

水と土

No. 162

2011
March

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



① 用水の江浚い



② 管継ぎ目補修



④ 志河川ダム



③ ブロック対策工



⑤ 愛知用水の調節堰

◆報文内容紹介 3

◆会員向けに「水と土」のWeb検索サービスについて 5

□巻頭文

北海道の農地をめぐる課題 大澤祐一 8

□報 文

キーワード

環境配慮	環境保全型かんがい排水事業はまなか地区における水質改善状況 見玉正俊・鳥海昌彦・鈴木信也・中村和正・鶴木啓二 10
ダム	多目的ダムと連携した岩堂沢ダムの利水運用 櫻井 睦・嵯峨 淳 16
小水力発電	国営中信平二期地区における小水力発電計画について 江川春彦・和田英紀 23
ダム	ダムの濁水対策に関する取水方式(集水埋渠)の事例報告 ～環境に配慮した河川維持放流～ 松田貢一・林 賢一 27
維持管理	射水平野土地改良区の施設・維持管理について 安田克則 32
パイプライン	管継ぎ目補修工法の試験施工について 川端伸博・西谷文孝 38
地すべり対策	第2園村地区地すべり対策事業における対策工と今後の管理について 太田賀久 45
環境配慮	馬見サイホン円筒分土工に係る騒音低減対策 菊本 勝 55
水管理	渡良瀬川中央地区の水管理について 沼能義男・青島 勇・藤河洋一 60
環境配慮	志河川ダムにおけるコウモリ類の保全対策事例 野崎達也・高橋良明 67
地下ダム	沖永良部地下ダムに係る取水施設の設計について 武元将忠 74
水路	愛知用水通水50周年について 田村俊秋 81

□技術情報紹介

平成22年度農業土木技術研究会研修会レポート
「ストックマネジメント技術の高度化について」 編集事務局 87

◆会告 95

◆投稿規定 96

◆入会案内 97

- 表紙写真● ① 報文「射水平野土地改良区の施設・維持管理について」より (P.35)
② 報文「管継ぎ目補修工法の試験施工について」より (P.40)
③ 報文「第2園村地区地すべり対策事業における対策工と今後の管理について」より (P.51)
④ 報文「志河川ダムにおけるコウモリ類の保全対策事例」より (P.67)
⑤ 報文「愛知用水通水50周年について」より (P.82)

環境保全型かんがい排水事業 はまなか地区における水質改善状況

児玉正俊・鳥海昌彦・鈴木信也・中村和正・鶴木啓二

国営環境保全型かんがい排水事業はまなか地区では、大規模な草地酪農が展開され地域排水に含まれる家畜ふん尿に由来した汚濁負荷物質の流出による下流域への水質負荷軽減のため、肥培かんがい施設、水質浄化池及び土砂緩止林の整備等の水質保全対策を実施している。

本稿では整備された右支二姉別川排水路を対象に水質調査を実施し、流域の水質改善状況及び水質浄化池の水質浄化機能について検討した結果を報告する。

(水と土 第162号 2011 P.10 企・計)

多目的ダムと連携した岩堂沢ダムの利水運用

櫻井 陸・嵯峨 淳

国営大崎農業水利事業で江合川水系岩堂沢に造成した岩堂沢ダムの利水運用は、同水系江合川に位置する国交省が管理する鳴子ダムの放流量の多少に大きく影響を受ける。

このため、鳴子ダムの放流量と江合川に位置する頭首工等の取水状況やダム貯水量を踏まえた岩堂沢ダムの放流量決定までのプロセスを作成したので紹介する。

(水と土 第162号 2011 P.16 設・施)

国営中信平二期地区における 小水力発電計画について

江川春彦・和田英紀

農林水産省においては、農業水利施設を利用する小水力発電が一連の体系化にある土地改良施設の操作に必要な電力を供給することを目的として1983年に制度化され、2007年4月までに26地区の小水力発電所が建設・運転されている状況である。本報では、国営中信平二期農業水利事業で現在進めている幹線水路（開水路）の落差を利用した小水力発電計画の内容を紹介する。

(水と土 第162号 2011 P.23 企・計)

ダムの濁水対策に関する 取水方式(集水埋渠)の事例報告 ～環境に配慮した河川維持放流～

松田貢一・林 賢一

未曾有の大雨によりダム上流から崩壊土砂がダム内へ流入したことにより貯水池の濁りが長期化し、生態系や環境への影響が顕在化している。このため、その対策としてダム湖を介さずにダム上流から下流河川へ直接放流する清水バイパスを計画した。本報は、その取水方式及び採用した集水埋渠に係る揚水試験を踏まえた計画設計さらに維持管理上の留意事項について検討した事例報告である。

(水と土 第162号 2011 P.27 設・施)

射水平野土地改良区の施設・維持管理について

安田克則

富山県のほぼ中央部に位置する超湿田地帯の射水平野が、大正から昭和初期に行われた「乾田化の基盤」、昭和38年から昭和51年に行われた「1期国営事業」、平成3年から平成12年に行われた「2期国営事業」を経て乾田化するまでの流れ、その後の「常時排水」地域の維持管理、「混住化」が進んだ地域で環境に配慮した活動について紹介する。

(水と土 第162号 2011 P.32 設・施)

管継ぎ目補修工法の試験施工について

川端伸博・西谷文孝

ストックマネジメント高度化事業の事業内容である「対策工法の適用と評価」の取り組みにおける、PC管の管継ぎ目部の水密性を確保するためのゴム輪部補修について、同一環境下での試験施工を実施した内容について報告を行う。

(水と土 第162号 2011 P.38 設・施)

第2園村地区地すべり対策事業における対策工と 今後の管理について

太田賀久

弘前市にある相馬ダムでは、試験湛水時に貯水池左岸の上流部で地すべり挙動が確認されたことから、地すべり対策事業等によりその対策が行われ、現在、地すべりの挙動観測を継続しながらダム管理を行っているところである。本稿では、貯水池内における地すべり対策の経過とその概要について紹介する。

(水と土 第162号 2011 P.45 設・施)

馬見サイホン円筒分土工に係る騒音低減対策

菊本 勝

国営十津川紀の川土地改良事業において奈良県の大和平野に築造された国営西部幹線水路馬見サイホン円筒分土工は、施設周辺の都市化の進展が著しい地域にある。このため、施設の改修にあたっては、近隣住民に配慮した設計も求められていた。そこで、旧施設から発生していた騒音に対して、「発生音の低減」及び「音の伝搬の低減」の観点から、「越流堰の形状」や「防音壁の設置」等の低減対策案を検討し、施設の改修を行った。

(水と土 第162号 2011 P.55 設・施)

渡良瀬川中央地区の水管理について

沼能義男・青島 勇・藤河洋一

国営渡良瀬川中央農地防災事業で整備された排水施設について、幹線水路が用排兼用水路である本地区の特徴を踏まえ、①用水管理から排水管理への移行、②排水管理から用水管理への移行、③計画を超える降雨時の操作方法について検討を行い、水管理方法（案）を策定したので、その検討結果を報告する。

（水と土 第162号 2011 P.60 企・計）

志河川ダムにおけるコウモリ類の保全対策事例

野崎達也・高橋良明

志河川ダムでは、土地改良法改正の主旨を踏まえ、自然環境との調和を図りつつダム建設を進めるべく、過去10年にわたり環境配慮過去10年にわたり環境配慮に取り組んできた。その一環として、ダム周辺で確認されたコウモリ類を保全すべく、仮設トンネル跡地を活用した保全施設を計画・設置している。

本報は、保全施設の供用後3年間のモニタリング結果を踏まえ、その効果を検証し報告するものである。

（水と土 第162号 2011 P.67 設・施）

沖永良部地下ダムに係る取水施設の設計について

武元将忠

沖永良部農業水利事業においては、地下ダムの築造により農業用水の確保を行うこととしており、取水施設については集水井方式により取水する計画としている。本稿は、多孔質の琉球石灰岩からなる沖永良部島の地質条件を踏まえた、地下ダム集水域の流域全体における取水解析による集水井の配置・取水配分量決定手順、未だ明確な基準や検討方法が確立されていない集水ボーリングの設計手順について報告するものである。

（水と土 第162号 2011 P.74 設・施）

愛知用水通水50周年について

田村俊秋

愛知用水は、2011年9月に通水を開始して50年目を迎える。本原稿は、この節目の年を迎えるにあたり、今一度、愛知用水の歴史をかえりみるとともに、愛知用水が果たしてきた役割を用水供給による地域の変貌と建設・二期事業の技術面から紹介するものである。

（水と土 第162号 2011 P.81 設・施）

会員向けに「水と土」のWeb検索サービスについて

1. Web 検索サービスの開始

農業土木技術研究会の会員サービスの一環として、平成20年6月よりWeb上で「水と土」の検索サービスを行っております。平成22年3月現在、第1号（昭和45年）から第152号までの各号を検索・閲覧することができます。

2. アクセス

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

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

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

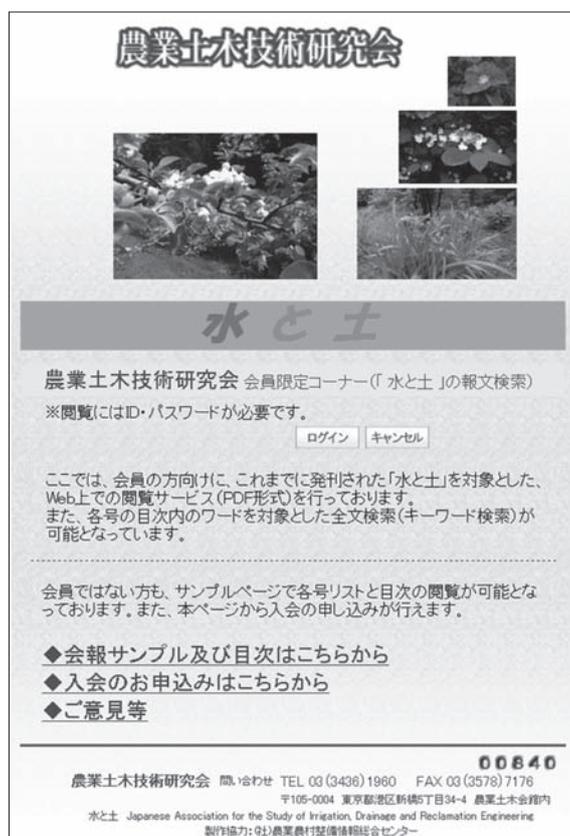


図-1



図-2

水と土

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



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

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

[▲ ページTOP ▲](#)

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

図-3

3. 検索

(1)一覧からの選択

一覧の「図書名」をクリックすると当該号が全てPDFファイルで表示されます。

また、「目次」をクリックすると、当該号の目次が表示されます。

(2)全文検索

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

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

検索方法は以下のとおりです。

農業土木技術研究会 会員限定コーナー

「水と土」目次内全文検索システム

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

インデックスの最終更新日: 2007-11-22

検索式: [\[検索方法\]](#)

表示件数: ▼ 表示形式: ▼ ソート: ▼

図-4

①単一単語検索

調べたい単語を一つ指定するだけのもっとも基本的な検索手法です。

例：ダム

②AND検索

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

例：ダム and 工法

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

③OR検索

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

例：ダム or 工法

④NOT検索

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

例：ダム not 工法

4. 会員申し込み

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

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

水と土

農業土木技術研究会 入会申込み

年会費・発行等

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

申込み

農業土木技術研究会への入会申込みは、以下のいずれかの方法でお申込みください

入会申込みフォームにて 申込みフォーム

FAX・郵便にて (PDF) FAX・郵便

各職場に研究会連絡員等がおられる場合は、連絡員を通してお申込みください

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



連絡先・申込み先

農業土木技術研究会 TEL 03(3436)1960 FAX 03(3578)7176

〒105-0004 東京都港区新橋5丁目34-4 農業土木会館内

図-5

北海道の農地をめぐる課題

大澤 祐一*
(Yuichi OSAWA)

一歩国外に出れば、食料をめぐる状況は深刻である。40年ほど前に確か34億人とか35億人とかであった世界の人口は、現在70億人に迫っている。毎年8千万ほど、わが国の人口の2/3ほどの国が、毎年増え続けてきた勘定になる。これで止まればまだしもであるが、国連の予測では、40年後の2050年には92億人になるとしている。わが国の20倍であり、中国とインドならば、両国がもう一つずつ増えるという数字である。

その内容を考えると、状況はさらに深刻だ。中国やインドといった人口超大国は経済発展の渦中にある。経済が発展して収入が増えれば、人間は肉を食べる。なんといっても肉はうまいのだ。そして肉の生産には、おおざっぱに言って5~10倍の穀物が必要といわれる。人口1億3千万の日本は世界最大の食料輸入国であるが、13億人の中国国民の1割か2割でも、私たちのような食生活をするようになった時に、世界の食料市場に与える影響を想像してみよう。そして12億人のインド国民がそれに続けばどうなるか。

第2は、バイオエネルギー生産と食料生産の競合である。経済発展は、エネルギー消費の上に成立するもので、一休みしている原油価格も、長期的には大きく上昇することは確実である。すぐ横に手っ取り早く収入になるバイオ作物がある場合、それに手を出さず食料を生産して下さい、というのは食料価格が上がらない限りは、現実的でない。価格が上がる要素はここにもある。さらには、地球温暖化によって食料生産が不安定になることもあるだろうし、食料をめぐる市場の逼迫とそれに伴う価格の高騰は、長期的にみれば避けられない。

わが国に目を転じてみれば、ちょうど私が就職した1980年頃、食生活はそれまでの穀類や野菜中心の、いわば発展途上国の状態を脱しており、多すぎた炭水化物がへって、タンパク質や脂質を加えた栄養バランスが、理想的な状態にあるといわれていた。それが今日では、海外から輸入した脂質や肉の取りすぎで、バランスを崩している。しかし、このような飽食を、一部の豊かな人だけでなく、国民全体が享受したことは、わが国ではついぞなかったことである。そもそも脂質や肉の取りすぎどころか、国内のどこかに、飢えていた人が多く存在していたのだ。考えてみれば、日本だってつい何十年か前までは発展途上国だったのだから、飢えの存在は、意外でもないのである。

こうした空前の豊かさというか享楽は、いつまで続くのだろうか。人口はすでに2005年頃にピークを迎え、少しずつ減少が始まっている。そしてそれよりもずっと早く、10年以上前から生産年齢人口は減り続けていて、高齢化社会に急速に移行している。東京にいれば気がつきにくいですが、地方に行けば、また地方でも都市から離れれば離れるほど、高齢化は進行している。ただでさえ少ない国内産食料の生産者は激減しつつある。稼ぎ手が減り、同時に食料は世界中で高騰していくのに。夢から覚めて、地道に考える時が来ているのである。

人は古代から水と土から得た収穫物を摂取して生きてきた。わが国は、比較的温暖な気候と降雨に恵まれていたから、特に農耕が始まって以来、人々はそれらを活用すべく、水と土にたゆまぬ努力を傾注してきた。荒野を耕し、遠くから水を引く水路を造っていわゆる美田を長い時を拓いてきた。

しかしながらいったんは美田となった土地も、少し油断をすると荒廃してしまう。また、水を田まで運んでくる水路も毎年毎年おこたらずに手入れをしないとすぐに壊れてしまう。いったん整備をしまえば、後は長きにわたって作物を作り続けられるというものではない。また、人が増えれば、新しい農地を拓かなければ養えないように、刻々変化していく社会経済情勢に応じて、さらに条件の厳しい荒野を拓き、手近にある水はすでに利用しているから、より遠くから引いてこなくてはならない。

こんなことはあらためて言うほどのことではなく、昔の人はいうほどもない一世代前までは、ほとんど国民は農

*国土交通省北海道開発局農業設計課長

民であったから、父母の苦勞としてまた我が身の苦勞として理解されていた。農家や農業関係者を除けば、かつては常識であったことが忘れられているのが今日である。

目を北海道に転じてみれば、幸い他の地域に比べて、農業は身近にある。また、歴史も新しく、住んでいる土地は、実感のわかないはるかな昔から伝わっているのではなく、祖父母が精勵して拓いた記憶が残っている。農業は地域の基幹であり、農業の将来が地域の将来であって、農業が衰えた先に地域の明日はない。少なくともこのことを、地域の指導者だけでなく、多くの人々が感じている。これはよい面である。

一方、客観的な条件は内地に比べて厳しい。まず、農家戸数の減少スピードが速い。仮に高齢化の状況が内地と大差ないとしても、経営規模が大きいから体力的な限界が早く来て、戸数は10年間で30%減ると予測されている。集団化するにしても、個々の経営規模がすでに限界までに大きくなっているから、内地とはちがって、効果的な解決策にはなりにくい。

経営規模は、水田でも平均14haになった。3反区画だと45区画になる。どこにあるのか覚えるだけでも大変そうである。機械も大きくなって道路からは転げ落ちてしまう。3反区画の限界に達しているのだ。これまでは誰かがカバーし、それで規模拡大も進んだが、これ以上は無理になっている。0.3~0.5haの区画を2ha級に、道路も広げて、30haくらいは経営できる生産基盤・生産環境にしておかなければ、誰がやってもうまくいかない。一戸離農するたびに14haの耕作放棄地が発生するから、10戸も離農すれば、町や村はめちゃくちゃになってしまう。内地なら百数十戸、4つ5つの集落が集団でごっそり離農するようなものである。

新しい食料・農業・農村基本計画では、「農業・農村の6次産業化等による所得の増大」が示されている。これは多くの市町村が指向している方向とも合致している。しかし、一次産業部分に手一杯で、耕作放棄地が発生し衰えるとすれば、その中で6次産業化を実現できるとは考えにくい。

こうしたことを解決できるのは、圃場整備である。だから、北海道の農地再編は、せっぱ詰まっていたままのなすである。土地改良区や農業関係者だけでなく、市町村長が真剣で、一生懸命である。町や村の将来が懸かっているのであるから。

環境保全型かんがい排水事業 はまなか地区における水質改善状況

児玉正俊* 鳥海昌彦* 鈴木信也*
(Masatoshi KODAMA) (Masahiko TORIUMI) (Shinya SUZUKI)
中村和正** 鷗木啓二**
(Kazumasa NAKAMURA) (Keiji UNOKI)

目 次

I. はじめに	10	IV. 流域の水質調査結果	12
II. 事業における水質保全	10	V. 水質浄化池の水質調査結果	14
III. 水質調査の概要	11	VI. おわりに	15

I. はじめに

湖沼及び河川等の公共用水域や農村地域の一部においては、農地や水路等が有する自然浄化機能を超える負荷による水質汚濁が問題となっている。このような中、農業・農村が持つ水質浄化等の多面的機能の発揮が期待されている。

北海道東部の厚岸郡浜中町では、冷涼な気候条件と広大な土地資源を背景に、牧草を粗飼料とした大規模な酪農が展開されており、地域排水に含まれる家畜ふん尿に由来した栄養塩類及び地域に分布する火山灰性土壌に起因した土砂等の汚濁負荷物質の流出により、下流域に位置する風蓮湖への影響が懸念されている。風蓮湖においては、おもな汚濁負荷源は農地及び家畜ふん尿とされ¹⁾、1990年のCOD全国水質ランキング(海域の部)ではワースト1になっている。

このため、国営環境保全型かんがい排水事業はまなか地区では、2001年より受益面積13,065ha(この内数である排水受益面積2,445ha)を対象に、肥培かんがいによる資源循環型農業の確立、水質浄化機能を持った農業用排水路の整備及び農家による営農対策等の水質保全対策を講じている。

本稿では、本地区のモデル路線として位置付けた右支二姉別川排水路において地区着手時から継続的に調査した平水時の水質改善状況について報告する。

II. 事業における水質保全

(1)事業実施における水質保全対策

本地区におけるおもな汚濁負荷は、ふん尿が高密度で存在する畜産施設(牛舎等)周辺から流出する点源

負荷と草地に散布された堆肥及び肥料が草地から流出する面源負荷がある。

施設整備による水質保全対策の基本的な考え方は、①肥培かんがい施設による発生源からの流出抑制、②土砂緩止林による草地から河川への流出抑制、③排水路(河道)及び遊水池等の水質浄化池における浄化・除去がある(図-1)。農家の営農による水質保全対策としては、肥培かんがい(ふん尿とかんがい用水を混合し、調整したスラリーをほ場に還元する)による資源循環型農業(ふん尿という地域資源の循環利用により環境への負荷を軽減した農業)の実践、降雨時及び土壤凍結期を避けたスラリーの適期散布等がある。

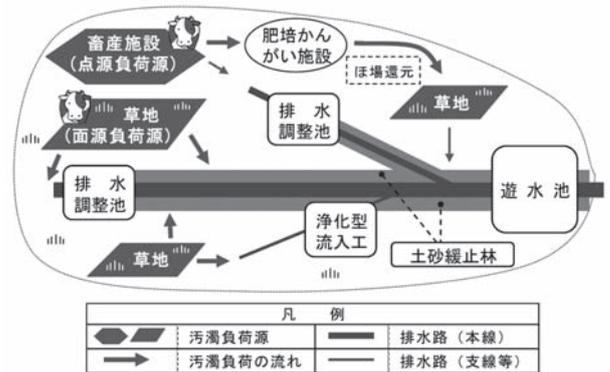


図-1 事業実施による水質保全対策の概要図

(2)施設整備の概要

a) 肥培かんがい施設

肥培かんがい施設とは、畜産施設から排出されるふん尿にかんがい用水を混合してスラリー化し、曝気及び攪拌、貯留する一連の施設である(図-2)。スラリーの搬送にはパイプ、貯留にはコンクリート槽を使用しており、地下等への流出は生じない構造である。

*北海道開発局釧路開発建設部釧路農業事務所
(Tel. 0154-24-7446)

** (独)土木研究所寒地土木研究所寒地農業基盤研究
グループ水利基盤チーム (Tel. 011-841-1764)

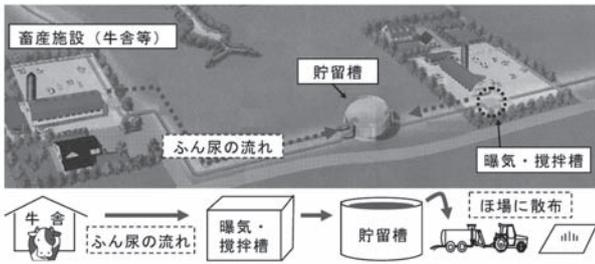


図-2 肥培かんがい施設の概要図

b) 土砂緩止林

土砂緩止林は、排水路沿いで既存河畔林が欠落している区域等に苗木を植栽し、汚濁負荷物質の排水路への直接流出を抑制する施設である(図-3)。樹木及び周辺植生から成る林帯の形成により、草地から流出する表面水の地下浸透を促進させ、汚濁負荷物質のろ過・捕捉及び吸収を図る。

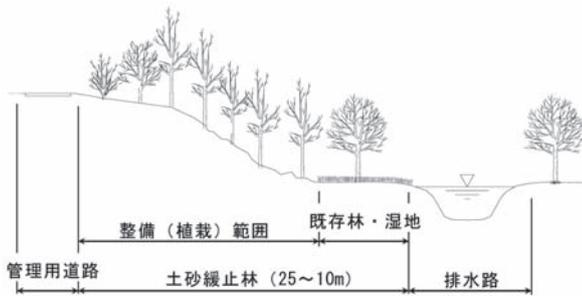


図-3 土砂緩止林の概要図

c) 水質浄化池及び排水路(河道)

水質浄化池には、本線の最下流部に設置する遊水池、本線とおもな支線の最上流部付近に設置する排水調整池及び支線から本線への合流部に設置する浄化型流入工がある。池の構造は、図-4に示すように、流入土砂を捕捉する堆砂域とヨシにより汚濁負荷物質を吸収する植生域から成る。

排水路(河道)整備は、農業用排水路が持つ自然浄化機能を発揮できるように土水路を基本とし、洗掘の恐れのある場所には粗朶柵工、ふとん箆等の自然素材を用いた護岸工法を採用した。

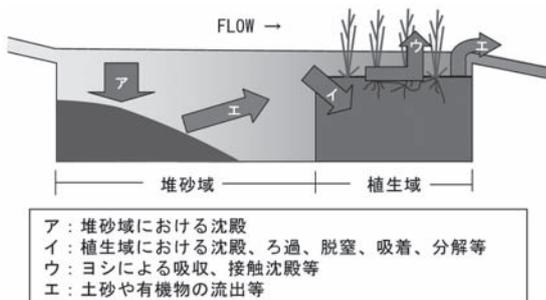


図-4 水質浄化池における汚濁負荷物質の流れ

Ⅲ. 水質調査の概要

(1)モデル路線の流域概要

モデル路線である右支二姉別川排水路(流域面積A=7.2km², 本線1条, 支線6条, L=8.4km)は、風蓮湖に注ぐ二級河川風蓮川の支流である(写真-1)。水質基準の類型指定は、風蓮川では「生活環境の保全に関する環境基準(昭和46年12月28日環境省告示第59号)」の河川A類型、風蓮湖では同基準の海域A類型となっている。



写真-1 モデル流域の写真

流域は、畜産施設近傍で汚濁負荷が相対的に大きい「点源小流域」、点源小流域の下流に位置し複数の畜産施設を含む「点源流域」、畜産施設がない「面源流域」、流域全体の「最下流域」の4流域に区分した(図-5)。各流域における土地利用の大部分は草地であり、流域内の飼養牛頭数は増加傾向にある(表-1)。

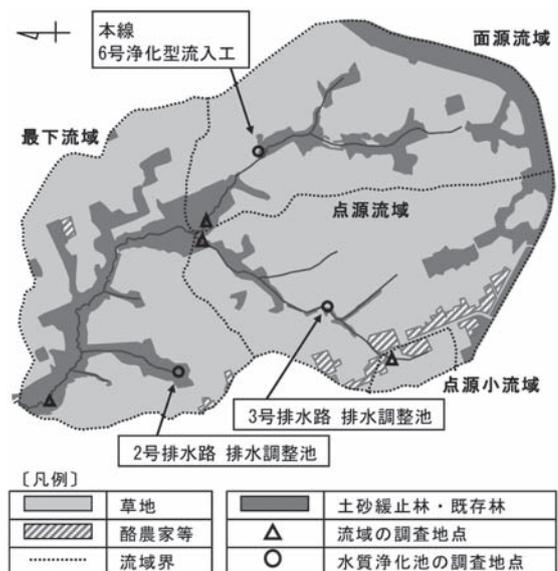


図-5 モデル流域における調査位置図

表-1 モデル流域の諸元

名称/項目	面積 (km ²)	土地利用割合 (%)			飼養牛頭数(頭)	
		草地	林地等	酪農家	2003年	2008年
点源小流域	0.2	87	0	13	—	—
点源流域	2.2	74	20	6	697	836
面源流域	2.1	71	29	0	0	0
最下流域	7.2	72	25	3	829	1090

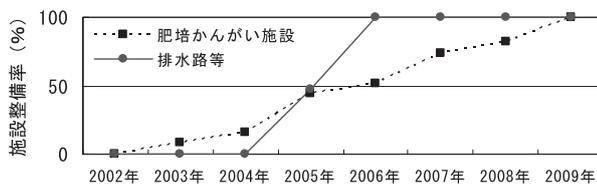
※飼養牛頭数は、流域内の各農家に聞き取り調査を行った。
 ※飼養牛頭数の内、育成牛は成牛0.5頭に換算した。

表-3 水質浄化池の諸元

項目 \ 名称	2号排水路 排水調整池	3号排水路 排水調整池	本線 6号浄化型 流入工
整備年度	2005年	2006年	2006年
対象流域 (ha)	21	104	22
うち、農地 (ha)	20	101	22
畜産施設の有無	有り	有り	無し
滞留時間 (h)	11.8	5.3	16.2

※滞留時間(h) = (水質浄化池の施設容量(m³) / 2007~2009年の平均流量(m³/s)) / 3600

本流域内の肥培かんがい施設の整備は、2003年より開始し2009年に完成した。排水路(河道)、土砂緩止林及び水質浄化池の整備は、2005年より開始し2006年に完成した(図-6)。



※排水路等とは、排水路(河道)、土砂緩止林、水質浄化池のことを表す。
 ※施設整備率(%)の算出は、以下の通り。
 肥培かんがい施設 = (年次別の整備容量 / 流域の全施設容量) × 100
 排水路等 = (年次別の整備延長 / 流域の全延長) × 100

図-6 モデル流域における施設整備率の推移

(2)水質調査

a) 流域の水質調査

4つの流域における平水時の水質調査は、2003年以前は不規則の採水間隔で年4回程度、2004年以降は6~11月の月2回と2月の月1回に行った。水質分析項目と分析方法を表-2に示す。

b) 水質浄化池の水質調査

水質浄化池における平水時の水質調査は、対象流域が比較的大きい3箇所を対象とした(表-3)。これらの施設による水質浄化効果を検証するため、流入部及び流出部において、2007~2009年の5~11月に月1回実施した。水質分析項目と分析方法を表-2に示す。

表-2 水質調査の分析項目及び分析方法

分析項目	試験方法	流域	水質浄化池
BOD	JIS K 0102 21, 32.3(一般希釈法)	○	○
大腸菌群数	環境庁告示第59号 別表2の備考4 (BGLB培地直接MPN法)	○	○
全窒素(T-N)	JIS K 0102 45.2(ヘルチニ二硫酸カリウム分解銅ナトリウム還元吸光度法)	○	○
全リン(T-P)	JIS K 0102 48.3.1 (ヘルチニ二硫酸カリウム分解吸光度法)	○	○
糞便性大腸菌群数	上水試験方法Ⅷ2.3.2 (M-FC寒天培地法)	○	○
硝酸性窒素	JIS K 0102 43.2.5(イソプロトゲラフ法)	○	○

IV. 流域の水質調査結果

図-7, 8に点源小流域, 図-9~12に点源流域, 面源流域及び最下流域の調査結果を示す。また, 表-4は各流域におけるT-N及びT-Pの施設整備前後の水質改善率を示す。ここで, 水質浄化率(%) = { (2002~2004年の平均濃度 - 2005~2009年の平均濃度) / 2002~2004年の平均濃度 } × 100である。施設整備前後の年区分については, 肥培かんがい施設の整備が開始されていて, この整備効果が水質に現れ始めたと考えられる2004年と2005年で区分した。

BOD, T-N, T-Pの傾向としては, 概ね点源小流域 > 点源流域 > 最下流域 > 面源流域の順であった。

各水質項目の経年変化については, 施設整備の進捗に伴い濃度が低下傾向にあり, 2005~2006年以降は, 濃度が横ばい状態で安定していると考えられる。

次に各流域の水質変化の考察を示す。

(1)点源小流域

本流域は, 畜産施設等における営農活動が大きく影響する流域である。本流域では肥培かんがい施設の整備が行われ, 施設整備前後の水質改善率は, T-Nで80%, T-Pで84%と短期間で大きく改善されており, 濃度変動も小さくなった。糞便性大腸菌群数についても同様の傾向となっていた。とくにBODについては, 風蓮川の水質基準(2mg/l)と概ね同水準(2007~2009年のBOD年間平均値2.5~2.1mg/l)にまで低下した。これらのことは, 肥培かんがい施設を整備したことにより, ふん尿の適切な管理が行われ, 汚濁負荷の直接的な排水路への流出が抑えられたためと考えられる。

(2)点源流域

本流域には点源小流域が含まれ, さらにその他の畜産施設も立地していることから, 点源小流域と同様, 畜産施設等における営農活動の影響を受ける流域である。本流域では, 肥培かんがい施設と排水路等の整備が行われ, 施設整備前後の水質改善率は, T-Nで25%, T-Pで58%と大きく改善された。また, 糞便性大腸菌群数についても改善されていた。これらの水質改善は, 点源小流域と同様, 肥培かんがい施設の整備効果が大きいと考えられる。

(3)面源流域

本流域は、畜産施設がなく、放牧やスラリー散布等の面源負荷のみの流域である。整備以前から他の流域より低濃度で推移しており、水質保全対策の効果が一番現れにくい流域と考えられていた。本流域では、排水路等の整備が行われ、施設整備前後の水質改善率は、T-Nで25%、T-Pで23%であった。これらの栄養塩類濃度は、2006年以降の排水路整備後から緩やかに低下しており、水質浄化池での沈殿及び脱窒等の水質浄化機能が発揮されていると考えられる。土砂緩止林の水質浄化機能については、苗木植栽後の生育期間が3~4年と短く、林帯としての形成がまだ不十分であることから、今後、土砂緩止林の生育とともに向上していくと考えられる。

(4)最下流域

本地点は、流域最下流に位置することから、流域全

体の水質保全対策の効果が現れる。BODは、風蓮川の水質基準(2mg/l)以下となっていた。施設整備前後の水質改善率は、T-Nで27%、T-Pで40%であった。糞便性大腸菌群数も改善され、ふん尿由来の汚濁負荷の直接的な流出が抑制されていると考えられる。また、ここでは示さないが、自然由来の要因の影響を受ける大腸菌群数についても、2008年には年間平均値530MPN/100mlと初めて風蓮川の水質基準(1000MPN/100ml)以下となった。

これらのことより、流域全体としても水質が改善されており、今後においても、肥培かんがいによる資源循環型農業の実践、土砂緩止林の生育及び水質浄化池の土砂上げ等の適切な維持管理の実施により、水質浄化機能が安定し、流出負荷の軽減に寄与していくものと考えられる。

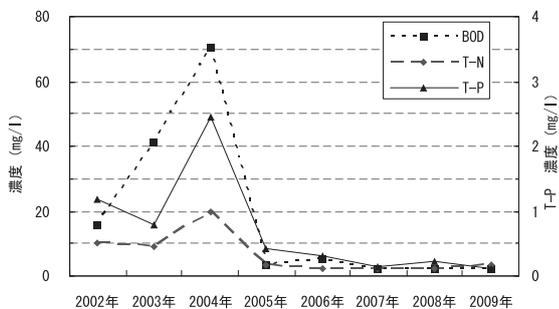


図-7 点源小流域の平水時のBOD、T-N、T-P年間平均濃度の経年変化

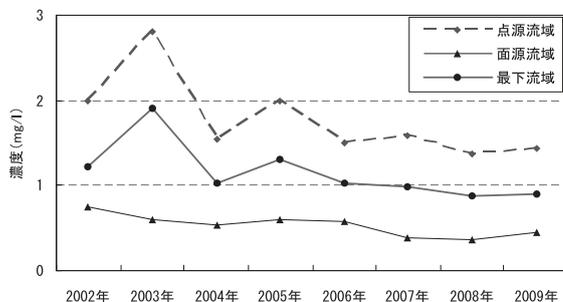


図-10 点源流域・面源流域・最下流域の平水時のT-N年間平均濃度の経年変化

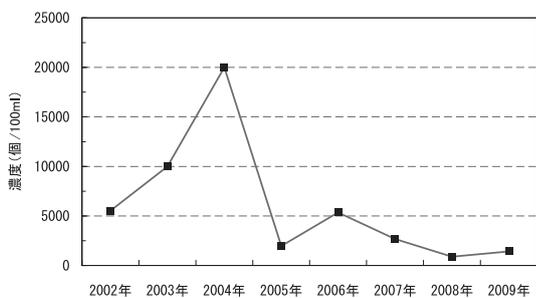


図-8 点源小流域の平水時の糞便性大腸菌群数年間平均濃度の経年変化

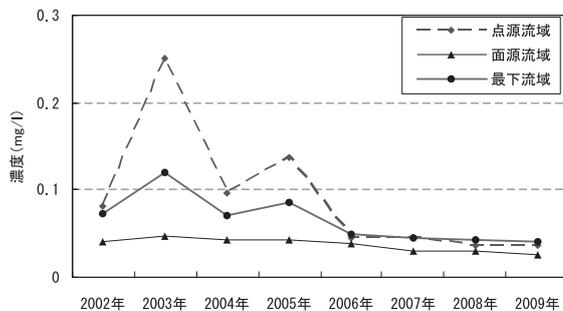


図-11 点源流域・面源流域・最下流域の平水時のT-P年間平均濃度の経年変化

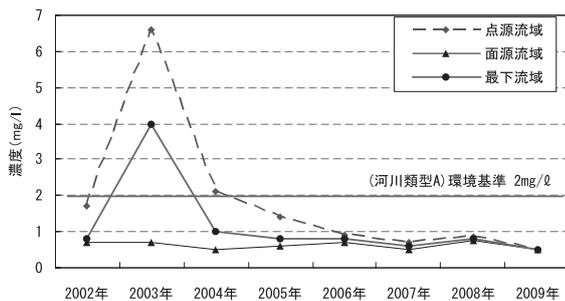


図-9 点源流域・面源流域・最下流域の平水時のBOD年間平均濃度の経年変化

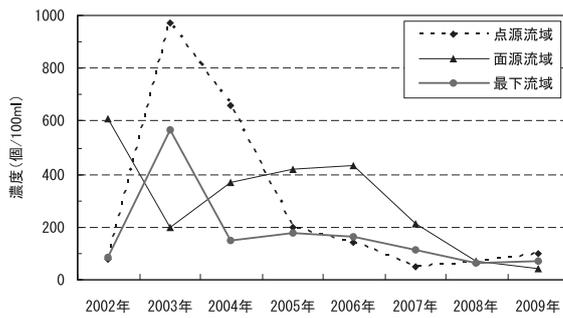


図-12 点源流域・面源流域・最下流域の糞便性大腸菌群数の年間平均濃度の経年変化

表-4 各流域の水質改善率

項目 / 調査地点	点源小流域	点源流域	面源流域	最下流域	
全窒素 (T-N)	2002~2004年 平均濃度 (mg/l)	13.15	2.12	0.63	1.39
	2005~2009年 平均濃度 (mg/l)	2.64	1.58	0.47	1.02
	水質改善率 (%)	80%	25%	25%	27%
全リン (T-P)	2002~2004年 平均濃度 (mg/l)	1.476	0.142	0.043	0.087
	2005~2009年 平均濃度 (mg/l)	0.238	0.060	0.033	0.052
	水質改善率 (%)	84%	58%	23%	40%

※水質改善率 (%) = $\{ (2002\sim 2004\text{年の平均濃度} - 2005\sim 2009\text{年の平均濃度}) / 2002\sim 2004\text{年の平均濃度} \} \times 100$

V. 水質浄化池の水質調査結果

図-13~16はT-N, NO₃-N及びT-Pの流入水濃度をx軸, 流出水濃度をy軸にそれぞれプロットしたものである。1:1の直線より下側にプロットされた(流入水濃度よりも流出水濃度が小さい値である)場合は, 水質浄化されたことを示す。また, 表-5は各水質浄化池におけるT-N, NO₃-N及びT-Pの水質浄化率を示す。ここで, 水質浄化率 (%) = $\{ (流入水濃度 - 流出水濃度) / 流入水濃度 \} \times 100$ である。水質項目としては, 栄養塩類に絞って検討した。

3号排水路排水調整池については, 他の2施設と比較して, 水質浄化率が低くなっていた。当該施設は, 滞留時間 (h) = $(\text{水質浄化池の施設容量} / 2007\sim 2009\text{年の平均流量 (m}^3/\text{s)}) / 3600$ が短いことから, 平水時には植生域でのヨシによる吸収及び脱窒等の水質浄化機能が他の2施設より低いと考えられる。

(1)全窒素 (T-N), 硝酸性窒素 (NO₃-N)

T-N及びNO₃-Nについては, 図-13, 14より全水質浄化池において概ね浄化傾向にあり, 水質浄化効果が現れていた(表-5)。平水時には, 窒素の大部分が溶存態のNO₃-Nであり, NO₃-Nが水質浄化池内でヨシによる吸収及び脱窒等の作用により減少したと考えられる。T-Nの水質浄化率がNO₃-Nの水質浄化率を下回っていることについては, NO₃-Nの一部が藻類等に吸収(有機化)されて流出した, または堆積物からの溶出があった等の理由が考えられる。

(2)全リン (T-P)

T-Pについても浄化傾向にあると考えられるが, T-Nと比べると, 水質浄化効果の変動が大きく, 水質浄化率は低くなっていた(図-15, 表-5)。リンは一般的に土砂成分に吸着されて移動することが多いことから, 濃度が高い場合には水質浄化池内での滞留に伴う沈殿作用により濃度が低下するが, 流入水濃度が低い場合にはこのような濃度低下が起こりにくいと考

えられる。このため, 流入水濃度が0.03mg/l(生活環境の保全に関する環境基準の海域Ⅱ類型)以下のデータを除外し, 残った比較的濃度が高い場合について見てみると, 概ね浄化側に作用し(図-16), 水質浄化率も大きくなっていった(表-5)。

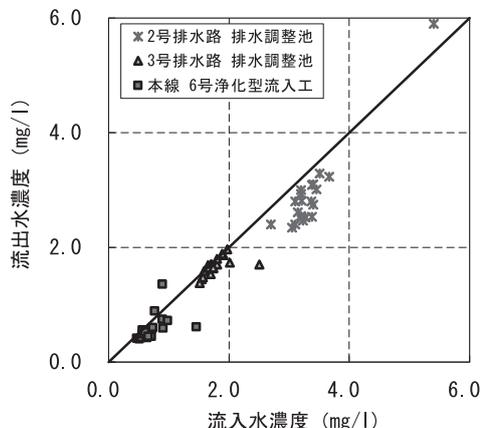


図-13 流入水と流出水のT-N濃度

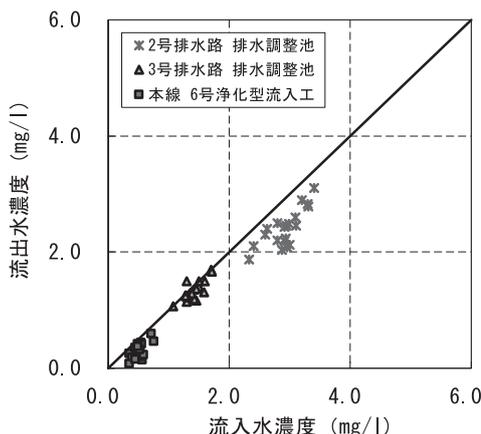


図-14 流入水と流出水のNO₃-N濃度

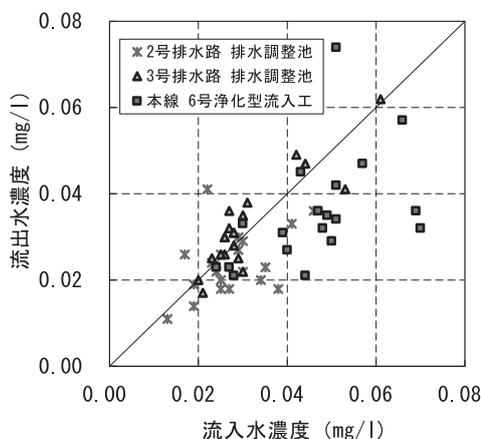


図-15 流入水と流出水のT-P濃度

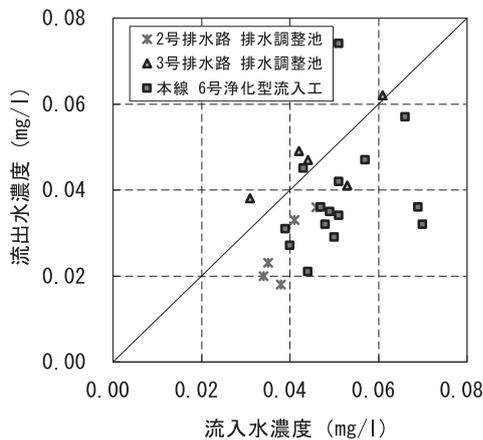


図-16 流入水と流出水のT-P濃度
(高濃度(FP>0.03mg/l)の場合)

表-5 水質浄化池における水質浄化率

項目\名称	2号排水路 排水調整池	3号排水路 排水調整池	本線 6号浄化型 流入工	3施設 平均
水質浄化率 (3ヶ年平均) (%)	T-N	14	5	19
	NO ₃ -N	18	6	42
	T-P	9	-5	22
水質浄化率 (3ヶ年平均) 高濃度の場合 (%)	T-P	34	-5	25

※水質浄化率(%) = { (流入水濃度 - 流出水濃度) / 流入水濃度 } × 100
 ※高濃度の場合とは、流入水濃度が0.03mg/l (生活環境の保全に関する環境基準の海域Ⅱ類型) 以上のデータを対象としている。

の生活圏を守るため、町内全域で植樹活動等の取り組みを行っている。このような地域活動とあわせて、本地区で整備した肥培かんがい施設、土砂緩止林及び水質浄化池等の活用により、さらなる水質改善が期待される。

参考文献

- 1) 北海道：北海道環境白書' 10, p.94, 169

Ⅵ. おわりに

環境保全型かんがい排水事業はまなか地区のモデル流域における水質等の調査を行った結果、飼養牛頭数の増加等畜産規模が拡大されるなかで、施設整備による各水質保全対策及び農家による営農対策の実施により、平水時における排水路の水質が着実に改善されている状況が明らかとなった。とくに、点源負荷源である畜産施設からの流出負荷が減少しており、これが流域の水質改善につながっていると考えられる。

水質浄化池の平水時における水質浄化機能については、比較的規模の大きい3施設について考察を行い、当該施設においては、概ね機能が発揮されていた。地区全体の水質改善効果の分析には、3施設以外の水質浄化池についても評価する必要があると考えている。

浜中町では、自然との共生を図りながら、自然豊かな酪農郷での安全・安心な品質の高い牛乳の生産を目指しており、関係機関が一体となって様々な取り組みを実施している。そのなかに自然と調和した健全な酪農環境を次世代に引き継ぐことを目的として、酪農家を中心となった「緑の回廊」プロジェクトがある。連続した河畔林帯の形成による流出負荷の軽減や生き物

多目的ダムと連携した岩堂沢ダムの利水運用

櫻 井 睦* 嵯 峨 淳*
(Mutsumi SAKURAI) (Sunao SAGA)

目 次

1. はじめに	16	5. ダム放流量の決定	19
2. 地区の概要	16	6. 各取水施設での取水量の調整	22
3. ダムの管理・運用計画	17	7. あとがき	22
4. ダム放流要求量の決定	18		

1. はじめに

大崎地域国営農業水利事業は、宮城県北西部の大崎耕土と称される肥沃な穀倉地帯において、約20,000haの水田を対象にかんがい用水を安定供給することを目的に事業を実施したものである。この地域では江合川と鳴瀬川が西から東へ流れてこの地を潤してきたが、奥羽山脈の山懐が狭く、かんがい期を通して地域農業に十分な流況が得られないことが最大の課題であった。

本事業では、この絶対的な用水不足を補うため、江合川及び鳴瀬川の上流にそれぞれ岩堂沢ダムと二ツ石ダムを建設し、新たな水源を確保したところである。

このうち、地域の北側に位置する江合川流域については、既設鳴子ダム（国土交通省、S32完成）があり、その運用と併せて、岩堂沢ダムを合理的かつ効率的に運用することが重要であるため、当流域の現状を踏まえたダムの利水運用計画を策定することとした。

