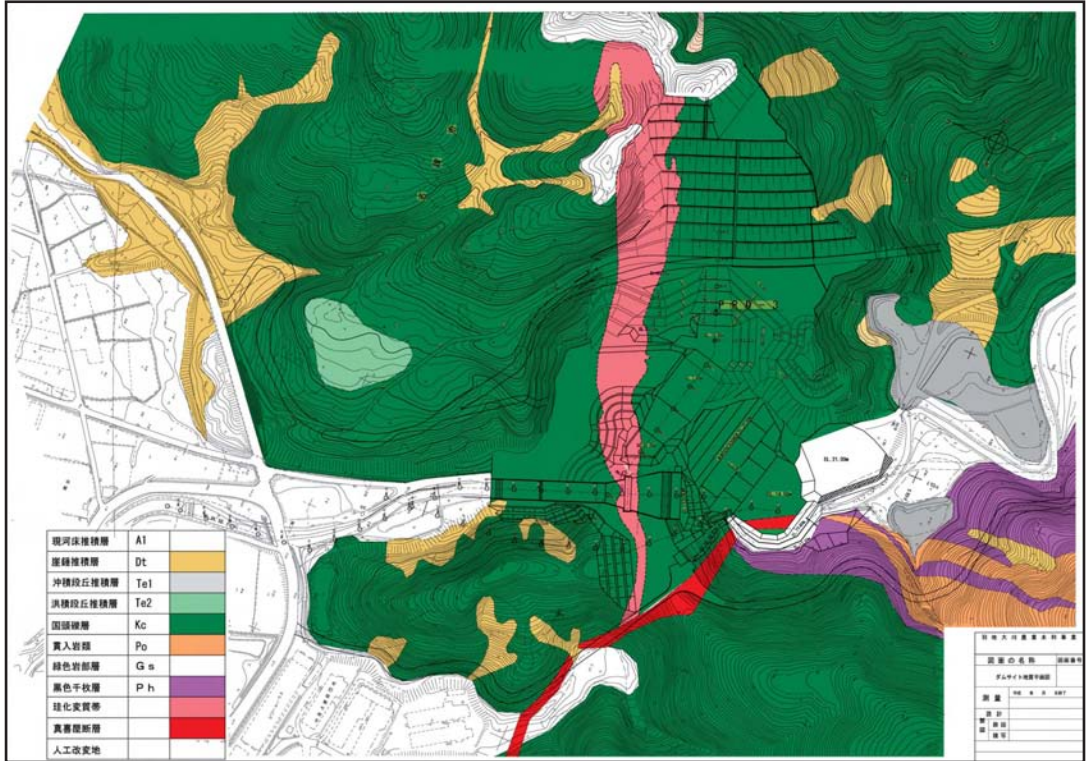


水と土

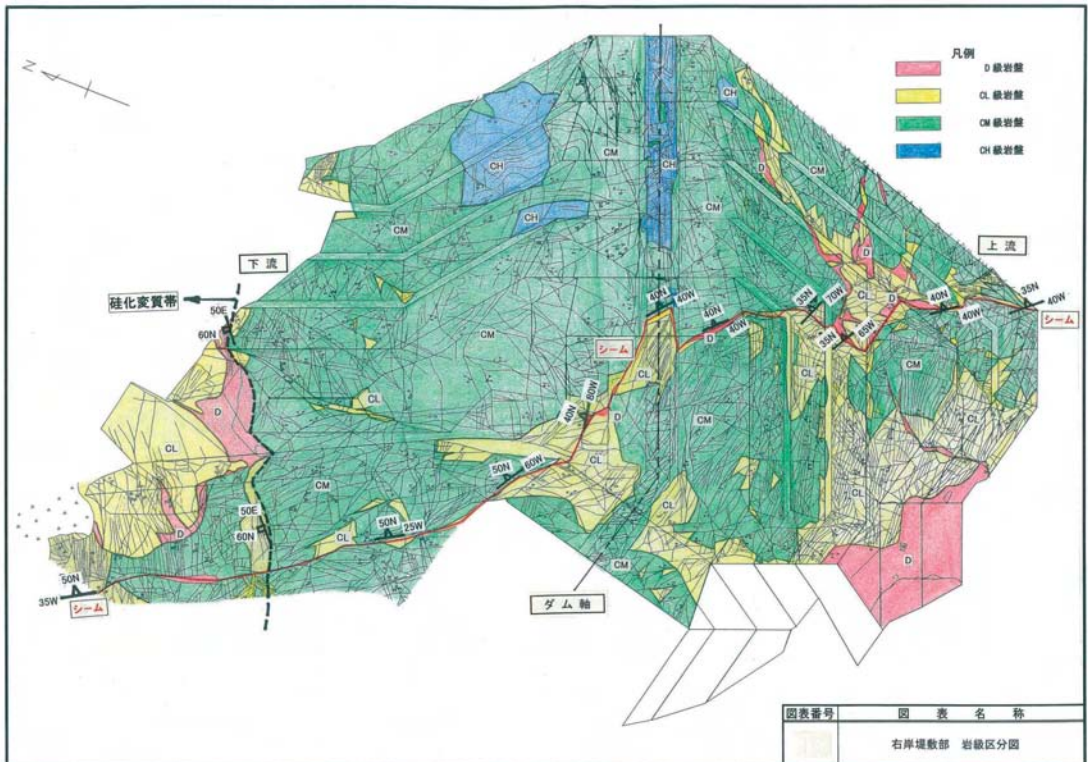
No.141
2005

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





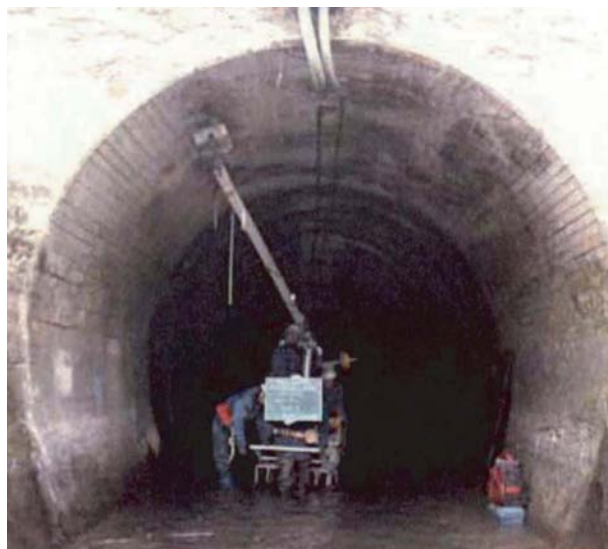
ダムサイト地質平面図



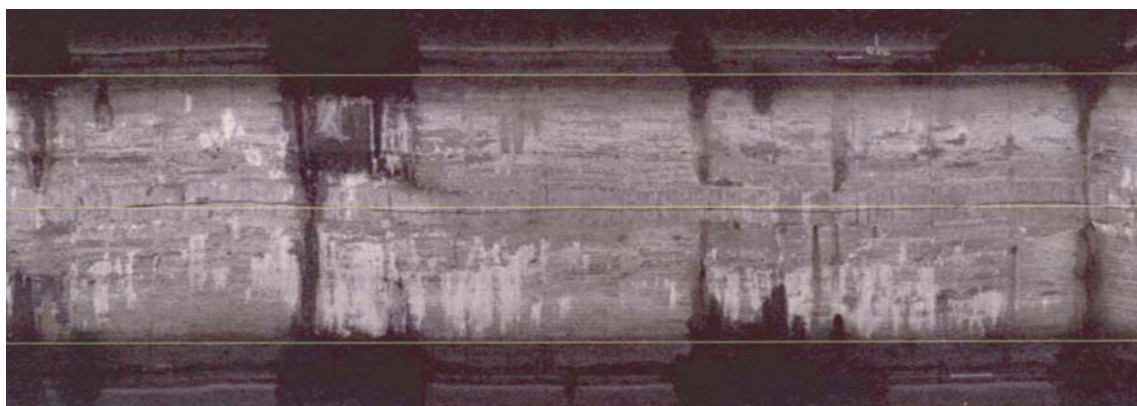
右岸堤敷部 岩級区分図



3DCGの活用のイメージ



電磁波レーダー調査



レーザーによる連続画像データ



小沼沢幅広水路工



北の沢流入対策工



保護工土堤



暗渠出口

メナシュ排水路保護工



降雨直後の保護工



横畝部

洗掘

堆砂

流水方向

排水路

流下方向

堆砂



植生ロール使用護岸



魚溜工施工状況



魚溜工

日時計を活用した水利慣行について 一刻限日影石 (本文76頁)



一刻限日影石



請石部分

「国登録文化財」庄川合口堰堤の歴史 (本文82頁)



庄川合口堰堤の遠景

水と土

C o n t e n t s

2005 JUNE No.141

報文内容紹介 11

巻頭文

今後の基盤整備

山下 正..... 15

報 文

真喜屋ダムのシーム処理グラウチングについて
- 超微粒子セメントの採用 -

飯田 稔..... 17

国営常願寺川地区
水路トンネルの施設機能診断について

原田 稔・中瀬 進・山岸信義・森 充広..... 25

宮川サイフォン改修の設計事例について

西尾利哉・岩長昌宏・松井一将..... 36

邑楽東部第1排水機場の設計変更事例

横尾克己・金子岳史..... 42

巨椋池排水機場の総合試運転に関する取組みについて

木下勝義・林 学・瀧田信善..... 48

千原地下ダム地表貯水部の法面对策工について

親川和人・池田一行..... 57

農地防災事業における排水路への土砂流入抑制対策について
- 排水路保護工の効果及び課題 -

喜多祐介・橋本昌直・人羅英男..... 65

植生の早期回復に配慮した排水路工法について

山田久幸・粕谷典保..... 71

歴史的土壌改良施設

日時計を活用した水利慣行について
- 刻限日影石 -

鈴木光明..... 76

「国登録文化財」庄川合口堰堤の歴史

原田一良..... 82

平成17年度農村計画研修会（第27回現地研修集会）について 87

兵庫県立淡路景観園芸学校・景観園芸専門課程平成18年度生の募集 89

会告 90

会員の皆様へお知らせ 91

投稿規定 92

入会案内 93

水と土 第141号 報文内容紹介

真喜屋ダムのシ - ム処理グラウチングについて - 超微粒子セメントの採用 -

飯田 稔

フィルダムのコア敷において、上下流に連続するシ - ムの存在が確認され、その対策のために実施したグラウチング試験の結果を整理し、超微粒子セメントを採用した事例を紹介する。

(水と土 第141号 2005 P.17 設・施)

国営常願寺川地区 水路トンネルの施設機能診断について

原田 稔・中瀬 進・山岸信義・森 充広

昭和27年に竣工した国営常願寺川地区の共通幹線水路トンネルについて、施設機能診断を実施したので、その概要を紹介する。機能診断は平成15～16年度の2ヶ年で実施したが、その契機となったのは近年発生したトンネルの崩落や開渠部の擁壁倒壊事故であった。

施設機能診断マニュアル(案)に沿って調査項目や評価方法について、図表・写真を用いながら説明するとともに、官民連携新技術で開発中の「レーザーによる連続画像データ」についても紹介する。

最後に、機能診断に欠かせない技術資料の伝承の重要性をコメントする。

(水と土 第141号 2005 P.25 企・計)

宮川サイフォン改修の設計事例について

西尾利哉・岩長昌宏・松井一将

東海農政局宮川用水第二期農業水利事業所では、国営宮川用水事業(S31～S41)によって整備された用水施設の改修を行っている。宮川用水第二期事業で整備する主要施設としては、斎宮調整池、導水路、1号幹線水路、2号幹線水路があるが、このうち、1号幹線水路の1級河川宮川を横断する宮川サイホンの既設管を利用した設計の検討内容等について紹介する。

(水と土 第141号 2005 P.36 企・計)

邑楽東部第一排水機場の設計変更事例

横尾克己・金子岳史

邑楽東部第一排水機場の施工に際し、当初設計計画における用地上の制約課題に対して、実施段階での状況変化に対応した設計変更の検討経緯、施工に制約を受ける中での創意工夫した実施事例について報告するものである。

(水と土 第141号 2005 P.42 設・施)

巨椋池排水機場の総合試運転に関する取組みについて

木下勝義・林 学・瀧田信善

近年大型排水機場において、完成後の騒音振動が問題となっているケースあり、原因究明に多くの労力を費やしている。今回、事前に構造物の固有振動値を測定する事により、共振などのケースにも早期に原因を特定する事の基礎資料とする。本報では、巨椋池排水機場総合試運転の事例を報告する。

(水と土 第141号 2005 P.48 設・施)

千原地下ダム地表貯水部の法面对策工について

親川和人・池田一行

千原貯水池で発生した法面崩壊の対策工について検討した。調査の結果、崩壊の原因は層理や破砕部が流れ盤であり、掘削に伴い応力が解放され岩盤が緩んだ状態となったことによる岩盤すべりと判定された。想定すべり面から二系統の破砕部をすべり面とし、逆算法によりC_vを設計し、安定計算条件の計画安全率を満足するために必要な抑止力を算出した。さらに工法を比較し、抑止工を選定した。

(水と土 第141号 2005 P.57 設・施)

農地防災事業における排水路への 土砂流入抑制対策について - 排水路保護工の効果及び課題 -

喜多祐介・橋本昌直・人羅英男

国営総合農地防災事業「網走川上流地区」で農地の大部分が土壌浸食を受けやすい火山灰性土壌で占められており、排水路は降雨・融雪出水に起因する農地からの土砂流出及び排水路の法面崩壊等による土砂堆積により、排水機能の低下を招いている。このため、農地から排水路への土砂流出を抑制するとともに、排水路内に堆積した肥沃な流出土砂を農地に還元することによる持続的な農業の確立を目指すものである。

(水と土 第141号 2005 P.65 設・施)

植生の早期回復に配慮した排水路工法について

山田久幸・粕谷典保

国営直轄明渠排水事業「南常広地区」では、幹線排水路の整備に当たり環境との調和に配慮した工法として、排水路施工後早期に現植生を回復させるための設計施工上の工夫を行って来ている。

本報文では、これらの工法を紹介するとともに施工後の環境回復過程について現時点での状況を報告するものである。

(水と土 第141号 2005 P.71 設・施)

歴史的な土地改良施設

日時計を活用した水利慣行について
- 刻限日影石 -

鈴木光明

三重県いなべ市員弁町の笠田大溜周辺における、日時計（刻限日影石）を活用した水利慣行について、郷土史家からの聞き取り等を元に、その合理性等について検証したので紹介します。

（水と土 第141号 2005 P. 76）

歴史的な土地改良施設

「国登録文化財」庄川合口堰堤の歴史

原田一良

富山県西部の砺波平野の扇頂部に位置している「庄川合口堰堤」が、平成16年7月に県内で初めて国有形登録文化財に登録をされたのを機に、困難の未建設された歴史をさかのぼり、本事業に携わった先人の遺業を改めて認識し後々の世まで伝えていく重要性を記した。

（水と土 第141号 2005 P. 82）

今後の基盤整備

山下 正*
(Tadashi YAMASHITA)

今年3月25日に閣議決定された食料・農業・農村基本計画等には、良好な営農条件を備えた450万ヘクタールの農地等を確保しておけば、仮に食料の輸入が無くなったとしても、芋類への生産転換等により、1人1日当たり2,020kcalと昭和20年代後半の水準のカロリー供給ができることが示されている。また、その際の食事のメニュー例も示されているが、その内容は我慢出来ないものでは無く、脂肪分の多い現在の食事と比べむしろ健康的ではないかと感じている。

基盤整備については、平常時から食料供給力の強化を目指し良好な営農条件を備えた農地や農業用水等を確保することに資するものであり、食料安全保障の確保等につながる重要な施策であること、また、基盤整備の実施にあたっては、既存ストックの有効活用、環境への配慮、コスト縮減等が必要であることが示されている。基盤整備が食料安全保障すなわち国民全体にとっても重要なことが旧基本計画よりも一層明確になったと感じている。

このように、農家や地域住民のためだけでなく国民全体のためにも適正な基盤整備が求められているが、今後どのように実施すれば良いのであろうか。近年農業水利施設のストックが増えてきたことに伴い多くなってきている改修事業と、立地条件の悪いものが増えてきている新設事業について考えを述べることにする。

改修事業については、先人の築いた施設を出来る限り活かす必要がある。何故なら、コンクリート等を極力壊さないことはコスト縮減になること、また、ガラ等の発生を抑え環境への影響を抑制出来ること等が期待出来るからである。因みに良質な材料で適正に施工されたコンクリートは、定期的に診断し強度等を確認すれば1,000年以上も使用出来る可能性があると述べている学者もいる。

先人の築いた施設を出来る限り活かすには、事業の計画作成や実施に於いて、既存施設の機能診断や診断結果に基づく工法の検討を個々の施設毎に行うと共に、県、市町村、改良区等関係者の理解を得ることが求められる。その際、改修技術は未だ殆ど確立されていないことから、機能診断方法や診断結果に基づく改修工法の確立が必要である。また、県、市町村、改良区との役割分担等関係者との連携方法の確立も必要である。

新設事業については、コストを出来る限り縮減する必要がある。何故なら、悪い立地条件は事業費の増高につながり投資に対する便益を確保し辛くなるからである。例えば沖縄では、以前の地下ダムは地下の不透水層の谷を直線的に締め切る効率的なものが多かったが、近年は不透水層の形状からコの字型に囲むものを実施している。また、河川水や地下水も利用出来ないところでは、環境への影響にも配慮しつつ下水の処理水を再生して利用しようとしている。何れにしても増高する事業費を抑制する工夫が必要である。

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

コストを出来る限り縮減するには、事業の計画作成や実施に於いて、新技術の導入等を検討し、県、市町村、土地改良区等関係者の理解を得ることが今まで以上に求められている。その際、新技術の妥当性の確認や都市土木の技術の習得も必要である。例えば沖縄では、地下ダムにおける止水壁の施工方法について、これまでの施工実績を踏まえた大型機種を選定や他の新工法などの検討、下水の処理水から再生水を経済的に製造するプラントの検討を行っている。

このように、今後の基盤整備は、より多くの調査検討や関係者との調整を行う必要があり、事業費当たりの調査費と職員数を増やす必要があると考えられる。このことにより、千万円単位の調査費や人件費で億円単位の工事費が縮減出来ると思われるので、農家や地域住民は勿論のこと食料安全保障を受ける国民全体にも理解が得やすいと考えられる。農業土木の役割は、ますます重要になっていくものと確信している。

真喜屋ダムのシーム処理グラウチングについて

—超微粒子セメントの採用—

飯 田 稔*
(Minoru IIDA)

目 次

1. はじめに	17	5. シーム処理グラウチング試験の計画	20
2. 事業の概要	17	6. 試験結果	22
3. ダム基礎の地質	18	7. まとめ	24
4. シームの存在	19		

1. はじめに

真喜屋ダムは、沖縄県の本島北部に位置する名護市に位置し、風光明媚な羽地内海に流入する真喜屋大川に建設中の提高33.6mのフィルダムである。基礎処理工事は、洪水吐、監査廊工事などと

の工程調整により、左岸部より段階的に開始し、現在までに主カーテンを残すのみとなっている。

今回は、右岸部の上流から下流に連続して存在するシーム処理対策のために実施した超微粒子セメントによるグラウチングの採用に至る経緯について報告する。

2. 事業の概要

真喜屋ダムは、国営かんがい排水事業「羽地大川地区」の水源として建設される農業専用ダムである。羽地大川地区は名護市及び今帰仁村の畑地及び水田、1,425haの農用地を有する農業地帯であり、真喜屋ダムの他、羽地ダム（国交省特定多目的ダム）を主な水源とし、水田の用水改良並びに畑地かんがい施設の整備を行うもので、昭和60年度より事業実施している。



位置図

表-1 真喜屋ダム諸元

河川名	二級河川真喜屋大川
位 置	沖縄県名護市字仲尾次畑屋、真喜屋上里地先
形 式	中心遮水ゾーン型フィルダム
提 高	33.6m
提頂長	171.1m
提体積	272.0千m ³
元	設計洪水流量 254m ³ /s
貯水池	集水面積 4.15km ²
	湛水面積 155,500m ²
	総貯水容量 1,470千m ³
	有効貯水容量 1,260千m ³
	常時満水位 EL. 35.70m
	設計洪水位 EL. 38.10m

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

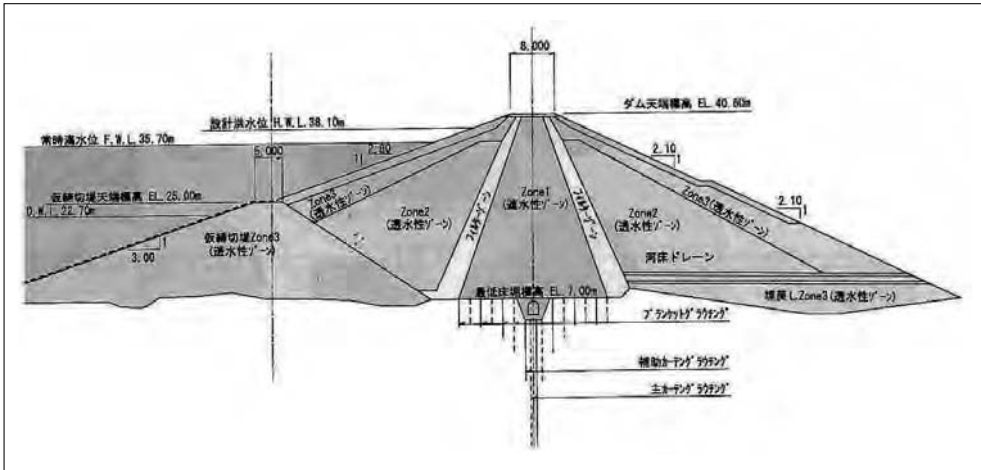


図-1 真喜屋ダム標準断面図

3. ダム基礎の地質

ダムサイトの基盤岩類は、大部分が中生代白亜紀～古第三紀の名護層緑色岩類からなり、左岸部にわずかに同黒色千枚岩が分布する。緑色岩類は、

塩基性溶岩と凝灰岩を原岩とする弱変成岩で、青緑色を呈する堅硬な岩石である。岩相は、片理の発達が弱いため、片理に沿った剥離はしにくく、5～10cm間隔で発達する割れ目により方形に割れる傾向を示す。

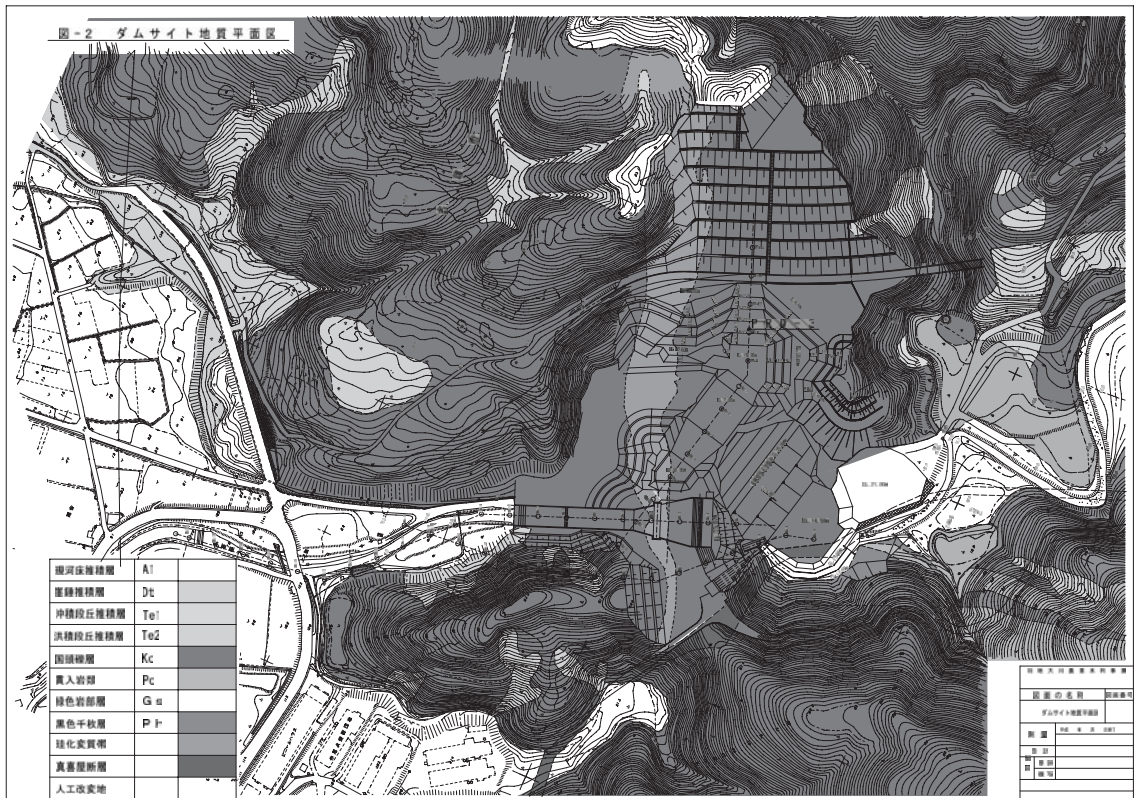


図-2 ダムサイト地質平面図

緑色岩類の一部は、ダム軸の右岸下流側から左岸アバット部にかけて珪化変質作用を受けており、帯状に分布するため珪化変質帯と呼称している。岩相は白色堅硬な珪化緑色岩類を主体とする。この珪化、変質作用は、新第三紀にひん岩の貫入を生じさせた火成活動に伴う熱水・石英の上昇により形成されたと評価している。その後、この珪化変質帯を切って、左岸側の真喜屋大川沿いに真喜屋断層が形成されたと考えられる。

4. シームの存在

今回対象のシームが分布するダム堤体右岸アバット部（図-2に示す上面側）については、平成12年の台風によりシーム上段にせり出しが発生したため調査ボーリングを実施した。（コアトレンチ部のゆるみ領域を排土したことから、基礎岩盤は概ねCM級岩盤からなる。）

右岸アバット部の地山内には、ダム軸を上流より下流へ横断する層厚10cm程度のシームの存在が確認され、その下盤に破碎帯（角礫径5cm以下

程度、最大層厚2m）の高透水部が分布していることから、漏水経路となりうること、かつコア敷のシームは弱部を形成するためパイピングが懸念された。

分布は、図-3に示すように右岸上流から右岸下流に向かって分布し、ダム軸を約60°で斜交、右岸下流側に傾斜する。

ダム軸における走行／傾斜は、N40°W／40°Nを示し、粘土は厚さ5～10cmを伴う。この粘土は連続しており、走行／傾斜はダム軸から上流ではN40°～65°W／35°～40°Nを示すが、下流側ではN60°～80°W／40°～50°N、さらにN25°～35°W／50°Nと変化する。下流側では珪化変質帯を横断することが確認されたが、変位は明瞭ではない。また、珪化変質帯から延びる石英脈が、シームの粘土に連続する。

シーム下盤の破碎帯の層厚は一様ではなく、場所によってその厚さは変化しており、ダム軸付近で最も厚くなることが確認されている。

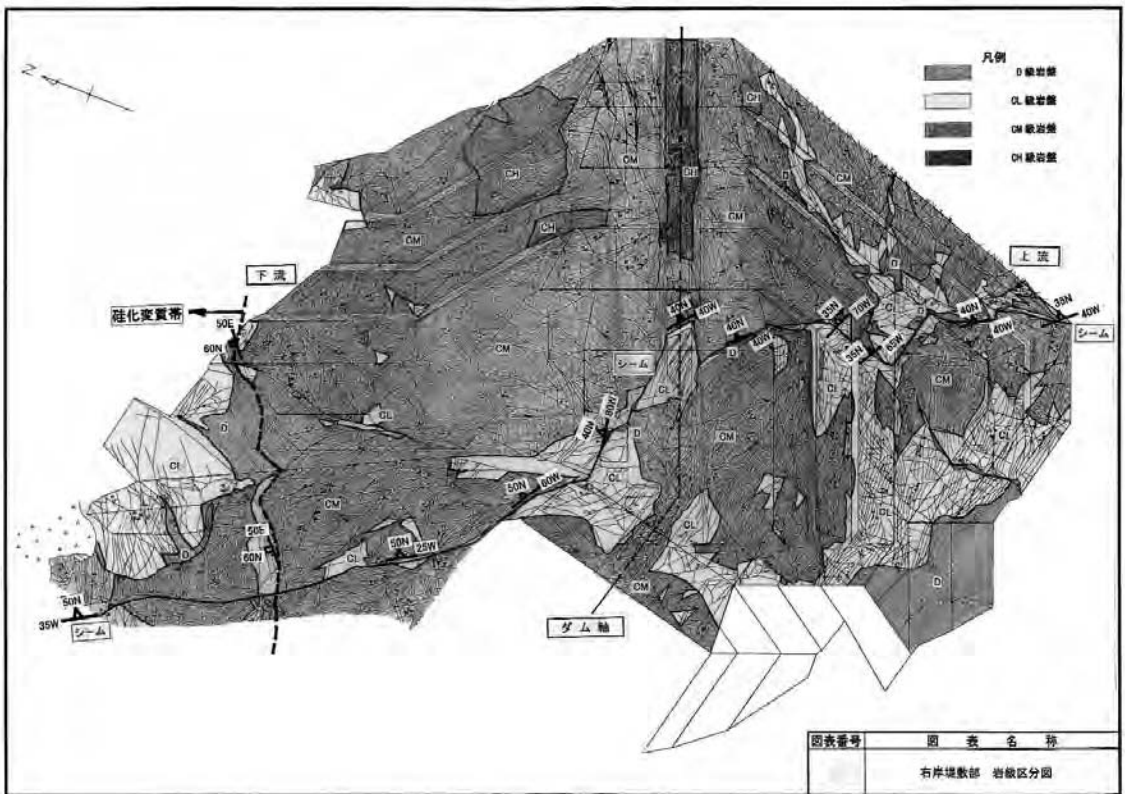


図-3 右岸堤敷部 岩級区分図

5. シーム処理グラウチング試験の計画

図-2に示す右岸アバット部のパイロット孔 (PRD-3) では、シーム付近に高透水性 (50ルジオン以上) が確認され、特にシーム下盤破碎帯の高透水性が確認された。

