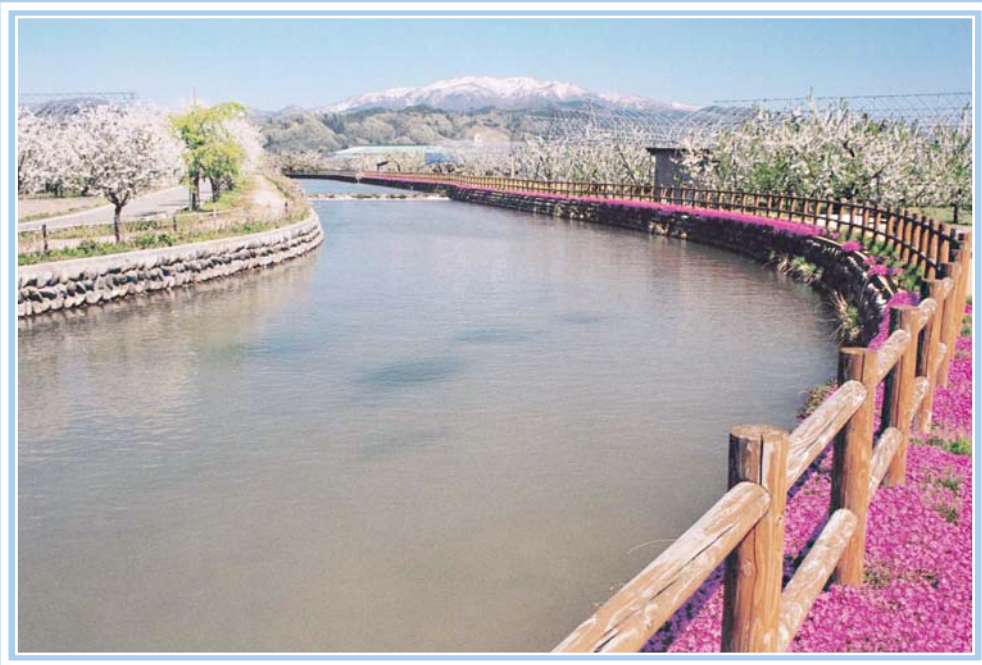


水と土

No.152
2008

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



二の堰（山形県寒河江市）

TRD工法による伊江地下ダム止水壁試験工事について (本文22頁)



カッターポスト建込み



掘削・造成



カッターポスト引抜

TRD工法施工状況

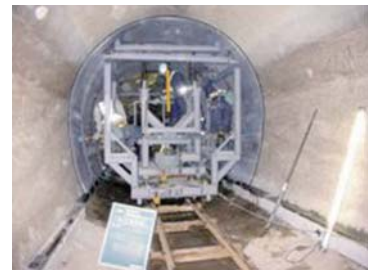
超高強度繊維補強コンクリートパネルによる水路トンネルの補修について (本文38頁)



パネル仮組立



パネル運搬



アーチ部パネル設置



インバートパネル運搬



インバートパネル設置



工事完成

施工状況



国営造成施設紀の川藤崎頭首工 (H19)



朝明頭首工



県営有田川工業用水堰堤 (H18)



火の口頭首工 (アイスハーバー型)



小園頭首工 (階段式)

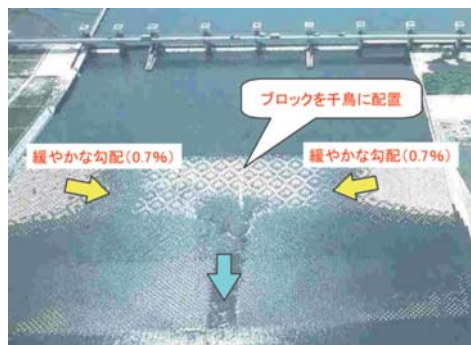


鮎の遡上も確認されたハーフコーン式魚道
(山梨県佐野川)

サケ・アユの遡上に配慮した堰の改築とその効果検証 (本文58頁)

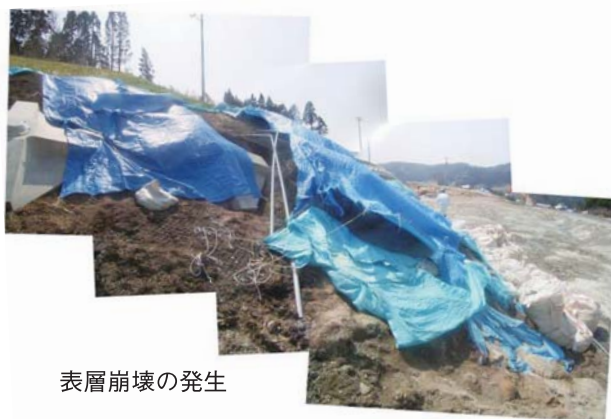


改築前の利根大堰護床工

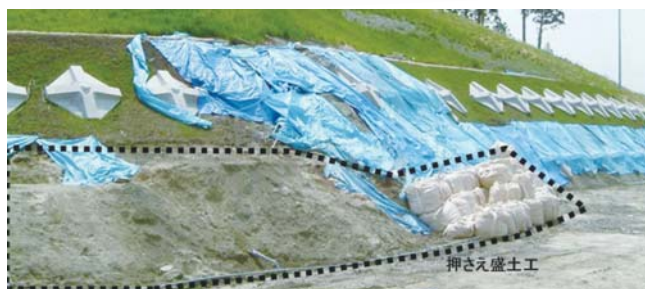


完成した護床工

断層破碎帯における表層崩壊への対応について (本文66頁)



表層崩壊の発生

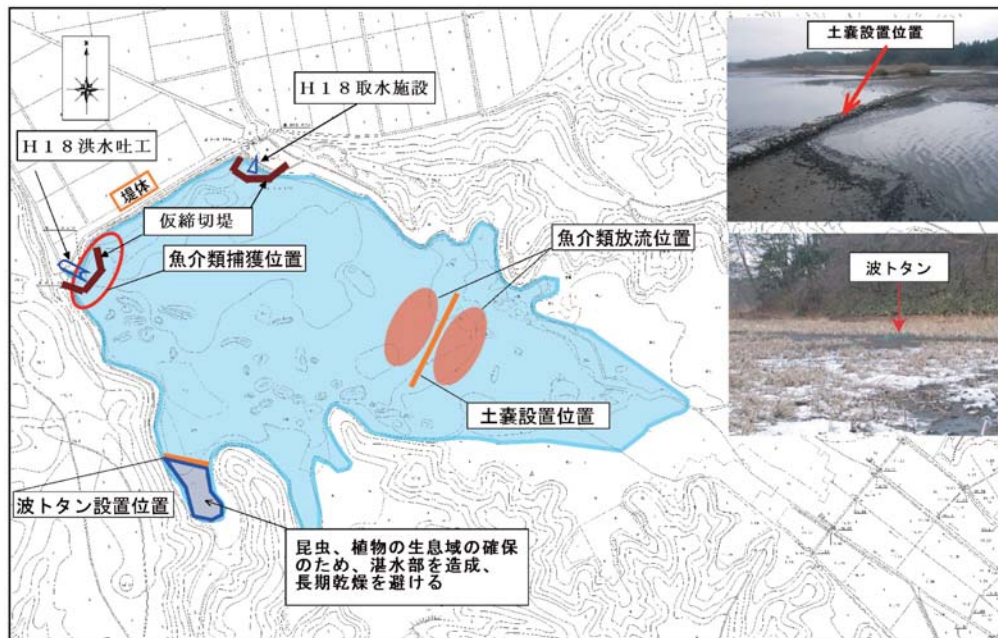


押さえ盛土の施工



対策工の施工完了

小友沼ため池の渡り鳥と環境配慮対策 (本文82頁)



配慮対策 模式図

～水の恩人～ みす おん じん 西沢真蔵氏と枝下用水 にし ざわ しん ぞう しだれ よう すい (本文94頁)



御船川を渡る木の樋
開削初期の枝下用水



農村自然環境整備事業豊田南部地区による
住宅周辺上部利用 (豊田市高岡町)

水と土

C o n t e n t s

2008 MARCH No.152

◆報文内容紹介	7
◆会員の皆様へお知らせ	9

□巻頭文

更なる技術開発への取り組みを	松田祐吾	11
----------------	------	----

□報 文

当麻ダム洪水吐の改修について - 当麻ダム洪水吐水理模型実験について -	武田耕一・福山正弘	13
TRD工法による伊江地下ダム止水壁試験工事について 佐伯和英・濱坂英雄・堀場 修・橋口昌憲		22
鉄筋コンクリート二次製品に使用する目地材の検討	桐岡宏恭	33
超高強度繊維補強コンクリートパネルによる水路トンネルの補修について	西場 猛	38
老いのつぶやき 自然に優しい階段式エプロンを持つ頭首工のすすめ	小川力也	43
宮崎県内における魚道の設計施工事例について - 農業用河川工作物応急対策事業から -	横山雅敏・園田征央	51
サケ・アユの遡上に配慮した堰の改築とその効果検証 高橋力也・宮下武士・河林百江		58
断層破碎帯における表層崩壊への対応について	山口将宏	66
水資源活用地域共生事業を利用した用水転用に関する事例報告 - 山梨県笛吹川地区における用水転用（農業用水から水道用水）に向けた取り組み - 麻川善行・井藤元暢		71
小友沼ため池の渡り鳥と環境配慮対策	佐藤弘巳	82
環境に配慮した施設の設置位置と維持管理の合意形成 田中さやか・緒方英彦・服部九二雄・坂根 勇・畠山正義		88

□歴史的土壌改良施設

～水の恩人～ 西沢真蔵氏と枝下用水	伴 智明	94
-------------------	------	----

□技術情報紹介

平成19年度農業土木技術研究会研修会レポート 「機能診断に係る新技術の開発」 ～農業水利施設の的確なストックマネジメントを目指して～	編集事務局	99
--	-------	----

◆会告	108
◆入会案内	109
◆投稿規定	111

●表紙写真● 『二の堰花ざかり』二の堰（山形県寒河江市）

写真提供：疎水のある風景 写真コンテスト（2006年）入選作品 山形県 安藤 堅一

水と土 第152号 報文内容紹介

当麻ダム洪水吐の改修について —当麻ダム洪水吐水理模型実験について—

武田耕一・福山正弘

洪水吐の改修計画において、地形条件から流入部形状を左右非対称のY字型としたとき、標準側水路型の洪水吐と異なって、その水理特性を定量的に把握することは困難である。このことから設計に先立ち問題となる水理現象の予測を行い、水路形状の検討から洪水吐の水理模型実験を行い、流入部をはじめ、減勢工までの形状についての妥当性を含めた検証を行った。

(水と土 第152号 2008 P.13 企・計)

TRD工法による伊江地下ダム止水壁試験工事について

佐伯和英・濱坂英雄・堀場 修・橋口昌憲

伊江地下ダムは、沖縄本島北西部の伊江島に位置し、かんがい面積668haの国営かんがい排水事業「伊江地区」における主要水源施設である。

これまでの地下ダム止水壁造成工法は柱列式地下連続壁工法(SMW工法)による施工が一般的であったが、これまでに施工実績がない等厚式ソイルセメント地中連続壁工法(TRD工法)による止水壁造成の試験施工を実施したので、試験の概要と結果について報告する。

(水と土 第152号 2008 P.22 設・施)

鉄筋コンクリート二次製品に使用する目地材の検討

桐岡宏恭

紀伊平野農業水利事業建設所は、和歌山県の紀伊平野に係るダム・用水路などの改修を行っている。事業内容としては、開水路の改修が主となっており、鉄筋コンクリート二次製品による改修が多い。しかしコンクリート二次製品は目地から漏水しやすいという短所がある。そこで高耐久性の目地の検討をこれまで行っており、平成18年度から「ブチル系パッキン材」を目地材として採用している。その検討内容について紹介する。

(水と土 第152号 2008 P.33 設・施)

超高強度繊維補強コンクリートパネルによる 水路トンネルの補修について

西場 猛

新矢作川用水農業水利事業は愛知県岡崎市をはじめ4市4町にまたがる7.073haを計画受益面積とし、旧国営事業により整備した施設の中で用水路57.4km、貯水池1箇所、頭首工2箇所の改修を平成6年度より実施している。

細川幹線水路はその地区の上流部に位置し、経年による老朽化が進行していることから補修を行うものであり、超高強度繊維補強コンクリートパネルを用いた内張工法で補修を行った。その施工方法について報告する。

(水と土 第152号 2008 P.38 設・施)

老いのつばやき 自然に優しい階段式エプロンを持つ頭首工のすすめ

小川力也

河床低下に対応しながら、洪水時には瀑流爆音を発することもなく、堰堤と堤防を安泰に保ちつつ、大きな洗掘被害を起こすこともなく、魚族の遡上も流下も自由自在という自然に優しく順応する頭首工は、堤頂から下流面下深くまで階段式エプロンを持つ堰堤によって達成されると考えます。

(水と土 第152号 2008 P.43 設・施)

宮崎県における魚道の設計施工事例について —農業用河川工作物応急対策事業から—

横山雅敏・園田征央

宮崎県内においては、平成17年9月に襲来した台風14号の記録的な豪雨により、13名の尊い命を奪い、6,000棟を超える住宅が全半壊、床上浸水し、農作物や農地・農業用施設、公共土木施設等を中心に被害総額が1,300億円余にのぼる未曾有の被害を受けた。

今回は、宮崎県内において農業用河川工作物応急対策事業により整備された頭首工のうち、付帯施設である魚道の設計施工事例について紹介する。

(水と土 第152号 2008 P.51 設・施)

サケ・アユの遡上に配慮した堰の改築とその効果検証

高橋力也・宮下武士・河林百江

利根大堰は昭和43年に管理を開始し、約40年にわたり東京都と埼玉県の重要なライフラインとして国民生活に寄与してきた。しかし、利根大堰下流の護床工と自然河床との間に大きな段差が生じ堰本体に影響を及ぼしかねない状態となっていた。また、魚道においてもその効果について疑問視されるなど問題が生じていた。

そのため、平成6年から9年にかけて利根大堰施設緊急改築事業を実施し、その中で、護床工と魚道の改築を行った。さらに、利根大堰では環境調査を実施しており、そのデータから施設の改築効果を検証した。

また、改築後においても魚道効果を上げるための検討を施設管理(堰運用)上の観点から行っている。

今回、その内容を報告するものである。

(水と土 第152号 2008 P.58 設・施)

断層破碎帯における表層崩壊への対応について

山口将宏

長大切土法面区間において法面対策工としてアンカー工を実施していた。この区間には断層破碎帯の存在が推定されていた。切土掘削・法面整形後に断層破碎帯において法面の表層崩壊が発生したため表層崩壊規模を推定して法面復旧の対策工の検討を行った。切土法面の強度回復を図る為にセメント改良を実施してアンカー受圧版を再設置した結果、法面は安定を保ち現在に至っている。

(水と土 第152号 2008 P.66 設・施)

水資源活用地域共生事業を利用した 用水転用に関する事例報告

麻川善行・井藤元暢

山梨県笛吹川地区は、ぶどう、ももを主体とする我が国の代表的な果実地帯である。畑地かんがい用水と営農用水は、広瀬ダム（多目的ダム、有効貯水量11,350千 m^3 ）により開発された用水を管水路（パイプライン）を利用して供給している。本地区では、宅地化や社会経済情勢の変化に伴い作付面積が減少し、水利権量に余裕が生じている。一方、都市用水（主として水道用水）はその80%を深井戸に依存しているが、取水量低下や水質悪化等により、今後の取水は不安定な状況となっている。そこで、農業用水の年間総取水量40,000千 m^3 を31,000千 m^3 に減量し、生じた余剰水9,000千 m^3 /年（0.285 m^3/s ）を、畑かん受益13市町村のうち11市町村（共に市町村合併前の自治体数）で水道用水へ転用する取り組みが行われた。平成17年4月1日に農業用水に係る水利権変更同意と水道用水に係る新規水利使用許可が得られたところである。なお、この用水転用は、平成14年度に事業化された「水資源活用地域共生事業」の採択を受けて実施した。

（水と土 第152号 2008 P.71 企・計）

小友沼ため池の渡り鳥と環境配慮対策

佐藤弘巳

秋田県能代市に位置し、ガン、カモ類の渡りの中継地として重要な役割を担っている「小友沼」において施工中の、県営小友沼地区ため池等整備事業により実施した、渡り鳥等の動植物に対する環境配慮対策の内容について、報告する。

（水と土 第152号 2008 P.82 設・施）

環境に配慮した施設の設置位置と維持管理の合意形成

田中さやか・緒方英彦・服部九二雄
坂根 勇・畠山正義

本報告は、鳥取県でこれまでに実施された農業農村整備事業において、環境に配慮して整備された施設の位置がどのような合意形成の中で決定されたのかを事業に携わっている鳥取県職員を対象としたアンケート調査から明らかにし、環境機能を持続的に発揮するための維持管理との関連性について考察したものである。

（水と土 第152号 2008 P.88 企・計）

〈歴史的土壌改良施設〉

～水の恩人～
西沢真蔵氏と枝下用水

伴 智明

愛知県豊田市の約2千ha余の農用地を潤している枝下用水について、その歴史と関わりが大きかった西沢真蔵の報告

（水と土 第152号 2008 P.94）

会員の皆様へお知らせ

会誌「水と土」の報文電子ファイル化・検索システムを整備しました。

※次号の発行後、Web上での検索サービスを開始します。

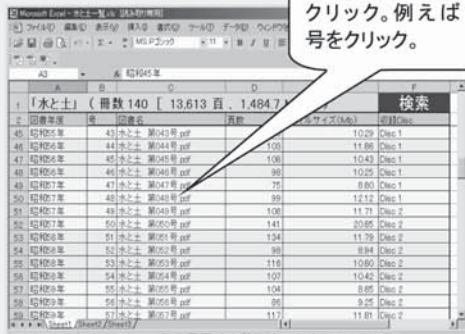
「水と土（農業土木技術研究会会誌）」は、農業農村整備に関わる計画・設計・施工事例や技術的検討内容など、現場技術情報として有益な技術情報がたくさん収録されています。

今回、閲覧や報文検索対応の迅速化を図るため、会誌「水と土」創刊号からNo.140号までの報文を電子ファイル化し、簡易な操作で閲覧及びキーワード検索が可能となるよう検索システムを整備しました。

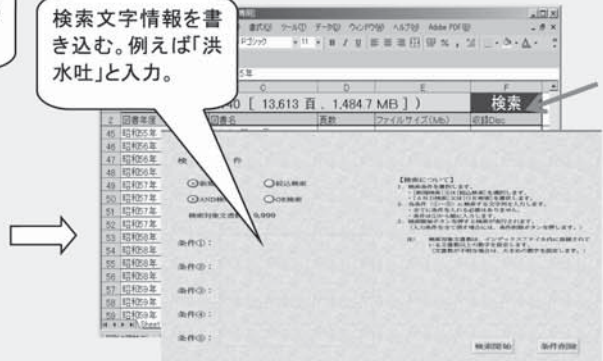
今後、会員の皆様からの報文検索等のお問い合わせにも、この検索システムを活用し、よりの確かつ迅速に情報提供して参ります。

閲覧・検索手順は以下のようなイメージです

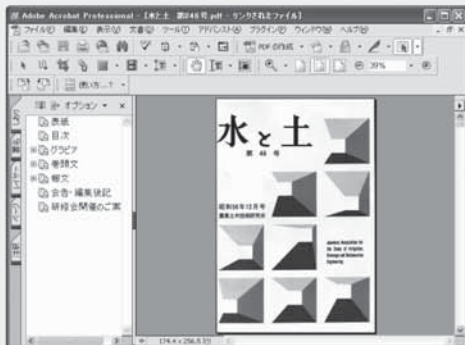
水と土DB



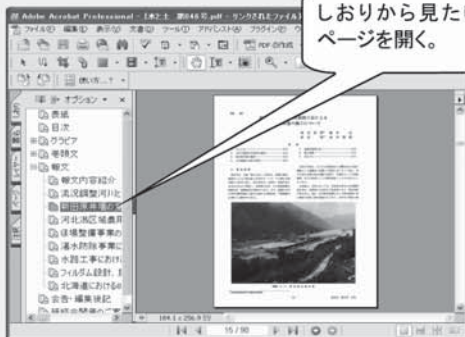
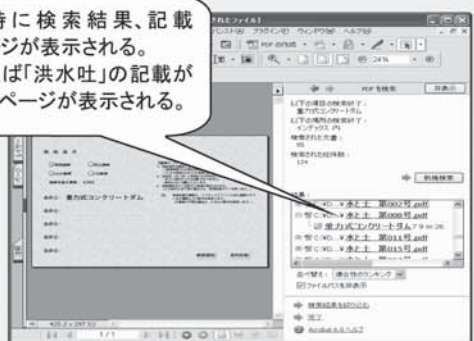
キーワード検索機能を付加



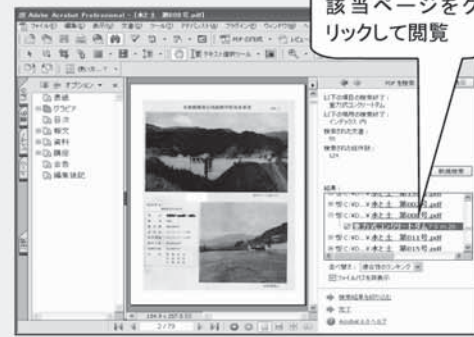
2次、3次検索と絞り込みが可能



瞬時に検索結果、記載ページが表示される。
例えば「洪水吐」の記載があるページが表示される。



しおりから見たいページを開く。



該当ページをクリックして閲覧

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
* 検索資料送付にあたっては実費を頂きます。

更なる技術開発への取り組みを

松田 祐吾*

(Yugo MATSUDA)

農業農村整備事業に関する技術開発は、その事業目的である農業農村の振興を図り、食料の安定的な供給や農業の多面的機能の発揮に寄与するため、技術面から課題解決に取り組むものであり、新たな技術の出現によって農業農村整備事業の新たな展望を開くという意味でも重要な役割を担っている。また、各種施策の展開と密接に関わることから、効率的、重点的に取り組む必要がある。現場でのニーズを踏まえ、技術開発への取り組みを一層強化していくことが重要である。

新技術導入に関する取り組みは、平成8年からすでに始まっている。新技術と認められる要件としては、①経済的な事業執行に資する、②農業の生産性向上に資する、③新生産調整推進対策の推進に資する、④施設の安全性の強化に資する、⑤自然環境の保全に資するものとされ、平成9年からは官民連携事業が実施されている。

平成15年4月農業農村整備事業におけるコスト縮減対策として、農業農村整備事業コスト構造改革プログラムの取り組みが開始された。同年10月には農業農村整備事業の展開方向を示す新たな土地改良長期計画が策定された。平成17年3月には新たな食料・農業・農村基本計画が策定され、当面の施策の目標が示されるとともに、これらの計画を踏まえて事業に取り組んでいくことが課題となっている。こうした課題に的確に対応するためには、事業制度を改善していくことなどとあわせて、事業実施の基礎となる技術的基盤を強化し、将来への展望や構想のもとで、技術開発を進めることが必要である。このため、今後必要となる技術開発の方向や技術開発を効率的かつ緊急に進めるための条件等について、「農業農村整備事業に関する新たな技術開発五カ年計画」として平成17年3月に定められている。計画においては、次の8項目の技術開発の基本方針を設定している。

- (1)意欲と能力のある経営体の育成に資する技術
- (2)総合的な食料供給基盤の強化に資する技術
- (3)安定的な用水供給機能の確保に資する技術
- (4)農業災害の防止と安全・安心な地域社会の形成に資する技術
- (5)循環型社会の構築に資する技術
- (6)自然と農業生産が調和した豊かな田園自然環境の創造及び地域資源の適切な保全管理に資する技術
- (7)個性ある美しい村づくりに資する技術
- (8)効率的、効果的な計画・設計・施工・管理に資する技術

近畿農政局管内では国営事業をはじめ更新事業がその多くを占め、また農政局みずからが直轄管理事業

*近畿農政局整備部次長 (Tel. 075-414-9513)

を行っているという特殊性もあり、建設事業とは違う新たな技術的な課題に対応するため、新技術に取り組んでいる事例が多い。既存ストックのライフサイクルコストを低減し、低コストでかつ耐久性に優れた施設にしていくための新技術、地域資源を有効に利用しつつ豊かな自然と調和した環境作りを進めるための新技術等を導入する取り組みを行っている。しかしながら、現場における受益者からのニーズ、水利施設をとりまく社会環境、自然環境の変化に対応するため、必要とされる技術は広範囲にわたり、新技術の開発、導入への取り組みを一層強化する必要性はますます高くなってきている。

現場で、新技術を導入しようとした場合の問題点としては、効果が妥当であるか、それと経済性が見合うかの見極めが難しいことにある。新技術は導入してすぐに成果が確認できない場合も多く、特に耐久性については想定した年数に達するかの判断が難しい面もある。事後の評価を適切に行い、その情報を共有し、活用しやすい体制を整えていくことが重要である。今後、開発したメーカーや施工したゼネコンと協力して、地道にデータを収集、蓄積することが重要である。こうしたことから、農業農村整備情報総合センター（ARIC）では、平成19年度から「農業農村整備新技術データベース」を本格稼働させていることから技術情報を得るツールとして期待されている。データベースは一度構築すればおしまいというのではなく、内容の迅速な更新が望まれることはもちろん、収納されている新技術が不断に検証され、評価されていくことが最も重要と言える。一方、国土交通省においては、「NETIS」として技術情報を提供しているところである。

現場での新技術の導入については、民間施工者の申請を待つだけでは進まない。試験研究機関、大学等と連携・協力していくこと、それも農業土木以外の分野との連携協力を強化することが重要である。

新技術を活用し、その効果を発現していくためには、現場技術者の応用力、的確な判断力を向上することが必要であることはもちろん、個々の技術者の意識をつねに高く保っていくことが重要である。設計基準のあり方や、会計検査への対応など現場で悩みつつも如何に前向きに取り組んでいくかが大切である。チャレンジングな気持ちを持ち続け、新たな技術を開発し事業を切り開いていこうではないか。

当麻ダム洪水吐の改修について

—当麻ダム洪水吐水理模型実験について—

武 田 耕 一* 福 山 正 弘*
(Kouichi TAKEDA) (Masahiro FUKUYAMA)

目 次

1. はじめに……………	13	4. 水理模型実験結果……………	16
2. 地区概要……………	14	5. おわりに……………	21
3. 水理模型実験計画……………	14		

1. はじめに

当麻ダム洪水吐の改修は、施設規模を141m³/sから268m³/sに整備するものである。「不足分の増設」、「既設洪水吐の拡幅」、「新設」等の案により比較検討を行った結果、ダム左岸側において地形的条件を考慮したY字形状の流入部を有する洪水吐新設案が最も優位と判断された。(図-1, 2)

流入部がY字形状の洪水吐の事例は僅かにあるが、その水理特性は標準側水路型とは異なり定量的に把握しがたい。そこで、土地改良事業計画設計基準をはじめ、Y字形状の洪水吐設計事例を参考にした原設計案を基に洪水吐の水理模型実験を実施し、その水理機能と特性の検証を行った。以下に、その実験計画及び結果について報告する。

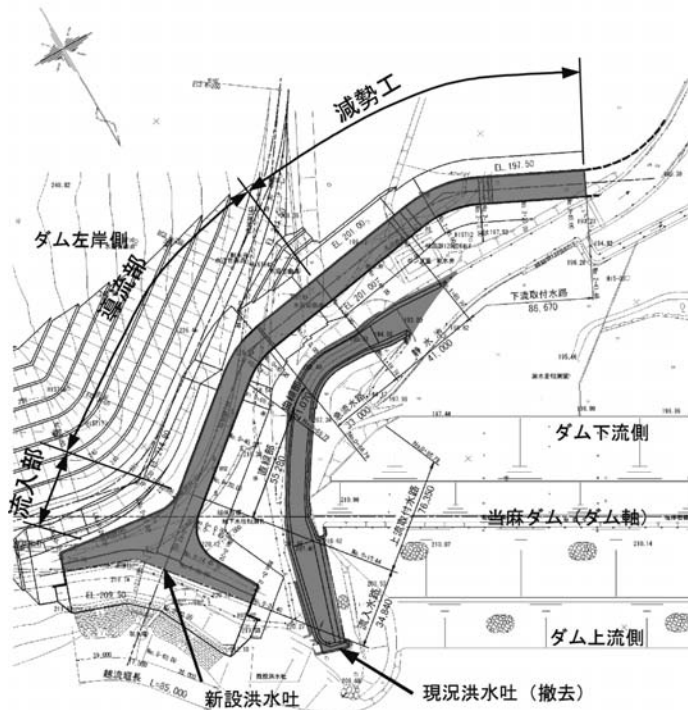


図-1 当麻ダム洪水吐平面図

*北海道開発局 旭川開発建設部 農業開発第2課
(Tel. 0166-32-1111)

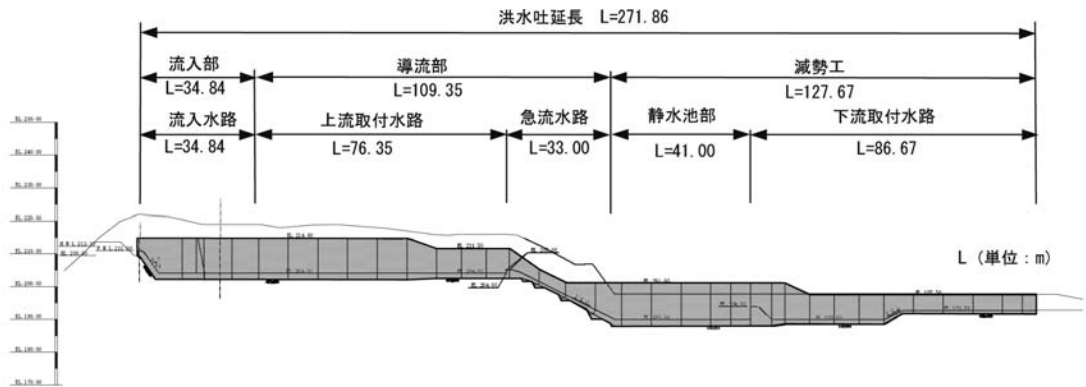


図-2 当麻ダム洪水吐縦断面図（新設）

2. 地区概要

とうま地区は、北海道上川支庁管内中央部の旭川市北東約20kmに位置する上川郡当麻町に拓けた553haの農業地帯であり、水稲作を主体とした経営が展開されている。地区の基幹水利施設である当麻ダムは、昭和21年度から昭和42年度にかけて実施された国営土地改良事業により築造されており、洪水吐は築造当時の基準で認められていた貯留効果を見込み、洪水吐の施設規模を小さくしている特殊なダムである。近年の当麻ダムは上流域の植生等の変化により、設計洪水量を超える洪水発生危険性が高まっているため、洪水吐の改修を行うものである。

3. 水理模型実験計画

水理模型実験フローを図-3に示す。

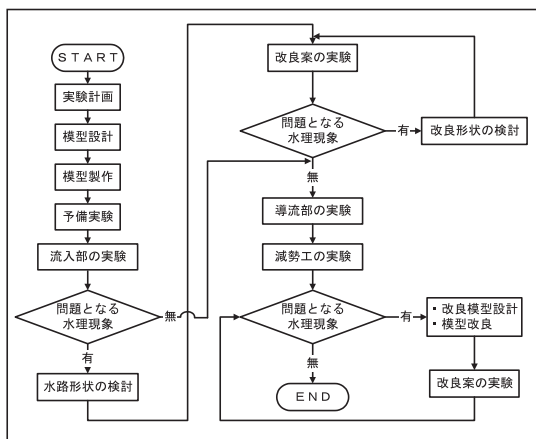


図-3 水理模型実験フロー

(1) 相似律と模型縮尺

洪水吐のような局所急変流の開水路では、流れの性質からみて重力の影響が支配的であり、粘性等の影響を無視できるので、模型と実物との力学的相似関係はフルードの相似則を適用して実験を行う。(表-1参照)

表-1 基本物理量の縮尺

基本量	次元	縮尺
長さ	L	$K_L = 1:30$
時間	T	$K_T = K_L^{1/2} = 1:5.48$
流速	$L \cdot T^{-1}$	$K_V = K_L^{1/2} = 1:5.48$
流量	$L^3 \cdot T^{-1}$	$K_Q = K_L^{5/2} = 1:4,930$
圧力水頭	$M \cdot L^{-1} \cdot T^{-2}$	$K_P = K_L = 1:30$

模型の縮尺は、模型上の越流水深、実験水量等の条件（測定精度、模型範囲及び実験設備の規模）を勘案し、長さの縮尺 K_L を1:30とした。従って、基本物理量の縮尺、洪水吐主要諸元の実物に対する模型の値は表-2のようになる。

表-2 洪水吐主要諸元の縮尺

諸元	実物値	縮尺	模型値
洪水吐総延長	291.4 m	1:30	971.3 cm
越流堰堰長	85.0 m	1:30	283 cm
設計越流水深	1.3 m	1:30	4.3 cm
水路幅	11.0 m	1:30	37 cm
減勢工長	34.0 m	1:30	113.3 cm
設計洪水量	268 m ³ /s	1:4,930	54.4 リットル/s
減勢工対象流量	179 m ³ /s	1:4,930	36.3 リットル/s
FWLと減勢工静水池敷き高との高低差	21.0 m	1:30	70 cm

(2) 水理的課題

水理模型実験において、予測される水理的課題

について以下に示す。

1) 流入部（流入水路）

- ①越流堰が内向に湾曲した形状（流入に対し広がる形状）であるため、流入敷内で水流の「停滞」や「渦流」が生じ、これに起因する放流能力の不足。（図-4 ①）
- ②流入水路内の水位が、合流部における背水などの影響を受けて高くなり、流入状態が不完全越流となる。（図-4 ②）
- ③側水路が非対称形に分岐した構造となるため、取付水路上流合流部における流水方向の急変や水脈衝突に起因する水面変動。（図-4 ③）
- ④越流堰に作用する有害な負圧の発生。
- ⑤流入部において、規制流速（4m/s）を超える接近流速の発生。

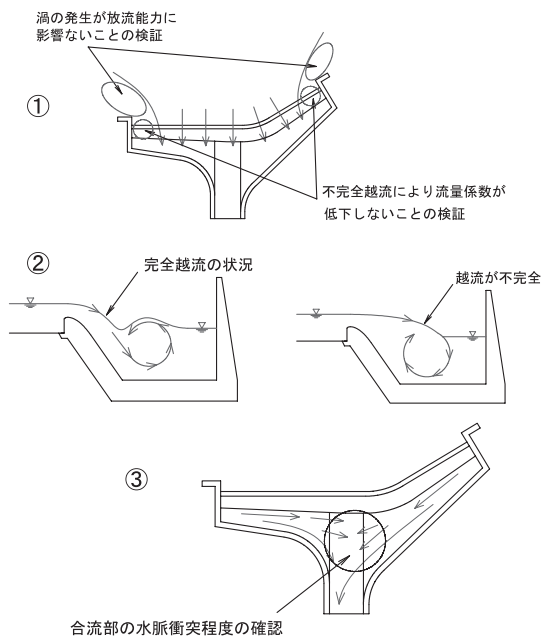


図-4 水理的課題（流入部）

2) 導流部（上流取付水路）

- ①取付水路上流合流部において水脈衝突による水面の乱れが生じた場合の上流取付水路へ流況および偏流等の影響。（図-5）
- ②上流取付水路湾曲部における想定以上の這上がりや、水面の乱れの発生。（図-5）
一方、流入部の基本形状としてY字型側水路は、側水路が非対称に分岐した複雑な構造であるため、分岐した2つの側水路合流部においては、水

脈衝突や流向変化に起因する水頭ロスが発生することが予測される。このため、類似型式の洪水吐水理模型実験（大原川ダム余水吐水理模型実験）を参考に、側水路合流部において、1.0m程度の水路底に落差を設けた（取付水路底から段下げする）ところ、洪水流下を促進する効果が発現した。（図-6）

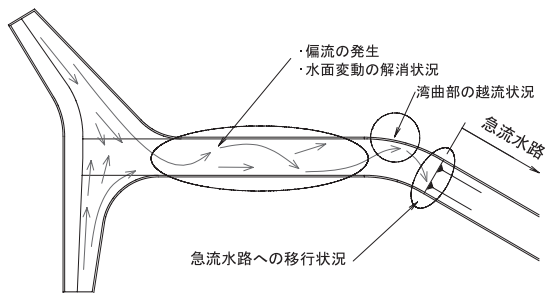


図-5 水理的課題（導流部）

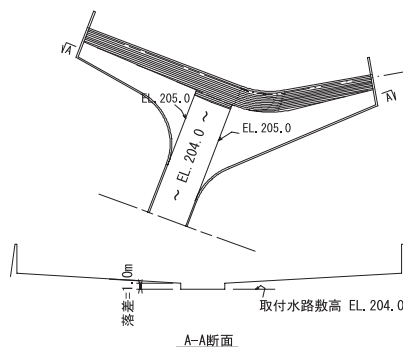


図-6 側水路合流部の水路底

3) 導流部（急流水路）

- ①上流取付水路湾曲後、ただちに急流水路へ移行することから、急流水路内での水脈衝突により、過度な偏流、水面動揺の発生。（図-7）

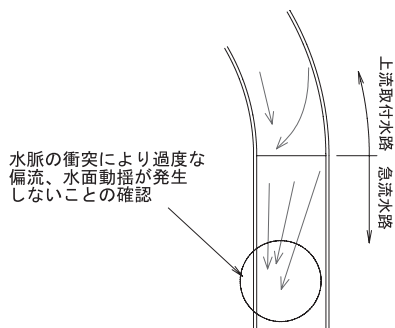


図-7 水理的課題（急流水路 平面）

- ②急流部始点の堰に作用する有害な負圧の発生。
(図-8)

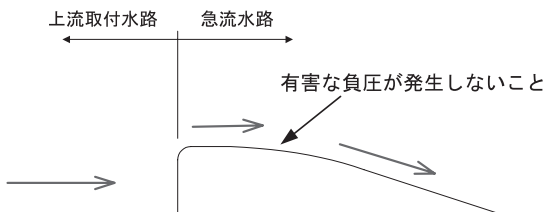


図-8 水理的課題(急流水路始点の堰 断面)

4) 減勢工(静水池部)

- ①静水池内の跳水状況の不具合。(越波状況)
(図-9)
②副ダム流下水脈の状況(気泡, 水面, 有害な負圧の発生等)(図-9)

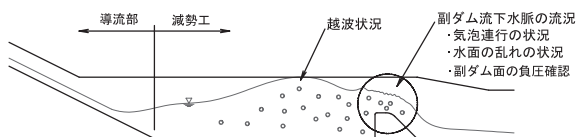


図-9 水理的課題(減勢工(静水池部)断面)

4. 水理模型実験結果

流入部～減勢工までの実験結果を以下に示す。

(1) 流入部

1) 流況観察

流入部の実験結果より、以下の項目の妥当性が検証できた。

流入部の流況は、左右岸の導流壁上流で渦流の発生が認められたものの、越流堰到達時には渦流は解消されている。その他顕著な水面変動や偏流は認められず、安定した流下状況が確認された。(写真-4)

越流堰～側水路部の流れは、完全越流の状況で流入しており、流入に不具合な水理現象は認められなかった。(写真-1, 2, 3)

側水路合流部では、左右岸側水路からの流れが衝突して水面が乱れるが、側壁の越水や背水等の不具合な流況は認められなかった。(写真-1)

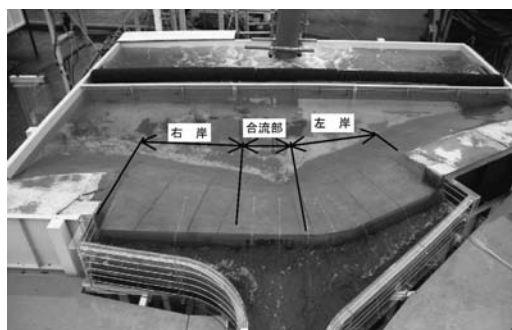


写真-1 流入部の流況
(設計洪水量 $Q=268\text{m}^3/\text{s}$ 流下時)

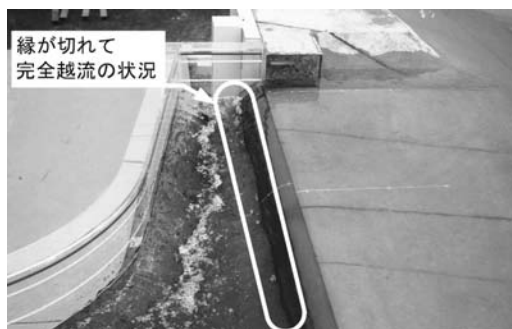


写真-2 右岸側水路部 平面流況写真
(設計洪水量 $Q=268\text{m}^3/\text{s}$ 流下時)

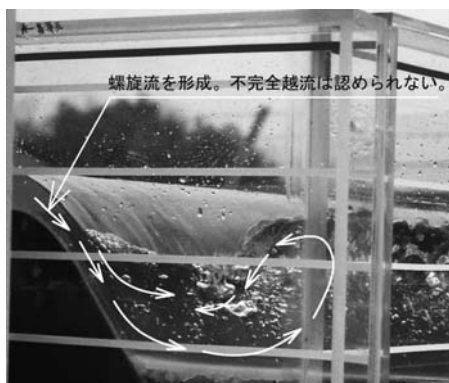


写真-3 右岸側水路部 上流端断面
(設計洪水量 $Q=268\text{m}^3/\text{s}$ 流下時)



写真-4 左岸導流壁上流部の渦流
(設計洪水量 $Q=268\text{m}^3/\text{s}$ 流下時)

2) 水位計測結果

設計洪水流量 ($Q = 268\text{m}^3/\text{s}$) を流下させ、流入部の水位をポイントゲージで計測した。計測結果を水面形として整理した。これら水面形から、貯水池～越流堰を流下する流れにおいて、水位の変動（最高水位および最低水位の差）は極めて小さく、安定した水面形での流下が確認された。

(図-10, 11)

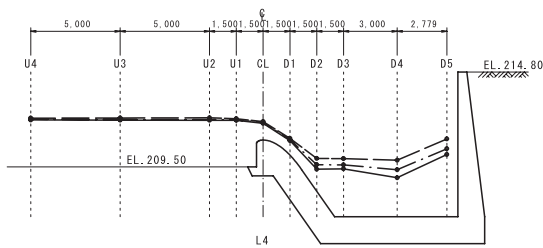


図-10 越流部 水位計測結果

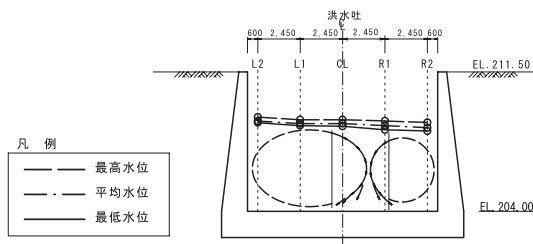


図-11 合流部 水位計測結果

また、越流堰に作用する圧力を計測した結果、堰に有害な負圧の発生は確認されなかった。(圧力測定結果：0.001～0.004Mpa (正圧))

越流堰前面の接近流速は、接近流速許容値 ($V = 4.0\text{m/s}$) を越える流速は認められなかった。(接近流速測定結果： $V = 0.3 \sim 1.9\text{m/s}$)

水理模型実験の結果、流入部では安定した流水機能を有していることが検証された。

3) 放流能力の検証

原設計形状のY字型越流堰に対し、 $30\text{m}^3/\text{s} \sim 295\text{m}^3/\text{s}$ の放流量を流下させ、各放流量における越流水深を計測し、越流水深H (m) と放流量Q (m^3/s) の相関から、Y字型越流堰の放流能力を検証した。

この結果、設計洪水流量 $268\text{m}^3/\text{s}$ を流下させた場合の貯水池水位の計測結果はWL.212.278であり、設計洪水水位WL.212.300以下に収まっていることから、所要の放流能力が確保されていることが検証された。(図-12)

