローティングタイプ		
	堤 長	87.4m		
	項 目	土砂吐	洪水吐	
	敷 標 高	EL. 194.18m		EL. 194.24m
	ゲート天端 標高	197.23m		197.23m
	ゲート形状	起伏ゲート付 2段ローラーゲート	鋼製 ローラーゲート	
	ゲート寸法	26.74m × 3.05m × 1門		26.85m × 2.99m × 2門
取水口	取水位置	最大取水量	取水位	敷標高
	右 岸	15.510m ³ /s	WL.197.13m	EL. 195.55m
	ゲート形状	鋼製ローラーゲート		
	ゲート寸法	2.20m × 2.05m × 4門		



写真-1 旧頭首工の洪水出水状況



写真-2 空知川頭首工取水状況

線の交通網寸断の発生等、広域的な災害が発生する恐れが生じている。

このことから、空知川頭首工の改修工事は、洪水による災害の未然防止及び施設機能の回復のため、平成20年度に着工し、平成28年度完了を予定して建設している。

空知川頭首工周辺は、右岸側には東京大学演習林、左岸には水田をはじめとした農地が広がり、ヤナギ類や落葉広葉樹林が混在する河畔林の間を本川が蛇行しながら瀬と淵を繰り返している急流区間となっている。また、空知川頭首工の上流には特定多目的ダム金山ダム（上川郡南富良野町）、下流には特定多目的ダム滝里ダム（芦別市）の2つの大型ダムが設置されており、魚類等の移動が困難な河川環境にある。改修前

*北海道開発局 旭川開発建設部
 富良野地域農業開発事業所 第3建設班
 (Tel. 0167-23-3541)

の頭首工は固定堰で且つ魚道が設置されていないこともあり、農業用水の取水期間における魚類の移動は一部制限されている状況下にあった。

そこで本頭首工の改修にあたり、現頭首工から約300 m上流に可動堰タイプの新頭首工を設置し、新規に魚道を設置することにより、取水期間中においても魚類の移動が行えるよう配慮するとともに、頭首工改修工事前から同区域内にて魚類採捕調査を実施し、工事期間中における魚類の生息状況の把握に努めてきた。

工事は、平成21年度から着手し、平成27年に新頭首工が完成し、供用を開始した。このことにより、頭首工に設置した魚道の効果を確認するため、継続の魚類調査と合わせ、魚道での魚類の遡上把握（モニタリング調査）を追加した。

本調査は、上記魚道にて実施したモニタリング調査に基づき、本頭首工における魚道設置の効果を報告する。

2. 空知川頭首工周辺で確認している魚類

継続して実施した魚類調査は、既存文献調査をはじめ、新頭首工の上流、工事施工区域、新頭首工下流の3箇所にて、主に瀬、淵、支流合流部がある箇所を選定し、春季、夏季、秋季の年3回、投網や電気ショッカー等を用いて、採捕調査を実施した。

同区域の確認種は、ドジョウ、イバラトミヨ等の純淡水魚及び、アメマス、ウグイ等の通し回遊魚の構成となっているが、新頭首工の下流に位置する滝里ダム

表-2 過年度調査で確認された主な魚類一覧

No.	魚種			H17	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27
	目名	科名	種名	年度							
1	ヤツメウナギ	ヤツメウナギ	スナキツメ	○	○	○	○	○	○	○	○
2			カワキツメ科	○	○	○	○	○	○	○	○
3	コイ	コイ	コイ	○	○	○	○	○	○	○	○
4			ギンブナ	○	○	○	○	○	○	○	○
5			キンブナ	○	○	○	○	○	○	○	○
6			フナ属	○	○	○	○	○	○	○	○
7			ヤチウグイ	○	○	○	○	○	○	○	○
8			エゾウグイ	○	○	○	○	○	○	○	○
9			ウグイ	○	○	○	○	○	○	○	○
10			ウグイ属	○	○	○	○	○	○	○	○
11	ドジョウ	ドジョウ	ドジョウ	○	○	○	○	○	○	○	○
12			フクドジョウ	○	○	○	○	○	○	○	○
13	サケ	キュウリウオ	ワカサギ	○	○	○	○	○	○	○	○
14		サケ	アメマス	○	○	○	○	○	○	○	○
15			オショロコマ	○	○	○	○	○	○	○	○
16			ニジマス	○	○	○	○	○	○	○	○
17	トゲウオ	トゲウオ	エゾトミヨ	○	○	○	○	○	○	○	○
18			イバラトミヨ	○	○	○	○	○	○	○	○
19	カサゴ	カジカ	ハナカジカ	○	○	○	○	○	○	○	○
20	スズキ	ハゼ	トウヨシノボリ	○	○	○	○	○	○	○	○
21			ヌマチチブ	○	○	○	○	○	○	○	○
確認種数				6科11種	5科13種	5科18種	6科14種	7科11種	7科14種	7科11種	8科11種
				8科21種							

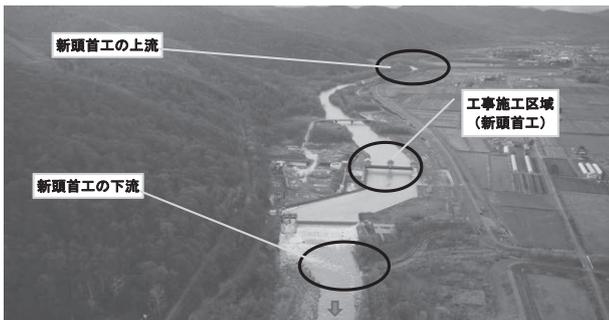


図-1 調査位置図（上流を望む）

において魚道が設置されていないため、確認された通し回遊魚は、同ダムの設置以前に生息していた個体を取り残され、当該区域で個体群を維持しているものと推察する。

3. 空知川頭首工の魚道設計

(1)対象魚種の設定

前項の確認魚種及び既存文献調査から「石狩川 魚がのぼりやすい川づくり推進モデル事業実施計画」（H11.7 北海道開発局・北海道）を基に生息魚種のグループ分けを行い、設計対象魚種を「小型底生魚（吸盤なし）～大型浮遊魚」と設定した。

表-3 空知川頭首工の設計対象魚種

遊泳形態	付属器(吸盤)	体長区分	設計対象種
浮遊魚	—	大型魚 (体長50cm以上)	サクラマス(※)
	—	中型魚 (体長20～50cm程度)	ウグイ類(ウグイ、エゾウグイ) アメマス、ヤマメ
底生魚	無し	小型魚 (体長20cm以下)	フクドジョウ、ハナカジカ

※既存文献調査にて確認。滝里ダムからの陸封成魚を想定し、対象魚に加える。

(2)設計条件

設計条件の設定については前述の「モデル事業計画」における魚道評価基準を参考とし、「魚道のはなし」（リバーフロント整備センター）、「頭首工の魚道設計指針」（農水省構造改善局）、「防砂施設魚道設計要領（案）」（北海道建設部）を用いて、①水面落差、②流速、③通水幅、④水深、⑤プール流速、⑥プール長、⑦プール水深の7項目とした。

表-4 空知川頭首工の設計条件総括表

条件項目	設計条件	条件設定根拠	目標とする評価
① 水面落差 (m)	0.2以下 (全魚種)	魚道評価基準	底生魚 許容値(～0.2m)
② 流速 (m/s)	1.0以下 (全魚種)	同上	底生魚・小型浮遊魚 許容値(0.8～1.0m/s)
	1.5以下 (中型～大型浮遊魚)	同上	中型浮遊魚 許容値(1.0～1.5m/s)
③ 通水幅 (m)	1.8以下 (大型浮遊魚)	同上	大型浮遊魚 許容値(1.5～1.8m/s)
	0.3以上 (全魚種)	大型魚の 1/2体長	サクラマスの体長 0.60m
④ 水深 (m)	0.1以上 (底生～小型魚)	小型魚の 2倍体高	小型魚の体高 0.05m以下
	0.15以上 (底生～中型浮遊魚)	中型魚の 2倍体高	ウグイ・ヤマメの体高 0.05～0.07m程度
⑤ プール流速 (m/s)	0.3以上 (全魚種)	大型魚の 2倍体高	サクラマスの体高 0.15m程度
	0.8以下	対象魚の遊泳 速度以下	0.80m/s (底生魚)
⑥ プール長 (m)	2.4以上	体長の 2～4倍	サクラマスの体長 0.60m
⑦ プール水深 (m)	0.5以上	最も厳しい条件 での必要水深	プール水深は越流水深が 無い状態で最小50cm以上

(3)配置計画

空知川頭首工は、新頭首工右岸にある流域変更トンネルに接続するため、右岸側に取水口及び導水路を配置する計画としている。また、魚道の配置は、右岸部に取水口を設置するため、「左岸迂回」方式の片岸配

置にて魚道工を配置する計画とした。

(4)魚道形式

魚道の種類は、大別するとプールタイプ、水路タイプ、オペレーションタイプ、その他（複合タイプ等）がある。

一般に頭首工はダムなどに比べて落差条件、上流側の水位変動が小さいため、費用面や維持管理面の負担が少なく遡上効果のあるプールタイプや水路タイプが採用されている。

プールタイプでは階段式、階段式の改良型であるアイスハーバー型、バーチカルスロット型が一般的であり、水路タイプではデニール型、人工河道式（多自然型水路）の設置事例がある。

本施設の魚道基本形式は、上記の設置実績や、現地条件等を踏まえ、表-5に示す4案を比較案とした。これらについて遡上機能、必要流量、必要規模、維持管理などの観点から比較検討を行い、本頭首工の基本形式は、アイスハーバー型を採用した。

表-5 空知川頭首工の基本形式比較総括表

魚道形式	A案	階段式	写真 北空知頭首工(石狩川)	選定理由	施工事例が多く、頭首工魚道としては標準形式となっている実績を考慮。
				長所	・切欠形状の調節で複数の越流水深を設定すると、大小様々な魚類の遡上が可能。
				短所	・長大魚道では水面横揺れが生じることがあるため、短い魚道に適している。 ・隔壁があるため、出水時の流木堆積の監視が必要。
				判定	△
B案	アイスハーバー型	写真 川内頭首工(豊後川)	選定理由	階段式の改良型であり、近年の施工事例が多い実績を考慮。	
			長所	・2つの越流水深を設定すると、大小様々な魚類の遡上が可能。長大魚道にも適している。	
			短所	・隔壁があるため、出水時の流木堆積の監視が必要。	
			判定	採用	
C案	バーチカルスロット型	写真 旧花園頭首工(石狩川)	選定理由	旧花園頭首工(石狩川)で採用されており、サケ科の遡上が確認された実績を考慮。	
			長所	・隔壁の非越流部と導流壁効果によって、水面横揺れの発生を抑制し、流況の安定が確保されるため、長大魚道に適している。	
			短所	・越流タイプに比べて魚道流量は多くなる。 ・遡上経路はスリット部のみであり、遡上経路の選択はできない。利用可能な魚種が限定的。	
			判定	×	
D案	多自然型水路	写真 大雷頭首工(石狩川)	選定理由	自然河川を模したものであり、魚類にとって最も理想的な形式であることを考慮。	
			長所	不均一断面の越流がないため、水理的な不具合は生じない。水路勾配が小さいため階段式やアイスハーバー型の必要流量程度で必要水深が確保できる。	
			短所	・延長規模が長大規模となりやすい。(本想定ではL=750m)	
			判定	×	

(5)魚道の決定

表-4の設計条件を基に、魚道の規格は下記のように決定した。

表-6 空知川頭首工魚道決定仕様総括表

空知川頭首工魚道(頭首工左岸側)			
魚道形式	アイスハーバー型	勾配	1/12
幅員(m)	2.5	プール数	15
延長(m)	55.9	プール長(m)	2.4

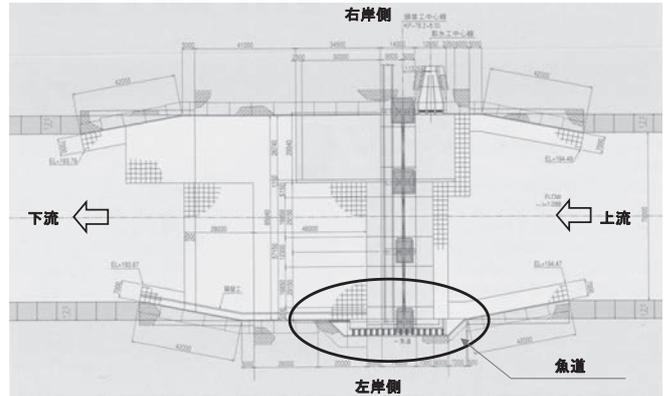


図-2 頭首工平面図

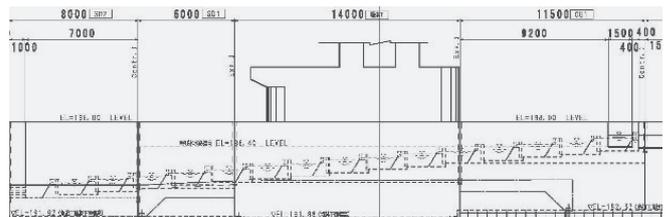


図-3 魚道側面図

(6)魚道正面の構造

本頭首工に設置した魚道は、隔壁正面の形状として、中・大型魚の遡上を対象とした幅0.5m、越流水深0.3mの越流A部と、底生魚及び小型魚の遡上を対象とした幅0.5m、越流水深0.15mの越流B部を設け、管理用の水抜きとして隔壁中央下部に潜孔を1箇所設けた構造となっている。

流速にあたっては、表-4の設計条件に配慮すべく、越流A部で1.50m/s以下、越流B部で1.00m/s以下となるよう配慮した。

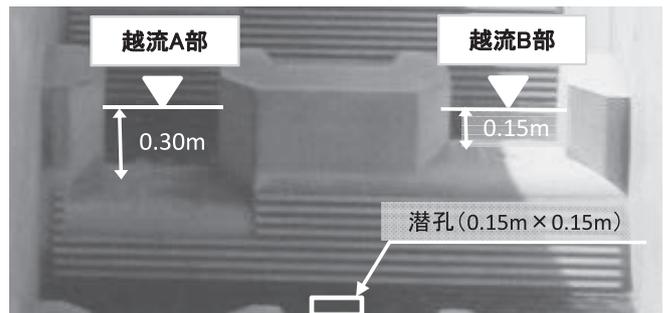


図-4 魚道隔壁正面状況

4. 魚道モニタリング調査

(1)調査概要

モニタリング調査は魚道内上流側に頭首工流入口の形状に合わせた箱形のトラップを2基設置し、トラップに入った魚類と合わせ、魚道プール内でタモ網などを用いて魚類を採捕し魚体を確認するとともに、遡上経路及び呼水水路の水深及び流速を確認するための流況調査を行った。

a) トラップ・採捕調査

トラップ調査は、魚道通水部の2種類の形状に合わせた大型トラップ製作の上、魚道最上流部に設置し、魚道隔壁の越流部を遡上した魚類をトラップ内に捕捉する仕組みとなっており、トラップ引き上げ間隔は日中3時間毎、夜間12時間毎とし、都度、種の同定、確認合点数、魚体測定を行い、データを整理した。

調査時期は魚道の機能が発揮する頭首工取水期間中（5月1日～8月31日迄）とし、対象魚種として選定したウグイ等の産卵遡上期である春季、魚類の活動期である夏季の年2回実施と定め、1回の調査で連続3日間実施する設定とした。

また、本調査は、トラップ調査と併せて、魚道隔壁間のプールにて遡上中、若しくは休息中の魚類を捕捉するため、たも網、電気ショッカー等を用いて採捕調査を行うことにより、魚道遡上途中の魚類の把握にも努めた。

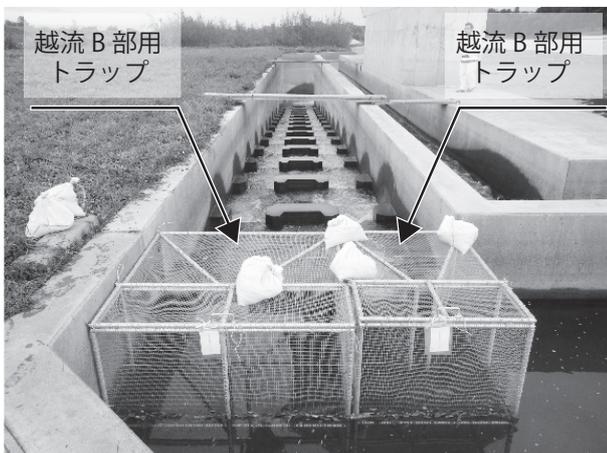


写真-3 トラップ設置状況（下流側を望む）

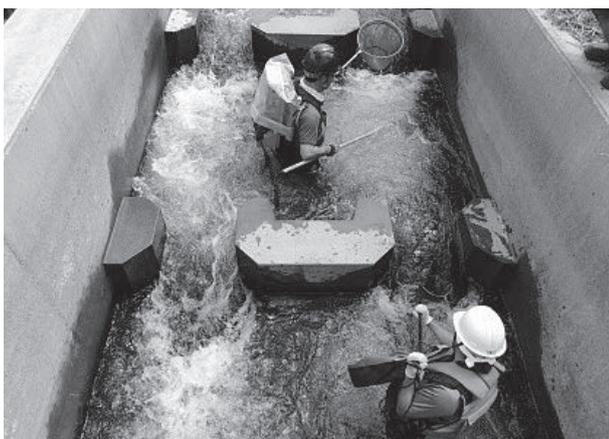


写真-4 魚道内採捕調査

b) 流況調査

流況調査は、魚道内及び呼水水路部の任意の地点にて流況観測ラインを設定し、1横断測線につき、左、右、中央の3地点の2割及び8割水深の各2箇所の水深・流速を測定した。

構造物別の測定箇所は、魚道内は魚道の最上流、最下流のプールに観測線を設け、測線上の12地点で水深、流速を測定することとし、流速の観測は、プール内では2割及び8割水深の各2箇所、越流部は6割水深の1カ所、潜孔部は潜孔口前の1カ所観測と設定した。

また、呼水水路の流況調査は、呑口部及び吐水部に観測線を設け、測線上の6地点で水深、流速を測定することとし、流速は各地点の2割及び8割水深の2箇所を観測地点とした。流況調査の詳細は次図（図-5～図-7）による。

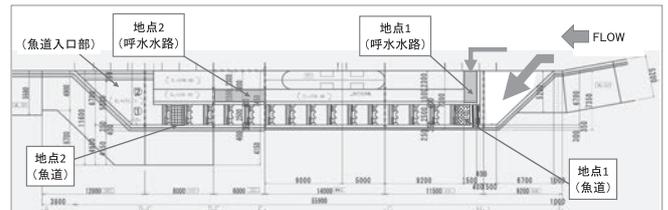


図-5 流況調査箇所平面図（魚道・呼水水路）

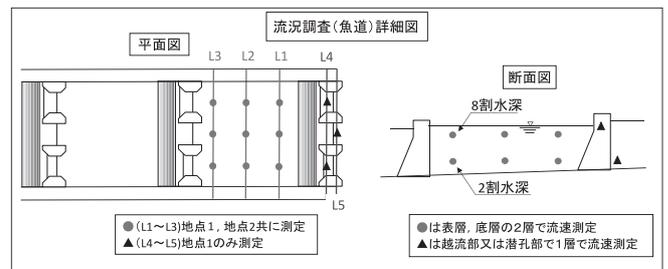


図-6 流況調査詳細図（魚道）

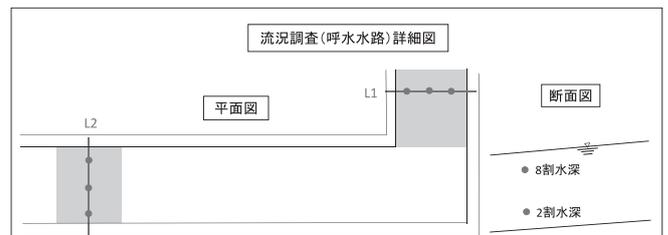


図-7 流況調査箇所図（呼水水路）



写真-5 流況調査状況（魚道）

C) 調査時の概況

本頭首工の上流に位置する「特定多目的ダム 金山ダム」には、北海道電力(株)金山発電所(水力発電)が併設されており、維持流量の他に日最大40m³/sの発電放流を行う時間帯がある。このことからモニタリング調査に際しては、空知川の水位の変動についても注視しながら調査を行った。金山ダムの放流量及び頭首工下流の布部大橋地点の水位(川の防災情報~国土交通省)を図-8、図-9に示す。

傾向として、6月調査時は金山ダムからの放流により、1日の水位変動が10m³/s~40m³/sと大きくなっていったが、8月の調査時は、8月21日午前5時まで金山ダムからの放流量がほぼ一定だったものの、それ以降ダム放水量が増えたことにより、その後、布部大橋の水位も増加している状況である。

なお、本頭首工では、発電放流をはじめとする河川流量の変化に対応するため、土砂吐ゲート上部にフラップゲートを設置し、取水水位を一定に保つために自動開度制御を行っており、調査時も魚道内流況は安定していたが、取水水位を通常より高く設定していたことから、魚道への流入量が大きいなかでの調査となった。

また、調査時における天候及び水温は、表-7のとおりであるが、特に8月調査時における水温が14~16℃台と8月としては低めの傾向がみられた。

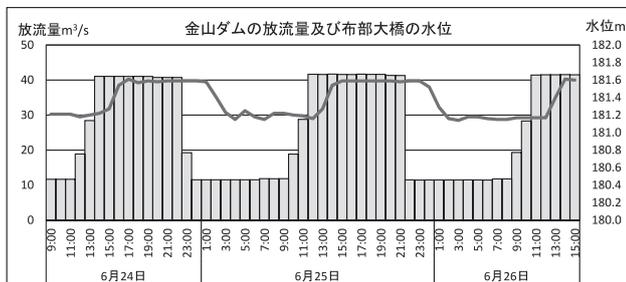


図-8 金山ダム放流量及び布部大橋地点水位(6月)

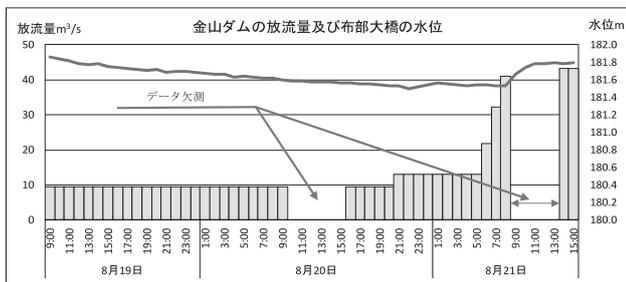


図-9 金山ダム放流量及び布部大橋地点水位(8月)

表-7 トラップ・採捕調査時の概況

調査地点名	調査月日	調査開始時刻	天気	気温(℃)	水温(℃)	河床材	水色
新空知川頭首工	6月24日	12:10	晴れ	21.8	19	中礫	無色
下流地点	8月20日	6:20	曇り	15.7	14.6	中礫	無色
空知川頭首工	6月25日	9:30	小雨	16.6	15.7	砂~中礫	無色
建設工事地点	8月20日	9:20	曇り	19	16.1	砂~中礫	無色
新空知川頭首工	6月24日	15:00	晴れ	21	18.2	砂~中礫	無色
上流地点	8月20日	12:15	曇り	21.5	15.6	砂~中礫	無色

5. 調査結果及び考察

(1) トラップ・採捕調査結果

6月及び8月調査の結果を表-8、表-9に示す。

6月調査では、確認魚種であるエゾウグイ、ウグイ、アメマス、ニジマス、フクドジョウの3科5種が確認された。また、8月調査時には、エゾウグイ、ウグイ、ワカサギ、アメマス、フクドジョウの4科5種が確認されたが、8月調査時の気温・水温が共に低く、魚体の活動が少ない状況であった。

確認された魚類の体長は、中型魚として設定したアメマスで最大48.7cmの魚体が確認され、体長30cm以上の魚体も複数確認されており、フクドジョウ等をはじめとする底生類及び体長20cm以下の小さい魚体も確認された。

表-8 トラップ・採捕調査結果(6月実施)

設置日	トラップ設置状況			区分 科名	遊泳魚					底生魚 ドジョウ
	設置時刻	回収時刻	設置時間		種名					
					エゾウグイ	ウグイ	アメマス	ニジマス	フクドジョウ	
6/24	10:30	12:00	1.5時間	絶流A部トラップ		6				1
				絶流B部トラップ		6				
				湛孔トラップ						
	12:00	15:00	3時間	絶流A部トラップ		56				
				絶流B部トラップ		3				
				湛孔トラップ						
15:00	18:00	3時間	絶流A部トラップ	1	3					
			絶流B部トラップ	2	31				1	
			湛孔トラップ							
6/25	18:00 (6/24)	7:00	11時間	絶流A部トラップ	21	34	2	1	1	
				絶流B部トラップ	2	4	1		18	
				湛孔トラップ						
	7:00	9:00	2時間	絶流A部トラップ		1				
				絶流B部トラップ						
				湛孔トラップ						
	9:00	12:00	3時間	絶流A部トラップ		2				
				絶流B部トラップ		1			2	
				湛孔トラップ						
	12:00	15:00	3時間	絶流A部トラップ	1	111	1			
				絶流B部トラップ		46	1		2	
				湛孔トラップ						
15:00	18:00	3時間	絶流A部トラップ		4					
			絶流B部トラップ			1				
			湛孔トラップ							
6/26	18:00 (6/25)	6:00	12時間	絶流A部トラップ	20	9	2		6	
				絶流B部トラップ	9	2	2		5	
				湛孔トラップ						
	6:00	9:00	3時間	絶流A部トラップ						
				絶流B部トラップ						
				湛孔トラップ						
9:00	12:00	3時間	絶流A部トラップ		14					
			絶流B部トラップ		21					
			湛孔トラップ							

表-9 トラップ・採捕調査結果(8月実施)

設置日	トラップ設置状況			区分 科名	遊泳魚				底生魚 ドジョウ
	設置時刻	回収時刻	設置時間		種名				
					エゾウグイ	ウグイ	ワカサギ	アメマス	
8/19	10:30	12:00	1.5時間	絶流A部トラップ			1目視		1
				絶流B部トラップ					
				湛孔トラップ					
	12:00	15:00	3時間	絶流A部トラップ		1			
				絶流B部トラップ					2目視
				湛孔トラップ					
15:00	18:00	3時間	絶流A部トラップ					1	
			絶流B部トラップ						
			湛孔トラップ						
8/20	18:00 (8/19)	6:00	12時間	絶流A部トラップ		2		1	1
				絶流B部トラップ					3
				湛孔トラップ					
	6:00	9:00	3時間	絶流A部トラップ					1目視
				絶流B部トラップ					
				湛孔トラップ					
	9:00	12:00	3時間	絶流A部トラップ					
				絶流B部トラップ		1			1
				湛孔トラップ					
	12:00	15:00	3時間	絶流A部トラップ					
				絶流B部トラップ					
				湛孔トラップ					
15:00	18:00	3時間	絶流A部トラップ		1				
			絶流B部トラップ						
			湛孔トラップ						
8/21	18:00 (8/20)	6:00	12時間	絶流A部トラップ				1	1
				絶流B部トラップ					4
				湛孔トラップ					
	6:00	9:00	3時間	絶流A部トラップ					
				絶流B部トラップ					
				湛孔トラップ					
9:00	12:00	3時間	絶流A部トラップ	1					
			絶流B部トラップ						
			湛孔トラップ						

目視：魚体が小さくトラップの網目から視した魚体

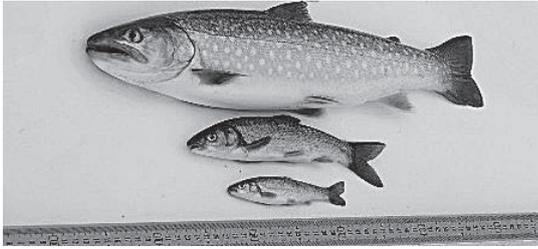


写真-6 トラップ調査で確認された魚

今回実施した調査の結果を見る限りでは、本頭首工の魚道設計の設定条件としてほぼ想定通りの結果となったと考えられる。

(2)流況調査結果

各魚道における各部の水深、流速測定結果の平均値を表-10に示すが、ゲート開度制御を計画取水水位より高めの設定で管理を行っていたことから、魚道水位も高めとなり、越流部の流速が想定より若干大きめの傾向が見られており、特に越流A部及び越流B部において越流水深が計画時と比べて高い結果となっている。

表-10 魚道各部の流況測定結果平均値一覧（平均値）

測定箇所		設計	1回目 6/26	2回目 8/21	
呑口部越流部水深(m)	越流A部	0.30	0.35	0.49	
	越流B部	0.15	0.23	0.34	
呑口部水面落差(m)	越流A部	0.20	0.18	0.17	
	越流B部		0.21	0.17	
遡上経路の流速(m/s)	越流A部	1.50以下	最小値	1.28	1.45
			最大値	1.74	1.61
			平均	1.52	1.53
	越流B部		最小値	1.17	1.06
			最大値	1.38	1.70
			平均	1.24	1.32

※計画取水水位：WL=197.13m

(3)魚道評価基準の設定

流況から見た魚道の評価は、「石狩川 魚がのぼりやすい川づくり推進モデル事業実施計画」（H11.7 北海道開発局・北海道）の評価基準を参考として、魚道内の水面落差及び越流流速から評価を行うこととした。確認魚種から見る評価項目は表-11のとおりである。

表-11 確認魚種から見る魚道評価項目

評価項目	吸盤のない底生魚・小型遊泳魚 (フクドジョウ、ハナカジカ等) (体長<20cm)		中型遊泳魚 (ウグイ類、ヤマメ等) (体長20~50cm)	
	基準値	評価	基準値	評価
水面落差 (m)	~0.2	○	~0.3	◎
	0.2~0.3	△	0.3~0.4	○
	0.3~	×	0.4~0.6	△
	-	-	0.6~	×
越流流速 (m/Sec)	~0.8	◎	~1.0	◎
	0.8~1.0	○	1.0~1.5	○
	1.0~1.2	△	1.5~2.0	△
	1.2~	×	2.0~	×

◎：遡上可能，○：ほぼ遡上できる，△：やや遡上が困難，×：遡上不可

(4)魚道評価結果

評価基準を基に、流況評価結果を表-12～表-13に示す。

今回の調査では、魚道水位が計画時よりも高めと

なった影響もあり、確認魚種を対象とした場合、中型遊泳魚は、越流部（越流A部）において、「△：やや遡上が困難」、遊泳力の弱い底生魚は、「×：遡上不可」と評価される結果となった。しかし、このような条件下でも底生魚の対象種として設定されたフクドジョウが採捕され、小型遊泳魚の体長の設定値である「体長20cm以下」のエゾウグイ、ウグイが相当数採捕されていたことから、本魚道における底生魚の遡上は可能と考えている。

表-12 魚道各部の流況測定結果平均値一覧（1回目調査）

1回目調査(H27.6.26) 春期調査確認魚体長 10.0cm~48.7cm

対象魚種	評価項目		計測値	評価結果
中型遊泳魚	水面落差(m)	越流A部	0.18	◎
	遡上経路の流速(m/s)	越流A部	1.52	△
底生魚 小型魚 (体長<20)	水面落差(m)	越流B部	0.21	△
	遡上経路の流速(m/s)	越流B部	1.24	×

※調査時平均水位：計画取水水位より+10cm

表-13 魚道各部の流況測定結果平均値一覧（2回目調査）

2回目調査(H27.8.21) 夏期調査確認魚体長 5.2cm~44.5cm

対象魚種	評価項目		計測値	評価結果
中型遊泳魚	水面落差(m)	越流A部	0.17	◎
	遡上経路の流速(m/s)	越流A部	1.53	△
底生魚 小型魚 (体長<20)	水面落差(m)	越流B部	0.17	○
	遡上経路の流速(m/s)	越流B部	1.32	×

※調査時平均水位：計画取水水位より+12cm

6. まとめ

空知川頭首工で新たに設置した魚道において、調査時点の気象条件により採捕された魚体数のばらつきがあったものの、概ね想定された魚種の遡上が確認出来た。また底生魚及び小型遊泳魚に対しては、魚道水位が高い条件下において、流速による評価基準では、評価が低めとなったが、採捕調査で体長20cm以下の魚体の遡上を確認できたことから、魚道水位が設計条件に近くなる場合には、調査時の測定結果より流速が小さくなるのが想定され、より底生魚及び小型遊泳魚に対して遡上がしやすい条件となると思われる。

今回の調査は、空知川頭首工が固定堰から可動堰へと変更となった供用初年度であり、取水時における河川水位の傾向を見定めながら調査を行った。平成28年度の調査で、とりまとめを予定しているが、今年度調査の概況では、中型魚及び底生魚についても、前年度と同様な魚種、魚体数を確認していることから、本頭首工の魚道設計は、ほぼ想定通りの結果を得たと考えている。

【引用文献資料】

- 1)北海道開発局，北海道：「石狩川魚がのぼりやすい川づくり推進事業実施計画書」
- 2)中村俊六著：「魚道のはなし」
- 3)農林水産省構造改善局：頭首工の魚道設計指針
- 4)北海道建設部：砂防施設魚道設計要領（案）
- 5)和田吉弘著：「言いたい放題 魚道見聞録」

宇部川地区における軟弱地盤対策の設計事例について

佐藤 俊孝* 水堀 順一**
(Toshitaka SATOU) (Juniti MIZUHORI)

目 次

1. はじめに	16	4. ほ場整備設計	18
2. 東日本大震災津波の被災状況	16	5. 幹線用水路における対策工法	19
3. 宇部川地区の概要	17	6. おわりに	21

1. はじめに

宇部川地区は、岩手県沿岸北部の野田村に位置し、村中心部から北東2km程の宇部川沿いに拓けた水田地帯で、東日本大震災により、地盤沈下や表土の流失などの被害を受けた地域である。本稿では、農地の災害復旧と併せ行うほ場整備における泥炭性軟弱地盤対策の設計事例を紹介する。

2. 東日本大震災津波の被災状況

平成23年3月11日に三陸沖・牡鹿半島の東南東130キロ付近を震源とするマグニチュード(M)9.0の地震が発生。宮城県栗原市で最大震度7を観測。本県では、沿岸部で震度6弱、県全域で震度4以上を観測した。平成27年12月現在の岩手県内の被害状況は、死者4,673人、行方不明者1,125人、建物の全壊・半壊は26,166棟に及ぶ。津波が駆け上がった高さ(津波遡上高)は大船渡市で40.1m(我が国観測史上最大値)、地盤沈下は陸前高田市で84cmを記録。産業被害は約8,000

億円で、このうち農地・農業用施設の被害額は639億円(うち沿岸部では594億円)に上るなど、まさに未曾有の大災害となった。



写真-2 被災直後の野田村中心部の状況



写真-3 水田ガレキ・津波堆積土の状況



写真-1 津波襲来 (写真提供 野田村)



写真-4 海水の湛水状況

* (株)藤森測量設計 北上支店 (Tel. 0197-63-8810)

** (株)藤森測量設計 本社 (Tel. 0194-52-1120)



被災前（2010年9月）



被災直後（2011年4月）

写真－5 津波被災範囲（写真提供 野田村）



写真－6 復旧状況（瓦礫除去後の除塩作業）
トラクター後方に見えるのは除去した瓦礫の山

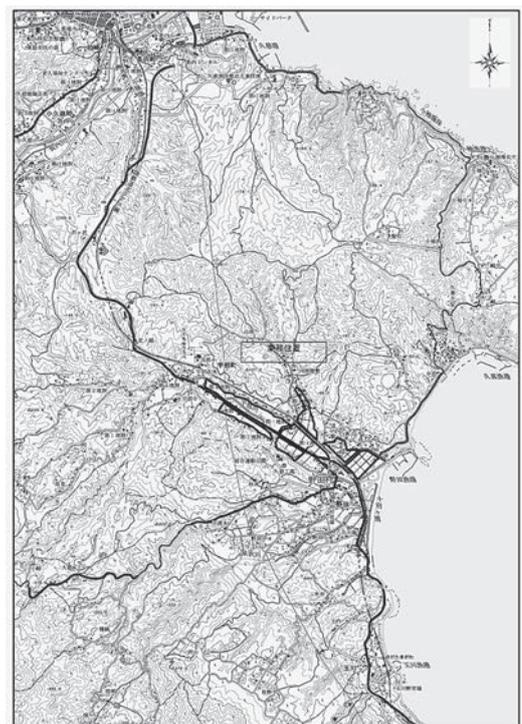
合整備事業と、担い手育成のための農村地域復興再生基盤総合整備事業の採択を受け、平成25年度からは場整備工事に着手、平成27年5月には場整備を実施した水田において、初の田植え作業が行われたところである。

3. 宇部川地区の概要

本地区においても、最大約30cmの地盤沈下のほか、津波による瓦礫堆積や表土流失などの甚大な被害を被った。

そのような被災を被った中であったが、地区内の約15haの水田においては、平成24年5月末までに瓦礫除去、表土客土、徐塩作業等の復旧工事を終え、被災した農地において、いち早く田植えを再開し、震災復旧・復興の先駆けとなった地区でもある。

また本地区では、震災被害を受けた地域農業の復興・再生に向け、ほ場整備を行うこととし、平成24年度に復興交付金事業である農山漁村地域復興基盤総



図－1 位置図

4. ほ場整備設計

(1)課題

本地区は、泥炭層が広く分布する軟弱地盤地帯であり、これまで、トラクター等の足場となる材木の埋設や、地下水位を下げるための井戸を掘る等、工夫を凝らした営農対応が行われてきた地域である。このため、大型トラクターやコンバイン等の営農機械の走行性確保や施工機械（湿地ブルドーザー等）の走行性の確保が課題であった。

(2)軟弱地盤の問題点

泥炭や高含水比粘性土の軟弱地盤におけるほ場整備では様々な問題が発生する。一般的には次のことが想定される。

表－1 土壌の種類と問題点

土壌・土質	不良要因	問題点
泥炭土 高含水比の 粘性土	粒度組成の不良 構成成分の不良	<ul style="list-style-type: none"> ・地耐力不足 ・圧密沈下 ・保水力過大 ・牽引抵抗力大

出典：土地改良事業計画設計基準「土壌改良」、「泥炭地盤工学」

本地区のほ場整備においては特に、「地耐力不足」と「圧密沈下」が課題であった。

(3)地耐力

本地区では、ポータブルコーン貫入試験と近傍のボーリングデータ等から地耐力を算定。これにより、地耐力がほ場整備施工機械及び営農機械選定の下限值（ $q_c = 200 \text{ kN/m}^2$ ）を下回るエリアを確認。軟弱地盤は、主に谷地中川の左岸部の国道45号線から北側のエリアに集中していた。

