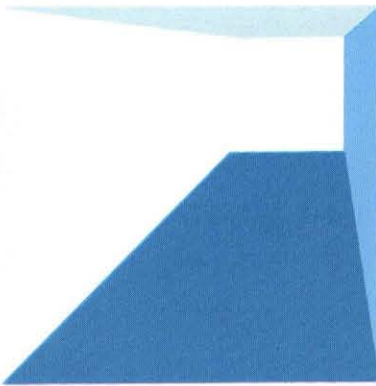
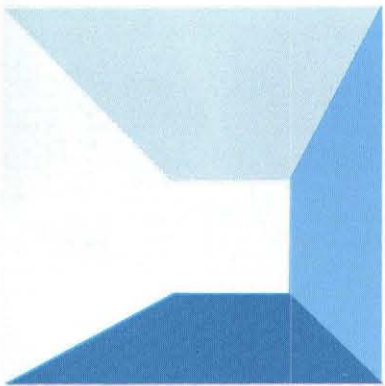
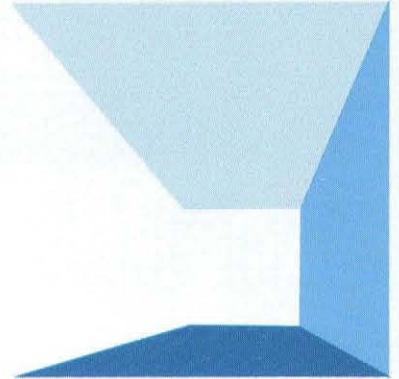
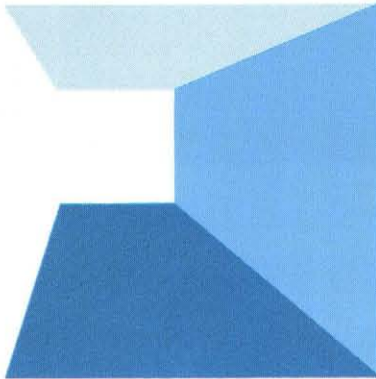


水と土

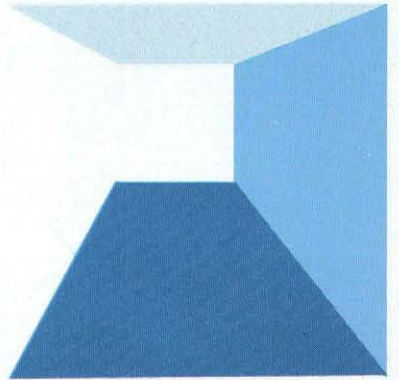
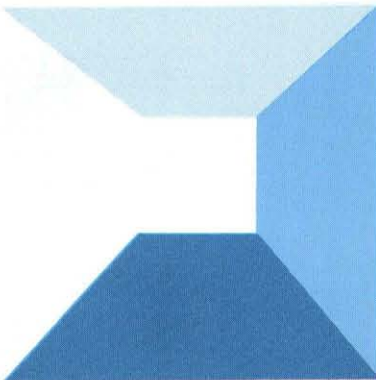
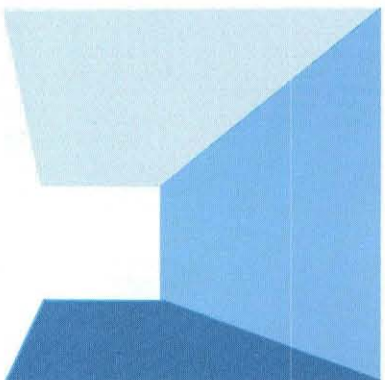
ISSN 0287-8593

第 80 号
20周年記念 特集号

平成 2 年 3 月号
農業土木技術研究会



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



大川瀬ダム

(近畿農政局東幡用水地区)

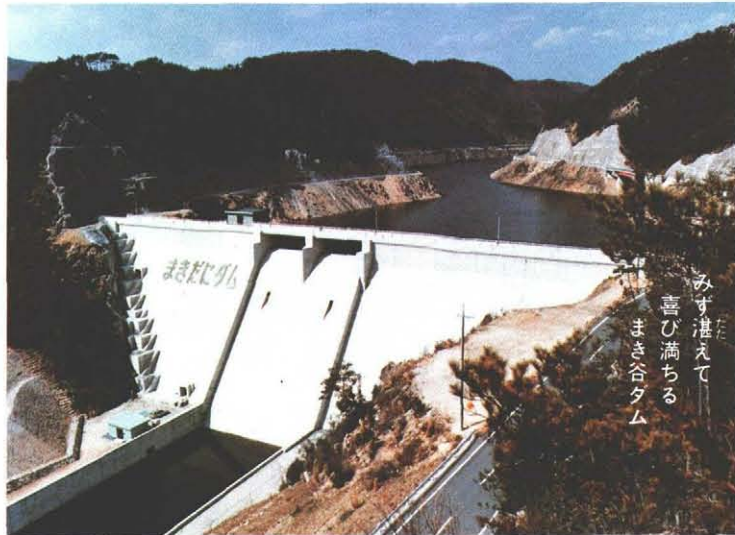
(本文39頁参照)



槇谷ダム ▶

(岡山県槇谷地区)

(本文 60頁参照)



▼ 完成間近の生居川ダム

(山形県上山東部地区)

(本文59頁参照)



岡本頭首工全景

(関東農政局鬼怒中央地区)

(本文70頁参照)



新川用排水機場

(関東農政局大利根用水地区)



(本文80頁参照)

吉野川北岸幹線用水路(パイプライン)

(中国四国農政局吉野川北岸地区)



(本文90頁参照)

愛知用水の周辺状況
(水資源公団愛知用水二期事業)



(本文100頁参照)

水 と 土

— 目 次 —

グラビア

大川瀬ダム／完成間近の生居川ダム／横谷ダム／岡本頭首工全景／
新川用排水機場／吉野川北岸幹線用水路(パイプライン)／愛知用水
の周辺状況
第19回農業土木技術研究会賞発表

巻頭文

初心不忘 中川 稔……(1)

寄稿 —「水と土」20周年に寄せて—

世界の「水と土」へ 志村 博 康……(2)

新世紀へ向けて 末松 雄 祐……(4)

特集 —近年における農業土木技術の歩み—

農業用ダムの実態と最近のダム技術 柴田 知 広……(6)
関 口 光 司

近年における頭首工技術の歩みと課題 植田 昌 明……(15)

ポンプ設備の現状と課題 橋本 政 美……(21)

昭和最後の10年間における水路技術の総括と展望
岩崎 和 巳……(31)

報文

報文内容紹介 ……(i)

吞吐ダム・大川瀬ダムの設計と施工について
宮崎武美・川田明宏……(39)
八木正広・丸田雅博

生居川ダムの設計と施工 石川 幸 生……(50)
相 沢 崔 志

横谷ダムの設計と施工 魚谷了一・金蔵法義・原田良二……(60)
加藤幸義・深井勝己

岡本頭首工の設計・施工について 角田 政 明……(70)
降 旗 元 忠

新川用排水機場の設計・施工 原田 一 夫……(80)
田野井 雅 彦

吉野川北岸農業水利事業と用水路等の設計・施工について
落合信義・森 康彦……(90)
根馬清志・高市忠男

愛知用水二期事業における幹線水路等の設計・施工
荻原宗作・青木 昭……(100)
前川 昭

座談会

新しい村づくりのための農業土木技術 ……(110)

「水と土」第41号～第80号総目次 ……(126)

投稿規定 ……(142)

農業土木技術研究会入会の手引 ……(143)

会告・編集後記 ……(144)

No. 80

1990

March

農業土木技術研究会賞の発表（編集委員会）

第19回農業土木技術研究会賞は、第73号～76号に掲載された報文のうちから、任意に全国から抽出された会員のアンケートを基に編集委員会で選考した結果、下記のとおり決定されました。

（企画計画部門）			
会賞「農業用ダムの治水効果 63.8集中豪雨に対する貢献度—雨竜川水系等—」			
北海道開発局	札幌開発建設部	沼田農業開発事業所	水島隆二
〃	〃	農業開発第1課	猪野東候
〃	〃	〃	江田一之彦
〃	農業水産部	農業水利課	山岡敏彦
（設計施工部門）			
会賞「液体窒素を用いた大川瀬ダムのプレクーリング」			
近畿農政局東播用水農業水利事業所（現・農林漁業金融公庫）		大澤賢修	
〃	〃	（現・東播用水土地改良区）	福田信幸

受賞報文の選考にあたって

「農業用ダムの治水効果 63.8集中豪雨に対する貢献度—雨竜川水系等—」

昭和63年8月、北海道の北西部に未曾有の集中豪雨が発生し、関係市町村の農業関係被害額は65億円以上にも及んだ。

本報文は、雨竜川水系にある既設の農業用ダムが、この豪雨に際していかに治水効果を発揮したかを流量観測データに基づいてダムの洪水カット量と被害の状況を再現して定量的に調査検討し、農業用ダムの公的効果を明らかにしている。

近年、土地改良事業の公的効果についてその量的把握を含めて熱心な議論が行われているが、この報文は1つの地域のダムの治水効果に関する具体例によりそれを定量的に示しており、このような点において多くの読者から高い評価を得たものと考えられる。

「液体窒素を用いた大川瀬ダムのプレクーリング」

大川瀬ダムはコンクリート量約12万³m³の重力式コンクリートダムであるが、ダムコンクリートの施工に当たってのプレクーリングに液体窒素を用い、良好な結果が得られた。

本報文は、重要かつ大規模構造物への適用としては我国最初である、液体窒素によるプレクーリング工法を採用するに至るまでの検討内容、基礎実験、施工設備、施工について報告している。

本工法は我国では初の試みでさらに多くの研究、事例を積重ねる必要があると思われるが、事業実施に当たり参考となる貴重な事例紹介であり、このような点において多くの読者の高い評価を受けたものと考えられる。

今回の受賞報文は、農業用ダムの治水効果及び液体窒素を用いたプレクーリングという事例紹介となったが、本誌に投稿された報文には、他にも興味のあるもの、優秀なものが多数あった。

今後も、農業土木技術者が日頃研鑽されている技術について、各分野から多くの報文が本誌に投稿され、「水と土」が農業土木技術者の技術の発表の場とならんことを期待してやまない。

香吐ダム・大川瀬ダムの設計と施工について

宮崎 武美 川田 明宏
八木 正広 丸田 雅博

国営東播用土地改良事業は加古川水系篠山川に川代ダム・同東条川に大川瀬ダム、同志染川に香吐ダムとこれらを直列に結ぶ導水路を基幹施設として農業用水と水道用水を供給するものである。本報告はウェッジコンクリートジョイント方式のマット工法を採用した香吐ダムとダウエリング工法及び液体窒素によるブレーキング工法を採用した大川瀬ダムについて、その設計と施工を紹介するものである。

新川用排水機場の設計・施工

原田 一夫 田野井雅彦

国営かんがい排水事業大利根用水地区の基幹線施設である新川用排水機場は、昭和58年度の着手以来平成元年度までに管理施設の一部を除いてほぼ施工が完了し、平成元年4月からは一部供用を開始した。本稿では、当地区の農業近代化の大きな足掛りとなる同機場について、計画に至るまでの経緯用排水計画の概要、施設の設計・施工の概要にならびに主要検討事項について紹介する。

生居川ダムの設計と施工

石川 幸生 相沢 崔志

生居川ダムは、山形県営上山東部地区鉍毒対策事業の基幹施設として築造する堤高47.8m、堤体積95万m³のロックフィル形式の農業用ダムである。

ダム本体建設工事は、昭和58年9月より着工し、足掛3年を経て63年10月に盛土完了した。現在は、堤体天端工、取水設備、及びダム完成に向けたダム周辺工事を施工中である。この報告はダム全般にわたる設計及び施工状況を実績を含め報告させていただくものである。

吉野川北岸農業水利事業と用水路等の設計・施工について

落合 信義 森 康彦
根馬 清志 高市 忠男

吉野川の水資源利用の高度化と治水を目的とした吉野川総合開発計画を一環として、昭和46年10月に着工した吉野川北岸農業水利事業も18年余の歳月を経てようやく今年度をもって完了することとなった。本事業の概要・経過について述べるとともに、主要工事である用水路と管理施設等の概要及びその設計・施工上の特徴等について報告するものである。

槇谷ダムの設計と施工

魚谷 了一 金蔵 法義
原田 良二 加藤 幸義 深井 勝己

槇谷ダムの計画上の特徴は、本・支2流域の洪水調節を一つのダムで実施するところにある。

本ダムは平成元年3月に完工し、現在試験湛水を実施している。

本稿は、堤体の設計・施工の概要を中心に報告するものであるが、特に施工中に発生した監査廊のクラックについては、その原因と対策をとりまとめ、今後のあり方に一つの提言を行った。

愛知用水二期事業における幹線水路等の設計・施工

萩原 宗作 青木 昭 前川 昭

愛知用水二期事業で進めている二期幹線水路工事の設計と施工について、代表的工種別にその概要を紹介するものである。工事は都市化する周辺環境条件の中で種々の創意工夫をして施工しなければならず、設計及び施工においては、この点に十分な配慮が求められている。

岡本頭首工の設計・施工について

角田 政明 降籟 元忠

岡本頭首工は、鬼怒川の中流部における8ヶ所の旧井堰の統合と新規畑地かんがい用水及び都市用水の取水を合せて行う目的をもって、昭和56年度～昭和60年度に国営事業によって建設された。本報文は、頭首工の概要と設計・施工に当たっての留意点、特に、設計においては、位置の決定、ゲートの設計、魚道の設計、ゲート制御方式、施工においては、仮締切工、排水処理施設の設計を中心に、その内容を紹介します。

初心不忘

中川 稔*

農業土木技術研究会も発足20年を迎え、会員の皆様の熱意により今日まで発展してきたことに敬意を表します。

この研究会は、コンクリートダム、水路の両研究会の発足にさかのぼります。大変古いことですが、コンクリートダム研究会は昭和28年に当時の設計課のコンクリートダム係長の遠藤虎松さん、係員の岡部三郎先生が企画され、全国の国営、県営のコンクリートダム現場の所長、工事課長の皆さんが一丸となって、コンクリートダムの設計、施工を世界のトップレベルで築造することを目的として設立運営された同志的結合により始まりました。(当時コンクリートダムの施工カ所数は発電と並んでかんがい用がもっとも多かった。)

また一方、昭和30年に愛知用水公団が設立され、木曾川の水を知多半島の尖端まで112kmの幹線水路を、薄いコンクリートライニングの開水路、長大のトンネル、サイホン、水路橋などの構造物により導水し、その支線は約1000kmに及ぶという一大水路組織を6カ年という短時日に完成しました。このような驚異的な成果を踏まえて、昭和35年に、当時農地局調査官であった故佐々木四郎さん及び愛知用水公団の理事であった故桜井志郎先生の発案により、国・県・公団の技術者を中心として水路技術を研鑽する水路研究会が結成され、この研究会の中心的な推進役は宮城好弘さん、竹内昭八さん、中原通夫さんでした。

その後、コンクリートダム研究会は対象範囲をフィルダムあるいは土の構造物に広げて“土とコンクリート”となり、それぞれ活発に活動しておりました。

しかし、40年代に入り土地改良事業も多角化し、特に圃場整備、農村整備、農道、集落排水などが時代の脚光を浴びて拡大され、それぞれに研究会などの組織が出来て研究を重ねる状況となりました。

このような状況に対応して、昭和44年に建設部長であった梶木先生のもとで当時7000人の水路研究会と4500人のダム研究会を発展的に解散し、大同団結して、農業土木構造物の設計、施工を研究する農業土木技術研究会の結成が計画され、45年に杉田部長のもとに発足しました。

その後20年、設計課の設計審査班を中心として、それぞれの時代の技術的要請に応じて、会誌と研修会の場を利用して発展して来たわけです。

我々が構造物の設計に当たって考えなければならない三要素は、安全性、経済性、環境にマッチした景観の確保であると考えられます。このうち、数値的に分かり易いのは経済性であり、また土地改良事業は地元負担があるため本能的にこれを優先させる傾向があります。しかし、我々の構造物は地域の資産である点を考慮して自然にマッチした景観を考慮する必要があり、安全性については、わが国が地震国であることを考えると、構造物は永遠に壊れないことはなく、その補修は不可避であることから、少なくとも補修時の対応を考えて設計する必要があります。

今後、農業土木技術は海外への飛躍が望まれており、さらにそれぞれの地域の風土にマッチした事業の計画、設計、施工を行う必要があるため、我々の研鑽するべきことは無限に広がっているといわねばなりません。

この研究会が発足した当時からみると、会の規模、技術の対象は広くなりましたが今後さらに、手づくりの自分達の技術向上の手段として活躍した経緯を踏まえ、自分達の研究会であるという自覚のもとにこの会を利用して農業土木技術の発展のために御努力いただければ幸いです。

*全国農業土木技術連盟委員長

世界の『水と土』へ —20周年に寄せて—

志村博康*

1. 誕生からの20年間

農業土木技術研究会が発足した昭和45年（1970年）は何となく時代の変わり目を感じさせる年であった。昭和30年代から続いてきた経済成長は、なお止まることを知らぬ勢いで、日本列島の改造等を話題にし始めていた。けれども成長に伴う摩擦も次第に増大し、環境問題、大学紛争等を激化させていた。農業土木学会は、その年、農業土木学将来計画検討委員会を発足させ、次の時代への展望を得る努力を始めている。

このような状況の中で『水と土』が生まれた。水と土が何を象徴するのか、それは時代により変わってくるであろう。この小文で、それを探ろうと思うが、当時は、高度成長の中で巨大なパワーとなった土地改良事業、なかんずく灌漑排水事業の技術的、理論的整備を図るものであったことは言うまでもなからう。

それから20年の歳月が流れた。この間の変化は予想を越えたものであった。70年代に入って間もなく、オイル・ショックが起き、意外にも経済成長は一気に止んでしまい、構造再編の時代となった。70年代は、一口に言って、有効需要の創出を掲げて高度成長を押し進めてきたケインズ主義の後退を示す時代となった。

しかし、構造再編を終えた80年代は、オイル・ショック後の省エネルギー社会などを吹き飛ばす勢いで、新自由主義を台頭させた。世界でも固定相場制は放棄され、円の価値が急上昇し、日本の国際化が一気に進むことになった。その国際化も新自由主義が基調で、日本農業も国際的自由競争の荒波を受ける事態になりつつある。しかし新自由主義が何時までリードするか、何が台頭するか、今後の研究テーマである。

『水と土』の20年間は、まさに、時代が変わる時代であった。では、この20年間の灌漑排水事業の意義は何であったか。私なりに簡単な小総括を試みたい。

2. 農業水利近代化の達成

ここ20年のうちで、日本の灌漑排水事業が行った最大の偉業の一つは、水田農業水利の近代化をほぼ実現したことである、と私は思う。

大規模水田農業地域（アメリカ、アジア・プランテーション地域等）では、日本より早く近代的農業水利を実現したところもある（大規模水田農業の近代化は比較的容易である）が、小規模農業を維持したまままで農業水利近代化を実現したところは日本、台湾の他、極めて限られており、むしろ大部分の地域がこれからである。

ところで、農業水利近代化とは何か、これがまず明確にされることが大切であるが、ここ20年間の日本農業水利事業こそ、これを明らかにした貴重な実績である、と私は思う。この実績を基礎に次のように定義するのがよいであろう。

圃場水利システムでは、伝統的なそれが田越し灌漑排水（前近代的な共同体関係を強いるもの）であったのに対し、個別経営の自由な発展を保障する水利システムに切り換えること（一般には、各耕区が用排水完備の圃場整備により実現される）。圃場外水利システムでは、近代科学を基礎に、社会的に容認される技術基準で整備されること（公共性の強い施設であるため、近代化の指標に社会的基準が入る）、である。

日本では、戦後、後者の圃場外水利システムの近代化が本格的に進められるようになった。これには、

*東京大学農学部教授

戦後改革の土地改良制度が推進役となったが、とりわけ、技術基準が優先して整備されたことが、事業の公的发展を保障したと言ってよい。70年代は、その基準整備をさらに充実、強化したのである。

一方、前者の圃場水利システム近代化は、圃場外水利システム近代化によって給排水の安定化が実現した上で、実施するのが適当であるから、少し後から、70年代に入ってから本格化するが、土地改良制度の中に圃場整備事業が設けられることによって、大々的に展開されることになった。これにより、個別経営の自由な水操作が実現した。

もっとも、圃場整備を実現した水田は日本全体の約半分である。しかし主要な穀倉地帯はほぼ終わったから、農業水利近代化は峠を越えたと言ってよい。

世界的には、田越し灌漑排水に加えて、それ以前の天水田地域がはるかに多く残っている。これらを合わせて、水田農業水利近代化が、今後、陸続と日程に上ってくるであろう。その時、日本の実績は重要なガイドラインとなるに違いない。

3. 現代的課題へのアプローチ

80年代頃より、近代化とは異なる新たな過程が現われてきたように思われる。日本の実績を踏まえながら、現代的課題への対応を簡単に整理すると、次のようになるであろう。

圃場水利システムでは、近代化以後に現れる諸要請（たとえば圃場の大規模化、汎用化、ホビー農園あるいは市民農園化、親水化、景観整備等）に応じて、圃場の多様な土地利用を調整し、実現するために必要な水利システムを整備すること（もはや単なる自由化ではなく、むしろ多様な要請を調整し、地区的にマネージする）。圃場外水利システムでは、近代化以後の地域的諸要請（流域的な水利の調整・整備、環境の保全、生態系との調和、リゾート・レクリエーション整備等）に対応して、水利系統規模で（複数のそれを合わせることも含め）、新たな水利の調整および整備を図ること（もはや一つの水利組織の便宜ばかりを図るのではなく、関連諸分野との流域的な調整およびマネジメントを行う）、である。

世界的に見て、このような現代的課題は、近代化を終えた先進国は勿論のこと、近代化をこれから行う発展途上国においても、並行して（あるいは重ね合わせて）実現すべき諸課題となりつつある。

日本のここ20年間は、まさに、近代化と現代的課題の並行的（あるいは重疊的）実現であった。このため、それぞれのもつ意義が、時には不明確となり、混乱も生じたが、ふたつの区分とその総合において、貴重な経験をもったと言ってよい。これらは、今後、特に発展途上国に生かされることになるであろう。

4. 国際的農業土木へ

ここ20年間の到達点の一つは、国際化である。農業土木もかつてなく国際化を遂げつつある。

日本は長く水田農業水利ばかりを行ってきたが、ここ20年間には、新たに畑地農業水利も手掛け、その強化発展に努めてきた。世界に踊り出る場合には、やはり畑地農業水利についても、十分な実績をもつことが要請されるであろう。しかし畑地については、なお水田農業水利の範疇の中で見ていることが多いのではないだろうか。

長く水田農業水利を行ってきた日本では、畑についても、まず水利の便をよくすることが第一と思われがちである。実際、日本の畑地改良事業では、畑地灌漑を最重視する。しかし、世界の畑地でもそうだろうか。ここで、我々は、欧米において、畑作が、長く、灌漑とは無縁で存在したことを改めて想起して見る必要があるように思われる（ただし排水についてはよく行われたが）。

多雨地域は別にして、一般に畑作は、一步、水管理を怠ると、塩分集積を呼び、荒れ地と化する。干天時には水は欲しいけれども、水を通じての塩分の侵入の方がより恐ろしいのである。そこで、水と呼ぶためには、その前に、水と呼んでよい畑状態をつくりだすことが基本となる。その基本の技術体系は、私の理解する限りでは、有畜と排水である。農業水利エンジニアが忘れがちなのは有畜である。

周知のように、有畜畑作こそが素晴らしい地力を作りだし、干天、豪雨に対しても耐え得る畑を用意するのである。畑は水利を求めるよりも、むしろ畜産を求めるのである。ここにヨーロッパ無灌漑畑作農業

の真髓があるといってよいだろう。

世界的には、灌漑畑作農業も古くから存在するが、灌漑をしているといっても降雨の補助に止まり、水田農業のように水利の充実強化になかなか向かわず、むしろ無灌漑畑作農業に似て有畜化を志向する傾向が強いと言ってよい。

世界に向かう時には、畑作の有畜化を充分に取り入れつつ、水利化を志向することが望まれるであろう。世界の農業土木ができる時には、水利と有畜の統一が求められよう。1990年代の『水と土』はそのようなものを象徴することになるのではなかろうか。私はそれに期待を寄せたいと思うのである。



【寄稿】

新世紀へ向けて — 『水と土』20周年に寄せて —

末松 雄祐*

昭和45年にダム研究会と水路研究会の発展的合意によって、農業土木技術研究会が新たに発足してから20年が経った。そして、それまでの夫々の機関誌「土とコンクリート」と「水路」に代って創刊された「水と土」も今回で80号を迎えるに至ったことはご同慶にたえない。この間、本研究会活動を通じ、時の農政に対応しながら農業土木技術の進歩、向上のために研鑽をつまされた会員諸氏の御努力に対し、心から敬意を表するものである。

この20年間、農業・農村を廻る環境には幾多の困難があったが、夫々に対し農業土木技術者の英知を集めて農業土木技術はめざましく進展した。農業基盤整備事業の予算はこの間名目で約5倍の伸びを見、整備された農地は約210万ha、新たに造られた農地は約130万haに上っている。そして、その時代に対応した新しい事業制度、農業土木技術も数多く生まれた。

農業土木技術研究会が発足した1970年代、我国の経済は2回の石油危機を契機として、高度成長から安定成長に移行することとなった。また、それまで続いてきた経済成長の外部不経済の一面として深刻化していた環境問題と都市への人口集中に伴う農村の過疎化への対応が急務であった。

80年代は行政の簡素化と赤字国債依存財政からの脱却を目指して行財政改革が進められ、緊縮財政が続いた。一方、安定成長路線へ移行した経済は、いっそう情報化、国際化、ソフト化が進むこととなった。

そして国民のニーズも更に多様化し、高度化し、地方では活性化への取り組みが広く行われることとなった。

この間の農業・農村を取りまく情勢には内外とも極めて厳しいものがあった。米の構造的過剰、貿易自由化に対する外圧、農業従事者の減少と高齢化の進行、農村の混住化に伴う環境の悪化、農山村の過疎化に伴う地域資源管理の粗放化など難問が山積していた。とりわけ70年代から80年代まで継続してきた米の生産過剰問題は深刻である。まだ記憶に新しいが、昭和62年、63年には米の内外価格差是正に対する世論の高まりなどにより、米価の引下げが行われ、農政の課題として水田農業の確立、構造政策が強く推進されることとなった。

こうした情勢を背景に、土地改良事業についても転作を定着させるための条件整備に重点がおかれ、汎用化を目的としたほ場整備、排水改良等が推進される一方で、農村環境の改善、定住条件の整備のため農

*農林水産省構造改善局建設部長

村総合整備事業や公害防除のための事業が制度化され実施されてきた。また、第二次臨調の審議の過程では、構造政策を進め生産性の高い農業を実現していくに当たっての農業基盤整備事業の役割が再認識された。そして、内外の厳しい農業情勢に対応して農業基盤整備事業制度に検討が加えられ、平成元年度に国営事業を中心とした制度の再編が行われた。

このように時の政策課題に対応しつつ、この20年間、農業土木事業は著しく発展を遂げてきたが、これを支えたのは言うまでもなく農業土木技術者である。「水と土」に発表された数多くの報文にも農業土木技術者のためまざる努力の跡が窺える。

時代は昭和から平成に変わり、90年代を迎えた。今世紀最後の10年となる90年代は、先輩方が様々な困難の中で営々として築いてきた、国民の財産としての農業基盤を維持・発展させつつ新世紀へと引き継いでいくための重要な時期である。

90年代の農業を考える時、これを廻る情勢には一段と厳しいものがある。農産物の輸入自由化問題は、牛肉・オレンジの自由化が間もなく現実のものとなり、米についても予断を許さない状況にある。国内的に見ても米の需給の均衡が引続き要請され、安くバラエティーに富んだ農産物の供給がいつそう強く求められよう。農業内部の問題としては生産性の向上に一層努めるとともに、減少する農業担い手の確保・育成、農地の流動化促進、技術革新への対応等構造改革が急務となっている。一方では国土資源の適切な管理、居住空間としての位置付けから、農村のもつ役割には大きな期待が寄せられている。

このような情勢の中で、強い農業の基盤を築き、国土保全などに対する多面的な役割を持つ農業基盤整備の重要性はますます高まっている。

これに応え、経営の自由度の高い、一段と機能の向上した水田農業を確立するためにはほ場条件の整備が不可欠であり、その手法の一つとして大区画ほ場整備が考えられよう。また、地域の条件に応じた農業の確立と農村の活性化を図るための条件整備として、中山間地域等を中心とした農村総合整備も重要である。そして、これら農業基盤整備を進めるに当たっては、農村のアメニティーを向上させ、農村の特色を生かした美しい村づくりを心掛けることも一つのポイントとなろう。一方、低コストの農業生産を支える視点から、事業費単価、農家負担の抑制も重要な要素となる。このため事業の低コスト化のための技術の開発・普及、事業の効率的な実施を更に進めていくことが必要である。また、混住化の進展に伴う土地改良施設の公共性が増大していく中で、その農業外効果を適切に把握し、長期的視点に立って農業基盤整備の将来をしっかりと見極めて、新世紀へ向けて着実な行動を行っていくことが重要である。会員諸氏の益々の健闘を期待してやまない。

農業用ダムの実態と最近のダム技術

柴田 知 広*, 関 口 光 司*

目 次

1. はじめに……………6	3. ダム技術の現状と課題……………9
2. 農業用ダムの実態……………6	4. おわりに……………14

1. はじめに

地形地質的な面からダム建設適地が減少し、また河川の流域開発が進展するにともない、ダムに対する安全性が益々求められてきている。

一方、農産物価格の低迷、農産物の市場開放要求等わが国の農業・農村を巡る厳しい情勢の中で、農業基盤整備事業における建設コストの低減を図るための創意工夫が求められている。

ここに、農業用ダム実態を「農業用ダム施設調査」の中間集計より述べるとともに、最近のダム技術についてダム技術検討委員会及びダム研究委員会等の活動も含めその概要を述べることにする。

2. 農業用ダムの実態

(1) 概 要

わが国の農業用ため池は、約27万箇所の多くを数えており、約111万haの農地を灌漑している。これらの農業用ため池は、近代工学技術が導入される以前に築造されたものが多いが、土地改良区などその地域の農家の方々による維持補修並びに管理運営により、これまでため池の安全には万全の策が講じられてきたといえる。しかしながら海外におけるダム決壊事故（1976年アメリカ合衆国テイートンダム）あるいは、ため池周辺の都市化の進展にともない、ため池に対する安全対策の強化要請が急速に高まってきた。

この様な状況のなか、全国約27万箇所の農業用ため池のうち、堤高15m以上のものについて、構造

及び機能を明らかにし、ダム施設の安全性の確保と水資源の保全に資する基礎資料を整備するとともに、その結果がダムの設計・施工に有効に活用され、また老朽ため池整備の促進並びにダム施設の管理の円滑化に資することを目的として「農業用ダム施設調査」を実施してきた。

この調査の1988年の中間集計によれば、農業用ため池のうち堤高15m以上のものは、完成したダムが約1600箇所、施工中等のダムが約200箇所合わせて約1800箇所である。（表-1 参照）

表-1 堤高15m以上の農業用ダム数

区分	北海道	東北	関東	北陸	東海	近畿	中国 四国	九州 沖縄	計
完成 ダム	73	184	84	76	128	220	524	291	1580
施工中	23	20	—	8	7	3	11	13	85
未着工	26	30	9	13	3	10	15	23	129
計	122	234	93	97	138	233	550	327	1794

(注1) 構造改善局「農業用ダム施設調査」中間集計（1988年）による。

(注2) 未着工には、計画中のものを含む。

(2) 実 態

ア. 竣工年別のダム型式・堤高

1800年以降に完成したダムの年次別のダム型式・堤高の変遷状況は表-2のとおりである。

ダム型式の比率は、フィルダムが約9割を占め、コンクリートダムは残り1割であるが、1950年以降完成したダムについては、コンクリートダムの

*農林水産省構造改善局建設部設計課

比率は2割強になっている。

堤高について見た場合、1940年時代までは30m以下のフィルダムの築造が主であったことから、現在までに竣工したダムのうち、30m以下のダムが8割を占めている。しかし、1950年以降は調査、試験及び設計技術の進歩と施工機械の開発などにより、30m以上のフィルダムの築造が増えるとともに、コンクリートダムが本格的に築造されるようになったため、1950年以降完成したダムのうち堤高30m以上のダムは、フィルダムで約3割、コンクリートダムでは約7割を占めている。

表一 竣工年次別堤高別ダム数

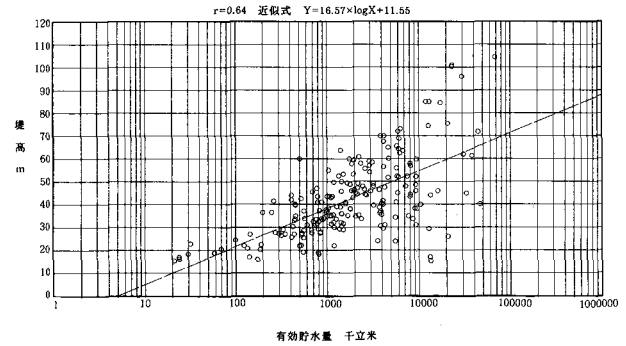
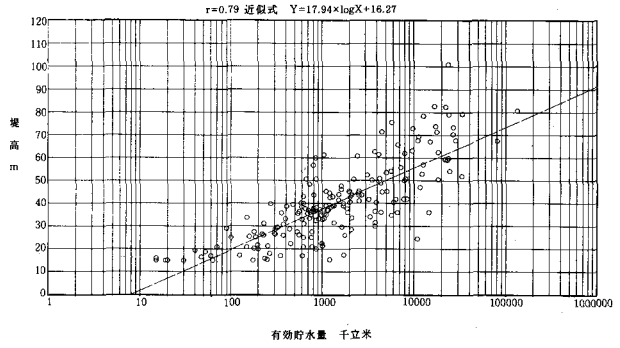
堤高	1800 ~99	1900 ~19	'20 ~39	'40 ~49	'50 ~59	'60 ~69	'70 ~79	'80 ~	計
100m ~	【フィルダム】								1
70~ 100						1			1
50~ 70							2	2	4
40~ 50						4	7	11	11
30~ 40				1		5	13	16	35
20~ 30	3		8	2	14	18	38	25	108
15~ 20	119	85	180	55	84	43	24	11	601
計	140	114	256	87	150	140	130	90	1107
100m ~	【コンクリートダム】								1
70~ 100					1	1	3	3	8
50~ 70					6	10	2	1	19
30~ 50			1	1	6	20	12	14	54
15~ 30			4	4	13	15	8	2	46
計			5	5	26	47	25	20	128

(注1) 前出「農業用ダム施設調査」中間集計(1988年)による。

(注2) フィルダム数には、ロックフィルダムを含む。

イ. ダム堤高と有効貯水容量

ダム堤高と有効貯水容量の関係は、ロックフィルダムもコンクリートダムも同様な傾向を示しており、堤高30mでは約300千 m^3 、40mでは約1,500千 m^3 、50mでは5,000千 m^3 となっている。(図一1参照)



図一1 ダム堤高と貯水量 (上 コンクリートダム 下 ロックフィルダム)

ウ. 有効貯水容量と集水面積

ダムの有効貯水容量と集水面積の関係は図一2のとおりである。

農業用ダムでは、有効貯水容量500万 m^3 以下、集水面積50 km^2 以下のものが全体の9割以上を占めている。さらに100万 m^3 以下、10 km^2 以下の小規模なものが全体の約7割を占めている。この小規模なダムは、東日本では5割程度であるが、西日本では古くから多くのため池が築造されてきたため、小規模なものの比率がより高くなっている。

エ. 集水面積と単位面積当たり集水量

集水面積と単位面積当たり集水量の関係は、図一3のとおりである。

単位面積(1 km^2)当たりの集水量は、流域が小さくなるほど大きくなっている。

また、地域別の集水面積10 km^2 の貯水池の単位面積当たりの集水量を単純平均してみると、北海道・東北・関東が200千 m^3/km^2 であるのに対して、中部・近畿150千 m^3/km^2 、紀伊南部・山陰・瀬戸内では80千 m^3/km^2 、九州100千 m^3/km^2 となっている。

オ. 洪水吐及び取水施設の構造

洪水吐の構造別地域別ダム数は表-3のとおりである。ダムの管理上、洪水時に特別な操作を必要としない越流式、側溝流入式等の構造となっているものが大半を占めている。

取水施設の型式別築造年代別のダム数を表-4に示す。斜樋方式が全体の約8割、取水塔方式が約1割となっているが、1950年以降降温水取水方式の選択、取水施設設置位置の地形・地質条件及び

取水塔の設計技術の進歩にともない、取水塔方式が数多く採用されるようになってきている。

カ. 改築・改修状況

1960年以前に築造されたダムの改築・改修工事の目的をみると、貯水量増を目的とした嵩上げが全体の約1割、堤体等の補修が約3割、洪水吐の改修が約2割、そして取水施設の改修が約3割その他1割となっている。

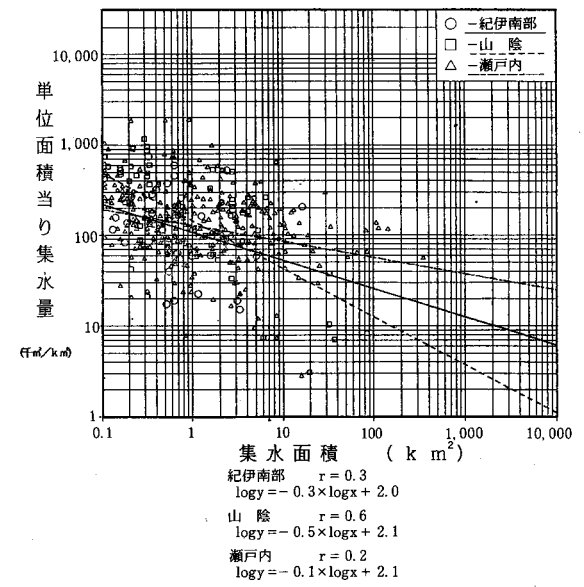
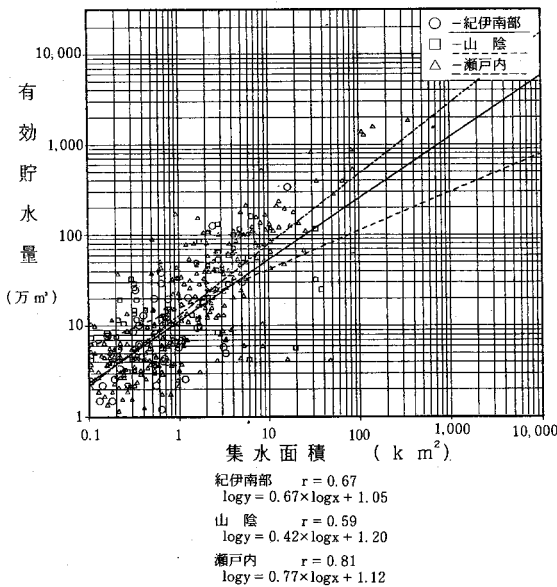
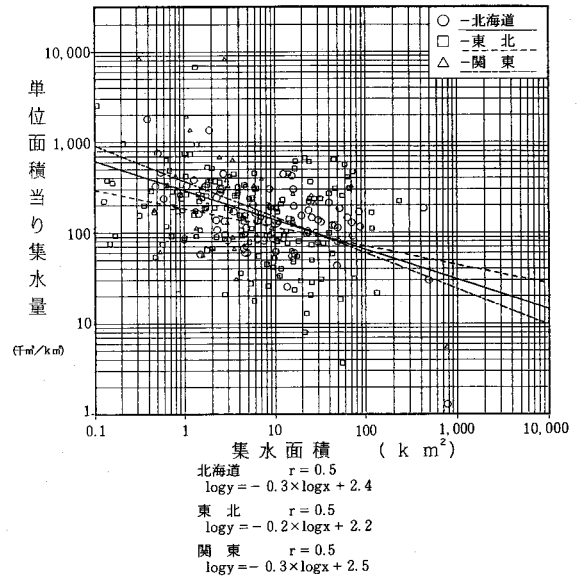
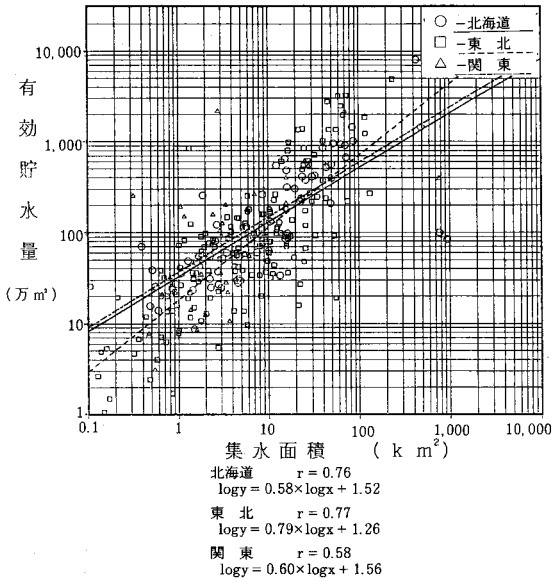


図-2 貯水量と集水面積

図-3 集水面積と単位面積当り集水量

表-3 洪水吐構造別ダム数

構造区分	北海道	東北	関東	北陸	東海	近畿	中国 四国	九州 沖縄	計
越流式	36	92	46	31	70	93	194	108	670
側溝 流入式	81	115	26	41	23	41	136	116	579
開水路 流入式	2	12	15	20	38	91	196	90	464
その他	3	15	6	5	7	8	11	9	64
計	122	234	93	97	138	233	537	323	1777

(注) 前出「農業用ダム施設調査」中間集計 (1988年) による。

表-4 取水施設の種類別ダム数

種類別	1800 ~99	1900 ~19	'20 ~39	'40 ~49	'50 ~59	'60 ~69	'70 ~79	'80 ~	計
斜樋	104	103	219	79	132	102	63	47	849
取水塔	2		18	6	23	45	40	34	168
その他	18	4	8	1	2	18	17	12	80
計	124	107	245	86	157	165	120	93	1097

(注) 前出「農業用ダム施設調査」中間集計 (1988年) による。

表-5 ダムの改築・改修状況

工事区分	1800 以前	1800 ~99	1900 ~19	'20 ~39	'40 ~49	'50 ~59	計
堤体嵩上	26	14	8	34	12	15	109
堤体補強	54	31	24	49	24	25	207
法面補強	16	9	9	25	17	12	88
堤体 グラウト	21	9	13	41	30	32	146
洪水吐 修	74	33	25	75	35	35	277
底樋管等 改修	50	32	18	34	8	17	159
取水塔・ 斜樋改修	60	24	27	67	21	37	236
その他	49	18	12	71	21	64	235
計	350	170	136	396	168	237	1457

(注) 前出「農業用ダム施設調査」中間集計 (1988年) による。

3. ダム技術の現状と課題

(1) 最近のダム技術と課題

最近のダムに関する新技術・新工法等のうち、主なものを以下に述べる。

ア. 有限要素法 (FEM) の活用

FEM解析はダムの設計施工における基礎処理計画、堤体のゾーニング及び監査廊のスパン割や構造の検討に際して地層及び堤体等の応力解析や浸透流解析等に幅広く活用されてきている。

イ. 軟岩地盤等への対応

近年ダムサイト適地の減少にともない高透水性基盤あるいは変形係数の小さい基盤へのダム築造、軟岩材料の利用等を余儀なくされてきているが、FEM解析手法をはじめとするダム設計手法の進歩ならびに連壁工法あるいは二重管特殊グラウティング工法等軟岩あるいは高透水性基盤に対する基礎処理工法の進歩開発により、従来、技術的、経済的に困難とされてきたダムサイトにおいてもダムの建設が行われるようになってきた。次に吞吐ダム及び大川瀬ダムにおける軟岩地盤等への対応例を紹介する。

① 吞吐ダム (1988年度完成) では、河床部の大規模な破碎帯の処理工法として、築堤、貯水による堤体及び置換コンクリートの変位、ジョイントの動き等についての予測と堤体の安全性の解析検討をもとに、堅岩部に上載荷重を伝達させる工法として、アーチジョイントコンクリートを施工した。

1986年から1988年の湛水試験及び貯水後の各種計測器による観測結果において、予測と同じ傾向を示し、安全性の面でも問題がないことが確認されている。

② 大川瀬ダム (1988年度完成) では、基盤となる凝灰質流紋岩層に分布する層状の弱層対策として、上層と下層岩の連続性を図るために、補強コンクリート (ダウエルコンクリート) を施工した。

ウ. マスコンクリートの温度応力抑制

マスコンクリートの施工時に発生する温度応力によるヒビ割れの抑制方法として、プレクーリング、パイプクーリング、貧配合コンクリート及び低発熱セメントの使用等が、各現場においての施工条件等を踏まえ検討され採用されている。

① 神居ダムでは、打設温度抑制のためコンクリート配合、越冬時の保温、施工方法の検討を行い、低発熱型セメントやパイプクーリングを必要としないレヤー方式で施工している。(写真参照)

② 大川瀬ダムでは、コンクリート打設の施工時期、気温状況及び施工時の各種の拘束条件があり

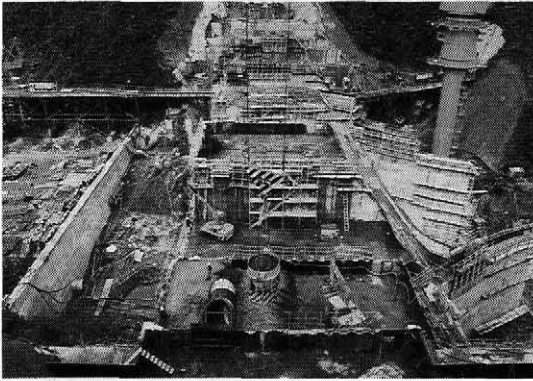


写真 神居ダムのコンクリート打設状況

堤体の一部のコンクリート打設で、バッチャープラントにおいて練り混ぜ中の生コンに液体窒素を直接吹きつけるプレクーリングを行った。

③ 日中ダムでは洪水吐の基礎コンクリートについて水和熱抑制コンクリート及び施工性の面から、生コン製造のミキシング方法の改良(ダブルミキシング)により、コンクリートに要求される強度等の諸条件を満足する低スランプ、貧配合(C=198 kg/m³)コンクリートの施工を行った。

エ. フィルダムの監査廊

フィルダムの監査廊は、堤体及び基礎の安全管理、ダム建設工程の短縮等の目的で設置される。

監査廊が、変形性の大きい地盤、規模の大きな断層破砕帯上に設置せざるを得ない場合、監査廊設置そのものがダムの安全性及び耐久性に支障をきたす恐れもある。従って、監査廊を設置する場合、基礎地盤の地質状況やその性状並びに築堤・貯水に伴う基盤及び監査廊の挙動、変形等について十分に調査・検討を行い、設置の妥当性・必要性を講じた上で、施工することが極めて要である。

監査廊コンクリートは、施工時の温度応力、岩盤拘束力等による本体のヒビ割れが生じないようにすることが重要課題となっている。設計面では、築堤荷重による基礎地盤の沈下による監査廊の変位に対応したスパン割及び構造等の検討が必要である。また、施工面では各現場及び施工上の条件を踏まえ、コンクリートの温度応力の発生抑制及び打設後の養生等についての十分な検討が必要となる。

オ. ダムの改築・改修

各河川の水資源開発が進むとともに、流域の開発も進展しており、既存の農業用ため池の利水容量・洪水調節容量の付加及び洪水吐能力改善のために嵩上げすることが多くなってきている。大規模な嵩上げ例としては、国営の山王海ダムの嵩上げがある。(図-4 参照)

既存のダムを嵩上げ改修する場合、堤体及び基礎地盤の構造・透水性等を評価するための調査・試験法、嵩上げダムの解析・設計及び施工法を確立するための検討が必要となっている。

カ. 地震観測等

農業用ダムでは、全国の約40のダムに地震計が設置され、地震観測を行っている。最近の大規模な地震の記録としては、1983年5月の日本海中部地震時に、浪岡ダムで223.4gal、1987年4月の福島県沖地震時に、大柿ダム309galが堤体で記録されている。

現在、多くのダムにおいて、数多くの計測器が設置され、各種のデータが集積されつつあるが、今後、これらのデータの解析結果をダム設計にフィードバックしていくことが重要な課題と考えられる。



図-4 堤体標準断面図

キ. 地下ダム開発

地下ダム開発技術は、沖縄県宮古島の皆福実験用地下ダムにおいて確立された。皆福地下ダムでは、グラウト工法による止水壁の築造と、取水実験（1979～1981年）の結果、サンゴ石灰岩の貯留率（10～13%）が明らかとなり、これから70万 m^3 の貯水量が確保でき、また日量最大1万 m^3 の揚水が実証できた。

現在、宮古島、沖縄本島南部、奄美群島喜界島のサンゴ石灰岩で、地下ダムが計画又は施工されている。しかしこれらの地下ダムは、止水壁の深度が70m以上の高深度の部分があり、孔まがりに対処する必要がある。また、ダム止水壁の下部が海面下となるため、海水の侵入対策の検討が必要である。このため、止水壁築造工法において、グラウチング工法の他に各種の地下連続壁工法の試験施工等が実施され、高深度（約90m）の止水壁の施工について止水性が確保できかつ経済的な工法の検討がなされている。⁽¹⁾

(2) 農業用ダム技術の研究・検討体制

ア. 概要

従来、個々のダムにおいて学識経験者を中心とした委員会を設置し、ダム技術の検討を行ってきた。最近、立地条件の良いダムサイトが少なくなってきたことなどから、ダムの設計・施工法などについて多面的に検討を要する課題が増加してきている。このため、地方局ごとに「ダム技術検討委員会」（通称『ダム委員会』）を組織し、これらの課題に対応している。

各局のダム委員会においては、ダム設計の基本に係わる事項、より合理的な改修・改築に関する事項などダム建設にあたっての共通的、基礎的な課題が提起されることも多い。また、良好なダムサイトの減少に起因した特殊工法による施工、特殊施設の設置などにより、ダム工事費が増嵩し事業費に占めるダム工事費の割合が高くなり、事業全体の経済的な妥当性を左右する事態も起きる可能性を生じてきており、これまで以上に多岐に亘る検討が必要になってきている。

こうした状況から、適切な調査・試験方法のあり方、合理的な設計・施工法、貴重なダム管理データの活用法などについて、体系的に研究できる体制を整備し、安全かつ経済的なダム建設技術の向上をより一層推進することを目的に、ダム委員

会のメンバーを中心とした「ダム研究委員会」を1989年に農業土木学会に設置した。

また、国及び県の現場担当者を中心に不定期に開催されていたダム設計施工検討会を、1987年度から検討課題を定めて定期的に開催し、全国のダム現場技術者の技術力向上を図っている。

イ. ダム委員会

各ダムごとに個別具体的かつ現場診断的な内容を主として検討するため、農業土木学会を事務局とし学識経験者を中心としたダム委員会が設置されてきた。1978年に（財）日本農業土木総合研究所（通称「農業土木総研」）が開設されてからは、農業土木総研を事務局としたダム委員会が設置されてきた。なお、1989年度からは、ダム委員会の事務局は全て農業土木総研とした。1989年度におけるダム委員会は、国営36ダム、補助16ダム及び公団5ダム、合わせて57ダムについて実施された。

ダム委員会においては、近年のダムサイトの条件の悪化にともない、堤体基礎に関する問題、堤体設計に関わる事項及び監査廊の設置にともなう問題に対する検討が多くなってきている。⁽²⁾⁽³⁾

ダム委員会における主な検討事項は次のとおりである。

(ア) 堤体基礎に関する問題

① 基礎地質の評価

ダム基礎としての評価を的確に行うための各種地質調査、原位置試験、室内試験、変形及び浸透流解析等を適正かつ効率的に実施するための指導・助言が多い。特に最近では、地下水の分布状況を正確に把握するよう指導されている。

② 基礎処理グラウチングに関する事項

グラウチングに関する検討内容としては、止水ライン、孔配置、改良深度・範囲、注入工法・材料・仕様、改良目標値、施工時期、テストグラウチングが挙げられる。

グラウチングによる止水改良効果が十分でない場合もあり、アースブランケット工法、連壁工法、これらとの併用工法等の採用について検討されている。また、軟岩・弱層部のグラウチングに対しては、地盤を乱さないような注入圧等の検討がされている。

③ 断層及び破碎帯処理に関する事項

断層・破碎帯がある場合、特にこれが池敷及び下流側に露出している場合には、漏水、パイピン

グに対し、十分な対応が求められ、断層・破碎帯処理グラウチング、置換工法、アースブランケットの設置、遮水ゾーンの拡幅、フィルタの配置の採用について検討が行われている。

④ 変形性及び透水性に関する事項

⑤ 基礎掘削線の検討に関する事項

(イ) 堤体設計に関する事項

① 基礎条件の悪化にともなう堤体の変形沈下等に対する設計施工に関わる検討

② 遮水材料のブレンドに関する検討

ブレンド材を使用する場合、室内試験と実際の施工には差が生ずることから、混合率だけでなく、事前にフィールドにおけるブレンド試験及び転圧試験等を行うことによりブレンド方法・ブレンド比率について十分な検討が必要になってきている。

