

水と土

No.150
2007

特集／未来へ引継ぐ農業
土木施設

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



立梅用水（三重県松阪市）

石狩川頭首工の施工について ー仮設工事の概要ー (本文17頁)



洗掘防止工設置状況



河岸部洗掘防止工設置状況



河岸部洗掘防止工経過状況

環境との調和に配慮した農道整備 ー広域農道釧路東地区の取り組みー (本文24頁)



プール側溝

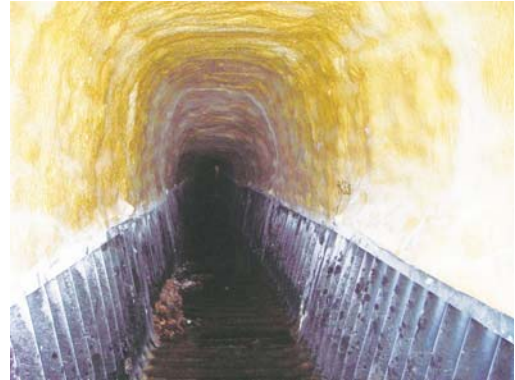


帯梢柵工

現場発泡ウレタンを使用した隧道改修について (本文28頁)



隧道の崩落礫の状況



完成断面

環境との調和に配慮した梓川頭首工工事について - 国営中信平二期土地改良事業 - (本文35頁)



景観ワークショップ イメージ図



I 期工事完了後の梓川頭首工
(既設頭首工下流、約40mに完成した土砂吐水門)

県営かんがい排水事業 (基幹水利施設補修) ニツ木地区の施工について - 既設小断面水路トンネルのミニシールド工法による改修事例について - (本文40頁)



トンネル内部の状況



肌落ち状況

新川河口排水機場の改修計画 (本文47頁)



ポンプ設備劣化状況



ポンプ室隔壁部劣化状況



新川河口排水機場 施設概要

- ①ポンプ設備 ポンプ総排水量 240m³/sec
 ポンプ口径・台数 Φ4,200mm×6台 (全揚程 2.6m)
 ポンプ型式 横軸円筒型軸流ポンプ
 原動機出力 1,300kw/台
- ②土木構造物
 鉄筋コンクリート構造 (3階建)
 施設規模 外観 高(H)13.2m×横(B)84.0m×奥行
 (w)13.0m
- ③付帯施設 補機, 除塵機, 橋型クレーン, 電気設備等
 1式
- ④築造年度 昭和42年度 (1967年)
- ⑤供用開始 昭和45年度 (1970年)

新川河口排水機場全景

生まれ変わった円形分水工 (本文54頁)

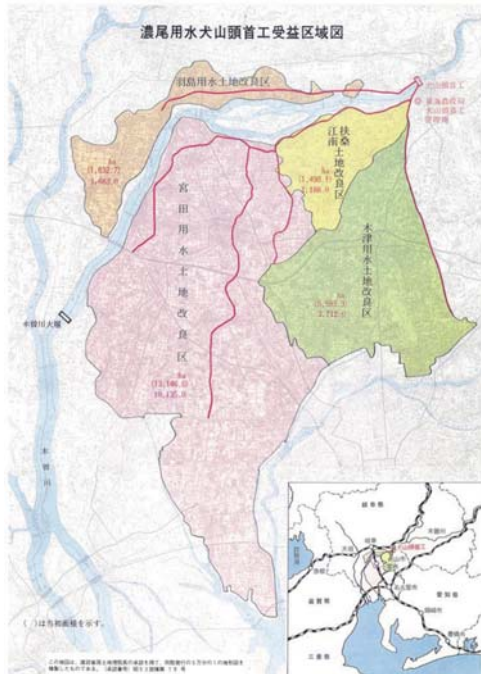


円形分水工 (旧)



円形分水工 (新)

犬山頭首工管理規程の変更について (本文59頁)

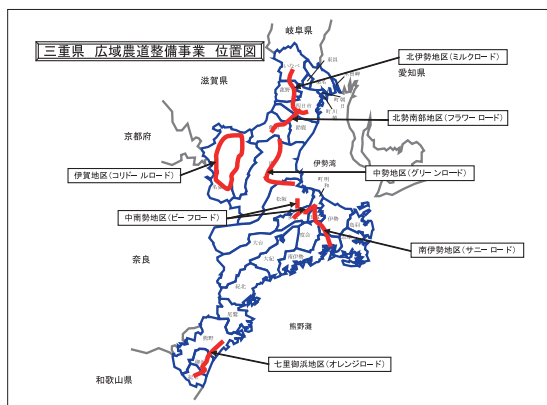


受益区域図



犬山城から犬山頭首工を望む

地域の農業・農村を支える広域農道 (本文66頁)

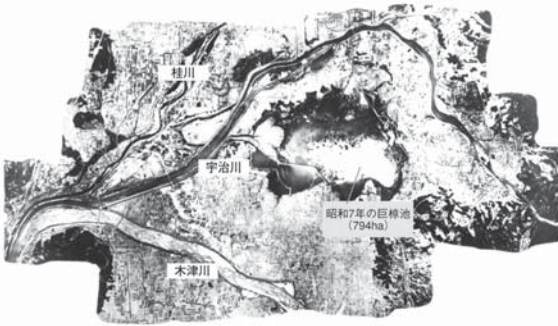


<三重県広域農道整備事業 位置図>



地域を支えるビーフロード

干拓地における排水機場の役割 —巨椋池排水機場の変遷— (本文68頁)



昭和7年の巨椋池



左 旧巨椋池排水機場
右 久御山排水機場

小田井用水と登録有形文化財 (本文76頁)



小庭谷川渡井 明治42年改修



現在の「龍之渡井」



木積川渡井 大正2年改修

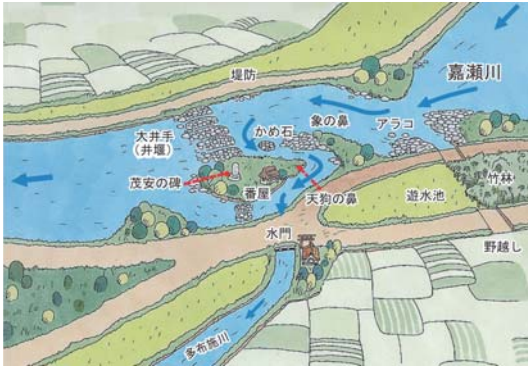


中谷川水門 明治45年改修工事当時

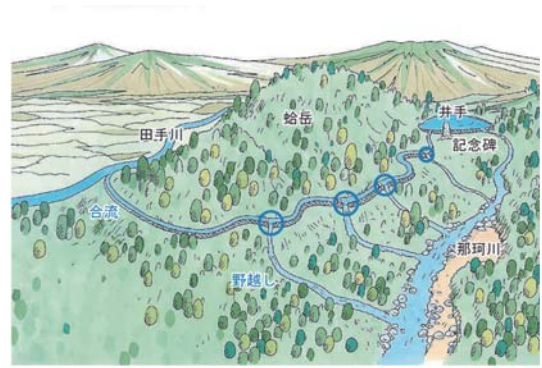


現在の小田井用水

佐賀平野に生きる水秩序と技術について (本文81頁)



石井樋の仕組み



蛤水道の仕組み



現在の石井樋の様子
(提供：国土交通省 武雄河川事務所)



蛤水道の野越し

日本初の淡水化ダム（鷹島海中ダム）の施工について (本文87頁)



堰体前方から見た鷹島ダム
(漁船と共存するダム！)



竣工直後の全景

地下ダムを利用したかんがい農業の効果について —国宮宮古地区の概要と事業効果— (本文98頁)



地下ダム資料館

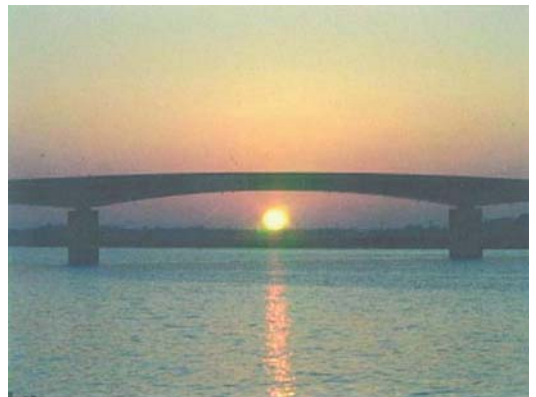


水位水質監視施設

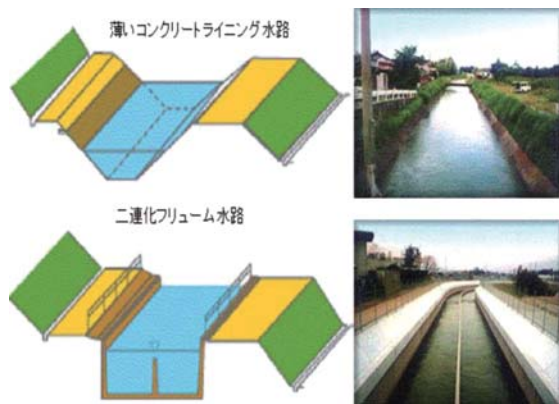
邑知平野の南北を結ぶ「邑知潟大橋」について (本文103頁)



邑知潟大橋全景



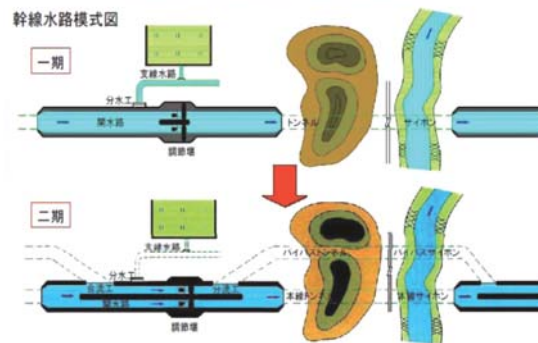
邑知潟大橋と夕日



開水路共用区間 (二連化)

幹線水路 (共用区間) の二連化

不断水での水路内の保守点検が可能 (非灌漑期)



幹線水路模式図

麻生観八による右田井路開削について (本文119頁)



松岡公園に移築された当初の水利施設



朝倉文夫による麻生観八像

水と土

C o n t e n t s

2007 SEPTEMBER No.150

◆報文内容紹介	11
◆会員の皆様へお知らせ	13
□巻頭文	

雑感 — 「心医」 —

津波古喜正…… 15

□報 文

特集／未来へ引継ぐ農業土木施設

石狩川頭首工の施工について — 仮設工事の概要 —

西村 知・伊藤 誠・松本紘明…… 17

環境との調和に配慮した農道整備 — 広域農道釧路東地区の取り組み —

西崎 高…… 24

現場発泡ウレタンを使用した隧道改修について

筑後裕士…… 28

環境との調和に配慮した梓川頭首工工事について — 国営中信平二期土地改良事業 —

永井安正・稲垣圭介・後藤正志…… 35

県営かんがい排水事業（基幹水利施設補修）ニッ木地区の施工について
— 既設小断面水路トンネルのミニシールド工法による改修事例について —

清原雅浩…… 40

新川河口排水機場の改修計画

中村伸二…… 47

生まれ変わった円形分水工

水地 勝…… 54

犬山頭首工管理規程の変更について

祖父江久徳…… 59

地域の農業・農村を支える広域農道

平野 繁…… 66

干拓地における排水機場の役割 — 巨椋池排水機場の変遷 —

佐藤 毅…… 68

小田井用水と登録有形文化財

辻本 学…… 76

佐賀平野に生きる水秩序と技術について

浦杉敬助…… 81

日本初の淡水化ダム（鷹島海中ダム）の施工について

西尾康隆…… 87

地下ダムを利用したかんがい農業の効果について — 国営宮古地区の概要と事業効果 —

仲間雄一・古木信也…… 98

邑知平野の南北を結ぶ「邑知潟大橋」について

坂本義浩・高阪快児…… 103

二連水路の特性を生かした保守点検について — 施設の長寿命化への取り組み —

野村 明…… 112

□歴史的な土地改良施設

麻生観八による右田井路開削について

山田有一…… 119

◆会告	124
◆入会案内	125
◆投稿規定	127

●表紙写真● 『彼岸花の咲く頃』 立梅用水（三重県松阪市）

写真提供：疏水のある風景 写真コンテスト（2006年）最優秀賞 三重県 松本 征夫

会員の皆様へお知らせ

会誌「水と土」の報文電子ファイル化・検索システムを整備しました。

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

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

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

閲覧・検索手順は以下のようなイメージです

水と土DB

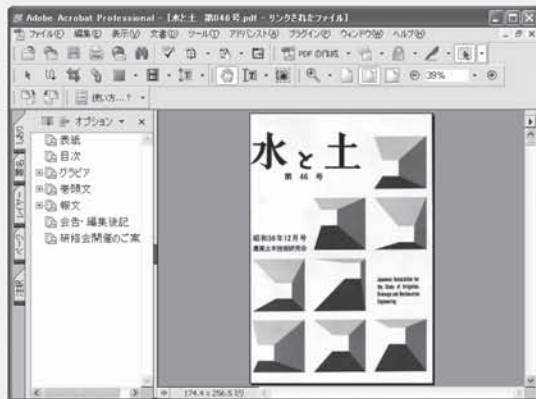
1	A	B	C	D	E	F
1	「水と土」(冊数 140 [13,613 頁、1,484.7 MB])					検索
2	回数年次	題名	巻数	ファイルサイズ(MB)	収録Disc	
43	昭和55年	43 水と土 第043号.pdf	100	10.29	Disc 1	
44	昭和56年	44 水と土 第044号.pdf	100	11.86	Disc 1	
45	昭和57年	45 水と土 第045号.pdf	106	10.43	Disc 1	
46	昭和58年	46 水と土 第046号.pdf	98	10.25	Disc 1	
47	昭和59年	47 水と土 第047号.pdf	75	8.80	Disc 1	
48	昭和60年	48 水と土 第048号.pdf	99	12.12	Disc 1	
49	昭和61年	49 水と土 第049号.pdf	108	11.71	Disc 2	
50	昭和62年	50 水と土 第050号.pdf	141	20.85	Disc 2	
51	昭和63年	51 水と土 第051号.pdf	134	11.79	Disc 2	
52	昭和64年	52 水と土 第052号.pdf	86	8.84	Disc 2	
53	昭和65年	53 水と土 第053号.pdf	116	10.80	Disc 2	
54	昭和66年	54 水と土 第054号.pdf	107	10.42	Disc 2	
55	昭和67年	55 水と土 第055号.pdf	104	8.85	Disc 2	
56	昭和68年	56 水と土 第056号.pdf	86	9.25	Disc 2	
57	昭和69年	57 水と土 第057号.pdf	117	11.81	Disc 2	

閲覧したい図書名をクリック。例えば100号をクリック。

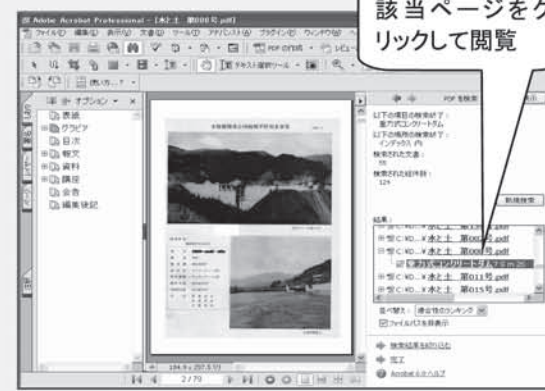
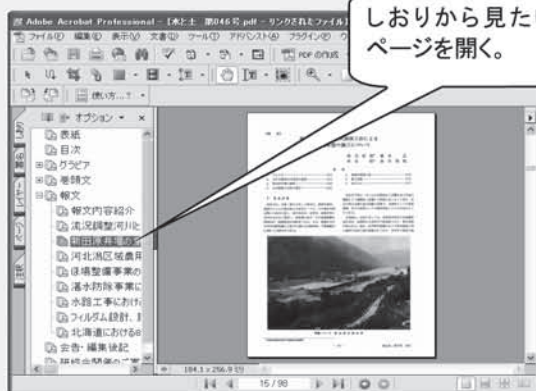
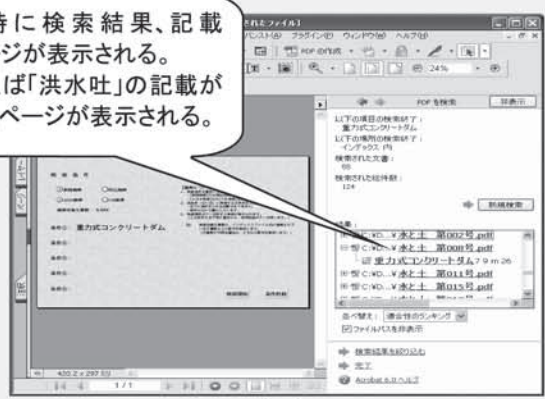
キーワード検索機能を付加

検索文字情報を書き込む。例えば「洪水吐」と入力。

2次、3次検索と絞込みが可能



しおりから見たいページを開く。



問い合わせ先：農業土木技術研究会
 〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4
 農業土木会館内 TEL 03(3436)1960 FAX 03(3578)7176
 * 検索資料送付にあたっては実費を頂きます。

水と土 第150号 報文内容紹介

石狩川頭首工の施工について —仮設工事の概要—

西村 知・伊藤 誠・松本絃明

国営かんがい排水事業「篠津中央二期地区」（平成25年度完了予定）では、老朽化の著しい現石狩川頭首工（昭和38年竣工）を全面改修することとしている。石狩川頭首工の建設工事は、石狩川の河川内であることから、河川阻害率の遵守や厳しい自然環境などの各種条件を踏まえた施工となる。本報は、これら各種条件を踏まえた石狩川頭首工の仮設工事について報告するものである。

（水と土 第150号 2007 P.17 設・施）

環境との調和に配慮した農道整備 —広域農道釧路東地区の取り組み—

西崎 高

道営広域営農団地農道整備事業「釧路東地区」（平成15年度完了）では、広域営農団地内の大型機械の利用および生産資材の運搬、採草放牧地（公共牧場）の利便を図るとともに、広域的に一貫した集出荷体系を確立することを目的に整備を行った。本農道の整備に当たっては、途中釧路湿原国立公園内を通過することから、自然環境に配慮した対策を試行錯誤を繰り返しながら実施した。本報はこれら自然環境に配慮した対策法について報告するものである。

（水と土 第150号 2007 P.24 設・施）

現場発泡ウレタンを使用した隧道改修について 筑後裕士

中山間地域総合整備事業により、幹線水路の隧道を改修した事例紹介である。
大正初期に築造された手掘り隧道の改修にあたり、現場発泡ウレタンで隧道内の風化による崩落防止対策を行った。

（水と土 第150号 2007 P.28 設・施）

環境との調和に配慮した梓川頭首工工事について —国営中信平二期土地改良事業—

永井安正・稲垣圭介・後藤正志

平成17年度に着手した国営中信平二期土地改良事業の概要を紹介すると共に、「中信平二期地区の環境との調和に配慮した事業の進め方」に基づいて実施している地域住民による景観検討ワークショップや生物に関する専門家による生物環境検討委員会の取り組みと結果について、梓川頭首工事を事例として紹介する。

（水と土 第150号 2007 P.35 設・施）

県営かんがい排水事業（基幹水利施設補修）ニツ木地区の施工について —既設小断面水路トンネルのミニシールド工法による改修事例について—

清原雅浩

平成14年から19年にかけて県営かんがい排水事業（基幹水利施設補修）ニツ木地区において、造成後50余年を経て破損の著しい既設の小断面水路トンネル1,110mのうち869mを、ミニシールド工法（開放型半機械掘式）を導入して改修した。
本稿では、この施工事例について紹介する。

（水と土 第150号 2007 P.40 設・施）

新川河口排水機場の改修計画

中村伸二

本地区の基幹排水施設である新川河口排水機場は、国営かんがい排水事業「新川二期」地区（昭和42年度～昭和54年度実施）により造成された施設であり、今日まで適正な維持管理が行われたものの老朽化等により施設機能の維持が困難なことから、平成18年度に着手した国営かんがい排水事業「新川流域地区」にて改修を行うので、本機場の改修計画の内容について紹介する。

（水と土 第150号 2007 P.47 設・施）

生まれ変わった円形分水工

水地 勝

平成18年3月、新潟県魚沼市（旧北魚沼郡小出町）上原地内に「生まれ変わった円形分水工」が完成いたしました。これは一級河川信濃川水系佐梨川左岸の水田（A=354ha）を受益に持つもので、昭和34年に造成された「先代の円形分水工」が老朽化し、現機能を引き継ぐために、「県営かんがい排水事業 伊米ヶ崎地区」で造成したものです。

（水と土 第150号 2007 P.54 設・施）

犬山頭首工管理規程の変更について

祖父江 久徳

平成17年度に行った国営直轄管理事業「犬山頭首工」の管理規程の変更についてまとめたものである。
旧操作規程時の問題点の洗い出しを行い、それに対する対応策を盛り込んだ管理規程の変更を実施している。

（水と土 第150号 2007 P.59 企・計）

地域の農業・農村を支える広域農道

平野 繁

地域のシンボルとして活用され、三重県の農業・農村を支えている広域農道についての報告。

（水と土 第150号 2007 P.66 企・計）

干拓地における排水機場の役割

—巨椋池排水機場の変遷—

佐藤 毅

巨椋池干拓は、様々な工夫が昭和当初の排水計画から活かされている。その後の社会情勢の変化に伴い干拓地の土地利用も大きく変化し、排水機場の役割がそれに伴い変化してきた。本報文では、巨椋池干拓事業と巨椋池総合農地防災事業の排水計画を紹介し、2事業間における干拓地の周辺環境の変化に沿った排水機場の変遷をとし、排水計画の今昔と干拓地における排水機場の新たな役割を考えたい。

（水と土 第150号 2007 P.68 企・計）

小田井用水と登録有形文化財

辻本 学

江戸時代、徳川吉宗の時代に開削された小田井用水の歴史と明治・大正期に改修され、県内土木構造物として初めて登録有形文化財に登録された4カ所の施設を紹介。

(水と土 第150号 2007 P.76 企・計)

佐賀平野に生きる水秩序と技術について

浦杉敬助

佐賀平野の農業を支えているのは、長い歴史をもつ干拓とクリークを中心とした水利システムが有名であるが、それ以外の数多くの水利施設も重要な役割を果たしている。

本稿は、このような水利施設に焦点を当て、現在の水利システムの礎を築いた江戸時代の「成富兵庫茂安」及びその施設について紹介する。併せて、現存する施設について込められた水秩序と技術について紹介する。

(水と土 第150号 2007 P.81 企・計)

日本初の淡水化ダム（鷹島海中ダム）の施工について

西尾康隆

鷹島海中ダムは、入り江を締め切り建設した日本初のダムである。本ダムは、長崎県鷹島町（現在は市町村合併により松浦市）に県営畑地帯総合整備事業の水源として建設されたダムであり、地形的にダム適地が無かったことから入り江に建設し、貯水と淡水化機能を有するダムである。今回、この日本初の淡水化ダムについて施工事例を紹介する。

(水と土 第150号 2007 P.87 設・施)

地下ダムを利用したかんがい農業の効果について

— 国営宮古地区の概要と事業効果 —

仲間雄一・古木信也

地下ダムを水源とする国営土地改良事業「宮古地区」は平成12年度に完了した。かんがい農業の進展に伴い、干ばつ被害の低減や飼料作物の増加、施設野菜・施設果樹といった高収益作物の導入が進むなど地域の農業振興に大きく寄与している。さらに、地下ダムを始めとする土地改良施設は、作物生産効果のみならず環境保全意識の醸成、学習の場の提供、観光産業との連携など多面的な効果を発揮している。

(水と土 第150号 2007 P.98 企・計)

邑知平野の南北を結ぶ「邑知漏大橋」について

坂本義浩・高阪快児

（独）緑資源機構は、石川県羽咋市で実施した農用地総合整備事業羽咋区域において、軟弱地盤地帯に長大橋を施工した。基礎工の設計に際しては中間層での支持やボイリングの影響について検討を行い、脚付き型鋼管矢板井筒工法を採用した。施工に際しては、周辺が白鳥の飛来地であることから、環境に配慮した施工が求められた。平成19年3月に能登半島地震が発生したが、車両通行に支障は生じなかった。

(水と土 第150号 2007 P.103 設・施)

二連水路の特性を生かした保守点検について

— 施設の長寿命化への取り組み —

野村 明

愛知用水二期事業は、新たな水需要と施設の老朽化に対処するため、昭和56年度から通水断面の確保と施設の安全性を高め年間を通して断水することなく保守点検が可能となるよう幹線水路共用区間（兼山取水口から北地第2開水路まで）の二連化を行った。この事業は23年間の歳月を費やし平成16年度に完成した。

完成後は、水管理制御システムをフル活用し用水管理を行うとともに施設管理については、日常点検に加え二連化した水路を利用して、水路内の保守点検を定期的に行い、施設の長寿命化につながりライフサイクルコストの低減に繋げることとなっている。

平成17年度管理初年度として実施した、共用区間のうち中流管理室が分担して実施した、保守点検の概要及び施設の機能診断、保守点検の成果等の内容を報告するものである。

(水と土 第150号 2007 P.112 設・施)

〈歴史的土壌改良施設〉

麻生観八による右田井路開削について

山田有一

麻生観八は、祖父、父が未完で遺した農業用水路工事を同志とともに完成させました。着工は、明治4年で、完成が明治40年ですから、完成まで実に3代36年を要しています。その後、麻生観八は九州水力電気の監査役、相談役として、地元調整、水源林の造成を行い、また、政治家として地元交通機関、奨学金、畜産振興等に大きな足跡を残しました。家産を傾けて農業用水路を開削した祖父、父等への感謝、ねぎらいの気持ちが謹白文に表れています。

(水と土 第150号 2007 P.119)

雑感 — 「心医」 —

津波古 喜 正*
(Yoshimasa TSUHAKO)

見出しの「心医」は、韓国ドラマ「許浚：ホジュン」の核心を引用したものであります。このドラマは、実在の人物（400年前の朝鮮李王朝のもとで医書「東医宝鑑」を著した医師）をドラマ化したもので、韓国で60%と言う高視聴率を上げた人気番組で、日本でも韓流ブームに乗って大人気となったドラマです。

あらずじは、軍人の妾の子として生まれた「ホ・ジュン」は、若い頃は自分のおかれた運命を悲観し、密貿易に手を染める等のならず者であった。役人に追われ田舎で貧しい逃亡生活を送っている時に、生涯の師と仰ぐ、貧しい庶民にも手厚い治療を施す名医と出会い、その教えを受け、様々な苦勞をしながらも次々と功績を上げ、最後には医官のトップになり、「東医宝鑑」を完成させる内容です。

「心医」とは、このドラマの中で恩師がホ・ジュンに教えた「病に苦しむ人々を憐れに思う心、真に病人を憐れむ心を持って初めて心医になれる。」「世の中が求める医員はただ一つ、心医だけだ。」のことであります。

主人公のホ・ジュンが、苦勞し、功績を上げる多くの場面で、この「心医」の心構えが表現されています。

その場面の一部を紹介すると、地方の医員達が科挙（内医員になるための試験）を受験しに行く途中の宿屋で、村人から「家族に急患が出ているので診てもらいたい。」と医員達にお願いするが、時間がないと一様に断る中、ホ・ジュンだけが貧しい患者のことを思い、村に出向いた。すると、これを聞きつけた多くの貧しい農民が押しかけ、診療を懇願をしたため、ホ・ジュンは、時間を気にしながらも断ることができず、不眠不休で診療し、何とか大事な試験に間に合わそうと馬を飛ばすが、結局は遅れてしまった。

また、番組の終盤では、ホ・ジュンが「恩医」（王様の担当医で医官のトップ）を辞退し、田舎で貧しい人々の診療に当たっている時に、村で疫病が発生した。一生懸命治療に当たる中で本人も感染し、仲間の医官から薬を渡されたが、薬が不足していたため、ここでも民衆を救うことを優先に考え、その薬を子供の患者に与えた。そして、村人が疫病を克服したとして祝宴を上げている最中に、本人は自宅で静かに息を引き取った。

この「心医」の心構えは、現代の各種職業にも相通じるものであり、相手を思いやる「心」が大事であります。

日本には、「心」にまつわる言葉が沢山ありますが、沖縄の方言にも「ちむぐる」という言葉があります。これは漢字で書けば「肝心」で表すことがあります。広辞苑では「肝心・肝腎。ともに人体で大事なところであるからそう言う」として「肝要、大切」の意とあります。肝は肝臓のことで、これは沖縄でも

*沖縄県農林水産部村づくり計画課（Tel. 098-866-2263）

肝臓のことを「ちむ」と読んでいるが、「ちむぐりさん（かいわいそう）」のように心を表すときにも使っています。「ちむぐくる（心）」は「ちむ」と「くくる（心）」の心を表す言葉を2つ重ねて一つの意味である「心」をより強調しています。その使い方の一例を挙げると「ちゅー や ちむぐくくる どう でーいち（人は心が第一）」となります。

日本でも古くから「心」が重要視されてきており、スポーツで言われている「心・技・体」でも、むしろ技や強さより優先されて扱われています。

農業土木の世界でも、技術優先ではなく、「心」すなわち受益主体である農家の意向等を大事にする必要があると思います。しかし、現実には「心」だけで仕事ができるものでなく、技術があって、その技術をうまく活用して初めて、真に農家や社会に役立つ仕事ができることであり、日々の技術研鑽が重要であります。

農業土木技術は、大きく分けて①農業水利関係、②農地整備関係、③農村整備関係があり、ダム・ため池・頭首工等の水源整備、水田や畑のかんがい施設の整備、ほ場整備、農道整備、農地保全・防災施設整備、農村整備等各種の整備に伴う技術があります。

農業土木は、土木技術の中でも一般土木とは違って、特異な技術であります。それは、人間が生きるために必要な食料を得るための技術で、その技術の根元は、例えば米を作るには水が必要であり、その水を得るために川から水を引く技術であります。そして安定的に水を得るために、水源を確保する溜池やダムの築造技術へと発展してきたもので、生きるために必要な農と不利一体に発展してきた技術であります。さらに言えば、生産の場である農地を守るための保全・防災の技術や生活の場である農村の住環境を整備するための農村整備技術へと発展してきております。

また、今日求められている新たな技術として、ストックマネジメント事業に伴う各種施設の機能診断技術や農山漁村活性化法の制定に伴う農山漁村をデザインするソフトとハードを併せ持った総合的な技術も必要となってきております。

農業土木の根元であり、目的である農業は、個々農家の食料の自給自足から始まり、余剰を隣人、隣村、都市、他県へと分けて行き、そして、国の食料の供給を担う重要な産業となってきたものであります。また、今日の農業は、安全・安心で、そして安定した食料の供給が求められています。

このような中で農業土木の役割は、元気で持続できる農業を支援するため、農家や国民の声（心）を大事にしつつ、新たな技術を研究・導入する等技術向上を図り、それを活用し、農業農村の発展に役立てていく必要があります。

今後とも、農業土木に係わる皆さんが、その役割に誇りを持ちつつ、そして「心医」の心構えを大事にしていくことを望む次第であります。

石狩川頭首工の施工について

—仮設工事の概要—

西 村 知* 伊 藤 誠* 松 本 紘 明*
(Satoru NISHIMURA) (Makoto ITOU) (Hiroaki MATSUMOTO)

目 次

1. はじめに	17	4. 越水時退避手順	19
2. 仮設工事概要	18	5. 仮締切工	20
3. 仮棧橋工	18	6. おわりに	23

1. はじめに

国営かんがい排水事業「篠津中央二期地区」(平成25年度完了予定)では、老朽化の著しい現石狩川頭首工(昭和38年竣工)を全面改修し、維持管理費の節減と河川工作物としての安全性の確保を図るとともに、石狩支庁及び空知支庁管内の1市2町1村における農地7,460haについて農業用水を安定的に確保することで、農業経営の近代化と地域農業の振興に資することとしている。

建設中の石狩川頭首工は、石狩川河口から55km上流に位置する。現頭首工の約300m下流に堤長252.5m、堤高4.62m、計画最大取水量37.493m³/s、フローティングタイプ全可動堰形式

である。なお、管理橋については広域農道整備事業との共同工事である。(図-1)

本体工事は、施工中の河積阻害や経済性等を踏まえ、中央部、右岸部、左岸部の順に3期に分け、二重式仮締切工法で施工する計画とした。(図-2)

中央部の施工となる第1期は、平成15年度から平成17年度の3ヶ年で実施することとし、平成18年3月に「石狩川頭首工第1期建設工事」及び「石狩川頭首工門扉外第1期建設工事」は完了した。現在は、平成18年3月に「石狩川頭首工第2期建設工事」、同7月に「石狩川頭首工門扉外第2期建設工事」を発注し、右岸部の施工を行っているところである。本報は、石狩川頭首工第1期建設工事のうち、仮設工事について報告するものである。

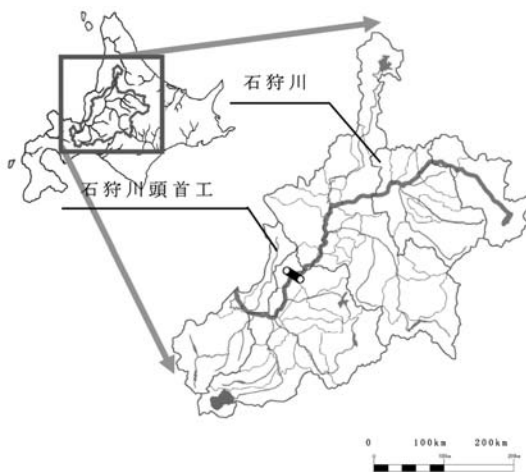


図-1 石狩川頭首工位置図

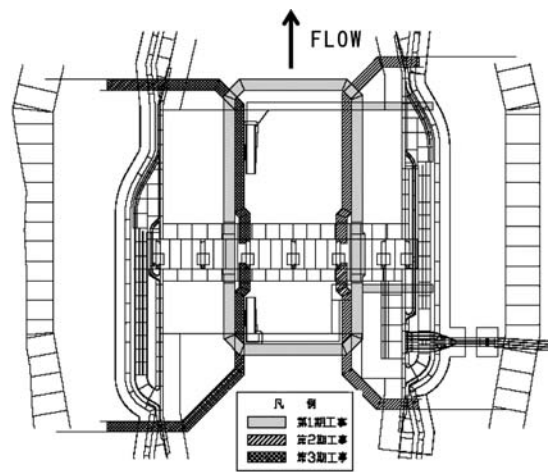


図-2 仮締切計画図

*北海道開発局札幌開発建設部札幌北農業事務所第1工事課
(Tel. 011-391-0594)

2. 仮設工事概要

仮締切工の高さは、洪水期休止期間（8、9月）を設定し、この期間を除いた過去10年間の流量の3位（ $2,500\text{m}^3/\text{s}$ ）で設定することにより、締切高を抑え、 $\text{EL}=9.14\text{m}$ とした。これにより、3回の締切にて施工することが可能となり、阻害率の軽減、工期の短縮、コストの削減を実現した。

本頭首工は3回の仮締切で実施されることから3期に分け施工される。また、仮締切内へ乗込むための仮栈橋、進入路・仮締切防護のため洗掘防止対策、濁水プラント、排水、電気設備等が主な仮設工事である。工事の性格上、工事費に占める仮設工事費の割合が高く、工事を円滑に進めるための重要な役割を負っている。

3. 仮栈橋工

河積阻害率10%以内の遵守については、洪水期休止期間や融雪期の増水時には阻害の要因となる仮締切内への進入路2路線の仮栈橋を計画高水位以上に橋桁を持ち上げることにより解決した。河道中央部を施工する1期工事に必要な仮栈橋は、洪水時の治水安全確保、ならびに工事休止期間（8、9月）前後の仮栈橋設置撤去期間短縮のため検討されたジャッキアップ方式を採用した。これは、仮栈橋1径間（ $L=24\text{m}$ 、 $W=8\text{m}$ 、重量 $\approx 100\text{t}$ ）を4個の油圧ジャッキで吊り上げ、揚程 8.5m を約3時間（ $0.25\text{m}/\text{サイクル}\cdot 34\text{ストローク}$ ）で上昇させるものである。（図-3）

ジャッキアップ作業は、退避訓練・洪水期等を含め計4回行った。また、洪水時退避計画どおり、退避指令発動より6時間以内で退避を完了した。（写真-1）

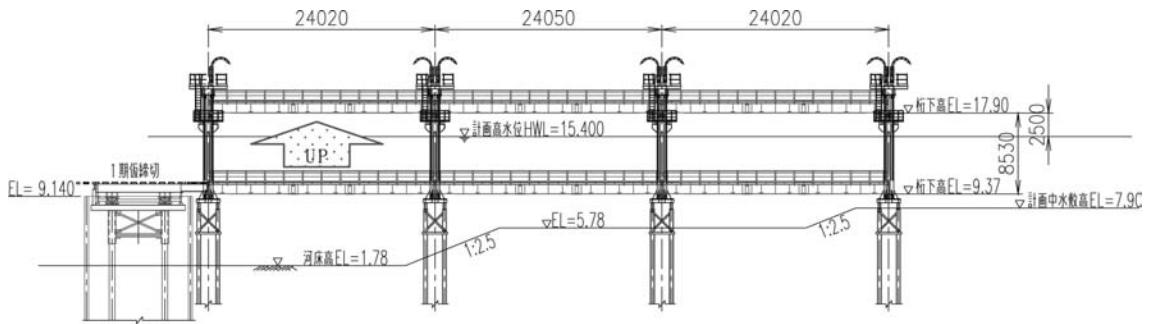


図-3 仮栈橋工側面図



写真-1 仮栈橋工のジャッキアップ作業状況越水時安全対策

4. 越水時退避手順

栈橋上部工ジャッキアップ作業ならびに濁水処理施設撤去までの判断基準は、図-4に示す、仮締切天端標高EL=9.14mと施工期間（8、9月を除く）での洪水時河川水位（月形大橋観測水位）の上昇速度が最も速い実測値（S54.11.23）の関係から、洪水時退避計画を作成し、表-1のとおり設定した。

河川水越流時に仮締切工の安定確保のため、退避・仮設物撤去完了後、仮締切工側部にあるバルブを開き河川水を締切内部に入れ、仮締切工基礎の侵食を防止するウォータークッションとするこ

表-1 河川水位の判断基準

1) 河川水位 EL+5.11m まで	通常作業	
2) 河川水位 EL+5.11~6.51 範囲	監視体制	4 時間
3) 河川水位 EL+6.51~6.96 (Q=1,350m ³ /s) 範囲	退避体制	1 時間
4) 河川水位 EL+6.96~9.14 (Q=2,750m ³ /s) 範囲	上部工ジャッキアップ濁水処理施設撤去	6 時間

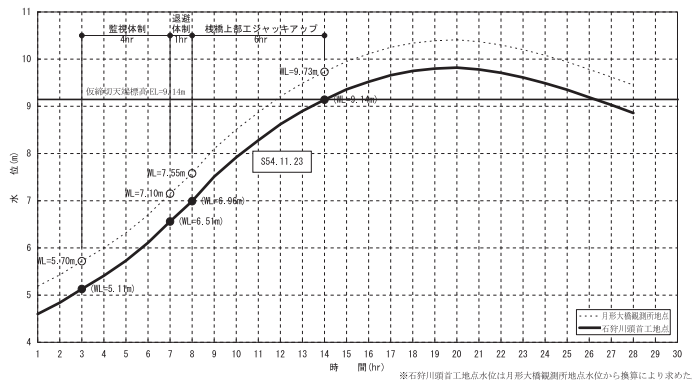


図-4 石狩川時間水位線図（月形大橋観測所）

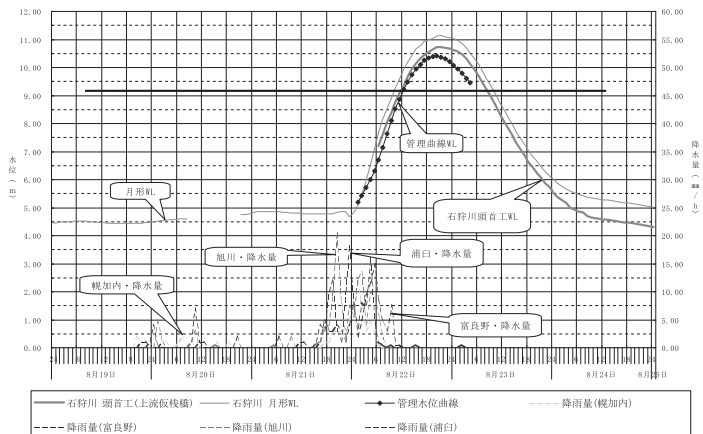


図-5 石狩川流域・時刻水位図（2005.08.19～2005.08.24）

とも重要な作業である。締切内部に河川水を入れると、その後の排水復旧作業に要す時間が工程に影響する。このことから、締切を越流するかどうかを判断することは重要である。図-5は工事着工後から現在までの期間で、河川上昇速度が最も速い平成17年8月22日の水位時間グラフと判断基準水位を重ねたものである。平成17年8月22日午前11時に仮締切を越流し、同日午後9時に最高水位EL=10.74mを記録した。頭首工地点で22日午前1時から2時の1時間の水位上昇速度は、38cmであった。この時点で、越水は8月22日午前10時以降と想定し、同日22日午前7時に河川水を内部に入れる作業を開始し、越流時には締切内外の水位差は2m程度であった。この時は、工事休止期間であったため、仮締切内の仮設物は撤去され、仮栈橋上部は引き上げ済みであったが、洪水時退避計画で設定した「河川水位判断基準」は、工事休止期以外でもこの増水が発生した場合、安全に対応できたことが実証された。

5. 仮締切工

(1)河川汚濁防止対策

二重締切には中詰土を大量に使用するため、河川汚濁防止が環境対策上、重要な課題となる。

本工事の図-6、7に示すように、河川内に作業構台を構築することに始まり、その作業構台から仮締切外周の河川側鋼矢板を打設、締切範囲閉塞後に中詰土を施工することにより、河川汚濁を防止した。また、補助工法として外周下流側にシルトフェンスを設置している。河川通水面積減少による流水圧増加、タイロッド施工前の中詰土施工に対して、鋼矢板の自立および施工精度に注意を要したが、洗掘防止対策（3t級袋詰根固工）の平行作業、中詰土の分割盛立（分割安定計算実施）により、問題無く施工することができた。

(2)作業構台工

作業構台施工にあたり、作業構台上部を工場製作主体としたジャケット工法とし、また手延べ桁工法を併用することにより施工サイクルを早め、従来工法に比べ大幅な工期短縮を図ることができた。

施工手順は、ベースマシン150tクレーンに150kwクラスの電動パイプロハンマ、および油圧パイプロハンマで鋼管杭（φ600、L=35~37.5m）を打設、ジャケット架設、クレーン桁・覆工受桁および覆工板設置のサイクル（標準12m/1スパン）を繰り返して行うものである。（図-8、写真-2）

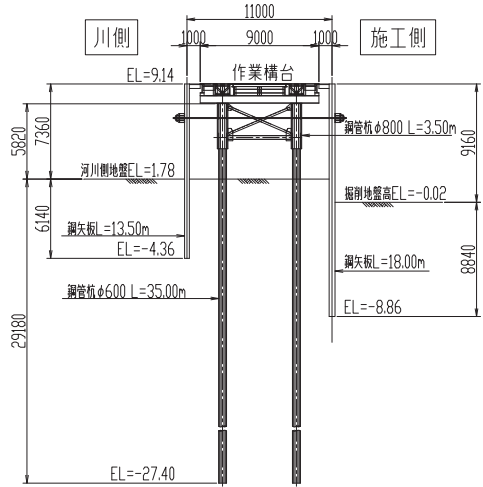


図-6 仮締切（作業構台）標準断面図

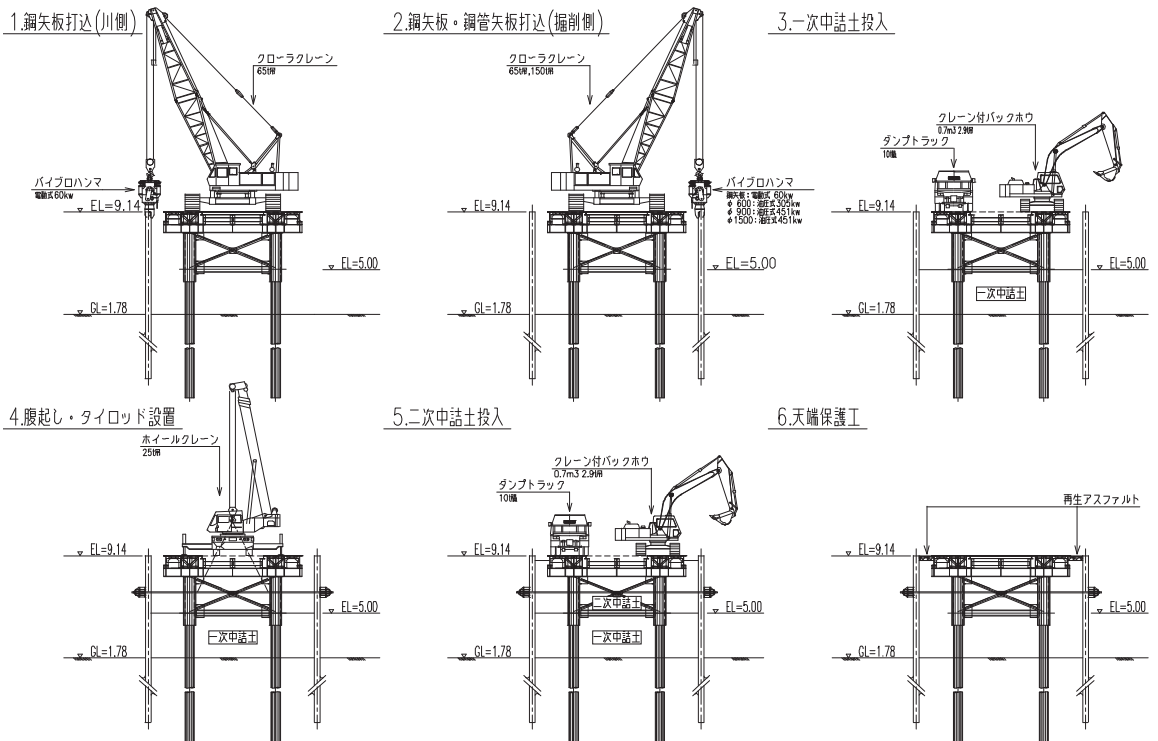


図-7 仮締切施工手順図

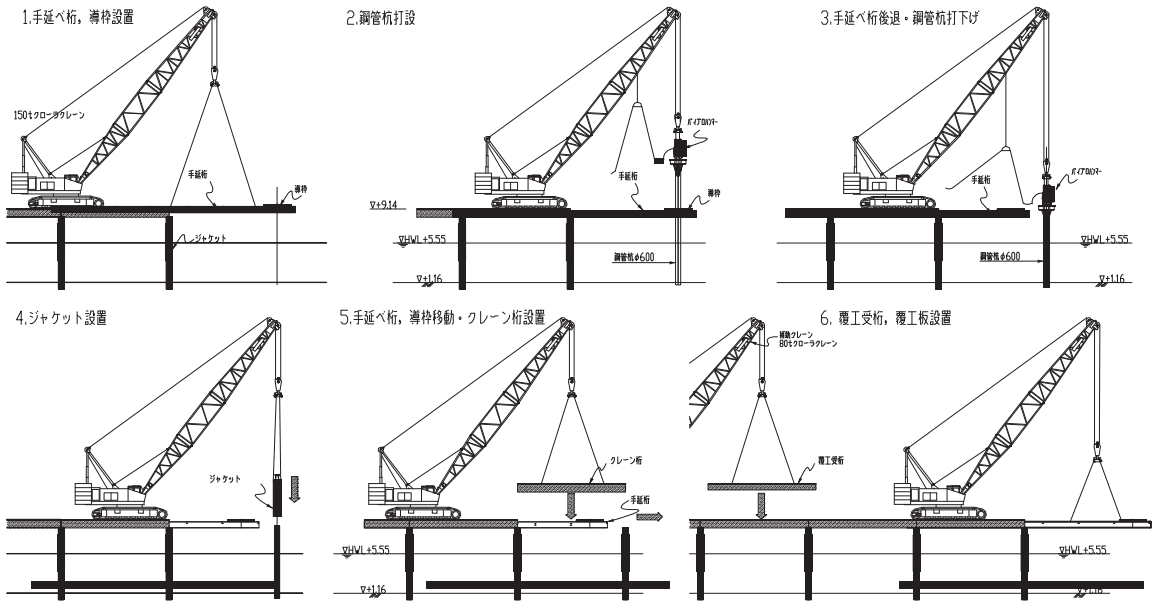


図-8 作業構台施工手順図



写真-2 作業構台の上部ジャケット施工状況

また、1期工事においては、780mの作業構台を施工し、その一部を2期工事に転用することにより、コスト縮減を図っている。

定した（現地搬入砂を三軸圧縮試験によって内部摩擦角を確認）。(写真-3)