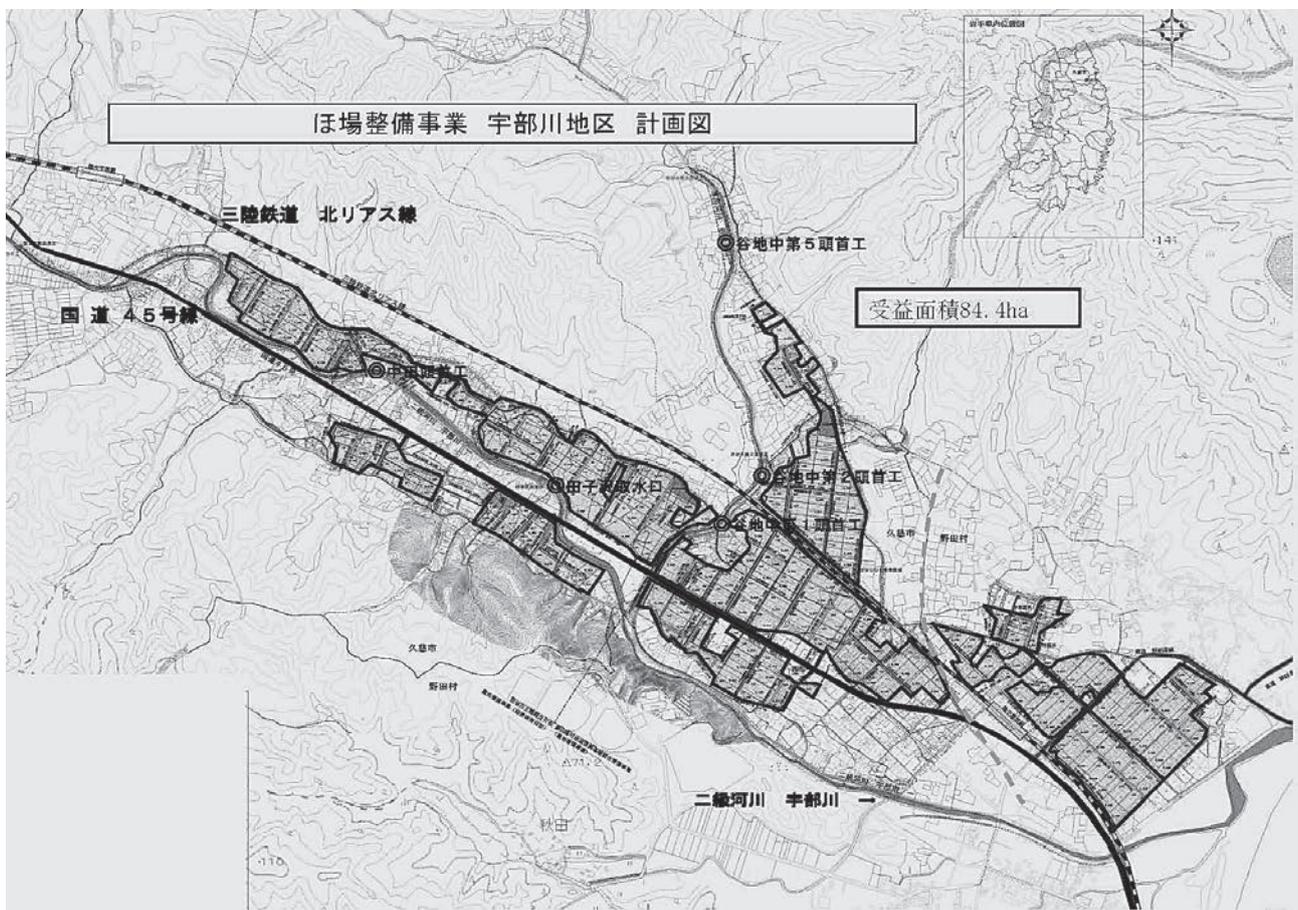
このエリアについて、工事施工機械及び営農機械の走行等に支障を来たさないよう、軟弱地盤対策の検討を行うこととした。

(4)工法検討

泥炭層などの軟弱地盤において行われる対策工法は、客土が一般的である。この対策により「地耐力不足」に対する増強効果が確保される。

一方、客土による上載荷重が増加し「圧密沈下」が促進されるなど、トレードオフの関係となる。このため、工法検討においては対策による影響も勘案し、最適な工法を選択することが求められる。

本稿においては、紙面の関係上から地耐力不足の対策については概要にとどめ、主に圧密沈下対策について述べる。



図－2 宇部川地区計画

(5)地耐力不足の対策

本対策の工法選定においては、軟弱地盤対策の文献、泥炭土の類似事例、経済性などから「耕盤の保護」及び「客土」を主対策とした。

これまで営農してきた水田は、軟弱地盤層の上に耕盤が形成されており、 $q_c = 300\text{kN/m}^2$ を超えていた。この耕盤を保護することにより地耐力の低下が防止できるため、計画の田面高は耕盤を切削しない水準に設定した。

また、「客土」については、地耐力増強の目標値を、湿地ブルドーザーの接地圧と農作業機械（トラクター、コンバイン）の走行性から $q_c = 300\text{kN/m}^2$ とした。

客土の厚さは、他地区の泥炭地における投入事例や本地区の地下水位と耕盤保護などから厚さを10cm以上確保することとした。

(6)圧密沈下の対策

軟弱地盤層における圧密沈下の発生要因は、主に上載荷重の増加や地下水位の低下が挙げられる。ほ場整備工事によるこれらの要因除去は困難なため、実施対策としては、「圧密沈下要因の低減」、「圧密沈下量の許容」を目的とした工法が選定される。

特に、地耐力不足の対策として実施される「客土」は、圧密沈下の要因である「上載荷重の増加」を行ってしまうため、①許容できる沈下量と最大客土厚さの検討が求められた。さらには、地下水位を低下させ、水田の汎用化を図ることがほ場整備の目的であるが、地下水位の低下が圧密沈下の要因でもあるため、②地下水位の低下を抑制せずに圧密沈下量を許容できる排水路深さの検討を行った。

上記①の最大客土厚さについては、泥炭に関する試験研究の知見や本地区と土質条件が類似している他地区の施工試験及び補完工事の事例を参考に客土厚36cm以内を設定した。

また、同じく②の排水路深さについても、圧密沈下を加味した排水路設計事例を参考に設定した。これは、地下水位の低下を抑制せずに今後に見込まれる圧密沈下を許容できること、圧密沈下が生じても暗渠排水が可能になることを前提に、小排水路標準深さ70cmに沈下量20cmを加えた深さ90cmと設定した。

5. 幹線水路における対策工法

(1)概要

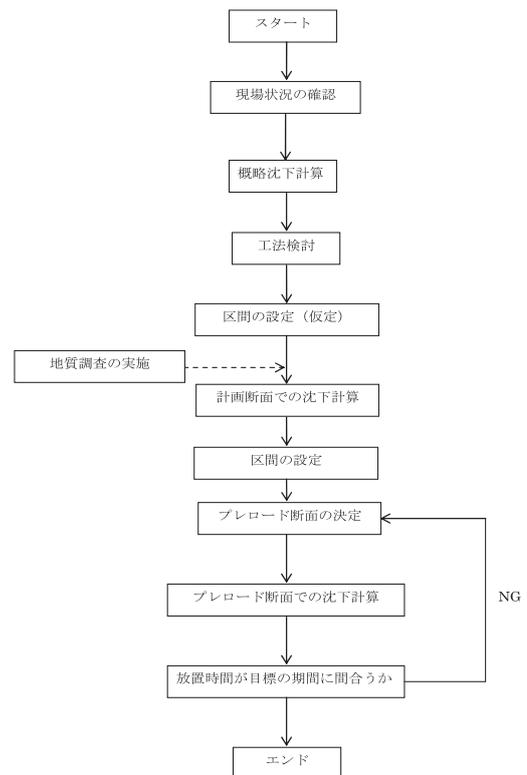
幹線水路（規格B1,000×H700）の施工区間において、スウェーデン式サウンディング試験の結果、一部の現地盤下に厚い軟弱地盤層（泥炭層）が確認された。

軟弱地盤解析には、増加応力に対する圧密沈下の検討、軟弱地盤上の盛土の安定検討などがあげられる。

本地区では沈下状況を踏まえ、盛土や構造物の施工に伴う軟弱地盤の沈下を検討した。

設計手順は次の順序により行った。

表-2 設計手順のフロー



(2)対策及び工法の検討

概略沈下計算の結果から沈下量が約39cmと大きかったため、軟弱地盤対策の中の沈下対策及びトラフィカビリティーの確保が求められた。本地区の設計等の諸条件を「泥炭層軟弱地盤対策工マニュアル」に基づき選定した結果、現地に仮設水路を設置できるため、工期の制約を受けなく工費が経済的なプレロード工法が有利と判断した。

また、スウェーデン式サウンディング試験の結果により対策区間を3工区に区分し、各工区のボーリング地質調査を行い、その地層データを沈下解析等の判定に供した。

(3)各工区の沈下検討

用水フリームの計画断面における各工区の沈下量を算定した。そのうち、代表的な工区である2工区の地層と沈下算定量は下記に示す。

表-3 各地層の沈下量（2工区）

地層番号	地層区分	層厚 m	沈下量 cm
1	腐食土 Pt	6.18	38.38
2	粘性土 Ac	2.05	7.48
3	砂質土 As3	1.95	1.67
4	粘性土 Ac	3.50	8.53
合計		13.68	56.06

4層の総厚は13.68m、沈下合計で56.06cmとなり、特に第1層目の腐食土で大きな沈下が見込まれた。また、沈下量のうちのせん断変形に伴う即時沈下量は約10cmと想定された。

沈下時間及び圧密度の算定結果では、算定圧密度94%（残留沈下量3cm）に達するまでの放置期間は300日が見込まれ、長期に亘る圧密沈下が想定された。

(4)プレロード断面の検討

各工区の標準断面における限界盛土高さ及び放置期間を算定し、限界盛土高は次式から算定。

$$Hec = qd / \gamma e$$

qd：地盤の限界支持力

γe ：盛土材の単位体積重量

なお、盛土材は、国土交通省施工の三陸沿岸道路から無償提供された発生残土（マサ土）を活用した。この盛土材は客土材にも使用したものであり、単位体積重量 $\gamma e = 17.6 \text{ KN/m}^3$ で、限界盛土高Hecは1.4mとなった。

これに、現場状況や計画畦畔高さをふまえ、プレロード断面の盛土高さを1.28m、放置期間の目標は6月から9月までの150日間を設定。

この断面による各地層の沈下量を試算した結果、沈下合計で77.02cmと推定され、目標とするフリーム計画断面による沈下量（56cm）を上回ることから、本設計断面に決定した。

また、同様に沈下時間を試算した結果、放置期間を150日（算定圧密度80%）とした場合の沈下量は65cmと算定され、目標とするフリーム計画断面による沈下量（56cm）を上回ることから、計画プレロード日数を150日に決定した。

(5)プレロード施工の留意点

施工においては、次の点に留意することとした。

- ①盛土施工は、工事仕様に基づく規定の締固めを行い、過度な転圧を避け安定を図ること。
- ②盛土施工により、現地盤が沈下し地下水脈に影響することも想定されるため、周辺の井戸を定期的に観測すること。
- ③施工完了から放置期間中に得られた動態観測データ等に基づき、撤去時期等を検証すること。
- ④盛土撤去後において、地盤の膨張（リバウンド）、その後の再度沈下など、長期的な沈下（二次圧密）が想定されることから、不同沈下防止として高強度ジオテキスタイルを活用すること。



写真-7 盛土施工状況



写真-8 プレロード施工の完了状況

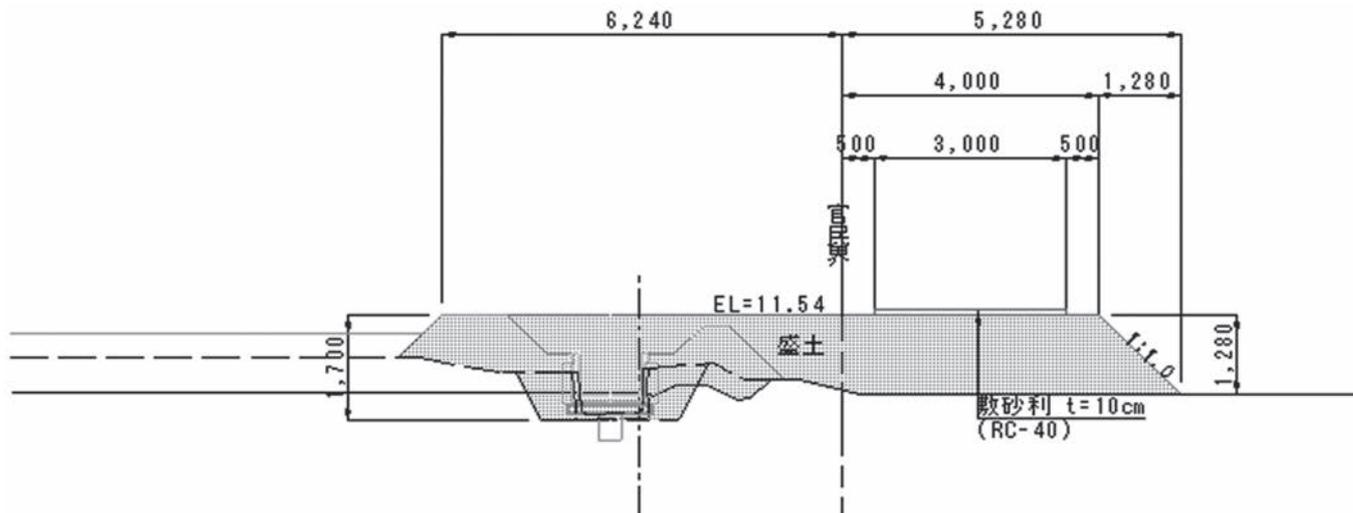


図-3 プレロード盛土断面

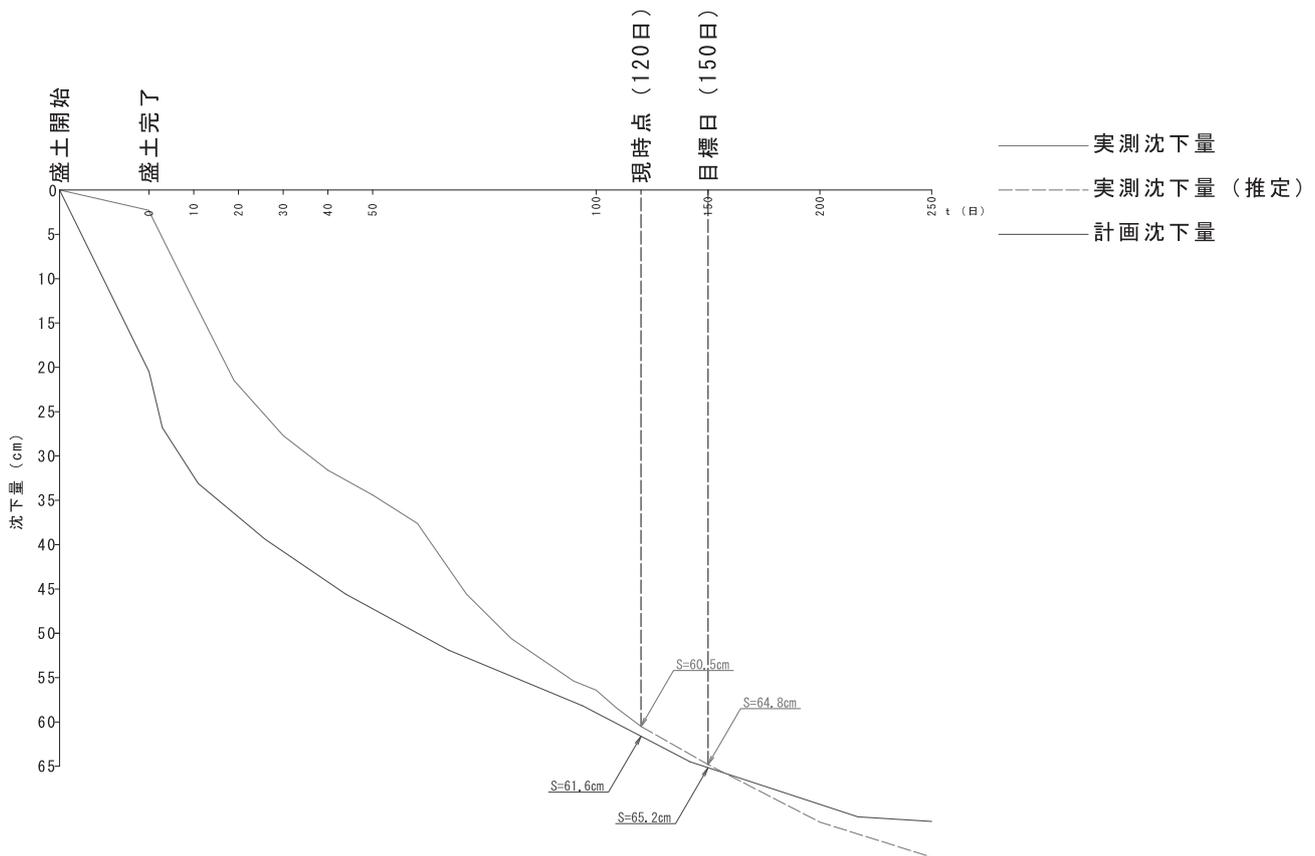


図-4 沈下量グラフ (2工区)

(6)プレロード盛土の沈下管理

軟弱地盤における土工構造物の施工及び軟弱地盤対策においては、情報化施工を行うことが重要である。

プレロード盛土を施工する場合は、盛土荷重による基礎地盤の沈下や安定等が問題となり、設計で予測した挙動と実際の挙動は一致しないことが少なくない。設計どおりに工事施工しても予想外の変形が生じたり、基礎地盤が破壊してしまうこともある。このことは、調査・設計及び施工において多くの不確定要素が内在しているためと考えられる。

施工にあたっては、沈下に関する動態観測を行い、その観測値により沈下挙動を把握している。沈下量の経時的な観測結果から将来の沈下挙動を推定する方法はいくつかあるが、本地区は短期の圧密沈下であることから双曲線法を採用している。沈下挙動は10～100日辺りまで実測値が高めであったが、目標日(150日)に近づくにつれ設計の推定と同じ傾向となり、目標後の沈下曲線においても同程度の沈下傾向となった。このように、設計と実測の差がほとんど見られないため、放置期間150日でプレロード盛土を除去することが可能と判断し、この沈下管理を終えた。

6. おわりに

ほ場整備における軟弱地盤対策は目新しいものではないが、泥炭層などの軟弱地盤における一般的な対策工法(客土)により地耐力不足が解消されるものの、荷重が増加し「圧密沈下」が促進されるなど、トレードオフの関係になり考慮が必要である。

また、プレロード盛土は、当初の目的を達成することができたことから、本地区の事例がほ場整備における軟弱地盤対策の参考になれば幸いである。

最後に、東日本大震災津波の被災から5年が経過し、本県被災地の復興に向けた植音もより一層高くなっております。これまで、全国の皆様から多大なご支援、ご援助を頂き、今日に至っておりますことを心から感謝申し上げます。本当にありがとうございます。

【参考文献】

- ・土地改良事業計画設計基準「土壌改良」：農林水産省農村振興局
- ・泥炭地盤工学：能登 繁幸 著
- ・道路土工－軟弱地盤対策工指針：社団法人日本道路協会
- ・泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル：独立行政法人土木研究所 寒地土木研究所

(県営) 農地整備事業 (畑地帯担い手育成型) (神奈川県三浦市) 「諸磯小網代地区」の計画策定について

富 所 久*
(Hisashi TODOKORO)

目 次

1. はじめに …………… 22	4. 事業推進における課題と調整について …… 24
2. 県営事業計画策定への取組み …………… 22	5. おわりに …………… 24
3. 事業概要 …………… 23	

1. はじめに

神奈川県三浦市は、県の東南端に突き出た三浦半島の最先端にあり、東域を東京湾口にあたる浦賀水道、南域を太平洋、西域を相模湾と3方を海に囲まれ、標高は80m以下で小規模な谷戸があるものの、比較的なだらかな丘陵地である。

また、気候は温暖で、年平均16.1度、年間降水量は1,270mm程度で比較的夏季の雨量が少ない。冬季の降雪もほとんど無く青首ダイコンを始め、キャベツやスイカ、カボチャなどの露地栽培に適した地域であり、年間平均2.3作の作付けが行われる全国的にも有数の一大生産地となっている。

市内の農地、農家の状況は、市の行政区域面積3,205haに対し、約37%の1,200haの農地を有し、そのうち、99.2%、1,190haが畑地であり、農家総数は858戸、内訳は、489戸57%の農家が専業農家で、一種兼業農家も216戸(37%)、二種兼業農家99戸(12%)であり、約94%の804戸が販売農家となっている。また、認定農業者数は582経営体、約68%と非常に多く、この面でも全国屈指の営農意欲の非常に高い地域であり、耕作放棄地もほとんど無い状況である。

今回報告する諸磯小網代地区は、市の南西部に位置し、市街化区域に囲まれた約28haの比較的小規模な集団的農地である。

この地区は、谷戸と台地畑が交互に配置された地形で、かつては深い谷戸の底に狭隘な水田が広がっていたが不整形で日陰地、排水不良に加えて市街化区域からの生活雑排水が流れ込むことで耕作不能となり、水田のほとんどが耕作放棄されていた。平成2年からは谷戸を埋め立てて畑地化する農地造成事業が行われ、

平成21年に完了して全域が優良な畑地帯となった。

これにより、地区内ではダイコンやキャベツを始めとする、三浦特産の露地野菜の栽培が飛躍的に拡大し、市内においても一産地を形成するまでになった。

三浦半島は戦後、農地造成を主な工種とする土地改良事業が盛んになり、台地や谷戸田を埋め立てての開畑や水田再編に起因して始まった水田転換などが盛んに行われ耕地面積が拡大した。

また、三浦半島は大きな河川がないことから農業用水の確保に苦勞してきたが、調査により豊富な深層地下水があることが判明し、これまで土地改良事業が行われた他地区ではこの地下水を水源として畑地かんがい施設の整備が併せて行われており、良好な営農環境が整っている。

一方、本地区については、熱心な担い手農家により営農されているものの、畑地かんがい施設が未整備であり営農条件で劣っている。特に近年は作物生育期における干天日数が長期にわたるなど、かん水不足による生育阻害が生じるとともに、防除でも同様に用水不足から十分に行えず、栽培管理と生産物の品質維持に苦慮している。

さらに、地区内の農道は大部分が未舗装であり、発塵による生育障害や、収穫時の一時輸送での荷痛みによる品質低下など、担い手農家の安定経営に支障をきたしている。このことから、畑地かんがい施設と農道整備を望む声が高まり、農地造成を実施した土地改良区に隣接する台地畑を受益地として取り込み、総合整備として本件事業を導入することとなった。

2. 県営事業計画策定への取組み

本地区は、諸磯地区と小網代地区という2つの集落地区にまたがっている。元々の土地改良区は、谷戸を埋め畑地化する農地造成を行う土地改良区として設立され、農地造成の実施時から完了を見越し畑地かんが

*神奈川県横須賀三浦地域県政総合センター
農政部農地課 (Tel. 046-823-0469)

い施設の整備要望の声が組合員からあがっていた。

このため、県において水源となる深井戸の調査を行い地区内に試掘井のさく井を実施した。

この試掘井での揚水試験の結果、地区の畑地かんがいに必要な水量を十分に確保する目処がついたため、事業化推進へ動き出した。

一方、従来からある農地造成区域以外の台地畑についても土地改良区組合員と重複する受益者が多く、この畑でもかんがい施設を使用したいとの意向があった。

このため、県営による畑地帯総合整備を実施する方向で地元及び三浦市と調整を重ね、農山漁村地域整備交付金農地整備事業（畑地帯担い手育成型）としての採択を受けるに至った。

3. 事業概要

(1)現況

現在、作物の生育に必要な水は、基本的に天水に依存しており、干ばつ期には補助的に各農家の水道や近隣他地区の水源から軽トラック等に搭載した農業用給水タンクで運搬し必要最小限のかん水を行っているが、十分な量が確保できていない。

さらに、海に近接していることから台風時期など暴風による海水の飛散等塩害をきたすこともあり、これを回避するためには速やかな散水が必要であるが、十分に行えていない。

また、地区内の農道は、台地畑の一部農道を除き大部分が未舗装であり、不陸による荷痛みによる品質低下、農道沿いの畑では乾燥時の走行に伴う土埃や雨天時の泥はねによる病害の発生など整備済み地域に比べ営農環境が悪く、担い手農家の安定経営はもとより作物の高品質化等経営向上にも支障となっている。

(2)計画

このようなことから、地区内の畑地かんがい施設と農道舗装を一体的に整備し、営農における生産性を向上させ、地区の担い手農家の経営向上と安定を目指すこととした。

本地区の畑地かんがいにおいては、播種・定植における栽培管理用水、生育期の水分補給、防除等の管理作業用水を目的とし、かんがい方式は地区内に複数の共同利用方式の給水栓を配置し、各農家のトラックに積んだ農業用給水タンクと動力噴霧器で散水する方式とした。

共同利用の給水栓から各農家のトラックのタンクを介してかんがいはする方式は、「三浦方式」と呼ばれ、三浦半島全域で古くから行われており、三浦の農家はほとんどがかんがい専用のトラックを所有している。

この方式がこの地域で定着している理由としては、年平均2.3作の高度利用の畑においてスプリンクラー用

の配管やドリップチューブ等の設備の設置の必要がないことで各種の農作業が支障なく自由に効率的かつ拘束なく行える利点があるからである。また、市街地が近接している環境も多く、スプリンクラー等では風による飛散が懸念されることも一因となっている。

(3)事業諸元

採択年度：平成27年度

事業名：農山漁村地域整備交付金

農地整備事業（畑地帯担い手育成型）

※平成28年度からは

農業競争力強化基盤整備事業に移行

〔農地整備／畑地帯担い手育成型〕

受益面積：畑 27.5ha,

受益者数：132人

（うち、認定農業者 24人）

主生産産物：ダイコン、キャベツ、カボチャ、
スイカ

全体事業量：①畑地かんがい施設整備

深井戸揚水設備 2カ所

配水機場 1カ所

パイプライン全長4,118m

給水栓19箇所（共同利用方式）

②農道整備

As舗装：幅員3.0～4.0m

33路線、全延長5,036m



写真-1 給水栓とタンクへの給水状況



写真-2 トラックからの動力噴霧器によるかん水状況

総事業費：3億円

畑地かんがい：約1.9億円

農道：約1.1億円

負担割合：国：50，県25，土地改良区25

事業期間：平成27年度～平成33年度（7年）

4. 事業推進における課題と調整について

(1)土地改良法手続きでの課題

前述のように、事業導入に当たり施行区域について調整を進めたところ、農地造成を行った既存の土地改良区区域に隣接する台地上の地区外農地の耕作者からも、畑地かんがい施設の利用・整備を望む声があり、組合員以外であっても同じ地域の担い手であることから地域全体を整備区域とすることとして調整を開始した。

事業費の地元負担や維持管理費の徴収にあたっては、既に土地改良区があることを踏まえ、既存土地改良区の区域を拡大変更するとともに定款上定められた事業についても新たな事業を加え変更する必要があった。

このため土地改良区の重要変更手続きを行うこととなり、県営事業の施行申請手続きに併せて土地改良区の区域と事業計画（畑地かんがい施設の維持管理事業の追加）の変更を行うこととなったが、既存の土地改良区は以前に行った農地造成に要した借入金の償還期間中であり地元説明会や土地改良区の理事会等においては、これまでの事業における負担とこれからの事業の負担等について、既組合員と新規組合員となる農業者との間での混乱を来さないよう慎重に説明を行う必要があった。

(2)地元要望と技術的な課題

本地区は諸磯地区と小網代地区という2つの集落地区に跨がっていることから、調整開始の当初は、万一の井戸枯れによる水不足と集落間における農業水利との調整等を懸念しており、集落地区ごとに用水の配分を切り分けられるよう水源や配水槽を別々に設置するよう要望されていた。

しかしながら、この要望に沿って整備を行うと施設整備費が高むと共に、整備後の日々の維持管理費も増大することが明らかであり、コスト削減が求められることと、最終的には農家負担の増につながることから、事業費軽減と管理費の軽減を図る必要性と将来の負荷軽減を説得し、諸磯地区と小網代地区の中間付近に位置する台地上に1つの配水槽を設置し、そこからのパイプラインの送水系統を諸磯系統と小網代系統の2系統として別々の加圧ポンプをつけることで2つの地域の要望を取り入れた形で合意を得た。

また、送水路のルート選定においては、地区の地形が標高35m程度の台地と谷を埋めた標高15m程度の低地が交互に繰り返す複雑な地形であり、パイプラインの配置によっては、将来ウォーターハンマーやエアハン

マーによる破損が発生しやすくなる懸念があり、標高差による管内圧力変動をできるだけ小さくなるよう山側の道路沿いに送水管路の配置を選定するとともに、加圧送水ポンプから最遠の台地畑の給水栓の吐出部でも最低動水頭が0.5m以上とれるよう水理縦断面図で慎重に調整し、送水ルートとポンプ性能の選定を行った。



写真-3 配水槽と加圧ポンプ（他地区事例）

5. おわりに

三浦半島地域では、戦後、農地造成や谷戸田の埋め立てが盛んに行われ、畑地の拡大と前述の「三浦方式」による畑地かんがい施設の整備が過去から盛んに行われており、農地造成と共に三浦の畑作農業を現在の姿に発展させた原動力となった。

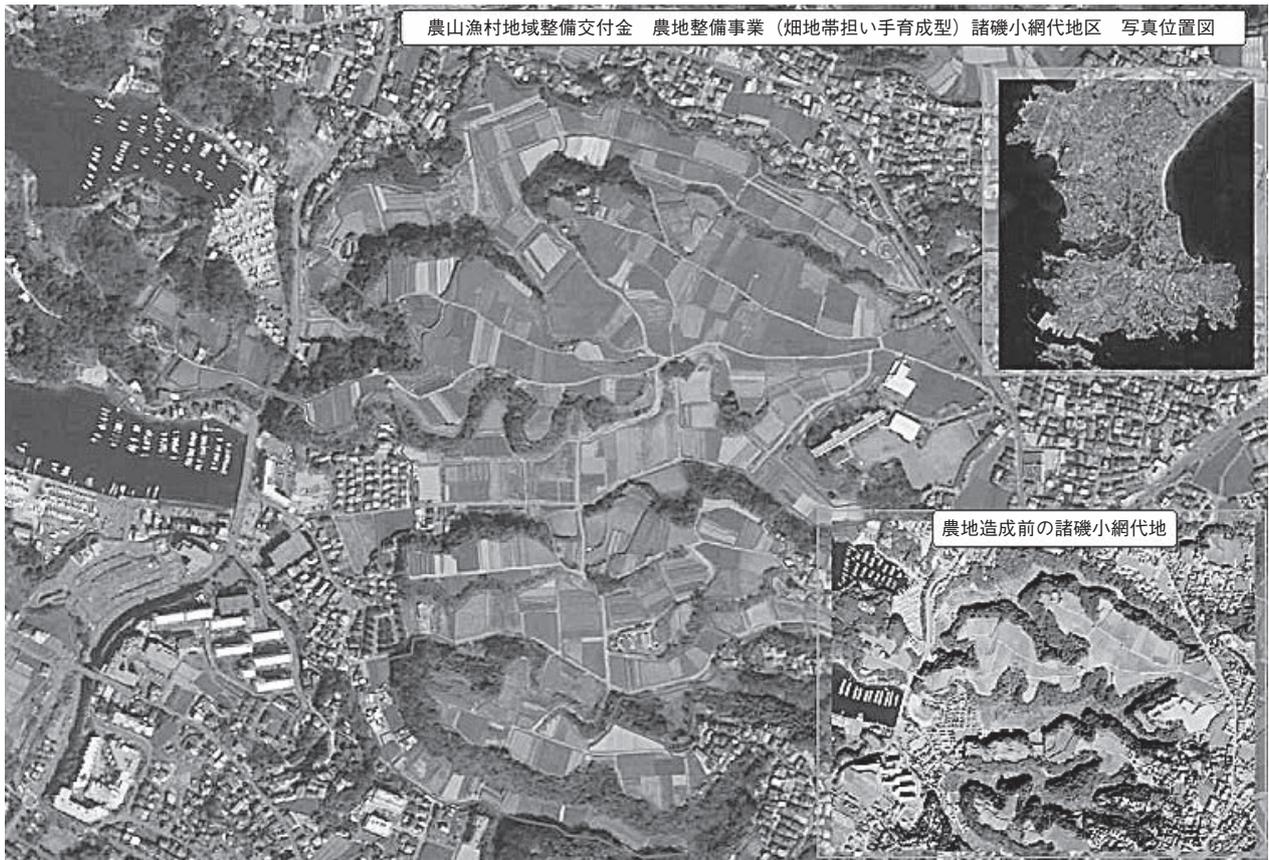
特に、三浦市農業協同組合と三浦市は、一致協力のもと、畑作振興のための土地改良に従来から力を入れてきたことが、優れた経営を行う農家を多く輩出し、市場においても今日の「三浦ブランド」としての評価を定着させた。その先見性に改めて敬意を表したい。

土地改良事業は多くの方に理解されないことがあるが、三浦地域におけるこれら農地造成や畑地かんがいの整備は、担い手農家の多さや年平均2.3作の作付けという大産地形成に至ったその成果から非常に誇れるものであり、本事業もその一端を担うものである。

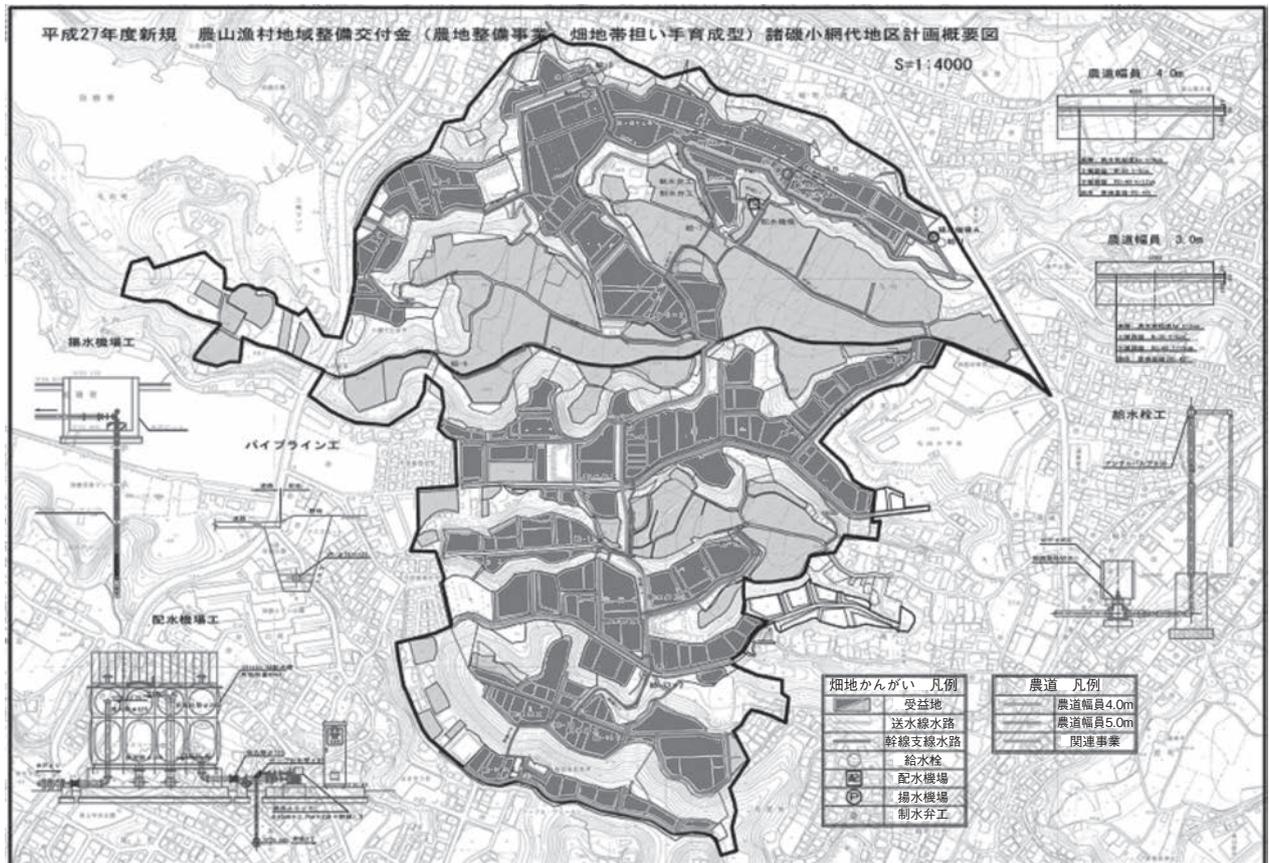
他方、昭和40年代、50年代に整備された施設も多く残っており、耐用年数を迎え、施設更新の必要が生じているなど課題もある。今後はこれらの施設について、TPP発効に向けた農作物のさらなる高品質化、低コスト化や市場ニーズに応えた営農形態の変化や担い手の規模拡大に対応するべく、これまで整備した施設を更新や改変をしていく必要がある。

最後に、土地改良区理事長はじめ役員の皆様、三浦市農業協同組合土地改良対策室、三浦市農産課の皆様の方により何よりも2つの地域をまとめ土地改良区の区域拡大の理解を得たことを始め、様々な御協力により、県営事業として本事業に着手することができたことにあらためてお礼申し上げます、本稿の結びとする。

〈現況航空写真〉



〈計画概要図〉



（濃い網かけが農地造成を行った既存の土地改良区区域，薄い網かけは新たに編入した区域）

末端配管洗管による効果の検証事例

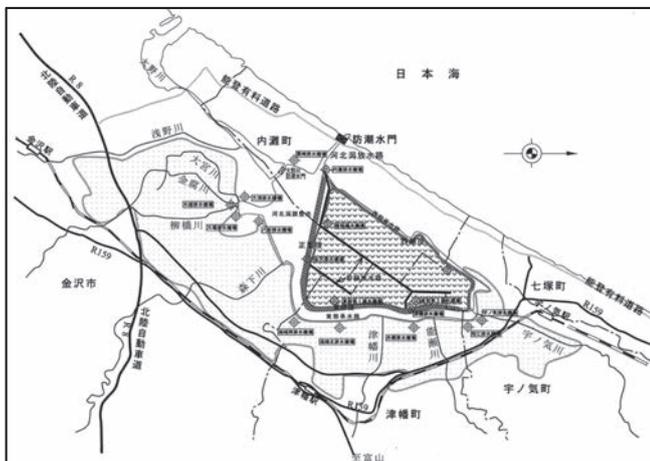
針 山 裕 平*
(Yuuhei HARIYAMA)

目 次

1. はじめに	26	4. 洗浄工法の実施	27
2. 対象施設の概要	26	5. 効果の検証と結果	28
3. 洗浄工法の概要	27	6. まとめ	29

1. はじめに

河北潟は石川県のほぼ中央に位置し、金沢市、かほく市、河北郡内灘町、津幡町にまたがる潟湖であり、S38～S60に国営河北潟干拓事業において干拓による農地造成と周辺耕地の排水改良を実施している。干拓地では潟湖の水を揚水機場から取水しパイプラインにより灌漑し、麦、大豆、スイカやレンコンといった作物が栽培されている（図-1）。



地区平面図



位置図



干拓地全景

図-1 地区概要図

潟湖は外部からの流入する有機物に加え、水域内部で有機物が生産されることで水質の悪化が懸念されている。用水管の内面には固着物等が付着し、老朽化に伴う浮き錆等も発生しており、機能診断における管内カメラ調査時の目視精度に支障を与えるとともに、管内のヘドロ溜まりを増加させ、揚水機場のポンプ圧送能力などに影響を与えていると考えられる。