③ 品質がやや劣る材料を最大限利用したゾーニングに対する検討

最近では、良質な築堤材料が容易に得られる場合が少なくなってきており、築堤材料の選定、ゾーニングの決定が重要な検討課題となってきている。

(ウ) 監査廊の設置にともなう問題

最近では軟岩上、あるいは弱層部を有する地盤上における監査廊の設置にともなう問題についての検討が増えている。

表-6 ダム委員会における検討内容
(財日本農業土木総合研究所資料より)

検 討 項 目	ダム数	延検討回数
堤 体 基 礎 地 質	59	170
基礎処理計画・設計・施工	50	139
基礎処理グラウチング	55	130
基 礎 掘 削	33	51
堤 体 設 計	74	195
堤 体 材 料	44	117
堤 体 施 工	34	98
監 査 廊 設 計・ 施 工	26	80
洪 水 吐 設 計・ 施 工	30	68
取 水 施 設 設 計・ 施 工	11	27
計 測 管 理	33	81
仮 排 水 路 設 計・ 施 工	7	13
池 敷 周 辺 地 山 処 理	13	22
そ の 他 (試 験 湛 水 等)	14	19

注) 1988年度までに農業土木総研が事務局であるダム技術検討委員会における検討項目別ダム数及び検討回数を示す。

また、コンクリートのクラック対策、ジョイントの位置・構造等も重要な検討課題となっている。
ウ. ダム研究委員会

基礎的なダム技術、あるいはダム工学の中の基礎的な問題の研究を行い、この様な活動及び成果を実際の技術行政に反映するために、農業土木学会に「ダム研究委員会」(委員長 沢田 敏夫)を設置した。

今後の研究の主なものとしては、ダムの計測技術、最適化施工計画手法(システム論)及び軟弱地盤上のダムの挙動、堤体・基礎・地下水に関する解析技術、特殊材料の使用等が挙げられる。1989年度の活動としては、沢田委員長を含む主要な委員4名が話題提供を行うシンポジウムを実施した。このシンポジウムの話題が、今後の研究課題を示しているため、概要を紹介しておく。

① 「コンクリート重力ダムの基礎処理工 呑吐ダムの事例について」

(日本学術振興会会長 沢田敏夫)

断層や破碎帯部等の処理に当り、ダム築造により発生する沈下・変形量及び貯水による漏水量・浸透量を許容値以下に抑え、かつ工費的にも有利な処理工法を採択すべきである。この事例として呑吐ダムの設計法とダム完成後の挙動の検討結果を考察する。⁽⁴⁾

② 「フィルダムの設計・施工上の問題点」

(愛知工業大学教授 大根義男)

コンクリートや鋼構造物のように画一的ではない土や岩塊等の工学的性質において変化に富む材料を主材料として構築するフィルダムは、斜面のせん断破壊、水理的破壊現象に対する安全性等の問題点も多い。これらのうち幾つかを提起し、若干の考慮を加えた。⁽⁵⁾

③ 「ダム施工の最適化一年間稼働日数の推定」

(三重大学教授 浅井喜代治)

フィルダムではダム築造地点付近から得られる材料の性質に適応した設計がなされるため、施工のための機種、施設及び施工法がそれぞれ異なる。フィルダムの設計・施工の最適化に不可欠である施工可能日数の推定方法を確立するため、施工実績データの解析結果について検討した。⁽⁶⁾

④ 「ダムの安全性管理と観測手法」

(京都大学教授 長谷川高士)

土木構造物の計測では、原位置の複雑な条件に

より、計測法の一段の進歩の制約となっている。このため計測法の洗練化ではなく、各分野で開発された最新の手法を利用することにより、求めた計測量の処理法を工夫して、必要な各種の情報を精度よく求める方向の研究を行っている。今回は、計測が、観測や安全管理において如何に利用されるべきかという観点からの処理法の在り方と、利用できる手法を解説し、実例を紹介するものである。(7)

今後もダム研究委員会の活動の一環として、毎年シンポジウムを開催し、ダム研究者の研究内容を広く行政技術者に紹介するとともに、ダム技術の継承という意味から若い研究者・技術者が発表できるような場にしていきたい。

(3) 世界大ダム会議 (ICOLD) の研究・検討課題

世界大ダム会議 (International Commission On Large Dams) は、「大ダム及びそれに直接関連する土木構造物 (ダムの肝要な部分を構成する発電所を含む) の設計、建設、保守及び操作の技術について、国際協力によって、その進歩発展をはかることにより、人類の福祉の増進に貢献すること」を目的として、1928年に創立されたダムに関する唯一の国際会議である。(現在の会員国は78ヶ国、中央事務局はパリに設置) 世界大ダム会議の研究・検討課題及び日本大ダム会議の活動状況を概説する。

ア. 大会での農業土木関係者からの提出論文

ICOLDでは、3年ごとに大会を開催して世界的に共通な課題を各国より論文を提出させて、討論し結論を導いている。この大会に農業土木関係者から提出された論文は表一7のとおりである。

イ. 重要技術問題の調査研究

ダムの重要技術問題を調査研究するため、委員会を設けてダム技術の進歩発展を図っている。また、日本国内においては、政府関係機関、公団、電力会社等の代表により構成された(社)日本大ダム会議があり、各委員会に対応した分科会が設置されている。

- ①世界ダム台帳委員会
- ②ダム耐震設計委員会
- ③環境委員会
- ④ダム安全委員会
- ⑤ダム建設技術委員会
- ⑥貯水池堆砂対策委員会
- ⑦コンクリートダム材料委員会
- ⑧ダム及び基礎の計測監視委員会
- ⑨設計洪水流量委員会
- ⑩ダム老朽化委員会

⑩ダム水理学委員会

⑫ダム解析設計における計算問題委員会

ウ. ダム関係の刊行物

日本大ダム会議では、大会提出論文、各種委員会の調査研究報告等を掲載した機関誌「大ダム」を毎月刊行している。

また、国内のダムに関する基準を作成している。

①第2次改訂版「ダム設計基準」(1978年8月)

②改訂「ダム構造物管理基準」(1986年5月)

③「ダム基礎地質調査基準」(1976年4月)

更に、ダム技術講演討論会を毎年開催しており、1989年度は、4演題のうち「凝灰岩上のロックフィルダムの設計施工について」を中国四国農政局東伯農業水利事業所の中島所長が講演している。

表一7 ICOLD大会に農業土木関係者から提出された論文

1967年	イスタンブール
○	軟弱基盤上に築造したフィルタイプダムの安定設計例 守谷 正博, 宇梶 文雄
○	日本におけるアースダム事故の統計的考察 高瀬 国男
○	築堤中のアースダム内に発生する間隙水圧の解析について 沢田 敏男, 鳥山 脩司
1970年	モントリオール
○	表面遮水壁ロックフィルダムの耐震設計法 中島 保治, 山下 進
1973年	マドリッド
○	フィルダムのアスファルトフェーシングに関する実験的研究及び設計例 沢田 敏男, 中島 保治, 田中 忠次
1976年	メキシコシティ
○	環境の ²²² Rnによるダム漏水の解析 木村 重彦, 熊谷 善行, 小前 隆美
1979年	ニューデリー
○	大川ダムの嵩上げ計画 百元 和夫, 榎倉 克美, 遠山武羅夫
1985年	ローザンヌ
○	深田ダムの築堤及び貯水過程の挙動について 安中 正実, 田中 忠次, 仲野 良紀
1988年	サンフランシスコ
○	アスファルトマスチック連続止水壁の設計・施工について 大根 義男, 阿久津 正他
○	ダム安全管理のための挙動把握手法とその適用 長谷川高士, 村上 章
○	アスファルトコンクリート表面遮水壁ダムの長期挙動 長谷川高士, 菊沢 正裕

4. おわりに

農業用水の確保のため、新たなダム建設と、既設のダムの改築・改修は、今後の土地改良事業において、重要性は増すばかりである。

しかし、良好なダムサイトは減少し、不利な条件のもとで、ダム建設を凶らなければならなくなってきたり、事業費に占めるダム工事費は大幅に増加している。このため、農業用ダム建設の必要性と、ダムの公益性の観点から、ダムに対する地元負担が軽減できる事業制度を創設する一方、ダム工事費が、事業着工後に大幅増高しないように、地区調査及び全体実施設計期間中に地質調査・設計等の精度を高めるため、調査費及び全計費を大幅に確保したところである。

この様な状況の中で、ダム技術の研究成果及び実施中のダムの施工例・工夫例等をダム研究会、ダム委員会及び地方局のダム幹事会あるいは、設計・施工検討会を通じ、迅速に他の施工中のダム及び調査・全計中のダムに利活用される体制を全

国的に整備していきたいと考えております。

最後になりますが、ダムを担当される行政技術者は、安全性に対する責任感と、経済性に対する使命感を常に意識して、農業用ダム建設に臨んで頂きたいと願っております。

参考文献

- 1) 菅原利夫:新しい技術—地下ダムの開発と試験施工,平成元年度農業土木技術研究会研修会テキスト(1990,3,6)
- 2) 石堂隆憲:農業用ダムの建設状況と技術的課題,農業土木学会誌55(3),pp.5~12(1987)
- 3) (財)日本農業土木総合研究所:最近のダム設計施工に関する技術的課題
- 4) 沢田敏夫:コンクリート重力ダムの基礎処理工呑吐ダムの事例について,農業土木学会ダム研究委員会シンポジウム資料(1990,2,16)
- 5) 大根義男:フィルダムの設計・施工上の問題点,前掲シンポジウム資料
- 6) 浅井喜代治:ダム施工の最適化一年間稼働日数の推定(I)一,前掲シンポジウム資料
- 7) 長谷川高士:ダムの安全管理と観測手法,前掲シンポジウム資料

近年における頭首工技術の歩みと課題

植 田 昌 明*

目 次

I. まえがき	15	II-3-1. 階段式魚道の発達と課題	17
II. 技術変遷の類型化による課題の考察	15	II-3-2. 扇形魚道の発達と課題	18
II-1. 施設の改修時の事例からの考察	16	II-3-3. 土砂吐兼用魚道の発達と課題	19
II-2. 水資源開発時の事例からの考察	16	II-4. 新しい技術導入時の事例からの考察	20
II-3. 魚道の改修時の事例からの考察	16	III. まとめ	20

I. まえがき

本文においては、技術変遷の類型化を通して、どんな問題が発生したかを概観する。このために、過去30年程度の間における当該工種に係る技術の変遷を a.施設の改修時 b.水資源開発時 c.魚道の改修、すなわち生態系および環境保全からの要望時 d.ゴム引布製起伏堰の導入時等に分けて実証的に論じる。ついで、技術の背景にあるイ.思想(慣行水利, 河川法および構造令) ロ.農村社会および経済等の産業的なニーズ, さらに ハ.水と土を活用する農業土木の分野における環境保全の必要性との対比を念頭において考察する。

II. 技術変遷の類型化による課題の考察

近年における我が国の頭首工技術の変化は、特に、(a)基礎処理工法、(b)鋼構造物の設計技術、さらに(c)施工方法等にみられる。(a)としては鋼矢板、コンクリート製基礎杭またはケーソン等を使用した工法などがある。(b)としてはローラーゲート、転倒ゲート等の水門扉と油圧シリンダー、ワイヤーロープ等からなる制御装置(開閉装置)があり、(c)としては半川締切工法がある。

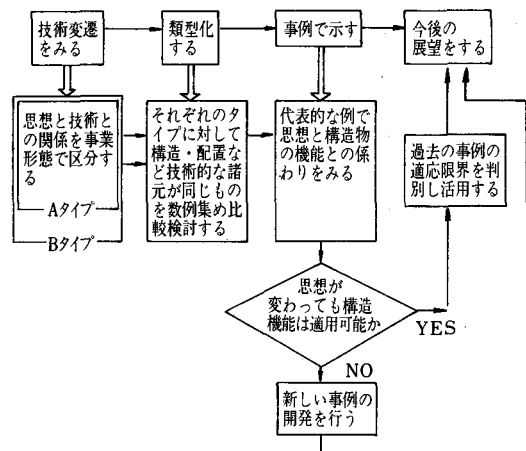
頭首工技術は、上記の(a)~(c)および、これらに関係する一連の周辺技術に支えられ一層高度になり、構造物は精度もよく、かつ、安全になるように思われる。しかし頭首工技術に影響する要因に

は前記のハード的な建設技術の他にコストとその投資効果というものがある。つまり、建設時のコストと建設後の維持・管理費の高騰を避けるという問題である。

技術の変化があらわれる時、そこにはまず事業に対する人の判断と経済性に基づく行為が存在している。それには数多くの事例があり、問題解決の方法も様々である。ここでは図II-1に示すように、技術変遷、類型化およびそれに基づく事例の提示という手順をとる。

技術の変遷は、a.施設の改修と更新 b.新規施設の築造等で大別される様々な形態の事業の中で具体的に現れる。

上記のa,bにいたる要因(インパクト)には様々



図II-1 技術変遷を事例で考察するための流れ図

*農業工学研究所水工部

なものがある。例えばaに対しては、施設の老朽化、河川開発や河道状況の変化および水害の発生等がよく言われている。bに対しては、水資源利用と開発の必要性や自然環境の保全と開発などである。

技術の変遷を考察するに際してとるべき基本的な立場は、先に述べた事業形態と要因に加えて社会・経済の進歩という時間スケールと維持・管理なども含めた構造物に対して要求する思想の動向を、技術の選択として取り込む必要がある。これによって、取水ならびに頭首工の構造物を造り、動かすという技術とそれを生産の手段として役立たせる政策との間に、可逆的な関係を加え、一方から他方が自由に拘束し合いながら、相互に発展する関係を取り込まなければならない。

II-1. 施設の改修時の事例からの考察

施設の改修は災害復旧事業で施工されるものが多い。災害復旧事業の標準工法による設計は20%近くも占めている。

代表的な事例を以下に示す。

この頭首工は昭和26年(1951)に改修された¹⁾。しかしながら、下流の砂利採取等により河床の低下が年々進み、護床工まで侵食し始め、幾多の災害を被った。堰体からの漏水状況もみられるようになり、堰体の危険性は増大する一方であった。改修の必要性が生じた。

新しく建設された堰(昭和57年, 1982)はいわゆるオール・ゲート方式のものである。

この類型化から技術変遷を総括すると、つぎの問題が発生している。

旧堰は堰堤の右岸を間知石張り、中詰め玉石コンクリート、水叩き、護床工を施工した堰頂から越流するオーバーフロータイプである。

新しい堰はゲート下流から流れるアンダーフロー方式となった。構造令(昭和51年10月施行)により、政策として堰の安全と河川堤防の安全策を最終的にどう扱うかが検討された。結果的には河道の安全を重視した関係になった。

従来から引き継がれていた技術がオーバーフロータイプのものであることを考えると、この変化は、頭首工技術に従来からあった農業土木的な固有技術を捨てて、水系開発という政策に沿ったこ

とになる。

水の流れでは表面近くに流速の最大値があらわれる。一方、掃流等の型式をとる土砂移動の最大値は底面近くに発生する。固定堰はこの基本に歴史的、経験的にそって土砂を圃場内にいれない仕組みになっている。また、浮遊砂の状態で水が流れる時は、表層にこれが多く浮遊しており、オーバーフロー方式で取水することにより水が有する粘土や浮遊物としての肥料成分、すなわち土地資源が有する自然の営力を活用していた。新しい技術ではこれを捨てるという新たな問題を提起した。

II-2. 水資源開発時の事例からの考察

水資源開発は、頭首工の機能をダム開発と結びつけた中で展開させる新しい課題と、流域内に集まる水を河道内でせきあげ、貯留の効果は考えずに利用するという従来からの課題を提起した。

前者の場合、頭首工は、ダム水系でとらえることの出来ない下流域の水を集水したり、別の水域から取水し、ダムに送水する流域変更、流域結合をする問題が起きている。

このような流況調整の基本²⁾は圃場内にも還元水などを利用する仕組みを持つものである。圃場外では、水資源の開発を洪水期の取水によってなされる。したがって頭首工の機能としては、洪水時における土石流の流下と、それにより取水口の閉塞、雑草木や落葉などの流下により取水口が目詰りするという問題が起きている。

後者の場合には河道外貯留という問題が発生し、特定の取水点にたいして面的な水源、水系が重なって対応することになり、一対一の対応とその同定(Identification)が難しいことにより水系の維持、管理のあり方を一層複雑にし技術の展開が複雑になるという、いわゆる多点取水の問題が起きている。

II-3. 魚道の改修時の事例からの考察

魚道の技術変遷を振り返り、設計技術の評価を行うに際しての最大の問題点は次のようになる。

良い魚道とはどんなものかを評価する工学的ならびに魚類生態学的に共通の手法が確立されていないことである。

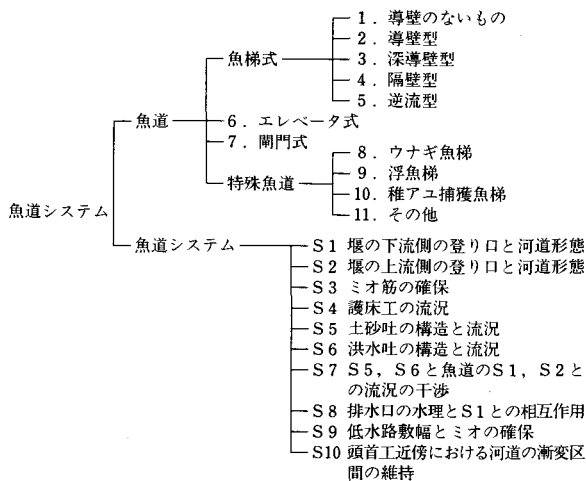
河道の改変、改修がゆるやかで、自然河川の状態が水系の全体で保たれている初期的な開発段階

にたいしては、これまで経験的によいとされる例がしめされている^{3),4)}。しかし、これといえども、よいと判断する基準は現地での様々な条件を含めて総合的に評価するという段階まではいたっておらず総括的なものである。

魚道の効果は、河川の固有条件に支配されることが多い。したがって、その良否は現地試験による以外に方法がない現状からやむを得ない。また、魚道の効果には河川のまわりの自然条件、魚類生態的な個体数の変動等も考慮してなされるべきであるが、現状では、単に、見かけの魚の遡上の多寡のみで判定されている。すなわち、工学的な要因を魚類生態学的な要因（魚からの要求）とを結び付ける、逆に魚類生態学的な要因を工学的技術に反映させるという課題が残されている。

今後、堰および魚道の開発は総合的な河川開発すなわち河道の形態支配に人工的な要素が多く加わっていく二次、三次的な段階に入る。このような実態から判断すると、魚道設計に求められる課題はこれまでに明かにされている基本的な魚道配置のあり方に加えて、河道とのかかわりあいのなかで果たすべき魚道の基本システムの模索が重要である。本文では従来の魚道と魚道システムを表II-3-1に示すように分け、主に魚道システムのあり方を考える。

表II-3-1 魚道と魚道システムの定義



護床工の段階的な改修、更新なども含めて本文では魚道問題の類型化を次の展開で進める。

河道および堰との関係で魚道が果たすべき役割

を次の三点とする。

- (1) 水のせき止めとその制御によるミオの確保
 - (2) せきの前後における堆積または流下する土砂の分離とミオの確保
 - (3) 堰の上下流の河道変化への対応とミオの確保
- 事例の選定は次のようにして進める。

- (1)については固定堰と可動堰の場合に分ける。
- (2)については土砂吐の配置と構造を考える。固定堰では堰頂上での処理がなされる。可動堰では別に土砂吐が設けられる。(3)については水叩きと護床工との関係程度の範囲を考える。

本文では(1)に対しては固定堰、(2)に対しては固定堰頂上での処理(3)に対しては護床工法の違いを例にとって考察を進める。

なお、前記の事例をとると、構造令 (S.51.10) 以前の状態に対する考察となり今後の展望に役立たないと思うかもしれない。しかし、本文の考察の焦点は、魚道の改修時を通して魚道システムへの対応がどのように変化したかを歴史的に立証することである。これを通して今後の最適魚道システムの開発に資するものである。したがって、その意義は失われず大きい。

類似地区の分類は対象魚種に加えて地形、地質に支配される河床材料の区分が大切である。ここでは、全国を図II-3-1のようにおおきく区分しその代表例により論じる。

これを流域区分から生産土砂の状態は次のように分かれる。(1)岩石、礫などを主体とする地域(2)砂、シルトなど流域の風化が進み降雨流出時の濁水の流出が激しい地域(3)(2)に加えて火山灰等の流亡が伴う地域

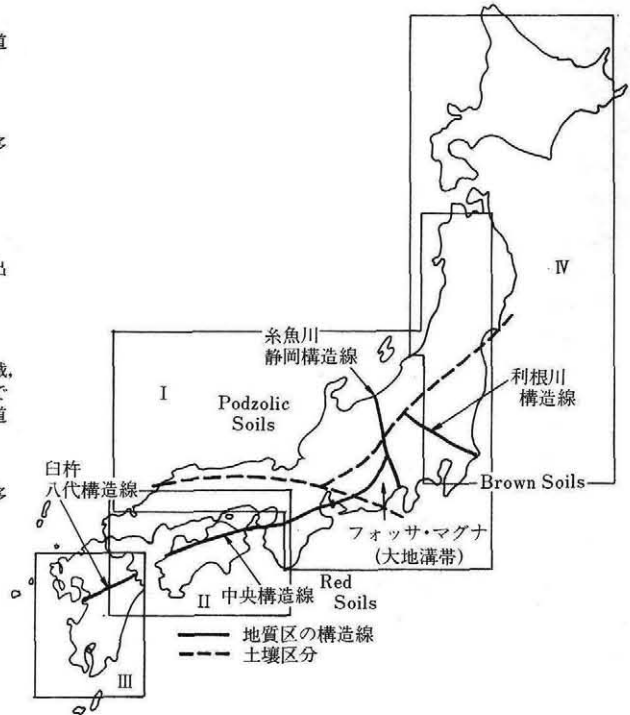
(1)の流域では階段式魚道が発達している。(2)の流域では扇形魚道が発達している。(3)の流域では土砂吐兼用型の魚道が発達している。

II-3-1 階段式魚道の発達と課題

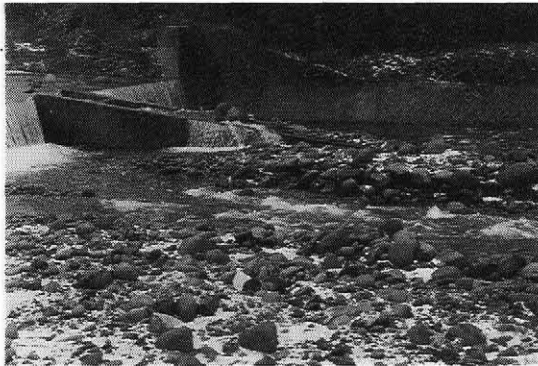
山間溪流部においては、洪水時などにおける流量の急激な変化によって河道は動的で安定でない。洪水時における流量の変化によって土石が移動しやすい。このため堰に接続した魚道の構造が良くても、土砂による災害を受けることが多い。これは、堰に接続する河道システムの対処が不十分なために発生するものである。

写真II-3-1はこの代表的な例である。

地域区分	主な魚道形式と対象魚	周辺域の開発状況と河道特性
I	魚梯(段階)式 アユ, カニ	自然および人工の河川 急流河川で岩石, 礫の多い河道
II	魚梯(扇型)式 アユ	自然河川 マサ土の風化地域 岩石, 礫および砂の流出が多い河道
III	魚梯(土砂吐兼用)式 アユ	自然河川 火山灰の降下のある地域, 谷が深く侵食された所で 急流およびかん流の河道
IV	魚梯式および特殊式 サケ, マス	自然河川 岩石, 礫, 砂の流下の多い河道



図II-3-1 魚道区分の全国図

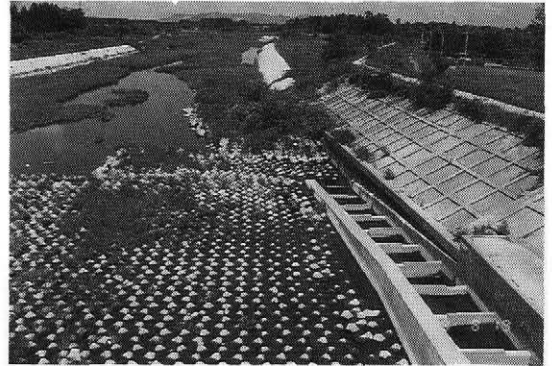


写真II-3-1

上流域からの土砂の流下により階段部と下流の登り口が阻害される例

護床工とそれに接続する自然河川との間で魚道の登り口にはミオが確保される必要がある。これに対処できない事例があり、写真II-3-2のようになっている。

類似地区での比較および当該地区での様々な改修を経て出来上がった最適な魚道(註-2)の事例は写真II-3-3に例示できる。この事例では、たとえ濁水期であっても、下流河道とのミオ筋が整合したものとなっている。

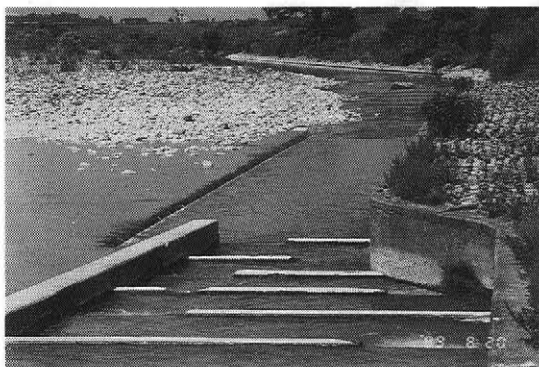


写真II-3-2

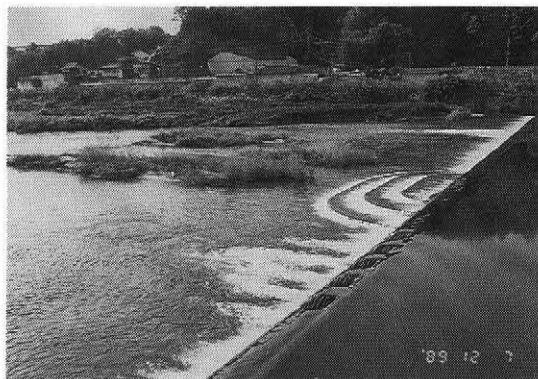
河床の低下により護床工と下流のミオが不連続となる例

II-3-2 扇形魚道の発達と課題

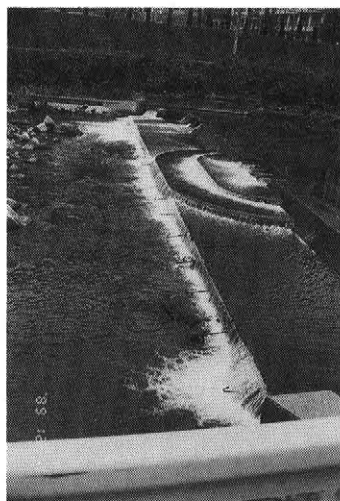
固定堰とコンクリート製の水叩き上に魚道を設け、この部分は、永久構造物として扱う。一方、それに接続する護床工と自然河道との取り合いを半永久的な構造物として施設の更新などを図る思想に基づく場合である。扇形魚道はこれの中で水脈の拡散をはかるといふ意味ですばらしい性能を有している。



写真II-3-3
護床工を掘下げ魚道と下流河道のミオが連続するように改修した例



写真II-3-5
護床工の下流に砂州が発達し、河道内でミオを分断するように変化しつつある例



写真II-3-4
水叩きとその下流に蛇籠を施行したが蛇籠部分が流失し、段落が大きく発生している例

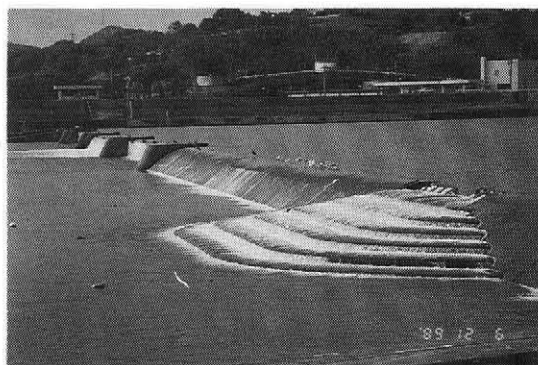
写真II-3-4は水叩きに接続して蛇籠が施工され、その面影は水叩き下流端にある蛇籠止めの鉄筋からもわかる。

一方、写真II-3-5は河道に砂洲が発達している例である。

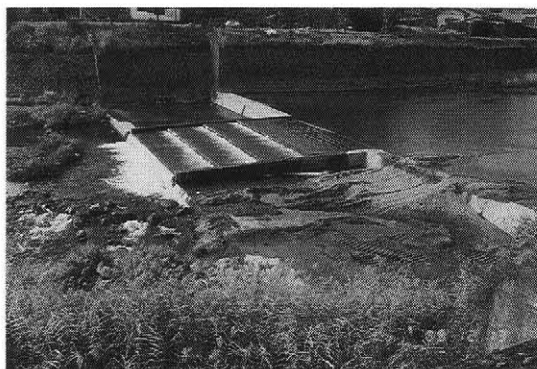
システムが調和している例は、写真II-3-6がある。

II-3-3 土砂吐兼用魚道の発達と課題

写真II-3-7および写真II-3-8に示す例は、護床工と自然河道との間に更に河床変動に対応すべき暫定的な帯工や副堤からなる河床の保護システムが必要なことを示している。



写真II-3-6
河道の流下方向に流れが分散し流れの拡散効果が良く働いている



写真II-3-7
中央にある土砂吐および洪水吐により堆砂土砂を排除しかつ魚道を兼ねる場合、最下段部分で局所洗掘が発達している。

河川利用の発展によって、砂防堰堤を改修し魚道を設ける例がある。



写真II-3-8

固定堰の一部に欠口を造り角落しによって土砂吐を兼用する例 護床工と下流河道に段差が大きく発達している。

II-4. 新しい技術導入時の事例からの考察

護床工および護岸工等の新しい工法が所定の区内で導入されると、河川の砂州の動きが異なってくる。すなわち、河川形態の変化とは異なる。このような場合、河床形態の変化を従来のように二次元断面的に扱い、動的及び静的な平衡理論からのみ求めているは不十分である。従来の方法に加えて三次元的な考察が必要となる。具体的には、河川の蛇行と安定について検討する必要がある。特に、洪水による河道砂州形状の復元に伴う堆砂に配慮する必要があり、高度な河川工学および地形学の知見が必要となっている。

ここでは、頭首工の設置点の上下流、それぞれおおよそ3.0km程度以内において発生した課題を整理し、新しい技術導入時にどう今後の技術処理を成すべきかの問題提起にかえる。

- (1) 河道内に掘削したミオが埋戻される場合
- (2) 可動堰ゲート敷土への堆砂が起きる場合
- (3) 取入れ口の雑草、流木による閉塞
- (4) 橋および帯工など河川構造物の敷高の違いにより局所洗掘または堆砂の発生する場合
- (5) 河道低下による河道水位の低下および取水水位の変化
- (6) 堰下流の河床低下と局所洗掘
- (7) 取入れ口からの土砂流入
- (8) オール・ゲート化により、河道内に新たに沈砂地の機能が付与され砂州が形成される場合
- (9) 感潮域での河口部からのヘドロなどの堆積

(10) 護床工の敷高の違いにより流れが河道を横断しかつ特定な所に集中することによって起きる河岸、高水敷の浸食

III. まとめ

近年における日本の河道は自然河川が少なくなつた。人工的な手が加わつた人工河川として開発されている。このことは河道の性状に自然がなくなり人の思想が反映されるように展開している。

人の手は施設の改修、更新という形をとって、step by step, case by case に進んでいる。現地の実態を無視して問題解決が計れないことは論を待たないが同時にこの背後にある思想を正しくよみとり実態調査が進められなければならない。さらに実態調査時には、低コスト開発と産業効果の発揮に結び付く方法論の提示を意図しておく必要がある。

わが国には、土地改良施設に関係する頭首工はおおよそ68,000個ある。このうち、過去30年程度のうちに新設または改修、更新されたものは約230ヶ所といわれる。さらに代表的な構造配置を類型化すると約50個前後になるものも思われる。このような全体像の中から本文では最も代表的な事例のみを用いて考察した。この結果、旧来の魚道とか土砂吐とかいう個別的な機能だけでは頭首工を捉えることはできず、これらと河道とのかかわり合いから形成されるシフテム（形態学）としてとらえる必要性があらためて確認された。この傾向は、合口の為、合同堰が設置され、その形式がオールゲート化に向かう頭首工において特に顕著である。

最後に、本報文のとりまとめに際しては、東海農政局土地改良技術事務所、設計基準係長、岡田保氏、全国各地の現場事業所の皆様に多大な御協力をいただいた。ここに記して、感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 辰口堰概要、茨城県常陸太田土地改良事務所発行、昭和59年
- 2) 日本のダム事業、建設省河川局開発課監修(財)ダム技術センター発行、1984
- 3) 篠邊三郎、魚道の設置数、型式、勾配について、農土誌57(12)、農土学会、1989-12
- 4) 植田昌明、川合享、魚道、農業土木ハンドブック改訂五版、p.256~259、農業土木学会、1989

ポンプ設備の現状と課題

橋本政美*

目 次

1. はじめに	21	4. ポンプ設備の新技术	27
2. ポンプ設備の建設状況	21	5. 今後の課題	29
3. 最近のポンプ設備の特徴	22	6. おわりに	30

1. はじめに

近年、ポンプ場の建設数が多くなり、また、設備は大規模化、高度化しているといわれる。

ポンプ場の建設の増加については、水田の汎用耕地化のための排水改良の推進、多様化する食料需要に対応するための新規畑地灌漑用水需要の発生等によるものと考えられる。また、高度化といわれる理由については、水資源の有効利用を図るためのシビアな制御の導入、河川管理の強化に伴う観測・監視・記録装置等の設置、管理技術者の確保の困難さや管理費低減を図るための1人制御を含む自動制御の導入、故障等の未然防止や被害を軽微にとどめるための保護装置の設置、メンテナンスフリーを図り安全性を高めるための設備の強化、畑地灌漑の適地が水源から遠隔地に移行していることによるポンプの高揚程化、調整池やファームポンドの用地難による水需要の変動への対応をポンプ側で行なうことによる回転数制御等の高度な制御装置の導入等が考えられる。更に、混住化の進展による社会環境の変化から振動・騒音への対策や、科学技術の進歩による新材料・新技术の導入等も、高度化の原因と考えられる。このように近年のポンプ設備は、この10年、多くの面で変化してきているが、以下に最近建設されたポンプ場の例から、その特徴およびポンプ設備の新技术等について紹介する。

2. ポンプ設備の建設状況

この10年の国営土地改良事業におけるポンプ場

の建設箇所数は、平成元年度までの10ケ年で約430箇所のにほり、近年3ケ年(昭和61, 62, 63年度)の7農政局におけるポンプ設備の発注件数は、昭和54, 55, 56年度3ケ年の約2倍となっている。そのうち用水ポンプ設備と排水ポンプ設備の内訳は図-1のとおりである。

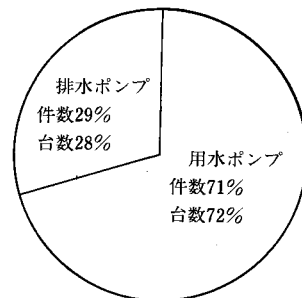


図-1 用水・排水ポンプ設備設置割合 (口径200mm未満は除く)

2-1 用水ポンプ設備

ポンプ設備の実績から灌漑用水ポンプに使用されているポンプ形式の内訳を示すと図-2のとおりである。

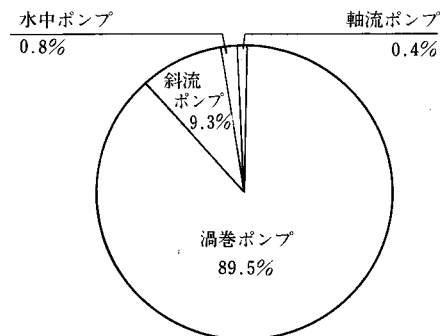


図-2 用水ポンプの形式

* 構造改善局設計課

全設備台数の約90%は渦巻ポンプで、残り約9%が斜流ポンプとなっている。これは灌漑用水の場合には揚程が比較的高くなることから、高揚程で効率の優れている渦巻ポンプが広く採用されていることを示している。次に渦巻ポンプの内訳をみると、図-3に示すように口径200mm以上のポンプが約60%を占め、残りは主にファームポンド以降の畑地灌漑専用の比較的汎用性の高い口径150mm以下のポンプとなっている。

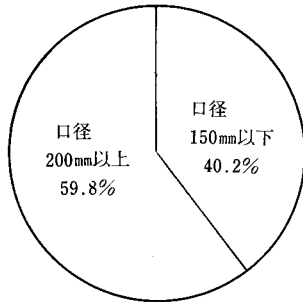
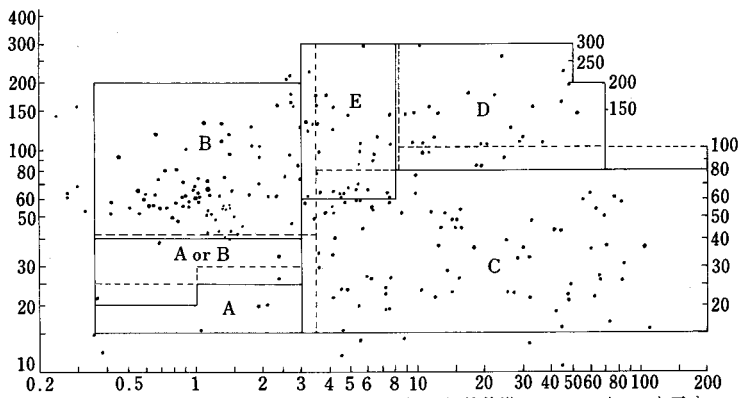


図-3 用水・渦巻ポンプの構成

揚程について見ると、近年、中山間地の丘陵地帯へのポンプによる送水の例が多くなり、高揚程のポンプ設備が増加している。図-4は、設計基準（ポンプ場）の高揚程渦巻ポンプの適用線図に実績例をプロットしたものである。100m以上の高揚程のポンプ設備が多くなっているが、中には200mを越えて300mに達するポンプ設備も建設されている。また、図-4において設計基準（ポンプ場）のCゾーンを越える揚程の範囲でもポンプを



注) 1. 記号は設計基準のモデルゾーンを示す。
2. 実線：50Hzの場合を示す。
点線：60Hzの場合を示す。

図-4 用水ポンプの吐出量・揚程分布

押し込み状態に設置して、高速に設計することにより、単段の羽根車で更に揚程の高い範囲に対応しているポンプ設備が多くなっている。

2-2 排水ポンプ設備

最近の10ケ年に設置された代表的な排水ポンプ設備のポンプ形式を図-5に示す。

全体の約55%が横軸斜流ポンプ、約18%が立軸斜流ポンプ、約20%が軸流ポンプ、約7%がチューブラポンプとなっている。

代表的な設備例のポンプ口径、形式別設置台数の内訳を表-1に示す。

ポンプの設置台数では口径1,200から1,650mm程度の範囲が多くなっている。また、口径2,000mm以上のポンプ場では、洪水時の流出量の変動に対応するため可動羽根ポンプの設置が多くなっている。

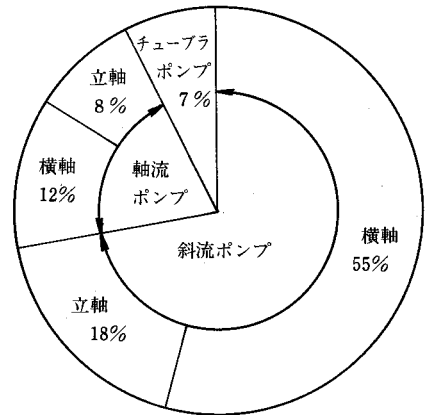


図-5 排水ポンプの形式

表一 排水ポンプの口径、形式別設置台数の内訳

(口径：mm)

形式	口径	450	500	600	700	800	900	1000	1200	1350	1500	1650	1800	2000	2200	2400	2600	2800
斜流ポンプ	横軸		2	3	3	7	3	3	8	7	8	9		1				
	立軸	2	2	2					3	2	2	2	3					
軸流ポンプ	横軸				7	2				2	2	2		2				
	立軸		3														* 2	* 3
チューブラーポンプ														* 3	* 4			

*可動羽根ポンプ

3. 最近のポンプ設備の特徴

この10ヶ年間に設置されたポンプ設備は前述のとおりであるが、灌漑用ポンプ設備の場合には、しだいに高揚程化の範囲が広がり、山間地の農用地の開発が多くなってきていることを示している。

また、設備動力が増大しているので、省エネルギー的な運転が期待され、軸動力一定制御等の制御方式が取り入れられている。主ポンプは押込形式に設置する場合が多くなってきているが、これはポンプの吸込性能に有害なキャピテーション現象を避けて、主ポンプを高速に設計することで小形軽量化を図ると共に、真空ポンプ等の補助機械設備を省略し、更にはポンプの運転操作の簡素化を図って保守、維持管理にも有利となるよう配慮したものである。

一方、パイプラインの本格的な普及に伴う送水系統の広域化による複雑な水需要の変動に対して、ポンプ場の選択、ポンプ台数および回転数制御等を利用した水管理制御技術などが広く応用されるようになってきた。

また、パイプラインに発生するウオータハンマ現象の解析手法も確立されて、的確な防止対策が講じられるようになってきている。例えば近畿農政局日野川農業水利事業所の第1段・第2段揚水機場の中間の送水管路には、鋼板製のワンウェイサイージタンク(約550m²で日本最大)などが設置されている。(写真一)

また、排水ポンプ設備でも信頼性を向上するため、主ポンプの基本構造をシンプル化したり新素材を利用して、補助機械を簡素化することなどが図られている。例えば、立軸ポンプの水中軸受にセラミックス材を採用して潤滑水を省略すること



写真一 近畿農政局日野川用水農業水利事業所
鋼板製ワンウェイサイージタンク

により、潤滑水ポンプな計測センサーの省略を図り、更には従来のグランド封水装置も封水を必要としない構造のポンプなどが開発されて採用され始めている。

従来、大形排水ポンプの可動羽根は油圧機構となっていたが、最近設備された施設ではすべて電動機械が採用されて、操作機構の簡素化が図られている。

また、監視操作盤も従来の大形の監視グラフィックパネルからミニグラフィックパネルとCRTディスプレイ装置の併用、PC(プログラマブルコントローラ)の導入により、シーケンス回路がコンパクト化され、制御盤の縮小化、監視能率の向上と監視スペースの縮小を図っている機場が多くなってきている。

次に、この10年間に設置されたポンプ設備の中から代表的な設備の特徴を紹介する。

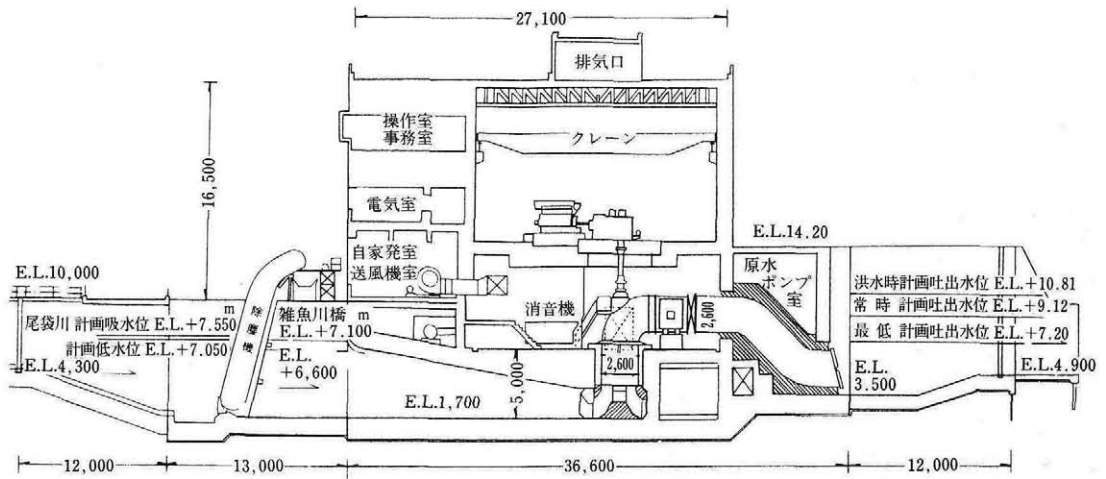


図-6 江尻排水機場断面図

3-1 東北農政局角田農業水利事業所，江尻排水機場

(1) 設備概要

本排水機場は、宮城県南部の角田市周辺の約3,460haの農地を洪水から守るため、雑魚橋川と尾袋川の2つの地域から流出する洪水流出量62m³/sを阿武隈川へ排水するために設置するものである。

- 主ポンプ 雑魚橋川 口径2,600mm立軸軸流ポンプ
 16m³/s × 4 m × 141rpm × 1,300PS × 1台 (将来1台増設)
- 尾袋川 口径2,600mm立軸軸流ポンプ
 15m³/s × 3.1m × 128rpm × 1,000PS × 1台

(将来1台増設)

本設備は2つの地域からの洪水流出量を2台のポンプで排水するもので、排水特性の連続性が特に要求され、可動羽根のポンプを各々1台採用して流量調節が行えるようになっている。

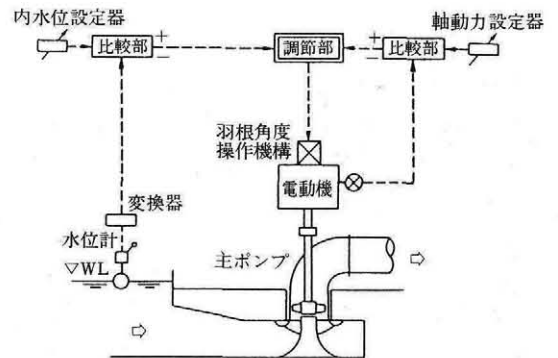


図-7 江尻排水機場制御フロー (設定内水位制御，軸動力一定制御)

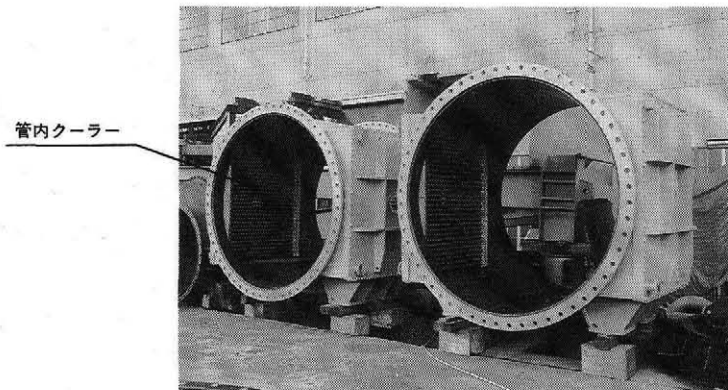


写真-2 江尻排水機場吐水管および管内クーラー

(2) 特徴

- ① 主ポンプ 可動羽根 電動機械式, ゴム水中軸受, 潤滑水回収方式
吸込形状 傘形円錐コーン形式
- ② 冷却方式 吐出管路に装備する管内クーラ方式
- ③ 原動機 立形単動中速ディーゼル機関, 排気は集合管煙突方式
- ④ 排水管路 鋼板性ライナー張りのコンクリート管路
- ⑤ ポンプ室 二床式ポンプ場
- ⑥ 運転制御 常時 内水位一定制御
洪水時 軸動力一定制御
台数切替 手動操作
- ⑦ 監視操作 ミニグラフィックパネル, CRT, デスク形操作卓設置。
- ⑧ 受電方式 季節受電 農事用電力 3相3線式 6kV
通年受電 従量電灯 単相3線式 210/105V

口径600×350mm 両吸込渦巻ポンプ
 $0.85\text{m}^3/\text{s} \times 103\text{m} \times 1,000\text{rpm} \times 1,100\text{kW} \times 1$ 台
 $0.82\text{m}^3/\text{s} \times 103\text{m} \times 1,000\text{rpm} \times 1,100\text{kW} \times 2$ 台

なお、本機場では、将来口径1,650×1,100mm両吸込渦巻ポンプ(8,000kw)を2台、口径600×350mmの $0.85\text{m}^3/\text{s}$ 及び $0.82\text{m}^3/\text{s}$ をそれぞれ1台ずつ増設することを予定している。

また、上記の中で口径600×350mm($0.82\text{m}^3/\text{s}$)3台は都市用水向けとなっている。

(2) 特徴

- ① 主ポンプ 最も効率が高く、吸込性能に優れている両吸込渦巻ポンプを使用、高効率化、低騒音化、低脈動化を図り、ダブルポリユートで設計している。
- ② 吐出弁 ウォータハンマ防止用として、常時電動、緊急時油圧操作のロート弁を使用している。

3-2 水資源開発公団霞ヶ浦用水機場

(1) 設備概要

本ポンプ場は、茨城県西南地域の約21,600haに対し、霞ヶ浦から $17.76\text{m}^3/\text{s}$ を取水して、畑地灌漑と水田補水を供給している。また、都市用水 $1.64\text{m}^3/\text{s}$ も同時に送水するもので筑波山中腹まで、 $2,200\text{mm} \times 21\text{km} \times 2$ 条の送水管路で約56m揚水している大規模な用水施設となっている。

流量制御には台数制御と回転数制御を行ない、効率の高い静止セルピウス装置を使用している。

主ポンプ 口径1,200×700mm 両吸込渦巻ポンプ
 $3.25\text{m}^3/\text{s} \times 103\text{m} \times 750\text{rpm} \times 4,100\text{kW} \times 1$ 台



写真-3 霞ヶ浦用水機場全景

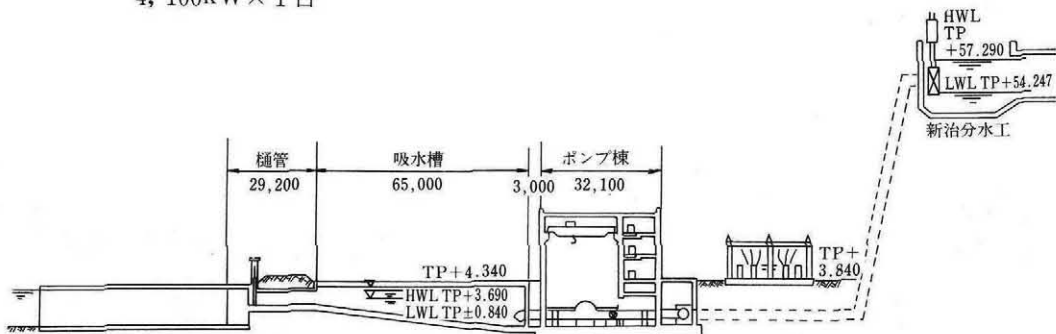


図-8 霞ヶ浦用水機場断面図

- ③ 原動機 全閉内冷巻線形電動機 F級 低騒音形 6kV 750rpm
液体抵抗器始動
- ④ 運転制御 吐出側流量制御を台数制御と回転数制御方式で行なう。
速度範囲100%~65%
静止セルビウス（瞬時停電対策装置付き）及び液体抵抗器。
ポンプの種類、台数及び回転数での高効率運転制御方式。
- ⑤ ポンプ室 現地盤下約10mの地下ポンプ室
- ⑥ 監視操作 監視盤，操作卓，高効率制御用PC（プログラマブルコントローラ）
- ⑦ 受電方式 2回線受電 60kV
- ⑧ ウォータハンマ対策 吐出弁の緩閉操作ワンウェイサージタンク（3箇所）

3-3 九州農政局上場農業水利事業所松浦川揚水機場

(1) 設備概要

本ポンプ設備は佐賀県松浦川から3.0m³/sを取水して、丘陵台地のダムまで約222m揚水して、約6,336haの水田，畑地，果樹園へ農業用水を供給するものである。

主ポンプ 口径600×350mm横軸両吸込多段渦巻ポンプ
0.75m³/s×222m×1,190rpm×2,100kW×2台
(将来2台増設)

(2) 特徴

- ① 主ポンプ 効率 吸込性能に優れている両吸込2段渦巻ポンプで，羽根車は軸受スパン，軸方向の寸法が小さくなる同方向配置，シングルポリュート，

低騒音，低圧脈動，高速小形の設計としている。

- ② 吐出弁 ウォータハンマ防止用として，常時電動，緊急時油圧操作のロート弁を使用している。口径400mm
- ③ 原動機横軸 横軸防滴保護かご形電動機，F級 6.6kV 2,100kW 1,200rpmリアクトル始動（80%）
- ④ 送水管路 鋼管製で地下埋設正置 1,500mm×4,870m
ポンプ室内管路は圧力脈動対策を行なっている。
- ⑤ ポンプ室 周囲の環境を考慮して約6.6mの地下ポンプ室とし，吸水槽は機場と分離している。
- ⑥ 運転制御 吐水槽の設定水位制御
吐水槽の吐水側流量計による台数制御
設定取水流量制御（1日の時間的な目的取水量に合わせて，ポンプ