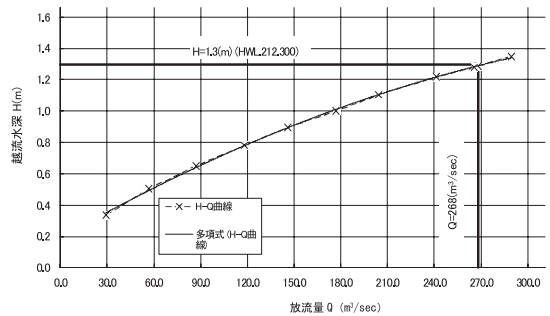


図-12 越流水深(H) - 放流量(Q)曲線

(2) 導流部 (上流取水水路)

1) 流況観察

上流取水水路の実験結果より、以下の項目の妥当性が検証できた。

合流部で発生した水面の乱れは、上流取水水路内で解消することが認められた。(写真-5, 6)

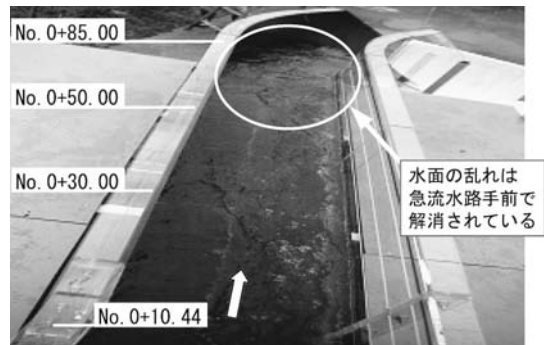


写真-5 上流取水水路 平面流況 (設計洪水量 $268\text{m}^3/\text{s}$ 流下時)

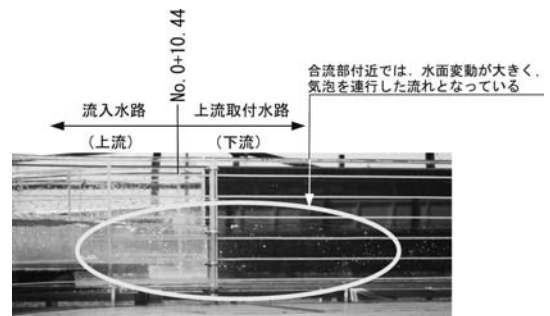


写真-6 上流取水水路始点付近の流況 (設計洪水量 $268\text{m}^3/\text{s}$ 流下時 No.0+10.44 付近 縦断)

水路湾曲区間では、水面の這上がり傾向が認められるが、この這上がりによる水脈の反転や偏流の発生、水面変動の増大は認められなかった。(写真-7)

若干の這い上りが認められるが、
水脈の反転や偏流等は認められない

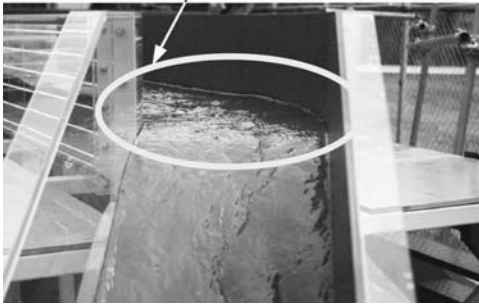


写真-7 上流取付水路終点付近横断流況
(設計洪水量268m³/s 流下時 No.0+85.00 付近)

水路内の水面変動は側壁高に対して微細な変動となっており、安定した水面形での流下が認められた。

計測結果に基づき、上流取付水路内のフルード数を算出したところ、常流で流下していることを確認した。(上流取付水路終点のフルード数は $Fr = 0.728$) 水位計測結果に基づいて側壁高さを算定すると、7.234m (標高でEL.211.234) と算出され、計画側壁天端標高 (EL.211.50) 以下に収まっていた。

水理模型実験の結果、側水路合流部での水面の乱れは、上流取付水路内で解消され、スムーズに急流水路に移行する状況が認められた。

(3)導流部 (急流水路)

1) 流況観察

急流水路の実験結果より、以下の項目の妥当性が検証できた。

急流水路始点付近では、上流取付水路湾曲部での這上りの影響を受け、僅かに左上がり傾いた水面形が観察されるが、減勢効果に影響を与え

2) 水位計測結果

設計洪水流量 ($Q = 268\text{m}^3/\text{s}$) を流下させ、上流取付水路の水位をポイントゲージで計測し、計測結果を水面形として整理した。(図-13)

流況観察でも認められたとおり、水面変動の増大は認められず、水位計測の結果でも、上流取付

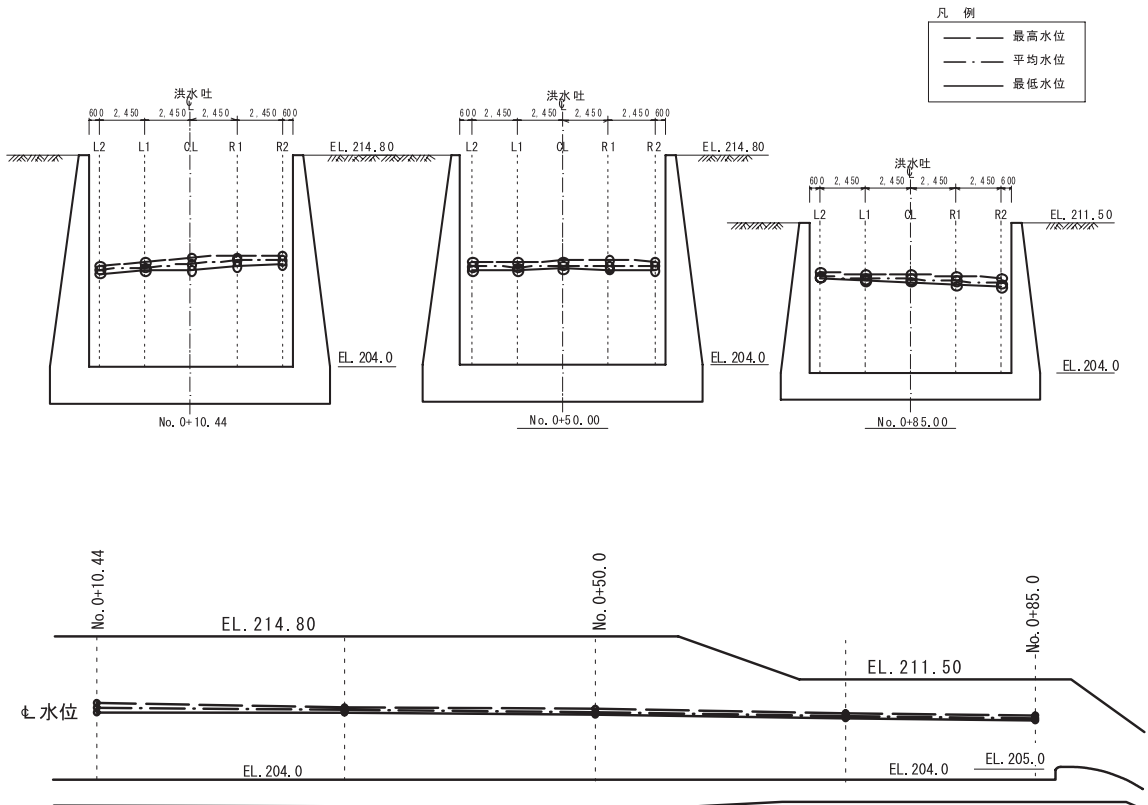


図-13 上流取付水路水位計測結果

る衝撃波の発生や偏流，水面動揺等問題となる流況は認められなかった。(写真-8, 9)

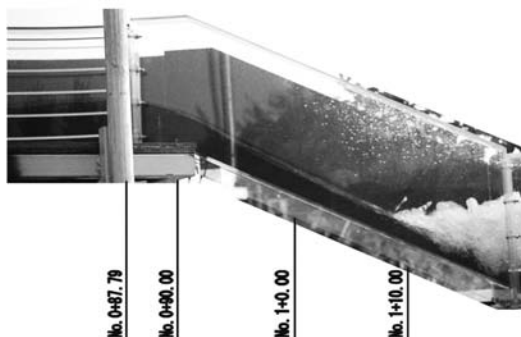


写真-8 急流水路の断面流況
(設計洪水量268m³/s 流下時)

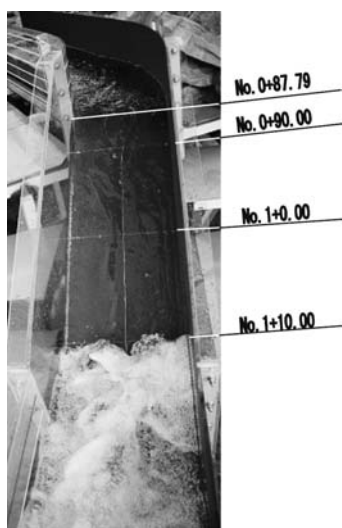


写真-9 急流水路の平面流況
(設計洪水量268m³/s 流下時)

堰に作用する圧力を計測した結果，堰に有害な負圧の発生は確認されなかった。

(圧力測定結果 0.013~0.021MPa (正圧))

2) 水位計測結果

設計洪水流量 (Q = 268m³/s) を流下させ，急流水路の水位をポイントゲージで計測した。計測結果を水面形として整理した。流況観察でも認められたとおり，上流取付水路湾曲部での這上りの影響を受け，右側と比較して左側が約50cm (模型値で約1.6cm) 高く，傾いた水面形となっている。しかし，その傾向は流下と共に徐々に解消され，No.1+0.00断面では，ほぼ水平な安定した水面形となって減勢工に移行している。(図-14)

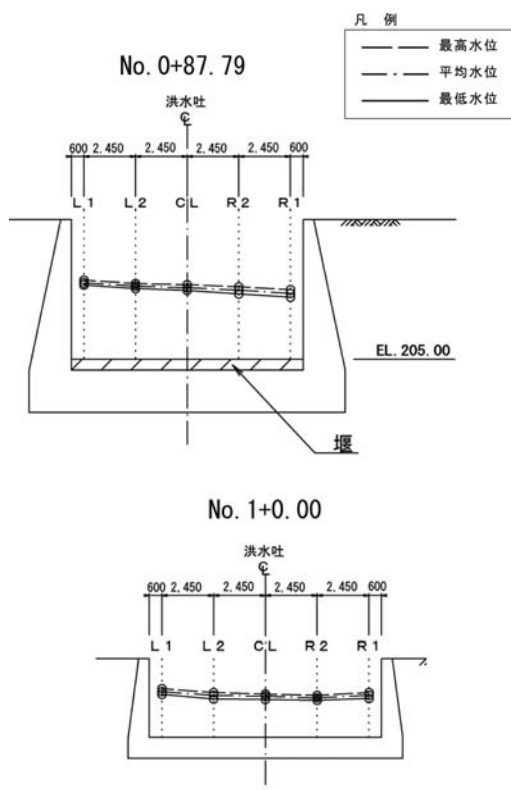


図-14 急流水路の水位計測結果
No.0+87.79 及びNo.1+0.00
(設計洪水量268m³/s 流下時)

(4) 減勢工 (静水池部)

減勢工長さ (L) については，跳水長を推定する表-3に示す実験式の外に，副ダム型減勢工長として，副ダム上流面に作用する圧力が静水圧分布とほぼ一致する長さ $L \geq 4.5d_2$ とする算出式『多目的ダムの建設 設計Ⅱ編』がある。本洪水吐の減勢工長さ (L) は，最初に下表の最小値を採用し， $L = 4.5d_2 (= 32.8 \approx 33\text{m})$ を原設計案として水理模型実験を行った。(d₁は急流部水面追跡計算により0.903m，d₂は運動量保存則に基づく計算式により7.293mを算出)

表-3 各実験式による減勢工長

実験式名	跳水長 (d ₁ =跳水前水深、d ₂ =跳水後水深)
サブラネツ	$L = 4.5d_2 = 4.5 \times 7.293 = 32.8 \approx 33.0\text{m}$
スメタナ	$L = 6(d_2 - d_1) = 6(7.293 - 0.903) = 38.3 (\approx 5.3d_2)$
ウオイシツキ	$L = (8 - 0.05d_2/d_1)(d_2 - d_1) = (8 - 0.05 \times 7.293/0.903)(7.293 - 0.903) = 48.5 (\approx 6.7d_2)$

1) 流況観察

減勢工対象流量（ $179\text{m}^3/\text{s}$ ）流下時，急流水路から減勢工へ流入する水脈は，副ダム前面にまで達する。このため，副ダムに衝突して上方に堰上げられた流れが水面を押し上げ，大きな水面変動及び連行気泡を伴ったまま，副ダム上を流下する状況となっており，減勢効果がやや不完全な状況と判断した。（写真-10）このため，減勢効果の向上を図るため，前述の実験式に示される平均的な値として，次式により改良案としての減勢工長を算定した。

$$L = 5.5 d_2 = (4.5 + 6.7) / 2 \times 7.293 \approx 41.0\text{m}$$

この結果，減勢工対象流量（ $179\text{m}^3/\text{s}$ ）流下時，急流水路から流入した水脈の勢いは，減勢工内で収まっており，副ダム前面で上方に堰上げられる流況は解消された。副ダム上を越流する流れには，多少の気泡を連行するものの，その水面形は安定

しており，十分な減勢効果が認められた。（写真-11）

2) 水位計測結果

減勢工長を原設計案より8.0m伸ばすことにより，水脈が副ダムに衝突して上方に堰上げられる状況が解消され，副ダム前面の縦断水面形がほぼ水平な形状を呈する。下図に示す水位計測結果からも，減勢効果の向上傾向が認められた。（図-15）

また，参考として改良案形状で設計洪水量（ $268\text{m}^3/\text{s}$ ）を流下させた場合の流況検証においても，側壁を越波する状態は認められなかった。（写真-12）

なお，副ダム流下水脈の状況として，副ダム下流面に有害な負圧の発生について測定したところ，洪水吐対象流量 $179\text{m}^3/\text{s}$ 流下時には $0.024\sim 0.036\text{Mpa}$ ，設計洪水量 $268\text{m}^3/\text{s}$ 流下時においても $0.031\sim 0.044\text{Mpa}$ と，共に正圧であり，有害な負圧の発生は認められなかった。

【減勢工（静水池部）における原設計案と改良案の流況比較】

【原設計案】

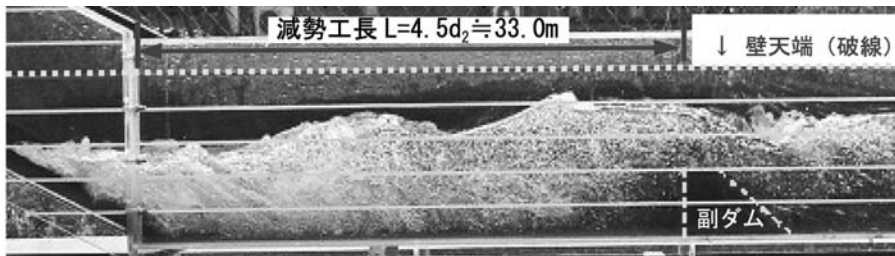


写真-10 減勢工（静水池部）の断面流況
（減勢工長 $L=33.0\text{m}$ 減勢工対象流量 $179\text{m}^3/\text{s}$ 流下時）

【改良案】 （採用）

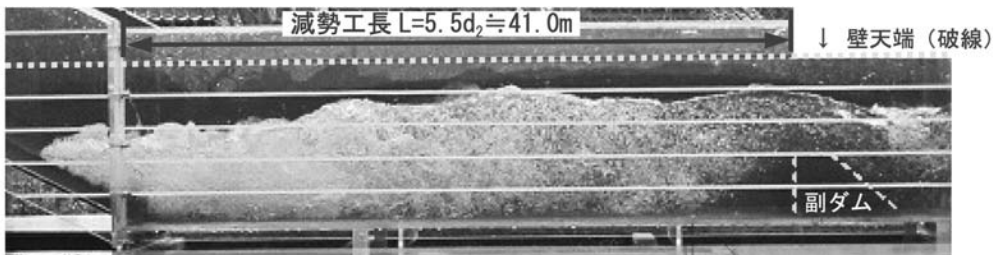


写真-11 減勢工（静水池部）の断面流況
（減勢工長 $L=41.0\text{m}$ 減勢工対象流量 $179\text{m}^3/\text{s}$ 流下時）

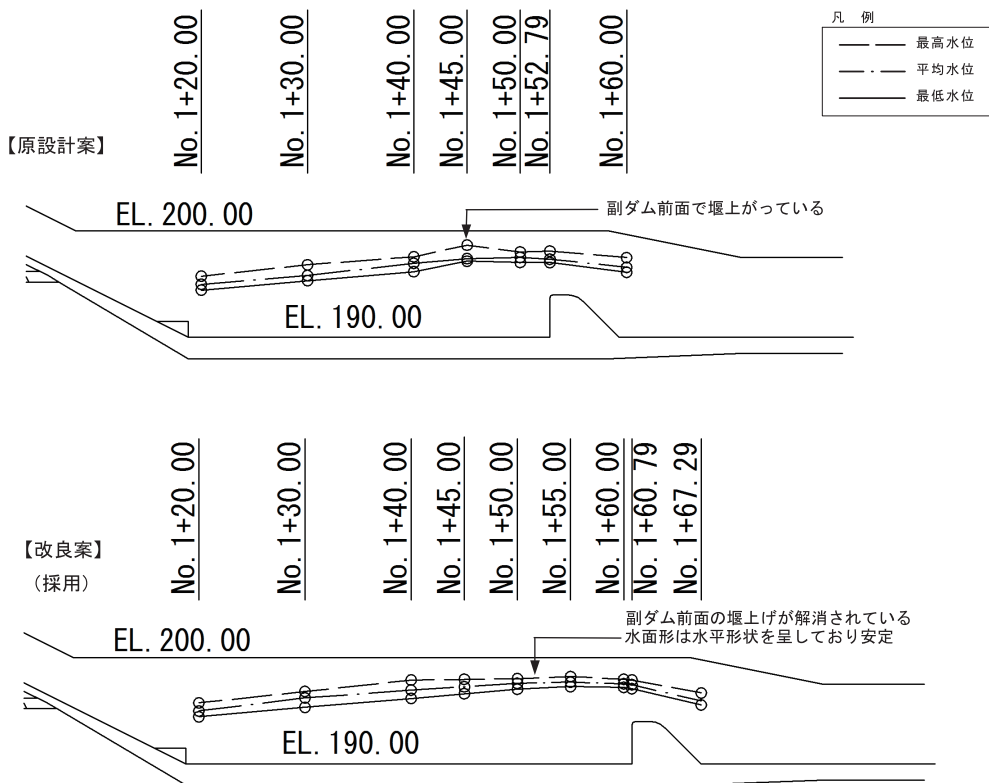


図-15 減勢工(静水池部)の水位計測結果
(原設計案(上)と改良案(下)との比較)
(減勢工対象流量 $179\text{m}^3/\text{s}$ 流下時)

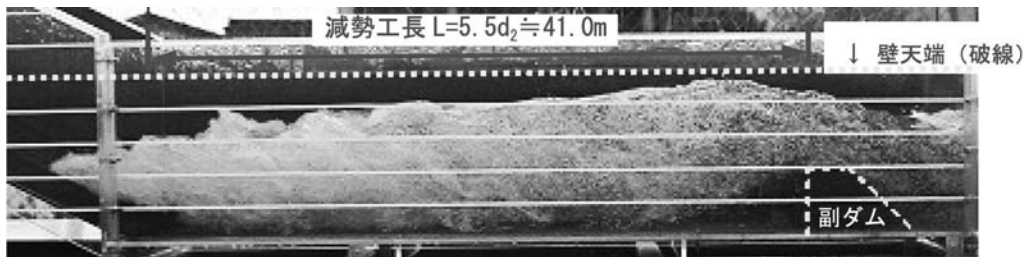


写真-12 減勢工(静水池部)の断面流況
(減勢工長 $L=41.0\text{m}$ 設計洪水量 $268\text{m}^3/\text{s}$ 流下時)

5. おわりに

流入部～静水池(減勢工)部までの水理模型実験の結果、設計の妥当性を検証することができた。

洪水吐の新設にあたり、Y字形状を採用することで、施設配置上の自由度が向上し、建設コストの縮減や、形成される山腹法面の規模を軽減することが可能となり、環境負荷への軽減が実現する結果となる。

このことは、設計段階で水理模型実験を実施し

た目的を十分に達成しており、Y字形状にした洪水吐流入部の水理的妥当性を確認できた意義は大きいと評価している。

最後に、本地区は平成19年度着手のはこびとなりましたが、洪水吐改修の検討及び策定に当たり、当麻ダム技術検討委員会の先生方をはじめ農林水産省農村振興局ならびに関係各位から、多大なるご指導、ご鞭撻を戴いたことに対し、この場を借りて深く感謝いたします。

TRD工法による伊江地下ダム止水壁試験工事について

佐伯和英* 濱坂英雄* 堀場 修* 橋口昌憲*
 (Kazuhide SAEKI) (Hideo HAMASAKA) (Osamu HORIBA) (Masanori HASHIGUCHI)

目 次

I. はじめに	22	IV. 試験工事初期段階での技術的課題と試験工事仕様の見直し	28
II. 伊江地区事業概要	22	V. 試験工事の結果	30
III. 伊江地下ダム試験工事について	24	VI. おわりに	32

I. はじめに

沖縄管内の離島においては、広域な流域をもった河川が発達しにくいといった地形的な要因と透水性の高い琉球石灰岩が分布し、地表流出率が極めて低いといった地質的な要因により、地上での大規模な水源開発が困難な地域（離島）が多い。

沖縄本島北部の離島伊江島も、他の離島同様に農業用水開発に苦慮してきた地域（離島）の一つであるが、平成16年度に国営かんがい排水事業「伊江地区」が着工し、安定した農業用水の確保に向けて事業を進めている。

今回は、伊江地区の主要施設である「伊江地下ダム」の工事において、コスト縮減等を目的として実施した等厚式ソイルセメント地中連続壁工法

(Trench cutting Re-Mixing Deep Wall method。以下「TRD工法」と言う。)による止水壁造成の試験工事を実施したので、試験工事の内容と結果について報告する。

II. 伊江地区事業概要

1. 事業目的

伊江地区は、かんがい面積668haの畑作地帯（主要作物：さとうきび、葉たばこ、花き（電照菊）等）を対象として地下ダムを新設するとともに、揚水機場、用水路を整備し、併せて関連事業による末端用水路等の整備を実施することにより、安定的にかんが用水を確保し、農業生産性の向上及び農業の近代化を図り、農業経営の安定に資するものである。

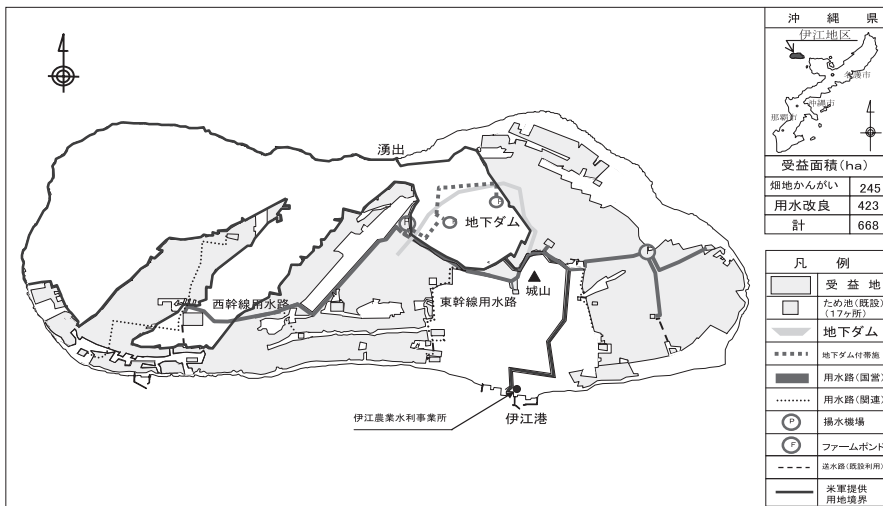


図-1 国営かんがい排水事業 伊江地区 概要図

*沖縄総合事務局伊江農業水利事業所 (Tel. 0980-50-6411)

2. 伊江地下ダムの概要と特徴

(1)伊江地下ダムの主要諸元

伊江地区の主要水源施設の伊江地下ダムは、琉球石灰岩を帯水層とした国営規模の地下ダムとしては、沖縄管内で5例目の施設である。

伊江地下ダムの主要諸元は表-1に示すとおりで、堤長2,612m、堤高55.9mの止水壁規模は、これまでに管内で建設されてきた止水壁の最大規模である沖縄本島南部地区の米須地下ダム（堤長2,345m、堤高69.4m）に匹敵するものである。

(2)伊江地下ダムの特徴

これまでの地下ダムの多くは、高透水性で多孔質な琉球石灰岩を帯水層とし、かつ、基盤である第三紀鳥尻層泥岩が断層により明確な地下谷を形

成している地下ダムサイトで建設が進められてきた。このような立地条件は、良好な貯留層の存在、地下水の受け皿となる難透水基盤の存在、豊富な地下水涵養量及び施工可能な遮水ゾーン深度といった地下ダム建設の条件に合致したものであり、地質・地下水条件的に恵まれた地下ダムサイトといえる。

これに対して伊江地下ダムは、古生代～中生代に形成された伊江層が、侵食によって形成された深い地下谷を基盤とする一方で、図-2に示すとおり地下水を貯留するための良好なポケットがないこと、図-3に示すとおり地下の侵食谷に不均質な基底部層が堆積していることなど、これまでの地下ダムにない地質的な特徴がある。

表-1 伊江地下ダム主要諸元

区分	項目	単位	諸元	区分	項目	単位	諸元
貯水池諸元	流域面積	k m ²	1.41	止水壁諸元区分	堤高	m	55.90
	満水位標高	m	EL41.00		堤長	m	2,612
	低水位標高	m	EL32.50		堤頂幅	m	0.5
	総貯水量	千 m ³	1,408		最大施工深度	m	64.50
	有効貯水量	千 m ³	754		止水壁面積	m ²	68,999
	ダム依存量	千 m ³	950		施工面積	m ²	117,651
	水源回転率	—	1.25		越流部延長	m	961
	貯留率	%	11		工法	—	原位置攪拌工法



図-2 基盤岩上面等高線図

ダム軸全体計画縦断面図

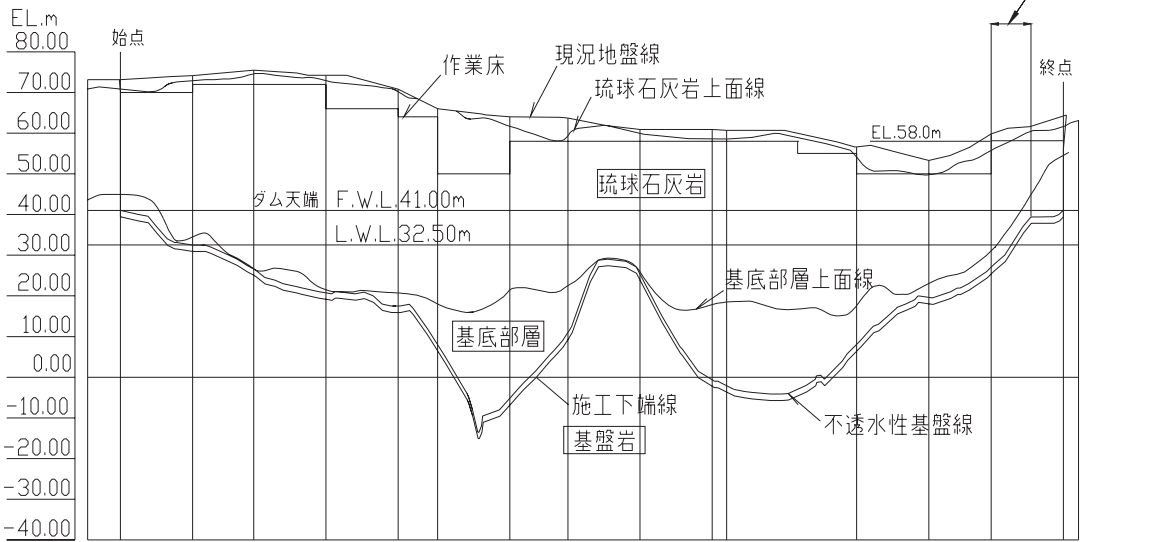


図-3 伊江地下ダム縦断面図

Ⅲ. 伊江地下ダム試験工事について

1. 試験工事の目的

これまでの地下ダム止水壁造成工法は、柱列式地下連続壁工法（Soil Mixing Wall method。以下「SMW工法」と言う。）による施工が一般的であったが、本試験工事区間は、施工深度（作業床面から根入れ下端までの深さ）が21.9～28.6mと比較的浅いことから、TRD工法による施工が可能と判断した。

しかし、TRD工法による琉球石灰岩での施工事例としては、津堅島の一例しかないことから、本試験工事で、その施工性の確認を行なった。

2. TRD工法の概要

TRD工法とは、図-4に示すように地中に建込んだ箱状のカッターポストを地盤に横方向から押付けた状態で、カッターポストの周囲に取付けられカッターチェーン（先端部にはカッタービットが取付けられている。）を周回させることにより地盤を掘削し、その掘削土に固化液を添加し、原位置の溝の中で固化させた地中壁を造成する工法である。

なお、本設備には、混合・攪拌という特別な装置はなく、掘削する時点で切込み深さを制約し、地山を細かく削りほぐすことと、固化液を混合スラリーに万遍なく混ぜることで、全体的に均一な品

質の壁を造成するもので、その施工状況を写真-1に示す。

また、本工事では、比較的硬質な基盤が想定されたため、止水壁造成方法として3パス施工を採用した。この3パス施工とは、図-5に示すようにまず掘削液を注入しながら地山を削り混合攪拌して、スラリー状態にする「先行掘削」、次に元の位置に戻る「戻り横行」、そして固化液を注入しながら混合攪拌し、ソイルセメント壁を造成する「止水壁造成」の3回に施工を分けた止水壁造成の施工方法である。

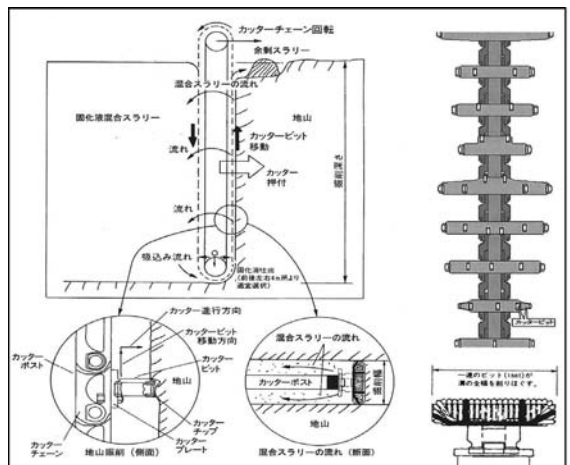


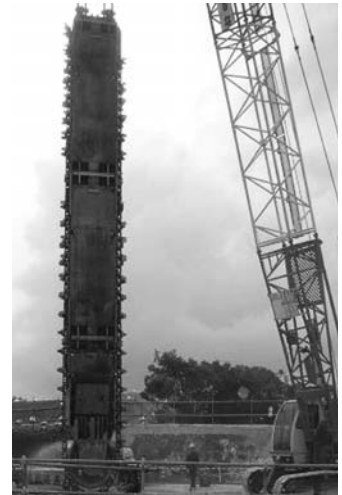
図-4 TRD工法の掘削機構



カッターポスト建込み



掘削・造成



カッターポスト引抜

写真-1 TRD工法施工状況

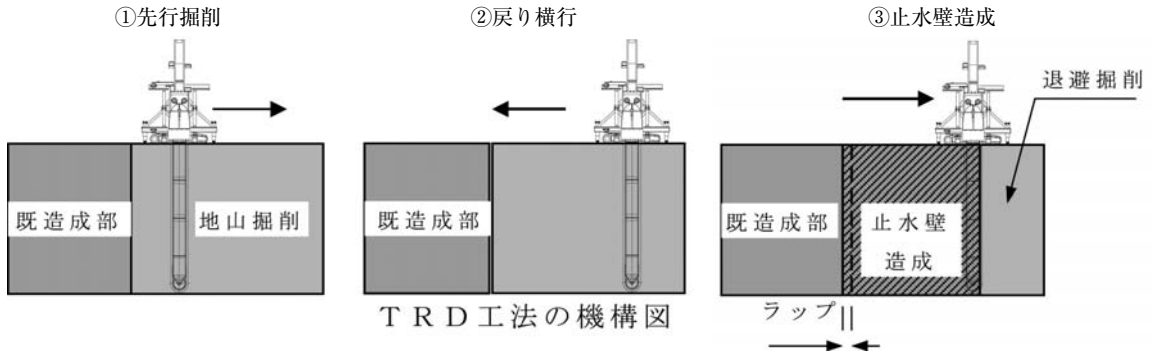


図-5 TRD施工手順(3パス施工)

3. 試験工事内容

(1) 試験工事区間の地質

試験工事区間の地質は、設計段階の地質調査結果から、粘性土、琉球石灰岩、基底部層及び基盤岩の各層から構成され、各層の性状については次のとおり確認されている。

1) 琉球石灰岩性状

琉球石灰岩は、塊状石灰岩を主体とし、部分的に碎屑性石灰岩(礫状石灰岩、泥質石灰岩)が存在している。

2) 基底部層性状

基底部層は、粘土混じり砂礫が存在している。

3) 基盤岩性状

基盤岩は、上位部が珪質粘板岩、下位部がチャートにより構成され、表層5.0m程度は強風化しており一軸圧縮強度は20~60N/mm²である。

また、基盤岩線は、始点部から終点側へほぼ一定勾配で傾斜している。

(2) 試験工事概要

本試験工事は、図-2及び図-3に示す伊江地下ダムの東側端部(施工深度21.9~28.6m)を対象に実施した。工事概要は次のとおりである。

1) 止水壁造成延長：97.0m

2) 施工面積：2,166m²

3) 締切面積：996m²

(3) 試験工事施工仕様

本試験工事の施工仕様は次のとおりである。

1) 壁厚：550mm

(TRD施工機械Ⅲ型機で施工可能な最小壁厚)

2) 壁体の透水係数：1.0×10⁻⁶cm/S以下

3) 基盤岩定着部の透水係数：5.0×10⁻⁵cm/S以下
(止水壁下端1.5mと基盤部1.0m区間の透水係数)

- 4) 壁体の一軸圧縮強度：1.0N/mm²以上
- 5) 止水壁の基盤への根入れ長：1.0m

(4)試験工事における確認項目

本試験工事における確認項目は、空掘有、空掘無施工の施工性、掘削液と固化液の配合仕様及び掘削ビット仕様の適性の3項目である。

1) 空掘有及び空掘無施工の施工性

TRD工法は、図-6に示すように作業床面から止水壁根入れ下端まで壁体が造成される空掘無施工が一般的である。しかし、伊江地下ダムダム天端標高EL.41.0mに対し作業床標高はEL55.0m、EL58.5mであり、それぞれ14.0m、17.5mの深度にダム天端がある。

このため、地下ダム機能として不要な作業床か

らダム天端までの地山を掘削排土した後、ダム天端標高以下の止水壁を造成する空掘有施工が有効な施工方法と考えられたことから、その施工性について確認することとした。

2) 造成された壁の品質、掘削液及び固化液の配合

TRD工法の琉球石灰岩での施工事例は、津堅島の一例しかない。また、本地下ダムの地盤は、琉球石灰岩、基底部層及び基盤岩から構成され、特に基底部層は不均質である。このため、止水壁の所要の品質を確保するための掘削液及び固化液の配合仕様を確認することとした。なお、配合については、津堅島の実例及びTRD工法協会技術資料を参考に表-2及び表-3に示す配合とした。

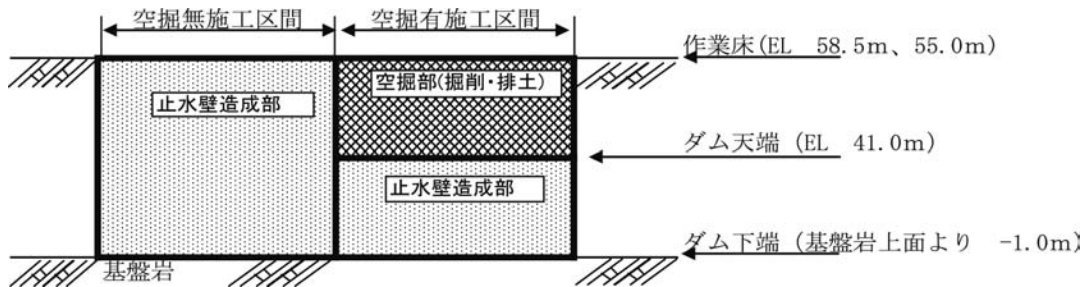


図-6 空掘有施工と空掘無施工の対比図

表-2 掘削液配合表

(対象土 1 m³ 当たり)

施工区分 材料	空掘無施工		空掘有施工	
	ポスト建込	地山掘削	ポスト建込	地山掘削
ベントナイト #300	30kg	30kg	25kg	25kg
普通ポルトランドセメント	10kg	10kg	—	—
増粘材 SK-20	3kg	3kg	—	—
B/W	5%	5%	5%	5%
ロス率	10%	10%	10%	10%

表-3 固化液配合表

(対象土 1 m³ 当たり)

施工区分 材料	空掘無施工		空掘有施工	
	配合 A	配合 B	配合 C	配合 D
普通ポルトランドセメント	125kg	100kg	150kg	125kg
調整スラグ	125kg	100kg	150kg	125kg
ベントナイト #300	10kg	10kg	10kg	10kg
水	250kg	200kg	300kg	250kg
W/C	100%	100%	100%	100%
ロス率	10%	10%	10%	10%

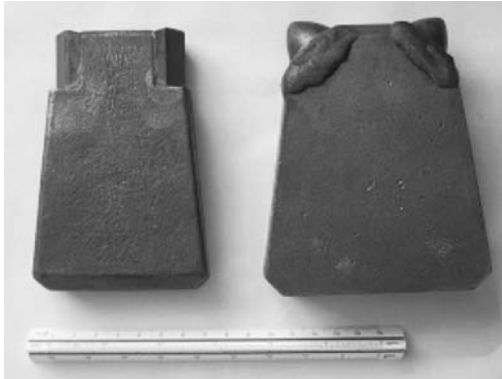
3) 標準ビット及び硬質ビットの掘削適正

本試験工事の基盤岩は、一軸圧縮強度20～60N/mm²と硬質な珪質粘板岩が存在する。従来から使用されていた標準ビットによる硬質地盤への適用事例があるものの、近年、硬質地盤用のビットが開発されていることから、標準ビットと硬質ビットの掘削能力と損耗量の確認を行なうことと

した。使用した標準ビットと硬質ビットの形状については、写真-2に示すとおりである。

(5)試験工事の工区設定

本試験工事の工区設定は、施工上の制約条件及び前記の確認項目を適切に把握するため、次の①～⑥を考慮して表-4及び図-7に示す9工区に決定した。



(左) 標準ビット (右) 硬質ビット



(左) 標準ビット (右) 硬質ビット

写真-2 ビット写真

表-4 工区割及び施工仕様

項目	二次施工				一次施工					
	1工区		2	3	4	5	6	7	8	9
	1-1	1-2	工区	工区	工区	工区	工区	工区	工区	工区
施工水平延長(m)	15.0	7.0	9.0	8.865	10.0	10.0	10.0	9.0	9.0	9.135
止水壁造成深度(m)	28.6	28.6	27.4	26.2	28.5	27.2	25.9	24.4	23.2	21.9
止水壁造成高さ(m)	24.6	14.6	13.4	12.2	24.5	23.2	21.9	20.4	5.7	4.4
空掘施工の有無	無	有	有	有	無	無	無	無	有	有
ビット仕様	標準	標準	硬質	硬質	標準	標準	標準	標準	硬質	硬質
固化液の配合仕様	B	D	D	D	B	B	A	A	C	C

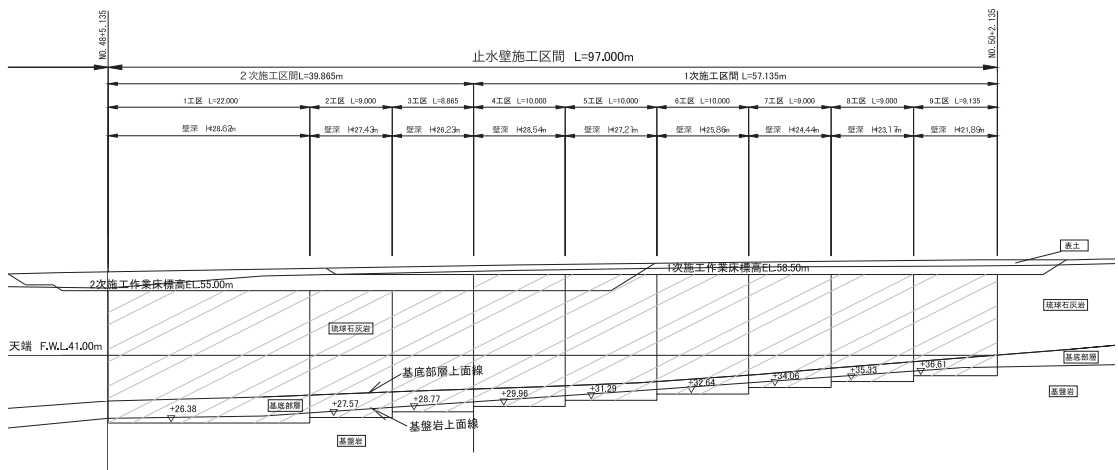


図-7 試験工事計画縦断面図

- ①工区長は、カッターポストが固化液硬化により駆動できなくなることを防止するために必要な施工延長8.0m以上確保でき、かつ、カッターポストの段上げ・段下げ高さ1.2mを確保ができる延長を最低工区長として設定した。
- ②TRD工法の施工能力は、本体機オペレータの熟練度や操作の馴れに影響され、特に工事初期段階の施工性はそれらの人為的な要因が大きく含まれることとなることから、1試験仕様を2工区単位で施工するように設定した。
- ③施工方法は、空掘有施工と空掘無施工を同じ工区数で実施するように設定した。
- ④ビット仕様は、同一ビットでの施工を2工区以上の連続とし、同じ工区数で実施するように設定した。
- ⑤固化液配合は、空掘有施工と空掘無施工では止水壁造成部分の土質構成が異なることから、表-3に示すそれぞれ2種類とし、全4種類の配合を同じ工区数で実施するように設定した。
- ⑥1工区は、2～9工区の試験結果から最適仕様として空掘無施工、標準ビット及び配合Bが採用されることを前提に設定した。なお、隣接2工区の空掘部に混合スラリーが浸透しない様に2分割とした。

IV. 試験工事初期段階での技術的課題と試験工事仕様の見直し

1. 工事初期段階での技術課題

(1) 試験工事範囲の地質性状

試験施工範囲の地質については、止水壁造成工事施工に先立ち琉球石灰岩・基底部層の性状、基盤岩の標高等の詳細確認を目的としたパイロットボーリング及び施工ヤードにおける掘削法面等の露頭状況調査を実施した結果、新たに次のことが判明した。

1) 琉球石灰岩の性状

琉球石灰岩の性状は、塊状石灰岩を主体とし、部分的に碎屑性石灰岩（礫状石灰岩、泥質石灰岩）が存在していることを想定していた。調査結果から、図-8に示すとおり碎屑性石灰岩を主体として、再結晶化が進んでいない弱い部分と塊状である部分が混在していることや、琉球石灰岩の上位に分布している粘性土が、琉球石灰岩へ一部流入していることが判明した。

2) 基盤岩上面の起伏

基盤岩上面の起伏は、始点部から終点側へほぼ一定勾配で傾斜していると想定していたが、調査結果から図-8に示すとおり4工区付近においては、4.5m程度の大きな起伏が存在していることが判明した。