本報は、河北潟地区の農業用水管において管水路洗浄工法により固着物を除去する事で、機能診断の精度向上及び、ポンプ圧送能力などの機能改善が図れるかを検証することを目的とした実証試験を行った。洗浄工法として採用した「SCOPE（スコープ）工法」の概要と施工内容、効果の検証とその結果について紹介する。

2. 対象施設の概要

河北郡津幡町に位置する東部第1揚水機場は、干拓地内の農地に効率よく配水を行うことを目的とした施設であり、昭和60年から供用を開始しており、施設造成から30年以上が経過している。

本実証試験では当揚水機場掛かりの用水管を対象としており、管路の延長は約3.8km、管種はダクタイル鋳鉄管及び塩化ビニル管であり、その内訳は「表-1」のとおりである。

表-1 施設概要

管 種	管径(mm)	延長(m)
ダクタイル鋳鉄管	450	840
塩化ビニル管	300	2,420
	200	470
	150	30
	計	3,760

*北陸農政局 西北陸土地改良調査管理事務所
(Tel. 0761-21-9911)

3. 洗浄工法の概要

洗浄工法の選定にあたっては、長距離(3.8km)、かつ、口径450mmまでの洗浄が可能という施工条件の下、洗浄工法の公募を行い、応募のあった「SCOPE工法」を採用した。

SCOPE工法とは、超圧縮性と復元性を有する特殊樹脂製のPCボールを、既設の消火栓や空気弁の補修弁に取り付けるランチャーから既設管内に投入し、水圧により管内を通過させて、物理的な強い摩擦力と水流により洗浄し、到着地点に取り付けるキャッチャーから回収する工法である。工法の特徴として、①洗浄対象口径は50mmから最大1,200mm、②石綿管以外の全ての管種に適用が可能、③1日で最大2km程度の洗浄が可能、④管の曲がりや口径変化に対応が可能、⑤3分の1程度の圧縮性のため、口径75mmの投入口から200mm程度、口径100mmの投入口から300mmの洗浄が可能、⑥PCボールの素材が柔らかいため、仮に管内部で引っかかっても素材自体が裂けることで管詰まりを起こさない、⑦摩擦と水流のみで洗浄するため人体や作物に無害、等が挙げられる(図-2)。

4. 洗浄工法の実施

本実証試験の対象とした農業用水管は延長が約3.8kmであり、下流より二方向に分岐する管網で、口径は最大450mmから最小150mmである。また、実証試験の時期は冬期であるがレンコンの栽培に用水を必要とし、まとまった期間の断水が出来ないため、1日で確実に一区間の洗浄が完了できるように、「図-3」のとおり①~③の3区間に分割し、それぞれの区間毎に3回ずつPCボールを投入して洗浄を行った(表-2)。

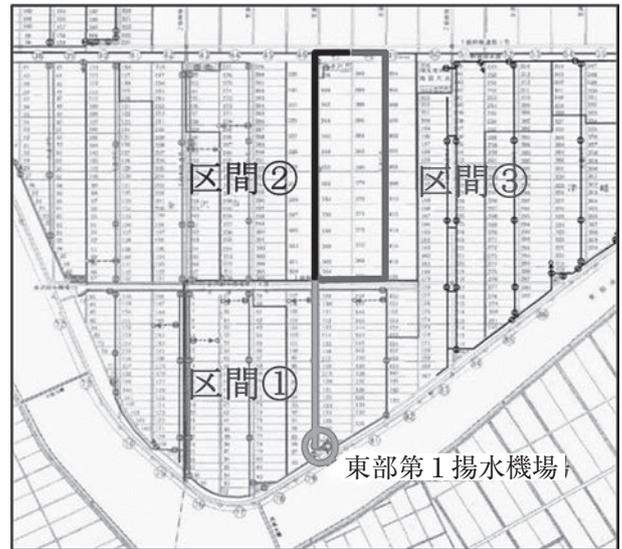


図-3 洗浄範囲平面図

表-2 区間毎概要

路線	管種	口径(mm)	延長(m)
区間①	ダクタイル鋳鉄管	450	840
		200	230
		150	10
区間③	塩化ビニル管	300	1,370
		200	240
		150	20

前述で既設空気弁等を利用したPCボールの投入について記載したが、本対象区間の空気弁口径は50mmであり、洗浄対象の管径に対して小さいため、ランチャー及びキャッチャーを設置するための分岐管を新たに設けた。

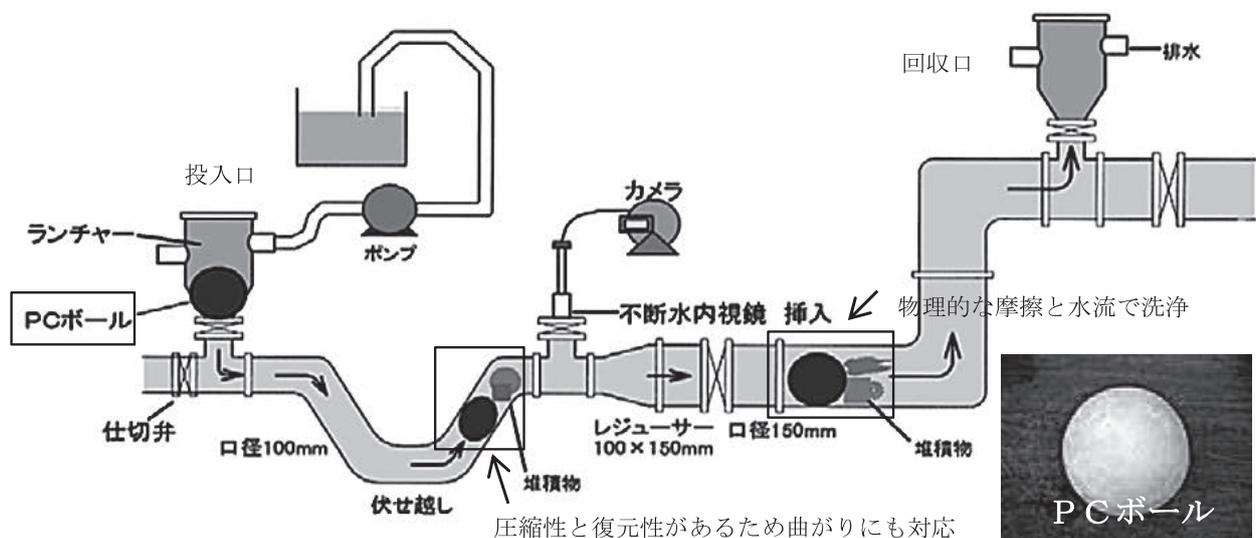


図-2 SCOPE工法イメージ

区間①の洗浄は機場ポンプの直下流にランチャーを「写真-1」のとおり設け、機場ポンプを利用してPCボールの圧送を行い、区間①の末端に設けたキャッチャーから回収を行っている。洗浄時の状況は「写真-2及び3」のとおりであり、管内部の固着物が洗浄により除去されているのが見て取れる。

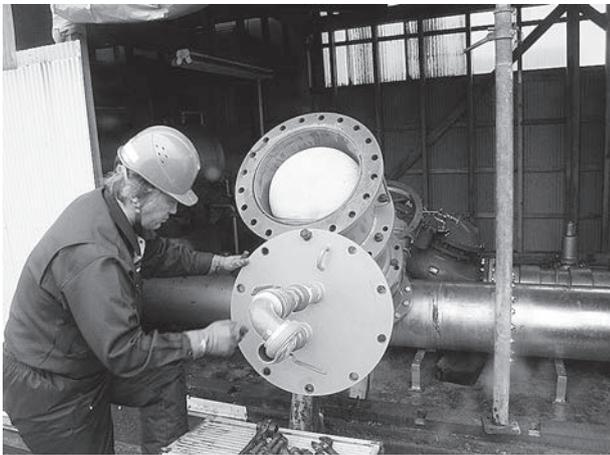


写真-1 ランチャーから投入



写真-2 洗浄中



写真-3 洗浄後

区間②及び③については、区間①のキャッチャーとして利用した分岐管にランチャーを設け、区間①と同様に機場ポンプによりPCボールを圧送し管路末端に設けたキャッチャーより回収を行っている。

洗浄により除去された固形物のサンプルを収集し解析した結果、区間①は「写真-4」のとおり粘土を主成分とするものであり、潟湖より吸い上げられた泥分がポンプ直下流で沈澱していた。区間②、③は「写真-5」のとおり炭素及び窒素が主成分であり、有機系物質（藻、プランクトン等の生物）が管内に付着していた。これによりSCOPE工法は、粒子の細かいものから固形物まで幅広く除去することが可能であることを確認できた。



写真-4 区間①サンプル



写真-5 区間②,③サンプル

5. 効果の検証と結果

今回の実証試験の中で、洗浄効果の確認を行うため管内のカメラ調査を実施し、また、ポンプ圧送能力の検証を行うために圧力と流量の計測を実施した。

5.1 カメラ調査

カメラ調査には不断水内視鏡カメラを用いており、既設空気弁の補修弁を利用して設置し、管内に水を流した状態で挿入口から最大で35m程度（上下流で70m程度）の調査を実施した（写真-6）。



写真-6 カメラ調査

今回の調査では、区間①の始点に設けた分岐管と、既設空気弁、区間②及び③の末端に設けた分岐管の3箇所を用いてカメラ調査を行っている。カメラ調査の結果の一例は「写真-7及び8」に示すとおりであり、洗浄前は錆瘤とそれを覆う藻のような付着物が確認できるが、洗浄後はこれらが除去でき、既設管の状態がカメラにより確認できる状況になったことから、機能診断における精度向上に繋がると判断できる。

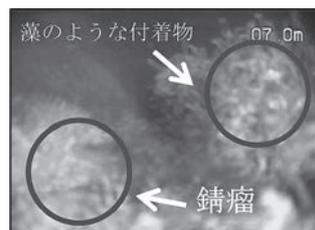


写真-7 洗浄前

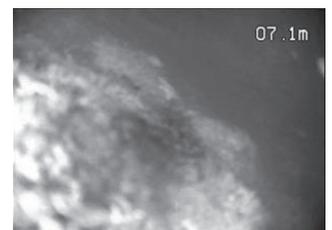


写真-8 洗浄後

5.2 圧力及び流量計測

圧力及び流量の計測には、機場に設けられている圧力計及び流量計と、路線①及び②の末端に設けた分岐管にポータブル式の機器を設置し、洗浄前と洗浄後で計測を行った。本来なら圧力を一定にして流量を計測したいところだが、当ポンプ機場に圧力を調整する機能が無いため、今回は圧力の変動と流量の変化を計測している。

計測は管が下流で二方向に分岐しているため、「図

「表-4」のとおり二路線に分割して行っている。計測方法は管水路末端の排泥バルブを全開にして排水を行い、計測値が安定した後に、各計測地点で30分間継続して1分毎に計測した。その計測値を平均した結果が「表-3」のとおりであり、路線①では洗浄前と後で圧力水頭差がほぼ同じにもかかわらず、流量が11.8%増加している。また、路線②でも同様に、圧力水頭差がほぼ変わらずに流量が21.8%増加しており、このことからポンプ圧送能力の改善に効果があったと判断できる。

られる。今後も施設管理者や受益者の方々に望まれる診断手法や対策工法の実証試験に努め、機能保全計画の高度化に取り組んでいきたい。



図-4 計測路線

表-3 圧力及び流量の計測結果

洗浄路線		圧力 (kg/cm ²)			流量 (m ³ /h)			
		地点①	地点②	圧力水頭差	地点①	地点②	平均	増加割合
路線①	洗浄前	3.52	0.96	2.56	247	260	254	11.8%
	洗浄後	3.78	1.10	2.68	284	283	284	
路線②	洗浄前	3.60	0.85	2.75	225	207	216	21.8%
	洗浄後	3.80	1.11	2.69	272	254	263	

6. まとめ

本報では、実証試験で実施したSCOPE工法について、事例紹介による工法の概要から試験内容、効果の検証と結果までを報告した。SCOPE工法は水道用パイプラインでの施工実績は多いが、農業用パイプラインでの実績が少なく技術情報の蓄積は不十分であるが、検証の結果より今後の機能診断における精度の向上に十分な効果を発揮できるものと考えられる。

また、洗浄を実施したことで受益農家や施設管理者からは「水がきれいになった」、「排泥作業が軽減された」、「維持管理費が安くなった」との声も聞いており、管内部の固着物の除去により、水質の改善や圧送能力の改善に伴う維持管理費の低減に効果があったと考え

新濃尾(二期)地区 宮田導水路の補修について

田上 雅之*
(Masayuki TAGAMI)

目 次

1. はじめに	30	5. 品質管理	32
2. 宮田導水路の改修	30	6. 現場特性による対応	32
3. 既設導水路の構造検討	31	7. おわりに	33
4. 鉄筋補強内巻工法の概要	31		

1. はじめに

昭和32年度から昭和42年度に実施された濃尾用水農業水利事業では、犬山頭首工の新設と用水路の整備(43km)を行なった。これにより、濃尾平野の水の大動脈である宮田、木津及び羽島の3用水を合口して、木曾川から安定的に取水するとともに、地域内の用水を合理的かつ適正に配分することを可能にした。

以来、安定的に用水を送り続け、農業の発展はもとより地域の環境保全、国土保全などの多面的機能を発揮してきた。



図-1 新濃尾地区 計画概要図

これら施設は、完成から40年以上が経過しており、自然的、社会的状況の変化などにより、機能が低下することによって、広域にわたり災害の生じる恐れや水質の悪化による農作物の生育不良などが発生していることから、機能を回復し、災害及び被害を未然に防止することにより、農業生産の維持及び農業経営の安定

化を図り、国土の保全に資することを目的として、平成10年度に国営総合農地防災事業「新濃尾地区」が着工した。

これまでに、一期事業(H10~H21)により犬山頭首工、木津用水路、羽島用水路及び大江排水路の整備が了し、現在は、二期事業(H19~H34)として、宮田導水路においては、水質悪化による農作物の生育不良等を防ぐため、用排水を分離した水路施設の整備を、新木津用水路においては、都市化の進行に伴い増加した排水量に対応した排水流下能力の回復を図るための水路整備を進めている。

(事業概要)

一期地区 H10~H21

犬山頭首工、羽島用水路、木津用水路、大江排水路の補修及び改修

二期地区 H19~H34

宮田導水路、新木津用水路(H26計画変更により追加)の改修

2. 宮田導水路の改修

このうち、宮田導水路は延長が9.8kmあり、途中約2km区間においては、道路下に暗渠構造(B4,500×H2,300)の用排水兼用水路があり、降雨による流域の排水を木曾川へ排水する構造となっている。このため、この区間における工事では、用排水分離のため、用水専用用水路として既設導水路(暗渠)の下部(土被り6.1~8.2m)に1号サイホン(シールド工法)を新たに整備するとともに、この工事によって役割を終える既設導水路を1号サイホン操作時に一時的に発生が想定されるサイホン余水量2.0m³/sの流下水路と兼ねて、沿線流域の排水調整施設として有効活用する計画することとした(図-2参照)。なお、利用に当たっては既設導水路の構造性能を照査して構造上の安定を確保

*新濃尾農地防災事業所 (Tel. 0586-47-7720)

するとともに、内部に仕切り壁を設けて、この暗渠空間内で効果的な洪水調整を行うこととして、その配置・構造を決定した。

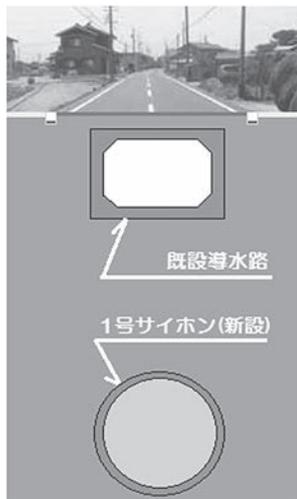


図-2 宮田導水路計画断面図

3. 既設導水路の構造検討

既述のとおり、本既設導水路は築造から相当年数が経過しているため、建設当時の設計条件を整理検討した上で、現在の基準、現地の状況等を考慮して設計条件の見直しを行った結果、表-1のとおり構造上頂版、側壁、底版においてそれぞれ各端部において許容応力度を超える結果となったことから補強対策が必要となった。

表-1 設計条件の見直し結果

応力部位	頂版		側壁			底版	
	端部	中央	上端	中央	下端	端部	中央
引張応力	OUT	OK	OUT	OK	OUT	OUT	OK
圧縮応力	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
剪断応力	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
付着応力	OUT	OK	OK	OK	OK	OUT	OK

補強対策を検討した結果、既設導水路は全線町道下に埋設され、道路両側には民家が隣接しているため、地表面を掘削し外面より補強することは困難であることから、導水路内面から応力が不足する部位の補強を行うものとした(図-3参照)。

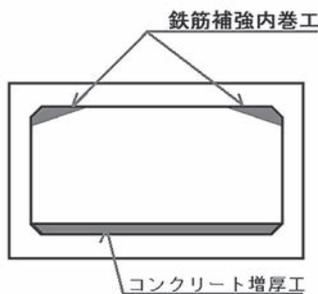


図-3 標準断面図

補強工法の選定に当たっては、現場条件、経済性、施工性等を総合的に比較・検討した結果、既設構造物の下地処理を行い、補強材として異形鉄筋をコンクリートアンカーと固定金具で取付け、付着性に優れたポリマーセメントモルタルを吹き付けて増厚・一体化することにより耐荷性能の向上を図る「鉄筋補強内巻工法」とした。ただし、底版については経済的な現場打ち鉄筋コンクリートによる「コンクリート増厚工法」とした。

4. 鉄筋補強内巻工法の概要

紙面の関係で上記2工法のうち、「鉄筋補強内巻工法」について、図-4の施工手順に従い各項目毎の概要と留意点を以下に記載する。



図-4 施工手順

①下地処理工

既設暗渠頂版ハンチ部のコンクリート表面については、付着しているゴミ、ほこり、泥等を高压水洗浄により除去し、塗布材とコンクリート表面の良好な付着性を確保する。所定の付着強度を得るための適切な洗浄圧力を定めるため、現場試験施工を行なった結果、30Mpa以上で確保出来ることを確認した。

②塗布準備工

塗布工を施さない目地部等には、塗布材の付着を防止するため、事前にマスキング等の処理を行う。また、コンクリート表面に背面水の滲み出し及び結露水の滞水がないことを確認する必要がある。なお、背面水の滲み出しについては排水処理を行い、結露が生じている場合は、ウエス等により表面水を拭き取った。

③下塗り工

洗浄した既設暗渠にポリマーセメントモルタルを塗布厚0.5mmになるよう均一に吹き付ける。

塗布作業は、コンクリート標準示方書に準拠することとし、日平均気温が5℃以上であることを確認するとともに、日々の温度管理を記録した。

④鉄筋組立工

補強鉄筋は寸法を現場実測し確認したうえで工場製

作り、製作にあたっては鉄筋表面の油・泥などの付着を阻害する恐れのあるものを除去する。

製作した補強鉄筋は鉄筋取付アンカーと取付金具により固定するものとし、固定用の金具は6本/m²以上を千鳥配置して、既設暗渠に密着するよう固定した(写真-1参照)。

なお、補強鉄筋の重ね継手部分は、結束線により緊結し増厚作業の障害とならないように結束線を鉄筋の側面におさめる必要がある。



写真-1 補強鉄筋配筋状況

⑤増厚工

増厚工の施工にあたっては、タイプI(層間付着材・プライマー)とタイプII(増厚)の互層構造とし、各層の塗布厚さが確保されているか確認しながら、コンクリート標準示方書に準拠し、下塗り工と同様の施工管理を行った。

また、増厚作業にあたっては、材料が均一に付着するように吹付け及びコテ塗りにより、一層の塗布厚が設計どおり塗布されていることを確認しながら所定の厚さになるまで施工した(写真-2参照)。

増厚作業完了後24時間は相対湿度90%以上の湿空養生を行うとともに、ポリマーセメントモルタルの練上り温度が30℃以上となる場合は、施工性を確保するた



写真-2 吹き付け作業状況

め配合修正等の対策を行う必要があるが、本工事の場合施工時期は夏場であったものの暗渠内施工であるため、該当することはなかった。一方、冬期などで、気温が4℃以下になる恐れがある場合は、シート養生や加温養生を行うなど、ポリマーセメントモルタルの硬化に悪影響を与えないように留意する必要がある。

5. 品質管理

本工法では、補強部材が既設部材と一体化することにより耐荷性能の向上を図るため、所定の付着力が確保されていないと確認できない。このため、以下により所定の付着強度が得られているかの確認を行った。

①材料の品質管理

増厚工に使用する材料については所定の付着強度が得られるか付着強度試験による確認を行った。試験方法は「JSCE-K 561 コンクリート構造物用断面修復材の試験方法(案)」により行い、構造が変わる毎に実施し、付着強度1.5N/mm²以上であることを確認した(写真-3参照)。



写真-3 付着強度測定状況

②増厚工付着強度試験(施工)

下地処理工後の既設コンクリート表面、及び増厚工において施工したポリマーセメントモルタル表面に鉄製治具をエポキシ樹脂接着剤で取付け、単軸引張試験により160m²毎に1箇所(1箇所あたりの試験数は3個)、基盤と断面修復材との付着強度の確認を行ない、3個の試験値の平均値1.0N/mm²以上、かつ個々の試験値が0.85N/mm²以上であることを確認した。

6. 現場特性による対応

本工事は、全体延長が約1.5kmあり、途中の地区内排水路をサイホンで潜っていることから、ここを工区境として上流部約1.2km、下流部約0.3kmの2工事に分割して施工した。

また、吹付け工法については施工実績等から「湿式吹付工法」を考えていたが、特に上流部の工事区間で

は工事期間中も周辺からの排水流入があり，降雨の程度によっては函体内にかなりの雨水が流入し，現場内水位が急激に上昇することが想定されるが，施工延長が長く，その都度函体内の吹き付けプラントを退避させることが難しいため，地上部にプラントを設置し，吹き付け材料をマンホール等から空気圧で圧送してノズル位置で混合して吹き付ける「乾式吹付工法」で対応した。



写真-4 プラントの移動状況



写真-5 雨水時の流入状況



写真-6 補強後の函体内部

7. おわりに

今回，既設水路の補強工法としてポリマーセメントモルタルによる「鉄筋補強内巻工法」について紹介したが，既設水路内補修については，この工法の他にも多数の工法があり，日進月歩の技術革新が見られるところである。

このため，現場条件に応じて，施工実績等も勘案しつつ，最適な工法を選定する必要がある。

この事例が，今後同様な工事実施時の参考となれば，幸いである。

軟弱地盤における排水機場基礎設計の留意点

沖 高 志*
(Takashi OKI)

目 次

I. はじめに	34	IV. 対策工の検討	36
II. 対象施設概要	35	V. 考察	38
III. 対象施設の現地条件	35		

I. はじめに

和歌山平野農地防災事業（以下、「本事業」という。）は、和歌山県北部に位置する和歌山市、岩出市、紀の川市の3市またがる4,306haの農業地帯を受益地としている（図-1）。



図-1 事業位置図

地域の農業は、水稻中心で裏作に白菜、キャベツ等が作付けされ、樹園地ではももやみかんの栽培が盛んである。京阪神市場にも近いことから都市近郊の立地条件を活かした農業が展開されている。

本地区の農業用排水施設は、十津川紀の川総合開発事業の一環として実施された国営十津川紀の川土地改良事業（昭和25年度～昭和59年度）等により整備され、地域農業の発展に寄与してきた。しかしながら、近年の土地利用の変化による流出形態の変化に起因して、農業用排水施設の排水機能が低下したため、しばしば農地、農業用排水施設等に多大な被害が生じている。本地区内の土地利用の変化状況の一例を（図-2）に示す。

このため、本事業では排水機、農業用排水路の改修又は新設と併せて、これらを効率的に管理するための排水管理施設を導入することで、農業用排水施設の排水の機能を回復し、もって農業生産の維持及び農業経営の安定を図り、併せて国土の保全に資するものである。

本報文では、米田排水機場の改修事例を踏まえて軟弱地盤における排水機場基礎設計について報告する。

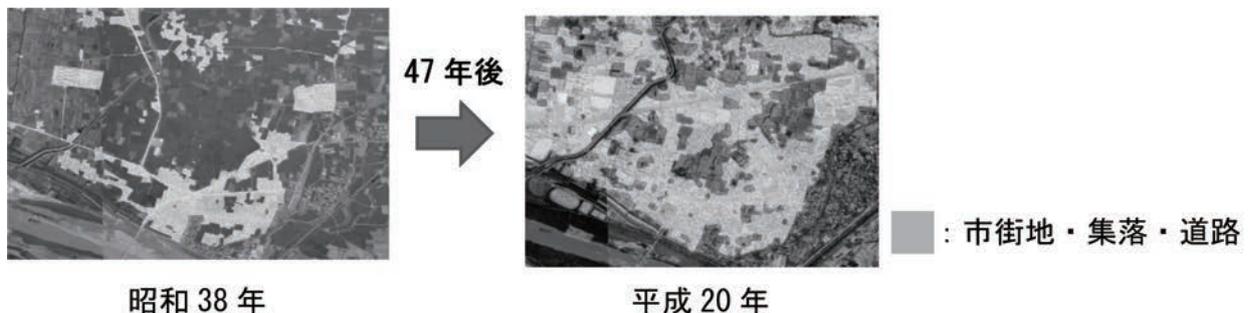


図-2 土地利用の変化状況

*和歌山平野農地防災事業所（Tel. 0736-65-3360）

Ⅱ. 対象施設概要

1. 施設概要

既存の米田排水機場（写真－1）は、和歌山市和田川地区の湛水被害の軽減を目的に平成元年に設置された排水機場である。

和田川地区では、旧況（S38）から現況（H20）にかけて水田が373ha（18％）の減少、農村集落・市街地は415ha（20％）が増加し、これらによる流出形態の変化や、近年の豪雨等によって洪水が発生しており、大きな農業被害を生じている（写真－2）。

このため、本事業において米田排水機場等を改修し、農業用排水施設の機能回復を図る計画である。米田排水機場の諸元を（表－1）に示す。



写真－1 米田排水機場



写真－2 平成24年6月大雨被害状況

表－1 米田排水機場の設計諸元

	既存排水機場	新設排水機場
排水量	3.67m ³ /s	4.5m ³ /s
ポンプ形式	スクリーポンプ φ2400	横軸斜流ポンプ φ1000
ポンプ台数	2台	2台

排水機場の改修は、平成28年度に工事着手し、平成31年度の供用開始予定としている。なお、工事期間中も降雨等による排水に対応出来るように、隣接地に新規排水機場を設置し、動作確認を行った後で既設排水機場を撤去することとしている。

Ⅲ. 対象施設の現地条件

1. 地域特性

和田川地区は、海に近く、かつて縄文海進によって生じた溺れ谷が埋積されたところで、周囲の丘陵に阻まれて紀の川堆積作用の影響が及ばず、また緩流河川である和田川により細粒の物質のみを運搬・堆積されたことで形成された沖積平野だと考えられている。このため、この地域の排水状況は不良なため軟弱地盤が10m以上の厚さで分布していると考えられている。

2. 土質調査

本排水機場建設予定地にて、ボーリング調査（図－3）による土質調査を行い、基礎地盤状況を確認した。ボーリング調査結果を図－4に示す。

深さ45mまで粘土層と砂礫層が互層になっており、良質な支持層として考えられる砂・砂礫でのN値30以上、粘土でのN値20以上の層¹⁾は局所的に見受けられるが、3m以上の連続した層²⁾がなく支持層として不十分であった。

また、近傍で収集した深さ55mまでのボーリング調査結果でも支持層となり得る層がないことを確認した。



図－3 米田排水機場予定地位置図

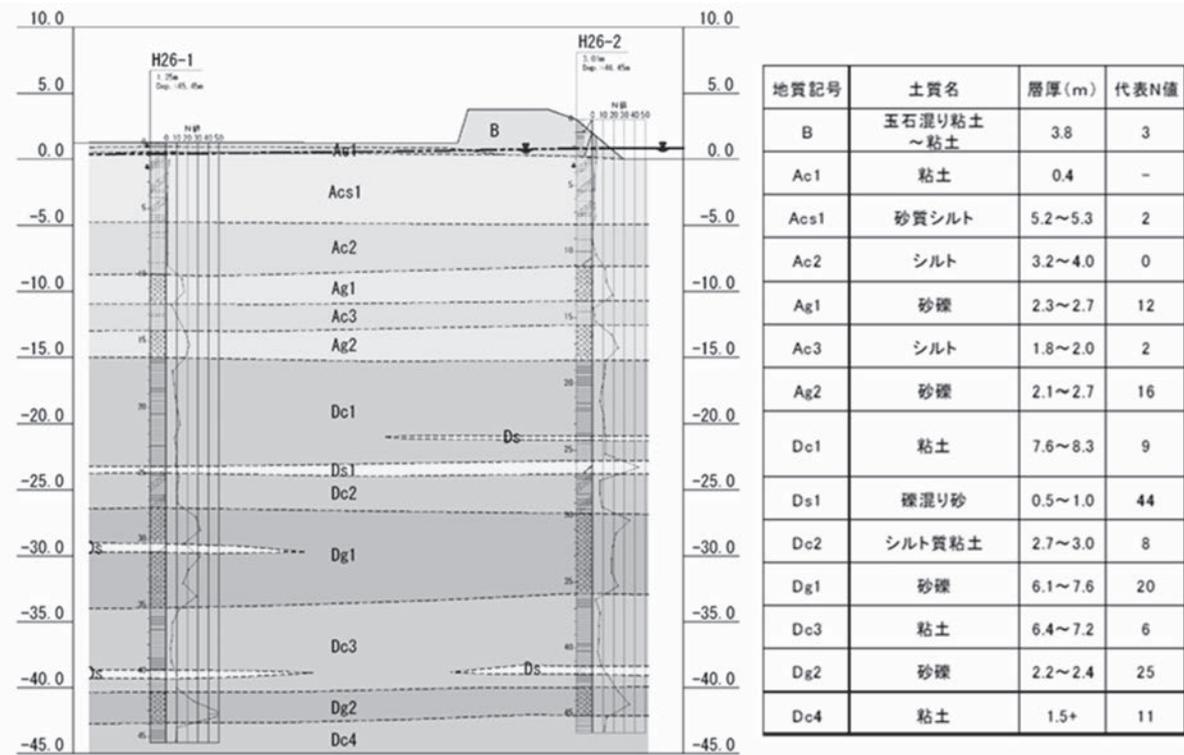


図-4 ボーリング調査結果

IV. 対策工の検討

1. 基礎工法の選定

排水機場の基礎工は、一般的には支持層までの深さが2m程度までは直接基礎、5m以上は杭基礎を採用することが多い³⁾。また、杭基礎工は、大きく分けて支持杭と摩擦杭に分類される。支持杭は、以下に示す支持力推定式⁴⁾において、杭先端における支持力を主として構造物を支持する方法である。一方、摩擦杭は、杭先端における支持力ではなく、周面摩擦力により構造物を支持する方法である。

$$Ru = qd \cdot A + U \cdot \sum (li \cdot fi)$$

Ru : 地盤から決まる杭の極限支持力 (kN)

A : 杭先端断面積 (m^2)

qd : 杭先端における単位面積あたりの極限支持力度 (kN/m^2)

U : 杭の周長 (m)

li : 周面摩擦力を考慮する層の層厚 (m)

fi : 周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度 (kN/m^2)

今回は、支持層が確認出来ない軟弱地盤であったことから、摩擦杭で設計する。

2. 打設杭の種類及び杭長

杭基礎の設計方針において、一体構造物の杭基礎設計では、支持杭と摩擦杭の混用、摩擦杭でも長さの極端に異なる杭の同時使用は、有害な不同沈下を発生する恐れがあるので注意を要する⁵⁾とされている。

排水機場には、主要な土木構造物として呑口部、吸

水槽、吐水槽があり、これらはポンプによる排水を行うための一連の構造物である。図-5に示すように呑口部と吸水槽は接しており、不同沈下が発生した場合は、止水板の破断による漏水の恐れがある。また、吸水槽と吐水槽は吐出し管にて繋がっている。吐出し管には、不同沈下、地震による配管の破損を防ぐためにたわみ管継手の設置が原則となっているように、設計においては十分に配慮する必要がある。さらに今回のように、同じ軟弱地盤上に、吐水槽と吸水槽を近接して設置する場合は、それぞれの沈下が互いに悪影響を及ぼす可能性がある。

このことから、不同沈下による漏水等によってポンプ設備の機能が十分に発揮できない事がないようにする必要があったと考えた。本設計では、有害な不同沈下が起こりにくくするため、杭先の高さを揃えることに着目し、地層毎の圧密沈下の影響を一樣に受ける構造にすることについて検討した。

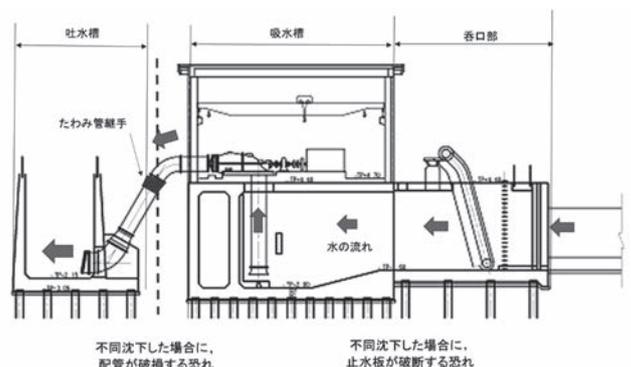
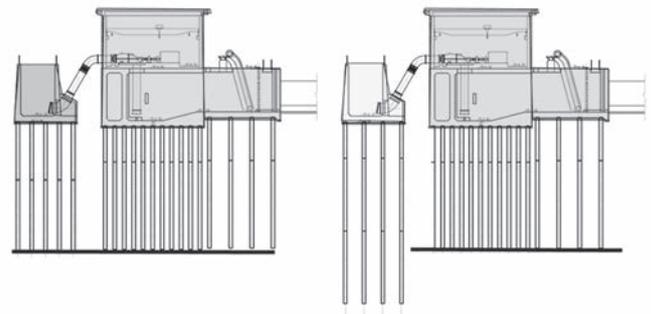


図-5 有害な不同沈下が及ぼす影響

検討にあたり、呑口部、吸水槽、吐水槽の全ての杭先を揃える第1案と呑口部、吸水槽のみ杭先を揃える第2案を検討した。

まず、図-6に示す通り第1案は、全ての構造物の杭先を揃え、地層毎の圧密沈下等に対して一様に影響を受ける構造とするため、杭の口径及び本数の調整を行った。第2案では、吐水槽は直接吸水槽と接しておらず、またたわみ管継手による配管の不同沈下対策も備えているため、呑口部・吸水槽のみ杭先を揃え、吐水槽は単独の構造とした。次に両案において、最も経済的に有利となる杭の種類、口径、長さ及び本数を選定し、比較検討を行った。なお、比較検討にあたり打設方法は、現地条件及び経済性から打ち込み杭基礎工とした。杭の種類は、既成杭であるPHC杭、SC杭、鋼管杭を検討対象とした。結果を表-2に示す。

結果は、第2案が第1案と比べ約5%（1,190千円）安価となった。第2案において、吸水槽と吐水槽の圧密沈下量を計算した結果も十分たわみ管継手で許容できることが確認出来た。このことから、本排水機場では、第2案を採用する。



第1案 全ての構造物の杭先を揃える案 第2案 呑口部・吸水槽部のみ杭先を揃える案

図-6 各案のイメージ図

表-2 比較検討結果

		第1案		第2案	
杭諸元	呑口部	上杭 PHC杭φ500 B種 L= 6.0m	16本	上杭 PHC杭φ500 B種 L= 6.0m	16本
		下杭 PHC杭φ500 A種 L=12.0m		下杭 PHC杭φ500 A種 L=12.0m	
		計 L=18.0m		計 L=18.0m	
	吸水槽	上杭 PHC杭φ500 B種 L= 5.0m	66本	上杭 PHC杭φ500 B種 L= 5.0m	66本
		下杭 PHC杭φ500 A種 L=12.0m		下杭 PHC杭φ500 A種 L=12.0m	
		計 L=17.0m		計 L=17.0m	
	吐水槽	上杭 PHC杭φ500 B種 L= 8.0m	22本	上杭 PHC杭φ450 B種 L= 5.0m	15本
		下杭 PHC杭φ500 A種 L=10.0m		中杭 PHC杭φ450 A種 L=10.0m	
		計 L=18.0m		下杭 PHC杭φ450 A種 L=10.0m	
経済性	概算工事費 22,380(千円)		概算工事費 21,190(千円)		
総合判定			○		

V. 考察

本報文では、米田排水機場の改修事例を踏まえて軟弱地盤における排水機場基礎設計について整理した。今回のような、厚い軟弱地盤では、周面摩擦力によって構造物を支持する摩擦杭を検討することが一般的である。

一方、摩擦杭は杭先端での支持力を期待しないため、構造物毎に杭の長さにはばらつきが生じやすい。このことから、有害な不同沈下がおこるリスクを減らすために杭先の高さを揃えることに着目した。

杭先を揃えることは、工事費の増嵩を招く恐れがある。しかし、たわみ管継手などの使用を総合的に考慮して、杭基礎の構造を検討することがコスト縮減につながる手法として有効と考える。

【参考文献】

- 1) 農林水産省農村振興局,土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「ポンプ場」,P.51,平成18年3月
- 2) 社団法人日本道路協会,道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説,P.35,平成24年3月
- 3) 農林水産省農村振興局,土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「ポンプ場」,P.656,平成18年3月
- 4) 農林水産省農村振興局,土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「ポンプ場」,P.674,平成18年3月
- 5) 農林水産省農村振興局,土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「ポンプ場」,P.673,平成18年3月

香川用水土器川沿岸地区における水路改修について

石原宏徳*
(Hironori ISHIHARA)

目 次

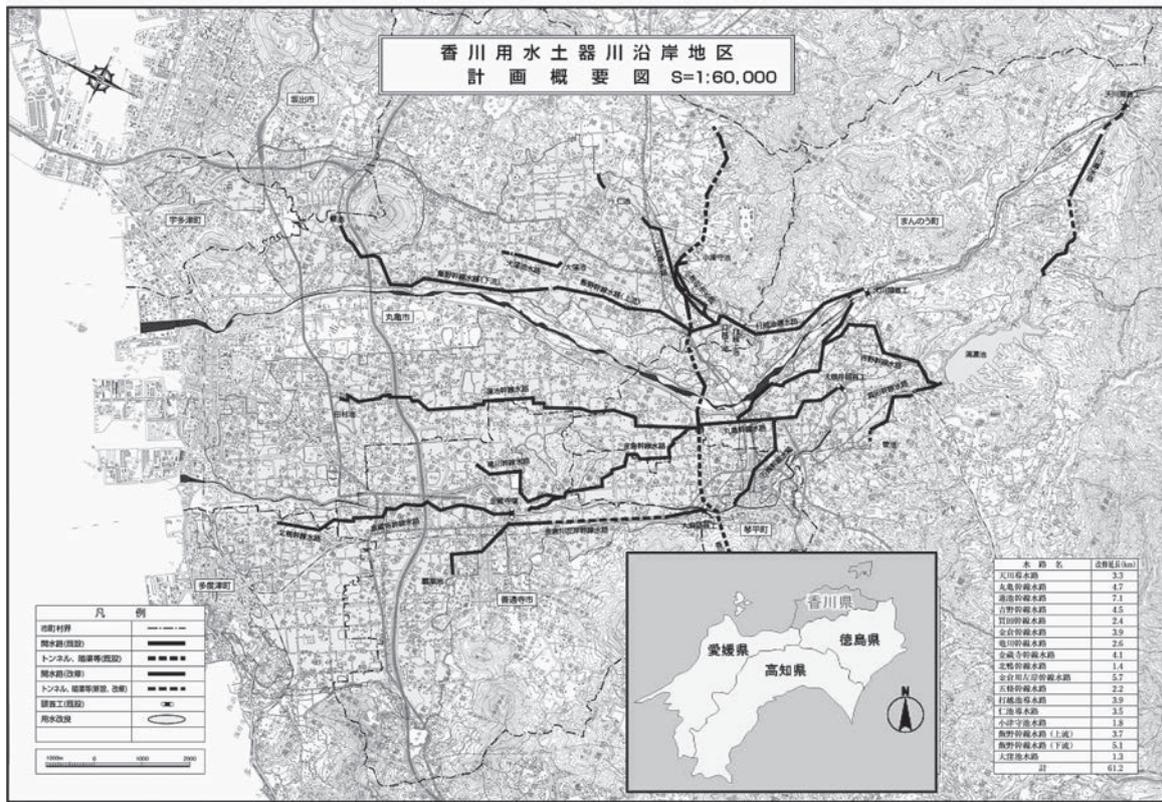
1. 事業の概要と目的	39	3. 事業実施	40
2. 事業計画	40	4. まとめ	44