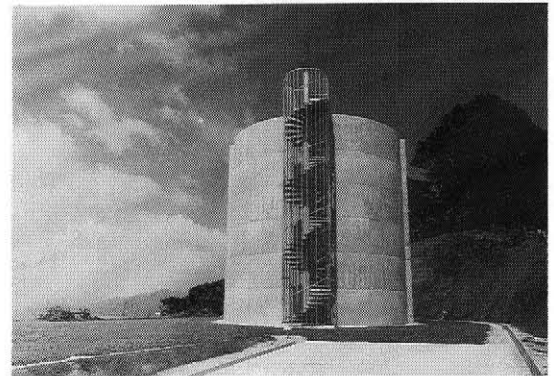


写真-4 松浦川揚水機場送水系のサージタンク (約1,360 mの分岐管付き)

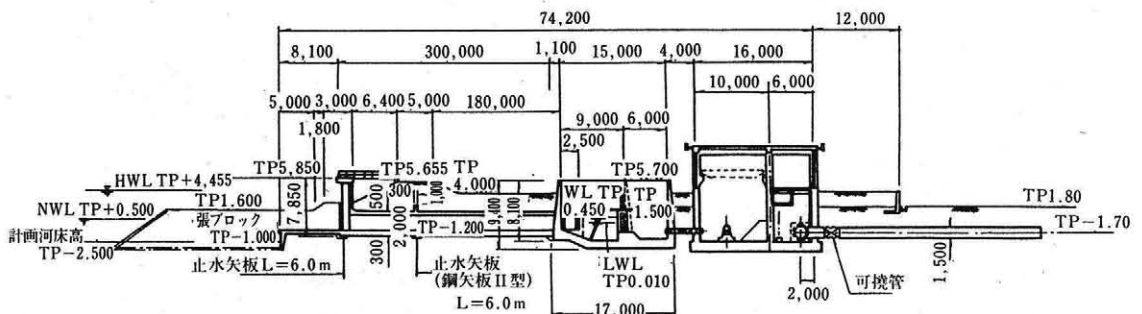


図-9 松浦川揚水機場断面図

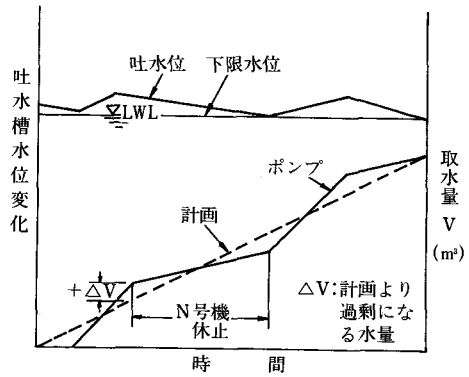
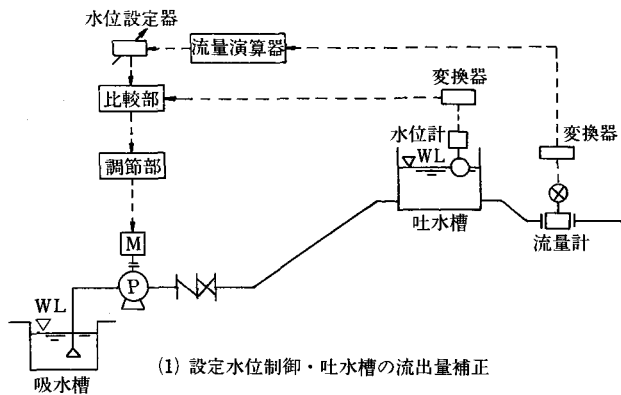


図-10 松浦川揚水機場制御方式

の台数制御を行なう。)

- ⑦ 監視操作 ミニグラフィックパネル, CRT, デスク形操作卓設置。別棟管理室から遠隔操作
- ⑧ ウォータハンマ対策 吐出弁の緩閉操作 地形に合わせた分岐管付きサージタンク 容積 約820m³
- ⑨ 受電設備 特別高圧 屋外閉鎖式 変圧器 油入自冷式 66kV/6.6kV 11,000kVA×1台

4. ポンプ設備の新技术

4-1 用水ポンプ

用水ポンプの高揚程化, 大出力化に対して, ポンプ自体の高効率化を図ると共に, それぞれの管路特性に合った制御方式を適用して省エネルギー化を図っている。

用水ポンプの主たる駆動機である電動機も, シミュレーション技術, 製造・加工技術の向上により, また材料の開発・改良, 絶縁技術の向上でコンパクト化, かつ高性能化している。

また, 最近では機場周辺が宅地化し, 振動, 騒音等の環境保全対策が要求され, 低騒音電動機と共に, 低脈動・低騒音ポンプが開発採用されている。ポンプの圧力脈動軽減対策としては, インペラ及びケーシング巻始め部の先端にスキュー角を付ける方法や, 両吸込インペラの場合, 左右の重なりを1/2ピッチずらした千鳥羽根とする方法がとられている。また, 配管系の脈動伝播についてもコンピュータによるシミュレーションがなされ

ている。

4-2 排水ポンプ

湛水防除用洪水排水ポンプも, 最近では都市化の進展, 流域の開発, 作付形態の変化等でゼロ湛水を求めるところが多く, 出水時には確実な稼働が不可欠である。したがって信頼性の高いことが何よりも優先され, そのために統計的にも一番故障原因の多い冷却水系統の削減と補助機械を減らすことによる装置の簡素化が図られている。

ポンプ本体についても構造及びシステムのシンプル化が行なわれている。立軸ポンプは水中軸受にゴム軸受を使用するのが一般的であるが, このゴム軸受に代わってセラミックス軸受が使用され始めている。ゴム軸受は潤滑材として清水, 又はこれに準ずる水が必要であり, ポンプの主軸を保護管で覆って内部に圧力を持った潤滑水を供給している。セラミックス軸受は初期潤滑水の必要がなく, 耐磨耗性も優れているので保護管が不要となり, 潤滑水供給系統の配管や機器を省略することができ, 併せて制御回路の簡素化にも役立っている。また, ポンプ軸封部のラビリンス, フローティングリング, 特殊メカニカルシール等による無注水化もそれぞれ状況に応じて採用され始めている。

従来, 大口径の可動羽根ポンプには, 油圧式が採用されていたが, 最近では電動機械式の操作機構が開発され, 中口径ポンプにも適用できるようになり流入量の変化への対応もしやすくなっている。

また, 雨水の到達時間の短縮化に対処して, ポ

ンプの先行待機運転システムが開発採用され始めている。ただ、このシステムの採用に当たっては、待機時間が長くと、セラミック軸受を使用しているも軸受注水が必要であることと、駆動機がディーゼル機関の場合、全速無負荷運転に制限があることに注意が必要である。

排水ポンプにおいても環境保全対策が必要で、振動・騒音公害が規制される場所では、ディーゼル機関に防振ゴムを施したり、建築の設計施工と相まって駆動機部分を防音ケースに収納する対策を講じる必要があることもある。また、原動機がディーゼル機関やガスタービンの場合は政令に則った大気汚染防止策（当面は設置の届出および煤煙量の測定義務がある。）を施す必要がある。

4-3 管内クーラ

冷却器の熱交換部を主ポンプ吐出管の内部に収納し、主ポンプの揚水である河川水で一次冷却水や潤滑油を間接冷却するものである。図-11に一般の二次冷却方式と比較したフローシートを示す。

管内クーラを使った方式は冷却水系統が簡素化され、補助機械類の減少に伴い操作回路が簡単になり信頼性が向上する。また、地下水槽が不用となり補助機械減少による受電および自家発電設備容量が小さくなることにより設備費が低減できるなどの長所をもっている。

4-4 空冷減速機

原動機とポンプの回転数を合致させるための変速装置には歯車減速機が使用される。減速機の形

式には平行軸、遊星、直交軸がある。歯車減速機の歯面および軸受部から発生する熱は、潤滑油が大部分吸収し、一部は減速機表面から放熱される。一方潤滑油を適正な粘度に保つため潤滑油を冷却する必要がある。従来この冷却は潤滑油冷却器による水冷方式で行なわれているが、最近、空気による冷却方式も採用され始めている。

一般には自己空冷（冷却ファン内蔵）方式が採用されているが、この方式の特長は、①補助機械が削減でき信頼性が向上する、②油冷却器がないため冷却水配管や、それに伴う機器が不用で故障率を低く抑えることができる、③操作が簡素化する。

4-5 電気設備

一般的な電気設備の技術の変遷をみると、遮断器、変圧器、コンデンサという電気機器単体の単なる集合体の時代から、設備全体の信頼性、安全性、保守性、小形化、経済性の向上、更には省エネルギー化、インテリジェント等の推進が図られ現在に至っている。一方これらの電気設備を構成する機器自身の信頼性、小形化、不燃化、省エネルギー化、環境対策等も求められてきたが、これらのニーズに応じて新しい機器の開発が進められてきた。

ポンプ場用電気設備も電気機器の技術の変遷に伴い、その計画毎に検討を行ない新技術を導入してきている。

4-6 制御設備

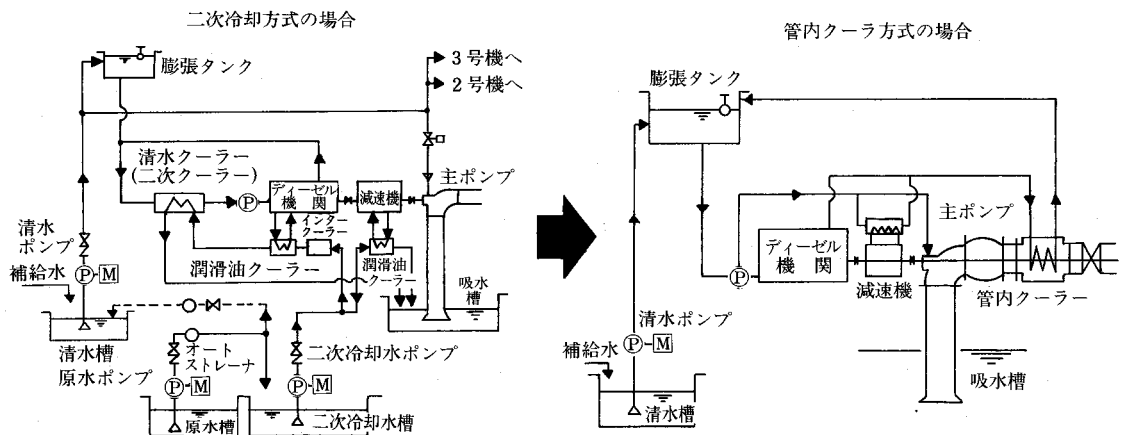


図-11 冷却方式の比較

制御設備の内容は、主ポンプと補助機械の複雑さとポンプ設備の制御の難易度によって左右される。従って、前述の管内クーラ、セラミックス軸受等の新技術を導入し、簡素化されたポンプ設備の制御設備は必然的に簡素化されることになる。一方ポンプの運転方式は、有限である水資源の有効活用あるいは、雨水の到達時間の短縮化に伴いON—OFF制御から回転数制御、又は羽根角度制御へと高度化しており、制御設備も高度化、高信頼性を要求されてきている。

これらに対し次のような新技術が導入されている。

4-6-1 プログラマブルコントローラ (PC)

従来の有接点リレー、タイマーに変わる制御機器としてPCが導入されつつある。

4-6-2 縮小型監視装置

従来の大型グラフィックパネルに変わり、ミニグラフィックとCRTディスプレイを組み合わせた縮小型監視装置が採用されつつある。それぞれの特徴は以下に示すとおりであり両者の長所（主要監視はミニグラフィック、詳細監視はCRT）を活かし、監視機能の向上、操作員の監視労力の軽減および設置スペースの軽減が図られている。

ミニグラフィックの特徴：CRTのような多面監視およびフレキシビリティはないが、全体を一目で監視できるメリットがある。

CRTディスプレイの特徴：現状では最も集約された監視装置であり、監視機能は情報入力量、CPUの能力とソフト量で決定される。画面の大きさに制限があるため、設備全体を一目で監視するものは不向きである。

4-6-3 管理装置

最近のポンプ場の運用上の課題として次のような項目が挙げられる、

(1) 管理に習熟した操作員が次第に不足しつつあり、省力化が望まれる。

- ①円滑な運転操作が困難な傾向にある。
- ②故障時の応急運転が困難な傾向にある。
- ③故障の復旧が困難な傾向にある。

(2) 広域水管理の一元化が望まれる。

- ①有限である水資源の有効活用が必要である。
- ②雨水の到達時間の短縮化に伴う、水位予測シミュレーション等が必要である。

(3) 維持管理の合理化が望まれる。

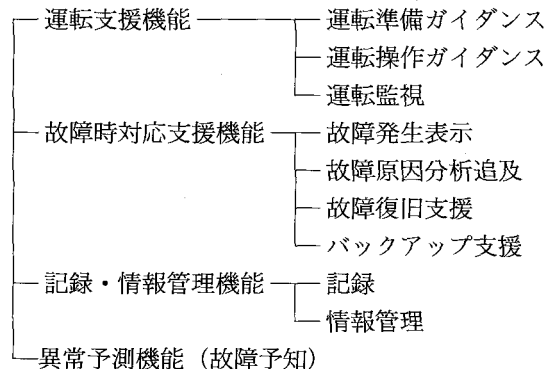
(4) 故障予知対策が望まれる。

以上のような課題に対して、次のような機器構成および機能を有する管理設備が開発され採用されつつある。

(1) 管理装置の構成

入出力制御装置、データ処理装置（コンピュータ）、CRTディスプレイ、ハードコピー、ロギングタイプライタ、無停電電源装置

(2)管理装置の機能



5. 今後の課題

最近の国内外に厳しい農業事情と施設の維持管理技術者の不足の中で、農業用ポンプ場は一層の合理化によるコストダウンと運転効率の向上、更にはメンテナンスの容易な施設が望まれる。

5-1 ポンプ設備計画設計の検討

現在、農業水利施設の合理化、特に設備費や維持管理費の軽減を目的に、ポンプ設備、ゲート設備、電気設備、水管理設備の4分野を中心に土木建築工事も含めて合理化検討委員会を設置して検討を始めている。

ポンプ設備に関する検討課題は表-2のとおりである。

5-2 効果的な設備更新

戦後の食糧増産の国策に沿って、昭和20年代から30年代に設備された灌漑排水ポンプ設備が現在、更新の時期を迎えているが、この期間の設備については、①部分的な補修投資による機器の寿命の延長と、②全額投資による最新技術を導入した全面的な設備更新との経済比較が重要な検討課題となってくる。合理的な設備の補修あるいは更新手法の技術指針の確立が必要である。

5-3 設備の保全と診断技術

表-2 ポンプ設備技術合理化検討課題

No.	課 題	内容及び活動方針	備 考
①	ポンプ機場の設備計画全般に関する検討	1) ポンプ形式 2) 基本配置 3) 基本設計思想	
②	ポンプ機場の土木建築の合理化	1) ポンプ建屋の高さ 2) ポンプ建屋の平面寸法 3) 吐出槽等の検討	●天井クレーンの高さ ●トラッククレーンの活用 ●吐出管の集合化, 吐出槽形状寸法 ●エンジン, 電動機の最新寸法等
③	ポンプ機場の電気設備の合理化	1) 盤面数 (監視盤含む) 2) 簡易盤 3) P C 4) 力率改善策等の検討	
④	ポンプ機場の機械設備の合理化	1) 補機設備の簡素化 2) 新素材採用等の検討 3) 主要機器の重量低減 4) ポンプ機場のコンパクト化等の検討	●新技術, 新製品を採用した簡素化システム ●新素材(セラミックス等) ●小口径ポンプ ●ポンプの高速化 ●高速エンジン
⑤	ポンプ機場の維持管理の合理化	1) 機械化による省力化 2) 予備品の統一化 3) メンテナンス体制	●設備の自動化 ●設備の故障診断装置 ●必要予備品
⑥	水中モーターポンプ		

ポンプ設備を長期間にわたりその機能を十分に維持・発揮させていくためには、管理技術者の養成と技術研修ならびに設備の計画的な保全と診断作業が重要となる。特に最近の設備機器は高度化、自動化、システム化されている場合が多いが、十分な知識と技術によってポンプ設備が常に高効率で高い能率を発揮するように、適切に運用していくことが大切である。また、ポンプ性能の経年変化、機能低下などについても定量的に把握していく技術が開発されつつあるが、効果を確認したうえで的確に利用していくことが検討課題のひとつとなっている。

6. おわりに

良いポンプ設備と言われるためには、設計時に

においてポンプ場の設置目的にかない、建設費・維持管理費が安価で耐用年数が長く、操作し易い等に配慮することはもちろんであるが、建設後の管理も重要な要素である。管理の行き届いている土地改良区等のポンプ設備は驚くほど故障も少なく、寿命も伸びているものである。年々管理に関する熟練者は少なくなる傾向にあり、未熟な管理者への配慮から、設備も安全で故障の少ない操作の容易なものとするため高度化し高価なものとなり易いが、良い管理の結果、耐用年数が伸びれば全体として経済的なものとなる。

特に技術革新の早い電気・制御設備を含むポンプ設備の建設においては、その都度、その時の新技術を考慮して設計されなければならない。

昭和最後の10年間における水路技術の総括と展望

—平成新時代の若い技術の担い手の門出によせて—

岩 崎 和 巳*

目 次

1. はじめに	31	3. 用水路形式とその水管理特性への理解の定着	33
2. 昭和最後の10年間における水路技術のトピックス	31	4. おわりに	37

1. はじめに

この10年間の間、水路関係技術者の頭を占めた言葉は、“用地取得の困難さ”、“省力・省エネルギー”、“低コスト化”に代表されるように思う。この苛酷ともいえる条件下で様々な工夫・努力が続けられ、かんがい施設の整備が図られてきた。

さて、昨年、公共事業通信社より、「大地への刻印」が出版され大好評であったと聞いている。筆者自身も感激のあまり何人かの人に配った。感動の原因はいろいろあるが、何よりもあの本で取り扱われている事項がその時代の苦しい困難な状況の下で孫子の代までの豊かさを願って多くの人々が知恵をしぼった努力の結果であることが胸を打ち力づけられたからだと思う。

今回編集部から、原稿の依頼をいただき、あれこれ考えてみたが、平成の新時代の技術の担い手となる若い技術者の皆さんを力づけることは筆者の能力では難しいが、用水路の水管理を中心にこれまで農業工学研究所で各地の事業所の方々を支援させていただいた経緯を中心にこの10年間を振り返ってみて、何がしかの参考にしてもらいたいと思い本文をまとめた。

ここで述べていることの多くは、60年度および62年度の設計基準「水路工そのⅠ」および「パイプライン」に採り入れられていることであるから目新しいものではない。したがって、筆者の知り得たエピソードを中心にまとめるよう努力してみた。

2. 昭和最後の10年間における水路技術のトピックス

(1) 管水路の多用

昭和30年代の後半、畑地かんがいの配水区への導入から始まったパイプライン化は、40年代前半の圃場整備の進展とともにその配水の利便さから受益者の支持を得て大いに普及した。40年代後半からは、さらに大規模ないわゆる幹線レベルの水路のパイプライン化が図られ、昭和60年代の新設水路の大半は、管水路と言っても良い程になっている。

大規模水路のパイプライン化は、矢作川総合農水の明治幹線あるいは、濃尾II期事業等の現地施工の低圧管路から民間による大口徑、高水圧に適合する各種新管材の開発に支えられ笛吹川農水等で大いに進展した。農業用水のパイプライン化は東南アジア等の発展途上国の技術者に対して、用地費の高騰など我国の特殊背景から説明しなくては理解してもらえない程我国特有の事情である。水源事情は一段と厳しさを増しより一層の水の有効利用が求められ、複雑な地形を克服し用地問題を解決しつつ、広域化した水利事業を支えてきた。管水路は、工事も困難であり、かつ、供用にあたっての管理作業も高度な技術が求められる。水管理方式は、従来の開水路系の供給主導型と全く異なり、管路中の流れは末端の分水弁操作に支配され、かつ、その応答速度は瞬時といえる程速い。供用開始後は若干のトラブルはあったものの給水栓を自由に操作することが出来るなど、受益者としては利便性大きく、多くの支持を受けてきた。

*農林水産省北陸農業試験場企画科

しかし、その陰では、水路技術者達の努力があったことは確かである。特に水路系の上流部が開発路系で下流部は管水路系である複合水路ともいえる水路系が発想され、円滑な水管理を行うために開水路系と管水路系の接合部に調整機能を与えることが必要であることが明らかとなり、この必要性を多くの技術者が理解し、その容量（バッファ容量と呼ぶ）設計法を体系化したことはこの10年間の一つの技術進歩と呼んでよいものである。

(2) トンネル技術の進歩

50年代に大きく進展した技術の一つにトンネルの掘削技術があげられる。軟弱な地盤に対する各種の地盤処理技術と組み合わせられたシールド工法、大規模な海底トンネルの施工などにみられる大型掘削機の開発など、かつて、水路トンネルは極めて高価であり、出来るだけ他工種で対応し、最後の手段と考えられていた。しかし、開水路用地の取得の困難さなどの相対比較により、この10年間で、水路工事にも大きく取り入れられるようになってきた。

例えば、吉野川北岸の幹線水路系などは、そのほとんどがトンネルとサイホンで構成され、地下鉄と見間違えるほどの大断面で施工がされてきた。トンネルルートを選定もかつては最短を目指したものが、長くなっても場所によってはトータルの工事費でみれば安くなる時代を迎え、かつ、工事の安全性も高まって来ている。管路の多用とトンネル技術の進歩は、複雑な地形の多くを克服し、水利事業を大規模、広域化してきたといえる。この傾向は、水源であるダムサイト選定の困難性などと合わせ流域変更を導水路トンネルにより行うなどの事例が多くなって来たことに現われている。

(3) 高揚程・大容量のポンプ技術の進歩に支えられた台地の水利開発

50年代から60年代の前半にかけては、これまで水利の便の悪かった台地へ、大容量かつ高揚程のポンプを中心としたパイプラインにより揚水する水利事業が完成あるいは工事の最盛期を迎えたといえる。利根川下流域の成田、北総東部、東総用水の水資源公団事業および国営鹿島南部、霞ヶ浦の恩恵をこうむる石岡台地、霞ヶ関用水事業、静岡県での浜名湖北部、牧之原農水、琵琶湖から揚水する日野川用水、唐津の松浦半島を対象とした

上場農水、南九州の一つ瀬川農水など多くを数えることができる。

これらの事業においては、必要最小限の水をいかにランニングコストを下げて揚水するか、計画最大流量はむろんのこと、計画を下まわる小流量時についても、多くの工夫がこらされ省エネルギーの厳しい視点からの審査をクリアしてきた。従来、小容量の揚水ポンプでは下流の水需要変動に追従するように設計されたが、ますます厳しくなる取水条件に対応し、計画的に地域内に揚水し、ランニングコストを低減させようとする技術的努力が払われたといつてよいであろう。

(4) 水管理システムの進展

用水路の取水操作あるいはゲート開度調節に代表される分水操作等は、人的組織と無線パトロールカーに代表されるいわば、人中心の管理がなされてきた。これに対し人件費の高騰、あるいは人材確保の困難さかさ取水工、あるいは揚水機場等の主要構造物を単位とした局所的な遠隔監視、操作システムが導入され、省力、あるいは勤務状況の改善がはかられてきたのが、50年前半であったといえよう。テレメータ、テレコントローラーによる用水系全域を一ヶ所で管理・操作する中央遠方管理方式は、新川排水系等の重要なプロジェクトあるいはダム等の重要施設において採用されていた程度であった。通信・制御の分野は、この10年間で革新的な技術進歩をとげ、この進展を受け、情報通信・処理制御を行う水管理システムは、用水路の土木施設ではカバーしきれない面あるいはランニングコストの節減をねらい広域大規模な水利施設等を一人の意志で操作出来ることを可能にした。

さらには、情報の蓄積の自動化により、この蓄積されたデータを分析し管理技術者にガイダンスを与え得る段階まで進歩した。50年代前半には、土木施設と水管理施設は別個のものとの認識から、水利施設とは、土木施設に代表されるハードと情報処理系が一体となったものであり、計画・設計段階から、両者のバランスに十分配慮することが必要であるとのコンセンサスを得るようになら進んできた。

(5) 計算技術革新の波と設計要因としての時間の取り組み

いささか古い話になるが、昭和41年キトランジ

スタを利用した卓上計算機が発売された。その計算機は、四則演算の他に $\sqrt{\quad}$ キーが付いていた。その当時技術計算には、対数表がかかせないものであった。 $\frac{1}{2}$ 乗が $\sqrt{\quad}$ キーを押すだけで計算できる、これは革新的なことであり、上司に購入を希望したが、なにせ価格が50万円位し、当時の研究室予算の半分近くを占めるものであり、いわゆる高嶺の花であった。

今日四則演算と $\sqrt{\quad}$ キー付きの計算機は、名刺程の大きさとなり、価格も太陽電池付きで1000円を下まわる程度になっている。また、41年の夏には、内藤前次長、中村開発局部長のお二人が、平塚に来場され、プログラミング言語(アルゴール)の研修会が開かれ、現在の白石農工研所長が色々質問されたのを覚えている。今日農業土木技術者の間では、積算あるいは技術計算に電子計算機の利用は当然のこととなっている。計算機は、まさに第V世代を迎えようとしているといわれているが、この10年間を振り返ってみると水路の設計に大きな力を発揮している。

計算機の進歩により、計算に要する費用は年々安くなり、複雑な管網計算あるいは不定流解決と、まさに計算革新の波に転覆することなく多くの当時の若い技術者によって、技術集団の力とすべく努力が続けられ、新しい分野を切り開いてきたといっても良いと思われる。

従来、水路の設計においては、定常流況を想定し空間的な寸法を決めるわけであり、時間についての要素は考慮されることはなかった。ファームポンドあるいは調整池の容量決定に時間の概念はあったが、送水と水使用の時間差から決められる程度であった。

計算機の進歩とともに開発されたソフトウェアの一つに数理モデルがあり、水路内の非常現象を解析できるようになり、多くのシミュレーションが実施され、これらの結果を整理し、開水路の用水到達時間などが明らかになって水管理システムの構築に貢献してきた。一方今日の水路には、前述したように上流部が開水路で、下流部が管水路で構成される複合水路型式が多くなってきている。開水路と管水路の水管理方式は異なるものであり、円滑な送水管理のためには開水路と管水路の接合部に調節能力(バッファ容量)を付与する必要がある。このバッファ容量の決定にあた

っては、開水路の用水到達時間などが決め手となる。このように、計算技術の革新が非常流れを扱えるようになり、いまや計画設計時に時間を推定し、容量等の決定に役立てられるようになってきた。

(6) 年間通水する水路の出現と並列化

水田かんがいをもとにしたこれまでの水路では、その機能の維持管理のための補修工事等は、非かんがい期に行われてきた。40年代後半からの畑地かんがいあるいはビニールハウス等に代表される施設園芸の進展は、徐々に通水期間を長びかせてきたが、非かんがい期に種々の対応が可能であった。しかし、上水道あるいは工業用水との共用水路では、年間通水が必要であり、この補修工事が大きな問題となってきた。愛知用水等では小規模な補修で対応してきたが、老朽化に伴い本格的な補修工事をいかに行うかが大きな問題となってきたのが50年代である。矢作総合農水事業の明治幹線では、開水路に中間隔壁を設ける等の対応が早くから行われてきたが、愛知用水II期事業では、水路系全体について、開水路の中間隔壁、サイホン等の複線化を採用し、通水を停止することなく補修等ができるように工夫されている。

低コスト化を強く求められている今日、この考え方をどこでも採用するというわけにはいかないが、水路設計技術者が従来の水路構造物が線として継がった直列系の水路を考えるだけでなく、局所的ではあっても、危険分散を配慮した並列化を目指して工夫を重ねる契機となることは間違いのないことであり、50年代後半から60年代にかけての水路技術の前進であったといえよう。

3. 用水路形式とその水管理特性への理解の定着

(1) 開水路系の水管理方式

50年代から60年前半にかけて第一線で活躍された水路技術者は管水路工事を通じていまいちど開水路系の有する利点を見直したに違いない。我が国においては、なんども云うように用地問題、あるいは価格から水路の基本断面ともいべき梯形断面での施工は40年代前半に終わりを告げ、鉄筋コンクリートによる矩形断面水路が主流となった。水路の大切な機能の一つに水位調節機能(チェック機能と略称する)がある。これは水路の流下水

量の多寡に応じて水路水位が大きく変動し、その結果として分土工流量が変動することを防ぐため、水路の主要地点にゲートを設けゲートの直上流水位をほぼ一定の範囲に維持し分土工流量をほぼ一定にしようとするものである。愛知、豊川用水で多用された仏国ネルピック社製の自動ゲートがあまりにも有名であった。40年代後半に至り、水路断面は矩形が主流となると共に、矩形断面に適した自動ゲートの開発も行われてきた。いまここで図-1に示す上流水位一定の自動チェックゲートを有する開水路系を例として、その水管理を考えてみる。分土工以降の分水ブロックあるいは支線管理者が分水ゲートを操作するにあたって、まずやらなければならないことは、取水工の管理人に分水希望水量を何等かの手法で伝達することである。何故ならば開水路ほど上流優先がその本来機能として備っているものはないからである。水路系上流での過剰分水は必ず下流での流量不足の原因となる。したがって、水路系全体の水管理を円滑に行うための眼目は上流域での過大分水を監視し、下流での水不足を生じさせないことである。さて、いま図-1では全ての分土工が閉じられていることを初期条件として設定する。ここで仮に水需要情報の伝達を省いて勝手に分水を開始したとすると、分土工が設定されているチェックゲート区間の水路貯留水(図の斜線部分)を使えば水路が空になりあとの補給はない。このように開水路系では勝手な分水は許されない仕組みになっている。

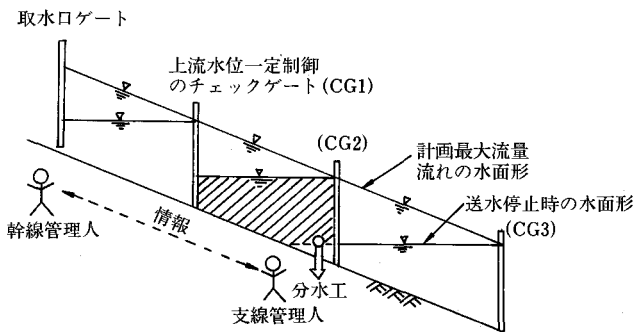


図-1 上流水位一定制御ゲートの送水系模式図

さて、取水工の管理者は分水の要請を受けると水源状況等を勘案し、分水量を賄えるかどうかを検討し、許可するか、あるいは水の厳しい時には節水を要請することになる。その後取水口操作を

し、水路に水が流入し水路を流下し目的の分土工に到達し、そのあと分水を開始することができる。この取水口操作のあとから目的の分土工に水が到達するまでの必要時間が物理的な用水到達時間であり、送水前後の水路貯留量の差に支配される。分土工以降からみれば物理的な用水到達時間に水配分決定までの打合せあるいは取水口等での操作時間などが加えられた時間だけ待たなければならない。このように開水路系では円滑な水管理を行うためには、関係者間で情報の伝達を行い他に迷惑を及ぼさないことが重要となり強力な人的管理組織に支えられるのが常である。極端に言えばこの水管理を円滑に行うことを通じて農村の共同体意識の根底に流れる互助の精神を形成し、有効な水利秩序を形成してきたと云える。この管理方式は供給主導型の水管理方式と呼ばれている。

さて、勝手な給水により水路が空になると述べたが、実はこの空になることにより何等支障のないことが開水路の最も有利な点である。開水路では、例えば途中分土工で全量を分水してしまってもその下流水路では水路が空になるだけで水路機能には何等障害を与えず、復旧も水を流入させれば容易に水位は上昇する。また、仮に過剰な水量を流下させても竹の子のように下流で水路断面が小さくなる要所・要所に余水吐が設置されているため自動的に放流が行われ溢水等の問題を生じることはない。この水路が空になっても何等障害を生じさせないということは開水路の大きな特質であり、50年代後半までは当然のこととして了解されていた。管水路で管が空になってしまうと多くの人手と時間を要する初期充水作業を行わねばならないが開水路では何等手段を用いることなく上流からの給水も任意に行うことができる。この特質を十二分に生かして、異常渇水時の番水などの困難な事態にも関係者の強力を得て対応してきたものといえる。

さて、それでは用水到達時間を要することは開水路系の宿命かというそうではない。図-2はチェックゲート群がそのゲートの下流の水位を一定に保持する開水路系である。送水の停止時は図の点線で水位を示してあるように水平となるので、チェックゲートの下流部では水路の壁をカサ上げてなければならぬし、各ゲートが一斉に閉になる場合にはチェックゲート地点に余水吐あるい

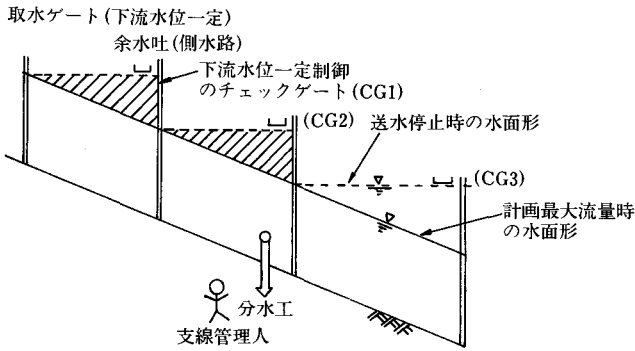


図-2 下流水位一定制御ゲートの送水系模式図

は側水路を設けて下流区間へ流入させるなどの工夫をしなければならないなどの不利な点はある。しかし、図-2の下流水位制御のチェックゲートを備えた水路の分水工では、管理人に水需要を伝達することなく任意に分水工を開き分水することができる。分水が始ると図-2の斜線の水路貯留の部分が消費されチェックゲートの下流水位が下がりゲートが自動的に開にむかい上流区間から水が補給される。この分水方式は、開水路でありながら用水到達時間の解消あるいは短縮が可能であり、水路流況も各分水工の開度状況に支配され、管水路の管理と同様である。この需要側に大きく支配される水管理方式は需要主導型と呼ばれる。50年代のはじめから用水到達時間の短縮を目指して水路貯留量を有効に利用する方式を吉野川北岸の新設水路区間に採用すべく検討が行われた。

前述したように、吉野川北岸の約40kmの新設水路はそのほとんどがトンネルであり、下流水位一定の制御方式を直接応用するためには図-3に示すようにトンネル下流部の水没が避けられぬ事情

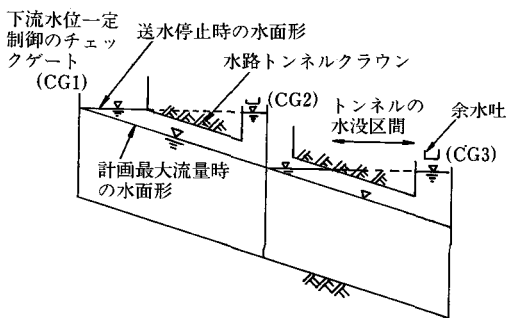


図-3 水路トンネルが在る場合の下流水位一定制御の問題点

があった。当時はトンネルが水没する際の空気の排気あるいは逆に水没した満流状況から開水路に戻る際のトンネルクラウンにどのような圧力が作用するかなどが明らかでなく、かつ、水路貯留量も十分確保できない等の理由からチェックゲートの下流保持水位を段階的に切り換える方式が考案され、バイパス水路の設置を伴ったチェック支配区間の最下流水位を一定に保持する上流水位制御と下流水位制御の中間的な性格を有する水管理方式が開発され、用水到達時間の短縮が図られている。この水管理方式はこの10年間に開発された一つの水路技術ということができよう。

さらに開水路系においては取水口で決められた水量を計測し流入させることが可能である。これは当然のことであるが管水路系あるいは需要主導形の水路では取水口流量を固定することは困難である。50年代前半には、このことを十分認識していない設計がまま見受けられ、水管理システムにしわ寄せされ、より高級な制御方式を採用せざるを得ない場合がないでもなかったが、現在では、水路技術者の多くに認識されている。

(2) 管水路系の水管理方式

クローズドあるいはセミクローズドタイプのパイプライン系では、受益者は何等水使用情報を伝達することなく末端の弁を開閉することにより分水が可能であり、管路の上流部では分水弁の開閉状況に応じた流況が発生する。このことから典型的な需要主導形の水管理方式といえよう。しかもこの流況変化に要する時間は極めて短く数10kmの管路系でも数分のオーダーである。弁を開けるとその影響はほとんど瞬時といってよい程の時間で、管路部を伝達し上流の自由水面部の水位低下として現われる。したがって、閉管路系を円滑に運用するためには最上流部の自由水面にいかなる需要量をも即座に給水、あるいは取水が行われることが大前提となる。この取水あるいは補給が何等かの原因で遅れたり、賄えない場合には管路入口の水位は低下し、シール不足に至ると吸込渦の発生などで管路に空気が混入され、これが管路凸部に滞留され、通水能の低下等の原因となる。さらに大量の空気が混入された場合には管路水脈が分断され振動を引き起こし、最悪の場合にはエアハンマー等の異常圧力を生ぜしめ、管路に損傷を与える原因ともなる。この管路に混入した空気を排

除するために空気弁が開発されている。しかし主に上水道の管路を対象として開発されたものが多く、農業用水路のように空になる期間が長く、また、急激な排気を必要とするなどのより苛酷な条件下で作動できるものは少ない。60年代に入りようやく苛酷な条件下での使用に耐えるものが開発されてきたのが実情であり、今後のメーカーのより一層の開発が期待される。いずれにしろ管水路系では、空気を混入させないことが管理の第一目標となる。管路入口の流量は末端弁の開閉に応じ変化するわけであり、シールを加味した水位維持が最も大切である。このことが50年代前半には十分理解されなかったきらいがあり、関係者を慌てさせたことの一つであった。

さて、管水路工事後、あるいは春先等に空の管路に水を入れ空気と入替える充水作業に従事した経験を持った技術者が増加していると思われる。この充水作業は実に大変な作業であると聞いている。空気弁、排泥弁、あるいは分水弁を開き、それぞれに人を張りつけ徐々に管路を水で充していき各弁を閉じ空気を追い出していくために多くの人手とその連絡手段と長い忍耐強い作業時間を必要とする。供用開始後に充水作業をやるとなると常時の管理体制では対応できるものではなく、非常管理体制を組んで対応しなければならない。したがって、この作業を度々行う必要がある場合には受益者から種々のクレームが出て、改善策を講ずる必要がある。管水路系では、不測の事態で管が空になることがないように、設計者は十分な注意を払うことが大切であり、このことを60年代の技術者は肝に命じているわけでこの基本的な視点を関係者共有の基本的知識としたことは大きな成果であったと思う。

さて、管水路系の他の一つの形式にオープンタイプパイプラインがある。基本的な形式は図-4に示すようにスタンドの中間に隔壁を設けスタン

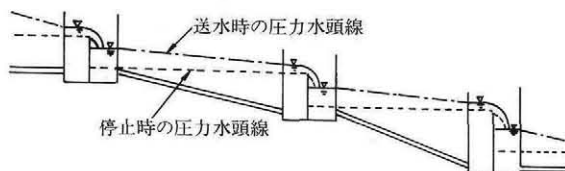


図-4 オープンタイプのパイプラインにおける圧力水頭線

ドの上流側水槽から下流側水槽へ越流落下させるものが多い。このオープンタイプパイプラインの水管理方式は前述の上流チェックゲートを有する開水路系と全く同じで供給主導型と呼ばれる方式である。図-4からも明らかなように流量の増加に伴う送水系内の貯留変化量各スタンド水槽で水位変化量に基づくもののみであるから、用水到達時間を短縮できる水路形式であり、上流部が開水路系で構成される場合の下流の管水路系の水路形式としてもっと多用されて然るべき性格を有していると云える。しかし、実際にはスタンドの中間隔壁から下流側水槽に水脈が落下、突入する流況は落差工と同じであり、このとき多量の空気混入を伴いこの混入空気が下流管路に流入するとオープンタイプパイプラインはいわばU字管の連続体であるから振動しやすい性格が強く出てスタンドの自由水面部が上昇、下降を繰り返すサージ作用を引き起こし、空気量によっては溢水等の事故に至る場合もある。この空気混入問題が解決されないためにオープンタイプパイプラインは50年代には多用されなかったと云ってよい。この問題を解決すべく大学、農工研等で検討が行われ、その結果下流側スタンドの長さが4~5D (Dは下流管路の口径) 以上必要であることが明らかになった。これまでの研究成果等を整理し模型で実証する作業を62年度構改局からの新卒研修で農工研に派遣された田中卓二技官を中心に行い、昼夜を問わぬ努力の結晶が元年10月に開催されたICID東京会議の展示模型(写真-1)となった次第である。オープンタイプパイプラインの優れた水管理特性に着目した事業としては濃尾II期事業の



写真-1

宮田導水路の改修が挙げられる。当時は前述の下流水槽への落下水脈の突入に伴う空気混入問題が解決されていなかったためにスタンドの中間壁の下部に水中ゲートが設置され、上流スタンドの水位をある範囲に保持するようにされている。

濃尾Ⅱ期事業は悪水対策等の別の要因も加わり旧水路敷をたくみに利用し管路としては順勾配で施工できている。このために初期充水等にもさほど神経を使うことなく対応できている。犬山頭首工から取水された水は約10kmの宮田導水路（開水路）を流下しオープンタイプ管路系に接続される。大規模なオープンタイプ水路系が供用を開始したのもこの10年間の関係者の努力の結果の現れとして評価できることである。

(3) 複合水路系の出現とバッファ容量

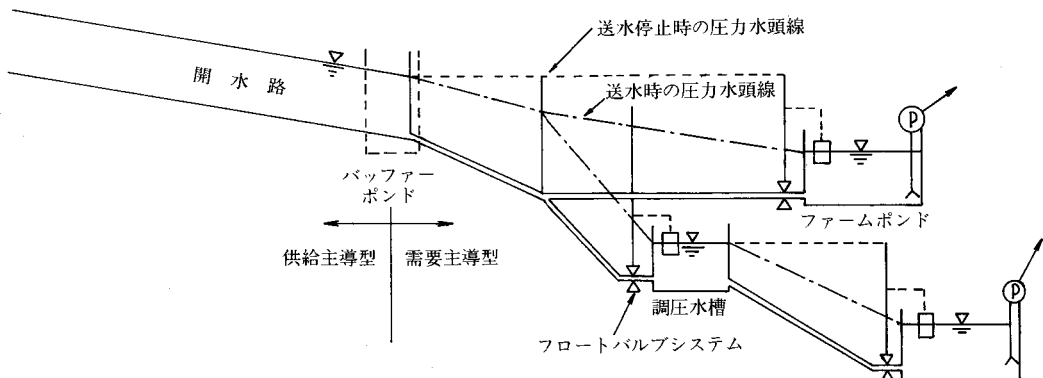
図一五に示した上流部が開水路系で下流部が管路系から構成される水路系は複合水路系と呼ばれる。50年代の後半から複合水路系は多くなり霞ヶ浦用水、牧の原用水、菊池台地農水、仙北平野農水、中勢用水、赤城西麓農水等の事業で設計・施工されている。図一五で明らかなように上流部の開水路区間の水管理方式は供給主導型であり、送水量の増減に伴い用水到達は時間遅れが生じる。一方下流部の管路区間は需要主導型であり、下流末端弁操作の影響は直ちに開水路下流端の水位変化となって現われる。すなわ開水路と管路の接合部では水管理方式の違いをうまく吸収してやることが必要である。管路に空気が混入することは絶対に避けなければならないから、管路で使われるであろう予想最大流量を取水し実際の必要量との差を開水路末端に設置された余水吐から放流

しつつ管理すれば良いとの意見もあるが、ポンプによる揚水であった場合にはランニングコストに響くであろうし、最近の水資源に対する厳しい条件からいって今日では許されることではない。したがって、これらの放流水を一時的に貯留吸収するためにバッファ Pond あるいはバッファ容量を設けることが考えられ、その容量決定手法を農工研の吉野室長が中心となり開発した。この手法を秋田県営西目地区上幅用水路に応用した結果を本誌に発表し、この報告は昭和63年度農業土木技術研究会賞を受賞した。

このバッファ容量は次の2つの要素が考慮される。下流管路系で水使用が開始されこの情報を把握し取水口で流量増加を行うことを決定し、取水量増操作が行われたあと物理的な到達時間を要するがこの間の容量を予めバッファ Pond に貯めておくための容量と、逆に、管路系での水使用が終り取水口で減少操作が行われるがこの間に既に開水路に流入され水面勾配を形成している容量をバッファ Pond を受け皿として吸収するための容量とから構成されている。この技術の体系化により、極論すれば水路の水理設計技術に時間の概念を組み込み、しかも、水管理システムのレベルをも同時に考慮した設計の考え方といえる。この意味でこの10年間の水路技術の特色の一つに数えられると思う。

4. おわりに

新しい平成の時代を迎え、昭和の最後の10年間の水路技術の進展についてトピックスを中心に取りまとめてみた。これまで述べてきた以外に筆者



図一五 長い開水路の下流に設けられたセミクローズタイプのパイプラインの例（複合水路系）

の見聞していない分野で新しい技術、進歩があったと思うが、それらについてはお許し頂きたい。構改局、県の技術者達と農工研の水路工研究室とのこの10年間の交流を通じて水路技術の開発の経緯の紹介として理解していただきたい。

平成の新しい時代になり、新たな決意のもと受益者の望む新たな水路技術分野へ向けて努力が続けられている。そのうちのいくつかを紹介してまとめたい。

第1は、中山間地帯の水利秩序の再編整備にあたっては、特に低コストが強く意識される。管水路系は起伏に富む複雑な地形の克服に大きな利点を有するがコストは割高となる。したがって開水路流れの急流域（射流域）の水理現象をより一層解明していくことが重要である。農工研水路工研究室では構改局の支援を受け急流水路工の諸問題の検討を始めており、射流域水路の余裕高の算定法、あるいは、流入土砂による濁水が下流河川に流入することを軽減するための渦動管を用いた土砂排除方式の開発等の成果も出てきている。これら急流水路工の問題点、研究ニーズ等がなんといっても効率的な試験研究には不可欠なものであり、関係技術者から多くの情報、問題提起をお願いしたい。

第2は、管水路系における安価な定圧、定流量制御方式の開発がある。管水路系では、1カ所の給水栓の操作が行われると厳密には開となっている全ての給水栓流量に影響が出る。したがって、管水路系が広域化してくると要所要所で定圧、定流量を保持することが均等配水のためには欠かせない。これまでに開発された国産弁では、この両者の機能を果せる安価なものはないようである。仏国製の弁がこの機能を有し、北海道開発局で使

用実績があるのがいままでのところ唯一の情報である。この弁の中には、送水停止の静水圧をもある範囲内に制御する機能を有するものもあるが最大口径が200mm程度のものしかない。今後ますます大規模化することが予想される管水路系の適切な管理のためには、前述した空気弁のより一層の改善とともに欠かせない技術である。開水路チェックゲートと分水工の組み合わせのような、管水路のチェックシステムに関する情報の整理と必要ならば新たな開発に官民あげて取り組む必要があると考えている。

第3は、水管理システムと土木構造物からなる施設系とのより一層の融合である。単独の水路系についてはバッファーポンド等の設計手法開発の成果があったが、今後より広域化する水利システムの計画にあたっては調整地、ファームポンド等の流況調整機能の十二分の活用を図るとともにより安価な水管理システムと一体となった計画・設計法を検討していくことが重要である。

第4は、広域水管理システムが構成され、農工研においても施設管理システム研究室が元年10月の改組とともに新設された。新設研究室の今後の活動に期待するとともに情報通信機器は益々進歩し技術革新が期待される分野であるから農村地域の面としての用排水システムに張り巡らされた通信回線が単に水位あるいは流量情報のみを搬送するだけではなくに更に一步踏み込んで地域活性化等のための利活用での研究まで高めてもらいたいとかがえている。

編集部から与えられた義務以上のホラを吹いた感じになってきたが次の10年を目指し、水路技術研究が発展することを若い技術者のみなさんをお願いし終わりとしたい。

呑吐ダム・大川瀬ダムの設計と施工について

宮崎武美*川田明宏*八木正広**丸田雅博**

目	次
1. 国営東播用水土地改良事業の概要 ……………	39
2. 呑吐ダム ……………	39
2-1. 概要 ……………	39
2-2. ダムサイトの地質 ……………	40
2-3. 堤体の設計 ……………	41
2-4. 施工 ……………	43
3. 大川瀬ダム ……………	44
3-1. 概要 ……………	44
3-2. 基礎処理 ……………	44
3-3. コンクリート工 ……………	47
3-4. 仮設備 ……………	48
4. おわりに ……………	48

1. 国営東播用水土地改良事業の概要

国営東播用水土地改良事業は、播磨平野東部および北神戸地域の自然的、社会経済的な特徴と有利性を活かしつつ、農業従事者の確保、農地の流動化による経営規模の拡大、生産の組織化を図ることを目的としている。

この目的を達成するため、既成田畑約7,200haへの用水補給により用水不足を解消するとともに、未利用の山林約440haの農地造成とその用水の確保を行うことにより優良農地を拡大し、さらに関連して施工される圃場整備の実施を通じて、大規模機械化農業の拡充と土地利用効率の向上を図るものである。

また、この事業は、都市化による人口の増大に対応する水道用水を確保するため、共同事業として建設する基幹水源施設から277,000m³（日量最大）を兵庫県水道用水供給事業に供給するものであり、都市生活と農業生産の調和を図る水資源の再開発事業でもある。

これらの用水を確保し供給するために、加古川水系篠山川に川代ダム、同東条川に大川瀬ダム、同山田川に呑吐ダムとこれらを直列に結ぶ導水路を基幹水源施設として建設するとともに、幹線及び支線水路ならびに河川放流を取水する頭首工を

設けて、受益地域の農地および水道用水の原水供給地点に供給するものである。

2. 呑吐ダム

2-1. 概要

呑吐ダムは、本事業の基幹施設の一つとして兵庫県三木市三津田地先の加古川水系志染川の支流山田川に建設された重力式コンクリートダムである。

本ダムは、昭和52年度に堤外仮排水路に着手し、

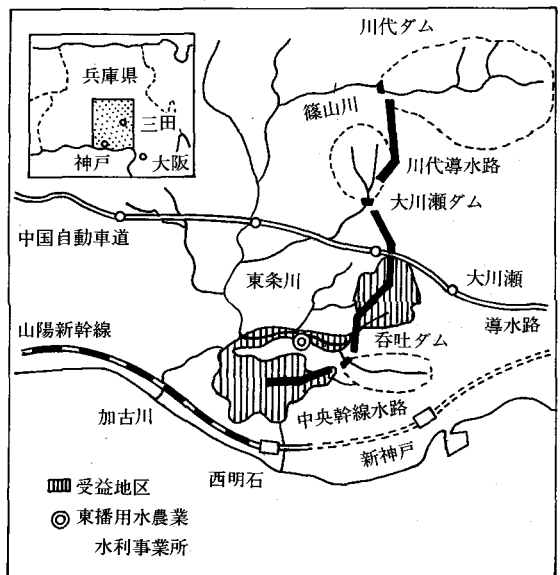


図-1 国営東播用水土地改良事業の概要図

*近畿農政局東播用水農業水利事業所 **近畿農政局東播用水農業水利事業所大川瀬支所

表-1 吞吐ダムおよび貯水池諸元

河川名	加古川水系志染川支流山田川		
位置	兵庫県三木市志染町三津田		
	ダム	貯水池	
型式	重力式コンクリートダム	流域面積	直接 49.8km ² 間接 279.1km ²
堤高	71.5m	満水位面積	105ha
堤頂長	260.0m	総貯水量	18,860,000m ³
堤体積	370,000m ³	有効貯水量	17,800,000m ³
基礎地質	流紋岩質凝灰角礫岩	満水位標高	EL. 143.00m
堤体勾配	上流側 1:0.08	設計洪水量	925m ³ /s
	下流側 1:0.82		925m ³ /s
天端標高	EL. 145.50m		

昭和55年5月コンクリートの打設を開始、昭和58年12月に打設工事を完了、昭和61年9月から試験湛水を開始し、現在洪水吐クレスト天端(EL. 136.1m)迄の試験湛水を完了している。そして平成元年2月から一部の地域に給水を開始している。今後上流に建設されるダム及び導水路等の施設の完成を待って、常時満水位(EL. 148.0m)迄の試験湛水を開始する予定である。

本ダムサイト地質の特徴は、河床部に2本の断層を介する上流側で幅30m、下流側で幅60mの大規模な破砕帯が存在することである。

ダムの設計に当たり、この破砕帯処理が最も重要な問題とされ、これについて慎重な検討を行った。特に、断層の活動性に関する調査、基礎岩盤の的確な性状の把握と堤体の安全性の詳細な解析、検討を重ねた結果、本ダムで初めて開発したウェッジブロックジョイント方式のマットコンクリート工法を採用することとした。

2-2. ダムサイトの地質

ダムサイトおよびその周辺部を構成する基礎岩盤は、白亜紀後期の有馬層群に属する流紋岩および流紋岩質凝灰角礫岩で、これを被覆して左右兩岸の上部には、第三紀末～第四紀の大阪層群の砂礫、粘土層が分布し、更に河岸には段丘堆積層および崖錐性堆積物が分布している。

本ダムの河床部に存在する大規模破砕帯は計画の当初河床部兩岸の2本の断層として存在が確認されていたが、昭和54年度から開始した基礎掘削の途中EL. 83m盤(基盤面より高い)に達した時