以降の調査では、ダム軸下流側の透水性は、シーム及び下盤破碎帯に限定されずに全般に高いことが確認された。

このことから、カーテングラウチング試験を、図-4のフローにより、図-5の追加試験位置で実施した。

なお、前回の試験位置ではシームの改良度合いを確認するために補助カーテングラウチング無しでの普通ポルトランドセメントのみの試験を実施している。

また、仕様は表-2のとおりで行った。

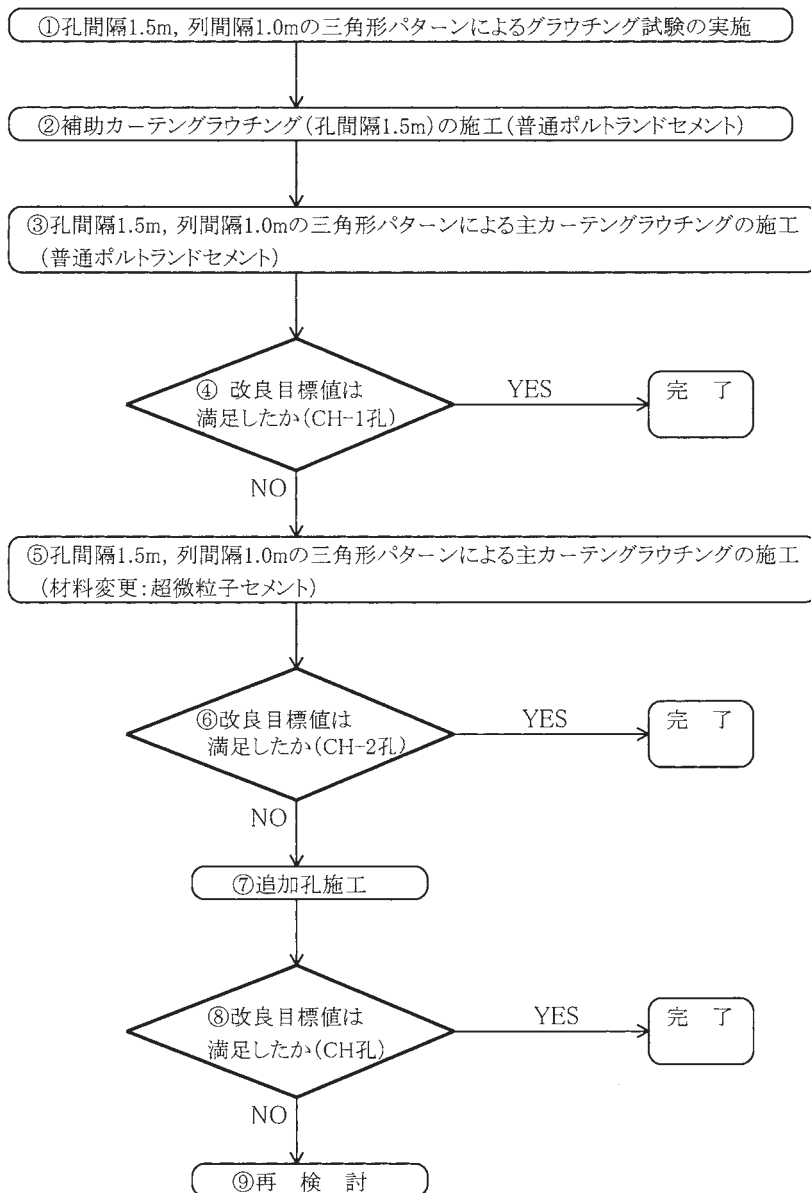


図-4 カーテングラウチング試験フロー

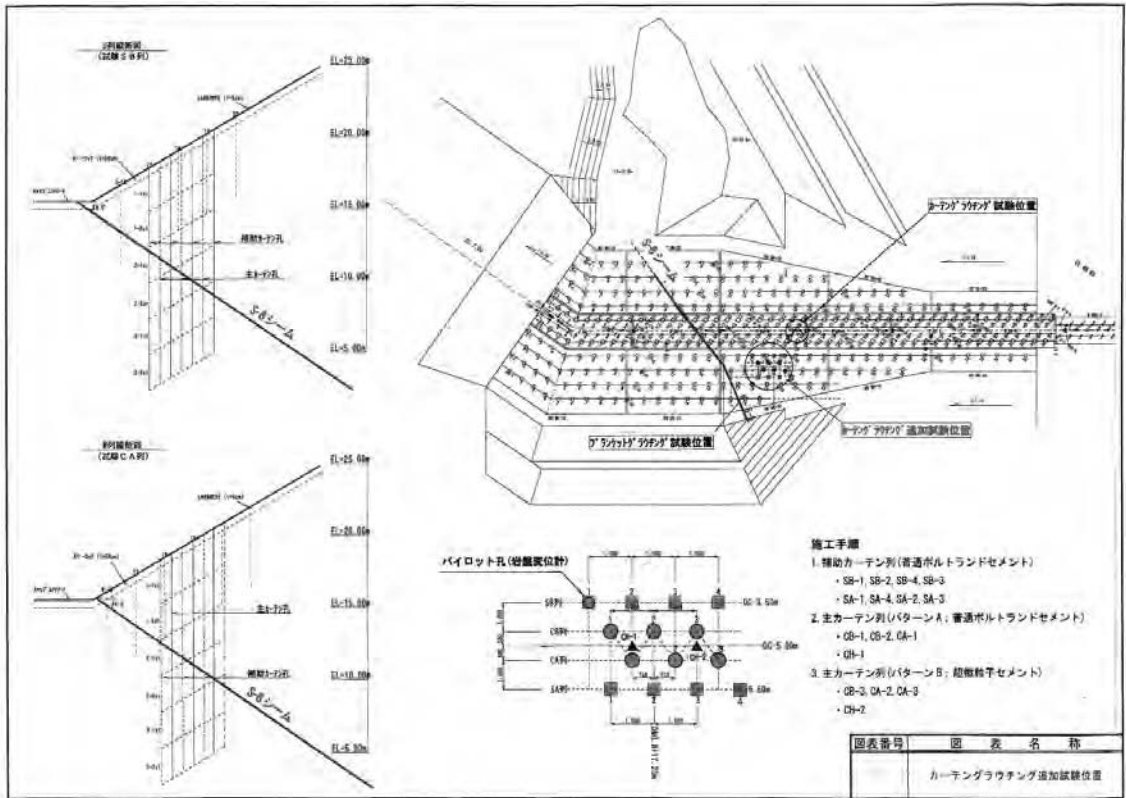


図-5 カーテングラウティング試験位置

表-2 グラウティング試験施工仕様

項目	グラウティング試験施工仕様	項目	追加グラウティング試験施工仕様																																												
施工範囲	右岸上流コア数、調査孔として施工済のPRD-2, PRD-3で確認されたシーム周辺に分布する高透水ゾーン付近のコリアとする。	注入配合	WC/C=10, 8, 6, 4, 2, 1, 0.8																																												
パターン 孔配置 ステージ 孔 深度	孔間隔1.5m、列間隔1.0mの千鳥配置 シーム周辺は孔壁の崩壊を想定し、1ステージを2.5m×間隔に分割して施工する。 下位ステージの注入区間は上位ステージと0.5mオーバーラップさせる。 孔壁の前縁長が0.5m以上の場合は新たなステージを設け、醇孔、注人を実施する。	開始配合 その基準	<table border="1"> <tr> <th>ルンゲン値</th> <th>Lu<10</th> <th>10<Lu<20</th> <th>20<Lu</th> </tr> <tr> <td>配合(W/C)</td> <td>10</td> <td>8</td> <td>6</td> </tr> </table>	ルンゲン値	Lu<10	10<Lu<20	20<Lu	配合(W/C)	10	8	6																																				
ルンゲン値	Lu<10	10<Lu<20	20<Lu																																												
配合(W/C)	10	8	6																																												
カー条件 及び施工時期	カーロックとして0.5m程度残した1次掘削後で吹き付けモルタル(=5cm)施工後	配合切替 基準及び 注入圧力	<table border="1"> <tr> <th>配合(W/C)</th> <th>10</th> <th>8</th> <th>6</th> <th>4</th> <th>2</th> <th>1</th> <th>0.8</th> </tr> <tr> <td>10開始</td> <td>800</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>1,400</td> </tr> <tr> <td>8開始</td> <td></td> <td>600</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>2,000</td> </tr> <tr> <td>6開始</td> <td></td> <td></td> <td>600</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>2,600</td> </tr> </table> <p>注入規定圧力到達後は原則として配合切替をしない。 ただし、注入速度の減少傾向が認められない場合、次配合に切替。 リールした場合は、コアングを包巻を行い、これにより収集しない場合は、注入速度を1/2に調剤し、注入配合を一段濃く配合に切り替える。</p> <table border="1"> <tr> <th>ステージ</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> <tr> <td>注入圧力(MPa)</td> <td>0.30</td> <td>0.50</td> <td>0.70</td> <td>0.80</td> <td>0.90</td> </tr> </table> <p>昇圧速度は0.1MPa/min以下とする。</p>	配合(W/C)	10	8	6	4	2	1	0.8	10開始	800	600	600	600	600	600	1,400	8開始		600	600	600	600	600	2,000	6開始			600	600	600	600	2,600	ステージ	1	2	3	4	5	注入圧力(MPa)	0.30	0.50	0.70	0.80	0.90
配合(W/C)	10	8	6	4	2	1	0.8																																								
10開始	800	600	600	600	600	600	1,400																																								
8開始		600	600	600	600	600	2,000																																								
6開始			600	600	600	600	2,600																																								
ステージ	1	2	3	4	5																																										
注入圧力(MPa)	0.30	0.50	0.70	0.80	0.90																																										
注入工法	ステージグラウティング工法	注入速度	4リットル/分/mを標準とし、20リットル/分/ステージ以上とする。																																												
注入材料	普通ポルトランドセメント及び、超微粒子セメント	岩盤変位規制	0.1mm/Stで注入速度を1/2とし、0.2mm/Stで注入中断。																																												
改良目標値	54センチ以下 非超過確率85%以上	注入完了基準	規定圧力に達し、0.2リットル/分/m以下で30分が経過し、注入完了とする。																																												
ボ-リング	一般孔 : コア-ボ-リング φ46mm/コア チェック孔 : コア-ボ-リング φ66mm/コア採取	注入中断 および 再注入基準	総注入量が5,000リットルに達しても、注入完了の見込みがない場合には注入中断、リークが著しく、コアング処理/注入速度低下処理/富配合コアウト注入処理を行っても収束しない場合は注入中断。岩盤変位が0.2mm/Stに達した場合、注入中断。中断後は孔内洗浄実施。再注入は、中断後6時間以上経過後に再-リグを行う。																																												
水押しおよび 透水試験 (MPa)	水押し 1ステージ 0.02→0.05→0.10→0.20 2ステージ 0.02→0.05→0.10→0.20→0.40 3ステージ 0.02→0.05→0.15→0.30→0.60 4ステージ 0.02→0.05→0.20→0.40→0.70 5ステージ 0.02→0.05→0.25→0.30→0.80 透水試験 1ステージ 0.02→0.05→0.10→0.15→0.30 2ステージ 0.02→0.05→0.10→0.20→0.30→0.50 3ステージ 0.02→0.05→0.15→0.30→0.50→0.70 4ステージ 0.02→0.05→0.20→0.30→0.50→0.80 5ステージ 0.02→0.05→0.25→0.50→0.80→0.90 PQ曲線を描けない場合は圧力段階や注水速度を変更して対応する。 明確な限界圧力が確認された場合 水押し → 終了 透水試験 → 降圧 昇圧速度は0.05MPa/min以下とする。 透水試験は孔内圧力センサーを使用する。	追加基準	追加孔のルンゲン値が改良目標値に達しなかった場合、監督員と協議のうえ追加孔を掘削する。																																												
同時施工間隔	水平方向で6m以上、鉛直方向で5.0m以上の間隔を有すれば、ボ-リング、グラウティングの同時施工は可能とする。ただし、中間に完了孔がある場合は、この限りではない。	備考	注入材料 普通ポルトランドセメント (パターンA) 超微粒子セメント (パターンB)																																												

6. 試験結果

「普通ポルトランドセメント（パターンA）による改良状況」

前回、補助カーテンなしで実施した試験施工の結果と比較すると、補助カーテングラウチングSB列、SA列施工によって以下のような改善傾向が認められる。

【ルジオン値】

CH-1のルジオン値は、補助カーテンなしで実施した前回チェック孔に比べて遞減傾向が認められるが改良目標値（5ルジオン非超過確率85%以上）は満足していない。

区 分	最小値	最大値	算術平均値	非超過確率 50%値	非超過確率 85%値
補助カーテングラウチングSB列	8.4	*999.9	107.8	33.0	90.0
補助カーテングラウチングSA列	1.1	57.1	26.2	23.5	47.5
カーテングラウチング列	0.0	157.2	26.8	22.4	37.0
CH-1	4.2	36.4	20.2	20.0	36.0
前回カーテングラウチング列	0.1	98.3	31.1	23.9	55.0
前回チェック孔	4.8	50.1	21.8	12.0	47.0

*999.9はデータ処理上、水押しテストで1,000ルジオン以上を示す箇所である。

【単位注入セメント量】

CH-1の単位注入セメント量は、補助カーテンなしで実施した前回チェック孔に比べて遞減傾向が認められ、少ない注入量である。

区 分	最小値	最大値	算術平均値	非超過確率 50%値	非超過確率 85%値
補助カーテングラウチングSB列	6.0	266.2	55.7	30.0	130.0
補助カーテングラウチングSA列	2.4	148.4	37.5	21.1	80.0
カーテングラウチング列	0.1	18.3	16.3	10.9	28.0
CH-1	2.5	34.2	11.4	6.8	34.0
前回カーテングラウチング列	3.8	433.6	89.4	37.3	190.0
前回チェック孔	4.8	50.1	44.5	13.0	100.0

※岩盤変位は、最大で7/100mm。

※リークは補助カーテングラウチング部で1箇所。

※CH-1孔は、後述の超微粒子試験(パターンB)実施のため普通セメントを注入した。

CH-1孔の結果から明らかのように、補助カーテングラウチングをカーテングラウチング深度まで施工しても、普通ポルトランドセメントによる注入では改良目標値（5ルジオン非超過確率85%以上）は満足していない。このため、右岸シーム周辺部は普通ポルトランドセメントによる注入では改良困難であると評価する。しかし、単位注入セメント量には明瞭な遞減傾向が認められることから、補助カーテングラウチングは粗止めの効果をもたらしていると評価する。

普通ポルトランドセメントによるシーム下盤破砕帯注入試験

普通ポルトランドセメントによる改良結果については以上のとおりとなった。さらに施工方法を

変更することで普通ポルトランドセメントによる改良可能性を把握するための検討をブランクセットグラウチングの試験施工で実施し、下記項目の確認を行った。（右岸上流シーム部付近）

- ① 貧配合による改良効果の確認
- ② バックステージ工法による改良効果の確認

1) 試験仕様

孔配置は、ブランクセットグラウチングの孔配置。

注入仕様は、ブランクセットグラウチングの仕様に準じたが、貧配合セメントによる注入状況を確認するため初期配合をルジオン値にかかわらずC/W=1/100に固定し、総注入量を5,000リットルに変更した。

【バックステージ工法試験手順】

- ① 非注入区間削孔φ46mm。
- ② 1-1ステージ（上位）φ46削孔⇒パッカー設置⇒水押し⇒セメンテーション（孔壁維持）
- ③ 1-1ステージ（上位）φ46再削孔（リボーリング）
- ④ 1-2ステージ（下位）φ46削孔⇒水押し⇒セメントミルク注入
- ⑤ 非注入区間再削孔φ66mm
- ⑥ 1-1ステージ（上位）φ66再削孔⇒パッカー設置⇒水押し⇒セメントミルク注入
- ⑦ 非注入区間穴埋め（完了）

2) 施工結果

「ルジオン値」

処女地盤では40Lu以上の高透水性を示すが、図-6、⑥作業の1-1ステージでの透水性は20Lu程度に低下しており、原因として②作業のセメンテーションする際の孔壁周辺が目詰まりによる影響が大きいと評価した。

「単位注入セメント量」

注入量は、1-1ステージの単位注入量が10~20kg/mであるのに対し、1-2ステージでは最大73.9kg/mと注入量が多い傾向が認められ、これは、上記セメンテーションによる孔壁周辺が目詰まりと評価した。

「限界圧力」

処女地盤の限界圧力は、注入圧力以下（0.3Mpa）では認められない。

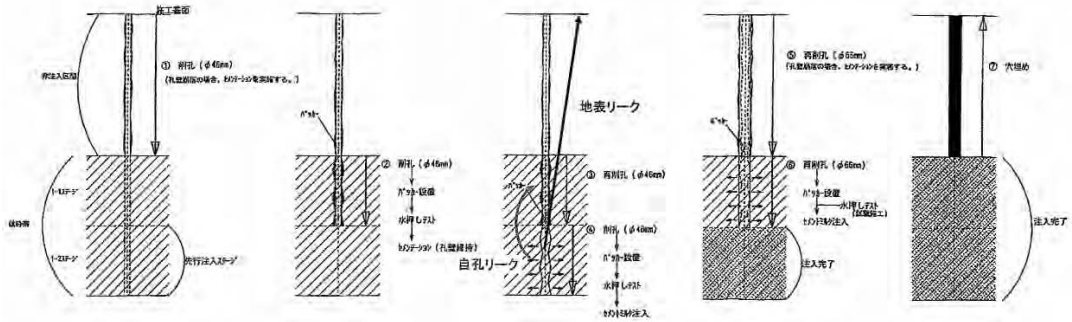


図-6 シーム下盤破砕帯注入試験手順図

「リーク」

リークはコアトレンチ斜面部を含めて認められなかった。貧配合で注入すれば、地表にリークし注入孔から地表間の高透水部の改良が進むと思われたが、リークは発生しなかった。これは、破砕帯の亀裂が細かいためでありリークの原因は、セメントミルクの濃度ではなく、セメントの粒径によると評価した。

「岩盤変位」

注入量が少ないことより岩盤変位が発生しなかったと評価した。

「改良状況」

規定孔注入後、深部ステージは20ルジオン以上を示し改良目標値は満足されなかった。

以上より、①貧配合注入は、注入量の増加は見込めるものの改良効果は通常濃度の注入と明瞭な差が認められないことから、注入時間が増加する等、労力のかかる割には効果が低くシーム周辺の改良には適さないと評価する。また、②ボックスステージ工法は上位のステージにセメンテーションによる注入障害が発生していると考えられるため、本ダムのシーム周辺の改良には適さないと評価する。

「超微粒子セメント（パターンB）による改良状況」

、の試験結果によると普通ポルトランドセメント使用では改良目標値を満足しないものとなった。そこで、破砕帯注入試験の施工結果にあるとおり、破砕帯の亀裂が細かいため、普通ポルトランドセメントよりも粒径の小さい超微粒子

セメントを使用しての試験を引き続き行った。

【ルジオン値】

カーテン列のルジオン値は、前回チェック孔と比べて明瞭な減傾向が認められ、CH-2孔で改良目標値を満足する。

ルジオン値一覧表(超微粒子セメント使用) (単位:換算ルジオン値)

区分	最小値	最大値	算術平均値	非超過確率50%値	非超過確率85%値	*材料
補助カーテンSH列	8.4	*999.9	107.8	33.0	90.0	N
補助カーテンSA列	1.1	37.1	26.2	23.5	47.5	N
カーテン列	0.3	58.0	11.4	7.3	26.7	SF
CH-2	0.6	2.4	1.4	1.3	2.4	-
前回カーテン列	0.1	98.3	31.1	23.9	55.0	N
前回チェック孔	4.8	50.1	21.8	12.0	47.0	-

*999.9はデータ処理上、水押しテストで1,000ルジオン以上を示す箇所である。

*材料欄 N:普通ポルトランドセメント, SF:超微粒子セメント

【単位注入セメント量】

カーテン列の単位注入セメント量は、普通ポルトランドセメントによる補助カーテン列に比べて明瞭な減傾向が認められる。

単位注入セメント量一覧表(超微粒子セメント使用) (単位:kg/m)

区分	最小値	最大値	算術平均値	非超過確率50%値	非超過確率85%値	*材料
補助カーテンSH列	6.0	266.2	55.7	30.0	130.0	N
補助カーテンSA列	2.4	148.4	37.5	21.1	89.0	N
カーテン列	1.3	807.4	142.1	88.5	324.3	SF
CH-2	0.3	5.8	2.8	2.9	5.8	-
前回カーテン列	3.8	433.6	89.4	37.3	190.0	N
前回チェック孔	4.8	50.1	44.5	13.0	100.0	-

*材料欄 N:普通ポルトランドセメント, SF:超微粒子セメント

CH-2孔の結果から明らかのように、超微粒子セメントによる注入では改良目標値（5ルジオン非超過確率85%以上）は十分満足している。ボーリングコアには、普通ポルトランドセメントのグラウトケーキが充填された厚い亀裂と超微粒子セメントが充填された薄い亀裂が認められた。普通ポルトランドセメントのグラウトケーキは補助カーテングラウチングから到達したミルクと考えられ、補助カーテングラウチングによる粗止め効果が発現していると評価する。

なお、岩盤変位は、変位規制（10/100mm）に至るものが1ステージ発生した。普通ポルトランドセメントより大量注入に至りやすい為、変位が起きやすいと判断している。

また、リークは全孔で発生し、1ステージがリーク中断となった。普通ポルトランドセメントよりリークが発生し易い。

7. まとめ

以上のような結果からシーム処理方針として、補助カーテングラウチングをシーム周辺の高透水部をカバーする深度まで施工することとする。このことは粗止めの効果が期待でき、圧力のかからない高透水部はある程度改良出来ると評価して

いる。

また主カーテンの使用材料として、試験結果で実績が出された超微粒子セメントを使用することで確実に改良目標値を満足すると判断する。

超微粒子セメントは、過去に割れ目のはっきりとしないマサ土や砂岩などを対象とした注入の実績はあるが、割れ目幅が発達した複雑な亀裂性岩盤に対しての脈状注入等の使用例の報告は少ない。普通ポルトランドセメント使用による追加孔数と、超微粒子セメント注入効果に伴った追加孔の減少の施工量を経済比較する等施工現場で実証していきながら、超微粒子セメントの有効活用を図っていくこととする。

流れ出た大量の土砂で常願寺川は、川底が浅くなってしまい、この災害以降ほぼ1年に1回以上の割合で、洪水が起こるようになり、暴れ川に変貌した。

常願寺川の治水対策と農業用水の合口化

1) 明治24年の大水害

常願寺川の歴史は、洪水との闘いでもあった。中でも、明治24年（1891年）の7月に起こった大水害は、安政5年の惨劇を凌ぐもので、連日の大

雨によって県内各地の河川が氾濫した。一番被害の大きかった常願寺川は、堤防の決壊が左右岸合わせて6.4kmにも達し、現在の富山市藤木にあたる地域は21日もの間浸水し続けた。

富山県は明治政府に対して抜本的な河川改修計画を指導する人物の派遣を依頼することとした。

2) ヨハネス・デ・レーケ

明治政府が派遣したのはヨハネス・デ・レーケというオランダ人技師であった。デ・レーケは、淀川や木曾三川等さまざまな河川の改修工事に携わり実績を積んでいた。明治24年8月に来県したデ・レーケの前に現われたのは、息を飲むほどに巨大なカルデラの崩壊現場で、大自然の驚異を目の当たりにすることとなる。「すべての山を銅板で覆わねばどうにもならない」と言わせるほど想像を絶する光景を前に、デ・レーケは人間の力の限界を知った。そして次のような内容の大改修計画を県に提案した。

- ①川幅の拡張
- ②支川白岩川との分離
- ③堤防の築堤
- ④農業用水取水口の合口化

明治24年12月、ついに日本一の暴れ川常願寺川の大改修工事が開始され、工事は流域住民総出の大海戦術で進められることとなる。

3) 常西用水の合口化

明治中期までは常願寺川の両岸に23ヶ所もあった取水口も出水のたびに決壊、埋没を繰り返していた。デ・レーケは調査結果の中で、「洪水のたびに堤防が決壊しているのは、左岸に取水口が多くあるため、本流の勢いが左岸に誘導され、川底の地盤を傾斜させていることが原因の一つである。」と述べている。そこで、左岸の取水口を全て廃止し、上流側の安全な場所に取水口を1ヶ所設け、そこから各用水に分水する合口化事業を提案した。

この合口化計画は多くの農民に反対されたが、彼の熱意が農民に浸透するに及び明治25年（1892年）2月、ついに工事は着工された。

全長13kmにもなる常西合口用水は翌年完成する（写真-2）。このように大規模な片岸の合口化としては、日本初ともいわれ、その後の河川改修や農業用水の整備に大きな影響を与えることとなる。



写真-1 崩壊地が広がる立山カルデラ

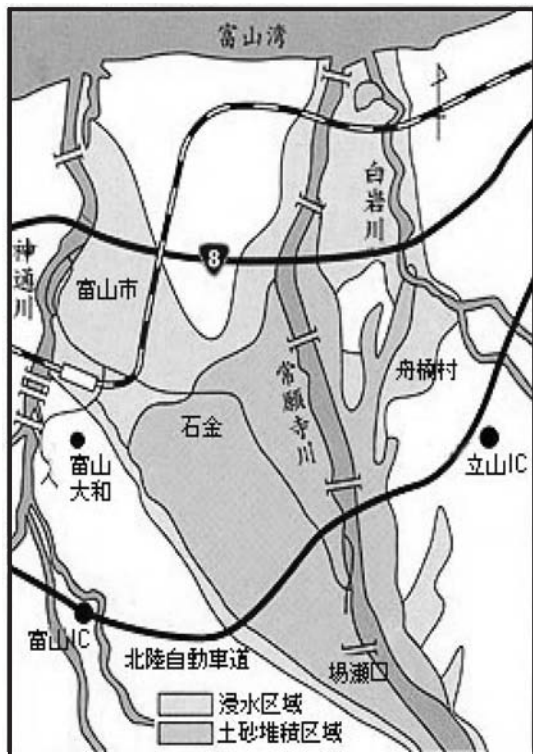


図-3 安政5年洪水氾濫図



写真-2 当時の常西合口水路

4) 常東用水の合口化

常西用水合口事業の完成は、常願寺川の対岸である常東側の危機感を強め、明治34年常東用水町村組合を設立する契機となった。しかし、常東用水の合口事業は、常西用水が合口された

にもかかわらず、取水口が土砂で埋没するなど依然として維持管理が困難な状況であったため、気運が盛り上がりならず、進展しなかった。

5) 国営常願寺川農業水利改良事業

昭和15年、常東・常西用水両組合が県の要請に応じて国営による合口事業に同意した。翌年、農地開発営団事業として合口事業が着工されたが、戦時下のため労力や物資が乏しく工事の進捗は遅れた。昭和22年にGHQ指令により営団は解散する。

農林省は県及び両水利組合の請願を受けて直轄による事業の継続を決めた。昭和28年5月、横江頭首工から共通幹線水路を経て東西両合口水路に通水が開始される。

3. 幹線水路の概要

国営かんがい排水事業「常願寺川地区」

当時の図面がわずかに残っており、それが図-4

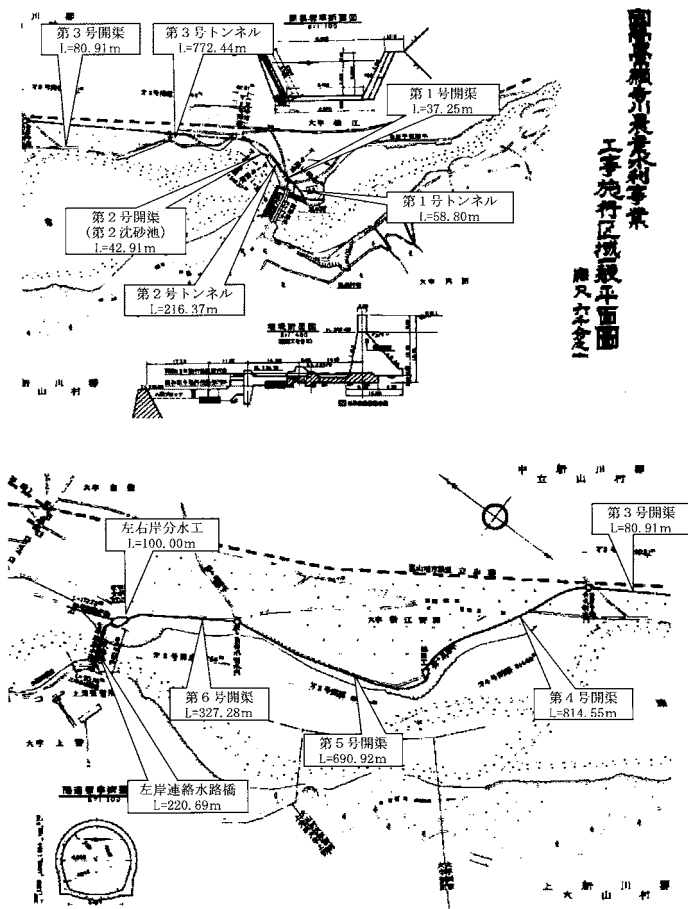


図-4 国営常願寺川農業水利事業計画一般図（上段：上流側，下段：下流側）

の計画一般図である。距離の単位は寸、尺が使用されている。

共通幹線水路の位置は、常願寺川に沿って計画されているが、これは、建設当時、現況の用水路が隣接していたため、合口化する上で合理的、経済的であったことや、当時の食糧増産という国家的要請の背景から可能な限り農地を潰さないような配慮からなされたものと推察される。

また、共通幹線水路の近傍には、観光スポットとして有名な立山黒部アルペンルートへのアクセスとして利用されている富山地方鉄道立山線がある。

共通幹線水路は、図-4の第1号トンネルから第6号開渠までのおおむね3kmの区間である。

トンネル3箇所 総延長1,047.6m

開渠工 総延長1,993.8m

トンネルは2R=4.24mの標準馬蹄形断面である。

開渠工は練石積み護岸の断面である。



写真-3 幹線水路（開渠）の状況

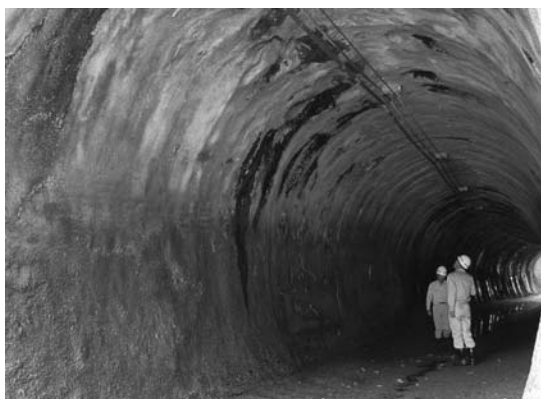


写真-4 1号トンネルの状況

4. 災害の発生

3号トンネルの落盤

共通幹線水路は発電用水等を通水しているので発電所の定期点検時でなければ断水できない。平成15年10月17日の断水時に3号トンネルの中程で落盤が発見された。

落盤はトンネル上坑口から約250mの地点で、トンネルアーチ部の中央に径1.8m程度のほぼ円形で抜け落ちていた（写真-5）。

崩落した部分を調べたところ、水路の石積の裏込コンクリートがあった。

つまり、この水路擁壁によって地表面の陥没が免れた結果となっていた。

原因については後述する。

第2沈砂池法面崩壊

第2沈砂池の法面崩壊が発見されたのは平成16年7月20日である。沈砂池右岸の練石積み護岸が倒壊した（写真-7）。原因は前日の降雨による護岸背面の間隙水圧の上昇と考えられる。



写真-5 3号トンネルアーチ部の落盤



写真-6 第2沈砂池の被災前（下流から撮影）



写真-7 第2沈砂池の被災後（下流から撮影）

施設機能診断の必要性

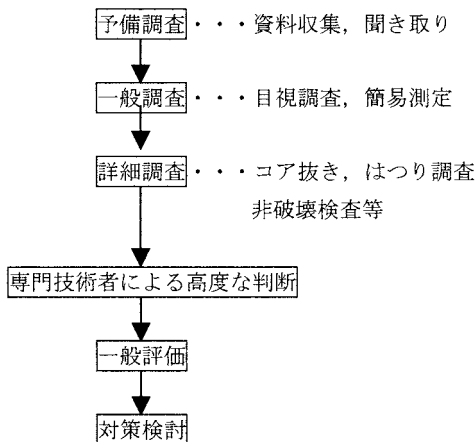
上記のような事故の発生が重なったが、特にトンネルについては日常点検ができないことから、事故の未然防止が難しい状況にある。

このため、トンネルの機能診断を行うこととした。

5. トンネルの施設機能診断の概要

施設機能診断の概要

平成16年11月に出された施設機能診断マニュアル（調査編）案によれば、以下のようなステップで調査を行うことになっている。なお、詳細調査は変状の原因が複雑・不明瞭等の場合に行われる。



予備調査

予備調査で収集する資料は、構造物の主要図面、構造計算書、地質状況、施工状況、事故や修復及び過去の同種調査の履歴等である。

主要構造図は竣工出来形図があるが、構造計算

書、地質状況（地質調査、切羽スケッチ等）は存在が不明で収集できなかった。

以下に、平成16年度までに収集できた資料名を挙げる。

表-1 工事図面・計算書等の資料

資料名	発行年度	発行元
国営常願寺川農業水利事業 竣工出来形図	昭和27年	農林省
常西合口100年史	平成4年	常西用水土地 改良区

地質状況については、周辺の露頭調査からトンネル地質縦断図を作成した。

表-2 補修履歴等の資料

工事名	年度	工事内容
1号～3号トンネルイン バート補修工事	S49～50	インバート洗掘 箇所を補修
2号沈砂池改修工事	S53	インバート改修
3号トンネル復旧工事	H15	崩落箇所を鋼板 巻立で補修