1. 事業の概要と目的

国営香川用水土器川沿岸地区（以下「本地区」という。）は、香川県中西部に位置し、一級河川土器川の沿岸に広がる丸亀市ほか2市4町にまたがる水田約4,000haを受益とする地域で、水稻を中心に、水田の畑利用による、麦、大豆、野菜等を組み合わせた複合経営を展開する農業地帯である。

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（湧水）等の地区内水源に依存し

ていたが、恒常的な水不足に悩まされていたことから、県営事業により、昭和15年度～昭和43年度に幹線水路、ゲート等の農業水利施設が整備された。しかしながら、県営事業で造成された幹線水路、ゲート等は、造成後40年以上を経過し目地の欠損等、水路の老朽化による漏水の増大やゲートの老朽化により適正分水が困難となるなど、農業用水の安定供給に支障をきたしているとともに維持管理に多大な労力と費用を要するようになっていた（写真－1）。



図－1 計画概要図

*中国四国農政局香川用水土器川沿岸農業水利事業所
(Tel. 0877-59-7370)



目地欠損状況



老朽化ゲート（扉体が木製）

写真－1 農業水利施設の状況

このため、本地区では、老朽化した農業水利施設の改修（水路改修 17 路線 L=57.9km，新設 1 路線 L=3.4km）を行い、農業用水の安定的な供給と効率的な配水を可能とすることにより、施設の維持管理等に係る負担を軽減し、農業生産の維持と農業経営の安定化を図るとともに、地区内の農業用水が従来から有している景観保全や防火用水等、地域用水機能の増進を図ることを目的に平成 20 年度に着工した（図－1）。

2. 事業計画

本地区の国営調査（平成 11 年 4 月～平成 15 年 3 月）では、上記の県営事業で造成された開渠（もたれ擁壁と底版で構成される無筋コンクリート構造）及び暗渠の全面改修を基本としていた。全体実施設計（平成 15 年 4 月～平成 20 年 3 月）では、ストックマネジメントの実施と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活用（長寿命化）した改修方法を採用していくこととしたが、当時、施設の機能診断や対策工法（改修方法）の基準は、確立していなかった。

このことから、平成 15 年度に事業関係者及びコンクリート構造に関する専門的な知識を有する第三者からなる「香川用水土器川沿岸地区技術検討委員会」を立ち上げ、この委員会において「現況施設機能診断評

価基準」及び「改修方法選定基準」を作成し、これに基づき機能診断調査・評価及び改修工法の選定を行い事業計画を取りまとめた。

「現況施設機能診断評価基準」は、用水路の劣化状況について、①目地の状況、②（底版）摩耗、③基礎地盤、④（側壁）ひび割れを診断し、老朽度を判断するものである。

「改修方法選定基準」は、①全断面改修、②底版コンクリート打替+側壁表面保護、③軽微補修（側壁と底版の打継目部の表面保護）による漏水防止対策を選定するものである（図－2）。

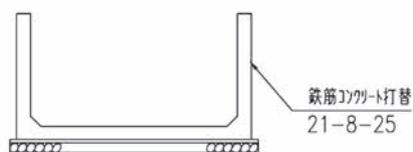
3. 事業実施

(1)基本的な考え方

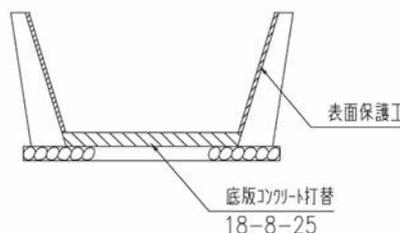
本地区の事業着工（平成 20 年度）直前の平成 19 年度に「コンクリート標準示方書〔維持管理編〕」の発刊や「農業水利施設の機能保全の手引き（農林水産省農村振興局整備部水利整備課施設管理室監修）」が制定されるなど、ストックマネジメントの方向性が示されてきた。

このことから、本地区では、事業着工後に予防保全の考え方を取り入れた改修工法への見直しを行いながら事業を進めることとした。事業着工後の平成 21 年

① 全断面改修



② 底版コンクリート打替+側壁表面保護



③ 軽微補修



図－2 事業計画時改修方法

度に改修工法を見直すため、事業計画策定時に水路洗浄を行わずに調査がなされていた側壁については、幹線水路15路線全45地点で側壁の水路洗浄を行い、摩耗調査と打音検査を実施した。この側壁の洗浄調査の結果、側壁下部（流水部）に加えて側壁上部（気中部）においても、風雨などの影響により摩耗（粗骨材露出）

や風化、側壁表面の脆弱化の進行が判明した（写真-2）。

このことから、「表面被覆」について事業計画では、漏水防止対策として側壁と底版の打継目部のみ行うこととしていたが、実施に当たっては、予防保全の観点から全面被覆に見直すこととした（表-1）。

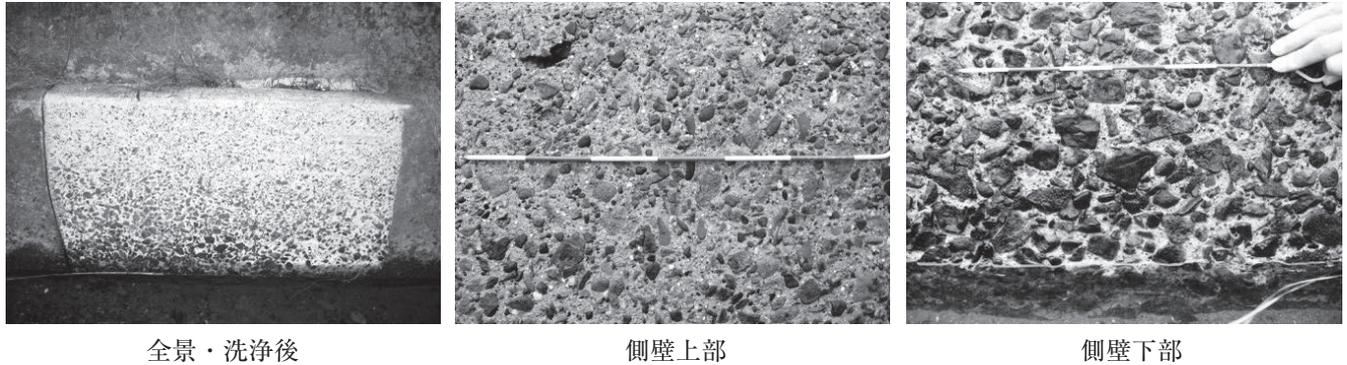
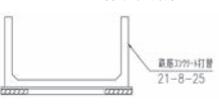
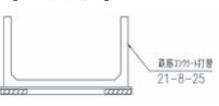
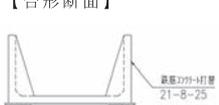
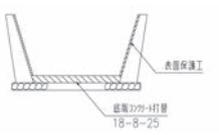
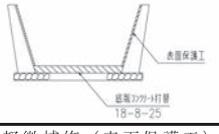
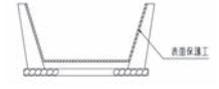


写真-2 洗浄調査

表-1 香川用水土器川沿岸農業水利事業の水路改修工法

老朽度	事業計画時 (主に目地、ひび割れ、打ち継目からの漏水に着目)【H15】		事業実施 (主に漏水と摩耗・風化に着目)【H21】		備考
	改修工法図	施設の状態 (技術検討委員会)	改修工法図	施設の状態 (機能保全の手引き及びコンクリート標準示方書)	
大	全断面改修 Aタイプ(開水路) 	○側壁に変形や側壁背面まで達するひび割れが発生している。 ・変形、ひび割れは、基礎地盤の洗掘による空洞化や支持力の低下が原因。 ・変形、ひび割れは、竣工後の土地利用の変化に伴う荷重増加などが原因。	全断面打ち替え 【矩形断面】 	【側壁の状態】 ○側壁に変形又は構造的に不安定なひび割れが発生している。側壁に上記のような変状があれば、全断面打ち替えを検討。 ※前後の取り付けより、矩形断面を検討。	
	Bタイプ(暗渠) 	○同上 ※改修に伴い、暗渠化(暗渠の全断面改修)が必要。	【台形断面】 	【側壁の状態】 ○同上 ※前後の取付けより、台形断面を検討。	
中	開水路部分改修 Aタイプ(底版打ち替え+表面保護工) 	【底版】 ○底版摩耗が激しい。又は、底版に大きな欠損、ひび割れが発生している。 ・摩耗深さの平均値が30mm以上、又は、底版の部材厚さが建設時設計厚さの80%未満。 ○底版に漏水や湧水が見られ、基礎地盤の洗掘が発生している。 【側壁】 ○底版打ち替えが必要な区間の側壁は、現在の母材コンクリートの耐久性を保持し、耐摩耗性や水密性を向上させるため表面保護工を検討。 ・側壁に摩耗・ひび割れなどの変状があれば表面保護工を検討。	底版打ち替え (底版; 打替え) + (側壁; 表面保護) 	【底版の状態】 ○摩耗が激しい又は、底版に大きな欠損などが発生している。 ・摩耗30mm以上、厚さ80%未満。 ○底版に漏水や湧水が見られ、基礎地盤の洗掘が発生している。 上記のような変状があれば、底版の打ち替えなどを検討。	
	軽微補修(表面保護工) 	【側壁・底版の状態】 ○摩耗の外観上のグレードがⅡ以上である。 ○ひび割れから滲出し、漏水跡、滴水などや欠損などが局所的に発生。上記のような変状があれば、表面保護工などを検討。(近年改修以外は、表面保護工を検討)			調査で、側壁上部でも粗骨材露出や打音検査で異音が認められたため、予防保全の観点から表面保護を検討。
小	開水路部分改修 Bタイプ(一部の表面保護工) 	○側壁と底版の打ち継目に開き・摩耗などがあれば漏水防止対策として表面保護工を検討。※当該地区の水路は、もたれ擁壁の三面張り水路であるため、漏水防止対策として側壁と底版の打継目(水路角)に表面保護工を検討。	軽微補修(一部の表面保護工)※コーナ部の被覆(漏水のみ) 	【側壁・底版の状況】 ○摩耗の外観のグレードがⅠ程度。 ○ひび割れから滲出し、漏水跡、滴水などや変形、欠損などは無し。 上記のような変状であれば、無対策を検討。 ただし、側壁と底版の打継目に目開きがある場合はコーナ部に表面保護工を検討。	
無	補修・補強 無し	○側壁・底版に変状は見られない。	補修・補強 無し	近年改修(主に鉄筋コンクリート)は、診断結果から、基本的に無対策を検討。	

(2)施設の機能診断

機能診断調査は、水路に発生している変状・劣化の状況を把握するため、全線について、①ひび割れ②変形③摩耗④漏水・湧水⑤欠損⑥目地⑦地盤変形を調査することとした。

(3)機能診断結果による工法選定

施設の改修方法は、施設の機能診断結果に基づき①全断面打替②底版打替+側壁補修（目地・ひび割れ・表面被覆）③底版・側壁補修（目地・ひび割れ・表面被覆）④無対策（補修なし）から選定することとした（図-3）。

(4)補修工法について

本地区では、表面被覆工法を①現場条件（工事用道路の有無）及び②付着強度 $1.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以上の有無（被覆材が既設コンクリート表面から剥離せず付着し続けることが必要となることから、既設コンクリート表面が付着可能な状態にあることを確認）から、①底版打替、②表面被覆工（無機系）③表面被覆工（FRPM板ライニング、又は、レジンコンクリートパネルライニング）の3工法とした。

なお、底版については、変状による改修方法選定フローにおいて、軽微補修が選択された場合であっても、ライフサイクルコスト、構造の安定性から打替を基本とした（図-4）。

ア. 表面被覆工

地区内の一路線で20工法（モルタル系7工法、樹脂系4工法、パネル系6工法、シート系3工法）の試験施工を行い変状等について評価するとともに、他地区の施工現場から得られた情報を基に地区に適した工法を「モルタル系被覆」とした（表-2）。

イ. パネル（FRPM板、又は、レジンコンクリートパネル）

平成21年度から実施設計、改修工事に着手し改修工事（底版表面被覆）実施に先立ち建研式接着剤試験器による既設コンクリート表面の付着強度試験を実施したところ、底版コンクリートにおいて付着強度 $1.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以上が確保出来ない傾向が確認された。

このことから、付着強度 $1.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以上が確保出来ない区間については、パネル工法を採用することとし、FRPM板は、その特性から表面が滑り易いことから管

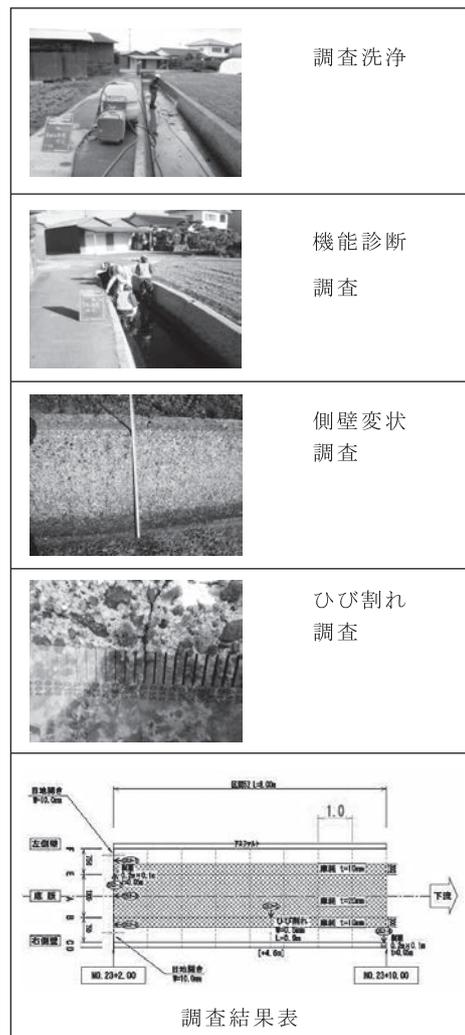
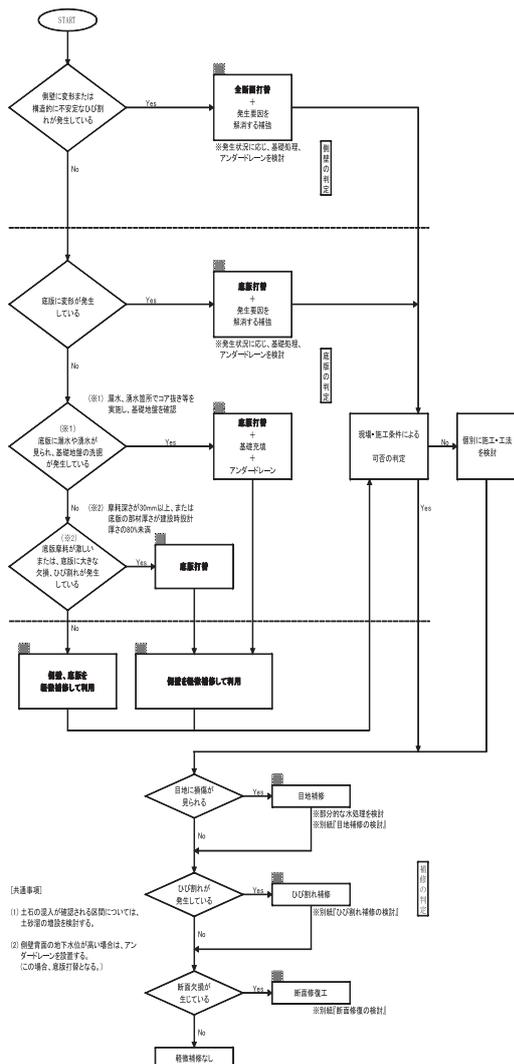
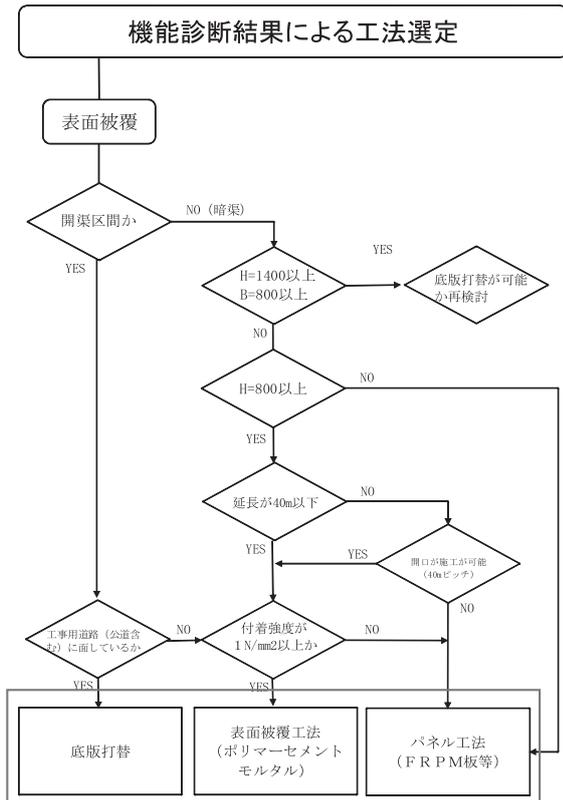
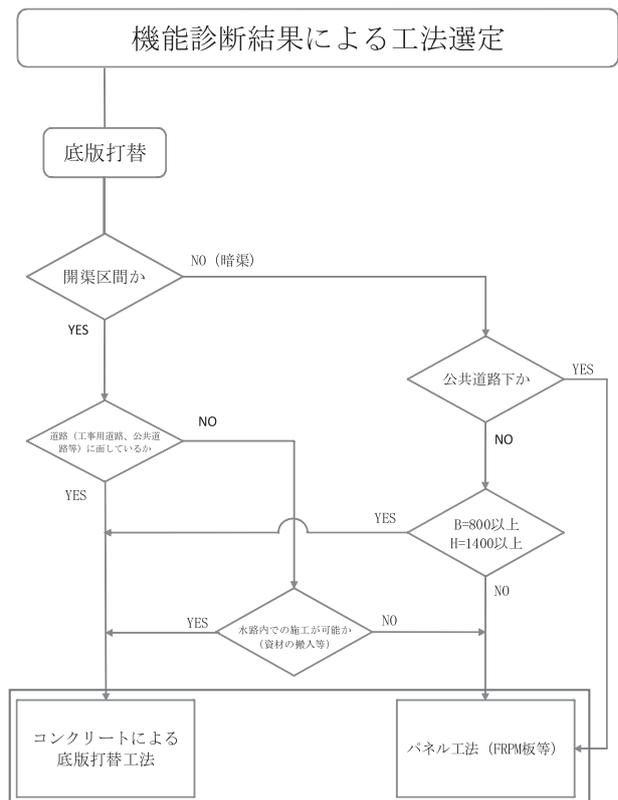


図-3 変状による改修方法選定フロー図と調査状況（開水路）

1) 表面被覆が選定された場合



2) 底版打替が選定された場合



底版打替 (打設)



表面被覆 (塗布)



パネル設置

図-4 機能診断結果による工法選定

表-2 補修工の比較

対策工法	工法の特徴	評価	耐用年数 (年)	直工単価 (円/m ²)
モルタル系被覆 (靱性, CS, AG)	<ul style="list-style-type: none"> 滑らない (滑りにくい) ひび割れに追従しない 透水量は少ない 湿潤面での施工が可能 一般的な左官工事であり、施工・補修は容易 不燃性 コンクリート殻として処分可能 	○ × △ ○ ○ ○ ○	30~40	8,600~13,400
樹脂系塗膜 (OM, SQS)	<ul style="list-style-type: none"> 滑る (滑りやすい) 浮きや剥がれ発生する 透水量はゼロに近い ドライワーク施工が必要 特殊吹付機を使用するため、専門的な技術が必要 (補修が容易でない) 耐火性なしまたは難燃性 有機系の廃材が発生 	△ × ○ △ △ × △	30~40	11,000~13,300

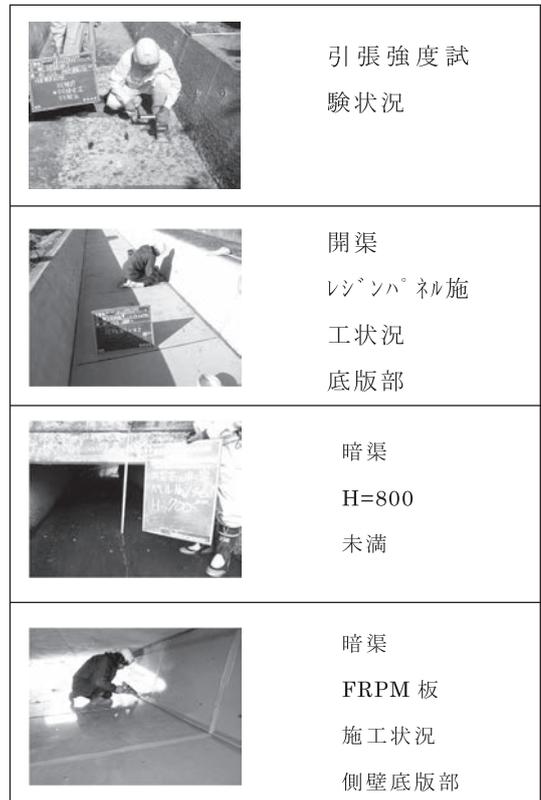
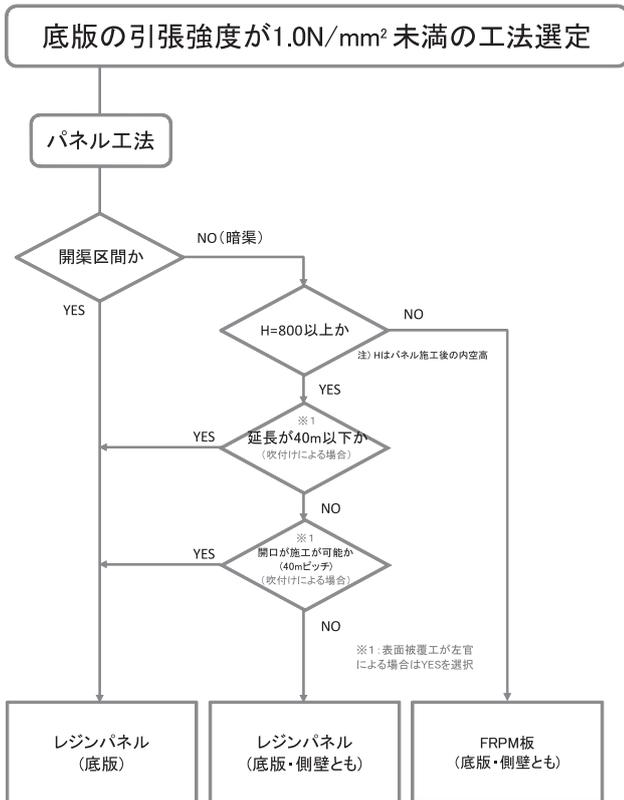


図-5 底版の工法選定フロー

理作業の有無によりレジンコンクリートパネル（管理有り：開渠，内空高 800mm 以上の暗渠），FRPM 板（管理無し：内空高 800mm 未満の暗渠）を選定することとした（図-5）。

4. まとめ

本地区では，事業計画策定（地区調査：平成 11 年 4 月～平成 15 年 3 月，全体実施設計：平成 15 年 4

月～平成 20 年 3 月）に要した期間が長く，事業計画策定時と工事実施時の施設改修に対する考え方が変化（全面改修からストックマネジメント手法の普及，ライフサイクルコスト低減）したことを踏まえて，工事実施時にあたっては，洗浄を行っての機能診断調査，水路改修工法の見直し（全面改修から軽微補修）を行い地域用水機能増進施設と伴に整備を実施した（写真-3）。

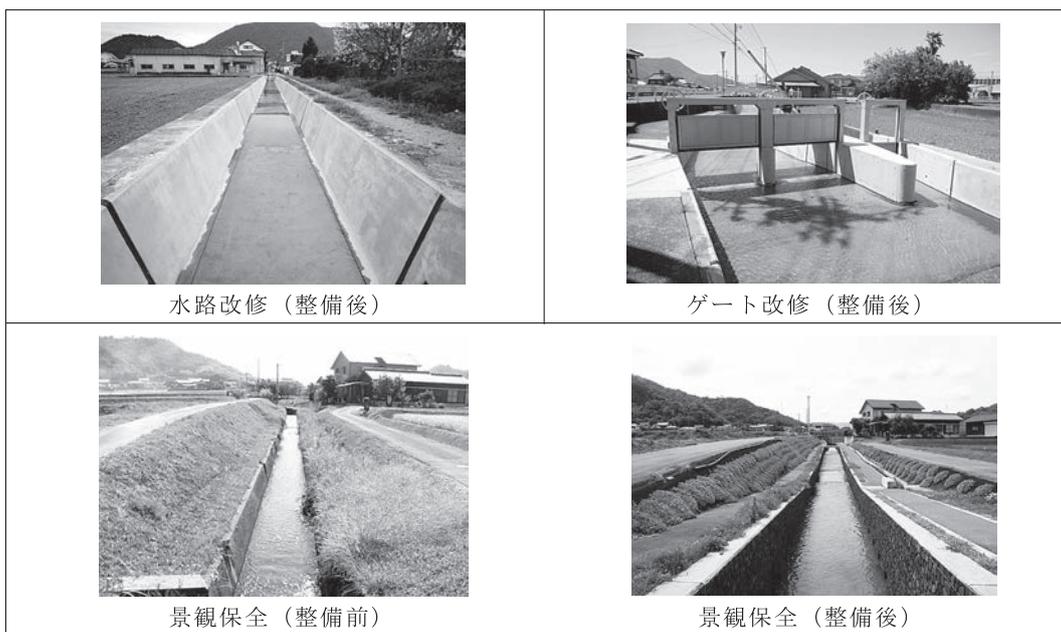


写真-3 工事実施後の状況

表-3 事業計画及び実績

※ () は当初事業計画を示す。

改修 17路線 61.3 (57.9) km				新設 1路線
底版打替	軽微補修	無対策	全面改修	
(8.8)	(36.5)	(-)	(12.6)	(3.4)
19.3 km	30.9 km	4.2 km	6.9 km	0.0 km

この結果、当初計画の整備対象路線17路線全てを整備した上で、当初計画150億円であった総事業費は、現時点では約37億円減の約113億円にコスト低減が図られることが見込まれ、平成28年度末に事業完了の予定となっている。

本年8月に閣議決定された新たな「土地改良長期計画」に基づき、農業水利施設の長寿命化とライフサイクルコストの低減を図るために、全国各地で機能保全対策が行われているが、本稿が他地区での農業水利施設の改修工法選定に参考となれば幸いである。

大和 2 号排水樋門干潟排水対策について

江 藤 和 弘*
(Kazuhiro ETOU)

目 次

1. はじめに	46	4. 自動ゲートの設計計画	48
2. 干潟排水対策施設の概要	46	5. 効果の検証について	49
3. タイドプールの設計計画	47	6. おわりに	50

1. はじめに

有明海は九州北西部に位置し、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県の4県に囲まれた面積約1,700km²の内海である。有明海は、干満差が大きく特に湾奥部においては大潮時に約6mにも及び、干潮時には沖合5～7kmまで広大な干潟が現れる。この湾奥部には、筑後川、矢部川、嘉瀬川、六角川など多数の河川があり、河川上流から有明海に土砂が流れ込み、有明海特有の潮汐・潮流作用によって干潟が形成され、この干潟を利用して、昔から干拓が繰り返されてきた地域である。

有明海東部地区は、有明海の福岡県に位置し、南より三池工区、大和工区、昭代工区を事業対象とし、堤防などの海岸保全施設の防災機能の強化を図るため、補強・改修を行っている。

2. 干潟排水対策施設の概要

大和2号排水樋門は、大和工区の矢部川下流部に位置し、平成19年より改修工事に着手、平成22年12月より供用を開始し、良好に管理がなされていた。その後、干潟の発達に伴う潟土堆積により、樋門前面のミオ筋が閉塞し、ゲート設備の開閉に支障を来す状態となっていた(写真-3、写真-4)。

このため、浚渫工事等行い対応していたが、恒久対策の必要性から、ポンプ浚渫による対策や導流堤等による対策との比較検討を行い、佐賀県七浦地区で所要の効果を発揮している干潟排水対策施設(人工タイドプールによるフラッシュ工法)と同様な対策施設を設置することとして、平成25年4月に工事着手、平成26年9月に工事完了、同年10月に供用を開始したところである。

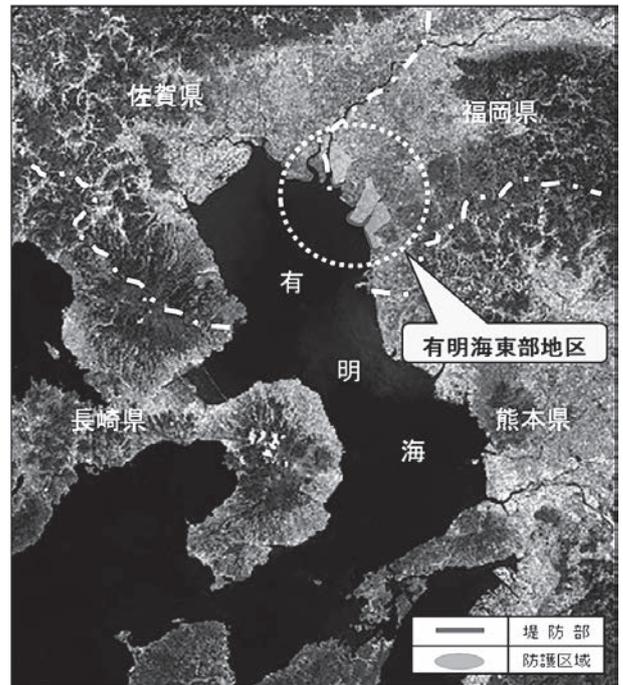


写真-1 有明海東部地区位置



写真-2 大和2号排水樋門位置

*九州農政局有明海岸保全事業所
有明海東部支所 (Tel. 0944-22-3961)



写真-3 平成22年末 樋門ミオの閉塞状況



写真-4 平成22年末 樋門ミオの閉塞状況

今回は、タイドプール及び主要施設的设计概要・最近の状況について紹介する。

3. タイドプールの設計計画

1) 基本事項の整理

タイドプール締切工設置の基本方針は、

- ①堤防に悪影響を及ぼさない。
- ②漁業者に悪影響を及ぼさない。
- ③樋門吐き口に近いミオにフラッシュ水を流出させる。
- ④有明粘土地盤上に築造するため止水性、耐久性、施工性を考慮した計画とする。
- ⑤長期間の使用に耐えられるものとする。

2) タイドプールの締切方法

タイドプールの締切は、台風等の波浪に耐えうる構造とし、貯留されたフラッシュ水が漏水しないよう止水性が必要であり、締切方法は七浦地区で選定設置されている、一重締切鋼矢板とし、矢板全体をコンクリートによりコーピングすることとして計画された。

3) タイドプールの位置及び底高

タイドプールは、海岸保全区域内で、吐出口は樋門吐口に近い位置に設置する計画とした。底高は、堆積が進まない周辺部の現況地盤高相当である TP (-) 0.5m とした。

4) タイドプール規模の検討

タイドプール規模の検討に当たり、大和2号樋門前面の堆積濁土の掃流に関する資料がないため、土質調査を行い、ほぼ似た土性を示す黒崎漁港部の資料により検討を行った。限界掃流速度試験の結果から大和2号排水樋門前面の堆積濁土の含水比が200%程度であることから、これを掃流するためには、0.81m/s程度の流速を発生させる必要がある。また、フラッシング可能日数及び不可能日数を算定するため三池港の天文潮を計算し、天端高さ毎に算定した。(決定高さである TP (+) 1.5m では、可能日数 281 日となる)

さらに、フラッシング不可能な連続時間の最大は、決定高さである TP (+) 1.5m では、7.2 日、日堆積量 5 cm とし、総堆積量が 36cm となった。

本地区のフラッシング施設には、上記の堆積量を全て掃流出来るような施設規模が要求されることになる。

また、設定するタイドプールの高さによって掃流すべき量が異なることから、規模検討に当たっては、タイドプールの高さと大きさ(面積)を組み合わせた検討を行う必要がある。

タイドプール規模の適切な設定を行うためには、タイドプールから樋門ミオ部の流動状況(水位、流速)を時系列的に再現・評価する必要がある。このため一連の区間の不定流解析を実施することとした。

解析フローは図-1のとおり。

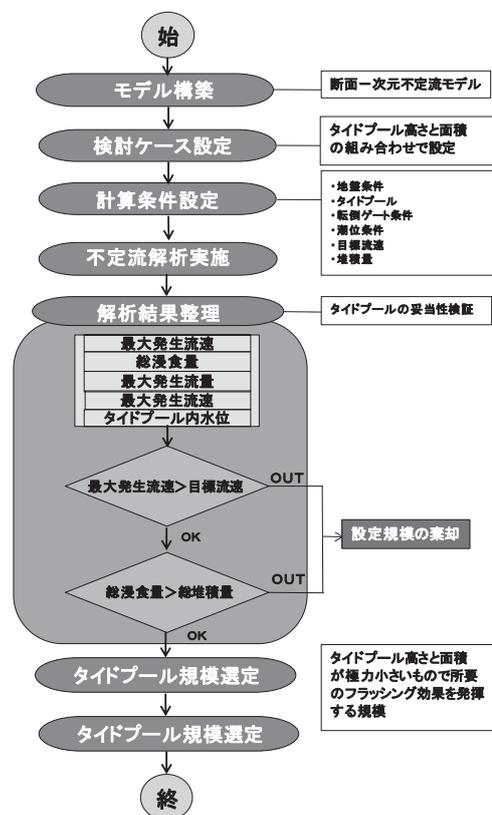


図-1 解析フロー

5) 規模の決定

タイドプール規模の決定に当たっては、経済性の観点より、高さと同面積が極力小さいもので所要のフラッシング効果を発揮する規模を選定する必要がある。

解析結果より、各タイドプールの高さで要求される面積は、以下のとおりとなった。

- ①天端高 TP (+) 1.0m
目標流速を超えないため適用不可
- ②天端高 TP (+) 1.1m
目標流速を超えないため適用不可
- ③天端高 TP (+) 1.2m
必要面積 $A=900\text{m}^2$
- ④天端高 TP (+) 1.3m
必要面積 $A=900\text{m}^2$
- ⑤天端高 TP (+) 1.4m
必要面積 $A=900\text{m}^2$
- ⑥天端高 TP (+) 1.5m
必要面積 $A=800\text{m}^2$

経済性の観点より、天端高 TP (+) 1.5m の場合：必

要面積 $A=800\text{m}^2$ が選定される。

なお、平成 25 年度には、前年度の九州農政局直轄海岸保全施設検討委員会において、原位置の土質データを基に数値（水理）解析によるタイドプール施設の妥当性を確認すべきとの指摘を受けて、調査・限界掃流速度試験等を実施し、調査結果に基づき移流拡散方程式により計算を行った結果、当初計画規模で問題ないことを確認した（図-2）。

4. 自動ゲートの設計計画

1) 基本的な作動条件

- ①上げ潮時、潮位の上昇に伴いゲートが自動的に閉扉し、海水の上水をタイドプールに流入させる。
- ②下げ潮時、潮位は下降しても、プール内のフラッシュ水を一定時間保持させるために、ゲートは閉扉状態を維持する。
- ③潮位が設定した水位まで下降した時に、これを検知し、ゲートを自動的に開扉させ、フラッシュ水を導水路に放流する。