点においてダム軸に平行して10m間隔にトレンチ掘削を行い調査した結果、河床部全体にわたる幅の広い複雑な構造を有していることが明らかになった(図-2)。

(1) 断層の活動性に関する調査

昭和55年2月に「日本の活断層」が刊行され、この中で高塚山断層(確実度I, 活動度C, 長さ5km)の北方延長がダムサイト近傍までとされていたことから、河床部断層の活動性に関する問題がにわかにクローズアップされ、断層の活動性の有無について徹底的な調査を実施した。その内容は、①文献による調査、②広域地質調査(段丘面調査)、③トレンチによる調査(6ヶ所、中位段丘堆積層と断層の関係)、④断層物質に含まれる石英粒子の表面構造解析および電子スピン共鳴(ESR)法等による調査である。

トレンチによる調査結果から、中位段丘堆積層にも中新世の神戸層群にも影響を与えていないこと、断層の走向、ひずみ方向に高塚山断層とはくい違いがあること、石英粒子の表面構造とESR強度から求めた断層の活動時期は百万年のオーダーということになり、河床部の断層は高塚山断層とは全く別もので、かなり古い時代に形成されたものと結論された。

(2) 破砕帯部の詳細調査

河道と平行して走る河床部の破砕帯は、左岸側に傾斜(80°~85°)しており、破砕帯内では角礫が少なくガラス質の多い緻密な岩質のものと角礫の多い凝灰岩質のものが存在するほか、暗灰黒色の

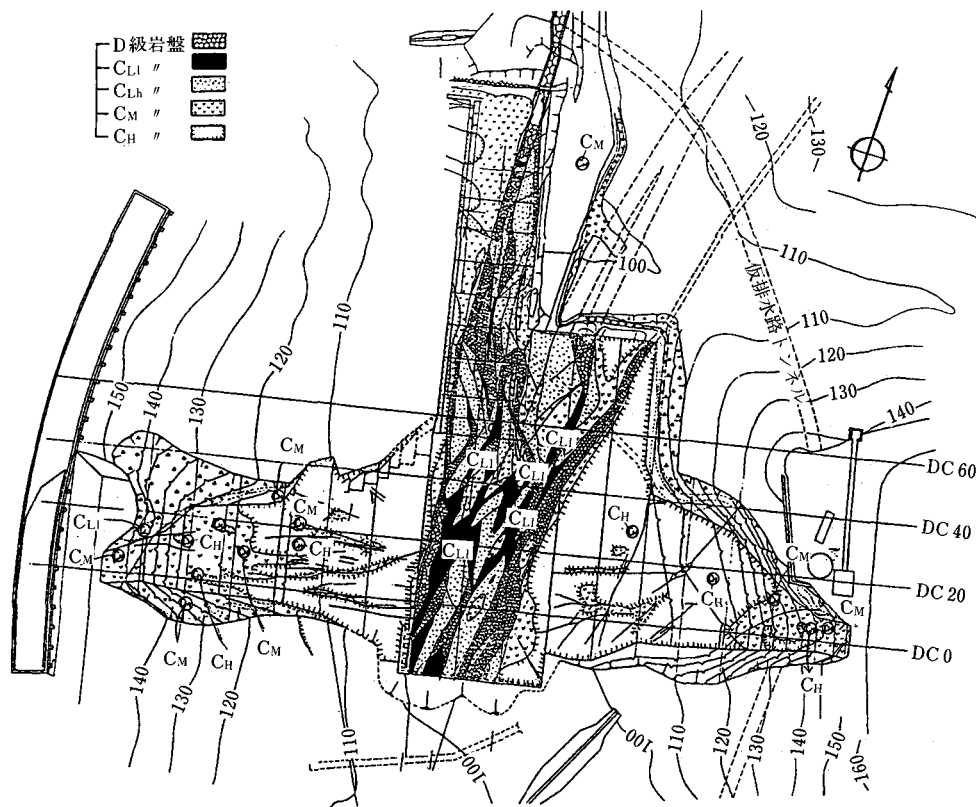


図-2 呑吐ダム地質平面図

玄武岩質岩および頁岩が不規則に介在している。この破碎帯と左右兩岸の堅岩部との境界は明確であり、厚さ数cmの粘土層を伴っている。

また破碎帯内部の構造は、河道に平行およびこれと斜交する粘土シームを介在した断層群と、これらの間に破碎層が硬質でクラック間隔5～15cm以上のマッシブな岩塊からクラックが密に発達している部分までの各種の状態にわたり分布している。

このような複雑な構造であることからダム設計にあたってはその力学特性を決定する必要があるため、風化の程度、割れ目の状態を考慮し、力学的性質からD, CLl, CLh, CM, CH ないしそれ以上の岩級に区分した。その後、最終掘削面より1m高い EL.75mにおいて全面掘削をし、同地盤における詳細な地質平面図を作成し、これに基づき岩盤等級分類を明らかにした。

基礎岩盤の力学的性質を調べるにあたっては堤体下部の横坑や河床部横坑等において表-2に示すような変形試験およびブロック剪断試験を実施

した。試験結果を表-3, 4に示す。

2-3. 堤体の設計

(1) 破碎帯部の設計数値

①変形係数および弾性係数

表-3に示す数値を用いて破碎帯部における面積加重平均して変形係数5,000kgf/cm²、弾性係数10,000kgf/cm²と決定した。なお堅岩部の弾性係数は30,000kgf/cm²とした。

②剪断強度

表-2 岩盤試験数

岩級区分	変形試験	剪断試験
CH	6	6
CM	1	3
CLh	5	5
CLl	5	10
D	3	11
計	20	35

表-3 変形試験結果

(kgf/cm²)

岩 級	変形係数	接線弾性係数	割線弾性係数	備 考
CM	22,800	32,100	30,000	サンプル数 1
CLh	7,100	12,700	12,700	" 4
CLl	4,700	9,600	8,800	" 5
D	3,600	8,400	8,300	" 4

表-4 剪断試験結果

岩 級 区 分	剪断強度 (kgf/cm ²)	内部摩擦角 (°)
CM以上	20以上	50
CLh	11~20	46
CLl	7~11	42
D	2~7	40

破碎帯部の剪断強度の決定に当たっては下記の事項を特に考慮した。

- 各岩級に対する強度は表-4に示す下限値を採用した。
- 各岩級の分布はEL.75mの調査結果を基本とし、小規模な島状岩、浮石状岩は無視して周辺岩と同一とみなして岩級分布をモデル化した。

全面的に破碎帯上に載る堤体No.9ブロックについて面積荷重の平均を求めたところ、 $\tau_0=8.6 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $\tan\phi=0.86$ が得られた。これよりダム の設計値としては、安全をみて $\tau_0=7 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $\tan\phi=0.8$ を採用した。

(2) 堤体標準断面の設計

本ダムにおいては河床部全体がCM, CL, D級岩盤が複雑に混在するため、所要の安全性を確保するために設計上考慮した事項は次のとおりである。

- 剪断摩擦安全率4.0を確保するため、破碎帯の剪断強度に対応したマットコンクリートを必要延長分設ける。
- 堤体に作用する荷重は極力両側堅岩部に受けもたせる。
- ダム基礎地盤標高を下げても剪断強度の増加は期待出来ないうえに、静水圧等の水平力が增大するため、掘下げは地質状況等から必要最小限とし、マットコンクリートの規模が

必要以上に大きくならないようにする。

- 上流側には種々の施工上の制約があるため洪水吐滅勢工の水タタキをマットコンクリートの一部として積極的に利用する。これらを満たす構造として厚さ15m、延長160mのマットコンクリートを施工することとなった(図-3)。

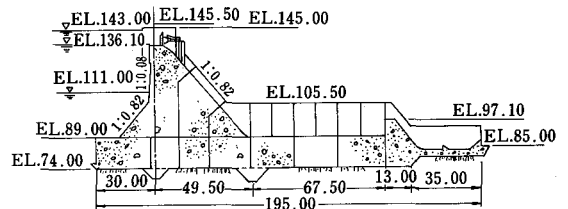


図-3 ダム標準断面図

(3) ウェッジブロックジョイント

このようなマットコンクリートによって、剪断摩擦安全率は4.16となり所要の安全率を得たが、縦断面においてFEM解析を行った結果、マットコンクリート下部に大きな引張応力が広範囲に発生し、大規模な鉄骨等による補強工が検討されたが、構造上、施工上対応不可能と判断された。

結局、これらの対応策として堤体と同様にマットコンクリートにもジョイントを設け、引張応力の減少を図る案が検討され、ジョイント要素を取り入れたFEM解析を実施し、マットコンクリート部および堤体部の安全性について検討した。

ダム軸下流40mの断面(破碎帯幅43m)において、鉛直のジョイントを施工した場合では、マットコンクリート中央部で 8 kgf/cm^2 、上部で 11.5 kgf/cm^2 程度の引張応力が生ずることがわかった。また、このジョイントに傾斜をつけて施工し、くさび形のブロックを作ることにより、引張応力はマットコンクリートの中央部で 7 kgf/cm^2 、左岸側下部で 8.5 kgf/cm^2 程度に抑えられることが明らかになった。本ダムで使用するコンクリート

は引張強度試験による材令28日で26kgf/cm²となっており、8.5kgf/cm²は約3倍の安全率を確保出来ることとなった。

一方、これらの引張応力の低減はジョイントを設けることによってもたらされたものであるが、反面、水密性に問題が生じてくる。このためジョイントごとに止水板を設けるとともに、堤体横継目部には弾性特性の異なるアスファルトウェルを追加補強することとした。また、局所的な基礎岩盤への応力集中を避けるために、用心鉄筋を施工することとした。

マットコンクリートのブロックの大きさは打設設備の施工能力および応力上の問題から、15×15×20m程度とし、図-4に示すとおり中央部を鉛直継目として、左右は1:0.2または1:0.3の傾斜をつけたウェッジブロックジョイント方式を採用した(図-4)。

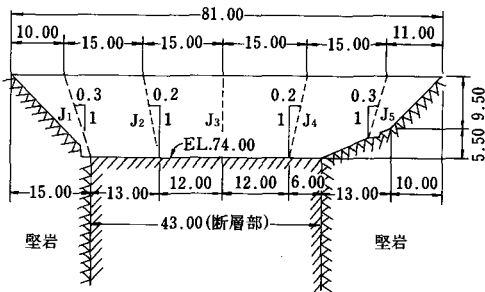


図-4 マットコンクリートのウェッジブロックジョイント

(4) 堤体の観測計器

本ダムは大規模な破碎帯上に建設され、またウェッジブロックジョイントマットコンクリート工法という新しい工法を採用していることから、打設したコンクリートの特性および堤体の挙動について施工中から十分な観測を行う必要があり、観測計器をマット部を中心に多数埋設し、挙動の観測を実施している(表-5)。

この他にマット内から地山まで延長した監査廊に固定点を設置した視準装置2ヶ所と、三角堰による漏水量計測装置を4箇所設置している。

2-4. 施工

(1) 破碎帯部の基礎処理

① コンソリデーショングラウチング

破碎帯の地盤の補強、均一化、透水性の改良を目的としたコンソリデーショングラウチング

表-5 埋設計器の個数

計器名	仕様	マット部	本体部	計
応力計		21	3	24
ひずみ計	3成分	51	9	60
ひずみ計	5成分	20	—	20
無応力計		21	3	24
温度計		42	62	104
間隔水圧計		26	21	47
継目計	1成分	21	37	58
継目計	2成分	12	—	12
継目計	3成分	45	12	57
鉄筋計		15	—	15
岩盤圧縮変位計		13	—	13
岩盤圧縮変位計	3段式	6	—	6
プラムライン		—	1	1
逆プラムライン		—	3	3
計		293	151	444

は、一次、二次の段階を設けて施工した。一次は、掘削予定の標高(EL. 74m)から約9mを残置し、これをキャップロックとして施工した。グラウチング区間はEL. 76m~EL. 50mの26mとし、5m方眼状に施工した。二次は、マットコンクリートを6m(4リフト)施工した後、3.54m方眼状にEL. 50m迄実施した。なお左右両岸の堅岩部については5m方眼状に5mの深度とし、破碎帯部との間は移行区間を設けて漸変させた。注入材料は高炉セメントを使用した。

② カーテングラウチング

施工場所は、構造上、施工上の有利性から上流ファイレットより施工した。破碎帯部は列間隔1.5m、孔間隔3mの3列千鳥配置とし、中央内挿法により、コロイドセメントおよび超微粒子セメントを使用して改良目標値2ルジオン以下に改良した。

(2) 仮設備の概要

原石山の位置は、ダム上流約2kmの右岸に位置し、岩質は流紋岩質凝灰角礫岩である。

骨材プラントは、大迫ダムで使用したプラントを転用し、能力の向上を行うため一部改造した。骨材プラントからバッチャープラントまでの約300mの骨材輸送は幅600mmのベルトコンベアによった。

バッチャープラントは永源寺ダムから転用した、1.5m³(56切)×2基を使用した。

コンクリート運搬設備は、堤体コンクリート打設用に9t 孤動型ケーブルクレーン（永源寺ダムより転用）、減勢工打設および型枠運搬等に5t両端移動型ケーブルクレーン（大迫ダムより転用）、マットコンクリート下流部打設用に5t ジブクライングレーンの3基を使用した。

(3) 試験湛水

昭和61年9月25日から湛水を開始し、昭和62年7月下旬に目標水位 EL. 136.1m に達し、その後2ヶ月間その水位を維持したのち、放流を開始し、昭和63年1月に第1次試験湛水を完了した。試験湛水期間中による堤体の変形、マットコンクリートの挙動（湛水前からの変位は1mm程度）、漏水量（最大36l/分）および他の計測項目については、ダムの安全上特に問題となるような挙動は生じなかったと判断している。なお、今後も挙動観測は継続して行うこととしている。

3. 大川瀬ダム

3-1. 概要

大川瀬ダムは、本事業の基幹施設の一つとして、現在兵庫県三田市の加古川水系東条川に建設中の重力式コンクリートダムである。本ダムは、昭和59年10月に堤外バイパスに着手し61年12月にコンクリートの打設を開始、63年10月に築堤工事を完了、現在は管理棟建設などの周辺整備工事を実施している。

設計に当たっては、ダム本体の規模が小さく、

また基礎地盤も全体的に良好であるため、特に困難な条件はなかったものの、構造的には次のような2つの特徴を有している。

- ①ダムサイトにはほぼ水平に広がる弱層（非熔結層）に対処するため、左右両岸アバット部にダウエリングを目的とするトンネルを各々3本ずつ配置している。
- ②小規模断層を避け良好な基礎岩盤上に築造するために、左岸側においてダム軸を40°上流側に屈曲させている。

また、施工面における特徴としては、ダムサイトに民家が隣接しており、生活環境の保全上夜間作業が制約されたため、夏期のコンクリート打設作業が気温が高い昼間に限られた。そのため、コンクリートの練り上がり温度を抑制させる、いわゆるプレクリーング工法を採用し、その方法として施工性及び経済性の面から液体窒素による冷却法を実施することとした。

3-2. 基礎処理

(1) ダムサイトの地質

ダムサイトの基盤は、近畿地方に広く分布している流紋岩質凝灰岩（有馬層群）からなり、ダム軸付近の地質はほとんどが硬質岩となっている。

地質の特徴としては、ダムサイト一帯にほぼ水平に非熔結部と呼ばれる粘土層が分布しており、非熔結部の上位岩盤は下位岩盤に比してややクラッキーな岩盤であるが、下位岩盤は全体的にCH級の岩盤となっている。

表-6 大川瀬ダムおよび貯水池諸元

河川名	加古川水系東条川		
位置	兵庫県三田市大川瀬		
ダム		貯水池	
型式	重力式コンクリートダム	流域面積	直接 60.6km ² 間接 219.1km ²
堤高	50.8m	満水位面積	68ha
堤頂長	164.0m	総貯水量	9,280,000m ³
堤体積	120,000m ³	有効貯水量	8,150,000m ³
基礎地質	流紋岩質凝灰岩	満水位標高	EL. 177.65m
堤体勾配	上流側 1:0.12 下流側 1:0.81	設計洪水量	1,050m ³ /s
天端標高	EL. 180.30m		

(2) 基礎地盤に対する処理

ダム基礎処理としては、このような地質特性を十分検討した結果、グラウト工に加え左岸アバット部に止水壁を設けることとし、さらに非熔結部に対してはダウエリング工法を採用している。

(3) ダウエリング工法

ロック剪断試験から得た非熔結部の物性値により現状地盤の安全性を検討すると、剪断摩擦安全係数は最低値で1以下となり、また局所剪断摩擦安全率(FEMによる解析)も部分的に1以下となる箇所も見られたことから基礎地盤内での剪断破壊が起こる懸念があった。このため、非熔結部に対する安全性確保を目的としてダウエリング工法を採用した。

ダウエリング工法とは、剪断強度が不足している非熔結部を、必要な長さだけコンクリートで置換するものである。

その置換必要長は Henny の式により決定し、施工性を考慮し図-5のような配置(左岸の例)とした。この結果、ダム基礎非熔結部の剪断摩擦安全率 $N=4.01$ (最小値) ≥ 4 、局所剪断摩擦安全率

$N'=3.05$ (最小値) ≥ 2 となり、基準を満たすことが確認できた。

(4) グラウトの仕様

グラウト計画の概要を表-7、図-6に示す。グラウトの仕様は下記のとおりである。

- ①注入圧力は、グラウト試験の結果より表-8のとおりとした。第1ステージの圧力は、フィレットのコンクリート厚や、ダウエルトンネルの巻厚、地質等を考慮して決定した。
 - ②配合及び切り換え基準は、7段階とした(表-9)。
 - ③注入速度は、圧力の急激な上昇の防止及び、濃度のスムーズな切り替えのため、 2.0 l/min/m を原則とした。
 - ④注入材料は、高炉セメントB種を用いる。混和剤はセメント重量に対して0.25%混ぜる。なお、削孔および注入の順序はステージ工法とした。
- (5) グラウト施工結果

グラウト工事は、61年7月堤体コンクリートの打設に先駆けて、まず河床部のコンソリデーションクラウトから着手し、平成元年10月に、最後に

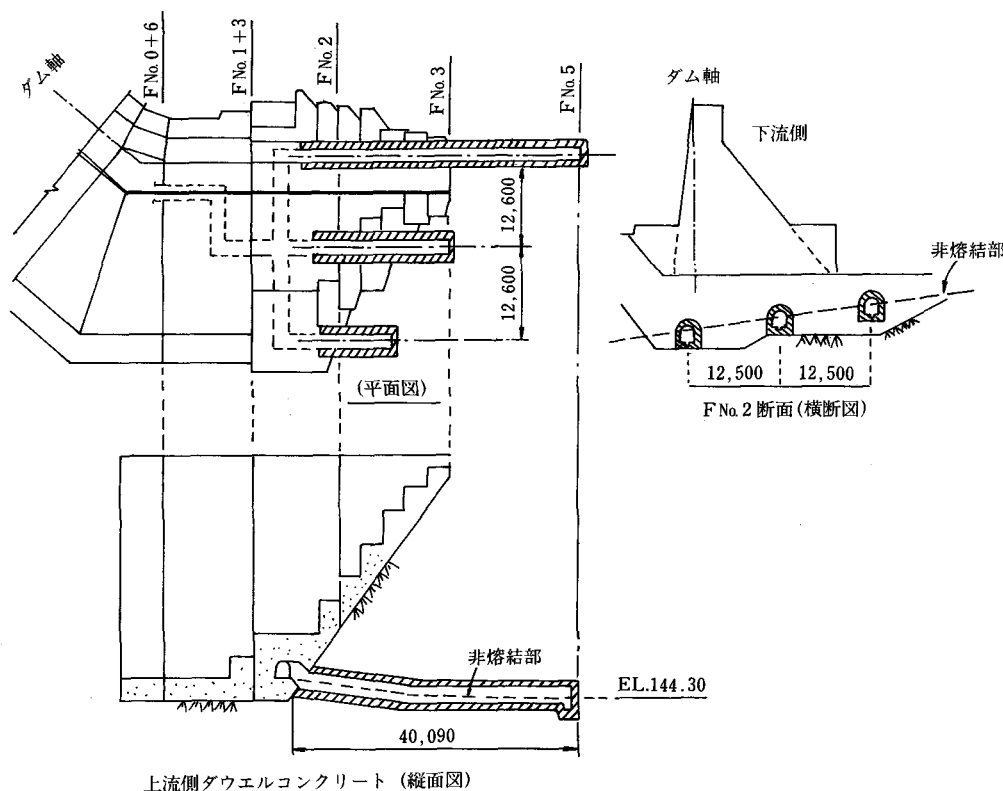


図-5 ダウエルコンクリート配置図(左岸)

表-7 グラウト計画の概要

	コンソリデーショングラウト			カーテングラウト		
	堤体部	止水壁部	ダウエル部	堤体部	左右岸リム部	ダウエル内
目的	岩盤変形性改良 表層遮水性改良	止水壁基礎補強, リムグラウトの 補助	掘削の緩み補填, コンタクト面の 密着	堤体基礎からの 透水抑制および ダム揚圧力軽減	袖地山からの透 水抑制	堤体およびリム カーテンと連結 して透水抑制
施工箇所	ダム敷全面	止水壁基礎全面	ダウエルトンネ ル全周	堤体上流フィレ ット天端	止水壁上流フー チング及び地山	左右岸上流ダウ エル内
施工 パターン	基本パターン 5.0m*5.0m (1,2次孔) 非熔結部上盤 5.0m*2.5m (1,2,3次孔)	2列施工 列間隔 3.0m 孔間隔 2.5m 千鳥配置	上向, 斜上向孔 5.0m千鳥配置 非熔結部沿い孔 3.0m対象配置 斜下向孔 5.0m対象配置	規定孔 列間隔 1.5m 孔間隔 3.0m 千鳥配置 追加孔: 規定孔 の結果で追加	左に同じ	列間隔 1.0m 孔間隔 3.0m の千鳥配置 上向孔は堤体カ ーテン, リムカ ーテンと連結
施工深度	基礎面に対し 5.0m	上流列 5.0m 下流列 10.0m	全方向 5.0m	P孔: ダム高と同じ 一般孔: 非熔結 部下盤に10m	左に同じ 袖部は地下水位 及びL/Hを検討	上向孔は5.0mと し下向孔深度は 左に準じる
改良目標	特に定めず (目安5Lu程度)	左に同じ	左に同じ	チェック孔で 1Lu以下 85%以上	左に同じ	左に同じ

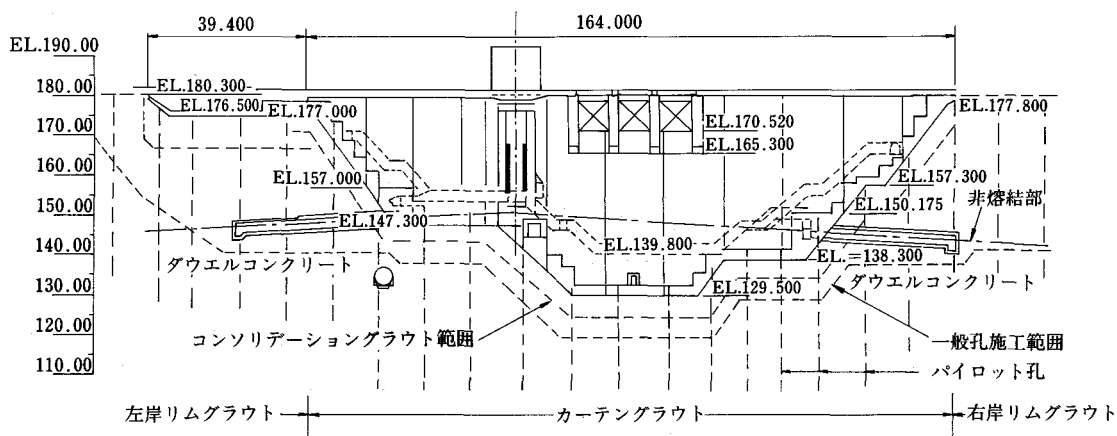


図-6 大川瀬ダム基礎グラウト正面図

表-8 注入圧力

ステージ	孔深(m)	注入圧(kg/cm ²)
1	0~5	3.0
2	5~10	5.0
3	10~15	8.0
4	15~20	10.0
5	20~25	13.0
6	25~30	17.0
7以降	30~	20.0

表-9 配合及び切換え基準

切換前の配合(C : W)	注 入 量	切換後の配合(C : W)
1 : 10	200 ℓ 注入しても規定圧力に達しない場合	1 : 8
1 : 8	400 ℓ "	1 : 6
1 : 6	400 ℓ "	1 : 4
1 : 4	600 ℓ "	1 : 2
1 : 2	600 ℓ "	1 : 1.5
1 : 1.5	600 ℓ "	1 : 1
1 : 1	規定圧力に達し注入完了まで	—

残っていたリムグラウトのチェック孔を施工し完了した。

堤体コンソリデーショングラウトの結果は、非熔結部より下位岩盤にあたる河床部については、 $5 L_0$ 以下で87%と良好な結果を得た。

しかし、上位岩盤にあたる左右岸のアバット部については、 30 kg/m 以上の注入量があった場合に3次孔を追加した。この追加孔でのルジオン値及び注入量は1次、2次孔のそれと比較してかなり改良されており、最終的には $5 L_0$ 以下が全体の85%以上となるまで改良することが出来た。

カーテングラウト工では改良目標値を確保するため3次孔で $3 L_0$ 以上、または4次孔で $2 L_0$ 以上のステージがある場合は、追加孔(1BL, 12BL)を施工することとし、工事を進めた。

グラウチングによる透水性の改良の過程は、図-7の超過確率のとおりであり、チェック孔の結果では、 $1 L_0$ 以上のステージがわずか1ステージ

という好結果であった。

3-3. コンクリート工

(1) 打設

本ダムは、まずダム上流の骨材プラントで製造したコンクリート骨材をベルトコンベアーでダム右岸ヤードに運ぶとともに、一時ストック用の中間ピンを設置した。

バッチャープラントで練り上げたコンクリートは 3 m^3 ホッパー台車で受け、右岸下流の法面上に設置したインクラインを移動して 9.5 t タワークレーンに移し替え所定の場所に打設した。

表-10 打設計画

打 設 期 間	61.12~63.10 (23ヶ月)
月最大打設量	8,700 m^3
月平均打設量	6,000 m^3
打設主要機械	吊り荷重 9.5 t ジブクライミング クレーン(作業半径75 m)

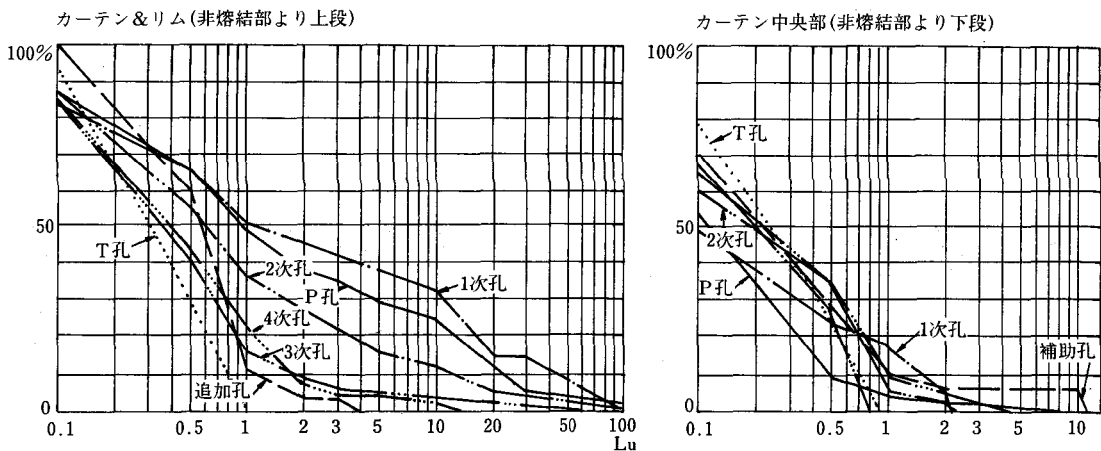


図-7 ルジオン値超過確率図

表-11 大川瀬ダムコンクリートの配合

配合	粗骨材 最大寸 法 (mm)	スラン プ (cm)	空気 量 (%)	水セメ ント比 (%)	細骨 材率 (%)	単 位 量 (kg/m ³)							
						水	セメント	砂	大碎	中碎	小碎	減水剤	助剤
A種	150	4±1	5±1	53	26	105	198	532	610	458	458	495	4.0 g
B種	150	4±1	5±1	65	27	105	162	558	611	458	458	405	3.2 g
C種	60	6±1	5±1	53	38	140	264	717	—	653	534	660	5.2 g

注) 大 碎：150～60mm 中 碎：60～25mm 小 碎：25～5 mm

減水剤：ポゾリスNo.8 助 剤：ポゾリスNo.202 セメント：高炉セメントB種

(2) ダムコンクリートの配合

大川瀬ダムコンクリートの配合に当たっては、安濃ダム及び呑吐ダムの配合を参考にして配合試験を行った結果、表-11の配合とした。

(3) 液体窒素によるプレクーリング

本ダムでは、プレクーリング材として、主に液体窒素を使用した。この他に所要温度降下量が小さい場合、あるいは液体窒素を使用する前段として練混ぜ水に冷水を用いる方法及び骨材に冷水を散布し冷却する方法も実施した。

1) プレクーリングの必要量

①練り上がり温度の推定

コンクリートの練り上がり温度と外気温の関係は、昭和61年度に実施したプレクーリング試験並びに本工事及び他工事のデータをもとにして以下のように設定した。

$$T_o = 0.76T_a + 0.172t_a + 1.73 \quad (\text{式-1})$$

ここに、 T_o ：コンクリートの練り上がり温度

T_a ：外気温 (°C)

t_a ：旬別平均外気温 (°C)

②プレクーリング量の推定

ダムサイト近くの観測所における過去7年間の外気温の測定結果と式-1から、各旬別ごとに練り上がり温度の推定を行った。推定結果の一例を図-8に示す。

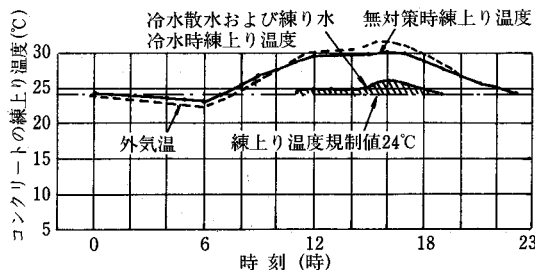


図-8 プレクーリング必要区間(8月中旬)(A, B配合)

プレクーリング量は最大6°C程度(8月中旬)必要と推定された。

2) 効果及び品質確認試験

液体窒素によるプレクーリングの本施工に先立ち、その効果やコンクリートの品質に及ぼす影響を調べるために、室内試験及び実プラントによる試験を行った。

圧縮強度試験結果では液体窒素を吹きかけた場合は、吹きかけない場合と比べても強度的な問題はなく、むしろ強度が増加する傾向が見られた。また、この他にに行ったスランプ、空気量、単位体積重量試験結果についても、液体窒素の吹きかけによる影響は認められなかった。

3-4. 仮設備

本ダムの主な仮設備は下記のとおりである。また、仮設備全体のフローを図-9に示す。

①骨材プラント(100t/hr)

骨材プラントはダムサイト上流800mの位置に設置した。

付近には民家が点在しているため、水洗設備、製砂、2碎、3碎、ふるい分けの各設備はすべて内部に遮音処置を施した建屋の中に設置するなど防音対策に万全を期した。

②バッチャープラント(1.5m³×2基)

バッチャーも対岸に民家が点在しているため、骨材シュート、ビンガーター、集合ホッパー、ミキサー等の内部には全てゴムライナーを取り付けた。

③タワークレーン(打設量3.0m³/回)

4. おわりに

加古川水系には、東条川、加古川西部、東播用水の各国営土地改良事業によって建造されたダム、

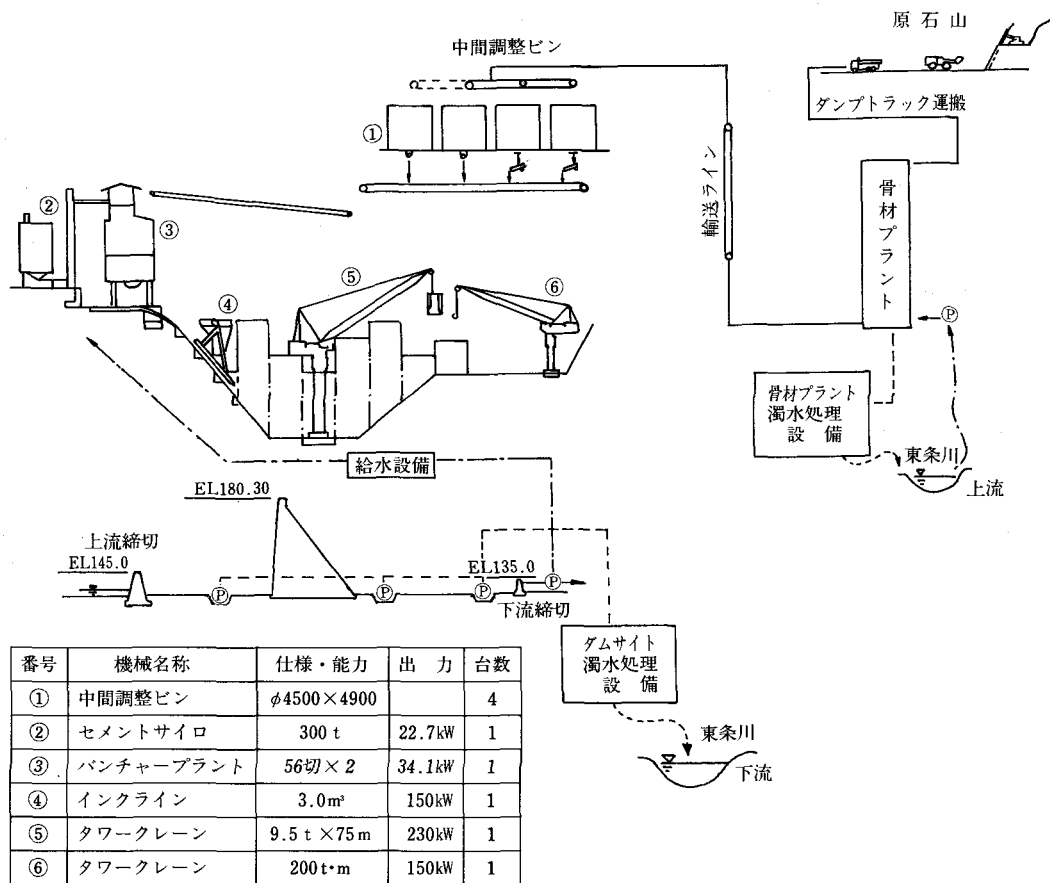


図-9 大川瀬ダム仮設備フローシート

頭首工等の大規模な水利施設が数多く存在している。

一方、加古川水系の水需要が逼迫しているため、限られた水資源を有効に活用出来るように、基幹水利施設を効率的かつ安全に管理することが不可欠となる。このため、現在、これらの国営土地改良事業地区の諸施設を一元的な管理体制のもとに統合管理を行うこととして準備を進めている。

最後に呑吐ダム、大川瀬ダムの設計施工に関して御指導頂いているダム技術検討委員会の諸先生方と、諸先輩方に深く感謝する次第である。

参考文献

- 1) 勝俣ほか：呑吐ダムにおける断層破碎部の堤体設計について
農士誌，第50巻 第4号 (1982)
- 2) 米川公一：ダウエリングによる基礎処理について
大ダム，No.119 (1987)
- 3) 大澤ほか：液体窒素を用いたダムコンクリートのプレクーリング施工
コンクリート工学，第26巻 第5号 (1988)

なま い かわ 生居川ダムの設計と施工

石川 幸生* 相沢 崔志*

目 次

まえがき	50	3-3 提体盛土管理	55
1. ダムの概要	50	4. 監査廊の設計・施工	55
1-1 諸元および構造	50	5. 洪水吐の設計	55
1-2 地質	50	6. 取水施設の設計	56
2. 基礎処理の設計・施工	52	7. 提体の計測設備	56
2-1 基礎処理の設計	52	7-1 漏水量	59
2-2 基礎処理の注入仕様	52	7-2 間隙水圧	59
2-3 注入量	53	7-3 土圧	59
3. 提体の設計・施工	55	7-4 遮水ゾーン内の沈下量	59
3-1 ダムタイプ	55	おわりに	59
3-2 築提材料	55		

まえがき

生居川ダムは、山形県営鉱毒対策事業上山東部地区の基幹事業として山形県上市市上生居地区の一級河川、最上川水系須川支流生居川に建設しているものである。

当地区は、山形県村山盆地の南端上市市を貫流する須川の東側に展開しており、ほぼ平坦な面積544haの水田地帯である。かんがい水源は蔵王川に依存しているが水質は強酸性で、源流PH1.8、取水地点ではPH2.9、そして水田に至っては、PH3.1~3.8（いずれも年間平均値）を呈して営農上多大の支障をきたしている。

このため、蔵王川の支流である仙人沢が真水であることに着目し、本事業により、この沢に逕流取水型の頭首工を設けて雪どけ水などの真水を取水し、生居川ダムに導水、貯留して地区全体の用水転換を図り、真水かんがいにより鉱毒被害を解消し、農業生産性の向上と農家経営の安定を図るものである。

1. ダムの概要

1-1 諸元および構造

生居川ダムの主要諸元および構造は表-1、図-2、3に示す。

ダムサイトの地形は河床を含む低地が150~200mに及び段丘堆積層が広く分布している。

アバットメントの勾配は、左岸で2割、右岸で約1割程度となっており、ダム天端EL327.80mにおける形状係数は($L/H=290/40$)73を示し底巾の広い逆台形状を呈している。自流域は5.8km²と小さく、地区の所要水量を確保することができないため蔵王川の支流である仙人沢、(間接流域5.6km²)から不足水量を導水し、合わせて貯水することとしている。

1-2 地 質

ダムサイトの地質は、第三紀中新生の火山活動で噴出した凝灰角礫岩の地層と、海沈時に堆積した砂岩頁岩互層がほぼ水平に重なり合い(泥部累層)、しかも緩やかに南西から東北へ(ダム左岸下流側から右岸上流へ)傾斜して分布している。ただし左岸アバットメント付近には呑岡断層の派生と思われる小断層が二条ほど認められ、層序に若

*山形県生居川ダム建設事務所

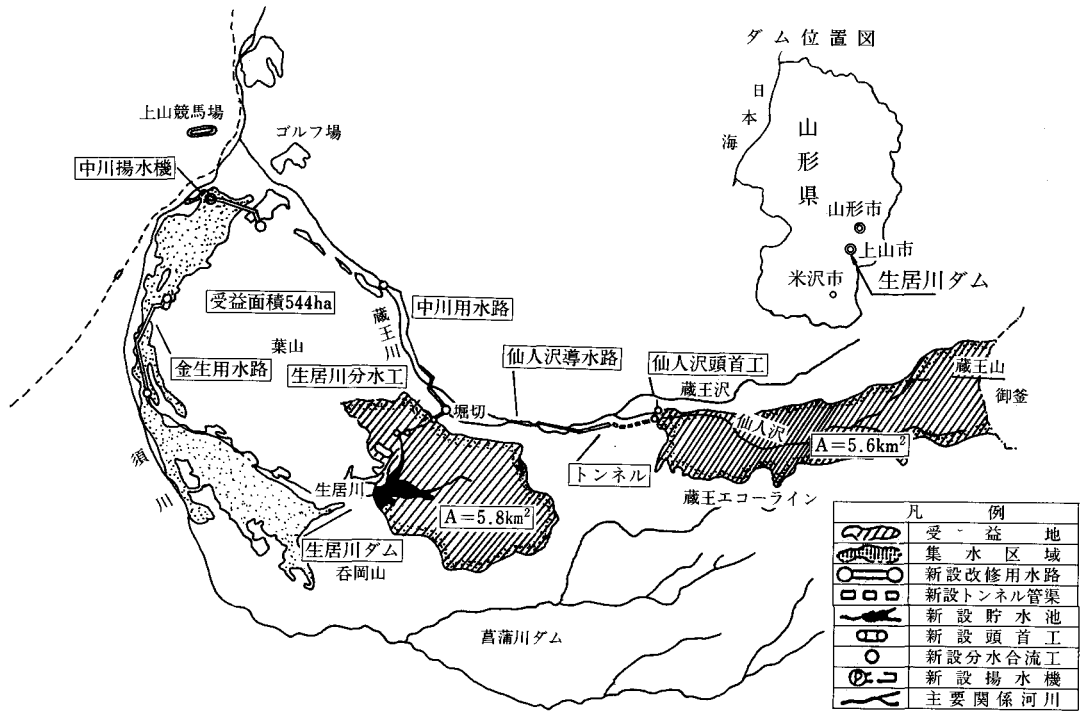


図-1 上山東部地区計画概要図

表-1 生居川ダムの諸元

ダ ム	貯水池名	生居川ダム		河川名	最上川水系須川支流生居川(指定)			
	集水面積	11.4km ² (直接 5.8km ² 間接 5.6km ²)		基礎岩盤	凝灰角礫岩			
	堤高	47.8m	堤長	313.7m	堤体積	936,000m ³	堤頂幅	10.0m
	常時満水位	323.50m	総貯水量	2,650,000m ³	有効貯水量	2,470,000m ³	堆砂量	180,000m ³
	設計洪水位	325.15m	満水面積	21.7ha	計画堆砂面	303.40m	ダム利用率	2.23
付 帯	洪水吐き型式	側溝流入式	越流堤長	45.00m		越流水深	1.65m	
	減勢工型式	II型静水池	設計洪水量 (A項流量)	205m ³ /s		減勢工洪水量	145m ³ /s	
設 備	取水設備型式	傾斜型直線多段式ローラゲート		最大取水量	0.856m ³ /s			
	転流工型式	全面締切り仮排水トンネル方式		トンネル型式	標準馬蹄型 2r=3.20m			
	トンネル延長	435.0m	設計洪水量(1/10)	80.0m ³ /s		勾配	1/80	
	監査廊型式	カルバート型式(一部トンネル型式)		幌型	B=2.0m H=2.5m	延長	296.9m	

干の乱れが見られる。

右岸側には、これら地層を鮮やかに削り取る形でいわゆる蔵王火山火砕流堆積物が押し出されてきており、その堆積物と相まって本ダムの設計および施工に少なからぬ影響を及ぼしている。

いずれにせよ左右岸とも固結度の低い軟岩地盤であるため、適時ダム建設の権威ある方々のご指導を仰ぎながら設計、施工を進めている。(表-2)

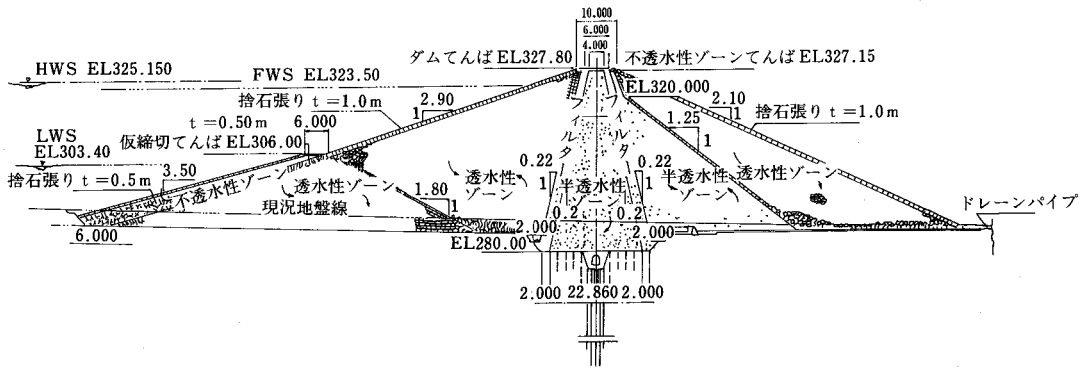


図-2 堤体標準断面図

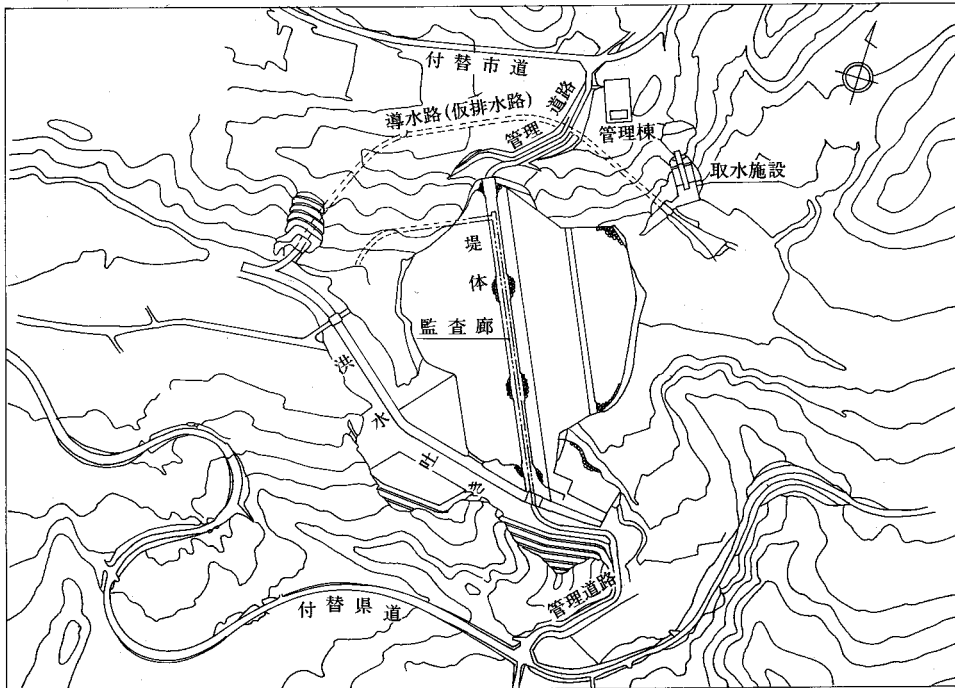


図-3 平面図

2. 基礎処理の設計・施工

2-1 基礎処理の設計

当ダムの基礎処理工法は、最も一般的なグラウチング工法を採用し、基礎地盤の透水性は比較的小さい。

しかし限界圧力が低いため、管理をあやまるとグラウトミルクの大量注入になりかねず、グラウチングに当たっては、極めて注意深い岩盤変位管理を必要とした。

本ダムのカーテングラウチングは、5列あるうちの3列を底設監査廊の施工前に、3mのカバー

ロック上から行った。(図-4, 5)

グラウチングを行う範囲は、河床部から左右岸リム部、洪水吐部、および仮排水路部である。

本提敷とこれに接続する左右両アバット部、左岸地山処理部、洪水吐等の基礎地盤にカーテングラウトおよびブランケットグラウトを施工する。

また、仮排水路のプラグ区間にカーテングラウト、およびコンソリテーショングラウトを施工する。

2-2 基礎処理の注入仕様

(1) カーテングラウト

グラウチングは改良目標値を2ルジオン以下と

表-2 地質層序

地質時代		地質名	記号	岩級区分 変形係数	記 事	
新 生 代	第 四 紀	沖積世	表土・崖錐堆積物		表土は植物根を含む黒褐色腐植土，崖錐は付近山体を構成する地質と角礫として含み未固結のもの。	
		洪積世	段丘堆積物		(D) N<50	礫混じりの砂～粘土，未固結
			河床礫		(D) N<50	砂礫層でよく締っている。
			火砕流堆積物 (上層部)	MFII	CL E=2,100~2,400	円～亜円礫を含むシルト質の砂で固結度は低位，木片を狭在する。 礫率 10~20%
	新第三紀	中新世	風火凝灰角礫岩		TBIIW D~CL E=3,100	強風化，強酸化汚染をうけたもの。 脆弱で岩組織がみられるもの。
			凝灰角礫岩 (II)		TBII CL E=3,600	黒灰～赤黒色の安山岩礫を主とし，軽石・泥岩礫を含み固結度は進む。マトリックスは軟石質。
		上新世	砂岩互層 頁岩優勢層		Sh CL~CM E=4,200	暗灰色を呈する砂岩頁岩の互層で頁岩優勢。
			砂岩互層 砂岩優勢層		SS CM E=4,200~5,100	同上で砂岩優勢，凝灰質な層を含む。
		中新世	凝灰角礫岩 (I)		TBI CL~CM E=4,900	花崗岩・石英安山岩の巨礫を含み，マトリックスはやや軟質。

し，グラウト深度は，25.0~54.0mとした。

注入工法は，ステージ工法により施工し，新第三紀層 (MF, TBII, SSSh) では水平に近い傾斜構造をもった盤状互層の軟岩である。全体的に限界圧力が1~3 kgf/cm²あり，従って注入圧力を低減した。

注入圧力を表-3 に示す

表-3 カーテングラウトの注入圧力

○ステージ工法

注入ステージ	注入圧力 (kgf/m)
1	2
2	2
3	3
4	4
5以降	5

(2) ブランケットグラウト

グラウチングは，改良目標値を5ルジオン以下

とし，グラウト深度は，5~10mとした。

注入工法は，ステージ工法により施工し，注入圧力は2~3 kgf/cm²とした。(図-4, 5)

(3) コンソリデーショングラウト

グラウト深度は，仮排水路，監査廊内から5mとした。

注入工法は，ステージ工法により施工し注入圧力は，表-3と同じである。

2-3 注入量

(1) カーテングラウト

注入長は，提体カーテン延長24,000m，洪水吐カーテン延長7,200m，右岸リムカーテン延長11,800m，左岸リムカーテン延長6,200m，総延長49,200m，注入時間はそれぞれ1.4~0.5hr/m，注入セメント量は140~30kg/mであった。

パイロット孔を鉛直に1ブロック(20m)あたり1本施工し，テスト孔は斜に1~2本施工しブロックごとの評価をしている。

(2) ブランケットグラウト

注入長は，6,300m，グラウト材料は普通ポルト

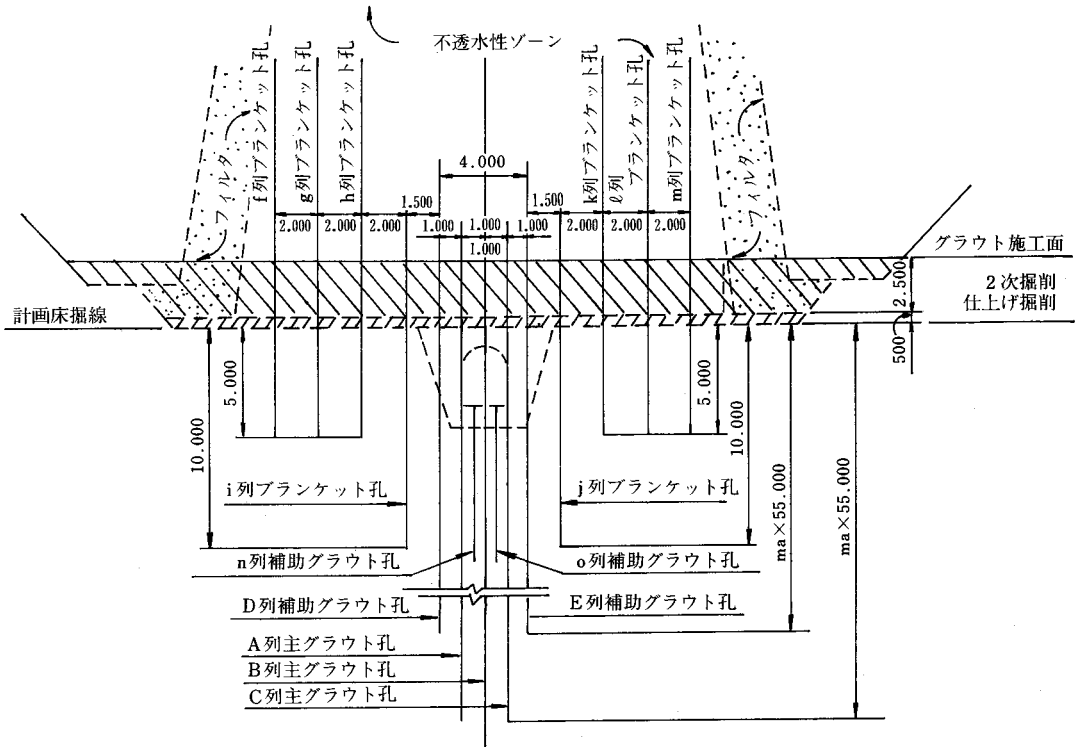


図-4 基礎処理工標準断面図

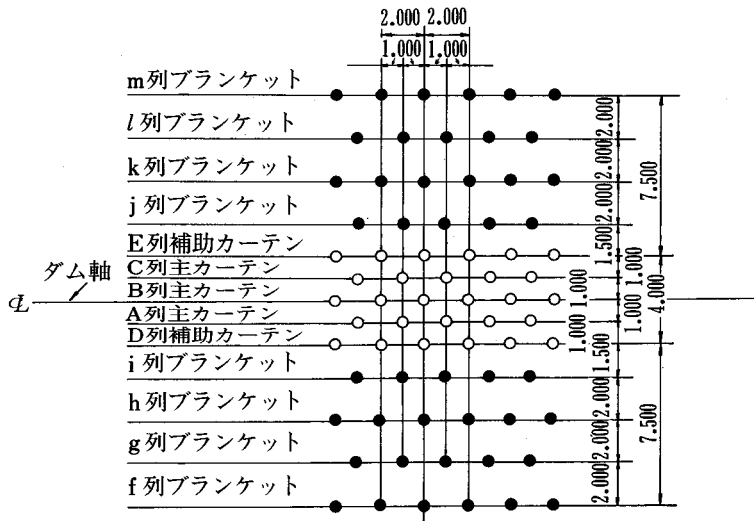


図-5 標準孔配置図

ランドセメントを使用し、m当り注入時間は2hr、注入セメント量は200kgを越している。

一般孔施工後のテスト孔は1ブロックあたり斜に4本を施工し、チェックする。

(3) コンソリデーショングラウト

孔配置は1次孔と2次孔を2m交互に配置し、

深度は全て5mとした。注入は中央プラントより指定された配合のミルクをサブプラントへ圧送し、自記記録式の流量圧力制御装置を介して孔口から注入される。

パッカーは、第1ステージはエキスパンション、第2ステージは主にエアパッカーを用いた。

施工順序は、平面的には1次孔から2次孔へ、断面的には水平孔から下向き孔へ、ステージ的には第1ステージから第2ステージへと施工する。

なお、一般孔は全て前もって監査廊内にガイドパイプを設置しておいた。

ボーリング完了後、全てのステージで水押しテストを行い、その結果（水押し換算ルジオン値 Lu' ）により開始配合と注入形態を決定した。

廊内コンソリデーションの施工実績は一般孔、試験孔、追加孔合わせて4,300mで、注入時間は1.6hr/m、注入セメント量は20kg/mとなっている。

3. 堤体の設計・施工

3-1 ダムタイプ

ダムサイトの地質は前述のように、河床部は凝灰質砂岩、同頁岩の互層で、変形係数からみた分帯は $D_f=4,500\text{kg/cm}^2$ に相当するが、右岸寄り部は右岸アバットメントに連なる火山泥流が載っており、その下部は内部風化が局所的に進み変形係数も $D_f=2,700\text{kg}$ と低くなっている。