3) 基盤岩の強度

基盤岩の表層5.0m程度は、強風化部が主体で一軸圧縮強度20～60N/mm²程度を想定していたが、調査結果から弱風化部が主体で一部新鮮な珪質粘板岩が存在し、その一軸圧縮強度は、表-5に示すとおり53～124N/mm²であることが判明した。

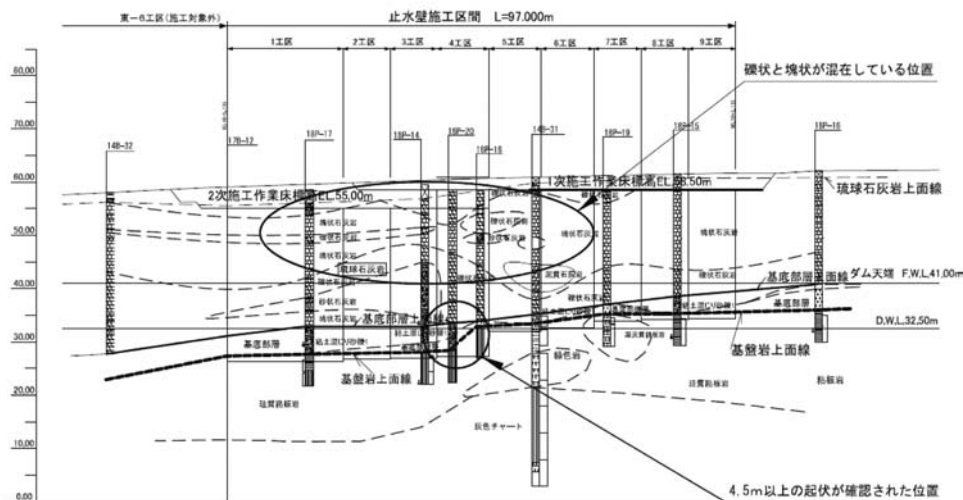


図-8 地質調査後の試験工事範囲地質縦断面図

表-5 パイロットボーリングコアの一軸圧縮強度試験 (N/mm²)

工区	18P-17 (1工区)	18P-14 (3工区)	18P-18 (4工区)	18P-19 (7工区)	18P-15 (8工区)
地質	22.5	32.7			28.1
琉球石灰岩	30.2 14.9	35.7 36.1	—	—	22.6 19.8
基盤岩	57.1	53.2 75.3	114.5 121.5 124.3	96.5	—

表-6 室内配合試験結果

項目	固化液配合 (対象土量 1 m ³ 当り)					一軸圧縮強度 (N/mm ²)	透水係数 (cm/S)
	セメント (kg)	調整スラグ [*] (kg)	ペントナイト (kg)	水 (kg)	W/C (%)		
管理目標値						2.0 N/mm ² 以上	2.0E-07以下
固化材料						—	—
A配合	125	125	10	250	100	1.85	4.4E-06
B配合	100	100	10	200	100	1.34	3.4E-06
①配合	175	175	10	350	100	3.23	5.0E-08
②配合	150	150	10	300	100	2.40	2.6E-07
③配合	125	125	20	250	100	2.35	8.8E-08

注1) セメントは普通ポルトランドセメント、ペントナイトは#300を用いた。

(2) 掘削液及び固化液の室内配合試験

掘削液は、表-2で示した計画配合で実施し、テーブルフロー値170~210mm以内、ブリージング3%以下の管理基準値を満足する結果が得られた。

一方、固化液配合の施工前に行なった室内配合試験の結果は、表-6に示すとおりで、当初計画のA、B配合では、管理目標値を満足しなかった。このため、新たに①~③配合の3種類を追加した結果、一軸圧縮強度及び透水係数とも管理目標値

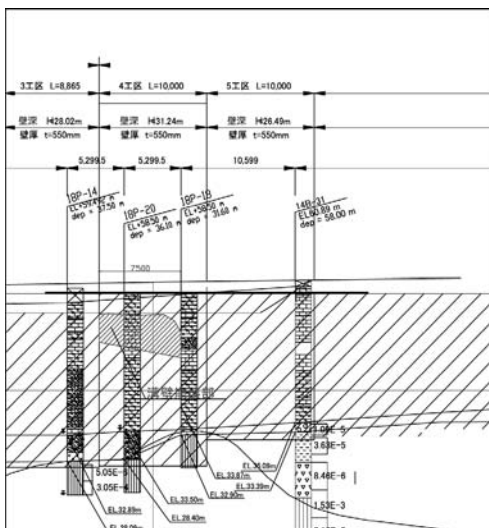
をほぼ満足する結果を得たため、この3種類の配合を用いて試験施工を行うこととした。

(3) 空掘有施工の施工性

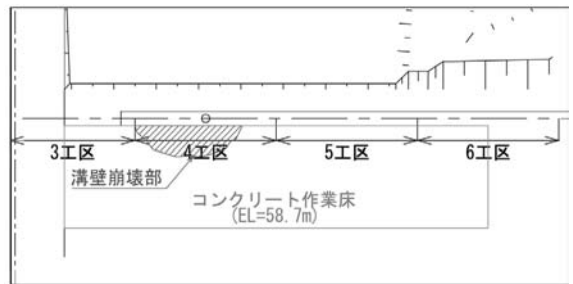
空掘有施工区間(4・5工区)において、TRD機で先行掘削後にクラムシェルで排土を行なったところ、琉球石灰岩の性状が原因と考えられる溝壁崩壊が発生した。このため、本試験工事での空掘有施工については、施工が困難であると判断した。以下にその詳細状況、原因及び対応について示す。

1) 発生状況

4工区の空掘有施工区間において、作業床から地下ダム天端(H=17.5m)の先行掘削を行い地山を緩めた後、クラムシェルで深さ15.0m程度まで排土を行なったところ、図-9に示すようにTRD機作業床面直下約4.0m付近で幅約7.5m、奥行き約2.5mに渡って壁面が崩壊した。



崩壊位置 (断面図)



崩壊位置 (平面図)

図-9 4工区溝壁崩壊位置図

2) 原因

この崩壊した部分は、図-10に示すとおり上部に粘性土が厚く分布していたため、地盤改良を実施した箇所であった。崩壊部の地質は地盤改良土の直下に存在した礫状石灰岩（18P-20孔で確認）であり、ダム軸下流側で粘性土を掘削除去した下位に出現した礫状石灰岩が隣接して分布していた。

この部分の礫状石灰岩は、再結晶化が進んでいない弱い部分であり、この部分が崩壊に影響している可能性が考えられる。

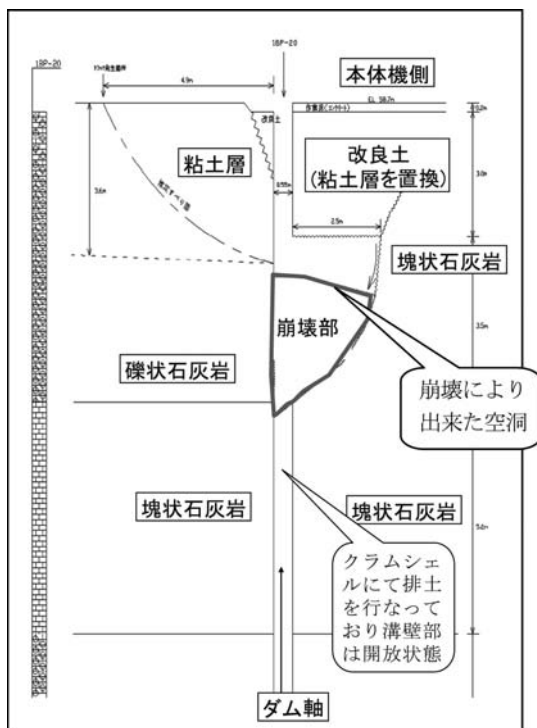


図-10 溝壁崩壊推定断面

また、上位の粘土層から礫状石灰岩部の亀裂沿いに粘性土が流入しており、この付着力の弱い部分が、空掘を行うことで、応力が開放され、崩壊した可能性が考えられる。

3) 対応

溝壁崩壊の空洞部については安全確保のため、モルタル充填を実施した。また崩壊状況から、当該工区に分布する石灰岩は空掘有施工に対して不適と判断し、以降の空掘有施工を断念し、全工区空掘無施工とした。

2. 試験工事仕様の見直し

前記の、試験工事初期段階での技術課題を踏まえて、次の点に留意し試験工事仕様の見直しを行った。

なお、見直し後の施工仕様は表-7に示す。

- ①パイロットボーリング結果に伴う造成深度及び造成高さの見直し
- ②パイロットボーリングの一軸圧縮強度試験結果に伴う適用ビット仕様工区の見直し
- ③室内配合試験結果に伴う固化液配合の見直し
- ④空掘有施工実施中の溝壁崩壊に伴う施工方法の見直し

V. 試験工事の結果

1. 試験施工結果による施工能力

琉球石灰岩（一軸圧縮強度 $q_u = 14.9 \sim 36.1 \text{N/mm}^2$ ）を対象とした5工区空掘有施工区間においては、表-8に示すとおりTRD工法協会が定めた標準施工能力（日当り施工延長、施工面積）以上の結果が得られた。このことから、TRD工法による琉球石灰岩での良好な施工性が確認できた。

表-7 見直し後の工区割及び試験仕様

項目	二次施工			一次施工					
	1 工区	2 工区	3 工区	4 工区	5 工区	6 工区	7 工区	8 工区	9 工区
施工水平延長 (m)	22.0	9.0	8.865	10.0	10.0	10.0	9.0	9.0	9.135
止水壁造成深度 (m)	28.63	28.18	28.02	31.44	26.69	25.87	24.53	24.24	24.11
止水壁造成高さ (m)	27.63	27.18	27.02	30.44	25.69	24.87	23.53	23.24	23.11
空掘施工の有無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
ビット仕様	標準・硬質	標準	硬質	硬質	硬質	標準	標準	硬質	硬質
固化液の配合仕様	③	③	③	②	②	②	②	①	①

一方、琉球石灰岩と基盤岩を含めた施工能力は、図-11に示すとおり、標準施工能力（平均：2.60m/日）に比べて実績施工能力（平均：1.21m/日）が大幅に低下した。

この能力低下は、基盤岩部への根入れにおいて想定以上の硬質基盤岩（想定： $q_u = 20 \sim 60\text{N/mm}^2$ 、実績： $q_u = 53 \sim 96\text{N/mm}^2$ ）が存在したことが原因と考えられる。

なお、基盤岩の一軸圧縮強度で 120N/mm^2 ときわめて硬い値を示した3・4工区の一部では、TRD機による横行掘削ができず、止水壁の基盤への根入れは出来なかった。

- 注1) 3工区の一部及び4工区は基盤への根入れ施工を行っていない。よって施工能力算定条件が他工区と異なるため、平均値算定からは除外した。
- 注2) 施工能力は、1日当たり6.3時間とし、TRD機の始動運転、掘削、戻り横行、造成、退

避養生及びカッタービット交換に至る一連の作業時間で算定している。

2. 造成された壁の品質及び掘削液・固化液の適性な配合仕様

止水壁造成後に行うチェックボーリングで止水壁の品質の確認を行った。その結果は、表-9に示すとおりいずれも管理基準値を満足する良好な結果が得られた。

このことから、本試験工事においては③配合（普通ポルトランドセメント： 125kg/m^3 、調整スラグ： 125kg/m^3 、ベントナイト： 20kg/m^3 、水： 250kg/m^3 ）が最も固化材量が少なく経済性にすぐれており、最適配合である結果が得られた。

3. 標準ビットと硬質ビットの掘削適正

(1)掘削能力

標準ビットと硬質ビットの掘削能力については、工区ごとの基盤岩強度が均一でないため、標準ビット掘削能力（平均：1.32m/日）と硬質ビッ

表-8 琉球石灰岩部の施工能力対比

	日当たり施工延長	日当たり施工面積
標準施工能力	6.35m/日	104.78m ² /日
実績施工能力	7.63m/日	125.90m ² /日

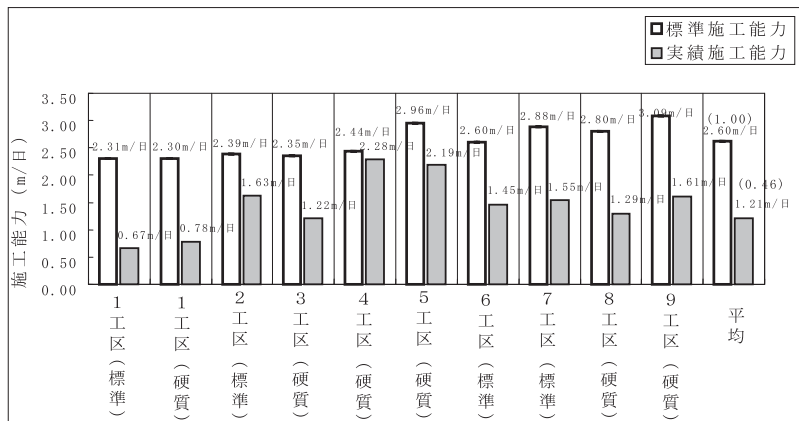


図-11 TRD工 施工能力の標準と実績比較

表-9 止水壁の品質管理

配合	透水係数 (c m/S)		一軸圧縮強度 (N/mm ²)
	基盤部	壁体部	
管理基準値	5.0E-05 c m/S 以下	1.0E-06 c m/S 以下	1N/mm ² 以上
①	1.84E-06	8.41E-07	2.8
②	2.10E-05~6.32E-06	9.58E-07~5.72E-07	1.9~4.1
③	2.47E-06~5.17E-07	8.07E-07~7.90E-07	1.8~2.5

ト掘削能力（平均：1.14m/日）がほぼ同程度となり、適用判断するための明確な数値差は現れなかった。

(2) 損耗量

ビット損耗量については、図-12に示すとおり、硬質ビットで300個、標準ビットで689個と共に標準損耗量を上回る結果となり、特に標準ビットは、使用工区全てにおいて損耗量が大きく上回る結果となった。

このことから、本試験工事において得られたビット仕様別掘削能力とビット仕様別損耗量を用いてTRD施工費とビット損耗費を試算したところ、硬質ビットが有利となる結果が得られた。

4. 試験工事結果のまとめ

本試験工事の結果から、琉球石灰岩を対象とした施工区間では、TRD工法協会による標準施工能力を上回る能力が確認されたものの、基盤岩を含めた施工区間では、十分な施工能力が確認できなかった。その理由としては、当該地区に分布する硬質基盤岩の存在によるものと考えられる。しかし、止水壁体の築造という観点からすると従来工法（SMW工法）と同様に良好な止水壁の築造は十分可能であった。

以上のことから地下ダムにおけるTRD工法の採用にあたっては、現場の基盤岩の一軸圧縮強度、基盤岩上面の起伏状況、琉球石灰岩の性状、施工深度、壁率等を十分に検討した上で、他工法との経済比較を行い、採用の有無を決定していくことが必要である。

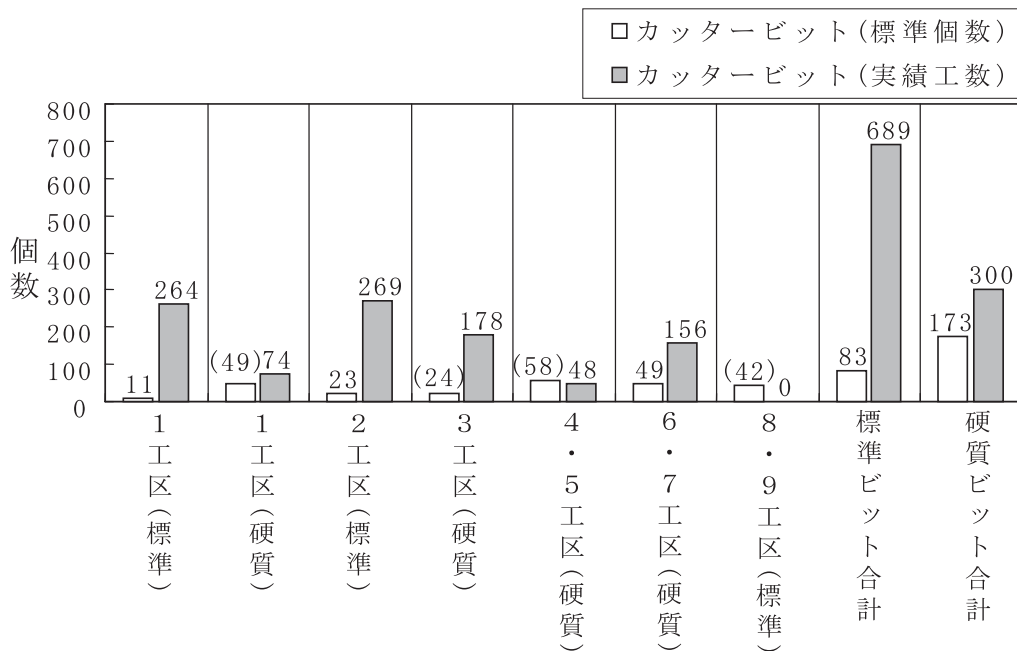
VI. おわりに

本試験工事においては、複雑な地質条件が原因で、施工中さまざまな課題に直面したが、関係者各位のご支援ご協力により、試験工事としての良質な止水壁を造成することができた。

本事例が、今後実施される地下ダム工事の設計・施工の参考になれば幸いです。

[参考文献]

- 1) TRD工法協会：「TRD工法 技術資料 平成13年8月版」



()内数値は標準の硬質ビット消費個数を示している。

図-12 ビット損耗個数対比図

鉄筋コンクリート二次製品に使用する目地材の検討

桐 岡 宏 恭*
(Hiroyasu KIRIOKA)

目	次
1. はじめに	33
2. 課題	33
3. 高耐久性目地の検討	34

4. まとめ	37
5. 今後の課題	37

1. はじめに

国営大和紀伊平野土地改良事業（以下、「本事業」という）は、奈良県北西部に位置する奈良市他8市11町村からなる大和平野と和歌山県北部に位置する和歌山市外4市2町からなる紀伊平野の両平野にまたがる約13,400haを受益地としている。これまで両平野の農地を潤してきた農業水利施設は、築造後40～50年経過し、老朽化による機能低下が著しく、また両平野では、営農形態の変化と都市化の進展による農地面積の減少により、農業用水の利用形態が変化している。そこで本事業は、農業用水路などの改修を行うことにより、農業用水の安定供給を図るとともに、この結果生み出される余剰水を新たに都市化に伴う地域の水道水などに活用し、地域の水資源の有効活用に資するものである。



写真-1 改修前の開水路

紀伊平野農業水利事業建設所は、本事業のうち紀伊平野（以下、「本地区」という）に係るダム・用水路などの改修を行っている。

2. 課題

本地区は、水路改修計画延長の約8割が開水路であり、開水路の改修が主となっている。水路改修の工法選定に当たっては、現場条件・経済性・施工性・工期等の総合的な検討を行い、その結果、鉄筋コンクリート二次製品による改修が多い。しかし、鉄筋コンクリート二次製品は、現場打ちコンクリート水路に比べ、製品自体の長さが短いため、目地数が増え、目地材の劣化により漏水しやすくなるという短所がある。また、鉄筋コンクリート二次製品の目地の従来工法として採用している土地改良事業標準設計図面集に示す目地工法「シーリング工法」は、目地にシーリング材を充填する工法であるが、鉄筋コンクリート二次製品



写真-2 水路用L形による改修後の開水路

*近畿農政局大和紀伊平野農業水利事務所
紀伊平野農業水利事業建設所（Tel. 0736-69-5331）

の耐用年数40年に対し、シーリング材の耐用年数が紫外線による劣化等により10～20年と短い。このため、将来、目地補修が必要となり、今後の維持管理の軽減を図るため、より耐久性のある目地材の検討を平成16年度から行ってきた。平成16年度においては、シーリング材の品質をJIS試験等により保証している材料を指定するなどの検討を行った。

平成17年度の検討では、更なる耐久性向上のために、数種類の目地材の中からボックスカルバートで使用実績のある「ブチル系パッキン材」に着目した。「ブチル系パッキン材」とは、ブチルゴムと合成ゴムスポンジの複合体であり、パッキン材を圧縮することにより発生する弾性回復力で水密性を確保するものである。ボックスカルバートのように、油圧ジャッキによりPC鋼材を緊張させ、製品を連結させる工法においては、パッキン材の圧縮力が確保出来るため、従来からパッキン材が使用されているが、水路用L形等においては、製品を連結させるものではなく、据え付ける工法

であるため、パッキン材の圧縮力が確保出来ず、これまでパッキン材の使用はなかった。そこで建設所において、工場での止水確認試験、現場での試験施工を行い、止水性、施工性が確認出来たので「ブチル系パッキン材」による目地工法を平成18年度より採用した。

本報告では、その経緯と検討結果を紹介する。

3. 高耐久性目地の検討

(1)目地構造の考案・比較検討・選定

①目地構造の考案

高耐久性の確保を目的とし、考案した目地構造を表-1に示す。目地の従来工法「シーリング工法」(A案)に加え、まず目地材にとって大敵である紫外線によるシーリング材の劣化を抑制するために表層を無収縮モルタルで覆う二重構造の目地(B案)を考案した。さらに目地材としてウレタン系シーリング材に代え、より耐久性のある「ブチル系パッキン材」、「水膨張ゴム」を使用する目地(C案、D案)を考案した。

表-1 考案した目地構造の特性表

A 案		B 案	
構造	ウレタン系シーリング材(+プライマー)	構造	ウレタン系シーリング材+無収縮モルタル
長所	・通常の施工方法(施工が容易)	長所	・無収縮モルタルで紫外線を抑制し、耐久性が増
短所	・耐用年数は10～20年	短所	・目地の施工に手間がかかる
C 案		D 案	
構造	ブチル系パッキン材+無収縮モルタル	構造	水膨張ゴム+無収縮モルタル
長所	・ブチル系パッキン材はボックスカルバート等の止水材として30年以上の実績が有 ・無収縮モルタルで紫外線を抑制し、耐久性が増	長所	・水膨張ゴムは土木、建築構造物の止水材としての実績が有 ・無収縮モルタルで紫外線を抑制し、耐久性が増
短所	・施工時にパッキン材を圧縮する手間がかかる	短所	・施工時に水膨張ゴムを圧縮する手間がかかる

②目地構造の比較検討・選定

①の4案について目地構造の要求性能である「水密性」・「施工性」・「経済性」に加え、さらなる「耐久性」を要求した結果、表-2のとおり、ブチル系パッキン材と無収縮モルタルを併用した目地構造のC案を選定した。なお、ブチル系パッキン材の耐久性の考え方については、アレニウスの式の理論に基づき行った熱劣化促進試験結果による寿命予測40年（温度40℃の場合）を採用した。なお、ブチルゴムの使用実績は30年を経過している。

表-2 目地構造の選定表

	A案(従来)	B案	C案(採用)	D案
水密性	シーリング材による止水	下層のシーリング材による止水	圧縮したブチル系パッキン材の弾性回復力による止水	圧縮した水膨張ゴムの弾性回復力による止水
	○	○	○	○
施工性	従来の据付工法	従来の据付工法(目地材の2層塗り)	パッキン材圧縮のため製品を引寄せする工法	ゴム圧縮のため製品を引寄せする工法
	○	△	△	△
経済性	L形ブロック(H=1600mm)1箇所当たりの材料費から算出(円)			
	2,693	3,014	2,057	3,566
耐久性	10~20年	30年	40年以上	40年以上
	△	△	○	○
総合評価	○	△	◎	△

(2)目地の止水確認試験（工場による試験：平成17年11月17日）

C案を採用するに当たり、目地材としてブチル系パッキン材を用いた際の適正圧縮率を確認するため、止水確認試験を工場で行った。

①止水確認試験の方法

試験方法は写真-3のような止水試験装置を製作し、まず所定の目地間隔となるように、ボルトで目地間隔を調整した後、一定水圧で3分間保持し、漏水の有無を確認した。パッキン材高さ、目地幅を変え、3パターンでパッキン材を圧縮し、3段階の水圧をかけ漏水の確認を行った。なお目地構造として施工時には内目地に無収縮モルタル等によりコーキングを行うが、試験では純粋なパッキン材の性能を確認するため、内目地処理は行わないこととした。

②止水試験の結果

試験結果は表-3のとおりである。全てのケースにおいて、最大水圧（基準の3倍値）でも漏水

は認められなかった。このことから、標準的な目地間隔のケースであるパッキン材の圧縮率33%においても十分に止水性があることが確認できた。



写真-3 止水試験装置

表-3 止水確認試験の結果

試験No.	パッキン材(mm)	目地幅(mm)	パッキン材圧縮率(%)	試験水圧(MPa)	結果
1	15	10	33	0.03・0.06・0.09	漏水なし
2	15	5	67	0.03・0.06・0.09	漏水なし
3	20	10	50	0.03・0.06・0.09	漏水なし

注)圧縮率(%)=(パッキン材高さ-目地幅)÷パッキン材高さ×100

(3)現場試験施工（平成18年4月17日）

次に、ブチル系パッキン材を用いた際、その止水性はパッキン材の圧縮の均一性に大きく左右されるため、パッキン材引寄せの施工性を確認する現場試験施工を実施した。

①現場試験施工の概要

現場試験施工は表-4の工事で行い、施工区間は図-1のとおり、全区間の最上流部と最下流部の各々両岸6個、合計24個で行った。なお、最上流部と最下流部にそれぞれ3箇所ずつ止水確認孔を設置した。

表-4 現場試験施工の概要

工事名	紀伊平野 紀の川左岸幹線水路その2改修工事
施工場所	和歌山県和歌山市満屋地内
L形ブロック規格	高さ:H=1200mm 長さ:L=2000mm 重量:W=1103kg

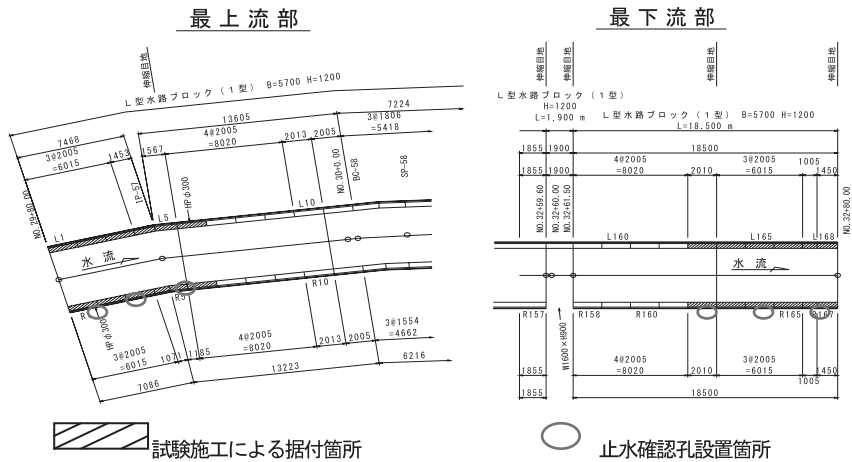


図-1 現場試験施工の概要図と製品割付図

表-5 従来施工と引寄せ施工の手順 (1本分)

A案(従来)の施工	C案(引寄せが必要な)の施工
① ・ライナープレート設置(高さ調整)	① ・ライナープレート設置(高さ調整)
② ・敷きモルタル均し	② ・敷きモルタル均し
③ ・製品設置	③ ・製品設置
④ ・パール等での微調整	④ ・引寄せ治具(レバーブロック)セット
⑤ ・所定目地間隔確保	製品引寄せ
	⑤ ・所定目地間隔確保

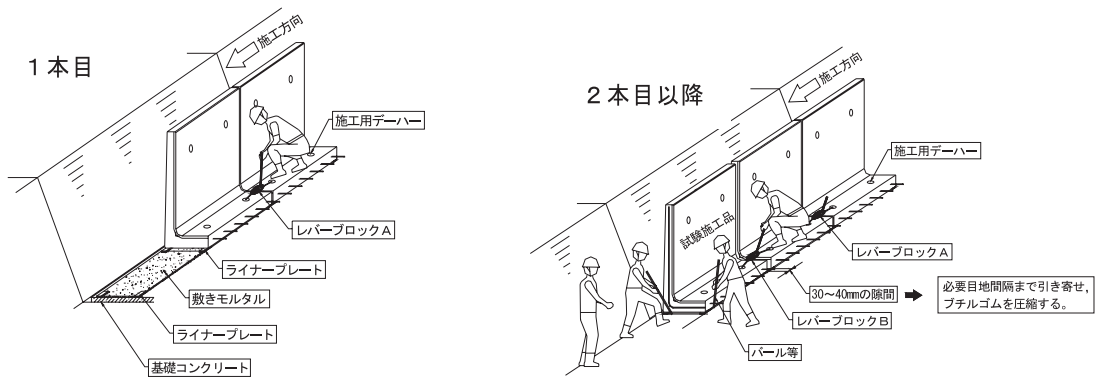


図-2 引寄せの概要図

②製品の据付方法

ブチル系パッキン材を均一に圧縮するために製品を均一に引寄せなければならない。レバーブロックを用いて引寄せを行った。引寄せに当たっては、レバーブロックを吊治具である施工用デーハーにセットし、パッキン材に均一に圧縮力を与える様に引寄せ、所定の目地間隔で施工管理を行った。

またパッキン材の圧縮を保つために、レバーブロックをセットしたまま、次の製品の引寄せを行うこととした。施工継目では内目地に無収縮モルタルを、伸縮継目ではウレタン系シール材を施工した。A案(従来)の施工手順とC案(引寄せ)の施工手順は表-5のとおりである。また図-2は引寄せの概要図である。

③現場試験施工の結果

試験施工の結果は表-6のとおりであった。施工性については、ブチル系パッキン材の圧縮率の施工管理のため、施工能力が多少落ちる程度であった。この結果からパッキン材の引寄せについては、従来の施工と比べて、ほぼ問題なく施工出来ると判断出来た。また現場試験施工後、追跡調査として、6月、8月、9月の通水期にそれぞれ止水確認孔を調査したが、目地からの漏水は認められなかった。

表-6 現場試験施工の結果

項目	直線部	折曲部
レバーブロックによる引寄せ	◎	△
パールによる微調整	○	○
パッキン材の潰れ状態	◎	◎
レバーブロック解放後のリバウンド量	◎	◎
目地開き量	◎	◎
施工量	○	△
総合評価	◎	○

4. まとめ

従来の目地構造（シーリング材）は耐用年数が鉄筋コンクリート二次製品水路自体より短いため、より耐久性があるブチル系パッキン材と紫外線抑制の無収縮モルタルを併用した目地構造を選定した。そして工場での止水確認試験及び現場試験施工を行った結果、十分な止水性と施工性が確認出来たことから、選定した目地構造は水路用L形における有用な目地構造であると判断出来た。今後、「ブチル系パッキン材」を用いることによって、水路の維持管理の軽減とライフサイクルコストの低減も図ることが期待出来る。

5. 今後の課題

試験施工の結果、折曲部での施工性が今後の課題であり、その解決策として、背面の吊治具にレバーブロックを取り付け、引寄せする方法を考案し、平成18年度から施工に当たった。さらに、今年度は引寄せをより容易にするために、図-3のように水路用L形の重心に近い位置に引寄せ用インサートと背面側引寄せ用デーハーを設置し、引寄せする方法を検討している。

今回、鉄筋コンクリート二次製品の水路用L形

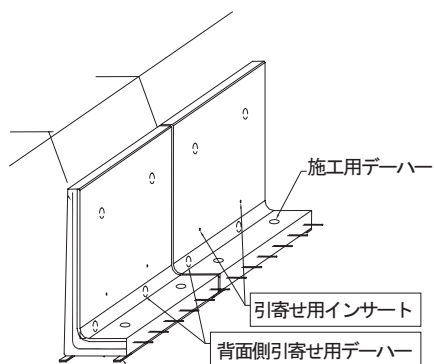


図-3 新設したインサートとデーハーの位置図

の目地に着目して検討してきたが、今後、様々な施工現場、条件により、他のコンクリート二次製品にも採用できるのではないかと考えられる。

今後も引き続き、より良い目地構造を検討しながら水路の改修整備に努めていきたい。

参考文献

- 1) 土地改良事業標準設計図面集「鉄筋コンクリート二次製品」利用の手引き, pp.4, pp.348 - 349

超高強度繊維補強コンクリートパネルによる 水路トンネルの補修について

西 場 猛*
(Takeshi NISHIBA)

目 次

1. はじめに.....	38	3. 施工について.....	39
2. 工法の選定.....	38	4. 最後に.....	41

1. はじめに

新矢作川用水農業水利事業は愛知県岡崎市をはじめ4市4町にまたがる7,073haを計画受益面積とし、旧国営事業により整備した施設の中で用水路57.4km、貯水池1箇所、頭首工2箇所の改修を平成6年度より実施している。(図-1)



図-1 位置図

細川幹線水路はその地区の上流部に位置し、経年による老朽化が進行していることから補修を行うこととしており、本報文では細川Mトンネルの施工方法について報告する。

細川幹線水路細川Mトンネルは、愛知県岡崎市細川町に位置し、昭和42～43年に矢作川第二農業水利事業で建設された施設であり、完成後約40年ほどが経過している。平成7年度および平成12年度に行われたトンネル調査の結果により、今後の長期使用を考えた場合、本体そのものは、適切な

補修・補強対策を実施することで使用可能と判断し、超高強度繊維補強コンクリートパネル（以下「高強度パネル」という。）を用いた内張工法で補修を行った。

2. 工法の選定

(1)検討条件

細川幹線水路は自然流下の水路であり、工法選定の条件として

- ①計画流量を流下させるために断面縮小の少ない工法であること。
 - ②断面縮小に伴い、流下能力を向上させるため、粗度係数 $n = 0.012$ 以上の補修材料であること。
 - ③土砂等の流下物対策として、耐摩耗性・耐久性に優れており、長期使用が出来ること。
- これらを前提条件として検討を行った。

(2)検討内容

これらの条件を基に材料や工法を検討した結果、強度及び摩耗や衝撃に強い材料は鋼管であるが、やや高価であり、材料強度については $60\text{N}/\text{mm}^2$ 以下となると摩耗深さが増加する傾向にあることから、材料の圧縮強度は $60\text{N}/\text{mm}^2$ 以上のものとする。(図-2)

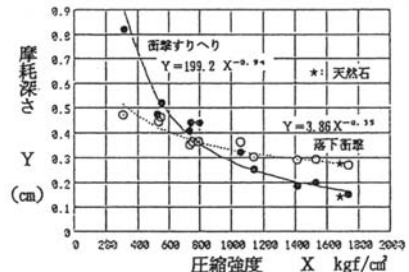


図-2 高強度コンクリートの摩耗と圧縮強度の関係

*新矢作川用水農業水利事業所 北部支所 (Tel. 0565-21-6101)

(3)検討結果

(1)の条件を踏まえて検討した結果、経済性が有利な高強度パネルによる補修が最適であると判断した。(表-1)

表-1 経済比較

補修材料	粗度係数 (n)	工事費 (千円/m)
鋼管インパイプ工法	0.013	448
SPR工法	0.012	374
フローリング工法	0.012	725
超高強度鋼繊維補強コンクリートパネル工法	0.012	370

高強度パネルはセメントを基材とし、ダクトルプレミックス（反応性微粉末）、鋼繊維、専用減水剤を用いたコンクリートで圧縮強度が180N/mm²以上あり、耐久性、耐摩耗性に優れている材料である。(写真-1)



写真-1 超高強度繊維補強コンクリートパネル材料

3. 施工について

(1)工事実施状況

細川Mトンネルは延長625m、2R=3.4mの標準馬蹄形トンネルであり、今回の補修は2R=3.2mの標準馬蹄形のパネルを設置する工事である。トンネル補修断面は5枚で1リング(L=1.3m)を形成しており、アーチ部(天端パネル1枚、標準パネルの2枚)とインバート部(底板パネル2枚)からなっている。(図-3)

高強度パネルの部材厚は、施工時の取扱いの際の自重による変形を避けるため、t=25mmと決定した。また、工期は通水量の少ない非かんがい期(10月~3月)に工事を終了させる必要がある。工事は、平成17年度に440mが施工し、平成18年度に残り185mの工事を実施し、完了している。

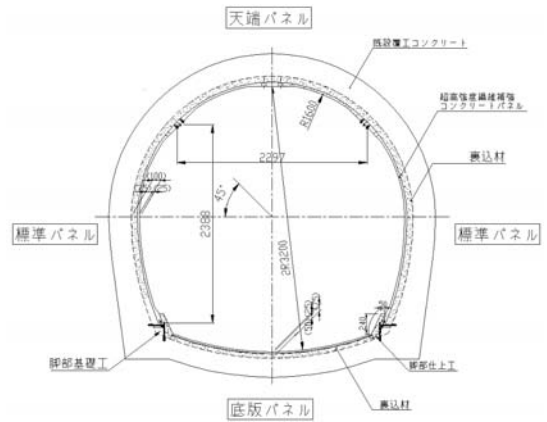


図-3 標準断面図

(2)施工前調査

1) 工事前の調査としてトンネル内で以下の調査を行った。

- ①既設トンネルライニングの圧縮強度と中性化進行具合の確認。
- ②既設水路内の損傷具合の確認。
- ③地盤と既設トンネルの空洞量を把握するためレーダー調査。

2) 目的

- ①調査後数年経過しているため、改めて確認する。
- ②当初調査時は断水時間内での短時間の調査しかできなかったが、工事にて冬期用水の仮廻し及びトンネル清掃を行い、トンネル面がはっきり分かり、調査も十分できるため改めて確認する。
- ③当初調査時はクラウン部のみの調査であったが、トンネル側壁部より漏水が多く、空洞の疑いもあるため両サイド部のレーダー調査を追加した。

3) 調査の結果

- ①ライニングの圧縮強度は平均24.3N/mm²で必要強度(21N/mm²以上)を満足する値となった。中性化については進行がみられなかった。
- ②水路全体を通してクラック・ジャンカが多数あり、補修を行う必要があると判断した。
- ③ほぼ全線に渡り、ライニング背面と地山の間に0cm~40cm程度の空洞が確認された。空洞箇所については構造物の一体化を図るため、充填を行うこととした。

(3)施工手順

施工手順は、①高压洗浄(30MPa)により既設トンネル内の清掃を行う。②既設トンネルのク

ラック及び漏水の補修を行い、パネル設置の基礎となる脚部基礎を施工する。③地山空洞部へセメントベントナイトを充填する。④アーチ部のパネルを地上で仮組立を行い、坑内へ運搬し脚部基礎へ設置する。⑤既設トンネルとパネル間の裏込めを行う。⑥インバートパネルを坑内へ運搬し設置後裏込めを行う。⑦脚部基礎部に仕上げコンクリートを打設する。(図-4)

(4)施工について

高強度パネルの設置は、まず地上の仮設ヤードにてアーチ部材を仮組固定し、専用運搬台車(※1)にて坑内へ運搬した。その後パネル設置台車(※2)でパネルを上方へジャッキアップし、サイドパネ

ルを押出して脚部基礎上への設置を行った。

裏込め工は、既設トンネルとの一体化を図るため流動性の良い高流動モルタルを用い、施工は、充填や自重でのパネル変形を防止するため、専用の支保工台車(※3)でパネルを押さえ、充填圧をかけないよう3層に分けて注入した。裏込め充填を確実にを行うため、グラウトホールからのリーク確認及びゴムハンマーで打音確認を行った。

次に、既設底版コンクリートに金具を設置しパネルを坑内へ運び込み、クレーン付の専用台車(※4)で金具上へ設置した。位置微調整はジャッキを用いて行い、裏込めは前述同様支保工を行い充填による浮上に注意しながら施工した。

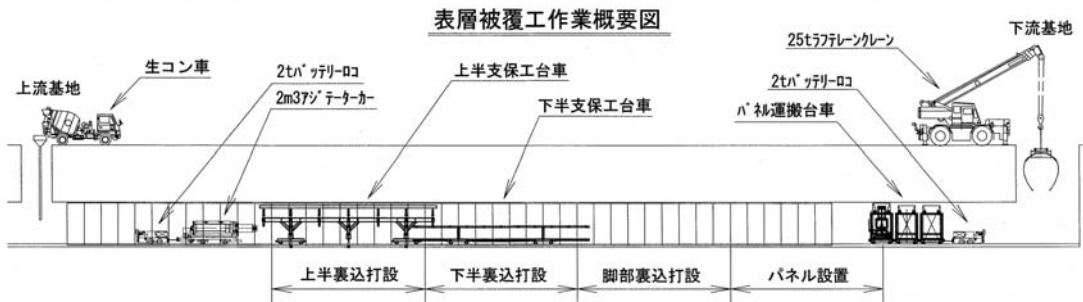


図-4 作業概要図



脚部基礎



パネル仮組立



※1 パネル運搬



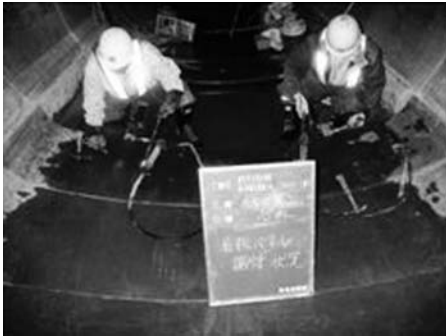
※2 アーチ部パネル設置



※3 アーチ部裏込め



※4 インバートパネル運搬



インバートパネル設置



インバート裏込め

写真-2 施工状況

最後にアーチ部とインバート部のパネル隙間を現場練りした超高強度繊維補強コンクリートで打設を行った。また、現場打設と二次製品との強度の違いを把握するため、圧縮強度試験を行った結果、二次製品に近い数値を得ることができた。(表-2)

表-2 超高強度繊維補強コンクリート
現場打圧縮強度結果

日数	圧縮強度 (kN/mm ²)	加値 (mm)
7日	63.7	260
28日	131.8	
100日	173.0	

(5) 施工管理

本工事の施工管理は、管理基準等が無いことから水路トンネル基準を準用し、1リング毎に内空幅、内空高さ、基準高の確認を行うこととした。実際の管理値は表のとおりであり、基準より小さい値であり高い精度で施工を行った。(表-3)

表-3 管理基準値と施工実績

(単位mm)

	管理基準値	基準と実績の差(最大)
内空(横)	± 25	20
内空(縦)	± 25	15
基準高	± 30	9
中心のずれ	± 65	32

(6) 品質管理

高強度パネルについては、製作工場及び工事現場で、幅、厚さ、弦長、を測定し、全測定項目±5mmの厳しい基準で管理した。

また、グラウト等の裏込め充填確認のため任意で数箇所コア抜きを行い、隙間の有無を確認した。

4. 最後に

高強度パネルを使用した建築工事等の実績はいくつもあるが、水路トンネルの実績はまだ少ない。水路トンネルでアーチ上に組立てて自立させる今回の工法は初めてであったため、実施工や施工管理について検討事項が多く、工程もかなり厳しい工事となった。

今後摩耗状況や変異等の経過観察を行い、データ収集を行うことも重要である。今後の工事を行う際の参考になれば幸いであると共に本工事に実施の際お世話になった関係者の方々に感謝の意を表します。

出典

図-2

報文「高強度コンクリートの耐衝撃摩耗特性に関する一考察」松尾久幸ほか



写真-3 工事完成

老いのつぶやき

自然に優しい階段式エプロンを持つ頭首工のすすめ

小 川 力 也*
(Rikiya OGAWA)

目 次

I. 頭首工の魚道や護床工の現状について……………43	IV. 今後の頭首工のあり方について……………49
II. 自然に優しい階段式エプロンを持つ頭首工のすすめ ……46	V. 終わりに……………50
III. 階段式エプロンを持つ堰堤の実施例……………48	

I. 頭首工の魚道や護床工の現状について

1. 始めに

京都府由良川や兵庫県出石川の異常出水で下流に流されたサンショウウオが上流の古巣に戻ろうとしますが落差のある堰の下で何処か登れるところはないかと必死になって探し廻っている姿がテレビで放映されました。