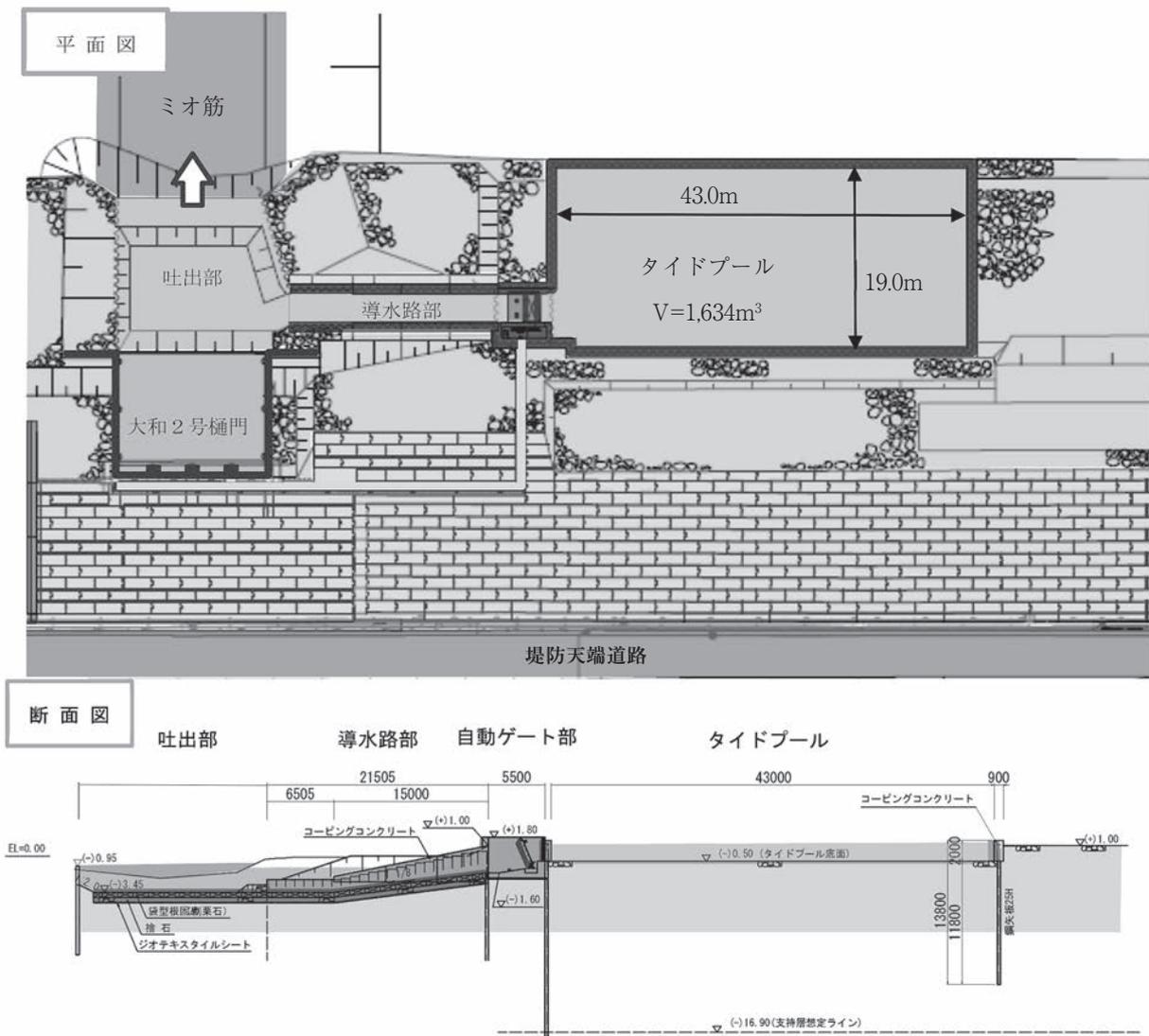


図-2 タイドプール計画図

検討結果より七浦地区で用いられている自動ゲート（浮体式転倒ゲート）とした（図-3）。

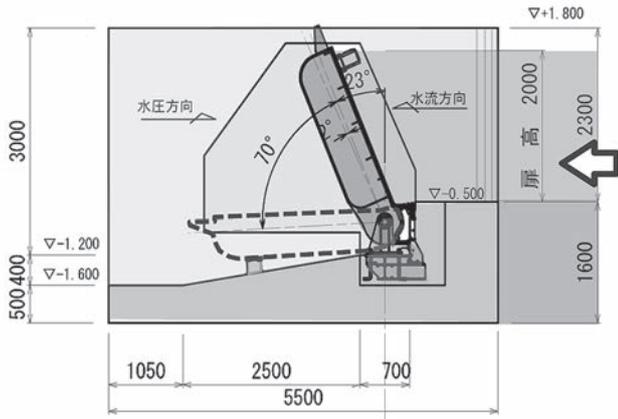


図-3 自動ゲート側面図

5. 効果の検証について

平成 26 年 9 月に恒久的な干潟排水対策施設として建設されたタイドプールの効果検証を，平成 26 年 11 月より継続的に行っている。調査内容は，①深浅測量によるミオ形状の確認，②タイドプール内の堆積状況確認，③周辺環境調査として水位観測，海水の濁度調査，プランクトン調査を行っている。

ミオ形状の確認は，過去 9 回実施しており，台風等の影響により一時的に堆積が見られたものの，写真-5 及び図-4 のとおり全体的に樋門ミオは維持できている。

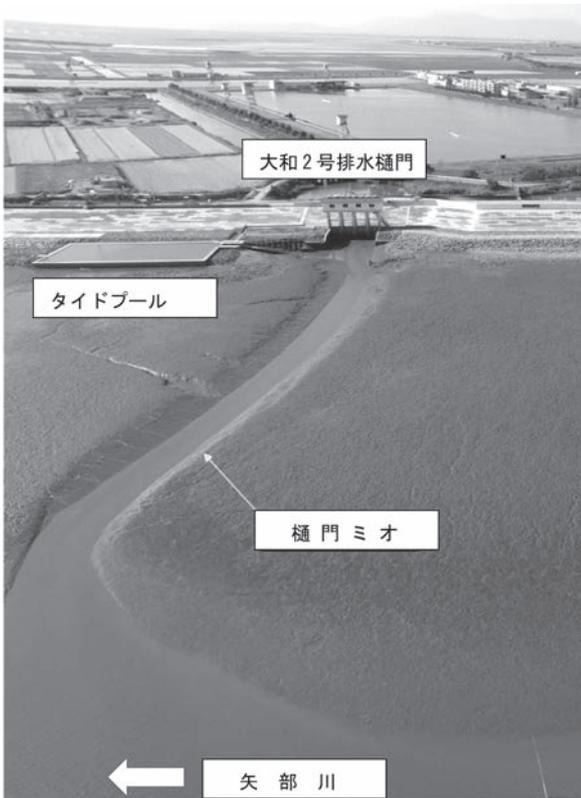


写真-5 大和2号排水樋門 (H27.10.13)

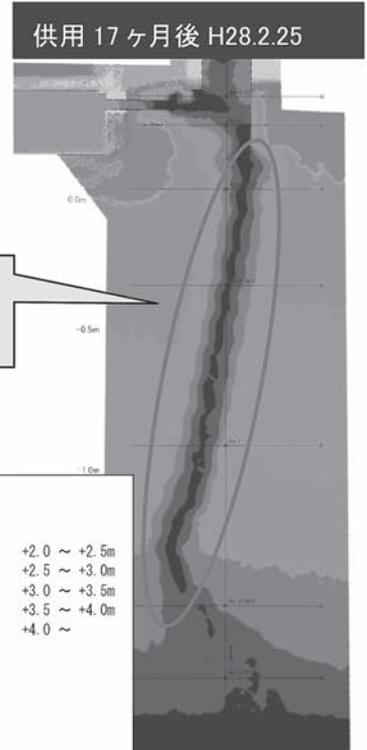
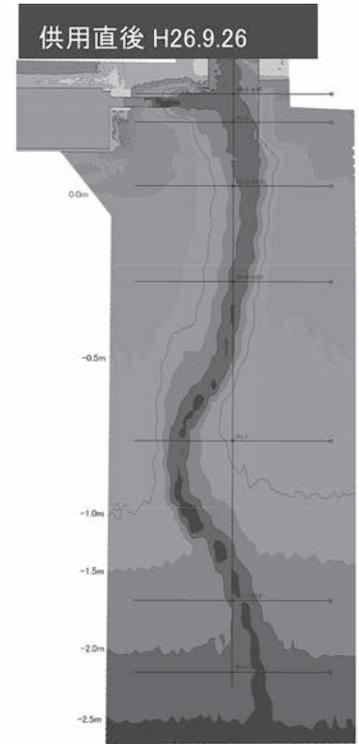


図-4 樋門ミオ標高図

また、タイドプール内の堆積については、図-5のとおり堤防側で最大30～40cm程度で、平均厚では15cm程度となっているが、フラッシュ効果に影響は出ていない。

今後も、ミオ形状の調査も含め適宜調査を行っていく予定である。

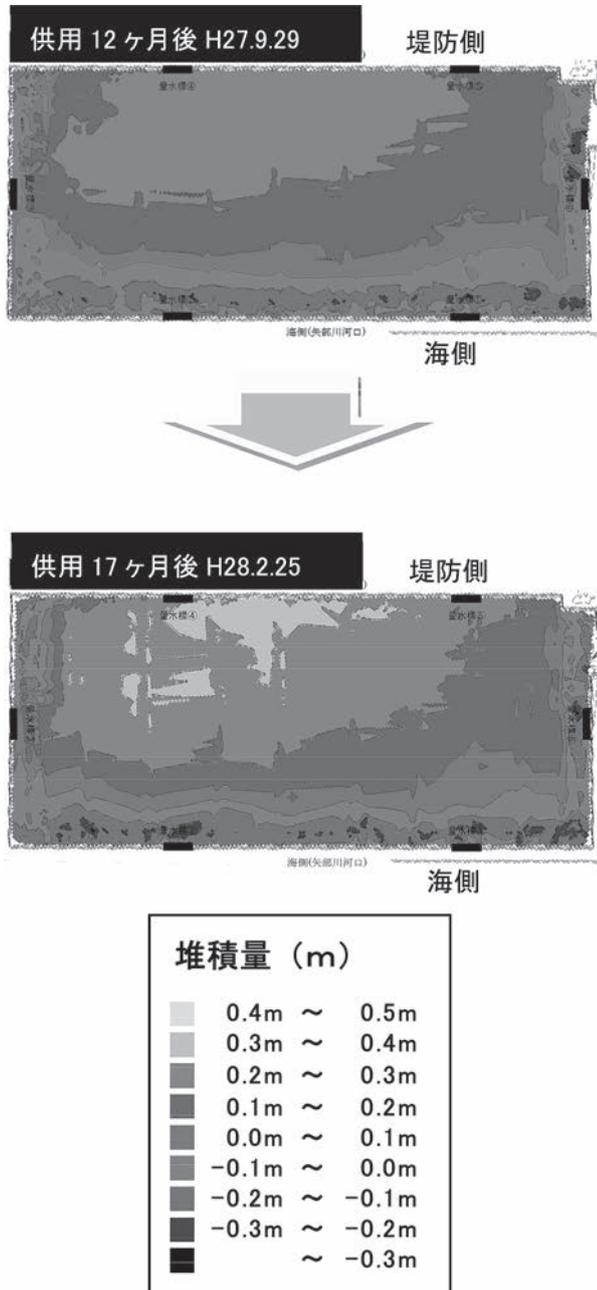


図-5 タイドプール堆積状況

6. おわりに

有明海東部地区については、平成5年度事業に着手し、平成27年度までに約86%の進捗となっている。排水樋門については、平成27年10月に大牟田排水樋門が完成し、大和排水樋門も合わせ計画にある4箇所全ての排水樋門が完成した。

その間、九州北部豪雨災害等で大きな洪水を経験し、問題なく供用していることは意義深いことである。

排水樋門は、堤防と併せ受益地における最末端の大変重要な施設であり、排水機能を十分発揮させる必要がある。今後とも、施設機能を監視し、対応していく必要がある。

最後に、タイドプールの検討に当たり九州農政局直轄海岸保全施設検討委員会等で多大なるご尽力を頂いた関係者の皆様に深くお礼を申し上げます。

御嶽山噴火に伴う対応及び水質に関する影響

河野 俊介* (Syunsuke KAWANO) 坂野 和弘* (Kazuhiro SAKANO) 石黒 勇次郎* (Yuujiro ISHIGURO) 小野島 広大* (Koudai ONOSHIMA)

目 次

1. はじめに	51	5. 水質影響の軽減対策	54
2. 関係機関との情報共有・合意形成	52	6. 今後の課題	55
3. 水質調査	52	7. あとがき	56
4. 水質予測モデルの改良	53		

1. はじめに

(1)御嶽山の噴火

御嶽山では、有史以来2度目となる大噴火が平成26年9月27日に発生した。

愛知用水の水瓶である牧尾ダムは御嶽山より南東約10km地点に位置し、主となる流入河川は王滝川である(図-1)。この王滝川の支流として伝上川、濁川があり、源流が御嶽山腹にあるため、発生した火山噴出物が河川内に降り積もり、これらの河川を通して牧尾ダム貯水池へ流れ込み、土砂堆積や、水質等に大きな影響を与えている。



図-1 牧尾ダム位置図及び流域図

(2)牧尾ダムの水運用

牧尾ダムの水運用は、12月1日から翌年3月31日を目途に発電利用により貯留水を全量使用し、4月1日から貯留を開始し、5月以降は灌漑用水として使用するという特殊な運用となっている(図-2)。

下流への利水補給は、通常運用ではダム貯水池底部(EL.826m)に設置された関西電力発電放流設備を

用いて行っている。発電放流設備が使用出来ない場合は、牧尾ダムのEL.827mに設置された利水放流設備から放流を行うこととなっており、いずれの設備を使用しても、常時、底層放流となることに特徴がある。このため、水運用として貯水位が低下する冬期から春期にかけて、底層に堆積している火山噴出物が再懸濁化して、放流水質に悪影響を与えることが懸念された。

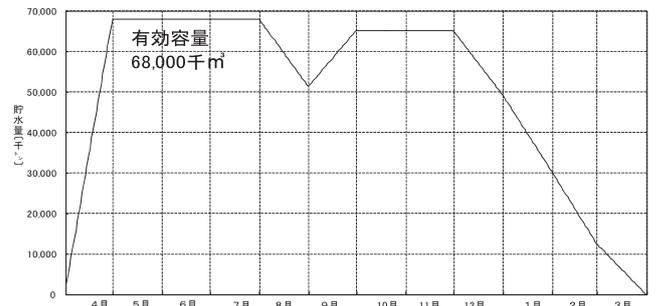


図-2 牧尾ダム貯水運用曲線

(3)水資源機構としての対応

このような事態に対し、利水補給に影響を出さないために以下の対応を適時的確に行った。

a) 関係機関との情報共有・合意形成

各関係機関による水質監視体制の構築及び合意形成の場の設立

b) 貯水池内の状況把握

水質監視体制の構築、水質調査、貯水位低下時の水質予測及び堆積状況調査

c) ダム放流による下流への影響軽減

汚濁防止設備の設置及び試験放流の実施

d) 緊急対策工事

火山噴出物の貯水池内への流入軽減

また、上記対応に伴い、水運用に関係して時系列順に4つの想定される課題に対し、機構が所有している水質予測モデル(JWAモデル)の改良を行った上で以

* (独)水資源機構愛知用水総合管理所 牧尾管理所
(Tel. 0264-46-2033)

下の検討を行うことで、対策実施や運用に貢献した。
本稿では、これらの対応策について報告する。

表－1 牧尾ダムの濁水に係る課題とその対応の概要

時期	内 容
10～12月	① 循環期における貯水池の濁りの長期化 【課題】貯水池底層の濁水の巻き上がりが懸念 【観測】出水時観測，現地鉛直観測 【実験】循環流動による巻き上げ影響実験 【予測】循環期の濁りを予測（拡散等モデル改良）
12月中旬	② 水位低下時における底部利水放流管の放流 【課題】汚濁防止フェンスの設置効果，試験放流時予測 【対応】汚濁防止フェンス：10mの設置 【観測】現地高濁度水標高の把握，鉛直観測継続 【実験】火山灰濁質流出実験，凝集沈殿剤試験 【予測】汚濁防止フェンス効果，試験放流時予測
1月～3月 4月～5月	③ 水位低下時の貯水池の濁り 【課題】どこまで水位を下げられるか 【観測】出水時観測，現地観測実施 【予測】水位低下毎の貯水池濁水予測（4ケース）
5月～ 8月頃	④ 夏期出水時における放流濁水の長期化 【課題】放流濁水の継続時間と水位との関係 【観測】出水時観測，現地観測実施 【予測】放流濁度のピークと継続時間と水位との関係



写真－1 流入地点の火山噴出物堆積状況



写真－2 ダムサイトから上流6.4km地点の噴出物堆積状況

2. 関係機関との情報共有・合意形成

御嶽山の噴火を受け、10月28日に各関係機関が連携・協力し、水質監視体制や牧尾ダム貯水池の水質保全対策、下流河川への影響緩和策等を検討するため、国土交通省中部地方整備局、農林水産省東海農政局、経済産業省中部経済産業局、長野県、愛知県、岐阜県、三重県、名古屋市、関西電力、水資源機構中部支社をメンバーとする「御嶽山噴火に伴う木曾川上流域水質保全対策検討会」（以下「検討会」という）が設置された。この検討会により、御嶽山噴火に伴う牧尾ダム及び下流河川への影響を把握するための水質監視体制の確認、影響を緩和するための対策、牧尾ダムの試験放流計画等、今後のダム運用を含めた議論がなされるなど、関係者間の合意形成の場となった。

3. 水質調査

(1)水質監視体制の構築

火山噴火以降、牧尾ダム貯水池では噴出物が大量に流入・堆積している状況が確認されている（写真－1，2）。

このような状況下において、貯水池水質及び放流水質へ与える影響を把握するため、噴火の翌日より流入地点、貯水池地点、放流地点において（図－3）、pHと濁度を中心に観測を開始し、関係機関への情報提供及びホームページでの公表を行うこととした。



図－3 水質観測箇所位置図

(2)水質観測結果

a) 濁度と粒度分布

流入河川の濁度は、通常、出水時に高くなり流量が減少すると濁度も低下するが、牧尾ダムでは、噴火直後の2014年9月末から約2か月間にわたって、流入量の大小にかかわらず、数千度の高濁度水となっていた（図－4）。12月以降になると、出水時の濁度は例年に比べるとやや高い値を示すものの、平水時には数度～数十度まで低下した。

貯水池の濁度は、通常、数千度の濁水が長時間流入すると貯水池内全層が高濁度化するが、図－5に示すようにEL.827m～829mの貯水池底層付近のみで500度以上となっており、それよりも高位標高部は低い値となっていた。

また、通常、出水時に流入した高濁度の濁質は様々な粒度分布で構成されているため、上流に粗い粒子、ダムサイト付近に細かい粒子が堆積するが、牧尾ダム

では流入地点と貯水池底層の濁質粒度分布を比較すると、概ね同じ分布形状となっており分級が見られない（図-6、7）。

これらの理由は、濁水塊が1つの高密度な塊となり密度流として流入したため、貯水池内で拡散する濁質量が少ないことに起因しているものと考えられる。

一方、木曾川本川に位置する兼山地点の濁度は、噴火直後の2014年9月末から約2週間にわたって、流入量の大小にかかわらず、数百度の高濁度水となっていたが、それ以降は例年とほぼ同様の値まで低下した（図-4）。

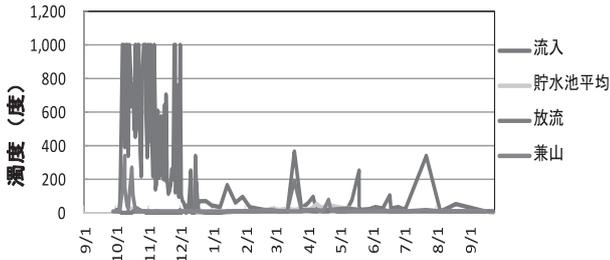


図-4 噴火後における濁度の変化 (2014.9~2015.6)
(濁度1,000以上は測定不可のため1,000度で表示)

b) pH

流入河川のpHは、濁度と同様に噴火直後の2014年9月末から約2か月間にわたって、流入量の大小にかかわらずpH4~6の間で推移していたが、12月以降になると、出水時のpHは例年に比べると低い値を示すものの平水時にはpH6~7まで上昇した（図-8）。

放流水のpHは、噴火直後の2014年9月末から約2か月間にわたってpH5~6となっていたが、12月以降になると、出水時のpHは例年に比べると低い値を示すものの平水時にはpH6~7まで上昇した。

一方、兼山地点のpHは、出水時も含めて例年とほぼ同様の値が継続しており、大きな変化が見られない。

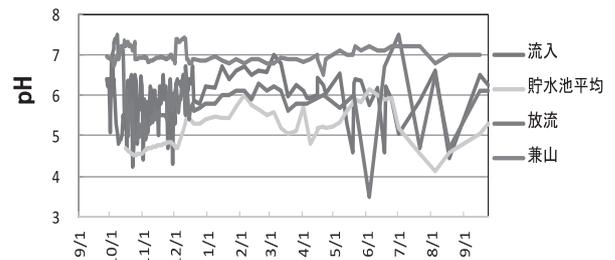


図-8 噴火後における濁度の変化 (2014.9~2015.6)

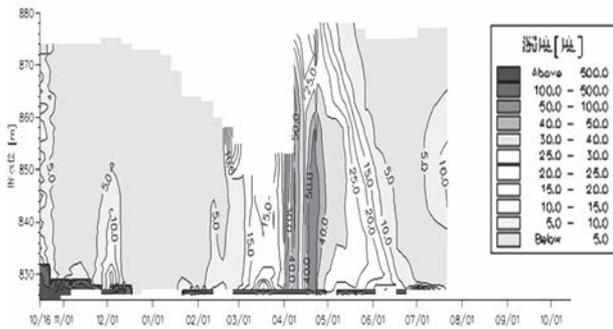


図-5 ダム貯水池の濁度鉛直時系列図 (2014.10~2015.7)

4. 水質予測モデルの改良

(1) 予測モデル改良の必要性

牧尾ダムでは、火山噴出物の流入に伴い底層に高濁度水が滞留していることが判明したため、貯水池の濁りの長期化予測および精度の高い放流濁度の予測が必要となった。

水質調査の結果、高濁度水が流入しているにもかかわらず、貯水池内濁度は数十度に収まっているなど（図-5）、通常の貯水池では見られないような特殊な現象が確認されていたため、水資源機構が所有している貯水池水質予測モデル（JWAモデル）を用いて、牧尾ダム貯水池で生じている濁水の挙動解析を実施した。

(2) 流入負荷量（L-Q式）の修正

流量が100m³/s以下の場合には表層の濁りへの影響が少ないこと、及び、洪水後には速やかに低減が見られることから、流入負荷量の修正及び同定を行った（図-9）。

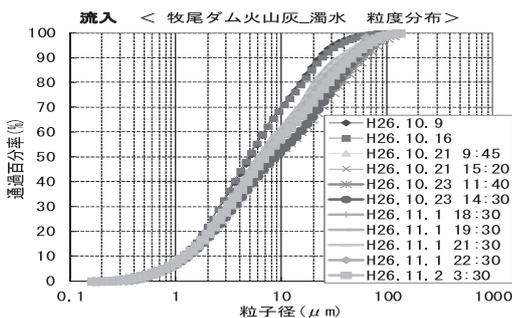


図-6 流入濁質の粒度分布

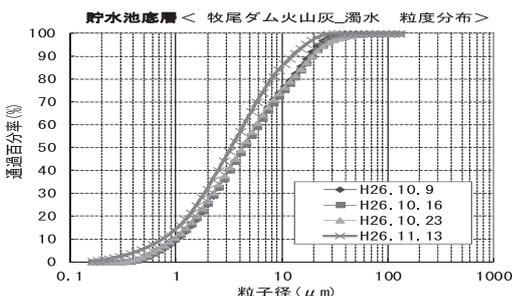


図-7 底層に滞留している濁質の粒度分布

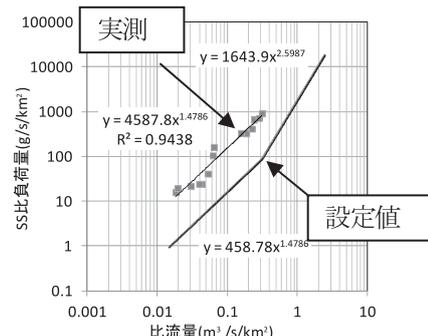


図-9 予測に用いた修正L-Q式と実測L-Q式との関係

その結果、予測に用いた修正L-Q式は、実測から求めたL-Q式の約1/10のSS比負荷量となった。

(3)再現結果

修正L-Q式を使用した再現結果を、図-10に示す。修正L-Q式を使用した場合は、平常時や出水時の貯水池の濁り状況、及び、水位低下時の濁度上昇とその後の低減状況が再現されている。

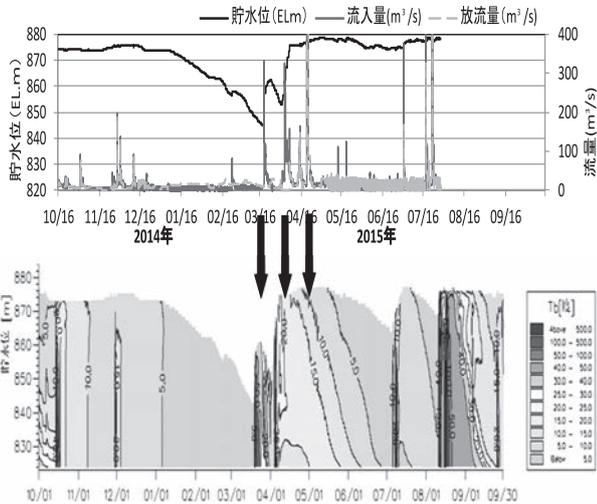


図-10 修正L-Q式を使用した濁度鉛直時系列図 (2014.10~2015.9)

5. 水質影響の軽減対策

(1)ダム放流による下流への影響軽減

前述したように牧尾ダムから下流への利水補給は、通常運用ではダム貯水池底層部(EL.826m)に設置された関西電力発電放流設備を用いて行っているが、2014年度下半期にかけて発電放流設備が改修中であったため、2015年3月までの放流はEL.827mに設置されている利水放流設備(最大流量30m³/s)を使用した。

この取水深は、牧尾ダム貯水池の最深部付近に堆積している火山灰土とほぼ同じ標高であるため、取水による流速で利水放流設備から下流へ流下することが懸念された。このような影響を軽減するため、利水放流設備の上流側に沈下式の汚濁防止フェンスを設置した(図-11・写真-3)。



写真-3 沈下式汚濁防止フェンス

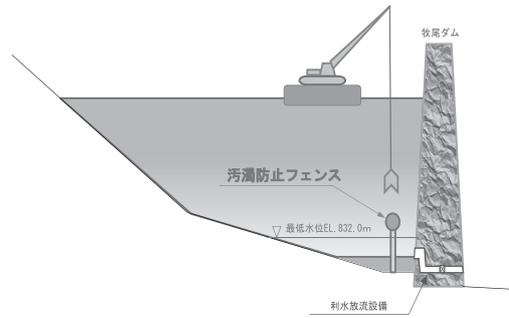


図-11 沈下式汚濁防止フェンス概念図

(2)汚濁防止フェンスの効果

利水放流設備から放流される濁度の予測は、高濁度水の現地状況を踏まえて、高濁度層と低濁度層が2層に分類している状況を初期値とし、流動層厚を考慮して放流濁度を算出した。その結果、汚濁防止フェンスを設置すると、放流初期は一時的に放流濁度が高くなるものの、1~2時間程度で速やかに低減するという結果が得られたことから(図-12)、「検討会」での了承を得て試験放流を実施した。

試験放流は、下流河川への影響を確認しながら、利水放流設備からの放流を4m³/sから15m³/sまで徐々に増加させた。なお、利水放流設備からの放流は、放流初期に高濁度になることが予測されていることから、余水吐ゲートから貯水池表層の水を希釈水として放流することとした。結果は、図-12に示すように、放流初期は直下流地点で最大900度となったが、時間とともに急速に低下傾向を示しており、予測結果とほぼ同様となっていた。

また、汚濁防止フェンスの効果を検定するため汚濁防止フェンスなしのケースで予測計算を実施した結果、約1,200度の放流濁度が長時間継続すると算出されたことから、沈水式の汚濁防止フェンスは所定の効果を発揮したものと考えている。

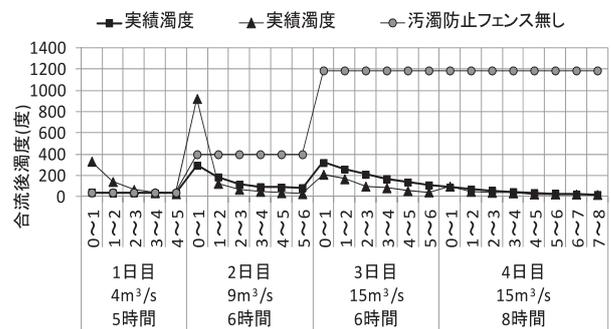


図-12 試験放流時の放流濁度(予測・実測)

(3)貯砂ダム堆積土砂撤去工事

噴火により降灰した火山噴出物は、出水の度に牧尾ダム貯水池へ流入した(写真-1)。2014年10月に火山噴出物の堆積状況を調査した結果、牧尾ダム有効貯水域内及び死水域内に、それぞれ約24万m³、約43万m³

の計算結果となった。このような火山噴出物の流入は、今後も大規模な出水が発生する度に発生し、特に冬期から春期の水位低下時には貯水池全体が濁水化して下流への放流に悪影響を及ぼすことが懸念されたため、貯水池への流入を軽減することを目的として、2014年10月から2015年3月にかけて約15,000m³の堆積土砂撤去工事を行った（写真-4）。

また、関西電力では、貯水池底層に堆積した土砂が発電放流設備から流出することを防ぐ目的で、EL.827m～829mに角落しゲートを設置した。



写真-4 火山噴出物撤去状況（平成27年2月4日）

(4)水位低下時の水質予測

1月から3月にかけての水位低下時において、出水により高濁度の水が流入すると貯水池が高濁化することが予測されるため、JWAモデルによる予測計算を実施した。予測計算にあたっては、火山灰による流入濁水は大部分が密度流として進入するため、流入負荷量（L-Q式）を図-9に示すように設定した。

予測計算は、3月末までに貯水池運用でどこまで水位を下げられるのかを検討するため、低下水位を3ケース（EL.846m, EL.855m, EL.863m）設定し放流SSの比較計算を行った。その結果、洪水を迎えた時の貯水位が低いほど放流SSのピークは高くなるが、その後の低減は早くなり、貯水位が高いほど放流SSのピークは低くなるがその後の低減は遅くなると予測された（図-13）。しかし、試験放流の結果から、放流水が下流河川に及ぼす影響はいずれのケースにおいても大きくないと判断されることから、「検討会」での了承を得て、発電取水で低下する貯水位に対しては特段の制限を設定しないこととした。

また、貯水位が最低となる2015年3月末前後の濁度鉛直分布の予測結果は、図-10に示すように、貯水池内の濁度は、4月初旬の洪水による影響で全層が数百度まで上昇するが、その後数日で50度まで低下しており、実測の濁度鉛直分布（図-5）とほぼ同様の結果となっている。

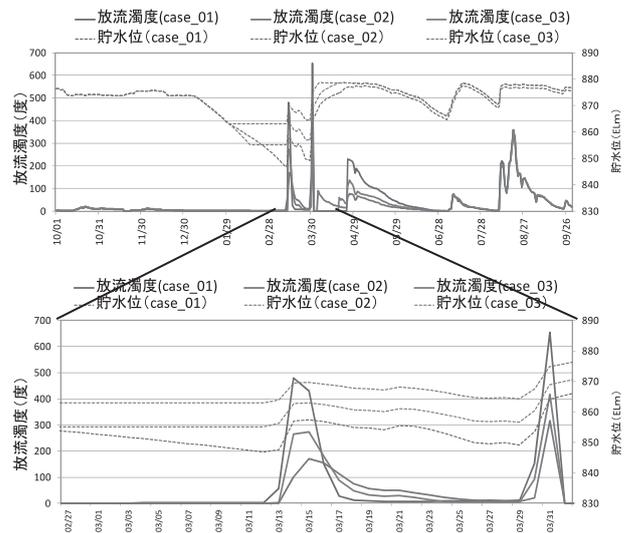


図-13 水位低下時の放流濁度予測結果

6. 今後の課題

噴火後1年半を経過した現在において、流入水の濁度は出水時にはやや高くなるものの平時は安定しているため、今後も大きな影響を及ぼす可能性は小さいものと考えられる。しかし、流入水のpHは、出水時にはpH4程度まで低下する場合があります、貯水池内、特に底層部のpHが低下して、出水時および出水後の放流水がpH4～5程度になる場合がある。

このような場合、ダム下流、特に水道取水地点での影響を軽減する観点から、上層からのゲート放流と下層からの放流を併用した放流や、他ダムからの希釈放流の検討も行っている。

このような低pHの放流は、1979年噴火時において5年程度継続していることから（図-14）、今後も長期にわたって継続すると予測されるため、長期的な視点でモニタリングを実施する必要がある。

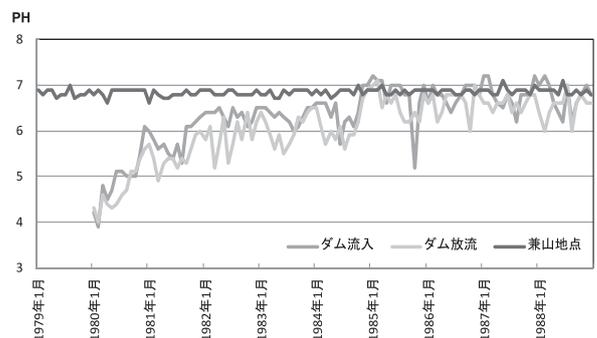


図-14 昭和54年噴火時のpH観測結果

また平成28年3月には、ダムの水位低下に伴い、貯水池内底部に堆積した堆積物が流水に浸食されてダム堤体近くに流れ込む状況も確認されており（写真-5）、貯水池内の濁度上昇、pH低下につながるとともに、取水工付近の高濁度層が上昇した。今後もダム

運用による貯水位低下の度に、堆積物の浸食によって水質が悪化する傾向が数年間継続するおそれがある。こうした堆積物の抜本的な除去対策も今後の大きな課題となっている。



写真-5 貯水池堆積物浸食状況 (平成28年3月)

7. あとがき

今回の噴火後における初期対応、貯水池への影響把握が適切に行われたため、各関係機関との連絡・調整も滞りなく行うことが出来た。また、火山灰による濁水の予測についても、現地観測結果を反映した予測を行ったことで精度の高い予測が可能となり、現地における各課題への対応の検討及び実施に適時反映できた。

噴火は自然災害であり、上流に位置する機構や他機関のダムだけでなく、その下流の河川環境や河川水を利用する利水者を含めて木曾川全体に亘って影響を及ぼすこととなる。また過去の事例を参考にすると、噴火の影響は今後5年から10年の間発生する可能性があるとして予測され、長期的な対応が必要と考えられる。このため、噴火に伴って必要となるさまざまな対応については、ダム施設の管理者のみならず、河川管理者や平常時において木曾川によって利益を受けている関係者で公平に分担して対応していくシステムを構築していく必要がある。

今回の御嶽山の噴火対応は、近年多発する自然災害における初期対応として貴重な経験となった。また、噴火により得られた各種データは、火山噴出物がダム湖へ流入するという特異な状況であるが、全国的にも貴重なデータが蓄積されていると考えられる。今後も継続して観測と分析を行っていく所存である。

【参考文献】

- 1) 東京大学地震研究所 気象庁130回火山予知連絡会
- 2) 防災科学研究所 気象庁130回火山予知連絡会
- 3) 御嶽山降灰合同調査班 気象庁130回火山予知連絡会
- 4) 1979年御嶽山噴火による災害 科学技術庁
- 5) 産業技術総合研究所 気象庁130回火山予知連絡会

新たな土地改良長期計画について

細川直樹* (Naoki HOSOKAWA) 廣川正英* (Masahide HIROKAWA) 田村敏明* (Toshiaki TAMURA)
 萬年浩二* (Koji MANNEN) 蒲地紀幸* (Noriyuki KAMACHI)

目 次

1. はじめに	57	3. 農村振興プロセス事例集の概要	60
2. 新たな土地改良長期計画の概要	57	4. おわりに	60

1. はじめに

土地改良長期計画は、土地改良法（昭和24年法律第195号）の規定に基づき、土地改良事業の計画的な実施に資するため、事業実施の目標及び事業量について、5年を一期として定めるものである。

新たな土地改良長期計画は、前計画の策定以降に、食料・農業・農村基本計画（平成27年3月閣議決定）、国土強靱化基本計画（平成26年6月閣議決定）、まち・ひと・しごと創生総合戦略（平成26年12月閣議決定）といった政府の上位計画が策定されたことから、これらに即して事業を計画的・効果的に実施するため、1年前倒し、計画期間を平成28年度から平成32年度までとして策定したものである。

併せて、多様な地域特性を活かした地域の様々な取組の参考となるよう、地域の取組や発展のプロセスに着目した「農村振興プロセス事例集」を作成したところである。

2. 新たな土地改良長期計画の概要

(1)基本理念と3つの政策課題

広く国民に恩恵をもたらしてきた農村を将来にわたり継承するとともに、新たな価値を生み出す豊かな基盤として磨き上げ、多面的機能の維持・拡大や国民経済の発展に貢献することが土地改良事業の使命であり、果たすべき役割である。また、人口減少、高齢化等に伴い集落機能の低下が懸念される中、事業の合意形成から整備・共同管理に至る一連の流れが人々のつ



* 農林水産省農村振興局整備部設計課
 (Tel. 03-6744-2201)

ながりを強めるという土地改良の特徴を活かして、農村協働力を深化させていくことが重要である。さらに、地理的・地形的条件、気象条件等に応じた我が国の農村の多様性を踏まえ、地域の風土に合った生産活動等を通じて多様な個性を発揮させ、活力と魅力ある地域経済社会を実現する必要がある。

こうした観点から、本計画の基本理念として「社会資本の継承・新たな価値の創出・農村協働力の深化」を掲げ、「個性と活力のある豊かな農業・農村」の実現を目指すこととする。

この実現に向けて、土地改良事業を計画的かつ効果的に実施するため、3つの政策課題と6つの政策目標を定め、その達成に向けて重点的に取り組むべき施策を整理した。政策課題Ⅰ「豊かで競争力ある農業」は産業政策の、政策課題Ⅱ「美しく活力ある農村」は地域政策の、政策課題Ⅲ「強くてしなやかな農業・農村」は両者を下支えする国土強靱化等の観点を踏まえたものである。

(2)政策課題を達成するための目標と具体の施策

政策課題Ⅰ：豊かで競争力ある農業

〈政策目標1〉産地収益力の向上

①農業生産の拡大・多様化による収益の増大 **施策1**

水田農業において、米中心の営農体系から野菜等の高収益作物を中心とした営農体系への転換など、農業者の自立的な経営判断に基づく生産を促すため、水田における畑作物の導入と品質向上・収量増を可能とする排水改良や地下水位制御システムの導入等を推進する。また、畑地や樹園地においては、安全で高品質な野菜・果樹等のブランド化や輸出の拡大等を促進するため、畑地かんがい施設の導入や区画整理、排水改良等を推進する。

(主な成果指標)

- ・基盤整備着手地区における生産額（主食用米を除く。）に占める高収益作物が相当程度の地区の割合 約8割以上

- ・基盤整備完了区域（水田）における作付面積（主食用米を除く。）に占める高収益作物の割合 約3割以上

②6次産業化等による雇用と所得の創出 **施策2**

土地改良事業の実施を通じ、生み出された労働力を加工・販売等に充てるといった産地の取組を展開する。

(主な成果指標)

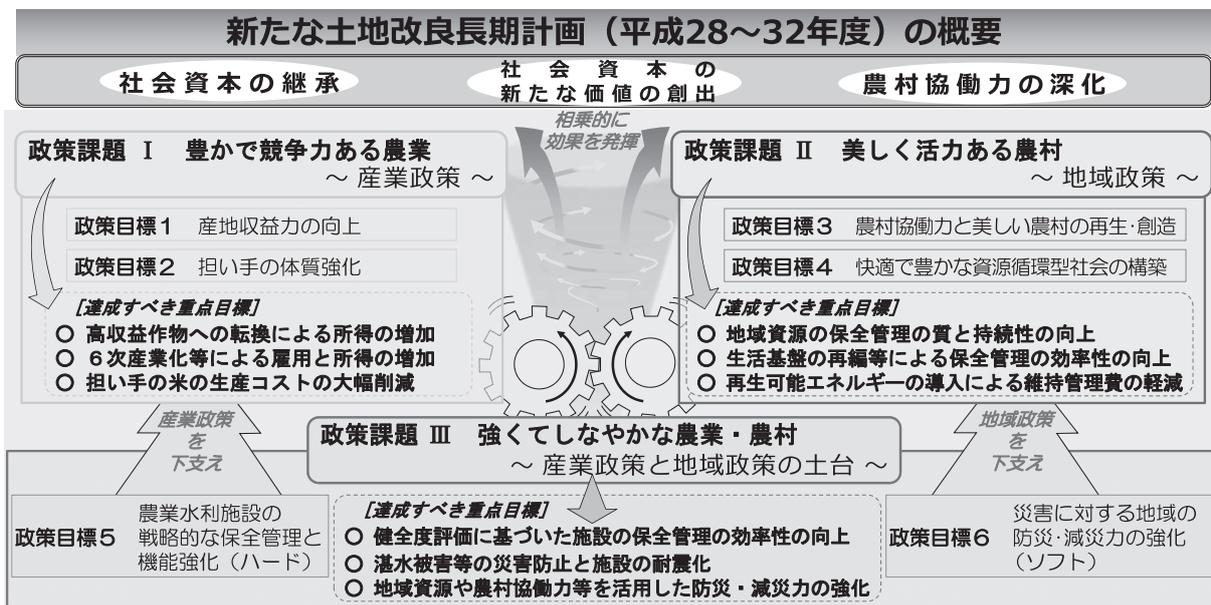
- ・基盤整備完了地区における6次産業化等の取組による雇用と売上の増加率 約2.5倍以上
- 〈政策目標2〉担い手の体質強化