(3)二重締切安定条件の確保

二重締切は鋼矢板およびタイロッド、中詰土で構成されており、安定上は各部位の支承条件、幅、土質条件、鋼矢板打ち込み深度の確保が重要である。河川工事において、仮締切崩壊はあってはならないトラブルであり、保全には万全を期した。



写真-3 中詰土締固め

a) 中詰土

本工事では二重締切内に作業構台があり、中詰土の十分な機械転圧は不可能である。このため、水締めによって内部摩擦角を確保出来る材料を選

b) 洗掘防止工

仮締切の川側は常に水位が変動し、特に上下流隅角部、変化点等は水位および流速変動によって洗掘の影響を受けやすい。外周は袋詰根固工にて洗掘防止対策を行っているが、所定の受動土圧を常に確保しておく必要がある。このため、定期的および増水時には袋詰根固工の所定高を確認し、低下が見られた場合は袋詰根固材を補充し管理した。(写真-4)



写真-4 洗掘防止工設置状況

また、工事着工時より右岸下流部において河岸浸食が確認された。本地点は、2期工事で護岸工を施工することから、1期工事期間中の暫定護岸として袋詰根固工を設置した。(写真-5)



写真-5 河岸部洗掘防止工設置状況

なお、袋詰根固工はメッシュの袋に碎石を詰めたものであり、多孔質な構造を有している。これにより、設置1年後には、自然に植生が繁茂する状況が確認された(写真-6)。



写真-6 河岸部洗掘防止工経過状況

c) 仮締切越水対策

本工事の仮締切は、通年残置であり、仮締切を

越水することを前提としている。過去には、越流により中詰土が洗掘され、二重締切が変動・崩壊した事例も見受けられる。このため、仮締切天端をアスファルト舗装、ならびにコンクリート舗装(3年以上残置部)による対策を行った。なお、今後とも水位変動および、経年による中詰土沈下等を確認し、補修を行う予定である。

また、掘削最深部と仮締切天端標高の差が12m程度となることから、仮締切越水時には落下水により締切内側の大幅な洗掘が想定された。これに対し、仮締切の安全性を確保するため、動態観測・中詰内水位観測・事前堪水および自然排水用の導排水バルブ(φ300, 3箇所)設置等を実施し、計4回の洪水期および融雪期の越水・増水に対応した。(写真-7)



写真-7 越水前の仮締切内導水

越水後には、一部の作業構台覆工板の移動、中詰土の流亡等が認められたが、仮締切の安全性は確保されていた。また、覆工板についても流失防止のために作業構台とワイヤー結合しており、資材等の流失も認められなかった。(写真-8)

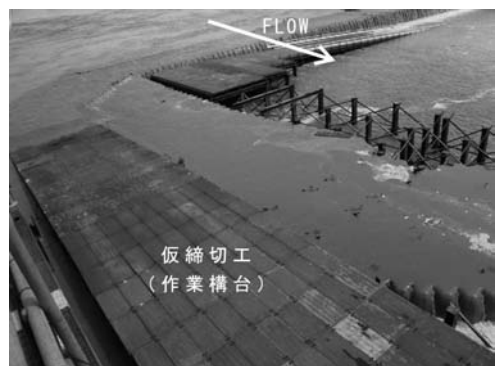


写真-8 越水時状況 (2005/8/22)

6. おわりに

石狩川頭首工の建設工事は、石狩川の河川内であることから、河川阻害率の遵守や厳しい自然環境などの各種条件を踏まえた施工となる。そのため、本報の仮設工事を含め、第1期建設工事等における様々な経験を踏まえた総合的な判断に基づき、円滑かつ安全に工事完了に向けた取組を実施したいと考えているところである。

環境との調和に配慮した農道整備

—広域農道釧路東地区の取り組み—

西 崎 高*
(Takashi NISHIZAKI)

目 次

1. はじめに	24	4. 現状評価	27
2. 環境配慮の基本的考え方	24	5. おわりに	27
3. 環境配慮対策工法	25		

1. はじめに

本地区は釧路支庁管内東部に位置する1市4町1村（事業実施当時：釧路市，釧路町，厚岸町，標茶町，鶴居村，阿寒町）にまたがり，大規模な酪農・畜産経営と大根や白菜などの野菜の生産を行っている農業地域を受益としている（図-1）。この地域の生産地から農業施設への輸送経路である国道や道道は交通量が多く，特に釧路市では市街地を通過していることから，農畜産物や農業生産資材等の輸送に大きな支障となっていた。

このため，本地区では既存の国道・道道・農道を有機的に結合させ，広域営農団地内の大型機械利用および生産資材の運搬，採草放牧地（公共牧場）の利便を図るとともに，広域的に一貫した集出荷体系を確立することを目的に整備を行った。昭和61年に建設を開始し，平成15年11月に総延長33.8kmの供用が開始された。

このうち釧路市鶴野～釧路町遠矢間（以下「釧路湿原道路」という）においては，延長約15kmのうち約11kmが釧路湿原国立公園内を通過しており，事業実施に当たって自然環境に配慮した数多くの対策を実施した。平成13年6月の土地改良法改正で「環境との調和への配慮」が規定される以前から，本地区では試行錯誤を繰り返しながら地域の環境特性を踏まえた様々な環境対策を実施し，また，供用開始後2カ年を経過した平成17年には環境配慮対策工の機能状況調査を行ったので，その現状評価も併せて報告する。

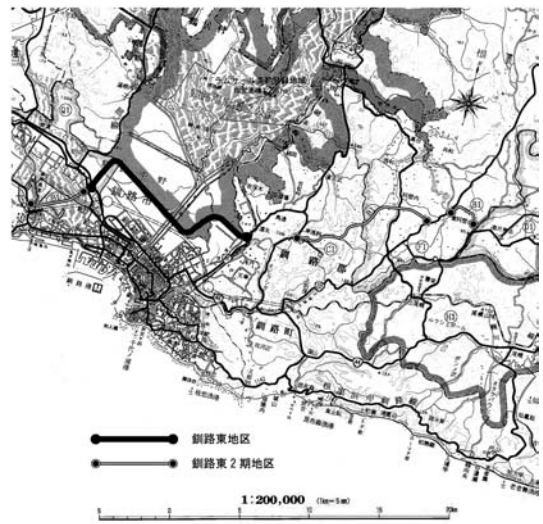


図-1 地区位置図

2. 環境配慮の基本的考え方

釧路湿原道路では，事業構想・計画段階で環境アセスメントを行い，湿原関係者等との協議により環境配慮の基本的考え方や路線位置・工法等について合意を得て事業計画を樹立した。釧路湿原道路における環境配慮の基本的な考え方は次のとおり。

- 釧路湿原の優れた景観と豊かな自然を保護する観点から
 - ・現在の湿原区域を可能な限り保全すること
 - ・路線位置や構造等については，景観や環境との調和を最優先すること
 - ・生態系に係る配慮は，絶滅危惧種・貴重種に限らず全ての動植物を対象とすること

*北海道農政部農村振興局農村整備課（Tel. 011-231-4111）



図-2 国立公園の指定区域と釧路湿原道路の位置
(囲み文字は環境配慮対策工法)

- 湿原の自然のメカニズムの解明は十分ではないため、広く知見を収集し対策に万全を期すとともに、本道路の必要性が地域に理解され円滑な事業推進を図る観点から
- ・湿原に関係する機関・団体や、環境に係る専門家・有識者との継続的な協議、指導、助言のもとで建設工事を進めること

3. 環境配慮対策工法

釧路湿原道路で取り組んだ環境配慮対策を次の3つに分類した。

- 1) 調査結果や専門家の提案等に基づき、特定の効果を期待し工事着手前に工法を決定した対策工事

[帯柵柵工]

盛土法面の崩壊による湿原への土砂流出防止やタンチョウの雛など小動物の道路横断防止（ロードキル防止）を目的に設置した（図-2、写真-1）。また、ヤナギの生長により道路を遮蔽することによる周辺景観との調和、飛行高の確保による野鳥と車両の衝突防止、観光客などが湿原に入るのを防止する境界林、防風・防雪林としての効果も期待している。



写真-1 帯柵柵工

[地下水移動工]

道路新設に伴う泥炭層の圧密沈下により、旧河川流路跡を流れる地下水の移動が阻害され湿原が乾燥化するのを防止する目的で設置した。設置箇所は湿原に存在する数多くの旧河川流路跡のうち、地下水移動量が大きいと判断された4箇所とした（図-2）。地下水移動工では、泥炭層が荷重を受けても体積変化が少ないドレーン材（砂と水平排水材）に置き換えた（写真-2、図-3）。



写真-2 地下水移動工
(水平排水材の敷設状況)

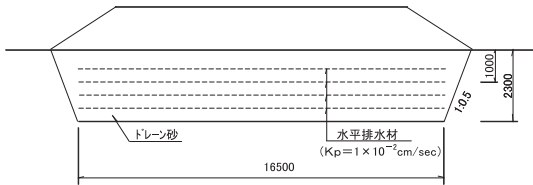


図-3 地下水移動工側面図
(泥炭層を水平排水材と砂で置換)

[プール側溝]

道路の盛土によって遮断される表面水の横断方向の流動とともに、その滞留を促進し、地下水位の低下や湿原の乾燥化が進むのを防止する目的で設置した(写真-3、図-4)。設置箇所は道路南側の一部で草地となっているなど、地下水位が比較的lowく、道路建設による乾燥化の促進が危惧される「左岸湿原区間」とした(図-2)。構造としては、道路の両側に、幅3.0m、長さ20m、常時滞水する1.0m深さのプールを設け、それらを900mmのヒューム管で接続した。

ヒューム管の設置高(底部)は、地下水流動の促進も兼ねて、平常時のプール水位(地下水位)より低くした。(水没でも可)



写真-3 プール側溝

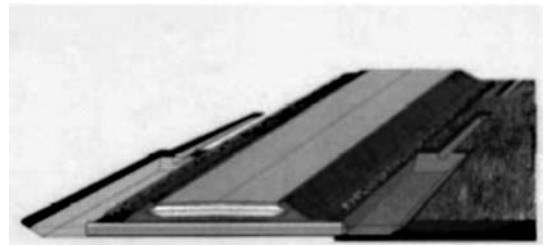


図-4 プール側溝イメージ
(縦断的に連絡させない滞水構造)

[緩衝緑地帯]

天然記念物ヒシクイの飛来や、採餌・休息時の車の騒音・ライトによる悪影響を緩和する目的で設置した。また、遮蔽林、境界林、防風・防雪効果も期待している。(図-2、5)



図-5 緩衝緑地帯イメージ

2) 上記対策工の効果の検証結果や、工事の進捗に伴い有識者からの提案等により実施した対策工事

[埋枝工]

主に帯梢柵工の不施工区間(図-2)に、遮蔽林、境界林、防風・防雪効果を期待して、ヤナギの根のついていない、挿し穂と呼ばれる枝や幹を土の中に埋めた。

[水ため工]

法尻から湿原までの間に、不定形な「水たまり」と「陸地」を形成し、トンボやサンショウウオなど水辺を生息域とする動物や湿性植物の生息環境を確保する目的で設置した(図-2、写真-4)。

[小動物のための道路横断暗渠工]

道路の盛土築立により分断される小動物の横断通路の確保と、融雪期や降雨時の急激な水位上昇によるタンチョウ等の営巣地水没等を回避する目的で設置した(図-2、写真-5)。



写真-4 水ため工



写真-5 小動物のための道路横断暗渠工

3) その他環境に配慮して行った施工上の配慮事項や施設整備計画の追加・廃止など

[工事実施時期の限定]

タンチョウは、特に人に対して警戒心が強いとの専門家の意見から、営巣地周辺では抱卵育雛時期（4月～6月）は建設機械を使用した工事を自粛した。

[湿原色彩に対する配慮]

釧路湿原大橋の上部工（桁、高欄、照明柱、親柱等）やガードケーブル支柱、デリネーターの塗装色は、特に橋梁の存在が目立つ冬季の湿原の色彩を考慮し、ダークブラウンを基調とした。

[駐車帯整備計画の廃止]

当初計画では、湿原観光スポットに交通の安全性確保と湿原観光客の利便性を考え駐車帯の設置を予定していたが、湿原への立ち入りを助長し、タバコの投げ捨てによる野火の発生やゴミの不法投棄の増大等の懸念から、駐車帯整備計画を廃止した。

4. 現状評価

釧路湿原道路の供用開始から2年余が経過した平成17年に実施した状況調査では、法留め効果は全区間とも保持されており、湿原への土砂流出は見られなかった。また、地下水位標高は供用開始前の調査結果と同レベルの数値を示しており、湿原の植物相に大きな変化が見られなかったことから、道路周辺の水文環境は対策工により維持されているものと評価できる。緩衝緑地帯の樹高は4～5m程度に生長し、期待した効果は発現していると考えられる。また、道路管理者への聞き取り結果でも、今のところタンチョウの交通事故の通報はない。

5. おわりに

釧路湿原道路を造った当時は、農業と環境との調和に関する法整備も事業制度もなく、まさに手探り状態で、事業計画、設計、施工、その後の調査、解析に取り組んできた。現在では、土地改良法が改正され、農業農村整備事業においては環境との調和に配慮することとなっている。

環境との調和を図るためには、多様な事例を参考としながらも、それぞれの地域の状況に応じて創意工夫しながら地域生態系の保全や農業・農村の多面的機能の増進、美しい農村景観の保全に取り組むことが大切であると考えており、今後の取り組みにおいても今回の経験を活かしていきたいと考えている。

【報 文】

現場発泡ウレタンを使用した隧道改修について

筑 後 裕 士*
(Hiroshi CHIKUGO)

目 次	
1. はじめに……………	28
2. 岩間地区の事業概要……………	29
3. 隧道の現状……………	29
4. 隧道改修工法の検討……………	29
5. 隧道改修工事の施工手順……………	32
6. 発泡ウレタンの特徴……………	33
7. まとめ……………	34

1. はじめに

県営中山間地域総合整備事業「岩間地区」は岩手県北上市（図-1）の中心部から西へ約14kmに位置し、奥羽山系から流下する一級河川和賀川支流の菱内川下流に拓けた水田地帯である。

本地区は、昭和38年から39年にかけて10～20a区画に整備されたが、区画が一定でなく、田差も大きいうえ地下水位が高い等、大型機械による農作業が困難な状態であった。

また、菱内川から岩間地区の水田に用水を導水する幹線用水路は、大正初期に築造された手掘りの隧道であり、維持管理に多大な労力を費やしている状態にあった。

これらのことから、本事業により区画整理及び隧道の改修を行ったものである。（図-2）

本報文では、本事業により改修した隧道の現場発泡ウレタンを使用した工法について報告するものである。

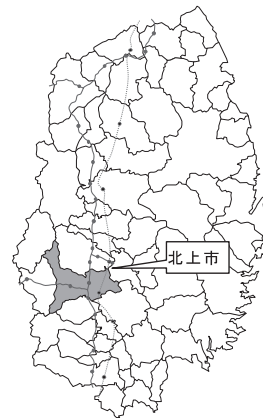


図-1 位置図

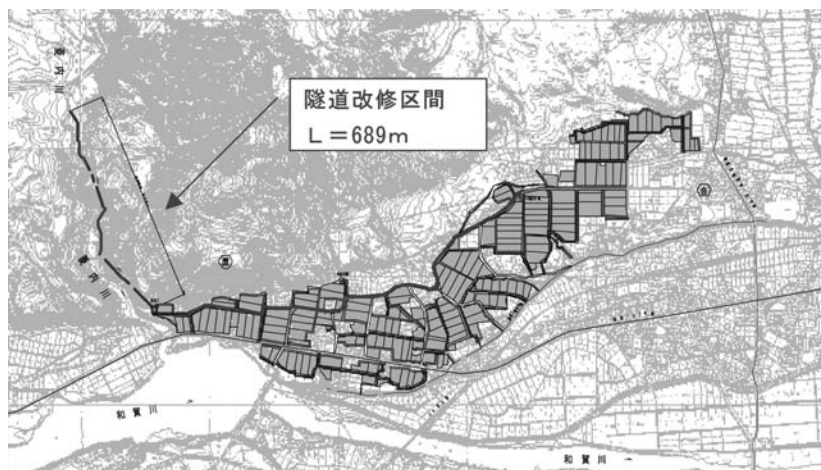


図-2 計画一般平面図

*岩手県総合政策室経営評価課（Tel. 019-629-5181）

2. 岩間地区の事業概要

本地区は平成12年度から事業を実施しており、事業内容は区画整理及び隧道（幹線用水路）の改修である。

今回事例紹介する隧道は岩間堰とも呼ばれており、隧道の一部は第二次世界大戦中に防空壕としても使用されたものである。

【事業概要】

◆工期	H12～18
◆事業費	1,173百万円
◆事業内容	区画整理 A=39ha（30a区画） 隧道改修 L=689m（幹線用水路）
◆現況	10-20a区画、水路は用排兼用で素掘り

3. 隧道の現状

隧道は大正初期に地元農家の方々が手掘りにより施工したもので、当時、近くに鉱山があり、そこで働いていたの方々がその技術を活かして掘削したものである。

隧道は、シルト層を含んだ薄層堆積砂岩の素掘り隧道であり、岩の風化による表面の小崩落が長年にわたって進み、現在の断面形状となったものである。（図-3）

この隧道は、現在も農業水路として重要な役割を果たしており、毎年、人力による崩落礫の撤去等の維持管理が必要となっていた。（写真-1）



写真-1 隧道の崩落礫の状況

4. 隧道改修工法の検討

(1) 改修工法の検討

改修工法を検討するにあたり、現場条件等から設計のコントロールポイントを整理した。

まず、第1に隧道は4ヶ所に分かれており、内空断面が不均一で、かつ狭小であること。

第2に隧道内部の地盤が凝灰質砂岩と凝灰質シルト岩の互層帯に別れ、互層帯は5～10cmの層理

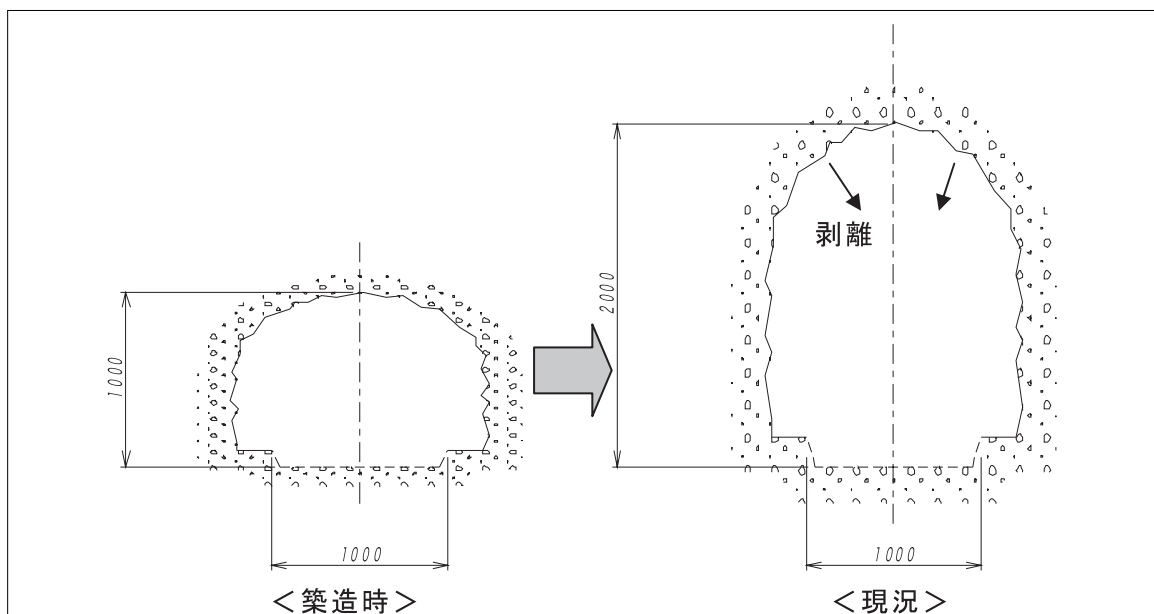


図-3 隧道の経年変化の状況

をなしており、岩級区分は軟岩Ⅰ～Ⅱ程度（三期層岩分類Ⅰ）であることから、風化による剥離を防止すれば自立可能な岩質であること。

第3に隧道の管理通路は、下流の一部区間を除き、急傾斜山地のため大半は人ひとりがやっと歩ける状態であり、しかも一部の区間は、法面の崩落により斜面の立木を頼りに通過しなければならず、危険な状況にあること。（写真-2）



写真-2 管理通路の状況

第4に用水供給のため、4月～8月までは通水の必要があること。また、本地域は豪雪地帯で12月下旬までに完成させる必要があることから、工期が4ヶ月間に限定されてしまうこと。

以上の条件を整理し、表-1の工法について検討を行った。

「水路トンネル工法」（表-1左）は、施工実績が多い工法であるが、本隧道は中空断面が均一でなく断面が狭小であることから内部に支保工及び型枠を設置することが困難である。しかも現地が急峻な地形であることから、機械等による仮設資材等の運搬にも多大な経費を要するため本地区には適さないと判断した。

「ポリエチレン管挿入工法」（表-1中央）は、勾配調整を兼ねたポリエチレン管挿入のための底版コンクリートを設置し、台車及びガイドレールを利用して挿入する工法であり、ポリエチレン管が軽量（D800で29kg/m）かつ仮設設備も小規模なため、隧道内部での施工も可能な工法である。しかし、隧道内部の小崩落を抑制することができないこと、土砂流入等に対する維持管理ができないことから採用を見送った。

「ポリエチレン製U字溝+現場発泡ウレタン吹付工法」（表-1右）は、隧道内部の風化による板状小崩落を、現場発泡硬質ウレタン吹付の多層構造体により防止でき、長年の流水による摩耗への耐久性が懸念される水路断面部は隧道内を人力で運搬据付できる軽量のポリエチレン製U字溝で対応する工法である。発泡ウレタンは凝固性も早く、経年変化による強度低下もほとんどない。また、ウレタンを現場発泡させるプラント施設もモルタル吹付工法よりも規模が小さく、本地区の現場条件でも施工可能であった。

表-1の3案の比較検討を行い、経済性や維持管

表-1 改修工法比較表

	水路トンネル工法	ポリエチレン管挿入工法	ポリエチレン製U字溝+ウレタン吹付工法
概要	①施工実績が多い ②信頼性が高い ③施工費が高い ④現場施工が困難 ⑤仮設設備が大	①人力施工が可能 ②施工費が安価 ③仮設設備が小 ④隧道内の剥離防止不可 ⑤施工後の維持管理が不可	①人力施工が可能 ②施工費が安価 ③仮設設備が小 ④維持管理が可能 ⑤施工実績なし
工期	11ヶ月	4ヶ月	4ヶ月
経費	200,000千円	97,000千円	77,000千円
標準断面図			

表-2 仮設工法比較表

	モノレールによる 資材運搬	隧道わき斜面への 仮設道路設置	河川横断の仮設道路設置
概要	山間部にモノレールを 設置。 保安林解除の必要あり。	隧道わきに軽量盛土工法 により仮設道路を設置。 その後の維持管理用道路 として使用。	河川の仮設道路より河川横 断して4箇所仮設道路を設 置。
工期	4ヶ月	5ヶ月	2ヶ月
経費	35,000千円	69,000千円	21,000千円

路面で有利な工法である「ポリエチレン製U字溝+現場発泡ウレタン吹付工法」を採用することにした。

しかしながら、この現場発泡ウレタンによる隧道補強工事については、施工実績がない為、採用に当たっては、試験施工を4m程度行い、強度的なデータを確認した上で採用を決定することにした。

(2)試験施工

試験施工は平成13年12月に行い、その後、試験施工区間の目視及び打音調査によるモニタリングを行なった。

さらに、現場からサンプルを取出し、材料の物性試験として圧縮試験及び密度試験も併せて行うことにした。

モニタリング及び材料の物性試験の結果、目視上の異常はなく、またサンプルも規格値以上の値を維持していることが確認できた。また、ウレタンは石油製品、化学薬品、及び自然界に存在する酸類には非常に強い反面、紫外線に影響を受ける物質であるが、トンネル内部ということもあり、紫外線からは遮断され、物性的には半永久的に保たれる物質であると言える。

以上のことから、風化等による薄層板状小崩落に対しては十分な強度を持ち、大地震等の特別な外的要因による崩壊以外は、多年にわたる形状維持が可能であり、本地区においても採用可能な工法であることが確認された。

(3)仮設工法の検討

隧道は4区間となっており、各隧道の上下流部には開渠区間があることから、プラント設備を設置できる作業ヤードは確保することができるものの、急峻な現場条件で、現場発泡ウレタン用のプラント設備及びポリエチレン製U字溝の搬入が困難な地形である。このため、資材搬入等のための仮設工法を検討した。

現場状況から「モノレールによる資材運搬」、
「隧道わき斜面へ仮設道路設置」及び「河川横断の仮設道路設置」の3案について比較検討した。
(表-2)

「モノレールによる資材運搬」は山間部にモノレールを設置し、資材を運搬する工法であるが、経済性、工期及び保安林解除協議の必要があることから採用を見送った。

「隧道わき斜面への仮設道路設置」は隧道わき斜面へ軽量盛土工法により仮設道路を設置する工法であり、工事後は維持管理用道路として使用できるメリットがあったが、コストが高価であることから採用を見送った。

「河川横断の仮設道路設置」は菱内川を横断する仮設道路を4箇所設置する工法である。経済性及び工期面で有利なこと、河川協議が必要となるが、工事を実施できないかんがい期等に計画的に行えば工事実施までに協議を整えることは可能と判断し、採用することとした。

以上の検討結果より、次の設計内容とすることとした。

- ①隧道内部は現場発泡ウレタンにより壁面を保護する。
- ②流水部には隧道内部を人力で運搬据付できる軽量のポリエチレン製U字溝を採用する。
- ③河川横断の仮設道路を4箇所設置（写真-3）する。

【設計概要】	
◆隧道改修	L = 4 6 5 . 4 m
1号隧道	L = 5 2 . 5 m
2号隧道	L = 1 5 3 . 1 m
3号隧道	L = 1 2 2 . 4 m
4号隧道	L = 1 3 7 . 4 m
◆蓋掛工	L = 2 1 5 . 6 m
◆余水吐	2箇所
◆河川横断の仮設道路	4箇所



写真-3 仮設道路設置状況

5. 隧道改修工事の施工手順

「ポリエチレン製U字溝+現場発泡ウレタン吹付工法」による隧道改修工事の施工手順を以下に示す。

なお、隧道内での施工時は、安全管理のため酸素濃度計を携帯したほか、送風機による酸素供給も行った。

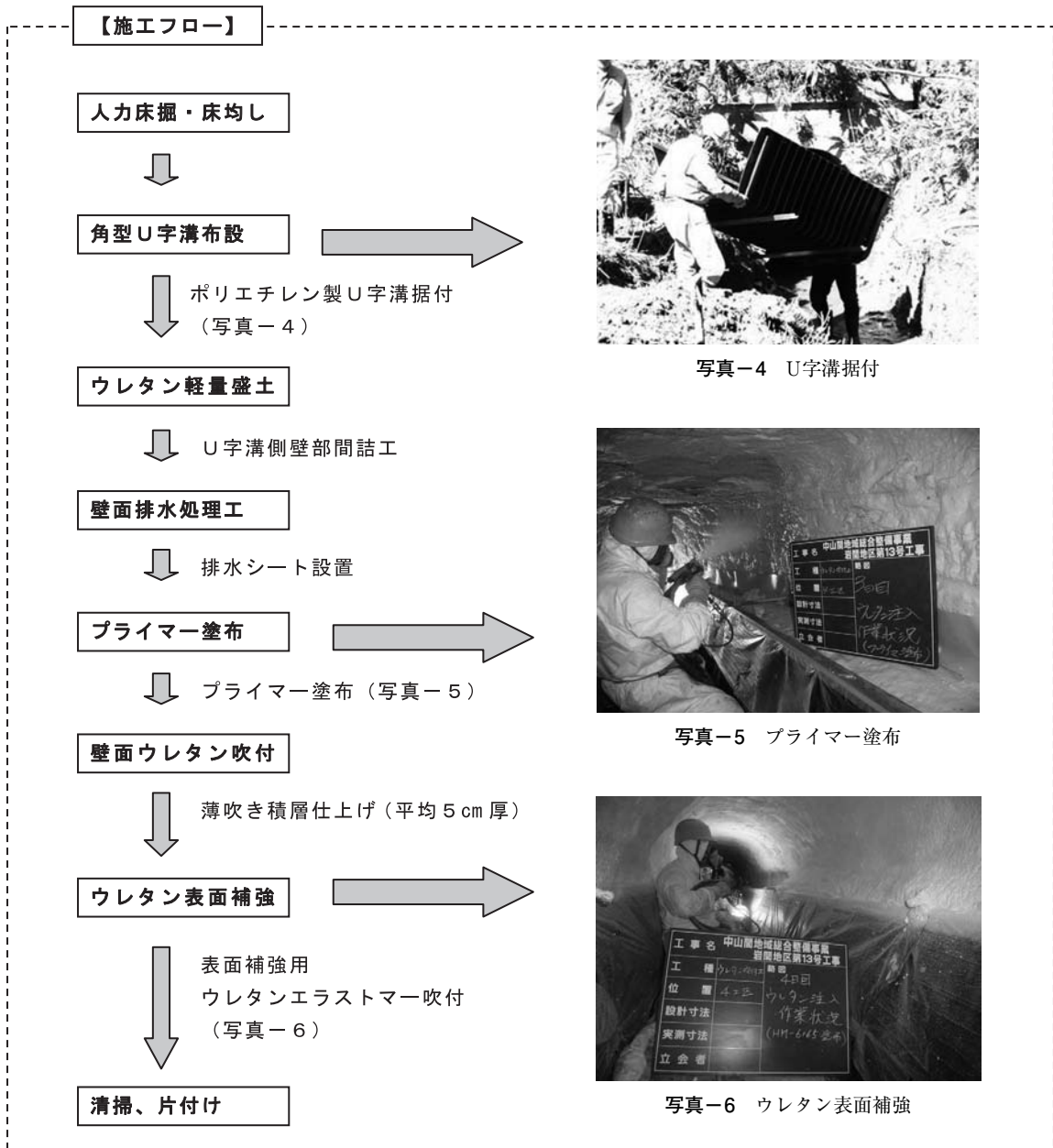


写真-4 U字溝据付

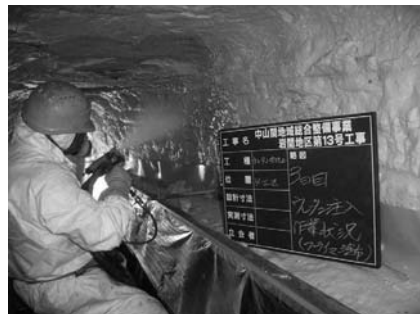


写真-5 プライマー塗布



写真-6 ウレタン表面補強

6. 発泡ウレタンの特徴

本工事は、隧道内の有効断面を確保するため、材料搬入困難な現場地形を考慮し、主材として現場発泡硬質ウレタン（約30倍発泡）を使用した積層（平均50mm厚）吹付けを行い、さらに表面補強材として硬質無発泡ウレタンを吹付けする設計としている。

今回使用する発泡ウレタンは、代替フロンを全く含まない材料であり、吹付け後も発泡ウレタンから有害物質が溶出することが無く、環境汚染をすることが少ない材料である。

また、現場発泡ウレタンは原液を現場に持ち込み発泡形成する（図-4）ことから、現地地盤の形状に合わせて発泡できることや、小型設備（写真-7）で対応が可能であるなどの特徴を有して

いる。

主材として使用する現場発泡硬質ウレタンの圧縮強度は120KN/m²以上ある。また、今回の施工に先立ち、事前に主要材料として使用する発泡ウレタンの曲げ強度試験及び引張強度試験、さらには表面補強材を吹付け、より設計断面に近い複合積層供試体の曲げ強度試験のデータを検証した。その結果、主材単体においては曲げ強度346KN/m²、引張強度313KN/m²、また複合供試体においては曲げ強度1,120KN/m²の値が得られた。これにより、表面小崩落を防ぐという目的には十分な強度を有することが確認された。（写真-8）

また、実施においては、アーチ形状の一体形となることから、この値以上の効果が得られると思われる。

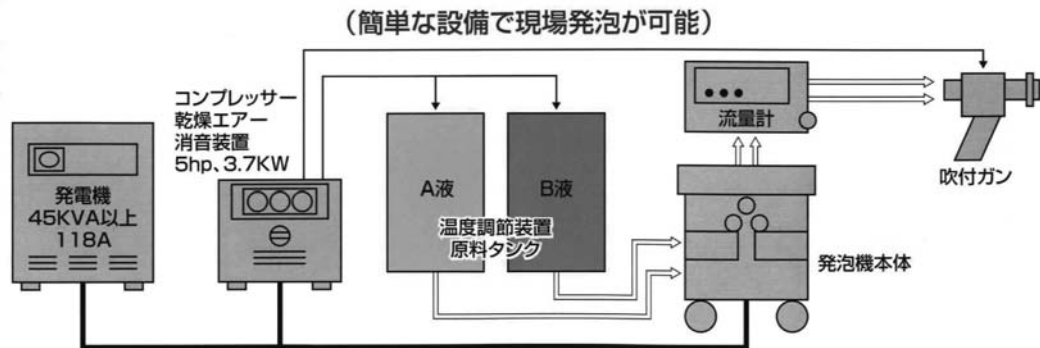


図-4 ウレタンの発泡設備



写真-7 発泡ウレタン原液



写真-8 発泡ウレタンの供試体

7. まとめ

発泡ウレタンは道路改良の軽量盛土材等に使用されるのが一般的である。

今回、本地区の隧道改修に当たっては、急峻な地形により資材搬入方法、作業ヤード、さらには気象条件により工期も限定されるという条件の中で、これらに応じた仮設計画、施工性、安全性、経済性及び施工後の維持管理を総合的に検討した

結果、発泡ウレタンを使用した隧道改修工法にたどり着いたものである。(写真-9)

本工事のような発泡ウレタンの壁面保護工への採用は全国でもまだ例がないことから、今後、隧道内の発泡ウレタンについて強度等の経年変化を調査していくことにしている。

本工法は、現場状況や土質等の条件によって採用が限定される工法であるが、今後の隧道等の改修及び補修工法の参考となれば幸いである。



写真-9 完成断面

環境との調和に配慮した梓川頭首工工事について

—国営中信平二期土地改良事業—

永井 安正* 稲垣 圭介* 後藤 正志*
(Yasumasa NAGAI) (Keisuke INAGAKI) (Tadashi GOTO)

目 次

1. はじめに……………	35	4. 梓川頭首工景観ワークショップの開催……………	38
2. 環境との調和に配慮した事業の進め方……………	35	5. おわりに……………	39
3. 生態系に配慮した取組み……………	36		

1. はじめに

長野県の中央部、松本盆地に位置する本地区は、信濃の国の中部であることから『中信』と呼ばれ、この盆地を中信平と言っている。梓川（信濃川水系）左右岸に、約10,000haの農地が広がる農業地帯である。本地区は、過去に実施された県営及び国営事業により、梓川頭首工を初めとする農業基盤が整備され、用水の安定供給と農業経営の安定が図られてきた。しかし、古い施設では50年近い時間が経過し、既存の農業水利施設は著しい老朽化のため安全性が低下するとともに、維持管理に多大な労力と経費を要している。このため、老朽化した梓川頭首工や幹線水路等の改修を行い、合わせて地区内の水需要に即した用水配分を図ることにより、農業経営の安定と振興及び維持管理費の低減に資することを目的として、平成17年4月に国営中信平二期事業が着手した。

本地区は、豊かな自然環境が残され「安曇野」や「北アルプス」に代表される優れた景観を形作っている。レッドデータブックに指定されているような希少生物も多く生息し、生態系や周辺景観との調和を図りながら工事を行うことが求められている。本報文では、委員会やワークショップを通じて決定した「梓川頭首工工事」（平成19年度現在施工中）での生態系や景観に対する配慮を報告する。

<事業概要>

- ・受益面積：水田5,490ha・畑3,357ha 計8,847ha
- ・主要工事：梓川頭首工改築，幹線用水路改修 28.5km，水管理システム1式，小水力発電1ヶ所

<梓川頭首工の概要>

- 型 式 フィックスドタイプ全可動堰
- 土砂吐 1門
(ローラーゲート B = 15.20m H = 4.00m)
- 洪水吐 2門
(ローラーゲート B = 15.20m H = 4.00m)
- 取水口 4門
(ローラーゲート B = 5.00m H = 3.05m)
- 魚 道 アイスハーバー型
(B = 1.5m L = 76.3m)

2. 環境との調和に配慮した事業の進め方

環境との調和に配慮した事業を進めるため、平成17年度の事業着工に伴い開催した、地域住民に対する「事業説明会」において、事業の必要性と実施内容のほかに、改修施設周辺に生息する希少生物の保護対策等を検討する「生物環境検討委員会」の設置、頭首工や水路改修における景観配慮について広く地域住民等の意見を聞く「景観検討ワークショップ」の開催を説明した。本地区の環境との調和に配慮した事業の進め方（基本方針）を図-1に示す。これら委員会やワークショップでの決定事項に沿って、生態系・景観に対して配慮した施工方法を選定していく。

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

環境との調和に配慮した事業の進め方

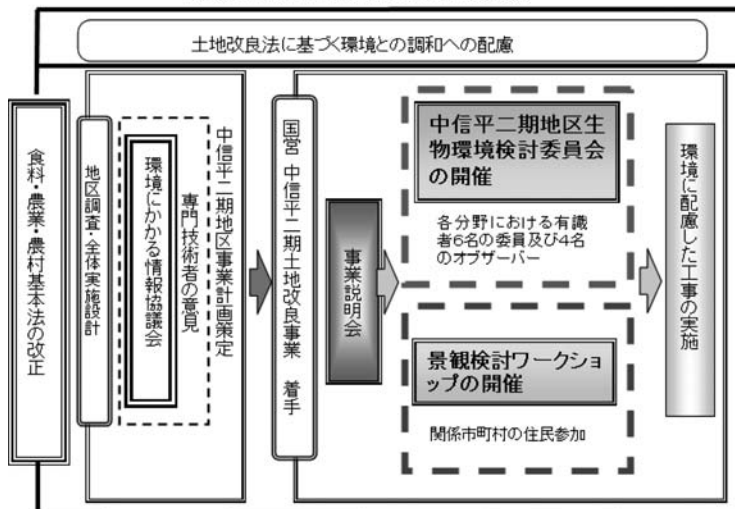


図-1 環境との調和に配慮した事業の進め方（基本方針）

3. 生態系に配慮した取組み

1) 生物生息状況調査の実施

全体実施設計（平成15～16年度）から現在まで、改修予定施設の周辺に生息する生物の生息状況調査を実施した結果、これまでに表-1に示す希少生物が確認され、これらの生息環境に配慮しながら施工することが求められた。

表-1 確認されている主な生物とそのRDB指定状況

項目	生物種名	指定
植物	ナガミノツルキケマン	環境省NT・長野県NT
魚類	スナヤツメ、イワナ、カジカ	環境省VU・長野県VU、長野県NT、長野県NT
水生生物	モノアラガイ	環境省NT
猛禽類	クマタカ	環境省EN長野県EN
ほ乳類	モモジロコウモリ	長野県NT
昆虫	ヤンコースキーキリガ	長野県NT

※EN：絶滅危惧ⅠB類，VU：絶滅危惧Ⅱ類，NT：準絶滅危惧，RDB：レッドデータブック

2) 全体実施設計時における配慮対策（案）の作成

全体実施設計では、生物との調和に配慮した取り組みに係る基本方針を決定するため、専門家で構成された「環境にかかる情報協議会」（事務局：関東農政局）で配慮対策に関する検討が進められ、基本方針及び施設構想が、表-2のとおり策定された。

3) 事業実施時の取り組み

事業に着手した平成17年度には希少種の配慮対策について引き続き検討を進めるため、専門家6名からなる委員、予定管理者及び長野県と関係市

表-2 基本方針及び計画時における施設構想

基本方針	「貴重な植物等の移植保護，猛禽類のモニタリング調査，低騒音・低振動重機の使用等環境に配慮した工事の実施」
頭首工施設構想	①魚類：「対象魚種をイワナ，カジカ，アブラハヤ等として，構造検討を行い結果としてアイスハーバー型魚道の設置を計画」 ②ほ乳類：「改修後に失われる穴等，モモジロコウモリのねぐらの代替えとして，コウモリピット・モルタル吹き付け板の設置を計画」

町村から4名のオブザーバーで構成する生物環境検討委員会（以下委員会という。）を設置した。これまで開催した5回の検討委員会では、主に梓川頭首工工事等における生物に関する配慮対策やモニタリング計画について検討し、コウモリピット設置や植物の移植など具体的な対策を試験的に実施している。これら、生物に関する配慮対策を図-2に示す。

モモジロコウモリは平成17年度に目視やコウモリの出す超音波測定等の調査から、今回改修対象の隧道をねぐらとして利用していると推測されている。改修工事では、背面空洞のグラウト及び内面被覆を施工するため、生息場所である穴や凹凸を消滅させる。この代替措置として、平成18年度にコウモリピットを設置したが、モニタリング調査では、利用状況を示す痕跡が確認できなかった。このため、ピットの利用状況を、糞を採取することにより定量的に把握することとなった。ピットの下に糞を採取するための「糞キャッチャー」（写真-1）を考案・設置し、採取した糞の形状から利用状況の確認及び捕食昆虫の種類などを調査中である。（写真-2）

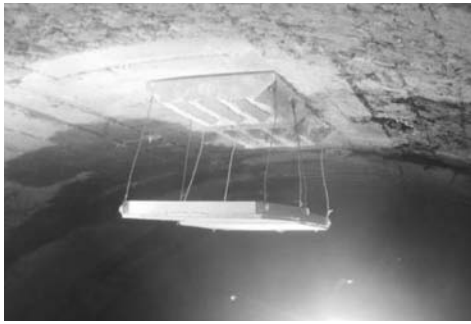


写真-1 ピット下の糞キャッチャー



写真-2 糞の採取状況
(右上はキャッチャーにより採取された糞)

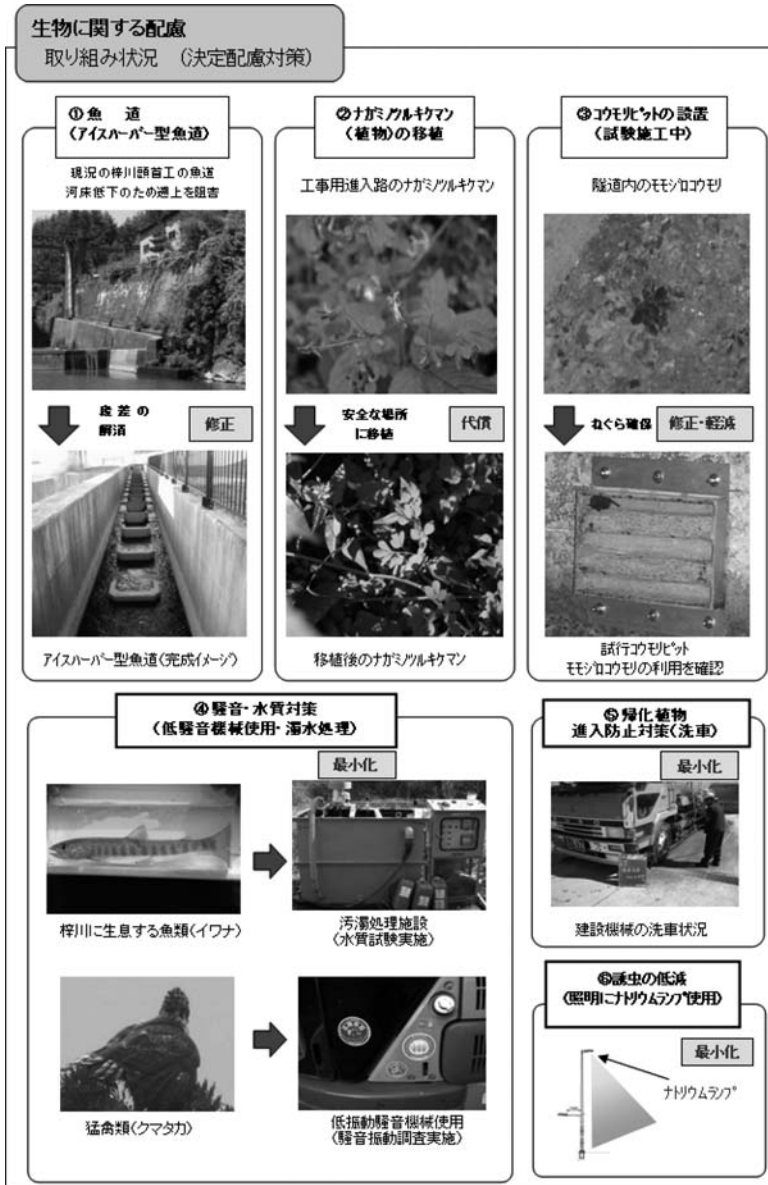


図-2 生物に関する配慮対策

また、クマタカに関しては、平成17年の営巣林踏査でクマタカのものと思われる古巣を発見し、継続調査により、クマタカペアの繁殖行動と巣の周辺に雛を確認した。平成19年8月現在、雛の羽毛が生えかわり順調に幼鳥へと成長していることが確認されている。梓川頭首工工事の騒音対策が功を奏し、工事がクマタカの生息環境に悪影響を及ぼしていないことを実証する調査結果であった。調査結果から委員会は平成18年度の梓川頭首工工事はクマタカの繁殖に悪影響を与えていないと判断している。