また「夏へジャンプ」などと頭首工の越流水脈を飛び上がっては押し流される鮎の姿が毎年初夏の風物詩のように報道されますが鮎さんにとっては大変迷惑な報われない受難のジャンプとなっています。

そしてまた河床低下が進む河川では立派な頭首工下流端に落差が出来て護床工が破壊されたり魚道の機能が失われている姿が諸処に見られます。

このような現象を私達農業土木技術者はただ黙って見ていて宜しいのでしょうか。

自然に優しい農村振興技術の発展を願って申し上げるこの老いぼれのつぶやきをどうぞお聞き取り上げ戴けますようお願い申し上げます。

2. 農業土木の基本的常識と問題点

浸透性地盤上に築造する頭首工は越流式堰堤と河床に水平に設けるエプロンと護床工によって形成され、魚族の遡上には魚道で対応すると理解させて戴いておりますが、これらは昭和8年からの農業土木ハンドブック、昭和27年からの設計基準、昭和36年の野地浩之氏の設計の手引き「頭首工」、その他学校の教科書にも載っており、その時代の土地改良事業に携わって来た私達には金科玉条に

叩き込まれた農業土木の基本的な常識でありました。

固定堰は越流水脈型を原則として大きなエネルギーを持つ洪水時の越流水を河床に水平に設けたコンクリートエプロンと護床工で常流化して下流河川に繋ぐと言う考え方は仮排水技術の幼稚な時代に河床低下のない河川では自己責任を全うする勇ましくも格好の良い技術として貢献して参りましたが、急落差で怒らせた洪水を宥めるために長大な護床工を造り、急落差で自然の流れを遮断しておいて魚道を付けるというマッチポンプの対応が河床低下という自然現象に無抵抗でいなければならない処に現代農業土木の問題点があるように観察されます。

このことは固定堰だけの問題ではなく最近多くなっている可動堰でも同じことが言えるように思います。

3. 河床低下に弱い護床工

「君達の造った頭首工は竣工した時から壊れて行くなあ」と地元の県会議員さんに言われて県職員は恐縮したそうですが、一流の農業土木コンサルタントが河床に平行に設けたエプロンと長大な護床工を設計してから2年の施工期間を経て竣工式を迎えた4年目には下流みお筋河床の低下が進行していて護床工下流端に段差が発生したため損壊が始まっていたと言うのであります。(写真-1, 2)

前記県会議員さんの何気ない感想は年々進行する河床低下に対して横一線のエプロンと護床工で対応し切ろうとする現代農業土木の不都合を指摘された感じがしますが皆様は如何お考えでしょうかお伺いします。

*和歌山市上三毛 在住



写真-1 みお筋河床低下



写真-2 同上頭首工の護床工被災状況

4. 河床低下の観察

河床低下についての古い記録としては農業土木学会昭和17年発行の日本取入堰堤誌に掲載されている紀ノ川最下流部の新六箇頭首工付近の河川の状況欄に「紀ノ川改修の結果川床著しく低下せると、阪神地方の砂利需要年を追って増加しこれに供給するに本河殊に本井堰付近に於て採取せられ川床漸次低下し井堰の維持益々困難の度を深めつつあり」と記載されております。

堰を造ったから土砂が溜まった、下流の堰を合口したので床止め効果が無くなった、或いは盛んに砂利を採取した等という昭和30年代の河床低下の原因はもう存在しないとされる現在も依然として河床低下が続いている河川が多い中で、たまには護床工下流端に落差を生じていないような河川があることに驚かされます。

河川敷に草木が繁茂する山なりの土砂の堆積を許しながら平常水は深い峡谷状のみお筋を造って流れている野放図な管理状態の河川ほど頭首工下流端の水位が大きく低下している一方で、河幅一

杯に河底が平滑に保たれている河川ほど頭首工下流端に落差が生じていないように観察されます。

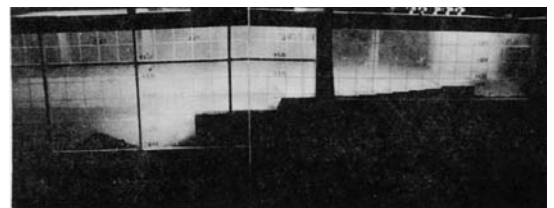
5. 河床低下による頭首工下流端の洗掘損壊の経過

下流の河床が低下しますとまず護床工下流端に落差が出来て洗掘損壊が始まりそれが遡ってエプロン下流端の阻壁で止まって深い洗掘を起こします。

エプロン下流端の深い洗掘は洪水初期の完全越流の瀑によって起きますが洪水最盛期には下流水位が上がって潜流状態になり水脈が遠くに飛びますのでエプロン下流はむしろ負圧になり2割位の勾配でエプロンの上面まで土砂を巻き上げてきて洪水初期に洗掘した穴も埋めて安泰な状態が現出されます。

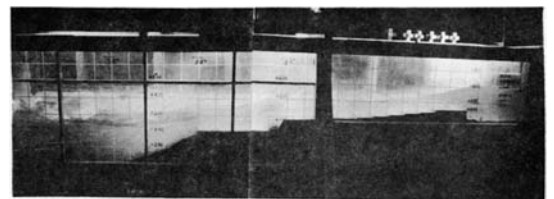
しかし洪水終期にはまた完全越流状態の瀑になりますのでエプロン下流端に落差の2倍から4倍の深い洗掘を起して約2割の勾配で下流河床高に繋ぐ状態で平水に戻ります。

この経過につきましては昭和36年に平塚の農林省土木試験場で紀ノ川新六箇頭首工護床工の災害復旧工事の水理実験を出口利祐、川合 亨両技官のご指導の下に私達和歌山県職員がさせて戴いた時に確認され実験報告書（※1）が作成されており、これを要約しますと河川全体の低下は大洪水の掃流力によって進行しますが、エプロン下流端の局部的洗掘は洪水初期と終期の小洪水の完全越流によって起きることが判明しております。（写真-3、4）



Q=500m³/s 洗掘を生ず

写真-3 洪水初期と終期の洗掘状態



Q=4,000m³/s

写真-4 洪水最盛期の洗掘状態

6. 河床に対する河川管理者の対応

農林水産省の頭首工の災害復旧において河床高決定の根拠にしている「計画河床」について県河川管理当局の見解は「河川整備計画で設定する計画河床は河床横断面の平均値で現されており、これを目標として河床を平滑に維持するのが理想であっても、予算の関係上それを保証することが出来ず、草木の生えた山なりの土砂の堆積と峡谷状の深掘れ状態を許すような管理状態も致し方ない」と申されています。

また国土建設省関係の災害手帳には「従前からあった淵や瀬、みお筋、深掘れ等は保全・復元することを基本とする」とあり、更に根固め工を設置する原則に「被災箇所洗掘が著しく、最深河床高まで護岸基礎の根入れが困難な場合」とありますので護岸基礎よりも深い深掘れも保全されることになっているようです。

このように河川管理者の河床への対応には何の保障もなく河床高は全て頭首工の自己責任で設定しなければならないようです。

7. 護床工無用論有用論

設計基準には「越流水による堰下流の洗掘を防ぐために下流面にエプロンを設け、護床工は河床の洗掘を防止するために下流エプロンに連続して設けられる」という定義がありますがエプロンと護床工の役目がダブっているようにも見えます。

今仮に現在河床から1mでも下げて水平にエプロンを造成したら接続して護床工を設けるでしょうか。

河床面に水平にエプロンと護床工を設ける工法は河床低下が無く仮排水技術の幼稚だった明治大正時代では最も経済的であったと推察されますが、河床低下があり仮排水技術が進んだ現代では最も不経済な工法となっているように思われます。

設計の手引き「頭首工」で紹介された南 勲氏(※2)の提唱する堰体下流の保護工長(エプロン+護床工)はエプロン長よりも短くなっていますし、増井 正氏(※3)は護床工は壊れるものであり壊れるものは最初から造らない方がよいと考えて三重県朝明頭首工では護床工を省略して成功されています。

自然の大きな力で低下して行く河床を人工工作物で護ることなど叶わぬ夢物語であって、護床工が河床を護っていると見えた時は実はその時の河

床が護床工を護ってくれていたものであり、そもそも広大な河床を護る責任が頭首工にあるのだろうかという護床工無用論があります。

しかし固いコンクリート構造物から流動性のある砂利河床に移行するときには平水時でも小規模な洗掘が起きることが新六箇頭首工の水理実験でも確認されていますので、緩衝地帯として短くても護床工があった方がよいとする護床工有用論があります。

また河床低下の進行する河川では護床工という形あるものが被災することによって自他共に危険を認識してエプロンが健在のうちに対策工事に取り掛かる事が結果的に経済的であるという護床工有用論もあります。

8. されば魚道、されど魚道

急落差の堰堤を造り河の流れを遮断してしまう農業土木は堤頂から梯子を掛けたような魚道を造りましたが、堤体の瀑に誘われて遡上してきた鮎は叶わぬ夢のジャンプを繰り返し、サンショウウオは登れるところを探し求めてのたうち回ります。

この瀑に辿り着いた魚達に魚道の登り口まで下がって貰うと言うことは至難の業らしくエプロンの上で鳥が盛んに魚をついばんでいる姿が散見されます。

そこで農業土木は堤体の下流面に扇型の魚道を造ったり、呼び水と称してエプロンの水を横に集めて落とし其処に登り口にしたスイッチバックの魚道を造ったり、流伏路の水や別口に特別に造った暗渠の水や低落差発電の放流水等を魚道の登り口付近に集中放流するなどして魚道設備は色々と工夫され改良され尽くされていますが、何と言っても堰全体に比べれば非常に幅が狭いという基本的な劣性がありますので遡上調査でも満足できる成果が上がらないばかりでなく、河床低下のある河川では魚道の登り口に50cmの落差が出来ると完全にその機能を失ってしまう絶対的な弱点を持っています。

そして河床低下により魚道が一番先にその機能を失っても堰が被災しなければ対策工事に着工して貰えない虐げられた経過を辿ってきたようにも観察されます。

平成3年頃に県立高校農業土木科の生徒を紀ノ川中流にある国営造成施設藤崎頭首工(写真-5)の見学につれて行きましたが、延長146mのコン

クリート固定堰を水深10cm程度で越流した水が護床工復旧工事で造った2段エプロンから白い滝となって流れ落ちているのに対して、それより下流で静かに流れ落ちている右岸魚道の放流口を見た生徒の質問は先ず「先生、魚に此処が魚道の登り口だと解るのですか」であり、また別の生徒の質問は「何故堰全体を魚が登れるようにしないのですか」でしたが、この「何故堰全体を魚が登れるようにしないのか」という極く一般市民的な質問に対して農業土木技術者のご名答をお願いします。



写真-5 国営造成施設紀の川藤崎頭首工 (H19)

周囲を海に囲まれた海洋国日本で海と川を行き来する豊富な内水面魚族の繁殖を農業土木が急落差の堰堤を造る事によって阻害しているとしたら誠に申し訳ないことですが、農業土木は「魚道を付けてやってあるじゃないか、魚道以上の何をしろというのか」と今後も「されば、されど」の魚道を造り続けて行くのでしょうか。

Ⅱ. 自然に優しい階段式エプロンを持つ頭首工のすすめ

1. 概要

河床低下に対応しながら、洪水に対して堰堤と堤防を安泰に保ちつつ、魚族の遡上も下流も自由自在という自然に優しく経済的な頭首工は堤頂から下流河床面下深くまで造成する階段式エプロンを持つ頭首工によって達成されると考えます。

2. 階段式エプロンを持つ頭首工の仕組み

河床低下する河川の安定河床は常に流動的でありますので、下流河床面下の河床全てをそれぞれの時点の安定河床として対応することにします。

年々の河床低下に伴って年々縦に増大する上下流水位差 H と年々横に増大する必要浸透路長 CH の関係は堤頂から勾配 C の浸透圧線に沿って斜めに下るエプロンによって満足されますがこれを階段状にすることによって洪水、魚族、河床低下の全てに対応することが出来ます。

日本の河川で頭首工地点の地盤のプライ氏の係数 C の値を「転石、礫、砂の混合の5」から「礫及び砂の混合の9」の範囲と仮定しますと階段1段の高さを20cmとして長さを1mに取れば係数5に準ずる5分1勾配の階段式エプロンが得られますし、長さを1.8mにとれば係数9に準ずる9分の1勾配の階段式エプロンが得られます。

この階段1段の高さ20cmというのはどの魚でも上り下りが出来る何も加工していない階段の高さですが、各階段の下流端に阻壁を造り深さ5cm以上の水遊びを設ければ30cmまで高くすることも可能であり洪水時の減勢効果もより多く期待できます。

堰の中程に渇水量に応じた幅2～3mで5cm程度低い階段を設けて異常渇水時の魚道とします。

なおエプロン下流端に長さ5m程度の護床工を付随させます。

3. 階段式エプロンの根入れ深さについて

年々の河床低下に対応しながら洪水時並びに平常時の洗掘を防止しつつ魚族の遡上流下が容易である為には階段式エプロンの少なくとも1～2段が常に下流水面下にある事が必要です。

海岸近くの下流部では低極潮位を最低基準水位にすることが出来ますし、中上流部では直下流の頭首工の固定堰頂が最低河床高の参考になります。

また下流近傍に橋梁の床止め工があるときは橋梁管理者との協議により基準河床工の参考に出来ます。

何もないときは河川護岸基礎を勘案しながら現在の滲筋最低河床面下2mを第1期のエプロンの根入れ深さに設定して河川管理者と協議します。

2mというのは経済的仮排水工事の範囲であり、通常の状態では30年以上の河床低下に対応できると推察される深さであります。

1期以降の河床低下につきましてはその時点で河川管理者が河床の平均化対策をするか深掘れ状態を継続するかの対応を待つて第2期の対策を講じます。

また堤防護岸については基準に基づいて十分な強化対策をして河川管理者と協議します。

なお河川管理当局も自然保護については理解を深めておられますので魚族の遡上流下を配慮した設計について十分な協議をすべきと考えられます。

4. 階段式エプロンの流水状態

この階段式エプロンは洪水を各階段で水平に放流することにより直下層には穏やかな流水状態を造り水面には洗濯板のような皺を残しながら瀑流を起こさず爆音を発することもなく静かに流下して行き、平水時は低落差の完全越流となってコンクリート階段を流下しますので何れの場合も下流河床に大きな局部洗掘を起こさず両岸堤防にも自然環境にも大変優しい施設になります。

この流水状態は次のような簡易模型実験でも観察する事が出来ます。

小型水槽に水を溜めてジェット水を垂直に入れます水泡を伴った流れが水中深く迄落下する様子が確認され（写真-6）、斜め45度に入れますと垂直と同じ長さ位に到達している様子が観察されますが（写真-7）、これを水面水平に放水しますと様相はがらりと変わって長い射流の下1cmでは全く穏やかな状態であることが手を入れた感触から確認されます（写真-8）。

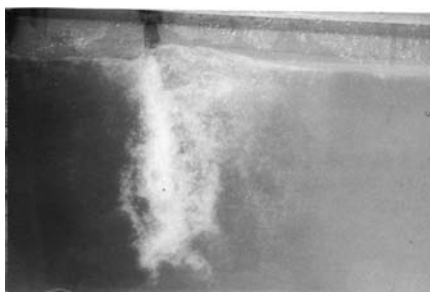


写真-6 F1



写真-7 F2

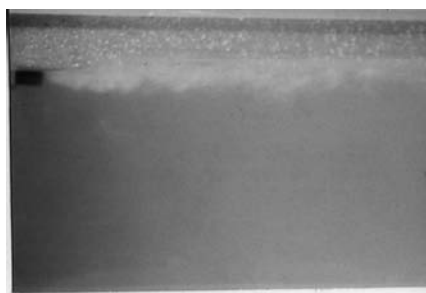


写真-8 F3

5. 魚族の遡上と流下について

階段式エプロンでは魚は自然河川と同じように自分の好きな水量の所を選んで上ってくれますので、のたうち回るサンショウウオや叶わぬジャンプをする鮎の姿もテレビに写らなくなります。

秋に流下する仔魚も一段一段と穏やかに流下して行きますので急落差の瀑流に叩きつけられこともなく魚族に優しい施設となります。

更に河床低下が進行しても階段式エプロンの最下段まで堰全断面が魚道としての効用を発揮します。

6. 階段の最急勾配について

紀ノ川新六箇頭首工の水理実験によれば洪水が水平エプロン下流端を離れる水脈は放物線を描いて落差1.4mで6~8mの地点に落下していますので、水脈が階段エプロンを離れないように保つには階段を5分の1以上の急勾配にしない方が良く考えます。

なお上下流水位差が非常に大きい場合に現出するであろう射流対策については階段式エプロンの勾配を緩和させたり階段各段の阻壁を高くする等があるように思われますが、今後の水理実験研究により対策を樹立して戴きますようお願い申し上げます。

7. 鋼矢板の利用について

鋼矢板は巨石や沈木に出遭うと打ち込み不能となり歯抜けの状態になる恐れがありますので鋼矢板に長い浸透路長を委ねてエプロン長を節約する設計には不安がありますし、折角エプロン長を節約しても設計基準ではその分を護床工で補いますので、あまり工事費の節約にはなっていないように思います。

鋼矢板は耐久性に富んでいますので仮排水やコンクリート型枠に兼用しつつ洗掘防止或いは堤防の強化施設として大いに利用することが出来ます。

Ⅲ型の鋼矢板を堰堤の上流面に型枠兼用の止水壁若しくは空中露出の護岸に利用しても40年以上何の支障もない実績もありますので、施工難度の高い止水壁の下部に打つ必要はないように思います。

8. 建設工事費、維持管理費

階段式エプロンを持つ頭首工が現代頭首工と同等の工事費を要したとしても近未来の河床低下に係る護床工や魚道の手戻り工事並びに維持管理を含めた総合建設工事費では大きく節減されると思われる。

遠未来に河床が低下した場合でもそのままの勾配でエプロンを下げて増設すれば頭首工の安定が確保が出来ますし様な勾配の階段工として見た目も美しい形となります。

Ⅲ. 階段式エプロンを持つ堰堤の実施例

1. 紀ノ川新六箇頭首工

和歌山県営農業水利事業で昭和15年に完成した紀ノ川最下流部の新六箇頭首工のコンクリート固定堰は低水敷き全延長325m亘り堰の前と後に3mのウエルを鎮めて堰頂標高2.8mから水平2mで20cm下がりの10分の1勾配の7階段で下がって堰の下流端標高を1.4mとしその下流には木工沈床を10mに亘って設けていましたがこの20cm段差の堰堤では小魚が自由に泳ぎ回っていたことを昭和35年当時に確認させて戴いております。(図-1)

2. 三重県朝明頭首工

昭和36年に県営朝明川右岸用水改良事業で新設された朝明(あさけ)頭首工(写真-9)は伏流水取水の階段式エプロンで築造されています。

これを当時設計された故 増井 正様(※1)によればその頃はプライの公式が僅か4例の記録を基

に作ったと言うことが大変問題視されていて、頭首工の壊れるのは護床工が流されるからであり、流されるものならば始めから造らなくても良いと考えて思い切ってやったのが朝明頭首工だそうです。



写真-9 朝明頭首工

この階段式エプロンは堰頂から河床面下に築造されましたがその後の河床低下により全て河床面上に出て了い現在は更にその下流端に急落差約1m2段のコンクリートエプロンが追加されています。

昭和36年当時の増井様の卓越した識見と功績に満腔の敬意を表しますと共に心よりご冥福をお祈り申し上げます。

3. 和歌山県営有田川工業用水道の取水堰堤

昭和30年代は経済復興とみかんの増殖時代であり、有田川では一般の砂利採取に加えて水田の畑地転換の高上げ用土として土砂が盛んに採取されて河床は低下の一途を辿っていました。

有田川下流の和歌山県営有田川工業用水道がこの河床低下に対応するため昭和38~9年度に現況

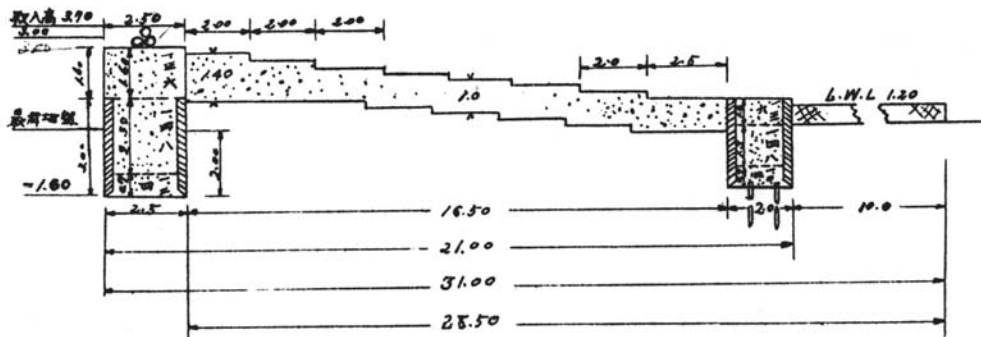


図-1 紀ノ川新六箇井堰標準断面図 (S15)

河床に合わせて堤頂標高2.3mで新設した潮止め兼用の伏流水取水堰堤（写真-10）は川幅の最も広い地点を選んで堤長243mに亘り前面に長さ8mの鋼矢板を打ち、幅1.8mの堰頂下流端から30cm下がり、水平長さ1.5mの11階段と更に1m下がりの標高-2.0mで水平長さ10mの最終エプロンで総落差4.3m、総長さ28.65mの標準断面で築造しました。（図-2）



写真-10 県営有田川工業用水堰堤（H18）

階段1段の高さが30cmとやや高かったので鮎の稚魚が飛躍し易いように各段の上流側1mに深さ5cmの水遊びを設けました。

なお渇水時対策として魚道2ヶ所と鵜飼い観光船の船通し1ヶ所を設置しました。

完成直後の初夏に漁業組合の理事さんお二人がお見えになり「鮎の姿が見えないのは工水堰堤のセメントのアクの影響で海から鮎が登って来なくなったのだ」と苦情を戴きましたが、数日後には一つ上流の農業井堰の下流端に真っ黒になって滞留している稚鮎の群れが発見されて漁協の専門家にさえ鮎の姿が見えないほど円滑に遡上していた証左となりました。

現在この有田川工水の潮止め堰堤は階段4段1.2m程度の落差で河床低下が予期したほどには進んでいませんが築造以来40年余りの間渇水時並びに渇水時に下流河床並びに堤防に洗掘被害を起こさず、魚族の遡上及び流下に何ら支障なくその間改修を要するような基本的欠陥も出ずに経過してきている実績は私ども農業土木技術者集団が起債を財源とする他部局工事で設計施工した現物の水理実験施設として参考にして戴けるとしております。

IV. 今後の頭首工のあり方について

1. 階段式エプロンを持つ頭首工の使用形態

- 1) 計画河床または根固め工の上面に堰頂を設定した時 伏流水取水の固定堰
- 2) 計画河床または根固め工より堤頂を高く設定した時 表面水取水の固定堰
- 3) 計画河床または根固め工より上部をゲートにした時 表面水取水の可動堰

2. 行政と地元住民の合意について

最近の河川行政は大々的な河川改修をするよりも今ある河川の河床を下げることによって現状で出来る範囲の治水効果を上げようとする傾向にあるように思われます。

従いまして河川計画に基づく計画河床以上に流水を阻害する工作物を造らず尚かつ豊富な国家的資源である海産内水面漁業も満足させる農村振興技術が求められているように思います。

和歌山県営有田川工水 取水設備標準断面図

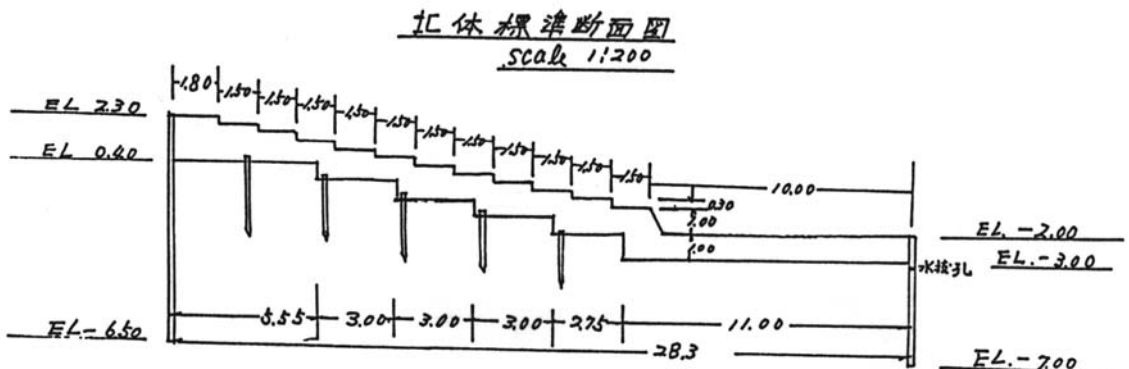


図-2 有田川工水堰堤標準断面図（S39）

地元住民、自治体との合意の上で頭首工のあり方を検討すべきであります。

3. 頭首工の対応

1) 固定堰による表面水取水の場合

比較的上流域で堰の一部に堰板をはめる程度の欠口を有する固定堰による表面取水の存続が許される場合には堰の背面を全て階段式エプロンに改造すれば治水利水水産3者の目的を達成することが出来ます。

2) 固定堰による伏流水取水の場合

計画河床面以上に工作物が無いと言うことは治水上からも魚族の遡上流下の面からも最も歓迎される処であります。農水側としては揚水費が高みますので治水を優先する公共からの補助があれば取水量の少ない中小河川では実現可能な良い計画になるうかと思われまます。

堰上げ水位を下げることは沿岸地下水源の低下により水源不足の担保を残すこととなりますが伏流水取水による用水の清浄化と共に管水路と量水計による水費負担制度を実施すれば取水量の低減を図ることも可能になりますので中小河川にふさわしい小規模施設として推奨申し上げます。

3) 複合堰による表面水取水の場合

河川内の洪水敷きや堆積地などを利用して階段式エプロンを持つ固定堰を造り低水敷きの可動堰との複合堰を設置することが出来る時は治水利水水産3者の目的を達成することが出来ます。

この場合ゲートを可動堰敷きの下流端近くに設置すれば階段式エプロンを登ってきた魚族の固定堰への誘導を更に円滑にすることが出来ます。

4) 全可動堰による表面取水の場合

全可動堰によって表面取水をしなければならない時は、階段式エプロンを持つ固定堰のゲート基盤に落差30cmのゲートを多段に設置することによって灌漑期非灌漑期何れも魚族対策が出来ますが、鰻、蟹、海老、サンショウウオ等の地を這う魚族の灌漑期の遡上や流下については万全を期することが出来ないように思います。

しかも高価な多段多重ゲートを洪水に曝し洪水時の管理に必要な労力を考えると中小河川の小規模農業用水については伏流水取水への変更をお薦めします。

V. 終わりに

この河床低下に順応する階段式エプロンを持つ頭首工は温故知新の技術であり河川の自然の流れに順応しますので頭首工や堤防の安全に寄与することが出来るばかりでなく魚族の遡上流下につきましても何らの支障を与えず爆音爆流を発することもなく最も自然に優しい頭首工と言うことになります。

昔は農林省でしたが今は農林水産省で水産も共に栄える技術が河川治水の上に求められていると思います。

どうか農業土木技術研究会に於かれましてはこの階段式エプロンを持つ頭首工をお取り上げ戴きまして自然に優しい農村振興技術に育て上げて戴きますようお願い申し上げます。

この「老いのつぶやき」をお聞き届け戴きましたならば老い先短い農業土木OBの今生最大の喜びといたしまして瞑目して参りたいと存じている次第でございます。

駄文のご精読を感謝申し上げますと共に多くの紙面を提供いただきました農業土木技術研究会に厚く御礼申し上げます。

昭和23-56年和歌山県技術吏員

- ※1 和歌山県営新六箇頭首工災害復旧事業
護床工 水理模型実験報告書
昭和38年4月 農林省農業土木試験場
VOL18 AERS-HM-41
- ※2 南 勲氏 京都大学農林工学科教授
平成9年7月9日ご逝去
- ※3 増井 正氏 三重県技術吏員、農業土木
平成18年8月19日ご逝去行年94才

宮崎県内における魚道の設計施工事例について

—農業用河川工作物応急対策事業から—

横山 雅 敏* 園 田 征 央**
(Masatoshi YOKOYAMA) (Masahiro SONODA)

目 次

I. はじめに	51	V. 魚道施工後の事例について	55
II. 農業用河川工作物応急対策事業と魚道	51	VI. 新しい魚道（ハーフコーン式）の紹介	56
III. 魚道の設計手法及び留意点	51	VII. おわりに	57
IV. 宮崎県内の設計及び施工事例	53		

I. はじめに

宮崎県の河川は、そのほとんどが九州山地を分水嶺として、東に流れ、日向灘に注いでいる。これらの河川は、山地部で急峻な溪谷を、河口付近及び内陸盆地で沖積平野をつくり、そこに都市部や農地が発達しており、梅雨期、台風期に集中する豪雨のたびに、浸水被害が発生している。

特に、平成17年9月に襲来した台風14号は、記録的な豪雨により、13名の尊い命を奪い、6,000棟を超える住宅が全半壊、床上浸水し、農作物や農地・農業用施設、公共土木施設等を中心に被害総額が1,300億円余にのぼる未曾有の被害をもたらした。

さて、今回は、ため池等整備事業の一つである農業用河川工作物応急対策事業により整備された宮崎県内における魚道の設計施工事例について紹介する。

なお、本稿は、平成18年度農業土木学会九州支部講演会の発表内容に加筆修正を加えたものである。

II. 農業用河川工作物応急対策事業と魚道

ため池等整備事業の一つである農業用河川工作物応急対策事業は、昭和54年度に創設された事業で、頭首工や水門等の農業用河川工作物について、工作物の構造が不適当もしくは不十分であるため又は工作物本来の機能が失われているため、前後の一連の区間に比較して治水機能が劣っている工作物に対して、洪水等からの安全を確保するため、整備補強等の改善措置を講じるものである。

一方、頭首工の付帯施設である魚道については、よりよき設計のために「頭首工の魚道」設計指針(2002)（以下「設計指針」という。）において「近年、社会情勢の変化を踏まえ、頭首工の築造、補修・改修及び維持管理に際して、魚類を中心とした生態系との調和に配慮することが従来以上に重要なものとなってきている。」と記述されている。

また、環境と開発に関するリオ宣言(1992)や環境基本法(1993)は、河川構造物の構築、維持管理等に大きな影響を及ぼし、利水施設である頭首工に対しても、自然との持続可能な共生、生態系の保全への配慮が必要になってきている状況にあり、2001年に公布された土地改良法の一部を改正する法律においては、環境との調和に配慮すべきことが土地改良事業の施行に当たっての原則として位置づけられたところである。

III. 魚道の設計手法及び留意点

1. 定義

魚道の定義として設計指針では、「魚道とは、魚類等の移動に支障があるような場合、移動を容易にするために造られた施設の総称であり、魚道本体（魚道の上り口から下り口まで）と付帯施設から構成される。」と定義されている。

これは遡上だけに限ることなく、魚類等が河川をできるだけ自由に遡上、降下できること、対象を魚類のみでなく甲殻類やほかの生物の多くが移動できるようにすることが大切であるとの考えに基づいている。

2. 魚道の条件

魚類等の移動には遡上と降下があり、魚道の条件は以下のとおりである。

*宮崎県農政水産部農村整備課 (Tel. 0985-26-7143)
**アジアプランニング㈱ (Tel. 096-372-6440)

- (1) 遡上する魚類等が、魚道上り口に集まりやすいこと
- (2) 魚道上り口に集まった全ての魚類等が、速やかに魚道に進入できること
- (3) 魚道内に進入した全ての魚類等が、魚道内に滞在しないで速やかに容易に安全にその魚道を移動できること
- (4) 魚道通過後の魚類等が、安全かつ速やかに河川を遡上できること
- (5) 降下する魚類等が魚道下り口を見つけやすく、安全かつ速やかに下ることができること
- (6) 構造は堅牢で、維持管理が容易であること

3. 設計手順

魚道の設計は、設計指針によると「調査（基礎データ）、魚類等の生態等を十分に把握した上で、適切な手順により行うものとする。」とされており、一般的な設計手順は以下のとおりである。

- 1) 調査（基礎データの収集・把握）



- 2) 設計条件の設定



- 3) 基本設計



- 4) 細部設計



- 5) 管理・評価

4. 魚道の型式

魚道の型式は、一般にプール（隔壁）タイプ、水路タイプ、オペレーションタイプ、その他のタイプ及び魚道ブロックの5つのタイプに分かれる。魚道の型式を分類整理すると図-1のとおりである。また、代表的な模式図を図-2～6に示す。

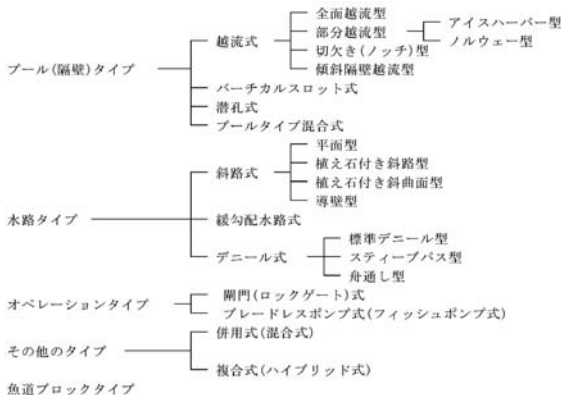


図-1 魚道型式の分類

●プール（隔壁）タイプ例：全面越流型（階段式）

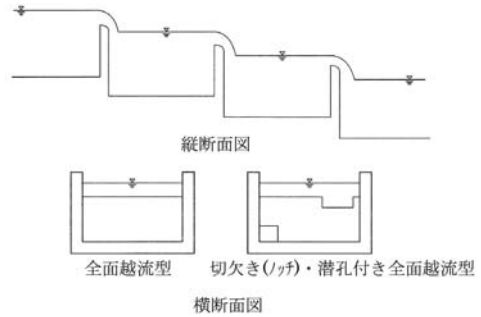


図-2 全面越流型と切欠き（ノッチ）・潜孔付き型の縦横断面図

●アイスハーバー型（近代的階段式）

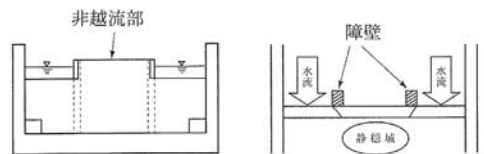


図-3 アイスハーバー型魚道の横断面図（左）と平面図（右）

●オペレーションタイプ例：開門式

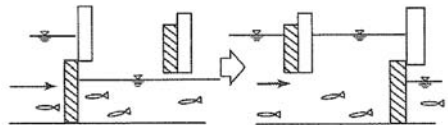


図-4 開門（ロックゲート）式

●水路タイプ例：標準デニール型

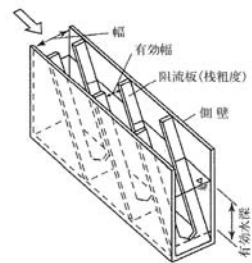


図-5 標準デニール型魚道（デニール式）

●その他のタイプ例：併用式

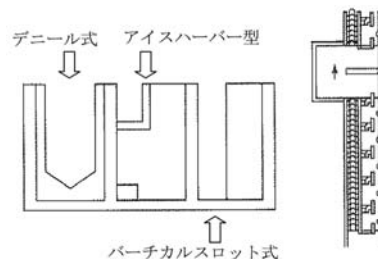


図-6 併用式（混合式）

5. 魚道型式選定の留意事項

魚道型式の選定に当たっては、設計指針によると「魚類等が、速やかに容易に安全に遡上・降下できるように、各魚道型式の特性やその他の諸条件を十分考慮した上で魚道型式を選定する。なお、多種類の魚類等の移動を容易にしようとする場合、複数の魚道型式を設けることを検討する。」とされている。

一般的な留意事項は以下のとおりである。

- 1) 魚類等の遡上行動
- 2) 魚類等による型式
- 3) 堰上げ水位の変動
- 4) 魚道設計流量
- 5) 河川の特長
- 6) 魚道の設置位置
- 7) 立地条件
- 8) 経済性
- 9) 維持管理の容易性
- 10) 魚道型式の比較検討

IV. 宮崎県内の設計及び施工事例

宮崎県内において、近年、農業用河川工作物応急対策事業により整備された魚道の施工事例について紹介する。

宮崎県内においては、平成7年度以降、表-1に示す8箇所の頭首工に魚道が整備されている。

魚道の型式については、その全てが、プールタイプの越流式であり、5箇所が全面越流型（階段式）、3箇所がアイスハーバー型である。

階段式は、平面水路に隔壁を設け、水溜（プール）と越流を生じさせる魚道であり、隔壁に切り欠きや潜孔を設ける場合がある。

特徴としては、遊泳魚用及び底生魚用として国内での適用事例が多く、魚道流量が少なくても機能するように設計できるが、逆に水位変化に対応させるためには、流量の調節機能を持たせる必要がある。また、土砂が堆積しやすいため、対策あるいは管理が必要である。

アイスハーバー型は、階段式魚道の一形式であり、隔壁の一部を水上に突出させて非越流部を設けたものであり、隔壁に潜孔が設けられる場合が多い。

特徴としては、魚は非越流部の裏側に形成される静穏域を遡上途中の休息場として利用することができ、遊泳魚用として適用事例が多い。また、水位変化に対応させるためには、流量の調節機能を持たせる必要があり、土砂が堆積しやすいため、対策あるいは管理が必要である。

表-1 宮崎県内の魚道の整備状況

施設名	河川名	型式		その他
		改修前	改修後	
新井手頭首工	清武川	階段式	アイスハーバー型	左岸側
小園頭首工	五十鈴川	階段式	階段式	中央・左岸側
堂山頭首工	三財川	なし	アイスハーバー型	右岸側
常幡頭首工	細田川	なし	階段式	右岸側
木場田頭首工	木場田川	なし	階段式	右岸側
火の口頭首工	細見川	階段式	アイスハーバー型	左岸側
大藤頭首工	広渡川	階段式	階段式	左岸側
木原頭首工	清武川	階段式	階段式	右岸側



写真-1 火の口頭首工（アイスハーバー型）



写真-2 小園頭首工（階段式）

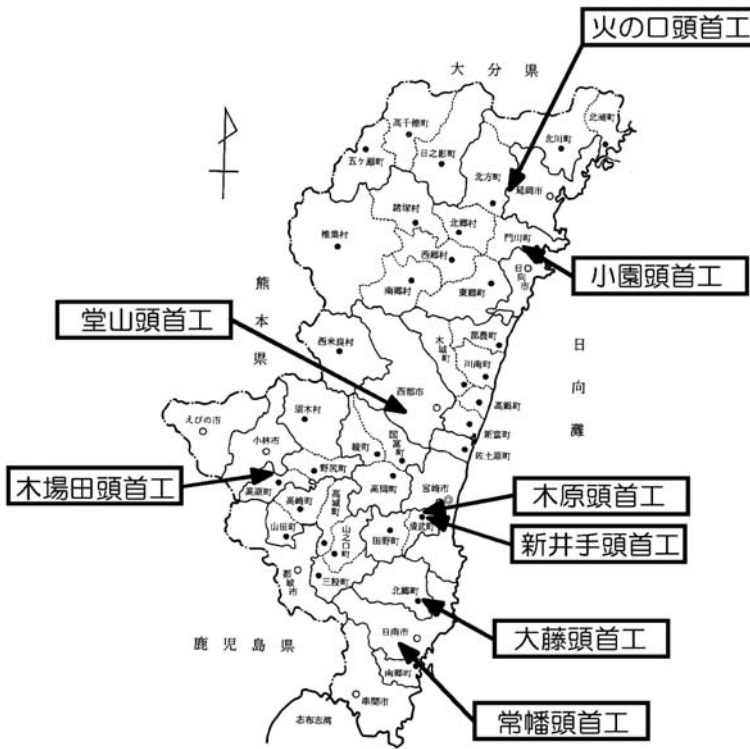


図-7 宮崎県内の魚道整備位置図



写真-3 木場田頭首工（階段式）



写真-4 新井手頭首工（アイスハーバー型）

V. 魚道施工後の事例について

施工後の事例として、小園頭首工の状況について以下説明する。

設計当時は、「アイスハーバー式」を採用予定であったが、以下の点を含め、総合的に検討し「階段式」に決定した。

①学識経験者等の意見

「当該河川に設置されている魚道はほとんどが階段式で、今回の改修にあたっては階段式がいい。」という意見が得られた。

②河川調査

当該河川の魚道はほとんどが階段式で、階段式がこの河川では魚道として機能している。

当時、アイスハーバー型魚道の設置が非常に多く、久しぶりに階段式魚道を設置した印象があり

魚道として現在の機能が戻るか不安な面もあったところである。

写真-5、6は遡上期の魚道状況及びミオ筋の状況であるが、魚道の間地点及び上流部に鳥が写っている（写真-5の丸囲み）。

しばらく様子を見てみると、これは遡上魚を捕まえるために側壁にとまり捕獲のタイミングを伺っていることが分かった。

鳥にとっては魚を捕獲する絶好のポイントになってしまったようである。

この状況は魚道が機能し、堰上流部へ遡上している証拠である。

このように、設置された他の魚道についても、その効果が発揮できているか今後も確認していきたいと考えているところである。

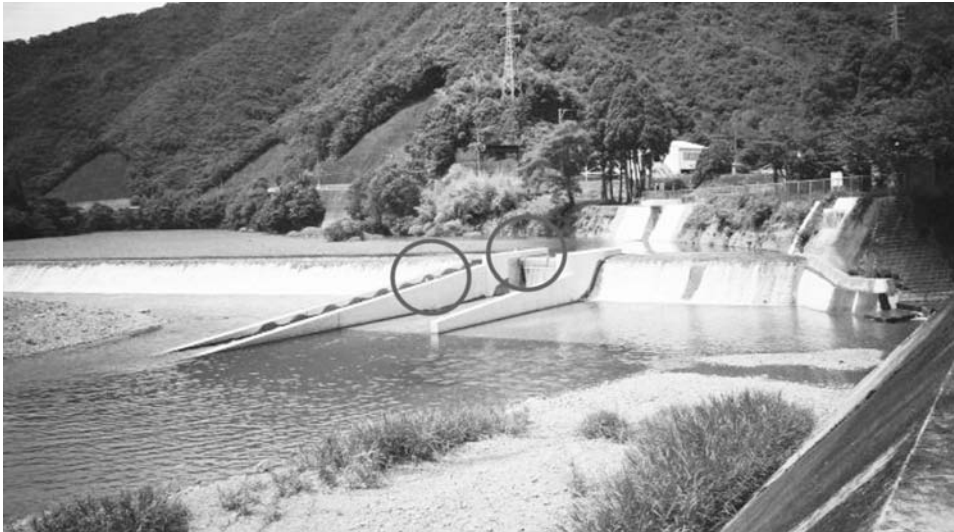


写真-5 遡上期の小園頭首工魚道（左岸）



写真-6 小園頭首工魚道上流より（ミオ筋の状況）

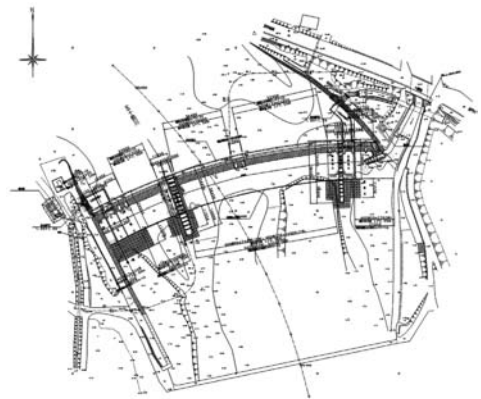


図-8 小園頭首工（平面図）



写真-7 小園頭首工 改修前（頭首工全景）※両岸取水

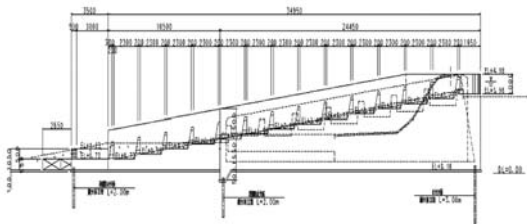


図-9 小園頭首工（断面図）



写真-8 小園頭首工 改修後（左岸側魚道）

曲がった溪流に近い流れを実現した。魚自身が運動能力に応じた部分を選択し、遡上することができる。」とされている。

特徴としては、

- 1) 断面が三角形のため、越流水深が連続的に変化して、多様な流速により魚種を選ばない。
- 2) ハーフコーンの間のプールが一カ所おきに休み場になる。
- 3) プール内に土砂が堆積しないため、土砂撤去の維持管理を必要としない。
- 4) 水深が浅く、断面も曲面のため、事故の危険が少ない。