表-1 国営事業3地区の概要

	大崎西部地区, 江合川地区, 大崎地区
①実施年度	S62~H21
②関係市町	大崎市, 加美町, 涌谷町, 美里町
③受益面積	10,425ha
④主要施設	岩堂沢ダム 大堰頭首工, 三丁目頭首工 ほか3頭首工, 1取水工 揚水機場 1箇所 排水機場 3箇所 用排水路 40.8km 用水管理施設

2. 地区の概要

(1)事業概要

江合川流域における大崎西部地区、江合川地区及び大崎地区は、北上川水系江合川兩岸に広がる農地10,425haに対して、岩堂沢ダムの新設により農業用水を確保するとともに、頭首工、用水路の新設・改修を行い、また水管理センターの新設により、用水管理の合理化を図っている。また、大崎西部地区及び江合川地区では排水機場及び排水路を新設し、湛水被害の解消を行った。（表-1、図-1）

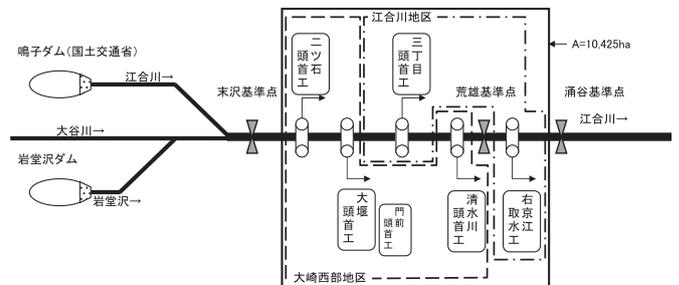


図-1 地区概略図

(2)鳴子ダムとかんがい計画

江合川本川に設置されている鳴子ダムは国土交通省所管の多目的ダムであり、その利水容量は発電（東北電力）や下流の不特定かんがい用水のために運用されている。また、その有効貯水量は35,000千 m^3 であるが、7月からの洪水期には洪水調節容量として、19,000千 m^3 の空き容量を確保する運用となるため、差し引き16,000千 m^3 が洪水期を前にかんがい用水その他として放流される。

このように、鳴子ダムの放流量は、ダム貯水量と多種利水者を考慮して行われるため、必ずしも農業用水だけが豊富に取水できるものではない。（表-2、図-2）

* (現)東北農政局整備部設計課農業土木専門官
(Tel. 022-263-1111)

(前)大崎農業水利事務所企画設計課長

** (現)東北農政局西奥羽土地改良調査管理事務所
保全管理課機能診断係長 (Tel. 018-823-7801)

(前)大崎農業水利事務所企画設計課調査計画係長

表-2 基準河川流量

河川名	基準地点	基準河川流量		
		5/1~5/31	6/1~9/5	9/6~翌4/30
岩堂沢	ダム地点	0.101m ³ /s		
江合川	末沢基準点	17.5m ³ /s	11.0m ³ /s	5.0m ³ /s
江合川	荒雄基準点	3.0m ³ /s	2.0m ³ /s	
江合川	涌谷基準点	3.0m ³ /s		2.0m ³ /s

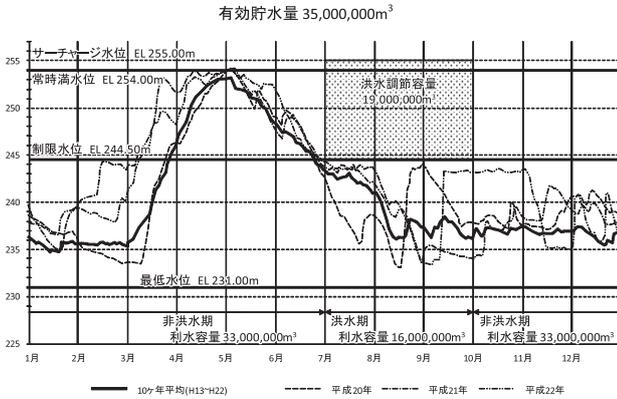


図-2 鳴子ダム年間貯水水位曲線

このため、岩堂沢ダム供用開始後は、河川の正常流量や既得水利権量に対する不足は鳴子ダムが受け持つこととなり、鳴子ダム放流後の農業用水の不足分を岩堂沢ダムから供給することとなる。

(3)岩堂沢ダムの概要

岩堂沢ダムの諸元及び容量配分図は(表-3, 図-3)のとおりである。

表-3 岩堂沢ダムの諸元

最大取水	代かき期	8.548 m ³ /s
	普通期	4.988 m ³ /s
貯水池	流域面積	10.1 km ²
	満水面積	0.692 km ²
	総貯水量	13,480 千m ³
	有効貯水量	13,000 千m ³
	常時満水位	407.5 m EL.
	最低水位	368.5 m EL.
堤体	形式	重力式コンクリート
	堤高	68.0 m
	堤頂長	200.0 m
	堤体積	235,000 m ³
洪水吐	設計洪水量	270 m ³ /s
	減勢工方式	制水池型減勢工
その他設備	取水設備	直線多段ゲート
	放流設備	JFGφ750,φ200

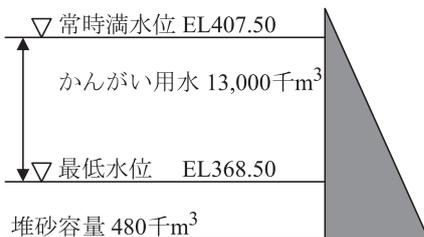


図-3 岩堂沢ダム容量配分図

3. ダムの管理・運用計画

(1)ダム管理体制

岩堂沢ダム及び基幹水利施設の管理の拠点となる大崎地域水管理センター(以下、水管理センター)の位置付けは以下のとおりである。(図-4)

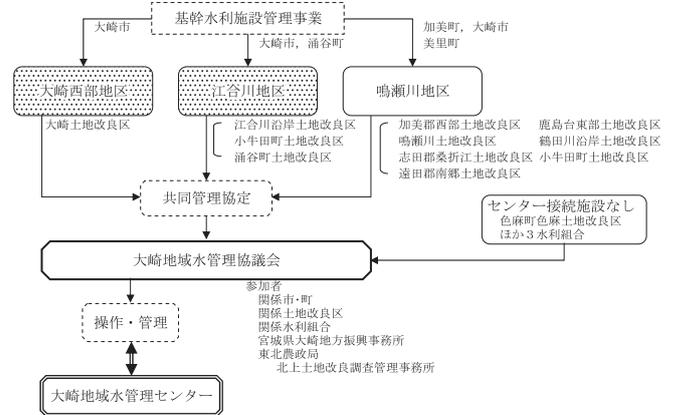


図-4 管理組織構成図

また、岩堂沢ダム運用操作の流れは以下のとおりである。(図-5)

[ダム運用にかかる各機関の連携]

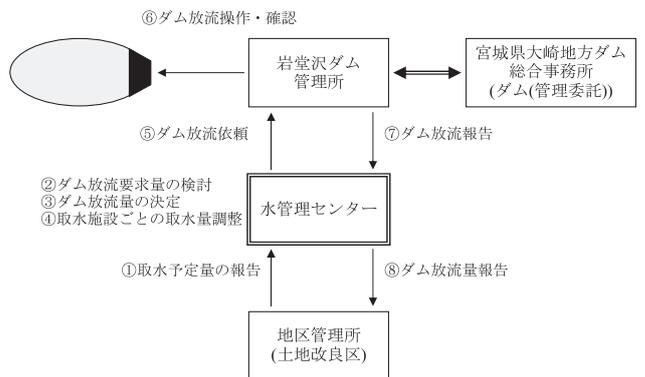


図-5 各機関の連携概念図

(2)ダムの利水運用

1)ダム利水運用の基本的な考え方

- ①岩堂沢ダムは有効貯水量13,000千m³であるが、1/10 渇水時に全量を使用する計画のため、毎年全量を使用する計画ではない。
- ②S34~H9(39ヶ年)までの非かんがい期貯留可能量をみると、およそ8,000千m³程度(20位/39ヶ年)の貯留回復が見込める。しかし、近年、流入量が少ない傾向にあることから、S53~H9(20ヶ年)では、およそ7,500千m³程度(10位/20ヶ年)の貯留回復が見込める。(表-4)
- ③このことから、総貯水量13,480千m³-7,500千m³≒6,000千m³を翌年度に繰り越すと、翌年度のかんがい始期までに概ね常時満水位まで回復する。よって、毎年6,000千m³程度を繰り越すことを基本

とする。

- ④ちなみにS34～H9の39ヶ年間で試算すると1年間に7,500千m³以上、ダムから放流を要したのは9回で概ね4年に1回程度となる。

表-4 各年度の非かんがい期貯留回復量

年度	貯留回復量	順位	
		S53～H9(20ヶ年中)	(参考) S34～H9(39ヶ年中)
H元	5,182千m ³	20位	38位
S59	6,515千m ³	15位	31位
S62	7,483千m ³	10位	23位
S56	9,361千m ³	5位	14位
S54	10,762千m ³	1位	5位

2) ダム放流計画

- ①用水補給の対象となる国営造成施設とその取水量は(表-5)のとおりである。

表-5 各取水施設(国営造成施設)の最大取水量

	代かき期最大 (4/26～5/10) [m ³ /s]	普通期最大 (5/11～9/5) [m ³ /s]	非かんがい期 (9/6～翌4/25) [m ³ /s]	年間総取水量 [千m ³]
岩堂沢ダム	8.548	4.988	-	13,650
二ツ石頭首工	2.341	1.534	0.500	23,700
大堰頭首工	11.962	6.951	2.497	109,980
三丁目頭首工	11.425	8.109	2.198	110,310
清水川頭首工	1.741	1.185	0.398	18,010
右京江取水工	2.964	1.604	0.600	24,630

- ②各確率年のダム放流量及び地点流況は(表-6)のとおりである。

例えば、H6年の代かき期をみると、末沢地点流量が26m³/s程度(岩堂沢ダム放流量含み)の流量があれば、各取水施設で取水した場合でも、荒雄地点及び涌谷地点の基準河川流量(3m³/s)を下回らないため、末沢地点で概ねこの流量が確保できれば、取水量に不足はないと想定される。

表-6 各確率年のダム放流量と地点流況

単位: m³/s

年度	流況	代かき期(4/26～5/10)	花掛け水(8月上旬)
H6	1/40確率	0.7- 25.8 -5.9-4.2	4.9- 18.0 -3.1-3.8
S50	1/20確率	3.2- 25.7 -5.3-3.0	4.8- 19.0 -3.5-3.0
S62	1/10確率 (計画基準年)	7.3- 25.7 -4.1-3.0	4.0- 14.7 -2.6-4.8
H9	1/5確率	0.6- 21.5 -5.1-3.0	4.9- 16.0 -2.9-4.3
S58	1/2確率	0.1- 21.0 -7.6-5.8	0.4- 12.6 -2.7-5.0

※表内の各値は、左から[岩堂沢ダム放流量]-[末沢地点流量]-[荒雄地点流量]-[涌谷地点流量]であり、それぞれの地点流量は各取水施設で取水した後の流量となっている。また、上記のダム放流量及び各基準点流量は、大崎3地区河川協議において再現した河川流況をもとに算出している。

- ③また、江合川の流況、鳴子ダムの放流実態を考慮すると、岩堂沢ダムからの放流は主として融雪水が切れる代かき期末の5月上旬と梅雨明けで降雨が少な

くなり、花掛け水として大量の用水を必要とする7月下旬～8月末となる。

以上のことから、岩堂沢ダムの放流量としては5月上旬で2,000千m³～3,000千m³程度、7月下旬～8月末で5,000千m³程度と予想される。(表-7)

表-7 各確率年の期間別放流量

年度	流況	代かき期 (4/26～5/10)	花掛け水 (7/26～8/31)
H6	1/40確率	1,004千m ³	5,542千m ³
S50	1/20確率	2,658千m ³	9,108千m ³
S62	1/10確率 (計画基準年)	5,718千m ³	2,004千m ³
H9	1/5確率	754千m ³	8,591千m ³
S58	1/2確率	131千m ³	2,420千m ³

ダム利水運用の流れは(図-6)のとおりである。

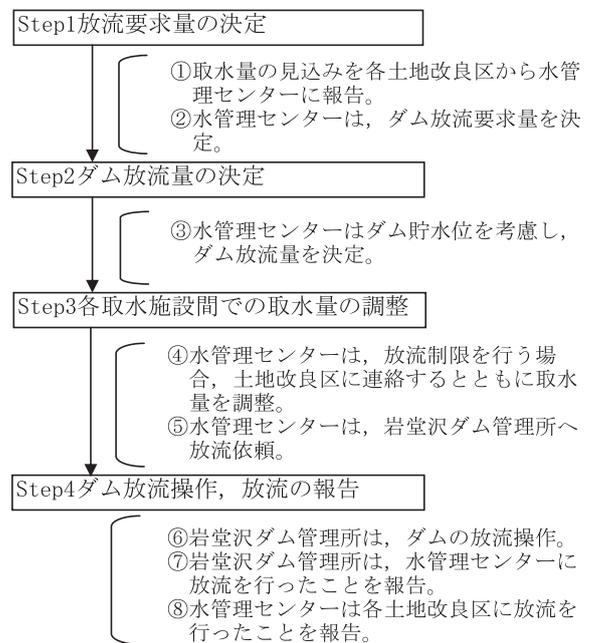


図-6 ダム利水運用の流れ

4. ダム放流要求量の決定 (Step1)

(1) 河川基準点の設定

岩堂沢ダム放流に際しては、各取水地点における必要水量をもとに、河川流況、鳴子ダム放流量を確認しながら、放流量を設定していく必要がある。(図-2, 図-7)

このため、河川基準点を設定し、各取水地点の必要水量と河川基準点の流量をもって、岩堂沢ダムの放流要求量を決定する。

河川基準点の設定にあたっては、

- ①江合川の河川流況は、鳴子ダムの放流量に大きく左右されること、
- ②大堰頭首工、三丁目頭首工の取水量が河川流況に大

きな影響を与えること、

等を踏まえ、鳴子ダムの放流量が江合川に合流した後で、かつ大堰頭首工より上流地点から選定する。よって、河川基準点として末沢地点とする。

なお、末沢地点は国土交通省の水位観測地点であり、そのデータはインターネットで確認する。

また、河川流量は、鳴子ダム管理所や北上川下流河川事務所等からの情報提供により河川流量を把握する。

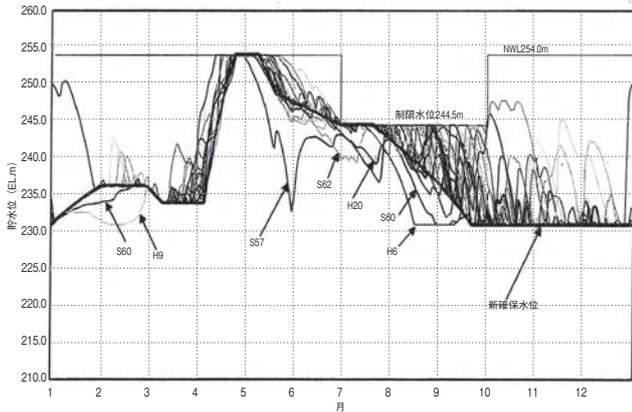


図-7 鳴子ダム運用曲線図

(2)ダム放流要求量の検討

1) 末沢地点の必要水量

計画基準年及び代表年のデータをもとに、各取水施設の取水量の合計をx、末沢地点流量をyとして、相関図を作成すると、 $y = [0.95 \sim 0.70] x$ の範囲となり、相関式 $y = 0.84x$ が導かれる。(図-8)

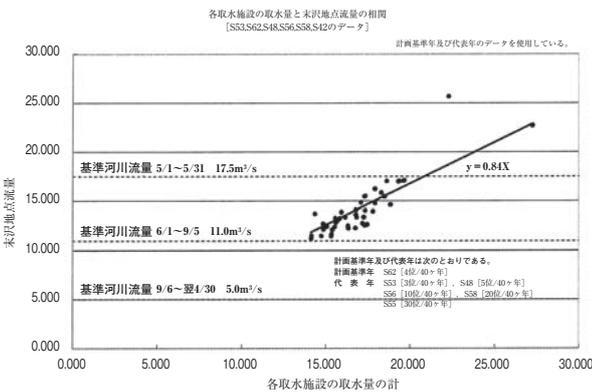


図-8 各取水施設の取水量と末沢地点流量の相関

2) 放流要求量

以上のことから、各取水施設における必要水量の合計に0.84を乗じた流量が末沢地点にあれば、(河川自流入+鳴子ダム)の放流で取水可能であり、かつ下流の荒雄地点及び涌谷地点の基準河川流量も概ね満足できるため、岩堂沢ダムの放流は不要と考えられる。

一方、末沢地点の流量が必要流量を満足しない場合は、岩堂沢ダムから放流し必要流量を確保する。

岩堂沢ダム放流要求量 = 末沢地点必要水量

$$= (\text{末沢地点流量} - \text{現在の岩堂沢ダム放流量})$$

以下に一例を示す。(表-8)

表-8 各ダム放流要求量計算例

	取水必要量 ①	末沢地点の 必要水量 ②= Σ ① \times 0.84	現在の末沢 地点流量 ③	現在の岩堂沢 ダム放流量 ④	岩堂沢ダム 放流要求量 ⑤=②-(③-④)
二ツ石頭首工	1.5	=16.1 \times 0.84 =13.5	11.0	1.0	3.5
大堰頭首工	5.0				
三丁目頭首工	7.0				
清水川頭首工	1.1				
右京江取水工	1.5				

※⑤岩堂沢ダム放流要求量は放流量の増分ではなく、放流操作後の放流量となる。

5. ダム放流量の決定 (Step2)

(1)ダム放流量決定の基本

岩堂沢ダムの運用は、前述のとおり、翌年度のかんがい始期にダムが満水となるよう、かんがい終了時点で6,000千 m^3 程度の貯水を確保することを基本とする。

ただし、渇水時において必要となる場合は、この限りではない。

(2)基準貯水ライン及び放流制限ラインの設定

①ダム放流は大きく分けて代かき期末の5月上旬及び花掛け水を必要とする7月下旬~8月末が主体となる。

②特に7月以降は鳴子ダムが洪水調節容量を確保するため、制限水位EL244.5m、利水容量16,000千 m^3 となる。このため、花掛け水の時期に水が不足しやすいことから、この時期まで一定のダム貯水量を確保するため、基準貯水ラインを設定する。

③一般的に6月からの梅雨により貯留が回復方向に向かうこととなるが、まだダムの運用実績がないことから、基準貯水ラインの設定にあたっては、安全側としてこの時期の回復を見込んでいない。(実運用後3~4年程度経過した時点で、実績をもとにどの程度の回復が見込まれるか、検証を行う必要がある。)

④また、基準貯水ラインを下回る場合に、花掛け水の時期まで節約して運用していくための放流制限ライン(90%, 80%, 70%, 50%)を設定する。

ここで、基準貯水ラインと放流制限ラインを総称して運用指標ラインと呼称する。

なお、運用指標ライングラフを図-9(降雨による貯水位回復を見込む)、図-10(降雨による貯水位回復を見込まない)に示すが、ダム運用実績がないことから、当面は安全側として、図-9で運用を行っていくことは前述のとおりである。

○岩堂沢ダム ダム運用指標ライングラフ

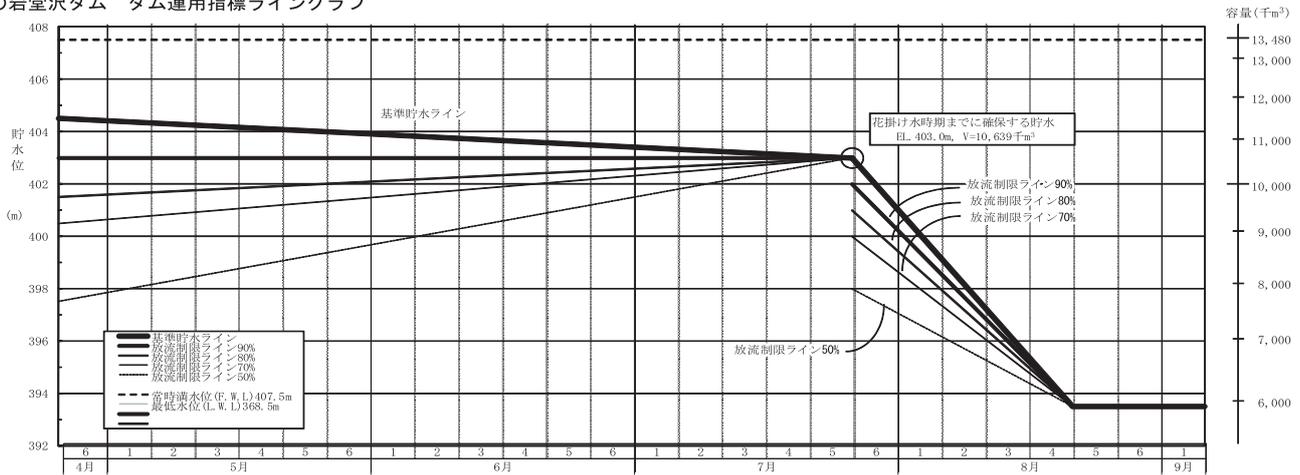


図-9 ダム運用指標ライングラフ (降雨による貯水位回復を見込まない場合)

○岩堂沢ダム ダム運用指標ライングラフ (かんがい期間中の貯水回復を見込む場合)

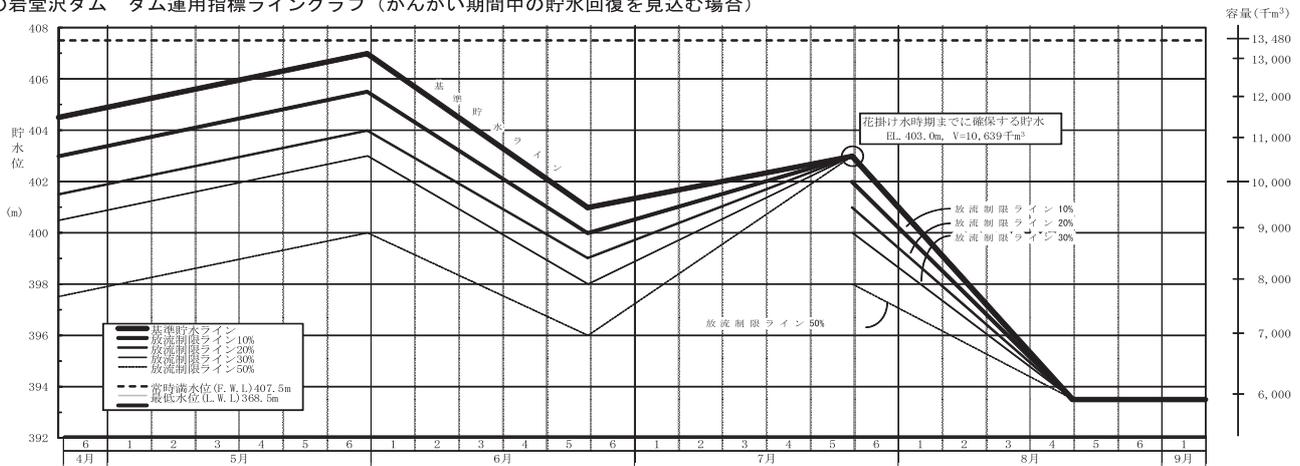


図-10 ダム運用指標ライングラフ (降雨による貯水位回復を見込む場合)

(3)ダム放流量の決定

ダム放流量決定のフローチャートは(図-11)のとおりであり、以降にその詳細を示す。

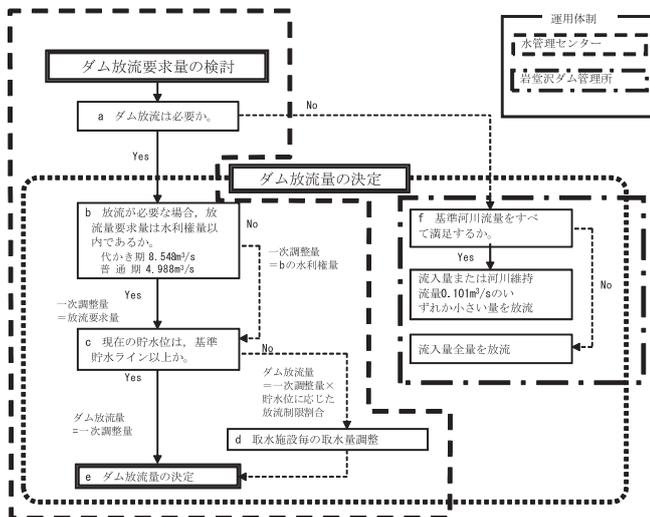


図-11 放流決定のフローチャート

1)かんがい期 (ダム放流要求のある場合)

放流要求量がダム水利権量以下で、かつダム貯水位が基準貯水ライン以上の場合、ダム放流量は放流要求量とする。

放流要求量がダム水利権量以上の場合及びダム貯水位が基準貯水ライン以下の場合、次のとおりとする。

①水利使用規則第3条による最大取水量の規定による制限

放流要求量がダム水利権量以上である場合、一次調整量をダム水利権量とする。

放流要求量 > ダム水利権量
一次調整量 = ダム水利権量

②現在の貯水位が基準貯水ライン以上であれば、①で設定した一次調整量を放流する。

ダム貯水位 > 基準貯水ライン
ダム放流量 = 一次調整量

③しかし、ダム貯水位が基準貯水ラインを下回る場合は、一次調整量に貯水位に応じたダム放流制限割合

(90～70%, 50%, 25%) を乗じた放流量を放流する。

ダム貯水位<基準貯水ライン

$$\text{ダム放流量} = \text{一次調整量} \times \text{放流制限割合}$$

2) ダム放流要求のない場合及び非かんがい期

ダム放流要求のない場合は、水利使用規則第4条に示される基準河川流量 (= 河川維持流量) $0.101\text{m}^3/\text{s}$ を放流するものとする。ただし、末沢及び荒雄、涌谷の各地点流量が水利使用規則に定められた基準河川流量を下回る場合及びダム流入量が $0.101\text{m}^3/\text{s}$ より小さい場合は以下のとおりとする。

① 各地点流量が基準河川流量を下回る場合

末沢、荒雄、涌谷の各地点流量が、水利使用規則第4条に示される基準河川流量を下回る場合、ダムへの貯留を行うことができないので、流入量全量をそのまま放流することとなる。

② ダム流入量が $0.101\text{m}^3/\text{s}$ を下回る場合

水利使用規則第4条では、ダム地点の基準河川流量 $0.101\text{m}^3/\text{s}$ となっており、これを超える場合にのみ貯留できることとなっている。

よって、ダム流入量が $0.101\text{m}^3/\text{s}$ 未満の場合は、流入量全量をそのまま放流することとなる。

[運用指標グラフについて (解説)]

< A : 基準貯水ライン >

基準貯水ラインは、かんがい期末 (9/5) の残貯水量に、各時期に使用する水量を加え、貯水位を逆算し作成。(図-12)

< B : 放流制限ライン >

① ダム貯水位が基準貯水ラインを下回った場合、放流制限を行い貯水回復に努める。

② ①の放流制限を行った結果、貯水が回復し、基準貯水ライン以上が確保された場合、一次調整量に対し制限を行わず放流できる。

③ ①の放流制限を行っても、ダムへの流入量が少ないなどのため、貯水が回復せず、更に下降する場合、放流制限割合を大きくし、貯水回復に努める。(図-12)

(4) ダム運用パターン

計画基準年及び代表年 (S53, S62, S48, S56 (10位/40ヶ年), S58 (20位/40ヶ年), S55 (30位/40ヶ年)) のダム運用パターンと基準貯水ラインとの関係を図-13に示す。なお、S62年 (計画基準年) の河川流況により、ダム容量を決定しているものの、渇水時の標準的な水使いとしてはS53年 (3位/40ヶ年), S48年 (5位/40ヶ年) を参考とされたい。

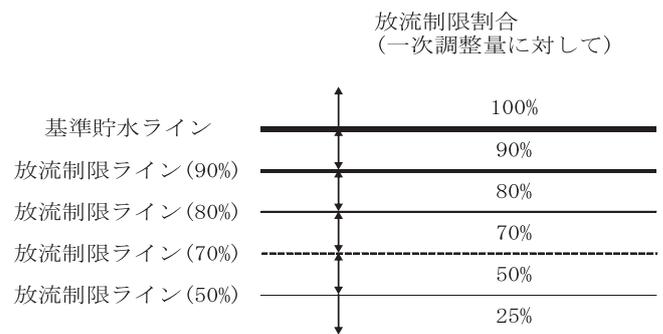


図-12 放流制限割合の設定

○岩堂沢ダム ダム運用指標ラインと代表年におけるダム運用ラインのグラフ

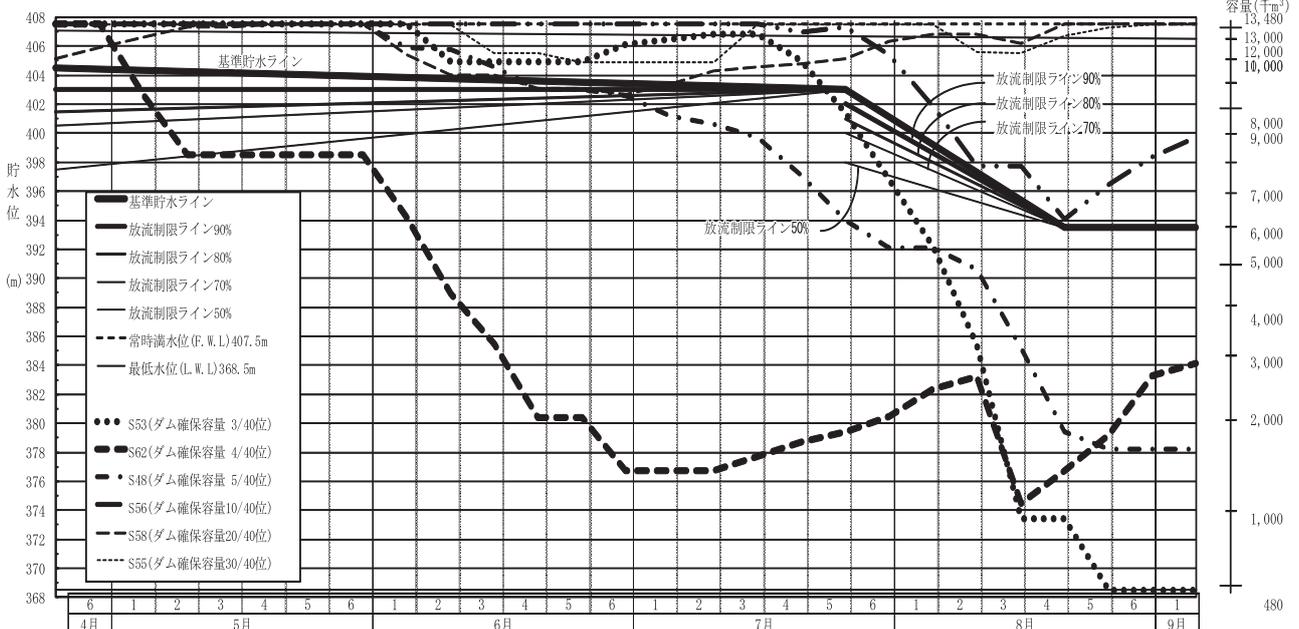


図-13 計画基準年と代表年におけるダム運用ラインのグラフ

6. 各取水施設での取水量の調整 (Step3)

5. (3)ダム放流量の決定において、①、②及び③で制限を行った場合は、各取水地点で所要水量が十分に取水できないこととなる。

その場合は、水管理センターと各土地改良区間で取水量の調整を図る必要がある。

一例として、ダム放流制限の割合で、頭首工地点で制限を行う場合を以下に示す。(表-9, 表-10)

なお、設定条件は以下のとおりとする。

[設定条件A] しろかき期, 放流制限割合 90%

[設定条件B] 普通期, 放流制限割合 50%

ここでは便宜的に、小数点以下第2位以下の値について、取水水量が多い施設で切り捨て、少ない施設で切り上げを行うということで、調整を図っている。

この場合、取水規模の大きい施設では不利な面があるが、受益地全体への影響力は緩和されるものとして概ね関係利水者等の理解を得られるものと考えている。

7. あとがき

岩堂沢ダムが完成し、平成22年4月からは本格的にかんがい用水の取水が開始されている。

また、本地域のかんがい用水は、岩堂沢ダムだけでなく、従前同様、国土交通省の鳴子ダムからの放流も活用していくこととなる。このため、これまで以上に鳴子ダムとの連携を図りつつ、効率的な利水運用につとめることが肝要である。

最後となるが、今後、施設を管理する宮城県や貯水運用をしていく大崎地域水管理センター及び関係各土地改良区には、貴重な水源であるこの岩堂沢ダムをできる限り公平かつ有効に活用して頂き、この大崎平野の農業の更なる発展につながるよう願うところである。

表-9 放流制限実施後の取水量 (例A)

[単位:m³/s]

	取水必要量 ①	放流要求量 ②	ダム放流量 ③	放流後不足量 ④=②-③	制限後の 取水量⑤ ①-④×①/Σ①
二ツ石頭首工	2.3	7.0	②×90% =6.4	0.6	2.3
大堰頭首工	11.5				11.2
三丁目頭首工	11.0				10.7
清水川頭首工	1.7				1.7
右京江取水工	2.8				2.8
合計	29.3			0.6	28.7

表-10 放流制限実施後の取水量 (例B)

[単位:m³/s]

	取水必要量 ①	放流要求量 ②	ダム放流量 ③	放流後不足量 ④	制限後の 取水量⑤ ①-④×①/Σ①
二ツ石頭首工	1.5	4.0	②×50% =2.0	②-③ =2.0	1.3
大堰頭首工	6.0				5.3
三丁目頭首工	8.0				7.1
清水川頭首工	1.1				1.0
右京江取水工	1.5				1.4
合計	18.1			2.0	16.1

国営中信平二期地区における小水力発電計画について

江川 春彦* 和田 英紀*
(Haruhiko EGAWA) (Hideki WADA)

目 次

1. はじめに	23	4. 発電規模	24
2. 事業の概要	23	5. 主要施設の計画	25
3. 小水力発電計画位置	23	6. おわりに	26

1. はじめに

昨今、地球温暖化防止に関する社会的な機運の高まりと、京都議定書の批准により、クリーンなエネルギーに対する期待が一層高まってきている。特に、温室効果ガスの大部分を占めるCO₂の排出量削減については、低炭素社会実現へ向けてCO₂の排出が少ない再生可能エネルギー（新エネルギー等）への転換を図ることが求められている。現在、我が国では、温室効果ガスの排出量について、2020年までに1990年比で25%削減することを中長期的な目標としている。再生可能エネルギーは、一般的に非化石エネルギー源であって永続的に用いることができるものとされており、太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス等が挙げられる。

農林水産省においても、農業用水利施設を利用する小水力発電が「一連の管理体系化にある土地改良施設の操作に必要な電力を供給すること」を目的として昭和58年度に制度化され、平成19年度実施分までに農村振興局所管事業により26地区の小水力発電所が建設、運転されている状況である。本報では、国営中信平二期地区で現在実施している幹線水路（開水路）の落差を利用した小水力発電計画の内容を紹介する。

2. 事業の概要

本地区は、長野県のほぼ中央部に位置する松本市他2市2村からなり、一級河川信濃川水系梓川、奈良井川、烏川等の扇状地に広がる農業地帯である。本地区の主水源である梓川は、流量の年間変動が大きく、その他溪流は水源流量が乏しいため、水田への用水供給は不安定であり、畑作地帯は水源施設がないことから、県営及び国営事業による梓川頭首工及び幹線水路を造成し、併せて関連事業により農業基盤の整備を行

い、用水の安定供給と農業経営の安定を図ってきた。この結果、県下有数の農業地帯へと発展した。また、農業用水は防火用水や洗い場などの多面的機能も有している。しかし、これらを支えてきた中心的な梓川頭首工及び梓川幹線は50年以上経過しており、老朽化に伴い、安全性が低下するとともに維持管理に多大な労力と経費を要している。

本事業は、梓川頭首工、幹線水路の改修と水管理施設の整備を行い、地区内の水需要に即した適正な用水配分と施設機能の改善を図り、農業経営の安定と地域農業の振興及び維持管理費の低減に資するものであるが、その一環として、小水力発電が事業計画に位置づけられている。

3. 小水力発電計画位置

本地区における小水力発電の検討地点は、扇状地であり、取水口から国営水路の高低差が最大160m程度で、各幹線水路の落差工、急流工、放水工で単独落差を持っている箇所が130箇所及び、複数の落差工や急流工を組み合わせる形で発電を行う形式も含めると、多様なケースが挙げられる。このため、平成19年度の構想検討においてこれらの検討地点の流量、落差及び水路施設の状況等を検討し、比較的流量が多く、発電所建設の実現性が高い3地点に候補地を絞り込み、平成20年度の基本設計により各候補地で小水力発電所建設の採算性を検討した結果、図-1に示す位置に梓川左岸幹線の1号落差工、2号落差工及び1号急流工が選定された。

選定された理由として、この地点は図-2に示すとおり下流側に中部電力(株)梓発電所があることから、農業用水とともに発電用水（水利権、14.4m³/s、通年）も通水しているため、図-3のように発電用水も小水力発電に利用することで他の候補地（農業用水はかんがい期のみ）に比べ発電可能量が大幅に多く、際立って採算性が良いことが挙げられる。発電規模は、農

* 関東農政局中信平二期農業水利事業所
(Tel. 0263-40-5521)

業用水に発電用水を加え最大使用水量 $Q=11.0\text{m}^3/\text{s}$ で(4.(2)参照), 設備利用率が86%(一般的に流れ込み式の場合45%~60%程度の設備の利用でも経済的)となり, 非常に効率の良い計画となった(表-1)。本小水力発電検討地点は, 水利使用上, 「かんがい」及び「水力発電」に従属して行うものであり, 平成22年12月に河川事務所に協議書を提出した。

表-1 小水力発電計画諸元表

項目	諸元
水路名	梓川左岸幹線
発電所場所	長野県松本市梓川上野718番1地先
発電方式	水路式(流れ込み式)
取水水位(EL.m)	684.50
放水水位(EL.m)	678.19~676.74
総落差(m)	6.31~7.76
最大出力(kW)	464
最大使用水量(m^3/s)	11.000
有効落差(m)	5.34~7.60(最大出力時:5.54)
常時出力(kW)	126
年間可能発電電力量(MWh)	3,499(各年毎算出値10ヶ年分の平均)
年間有効電力量(MWh)	3,324(〃)
設備利用率(%)	86
水車本体	横軸円筒可動羽根S形プロペラ水車(出力:514kW)
増速機	平行軸歯車増速機(500kW)
発電機	横軸回転界磁三相同期発電機(出力:490kVA)



図-1 中信平二期地区 小水力発電計画位置図

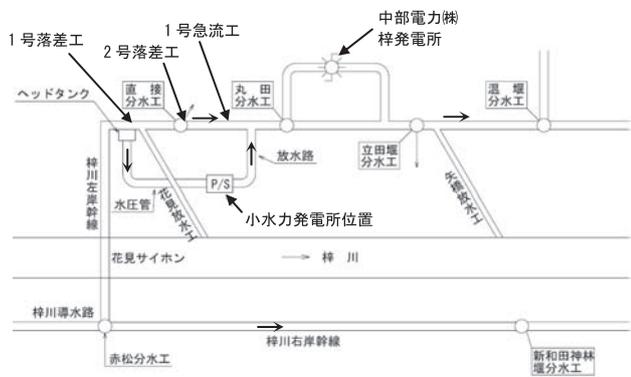


図-2 用水系統と発電所の関係図

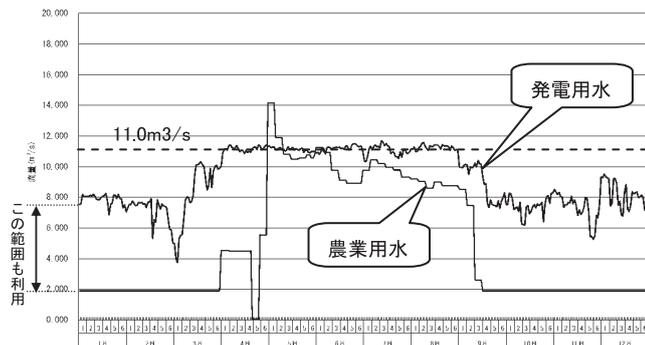


図-3 発電利用可能流量図

4. 発電規模

(1) 発電可能流量

発電可能流量は, 中部電力(株)梓発電所の直近10ヶ年流量を基礎資料とし, 以下のとおり算定した。

- ①平成17年から平成19年の非かんがい期は, 中信平二期農業水利事業において梓川頭首工建設工事及び梓川幹線水路改修工事のための断水が行われている。この断水期間は長期間であり, 例年行われるものではないため, 流量は他の年の平均値を使用する。
- ②中部電力(株)梓発電所で行われた水路の補修及び除塵機の改修により, 15日以上断水となった期間についても例年ではないため, 上記①と同様に流量は他の年の平均値を使用する。
- ③上記①及び②以外の断水は2~3日程度であり, 長くとも7日以内である。これは, 日常的な機器点検やトリップ(何らかの機器異常)によるものであり, この程度の断水は例年発生することが想定されるため, 実績を考慮する。
- ④小水力発電用水の取水地点より下流側の減水区間で必要な農業用水について, かんがい期には計画用水量, 非かんがい期には水路維持用水量を差し引く。
- ⑤上記①~④までの方法により整理された年別の発電流量による10ヶ年平均流量を発電可能流量とする。

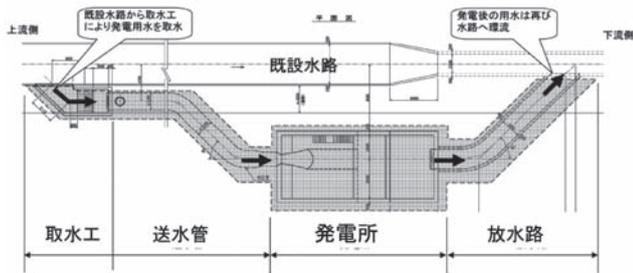


図-4 本地区の小水力発電平面配置図

(2)発電規模

発電規模は、上記(1)の発電可能流量により流況を整理し、鋼構造物計画設計技術指針（小水力発電設備編）の水車選定図（流量及び有効落差）より選定されたS形プロペラ水車における $Q=12.0\text{m}^3/\text{s}$ 、 $11.0\text{m}^3/\text{s}$ 、 $10.0\text{m}^3/\text{s}$ 、 $8.0\text{m}^3/\text{s}$ 、 $6.5\text{m}^3/\text{s}$ 、 $5.0\text{m}^3/\text{s}$ の6ケースで各々の流量に応じた施設の建設コスト及び発電電力量を算定し、kWh当たり建設単価が最も低くなる規模（最適発電規模）の検討を行った。

その結果、最適な最大流量の設定は $11.0\text{m}^3/\text{s}$ となった（図-5、図-6、図-7）。

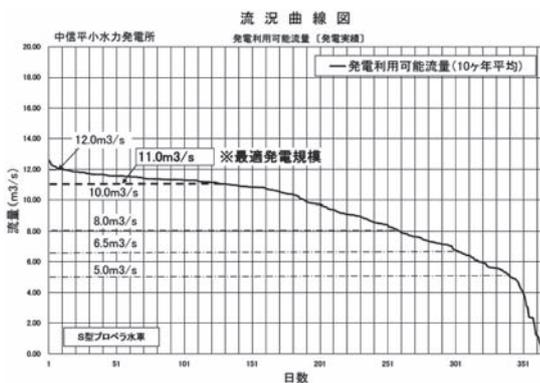


図-5 流況曲線図

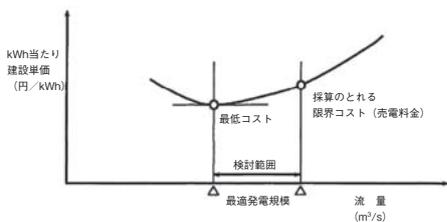


図-6 最適発電規模

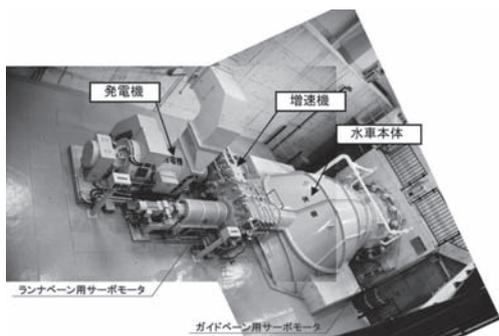


図-7 S型プロペラ水車

5. 主要施設の計画

本地区の小水力発電に係る主要施設は、表-2のとおりである。

表-2 主要施設一覧表

施設名	数量	目的
取水工 (ハットタンク)	1箇所	幹線水路より取水するとともに用水の安定した水面を保つ。
送水管	341m	発電水車に導水する。
発電所	1箇所	発電水車により発電を行う。
放水路	109m	発電後の用水を再び元の幹線水路に戻す。

(1)取水工

取水工は、以下のとおり「中小水力発電ガイドブック」の指標に基づき配置する。（図-8）

- ①発電水車の使用水量の変動に対する調整機能として必要な水面積・有効容量の確保。
- ②発電停止時に水路を流下してくる水量を安全に排除するために必要な余水吐の設置（必要越流長）。
- ③小水力発電施設への悪影響の主要因であるゴミの流入を極力防止する構造（取水流速の低減，網場，除塵機の設置）。

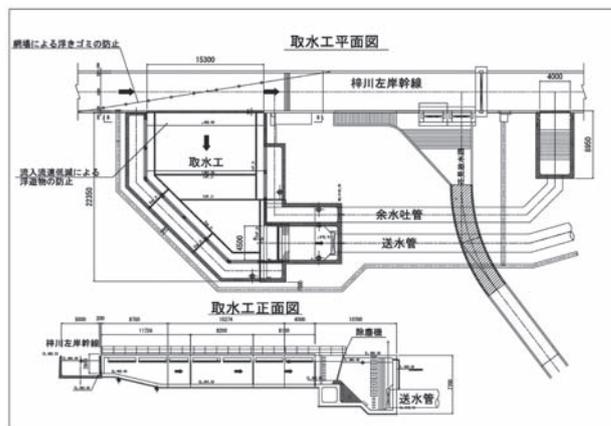


図-8 取水工構造図

(2)送水管

1)管種及び管径

送水管は、最大発電流量 $Q=11.0\text{m}^3/\text{s}$ に基づく最適管径 $\phi 2,400$ において、鋼管及びFRPM管での比較検討の結果、以下の点によりFRPM（5種）管を採用した。

- ・軽量であり施工性が良い
- ・流速係数が大きく損失量が少ない
- ・経済的に有利

2) 断面位置

管路は、地上権が発生せず維持管理の容易な道路下埋設を基本とし、管センターは掘削の際に既設水路へ影響を与えない位置とした。また、水路を使用しながらの施工となることから、水路側面の土圧が無い状態での既設水路の安全性も確認した。(図-9)