4. 梓川頭首工景観ワークショップの開催

景観との調和に配慮した改修を行うため、平成17年度に実施した梓川頭首工景観ワークショップは、受益者や関係市町村住民から公募により参加者を募り、計4回のワークショップを開催した。開かれた検討を行うため原則一般公開とし、プレスリリースを行うとともに、検討結果をホームページへ掲載した。(ワークショップ通信：URL http://www.kanto.maff.go.jp/nou_seibi/2/c820/07news.htm) 取り組みは地元紙に複数回掲載され(図-3)、地域住民からの注目も大きかった。

1) 前提条件の周知



図-3 新聞掲載記事

今回の景観ワークショップに入る前に、ワークショップという検討手法や、検討内容(表-3)等について参加者の十分な理解を得るため、前提条件等(流量や河川構造令等で守らなければならないこと、国営事業で出来る整備と出来ない整備等)を説明し参加者に周知した。

2) 班別討論と整備構想の作成

表-3 景観ワークショップの検討内容

項目	検討範囲
景観に配慮した形式・色調	ゲートの色、管理橋ガードレール、安全柵の形・色、取付護岸の形式
周辺の環境に配慮した整備計画	管理等の外壁の色、屋根の形式、跡地の利用方法

今回の景観ワークショップには29名の応募があり、1班当たり7~8名程度の計4班で検討を進めることとした。各班において活発な議論が行われ各回の最後には発表会と質疑応答を行った。この発表会と質疑応答により、それぞれの班がどのような意見を持っているのかを相互に確認でき、他の班の良いアイデアを吸収することができるなど、各班の意見を全体の意見にまとめあげる効果をもたらした。



写真-3 景観ワークショップ検討状況

3) 各班の意見の対立

検討していく中では、各班の意見が対立することもあった。重要なものでは管理棟の意匠があった。景観ワークショップでは、この地域を代表するような土蔵建築風と、上高地などの山岳地帯の入口にあるということからログハウス風という案が示され、第3回ワークショップにおいて、どちらを整備構想とするかについて議論をした。検討の結果、土蔵建築風を提案した班の中にもログハウス風を支持する参加者がいたことから、ワークショップ整備方針案としては、ログハウス風とし、この案の妥当性について有識者の意見を伺うこととした。

4) 有識者等の意見

今回の検討により作成したワークショップ整備構想(案)を、景観を専門とする大学教授、水源が位置する中部国立公園を管理し自然公園の風致景観を保全する立場の環境省及び施設予定管理者に示し意見を伺った。有識者からは、当該施設の景観の特徴について学問的視点から意見をいただくと共に、整備構想(案)に示したゲートの色や管理棟の意匠など項目毎に意見をいただいた。ワークショップの検討途中で意見が対立した管理棟の意匠について、「ログハウス風の建物は機能的・近代的な頭首工の形態にマッチし、また、背景の自然景観、樹林にも調和をしている。」との意見を頂き、環境省、施設予定管理者からも否定的な意見はなかった。

5) 整備構想案の決定

有識者等からの意見を踏まえたワークショップ整備構想(最終案)を作成し、最終回のワークショップを開催した。有識者や施設予定管理者の意見を説明し、参加者が検討した整備構想(案)については有識者の目から見ても妥当であることを理解していただき、ここで説明した整備構想(案)をワークショップの整備構想として決定された。最終イメージは図-4のとおりであり、頭首工ゲートの色はグレー系、管理棟の形式はログハウス風とし、周辺整備は護岸を自然石の石積みとし、桜の植樹、施設に関する歴史紹介の看板の設置を行うこととなった。



図-4 景観ワークショップ イメージ図

5. おわりに

梓川頭首工のⅠ期工事は平成19年3月に終え(写真-4)、今後、洪水吐水門2門を施工するⅡ期工事、既設の頭首工を取り壊すⅢ期工事を控えている。施工に当たっては生物環境への負荷を低減させるため、Ⅰ期工事と同様に騒音対策、濁水処理等を講じるとともに、工事実施中の生息状況の変化を捉えるためにクマタカ等の猛禽類調査を継続し、更には、魚道やコウモリピット等配慮対策を講じた生物に対して工事完成後のモニタリング調査を実施し、今回の環境配慮に対する効果を確認していく。



写真-4 Ⅰ期工事完了後の梓川頭首工
(既設頭首工下流、約40mに完成した土砂吐水門)

県営かんがい排水事業（基幹水利施設補修）二ツ木地区の施工について —既設小断面水路トンネルのミニシールド工法による改修事例について— （掘削時の肌落ちへの対処ほか、施工性向上に向けた取組みを紹介）

清原 雅 浩*
(Masahiro KIYOHARA)

目 次

1. はじめに	40	5. ミニシールド工法の作業手順	44
2. 施設の現状	40	6. 施工の年次計画	44
3. 計画条件と改修工法の選定	42	7. 施工時の問題点について	45
4. ミニシールド工法の特徴	44	8. あとがき	46

1. はじめに

長野県上田・小県地域は年間降水量が900mm程度しかない全国有数の寡雨地域である。本地区のある上田市塩田平では、古くからため池により水利を補うことで稲作を振興させてきた。鎌倉時代には多くの寺社が造られ、今では“信州の鎌倉”と呼ばれる歴史と田園情緒溢れる観光地となっている。

本地区の二ツ木トンネルは、昭和18年から22年にかけて県営農業水利事業により造られた。二ツ木峠を貫くことで塩田平へのかんがいを果たし、現在も重要な基幹水利施設の一つとなっているが、これは大正13年、15年の大かんばつに苦しんだ農民たちの辛苦が、昭和16年に沢違いの御岳堂用水から引水する権利を得ることでようやく実を結んだものである。

その後は、塩田平土地改良区が施設の維持に努めてきたが、造成後50余年を経て、トンネル内部側面には石積みのはらみ、天井コンクリートには縦横に亀裂が見られるなど、劣化が目立ってきた。このため、平成12年にボーリング調査を行い、天井背面に1m程度の空隙（写真-1）があることが分かった。人も入れないほど危険な状態にあったことから、平成14年度に県営かんがい排水事業（基幹水利施設補修）二ツ木地区として採択され対策事業に着手し、この平成19年6月に完了した。

基幹的水利施設の補修や更新等のニーズは、当県においても年々増加しているが工法は実に多種多様かつ日々進化しており、担当者は選択に迷う

ことが多いと思われる。

この度、劣化の著しい既設の小断面水路トンネルを、ミニシールド工法（開放型半機械掘式）により改修したので、この施工事例について紹介する。



写真-1 トンネル空隙状況

2. 施設の現状

(1)施設の形式

二ツ木トンネルは延長1,110mで、上田市御岳堂から同富士山に至る二ツ木峠（現在の被りは約3mから最大42m）を貫き、塩田平の受益地285haに水田補給水を導水している。（図-1）

完成当時の標準断面は、天井部はアーチ状のコンクリート、側壁部は石積、底部は石張にコンクリートを部分的に打設した構造である。（図-2）

その後、上流側入口付近の70mはコンクリートほろ形断面として、下流側出口付近170mはヒューム管により一部改修されている。

*長野県上小地方事務所農地整備課 (Tel. 0268-25-7130)

(2)機能診断調査の結果

①計測の結果、内空高さ(H)は、最小710mm～最大1,370mmに変化しており、平均高は1,190mmであった。上流側入口500m～700mは、底部にコンクリートが無く、経年変化と見られる天井部の垂れ下がり、底部の盛り上がりが見られた。(写真-2)

内空幅(W)は、石積み下端部で最小600mm～1,100mmに変化しており、内空幅が狭まっている箇所では石積がかなりはらみ出している。

②目視調査では、天井部コンクリートに数mにわたるひび割れや、遊離石灰による湧水痕跡が随所に見られ、このような覆工部の劣化損傷は内空の狭い箇所、石積のはらみ出している区間で多く見られた。



図-1 ニツ木地区概要図

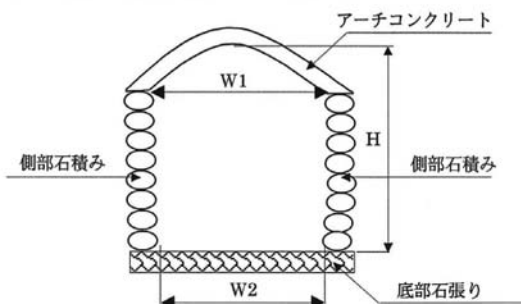


図-2 標準断面図



写真-2 トンネル内部の状況

③詳細調査（ボーリング調査）では、トンネルが通過する主な地質は泥岩主体の泥岩、砂岩の互層であることが分かった。地質年代は約700万年～1200万年前の新生代第三紀中新世に分類される青木層である。泥岩の固結度は高いが、砂岩は容易に砂質状になり、岩石の一軸圧縮強度は0.758～2.8MN/m²である。設計基準「水路トンネル」表-4トンネルタイプの分類（P.27）、表-5トンネルタイプ判定基準（P.31）、表-6岩石区分（P.33）によればCタイプとなり、岩石区分はδと判定される。

3. 計画条件と改修工法の選定

(1)改修計画路線

機能診断の結果、損傷が著しい区間（L=869m）は補修・補強でなく改修することとした。

改修計画路線については、次の①～③の点から既設水路位置とした。

①連続施工の検討

既設トンネルに通水しながら、新規路線を推進工法等で連続的に施工する工法が、施工性・経済性からは一般に優位と言える。

最近では施工可能延長が500m～1000mと長い、密閉型泥濃工法等の工法が開発されており、本地区の場合、中間立坑1箇所から両側に向け全区間の連続施工が可能である。

しかし本県は、財政改革期間中（H14年度～H18年度）の公共事業費が厳しく抑制され、基幹水利施設の補修工事であっても単年度予算しか組むことができず、全区間の連続施工が困難であった。仮に新規路線を推進工法で施工する場合、単年度工事では先導体（推進マシン）を年度ごとに地中から回収する必要があり、追加の立坑費用等により総事業費が増加し、優位性を失うことが容易に想定できた。

②区分地上権の新規設定が困難

当トンネルには、区分地上権が設定されていないため、今回併せて設定することとしたが、隣接地に精密計器や電子部品の工場等が建ち並び、新規路線とした場合、区分地上権の設定が困難であった。

③既存施設の閉塞・撤去費用が大きい

新規路線とした場合、既存施設の閉塞・撤去等を別途に行う必要があるため、これらにかかる作業や費用の増加が見込まれる。

以上の理由から改修計画路線は新規路線ではなく、既設水路位置とした。

(2)既設水路改修の場合の施工制約

工事は非かんがい期（9月16日～3月20日）の単年度で施工が完了する方法を選ぶ必要がある。また、かんがい期には通水をするため、施工完了区間及び作業坑口に通水の支障となるものは残置することができない。

(3)改修断面

計画通水量は0.21m³/sであり、全面巻立工法（改修勾配I=1/1050）の必要断面は、設計基準「水路工」標準馬蹄形に余裕を見込んでも、n=0.015 r=0.40mの2R標準馬蹄形となり、改修断面は最小施工断面となる。円形の場合はn=0.013、直径D=0.80mとなった。

(4)比較検討案

上記の計画路線、施工制約、改修断面など各条件により、施工可能な改修工法は5案挙げられ、概略積算などを総合的に比較して改修工法を選定した。

- ①-1 矢板工法，人力掘削，トンネルタイプC，1円弧ほろ形；r=0.80m
- ①-2 矢板工法，機械掘削，トンネルタイプC，1円弧ほろ形；r=0.90m
- ②-1 ミニシールド工法，開放型半機械掘式，円形；Φ1,500mm
- ②-2 ミニシールド工法，開放型手掘り式，円形；Φ900mm
- ③ 既製管の挿入による円形断面改修円形；Φ600mm

結果は表-1のとおりとなり、水理性能、強度、耐久性等の基本的な要求性能のほか、工期制限、経済性、施工の安全性に加え、坑内の掘削機器が搬出可能など、当現場固有の条件も満足している②-1ミニシールド工法（開放型半機械掘式）を採用した。

セグメントは土圧条件からΦ1,500mmのRC2種セグメントを用いることとした。（写真-3、4、図-3）

表-1 改修工法比較

改修工法 比較項目	① 施工可能最小断面によるトンネル（矢張工法）改修。				② ミニシールド工法内形断面改修。				③ 既設管挿入内形断面改修。 F70φ600	備考	
	①-1 人力掘削 内径、内高1.0mほり形断面		①-2 機械掘削 内径、内高1.0mほり形断面		②-1 φ1500（機械掘削） （機械掘削可能最小断面）		②-2 φ900（人力掘削） （施工可能最少断面）				
1. 断面形状											
2. 施工区間長	上流側 63m 下流側 105m		開削掘削カルバート有設（立坑内空伏せ含む） トンネル（矢張工法）改修		改修区間 L=87m（立坑内空伏せ含む）				改修区間 L=87mに上流側改修 済み区間 L=70mを含む 942m （上流側開削 L=155m）		
3. 勾配	1+1/1025（改修区間同一勾配）				1+1/1025（改修区間同一勾配）	上流 1+1/1800 （L=533）	下流 1+1/610 （L=337）	上流 1+1/1200 （L=440）	下流 1+1/484 （L=307）		
4. 流況	全横流下 Q=0.210 m³/s D=1.00 m H=0.209 m V=0.628 m/s (s=0.015)	縦壁設置 Q=0.210 m³/s D=0.70 m H=0.431 m V=0.698 m/s …NG (s=0.015)	全横流下 Q=0.210 m³/s D=1.00 m H=0.192 m V=0.639 m/s …NG (s=0.015)	縦壁設置 Q=0.210 m³/s D=0.80 m H=0.218 m V=0.638 m/s …NG (s=0.015)	全区間同一 Q=0.210 m³/s H=0.212 m V=0.787 m/s…OK (s=0.013)	上流 Q=0.210 m³/s H=0.446 m V=0.688 m/s (s=0.013)	下流 Q=0.210 m³/s H=0.330 m V=0.992 m/s…OK (s=0.013)	上流 Q=0.210 m³/s H=0.450m V=0.924 m/s …OK (s=0.010)	下流 Q=0.210 m³/s H=1.320m V=1.320m/s …OK (s=0.010)	計画流速は上流側水路の1.3 倍(0.716m/s)以上。	
5. 経済性	348,420 円/㎡ 1 工事当りの直接工事費 84,000 千円にて算出時 （施工延長 140m/年） （主要仮設費含む）		366,678 円/㎡ 1 工事当りの直接工事費 84,000 千円にて算出時 （施工延長 230m/年） （主要仮設費含む）		386,838 円/㎡ 改修区間 87m（全長）を 3 年 にて施工する場合 （主要仮設費含む）		333,564 円/㎡ 改修区間 87m（全長）を 4 年 にて施工する場合 （主要仮設費含む）		109,804 円/㎡ 改修区間 87m（全長）を施工する 場合（中間立坑設置を含む直挿 工事費） （概算施工費費 148,675 千円）		トンネル（矢張工法）には高 工延長分の（A'）→施工を含む。
6. 工事の特徴	地山強度が低く、かつ 等による人力掘削が可能。 断面規模はズリ掘削、ズリ 掘削、掘削機械の最小法に よる。 機械掘削に比べ日当り掘進 長は落ちるが年間で 240 掘 程度の施工が可能。 施工環境がよい場合、機 械掘削に比べ経済的に有利。 トンネルタイプは C 1 日 2 方施工（12 時間）		軟弱自由断面トンネル掘 進機を用いて掘削を行う。 断面規模は掘進機の施工可 能最小径による。 この為工期内掘進長は、 人力掘削に比べ日当り掘進長 は落ちるが年間で 240 掘 程度の施工が可能。 施工環境がよい場合、機 械掘削に比べ経済的に有利。 トンネルタイプは C 1 日 2 方施工（12 時間）		軟弱自由断面掘削を掘削し掘 削を行う。アーチ部コンクリ ート、サイド部玉石の取り込 みも可能。 この掘削部は取外してかん がい用の排水が可能である。 トンネル施工とは異なり掘 削、掘工、グラウトを並行し て行う。 1 日 2 方施工（16 時間）		ミニシールド工法での施工 最小断面はこのφ900 となる。 （内形断面の場合の水利的必須 口径はφ800） 玉石の取込を行う為人力掘 削となる。施工区間はφ1500 と 同径。 1 日 2 方施工（16 時間）		工程は以下のとおり。 ・1F8 付近に立坑設置。 ・坑内掘削土砂の排除。 ・管挿入時及埋設後の処理。 ・掘削に向いてエアメタル行設 ・管挿入布設 ・空掘エアメタル充填 1.φ=4.9m/本の掘削と掘削 トンネル年掘削に必要な掘削 機を用いて布設を行う。 1 日 1 方施工（8 時間）		
7. 施工上の長所・短所	長所・これまで行われてきた水路トンネルの金属巻立改修 はほとんどこの工法による。 ・特殊技術が必要とせず単年段階的掘削が可能。 短所・計画断面（掘削支保脚）に対し掘削機取組後に空間 が残る場、地山に対し掘削機取組及び矢張のクビレによ る十分な補付け設置が生じ、状況によっては掘削機 の掘下や工法変更が生じる恐れ有り。 ・地山崩壊の状況より掘削機による掘削の泥滓化が懸念 される。その状況によっては掘削機を切り替えコン クリート打設を要す。 ・上流側の土締めが薄い区間（P9-P60）は開削掘削カルバ ート設置となる。この為坑口位置は P60-P60 近辺とな り、排水路の仮掘削→水及び水漏れ管理設備（全長計画 では水漏れ対策として 1,000 千円以上）が必要となる。 ・下流側の掘削機取組時の上 部掘削土の崩壊が生じ施工上 の安全性が懸念される。		長所・掘削機取組断面が想定 される。この場合、掘削機 のベルトコンベアへ人力での 玉石搬送となる。作業の安全 性に問題あり。		長所・トンネル（矢張工法）施工における掘削をすべてクリア。 ・貫通空間への確保がグラウトが行える。 ・立坑を P0 付近に設ける事により改修全長区間のミニシ ールド施工が可能（立坑内を除く。）（全体計画書における開 削区間の掘削工費は 421,237 円/㎡） 短所・坑内作業における安全 性は一番高い。 短所・手掘りによる最小断面 で掘削も長く、また掘削機 工の取組し難さでは作 業が最大である。		長所・工期は最速。 短所・掘削トンネル内作業にお ける安全性の確保は、 （労働安全衛生法） （専門施工会社による坑 内掘削により掘削可 能と判別）				
8. その他の特記	施工可能寸法による上り内形断面が地盤に比べ大きい為、管 埋スペースの確保が容易。		カーブ施工も可能で既設トンネルに対し改修施工が容易な掘 削を決定できる。 ・セグメントは工場作成の為、左記現場内コンクリートより耐 久性は高い。 ・内形断面、掘削品に左記ほり掘削機打ちに比べ流速が速く 土粒子等の沈降量は少ない。		上流側掘削区間の改修を要す。 ・計画流速に対する流速は最も 速く管内堆積に對し有利。						
9. 管理性	○		◎		△ 設けによる管理は困難。台車等 使用		× これまで以上の除塵排砂施設 を必要とする。		将来的な坑内管理の必要性 の有無 上流の改修済み区間が小断 面の為今後改修区間を大幅 にも管理性はあまり 良くないのでは。		
10. 内面再補修	○		◎		◎ 内形断面による内面補修はほり形に比べ容易である。また掘削 機セグメントのため 200mm 程度の劣化等は現場打ちコンクリート で補修可能。		× 併用により管内作業は不可。 内面の劣化は管理。				
判定順位	2		3		1		4		5		

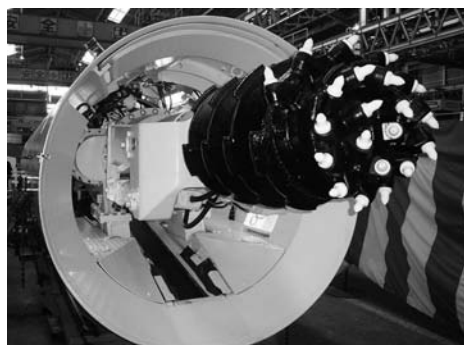


写真-3 開放型半機械掘削式シールドマシン



写真-4 セグメント搬入状況

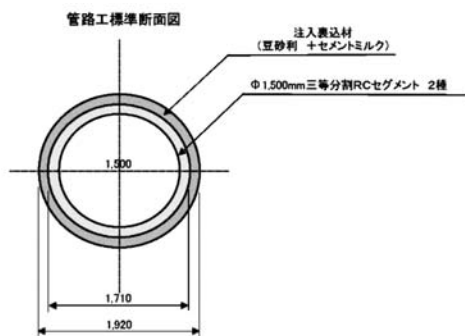


図-3 管路標準断面図

4. ミニシールド工法の特徴

①900～2,000mmの小口径においては密閉型、開放型、手掘式、半機械掘式、TBM式など現場条件に応じてシールド工法を選択できる。

②セグメントは、3等分割セグメント

(鉄筋コンクリートまたは鋼製)を採用し、ボルトレスで閉合するため、幾何学的な安定性が高い。また、二次覆工が不要なため、施工速度が早く掘削量も少なく経済的な工法である。セグメントは平成4年に日本下水道規格JSWAS A-7として規格化された工場製品であるため、安定した品質が得やすく、現場施工を軽減できる。

なお、平成17年4月に鉄筋の防錆化など耐久性を向上させる規格の改正がなされている。

③セグメントの組立後は、直ちに豆砂利で地山とセグメントの空隙を充填することにより、地山の掘り緩みが抑制される。

5. ミニシールド工法の作業手順

開放型半機械掘式は、まずシールド機前胴側面に装備されたグリッパー（片側2箇所、計4箇所）を張り出して、地山にシールド機を固定後、切削ドラムを回転させ、上下左右及び前後進を行なうことにより掘削を行なう。掘削土は、切削ドラム後方にあるスクリーにより一次ベルトコンベアに掻き寄せられ、切羽の作業員の補助を得て土砂スキッパーに積み込まれ坑外に搬出される。(写真-5)

次に、グリッパーを収納して、組み立てられたセグメントを半力受けとし(写真-6)、シールドジャッキによりシールド機を推進させ、裏込め一次注入(豆砂利)を行なう。最後に、セメントミ

ルクによる裏込め二次注入を、トンネル掘進100mごとに行なう。(写真-7)



写真-5 土砂搬出状況



写真-6 セグメント組立状況



写真-7 セメントミルク注入状況

6. 施工の年次計画

①着手1年目。発進基地工事として借地した水田表土の養生と仮囲い及び立坑の設置を実施し

た。

- ②2年目。シールドマシンを製作し（本体殻は県で引取り、その他機器は損料扱いとして）管路工事（86m）を実施後に本体殻は残置して、掘削機器等は分解・搬出して通水した。
- ③3年目。契約に基づいて調達した掘削機器等を再度本体殻に組み付け、所定の延長分（331m）を実施した後、同様に分解・搬出して通水した。
- ④4年目。3年目と同様に調達した機器等を本体殻に組み付け、管路終点にマシンが到達後、本体殻内にセグメントを組立てて管路の一部とし、機器等は分解・搬出し通水した。

7. 施工時の問題点について

管路工事の初年度は、下記(1)~(3)のような予想を超える事態に遭遇したため、掘削時の肌落ちへの対処・施工性向上の取組み等について述べる。

(1)背面地山の風化

既設アーチ状コンクリートの背面地山が想像以上に風化しており、掘削機が触れたとたんコンクリートもろとも肌落ちすることが頻発した。（写真-8）



写真-8 肌落ち状況

これは天井ばかりでなく左右側も同様で、グリッパーによるマシンの固定が困難であった。管理基準値は二次覆工を施工しない推進工法に準じて上下左右 $\pm 75\text{mm}$ としていたが、掘進の直進性が著しく低下したため、施工管理には苦勞した。

また、落下したコンクリート塊を小割にして搬出する必要が生じ、当初想定していなかった作業が追加となってしまった。

(2)玉石の除去

当初設計では、掘削対象の石積の玉石控長を

30cmと仮定して、機内のベルトコンベアと掘削機のクリアランスが計画されていたが、40cmを超える石が多く出土し、狭い機内を七転八倒して手渡して搬出する有様となった。（写真-9、10）



写真-9 玉石搬出状況



写真-10 玉石計測状況（控長30cm以上）

(3)掘削量・裏込め材の増加

肌落ち部はきれいに除去できたものの、豆砂利やセメントミルクの裏込め材料は大幅に増え、初年度の施工延長は213mの計画に対し約40%の86mにとどまってしまった。

このため2年目以降の管路工事に際しては、シールドマシンの変更（図-4）や請負業者の施工方法を下記のように工夫して対処した。

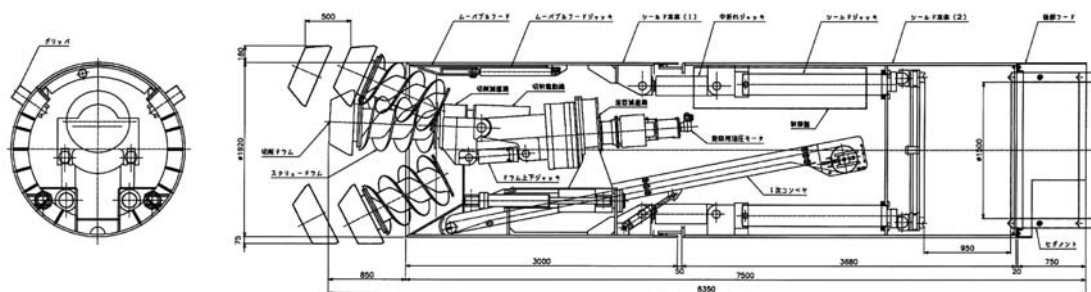
1) 背面地山の風化

グリッパーを可能な限り張出せるような仕様を求め、マシンの固定を図った。

2) 玉石の除去

①出力を下げても掘削機を小型化し、ベルトコンベアと掘削機のクリアランスを広げ、機械搬出

当初計画図



変更計画図

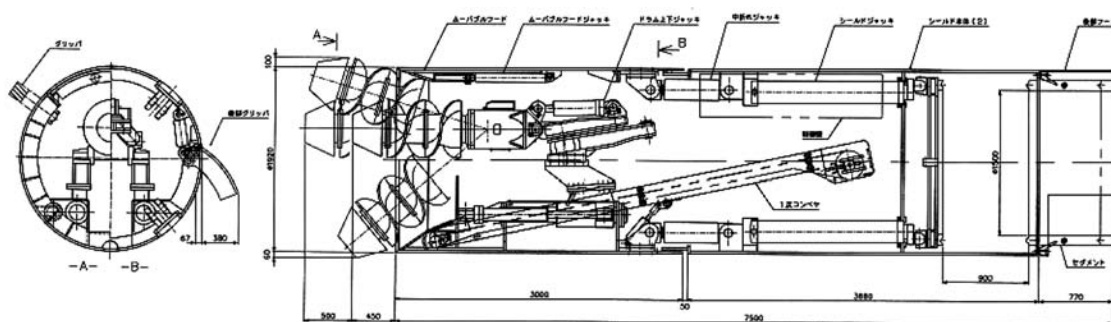


図-4 掘進機計画図（開放半機械掘）

を行った。

②切削ドラムに続くスクリーピッチを広げ、大きい石を掻き寄せられるようにした。

3) 掘削量・裏込め材の増加

①豆砂利等の充填量が増えているため、コンプレッサーを増設し充填効率を上げた。

②増加する掘削残土量に対応できるように標準10m³の土砂ホッパでなく30m³の土砂ピットを設け、場外への搬出を減らせるようにした。

③天井部空隙へのセメントミルクが適正に充填されるよう充填確認を工夫した。

その他、セグメントを入坑させる際の方向転換をクレーンから方向転換機を用いて能率を上げた。

以上のような各種の工夫により、2年目は331m、3年目は452mを施工することができ、工事は1年目の遅れを取り戻し、予定の3年間で所定の869mを施工することができた。

8. あとがき

今回事業に携った者としては、現場でネックに

なる点をもっと慎重に掌握すべきだったと反省するとともに、現代のシールド機で簡単に搬出できなかった巨石のある中、物の無かった戦時中にこれだけの仕事をした先人たちの苦勞が身にしみて分かった。

願わくば今回改修した二ツ木トンネルも50年、100年と未来へと大切に引継がれていって欲しいものである。

最後に事業を採択していただいた農林水産省や調査、計画から施工、用地や借地にご協力いただいた全ての関係者の皆様に心から感謝申し上げ報告としたい。

新川河口排水機場の改修計画

中 村 伸 二*
(Shinji NAKAMURA)

目 次

1. はじめに……………	47	4. 機場改修計画の概要……………	49
2. 事業概要……………	47	5. おわりに……………	53
3. 新川河口排水機場の概要と特徴……………	48		

1. はじめに

本地区の基幹排水施設である新川河口排水機場は、国営かんがい排水事業「新川二期地区」（昭和42年度～昭和54年度実施）により造成され、今日まで適正な維持管理が行われてきたものの、経年変化に伴う老朽化や維持管理費の増加により施設機能の維持が困難な状況となっていた。このことから、国営かんがい排水事業「新川流域地区」が平成18年度に着手され、本機場の改修を行うに至った。

本稿では、新川河口排水機場の改修計画の内容について報告する。

2. 事業概要

新川流域地区は、新潟平野のほぼ中央に位置し、弥彦山、角田山及びそれに連なる新潟砂丘を隔てて日本海に接し、一級河川である信濃川、中ノ口川、大河津分水路等に囲まれた農地面積約19,800haの新潟県内でも有数の優良農業地域であるが、海拔0m以下の土地が約2割を占める低平な水田地帯となっている。

本事業は、本地区の基幹排水施設である新川河口排水機場（国営かんがい排水事業「新川二期地区」昭和45年度供用開始）及び新川右岸排水機場（国営かんがい排水事業「新川地区」昭和28年度供用開始）の両排水機場を改修する計画としている。事業工期は平成18年度～26年度までの9年間を予定している。（図-1参照）

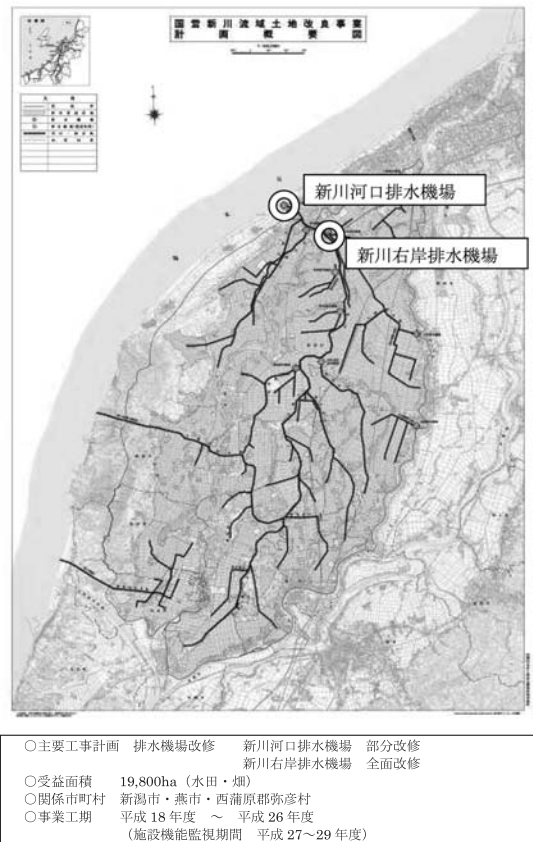


図-1 国営かんがい排水事業「新川流域」概要

新川河口排水機場については、昭和45年度の供用開始後35年が経過し、河口に近い地理的条件から海水による腐食進行が激しく、損傷箇所を溶接等で補修している状況である。しかし、補修範囲が年々拡がるとともに、在庫部品が少なく部品の調達に要する期間が長くなっていることや、突発

*北陸農政局新川流域農業水利事務所工事第一課
(Tel. 0256-73-6200)

的なポンプ停止も発生し、維持管理費が増嵩している。(写真-1参照)

また、土木構造物については、既設の鉄筋コンクリート構造物の状態を確認するため、各種調査及び試験を実施した結果、アルカリ骨材反応による劣化の進行が確認され構造物の補修・補強が必要と判断された。(写真-2参照)



写真-1 ポンプ設備劣化状況



写真-2 ポンプ室隔壁部劣化状況

3. 新川河口排水機場の概要と特徴

新川河口排水機場は昭和40年代に築かれた排水機場で、 $240\text{m}^3/\text{sec}$ の排水能力を有し、1台当たりのポンプ口径も $4,200\text{mm}$ という大きさ(1台当たりの排水量 $40\text{m}^3/\text{sec}$)から建設当時は「東洋一の排水機場」とも言われた大排水機場である。(写真-3参照)



写真-3 ポンプ羽根車分解点検状況
(口径 $4,200\text{mm}$)

ここでは、本排水機場の建設に至った経緯や当時の計画概要及び施設の特徴について説明する。

(1)排水機場建設の経緯

本地域は、低平な地形で、常に悪水に悩まされ、大雨等による洪水(江戸時代から戦後までの350年間で100回以上の洪水が発生)で、民家や農地への被害にたびたび見舞われた。その他、1本の河川が用水と排水の役割を持つため、水をめぐり村民同士の争いが絶えず繰り広げられる等、本地域の歴史は水との闘いの歴史と言っても過言ではない。

このような事態を解消するため、大正時代初期の新川開削や本流域上流での大河津分水路整備等の抜本的排水対策を皮切りに、体系的な排水改良を図るため、戦後、数々の国営土地改良事業等による排水施設の整備及び用排水の一元管理等を経て、現在は日本でも有数の優良農業地帯に至っている。

この地域の基幹施設である新川河口排水機場は、建設当時約 $20,000\text{ha}$ の耕地を対象に地盤沈下等によって機能低下を受けている農業用排水施設の機能回復及び効率的な排水を目的に造成された施設であり、新川河口海岸線より左岸上流側約 200m に位置している。

(2)排水計画

新川河口排水機場の排水量は、自然流下で排水される自然排水ブロックと排水機場によって排水される機械排水ブロックに区分され、各排水ブロックの新川流入点から河口までの到達時間と排水量を合成して求めた $240\text{m}^3/\text{sec}$ を排水量としている。

なお、各排水ブロックの排水諸元は以下のとおりである。(表-1参照)

表-1 新川河口排水機場の排水諸元

ブロック区分	計画基準雨量	確率	備考
自然排水	$168.3\text{m}^3/\text{日}$	1/1.5	洪水深30cmを超える洪水時間が24hr以内
機械排水	$125.2\text{m}^3/\text{日}$	1/5.0	-

(3)施設概要

①ポンプ形式

ポンプ形式については、低揚程で効率良く大容量の排水が可能な横軸円筒型軸流ポンプを採用している。

②ポンプ材質

ポンプの材質については、新川の河口に位置し

ているという条件から耐食性を考慮し、羽根車等の主要部分についてステンレス鋼材を採用している。

③ポンプ口径・台数

ポンプ口径については、過去の実験値によるポンプ回転数、全揚程を基に計算し4,200mmに決定しており、ポンプ台数については、立地条件や排水量及び当時の製作実績等を考慮し6台としている。

④土木構造物

土木構造物については、流入水路・除塵装置・吸水工・機場本体・吐出工・流出水路で構成されており、新川には自然排水樋門が併設され、吐出工の上部に管理室を設けポンプ全体の集中管理が行える構造となっている。

また、次のような施工を行い、各設備と一体となった設計としている。(写真-4参照)



新川河口排水機場 施設概要

- ①ポンプ設備 ポンプ総排水量 240m³/sec
ポンプ口径・台数 Φ4,200mm×6台(全揚程2.6m)
ポンプ型式 横軸円筒型軸流ポンプ
原動機出力 1,300kw/台
- ②土木構造物
鉄筋コンクリート構造(3階建)
施設規模 外観 高(H)13.2m×横(B)84.0m×奥行(w)13.0m
- ③付帯施設 補機, 除塵機, 橋型クレーン, 電気設備等
1式
- ④築造年度 昭和42年度(1967年)
- ⑤供用開始 昭和45年度(1970年)

写真-4 新川河口排水機場全景

- 1) 機場頂版には、大口径ポンプの羽根車等の点検用及び電動機・歯車減速機等の搬入出用に1台につき2箇所の開口部を設置。
- 2) ポンプ間の隔壁を貫通させ通風路や管理用の通

路を設け、主ポンプの前後の水路形状を二連の矩形断面水路として効率良く流水する構造としている。

- 3) 主ポンプ吸込、吐出側の水路形状が複雑な変化点には鋼板製ライナーを内張した構造としている。

(4)基礎地盤

本機場は、新潟市の海岸沿いにある新川河口付近に位置していることから、河川の氾濫及び堆積により海岸段丘が周辺に形成され、表層の大部分が中砂で一部細砂の混入が見られるものの、表層より16m以深はN値の極端な増加が見られる。当時、機場の基礎構造について支持力や沈下量等の検討を行ったが、いずれの結果も許容値を満足した結果となったことから、直接基礎として設計を行っている。

排水機場の施工における大きな特徴として、基礎構造の耐震設計に関する検討が上げられる。本機場の基礎地盤は砂地盤であることから、地震により振動を受けた土粒子が間隙水中に浮遊した状態となり、支持力が低下する液状化現象が発生しやすい地帯である。

液状化対策として、地震波によるせん断応力が地盤の抵抗力を上回る層まで基礎構造物の根入れをすることとし、構造物の下の支持層を普通鋼矢板により数個のブロックに囲い、一種の基礎土塊をつくり、鋼矢板の先端を深い基礎へ根入れすることにより、ケーソンのような効果を期待した構造としている。

これは、昭和39年6月16日に発生した新潟地震時にて当時懸念された液状化現象を考慮したものである。

4. 機場改修計画の概要

本機場の改修計画策定に当たっては、まず、現況の施設を機能診断により適正に評価を行い、ライフサイクルコストの検討を行った上で、予防保全も含めた利用できる部分は最大限利用するストックマネジメントに基づき実施している。

ここでは、既設機場の設備状況や機能診断結果(表-2参照)、対策工(表-3参照)の概要について説明する。

(1)ポンプ設備

ポンプ設備については、河口に近い環境から腐食進行が著しく異常停止が発生する等、ポンプ自

体の信頼性が低いこと、また部品交換が頻繁になる等、維持管理費が増加傾向にあることから、今回全面改修を行うこととしている。

なお、計画排水量に変更が無いことから、現存の施設規模に合わせた設備更新を行うものとした。また、主ポンプの設備更新に併せ、補機等の付帯設備も随時更新を行う。

(2)土木構造物

屋外構造物やポンプ室内の隔壁及び側壁毎のコンクリート構造物について、劣化現象であるアルカリ骨材反応や塩害劣化等の確認、劣化に伴う強度低下の確認を行うため、目視等各種調査及び試験を実施し、現況施設の機能診断を行った。

①アルカリ骨材反応評価

アルカリ骨材反応は、コンクリート中の細孔溶液中における水酸化アルカリと骨材中のアルカリ反応性鉱物との間に発生する化学反応により、コンクリート内部での異常膨張が発生する現象である。このアルカリ骨材反応について、目視調査・ASR膨張量試験・SEM分析・静弾性係数試験等を実施した。

目視調査では、屋外部コンクリートについて、表面天端付近にひび割れや骨材周辺のゲル発生が見られた。また内部についてもコア観察により深さ150～250mm程度の多数のひび割れが確認された。

ASR膨張量試験については、デンマーク法に基づき、サンプルを50℃飽和NaCl(塩化ナトリウム)に浸漬し、91日後の膨張状況を測定、将来的に起こりうる膨張の可能性について調査を行ったが、ポンプ室隔壁部について膨張の判断指標である0.1%未満を上回り、アルカリ骨材反応による膨張を今後引き起こす可能性があることが確認された。

SEM分析については、顕微鏡の一種で電子線をサンプルに照射し、跳ね返った反射電子を解析し、立体的な表面観察を行い、劣化要因物質の有無を確認するものであるが、屋外コンクリート表面部にアルカリ骨材反応を引き起こす生成物(白色析出物)が、画像解析や定性分析結果から確認された。(写真-5参照)

更に、静弾性係数試験を行った結果、吐出部では表面に近い部分で静弾性係数の標準値に達していない等、アルカリ骨材反応に伴う弾性低下といった物性変化をもたらしている状況も確認された。

②塩害劣化評価

塩害劣化調査については、電位差滴定法によるコンクリート中の塩分物イオン濃度測定を行うとともに、表面をはつり鉄筋の腐食状況について確認を行った。

塩化物イオン濃度については、本機場は建設してから約30年経過しているが、鉄筋は発錆限界値以上であるものの、鉄筋腐食は軽微であることが確認され、耐荷力や靱性の低下に影響を及ぼす段階ではないと考えている。(写真-6参照)



写真-5 SEM画像分析(屋外コンクリート部)



写真-6 鉄筋腐食状況確認

③部材強度評価

コンクリート圧縮強度については、19～51KN/mm²程度で設計基準強度を概ね満足し、強度上安全性を確保している。

④総合評価

躯体表面に多数のクラックが発生していることや、採取したコアによる偏光顕微鏡観察で部材内部にて膨張する可能性のあるアルカリ反応性骨材

が確認されたことから、今後、部材内部の更なる劣化進行が懸念され、塩化物イオンや水等、外部からの有害となる劣化因子への侵入防止対策が必要であると判断された。

その対策工は次のとおりである。

○ポンプ室内部

アルカリ骨材反応の劣化因子の侵入防止対策として表面被覆剤塗布工法を行う。

○屋外コンクリート部

表面部のクラックが著しいため塩水等の劣化因子の侵入防止を図るため、コンクリート打替工を行う。

(3)基礎地盤

基礎地盤については、砂地盤であることから液状化対策検討の必要性について、排水機場付近でボーリング調査や土質試験を実施した。その結果、レベル2の地震時に液状化現象が発生する可能性の高い地層が確認されたものの、液状化対策として既に設置されている鋼矢板を格子状に打設した本体基礎について、この鋼矢板の周面摩擦力及び先端支持力により安全率1.0以上が確保されていることを確認している。

しかし、機場右岸側の中州部については、液状化層が確認され、地震が発生した場合、機場が川側への流動化現象を起こすことが懸念される。

このことから、中州側の液状化対策については、液状化そのものの発生を防止するため、追加調査を実施した上で、必要に応じ地盤密度の増加を目的とする地盤改良工を行う予定である。

(4)管理棟

本機場は広範囲の排水受益を有し、被災による影響が極めて高い最重要施設に位置付けられているが、機场上屋部については現在の耐震構造を満足するに至っていないことから、補強に当たっては構造耐震指標（GIS値）1.0以上を確保出来るよう耐震壁の新設・既設壁の増し打ち等の補強対策を実施する計画である。

(5)施工方法

本機場の運転操作方法が、常時は隣接する自然排水樋門を開けての自然流下方式、潮位が高い場合は自然排水樋門を締めてのポンプによる排水方式をとっていることから、出水期にポンプ自体を停止して設備改修を行うことは不可能である。

よって、改修手順としては、ポンプの運転頻度の少ない非出水期（10月～4月）にポンプ設備を1台ずつ改修することとし、中州側のポンプ設備から随時更新を図ることとしている。（図-2参照）

ポンプ設備の更新に当たっては、排水機場の上下流を仮締切ゲートにより締切り、主ポンプを既存の橋型クレーンによりケーシング等各パーツを分解・撤去後、ポンプの二次コンクリートを撤去、その後新しいポンプ設備を現地に搬入し、随時パーツ毎に組立・据付を行う計画としている。

一方、土木構造物の全面打替工は、ワイヤーソーイング工法により隔壁部の劣化部分を切断し復旧することとしている。また、表面打替工はウォータージェットによる表面はつりを行った後、ひび割れ部分のグラウト注入、ポリマーセメントによる成形を行う計画としている。

表-2 新川河口排水機場コンクリート構造物機能診断調査結果一覧表

試験項目	試験方法	屋外コンクリート躯体		ポンプ室隔壁		ポンプ室側壁	
		浅 0~200mm	深 300mm~	浅 0~200mm	浅 0~200mm	深 300~600mm	
表面ひび割れ	目視調査	×	開口ひび割れ	○	ひび割れ無し	○	ひび割れ無し
反応生成物	S E M分析	×	反応生成物有	○	反応生成物無	○	反応生成物無
内部ひび割れ	コア目視観察	×	ひび割れ密集	○	なし	○	1本のひび割れ
圧縮強度	圧縮強度試験	○	18.7~27.9 N/mm ²	○	42.2N/mm ²	○	35.1~51.8 N/mm ²
静弾性係数	静弾性係数試験	×	3.4~27.4 KN/mm ²	○	36.7 KN/mm ²	○	22.0~76.2 KN/mm ²
残存膨張性	デンマーク法	○	0.006~0.036%	○	0.02%, 0.031%	×	0.122~0.340%
骨材有害性	偏光顕微鏡観察	×	反応性骨材確認	-	-	-	-
A S R判定		劣化期		潜伏期		潜伏期	
塩分濃度	電位差滴定法	×	水中下部発錆限界値以上	-	○	発錆限界値未満	-
鉄筋腐食	はつり調査	○	ごく表面的な腐食	-	-	-	-
中性化	フェノールフレン法	○	40mm (天端上部のみ)	-	○	10mm	○
塩害(鉄筋腐食環境)判定		進展期		潜伏期		潜伏期	