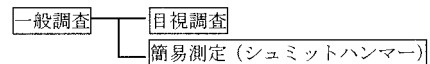
表-3 調査履歴の調査資料

業務名	年度	業務内容
横江頭首工等構想設計そ の他業務	H8	幹線水路全線の 簡易目視調査等

一般調査

一般調査は、トンネルの持つ機能について現地で容易にできる調査項目からなる。

通常、一般調査は予備調査で抽出された構造物を対象に行う。なお、以下は3号トンネルの調査について述べることにする。



1) 目視調査

目視調査は、覆工コンクリートの表面に生じているひび割れ、洗掘摩耗、欠損、鉄筋の露出等の観察に加え、目視で判断できる不同沈下・傾斜等の変形、打撃音による空洞の有無、漏水・湧水の状況等の調査である。



写真-8 目視調査

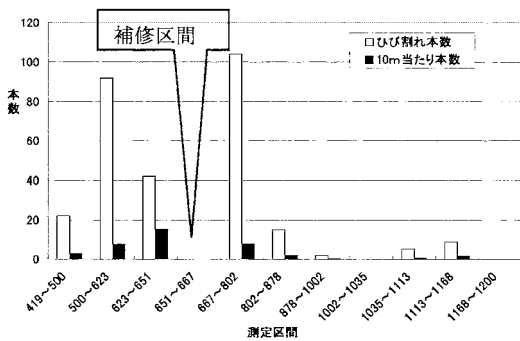


図-5 目視調査によるひび割れ本数

上図のように、平成15年度に崩落し補修した区間の前後にひび割れの発生している割合が多い。

今回は、目視調査に加えてレーザーによる調査も実施しているので、これについては後述する。

2) 簡易測定 (シュミットハンマー)



写真-9 シュミットハンマーによる調査

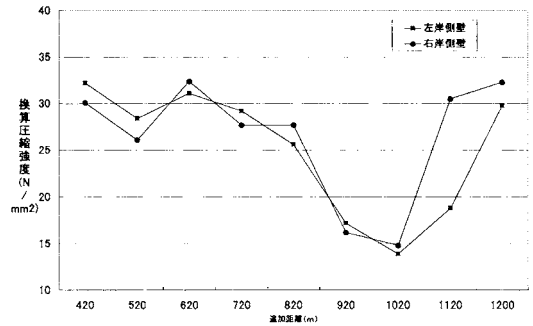


図-6 換算圧縮強度

換算圧縮強度は13.9~32.3N/mm²(平均27N/mm²)と比較的良好であった。無筋コンクリートであることを考慮すれば設計強度18N/mm²程度で打設していると判断される。

詳細調査

詳細調査は、予備調査や一般調査では変状の特定が困難な場合や対策工法の選定が困難な場合に実施される。

調査は以下のような項目からなる。

コンクリートの破壊検査

コア抜き試験・・・コアを抜き取って圧縮強度試験を実施する。

はつり調査・・・表面をはつり、圧縮強度、中性化、塩害、アルカリ骨材反応、鉄筋腐食等の試験を行う。

コンクリートの非破壊検査

自然電位法・・・鋼材の腐食状況

赤外線法・・・コンクリートの剥離等

超音波法・・・空洞、圧縮強度、静弾性係数

衝撃弾性波法・・・空洞、巻厚

電磁波レーダー法・・・空洞、巻厚、鋼材位置

放射線透過法・・・空洞、巻厚、鋼材位置

電磁誘導法・・・鋼材位置

反発度法・・・圧縮強度、静弾性係数

覆工断面の変状調査・・・内空断面を測定して変状の状況や進行速度を把握する。

地山の調査・・・変状が地圧に由来すると判断される場合は、地山の膨張性試験等を行う。

構造解析による構造物の照査

上載荷重の増加等がある場合は、荷重が設計耐力以下か確認する。また、変状が認められる場合は、使用限界・耐震性能について照査する。

今回の詳細調査では、はつり調査によるコンクリートの中性化試験（フェノールフタレイン反応）と、電磁波レーダー法による巻厚・空洞調査と鋼材位置の測定を実施した。また、インバートの摩耗調査も併せて実施した。

なお、建設当時は鋼製支保工が貴重であることから木製支保工を使用したと想定していたが、意外にも電磁波レーダー調査では支保工そのものが検出されなかった。

1) 電磁波レーダー調査

電磁波レーダー調査ではアーチクラウンセンサーとセンサーの左右30°の3測線で計測した。



写真-10 電磁波レーダー調査

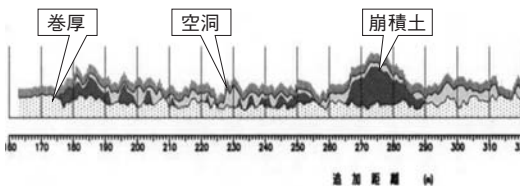


図-7 電磁波レーダーの解析図

(ア) 巻厚調査

電磁波レーダーの解析によって求めた覆工コンクリートの厚さ（巻厚）を100m区間毎に集計した結果を表-4に示す。

表-4 巻厚の測定結果

区間 (TD m)	データ数	巻厚 (cm)			
		右 30°	中心	左 30°	平均
419~500	82	35.8	29.5	32.9	32.7
501~600	100	29.3	24.5	30.2	28.0
601~700	85	34.1	34.1	34.3	34.2
701~800	100	32.2	26.9	31.5	30.2
801~900	100	37.4	33.0	37.3	35.9
901~1000	100	37.5	30.1	35.5	34.3
1001~1101	100	38.9	33.6	40.3	37.6
1101~1201	100	35.6	36.1	39.7	37.2
平均		35.1	31.0	35.3	33.8

建設当時の図面から設計巻厚を読みとると約38cmであり、実際の巻厚はやや薄いことになるが、人力での施工を考えれば比較的良好な施工であると言える。

(イ) 空洞調査

空洞調査の結果を表-5に示す。

表-5 空洞の測定結果

区間 (TD m)	距離 (m)	空洞の状況 (延長比)		
		左 30°	中心	右 30°
419~425	6	なし	なし	なし
425~623	198	20%未満	90%以上	20%未満
623~719	96	なし	なし	なし
719~802	83	10%未満	90%以上	10%未満
802~1002	200	10%未満	なし	10%未満
1002~1113	111	20%未満	90%以上	20%未満
1113~1139	26	なし	なし	なし
1139~1167	28	10%未満	90%以上	10%未満
1167~1201	34	なし	なし	なし

建設当時の施工から考えて裏込めグラウトは施工されなかったと思われるので、アーチクラウンセンサーの延長比で50%程度の区間に空洞が認められないのは、建設時に生じていた空洞部を崩積土が充填している可能性がある。崩積土厚がレーダーの検出能力以上に堆積している場合には、崩積土上部の空洞を検知できないという課題がある。

2) はつり調査

このトンネルは無支保・無筋構造であることからコンクリートの中性化が構造上問題になることはないが、建設後50数年の経過で中性化の進行は興味を引くところである。調査はコンクリート表面を10cm程度はつり、1%濃度のフェノールフタレイン溶液を吹き付けて赤色反応を見るものである。

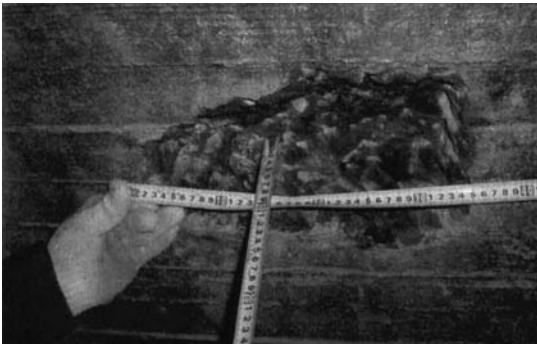


写真-11 中性化試験

写真-11に示すように、中性化の兆候は全く認められなかった。

3) インバート摩耗調査

インバートは昭和49～50年度に全線で補修されているが、それから30年を経過して摩耗状況が目視でも分かるようになってきている。



写真-12 インバート摩耗の計測

表-6 インバート摩耗の計測

位置	左	中心	右
TD500	▲10	▲10	0
TD600	+20	▲90	+40
TD700	+20	▲10	+20
TD800	+30	+20	+50
TD900	+20	▲100	+10
TD1000	+20	▲70	0
TD1100	0	▲80	0
TD1200	0	0	+10

▲は規定高より摩耗によって低くなっている場所、+は規定高より高いことを示すが、規定より高い場所が多く補修時に現地合わせで高さを調節していたと思われる。

いずれにしてもセンターを中心として局所的に洗掘されていることが分かる。

6. レーザー調査について

レーザー調査の概要

レーザー調査は、目視によるひび割れ・洗掘・あばた・漏水・汚れ等のスケッチに代えて、水路トンネル壁面に発射したレーザー光線の微弱な反射を連続的に記録するものである。この技術は(独)農業工学研究所と民間3社(代表;日本工営株)による官民連携新技術研究開発事業「効率的な農業用水路維持管理のための非破壊調査技術および劣化診断システムの開発」(平成14～16年度)により研究開発されたものである。

目視スケッチは時間と仮設(照明・足場等)を要するのに対して、レーザー調査では現地での調査が短時間で済み仮設も不要であることから、本トンネルのように十分な調査期間をとれない場合



写真-13 レーザーによる連続画像計測



図-8 3DCGの活用のイメージ



写真-14 レーザーによる連続画像データ (TD.620~640)

には非常に有利な手法であるといえる。

画像データからひび割れ等を抽出するのは手作業となるが、画像上でひび割れ等をトレースするので位置や長さが正確に反映される。

レーザー調査の目的

今回の調査に新技術の導入を図った目的は、共通幹線水路が発電と共用している関係で、現地の作業時間が十分取れないことに加え、将来的にはトンネル壁面の連続画像を3DCGに取り込むことで疑似空間を再現して点検管理等に応用したいと考えていることからである。

レーザー調査結果

写真-14は、画像データを展開したもので、中央がアーチクラウンセンターである。今回はインバートに流水があったため、インバートの画像は記録できなかった。

レーザーによる壁面連続画像スキャンの結果、約1年前に実施した目視調査と同様の結果が得られたことから本技術の有効性が確認できた。さらに、調査結果ではこの1年間でひび割れ等の変状について急速な進行は認められなかった。

7. 一般評価

評価項目

施設機能診断マニュアル（調査編）案に従い、評価項目を以下の7項目とする。

構造的機能	・・・構造体としての安定性
水理学的機能	・・・通水機能
水利的機能	・・・水管理機能
環境機能	・・・水質保全・環境との調和
維持管理	・・・維持管理上の課題
耐用年数	・・・残存年数
事故歴と補修	・・・資料調査・現地調査

評価区間の設定

評価区間は通常は1坑単位とするが、地質構造や土被り高等のトンネルの環境が大きく変化する単位で区切る場合もある。

トンネルの縦断面は、図-9のとおりである。

図-9の紫色が想定岩盤であり、その上に河床砂礫層が堆積しており、トンネル部分はこの河床砂礫層内にあると推定される。

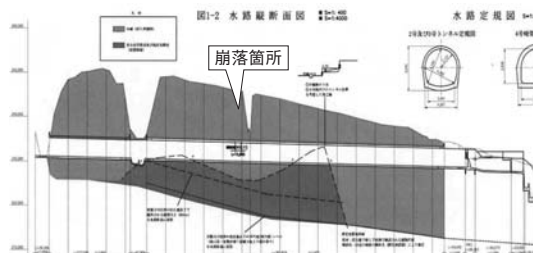


図-9 トンネル縦断面図

3号トンネルの場合、平成15年に崩落した箇所には沢があるが、それを除くと土被り高はなだらかに減少している。また、トンネルの上には住宅・工場等は無く、建設当時からの環境変化は認められない。

従って、3号トンネル全線を1単位として評価することとする。

評価指標

評価指標についても上記マニュアル案により、評価区間（ユニット）毎にA～Cの3段階評価を行う。

評価指標を表-7に示す。

評価結果

3号トンネルについて、構造的に問題となるのは空洞の進行である。覆工コンクリートでは洗掘されたインバート・アンダードレーン等の補修が必

表-7 評価ブロック単位の一般評価指標

区分	A判定	B判定	C判定	
1. 構造的機能	調査ユニット評価(※) Aが30%以上	A評価 30~10% または B評価 60%以上	左記以外	
	ユニット評価率(%) = (調査ユニット延長 / 一般評価総延長) × 100			
2. 水利学的機能	通水機能, 水理的安定性及び水管理機能等の課題が多い	同左の機能の課題が多少ある	同左の課題はない	
3. 水利的機能	水管理機能等の課題が多い	同左の機能の課題が多少ある	同左の課題はない	
4. 環境機能	水路トンネル周辺に住宅等が密集し事故の場合, 社会的影響が極めて高い	同左の社会的影響が比較的高い	同左の社会的影響度は比較的低い	
5. 維持管理上	補修費の増加が著しく今後も増大が予想される	補修費の増加傾向がある	補修費の増加なし	
6. 残存耐用年数	残存耐用年数が10年未満	同左が11年以上20年未満	同左が21年以上	
7. 事故歴と補修	事故が多発し今後も多発が予想され, 処置はされていない	事故多発したが最近年事故なし 処置は不十分	事故歴なし	
評価 対策	評価			
	対策の緊急性	施設系全体として緊急性が高い。早急に対策方針を立てる必要がある	緊急性はないが, 今後の対応策を検討する必要がある	継続使用を原則
	対策	対策時期や対応策(更新か予防保全か)について別途検討		通常の維持補修

(※) 調査ユニットの評価基準を表-8に示す。

表-8 調査ユニットの評価基準

ランク	評価基準
A	ひび割れ欠損, 表面劣化, 変形等の老朽化が著しく進行していて, 構造的にも不安定な状態にあり水路機能も低下している。 (緊急に整備の必要な施設: 0~10年後)
B	現状では水路機能に支障はないものの, 老朽化の兆候が見受けられ, 進行状態にあると考えられる。 (20年以内に改修の必要な施設: 11~20年後)
C	当面, 特段の対策が不要なもの。

要である。

水利・維持管理上ではトンネル下流部の堆砂が多いことが問題であるが, これはトンネル下流での堰上げが原因となっているもので, 解決には頭首工の取水位を含めた水路系全体の改修が必要となるので現段階では解決が難しい。

これらを総合的に判断した結果, このトンネルの判定はB(施設全体としての緊急性は無いが今後の対応策について検討を要する。)となった(表-9)。

幹線水路の上流側は私鉄が隣接しており, また, トンネル上部は水田として利用されている等, 事故があった場合の社会的影響が大きく, その意味で空洞部分の把握が非常に重要である。

しかし, 本調査においては, 崩積土が厚い場合はトンネル天端空洞部分の把握が困難であり, 地表部の崩落の危険性を確認することはできなかった。

8. さいごに

崩落の原因について

3号トンネルで崩落事故が発生したが, この原因については次のように推定している。

崩落箇所の真上に沢があり土被りが薄いため, 十分なアーチアクションが作用していなかった可能性が高く, かなり以前に覆工コンクリートを貫通するようなひび割れが発生していたと考えられる。事故発生直前に空洞内に大量の水が沢から供給されたことが起因となって, 水と崩積土の荷重により押し抜きせん断破壊が生じたと推定している。

表-9 3号トンネルの一般評価総括整理表

地区名：常願寺川沿岸		施設名：共通幹線水路		診断箇所、区間：3号トンネル 延長：782m		調査年月日 H15年10月～H17年1月				
台帳 番号	施設名	構造	規模等	延長	累加 延長	判定	判定ランク			備考
							Aの 延長	Bの 延長	Cの 延長	
	水路トンネル	在来工法	2R=4.24							
3-1	TD419～500			81	81	B		81		
3-2	TD500～623			123	204	B		123		
3-3	TD623～651			28	232	B		28		
3-4	TD651～667			16	248	B		16		鋼板補強
3-5	TD667～802			135	383	B		135		
3-6	TD802～878			76	459	B		76		
3-7	TD878～1002			124	583	B		124		
3-8	TD1002～1035			33	616	B		33		
3-9	TD1035～1113			78	694	B		78		
3-10	TD1113～1168			55	749	B		55		
3-11	TD1168～1201			33	782	B		33		
計				782				782		
総延長に対する比率								100%		
評価		一般評価判定：B		覆工コンクリート全般について、ひび割れ・洗掘欠損が発生しているが致命的なもの認められず、今後の使用に十分耐えうるものと判断される。ただし、堆積層に築造されたトンネルであることから局所的な地山の緩みが進行して覆工を破損する可能性があるため、定期的に空洞部及びひび割れをモニタリングする必要がある。						

機能診断について

今回の調査では建設当時の状況を記憶している人がおらず、出来形図からは構造の詳細が分からないため、調査結果と当時の施工技術を照らし合わせながらの作業となった。機能診断で重要な手掛かりである詳細な構造図、出来形図、施工状況写真等の重要性を再認識し、このような技術的資料をどのようにして後世に伝えてゆくか改めて考える機会となった。

また、常願寺川農業水利事業は戦後の物資が乏しい時代であったにもかかわらず、非常に優れた施工を行っていたことが分かり、先達の叡智と苦勞に思いを馳せるしだいである。

本年度の調査にあたっては、(独)農業工学研究所造構部施設機能研究室からご指導を頂くとともに、機能診断技術は今後の重要な技術であることから、関係機関を招集して現地研修会を実施してきた。

今後の課題としては、トンネル上部の空洞把握やこれまでの調査結果を含めたデータの保存方法、視覚的で分かり易い表現方法等といった施設の予防保全の観点のほかに、危機管理の観点からの検討も進めなければならない。

また、今回は、一部トンネル内での調査であったが、幹線水路の延長の3分の2を占める開水路部分は常願寺川の川岸に隣接しており、川岸の洗掘による影響や水路天端の高い法面の崩壊にも注意が必要であり、今後、幹線水路全体について各種調査を行い、合理的な予防保全対策を検討する必要がある。

※この評価では3号トンネルのひび割れと空洞状況に着目して11区間に分けて評価を行った。

なお、鋼板補強とある区間が平成15年10月の崩落箇所であり、この評価がBとなったのはインバート及びアンダードレーンの補修が未了のためである。

宮川サイフォン改修の設計事例について

西 尾 利 哉* 岩 長 昌 宏* 松 井 一 将*
(Toshiya NISHIO) (Masahiro IWAOSA) (Kazumasa MATSUI)

目 次

1. 地区概要	36	4. 管更生工法の検討	39
2. 宮川サイフォン改修の概要	36	5. おわりに	41
3. 既設管の評価	37		

1. 地区概要

本地区は三重県の南勢部に位置し、宮川を中心とした伊勢平野で、「お伊勢さん」として広く知られている伊勢市外6町1村にまたがる稲作を主体とした約4,700haにおよぶ優良農業地帯で、国営宮川用水事業（S32～S41）によって用水確保、用水施設の整備がなされ農業の振興が図られてきた地域である。しかし、昭和30年代後半に施工された幹線水路等は老朽化が進み、漏水事故も多く全面

的改修が望まれている。また、現行水利使用は昭和40年に河川管理者の同意を得た内容であり、その後の営農形態の変化及び乾田化・汎用化に伴う単位用水量の増大等により用水不足が生じている。このため、本事業において斎宮調整池を築造し用水の確保を図るとともに、幹線水路の改修整備を行うものである。

2. 宮川サイフォン改修の概要

宮川サイフォンは1級河川宮川の河口から約



図一1 1号幹線水路宮川横断面平面図

*東海農政局宮川用水第二期農業水利事業所
(Tel. 0596-31-0555)

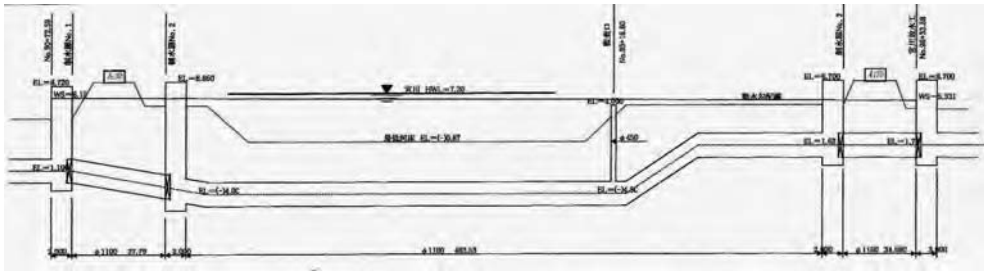


図-2

5km地点を横断する1号幹線水路の一部である。現況はPC管φ1,100mm、流量約0.3m³/sであり、この既設管を利用して宮川サイフォンを流量約0.9m³/sを流すことができる施設に改修する計画である。

3. 既設管の評価

内圧に対する安全性の検討

当該路線においては、水路形式が現況の開水路、オープンタイプのパイプラインからクローズドタイプのパイプラインに変更され、管路に作用する設計内圧は現況約0.1Mpaが0.7Mpaまで上昇する。

既設管の強度が劣化等により低下していない場合を想定した設計内圧に対する安全性は以下のとおりである。

表-1 タイプ別既設管路の許容内圧

旧測点	タイプ	位置	許容内圧(MPa)	
			目安※1	計算結果
NO.90+74.59	PCIパイプ	左岸堤防下	無し	—
～NO.91+24.40	(RC管のコンクリート巻立)			
～NO.95+31.58	PCパイプ A型(3種相当)	河床部	0.80・OK	0.34・NG
～NO.95+73.37	PCパイプ B型(3～4種)	右岸高水敷	0.66・NG	省略
～NO.96+23.00	PCIパイプ	右岸堤防下	無し	—
～NO.96+33.58	RCパイプ	右岸川底側	無し	—

『設計基準 パイプライン』p.122

上記のとおり、内圧に対して最も強度の強い「PCタイプA型」でさえ、設計内圧は許容内圧を上回っており既設管をそのまま利用することはできない。また、PC管以外の区間においても、当初の設計思想がオープンタイプ水路のサイフォンであることから内圧が作用することを想定していない。よって、サイフォンの全区間において内圧対策が必要となる。

老朽化に対する安全性の検討

過去の調査内容

これまで宮川サイフォンに関して行われた現

地調査の内容及びその結果は以下のとおりである。

表-2 過去の調査内容及び結果一覧

業務名	調査内容	検測結果	備考
① 平成11年度 宮川用水第二期地区 1号幹線水路実施設計 (小規模区)業務	・中性化試験 ・管内水中pH調査 ・管内目地間隔測定	・中性化深さ:4mm(平均),7mm(最大) ・目地間隔:4cm(測定値)が4箇所 ・判定結果:損傷は見受けられず健全である。	・パイプコンクリート ・パイプコンクリート ・中性化深さ:最大7mm
② 平成14年度 宮川用水第二期地区 1号幹線水路宮川橋敷 部実施設計業務	・縦断調査 ・中心線のズレの測定 ・目地間隔の測定 ・異物箇所確認、写真撮影	・縦断図作成、中心線照準 ・中心線ズレ:最大110mm(84,85) ・最大目地間隔:30mm ・目地箇所:14箇所(15mm以下) ・漏水箇所:なし	

経年変化に対する安全性

①耐用年数

「土地改良事業における経済効果の測定に必要な諸係数について」(15農振第2492号平成16年3月31日)によれば、サイフォン(鉄筋コンクリート、管路)の耐用年数は50年であり、既設管の経過年数は更新工事を平成17年度と想定した場合40年である。よって、残存耐用年数は約10年と考えられる。

②土被りの確保

「河川管理施設等構造令」により、サイフォンの必要土被りは、伏越しの位置付けで最低2.0mが必要である。現在、サイフォンの最小土被りは2.70mであり、現状においてこの値を確保している。

測点No.92+6.847

$$\begin{aligned} \text{管頂高 EL.1} &= \text{水路敷高} + \text{管内径} + \text{管厚} \\ &= \text{EL.(-)4.604} + 1.00 + 0.85 \\ &= \text{EL.(-)3.52} \end{aligned}$$

最低河床高 EL.2 = (-)0.82

なお、河床の今後の変動予測については、昭和56年から平成10年までの河床データに基づき検討を行った。宮川サイフォンの位置(距離標5.2km～5.4km)における河床の変動

は、特に昭和56年～平成元年にかけては低下しているものの、その後は上昇する傾向にある。また、回帰分析による結果、毎年の変動量は-0.008m/年～+0.02m/年である。この内、最も危険となる-0.008m/年を採用した場合においても、供用後の最小土被りは2.30mとなり、必要最小土被り（2.0m）を満足することが推定できる。このことから、将来においても土被りの問題はないと考えられる。

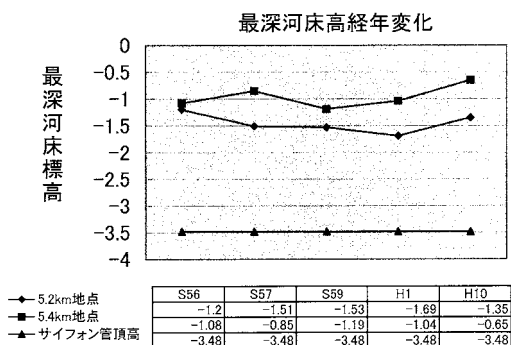
供用年後の最小土被り

$$= \text{現在の最小土被り} - 0.008\text{m/年} \times \text{供用年数}$$

$$= 2.70\text{m} - 0.008\text{m/年} \times 50\text{年}$$

$$= 2.30\text{m} > 2.00\text{m} \dots\dots\dots \text{OK}$$

表-3 最深河床高経年変化



中性化予測による残存耐用年数

中性化試験からの判定

中性化に関する調査は、左岸側川裏側のPC管2本を掘り起こし、内外面に対する中性化試験による判定を行っており、その結果、最大の中性化深さは内面で7mm、外面で4.8mmであり、PC鋼線に腐食は見られなかった。なお、本試験では、カバーコートが通常のモルタルではなくコンクリートであったこと、またその厚さが15mm程度であったことが判明している。

一方「2002年制定 コンクリート標準示方書 [維持管理編]」p.86によると、「中性化残りが10mm以下になると腐食している事例が急激に増加している。……腐食開始の判定は中性化残り10mmとしてよい。」と記されている。すなわち、管の外面においてPC鋼線を被覆している15mmのカバーコートの内、4.8mmが中性化していることから、今後の使用を考えるとPC鋼線は腐食すると見なすことができる。

PC管は、その製造メーカーによって製造方法、寸法、管材の構成が異なっているが、当該管路の場合、その内径、管厚により、「回転ロール方式」により製造されていると推定できる。回転ロール式の場合、横断方向のPC鋼線の内側に縦断方向のPC鋼線があるのみで、カゴ状鉄筋は設置されていないため、横断方向のPC鋼線が腐食し破断した場合には、管体が破壊することが想定される。

よって、当該管路については、既存のPC管の中性化は限界に達しており、その強度は期待できないものと判断する。

表-4 PC管の製造方法等の違い

規格	製造方式	管内径 D(mm)	管厚 t(mm)	かご状 鉄筋	継目コーム	備考
(1)	回転ロール方式	1,100	85	無し	丸型	
(2)	遠心力方式	1,116	100	有り	角型	



写真-1



写真-2

4. 管更生工法の検討

1次選定

宮川サイフォンでの施工条件から更生工法の検討を行った結果は、表-5のとおりであり、パイプ・イン・パイプ工法とインシチュフォーム工法が選定される。

【選定条件】

- ・自立管としての取扱いの不可

- ・円形管の布設の不可
- ・布設可能な口径
- ・継ぎ手部のズレ・開きに対する許容範囲
- ・許容内圧
- ・布設可能な延長

水理計算の結果による口径選定

水理計算の結果より、φ900以上であれば通水可能である。

表-5-1

管更生工法の選定

当該地区での施工条件から選定を行った結果は、以下の通りである。

施工可能な工法

工法選定の対象外となる決定要因

工法	自立管	工法名称	円形	口径		継手部のズレ・ひらき 判定 (ランクC)	内圧 判定 (0.7MPa以上)	最大立坑間隔L(m)		技術審査 証明
				Dmax	判定			施工可能延長	判定	
反転工法	可※1	ホースライニング工法	○	1,500	○	○	○	50	×	—
		ICPブリース工法	○	2,100	○	○	○	150	×	新技術
		インシチュフォーム工法	○	3,000	○	○	○	制限無(現場合枝)	○	新技術
		SDライナー工法	○	700	×	—	—	—	—	—
		インパイプ工法	○	400	×	—	—	—	—	—
		LIP工法	○	200	×	—	—	—	—	—
		バルテルSZ-B	○	200	×	—	—	—	—	—
		サイドライナー工法	○	200	×	—	—	—	—	—
		HIT工法	○	200	×	—	—	—	—	—
		SCライニング	×	—	—	—	—	—	—	—
形成工法	可※1	オールライナー工法	○	1,500	○	○	○	200	×	新技術
		バルテムSZ工法	○	800	×	—	—	—	—	—
		FFT-S工法	○	750	×	—	—	—	—	—
		EX工法	○	600	×	—	—	—	—	—
		シームレスシステム	○	600	×	—	—	—	—	—
		オメガライナー工法	○	400	×	—	—	—	—	—
精管工法	可※2	トロイライニング	○	1,200	○	○	×	—	—	—
		ステンレスライニング	○	1,000	○	○	×	—	—	—
		パイプリバース	○	900	×	—	—	—	—	—
		PIP工法	○	5,000	○	○	○	無制限	○	—
		ステンレスセグメント	○	3,000	○	○	×	—	—	—
		サブテラシステム	○	1,650	○	○	×	—	—	—
製管工法	不可※3	自由断面SPR工法	—	—	—	—	—	—	—	—
		バルテムフローリング	—	—	—	—	—	—	—	—
		SPR工法	—	—	—	—	—	—	—	—
		ボリング工法	—	—	—	—	—	—	—	—
ダンビー工法	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

農水での実績無し

※1 「下水管きよ改築等の工法選定手引き(案) p.45」
(平成14年5月, (社)日本下水道協会)

※2 メーカー聞きとり

※3 「下水道管路施設改築・修繕に関するコンサルティング・マニュアル(案)」
(平成12年10月, 管路診断コンサルタント協会)

ランク	許容範囲
A	管厚以上、目地脱却
B	管厚以下、受口深2/3以上
C	管厚2/3以下、受口深2/3以下
D	不可

新技術 (財)下水道新技術推進機構
下水道技術・技術審査証明

表-5-2 各管更生工法及びサイフォン終点水位の比較結果

工法	口径 (mm)	流速係数 C	サイフォン区間の損失水頭			サイフォン始点 エネルギー水位 EL1(m)	終点エネルギー水位		終点の 余裕水頭 (m)	
			摩擦損失 hf(m)	その他の損失 (m)	損失合計 (m)		必要水位 EL2(m)	設計水位 EL3(m)		判定
パイプ・イン・パイプ	φ1,000	130	0.685	0.068	0.726	15.487	13.695	14.761	OK	1.066
	φ900	130	1.100	0.103	1.203			14.284	OK	0.589
	φ800	130	1.951	0.166	2.117			13.370	NG	-0.325
インシチュフォーム	φ1,000	130	0.505	0.068	0.573			14.914	OK	1.219

$$hf = 10.67 \cdot C^{-1.49} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.85} \cdot L$$

D: 口径 (m)
Q: 流量 0.917m³/s
L: サイフォン区間の延長 589.73m

経済比較による工法選定

1次選定の結果及び水理計算結果からパイプ・イン・パイプ工法とインシチュフォーム工法について経済比較を含めた検討を行う。検討結果を表-6に示す。

検討結果より、経済性、施工性に優れているパイプ・イン・パイプ工法によりサイフォンの改修を行う。

①立坑設置の有無

パイプ・イン・パイプ工法により、既設管の中に鋼管を挿入するため、鋼管の挿入口が必要となる。鋼管挿入口として、宮川の左岸堤防外側の制水扉No.1 (No.90+73.47) 及び右岸堤防外