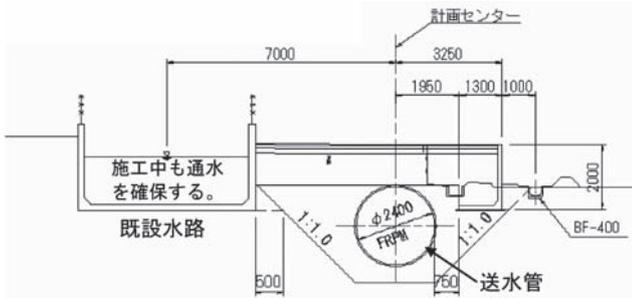


図-9 送水管標準断面図

3) 横断線形

管の横断線形は、道路下埋設のため最小土被り $H=1.20\text{m}$ を基本とする他、既設埋設物に対しては、必要な離隔距離 30cm 以上を確保し、極力土被りが小さくなる配置とした。

(3) 発電所

1) 発電所の規模

発電所の規模は、発電水車の設置及び維持管理の際の搬出入に支障が生じないように、鋼構造物計画設計技術指針及びメーカーへの聞き取りを参考に寸法を決定した。

また、機器のオーバーホール等を考慮し上部を開口蓋形状とした。吸出口の寸法は、発電水車メーカー毎に規格が異なることを考慮し、どのメーカーの水車でも据付に支障が生じない開口形状とし、水車据付時に間詰めコンクリートを打設するものとした。

2) 発電所の位置

発電所の位置は、送水管路(縦横断位置)を基本とする他、以下の点を考慮し決定した。

- ①オーバーホール時等の大型重機を用いた維持管理。
- ②施工時の掘削が近接構造物(水路及び集落集会場)に影響を与えない距離。
- ③水車直前の曲管による偏流が水車に影響を与えないよう、水車の直上流側は直線区間を設定。

(4) 放水路

放水路は、発電後の用水を再び元の幹線水路(既設サイホン)に環流させるため、経済性の面から既設サイホンと同様の現場打ちRCボックス構造(2.5m×2.5m)とした。

なお、配置は現地条件及び近隣住民の意見も踏ま

え検討した結果、極力道路下に設置する路線とした。

(図-10)

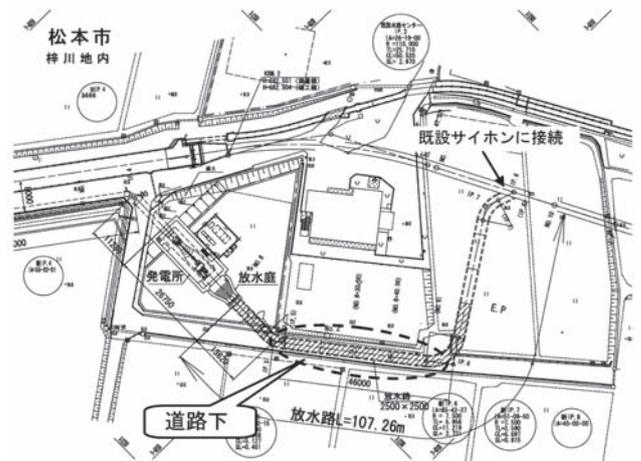


図-10 放水路平面図

6. おわりに

現在、政府においても再生可能エネルギーの導入拡大に向けた取組として、全量買い取り制度の実施等について検討が進められている。そのような中で、農村地域に存在する再生可能エネルギーの一つとして、農業水利施設を利用した小水力発電は、地球温暖化対策等の社会的な貢献とともに、発電による維持管理費の軽減が図られ、地域農業の振興・発展に大きく寄与するものと考えられる。

参考文献

- 1) 鋼構造物計画設計技術指針(小水力発電設備編), 農水省, p.28, 1986
- 2) 中小水力発電ガイドブック, 新エネルギー財団, p.312-313, 2002
- 3) ハイドロバレー計画ガイドブック, 新エネルギー財団, p.5-12 - 5-14, 2006
- 4) 土地改良事業計画設計基準「水路工」, 農水省, p.200-203, 2001
- 5) 土地改良事業計画設計基準「パイプライン」, 農水省, 435-441, 1998

ダムの濁水対策に関する取水方式(集水埋渠)の事例報告

～ 環境に配慮した河川維持放流 ～

松 田 貢 一* 林 賢 一**
(Kouichi MATSUDA) (Kenichi HAYASHI)

目 次

1. はじめに	27	4. 河川放流の方法(ダム水位に応じた維持管理)	31
2. バイパスの取水方式の検討	28	5. まとめ	31
3. 集水埋渠の調査設計	29		

1. はじめに

天神ダムは、国営大淀川右岸土地改良事業により造成された農業用ダムであり、平成15年度に供用を開始している。本ダムは、平成17年9月の台風14号により上流部の山腹が大規模に崩壊し、大量の土砂や流木等がダム湖内に流入した。その後も洪水が繰り返し発生し平成19年までの4カ年での堆砂量は計画堆砂量50万m³に対して25万m³に達した(写真-1参照)。

堆積した土砂は微細土粒子のシルト・粘土のため沈降しにくく、ダム湖水が濁った状況が長期化している(図-2参照)。冬期も湖水の対流によりダム底の濁った層が全体に攪拌されるため白濁した水を放流せざるを得ない状況が続いた(図-2, 3参照)。

このため、ダム下流のアユやうなぎ等の生物への配慮及びキャンプ場等観光資源への影響を考慮し、早

急に河川環境の改善対策を行うこととした。緊急措置として平成20年6月、底樋放流から表層放流のサイホン(φ150塩ビ管4本、φ100塩ビ管1本)へ切り替えを行うとともに、応急措置として、洪水時の表流水の濁りと冬期の白濁水の長期化を防止するため、ダム上流で取水し下流河川へ直接放流する清水バイパス(以下「バイパス」という)を施工することとなった。本報ではこの取水方式について検討内容を報告する。

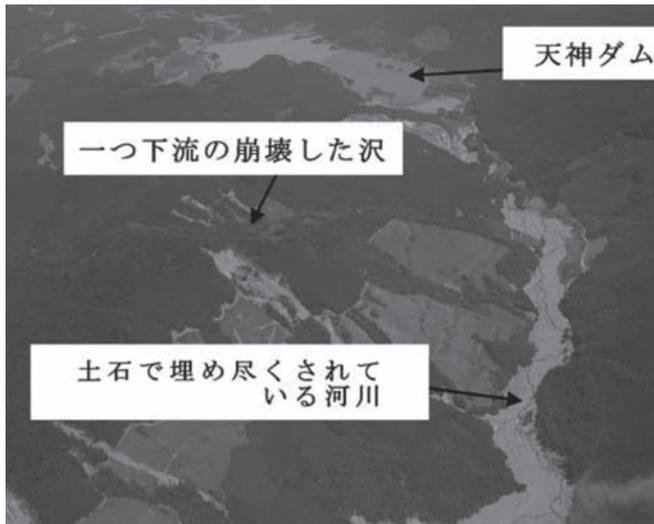


写真-1 H17の天神ダム上流部被災状況

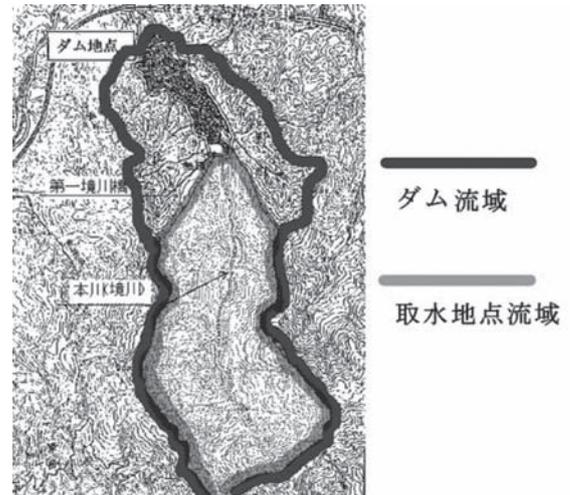


図-1 ダム流域図

降水量と貯水池内濁度の変動図 平成17年

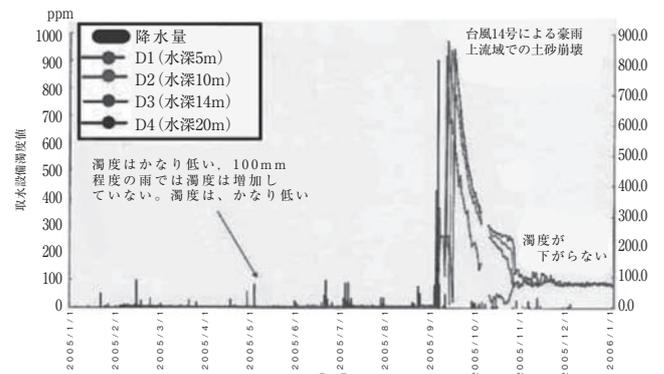


図-2 台風前後のダム濁度状況

*九州農政局南部九州土地改良調査管理事務所
(Tel. 0986-23-1293)

** (株)三祐コンサルタンツ九州支店
(Tel. 096-354-5226)

天神ダム濁度

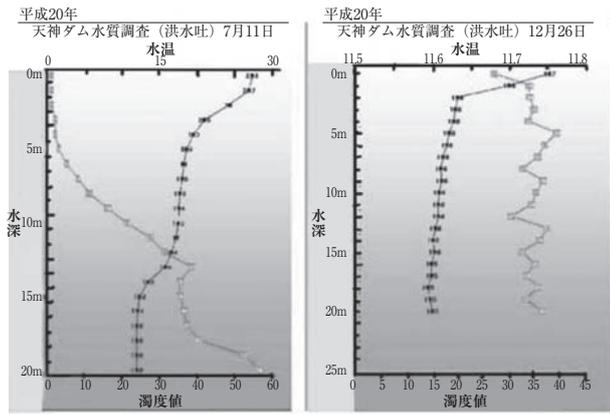


図-3 平成20年ダムの夏と冬の濁度比較

2. バイパスの取水方式の検討

2-1 取水地点の取水可能量

本ダムの水利使用規則による河川維持流量について、10/6～6/17は $0.15\text{m}^3/\text{s}$ 、6/18～10/5は $0.2\text{m}^3/\text{s}$ を放流（渇水時はダム流入量）することとなっている。ダム流入量は、ある時点のH-Q曲線で算定されるダム貯留量から河川放流量及び農業取水量を差し引いて求められ、ダム管理棟で毎時計測している。本ダムの流域面積は 10.7km^2 あり、そのうち取水地点の流域面積は 7.0km^2 であるため取水地点の取水可能量は、ダム流入量に流域比（ $7/10.7$ ）を乗じて求められる（図-1参照）。平成15年から平成21年の5カ年を流況に整理したものが図-4であり、低水量が $0.15\text{m}^3/\text{s}$ となる。これは、概ね4日に1日の割合で10月から6月の河川維持放流量 $0.15\text{m}^3/\text{s}$ を下回るといふ厳しい河川流況となる。

2-2 検討案

このように、非常に厳しい河川流況の中で、取水方

式を検討するにあたって重要な事項は、①年間を通して安定取水できること、②施工性及び経済的に有利なこと、③維持管理費が安価なこと、④取水地点周辺の生態系に影響を与えないことが挙げられる。図-5及び図-6に示す2案（A案…集水埋渠案、B案…バースクリーン案）を検討した結果、以下の理由でA案の貯水池内ポンプアップ案を採用することとした。

- ①河川取水が厳しくなる渇水時期や冬期にも表流水のみならず伏流水も期待できる。
- ②経済的に最も有利である。
- ③ポンプアップするための電気代が発生するが、サイホンによる放流を主とした運用を行うため維持管理費の削減が可能である。
- ④B案は全量取水すると下流に無水区間が約400m生じ生態系へ影響を与える。

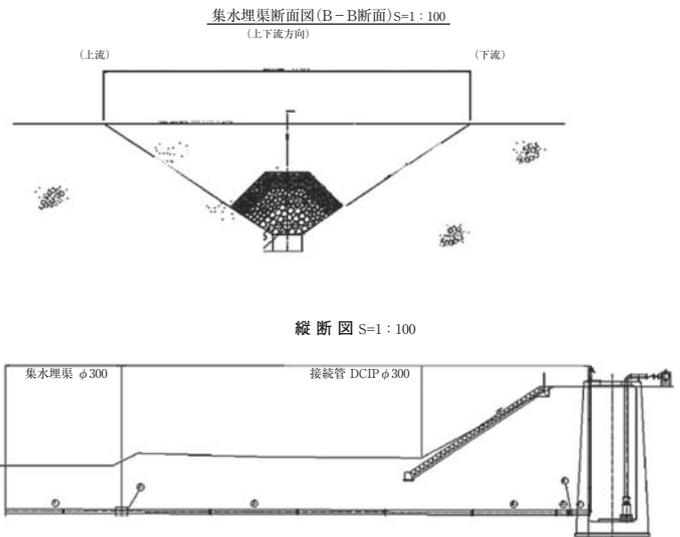


図-5 A案（集水埋渠案）

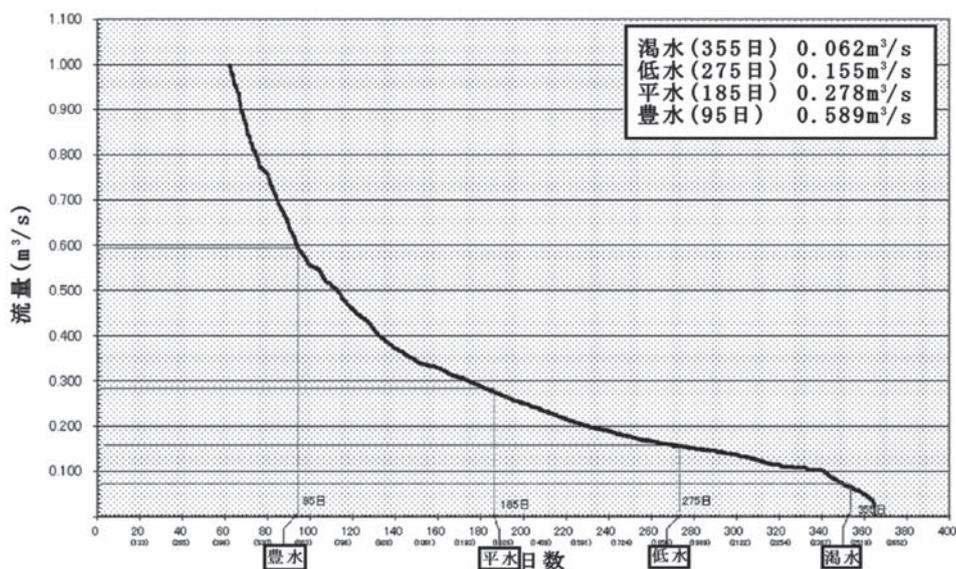


図-4 取水地点の流況

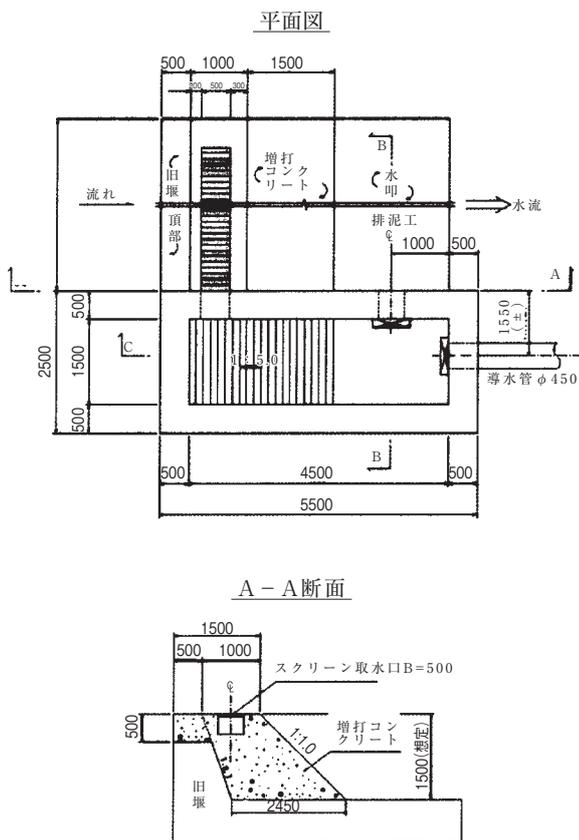


図-6 B案 (バースクリーン案)

取水方法については、河床の井戸設置による伏流水主体の取水、集水埋渠設置による表流水主体の取水を検討した結果、安定取水の観点から集水埋渠を採用することとし、取水地点は、河道（ミオ筋）が最も安定しているダム貯水池最上流にある橋梁直下20m地点とした。

3. 集水埋渠の調査設計

3-1 揚水試験

集水埋渠の設計を行うに当たっては、夏期の干ばつや冬期の渇水によって表流水を全量取水できるかが重要になる。このため、平成21年8月～平成22年1月に集水埋渠設置予定地点でモデル施設（φ300×4m）を設置し、揚水試験を行った。

集水埋渠の設置深さは、地質（不透水性）や将来の河川洗掘や河床変動を考慮して現況河床から管頂までの深さを3mとした。表流水を確実に取水できる前提条件は、河床土砂の透水性がカギとなるため、河床から1mと2mの深さで現場透水試験及び粒度試験を行った。その結果、河床の土砂は粘土・シルトの微粒子を数%程度含んでおり、透水係数が0.02cm/sと小さいためこの河床土砂を埋め戻した場合、取水に支障がでることから、河床3mまでの埋め戻し材料を15～20cmの河床玉石に置き換えた。

揚水試験は、豊水、平水、渇水期の3段階で実施した。この試験で置き換えた河床玉石の透水係数を8.4cm/sと確認でき（現場の河床土砂と比較して約400倍透水係数が改善される）この値を設計値とした。

渇水期における揚水試験の状況を図-7及び図-9に示す。これは河川流入量が0.11～0.12m³/sあり、河川表流水の全量に伏流水を加えた最大0.13m³/sを揚水し3時間後に0.115m³/sで揚水量が安定した。その結果、表流水を100%取水でき3時間後に0.115m³/sで安定した揚水量となった。

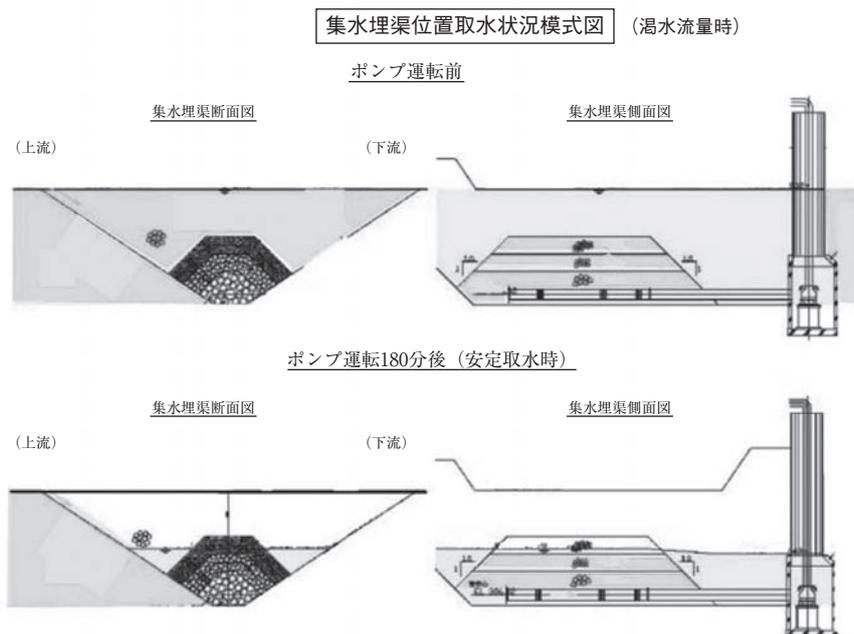


図-7 渇水時の揚水試験状況

3-2 施設規模

河床下の埋渠の取水量 (Q) は (土木学会 水理公式集) より求められ, この計算式より最大取水量 $0.2\text{m}^3/\text{s}$ 及び管口径 $\phi 300$ を設計条件とした場合, 集水埋渠の延長は 5.4m となり, これに取水量の余裕を考慮し, 定尺長 $4\text{m} \times 2$ 本の 8m とした。集水埋渠の構造は図-8に示すように開口率38%のスクリーン構造である。材質は低炭素鋼亜鉛メッキ, 低炭素鋼セラミック, ステンレスの製品があり, 製品単価は低炭素鋼亜鉛メッキを1とすると低炭素鋼セラミック2, ステンレス4である。

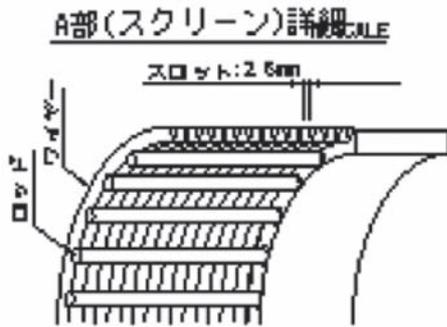


図-8 集水埋渠構造

管の保護工としては, 他地区の事例より目詰まり軽減のため3層の砂利層 (厚さ1.5m) を確保した。なお, 細砂や泥の吸い出しを防止する吸い出し防止マットは, マット表面に付着する泥により十分な取水がで

きなくなる懸念があるため用いず, 流入する泥等は定期的なポンプ運転によりフラッシュすることとした。ポンプは $0.2\text{m}^3/\text{s}$ を満足するよう $0.1\text{m}^3/\text{s}$ ポンプを2台設置し, $\phi 400$ のパイプラインで吐水槽へ揚水し, そこから $\phi 400$ のパイプライン約 2km で下流河川へ放流する計画とした (図-10参照)。

$$Q = \frac{2\pi k \{H_0 + d - (P_c/W)\} L}{2.3 \log_{10} \left\{ \frac{\sin Na + \sin N(d-r)}{\sin Na - \sin N(d-r)} \right\}}$$

$$N = (\pi/2)/l$$

$$a = \frac{2l}{\pi} \sin^{-1} \sqrt{\sin N(d-r) \cdot \sin(d-r)} \approx d$$

- d : 河床から埋渠中心までの深さ … 3.15m (計画高さ)
- Ho : 帯水層上の水深 …… 集中管位置での河川水深 Ho = 0m
- a : 流入点の位置 (m) …… 3.15m
- Pc : 埋渠内の水圧 …… $2.85\text{t}/\text{m}^2$ (取水ロスなど0.3m見込む)
- W : 水の単位重量 …… $1.0\text{t}/\text{m}^3$
- l : 帯水層の厚さ …… 4.50m
- L : 埋渠長 (m) …… 8.0m (スクリーン長)
- k : 透水係数 …… $8.4\text{cm}/\text{s}$ (玉石層の試験値)

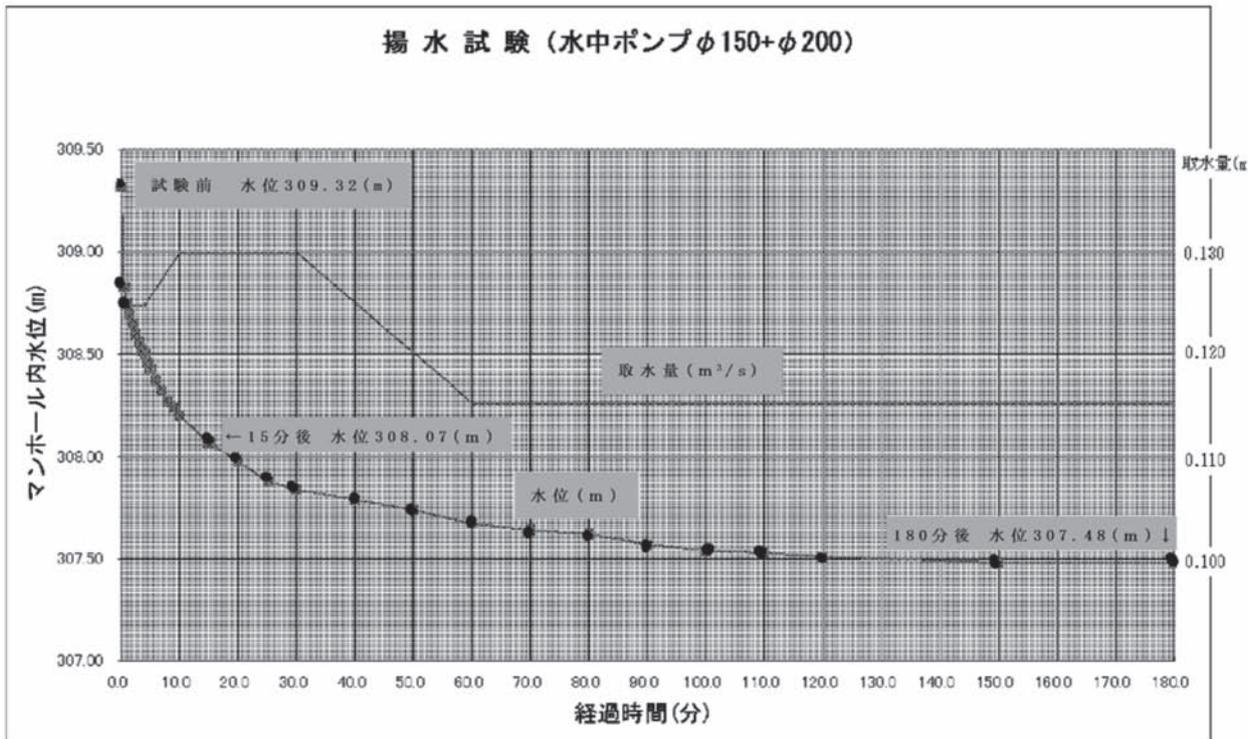


図-9 揚水試験結果



図-10 全体計画図

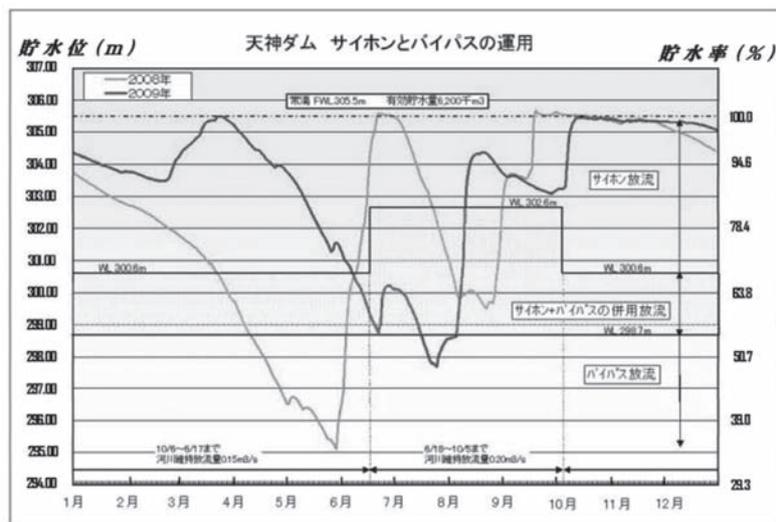


図-11 平成21年及び平成22年のダム水位事例におけるサイホンとバイパス運用

4. 河川放流の方法（ダム水位に応じた維持管理）

放流方法はダム水位とサイホン及びバイパスの放流能力の関係により行う。図-11に示すように、①ダム水位が高い場合はサイホンによる放流となり、②ダム水位が低くなるとサイホン+バイパスによる放流となり、③サイホンでの放流量が確保できない水位以下ではバイパスによる放流となる。なお、②サイホン+バイパスの併用運転のための流量調整は、パイプラインの途中のバタフライ弁で調整することとした。

5. まとめ

揚水試験を実施したことで計画取水量の適用公式の妥当性を確認できた。また、その調査結果を埋め戻し材料の選定や管理方法（具体的には河川流入量以上に過剰揚水すると100mg/l程度の濁りが生じ、清流を取水するためには河川流入量以下で揚水運用する必要がある）などに反映でき、経済的で自然環境にも配慮し

た施設計画となった。

今後の課題としては、取水運用にあたり集水埋渠が目詰まりしないよう埋設管の泥をフラッシュにより除去し、年間を通して安定した取水ができるかを検証していくことが重要である。集水埋渠による安定取水が実証されれば、洪水による河床堆積物により取水障害となっている他地区の更新計画において、維持管理の容易さや災害に強い観点で検討に当たっての参考となるものと考えている。

本地区はダム上流域で崩壊した山腹の植生や砂防ダム等の整備もほぼ終わり、年々濁水の長期化も改善されつつあるが、再び起こりうる大災害への備えを怠ってはならない。

参考文献

土木学会：水理公式集 p.p.382～p.p.383（S60年度版）
日本水道協会：水道施設設計指針p98（2000）

射水平野土地改良区の施設・維持管理について

安 田 克 則*
(Katsunori YASUDA)

目 次

1. はじめに	32	3. 施設運転・維持管理	33
2. 地区の概要	32	4. 地区内の啓蒙活動	35

1. はじめに

当射水平野は、富山県のほぼ中央部にあります。富山市・高岡市・射水市の三市にわたり、東は一級河川神通川、西は一級河川庄川、南は呉羽射水丘陵地帯、北は日本海に面した東西約11km、南北約7kmの長方形を成しております。海岸から3.5km入った内陸部に海拔0m地帯があり、海岸から7kmでようやく海拔5m以上となる超湿田地帯です。

2. 地区の概要

当土地改良区は、第1期の国営事業完了後の管理団体として、昭和52年に設立され、その後地域内の7つの土地改良区を吸収合併し、現在の受益面積は3,900ha、組合員数5,811名、役員27名、職員17名で、排水機場3ヶ所と頭首工1ヶ所、排水路=63,950m及び用水路=49,180mを管理しています。

現在、富山新港となっている放生津潟およびその周辺は、海拔0mのきわめて超低湿な水郷地帯で、一年中湛水されたままの水田が多く、排水の必要なときには、潟の水位が高く、排水ができないことがあります。

そのため、農作業はタブルやイクリと呼ばれる舟を使って行われ、農民は水害やウイルス病に苦しむこととなりました。

このような農民の苦しみをなくそうと、大正6年に20代の若さで射水郡長として赴任し、後に東京帝国大学の総長となった政治学者の南原繁氏の力強いすすめで、大正15年に下条川の改修に着手しました。

さらに、川や排水路を広げ、少ない数ではありましたが、排水路に流れてきた雨水を、放生津潟に吐き出すポンプを設置する工事がすすめられました。

昭和15年頃まで行われたこういった事業が、今日の『乾田化の基盤』となりました。常に泥と水との戦い

に数知れない先人の汗がながされました。

その後、もっと効率のよい農作業ができるように、また安心して暮らせるようにという人々の願いがかなって、昭和38年には第1期の国営射水平野農業水利事業が施行されました。計画基準雨量は1/15確率、2日連続雨量196.0mmで、基準田面上30cm以下の湛水時間は60時間以内、排水機場2ヶ所に1,500mmのポンプ4台と1,600mmのポンプ4台を設置し、毎秒41.7m³を排水する計画でした。

この事業では、地域の排水路網が整備されるとともに、用排水路の分離に伴い不足する農業用水を確保するために和田川総合開発事業が実施されました。さらに同時期に圃場整備事業が積極的に進められ、地域の低湿地はかつての面影もない美田に変わりました。

しかし、昭和38年に本地域が富山高岡新産業都市に指定され、放生津潟を掘削した富山新港の整備や、その後背地の工業団地の造成が進むと、射水平野は急速に都市化、混住化しました。

昭和50年代の後半頃から地域開発により、排水の流出形態が変化し、少雨でも洪水による湛水の被害が発生するようになりました。

そこで、平成3年に第2期の国営射水郷農地防災事業が施行され、先の国営事業で造成された各施設を現状の流出形態に合わせた能力、規模に増強し、新たに排水機場を新設し、従前の約2倍の排水能力を備え、排水被害を未然に防止することができるようになりました。計画基準雨量は1/30確率、3日連続雨量259.0mm、基準田面上30cm以上の湛水時間が24時間以内でした。排水機場3ヶ所に既存のポンプ8台に1,350mm×8台・1,000mm×2台を加え、合計18台ポンプを設置し毎秒78.7m³を排水する計画でした。

これらの事業により、射水平野の大部分の排水は機械排水に依存することになりました。内陸部に海拔0m地帯がある、この低く平らな地形の超低湿地帯を、西部・中央・東部の排水区に区分し、管理しています。

*射水平野土地改良区 (Tel. 0766-55-2511)



図-1 射水平野地内標高図



乾田化後の都市化等の他動的要因による流出形態変化による湛水状況

写真-1 湛水状況



写真-2 都市化・混住化状況

3. 施設運転・維持管理

地区の概要でも述べたとおり、当地区は内陸部に海拔0m地帯があるので、一年中常にポンプを運転しなければなりません。そのため、職員はポンプの大切さを熟知して、日頃から点検には注意を計り、日常・

週・月点検に分けて管理しています。

・日常点検

- 1)各ポンプに異常が無いか(オイル漏れ・水漏れ) 外観確認
- 2)運転中のポンプ(モーター・エンジン)の音・振動確認

3) エンジンエアタンク（空気槽）のドレイン抜き

4) 除塵機の運転確認及びゴミ処理等

・週点検

1) ポンプ・モーター・エンジン・補器類を点検項目に沿って点検

2) 比較的運転時間の少ない発動機を現場で強制運転し異常確認

3) 除塵機の運転確認及びゴミ処理等

・月点検

1) 電気主任が中心になって、電気関係設備（低圧・高圧絶縁測定・接地抵抗測定・継電器動作試験）の異常確認

通常の管理は、エリアの中に排水路から用水を汲み上げている揚水機場が5ヶ所あるので、単純に排水路の水位を下げるだけという操作はできません。しかし、水位を高く保つと洪水時に湛水被害が発生するので、対応が大変難しく、天候及び現場の状況を把握し、災害時等の場合は現場で操作します。

ポンプ運転に欠かせない除塵機運転については、現場運転のみとなっていますので、ゴミの多い時期などは除塵のためだけに、定期的に各機場を巡回しなければならず、非効率的です。

平成13年から第2期の国営事業で完成した施設、排水管理システムを導入し、防災施設及び排水路水位に対し、中央管理所から適切な操作指令を行うことが出来るようになったので、災害を未然に防止することができます。

以前（昭和52年～平成13年）は、2ヶ所の排水機場に職員各4名が常勤して、24時間365日張り付いて管理をし、また、頭首工にも2名が張り付いて管理をし、計10名で用排水を管理していました。一端トラブルが発生すれば、現場から事務所に連絡があり、それから関係機関に連絡して対応していました。

第2期事業の完成後、平成13年からは、機場1ヶ所増設と管理所が設置され、現場に張り付いていた職員を管理所に集めて管理する方式に変わりました。本来なら機場1ヶ所増設しているのですから、職員を増やさなければならないのですが、現有8名で3機場をパトロールする方式になり、最初職員は戸惑いもありましたが、現在は慣れて瞬時に対応出来るようになりました。

また、施設・機器等の故障時の早期発見と適切な措置も可能となります。現在までに3回の故障が発生していますが、職員が巡回パトロールで異常を発見し、被害を最小限で留めております。

年間ポンプ運転は、常時ポンプ（電動機）3機場の7台平均で2,170h/1台、洪水時ポンプ（発電機）3機場の11台平均で250h/1台となっています。

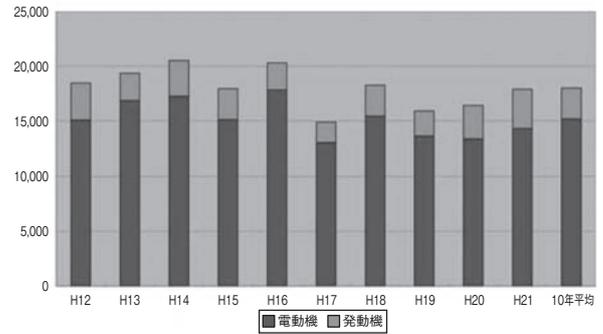


図-2 排水ポンプ運転時間一覧表

排水機場管理費は、改良区設立時に決められており、県=1/3、市=1/3、地元=1/3の負担区分となっています。その後平成8年度に基幹水利施設管理事業に入って国費=30%導入し、残り70%を上述の負担区分で管理しています。

用水路維持管理については、平成12年度に国営造成施設管理事業に加入しています。残りについては、市=1/2、地元=1/2の負担となっています。これも改良区設立時に決まっています。

今後施設の老朽化に伴い、補修事業が必要な時期にきていますので、現在ストックマネジメント事業等に取組んで維持管理節減に努力しています。

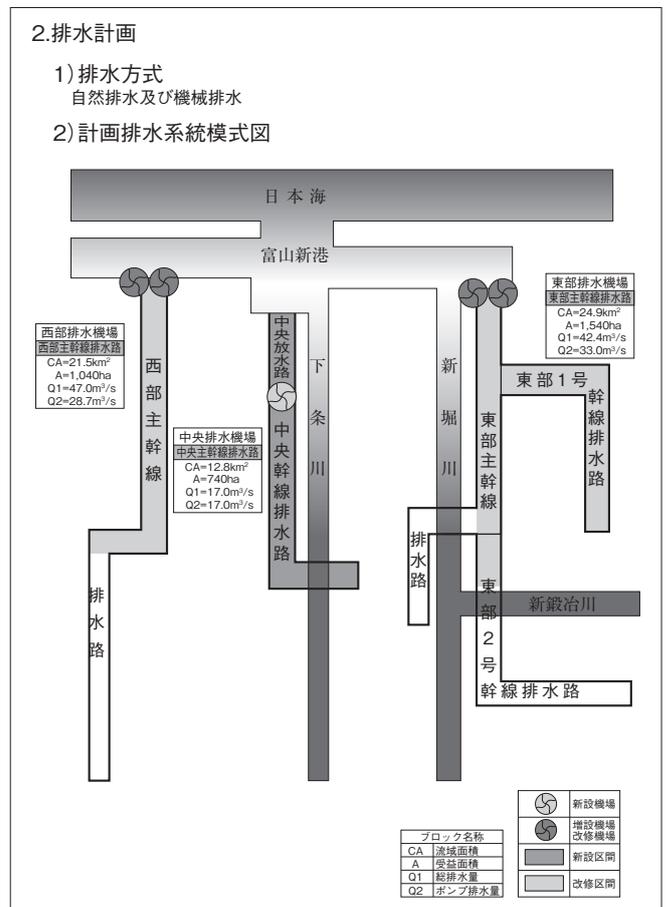


図-3 排水計画図

1) 排水機

項目 名称	位置	排水量 (m³/d)	揚程			排水機		原動機		備考	
			全揚程 (m)	実揚程 (m)	形式	口径 (mm)	台数 (台)	形式	動力 (kW)		台数 (台)
東部排水機場	新津市 七葉穴場	16.5	3.5	2.7	立軸軸流	φ1,350	2	発動機	300PS	2	増設
		10.5	3.4	2.8	立軸軸流	φ1,000	1	電動機	110kW	1	
		22.5	3.2	2.5	立軸軸流	φ1,600	2	発動機	360PS	2	
西部排水機場	高岡市石丸	17.5	3.9	3.1	立軸軸流	φ1,350	2	発動機	330PS	2	改修
		10.5	3.7	3.1	立軸軸流	φ1,000	1	電動機	120kW	1	
		18.2	3.6	3.2	立軸軸流	φ1,500	2	発動機	250kW	2	
中央排水機場	新津市片口	113.0	4.45	3.6	立軸軸流	φ1,350	3	発動機	390PS	3	新設
		17.0	4.35	3.6	立軸軸流	φ1,350	1	電動機	250kW	1	

(注)：排水量の上段()は農地的災害
* 下段は農地的災害

2) 排水路

水路名	項目	受益面積 (ha)	排水量 (m³/d)	延長 (km)	構造	主要構造物	備考
東部主幹線排水路	1,540	1,540	(17.4)	1.0	鋼矢板護岸	-	改修()は東部主幹線排水路と重複で内数
			(42.4)				
東部1号幹線排水路	1,620	(17.4)	(25.4)	1.0	鋼矢板護岸	流入工1箇所	改修()は東部主幹線排水路と重複で内数
東部2号幹線排水路	1,370	(17.4)	(17.8)	0.3	鋼矢板護岸	-	改修()は東部主幹線排水路と重複で内数
西部主幹線排水路	1,040	1,040	(26.1)	1.8	鋼矢板護岸	流入工3箇所	改修
			(47.0)				
中央幹線排水路	740	(13.0)	(17.0)	1.8	鋼矢板護岸	サイホン1箇所	新設
中央基水路	740	(13.0)	(17.0)	0.6	暗渠	-	新設()は中央幹線排水路と重複で内数

(注)：排水量の上段()は農地的災害
* 下段は農地的災害

図-4 主要事業計画

4. 地区内の啓蒙活動

農業面における生産性の向上のみならず、常時内水排除による地域の防災上の安心・安全についても維持し、担っていかなければならないといったことを啓発・普及するために、21創造運動に取り組みました。

代表的な取り組みとして、内部活動を3つ、外部活動を4つ説明します。

まず、具体的な内部活動として一つ目は、水土里ネット射水平野だよりを作成・配布していることです。

毎年1回、賦課時期に合わせて作成し、決算報告、事業実施状況などのほか、土地改良区の活動記事を掲載して、全組合員に配布しております。

また、施設見学会などで見学者に配布することで、土地改良区や土地改良施設及び多面的機能などの役割や重要性について、非農家を含めた地域住民の理解が深まっています。

二つ目は、多面的機能発揮を目的とした、各用水委員会の管理委託協定を締結したことです。(8つの用水委員会があり、全用水委員会と締結済みです。)

当土地改良区が管理する用水を系統ごとに分け、その受益集落の代表者を委員とした用水委員会を立ち上げ、それらと管理委託協定を締結することで、農地・水・環境保全向上対策の助言・指導を行っています。

用水路の江浚いや草刈などを、集落単位ではなく、用水系統ごとにまとめて、効率的に行えるようになりました。これにより、農業水利施設の多面的機能の維持・向上の大切さを認識してもらっています。

三つ目は、環境に配慮した維持管理を行っていることです。

これまで、管理堤の草刈を行い、除草剤の使用低減を図ってきましたが、今年から法面にヒメイワダレソウを植栽することで、草刈の労力削減のみならず、地域の景観作りも考えるようにしました。

このように、組合員だけでなく、地域住民の方々といっしょに、土地改良施設の清掃や草刈、環境に配慮したヒメイワダレソウの法面植栽などの維持管理を行い、組合員と地域住民の双方に意識づける先人たちの苦勞を忘れない活動をしています。



写真-3 用水の江浚い



写真-4 ヒメイワダレソウの植栽



図-5 管理委託協定書

次に、具体的な外部活動の一つ目は、地域の歴史に関する資料展示室『イクリの里』や排水機場などの施設見学会を行っていることです。

スタートの仕掛けは、平成12年4月に展示室が完成したので、旧新湊市及び射水郡（現射水市）の教育長に資料展示室を見て理解していただき、その後教育長から校長会へ連絡したのち、現場の教員が見学してから子供たちが毎年来るようになりました。

小学4年生は社会科授業の一環として、また婦人会や老人会、県民バスの参加者に地域の歴史や先人たちの苦勞について、知っていただくと共に、土地改良区及び土地改良施設の役割についても理解を深めていただいております。平成19年12月には入館者が1万人を超え、報道もされました。

『イクリの里』は当土地改良会館内にあり、乾田化以前の映像や農作業風景、湿田時に使用していた農具、乾田化への歩みを表したパネルなどを展示しています。

また、この資料展示室の名前の由来となった、『イクリ』は湿田だった時に稲を運んだ舟のことで、これも当会館前に展示してあります。

二つ目は、当土地改良区が管理する、地域の農業水利施設に関するパンフレット、副読本、クリアファイルの作成・配布を行っていることです。

これらは、容易に地域の用排水路を知ることのできる資料として活用されており、特に小学校では、わかりやすい教材として高い評価を得ています。

三つ目は、ホームページを開設したことです。平成16年に開設し、土地改良区の概要・広報誌・各種提出書類・行事予定表を掲載しています。

組合員だけでなく、一般者にもアクセスしてもらえるよう、地域の概要なども掲載し、見やすいページ作りを心がけています。

平成22年6月現在で約36,800件のアクセスがあり、様々な情報を随時更新することで、組合員だけでなく、非農家を含めた方々により早く、より幅広く啓蒙を図っています。

特に、組合員の資格得喪通知などの書類を、土地改良区まで取りに来なくても、ホームページからダウンロードすることで、容易に手に入れられるというご意見をいただきました。

四つ目は、主に小学生向けにハザ架けなどの農業体験を行ったことです。

管内の小学校6年生を対象に、地域学習の一環として、ハザ架けや学校田の稲刈りなど、乾田化以前の農作業の大変さを体験してもらいました。

これにより、土地改良事業による水田の乾田化が、農作業量の軽減に寄与している事について、理解を深めていただきました。

「イクリの里」来館者一覧表

単位：人

年度	官公庁	関係団体	学校関係	一般者	海外	計
11	228	558	698	194	12	1,690
12	59	224	632	332	0	1,247
13	107	216	166	318	15	822
14	88	230	233	336	0	887
15	49	94	701	190	12	1,046
16	41	207	835	226	18	1,327
17	56	96	670	264	27	1,113
18	80	94	579	364	27	1,144
19	70	147	360	323	20	920
20	23	192	319	371	0	905
21	2	143	492	269	0	906
計	803	2,201	5,685	3,187	131	12,007
比率	6.69%	18.33%	47.35%	26.54%	1.09%	

図-6 「イクリの里」来館者の推移



写真-5 「イクリの里」入館一万人



写真-6 ハザ架け



写真-7 パンフレット等

このように、内部活動の成果としては、以下のよう
にまとめられます。

- 水土里ネットの役員・職員の環境・景観に対する意識が向上しました。
- 水土里ネットの役割などについて、組合員に浸透しました。
- 農地・水・環境保全向上対策事業の申請地区が増加しました。

また、外部活動の成果としては、以下のようなことが挙げられます。

- 施設見学などを通じて、地域住民に用排水路の歴史、役割が周知されました。
- 各種イベントに参加することにより、地域住民の方々の水土里ネットに対する理解が深まりました。
最後に、今後の展望を述べます。
- 総合的な学習教育と連携し、活動を行っていくこと。
- 各種イベントへの継続参加により、地域住民との更なる交流を行っていくこと。
- 農業用排水に対する環境・景観活動の更なる展開
- そして、ヒメイワダレソウの植栽の更なる推奨・促進を行っていくこと。
- 農地・水・環境保全向上活動への積極的な参画支援を行っていくこと。

今後もこれらの活動を通じて、地域住民に安心・安全を提供しつつ、先人たちの苦労や常時内水排除を行っている射水平野の姿を伝えていこうと思います。

管継ぎ目補修工法の試験施工について

川 端 伸 博* 西 谷 文 孝*
 (Nobuhiro KAWABATA) (Fumitaka NISHITANI)

目 次

1. はじめに	38	4. 現場施工	40
2. 事業の概要	38	5. 室内試験	41
3. モニタリング計画	40	6. おわりに	44

1. はじめに

管の継ぎ目には、水密性を確保するためゴム輪が挿入されているが、施工後の不等沈下等でゴム輪がずれたり、継ぎ目間隔が開閉することによって、ゴム輪の圧縮率が低下して、漏水を引き起こしている事例が管内において見られている。