注：○×はコンクリート建造物として○：影響なし，×：影響あり

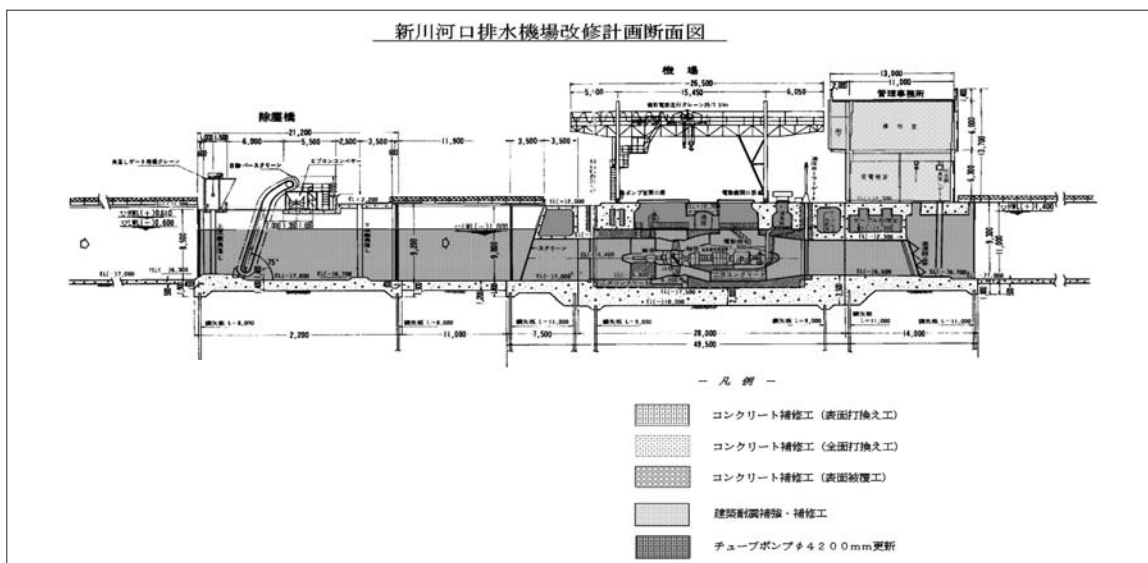
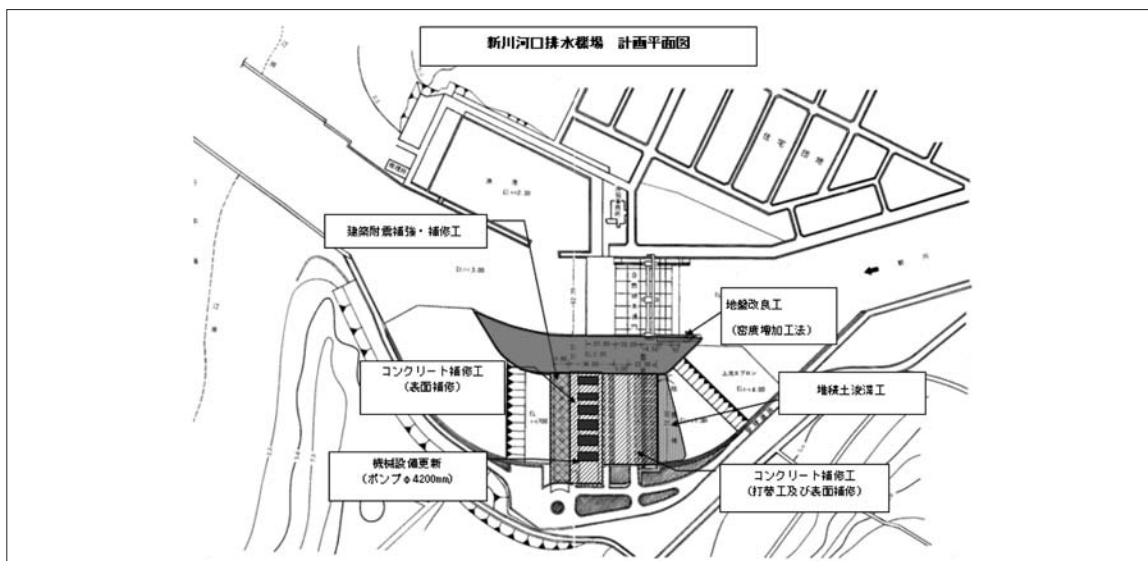


図-2 新川河口排水機場改修計画図

5. おわりに

新川流域農業水利事業は平成18年度より事業着手し、現在、本格的な事業実施に向け鋭意準備を進めているところである。

特に、新川河口排水機場は、広大な新川流域内の農地を悪水から守るとともに、地域で暮らす人々の生命と財産を守る等、本施設の役割は非常に大きい。また、施設の老朽化に伴う機械のトラブルが後を絶たず、維持管理に苦勞する等、一刻も早い改修が望まれるところである。

新川河口排水機場の改修計画は、土木構造物の

補修・補強及びポンプ設備の全面改修を、現排水機場の機能を確保しながら行うこととしており、運転中の設備への影響を考慮した施工計画等、実施に当たっては迅速かつ慎重な対応を進めて行き、建設当時「東洋一の排水機場」と呼ばれるこの大排水機場を、後生に長く伝えることが出来るよう努めていきたい。

参考文献

- 北陸農政局新川農業水利事業所；
「国営新川農業水利事業誌」

生まれ変わった円形分水工

水 地 勝*
(Masaru MIZUCHI)

目 次

1. はじめに	54	4. 新設円形分水工設計の留意事項	56
2. 初代円形分水工築造の経緯	55	5. 施工時の工夫事項	57
3. 円形分水工改築の背景	56	6. おわりに	58

1. はじめに

平成18年3月、新潟県魚沼市（旧北魚沼郡小出町）上原地内に「生まれ変わった円形分水工」が誕生した。本施設は、一級河川信濃川水系佐梨川左岸の水田A = 354haを受益に持つ、昭和34年に造られた初代の「円形分水工」の機能を引き継ぐために、「県営かんがい排水事業 伊米ヶ崎地区」の中で実施したものである。春から秋は農業用水、冬期間は消雪用水、そして年間を通した防火用水・養鯉用水と様々な用水を供給する元となっている「円形分水工」について紹介する。



図-1 円形分水工の位置図
(県営かんがい排水事業 伊米ヶ崎地区)

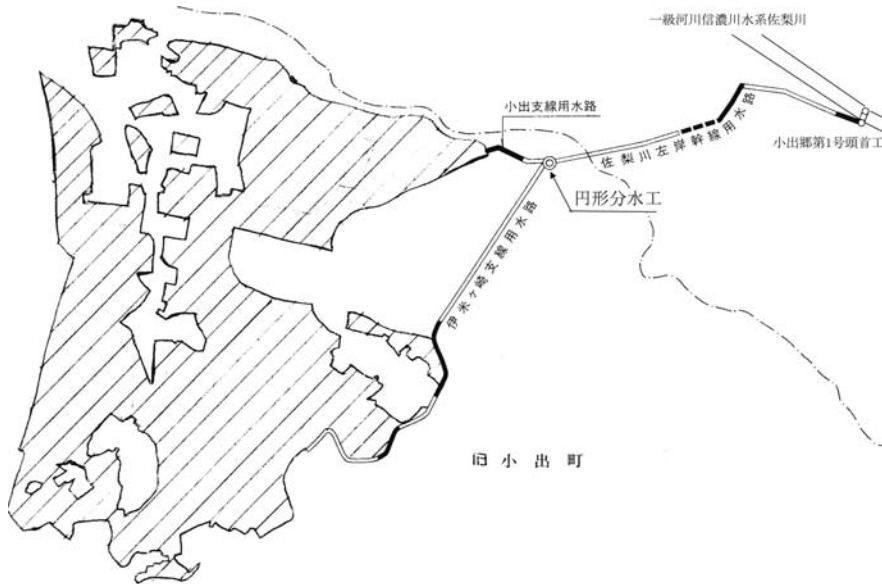


図-2 円形分水工の受益地

*新潟県上越地域振興局農林振興部 (Tel. 025-526-9607)

2. 初代円形分水工築造の経緯

本円形分水工の受益地である佐梨川左岸の地域は、もともと地形条件等により安定した用水確保が困難であった地域である。そこで、円形分水工より約2km上流の魚沼市（旧北魚沼郡湯之谷村）大沢地内に「小出郷第1号頭首工」を造り、約1kmの水路トンネルを経て、分水工地点まで用水を導いた。これより下流は「小出支線用水路」を水源とする魚沼市（旧北魚沼郡小出町）上原・中原・佐梨・古新田地内と「伊米ヶ崎支線用水路」を水源とする魚沼市（旧北魚沼郡小出町）干溝・板木・原虫野・虫野地内の大きく2つの地帯に分かれることから、魚沼市上原地内に分水施設が必要となった。そこで、分水工の形式については様々な論議があったが、いずれの受益地も水不足の地域であったため、最終的には用水を一定の割

合で確実に配分可能な「円形分水工形式」に決定した。「円形分水工形式」による一定の割合で確実な分水方法は、分水工手前で用水全量を地下へ導き、そこから円筒状に用水を噴き上がらせ、円形の越流堰から完全に越流させることによる。円形の越流堰は同じ高さで施工されており、越流水深はいずれの箇所でも同じである。そこで、越流堰の外側の円形の側溝水路を各支線用水路の計画用水量の比で分割することにより、一定の割合で確実に配分可能になる。

他の形式の分水工と比較してみると、例えば「背割分水工」では用水路幅を計画用水量の比に分割することにより一定割合に配分可能となるが、どうしても下流の用水使用量の影響を受ける。そこで、「水不足の地域」「水争いが危惧される地域」では「円形分水工」の存在が非常に重要である。

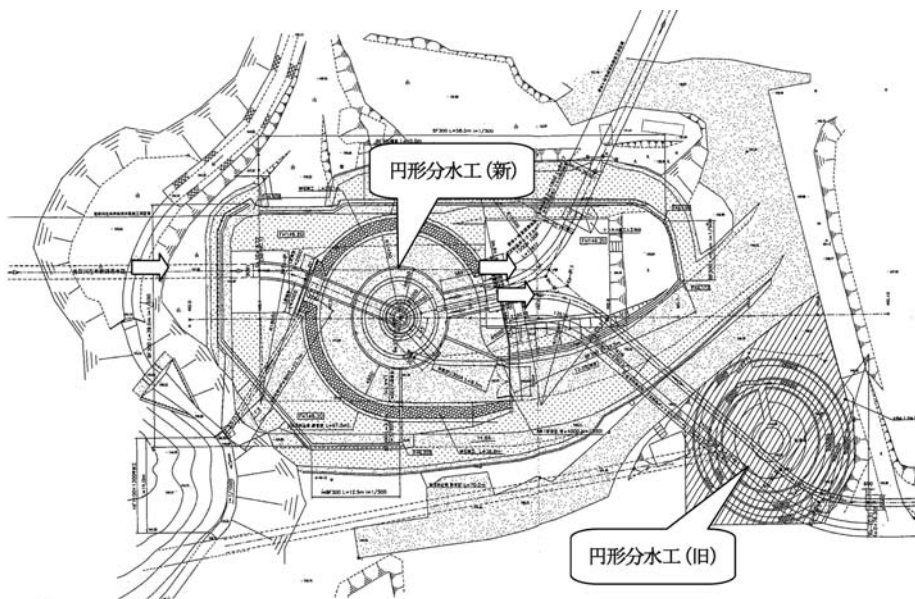


図-3 円形分水工 計画平面図

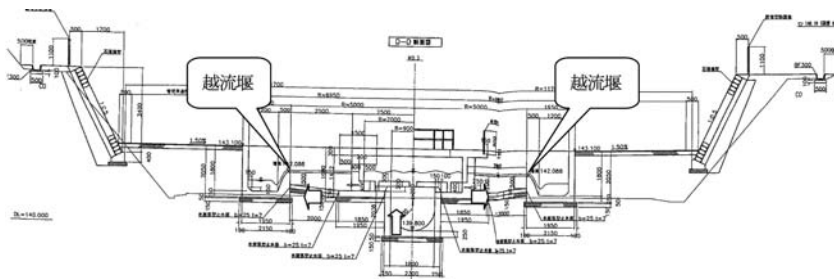


図-4 円形分水工 標準断面図

3. 円形分水工改築の背景

初代の「円形分水工」が築造されたのは昭和30年代であり、約40年以上を経過して、構造物の老朽化はもとより、維持管理においても苦勞が絶えない状況であった。例えば、当時は人力による維持管理が主流なため、管理用通路は人間が通れる程度の幅で急な階段であったが、現在の視点で見ると、危険であり機械の進入が出来ないという難点があった。そこで、今回の改築計画の際にも、「円形分水工＝維持管理が困難」というイメージが地元の人達の間にも広がって、「改築の際には背割分水工にした方が良いのではないか」という声もあった。

しかし、一方で「円形分水工という形式は歴史的価値もあるので残した方が良い」「用水を一定の割合で分配するには円形分水工が一番良い」という声も根強くあり、「円形分水工」という形式を残したまま「維持管理」を容易にするのはどのようにすれば良いのかという検討を始めた。

まず、「既存の円形分水工をそのまま利用出来ないか」ということを検討した。「歴史的建造物を保存する」という観点ではこの方法が一番良いが、「構造物自体が老朽化している」「維持管理効率の向上が困難」「改築工事時の用水仮廻し方法が困難（1年を通して使用される用水のため）」等の理由により断念せざるを得なかった。

そこで、「円形分水工」という形式を継承しつつも、今後の維持管理形態に合った新しい構造物を造るということで計画を立て、地元の了解を得た。改善点として、「分水工の周りに幅4.5mの管

理用道路を設けて機械の搬入を可能にする」「土砂吐ゲートを管理用道路付近に設置し、管理を容易にする」等を計画した。その一方で既存分水工の伝統を引き継ぎ、分水工周りを「石積擁壁」にするという工夫も行った。

4. 新設円形分水工設計の留意事項

新設円形分水工設計の留意事項は以下の通りである。

用水を一定の割合に分配するためには、越流堰下流の側水路を一定の割合に仕切ることにより、普通期用水量では、分水工上流の「佐梨川左岸幹線用水路」の普通期用水量が $1.175\text{m}^3/\text{s}$ 、分水工下流の「小出支線用水路」が $0.692\text{m}^3/\text{s}$ 、「伊米ヶ崎支線用水路」が $0.483\text{m}^3/\text{s}$ となるので、用水比は「 $0.589 : 0.411$ 」となる。そこで、越流堰の長さが「 $0.589D\pi : 0.411D\pi$ 」となるように越流堰下流の側水路を仕切ることとした。ただ、分水工下流の2つの支線用水路受益地を比較すると「伊米ヶ崎支線用水路受益地」の大部分が農村地帯であるのに対して、「小出支線用水路受益地」は都市化が進む可能性がある地域を含んでおり、「①将来における用水量変化」「②その他何らかの理由による用水量変化」に対応可能な構造とした。具体的には側水路仕切り板の1つは「固定分水堰」とし、もう一方は「ステンレス製堰板（ $t=9\text{mm}$ ）」とすることで、必要な場合には分水比変更可能な構造とした。分水比変更可能な範囲は「 $0.500 : 0.500 \sim 0.678 : 0.322$ 」の間で11段階とし、その箇所には堰板設置可能な「溝切り」を配置することとした（図-5）。



写真-1 円形分水工（旧）

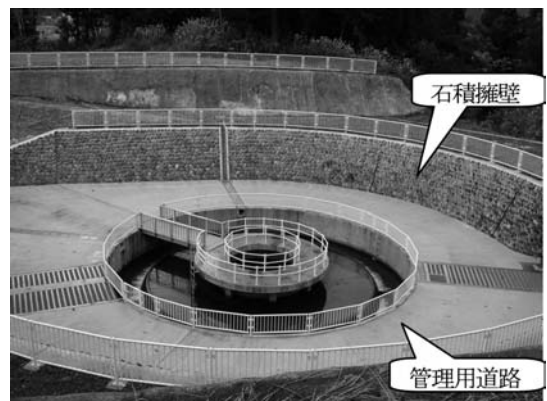


写真-2 円形分水工（新）

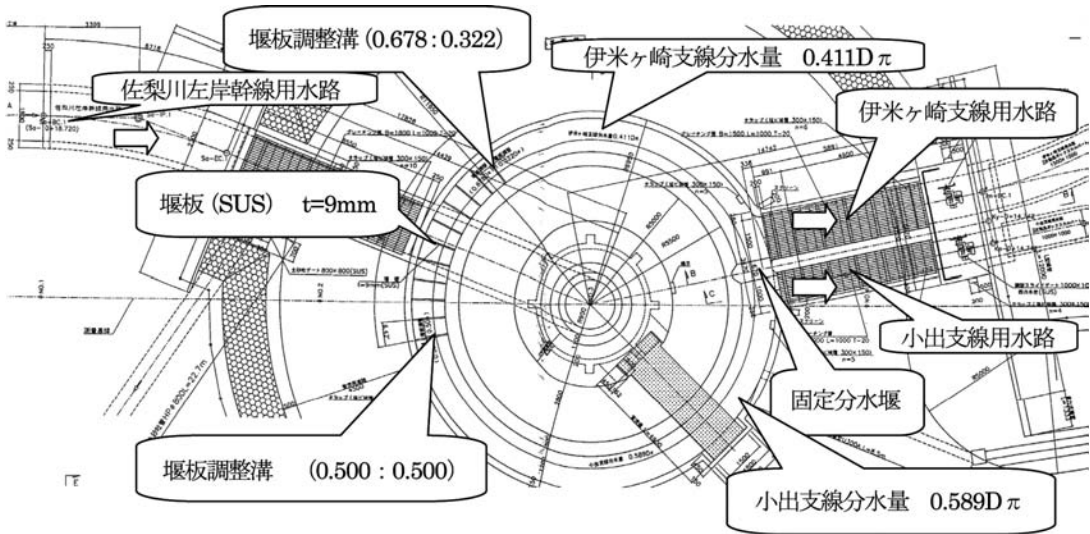


図-5 円形分水工での分水方法

5. 施工時の工夫事項

円形分水工は文字通り円形構造物であるため、その他多くの矩形構造物と比較して、施工が複雑となる面が多々あった。その代表的なものが「型枠工」であり、多くの「円形型枠」や一部「球状型枠（円形導水路部）」が必要となり、施工においても創意工夫を施している（写真-3, 4）。たとえば、「越流堰の前面」は「 $Y = X^{(1.85)} / 2Hd^{(0.85)}$ 」という単曲線で表されることから、「円形型枠」の中に「塩化ビニール管」を挿入して越流堰前面を出来るだけ正確に表現することに努めた（写真-5）。コンクリート打設時には、先端が細い構造部にコンクリートが満遍なく行き渡るように、越流堰上面に「特性のアタッチメント」を装着し（写真-6）、仕上げ時には「クレストの曲線を出来るだけ正確に表現する」ために、「特性のヘラ」を使用した（写真-7）。

その他、「1年を通して切ることが出来ない用水」のため、「用水の仮廻し」には多大の労力を要したが、関係者の努力により、平成16年10月の新潟県中越大震災をも乗り越えて、平成18年3月「生まれ変わった円形分水工」が完成した。



写真-4 球状型枠設置状況（円形導水路部）

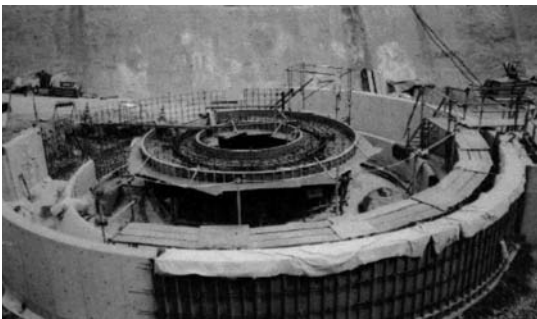


写真-3 円形型枠設置状況（全体）

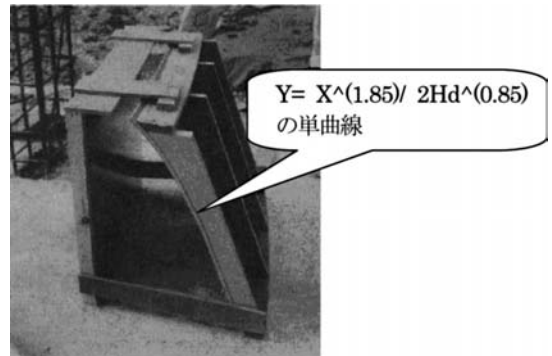


写真-5 クレスト（越流）部型枠



写真-6 生コン打設状況

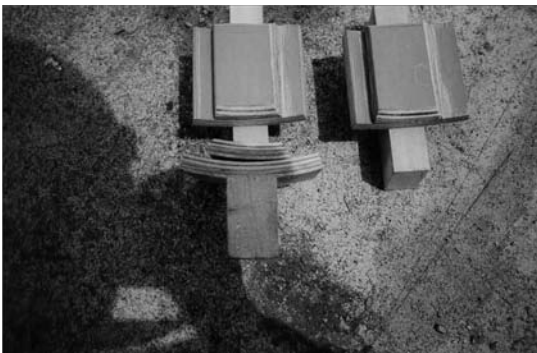


写真-7 クレスト仕上げ用のヘラ



写真-8 地元小学校の課外学習風景

参考文献

- 1) 櫻井 夫：「上原用水路よりの分水」
小出郷土地改良区史 上巻 P113
- 2) 佐藤俊介：「生まれ変わった円形分水工」
新潟県農地情報 第82号 P9

6. おわりに

新しく完成した円形分水工に対する、地元の評判は上々であり、よく聞かれるのは、「用水が公平に分配されるのが良い」ということであった。まだ完成してから少ししか経っていないが、維持管理効率の向上にますます力を発揮してくれることと考えている。今後、この施設を「地域の憩いの場」として継続していくためには、市・土地改良区・地域住民が一体となって管理体制を確保することが必要である。今後は平成19年度から本格的に始まる「農地・水・環境保全向上対策」等を利用した「植栽」「緑化」等により、景観を保っていくことが効果的である。

円形分水工は地元小学校の教材に取り上げられ、近隣の小学生が学校教育の一環として、時々見学に訪れる。用水開発の歴史やその技術を小学校の課外学習等を通じて「憩いと安らぎの空間」と「古き良き伝統」を引き継いでいって欲しいと思う。

犬山頭首工管理規程の変更について

祖父江 久 徳*
(Hisanori SOBUE)

目 次

1. はじめに……………	59	4. 変更後の管理規程とゲート運用変更による効果…	62
2. 犬山頭首工の概要……………	60	5. おわりに……………	65
3. 旧操作規程と問題点……………	61		

1. はじめに

木曾川両岸に広がる濃尾平野の大沃野を潤す羽島用水（右岸 岐阜県）及び宮田用水・木津用水（左岸 愛知県）の三用水は、水源を木曾川に求めて1600年代より過酷な水との闘いが繰り返されてきた。

明治以後、上流のダム開発、下流の砂利乱掘により河床低下や流心移動が著しく進行したため、恒久的な農業用水の安定確保を目的として、昭和32年度より事業費52億円で、「国営濃尾用水土地改良事業」を実施し、三用水を合口した犬山頭首工を築造すると共に、水路総延長43kmの新設・改良を行った。

また、平成10年度からは「国営総合農地防災事業」新濃尾（一期）地区として、老朽化した施設の補修、一部更新を実施している。

国営土地改良事業によって造成された施設については、通常、土地改良区等に管理委託することとされているが、犬山頭首工においては、①治水、利水等の面において高度の公共性を有すること。②管理にあたって特別な技術配慮を必要とすること。③施設又はその操作による利害が2都道府県以上にわたることから、所定の手続きを経て昭和41年8月1日より直轄管理事業を実施している。

犬山頭首工の操作規程は、昭和40年6月24日に制定されたが、その後、平成17年度まで変更することなく頭首工ゲートの操作管理を実施してきた。

このたび、①水利使用規則の変更（平成9年10

月9日付）②新濃尾農地防災事業による制水門3号及び4号の2段ゲート化（上段扉フラップ、下段扉シュル）に伴い、頭首工ゲートの操作管理方法を変更する必要が生じたため、魚類の遡上、舟運、洪水対応等を考慮したゲート運用の検討を行い管理規程の変更を実施した。^{*注)}

本稿では、旧操作規程における頭首工の運用・操作の問題点、また、変更後の運用により期待される効果並びに現時点での評価を述べる。

^{注)} 操作規程と管理規程

「操作規程」は、旧河川法（県知事が河川管理者）時の同意条件に基づき昭和40年に制定された。

その後、新河川法が施行され水利使用規則の条項に「管理規程」が明文化され、今回の水利使用規則の改定に伴い名称を「操作規程」から「管理規程」に変更している。



図-1 受益区域図

*東海農政局土地改良技術事務所 施設・管理課
(Tel. 052-232-1057)



写真-1 犬山城から犬山頭首工を望む

2. 犬山頭首工の概要

犬山頭首工は堤長420m、最大取水量51.06m³/s、一部可動堰、一部固定堰の農業用水専用の取水施設で、その平面形状は、固定堰部分が直線、以下左岸寄りが1,000mの半径で湾曲している特異な形状である。その概要を図-2、表-1に示す。

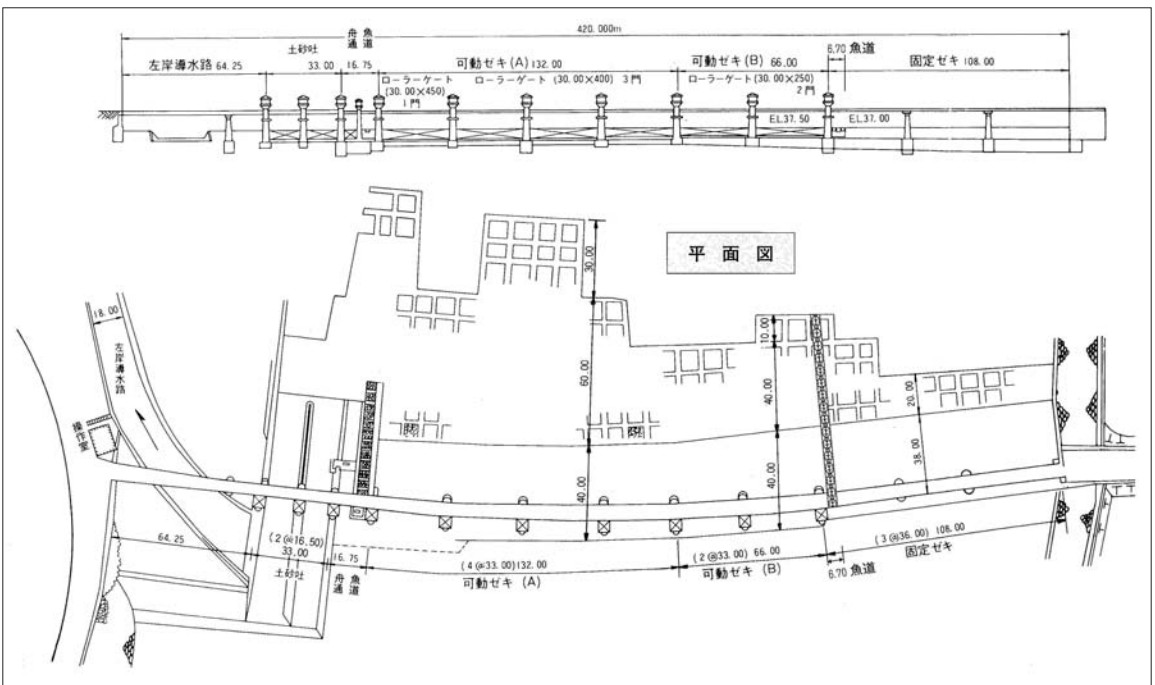


図-2 犬山頭首工正面図及び平面図

表-1 頭首工制水門諸元表

頭首工制水門

項目	可動堰 (A型-1) 制水門第1号	可動堰 (A型-2) 制水門第2号	可動堰 (A型-3) 制水門第3号、第4号		可動堰 (B型) 制水門第5号 制水門第6号	土砂吐 制水門1号 制水門2号	舟通し門	魚道調整 水門
			上段扉	下段扉				
純幅 × 純高	30 × 4.5m	30 × 4.0m	27.5 × 1.3m	30.0 × 2.7m	30 × 2.5m	14 × 4.5m	6 × 5.2m	6 × 1.2m
数	1	1	2		2	2	1	2
形	ロープ巻上式・ 前面三方水密殻 構造式鋼製ロー ラゲート	ロープ巻上式・ 前面三方水密殻 構造式鋼製ロー ラゲート	油圧シリンダ式・ 前面三方水密起 伏付き鋼製ロー ラゲート	油圧モータワイ ヤーロープウィン チ式・前面三 方水密起伏付き 鋼製ローラゲ ート	ロープ巻上式・ 前面三方水密殻 構造式鋼製ロー ラゲート	ロープ巻上式・ 前面三方水密殻 構造式鋼製ロー ラゲート	ロープ巻上式・ 前面三方水密鋼 製二段式ローラ ゲート	前面底部水密鋼 製フラップゲート
巻上・下速度	0.3m/min	0.3m/min	(5min,10min)	0.3m/min	0.3m/min	0.3m/min	0.3m/min	—
巻上高さ	10.79m	10.79m	10.79m		9.29m	10.79m	11.99m	0.5m
扉体重量	67.70t	59.50t	23.30t	92.30t	44.00t	28.00t	7.90t	0.995t
戸当り金物重量	8.090t	7.170t	17.3t		11.10t	5.980t	3.775t	—
巻上機重量	9.797t	9.660t	36.8t		15.30t	5.770t	2.900t	—
電動機出力	11kw	11kw	15kw*2		11kw	5.5kw	3.75kw	0.75kw

3. 旧操作規程と問題点

(1)旧操作規程の条文

旧操作規程の「出水時の操作」にかかる条文は次のとおりである。

(出水時の操作)

第15条

河川流量が頭首工地点において毎秒600立方メートルに達するまでは、制水門第1号の自動調節により標高37.00メートルを下限とし、標高37.40メートルを上限として開扉放流するものとする。

2. 河川流量が前項の量を超え以後増水する場合は、出水に応じて標高37.40メートルを保ちながら順次制水門第2号、同第3号、同第4号、同第5号および同第6号、土砂吐制水門第1号および同第2号を開扉したままの状態におくものとする。

さらに水位が標高37.40メートルを上昇するときは、全制水門および全土砂吐制水門を全開の状態におくものとする。

3. 河川流量が頭首工地点において毎秒3,000立方メートルに達した場合は、左岸導水路余水吐水門を全開するとともに取水水門を閉扉するものとする。

(2)旧操作規程による出水時のゲート操作順序

旧操作規程による出水時のゲート操作順序は次のとおりである（図-3参照）。

- ①制水門第1号（600m³/sまで）
- ②制水門第2号
- ③制水門第3号
- ④制水門第4号
- ⑤制水門第5号
- ⑥制水門第6号
- ⑦土砂吐制水門第1号
- ⑧土砂吐制水門第2号
- ⑨舟通し閘門

(3)旧操作規程の運用による問題点

旧操作規程による運用では、河川流量が600m³/sまで（年間の多くはこの流量以下）は、制水門第1号のみでの放流となっており、次のような様々な問題点が生じていた。

- ①常時制水門1号のみで管理することになり、特定ゲートの機械的疲労（開閉機ギアやワイヤロープの局部的摩耗等）が発生しやすい（写真-2、3）。
- ②制水門1号が0.5m以上の開度となった場合、左岸魚道を越波するため魚類の遡上阻害になっている（写真-4）。
- ③制水門1号が1m以上の開度となった場合、ゲ-

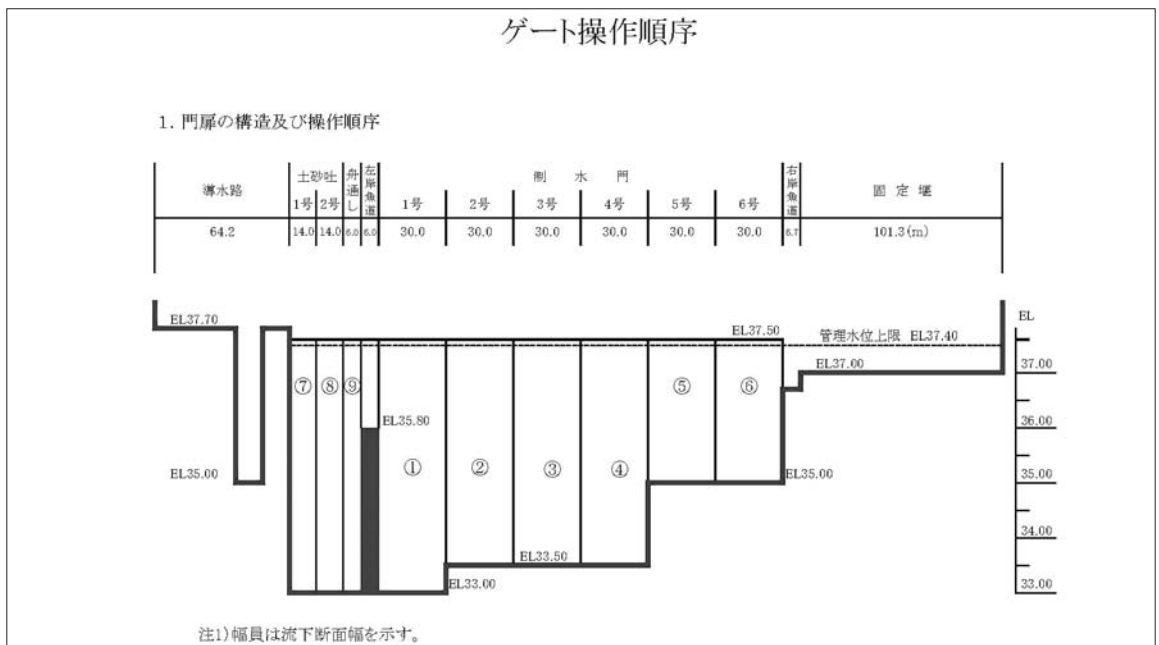


図-3 旧操作順序模式図

ト上流部に巻き込み流が発生し、舟の運航が困難になる。また、下流側においても舟通し側に流水が流れ込むため舟の進入が困難となる（写真-5）。

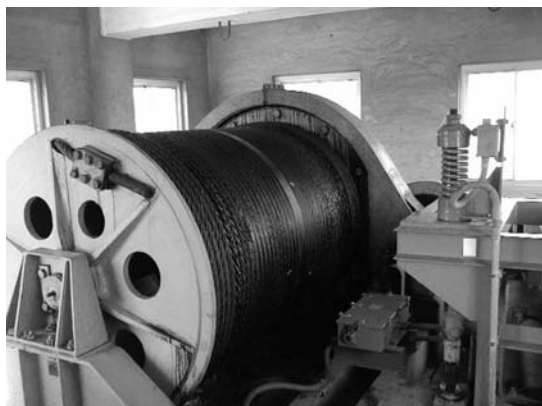


写真-2 制水門巻上機



写真-3 クラッチギア摩耗による交換

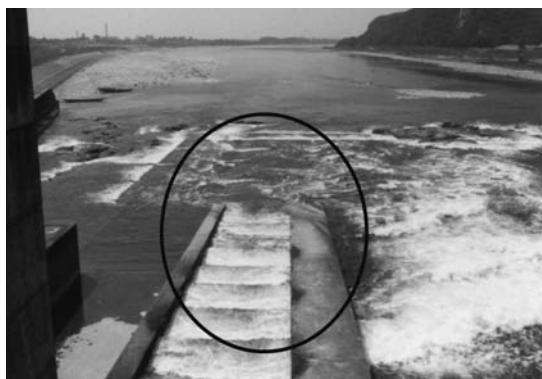


写真-4 左岸魚道への越波状況



写真-5 舟通し部乱流発生状況

4. 変更後の管理規程とゲート運用変更による効果

(1)変更後の管理規程の条文

変更後の管理規程の「出水時の操作」にかかる条文は次のとおりである。

(頭首工ゲートの出水時の操作)

第8条

今渡地点の木曾川本川流量が $600\text{m}^3/\text{s}$ に達するまでは、制水門第1号、制水門第6号を小開度とし、制水門第3号フラップゲート及び制水門第4号フラップゲート、制水門第2号により開扉放流するものとする。

2. 今渡地点の木曾川本川流量が前項の量を超え以後増水する場合は、出水に応じて標高 37.40m を保ちながら、制水門第3号フラップゲート及び制水門第4号フラップゲートを全起立にし順次制水門第2号、制水門第1号、制水門第3号、制水門第4号、制水門第5号、制水門第6号、土砂吐制水門第2号及び土砂吐制水門第1号、舟通し門の順をもって、開操作を行うものとする。

さらに水位が標高 37.40m を上昇するときは、全制水門及び全土砂吐制水門、舟通し門を全開状態におくものとする。

3. 今渡地点の木曾川本川流量が $3,000\text{m}^3/\text{s}$ に達した場合は、余水吐水門を全開するとともに左岸取入水門及び右岸取入水門を全開するものとする。
4. 1つのゲートを開閉した後、引き続いて他のゲートを始動する場合は、少なくとも30秒を経過した後でなければ始動させてはならない。ただし、頭首工の水位が急激に上昇している場合においてやむを得ないと認められるときは、第2項及び本項についてこの限りでない。

(2)変更後管理規程による出水時のゲート操作順序

変更後の管理規程による出水時のゲート操作順序は次のとおりである（図-4参照）。

ここで旧操作規程との大きな違いは①～④が平水時においても常時開で放流していることである。

- ①制水門第1号（小開度30～50cm常時開）
 - ②制水門第6号（小開度30～50cm常時開）
 - ③制水門第3号及び第4号上段扉（自動制御）
600m³/sまで
 - ④制水門第2号調整 600m³/sまで
 - ⑤600m³/sになったら制水門第3号及び第4号上段扉全起立
 - ⑥制水門第2号
 - ⑦制水門第1号
 - ⑧制水門第3号
 - ⑨制水門第4号
 - ⑩制水門第5号
 - ⑪制水門第6号
 - ⑫土砂吐制水門第2号
 - ⑬土砂吐制水門第1号
 - ⑭舟通し門
- (3)ゲート運用を変更したことによる効果
- ①制水門3号及び4号の上段扉（フラップ）の利用による操作負担の軽減
- 制水門3号及び4号の上段扉（フラップ）は、本

川流量の少変動に対応するため新濃尾農地防災事業によって設けられた。この上段扉（フラップ）は、常時の管理水位EL37.00m時に1門当り40m³/s、2門で80m³/sまでの放流が可能である。（平成14年度及び平成15年度の実績で日変動量80m³/s以下の日数は約300日である。）

放流量が調整しやすい特性を有するフラップゲートを利用することで、よりきめ細やかな上流水位管理が可能であり、さらにフラップゲート化に併せて導入された自動制御（上流水位の水位偏差式）を行うことにより操作員の負担の軽減が図れる。また、制水門1号ゲートに集中していた機械的負担を軽減し、開閉機の局部的摩耗を防止することができる（写真-6）。



写真-6 制水門3号及び4号フラップ流下状況

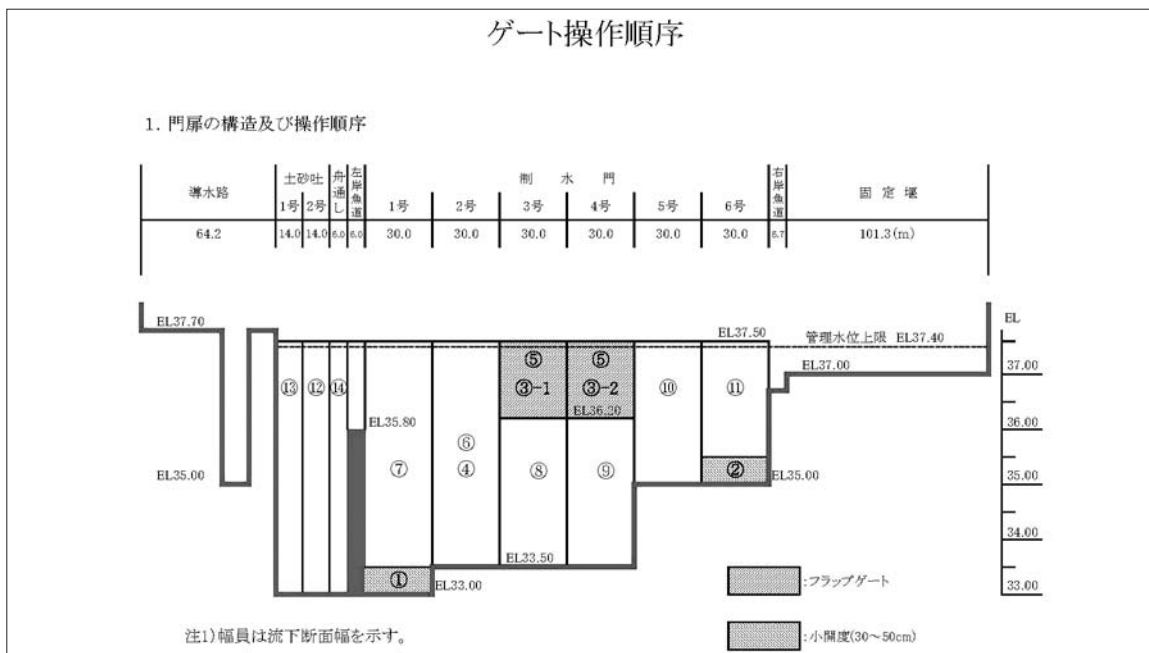


図-4 変更後操作順序模式図

②右岸魚道への魚類の誘導

右岸魚道は新濃尾農地防災事業によって平成13年度に新設された「待避所付き舟通し型魚道」であり、制水門6号の右側に位置している。旧操作規程では、隣接する制水門6号からは放流できないため、魚道内を流れる $0.7\text{m}^3/\text{s}$ が僅かな呼び水となっているのみであったが、今回、制水門6号を小開度で運用することにより、右岸魚道へ豊富な呼び水を流すことが可能となった（写真-7）。



写真-7 右岸魚道
(6号制水門小開度時の流況)

③左岸魚道への魚類の誘導

既設左岸魚道は、建設当初は全面越流階段式であったが、関係漁協から遡上性が悪いとの指摘を受け、平成6年度に管理事業により非越流部付き階段式+アイスハーバ型に改修された魚道である。制水門1号の常時放流で形成されたミオ筋に隣接しているため集魚効果は高いと思われる。しかしながら、制水門1号の開度が 0.5m を超えると左岸魚道への越波、魚道入り口での乱流が生じ、遡上が阻害されることが確認されている。今回、制水門1号を小開度で運用することにより、左岸魚道への安定した呼び水とすることが可能となった（写真-8）。



写真-8 左岸魚道
(1号制水門小開度時の流況)

④舟通し施設への安全な航行

旧舟通しは閘門式で、下流側から進入しようとした場合、制水門1号の放流水が舟通し入り口で乱流となっているため、航行が非常に困難な状態となっていた。また、上流側においても、制水門1号に巻き込み流が発生するため舟の運航に危険が生じていた。

このため、新濃尾農地防災事業によってクレーン式に改良されたが、上記の問題を根本的に解消するためにはゲートの運用変更が必要であり、今回、制水門1号を小開度運用することにより、上流巻き込み流の低減、下流舟通し入り口部の乱流防止を図ることが可能となった（写真-9）。



写真-9 舟通し下流部の乱流の改善状況

⑤洪水への迅速な対応

今回の変更では、制水門1号、2号、3号、4号、6号の5門のゲートが平水時においても常に開いて放流しており、ゲート直下流への侵入が不可能なことから、下流侵入者の確認行為が短時間で行えるようになり、より迅速な洪水対応が可能となった。

⑥河道全体からの放流

旧操作規程においては、制水門1号が主体の運用となっていたため1年のほとんどを制水門1号から放流していた。

今回の変更により上述のように常に開いているゲートが制水門1号、2号、3号、4号、6号の5門となり、均等放流に近い形にすることが可能となった（写真-10）。

(4)運用を変更したことによる現時点での評価

管理規程を変更したことにより現時点で把握できている数値的効果は次のとおりである。



写真-10 5門放流時の状況

①舟通し舟運数

平成17年度 0回

平成18年度 7回

舟通し舟運実績は上記のとおりであり、改良されたクレーン式舟通し及び制水門1号小開度運用により安全な運行が可能となったため舟運数が大幅に増加している（写真-11）。

②魚類の遡上数

魚類の遡上数は表-2, 3のとおりである。平成14年度からの観測結果を集約しているが、年毎による変動が大きいため、今後もデータを蓄積し、検証していくことが必要と考えている。

5. おわりに

本変更による運用は平成18年6月1日からであり本稿執筆段階で1年を経過した程度である。そのため、今後も継続して魚類遡上調査、洪水時の操作の容易性、渇水時の操作性等の検証を行い、より安全・安心で生物環境に与えるダメージが少なく、かつ職員の負担が少ない頭首工本体のゲート運用を模索していく必要がある。



写真-11 舟通しクレーン運用状況

表-2 左岸魚道魚類遡上数

(1) 左岸魚道

単位：匹

年度	5月	6月	7月	計	備考
平成14年度	366	159,300	53,576	213,242	
平成15年度	198	35,428	3,420	39,046	
平成16年度	2,168	113,280	65,308	180,756	
平成17年度	—	730	16,856	17,586	
平成18年度	7,348	28,842	23,938	60,128	

H14～H16： 祝祭日を除く毎日 9:00～16:00（毎正時10分観測の結果を時間あたりに換算）

H17～H18： 毎日 9:00～16:00（自動カウントシステムにて観測）

表-3 右岸魚道魚類遡上数

(2) 右岸魚道

単位：匹

年度	5月	6月	7月	計	備考
平成14年度	—	1,056	1,878	2,934	6月4回, 7月4回
平成15年度	—	18	654	672	6月3回, 7月5回
平成16年度	18	7,728	4,008	11,754	5月5回, 6月11回, 7月14回
平成17年度	—	1,356	3,516	4,896	5月23日～7月31日
平成18年度	0	114	1,482	1,596	5月29日～7月31日

H14～H16： 観測日の9:00～17:00（VTRから集計）

H17～H18： 祝祭日を除く毎日 9:00～16:00（毎正時10分観測の結果を時間あたりに換算）

地域の農業・農村を支える広域農道

平野 繁*
(Shigeru HIRANO)

目	次
1. はじめに……………	66
2. 三重県について……………	66
3. 広域農道の愛称……………	66
4. 今後の課題……………	67
5. まとめ……………	67

1. はじめに

私は三重県に奉職以来、15年以上農道関連事業に関わらせていただき、現在も広域農道を中心とした農道の企画・計画を担当しています。今年度は本県で第30回全国土地改良大会が開催されることから、本県を紹介させていただく意味も含めて、広域農道が地域で親しまれ、地域のシンボルとして活用されていることを報告させていただきます。

2. 三重県について

三重県は、日本の中央部に位置し、紀伊半島の東半分を占め、南北に細長く、面積は約5,776km²、日本全国土の約1/64、農振農用地の面積は56,579ha（18年3月現在）となっています。気候は温暖地帯に属しますが、地形が南北に細長いため地域の変化が大きく、気温、降雪等にはかなりの差異があり、県南部は日本有数の降雨地帯です。また、伊勢神宮をはじめとする伝統文化が成熟していることや、都市部からでも車で5分も行けば豊かな田園風景が広がることなど、非常に住みやすいところです。

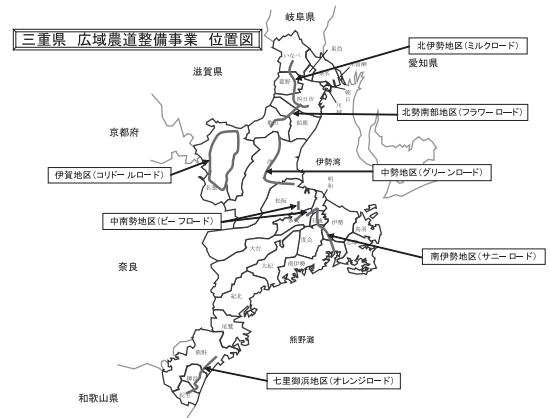
農業は、温暖な気候、南北に延びる細長い地形、海と山に囲まれた多様な自然の中で、京阪神、中京などの大消費地が近いという条件のもと、北部では花き等の施設園芸、中部ではお茶やさつき等、南部では柑橘類等、多様な農業が発展してきました。

農業経営については、農地の3/4が水田である

こと、県内に中規模都市が点在しており、他産業への就業機会に恵まれていることなどから、他県に比べて兼業化が進んでいます。

3. 広域農道の愛称

広域農道は、農村地域の住環境の向上と、農業生産の効率化、農産物の流通の合理化を実現することを目的として、三重県でも広域営農団地育成対策の一環として整備を進めてきました。昭和45年度から整備を行い、平成18年度までに完了した地区が4地区、65.2km、現在実施中の地区が3地区、87.8km（そのうち供用開始59.1km）となっています。