③農地の大区画化等や省力化技術の導入による生産コストの削減 **施策3**

日本再興戦略2016（平成28年6月閣議決定）における担い手の米生産コスト目標（平成35年までに9,600円/60kgまで削減）の達成を実現するため、水田の大区画化等を推進する。その際、高低差の少ない低平地においては、安価に整備が可能な畦畔除去による簡易な大区画整備の取組を推進していく。また、担い手等の農業の負担軽減等を図るため、遠隔監視や操作を可能とするICTの導入や、パイプライン化や給水の自動化等による新たな農業水利システムの構築、GPSによる農業機械の自動操舵システムや地下水位制御システム等の省力化技術の導入を積極的に推進する。

(主な成果指標)

- ・基盤整備完了地区（水田）における担い手の米生産コストが削減目標に達している地区の割合 約8割以上
- ・整備ほ場や水管理等における省力化技術（ICT、GPS等）の導入地区の割合 約8割以上



④担い手への農地の集積・集約化の加速化 **施策4**

日本再興戦略2016における担い手への農地利用集積の目標8割（平成35年度まで）の達成を実現するため、農地整備事業と農地の公的な中間的受皿として各都道府県に整備された農地中間管理機構との連携をさらに強化し、中山間地域も含めて、集積・集約化に資する農地の大区画化、排水改良等の基盤整備を一層推進する。

（主な成果指標）

- ・基盤整備完了地区における担い手への農地集積率 約8割以上
- ・基盤整備着手地区における農地中間管理機構との連携率 約8割以上

⑤農業経営の法人化の促進 **施策5**

日本再興戦略2016の目標5万法人（平成35年まで）を踏まえ、農業経営の法人化・大規模化に寄与する基盤整備を一層推進する。

（主な成果指標）

- ・基盤整備完了地区において設立又は規模拡大した農業法人数の増加率 約5倍以上

政策課題Ⅱ：美しく活力ある農村

〈政策目標3〉農村協働力と美しい農村の再生・創造

⑥農村協働力を活かした地域資源の保全管理体制の強化 **施策6**

将来にわたって多面的機能の維持・発揮を図るとともに、農業の構造改革を後押しするため、農業者や地域住民等の多様な人材の参画や集落間連携による取組の広域化を促進し、農村協働力を活かした地域資源の保全管理体制を強化する。

（主な成果指標）

- ・地域共同活動における農業者以外の多様な人材の参画率 約4割以上
- ・持続的な広域体制の下での地域共同活動により保全管理される農地面積の割合 約5割以上

⑦美しい農村環境の創造を通じた地域づくり **施策7**

地域住民、生物多様性に関する有識者等の参画を得つつ、環境への負荷や影響の回避・低減、さらには環境の再生・創造を推進する。

（主な成果指標）

- ・基盤整備において農村環境の創造に着手した地域数 約2,000地域（平成26年度）
→約2,500地域（平成32年度）

〈政策目標4〉快適で豊かな資源循環型社会の構築

⑧農村の生活基盤の効率的な保全管理 **施策8**

農村における良好な生活環境を確保し、非農家も含めた多様な人々が快適に暮らせるよう、農道や農業集落排水施設の機能診断や機能保全計画の策定を適切に行い、老朽化対策を効率的に推進する。

特に、農業集落排水施設については、施設の集

約・再編、下水道施設への編入などを通じたストックの適正化に取り組む。

（主な成果指標）

- ・農道橋及び農道トンネルの機能保全計画の策定率 10割
- ・農業集落排水施設の維持管理費の削減目標を設定した再編計画の策定市町村数 約300市町村

⑨小水力発電の導入等の再生可能エネルギーの拡大 **施策9**

再生可能エネルギーの導入を促進しつつ、資源循環型社会を構築するため、農業用水を活用した小水力発電や農業集落排水汚泥の再生利用等を推進する。

（主な成果指標）

- ・農業水利施設を活用した小水力等発電電力量のかんがい排水に用いる電力量に占める割合 約3割以上

政策課題Ⅲ：強くてしなやかな農業・農村

〈政策目標5〉老朽化や災害リスクに対応した農業水利施設の戦略的な保全管理と機能強化

⑩農業水利施設の長寿命化とライフサイクルコストの低減 **施策10**

老朽化が進行する農業水利施設の機能を将来にわたって安定的に発揮させるため、財政の健全化との両立にも留意しつつ、施設の長寿命化とライフサイクルコストの低減を図る戦略的な保全管理を推進する。このため、適切なリスク管理の下、健全度評価に基づき、施設を監視しつつ行う計画的かつ効率的な機能保全対策を徹底する。

（主な成果指標）

- ・更新等が必要と判明している基幹的農業水利施設における対策着手の割合 約5割以上
- ・基幹的農業水利施設の機能保全計画の策定率 10割

⑪農業水利施設の機能強化による災害リスクの軽減 **施策11**

豪雨や地震によるため池の決壊や湛水被害等を防止し、農地やその周辺地域の保全を図り、災害に強い農村社会の形成に寄与するため、下流域に住宅等がある防災重点ため池の整備、排水機場や排水路の整備等を計画的かつ効率的に推進する。その際、これまでの災害において、排水機場が浸水被害を受けて機能を喪失し、被害が拡大したことを踏まえ、上屋の防水対策や被災後の緊急的な電源確保などの浸水対策を強化する。

また、被災による人命等への影響など重要度の高い国営造成施設を中心に耐震照査を実施し、その結果を踏まえた対策を推進する。

(主な成果指標)

- ・ 湛水被害等が防止される農地及び周辺地域の面積
農地及び周辺地域の面積約34万ha
(うち農地面積約28万ha)
- ・ 耐震対策が必要と判明している重要度の高い国営
造成施設における耐震化計画の策定割合 10割
(政策目標6) 災害に対する地域の防災・減災力の
強化

⑫農村協働力を活かした防災・減災力の強化 [施策12]

地域住民の防災意識を高め、災害時の人命への影響を軽減するため、被害想定範囲や避難場所等を地図化したハザードマップの作成、防災情報の伝達体制の整備など、地域のコミュニティを活用した防災・減災活動等のソフト対策を推進する。

また、被災後、施設管理者が業務を継続、あるいは早期に再開することにより、農業生産や周辺地域への影響が軽減できるよう、初動体制の強化等を内容とする土地改良施設管理者の業務継続計画(BCP)の策定を推進する。

(主な成果指標)

- ・ ハザードマップ等ソフト対策を実施した防災重点
ため池の割合 10割
- ・ 大規模地震等に備えて業務継続計画(BCP)を策
定した土地改良区の数 約100地区

3. 農村振興プロセス事例集の概要

新たな土地改良長期計画においては、多様な農村の個性を的確に発揮させ、個性と活力のある豊かな農村へと発展させていく地域の主体的な行動を後押しすることが重要であるとされている。

このため、全国各地の様々な取組の参考となるよう、土地改良事業の実施を契機として特色ある発展を実現した先進的な事例を取り上げ、人の関わりや合意形成といった取組、発展のプロセス等の詳細を整理した「農村振興プロセス事例集」を作成した。

本事例集は、単に施策を通じた効果を示すだけでは

なく、実施した取組を時系列順に示すとともに、“誰がどのように?”, “どんな事業を活用?”, “どのような課題を、どのように解決?” など発展プロセスを分析・レビューしていることが特徴である。

また、平地や中山間地域といった「地域類型」、水稲や野菜、果樹といった「作目」、さらには、長期計画で掲げられた6つの政策目標に対応して、様々な取組事例を取り上げている。

例えば、「北海道中札内村」の事例(次ページ参照)では、農協の指導の下、地域の営農条件に合った作物として、高収益な枝豆を導入し、畑地かんがい施設や排水改良等の基盤整備を通じて、輪作体系を確立した。これとともに、冷凍枝豆の加工・販売・輸出といった6次産業化に取り組み、枝豆生産の拡大、農業所得の向上を実現している。

このような事例をはじめとして、全国30の事例を作成しており、本事例集が全国各地の様々な取組の手掛かりとなることを期待している。

4. おわりに

「農政新時代」ともいべき新たなステージを切り拓くに当たり、将来に向けた発展プロセスを展望しつつ、目指すべき農村の姿と土地改良事業の戦略的対応を明らかにした新たな長期計画が、多様な農業・農村の可能性を広げつつ、成熟社会における持続可能な農業・農村を実現し、ひいては地方創生への道につながることを願ってやまない。

【新たな土地改良長期計画】

(農林水産省HP)

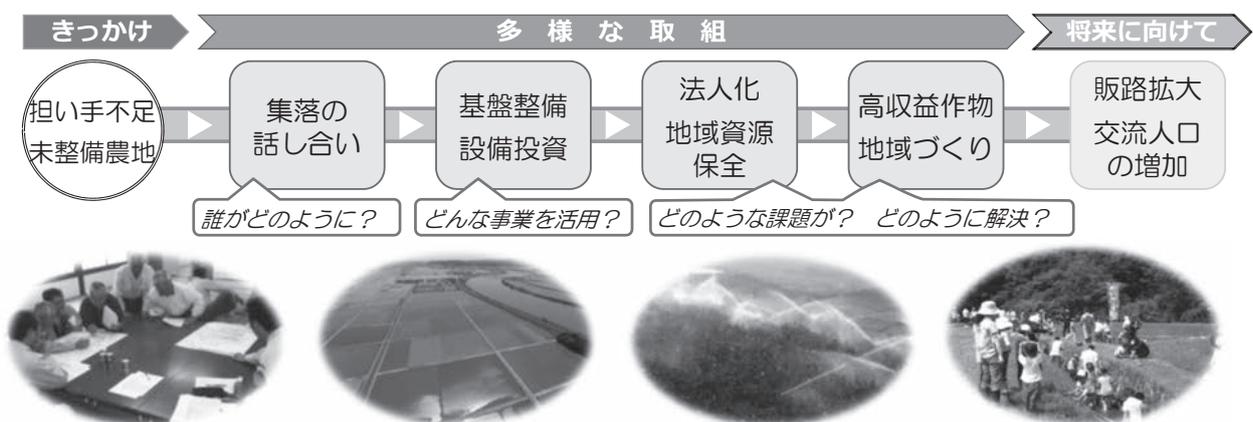
http://www.maff.go.jp/j/nousin/sekkei/totikai/h28_choukei.html

【農村振興プロセス事例集】

(農林水産省HP)

<http://www.maff.go.jp/j/nousin/sekkei/totikai/process.html>

〈プロセスの模式図〉



「高収益な枝豆の安定生産・加工・販売を通じた日本一の農業所得の実現」の例

なかさつない
北海道・中札内村

- 農協の営農指導の下、地域の条件に合った枝豆を導入するとともに、基盤整備を通じて新たな輪作体系を確立。
- 冷凍枝豆の商品化など6次産業化に取り組みつつ、農協組合長のトップセールスにより販路拡大や輸出を推進。
- 「農家の良質な枝豆生産」と「農協の加工・販売」が一体となり、農家の所得向上や地域の雇用創出を実現。

地区の特徴

平地地域

野菜

キーワード

高収益作物

6次産業化

集積・集約化

法人化

地域資源保全

美しい農村

再エネ等

水利施設整備

防災・減災力

取組前

リスクのある営農条件

- 小豆など豆類は、晩秋の収穫期に霜害を受けるおそれ
- ばれいしょの収穫期と小麦の播種期が重なる過密な農作業

天候次第で収穫が遅れがちな早摘りと収穫量が減



未整備の生産基盤

- かんがい施設が未整備で天水に依存しており、恒常的に用水が不足
- 排水不良の農地が多く、たびたび湿害が発生

【小麦畑の湿害状況】



取組内容

新規作物の導入

- 地域の条件に合った高収益な省力作物として新たに枝豆を導入し、5年5輪作を開始



畑地かんがい、排水改良

- 国営かんがい排水事業 (H2 ~ H26)
- 畑地帯総合整備事業 (H9 ~ H27)



農産物加工処理施設等の整備

- 【加工処理施設、冷凍保管施設の導入】
- 強い農業づくり交付金 (H17,20,23)

海外への販路の開拓

- 農林水産物等海外販路創出・拡大事業 (H21)

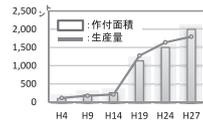
取組後

農家と農協が一体となった地域農業の発展

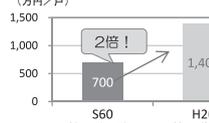
枝豆の生産 (農家)

- 【農家数】 84戸
- 【営農規模】 370ha
- 【生産額】 3億7,000万円 (H27年度)

枝豆生産量の推移



平均農業所得 (全体)



加工・販売 (農協)

- 【加工品販売額】 23億円 (H27年度)
- 【輸出】 10トン

【加工・販売】

- 民間企業と協働し、専用むきえだまめ機を開発。収穫後3時間以内に加熱・急速冷凍処理し保存し、冷凍枝豆を有利販売
- 地元メーカーとも連携し、規格外品等を活用した加工品を開発
- 【販路拡大】
- 全国36都道府県の学校給食のほか、大手外食産業や量販店と契約を結び販売
- 自ら売り込みを行い、米国、シンガポール、UAE 等への輸出を促進
- 【雇用創出】
- 農産物加工施設の稼働に伴い、枝豆加工部門として100名が新たに雇用され、家族単位で村内への転入者が増加

◆ 農がどのように...?

霜害対応等について農家が農協に相談したことがきっかけとなり、地域の条件に合った輪作体系の新たな品目として、気象特性を活かせる枝豆の導入が推奨されました。

きっかけ

排水不良地のため、現行の輪作体系では思うように効率的な営農を行うことが困難

Step 1 (S59~)

高収益作物の導入

- 各農家が新たな作物の導入に試行中、JAの指導もあり、より効率的な輪作体系の作物として枝豆の生産を開始
- 平成元年、農家20名が「枝豆を作る会」を設立

◆ JA組合長によるトップセールス

当初は販路が広がらず、12年連続赤字ということもありましたが、新たに就任したJA組合長が自ら商談会に参加したり、人脈も活かしてセールスを行ったりしたところ、大手外食店や量販店と次々に契約することができました。

【枝豆冷凍加工工場】
畜産農家の飼料用農地と畑作農家の農地を「交換耕作」し、互いに連作障害を回避しています

Step 2 (H2~27)

基盤整備の実施

- 用水を新たに確保するとともに、排水不良による湿害を解消するため、頭首工や用排水路等を整備
- 併せて区画整理や暗渠排水の整備を行い、5年5輪作体系が確立

Step 3 (H4~)

枝豆の加工・販売

- 周年販売により収入を安定確保するため、冷凍加工工場を新設し、冷凍枝豆の製造を開始
- JA女性部が地元企業と連携し、60品目を超える加工品を開発

生産者と家族自ら加工にも関わることで、より安全・安心でおいしい枝豆の生産に向けた意識が向上しています



海外や学校給食の取引拡大に向け、道内のJAで初めて自主衛生管理認証(HACCP)を取得し、安全性の確保に努めています

★ 取引中止の失敗を糧に...

国産加工品の需要拡大に対応した結果、在庫が無くなって欠品を出してしまい、大手外食産業との取引が中止に追い込まれてしまいました。このため、半年分の販売量を目安に在庫が確保できるよう増産体制を強化することとしました。

将来に向けて

- ☑ 枝豆やいんげん以外の冷凍野菜を求める顧客のニーズに対応するため、冷凍施設や大型ハーベスターを共用できるほうれんそう等の生産・加工を推進
- ☑ 農産物加工処理施設第2工場を建設するとともに、ICTを活用した効率的な営農による高品質な枝豆の生産を推進

今後の展望

Step 5 (H19~)

冷凍枝豆の輸出

- JA自ら海外へ売り込みを図り、米国向けに輸出を開始
- 和食ブームを追い風に安全な「EDAMAME」をアピールし、シンガポールやUAE等まで輸出を拡大

農林水産物等海外販路創出・拡大事業を活用

Step 4 (H17~23)

加工処理施設等の整備

- 販路拡大に応じた増産体制を整えるため、冷凍加工工場を相次いで増設
- 保管コストを削減するため、冷凍枝豆を全量自前で保管できるよう冷凍倉庫を新設

強い農業づくり交付金を活用

ため池の防災・減災 (ため池一斉点検について)

佐久間 千 恵*
(Chie SAKUMA)

目 次

1. はじめに	62	3. ため池一斉点検について	65
2. ため池の現状と課題	62	4. おわりに	66

1. はじめに

ため池は、農業用水の水源として古くから造成されてきた施設である。かんがいとしての役割の他にも、洪水調節や土砂流出防止、生物の生息の場、住民の憩いの場の提供などの多面的な機能を持ち、生活に密接した身近な施設として、主に地域によって維持管理されてきた。

ところが近年、温暖化による気候変動が地球規模の課題となる中、短時間の局地的な豪雨の頻発により、洪水によるため池の被災リスクが高まっている。また、平成16年の新潟県中越地震や平成23年の東日本大震災などの大規模地震により多くのため池が被災し、甚大な被害が発生している。

ため池は、決壊すれば貯水機能を喪失して営農に影響を与えるばかりでなく、農村地域の都市化、混住化に伴い民家が近接している場合も多いことから、下流域の住民の生命及び財産に甚大な被害を及ぼすおそれがある。

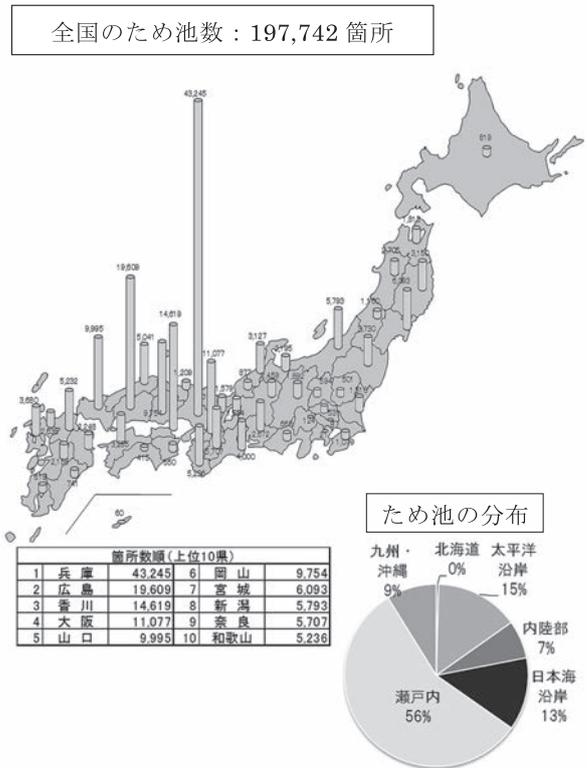
このため、ため池については、地震や豪雨等の災害に備え、施設の現状を把握し、必要に応じて現行の技術水準で整備を行うとともに、たとえ施設が被災したとしても人的被害を生じさせないことなどの防災・減災の取組が喫緊の課題である。

本報告では、「ため池の防災・減災」という視点から「ため池の現状と課題」について触れた後に、施設やその周辺状況を点検し、今後の詳細調査の優先度が高いため池を抽出する「ため池一斉点検」について述べる。

2. ため池の現状と課題

(1)ため池の現状

平成26年3月時点での農林水産省調査では、全国のため池数は約20万箇所である。降水量が少なく、流域の大きな河川に恵まれない瀬戸内地域など、西日本を中心に分布している。都道府県別では、約4.3万個の兵庫を筆頭に、広島、香川、大阪、山口の順に多く、これらが全体数の約50%を占めている（図－1参照）。



ため池の分布：ため池箇所数を地域別に合計し、全体に占める割合を算出したもの。
太平洋沿岸：岩手県、宮城県、福島県、茨城県、千葉県、神奈川県、東京都、静岡県、愛知県、三重県、和歌山県、徳島県、高知県
内陸部：栃木県、群馬県、埼玉県、長野県、山梨県、岐阜県、滋賀県、奈良県
日本海沿岸：青森県、秋田県、山形県、新潟県、富山県、石川県、福井県、京都府、鳥取県、島根県
瀬戸内：大阪府、兵庫県、岡山県、広島県、山口県、香川県、愛媛県

出典：農林水産省調べ（平成26年3月）

*農林水産省農村振興局整備部防災課
(Tel. 03-6744-2210)

図－1 全国のため池数と分布

築造年代は、受益面積2ha以上のため池約6.4万箇所の約70%が江戸時代以前に築造されており、明治・大正時代の築造が約20%、昭和以降は約10%程度である（図-2参照）。土地改良計画設計基準「土堰堤」（「フィルダム」の前身）が制定されたのが昭和28年であり、それ以前に築造された大多数のため池は、各地域において試行錯誤を繰り返して得られた経験的な技術をもとに造られてきたものと推測される。また、堤高や堤長などの外形的なことは確認できても、築堤の正確な時期や築堤材料、築堤方法などに関する記録が現存していないものも多い。

所有者及び管理者は、いずれも水利組合等や土地改良区、個人が7割から8割を占めており、農業者によって支えられている（図-3参照）。このような管理形態は、農業者の減少や高齢化が進行する中で、ため池の適正な維持管理の継続という点において課題である。

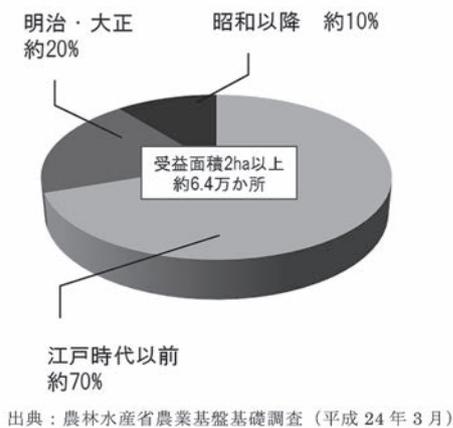


図-2 ため池の築造年代

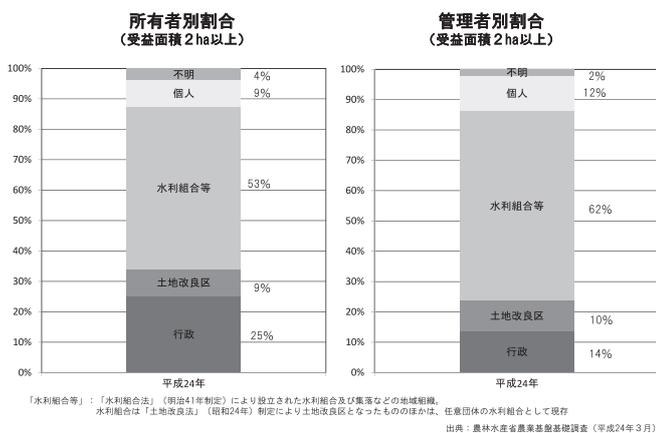


図-3 ため池の所有者と管理者

(2)ため池の被災状況

我が国は、台風や地震など自然災害の発生しやすい地理的条件下にある。大規模地震や集中豪雨の発生により、多くの人命や財産が失われる甚大な被害が発生しており、東日本大震災では「藤沼ため池」（福島県須賀川市）が決壊した。流出した多量の水が下流域の集落に達し、死者7名、行方不明者1名の大惨事を引き起こした。

近年、集中豪雨が増加傾向（図-4参照）にあるほか、最大震度7クラスの地震が今後30年間に発生する確率が70%とされる南海トラフ地震をはじめ、首都圏直下型地震、日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震などの発生が懸念されている状況である。

ため池の被災は、年によって大きく差があるが、最近の10か年（平成16～26年）を平均すると1,255箇所/年、そのうち決壊したのは約50箇所/年で、被害額は約91億円/年に上る。約90%は台風や梅雨前線などの豪雨に起因するもので、約10%が地震に起因するものであった。

被害が顕著だった平成16年には、震度7を観測した新潟県中越地震により甚大な被害がもたらされたほか、観測史上最大の10回にわたる台風上陸があり、日本列島全域に大きな被害が発生した。このため、4,575箇所のため池が被災し、被害額は252億円であった。また、東日本大震災が発生した平成23年には3,741箇所のため池が被災し、被害額は402億円であった（表-1、図-5参照）。

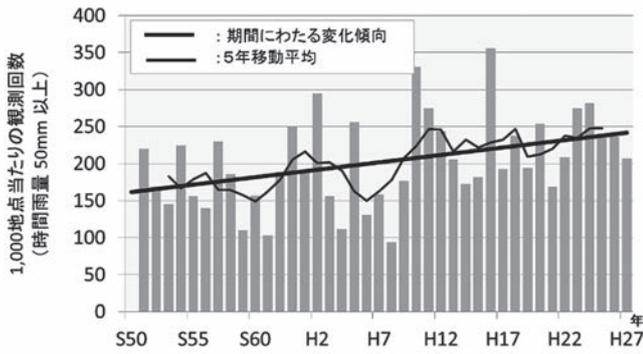
豪雨によるため池の被災には浸透破壊、すべり破壊、越流破壊があり、それぞれ被災にいたるメカニズムが相互に影響して複合的な被災が発生している。被災箇所は、58%が堤体（法面、腰ブロックを含む。以下同じ。）であり、次に土砂流入による貯水池内の堆砂が13%を占めている。また、被災が発生する原因は、崩壊（滑り）及び漏水・パイピングが59%を占めており、次いで施設の閉塞や貯水機能低下の原因となる土砂流入が14%となっている（図-6参照）。

地震によるため池の被災にはクラック、沈下、斜面崩壊、斜面すべり、崩壊があり、斜面すべり及び崩壊では決壊に至ることが多い。被災箇所は、堤体が71%を占めており、次いで斜樋、底樋、余水吐・洪水吐と続き、豪雨と比べて施設の被災が多い。また、主な被災原因は、クラック、崩壊（滑り）、漏水・パイピングである（図-7参照）。

ため池の被災原因は、複合的で一要因に限定できない場合が多い。そのため、施設の弱部をあらかじめ管理者や農業者が維持管理の中で外見から判断し、事前に災害を予測することは難しい。

近年の気候変動

時間雨量 50mm以上の年間観測回数の推移



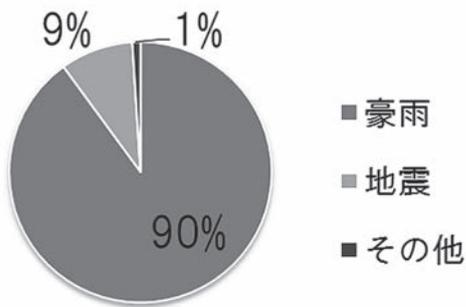
出典：気象庁「気候変動監視レポート」

図-4 近年の豪雨傾向

表-1 ため池の被災状況

年災	被害箇所数	被害額 (億円)
H16	4,575	252
H17	416	26
H18	744	42
H19	610	53
H20	336	25
H21	528	37
H22	469	30
H23	3,741	402
H24	488	21
H25	1,136	66
H26	758	46
年平均	1,255	91

出典：農林水産省調べ

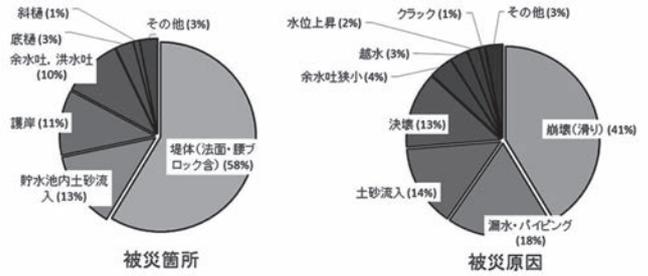


平成16～23年

※平成23年度資料は岩手県、宮城県、福島県を除く。

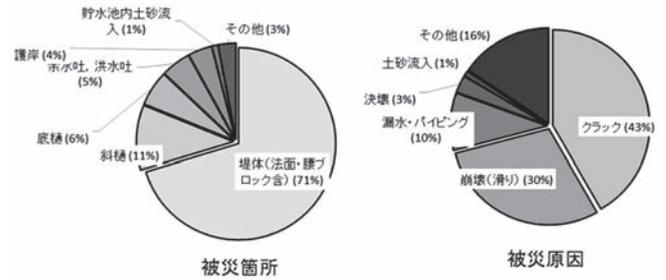
出典：農林水産省調べ

図-5 ため池の被災原因



出典：農地・農業用施設関連減災総合対策検討業務報告書 (H22)

図-6 豪雨によるため池の被災箇所・被災原因



出典：農地・農業用施設関連減災総合対策検討業務報告書 (H22)

図-7 地震によるため池の被災箇所・被災原因

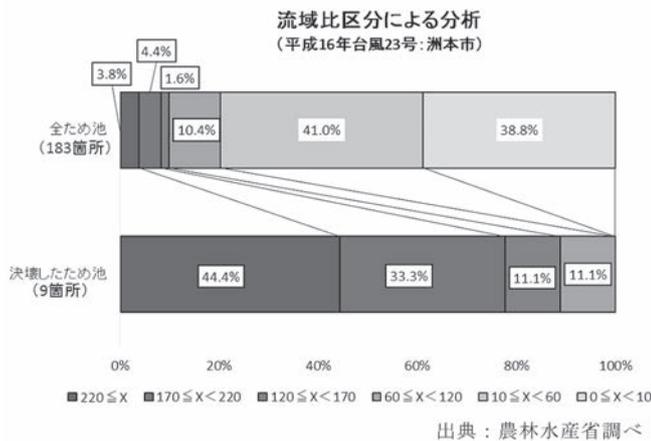
(3)被災要因の分析

豪雨や地震時に被災したため池と被災していないため池とを比較すると、一定の傾向がみられる。

平成16年の台風23号豪雨で被害が大きかった淡路島の洲本市での分析がある。ため池の基本データとしてあらかじめ把握していた流域面積と湛水面積から流域比（流域面積÷湛水面積）を算出し、サンプルとした全ため池183箇所と、そのうち決壊したため池9箇所とで比較した。結果、流域比が大きい（湛水面積に対して流域面積が大きい）ため池の決壊割合が多い傾向が見られた（図-8参照）。

地震については、日本海中部地震における、青森県・秋田県の被災・未被災ため池について、基礎地盤の地質を分類すると、全体（1,834箇所）では粘土、軟岩を基礎地盤とするため池が約70%（1,296箇所）を占めている。一方、被災ため池219箇所については、砂礫質粘土が約47%（103箇所）、砂質土約20%（44箇所）、砂12%（26箇所）となっており、基礎地盤が砂礫質粘土や砂質土であるため池が地震時の被災割合が高い傾向が見られた。

以上の例のとおり、ため池の構造・老朽程度が類似していたとしても、周辺環境や立地条件の違いによって被災・未被災に一定の傾向があることが分かる。



図－8 流域比区分による分析

3. ため池一斉点検について

(1) ため池一斉点検の目的と対象施設

以上の状況を背景に、農林水産省では、平成25年度から「ため池一斉点検」を実施した。

一斉点検は、ため池施設の現状や周辺状況等を点検して把握するとともに、豪雨や地震に対する被災の可能性を改めて確認し、今後の効率的かつ重点的なため池の防災・減災対策の推進に活用することを目的としている。

点検対象施設は、防災重点ため池及び受益面積0.5ha以上のため池96,074箇所とした。防災重点ため池とは、「下流に住宅や公共施設等があり、施設が決壊した場合に影響を与えるおそれがある」等のため池である。なお、この考え方は国で示したものであり、防災重点ため池の取扱いについては、都道府県で異なる場合もあり得る。

点検対象施設は、一斉点検開始時点で、都道府県等が把握していた台帳等の資料をもとに抽出したものであるが、データの時点の違い等から、受益面積や周辺状況の現状を把握する過程において、施設数が増減する事態が見受けられた。そのため、96,074箇所は、点検を完了した平成28年3月に確定した数字である。なお、福島県の避難指示区域に位置しており、点検ができなかったため池等は除外している。

一斉点検は、国の補助金等を活用して都道府県や市町村等で実施した。当初、平成25年度からの2か年で点検を終える予定であったが、対象とするため池数が多く、調査に時間を要したため、1年延長後の平成28年3月末に点検が完了したものである。

(2) ため池一斉点検の方法

個々のため池が今日の技術水準からみて安全かどうかを判断するには、構造的な安全性を確認するための地質調査や安定計算、洪水吐流下能力等の詳細な調査（以下、「詳細な調査」という。）の実施が必要であ

る。しかし、膨大な数のため池で詳細な調査を実施するには、相当な時間と費用を要する。そのため、一斉点検では、詳細な調査の優先度を簡便に評価する手法として、「概略の評価」を行い判断することとした。

「概略の評価」とは、2. (3)被災要因の分析で一定の傾向が見られたことを踏まえ、点検対象ため池の今後の被災の可能性を、過去の豪雨や地震により被害を受けたため池との類似性や社会的な状況等に照らし合わせて評価する手法である。全国のため池が置かれている地理的、社会的状況は様々であり、「構造上の危険性」（構造的評価）と「社会的影響」（社会的評価）の2つの視点から総合的に判定した。

構造的評価では、点検対象ため池が、標本とした過去の被災ため池の形状や材料等についてどれだけ類似しているか、その割合（類似性）を「類似している」から「類似していない」の各段階にランク分けした。

なお、標本とした過去のデータは、豪雨においては、平成16年の豪雨（台風23号で最大日雨量100mm以上、その他の豪雨で最大日雨量100mm以上及び60mm以上）を経験した196箇所（決壊ため池39箇所、非決壊ため池157箇所）である。地震においては、被害が比較的大きく日本での発生頻度が高い「海溝型地震」と「内陸型地震」において震度5弱以上を記録した市町村から選定（被災ため池761箇所、非被災ため池11,277箇所）した。

社会的評価では、ため池が決壊した際の影響に着目し、堤体下流の住宅・公共施設・国道等の有無による下流状況（影響度）、受益面積や用水依存率の依存度、重ね池かどうか等の立地条件について、それぞれの配点の合計値からランク分けした。

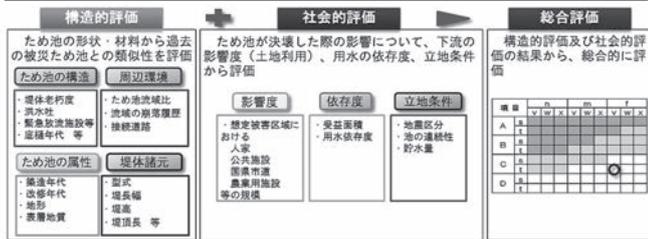
一斉点検では、この構造的評価及び社会的評価を総合的に評価することで「詳細調査の優先度が高いため池」を抽出した（図－9参照）。点検実施主体によって多少の違いはあるものの、手順は以下のとおりである。

- 1) 主に目視による現地調査で施設やその周辺状況等の現状を点検。
- 2) 1)での目視と併せてため池の構造（天端幅、堤防高、斜面勾配等）に関する簡易計測や、地図・文献を用いた資料調査により、「概略の評価（構造的評価、社会的評価）」を行うための基礎データを収集。
- 3) 2)のデータを用いて概略の評価（構造的評価、社会的評価）を行い、「詳細な調査の優先度が高いため池」を抽出。

なお、1)で点検中に異常を認めため池については、速やかに監視体制を強化するなど、必要な措置を講ずることとした。

【概略の評価方法】

ため池の構造、周辺環境、属性、堤体諸元、影響度、依存度、立地条件に係る項目を数値化して、詳細な調査を行う優先度を総合的に評価。



1) 構造的評価

過去の豪雨や地震の災害において被災したため池を対象に統計的に分析した結果を用いて、外形等が類似している傾向があるため池を評価



2) 社会的評価

決壊した場合の下流への影響度、水利利用の依存度、立地条件について各配点の合計から、レベル分けを実施

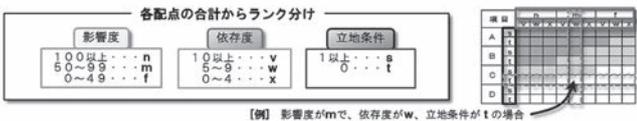


図-9 概略の評価方法

(3)一斉点検の結果と今後の対応

全国の点検対象ため池96,074箇所のうち防災重点ため池は11,318箇所であり、そのうち約3割にあたる3,391箇所が「詳細な調査の優先度が高い」との結果となった。また、これらの結果は、都道府県別の内訳も併せて農林水産省ホームページで公表している（平成28年8月31日）（図-10参照）。

今回の一斉点検結果を踏まえ、今後、地方自治体において、防災重点ため池を中心に「詳細な調査の優先度が高い」と判断されたため池を優先して詳細な調査を行い、必要に応じて耐震整備等のハード対策を実施していくこととしている（図-11参照）。なお、地方自治体の判断により、防災重点ため池以外のため池であっても老朽化が著しく農業上重要な施設等については、優先して整備を実施することがあり得る。

一斉点検結果に基づく詳細な調査の優先度は、前述した概略の評価に基づき抽出したものである。評価手法は、過去の被災状況を踏まえて傾向を把握する上では有効であると考えられるが、ため池の地震や豪雨による被災の有無を、この結果から即座に断定できるものではない。そのため、数あるため池の耐震照査や豪雨対策のための調査を実施する際の優先度決定にかか

る一指標と理解すべきであり、「詳細な調査の優先度が高い」ため池の調査終了後、将来的には、全ての防災重点ため池において調査を進めていく必要があると考える。

さらに、ソフト対策の重要性について触れておきたい。

豪雨災害の場合、気象予報等や降雨量、貯水位等のモニタリングにより、被災の可能性をある程度予測できる。そのため、日頃から行政やため池管理者により貯水位の状況を把握するとともに、ため池決壊前に速やかに避難を開始できるよう、情報連絡体制の整備が重要である。

一方、地震の場合には、地震直後に決壊が始まった場合、一般的なため池で数分から数十分の間に決壊水が下流域に到達するため、行政やため池管理者が避難警報を発令してから避難を開始することは時間的に困難と考えられる。そのため、地震発生と同時に住民が自主的に避難できるよう、ハザードマップを作成して避難訓練を実施する等、日頃からの備えが重要である。

以上のことから、下流に住宅や公共施設が存在するような二次災害の可能性がすべての防災重点ため池において、決壊した場合の被害想定範囲等を示したハザードマップの作成や情報連絡体制の整備などのソフト対策の実施は重要かつ急務であると考えられる。

点検実施ため池	防災重点ため池	
	詳細な調査の優先度が高い防災重点ため池	
96,074か所	11,318か所	3,391か所

出典：農林水産省調べ

図-10 ため池一斉点検結果（全国）

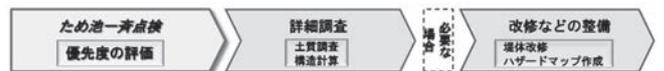


図-11 ため池一斉点検から整備までの流れ

4. おわりに

「ため池」と聞いて、何を思い浮かべるだろう。日々の散歩コースにある水辺景観、小さい頃遊び場としていた家の近くのため池、あるいは、空海による修築説で有名な香川県の満濃池など、人それぞれ、思いをはせるものがあるのではないだろうか。