遡上調査においては、魚道勾配、大型魚の遡上、水深が浅いことによる鳥類の食害等の課題もあるが、これらの課題については、今後改良されていくことであろう。

また、コーン型のため、相対的に施工費用が高くなる傾向にあると言われているが、プレキャスト式のコーンも二次製品メーカーから販売されており、今後ハーフコーン式の採用も多くなるのではないかと。

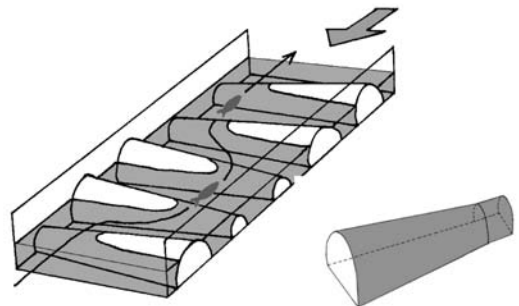


図-10 ハーフコーン式魚道（模式図）

Ⅵ. 新しい魚道（ハーフコーン式）の紹介

近年、ハーフコーン式魚道について、研修会等で耳にするようになった。

ハーフコーン式魚道は、東京都産業労働局農林水産部の魚道会議で考案され、平成9年度に多摩川での魚道改修（大丸用水堰）に始めて採用された新しい型の魚道である。

東京都農業振興事務所HPによると、「構造は魚道本体水路にハーフコーン（円錐形を半分にした形）を2本ずつ交互に並べて設置し、反転させた流れを形成させる。水のエネルギーを、流れの横断方向に移動させることで吸収し、左右に折れ



写真-9 鮎の遡上も確認されたハーフコーン式魚道（山梨県佐野川）

Ⅶ. おわりに

魚道の設計における一般的な考え方及び宮崎県内における魚道の設計施工事例について紹介したが、土地改良事業計画設計基準・設計「頭首工」においては、「頭首工には、その当時の技術水準の下で工夫改良された多数の魚道が設置されているが、その中には魚介類の移動に適していないものが少なくないため、現在さまざまな構造形態のもの設置が各地で試みられており、対象とする魚種や河川の状況など設計上考慮すべき事項が多い。このため、基準及び運用では、魚道の具体的な構造や設計手法などについては一律の規定は設けないので、個別の設計に当たっては、当該河川の状況や対象魚種などを考慮して、関連する技術書や類似の設計事例などを参考としながら、設計者が適切な設計を行う必要がある。」と記述されており、河川の状況は、設計箇所毎に異なり、そこに生息する魚類等も違う。

また、漁協の方の考え方も様々であり、最近では打合せに行くと“階段式は魚が登らんのでなんか新しい形にしようか！”とか“従来どおりの階段式がいい、宮崎の川には最新式は似合わん！”と意見も様々である。

魚道の設計において肝心なことは、「いかに生態系（魚類）に配慮した設計をするか」である。このことは、川に棲んでいる魚たちに聞いてみるのが一番である。

平成17年3月に、国土交通省河川局から「魚がのほりやすい川づくりの手引き」が公表されており、今後の設計に大いに参考となる資料である。

今後とも施工事例の魚道の現地適応について地元関係者等と一緒に検証していきたいと思っている次第である。

最後に、設計施工に当たって、これまでにご協力いただいた内水面漁協及び土地改良区の方々に感謝の意を表します。

引用／参考文献

- ・よりよき設計のために「頭首工の魚道」設計指針 農林水産省農村振興局整備部設計課監修、農業土木学会発行
- ・土地改良事業計画設計基準・設計「頭首工」農林水産省構造改善局
- ・魚道の設計 廣瀬利雄，中村俊六編著，(財)ダム水源地環境整備センター編集
- ・魚道のはなし 中村俊六著，(財)リバーフロント整備センター編集
- ・魚がのほりやすい川づくりの手引き 国土交通省河川局

サケ・アユの遡上に配慮した堰の改築とその効果検証

高橋 力也* 宮下 武士* 河林 百江*
(Rikiya TAKAHASHI) (Takeshi MIYASHITA) (Momoe KAWABAYASHI)

目 次

1. はじめに.....	58	4. 改築効果の検証.....	62
2. 利根導水路事業の概要.....	58	5. ソフト面での取り組み.....	63
3. 護床工及び魚道の改築概要.....	59	6. おわりに.....	64

1. はじめに

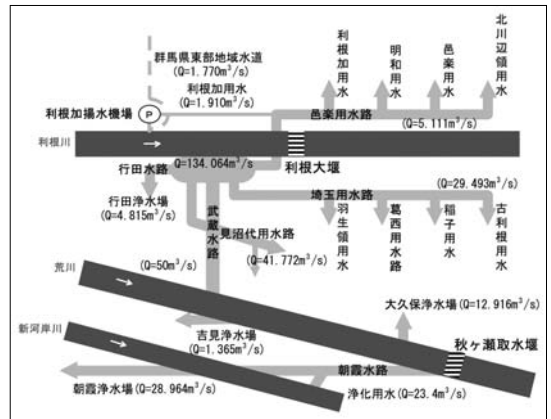
利根大堰は利根川中流部（河口から154km地点）に位置する取水堰であり、建設当初から魚類の遡上に対する配慮として魚道が設置されていた。しかし、堰運用を開始してから構造的な問題や河川状況の変化に対し、平成7～9年に行われた利根大堰施設緊急改築事業において、学識経験者、漁業管理委員、埼玉県及び群馬県水産試験場で構成した魚道検討委員会を立ち上げ検討が行われた上で改築が行われた。

一方で、魚類の遡上量を計測し魚道の改良効果を検証する目的から、昭和58年より秋期のサケ遡上調査、平成2年より春期の稚アユ遡上量調査を行うことになった。今回、その内容を報告するものである。

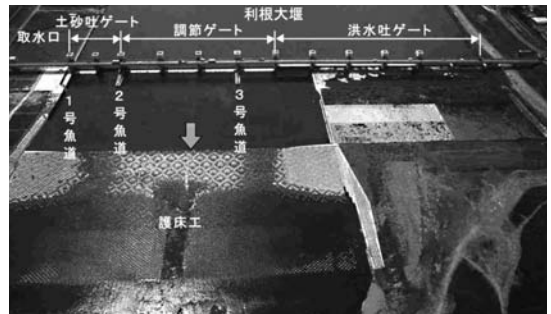
2. 利根導水路事業の概要

利根導水路事業は、東京都をはじめとする首都圏の水需要の急激な増加に応えるため、利根川水系の総合的な水資源開発計画の一環として、東京オリンピックを控えた昭和38年に着手されたものである。事業の目的は①利根川上流のダム群により開発した都市用水を武蔵水路・見沼代用水路及び荒川を經由して東京・埼玉に導水する、②利根川中流部に展開する約29,000haの水田に安定的にかんがい用水を供給する、③緊急かつ暫定的に利根川の余剰水を利用して隅田川の河川浄化を行う、の三つを主目的としている。事業の基幹施設

である利根大堰は、利根川中流部（利根川河口から154km地点）に設置された堰長691.7mの可動堰（可動部495.4m）で、最大134.064m³/sの取水が可能である。（図－1及び写真－1参照）



図－1 利根導水路用水系統模式図



写真－1 現在の利根大堰

*（独）水資源機構利根導水総合管理所管理課
(Tel. 048-557-1501)

3. 護床工及び魚道の改築概要

3.1 改築の経緯

利根大堰は昭和43年の完成から30余年を経過すると、利根川の河床低下と堰下流の洗堀等の影響により写真-2のように堰下流部の護床工と自然河床との間に大きな段差が生じて、護床工の破損等が進み、施設管理上支障をきたす状態となってきた。放置した場合には堰本体まで影響が及ぶことになるため早急な対策が必要となった。

また、堰には当初から3基の魚道（利根川右岸から巡りに1号魚道、2号魚道、3号魚道という。）が設置されていたが、管理開始以降に漁業関係者や市民団体等から、魚道の入口が発見しづらいことや魚道の構造について種々の問題が指摘されたため、昭和44年に1号魚道を、昭和59年及び昭和60年に2号魚道を、昭和63年に3号魚道について、魚が遡上し易いように軽微な改良をしてきた経緯があるが、近年の河川環境への関心の高まりを受けて抜本的な対策が求められていた。

このため、平成6年度から護床工洗堀対策を主目的とした「利根大堰施設緊急改築事業」が実施されることに合わせて、利根川に生息する魚類の遡上に配慮するための抜本的対策を実施するため、下流護床工と3基の魚道を改築することとなった。



写真-2 改築前の利根大堰護床工

3.2 魚類の遡上に配慮した護床工改築の工夫

護床工の改築の主目的は堰下流の洗堀対策であり、利根川の河床低下等の影響による段差を修正するために、噛み合わせ型のコンクリートブロックに勾配を付け設置する斜路形式を採用し、将来、河床が低下しても柔軟に対応できる構造とした。（図-3参照）

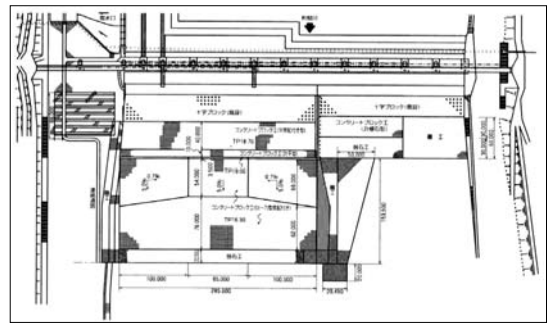


図-2 下流護床工平面図

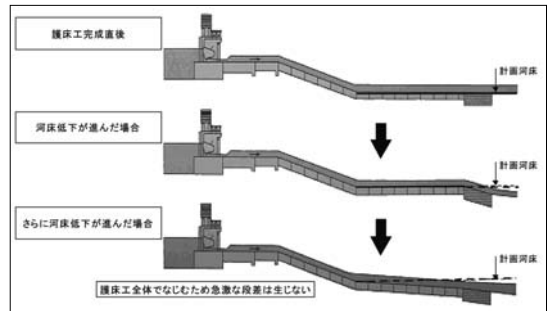


図-3 下流護床工縦断面図

さらに改良する魚道とあいまって魚類の遡上に配慮した護床工とするための工夫も実施することとし、その技術的課題について検討するために、魚道研究者や学識経験者等で構成される「利根大堰下流護床工改築に伴う魚道検討委員会」が設置された。当初、護床工は落差工で検討されていたが、委員会の審議の中で魚を遡上させるために、全断面魚道へと変更された。

この委員会での議論を経て、護床工には以下の工夫がなされた。

- ①斜路区間について、今後の河床低下等によって下流端が沈下することにより急流状態となり魚が遡上するには難所となることから、これを緩和するために緩流部を設けることとした。
- ②斜路部分は、自然の河床に近くなるように流心部は深くし、両岸部は浅くして河川横断方向にも傾斜を付けて、堰を流下する流量が少ないときでも魚が遡上できる水深を確保できるようにした。（図-4及び写真-3参照）
- ③堰を流下する流量が多い場合には、流勢が相当強くなることから、護床工に使用するコンクリートブロックは、この流勢を弱めるために突起を設けることとした。コンクリートブロック

の配置，突起の高さ等の構造については水理模型実験を行い決定した。（図-5及び写真-4参照）

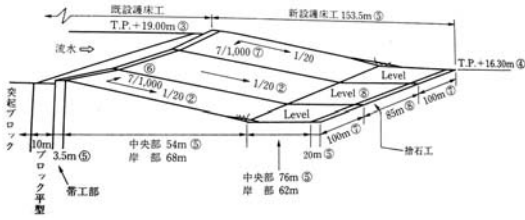


図-4 護床工概略図

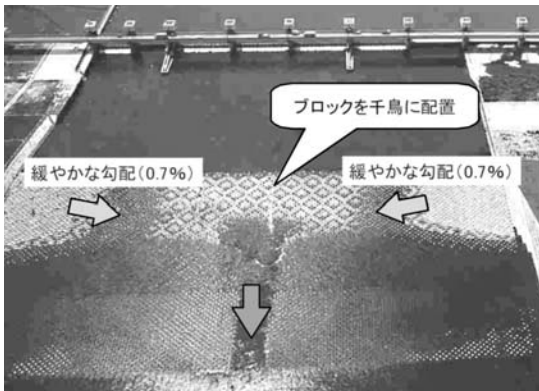


写真-3 完成した護床工

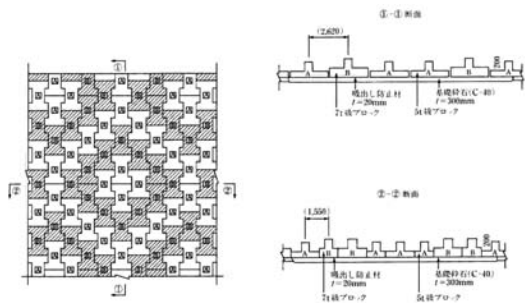


図-5 コンクリートブロック配置図



写真-4 コンクリートブロックの突起

3. 3 魚道の改築

魚道の改築は各魚道毎の問題点をまとめ，その対策を検討し構造を決定した。次に各魚道の検討内容をまとめる。（図-6～8及び表-1～3参照）

・1号魚道

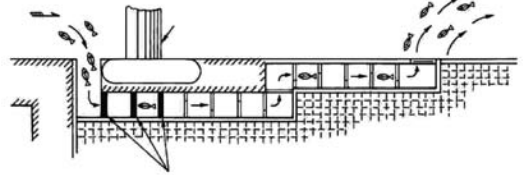


図-6 改築前の1号魚道平面図

表-1 改築前の1号魚道問題点と対策

問題点	対策
魚道の中間付近に屈折箇所が1箇所あり，水衝部となっている。	魚道線形を円滑にし，魚道内流況をよくする。
階段式で全面越流し，常にプール内全域に流速が生じている。	プール内に静穏域を設けて，魚類の休憩箇所とし，遡上を容易にする。
遡上口が流水に直角方向にあり，魚類が入口を見つけにくい傾向がある。	呼び水を兼用できる魚道形式にする。魚道入口を極力流水方向へ向ける。

・2号魚道

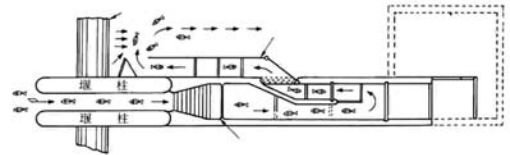


図-7 改築前の2号魚道平面図

表-2 改築前の2号魚道問題点と対策

問題点	対策
大型魚を対象としているため，プール間落差が大きく小型魚の遡上が少ない。	対象を小型魚から大型魚までとする。
階段式で全面越流し，常にプール内全域に流速が生じている。	プール内に静穏域を設けて，魚類の休憩箇所とし，遡上を容易にする。
遡上口が堰から突出しており，魚類が入口を見つけにくくゲート直下に滞留している傾向がある。	魚道線形を折返し形とし，ゲート直下入口を設け，呼び水機能を付加する。

・3号魚道

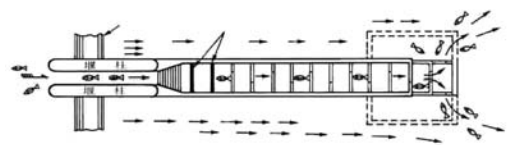


図-8 改築前の3号魚道平面図

表-3 改築前の3号魚道問題点と対策

問題点	対策
階段式で全面越流し、常にプール内全域に流速が生じている。	プール内に静穏域を設けて、魚類の休憩箇所とし、遡上を容易にする。
遡上口が堰から突出しており、魚類が入口を見つけにくくゲート直下に滞留している傾向がある。	魚道線形を折返し形とし、ゲート直下入口を設け、呼び水機能を付加する。

上記の問題点から検討した結果、全魚道に対しアイスハーバー型階段式魚道を採用した。アイスハーバー型の特徴は図-9のとおり非越流部の背面に静穏域が形成され魚類が休息できること、階段式魚道と比較すると魚道内流量が少なくてよいため、呼び水を確保できることである。

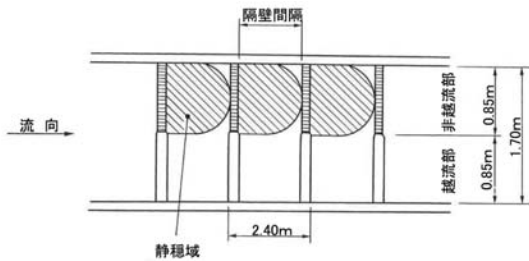


図-9 アイスハーバー型階段式魚道平面図

魚道線形については、1号魚道は逆J形、河川流方向に45°の角度とし、呼び水水路を併設した。(図-10~11及び写真-5参照) 2号及び3号魚道については同じ構造とし、魚道線形を折返し形、魚道入口をゲート直下、呼び水は管水路により入口左右に流出する。(図-12~13及び写真-6~7参照)

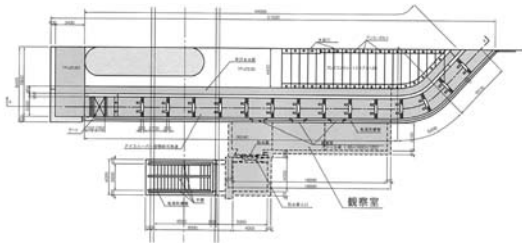


図-10 改築後の1号魚道平面

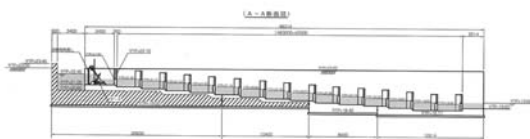


図-11 改築後の1号魚道縦断面図



写真-5 改築後の1号魚道

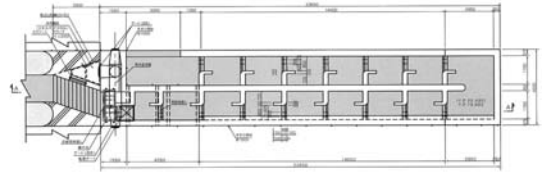


図-12 改築後の2・3号魚道平面図

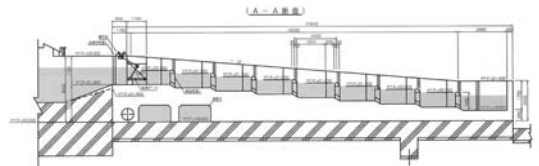


図-13 改築後の2・3号魚道縦断面図



写真-6 改築後の2号魚道



写真-7 改築後の3号魚道

4. 改築効果の検証

利根大堰では、従来から堰を遡上する魚類の遡上実態を把握するために、春にはアユの遡上調査、秋にはサケの遡上調査を実施してきている。改築効果の検証は、こうした利根川を代表する回遊魚であるサケ・アユの遡上実態から考察を行うこととした。

これらの回遊魚の遡上数は、河川流量、水温や日照によるエサ等の繁茂状況等の自然的要因や、内水面漁業や河川水質等の人為的要因に大きく左右されるものの、河川を遮断する人工構造物である堰や水門を如何に通過するかが大きく影響していると考えられる。

4. 1 サケの遡上数からの検証

利根川は、日本の太平洋岸におけるサケ遡上河川の南限と言われている。昭和18年には埼玉県本庄市の利根川、烏川、神流川の3川合流点付近で18トン（約5,000尾）の漁獲記録がある。しかしながら、昭和30年頃から河川水質の悪化等により減少し、その姿がほとんど見られなくなった。その後、河川環境への関心の高まりを受けて、昭和56年以降には市民団体や埼玉・群馬両県の水産試験場による稚魚の放流が始められ、そうした背景を踏まえて利根大堰でも魚道の遡上調査を開始した。

その後行われた魚道の一部改良により一定の効果は見られたものの、劇的な変化にはつながらなかった。（図-14参照）

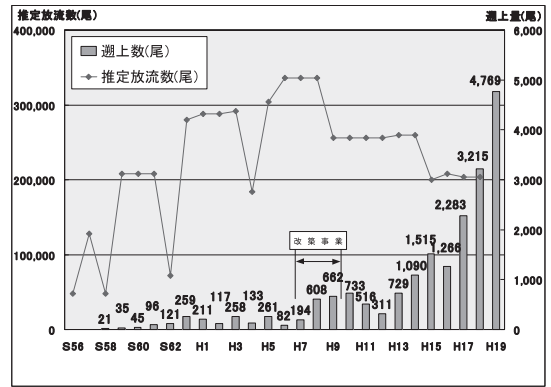


図-14 サケ遡上数と放流数の経年経緯

しかし、平成7～9年の魚道及び護床工への抜本的対策の実施により、それ以降は急激な遡上数の改善が見られ、平成17年以降は前年比150%の遡上数を重ねるようになり、平成19年には約4,800尾の遡上が確認された。

一方、利根川に放流されているサケ稚魚の放流数を調べたが、魚道改築前後で大きく変わっていない。

サケは稚魚で海へ流下してから4年程度で生まれた川へ産卵のために回帰する生態があることから、平成9年以降の魚道遡上性能の向上によって、その年以降に利根川に産卵された天然サケの稚魚数が増加することにより、それから4年後に当たる13年以降のサケ遡上数の急激な増加につながっているものと考えられる。こうした天然の回帰現象が軌道にのったことから、その後も累乗的な遡上数の増加につながっているものと考えられる。

なお、堰の改築にあたって、魚道に隣接した地下室から魚道内部の状況を観察できる「利根大堰自然の観察室」を設置したことから、写真-8のようにサケの豪快な遡上の様子を観察することが出来るようになり、テレビや新聞等で大きく取り上げられることで、こうした公共事業への理解を得ることに貢献している。

4. 2 アユの遡上数からの検証

アユの遡上調査は、平成2年から実施しており、魚道改築後の平成12年まで行われた。その後、堰ゲートの試験運用に併せて平成17年秋から遡上調査を再開している。

遡上量の経年実績を図-15に示す。遡上数の総量から魚道改築実施前後で遡上量の大きな変化を確認することはできない。

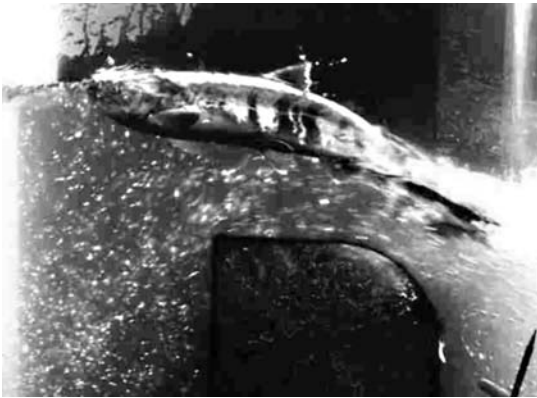


写真-8 1号魚道を遡上するサケ

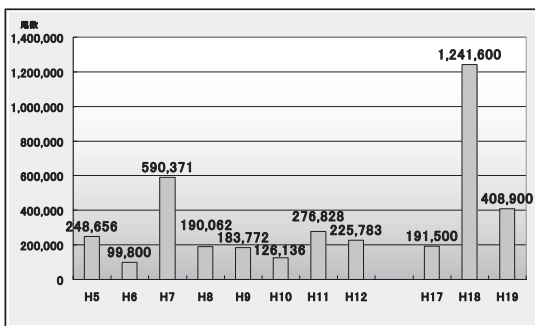


図-15 アユ遡上数の経年経緯

この要因として、アユの遡上は水量、水温の影響やエサとなる河川内の藻の繁殖状況、病気や外敵等の影響を大きく受けることから、堰の遡上性能の改善だけでは遡上数の増加に顕著な結果は見られないものと考えられる。

このため、従来は階段の段差が高く、小型魚の遡上に不利であったと思われる2、3号魚道の遡上能力の改善効果を検証する。図-16は平成5年～平成19年のアユ遡上数について、各魚道の構成比率を示したものである。

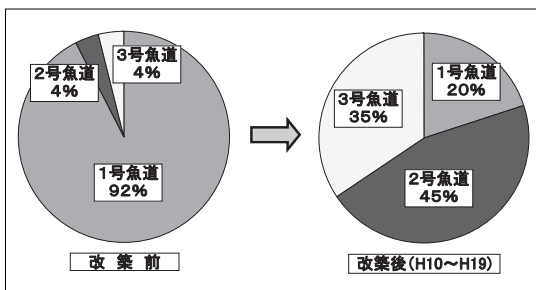


図-16 魚道別アユ遡上割合

改築前は1号魚道の遡上率が圧倒的に多い。これは、2号及び3号魚道の小型魚に対する問題点に起因するものと考えられる。休息部の設置や段差の小型化等の改築後は、2号魚道、3号魚道とも遡上率がほぼ均等になっていることから、アユなどの小型魚にとって上りやすい魚道に改善されたと考えられる。(写真-9参照)



写真-9 1号魚道を遡上する鮎

5. ソフト面での取り組み

魚道を改築した以降の平成17年に、市民団体から「近年減少している利根川のアユが、少しでも増えるように利根大堰で対策ができないか」との要望がなされたことを契機に、河川管理者と協議の上、魚類の遡上・効果に配慮した堰ゲートの運用操作を平成17年10月から試験的に実施している。

対象魚種はアユとし、10月から12月までの仔魚が河川を降下する時期と、4月から6月の稚魚が河川を遡上する時期に、それぞれに対応する堰ゲートの運用操作を実施している。

5. 1 仔アユの降下に配慮したゲート運用操作

図-17に示す通常操作では、仔アユが河川を降下せずに取水口へ迷入する可能性がある。そのため、仔アユの降下時期に河川の流心を中央部へ寄せるために、図-18に示すように4号調節ゲートから優先して放流することとした。この操作によって河川の流心が中心部へ変化したことが確認できた。

今後、効果の検証のために、仔アユの分布状況や堰下流の流速分布把握等を実施する予定である。

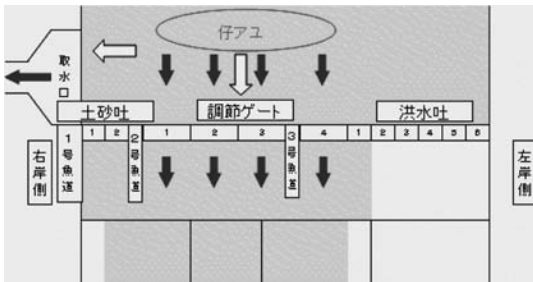


図-17 仔アユ降下時期の堰運用（通常操作）

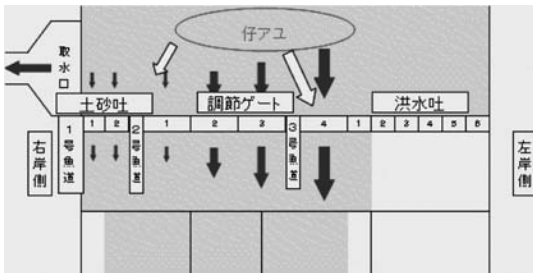


図-18 仔アユ降下時期の堰運用（運用操作）

5. 2 稚アユの遡上に配慮したゲート運用操作

稚アユは強い流れを避けてその流れに沿うように遡上する性質があることから、図-19に示す通常操作では堰下流は均一な流れとなり、稚アユが堰下流で迷う怖れがある。

そのため、稚アユ遡上時期には図-20に示すように2・3号魚道の中心にある2号調節ゲートの下流に稚アユの遊泳力を上回る強い流れを造り、それを避け遡上した稚アユが魚道入口へ到達するようにした。

この結果、平成18年度の遡上調査では2・3号魚道の遡上率が前年度までと比較して微量ではあるが増える結果となった。これはゲート操作によって護床工から続く遡上経路と魚道までの経路の連続性がより鮮明になったために、全体遡上量が増加する要因となったのではないかと考えられる。今後も遡上分布データを蓄積することで効果検証を行っていきたい。

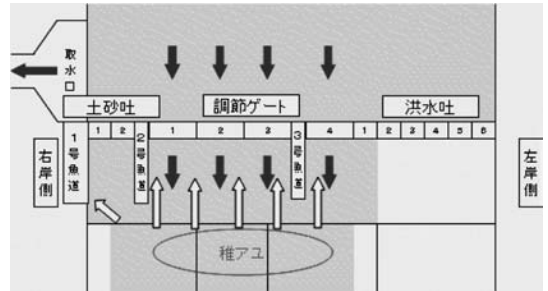


図-19 稚アユ遡上時期の堰運用（通常操作）

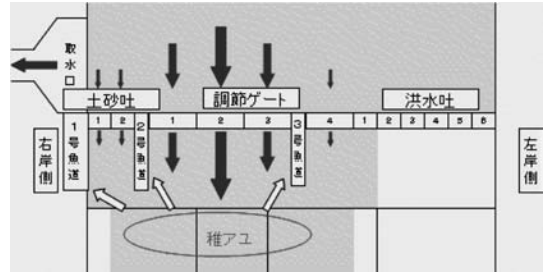


図-20 稚アユ遡上時期の堰運用（運用操作）

6. おわりに

利根川は本来アユやサケなどの回遊性の魚類が往き来しやすい自然河川であったと考えられる。東京オリンピックを契機とした高度経済成長に伴う強い要請により利根大堰が建設され、首都圏や利根川中流部の生活と経済発展に欠くことの出来ない基幹施設となっている。だが一方で利根川を横断する構造物として、河川を回遊する生態系を分断するという自然への負荷を与えていることも事実であり、公共事業を実施する者としては、その負荷を如何に軽減させ、自然の状態に近づけるかが重要な使命であると考えられる。

今回、紹介した護床工及び魚道の改築は、そうした事業主体としての使命を果たすための一つの努力であるが、さらにその改築の効果を検証し、国民へ広報することも、同様に大きな使命であると考え。今回の検討を踏まえて、まだ不明な点はあるものの、魚道や護床工の改築効果は一定評価できたものと思われる。

さらに魚類に配慮した堰運用については、多大な費用を伴う施設のハード的対策ではなく、ソフト面での運用操作について工夫できないか検討したなかで実施に至ったものである。現在、遡上調査におけるコスト軽減と魚類への負荷軽減を目的とした自動カウンターの検討や、サケの生態をより把握するために特別採捕許可を得た上での採卵・放流活動などについても試験的な実施を始めたところである。

今後も、より河川環境に配慮した施設を目指し、ソフト・ハードの両面から改良を続けるとともに、その効果検証についても継続して取り組んでいきたいと考える。

断層破碎帯における表層崩壊への対応について

山口 将 宏*
(Masahiro YAMAGUCHI)

目 次

1. はじめに.....	66	4. 対策工の検討.....	69
2. 地質の概要.....	66	5. 対策工の実施.....	69
3. 表層崩壊の経緯.....	67	6. おわりに.....	70

1. はじめに

石川県の能登半島の西側において、志賀町（旧富来町）と輪島市（旧門前町）を結ぶ全長約20kmの広域営農団地農道整備事業として広域農道能登外浦地区（H2～H24）が実施されている。（図-1）

本事例の能登外浦3期地区清沢工区は、農村振興局所管の地すべり指定地内にあり、高さ30mの長大切土区間を設けて、農道を造成することとし

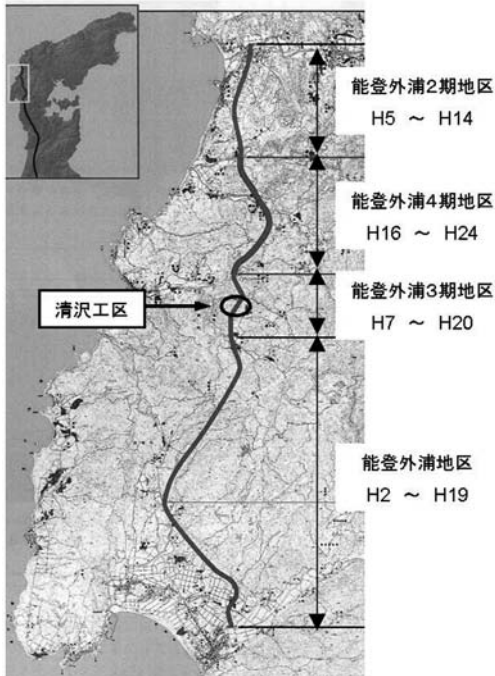


図-1 位置図

*石川県奥能登農林総合事務所土地改良部整備課
(Tel. 0768-26-2326)

ている。この区間においては、法面对策工としてアンカー工を実施しているなかで表層崩壊が平成17年2月に発生した。

この表層崩壊の対策工について報告する。

2. 地質の概要

本区間は切土法面4段の長大切土区間となっている。1段目、2段目法面は凝灰質泥岩、凝灰質砂岩、泥岩・砂岩の互層から成り立ち、間に断層破碎帯が出現している。また、3段目、4段目は溶結凝灰岩から成り立っている。（図-2、3）

ボーリングコアから、介在粘性土層（薄い粘性土層）が切土法面上に出現することが確認された。また、地下水検層の結果、介在粘性土層の上層においては地下水の流動が大きく、介在粘性土層周辺部は流動が小さいことから相対的不透水層となっていることが考えられた。これらの要因から、この介在粘性土層に沿った冠頭部すべりの発生が考えられたため、安定解析を実施し、防止工法を検討した。設計条件として、計画路線の平面的・縦断的変更が困難であること、法面前面を緩ますと背後の大きな土塊の崩壊へと進行する恐れがあることなどがあり、防止工法の比較検討の結果、法面对策工として、1段目、2段目法面はグラウンドアンカーを採用することになった。

アンカー定着長の算出に当たっては、断層破碎体においても引抜き試験を実施して必要定着長を算出した。

アンカー工は、法面2段にアンカー4列の設計となっており、逆巻き工法（上から下への順次施工）にて施工を進めていた。

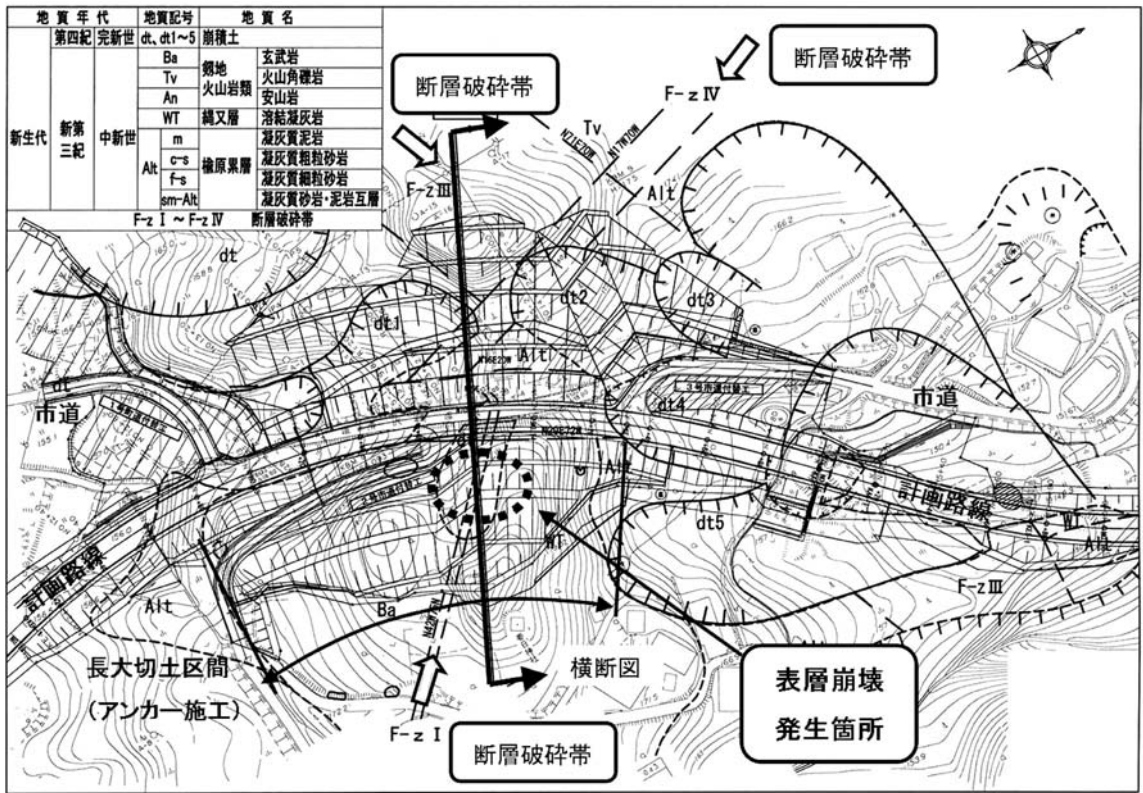


図-2 地質平面図

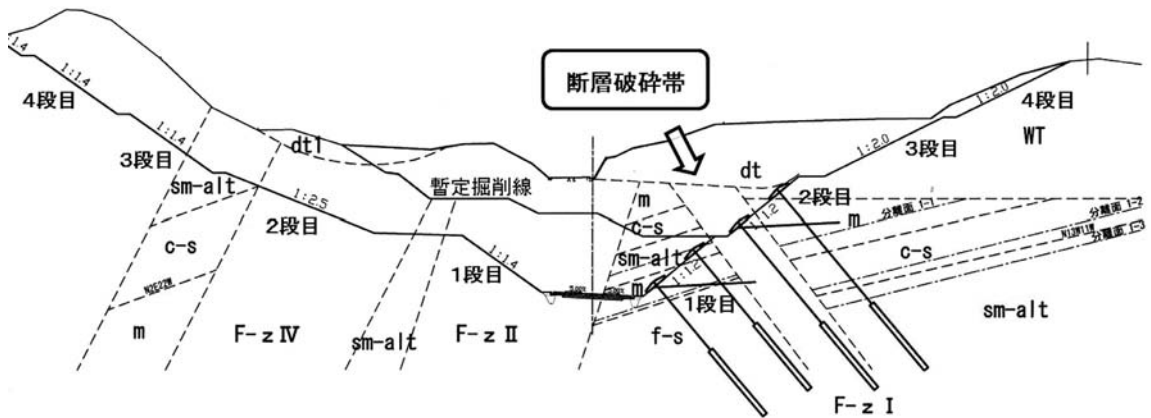


図-3 地質横断面図

3. 表層崩壊の経緯

表層崩壊は、2段目法面の上部アンカー完了後に開始した下部アンカー工事中に発生した。

表層崩壊域には地質調査段階において断層破碎帯の存在が推定されていた。この断層破碎帯はボーリングコア観察、室内試験結果等より、岩片

自体は硬質であるが ($N > 50$ に相当)、その表面は光沢を有する角礫状であること、また、岩片は膨潤性鉱物であるスメクタイトを多く含み、かつ吸水率増加率も44~62%程度と高い値であり、スレーキングに対する抵抗性が著しく低い特性を有することが確認された。

○表層崩壊に至る経緯

- ①下部アンカー施工箇所掘削、法面整形を行う。法面には凝灰質な泥質岩が出現。亀裂質ではあるが、ラス網のピンが容易に刺さらない程度に硬質だった。(写真-1)
- ②下部アンカー施工中に、法面の泥質岩が軟化する。切土による応力開放によって地山中の亀裂が緩

み、また施工時期(冬期)の関係上、切土法面が常に湿潤な状態となったことから地山の強度低下が著しく進行したものと推定される。

- ③上部アンカー下端部より表層崩壊が発生する。(写真-2, 3)
- ④施工を中止し、大型土のうにて押さえ盛土を実施する。(写真-4)



写真-1 法面整形完了



写真-2 表層崩壊の発生



写真-3 表層崩壊の発生



写真-4 押さえ盛土の施工

4. 対策工の検討

表層崩壊の発生規模を確認するために簡易動的コーン貫入試験を行った結果、緩んだ領域の層厚は最大で1.2m程度と推定された。また、破碎帯から外れた区域における既設のアンカーに異常は確認されなかった。表層崩壊の規模から推定して、応力開放や地山の強度低下の進行そして地山全体が湿潤な状態となったことにより、地山表層部が緩んで地山中に潜在する分離面に沿った進行性の小規模すべり破壊が発生したものと推定される。以上の結果から、アンカーの定着層への影響はなく施工済アンカーは有効に作用していると判断した。

施工済アンカーを撤去・再施工するのではなく再利用することが可能であれば、コスト縮減につながり、工程的にも大変有利になる。

よって対策工としては施工済アンカーを再緊張するために、作業足場の確保および表層崩壊によって緩んだ領域の切土法面の強度回復を図ること、そして、地下水圧の作用による法面崩壊防止を図ることが必要になる。これらの検討を元に、対策工として切土法面のセメント改良工および水抜ボーリング工を選定した。

セメント改良による切土法面の目標強度の算出に当たっては、当該切土法面は $N=14$ に相当する強度の地耐力を有する切土法面としてアンカー受圧版規模を決定していることから一軸圧縮強度を計算し、 $q_u=180\text{kN/m}^2$ とした。さらに現場での

混合・攪拌をバックホウで施工することから、(現場/室内)強度比を0.5とし、室内試験での目標強度を 360kN/m^2 に決定した。施工サイクルを7日養生後に受圧版の再緊張を行うこととし、室内配合試験の結果から、セメント配合量 $=70\text{kg/m}^3$ の結果を得た。

5. 対策工の実施

施工済アンカーのPC法枠が非常に不安定な状態にあり落下の危険があることから、法枠の落下を防ぎ、安全に作業を進めるための施工手順の検討を行った。(図-4)

まず、法枠を撤去するための作業足場が必要なこと、また、法面崩壊の進行を抑える必要があることから、①押さえ盛土を施工し、法枠撤去の作業足場とする。そして、作業足場を確保した状態で②施工済アンカーの法枠撤去を行う。法枠を撤去したあとに、③上部法面の改良を行う。そして、養生後に④上部PC法枠再設置を行う。改良体が地下水の遮断層となるため、法面中段に⑤水抜ボーリングを施工する。

その後、さらに⑥押さえ盛土の撤去、⑦法面の改良を行う。一度に押さえ盛土を撤去すると、法面の不安定化、再設置した上段PC法枠への影響が懸念されるため、何段階かに分けて押さえ盛土の撤去、法面改良の作業を繰り返し、法面整形を完了させる。そして、⑧下段アンカーの施工を行う。安全かつ確実に作業を進めるために、以上の施工手順を策定した。

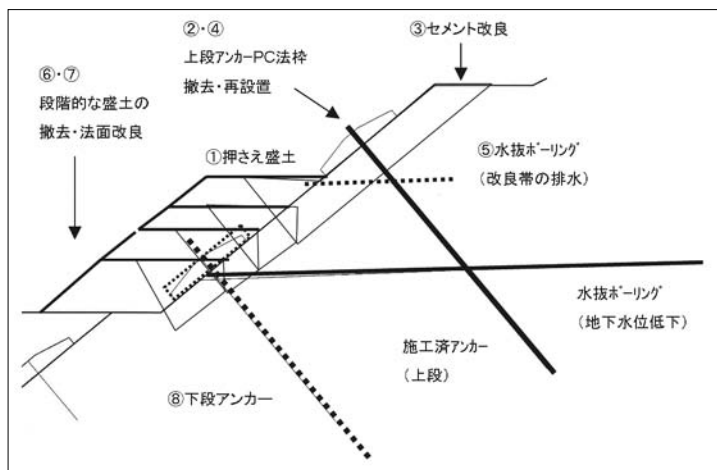


図-4 施工手順図



写真-5 対策工の施工完了

施工手順の検討結果に従い、表層崩壊箇所にて対策工を実施した。施工に先立ち、所定の改良強度が得られるように、セメント改良の固化剤添加量を室内配合試験によって決定した。