＜三重県広域農道整備事業 位置図＞

本県では県民の方のほとんどは、広域農道を事業地区名で呼ぶのではなく、愛称で呼んでいただいでいて、皆さんに非常に親しまれています。愛称の例としては、みかんの産地を走る広域農道は

*三重県農水商工部農山漁村室農村整備G (Tel. 059-224-2602)

オレンジロード、花きの産地はフラワーロード、乳牛の産地はミルクロード、お茶の産地はグリーンロード、また、伊勢志摩地方の広域農道は「輝く陽の光を受けて生産された農産物を運搬する」ということで、サニーロードと名付けられています。

これらの愛称については、今までは行政が主体となり決めていましたが、平成11年度に着工した広域農道中南勢地区（松阪市，多気町，明和町，大台町）が一部供用開始を始めることを契機として、いままでの広域農道以上にみんなに親しまれ、地域のシンボリックな道路として利用されることを祈念し、今回、本県では三重県知事を委員長、関係市町長や農水商工部長などを委員とした愛称選定委員会を組織し、広く愛称の募集を行いました。その結果、県内はもとより県外を含め、郵送や電子メールで268通の応募を頂き、厳正な審査を行ない、この地域の特産品である「世界の松阪牛」に因んでいること、また応募総数が多かったことから、「ビーフロード」と名付けました。

このように、本県では広域農道は数ある農業土木施設のなかでも特に地域のシンボリックな建造物となっていて、例えばオレンジロードではサイクルロードレースの「ツールド熊野」や「全国日本実業団対応」等、広域農道を活用したイベントが開催されています。本県にとって広域農道は未来に引き継いでいかなければならない重要な施設です。

4. 今後の課題

しかし、親しまれれば親しまれるほど、利用されれば利用されるほど構造物は痛みます。広域農道も例外ではなく、舗装が痛むなど、維持管理や補修が必要となります。

そこで、今まではこれら広域農道は、財産譲渡を受けた市町村が日常の維持管理はもとより再舗装等のメンテナンスを行い、大きな補修については、県単事業等で県が行っていました。しかし、平成10年度に農道環境整備事業が創設されたことから、本県でも県が事業主体となって、広域農道（愛称グリーンロード）において平成12、13年度に舗装の打ち換えを行いました。

今年度からはこの農道環境整備事業を拡充した農道保全対策事業が創設され、広域農道や農免農道等の保全対策がより行いやすくなり、これら農業土木施設を未来に引継ぎ易くなりました。



地域を支えるビーフロード

5. まとめ

私の個人的な意見ですが、我々農業土木技術者は今まで維持管理業務をあまり行っていなかったことから、維持管理を含むストックマネジメントに関して、あまり親しんでないと思っています。

東海農政局土地改良技術事務所発行の情報誌に「修理の大好きな自転車屋さん」という投稿文がありました。詳しくは是非原文を読んで頂きたいのですが、抜粋させていただきますと、「『修理の大好きな店』という看板を掲げている自転車屋さんがあります。その主人は修理が大好きであり、修理が大好きになったのは自らの仕事に情熱を持ち、長年努力してきたからではないかと思います。そして私たちも『修理の大好きなNN屋』という看板を掲げる時です。」との提言がされていました。

我々も情熱を持ち、苦勞しながら農業土木施設を造り上げてきました。愛着もあります。我々は自らの技術力の向上はもとより、これらの農業土木施設の有効性等を県民に理解してもらい、県民を巻き込みながら未来に受け継いで行くことが大切だと考えています。

最後になりましたが、今年10月24日に第30回全国土地改良大会が三重県伊勢市で開催されます。是非とも大会に参加いただきますとともに、県内各地に足を延ばしていただき、本県の良さを満喫していただきたいと思います。

特に、世界遺産にも指定されている熊野古道、先人の血と汗の結晶であり「日本の棚田百選」にも選ばれた丸山千枚田、無数の柱が連なったようにみえる豪快な楯ヶ崎、獅子に似た奇岩がある紀州地方においでください。

お待ちしております。

干拓地における排水機場の役割

—巨椋池排水機場の変遷—

佐藤 毅*
(Tsuyoshi SATO)

目 次

1. はじめに……………	68	5. 巨椋池の周辺環境の変化……………	70
2. 巨椋池の変遷……………	68	6. 巨椋池総合農地防災事業における排水計画……………	72
3. 事業概要……………	69	7. おわりに……………	75
4. 巨椋池干拓事業における排水計画……………	69		

1. はじめに

日本は国土が狭く、そのほとんどである7割が山林であり、残り3割を住宅と農地等とで分け合ってきた。このことから、明治以降の急激な人口増加に伴う食糧増産の問題に対して、湖・沼・池の干拓による農地造成という解決方法を採用したことは当然のことであったかもしれない。

常時河川水位より低い土地である干拓地の成否は、排水をいかに効率的に計画するかによるところが大きい。このことから、干拓地において排水機場は不可欠であり未来へ引き継がなければならない。巨椋池の干拓では、昭和当初の排水計画から様々な工夫が活かされている。また、昭和30年以降の社会情勢の急激な変化に伴い、干拓地の土地利用が大きく変化し、排水機場の役割もそれに伴い変化してきた。

本報告文では、当初排水機場を建設した国営第1号巨椋池干拓事業（昭和8～16年）と近年更新した巨椋池総合農地防災事業（平成9～18年）の排水計画を紹介するとともに、2つの事業間における巨椋池の周辺環境の変化に合わせた排水機場の変遷をとおり、排水計画の今昔と干拓地における排水機場の新たな役割を考えたい。

2. 巨椋池の変遷¹⁾

巨椋池は、京都南部山城盆地に位置し、京都市、宇治市及び久御山町にまたがる地域で、かつては宇治川、木津川および桂川の三大河川が合流する遊水地帯で、周囲16km面積約794haの巨大な池で

あった（写真-1 参照）。万葉集にも「巨椋池の入江響むなり射目人の伏見が田井雁渡るたし」と詠まれ、往古より洛南の名勝地として人々に愛された。しかし、大河川が合流するため、毎年のように水害に悩まされていた。

豊臣秀吉は、伏見城の築城で伏見に物流が集中するよう「槇島堤」「太閤堤」と呼ばれる堤防を築き宇治川の流れを大きく変えた。また、明治18年の堤防決壊を機に、ヨーロッパの先進技術を導入した河川改修工事が行われ、さらに明治40年には巨椋池は河川と分離されたが、それでも水害はなくなり、その上、河川と切り離されたために、池の水位低下がすすみ水質が悪化し、魚も捕れなくなり、マラリアも発生した。

そのため、農地への転換を願う地元住民の声が起こり、昭和8年に国営第1号の干拓事業が着工され、今日では都市近郊の一大農業地帯として、米や京野菜などの生産が行われ、京都をはじめ京阪神の台所となっている。

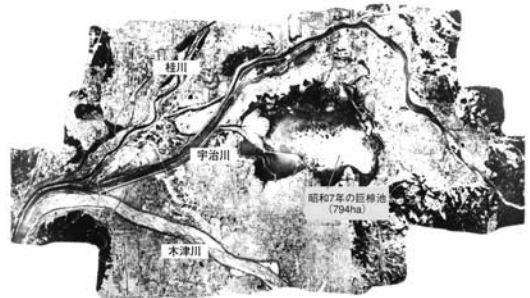


写真-1 昭和7年の巨椋池²⁾

*近畿農政局淀川水系土地改良調査管理事務所
(Tel. 075-602-1313)

3. 事業概要

3.1 巨椋池干拓事業（昭和8年着工，昭和16年完成）

事業は，水面面積794haの巨椋池を干拓し，新たな農地を造成し，併せて沿岸既耕地1,260haの改良を行い，土地利用の増進を図ることを目的として実施された。工事は国営，京都府営及び組合営で施行し，国営は主要河川関連工事と排水機場建屋建設，府営は排水機購入据付と用排水幹線改良工事，組合営はそれ以外の開墾及び既耕地改良工事の一切を施工した。

【主な内容】

造成農地面積：634ha
既耕地改良面積：1,260ha
排水機場：1箇所（排水機10台，排水能力31.7m³/s）（写真-2 参照）
用排水路：129.3km
揚水機：2台
道路：119.2km
総事業費：3,463千円

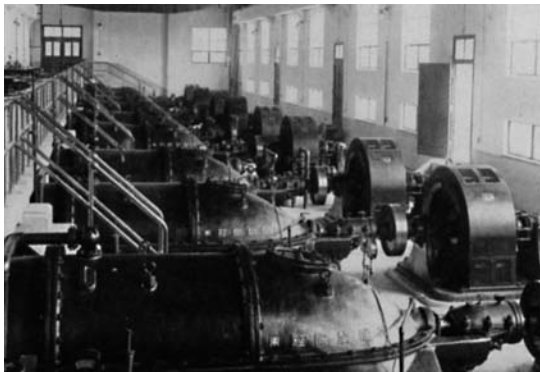


写真-2 旧巨椋池排水機場²⁾

3.2 巨椋池総合農地防災事業

（平成9年着工，平成18年完成）

巨椋池地区（農地面積1,310ha（水田1,250ha畑60ha））の基幹的な排水施設である巨椋池排水機場は，地域の農業排水や洪水の被害防止に重要な役割を果たしてきたが，巨椋池排水機場の構造に経年変化等による脆弱な部分があることに加えて，流域内の継続的な都市開発等による流出形態の変化によって，地区低平部の農地や施設の湛水が増加したため，排水機場の全面的な改修を行い，

併せて，関連事業による地区内排水路の改修を行うことにより，施設の機能回復と災害の未然防止を図り，農業生産の維持及び農業経営の安定に加え国土の保全に資することを目的に実施。

【主な内容】

事業受益面積：1,310ha（水田1,250ha 畑60ha）
主要工事：排水機場改修
（排水機5台，計画排水能力80m³/s）
事業費：162億円
※関連事業：国営付帯府営農地防災事業 巨椋池地区
受益面積：1,310ha
主要工事：排水路2路線（L=6,360m）サイホン2箇所（L=260m）橋梁工9箇所

4. 巨椋池干拓事業における排水計画^{3, 4)}

4.1 排水システム

当初計画では，排水流域約53km²で高低差が比較的高いため，この地形条件を考慮し，その高低に応じ上中下段の三段に分け，上中段は流下する前に各承水溝で受けとめ水頭を下げないで排水機場まで導水することで洪水時以外はポンプ排水不要としている。また，排水の優先順位も上中下段とし，湛水被害を最小限にとどめようとしたきめ細かな排水システムが確立されている（図-1参照）。

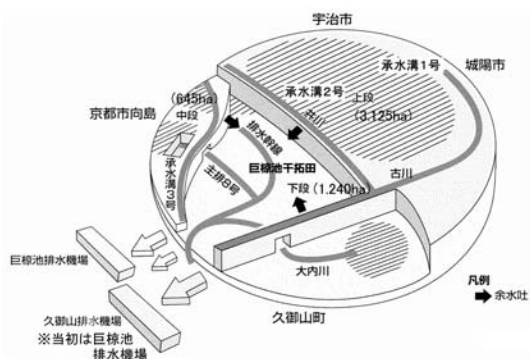


図-1 排水体系

上段排水：古川流域の大部分と，山川・折居川・田井排水路等の流域を併せた宇治市の丘陵地を含む約3,125haの上段流域は，承水溝第1号及び第2号から古川排水幹線を通し，常時は自然排水を行う。淀川水位が上昇し樋門を閉鎖する場合，ポンプ排水を行う。

中段排水：巨椋池北方の既耕地で、宇治川と淀川の左岸堤に沿った約645haの中段流域は、承水溝第3号を通し排水機場に導く。本地域も比較的高地区に属するので、淀川の渇水時には吸水槽を通じて上段排水同様自然排水を行う。

下段排水：巨椋池干拓地と一部既耕地を含めた1,240haの下段流域は、排水幹線に拠って排水機場に集め、全量ポンプ排水を行う。

4. 2 排水機規模の決定

計画策定した昭和当初において、機械排水量の考え方は、最小限度の湛水を起こしても暫定的で著しい生産上の被害を起こさない程度の機械排水量を見込んでいる。つまり、過去の洪水時の最大集積量実績から一定の湛水を許容し排水する計画とした。

4. 2. 1 出水量

大正4年以降昭和2年に至る13ヶ年の洪水時に、巨椋池唯一の排水口である淀川左岸堤に設置している排水樋門閉鎖時間中、巨椋池に集積した最大量191万 m^3 、44.2 m^3/s （大正6年9月30日午後6時より翌日午前6時）を基準とした。なお、この時は3日間連続降雨量で13ヶ年中第3位（167mm）であり、降雨の分布や灌漑の状況等により流出量に影響を及ぼすものと思われる（表-1 参照）。

表-1 降水の集積量表（大正4～昭和2）

順位	期 日	集積水量		三日間連続 最大雨量
		m^3	m^3/s	
	12hr			
一位	T6.9.30PM6～10.1AM6	1,909,526	44.2	3位
二位	T4.6.11AM6～.6.11PM6	1,873,497	43.4	4位
三位	T11.7.13PM6～7.14AM6	1,645,315	38.1	
四位	T14.7.12PM6～7.13AM6	1,621,296	37.5	12位
五位	T12.9.15PM6～9.16AM6	1,525,219	35.3	2位

4. 2. 2 外水位

標準とすべき外水位は、大正4年8月5日、大正5年6月27日、大正6年10月1日、大正10年9月27日、大正10年7月13日、大正14年8月15日、大正14年9月13日の洪水についてその水位の平均を求め、淀川合流点の改修に伴う洪水の低下及び本計画の排水による水位の上昇を加減し、14.5mを最高水位の標準とした。

4. 2. 3 排水量

上段排水幹線即ち古川改修路からの集積量26.4

m^3/s 、これに木津川・宇治川堤よりの浸透見込み量1.25 m^3/s を加算し、干拓地に浸透し去る見込み量1.11 m^3/s を差引すると26.38 m^3/s となる。本計画には多少の余裕を見込み、排水機の排水量を外水位14.5mの場合に28.5 m^3/s と決定した。

中段排水幹線即ち承水溝3号より排水機場に集まる水量5.42 m^3/s 、宇治川・淀川堤より浸透見込み量0.69 m^3/s を加算し、干拓地に浸透し去る見込み量1.11 m^3/s を差引すると5.0 m^3/s となる。これより中段排水機の基準外水位14.5mのとき、前記水量を排出可能な能力を付与することとした。

下段排水幹線を通じて排水機場に集まる水量9.17 m^3/s に、周辺よりの浸透見込み量2.22 m^3/s を加算し11.39 m^3/s を最大とした。

4. 2. 4 湛水の程度

湛水については、前述したように一定の湛水を許容する排水能力の検討を行っている。淀川の普通洪水時に際し、計画地内における連続降雨量を統計上最大時の降雨表から8日間で454.0mmとしてシミュレーションを行い、33時間後最大湛水、53時間後完全排除となり、最大深は田面上30cm以内の結果となった。

以上のように、干拓当初の排水機規模決定の考えは、確立年雨量に対して施設規模を決定するというものではなく、現在の考え方とは異なっている。

5. 巨椋池の周辺環境の変化^{3, 5)}

5. 1 土地利用の変化

①昭和15年 京都飛行場建設に伴う出水量の増

当時飛行機は最新の交通手段であり京都市の大発展をとげるための基盤として、京都市、京都航空協会、商工会議所が飛行場を国土交通省（当時通信省）から誘致し、昭和18年に2,000m、1,500mの滑走路と乗員養成所を持つ約168haの京都飛行場が建設された（図-2 参照）。また、その際、87万 m^3 の土砂を鉄道で運び50cmの盛土を行っている。これに伴い出水量の増加が見込まれることからポンプを2台増設した（表-2 参照）。

5. 2 治水計画の見直し

②昭和29年 計画雨量の増加及び淀川水位の上昇

干拓後も絶えない洪水被害に悩まされた。なかでも1953年（昭和28年）の台風13号による大雨では宇治川の堤防が決壊し、巨椋池排水機場

のポンプが水に浸かり使用不能になった（写真-3 参照）。このため、湛水防除事業によってポンプを1台増設した（表-2 参照）。

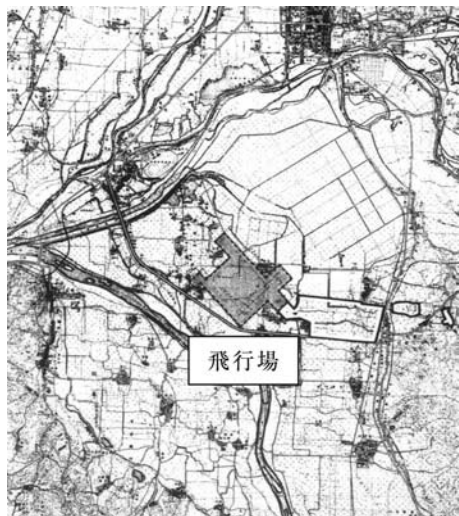


図-2 京都飛行場計画図⁶⁾



写真-3 台風13号による排水機場内の浸水
点線は最高水位²⁾

表-2 ポンプの変遷

(単位:m³/s)

NO	S9 規模	S18 規模	S29 規模	S46 規模	S53 規模	H7 規模	備考
1	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	
2	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	
3	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	
4	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	
5	3.34	3.34	3.34	3.34	4.7	4.7	公団補償更新
6	3.34	3.34	3.34	4.7	4.7	4.7	公社補償更新
7	3.34	3.34	3.34	4.7	4.7	4.7	公社補償更新
8	3.34	3.34	3.34	4.7	4.7	4.7	公社補償更新
9	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	
10	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	
11			3.05	3.05	3.05	3.05	淀川水位上昇等
12		3.34	3.34	4.35	4.35	4.35	飛行場建設
13		3.34	3.34	4.35	4.35	4.35	公社補償更新
計	31.7	38.4	41.4	47.5	48.9	48.9	

③昭和40年前後 ダム建設

昭和24年ヘスタ台風、昭和28年台風13号と度重なる洪水にみまわれ、淀川の治水計画が見直され、洪水調節のための天ヶ瀬ダム（昭和39年宇治川）、高山ダム（昭和43年木津川）が建設され、天ヶ瀬ダムによる洪水調節によってダム下流の基本高水流量が1,500m³/sに調整されることで、排水先である宇治川のピーク水位が低下し、更に河川改修の進展により水位低下が図られた。

5. 3 都市化の進展

高度経済成長期、市街地周辺に人口が流出するとともに天ヶ瀬ダムが昭和39年に完成すると、恒常的な水害の恐怖から脱することとなり、急激な人口増をみることになる。

④昭和46年 向島ニュータウン建設（中段排水区内）

京都市住宅供給公社が京都市伏見区向島にニュータウンを建設したことに伴う流出量の増により、昭和46年下段用ポンプを5台更新した（表-2 参照）。

【向島ニュータウンの概要】⁷⁾

面積：74.7ha
人口：約22,500人
年度：昭和44～57年度
戸数：6,810戸



写真-4 左 旧巨椋池排水機場
右 久御山排水機場²⁾

⑤昭和48年 久御山排水機場の新設（建設省）

上段流域の都市化対策の一つとして建設省によって久御山排水機場が新設された（写真-4参照）。昭和48年、昭和62年、平成4年にそれぞれ30m³/sポンプが1台設置され、計90m³/sの排水能力を有する。これに伴い、巨椋池排水機場は中・下段流域のみの排水形態となった（図-1参照）。さらに、第一水門が昭和51年建設され下段の自然排水が可能となった。

⑥昭和53年 向島ニュータウン建設

日本住宅公団・都市住宅公団が、さらなる住宅建設に伴う工事によりその補償として下段用ポンプを1台更新した(表-2 参照)。

以上のように、干拓当初から社会情勢の変化に対しポンプの増設・更新という形で対応してきた。排水機場の役割も農業生産のための農業用水排除から、地域の災害防止の役割を担うようになった。しかし、その後も宅地開発は進み、度々湛水被害が発生し、特に昭和61年には記録的な豪雨(写真-5 参照)が襲い、干拓地の1/3(540ha)が水に浸り、農作物被害3,500万円に及んでいる。このことから機能低下回復を目的とする巨椋池総合農地防災事業が平成9年に実施されるに至る。



写真-5 昭和61年7月水害²⁾

6. 巨椋池総合農地防災事業における排水計画^{3, 9)}

6. 1 巨椋池地区における排水計画の整備基準

6. 1. 1 機能回復

本地区では、現況において地域開発等により流出量が増大している地域の排水状況を、「旧況」(流出量の増大による施設の相対的な機能低下が生じる以前の現況)に戻すこと(=機能回復)を排水計画の基本的な整備水準とした(図-3 参照)。

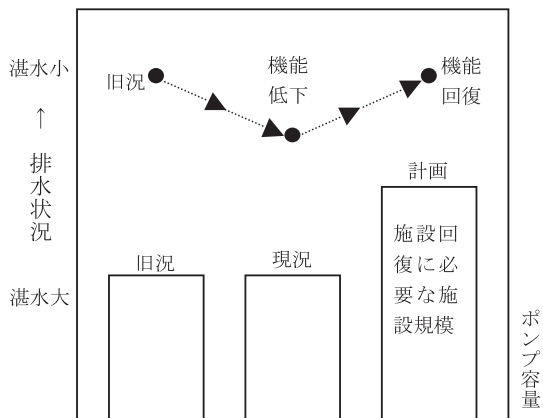


図-3 巨椋池地区における排水計画の整備基準

6. 1. 2 本地区における「旧況」の考え方

本地区の排水計画では、隣接する建設省久御山排水機場が完成し、流域全体の排水機構がほぼ現在の形態になったことから昭和48年当時の土地利用状況(農地や宅地等の分布)および湛水状況を旧況として設定した。

6. 1. 3 許容湛水の考え方

本計画では、一部の水田に一定の湛水を許容することとしている。許容湛水深は30cmを標準とし、これを超える場合の湛水継続時間は24時間以内とした。

6. 1. 4 本地区の計画降雨生起確率

旧況における巨椋池排水機場は、下記のとおり、1/20確率降雨に対応し得る施設機能を有していたと判断されることから、本地区の計画基準降雨は20年に1回程度発生する降雨を採用した(表-3 参照)。

表-3 旧況の巨椋池排水機場の湛水防除機能

降雨	湛水深			
	0cm以上	左記のうち30cm以上	左記のうち30cm24hr以上	左記の区域の湛水時間
1/10確率降雨	254.3ha	—	—	—
1/20確率降雨	284.5ha	116.4ha	—	—
1/30確率降雨	445.4ha	225.2ha	92.7ha	29hr

6. 2 流域面積と土地利用

本地区の土地利用(地目)別の流域面積の変化をみると、宅地化の進展が著しい(図-4、表-4 参照)。

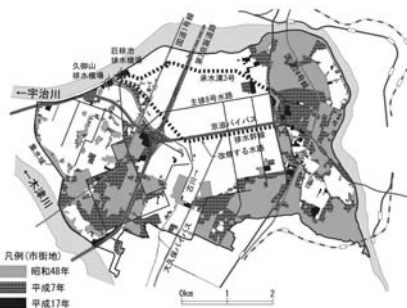


図-4 巨椋池地区の都市化

表-4 巨椋池地区の土地利用別の流域面積の変化

検討時点	農地	宅地等	(単位: km ²)	
			合計	備考
旧況 S48	17.39	7.73	25.12	
現況 H7	13.26	11.86	25.12	
計画 —	13.26	11.86	25.12	現況同

また、流出形態の変化を一定の見なし計算によって算出した場合、約38hr後ピーク流出量に大きな差がみられた(図-5 参照)。

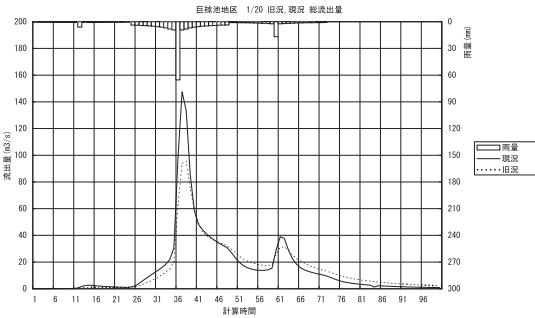


図-5 旧況と現況の流出形態比較図

6. 3 計画基準降雨

6. 3. 1 計画基準降雨の考え方

本地区の排水計画における基準降雨は、1/20確率3日連続降雨量を採用した。

6. 3. 2 確率雨量の算定

京都地方気象台における昭和28年から平成7年の43か年の観測降雨記録から、岩井・角屋法を用いて確率処理した1/20確率の時間雨量、日雨量、2日連続雨量、3日連続雨量は、表-5のとおりである。

表-5 京都気象台における1/20確率年雨量

	時間雨量	日雨量	2日連続	3日連続
1/20確率降雨	65.4mm	192.9mm	242.5mm	260.6mm

6. 3. 3 3日連続降雨量の日配分

3日連続降雨量の日配分は、昭和28年から平成7年の間(43か年)の年最大3日連続降雨を日降雨パターン別に分類した結果を基に、最頻出パターンである中央山形(3-1-2型)を採用した(表-6 参照)。

表-6 3日連続雨量の日配分

降雨型	前方山型		中央山型		後方山型		計
	1-2-3	1-3-2	2-1-3	3-1-2	2-3-1	3-2-1	
出現頻度	6	9	9	11	10	3	48
	15		20		13		

3日連続降雨量の日配分は、以下のとおり各連続降雨(1日、2日、3日)の確率降雨量の差により中央山形(3-1-2型)に配分する方法で算定した。

- ① 中日(2日目)の配分雨量
= 確率日雨量
= 192.9mm
 - ② 後日(3日目)の配分雨量
= 確率2日連続雨量 - 確率日雨量
= 242.5mm - 192.9mm = 49.6mm
 - ③ 前日(1日目)の配分雨量
= 確率3日連続雨量 - 確率2日連続雨量
= 260.6mm - 242.5mm = 18.1mm
- Σ①~③ = 260.6mm (図-6 参照)

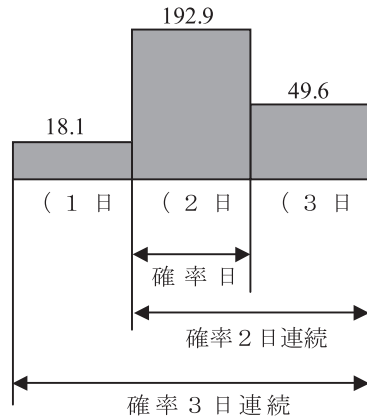


図-6 3日連続雨量の日配分

6. 3. 4 日雨量の時間配分

各日雨量の時間配分は、京都市域に対しては、文献(応用水文統計学PP.156)から石黒形が最適であるとのことにより石黒形の降雨強度式を用いて算出した。

6. 4 雨水保留量及び有効雨量

6. 4. 1 雨水保留量

本地区の排水解析における雨水保留量は、土地改良事業計画設計基準(計画・排水)に記載されている水田及び市街地の累加雨量~累加損失雨量の関係図から読み取った数値を採用した。

6. 4. 2 有効雨量

前項の累加雨量~累加損失雨量関係図から累加雨量5mmごとに累加保留量を読み取ると表-7のとおりとなる。

表一七 累加保留量

累加降雨 (mm)	累加保留量 (mm)	
	耕地	宅地
5	4.5	4.0
10	8.1	6.8
15	12.3	9.3
20	16.0	11.3
25	19.3	13.3
30	22.7	14.9
35	25.7	16.4
40	28.7	17.5
45	31.5	18.4
50	34.2	19.3
55	36.6	20.2
60	39.0	20.8
65	41.5	21.4
70	43.9	22.0
75	46.0	22.5
80	48.0	22.8
85	49.7	23.0
90	51.2	23.1
95	52.6	23.2
100	53.8	23.3
105	54.6	23.4
110	55.3	〃
115	55.8	〃
120	56.0	〃
125	〃	〃
130	〃	〃
135	〃	〃
140	〃	〃

本地区の排水解析においては、上記をもとにして有効雨量を算定した。すなわち、

累加雨量①

= 該当時間の1時間前の累加雨量 + 該当時間の雨量

累加保留量②

= 左記累加雨量に対する累加保留量

累加有効雨量③

= ① - ②

有効雨量④

= ③ - 1時間前の累加有効雨量

6. 5 排水解析手法

6. 5. 1 本地区の排水解析手法

本地区の排水解析は、排水量が排水機場地点の水位の影響を受ける低平地部と、影響を受けない高位部に区分される本地区の特性等を考慮し、次の2種類の方法の組合せによりおこなった(図-7参照)。

①地区の低位部は、低平地タンクモデル法による。

②地区の高位部は、表面流出モデル法による。

6. 5. 2 排水解析モデル諸元

本地区の排水解析モデルの各諸元値は、現象解析から設定した。

作成した解析モデル及び選定した解析手法で本地区の流出・排水形態を表現し得るものであるか評価するために、昭和58年と昭和63年の連続4日間の実績の豪雨による排水解析を行い、得られた

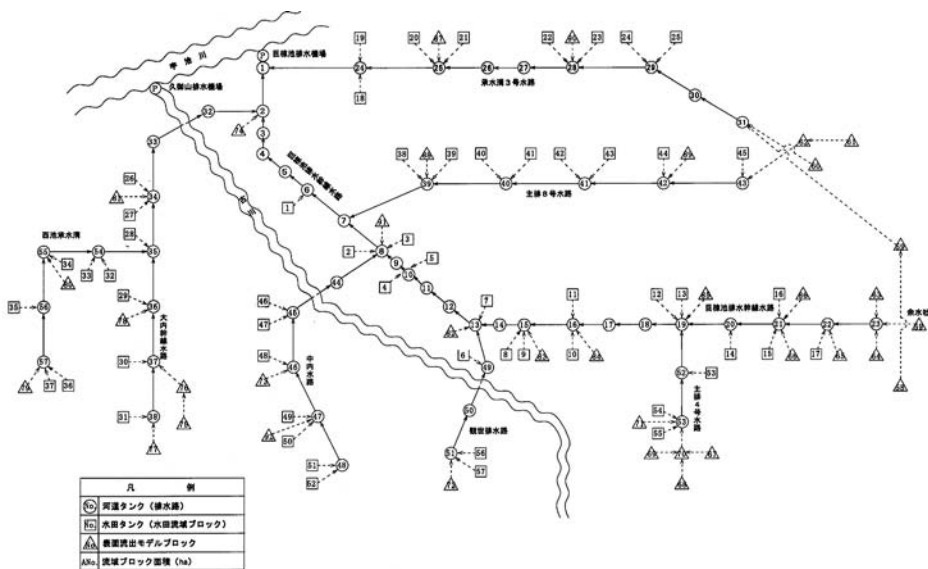


図-7 現況流域モデル模式図

解析結果と実測水位との比較により再現性の検証を行った。その結果（図-8 参照），計算水位は、実測水位を概ね再現できており，作成した解析モデルが妥当であると判断した。

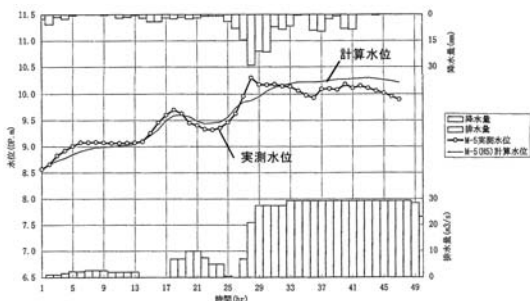


図-8 昭和58年出水現象解析の結果

6. 6 計画施設規模の決定

6. 6. 1 機能回復に必要な計画施設規模

前述の排水解析モデルを用いて算出した本地区の旧況及び現況における排水（湛水）状況は、表-8のとおりである。

表-8 旧況及び現況の湛水状況

湛水状況	0cm以上	左のうち30cm以上	左のうち30cm24hr以上
旧況 (S.48)	284.5ha	116.4ha	—
現況 (H.7)	490.1ha	226.3ha	79.6ha

現況の排水状況を旧況の水準まで回復させるために必要となる排水施設規模（ポンプ排水量）を試算した結果は、表-9のとおりである。

表-9 計画排水施設規模の試算

計画施設規模 (ポンプ排水量)	0cm以上	左のうち30cm以上	左のうち30cm24hr以上
65 m³/s	289.8ha	163.6ha	—
70 m³/s	278.5ha	135.5ha	—
75 m³/s	278.5ha	135.5ha	—
80 m³/s	278.5ha	117.5ha	—

表-9のとおり，計画排水量を70m³/sにすることにより，湛水深0cm以上の湛水面積が旧況レベルまで回復し，計画排水量を80m³/sとすることにより，湛水深30cm以上の湛水面積も旧況と一致する。

したがって，本計画においては，旧況の排水状況への機能回復に必要な計画ポンプ排水量を80m³/sとした。なお，機能回復には，ポンプ増強だけでなく，そのポンプ機能を発揮させるための

排水路の改修が不可欠であり，府営事業にてこれを実施している。

7. おわりに

今回の特集テーマ「未来へ引き継ぐ農業土木施設」にあてはまる施設として，管内数ある施設の中から巨椋池排水機場を選んだのは，国営第一号干拓事業であり最も古い排水機場であること，さらに排水機場の存在は干拓地の心臓に他ならないもので，未来永劫引き継がれるものとやや浅はかな考えによるものである。

が，本報文を作成する際，ランニングコストを踏まえた排水規模，特に地形を踏まえた排水形態など，昭和当初から既に維持管理費に配慮したものとなっていることに驚かされると同時に，この干拓地の成否の思想は，用水機・排水機の更新の際，施設と一緒に思想も未来へ引き継がれるであろう。

現在の排水機場の役割は，近年の都市化により農業のみならず地域住民の生活基盤としての災害防止を担うものとなっている。さらに干拓地の生態系保全や水質の問題から，冬場の環境用水が期待されており，ますます排水機場の役割も大きなものとなろう。

参考・引用文献

- 1) 近畿農政局巨椋池農地防災事業所：
巨椋池（事業概要書）
- 2) 近畿農政局巨椋池農地防災事業所：
干拓から未来へ 夢よ咲け巨椋池（2007.2）
- 3) 巨椋池土地改良区：
巨椋池干拓誌（1981）
- 4) 可知貫一：
「農業水文学」（1947）
- 5) 巨椋池土地改良区：
巨椋池干拓六十年史（2001）
- 6) 久御山町史編纂委員会：
久御山町史第2巻（京都飛行場計画 PP583）
- 7) 「わが街むかいじま」街史編纂委員会：
わが街むかいじま（PP33～39）
- 8) 藤河洋一・鈴木尚登・牛島義雄：
巨椋池干拓から農地防災事業へ，水土の知（農業土木学会誌），（PP101～105 2007.02）
- 9) 近畿農政局巨椋池農地防災事業所：
巨椋池事業誌（1.2調査解析 2007）

小田井用水と登録有形文化財

辻 本 学*
(Manabu TSUJIMOTO)

目 次

1. 紀の川流域……………	76	4. 景観に配慮した整備……………	79
2. 小田井用水の歴史……………	76	5. おわりに……………	79
3. 登録有形文化財……………	78		

1. 紀の川流域

紀の川は、全国有数の多雨地帯である大台ヶ原を水源として、奈良県内の上流部を吉野川と称し、和歌山県内に入り紀の川と名称を換え、紀伊水道へ東から西へ流れている。

下流部には広大な沖積平野が展開し、洪水のたびに流路が著しく変更してきた。太古には現在の和歌山市の大部分が海の中であったが、洪水による土砂の堆積と築堤により、江戸時代には紀の川の河口も現在の位置となり、和歌山市も城下町として発達し、人口も増加した。

この紀の川が作りだした紀伊平野は古代から農業が営まれ、紀の川下流の水路について、垂仁天皇16年(275年)に「神領をかんがいすることから宮井と名付けられた」と神宮の堰祭由来書に記載されている。

下流の平野部では、紀の川からの取水でかんがいされてきたが、紀の川右岸の河岸段丘面は、降水量が少なく、紀の川からの取水を阻まれていた。紀の川へ注ぐ小河川からの取水や溜池により開発が行われたが、流域が小さく水不足に悩まされてきた。

一方、紀の川右岸一帯は、古代より大和中央と四国を結ぶ重要な通路として発達し、条里制の遺構が残っているほか、中世以降は、高野山や熊野詣での参詣道として栄えた。

2. 小田井用水の歴史

2-1 開削から戦前まで

*和歌山県農林水産部農林水産政策局農村計画課
(Tel. 073-441-2944)

徳川頼宣が初代紀州藩主となり、領地も大和・勢洲の一部を含めて55万石となるものの藩財政は困窮していた。二代藩主徳川光貞のとき米の増収による財政の立て直しのため、農政改革を進め大規模な新田開発を計画した。この時、紀の川右岸の用水路の開削に活躍したのが大畑才蔵である。才蔵は54歳の時、藩士井沢弥惣兵衛により、地方巧者として農民から士分である地方手代に取り立てられ、宝永4年(1707)より小田井用水の工事に着手、宝永6年(1709)まで開削され、延長26kmが完成した。その後、才蔵の死後も工事が行われ、最終延長32.5kmが完成し、1046町歩の水田が創出された。宝永4年の第1期工事は、小田井取水口から紀の川市(旧那賀町)市場までの21kmで、工事区間を25の工区に分け延べ10万人を使役して施工された。

小田井用水は、紀の川に並行して掘られているため、紀の川へ流入するいくつもの中小の支流河川の谷間と交差する難工事であった。これらも伏越(サイホン)や渡井(水路橋)による立体交差で克服した。一番苦心したのは、四十八瀬川(穴伏川)を渡る水路橋で、川幅18m余りを兩岸の岩盤を利用して中間に橋脚のない樋を通した。

この水路橋は、「籠之渡井」と呼ばれ、大正7年までは、架設当時と同じ木造であったが(写真-1)、大正8年に現在のレンガと石張りのアーチ橋に改修された。

宝永6年(1709)の2期工事以降は、1期工事と比較して難工事も少なく、円滑に進められた。完成後の通水管理は、延長が極めて長く受益地が広範囲にわたるため、水路末端での水不足と盗水に悩まされた。また、漏水・崩壊・老朽に対処する

ため、明治39年から大正7年までに28カ所の改良工事が行われ、木造施設がレンガやコンクリートに改修された。



写真-1 大正7年の「龍之渡井」

取水施設である小田本堰は大正の改修まで、馬枅^{※1}（写真-2）と竹蛇籠で築造されているため、洪水の度に流失し、毎年1万円（大正時代当時）以上の修繕費用を要していた。大正9年のかんがい期には、100日間に数回の流失を生じ、当時の金額で2万円以上の復旧費を要したので永久的施設への改良の声も上がったが、着手に踏み切れなかった。大正12年の洪水でも流失し復旧費用に1万5千円を要したため、これを契機に改築するこ



写真-2 馬枅設置 明治42年



写真-3 木工沈床組立 大正15年

ととなり、大正15年6月に完成した。工事の計画は、礫を入れた木工沈床（写真-3）の上に、押さえに大型コンクリートブロックを置き、その上部に高さ0.9mの石堤を築造するものであった。

この改修により、堰本体はほぼ安定したが、水路は大規模に改修されたことがなく相変わらず欠潰・漏水に悩まされ、抜本的改修に迫られていたため、本堰改修後の大正15年より県営事業として延長24.1kmの改修工事が着工された。この事業は、戦時下「物」も「人」もない時代に第1期から第3期まで実施されたが、戦中戦後の資材難と物価高騰により昭和22年度を以て打ち切られた。

※1馬枅

おうぎまた

扇 又枅とも呼ばれ、水を堰き止める骨組みとして強大な生松材を使用する。松材の一端の末口に約3mの支柱材を扇型に結わえ付け、それを流れの上流側に置き、根株の方を下流側に据えた。これを流れと直角に一列に並べて据え付け、前面を土俵により埋め立て、後方は礫により埋め立て上部を蛇籠で覆い、必要な水位まで水を堰き止めた。

出水時に流失した部分は、水が引いた後に馬枅の補足や松杭による基礎固め、土砂の埋め立てにより復旧した。

2-2 十津川紀の川土地改良事業

昭和22年、農業用水、上工水、発電の開発による産業の復興を目的に「十津川・紀の川総合開発調査協議会」が組織され、昭和25年6月11日には奈良、和歌山県知事が事業実施協定書に調印、初めに県内の山田ダムから工事が開始された。

総合開発事業による水源開発の結果、紀の川の利用水量は増加するが、取水堰が旧来の木工沈床で漏水がひどく、洪水には流され、渇水時には伏流水となり取水できない状況であった。明治時代、紀の川には最上流の小田井堰から最下流の新六ヶ井堰まで11の井堰があったが、いずれの井堰も渇水の時河水の独占を防ぐため木工沈床、木杭、捨石などの構造で、慣行として永久施設の築造は許されなかった。その後、取水口の統合が行われ、昭和22年には8カ所の井堰で取水されていた。

このような状況で、県及び地元水利組合では、絶対水量が増加するのを機会に井堰統合事業を総合開発事業に位置付ける計画を立てた。その計画は、8カ所の井堰を近代的な4頭首工に統合整備することにより1300万トンの水を生み出すことで、ダム計画を縮小し、その経費を頭首工統合費用に

あてるといものである。

井堰統合計画は、総合開発事業の費用配分協議のなかで昭和26年8月に、総合開発計画に編入されたが、着工順位が下位のため着手時期は決まっていなかった。ところが、昭和28年7月水害及び13号台風により紀の川流域にある8カ所の井堰が悉く流失又は大打撃を受け、機能を失ってしまった。当面の応急復旧と共に根本的な復旧事業を行うに当たり、十津川紀の川総合開発事業の計画に含まれていた小田、藤崎、岩出、新六ヶの4堰に統合する案を検討した結果、井堰統合案による復旧が総合的に優れている事が判明した。小田頭首工は、昭和28年度より県営事業として発足し、昭和29年10月より国営事業に移管され、昭和32年に現在の頭首工が完成した。これにより、従来3カ所で取水していた小田井、七郷井、三谷井の各用水は、頭首工が1カ所に統合された。

国営事業による上流の水源施設造成と頭首工統合復旧事業に続いて、昭和36年度、用水路の整備を国営付帯県営紀伊平野土地改良事業小田井工区として発足した。この事業により、水路は三面コンクリートライニング化、河川との平面交差カ所の立体化、路線・勾配の是正等により通水の安定が図られることとなった。

2-3 十津川紀の川2期事業

戦後の十津川紀の川総合開発事業の一環として整備された水利施設は、築造後50年ちかくが経過し老朽化が著しい。また、紀伊平野の幹線水利施設は紀の川と並行しているため、農業用水だけでなく都市化の進展による地域の排水路としての役割も担ってきた。減少する農地と変化した営農形態による水需要に対応するため、紀伊平野の農業水利施設を対象に平成11年度より国営十津川紀の川2期事業を実施している。これは、奈良県と共同でダムを含む1期事業の施設を改修整備するもので、農業用水の安定供給と水資源の有効利用を目的としている。小田井用水では、約12kmの水路及び分水ゲート改修を計画実施している。

3. 登録有形文化財

大畑才蔵が築造した小田井用水の施設は明治末期から大正にかけて木造からレンガ造へと改良され現在まで受け継がれている。現在用水には、6カ所の水路橋と9カ所のサイホンがあるが、その中で3カ所の水路橋とサイホン1カ所が、平成18年

3月に和歌山県内の土木構造物としては初めて登録有形文化財に登録された。また、龍之渡井は、平成18年度土木遺産にも認定された。以下に、選定された施設の概要を紹介する。

(a)小庭谷川渡井

伊都郡かつらぎ町の堂田川（小庭谷川）に架かる水路橋で、明治42年（1909）にレンガ造りに改修された。充腹アーチ橋で、橋長9.3m、レンガはフランス積^{*2}である。（写真-4）



写真-4 小庭谷川渡井 明治42年改修

(b)龍之渡井

伊都郡かつらぎ町と紀の川市（旧那賀郡那賀町）の境を流れる穴伏川に架けられた、橋長20.5mの充腹アーチ橋である。大正8年（1918）にレンガ造りに改修され、その後コンクリートによる嵩上げと手すり取り付けられた。側面は、フランス積及び石積で、アーチ底部はレンガの長手積となっている。川との高低差は、8.6mである。平成18年度には、土木学会選奨土木遺産にも選ばれた。（写真-5）



写真-5 現在の「龍之渡井」

(c)木積川渡井

紀の川市（旧打田町）と岩出市（旧岩出町）の

境を流れる木積川に架かる水路橋で、橋長6.0mの充腹アーチ橋である。大正2年（1913）にレンガ造りに改修された。レンガは、一部がフランス積であるが大部分がイギリス積^{*2}である。（写真-6）



写真-6 木積川渡井 大正2年改修

なかたにがわすいもん
 (中谷川水門)

伊都郡かつらぎ町の中谷川と交差するサイホンで明治45年（1912）に改修された。延長13.3m、レンガはフランス積である。（写真-7）



写真-7 中谷川水門 明治45年改修工事当時

^{*2}レンガの積方（フランス積とイギリス積）

一つの列に長手と小口を交互に並べるのがフランス積、一つの列は長手、その上の列は小口、その上を長手と交互に重ねるのがイギリス積。

4. 景観に配慮した整備

十津川紀の川二期事業の一つとして実施中である国営農業用水再編対策事業大和紀伊平野地区は、奈良、和歌山両県の水路を改修整備するものである。紀伊平野の幹線水路の大部分は石積やコンクリートライニングの開水路であり、沿線の田園景観や農村集落の家並み、生け垣に調和した景観を形成しているカ所が散在している。



写真-8 現在の小田井用水

小田井用水路では、かつての大和街道沿いに家並みと調和した景観が形成されており（写真-8）、改修にあたっては、水路本体の構造、防護柵やゲート等の色彩、形状、素材に配慮している。前述の龍之渡井では、漏水対策工事として水路橋内面の補修を実施すると共に、防護柵を安全性と景観に配慮したものに改修計画中である。さらに、兩岸の水路敷内残地に施設の歴史を紹介する表示と安全柵を設置することとした。

また、龍之渡井周辺において大畑才蔵が開削した旧路線の一部復元整備が地元自治体で計画されており、江戸時代から受け継がれてきた貴重な歴史資産にふれる機会を提供できるよう検討されている。

5. おわりに

現在紀の川流域の土地改良区は、一つのダム、4カ所の頭首工と総延長260km以上におよぶ用水路を管理しているが、農地の減少に伴い用水量が減少しているにもかかわらず、営農形態や作付け品種等の変化により、短時間に末端までの安定通水とかんがい通水期間延長が求められてきた。一方、農地の転用により周辺地域から流入する排水は増加傾向にあり、施設管理主体である土地改良区による高度な管理が求められている。しかし現状は、土地改良区の運営を支えている、農業従事者の減少と高齢化、農地減少による賦課金収入の減少、集落機能低下などにより土地改良区の管理能力が脆弱化している。

小田井用水においても、戦後995haあった受益面積が、十津川紀の川二期事業着手時には675haまで減少している一方、水路周辺地域からの排水

による水質悪化とゴミの流入に悩まされ、維持管理経費が増加している。

現在実施中の国営事業は、水路を全面改修するのではなく、改修が必要な箇所に必要な対策を講じて、少ない負担で施設の長寿命化を図っている。それには農業者だけでなく地域住民も含めた管理体制に対応できる施設に改良することが重要となっている。