この漏水が湧出して地上部で確認できた場合や管内からのテストバンドによる調査で圧力低下が確認された場合の対策としては、緊急性、経済性等から鑑みて継ぎ目部を特殊なゴムにより内巻きして止水するバンド工法が採用されていることが多い。

このことから、各種の管継ぎ目補修工法について同一の環境で試験施工を行い、評価を行っていくこととしたものである。

なお、農林水産省は平成15年度より予防保全対策に取り組み、さらに、平成19年度から5年間で全ての国営造成農業水利施設の機能診断を行っている。さらに機能診断結果に基づき作成する機能を保全するために必要な対策方法を定めた計画をより精度の高いものとするため、平成20年度から施設の診断、劣化予測、評価手法の確立及び対策工法の有効性や耐久性の検証を現地での実践を通して確立し、ストックマネジメント技術の高度を図るためストックマネジメント技術高度化事業（以下、「高度化事業」という。）を実施しているが、その事業内容の一つである、「対策工法の適用と評価」が今回の取り組みである。

2. 事業の概要

本事業（試験施工）は、昭和45、46年に施工された三重県にある青蓮寺用水地区（図-1）において、団地内（図-2）に埋設されている農業用水路を対象に

実施した。本地区では、過去に漏水事故も起こしていることから、事前に管継ぎ目及び漏水調査を実施し、継ぎ目間隔が規格値を外れていたたり、テストバンドにより残圧が基準外と認められた継ぎ目を対象とした。

また、管継ぎ目の補修工法としては、止水バンド工法、止水ゴム接着工法、繊維シート接着工法が開発されているが、管内での実績、新技術（耐震抵抗）、農林水産省発注工事以外での実績等を鑑みて止水ゴム工法5工法と止水ゴム接着工法1工法（以下、タイプA～F呼称する。）について同一環境で設置して施工性、耐久性等について評価することとした。なお、繊維シート接着工法について、当現場の内水圧に対応できない性能であったことから施工対象外とした。

試験対象施設名：美旗サイホン

規 模：L=645m PC管 φ1,000mm

試 験 数 量：各工法の試験数量は撤去して物性の経年変化を確認していくことを考えて各工法とも同一数量とした。



図-1 青蓮寺地区位置図

*東海農政局木曾川水系土地改良調査管理事務所
 保全管理課 (Tel. 052-761-3191)

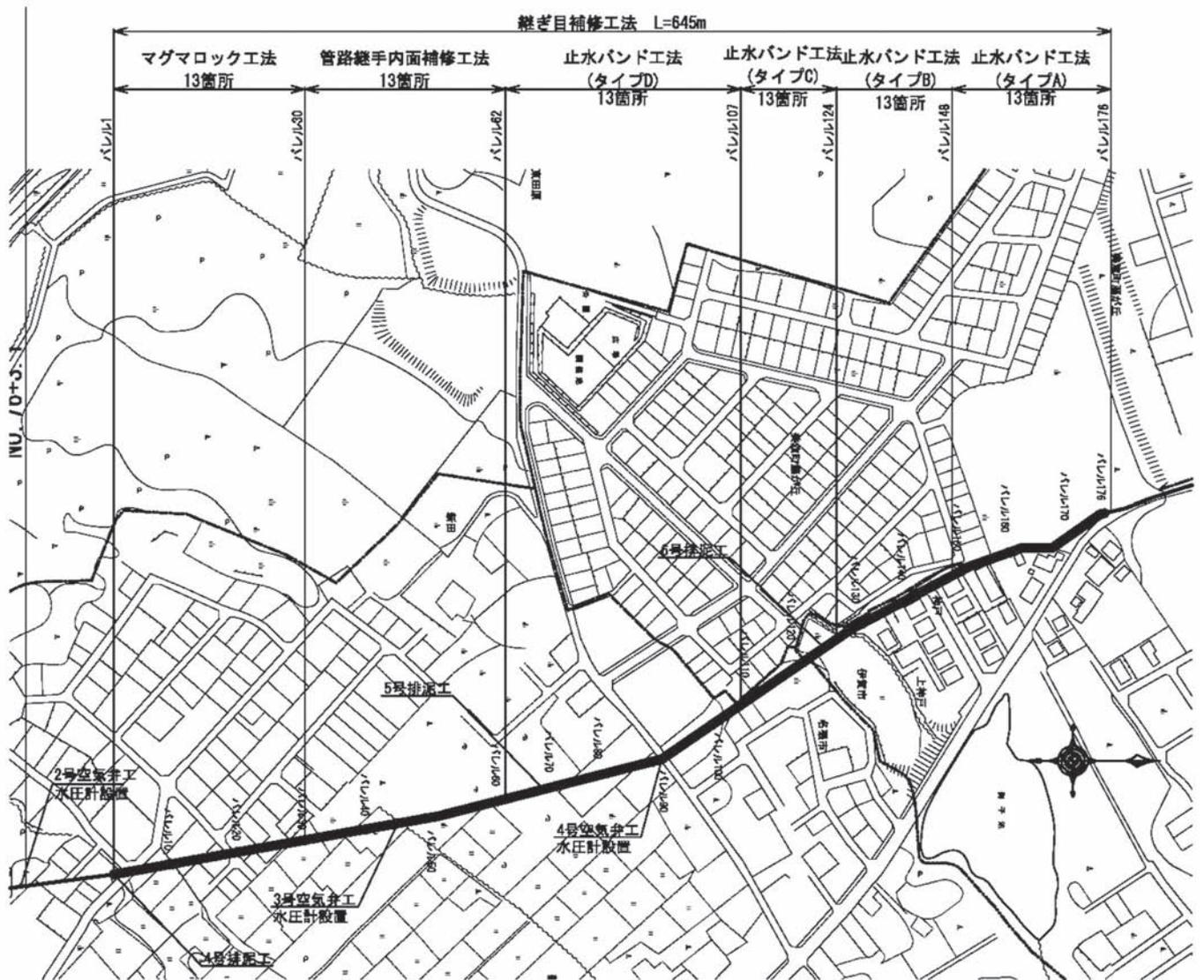


図-2 継ぎ目補修工法 試験施工計画平面図

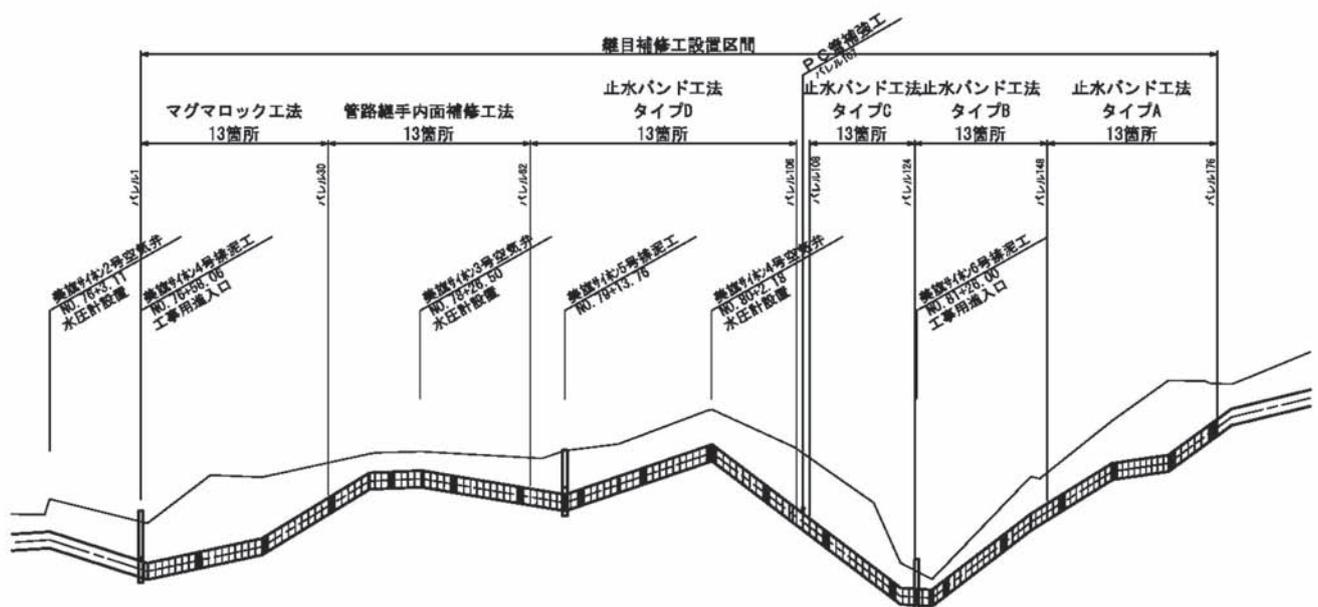


図-3 継ぎ目補修工法 試験施工計画縦断面図

3. モニタリング計画

高度化事業においては、有効性等を評価をするためのモニタリングが非常に重要となる。このことから、本地区にあっては、各工法について耐久性と施工性から次のとおり調査（図-4）を実施して総合評価を行うこととした。

なお、施工性については各工法毎に歩掛調査を実施するとともに、施工初期段階からビデオ撮影をして施工後においても検証できるようにした。

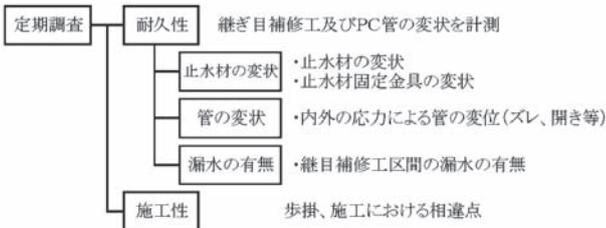


図-4 モニタリング計画

4. 現場施工

本地区は通年かんがいを実施していることから、断水を伴う施工期間は、下流にある調整池で用水が確保できる期間に制限された。また、埋設管の上部は住宅団地となっており、管路への進入も4号、6号排泥工の2箇所からと制限されていた。（図-2、図-3）

各工法の施工手順（図-5）は基本的に次のとおり実施した。

なお、継目補修工施工における材料確認・検査から出来高確認は、写真（1～4）継目補修フローのとおりに。

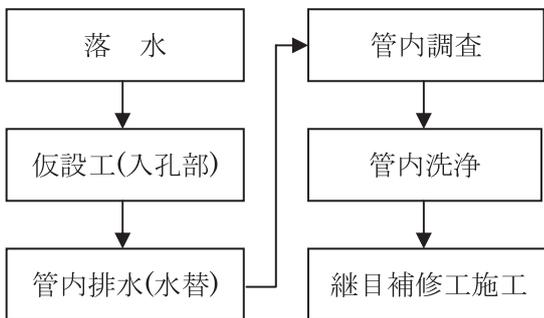


図-5 施工フロー

【継目補修フロー】



写真-1 材料確認・検査



写真-2 継目取付部清掃



写真-3 継目補修材取付



写真-4 出来高確認

5. 室内試験

耐久性能を確認するための内部調査（工場試験）として、止水材の変状を確認することとし、その内容は外水圧試験、内水圧試験、内水圧可とう性試験及び物性試験（当初は除外）を計画した。

止水材のどのような変状値を計測していくのがよいか検討したところ、新品状態における各材料の加圧状態における漏水の有無とこのときのゴムの伸び値を測定しておき、経年後も同様の調査を行い比較していくことで各止水材の変化を確認することとした。

なお、今後の確認時期については、当初年（H21）、3年（H24）、5年（H26）、10年（H31）を予定している。

具体的には次のとおり加圧し、加圧後の寸法、漏水、膨張（ふくれ）値等の測定を各工法について行った。

①外水圧試験：

0.05Mpa加圧してから2分後の漏水の有無の確認併せて、試験の前後に出来形（内径、ゴム設置厚、ゴム幅）も計測（図-6、写真-5、6）

②内水圧試験：

0.25Mpa加圧してから2分後の漏水の有無の確認
0.50Mpa加圧してから2分後の漏水の有無の確認併せて、試験の前後に出来形（内径、ゴム設置厚、ゴム幅、目地間隔、ゴムの膨れ）も計測（図-7、写真-7、8、9）

③内圧可とう性試験：

可とう角度 $1^{\circ}45'$ の状態での、0.25Mpa及び0.50Mpa加圧して2分後の漏水の有無の確認併せて、試験の前後に出来形（内径、ゴム設置厚、ゴム幅）も計測

④物性試験：

当初は試験成績書によるが、3年目以降については現場設置材を撤去して物性値を確認する予定である。

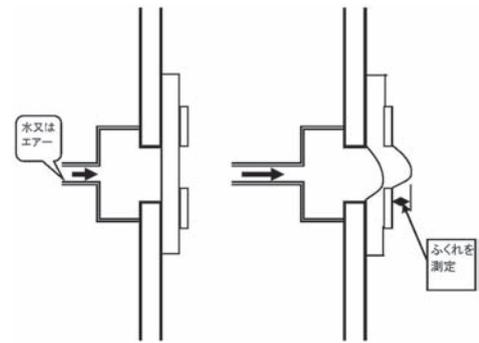


図-7 内水圧試験イメージ

なお、室内試験の標準的な作業内容及び試験スケジュール（図-8）は次のとおり。

試験項目	作業内容	作業時間
1. 外圧試験	材料検収	10分
	継ぎ目材セット	30分
	出来形検測	10分
	外圧 0.05Mpa	17分
	計測ゴムふくれ漏水確認	10分
	外圧水抜き	10分
	継ぎ目材撤去	15分
2. 内圧試験	継ぎ目材セット	30分
	出来形検測	10分
	試験水充水	10分
	加圧 0.25Mpa	17分
3. 可とう試験	計測ゴムふくれ漏水確認	10分
	加圧 0.5Mpa	17分
	計測ゴムふくれ漏水確認	10分
	減圧 0.1Mpa	15分
	可とう	5分
	加圧 0.25Mpa	12分
	計測ゴムふくれ漏水確認	10分
	加圧0.5Mpa	17分
	計測ゴムふくれ漏水確認	10分

図-8 室内試験スケジュール

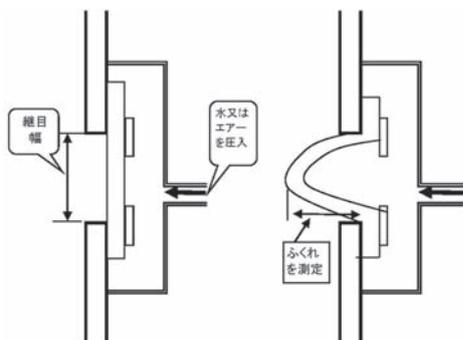


図-6 外水圧試験イメージ



写真-5 外圧試験機



写真-8 内圧試験状況



写真-6 外圧試験状況



写真-9 膨張測定状況



写真-7 内圧試験機

2) 現場施工及び室内試験を通じての感想

あくまでも個人的に感じたことであるが、現場施工時に良いと思われたこと又、このような改善が必要と思われたことは次のとおりであった。

2)現場施工及び室内試験を通じて思ったこと(あくまでも個人的感想)

項目		タイプA	タイプB	タイプC	タイプD	タイプE	タイプF
良いと思われる点	現場施工時	<ul style="list-style-type: none"> ・設置時間は20分程度の短時間。 ・常に何らかの作業を実施しており効率よく設置していた。 	<ul style="list-style-type: none"> ・設置時間は20分程度の短時間。 	<ul style="list-style-type: none"> ・特になし。 	<ul style="list-style-type: none"> ・設置者が製品の品質や特徴に対して精通。 	<ul style="list-style-type: none"> ・特になし。 	<ul style="list-style-type: none"> ・特になし。
	材料について	<ul style="list-style-type: none"> ・拡張バンドは3分前まで施工性が良い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・拡張バンドは3分前まで施工性が良い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・止水ゴムの横断形状が角ばっているため見た目がよい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・特になし。 	<ul style="list-style-type: none"> ・鋼材をゴムで覆うこととなり、鋼材の腐食は防げる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・出来映え丈夫そうに見える。
今後改善が必要と思われる点	現場施工時	<ul style="list-style-type: none"> ・全ての試験項目をクリアしており特に課題は見受けられなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・特になし。 	<ul style="list-style-type: none"> ・特になし。 	<ul style="list-style-type: none"> ・全ての試験項目をクリアしており特に課題は見受けられなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・接着タイプのため可とう性試験は厳しいと思われたが、可とう性試験の0.25Mpaをクリアした。 ※但し、試験器は表面がステンレス加工されており、接着には非常に好条件と考えられるが、老朽化したPC管表面となると条件が違うと思われる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・特になし。
	材料について	<ul style="list-style-type: none"> ・特になし。 	<ul style="list-style-type: none"> ・特になし。 	<ul style="list-style-type: none"> ・設置時間に1時間30分程度の長時間。 ・スぺーサー調整に時間を要したため。 ・スぺーサーの調整は設置者の経験・感覚が必要とされ人が違えば設置の結果も変わると思われる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・設置時間に1時間程度の長時間。 ・スぺーサー調整に時間を要したため。 ・スぺーサーの調整は設置者の経験・感覚が必要とされ人が違えば設置の結果も変わると思われる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・設置時間に2時間程度の長時間。 ・段取りが善かった。 ・製品の品質、寸法等を理解しておらず不手際が目立った。 ・鋼材を切断する等、他社とは違う作業があり設置にかなりの時間を要した。 ・基本的に漏水箇所の施工であり、パネ切断(サンダー)使用による電力配線設備、感電災害の恐れ有り ・パネ加工、後継プレート加工等の器具が他工法よりも余分に掛かる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・設置時間に1時間30分程度の長時間。 ・ジャッキを設置するための仮固定金具が鋼板穴にうまくはまらず時間を要したため。
今後改善が必要と思われる点	現場施工時	<ul style="list-style-type: none"> ・特になし。 	<ul style="list-style-type: none"> ・特になし。 	<ul style="list-style-type: none"> ・固定金具はネジをドライバーで固定するため、固定締結力(トルク)が不明。 	<ul style="list-style-type: none"> ・固定金具はネジをドライバーで固定するため、固定締結力(トルク)が不明。 	<ul style="list-style-type: none"> ・油圧ジャッキは重量があり、コードも長く、取扱いくらうだった。 ・他社に比べゴムに内挿している鋼板が強く継目に段差があったところでは変位に負けて鋼板が屈曲し、取り替えた箇所があった。 ・接着であるため効果発揮のため養生時間が設置後1日必要となる。 ・ゴムの端部が他社と比べペーパー加工されておらず水利的な課題が残る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・拡張バンド(スリーブ)で止水ゴム全部を覆うため、ゴムの状況が解らない。 ・スリーブとゴムの隙間に土砂等が堆積したり、ゴムの付着可能性がある。 ・3分割のスリーブの拡張に油圧ジャッキで拡張後にクサビをいれることは施工性が劣る。 ・端部がゴムと鋼板の間に隙間があり水利的な課題が残る。
	工場内試験時	<ul style="list-style-type: none"> ・【工場試験機について】工場において試験を実施しており、実際の現場のPC管と試験機の違いが以下の点で見受けられた。 ①工場試験機の内部がステンレス加工で滑りやすい。 ②工場試験機内部のステンレス板が継目部より手前まで溶接されているため段差ができておりバンド材が外側に膨らみやすい。 ③工場試験機の継目内側部がペーパー加工され滑りやすいバンド材が外側に膨らみやすい。 ④工場試験機の管芯方向で継目方向に向かって管自体が広がっている(外側φ96mm 継目側φ100mm)ことから継目部側にゴムが動きやすい状況 	<ul style="list-style-type: none"> ・そもそも、内水圧試験機の隙間(間隙)が45mm程度あり、当材料(バンド)のゴム幅(180mm)では現場条件との乖離が見受けられ厳しい状況となった。 ※現場では隙間35mmが最大。 	<ul style="list-style-type: none"> ・3点締めが均等に圧力を伝えるとあったが、内水圧試験機の隙間から膨らみは均等に膨らんでおらず、必ずしも1点より3点の方が均等に圧力が伝わるという結果にはならなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・特になし。 	<ul style="list-style-type: none"> ・特になし。 	<ul style="list-style-type: none"> ・内水圧試験において現場における静水圧はクリアしたが、ゴムが4mmと薄いため非常に膨らんだ。 このことにより、受け口部で膨らんだゴムに突き付いた場合は漏水の可能性が高くなること懸念される。 レベルの地面に耐えうるかとされているが1枚の鋼材に覆われておりこれまでの可能性に耐えれるかが不明。 ※次回工場試験では可撓性を優先して試験できればと考える。

6. おわりに

突発的な事故による漏水に対して、施工性及び経済性からも非常に有効な対策であるこれらの継ぎ目補修工法は、今後も補修対策として利用されていくと考えられる。

しかし、各工法の適用性等の違いについて横並びで比較されていないことから、本施工により、これらが明らかになれば、より現場条件にあった対策工法を検討するにあたっての、有効な資料を提供できるのではと考えている。

なお、本業務の実施にあたっては青蓮寺用水土地改良区のご協力と東海農政局第三者技術評価委員会の委員の皆様のご指導・助言を賜ったことに感謝申し上げます。

第2園村地区地すべり対策事業における対策工と今後の管理について

太田 賀久*
(Yoshihisa OOTA)

目 次

1. はじめに	45	4. 第2園村地区における地すべり対策工法について ...	48
2. 地すべり挙動の概要	45	5. 今後の監視体制	52
3. 第2園村地区地すべり対策事業の概要	47	6. まとめ	54

1. はじめに

地すべり対策事業第2園村地区は、一級河川岩木川水系相馬川支川作沢川の上流に位置し、弘前市の西南約14kmにある相馬ダム貯水池内の左岸部にある。

相馬ダムは、作沢川と相馬川流域の洪水被害の防止及びりんご園地へのかんがい用水の供給並びに渇水時の水田への補給用水の供給を目的として、昭和49年度に事業採択された県営相馬川地区防災ダム事業と昭和50年度に事業採択された県営相馬川地区かんがい排水事業の共同施設として、昭和51年度から工事に着手し、平成14年度に完成、平成15年度から供用を開始している。

平成10年度に実施した試験湛水時に貯水池左岸の上流部で地すべり挙動が確認され、その原因の調査や対策を行った後、平成13年度に再度試験湛水を実施し完成となったものである。現在、地すべりの挙動観測を継続しながらダム管理を行っているところであり、本稿では、貯水池内における地すべり対策の経過とその概要について紹介する。

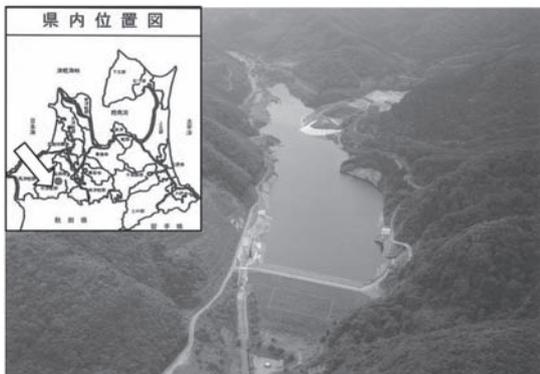


写真-1. 1 相馬ダム遠景

2. 地すべり挙動の概要

貯水池周辺において地すべり挙動の観測を実施しているブロック、及び地すべり挙動の観測体制は表-2. 1及び図-2. 1のとおりである。平成10年度の試験湛水時に地すべり挙動が確認されたD・EL・Eブロックについては、調査と対策に万全を期するため、平成12年にこれらブロックを含めた一帯を地すべり防止区域に指定した。EL・Eブロックについてはダムの原石山を中心としたブロックであり、引き続きダム事業により対策を実施することとし、Dブロックについては、対岸のHブロックと併せて、さらに詳細な調査と解析を行う必要があったことから、新規採択による県営園村地区地すべり対策事業により、平成12年度から平成17年度まで対策工の実施、並びに観測を実施した。

地すべり対策事業により、Dブロックでは押え盛土工を実施しており、押え盛土工の施工場所とダムの貯水量を確保するため、河道を掘削により付替して実施した。その際、対岸に位置するHブロックについても併せて安定化を図るため、Hブロックではアンカー工を実施している。

現在はD、H両ブロックとも地すべりの挙動は見られていない。

*青森県農林水産部農村整備課 防災・積算グループ
(Tel. 017-734-9556)

表-2. 1 地すべり観測ブロック一覧

ブロック名	滑動履歴	対策工	対策工 施工年	備考
Aブロック	なし	法枠工+アンカー工	H7	微動を観測した経緯があり、対策工を実施
Cブロック	なし	—	—	
Dブロック	H10 試験湛水 で変状発生	押え盛土工，地表面排水工， 河道付替工	H12～17	園村地区地すべり対策 事業による
ELブロック	H10 試験湛水 で変状発生	排土工，押え盛土工， 排水ボーリング工	H11～13	
Eブロック	H10 試験湛水 で変状発生	排土工，押え盛土工， 集水井工，河道付替工	H11～13	
E'ブロック	なし	—	—	
Fブロック	なし	—	—	
Gブロック	なし	—	—	
Hブロック	なし	法枠工+アンカー工	H12～17	園村地区地すべり対策 事業による
Iブロック	なし	排土工	H7	微動を観測した経緯があり、対策工を実施
Jブロック	なし	押え盛土工	H7	〃
Kブロック	なし	押え盛土工	H7	〃
Mブロック	H元融雪期に変動， 対策後は沈静化	抑止杭	H3	

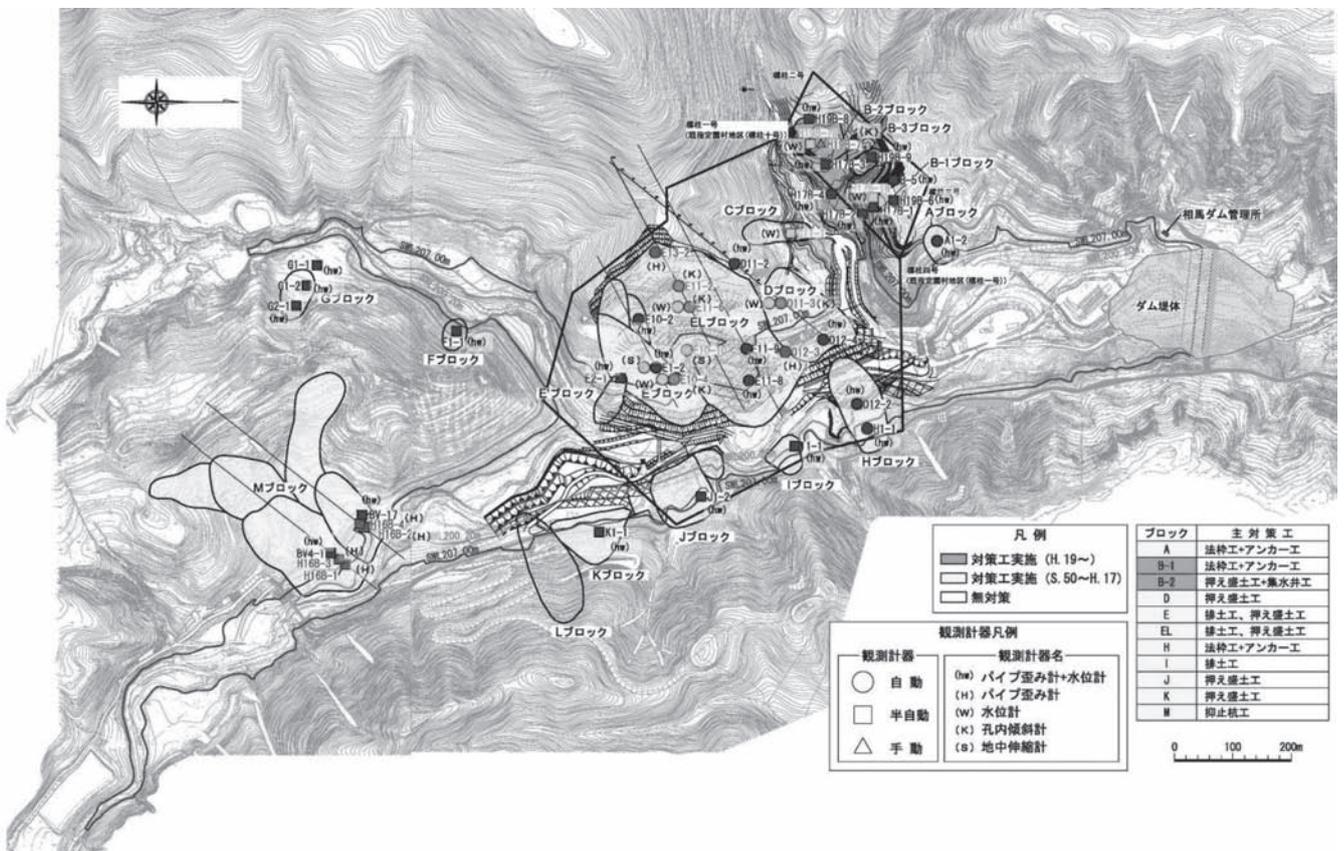


図-2. 1 地すべり観測ブロック位置図

3. 第2園村地区地すべり対策事業の概要

園村地区地すべり対策事業が概成した平成17年度に、事業実施区域に隣接するBブロックで、新たな地すべり挙動が確認されたことから、Bブロックを中心とした区域を既存の地すべり防止区域に接した形で追加指定し、新規に第2園村地区地すべり対策事業を平成19年度から実施している。

当地区のBブロックは、B-1、B-2、B-3の3ブロックで形成されている。

このうちB-1ブロックは、頂部から末端にかけて明瞭な滑落崖は認められないが、頂部に隣接するダム管理用道路下方から中腹にかけて段差地形や陥没地形が見られ、勾配約30°の急斜面である。基盤岩である泥岩、凝灰岩の上部に風化・粘土化した崖錐堆積物が分布している。事業実施前の新たな地すべりの兆候として、隣接するダム管理用道路の路盤に幅10数cm程度の亀裂が発生し、管理用道路上方の切土法面に施工した法枠工の目地に10cm程度のズレが生じ、また道路の谷側を支える擁壁の目地にも数cmの開きが見られた。

B-2ブロックは、ブロック頭部では明瞭な滑落崖は

認められず、段差地形や凹地形が認められ、ブロック中間部は段差地形が認められた。ブロック末端部は沢地形の合流点となっており、沢水の浸食にさらされていた。基盤岩である泥岩、凝灰岩の上部に、強風化した岩屑状の流紋岩からなる崖錐堆積物や粘土化した基盤が分布し、基盤岩の構造が流れ盤となっている。新たな地すべりの兆候として、法枠工の目地に数cm～10数cmの開きと、せん断方向の破損が見られた。また、新たな兆候ではないが、ブロック末端では沢水の浸食により基盤岩と崖錐堆積物が露頭していた。

B-3ブロックは、ブロック中間部に段差地形、崩壊地形が認められる。ブロック末端は沢の合流点となっており、浸食にさらされていた。当ブロックは沢を挟んでB-2ブロックに接しており、地質・構造はB-2ブロックと同様で、基盤岩である泥岩、凝灰岩の上部に、強風化した岩屑状の流紋岩からなる崖錐堆積物や粘土化した基盤が分布し、基盤岩の構造が流れ盤となっている。事業実施前に新たな地すべり兆候は認められなかったが、沢水の浸食により基盤岩と崖錐堆積物が露頭し、崖錐堆積物の末端に崩壊地形が見られた。

表-3. 1 地すべり各ブロックの分類

ブロック名	B-1	B-2	B-3	備考
規模 長さ(m)×幅(m)×高さ(m)	50×70×10	190×70×20	50×30×6	
地すべり地形	凹状多丘型	凸状尾根型	凸状尾根型	
地すべり面形状	円弧+直線	円弧+直線	円弧+直線	
すべり面の位置 (平均深度, m)	10	20	4	
地すべりの分類	崖錐堆積物の崩積土地すべり	崖錐堆積物の崩積土地すべり 風化岩地すべり	崖錐堆積物の崩積土地すべり	
移動土塊の質	凝灰岩	流紋岩塊, 泥岩, 砂質凝灰岩	-	
地すべり兆候・地形的不安定要素及び現状	・陥没地形・段差地形 ・亀裂 ・法枠変状 ・管理用道路擁壁変状	・崩壊地形・段差地形 ・亀裂 ・法枠変状	・崩壊地形 ・段差地形	
安定度	不安定	不安定	不安定	
地すべり被害対象物	・管理用道路, 林地 ・貯水池	・管理用道路, 林地 ・貯水池	・管理用道路, 林地 ・貯水池	
危険度	A	A	B	

(参考) 危険度判定基準：土地改良事業計画設計基準「計画・農地地すべり防止対策」より

安定度判定基準		安定度要素			
安定度	判定基準	地すべりブロックの安定度			
不安定ブロック	①現在滑動しており、しかも明瞭な徴候の見られるブロック ②現在は徴候が見られないものの地形的に明瞭な地すべりブロックを形成し、部分的な崩壊や変状及び地すべりの履歴があって地形的に不安定要素(無水型の沢、湿地帯、湧水が多いを有するブロック)	1. 地すべり徴候 a 現在滑っているか、連続する亀裂、ブロック内の地形の乱れ、末端部の隆起等明瞭な徴候あり	2. 地すべり地形 a 滑落崖(頭部、側部、腰、末端隆起部、河川などへの押し出しなど)地すべり地形として明瞭に判読される。	3. 地すべり履歴 a 地すべりの記録や確かな伝承等がある。	4. 地下水 a 湧水、湿地がある。(常時湧水) 地下水深い
やや不安定ブロック	①明瞭な滑落崖を有するブロックで、かつ地形的に不安定要素を有するブロック ②明瞭な滑落崖を有さないものの地すべり履歴、徴候があり、しかも不安定要素を有するブロック	b 小湧水、部分的な地形の変状などが認められる(踏切が作用すれば不安定化する危険性がある)	b 滑落崖はなんらかの道跡されるが、地すべり全体の地形はや不明瞭(地形的に不安定要素あり)	b 地すべりの記録や確かな伝承等がない	a 湧水、湿地がある。(雨季湧水) 地下水深い
安定ブロック	①部分的な崩壊などは見られるものの地すべり地形が不明瞭なブロック ②地すべり地形は明瞭であるが、地すべりの徴候はないブロック	c 微視みられず	c 滑落崖も不明瞭、水田区画も比較的大きな地すべり地形の判読不明瞭	c 湧水認められず地下水深い	
危険度判定基準					
危険度	判定基準				
A	「不安定ブロック」もしくは、「やや不安定ブロック」において明瞭な誘因が作用し、耕作地等の保全物がある場合。				
B	「やや不安定ブロック」もしくは「安定ブロック」において明瞭な誘因が作用し、かつ耕作地等の保全物がある場合				
C	「安定ブロック」				

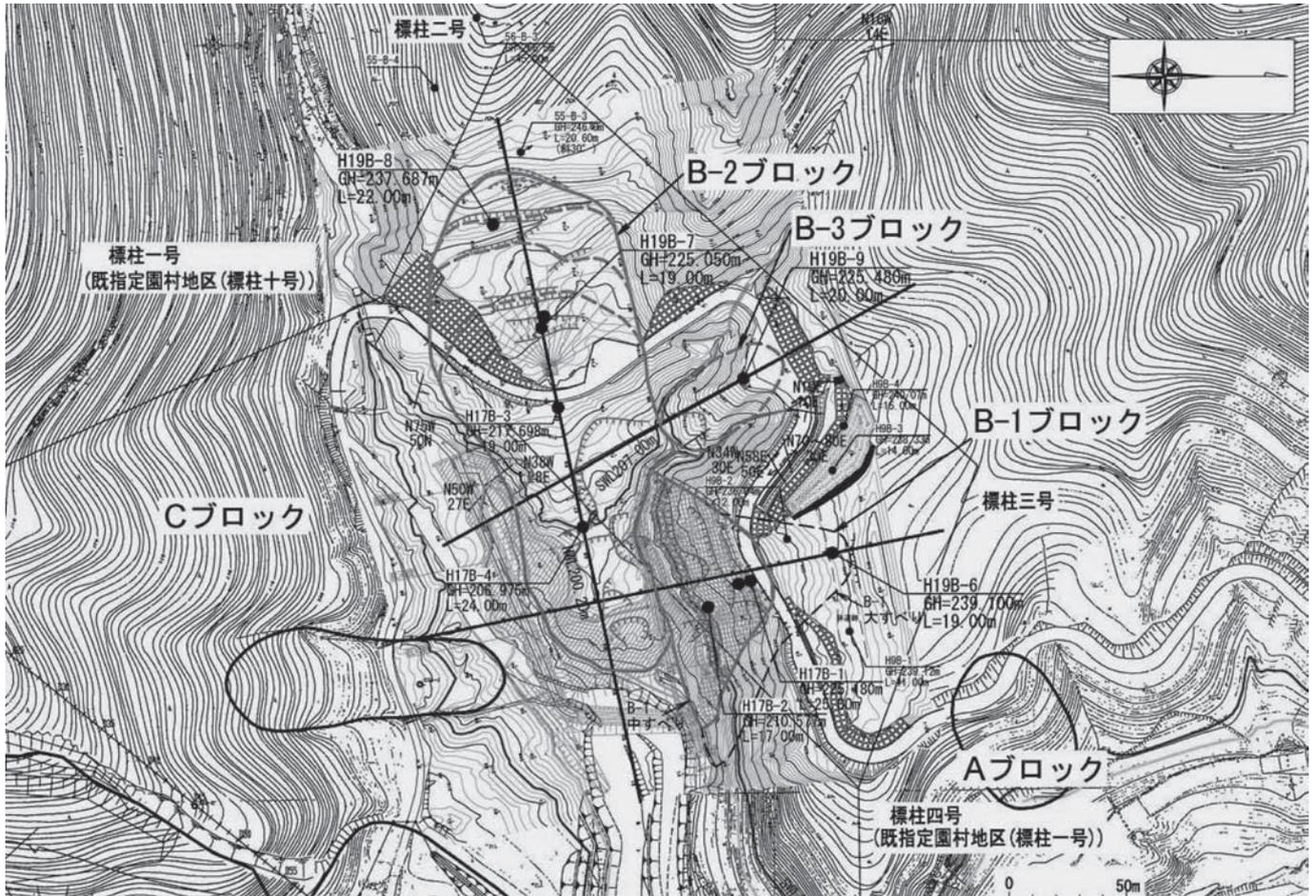


図-3. 1 第2園村地区地すべりブロック (B-1, B-2, B-3)

○事業概要

事業名：地すべり対策事業
 地区名：第2園村
 総事業費：591,700千円
 負担割合：国50% 県50%
 工期：平成19年度～平成23年度（平成24年度まで工期延伸予定）
 事業概要：アンカー工，法枠工，水路工，押え盛土工，集水井工
 地すべり防止区域指定面積：29.83ha
 （うち追加指定分3.50ha）

4. 第2園村地区における地すべり対策工法について

Bブロックの地形が沢地形で元々不安定な要素を持っており，降雨や融雪に起因する急激な間隙水圧の上昇が誘因となっていると考えられる。

B-1ブロックの対策工は，抑止工としてアンカー工，法枠工，水抜きボーリング工を，B-2ブロックの対策工は抑制工として押え盛土工，集水ボーリング工，集水井工を実施し，地表水を排除するため，地形に沿った形で水路工を設置している。

(1)B-1ブロック

B-1ブロックは，地すべり方向がB-2ブロックへ向かってほぼ直角に向かっており，当ブロックでは，ブロック全体の大すべりに加え，中すべり，小すべりが重なり合った形状となっている。

対策工として，中すべりと小すべり，そして大すべりまで対応したアンカー工を実施しており，工法は経済性からSEEE工法（タイブルアンカーU型）を採用している。

受圧板は，アンカーの施工後，すぐに緊張・定着ができるよう独立受圧板とし，小すべりの受圧板には，規模が小さいすべりに対応するため，経済性の他，軽量で施工性に優れた鋼製受圧板を採用している。

小すべり：グラウンドアンカー工（Td=108.0KN/本）32本，受圧板（クロスタイプ）32基
 ※ Td：設計アンカー力

一方の中すべりの受圧板の場合には，1箇所あたりの受圧面積が小すべりの約2.4m²に対して中すべりが約5.0m²と大きくなり，プレストレストコンクリート受圧板が鋼製受圧板よりも経済性に優れた結果となり，これを採用している。

また、小すべりと中すべりの間で、緩んだ崖錐堆積物が表層崩落する危険性があることから、吹付法砕工による法面保護工を実施している。

中すべり：グラウンドアンカー工 (Td=476.9KN/本) 91本，受圧板 (セミスクエアタイプ) 91基

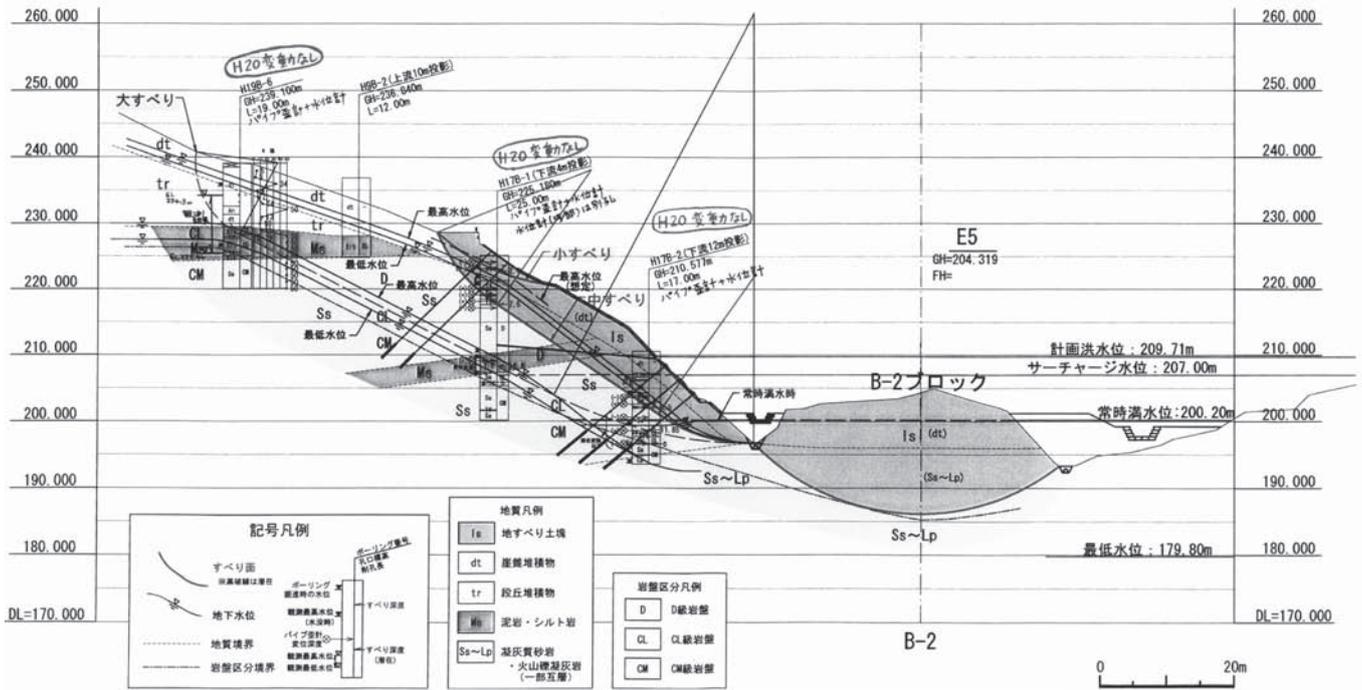


図-4. 1 B-1ブロック断面図

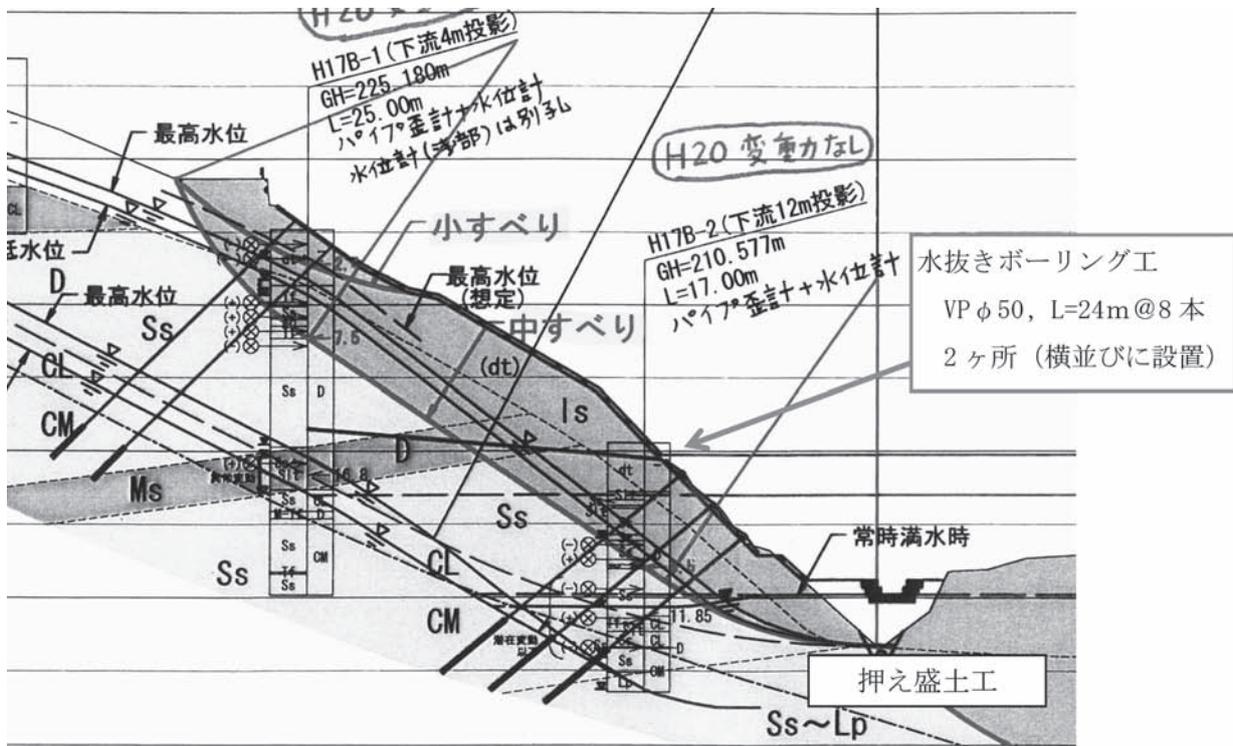


図-4. 2 B-1ブロック断面図 (小すべり, 中すべり)