側の余水工 (NO.96+35.18) の両方から開削して設置する。ただし、サイフォンの縦断線形において、右岸側の既設管が立ち上がる曲管部 (NO.95+16.6) が急角度になるため、左右岸の挿入口の他に、直線部の施工性・経済性より河川内に立坑を設置し、立坑からも鋼管を挿入する案についても検討する。

②施工可能な期間について

既設管の改修をかんがい期間に行う場合、仮廻し配管が必要となる。しかし本設計区間は河川横断部であり、仮廻し配管を設置することが困難であるため、施工期間は非かんがい期 (9月16日～3月31日) とする。

表-6 サイフォン改修工法比較検討表

工法名	パイプインパイプ工法	インシチュフォーム工法
工法種別	鞘管工法	反転工法
工法条件	普通鋼管	現場含侵
口径	φ900	φ1000
管もしくは改修材の挿入口	No.90+73.47 No.96+35.18 の2ヶ所	
施工性	1ヶ年施工可能 ○	1ヶ年施工可能 ○
経済性	工事費(千円) 74,719 ○	259,760 ×
総合評価	インシチュフォーム工法に比べて、以下のことがいえる。 ・ 施工日数がかかるものの1ヶ年施工が可能のため、施工性に問題ない。 ・ 経済性に優れる	施工速度が速く1ヶ年施工が可能である。しかし、工事費が高い
判定	○	

*パイプ・イン・パイプ工法φ900、インシチュフォーム工法φ1,000の選定理由は、既設管の口径がφ1,100であり、それぞれが施工可能となる中で安価となる条件で比較検討を行うためである。

表-7 立坑設置有無における長所・短所

	立坑設置(挿入口3ヶ所)	立坑無し(挿入口2ヶ所)
詳細	・宮川右岸側の河川底(NO.95+16.6 付近・既設管立上部)に立坑を仮設し、立坑を含めて3ヶ所の挿入口から鋼管を挿入する。	・左右岸の河川区域外側から開削し、鋼管を2ヶ所から挿入する。
長所	・一番角度がきつい曲部が無くなるため、挿入する鋼管の1本当りの長さが長くでき、溶接個所が少なくなる。	・河川区域内での土工作业がないため、河川環境や水質に及ぼす影響がない。
短所	・河川内に立坑を設置するには、止水するための地盤改良工が必要であり、河川環境や水質に及ぼす影響が大きい。 ・立坑設置撤去の工事費が必要となる。	・サイフォンの縦断形状における、急角度の曲管部があるため、挿入できる鋼管の1本当り長さが短くなり、設置本数、溶接個所が多くなる。

③鋼管の挿入形状について

挿入する鋼管口径1000Aについては、普通鋼管の他に巻込鋼管についても比較検討を行う。

以上を踏まえて、以下の6ケースについて比較検討する。

- ケース1 : 普通鋼管 1000A, 立坑無し
- ケース2 : 普通鋼管 900A, 立坑無し
- ケース3 : 巻込鋼管 1000A, 立坑無し
- ケース1-1 : 普通鋼管 1000A, 立坑有り
- ケース2-1 : 普通鋼管 900A, 立坑有り
- ケース3-1 : 巻込鋼管 1000A, 立坑有り

検討結果

施工性・環境への影響度を含めた経済比較の結果を表-8に示すように、立坑を設置する場合は管布設費、管布設日数で有利であるが、立坑設置撤去費、立坑設置撤去日数を含めると総合的に不利になる。また、立坑を設置しない場合の普通鋼管1000A、巻込鋼管1000Aは管布設費、管布設日数で不利となるため、「工事費が他のケースより安価」、「1ヶ月施工が可能」、「河川区域内での工事であるものの、立坑を設置しないため地盤改良工が無く、河川環境への影響が少ない」という理由から、立坑を設置しない場合の普通鋼管900Aに決定した。

5. おわりに

本報告は宮川用水第二期地区1号幹線水路宮川サイホンの既設管を利用した改修方法の設計について報告させて頂きました。近年、既設管を利用した改修工法は多くなってきていますが、河川を横断する構造物での既設利用をした改修事例としては少ないため、今後、内容が類似している設計等で参考として頂ければと思っています。

参考文献

- 土地改良事業計画設計基準 設計「パイプライン」
- 河川管理施設等構造令
- 2002年制定 コンクリート標準示方書 [維持管理編]
- 下水道管きょ改築等の工法選定手引き (案)
- 下水道管路施設改築・修繕に関するコンサルティング・マニュアル (案)

表-8 パイプ・イン・パイプ工法における管径・施工条件の選定表

ケース	ケース1	ケース2	ケース3	ケース1-1	ケース2-1	ケース3-1	備考
立坑		無し			有り		
鋼管種別	普通鋼管		巻込鋼管	普通鋼管		巻込鋼管	
口径	1000A	900A	1000A	1000A	900A	1000A	
経済性	管布設費 (千円)	110,568	74,719	157,007	68,815	59,467	別紙参照
	立坑設置撤去 (千円)				41,081	41,081	
	合計(直接工事費) (千円)	110,568	74,719	157,007	109,896	100,548	
		(1.48)	(1.00)	(2.10)	(1.47)	(1.35)	(2.24)
施工性	判定		○				
	管布設日数※3 (日)	316	196	337	149	128	272
	上のう設置撤去※1 (日)				32	32	32
	立坑設置撤去日数※2 (日)				76	76	76
	合計 (日)	316	196	337	257	236	380
施工年数	(2ヶ月)	(1ヶ月)	(2ヶ月)	(2ヶ月)	(2ヶ月)	(2ヶ月)	非かんがい期 200日/年
環境への影響度		○			△		
総合判定	△	○	△	×	×	×	

*1 立坑有りを検討内容につけた理由としては、施工期間が非かんがい期と限定されているため、施工性を考慮し立坑有りを加えた。

*2 φ1,000を検討内容に加えた理由は、「建設省河川砂防技術基準(案)」同解説 設計編 [1]に「維持管理を勘案して、内径1.0m以上が望ましい」との記述があること、また、河川協議のことを考慮し、検討にφ1,000を加えた。

邑楽東部第1排水機場の設計変更事例

横尾克己* 金子岳史*
(Katsumi YOKOO) (Takehumi KANEKO)

目 次

1. はじめに	42	4. 実施計画の内容(変更点)	45
2. 事業概要	43	5. 施工実施内容	45
3. 当初設計計画の概要	43	6. まとめ	47

1. はじめに

邑楽東部第1排水機場は群馬県の最東部で地域的には渡良瀬遊水池を控え、昔から水との戦いの地と言われている邑楽郡板倉町に位置(図-1参照)しており、昭和初期に初代の排水機場が造られ、現在稼働している排水機場は2代目で昭和39年に造られた。40年が経過し地盤沈下等により機能低下が著しいことから今回渡良瀬川中央農地防災事業により新機場を建設するものである。



図-1 位置図

○現排水機場の概要(写真-1参照)

排水量	Q = 20.5m ³ /s
ポンプ形式等	横軸斜流 口径1,200mm * 3組6台 (電動機)
全揚提	H = 5m

新機場の建設は、平成16年1月、下部工(吸水槽及び吐水槽)の施工を開始したが、想定外の地下埋設物の出現があり、支障物の撤去を行った後、杭打設を行い、同年4月に基礎杭の打設を完了した。その後の土留め工の施工においても想定外の地下埋設部が出現し、変更対応を行っている。

平成16年12月でほぼ下部工を完成し、平成17年1月からは上部工と接続水槽に着手している。現在、建設途中ではあるが、機場位置について当初設計計画(全体実施設計時)からの設計変更内容と施工の状況を報告したい。



写真-1 現排水機場

*関東農政局渡良瀬川沿岸農業水利事業所東部支所
(Tel. 0276-91-4355)

2. 事業概要

渡良瀬川中央農地防災事業地域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2市6町及び栃木県足利市外1町にまたがる受益面積9,400haを対象とする稲作と畑作の混在地域で、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地域である。

現在の農業水利施設は、昭和46年から昭和59年にかけて実施された「国営渡良瀬川沿岸農業水利事業」及び「付帯県営事業」等により整備されたが、近年の住宅開発等に伴う排水量の増加や地盤沈下の進行により農業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、湛水による被害が発生し、このことが農業生産の阻害要因となっている。

このため本防災事業により地区内の農業水利施設の機能を回復し、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ことを目的に実施するものである。

事業内容は以下の通り。

○排水機場

邑楽東部第1排水機場 D2000mm2台
Q = 20.5m³/s

○排水路 8路線 約16.6km

○遊水池 9ヶ所 総貯水量約490,000m³

○水管理施設 1式

3. 当初設計計画の概要

当初設計計画（全体実施設計時点）の計画概要を以下に示す。

①現況排水状況と排水計画

渡良瀬遊水池に面する渡良瀬川右岸に広がる低地水田等およそ3,400haに縦横に張りめぐらされた排水路からの排水は、一級河川板倉川を經由し渡良瀬遊水池に流下するが、洪水時等における板倉川の流水は渡良瀬遊水池の水位に左右されるため強制排水を行っているものである。

第1排水機場ではD1200mmのポンプ3組6台（電動、横軸斜流、全揚程5.0m）で最大20.5m³/s排水し、連絡水路で接続されている下流の第2排水機場ではD800mmのポンプ3台（電動、立軸斜流、全揚程5m）で最大4.33m³/s排水する。

排水設定水位（HW）は、第1機場ではTP12.39（YP13.23）mであり、第2機場ではTP13.35（YP13.19）mとなっており連携して最大24.83m³/sの地域排水がなされている。

平成元年～10年までのデータから30cm以上の湛水面積は290haに及んでいる。（表－1参照）

表－1 湛水面積（現況）

区分	0cm超	5cm以上	30cm以上	30cm以上 24時間以上
湛水面積(ha)	900	637	199	92

排水計画は板倉川治水計画との調整に基づき、従前の排水量を超えないように整理し、水田においては30cm以下24時間湛水を許容する計画とする。（表－2参照）

表－2 湛水面積（計画）

区分	0cm超	5cm以上	30cm以上	30cm以上 24時間以上
湛水面積(ha)	694	403	77	1

②ポンプ設備計画

ポンプ形式については、出水変動への適用性に優れ施工事例の多い立軸斜流ポンプで、経済比較を行い、D1800mm、3台案を採用した。全揚程は初期吸水位TP13.16、渡良瀬遊水池の計画ピーク外水位TP15.16としてポンプ周りロスを考慮して3.0mとした。原動機については、年間の平均運転時間は約600時間、民家が機場に隣接、地盤条件は軟弱で荷重の軽いこと等を踏まえ建設費と維持管理費を検討したところ、電動機が経済的に有利となった。また、災害、事故等による停電時の対応を考慮して予備発電を付加することとした。

③機場配置（写真－2参照）

現況機場は、北側には隣接して東京電力の高圧送電鉄塔及び板倉川第1調整堰がある。南側には隣接して変電施設があり、現機場の特別高圧（66KV）を受電している。板倉川左岸には家屋が近接密集し機場用地取得は非常に困難である。

現排水機場は、新機場建設中も稼働可能とすることという制約がある。以上の立地条件や制約条件を踏まえて板倉川右岸側に新機場受電施設を先行設置することで現機場の稼働は可能となる改修計画とし、板倉川の流心をそのまま延ばし、排水



写真-2 現機場（左）と板倉川（右）
新機場は現機場と板倉川に挟まれた狭小箇所に建設

樋管の線形が堤防を直角に横断するように設定し、民地への買収計画面積が最小限となるよう(500m²)と計画した。(図-2参照)

④機場地盤

機場地盤は、ボーリング調査孔2孔から地盤が深度17.0m前後にN値40以上の良好な細砂層があり、深度18.8～22.9mにはN値7～22の固結砂質粘土層及びシルト層があるがこれより深い層のN値

50以上の砂質層を支持層とした。

⑤機場基礎

基礎は、支持基盤が23mと深いことから、杭基礎とした。また、近接して民家があること及び支持層が砂質系地盤であることから設計基準より低振動・低騒音で施工が可能な中掘セメントミルク噴射攪拌方式を採用した。

杭種は水平荷重を考慮して設計基準の基礎形式選定表から鋼管杭とし、支持層への根入れは道路橋示方書から杭径の1.0倍(0.8m)とした。

杭径は一般的に用いられるD600～800mmの支持力と上載荷重から選定し、配置は道路橋示方書に準拠し杭径の2.5倍以上(2.0m)とし、外周の基礎杭中心と構造物縁端との距離は杭径の1.25倍(1.0m)以上とした。また、杭径と本数は、杭径を大きくして本数を少なくする配置が経済的となるが、杭間隔が大きくなると構造物(フーチング)部材寸法が厚くなるため最大間隔を5.0mとした。

吸水槽	D800mm	L=13.0m	N=35本
吐水槽	D800mm	L=15.0m	N=12本
除塵橋	D700mm	L=16.0m	N=28本
上屋	D700mm	L=21.0m	N=10本

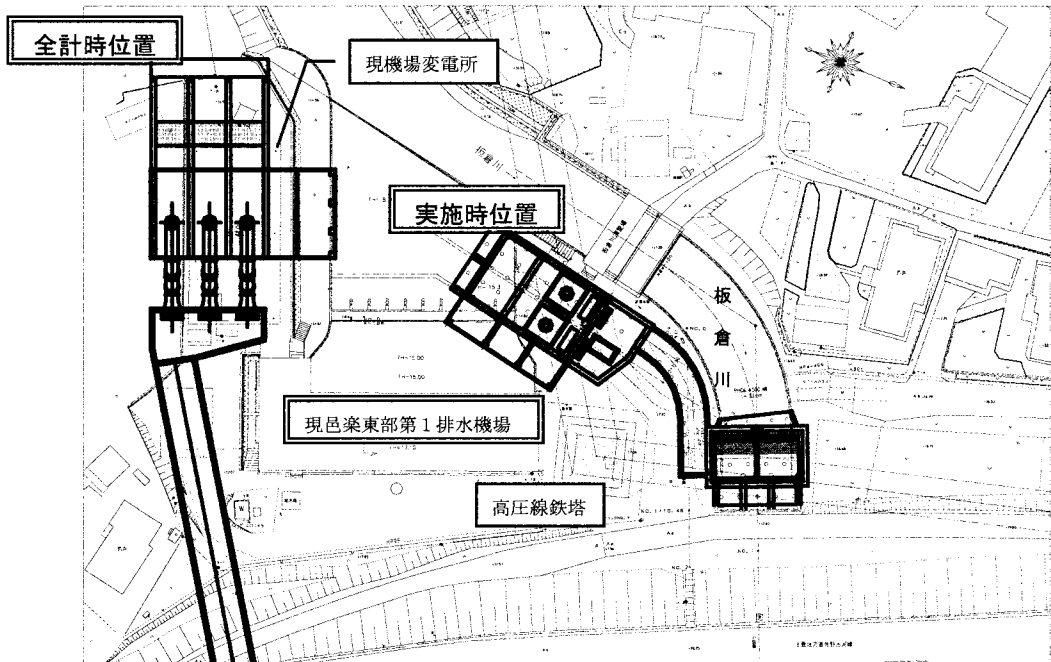


図-2 機場配置図

4. 実施計画の内容（変更点）

① 機場設置計画の変更

事業着手後、機場敷地として予定していた民地買収については、地権者の同意が得られず、また、これに伴う右岸の高圧線鉄塔の移設（直接基礎。高圧線は機場の上空に位置している）についても、設置場所の確保が困難となり、現機場敷地内での機場計画へ変更せざるを得なくなった。

このため、新機場の位置を板倉川右岸の鉄塔と板倉川調整堰の間に仮定し、その際、支障となる板倉川第1調整堰の取り扱いについては、河川管理者と協議の結果、排水は板倉川最下流部の渡良瀬遊水池への樋管入口に接続水槽を設け接続水槽上流側ゲート操作により、常時は全開として自然流下させ、機場稼働時にはゲートを全閉し排水することで確認を得た。これにより、樋門・樋管の新設等によるコストアップを抑えるとともに維持管理を容易にすることとなった。

高圧線鉄塔については、協議において、高圧線鉄塔下部工の変位量は10mm以内（土留工変位量は60mm以内）と非常に厳しい条件であった。

そこで、近接施工における影響検討をFEM解析結果から、鉄塔基礎を場所打ち杭による補強を実施し、機場施工時には土留め対策を選定することとなった。

機場の配置の都合から非常に狭い範囲に設置することとなったため、ポンプ設備は従来型の立軸斜流式のポンプでは対応できないことが明らかになった。また、建設位置が特別高圧線下で経済的な電動機を採用せざるを得ないこと、既設機場の特別高圧受電による40年間の稼働において停電の発生がなかったことから受電方式は高圧2回線受電方式を採用し、ポンプ形式は高NS高流速ポンプ（新技術）の導入を図りD2000mm、電動式立軸斜流ポンプ、2台を採用した。その結果、吸水槽その他の規模を小さく押さえることが可能となりトータルコストで経済的なものとしている。

② 機場基礎

機場設置位置の土質は、全体設計時の調査孔2本で確認されていたが、機場本体設置位置においてボーリング1孔の追加により土質を再確認した。

調査の結果においては、表層は10m程の洪積砂層が分布し、以深は薄層の洪積砂・泥層が互層を呈する。支持基盤はTP2.5mから表層は締まりが

緩く地震時の液状化層であり、TP-6m～-27m付近が支持基盤として考えられるが、上部はN値のばらつきが大きく、直下に有機質土壌が介在している層があることから、下部にまで支持基盤を求めなければならないこととなった。

支持基盤の選定は、粘性土層においてはN値20程度以上、砂層・砂礫層においてはN値30程度以上を対象とし、N値のばらつき及び分布厚の差異が少なく、直下に有機層の存在がなく杭径の5倍以上（杭径 $\times 5 = 0.6 \times 5 = 3.0\text{m}$ ）の層厚を確保することとして、TP-20.4～-26.8mの深部に分布する粘性土Dc6層及び砂質土Ds7層を支持層とした支持杭基礎を採用した。

杭の決定は、板倉川の反力が見込めないため流水方向とは直角方向の地震時の水平力で決定し最大杭間隔は4.0m以下として、下杭PHC杭+上杭SC杭としている。

また、機场上屋は杭基礎の荷重軽減を図れる鉄骨構造を採用した。

吸水槽・吐水槽

D600mm	L=31～39m	N=57本
取付水路 D600mm	L=37m	N=12本
接続水槽 D600,500mm	L=32～33m	N=39本

また、上空の高圧線については架線張力の低減により加重低下を実施することとし、高圧線高さがTP41mに位置しており上空の施工限界高さはTP37mに制限され、鉄塔の変位量とあわせ多くの制限を受けることとなった。

③ 建設費用の軽減

当初設計計画時の建設費用には、新設樋管、既設受電施設の移設・撤去を含んでいたが、変更計画では建設位置の変更により鉄塔移設がなくなったこと、河川管理者との協議により板倉川の既設樋管を利用することも可能となったことから、当初計画位置で見込んだ費用に対し、建設費用の軽減が図られることが可能となった。

5. 施工実施内容

① 機場基礎工（写真-3参照）

基礎杭打設は、現場条件である特別高圧線下の施工及び経済性を考慮しPHCの中掘工法（セメントミルク攪拌）で打設したが、吸水槽部では確認されなかったコンクリートガラや木杭等埋設物が吐水槽部に存在し、PHC杭が破損するなど打設不可能な状態となったため、アースオーガー等に



写真-3 接続水槽基礎杭打設工

より確認したところ全ての調査孔から杭打設に支障となるコンクリートガラ等（写真-4参照）が確認され、全旋回オールケーシング掘削機により良質土の入れ替え後に杭打設を実施せざるを得ない状況と判断された。

このことから、鋼矢板土留工においても地下埋設物が存在する可能性が高いため、土留工の施工位置に置いても調査することとし、高圧鉄塔から距離のある板倉川沿いは試掘を行い、高圧鉄塔側については、基礎に変位を与えず、支障物が存在した場合においても手戻りとならないよう全旋回オールケーシング掘削機により調査したところ、杭打設カ所と同様なコンクリートガラ等の存在が確認され、同掘削機による支障物の撤去後に鋼矢板打設を実施した。



写真-4 地下埋設物（コンクリート殻）

杭打設及び鋼矢板土留工の施工は、高圧送電鉄塔と板倉川に挟まれた狭小の施工区域であり、高圧線による上空制限と鉄塔基礎の変位制限を受け、さらに予測不可能であった支障埋設物出現により相当な日数を要するなど工程計画を大幅に見直さざるを得ないこととなった。

②機場下部工

機場下部工の施工においては、掘削最大深さが約8.5mと深く、協議により鉄塔の変位量観測及び土留工変位量を観測している。

鉄塔基礎の変位量は作動トランス型固定式傾斜計、土留鋼矢板の変位量は挿入式傾斜計により施工段階毎に管理値を設定し計測を行っている。

計測管理基準値は、土留工の挿入式傾斜計において1次及び2次の管理レベルを設定し観測及び管理を実施しているが、現在のところ1次管理レベルを超える変位は確認されていない。（表-3参照）

表-3

測定項目	基準値	1次管理値	2次管理値
土留工	許容変位量	18mm	30mm

管理値の設定 1次管理値（レベル1）は許容変位量の30%
2次管理値（レベル2）は許容変位量の50%に設定

また、機場下部工は躯体の壁厚0.8m底版厚は1.4mでマスコンクリートの範疇にはいると判断され、温度応力ひび割れが懸念されたことから、温度解析及び温度応力解析を行いひび割れの可能性について検討した。

解析は全体をモデル化するには構造が複雑なため代表断面を4つにモデル化し三次元FEM解析にて行うこととし、各種条件の設定は、コンクリート、打設日、外気温、打ち込み温度とし、解析条件はコンクリート標準示方書に基づき設定した。

解析結果は、構造物の水密性に起因する確認であることから外部拘束により貫通ひび割れが発生する可能性のあるブロックに着目し考察したところ、1つのブロックにおいてコンクリート打設後の48日目に内部コンクリートと表面コンクリートの温度膨張により引っ張り応力が発生することが判明（最小ひび割れ指数は0.78。発生確率95%）したことから、補強筋により対応することとした。

なお、温度応力解析においては温度起因する解析のみであることから乾燥収縮、自己収縮等のひび割れ原因は配慮していない。



写真-5 狭隘な敷地内・高さ制限下での機場建設
板倉川調整堰（左）、現機場（右）、高圧鉄塔（後方）

③工程変更

当初工程は、作業区域が狭小（写真-5参照）で河川区域の制約があり、建屋工事と取付水路工事を並行する工程は出来ないことから、奥（吸水槽・吐水槽・建屋）から施工し手前（取付水路→接続水槽）に下がってくる施工計画としていたが、予期せぬ地下埋設物の出現による工程の遅れや今後施工する取付水路及び接続水槽右岸には、初代機場跡地があることから基礎等の埋設物の存在が確実視されていること、また、平成18年度からの排水機場の稼働が予定されていることから、工程短縮を図るための検討を実施した。

この検討の結果、取付水路と接続水槽の施工時期を入れ替え、建屋工事を接続水槽と並行して施工する工程に変更することにより、約4ヶ月の工期短縮が図られ、別途発注であるポンプ設備工事において余裕有る据付工期が確保出来ることとなった。（図-3参照）

見直しの要件

工期短縮、接続水槽施工期間の確保

当初施工計画

吸水槽・吐水槽・上屋→取付水路→接続水槽

変更施工計画

吸水槽・吐水槽・上屋→接続水槽→取付水路

変更可能要因

取付水路土留工の見直し（鉄塔側土留工の反力を板倉川左岸に求めていたが、アンカー工法（東京電力及び河川管理者の承諾が得られた）に変更することにより出水期の施工を可能とした。）

6. まとめ

事業着手後、事業所では当初設計計画における用地上の制約の課題に対して、速やかに代替案として既存敷地内での施工を検討し、場内スペースの制約に対しては新技術ポンプ形式の導入で対処し、コスト縮減、工期短縮を図ることができた。

平成16年度末時点で機場下部工まで完成しており、ポンプ設備は平成16年度に2年国債工事で発注していることから、平成17年度後半にはポンプ設備の据付が行われ平成18年度出水期には運転を実施する予定である。

まだ、いくつかの工種が残っているが予定通り進捗すれば、工期の短縮並びにコスト縮減が見込まれるところである。

今後においても現機場及び排水樋管の撤去等の多くの難問が残ってはいるが、現場での柔軟な発想によるコスト縮減が図れるよう更なる検討をすすめて参りたい。

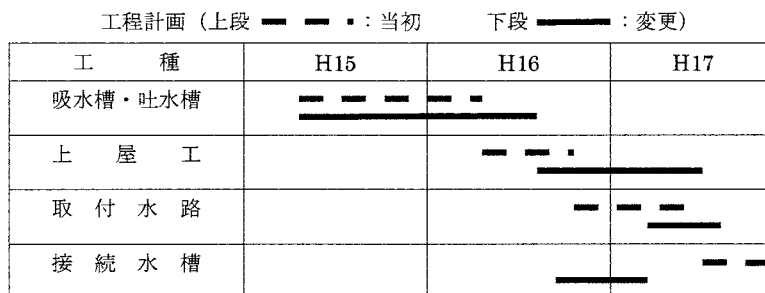


図-3

おぐらいけ 巨椋池排水機場の総合試運転に関する取組みについて

木下 勝義* 林 学* 瀧田 信善**
(Katsuyoshi KINOSHITA) (Manabu HAYASHI) (Nobuyoshi TAKITA)

目 次

1. はじめに～事業目的～	48	3. 試運転における取り組み	51
2. 巨椋池排水機場（新機場）の設備内容と特徴	49	4. おわりに	56

1. はじめに～事業目的～

巨椋池地区は、京都府南部山城盆地の1級河川（宇治川）の左岸に位置し、京都市、宇治市及び久御山町の2市1町にまたがる1,310haの農業地域である。本地域の排水は、昭和9年に築造された排水ポンプにより、70年余りに亘り行われ、地域の農業排水や洪水の未然防止に重要な役割をはたしてきた。しかしながら、昭和初期に造成された排水期場は、関係者の維持管理の努力にもかかわらず、老朽化して構造的に脆弱な部分が生じている。

また、近年、流域の開発に伴い降水の流出が早くなり排水機能が低下し、低平地部では農地の湛水被害が増加しているため、本事業により現排水機場の全面的な改修を行い、施設の機能を回復させることによって湛水被害の発生を押さえ、農業生産の維持及び農業経営の安定を図るものである。

なお、計画基準雨量3日連続雨量260.6mm（1/20確率）、許容湛水深は30cm以内で、30cmを越える場合は24時間以内に湛水を排除する計画となっている。

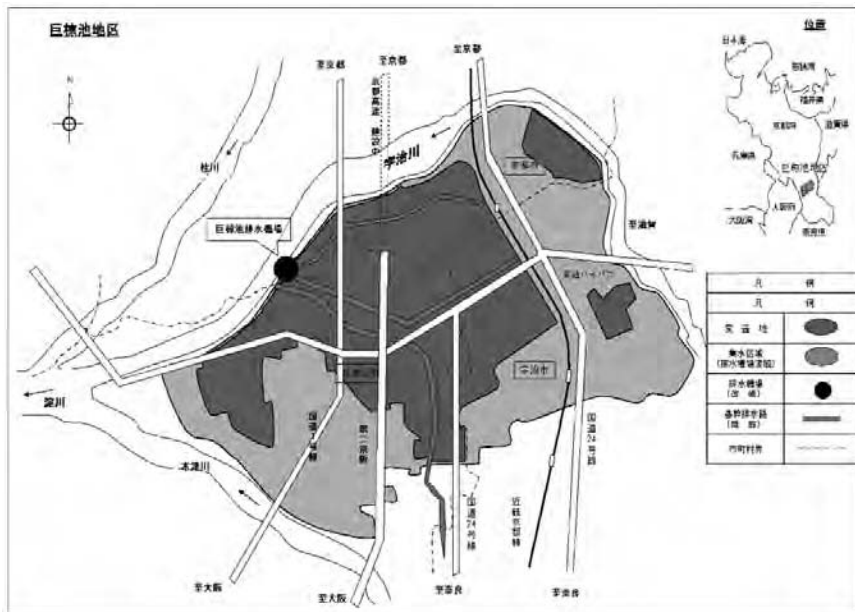


図-1 概要図

*近畿農政局巨椋池農地防災事業所 (Tel. 075-645-5891)

**林在原製作所 (Tel. 03-3743-6792)

2. 巨椋池排水機場（新機場）の設備内容と特徴

設備全体としての特徴

1) 排水ポンプ排水量

新機場は、低水位域から稼働する「常時排水ポンプ」2台と、高水位域で稼働する「洪水時排水ポンプ」3台の2機種計5台のポンプが設置されている（図-2）。この5台による総排水量は、最大80.0m³/secであるが、各ポンプに吐出量調整機能が装備され、流入量変化への滑らかな対応が図られている。