紀の川流域では、地域住民に対して農業用水の役割や重要性を啓発し、施設の管理について理解と協力を求める活動を行っており、施設周辺で地域の美化活動として植栽や清掃活動に取り組む地域も現れている。

施設の更新には、土地改良区だけでなく国や地方自治体の負担も非常に大きくなっている。施設の適正な管理による長寿命化には地域住民等との連携が不可欠となっており、そのための新しい活動が始まっている。

参考文献

「紀の川農業水利史」

紀の川農業水利史編纂委員会

「紀の川分水物語」

的場鹿五郎 著

「小田井土地改良区概史」

小田井土地改良区概史編纂委員会

「日高川土地改良区沿革史」

日高川土地改良区

「和歌山の農業土木 第21号」

和歌山県農村振興技術連盟

※文中の写真は、小田井土地改良区所蔵の資料を使用しました。

佐賀平野に生きる水秩序と技術について

浦 杉 敬 助*
(Keisuke URASUGI)

目 次

1. はじめに……………	81	4. 現代に生きる技術と水秩序……………	83
2. 佐賀平野の水と大地の歴史……………	81	5. おわりに……………	86
3. 古き水秩序の設計者 — 成富兵庫茂安 —……………	82		

1. はじめに

佐賀平野は、佐賀県佐賀市を中心に県南部から東部にかけて広大に広がる平野で、その面積は約40,000haほどではないかといわれている。吉野ヶ里遺跡があるように、昔から稲作を中心に栄え、現在でも米の他、もち米、二条大麦などは、全国有数の生産量を誇っている。

こうした農業を支えているのは、長い歴史をもつ干拓とクリークを中心とした水利システムが有名であるが、それ以外の数多くの水利施設も重要な役割を果たしている。

本稿は、このような水利施設に焦点を当て、現在の水利システムの礎を築いた江戸時代の「成富兵庫茂安」及びその施設について紹介する。併せて、現存する施設について定められた水秩序と技術について紹介する。

2. 佐賀平野の水と大地の歴史

(1)佐賀平野の宿命（洪水と干ばつの歴史）

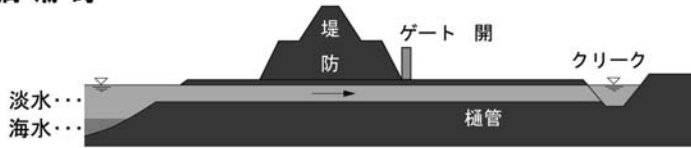
干潟の干拓により形成された佐賀平野は地質学的には海成沖積平野と呼ばれ、とても肥沃な土地である（図-1）。しかし農地や集落の高さは、有明海の水位に比べると低く洪水に何度も見舞われた。また、背後の山は低く面積も小さいため常に水不足に悩まされた。



図-1 佐賀平野海岸線の移り変わり

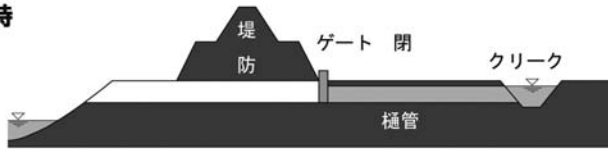
*九州農政局佐賀中部農地防災事業所 (Tel. 0952-33-7020)

満潮時



海水に押し上げられた淡水を樋管のゲートを開いてクリークに取り入れる。

干潮時



水位が樋管より下がるとゲートを閉じクリークに貯留する。

図-2 淡水（アオ）取水の仕組み

(注) 現在では筑後川下流土地改良事業（S51～）により河川水へと水源の転換がなされ、この取水方法は行われていない。

こうした中、生み出されたのがクリークと淡水（アオ）取水（図-2）を組み合わせた独特な水利システムである。

(2)佐賀段階と新佐賀段階

佐賀平野の農業はクリークと淡水取水という独特な形態をとって発展したが、揚水が重労働であったため、大正初期頃には米作が大きく停滞した。それを打開したのが1922年（大正11年）の電気かんがい施設（ポンプ揚水）導入であった。また、電気かんがいに併せて米の品種改良も進められ農業は大きく発展し、昭和8年から昭和10年にかけて米の単収量が全国一となる飛躍的な発展をした（佐賀段階）。

その後、佐賀農業は農家人口減少や水不足などによりしばらく停滞が続いた。しかし、昭和28年から始められた国営嘉瀬川土地改良事業により北山ダム、川上頭首工、コンクリート水路等が整備

され近代的な水利システムが完成し（図-3）、これに併せて地域ごとの栽培方法や農作業の基準を統一することで、昭和40年、41年には2年連続で米の単収量が日本一に輝く発展をした（新佐賀段階）。

3. 古き水秩序の設計者 — 成富兵庫茂安 —

(1)成富兵庫茂安

現在の佐賀市鍋島町生まれの成富兵庫茂安（1560～1654）は、佐賀藩の武士として豊臣、徳川の戦いへ参加し武将として多くの功績を残した。江戸幕府が開かれた以後は、江戸の町の修理や水路の整備などに参加し治水に役立つ技術や知識を学んだ。やがて佐賀へ戻り頻発する水害に苦しむ農民のため、石井樋、蛤水道の他、県内100箇所以上の水利施設を手がけたとされる。

また、現存する多くの水利施設についても、成富兵庫茂安の配慮が残っているとされ、現在でも「水の神様」として語り継がれている。

(2)石井樋

成富兵庫茂安の大きな功績の1つとされる石井樋は、1615年頃に築造された。佐賀平野を流れる嘉瀬川は砂が多く、きれいな水を佐賀城下にかかにして送るかが課題だった。そのため石井樋では様々な利水、治水の技術が組み合わされている。

まず水の流れを大井手で止め、次に石積の「アラコ」や「かめ石」により土や砂を沈下させる。最後に「天狗の鼻」により水勢を減じ、土や砂を沈下させきれいな水を多布施川に送水している（図-4）。また、洪水は野越しや遊水池により分散させた。なお、石井樋は平成17年に当時の工法を再現して復元されている（写真-1）。



図-3 戦後完成した水利システム

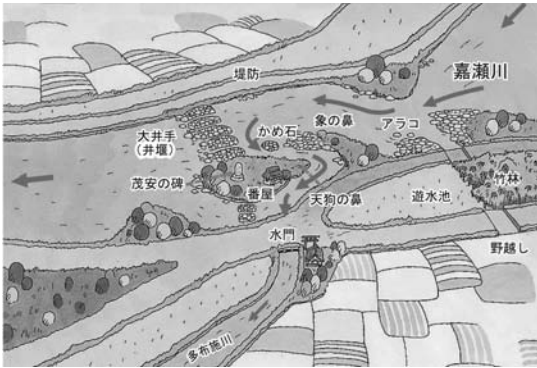


図-4 石井樋の仕組み



写真-1 現在の石井樋の様子
(提供：国土交通省 武雄河川事務所)

はまぐりすいどう
(3) 蛤水道

吉野ヶ里町では、夏になると田手川の水が少なくなり水争いが頻繁に起こった。そこで田手川の上流の水源である蛤岳に目をつけた成富兵庫茂安は、井手という小さなダムをつくり、山の斜面に沿った1,260mの水路により田手川に送水した。洪水になれば野越しと呼ばれる余水吐から水を流すようにし、水路そのものを守るようにしている(図-5)。野越しは激しい水流で土砂が流失し、決壊しないよう頑丈な石積としている(写真-2)。

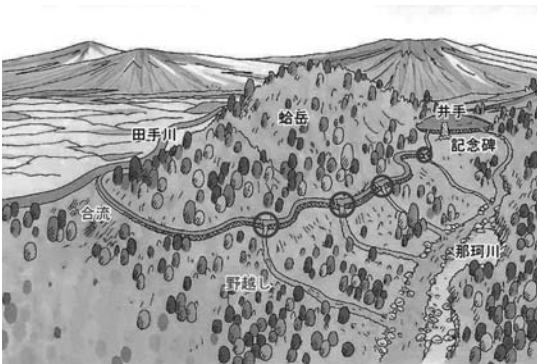


図-5 蛤水道の仕組み



写真-2 蛤水道の野越し

野越し自体は石積であるが、現在ではその上にコンクリートで補修を行って使用している。

また、野越しを通った水や土砂が、付近の耕地を荒らしたりしないよう、徐々に水の勢いを減らすような工夫もされている。この施設は現在でも使用されている。

4. 現代に生きる技術と水秩序

だいちがわら
(1) 駄市河原分水工 (佐賀市大和町)

駄市河原分水工は、昭和45年に築造され川上頭首工からの用水を市の江川副幹線と大井手幹線水路の2つの水路に分けている射流分水工である(写真-3)。各水路には小隔壁を設けており、幅の異なるゲート付き4門構造となっている。これは、期別(かんがい期(6月~10月)、非かんがい期(11月~5月))に異なる水量を最小限の操作で適切に分水するものである。かんがい期には4門のゲートを全開し射流を作り出すことにより、下流側水位の影響を上流に伝わらずに水路幅員比で分水する。非かんがい期には大きな2門のゲートを全閉し、小さな2門の水路幅員比で分水する。また、水不足などにより2水路の分水比を変えるときは、4門のゲートを細かく調整する。



写真-3 駄市河原分水工

写真左側が大井手幹線水路。写真右側は市の江川副幹線であり、下流で河川が交わる用排兼用水路である。地域の排水はすべて市の江川副幹線を流下させる。

一方、洪水時には市の江川副幹線の下流に排水が流入し強い降雨の際には水路が溢れることもある。その場合、佐賀城を始めた市街地がある大井手幹線に逆流した排水が流入しないよう、扉高の高いゲートを全閉させる。

また、洪水時は地下水位上昇による水路の浮上を防ぐため、その他のゲートも全閉し上流側の水位を確保している。しかし、洪水時でも大井手幹線水路は佐賀市への水道用水を供給する必要があるため、扉高は低く設計しゲートの上を越流させるようにしている。

この分水工は築造後約40年が経過し、老朽化が著しいため国営総合農地防災事業（H2～H21）にて改築を行うこととしている。改築に当たりコンクリート構造は、複雑な水配分ルールを踏まえて現行の設計思想を維持するが、特に洪水時における適切かつ迅速なゲート管理が土地改良区の大きな苦勞となっている。このため、洪水時における土地改良区の巡回・監視・操作パターンを考慮の上、コストや機動性を踏まえ川上頭首工中央管理所からの遠隔操作システムを導入することとしている（図-6）。

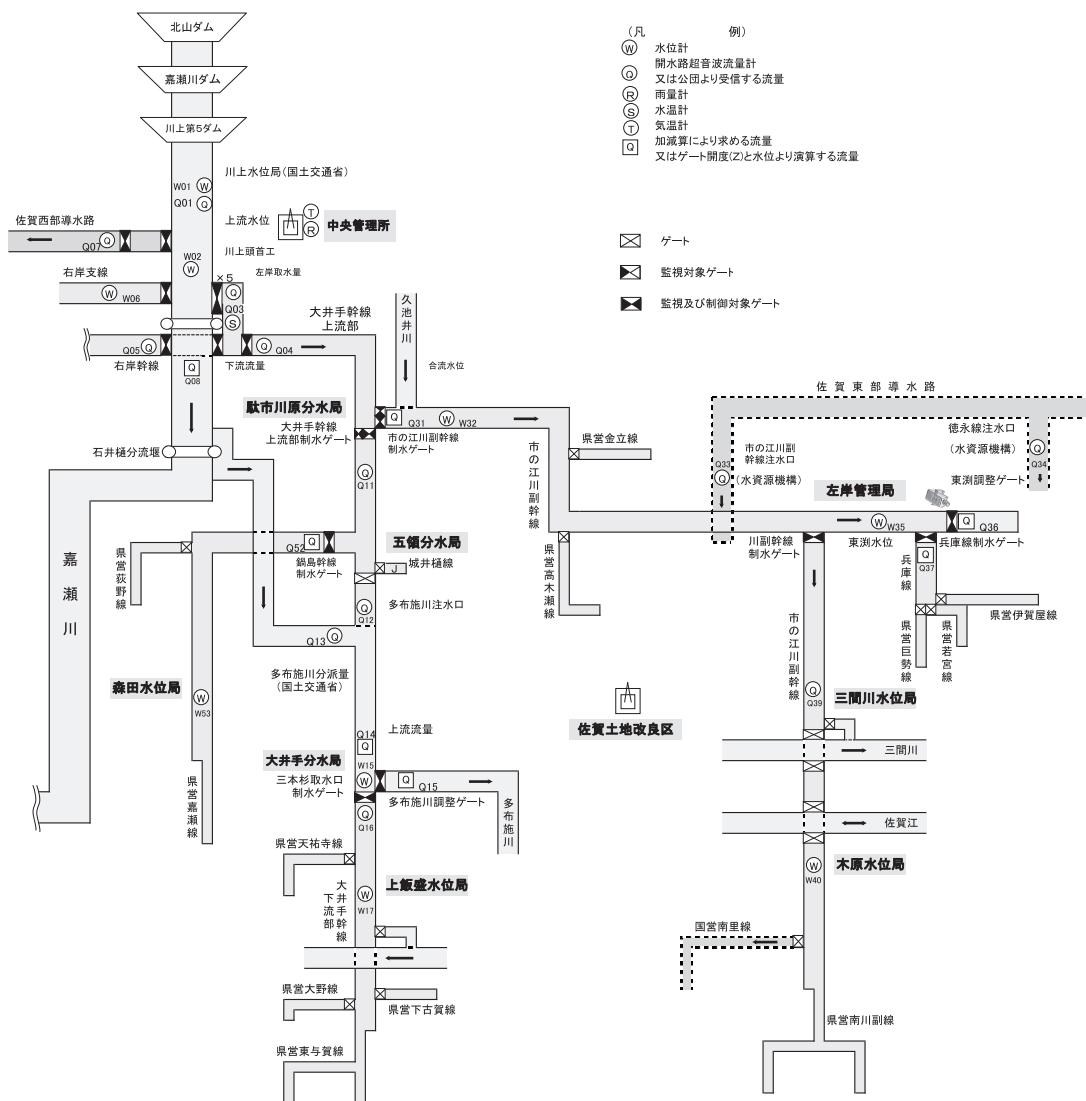


図-6 地域の水管理システム（嘉瀬川左岸のみ掲載）

地域は嘉瀬川と筑後川からの2点取水となっており、集落の水需要の変化に応じて細かな流量調整が求められている。また、洪水時には多くの河川の状態を踏まえた適切かつ迅速な排水調整が不可欠であり、特に都市化の進展がこれに拍車をかけている。このため、ポイントとなる施設において監視・遠隔操作が可能となるようにしている。

(2) 白土井と巨勢川分水工 (佐賀市兵庫町)

市の江川副幹線より分流する兵庫線は、巨勢川左岸にある巨勢川分水工に至っている。この地域は、かつて巨勢川より取水しており、そのため巨勢川の一部に流路が直角に曲がった箇所がある。ここは3つの集落(野中、巨勢、若宮)へ取水しやすいように人為的に曲げており、成富兵庫茂安によるものと伝えられている。

曲がった箇所には砂が堆積しやすく、残った部分に砂を積み砂堰としていた。洪水時には堰が決壊して巨勢川を流下した。この堰が「白土井」と呼ばれた(図-7)。建設費を極力抑えた創造力豊かな技術である。取水口の幅は、集落間の水配分ルールにより厳密に決められていた。

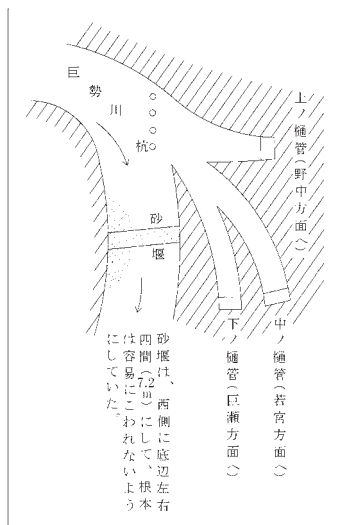


図-7 白土井の仕組み

戦後、合口と併せて砂を積む労力を軽減するために白土井の機能を代替する巨勢川分水工(写真-4)が築造された。上流から流れてきた水は、逆サイフォンにより分水工の中央から放射状に広がり、水配分比率に応じて幅をもつ3つの取水口に導かれる円筒分水工としている(図-8)。その後の改築でも取水口の幅は水配分ルールに基づき守られている。

(3) 野越しと横堤

水路沿いを歩いていると、堤防の一部分が低くなっている「野越し」があることに気がつく(写真-5)。洪水時には水は野越しから周辺の水田に流れ込み、水田を遊水池とすることで特定の集落へ洪水が集中するのを防いでいる(写真-6)。



写真-4 巨勢川分水工

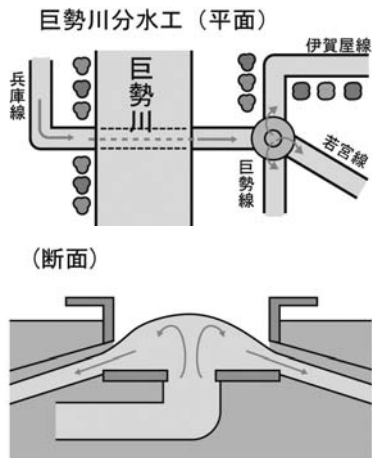


図-8 巨勢川分水工の仕組み



写真-5 右岸幹線水路にある昭和30年代の「野越し」の様子



写真-6 現在の「野越し」の様子
現在では「野越し」の上に橋梁が架けられているが、野越し自体は地域の排水慣行の中で変わっていない

また、水路沿いの堤防の一方が延々と高くなっているところもある。これは「横堤」と呼ばれており、高くなった堤防によりかつての佐賀城や城下町の側に水が溢れないようにしている（写真-7）。



写真-7 市の江川副幹線の百石堤（右側）
（左側の堤防に比べて高くなっている）

水路改修に併せて横堤も無くなってきたが、自然環境を守る観点から一部残されているところもある（写真-8）。

佐賀市が買収保存することになった緑地帯の「横堤」＝佐賀市兵衛町



佐賀平野原風景の緑地帯

「横堤」
「伐採」
「保存」

佐賀市兵衛町
市買収 圃場整備を変更

佐賀市が買収することになった緑地帯の「横堤」は、かつての佐賀城や城下町の側に水が溢れないように設置された。現在は、自然環境を守る観点から一部残されている。この横堤は、かつての佐賀城や城下町の側に水が溢れないように設置された。現在は、自然環境を守る観点から一部残されている。

佐賀市が買収することになった緑地帯の「横堤」は、かつての佐賀城や城下町の側に水が溢れないように設置された。現在は、自然環境を守る観点から一部残されている。

佐賀市が買収することになった緑地帯の「横堤」は、かつての佐賀城や城下町の側に水が溢れないように設置された。現在は、自然環境を守る観点から一部残されている。

写真-8 佐賀市に残された横堤保存の紹介記事
（提供：平成16年4月4日佐賀新聞）

これらの野越しや横堤が現在も機能しているのは、成富兵庫茂安が治水のために敷いた集落統制が生きていることの証でもある。

5. おわりに

今回紹介した施設以外でも佐賀平野の各種の水利施設には、成富兵庫茂安が敷いた水利統制及び水争いの歴史を通じて息づいている用排水慣行や管理ルールが密接に関連している。そして、こうした水秩序は施設の構造にも反映され、施設と一体となって水利システムを創り上げていることがわかる。

一方、こうした水秩序は近年の農家人口の減少や住民の高齢化により、存続させることが難しくなっていることを、住民、土地改良区等と行う施設設計時に実感させられる。これは、全国共通の課題であろうし、今後一層深刻になるものであろう。

こう考えると農業土木技術者には、水利施設の新設、改修技術の他、監視・制御技術、地域住民による活動の支援、費用負担等を総合的に組み合わせ水秩序の消失を補い、存続・充実を図りつつ地域の計画・設計を進めていくという考え方が求められてきていると感じている。

【報 文】

日本初の淡水化ダム（鷹島海中ダム）の施工について

西尾 康 隆*
(Yasutaka NISHIO)

目 次

1. はじめに	87	4. ダムの施工方法	89
2. 鷹島ダムの特徴	88	5. 貯水池内の淡水化	97
3. 堤体断面の設計	88	6. あとがき	97

1. はじめに

鷹島海中ダムは長崎県の離島である旧鷹島町（現在は合併し松浦市）に建設された“入り江を締め切る”と言うユニークなダムである。

なお、旧鷹島町は佐賀県伊万里湾口に浮かぶ、長辺7km、短辺2km、総面積17km²の島であり、東側を佐賀県との県境に接し、長崎県松浦市の今福港からフェリーで30分、佐賀県肥前町の星賀港から10分に位置する県下で有数の葉タバコ生産地である。（図-1）

地形は標高117mを最高とした台地を形成し、山の下は平地を飛び越え、すぐに海と言っても過言でない。従って、河川にも恵まれていない。

ここに、“どの様にして水を確保するか”。その結論が陸上部に適地が無いなら海（入り江）にダムを建設する事であった。

このユニークなダムは昭和61年度に県営畑総として採択された鷹島地区の水源として建設されたダムであり、ダム本体の工事は平成元年4月～平成6年3月の5カ年実施し、工事費は35億円を要した。（写真-1）



図-1 位置図



写真-1 堤体前方から見た鷹島ダム（漁船と共存するダム！）

*長崎県北振興局農政部土地改良課（Tel. 0956-23-7832）

2. 鷹島ダムの特徴

ダムの諸元及び特徴は次のとおりである。

2-1. ダム諸元

表-1 ダム諸元

総貯水量	539千 m^3	形式	コンクリート重力式
有効貯水量	460千 m^3	堤高	29.9m
満水位面積	6.5 ha	堤頂長	129.0m
満水位	EL7.9m	堤頂幅	4.0m
洪水位	EL8.9m	堤体積	30.6千 m^3
利用水深	9.5m EL-1.15m以上	基礎地質	砂岩 頁岩

2-2. ダムの特徴

鷹島ダムは、総貯水量539,000 m^3 、有効貯水量460,000 m^3 と比較的小規模のダムであり、その他の諸元については先に示しているとおりであるが、特徴を簡単に述べると次のとおりである。(写真-2, 3)



写真-2 着手前全景 (左側の入江が現在のダム敷)



写真-3 竣工直後の全景

- ①海中に建設している為、堤体の上下流両側に水位を有する。(内堤側：貯水池 外堤側：海)
- ②堤体コンクリート約30,600 m^3 のうち、14,200 m^3 に水中不分離性コンクリートを使用している。
- ③ダム建設において問題となる河川協議がない。但し、公有水面の一部占用許可が必要である。(占用期間が協議成立日～施設の撤去日まで)

3. 堤体断面の設計

3-1. 堤体の安全性についての設計方針

ダムの設計については、ダムが特殊ということもあり、堤体の安全性についてダム検討会(京都大学 長谷川教授, 九州大学 戸原教授, 九州大学 高山教授)を開催して検討を行った。

まず、論点の一つが鷹島ダムは、“海中構造物か”, それとも“ダムか”ということであった。つまり、ダムと見なすか否かで安定計算に大きな違いが生じる。

当初設計におけるダムの安定計算については、海底面EL-9.5m以深については地盤改良(置換コンクリート)として安定計算を行っていた。

結果としてはダム検討会においては、

- ①堤高29.9mがダム基準の $H=15m$ を超えている。
- ②水をダムアップする貯水機能を有する。

以上の理由によりダムの設計基準に準じて(拘束はしない)検討することとなった。

これにより、堤体は、海底面以下の水中コンクリート部と海底面以上の気中コンクリートに区分されるが解析上はコンクリート部全体をダム堤体として扱い、両者を一体の構造物として安定計算の検討を行った。

3-2. ダム堤体として安全性を満足させる条件

「土地改良事業設計基準(ダム)」にうたっているダムの安定条件は、次のとおりである。

- ①ダム堤体上流面に鉛直の引っ張り応力を生じさせないこと。
- ②ダム堤体と基礎岩盤の接着面において、せん断に対して安全であること。
- ③ダム堤体の応力はコンクリートの許容応力を超えないこと。

当ダムの場合、堤体下流側にも海水が存在しており、堤体下流面についても鉛直方向に引っ張り応力を発生させてはならない条件が加わることになる。この点もダム基準と異なっており、当ダムの一つの特徴でもある。

なお、ダム の安定検討内容については今回の報告から省略するが、当初計画と検討後の標準断面は図-2及び図-3のとおりである。

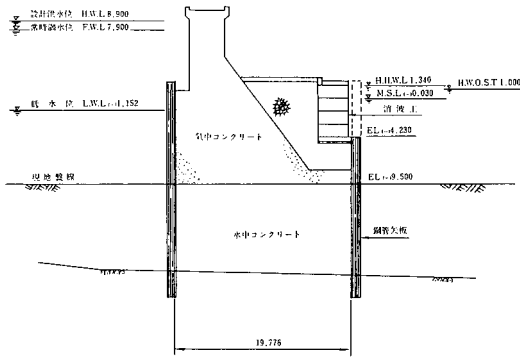


図-2 当初計画堤体標準断面図

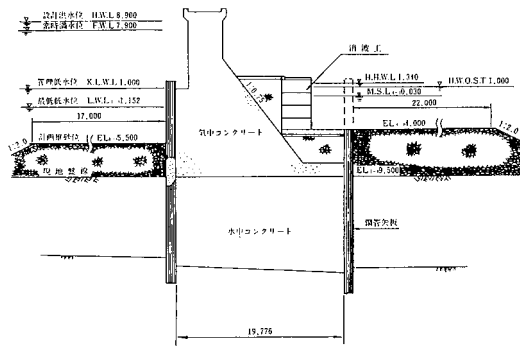


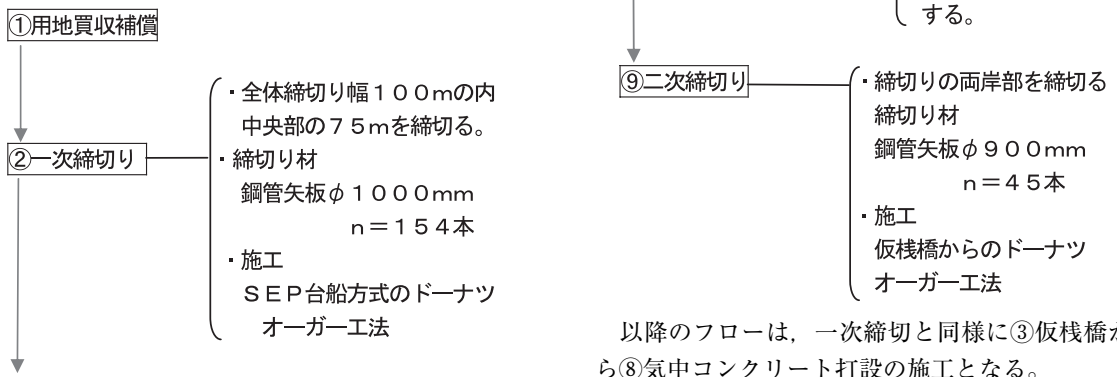
図-3 変更後堤体標準断面図

4. ダムの施工方法

4-1. ダムの施工フロー

まず、ダム の施工方法を簡単にフローに示すと次のとおりである。

ダム施工フロー



以降のフローは、一次締切と同様に③仮栈橋から⑧気中コンクリート打設の施工となる。

4-2. ダムの施工工法

ダムの施工方法を施工順に述べると次のとおりである。

(1)用地買収補償

用地買収としては、ダムの周囲を囲む管理道路用地の買収が殆どで、貯水池内については漁港である為、漁業補償が主である。

尚、締切部については、先に述べたように、公有水面の一部占用許可を取得した。占用期間は、協議成立日から施設の撤去日までとなっている。

(貯水池内は、今も漁港区域である。)

(2)一次締め切り

湾締め切りは、最終的に重力式コンクリート堤により行すが、工事が海中で、しかも、海面より堤体基礎部までが約22mと深い為、鋼管矢板による仮締め切りを行う。仮締め切りは、2回に分けて施工し、全体締め切りの約75mを一次締め切り、水深の浅い両岸部を二次締め切りとした。これは、全断面の締め切りを一度に行えば湾内外の潮流、波浪圧、水位差等による荷重が締め切り鋼管矢板に全て作用することとなることから、これを避けるため、2回に分けて施工した。(写真-4)

尚、二次締め切りは、一次締め切り中央部に除塩暗渠(堤体完成後の貯水池内に残った海水を排除する為の暗渠、 $\phi 1,000\text{mm}$)を施工することにより内外水位差の低減が可能となった後に施工した。



写真-4 鋼管矢板による一次締め切り完了状況

一次締め切りは、鋼管矢板 $\phi 1,000\text{mm}$ 、 $L = 12\text{m} \sim 26\text{m}$ 、 $t = 11\text{mm} \sim 16\text{mm}$ を154本を使用し、鋼管矢板と鋼管矢板は $\phi 216\text{mm}$ の鋼管によるP-P型継手で連結した。また、二次締め切りについては、 $\phi 900$

mm 、 $L = 3\text{m} \sim 12\text{m}$ 、 $t = 9 \sim 10\text{mm}$ の鋼管矢板45本及び、 $\phi 165\text{mm}$ 継手管により締め切りを行った。尚、鋼管矢板は、基礎岩部に3m根入れし、セメントミルクで根固めを行い、継手部については、P-P継手により出来る三室のうち両側の二室にグラウトジャケットを挿入し、粘土モルタルを注入して止水を行った。

鋼管矢板の建て込みの工法選定にあたっては、岩の強度(一軸圧縮強度で 600kgf/cm^2)の他に、現場付近に民家や養殖イケスがあるため、騒音や振動または海水汚染等の環境面での制約を受けることとなる。このため、一次締め切りについては、SEP台船方式のドーナツオーガー工法、二次締め切りについては、陸上からのドーナツオーガー工法を採用した。(図-4)

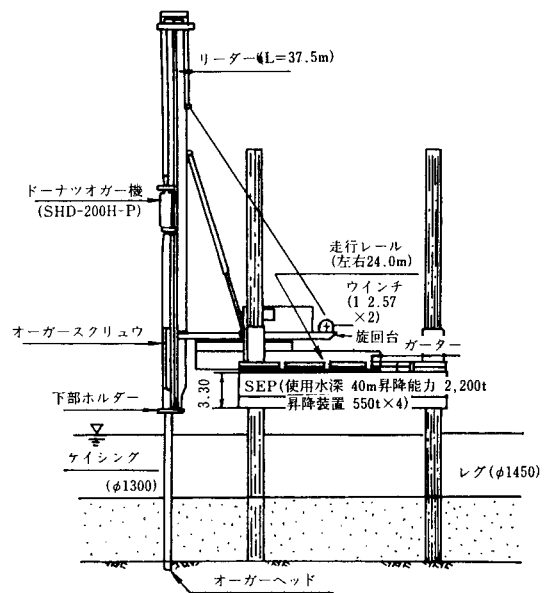


図-4 岩盤削工孔要領図 (SEP台船)

今回の施工にあたって苦勞した点は、写真-4で分かるように作業区域が非常に狭く、施工位置からフェリー発着場まで約60m程度しか離れていない為、工事ヤードの制約を受けた。特に、フェリーの運行が1時間半毎にあるうえに、SEP台船等のアンカーワイヤーがフェリーの航路と重なる為、フェリーの航行に支障を来さないアンカーの設置及び、作業船の選定が必要であった。また、近くに養殖イケスがある為、汚濁防止膜を海底まで張り、海水汚染防止に努めた。

鋼管矢板建て込みの施工手順は、次のとおりである。

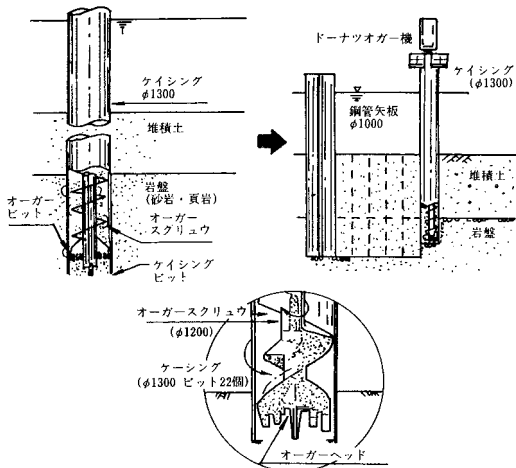
①岩盤削孔

ドーナツオーガー機を鋼管矢板建て込み位置にセットする。(写真-5)



写真-5 ドーナツオーガー機のセット状況

ケーシングを逆転、オーガースクリューを正転させ互いに回転方向の力を打ち消し岩盤を所定の深さまで削孔する。(図-5)



ドーナツオーガー詳細図
図-5 岩盤掘削図

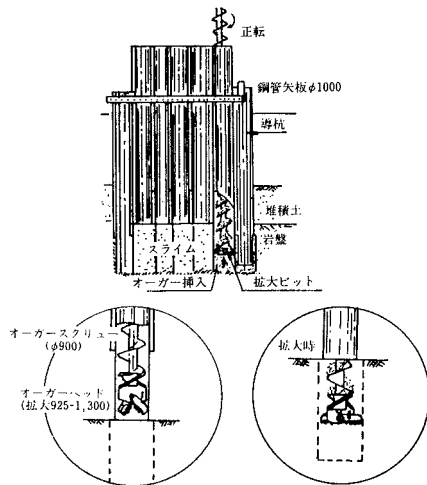
1本分の削孔完了後、ドーナツオーガーを引き抜き次の削孔を行う。削孔は、SEP台船の1シフト分(6本~16本)を連続して行う。

平均削孔速度の実績は、1分当たり約1cmであり、1日当たりの最大削孔は5本、ひどい時は1本の削孔に26時間も費やした。

②中掘工

鋼管矢板建て込みの為に、まず鋼管矢板のずれ防止として導杭を打設し、導杭を取り付け後に鋼管矢板を屏風状に建て込む。但し、鋼管矢板の建て込みは、根固めミルク注入天端で仮止める。

次にオーガーヘッドを拡大ヘッドに取り替え、削孔時に留まったスライム排除目的に岩盤迄中掘を行う(この時、拡大ヘッドは、岩盤挿入時には閉じていて、鋼管矢板下部の土砂抵抗により開く)。(図-6)



ロックオーガー(拡大ヘッド)詳細図
図-6 中掘工図

③根固めミルク注入

削孔底に着岩後、セメントミルクをスクリーロッド先端より圧入しながら正転状態でオーガースクリューを引き抜く。(図-7)中掘からミルク注入まで1本約1時間必要であった。

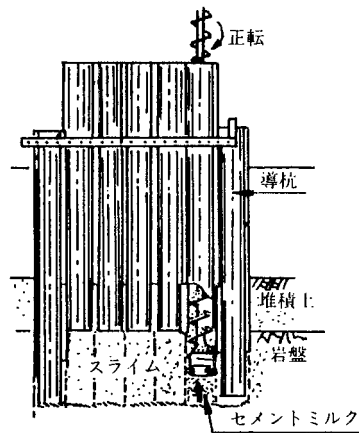


図-7 根固めミルク注入図

④鋼管矢板打ち込み

注入完了後、バイプロハンマーにて鋼管矢板を所定の位置まで打ち上げる。(図-8)

中堀から鋼管矢板打込まで実績では、1日4本が限界であった。

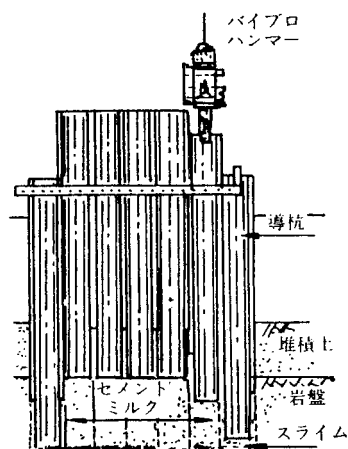


図-8 鋼管矢板打込図

(3)仮栈橋

堤体施工時の運搬道路や作業台として締切り中央よりやや下流側にW=6.0m, L=102mの仮栈橋を設置する。

栈橋杭としては、H型鋼418×417×30を48本使用し、鋼管矢板建て込みと平行してSEP台船からのロックオーガー工法により削孔を行い、H型鋼を建て込む。この後、支保工としてH型鋼を使用して架設し、覆工板を設置し、仮設栈橋の完成である。

ドーナツオーガーとロックオーガーの使い分けについては、岩盤線が傾斜部の場合をドーナツオーガーとし、平坦部をロックオーガーとした。

(4)締切り内の水中掘削

仮栈橋上から締切り内の堆積土及び岩盤掘削を行う。

堆積土についてはクラムシェルを使用し、岩盤掘削については潜土工による人力切り崩しとクラムシェルの併用で施工した。また、基礎部の岩盤清掃については、潜土工によってウォータージェットとエアリフトを使用して底部に沈殿しているスライムの排除及び整形を実施した。(写真-6)

尚、現場においては、堆積土の掘削でも土砂が予想以上に締まっています。

来ない場所もあり、攪乱ポンプにスラッシュジェットを取り付け、バケットの爪が掛かり易いように土砂をほぐしたり、鋼管矢板周辺部については、鋼管に支保工として腹起こし材が設置されていてバケットが届かない為、H型鋼にスラッシュジェットを取り付け、土砂をほぐしたりした。(写真-7, 8) また、岩盤清掃についても水深が20mと深く、潜土工の作業時間に2hr/日の制限があるうえに、光も通らない暗闇での作業であったことから、本工事の中でも施工業者が最も苦勞した作業であった。



写真-6 締め切り内の掘削状況



写真-7 スラッシュジェットと取り付けした攪乱ポンプ (堆積土をほぐす為使用)



写真-8 H型鋼に取り付けたスラッシュジェット
(鋼管際の掘削に使用)

(5)水中コンクリート打設

水中掘削後水中不分離性コンクリートを打設する。

まず、水中不分離性について述べると次のとおりである。

①水中不分離性コンクリートとは！

1979年に西ドイツより日本に導入され、配合設計や施工法の改良または品質改善を経て、現在では従来の水中コンクリートにとって代わるものとなっている。

使用実績は、当時までの10年余りで約100万³に上り、年々その量は急増している。

施工例 関西国際空港の連絡橋 (14万³)
明石海峡大橋 (50万³)

②水中不分離性コンクリートの特徴

- 1) 流動性に富み、かつ水中で分離しない。
- 2) 施工での締固作業がない。

③水中不分離性コンクリートの配合

配合については、次の表のとおりである。

表-2 コンクリート配合表

Gmax (cm)	スランプ フロー (cm)	空気量 (%)	W / C (%)	S/A (%)	単位量 (kg/m ³)						
					水 ※ W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	不分離 剤 (前)	流動化 剤 (Ad)	
20	50 ±5	3.0 ±1	59.5	42	210	353	697	986	2.1	5.3	

※流動化剤を含む単位水量

水中不分離性コンクリートの配合

スランプフロー：スランプコーンを引き上げてから5分後のコンクリートの広がりの測定値 (写真-9)

不 分 離 剤：セメントと骨材の分離を防止する混和剤

流 動 化 剤：コンクリートに粘性を与える混和剤



写真-9 スランプフロー測定状況

④コンクリートの練り混ぜ時間

練り混ぜ時間等については、水中不分離性コンクリート・マニュアル (1990年発行、特殊水中コンクリートマニュアル改訂版) を参考にして試験練りを実施し、練り混ぜ時間については150秒とした。

⑤水中コンクリートの打設計画

水中コンクリートの打設範囲は、岩盤掘削線 (EL-21m) から海底面 (EL-9.5m) までとした。水中コンクリートの打設については、マニュアル等では打ち継目なしの1リフト施工が好ましいとなっているが、当ダムの場合、打設量が14,200³と大量なうえに作業ヤードの制約により2.0³級以下のミキサー船しか使用出来なかった為、1リフト施工は不可能であった。

このため、当ダムの打設計画は次のとおりである。

まず、現場周辺に集落がある為、住民に対する夜間の騒音問題を考慮し最大打設時間を12時間に設定し、試験練りにより決定した練り混ぜ時間150秒から下記の式より1日の最大打設量を約500³とした。

$$Q = \frac{60 \times q}{t} \times n \times H \times 60$$

$$= 518.4 \text{ m}^3 / \text{日}$$

(Q = : 日打設量 (m³/日)
 q = : ミキサーの容量 (2.0m³)
 t = : 1バッチの練り混ぜ時間 (150秒)
 n = : 実作業時間率 (0.9)
 H = : 1日の打設時間 (12hr)

次に、この1日当たり打設可能量で施工可能なブロック分け、リフト高を検討し、さらに、各ケースにおける温度ひび割れの解析を行った。温度ひび割れの解析については、コンクリート標準示方書により温度ひび割れ指数が1.2以上（ひび割れ発生率20%以下）を目標にした。

以上の検討結果、当ダムのリフト計画については、締切内（75m）を4ブロックに分け、1リフト高を1.1m（L≒20m、W=20m、H=1.1m）とした。また、1リフト打設後、次のリフト打設する時期については、5日間の期間を置くこととした。（図-9）

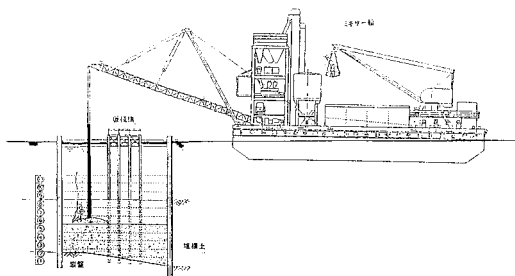


図-9 水中コンクリート打設要領図

⑥水中コンクリート打設

打設要領は下記のとおりである。

1) 締切り内のブロック分け

締切り内を4ブロックに仕切る。仕切りには、H型鋼により作製した枠にエキスパンドメタル（12mm×30.5mm）を取り付けた型枠を使用した。エキスパンドメタルを使用した理由については、骨材がはみ出さず、なおかつ、縦継目がかみあうようにする為である。この型枠を上流、栈橋下、下流の3枚を1面とし、水中溶接を行って設置し、締切り内を約20m×20mのブロック4つに分けた。（写真-10）



写真-10 型枠の水中溶接状況

2) 打設用鋼管の設置

ブロックの仕切り後、1ブロック内にトレミー管（打設用鋼管）を4ヶ所設置する。

3) コンクリートの製造及び打設

コンクリートの製造及び打設はコンクリートミキサー船2.0m³級（機種選定は、作業ヤードの制限による）を使用し、ミキサー船に装備してあるブームを先に設置したトレミー管に連結させポンプ圧送により打設を行う。（写真-11）



写真-11 水中コンクリート打設状況

打設は、コンクリートが分離しない様に最初はトレミー管の出口を基礎岩盤から30cm以内に設置して打設し、その後は、トレミー管をコンクリートに10cm程度挿入した状態でトレミー管を上昇させながら行う。この作業をトレミー管の本数分繰り返す。

尚、通常のコンクリート打設で行う締固については必要としない。（写真-12、13）



写真-12 水中コンクリートの流動状況

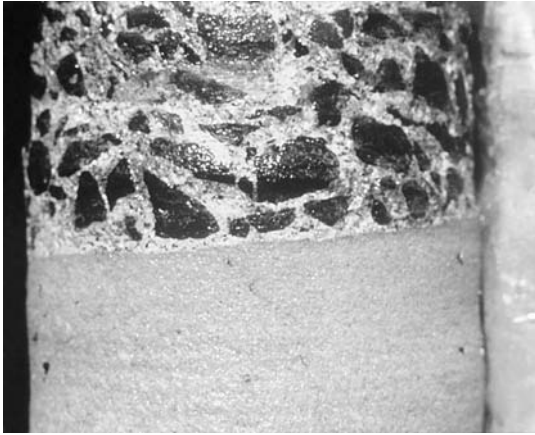


写真-13 水中コンクリートの岩着状況

4) 打設面処理

打設面の処理は、まず、潜水夫によりワイヤブラシでコンクリート表面をこすり取り、岩盤清掃と同様にエアリフトで吸い上げることにより処理を行った。(写真-14)

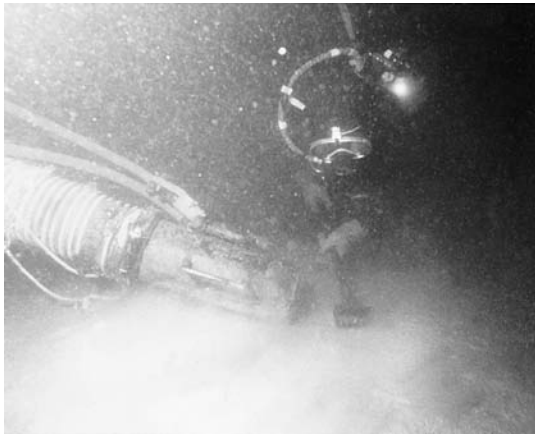


写真-14 潜水士による水中打設面処理状況

(6) 締切り内のドライアップ

水中コンクリート打設後、水中ポンプにより締切り内の海水を排出し、締切り内をドライにする。ここで、一気に締切り内の水位を下げると内外水位差により鋼管矢板にたわみが生じてしまう為、締切り内の海水位を下げながら締切り内のEL-3.5mにH型鋼を使用し2段目の支保工を設置する。

これにより内外水位差による鋼管矢板のたわみを減少させて締切り内のドライ化を図った。

鋼管矢板による止水状況については、鋼管矢板による止水がこれ以降の工事の絶対条件となり

“止水の成功なくして工事の成功なし”と言える工程でもあり心配したが、水位差が10mあるにもかかわらず継手部からの漏水はしみ出す程度であり、ほぼ完璧な施工であったと評価している。(写真-15, 図-10)

尚、支保工として使用したH型鋼については、この後施工する気中コンクリート打設を行いながら撤去する。



写真-15 ドライアップ直後の締め切り内状況
(鋼管矢板によりほぼ完璧な止水状況)

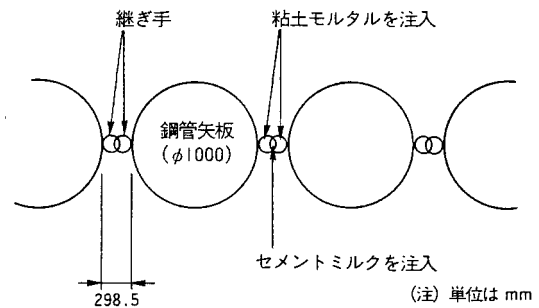


図-10 鋼管矢板継ぎ手部詳細図

(7) グラウト工

締切り内のドライアップ後、コンソリデーショングラウトを5m格子状に1ステージ(5m)施工し、その後カーテングラウトを施工した。

改良目標値については、コンソリデーショングラウトを10ルジオン、カーテングラウトを2ルジオンとした。カーテングラウトの改良目標値については、ダム完成後の漏水量の把握が困難であること、海水面より貯水位が下がった時の海水浸透防止を考慮し決定した。

また、グラウト施工についても当ダムは、通常の施工と異なった点を有している。それは、施工位置が海面下10mである為、施工中は海水による揚圧力が常時作用する点である。この為、万一グラウトによって堤体を大きく変位させると堤体と基礎部が分離という事態を招くこととなるので、注入圧と注入速度の決定にあたっては慎重に検討を行った。(写真-16)



写真-16 海面下10mでのグラウト状況

検討にあたっては、変位を与えない適正注入圧力策定の為、岩盤変位計を設置し、堤体の浮き上がり(変位量0.2mmで規制)を監視しながら試験グラウトを施工した。その後、変位と要因についての相関をとり、適正注入圧力の適正化を試みたが相関は総じて低く、場所のよるバラツキも大きかった。