左岸アバットメントにおいても河床部の基盤と同様の互層が水平に分布する上に凝灰角礫岩が上載しており、変形係数からみた分帯は $D_f=4,500\text{kg/cm}^2$ に相当する。しかし河床部側は亀裂が発達した高ルジオン帯で Lu_{30} 以上を示す。

これらのことからフィルダムが適しており、一般的な中心遮水ゾーン型のタイプとした。

また、下流ゾーンには、地山から迂回浸透しないように地山ドレーンを配置するとともに、堤体から漏水を堤外に排出するため河床ドレーンを設置した。

3-2 築堤材料

築堤材料は、ロック材、コア材ともに近距離で得られたが、フィルター材のみ現地で生産されない土質材料は、遮水材料として使用し、岩質材料は、半透水性並びに透水性材料として使用している。（表-4, 5）

(1) 遮水材料 (Zone I)

遮水材料は池内およびその背後地から採取しているが、礫率等コア材としての性能の均質化を図るため5カ所のストックヤードで混合し使用する。

(2) 半遮水材料 (Zone II, Zone II')

ロック材、トランジション材は、ダムサイトから約2km離れた原石山の安山岩を用いている。こ

の山は葉山熔岩の柱状節理が発達したものであるため、一軸圧縮強度はあるものの粒度が細かく、かつそろっている欠点をもつ。このためタルボット指数による粒度管理を行い $n=0.6\sim 1.2$ を確保することにより、現場密度の向上を目指している。

(3) 透水材料 (Zone III)

採取地は(2)と同様で表-4により粒度管理を施している。

(4) フィルター、ドレーン材

フィルター材は、購入材とし、管理基準（品質規格）に適合した材料を使用する。

3-3 堤体盛土管理

昭和63年10月までにEL327.8mまでの盛土を完成させており、これまでの間、各ゾーンとも基準値を満足した。

4. 監査廊の設計・施工

河床中央付近で地質が著しく異なっているため、監査廊の設計には特別の配慮がなされた。

右岸火砕流堆積層に剛性の極めて大きく監査廊を設けることは、洪水吐きの場合と同じ理由で避けたかったため、この部分の監査廊をトンネル型式とした。トンネル部の終点付近には、ダム下流側に出られる連絡通廊を設けた。

また、地盤の変形係数を考慮したFEM解析結果から、縦断方向屈曲点周辺の監査廊ブロック割りにも考慮した。（図-6）

施工は、後続する盛立工程を妨げない程度に先行して行われ、コンクリート打設は床版部とアーチ部2回に分けて行った。その打設間隔は約1日である。

監査廊の施工は、すべて終了しており、現在は廊内に計機の取付設置をしている。

5. 洪水吐の設計

洪水吐路線は、当初の計画では直線的な法線が得られる右岸案が検討されたが、結局火砕流堆積層よりさらに信頼性の高い左岸（凝灰角礫岩層）に設けることとした。左岸ルートには用地の面あるいは下流河川との取付けの関係から、静水池の必要長を確保できない欠点があった。このため静水池は二段減勢となり、屈曲部も2ヶ所設けられた。（図-7）

タイプの検討結果は以下のとおりである。

表-4 築堤材料設計数値一覧表

zone		I (不透水)	II (半透水)	III (透水)	フィルター	
築堤材料の摘要		コア用土土取場	原石山	原石山	購入砂, 碎石	
		JM. SC~GC	GW(安山岩の風化部)	GW(安山岩)	SW~GW	
設計 密度	レキ重 (Gs)	2.69	2.40	2.43	2.68	
	乾燥密度 r_d (t/m^3)	1.60	1.72	1.70	2.10	
	湿潤密度 r_t (t/m^3)	1.98	1.92	1.75	2.25	
	触和重量 r_{sat} (t/m^3)	2.01	2.06	2.02	2.31	
	水中重量 r_{sub} (t/m^3)	1.01	1.06	1.02	1.31	
	間ゲキ比 e	0.678	0.395	0.465	0.276	
設計 せん断 強度	内部マサツ角 ϕ	完成直後	5°30'	34°00'	41°00'	36°00'
		経年後	16°30'	35°00'	41°00'	36°00'
	粘着力 C t/m^2	完成直後	4.0	0	0	0
		経年後	8.0	0	0	0
透水係数 K (cm/sec)		1×10^{-5}	1×10^{-3} 以上	4×10^{-3} 以上	$5 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-2}$	
圧縮係数 C_v (cm^2/sec)						
塑性指数 I_p (%)						
粒度 組成 施工 方法	最大粒径 (mm)	150	600	600	40	
	0.074 μ 通過率 RP (%)	15~40	タルボット指数 16	4	5	
	礫率 P.4.76 (%)	50~85	30以上	15		
	まき出厚さ (cm)	0.20	0.80	0.80	0.40	
	転圧機種	タンピングローラー 21 t	自走式振動ローラー 12 t 級	自走式振動ローラー 12 t 級	自走式振動ローラー 8~10 t	
	転圧回数	10	6	6	8	
含水率又は吸水率 (%)		23.5	11.5 (含水率) 5.0以下 (吸水率)	4.0以下 (吸水率)	7.0	

- 流入工タイプ : 比較検討の結果, 逆T擁壁型とした。
- 取付水路タイプ: 構造物規模等よりフリユームタイプを計画した。
- 急流水路タイプ: 地質条件よりフリユームタイプとした。
- 減勢工タイプ : 地形, 地質条件等により跳水型式とし, 水路構造はフリユームタイプとした。

6. 取水施設の設計

本ダムの取水施設は, 地形地質等を勘案すると共に, かんがい用水, ダムの点検修理の為の放流が可能な放流施設を考慮して, 傾斜型直線多段式

ローラーゲート方式とし, 導水部は, 仮排水路トンネル内に $\phi 1000^m/m$ 鋼管を敷設する。

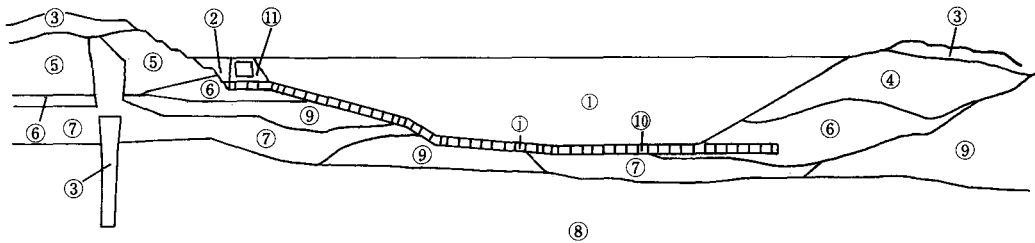
7. 堤体の計測設備

ダム施工中の挙動を監視することにより, 安全性をチェックし, また完成後のダムの安全な管理を行っていくために各種の計測設備が必要となる。

日本大ダム会議が検討のダム管理基準(案)では該当のゾーン型のフィルダムでは, 漏水量, 間隙水圧, 土圧, 変形の4項目に関する計測設備が挙げられている。当ダムでは, これに対応する計測設備のほか, 地山地下水観測孔, 地震計を併せて設置する計画としており, その概要を図-8に示した。

表-5 盛立仕様

工種	細別	仕上がり厚(cm)	転圧機械		転圧回数(回)	摘要
不透水性部	コンタクト部	5	(人力), エアタンパー		適宜	スラリー塗布を含む。 監査廊・洪水吐き接触面を含む。 埋設計器周辺は別途定める。
	斜面着岩部	10	タンパー	100kg級	4以上	
	水平着岩部	10	振動コンパクター	90kg級	4	
	緩衝コア部	20	振動ローラ	1t級	6	
	一般コア部	20	自走式タンピングローラ	21t級	10	
フィルター部	着岩部	20	振動コンパクター	200kg級	6	埋設計器周辺は別途定める。
	一般部	40	自走式振動ローラ	8~10t級	8	
半透水性部	着岩部	40	振動コンパクター	200kg級	10	
	一般部	80	自走式振動ローラ	12t級	6	
透水性部	細粒部	80	自走式振動ローラ	12t級	6	埋設計器周辺は別途定める。
	着岩部	40	振動コンパクター	200kg級	10	
	一般部	80	自走式振動ローラ	12t級	6	
ドレーン部		40	自走式振動ローラ	8~10t級	6	
リップラップ部	張石部	(50)	(人力), バックホー			
	捨石部	(50)	(人力), バックホー			



物性値一覧表

	D (kg/cm ²)	ν	γt (t/m ²)	c (t/m ²)	ϕ (°)	材 料
①	非線形	0.47	1.978	5.4	14.0	不透水性材
②	40	0.47	1.978	5.4	14.0	
③	2,100	0.36	—	0.0	15.0	MF, Tb-II, S・S
④	2,400	0.36	—	30.0	20.0	MF
⑤	3,100	0.35	—	30.0	20.0	Tb-II, S・S
⑥	3,600	0.35	—	50.0	30.0	MF, Tb-II, S・S
⑦	4,200	0.35	—	80.0	35.0	Tb-II, S・S
⑧	4,900	0.32	—	80.0	35.0	Tb-I
⑨	5,100	0.32	—	100.0	38.0	Tb-II, S・S
⑩	210,000	0.20	2.30	190.0	33.0	監査廊
⑪	210,000	0.20	2.30	190.0	33.0	洪水吐き

ジョイントパラメーター一覧表

	ks (t/m ²)	kn (t/m ²)	c (t/m ²)	ϕ (°)
①	5×10^6	5×10^8	0.0	33

非線形パラメーター一覧表

	k	n	Rf	Kur	材 料
①	60	0.63	0.78	60	不透水性材

図-6 設計変形係数図

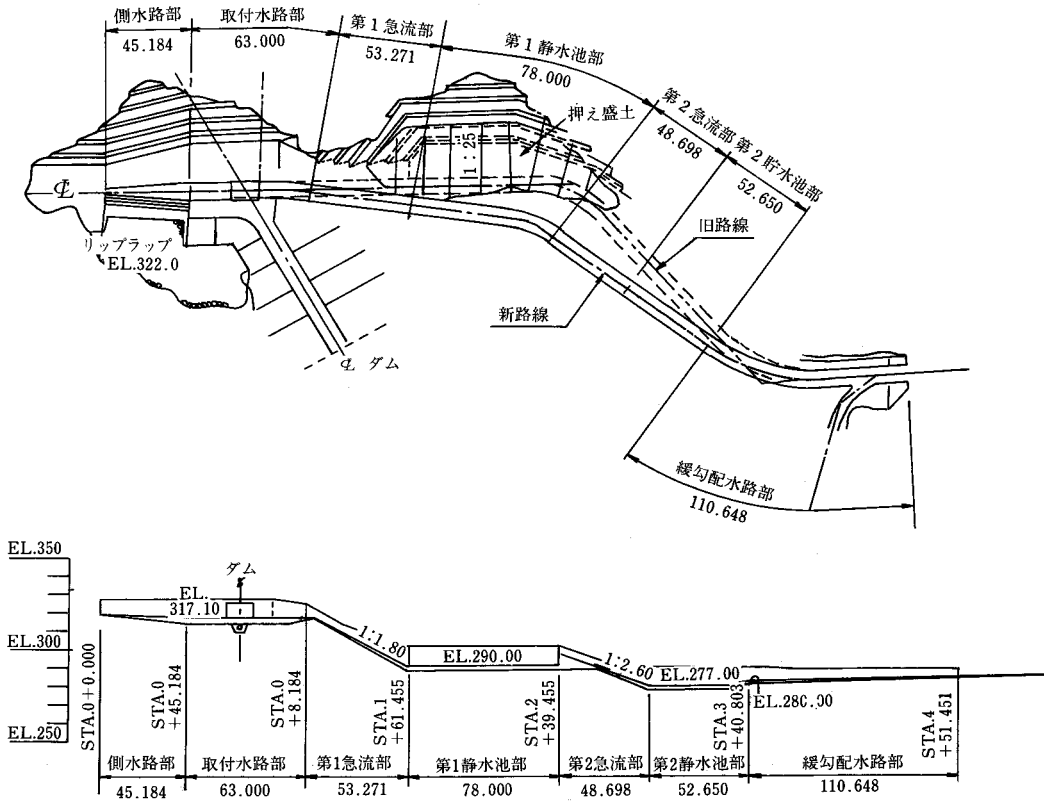
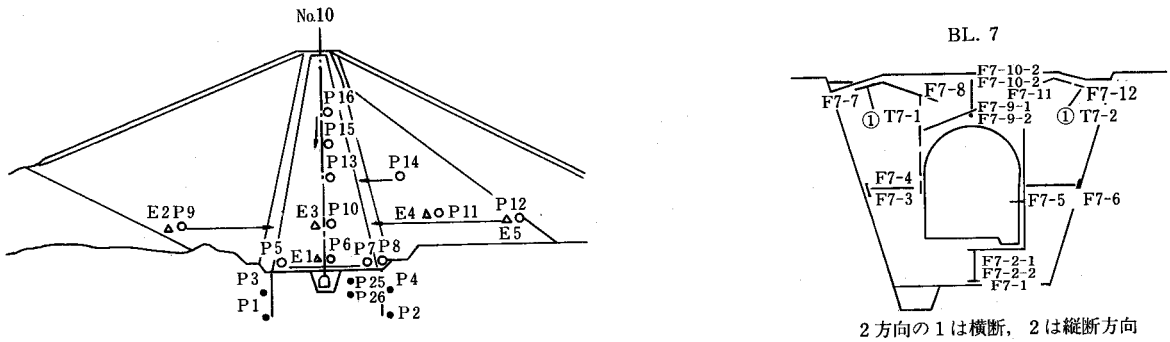


図-7 洪水吐平面・縦断面



凡 例

記号	計 器 名	記号	計 器 名
G	岩盤変位計	J	継目計
P	岩盤内間隙水圧計	E	土圧計
P	盛土内 "	→	(盛土内) 0.5mm ² ×4芯ダフレックスケーブル
F	測温機能付鉄筋計	→	(監査廊内) 0.5mm ² ×4芯充実型ケーブル
T	温 度 計		

図-8 観測計器設置一覧図

また、現在までの計測からの一部所見は下記のとおりである。

7-1 漏水量

測定方法は、漏水量観測ビット内に設置された三角堰により流量を測定、打点記録計によりアナログ記録される。

7-2 間隙水圧

すでに設置された間隙水圧計での計測結果では、EL328.20mまで盛土された時点における堤体内の間隙水圧は、図-9に示すように、遮水ゾーン内に $-0.01 \sim 2.41 \text{ kg/cm}^2$ 発生している。これは盛土荷重の10%~35%の発生率であり、比較的小さい。

7-3 土圧

土圧についてもEL328.20mまで盛土された時点で、鉛直土圧で盛土荷重の90%~100%発生して

おり、盛土荷重は下位へよく伝達されている。

7-4 遮水ゾーン内の沈下量

EL328.20mまで盛土された時点において、遮水ゾーン内の沈下量は最大17.30cmであり、沈下形態も異常なくFEM解折値と一致している。

おわりに

この報告は、生居川ダム全般にわたっての設計および施工状況ということで、昭和55年から平成元年度まで、8年間の施工実績等をまじえ報告としたものである。

最後にこれまで種々の問題点について指導助言していただいた東北農政局管内ダム技術検討委員会をはじめ関係各位に感謝申し上げるとともに、今後も引き続きご指導、ご助言を願うものであります。

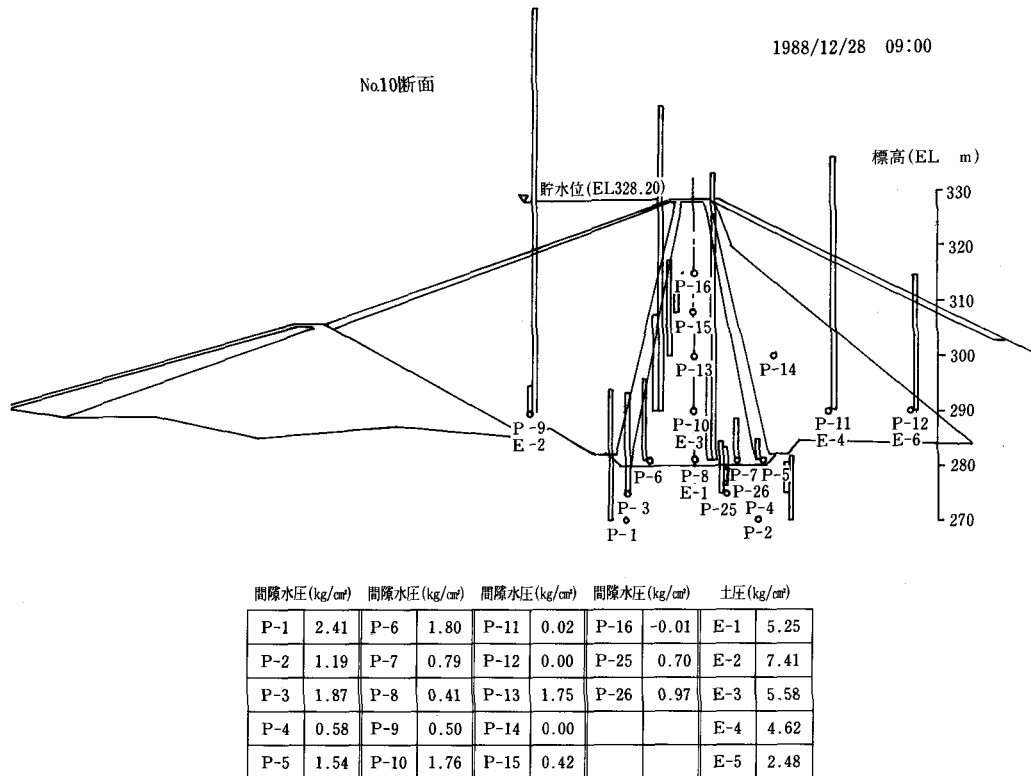


図-9 間隙水圧土圧分布図

楨谷ダムの設計と施工

魚 谷 了 一* 金 蔵 法 義* 原 田 良 二**
加 藤 幸 義** 深 井 勝 己**

目 次

まえがき	60	3-2 施工実績	65
1. 事業計画の概要	60	3-3 断層処理	65
2. 事業の特徴	61	3-4 監査廊のクラック	67
3. 堤体の設計・施工	64	3-5 ダム放流設備	68
3-1 仮設備計画	64	4. 発電計画	69
		あとがき	69

まえがき

楨谷川は岡山県三大河川の一つであり県西部を流下する高梁川の支流で、中国山脈の南側の吉備高原台地に位置している。その源は大和山（標高608m）に発し、総社市市場地点で落合川と合流した後、宍粟地点で高梁川に合流する一級河川である。

本河川は、流域が急峻で降雨時の出水が急激なため、過去、出水の都度農地、農業用施設、農作物、公共施設等に多大の被害をもたらしてきた。本河川沿いの農家は、洪水被害による経営の不安定にさらされ、特に昭和47年中国地方を襲った大水害を機に、防災ダム計画への要望が高まった。本計画は、この抜本的対策として、楨谷川支流落合川の楨谷地点に、防災ダムを築造して洪水調節を行い、下流の洪水被害の軽減を図るものである。併せて、93万 m^3 の農業用水を開発することにより、楨谷川沿岸農地の一部や、総社市久米、阿曾地域の農地計274haに最大0.245 m^3/s の農業用水を補給するものである。

当ダムは、昭和60年3月着工し、平成元年3月完工した。間接取水工などダム付帯工事は平成元年度に施工し、現在試験湛水中である。

1. 事業計画の概要

楨谷ダムの防災計画容量は、1/50確率降雨時において、ダム下流河道の流過能力により決定した安全な洪水流量を満足させることを前提とし、種々の降雨パターンを想定した検討を行い、1.070

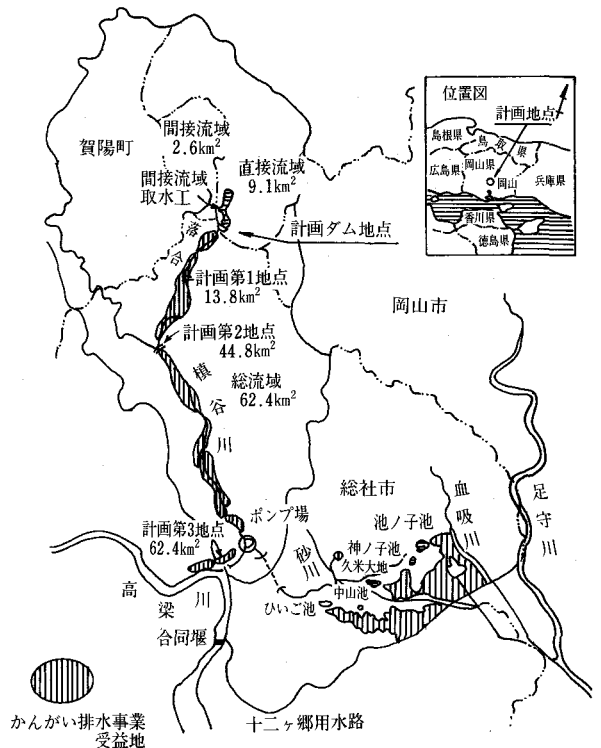


図-1 事業計画概要図

*岡山県農林部耕地課
**岡山県吉備高原開発建設事務所

表-1 洪水調節計画

項目	地点	ダム地点	第1地点	第2地点	第3地点
流域面積 (km ²)		11.7	13.8	44.8	62.4
到達時間 (hr)		—	0.7	1.7	4.1
計画洪水量 (m ³ /s)		93.38	105.11	312.44	466.14
安全洪水量 (m ³ /s)		—	82.0	239.0	394.0
調節量 (m ³ /s)		90.07	86.85	73.80	77.37
調節放流量 (m ³ /s)		3.31	18.26	238.64	388.77
洪水比流量 (m ³ /s・km ²)		8.0	7.6	7.0	7.5
ダムからの距離 (km)		0	1.4	3.4	8.4

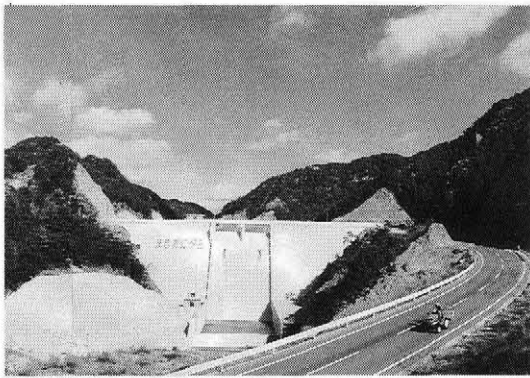


写真-1 待望の供用開始を静かに待つ楨谷ダム

表-2 計画諸元

名称	楨谷ダム
型式	直線型重力式コンクリートダム
ダム高	45.0m
堤頂長	140m
堤体積	79,000m ³
有効容量	2,000千m ³ 〔防災容量1,070千m ³ , 利水容量930千m ³ 〕
流域面積	11.7km ² (直接 9.1km ² , 間接2.6km ²)

千m³と決定した。この場合の洪水調節は、ダムの直接流域9.1km²からの流出量のほか、間接流域2.6km²からの洪水21m³/sもダムへ導水して調節することにより、表-1に示すように90.07m³/sをピークカットする計画である。

ダムの洪水調節方式は人為的災害を生ずる危険が無く、維持管理が簡素である非制御越流方式(坊主ダム)とする。楨谷ダムの利水に関しては、前述のように新規に補給する214haを含め農地274haに対して最大0.245m³/sのかんがい用水を補給するもので、これにより、年間約1億円の作物増収、営農労力節限等の効果が期待できる。計画諸元は表-2、図-2のとおりである。

2. 事業の特徴

本計画では、既述のように導水計画に特徴があり、間接流域の洪水調節までも本ダムで実施する計画になっている。これは、間接流域を含めて治水管理を一元化するためであるが、計画最大導水

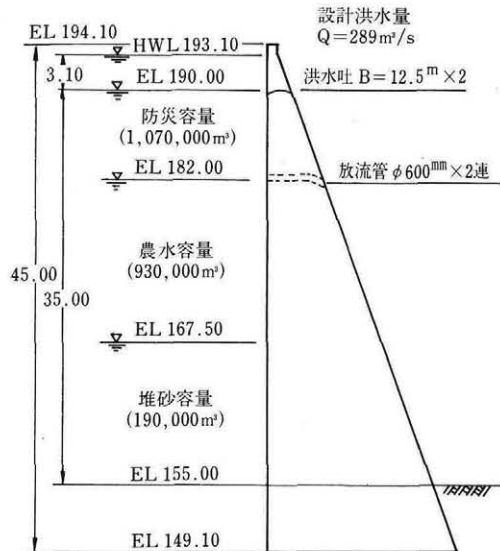


図-2 容量配分図

量まではできるだけ全量取水し、これを超過する流量については取水制限施設を設けて制限する必

要がある。このことは計画導水量までは容易に取水できてそれ以上は取水でき難くするといった、極めて都合の良い方法を要求されることであり対応が難しい。

一般に、このような限定取水を確実にこなうためには、頭首工もしくは取水口に人工制御施設すなわち、可動ゲートを設けて運用しなくては安全かつ合理的管理ができないとされている。しかし、本計画では、本体施設である楨谷ダムは、いわゆる坊主ダムで人工制御を行わない方式を採用しており、付帯施設である間接取水に制御施設を設けるのは不均衡が生じる。

このため、頭首工は重力式コンクリート造り固定堰とし、左岸側に設ける取水口は、坑口型(2,500(B)×1,000(H)×4門)非制御方式とした。

取水口からの流入量は約20m³/sを境界として、自由流入～もぐり流入になるように、頭首工天端高、取水口敷高、開口部の断面を決定した。

しかし、取水口前面の取水水位は、頭首工の水位～越流量(H~Q)曲線に支配され、河川流量の増加と共に取水水位が上昇するので、坑口型取水口だけの制限だけでは洪水時の流入量が過大になる。そこで、取水口直下流に設けた取水庭末端、すなわち開水路始点部に第2カーテンを設置し、一定量(14m³/s)までを自由流入にし、それを超えた場合にはもぐり流入になるようにして、流入量の自然制御を図った。

この関係は図-4に示すとおりであり、第2カーテン地点を支配点とした水面追跡計算によって、河川流量～水路流入量の関係が計算できる。ここ

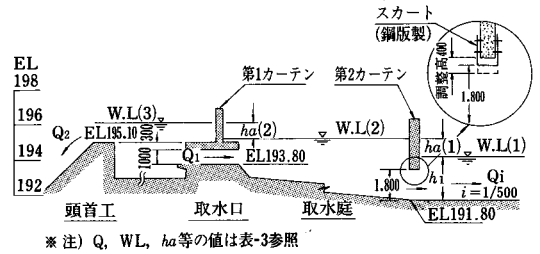


図-4 流入量、越流量の関係

では細部の計算過程は省略し、計算結果だけを表-3に示す。なおこの経緯の詳細は、農業土木学会誌第55巻第8号(昭和62年8月)に掲載しているので参照されたい。

ただし、これらの検討は水理模型実験を経て決定したものではなく、既発表の諸公式を用いて行ったものであるから誤差を生ずる可能性はある。すなわち、名所で発生する可能性のある渦流や乱流、あるいはカーテン等に衝突して生ずる反射波の影響、自由～もぐりの遷移領域で予測される水面揺動等誤差要因は極めて多い。

本計画では、取水路の最下流部がトンネルであり流下能力がここで限定されるので、計画流量を大きく超過する流入があればトンネル上流の開水路で溢流する。万一溢流すると地形的条件から大きな被害が発生する。そこで、最後の安全対策として、取水口下流約100m付近の河川への近接部に横越流型余水吐を、また、その下流端には第3カーテンをそれぞれ設けて、計画流量を上廻った流入水は、余水吐から河川へ還流するようにした。

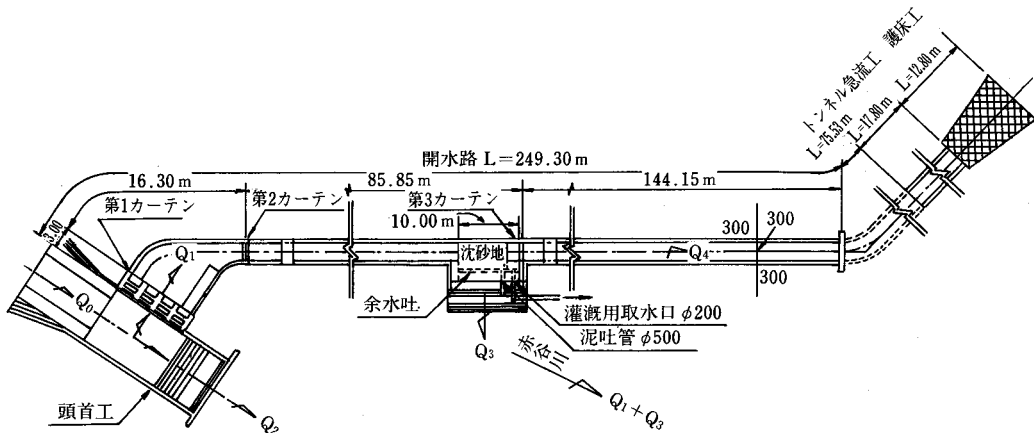


図-3 間接取水工の平面概要図

表-3 河川流量と水路流入量の計算結果

水路流入量 Q_1 (m ³ /s)	水路・水深 h_1 (m)	第2カーテン 下流の水位 W.L.(1) (m)	水位差 ha (1) (m)	取水庭の水位 W.L.(2) (m)	第2カーテン直 前のフルード数 F_r (2)	水位差 ha (2) (m)	取水口 前面の水位 W.L.(3) (m)	頭首工越流量 Q_2 (m ³ /s)	河川流量 (Q_1+Q_2) (m ³ /s)
14.2	1.80	193.60	—	193.60	—	自由 流入	194.72	0	14.2
15.0	1.87	193.67	0.45	194.12	0.45		194.76	0	15.0
16.0	1.97	193.77	0.50	194.27	0.44		194.80	0	16.0
17.0	2.06	193.86	0.58	194.44	0.42		194.82	0	17.0
18.0	2.16	193.96	0.65	194.61	0.41	0.22	194.83	0	18.0
19.0	2.26	194.06	0.72	194.78	0.39	0.24	195.02	0	19.0
20.0	2.35	194.15	0.80	194.95	0.38	0.26	195.21	0.7	20.7
21.0	2.44	194.24	0.88	195.12	0.37	0.28	195.40	3.2	24.2
22.0	2.54	194.34	0.96	195.30	0.36	0.31	195.61	7.3	29.3
23.0	2.63	194.43	1.06	195.49	0.35	0.34	195.83	12.5	35.5
24.0	2.72	194.52	1.15	195.67	0.34	0.37	196.04	18.2	42.2
25.0	2.81	194.61	1.25	195.86	0.33	0.40	196.26	24.8	49.8
26.0	2.90	194.70	1.35	196.05	0.32	0.43	196.48	32.3	58.3
27.0	3.00	194.80	1.45	196.25	0.31	0.47	196.72	41.2	68.2
28.0	3.09	194.89	1.56	196.45	0.30	0.50	196.95	50.3	78.3
29.0	3.18	194.98	1.68	196.66	0.29	0.54	197.20	60.8	89.8

※ 計算項目の符号説明は、図-4参照のこと。

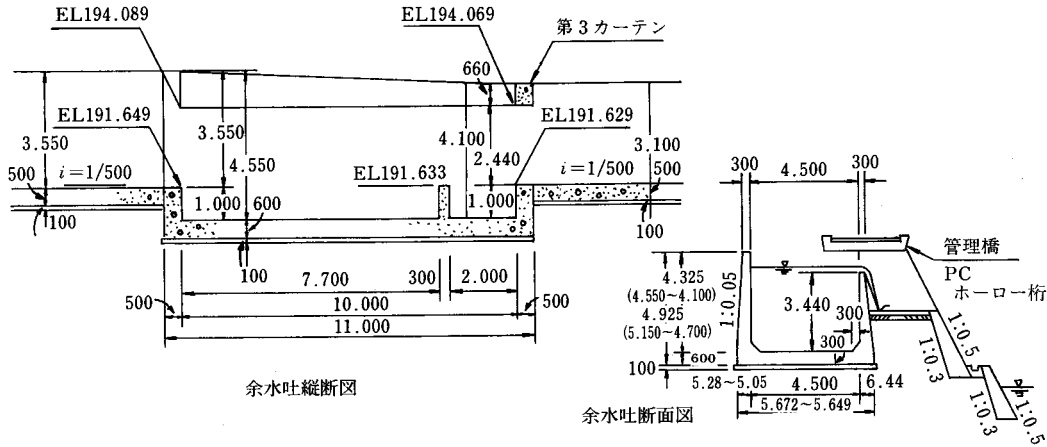


図-5 余水吐縦断面図

3. 堤体の設計・施工

3-1 仮設備計画

(1) 骨材貯蔵設備

ダム築造用骨材は、高梁市(細骨材)、賀陽町(粗骨材)で調達して搬入するため、一時貯蔵容量は、日平均打設量の3日分をストックする規模とした。骨材の投入は、ダンプトラックより直接投入する方式を採用した。骨材ピンは、排水を常時良好に維持できる施設とし、かつ細骨材ピンには上屋を設け、表乾状態に近く含水量の変動が少ない材料を使用できるように計画した。

(2) 骨材輸送設備

バッチャープラントと骨材貯蔵設備との距離が約110mと長くなったため、骨材輸送用ベルトコンベヤは2本継とした。第1ベルトコンベヤは引出用とし傾斜角度=水平、機長=44.5m、第2ベルトコンベヤは、搬送用として傾斜角度=15°10′、機長=104.65mとなった。

(3) コンクリート混合設備

コンクリート混合設備は、付替県道沿いに設置し、規模はケーブルクレーン能力より全自動式28切練×2台、日平均稼働時間は7時間で計画した。プラントで混合されたコンクリートは、ホッパーより直下のバケットに放出し、移動の容易な電動台車により引出され、所定の位置まで運搬する。セメントは、高炉バラセメントを使用し、運搬経路は、水島港より総社市経由であり、現地に設置したセメントサイロに保管する。規模は、骨材と同様に3日間の使用量をストックする200t容量とした。

(4) コンクリート打設設備

堤体および静水池全域のコンクリートが打設できるように計画するのが理想であるが、地形その他の諸条件から一部に2次運搬を生ずることになった。ケーブルクレーンは、H型軌索4.5t吊(1.5m³バケット)とし、2次運搬打設は、トラッククレーン20t吊とダンプトラックで実施した。

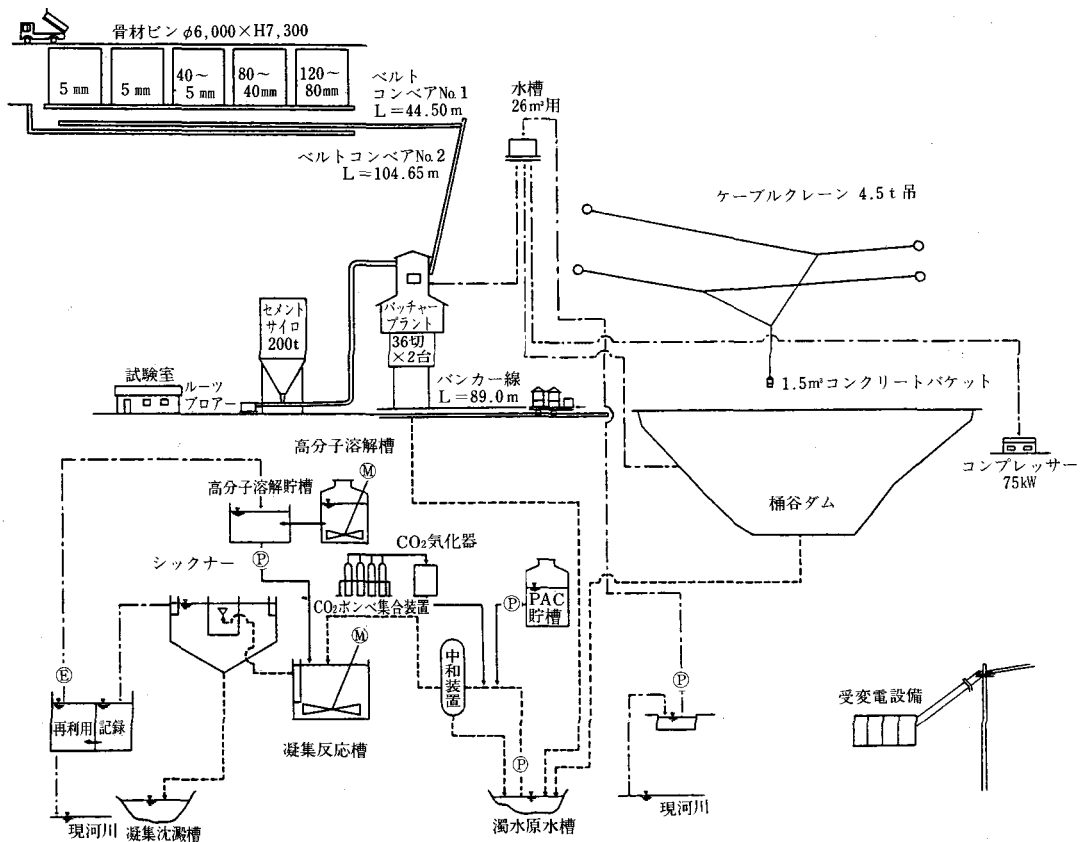


図-6 仮設備フローシート

ケーブルクレーンの能力決定にあたっては、建設省ダム工事積算資料に定められている巻上げ券下げ速度および横行走行速度による比較検討を行ない、1サイクルタイム3分32秒の横行速度による打設能力を採用した。

(5) 濁水処理設備

ダム建設工事に伴う多種の濁水は、最近高まってきた環境保全に対する社会的要請を受けて、その流域における水質規制と相まって排水規準を遵守することが求められている。

楨谷ダムにおける排水規準は、環境庁による生活環境基準に基づき実施した。

濁水処理の方法は、工事排水（原水）を釜場より沈砂池までポンプで送水し、沈砂池で1次沈澱を行い、表面水は、原水槽、中和槽、凝集槽、急速沈澱槽を通過させ、スラッジのみを堆積させて清水を放流する。

各種薬品（炭酸ガス、無機凝集剤、高分子凝集剤）は、それぞれの名槽に各濃度に合せ自動的に計量投入されるようにした。この結果、処理基準30m³/s, pH6.5~8.5, SS25ppm以下に対し実績はpH6.8~8.4, SS22ppm以下と良好な管理ができた。

3-2 施工実績

(1) 表層の土石及び風化部の掘削は、バックホウ及び32tリッパ付ブルドーザにより岩盤面を露出していく方法を取り、未風化花崗岩は、基礎岩盤への影響、能率、安全性等を考慮してクロードリル使用によるベンチカット工法で施工した。

(2) コンクリート打設

コンクリートの打設可能日数は、降雨に制約される要素が大きい。このため、最近10ヵ年間の降雨日数、その他の休日日数を基に、施工可能日数を月平均21日として計画した。冬期は気温の低下によるコンクリートの凍結が懸念されたため、打設を休止することとした。結果的に実打設日数は表-4のとおりとなった。

コンクリート打設のリフトスケジュールは、次のことを基本条件として決定した。

○打設間隔；1リフト5日，ハーフリフト3日

巻上げ離床	15秒	
横行往路	加速	5
	平均速度	31
	減速	10
放出前巻上げ	10	
コンクリート放出	30	
空巻上げ待機	5	
横行復路	加速	5
	平均速度	31
	減速	10
巻下げ着床	20	
バケット交換	40	
計	212秒=3分32秒	

○隣接ブロックとのリフト差；上下流方向4リフト以内，ダム軸方向8リフト以内

○ハーフリフトの打設；岩着部2リフト以上，打設間隔1ヵ月以上2リフト以上。

○ブロック幅およびリフト高；ダム軸に直角方向に設ける横継目は，規模，打設能力等からブロック幅12m，リフト高1.5mとした。

表-4 月別実打設日数表 (単位；日)

年	月												計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
S61						18	20	12	26	21	22	22	141
62	0	1	21	27	24	24	27	15	27	26	24	20	236
63	0	0	22	23	13	4							62

全合計 439

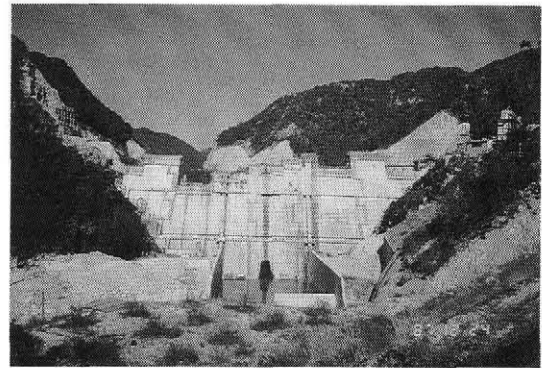


写真-2 ブロック方式によるコンクリート打設状況

3-3 断層処理

楨谷ダムサイトの地質は、中生代白亜紀の花崗岩からなり、ダム掘削面では花崗岩特有の三方向の節理が発達しているが、全搬に割れ目間隔は大きく新鮮堅硬な岩盤 (C_M級岩盤およびC_{II}級岩盤) である。特に、河床部左岸側ではC_H級岩盤が広く分布し、割れ目間隔は1m以上になるところもある。

しかし、河床部右岸側には、破碎帯幅1~3mの河床断層 (F-1) が認められ、周辺の岩盤は割れ目が多く一部がC_L級岩盤となっている。兩岸アバット部の岩盤はC_M級岩盤を主体とし、小断層沿いの一部はC_L級岩盤となる。また、兩岸アバット部を比較すると、左岸部より右岸部のほうがやや風化が進んでいる。F-1断層のほかに規模の大きな断層は無いが、割れ目の密集帯や小断層が認めら

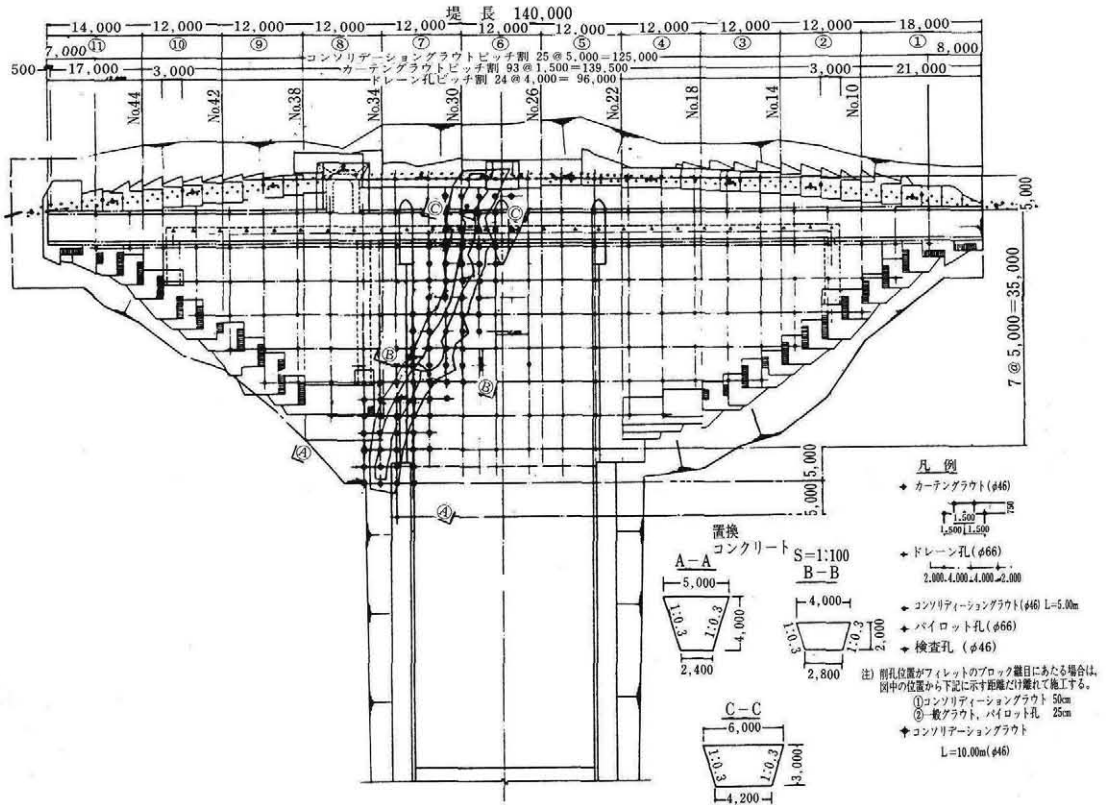


図-7 断層処理平面図

れた。

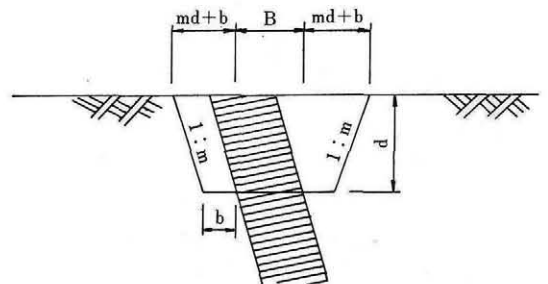
ダム掘削に伴い確認されたF-1断層は、河床部6B~8Bにかけて河川を縦断する形状を呈しており、計画時点で弾性波探査で想定していたものと位置・規模とも一致していた。しかし、傾斜が約70°で右岸側に流れているので現地に適合する処置が必要と判断された。また、断層劣化部は、花崗岩特有の現象どおり粘土化またはマサ化して



写真-3 断層処理プラグコンクリート打設状況

いる。

ダム基礎部で上下流方向の断層がある場合は、ダムの横断継目で区切られた各ブロックについて底面全体としての所定のせん断摩擦安全率が確保できているか否かの検討が必要である。この安全度が不足しているときは、プラグコンクリートの両側部のせん断強度を期待し、側面積を乗じた抵抗力が不足する力と相殺するように深さを設定する。



$$d = \frac{nH - fV}{2 \cdot \tau_0 \cdot l}$$

n ; せん断摩擦安全率

H ; (B+2md+2b)の区間に作用する水平力 (t)

V ; (B+2md+2b)の区間に作用する鉛直力 (t)

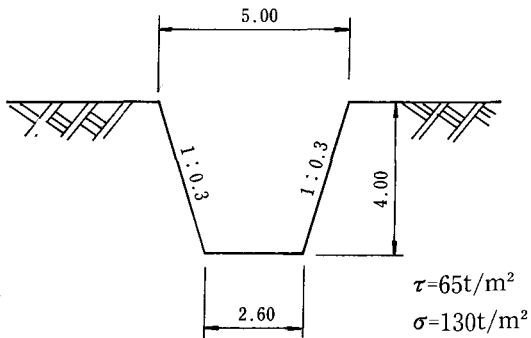
B,b ; 上図に示す長さ (bは通常0.5~1.0m)

f ; 内部摩擦係数 (岩盤のfとコンクリートのfのうち小さい値)

τ_0 ; せん断強度 (t/m²) (岩盤の τ_0 とコンクリートの τ_0 のうち小さい値)

l ; コンクリートの置換え長さ (通常堤敷幅)

堤趾部の断面は下図のように仮定して検討した。



$$H = 5.0 \times \tau \times l = 325 \cdot l$$

$$V = 5.0 \times \sigma \times l = 650 \cdot l$$

$$d = \frac{4 \times 325l - 1.0 \times 650l}{2 \times 90 \times l} = 3.6 < 4.0 \dots \text{o.k.}$$

断層劣化部については、岩盤の強化および均一化をはかるため5.0m間隔の格子点にグラウトを計画していたが、状況から判断して更に方眼の中央部に追加孔を設け、深さについても5.0mの計画を10.0mに変更した。その施工実績をみると断層部分に対しても特に注入量の変化が見られなかったことから、粘土化した断層劣化部も透水性が低いものと推定できる。

また、断層が河川の上下流方向であるので、当該部のカーテングラウトは岩着後25.0mの当初計画を30mに変更して止水の万全を期した。

3-4 監査廊のクラック

コンクリートダムに発生するクラックについては、各地における実例とともにその防止策や対応が多数報告されている。槇谷ダムにおいても監査通路に温度応力によるとみられるクラックが発生した。クラックは図-8に示すように天井アーチ部をダム軸にほぼ並行するように走っており、アーチ方向へ入っているのはB-7へ1本のみ認め

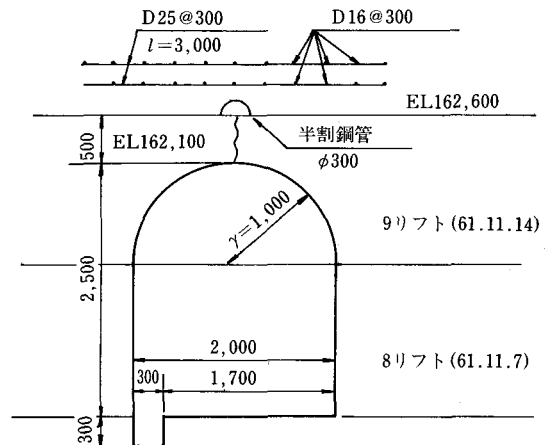


図-8 NO.7ブロックの対策工法

られた。また、発生したのは水平部分のみで、両端の斜行部では発見されていない。また、クラックの幅は、0.05~0.3mm程度であり、内部からの定期観察結果では変動はみられない。

槇谷ダムの示方配合は、表-5に示すとおりであり監査廊の周辺は鉄筋コンクリートとして取扱われ「C配合」で打設されている。クラックの発生したブロックは図-10に示すリフト割りと日程で施工されており、クラックの発見時点（昭和62年6月）に上部リフトの打設が終了していなかったのは7Bのみでありそのクラックは9リフト表面に至っていた。他のブロックはいずれも数リフト

表-5 示方配合試験結果

配合別 単位セメント 最大骨材	A配合	B配合	C配合	
	210kg/m ³	160kg/m ³	300kg/m ³	
諸元	120mm	120mm	40mm	
単位水量 (kg/m ³)	105	105	150	
水セメント比W/C(%)	50	65.6	50	
細骨材率 S/A(%)	26	27	35	
単位容積重量 (kg/m ³)	2455	2478	2347	
強度	σ_3 (kg/m ²)	-	94	-
	σ_7 (")	188	118	180
	σ_{28} (")	347	249	354
	σ_{91} (")	447	359	442
所要強度 (kg/m ²)	220	184	267	

以上も上部が施工済で、その時点の打設面には全く変化が生じていない。

クラックの発生原因については、つぎのような理由からセメントの水和熱による温度応力が最も有力な要因と判断された。

イ) 監査廊周辺のC配合コンクリート (C=300 kg/m³) と、その外部のB配合コンクリート (C=160kg/m³) に対して、既存の実験結果資料をもとにした試算を加えて、自然放熱状態での温度履歴を比較すると図-9 に示すようになる。この図から明らかなようにC配合は、B配合に比し温度上昇量が約2倍となる。

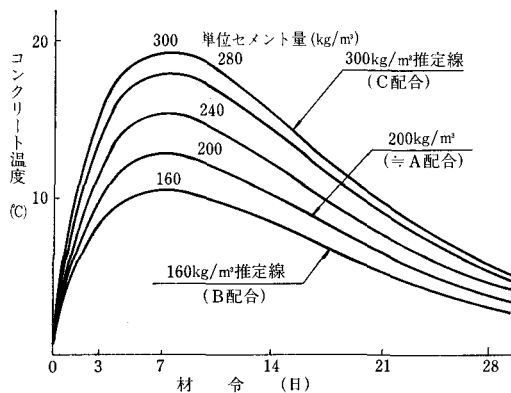


図-9 自然放熱状態での温度履歴
(セメント：BB, リフト高さ：1.5 m)