この、日本人になじみ深い「ため池」が、ひとたび豪雨や地震などの自然災害にさらされると、「災害」を引き起こすかもしれない施設へと変貌する。

ため池の防災・減災の推進に活用することを目的として、平成25年度から3か年かけてため池一斉点検を

実施し、ため池の現状を把握するとともに、今後のため池整備に関する優先度が高いため池を抽出した。ため池は古くから地域に根ざし、地域によって支えられてきた施設である。今回の一斉点検を機に、ため池の防災・減災対策について、地域全体で考えるきっかけになれば幸いである。

最後に、ため池一斉点検の実施にあたり、ご理解とご協力をいただいた都道府県、市町村等多くの関係機関、関係者の方々に深く感謝を申し上げますとともに、今回のため池一斉点検が一つの契機となり、今後の防災・減災対策の推進に寄与することを期待したい。

【引用文献】

- 1) 平成22年度農地・農業用施設関連減災総合対策検討業務報告書（平成23年3月(財)日本水土総合研究所）
- 2) ため池緊急点検・緊急整備計画報告書（平成18年3月 農林水産省農村振興局防災課）
- 3) 平成25年度ため池等防災対策調査業務報告書（平成26年3月 一般財団法人 日本水土総合研究所）
- 4) ため池一斉点検の結果について（平成28年3月末時点）（平成28年8月31日 農林水産省）
- 5) 堀俊和，上野和広，松島健一：平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震による福島県のため池被災の特徴と応急対策

国際大ダム会議第84回年次例会の概要について

井原和彦* 愛宕徳行**
 (Kazuhiko IHARA) (Tokuyuki ATAGO)

目 次

1. はじめに	68	4. 第84回年次例会の概要	69
2. 南アフリカの概要とダム開発	68	5. おわりに	72
3. 国際大ダム会議年次例会と大会	69		

1. はじめに

国際大ダム会議 (ICOLD) は、1928年 (昭和3年) に設立され、現在、世界96カ国 (平成28年6月時点) が加盟するダム工学の知識と経験を交流する場であり、ダムを安全、効率的、経済的かつ環境に極力悪影響を与えずに建設する技術に関する指導的な民間国際団体 (調査研究機関) である。土地改良事業の分野においても、古くから大ダム会議の基準が土地改良事業計画設計基準に取り入れられ、多くの農業用ダムが建設されている¹⁾。同会議の第84回年次例会が、平成28年5月15日 (日) から5月20日 (金) にわたり、南アフリカ共和国 (以下、「南アフリカ」という。) のヨハネスブルクで開催された。筆者らは、この年次例会に参加してきたことから、その結果を報告する。



第84回年次例会会場

2. 南アフリカの概要とダム開発

今回訪れた南アフリカは、アフリカ大陸の最南端に位置し、豊富な鉱物資源と比較的発達した産業を背景としてアフリカ地域で最大のGDPを有する国である。南アフリカにおける水需要は、農業60%、上水道27%、水力発電4%、工業3%、鉱業3%の割合となっている。今後も人口の増加、農業及び鉱業で水需要が増加すると見込まれており、ダムの必要性が高いことが示されている²⁾。主に乾燥帯に属するこの国では、年間降水量が450mmと世界平均860mmの半分程度であるが、経済活動の77%を地表水に依存しており、ダムによる水資源開発は重要と位置づけられている。

南アフリカ大ダム会議では、会議開催に併せて「南アフリカの大ダム－1世紀にわたる技術革新－」を編纂し参加者へ配布した。同書では、南アフリカでは様々なタイプのダムが建設されてきており、現在堤高15m以上の大ダムは1,114基あることが紹介されている。最も古いダムはヨハネスブルク南東のダンディー市の近郊にある堤高18m、堤頂長293mのアップーペイトダム (アースフィルダム) である。1965年に国際大ダム会議に参加してからは、同会議の技術を参考にして、アーチダムであるガリーブダムやバンデクルーフダム、堤高91mのゾーン型アースフィルダムのステークフォンテインダムなどの大規模ダムの開発が進められた。1980年代後半から1990年にかけては、安全管理に関する法律が策定されたほか、1,000MWのドラケンバーグ揚水発電システムの建設が行われている。1990年から2005年にかけては転圧コンクリート工法が発展した。この工法はロックフィルダムにも応用され、堤高145mのコンクリート表面遮水型ロックフィルダムであるモハレダムの建設に使われている。2006年から2016年にかけては、堆砂対策、RCD工法の技術発展、

* 東海農政局農村振興部 地方参事官 (各省調整)
 (Tel. 052-223-4606)

** 一般財団法人 日本水土総合研究所 主任研究員
 (Tel. 03-3502-1380)

ダムの改修や河川維持流量の要求に基づいた適切な開発手法などに関して南アフリカ大ダム会議が技術的な貢献をしている。2016年以降はレソト高原水計画第2期に代表される国際的な水資源開発計画を適切に実施できるように専門技術を提供し続けている。

3. 国際大ダム会議年次例会と大会

国際大ダム会議では、加盟国代表者が出席して運営等の審議を行う総会と、個別テーマごとの技術委員会・特別委員会（以下、「委員会」という。）からなる「年次例会」を毎年開催している。この他、世界の共通の重要な問題を論文課題に定め、これら課題について加盟国から論文を募集し、全体で発表・討議を行う「大会」を3年毎に開催している。日本でも、過去2回年次例会を開催したほか、2012年（平成24年）に初めて大会（第80回年次例会及び第24回大会）を京都で開催している。南アフリカでの大会等の開催は、1994年（平成6年）に第62回年次例会・第18回大会をダーバンで開催して以来2回目となる。今回のヨハネスブルクで開催された第84回年次例会には、71カ国から1,200名が参加し、日本からも57名が参加した。

4. 第84回年次例会の概要

第84回年次例会は、5月15日の国際大ダム会議役員会議に始まり、16日には技術委員会ワークショップ、17日には技術委員会及び地域クラブ会合、20日には総会が行われた。また、16日から20日まで技術展示会が執り行われたほか、18日には国際シンポジウムが開催された。

(1)技術委員会

技術委員会では、テーマ毎に分かれた委員会で技術

的課題が討議された。委員会で検討された技術的課題は、数年間の委員会での討議を経て最終的に技術書としてとりまとめられる。また委員会の新設・廃止は総会で適宜決定される。

各委員会には、それぞれ委員長、副委員長を含め10～30名程度の委員（原則1国1名）が所属しており、各委員は国際大ダム会議本部の承認によって就任する。なお、委員の任期は4～5年である。

今回の年次例会では「ダム解析設計における計算問題委員会」、「ダム設計における地震問題委員会」、「ダム水理委員会」など26委員会が開催された。このうち、「ダム設計における地震問題委員会」では、断層上にダムを設置する場合の対応事例が米国より紹介されたほか、「活断層の定義と断層変位に対するダム設計」について継続的に関心を持っていくことが話し合われた。また、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門の田頭秀和施設構造ユニット長が日本代表として参加したフィルダムの内部侵食をテーマとする「フィルダム委員会」では、技術書164の編集状況の報告、同書に関連する事故のデータベース作成に関する協議および担当委員の研究や施工事例等の報告が行われた。

(2)地域クラブ会合

地域クラブ会合について、日本は、アジア太平洋グループ（APG）に参加した。APG議長はユン・キュンタエ氏（韓国）で、出席国はオーストラリア、中国、インド、インドネシア、イラン、日本、韓国、ニュージーランドの8カ国である。会合では、APGのロゴマークの図案について決議が行われ、賛成多数で決定されたほか、「洪水、渇水とダム」レポートを作成するための作業グループの設置と作成準備を行うこと及

過去3年間の国際大ダム会議年次例会・大会開催地等

年度	開催地	会議の種類	開催期間
2014	インドネシア共和国・バリ	第82回年次例会	6/2～6/6
2015	ノルウェー王国・スタバンゲル	第83回年次例会・第25回大会	6/14～6/19
2016	南アフリカ共和国・ヨハネスブルク	第84回年次例会	5/15～5/20

国際大ダム会議第84回年次例会 日程

月日	5/15(日)	5/16(月)	5/17(火)	5/18(水)	5/19(木)	5/20(金)
会議	・役員会議 ・事務局会議	・役員会議 ・技術委員長会議 ・技術委員会ワークショップ ^o ・若手技術者会議	・技術委員会 ・地域クラブ ^o 会合	・国際シンポジウム	・ワークショップ ^o	・総会 ・ワークショップ ^o
技術展示及び技術見学会	・技術見学会	・技術展示会開会式	・技術展示	・技術展示	・技術展示 ・技術見学会	・技術展示 会閉会式
歓迎交流行事	・市内視察	・市内視察 ・歓迎会		・文化行事	・日本人会	・送別会

び次期APGシンポジウムについて2019年2月にイランのテヘランで開催することが了承された。浜口達男国際分科会委員長からは、9月27～28日に札幌で行われるAPGシンポジウムの紹介や日仏、日エジプト、日イラン協力の取組状況などが報告された。さらに、世界銀行の上田悟ダム首席専門家から「ダムの安全管理のための法制・組織に関する研究」についての紹介や世界銀行で水資源の開発・管理と水力エネルギー開発のため新規ダム及び既設ダムの修繕や機能向上に対して多くの融資を行っていること、2007年以降のダムへの融資件数、額ともに増加していることの説明があった。

(3)国際シンポジウム

シンポジウムでは、南アフリカ大ダム会議会長、国際大ダム会議会長、国際大ダム会議事務局長、南アフリカ水衛生省大臣による一連の挨拶に引き続き、中国の水資源省副大臣及びモロッコの水省大臣より基調講演が行われた。

中国からの発表では、「中国における水資源開発の挑戦と進捗」と題して洪水制御、水力発電、上工業水、農業とその他の側面からダム開発と現状が紹介された。新しい開発の考え方として、水資源保護の優先順位付け、水辺の生態環境の改善、節水社会の構築及び安全な水環境整備により人々の生活を改善していくことを掲げている。また、現在挑戦しているダム開発について、堤高300mを超える超堤高ダムの建設や98,000基に上る国内ダムのうち3分の1以上が50年以上の供用期間を超える中でのダムの安全管理技術などが紹介された。

また、モロッコからは、適切な技術が開発途上国の



ASIA-PACIFIC GROUP
ICOLD

今回決定したAPGのロゴ

ダムの適切な開発を確かなものとするとして、国際大ダム会議への期待が表明された。水力発電開発事業を行う利点として水の安全保障にも繋がること、そして、ダムにより開発された重要な自然の水資源は、人々に水を供給し、灌漑開発を行うことができ、国の食料安全保障に貢献するとの発言があった。既に140基の大ダムがあるモロッコは、アフリカ大陸において、できる限りダムに係る専門知識を共有していく準備ができていることが紹介された。さらに、クリーンなエネルギーとして水力発電にも関心が高く、将来、モロッコの電力生産のエネルギー供給構造を2030年には50%以上にすることを目標としていることなどが紹介された。

シンポジウム並行技術セッションでは、「社会自然環境への影響と軽減策」、「長寿命化のための補修技術の進歩」、「ダム操作の最適化を含む河川の革新的流域管理」、「貯水池の堆砂と管理」、「鉍滓ダムの最新技術」、「適切なダムの監視」、「発展途上国における持続可能な水力開発」の7つのテーマについて報告と質疑応答が行われた。たとえば、アルカリ骨材反応によるコンクリートダムの劣化に対して炭素繊維により上流面を補強する方法や、浸透量の大きい中心遮水型フィルダムにおいて下流側より最大深さ70mのカットオフを施工して改修する方法などが報告された。日本からは11の論文が提出され、このうち小柴孝太氏（京都大学防災研究所）が発表した「土砂バイパストンネルにおける掃流砂計測システムの開発」の報告は、若手技術者賞（論文賞）を受賞した。

(4)年次例会総会

総会は5月20日に行われ、国際大ダム会議の運営等に係る議題が審議された。主要議題と審議結果は次に示すとおりである。

1) 役員人事

6つの副総裁ポストのうち、2016年で任期満了となった「ヨーロッパ地域」及び地域を問わない「第



国際シンポジウム開会の挨拶



年次例会総会の様子

6」の2つのポストの改選があった。前者はM.リーノ氏（フランス）、後者は周建平氏（中国）がそれぞれ立候補し、いずれも1人の立候補であったため選挙はなく挙手で信任された。

2) 2015年度決算報告

財政状況はおおむね健全である旨報告、承認された。

3) 2018年ICOLD大会の課題

2018年ウィーン大会の課題の選定に対する投票が行われ、「堆砂対策」、「安全とリスク管理」、「ダムの基礎」、「小ダム」に決定した。

4) 大会・年次例会開催国

第88回（2020年）の年次例会の開催国としてインドが立候補し承認された。また、来年開催される第85回（2017年）の年次例会の開催国チェコ共和国から開催地の紹介があり、2021年の第89回年次例会・第27回大会の開催国としてイランが招致を表明した。

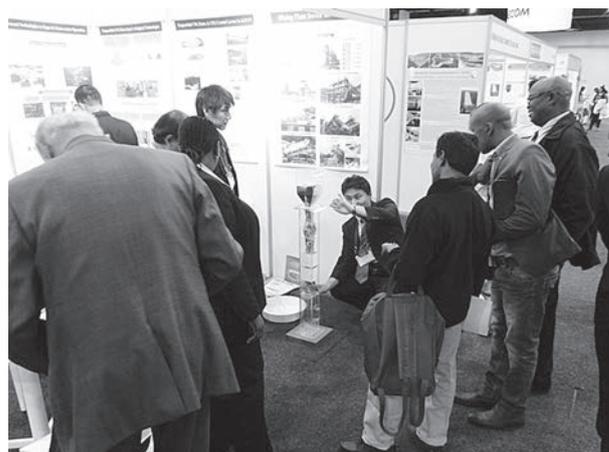
5) その他

米国及びカナダから今まで3年ごとに実施されている大会を2年ごとに変更する提案があったが、小さな国では大会の準備が大変であることや大会の登録費が高く経済的な負担が大きくなるなどの懸念が示され、採択は次年度以降に見送りとなった。また、韓国から年次例会を同じ地域で連続して開催することを禁止する規約を明文化する提案が示され、賛成多数で可決された。

(5)技術展示会

期間中、各国の大ダム会議組織や関連企業団体等から最新技術や大ダム開発等に関する技術展示が行われた。

日本大ダム会議では2ブースを使用して「環境」、「設計・施工」、「施工管理」、「ダム耐震補強」、「維持管理」をテーマにした展示を行った。また、台形CSG（Cemented Sand and Gravel）ダム工法については、骨材、砂及びセメントを均一に混ぜるシュートの実演等も行われ、多くの来客で盛況であった。本技術展示会は、各国のダムに関係する行政関係者、事



技術展示会の様子（日本ブース）

改選後の役員

役職	氏名	出身国	任期
総裁	A.シュレイス	スイス	2015-2018
副総裁(ヨーロッパ地域)	L.リア	ノルウェー	2014-2017
	M.リーノ	フランス	2016-2019
副総裁(アメリカ地域)	M.ロジャース	アメリカ	2014-2017
副総裁(アフリカ地域)	A.F.クライビ	モロッコ	2015-2018
副総裁(アジア・オーストラレーシア地域)	ユン・キュンタエ	韓国	2014-2017
副総裁(第6ポスト)	周建平	中国	2016-2019
事務局長	M.デヴィーヴォ	フランス	-

今後の国際大ダム会議年次例会・大会開催（候補）地等

年度	開催地	会議の種類	開催期間
2017	チェコ共和国・ブラハ	第85回年次例会	8/21～8/25
2018	オーストリア・ウィーン	第86回年次例会・第26回大会	7/1～7/7
2019	カナダ・オタワ	第87回年次例会	—
2020	インド・ニューデリー	第88回年次例会	—
2021	(イラン)	第89回年次例会・第27回大会	—

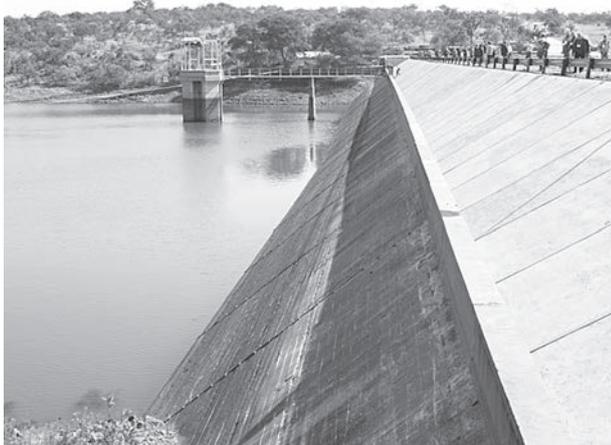
() 内は招致国

業者、建設技術者、コンサルタント技術者など幅広い分野の人々が自由に知見、意見を交換する良い機会であった。

(6)技術見学会等

年次例会参加者が参加できる年次例会期間中の技術見学会が5月15日及び19日に催された。筆者らは1934年に築造されたラスト・デ・ウィンターダムを見学した。ダムは、首都プレトリアから60kmほど北方向のエランズ川に位置し、灌漑を目的とする堤高31m、堤長271m、総貯水量2.8千万 m^3 のコンクリート表面遮水型のロックフィルダム（CFRD=Concrete Face Rockfill Dam）である。完成後、1986年には嵩上げ、2009年には改修が施されている。初期のCFRDは、ロック材料を高所から投入し、その位置エネルギーによって締め固める方法が採用されていたため、築堤後の沈下量が大きく、遮水壁が損傷し多くの漏水が発生する事例があった³⁾。このような理由から、日本の国営造成農業用ダムでは採用されていない。その後、震動ローラーによるロック材の十分な締め固め、スリップフォームを用いた連続打設による水平継目の省略、遮水壁を一様に支えることが出来るトランジションゾーンの設置技術の革新を経て、経済性と工期の観点から、海外では相当数の大規模なダムが建設されている。当該ダムは、初期に代表される転圧を行わない方式でダムが築堤されており、施工中に水平方向に100mm以上、垂直方向に40mm以上の重大な変位があり、振動ローラーを使用すべきであったとの報告がなされている²⁾。

この他、重力式コンクリートダムや鉍滓の再処理による金の抽出と残滓を溜めるダムなど特色のある現地見学が用意されていた。



ラスト・デ・ウィンターダム

5. おわりに

今回の国際大ダム会議では、外務省の危険情報でレベル1（十分注意）の都市で開催されたことから、日本大ダム会議では入国後の移動、現地スタッフの日本ブースへの手配など十分な安全対策を準備して臨んだ。実際には、南アフリカ大ダム会議のきめ細かい現地対応もあり、何事もなく期間中の会議を終えることが出来た。

歴史的な経緯から、アフリカ大陸の南端に位置しているものの、ヨーロッパからの文明や文化の影響を受けてきた南アフリカではダム開発も例外ではなく、1900年初頭からダム築造による水資源開発が行われており技術力も高い国であることを認識した。

本会議の参加を通じてダムの長寿命化技術やダムの堆砂対策などの最新の関心事項についての知識とともに、引き続きダムの需要が大きい他国の事情や世界銀行でのダムに関する融資情報など世界を巡るダム事情について貴重な情報を得ることができた。ダムの長期供用時代を迎えている現在、各国のおかれている自然・経済・社会条件によって、その課題の内容やアプローチは様々ではあるが、培われた幅広いダム技術について、知識・経験を有する技術者及び研究者が情報を交換することは、自国のみならず他国のダム技術にも寄与すると考えられる。引き続き国際大ダム会議の場を通じ、積極的に情報交換することが、今後の日本及び世界のダムの課題とその対応を考える上で益々重要になる。

【引用文献】

- 1) 古澤清崇, 松尾貴充 国際大ダム会議第82回年次例会の概要について 農村振興 第780号 平成26年12月
- 2) South African Large Dams-A century of engineering innovation : 2016 ICOLD 大会資料 : 南アフリカ共和国大ダム会議 (SANCOLD)
- 3) 多目的ダムの建設 第4巻 設計I編 : (財)ダム技術センター

入鹿池いるかと柵築工法いけ たなづき こうほう

安江 崇*
(Takashi YASUE)

目次

1. はじめに	73	4. 地域とのつながり	76
2. 入鹿池築堤	74	5. 世界かんがい施設遺産への登録	76
3. 入鹿池造成後の災害と改修	75	6. おわりに	77

1. はじめに

いるかいけ
入鹿池は愛知県北西部の犬山市に位置し、堤高25.7m、堤長724.1m、有効貯水量1,518万m³の全国最大級の規模を誇り、2市2町（犬山市、小牧市、大口町、扶桑町）620haに及ぶ受益地へ農業用水を供給している農業用ため池です。今からおよそ380年前の1633年（寛永10年）に川を堰き止め、当時の入鹿村を水没させることで造成されました。堤体は地質等の違いから、右岸部の位置する「河内堤」、中央部の「中堤」、左岸部の「東堤」に区分されています。河内堤が元来の川の部分、中堤と東堤は元々地山でした。



図-1 位置図

入鹿池は四方を本宮山、尾張富士、白山の尾張三山と今井山に囲まれ、桜やツツジに彩られ、渡り鳥が飛来するなど風光明媚な雰囲気醸し出しており、平成22年に農林水産省の「ため池百選」に選定されました。

また、平成27年には国際かんがい排水委員会の国際執行理事会において、入鹿池の「柵築工法」という独特の築堤工法が高い評価を受け「世界かんがい施設遺産」に登録されました。本報では、この柵築工法並びに入鹿池380年の歴史について紹介をします。



写真-1 航空写真



写真-2 ツツジ咲く入鹿池

*愛知県尾張農林水産事務所一宮支所
(Tel. 0586-45-7121)

2. 入鹿池築堤

(1)入鹿六人衆

今から約400年前の江戸時代初期は、尾張藩主徳川義直の重農政策により新田開発が盛んに行われていました。しかし、この地域は山沿いの高台部であるため、小規模なため池が唯一の水源であり、このわずかな水をめぐって村々の対立や水争いが絶えず、荒涼と原野が広がっていました。この状況を打破すべく、各村の代表であり後に入鹿六人衆と言われた江崎善左衛門（小牧村）、落合新八郎・鈴木久兵衛（上末村）、鈴木作右衛門（田楽村）、丹羽又兵衛（村中村）及び船橋仁左衛門（外坪村）が協議し、「入鹿村に流れ込む川の出口を堰止めて一大ため池を造成し、その水を未開墾地の地域に引き入れて新田を開発しよう。」という当時としては極めて大胆な計画を立案しました。そして、1628年（寛永5年）に尾張藩付家老犬山城主の成瀬隼人守正虎を通じ、尾張藩主徳川義直に開発を願い出たところ、藩の事業として実施することとなりました。農家代表による民意が尾張藩の事業として反映されることは、当時としては大変珍しいことでした。

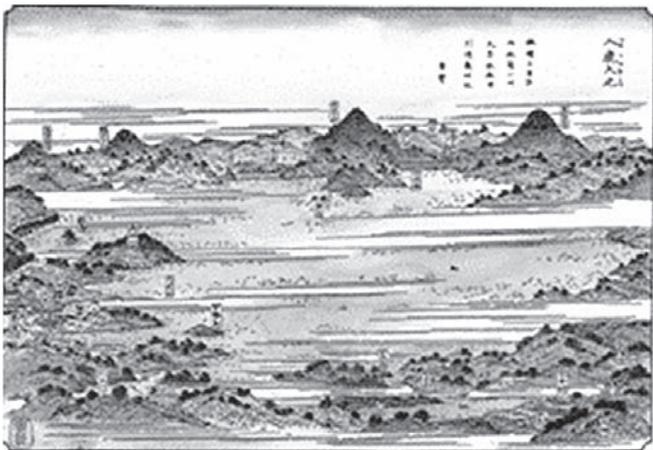


図-2 古絵図による入鹿池全景

(2)農民への補償

藩の工事として実施するにあたり、池の底に水没する入鹿村160戸の農民にどのような条件で補償を行うかは重要な課題でした。協議の結果、藩は入鹿村に住む農民全員を呼び集め、以下の条件で立ち退きを申し渡しました。

- ①立ち退き手当金は、間口一間につき、金一両を支給する。
- ②立ち退き先は、好むところを入鹿出新田と名付けて住居してよい。

当時の農民は小判に触れたこともない人も少なくなく、この条件は何の抵抗もなく受け入れられました。

(3)甚九郎と棚築工法

入鹿村住民の移転が終わった後、成沢川、五条川、郷川が合流し且つ四方を山で囲まれた最も狭い「銚子の口」という谷の締め切り工事に着手しました。しかし、工事は築きかけた堤が流れる水の勢いに耐えきれず何度も崩れ落ちてしまい、難航を極めました。そこで、藩はため池やかんがい工事の先進地であった畿内に施工例を探し求めたところ、河内国に堤防造りの名人「甚九郎」がいることを知り、築堤を依頼しました。この甚九郎が締め切り工事に用いた工法が「棚築工法」です。

棚築工法とは、以下の施工手順により築堤する工法です。

- ①川の締め切り場所が最も狭くなるように土を盛り上げる。
- ②松の木を用いて、締め切り場所に仮橋を渡す。
- ③仮橋に油を注ぎ、さらに松葉、枯れ枝を敷く。
- ④仮橋の上に土を盛る。
- ⑤仮橋に点火する。
- ⑥橋が燃え落ちると同時に盛った土が落下し、川を堰き止める。

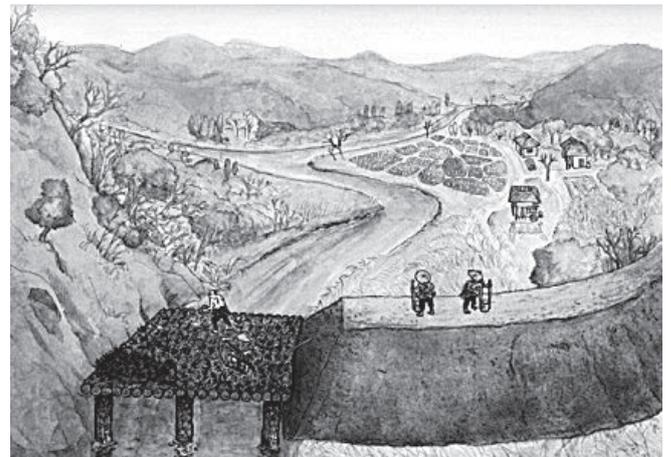


図-3 棚築工法 施工手順①～③



図-4 施工手順④～⑤



図-5 棚築工法 施工手順⑥

当時としては、非常に先進的であるこの棚築工法により、幾多となく失敗を重ねた川の締め切り工事は成功を収めました。

また、堤体位置の選定については、周囲の地形のみならず、基盤の地質にも十分な調査、検討がなされています。堤体基盤はチャート、泥質岩優勢互層等で非常に堅固であるとともに、基盤を覆う堅い地質が盛り上がった箇所を堤体の一部としています。このことは、築堤にあたっての施工性や完成後の漏水防止及び地震時における堤体の影響を軽減するためと推察され、甚九郎の見識の深さがうかがえます。

こうして、1633年（寛永10年）に入鹿池は誕生しました。藩は、名人甚九郎の活躍を称え後生にその功績を伝えるため、堤体の名を甚九郎の出身地になぞらえ「河内堤」と名付けました。この入鹿池の誕生により、原野に多くの農民が招致され、新田開発も進み、食糧生産が強化されるとともに、農村が大きく発展しました。

3. 入鹿池造成後の災害と改修

入鹿池は築造以来、幾多の豪雨等の災害に見舞われていますが、大災害として今なお語り継がれているのは、1868年（明治元年）に発生した「入鹿切れ」です。4月末から5月にわたる長雨により堤体の一部が決壊し、濁水は土石流となり下流集落を襲い、1,000余名の人命と、250ha以上の農耕地が荒地と化しました。復旧には約1,600人の作業員が動員され、1879年（明治12年）にようやく復旧工事が完了するとともに、余水吐が新設されました。入鹿池の下流約4km先にある興禅寺には、入鹿切れの際流れ着いた14トンもの「入鹿切れ流石」が祀られています。

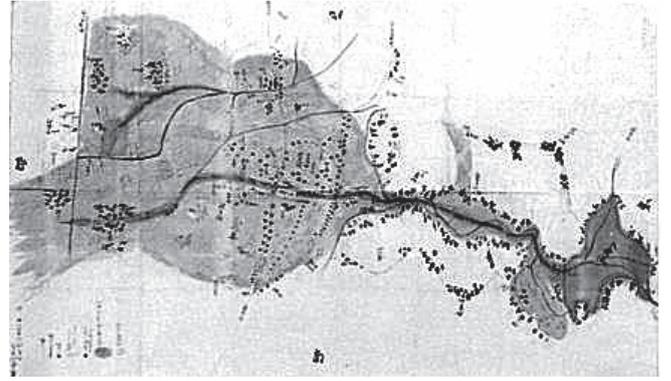


図-6 入鹿切れの絵図



写真-3 入鹿切れ流石



写真-4 河内堤法先工事

また、1961年（昭和36年）の集中豪雨では、堤体の一部が地滑りし、下流側で漏水が確認されました。このため、県営老朽ため池事業（昭和37年度～46年度）により、堤体補強並びに余水吐の改修が実施されました。さらに、県営防災ダム事業（昭和53年度～平成3年度）により、洪水調整機能を付与することで、造成当時は貯水機能のみであった入鹿池が、現在では利水

と治水両面の機能を兼ね備え、安心安全な地域づくりに貢献しています。

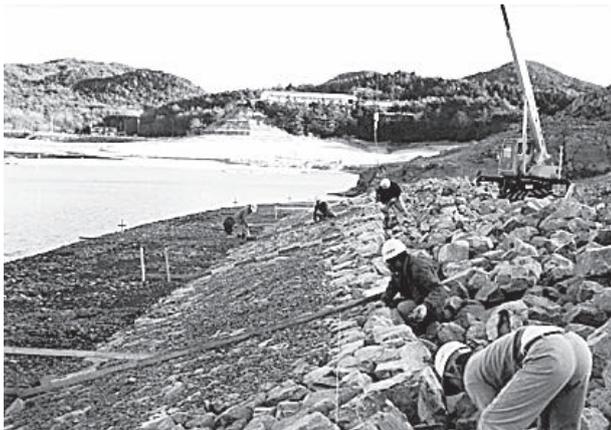


写真-5 堤体補強



写真-6 現在の余水吐

また、平成23年度に発生した東日本大震災を契機として、平成24年度から26年度にかけて学識経験者で構成する「入鹿池耐震性検証委員会」を開催し、想定される巨大地震に対する入鹿池の耐震性を検証しました。その結果、入鹿池の堤体は安全性を満たしていることが確認されました。

4. 地域とのつながり

入鹿池は隣接する博物館明治村とともに地域の人々の憩いの場とされています。地域住民自ら入鹿池を保全する動きも活発であり、毎年9月には約100名の地域住民が参加する清掃活動が実施されています。

春の頃、池のほtotりには桜やツツジが美しく咲き誇り、10月上旬から3月にかけては多くのワカサギ釣り舟で賑わう冬の風物詩として知られる等、四季を通して美しい自然を楽しむことができる犬山市の代表的な観光地です。

また、消防署等による湖面での救助訓練や近隣小学校の課外授業の場としても利用されています。犬山市では、古くから子供たちに入鹿池の歴史や役割を教

えており、農業用水と農業の関わりや水害の危険性等様々な知識を入鹿池を通して学んでいます。

このように、入鹿池は農業用水を貯水する利水機能に加え、治水、地域交流、防災、教育等の多面的機能を発揮しており、地域に愛される施設となっています。



写真-7 ワカサギ釣りで賑わう入鹿池



写真-8 課外授業の様子

5. 世界かんがい施設遺産への登録

入鹿池は上述のとおり、造成にあたり農民が主導となっていたこと、当時としては非常に先進的な工法が用いられたこと、さらには、造成以降長きにわたり地域農業の発展に寄与していることが評価され、平成27年10月13日に開催された、国際かんがい排水委員会の国際執行理事会において「世界かんがい施設遺産」に登録されました。

犬山市及び入鹿用水土地改良区は、遺産登録を受け池畔に記念碑を建立し、平成28年2月27日に除幕式を開催しました。式典には大村愛知県知事をはじめ地元国会議員や県議員等多数の来賓が出席し、盛大に執り行われました。



写真-9 登録証（左）と記念盾（右）



写真-10 記念碑

6. おわりに

入鹿池の誕生には、住民である入鹿六人衆、行政である尾張藩、工事専門家である甚九郎の各々が尽力することによって成り立っており、民意の大切さ、先進技術の積極的な導入等現在におきかえても学ぶところが多々あります。また、造成後380年という長い歴史の中で、幾度となく災害に見舞われては改修を繰り返しより良い施設へと変遷し、入鹿用土地改良区の維持管理のもと地域に愛される重要な施設として今日の入鹿池があります。先人達の偉業を称え、今後益々の発展を願いますとともに、一読していただきました皆様にも是非訪れていただければと思います。

【参考文献】

- 1) 入鹿池史：入鹿用土地改良区発行
（入鹿池史編集委員会編集）
- 2) 入鹿池世界かんがい施設遺産関連資料
（入鹿用土地改良区所有資料）

農業農村整備民間技術情報データベース (NNTD)

～Nougyou-Nouseiseibi Technical-information Database～



篠崎 剛*
(Tsuayoshi SHINOZAKI)

目次

1. はじめに	78	5. 新着情報の確認	80
2. NNTD の位置づけと活用状況	79	6. NNTD の活用状況と今後の展開	81
3. NNTD の登録情報	80	7. 技術登録の流れ	81
4. 技術概要書	80	8. おわりに	82

1. はじめに

一般社団法人 農業農村整備情報総合センター（以下「ARIC」という。）では、設立目的である“農業農村整備に関する官民の情報の流通の促進と技術支援により、技術水準の向上や、農業農村整備事業の円滑な施行の確保と発展に寄与する”ため、「農業農村整備民間技術情報データベース」（以下「NNTD」という。）を運営している。NNTDには当センターのHPから接続することができる。

NNTDは、民間企業等が開発した「農業農村整備に資する技術」の情報を登録し、ウェブサイト（<http://www.nn-techinfo.jp>）を通じて広く一般に提供を行うもので、平成24年2月に公開を開始した。平成28年10月末現在における登録技術数は385件、トップページのアクセス回数は累計で約78,000回を超えている。

工事を発注する現場の技術者等が、新工法の導入を検討する場合、あるいは新工法の提案があった場合、農業農村整備事業における採用実績、導入結果、類似工法と比較評価など情報を把握できれば、大変有効である。

NNTDには、工事、設計それぞれの新技術について豊富な情報を掲載するとともに、農業農村整備事業等で採用された事業地区名等を掲載しており、実績情報を収集する上で有用な情報源となる。一方、更新整備や長寿命化の技術など多様な技術体系を必要とする農業農村整備事業では、日進月歩で技術の改良が繰り返され、新技術が次々と提供されている。

このような時代にあって、調査・設計業務を担う者や発注者が、常に新しい技術情報を入手し、最先端の



当センターのHPからNNTDへのリンク
(<http://www.aric.or.jp>)

技術として農業農村整備事業で普及させていくことは極めて難しい。したがって、民間企業等が開発した技術を集約した情報基盤を創設・発信し、また、その実績情報を現場技術者に提供し、新技術に関する情報交流を促進していくことが、開発者・発注者の双方から求められている。

農業農村整備事業で普及している技術は、機能性だけで評価できない。農業農村整備事業の事業費は農業水利施設の所有者・管理者である農業者や地元市町村が負担する部分があり、施設は主として土地改良区や水利組合、地域住民等が管理している。このため、農業農村整備事業の技術として普及していくためには、ランニングコストも含めた経済性や管理の容易性、生

*一般社団法人 農業農村整備情報総合センター
研究第1部 主任研究員 (Tel. 03-5695-7170)

活空間としての農村景観や環境、住民や管理者の安全性、営農面での利便性など、管理者の評価といった観点も重要である。よって、農業農村整備事業での新技術の導入にあたっては、技術情報として豊富な情報量が必要であるとともに、できる限り詳細な実績情報を容易に収集できることが極めて重要な要素となる。

ARICでは、上述のような観点から、今後さらに多くの民間企業や研究機関等から新たな技術を掲載していただくため、NNTDの意義等のPRを展開するとともに、多くの発注者の方々にも、技術情報ツールとして活用いただくことを念頭に利用促進を図ることとしている。また、登録技術数が増えることによって、先述した新技術を導入する際に、NNTDが施工実績情報、比較対象技術情報、技術提案向けの参考情報などの交流を促進する基盤としての役割を果たすことを目指している。

2. NNTDの位置づけと活用状況

農林水産省は、土地改良事業の効率的・計画的な実施を図るため、土地改良法に基づき、「土地改良長期計画」で政策目標を掲げている。また、これを達成するため、実用性に富み社会に貢献できる技術開発を推進する観点から、5年間を計画期間として「農業農村整備に関する技術開発計画」を定めている。NNTDは、この技術開発計画の中で記載されている“新技術の普及促進”に寄与するツールとして位置づけられており、平成28年2月29日に農林水産省で開催された「食料・農業・農村政策審議会農業農村振興整備部会技術小委員会（平成27年度第1回）」配布資料においても、NNTDが掲載されている（http://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/nousin/gizyutu/h27_1/pdf/siryou4.pdf）。

このことを受け、NNTDは、農林水産省が発注する設計業務の特別仕様書記載例の中で、「新技術や新工法の選定にあたっては、NNTDを積極的に活用しなければならない」と明記されており、設計をする際には、NNTDに登録されている技術を発注者や設計者が十分吟味することになっている（例：http://www.maff.go.jp/j/nousin/seko/kyotu_siyosyo/k_tokubetu/pdf/3-4.pdf）。また、NNTDには農業農村整備事業等で採用された事業地区名等を掲載しており、工事を発注する現場の技術者等が新工法の導入を検討する場合、あるいは新工法の提案があった場合、それぞれの新技術について豊富な情報を掲載するとともに、実績情報を収集する上で有用な情報源となっている。



NNTDトップページ

④ 新技術の普及促進

- 官民連携新技術研究開発事業による技術開発成果情報の提供。（農林水産省ホームページに公開）
- 民間企業等で開発された技術情報を「農業農村整備民間技術情報データベース（NNTD）」として提供。（（一社）農業農村整備情報総合センター）
- 専門の研究者が現場の技術者等に対して新技術の情報提供と現場への導入を支援する「実用新技術講習会及び相談会」の開催。（農村工学研究所）
- 国土土地改良事業等の工事において、革新性・先駆性等の観点から高く評価できる新技術・新工法を導入した工事を「全国土地改良工事等学術技術最優秀賞」として表彰を実施。（農業農村工学会）



NNTDに登録される技術概要書



平成26年度最優秀工事の表彰

農村振興整備部会技術小委員会資料より抜粋

3. NNTDの登録情報

NNTDの構築に当たっては、国土交通省の新技術情報提供システム（NETIS）や各地方自治体の新技術関連のウェブサイト、さらには（公社）土木学会の技術推進機構による技術評価制度、建設技術審査証明協議会による建設技術審査証明事業なども参考としながら、技術情報の登録だけでなく、技術そのものの評価も視野に入れて検討を行った。