変位を生じさせる原因は、一般に高い注入圧力と考えられているが、結果として、当ダムの場合、必ずしも決定的な要因ではなかった為、データ解析から、当ダムの適正な注入仕様の策定は困難であった。

しかし、変位の頻繁な発生を防ぐ為に、少なくともダムの安全性のうえからも然るべき注入仕様を定める必要があった為、当ダムでは最終的には、一般に変位を生じさせ難いとされている低圧グラウトと低速度注入を採用した。

注入圧力については工事発注当初、上位ステージより順に $3\text{kgf/cm}^2 \rightarrow 5\text{kgf/cm}^2 \rightarrow 10\text{kgf/cm}^2 \rightarrow$ 以下同じとしていたが、試験グラウトの結果、ルジオン値がシングル値にも係わらず、m当たりの注入量が100kgを越えるステージが多く見られた。

これは、注入圧力が高いことが原因と考えられ、また、この大量注入量は変位も生じさせていることから当ダムでは、3ステージ以降の注入圧力について 10kgf/cm^2 から 7kgf/cm^2 への減圧を行った。さらに、注入速度についても 20% 分の最大注入速度を採用していたが、一般に構造物周辺の注入に採用させることが多い 10% 分に低減して施工した。

心配した岩着面の分離については、チェックボーリング等で確認した結果、特に問題はなかった。

(8) 気中コンクリート打設

グラウト完了後、左岸部に設置したバッチャープラントにより通常のダム用コンクリートを製造し、仮栈橋上を台車で運搬してクローラクレーンにより気中コンクリートを打設した。

尚、水中コンクリートはミキサ船、気中コンクリートはバッチャープラントで打設したが、一見不経済と考えられるが、水中コンクリートは粘性が強く、通常のバッチャープラントでは練り混ぜに難があることと、圧送距離が100m以上になり水中コンクリートの品質に問題を生じることからバッチャープラントによる水中コンクリートの打設は行わないこととした。

また、気中コンクリート打設の際は、当ダムの特徴の1つである除塩作業と二次締切り後の仮排水路の役目を果たすこととなる除塩施設の設置を行うこととなる。

ここでは、除塩施設について簡単に説明する。

除塩施設は、貯水池内に残留している海水を堤外に排除する施設であり、“鷹島海中ダムの心臓”に値する施設である。当施設は、堤体中のEL-5.5mに位置し、 $\phi 1,000\text{mm}$ のダクタイル鋳鉄管を上下流に横断させ、貯水池側にローラーゲート、海側に逆流防止用のフラップゲート、中間部に流量調節用のバタフライ弁を設置し、貯水池側の水位が海水位より高い場合は海水を貯水池外に排水し、海水位が貯水位より高くなった場合は逆流防止用のフラップゲートにより海水の侵入を防ぐ施設である。

(9) 二次締切り

一次締切り内の気中コンクリート打設に合わせ両岸部の二次締切りを行う。二次締切りは、先に設置した仮栈橋からの陸上施工であり、作業工程は海上施工と陸上施工の違いのみで一次締切り時

と同施工である。

但し、二次締切りについては、水深が一次締切り部に比べて浅い為、鋼管矢板φ900mm、t=9mm～10mmを使用した。

二次締切り後、カバーコンクリート打設後、グラウトの施工を実施しながら一次締切りと合わせて気中コンクリートの打設を行った。

5. 貯水池内の淡水化

ダム完成直後は、貯水池内の水は海水であるため、海水を排除しなければ目的であるかんがい用水として使用出来ない。この為、海水を貯水池外へ押し出す作業が必要であり、この作業を淡水化と呼んでいる。

淡水化について説明する。

雨水の流入により、貯水池内の海水の塩分濃度は希釈される。しかし、海水と淡水には当然ながら比重差があり、塩分濃度が高い海水ほど貯水池の底部に分布する。貯留している海水を流入水と潮の干満により発生する内外水位差を利用して堤体内部のEL-5.5mに設置した除塩暗渠と逆流防止用のフラップ弁を通して海側に押し出す。この流入水による海水の“希釈”と“押し出し”を繰り返すことにより貯水池内の水質を淡水化させる。

参考までに塩分濃度について述べると海水の塩分濃度が約3万5千ppmであるのに対し工事完了直後には200～300ppmとなった。これは、作物に影響がない塩分濃度として計画時に設定した500ppmを下回っており淡水化は成功したと言える。

尚、淡水化についてはポンプによる海水の強制排水の方法も考えられるが、ダムの安定計算上、貯水池内の水位をEL-5.5mまで低下させるとダムの下流側に引っ張り応力が発生する為、ダムの安全性の確保から実施出来ない。

6. あとがき

以上、鷹島ダムは述べてきた設計施工のとおり施工し、ダム本体の工事を平成6年3月に竣工した。

また、平成6年の渇水年には、九州各県でかんがい応急対策が実施されたが、鷹島町においては、本鷹島ダムが有効活用された。その時の地元関係者からの「ダムを造っていて良かった」との言葉に、一担当者として「やりがい」を感じたことを

思い出す。

最後に、今後も鷹島ダムが地域農業の振興に寄与することを切望し、今回の紹介を終わる。



写真-17

地元小学生を対象に事業PRを兼ねて行った思い出の石（骨材に思いの事を書いて最終リフトに埋めた）

地下ダムを利用したかんがい農業の効果について

— 国営宮古地区の概要と事業効果 —

仲 間 雄 一* 古 木 信 也**
(Yuichi NAKAMA) (Shinya HURUKI)

目 次

1. はじめに	98	4. その他の波及効果	101
2. 宮古地区の事業概要	98	5. おわりに	102
3. 営農の変化	99		

1. はじめに

宮古地区は沖縄本島の南西約300kmに位置する宮古諸島の宮古島及び来間島に広がる8,400haの沖縄県最大の畑作地帯であり、平坦な地形を利用してさとうきびを中心とした農業が営まれてきた。しかしながら、島尻マージと呼ばれる薄い表土の下に透水性の良い琉球石灰岩が分布していることから、蒸発散を除くと降雨の大半は地下浸透して海へ流出するため、地表流出はほとんどなく河川は存在しない。そのため、農業用水の開発が困難であり、かんがい施設が皆無に近い状態であったため、恒常的な干ばつに苦しめられてきた。

このような、琉球石灰岩地域における水源開発方法として、地下に築造する堤体によって地下水をせき止め、貯留水を利用する地下ダムが計画され、世界で初めての大規模な地下ダムの建設による国営事業「宮古地区」が昭和62年に着工された。(地下ダム2カ所の建設は農用地整備公団に継承)

「宮古地区」は平成12年度に完了し、関連事業による畑地かんがい施設整備も進み、かんがい用水の利用による新たな営農が展開されている。

ここでは、新しい水源開発の手法として建設された地下ダムによる宮古農業の変化や社会的な波及効果について紹介する。

2. 宮古地区の事業概要

「宮古地区」の事業計画では宮古島と来間島の農地約8,400haに対し、干ばつ被害を低減することにより、さとうきびの生産性を向上させるとともに露地野菜等の高収益作物を導入し、農家経営の安定を図ることを目的としている。そのため、既設の皆福地下ダム及び仲原流域の地下水並びに農用地整備公団（現緑資源機構）で新設する砂川地下ダム・福里地下ダムを利用することにより、「宮古地区」で必要な農業用水約24,000千m³を確保することとした。(表-1、図-1参照)

表-1 宮古地区事業概要

受益面積・農家		受益面積：8,400ha，受益農家：5,685人	備 考
主要作物		さとうきび，飼料作物，葉たばこ，かぼちゃ，すいか，桑	
事 業 主 体	国 営	皆福地下ダム(既設) H=16.5 m，L=500 m，有効貯水量 V=400 千m ³ 仲原取水施設 一式 用水路 135 km 加圧機場 2カ所 水管理施設 一式	工期 昭和62年度 ～ 平成12年度
	公団営	砂川地下ダム(新設) H=50.0 m，L=1,677 m，有効貯水量 V=6,800 千m ³ 福里地下ダム(新設) H=27.0 m，L=1,790 m，有効貯水量 V=7,600 千m ³	工期 平成元年度 ～ 平成12年度
	県営・団体営	畑地かんがい施設 8,400ha，ほ場整備 3,140ha	

*沖縄総合事務局土地改良総合事務所 (Tel. 0980-75-6100)

**沖縄総合事務局土地改良総合事務所宮古支所
(Tel. 098-856-6868)

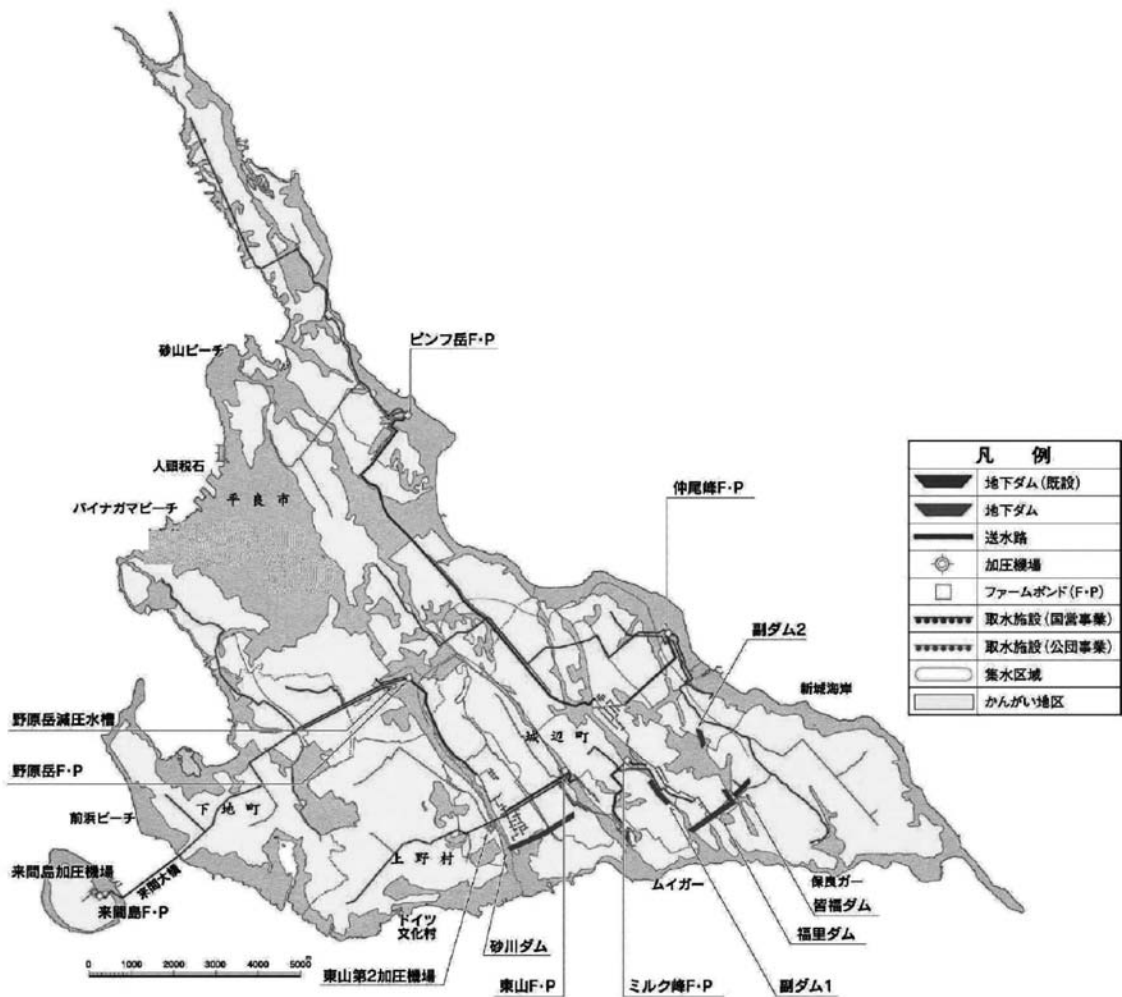


図-1 宮古地区計画平面図

3. 営農の変化

宮古地区においては平成5年に一部供用によりかん水が開始され、地下ダムを利用した水利用農業の進展とともに、さとうきびの春植えの増、飼料作物の作付けが増加するなど作付け体系が変化し、当初計画されていなかった施設野菜（ゴーヤー）・施設果樹（マンゴー）などの高品質、高収益作物の導入もみられている。

(1) かんがいによる生産性の向上と新規作物の導入

早くからかんがい施設が整備された地域の農地約746haを対象とした営農状況の一筆調査（平成17年12月）を行ったところ、さとうきびの作付け面積は全体の60%、露地野菜や施設野菜、施設果樹などの高収入作物は11%となっており、さとう

きび以外の高収入作物の導入が進んでいることがうかがえる。

事業実施前の宮古地区全体の土地利用と比較するとさとうきびが81%から60%に減少し、葉たばこ、飼料作物、施設野菜と施設果樹が増加しつつある。さとうきびの栽培面積は減少傾向にあるが、現在でも宮古地域における基幹的作物であり、沖縄県全体の37%の産出額を占めている。（図-2、表-2 参照）

野菜・果樹の主な生産品目及び最近伸びつつある品目を以下に示す。また、営農意欲の高い農家の中には、アスパラガスやささげ（豆類）、ハーブなどといった新しい作物に取り組んでいる事例も見られる。

これらの、作物栽培が盛んになった背景には地

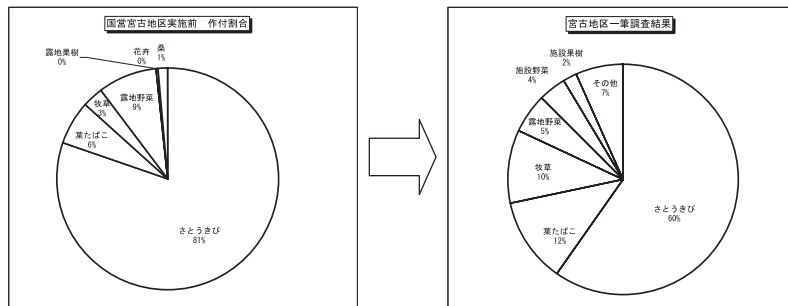


図-2 作付の推移

表-2 作物名

区分	作物名	備考
露地野菜	かぼちや, たまねぎ, 甘藷	
露地果樹	ドラゴンフルーツ, パパイヤ, パッションフルーツ	
施設野菜	にがうり, とうがん, ピーマン, さやいんげん	
施設果樹	マンゴー, パパイヤ	

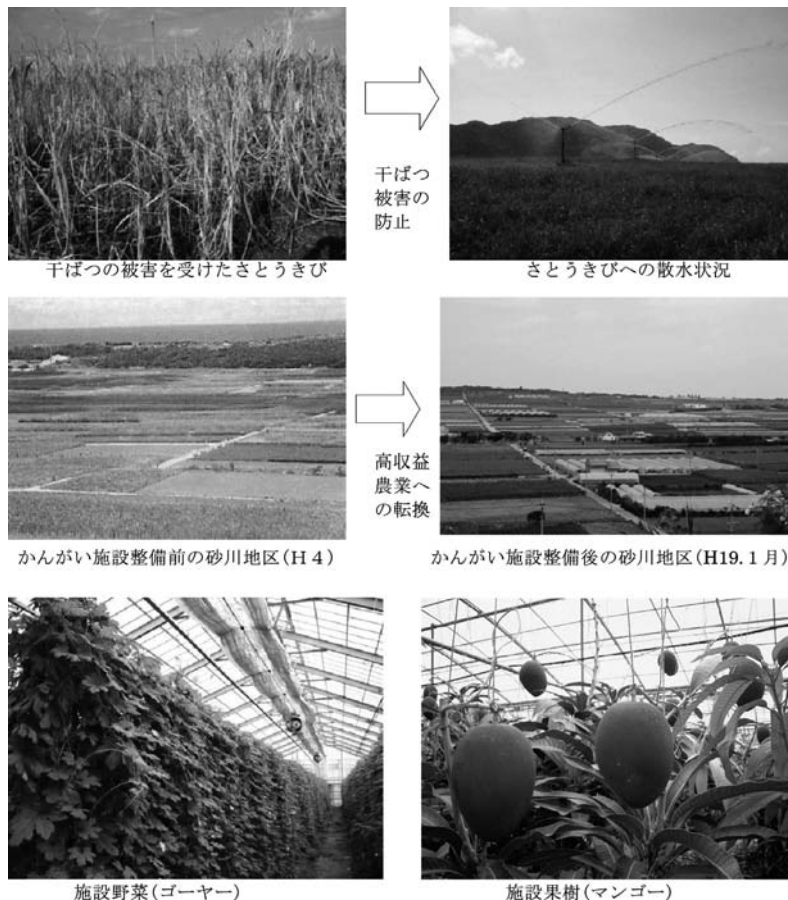


写真-1 営農状況

下ダムによるかんがい用水の確保に加えて、沖縄県の特定病害虫であったウリミバエとミカンコミバエの根絶によって、果樹・野菜類の県外出荷が

可能になったこととジェット機の就航による航空輸送網の整備も大きな役割を果たしている。(写真-1参照)

表-3 耕地面積、農業産出額の推移

		S 6 0	H 2	H 7	H 1 2	H 1 7	備 考
耕地面積 ha	受益地	9,040	9,284	9,314	9,402	9,165	H17/S60=1.01
	沖縄県	46,171	46,996	44,830	41,442	39,327	H17/S60=0.85
農業産出額 (1,000 万円)	受益地	1,253	1,046	1,141	1,077	1,207	H17/S60=0.96
	沖縄県	11,583	10,678	10,215	9,020	9,050	H17/S60=0.78
認定農業者数	受益地				184	299	H17/H12=1.63
	沖縄県				1,242	1,733	H17/H12=1.40

出展：沖縄農林水産統計年報

(2)農地及び農業生産の推移

耕地面積は開墾等により、昭和60年の9,040haから平成17年には9,165haへと増加している。農業産出額は農産物の価格低下もあってほぼ横ばいとなっているが、一戸あたりの産出額は約4割増加している。将来の地域農業の核となる認定農業者数も順調に増加しており、平成12年からの5年間でおよそ1.6倍となった。(表-3参照)

4. その他の波及効果

前述した、かんがいによる生産性の向上、新規作物の導入といった直接的な作物の生産効果に加え、農業以外の多面的機能にかかる効果については、アンケート調査等によると以下のようなものが挙げられる。

(1)スプリンクラーかんがいによる塩害の軽減

台風後に作物に付着している塩分を洗い落とすためのスプリンクラーによるかんがいが可能となり、塩害の軽減が図られた。農家へのアンケート調査によると、回答者の90%が「塩害が少なくなったと思う」と評価している。

(2)地域住民の安心感醸成

地下ダムに貯留している農業用水は、火災等の緊急時の水源として農業以外にも利用可能であり、不測の事態に対応する水源として、地域住民に対して安心感を醸成している。

アンケート調査においても、回答農家の96%、非農家の91%が「緊急時の水利用が可能となり安心感が増した」と評価している。

(3)地下水、地域環境に対する保全意識の醸成

従来から宮古島は生活用水を地下水に依存しているが、地下ダムの建設に伴う農業使用に際し、農家及び地域住民に対しより一層、地下水保全の意識を醸成している。

また、地元の宮古農林高校の環境班の生徒による地下水保全の研究成果が評価され、平成16年8月に「水のノーベル賞」と言われる「ストックホ

ルム・ジュニア・ウォーター・プライズ（青少年水大賞）」を受賞した。

アンケート調査においても、農家・非農家の80%とも「地下水、環境に対する保全意識が高まった」と評価している。

(4)地下ダムによる学習の場の提供

宮古地域の小中学校の副読本に掲載されるなど、地下ダムが地域の子供達の学習材料の一つとなっている。また、地下ダム資料館、水位水質監視施設等が子供達の学習の場として利用され、ファームポンド等かんがい施設は清掃体験の場として活用されている。(写真-2, 3参照)



写真-2 地下ダム資料館



写真-3 水位水質監視施設

(5)人口の動向（過疎対策）

宮古島の宮古地区（旧平良市，旧城辺町，旧下地町，旧上野村）の人口は，昭和60年（事業実施前）の49,500人から平成17年は47,150人とおよそ5%減少しているが，宮古地区の事業開始以降の平成2年からほぼ横ばいとなっている。離島にあって過疎化の進行に歯止めがかかっているのは，国営・公団営の大規模な事業実施と水利用農業の進展による農業の振興も少なからず寄与しているものと思われる。

(6)観光産業との連携によるイメージアップ

近年の沖縄ブームもあって，宮古島を訪れる観光客も年々増加している。（平成17年で約40万人）これらの観光客に消費されるマンゴーなどの果樹類や加工品等の特産品の生産により，宮古観光のイメージが高まり，観光産業との連携による相乗的な効果が発生する。

また，地下ダム資料館（平成17年9月開館），水位水質監視施設は宮古島の観光施設として観光マップ等にも掲載されており，一般観光客に対して地下ダムの機能や効果に対するPRにも大きく貢献している。

5. おわりに

地下ダムはその歴史は浅いものの，農業用水の確保が困難な琉球石灰岩地域での新たな水源開発の手法として開発され，現在南西諸島の各地域で建設又は調査が行われており，農業用水の確保に対する農家の期待を担っている。

宮古地区は地下ダムを水源とする最初の国営事業として平成12年度に完了し，地下ダムを利用したかんがい農業の進展により，さとうきびの生産性の向上，肉用牛の振興による飼料作物の増産，施設果樹や施設野菜という新たな高収益作物の導入といった発展的な農業が営まれてきている。さらに地下ダムは農業面での利用にとどまらず，地域の貴重な資源として，地下水・地域環境への保全意識の啓発，学習の場の提供といった役目を果たすとともに，観光施設などとして多面的に活用されている。

現在，地下ダムの建設が行われている地域の多くは離島であり，地理的には農業を営む上で不利な条件を抱えている。本地区のように，地下ダムの建設を契機に地域の特色を生かした農業が発展するとともに，地域全体の活性化につながることを

を期待したい。

邑知平野の南北を結ぶ「邑知潟大橋」について

坂 本 義 浩* 高 阪 快 児**
(Yoshihiro SAKAMOTO) (Kaiji KOUSAKA)

目 次

1. はじめに	103	5. 施工における配慮事項	108
2. 橋梁形式の選定	104	6. 能登半島地震の影響	110
3. 橋脚形状の検討	105	7. 終わりに	111
4. 橋脚基礎の検討	106		

1. はじめに

邑知潟は、能登半島の七尾湾より羽咋市に至る帯状の平坦地で「邑知地溝帯」と呼ばれ、石動山断層と二つの平行した断層によって落ち込んだ凹地帯の西端に所在する、水深の浅い、皿状の湖(面積82ha)である。邑知潟周辺では江戸時代初期より埋立てが実施されており、近年では、昭和23年から昭和43年度にかけて大規模な干拓事業が実施され、374haを干拓して306haの農地造成と、羽咋川をはじめとする河川改修9,750mが実施された。

今日では、邑知潟周辺は農業生産基盤が整備され、石川県下でも有数の水田地帯となっており、まさに先人の努力の賜物といえる。

近年は、生産された農産物の輸送経路の整備が課題となっており、特に邑知潟を横断する橋梁の完成は、農産物流通の要として地元の悲願であった。そこで、高生産性農業の確立を図るとともに、農産物流通の合理化を図り、本区域農業の活性化に資することを目的として、緑資源機構による羽咋区域農用地総合整備事業を平成8～15年度に実施し、区画整理、暗渠排水、農業用道路の整備を行った。

この邑知潟を横断する「邑知潟大橋」を含む農業用道路は、石川県羽咋市円井町地先を起点に石川県羽咋郡志賀町米浜地先までの11.1kmを施工するもので、その主要構造物として邑知潟大橋(橋長L=580m)、福野潟大橋(橋長L=47.9m)、眉丈第1トンネル(延長L=225m)及び眉丈第2トン



図-1 位置図

ネル(延長L=540m)がある(図-1)。

本事業の主要構造物の中でも邑知潟大橋は、農産物流通上の要となる橋である(写真-1)。架橋位置は邑知潟干拓地内の軟弱地盤地帯である上に、延長580mと公団時代を含めても当機構事業のなかで最長の橋である。また、邑知潟とその周辺は白鳥等の野鳥の飛来地であることから、周辺自然環境及び景観に配慮した設計、施工が求められた。



写真-1 邑知潟大橋全景

* (独) 緑資源機構九州整備局農用地業務課
(Tel. 092-433-1426)

** (独) 緑資源機構本部計画評価部計画課
(Tel. 044-543-2511)

本報告は、このような条件下で建設された邑知潟大橋の設計から完成に至るまでをとりまとめたものである。

2. 橋梁形式の選定

邑知潟大橋の技術的課題は、延長580mの長大橋であること、架設位置が邑知潟干拓地内の軟弱地盤地帯であること等であった。さらに邑知潟が白鳥等の野鳥の飛来地であることから、自然環境および景観に配慮した設計、施工が求められていた。

このような解決すべき多様な課題に対し、専門的な立場から総合的、具体的に検討を加え、指導並びに助言を行い、もって業務の推進を図ることを目的として、高度な専門的知識及び経験を有する学識経験者からなる「邑知潟橋梁技術検討委員会（以下「委員会」という。）が発足した。

委員会の主な検討項目は、次のとおりである。

- ①調査・設計方針に関すること
- ②橋梁実施（構想、基本、詳細）設計に関すること
- ③橋梁の施工方法に関すること
- ④景観及び周辺自然環境に関すること

委員会は、平成8年3月に発足後、平成13年12月までに8回開催された。

構想設計段階（平成8年度委員会に提出）において橋梁形式として、長大橋（構想設計時橋長510m）であること、景観性（ランドマーク性）等を考慮して、次の3案が提案された。

- ①4径間連続PC箱桁橋
- ②ニールセン橋+PC・Tラーメン橋
- ③2径間PC斜張橋・Tラーメン橋

委員会では、構想設計案に対して、次のような検討がなされた。

- ・ 邑知潟の白鳥は20～30m程度の高さで飛行を行うため、高い構造物は避ける必要がある。
- ・ 橋の上流側に高圧線が通っていることから、下流側に白鳥の離水に必要な助走距離（100m～200m）が確保できる白鳥の飛翔スペースが必要である。
- ・ 道路照明、車両照明が白鳥のねぐらを照らさないようにする工夫が必要。
- ・ 景観的には、橋脚で水面を分断するような径間割ではなく、真ん中の空間が抜けた径間割がゆったりとして良い。
- ・ 邑知潟周辺を「白鳥の里」としており、しなや

かさ、薄さ、明るさを備えた橋梁形式が望まれ、機能面、景観の両面から検討し、風景、景観が現況より良くなるデザインで地域のシンボルとしてふさわしい橋梁形式が望ましい。

そこで、邑知潟を横断する箇所を主径間部（橋長350m）、主径間部両側の陸上部をアプローチ部として別々に橋梁形式を選定することにし、アプローチ部の橋梁形式は、主径間部橋梁形式と整合を図り選定を行うものとした。主径間部の橋梁形式選定条件を整理すると次のようになる。

- ①橋梁高さ抑制から、上路形式の桁橋を原則とし、多径間橋梁は連続形式とする。
- ②海岸線からの距離が4kmと近く、寒冷地であることを考慮してコンクリート橋を原則とする。
- ③架橋地点の地質条件が良くないことより、固定支保工の採用が困難なため、片持ち架設工法を原則とする。
- ④耐震性向上の面からラーメン橋化が望まれるが、橋脚高さがラーメン橋としての限界高さ以下となり構造的に成り立たないこと、及び軟弱地盤であることから連続橋形式とする。
- ⑤PC有ヒンジラーメン橋は、過去の実績としては多いが、耐震性及びヒンジ部の「おがみ」等の問題により最近での計画例が非常に少なくなっている。よって比較対象外とする。
- ⑥架橋地点周辺が「白鳥の里」に指定されており、周辺の田園風景にマッチした景観を考慮した橋梁形式とする。

検討の結果、一次選定として堤防部を橋梁で横断させるには最小支間長55mが必要なことと、PC片持ち架設の施工性を考慮して以下の3案が提案された（表-1）。

表-1 径間数検討

形式	模式図
3径間案	
4径間案	
5径間案	

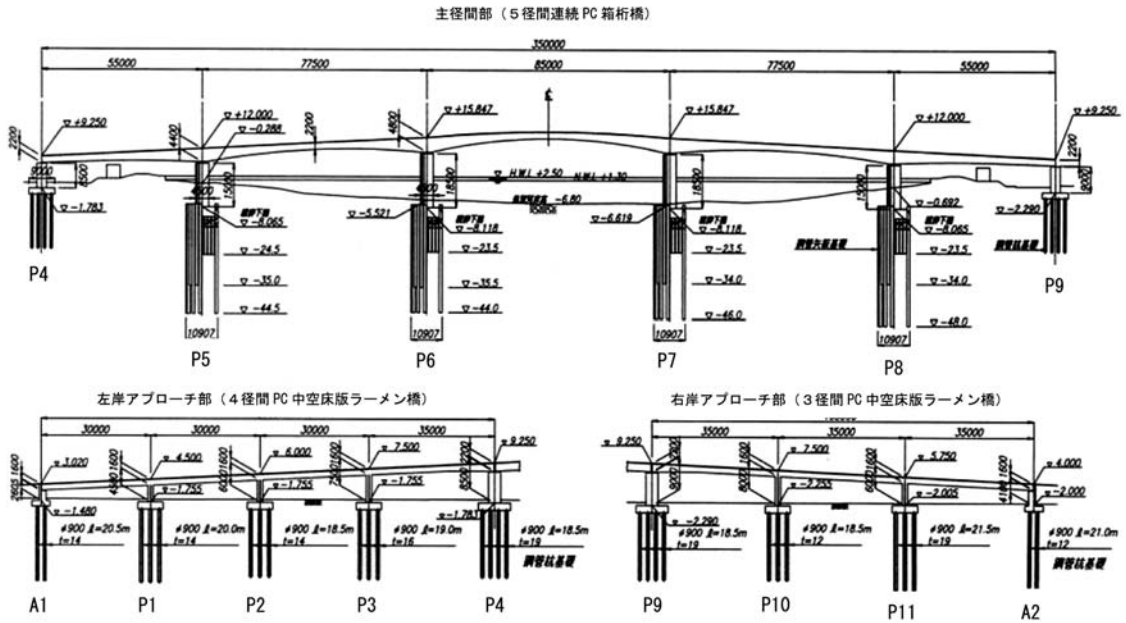


図-2 邑知潟大橋一般図

- ・ 3径間連続PC箱桁橋案 (95m + 160m + 95m)
- ・ 4径間連続PC箱桁橋案 (65m + 2@110m + 65m)
- ・ 5径間連続PC箱桁橋案 (55m + 3@80m + 55m)

一次選定された3案について、経済性、施工性、景観性に優れた5径間連続PC箱桁橋を主径間部橋梁形式として二次選定し、さらに、構造的、施工性、経済性に大きく影響を与えない範囲で、桁下と水面との空間の景観性を考慮した径間割の補足検討を行った。

- ① 55.0m + 80.0m + 80.0m + 80.0m + 55.0m
- ② 55.0m + 77.5m + 85.0m + 77.5m + 55.0m
- ③ 55.0m + 75.0m + 90.0m + 75.0m + 55.0m

径間割の補足検討の結果、潟の水面を分断せず、中央景観を広く開けた橋脚配置とし、径間を中央から両端に向かって徐々に狭くすることによりリズム感が発生することから、② 55.0m + 77.5m + 85.0m + 77.5m + 55.0mのスパン案を最終案として決定した(図-2)。

3. 橋脚形状の検討

橋梁における橋脚工は、桁下空間を遮断する形で配置されることにより、その形状(断面、規模、陰影等)は景観性に重要な要素となる。

本橋での橋脚断面は、潟内の水面部においては水理的な要求より小判形(河川構造令による規

定)、陸上部は構造上から矩形断面となり、全ての橋脚断面を小判形状とする必然性がない。

しかし、景観的な視点から見れば、橋梁全景の陰影で形状の差による不連続感が生じる。よって、水面部と陸上部の機能性・構造的の違いを明確にするために、水面部を小判形断面、陸上部を矩形断面とし、全体の陰影の整合を図るために陸上部橋脚矩形断面にスリットを設けることが委員より提案された(図-3、写真-2)。

なお、このスリットには、排水の竖引管を配置し、排水管を橋梁内部に収めたという修景効果を図ることとした。

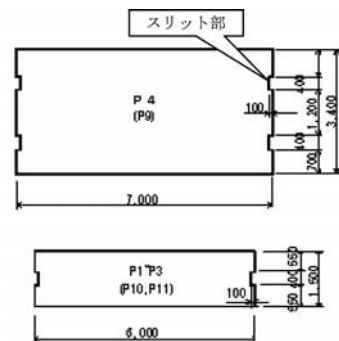


図-3 橋脚断面図



写真-2 橋脚部スリット

4. 橋脚基礎の検討

本橋梁の実設計条件は下記のとおりとなった。設計において検討した主な事項について以下に示す(図-4)。

- ・ 橋梁位置：石川県羽咋市
- ・ 橋名：邑知潟大橋
- ・ 橋長：L = 580.0m
(左岸アプローチ橋L = 125.0m, 主径間部 L = 350.0m, 右岸アプローチ橋L = 105.0m)

・ 上部工形式：

左岸アプローチ橋

4径間PC中空床版ラーメン橋

主径間部

5径間連続PC箱桁橋

右岸アプローチ橋

3径間PC中空床版ラーメン橋

・ 支間割：

左岸アプローチ橋 3@30.0m + 35.0m

主径間部 55.0m + 77.5m + 85.0m + 77.5m + 55.0m

右岸アプローチ橋 3@35.0m

・ 道路区分：第3種・第3級

・ 設計速度：V = 50km/hr

・ 活荷重：B活荷重

・ 計画交通量：

2,955台/日 (内大型車両1日1方向 108台)

A交通 (Ⅲ交通)

・ 平面線形：

側径間部に A = 80.0m, R = 160.0mのクロソイド曲線区間有り。

・ 縦断勾配：i = 5.0%凸型

・ 斜角：90°

・ 特殊荷重：雪荷重 (980.6N/m²)

・ 添架物：980.6N/mを考慮 (主径間部のみ)

北陸電力 FRP φ 125 × 2条 (89.2N/m/条)

FRP φ 100 × 1条 (29.4N/m/条)

・ 照明：コンクリート壁高欄内埋込み方式

・ 下部工形式：

橋台逆T式橋台 2基

橋脚小判形壁式橋脚 (渦内橋脚) 4基

壁式橋脚 (かけ違い橋脚) 2基

壁式ラーメン橋脚 (アプローチ部) 5基

・ 基礎工形式：

鋼管矢板基礎 (渦内橋脚部) 4基

鋼管杭基礎 (堤内下部工部) 9基

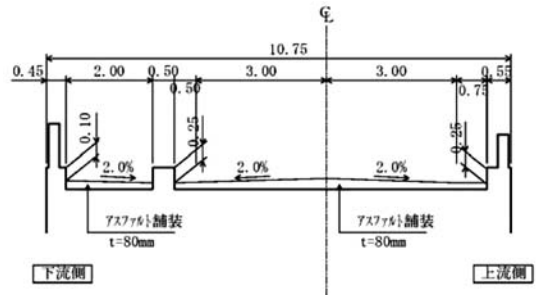


図-4 標準断面図

(1) 中間支持層の検討

邑知潟及び干拓地が軟弱な地層の上にあることから、基礎工は技術的課題であった。

上部工と下部工を支える安全で経済的な支持地盤を決定するため、橋脚予定地の地盤構造を詳細に把握する必要があった。12カ所のボーリング調査を行った結果、邑知潟の地層は水平方向の連続性がよく、概ね以下のような地質構成であることが把握できた(表-2)。

表-2 地質調査結果 (P6)

時代	地層名	層厚	層相	記号	N値	状態
第4紀	沖積世	上部沖積層	表土	Bs		
		約20m	1~5m 粘性土	Ac1	0	軟弱
	下部沖積層	約25m	15m 砂質土	As1	10~30	やや緩い
		約25m	10m 砂質土	As2	30~50	縮まっている
		約25m	7m 粘性土	Ac2	5~15	硬い
		約25m	8m 砂質土	As3	5~30	やや緩い
洪積世	洪積層	約15m	2~5m 砂質土	Dg	50以上	非常に良く縮まっている
		約15m	5~8m 砂質土	Ds1	20~40	縮まっている
		約15m	2~5m 粘性土	Dc	10~20	硬い
			砂質土	Ds2	50以上	非常に良く縮まっている

当初、近傍の高圧鉄塔の施工実績よりTP-60m以深の洪積層(Ds2層)を支持地盤と想定していた。しかし、委員会の指導により、中間部に存在する下部沖積砂層(As2層)を支持地盤と出来れば、工事費の削減、工期の短縮が見込めることから、As2層について次の検討を行った。

①地下水取水と地盤沈下の影響

観測井を設け各層別に沈下計を設置し、1年間の沈下観測を実施した。地下水取水の影響は、Ac1層のみが地下水取水に併せて沈下と上昇を繰り返すが、他の層は変化が見られず、地下水取水は地盤沈下に影響しないと判断した。

②As2層以深の圧密沈下検討

Ac2層の圧密沈下が懸念されるため、増加応力に対する圧密沈下量及び圧密度を算定した。全残留沈下量は、7.4cmと小さく、圧密沈下がほぼ完了しており、橋梁完成時点の残留沈下量は無視できると判断し、As2層を支持層に決定した。

③橋脚の不等沈下に備えた設計

橋脚が不等沈下した場合、ジャッキアップによって橋桁の高さ調整が可能となるよう、橋脚にジャッキスペースを確保するとともに、上部工支点横桁の補強に対応可能な設計を実施した。

④地震時の液状化の検討

支持地盤が地震時に液状化すると、支持地盤としての安全性に影響があるため、道路橋示方書に示されているFL法で液状化の検討を行った。橋脚予定地6箇所中4箇所は問題ないが、2箇所はAs2層及びAs1層に液状化の可能性があった。そこで、地震時レベルに応じた低減係数の検討を行った結果、FL値は1以下となるが、地震時保有水平耐力レベルでの低減係数が2/3以上あることから、支持地盤として安全性に問題がないと判断した。

⑤委員会での支持地盤の検討

「橋脚の基礎工は、渦内と陸上部に分け、渦内は仮締切も兼ねる鋼管矢板井筒基礎とし、As2層で打ち止めとする。陸上部は杭基礎としたい。」と委員会に諮ったところ、地盤沈下及び地震時の液状化により井筒や杭に対する周面摩擦力の減少や水平力の増大が議論されたが、Ac2層の残留沈下量が極僅かなこと、As1層とAs2層の液状化検討結果から安全性に問題がないことから、As2層が支持地盤として妥当であると承諾が得られた(図-5)。

(2)脚付き橋脚の検討

主径間部4橋脚(P5~P8)に採用した鋼管矢板基礎について、施工段階において、以下の変更を行った。

①ボイリングの検討

主径間の鋼管矢板基礎は、前述のようにAs2層

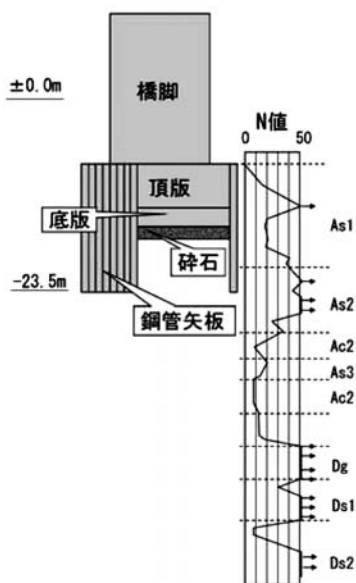


図-5 鋼管井筒矢板基礎工模式図 (P6)

を支持地盤とした井筒型として計画していた。

その後、橋脚基礎の仮締切が、所定の安全率を確保しているにもかかわらず、ボイリングが発生する事例が報告されたことを背景として、「道路土工・仮設構造物指針」(日本道路協会、以下「新指針」)が平成11年3月に改訂された。新指針では、仮締切の掘削幅、根入れ長および平面形状の影響を補正係数として取り込んだボイリングの検討方法に変更された。

As2層を支持層とした当初計画に対してボイリングの判定を行った結果、安全率が不足することとなった。ボイリング対策として、矢板長の延伸と地盤改良の2案について比較した結果、工期・工費面で有利な矢板長延伸案を採用した。

②脚付き型への変更

鋼管矢板基礎の支持形式として、井筒型と脚付き型がある。前者はすべての矢板を良質な支持層まで根入れさせる構造である。后者は、矢板の約半数を支持層まで到達させ、残りを比較的良質な中間層で打ち止める構造である。本工事では、矢板はボイリングを防止するためにAs2層を突き抜け、Ac2層まで根入れしなければならないが、Ac2層を支持層とした場合、矢板先端の支持力確保に課題が残ることとなった。当該地域の土質構成を考慮して、矢板の半数はボイリングを阻止できるAc2層まで、残りの半数を支持力が確保できるDg層まで根入れする脚付き型を採用した

(図-6)。

脚付き型を採用することにより、設計変更に伴う工費・工期への影響を最小限に抑えることができた。

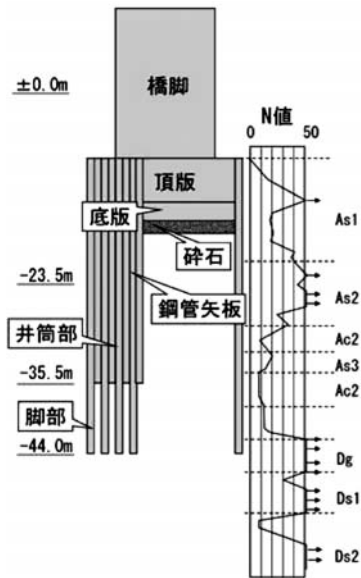


図-6 鋼管井筒矢板(脚付き)基礎工模式図(P6)

5. 施工における配慮事項

邑知潟兩岸の圃場を借地して仮設ヤードを造成し、左右兩岸から施工を行った。下部工が完了した箇所から暫時上部工を施工し、下部工1年10ヶ月、上部工1年11ヶ月の各工期を、平行して施工する期間を設けて35ヶ月の工期内で完成させた。

邑知潟周辺は水田地帯であり、邑知潟の水をポンプで汲み上げて農業用水に使用している。また一帯は鳥獣保護区であり、11月末から翌年3月末まで、白鳥を始めとする渡り鳥が飛来し越冬する



写真-3 施工箇所近傍での白鳥採餌状況

ことで知られている。このため工事を行うにあたっては、周辺の環境保全を図る事を前提に計画・施工する必要があった。そこで、特に騒音対策と水質汚濁防止に重点を置いて、地元関係者や鳥類保護団体と協議を行いながら、工法の選定や対策工を計画した。その結果、大きな支障もなく、厳しい工期内に無事竣工させることができた(写真-3)。以下に、工事を円滑かつ確実に施工するために実施した主な対策を示す。

(1) 鋼管矢板打設

主径間部P5～P8の鋼管矢板打設は、11月から翌7月に渡って施工された。施工に際しては鳥類保護団体と着手前協議や試験矢板打設の騒音測定立会を行い、工事場所周辺における騒音の制限値(60dB以下)を設定した。油圧ハンマーでの先端打撃時の騒音が最も大きいことから、打設開始とともに測定位置を巡回して騒音測定を行い、構台上のハンマー運転者と連絡を取り合ってハンマー落下高さを調整し、制限値を上回らないように管理した。加えて、防音工として構台や油圧ハンマー周りを防音シートで覆い、音源からの拡散をできるだけ遮断するようにした。また、施工箇所周辺には白鳥のねぐらが存在することから、日没後に照明を点灯しての工事を自粛する等、鳥類の生息環境を損なわないように配慮した(写真-4)。



写真-4 構台・油圧ハンマー防音工

(2) 底盤コンクリート打設工

底盤コンクリートは仮締切時の側圧に対する支点効果、並びに底面からの漏水防止機能が求められ、その品質が仮締切時の安全性に大きく影響する。このため、通常の水中コンクリートに比べて、より確実に要求品質を満たすことのできる水中不

分離性コンクリートを打設した。水中不分離性コンクリートは高い流動性を持ち、継ぎ手管などで凹凸の激しい鋼管矢板井筒側面にも確実に充填され、打ち上がりの水平面も高い精度で確保された(写真-5)。

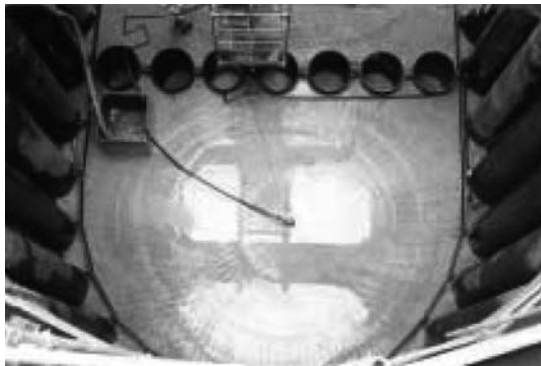


写真-5 底盤コンクリート表面

(3)頂版工

頂版コンクリートは周囲を拘束されたマスコンクリートであり、温度応力解析からも高いひび割れの可能性が懸念されたため、パイプクーリングによる対策工を実施した。温度応力解析によりパイプ配置、パイプ径を決定した。パイプ配置は高さ方向3段、水平方向80~100cm程度の間隔で配置した(図-7)。クーリング期間はコンクリート打設より1週間とした。

施工確認では、頂版にクラックは認められず、対策工の効果が確認された。

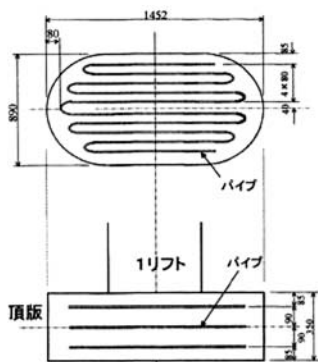


図-7 クーリングパイプ配置

(4)遮光対策

橋梁照明及び夜間走行車両の照明が、邑知潟に飛来する白鳥に影響を与えることが懸念された。

本橋は縦断線形が5%の凸型形状となっており、走行車両のヘッドライトの上方への光を遮光する事は困難であるが、白鳥のねぐらを直接照らさないように、本橋では湖面への光の漏れを防ぐことを目的として遮光対策を行なった。

遮光対策は、車両用防護柵に遮音壁、投物防止柵、外装板等の取付けが考えられたが、壁高が高くなり閉塞感が生じること、積雪時の投雪が困難になることから不適と判断した。そこで、一般的に高規格道路で採用されている剛性防護柵(コンクリート壁式高欄)であれば、遮光構造で防音性も高い上、高欄内に照明設備を埋込むことも可能なことからコンクリート壁式高欄を採用した。

照明の設置については、基準により「長大橋(一般的には200m以上)においては、局部照明を設置するのが原則」となっている。また、地元の要望として歩行者の安全性確保の観点から、照明設置の要望がなされている。よって、本橋梁には、歩行者の安全性確保を目的とする照明設備を設置するものとした。