法面の掘削・改良は一度に広い範囲を行うと法面に悪影響を及ぼす恐れがあるため、一連の作業を、1サイクル5m程度の施工延長で実施した。

表層崩壊の範囲は掘削時に法面の状態を確認し、過不足なく改良を行うようにした。

これらの対策工を平成17年8月から10月にかけて実施した結果、対策工の施工完了後から法面は安定を保ち現在に至っている。

6. おわりに

本事例の断層破碎帯においては、1段目法面のアンカー工事についても同様の崩壊が懸念されるため、対策工として本事例において策定した事前の法面改良・水抜ボーリングを適用し、法面の崩壊を防ぐこととした。また、施工時期についても法面の風化、スレーキングの発生を遅らせるため、梅雨時期や冬期を避けて施工することとした。

1段目法面のアンカー工事は平成18年8月から11月にかけて施工した。対策工の施工範囲を切土法面に出現した断層破碎帯の範囲や地質状況を確認することによって決定し、1段目法面のアンカー工事を実施した。そして、平成19年3月25日に発生した能登半島地震の影響を受けずに、安定を保って現在に至っている。

今回の事例では、断層破碎帯における法面の予想以上の強度低下の進行によって表層崩壊が発生

した。今後は、断層破碎帯付近における凝灰岩において、応力解放やスレーキングによる強度低下特性をどのように判断していくか課題となる。

今後も同様な地質状況の法面が出現した場合には、今回の事例を教訓として対策工を検討して地山の強度低下を防いでいく考えである。



写真-6 断層破碎帯



写真-7 1段目法面の施工

水資源活用地域共生事業を利用した用水転用に関する事例報告

—山梨県笛吹川地区における用水転用（農業用水から水道用水）に向けた取り組み—

麻 川 善 行* 井 藤 元 暢**
 (Yoshiyuki ASAKAWA) (Motonobu ITOU)

目 次

1. はじめに	71	5. 本事業の特徴と課題	76
2. 水需要の現況と用水転用の動向	71	6. 水資源活用地域共生事業を活用した事業実施に 向けた取り組み	79
3. 笛吹川地区における農業用水の転用	72	7. おわりに	81
4. 用水転用の必要性と効果	74		

1. はじめに

山梨県笛吹川地区は、ぶどう、ももを主体とする我が国の代表的な果実地帯である。畑地かんがい用水と営農用水は、広瀬ダム（多目的ダム、有効貯水量11,350千m³）により開発された用水を管路（パイプライン）を利用して供給している。本地区では、宅地化や社会経済情勢の変化に伴い作付面積が減少し、水利権量に余裕が生じている。一方、都市用水（主として水道用水）はその80%を深井戸に依存しているが、取水量低下や水質悪化等により、今後の取水は不安定な状況となっている。そこで、農業用水の年間総取水量40,000千m³を31,000千m³に減量し、生じた余剰水9,000千m³/年（0.285m³/s）を、畑かん受益13市町村のうち11市町村（共に市町村合併前の自治体数）で水道用水へ転用する取り組みが行われた。平成17年4月1日に農業用水に係る水利権変更同意と水道用水に係る新規水利使用許可が得られたところである。なお、この用水転用は、平成14年度に事業化された「水資源活用地域共生事業」の採択を受けて実施した。

本報告は、山梨県笛吹川地区における用水転用について、その効果や課題、さらに各種協議や協定締結に向けた取り組み内容等を整理したもので、今後の用水転用における参考資料となることを目的としたものである。

2. 水需要の現況と用水転用の動向

2.1 水需要の現況

表-1より、全国の水使用量は、平成14年実績（取水量ベース）で約852億m³/年である。その内訳は、都市用水（生活用水+工業用水）が約286億m³/年（33.6%）、農業用水が約566億m³/年（66.4%）であり、農業用水が水使用量全体の約2/3を占めている。

表-1 水使用量の現況

項目		全国実績 (億m ³ /年)	笛吹川地区 (千m ³ /年)
都市用水	生活用水	163 (19.1%)	25,725 (37.8%)
	工業用水	123 (14.4%)	5,761 (7.9%)
	計	286 (33.6%)	31,486 (42.9%)
農業用水	水田かんがい	532 (62.4%)	23,296 (31.8%)
	畑地かんがい	30 (3.5%)	18,577 (25.3%)
	畜産用水	5 (0.6%)	—
	計	566 (66.4%)	41,873 (57.1%)
計		852 (100%)	73,359 (100%)

* 全国実績は、日本の水資源（平成17年度版）による平成14年実績値、一部実績使用量ではなく推定量を含む。

** 当該地区の畑地かんがいは、平成14年の取水量実績値、年間総取水量の水利権量40,000千m³の46.4%となる。水田かんがいは、山梨県総合水利用計画での推定値。

一方、笛吹川地区における水使用量は、全国実績と比べて農業用水の比率が少なく、生活用水が全体の約40%を占めている。また、農業用水の内訳は、畑地かんがいの占める割合が高く、本地区の特徴を表している。畑地かんがいで、降雨の

*山梨県中北地域県民センター (Tel. 0551-23-3051)
 **日本工営(株)流域都市事業部上下水道部 (Tel. 03-3238-8374)

不足分のみを取水するため、本地区における農業用水の使用量（10.0千m³/年・ha）は、水田かんがいの比率が高い全国実績（11.9千m³/年・ha）と比べて低くなっている。

2. 2 用水転用の動向

(1) 用水転用の実績

一級水系においては、昭和40年度から平成16年度末までに全国で159件、約61m³/s（農業用水以外を含む）が関係者の合意により転用されている。事例として、八木沢ダムを水源とした農業用水の水道用水への転用等がある。

(2) 農業用水（転用）の特徴

農業用水は降雨を有効に利用し、不足分だけを取水するのが特徴で、消費されるのは蒸発散等の取水量の一部で全体の2割程度といわれている。

農地が減少傾向でも、残存農地に適切に水が届くようにするためには、今まで通りに用水路の水位を保つ必要がある。または場整備による排水改良などにより、単位面積当りの必要水量は増加の傾向にあり、農地の減少が直ちに必要水量の減少にはつながらないことがある。

但し、農業用水路がパイプラインの場合は分水箇所での水位保持が不要となるため、余剰水を顕在化しやすいのが特徴で、山梨県笛吹川地区においても粗用水量の減少をそのまま余剰水量として見込んでいる。

(3) 農業用水から都市用水への転用

作付面積が減少し、水利用形態が変化している都市近郊等であって、都市用水が不足している地域では、農業用水を減量し、上水道等を増量する用水転用が行われており、転用水量は全国で約40m³/sに達している。

なお、農業用水の転用には、単純転用と施設整備を伴う転用がある。施設整備を伴う転用とは、水田面積が減少したものの末端の水田まで送配水するためには取水量を減じられない地区において、水路等を改修した後、転用するものという。山梨県笛吹川地区では、国営事業等で整備した既設管水路を活用するため、単純転用である。

(4) 用水転用の支援制度

用水転用は、関係機関を横断した広範囲にわたる連絡調整や協議が必要となる。平成13年7月6日「水資源に関する行政評価・監視結果に基づく勧告」（勧告先：厚生労働省、農林水産省、経済産業省、国土交通省）において、水資源の有効活用

（水の用途間転用の推進）が強く求められたこともあり、関係省庁では情報の共有化を強化しているところであるが、用水転用を一元的に支援する制度はない。但し、同一地域内での小規模な用途間転用であれば、次項2. 3に示す支援制度がある。

2. 3 水資源活用地域共生事業

本事業は、水資源の有効活用により健全な水循環系の再構築を図るため、農業用水から都市用水等への小規模な用途間転用を促進する簡易な水管理施設の整備ときめ細やかな配水操作の実践を支援するために、平成14年度に創設された農林水産省（農村振興局）所管の補助事業である。なお、事業の実施内容は次のとおりである。

- 1) 水資源有効活用構想の策定
- 2) 配水操作計画の策定に係る技術指導
- 3) 転用水創出の実証活動に係る技術指導
- 4) 農業用水転用に係る補完整備
- 5) 農業用水を減量しつつ適正に農業用水を確保するための用水計画の策定

3. 笛吹川地区における農業用水の転用

3. 1 対象地区

本事業地域は、山梨県のほぼ中央、甲府盆地の東部に位置し、奥秩父山系の甲武信岳、国師岳を源とする富士川の支流笛吹川の流域にあり、笛吹川及びその支川によって形成された扇状地群と、その背後の曾根丘陵に拓けた樹園地を対象とし、塩山市他12市町村（市町村合併前の自治体数）にまたがっている（表-2）。

表-2 対象市町村

現市町村名	旧市町村名（合併前）
甲州市	○塩山市、○勝沼町
山梨市	○山梨市、牧丘町
笛吹市	○春日居町、○石和町、○一宮町、 ○御坂町、○八代町、○境川村
甲府市	中道町
中央市	○豊富村
市川三郷町	○三珠町

※○は畑かん受益市町村のうち水道用水転用を行った市町村。

3. 2 事業経緯

当初計画における受益面積は5,812haである。その後、中央自動車道、国道20号線等への受益面積減少により、昭和58年に第1回計画変更を行った。第1回の変更計画では、受益面積5,420ha、国営施設として幹線水路及び副幹線水路108km、分水工

20箇所、調整池20箇所、揚水機場10箇所が建設された。

末端施設は昭和48年から県営かんがい排水事業により整備されてきたが、国営事業完工から社会経済情勢の変化が著しく、平成13年に第2回計画変更を行った。第2回の変更計画では、受益面積4,180ha、全面スプリンクラーかんがい方式から給水栓によるかんがい方式に変更し、さらに草生栽培による単位用水量の変更も行った。

①受益面積の変更

当初計画：5,812ha

第1回変更計画：5,420ha

第2回変更計画：4,180ha

②作付面積の変更

農業を取巻く情勢の変化により、桑の栽培が消滅し、ももの草生、ぶどう（ハウス）栽培が取り入れられた。

③用水諸元の変更

作付け作目や栽培方法、面積等の変化に伴い、地区全体の日消費量も変動した。変更月は、1、2、4、7、12月である。なお、かんがい効率は、当初75%、第1回変更70%、第2回変更75%（灌水20%、送水5%）となった。

3.3 余剰水量と水利権量

基準年（昭和35年）について当初計画、第1回変更計画、第2回変更計画を比較すると、表-3に示す通り、当初計画及び第1回変更計画の水利権取水量40,000千m³に対し、第2回変更計画では31,000千m³となり、9,000千m³が余剰水となる。

表-3 水需要量の変化と余剰水量（単位：千m³/年）

項目		当初計画	第1回変更計画	第2回変更計画
一般散水	純用水量	56,098	49,203	35,231
	有効雨量	26,383	23,588	16,865
	用水量	28,715	25,615	18,366
	粗用水量	38,281	36,592	24,488
ハウス散水	純用水量	-	2,880	5,944
	有効雨量	-	554	1,066
	用水量	-	2,326	4,878
	粗用水量	-	3,322	6,504
合計	純用水量	56,098	52,083	41,175
	有効雨量	26,383	24,142	17,931
	用水量	28,715	27,941	23,244
	粗用水量	38,281	39,914	30,992
年間総取水量（水利権）		40,000	40,000	31,000
余剰水量				9,000

農業用水の水利権量は、年間総取水量（m³/年）と期別に設定される最大取水量（m³/s）の2つがある。図-1に示すとおり最大となる7月～8月の水量は、当初計画・第1回変更計画の4.48m³/sから第2回変更計画の3.55m³/s（0.93m³/s減）となった。

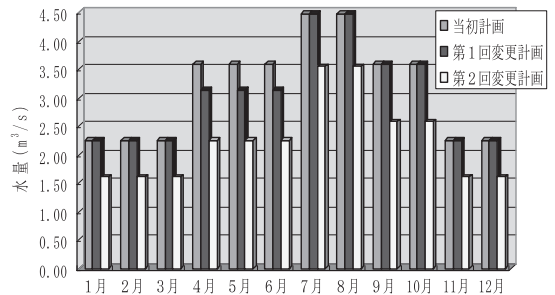


図-1 水利権量（最大取水量）の変化

3.4 転用可能量

広瀬ダムの計画基準年である「昭和35年」の水収支計算において、下記の項目を満足する水量を求め、さらに利水安全度について、至近10年間（平成3年～平成13年）の水収支連年計算で検証した結果、年間を通じての転用可能量は0.286m³/s（年間約9,000千m³）となり、余剰水量（m³/年）は通年での安定取水が可能となった。

条件1) ダム容量7,300千m³が空にならない。

条件2) 年間総取水量が41,000千m³を越えない。

3.5 水資源活用構想（転用構想）

(1)転用先

本地区の利水としては、本事業の農業用水、本事業地区下流の農業用水（下流部の計画地区外）、上水道、工業用水がある。将来の水需要予測の結果、農業用水及び工業用水は不足しないが上水道は用水不足となった。また、地元からは上水道への余剰水転用の希望が強いため、農業用水（余剰水）の転用先は上水道（水道用水）とした。

(2)水道事業の現況

本地区（塩山市他12市町村）の上水道、簡易水道、専用水道を合わせた給水人口は約15.8万人で、給水普及率は約98%と高い。

水道用水への転用希望のある11市町村の過去10年における給水量実績の推移を図-2に示す。

1日平均/最大給水量とともに、ほぼ横ばいであるものの若干の微増傾向を示している。1日平均給水量では、平成5年度が約59,300m³であったの

に対し、平成14年度では約64,800m³と、10年間で約5,480m³増加した。また、1日最大給水量は、平成14年度で約78,500m³であり、10年間で約7,740m³増加している。

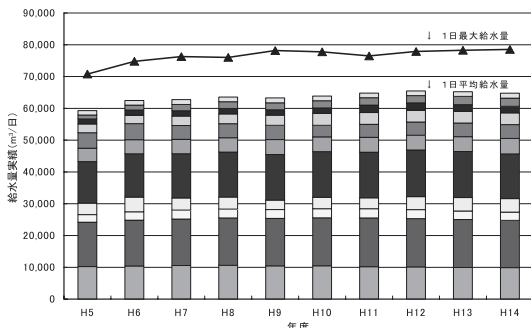


図-2 給水量実績の推移

(3)水道用水の水需要予測

前項に示した区域(11市町村)について、平成27年度を目標年次として水需要の将来予測を行った。その結果、計画給水人口は、約15.3万人、計画1日最大給水量が89,200m³、計画1日平均給水量が約69,750m³となり、平成14年度実績と比べて1日最大で約10,660m³、1日平均で約4,990m³増加する結果となった。

(4)水道水源開発計画

区域の取水量実績は、自己水源が95%を占めている。水道事業は、深層地下水に大きく依存しており、自己水源の80%が深井戸からの取水である。廃止又は予備水源とすべき自己水源について、配水システムを考慮しながら整理し、計画目標年次(平成27年度)における取水計画を策定した結果を図-3に示す。

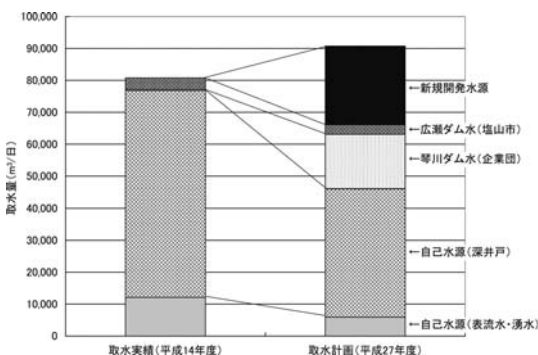


図-3 水道事業における取水計画

取水計画では、現況と比較して自己水源の取水量が約30,000m³/日少なくなる。また、給水量は約10,000m³/日の増量が見込まれ、合計で約40,000m³/日の水量不足が生じる計算となる。この不足量を、琴川ダム水(峡東地域広域水道企業団による用水供給)17,000m³/日と新規開発水源、すなわち畑かん余剰水の24,660m³/日(0.285m³/s)の計41,660m³/日を持って充当する。

4. 用水転用の必要性和効果

4.1 水道水源転換の必要性

笛吹川地区では、水道水源の約80%を深井戸に依存している。水質面では、亜硝酸及び硝酸が水質基準値は満足するものの比較的高い値を示す箇所が多い。また経年的に取水能力が低下している水源も見られる。前者は笛吹川の上流側、後者は笛吹川の下流側の地区に見られる傾向がある。

本地区ではこれ以上の地下水開発が難しい状況にあると考えられ、新たな水需要への対応はもちろん、将来的に安定かつ安全な取水が見込めない水源に関しては、他の水源への転換が必要となる。

4.2 水源転換の効果

表-4に水道用水(取水量)の水源別内訳を示す。一般に規模の大きな水道事業者では、地表水(ダム水や表流水)の占める割合が多く、規模小さい水道事業者では、地下水(深井戸等)の占める割合が多い。全国実績を見ると、地表水が7割以上を占めているが、これは水量の多い大都市圏の実績が反映された結果である。

表-4 水道用水(取水量)の水源別内訳(比較)

項目	水源別内訳				
	全国 H15実績 (億m ³ /年)	山梨県 H14実績 (千m ³ /年)	笛吹川地区 H14実績 (m ³ /日)	H27計画 (m ³ /日)	
地表水	ダム水	73.7 (45.3%)	39,322 (23.3%)	3,000 (4.5%)	44,660 (48.5%)
	表流水	44.5 (27.3%)	13,353 (7.9%)	6,711 (10.0%)	4,067 (4.4%)
	計	118.2 (72.6%)	52,675 (31.2%)	9,711 (14.5%)	48,727 (53.0%)
地下水	伏流水	6.3 (3.9%)	7,590 (4.5%)	540 (0.8%)	400 (0.4%)
	浅井戸	11.7 (7.2%)	6,664 (3.9%)	1,323 (2.0%)	0 (0%)
	深井戸	21.9 (13.4%)	84,610 (50.1%)	52,058 (77.8%)	41,600 (45.2%)
	計	39.9 (24.5%)	98,864 (58.5%)	53,921 (80.6%)	42,000 (45.6%)
その他 *湧水等	4.8 (2.9%)	17,473 (10.3%)	3,241 (4.8%)	1,290 (1.4%)	
合計	162.9 (100%)	169,012 (100%)	66,873 (100%)	92,017 (100%)	

- *全国実績は、上水道事業及び水道用水供給事業の合計。出典は、水道統計（H15年度版）。
- *山梨県実績は、全ての水道事業の合計、但し、浄水受水は、事業間のやり取りとなることから算定から除外した。よって、その他は湧水のみとなる。出典は、山梨県の水道（H14年版）。
- *笛吹川地区におけるH14実績は、年間総取水量を1日当りに換算した値（一日平均）である。一方、H27計画は一日最大給水量から算定した計画取水量（一日最大）であるため、値が大きく異なっている。峡東地域広域水道企業団（水道用水供給事業）からの浄水受水量17,000m³/日は、ダム水に計上した。よって、H27計画におけるダム水の内訳は、広瀬ダム水（塩山市水道・既得分）が3,000m³/日、広瀬ダム水（畑かん余剰水転用）が24,660m³/日、琴川ダム水（企業団からの浄水受水）が17,000m³/日となっている。

山梨県全体では、地表水が約3割、地下水が約6割、その他（湧水等）が約1割となっており、比較的地下水依存度が高い地域といえる。一方、笛吹川地区では、地下水の割合が8割程度と、極端に高い状況にあったのが、用水転用により、地表水と地下水の割合が概ね半々となる。また、転用対象とする水源はダム水（広瀬ダム）で表流水の割合は少ないことから、笛吹川地区の取水は比較的安定する。

4. 3 地下水開発と地盤沈下

(1)水資源（地下水）賦存量

山梨県の年平均降水量は1,530mmであるが、全国平均と比べてやや少なく、特に甲府盆地では約1,100mmと少ないのが特徴である。甲府盆地は、周囲の扇状地を含め約300km²の広さがあり、釜無川（富士川）、笛吹川、荒川等の河川により形成された沖積低地及びその周辺の洪積砂礫層からなる扇状地が分布している。甲府盆地における地下水は、釜無川水系と笛吹川水系に大別され、盆地北部から南部に向かって流動している。

「山梨県総合水利用計画」（H7.3）では、地下水供給可能量を地下水の低下や地盤沈下を引き起こさない利用量となるようにシミュレーションモデルを用いて算定し、表-5に示すとおり平成15年の甲府盆地における地下水賦存量を68,000千m³/年としている。これに対し、地下水の取水実績は、都市用水で60,206千m³/年であり、既に供給可能量の約9割を占めている。また、昭和59～61年の調査結果によれば、本区域は農業用の井戸が約300本あり、総取水量は11,000千m³/年であった。近年の取水量については明確ではないが、先に示した供給可能量と取水実績量との差分（余裕）

は7,800m³/年程度しかないことから、これ以上の地下水開発は厳しい状況にある。

表-5 地下水賦存量と取水実績との比較

	地下水 賦存量 千m ³ /年	H14年度	地下水	取水実績
		千m ³ /年	水道用水 千m ³ /年	工業用水 千m ³ /年
甲府盆地地区	68,000 (1.00)	60,206 (0.89)	45,606	14,600
うち笛吹川地区		23,753	19,681	4,072

- *甲府盆地の対象地区は「山梨県総合水利用計画」（H7.3）により、甲府、峡西、東山梨、東八代地区の合計とした。
- *地下水賦存量は、地下水流動をシミュレーションモデルにより解析して結果を基に、平成15年で実際に供給可能な量（水資源供給可能量）として示したものの。出典は、「山梨県総合水利用計画」（H7.3）
- *H14年度地下水取水実績は、水道用水は「山梨県の水道」における地下水の合算値、工業用水は、山梨県工業統計調査による。

(2)地盤沈下

昭和40年代に建設省国土地理院が行った一級水準測量で、石和地域において年平均20mmの沈下が確認されたことから、県では一級水準測量調査及び地下水位観測調査を実施し、地盤沈下の状況及びその兆候を調査している。1級水準測量については、昭和49年から甲府盆地内のJR中央線、釜無川（富士川）、笛吹川に囲まれた約80km²を対象に年1回、継続して実施しているが、沈下量は盆地の中央部より南部の方が大きい傾向を示している。現在までのところ、年20mmを越える沈下はなく、地盤沈下による被害は見られていない。また平成16年までの調査での累積沈下量の最大は、162mmであった。

地下水位観測は、昭和49年から順次拡大実施してきているが、その結果盆地全域にわたって地下水の低下が見られてきたが、近年では横ばいか回復傾向が見られる。

山梨県では、地下水の無秩序な採取を規制して地下水資源を保護すると共に地盤沈下を未然に防止する観点から、昭和48年6月に「山梨県地下水資源の保護及び採取適性化に関する要綱」を定め、規制・指導を行っている。さらに、市町村においても条例または要綱を定め、地下水採取の規制・指導を行っている場合も多い。

地下水取水量のうち最も取水量が多いのは水道用水であり、地盤沈下防止の観点からも当該地区

においては、水道用水としての新たな地下水開発は困難であった。

5. 本事業の特徴と課題

5.1 本事業の特徴

本事業（用水転用）が成立したのは、「地域の水を有効活用する」という強い意志のもと関係者が一致協力して取り組んできたことが前提となるが、それ以外にもこの用水転用が水道事業の代替水源確保の観点から合理的な計画であったことが要因として挙げられる。これらについて以下に整理する。

①地域内での用水転用である。

本事業における畑地かんがい施設の受益市町村は13市町村であるが、そのうち水道用水への転用を行うのは11市町村で、同一地域内での用途間転用である。

また、地域内における用途間転用であることから、「水資源活用地域共生事業」を活用することができた。

②農業用水の単純転用である。

転用する農業用水は畑地かんがい用水で、転用する水道用水は国営事業により造成した管水路（パイプライン）等を利用して送水する。一方、畑地かんがい施設は、県営基幹、末端を含めて事業完了しており、農業用水に関する新たな施設整備は不要であった。

③取水（水量）が安定している。

転用する農業用水は、広瀬ダムにより開発された貯留水を水源としている。広瀬ダムは、笛吹川総合開発事業に基づき建設された洪水調節、畑地かんがい、上水道（塩山市が既得水利権3000m³/日）、発電を目的とした多目的ダムで、有効貯水量は11,350,000m³の県営ダムである。その集水面積は76.64km²で、流域の水源涵養能力が高く、貯水量は比較的安定している。

④既設管水路が合理的な位置にある。

本取水口（広瀬取水口）から取水した水は、山梨県企業局の導水管（発電専用管）により、広瀬、天科、柚の木発電所を經由して、藤木調整池へ放流される。

藤木調整池から国営笛吹川農業水利事業による左岸幹線管水路（約37km）、右岸幹線水路（約12km）を利用して送水し、新たに設置する分木工から水道専用施設（導水管→浄水場）へ導水す

る。この左岸／右岸幹線水路とも、藤木調整池等の水位を利用した圧力管である。左岸幹線では幹線中間部2箇所減圧水槽が設置されている。なお、左岸／右岸幹線水路とも山間部の高い位置に布設されている区間が多い。

水道事業者は、分木工から新たに導水管を布設して浄水場まで導水し、浄水した水は配水池へ送水する。この浄水場の建設位置は、分木工と配水池の間となるが、配水池は自然流下での配水を可能とするため高い位置に建設されることが多いが、この場合、浄水場、分木工についても同様に高い位置とする必要がある。

前述の通り、畑かんの幹線水路は、高い位置に埋設されている区間が多いことから、分木工と浄水場予定地は比較的近く、さらに、浄水場まで自然流下で送水することが可能な場合が多い。

⑤原水水質が良好である。

広瀬ダム水は、取水塔から表層水を取水（フローティング取水）している。原水水質は良好で安定しており、平成16年の国営幹線水路の末端部（左右岸2箇所）における水質分析結果（新水質基準に基づく原水40項目）では、濁度は1度以下で、一般細菌、大腸菌以外は全て水質基準値を満足していた。

濁度は、塩山市千野浄水場にて原水濁度として毎日計測しており、その結果を表-6に示す。なお、塩山市は、当初より笛吹川総合開発事業に参画し、広瀬ダムに既得水利権を有している。濁度は、75%値等で判断すると概ね水質基準値（2度）を満足している。図-4に示すとおり降雨時等に若干上昇する傾向があり、平成16年度において50度を超える日もあったが、数時間のピークを除けば概ね30度以下であった。

表-6 広瀬ダム水の濁度の測定結果集計表

	H14年度	H15年度	H16年度
濁度測定結果	0.2～24.3	0.2～20.1	0.2～55.9
平均	1.3	1.5	3.1
50%値	0.6	0.7	1.7
75%値	1.7	1.9	2.9
90%値	3.0	3.0	5.8
10度超過日	7	6	20
20度超過日	2	1	6

* 計測データは塩山市千野浄水場による毎日定時の値但し、H16は、40日間の欠測期間がある。

* ○%値は、超過確率値を表す。

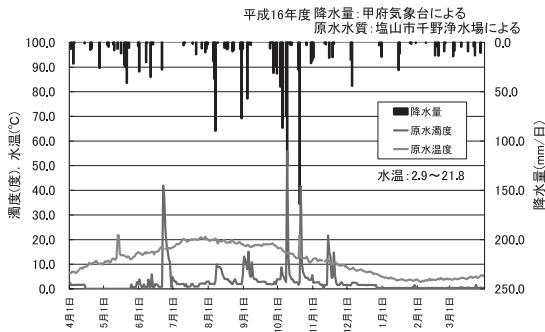


図-4 広瀬ダム水の濁度と水温の経日変化 (H16年度)

広瀬ダム貯水池の水質変化を図-5に示す。BOD, CODともに、春～夏にかけて上昇し、秋～冬は低下する傾向をとる。年間平均値でみると、BODは概ね1mg/l以下で、CODは1.5mg/l程度である。本水域は、環境基準のA類型 (COD ≤ 3mg/l) に指定されているが、環境基準値を達成している。T-Nの季節変化は少なく、概ね0.5mg/l以下である。また、T-Pは低く、概ね0.01mg/l以下となっている。なお、かび臭物質 (ジェオスミン, 2-MIB) は、定量下限値以下の状態が続いている。

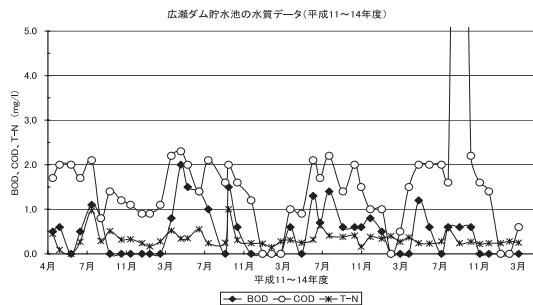


図-5 広瀬ダム貯水池の水質変化 (平成11~14年度)
出典：山梨県公共用水域水質測定結果による

5. 2 取水/導水施設

本事業における取水、導水経路は図-6に示すように極めて複雑であり、発電、特定かんがい、水道事業者の単独、2者及び3者共有施設等を経由して送水される。

農業用水転用を受ける水道事業者は、当該取水量相当分の水利権を新たに取得するとともに、取水/導水施設については水量に見合う財産権を取得し、共有施設として運用する。

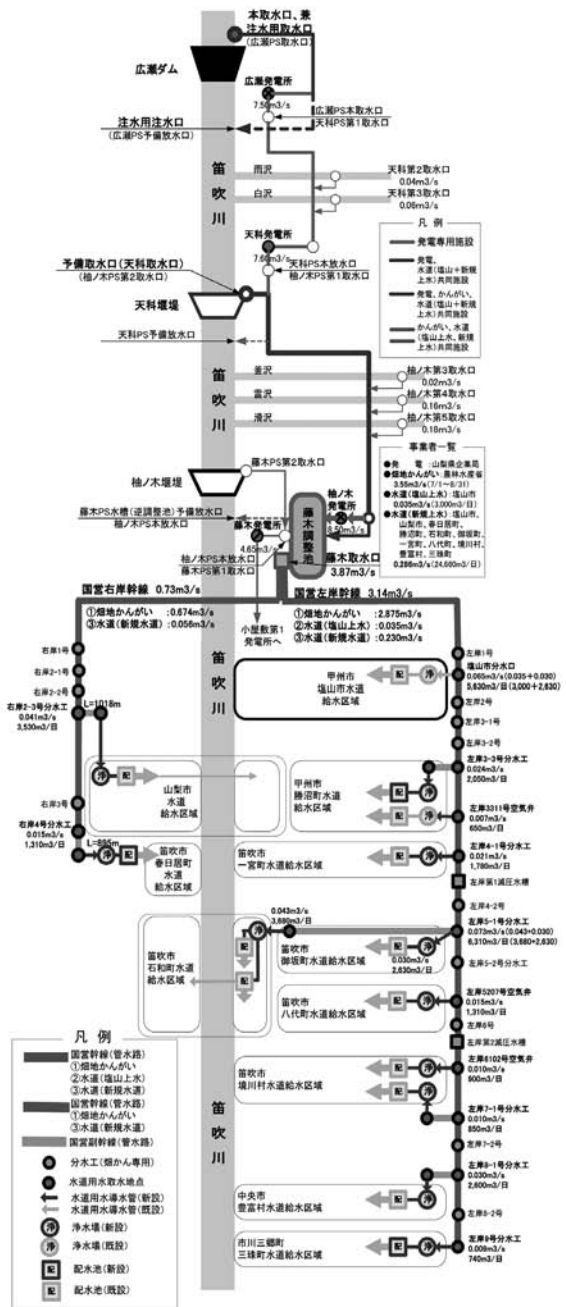


図-6 本事業の取水・導水経路 (水利使用模式図)

5. 3 送水運用管理

(1) 基本事項

農業用水 (畑かん用水) と水道用水の送水運用を図-7に示す。藤木調整池 (発電用逆調整池) を起点とした国営幹線水路に付帯するゲート及びバルブ操作により行うが、これらは中央管理所か

ら遠方操作が可能である。主要なコントロールポイントは、幹線起点部となる2次水槽を一定水位に保持することであるが、この点についてはゲートの改良を行い、概ね自動運転が可能となっている。実際の運用で重要となるコントロールポイントは各分木工の分岐側に設置されている分水バルブの開度調整である。分岐先にある調整池（FP）にはディスクバルブがあるため、流入制御自体は自動で行うが、熟練した運転要員が中央管理所から分水バルブの開度を調整することで、幹線全体を流れる流量を適切な範囲となるようにしている。

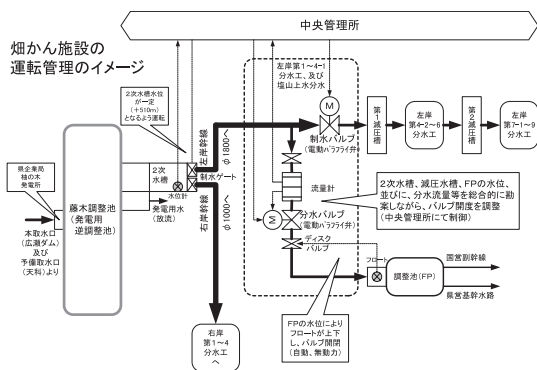


図-7 国営幹線水路の運転操作方法の概要

(2) 取水量管理の方法

1) 基本的事項

国営幹線水路は、畑かん用水と水道用水との共同運用となる。また、取水量管理についても、従前は幹線流量を一括で取扱うことが可能であったが、新規水道事業者が幹線の各ポイントで取水するため、農業調整池への分水流量を含めて各分木点における取水流量を正確に把握する必要が生じる。取水量管理における要件事項を整理すると以下のとおりである（表-7）。

・水利権上の要件事項

- ①最大取水量（ m^3/s ）を超過しない取水であること。
- ②毎日の取水量を測定し、毎月国に報告すること。

・畑かん施設運用上の要求事項

- ③畑かん用水の運用管理のため、中央管理所にて水道の取水量が把握可能なこと。

・共用施設運用上の要求事項

- ④渇水時の流量調整が可能な施設であること。

表-7 取水量管理の要件事項

	要件事項	備考
①	最大取水量（ m^3/s ）の遵守を担保できる施設構造・運用	水利権上
②	取水流量のリアルタイム計測を行い、中央管理所へ伝送するとともに、記録可能な施設構造・運用	水利権上、畑かん施設運用上
④	渇水時の流量調整が可能な施設	共用施設運用上

2) 具体的な方法

本取水口（広瀬取水口）ないしは予備取水口（天科取水口）より取水した用水は、藤木調整池から笛吹川農業水利事業による国営管水路を利用して送水される。この国営管水路は、現在、笛吹川沿岸土地改良区が管理しているが、今後も土地改良区が一元的な管理を行っていく。

国営管水路については、既存施設の活用と土地改良区の運転管理体制の強化により、かんがい用水と水道用水の一元的な送水管理を行う方針とした。具体的な方法は、次のとおりである。

- ①国営幹線水路又は副幹線水路からの分岐部には、流量計（電磁流量計）並びに制御弁を設置し、中央管理所（土地改良区）からの遠方監視制御を行う。水道事業者の委託を受けた土地改良区が取水量を監視するとともに、最大取水量を超過しようとする場合には制御弁のコントロールを行なう。
- ②水道事業者は、最大取水量の範囲内において、その必要量を浄水場内の流入弁の開閉動作により取水する。
- ③水質を考慮した施設運用

現在、国営幹線水路は一部区間を除きほとんどが農業用水のみの運用となっている。今後、新規水道事業者の取水により、ほぼ全線にわたっての共用運用となる。広瀬ダム水は、水質異常の少ない比較的清澄な原水であり、実際の水道施設運用（浄水処理）にとっては、「濁度」が最も重要な水質項目となる。

各分木工で濁度が上昇する原因としては、次の2つが考えられる。②については、幹線の送水運用停止（復帰）時に実施した濁度調査の結果から、急激な流速変化が管内に堆積した濁質を巻き上げ濁度が上昇することを確認している。

□濁度上昇原因①

広瀬ダム水自体の濁度が上昇する場合

□濁度上昇原因②

幹線水路内に堆積した濁質が巻き上がる場合
よって、国営幹線水路の水運用は、濁度上昇を抑制した運用をすることが必要で、そのためには定期的な排泥作業と流速変化の少ない送水運用が重要となった。

6. 水資源活用地域共生事業を活用した事業実施に向けた取り組み

6. 1 概要

(1)実施内容及び実施期間

笛吹川地区は、平成14年度に国の新規採択を受けた。当初の実施期間は、平成14年度から平成16年度までの3年間であったが、市町村合併に伴う各種協定締結の遅れ及び、水道用水利用の実践を通じた操作体制の確立のため、1年延期され平成17年度までとなった(表-8)。

表-8 水資源活用地域共生事業の実施内容

作業項目	内容	実施年
1. 基礎調査	地域の利水をめぐる状況基礎調査	H14
	地域の利水の将来予測基礎調査	〃
	農業用水の転用構想基礎調査	〃
	施設の概要基礎調査	〃
	水道整備構想基礎資料収集整理	H15
2. 施設実態調査	畑かん使用水量の実態調査	〃
	維持管理状況調査	〃
3. 構想	地域の利水に関する将来構想	〃
	地域水道整備構想のとりまとめ	〃
	農業用水の転用構想	〃
	施設整備の概要構想	〃
	施設管理構想	〃
4. 計画	共用に伴う維持管理構想の概略検討	〃
	地域全体利水計画	〃
	地域水道整備計画とりまとめ	〃
	水道水利権協議用基礎資料作成	〃
	農業用水の転用計画	〃
	広瀬ダム及び笛吹川の利水運用計画	〃
	施設整備計画	〃
	施設管理計画	〃
	農業用水再編計画	〃
	施設共用計画	〃
	アロケーション計画	〃
	共用施設の維持管理詳細計画	H16
	5. 設計	分水施設及び水管理施設
分水施設積算		H16
藤木取水工		〃
水管理施設		〃
6. 分水工整備	分水施設整備(12箇所)	〃
7. 管理	国営施設共有財産調査(DB)作成	〃
	共用に伴う維持管理計画	〃
	水理実態解析・実証解明	H17
	全体水管理システムの計画構築	〃
	事業実績報告取りまとめ	〃

(2)実施体制

笛吹川地区における水資源活用地域共生事業の

実施に際しては、畑かん用水の有効活用について利水関係者間の権利調整を行い、関係機関が密接な連絡・調整を図ることを目的とし、「笛吹川地区水資源有効活用協議会」(以下、協議会)が設置された。また、協議会の下部機関として、「幹事会」が置かれ、さらに幹事会の附帯組織として「特定部会」を設置した

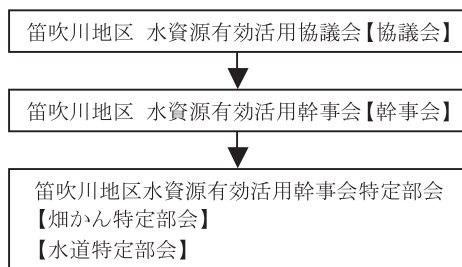


図-8 水資源有効活用協議会の組織

6. 2 事業の実施手順

(1)全体フロー

水資源活用地域共生事業の実施内容を含めた用水転用に関する全体の作業フローを図-9に示す。これらの一連の作業は、前項6. 1(1)に示した協議会等の組織を活用しながら、関係機関が協力団結して実施してきた。平成14~17年度までに実施された協議会その他の開催日数を整理したものを表-9に示す。

表-9 協議会、幹事会、特定部会の開催日数

	H14	H15	H16	H17	合計
協議会	1回	2回	2回	1回	7回
幹事会	2回	2回	2回		6回
特定部会	1回	2回	4回	2回	10回
その他(勉強会等)		4回			4回

※平成14年度の協議会(1回)は、設立総会

(2)主要な協議経過

- ①平成14年12月 水資源有効活用協議会 設立
- 平成16年 1月 畑かん水利権 協議
- 平成16年 2月 水道水利権 協議
- 平成16年 3月 畑かん・水道水利権 協議
- 平成16年 4月 国営施設共有持分付与 協議
- 平成16年 4~5月 多目的利用に関する市町村説明
- 平成16年10月 水道事業変更認可申請書 受理
- 国, 県 水利権申請書 受理

- ②平成16年12月 水道事業変更 認可
- ③平成17年 2月 広瀬ダム変更基本協定等の締結
- 平成17年 3月 国営施設共有持分付与に関する協議
- ④平成17年 3月 広瀬ダム使用目的変更の承認
- ⑤平成17年 4月 新規水道水利権
国土交通大臣許可
新規水道水利権
山梨県知事 許可
畑かん水利権
国土交通大臣同意
- ⑥平成17年10月 各種協定の確認書の取り交わし式

6.3 アロケーションの考え方

(1) 笛吹川総合開発事業による共同事業施設

① 笛吹川総合開発事業による、3者共同導水路や2者共同水路等は、各々の共同事業に関する協定書により共同工事を完成させ、工事負担金等も精算されている。また、これら共同事業施設は、各々の管理協定により、現在まで特に問題なく維持管理されている。

② 農業用水と水道用水を合算した全体水量では、最大通水量は小さくなり、総通水量は変わらない計画となっている(表-10)。よって、今回の変更は、共同事業者のうち農業用水の減量に起因するもので、量的にも現行農業用水の内数となっており、施設の規模・断面等や持分率でも他の共同事業者には直接影響を与えない。

表-10 水利権量(農業用水+水道用水)

	現行	変更
最大通水量 (m³/s)	4.48	3.835 畑かん 3.55 新規水道0.285
総通水量 (千m³/年)	40,000	40,000 畑かん 31,000 新規水道 9,000

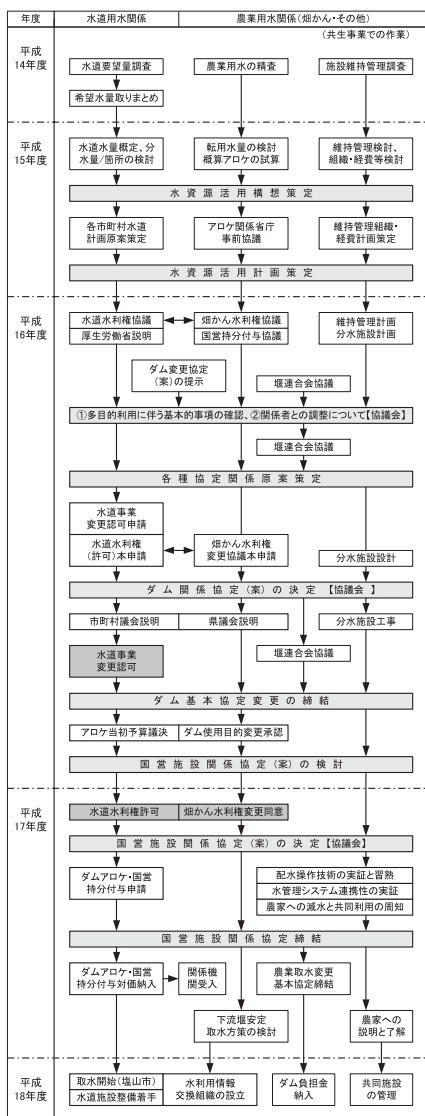


図-9 用水転用の全体作業フロー

③ 以上のことから、今回の再編に伴う協定等の変更については、発電と塩山市水道は現行の持分率で固定し、農業用水の中を農水と新規水道とに、国営施設共有持分付与率で割振ることとした。また、共同事業施設の管理については、現3者共同導水路等は、現行管理協定と同様に各々の財産持分率で管理負担することとした。

(2) 国営幹線水路

1) 土地改良施設の共有持分付与の基本事項

① 土地改良事業により造成された土地改良施設を発電、上水又は工業用水等の用に供する場合の共有持分付与の対価は、原則として分離費用身替り妥当支出法又は使用度法で行うこととなっている。