その結果、技術そのものを「評価」するためには、多くの施工実績やモニタリング結果の蓄積、地域特性、現場条件等を考慮した検証を積み重ねる必要がある、こうした対応は行政機関や研究機関などにより進められるものと考えた。申請された技術をARICが評価や基準化するのではなく、農業農村整備事業の現場へ情報提供を行うという「官民における情報の流通促進に徹する」ことがNNTDの構築コンセプトになっている。

登録できる情報は、民間企業等が開発した農業農村整備の推進に資する技術であり、ARICが定める要領に基づいて申請された技術がカテゴリー別に掲載されている。大分類として、土木工事、機械設備、電気通信設備、調査・測量・設計のほか、施設長寿命化対策、環境配慮対策など、農業農村整備事業の分野全体を網羅するカテゴリーを用意している。工種別登録数では、水路工、ダム、ため池、法面工、擁壁工、海岸、地盤改良などいわゆる一般的な農業土木技術のカテゴリー及びストックマネジメントに要する補修・補強工法が大部分を占め、環境保全対策に関する工法などがこれらに続いている。

発注者や設計者が、登録された技術を素早く閲覧できるように、技術情報の検索は分野別検索のほかに、フリーワード検索、条件検索（技術の目的・効果、区分、採用実績など）の計3つの方法を採用し、簡単な操作で目的の技術を参照できるようになっている。条件に合った技術は一覧表で画面に表示され、技術の内容（要約）、登録会社名、採用実績件数、開発年などを俯瞰できるため、同種・類似の技術を比較検討することが容易である。

登録された技術は短期間に改良されたり、新たな技術として更新されたりする機会が多い。技術情報の管理上、登録された情報の有効期間（掲載期間）は2年間としており、更新手続きを行うことにより、現場での採用実績の増加、新たな情報の追加等が適切に反映される仕組みとなっている。

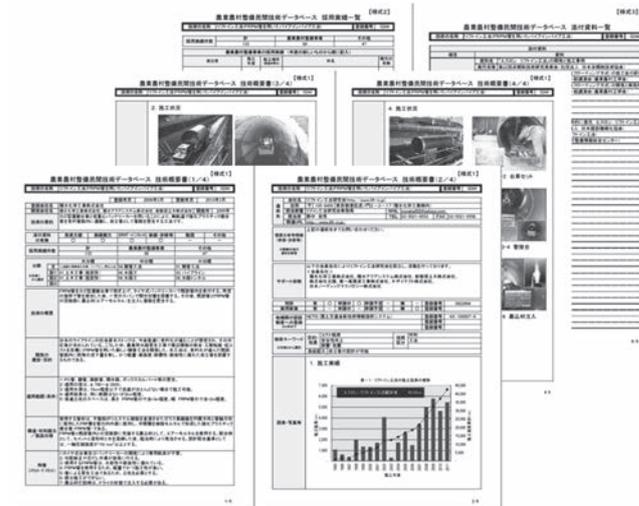
4. 技術概要書

NNTDには、統一様式で整理される技術概要書と、添付資料を登録している。技術概要書は、各技術の概

要を整理したもので、開発年、開発者、技術の特徴、適用範囲、積算参考情報、連絡先、サポート体制、図表・写真、技術情報が閲覧できるURLなどの情報が掲載されている。

統一様式であるため、データベース内に同種・類似の技術がある場合、内容の比較が容易に行うことが可能となっている。また、現場への採用実績として、発注者、施工年度、施工場所（都道府県名）、工事件名、実績報文の有無などが示されている。

添付資料には、登録会社が独自に作成したカタログ、パンフレット、動画データ、機関誌等に投稿した発表文献、単価、歩掛、設計・施工マニュアル等の掲載も可能となっている。NNTDでは、これらの資料が、自由に閲覧できることによって、農業農村整備事業に携わる技術者が現場で直接利用できるため、利用頻度が高くなれば、技術情報として目にとまる機会が多くなる。また、同種の技術の比較や実績情報の分析等も可能であるため、利用者は、技術を提供する民間の積極的な姿勢を評価できるとともに、登録企業にとっては、自信のある技術のPR効果が期待できる。



技術概要書

5. 新着情報の確認

NNTDには、技術情報の新規登録や更新がなされた場合に、トップページの「新着情報」から速やかに内容を確認することができるほか、ARICのウェブサイトからメールマガジンの登録をすることによって、誰でも新着情報などをいち早くメールで受信できるシステムを導入している。

(<http://www.aric.or.jp/mailmagazine/index.htm>)

メールマガジンでは、テキスト形式で技術名称・技術概要等を確認することができるほか、代表写真を掲載した特設ページへのURLを記載しており、登録者の希望する形態で閲覧することができる。

農業農村整備民間技術情報
一般社団法人農業農村整備情報総合センター (ARIC)

農業農村整備民間技術情報メールマガジン (H26_No.7)

◆目次
1. 民間技術情報データベース新規登録技術の紹介

1. 民間技術情報データベース新規登録技術の紹介

以下の2件について、新たに技術を登録しました。

登録番号	1115
技術名称	トラス式樋門上屋
登録会社	■■■■■■■■■■

【技術の要約】
操作員の安全な操作環境の確保、ゲート開閉装置・操作盤等の機械設備保護を目的とした、建築確認済証が取得可能なアルミニウム合金造建築物。



URL: http://www.nn-techinfo.jp/mdb_web/MdbShiryo.do?process_flg=view&sc_touroku_no=1115

NNTDのメールマガジン (特設ページ版)

6. NNTD の活用状況と今後の展開

NNTDに登録されている技術情報の内訳を示す。全登録数の約1/3を施設別(ダム, ポンプ場, 水路工等)土木工事に関する技術が占めている。また, 農業水利施設のストックマネジメントが求められるように

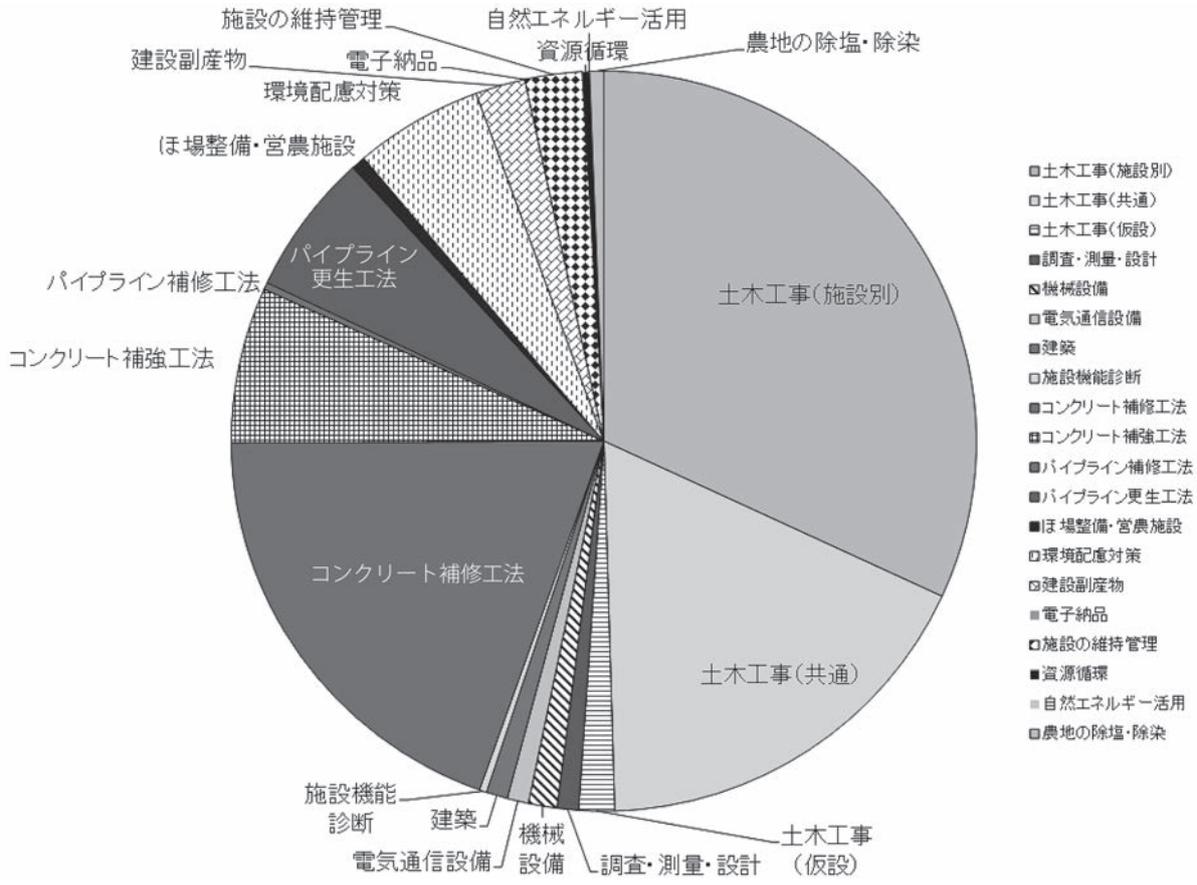
なったことを受け, 近年はコンクリート補修工法, コンクリート補強工法, パイプライン更正工法に関する技術登録が急激に増加している傾向にある。

農業農村整備事業は, 効率的な農業基盤整備としての大規模開発から, 整備された財産を効率的に最大限に利用していく補修・補強等による保全事業・更新事業へと事業の範囲を拡大しており, それに従い, きめ細やかな新しい技術が次々と必要となる時代である。このような時代に, 現場の技術者にとって, ウェブサイト上で手軽に見られるNNTDは効率的に有用な情報を得るための重要なツールであり, 新たな技術を効率的に普及させていくうえで重要な役割を担うこととなる。

7. 技術登録の流れ

開発された技術をNNTDに登録いただく手順は以下のとおりである。

- ①NNTDトップページの最下段にある「登録要領」をクリック。
- ②「登録要領」を熟読し, 必要な様式をダウンロードして記入する。また, 登録技術に関するカタログ, パンフレット, 論文, 紹介動画, 単価, 歩掛, 設計施工マニュアルなどの添付資料を併せて掲載したい場合は, それらの資料を電子データで準備する。



NNTD登録技術の内訳

- 登録申請書【必須】（更新の場合は更新申請書）
 - 技術概要書【必須】
 - 採用実績一覧表【必須】
 - 添付資料一覧表【必須】
 - 添付資料【任意】（PDFファイル。動画の添付をご希望の際は、個別に相談）
- ③上記②で記載した資料一式を、ARIC担当あてにメールで送信する。もしくはCD等で郵送する。（記載方法がご不明な場合は、同ページにある記載要領をご参照いただくか、ARIC担当者までお気軽にお問い合わせください。）
- ④送信もしくは郵送いただいた資料をARIC担当者が確認する。（確認後、ARICより返信のメールや電話を差し上げます。確認内容は記載様式に関するものが中心です。）
- ⑤通常、申請から2週間程度でNNTDに登録が完了する。（記載様式の不備等があった場合は、修正をお願いすることがあります。）
- ⑥登録もしくは更新された技術は、多くの方の目に触れるよう、ARICウェブサイトのトップページの「新着情報」で速やかに情報共有される。また、ARICメールマガジンに登録されている方々に新技術として紹介メールが送信される。

8. おわりに

NNTDの運用を通じて、農業農村整備事業の推進、新技術の開発や改良、技術情報の交流等が促進され、また、発注者・管理者からの情報が逆に開発者に還元することで、さらに有用な新技術として技術改良が促進されることが重要である。

現在、耐用年数を超える基幹的農業水利施設の数が増加に達しようとする中、一層の農業の効率化を促進する担い手への農地の集積や、農地の集団化、規模拡大などの取組みが急務であり、これらを進める上で一体的な農業基盤整備が不可欠なため、農業農村整備事業には、多様な技術を効率的に運用できる仕組みが求められている。

ARICでは、さらなる研究、改良を進めながら農業農村整備事業に有用な技術の登録を充実させるとともに、NNTDが農業農村整備事業に関わる多くの技術者にとって、わかりやすく、必要不可欠なツールとなるよう努力してまいりたい。

一般社団法人
農業農村整備情報総合センター

農業農村整備民間技術情報データベース(NNTD)

ご利用に当たっての注意事項

1. 農業農村整備民間技術情報データベース(NNTD)のご利用に当たっては、本注意事項をご一読いただき、ご承諾の上、ご利用ください。

2. フォワード検索、分野別検索、条件検索を組み合わせた後の検索には対応していません。

3. Internet Explorer以外のブラウザでは、レイアウトが崩れる場合があります。

フリーワード検索

語句を入力してください。
※複数の語句で検索する場合は、半角スペースで区切って入力してください。

AND (かつ) OR (または)

分野別検索

各分野の項目をクリックすると、技術の一覧が表示されます。

土木工事(舗装等)	土木工事(共通)	土木工事(新設)	調査・測量・設計
ダム: 34件	土工: 9件	道路土工: 4件	測量・測量調査: 1件
ため池: 11件	コンクリート: 29件	道路整備: 4件	測量地調査: 1件
陸揚工: 11件	石ブロック(組): 21件	農村道路改良: 4件	測量機: 0件
定置機: 7件	土留工/掘削工: 27件	排水設備改良: 1件	水質調査: 0件
フェーンポンプ/水櫃: 11件	基礎工: 11件	照明設備: 0件	地下水調査: 0件
水路工: 294件	池底改良工: 15件	電力設備: 1件	生物調査: 0件
農業(圃場): 91件	農地改良工: 17件		水質: 1件
池すべり防止施設: 8件	安全施設: 0件		防犯照明: 1件
湧水/湧川/平流: 14件			計測・計測・新設技術ツール: 1件

登録要領 をクリック

技術情報の登録・更新の申請につきましては、こちらの登録要領をご参照ください。

平成24年2月以降の閲覧回数 0000073456

NNTDへの技術登録
(<http://www.nn-techinfo.jp>)

登録できる技術は、農業農村整備事業など農林水産省（都道府県や市町村の農林水産系部署、水資源機構、土地改良区等）が発注した工事での採用実績があることを原則とし、他機関の技術データベースや技術認証への登録、特許取得状況、他機関が発注する工事での採用実績など、総合的に勘案して登録の是非を決定している。

摩耗したコンクリート水路の表層形状からの粗度係数 推定手法の現地への適用

中 矢 哲 郎* 武 馬 夏 希* 渡 嘉 敷 勝* 森 充 広*

(Tetsuo NAKAYA)

(Natsuki BUMA)

(Masaru TOKASHIKI)

(Mitsuhiro MORI)

目 次

1. はじめに	83	4. 調査結果	85
2. 検証した現地の概要	83	5. まとめ	87
3. 調査方法	84		

1. はじめに

農業用水路の性能のうち、通水性能の指標にはマンシングの平均流速公式中の粗度係数 n が一般的に用いられ、老朽化した水路の水利・水理機能診断にも用いられる。しかし、現地で粗度係数を算定する場合は流量観測を伴うために労力とコストがかかる上に、計測には人為的誤差が生じやすい。また、現状では粗度係数の増加が水路表層の摩耗、損傷による凹凸などの材質の状態によるものなのか、土砂の堆積、雑草の繁茂、藻類の付着など管理状態によるものなのかを分離して評価することが困難である。よって、長期供用により摩耗した水路の表層形状から粗度係数を算定することができれば、水路の通水性能を省力的かつ低コストに照査できる。さらに、通水性能の低下が土砂の堆積や雑草の繁茂など維持管理に起因する場合は、清掃や草刈りのみで機能を回復することが可能になり、表面被覆工事等のおおがかりな改修作業を回避し、限りある予算を有効に利用することが可能となる。

中矢ら^{1)・2)}はコンクリート水路の表層形状から粗度係数を推定する手法を提案している。しかしこの推定手法は、水路勾配が一定で、かつ流量、流速を制御した室内水理模型実験により得られたものであり、現地の摩耗した水路における検証は今後の課題として残されている。そこで本報告では、まずレーザー変位計による携帯型粗さ測定装置により、現地の水路の摩耗形状を把握するとともに、得られた表面粗さから粗度係数を算定する中矢ら¹⁾による推定式を現地で適用する。さらに流量観測から得られる現場粗度係数の値と比較することで推定式の適用性を把握する。

2. 検証した現地の概要

対象水路は、写真-1に示す1970年代前半に造成された現場打ちフリーフォーム開水路であり、供用後約35年が経過している。

摩耗の程度は粗骨材が部分的に露出しており、全般に摩耗が進んでいる。水路周辺は農地と農道、宅地に囲まれた場所に位置する。水路に大きな傾きや歪み、不同沈下等の変状は見られないが、水路側面の常時水位以下部分に一部鉄筋腐食によるコンクリートの剥離が見られる。水路底面については一様な土砂の堆積はなく、通水を阻害するような障害物も見られなかった。

本試験地において、まず流量観測を実施し、現場粗度係数の実測を行う。観測は、150~200m程度の直線区間を抽出して実施した。なお、水路の断面形状は同一である。さらに、測定した表面粗さから粗度係数を推定する手法により粗度係数を推定し、実測値との比較を行い、推定式の適用性について考察を行うことを目的とした。



写真-1 調査を行った農業用水路

* (独)農研機構 農村工学研究部門

(Tel. 029-838-7546)

3. 調査方法

(1)粗度係数の算定方法

(a) 一次元不定流解析からの粗度係数の推定

粗度係数は次式のマニングの平均流速公式より求める。

$$n = \frac{1}{U} R^{\frac{2}{3}} I_e^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

$$I_e = I - \left\{ \alpha \frac{Q^2}{2g L} \left(\frac{1}{A_2^2} - \frac{1}{A_1^2} \right) \right\} \quad (2)$$

ここで、 n ：マニングの粗度係数、 U ：断面平均流速（m/s）、 R ：径深（m）、 I_e ：エネルギー勾配、 I ：水面勾配、 Q ：流量（m³/s）、 A_1 ：上流側断面積（m²）、 A_2 ：下流側断面積（m²）、 L ： A_1 、 A_2 間の距離（m）、 α ：流速分布補正值（開水路では1.0～1.1を使用）、である。水路床勾配を I_b とおくと、等流条件の場合は $I_e=I=I_b$ となるため、流量観測と一断面の水深計測によって(1)式から n 値が求まる。等流条件でなくとも水路床勾配が一定であれば、水面勾配と上下流2断面の流積から(2)式よりエネルギー勾配を算定することで(1)式より n 値が求まる。今回の水路は縦断測量を行った結果、水路床の不陸が大きく、水路床勾配が一定ではないため、(2)式の適用は難しいと判断された。そこで、次式の運動方程式と連続方程式から一次元不定流解析を行い、 n 値を水位の実測値とフィッティングさせることで現場粗度係数を推定した。

$$\frac{1}{g} \frac{\partial U}{\partial t} + \frac{1}{2g} \frac{\partial U^2}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial x} + I_b + \frac{n^2 U |U|}{R^{4/3}} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (4)$$

ここで、 t ：時間（s）、 x ：距離（m）、 h ：水深（m）である。以上の二式を連立して解くことにより任意の場所での水深 h と流速 U が求まる。計算にはスタッガードメッシュによる差分法を用い、時間に関する差分には陽解法を、場所に関する差分には中心差分を用いた。

(b) 流量観測方法

(3)、(4)式で n 値をフィッティングさせるには、流量と水深の観測データが必要である。流量は、平均流速と水深から求めた。図-1に示すように横断方向に水路幅を5等分し、深さ方向に2割水深と8割水深の2点において、一次元電磁流速計により流速を測定し、これらの平均値を平均流速とした。水深は水路中央でポイントゲージを用いて天端または橋脚からの高さを測定し、その後ポイントゲージの点から水路底までの高さを標尺で測定した。流量は以下の式で求まる。

$$Q = A \times V_{average} \quad (5)$$

$$V_{average} = \sum_{i=1}^n V_i / n \quad (6)$$

$$V_i = (V_{i2} + V_{i8}) / 2 \quad (7)$$

ここで i ：流速計測箇所、 n ：分割断面数、 A ：断面積、 $V_{average}$ ：断面平均流速、 V_i ：各計測線の平均流速、 V_{i2} 、 V_{i8} ：2割水深点、8割水深点の流速

図-2の計測区間内において、①～④の4箇所では水深、流速を計測した。水路床高さは縦断測量により10m間隔で測定した。

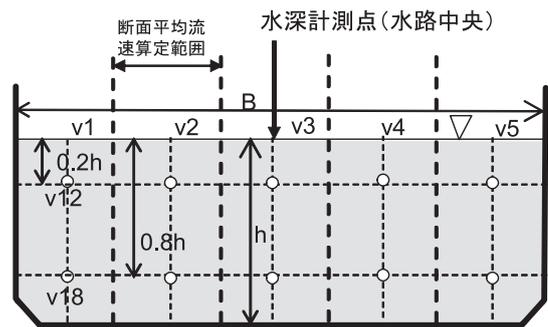


図-1 水路断面における流速測定位置

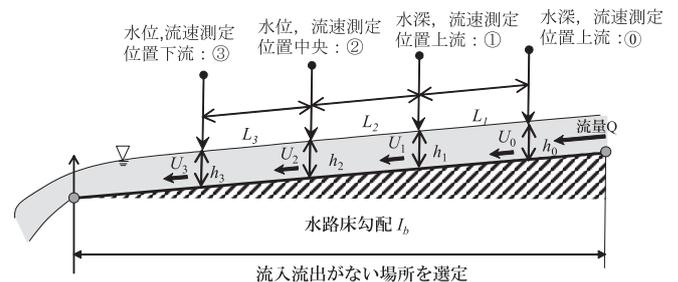


図-2 流下方向の測定位置

(2)表面粗さからの粗度係数推定手法

写真-2に表面粗さ測定に用いた携帯型粗さ測定装置を示す。本測定装置はレーザー変位計によって水路表面の凹凸を0.01mmの精度で測定することが可能である。1回の測定で50cm区間の凹凸を計測でき、測定ピッチは任意に設定可能である。作業性、データ処理性を考慮し、現在は1mm間隔で1側線あたり500データを取得している。測定装置は軽量で1～2人で測定作業を行うことが可能である。測定データはデータロガーを介して簡単にパソコンやフラッシュメモリに記録することができる。水路断面における表面粗さの側線を図-3に示す。

相当粗度 k_s （m）とマニングの粗度係数との関係は次式で表せる。

$$n = 0.042 k_s^{1/6} \quad (8)$$

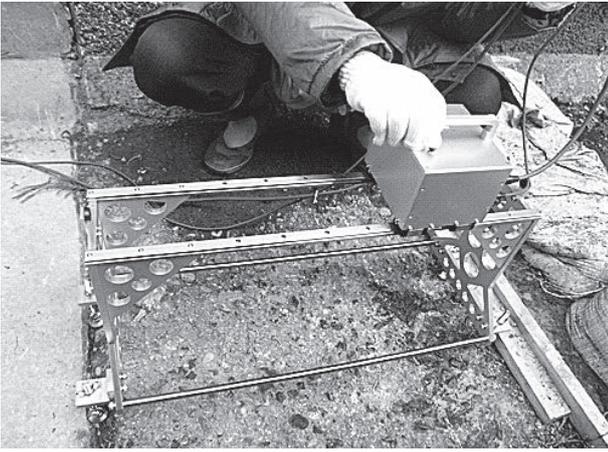


写真-2 調査に用いたレーザー変位計

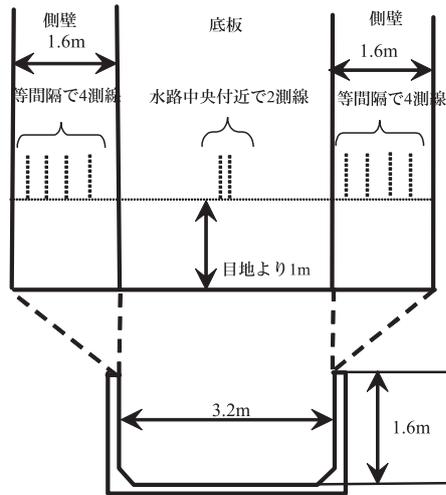


図-3 水路断面における表面粗さの側線

よって相当粗度 k_s を水路表面の凹凸状態から算定できれば、流量観測なしに、粗度係数を算定することが可能となる。中矢ら¹⁾は水理模型実験より得られた模擬摩耗板の粗度係数と、模擬摩耗板表面の各種表面粗さパラメータの実測値から、(8)式中の k_s と表面粗さパラメータとの関係を表す実験式を以下のとおり示した。

$$k_s = 2 \times R_a \quad (9)$$

$$k_s = 0.26 \times R_z \quad (10)$$

ここで、図-4に示すように、最大山高さ Z_p は粗さ曲線の平均線から最も高い山頂、最大谷深さ Z_v は最も深い谷、最大高さ R_z は Z_p と Z_v の合計である。算術平均粗さ R_a は、粗さ曲線の平均線からの高さの絶対値の平均を表したものである。具体的には粗さ曲線における基準長さ l の、1mm間隔の測定位置における、平均線から粗さ曲線までの偏差の絶対値を合計し平均して算出する。中矢ら¹⁾によると、高さ方向の凹凸の偏りを表すパラメータであるスキューネス R_{sk} により摩耗形状を特徴付けられ、式(9)、(10)の適用条件の一つとして、ここで $R_{sk} > 0$ は、表面の凸部分が大きく尖り、

山頂部から深い位置に高さ分布が偏っており、 $R_{sk} = 0$ は、凹凸の高さ分布は平均線を挟んでほぼ対称となる。 $R_{sk} < 0$ は、山頂部付近から高い密度を示し、凹凸の高さ分布は山頂部付近に偏っている。模擬摩耗板は、凹凸の全体の形状を概ね形づくるのは $R_{sk} < 0$ の山に相当する形状であり、粗骨材周辺の窪みに相当するのは $R_{sk} = 0$ 型であり、全体としてはこの二つの形状が合成された形状であることが示されている。

(9)式、又は(10)式を(8)式に代入することで、流量観測することなく表面粗さ計測から粗度係数を推定することが可能になる。以上の過程を図-5にまとめる。まず、レーザー変位計により表面形状を測定し、得られた粗さ曲線から R_a 、 R_z を算定し、式(2)から k_s を算定する。最後に算定された k_s を用いて式(1)から粗度係数を算出する。

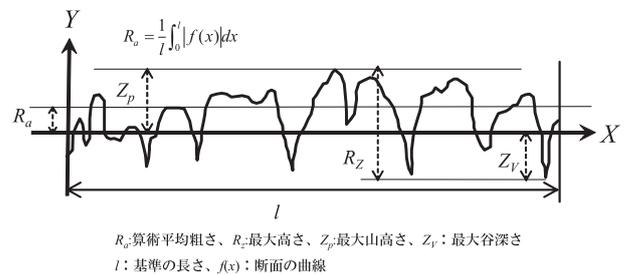


図-4 表面粗さ曲線の定義

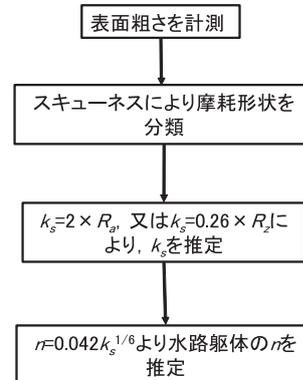


図-5 表面粗さから粗度係数を推定する方法の流れ

4. 調査結果

(1) 流量観測による現場粗度係数の測定結果

現地における流量観測は、7月の高流量時期と9月の低流量時の2回にわたり行った。写真-3に水深の測定状況を示す。今回、水路計測用に測針部が2mまで延長できるポイントゲージを作成して計測して行った。

図-6に流量観測結果と一次元解析結果を示す。低流量時は $0.75\text{m}^3/\text{s}$ で、高流量時は $1.32\text{m}^3/\text{s}$ であった。一次元解析により粗度係数を算定した結果、低流量時で0.017、高流量時で0.016となった。この値は一般に

用いられる粗度係数の値から比較すると現場打ちコンクリートの最大値と同程度である（文献3,4）などに記載）。よって長期供用により摩耗は進行しているが、ただちに補修が必要と判断されるほどの値ではないことがわかる。



写真-3 水深測定状況

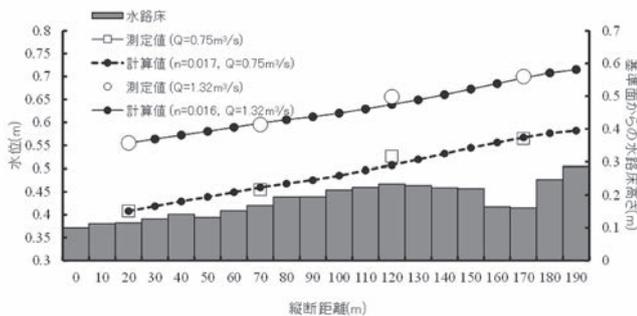
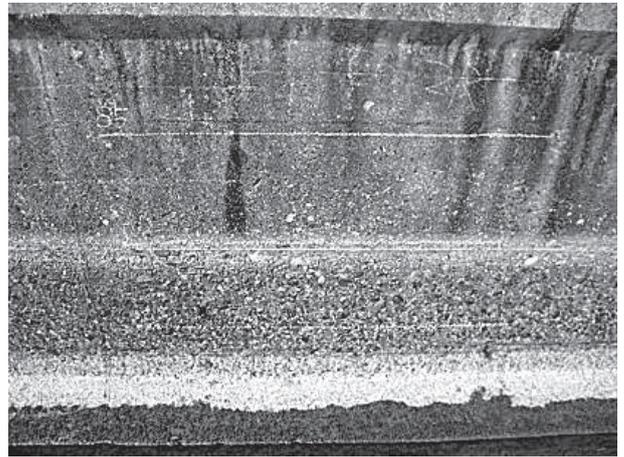


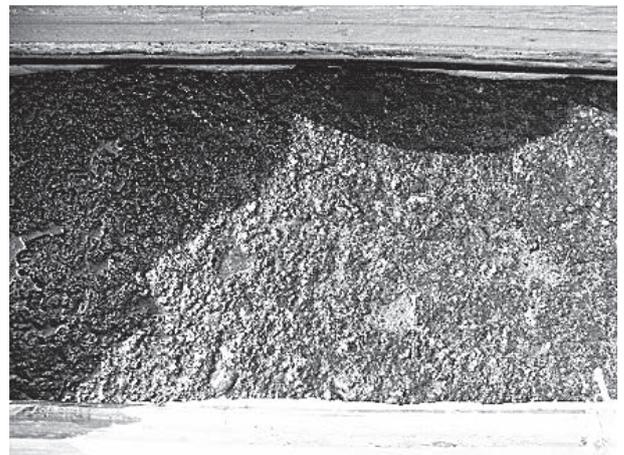
図-6 流量観測結果と一次元解析結果

(2)表面粗さからの粗度係数の推定

図-2における断面②地点の断面において、図-3の側線を基準に表面粗さを測定した。側壁および底板の表面状態を写真-4に示す。側壁には明確な喫水線があり、水中部と非水中部に分けられ、目視からも水中部の摩耗が大きく粗骨材が露出している状況であった。側壁部分の表面粗さの測定結果を図-7に示す。水中部分の方が大きく凹凸が生じていることがわかる。底板部分は側壁水中部に比較し大きく摩耗しているという状況ではなくほぼ同じか、摩耗がむしろ小さいようであった。このことは水路の摩耗が衝突や摩擦によるもの以外に乾湿繰り返しやセメントペーストのカルシウム分の溶出等の化学的な影響も大きいことを示している。



側壁の摩耗状況



底板の摩耗状況

写真-4 測定地点（断面②）の摩耗状況

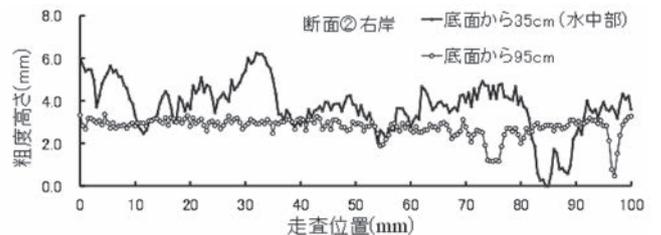


図-7 表面粗さ測定結果

表-1には表面粗さからの粗度係数の推定値と流量観測から得られた現場粗度係数の比較を示す。なお、表面粗さからの粗度係数は、 n 個の各辺要素の影響を考慮するために、各辺毎の粗度係数 n_i とその潤辺 S を用い次式により等価粗度係数を算出した。なお側壁部分においては喫水線より上の側線は考慮していない。

$$N = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^n (n_i^{3/2} \cdot S_i)}{S} \right\}^{2/3} \quad (11)$$

$$S = \sum_{i=1}^n S_i$$

表面粗さから粗度係数を推定すると0.015となり実測値より小さい値となった。

表面粗さからの粗度係数の推定値が小さくなった原因を考察する。まず流量観測を行ったのは200m区間であるが、今回表面粗さを測定したのはそのうちの図-2の②の一断面である。水路延長区間において、場所的な摩耗のムラを全て反映することは現時点では難しい状況にある。長距離にわたる水路の摩耗の不均一をどのように反映させるかは今後の課題である。また、水路底には砂礫や雑草や藻類などの管理状況に起因する要因が、摩耗より大きな影響を及ぼすことが予想される。試みとして水路底面に堆積する3-5cm径の砂礫の堆積状況を0-5（0：なし，1：まばらに堆積，2：1-3の中間，3：半分程度，4：3-5の中間，5：ほぼ全面に堆積）の数値で評価した。今回は図-2の200m区間のうち①，②，③の三箇所を目視で把握し，数値化し平均したところ0.7となり砂礫がまばらに堆積する影響があると判断された。仮に5cm径の砂礫が指標5の全面に堆積していたと判定された場合，砂礫径を式(10)の k_s と等しいとおくと，粗度係数は0.02となり，実測粗度係数の0.017値に近づく。このように粗度係数に材質の摩耗以外の要因の影響を解明することが，今後の現場の粗度係数の推定に最も重要である。

表-1 粗度係数の推定と実測の比較

断面 ② ※1	算術平均粗さ	最大高さ	換算粗度係数		合成粗度係数		実測粗度係数
	$R_a(\text{mm})$	$R_z(\text{mm})$	n_{Ra}	n_{Rz}	n_{Ra}	n_{Rz}	
底板 ※2	1.16	7.74	0.015	0.015	0.015	0.015	0.017
右岸 ※3	0.61	4.96	0.014	0.014			
左岸 ※4	0.67	5.36	0.014	0.014			

※1 図-2の断面における位置

※2 水路中央1.6m地点で3側線の平均値

※3 底板から40cm(1側線)，50cm(2側線)，60cm(3側線)高さの水中部分の平均値

※4 底板から50cm高さ(2側線)の平均値

5. まとめ

レーザー変位計による携帯型粗さ測定装置により，摩耗した現地の水路の摩耗形状を把握するとともに，得られた表面粗さから粗度係数を算定する中矢ら¹⁾による推定式を現地で適用し，流量観測から得られる現場粗度係数の値と比較することで推定式の適用性を把握した。表層形状からの推定値は観測値より低くなり，現地の砂礫の堆積など管理状況の影響を考慮する必要があることが示唆された。今後もさらに推定式の精度と使用性を向上させるために現地計測を実施する考えである。

【参考文献】

- 1) 中矢哲郎，渡嘉敷勝，森充広，森丈久：摩耗したコンクリート水路表層形状からの粗度係数推定手法，農業土木学会論文集，第258号，76,3，pp.23-28, 2008.
- 2) 中矢哲郎，渡嘉敷勝，森充広：コンクリート水路の摩耗状態の変化を考慮した粗度係数評価手法，農村工学研究所技報，第218号，pp.107-113, 2015.
- 3) VEN TE CHOW著，石原藤次郎訳：開水路の水理学I，丸善，92-191, 1962.
- 4) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準設計「水路工」基準書 技術書，154-158, 2001.

会 告

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28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

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

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して下さい。

〒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) として下さい。なお, 写真・図・表はヨコ8.5cm×タテ6cm大を288字分として計算して下さい。

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て下さい。数字はアラビア数字 (3単位ごとにカンマ (,) を入れる) を使用して下さい。

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データ等にて提出して下さい。

写真・図・表の画像データは, 原稿データとは別に添付して下さい。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下さい。

※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して下さい。

6. 写真・図・表は本文中の挿入個所を明確に指定して下さい。

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して下さい。

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下さい。

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いて下さい。

10. 数表とそれをグラフにしたものとの並載せはさけ, どちらかにして下さい。

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して下さい。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”と明示して下さい。

12. 投稿の採否, 掲載順は編集委員会に一任して下さい。

13. 掲載の分は原稿料が支払われます。

14. 別刷は, 有料になります。

15. CPDの登録が可能です。1ページ10CPD, 上限40CPDとなります。申請 (本人) に当たっては, 証拠書類 (論文, 掲載号の表紙, 目次) が必要となります。

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（179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

『みなさん、ご存知ですか！農村振興局 Facebook』

みなさん、農村振興局 Facebook はご存知ですか。

農村振興局 Facebook は、農山漁村の活性化や地方創世の取組、農業農村整備等に関係や関心を持つ方々を対象に農村の進行に関する背作情報や全国各地で取り組まれている先行事例などわかりやすくかつ迅速に情報発信していくことを主な目的に農林水産省公式 SNS として平成 28 年 7 月 22 日に開設しました。

これまで 35 件（11 月 4 日現在）の記事を掲載し、8 月 9 日には 1,000 「いいね！」を達成いたしました。

まだ、見たことがない方はぜひ一度農村振興局 Facebook を閲覧してみてください。地域にとって自分にとって有益な情報が得られるかも知れません。

また、シェア等の Facebook 機能を活用することでさらなる情報展開が期待されます。農村振興局 Facebook の閲覧・シェア等よろしくお祈いします。

農村振興局 Facebook <<https://www.facebook.com/nouson.maff/>>



最後に、この編集後記が掲載されているページの上半分は、「水と土」通信となっております。本号で興味を持たれた報文、本号の編集についてのご意見、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送り頂けますと、今後の編集方針の参考となります。読者の方々のご興味に添える会誌にするため、ご意見等を反映させたいと考えております。

今後の本会の発展、「水と土」の活性化のためにも、こちらにもご意見・ご感想をお送りいただき、ご協力頂きますようお願いいたします。

（農村振興局整備部設計課 吉野英和）

水と土 第179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 齊 藤 政 満

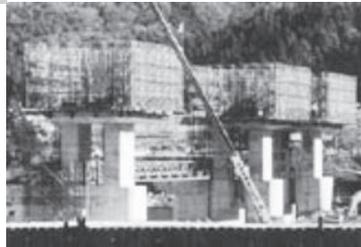


土地改良事業
の推進



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

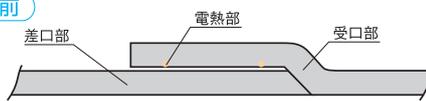
農業用水のパイプラインに！

管路の一体化による継手部の信頼性！

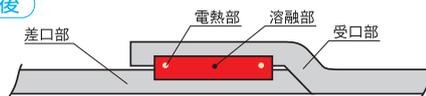
EF継手は電熱線の通電により溶融し、受口、差口を一体化させ、万全の気密性を保持できます。また、融着品質のばらつきがなく、作業が容易なため、工期短縮・コスト縮減が実現出来ます。

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) 092-475-1350 鹿児島(営) 099-227-1577