橋梁における照明設備は、ポール照明が一般的であるが、ポールは高さが高く、橋梁幅員以外に照明が漏れる等の鳥類への影響が問題となるため、コンクリート壁式高欄内への埋め込み型照明を採用し、歩行者安全確保のための最小限の設備(10mに1カ所設置)とした(写真-6)。



写真-6 照明点灯状況

(5)汚濁拡散防止

鋼管矢板井筒工では、矢板打設時の中掘や、井筒内部の水中掘削等において潟内への残土落下で濁水が発生する可能性があった。そこで導棒設置後から井筒内部掘削完了まで、濁水拡散防止のため構台周囲にシルトプロテクターを設置した(写真-7)。



写真-7 シルトプロテクター設置状況

(6)濁水処理

鋼管矢板井筒工に伴う大量の工事排水は、まず左岸右岸それぞれに設置した濁水処理プラント(写真-8)に送水・貯留し、固形分を1次沈降させた。次の処理過程で高分子凝集剤とpH調整剤を添加し、所定の濁度とpHに処理した後に放流した。分離された汚泥(フロック)は曝気乾燥した後、埋戻し土に流用した。アプローチ下部施工に伴う排水については、貯留タンクを設置して固形分を沈降させた後、目視で濁度に問題がないことを確認し放流した。



写真-8 濁水処理設備

6. 能登半島地震の影響

邑知潟大橋を含む「羽咋区域農用地総合整備事業」は、農林水産省による基本調査、地区調査に引続き、平成7年度から平成8年度にかけて農用地整備公団が全体実施設計を行い、平成8年度に着工した。羽咋市と志賀町にまたがる地域で区画整理51.5ha、暗渠排水252.3ha、農業用道路11.1kmの整備を行い、総事業費179億8千万円により、平成16年3月完了することが出来た。

邑知潟大橋は、前述の多様な課題を克服して平成15年3月に無事完成した。

平成19年3月25日9時24分頃、能登半島沖でM6.9の能登半島地震が発生した。邑知潟大橋は震源から約40kmの距離にあり、邑知潟での地震規模は、震度5弱、加速度400gal弱であった。

本事業で施工した農業用道路では一部にクラックや段差が生じたものの、地震直後より全線が車両通行可能であった。邑知潟大橋についても、地震発生後に行われた橋面上の目視点検の結果、舗装のめくれ、段差、ひび割れ、亀裂等はなく、橋梁としては健全であり、掛け違い部の壁式高欄において一部破損が確認されたのみであった。主径間部とアプローチ部の掛け違い部となるP4、P9橋脚には伸縮装置が設置されており、壁式高欄に300mmの遊間を設けている。この遊間に保護カバーを設置して、歩行者の転落を防止している。橋梁の被害は、この保護カバーと壁式高欄が地震時に接触したことにより、一部破損が生じたものである(写真-9)。

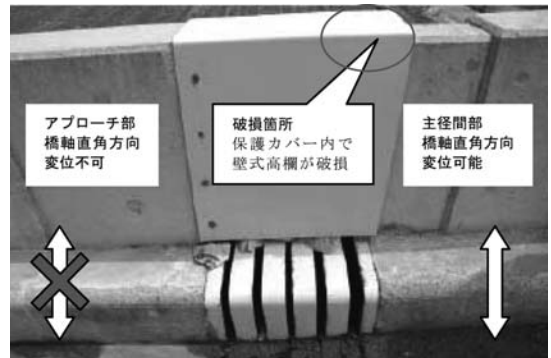


写真-9 掛け違い部保護カバー

破損の原因として、掛け違い部の構造に着目すると、アプローチ部の4径間PC中空床版ラーメン橋側には、変位制限装置が付いているため、橋軸直角方向の変位はほとんど生じないことに対し、主径間部の5径間連続PC箱桁橋側は免震支承のため、地震時に橋軸直角方向変位が生じる構造となっている。さらに連続構造のため、地震時に橋軸直角方向の変位量がある程度生じたと考えられる。よって、地震時に生じた橋軸直角方向の変位量は主径間部とアプローチ部では異なるものだったと考えられ、両者をつなぐ伸縮装置は橋軸直角方向に自由に可動する構造であったが、保護カ

バーで壁式高欄を覆っているため、桁の変位が拘束され、壁式高欄に損傷が生じたと考えられる(図-8)。

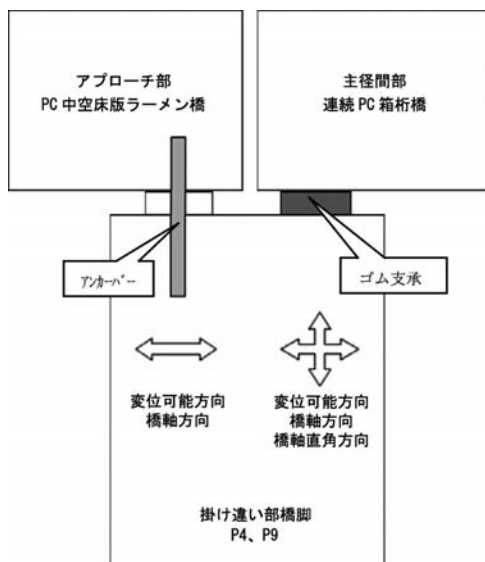


図-8 主径間部とアプローチ部の支承構造の違い

幸いにしてこの程度の被害で済んだことは、耐震設計が正しかったことの裏付けとも言える。支承構造の異なる橋桁の結合部は、地震時に生じる変位量や挙動が異なることから、十分な検討が必要となる。今回の地震による被災状況等を今後の設計に反映していくことが必要である。

7. 終わりに

本橋梁のデザインにおいて、日本海に沈む夕日と橋の融合をイメージして径間割を行ったが、夕日と邑知潟大橋が一体となった風景は、1枚の絵のようで大変素晴らしいものとなった(写真-10)。最後に、邑知潟大橋は、邑知潟の田園風景に違和感なく溶け込み、現在のところ白鳥等への影響も少なく出来上がったことを報告する。羽咋市と志賀町の農産物流通において、さらには住民の方々の生活道路として邑知潟大橋は、現在から未来にかけ邑知潟平野を横断するかけがえのない橋であり続けるものと確信するものである。



写真-11 邑知潟大橋と夕日



写真-10 邑知潟大橋全景

二連水路の特性を生かした保守点検について

—施設の長寿命化への取組み—

野 村 明*
(Akira NOMURA)

目 次

I. はじめに	112	IV. 保守点検	114
II. 二期事業における幹線水路の施設計画	112	V. 保守点検の成果	118
III. 保守点検の実施計画	113	VI. おわりに	118

I. はじめに

愛知用水事業は、我が国初の大規模総合開発事業として、昭和30年から昭和36年にかけて愛知用水公団（当時）が実施した。

その後、高度成長により都市用水の需要が急速に増大し、農業構造も基盤整備事業の発展や畑作の振興により冬期かんがい用水が増大するなど、水の利用形態も大きく変化することとなった。

また、施設管理面から見ると水路周辺の宅地化の進展等により、水路施設の安全度の向上が求められ、さらに、水需要形態の変化等から、断水して点検や維持補修及び水路内のゴミや堆砂の除去等がより困難となったことへの対策が必要となり、老朽化した幹線水路を抜本的に改築して、施設の機能拡充と安全確保を図るため二期事業が実施されるに至った。（図-1）



図-1 位置図

二期事業は、新たな水需要と施設の老朽化に対処するため、昭和56年度から通水断面の確保と施設の安全性を高め年間を通して断水することなく保守点検が可能となるよう幹線水路共用区間（兼山取水口から北池第2開水路まで）の二連化を行った。この事業は、23年間の歳月を費やし総事業費2,766億円（支線水路等含む）を投じて平成16年度に完成した。

愛知用水の水路施設は、幹線水路約112km（共用区間約85km，農専区間約27km），支線水路約1,068kmと長大であり，計画流量は32.5m³/s，放余水工18箇所，チェックゲート37箇所，分水工152箇所，その他導水施設や管理施設から構成される大規模な多目的施設である。

この間、愛知用水は、農業用水及び都市用水を安定的に供給する、地域のライフラインの一つとして極めて重要な役割を果たしてきている。

II. 二期事業における幹線水路の施設計画

愛知用水二期事業により改築された共用区間における水路施設の特徴は以下のとおりである。

- (1) 犬山導水合流地点から高蔵寺CHまでの幹線水路については、都市用水の増量に対応して32.5m³/s（兼山取水口30m³/sに犬山導水増量分約2.5m³/sを加算している）の通水能力を持たせる。犬山導水増量分については、木曾川の兼山ダム、今渡ダムおよび成戸の各地点基準流量を遵守し、木曾川自流及び味噌川ダムの放流量により必要水量を取水する。
- (2) 幹線水路延長112kmのうち、農業用水と都市用水の共用区間については、水路の二連化を行い、断水を行わずに施設の保守点検が可能な施設と

*（独）水資源機構愛知用水総合事業部（Tel. 0561-39-5460）

する。このうち、開水路区間では、薄いコンクリートライニング水路から水路中央に隔壁をもつ二連フリューム水路（図-2）とする。トンネル及びサイホン区間については、バイパス水路を新設し、その施設規模は、冬期の通水量を考慮して最大で8.5m³/sとする。

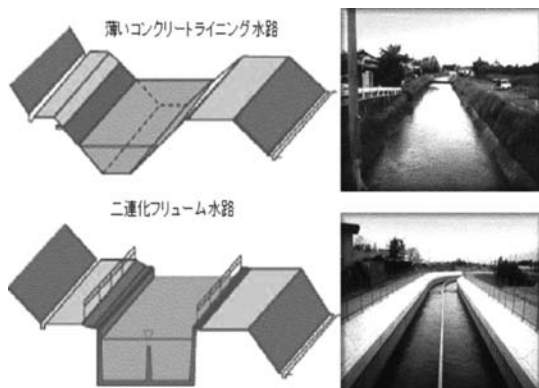


図-2 開水路共用区間（二連化）

- (3)既設のトンネル、サイホンは補強または補修を行った上で供用する。
- (4)水資源を無駄なく有効に利用するため幹線水路末端に調整池を新設する。
- (5)幹線水路における水位及び流量の制御、分水施設等に遠方監視・制御を取り入れて水管理の合理化を図る。

Ⅲ. 保守点検の実施計画

1. 維持管理計画の基本事項

単断面で断水出来ず十分な点検が行えない一期の水路施設の課題を、二連化することにより計画的に保守点検を実施することができるように改良された。（図-3）また、通水を停止することなく水路施設の保守点検を計画的に行い、予防保全を行うことにより長期に亘り安定した通水確保が可能となる。

このような考え方にに基づき、通水量が少なくなる非かんがい期に保守点検を実施するものである。

施設の異常や不具合、故障等は、水管理制御システム及び日常点検（巡視）によって早期に発見し、適切な補修・補強方法を選定し、工事を実施することとなる。補修や補強の具体的な方法の検討において、日常点検記録（漏水、陥没、継目の開き、法面状況等）は設計図書や工事記録と共に

重要な手掛かりとなるので、構造物の供用期間を通じて保存しておくことが重要である。また、日常点検記録を整理することは、施設全体を把握することができ、施設の健全度評価のための基礎資料となる。

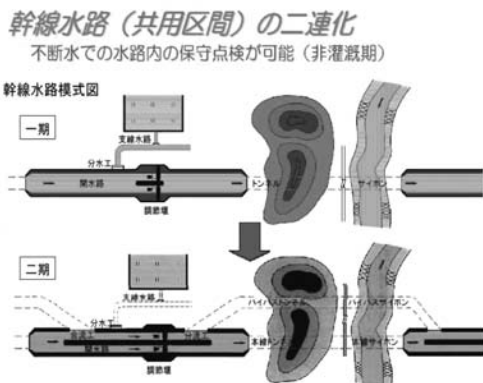


図-3 幹線水路模式図

2. 保守点検の優先順位

保守点検を実施するに当たり、まず、巡視を通じて得られた日常点検記録の情報に基づき付帯施設を含む水路構造物全体を把握した上で、適切に保守点検箇所の優先順位を計画する必要がある。

優先順位を計画するにあたって特に重要となるのは、用水の安定供給に支障をきたし、社会経済的に重大な影響を及ぼす恐れがある場合を基準として総合的に判定する。

○優先順位1位

管理データにより実測水位が計算値に比較して異常に高い場所、水路内にゴミの堆積や、堆積土砂の影響が懸念され管理に重大な支障をきたす恐れのある区間や、法面からの漏水等の原因把握、隣接工事に伴う水路施設への影響調査の必要性を考慮した区間。

○優先順位2位

経過年数による場合で、二期事業で改築、既設補修・補強を行った箇所は、経過年数を見直している。

また、二期事業では、各々の施設について、「二次災害危険度」、「応急復旧難易度」及び「施設規模」について重要度評価を行い、施設・構造の区分毎に損壊の危険性が高いと想定される代表箇所の耐震照査（耐震評価）を行い、危険性が高い水路施設や法面保護については、耐震補強工事を実施済みであるため、現施設の危険性は低いと

判断している。そのため、上記の優先順位で判断に苦慮する場合に一つの目安として使用する。

3. 保守点検の施工計画立案

施工計画を立案するにあたっては、以下の条件を考慮して作成する。

(1)冬期に施工できる延長

保守点検工事の施工延長を決定するにあたっては、通水量が少ない冬期（10月から翌年3月）に保守点検を完了させるという条件と、両側の点検を行うか、片側の点検のみとするかを検討し、年度予算額も考慮して決定する。

また、木曾川の基準地点である兼山ダムにおいて、河川流量が $200\text{m}^3/\text{s}$ 以上となると、河川自流水取水への切替え及び木曾川の流況により地区内調整池への導入を行うことが出来る。このため、最大 $30\text{m}^3/\text{s}$ の導入が実施された場合は、水路片側だけでは通水出来ず、緊急に片側通水用の角落し撤去が必要なため、角落しの設置箇所を考慮する必要がある。

(2)通水条件による施工単位

開水路左右岸及び本線施設とバイパス施設の組み合わせにより通水の形態は自由に選ぶことが出来る。(図-4) また、通水管理においては、下流側CHを開放し下流側の水位を低下させることで、通水量の機能アップを図ることが可能であり、調整池の貯水量を利用することも出来る。施工単位を決める際には、これらの通水条件も検討する。

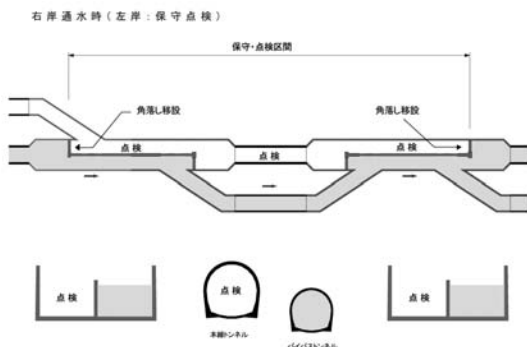


図-4 保守点検時の通水計画

(3)関係利水者との調整

支線水路の冬期かんがい用水使用の有無及び使用状況を確認し、改良区及び地元との調整を行う必要がある。また、実施する箇所によっては、通年取水している浄水場（愛知県企業庁）と、排水時、充水時の水位確保等について事前調整を行う

必要がある。

(4)通水計画

二期事業における管理施設の整備は、水管理が複雑、高度で、かつ監視すべき項目が多岐にわたるため、総合管理所（中央操作室）において一元集中管理としている。(図-5) 保守点検工事の水位等の監視を総合管理所の水管理制御システムを活用しながら、現場監督員と綿密な情報交換を行い精度確保に努める。



図-5 通水計画（水管理制御システム）

IV. 保守点検

1. 保守点検手順

①角落し設置→②初期排水（上流・下流に水中ポンプを設置し通水側に排水する）、冬期かんがい用水補給（改良区と協議を行い必要な支線水路に水中ポンプにて補給を行う）→③水路内清掃（水路内の側壁や底盤部のクラック等を詳細に点検するため高圧洗浄による清掃を行う）、水路内土砂撤去→④水路内点検（クラック、摩耗等の点検記録を構造物外観点検展開図に記入する）→⑤水路内面調査（テストハンマー、中性化試験）→⑥保守工（継目補修、水路構造物補修、安全はしご更新等）→⑦充水（通水側のチェック操作により水位を上昇させ、中壁より越流させる方法で空水区間の充水を行う）、角落し撤去（図-6～13）

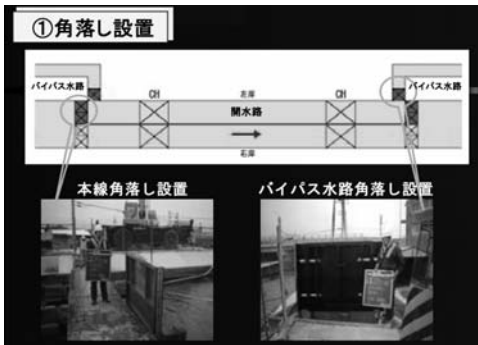


図-6 角落し設置

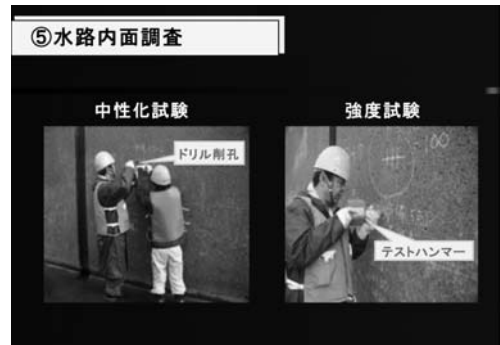


図-10 水路内面調査

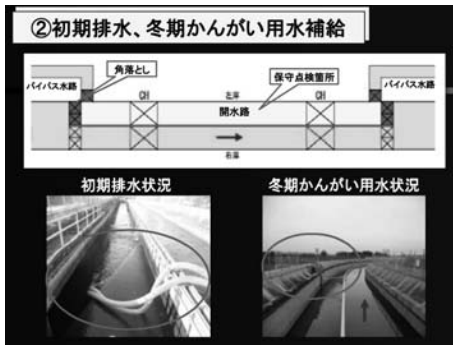


図-7 初期排水, 冬期かんがい用水補給



図-11 保守工 (水路構造物補修工事状況)

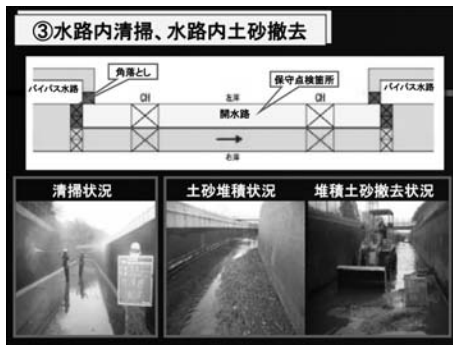


図-8 水路内清掃, 水路内土砂撤去

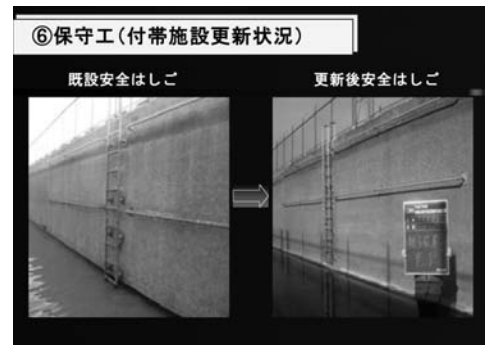


図-12 保守工 (付帯施設更新状況)

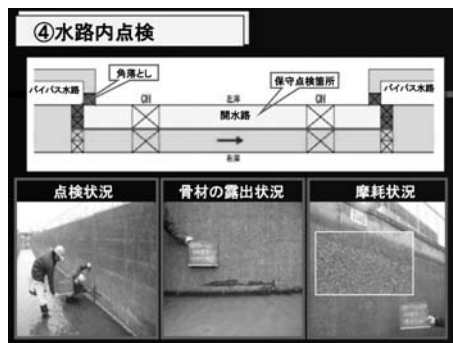


図-9 水路内点検

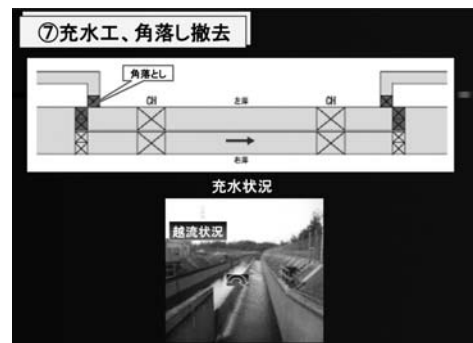


図-13 充水工, 角落し撤去

2. 水路内点検結果

平成17年の点検では、局部的に底盤ハンチ部の鉄筋の露出、腐食が認められた箇所もあったが、構造的な問題は無かった。また、側壁には部分的に剥離、欠け、骨材の露出、漏水、にじみが散見された。コンクリートの表面は、摩耗による骨材露出が認められ、脱落している粗骨材跡も一箇所認められた。中性化は進んでおらず全ての箇所劣化は内部まで進行していないことが確認できた。(写真1～4、表-1、図-14)

水面下の側壁で実施したテストハンマーによる

強度推定では、想定していた値を下廻る結果となった。

この原因は、点検した箇所が湿潤状態であること、骨材の露出に対し不十分な表面処理となったことなどが影響しているものと想定される。

水面上のフリーボード部分での試験値は、湿潤状態の箇所の2倍近い値が得られた。

水路表面の摩耗の状況は、鉄筋のかぶりに影響するほどではないが、時間の経過とともに進行するものかどうか、今後の推移を観察していきたいと考えている。



写真-1 骨材の露出状況



写真-3 欠けの状況



写真-2 目地の劣化状況



写真-4 摩耗の状況

表-1 水路区間における症状例

区 分	測 点	経過年数	状 況
高野府 第4開水路 から 上野 開水路 (左 岸)	NO. 713+42.670～NO. 713+95.670	16	摩耗劣化, エラス目地劣化, 骨材の露出あり
	NO. 713+95.670～NO. 715+95.000	14	摩耗劣化, エラス目地劣化, ハクリ
	NO. 715+95.000～NO. 716+15.000	16	エラス目地劣化, 骨材の露出あり
	NO. 716+15.000～NO. 716+42.500	20	エラス目地劣化, 骨材の露出あり
	NO. 716+42.500～NO. 724+44.000	16	エラス目地劣化, 骨材の露出あり
	NO. 724+44.000～NO. 726+52.948	17	良好
	NO. 726+52.948～NO. 727+35.224	9	良好
	NO. 727+35.224～NO. 728+12.884	9	摩耗劣化, 骨材の露出あり
	NO. 728+12.884～NO. 734+80.170	17	摩耗劣化, 骨材の露出あり
高野府 第4開水路 から 上野 開水路 (右 岸)	NO. 713+42.670～NO. 713+95.670	16	エラス目地劣化あり
	NO. 713+95.670～NO. 715+95.000	14	エラス目地劣化あり
	NO. 715+95.000～NO. 716+15.000	16	エラス目地劣化あり
	NO. 716+15.000～NO. 716+42.500	20	エラス目地劣化あり
	NO. 716+42.500～NO. 724+44.000	16	良好
	NO. 724+44.000～NO. 726+52.948	17	摩耗劣化, 目地剥離あり
	NO. 726+52.948～NO. 727+35.224	9	良好
	NO. 727+35.224～NO. 728+12.884	9	摩耗劣化あり
	NO. 728+12.884～NO. 734+80.170	17	摩耗劣化, 骨材の露出あり
NO. 734+80.170～NO. 735+ 1.800	20	摩耗劣化あり	
NO. 735+ 1.800～NO. 735+67.670	20	摩耗劣化あり	

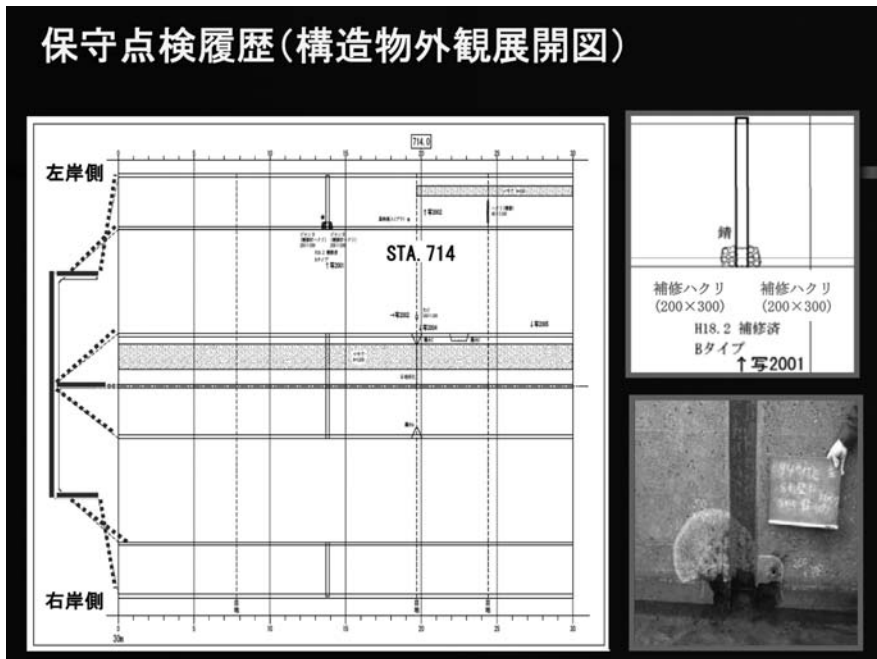


図-14 保守点検履歴 (構造物外観点検展開図)

V. 保守点検の成果

二期事業で二連化した施設を有効に活用し、予定通り予防保全型の維持管理を保守点検として実施した。これを通して、補修の実施により施設機能の低下速度を落とすとともに、施設の現況データを蓄積することができた。(図-15)

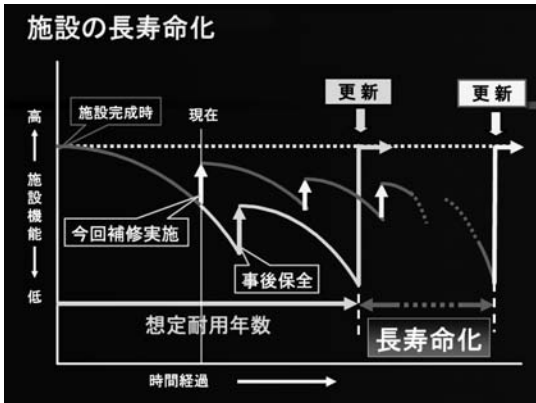


図-15 施設の長寿命化

この他、保守点検を実施した実績を基に、実施計画の策定から点検、補修の一連の作業に係わる経過と実施した内容をとりまとめ(表-1, 図-14)、マニュアルを作成した。これは、今後の作業の指針となり、効率的な業務の実施と品質確保に繋がると考えている。

マニュアルで整理した内容は、以下のとおりである。

(1) 事前調査

保守点検箇所の設計図書(構造物の規模、構造種別、立地、環境条件、竣功図)、工事記録(使用材料、配合、施工方法)、巡視記録、維持管理記録等保存資料に基づく調査

(2) 低コスト補修・補強工法

開水路、サイホン、トンネル毎の工種について低コスト補修・補強方法の選定(資料収集・検討)

(3) 積算手法

点検工(既設コンクリート構造物、中性化、テストハンマー等)、補修・補強方法、土砂撤去方法

(4) 通水管理のポイント

通水切替作業、水位調整(CH操作)について水管理制御システムを活用した工事期間中の水管理方法

(5) 施工方法

施工全般の手順、個々の注意事項の整理

(6) 保守点検履歴の整理

調査点検報告書及び補修履歴の整理方法

VI. おわりに

管理の時代と言われるようになって久しいが、愛知用水二期事業では、長年にわたり培ってきた管理の技術と経験を生かし二連化施設に改築するとともに、維持管理作業と通水の安全性を支える水管理制御システムを整備した。

保守点検では、本格管理体制で水管理制御システムを活用することで、これらの技術を応用、実践することにより、安定した通水確保のもと適切な維持管理を行うという所期の目的を達成することが出来た。今後、点検データの蓄積を行い、それを基に将来の劣化予測を行い、更新時期の平準化及び更新費用の最小化を図るための保守点検効果を検証していくことが重要となる。毎年定期的に保守点検を実施し、用水の安定供給に努めていきたい。今後、保守点検の精度向上を図るべく改善を行っていくとともに、機能診断手法、低コスト補修工法の確立等の取組み、将来の状況を予測し、水路施設の保守点検を計画的に行いライフサイクルコストの低減及び施設の長寿命化を図っていくことが重要であると考えている。

麻生観八による右田井路開削について

山田 有一*
(Yuichi YAMADA)

目 次

1. はじめに	119	6. 米の価値＝右田井路の価値	121
2. 右田井路の概要	119	7. 九州水力発電と農業水利権	121
3. 右田井路開削のはじまり	120	8. 銅像祭と酒米の栽培	121
4. 麻生観八による家業の再興	120	9. おわりに	122
5. 右田井路の完成へ	120		

1. はじめに

祖父、父が未完で遺した農業用用水路を同志とともに開削し、産業界に大きな足跡を残した麻生観八について、ご紹介したいと思います。

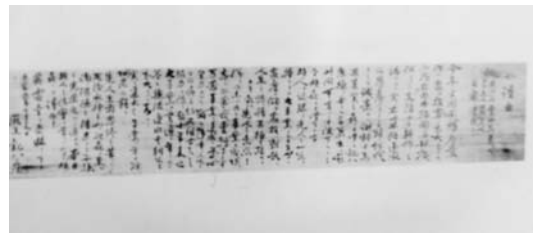
麻生観八は、1865年（慶応元年）に、大分県日田の裕福な商家（父：草野丈右衛門寿六）の五男として生まれましたが、12才の時に実家が倒産したため、15才の時（1880年明治13年）に、家業が同じ酒造業であった九重町の麻生家（叔母の嫁ぎ先）の養子となりました。しかし、その家は水路工事のために家財を失っていました。

麻生観八は、麻生家で家業を再興し、先代が中絶させていた水路工事を完成に導きました。

その後、九州水力発電の監査役、相談役として、地元調整、水源林の造成を行い、また、政治家として地元交通機関（久大線開通等）、奨学金、畜産振興等、多くの分野にその足跡を残しました。

その麻生観八の数多い社会的な仕事の始まりが右田井路の開削事業です。

麻生観八が61歳の時（大正15年）、全国的な大かんばんがありました。右田井路関係者は、豊富な水でかんばんと無縁でした。そのため、農民の代表は、感謝の意を麻生家に伝え、感動した麻生観八は、そのことを板に墨書し、水路工事に苦心した先祖の霊に報告しました。



麻生観八謹白文（大正15年7月）



麻生観八

2. 右田井路の概要

大分県九重町右田地区100haを潤す右田井路は、筑後川の上流玖珠川から取水する農業用用水路で、明治4年に着工し、明治40年に総延長14kmで完成しました。現在は九重土地改良区が管理しています。

*大分県農林水産部森との共生推進室（Tel. 097-536-1111）

3. 右田井路開削のはじまり

玖珠川右岸の旧右田村は、水利が悪いため、農地は畑地が主であり、経済的に大変苦しい村でありました。このため、500戸あった戸数が、幕末時には180戸まで減少していました。

麻生観八の先代までの農業用水工事は、見留の麻生寛蔵氏と、観八の先代となる麻生東江、豊助が2つのため池を奥野原台地に作ったことに始まります。

しかし、これら2つのため池は、集水量が少なく、十分な貯水量を得られなかったため、玖珠川から直接取水を行い、右田まで用水路を引くこととなりました。

明治4年地元代表者と東江、豊助が、日田県知事の許可を得て、水路工事に着工しましたが、行政機関の資金援助は無く、地元資金と開削後の増収による地元分担金を当てにした計画でした。

しかし、トンネル部分の地質が固かったこと、測量ミスによりトンネルがずれてしまったことなどによって資金不足となり、工事は途中中断し、地元関係者に破産する人が出てしまいました。

先代東江、豊助の開削工事の経緯

年 号	で き ご と
明治3年	日田県令着工許可 工事資金は地元借入れ 暴動のため工事中止
明治4年	再着工 工事資金は地元再借入れ
明治5年	日田県が大分県に併合さる 拝借金下付の嘆願をする
(明治13年)	(麻生観八養子となる)
明治16年	大分県庁に実測願い提出 再着工となる
明治18年	一応の通水を見る ----- (麻生観八酒造場を再興する)
明治25年	工事再中止 水利権売却
(明治29年)	(麻生観八の酒造場が千石 酒場となる)
(明治30年)	(麻生観八水利権を買い戻す)
これ以降、麻生観八の右田井路開削工事が開始される。	

4. 麻生観八による家業の再興

麻生観八は、麻生家に養子となった後、2年余り親類の麻生酒造場で住み込みの奉公をしました。

この時、杜氏の中に仲摩鹿太郎がおり、麻生観八が酒造業を再開する時には、加勢をするとの約束をしたそうです。親類の麻生酒造場は火災のため廃業となりますが、麻生観八は、その後、役場の職員、小学校の先生と職を変え、その間に酒造業再開のための金策を考え、明治18年、麻生観八20才の時、家業の酒造場を再興することができるようになりました。

酒造量は、120石で出発しました。先代の経営していた時の酒造量は、260石でしたから、約半分以下の規模からの出発でしたが、麻生観八、仲摩鹿太郎等の努力により年々酒造量は増え、11年後の明治29年には、麻生観八の酒造場は大分県下に10場もない千石酒場の1つとなりました。

5. 右田井路の完成へ

家業が立ち直ったことにより、麻生観八は水路工事のための金策ができるようになりました。しかし、麻生観八は、今までの経緯から、水路工事は個人の力ではできるものではないと考えていました。

また、農業用用水路を取り巻く情勢も、水利組合が水路を管理する時代になっていました。市町村制に用水組合を組み込むため、水路管理者を市町村長又は郡長とする水利組合条例が明治23年に公布され、さらに、明治41年には、治水上の統制を追加した水利組合法が公布されることとなります。

水利組合条例から、郡長が水路管理者となるので、水路完成のため、麻生観八は郡議会議員選挙に出馬し、当選後は郡会議長となりました。この地位を起点に、同志とともに水路工事の開始に尽力し、工事着手までこぎつけました。ところが、勃発した日露戦争のため、決定していた起債が中止となりますが、この時も、麻生観八はあきらめず、政治活動を起こし、起債を国に認可してもらえるようにしました。

水路開通後、麻生観八は、水利権の主張をせず、井路の権利と金1千円を水利組合に寄付しました。農民達が、麻生家にちなんだ水利組合名をつけよ

うとしましたが、麻生観八は固辞し、水利組合は右田井路普通水利組合と命名されました。



松岡公園に移築された当初の水利施設



朝倉文夫による麻生観八像

6. 米の価値＝右田井路の価値

右田井路開削工事に対して「たった百町歩の水田をかんがいするためでは採算が合わない。今の企業は採算が合わない事業は絶対にやらない。」という見方もあるようですが、当時の米の価値という視点から、右田井路開削工事を検証してみると、地域にとって十分採算が見込める事業であったと思われる。

例えば、明治33年の小学校の先生の初任給は10円で、同年の米10kgは1円15銭です。つまり、小学校の先生の給料は、米90kg＝1.5俵に匹敵し、1俵^{*1}の米は6円90銭となります。

現在のサラリーマンの初任給を20万円と仮定すると、当時の1円は約2万円となります。当時の米1俵の値段が6円90銭でしたので、現在価値に直すと1俵の米は約13万8千円となり、米は現在の10倍以上の価値があったと思われる。

本地域の農家経済で考えれば、1戸平均の所有農地は5反ですので、1戸20俵程度の収穫（当時の反収を4俵/反と仮定）が可能と考えられますので、現在価格では年間約300万円の所得が得られることとなります。この水路工事は、地域の人々の収入を大幅に安定させたものであったと思われる。

また、米は、日本人にとって、将来とも重要な主食であります。右田井路開削により、100町歩の水田から安定して米が収穫されることとなったことは、地域住民の「食の安全」に大きな価値があると思います。

(*1：米1俵は60kgで計算)

7. 九州水力発電と農業用水利権

水利権については、麻生家では、舟来井路（右田井路）の水利権をもっていました。しかし、明治25年の工事中止時は、借金返済のため3千円で水利権を売却せざるをえませんでした。このため、麻生観八の水路工事再興の手始めも、水利権の買戻しから始めなければなりません。

水路が完成した後も、麻生観八は水利権に関わりました。それは、農業用水利権と産業用の発電水利権との水利権調整でした。

河川の水利権は、明治時代の初期まで農業用水が主体でした。しかし、日露戦争後、日本経済が好況となり、産業の振興とともに、石炭の埋蔵量に陰りが生じ、電力によるエネルギー開発が盛んになり、農業用水利権と産業用の発電水利権の調整が産業界にとって重要な課題となってきました。

このようなことから、水路事業を地域奉仕の立場でやり遂げ、地域に人望のある麻生観八に、明治44年に九州水力発電（本社：東京）が、その発足時に監査役として白羽の矢を立てたのは、当然のことと思われる。

後年、麻生観八が九州水力発電の監査役として水源かん養のための造林を推進したことは、農業と発電の2つの水利を豊かにしたいという発想からであったと推測されます。

8. 銅像祭と酒米の栽培

麻生観八は、久大線（大分市～久留米市：現JR九州）の誘致活動を行った中心人物でもありました。

毎年、5月10日には、九重町松岡公園で、久大線誘致に功績のあった麻生観八を称える銅像祭が開催されます。平成19年も約300人の出席を得て第79回銅像祭が開催されました。

この公園には、開削時の石造取水施設が移築されており、右田井路開削の歴史看板、麻生観八全身像、子息の麻生益良胸像が設置されています。



朝倉文夫による麻生益良胸像

また、九重町東飯田地区（右田地区）では、平成16年から麻生観八の子孫の方が経営する酒造会社との契約栽培により、酒米づくりを行っています。

平成16年度は、「山田錦」の栽培に取り組みました。「山田錦」は、背丈が高く、倒伏しやすかったため、この年度のための栽培となりました。平成17年度からは「五百万石」を栽培し、1等米、2等米を多く生産できました。そこで、平成18年度からは、「五百万石」の栽培面積を6haに拡張し、「日本晴」の栽培も開始しました。

右田井路開削の貢献者であり、酒造会社の再興者であるという麻生観八の縁から、右田井路の水で出来た酒米を使った日本酒作りが行なわれています。現在、純米吟醸酒が商品化され、地域の水



現在の麻生観八の酒造会社

田農業と酒造業の連携が図られています。

これらの2つの活動は、麻生観八の遺徳が現在まで引き継がれていることを物語るものです。

9. おわりに

大正15年に麻生観八が先祖に祭った謹白文の現代語訳を紹介します。

「……『今年は全国的な干ばつで、農作物の被害は大変なものでしたが、右田井路関係部落は、少しも支障がありませんでした。これは全く右田井路通水の恩恵でございます。』と代表の人々が誠心誠意の謝意を述べに参りました。その、真実の喜びの声を聞いて、私は感激して答える言葉が出ず、長い間ただ涙がこぼれるばかりでございました。

そして今、祖先の方々のことを思いおこしております。お爺様方が一生を捧げた大事業、そのために家産を傾け家族は離ればなれになり惨状の極みでした。

いたらない私でございますが、その志を継いで、同志とともに、通水事業の成功を期し、幾度かの変転、辛苦の中で、専心努力すること数年。幸いに上下のご理解を得ることができ、また、組合員の協力があって、数十年来の大事業を貫通し、年とともに通水を拡張して、その受益は甚大となりました。

真に偉大なる事業は、年が経ってみて初めてその効果が明らかになります。お爺様の生前の悲惨な苦しみも、今では、水の神様のように皆さんに喜ばれるようになりました。これは、真に隠れた徳行の結果で、私ども子孫の名誉にこれ以上のものはありません。……」

麻生観八は、謹白文の最後を次のように喜びと感謝の気持ちを込めて締めくくっています。

「本日 故人の法会を営むに当たり、この喜びを言上す。英霊幸いに受け賜らんことを。

大正15年7月19日 麻生観八 再拜」

農業用用水路は、将来も日本人の食を支えていく大切な施設ですが、上の麻生観八謹白文のように、長い年月の中でその価値を認められていくものです。

現代は、経済的に採算のとれないものは短期に廃止する傾向にあります。農業用用水路のように長期的に価値が認められるものは守られなければなりません。

今後、日本の水田農業は少数の農家、法人で経営されるようになり、水田農業に不可欠の農業水利施設を地域が全体で管理しなければならなくなります。

この場合、少数の農家、法人では管理できないので、農地・水・環境保全向上対策を使った地域協議会を中心に活動しなければなりません。しかし、これだけでは、まだ地域全体からの協力を得て、長期的に運用できる形になっているとはいええないと思います。

今後、農業水利施設管理に必要となることは、麻生観八の右田井路開削の事跡に習い、色々な組織、色々な産業からの同志の協力を現施策の上に重ねる努力をしていくことが大切であると思います。

多くの人・組織と連携することが、用水路を中心とした水田農業地帯の地域振興にますます重要になっていくものと思います。

会 告

1. 会員の募集

水と土の発行は皆様の年会費によってまかなわれています。今後とも事業地区の技術情報の交流を図るためには会員の確保が重要となっています。会員の皆様には職場の同僚の方々に農業土木技術研究会の成り立ちや「水と土」をPRしていただき、会員の勧誘をお願いいたします。平成19年度の年会費は2,300円です。なお、別紙のPR版を作成しましたので会員の勧誘に活用いただければ幸いです。

2. 報文投稿の募集

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

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

3. 「水と土」表紙写真の募集

農業土木技術研究会では、会誌「水と土」の表紙を飾る写真を募集しています。

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

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

農業土木技術研究会 会員の募集

1. 創立30周年を迎えた「農業土木技術研究会」

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

〈農業土木技術研究会の変遷〉

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

昭和31年 フィルダムを含めて「ダム研究会」に拡大：会誌「土とコンクリート」に変更

昭和36年 「水路研究会」の発足：会誌「水路」の発刊

昭和45年 両研究会の合併

「農業土木技術研究会」の発足：会誌「水と土」の発刊

2. 技術力向上に資する「農業土木技術研究会」

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

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

3. 会員が支える「農業土木技術研究会」

本研究会の活動は、皆様の年会費によってまかなわれています。

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

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

申し込み様式は以下を参考にして下さい。

入会申し込み

平成 年 月 日

私は農業土木技術研究会に入会します。

氏名： _____

職場・所属： _____

職場住所（会誌送付先）：〒 _____

電話番号 _____

問い合わせ先：農業土木技術研究会

〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4

農業土木会館内 TEL 03(3436)1960

FAX 03(3578)7176

投稿規定

1. 原稿には次の事項を記した「投稿票」を添えて下記に送付すること。

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

2. 「投稿票」

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

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

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

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

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

※データと違いがないかをプリントアウトした原稿で必ず確認すること。

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

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

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

たとえば,

C, K, O, P, S, U, V, W, X, Zの大文字と小文字

O (オー) と 0 (ゼロ)

a (エー) と α (アルファ)

r (アール) と γ (ガンマ)

k (ケイ) と κ (カッパ)

w (ダブリュー) と ω (オメガ)

x (エックス) と χ (カイ)

l (イチ) と 1 (エル)

g (ジー) と q (キュー)

E (イー) と ε (イプシロン)

v (ブイ) と ν (ウプロシン)

など

9. 分數式は2行ないし3行にとり余裕をもたせて書くこと。

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

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

12. 投稿の採否, 掲載順は編集委員会に一任すること。

13. 掲載の分は稿料を呈す。

14. 別刷は, 実費を著者が負担する。

「水と土」通信

FAX宛先：農業土木技術研究会 03-3578-7176

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

1. 本号（150号）で興味をもたれた報文について記載下さい

(1) 報文タイトル：_____

(2) 興味を持たれた具体的内容

2. 本号の編集についてご意見をお聞かせ下さい

3. とりあげて欲しいテーマなど本誌に対するご意見やご要望をお書き下さい

所属：_____

氏名：_____

編集後記

米国での橋梁落下事故に驚き、事故とは直接関係は無いが、品質について改めて考えさせられた。

工期を短縮しコストを削減することは、社会的要請であり事業実施者にとって当然である。そのために、的確な事業管理、新技術の積極的な導入等、技術力を駆使し最大限の努力を払うことは言うまでもない。また、オーバースペックは別として、受益者との契約によって実施している事業において、受益者が想定している品質を確保することは最低限必要である。

ただ、コスト削減という言葉の魔力は、非常に良いことをしているというイメージが先行し、この金科玉条さえあれば、ともすれば（無意識に）品質そのものへまで手を入れたくなる点にある。

米国の有名服飾チェーン店の創業者は、高い品質のものを適正な価格で提供することが重要であるとし、また、某外国自動車メーカー社長は、あらゆる価格カテゴリーについて最高の品質の車を

提供するとし、価格のために品質を犠牲にすべきではない、と言い切っている。

既存技術を研鑽しつつ積極的に新技術を導入することで、高品質を維持しながらコスト削減を行い、高い顧客満足を得ることが可能となる。

このように、品質確保とコスト削減は両立可能であることは、皆判っているが、工期を始めとするコスト削減要請に目をつむる部分が出てくることもある。ただ、技術者として、自分の造った構造物が将来にわたり立派であって欲しいと望む、自然な感情があれば、その最適解を求めることは、自然な流れである。どこかの会社が「地図に残る仕事」とキャンペーンをしていたが、言い換えればそういう事と同じである。

ただし、言うは易しで、自らを省み、技術力のなさ自己研鑽不足を猛省した。

（日本水土総合研究所 主任研究員 西尾 利哉）

水と土 第150号

発行所 〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4

農業土木会館内

印刷所 〒161-8558 東京都新宿区下落合2-6-22

農業土木技術研究会

TEL 03(3436)1960 振替口座 00180-5-2891

一世印刷株式会社

TEL 03(3952)5651

ダイプラハウエル管 (高耐圧ポリエチレン管)

φ300~3000

経年劣化が少ない材料により長期寿命を実現!

外圧に強い中空リブ構造で高盛土にも適応!

柔構造物なので軟弱地盤でも適応!

コンクリート基礎不要で工期短縮が可能!

公的機関への認可

- 日本工業規格 耐圧ポリエチレンリブ管 (JIS K 6780)
- 下水道協会規格 下水道用リブ付ポリエチレン管 (JSWAS K-15)
- 国土交通省 新技術登録 (NETIS CB-980025) カルバート工 (NETIS CB-980024) 柔構造樋管
- 農林水産省 土地改良事業計画設計基準 (農道)
- 日本道路公団 設計要領第二集カルバート編

農業用水のパイプラインに!

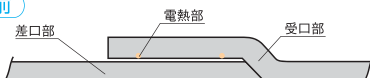
管路の一体化による継手部の信頼性!

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

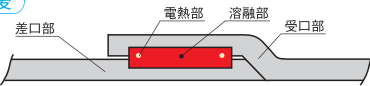
常用使用圧力 0.50 MPa

EF継手(エレクトロフュージョン)

通電前



通電後



内圧用ダイプラハウエル管



農道下横断管に!

耐圧強度が大きく、
高盛土下に
埋設可能!

カルバート工
として
実績豊富!



ため池の底樋に!

柔軟性に優れ、
地盤沈下にも
対応!

柔構造樋管
として
実績豊富!



 **大日本プラスチック株式会社**

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

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

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