機場の設備概要を図-2及び表-1示す。

2) 自然排水路の設置

自然排水路が設置されたことにより、排水先



写真-1 機場外観写真

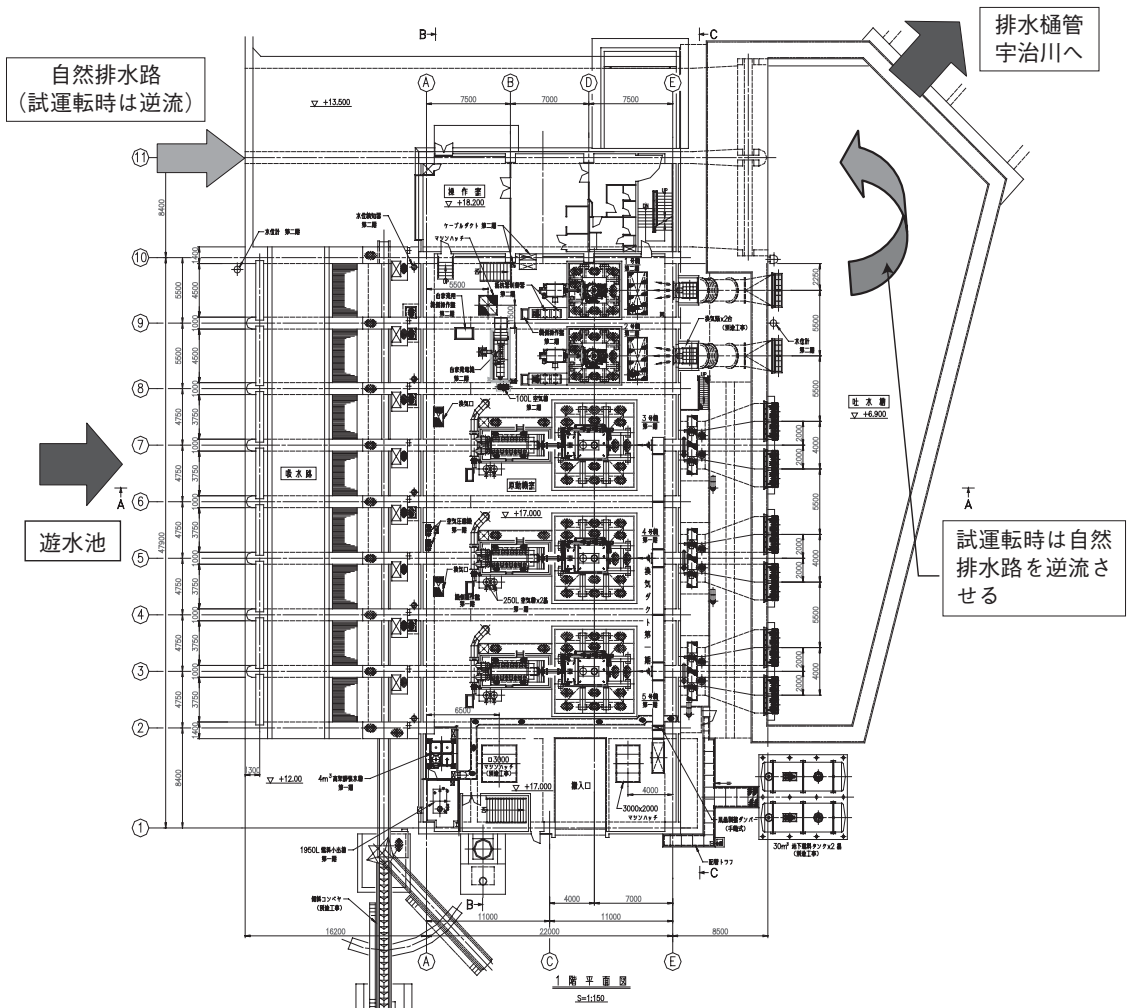


図-2 1F平面図

表-1 設備概要

Code	設備区分	名称/型式	台数	要項・仕様	備考
1	常時排水ポンプ設備	常時排水ポンプ	2台	φ1800立軸可動翼斜流ポンプ 8.0m ³ /s×6.3m×680kW	低水位域より稼動
2		原動機	2台	横軸巻線形誘導電動機	
3		減速機	2台	空冷形直交傘歯車減速機	
4		吐出弁	2台	2床式電動蝶形弁	
5	洪水時排水ポンプ設備	洪水時排水ポンプ	3台	φ2600立軸斜流ポンプ 21.33m ³ /s×6.55m×2060kW	高水位域にて稼動
6		原動機	3台	16気筒V形単動4サイクルディーゼルエンジン	
7		減速機	3台	流体継手付直交傘歯車減速機	
8		吐出ゲート	6門	四方水密スライダゲート	
9		管内ケーラ	3台		
10		エンジン初期潤滑油ポンプ	3台		
11		エンジン始動用空気槽	6基		
12		エンジン温水循環ポンプ	3台		
13		減速機初期潤滑油ポンプ	3台		
14		減速機充排油切替弁	3台		
15	吸排気弁	3台			
16	系統機器設備/ 燃料	地下燃料貯油槽	2基	30kL	洪水時排水ポンプ及び自家発電装置向け
17		燃料移送ポンプ	2台		
18		燃料小出槽	1基	2m ³	
19	系統機器設備/ 給水	給水ポンプ	2台		
20		高架膨張水槽	1基	4m ³ FRP製	
21	系統機器設備/ 空気系統	空気圧縮機	2台	空冷二段圧縮機	
22		強制換気扇	3台	軸流ファン	
23		未燃焼ガス排出ファン	1基	遠心式多翼送風機	
24		電動排気切替弁	3台		
25		手動排気切替弁	1台		
26		外気吸入弁	3台		
27	系統機器設備/ 排水	場内排水ポンプ	2台		
28	動力操作制御 設備	受変電・動力設備	1式		
29		操作制御設備	1式		
30		監視設備	1式	監視操作卓, CCTVカメラ×4台 ほか	
31	発電機設備	自家発電機	1台	300kVA 三相交流発電機	制御電源用
32		原動機	1台	ディーゼルエンジン 287kW	
33	その他設備	除塵機設備	1式	自動除塵機 8台 水平・傾斜コンベア 各1台	
34		自然排水ゲート	2門		
35		宇治川樋門ゲート	2門		
36		流域監視設備	1式	CCTVカメラ 3台 水位計, 雨量計	

である宇治川水位が地区内水位より低い時は自然流下による排水が可能となった。また、ポンプ維持管理面では、自然排水路をバイパス逆流させることにより、管理運転が可能となった。

3) 中央操作室による設備一括監視操作（写真-2、図-3）

今回中央操作室に設置された運転管理システムでは、ポンプ設備の監視操作に加え、流域の雨量・水位・映像情報の一元監視も可能となっている。

また、機場の運転・停止・故障情報などを設備管理者に電子メールで通報するシステムも構築した。



写真-2 運転管理システム

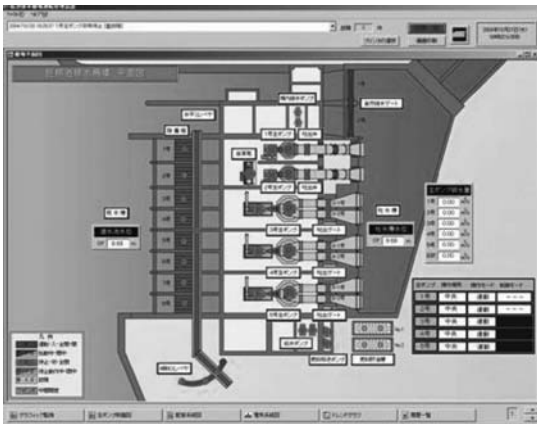


図-3 機場全体監視操作画面（例）

機械要素個別の特徴

1) 高流速・高Nsポンプ

高Nsポンプの採用により水路幅が低減され、機場全体がコンパクトになった。

2) 機械式可動翼機構付きポンプ（常時排水ポンプ）

常時排水ポンプには、機械稼働翼機構を採用しており、小水量（約3.0m³/sec）から定格流量域（8.0m³/sec）までの滑らかな流量制御が可能となっている。

3) 未燃焼ガス排出システムの採用

本機場では、ディーゼルエンジンの排気管にヘッダー管方式を採用している。洪水排水ポンプ駆動用ディーゼル機関の起動に失敗した場合、ヘッダー管内に滞留した未燃焼ガスによる二次災害発生リスクを回避するための未燃焼ガス排出システムが組み込まれている。

3. 試運転における取り組み

平成16年8月～10月の約2ヶ月間、ポンプ設備据付工事の中で、試運転を実施した。大型排水機場のため受変電設備、自家発電設備、操作設備、監視設備などの電気設備や各系統機器などの補機設備及び排水ポンプ設備など機器点数も多く、かつ、それぞれの設備の機能、性能を十分に確認するために以下の手順で試運転を行った。

また、本機場の建設場所は、敷地境界線が民家に近接しており、ポンプ運転に伴う騒音、振動が民家に与える影響が懸念されていた為、事前に十分な検討を行うとともに排水機場建屋において加振試験を行い、建屋壁面からの発生騒音が予測値と比し過大な数値とならないことを確認した。

試運転の手順

今回の試運転の手順としては、通常のシーケンスチェックから機器動作確認、連続運転に至る流れと並行して、振動・騒音測定、解析を行った。

図-4にその概略フロー、図-5に試運転手順を示す。

騒音、振動の予測及び確認

騒音については、機器からの音が直接空気上を伝わり壁や窓、ドア、ガラスなどを透過して伝わる「空気伝搬音」と、機器からの振動が床面を伝わり壁や窓、ドア、ガラスなどを振るわせて音が発生する「個体伝搬音」に分けられる。

従来の騒音検討は空気伝搬音のみの検討が多数

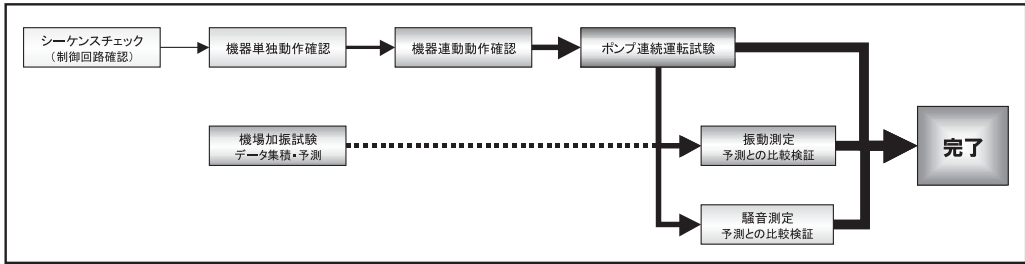


図-4 試運転完了までのフロー

【試運転前準備期間】

試運転に入る前の準備を行う。

- ・ 主機関係の芯出しの最終確認、機器への油脂類充填
- ・ 配管の締結確認（主配管，小配管共に）
- ・ 小配管弁類の開閉状態チェック
- ・ ケーブルチェック
- ・ 各電動機の絶縁抵抗のチェック

所轄消防署，電力会社等への申請・届出・受検も行う。



【ステップ1】受電～動力系統確認，基本系統シーケンスチェック

受電。

各設備への給電，動力系統のチェックを行い関連設備（除塵機，ゲート類）の機側動作確認を行う。

制御系統としては，補機関係の基本動作，故障保護等のシーケンスチェックを行う。



【ステップ2】補助機械単独試運転～主ポンプシーケンスチェック

シーケンスチェックが終わった補機から順次動作確認を行なう。

- ・ 翼角制御装置：吸水槽内に水が無い時に羽根の実動作を見ながら調整。
- ・ 燃料移送ポンプ：燃料貯油槽から小出槽への移送
- ・ 給水ポンプ：冷却水槽から高架膨張水槽への送水

補機動作確認に引き続き，主ポンプのシーケンスチェックを実施。

中央操作室においては，CCTV設備の立ち上げ，調整を実施。

遊水池，吸水槽に水張り。



【ステップ3】主ポンプ実排水試運転

機側操作盤から，連動モードにて連続運転確認を行なう。

機側操作盤からの操作確認に引き続き，中央操作設備からの操作確認を実施。

敷地境界線上での振動・騒音測定を実施。

図-5 試運転手順

を占めていたが、近年、固体伝搬音に起因する騒音問題が増加しており、特に本排水機場のような大型のポンプ設備においては、設備稼働後に固体伝搬音による振動・騒音が問題となった場合、設置している機器の低振動化や建屋の補強対策などへの対応が非常に難しくなる。そこで、事前に十分な振動、騒音検討を行った上で機器の仕様を決定し、かつ、設備稼働前に十分な検証を行う必要がある。空気伝搬音については、壁や窓などの材料による透過特性が把握されつつあり、ある程度精度良く予測することが可能になってきているが、固体伝搬音については、排水機場の構造、鉄筋やコンクリートの材料や状態、周辺地層の状況が設置場所毎に異なるため、空気伝搬音と同程度の精度で予測することが困難である。したがって、事前検討時においては類似している建屋のデータから予測を行い、試運転の段階で機場の加振実験を行い、振動伝搬特性が予測値と大幅に異ならないかの検証を行った。

1) 加振実験による機場振動特性の把握

ポンプの試運転に先立ち、機場加振実験を行った。

この実験の目的は、油圧式起振（写真-3）を機場の加振源であるディーゼルエンジン、ポンプ、歯車減速機の近傍に設置して、水平・鉛直方向に振動を加えたときの伝搬特性を計測することであり、この実験データによって、ポンプ運転時の床を伝搬して壁面に伝わる振動伝搬特性の把握とともに、機場全体の振動予測も併せて行うことにある。

また、万が一ポンプ運転時に構造物が異常振動を発生した場合、早期に原因を特定し、設備稼働前の改善策立案につなげることができるという利点がある。

建屋構造によっては、ある周波数に対して共振して振動値を増幅させる場合がある。この場合、機器の固有振動値は問題ないものの建屋壁面が振動し敷地境界線上での振動、騒音が問題となる場合がある。

本実験を行った結果、加振実験において想定される機器の周波数域において伝搬関数はなめらかであり、共振など特に異常となる振動伝搬特性は見られなかった。

共振により問題となる場合の例をグラフ1-1a、1-1bに、今回の実験データをグラフ



写真-3 油圧式起振機

起振機仕様

型式：VT-2S（鷺宮製作所製 油圧サーボ起振機）

最大加振力：±20kN

最大振幅：±20mm

最大加速度：3G（慣性マス500kg）

周波数範囲：Max.200Hz

加振方向：上下、水平方向

1-2、1-3にそれぞれ示す。

ポンプ試運転時の振動測定

ポンプ実排水による試運転においても異常振動は見られず、加振実験で得られたデータからの予測と一致していることが確認できた。

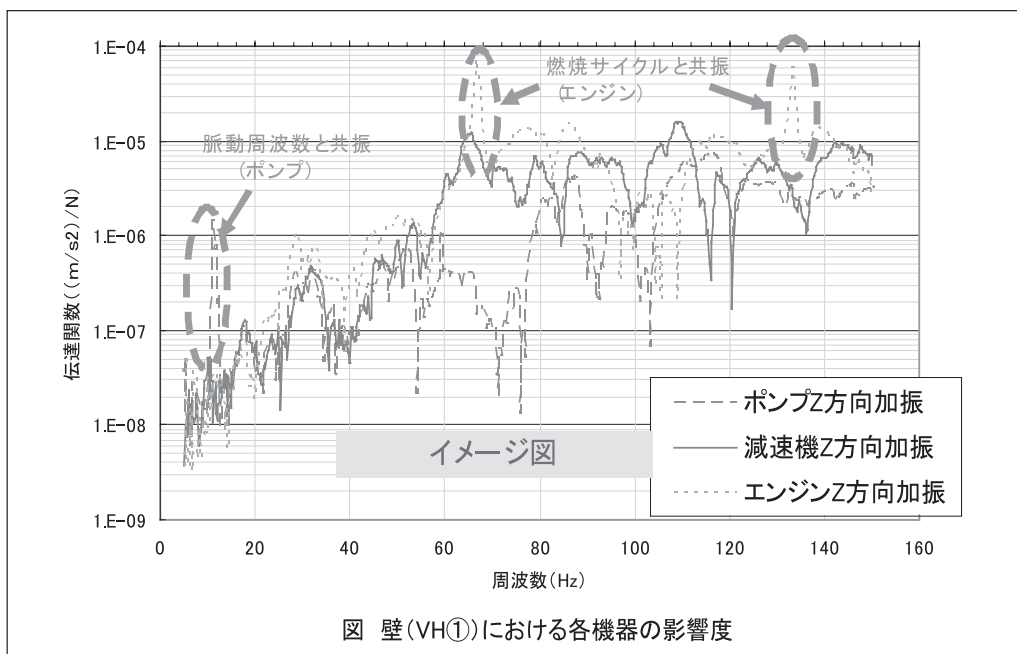
今回の試運転の範囲では周辺への異常振動の伝搬は見られず、また今回のデータ集積により、今後不測の事態が発生した場合も比較的短時間で原因究明に到達できるものと考えている。

ポンプ運転時間の騒音測定

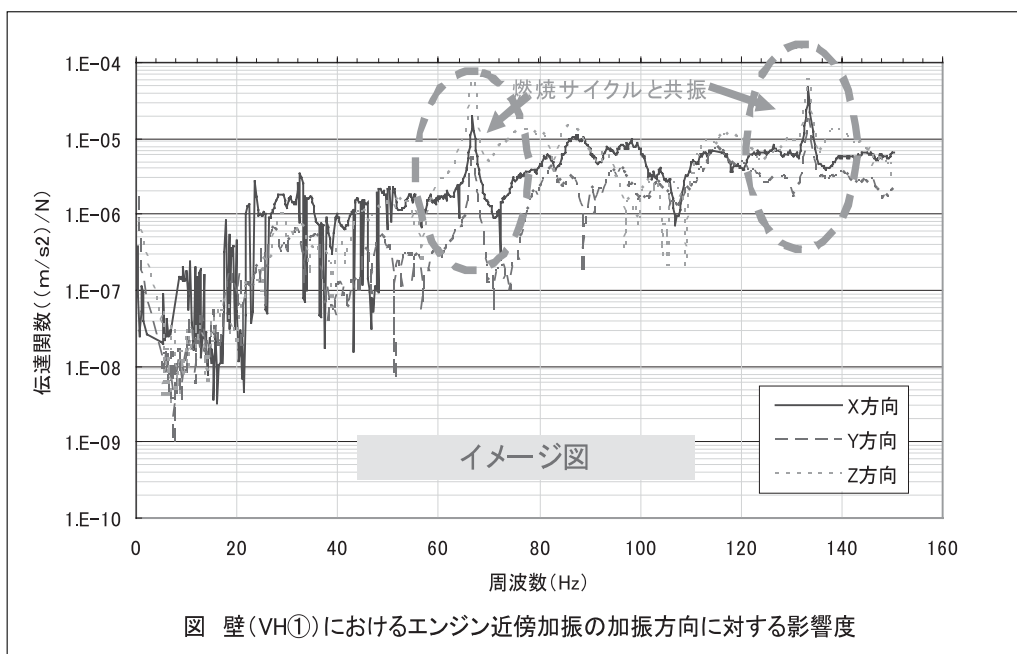
種々のパターンにおいて、騒音測定を行った。最も厳しい条件である洪水時排水ポンプ3台、強制換気扇3台、除塵機運転時において、設計時の騒音シミュレーション時の敷地境界での騒音とほぼ一致することを確認した。

また、上記において、機場外周での実測値を元に再度シミュレーションを行い、その妥当性を検証した（図-6にシミュレーション結果を示す）。

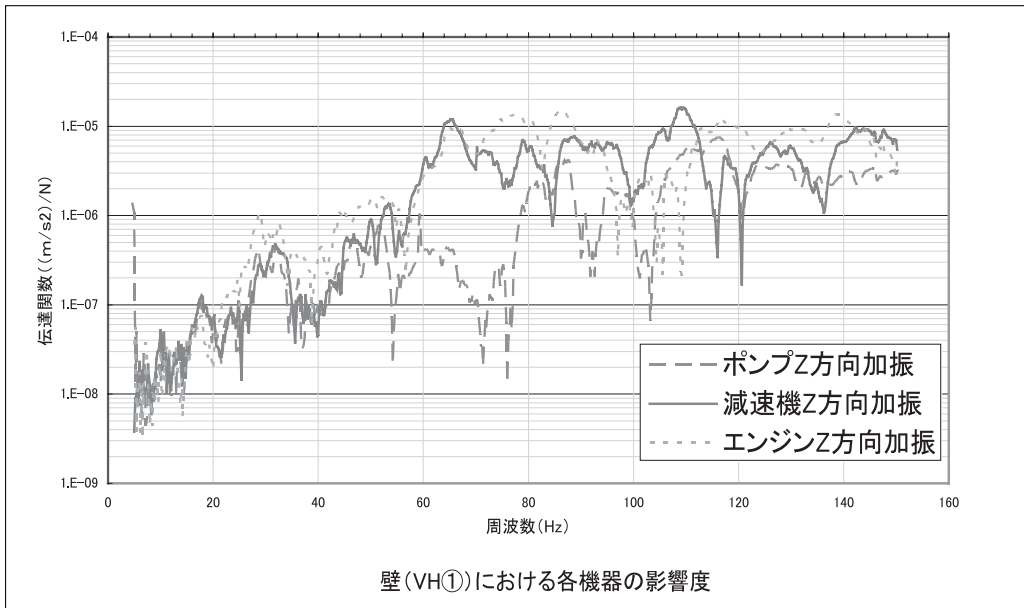
以上により、常時排水時に騒音上、周辺への悪影響はないものと判断できる。



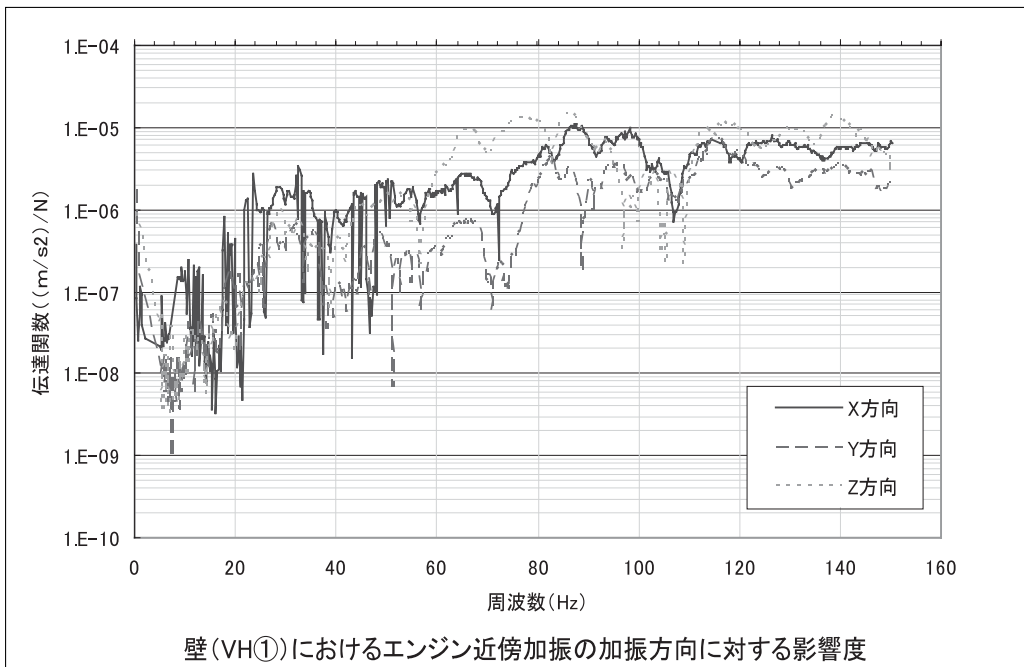
グラフ1-1a 機器による加振影響：(異常例)



グラフ1-1b 機器による加振影響：(異常例)



グラフー1-2 機器による加振影響（今回実測データより）



グラフー1-3 振動方向による加振影響（今回実測データより）

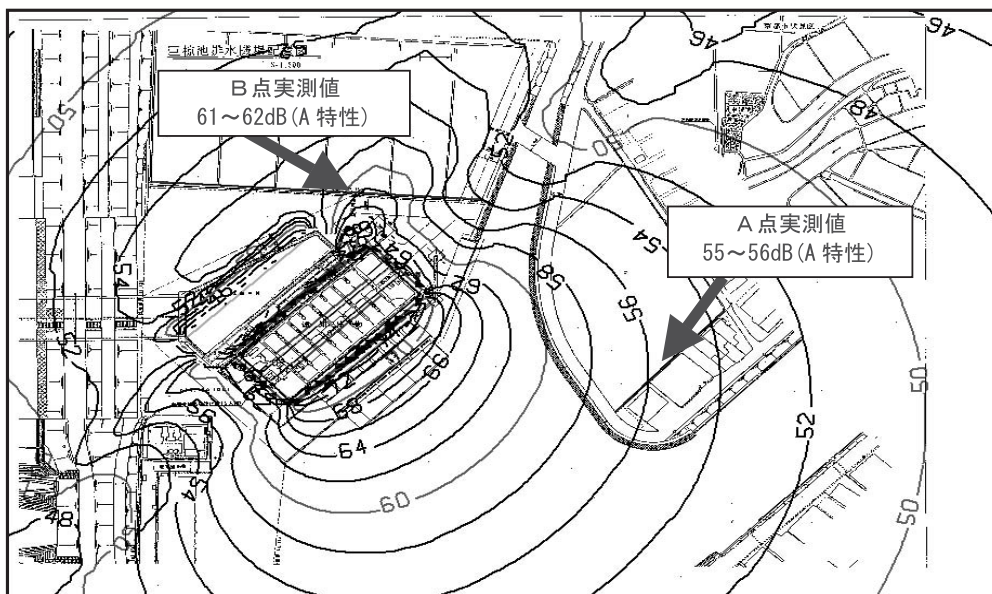


図-6 建屋周辺の騒音実測値からのシミュレーション結果
(敷地境界A, Bにおいて実測値と一致)

4. おわりに

今回のポンプ設備試運転の中で、限られた条件ではあるが、設備が円滑に機能発揮するかどうか、周辺環境に悪影響がないかどうか確認したとこ

ろ、満足の行く成果が得られ、平成17年度からの実運用を待つばかりとなった。

最後に、ここに至るまでにご協力いただいた各機関、関係各社に対し、この場をお借りして感謝申し上げます。

千原地下ダム地表貯水部の法面对策工について

親 川 和 人* 池 田 一 行*
 (Kazuto OYAKAWA) (Kazuyuki IKEDA)

目 次

1. はじめに.....	57	5. 崩壊発生機構.....	59
2. 島の地質概要.....	58	6. 安定解析.....	59
3. 崩壊発生状況.....	59	7. 対策工の検討.....	62
4. 崩壊発生付近の地質状況.....	59	8. おわりに.....	64

1. はじめに

本地区は、沖縄県北西部の伊是名島に位置する伊是名村に拓けた畑地520haの農業地帯である。畑作に必要な用水は雨水に頼る不安定なものになっており、恒常的に干ばつ被害を受けている。このため、水源である千原地下ダム及び基幹的な

用水路の建設を行い、併せて関連事業により支線用水施設の整備を行うことにより、用水不足を解消し作物の安定生産、農業経営の向上を図ることとしている。地区の概要を図1に示す。

平成13年から千原地下ダムの工事に着手し、現在、地表貯水部である千原貯水池を掘削中である。千原地下ダムの諸元を表1に示す。

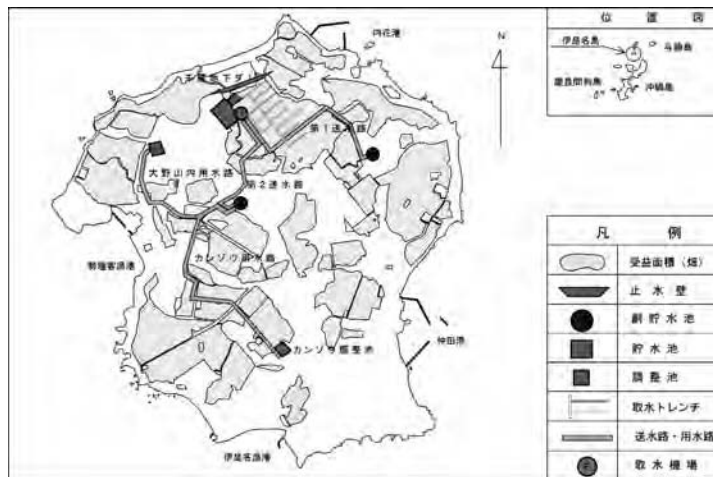


図-1 伊是名地区事業概要図

表-1 千原地下ダム諸元

名 称	施 設 諸 元
千原地下ダム	総貯水量 790 千 m ³
地下貯水部	形式：地下連続壁，貯水量 240 千 m ³ ，流域面積 2.4km ² ，満水位 EL1.0m，低水位 EL-2.0m，止水壁 L=550m，取水トレンチ L=3,000m
地表貯水部 (千原貯水池)	形式：堀込式 貯水量 513 千 m ³ ，満水位 EL1.0m，設計洪水位 EL3.5m，低水位 EL-11.0m，満水面積 4.9ha，法勾配 1:1or1:1.5

*沖縄総合事務局 伊是名農業水利事業所 (Tel. 0980-50-7117)

平成15年6月中旬の豪雨（日降水量132mm，最大時間降水量30mm）により，千原地下ダム地表貯水部の南側法面にクラックが発生するとともに，EL=4.0m以下が一部崩壊した。また，変状箇所周辺の貯水池法面上部に位置する村道のアスファルト面にもクラックが確認された。そのため，対策工法の検討を行った。

2. 島の地質概要

伊是名島の基盤岩類は，伊是名層・諸見層からなり，これらの基盤岩類を不整合におおって第四系段丘堆積物・段丘砂層・沖積層が分布している。また，千原地下ダム（地表貯水部）では，下流部に伊是名層が，中～上流部に諸見層が分布する。伊是名層は，主に層状チャートからなり，砂岩，頁岩，砂岩頁岩互層を伴う。諸見層は砂岩頁岩互層からなり，局所的に砂岩や頁岩が卓越する（図2，表2）。

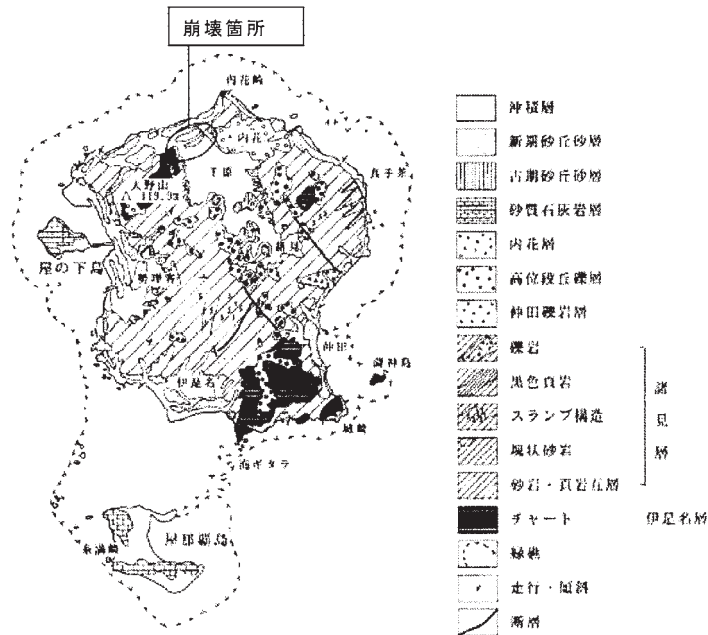


図-2 伊是名島の地質図

表-2 伊是名地区地質層序表

地質時代		地層名	記号	層相
新 生 代	第 四 世	埋土等	b	礫質土，粘性土，砂質土。未固結ルーズ。
		沖積層	Sd	現世海浜砂。有孔虫殻，サンゴ片および貝殻片を多量に含むルーズな粗～細砂。
		沖積層	Sdy	有孔虫殻を主体とした石灰質～粗砂。未固結ルーズ。
		沖積層	A	上部はチャート，枝状サンゴ，貝殻片を含む砂層。下部は枝状サンゴ，貝殻片を含む石灰質シルト層。未固結。
	洪 積 世	古期砂丘砂層	Sdo	赤褐色化した淘汰のよい中～細砂。
		内花上部層	Uu	石灰岩礫を特徴的に含む石灰質砂～シルト。基底部はチャート礫が卓越。未固結。
		内花下部層	Ul	チャート礫を特徴的に含む砂礫及びシルト層。未～半固結。
		高位段丘礫層	Td1	チャートの垂円～円礫を主とする成層した砂礫層。級化構造あり。
中 世 代	ジュ ラ紀 白 亜紀	諸見層	S	砂岩，頁岩及び互層。スランブ堆積層。
		伊是名層	I	砂岩，頁岩，互層及びチャート。スランブ堆積層。

3. 崩壊発生状況

当該法面における斜面崩壊の規模は、約20mの斜面崩壊であると推定される。また、その範囲は約46mに達し、深度方向では層厚5～6mを有するものと推定される。また崩壊形態は法面が先に表層崩壊を起こしたことにより、末端部におけるカウンターウェイトが除荷されたため、上方法面に変状が波及したものと判断される。また、変状が進行していることから、斜面崩壊は継続して滑动していると言える(図3, 図4)。

4. 崩壊発生付近の地質状況

崩壊発生付近は、諸見層に区分される砂岩及び砂岩粘板岩互層により構成される。地層の走向傾斜は板状～脈状に概ね走行がN8°～12°E、傾斜が40°～58°Wを示し、法面の傾斜方向に対し流れ盤方向に30～45°で傾斜する。破碎部においては、層理に沿うものと層理に同一方向でやや高角度な傾斜を有する二系統が認められた。

岩級区分はCL級岩盤を主体とし、部分的にCM級岩盤が塊状に分布し、D級岩盤を示す破碎部が

流れ盤をなす。地下水位は、EL=-1.0m付近で、降雨に対し顕著な変動を示す。

5. 崩壊発生機構

法面の表層崩壊の主たる要因は、層理や破碎部が法面に対して流れ盤方向を示していたためと考えられ、掘削に伴う応力解放により岩盤が緩み、崩壊を助長したものと考えられる。また、地質踏査の結果より法面上方の村道まで変状が認められ、上方斜面にまで地すべりによる変状が波及しているものと判断される。法面崩壊の素因と誘因を以下に示す。

(素因)

- ①層理や破碎部が法面に対して流れ盤方向を示す。
- ②岩芯まで風化を被った脆弱な岩盤状況であった。

(誘因)

- ①貯水池掘削により応力が解放され岩盤が緩んだ状態となった。
- ②掘削に伴い岩盤が露出したため降雨の影響を受けやすくなり、亀裂間の細粒部が流失した。
- ③豪雨により地下水位が上昇した。