ロ) 基礎地盤は、CH級にランクされる新鮮堅硬な花崗岩で、H=15m程度のコンクリート重量で変位が生ずることは考えられない。また、発見時点では自重以外の外力も作用していない。

ハ) クラック発生部の施工時期は、図-10に示すように厳寒期な一日の温度差の大きい時期に集中しているとはいえない。従って、外気温が要因とは考え難い。

リフト No.	4 B	5 B	6 B	7 B	8 B
11	62. 4.30	61.11.18	62. 4.29	62. 7.10	
10	62. 4.23	61.11.10	62. 4.22	62. 7. 1 62. 6.27	
9	62. 4. 9	61.10.28	62. 4.13	61.11.14	
8	62. 3.24 62. 3.20	61.10.15	62. 4. 1 62. 3.24	61.11. 7	
7	61.12.12 61.12. 4	61.10. 2 61. 9.24	61.12. 5 61.11.29	61.10.18 61.10.13	

図-10 監査廊部の実績打設工程

対策としては、7 Bでは上部リフトを打設していなかったもので、縦目地等の上端部等で慣用されている図-8 に示す鉄筋マットと半割鋼管を用いた対策を講じて上部波及を防止することとした。4~6 Bでは、上部に数リフトの打設が完了していたので内面からのクラック処理のみを実施した。クラックは、構造的なものではなく拡大する気配もみられないので対策の必要性について苦慮したが、湛水後の漏水の懸念および鉄筋の腐蝕防止を考慮して特殊エポキシ樹脂注入材を注入する工法を採用した。材料の仕様は以下のとおりである。

注入材；エポキシ樹脂系低粘土接着剤

比 重	1.15±0.05
圧縮降伏強度	500kg/cm ² 以上
圧縮弾性係数	1.0×10 ⁴ kg/cm ² 以上
引張剪断強度	100kg/cm ² 以上
硬化時間	24時間

この工法の特長は、膨ませたゴムチューブの内部にグラウト注入材がセットされており、ゴムチューブの内部圧力(3.0kg/cm²)で長時間に亘り注入が自動的に続けられる。このため、注入パイプをセットした後は、放置したままでクラックの最深部や鉄筋の付着切れによる空隙にまでも完全に注入材が浸透することになる。

この問題に対する今後の課題としては、「監査廊周辺のコンクリート配合はどうあるべきか」についてであろう。独自に行なった調査結果では、現在までの既設ダムでもその取扱いは非常にまちまちであり一定していない。大別すると次のように分類できる。

- イ) 内部コンクリートを同一配合。
- ロ) 外部コンクリートと同一配合。
- ハ) 鉄筋コンクリートとして取扱い、単位セメント量、最大骨材寸法ともに大幅に変えた配合。
- ニ) 単位セメント量、最大骨材寸法のどちらか又は両者を若干変えた配合。

一般に、クーリング養生が省略される50m級以下の中小規模ダムでは、自然放熱で水和熱に対処することになるため、温度応力の問題は常に考慮しておく必要があり、通常鉄筋間隔25~30cmの監査廊では、内部または外部コンクリートと同一配合にすべきであろう。

3-5 ダム放流設備

楨谷ダムの利水放流は、農業用水のみであるか

ら夏期の水温を考慮して、多段取水方式をとることとし水深3.0mごとにスライドゲート(600×600)を設けて常時表層取水ができるようにした。

また、ダムに比較的近接して集落があり、放流水による騒音が懸念されたことのほか流量調節の円滑化と減勢効果を期待して放流バルブにコーンスリーブタイプを採用した。

結果的には、非常に静かで安定した流量調節が実現できている。

4. 発電計画

榎谷ダムの築造で新規開発した農業用水は、ダムから一担放流されて落合川を流下し、ダム下流約7km地点で再度取水される。現状では、このダムからの放流エネルギーは全く利用されておらずむしろ苦心して減勢し空費されている。このため、純国産でクリーンなサイクルエネルギーの有効利用を図る目的で小規模水力発電の計画を検討した。

しかし、現時点では発電コストが相当割高となり、通常の採算ベースに達しないため当面は見送らざるを得ない結果となった。

この主要因としては次のようなことが挙げられる。

- イ. 流域面積が11.7km²と小さい。
- ロ. 瀬戸内沿岸気候のため降水量が少なく、河

川流量も少ない。

ハ. 農業利水のみであるので利用率が低く発生電力量が小さい。

ニ. 規模が小さくスケールメリットに乏しい。

今後、水文資料を整備すると同時に、治水容量活用の可能性等も考え、石油価格、為替相場の動向等を見極めながら再検討の時期を待ちたい。

なお、将来発電が事業化される場合に備え、放流口直上流で分岐が可能な形状としている。

あとがき

当ダムは、現在試験湛水中であり、湛水後のダムの挙動を注意深く監視しているが、安定上問題となるところは見当らない。監査廊内の漏水量はダム水位と高い相関を示しているようであるが、観測期間が限られているので季節との関係等が明らかでない。また、堤体下流の両岸斜面部に少量の漏水が教カ所発見され、観測を継続中である。この両岸の漏水量はダム水位と幾分異った増減が見受けられる。もう少し長期に亘る観測を実施して量的な変化要因が明らかになれば、原因の推定も可能なものと考えている。

ダムはいま、常時満水位までの水を湛^{たな}えて冬空に映えており、周辺の自然景観との調和を考慮した環境整備も順次実施するように計画中である。

農業開発・地域開発の総合建設コンサルタンツ



土と水をデザインする……豊富な経験と優れた技術

株式会社 三祐コンサルタンツ

取締役社長 久野彦一
 取締役副社長 渡辺滋勝
 取締役副社長 樋口昭一郎
 取締役副社長 伊藤秀

本社	〒460	名古屋市中区錦2丁目15番22号(協銀ビル)	TEL(052)201-8761(代)
東京支社	〒104	東京都中央区八重洲2丁目2番1号(大和銀行新八重洲口ビル)	TEL(03)274-4311(代)
支社技術部	〒107	東京都港区赤坂2丁目3番4号(ランディック赤坂ビル)	TEL(03)586-7341(代)
海外事業本部	〒107	東京都港区赤坂2丁目3番4号(ランディック赤坂ビル)	TEL(03)584-2101(代)
仙台支店	〒980	仙台市青葉区上杉1丁目6番10号(仙台北辰ビル)	TEL(0222)63-1857(代)
九州支店	〒860	熊本市柑屋今町1番23号(興亜火災熊本ビル)	TEL(096)354-5226
札幌支店	〒060	札幌市中央区北三条西3丁目(札幌大同生命ビル)	TEL(011)222-3121
中国事務所	〒701-02	岡山県岡山市大福529-6	TEL(0862)82-6351
青森営業所	〒030-02	青森市大字新城字山田589-28	TEL(0177)88-3793
技術研究所	〒478	愛知県知多市八幡字中嶋121番地	TEL(0562)32-1351

岡本頭首工の設計・施工について

角 田 政 明* 降 簾 元 忠*

目	次
1. はじめに	70
2. 頭首工の概要	70
3. 頭首工の設計	70
4. 頭首工の施工	75
5. おわりに	79

1. はじめに

岡本頭首工は、鬼怒川の中流部を挟んで展開する沖積低平地の水田地帯と、左岸洪積台地の畑地帯を合せ3,324haの耕地に対しかんがいするための農業用水を取水する施設で、国営鬼怒中央農業水利事業の基幹施設である。また、栃木県企業局が実施する鬼怒左岸台地地区工業用水道事業及び鬼怒水道用水供給事業等の都市用水をも併せて取水するための施設で、両者の共同施設として、昭和56年度から昭和60年度に建設したものである。

その規模は農業用水12.24m³/s、都市用水2.30m³/sを合せ、最大14.54m³/sを取水する施設である。

この報文は、頭首工の概要を述べるとともに、設計及び施工にあたり特に検討した事項について報告する。

2. 頭首工の概要

本頭首工は、栃木県宇都宮市板戸町及び河内郡河内町地先の鬼怒川に建設し、最大14.536m³/sを取水する。

堰体は、堰長367mの全可動型で20mの土砂吐1門と40mの洪水吐8門で構成されている。堰体の基礎は、建設地点の地質が3～5mの砂レキ層とその下が第三紀層泥岩であることから、堰柱を岩着させ、中間床版は河床砂レキ層を直接基礎とした。中間床版の前後には、上流エプロン16.5mと下

流エプロン16.0mを設けた上でエプロンのカットオフを岩着させることにより止水を図ることとした。護床工は、長さ60mで3.2t級の十字ブロックを使用し、その下流6.35mを根固工として2.3～3.1t級の異形ブロックを配置した。

取水にあたってのゲートの制御方式は、上流水位を一定に保つ方式として、上流水位をYP126.10～YP126.20m間に保つようにゲート（土砂吐上段ゲート、洪水吐1号～8号）を自動制御し、取水の安定及びゲート管理の省力化を図ることとした。土砂吐ゲートは下段を扉高1.25mのシエルタイプローラゲートに上段を扉高0.8mのフラップゲートの2段ゲートにして、上段ゲートは上流水位一定制御の微調整用とする。洪水吐ゲートは、扉高2.0mのシエルタイプローラゲートとし、上流水位一定制御の粗調整（ベースカット）用とする。

取水口は、左岸側に設け農業用水6門（左岸分3門、右岸分3門）都市用水1門の計7門である。左岸農水及び上工水は取水後河川高木敷下を2連のボックスカルバートで導水する。右岸農水は取水後、粗粒沈砂池で0.7mm以上の粒子を沈澱除去した上で、護床工下に埋設した内径2,400mm円形サイホンによって右岸へ導水する。

頭首工左岸側に鬼怒川の溯河性魚の保護のため階段越流式魚道を設けることとした。

以上が本頭首工の概要であるが、構造諸元等は表-1、図-1、2のとおりである。

3. 頭首工の設計

(1) 位置の決定

*関東農政局鬼怒中央農業水利事業所

表-1 岡本頭首工の概要

項目	内容	項目	内容
(1)河川概要		4) 魚道	型式：階段越流式 規模：隔壁間隔1.8m 段差0.11m 幅員5.0m 長さ51.0m
河川名	利根川水系鬼怒川（一級）	5) 管理橋	型式：単純活荷重合成桁（2等橋仕様） 規模：有効幅員3.5m 橋長436m（11経間）
集水面積	約1,200km ²	6) 護床工	十字ブロック 3.2t級 長さ60m 異形ブロック 2.3t級, 3.1t級 組合せ配列 長さ6.35m 鉄筋コンクリート帯工
計画高水流量	Q=6,300m ³ /s	7) 取水工	規模：左岸農水幅4.6m, 3連 右岸農水幅4.0m 3連 ：上工水幅4.8m 1連
計画河床勾配	I=1/281	ゲート	型式：スライドゲート（7門） 水密方式：後面4方ゴム 操作方式：機側, 遠方, 自動
計画高水位	YP 129.29m（頭首工中心線上）	8) 護岸工	護岸擁壁 鉄筋コンクリートL型 234m 間知ブロック 5,526m ² 根固工 異形ブロック 5.4t級 3列突合せ
低水量	14.2~17.6m ³ /s（S45~54）	9) 高水敷保護工	平板ブロック張 24,328m ² 布団籠 幅2.4m, 長さ3,477m 右岸止水矢板 鋼矢板II型 長さ4.25m, 延長31m
平水量	16.8~25.7m ³ /s（S45~54）	10) 堤防嵩上高	鉄筋コンクリート擁壁 113m 間知ブロック 2,301m ²
渇水量	7.0~12.4m ³ /s（S45~54）	11) 粗粒沈砂池	鉄筋コンクリート 幅4.0m, 3連 暗渠方式 $l \approx 30$ m 平均流速0.2~0.4m/s（実験値） 最小沈降粒径 0.72mm 排砂管 鉄筋コンクリート暗渠 幅5m $l \approx 35$ m
(2)基礎地質	表層 3~5m 河床砂レキ層 N値30以上 基層 泥岩層（第三紀） 圧縮強度22~100kg/cm ²	12) 左岸導水路	2連暗渠 $l=616$ m 農水 2.30×2.00m, 上工水 1.25×2.00m
(3)取水量等	取水位 YP 126.10m 取水量 左岸農水 5.505m ³ /s 右岸農水 6.731m ³ /s 上工水 2.300m ³ /s } 14.536m ³ /s	13) 右岸サイホン	鉄筋コンクリート円形 $\phi=2,400$ mm $l=598$ m
(4)構造諸元		14) 附帯構造物	安全施設, 照明施設, 管理用道路, 他
1) 堰体	型式：コンクリート重力式、全可動堰 堰長：全長367m（土砂吐1門 支間23m） （洪水吐8門 支間43m） 堰柱：高さ15m、幅3m 岩盤直接基礎 エプロン：厚さ 0.70m, 1.0m 長さ 土砂吐94.1m, 洪水吐32.5m	15) 管理施設	管理事務所：鉄筋コンクリート3階建 498m ² 予備ゲート保管庫：鉄骨造平家建 81m ² 受電設備, 操作設備, 量水設備, 予備電源設備, 予備ゲート設備
2) 土砂吐(1門)	ゲート型式：上扉フラップゲート付シェルタイプローラゲート 水密方式：前面3方ゴム 純経間：20.0m 扉高：上段扉0.8m, 下段扉1.25m 操作方式：機側, 遠方, 自動		
3) 洪水門(8門)	ゲート型式：シェルタイプローラゲート 水密方式：前面3方ゴム 純経間：40.0m 扉高：2.0m（越流型：越流水深0.10m） 操作方式：機側, 遠方, 自動		

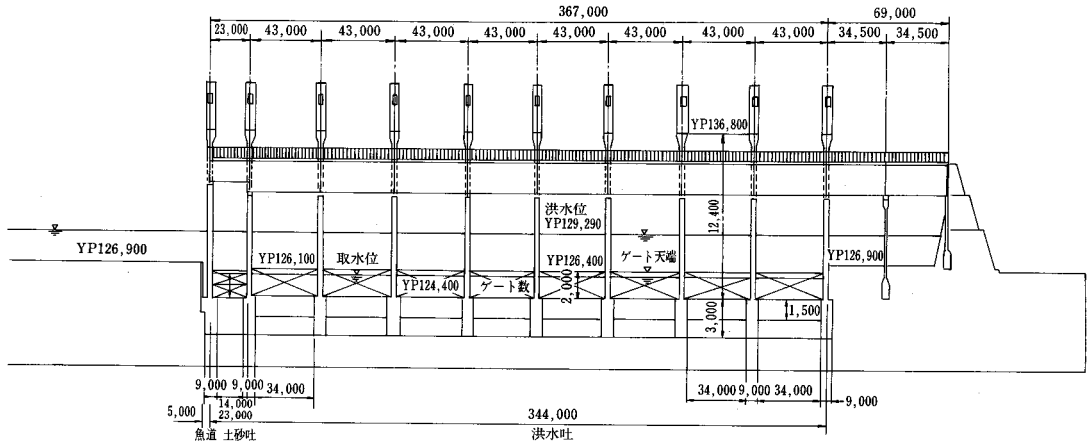


図-1 縦断図

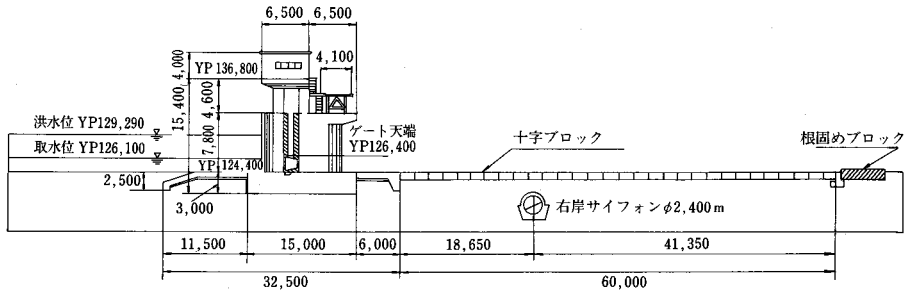


図-2 横断図

頭首工の位置決定にあたっては、ミオ筋の位置及び安定度、取水口への土砂流入の可能性、堰上げに伴う上下流への影響等を考慮しなければならない。本地区においては、これらに関連する諸条件をもとに調査検討したところ最適と考えられる位置は、現在設置している地点より約100m上流であった。しかし、その位置は、川幅が比較的狭く、ミオ筋が左岸寄りに安定しているものの国道4号線、JR東北線等が直上流を横断しており、その橋梁の構造物保護のために、下流側約300mが保全区域となっているため頭首工等を設置することができない。

また、国道4号線等より上流部については、既に高水敷を利用した広大な運動公園が施工されている。さらに上流に設置した場合は、受益地に至るまでの導水路が長くなる上、渡河サイホンを別途の場所に単独で設置することとなり、事業費が嵩むほか、鬼怒川に流入している西鬼怒川、草川等上流かんがい地域からの還元水をキャッチ出来なくなり渇水時における取水量の確保に不安があ

る。

以上のことから頭首工の設置位置については、国道4号線等の下流部の保全区域を外れた直下流の現在位置が、諸条件の中においては最適な位置であるとして決定した。(図-3)

(2) 取水口の位置及び取水位

本地区の受益地は、左右岸にほぼ同面積があるので、両岸取水が望ましいが、頭首工地点の低水敷幅が約350mと広く、ミオ筋は100~200mの幅で左岸側に安定していることから左岸取水とした。

取水位は、①取水後高水敷下を導水するため、暗渠のスラブ厚、負圧を発生させないための余裕高(SMB法による浪浪高)より決まる水位、②受益地の田面標高からの必要水位、を検討した結果YP126.10mとした。

(3) 土砂吐ゲート

土砂吐ゲートは上流水位を一定に保ち、かつ下流放流を安全確実に行える構造でなければならない。本堰の場合には、河川流量が少ない場合でも微少放流によって、上流水位を一定に保つことが

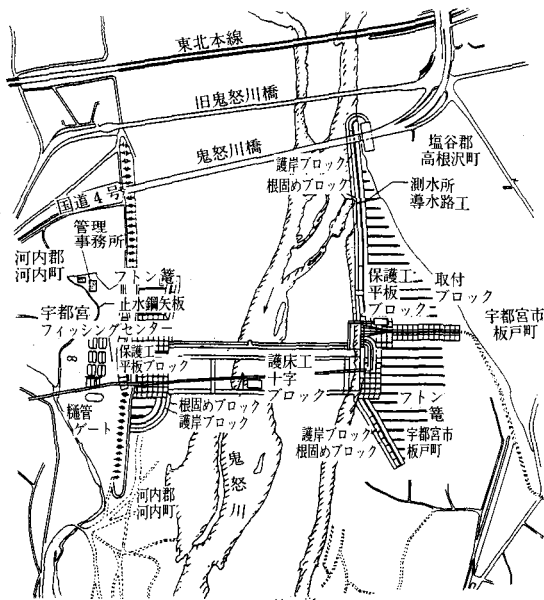


図-3 岡本頭首工付近平面図

できるよう土砂吐ゲートにフラップを付けた。

フラップゲートは河川平水量 (22m³/s) を流下させる能力30m³/sをもたせ、かつ自動制御として、取水の安定及び省力化を図った。なお、下流放流については、湖河性魚類保護のために魚道を最優先に考え、魚道にもフラップゲートを設け魚道流量の調整を行うこととした。(図-4)

(4) 洪水吐ゲート

1) 扉高の検討

頭首工の径間長は、河川管理施設等構造令第38条「可動堰の可動部の径間長」の規定を満足しな

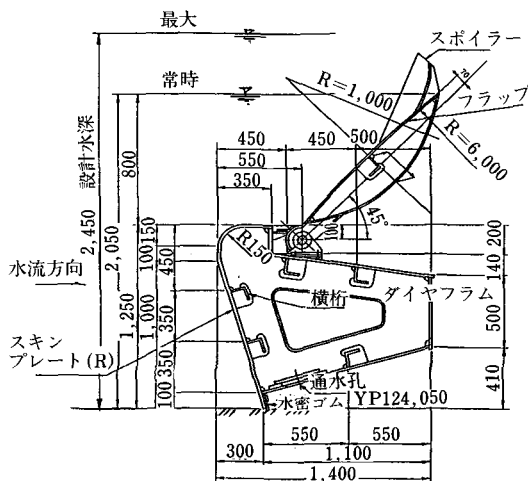


図-4 土砂吐門扉断面図

ければならない。同令によれば、本頭首工の場合、計画高水流量6,300m³/sに対し、径間長の平均値が40m以上と制限されている。一方堰上げ水深はわずか1.7mであるため、扉高Hと径間長Lの比、H/Lが1/20と厳しい条件となっている。このように、極めて細長いゲートにはシェルタイプが適当であるが、その断面寸法の決定にあたって、堰上げ高のみを考慮するのは適当でない場合がある。水門鉄管技術基準によれば、扉体の部材厚、断面は許容応力及びたわみの両面から規制されている。

扉体を単純梁と考え、鉛直方向のみを考えると、
ア. 応力の制限

引張縁に働く応力度をσとすると

$$\sigma = \frac{M}{Z} = \frac{WLH}{16I} \quad \dots\dots ①$$

W: 鉛直方向等分布荷重

L: スパン長

H: 扉高

I: 断面二次モーメント

応力の制限はσ_aを許容応力度とすれば

$$\sigma \leq \sigma_a \quad \dots\dots ①'$$

イ. たわみの制限

たわみをδとすると

$$\frac{\delta}{L} = \frac{5}{384} \cdot \frac{WL^2}{EI} = \frac{1}{1.6 \times 10^5} \cdot \frac{WLH}{I} \cdot \frac{L}{H} \quad \dots\dots ②$$

E: 弾性係数 (鋼では2.1×10³t/cm²)

たわみの制限は

$$\frac{\delta}{L} = \frac{1}{800} \quad \dots\dots ②'$$

①式と②式よりW, Hを消去すると

$$\frac{\delta}{L} = \frac{1}{1.6 \times 10^5} \cdot 16\sigma \cdot \frac{L}{H} = \sigma \cdot \frac{L}{H} \times 10^{-4} \dots\dots ③$$

③式で①', ②'の制限を考慮すると、鋼材SS41では許容応力度σ_a=1.1t/cm²であるから

$$\frac{1}{800} = 1.1 \times \frac{L}{H} \times 10^{-4} \quad \therefore \frac{L}{H} = 11.4$$

したがって、扉体断面を決定する制限は、H/L > 1/11.4の場合は応力でありH/L < 1/11.4の場合はたわみとなる。実際の計算では、応力度のチェックは水平荷重を考えた合成応力によるので、上記は目安程度にすぎない。

本頭首工のようにH/Lが1/20以下とゲートにおいては、たわみの制限が断面の決定要素となる。

そこで、本洪水吐ゲートにおいて、扉高1.8mと2.0mについて構造計算を行ったところ次のよう

な結果が得られた。

- ① スキンプレート厚は、扉高1.8mの場合30mm以上であるが2.0mの場合25mm以下となる。
- ② 扉体幅との関係から、扉高2.0mの方がシエル断面のバランスが良い。
- ③ 扉高1.8m(扉体幅2.0m)の場合より、扉高2.0m(扉体幅2.2m)の方が扉体のみでも約5tも軽量化できる。

ゲートの製造価格は鋼材重量に比列すると考えられるので扉高2.0mの方が経済的である。

以上のような理由から洪水吐ゲートの扉高は2.0mに決定した。(図-5)

2) 設計水深の検討

設計水深は、堰上げ水深の最大値を想定して決定しなければならない。本頭首工洪水吐ゲートの設計にあたっては、操作時間の遅れによる水位上昇と波浪高を検討して設計水深を決定した。

ア. 操作時間による水位上昇

本頭首工は、都市用水もあわせて取水するため相当の洪水量まで堰上げ取水を行う必要がある。このため本頭首工のゲート操作は、洪水量740m³/s程度までは、土砂吐フラップゲートと洪水吐8門により定水位自動制御操作とし、これ以上の洪水時にはゲートを全開する操作方法を採用した。

このため通常時における水位の上昇は、制御誤差(0.1~0.2m)程度と考えられる。

制御技術の発達はめざましく、制御機構にトラブルが発生することは少いが、これ以外の直接水流に接触する部分のゴミ等によるトラブルが発生することも予想される。このようなことから、自

動制御から手動に切替えて操作する場合も考慮する必要がある。

この場合の操作時間の遅れを推定することは難しいが、オペレータの配置(3分)、操作手順の確認(3分)、計器類の確認(3分)、操作時間(5分)、等により14分程度は必要と考えられる。一方洪水の増加速度は、洪水初期において毎時200m³/s程度(S54年10月の洪水Q=2,862m³/sの実績より推定)であり、ゲート全閉の状態でも常時の堰上げ水深(1.70m)より、操作時間内における水位上昇を求めると次のようになる。t秒後の貯留量Qtは初期流入量を30m³/sとすると

$$Qt = \int \left(\frac{200}{3,600}t + 30 \right) dt = 0.0278t^2 + 30t$$

操作時間14分間における貯留量は、上式よりQt=45,000m³となる。

河川貯留量-貯留水深計算によりQt=45,000m³に相当する貯留水深を求めると0.4mとなる。

したがって、操作時間の遅れによる水位上昇は0.4mとなる。

イ. 波浪高による水位上昇

波浪高をSMB法により算定すると0.3mである。

したがって、設計水深は、常時の堰上げ水深(1.7m)に、上述ア.の操作時間による水位上昇(0.4)を考慮して2.1mとした。

(5) 魚道

鬼怒川はアユ、ウグイ等の溯河性魚類が多く生息しており、アユを主体とする淡水漁業が盛んな河川であるので、魚道を設けて魚類の溯上を防げ

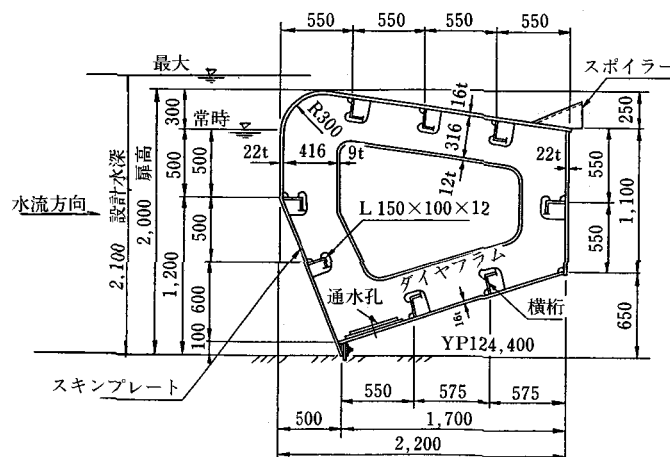


図-5 洪水吐門扉断面図

ないことが必要である。魚道の設計に際しては東北大学農学部に検討を依頼するとともに、栃木県水産試験場にも意見を求め位置、構造を決定した。

1) 魚道の位置

本頭首工の建設地点は、低水敷幅が広いので魚道の設置ヶ所も原則として2ヶ所程度必要と考えられる。しかし、①ミオ筋が左岸側に形成されている。②1ヶ所にした方が魚道流量を集中できること等から左岸側の高水敷に設置することとした。

2) 流量及び越流水深

アユの限界溯上流速は1.0~1.4m/sといわれているので越流水深は小さい方が好ましいが、アユの体高は75gのもので6.5cm程度であるので少なくとも10cmは必要である。したがって、隔壁の段差を11cm、越流水深を15cmとして流速を抑えた構造とした。

3) 魚道ゲート

本頭首工は、上流水位一定制御を採用していることから、常時は魚道の流量もコンスタントである。しかし、本堰の上下流の国営事業により整備された二堰（佐貫、勝瓜頭首工）は取水位を操作できない構造のため、濁水調整時には本堰も取水位を下げざるを得ないことも予想される。この場合には魚道からの放流を優先的に行うこととして上流隔壁にフラップゲートを付けることとした。なお、越流時の流速を抑えるために上流側3段にフラップをつけ連動する構造とした。

(6) ゲート制御

頭首工の水管理は利水、治水の両面を考慮したゲート制御が求められる。このため本堰においては、①農業用水及び都市用水を取水するため期別に変化する農業用水の取水はもちろんのこと安定的な通年取水にも対応できること。②鬼怒川の流況は変化が激しく洪水の増加速度は、1時間に200 m^3/s ~240 m^3/s に達するものもあり、このような流況変化にも対応できること。③全幅367mに及ぶ大河川における全門可動堰（9門）であり、各ゲートの制御分担、操作順序等全門可動を考慮した制御とする。等に留意して検討した。

1) ゲート制御方式

頭首工のゲート制御方式には大きく分けて①上流水位を一定に保ち、取水量を一定化する方式と②上流水位は必要最小限の水位確保にとどめ、取水量は取水ゲートで制御する方式、の2通りがあ

る。

ア. 上流水位一定制御の採用

本頭首工のゲート制御方式は、①期別に変化する農業取水への対応が容易、②洪水時にあっても都市用水の取水確保が行いやすい、③洪水時の全門引上げへの移行が容易、等の理由により本方式を採用した。

イ. 各ゲートの放流分担及び制御方式

頭首工上流水位をY P126.10mを基準とし、Y P126.20m以下に保ち最小限の取水ゲートの操作によって安定取水を行う。

上流水位Y P126.10mにおける土砂吐上段フラップゲートの最大放流能力は約30 m^3/s 、洪水吐1門当りの最大放流能力は約80 m^3/s である。これらのゲート放流能力より、洪水吐ゲート8門を粗調整用（ベースカット）、土砂吐上段フラップゲートを微調整用とする定水位制御方式を採用した。

①流入量が土砂吐上段フラップゲートの放流能力（約30 m^3/s ）までは、フラップゲートの水位偏差方式により定水位制御を行う。

②流入量が30 m^3/s を越えた場合、洪水吐ゲートで1ステップ15 m^3/s づつ（1門当たり5ステップ）のベースカットを行いフラップゲートを併用して定水位制御を行う。なお、洪水流量（約740 m^3/s ）に到達した時は、速やかな洪水流下を図るために全門引上げを行う。（表-2）

4. 頭首工の施工

頭首工の建設は、本体工事（土木）、水門設備工事、管理橋工事、管理事務所工事、水管理システム電気設備工事の各工事に分けて施行した。

工事は、昭和56年度に、本体及び水門、管理橋工事に着手し、昭和59年度には、管理事務所、水管理システム設備工事に着手して、昭和60年度に頭首工に関する全工事を完成させた。

工事の内容としては、新工法、特殊工法を取り入れたものはなくまた、特に困難な作業はなかったが、河川内工事における制約された工事期間内での工事量の消化、出水に対する安全施工、工事排水による河川水の汚濁防止等に留意して施工した。

ここでは、工事施工にあたって特に留意した仮設工について述べ、本体工事の施工については、省略する。

表-2 ゲート制御方式と対象ゲート一覧

区 分			門 数	機 側 遠 方 制 御					
				手 動	手 動	設定開度	パターン制御	越流深一定制御	水位一定制御
本 川 側	土砂吐	上 段 扉	1 門	○	○	○	—	—	○
		下 段 扉		○	○	—	—	—	—
	洪水吐	1 ~ 8 号	8 門	○	○	○	—	—	○
		魚 道	1 連	○	○	○	—	○	—
取 水 側	左 岸	取 農 水	3 門	○	○	—	○	—	—
		水 上 工 水	1 門	○	○	—	—	—	—
	排 樋	排 砂	1 門	○	—	—	—	—	—
		樋 管	2 門	○	○	—	—	—	—
	右 岸	取 農 水	3 門	○	○	—	○	—	—
		樋 管	1 門	○	○	—	—	—	—

(1) 施工の順序

河川内工事は、工事量、河川仮排水路の規模、仮締切工の規模等から工事を4期4年に分割し、施工は左岸側の土砂吐部より右岸側に向って順次施工した、工事を施工するための進入仮設道路は、1期、2期工事は左岸側に、3期、4期工事は右岸側に設置して、資材、機材が搬入された。

期別毎の河川内工事期間は、非出水期の11月から翌年5月の7ヶ月間に制約されるため綿密な工程管理の基に施工され工事は順調に進捗した。

河川外工事の管理事務所及び水管理システム設備工事は、頭首工本体工事の完成（昭和60年度）に合わせて昭和59～60年度に施工された。（表-3）

(2) 仮締切工

仮締切の工法は、河床砂レキ層（3～5m）とそ

の下が泥岩層であることを踏えて、①水密性に富み出水に対して安全な工法であること、②非出水期のみでの締切で短期間に設置、撤去が容易に行えること、③経済的であることから鋼矢板による二重締切工法を採用した。但し、締切工の下流部は、河床材料を盛立てた土堤締切工とした。

鋼矢板二重締切工の施工は、河床砂レキ層の最大粒径が250mmと大きく鋼矢板の打込みが不可能であることから、一旦砂レキ層を泥岩層まで掘削し、砂で置換えした後、鋼矢板を打設する施工法とした。なお、置換材料としては、鋼矢板と泥岩層との間からの浸透水を少なくするためには透水性の小さい山土等が適しているが、撤去時に河川水の汚濁が発生する問題があるため、砂置換とした。

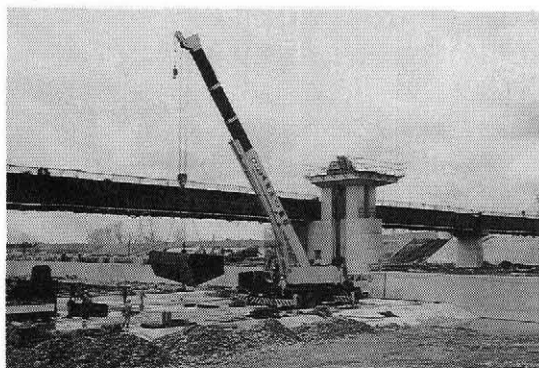


写真-1 ゲート据付状況



写真-2 仮締切施工状況

表-3 工事工程表

工事名及び工種	数種	56年度			57年度			58年度			59年度			60年度					
		4	6	9	12	3	4	6	9	12	3	4	6	9	12	3			
頭首工本体工事					第1期工事			第2期工事			第3期工事			第4期工事			第5期工事		
堰柱及びエプロン	土砂吐部 23m×1スパン =23m				1														
	洪水吐部 43m×8スパン =344m							2			4			2					
護床工, 十字及び異形ブロック	7,300個				-			-			-			-					
魚道 5m×51m	1ヶ所				-														
護岸工及び高水敷保護工	32,200㎡				-			-						-					
取水工 7門 38m	一式				-														
水路工	左岸導水路				-														
	右岸サイホン	598m			-														
仮設工 締切工他	2,600m				設置			撤去			設置			撤去					
					-			-			-			-					
水門及び管理橋工事	一式				-			-			-			-					
管理事務所工事	一式													-					
水管理システム電気設備工事	一式																-		

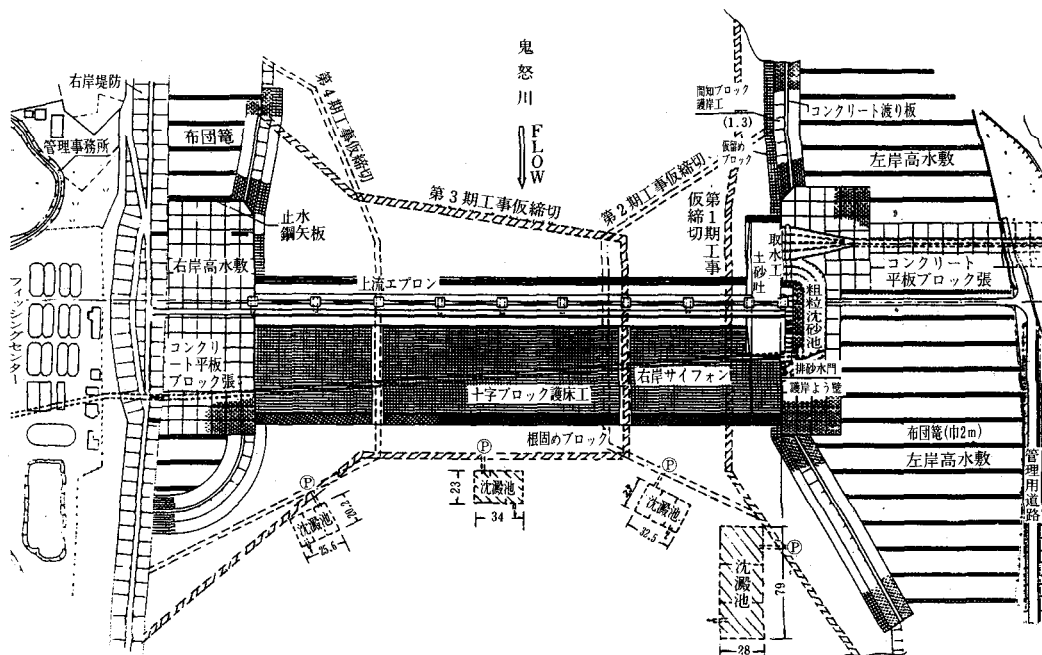
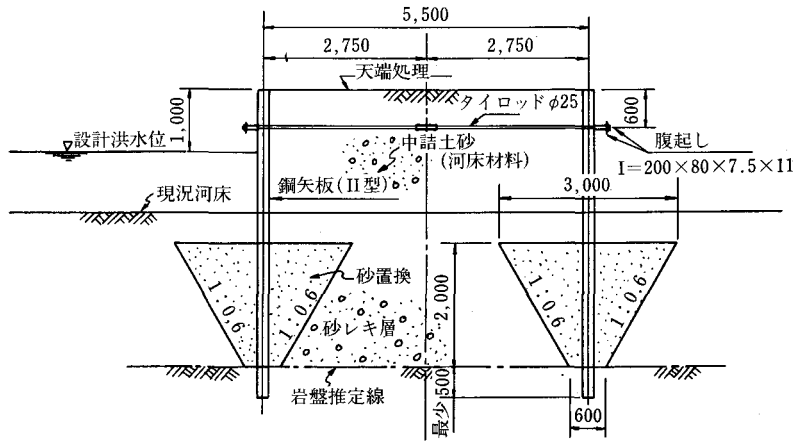


図-6 岡本頭首工平面図 (仮設図)



天端処理はカチオン系ブローンアスファルト乳剤を1ℓ/m²散布する。

図-7 仮締切工断面図

仮締切工の計画洪水流量は、過去10ヶ年の非出水期の洪水量の2位の値を採用し350m³/sで計画した。なお、本堤開削時の仮締切工は、上記洪水量の1位の値600m³/sで計画した。(図-6, 7)

(3) 排水処理施設

河川内工事の際に土砂の掘削及び岩の破碎によって発生する土の微粒子、微粉が仮締切内に浸透した水と混合されて濁水となって排水される。また、コンクリート打設時にはセメント中の酸化カルシウムが水に溶け水酸化カルシウムとなるので排水は塩基性を呈する。このような排水を直接河川へ排水することは魚類、植物類への影響が危惧され好ましくないため、頭首工建設中の仮締切内からの排水は、浮遊粒子の除去、PHの調整を行った上で河川へ放流することとした。

1) 排水の規制値と計画排水量

河床の掘削土砂は水に洗われているので粒子が比較的大きいこと、岩盤は泥岩であるので破碎されても微粉は少ないことから、排水のSS濃度は500~2,000ppmと推定されたので、設計では1,000ppmとした。また、セメント成分からの塩基水の流出は仮締切内へ入る浸透水に比べ量的には少ないと思われるので、設計ではpH10とした。一方、排水の規制値は、栃木県の水質基準により鬼怒川における規制値は、SS濃度は日平均40PPm、最大50PPm、pHについては、5.8~8.6と定められているので、設計値としてはSS濃度50PPm、pH 7とした。

なお、排水量は仮締切内への常時透水量であり、

1期工事8.3m³/min、2期工事1.2m³/min、3期工事1.3m³/min、4期工事0.5m³/minである。

2) 浮遊粒子の処理

浮遊粒子の処理施設は、各期の工事毎に設置、撤去できるものでなくてはならないことから、本工事では、構造が簡単で安価な河床材料による沈澱池を造り粒子の自然沈降によりSS濃度を下げ、自然沈澱方式を採用した。

SS濃度1000PPmを50PPmにするためには、排水原水中の含有土粒子の重量百分率5%径以上のものを除去しなければならない。本頭首工附近の河床材料の粒度分析試験の結果によれば、0.060mmで6.3%、0.042mmで5.5%程度であって、0.042~0.0077mmの粒子は含まれていない。したがって、対象粒径は0.05mmとして沈澱池の規模を決定した。

「下水道施設設計指針と解説」によれば、対象粒径が0.05mmならば粒子の沈降速度 $V_g = 0.26$ mm/s、沈降時間 $T = 3.0$ となる。したがって沈澱池の容量は、 $V = Q_0 \times T$ で求められる (Q_0 : 排水流量) 沈澱池は沈澱を促進させるために3つのブロックに区分し、越流はもぐり堰として流速を遅くし、表流水を流下させる構造とした。

3) PH処理

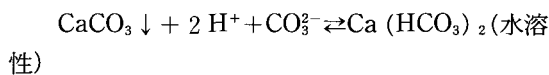
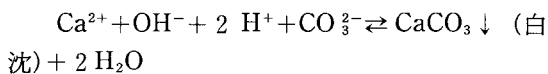
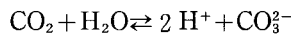
コンクリート打設時には、セメント中の酸化カルシウム (CaO) は水と反応してカルシウムイオン (Ca²⁺) と水酸イオン (OH⁻) に電離して塩基性を呈する。中和剤には希硫酸、希塩酸、二酸化炭素 (CO₂) 等があるが、①取扱いが容易、②pH

6以下にならず二次公害の危険が小さい、③設置面積が少なく設備の移動が可能、の理由により二酸化炭素による中和方法を採用した。

中和処理の過程は、①排水原水の一部をポンプでとる、②ミキサー内で原水に二酸化炭素を溶解させpHを6程度にする、③処理水を沈澱池に戻して排水原水と攪拌しpH7で河川へ排水する。

この中和装置は、消費する二酸化炭素の量と原水からとる水の量が多い程、高pH、大量の原水の処理が可能である、したがって設計に際しては、消費二酸化炭素量と原水からの取水量を求めなければならない。

中和の化学式は次のようになる。



水酸イオン(OH⁻)1molを中和するためには2molのCO₂が必要である。pH10の原水1m³中のOH⁻濃度は

$$[\text{OH}^-] = 1 \times 10^3 \times 10^{-14} / 10^{-10} = 0.1\text{gi}$$

であるからCO₂(1mol=44g)の量は

$$0.1\text{gi} \times 44 \times 1/2 = 2.2\text{g}$$

である。ところでCO₂の溶解度は1気圧、20°Cの時、水1m³に対して1.6×10³gであるから必要水量は

$$2.2\text{g} / (1.6 \times 10^3) \text{g} \times 1\text{m}^3 = 1.4 \times 10^{-3}\text{m}^3$$

となる。しかし、これは理論上の数字であって、実際には、①CO₂を飽和させるには時間を要する

ので85%程度の溶解にとどめた方が原水からとる水が少なくすむ、②飽和炭酸水では沈澱池へ戻した後に7割位のCO₂が空気中へ拡散するということがある。そこで、理論値の(0.85×0.30)⁻¹=4倍の取水、すなわち、原水1m³に対して5.6×10⁻³m³をとることとする。

以上のような計算に各期の排水量を乗じて施設容量を決定した。

5. おわりに

本頭首工の建設は、多くの方々の創意工夫と努力によって昭和61年3月無事完成した。昭和61年度には、水管理システムを使って総合調整を進め最終テストを行い、昭和62年度から部分取水を開始し、現在順調に運用されている。

本頭首工の完成により、昭和30年代から国営事業によって始められた、鬼怒川の三大合口堰(佐貫、岡本、勝爪)の整備が完了した事になる。しかしこれら農業用水は河川の濁水流量に比べて元々取水量が多く河状の不安定、流況の複雑さも重って井堰間の水利調整を複雑なものとしている。このことから、鬼怒川三堰及び都市用水も含めた利水調整と上流ダム群(五十里、川俣、川治)の運用も合せた広域的総合管理が求められており、これに関する、調整の方法、管理体制等困難な課題が多く残されている。

最後に、本頭首工の建設に当たり御協力いただいた関係各位に感謝し、さらに本報が、今後実施される頭首工工事の参考となれば幸いである。

新川用排水機場の設計・施工

原 田 一 夫* 田 野 井 雅 彦*

目	次
1. はじめに	80
2. 大利根用水地区の概要	80
3. 干潟耕地と新川	81
4. 国営事業計画における位置付け	81
5. 排水計画	82
6. 用水計画	83
7. 機場設計と施工	86
8. おわりに	88

1. はじめに

新川用排水機場（以下「新川機場」という。）は、国営かんがい排水事業大利根用水地区の基幹施設として昭和58年度に着工し、昭和62年3月には機場上屋工事を完了、引き続き用排水ポンプの製作・据付を行い、平成元年4月より一部供用を開始した。本機場は、約4,600haにもおよぶ平坦な耕地でありながら干拓地であるがために恒常的な湛水被害あるいは超湿田など劣悪な作業条件に悩まされてきた本地域にとって、大規模営農、作物多様化など農業の近代化への大きな足掛りとなるものである。

2. 大利根用水地区の概要

本事業は、千葉県九十九里平野の北東部に位置する約9,200haのほぼ平坦な耕地を受益地とし、八日市場市、旭市、干潟町、東庄町、海上町、飯岡町、光町、野栄町、横芝町の2市7町におよんでいる。

旧来の大利根用水は、千葉県営事業として昭和8年から昭和26年にかけて建設された笹川揚水機場ならびに幹線用水路によって、安定的な水源のなかった当地域に念願の利根川からの導水を可能にした。しかしながら、第二次大戦中および戦後の混乱期における施工は、深刻な資材不足ならびに人手不足の影響を受けて、用水路においてはコンクリート張りとするところを割栗石張りとするなど劣悪なものとならざるを得なかったこともあ

り、完成直後から漏水や決潰が相次ぎ、確保した水利権量10,33m³/sの半分も揚水できないような状態が続いていた。

このような状況を背景に昭和45年国営かんがい排水事業大利根用水地区が着工され、老朽化した笹川揚水機場ならびに幹線用水路の改修を行ってきている。また、近年の水田利用再編あるいは高生産農業の実現に対応すべく計画変更がなされ、用水のみならず基幹排水施設の整備を追加・実施してきている。

事業の概要は次のとおりである。

受益面積	9,200ha うち水田7,540ha 畑1,660ha (目的別) 用水改良 7,170ha 排水改良 6,610ha うち4,680haは用水改良と重複 畑地かんがい100ha
受益戸数	11,863戸
総事業費	340億円
工 期	着工 昭和45年度 完了予定 平成4年度
主要工事計画	笹川揚水機場、新宿揚水機場、 新川用排水機場、兼田貯水池、 用水路55.5km、排水路15.6 km
主要計画作物	水稻、野菜、飼料作物

*関東農政局大利根用水農業水利事業所

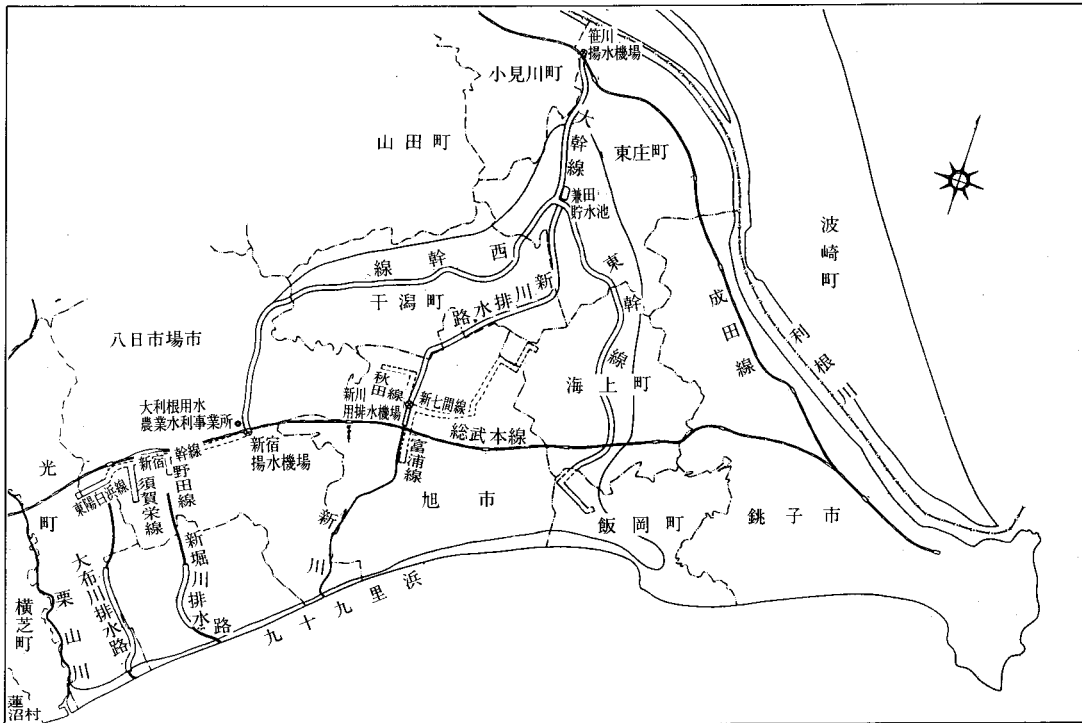


図-1 大利根用水地区概要図

3. 千潟耕地と新川

大利根用水の受益地は、地区を東西に横断する JR 総武本線をほぼ境として、新川上流部を占める千潟耕地と九十九里浜に沿った海岸地帯に分けられる。この千潟耕地は江戸時代初期までは椿海と呼ばれる沼地であったが、その中央部に太平洋へ通じる排水路として新川を開削（1670年）することにより干陸化され、以後、俗に千潟八万石と呼ばれる約4,000haに及ぶ一大水田地帯を形成している。しかしながら、干拓地であることなどの地形的要因、あるいは新川の水利に係る歴史的な経緯から、千潟耕地は常に用排水に係る問題を抱えてきた。

特に、排水の面で、新川は千潟耕地にとっては文字通り生命線であるものの、下流の海岸地帯の方が標高が高いこともあって極めて排水条件が悪く、しばしば大雨による冠水被害を受けるだけでなく、平常時でも過湿田であるために生産性の向上が阻害されていた。このため、開削以来幾度も大規模な改修工事が行われてきている。

また、用水の面でも、戦後大利根用水が完成するまで地区内には安定水源がなく、恒常的な水不

足に悩まされてきた。そのため、排水路である新川本・支線の各所に堰が設けられ、地下水位を高く保つとともに用水を反覆利用する慣行が形成された。この慣行は、排水不良を解消し得ない大きな原因ともなっている。

4. 国営事業計画における位置付け

新川機場の建設は、新川排水路の改修および反覆用水路（パイプライン）の新設とともに、第二回計画変更（昭和55年12月確定）により国営事業計画に取り込まれた。

当時新川は千葉県土木部の中小河川改修事業（昭和34年着工）により順次下流側より改修が実施されていたが進捗が遅く、また、その計画は洪水量が大きいために完全排水を断念し千潟耕地全域の湛水を見込んだものとなっていた。しかしながら、昭和40年代後半以降、米の生産調整に代表される農業情勢の変化に伴い水田の汎用化促進、生産性向上が強く求められるようになったことに加え、周辺地域の市街化による生活雑廃水等の流入の増加により、新川の水質悪化が顕著となっていたことから、河川改修が未計画であった新川上流部を含めた早急な排水改良対策ならびに用水の

合理化を求める地元受益者の声が高まり、これを本事業計画に取り込んだものである。

本事業では、干潟耕地における新川最下流部に新川機場および新川堰を新設し、常時排水により上流側水位を現況より約1.2m低下させるほか、洪水時には最大60m³/sの機械排水を行う。また、パイプラインによる反覆用水路の新設により、新川本・支線の49ヶ所の旧堰を撤去し、用排の分離を行って集中管理による用水管理の合理化と水質の維持を図る計画である。

5. 排水計画

(1) 計画基準雨量

2日連続雨量 210.7mm 1/10確率

降雨パターン 1日目51.9mm, 2日目158.8mm
(後方山型)

(2) 流域面積

75.3km² (新川機場地点)

(3) 受益面積

4.580ha (水田3.640ha 畑940ha)

(4) 解析手法

山地流出 中安氏単位図法

田面流出 清野氏法

流況解析 排水ブロックモデルによる不定流の解析手法

(5) 計画最大排水量

降雨データをもとに(4)の解析手法により排水ポンプ容量と湛水面積(湛水深10cm以上)の関係を求めたところ図-2を得た。この結果と河川管理者(千葉県)による計画最大河口排水量、さらには建設費の比較検討から、60m³/sを計画最大排水量とした。新川機場の設置および機場地点より上流の河川改修を併せ行うことにより、これまで約2,730haもたった干潟耕地の湛水面積(10cm以上)は約180haに減少する。