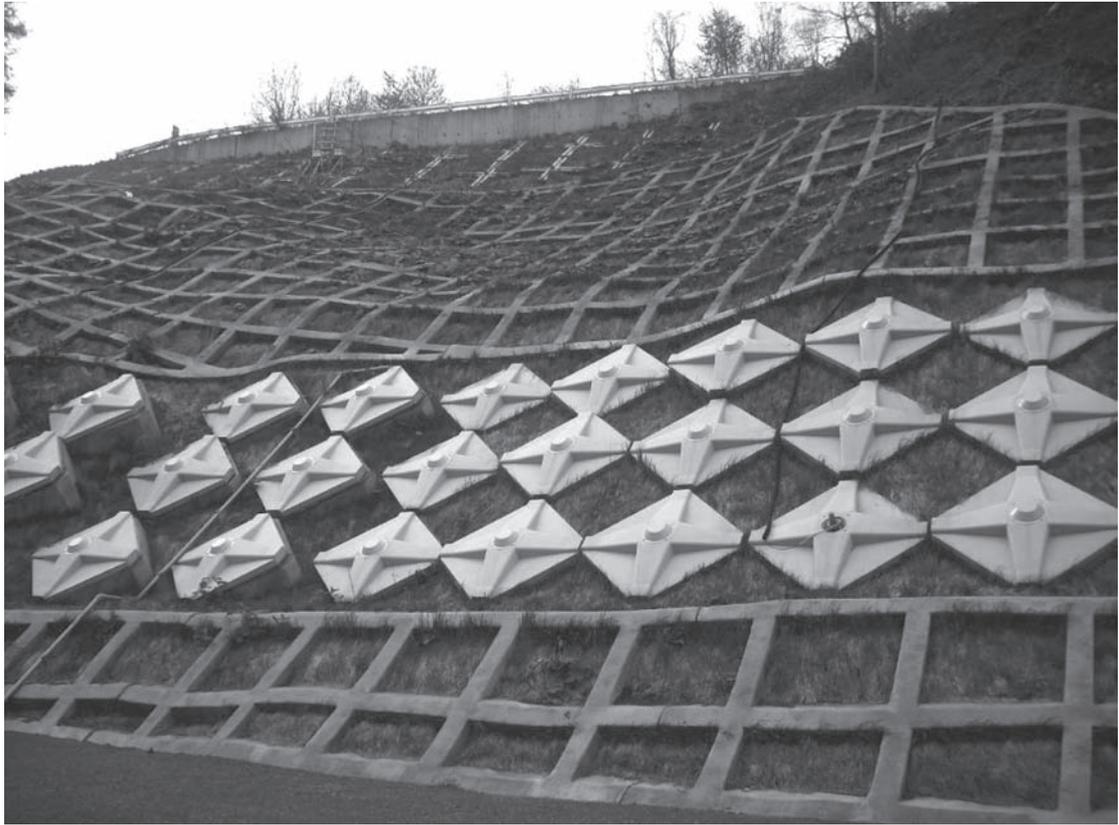


写真-4. 1 B-1ブロック対策工

(2)B-2ブロック

B-2ブロックは、地すべり方向がダムの貯水池方向へ向かっており、傾斜が比較的緩く、縦長の地すべり形状となっている。

当ブロックは長大な地すべり土塊の形状を成していることから、対策工として、まず、地すべり上部には集水ボーリング工並びに集水井を設置して地下水を排除して地下水位を低下させるとともに、ブロック末端部に押え盛土工を行い、ブロック全体の安定を図っている。

集水ボーリングは、放射状に、また地下水貯留層に応じて多段に行うものとされていることから、上下2段とし、すべり面を貫くまでの長さとして、上段を43.0m×7本=301.0m、下段を31.0m×7本=217.0m施工している。

集水井は、その位置を、調査結果により地下水を効果的に排除できるブロックの中間部とし、内径を標準値の3.5m、深さは集水ボーリングの配置位置から9.5mとした。

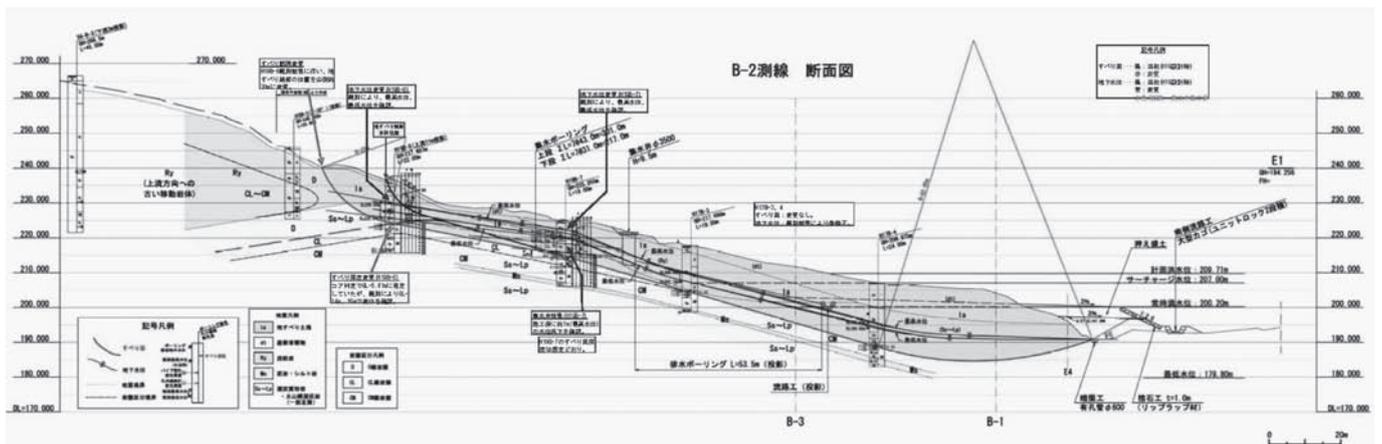


図-4. 3 B-2ブロック断面図

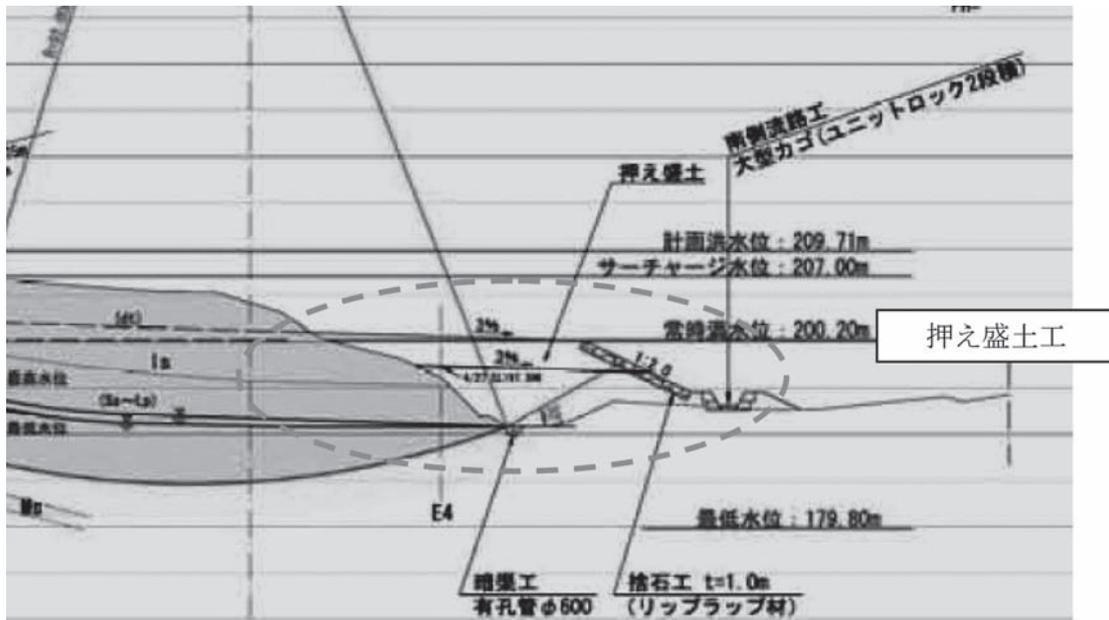


図-4. 4 B-2ブロック断面図 (末端部)

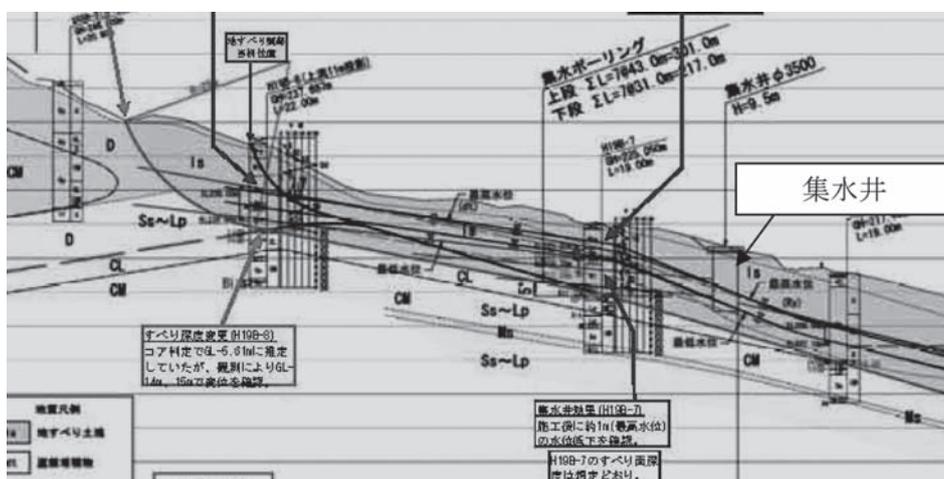


図-4. 5 B-2ブロック断面図 (上部~中央部)

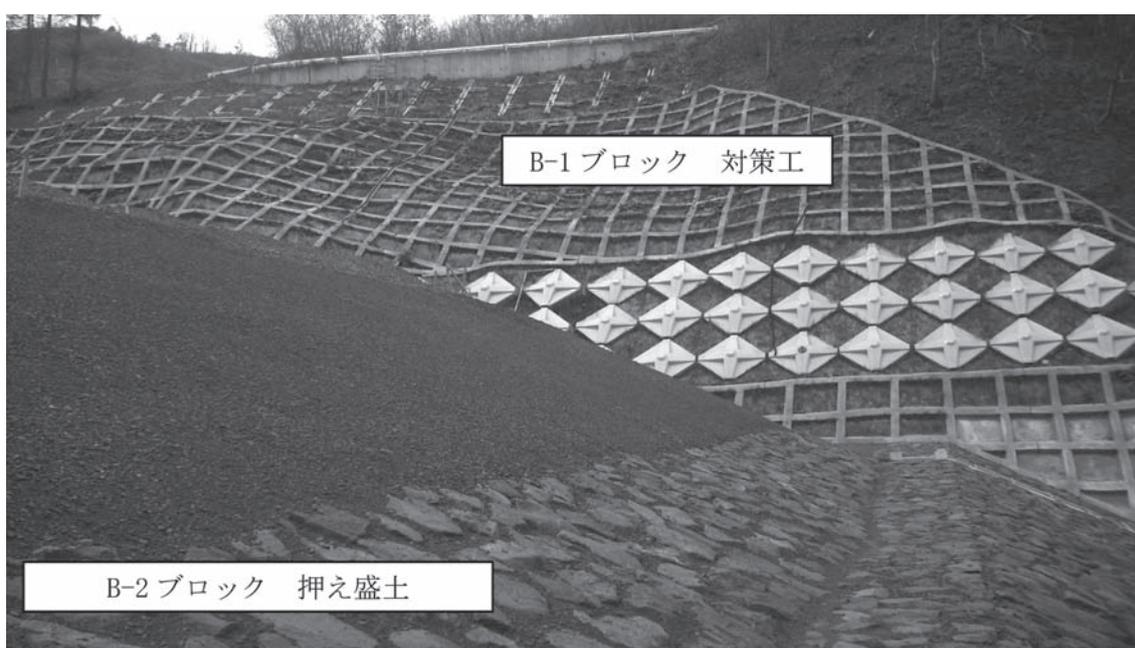


写真-4. 2 B-2ブロック対策工

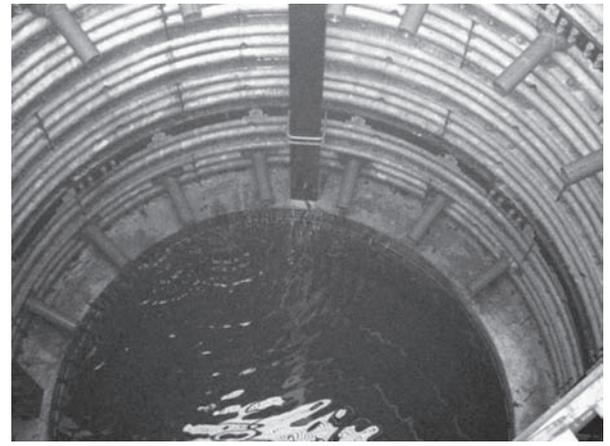


写真-4. 3 B-2ブロック 集水井工 (写真左：全景, 写真右：集水ボーリングからの排水状況)

5. 今後の監視体制

今後の地すべり挙動の監視体制は、地すべり対策事業を実施中のBブロックの対策工が平成22年度内に完了することから、今後2ヶ年程度の観測期間を通じて変動が「異常なし(変動E)」であることを確認した段階で計器観測を終了させ、定期的な目視点検を継続して行っていくこととしている。

現在Bブロックでは、地すべり挙動を把握するため、水位計・パイプひずみ計・孔内傾斜計による観

測を行っている。表-5. 1にBブロックの観測状況、表-5. 2に平成21年度末時点での変動評価状況、表-5. 3に変動に係る管理基準値を示す。

また、各ブロックに地すべり挙動を即座に定量的に把握する目的で地すべり移動杭を配置し、異常が認められた場合は計器観測を再開させる等の適切な対処を行う方針である。

図-5. 1に移動杭の概要について、図-5. 2に移動杭設置位置図を示す。

表-5. 1 Bブロック計測器一覧

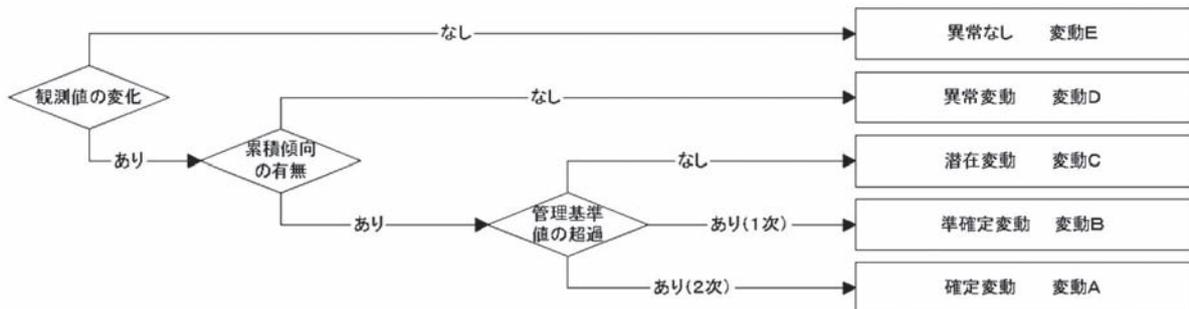
ブロック名	測定孔名	測定方法	観測計器名	観測頻度
B-1	H17B-1	半自動	水位計・パイプひずみ計	1回/1日
	H17B-1W	半自動	水位計	1回/1日
	H17B-2	半自動	水位計・パイプひずみ計	1回/1日
	H19B-6	半自動	水位計・パイプひずみ計	1回/1日
B-2	H17B-3	半自動	水位計・パイプひずみ計	1回/1日
	H17B-4	半自動	水位計・パイプひずみ計	1回/1日
	H19B-7	手動	孔内傾斜計	5回/1年
	H19B-7W	半自動	水位計	1回/1日
	H19B-8	半自動	水位計・パイプひずみ計	1回/1日
B-3	H19B-9	半自動	水位計・パイプひずみ計	1回/1日

表-5. 2 各観測孔の変動評価一覧表

ブロック名	観測孔名	形態	観測計器名	変動種類
B-1	H17B-1	半自動	パイプ歪み計, 水位計	変動E
	H17B-2	半自動	パイプ歪み計, 水位計	変動E
	H19B-6	半自動	パイプ歪み計, 水位計	変動E
B-2	H17B-3	半自動	パイプ歪み計, 水位計	変動C
	H17B-4	半自動	パイプ歪み計, 水位計	変動C
	H19B-7	手動・半自動	孔内傾斜計, 水位計	変動E
	H19B-8	半自動	パイプ歪み計, 水位計	変動C
B-3	H19B-9	半自動	パイプ歪み計, 水位計	変動E

表-5.3 管理基準値一覧表

観測種別	観測方法	管理基準値				
		確定変動 変動A	準確定変動 変動B	潜在変動 変動C	異常変動 変動D	異常なし 変動E
地すべり自動計測システムによる自動計測	パイプ歪計	100 μ /日以上 5000 μ /月以上	100 μ /日以上 1000 μ /月以上	100 μ /日以下 1000 μ /月以下	100 μ /日以上 1000 μ /月以上	100 μ /日以下 1000 μ /月以下
	設置型 孔内傾斜計	1.0mm/日以上	0.1mm/日以上	0.1mm/日以下	—	0.1mm/日以下
	地中伸縮計	1.0mm/日以上	0.1mm/日以上	0.1mm/日以下	—	0.1mm/日以下
	孔内水位計					
半自動計測	パイプ歪計	100 μ /日以上 5000 μ /月以上	100 μ /日以上 1000 μ /月以上	100 μ /日以下 1000 μ /月以下	100 μ /日以上 1000 μ /月以上	100 μ /日以下 1000 μ /月以下
	孔内水位計					



※ 変動の判定について

- (変動D) 観測値に変化があり，管理基準値を超えても累積傾向がなければ異常変動
→ 対応不要
- (変動C) 観測値に変化があり，累積傾向があっても管理基準値を超えなければ潜在変動
→ 定期観測体制（継続監視が必要な状態）
- (変動B) 緩慢に活動中 → 注意体制（目視観測の実施）
- (変動A) 活発に活動中 → 警戒体制（計器観測体制の強化，関係機関への連絡等）

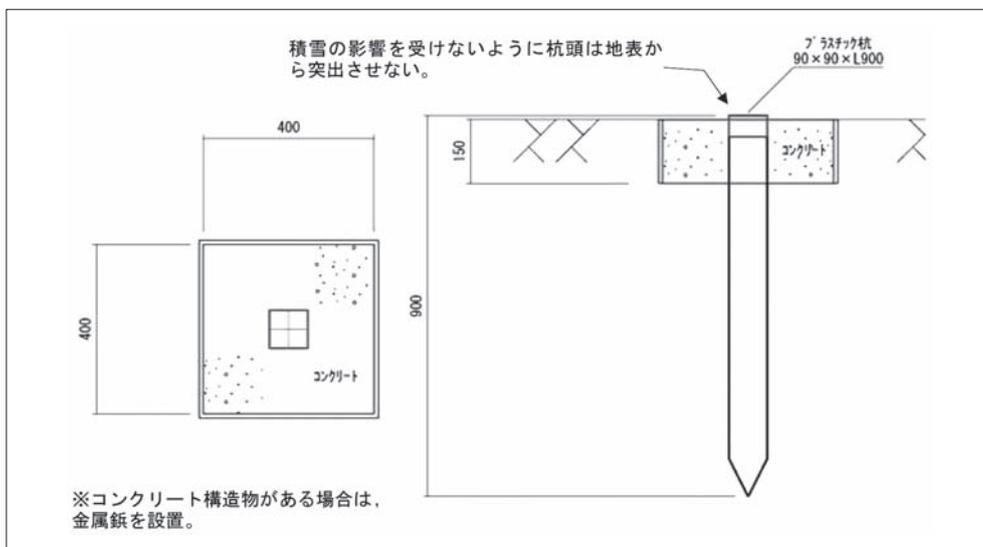


図-5.1 移動杭設置概要図



図-5. 2 移動杭設置位置図

地すべり移動杭の設置条件

- ①移動点は地すべり主測線の中央付近に設置。
- ②サーチャージ水位 (SWL) EL.207.00m より上方に設置。
- ③各ブロックで移動点1点、不動点2点を設ける。
- ④不動点が近接する場合は、隣接ブロックと不動点を併用。
- ⑤地すべり滑動以外の要因で変位する箇所には設置しない(盛土沈下部、小崩壊部など)。

6. まとめ

これまでの地すべり挙動観測の結果、事業実施中のBブロックを除き、対策工の実施済みのブロックでは地すべり挙動が認められてないことから、地すべり対策を実施した各ブロックでは対策工の効果が確認されているところである。

また、これまでの観測期間中には、地すべりを誘発させるような平年値を上回る降雨、日雨量100mmを超える集中豪雨、積雪深250cmを超える記録的豪雪が発生したが、これらの厳しい気象状況を経ても安定している。

相馬ダムによる防災機能の発揮と農業用水の安定供給に対する地域住民の期待は大きいものがあり、県の予算が厳しい状況のなか、ダムの十分な機能発揮と管理費用節減のため、早期に計器観測から目視点検に移行したいと考えている。今後のダム管理においては、地すべり対策事業が概成した後の地すべり観測及びデータの解析をどのように行なっていくかが課題となっており、その費用や体制について検討しているところである。

馬見サイホン円筒分水工に係る騒音低減対策

菊 本 勝*
(Masaru KIKUMOTO)

目 次

1. はじめに	55	4. 騒音低減対策の結果	59
2. 円筒分水工改修の方針	55	5. おわりに	59
3. 騒音低減対策の検討	56		

1. はじめに

奈良県北部に位置する大和平野には、昭和25年着工の十津川紀の川土地改良事業において、頭首工等の基幹的な農業水利施設のほか、総延長約336kmのトンネル、開水路及びパイプライン等の送水設備が築造されている。しかし、これらの施設は築造後50年余りの年月が経過し、老朽化による施設の機能低下が著しく、また、都市化の進展により受益面積も減少したことから、国営大和紀伊平野土地改良事業により、施設の改修を進め、農業用水の安定供給を図るとともに、結果として生み出された余利水の水道水への転用を計画している。

本報文では、都市化の進展が著しい地域に設置されている国営西部幹線水路馬見サイホン円筒分水工において、近隣住民に配慮した騒音低減対策を実施した事例について報告する。

2. 円筒分水工改修の方針

2. 1 円筒分水工の周辺状況

国営西部幹線水路馬見サイホンは、大和平野の西部にある香芝市など、近年宅地化が進行している地域に設置されている。円筒分水工はその末端（図-1参照）に築造されており、そこから県営2路線、団体営1路線他、複数の系統に用水を分水する施設である。この分水工周辺も宅地化が著しい地区であり、住民の多くが農業従事者ではなく、吉野川分水の恩恵を受けているものはほとんど無い状況である。

2. 2 円筒分水工の課題

円筒分水工は、中央の管より流入した水を、隔壁で仕切られた円筒形の越流堰から越流させて分水する形式であり、分水比が安定しているため、複数路線へ

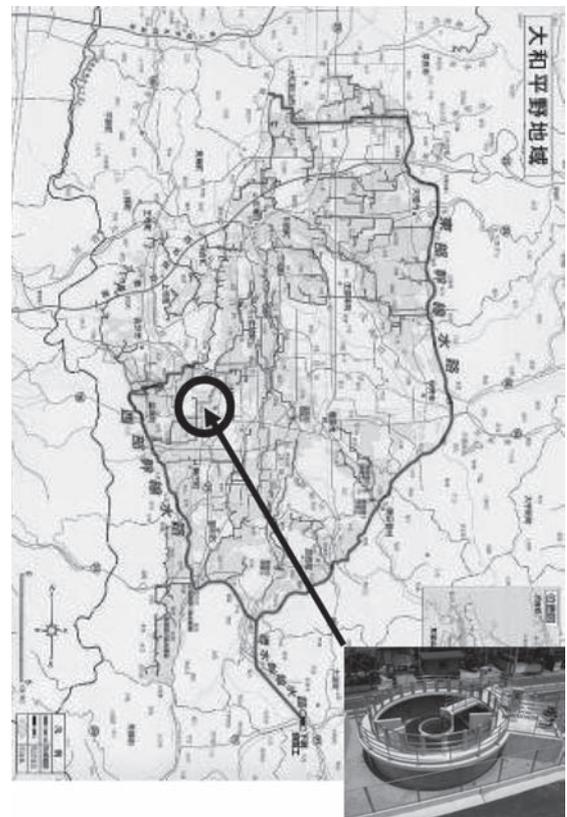


図-1 馬見サイホン円筒分水工位置図

均等に配分する能力に優れている。しかし、その構造上、堰を越流する際に堰頂からの落水による音が発生する。加えて、円筒分水工はボックス形式の分水工とは異なり、天井部が開放されているため、落水音が直接周辺に伝搬することとなる。このため、通水期間中において、近隣住民は昼夜を問わず分水工から発生する音に悩まされてきた。

2. 3 改修の方針

円筒分水工の改修にあたっては、上述の課題を踏まえて、現況の円筒分水形式からボックス形式の分水工に変更する案も検討されていた。しかしながら大和平野では、分水ゲートを設けずに開口部の大きさで分水

*南近畿土地改良調査管理事務所
(Tel. 0747-52-2791)

量を決定する分水方式として、当初事業で築造された船型分水工はいくつか存在するが、円筒分水工は馬見サイホン円筒分水工だけである。また、大和平野内にある吉野川分水路のほとんどがパイプライン又は暗渠化されつつある中で、本施設は分水の流れを可視できる数少ない構造物である。とくに、先人の培ってきた優れた農業農村工学技術の継承、及び歴史・景観的な視点からもその価値は高く、来客・見学等において吉野川分水の重要性や大和平野での分水の難しさ、分水の仕組み等を具体的に説明できる重要な施設となっている。

このことから、円筒分水工の価値を後世に引き継ぐため、現況の円筒分水形式を踏襲しながらも、近隣住民へ配慮し、騒音を可能な限り軽減させるための対策をとり改修する方針とした。

3. 騒音低減対策の検討

3. 1 円筒分水工における騒音の現状

既設円筒分水工における騒音の主な要因は、①越流

堰からの落水音、②各支線流出管への空気連行によって生じる発生音、③騒音発生源上部が開放されている事による発生音の直接伝搬、の3つが考えられる。

また、現況の騒音測定値（測定地点は図-2参照）は表-1のとおりであり、通水期間中において、分水工に最も近い家屋では、傍らで会話がなされているレベルの音が絶えず聞こえてくることとなり、睡眠妨害となりうる。

3. 2 騒音規制値と目標値

遵守すべき騒音規制値は各自治体の定める基準に基づくこととし、通水は昼夜行われるため、夜間の値を適用する。関係自治体における当該地域の騒音規制値は、香芝市及び広陵町ともに45dBである。このことから、検討上の目標値も45dBとした。

3. 3 対策の検討

低減対策として、3. 1で取り上げた現況施設の各問題点に対応するため、大きく分けて、以下に示す3つの対策を検討した。

表-1 騒音調査結果（平成18年測定）

単位：dB（デシベル）

調査地点	分水工からの距離(m)	昼間		夜間	
		通水期(9/13)	非通水期(9/22)	通水期(9/14)	非通水期(9/22)
①	3.0	60.4	40.0	61.3	37.4
②	0.0	79.7	48.6	80.0	-
③	7.0	58.8	37.0	59.4	-
④	2.0	61.4	39.0	61.2	-
⑤	35.0	48.0	38.2	48.9	42.1
⑥	150.0	44.8	38.0	44.3	43.7

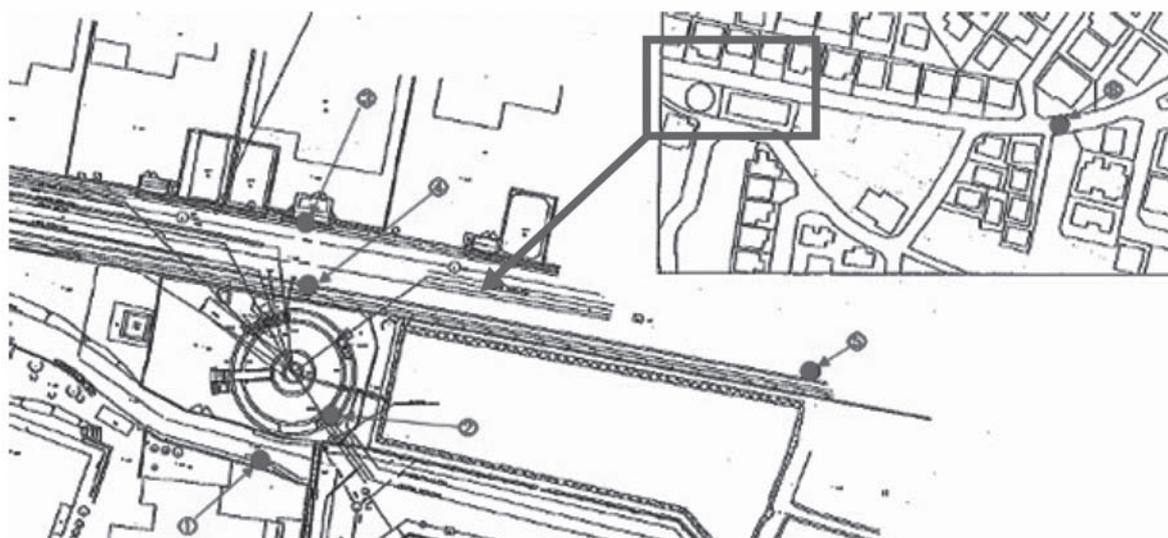


図-2 騒音調査測定地点（H18）

3. 3. 1 落下水音を抑制する越流堰の形状

現況の越流堰の形状においては、越流堰以降の水の流れは図-3¹⁾に示すとおり、水脈が堰から離れて下流側で落下し、その際に落水音が発生する。そこで、落水音の発生を抑制する対策として、以下の2つの方法を考えることとした。

①水脈が越流堰から分離しないクレスト形状

堰頂の形状は、越流水脈と堤体とが離れないようにするため、放物線型越流堰頂とする。形状については設計基準「頭首工」²⁾に従い、図-4に示すとおり二次元座標をとり、 $X^2=4m^2dy$ で表される曲線式において、 $4(d/H)^2 > 1.78$ を確保して堰頂部の曲線を設計した。

②落水音が発生しにくい越流堰の背面勾配

落水音については、後藤ら(2007年)³⁾により、越流堰の下流面角度を 60° 以下にして水が斜面上を流れ

るようにすることで、音の大きさ及び人に与える不快感への低減効果が見込まれると報告されている。そこで、上記①で求めた放物曲線の設計ラインにおいて、角度が 60° 以下となるよう1:0.6の勾配で斜面を流れる形状とした。

3. 3. 2 越流堰から流出管までの離隔確保

現況分水工においては、越流堰から各支線の流出管呑口部までの距離が短く、落水時に発生した気泡を各支線の流出管内に連行することによって騒音が生じている。そのため、支線側水槽を図-5のとおり大きくすることによって、越流堰から流出管までの距離を確保し、空気連行によって生じる音の抑制を図ることとした。また、水槽形式とすることで流出管の上部が天井によって遮られるため、呑口部で生じた音が周辺へ直接伝搬することを防止できる。

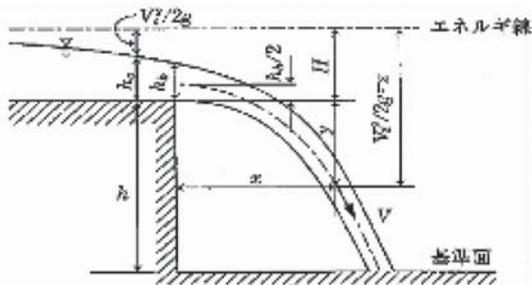


図-3 落下水脈説明図

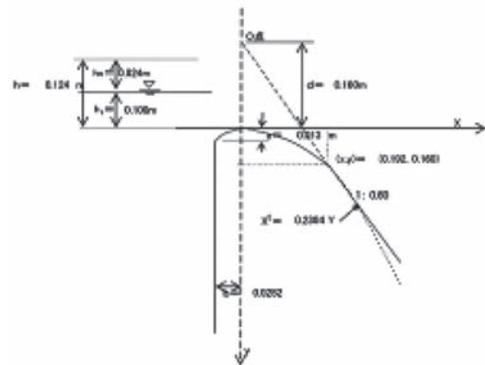


図-4 越流堰縦断面図

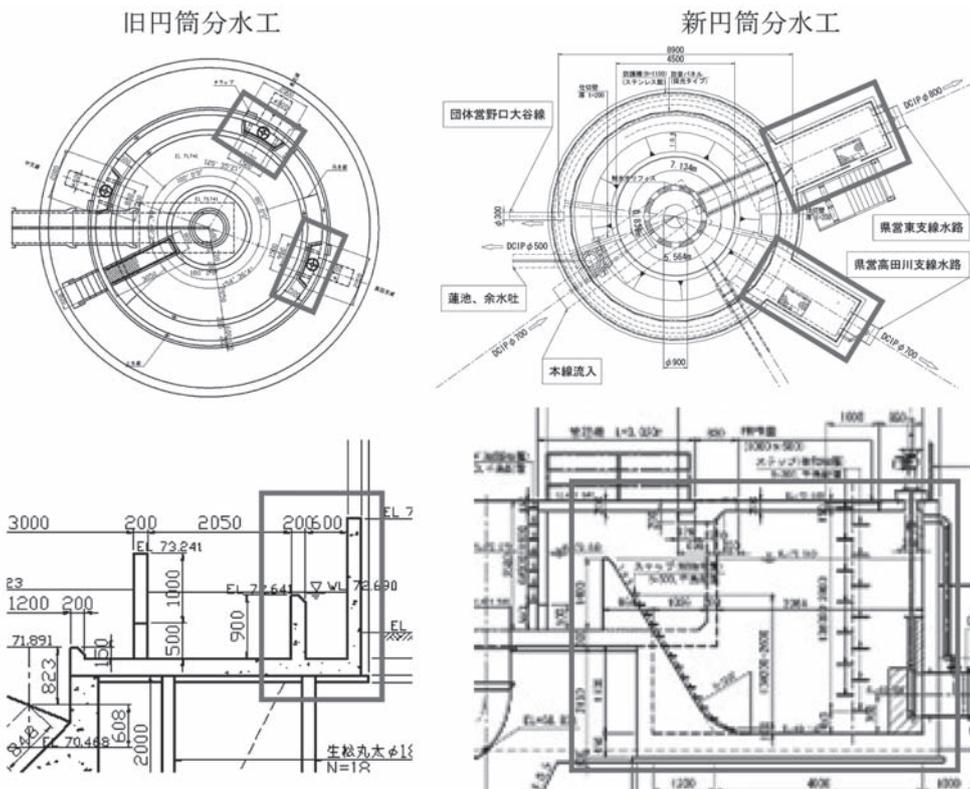


図-5 円筒分水工平面図及び流出部縦断面図

3. 3. 3 防音壁の設置

上述の円筒分水工躯体構造における騒音低減対策では音の発生源に対する対策を検討したが、これに加えて、発生した音の伝搬を抑制する対策についても検討することとした。伝搬を抑制する対策としては、高速道路に見られるような防音壁を設置する方法が効果的であることから、本分水工においても同様に防音壁を設置することとし、以下に示す3つの案について検討を行った(図-6参照)。

- 第1案：円筒分水工周りに防音壁を設置する案(壁の高さ $h=5.0\text{m}$)
- 第2案：円筒分水工監査路上にコンクリート壁を設置する案(壁の高さ $h=1.0\text{m}$)
- 第3案：円筒分水工監査路上に透明の防音パネルを設置する案(壁の高さ $h=1.0\text{m}$)

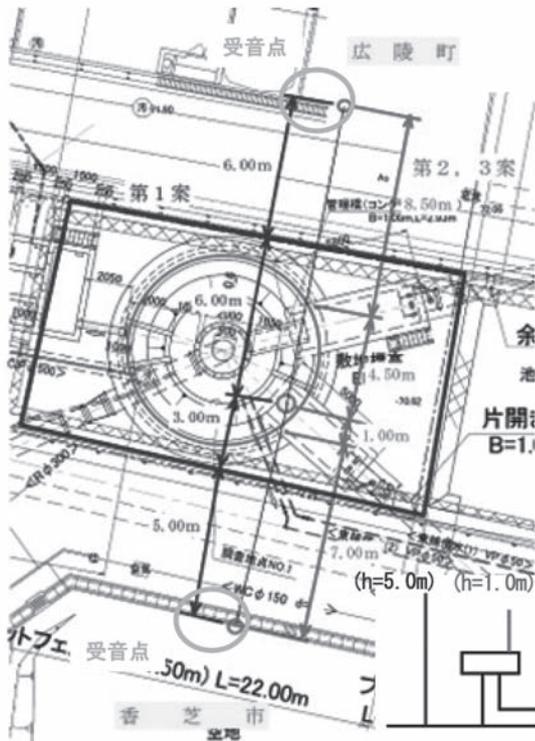


図-6 防音壁設置案

これらの案に対して、仮設防音設備設計・積算要領書⁴⁾に記載されている算定式を用いて、音源に最も近い受音点における騒音レベルを計算し、各値が3.2で設定した目標値内に収まっているか検討した。結果は表-2のとおりとなり、いずれの案も目標値である45dB以下は満たしているため、騒音低減効果の観点から採用可能と考えられる。

次に、3つの案に対して、円筒分水工が見学施設としての価値を損なわないような工夫を考慮して、経済性及び景観上の観点から比較検討を行った。検討結果は表-3で示すとおりとなる。第1案は工事費が最も高く、また、円筒分水工本体が壁で囲われてしまうため、外部から見られず、景観上も好ましいとはいえない。対して、第2案は工事費が最も安価であり、外部からも円筒分水工本体を見ることができ、分水工内部で堰を越流している状況が見づらい。一方、同じく監査路上に防音壁を設置する第3案では、経済性の点では第2案に劣るものの、内部の越流状況は最も見やすくなっている。また、通水開始後に騒音値のレベルが目標値に収まらなかった場合、第2案に比べ、壁の高さを上げるといった対処が取りやすく、壁を高くしても内部の越流状況が確認できるといった利点がある。

表-3 経済性及び景観上の比較

検討ケース	第1案	第2案	第3案
概算工事費(千円)	15,750 △	445 ◎	2,700 ○
景観	円筒分水工全体がフェンスで囲まれるため、外部からの越流状況の確認が最も困難。 △	コンクリート壁であるため、内部の越流状況の確認が困難。 ○	板が透明であり、分水工の外側からも越流状況が確認し易い。 ◎
判定			採用

表-2 騒音値の計算結果

検討ケース		第1案				第2案				第3案			
計算条件	壁の位置	分水工周り				分水工監査路上							
	壁の構造	性能BSK-Aタイプパネル				コンクリート壁				ポリカーボネート			
	壁の高さH(m)	5.0				1.0				1.0			
	壁の長さL(m)	60.0				23.0				23.0			
	対象区域	香芝市		広陵町		香芝市		広陵町		香芝市		広陵町	
	騒音目標値(夜間)	45											
	音源～壁面:X1(m)	3.0		6.0		1.0		4.5		1.0		4.5	
	壁面～受点:X2(m)	5.0		6.0		7.0		8.5		7.0		8.5	
	階層	1F	2F	1F	2F	1F	2F	1F	2F	1F	2F	1F	2F
	音源の騒音値(dB)	80											
受音点の騒音値(dB)	対策前	55	54	51	50	55	54	51	50	55	54	51	50
	対策後	39	40	36	39	44	41	42	38	45	42	43	39
判定	目標値	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

本施設は、広く一般市民も含めて吉野川分水の役割等を伝える啓発施設となりうる点を考慮すると、分水の状況がより明確に確認できることが望ましい。そのため、経済性では若干高価にはなるが、見学施設として具備する要件に適合することを勘案して、第3案を採用することとした。

4. 騒音低減対策の結果

前章で検討した騒音低減対策を平成19年度の円筒分水工改修工事において実施し、平成21年度の通水開始時に図-7の位置で騒音値の測定を行った。

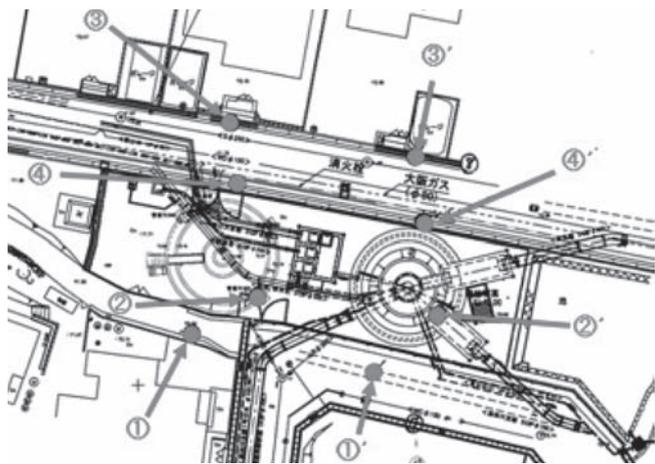


図-7 騒音調査測定地点 (H21)

測定結果は表-4で示すとおりである。平成18年度の測定に対応する①～④地点の騒音値では減少が見られる。しかしこの地点においては、分水工本体が移動しているため、音源が離れたことで値が減少したとも考えられることから、単純に対策効果によるものとは言えない。そこで測点①～④から、分水工を移動させた距離だけずらした位置に測点①'～④'をとり、騒音値を測定した。その結果、値の減少が見られたことから、対策の効果が発揮されていると考えられる。

表-4 騒音調査結果

測定地点	騒音値 (H21年度)	騒音値 (H18年度)
①	52.2	60.4
②	56.0	79.7
③	52.7	58.8
④	53.3	61.4
①'	56.3	- (60.4)
②'	82.6	- (79.7)
③'	55.1	- (58.8)
④'	56.2	- (61.4)

一方、音源の値を測定した地点に該当する②'においては、対応する改修前の値に比べほとんど変化していない。騒音値に変化が見られない原因は明確に判明していないが、改修後の円筒分水工の構造上、堰を越流後、各支線の流出水槽内へ流れ込む際に段差があり、この箇所で落水が発生し、落水音が発生している点の一つの要因と考えられる。なお、流出水槽は2本の県営路線の流出部に設けられているが、落水が発生している水槽は1箇所のみであり、もう一方においては、流出水槽部の水位と越流後の水位が同程度であるため、落水が発生していない。落水音が存在するため、数値を測定できないが、落水が発生していない水槽側の音は改修前よりも小さくなっているように感じられることから、落水発生側の水位を上昇させ、落水を抑制することで、騒音値を低減できるのではないかと考える。

一方、②'は防音パネルの内側にあたる分水工の内部で測定しており、パネルの外側の監査路上で測定したところ、騒音値は66dBであったことから、発生音の直接伝搬に対する効果は発揮されている。

5. おわりに

都市化が進展する地域においては、本円筒分水工のように老朽化した施設を単純に改修するだけではなく、農業に携わっていない一般住民にも配慮した設計が求められる。農業水利施設として重要な施設であっても、地域住民にとってはただの騒音源でしかないでしかない可能性を考慮に入れ、これら住民に配慮しつつ、分水機能の維持、農業土木技術の継承及び農業用水啓発施設としての機能を有する施設として、本円筒分水工は事業を代表する一例になったのではないかと考えられる。

最後に、本分を執筆するに当たり、馬見サイホン円筒分水工改修にあたり設計から施工まで携われた細川悟氏を始め関係各位に多大なご協力を賜ったことをここに記すとともに、感謝の意を表します。

引用／参考文献

- 1) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準設計「水路工」，pp.502-503, 2001
- 2) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準設計「頭首工」，pp.205-206, 1995
- 3) 後藤真宏，ほか：土砂吐用ライジングゲートの水理特性，河川技術論文集(13)，pp.387-392, 2007
- 4) 防音設備協会：平成19年度版 仮設防音設備設計・積算要領書，pp.39-40, 2007

渡良瀬川中央地区の水管理について

沼 能 義 男* 青 島 勇* 藤 河 洋 一**
 (Yoshio NUMANO) (Isamu AOSHIMA) (Youichi FUJIKAWA)

目 次

1. はじめに	60	5. 水管理における課題	64
2. 事業の概要	60	6. 水管理方法(案)	65
3. 水管理システムの概要	61	7. おわりに	66
4. 本地区の降雨特性	62		

1. はじめに

国営総合農地防災事業「渡良瀬川中央地区」における幹線水路は、用排兼用という特徴を有している。今般、施設の運用開始を見据えて、本地区の西部地域における水管理の課題（①用水管理から排水管理への移行、②排水管理から用水管理への移行、③計画を超える降雨時の操作方法）に対応するため、地域の降雨特性等を踏まえた検討を行い、水管理方法(案)を策定した。その検討結果を以下に報告する。

2. 事業の概要

「渡良瀬川中央地区」は、群馬県東部及び栃木県南部に位置し、渡良瀬川と利根川に挟まれた群馬県太田市外3市3町及び栃木県足利市外1町にまたがる農地面積9,400haを擁する地域である。(図-1, 図-2)

本地域は、首都圏という大消費地から約60kmという地の利を活かして、旧藪塚本町を中心とする畑作地帯、館林市・板倉町を中心とする稲作地帯及び太田市を中心とする稲作と畑作の混在地帯において、多様な農産物が生産され県下有数の農業地帯として発展してきた。現在ある農業水利施設は、昭和46年から昭和59年にかけて実施された国営かんがい排水事業「渡良瀬川沿岸地区」及び附帯県営事業等により整備された。

しかしながら、近年の住宅開発等に伴う流出量の増加(写真-1)や地盤沈下の進行等により水利施設の排水機能が低下し、広範囲にわたり農地への溢水、湛水被害が発生(写真-2)し、このことが農業生産の阻害要因となっている。

このため、本事業を実施することで水利施設の機能を回復させ、農地への溢水、湛水を未然に防止することにより、農業生産の維持と農業経営の安定化を図り、併せて国土の保全に資するものである。

本地域の排水形態は、地区の中央部に位置する多々良沼を境に西部地域と東部地域に区分される。



図-1 地区位置図



(現在)
 邑楽頭首工沈砂池周辺

(昭和51年当時)

写真-1 都市化の状況

* 関東農政局渡良瀬川中央農地防災事業所
 (Tel. 0276-25-3435)