6. 安定解析

6.1 安定計算

安定計算式は、貯水を考慮した国土交通省河川局監修、(財団法人)国土開発技術研究センター編集 平成7年9月「貯水池周辺の地すべり調査と対策」による次式を使用した。

[安定計算式]

$$F_s = \frac{\sum \{(N-U) \cdot \tan \phi' + c'\} \Sigma L}{\Sigma T}$$

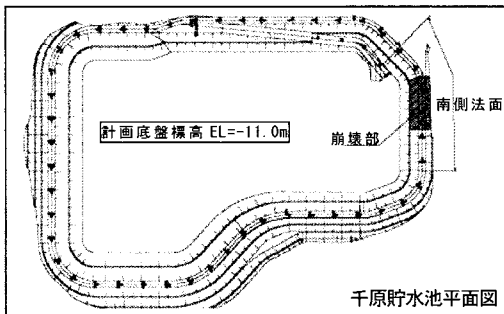


図-3 崩壊発生箇所



図-4 崩壊発生写真

ここに、

- Fs : 安全率
- N : 各分割片の重量によってすべり面の法線方向に生じる単位幅あたりの分力 (kN/m)
- T : 各分割片の重量によってすべり面の接線方向に生じる単位幅あたりの分力 (kN/m)
- U : 各分割片に作用する間隙水圧によって生じる単位あたりの力 (kN/m)
- ϕ' : すべり面の内部摩擦角 (°)
- c' : すべり面の粘着力 (kN/m²)
- L : 各分割片のすべり面の長さ (m)

6. 2 解析断面条件

[想定すべり面]

図5より法面傾斜方向に対し流れ盤方向を示す二系統の破碎部をすべり面とする岩盤すべりであると想定する。解析断面は斜面崩壊の最大断面とする。

[地下水位]

既設の地下水観測孔の結果を基とし、掘削に伴

い地下水位も低下し、掘削完了時は法尻部 (EL=-11.0m) に抜けるものと仮定した。

また、現地踏査、ボーリング調査等の結果について、下記にまとめる。

- ①層理面に沿い走向13°~30° E、傾斜24°~36° NWを示す破碎部。法面傾斜方向に対し流れ盤。(ボーリング結果より、すべり面となり得る破碎部の傾斜は11°と想定)
- ②走向47° E、傾斜58° NWを示す破碎部。法面傾斜方向に対し高角度の流れ盤。(ボーリング結果より、すべり面となり得る破碎部の傾斜は60°と想定)
- ③頭部はボーリング結果及び現地踏査の結果より、斜面上部に位置する村道のクラックとする。
- ④末端部は、すべり面となり得る破碎部が法面に出現する箇所。
- ⑤側方は、地質踏査結果から変状している範囲までとする。

表3に2ケースの斜面崩壊における諸元を示す。

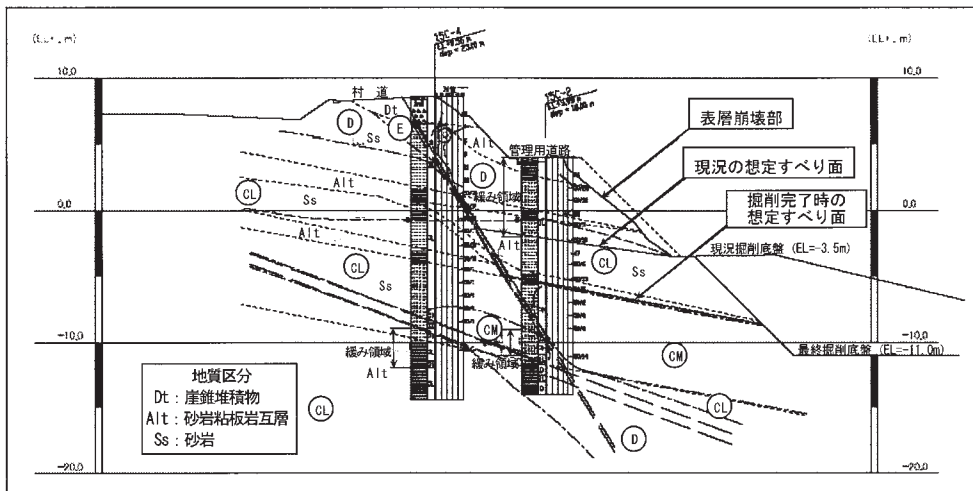


図-5 解析断面図

表-3 各斜面崩壊における諸元一覧

項目	表層崩壊	現況の斜面崩壊
	逆計算ケース I	逆計算ケース II
崩壊形態	流れ盤方向に発達する層理(不連続面)に沿った平面すべり	破碎部と層理面(流れ盤方向の不連続面)に規制された複合すべり
地下水位	・崩壊末端付近の不連続面から湧水 ・地質調査による地山地下水位	同左
根拠	・崩壊面を目視確認	・村道面のクラック ・地質調査による緩み領域

6. 3 現況安全率の推定

逆算法を行うにあたり、その時の現況安全率を設定する必要がある。安全率の設定は斜面崩壊の程度に応じて行い、表4「道路土工 のり面工・斜面安定工指針」（日本道路協会）を参考とする。

表層崩壊（ケースⅠ）は、砂岩粘板岩互層の風化部より構成される。その崩壊形態は、切土斜面に対し流れ盤方向に傾斜する層理面等に沿った岩盤すべりであり、完全に崩壊しており活動的だったことから、最小の $F_s=0.95$ が適当と判断する。

現況斜面崩壊（ケースⅡ）は、その崩壊形態が破砕部と層理面に規制された複合すべりであり、その運動活動は明瞭な地すべりによる変状はないものの、進行が認められることから、安定状態の $F_s=1.00$ を若干下廻る $F_s=0.99$ とする。

6. 4 土質定数の決定

土質定数は、原則として原位置試験や室内試験による岩盤の強度試験と逆算法から決定される。しかし、原位置試験は重要構造物や大規模な崩壊の危険性を伴う場合など社会的影響が大きい場合を除いて実施されることは少ない。また、室内試験についても本地区のような岩盤すべりの場合は、試験に使用する不攪乱資料を採取するのが困

難かあるいは採取時に乱れが大きくなることが予想されるため、試験値が代表値になり得ない問題点がある。従って、本地区における土質定数は、逆算法により設定することとする。

単位体積重量（W）

単位体積重量（W）は近似する岩盤性状である東側法面のD級岩盤を採用し、湿潤単位体積重量 $\gamma_t=19\text{kN/m}^3$ （飽和単位体積重量 $\gamma_{\text{sat}}=20\text{kN/m}^3$ ）と設定する。

粘着力（c）と内部摩擦角（ ϕ ）

また、粘着力と内部摩擦角については、表層崩壊（ケースⅠ）と現況斜面崩壊（ケースⅡ）について設定した現況安全率に対して逆算法を用いて、粘着力 $c=0$ （ KN/m^2 ）時における $\tan \phi$ を、 $\tan \phi=0$ 時における c を求め、 $c-\tan \phi$ 関係図（図6）を作成し、交点である $c=5.2\text{kN/m}^2$ 、 $\phi=19^\circ$ と設定した。

6. 5 安定計算結果

安定計算条件（検討ケース）については、表5のとおり貯水池水位及び地震係数を考慮し5ケース設定した。各ケースにおいて6.4で設定した土質定数を用いて想定される斜面崩壊の安全率を算出し、計画安全率を満足するために必要な抑止力を算出した結果、掘削完了後の水位急降下時（残留

表-4 地すべり区分に応じた安全率

地すべり分類 地すべり運動状況	地すべり区分			
	岩盤すべり	風化岩すべり	崩積土すべり	粘質土すべり
現在活動中の地すべり	$F_s=0.95\sim 1.00$			
現在活動していない地すべり	$F_s> 1.10$	$F_s=1.05\sim 1.10$	$F_s=1.03\sim 1.05$	$F_s=11.00$

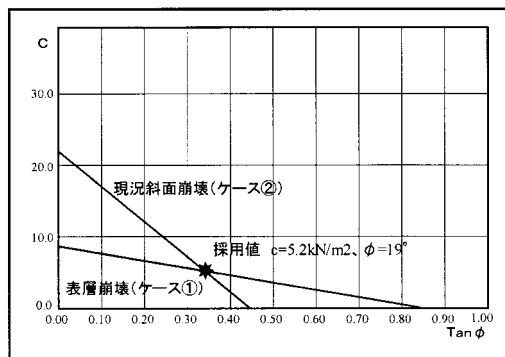


図-6 c-tan ϕ 関係図

表-5 各ケースにおける安定解析結果及び必要抑止力の結果一覧

安定計算条件	掘削完了直後		掘削完了後		
	貯水なし		常時満水位 FWL+1.0m	常時満水位 FWL+1.0m	水位急降下時 残留50% FWL+1.0m ↓ LWL-11.0m
地震係数 kh	kh=0.00	kh=0.10	kh=0.00	kh=0.10	kh=0.05
計画安全率 PFs	PFs=1.20	PFs=1.00	PFs=1.20	PFs=1.00	PFs=1.00
現況安全率 Fs	1.006	0.738	0.861	0.621	0.569
必要抑止力(kN/m)	179.7	315.8	306.1	450.4	552.9

間隙水圧50%、地震係数kh=0.05)が最も危険な条件となるため、当ケースに対する対策工を検討する。

7. 対策工の検討

7.1 対策工の比較検討

地すべり等の斜面安定対策工は、大きく抑制工と抑止工に分けられる。抑制工とは、排土や押え盛土等の斜面改良工及び水抜きボーリング工や集

水井工等の地下水排除工によるもので、抑止工とは綱管抑止杭工やアンカー工等の構造物によるものである。図7に地すべり防止対策工法の種類をまとめた。

本地区は千原貯水池内の斜面であり、千原貯水池の定時満水位がEL+1.0mと本傾斜の大半が水没するため、抑制工の地表水排除工や地下水排除工の効果は得られないものと判断される。また、抑止工の擁壁工は本地区のように比較的大きな地す

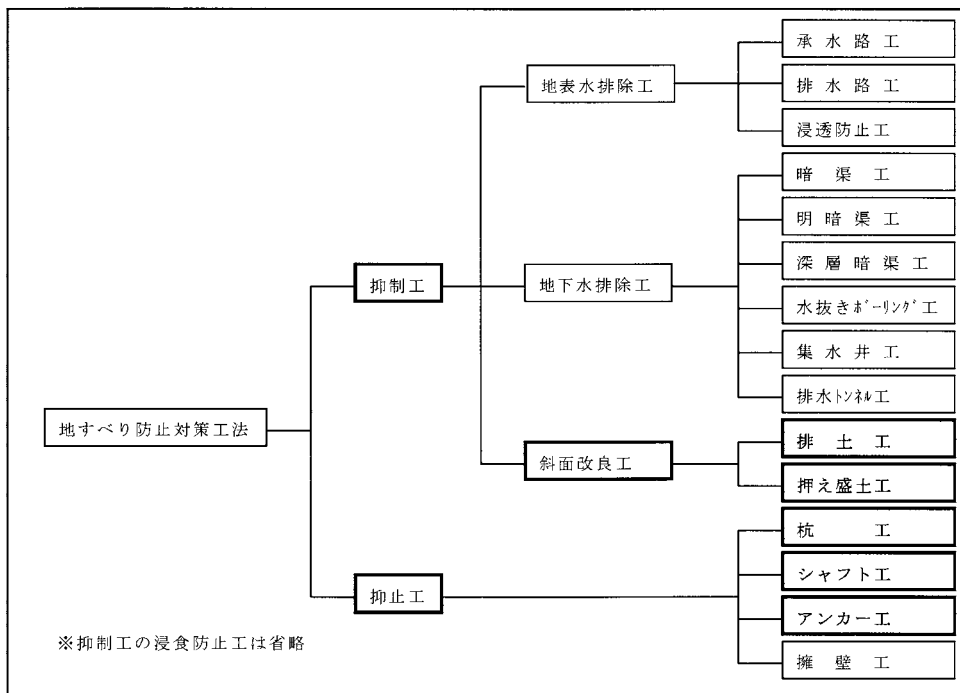


図-7 地すべり防止対策工法の種類

べり土塊を対象とする場合は不向きである。また、水位急降下時において擁壁背面の地下水が排水されにくく、残留間隙水圧が計画の50%以上となる可能性があり、当該斜面に対して危険側に働く恐れがある。従って、本地区における対策工の比較検討は、抑制工の排土工及び押え盛り土工、抑止工のアンカー工、網管杭工及びシャフト工の5案とした。

表6のとおり本地区に適用可能な5案で比較検討した結果、適合条件、長所、短所を鑑み、アンカー工が施工性・経済性に優れているため、これを採用することとした。

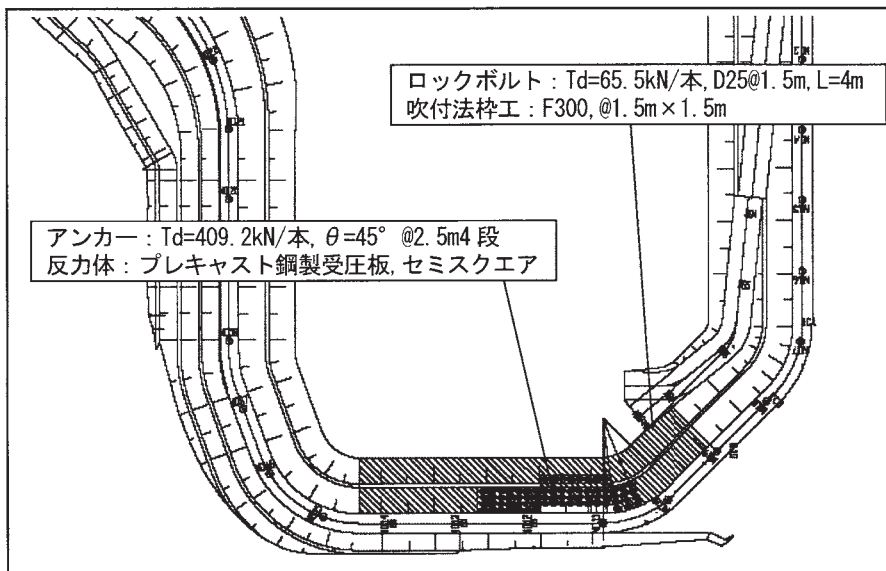
7.2 斜面对策工の概要

アンカー工の設計計算の結果、対策工の概要は次のとおりとなった。(図8、図9)

- ・水平間隔：2.5m，4段，アンカー打設角度45°
- ・アンカー効果：締め付け+引き止め効果
- ・設計アンカー力Td：409.2kN/本
- ・テンドンとグラウトの許容付着応力度：1.60N/mm²
- ・アンカー体の周面摩擦抵抗：0.60N/mm²
- ・アンカー長：L=17.0m，15.5m，14.0m，12.0m

表一6 対策工法比較

工種(工法)	適合条件	長所	短所	適・不適
抑制工 排土工 (斜面上部の崩土を排除)	・現況地形の変更が可能	・確実な効果 ・施工が容易	・用地の確保	不適 (用地)
抑制工 押え盛り土工 (斜面下部に盛土)	・現況地形の変更が可能	・確実な効果 ・施工が容易	・用地の確保	不適 (貯水量)
抑止工 アンカー工 (地盤と地すべり土塊をPC鋼材で結ぶ)	・小規模 ・基盤が浅い ・移動土塊が堅固	・効果が速効的 且つ直接的 ・施工速度 ・法面保護工を兼ねる	・工事費高 ・反力をとるための施設(枠工等)が必要	適 (施工性/経済性)
抑止工 網管杭工 (鋼管杭を設置)	・すべり面が浅い ・基盤の強度大	・効果が速効的 且つ直接的 ・施工速度	・工事費高 ・仮設が大規模	不適 (経済性)
抑止工 シャフト工 (堅土を掘削し鉄筋コンクリート充填)	・大規模 ・基盤の強度大	・効果が速効的 且つ直接的	・工事費高 ・大規模施工 ・危険度高	不適 (施工性/経済性)



図一8 斜面对策工平面図

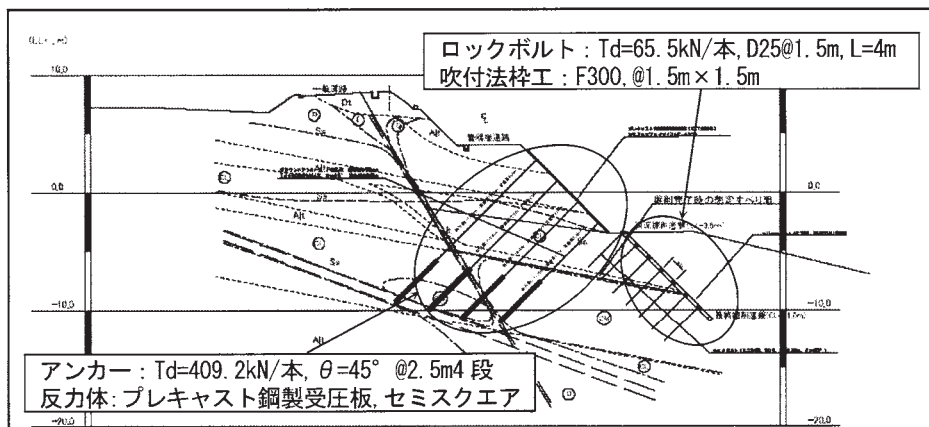


図-9 斜面对策工断面図

・受圧板：セミスクエアタイプ（逆巻き工法可能）

7.3 アンカー施工区以外斜面における対策工の検討

アンカー施工区以外の法面においてもアンカー施工箇所同様、層理や破碎部が流れ盤方向に傾斜しており斜面崩壊を起こしやすい地質構造となっている。現況では顕著な変状が認められないものの、表層崩壊により背面の斜面崩壊を助長する可能性があるため、対策工の検討を行った。同様な手法により検討を行った結果、最大必要抑止力は87.9kN/mであるため、法面1段分に対して斜面对策工（ロックボルト+吹付法枠工）を行うものとする。（図8、図9）

7.4 施工方法の検討

安定解析結果によると、計画掘削時における斜面崩壊の安全率は、 $F_s=0.738$ を示すことから、一度に掘削することは危険である。また、地すべりによる変状の進行が確認されていることから、現状のまま施工することも危険であり、対策工を施

工するにあたり応急対策工が必要と考えられる。よって、EL+4.0～3.5mの法面に対して押え盛土を行い、施工時における安全性を確保する。また、各施工段階における安全性を確保するため、アンカーで抑止しながら順次押え盛土を撤去する施工手順が必要である。

8. おわりに

今回の検討の結果、崩壊箇所においては、抑止力 $Pr=552.9\text{kN/m}$ が必要であり、これに対応する対策工はアンカー工となった。また、崩壊箇所以外の法面においても同様な表層崩壊が懸念されるため、現在設計のF200からF300の法枠+ロックボルト工が必要となる結果となった。

検討結果を踏まえ、アンカー工及びロックボルト工の詳細設計を実施し、現在施工を行っているが、施工後は孔内傾斜計による地盤の変形、滑動観測を定期的に行い、その効果の確認を行うこととしている。

農地防災事業における排水路への土砂流入抑制対策について

—排水路保護工の効果及び課題—

喜 多 祐 介* 橋 本 昌 直** 人 羅 英 男**
(Yusuke KITA) (Masanao HASHIMOTO) (Hideo HITORA)

目 次

1. はじめに	65	4. 調査方法	66
2. 施設の概要	65	5. 調査結果と考察	66
3. 調査の目的	66	6. おわりに	70

1. はじめに

国営総合農地防災事業「網走川上流地区」は、網走郡津別町及び美幌町の2町にまたがる4,190haの畑地帯が受益地となる事業であり、排水路20条（総延長75km）への土砂流出抑制を行うため、各種対策を実施した（図-1）。

本地区は、農地の大部分が土壌侵食を受けやすい火山性土壌で占められており、排水路は、降雨・融雪出水に起因する農地からの土砂流出及び排水路の法面崩壊等による土砂堆積により、排水機能の低下を招いている。このため、農地から排水路への土砂流亡を抑制するとともに、排水路内に堆積した肥沃な流出土砂を農地に還元することによる持続的な農業の確立を目指して、農業用排水路の改修で、各種施設に対策を実施している。



小沼沢幅広水路工

北の沢流入対策工



保護工土堤

暗渠出口

写真-1 メナシュ排水路保護工

対策を実施した施設には、排水路に沈砂池機能を持たせた「幅広水路工」、支線排水路から排水路本流へ流入する直前で土砂を堆積させる「流入対策工」及び農地から排水路へ直接流入する土砂を抑制する「排水路保護工」がある（写真-1）。

本報文では、排水路保護工施工後の排水路への土砂流出抑制効果・水質（SS、T-N、T-P）浄化効果等について報告する。

2. 施設の概要

排水路保護工は、農地を流下する表面水を保護工上部で捕捉し、保護工下部の浸透層（粗粒火山灰など）を通過する水だけを暗渠を介して排水する施設である（図-2）。なお、施設の概要を表-1に示した。



図-1 網走川上流地区位置

*北海道開発局網走開発建設部
北見農業事務所第1工事課 (Tel. 0157-36-2371)
**北海道開発局網走開発建設部
網走農業事務所第2工事課 (Tel. 0157-36-2371)
***北海道開発局札幌開発建設部
札幌北農業事務所第2工事課 (Tel. 011-391-0590)

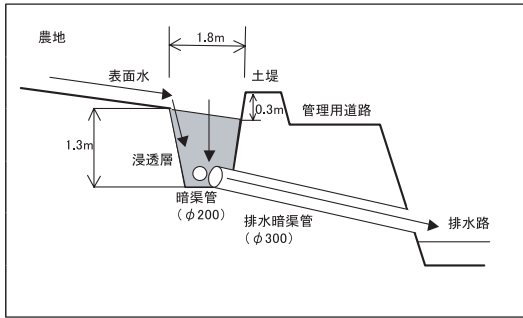


図-2 排水路保護工（断面模式図）

表-1 メナシュ保護工施設概要

保護工長さ	最大 150m
保護工高さ	0.30m
浸透層被覆材 浸透層埋戻材	粗粒火山灰
浸透層切深	1.30m
暗渠管径	φ 200mm
暗渠管種	塩ビ管（有孔管）
排水暗渠管径	φ 300mm
排水暗渠管種	塩ビ管（無孔管）

農地からの土砂流出量は、汎用土砂流出量予測式（USLE）から算出した網走川上流地区の平均 $35\text{m}^3/\text{ha}/\text{年}$ を用いるとともに、排水路保護工 1m 当りの堆砂量（ V ）は平均農地幅を 200m として、 $V = 35 \times 0.02 = 0.70\text{m}^3/\text{ha}/\text{年}$ で決定している。したがって、堆砂幅を 3m とすると堆砂の厚さは $23\text{cm}/\text{年}$ となり、保護工土堤の高さを 30cm としている。

3. 調査の目的

排水路保護工の堆砂状況を降雨データや堆砂厚の実測により把握し、本施設による土砂流出抑制効果と保護工浸透層による水質改善効果について明らかにすることを目的に調査・検討を行った。

4. 調査方法

農地堆砂量調査

調査地点の位置を図-3に示した。

はじめに、基準標高値の作成のため、降雨前に排水路保護工を基点として農地側に向かって（縦断方向）表面標高を測量した（写真-2）。つぎに、大雨直後に同様の測量を行い、その結果を基準標高値と比較する方法を用いた。

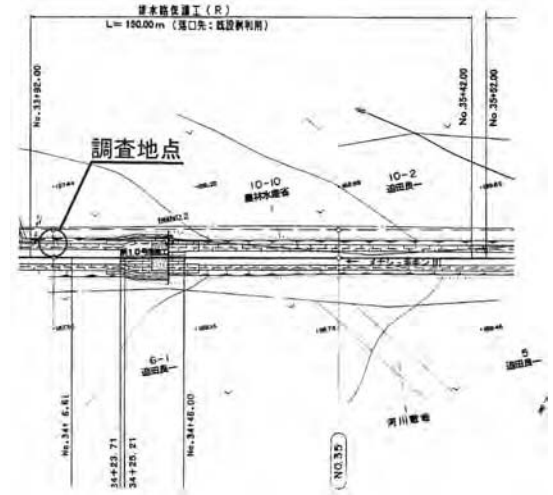


図-3 調査地点位置図



写真-2 農地表面標高測量

水質調査

水質調査は、大雨出水時に農地表面水（写真-3）と暗渠出口水（写真-4）をそれぞれほぼ同時刻、2リットル用のポリ瓶に採水し、SS（浮遊物質）、全窒素（T-N）、全リン（T-P）について分析した。なお、分析方法を表-2に示した。

5. 調査結果と考察

農地堆砂量

調査地点の模式図を図-5に示した。

平成14年の調査では排水路保護工の土堤から農地側約 3m 区間で農地の標高面がやや高くなっており、平均変化量は 4cm であった（表-3、図-4）。これを保護工 1m 当りでの堆砂量に換算すると 0.12m^3 となった。



写真-3 農地表面水採水



写真-4 暗渠出口水採水

表-2 分析方法一覧

分析項目	分析方法
SS (浮遊物質)	昭和46年環境庁告示第59号付表8
全窒素(T-N)	JIS K 0102-45.2
全りん(T-P)	JIS K 0102-46.3.1

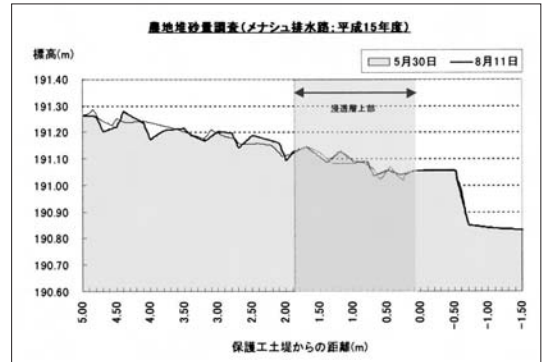
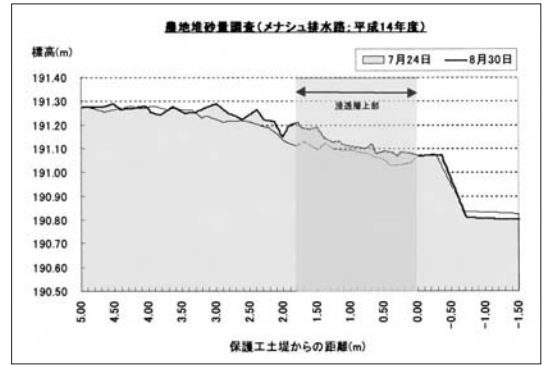


図-4 メナシュ排水路保護工農地面標高変化

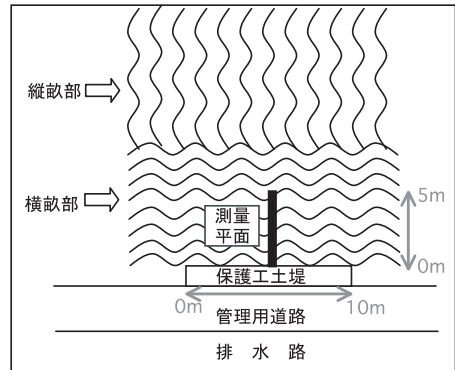


図-5 調査地点模式図

表-3 メナシュ排水路保護工農地堆砂量調査基礎諸元

調査年月日	調査対象期間	調査期間内の顕著ひと雨雨量期間	雨量(mm)	時間最大雨量(mm)	平均堆砂厚(m)	堆砂量(m ³)	
H14/7/24	基準断面測量					—	—
H14/8/30	7/24~8/30	8/20/1時~8/22/4時	89.0	5.0	0.04	0.12	
H15/5/30	基準断面測量					—	—
H15/8/11	5/30~8/11	8/9/5時~8/10/7時	151.5	23.5	0.01	0.03	

注1) ひとあめ雨量: 気象庁の「地上気象観測統計指針」を参考。(無降雨期間を概ね12時間とした)

注2) 平均堆砂厚は、保護工土堤から農地側3mまでの平均的な標高変化量である。

注3) 堆砂量は、平均堆砂厚(m) × 土堤から農地側の距離(3m)で算定した。

また、平成15年の調査でも同様に農地標高面の平均変化量は1cm上昇しており、堆砂量換算は0.03m³であった。

図6のように写真撮影を実施した。

平成14年、平成15年とも前述の年間堆砂量

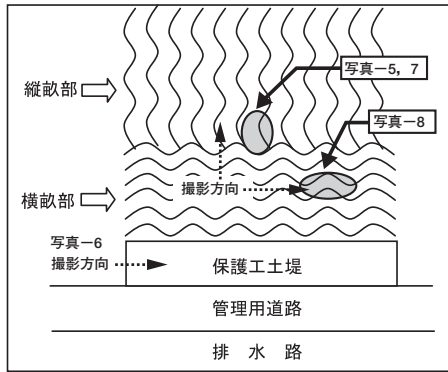


図-6 写真撮影位置模式図

0.70m³（平均堆砂厚23cm）より少なく、特に平成15年の雨量や降雨強度が平成14年事例よりも大きいにも関わらず、堆砂量が少ない結果であった。

この理由としては、大雨時には土砂を含む水が農地の上流から下流へ流下し（写真-5）、保護工手前の横畝部へ達し、一部は横畝を乗り越えながら保護工へ達した後、保護工沿いに下流へ流れ下り（写真-6）、また、一部は横畝を通して下流方向へ流下して畑地内へ堆積する等の現象が生じているものと考えられる。つまり、図-4の平成15年度農地側4m～5m付近に見られる標高面の下降や上昇等の複雑な変化がこれを表現していると考えられる。

写真-7、写真-8に農地の湛水が収まった縦畝部及び横畝部を示したが、特に写真-8からは保護工手前の横畝部に流水による土砂が洗掘・堆積



写真-5 降雨時の縦畝状況 (H15.8.10)



写真-7 縦畝・横畝境界部 (H15.9.11)



写真-6 降雨直後の保護工 (H15.8.10)



写真-8 横畝部 (H15.9.11)

表-4 顕著降雨出水時の水質結果

事例	調査年月日時	総雨量 (mm)	調査時 雨量(mm)	農地表面水質 (mg/)			暗渠出口水質 (mg/)			減少率(%)		
				SS	T-N	T-P	SS	T-N	T-P	SS	T-N	T-P
①	平成13年07月24日14時	50.5	42.0	7,010	28	8.7	8	21	0.35	99.9	25.0	96.0
②	平成13年09月11日11時	237.5	90.0	580	6.1	2.2	29	12	0.51	95.0	-96.7	76.8
③	平成14年08月20日16時	89.0	32.5	1,090	67	7.0	9	28	0.81	99.2	58.2	88.4
④	平成14年10月02日11時	49.0	49.0	1,604	31	6.1	43	23	1.3	97.3	25.8	78.7
⑤	平成15年08月10日07時	151.5	151.5	169			7			95.9		

している状況が見られた。このように、保護工だけではなく、農地内の横畝によっても保護工と同様な状況が認められる。

以上の理由として、保護工施工前は農家の栽培方法が全て縦畝方式であったが、保護工の施工により保護工付近では縦畝から横畝に変化させてきたもので、これまでは排水路内へ土砂を含んだ流水が直接流入していたが、現在は保護工のみならず横畝部にも土砂を堆積することが確認されており、間接的な土砂流出抑制の効果も出ていると考えられる。

水質調査

顕著降雨時の水質調査結果を表-4、図-7に示した。水質は土砂流出に関連深いSS(浮遊物質量)、肥料成分に多く含まれる窒素(T-N)、リン(T-P)の3項目を対象に降雨時に調査を行った。

全ての事例でSSは浸透層によるろ過作用により大幅に濃度が低下しており、農地表面水に対する暗渠出口水の減少率は90%以上となっていた。また、土粒子に付着して浸透層内に留まると考えられる全リンについても、SSの減少に伴って濃度が大きく低下していた。

これに対して、窒素は農地表面水が高濃度の時は暗渠出口でも低下しているが、低濃度時には逆に上昇していた。これは、農地表面水のSS濃度が高い時の窒素には、懸濁態(液体の中に分散する微粒子)が多く含まれると考えられ、浸透層によるろ過作用で濃度が低下したと思われる。