(6) 計画常時排水量

新川の排水計画においては、時代の要請に応じた耕地の汎用化、生産性の向上を図るため、現況はほぼ田面に等しい地下水位を田面下70cmまで低下させることとしている。そのためには新川の水位を低下させる必要があるが、既に触れたように、新川沿岸は下流の海岸部の方が上流より標高が高いうえに水源に乏しく、新川を堰止めることにより地下水を高く維持して農業用水あるいは生

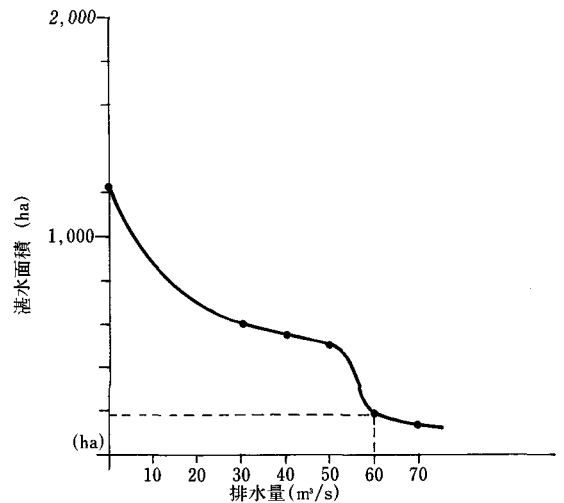


図-2 ポンプ容量別湛水面積(10cm以上)

活用水として使用していることから、自然流下のままで水位低下を図ることは困難であった。従って、ポンプによる常時排水を行うこととしたものであるが、排水量については、かんがい期と非かんがい期を区別して算出し、非かんがい期における月間最大雨量の平均の45%を15日間で排除するのに必要な6.9m³/sを計画常時排水量とした。

(7) 計画水位

新川機場から上流3.6kmに基準地点(田面標高T.P3.00m)を設け、その地点において地下水位を70cm下げる場合の排水路水位(田面下-1.0m)および機場地点までの損失面積(-0.73m)から、機場地点における常時管理水位(内水位=上流側)はT.P1.30mと定めた(現況のかんがい期の常時水位はおおよそT.P2.50m)。

また、常時の外水位(下流側)は下流にある既設堰の管理水位からT.P2.01mに定められた。

(8) ポンプ型式

ポンプの台数については、

①危険分散のため複数台とする。

②設備費の低減、運転の均等化のためには同口径とする方が有利。異口径にするとしても二種類程度。

③常時用と洪水用に区分することが多い。

④台数が多いと不経済。

⑤最大排水量60m³/sの場合、3~5台が標準とされる(建設省河川砂防技術基準(案))。

などの点を考慮し、数ケースについて比較検討を

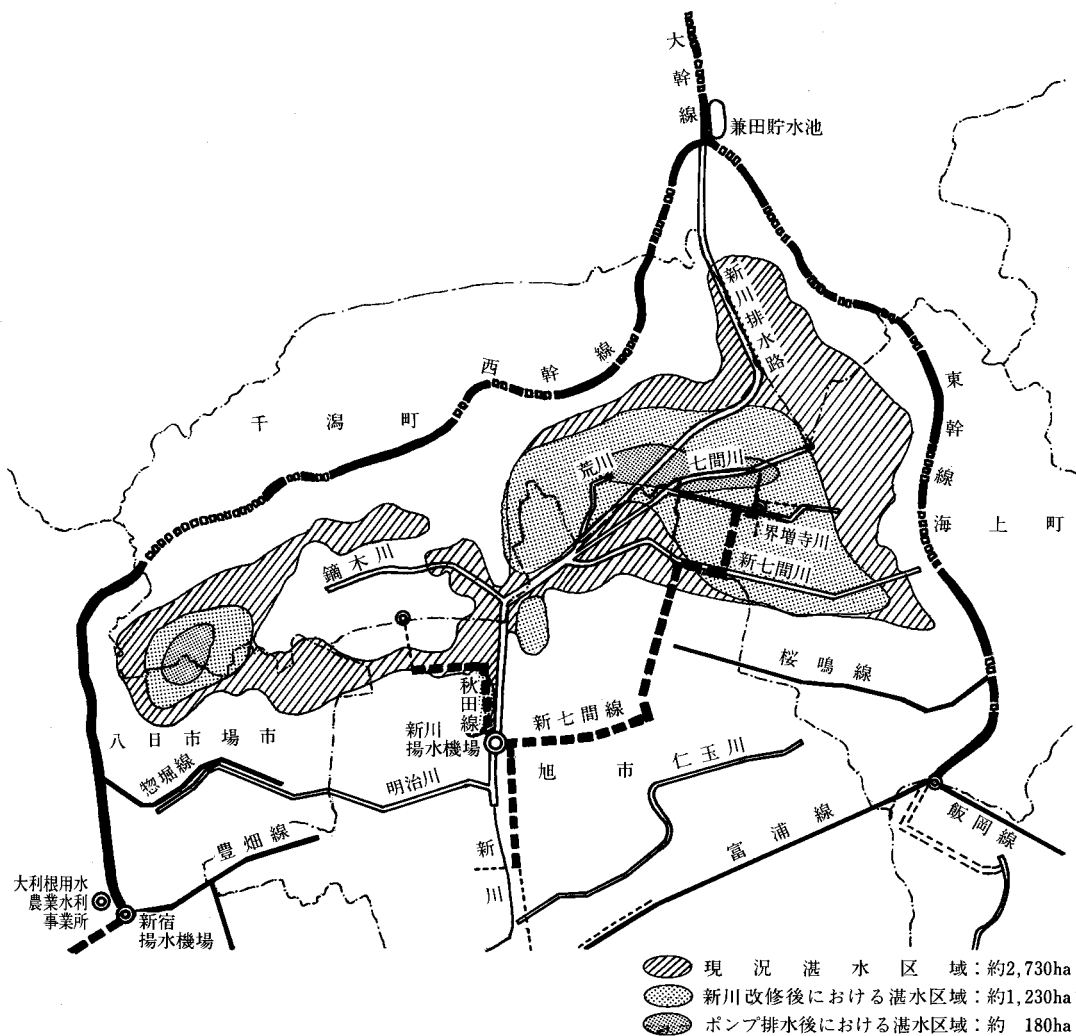


図-3 湛水区域 (10cm以上)

行った結果、以下のとおり決定した。

常時用 $\phi 1.800$ 1台 (洪水用兼用)

洪水用 $\phi 2.800$ 3台

また、型式については、洪水用は、口径および全揚程 (3m) より、土地改良事業計画設計基準「設計ポンプ場」(以下「設計基準」という) に示す適用線図から立軸軸流ポンプとした。常時用についても同様に検討のうえ、キャピテーションの可能性についても検討した結果、やはり立軸軸流ポンプを採用した。

なお、常時用、洪水用ともに羽根型式としては可動翼を採用しているが、これは、(ア)流量の変動範囲が大きい、(イ)内水位の一定制御を行う必要がある、等の理由により、運転操作の容易性を考慮

したものである。

(9)原動機

設計基準に従い、年間運転時間が約3,800時間となる常時用ポンプについては電動機を採用した。洪水用ポンプについては、建設費および年間運転時間 (約80時間) を前提とした管理費につき電動機とディーゼル機関で経済比較を行い、さらに、全国の国営事業における近年の実施傾向を総合的に検討のうえ、ディーゼル機関を採用した。

6. 用水計画

(1)全体用水計画諸元

①計画基準年 昭和39年

②かんがい方式および単位用水量

表—1のとおり

③水利用計画

表—2のとおり

(2)受前面積

1.670ha (水田1.610ha, 畑 60ha)

新七間線 550ha (水田510ha, 畑40ha)

秋田線 590ha (水田570ha, 畑20ha)

富浦線 530ha (水田530ha)

(3)計画取水量

新川機場における反覆線水路の取水量算定は、代かき最大用水量および普通期最大用水量の合計を算出し、そのうちの大きい方(普通期)から、湧水および反復利用による地区内利用可能量を差し引いた値を最大取水量とした。その結果、新川機場の最大取水量は2.40m³/sとなった。

また、反覆各線の最大通水量は、各線について代かき期と普通安における取水量を比較し、より大きい値を最大取水量と定めた。

(4)水路形式

反覆水路の水路形式については、開渠とパイ

プラインとで比較検討を行い、

①適正、合理的な水配分を行うのに有利

②経済的に安価

などの理由によりパイプラインを採用した。

(5)送水管口径

各線の管口径は、最大通水量から決定した。

(6)ポンプ型式

台数については、排水ポンプにおける台数の選定と同様の理由により、表—5におけるケース3を採用した。

型式については、各線に必要な全揚程が14~29mと高揚程であり、設計基準によれば原則として横軸両吸込単段渦巻ポンプが適用されるが、排水ポンプと同一機場内に設置するため、設置スペースならびに立軸で統一することによる保守点検の容易性などを検討した結果立軸斜流ポンプとした。

(7)原動機

原動機については、用水ポンプはかんがい期間を通じて稼動することから、全て電動機とした。

表—1 かんがい方式および単位用水量

区 分	かんがい方式	期 間	最大単位用水量		備 考	
			用水量	時 期		
水 田	表 作	湛水かんがい	3月上旬~8月下旬	16.5mm	8月	代かき用水は90mm(4月下旬~5月上旬)
	裏 作	うね間かんがい	9月上旬~3月上旬	3.0	9	
	還元畑	うね間かんがい	通 年	5.0	8	
畑	うね間かんがい	通 年	5.0	8		

表—2 水 利 用 計 画

区 分	代かき期 (m ³ /s)	普通期 (m ³ /s)	備 考	
純 用 水 量	8.20	12.96		
損 失 水 量	1.55	2.34		
全 用 水 量	9.75	15.30		
利用可能量	利 根 川	9.51	10.33	笹川機場
	地 下 水 流 入 量	0.19	0.19	
	反 復 利 用 量	—	4.35	新川機場
	貯 水 池	0.05	0.43	兼田貯水池
	計	9.75	15.30	

表-3 最大取水量の算定(水源内訳)

用水系統名	水 源 内 訳												新川機場 取水分 (m³/s)	
	湧 水 量 (m³/s)			反覆利用量 (m³/s)			兼田利用量 (m³/s)				計 (m³/s)			
	流 域	単位湧水量	湧水量	内 訳		新川機場	地区内利用	小 計	水 田	輪換田		畑		小 計
	(km²)	(l/s/km²)	(m³/s)	新川機場	地区内									
反覆新七間線	12.95	7.336	0.095	0.079	0.016	0.612	0.249	0.861		0.044	0.038	0.082	1.038	0.773
反覆秋田線	3.54	7.336	0.026		0.026	0.531	0.597	1.128			0.017	0.017	1.171	0.548
反覆富浦線						0.802		0.802	0.199	0.078		0.277	1.079	1.079
計	16.49		0.121	0.079	0.042	1.945	0.846	2.791	0.199	0.122	0.055	0.376	3.288	2.400

新川機場取水量 = 粗用水量 - 地区内(その他)利用可能量
 = 3.288 - (0.042 + 0.846)
 = 2.400 m³/sec

表-4 反覆線用水路計画通水量

ブロック名	計 画 通 水 量		路 線 延 長 (km)	計画吐水位 (m)	計画吸水位 (m)	管 径	流 速
	代 か き 期	普 通 期					
新七間線	m³/s 0.631	m³/s 0.773	6.38	T.P 2.50	T.P 1.10	mm 800	m/s 1.539
富浦線	0.745	1.079	1.87	23.30	1.10	900	1.697
秋田線	0.748	0.548	3.06	3.00	1.10	800	1.489

(注) 管理水位(T.P1.30m)と計画吸水位の差はスクリーン・ロス。

表-5 用水ポンプ台数比較検討

ブロック名	最 大 通 水 量		ケース 1	ケース 2	ケース 3
	m³/s	m³/min			
新七間線	0.773	46.4	φ600	φ400×2台	φ600 ← φ500×2台 } 兼用できる φ600 ← } 配管とする。
富浦線	1.079	64.7	φ700	φ500×2台	
秋田線	0.748	44.9	φ600	φ450×2台	

7. 機場設計と施工

(1) 機場諸元

- 吸水槽 B=39.8m L=27.0m
 敷高 T.P-4.0m
 吐水槽 B=30.0m L=18.0m
 敷高 T.P-1.0m
 下部工 B=46.6m L=37.4m
 底高 T.P-5.5m
 上部工 (建屋) B=40.8m L=26.2m
 H=15.9m
 地盤高 T.P5.2m 床面積1.810m²

(2) 基礎工法の検討

機場地点の地盤は次の各層に区分できる。

- | | |
|---------------------------|-------|
| ①最上部層 (Um) | } 沖積層 |
| ②上部砂層 (As ₁) | |
| ③上部粘土層 (Ac ₁) | |
| ④下部砂層 (As ₂) | |
| ⑤下部粘土層 (Ac ₂) | } 洪積層 |
| ⑥基盤層 (Ks) | |

基礎工法の検討に当たっては、昭和57年度および58年度に機場予定地の調査ボーリング等を行い、その結果をもとに、地盤の液状化、地盤の支持力、および圧密沈下について検討を行った。その結果、機場を直接基礎とした場合、液状化および支持力については問題はないものの、圧密沈下については機場前後で約18cmの差（最大20.5cm、最小2.9cm）が生ずることが予想された。その原因としては、ポンプが機場後方（下流側）に設置されるために荷重が後方に偏心することが挙げられた。さらに、軟弱なAc₂層の層厚が機場右岸側で約20m、左岸側で約13mと大きな差があることなども不等沈下が発生する要因と考えられた。このような不等沈下が機場に生じた場合、

- ①ポンプの鉛直軸に変位が生じ、それが大きくなれば使用不能となる。
- ②吐水管がサイホン形式であるため、沈下量が大きくなるとサイホンの形態を維持できなくなる。
- ③下部および上屋にクラックが生じる恐れがあ

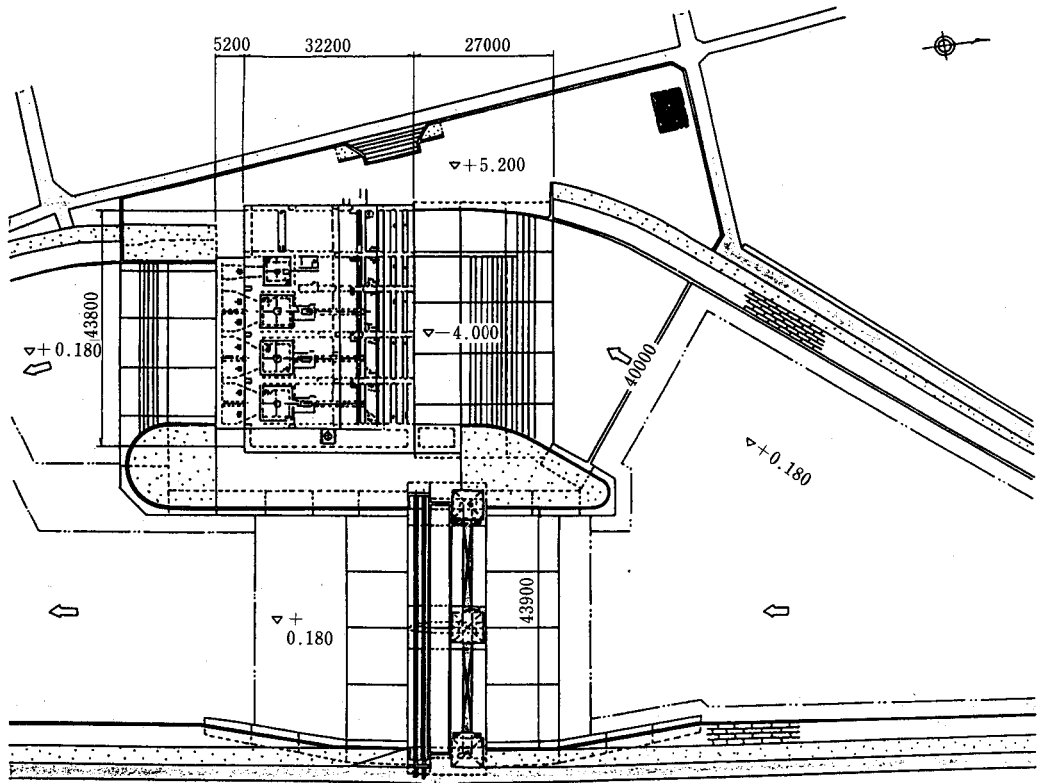


図-4 新川機場平面図

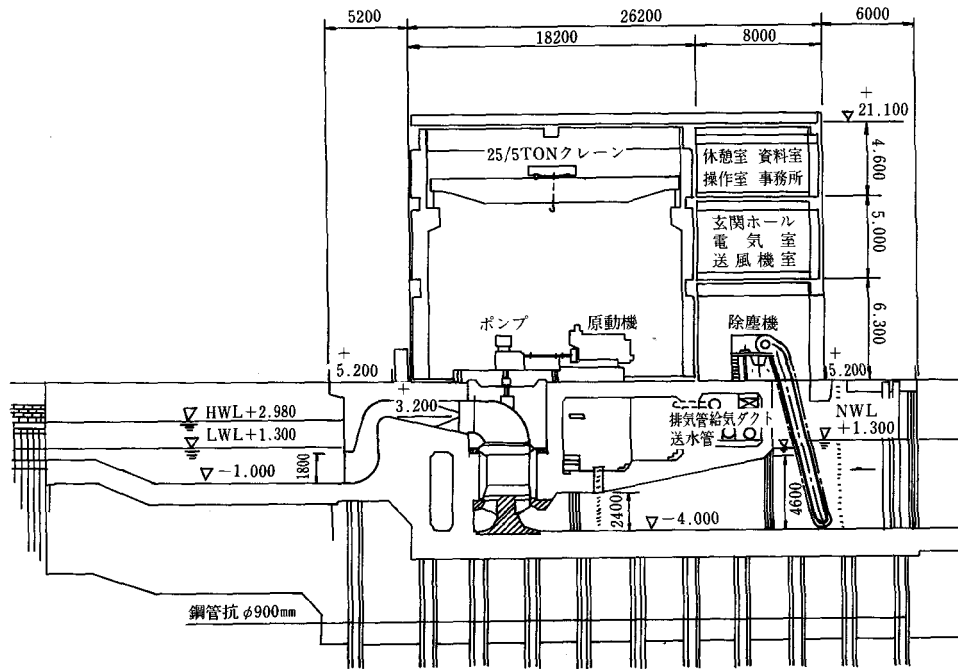


図-5 新川機場断面図

表-6 ポンプ設備諸元

区分 事項	排水ポンプ				用水ポンプ			
	洪水用			常時用	新七間線	秋田線	富浦線	
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8
吸水位	T.P 1.10 m			T.P1.10m	T.P1.10m	T.P1.10m	T.P 1.10 m	
吐水位	T.P 2.98 m			T.P2.98m	T.P2.50m	T.P3.00m	T.P 23.30 m	
実揚程	2 m			2 m	2 m	2 m	22 m	
全揚程	3 m			3 m	24 m	14 m	29 m	
形式	立軸軸流			立軸軸流	立軸斜流	立軸斜流	立軸斜流	
口径	φ2,800mm×3台			φ1800mm	φ600×1台	φ600×1台	φ500×2台	
原動機	ディーゼルエンジン			電動機	電動機	電動機	電動機	
出力	630P.S			190kW	250kW	135kW	220kW	

表-7 水門設備(新川堰)諸元

型式	シェル構造ローラーゲート
スパン	21.0m×2門
扉高	2.90m
巻上形式	電動ワイヤーロープ巻取式

り、特に下部にクラックが生じた場合は、T.P ± 0 m以下の地下水が塩分を含んでいることから許容応力が大きく低下する恐れがある。等の問題があり、この不等沈下を防ぐ基礎工法をとることとした。

基礎工法としては以下の3ケースを検討したが、本機場の場合、機場基礎面より基盤層(Ks)までは約40mと深く、しかも基盤層は10°~15°程度傾斜していることから、最も確実な基礎工法として杭基礎工法を採用した。

(3)杭基礎

イ) 杭種

杭種としては、鋼管杭、コンクリート既製杭による打込み杭、および場所打ち杭(リバース工法)が考えられたが、支持層の傾斜を考慮した加工切断の容易性、杭材の耐力が大きく継手も確実性が高いこと、また、実績も多いことなどから、鋼管杭を採用した。なお、経済比較においても、鋼管杭が最も有利であった。

ロ) 工法

杭の打込みはディーゼルハンマーによるものとし、周辺に家屋が隣接していることから、騒音を極力押さえるために防音カバーを用いた。

ハ) 杭の管径等

杭の管径および肉厚は、地盤の極限支持力、杭材の耐力、および負の周面摩擦力から管径φ600~φ1,000mmにおける肉厚tを各々算定し、各管径により杭を配置した場合を経済比較した。その結果、φ900mm、t=12cm、杭長31~53m、杭本数138本とした。

(4)工事工程

新川機場ならびに新川堰の建設工事は、表—8に

示すように、昭和58年度より着手し、先ず新川右岸に迂回水路を設置し、切替えのあと本川に新川堰を設置。続いて昭和60年度からは迂回水路を二重の鋼矢板により締切り、機場本体工事に着手した。

本体工事にあたっては、基礎地盤をT.P—5.60mまで掘削する必要があったが、地下水位がT.P 2.50mと高いことから、工事の施工性および安全性を確保するため、ディープウエル(φ500mm、l=18.5m×4本)を設置して地下水を強制排水する計画とした。しかしながら、工事の実施に伴い、想定よりも湧水量が多いことから、ディープウエルの口径を一部変更(φ500mm 4本のうち2本をφ800mmに変更)したほか、ウエルポイント(140本)を追加して施工した。

機場上屋の建設と並行して昭和61年度よりポンプの製作に入り、昭和62年2月の上屋完成後洪水用排水ポンプから順次据付けを行い、平成元年10月の反覆線新七間線の用水ポンプを最後に全てのポンプ据付けが完了した。また、新川の改修ならびに反覆線用水路の新設もごく一部を除いて完了しており、冒頭に述べたように、反覆秋田線および富浦線については既に漏水試験を行ったうえ暫定的に使用を開始している。また、新川下流にある既設二堰(吉崎堰、駒込堰)と新川機場、新川堰を一元的管理するための水管理制御機器も部分的に完成しており、将来的には新川機場を中央管理所とした新川排水路ならびに反覆線用水路の集中管理システムが整備される予定である。

8. おわりに

平成元年4月の供用開始とともに新川機場は千

表—8 新川機場建設工事工程

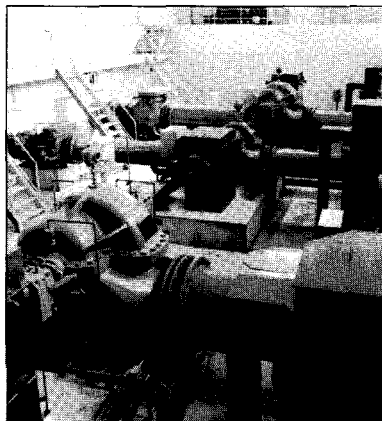
工種区分	S59	60	61	62	63	H元
迂回水路	—					
新川堰	—	—				
機場本体			(土木・上屋)	—		
排水ポンプ		(常時用)	—			
					(洪水用)	—
用水ポンプ					(富浦・秋田線)	—
						(新七間線)

葉県により暫定管理されており、事業完了後も引き続き県管理が行われる予定である。新川機場の完成は、干潟耕地における用排水の改良、ならびに海岸地帯との新川の管理をめぐる争いの解決といった積年の懸案を基本的には解決し得ることになる。そのためにはほ場整備などの末端事業の早期完了、永年の用排水慣行の変更、維持管理費用の負担など地域全体の合意をもって解決しなければならない問題も多い。また、耕地の汎用化にともなう作物の多様化など営農面でも今後解決すべき事項は多数あると思われる。幸いなことに、地元の千葉県大利根土地改良区ならびに千葉県干潟

土地改良区にはこれらの問題について前向きに取り組んでいただいております。国営事業所、千葉県八日市場土地改良事務所と相互に緊密な連携を保ってきている。また、地元関係市町長により国営大利根用土土地改良事業自治体連絡協議会が組織されており、設立当初の目的であった地元負担金に対する自治体助成問題の解決とともに会規約を変更し、地域営農の強化に必要な情報交換、連絡調整等を行うべく活動している。このような取組みの中で、新川機場の本格的供用に向けて、関係各者が一体となって問題の解決のために、より一層努力していくことが求められている。

治水事業に貢献する

トシマポンプ



揚水用両吸込うず巻ポンプ
(農林水産省 関東農政局殿 新宿揚水機場)



排水用横軸軸流ポンプ
(千葉県殿 新堀川排水機場)



株式会社 西島製作所

本社 大阪府高槻市宮田町一丁目1番8号
工場 ☎ 0726-95-0551 (大代)

営業所：大阪・東京・名古屋・福岡・札幌
仙台・広島・高松・那覇・横浜
出張所：佐賀・宇部・和歌山・新潟

吉野川北岸農業水利事業と用水路等の設計・施工について

落 合 信 義* 森 康 彦*
根 馬 清 志* 高 市 忠 男*

目	
I. はじめに	90
II. 事業の概要	90

次	
III. 幹線用水路の設計と施工	92
IV. おわりに	99

I はじめに

当地域は四国随一の大河「吉野川」の沿岸にありながら、その大部分は地形的制約から自然取水が不可能で、降雨量が少ないこと（年平均1,600mm程度）と相俟って水利に恵まれず用水の確保に多大の労力が払われてきた。例えば、明治時代に計画されながら取水確保の困難性、経済性が不十分とのことで昭和5年に中止された「北麓用水」計画、戦後実施された県営事業の「阿波用水」、「昼間用水」、「足代用水」等は比較的規模の大きなものであり、更には吉野川沿岸に2千数百台に及ぶ小規模ポンプ、吉野川支流からの直接取水や伏流水取水、各地に点在する小規模な溜池等もその努力の結果である。

しかし、これらの施設も考朽化が進み、また、施設規模が小さいこともあって多大の維持管理費を要し、その更新を迫られている現状にあった。

このような時と期を一にして昭和42年吉野川の水資源の有効利用と治水を行う吉野川総合開発計画が樹立され香川県へ農業用水・工業用水・上水を取水・調整する施設として池田ダムが建設されることとなり、『香川へ分水するならば徳島県内へも』との県民感情を背景にして吉野川北岸農業水利事業が計画・実施されることとなった。

香川用水が先行していたことから、昭和44年度地区調査、昭和45年度全体実施設計といずれも1年で完了、昭和46年10月事業所を開設して事業に着手した。香川用水に遅れること3年の着工であ

った。

香川用水と『同時・同量取水』を前提にして着手はしたものの、用地問題・地質上の問題・埋蔵文化財等現地における諸問題のほか、オイルショックによる緊縮財政で予算の確保が思うに任せず、更には工事費の増嵩を来したこと等々工事は大幅に遅れることとなったが、昭和61年7月24日の全線通水を経て平成元年度を以て全工事が完了することとなった。

工期18年半、総事業費613億円に及ぶ大事業の完成である。

II 事業の概要

1 吉野川総合開発計画の概要

吉野川総合開発計画は吉野川水系の水利用の高度化を図るもので、吉野川の上流早明浦地点に高



写真-1 早明浦ダム

*中国四国農政局吉野川北岸農業水利事業所

さ106m, 有効貯水量289百万m³のダムを築造し, 更に支流に作られるダム群との総合調整によって徳島県内の洪水調節を行うと共に『四国は一つ』の理念のもと四国四県に各種用水の供給及び発電を行うもので, その概要は次の通りである。

(1) 治水

吉野川の計画高水流量(岩津地点) 17,500m³/sと河道改修計画流量15,000m³/sとの差2,500m³/sに対応するダム地点流量4,500m³/sを各ダムで下表のようにカットする。

ダム名	洪水量	カット量	放流量
早明浦	4,700	2,700	2,000
柳瀬(既設)	2,600	1,200	4,100
新宮	1,600	400	1,200
池田	11,300	200	11,100

(2) 利水

単位：m³/s

県名	農業用水				上水・工水
	不特定		新規		
	かんがい期	非かんがい期	かんがい期(平均)	非かんがい期(平均)	新規
徳島県	43.0	15.0	3.5	2.0	10.5
香川県			8.0	1.0	4.5
愛媛県	1.47	1.0	0.46		5.18
高知県					1.23

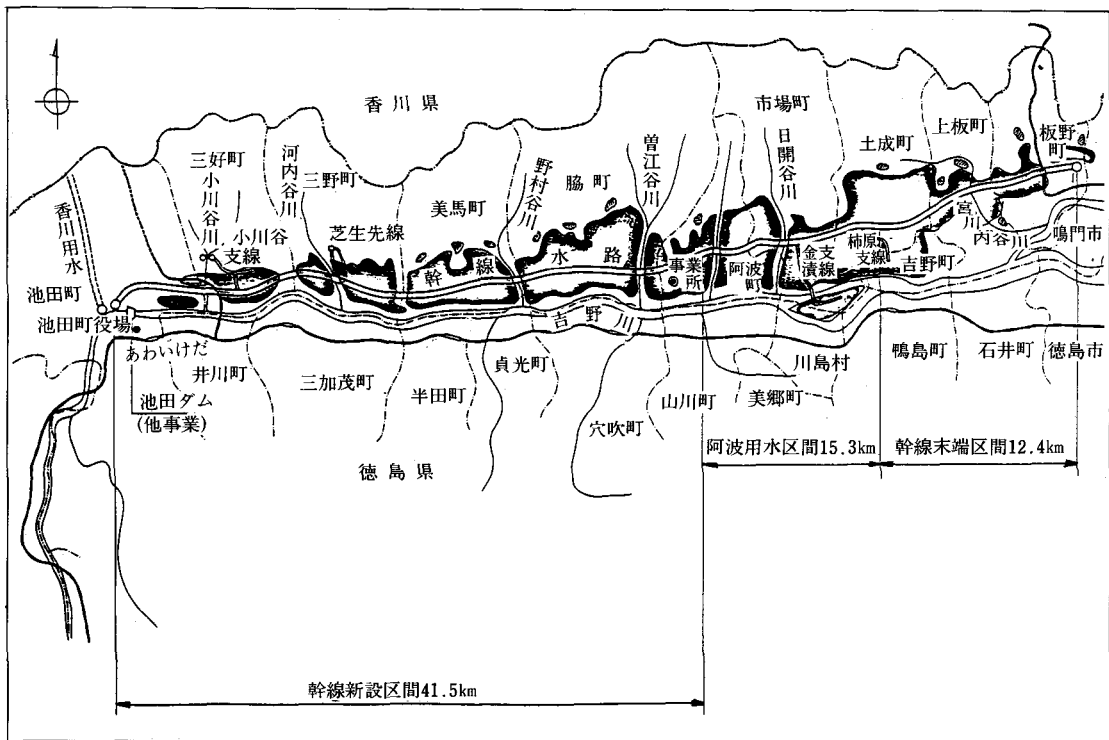
発電

単位：千Kw

区分	最大出力				
	早明浦	池田	小歩危	天神配所	新宮ダム
吉野川本川(電源開発)	42	10	75		
愛媛分水(県営)					11.7
高知分水(四国配力)				11.8	

2 吉野川北岸農業水利事業の概要

本事業地域は吉野川の北岸に位置し, 阿讃山地との間の東西約70kmに及ぶ細長い地域で, 三好郡池田町から板野郡板野町に至る関係12町の農地約6,860ha(水田5,030ha, 畑1,830ha)を受益とし



図一 国営吉野川北岸地区概要図

ている。

吉野川総合開発計画の一環として水資源開発公団が建設する池田ダムに取水施設を設け、かんがい期最大 $14.8\text{m}^3/\text{s}$ (かんがい期平均 $8.0\text{m}^3/\text{s}$ 、非かんがい期平均 $1.0\text{m}^3/\text{s}$)を取水して 69.2km の幹線用水路と 82.7km の支線用水路によって用水を供給するとともに、併せて農地 53ha を造成する総合かんがい排水事業でその概要は次のとおりである。(図-1)

取水施設

池田取水工 (最大取水 $14.8\text{m}^3/\text{s}$)

小川谷頭首工 (補助水源 最大取水 $0.45\text{m}^3/\text{s}$)
堤高 3.8m 堤長 35m の固定堰
で溪流取水タイプ

用水路

幹線用水路		69.2km
支線用水路	17路線	82.7km
	ポンプ場	46箇所 62台
錯綜用水路	13団地	881ha
農地造成	13団地	53ha

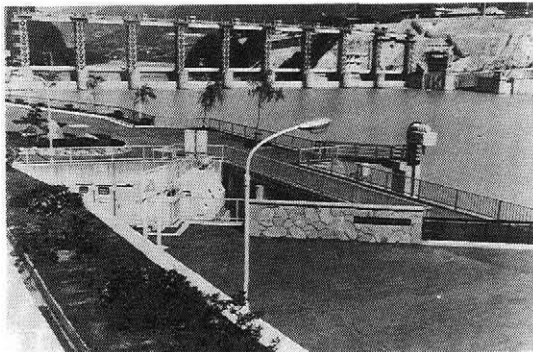


写真-2 池田ダムと北岸用水取水口

III 幹線用水路の設計と施工

1 幹線用水路の概要

幹線用水路は、池田取水工から既設阿波用水へ接続するまでの「新設区間」、阿波用水を改修した「阿波用水区間」、それ以降の「末端区間」に区分している。新設区間及び阿波用水区間は開水路タイプであるが、そのほとんどはトンネル、サイホン、暗渠等であり、また末端区間は管水路タイプとなっていていずれも地中に埋設されている。(図-2, 表-1)

2 基本設計

当地区の用水路の設計・施工に当たって重要な影響を及ぼす地形等の特徴は次の通りである。

- ① 幹線用水路の縦断勾配が非常に緩であること。
既設阿波用水への接続が一つの制限要因であり、新設区間での勾配は平均約 $1/4,000$ 、阿波用水区間では $1/1,000$ 、末端区間では $1/400$ となっている。
- ② 縦断勾配に反し横断勾配は非常に急であること。
阿讃山地と吉野川とに挟まれ扇状地及び段丘が形成されて、山地が直接川に落ち込んだ地形となっている。
- ③ 水路が横断する吉野川の支流は天井川である。
河川横断の構造が制約を受けること、また、それら河川が未整備であることから放・余水の処理が困難である。
- ④ 水路が中央構造線にほぼ平行に近接し地質的な問題を含んでいること。
- ⑤ 戸当たりの農地所有面積が少ないこと。
関係12町の戸当たり平均耕地面積は 0.65ha と

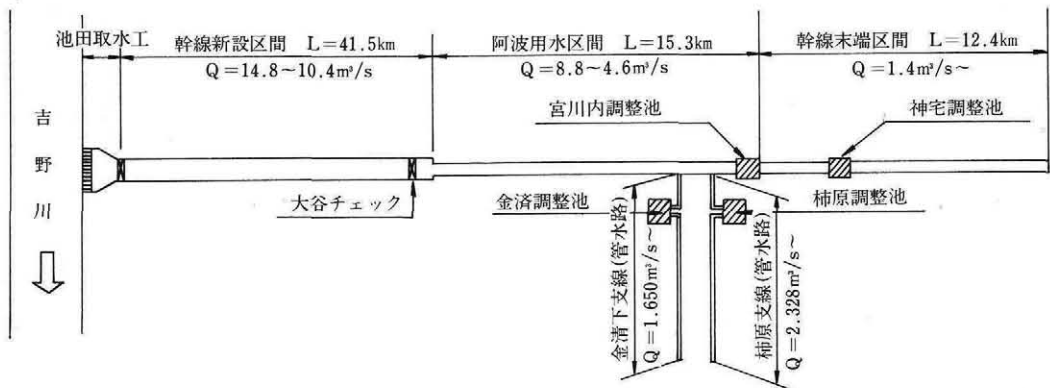


図-2 幹線用水路模式平面図

表-1 幹線用水路工種別一覧表

区間	工種 通水量(m ³ /s)	工種別延長 (km)						合計
		開水路	暗渠	トンネル	サイホン	管水路	その他	
新設区間	14.8~10.4	0.2	4.8	29.3	6.9	—	0.3	41.5
阿波用水区間	10.4~4.6	—	4.4	6.1	4.7	—	0.1	15.3
末端区間	4.6~0.1	—	—	(2.0)	—	12.4	—	12.4
計		0.2	9.2	35.4	11.6	12.4	0.4	69.2

全国平均の約半分で土地に対する執着が強い土地柄である。用地交渉に於いても、地権者全員に集まって貰っての交渉は出来なく、各戸を訪問しての個別交渉をしなければならなかった。特に、上流部においては事業に対する理解が得られず、下流に対する水路の通過のみであるとの認識が強く用地の確保は困難であった。

⑥埋蔵文化財が多いこと。

縄文・弥生時代の土器片、住居跡等が多くあることが指摘され、県教育委員会の担当者が少なく発掘調査に相当な日時を要し、工事の施工に支障を来した。

⑦かんがい期と非かんがい期との水量差が大きいこと。

池田取水工における取水量で比較しても、最大14.8m³/sに対して非かんがい期では2.0m³/sと約1/7である。

1) 路線位置の選定

縦断勾配が緩で横断勾配が急であることから路線選定は困難であり、当初計画では開水路及び水路橋を前提に行われており、耕地の中を通すものであった。前述のとおり用地取得の困難さはいかんともしがたく、更に、暗渠で地下埋設とするにしても地形が急な為用地幅が広く、原形復旧に経費を要すること、そのうえ埋蔵文化財の調査⁽¹⁾に日時を要することから一部区間を施工したものの路線変更のやむなきに至った。この結果トンネル・サイホン・暗渠を中心とする現路線に変更したものである。

2) 水路の勾配配分

緩勾配の水路では断面が大きくなるため、特に勾配配分を行って経済性に配慮しなければならない。本地区についても、新設区間、阿波用水区間に（末端区間についてはパイプラインであり検

討の要はない）検討を行った結果次のように決定した。

新設区間	開渠・暗渠	1/8,000
	トンネル	1/3,600
	サイホン	1/2,000
阿波用水区間	開渠・暗渠	1/2,000
	トンネル	1/1,700
	サイホン	1/700

現地条件によっては上記の勾配どおりにはいかない場合もあるが、極力これに合わせて設計を行った。

3 開水路及び暗渠

自由水面を有する鉄筋コンクリート水路で基本的には正方形に近い断面となっている。

開水路は幹線水路全長69.2kmのうちわずか2箇所0.2kmに過ぎない。

また、暗渠工は41箇所9.2kmにもおよびが、その殆どがボックスカルバートとなっている。しかし、前後の断面との関係でトンネルと同一の標準馬蹄形としているものが15箇所2.5kmある。

開水路及び主要な暗渠の一覧表は表-2、その代表的な断面は図-3のとおりである。

4 トンネル工

本地区の幹線用水路の約50%はトンネルであり、パイプライン区間に於けるトンネルも含めると全部で25箇所37.4kmにも及ぶ。(表-3)

しかも、既に述べたごとく地質が悪く、いずれのトンネルにおいても破碎帯に遭遇し、あるいは湧水に悩まされる難工事の連続であった。特に工法上特記すべきものについては、既に報告がなされているのでそれらを参考にさせていただきたい。⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾

5 サイホン工

新設及び阿波用水区間でサイホン工はトンネル

表-2 開渠・暗渠一覧表(暗渠は500m以上)

工種区分	名称	流量(m ³ /s)	延長(m)	断面・構造
開渠	雛田	14.8	111.5	4.50×4.05 鉄筋コンクリートフリューム
	昼間足代	14.8	90.0	4.50×4.05 鉄筋コンクリートフリューム
暗渠	昼間	14.8	841.1	4.50×4.05 ボックスカルバート
	足代古田	14.8	741.0	2R=4.20 標準馬蹄形
	中野谷	13.7	542.2	2R=4.10 標準馬蹄形
	薬師谷	10.4	675.4	3.10×2.90 ボックスカルバート
	伊沢谷	8.8	1,044.0	2.80×2.70 ボックスカルバート
	伊勢	8.4	1,001.4	2.70×2.70 ボックスカルバート
	大俣	8.4	701.7	2.70×2.70 ボックスカルバート

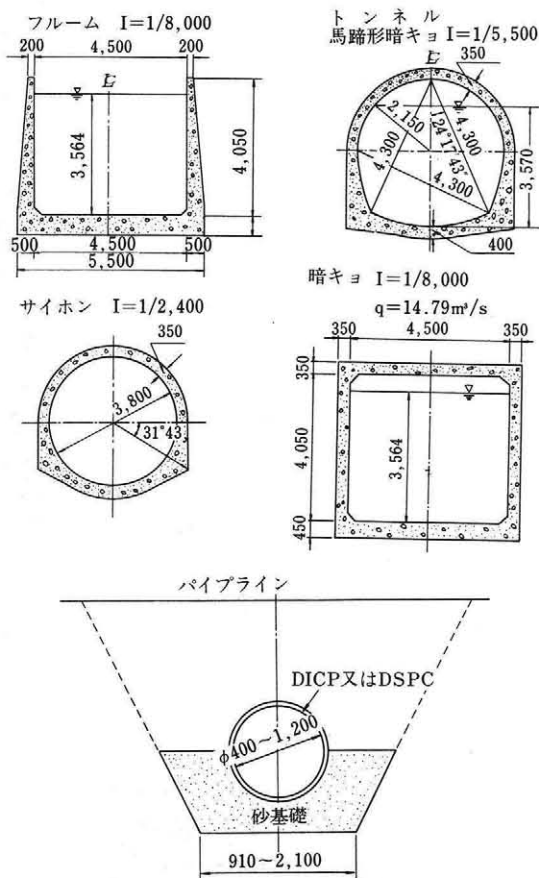


図-3 幹線用水路主要断面図

工について長く26箇所11.6kmにも達している。サイホンは経済性及び安全性より原則として円形断面の現場打ちコンクリートとしたが、直径2,000mm未満については既製品のパイプを使用することとした。また、上下流の構造・断面の関係



写真-3 開水路



写真-4 暗渠工

から延長の短いサイホンについては、断面変更によるエネルギーロス及び型枠等施工の経済性から正方形のボックスカルバートとしたが、その限界は検討の結果250~260mであった。(表-4) 6パイプライン⁽⁵⁾

幹線水路の末端区間は全線パイプラインであり、その延長は12.42kmである。また、支線水路の82.

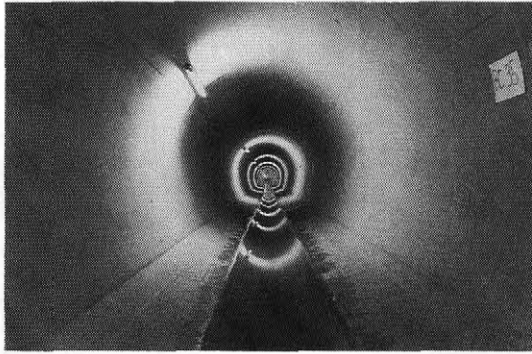


写真-5 トンネル工

7kmも総てパイプラインより成り立っている。

幹線用水路の末端区間におけるパイプラインの管種別延長は

ダクタイル管	10.4km
P C管	1.8km
鋼管	0.2km

となっているが、このうち鋼管は河川横断の水管橋等で曲がりの多い区間に使用している。

その他の管種選定に当たっては、内圧にたいしては設計基準・標準設計に基づき、外圧にたいしては土被り・載荷重による応力とタワミ量について検討した結果、道路下ではダクタイル鑄鉄管を、その他はP C管を使用することとした。支線水路にあつては、ポンプ圧送区間はダクタイル鑄鉄管を、その他については内圧に応じて決定した。

7 調整池

1) 調整池の設置目的

本地区の用水路は幹線用水路の新設区間及び阿波用水区間は開水路タイプ、末端区間及び支線用水路は管水路タイプから成り立っている。(図-2 参照)

この水路タイプを送水及び利水の面から考えると、開水路タイプは上流の通水条件に左右される

表-3 主要 トンネル 一覧表

名 称	流量(m ³ /s)	延長(m)	断 面	施 工 上 の 特 記 事 項
池 田	14.8	2,605.3	2R=4.00	
原	14.2	3,131.5	2R=4.00	湧水のため支保工の補強, 水抜ボーリング
太 刀 野	14.2	1,898.0	2R=4.00	
加茂野宮	13.7	1,548.0	2R=4.00	破砕帯の為上部半断面先進工法 ² ガスあり
重 清	13.7	3,608.9	2R=4.00	
郡 里	12.6	3,860.4	2R=3.80	
城 山	11.4	1,548.7	2R=3.60	
土 柱	10.4	3,146.1	2R=3.40	支保工の変形あり
切 幡	7.2	2,789.2	2R=2.70	湧水のため鏡張り工法及び止水グラウト工法 ³
土 成	4.6	1,566.0	2R=2.30	
平 山	0.25	866.0	2R=2.00	パイプイントンネル工法 ⁴ 内挿管φ700

表-4 主要 サイホン 一覧表

名 称	流量(m ³ /s)	延 長	断 面	工 法 上 の 特 徴
小 川 谷	14.8	1,771.2	D=3.8	現場打ち円形断面
野 村 谷	12.6	260.0	3.10×3.10	現場打ちボックスカルバート
曾 江 谷	10.4	1,196.9	D=3.1	現場打ち円形断面
日 開 谷	8.4	1,952.4	D=2.5	現場打ち円形断面
柿 木 谷	7.2	244.0	2.50×2.50	現場打ちボックスカルバート
九頭宇谷	4.6	1,132.4	D=1.8	既製管(FRPM)使用

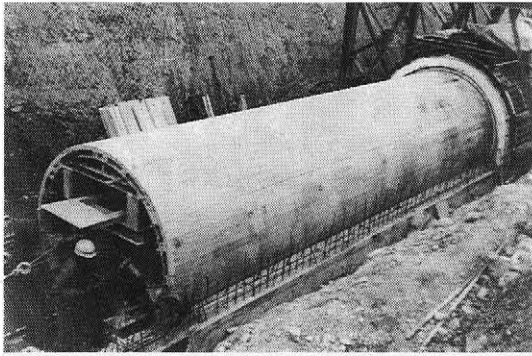


写真-6 サイホン工

供給主導型であり、一方管路タイプは下流の利水条件に左右される需要主導型である。即ち、開水路タイプは上流で送水する量しか管理できないのに対して、管路タイプでは水頭が存在する限り下流で使用する量によって管理できる。

幹線用水路には多くの分水工が設置されているが、小さい分水工（分水量）に対しては幹線水路内の貯留（チェックゲートによる堰上げによって水路内に貯留されている量）によって需要変動に対応できるが、幹線用水路の末端区間及び特に取水量の大きい金清下支線水路・柿原支線水路については水路内貯留量のみでは対応出来ない。従って幹線用水路にはバッファ機能を有する調整池を計画した。

2) 調整池の概要

ア 幹線用水路の調整池

末端区間用水量	1.48m ³ /s
* 宮川内調整池	貯水量 2,000m ³ 利用水深 2.0m 鉄筋コンクリートRC
* 神宅調整池	貯水量 2,600m ³ 利用水深 6.3m 円形PCタンク

幹線水路の開水路タイプと管路タイプの接続点である宮川内地点に於ける調整池容量は全体として4,600m³必要であるが、用地的な制約をうけるため2,000m³の規模に限定された。残りの2,600m³については約3.0km下流に神宅調整池として設置した。

イ 支線用水路の調整池

* 金清下調整池	支線分水量 1.65m ³ /s 貯水量 7,200m ³ 利用水深 2.0m
----------	---

	鉄筋コンクリートRC
* 柿原調整池	支線分水量 2.328m ³ /s 貯水量 8,200m ³ 利用水深 4.5m 鉄筋コンクリートRC（床版のみPC）

3) 容量の検討

4ヶ所の調整池を設置したが、ここでは柿原調整池についてその検討の概要について述べることにする。

ア) 貯留方式

柿原支線水路は既に施工済みであり、設計計画時には調整池を考慮した水頭配分はなされていない。更に本調整池の目的が柿原支線水路全体のバッファ機能を持たせる必要から分水の直下流に調整池を設置しなければならない。このことから、現水路では従来の余裕水頭を利用して貯留する方式は本調整池では採用できないので、末端での消費水量の期別変化に伴う水位差を利用して貯留させる方式を採用する。

イ) 容量の決定

柿原支線水路に於ける期別用水量から水量変化の大きいのは

$$Q_{\min} = 0.075 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{6月5日})$$

$$Q_{\max} = 1.213 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{6月6日})$$

となっておりピーク流量 ($Q_{\max} = 2.328 \text{ m}^3/\text{s}$) との比率を求めると、 $Q_{\min} \approx 10\%$ $Q_{\max} \approx 60\%$ となるので、ゲート、バルブ等の操作上の余裕を見込み流量の変化割合を10%~70%とする。

バッファ機能を主目的とする調整池の容量は次式によって求められる。

$$V = \Delta q \times T$$

ここで V ; バッファポンドの容量 (m³)

Δq ; 利用水量差 (m³/s)

$$= Q_{70} - Q_{10} = 1.63 - 0.23 = 1.4 \text{ m}^3/\text{s}$$

T ; 流達時間 + 操作遅れの時間 (sec)

$$= 4,000 + 1,800 = 5,800 \text{ sec}$$

大谷チェックから柿原分水までの流達時間は計算の結果より4,000sec、操作遅れの時間は30分とする。

$$V = 1.4 \times 5,800 \approx 8,200 \text{ m}^3$$

ウ) 利用可能水位の決定

70%流量時及び10%流量時の調整池の水位はそれぞれ62.401m (LWL)、62.498m (HWL) とな



写真-7 柿原調整池

り、その差は僅か0.097mにすぎずこのままでは膨大な用地を必要とし、用地の確保が特に厳しい予定地点では調整池の設置が出来ない。柿原支線水路は勾配も急で水頭に余裕があることから、下流分水の水位から逆算してLWL=59.6mとする。このためには既設の用水路を0.81m下げる必要があり約70m区間について勾配修正の必要が生じた。

以上によって決定した調整池の形状は図-4の通りである。

8 管理施設⁽⁶⁾⁽⁷⁾

取水口で取水した用水を受益地に公平に配分し、また、余水等によって周辺に災害等をもたらさないための用水管理をいかに省力化し、経済的に行うかが管理施設検討に当たっての課題である。さらに本地区においては、

- 1) 水利慣行が非常に厳しく、そのうえ新規利水者との調整のため、特に公平配分に留意する必要があること。
- 2) 需要変動に対応するための調整池や余水を貯留する貯水池を設置する適切な場所が無く（地形的、

用地的）、余水を放流すべき河川も小規模な天井川で、かつ、殆どが未政修であること。

3) 水路が極めて緩勾配で、水量の最大と最少の差が大きいこと。

の特殊条件を考慮すべきで、事業開始早々から検討が行われてきた。

その結果次の基本に沿って施認の整備が行われた。

①需要変動に対して早く対応でき、かつ、公平に配分する。

i) 幹線水路内貯留を行うためチェックゲートによる堰上げを行う。

ii) 更に流下到達を早めるために予測的ゲート操作を行うこととし、需要量に対して不等流計算を行ってチェックの上下流水位・ゲート開度を求め、この値によって全ゲートを同時制御することとした。

iii) 取水工の制御においてもゲート開度と取水量の組み合わせによる方式とした。

iv) 分水量のチェックのため流量の盟視は出来るだけ多くした。

②小流量にも安定した流況を確保する。

i) 新設区間のチェックにはベース流量を確保するためのバイパスゲートを設け、これ以上の流量のみメインゲートで調整することとした。

ii) 阿波用水区間のチェックは水位に連動した無人自動ゲートであり、小流量では不安定となるのでフロートの改造等で対応した。

③需要変動等によって生じた余水の安全な処理。

i) 幹線水路の上流部及びほぼ中間点に2箇所

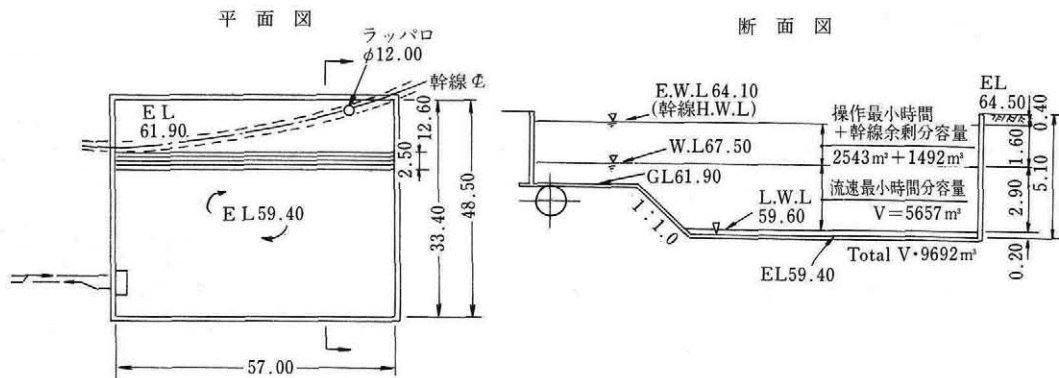
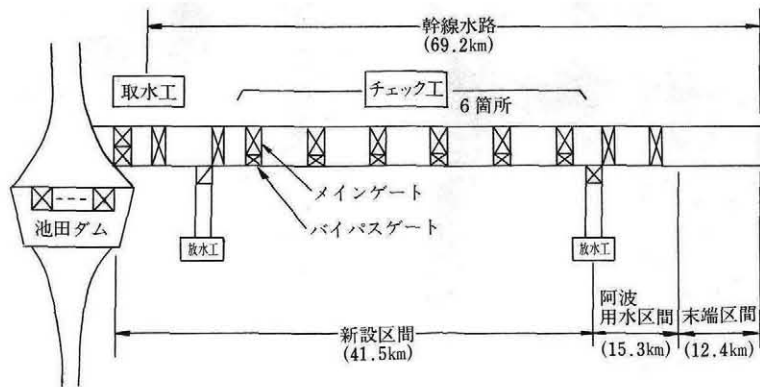