** サンスイコンサルタント(株) (Tel. 075-342-3181)

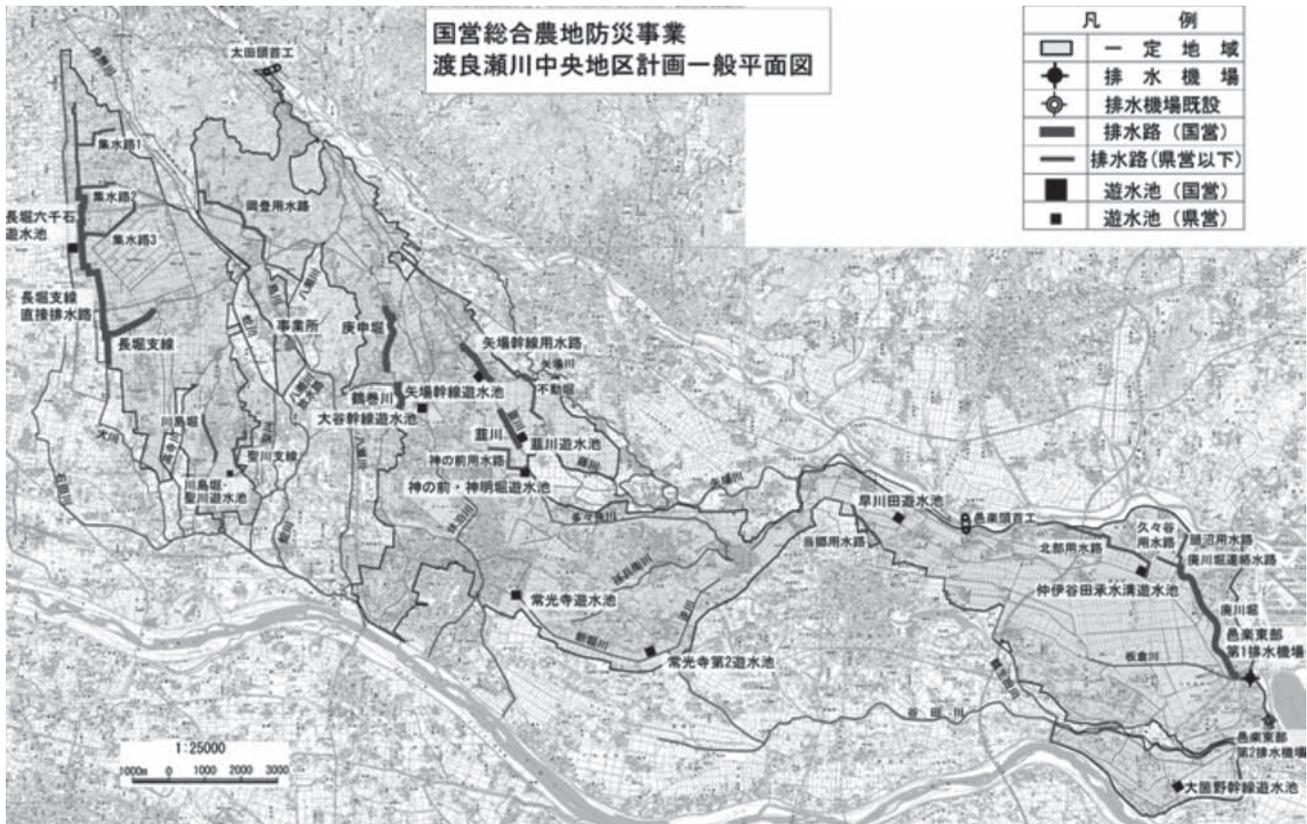


図-2 計画一般平面図

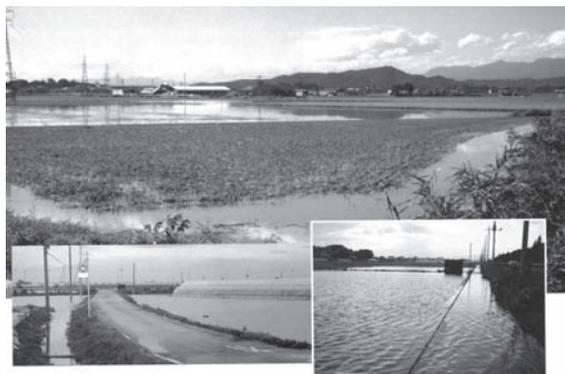


写真-2 平成9年（写真上）及び平成10年（写真下）の湛水被害状況

一方の西部地域は扇状地であり、地形は地域北東の上流部が比較的急勾配（1/300程度）で、南東へ至る下流部は緩やかな勾配（1/1,000程度）となっている。

流出水は自然排水で大川等の9つの一級河川に排除される。

もう一方の東部地域は低平地であり、流出水は邑楽東部第1・第2排水機場による機械排水と、海老瀬・板倉・邑楽東部第2排水樋管による自然排水で一級河川谷田川に排除される。

本地区の事業計画は、邑楽東部第1排水機場の全面改築及び排水路16.6kmの新設または改修、併せて附帯施設として、排水先の河川等の排水能力を超えないようピーク流出量をカットする遊水池10箇所の新設を行うものである。（表-1）

表-1 主な国営工事内容

区分	施設名	口径	計画排水量	原動機	
排水機	邑楽東部第1排水機場	1,800mm	20.5m ³ /s	電動機	
区分	施設名	延長	構造	備考	
排水路	長堀支線直接排水路	4.5km	コンクリート直壁型	新設	
	長堀支線	2.5km	コンクリート直壁型	改修	
	庚申堀	2.3km	コンクリート直壁型	改修	
	鶴巻川	0.9km	コンクリート直壁型	改修	
	矢場幹線用水路	1.5km	コンクリート直壁型	改修	
	菰川	1.0km	コンクリートブロック積	改修	
	廃川堀連絡水路	0.1km	コンクリート直壁型	新設	
遊水池	廃川堀	3.8km	コンクリート直壁型	改修	
	区分	施設名	規模	構造	備考
	遊水池	長堀六千石遊水池	6万m ³	堀り込み式	新設
		大谷幹線遊水池	8万m ³	堀り込み式	新設
		常光寺遊水池	4万m ³	堀り込み式	新設
		常光寺第2遊水池	2万m ³	堀り込み式	新設
		早川田遊水池	5万m ³	堀り込み式	新設
矢場幹線遊水池		3万m ³	堀り込み式	新設	
菰川遊水池		6万m ³	堀り込み式	新設	
神の前・神明堀遊水池		7万m ³	堀り込み式	新設	
仲伊谷田承水溝遊水池		8万m ³	堀り込み式	新設	
大筒野幹線遊水池		2万m ³	堀り込み式	新設	

3. 水管理システムの概要

3.1 水管理システムの導入目的と効果

本地区の対象となる排水施設として、邑楽東部第1排水機場の改築（写真-3）、大谷幹線遊水池など11箇所（うち、附帯県営1箇所）の遊水池の新設（写真-4）、水路の新設・改修が附帯県営事業を含めて計画されている。



写真-3 邑楽東部第1排水機場（改築後）



写真-4 大谷幹線遊水池（新設）

地区内の水路は用排兼用であるため、洪水時には水路からの溢水を防止する目的で、分土工・放流工ゲートの迅速な排水操作が必要となる。さらに、地区内には自治体の治水計画に基づいた大川洪水調整池などの排水施設が整備されており、これらの施設との連携も重要である。

溢水、湛水被害を未然防止するためには、これらの排水施設を有機的に連携させ、新たな排水管理体制を確立するとともに、広範囲な排水管理情報の収集と処理、そして地区内に散在する施設を一体的に運用・管理する集中管理システムの導入が不可欠である。

集中管理システムを導入することにより、地区内で多発している局地的な雷雨による水路からの溢水を早期発見し、夜間の緊急時などの迅速な対応が可能となり、自治体との排水管理情報の共有化により効果的な排水管理が可能となる。集中管理システムの導入目的を表-2に示す。

集中管理システムの導入により、次の導入効果が見込まれる。

- ①中央管理所において、水位、流量等の状態を確認しながら直接施設を操作できる。
- ②排水施設の的確な操作が可能になり、溢水、湛水被害を未然に防止できる。
- ③集中管理により、各施設の運転・操作状況や水管理状況等の各種情報を一元的かつ自動的に収集記録し、排水状況を的確に把握できる。
- ④管理労力の省力化と迅速化が図られ、管理費の節減が可能となる。

表-2 集中管理システムの導入目的

No	導入目的	内容
1	用排水管理の合理化	・的確な対応と調整操作が可能になる。
2	溢水被害の防止	・溢水の早期発見 ・施設、機器の保護、施設機能の維持 ・異常事態の対応
3	情報収集の合理化	・遅滞なくかつ効果的な排水管理 ・機器の状況を中央で把握でき事前に必要な対応が可能 ・連絡通報の迅速、即時性
4	緊急時における管理者の精神的負担軽減	・心理的な不安等の解消 ・夜間の緊急時等に迅速な対応
5	管理経費の節減	・動力費の節減 ・操作労務費の節減 ・排水管理情報収集費用の節減 ・排水計画管理データ作成費用の節減

3. 2 管理対象施設

集中管理を行う対象施設として、施設規模や監視・操作の重要性から、頭首工・堰8箇所（TM/TC, TM）、邑楽東部第1排水機場（TM）、分土工7箇所（TM/TC, TM）、放土工2箇所（TM/TC）、遊水池11箇所（TM）、水路水位局8箇所（TM）を選定した。図-3に水管理システム構成図を示す。

4. 本地区の降雨特性

4. 1 大雨の状況

水管理方法の検討に際し重要となる本地区の降雨特性について、既存データを整理してとりまとめる。

本地区内及び近傍の地点の雨量観測所（群馬県桐生、館林、栃木県足利）における近年10カ年（H12～H21）の雨量データから、ピーク時間雨量20mm以上または日雨量50mm以上の大雨を抽出し、整理・分析を行った結果は次のとおりである。（表-3、表-4）

表-3 大雨の発生要因と頻度

気象要因	発生件数	ピーク時間雨量20mm以上の発生地点数			総雨量50mm以上の発生地点数				
		なし	1地点	2地点	3地点	なし	1地点	2地点	3地点
台風	8	3	4	1	-	1	2	1	4
台風+前線	6	3	1	1	1	-	1	-	5
台風+前線+雷雨	7	-	4	2	1	2	2	1	2
台風+雷雨	3	-	2	1	-	1	-	1	1
計	24	6	11	5	2	4	5	3	12
低気圧	15	11	4	-	-	2	1	3	9
低気圧+雷雨	5	-	3	2	-	3	1	-	1
計	20	11	7	2	-	5	2	3	10
前線	12	4	8	-	-	5	3	1	3
前線+雷雨	10	-	6	1	3	5	4	-	1
計	22	4	14	1	3	10	7	1	4
雷雨	20	-	15	5	-	12	7	1	-
合計	86	21	47	13	5	31	21	8	26
雷雨が関係するもの計	45	-	30	11	4	23	14	3	5

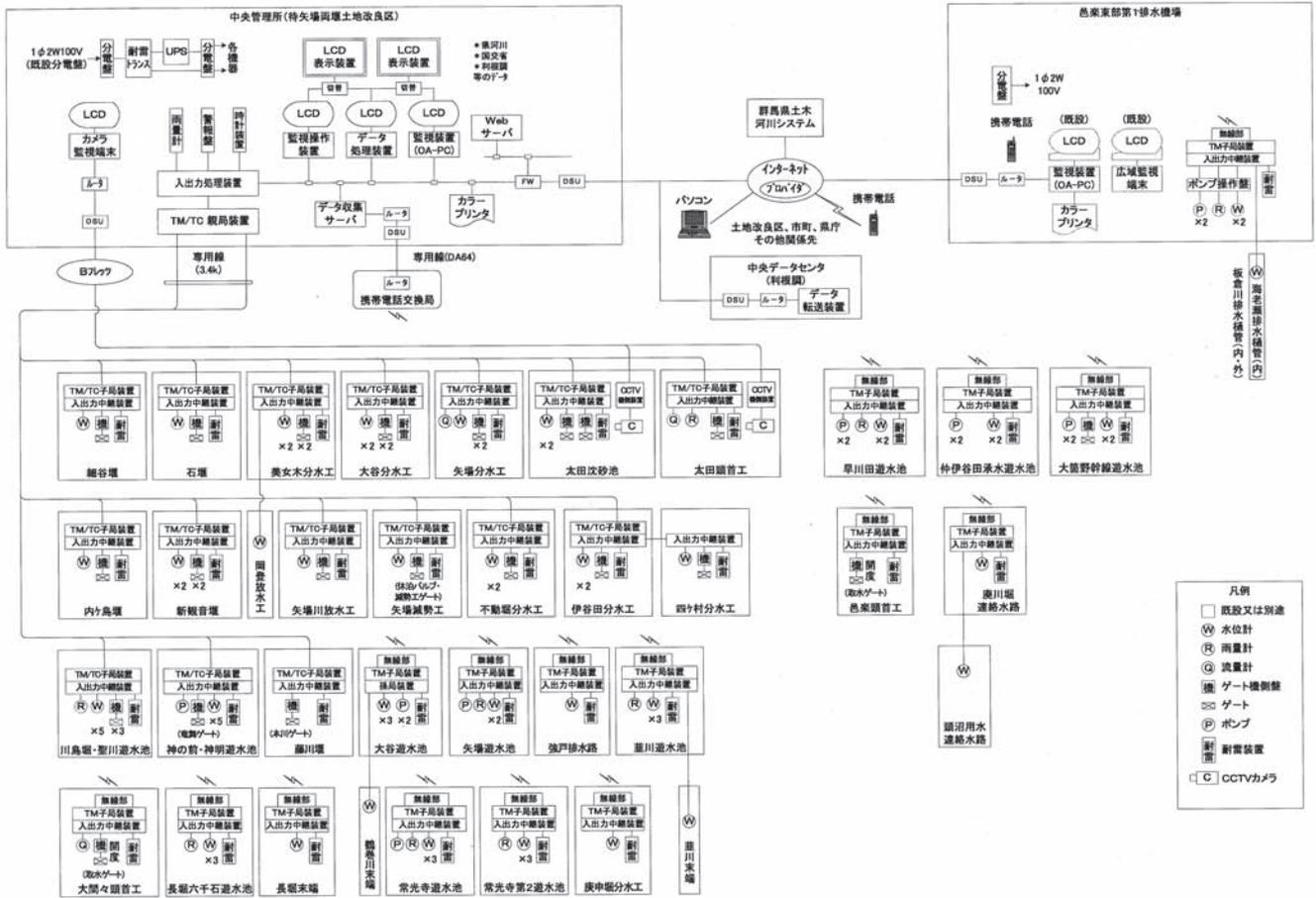


図-3 水管理システム構成図

表-4 近年の大雨状況

区分		桐生	足利	館林
ピーク 時間 雨量 (mm/hr)	0~20	49	61	60
	20~30	19	11	21
	30~40	9	9	2
	40~50	5	4	2
	50~	4	1	1
	最大値	65	53	64
総雨量 (mm)	0~50	45	49	48
	50~100	26	25	27
	100~150	10	8	8
	150~200	4	4	3
	200~	1	-	-
	最大値	264	172	176
	計画基準降雨	160	190	178

- 抽出した大雨86件の発生要因をみると、台風等によるもの24件(28%)、低気圧等によるもの20件(23%)、前線等によるもの22件(26%)、雷雨単独によるもの20件(23%)となっており、雷雨に関連した大雨が45件(52%)と過半数を占めている。
- ピーク時間雨量のみの大雨が31件(36%)、総雨量のみの大雨が21件(24%)、双方に該当する大雨が34件(40%)とピーク時間雨量の大雨が多い。

- 総雨量が多い、台風や低気圧に関連する大雨44件中、3観測地点全てで大雨となっている事例が22件(50%)であるのに対し、雷雨に関連する大雨の場合は全45件中、3地点全てで大雨が4件(9%)で、単独の1地点のみ大雨が30件(67%)と、雷雨関連は局地的・ゲリラ的な大雨が多くなっている。
- ピーク時間雨量で40mmを超える大雨は延べ17回発生し、うち最大は桐生の65mmとなっている。総雨量は1/10年確率計画基準降雨級、または超過する大雨が近年10カ年で5回発生しており、大雨の発生頻度が高まっていることが伺える。
以上の結果から、本地区の降雨特性として、雷雨として短時間に発生する大雨が多いことがあげられる。

4. 2 気象情報と実績降雨の関係

気象庁から発表される気象情報は、水管理において重要な情報であるため、その発表状況と実績降雨の関係を整理・分析する。

本地区の気象情報は、概ね雷注意報→大雨・洪水注意報→大雨・洪水警報の順に発表されている。

雷注意報は近年10カ年間の平均で年68回、大雨・洪水注意報は36回、大雨・洪水警報は5回の発表となっている。(表-5)

表-5 注意報・警報発表回数

年次	注意報発表回数				警報発表回数		
	雷	大雨	洪水	大雨 件数	大雨	洪水	大雨 件数
2000年 (H12)	90	49	49	9	9	9	2
2001年 (H13)	63	37	37	8	13	13	2
2002年 (H14)	66	28	28	10	3	3	1
2003年 (H15)	26	13	13	6	1	1	1
2004年 (H16)	55	22	22	5	1	1	1
2005年 (H17)	77	38	38	6	4	4	0
2006年 (H18)	81	46	46	9	5	6	1
2007年 (H19)	78	37	37	8	3	3	1
2008年 (H20)	88	63	61	12	10	10	1
2009年 (H21)	52	30	30	6	4	3	1
計	676	363	361	79	53	53	11
年平均	68	36	36	8	5	5	1

※大雨件数は大雨注意報，大雨警報発表基準の半分程度の降雨発生数

注意報・警報後の各地点ピーク時間雨量と総雨量の整理結果及び3観測所の10分雨量と大雨注意報・警報の発表・解除時刻の整理結果から次のことが伺える。

- ①大雨注意報では，発表基準（1時間雨量30mmまたは24時間雨量80mm）を超える降雨が発生した実績が少なく，基準の半分程度以上の降雨を含めても，大雨の発生確率は約20%である。
- ②大雨警報では，発表基準（1時間雨量80mmまたは24時間雨量200mm）の半分程度の降雨量を含めても，大雨の発生確率は20%以下である。
- ③雷，大雨，洪水注意報は，降雨の前もしくは降り始め直後に発表されている。特に雷注意報は早い段階で発表されており，初期行動の目安になりうる。（図-4. 1，図-4. 2）

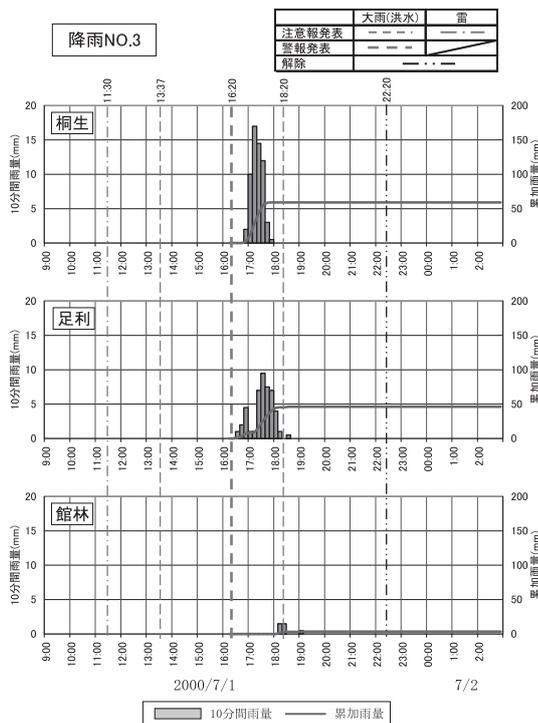


図-4. 1 10分雨量と注意報・警報の発表・解除時刻の整理例

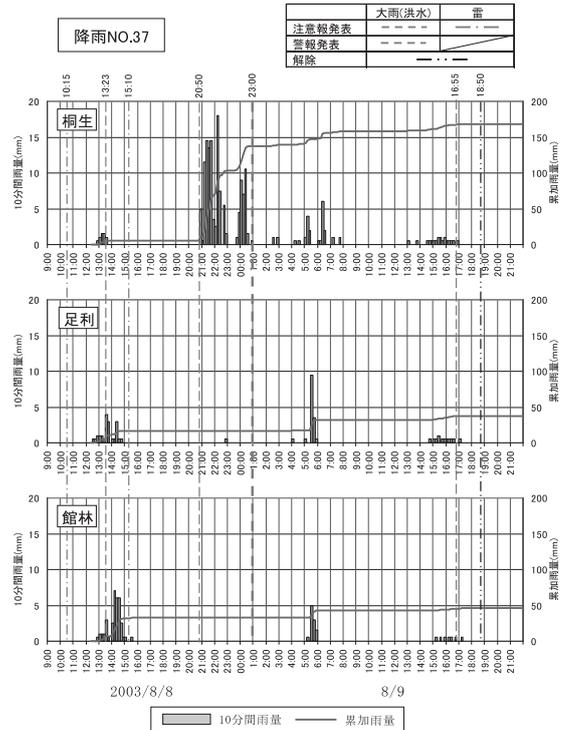


図-4. 2 10分雨量と注意報・警報の発表・解除時刻の整理例

5. 水管理における課題

西部地域の幹線水路（用排兼用）は，太田頭首工から普通期最大で14.33m³/sの用水を取水し受益地に配水している。

この幹線水路には，取水用に数多くの堰上げゲートが設置されており，用水がほぼ満水状態で流れているため，突然の雷雨発生時には用水の取水停止操作等が間に合わず，水路内に流入する排水と重なり，溢水，湛水被害が発生している。

西部地域の受益地が広範囲（東西20km，南北15km）におよぶことから，雷雨に伴う局地的な大雨を早期に把握し対処することが本地区の大きな課題である。

また，大雨が発生した際には矢場分土工，大谷分土工，美女木分土工などのゲート进行操作して排水時の対応を行うため，用水時から排水時への切り替えのタイミングを検討し，ゲート操作指標を設定する必要がある。

さらに，排水計画は1/10年確率3日連続雨量を基準降雨としているが，これは総雨量の多い大雨に対応するものであり，短時間の局地的な大雨は想定していないため，計画を超える大雨が発生した際の施設操作方法を設定する必要がある。

本地区の水管理方法を検討するうえでの課題は次のとおりとなる。

- ①用水時から排水時への切り替え指標の設定
- ②計画を超える超過確率降雨時の対応
- ③排水時から用水時への切り替え指標の設定

No.67 (2007(H19),6/8~6/11) 検証計算結果

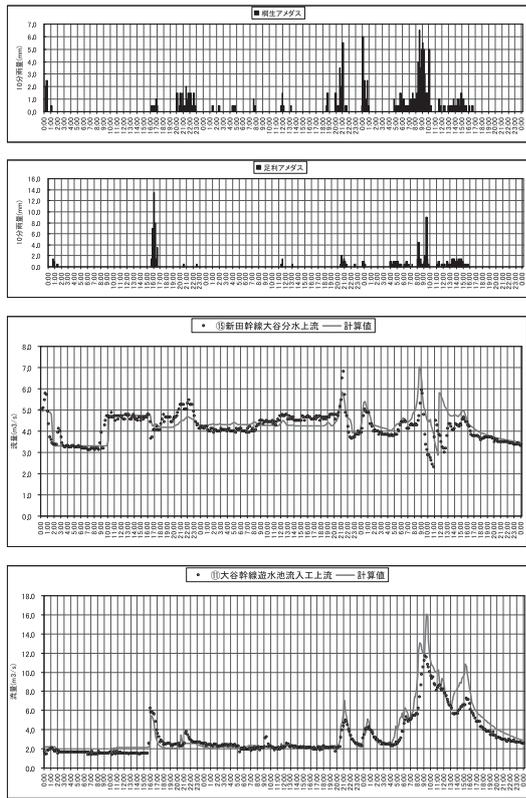


図-5.1 No.67降雨の検証計算結果

No.72 (2008(H20),6/11~6/13) 検証計算結果

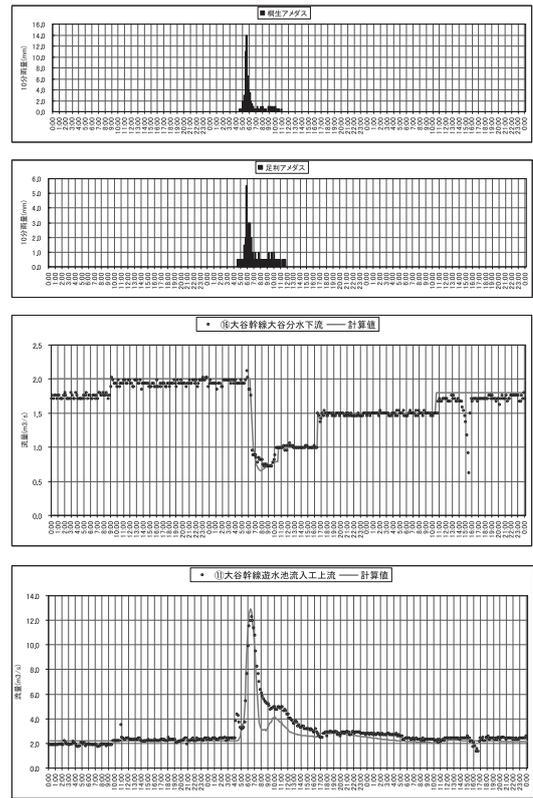


図-5.2 No.72降雨の検証計算結果

6. 水管理方法 (案)

6.1 排水解析モデルの作成

水管理方法 (案) の策定に当たっては、事業計画検討時に使用した排水解析モデルに、10分雨量を使用した流出計算及び施設操作の時刻変化 (分水・放流ゲート開閉操作、取水量変動時刻等) の新たな要素を付加した排水解析モデルを作成し、局地的な短時間の大雨や用水取水停止操作、分水ゲート操作による水路流況の変化をシミュレーションにより検討した。

作成したモデルの妥当性は、地区内水路の実測流量の再現性で検証を行った。

図-5.1, 図-5.2に示す検証結果をみると、流出波形, 流出高, ピーク時間, 太田頭首工の取水量変化 (新田堀幹線大谷分水上流, 大谷幹線大谷分水下流地点) は概ね良好に再現できている。

6.2 水管理方法 (案) の策定

気象情報, 実績降雨, 排水解析結果に基き, 水管理方法 (案) を策定した。

管理体制は, 太田頭首工からの取水が多くゲリラ的な降雨などに対し, 迅速な対応が必要なかんがい期 (5月~9月) と, 農業用水の取水がない非かんがい期間 (10月~4月) に区分して設定した。

排水解析の結果, 実際に降雨量を確認した後に管理体制をとるのでは施設操作に遅れが生じるため, 気象

情報, 実績降雨量, 実績水位を指標に体制をとることとした。なお, 実績水位は, かんがい期においては堰上げ等の影響があり初期動作の指標に使用することは困難と判断し, 警戒体制等の解除指標として使用することとした。

(1) 気象情報

降雨前に発表されるのが雷注意報であることから, 雷注意報によりゲリラ的な降雨に対処するための洪水予備警戒体制をとることとし, 大雨注意報により洪水警戒体制, 大雨警報により洪水体制をとることとした。

(2) 実績降雨量

近年10カ年の大雨69件 (かんがい期間の1時間雨量20mm又は24時間雨量50mm以上の降雨) の排水解析結果から, ピーク雨量, 累加雨量とピーク流出量の関係を整理して降雨指標を設定した。

(3) 実績水位

概ねの指標として, 水路の計画水深の5割水深を予備警戒水位, 6割水深を警戒水位, 7割水深を洪水位, 計画水深を危険水位, 満水深を氾濫水位と設定した。

以上の検討結果から策定した水管理方法 (案) を表-6に示す。先の課題に対しては, 次の工夫を行った。

- ① 用水時から排水時への切り替え指標: ゲリラ的な降雨にも対応できるよう, 一般的には指標としない雷注意報等の気象情報を追加した。
- ② 計画を超える超過確率降雨時の対応: 溢水, 湛水被

害を分散・緩和させる目的で、本来排水時には全開操作する分水ゲートを全開操作することとした。

③排水時から用水時への切り替え指標：地区内の観測水位による出水の終了確認，気象情報の解除確認，実績降雨の終了確認を複合指標として追加し，より万全なものとした。

また，今回策定した水管理方法（案）に基づき管理を行った場合の想定出勤頻度及び想定出勤要因（表-7，図-6）をみると，年平均出勤頻度63回のうち，かんがい期が60回と大半を占め，そのうち大雨に至らな

表-6 かんがい期（5月～9月）の水管理方法（案）

区分	状態	指標	措置
A 洪水予備警戒時	洪水が発生する可能性がある時	次のいずれかに該当する場合 ①雷注意報が発令された時 ②10分雨量4mmが観測された時 ③時間雨量10mmが観測された時 ④累加雨量30mmが観測された時 ⑤観測地点水位が予備警戒水位に達した時	①中央管理所操作員の配置 ②気象情報，雨量，取水量，水位，施設状態の確認 1. 気象情報，雨量予報の確認 2. 雨量観測所の雨量確認 3. 水路水位観測所の水位確認 4. 遊水池水位の確認 ・予備排水の必要な遊水池の選定 5. 太田頭首工取水の確認 6. 各施設のゲート開度の確認 ③作業員との連絡（招集準備） ④制御施設操作準備 ⑤各情報の監視
B 洪水警戒時	洪水の発生が非常に高くなった時	次のいずれかに該当する場合 ①大雨注意報が発令された時 ②10分雨量6mmが観測された時 ③時間雨量15mmが観測された時 ④累加雨量50mmが観測された時 ⑤観測地点水位が警戒水位に達した時	①太田頭首工の取水量が4.0m ³ /s以上であれば4.0m ³ /sまで減水 ②作業人員の招集 1. 予備排水遊水池の排水ポンプ運転指示（下流水位観測地点水位：予備警戒水位以下の場合） ③制御施設の操作 1. 設定に従って制御施設操作を実施 ④各情報の監視
C 洪水時	洪水が発生している時	次のいずれかに該当する場合 ①大雨警報が発令された時 ②10分雨量8mmが観測された時 ③時間雨量20mmが観測された時 ④累加雨量70mmが観測された時 ⑤観測地点水位が洪水水位に達した時	①太田頭首工の取水量を停止 ②制御施設の操作 1. 設定に従って制御施設操作を実施 ③作業員への指示 1. 遊水池予備排水ポンプの運転停止（下流水位観測地点水位：予備警戒水位以上に達した場合） 2. 排水路等の巡回監視 ④末端施設管理者への連絡 1. 土地改良区等管理の分水工・直接取水工の操作 ⑤各情報の監視
D 非常時	計画を超える洪水が発生している時	①観測地点水位が危険水位（計画水位）に達した時	①制御施設の操作 1. 設定に従って制御施設操作を実施 ②作業員への指示 1. 遊水池予備排水ポンプの運転停止 2. 排水路等の巡回監視 ④末端施設管理者への連絡 ⑤各情報の監視
E 非常時解除→洪水時	計画を超える洪水が終息した時	①観測地点水位が危険水位より低下した時	①各情報の監視 ②作業員への指示 1. 排水路等の状況把握
F 洪水時解除→洪水警戒時	洪水が終息した時	①観測地点水位が洪水水位より低下し，かつ，大雨・洪水警報が解除された時	①各情報の監視 ②作業員への指示 1. 排水路等の巡回監視
G 洪水警戒時解除→洪水予備警戒時	洪水発生の見込みが少なくなった時	次のいずれかに該当する場合 ①観測地点水位が警戒水位より低下し，かつ，大雨・洪水注意報が解除された時 ②観測地点水位が警戒水位より低下し，かつ，累加雨量30mm未満又は直近6hr雨量が5mm以下	①各情報の監視 ②作業員の解散
H 洪水予備警戒時解除→常時	洪水発生の見込みがなくなった時	①観測地点水位が予備警戒水位より低下し，かつ，雷・大雨・洪水注意報が解除され，かつ，降雨終了後6hr又は，累加雨量10mm未満又は，注意報解除後の6hr雨量5mm以下	①制御施設の操作 1. 設定に従って制御施設操作を実施 ②末端施設管理者への連絡 ③操作員の解散

い，いわゆる空振りが80%にもおよんでおり，局地的・ゲリラ的な降雨への対応の難しさを表している。

表-7 水管理体制（案）に基づく想定出勤頻度（近年10カ年の年平均，かんがい期）

区分	頻度	大雨あり			計	大雨なし
		時間15mm以上	日80mm以上	時間・日同時		
①予備警戒のみ	25					25
②予備警戒→警戒	20	2			2	18
③予備警戒→警戒→洪水	5	3			3	2
④予備警戒→警戒→洪水→非常時	2	1		1	2	
⑤予備警戒→警戒→非常時	2	1		1	2	
⑥予備警戒→洪水	1	1			1	
⑦警戒	4	1			1	3
⑧警戒→洪水	1	1			1	
計	60	10	0	2	12	48
	(割合)				(20%)	(80%)

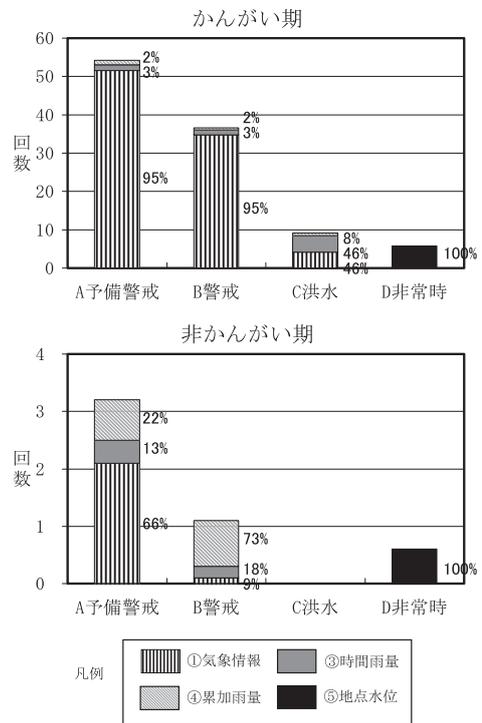


図-6 水管理体制（案）に基づく想定出勤要因（近年10カ年の年平均）

7. おわりに

国営総合農地防災事業「渡良瀬川中央地区」は，平成22年度をもって事業完了し，新たに整備された集中管理システムの運用が平成23年春から開始される。今回，その具体的な操作指標として水管理方法（案）を策定した。

今後の運用で蓄積される気象情報や実績降雨量と実績水位の関係の整理・分析結果，管理の実態上生じる課題などへの対処方法などを反映していくことにより，本地区により適した水管理方法（案）に改良されていくものと考えている。

最後に，「渡良瀬川中央地区」の事業推進にご協力頂いた関係各位に対し，深く感謝申し上げます。

志河川ダムにおけるコウモリ類の保全対策事例

野 崎 達 也* 高 橋 良 明**
(Tatsuya NOZAKI) (Yoshiaki TAKAHASHI)

目 次

1. はじめに	67	4. 保全効果の検証	70
2. 志河川ダム周辺のコウモリ相	67	5. おわりに	72
3. 保全対策の検討	68		

1. はじめに

志河川は、西日本最高峰の石鎚山山系を源にもつ二級河川中山川の支川であり、瀬戸内海に面した扇状地、道前平野の扇頂部に位置する。

志河川ダムは、道前道後平野農業水利事業の一環として、志河川の愛媛県西条市丹原町楠窪及び志川地内に建設された農業用水専用ダムである。ダムは、重力式コンクリートダムとして、高さ48.2m、総貯水容量1,300,000m³で、受益面積1,276haの灌漑を目的としている。2003年に本体工事に着手、2008年の本体竣工を経て、2010年に貯水池内の法面対策を完了し、施設機能監視期間を除くと本年度で事業完了となる（写真-1）。



写真-1 志河川ダムの全景

こうした中、志河川ダムでは自然環境との調和を図りつつダム建設を進めるべく、1999年より環境調査と環境配慮に取り組んできた。その一環として、ダム周辺で確認されたコウモリ類を保全すべく、仮設トンネル

跡地を活用した保全施設が2008年に設置された。

本報は、営農上の益獣であり、かつ生物多様性の保全上も重要な位置にあるコウモリ類について、保全施設の供用後3年間のモニタリング結果を踏まえ、その効果を検証し報告するものである。

2. 志河川ダム周辺のコウモリ相

2-1 調査の方法

コウモリ相調査は、2006年の夏季及び秋季に実施した。調査方法は、ダム建設予定地の河道上にカスミ網を設置して捕獲・同定する方法（写真-2）を主体とし、バットディテクター（MINI-3 BAT DETECTOR, Ultra Sound Advice社製）を用いた超音波観測、及び日中のねぐら探索を併用した。調査期間は、各季とも4日間（3晩）とし、7月11～14日、9月12～15日の工程で実施した。なお、カスミ網による捕獲は、コウモリ類の活動が活発となる日没後及び日の出前の2～3時間に行った。



写真-2 カスミ網による捕獲調査

2-2 調査の結果

調査の結果、モモジロコウモリ、ユビナガコウモリ、ヒナコウモリ、コテングコウモリ、キクガシラコウモリ科の一種の計5種を確認した（表-1）。

* (株)ウエスコ環境計画事業部広島環境調査課
(Tel. 082-238-8120)

** 中国四国農政局四国土地改良調査管理事務所
道前道後支所 (Tel. 089-947-8444)

表-1 確認されたコウモリ類

種名	確認数	方法	ねぐら生態
モモジロコウモリ	21	カスミ網	洞穴性
ユビナガコウモリ	2	カスミ網	洞穴性
ヒナコウモリ	1	カスミ網	樹洞・家屋性
コテングコウモリ	7	手捕り	樹洞性(枯葉利用あり)
キクガシラコウモリ科の一種	—	超音波	洞穴性

確認数が最多となったモモジロコウモリ（写真-3）は、河川や湖沼の水面上を好んで餌場とする種であり、志河川の環境指標種とする上で最適と考えられた。ユビナガコウモリ（写真-4）は、比較的モモジロコウモリに似た生態を持つが、大型で開放的な空間を飛翔するため、渓谷的な景観を呈する志河川の利用頻度は低いと考えられた。コテングコウモリ（写真-5）は、クズの枯葉内で休息する個体が複数確認されたが、いずれもダム建設区域から離れた山地帯での発見であった。ヒナコウモリ（写真-6）は、四国では1969年以降の確認¹⁾となる稀種であり、学術的にも注目される記録である。キクガシラコウモリ科の一種は、飛翔中の個体が発する超音波を観測したものであり、種の特定には至らなかった。ただし、同科に属する種は、キクガシラコウモリとコキクガシラコウモリの2種に限られ、どちらであっても洞穴性のねぐら生態を持つ。



写真-3 モモジロコウモリ



写真-4 ユビナガコウモリ



写真-5 コテングコウモリ



写真-6 ヒナコウモリ

3. 保全対策の検討

3-1 保全対象種の選定

保全対象種は、確認頻度が高く恒常的な生息が確認されたモモジロコウモリを主対象とし、これにユビナガコウモリ及びキクガシラコウモリ類を加えた洞穴性種群を選定した。モモジロコウモリは、レッドデータブック等の指定はないが、河川環境の代表種であること（典型性の観点）、ねぐらを洞穴に依存すること（特殊性の観点）から、保全対象としての要件を満たしていると判断した。

他方、ヒナコウモリとコテングコウモリの2種は、ダム建設区域外に主たる生息域があると判断されたため保全対象から除した。

3-2 保全対策の検討

洞穴性コウモリに対する保全対策として、閉塞予定であった仮設トンネル跡地（延長130m）を活用し、保全施設として整備することを計画した。その上で、より高い保全効果を得るために、コウモリピット、バットゲート及び遮蔽幕を図-1のとおり設置した。コウモリピット、バットゲートは2008年3月に、遮蔽幕は2009年7月に設置を完了している。

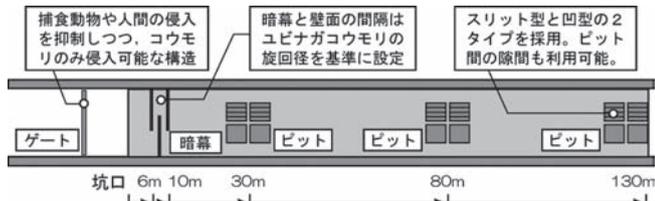


図-1 コウモリ保全トンネルの概要

(1)コウモリピット

保全施設に供する仮設トンネル跡地は、天井が平滑なコンクリート面であるため、止り場としての機能が低い。そのため、複数の設置事例²⁾³⁾で効果が報告されているコウモリピットの設置を計画した。

ピットの形状は、狭小な隙間に潜り込むモモジロコウモリ用としてスリット型を、平面的な場所にぶら下がるキクガシラコウモリ用として凹型を計画し、各2基ずつ計4基を1セットとした(図-2, 3, 写真-7)。

ピットの材質は、高湿度となるトンネル内でも錆びにくいステンレス材を基材とし、その上に樹脂を混ぜたモルタルを粗く塗布した。なお、モルタルの剥離を予防するため、ステンレス材にパンチングメタルで金網を固定し、これにモルタルを固着させる方法とした。

ピットの設置位置は、坑内温度の水平分布を考慮し、温度が安定する30m地点、最奥部130m地点、及びその中間80m地点の3箇所とした(図-4)。

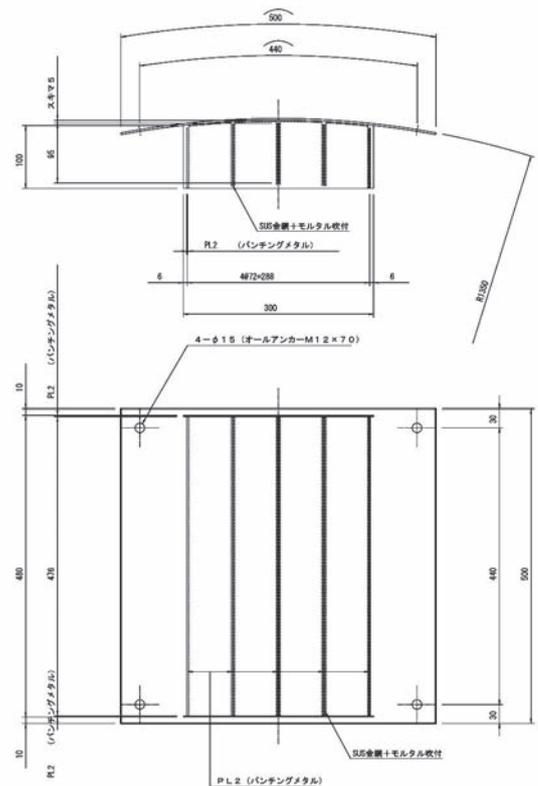


図-3 コウモリピット (凹型)

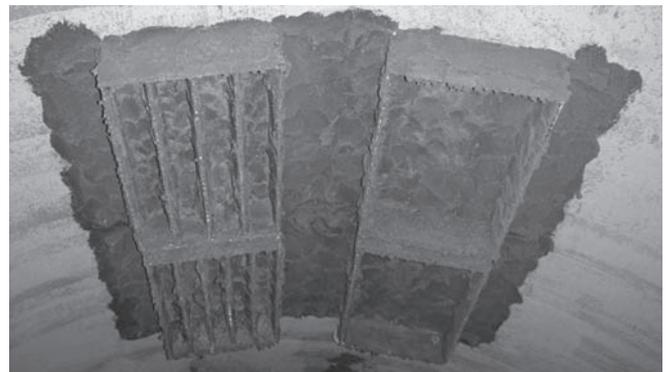


写真-7 コウモリピットの設置状況

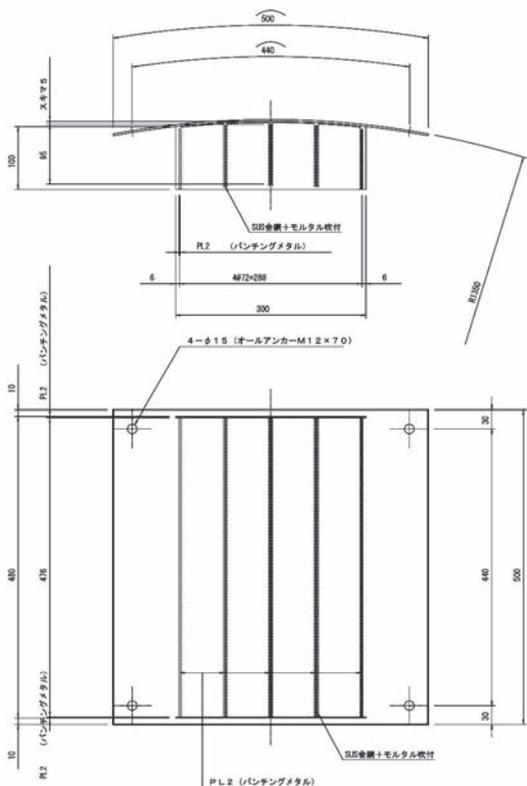


図-2 コウモリピット (スリット型)

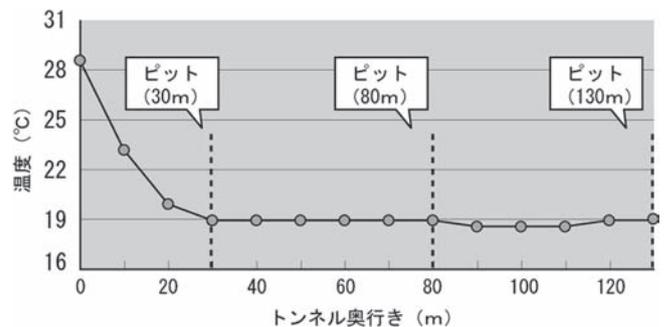


図-4 坑内温度の水平分布

(2)バットゲート

洞穴を利用するコウモリ類に対する生息阻害要因としては、人の侵入による攪乱と、ハクビシンやテンな

ど捕食動物の侵入が挙げられる。その対策として、人や天敵の侵入を防止し、コウモリのみ通過可能なバットゲートを計画した。

バットゲートには、坑口全体を目の粗い柵で覆うフルゲート型と、坑口の下半分を目の細かい柵で覆うハーフゲート型の2種類があり、対象とする種によって使い分けられる。対象種が広短型の翼を持つ種（モモジロコウモリなど）のみの場合にはフルゲート型が良いが、狭長型の翼を持つ種（ユビナガコウモリなど）が含まれている場合にはハーフゲート型が望ましい。これは、ゲートに用いられるメッシュサイズを狭長型の種が進入できるほど大きくすると、人や外敵の侵入が容易になり、バットゲートの本質を損なうためである。以上を踏まえ、保全対象にユビナガコウモリを含む本件では、ハーフゲート型を採用した。

ゲート部は、PCフェンスとPCフェンス門扉を使用し、フェンスの上下部双方に忍び返しを付けて、天敵及び人の侵入を防ぐ構造とした（写真-8、図-5）。



写真-8 バットゲートの設置状況

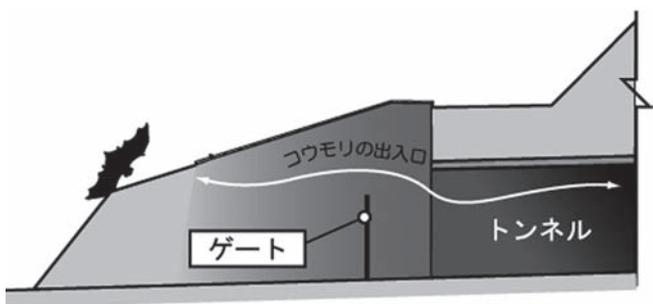


図-5 バットゲートの概念図

(3) 遮蔽幕

仮設トンネル跡地は、直線的な形状であるため外光の影響を受け、最も暗い最奥部でも0.2lxと満月の月明かり程度の明るさにあった。また、外気温の影響を受けて、坑内温度が不安定となる問題もあった。コウモリ類は、暗く温度変化の少ない場所を好むため、その対策として遮蔽幕の設置を計画した。

遮蔽幕は、市販の暗幕を用いてトンネルの2/3を覆い、これを3枚交互に設置する方法を採用した。なお、コウモリの飛翔経路幅は、飛翔のために必要な空間が大きいユビナガコウモリの最少巡回径90cmを基準に設定した⁴⁾。