一方、農地表面水のSS濃度が低い時(事例②)は、懸濁態が少なくろ過作用が小さく、浸透水自体が土中の硝酸態窒素を溶脱させるため窒素濃度が上昇したと考えられる。

以上の調査結果から、保護工浸透層のSS、全リンに対する改善効果は明瞭で、全窒素も農地表面水が高濃度の時には改善効果が高いことが伺えらる。

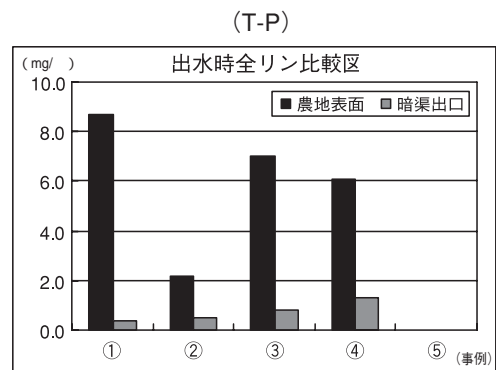
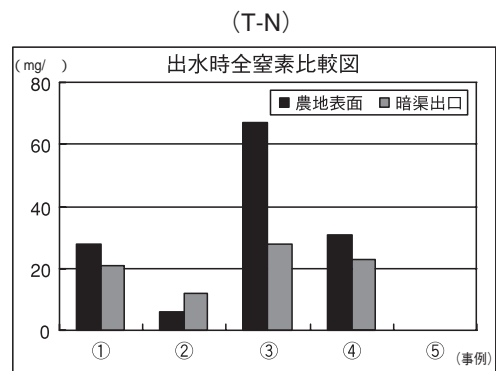
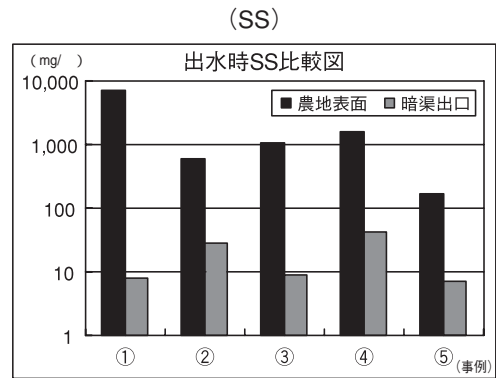


図-7 顕著降雨出水時の水質
(上図:SS 中図:T-N 下図:T-P)

6. おわりに

今回は、メナシュ排水路で実施した排水路保護工の土砂流出抑制効果、及び水質改善効果について、調査・検討を行った。

排水路保護工の土砂流出抑制効果については、保護工の実施によって1mあたり0.12m³～0.03m³の土砂流出抑制が確認された。また、農家の栽培方式が、保護工周辺で縦畝栽培（排水路に対して直角方向）から横畝栽培方式（排水路に平行方向）へと変化し、横畝部分にも土砂堆砂を生じさせる状況も確認された。これも保護工実施による一つの土砂流出抑制効果であると考えることができ

る。このことについては更に範囲を広げた調査を行い、その検証が必要と思われる。

水質調査からは、保護工浸透層によるSSとリン及び窒素の改善効果が認められ、この結果が最終的には網走川への土砂流出抑制や水質環境改善に繋がるものと確信する。

今後は、各土砂流出抑制施設（排水路保護工、幅広水路工、流入対策工）で調査を実施している土砂流出量と堆砂量の関係を用いて、排水路全体としての土砂流出抑制効果を総合的に検討し、その検討結果を事業に反映させ、且つ今後の同種事業をより効果的に推進していくことに供したい。

植生の早期回復に配慮した排水路工法について

山 田 久 幸* 粕 谷 典 保*
(Hisayuki YAMADA) (Noriyasu KASUYA)

目 次

1. まえがき	71	4. 対策工法の設計・施工	73
2. 排水路施工前の自然環境調査	71	5. 施工後の自然環境回復状況	74
3. 自然環境の状況を踏まえた排水路工法 検討上の着目点	72	6. あとがき	75

1. まえがき

十勝地域に代表される大規模畑作地域の農業排水路の多くは、かつては自然に近い状態にあった小河川に対して、断面拡幅、河床掘削、蛇行の直線化等の工事を行うことにより、地域の基幹排水路としての機能を確保してきた。こうして整備された農業用排水路である河川は、その後の時間の経過とともに二次的な自然環境を形成していった。

また、本地域の農業は、高生産性の大規模畑作経営を中心に大きく発展するとともに、ながいも等新規作物の導入・定着が進み、「南帯広地区」幹線排水路（4条 L=38.2km）受益地の農業経営は大きく変化してきた。これに伴い、従前の排水路機能は、集水区域の流出形態の変化やながいも作付けに伴う暗渠埋設深に対応できず、再度の排水路整備が必要となったものである。

しかし、幹線排水路も既に二次的な河川の自然

環境が形成されていたことから、排水路の整備にあたっては、現況の自然環境との調和に配慮することが不可欠となった。このため、「南帯広地区」においては、以上の経緯を踏まえ、排水路の施工に先立ち現況の自然環境の状況を把握し、配慮すべき事項の検討を行い、排水路の設計・施行上の各種の工夫を実施してきた。

本報告は、二次的な自然環境との調和に配慮するための調査・検討・設計・施工について紹介するとともに、現時点における評価を試みるものである。

2. 排水路施工前の自然環境調査

平成8年から平成13年までの期間に、魚類、植物、鳥類、底生動物、昆虫、哺乳類について調査を行い、出現種として157科483種が確認された。排水路内及び周辺の水環境の特徴は次のとおりである。

表一 施工前の自然環境調査で確認された出現種

	出現種	確認された種	特 徴
植 物	73科316種	クマシロウ、クハシロウ、ホウキノミツバ、オホバクサ、ホトミシ、ナガシロウ、エゾキヌタツウ、アカカサガなど	河畔林にハルニレ・ヤチダモ群落が存在
ほ 乳 類	4科8種	キタキツネ、エゾリス、ミカドネズミなど	大半が森林環境に生息する種
鳥 類	24科47種	ヒヨドリ、ヒバリ、オオジシギ、ヒガラなど	森林、草原・湿地、農耕地、市街地に生息する各種が生息
魚 類	6科6種	ニジマス、ウグイ、フクドジョウ、イバラトミヨ、ハナカジカなど	遡上種、岸辺の植生、泥中、河岸に繁茂する植物中、れき下に生息する各種が生息
底生動物	50科106種	シロハラコカゲロウ、ヒゲナガカワビケラ、ムラサキトビケラなど	清澄な水域の緩流部に生息する各種が生息

*北海道開発局 帯広開発建設部帯広農業事務所
(Tel. 0155-24-4121)

鳥類は、アオサギ、マガモ、ハリオアツバメ、アマツバメ、キセキレイ、ミソサザイ、オオルリといった、河川周辺を生息・繁殖の場とし、河川起源の生物を餌とする種類が確認されている。

また、魚類としては、スナヤツメ、ニジマス、ウグイ、フクドジョウ、キタノトミヨ、ハナカジカなどが確認され、湧水の存在の指標となるマメシジミ属や平家蛍の餌となるモノアラガイとヒラマキガイ、魚や鳥の餌となる水性昆虫など多彩な底生動物が生息し、地域生態系を支えている。

3. 自然環境の状況を踏まえた排水路工法検討上の着目点

確認された魚類、鳥類、昆虫類等と関わりの深い河川環境要素は次に示すとおりである。

- ①魚類・底生動物類の生息，産卵手
……………自然河床

- ②魚類の生息 ………………淵（深み）
- ③昆虫の産卵，昆虫幼生の上陸，蛹化，羽化
……………自然河岸
- ④鳥類・魚類・底生動物類の生息・営巣・採餌
……………水際植生
- ⑤鳥類の生息，昆虫の羽化，生育
……………陸生植物
- ⑥鳥類・昆虫の生息 ………………河畔林

排水路の施工にあたっては、生態系を可能な限り乱さないとともに、やむを得ず損なわれる生態系の速やかな再生について留意する必要がある。

このための方策として考えられることは（表-2）に示すとおりであり、これらのイメージが（図-1）である。

河畔林の保全については、通水断面の確保や管理用道路の設置のため難しい面もあるが、特に、ハルニレ・ヤチダモ群落について一旦失われると

表-2 環境要素保全・再生のための対策

保全・再生すべき河川環境要素	排水路設計・施工における対策
① 自然河床	掘削河床材の埋戻しにより、現況底質を維持する。
② 淵（深み）	魚溜工を適宜設置し、自然の淵に近い環境の再生を促す。
③ 水際植生	平水位より上部の護岸材料を植生性の材料とし、在来植生の再生を促す。
④ 自然河岸	護岸材料を工夫し、自然河岸に近い環境を早期に再生する。
⑤ 陸生植物	現地発生素土での排水路法面整形により、在来植生の再生を促す。
⑥ 河畔林	管理用道路の配置調整等により、河畔林を可能な限り保全する。

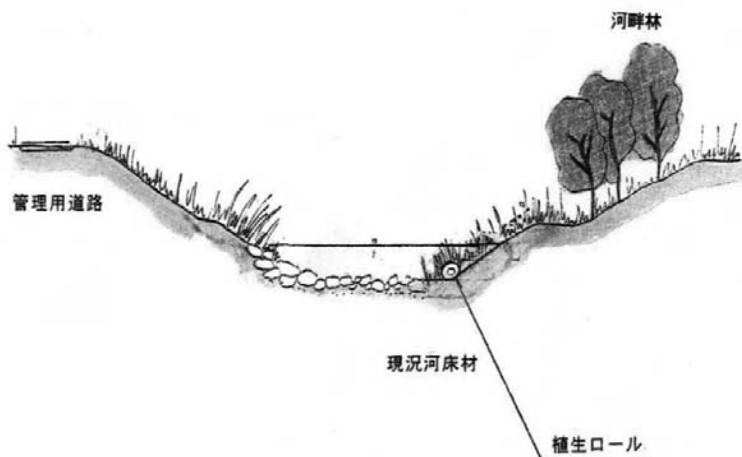


図-1 排水路整備後イメージ図

再生に長時間かかるため植物調査の結果を踏まえて可能な限り保全に努める。

魚類等の移動については、床止工を低階段型全面魚道タイプ落差工とすることにより縦断的魚類移動経路の確保を行う。

4. 対策工法の設計・施工

環境要素の保全・再生のための対策の具体的内容を以下に示す。

①自然河床

護岸材料に植生ロールを法止めとして使用し、自然河床を極力残した。

②淵（深み）

淵の形成については、魚類の休息及び生息域として低階段型全面魚道タイプ落差工の下流に減勢工としてのプールがその役割を果たしているが、落差工の設置間隔が大きくなる区間では、ウグイ・ニジマスなどの遊泳範囲を考慮し、200m程度の間隔で布団籠による魚溜工を設置した。

本地区の排水路は、敷幅が狭く同一断面で瀬と淵を形成することが困難なため、縦断的に魚溜工を設置して水深や、流速に変化をもたせた。

③水際植生

平水位までを植生ロールにすることにより、水際の成長を促すこととしたほか、その上部については植生ネットと張芝による施工を行い、水際から連続した植生の回復を図る工法とした。

④自然河岸

既存の排水路用地に充分な余裕のある部分に限定して、排水路を河畔林の対岸に寄せることにより、自然河岸を残すこととした。

⑤陸生植物

近年、セイタカアワダチソウ等の外来種が増殖し在来種主体の生態系に影響を与えていることが知られている。排水路法面も裸地のまま放置すれば、こうした繁殖力の旺盛な外来種植生が優勢となり、ひいては在来種植生が駆除されることが懸念される。

このため、在来種植生の早期回復を図る方法として、掘削前に鋤とり（10cm程度）を行い、その鋤とり物（刈取り物を除いた植物の根の混入した土砂）を掘削後の法面に整形（張り付け）する工法とした。

また、事前植生調査により、現況法面、水際、管理用通路と農地との間、法頭と広範囲にわたり希少種が6科7種確認されたことから、施工区域を除く同一条件であるところへの移植を行った。

⑥河畔林

河畔林の保全については、前述④自然河岸でも



写真-2 魚溜工施工状況



写真-1 植生ロール使用護岸



写真-3 魚溜工

法面鋤とり土砂撒出し施工



写真-4 鋤とり物法面整形作業状況



写真-5 法面整形完了状況

述べているが、排水路を対岸に寄せるとともに管理用通路の配置を調整して、出来る限り河畔林の伐採を少なくした。

5. 施工後の自然環境回復状況

平成14年度に、平成12～13年度にかけて施工した区間について環境調査を行い、工事後における自然環境の回復状況について確認した。

5-1. 植物の回復状況

施行前調査（平成10年度）と今回平成14年度調査との比較で考察する。

施工年次別に在来種数を比較すると、平成12年度施工区間（豊西排水路）で55種、平成13年度施工区間3排水路（豊西排水路・別府排水路・富士排水路）においては、各、18種、23種、25種が確認された。また、在来種混成率についても平成12年

表-3 年度別施工区間一覧表

施工年度	排水路名(河川名)	施工区間・延長
平成12年度	豊西排水路(第2売買川)	No.0 ~ No.16 L=1,600m
平成13年度	豊西排水路(第2売買川)	No.16 ~ No.35 L=1,900m
	別府排水路(売買川)	No.0 ~ No.20 L=2,000m
	富士排水路(タロウエモン川)	No.0 ~ No.15 L=1,500m

表-4 事前調査と施工後の調査結果の比較表

調査路線	施工年度	H10 調査	H14 調査				確認種に占める在来種の割合(混成率)
			在来種として確認された種	帰化植物として確認された種			
豊西排水路(第2売買川)	平成12年度	30科77種	24科79種	22科55種	エゾノギシギシ、シロザ、クスダマツメクサなど	8科24種	69.62%
豊西排水路(第2売買川)	平成13年度	54科181種	12科30種	10科18種	エゾノギシギシ、シバムギ、シロザ、シロツメクサなど	7科12種	60.00%
富士排水路(タロウエモン川)	平成13年度	60科225種	15科39種	12科25種	ヒメスイバ、セイヨウヤマガラシ、シバムギ、オオアワダテソウなど	8科14種	64.10%
別府排水路(売買川)	平成13年度	38科84種	18科37種	15科23種	エゾノギシギシ、メマツヨイグサ、ヒメムカシヨモギなど	8科14種	62.16%

表-5 施工前調査と施工後調査との魚類比較表

魚種／地点	(売買川) 別府排水路		(第2売買川) 豊西排水路				(タロウエモン川) 富士排水路	
	H8調査	H14調査	H8調査	H14調査	H8調査	H14調査	H8調査	H14調査
1 スナヤツメ	●	○	●	○	●	○	●	○
2 エゾウグイ		○						
3 フクドジョウ	●	○	●	○	●	○	●	○
4 ニジマス	●	○	●	○		○		
5 キタノトミヨ	●	○	●	○	●	○	●	○
6 ハナカジカ	●			○	●	○		
種数	5	5	4	5	4	5	3	3

度が69.6%であり、平成13年度各路線では、60.0%、62.2%、64.1%、となり同様の傾向となった。

希少種とされる種についても、平成12年度施工区間において3種類（ノダイオウ・ホザキシモツケ・エゾキヌタソウ）が水際及び法面で確認され、平成13年度施工区間においても富士排水路において1種類（ホザキシモツケ）が河岸及び法面で確認されている。

このような灌木類や多年草の早期の出現は、在来種植生の早期回復のための対策として実施した鋤とり物、土壤中の根茎等が速やかに再生したものと考えられ、陸上植物の回復に向けた対策が有効に機能したためと推察される。

5-2. 魚類の回復状況

植物同様に施工前調査（平成8年度）と施工後調査（平成14年度）との比較で考察する。

（表-5）施工前調査と施工後調査との魚類比較表

確認された魚類種からみると、施工前と同程度に回復しており、淵を好むニジマス、河岸植生に依存するトゲウオ、河床の浮き石に依存するハナカジカなどに適した多様な環境が再現されつつあるものと推察される。今後、さらに植生の回復が進むとともに部分的な土砂の堆積等により流れに変化が生ずることで、より良好な生息環境が形成されるものと推察する。

また、落差工上流でエゾウグイ、ニジマスが採捕されていることから、多段式落差工については魚類の遡上に有効に機能しているものと判断できる。

魚溜工については、フィッシュカゴ内部でフクドジョウ、そこから繁茂した植物の陰でキタノトミヨが確認されており、遊泳形態の異なる魚類にも適した多様な生息環境を創出している。将来的には土砂堆積も予測されるが、十分な河道植生回復までの暫定的な生息空間としての機能は評価できる。

6. あとがき

南帯広地区の排水路整備にあたり、施工前の環境調査により現況の自然環境の状況把握し、それを踏まえ、設計・施工において配慮すべき環境要素を検討の上、各種の工夫をして排水路工事を実施した。その結果、現時点においてもすでにある程度の環境回復の状況が確認された。

また、工法等の検討過程においては、帯広市内で活動する環境保護団体3団体とコミュニケーションを図り、多様な意見を交えながら合意のもとに排水路工法を決定した。そうした取り組みの側面的効果として、環境保護団体にも土地改良事業の必要性が理解されたという副次的成果も得られた。

本報告では、現時点での環境回復状況の評価を試みたものであるが、施工後短期間でもあり、もとより十分な評価とはなっていない。総合的な環境回復の評価を行うには、今後一定の時間の経過が必要であり、その段階で、再度環境回復状況をフォローアップしていくことが重要と考える。

日時計を活用した水利慣行について

刻限日影石

鈴木 光明*
(Mitsuaki SUZUKI)

目 次

1. はじめに	76	3. おわりに	81
2. 刻限日影石	76		

1. はじめに

現在のような大規模農業水利施設が普及する以前、全国各地では様々な形で水を巡る争いが発生し、先人達は水配分のルールを設定することにより、その争いを解決してきました。

こうした水配分ルールの多くは、口伝もしくは証文等の形で現在に伝えられているものがほとんどですが、今回ご紹介する三重県いなべ市員弁町の刻限日影石は、文書による水配分の取り決めに加え、分水地点に水配分の刻限を示す日時計を設置するという、全国的にも珍しい事例だと思われるので、ここにご紹介いたします。

2. 刻限日影石

地区概要

刻限日影石によって水配分時刻を取り決めていたのは、三重県北部のいなべ市員弁町内にある笠

田新田及び大泉新田の両新田地区です。本地区は、二級河川員弁川の支流である明智川を堰止める形で築造された、笠田大溜の築造を契機に新田開発が進んだ地区です。

笠田大溜周辺の水争いの歴史

笠田大溜は桑名藩第五代藩主松平定綱の命により、寛永15年(1638)に従来よりあった野摩池を改修することにより完成しました。この当時、新規開田については開田後一定の期間年貢の減免を行う「鍬下年季」の制度がとられていたため、大溜周辺の新田開発が盛んに行われ、寛永18年(1641)に大泉新田が新村として発足し、さらに慶安3年(1650)には笠田新田が新村として発足しました。この2村の他にも周辺では新田開発が行われ、用水に不足を来すようになりました。そのため、周辺に宇野溜、荒田溜、長溜、猿ヶ堂溜、赤溜といった補助ため池の築造が行われ(表-1参照)、また、この地域特有の横井戸であるマン

表-1 笠田新田・大泉新田関連主要ため池

名称	築造年代		受益面積	受益集落
	年号	西暦		
笠田大溜	寛永15年	1638	93ha	笠田新田, 大泉新田, 宇野村, 畑田新田
喜蔵池(大泉新田溜)	正保2年	1645	3ha	大泉新田
宇野溜	万治2年	1659	2ha	笠田新田, 宇野村
荒田溜	万治2年	1659	1ha	笠田新田
長溜	延享2年	1745	2ha	笠田新田
猿ヶ堂溜	天明年間	1785頃	3ha	笠田新田
藤九郎溜	寛政年間	1790頃	0.3ha	笠田新田
赤溜	享和3年	1803	-	笠田新田
水谷溜	天保2年	1831	3ha	大泉新田
中溜	天保2年	1831	-	大泉新田
藤四郎溜	明治元年	1868	0.3ha	笠田新田

*東海農政局木曾川水系土壌改良調査管理事務所
(Tel. 052-871-4420)

表 - 2 笠田大溜関連水争い年表

年号	西暦	事 項
安永9年	1780	笠田大溜の水配分について、笠田新田と大泉新田間で水争い
寛政11年	1799	笠田新田、大泉新田間に水代米延滞に端を発する争い
寛政11年	1799	笠田新田、宇野村間で水争いに端を発する喧嘩が発生。宇野村住人文治が死亡。
文化4年	1807	笠田新田、大泉新田間に水争い。桑名藩庁の裁定により、笠田新田敗訴。
弘化3年頃	1846	笠田新田、大泉新田間に水争い。桑名藩庁が大泉新田より事情聴取。
弘化4年	1847	羽津村庄屋藤谷傳之助の仲裁により、水争いに終止符。同時に刻限日影石設置。

ボを掘るなど、水の確保に向けた様々な取り組みがなされましたが、水不足は一層深刻さを増し、記録に残されているものだけでも幾度かの水争いが発生しています(表 - 2参照)。

中でも、笠田新田と大泉新田間の水争いは深刻でした。慣習的に笠田大溜からの両村への分水について、明六つ(日の出)～暮六つ(日の入)の昼水については大泉新田、暮六つ～明六つの夜水については笠田新田との取り決めをしていましたが、主として笠田新田側に不満が強く、長期間にわたって争いが続きました。その間何度か桑名藩の裁定も行われたようですが、水争いの根絶には至らなかったようです。

水争いの解決と刻限日影石

地域内の利害関係者同士による話し合いでは、限界があったことから、弘化4年(1847)4月、現在の四日市市内にあった、羽津村の庄屋藤谷傳之助が仲裁に入り、「和熟為取替一札之事」という文書が交わされ、

笠田大溜からの分水については、日の出より七時半までが大泉新田、七時半より日の出までが笠田新田とすること。

水不足の際にはお互いに水を融通しあうこと。

分水交代の時間(日の出及び七時半)には、両村の担当者が立ち会うこと

主要な補助ため池の水利用について等が定められ、和解が成立しました。また、同時に大泉村庄屋懸野松右衛門の発案により、刻限日影石設置について桑名藩に申請を行い、同年5月、笠田、大泉両新田への分水地点脇に刻限日影石が設置されました。この刻限日影石の設置後、両新田間の水争いは後を絶ったと伝えられています。

刻限日影石による時刻の表示

刻限日影石は、1辺の長さがおよそ40cm、高さおよそ70cmの四角柱部分と、その四角柱の影を受ける請石部分とに分かれています。

四角柱の正面には「刻限日影石」その裏面には「弘化四丁未年五月」。日影石の左右の側面にはそれぞれ「從七時半時 日之出迄 笠田新田」「從日之出 七時半時迄 大泉新田」と刻まれています。また、請石の中央部分には「七時半時日影請石」との文字が刻まれています(図 - 1)。

地元の郷土史家の方々が実際の日影を元に検証

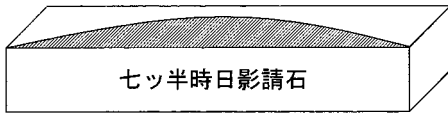


写真 - 1 刻限日影石



写真 - 2 請石部分

請石部分



四角柱部分

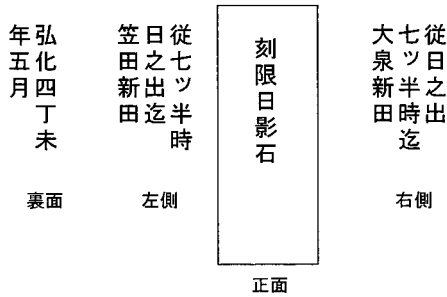


図 - 1 刻限日影石

刻限日影石が使用されていた当時は、現在のよ
うな定時法ではなく、日の出の時刻を明六つ、日
の入の時刻を暮六つとして、その間を6等分する
不定時法が使用されていました。このため、1時
の長さが昼夜・四季によって異なり、昼間の1時
の長さも2.6時間（夏至）から1.8時間（冬至）ま
でと幅がありました。

当時の営農パターンとしては、概ね5月の下旬
に代掻きを行い、6月の月上旬に田植、7月中旬に中
干し、9月下旬に落水、10月中下旬に刈り取りを
行っていたようですので、これに現在の標準的な
水利用パターンを当てはめてみると、(図 - 2)
のようになります。通常、用水需要が最も高い時期
は、代掻き期及び中干し後であるため、これらの
時期に、両新田への分水時間がどのくらいであ
ったかを計算してみると、(表 - 3)のようになり
ます。(実際には、前述したとおり、請石に日影石
の影が投影された時刻は、正確な七時半を示して
いたわけでは無いこと、また、日の出、日の入の
時刻についても、本来ならば現地の地形を考慮の
上、周囲の山の稜線を基準にした時刻とするべき
ですが、理論上の地平線を基準とした時刻として
計算している等、正確でない点が多々あるかと
思いますが、本稿の目的及び筆者の能力的限界か
ら、こうした簡略化についてはご容赦願いたいと

した結果によれば、春分及び秋分の日に四角柱の
北東角の影が請石に達した時刻が概ね七時半を示
しており、その他の時期については、若干のズレ
が生じていたようですが、便宜的に年間を通じて
四角柱の北東角の影が請石に達した時刻を七時半
としていたようです。

分水時間による水配分の有利・不利

現行歴	5月			6月			7月			8月			9月			10月																				
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬																		
二十四節気	穀雨	立夏	小満	芒種	夏至	小暑	大暑	立秋	処暑	白露	秋分	寒露	霜降	立冬	小雪	大雪	冬至	小寒	大寒																	
七十二候	牡丹華	蛙始鳴	蚯蚓出	竹笋生	蚕起食桑	紅花栄	麦秋至	蟄蟄生	梅子黄	乃東枯	高蒲華	半麦生	温風至	運始開	鷹乃学習	桐始結花	土潤溽暑	大雨時行	涼風至	寒蟬鳴	蒙霧升降	蟬始鳴	天地始肅	禾乃登	鶉始鳴	玄鳥去	雷乃收声	蟄虫坏戸	水始涸	鴻雁来	菊始開	鶯始降	蟋蟀居戸	雀始鳴	雉始鳴	雀始鳴
生育ステージ	・播種			・田植			← 分けつ期 →			← 幼穂形成期 →			← 出穂期 →			← 収穫 →																				
水管理など				代掻き			浅水			中干し			間断かんがい			落水																				

図 - 2 日影石使用当時の想定農事暦

表 - 3 主要営農ステージの分水時間

農事暦上の位置づけ	現行歴日付	日の出時刻	日の入時刻	七時半時刻	日の出～七時半 (大泉新田へ分水)		明け六～暮れ六 (大泉新田へ分水)	
					時間	分水時間比	時間	分水時間比
代掻き	5月20日頃	4:46	18:56	17:45	12:59	54%	14:10	59%
田植え	6月10日頃	4:37	19:10	17:57	13:20	56%	14:33	61%
幼穂形成期(中干し後)	8月1日頃	5:01	19:00	17:50	12:49	53%	13:59	58%
落水(秋分)	9月23日頃	5:41	17:53	16:52	11:11	47%	12:12	51%

注1 北緯35度8分 東経136度31分 標高約80mとして計算
注2 1854年の各時刻について、現在の日本標準時ベースで試算

思います。)

表 - 3によれば、代掻き期の大泉新田への分水時間の比率が、刻限日影石設置前59%に対し設置後54%、中干し後の分水比が58%から53%となっており、刻限日影石の設置を機に大泉新田側への分水時間が短くなっていますが、それでも常に大泉新田側への分水時間が長かったことがわかります。

分水面積から見た有利・不利

分水時間で見た場合、大泉新田が有利であったことは、先に述べましたが、果たして、実際に必要な水および利用可能だった水の量はどうかでしょう。

笠田大溜からは、(図 - 3)に示すとおり、5本の水路により、約90haの農地に配水していました。当時の資料から、刻限日影石に基づき、分水をしていた面積は、笠田新田地籍の面積が約40ha(水路b及び水路dがかり)、大泉新田地籍の面積(一部畑田新田地籍)が約50ha(水路cがかり)ということがわかっています。

このことから、分水時間の場合とは逆に、笠田新田側が有利であったことがうかがえます。

実際には、この90haの農地については、大溜からの水だけでなく、補助ため池の水も適宜利用していたことや、図中a～eの5本の水路のうち、刻限日影石によって、分水時刻を決定していたのは、図中のb・c・dの3本のみで、水路aの水は、笠田新田及び大泉新田双方への補給水として使用されていたほか、水路dの水は宇野村への補給水として使用されるなど、複雑な用水系統だったようです。

その他の要因から見た有利・不利

その他の要因として、利用可能な補助ため池の数は笠田新田側が多かったこと、大泉新田への水路延長が長かった事による送水損失水量の差、一般的に昼水は水温が高く病虫害等の発生確率が高いこと、等も考慮すると、笠田新田側が有利な内容であったと思われます。

しかしながら、笠田大溜の管理は実質、笠田新田に委ねられていたこと、笠田大溜の拡張工事の際には笠田新田の庄屋が私財により行ったこと、豪雨等の際に大溜の堤体が決壊した場合には地理的に大溜に近い笠田新田側の被害が大きかったと予測されること、笠田新田側の耕作者は夜間に水番の必要があり、生活サイクルから見て不利だっ

たこと等、笠田新田側も一定の責任とリスクを負っていたようです。

また、当時の水路が土水路であったことから、笠田新田地区内を横断して大泉新田へ送水する水路cからの漏水が相当量あったらしく、大泉新田との取り決めにより、笠田新田地区内に漏水を利用したかんがい認められていた田が約2haありました。この田については「酉の起分」と呼ばれ、笠田新田の住民が耕作していたにもかかわらず、地籍上は大泉新田側の土地として管理され、大泉新田側に対して笠田新田側から1反当たり約2斗2升(33kg)の米が水代として支払われていたようです。

地区内に込められた数々の先人の知恵

地区内に5本ある水路のうち、b～d水路のみについて分水時刻を定め、a及びe水路については、必要に応じて適宜運用していたと考えられること。

漏水の利用について「酉の起分」を設定し、本来の水利権者である大泉新田側の権利を保護したこと。

時刻の判定手法として、日時計の一種である日影石を設置し、判定にばらつきが生じないようにしたこと。

等、本地区内には数々の先人たちの知恵が込められています。「和熟為取替一札之事」によって、延長された笠田新田側への分水時間はたった半時ではありますが、この後水争いの記録が残っていないことを考えると、この半時の分水時間の移動がこれまで見てきた、両新田の有利性・不利性を全て打ち消す最後の1ピースであり、両者がうまく折り合いをつけられた時間なのだと思います。

その後の笠田大溜周辺

これまで、述べてきたように、刻限日影石の設置後両新田の水争いは後を立ちました。その後、昭和11年には、員弁大池が完成。また、時計の普及に伴い、日影石の示した七時半ではなく、午後6時が分水換えの時刻に変更され、日影石はその役目を終えました。昭和56年には、県営ため池整備事業により、老朽箇所改修が行われ、平成4年には三重用水が完成し、員弁幹線水路笠田分水工から、笠田大溜に補給水が入られるようになりました。また、平成9年には地区内のほ場整備も完了し、土水路からコンクリート水路に改修されるなど、かんがい効率も改善されました。