② 使用度法は、各部門の水の使用形態、使用価値等がおおむね等しい場合、例えば水路の費用振り分け等に用いられる。

③ 使用度法には、最大通水量割法、総通水量割法、最大と総水量の1/2割法(平均割法)の3方式がある。

2) 他地区におけるアロケーション方法の研究

① 過去のアロケ事例の多くは平均割法が採用され

ているが、これらは水田用水の開水路がほとんどである。

②水田用水及び開水路は

- ・取水パターン（水利権パターン）により常時通水流下しており、降雨等による通水量の変動がほとんどない。
- ・水田用水は生育ステージによる通水量の差が小さく、水路断面もそれほど大きく変わらない。
- ・自然流下の開水路は上流優先であり、下流での取水の多少や障害等は上流に影響しない。

③このように、常時と最大の流量差が小さいこと、又総水量の年による変動が少ないこと及び上流優位となることなどが水田用水の開水路の大きな特徴といえる。

④以上のことから、最大使用量と総通水量を加味した平均割法が多く採用されているものと考えられる。

3) 笛吹川地区におけるアロケーション方法の考え方
以下に示すような畑かん施設及び地域としての特異性により笛吹川地区においては、最大通水量割方式によるアロケーションを行うこととした。

①施設及び機能面の特異性

- ・本地区は果樹を主体とする畑地かんがい用水であり、国営幹線から末端の畑まですべて閉鎖タイプのパイプラインにより配水されている。
- ・パイプラインは上流から下流まで一連のラインが正常に機能することが大前提であり、下流の所定量以上の取水や故障が上流の取水にまで大きく影響する。
- ・畑地かんがいにおいては施設断面がすべて畑かんの最大通水量で造成されており、総通水量により規模が決定される施設（揚水機規模、調整池容量等）がないこと。
- ・パイプライン方式では、降雨を加味した下流で使った水量しか流下せず、総通水量は実際に畑に散布した水量であるため、その年の降雨の量で総取水量が大きく変動し不変量とならない。
- ・このように笛吹川地区のパイプラインによる畑かん用水は、開水路による水田用水と大きく異なる施設機能及び使用実態となっている。

②地域としての特異性

- ・笛吹川地区の事業完了に伴う余剰水については、関係する地域で有効に活用したいとのかねてからの強い要望があった。今回の水道用水への転用を希望する関係市町村及び水道受益者と

畑かん受益者とは同じ地域の住民である。

6. 4 共有施設管理

国営幹線水路（取水工、水管理施設等を含む）は、農業用水と水道用水との共有施設となる。施設の運転操作や維持管理は、水道事業者が土地改良区に委託して実施することとした。この共有施設管理の管理及び操作については、「共有物件の共同管理に関する協定書」の規定により、関係者（農林水産省、水道事業者、土地改良区）が協議して「管理方法書」を定めることとしている。その中で、共有施設管理について、合理的で安全かつ安定的な水の供給を目的とするもので、水道用水の特徴に配慮してその管理目標は次のとおりとしている。

- ①農業用水、水道用水ともに、円滑な水利用を推進する。また、渇水時における配水調整を円滑に行なう。
- ②施設の予防保全の実施により取水停止リスクを少なくするとともに緊急時においては即時対応を可能とする。

また、平成17年度に実施した国営幹線水路の実態解析・実証説明作業により、幹線の送水運用において急激な流速変化を与えると、幹線内に堆積した濁質が巻き上げられ、原水濁度の急上昇を引き起こすことが分かっており、これらの点を踏まえて、今まで以上のきめ細かな運用が求められているところである。

7. おわりに

本報告は、水資源活用地域共生事業の適用を受けて実施してきた山梨県笛吹川地区における農業用水から水道用水への転用に向けた試みについて、その効果や課題、さらに各種協議や協定締結に向けた取り組み内容等を整理したものである。本事業を実施できたのは、多くの関係者が協力団結してきた結果であり、関係者の一員として改めて謝意を表するとともに、本報告が今後の用水転用における参考資料となることを願うものである。

参考文献

1. 日本の水資源（国土交通省土地・水資源局水資源部）
2. 水道統計（日本水道協会）
3. 山梨県の水道（山梨県）
4. 山梨県総合水利用計画（山梨県）
5. 全国地盤環境情報ディレクトリ（環境省HP）

小友沼ため池の渡り鳥と環境配慮対策

佐藤 弘 巳*
(Hiroimi SATOU)

目 次

1. はじめに……………	82	4. ため池等整備事業における環境配慮対策……………	83
2. 事業及び小友沼ため池の概要……………	82	5. 環境配慮対策の中間結果……………	86
3. 小友沼ため池の渡り鳥……………	83	6. おわりに……………	87

1. はじめに

近年、国民の環境に対する関心が高まり、平成14年に土地改良法においても、事業実施に際し、環境との調和に配慮するよう改正された。

こうした情勢に加え、小友沼ため池が日本有数の「渡り鳥」飛来地となっていることから、小友沼地区ため池等整備事業では、事業採択前の平成14年から、本事業実施申請者である能代市榊土地改良区が、【現に小友沼ため池が、ガン、カモ類の渡りの中継地としての役割を担っていることに鑑み、渡り鳥等への環境を維持する】ことを目的に、「小友沼ため池事業に関する意見交換会」を設置している。

同意見交換会の組織構成は、①小友沼ため池の保全や観察活動をしている「おとも自然の会」、②日本野鳥の会秋田県支部、③魚類、植物の専門家（県鳥獣保護センター職員）④地元自治会関係者、⑤小友沼ため池管理者（能代市榊土地改良区）等、渡り鳥等の環境保全団体及び地域の代表者等で構成されており、各組織代表者である委員の方々よりため池事業に対する意見を求めながら、環境調査や工事実施をすることとした。

2. 事業及び小友沼ため池の概要

小友沼ため池は、秋田県北部能代市のJR東能代駅から南方1.5km、はらがいのさわ腹鞍ノ沢地内に位置し、国道7号線の南北とJR奥羽本線の東西に囲まれた受益面積232haをかんがいするため池（図-1）で、350

年以上前に築造され、大正11年に洪水吐、取水施設をコンクリートにて改修した。現況諸元は堤高3.0m、堤頂長500m、貯水量637千m³の小規模ため池である。

堤体全体の老朽化による漏水が進行し、洪水吐の老朽化も甚だしく、防災上危険な状態にある。

県営ため池等整備事業により、堤体の補強、取水施設・洪水吐の改修を行い、下流集落、鉄道、国道、高速道路等への災害の未然防止とともに農業用水の安定確保を図るものである。



図-1 小友沼ため池位置図

*秋田県山本地域振興局農林部農村整備課 (Tel. 0185-52-1231)

小友沼ため池 改修計画諸元	
堤体タイプ	均一型
堤高(H)	4.58m
堤頂長(L)	493.85m
堤体積(V)	37.5 千 m ³
貯水量	637 千 m ³
計画洪水量	30.57m ³ /s
集水面積	8.00km ²
受益面積	232ha

3. 小友沼ため池の渡り鳥

小友沼ため池に飛来する渡り鳥は、ガン類やハクチョウ類等9月中旬から飛来しはじめ、11月～12月に最初のピークをむかえ、湖面が結氷するまで続く。その後2月中旬頃の解氷以後再度飛来し、3月下旬頃が飛来の最盛期となる。その個体数は日最大で、ガン類約65,000羽、ハクチョウ類約5,700羽等に及んでいる。(おとも自然の会：平成11年～平成17年まで調査平均個体数)(写真-1)

小友沼ため池は渡り鳥のガン、カモ類にとって国際的に重要であることが認められ、平成18年11月発足の「東アジア・オーストラリア地域フライウェイ・パートナーシップ」(渡り性水鳥保全連携協力事業、略称：EAAFパートナーシップ)^(注1)重要生息地ネットワークに登録されている。
(注1)EAAF-パートナーシップ：日本、オーストラリア等東アジア地域の9カ国政府、8国際機関等が参加し、重要生息地のネットワーク構築、保全活動促進等を目的とする国際的な連携・協力事業組織)



写真-1 小友沼ため池上空を飛ぶガン類

4. ため池等整備事業における環境配慮対策

小友沼地区ため池等整備事業における、本格的工事開始に先立ち、本事業により平成18年度に実施した、環境配慮対策について、次のとおり報告する。

配慮対策の目的は、以下のとおりである。

- 第1：工事施工のための生物（魚介類）の移動。
- 第2：落水後の昆虫、植物の生存環境の維持。
- 第3：工事が鳥類飛来に与える影響の把握。

小友沼ため池には鳥類の他に、魚介類、昆虫類、植物が生息、生育しており、この豊かな自然環境、生態系に配慮し、それぞれに対応した環境配慮対策を行った。

工事の施工内容として、工事施工範囲を仮締切堤で囲み、ため池の大部分を湛水部として残し、鳥類その他動植物の生息環境を確保しながら、工事実施期間を最小限にして工事を行った。(図-3)

具体的には次のとおりである。

(1) 配慮対策第1：魚介類の移動作業

1) 魚介類……コイ、フナ、メダカ等魚介類に対するため池落水期間中の乾燥水域からの捕獲、湛水部への移動。

生息している魚介類を捕獲し、ため池上流部において、土嚢設置により締切した湛水部へ移動、放流する。(写真-2、図-3)

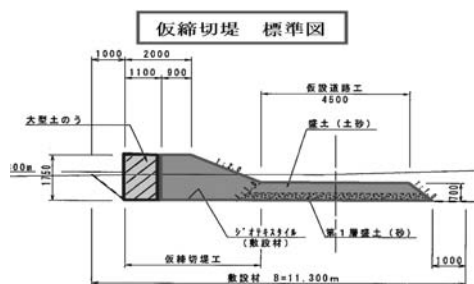


図-2 ため池仮締切堤 断面図



写真-2 ため池上流部湛水域に移動、放流

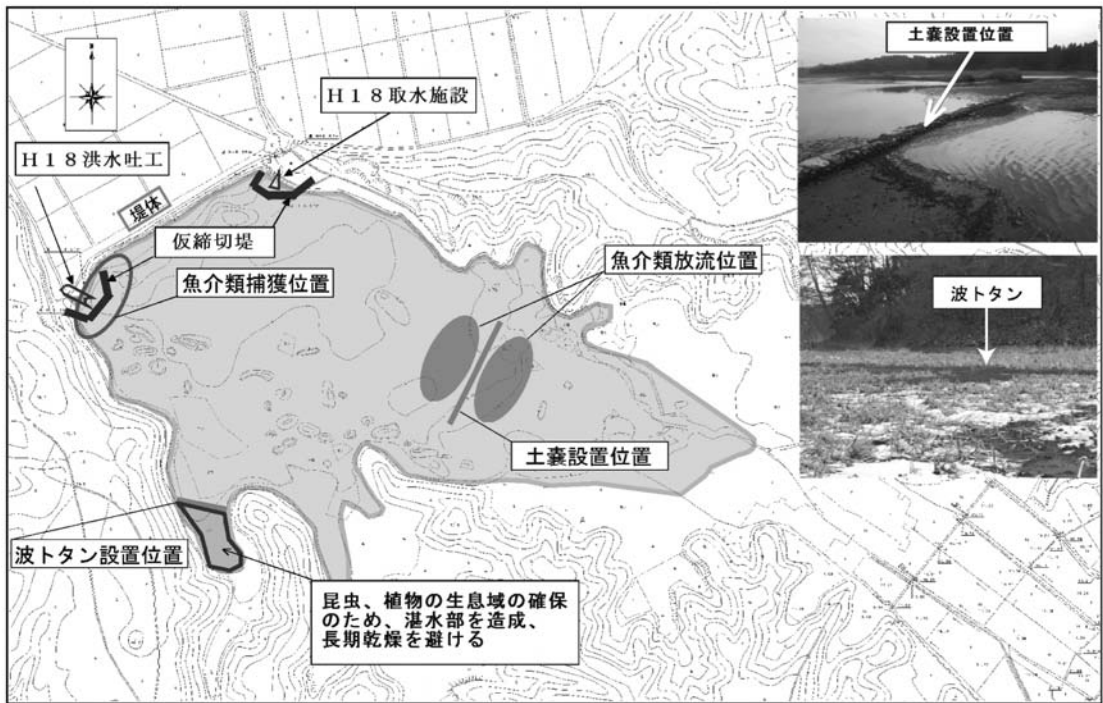


図-3 配慮対策 模式図

表-1 捕獲した魚介類

No.	目名	科名	種名	個体数
1	コイ目	コイ科	コイ	2
2			ゲンゴロウナ	2,063
3			ギンナ	125
4			タイリクバラナゴ	8
5			オイカワ	380
6			モツゴ	75
7			タモロコ	7
8			ニゴイ	21
9		ドジョウ科	ドジョウ	3
10	ザツ目	メダカ科	メダカ	307
11	スズキ目	ハゼ科	ウケゴリ	1
12			トウヨシボリ	11
13			ヌマチチブ	1
14		タイワンドジョウ科	カムルチー	1
計	3目	5科	14種	3,005
1	ニナ目(中腹足目)	タニシ科	マルタニシ	1
2	イシガイ目	イシガイ科	ドブガイ	5
3			イシガイ	1
4	エビ目(十脚目)	テナガエビ科	スジエビ	6
5		アメリカザリガニ科	アメリカザリガニ	1
6		イワガニ科	モズガニ	3
計	3目	5科	6種	17

(表-1) なお、表中のカムルチーは駆除対象外来魚(県内水面漁業調整規則)ではないが、外来種で肉食性のため、採捕したものについては、駆除している。

(2)配慮対策第2：水域の保全の実施

ため池の落水後も、波トタン設置により、ため池上流部に一部湛水域を作り、魚類、昆虫、植物の生息域の確保及び維持を図る。

○配慮対象昆虫

モートンイトトンボ、ガマヨトウ等昆虫類(写真-3)

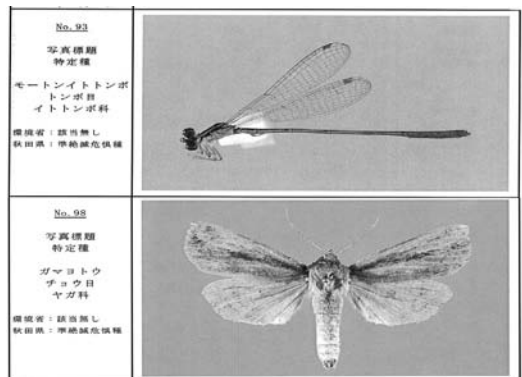


写真-3 主な配慮対象昆虫

関係土地改良区、工事請負者、調査業務請負者及び県山本地域振興局担当者の総勢約30人が、平成18年10月2日の午前9時から午後4時まで作業を行い、魚介類20種、約3,000尾の移動を実施した。

○配慮対象植物（水生植物）

ヒメビシ、タチモ、ムカゴニンジン等植物に対する水域の保全。（写真-4）

- ・タチモ（秋田県準絶滅危惧種）
多年草，50cm内外に成長する。
- ・ヒメビシ（Ⅱ類）
浅い場所に群生する一年生の浮葉植物。
- ・ムカゴニンジン（Ⅱ類）
湿地に生育する多年草。茎は30～100cmに伸長し，白い小さな花を多数付ける。

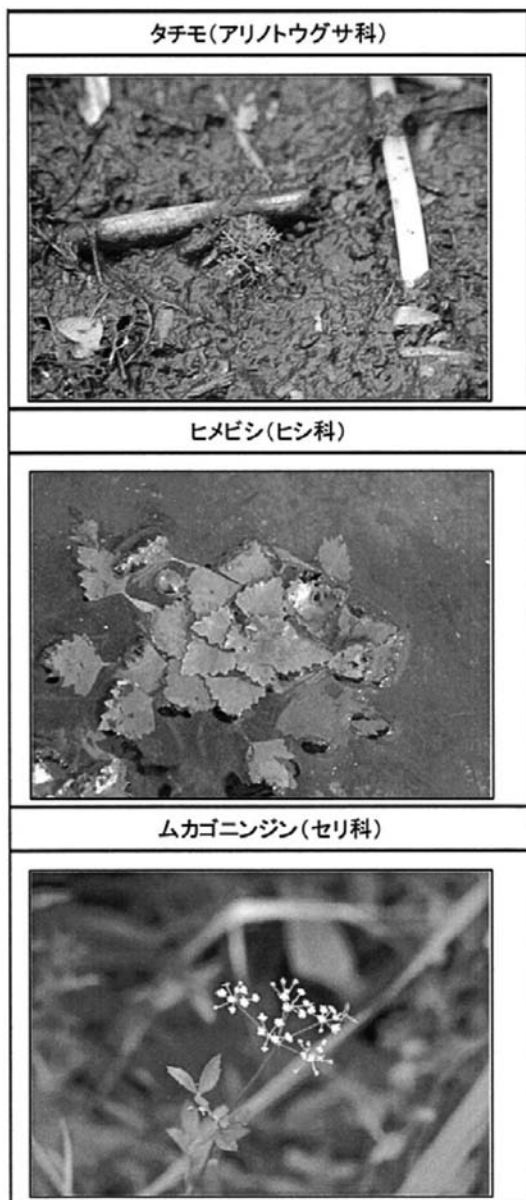


写真-4 配慮対象植物

(3)配慮対策第3：鳥類飛来水域確保及び鳥類継続調査の実施

平成18年秋からの本格的改修工事に伴い，鳥類への影響が少ない施工時期及び配慮工法を採用した。また鳥類への影響を確認するため，平成18年度も継続観測調査を実施した。

鳥類…ガン，カモ類やサギ類等に対する，生息場所確保のため，

- 1) 11月末までに仮締切堤を設置し，湛水深30cm水域を確保する。（図-2，写真-5）
- 2) 2月10日以降は大規模な盛土工事等は実施しない。

上記1)～2)を実施したうえ，工事に伴う影響の有無を確認するための鳥類定点観測調査，渡り鳥個体数調査を実施した。（写真-6）



写真-5 工事仮締切堤と羽を休めるハクチョウ



写真-6 調査状況

本調査では，以下に該当する種（または亜種，個体群）を特定種として指定区分し，調査，分類

している。

- ①「文化財保護法」における天然記念物及び特別天然記念物
- ②「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」の国内希少野生動植物種
- ③「日本の絶滅のおそれのある野生生物」（環境省レッドデータブック）掲載種
- ④「秋田県の絶滅のおそれのある野生生物2002」（秋田県版レッドデータブック）掲載種

定点調査の結果、11日22科49種の鳥類が確認された。平成17年度と比較すると確認種で8種増加したが、平成17年度確認された種で平成18年度は確認されなかった種もあった。これは、渡り鳥等の移動時期のずれなどから生じるものであると推測される。確認されている鳥類相は平成17年度とほぼ同様であり、特に大きな変化は見られない。（写真-7）

確認された鳥類のうち特定種に該当するのは、カンムリカイツブリ、ササゴイ、ダイサギ、チュウサギ、コサギ、オオヒシクイ、ミサゴ、サシバ、イカルの9種であった。カンムリカイツブリに関しては、平成16年度に営巣が確認されているが、平成18年度調査において営巣が再度確認された。7月調査では幼鳥も確認されたため、平成18年度の繁殖は成功したと考えられる。（写真-8）



写真-8 カンムリカイツブリの成鳥、幼鳥

その他の特定種については、営巣等の繁殖行動は確認されず、採餌や休息等が主な利用状況であった。

小友沼ため池で確認されるガン類は、マガン、ヒシクイ、ハクガンの3種で、個体数はマガンとヒシクイが多く、ハクガンは希に確認される程度である。

5. 環境配慮対策の中間結果

平成18年度の鳥類調査について、渡り鳥個体数調査（工事期間中の渡り鳥モニタリングのために行った）結果では、ガン類の飛来は、10月上旬から始まり、翌年1月中旬まで2万羽前後で個体数が



チュウサギ



ササゴイ



コハクチョウ



オシドリ



イソシギ



ミサゴ

写真-7 ガン類、ハクチョウ類以外の鳥類

安定していた。その後一旦減少し、2月上旬から個体数が一挙に増加して、最大で9万羽前後と多くのガン類が飛来した。(図-4, 写真-9)

ハクチョウ類の飛来は、ガン類とほぼ同様の渡り傾向が見られたものの、飛来数がやや少なかった。(写真-10)

小友沼ため池の渡り鳥における大多数を占めるガン類の平成18年度飛来数は、例年に比べて多く(過去8カ年で最大:おとも自然の会資料)、ため池改修工事の影響は無かったものと思われ、工事による環境配慮対策が有効に機能したのではないかと考えている。

なお、飛来数ピークが2月中旬となっているのは、暖冬の影響で結氷がなかったためと思われる。

6. おわりに

小友沼ため池の改修工事は、8月下旬の落水後、11月下旬から12月初旬の渡り鳥飛来ピークまでに主要工事の大部分を終了させ、魚介類、昆虫類、植物類及び鳥類、とりわけ渡り鳥に対する工事の影響を最小限にすることが重要である。

平成18年度は左右両岸部施設構造物の工事であったが、平成19年度は、堤体盛土工事のため施工範囲も大きくなることから、引き続き環境配慮対策、モニタリング調査を実施しながら、環境への影響を最小限にとどめる工事に努めていきたいと考えている。



写真-9 ガン類



写真-10 ハクチョウ類

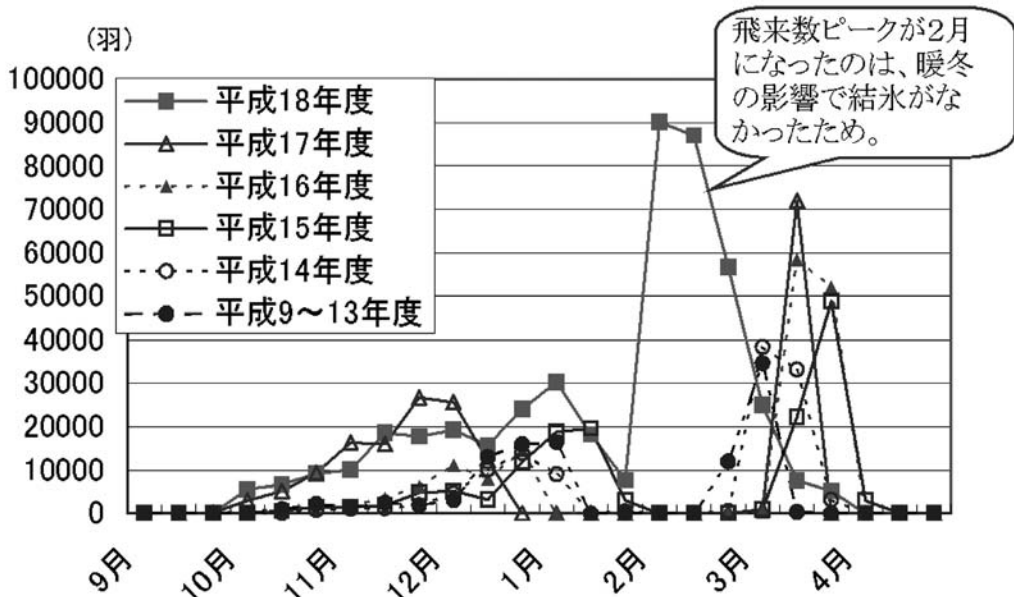


図-4 小友沼ため池におけるガン類の飛来数

環境に配慮した施設の設置位置と維持管理の合意形成

田 中 さやか* 緒 方 英 彦** 服 部 九二雄***
 (Sayaka TANAKA) (Hidehiko OGATA) (Kunio HATTOROI)

坂 根 勇**** 畠 山 正 義*****
 (Isamu SAKANE) (Masayoshi HATAKEYAMA)

目 次

1. はじめに.....	88	3. 結果と考察.....	99
2. 調査方法.....	88	4. まとめ.....	93

1. はじめに

2001年の土地改良法の改正により、農業農村整備事業（以下、「事業」という。）は、環境との調和に配慮して行うことが基本原則となった。このため、事業の対象となる施設においては、施設機能と環境機能という二つの機能が継続的に発揮されることが求められる。そこで重要となるのが、持続的な維持管理である。

著者らは、鳥取県でこれまでに実施された事業の中から三つの地区を対象に、施設における維持管理の現状と地区住民が有する環境や維持管理の意識をアンケート調査し、環境に配慮して整備される施設と地区住民の生活空間の位置関係がその後の維持管理の実態および環境機能の発揮に大きく影響を与えていることを明らかにした¹⁾。

本報告は、鳥取県でこれまでに実施された事業において、環境に配慮して整備された施設の位置がどのような合意形成の中で決定されたのかを事業に携わっている鳥取県職員を対象としたアンケート調査から明らかにし、環境機能を持続的に発揮するための維持管理との関連性について考察したものである。

2. 調査方法

(1) アンケート調査

1) アンケート調査の実施方法

*鳥取大学大学院農学研究科大学院生 (Tel. 0857-31-5396)

**鳥取大学農学部准教授 (Tel. 0857-31-5397)

***鳥取大学農学部教授 (Tel. 0857-31-5396)

****鳥取県農林水産部耕地課課長 (Tel. 0857-26-7319)

*****鳥取県農林水産部耕地課地域農業基盤室室長
 (Tel. 0857-26-7324)

事業に携わっている鳥取県職員に対し、事業の中で配慮した環境、施設設置位置、住民との合意形成、維持管理などに関するアンケート調査を2007年6月に行った。アンケートは、表計算ソフト (Microsoft EXCEL) で作成したアンケートファイルを対象者にメール添付により配布し、回答後のアンケートファイルもメール添付により回収した。また、アンケート用紙による配布、回収も一部で実施した。アンケートの回答状況を表-

表-1 アンケートの回答状況

	件
事業経験(有)	37
事業経験(無)	27
全体	64

1)に示す。

2) アンケート項目

今回実施したアンケート調査の質問項目は、環境に配慮した事業の担当経験の有無を明確にするために、事業の実施を担当した経験者（以下、事業経験者という。）を対象とした質問項目と担当経験の有無に関係しない質問項目に大別した。

[事業経験者への質問項目]

- ①担当した事業の工種について
- ②事業施設の配慮環境について
- ③施設の設置位置について
- ④住民との合意形成について
- ⑤事業後の環境機能の発揮度について
- ⑥事業後の維持管理の十分度について
- ⑦事業後に判断した施設設置位置の適切度について

[全アンケート対象者への質問項目]

- ①農村環境に対するイメージについて
- ②鳥取県内の事業における環境機能の発揮度について
- ③事業後における施設の持続的な維持管理にとって必要なものについて
- ④その他の意見

この内、本報告で取り上げるのは、事業経験者の質問項目に係わるものである。各質問項目の内容は次のとおりである。

- ・担当経験について
(時期、担当段階、事業種別、整備施設)
- ・施設設置位置について
(集落における施設の設置位置)
- ・住民との合意形成について
(施設設置位置の決定理由)
(施設設置位置決定にあたっての住民側の要請項目)
- ・事業後の環境機能の発揮度について
- ・事業後の維持管理の十分度について
- ・事業後に判断した施設設置位置の適切度について

3. 結果と考察

アンケートの結果と考察を以下に述べる。ここで、質問項目には、単記回答と複数回答の2種類がある。複数回答については、複数の回答内容の内一つを主たる回答として記入するよう求めた。

(1)回答者の担当経験内容

回答者のうち、事業経験者の環境に配慮した事業に関する経験内容を図-1に示す。時期については、土地改良法の改正以後の方が多い。担当した計画・設計・実施の各段階については、約半数が実施担当者である。事業種別・施設については、農道を対象とした事業経験者が約4割と最も多い。これは、近年の鳥取県の主要事業として農道整備事業が多いこと、農家の費用負担がないこと、周りを動植物等の自然環境に囲まれていることが多いために事業として取り組みやすいこと、平成3年から事業費の1%の範囲内で環境配慮に関する項目を事業に取り入れることが出来るようになったことといった背景に由来する。

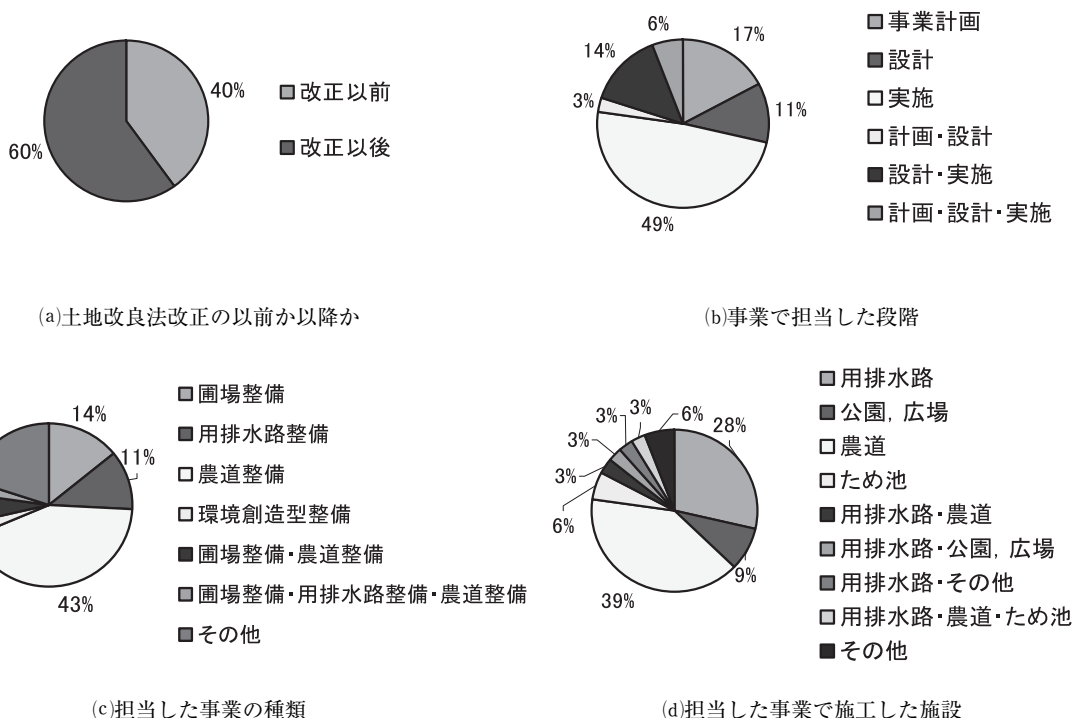


図-1 回答者の事業経験内容

(2)事業対象施設に対する配慮環境

事業で整備した施設に配慮した環境について図-2に示す。生態系という回答が最も多く、次いで景観となっており、親水や伝統・文化という回答はあまり見られない。これは、農道を対象とした事業担当者の割合が高いことが影響しているためと考えられる。

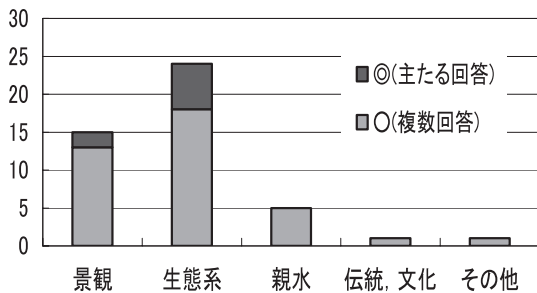


図-2 事業で整備した施設に配慮した環境

(3)事業における施設の位置および用地の取得方法

事業で環境に配慮した施設は集落のどこに位置しているかについて図-3に示す。「端」、「裏手」という回答が過半数を占めている。ここから、事業で設置した施設の多くが集落内において人目に付きにくい場所に位置していることが示唆される。

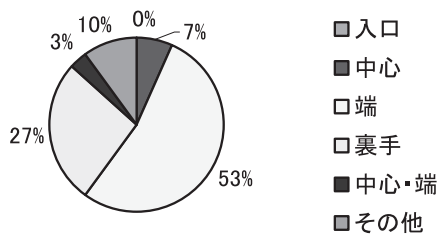


図-3 集落における施設の設置位置

図-4に用地の取得方法について示す。買収によって用地を取得した事業が約半数を占める結果となった。また、無償提供も少なからずあることがわかる。

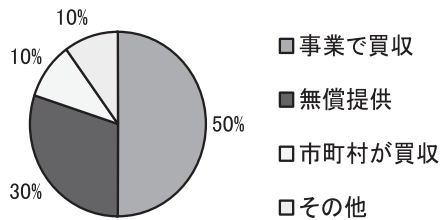


図-4 用地の取得方法

図-3と図-4のクロス集計結果を表-2に示す。事業のための用地は、取得方法に関わらず、集落の「端」、「裏手」という回答の割合が最も高いことがわかる。

(4)事業における施設設置位置の決定

1) 位置の決定理由

事業で環境に配慮した施設の位置を決定した理由について図-5に示す。「動植物の生息空間」という回答が他の回答項目に比べて非常に多い。また、「地域住民の利用性」や「地域外来訪者の利用性」という回答は少ない。このことから、施設設置位置を決定する段階において、施設と住民との関わり易さはあまり考慮の対象となっていないと考えられる。さらに、「維持管理のし易さ」という回答も少ないことから、事業後の施設の維持管理に関しても、考慮の対象としてあまり意識されていないと考えられる。

2) 位置決定にあたっての住民側の要請

事業で環境に配慮した施設の位置を決定するにあたり、住民側が要請した項目を図-6に示す。

表-2 集落における施設の設置位置と用地の取得方法の関係 (%)

集落における施工位置 \ 用地の取得方法	事業で買収	無償提供	市町村が買収	その他
入口	0	0	0	0
中心	0	7	0	0
端	21	14	7	10
裏手	17	10	0	0
中心・端	0	0	3	0
その他	10	0	0	0

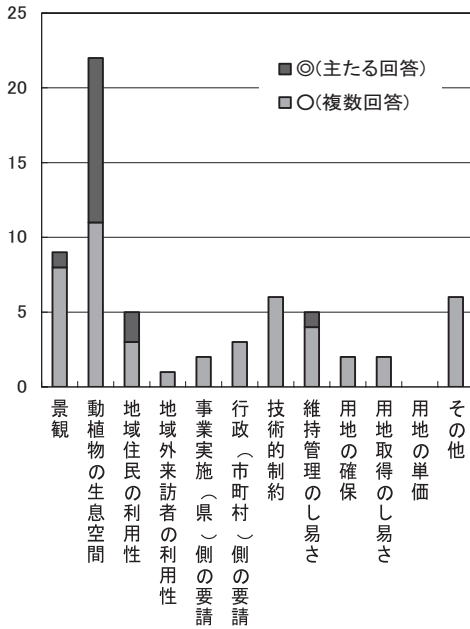


図-5 施設設置位置の決定理由

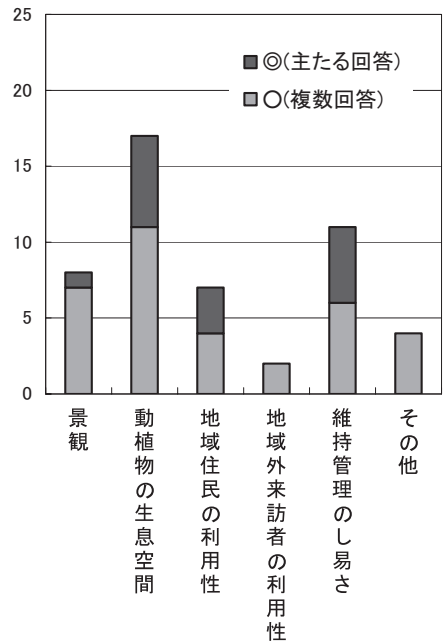


図-6 施設設置位置を決定するにあたっての住民側の要請

最も多い回答は、施設設置位置の決定理由と同じく「動植物の生息空間」となっているが、他の回答項目との差は図-5の決定理由の場合ほど大きくない。また、次に多い回答が「維持管理のし易さ」であったことから、事業実施側である県職員と維持管理側である住民との間には維持管理に対する意識の差が存在し、それによって項目の優先順位に違いが生じていると考えられる。維持管理は、施設に配慮した環境機能を持続的に発揮するために重要な項目であるが、事業後における施設の維持管理のことまでを含めた合意形成は十分に行われていないことが伺える。

さらに、地区住民を対象としてこれまでに行った調査から、地区内における維持管理の状況は、地区の居住者数、農業従事者数、農地面積などの変化に伴って変わる可能性が高いという結果を得ている¹⁾。よって、施設に配慮した環境機能を継続的に発揮するためには、地区住民が事業後の施設をどのように維持管理するかを含めて、事業の計画段階で地区住民と維持管理に関する合意形成を十分に図ることが必要であると言える。

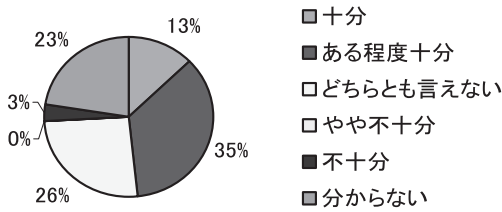
(5)事業実施後の施設の状態

事業実施後における、施設に配慮した環境機能の発揮度および維持管理の十分度の結果を図-7

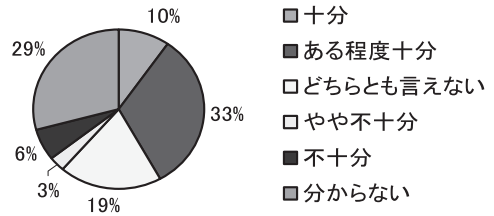
に示す。環境機能の発揮度、維持管理の十分度ともに「十分」、「ある程度十分」という回答が4割以上を占め、「不十分」、「やや不十分」という回答はほとんどない。しかし、両方とも「どちらとも言えない」、「分からない」という回答が半数近く存在するという結果となった。さらに、図-7のクロス集計結果より得られる表-3からは、維持管理の十分度、環境機能の発揮度ともに「ある程度十分」とする回答が多く、事業後の施設の状態はある程度良好であると考えている回答者が多いことが伺える。しかし、ともに「分からない」とする回答も「ある程度十分」という回答と同程度あり、ともに「どちらとも言えない」とする回答もまた多く見られることから、全体的に見ると、事業後の施設の状態の把握はあまり行われていないと考えられる。

(6)事業後に判断した施設設置位置の適切度

配慮された環境機能の発揮度から判断した施設設置位置の適切度を図-8に示す。設置位置が適切であると「思う」、「ある程度思う」という回答が約9割を占め、設置位置は適切であったと考えている回答者がほとんどである。しかし、図-7における環境機能の発揮度、維持管理の十分度に対する回答に比べ、「どちらとも言えない」、「分



(a)環境機能の発揮度



(b)維持管理の十分度

図-7 事業後の施設の状態について

表-3 事業実施後の環境機能の発揮度と維持管理の十分度の関係 (%)

維持管理の十分度 \ 発揮の十分度	十分	ある程度十分	どちらとも言えない	やや不十分	不十分	分からない
十分	10	0	0	0	0	3
ある程度十分	0	23	7	0	0	3
どちらとも言えない	0	7	13	3	3	0
やや不十分	0	0	0	0	0	0
不十分	0	0	0	0	3	0
分からない	0	0	0	0	0	23

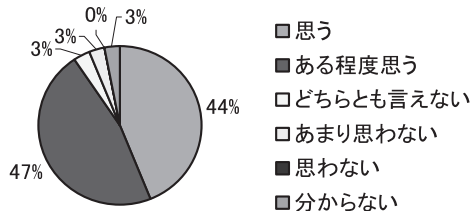


図-8 環境機能の発揮度から判断した施設設置位置の適切度

からない」という回答の割合が非常に少ないことから、設置位置の適切度は、事業後の施設の環境機能の発揮度、維持管理の十分度から判断されたものではなく、事業完了直後の施設の状態で判断されている可能性があると考えられる。

(7)事業後の施設の状態と施設設置位置の適切度の関係

図-7と図-8をクロス集計することで得られる事業後の施設の状態と施設設置位置の適切度の関係について考察する。図-7(a)と図-8のクロス集計結果を表-4に示す。最も割合が高かったのは、環境機能の発揮度は「ある程度十分」かつ施設設置位置は適切であると「ある程度思う」という回答であった。しかし、施設設置位置が適切である

と「思う」、「ある程度思う」という回答において、環境機能の発揮度が「十分」、「ある程度十分」という回答は48%であるのに対し、「どちらとも言えない」、「分からない」という回答は42%と、ほぼ同程度であった。このことから、施設設置位置の適切度の判断は、事業後の施設の状態を把握して判断したものではないと考えられる。

図-7(b)と図-8のクロス集計結果について表-5に示す。表-4と同様に、最も割合が高かった回答は、維持管理の十分度は「ある程度十分」かつ施設設置位置は適切であると「ある程度思う」という回答であった。しかし、この場合においても、施設設置位置が適切であると「思う」、「ある程度思う」という回答の内、維持管理の十分度が「十分」、「ある程度十分」という回答は43%であるのに対し、「どちらとも言えない」、「分からない」という回答は46%と、ほぼ同じ割合であった。このことから、事業後の維持管理状況においても表-4の場合と同じように、施設設置位置の適切度の判断は、事業後の施設の状態を把握して判断したものではないと考えられる。これらのことから、事業位置の適切度の判断は、事業後の施設の環境機能の発揮度や維持管理の状態を把握して判断したものではなく、事業完了直後の施設の状態

表-4 事業実施後の環境機能の発揮度と施設設置位置の適切度の関係 (%)

発揮の十分度 施工位置の適切度	十分	ある程度十分	どちらとも言えない	やや不十分	不十分	分からない
思う	13	16	10	0	0	6
ある程度思う	0	19	13	0	0	13
どちらとも言えない	0	0	0	0	3	0
あまり思わない	0	0	3	0	0	0
思わない	0	0	0	0	0	0
分からない	0	0	0	0	0	3

表-5 事業実施後の維持管理の十分度と施設設置位置の適切度の関係 (%)

維持管理の十分度 施工位置の適切度	十分	ある程度十分	どちらとも言えない	やや不十分	不十分	分からない
思う	10	10	10	0	3	10
ある程度思う	0	23	10	0	0	16
どちらとも言えない	0	0	0	0	3	0
あまり思わない	0	0	0	3	0	0
思わない	0	0	0	0	0	0
分からない	0	0	0	0	0	3

4. まとめ

今回の調査により明らかとなったのは、以下の4点である。

- 1) 事業における施設設置位置は、集落の端や裏手といった人目につく頻度が比較的少ない位置になることが多い。
- 2) 施設設置位置の決定において、最も優先されているのは環境機能面の項目であり、事業後の施設の維持管理面や住民と施設の関わり易さについてはあまり考慮の対象となっていない。
- 3) 事業実施側である県職員と維持管理側である住民との間には、維持管理に対する意識の差が存在し、事業後における施設の維持管理のこまめを含めた合意形成は十分には行われていない。
- 4) 施設設置位置は、適切であると考えている回答者がほとんどであるが、その判断は事業完了直後の施設の状態に基づいており、事業後の施設の状態についてはあまり把握されていない。

以上のことから、施設の持続的な環境機能の発揮については、事業後の施設の状態を把握するための調査を継続的に実施し、維持管理の適切性を評価する必要があると言える。これは、施設の主たる機能である施設機能の維持管理にも繋がることになる。今後の事業における施設の設置位置等の検討については、対象地区の特性を十分に加味

し、配慮する環境だけでなく、その機能を発揮するための維持管理に関しても地区の理解と合意形成が十分図られた上で決定されるべきであると言える。

なお、今回の調査は、鳥取県における農業農村整備事業の実施状況をもとにアンケートしたものであるが、より詳細に結論付けるためには、

- ①農道整備事業の占める割合が非常に高いこと
 - ②環境配慮事業には、施設機能と環境機能の二面性を持つ施設と環境機能のみを持つ施設があること
 - ③施設の管理者は、地区住民と市町村の二者が存在すること
 - ④農業農村整備事業における施設建設の費用負担は、国や県だけでなく、市町村や農家の負担も伴うこと
- 等の事業ごとに異なる多くの要件を踏まえた検討が必要であることを最後に付記しておく。

参考文献

- 1) 田中さやか、服部九二雄、緒方英彦、坂根 勇、畠山正義：環境に配慮した農業施設における維持管理の現状と地区住民の意識、水と土、No.147, pp15-23 (2006)

みず おんじん にしざわしんぞう しだれようすい
～水の恩人～ 西沢真蔵氏と枝下用水

伴 智 明*
(Chiaki BAN)