設置位置は、コウモリ類が利用しない場所であること、風雨による劣化・損傷を予防するため坑口から極力離すことの2点を考慮し、10m地点から手前側に2m間隔で設置することで飛翔空間を確保した（写真-9、図-6）。



写真-9 遮蔽幕の設置状況

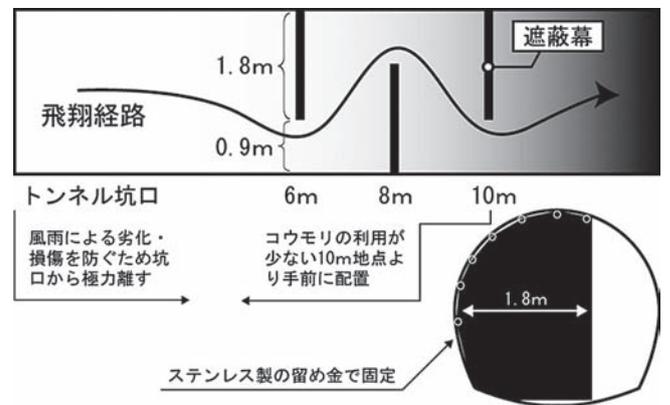


図-6 遮蔽幕の概念図

4. 保全効果の検証

4-1 坑内環境の改善効果

(1) 照度

照度は、遮蔽幕の設置前後に照度計（TMS870、タコスジャパン社製）を用いて計測した。計測地点は、トンネル坑口、30m、80m、130mの4地点とした。

計測の結果、遮蔽幕設置に伴い30m以奥の全地点で0.1lx以下となり、照度を低下させる効果が確認された（図-7）。

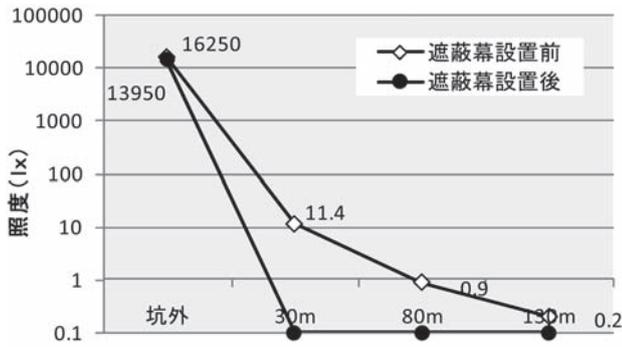


図-7 遮蔽幕設置前後における照度の変化

(2)坑内温度

坑内温度は、ロガー機能付き温度計（サーモクロンGタイプ、NKラボラトリーズ社製）を用いて、遮蔽幕の設置前後の各1年間、測定間隔3時間の連続計測を行った。計測地点は、照度と同じ4地点とした。

計測の結果、年平均気温は遮蔽幕設置前では0m地点で $14.2 \pm 6.0^\circ\text{C}$ 、30m地点で $14.9 \pm 3.9^\circ\text{C}$ 、80m地点で $15.8 \pm 2.6^\circ\text{C}$ 、130m地点で $16.2 \pm 2.2^\circ\text{C}$ 、遮蔽幕設置後では0m地点で $14.6 \pm 6.9^\circ\text{C}$ 、30m地点で $14.5 \pm 1.6^\circ\text{C}$ 、80m地点で $15.1 \pm 1.0^\circ\text{C}$ 、130m地点で $15.5 \pm 0.9^\circ\text{C}$ であった。特に、遮蔽幕設置後には、30m以奥において地点間差や日変動が大幅に抑制されており、温度を安定化させる効果が確認された（図-8、9）。

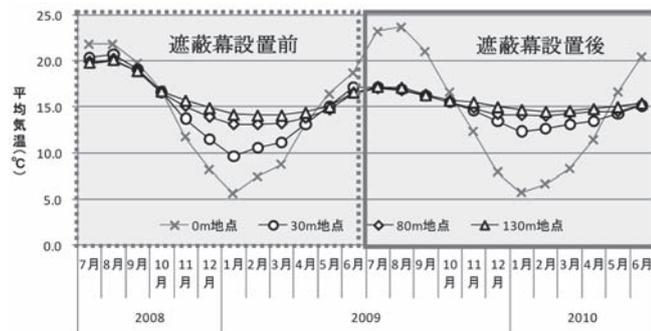


図-8 月別平均気温の動態

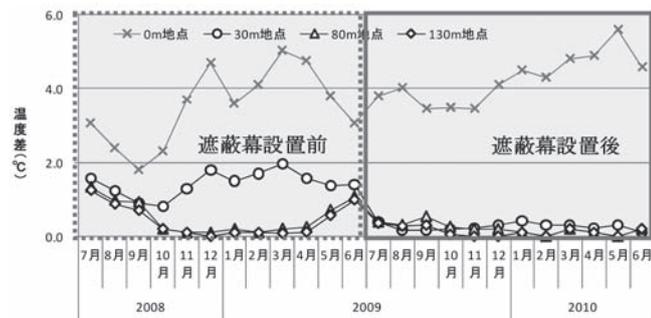


図-9 坑内気温の日変動

月別の平均気温について見ると、比較的外気温の影響を受けやすかった30m地点の温度動態が大幅に改善され、結果80m地点、130m地点とほぼ同等の温度動態を示した。また、季節間の温度変化も小さくなり、特に夏季の平均気温は、30m以奥の全ての地点で約 3°C の温度を低下させる効果が確認された。

日変動でも、30m地点において外気温の影響を無視できるレベルまで変動幅が縮小した。また、全ての地点で夏季における変動幅が改善し、遮蔽幕設置前には 1.5°C 前後であった日変動が、設置後には 0.5°C 以下にまで縮小した。

4-2 コウモリ類の利用状況

仮設トンネル跡地への飛来状況については、トンネル閉塞が完了した2007年秋より開始し、以後、各季1回以上の入坑機会を設け、飛来個体数をカウントした。また、利用位置については、落下糞粒分布から推定する手法を採用し、10m間隔での全量カウントを遮蔽幕設置前の2008年7月10日と、設置後の2008年11月20日に行った。なお、事前に落下糞粒を除去した上で、落下糞粒の堆積期間を約4ヶ月に設定している。

調査の結果、これまでにモモジロコウモリ、ユビナガコウモリ、コキクガシラコウモリの3種が確認され、保全対象種全ての利用が認められた（図-10）。その中でも、飛来の中心はモモジロコウモリであり、確認個体数の94%を占め、対策の進捗に歩を合わせるように飛来数も漸増してきた。ただし、最大確認数は14頭と少なく、大規模なコロニー形成には至っていない。

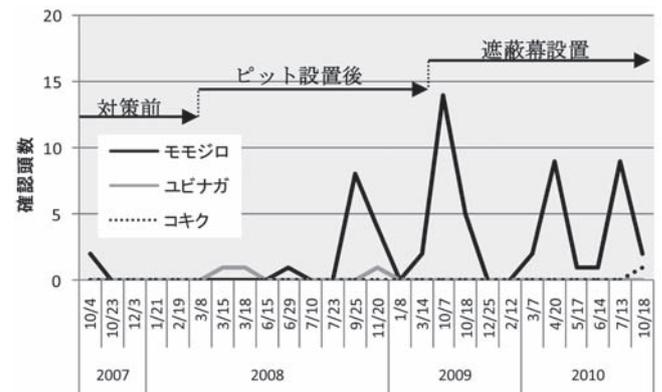


図-10 コウモリ類の飛来数の推移

利用位置については、坑口付近より利用が始まり、トンネルの深浅に関わらずほぼ全域に利用が認められた。落下糞粒の分布から推定される利用位置は、10-20m、30-50m及び110-120mにピークを持つ三山型の傾向を示し、遮蔽幕設置に伴う変化は認められなかった（図-11）。なお、10-20m地点については、昼間の入坑時に確認例がないにも関わらず落下糞粒が

多いのは、夜間の一時的な利用（ナイトルースト）であると考えられた。

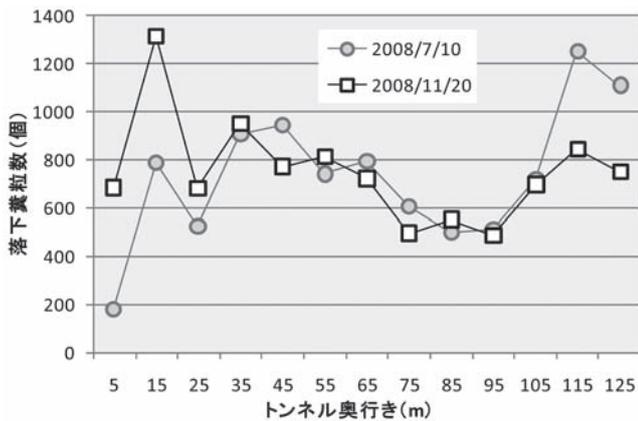


図-11 コウモリ類の利用位置（落下糞粒の分布）

コウモリピットの利用については、2008年11月20日にモモジロコウモリとユビナガコウモリ各1頭の利用が初めて確認され、2010年4月20日には最多となるモモジロコウモリ8頭の利用が確認された（写真-10）。このように、利用の漸増傾向は認められるものの、母集団が小規模であるためか、飛来個体の利用がピットに集中する様子は認められていない。利用が進まない要因は、ピット基材の金属臭を忌避した可能性が考えられ、設置直後に糞を塗布するなどの工夫が必要と考えられた。なお、利用されたピットタイプはいずれもスリット型であった。



写真-10 コウモリピット（スリット型）に止まるモモジロコウモリ

一方、コウモリピット以外では、コンクリートの継ぎ目の利用が多く見られた（写真-11）。また、単独個体の場合は、平滑なコンクリート面であっても、僅かな窪みを足場として止る個体も散見された（写真-12）。

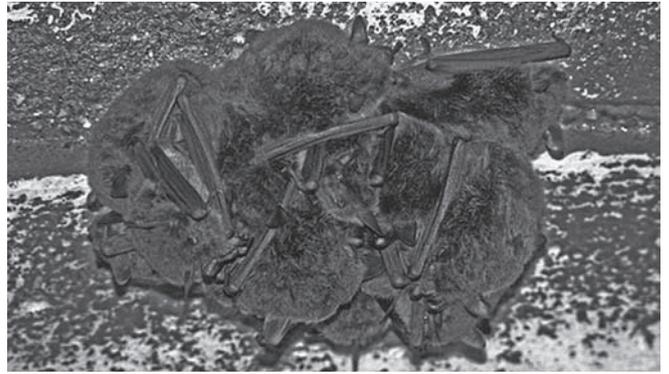


写真-11 コンクリートの継ぎ目に集団で止まるモモジロコウモリ



写真-12 コンクリート面の僅かな窪みを足場にして止まるユビナガコウモリ

5. おわりに

本報では、ダム建設後に閉塞予定であった仮設トンネルを活用し、これに簡易な保全施設を敷設することでコウモリ類の保全を試みた対策事例を示し、以下の5点を明らかにした。

- ・仮設トンネル跡地には、保全対象としたモモジロコウモリ、ユビナガコウモリ、コキクガシラコウモリの3種全てが飛来し、また飛来数も漸増傾向にあることから、洞穴性コウモリ類への高い保全効果が期待できる。
- ・直線的な構造である仮設トンネル跡地は、外光や外気温の変化を受けやすく、生息適性にやや問題があった。これに対し遮蔽幕を設置することで、坑内照度を0.1lx以下に、坑内温度を30m以奥で安定化し、生息適性を向上できる。
- ・コウモリ類は、トンネルの深浅に関わらずほぼ全域を利用する。ただし、坑口付近は昼間ねぐらとしては利用せず、夜間の一時利用（ナイトルースト）に限られる。
- ・コウモリピットは、最大8頭の利用が確認されるなど、利用の漸増傾向が認められる。ただし、飛来個体の利用がピットに集中する傾向は認められていない。

・コウモリピットのタイプは、スリット型に利用が集中し、凹型の利用は確認されなかった。このため、飛来の中心であるモモジロコウモリは、スリット型に適性があると考えられた。凹型については、懸垂型の止まり姿勢をとるコキクガシラコウモリに適性があると推察されるが、同種の飛来はごく最近初確認されたばかりであり、適性判断には至っていないため、今後の検証が待たれる。

ここで示したコウモリ類の保全対策は、一定の成果を上げているものの、いまだ大規模コロニーの形成には至っておらず道半ばの状態にある。このため、モニタリングを継続し、長期的な保全効果を検証していくことが重要である。

また同時に、保全施設を地域住民に紹介し、環境教育の場として利活用することで、本施設の機能を自然的価値以上のものに高めることも重要である。こうした観点から、2009年より地元小学生等に呼びかけて、年1回のコウモリ観察会を開催している。専門家によるレクチャー、トンネル内での施設見学等を行って好評を博しており、今後も継続していきたい（写真-13、14）。



写真-13 コウモリ観察会（専門家によるレクチャー）

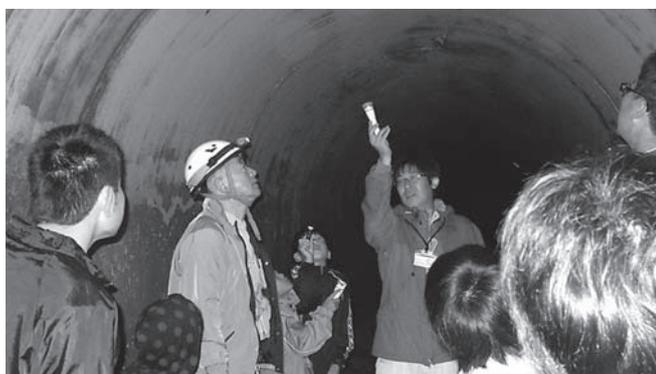


写真-14 コウモリ観察会（トンネル内での施設見学）

なお、本事例のポイントの一つに、閉塞予定の仮設トンネル跡地を活用することで閉塞にかかる費用を減じ、保全対策にかかる費用を考慮したとしても、コスト縮減とコウモリ保全を両立できた点が挙げられる。今や時代のキーワードになった感さえある「財政難」と「生物多様性」であるが、その両立を目指した本事例が、今後の参考になれば幸いである。

末筆ながら、本報をまとめるにあたり、松山東雲女子大学 石川和男名誉教授、奈良教育大学 前田喜四雄教授には、多大なるご指導・ご助言を賜った。ここに記し、深謝する。

引用文献

- 1) Abe, H., Kobayashi, T., Maeda, K. and Miyao, T., Faunal survey of the Mt. Ishizuchi area, JIBP main area. Results of the small mammal survey on the Mt. Ishizuchi area. Ann. Rep. JIBP/CT-S90(2), pp.7-14, 1970.
- 2) 東北農政局農村計画部資源課：コウモリピットによる保全の試み，コウモリ通信，11(1)，pp.14-16，2003.
- 3) 鹿糠幸治：コウモリと共生する水路トンネルの改修工法，農業土木学会誌，74(10)，pp.923-924，2006.
- 4) 生態系保全技術検討調査検討委員会：水田域を対象とした生態系の保全技術ガイドブック（案），pp.199-121，2005.

沖永良部地下ダムに係る取水施設の設計について

武 元 将 忠*
(Masatada TAKEMOTO)

目 次

1. はじめに	74	5. 集水井構造 <small>しゅうすいせい</small> の検討	78
2. 地形地質概要	74	6. 施工方法の検討	80
3. 取水方式の検討	75	7. おわりに	80
4. 取水解析	75		

1. はじめに

本地区は、鹿児島市の南約550kmの徳之島と与論島の間位置する奄美群島の島であり、面積約90km²、人口約1万4千人を擁する。同島は、和泊町、知名町にまたがる畑作農業地帯であり、基幹作物のさとうきび、ばれいしょに加え、スプレイギク、ソリダゴ、ユリ等の多彩な花卉栽培が盛んに行われている。農業算出額は年間約100億円であり、島の基幹産業となっている。本地区の位置を図-1に示す。

しかしながら、畑作に必要な用水は降雨等に依存している状況で、十分な用水手当てがなされていないことから、農業生産が不安定であり、農業振興の妨げとなっている。このため、本島ではため池開発等が行われてきたが、島内全域に十分な用水を手当することができていない。本事業では、多孔質の琉球石灰岩からなる同島の地質条件を活かした沖永良部地下ダムを築造するとともに、揚水機場、用水路等の基幹施設を整備し、併せて関連事業により末端のかんがい施設の整備及び区画整理を実施することにより、干ばつや塩害被害等の解消や高収益作物の拡大を可能とする生産条件を整え、農業生産性の向上と農業経営の安定を促進するものである。

本文では、本地区で築造する地下ダムにより貯留する地下水を取水するための取水施設の設計の考え方について紹介する。

2. 地形地質概要

沖永良部島の地質は、基盤岩類(根折層、花崗岩類)、琉球層群及びこれらを覆う完新世堆積物からなる。

根折層は、島の最高点大山(245m)周辺及び越山

(189m)付近から北東にのびる尾根部に露出している。岩層は、頁岩、砂岩、頁岩優勢互層及び緑色岩からなる。根折層は、島中央部の南北方向(内喜名～後蘭～赤嶺付近)にかけて地下谷が形成されている。

花崗岩類は、島の中央部越山から南方の大城にかけて直径約1kmの範囲に花崗閃緑岩が露出する。島の北東部(国頭～手々知名間)では、石英斑岩またはヒン岩の岩脈が、根折層を北西～南東方向に貫入して分布している。

琉球層群は、大山を取りまく形状で段丘面を形成して分布している。海岸沿い(田皆岬、内喜名、知名)により古い地層が分布し大山に向かって新しい地層が堆積している。地下ダム軸の流域内では、地下谷には、陸源性の砂や礫からなる固結度の低い堆積層が谷を埋めて分布し、ダム軸建設予定地の余多付近から海岸部には、礫層～大型有孔虫石灰岩層が分布している。また、この上位に、固結度の低い石灰岩層と固結度の高い石灰岩層が分布し、一部には礫層を挟むことから、堆積は一連ではなく数回の海面変動を受けていると考えられる。



図-1 地区位置図

*九州農政局沖永良部農業水利事業所
(Tel. 0997-93-1850)

3. 取水方式の検討

取水工種の選定に当たっては、地形・地質条件に加え、必要取水量、経済性を検討して決定を行った。地下ダム取水施設の種類としては、管井方式、集水井方式、^{しゅうすいせい} 堅坑+集水横坑（集水トンネル）方式等が考えられる。

管井方式の場合、施工面からは最も適当であるが、本地区の石灰岩の透水係数は $1.5 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ であり、井戸半径の小さい管井では取水能力が低くなる。このため、計画取水量を確保するためには、取水施設配置範囲に格子状に120基以上の管井の設置が必要となる。さらに、これに付随するポンプ及び電気施設、送水路、水管理施設を含めれば膨大な施設数となり、用地条件や維持管理条件の面からも不利となる。

また、堅坑+集水横坑（集水トンネル）方式の場合、施工位置はL.W.L.9.5m以下の貯留水を取水するため、これよりも深い深度での施工となり、L.W.L.以下2m程度の水深かぶりトンネル径を考慮すると、発進工深度が35~40m程度と深部の施工となり、排土、給排気、排水等の仮設が容易ではなく、施工性や安全性からも望ましくはない。また、トンネル掘削は通常の工法では対応が難しく、シールド工法による圧気工法等の特殊工法が求められるが、石灰岩の性状から圧気が効果を得られない可能性も高く、現実性は低い。

一方、堅坑及び集水ボーリング孔からなる集水井方式の場合、施工実績があり施工上の問題が無いこと、先行地区においても確実な取水が確認されていること、また、経済的及び社会的条件の観点からも有利である集水井方式を採用した。地下ダム取水計画の概要を図-2に示す。

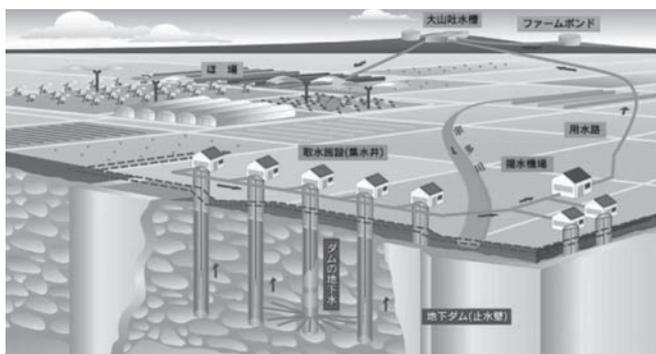


図-2 地下ダム取水計画概要図

4. 取水解析

地下ダムの貯留層としては、 R_B-6 （細屑性石灰岩）層及び R_B-5 （大型有孔虫石灰岩）層を見込んでいる。取水施設の設計に当たっては、これら貯留層を

含む地質形状や透水性の違いによる地下水流動状況を考慮した取水施設の配置を検討するため、流域全体における準三次元広域地下水流動解析を実施し、地下ダム築造後における取水解析を行った。

(1)貯留タンクモデルの構築

取水解析を行うにあたり、最初に、地下水流動の水文収支の把握、水源運用シミュレーション及びFEMや地下水解析モデルにおける涵養量の算定を行うことを目的として流出モデルを作成した。流出モデルとしては、地表水・地下水の両方を扱える貯留タンクモデルにより検討を行った。

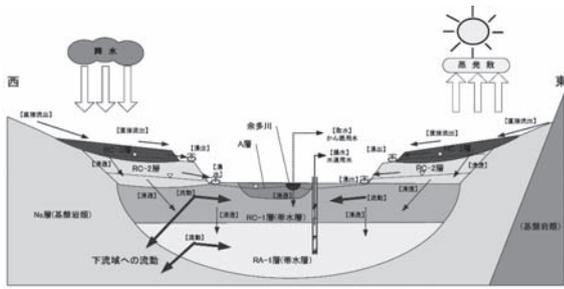
地下水の挙動は、地下水面を境界に流動形態が異なる。地下水面より上位では地下水の流れは重力により下方浸透する。この部分をタンクに置き換えたモデルを鉛直浸透モデルと呼び、土壌帯と不飽和帯からなる。本地区では、通常の低水流出解析に用いるタンクモデルを地表の流出および鉛直浸透モデルとした。一方地下水面下での地下水は、基盤形状と動水勾配、透水係数、貯留率に規制された側方流動が主であり、これを表したものを側方流動モデルと呼ぶ。本地区では地質の特性から地下ダム上流域では上部の $R_C-2 \sim 3$ 層（細屑性石灰岩~泥質石灰岩層）と下部の R_A-1 層（固結度の低い堆積層）、 R_C-1 層（礫層）に分割して、各々の側方流動モデルを作成した。

貯留タンクモデルの原理をまとめると以下の通りである。

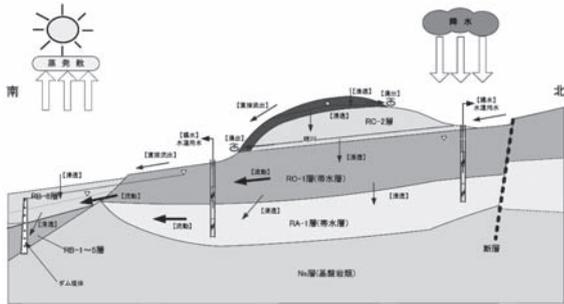
- ・地下水流域を複数の流域（ブロック）に分割し、各ブロックには地表系タンクと地下水系タンクを割りあてる。
- ・地表系タンクは地表流出量および地表から地下への浸透をコントロールする。浸透量は浸透孔の形状、大きさから決定される。
- ・地下水系タンクは地表系タンクからの浸透により地下水面を形成し、同時に地下水側方流動を表す。側方流動量は上下流タンクの水位差、ダルシーの法則により求めた。

本地区の上流域では基盤（ N_s 層）より上部の帯水層の地層は、下部が礫層（ R_A-1 、 R_C-1 層）、上部が石灰岩（ $R_C-2 \sim 3$ 層）となっており、 R_A-1 、 R_C-1 層と $R_C-2 \sim 3$ 層でそれぞれ水位を持っている。以上を模式的に示した貯留モデル概念図を図-3に示す。

また、余多川の流下方向に対して左右の山地は傾斜があり帯水層も薄いため、 R_C-2 層及び R_C-3 層の地下水が基盤（ N_s 層）を伝い中央の帯水層に流れ込むことが想定される。このような本地区の地質特性より、地下ダム上流域では中央の地下タンクを上部の R_C-2 層と下部の R_A-1 、 R_C-1 層に分割し、左右の山地流域は地表タンクのみを設定し、その浸透水を中央の地下タンクへ流入させるものとした。



水理地質モデル断面(東西方向)



水理地質モデル断面(南北方向)

図-3 水理地質モデル断面

また、地下水貯留モデルによる解析範囲は、地下ダム地域を流下する余多川流域（ダム直接流域も含めた範囲、流域面積 14.96km^2 （地下ダムおよび集水域 13.26km^2 ））とし、ブロックを地下ダム流域外ではあるが地下水位・地下流動が影響し合うブロックを含め、地表流出の流れと地下水位を形成する地下流動系の流れを地表ブロック分割と帯水層ブロック分割を図-4に示す17のブロックに分けた。

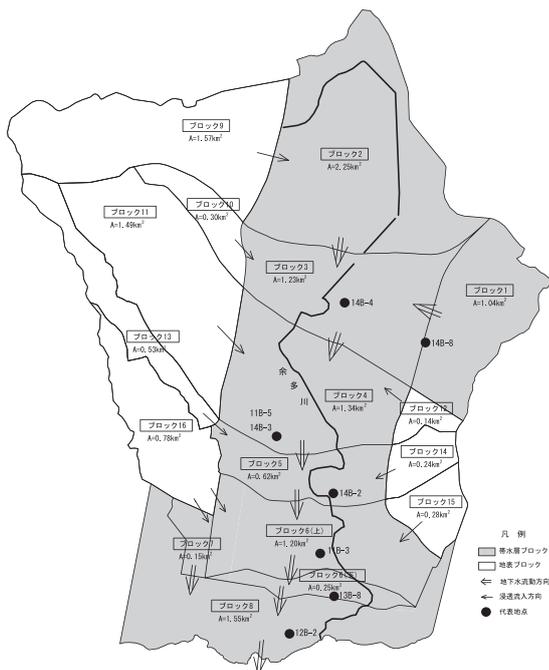


図-4 ブロック分割図

貯留域ブロックは根折層上面が上下流方向に急勾配を呈していることから、上流側と下流側の水位差が大きく、1つのブロックで包括しては、実際の地下水状況から大きくかけ離れてしまう可能性があるため、上下流方向で分割を行っている。

(2)FEMモデルの構築

貯留タンクモデルでは、流域を17のブロックに分割し、水収支計算を行って、地下ダム諸元を決定したが、同モデルは分割した各ブロックにおいて、地下水位は一定であると仮定しているため、貯留域における洪水対策範囲の検討や取水による周辺地下水位の低下量について詳細な検討を行うことができない。このため、複雑な地質分布あるいは透水性の不均質さを考慮することができる上に、降雨浸透、取水井戸からの揚水とそれに伴う周辺地下水位の低下状況を流域全体について解くことができることから、広域地下水の流動を解く手法として有用であり、地下ダムの解析においても多く用いられている有限要素法を用いた地下流動モデルを構築し、流域における取水時の地下水位をより詳細に再現した。特に本解析の特徴として、非定常の準三次元モデルを採用し、不均質及び多層の帯水層をモデルに取り込み、降雨浸透、取水井戸、上水道からの揚水を考慮することで、広域地下水の地下流動の再現を試みた。

本解析のような地下流動解析は、水収支のバランスがほぼ確保されていると考えられる領域までを解析対象とすることが望ましく、さらに有限とならざるを得ない解析領域の外縁部は明確な水理境界として設定できる必要がある。特に、本解析のような広域かつ長短両期間の地下水流動を対象とした解析では、局所的な地下水を対象とした解析とは異なり、水収支のバランスが確保されている点がとりわけ重要となる。

そこで、本解析における解析モデルの範囲は、貯留タンクモデルと同様に、水収支のバランスがほぼ確保されていると考えられる流域全体を対象として解析を行うこととした。その際、根折層 (Ns) を不透水性基盤とし、根折層より上位の地層を解析対象とし、下流境界は海岸線とした。また、基盤露頭部は、露頭部分の涵養量は考慮するものの、解析モデルからは除外した。

解析を実施するにあたっては、解析領域を有限個の要素に分割した解析モデル（要素分割図）を作成した。要素分割を行う際には、水頭変化が激しい箇所、地下水流動の詳細な評価が必要となる範囲については、要素を細かく分割するなどの配慮が必要となる。流域全体を解析対象とした場合の解析モデル（要素分割図）の作成に際しては、特に下記の点に留意した。

- ・タンクモデルによる涵養ブロック、基盤コンター等を勘案して要素分割を行った。

- ・地下止水壁厚さ0.5mを表現し、観測孔位置にはできる限り節点を設けた。
- ・取水時等に地下水位の変化が大きくなる箇所や地下水位のより詳細な評価が必要な箇所（特に貯留域）は要素分割を細かく設定し、貯留域の最小の要素高さは20m程度、山地部の詳細な水位評価が必要な部分については、最大300m程度の要素高さとした。

これらの点に留意して作成した要素分割を図-5に示す。また、解析上の各条件について、以下に述べる。



図-5 要素分割図

①境界条件

境界条件については、本解析のように有限領域を対象とした解析では、解析モデルの外縁部において、水の入り口や出口（流入、流出する境界あるいは流出入しない境界）となるような既知境界を設定しなければならない。その既知境界の設定が解析の解を左右する要素としては重要な要素の一つであり、流域の地形・地質、水収支、地下水位の観測結果などを総合的に考えた上で設定しなければならない。

ここで、側方境界については、解析モデル外縁は水の出入りのない不透水境界とし、下流境界の海岸線は潮位条件 $EL \pm 0.0$ の一定水頭を与えた。また、上方境界については、上面境界より貯留タンクモデルにより求めた涵養量を付加し、地下水位が地盤高より高い場合には、その分の水量を湧水量として除去した。

貯留モデルにおいては、地表ブロックから帯水層ブロックに浸透する際に湧水が発生する。タンクモデルの構造上、4段タンクの横流出を中間流出（湧水）

としている。このタンクの下への浸透孔からの涵養量をFEMの入力値とすると、FEMにおいても湧水が発生することになり、湧水が二重に発生してしまうことになる。このため、貯留モデルとFEM解析の水収支が整合しないことになる。よって、FEM解析における涵養量は、地表ブロックは降雨（蒸発散は除いたもの）を入力値とし、帯水層ブロックにはタンクモデルの側方流動モデルに入る涵養量を入力値とした。また、下方境界については水の出入りのない境界とした。

②地層分布

本解析では、準三次元モデルを採用しているが、準三次元モデルとは、平面二次元モデルに深度方向（モデルの奥行き方向）の地層分布の情報を持たせることにより、深度方向（Z方向）の地質分布を考慮した平面的（XY平面）な地下水流動を求めているため、準三次元モデルと呼んでいる。したがって、要素分割図は一見、二次元モデルであるが、各地層の地質コンターを数値化した値を各要素に持たせて解析を行っていることから、各要素では水位の変化に応じて、透水性（透水量係数）が変化することになる。

③水理定数

本解析では、本事業開始迄に収集したデータを基に構築したモデルを初期値として解析を行い、観測地下水位と解析水位に相違が生じた場合には、貯留域については碎屑性石灰岩 R_B-6 層の透水係数を変化させ、碎屑性石灰岩 R_B-6 層が分布していない上流域については、碎屑性石灰岩 R_C-2 層の透水係数を変化させた。また、両者の碎屑性石灰岩が分布していない箇所については、礫層 R_C-1 層の透水係数を変化させてモデルの同定を行った。

④涵養量の設定

FEM解析に用いる涵養量は、前述のように貯留タンクモデルから得た地下涵養量を与えている。ただし、貯留タンクモデルにおいては、地表ブロックから帯水層ブロックに浸透する際に湧水が発生する。タンクモデルの構造上、4段タンクの横流出を中間流出（湧水）としている。このタンクの下への浸透孔からの涵養量をFEMの入力値とすると、FEMにおいても湧水が発生することになり、湧水が二重に発生してしまうことになる。このため、貯留モデルとFEM解析の水収支が整合しないことになる。よって、FEM解析における涵養量は、地表ブロックは蒸発散は除いた降雨を入力値とし、帯水層ブロックにはタンクモデルの側方流動モデルに入る涵養量を入力値とした。

⑤初期水頭及び揚水量

解析上の条件としては、初期水頭と揚水量が重要な要素となる。初期水頭については、解析上の初期水頭は、低水時の観測結果を基に流域全体の地下水位コンターを描き、各節点の水頭値を補完して与え、同定の

過程において得られた低水位時の計算水頭に置き換えることを繰り返し、同定された透水係数に調和した初期値を与えている。また、余多川流域における地下水取水については、上水道やボーリング孔による農業用水の取水が一部行われているが、その大部分が上水道であり、農業用およびその他については、取水量が少ないか、あるいは井戸が現在使用されていない状態である。よって、地下水取水は上水道のみを考慮するものとした。上水道用の井戸のなかでも、取水する帯水層（地層）は異なっているが、貯留タンクモデルにおいて帯水層として想定しているのは、R_B-6層（碎屑性石灰岩）及び旧期扇状地堆積層、シルト岩・砂岩・礫岩互層であるが、これ以外の地層（N_s層（根折層））から取水している井戸もあるため、流域内にある井戸は貯留タンクモデルの計算で考慮した。なお、取水量は、取水実績の日平均量の3ヶ年平均を用いた。

モデルの同定にあたっては、観測地下水位と解析水位に相違が認められた観測孔について、その周辺の透水係数を試算的に変えた解析を行って、観測地下水位と解析水位が合致するようにした。ただし、実作業においては、一度同定した観測孔についても、その後の同定作業により違う箇所の透水性を変化させることで、その影響が及んで一度同定できた観測孔についても再度、観測水位と解析水位が乖離するという現象が生じる。このため、実際の同定作業は透水性を変えようとする近辺の透水性分布及び透水性を試算的に変えることでその周辺に及ぼす影響などを勘案しつつ、試行錯誤的に同定作業を進めた。

(3) 取水解析

次に、同定したモデルを用いて、地下ダムの貯水が確実に取水可能であることを検証するため、涵養モデルの計算結果をもとに、貯水位低下の急激な年を、計画基準年を含め2年選定し、取水解析を行った。選定した検討対象年の2ヶ年において、取水計画に基づいた集水井による取水を行った場合のシミュレーションをFEM解析によって行い、取水による水位低下の状況を確認し、取水計画が妥当であるか検証を行った。

取水可能であるかの判定は、集水井の集水管の先端高さプラス1.0mとして、井戸下端から4.0mに加え、井戸ロス及び解析誤差としてさらに0.5mを見込んだ。運転可能水深に0.5mの余裕を見込んだ必要水深が取水時の最低取水時に確保されていれば取水可能と判断した。集水井と地下水位の関係を図-6に示す。

取水解析における集水井の基本的な配置としては、以下の点を考慮して検討を行った。

- ・ 止水壁に近いと貯留層の領域が狭くなり、大幅な水位低下を引き起こすため、止水壁より100m程度離して配置する。

- ・ 貯留域内の上流部は基盤が急勾配になり、水深が確保出来なくなるため、それよりも下流に配置する。
- ・ 貯留域内の地下水を有効利用するため、均等に配置する。

以上の留意点に加え、住宅・文化財を避けることや、基盤形状や透水係数のばらつきを考慮し、最大合計23,500m³/日を取水できるよう検討を行い、集水井の箇所数、位置、取水配分量を確定した。この結果、箇所数は7箇所となり、各集水井の取水量を表-1に示す。

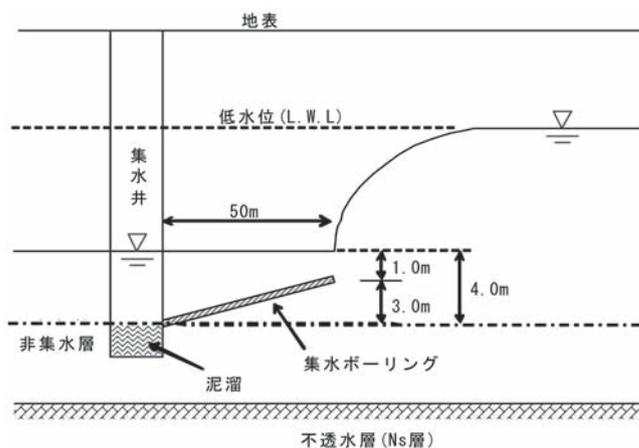


図-6 集水井と地下水位の関係

表-1 各集水井の取水量

集水井番号	取水量 (m ³ /日)
No. 1	3,400
No. 2	1,000
No. 3	3,200
No. 4	8,200
No. 5	1,300
No. 6	2,700
No. 7	3,700
合計	23,500

5. 集水井構造の検討

集水井の竖孔については、集水井内径は一般的に3.0~4.0mであり、集水井内での集水ボーリングの施工性、つまり地質状況や掘削深に応じた機械の選定と作業ヤードに基づく適切な集水井内径として、ボーリングマシンの作業性より内径3.5mとした。

また、集水井井筒の材質としては、ライナープレート、コンクリートが一般的ではあるが、耐久性や施工性等を考慮し、コンクリート枠集水井（RCセグメン

ト)を使用することとした。また、集水井の場合、ダム建設の最終目的である取水設備であることから集水ボーリングの構造の安全性が非常に重要となる。集水ボーリングに地すべり対策工で使用されている有孔管等を用いた場合、比較的早い時期に目詰りを生じて所定の取水量が揚水できなかった事例が多々見受けられている。とりわけ、地下ダムの場合、ダム運用後の取水施設の補修は非常に困難な事から、将来の取水性能に問題が生じないような構造とする必要がある。本地区では、経済的には高くなるが、これまでの先行地区実績により集水ボーリングの構造をスクリーン方式(Vスロット)とした。また、材質は低炭素鋼(セラミックコーティング)とした。

集水ボーリング構造については、一般的な暗渠とは異なり、明確な基準や検討手法が確立されていない。このため、構造の決定に当たっては、勾配、口径、本数、延長の各条件を順に定め、最終的な構造決定を行なうとの手順で検討を行った。以下、構造決定の手順に沿って説明する。

①勾配

集水ボーリングの勾配については、集水ボーリングは地下水面下に水没しており水理的に設置勾配は制限とならないが、集水ボーリングを貯留層内に確実に設置するため、貯留層下面勾配を考慮して上向き勾配を設けることとし、延長50mで高さ1.5mの上向き勾配を設けた。なお、後述する局所解析では、集水ボーリングのかぶり水深は1.5mを確保し、勾配は水平として計算を行っている。

②口径

集水ボーリングの口径については、孔曲がり等による施工不能状態を回避することを考慮し、確実な施工性を確保するため $\phi 80\text{mm}$ 以上とし、集水ボーリング1本当りの口径別通水可能量と、それを基にした各集水井の取水量より必要な本数を求めた。

③本数

集水ボーリングの本数については、可能な範囲で多く設置することとし、実施工上においてセグメントの構造から、死水域を増大せずかつ特別な補強を必要としない経済的な本数である最大設置本数とすることとした。必要本数の算定では、集水ボーリング周辺の水面形状を考慮する必要があるため、簡易な三次元FEM地下水流動解析による局所解析を、透水係数・境界水深・本数の組合せにより実施し、その結果から各集水井に必要な集水ボーリング本数を求めた。なお、検討における延長は、準三次元広域地下水流動解析で想定した50mとして計算を行った。解析のモデル形状の概念図を図-7に示す。

集水ボーリング本数と取水量の関係では、今回検討した範囲においては、集水ボーリング1本当り取水量は設置本数によって大きく変わらず、集水井1基の取水量は概ね集水ボーリングの本数に比例すると想定された。琉球石灰岩は水利地質性状の不均一さを有すること、また、可能な限り均一な地下水面低下による取水を実現するとの観点を踏まえ、取水効率及び施工性も考慮し、セグメントを補強せず経済的な本数である最大設置本数21本とした。

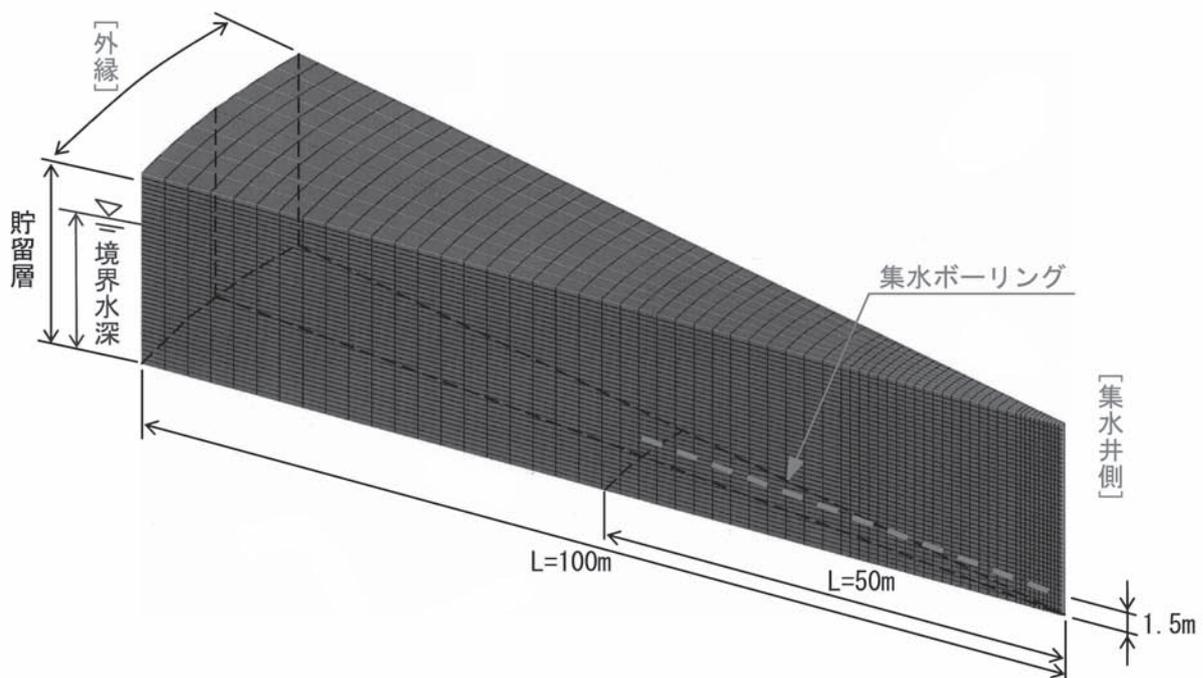


図-7 局所解析のモデル形状

④延長

上記③の局所解析の結果、さらには、集水ボーリング延長と取水量との関係を管井の定常式（チームの式）から算定された、本地区の状況においては集水ボーリング延長（半径）と取水量は概ね比例すると想定されたことを踏まえ、各集水井の集水ボーリングの延長について、安全率が不足する場合は不足する安全率分の比率を基本検討延長50mに乗じて延伸し、逆に過大な安全率を有する井戸については、同様の方法で集水ボーリング延長を短縮し、延長を決定した。

上記の手順に従い決定した各集水井の集水ボーリング仕様を表-2に示す。

表-2 集水ボーリングの仕様

集水井番号	口径	設置本数	採用延長
No. 1	φ 80mm	21 本	50m
No. 2	φ 80mm	21 本	50m
No. 3	φ 80mm	21 本	40m
No. 4	φ 100mm	21 本	60m
No. 5	φ 80mm	21 本	30m
No. 6	φ 80mm	21 本	30m
No. 7	φ 80mm	21 本	50m

6. 施工方法の検討

集水井工事は、坑内における人力作業であり、地下水位の出現位置に影響されるため出来る限り想定地下水位に近い低水位となる時期を見越して工事期間を設定する必要がある。過去の地下水位観測資料によると、秋から3月までの期間は地下水位が低い傾向が見受けられ、この期間が施工に適していると考えられる。ただし、地下水の流動経路に当たっているような場合には、降雨時の急激な水位上昇や、長期間地下水位が高くなる可能性があるため、地質状況等に留意して工事を行う必要がある。

集水井構築のための流れとしては、主に、発進坑口工、上部工（地下水面以浅）、下部工（地下水面以深）となる。発進坑口工については、豎坑建設位置で、セグメントの上部を明かり施工により正確に組み立て、コンクリートで保護し、それ以降の逆巻きによる坑内作業の準備をする。また、ジャッキの反力をとるため、RCセグメントが浮き上がらないように鉄筋で反力固定コンクリートを緊結する。地下水面以浅の上部工については、孔壁保護用ケーシングはRCセグメントを用いるため自重沈下による施工も考えられるが、琉球石灰岩は岩状部や礫状部及び空洞部により複

雑に形成されており、硬軟部が水平方向に均一でないことも考えられることから、鉛直方向に沈下させるのは困難と判断される。また、仮に自重沈下を実施した場合、RCセグメントに偏荷重を生じることとなり、強度上からも問題がある。従って、ライナープレートの場合と同じく1リング分の掘削を行ってRCセグメントを組み立てる逆巻工法によるものとした。また、地下水面以深の下部工については、地下水以深の掘削は底に順次釜場を設け、排水ポンプによって地上に排水を行いながら工事を行うこととした。

また、施工方法については、集水井設置箇所は土砂と軟岩からなり、同様の地質における施工実績のあるダウンザホールハンマーによる先行削孔により地山を切り崩した後、概ね地表から20m程度までの浅部についてはクラムシェルによる切り崩した岩盤の掘削・除去とRCセグメントの組み立てを繰り返し行う。また、クラムシェルによる掘削限界である約20m以深については、集水井深度の地下約40mまでクレーン及びミニバックホーにて掘削を行うこととした。

7. おわりに

地下ダム施設の築造においては、施工性や経済性の観点から、地下ダム止水壁工事による貯留域内の地下水位上昇に先立って取水施設工事を実施することが望ましい。このため、本地区においては、地下ダム止水壁工事に先立つ平成22年度に全7井のうち4井の工事を実施したところである。今後、残る集水井の施工を順次進めるとともに、地下ダム止水壁工事にも着手する予定である。

現時点においては、地下ダムによる地下水貯留がないことから、集水井の正当な評価は困難であるが、今後、地下ダム止水壁築造に伴い、地下水位が概ね計画最低水位まで上昇した時点で揚水試験等により取水能力を確認する予定である。

参考文献

- 1) 地下ダム計画・設計技術指針（第3次案）
農林水産省構造改善局計画部

愛知用水通水50周年について

田 村 俊 秋*
(Toshiaki TAMURA)

目 次

はじめに	81	5. 二期事業の技術的な特徴	84
1. 愛知用水の誕生	81	6. 水源地保全の取組みと上下流交流	85
2. 愛知用水事業の技術的な特徴	82	7. 愛知用水通水50周年にあたり	85
3. 愛知用水の通水による地域変貌	82	おわりに	86
4. 愛知用水二期事業の概要	84		

はじめに

愛知用水は我が国最初の総合開発事業として1955年度から1961年度にかけて当時の愛知用水公団（現：独立行政法人水資源機構）が建設し、以後、この地域に農業用水と都市用水を供給し農業をはじめとする各種産業の発展に大きく貢献してきた用水である。この愛知用水は今年9月に通水を開始してから50年目を迎える。