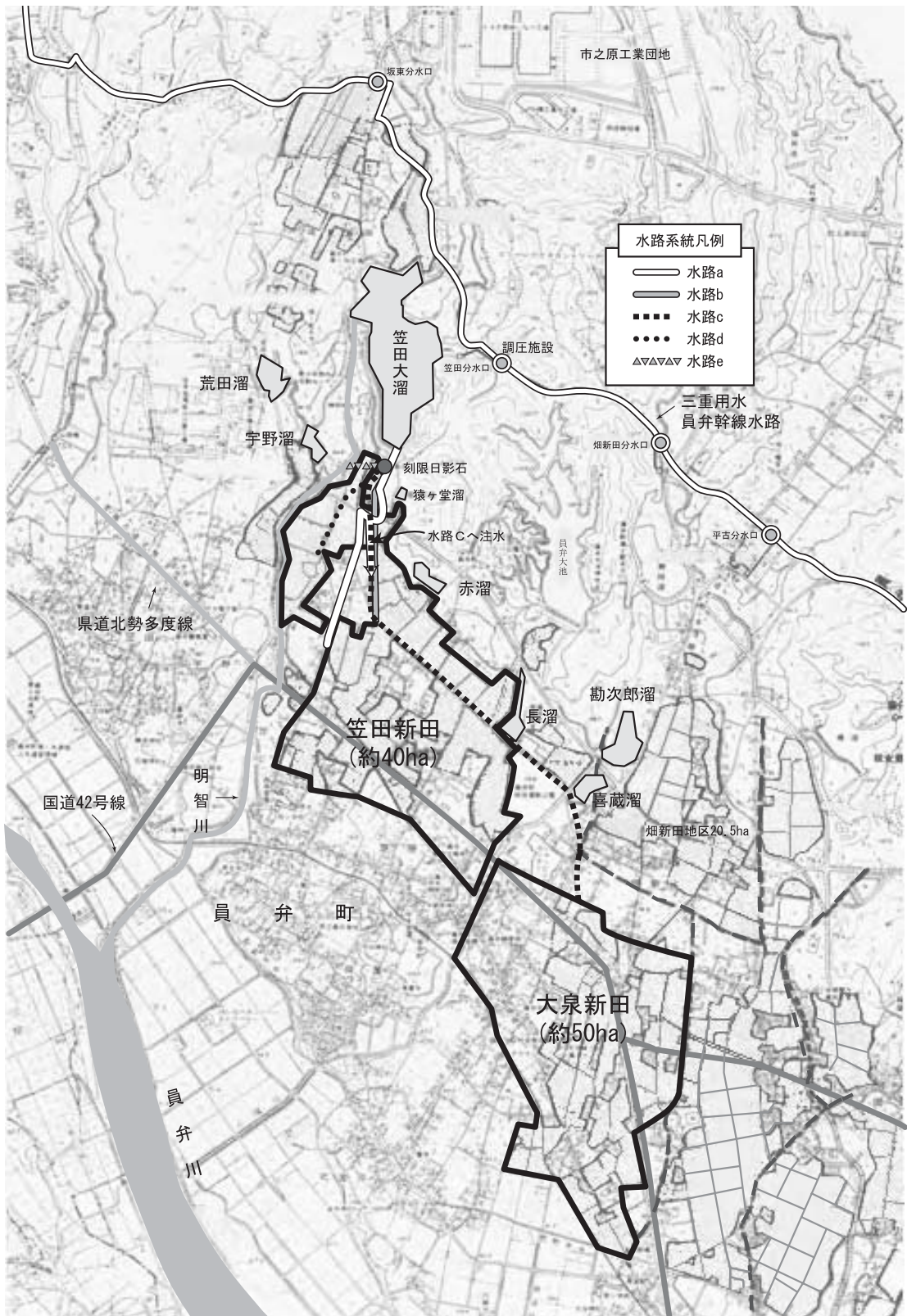


図-3 笠田大溜周辺図



写真 - 3 現在の分水地点



写真 - 4 現在の笠田大溜（落水時）

このように、近年になって、水不足への不安が一気に解消し、刻限日影石のみが当時の水争いを解決した、いわば平和のシンボルとして残されています。

3. おわりに

今回の刻限日影石の取材を通じて、先人たちが試行錯誤によって公平な水配分のあり方を探っていたことを、実感を持って認識することができました。

また、取材の際にお聞きしたのですが、時計の普及に伴い分水の時刻は七時半から午後6時に変更されたものの、「和熟為取替一札之事」により定められた、分水交代の時間には、両村の担当者が立ち会うことという取り決めについては、ほ場整備により現在の分水ゲートが設置された平成年代まで守られていたとのことで、およそ150年間にわたって取り決めが受け継がれていたということに、大変感銘を受けました。

日本国内には、このほかにも様々な水利慣行が

残されている事と思います。我々農業土木技術者にとって、こうした過去の水利慣行について研究をすることは、より地域の実情に応じた事業計画の策定および事業実施に役立つものであるとともに、失われ行く無形の農業土木遺産の保存の観点からも非常に重要なものだと感じました。

最後になりましたが、今回の取材に当たっては、郷土史家であり、いなべ市の語り部でもある渡部勇氏から、現地の状況についてお話いただくとともに、過去の研究成果に関する貴重な資料をいただくなど、多大なるご協力をいただきました。また、いなべ市教育委員会、水資源機構中部支社三重用水事業部、三重県庁からも各種資料のご提供をいただきました。御礼を持って本稿を締めさせていただきます。誠にありがとうございました。

参考文献

員弁町史
渡部勇氏所蔵資料

「国登録文化財」庄川合口堰堤の歴史

原 田 一 良*
(Kazuyoshi HARADA)

目 次

1. はじめに……………	82	6. 合口後の県営事業……………	84
2. 庄川と「庄川合口堰堤」……………	82	7. 庄川合口用水水利権……………	84
3. 合口以前の用水……………	83	8. 現在の砺波平野と合口堰堤……………	85
4. 合口事業計画……………	83	9. おわりに……………	85
5. 合口の実施……………	84		

1. はじめに

農業水利施設は、食料生産の源の一方、防火、消雪、生活環境用水などの地域用水として、また、豊かな水と緑に恵まれた潤いと安らぎに満ちた空間の創出、自然と生態系と調和した生産活動を生み出し、国土の保全にも大きな役割を果たしてきた。

一方、近年これら農業水利施設の歴史的価値や文化的価値が見直されていることを背景に、土地改良施設の文化財登録に向けての気運が高まり、平成16年7月に県内の土地改良施設で初めて国有形登録文化財として「庄川合口堰堤」が登録された。

本稿では、「庄川合口堰堤」にまつわる歴史について紹介する。



2. 庄川と「庄川合口堰堤」

庄川は、富山県の5大河川の一つで、岐阜県萩川村の烏帽子岳を水源地として白川村尾上川を、同村平瀬で大白川を併せ、富山県に入って境川を併せて合掌造りで世界遺産となった五箇山の秘境を貫き、利賀村において利賀川と合流して山地帯を離れて砺波平野を流下した後、日本海に注いでいる。

その延長は115kmで流域は1,180Km²である。その大部分は、山地帯であって樹木が繁茂して豊かな水源涵養をはたしており、まさしく緑のダムの名のおりとと言える。

本水系には、関西電力の数多くのダムが建設されており、さらに最上流において電源開発（株）により3.3億トンの貯水量を誇る御母衣ダムが完成されてからは、融雪水を十分に貯留することが可能となり流況の安定が図られている。

「庄川合口堰堤」は、砺波平野の扇頂部に位置し、庄川によって発達した砺波平野や射水平野の12,000ha余りの農地をかんがいするとともに、上水道、工業用水及び発電などに利用されるなど、県西部の近代化と発展に大きく貢献している。

「庄川合口堰堤」

ダム名：

庄川合口用水堰堤「庄川合口堰堤」

ダム形式：

フィックスドタイプコンクリート固定堰

所在地：

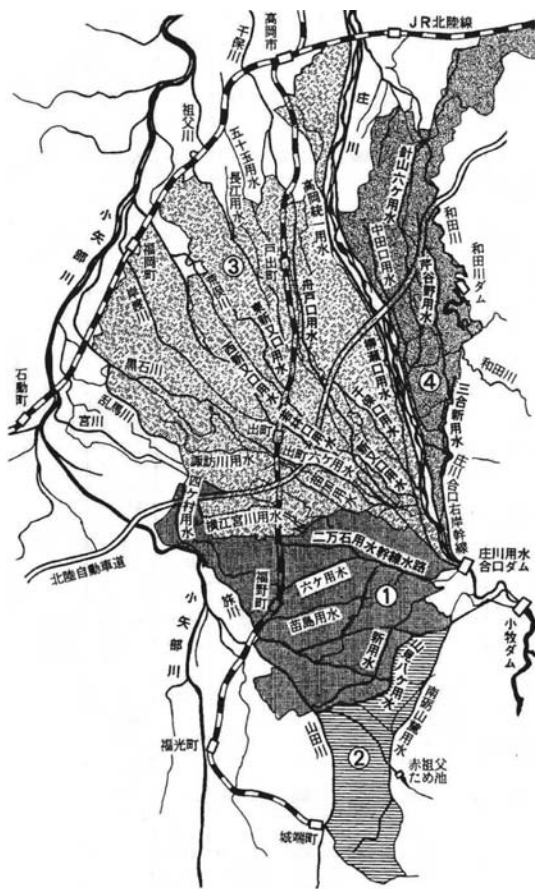
富山県砺波市庄川町大字金屋

*富山県砺波農地林務事務所 (Tel. 0763-32-8124)

堤 高：15.115m
 堤 長 長：103.3m
 有効貯水量：480千m³/s
 洪水吐ゲート：鋼製ラジアルゲート 10門
 排砂ゲート：鋼製ローラーゲート 2門
 魚 道：水位調節フラップゲート付き階段式コンクリート構造
 幅1.82m 長さ169.68m 2連

3. 合口以前の用水

富山県西部に位置している砺波平野は、庄川によって発達した扇状地であり、徳川時代には加賀藩の所領で潤沢な庄川を用水源として古くから農業が発達し加賀藩の米蔵として、今日では富山県の穀倉地帯として県農業の中心となっている。また、砺波平野はカイニヨ（屋敷林）で囲まれた農



位置図

家住宅が散居形態で保全継承されてきており、日本の原風景として保全が重要となっている。（現在、田園空間整備事業で保全活動を実施している。）

砺波平野に取水されていた農業用水は、左岸側には二万七千石用水、舟戸口用水、鷹栖口用水、若林口用水、新又口用水、千保柳瀬口用水の6箇所の用水取水堰を設け、庄川右岸においては、芹谷野用水、六ヶ用水、針山口用水の3箇所の取水口を設け、個々に用水が取り入れられていた。

また、二万七千石用水は山見八ヶ用水、新用水、二万石用水に分かれ、芹谷野用水は三合新用水を分水しており、これら12用水は水利組合を組織して維持管理をしていた。

庄川の流量は比較的豊富で、平時には各取り入れ口ともに取水に不足は生じなかったが、渇水時には各用水とも用水の欠乏が著しく、最下流部に位置する六ヶ、針山口用水においては涸渇し用水不足を訴え、その都度関係者は各取水口に委員を派遣し、配水量の公平と盗水の警戒のため昼夜交代で見廻りを行い管理番水にエネルギーを費やしたが減収は避けられなかった。

取り入れ口は、庄川を斜に横切った長さ数尺から数十尺の木材を組み建てた川倉で基礎を作り、これに柵、蛇籠などを施して適宜土砂を堆積させたもので取水していたが、急流河川である庄川は、流心の変化により絶えず川倉の修繕を要する状態であった。また、かんがい期間には融雪や台風による洪水により流出が頻発しており、各堰とも干害を避けるために困難を極めながらの復旧が常となっていた。

一方、扇状地形を形成していることから湛水することはなかったが、洪水の発生時には堤内に流入した流水が網目のように張り巡らされた用水路に沿って流下し、耕地の流出や埋没することも度々発生していた。

4. 合口事業計画

上述したとおり、各用水の取水が困難を極めたことは、庄川の「みお筋」の不安定性と脆弱な取水工法や各用水が個々に取水堰を設けており維持管理に多大な経費を掛けていたことが拍車をかけていた。

加賀藩にとっては、下流域を水害から守るため大規模な治水事業や取水堰の統合と大規模化が農

政の重要施策となっていた。

このため、1670年から40年余りに亘って現在の庄川合口堰堤下流に松川除の護岸工事が行われた。この際に加賀藩の圧力で上流部の新用水と野尻岩屋口用水の合口化に成功したが、下流部の鷹栖口用水と若林口用水を野尻岩屋口用水へ合口化することに失敗し、以来合口化の必要の論議は行われず実現に至らなかった。1897年（明治29年）には庄川大洪水が発生し、高岡市は大洪水に見舞われ、庄川合口の必要性が痛感されるようになって計画のための測量が開始されている。

この調査は、1918年（大正7年）に至ってついに本格化して、県は正式に合口調査を開始し、翌年に発電計画を含めた設計を完了している。

一方、1917年に発電目的として小牧ダム（国有形登録文化財）が建設されたのを目のあたりにして、農民は個々の取水堰の貧弱さを痛感するとともに緊迫の感情を抱き、これを契機に合口化の実現に大きく歩み始めることとなった。1925年（大正14年）には左岸合口用水期成同盟会、翌年には右岸合口用水期成同盟会が結成され、合口事業の実現に邁進することとなった。

県は、最初に230万円で計画を立てたが、当時としては膨大な資金調達が必要であり苦慮していた矢先に、1923年（大正12年）に国が県営用排水対策事業に対し50%の補助制度を創設したことにより事業実施への大きな弾みとなった。

しかしながら、農林省も多額の補助となることから難色を示し、発電計画を盛り込むことごとによって事業費の負担軽減を図り国庫補助の減額を求めてきた。

このため、合口計画に併せ用水路の落差を利用した発電構想を中野村村長が提唱したが、一村の財政力では建設が出来ず、建設事業の半額を負担することで日本託業(株)が建設することで契約が行われ、資金問題は解決し実現の見通しは明るくなった。

1926年（大正15年）に県議会で黒部川合口事業と共に県営事業として事業計画が決定された。

5. 合口の実施

事業実施に向けて昭和5年から用地買収を始めたが、昭和7年11月に未曾有の大洪水が発生し、計画洪水量の見直しを余儀なくされる事態に見舞われた。

昭和9年に堰堤工の仮設工事を開始し本事業が着工され、翌年からいよいよ本工事に着手し堰堤及び左岸幹線水路工事を開始する。

堰堤工事は昼夜を問わず進められ昭和14年の11月には頭首工や左岸幹線水路（内径4.4mコンクリート圧力管・延長1,450m及び開水路等2,665m）のほとんどが完成し待望の試験通水が開始されている。

一方、右岸幹線用水路（7,813m）は昭和14年から着工され昭和18年に完成している。

当時の最新工法の採用と技術を要して建設されたものであるが、世界経済恐慌の折で日本も不況にあえいでいた頃に短期間で実施されたことに敬服せざる得ない。

※最終事業費 3,916千円

6. 合口後の県営事業

合口堰堤と幹線用水路は整備されたが、下流の各用水路は紆余曲折のうえ漏水著しく、依然未整備の状態のまま、適正なかんがい水を末端まで配水する必要があった。

戦後窮迫した食糧事情から食糧の増産が叫ばれるなか、各用水範囲毎に県営事業が計画され改修が行われた。

二万石用水	16,352m	S22～S28
出町外六ヶ村用水	6,804m	S24～S27
庄東用水	27,912m	S27～S38
庄西用水	30,577m	S29～S40
砺波中部用排水改良	47,844m	S32～S43
砺波北部用排水改良	24,667m	S39～S48
南砺山麓用水	12,943m	S39～S48

7. 庄川合口用水水利権

当初の水利使用は昭和8年12月から昭和39年11月末日までの許可期限となっていた。

更新に際し関係土地改良区等では、水使用の変化や受益範囲の拡大など取水量の増量を希望していた。

その矢先に庄川の上流岐阜県白川村御母衣で電源開発(株)が有効貯水量3.3億トンの御母衣ダムを昭和32年から36年にかけて建設を行った。これにより庄川下流の流量の安定化と渇水量の増量が期待された。

しかしながら、河川流況の改善を見込んで関西電力は庄川合口堰堤から庄川右岸90m³/sの雄神発

電計画を昭和35年に認可申請を提出した。

また、県は「富山・高岡新産業都市建設計画」の基礎的な条件整備として、雄神発電所の放水口より70m³/sを取水して流域変更を行い和田川に導水し発電や工業用水、農業用水、上水道に利用する和田川総合開発事業を計画したのに端を発して分水問題が発生した。

庄川沿岸用土地利用改良区連合（庄川合口から取水している土地利用改良区連合：昭和27年発足）は、現在の農業状況や将来の農業の改善に必要な水量が最優先であるとして、流域変更等に対して難色を示した。

幾多の交渉が行われ難航したが、最終的に農業用水量の優先確保と庄川と関係が深い新規利水地区の用水対策及び和田川総合開発における新規ダム計画（ダム建設までは暫定豊水水利権取得）の具体化を図ることで4年10ヶ月を要して解決している。

なお、水利権更新は、当初許可から30年が経過し、かんがい事情の変化と和田川総合開発事業による全体水計画の樹立ができず、富山県、庄川連合、関西電力の三者間で協定し、許可期限を昭和46年とすることとしていたが、水源手当の目途（ダム計画）が立たず5ヶ年の延長行っている。

県は三者協議に沿って、昭和46年から3ヶ年に亘り農業用水の実測調査を実施し、これを基礎に水利権申請資料を作成している。

河川法の改正により昭和41年に一級河川に指定され合口堰堤までは国土交通省の所管となったが、あくまでも実態、実績に基づくものであり昭和51年12月無修正で許可を得ている。

要旨

かんがい区域の変更	9,000ha→12,000ha
新規利水（南砺山麓）	1,200ha
最大取水量	70.9m ³ /s→73.4m ³ /s

8. 現在の砺波平野と合口堰堤

庄川合口事業を始め県営かんがい排水事業の実施によって、安定した水利用が可能となり、砺波平野の農業・農村は大きな変貌を遂げ、その後のほ場整備事業の施工により本県の代表的な農業生産地帯に生まれ変わった。

また、庄川合口堰堤を始めとした農業水利施設は、農業用水以外にも上水道、工業用水、発電、防火、消流雪や生活環境など幅広く利用されてお

り、地域を支える用水として、かんがい期も含め年間を通して広く地域住民に利用されており、その重要性はいっそう増すものと考えられる。

一方、庄川合口堰堤が建設されてからまもなく65年を迎えるが、その間風雪にさらされ疲労劣化が著しい施設も部分的に生じており、昭和50年代にはダム洪水吐ゲートの取り替え、平成10年からはダム操作橋・管理橋及びダム操作機器などのリフレッシュ事業を平成15年度に終えたところである。

庄川合口堰堤の周辺は、周辺の山々も容姿端麗で四季折々の装いも変化に富みいつ訪れても美しい姿を見せてくれる。特にゲートから噴き出る白い水と桜の花のコントラストは素晴らしい景観を醸し出しており、温泉街を訪れる観光客を和ませるなど堰堤そのものも地域有数の観光スポットとなっている。

庄川合口堰堤へのアクセス

北陸自動車道砺波ICを出て右折、国道359号線を砺波市街地へ向かうと100mほどで国道156号線との交差を右折。8kmほど走ると、左手に「道の駅庄川」が現れるのでこの交差点を左折1kmほどで舟戸橋にさしかかる所で、手前の信号を右折すれば堰堤が現れる。

9. おわりに

近年、本地域では昭和62年には庄川右岸幹線用水路の遊休落差を利用した小水力発電（安川発電所）を全国に先駆けて発電運用を開始し、この種の発電施設のモデルケースとして農業関係者の注目を集めている。事業の実施や県営かんがい排水



示野発電所

事業「庄川地区」の用水路再改修においては、石積み水路からコンクリート水路への改修に伴う漏水ロス改善分を上水道の水利権に割愛し、共同事業化による農業負担の軽減を図ると共に小水力発電（示野発電所）を建設するなど、先進的な事業を実施している。

農業農村整備事業に関わるものとしては、庄川

合口事業を始めとした困難な事業に果敢に取り組んだ先人の熱意と努力の歴史を、後々の世まで学び伝えていかなければならないと考えている。

参考文献

- ★庄川合口用水史（昭和42年2月発行）
庄川合口50年誌（平成2年10月発行）

平成17年度農村計画研修会（第27回現地研修集会）について

農業土木学会農村計画研究部会

農業土木技術者継続教育プログラム申請中

1. 主 催：農業土木学会農村計画研究部会
後 援：福井県，水土里ネットふくい
（福井県土地改良事業団体連合会）

協 賛：農村計画学会

2. テーマ：豊かな農村資源を未来へ～地域が取り組むさまざまな保全のかたち～

3. 日 程：平成17年9月7日（水）研修集会
8日（木）現地検討会

4. 会 場：福井県民会館大ホール
（福井県福井市大手3丁目11-17）

5. プログラム

研 修 集 会 平成17年9月7日（水）9：30～17：00

8：45～9：30 受 付

9：30～9：45 開会挨拶

9：45～10：50 基調講演「地域の豊かさとは何か」

福井県立大学学長（京都大学名誉教授） 祖田 修

10：50～11：00 休 憩

11：00～12：00 特別講演「農村力をデザインする」

池田町長 杉本 博文

12：00～13：00 休 憩

13：00～13：35 事例報告「かみなか農楽舎の歩みと活動報告」

(有)かみなか農楽舎代表取締役 馬場康一郎

13：35～14：10 事例報告「子供の夢を地域の宝に」

九頭竜川下流地区地域用水対策協議会事務局長 竹内 紘一

14：10～14：45 事例報告「地域用水を活かした足羽の郷」

足羽川堰堤土地改良区連合専務理事 吉川 強

14：45～15：05 情勢報告

農林水産省農村振興局

15：05～15：20 休 憩

15：20～16：50 パネルディスカッション

コーディネータ

石川県立大学教授（京都大学名誉教授） 高橋 強

パネリスト

池田町長 杉本 博文

(有)かみなか農楽舎代表取締役 馬場康一郎

九頭竜川下流地区地域用水協議会事務局長 竹内 紘一

足羽川堰堤土地改良区連合専務理事 吉川 強

農林水産省農村振興局

16：50～17：00 閉会挨拶

現地検討会 平成17年9月8日（木）8：30～15：30

8：30 福井駅東口 集合

8：45 福井駅東口 出発

研修の場所

- 「風格のあるほっとランド」 今立郡池田町
「水と戯れ歴史を辿る一乗浪漫」 福井市一乗地区（中山間地域総合整備事業一乗地区）
「人々の心をうるおす清流の郷」 福井市榎山地区（水環境整備事業榎山地区）

15：30 福井駅東口 解散

6. 参加費用

- 研修集会参加費 一般5,000円 学生2,500円
現地検討会参加費 5,000円（昼食代1,000円含む）

7. 参加申込

参加をご希望の方は参加申込書（部会HPからダウンロードして下さい）に所要事項をもれなく記入の上、FAXまたは郵送にてお申し込み下さい。なお、原則として団体ごとにまとめてお願いいたします。

申し込み多数の場合は、定員400名に達し次第締め切らせていただきますので、あらかじめご了承ください。

申込期限 平成17年7月22日（金）

申 込 先 農村計画研修会現地運営事務局

〒910-8580

福井県大手三丁目17番1号

福井県農林水産部農村振興課

担 当：松田富美子 西出泰啓

T E L：0776-20-0454

F A X：0776-20-0656

参加費の納入

申し込みをいただきますと、8月上旬に請求書をお送りしますので、請求書の指定口座に振り込んで下さい。なお、振り込み手数料は参加者負担でお願いします。

申込の変更・取消

8月15日（月）までに現地運営事務局までFAXにてお申し出下さい。それ以降の取り消しについては、参加費の返還ができませんので、あらかじめご了承ください。

8. 宿泊施設

参加者各自でお申し込み下さい。

9. その他

その他詳細は、部会のホームページ（<http://www.jsidre.or.jp/bukai/keikaku/2005fukui.htm>）をご覧ください。

【現地研修集会に対する問い合わせ先】

農村計画研修会現地運営事務局

〒910-8580 福井県大手三丁目17番1号

福井県農林水産部農村振興課

担当：松田富美子 西出泰啓

T E L：0776-20-0454

F A X：0776-20-0656

〔兵庫県立淡路景観園芸学校・景観園芸専門課程平成18年度生の募集〕

淡路景観園芸学校・景観園芸専門課程の平成18年度生募集（入学試験）を下記により実施いたします。

記

1. 試験の概要

項目	前期募集	後期募集		
募集人員	15名程度	若干名		
修業年限	2年			
出願資格	大学院修士課程の出願資格と同じ			
願書受付期間	平成17年7月29日(金)～8月11日(木)	平成17年10月21日(金)～11月2日(水)		
試験・合格発表	第1次試験	平成17年8月23日(火)	試験日	平成17年11月12日(土)
	第1次合格発表	平成17年9月2日(金)		
	第2次試験	平成17年9月13日(火)	合格発表	平成17年11月29日(火)
	最終合格発表	平成17年9月22日(木)		
試験科目	第1次試験	景観園芸基礎科目 ・造園、園芸に関する専門知識 (生物学ほか理科一般を含む) ・空間把握、色彩、数的推理 ・地理、歴史、文化 ・最近の社会状況 ・その他大学卒業程度の教養知識 小論文 表現力実技 英語(リスニングを含む。辞書持込み可(電子辞書は不可))	デザイン実技 小論文 英語(辞書持込み可(電子辞書は不可)) デザイン作品のプレゼンテーション 面接	
	第2次試験	面接		
試験会場	第1次試験	神戸会場：兵庫県民会館 (神戸市中央区下山手通4-16-3) 東京会場：都道府県会館 (東京都千代田区平河町2-6-3)	兵庫県民会館 (神戸市中央区下山手通4-16-3)	
	第2次試験	兵庫県立淡路景観園芸学校 (淡路市野島常盤954-2)		

2. 募集要項及び過去の入試問題の請求方法

募集要項の郵送を希望される場合は、封筒の表に「景観園芸専門課程学生募集要項請求」と朱書きし、390円切手を貼付した宛先明記の返信用封筒(角2: 33.2cm×24cm)を同封のうえ、下記問い合わせ先宛に請求してください。

また、過去の入試問題の郵送を希望される場合は、封筒の表に「景観園芸専門課程過去の入試問題請求」と朱書きし、390円切手(募集要項と併せて請求する場合は、580円切手)を貼付した宛先明記の返信用封筒(角2: 33.2cm×24cm)を同封のうえ、下記問い合わせ先宛に請求してください。

3. 問い合わせ先

〒656-1726 兵庫県淡路市野島常盤954-2

兵庫県立淡路景観園芸学校 総務課 Tel 0799-82-3131 Fax 0799-82-3124

[H.P] <http://www.awaji.ac.jp> [E-mail] alpha@awaji.ac.jp

会 告

1. 会員の募集

水と土の発行は皆様の年会費によってまかなわれています。今後とも事業地区の技術情報の交流を図るためには会員の確保が重要となっています。会員の皆様には職場の同僚の方々に農業土木技術研究会の成り立ちや「水と土」をPRしていただき、会員の勧誘をお願いいたします。平成17年度の年会費は2,300円です。なお、別紙のPR版を作成しましたので会員の勧誘に活用いただければ幸いです。

2. 報文投稿の募集

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

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

3. 「水と土」表紙写真の募集

農業土木技術研究会では、会誌「水と土」の表紙を飾る写真を募集しています。

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

- ① 写真の種類：カラープリントでサービス版より大きいサイズで提出して下さい。
- ② 枚数：応募点数には制限がありませんが、未発表のものに限ります。
- ③ 応募先：研修会テキスト申し込み先と同じ
- ④ その他

応募写真の裏面にタイトル、コメント、住所、氏名、年齢、職業、性別、写真テーマ、撮影場所、撮影年月日を記入して下さい。

原則として応募写真は返却しません。

採用された写真の著作権は、農業土木研究会に属します。

採否は、編集委員会で決定します。

採用された場合は薄謝を進呈いたします。

投稿規定

1 原稿には次の事項を記した「投稿票」を添えて下記に送付すること

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

2 「投稿票」

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

3 1回の原稿の長さは原則として図、写真、表を含め14,500字程度（ワープロで作成の場合、A4版10枚程度）までとする。

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

5 ワープロで作成した原稿については、プリントアウトした原稿とともに文字データについてはフロッピーディスクでも提出すること。

6 手書きの原稿については、当会規定の原稿用紙を用い作成すること（原稿用紙は、請求次第送付）

7 写真、図表はヨコ7cm×タテ5cm大を242字分として計算し、それぞれ本文中の挿入個所を指定し、写真、図、表は別に添付する（原稿中に入れない）。写真、図表が画像データの場合は、画像データを文字データ上（一太郎、ワード等）に貼り付けずに、元の画像データのままとすること。

8 原図の大きさは特に制限はないが、B4版ぐらいまでが好ましい。また、原図をそのまま印刷に使用するので極力鮮明なものを提出すること。

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

たとえば、

C, K, O, P, S, U, V, W, X, Zの大文字と小文字

O (オー) と 0 (ゼロ) a (エー) と α (アルファ)

r (アール) と γ (ガンマ) k (ケイ) と κ (カッパ)

w (ダブルユー) と ω (オメガ) x (エックス) と χ (カイ)

l と (イチ) と 1 (エル) g (ジー) と q (キュー)

E (イー) と ε (イプシロン) v (ブイ) と ν (ウプロシン)

など

10 分数式は2行ないし3行にとり余裕をもたせて書くこと。

11 数表とそれをグラフにしたものとの並載はさけ、どちらかにすること。

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

13 投稿の採否、掲載順は編集委員会に一任すること。

14 掲載の分は稿料を呈す。

15 別刷は、実費を著者が負担する。

農業土木技術研究会 会員の募集

1. 創立30周年を迎えた「農業土木技術研究会」

本研究会は、全国の農業土木技術者の自主的な研究会です。その歴史は、昭和28年の「コンクリートダム研究会」にまでさかのぼり、事業の展開方向に即して変遷してきました。現在の「農業土木技術研究会」としても、平成11年度には設立30周年を迎えた歴史ある研究会です。

〈農業土木技術研究会の変遷〉

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

2. 技術力向上に資する「農業土木技術研究会」

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

研究会では、現場の技術報文を中心とした会誌「水と土」を年間4回発行し会員の皆様にお届けしています。また、時代に即した技術的な情報を提供する研修会も開催しています。

3. 会員が支える「農業土木技術研究会」

本研究会の活動は、皆様の年会費によってまかなわれています。

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

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

申し込み様式は以下を参考にして下さい。

入会申し込み

平成 年 月 日

私は農業土木技術研究会に入会します。

氏名： _____

職場・所属： _____

職場住所（会誌送付先）：〒 _____

電話番号 _____

問い合わせ先：農業土木技術研究会 事務連絡 大平
〒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

「水と土」通信

FAX宛先：農業土木技術研究会 大平：03-3578-7176

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

1. 本号（141号）で興味をもたれた報文について記載下さい

報文タイトル：_____

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

先日とある会合で農業土木技術者継続機構のCPD（継続教育）単位について話題となった。

自己学習型の単位取得についての申告の仕方であるが、ある友人は単位取得において「農業土木技術研究会会誌『水と土』の購読・熟読」を農業土木学会誌等の購読等とともに挙げているとのことであった。

自己学習については、1時間あたり0.5CPDポイントで、年間最大10ポイントまで認められることから、計算上は会誌水と土を1冊当たり5時間熟読して自己学習したとすれば5時間×年間4冊×1時間あたり0.5ポイント＝10ポイント（年間）となる。

内容や個人の関心等で「熟読」に要する時間は様々ではあるが、自己学習欄の記入方法が今一步判らなかつた小生にとって編集事務局として、灯

台もと暗しであった。

16年度の申告には間に合わなかつたが、17年度の申告には活用したいと思っている。自己学習をこのような形も含めて申告するとすれば、編集事務局として若干不遜な言い方をお許し頂ければ、年間購読料当たりで言えばもっとも効率的な会誌ではないかと思っている。

閑話休題。「水と土」報文電子ファイル化・検索システムの整備については、本号で紹介しておりますが、これはあくまで暫定的なものです。

皆様の利活用状況などもふまえつつ、会員の皆様方への一層のサービス向上については今年度も引き続き検討を行って参りたいと考えておりますので、ご意見等あれば編集事務局等へお願い致します。

（農村振興局設計課 瀬戸太郎）

水と土 第141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