目 次

1. はじめに……………	94	4. 西沢真蔵氏以後の枝下用水……………	96
2. 枝下用水の前身……………	94	5. 開削後の改良工事と災害……………	96
3. 近江商人「西沢真蔵氏」(図-3)……………	94	6. おわりに……………	97

1. はじめに

枝下用水は、愛知県の中央を流下している矢作川を水源とし、矢作川両岸に展開する豊田市の右岸の約2千ha余の農用地を潤しています。豊田市といえば自動車産業を中心に、工業の街のイメージがあると思いますが、農業が非常に盛んな地域でもあります(図-1)。北部地域では果樹(桃・梨等)を、南部地域では水稲等を主体とした営農が展開されています。

この地域の農業の源である枝下用水を語るためには、近江商人の西沢真蔵氏が大きく関わっていることから話を始めさせていただきます。



図-1 現在の枝下用水かんがい区域

2. 枝下用水の前身

豊田市の南北を縦断するように矢作川が流れていますが、矢作川の右岸地域は矢作川より高台にあるため、この水を使うことができませんでした。

明治六年から豊田市の南東部地域で始まっていた明治用水の工事を見て、北部地域(猿投方面)の農民が矢作川の水を引くことを思い立ち、地元有力者と協力して測量が始まったのが、明治十年でした。

測量工事を始めて、国や県などの援助を受けようとしたのですが受け入れられず、また資金援助も受けられず、明治十二年に中止となりました。

時を同じくして、南部地域(上郷・高岡方面)の農民も明治用水の工事を見て、この台地にも水を引くことを思い立ち、県に援助をお願いしましたが、受け入れられませんでした。

その後、北部地域と南部地域の人々から用水工事の願いが強まり、明治十七年に県の援助を受け、西枝下(旧取水カ所)から、四郷までの二里(約8km)の工事を、越戸村の吉橋丈太郎氏が中心となって開始しましたが、山間地のため大変な工事であったことから、予想以上の期間と費用がかかり、中止となってしまいました。(図-2、写真-1)

3. 近江商人「西沢真蔵氏」(図-3)

明治十九年にこの仕事を引き継ぐ人が出てきました。それは名古屋の時田光介氏ら五人の実業家で、その協力者の一人として大阪を中心に長崎・名古屋など手広く商売をしていた西沢真蔵氏がおりました。

*愛知県豊田加茂農林水産事務所建設課
(Tel. 0565-32-7361 内線314)

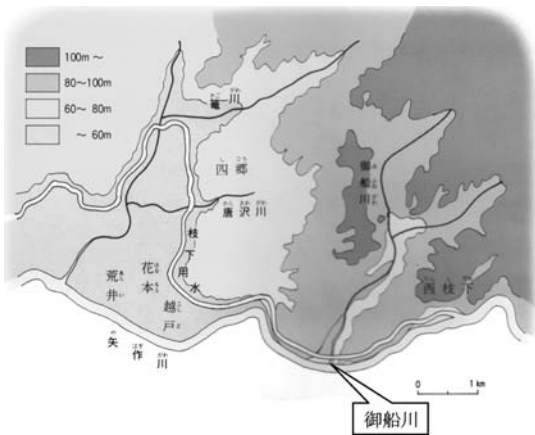


図-2 御船川位置図

石の下には、くりにくいなまの赤松をしきました。



写真-1 御船川を渡る木の樋
開削初期の枝下用水

新たな計画では、北部地域（四郷）から南部地域（高岡）まで水を送るもので、用水完成後は当時のお金で約八千五百円程（当時米一俵二円程）が儲けとなる予定でありました。

工事の計画は、明治二十二年までの四カ年での完成予定でしたが、工事を始めると山間地や台地などの地形条件に加えて明治二十二年九月には大洪水に見舞われる等困難な事態が次々と発生したため、時田光介氏らは用水開削事業から手を引き、西沢真藏氏だけがこの計画を引き継いだのです。

当時、枝下用水は「よだれ用水」とも言われ、作っては壊れ、壊れては直す、の繰り返しでしたが、明治二十七年に枝下用水（幹線・東・中・西用水）を完成させたのです。

完成したものの、水路の決壊によって被害を受ける人や、水が確実に使えるだろうかという不安が農民にあったことなどから、沿線にあるため池

を埋め立てて水田とし、その売却益をもって工事費用の一部を賄うよう予定していた計画も実施出来なくなりました。

- ・予定の倍もかかった工事費用（約六万五千円）
- ・直ぐに壊れる用水路
- ・思いどおりに行かない三つの約束（ため池・山林などの払い下げや水の料金）
- ・用水沿線住民の反対

このため、借金だけが膨れ上がり、身も心も疲れ切っていましたが、相談相手（お金の工面も）として弟（伊三郎氏）や、手足となって働いてくれた堤村の神戸源四郎氏、御船村の澤田虎一氏、平井村の築山源平氏などの地元の農民達が一日でも早く水が来ることを願って工事を手伝ってくれました。なかでも、竹村の鈴木三四郎氏は西沢真藏氏から最も信頼されていました。

「財産を無くし、借金に苦しみ、国のため人のためになる大事業をした。」という誇りが西沢真藏氏を支えていました。

やがて、全ての財産を使い果たしたため、枝下用水の権利を一度売りに出しましたが、明治二十九年には再び買い戻しました。

その後も、洪水とのたたかいが続く中、翌三十年に帰らぬ人となりました。

「非常にたくさんの財産を無くしたけれども、用水の水が通って、見渡す限りの荒れ地が良い田に変わっていけば、国の富が増えたことになる。それが、無一文になった私のせめてもの慰めである。」という言葉を残しています。



図-3 西沢真藏氏（1844 - 1897）

4. 西沢真蔵氏以後の枝下用水

明治三十年に西沢真蔵氏が亡くなった後、東京の実業家河村隆実氏が明治三十二年に枝下用水を買い取り、枝下疎水開墾株式会社を作り、水路の改修を始めましたが西沢真蔵氏と同じ苦しみが待ち受けていました。

特に明治十三年に完成した明治用水との水争いが続くなか、明治三十四年枝下用水の取水口にある「牛わく」の一部取り壊しを下流にある明治用水の農民から愛知県知事に要請され、「取り壊しの命令」が七月に発せられました。この時農民や野次馬等で五千人ほどに膨れあがり、事態収拾のために警察も出動し、各村からの応援者を村から出さない様な事も始め、二十日から始まった取り壊し騒動は二十三日の朝まで続き、取り壊されました。

牛わくが取り壊されてから農民達はみんなの力をひとつにして、枝下用水をもっと立派なものにしようと立ち上がりました。そしてお金を出し合って「組合をつくろう。」との話が進み、又河村氏も手放したがっていたため、明治三十五年に「枝下用水普通水利組合」が設立され、農民達による組合が出来上がりました。

これにより、利益を求めない分、用水工事に資金を使うことが出来たため、少しずつ改修が進みました。一方では、明治用水との水争いが続いていることから、「枝下用水と明治用水の二つの用水が一つになれば。」との話が持ち上がり、大正十五年に二つの組合が一つとなり「明治用水普通水利組合」となりました。

ちょうど同じ頃に、三河水力電気（現中部電力）が矢作川を堰止めして水力発電の計画が持ち上がり、「ダムで水量調整して水を分けあえば、争いもなくなる。」との話し合いもあり、越流型直線重力式コンクリートダム（越戸ダム）が、堤高H=22.8m、堤長L=120.3m、最大出力9200kwの規模で昭和4年に完成しました。

この完成と同時に、枝下用水の取水も越戸ダムに依存することとなり、安定した取水管理ができるようになり、又組合が一つになったことから、以降、水争いは起こらなくなりました。

5. 開削後の改良工事と災害

昭和に入り、枝下用水は被災と改良との繰り返しにより徐々に近代的な施設へと姿を変えてきました。

近代的施設への改良工事は、大きく分けて4期になり、県が事業主体となって進められました。

- ・第1期（昭和7年～9年）
籠川の伏越（サイホン）工事及び幹線護岸工事
- ・第2期（昭和12年～34年）
全線の幹線及び支線の用水路改修
- ・第3期（昭和39年～62年）
全線の水路改修と放水施設5カ所と監視制御システム
- ・第4期（平成元年～17年）
分水池下流のパイプライン化と水管理システム（写真-2）

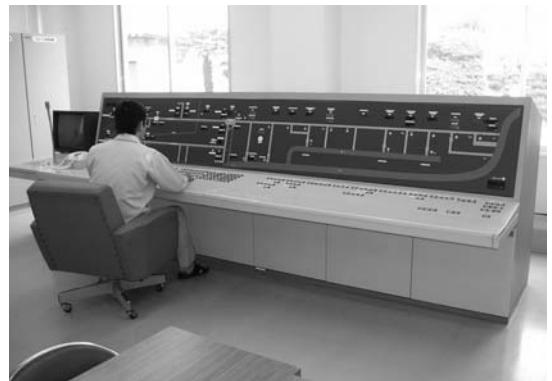


写真-2 現在の水管理システム

枝下用水では、用水としての機能の他に周辺の高台からの排水も受けもち、大雨時には用水を止め排水専用水路として重要な機能を発揮しています。しかし、流域開発などで排水が増したために、近年水害と常に隣り合わせとなっています。過去の大きな災害は、以下のとおりです。

- ・昭和28.7水害 …………… 水路決壊 29カ所
浸水家屋 200戸
- ・昭和47.7水害 …………… 水路決壊 23カ所
浸水家屋 3,602戸

特に47水害は、枝下用水開削以来の最大の災害となりました。（写真-3、4）

県では、直ちに県営災害復旧事業を実施するとともに、事業実施中の県営事業の計画変更により、用排水対策を進めました。



写真-3 水につかった国道248号
(十塚町) (47.7)



写真-4 水につかった国道248号
(十塚町) (47.7)

○47.7災害復旧事業の概要

- ・事業費 約27億7千万円
- ・工期 昭和47年～49年
- ・放水工新・増設……5カ所
- ・水路決壊の復旧……L=6km (根川含む)

○県営かんがい排水事業の計画変更 (昭和49年)

- ・放水工新設…1カ所

こうした水害対策が功を奏し、増設された放水口を結ぶ集中監視システムが稼働した昭和62年以降、平成12年の東海豪雨を含む幾多の大雨においても、枝下用水の信頼を損なう水害は起きていません。

施設の改良が進んだ一方で、枝下用水周辺の宅地等の開発が進み、生活雑排水が流入して農業用水の水質悪化が進行しました。このため、用排水を分離するの必要に迫られ、東西分排水の下流から、各支線級までのパイプライン化（水質保全対策事業）や、末端水路のパイプライン化（かんがい排水事業水管理改良型）の計画を立て、平成元年度から順次着工しました。これらの事業も平成17年度に完成し、パイプライン化したことにより、西

沢真蔵氏が心血を注いだ枝下用水は、近代的農業用水施設へと大きな変貌を遂げました。

○水質保全対策事業（枝下用水・枝下用水二期・枝下用水西・枝下用水東の4地区）

総事業量 L=41km余（パイプライン）
総事業費 179億円余

○かんがい排水事業（枝下地区）

総事業量 L=106km弱
(パイプライン+水管理改良施設)
総事業費 37億円弱

また、幹線を除く支線級の殆どが沿線住民の憩いの場としての緑道として開水路のパイプライン化によって生み出された用水路敷地を利用して上部利用を行うための事業に着手し、平成18年度までにL=16.8kmの整備が進められ完成しました。(写真-5)



写真-5 農村自然環境整備事業豊田南部地区による住宅周辺上部利用 (豊田市高岡町)

6. おわりに

西沢真蔵氏を語ることが、枝下用水の歴史の大部分を語ることとなります。西沢真蔵氏を讃えた碑は、豊田市内に十一カ所 (図-4)、また滋賀県八日市の瓦屋禅寺にも建立されています。是非、探訪して頂きたいと思います。

現在は、先人の功績や、水路の多面的な役割などを次世代に引き継ぐために枝下用水を大切に保全し、地域ぐるみで如何に管理していくかが重要な課題となっています。

また、パイプライン化されなかった上流部分については、多く地域の排水機能をも有していることから、どのような改修が望ましいか現在、検討

が進められていますが、早急な対応が必要となっております。

枝下用水土地改良区は、平成18年4月に豊田市内の11土地改良区と合併し豊田土地改良区となりました。

組合員 10,430人

受益面積 3,882ha

今後、益々の発展を願うものであります。

参考文献等

しだれ用水 通水百年記念誌

47・7豪雨災害 農地災害復旧リポート

(主として西三河山間部)



図-4 市内の西沢真蔵の碑

平成19年度農業土木技術研究会研修会レポート

「機能診断に係る新技術の開発」

～農業水利施設の的確なストックマネジメントを目指して～

編集事務局

平成19年度の農業土木技術研究会研修会は、平成20年1月23日に東京都千代田区の科学技術館において全国から約290名の参加者を得て開催されました。

その概要について以下に報告します。

1. 研修会の概要

1. 研修日時 平成20年1月23日（水）10：00～16：30
2. 場 所 科学技術館（サイエンスホール） 03-3212-8485
東京都千代田区北の丸公園2-1 （交通）地下鉄東西線「竹橋」徒歩7分
地下鉄半蔵門線「九段下」徒歩10分
3. プログラム
 - 10：00 開会挨拶 農業土木技術研究会 会長 太田 信介
 - 10：10 研究会賞授与式
 - 10：30 スtockマネジメントの概要と課題
農村振興局 水利整備課 施設管理室 課長補佐 杉山 一弘
 - 11：10 水力発電所土木設備の維持管理技術
東京電力株式会社 電力流通本部 工務部 工務土木グループ
グループマネージャー 赤松 英樹
(代理出席) 袖山 隆行
 - 11：50 (昼 食)
 - 13：00 スtockマネジメント実務の推進と今後の課題について
関東農政局 利根川水系土地改良調査管理事務所 保全対策センター
技術調整課長 栗田 徹
 - 13：40 PC管本体の劣化事例と調査・診断手法の検討状況
(独)水資源機構 総合技術推進室 水路グループ長 伊藤 保裕
 - 14：20 弾性波を用いた非破壊診断技術によるコンクリート構造物の現況調査について
iTECS技術協会 副理事長 境 友昭
(アプライドリサーチ株式会社 代表取締役)
 - 15：00 (休 憩)
 - 15：10 サーモグラフィ法による構造物診断
TVS構造物診断研究会 特別委員 小出 博
(株式会社ニコンシステム 第三システム本部 営業部 担当部長)
 - 15：50 農業用水路の調査診断技術の研究開発
(独)農研機構 農村工学研究所 施設資源部 水利施設機能研究室
主任研究員 森 充広
 - 16：30 閉会挨拶 農業土木技術研究会 理事 小林 祐一



写真-1 太田会長の開会挨拶

II. 研究会賞授賞式

研修会に先立ち、昨年度に掲載された優秀と認められる報文について、「企画・計画部門」、「設計・施工部門」において第37回農業土木技術研究会賞、奨励賞の表彰を行った。

今年度の研究会賞、奨励賞については、会誌「水と土」146号～149号に掲載された報文52編について、まず、全国より任意に選出された150名の一般会員による投票を行い、その結果について、24名の編集委員で構成する編集委員会で、①執筆者が会員かどうか、②報文内容が技術情報発信に優れているかどうか、③今後の事業展開に大きく貢献する内容かどうか、等について審査を行い、一般会員による投票に編集委員の投票を加算し、その得票総計に基づき、最も得票数の多かった報文を「研究会賞」、得票数が次点のものを「奨励賞」として選考した。

今回表彰の報文名の執筆者、選考理由は次の通り。

【企画・計画部門】

○研究会賞

「機能診断のための非破壊試験法の課題と現場適用に向けた実証調査
—シュミットハンマーの有効利用に関する研究—」（148号掲載）

野口 恵二 東海農政局 土地改良技術事務所

米山 元紹 北陸農政局 佐渡農業水利事業所（前任 東海農政局 土地改良技術事務所）

〔選考理由〕

本報文は、農業水利施設で多く用いられているコンクリート構造物の強度を、非破壊試験法の一つであるシュミットハンマーを用いて調査する場合の、留意事項や現場適用可能な方法について紹介したものである。

コンクリート開水路の実証調査を通じて、非破壊試験法の課題とその処理方法が明瞭に示されており、今後、コンクリート構造物の機能診断を進める地区に対して、簡便な調査により精度の高い物性値を得るうえで非常に参考となる技術内容となっていることから、本年度の企画・計画部門の研究会賞として選定した。



写真-2 表彰式の模様

○奨励賞

「頭首工の性能規定化に関する考察」(146号掲載)

北田 二生 東海農政局 整備部 水利整備課
齋藤 雅敏 東海農政局 宮川用水第二期農業水利事業所
米山 元紹 北陸農政局 佐渡農業水利事業所(前任 東海農政局 土地改良技術事務所)

[選考理由]

本報文は、頭首工の性能規定化を目指して、既設頭首工の管理情報から頭首工の機能と性能を仮定し、施設の補修履歴、管理実績、機能診断結果、技術基準等との照合により、機能、性能を検討した内容について紹介したものである。

検討の過程、内容が補修の頻度や費用の実績に基づき詳細に解説され、また複数の頭首工の管理実績での検証作業結果が示されており、このことは、他の農業水利施設にも応用可能となる技術内容と考えられることから、本年度の企画・計画部門の奨励賞として選定した。

【設計・施工部門】

○研究会賞

「大規模地震動に対する豊川用水盛土水路の耐震性能と照査手法の検討」(148号掲載)

高上 昌也 (独)水資源機構 豊川用水総合事業部
笠井 泰孝 (独)水資源機構 豊川用水総合事業部
細山田 真 (独)水資源機構 豊川用水総合事業部

[選考理由]

本報文は、開水路盛土区間の耐震補強に当たり、施設重要度の評価、重要度に応じた耐震性能や、耐震性能の照査手法の体系的な整理、技術検討について紹介したものである。

地震時における盛土開水路の変状量を静的解析法により定量的に把握する簡易推定法の検討アプローチは、他の水路の耐震補強を検討する際にも応用可能なものと考えられることから、本年度の設計・施工部門の研究会賞として選定した。

○奨励賞

「菜切谷池堤体改修における砕・転圧盛土工法の設計・施工法

－固化処理した底泥土による老朽ため池堤体の補強と漏水防止対策－」(149号掲載)

福島 伸二 (株)フジタ土木本部
佐々木義浩 宮城県 大崎地方振興事務所
佐藤 健作 宮城県 仙台地方振興事務所
谷 茂 (独)農研機構 農村工学研究所 施設資源部

[選考理由]

本報文は、老朽ため池に堆積した底泥土を固化処理することにより、所用の強度と遮水性を有する築堤土を人工的に製造し、効果的な堤体改修とコスト縮減が可能な砕・転圧盛土工法の施工事例を紹介したものである。

同工法の設計、施工法から品質管理までの過程が、事例に基づき詳細に説明されており、今後、同工法のため池改修の採用等を検討する地区において参考となる技術内容となっていることから、本年度の設計・施工部門の奨励賞として選定した。

Ⅲ. 講演の概要

講演に先立ち、太田農業土木技術研究会会長より、研究会への参集に対する謝意表明と研究会の取り組みの説明後、今回の研修会テーマについて

「今回のテーマであります「機能診断に係る新技術の開発」ですが、ご承知の通り、土地改良事業等に

より造成された基幹的な農業水利施設は、ダム、頭首工、用排水機場等が全国で約7千ヵ所、農業用排水路が約4万5千kmの延長に上っており、安定的な食料供給に欠かせない重要な社会資本ストックが形成され、末端施設まで含めれば約25兆円の資産価値との評価もなされています。

食料・農業・農村基本計画には、これら既存ストックの有効活用の観点から農業水利施設等の長寿命化を図り、ライフサイクルコストを低減することを通じ、効率的な更新整備や保全管理を図る「ストックマネジメント」を充実することが重要施策として位置付けられています。

本年度より農業水利施設のストックマネジメントが本格的にスタートしました。機能診断等における技術的課題は多く、特に、現場での取組においては、埋設構造物や高所に位置する施設であるため、容易に機能診断作業ができない等の実務上の課題が山積しています。

このような状況から、ストックマネジメントの最新状況を押さえつつ、機能診断を安全かつ効率的に実施していくための即戦力となる新技術の整理・普及は意義あるものと考え、本日の研修会では、「機能診断に係る新技術の開発」を研修テーマとさせていただきました。

本日は7名の講師の方々、施策の展開方向、それぞれの現場における取組、ストックマネジメントに関する専門分野からの講演をお願いしております。

特に、今回のテーマに関連して、発電設備において先駆的・先進的な取り組みを行っている東京電力株式会社の工務土木グループの袖山様をお招きし、水力発電所土木設備に対する取り組みについての御講演を頂く機会を設けさせていただいております。

農業水利施設のストックマネジメントの安全かつ効率的な推進に向けて、様々な機能診断技術の開発が進められているところですが、今回紹介させていただく実例等が、今後の各現場での取り組みの参考となれば主催者として、これに勝る喜びはありません。」との挨拶がなされました。

◇個別の講演の発表要旨を以下にまとめます。

1. ストックマネジメントの概要と課題

杉山講師からは、ストックマネジメントの基本となる考え方と、予算制度、及び技術的課題と今後の技術者の役割について講演がなされた。講演の要旨は以下のとおり。

ストックマネジメントの考え方はかなり普及してきたが、機能診断を行うことがストマネだと理解されている場合があるなど、必ずしも正しい認識として普及していない場合も多い。本日はこの点を再度確認して頂きたい。

ストックマネジメントは、「マネジメント」であり、日本語で言う「管理」よりも「経営」に近い意味である。診断したり、補修をしたり、補強をするといった「行為」ではなく、既存施設を有効に活用してライフサイクルコストを縮減するためにはどうすればよいかを「考える」ことである。それは、誰にも正解が分からない問題について、最もベターな回答を「決める」プロセスでもある。

例えば、機能診断の対象となる施設は、その種類、建設の時期、設計条件、荷重・土質・地下水・気温・日照・水質など、様々な環境条件まで含めると、一つとして同じものはない。一体何を調べればよいのか。調べた結果をどう評価して、どんな意志決定をするのか。過去の経験則などから一定の答は存在するだろうが、唯一絶対の対応というものは存在しない、ということである。農業水利施設を新設する場合



写真-3 杉山講師の講演状況

は、計画基準や設計基準から、現地にあった仕様を特定できれば、誰が行っても同様に成果が得られたわけだが、今後は基準の性能規定化の流れとも相まって、とるべき選択肢の幅が格段に広がっているのである。良い取り方をすれば、これは技術者が判断すべき対応方策の自由度が増したともとることができる。簡単な課題ではないが、やり甲斐があるとも言えるのではないか。

しかし、それでも基礎的な技術はまだ未熟であり、今後は現地での適用を通じた技術の高度化が必要となる。そのための有効な手段の一つは、様々な検討プロセスや対策工法の実施事例など、個々の取組の成果を技術者の間で共有することである。このため、積極的な情報発信を行っていくことが重要である。

2. 水力発電所土木設備の維持管理技術

今回の研修テーマに関連して、発電設備において先駆的・先進的な取り組みを行っている東京電力株式会社電力流通本部工務部工務土木グループの袖山様をお招きした。袖山講師からは、水力発電所土木設備の点検・診断技術及び電力設備総合管理システムについて講演がなされた。講演の要旨は以下のとおり。

東京電力(株)が所有する水力発電所(161箇所)の水路延長は約780km、水圧鉄管延長は約70kmにもおよび、建設後50年以上経過したものは約8割を占めている。

これら老朽設備の維持管理に当たっては、設備点検の結果に基づき現場技術者が設備劣化の程度を判断し、設備改修を実施している。しかし、特に水路トンネルは建設年代が古く、線状の地下構造物であるがゆえに設備や周辺地山に関して不確定な要素が多いことに加え、目視判定による要素が多いため客観的かつ適切に健全度を評価することが難しい。

このため、水路トンネルに関する保守管理業務の的確化、効率化を図ることを目的として、健全度評価業務などを支援する水路トンネル管理支援システムを開発し、活用を図っている。また、水圧鉄管についても診断精度の向上、作業の効率化などを目的として水圧鉄管板厚測定ロボット等の機械化の取り組みも行っている。

一方、日常の設備管理において、従来、当社は時間計画保全の考えに基づき点検補修を行ってきた。この場合、点検は保有している多大な設備に対して、一律して定期的実施するため、それに要する労力は膨大なものとなっている。また、補修に関しては、点検者の経験により時期、規模を決めており、定量的な根拠に若干欠けるため、往々にして安全サイドの過剰な補修をする傾向がある。

このため、点検業務の効率化を目指して『信頼性重視保全』(RCM: Reliability Centered Maintenance)の手法を用いて、設備部位の重要度や劣化・変状の分析を行うことにより時間計画保全から状態監視保全並びに事後保全にシフトを図り、必要最低限のものを重点管理する方向に向かう取り組みを行っている。また、このようにして得られた点検結果や診断カルテ、設備諸元などの情報を一元管理するために工務設備総合管理システムを構築し、業務効率化の取り組みを行っている。

3. スtockマネジメント実務の推進と今後の課題について

栗田講師からは、Stockマネジメント実務の進捗状況と、これに伴い浮上してきた今後の課題等について講演がなされた。講演要旨は以下のとおり。

保全対策センターでは、Stockマネジメント実務の推進に資するため、平成18年度までの3年間で、①



写真-4 袖山講師の講演状況

基本フレームの構築，②ストックマネジメントマニュアルの作成，③データベースの構築を行ったところ。

平成19年度から全国で国営造成全施設の機能診断を行うこととなったが，これに対応して，保全対策センターとして現地合同調査・意見交換会を実施し，実際の劣化傾向の把握や機能診断実施の際の課題等の抽出を行っているところ。

その成果の一部として，現地で見られた劣化のうち特徴的な劣化として，①アルカリ骨材反応，②凍害，③摩耗・風化の劣化事例を写真で示し，施工条件や周辺環境等の諸条件や施工時期などを踏まえた劣化傾向のとらえ方等を紹介した。

また，今後の検討課題として，①不可視施設等の簡易調査方法及び費用対効果の観点からの調査の簡易化（調査段階），②シュミットハンマー強度の適用性及び摩耗・風化の評価（評価段階），③単一劣化曲線の適用限界（予測段階），④対策工法と耐用年数（工法検討段階），⑤データ蓄積を踏まえたリスク評価によるLCC低減及び間接対策・ソフト対策による長寿命化（LCC検討段階），をそれぞれの課題項目として挙げ，今後求められる技術や，対応方針の方向性等の提示を行った。

このように，ストックマネジメントは発展途上の技術であり，保全対策センターでは今後も継続して全国の調査管理事務所で実施される施設の機能診断や機能保全対策等のフィールドデータを収集・分析・評価していくこととしている。ストックマネジメント技術の向上は，各施設の劣化状況がそれぞれ全く異なることなどから，各現場の技術者の技術向上にかかるところが大きい，保全対策センターとしても全国の成果を現場にフィードバックさせることなどにより，今後の農業土木技術の中核を担うストックマネジメント技術の確立・継続的向上に資するよう努力していきたいと考えている。

4. PC管本体の劣化事例と調査・診断手法の検討状況

伊藤講師からは，水資源機構におけるPC管の劣化事例及び管本体の劣化に関する調査・診断手法の検討内容について講演がなされた。講演要旨は以下のとおり。

水資源機構が管理しているPC管では，埋設年数の経過に伴い，埋設箇所周辺の地下水や土壌に含まれる侵食性因子等により，管本体の劣化が進行し，管本体が破裂して大規模な浸水被害，地表面の陥没などに至る事例が顕在化しつつある。

このため，水資源機構では，独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所と新技術研究開発組合（代表者株式会社ダイヤコンサルタント）の3者による官民連携新技術研究開発事業との共同研究として，現地においてPC管の劣化状況の調査を行うとともに管本体の破裂を未然に防止するための調査・診断手法の確立に向けた取り組みを行ってきた。

これまでの調査から，PC管本体の破裂は，地下水や土壌に含まれる侵食性遊離炭酸等の侵食性因子により，カバーコートが中性化・薄肉化してPC鋼線が発錆・破断し劣化に至る場合と，継手部からの漏水によるカバーコートの洗掘（損食）に起因してPC鋼線が発錆・破断し破裂に至る場合とが考えられる。



写真-5 栗田講師の講演状況



写真-6 伊藤講師の講演状況

これらの劣化は、いずれの場合も管外面から進行するため、これまでは、劣化状況の確認・診断は、試掘調査により管外面の状況を直接確認する手段を用いてきたが、この手法では、機構が管理する111kmものPC管の全線調査は、現実的に不可能である。

このため、管内からの非破壊調査による調査・診断手法を検討し、その結果、超音波法と電磁誘導による調査法を併用する手法を採用することとし、その有効性を確認しているところである。今後は、非破壊調査手法を含むPC管本体の劣化に関する調査・診断手法について、引き続き継続的にデータを蓄積することで適宜見直しを行い、より精度の高い調査・診断手法の確立を図りたいと考えている。

5. 弾性波を用いた非破壊診断技術によるコンクリート構造物の現況調査について

境講師からは、農業水利施設を含むコンクリート構造物の非破壊診断技術の概説、計測理論、応用事例について講演がなされた。講演要旨は以下のとおり。

コンクリート構造物の圧縮強度を非破壊的手段によって推定しようとする技術のうち、リバウンドハンマ法、表面弾性波速度法および機械インピーダンス法を取り上げ、その理論的背景と測定原理、また原理を実際に適用する上での問題点について概説する。また、既設構造物を対象として強度推定を行う場合の問題点、特に表層部の劣化



写真-7 境講師の講演状況

による測定技術の適用限界、について論議し、調査速度などの観点からも、機械インピーダンス法が他の方法に優れることを説明する。この根拠として、コンクリートの1軸圧縮強度と測定法によって得られる指標値（コンクリート表面のパネ係数度）の相関が高いこと、指標値の広がり幅が大きく、圧縮強度を推定するときの誤差が小さいこと、を挙げる。

さらに、機械インピーダンス法による測定装置（コンクリートテスタ）では、打撃されて弾性変形したコンクリート表面の弾性反発側（コンクリートがハンマを押し戻す時）の機械インピーダンスを分離して測定し、表面劣化が強度推定に及ぼす影響を最小化する技術について紹介する。

コンクリートテスタではハンマの打撃力波形が得られるが、この打撃力の時間波形を元に、農業用水路などの既設コンクリート構造物の表層骨材剥離、表面の塑性化、セメントペースト分の流失などの問題点を解析する方法について触れ、コンクリート表面劣化の影響を受けたデータを除外して圧縮強度を推定する方法を提案する。

6. サーモグラフィ法による構造物診断

小出講師からは、コンクリート構造物における表面の剥離、背面空洞等の変状を、コンクリート面の温度分布により診断する遠隔・非接触調査法について講演がなされた。講演要旨は以下のとおり。

コンクリート構造物の内部を非破壊で探査する方法はコンクリート構造物のメンテナンスをする上で不可欠のものとして考えられる。コンクリート表面から深さ10cm迄の表層部について赤外線サーモグラフィを利用することによって遠隔かつ非接触でコンクリートの性状を観察することができる。赤外線サーモグラフィの原理はコンクリート物体から放射される波長帯3～5 μ m又は8～12 μ mの赤外線量を計測しコンクリート物体の温度分布を計測する方法である。コンクリート構造物の劣化要素の内、表層部の剥離や

法面部の背面空洞，滞水等はコンクリート表層部の温度変化をもたらす。赤外線サーモグラフィ法はこのようなコンクリート表層部の温度に関連付けられるコンクリートの劣化状態を検知する方法である。長所として遠隔（1～100m程度）から非接触で点検・調査できる方法である。また平面的な熱分布を可視化して観察できることも大きな特徴としている為，劣化部の形状等が推察できることも利点となる。

構造物診断では1990年頃から法面の背面空洞及び空洞内滞水の調査に利用している。また2000年頃からコンクリート表面の浮きや剥離の点検として広く利用されている。近年構造物に用いる材料の複合化に伴いコンクリートの劣化性状と表面温度の関連についての研究が活発になり新たな利用についても発表されている。赤外線サーモグラフィを利用する場合，多くはコンクリート構造物自体が太陽光等の外部からの熱要因を受け蓄熱した熱分布を計測し劣化診断するパッシブ法が用いられている。このことは気温・風力・風向等の天候条件に大きく影響を受けるので点検・調査に当たっては条件を良く理解した上で利用しなければならない。より正確な調査診断では他の非破壊検査結果と複合的に利用する必要がある。



写真-8 小出講師の講演状況

7. 農業用水路の調査診断技術の研究開発

森講師からは，レーザー，CCDラインカメラによる農業用水路の効率的な調査技術及び水理機能診断のための研究事例について講演がなされた。講演要旨は以下のとおり。

ストックマネジメントにおける機能診断の技術的課題として，①効率的な調査技術の開発，②機能診断によって得られる変状と性能低下との関連の解明，③性能低下の予測手法の開発，を示し，これらの対策に向けた農村工学研究所の取り組みの一例について紹介した。

効率的な調査技術の開発においては，官民連携新技術研究開発事業によって開発したレーザー光による水路トンネルの壁面連続画像撮影技術，CCDラインカメラによる開水路の壁面連続画像撮影技術の概要と実証試験の結果を報告した。実証試験においては，機能診断で必要とされる0.2mm幅のひび割れまで確認できること，また，時速0.5～1kmの速度で迅速な高精度のデジタル目視情報が得られることが示された。断水時間が短い農業用水路での活用が期待される。

また，変状と性能低下との関連の解明においては，農業用水路特有の劣化現象である摩耗を対象に，そのメカニズム解明に向けた研究の動向，農業用水路の要求性能のひとつである水理性能の照査に向けた粗度係数測定方法に関する考察，そして現地農業用水路の摩耗形状から粗度係数を推定するための技術開発の状況を報告した。摩耗の発生メカニズムについては，長期間供用された農業用水路のコア採取の分析結果から，セメント硬化体を形成しているカルシウムが溶脱していることが分かった。補修材料等の粗度係数を求めるための水理実験では，現地に応じた水理条件で計測をする必要があること，フルード数0.2～0.4程度で安定した粗度係数が得られることを示した。

最後に，現在行っている研究テーマとして，断水できない水路トンネルやサイホンの調査技術の開発状



写真-9 森講師の講演状況

況、大規模開水路の地震リスクを考慮した簡易耐震機能診断指針の作成状況、補修・補強材料の複合劣化促進試験による耐久性評価技術の開発への取り組みを紹介した。

Ⅳ. まとめ

各課題の講演後、農業土木技術研究会の小林理事より、参加者及び講師に対する謝意が表されるとともに、「本日の研修会につきましては、農業土木技術者の不断の努力の積み重ねによって造成されてきた農業水利施設の蓄積に対し、これを適切に保全・管理していくための機能診断を安全かつ効率的に実施していくため、実用性の高い新技術や取り組み事例の整理・普及が必要と考え、「機能診断に係る新技術の開発」をテーマに開催させていただきました。

本日、農業土木以外の分野からの先進的な取り組み事例もありましたが、日本の農業・農村の基盤として活躍されている全国各地の農業土木技術者にとって、大いに参考にすべきところでもあり、一方で我々のフィールドでの特徴を十二分に踏まえながらより発展させていくことが重要であると感じております。

平成19年3月にストックマネジメントの基本的考え方や現場での実施方法の枠組み等が「農業水利施設の機能保全の手引き」としてとりまとめられ、本年度より5ヶ年間で全ての国営造成土地改良施設の機能診断が行われることとなりました。今後、機能診断をはじめとしたストックマネジメントの取組を普及・推進するとともに、技術水準の確保・向上に努めて参りたいと考えております。

さて、当研究会は、自主的な組織として昭和45年に発足して以来、30年以上の歴史を持ち、前身の「コンクリートダム研究会」から数えると約半世紀になります。

この間、常に現場において工夫された農業土木技術を題材として、蓄積された技術を土台として、分野を拡げながら時代に即応した技術力の向上のための活動に努めてきており、今後とも、一層の技術力の維持、向上の一助となるよう、会誌「水と土」による情報の発信と、本日のような研修会による交流に努めて参りたいと考えております。

併せて、職場に帰りましたら職場の皆様に当研究会の趣旨、活動をお伝えいただき、一人でも多くの会員の皆様に支えられた農業土木技術研究会の活動が継続していきますよう、特に若い技術者の努力の結晶とも言える”現場情報”の積極的な提供と活動への支援をお願いして、閉会のあいさつとさせていただきます。」との閉会の挨拶がなされた。

◇おわりに

今回の研修会では、各講師より、「機能診断に係る新技術の開発」のテーマに即し、施策の展開方向、具体的な取組状況、技術事例、研究事例についてご講演を頂きました。参加者の中には、熱心にメモを取る姿が見られるなど本研修に対する関心の高さが伺えるとともに、会場で実施したアンケート調査では、本研修が業務の参考になったとする意見が圧倒的に多く出されました。

編集事務局と致しましては、今回の研修会の成果やアンケート調査結果を基に、今後の研修会の一層の充実を図りますとともに、会誌「水と土」についても会員の皆様の期待に応えるべく、現場技術情報の発信に努めて参りますので、今後とも当研究会に対するご支援の程よろしく申し上げます。



写真-10 研修会の様子

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19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

3. 「水と土」表紙写真の募集

農業土木技術研究会では、会誌「水と土」の表紙を飾る写真を募集しています。

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

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

農業土木技術研究会 会員の募集

1. 創立30周年を迎えた「農業土木技術研究会」

本研究会は、全国の農業土木技術者の自主的な研究会です。その歴史は、昭和28年の「コンクリートダム研究会」にまでさかのぼり、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11年度には設立30周年を迎えた歴史ある研究会です。

〈農業土木技術研究会の変遷〉

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

昭和31年 フィルダムを含めて「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4回発行し会員の皆様にお届けしています。また、時代に即した技術的な情報を提供する研修会も開催しています。

3. 会員が支える「農業土木技術研究会」

本研究会の活動は、皆様の年会費によってまかなわれています。

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

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

申し込み様式は以下を参考にして下さい。

入会申し込み

平成 年 月 日

私は農業土木技術研究会に入会します。

氏名： _____

職場・所属： _____

職場住所（会誌送付先）：〒 _____

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すること。

〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4 農業土木会館内, 農業土木技術研究会

2. 「投稿票」

- ① 表題
- ② 本文枚数, 図枚数, 表枚数, 写真枚数
- ③ 氏名, 勤務先, 職名
- ④ 連絡先 (TEL)
- ⑤ 別刷希望数
- ⑥ 内容紹介 (200字以内)

3. 1回の原稿の長さは原則として写真・図・表を含め14,500字程度 (ワープロで作成の場合, A4版10枚程度) までとする。なお, 写真・図・表はヨコ7cm×タテ5cm大を242字分として計算すること。

4. 原稿はなるべくワープロで作成し, 漢字は当用漢字, 仮名づかいは現代仮名づかいを使用, 術語は学会編, 農業土木標準用語辞典に準じられたい。数字はアラビア数字 (3単位ごとにカンマ (,) を入れる) を使用のこと。

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

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

※データと違いがないかをプリントアウトした原稿で必ず確認すること。

6. 手書きの原稿については, 当会規定の原稿用紙を用い作成すること (原稿用紙は, 請求次第送付)。また, 写真・図・表は本文中の挿入個所を明確に指定しておくこと。

7. 原図の大きさは特に制限はないが, B4版ぐらいまでが好ましい。原図はトレーサーが判断に迷わないよう, はっきりしていて, まぎらわしいところは注記をされたい。

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

たとえば,

C, K, O, P, S, U, V, W, X, Zの大文字と小文字

O (オー) と 0 (ゼロ)

a (エー) と α (アルファ)

r (アール) と γ (ガンマ)

k (ケイ) と κ (カッパ)

w (ダブリュー) 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 (ブイ) と ν (ウプロシン)

など

9. 分數式は2行ないし3行にとり余裕をもたせて書くこと。

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

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

12. 投稿の採否, 掲載順は編集委員会に一任すること。

13. 掲載の分は稿料を呈す。

14. 別刷は, 実費を著者が負担する。

「水と土」通信

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(152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

私が所掌している土地改良事業計画基準(以下、計画基準という)は、土地改良事業計画を、事業間の齟齬や精粗の差を来すことなく、一貫した考え方の下で効率的に作成することができるよう、土地改良法、同施行令、同施行規則を補完するものとして施行されたものです。したがって、社会情勢の変遷に常に適応したものとなるよう、必要に応じて加筆修正を加えていく必要があり、最近では、平成13年の土地改良法の改正において事業実施上の原則として位置づけられた「環境との調和への配慮」の観点から、一部の計画基準に対し、景観や水質に関する事項を充実させたところです。

この計画基準に関し、各種計画諸元の数値や整備水準等を具体的に示すべしというご要望を度々頂きます。しかしながら、そのほとんどがお応えできるものではないというのが実情です。確かに各種諸元を画一的に提示すれば、机上作業としての計画立案は非常に省力的になるものと思われませんが、より綿密な事業計画が求められる今日では、結局は各現場でその諸元が適応できるかどうかの再検討を求めることとなりますし、そうでなければ、数値等が独り歩きして将来的な事業の妥当性

や柔軟性を欠く危険性をはらみます。

この相反する省力化と綿密性をバランスよく確保するため、最近特に注目し、充実を図っているのが地区事例です。地区事例は、その地区の自然条件や営農条件等と、それらに応じた計画諸元の双方の明示を可能にし、計画諸元の決定に至る考え方も波及できる効果的な手段と考えています。

さて、このような考えの下、本誌の編集に携わらせて頂いた所感として述べたいのは、掲載された技術的な報文は、計画基準における地区事例と同様に、今後の事業実施に多大な効果をもたらすと考えられるということです。是非とも引き続き積極的に各地区の様々な検討結果をアピールして頂きたいと思えます。また、可能であれば、計画基準や設計基準等の記載を踏まえた内容として頂ければ有難いことは言うまでもありません。

最後に、計画基準の解釈に関するお問合せや、内容の充実のご要望などがありましたら、いつでも最寄りの農政局農村計画部資源課までお問合せくださいますようお願い申し上げます。

(資源課 松浦 宏)

水と土 第152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

ダイプラハウエル管 (高耐圧ポリエチレン管)

φ300~3000

経年劣化が少ない材料により長期寿命を実現!

外圧に強い中空リブ構造で高盛土にも適応!

柔構造物なので軟弱地盤でも適応!

コンクリート基礎不要で工期短縮が可能!

公的機関への認可

- 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)
- 国土交通省 新技術登録 (NETIS CB-980025) カルバート工 (NETIS CB-980024) 柔構造樋管
- 農林水産省 土地改良事業計画設計基準 (農道)
- 日本道路公団 設計要領第二集カルバート編

農業用水のパイプラインに!

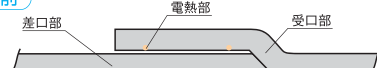
管路の一体化による継手部の信頼性!

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

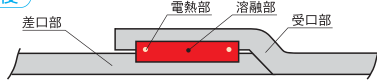
常用使用圧力 0.50 MPa

EF継手(エレクトロフュージョン)

通電前



通電後



内圧用ダイプラハウエル管



農道下横断管に!

耐圧強度が大きく、
高盛土下に
埋設可能!

カルバート工
として
実績豊富!



ため池の底樋に!

柔軟性に優れ、
地盤沈下にも
対応!

柔構造樋管
として
実績豊富!



ダイプラハウエル管

大日本プラスチック株式会社

本社: 〒541-0053 大阪市中央区本町2-1-6(堺筋本町センタービル)
TEL.06-6267-1338 FAX.06-6271-3003
東京支社: 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町3-8-4(第2東硝ビル)
TEL.03-3662-9861 FAX.03-3664-3187

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

札幌(営) 011-221-3053 仙台(営) 022-223-0761
東京(営) 03-3662-9861 名古屋(営) 052-933-7575
大阪(営) 06-6267-1338 広島(営) 082-221-9921
福岡(営) 092-721-5166 鹿児島(営) 099-227-1577