本稿はこの節目の年を迎えるにあたり、今一度、愛知用水の歴史を振り返るとともに、愛知用水が果たしてきた役割を用水供給による地域の変貌と建設・二期事業の技術面から概略的に紹介するものである。

1. 愛知用水の誕生

愛知用水は長年水不足に苦しめられてきた愛知県知多地域の農民の真摯な働きかけを契機に1961年に完成した用水である。

農民達が住んでいた知多地域は狭い丘陵が続く半島部であり、大きな河川がなく降雨はすぐに海に流れ出るため、半島全体で約13,000個のため池を作り用水の70～90%をため池に依存し営農していた。しかしため池は貯水量が少ない「皿池」であり不安定な水源だったため、愛知用水通水以前のこの地域の農業は水田とみかんを中心とした脆弱なものであった。多くの農家は農業所得だけで生計を立てることが困難であり、漁業、窯業、紡績手工業、醸造業などにも従事していた。



写真-1 田んぼと同じ数の皿池の群れ

地域の水不足は人々の生活にも大きな影響を及ぼし、知多半島南部の集落では集落唯一の共同井戸（浜井戸）を頼りとし、しばしば生活用水にも事欠く状況であった。

おおよそ三年に一度は干ばつに見舞われ、特に1944年と1947年の大干ばつでは、稲作が全くできず知多地域の農業は大打撃を受け、農家の困窮は頂点に達した。

このような生活を改善しようと知多半島の篤農家と教員が木曾川から水を引くべく立ち上がった。1948年のことで、独自に調査し作成した愛知用水概要図を携えて集落毎に集会を重ね、愛知用水事業に賛同する同志を増やし、この地域のすべての市町村をまとめ上げて期成同盟会を設立し、国や県に陳情を行うまでに至った。

この陳情は当時の吉田茂首相に行われ、食料増産政策と失業者対策を背景に「食糧増産、失業対策、よいではないか。」との力強い方針が示された。これにより翌年の1949年に国の調査が開始されるに至った。

*（独）水資源機構愛知用水総合事業所
(Tel. 0561-39-5460)

愛知用水は農業用水の供給だけでなく、水道用水、工業用水、発電も含めて日本で最初の総合開発事業として実施することとなり総事業費は約422億円と見積もられた。これは当時の日本の年間公共事業予算の約3分の1に相当するもので、まさに愛知用水事業は「世紀の大事業」であった。

愛知用水事業は事業主体を公団として1957年から工事が始まり、事業効果の早期発現のため、世界銀行からの借款、優れた海外技術の導入、大型機械化施工により、水源の牧尾ダムから約112kmの幹線水路、地区内3調整池、約1,000kmの支線水路末端までを一貫施工し、世界銀行の借款条件を遵守して僅か5年余りの短期間で完成させた。

2. 愛知用水事業の技術的な特徴

愛知用水の建設における技術的な特徴を3点ほど紹介する。

2-1 薄いコンクリートライニング施工

当時の日本の開水路は鉄筋コンクリートの三面張構造が主であったが、大断面の水路では固定式型枠を用いてコンクリート打設することが経済的にも工程的にも不利であった。このため愛知用水では米国などで多く実施されているスロープホーム（箱形型枠）という連続打設工法で造成する薄いコンクリートライニング水路を採用した。

水路は内側のり面を1:1.25として外からの土圧が作用しないように、また、外からの水圧はウィープホールなどで排除して土水路構造の安定を保ち、厚さ10cmの無筋コンクリートで内面を舗装した。この工法は日本で初めて採用されたものである。



写真-2 一期の開水路施工状況

2-2 ネルピックゲートの導入

水位調節堰として従来から用いられていた手動又は電動ゲートは、水量の変化毎に操作が必要であり管理費もかさむなどという面があった。このため愛知用水ではフランスの特許をもつネルピックゲートを採用した。このゲートは水量の変化に応じて自動的に堰上流水位を一定に保つ構造となっている。水位調節ゲートとして水路内に多く採用したのは愛知用水が最初であり37箇所の水位調節堰のうち19箇所に用いた。当時ネルピックゲートは世界各国で使われていたが愛知用水に設置したゲートが最も大型であったと言われている。

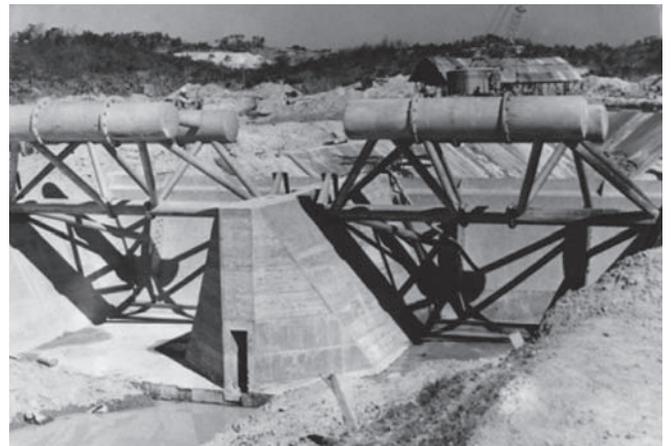


写真-3 調節堰（ネルピックアミルゲート）

2-3 大型土木機械の輸入と機械化施工

水源施設から幹線・支線水路までをわずか5年間で経済的に完成させるため、愛知用水では大型土木機械による施工を採用した。愛知用水の建設時に購入したパワーショベルやモータースクレーパーなどの重機械類の総額は約13億円であるがこのうち輸入した重機械類は約10.6億円であった。愛知用水の機械化施工は後の日本の土木工事の施工法の先駆けとなった。

3. 愛知用水の通水による地域変貌

愛知用水による用水供給は1961年9月30日から本格的に始まった。これ以降今日まで、この地域は用水供給により農業をはじめとする各種の産業を発展させ、地域に大きな経済効果をもたらすとともに社会情勢の変化をもたらすこととなる。

3-1 農業の発展

農業用水の供給と圃場整備等の関連事業による構造改善があいまってこの地域の土地生産性や労働生産性等が向上していった。水田のみならず畑地でも水がいつでも使えるようになったため商品性と生産性の高い計画的な営農が可能となり、特に温暖な気候と都市近郊という恵まれた立地条件を生かした施設園芸が増加

していった。野菜類（フキ・タマネギなど）・花き類を中心に、暖房・かん水などの自動化を導入した近代的な施設園芸を形成し、高い収益を求めた新たな作物が導入されていった。

この結果、この地域の現在の農業産出額は通水直後の1963年の約200億円から約700億円（H17年）と約2.5倍に膨らんだ。

3-2 産業の発展

中部経済は繊維工業に偏りがちだったが、愛知用水の計画が持ちあがった1950年頃から、名古屋港を中心とした臨海工業地帯の造成計画と重化学工業の誘致活動が進められていた。

当時の工業地帯の立地条件は、①広大な臨海埋立地の造成②装置産業の構築を可能とする地耐力（地盤）③大型鉱石船や原料炭輸送船が接岸できる堅固な岸壁の構築④工業用水の確保であったが、愛知用水の水がいわば「呼び水」となり新日本製鐵をはじめとする工業用水を大量に利用する企業が相次いで進出した。

この地域の年間工業出荷額は通水直後の約3千億から現在では4兆円超となっている。

3-3 愛知用水を取り巻く変化（二期事業の背景）

愛知用水は用水供給を開始した約20年後の1982年から2006年にかけて二期事業により水路の全面改築を行ったが、ここでは二期事業を開始するに至った背景を述べる。

(1)水需要の変化

前述のとおりこの地域は愛知用水の通水により工業が著しく発展するとともに都市化により人口が急増したため都市用水の需要が急増した。愛知用水では1964年以降、水利転用と暫定取水を実施して対応してきたが、二期事業を開始する1982年の時点では需要増に対し供給能力に限界が生じていた。

工業の発展と都市化が進む中、農村では混住化、兼業化が進み、愛知用水の受益面積は計画時（1957年）の約33,000haから1982年時点では約15,000haまで減少した。一方、水の需要はしろかき期の集中や畑作の振興による冬期用水の増加などにより旬別の需要量が大きく変化した。

(2)周辺地域の開発の進行

愛知用水の幹線水路は丘陵地の等高線を縫うように設置され、当時は住宅が水路に近接する箇所はほとんどなかったが、名古屋圏経済の飛躍的發展にともなう人口の急増から水路周辺でも急激に都市化が進み、愛知用水に隣接して住宅が並ぶ状況となった。都市化に伴いインフラ網の整備も進み、道路や鉄道等の幹線水路との交差も多くなり、水路への汚濁水や土砂の流入、ゴミ投棄等の問題が顕在化してきた。



写真-4 都市化が進んだ高蔵寺サイホン
（上段：一期当時，下段：二期完了時）

(3)水路等施設の老朽化

愛知用水の水路等施設は経年とともに基礎地盤の沈下やライニングコンクリート背面の空洞化等によりクラックが発生し、通水阻害やのり面崩壊につながるようなライニングの破損等が見受けられるようになってきた。支線水路においても老朽化に伴う漏水やのり面崩壊が多発し早急な対応が求められていた。

(4)水路点検や維持補修

1960年代初めは通水量の大半が農業用水で、都市用水が全体に占める割合は最大使用水量で全体の6%程度であったため、通水量が減少する非かんがい期に水路の断水等を行い、水路内の点検や維持補修、ゴミや堆砂除去等を実施することが可能であった。ところが、水需要形態の変化から都市用水が急増し、1968年時点では約30%を占めるまでになった。都市用水はその性格上一時たりとも断水ができないため、長期間にわたる断水は不可能となり、水路内の点検、維持補修やゴミの除去がさらに困難になっていった。

4. 愛知用水二期事業の概要

愛知用水は前述のとおり通水後約20年を経て社会情勢の変化や水需要の増大（都市用水の増量）、施設の老朽化等に対処する必要が生じたことから、1982年から2004年までの間に水路機能の回復と安全強化及び新規利水のための機能拡充等を図る目的で二期事業を実施した。

4-1 水需要への対応

都市用水需要の増大に対処するため、新たに水源を阿木川ダム及び味噌川ダムに求め、新たに犬山取水口と幹線水路までの導水施設を設置した。

農業用水は新たに前山池と冬期かんがい用の水源を入鹿池に求め入鹿池から幹線水路までの導水施設を設置した。

水路等施設は新規都市用水も合わせて通水できるよう断面を拡幅した。

4-2 老朽化等への対応

水路等施設のうち農業用水と都市用水の共用区間では分合流式バイパスシステムを採用し、開水路は二連の鉄筋コンクリート製矩形フルームに全面改築し、トンネル及びサイホン部分は、現況施設を補修補強するとともに、バイパス水路を新設した。

これにより通水機能や耐震性を確保するとともに、通水しながらの水路内の点検や維持補修を可能とした。

水路等施設のうち農業用水専用区間では、非かんがい期に一時的に水路の断水が可能であるため、コスト縮減や環境対策等の観点から、既設水路を有効に活用するコンクリートブロック上張りにより改築した。



写真-5 半川通水による本体片側施工



写真-6 農業専用区間（コンクリートブロック上張り）

4-3 管理上の課題への対応

(1)水路の余水対応

配水管理上やむを得ず発生する水路内の余水や水路上の降雨を有効活用するため、幹線水路末端部に貯水量10万 m^3 の美浜調整池を新設し、余水を調整池に貯水しここから分水する支線水路で利用することとした。

(2)支線水路のクローズド化

支線水路は開水路やオープンタイプのパイプラインを中心とした開水路系の水路形式であったため、圃場までの用水到達時間に長時間を要していたことから、老朽化に伴う全面改築に合わせて、クローズドタイプの管水路形式とした。

(3)集中監視制御方式の採用

愛知用水の幹線水路には兼山取水口、37箇所水位調節堰、148箇所及びぶ分土工、余水吐、放水工等の付帯施設、調整池があるが、一部の施設を除きそのほとんどの操作は機側操作で幹線水路内の水管理はいわゆる「分散型」の人による管理であった。このため降雨時の需要変動や異常時に幹線水路全体の一体的な操作に支障が生じていたことから、二期事業で水管理制御システムを導入し操作室からの集中監視制御を可能とし水管理を合理化した。

5. 二期事業の技術的な特徴

二期事業で用いた主な技術的特徴を一部ではあるが紹介する。

5-1 通水しながらの改築工事

開水路の改築工事を通水しながら行うため、流水の仮廻し工法を種々検討のうえ、鋼矢板による半川締切り工法を基本とした。この工法は安価であること及び現況水路敷地内でほとんどの施工が可能というメリットがあり、試験施工を行った上で施工性と施工時の水路の安全性、水質への影響等を確認した上で採用した。

5-2 分合流式バイパスシステムの採用

農業用水と都市用水の共用区間の二連化にあたり、幹線水路と完全に分離してバイパス水路を新設する案「分離式バイパスシステム」と、幹線水路の開水路の中央部に潜り隔壁を設置し、常時は二連が水理的に一体となる「分合流式バイパスシステム」で比較検討を行ったうえ、施工性や施設管理上優位な後者を採用した。

開水路とバイパストンネルやサイホンを接続する分流通工や合流通工は、水理模型実験等を繰り返し実施して構造を決定した。

5-3 バッファ機能の付加

支線水路をクローズド化したことにより支線水路内の需要変動が瞬時に幹線水路に影響することから、農業用水専用区間の幹線水路にバッファ容量を付加し、上流水位制御ゲートに対し下流水位が一定以下に低下した場合にはゲートが開動作して流下量を増加させる機能を付加した水位調節堰（ウォッチマンゲート）を設置した。（このゲートは民間と当機構による共同開発で特許を取得している。）

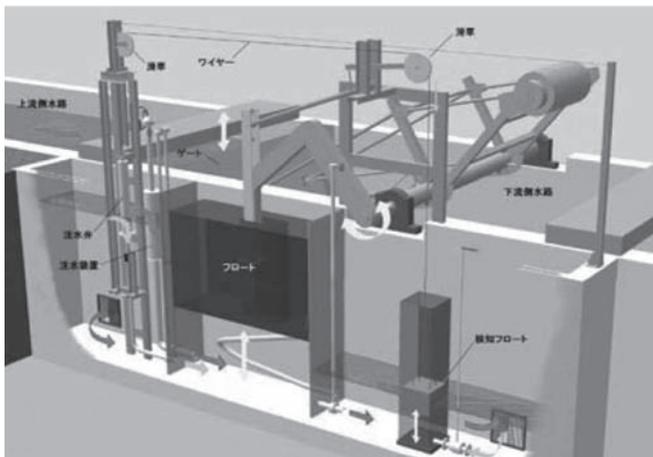


写真-7 上・下流水位制御ゲート概念図

5-4 環境に配慮した施設整備

愛知用水の開水路は地域分断を解消するため、地元や地方公共団体の理解が得られた区間は一部地元負担で開水路を暗渠化し暗渠上部を利活用いただくこととした。

また、一部の開水路では景観に配慮した水路構造とすることで地元住民参加型で構造決定した。従来の開水路の面影を残し、散策・憩いの場としても利活用いただけるよう水路断面を確保しゆるい流れを保持し、水面上の内のり面を玉石張りとし、水面下となる下部は二連の矩形構造とした。

5-5 小水力発電

愛知用水では、管理費のユーザ負担の軽減と地球環境の保全に貢献することを目的に東郷調整池の有効落

差を利用した最大出力1,000kwの管理用小水力発電設備を設置し2005年より運用を開始した。

6. 水源地保全の取組みと上下流交流

愛知用水の水源地である牧尾ダムは長野県王滝村と木曾町（旧三岳村）に位置し、牧尾ダムの建設により184戸（918人）が水没移転された。これら水源地域の方々の深いご理解とご協力があったからこそ牧尾ダムや水路等施設ができあがり用水を利用する受益地域の繁栄が成立した。

その後、王滝村は今ではわずか千人弱の村でありながら水源地保全のために森林整備はもとより1988年から下水道整備を進められ現在の下水道普及率は99%にも及んでいる。2006年には「水と緑のふるさと基金」を創設し資金を広く募り森林整備を進めている。

一方、下流の受益地域では1991年に愛知用水通水30周年を契機に開催した「愛知用水サミット」で水源村と受益市町が対話と協調の道を歩む必要性を認識し、受益市町が水源村に感謝し牧尾ダムの美しい姿を後世に残すため、景観整備と水源涵養林の保護育成に努めること等を盛り込んだサミット宣言が採択され、以後、中部水道企業団（日進市、豊明市、みよし市、長久手町、東郷町で構成する水道供給団体）が水道料金を1円上乗せ徴収しこれを資金に水源林の保全活動を行うなど、各団体がさまざまな水源地保全活動と交流を行っている。

愛知用水を管理する当機構としてはこれらの流域全体を見据えた水源地保全の取組みや上下流交流の輪が益々広がるよう努めていかなければならないと思慮する。

7. 愛知用水通水50周年にあたり

愛知用水は今年9月に通水を開始してから50年の節目を迎える。この間この地域の飛躍的な発展は前述したとおりであるが、この節目の年を契機に地域の方々が「愛知用水の恩恵」を再確認し、「先人達の偉業を承継」し、「水源地域への感謝と共生」を再考していただくよう、愛知用水に携わる者が協力・連携し、記念式典を始め各種の記念事業を展開していくこととしている。

当機構としてもホームページによる広報はもとより、地域に向けた愛知用水の啓発活動を始めており、これらの活動を通じて地域の方々の愛知用水に対する理解が一層深まりこれからの愛知用水を一緒に考える場となればと期待している。



写真-8 愛知用水通水50周年記念パネル展

おわりに

愛知用水は知多半島の篤農家と教師の真摯な期成運動を契機に萌芽し時の行政を動かし工事はわずか5年で完成し、この地域に恩恵をもたらしました。この間、愛知用水に直接的、間接的に携わられた方々に深く感謝するとともに愛知用水建設で亡くなられた56名の殉職者の冥福をお祈り申し上げます。愛知県知多市にある佐布里池の湖畔に愛知用水神社と愛知用水観音が建立され受益関係者により殉職された方々の慰霊が毎年行われています。

本稿は愛知用水が果たしてきた役割を用水供給による地域の変貌面と建設・二期事業の技術面から概略的に紹介しましたが、農業土木技術者の業務の参考となれば幸いである。

平成22年度農業土木技術研究会研修会レポート

「ストックマネジメント技術の高度化について」

編集事務局

平成22年度の農業土木技術研究会研修会は、平成23年1月27日に東京都千代田区の科学技術館において、全国より223名の参加者を得て開催された。

その概要について以下に報告する。

I. 研修会の概要

1. 研修日時 平成23年1月27日(木) 10:00~16:30
2. 場 所 科学技術館(サイエンスホール) 03-3212-8485
東京都千代田区北の丸公園2-1 (交通) 地下鉄東西線「竹橋」徒歩7分
地下鉄半蔵門線「九段下」徒歩10分
3. プログラム
 - 10:00 開会挨拶 農業土木技術研究会 会長 中條 康朗
 - 10:10 研究会賞授与式
 - 10:30 今後のストックマネジメントの方向性
農村振興局 水資源課 施設保全管理室 室長 圓山 満久
 - 11:10 スtockマネジメント技術高度化事業の実施状況と今後の課題
農村振興局 水資源課 施設保全管理室 管理技術第2係長 山田 英和
 - 11:50 (昼 食)
 - 13:00 簡易振動診断技術を用いたポンプの健全度評価について
石川県土地改良事業団体連合会 事業部設計課 基盤整備係長 中田 一茂
 - 13:40 農業水利施設等の農家施工による機能保全対策の取り組み
京都府 南丹広域振興局 地域づくり推進室 副室長 車古 宏史
 - 14:20 長大サイホン・トンネルにおける機能診断技術の高度化
近畿農政局 淀川水系土地改良調査管理事務所 計画課 計画第1係長 谷口 尚道
 - 15:00 (休 憩)
 - 15:10 排水機場における簡易診断調査手法の有効性検証について
北海道開発局 帯広開発建設部 農業計画課 企画調査係長 大西 肇
 - 15:50 群馬用水における既設トンネルの機能保全の検証
(独)水資源機構 群馬用水管理所 所長代理 舟生 義広
 - 16:30 開会挨拶 農業土木技術研究会 理事 鮫島 信行

II. 研究会賞授賞式

研修会に先立ち、昨年度、会誌『水と土』に掲載された報文のうち、優秀と認められるものについて、第40回農業土木技術研究会賞・奨励賞の「企画・計画部門」、「設計・施工部門」における表彰を行った。

今年度の研究会賞・奨励賞については、会誌『水と土』158号～160号に掲載された報文29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う。その結果について、25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う。

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。

【企画・計画部門】

○研究会賞

『HPFRCCを表面遮水壁および下流法面保護層に用いた「ため池更新技術」の開発（その1）』（159号掲載）

芳賀 潤一	鹿島道路株式会社	技術研究所
坂本 康文	鹿島道路株式会社	技術研究所
坂田 昇	鹿島建設株式会社	技術研究所
林 大介	鹿島建設株式会社	技術研究所
竹内 国雄	株式会社	三祐コンサルタンツ
緒方 英彦	鳥取大学	農学部
服部九二雄	鳥取大学	農学部
長東 勇	鳥根大学	生物資源科学部

[選考理由]

本報文は、ため池堤体の安定性や維持管理性の改善・向上および決壊の防止等に寄与できるセメント系複合材料を用いた工法の開発について報告されたものである。

先進的な技術であることに加え、各種室内実験、屋外実験、実際のため池での施工実験を行い、実用可能な技術であることが確認されており、今後の設計段階での検討に非常に参考となることから、本年度の企画・計画部門の研究会賞として選定した。

○奨励賞

『簡易振動診断技術を用いたポンプの健全度評価について』（158号掲載）

末政 信夫	石川県	石川農林総合事務所
中田 一茂	石川県	土地改良事業団体連合会
米澤 亘		内外エンジニアリング 株式会社

[選考理由]

本報文は、ポンプの機能診断のうち、一次診断を補完する新たな技術として「簡易振動診断」を導入した事例を紹介し、客観的・定量的に診断可能な技術として有用であることを報告したものである。

ポンプを分解することなく機能診断を実施できる本技術は、二次診断に係るコストを縮減しつつ、改修緊急度の高い施設の特定が可能であり、今後のストックマネジメント技術の向上や施設管理、施設保全を見据えた取り組み事例として貴重な内容であることから、本年度の企画・計画部門の奨励賞として選定した。



写真-1 受賞者の皆様



写真-2 受賞式の様子

【設計・施工部門】

○研究会賞

『農業水利施設等の農家施工による機能保全対策の取り組み』（158号掲載）

- 飯田 憲立 京都府 山城広域振興局
（前任 京都府山城土地改良事務所）
- 車古 宏史 京都府 南丹広域振興局
（前任 京都府農林水産部）
- 石田 栄利 京都府 丹後広域振興局
- 岡村 裕司 京都府 水産事務所
（前任 京都府南丹広域振興局）
- 岩岡 兼始 京都府 丹後広域振興局
（前任 京都府中丹広域振興局）
- 黒川 貴 京都府 丹後広域振興局
（前任 京都府南丹広域振興局）

[選考理由]

本報文は、行政の技術者と農家が一体となって施設の問題解決にあたるため、農家が簡易な補修方法を習得し、直接施工することにより、低コストかつ施設の長寿命化を目指した活動について紹介したものである。

集落内における人のつながり、農家と行政の密接な連携体制のもとに、外注工事と直接施工の費用対効果を算出し、直接施工が効果的であることを示した本事例は、行政と農家がタイアップした取り組みとして、今後の普及が期待されるため、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

『香川用水地区における施設機能保全の取組みについて』（158号掲載）

- 鈴木 和也 長崎県 農林部
（前任 中国四国農政局 四国土地改良調査管理事務所）
- 的場 幸男 中国四国農政局 那賀川農地防災事業所
（前任 中国四国農政局 四国土地改良調査管理事務所）
- 茂木 正史 中国四国農政局 土地改良技術事務所
- 大森 康弘 中国四国農政局 土地改良技術事務所

[選考理由]

本報文は、香川用水地区における機能診断調査、健全度評価、対策工法の検討等のプロセスと、サイホン・パイプラインに対する詳細調査手法について紹介したものである。

機能診断・機能保全について詳細に分かりやすく整理されており、今後、ストックマネジメントを展開していくうえでも、大変有益な情報を提供する内容となっていることから、本年度の設計・施工部門の奨励賞として選定した。

Ⅲ. 講演の概要

講演に先立ち、中條農業土木技術研究会会長より開会挨拶がなされた。

「農業土木技術研究会は、全国農業土木技術者の自主的な研究会であり、発足40周年を迎えた。本日講師をお引き受け頂いた方々、研修会に参加された皆様に感謝申し上げます。

これまで整備された基幹的農業水利施設は、再建設費ベースで約14兆円に上り、これらの施設を適切に保全・更新していくためには、ストックマネジメントの取組が重要となっている。農業農村整備事業においては、平成20年度に「ストックマネジメント高度化事業」が創設され、診断技術や補修工法に関する実証的な技術の高度化を図る取組がなされている。

効果的なストックマネジメント技術を現場に導入することが



写真－3 中條会長の開会挨拶

求められている状況を踏まえ、これまで各地で実施された取り組みの中から、施設の診断、劣化予測、評価手法の確立及び対策工法の有効性及び耐久性の検証など、他地区の参考となる事例を取り上げ、今回の研修テーマを設定した。限られた時間ではあるが、本日の研修会が、皆様にとって実り多きものとなるよう祈念する。」

1. 今後のストックマネジメントの方向性（圓山講師）

農村振興局水資源課施設保全管理室の圓山講師からは、ストックマネジメントに係る新たな制度、技術体系、技術者の育成について説明がなされた。講演の要旨は以下のとおり。

平成22年3月に閣議決定された「新たな食料・農業・基本計画」において、「国民の食料を支える基本インフラの戦略的な保全管理（ストックマネジメント）の推進」が位置づけられた。このことを踏まえ、国営施設機能保全事業や特別監視制度等の農業水利施設の長寿命化に取り組む新たな制度を創設し、その実施体制の整備を進めている。また、ストックマネジメントの実施方法等の技術的な枠組を工種毎の「農業水利施設の機能保全の手引き」として整理してきている。

ストックマネジメントの取組が必要となっている背景としては、社会資本である農業水利施設のストックの増大と老朽化、そして財政状況の逼迫がある。農業水利施設のストック量は、平成14年3月時点の再建設費ベースで約25兆円にのぼると試算されている。これらの施設のほとんどが、戦後の復興期から高度成長期にかけて急速に整備されたものであり、標準的な耐用年数を経過する施設が増大、老朽化が進展している。その一方で、近年、国、地方ともに厳しい財政事情に直面しており、人口減少や高齢化社会の進展に伴う社会資本投資余力の減少が想定される中、施設の新設や老朽化した施設の全面更新という考えから、既存施設を有効に利用し、長寿命化を図るストックマネジメント施策への転換が必要となっている。

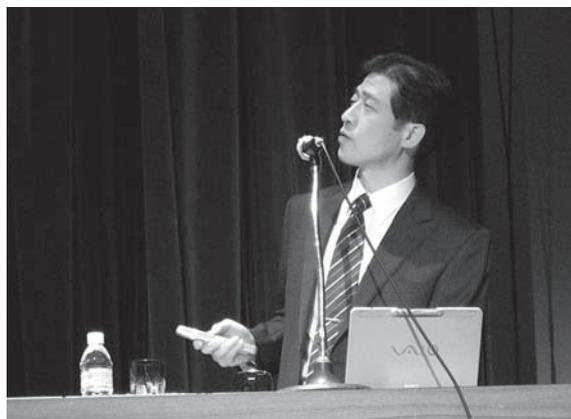
このような中、国、地方公共団体、土地改良区、集落の4者が、基幹の水利施設から農地周りの水路まで、各々の取り組み対象施設について、施設機能の監視・診断、補修、更新等を機動的かつ確実に行うストックマネジメントの取り組みを進めている。

ストックマネジメントの考え方は発展途上にあることから、現場での実践や創意工夫を通じて、性能低下予測技術の向上や新技術の適用性（適用材料の耐用年数評価）等の課題に対する知見を蓄積して技術の体系化を図るとともに、これらの技術情報や施設の長寿命化に取り組む精神を国、地方公共団体、土地改良区、集落等の関係者が共有することによって、具体の取り組みを展開していく必要がある。

2. スtockマネジメント技術高度化事業の実施状況と今後の課題（山田講師）

農村振興局水資源課施設保全管理室の山田講師からは、ストックマネジメント診断技術及び対策工法の適用と評価に関するこれまでの全国的総括と技術的課題について紹介がなされた。講演の要旨は以下のとおり。

近年、国や地方における厳しい財政状況の下、農業水利施設の機能の保全を図り効率的にライフサイクルコストを低減するストックマネジメントの取組を推進するための方策となる機能保全計画の策定を進めていく必要がある。しかしながら、機能保全計画の策定に必要となる診断技術や対策工法は発展途上であり、将来予測の精度や新技術の耐久性等といった技術的な課題を有していることから、技術的課題に対する知見を蓄積して技術の高度化を図っていく必要がある。そのため、機能保全計画の策定に必要となる技術を、現場での実践を通じて確立するため、「ストックマネジメント技術高度化事業」を平成20年度



写真－4 圓山講師による講演



写真－5 山田講師による講演

に創設し、取り組んでいるところである。

ストックマネジメントは、日常管理（機能監視）、機能診断調査・評価、性能低下予測・対策検討、機能保全コスト算定、機能保全計画策定、計画実施という流れで実施する。効率的な機能保全計画を作成しライフサイクルコストの低減を図るためには、精度の高い性能低下予測を確立するとともに、対策工法の有効性、耐久性を明らかにして機能保全コスト算定の精度向上を図る必要がある。そのための取組として、性能指標を定量的に把握するための診断技術の確立（不可視部位の診断調査手法、漏水位置探知手法、トンネル背面空洞調査等）、多様な材料や劣化要因に対する対策工法の有効性や耐久性（新技術工法の耐用年数評価等）を現地への適用性から評価している。

ストックマネジメント技術の体系化を図るためには、これらの取組を推進して知見を蓄積する中で、施設の重要度やリスク等を踏まえた効率的な適用の考え方を整理しつつ、技術向上を図っていく必要がある。

3. 簡易振動診断技術を用いたポンプの健全度評価について（中田講師）

石川県土地改良事業団体連合会の中田講師からは、ポンプ設備の機能診断調査、一次診断調査結果を補完するため導入した簡易振動診断技術について紹介がなされた。講演の要旨は以下のとおり。

ポンプ設備の有効利用を行うためには、長寿命化や保全コストの低減、更新を合理的・経済的に実施することが必要である。そのためには、現在の設備状態を知ることが重要であり、その把握を行うため機能診断調査が必要となる。機能診断には、人の五感で行う一次診断と専門技術者が行う二次診断があるが、石川県では測定者の個人差が生じる一次診断の結果を補完するため【簡易振動診断】を導入した。

簡易振動診断は、運転中の設備を停止や分解することなく、各種センサーからの信号を分析する事で定量的に劣化程度や内部の状態を予測するもので、設備の劣化状態を統計的・科学的に把握する手段である。測定箇所は、ポンプ・モーター・減速機等の軸受け部で振動値の測定を行う。これは機器の不良による振動が、主軸から軸受けに伝達するためである。調査項目は、振動速度、振動加速度を軸（A方向）・垂直（V方向）・水平（H方向）の3方向で測定する。その測定値の判定は、振動速度は絶対値判定基準値表、振動加速度は定格回転数とベアリング内径から、計算式によって求める絶対値判定基準値で、各々注意値、危険値と対比することで判断を行う。

簡易振動診断の結果により、二次診断が必要となった施設を減らし調査コストを縮減できた。また、各施設の状態を定量的に表すことにより、今まで個人差があった判定も容易に確認ができるとともに、緊急度の高い施設を特定することが可能で、今後の維持管理における有効な技術であると思われる。留意点としては、補修整備等の時期を予測する上で、劣化傾向の推移など、施設の状態を把握するため、継続的な振動診断によるデータの蓄積が必要となる。今後のフォローアップや維持管理に備えた体制づくりを確立することにより、さらなる技術の向上を目指すことが非常に重要である。



写真－6 中田講師による講演

4. 農業水利施設等の農家施工による機能保全対策の取り組み（車古講師）

京都府南丹広域振興局地域づくり推進室の車古講師からは、水路の漏水の対処方法として、簡易な補修方法により農家自らが施工することの普及に対する取り組みについて紹介がなされた。講演の要旨は以下のとおり。

営農活動において、農業用施設の維持管理コストや労力の負担増が課題となる中で、行政と農家と一緒に課題の解決にあたるため、まず、コンクリート二次製品水路や小断面のコンクリート水路の漏水対策について、農家が直営で施工できる低コストで効果的な水路の長寿命化が出来る方法の普及に取り組むこととした。

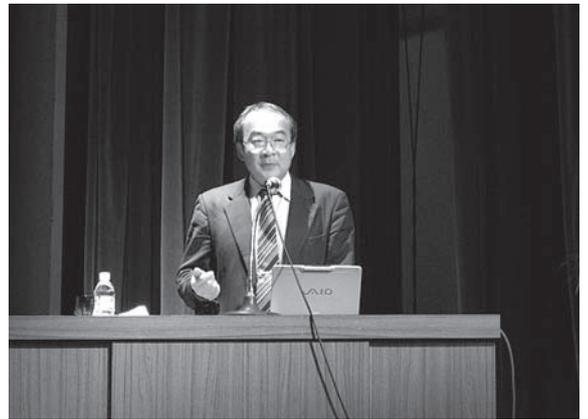
ほ場整備事業で整備された用水路は、U字フリーム等のコンクリート二次製品が大半を占めている。水路整備後、年月が経過し、目地が劣化するなどにより漏水が発生して営農に支障が現れるような状況になっても、水路自体には大きな破損等が生じていないため、全面改修を行うほどの状態になっていない場合が多い。

こうした水路の補修については、従来から、農家自信が、モルタルで目地を詰めたり、コンクリートで補修を行っていたが十分な効果が得られな場合が多いのが現状である。

このため、補修する目地の大きさ、クラックの大きさに合わせ、3種類の補修方法（①貼り工法、②詰め工法、③塗り工法）を用いて、京都府の数カ所の地域で、農家に試験的に直接施工してもらいながら施工方法を学んでもらう取り組みを行い、これらの補修方法に対するアンケートを行った。

アンケート結果から、水路からの漏水の悩みは解消されたという回答が6割を超え、今後、集落内で実施したい、集落内で普及したいという回答も得られたこともあり、引き続き現地研修を伴う普及活動を行うこととした。また、ホームページでも補修方法を紹介するなど、農家施工による水路の簡易な補修方法の取り組みの普及を続けている。

現在では、この取り組みは京都府全域で行われ、特に京都府北部地域では、農地・水・環境保全向上対策に取り組んでいる活動組織の約4割が水路補修に取り組むところまで、普及している。



写真－7 車古講師による講演

5. 長大サイホン・トンネルにおける機能診断技術の高度化（谷口講師）

近畿農政局淀川水系土地改良調査管理事務所の谷口講師からは、3Dレーザースキャン技術を中心とした機能診断の実施により、変状原因を効率的に特定した事例について紹介がなされた。講演の要旨は以下のとおり。

農林水産省近畿農政局では、平成21年度から国営土地改良事業地区調査「東播用水二期地区」を実施しており、前歴事業で造成した幹線水路の変状対策等について検討を行っている。本地区の大川瀬導水路のサイホン、水路トンネルでは、許容値を超過する管体のたわみや水路トンネルの覆工コンクリートにクラックが生じるなどの変状が確認されており、対策の要否や工法の決定において、その原因究明が課題となっている。今回の取り組みは、この課題に対し、3Dレーザースキャンによる3Dデータ分析を用いて、的確に施設の状態を測定・把握することにより、効率的に変状原因を特定することを目的として実施した。



写真－8 谷口講師による講演

3Dスキャン計測により、管のたわみの形状や、水路トンネルの平面・縦横断方向の連続した変形を詳細に分析したところ、管体基礎の基礎反力低下により生じた局所的なたわみや、トンネルインバートの隆起等を捉えることができ、外力の方向性等から変状原因を推定することができた。水路トンネルでは、この推定を踏まえてボーリング調査や岩石試験等を効率的に実施したところ、トンネルの変状原因が地山の凝灰岩の塑性化によるものであり、この凝灰岩の吸水膨張により生じる膨張圧は最大で 480kN/m^2 にも達することが判った。また、サイホンでは、3Dスキャンで捉えたたわみの詳細形状をフレーム計算で再現し、サイホン（鋼管）に生じている応力を推定することにより、適切な対策工法を計画することができた。

3Dスキャン計測は、3～5mm程度の精度で施設の変形を捉えることが可能で、変状原因の推定に有効であった。サイホンでは発生応力を定量的に求める等、3Dスキャンでなければ判明しない事柄があり、今後のストックマネジメントにおける機能診断技術の一つとして有効であると考えている。また3Dスキャンによって得た3D情報・画像は、機能診断や変状原因の究明に限らず、経年変化観測による変状の進行の確認等、活用用途は様々であると考えている。

6. 排水機場における簡易診断調査手法の有効性検証について（大西講師）

北海道開発局帯広開発建設部農業計画課の大西講師からは、ポンプ設備の内視鏡カメラ調査及び潤滑油鉄粉濃度調査を用いた簡易的な機能診断技術について紹介がなされた。講演の要旨は以下のとおり。

現在、国営造成水利施設保全対策指導事業により、「機能保全計画」を策定し、施設管理者に施設の効率的な機能保全対策や適期の整備更新の実施に関する指導・助言を行っている。さらに、平成20年度から「機能保全計画」をより精度の高いものとするため、ストックマネジメント技術高度化事業により、現地での実践を通じて施設の診断技術、劣化予測、評価手法の確立及び対策工法の有効性や耐久性の検証を実施しているところである。

北海道十勝地域の排水機場を対象に、基本とされている上部ケーシング開放による診断の他に有力であると思われる簡易診断調査手法（内視鏡カメラ診断調査）及び新たな診断手法（潤滑油鉄粉濃度診断調査）の作業性や健全度評価における有効性を検証した。

内視鏡カメラ診断調査は、ポンプ上部のハンドホールを開放し、内視鏡カメラを挿入することにより、比較的容易に内部の状況や隙間の計測を行う事ができるため、基本とされている上部ケーシング開放診断手法に比べ、作業性がいため、調査期間や人員を縮減することができた。しかし、内視鏡カメラが入り込めない所があることから、全体的な劣化傾向を把握している場合の追跡調査には、非常に有効な調査方法であることが確認できた。

潤滑油鉄粉濃度診断調査は、ポンプの外部軸受部に充填されている潤滑油を採取し、これに含まれる鉄粉濃度を分析することにより、主軸及び軸受の摩耗等の状況を推定するものである。軸受け下部のドレーンから潤滑油を採取し分析機関で調査するため、作業は非常に簡単である。しかし、新たな診断手法の試みで調査実績が少なく、健全度を評価する基準等がないため、有効性の確認ができなかったが、今後、立地がことなる他の排水機場での調査事例を蓄積し鉄粉濃度と摩耗等による変状の関係性について評価基準を作成する必要があると思われる。



写真－9 大西講師による講演

7. 群馬用水における既設トンネルの機能保全の検証（舟生講師）

独水資源機構群馬用水管理所の舟生講師からは、水路トンネルの応急対策工（空洞充填）について、事後に実施した機能保全の手法に基づいた検証について報告がなされた。講演の要旨は以下のとおり。

群馬用水では、平成19年度及び一部20年度に、トンネル覆工背面に発生した空洞の応急対策として、発泡ウレタンによる注入工を実施している。平成21年度に、この対策工が機能保全の対策として有効であったのか、取り組み始めた施設全体のストックマネジメントの一環として、業務習得を兼ねて検証作業を実施したものである。

群馬用水は、農業用水と水道水の共用施設で、年間を通して水供給を行っている。このため長期の断水が困難であり、時間断水を繰り返して工事や調査を実施している。応急対策工は、この条件と現場条件を含めて検討し、即結性で機動的な施工が可能、且つ仮設も軽易なことから、発泡ウレタンによる注入工を採用したものである。

ストックマネジメントは、「①日常管理、②施設の状態評価、③施設状態の将来予測、④機能保全対策の検討、⑤ライフサイクルコスト算定、⑥機能保全計画の策定、⑦機能保全対策の実施」の手順で継続的に行うものであり、この中の「②施設の状態評価～⑤ライフサイクルコストの算定」までを、今回実施し検証を行ったものであ



写真－10 舟生講師による講演

る。検証の結果、実施した応急対策工のシナリオが、他のシナリオに比べ、より経済的で健全度も常に良好に保持される結果であり、機能保全対策として最良であると判定した。

今回の検証作業を通じて、ストックマネジメントの作業の流れを多少なりと理解することが出来た。また、継続した機能調査が精度の高い劣化予測、シナリオ作成、機能保全コスト算定に繋がることも理解できた。

群馬用水は、緊急改築事業の対象とならなかったトンネルや開水路等の施設も、建設後40年以上が経過し老朽化が進んでおり、平成24年度迄に施設全体の機能保全計画を策定することとしている。今回の検証作業を生かし、施設全体の機能保全計画策定に取り組むこととしたい。

IV. おわりに

各講演後、農業土木技術研究会の鮫島理事より、参加者及び講師に対する謝意が述べられるとともに、以下の閉会挨拶がなされた。

「講演の中でも紹介されたが、今、土地改良事業は大転換期を迎えており、ストックマネジメント技術の重要性が益々高まっている。そのような中で開催された今回の研修会は、非常に意味のあるものであり、講師をお引き受けいただいた方々には感謝申し上げます。

当研究会は、会員相互の情報交換と技術力向上を目的として設立されており、現場の技術情報が重視されるものである。積極的にご入会いただき、会誌『水と土』へのご投稿をお願いしたい。」

今回の研修会では、「ストックマネジメント技術の高度化について」のテーマに即し、各講師より、ストックマネジメントに関する施策の展開方向、現場で取り組まれているストックマネジメント高度化事業や機能診断の事例等について、写真や映像を交えたパワーポイントにより、分かりやすい説明がなされた。

農業水利施設の有効利用や長寿命化を図り、ライフサイクルコストの低減を図るためのストックマネジメントの取り組みは、今後、農業農村整備事業を進める上で、益々重要性を増していくことから、研修参加者からも複数質問がなされるなど、熱心に耳を傾けられていた。また、会場で実施したアンケート調査では、本研修が業務の参考になったとする意見が殆どで、大変有意義な研修会となった。

◇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。今後とも当研究会に対するご支援並びに会誌『水と土』に対する積極的なご投稿を宜しくお願い致します。



写真－11 鮫島理事の閉会挨拶



写真－12 研修会の様子

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23年度の年会費は2,300円です。なお、別紙のPR版を作成しましたので会員の勧誘に活用いただければ幸いです。

2. 報文投稿の募集

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

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

投稿規定

1. 原稿には次の事項を記した「投稿票」を添えて下記に送付すること。

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

2. 「投稿票」

- ① 表 題
- ② 本文枚数, 図枚数, 表枚数, 写真枚数
- ③ 氏名 (フリガナおよびローマ字表記), 勤務先と勤務先の電話番号, 職名
- ④ 連絡先 (TEL), (E-mail)
- ⑤ 別刷希望数
- ⑥ 内容紹介 (200字以内)
- ⑦ 対象施設 (報文の対象となっている主な施設を記入: ダム, トンネル, 橋梁, 用排水機場, 開水路, 管水路 等)
- ⑧ キーワード (報文の内容を表すキーワードを記入: 維持管理, コスト縮減, 施工管理, 環境配慮, 機能診断 等)

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

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

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

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

※データと違いがないかをプリントアウトした原稿で必ず確認すること。

6. 写真・図・表は本文中の挿入個所を明確に指定しておくこと。

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

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

たとえば,

C, K, O, P, S, U, V, W, X, Zの大文字と小文字

O (オー) と 0 (ゼロ) a (エー) と α (アルファ)

r (アール) と γ (ガンマ) k (ケイ) と κ (カッパ)

w (ダブルユー) と ω (オメガ) x (エックス) と χ (カイ)

l (イチ) と 1 (エル) g (ジー) と q (キュー)

E (イー) と ε (イプシロン) v (バイ) と ν (ウプロシン)

など

9. 分数式は2行ないし3行にとり余裕をもたせて書くこと。

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

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

12. 投稿の採否, 掲載順は編集委員会に一任すること。

13. 掲載の分は稿料を呈す。

14. 別刷は, 実費を著者が負担する。

農業土木技術研究会 会員の募集

1. 発足40周年を迎えた「農業土木技術研究会」

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

〈農業土木技術研究会の変遷〉

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

2. 技術力向上に資する「農業土木技術研究会」

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

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

3. 会員が支える「農業土木技術研究会」

本研究会の活動は、皆様の年会費によってまかなわれています。

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

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

申し込み様式は以下を参考にして下さい。

入会申し込み

平成 年 月 日

私は農業土木技術研究会に入会します。

氏名： _____

職場・所属： _____

職場住所（会誌送付先）：〒 _____

電話番号： _____

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

FAX 宛先：農業土木技術研究会 03 - 3578 - 7176

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

1. 本号（162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

世間の情勢はめまぐるしく変わり、政治の世界も農業農村整備をとりまく環境もこの2年間はすさまじく変わっています。

そんな中、森林農地整備センターの農用地業務は、あと3年余りで幕を閉じようとしています。昭和30年に農地開発機械公団として発足以来、農用地開発公団、緑資源機構等を経て、現組織となり平成25年度を最終年として廃止になります。（詳しくは「大地とともに — ある農用地技術集団の55年 —」2010年10月31日（社）農業農村工学会発行を参照してください）

現在、実施している特定中山間保全整備事業等は中山間地を中心とした地域に「農」「林」を一体的に整備する優れた事業です。事業廃止しなければならないのは非常に残念です。時代の流れが何を求めている、何処に行き着こうとしているのか極めて不透明に思う

時があります。

しかしながら、農業農村整備事業は農地・土地改良施設の造成だけでなく、広く環境配慮・地域貢献・地域整備・施設の長寿命化等々と、世のニーズに応じてその守備範囲を確実に広げています。世の中に対して益々貢献度合いが大きくなっていると思っています。

行政の世界で言えば、私は今、外からものを見ていますが、世間の視線を意識し、世の流れ、ニーズを感じながら我が社への貢献を図っていきたく思います。

「水と土」は極身近な話題から情報を提供してくれるので、我々業界のトレンドを示してくれているのではないかと考えています。

（独）森林総合研究所森林農地整備センター 依田）

水と土 第162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!

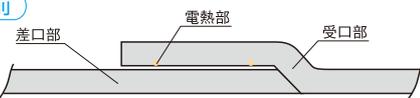
管路の一体化による継手部の信頼性!

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。

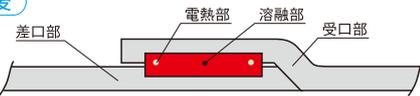
常用使用圧力	0.50 MPa
--------	----------

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