図-4 柿原調整池計画図



制御対象は、取水工1箇所、放水工2箇所及びチェック工6箇所である。バイパスゲート、阿波用水区間及び末端区間はゲート状態、水位、流量を計測監視している。

図-5 幹線水路の管理施設模式図

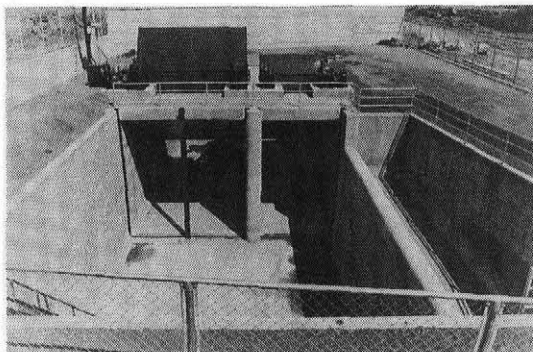


写真-8 管理施設 (チェックゲート、放余水工)

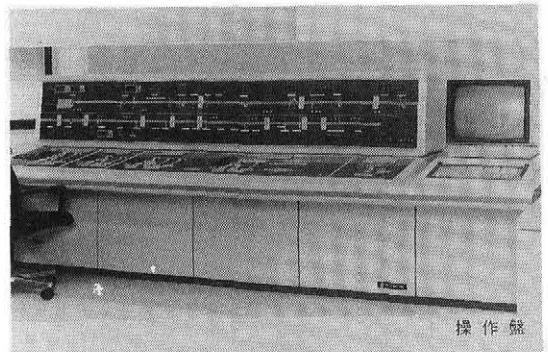


写真-9 管理施設 (中央管理所：操作室)

表-5 管 理 施 設 概 要

区 分	新 設 区 間					阿 波 用 水 区 間			末端区間	合 計
	取水工	放余水工	チェック工	量水工	計	余水工	量水工	計	量水工	
設 設/箇 所	1	4	6	2	13	4	1	5	3	21
TM 子 局		2	6	2	10	4	1	5	3	18
TC/TM子局	1	2			3					3
水 位 計	3	5	13		21	4	1	5		26
流 量 計	1	1	2	2	6	3	1	4	3	13
雨 量 計	1									2*
サイレン		2								2
中央管理所										1

*中央管理所分1箇所を含む。中央管理所内の施設については省略する。

の放水工を設けた。

ii) チェック工及びその他必要な箇所に余水工を設置した。(図-5)

④管理施設及び維持管理費の経済性の確保。

- i) 経済性を考慮して阿波用水区間のチェックは無人化した。
- ii) 施設の重要性・使用頻度に応じて伝送路を、無線、NTT専用回線、NTT加入回線と使い分けることとした。
- iii) 出来るだけ周期監視(一定時間毎にデータをおくる)の局を多くするため、重要な情報については子局からの発信機能を持たせた。

以上の方針で設置した管理施設の概要は表-5のとおりである。

IV おわりに

吉野川北岸農業水利事業の完了をひかえ用水路の設計と施工について事業誌的にまとめるよう依頼があり、急ぎ取り纏めたので十分に意をつくせなかった点が多く、また、長期間にわたる事業であるので資料の整理が間に合わず内容的に不備な

点もあらうと思われるがご容赦願いたい。

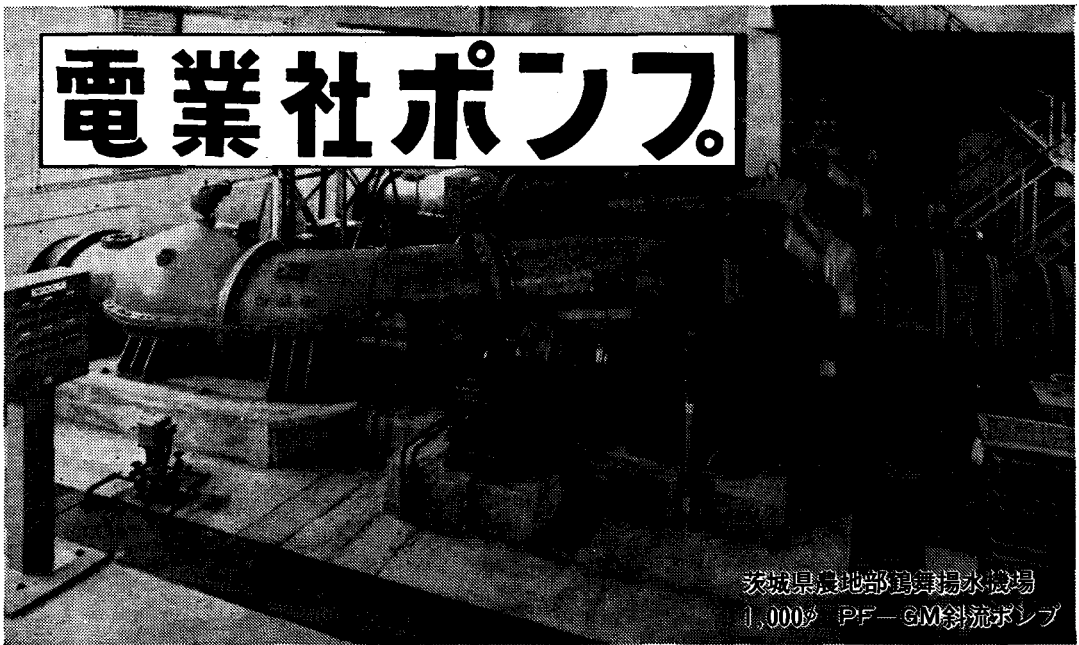
また、今までに学会誌等に発表されたものについては重複を避け、それらを参考にさせていただきたく誌名等を記すにとどめた。

各位の今後の参考になれば幸いです。

参考文献

- (1) 天野 景敏他 吉野川北岸農業水利事業と埋蔵文化財 農土誌45(2)P29~P34
- (2) 末吉 英夫他 中央構造線に伴う断層破碎帯中のトンネル施工について 水と土58巻P39~P58
- (3) 中島淳一郎他 中央構造線の副断層を掘進すること729日 農土誌56(4)P5~P12
- (4) 中島淳一郎他 トンネル内挿式圧力管路(パイプイントンネル)工法 農土誌54(10)P35~P41
- (5) 武田明寅他 吉野川北岸農業水利事業幹線水路末端区間におけるパイプライン工事概要についてダクタイル鉄管(日本ダクタイル鉄管協会) No.39 P47~P61
- (6) 天野 景敏他 吉野川北岸河業水利事業の実施方式と管理方式について 農土誌43(12)P21~P26
- (7) 中島淳一郎他 吉野川北岸農業水利事業用水管理システム 農業土木の機械化(農業土木機械化協会) 昭和61年第2号P20~P25

電業社ポンプ



茨城県農地部沼舞場水揚場
1,000ガロン PF-3M斜流ポンプ



株式会社 電業社機械製作所

本社 東京都大田区大森北1丁目5番1号
大森東京海上ビルディング
電話 東京(298) 5115
支店 大阪・名古屋・九州・東北・中国四国
営業所 札幌・金沢・横浜・静岡・三重・山口・高松
沖縄

愛知用水二期事業における幹線水路等の設計・施工

萩原宗作* 青木 昭* 前川 昭*

はじめに	100	3. 農業用揚水機場の設計と施工	108
1. 愛知用水二期事業の概要	100	おわりに	109
2. 幹線水路の設計と施工	102		

はじめに

愛知用水は、水と国土の総合利用をめざした我が国初の大規模総合開発事業として、昭和30年度に着手し、同36年度に完了したものである。以来、愛知用水は中京経済圏の飛躍的な発展に多大な貢献をし、地域の農業、商工業、地域住民の生活を支える水の大動脈としての役割を担い続けている。

しかし、完成直後からの高度経済成長により、押し寄せる都市化の波は建設当時の予想をはるかに越えるもので都市用水の需要は急増し、水の利用形態も大きく変化してきた。このため水路の維持管理は次第に難しくなり、施設の酷使を強いる結果となった。特に開水路においては薄いコンクリートでライニングした水路という構造的な特性もあって、著しく老朽化が進んできている。また、受益地域の土地利用が次第に定着してきたことに伴い、農業受益地の再編整備の必要性が高まるとともに、都市用水の需要はなお増加が見込まれている。これらのことから水路施設を抜本的に改築し、水の安定供給、通水能力の拡大、安全施設の整備及び管理機能の向上を図るため昭和57年度より愛知用水二期事業（以下二期事業という）を実施することとなった。

1. 愛知用水二期事業の概要

1.1 愛知用水事業の経緯

二期事業発足までの経緯は以下のとおりである。
昭和23年10月 地元有志による愛知用水期成会結成

昭和24年7月	農林省直轄調査開始
昭和27年5月	愛知用水土地改良区設立等推進母体の発足
昭和30年10月	愛知用水公団設立、愛知用水事業基本計画告示
昭和31年5月	海外技術援助協定の締結
昭和32年8月	世界銀行借款契約及び政府保証契約調印、工事着工
昭和36年3月	建設事業完了、管理開始
昭和37年3月	建設事業完了
昭和40年6月	木曾川が水資源開発水系に指定
昭和43年10月	愛知用水公団の水資源開発公団への統合
昭和57年3月	二期事業「水資源開発基本計画」決定
昭和57年9月	二期事業「事業実施方針」指示
昭和58年3月	二期事業「事業実施計画」認可（建設工事着工）
昭和60年6月	二期事業「事業実施方針の変更」指示（支線水路等の追加）
昭和60年10月	二期事業「事業実施計画の変更」認可（支線水路等の追加）

1.2 愛知用水施設の概要

愛知用水事業で建設された施設の概要は表-1のとおりである。

1.3 二期事業の概要

1.3.1 事業の目的

二期事業は、現在の愛知用水の水路施設を次の目的をもって改築を行うものである。

- (1) 岐阜県、愛知県の農地約15,000haに対して、最大約21.5m³/sの農業用水を補給する。

* 水資源開発公団 愛知用水総合事業部

表-1 愛知用水施設概要

種類	規模	構造
1 牧尾貯水池	有効貯水量 約68,000,000m ³	ロックフィルダム
2 松野池	かんがい分有効貯水量 約2,350,000m ³	アースダム
3 三好池	有効貯水量 約2,000,000m ³	アースダム
4 東郷調整池	有効貯水量 約9,000,000m ³	アースダム
5 兼山取水口	最大取水量 30.0m ³ /s	テントーゲート
6 幹線水路	最大通水断面 30.0m ² /s 最小通水断面 1.0m ² /s 総延長 約112km 内訳 開水路 約65km トンネル約28km サイホン約12km その他 約7km	開水路：台形断面コンクリート舗装 トンネル：標準馬てい型コンクリート巻立 サイホン：鋼管、ヒューム管又は現場打コンクリート
7 支線水路	最大通水断面 3.41m ² /s 最小通水断面 0.01m ² /s 総延長 約1,012km	開水路：台形断面コンクリート舗装又はU字フルーム 管水路：ヒューム管、コンクリート管、石綿セメント管、陶管 トンネル：上部円型コンクリート巻立

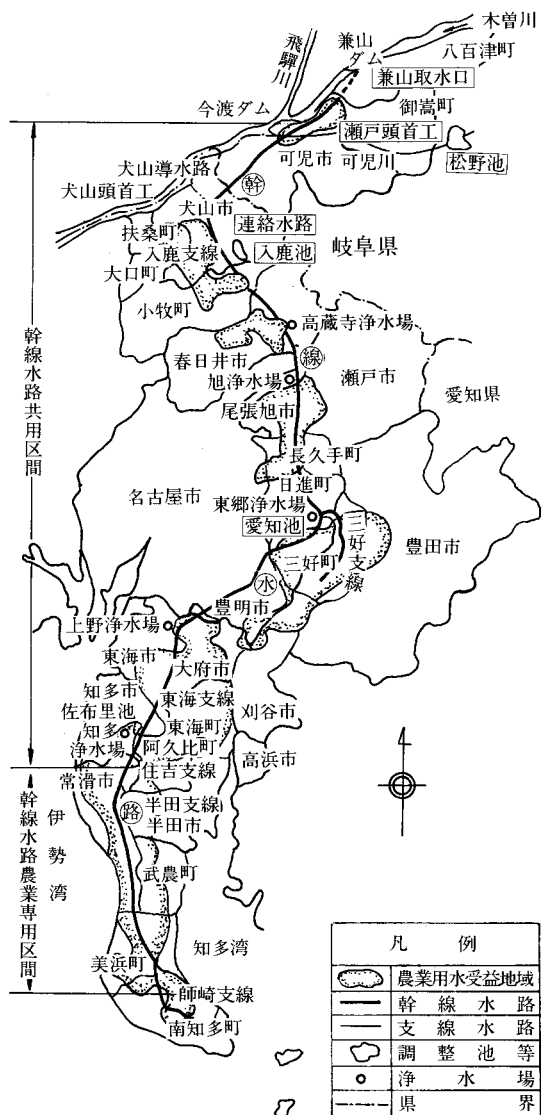


図-1 一般平面図

表-2 水利計画一覧表

(単位：m³/s)

取水地点	水源区分	農業用水		水道用水		工業用水	
		現況	計画	現況	計画	現況	計画
兼山	牧尾ダム	21.514	21.514	2.594	2.594	6.411	6.411
	阿木川ダム	—	—	—	1.102	9	2.098
	味噌川ダム	—	—	—	0.529	—	0.569
	小計	21.515	21.514	2.594	4.225	6.411	9.078
犬山	味噌川ダム	—	—	—	2.240	—	0.162
合計 (最大使用水量)		21.514	21.514	2.594	6.465	6.411	9.240

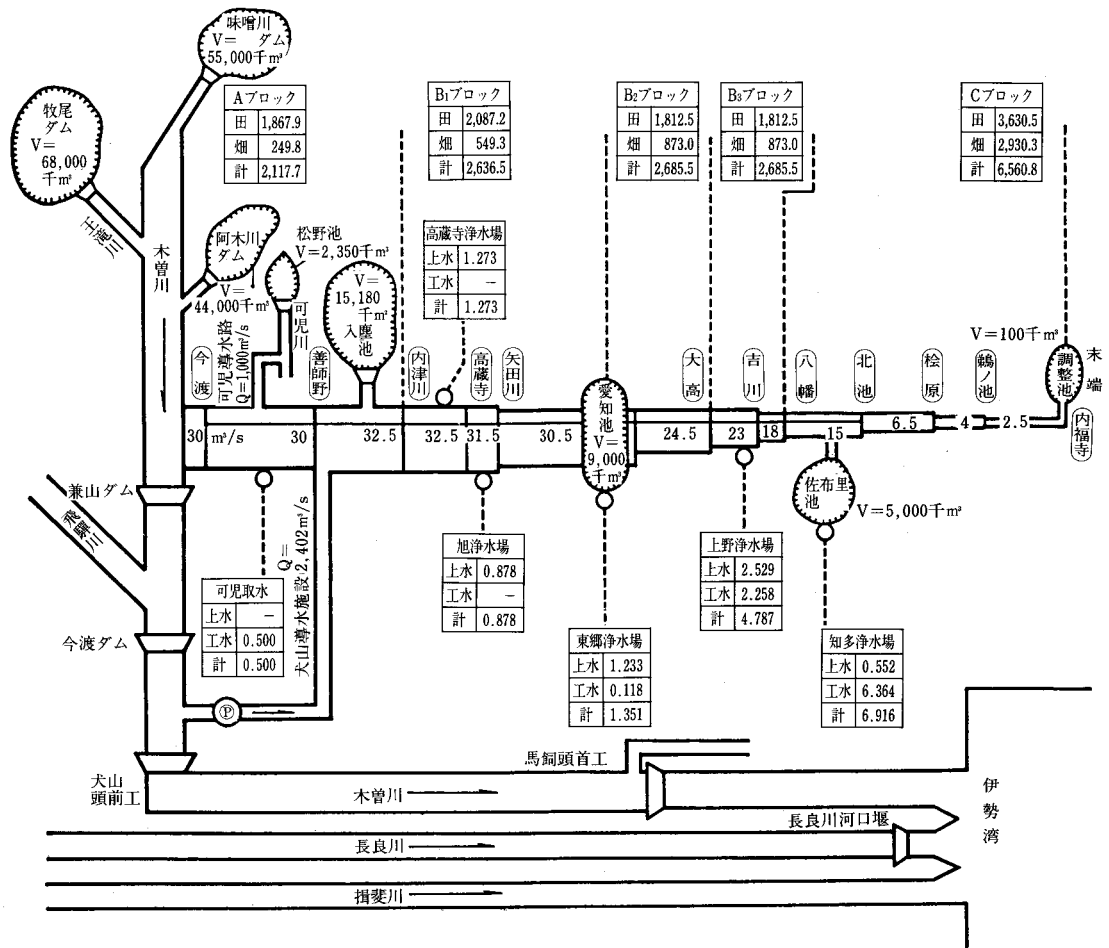


図-2 愛知用水二期事業水利計画模式図

- (2) 愛知県の水道用水として、最大約 $6.5\text{m}^3/\text{s}$ を供給する。
 (3) 岐阜県、愛知県の工業用水として、最大約 $9.2\text{m}^3/\text{s}$ を供給する。

1. 3. 2 水利計画

二期事業の水利計画の概要は表-2及び図-2に示すとおりである。

1. 3. 3 主要工事計画

(1) 幹線水路

二期事業で改築を行う幹線水路は総延長約107kmであり、その内訳は次のとおりである。

開水路(改築)	L = 約70km
	$Q_{\text{max}} = 32.5\text{m}^3/\text{s}$
バイパストンネル(新設)	L = 約25km
	$Q_{\text{max}} = 8.5\text{m}^3/\text{s}$
バイパスサイホン(新設)	L = 約11km
	$Q_{\text{max}} = 8.5\text{m}^3/\text{s}$

(2) 支線水路

国営級：L = 約19km

県営級：L = 約464km

なお、支線水路の大半は県等への委託施工となっている。

(3) 犬山導水施設：L = 約3km, $Q_{\text{max}} =$ 約 $2.4\text{m}^3/\text{s}$

(4) 水管理施設 1式

2. 幹線水路の設計と施工

2. 1. 1 開水路の設計

兼山取水口から北池までの農業用水、都市用水の共用区間では冬期においても $4.5\text{m}^3/\text{s} \sim 8.5\text{m}^3/\text{s}$ の通水量があり、一時の断水も許されない。このため既設の単断面水路を二連水路として、完成後も通水しながら片側ずつ点検補修が可能な構造とした。特に中央の隔壁は潜り隔壁としており、以

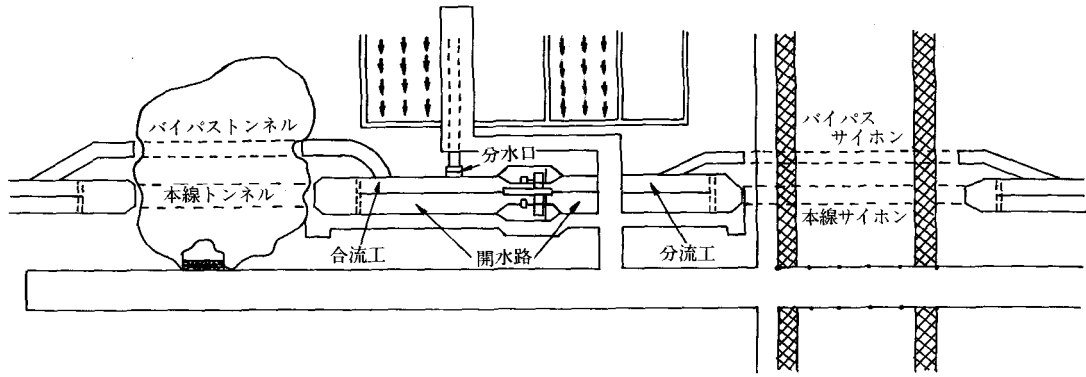


図-3 幹線水路模式図

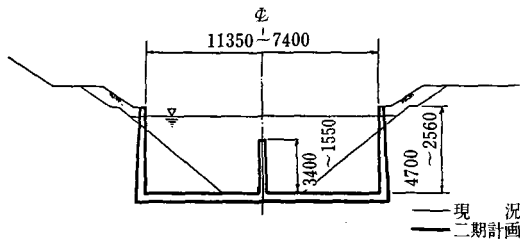


図-4 開水路標準断面図

下のような特徴を有する。(図-3, 4)

- ① 水路改築工事の施工が容易である。
現水路敷内で鋼矢板による半川縮切工法(後述)を主体とした通水の仮廻しとなるため、水路の左右岸どちらからでも施工ができる。
- ② バイパス水路の路線選定の自由度が大きい。
潜り隔壁とすることでバイパストンネル又は、バイパスサイホンの路線は本線の左右いずれの側にも自由に選定できる。
- ③ 水路施設の管理面から有利である。
常時は1本の水路となるため水路の日常管理が容易である。また、管理施設が簡素となり、操作が容易である。
- ④ 降雨出水時の開水路の水位変動に対して有利である。

隔壁で分離された二連水路では、バイパス側に降雨による流出水が流入すると著しく水位が上昇する恐れがあり本線側にも流下させる施設や操作が必要となる。この場合潜り隔壁タイプでは、水理的に1本の水路であり、出水時の水位変動に対して制御は容易になる。

2.1.2 開水路の改築工法

幹線水路の共用区間では、通水しながら既設の薄いコンクリートライニングの台形水路を複断面

の矩形開水路に改築することになる。このため、工事中の仮廻し工法が最も重要な課題の一つであった。

(1) 半川縮切工法の採用

仮廻し工法については、計画当初から種々検討し現水路敷外への仮廻しする案が有力であった。その理由は、半川縮切のために水中のライニングコンクリート($t=10\text{cm}$)を鋼矢板で打ち抜くことが、水路の安全面から確証が得られなかったからで、特に盛土堤体上の水路においてこれが懸念された。しかし鋼矢板による半川縮切工法は、仮設用地の大部分が現水路敷地内で確保できるという大きなメリットがあるためこの工法について試験施工及びその解析を行った。その結果次のことが確認された。

- ① バイプロハンマ工法(直接打設)が可能である。
- ② 間隙水圧による水路堤体の安定に対する影響はない。
- ③ 水質の環境基準(河川A類型)を満足できる。
- ④ 鋼矢板打設時の堤体の安定性が確認され、液状化発生の傾向はない。

そこで鋼矢板による「半川縮切工法」を仮廻し工法の基本とした。しかし土質が固くて鋼矢板打設が困難な場合は、水路敷外に仮廻し水路を設置し、全断面で施工する「水路外仮廻し工法」を採用している。

(2) 半川縮切工法の施工手順

1) 第一次仮廻し

現況水路は薄いコンクリートライニングされた台形水路であるが、一次仮廻しは次のような手順で施工される。

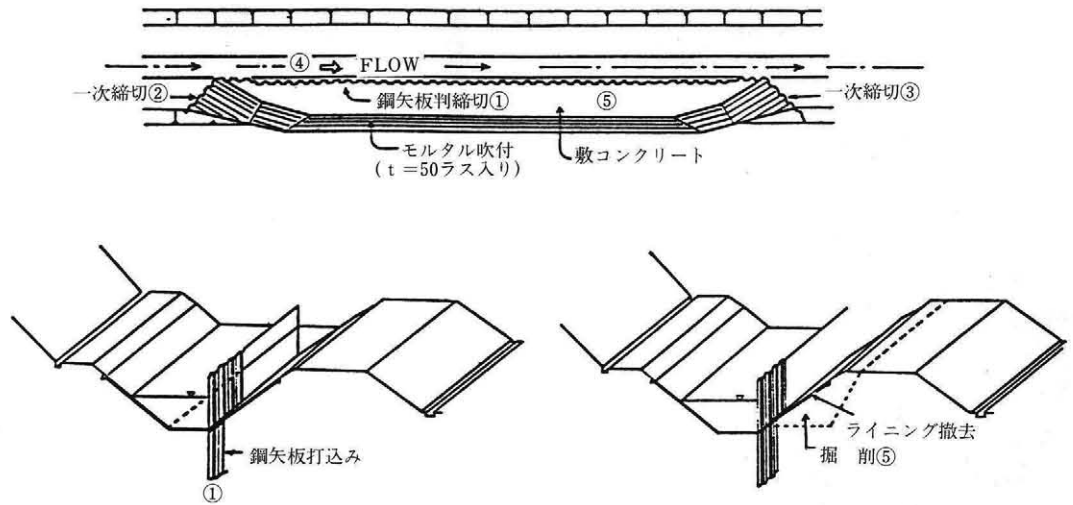


図-5 第一次仮廻し

まず、現況水路内に鋼矢板を打設し(①)、上下流端を一次縮切り(②、③)、片側(④)に通水しながら、他方(⑤)を掘削する。そして、インパートに敷コンクリート(厚さ5cm)を打設し、法面にはモルタル吹付(ラス入り厚さ5cm)を施し仮廻し水路とする。(図-5)

3) 第二次仮廻し

上下流端の縮切り鋼矢板(②、③)を引き抜き切断し、反対側に二次縮切鋼矢板(⑥、⑦)を打設し、仮廻し水路(⑤)に通水する。他方のライニングを取壊し、掘削を行った後、新設水路本体の半断面(本体一次施工)を築造する。(図-6、

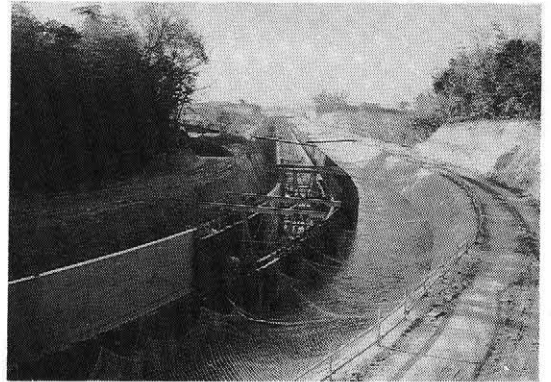


写真-1 第二次仮廻しの状況

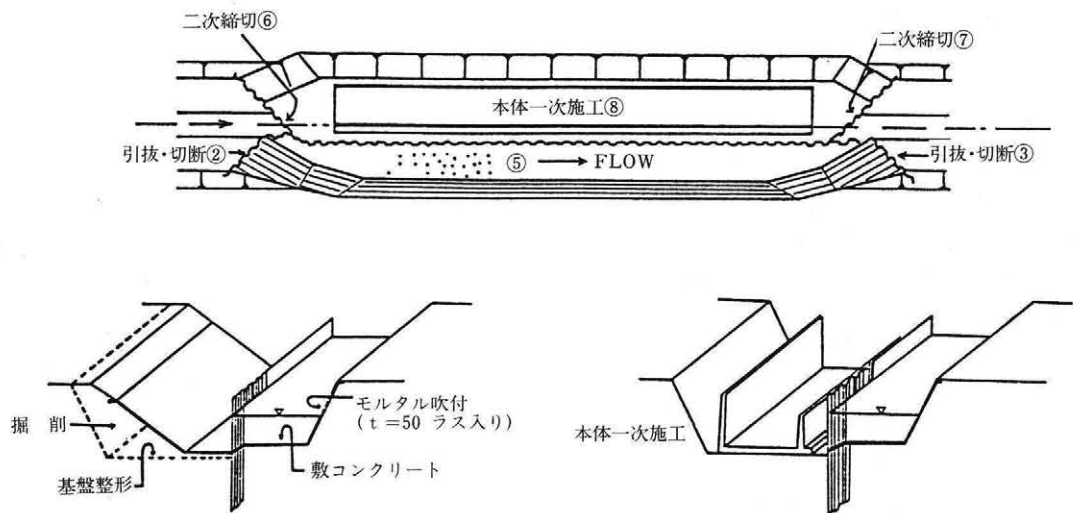


図-6 第二次仮廻し

写真-1)

4)第三次仮廻し

上下流端の縮切り鋼矢板(⑥, ⑦)を引き抜き、切断し、三次縮切り鋼矢板(⑨, ⑩)を打設し、片側の完成した水路(⑧)を通水する。半川縮切り鋼矢板を引き抜き、本体の二次施工のための掘削を



写真-2 第三次仮廻しの状況



写真-3 開水路完成状況

行い、残りの片側(⑪)を築造する。なお、半川縮切り鋼矢板の抜跡は、山砂又はモルタルを充填して処理する。(図-6, 写真-2)

以上の手順の後、上下流端の三次縮切り鋼矢板を引き抜き切断し完成する。(図-7, 写真-3)

(3)施工中の通水の安全性に対する配慮

開水路の施工に当たっては、仮廻し水路の切替期日、施工用地幅、水位変動範囲、水質等他の水路工事に無い多くの制約条件がある。従って工事通水の安全確保については、特に慎重を期して施工を進めなければならない。また、安全確実な施工、異常の早期発見、緊急時の即応態勢の確立も必要であり、施工に際しては、次のことを義務付けている。

- ①水路の定時巡視
- ②水路の異常水位検知施設の設置
- ③水質の定時観測
- ④非常時出動要員の確保と機械、資材の常備
- ⑤日通水量の連絡及び非常時の即時連絡

また、浄水場、土地改良区等の利水機関及び県、市町の機関とも緊密な連絡協調態勢を整え、工事通水の安全確保には万全を期している。

2.2 バイパストンネルの設計と施工

2.2.1 バイパストンネルの設計

幹線水路におけるトンネル区間の基本構造は、共用区間では、トンネルを新設しバイパス機能を持たせる二連構造とするが、北池から下流の農業専用区間は既設トンネルを利用する。

このため現トンネル区間全長約28kmに対して、新設するバイパストンネルは約25kmである。な

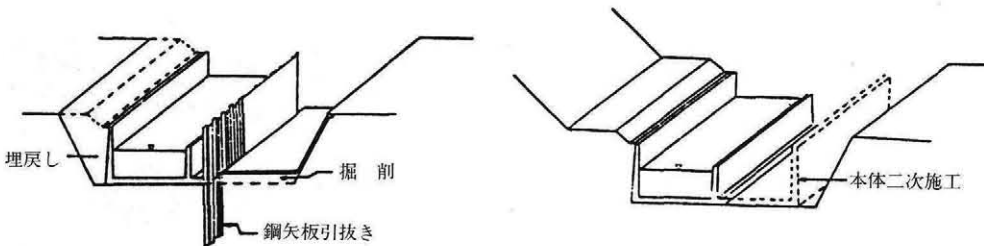
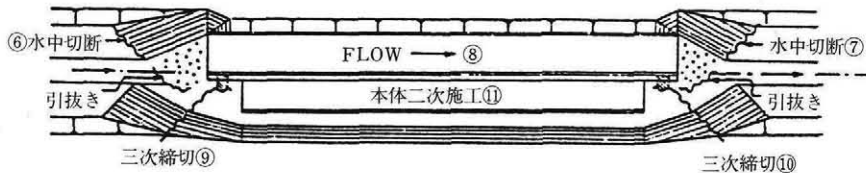


図-7 第三次仮廻し

お既設トンネルは補修して使用する。

(1) 満流流下方式の採用

バイパストンネルの直上下流開水路の水位は計画流量時水位から、バイパス流量等の片側断面通水時水位まで大きく変化する。そこで片側通水時に自由水面を持つようトンネル敷高を設定しても計画流量時には満流となり、バイパストンネル内で水面動揺やエアブロー等が生じるので流況が不安定になる。これを避けるために片側通水でも満流となるようトンネル敷高を低くした。

(2) トンネル併設部の構造

構造的な面からは、既設トンネルと並行して設置する場合の間隔が問題となる。これは、地圧の相互干渉に起因して、施工中の支保工の倒壊、既設トンネルのライニングの損傷を招く恐れがあるからである。本事業では、鉄道トンネルの例を参考として、中心間隔は発破掘削による岩トンネルでは直径5倍以上(約25m)、機械掘削による土砂トンネルでは直径の3倍以上(約16m)を確保することとした。

(3) 分流工、合流工

バイパストンネルは一般に既設トンネルの上流開水路部から分流工で分岐し、バイパス取付工、クローズドトランジションを経てトンネル本体工に接続する。また、下流側と同様に合流工で開水路に合流する。これらの構造は損失水頭が少なく、かつ施工し易い簡単な構造となるよう水理模型実験を実施した上でその詳細を決定した。

なお、流水の切替は、上下流取付工のマンホールに設置した角落しを操作して行う計画である。

2.2.2 バイパストンネルの設計と施工

(1) 工法の決定

バイパストンネルの地質分布は、上流部(可児市から瀬戸市)は古生層及び新生層新第三紀中新世の岩が主体で、下流部(瀬戸市から知多市)は、新第三紀鮮新世を主体とした土砂となっている。

土地利用は既設トンネル施工時は山林がほとんどであったが現在は急速に都市化が進むか、近い将来都市化が見込まれるところへと変化してきている。これらを考慮に入れて設計を行っていることから、トンネルの施工法には

①在来工法

②シールド工法

NATM工法

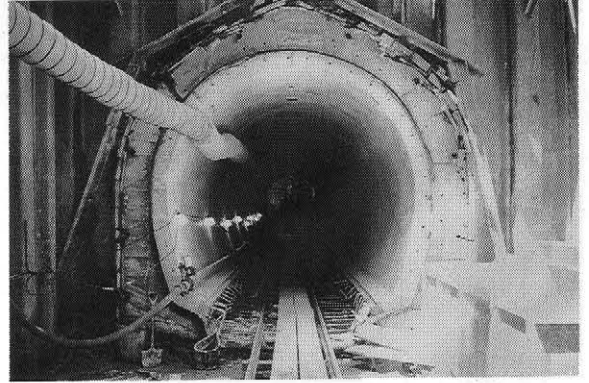


写真-4 トンネル施工中

等が採用されている。(写真-4)

特に東海市に位置する島田Bトンネルの場合は土被りが5~15mしかない上に住宅密集地で土砂トンネルとなる条件であったので、掘削直後に吹付コンクリートを施工することにより鋼製支保工と併せて地山の解放率を極力押さえ、緩みを少なくするNATM工法を採用した。その結果2.5D(約9m)以下の薄い土被りでも最大地表沈下が7mm、2.5D以上では0mmという好結果を得、無事工事を完了した。この工法の紹介は、設計編として「水と土」平成元年6月号に報告したところである。

(2) 坑口の施工

前述のようにトンネルが満流流下方式となるので、既設トンネルより低く設置されること、及び坑口位置が一般的に開水路の管理用道路のごく限られた狭い場所に設けざるを得ないこと等からバイパストンネルの坑口の施工は、立坑方式か斜坑方式となる。実際はズリ出し方法、作業スペース等から立坑方式を採用することが多い。(写真-5)

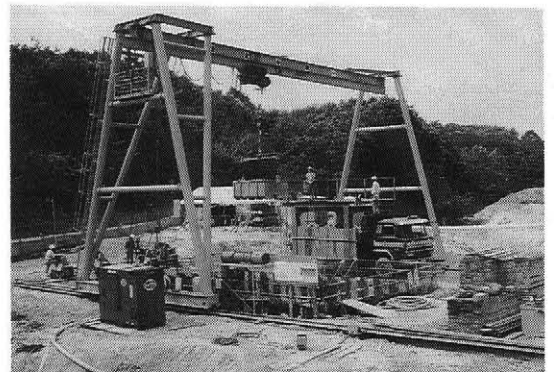


写真-5 トンネル立坑

2.3 バイパスサイホンの設計と施工

2.3.1 バイパスサイホンの設計

(1) バイパスサイホンの構造と路線

バイパスサイホンの分合流構造は、前述のバイパストンネルのそれと基本的には同様である。

バイパス路線は上下流開水路の所定のエネルギー差で計画流量を流下させる断面を与えることとして、通常、既設サイホンと並行した方が有利であるが、社会的条件の制約をうけ、路線を迂回させることが多い。路線選定に当たっては特に以下の点を考慮している。

① バイパスサイホンの路線は原則として既設サイホンに並行させ、その並設間隔は掘削工法、施工性及び用地条件より決定する。

② 既設サイホン周辺の状態によっては、極力道路等に沿わせるよう考慮する。

③ 路線に屈曲を設ける場合、偏角は原則として45°以下、曲率半径50m以上のカーブとする。愛知用水は名古屋近郊の都市化地域を通過しており、バイパス路線は新たに地上権設定が伴うことから、実施に当たっては社会的制約が大きなウエイトを占める。

以下、矢田川Bサイホンの事例により設計の概要について述べる。(図-9)

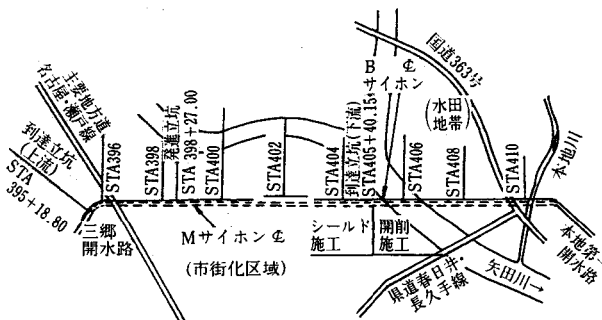


図-9 矢田川サイホン平面図

(2) 地形及び地質

矢田川サイホンは名古屋市の北東部、尾張旭市と瀬戸市にまたがる全長、約1.6kmのサイホンで、東郷調整池の上流、約11.6km付近に位置する。地形は、概ね平坦で市街化区域であり、始点から矢田川右岸まで既設サイホン上は遊歩道として利用されており、両側には民家が近接している。また、主要地方道名古屋・瀬戸線及び一般市道と交差し、これらの各道路はいづれも交通量が多く、

ガス、上下水道、通信ケーブル等の多くの地下埋設物が通っている。矢田川は約45°の角度で既設サイホンと交差し、それから下流は生コン工場、水田地帯を通り、国道363号、本地川を横断して本地第一開水路に到る。

地質は、始点から矢田川までGL(-)5m付近を境に上部は盛土または埋戻土で、N値5程度のシルト質砂が主体である。盛土層以深は瀬戸層群の中の矢田川累層と呼ばれる洪積層で砂礫または砂質土層よりなっている。N値は平均20程度で地下水位はGL(-)5m程度である。矢田川河川部はGL(-)2.5m付近まで沖積層でN値10程度の砂礫と粘性土の互層である。

(3) 路線の決定

Bサイホンで利用できる水頭は $H=1.78\text{m}$ であり、設計流量 $Q=8.0\text{m}^3/\text{sec}$ で水理計算を行うと管径は $\phi 2,300\sim 2,400\text{mm}$ となる。

路線は、河川区域、住宅、工場等の土地利用状況と経済性を考慮し既設サイホンに併行した路線とし、上流部では一部、住宅の下を通過することになった。

2.3.2 バイパスサイホンの施工

前述の設計と同様に、矢田川Bサイホンの事例により、バイパスサイホンの施工の概要について述べる。

(1) 工法の決定

工事は河川協議等が整い用地交渉のまとまった矢田川横断部より下流(約600m)部の施工を先行させた。この区間では国道363号の横断は推進工法とし、他は矢田川横断部も含めて開削工法とした。また、矢田川より上流部(約1050m)は住宅地であり、用地交渉の間にも住宅建設が進み、路線が住居下を通過することから、技術的、経済的な比較検討の結果、全線シールド工法に決定した。シールド工法としては、埋戻土や盛土の中を掘進するところが多いので、密閉型が適切であり、土層が複雑で排土を直接目で確認できること、発進基地のスペースが小さいこと等から泥土圧シールド工法を採用した。

(2) シールド工法の概要

1) シールド工法区間の概要

シールド工法区間の概要は次のとおりである。

シールド掘進延長	1,003m
シールド機外径	3,280mm

一次覆工	鋼製セグメント 外径 3150mm
二次覆工	内張鋼管 2300mm 及び2400mm エアモルタル充填

2) 土被り及び既設サイホンとの離間距離

土被りは周辺への悪影響を及ぼさない深さが必要であり、 $1.5D$ ($3.3 \times 1.5 = 4.95\text{m}$) とした。また、既設サイホンへの影響、立坑の築造、用地の関連からバイパスサイホンとの中心線間隔は標準 5.95m とした。(図-8)

(3) 立坑計画

シールド掘進区間の地表は前に述べたとおり、住宅地であり立坑の適地は極めて限定される。発進立坑については当該区間の上流からほぼ1/3の地点に当るSTA, 398+27で用地の確保ができた。従って工事はこの点から上流へ約300m掘進して、一旦シールド機を取出し、下流へ再発進して約700m掘進後、矢田川右岸の既施工部分に接続することとした。曲線形としては補助工法を用いないで掘進可能とされている $R=80\text{m}$ 以上で計画したが、上流の一ヶ所は用地の制約上、 $R=54.85\text{m}$ とした。

(4) 補助工法と現場計画

シールドの発進、並びに到達立坑の防護の他、STA402付近の市道占用区間約55mは、雨水暗渠等の保護のため、掘進上部1.2m厚で薬液注入を行った。また、STA395+60付近の急カーブ区間は、場所打杭によるガイドウォールを検討したが、用地上の制約から施工できなかったため補助工法は用いず、特別に入念な施工管理を行い慎重に掘進した。

地表面の沈下は路線の中心線上と左右5m地点を全線20m間隔で測定したが、急カーブ地点の中心線上で最大25mm、薬注を行った市道部分で4mm、他の直線区間ではほぼ10mm程度の沈下量を観測した。

3. 農業用揚水機場の設計と施工

3.1 農業用揚水機場建設の概要

二期事業における支線水路改築の一環として、揚水機場の改築を行うこととされている。公団が直接改築を行う揚水機場は、県営級或は、国営級の支線についてである。これらの揚水機場は、17機場あり、農業専用区間に多い。機場の規模は $0.08 \sim 2.5\text{m}^3/\text{s}$ で比較的大きなものもある。改築前の機場は、施工後20数年を経過しており、老朽化

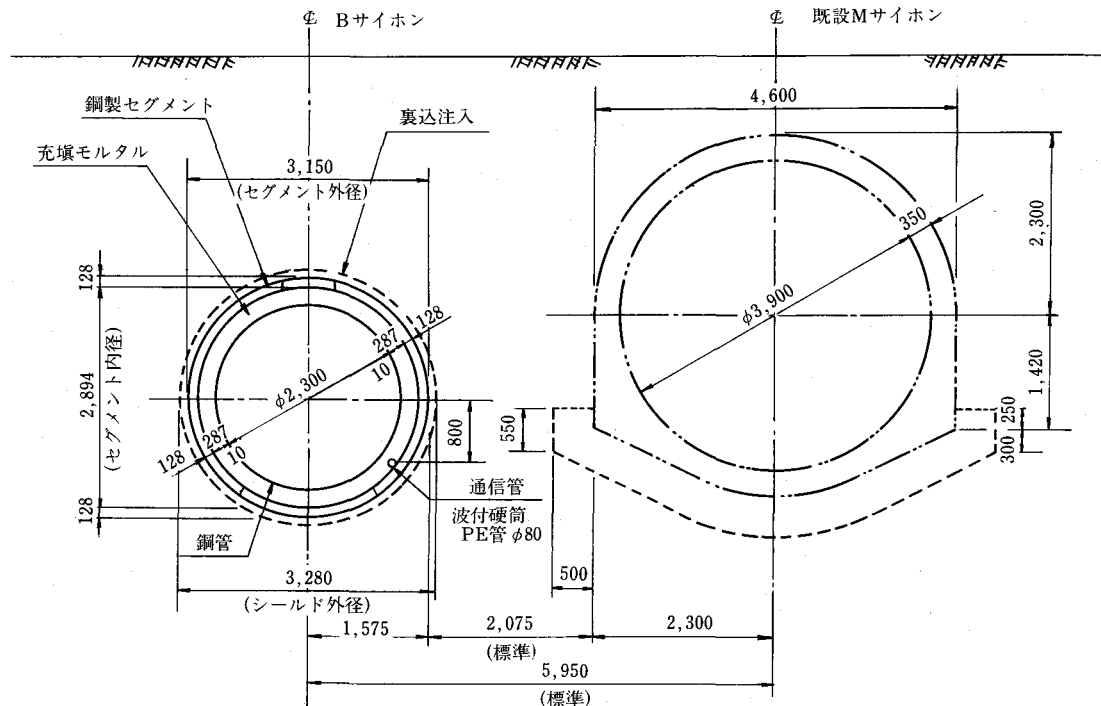


図-8 シールド施工区間標準断面図

が著しく、揚水機能が低下しているうえに土地利用の変化に伴う受益面積の増減による用水量の変更等が生じたために改築するものである。改築は以下を基本として行う。

3.2 揚水機場の位置選定

既設ため池が存在する場合は、ため池に揚水機場を設置し、支線水路で連絡して下流へ導水することを原則とする。ただし、利用できるため池が存在しない場合は、原則として既設位置に揚水機場を設置する。

3.3 送水方式

送水方式は、圧力水槽式、ポンプ直送式に比較して、より経済的かつ水管理上有利であり、既設で用いられている。吐水槽方式をそのまま採用するものとする。

二期事業による支線水路の改築は、クローズドパイプライン化を図ることとなっており、それに対応する吐水槽方式は次のような特徴をもっている。

- ①吐水槽の容量を大きくすればポンプの頻繁な断続運転を緩和できる。
- ②自由水面をもつ吐水槽に送水することから、水撃圧が緩和できる。
- ③水位制御も含めた自動運転設備が簡単である。

3.4 吐水槽の容量

ポンプの頻繁な断続運転による、ポンプ及び制御機器の故障を防止するため吐水槽の容量は計画

最大揚水量の20分間容量とする。

3.5 吐水槽の水管理とポンプ台数

水管理は水位制御によるON—OFF制御とする。ポンプ台数は、かんがいの時期によって流量が少なくなることから、複数台ポンプに分割する。このことによって、運転台数制御が可能になるので電力料の節減が図られ、経済的となる。従ってポンプ台数は原則として2台以上の並列連合運転とする。(写真—6)

3.6 ポンプ据付方式

据付方式は押込式、吸上式について水理的、地形的、経済的、社会的条件等から、比較検討の上決定する。しかし、急速な都市化により機場位置が住宅地の中にあつて、特に配慮をしなければならなくなった機場については、押込式を採用することとし、ポンプの構造及び機場建屋についても、きめ細かい防音、防振対策を行っている。この事例として、既に昭和61年度完成した東浦揚水機場がある。この機場については、昭和62年度の農業土木学会で報告し、その成果が認められて、平成元年度に名誉ある「上野賞」を受賞した。

吐水槽はできるだけ既設のものを利用することとしているが、揚水量の著しい変更のあるもの及び、機場位置に変更のあるものについては、その都度改築を検討することとした。なお、現在までに、改築の完了した機場は、17機場中4機場であり、平成元年度は、2機場が改築中である。

おわりに

以上愛知用水二期事業における幹線水路の改築工事について、その代表的工種の設計と施工を中心に紹介した。特に大流量を通水しながらの工事であること、工事の区域が都市化されて工事施工スペースの確保が難しいこと、騒音・振動対策及び地域住民への安全対策等、さまざまな課題を克服してゆかなければならない。そこで更に今後なお一層の創意工夫を行い事業の進捗を図ってゆく所存である。



写真—6 東浦揚水機場ポンプ室

座談会

美しい村づくりのための農業土木技術

主催：農業土木技術研究会

日時：平成2年1月12日 場所：農業土木会館

出席者（五十音順）

大海渡 恒 男	埼玉県農林部耕地課水利合理化係長
尾 川 幸 彦	関東農政局霞ヶ浦用水農業水利事務所調査設計課長
高 祖 幸 晴	構造改善局設計課農業土木専門官
柴 田 知 広	〃 〃 課長補佐
清 水 洋 一	東海農政局豊川総合用水農業水利事務所調査設計課長
千 賀 裕太郎	東京農工大学農学部農業工学科助教授
高 野 章 一	茨城県農地部農地建設課係長
中 西 憲 雄	関東農政局新利根川沿岸農業水利事業所工事第一課長
平 野 達 男	関東農政局那須野原開拓建設事業所工事第一課長
宮 本 泰 行	構造改善局事業計画課課長補佐

司 会

岡 本 芳 郎 構造改善局設計課首席農業土木専門官

司会 本日は、皆さんどうもお忙しいところお集まりいただきましてありがとうございます。

きょうの座談会の課題は、「美しい村づくりのための農業土木技術」ということで、いろいろ皆さん方の意見を出していただきたいと思っております。

最近、厳しいといえますか、農業情勢の大きな変化に対応いたしまして、農業基盤整備事業そのものも物すごく動いております。その動き方が将来どうなるかというのはもう明らかでございまして、今までのような生産一辺倒で仕事を進めていくわけにはいかんだろう、やはり地域の環境を配慮したいろいろな事業を考えていく必要があるのではないかとらえておるわけでございます。ヨーロッパでは自然をつくるという感じで、今動いております。今まで開発してきたものをまたもとへ戻そうではないかというような事業も、方々で見られます。そういうことも今後日本においてもやはり考えていく必要もあるのではないかという

感じがしておるわけでございます。

きょうの議論は、明日へ向かって羽ばたく農業整備の一助にしたいということでやるものでございますので、皆様方現場で活躍されている方を中心に、意見をどんどん出して、自由にやっていただきたいと思っております。

それでは、最初に各地区、各県でいろいろ考えられておるようなこと、あるいは今まで実施してきたこと、そういったものを簡単に話していただきたいと思っております。最初に、那須野原の平野さんの方から……。

国営地区での美しい村づくり

平 野 考えてきたことあるいは実施例というお話ですけれども、その前に現状として整理しておかなければならないことは国営土地改良事業で、いわゆる美しい村づくりのための何かをやるということは、今のところ制度上できないということです。それはなぜかといいますと、申請事業とし



ての性格になじまない。我々がやっている国営事業は、あくまでも申請事業です。申請にないものをやれないわけです。やろうとしますと、例えば法的裏付とか、いろいろな問題が発生してくるわけで、そういう枠あるいは制限があるという中で物事を考えなければならぬということだろうと思っています。

ちなみに那須野原の例でいいますと、事業所の予算でやったという例は、多分ないのではないかと思います。深山ダムが昭和49年にできていますけれども、その近辺を黒磯市が公園整備したというような例はあります。それから、水路を整備した後に木を植えた。それはやはり市町村です。しかし、直轄でやったという例はないのではないかと思います。ただ、例えば我々の事業の中に、赤田調整池、戸田調整池という100万トンの容量を持つ調整池が2つあるのですけれども、ああいう調整池を利用し、何とかできないのかということで、県や市町村に働きかけて計画をつくってくれというような働きかけをしているというようなことはあります。

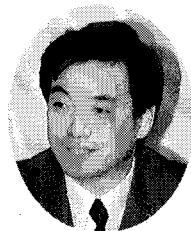
あと、市町村レベルでは——これはちょっと事業所の話から逸脱しますが、国営事業の関係市町村の1つの西那須野町は、水を中心に据えた町づくりについては積極的にやっているようです。西那須野町というのは、明治にできた町ですから、それまでは人が住んでいなかった。人が住んでいなかったところに、ある日忽然としてできたような町でして、それは那須疏水という明治18年に開削された用水ですけれども、その用水ができて水が入ってきた。水が入ってきたために人が集まってきた、農場ができたということで、用水を契機としてできた町だという意識が非常に強いわけです。そういうところですから、水を守っていくという意識が歴史的に形成されているのではないかと思います。

昭和30年頃までは、町の中を那須疏水が通っていて、桜並木なんかを植えていたということらしいのですけれども、だんだん経済が発展してきました、用水がどんどん汚れてきた。ごみの投

棄がふえたということで、ふたがけが始まったわけですね。そういうわけで西那須野町のかつての面影がなくなってきた。ここに来て反省が出てきているようでして、那須疏水を利用して何とか昔のようなせせらぎを現代風にアレンジして復活させたいというようなことを今計画していきまして、事業所がそれを側面からサポートするというような形で話を進めています。市町村とか、その地域がやることを間接的にというか、側面からサポートをしているというのが、今のところは事業所としての例じゃないかと思えます。

司 会 今言われましたように、当然国営事業では今できないわけですね。やっていないのも事実ですけども、日頃考えていること、こんなことをしていいのだろうか。もっとこういうことをすべきではないかというようなことをどんどん御発言いただきたいと思えます。制度でできないのは当たり前でございまして、これはそういう必要性、あるいは世論に認知されていけば、当然そういうものも国営でやれるようにいろいろ制度改正をやっていきたくて思っております。余り現状にとらわれずにどんどん発言していただきたいと思えます。次に、清水さんお願いします。

清 水 私の方からは、まず豊総の事務所において実施していること、実施というより、今、平野課長がおっしゃられたようにサポートという言葉が適切かと思えますけれど紹介させていただきます。



豊川総合用水事業は、ダムが1つ、調整池が4つ、頭首工が1つと点的に整備する工事が中心になっています。

このうち、万場調整池という500万トンの調整池工事が平成元年度概ね完了するのですが、調整池の周辺を愛知県が主体となって昭和63年度から発足した農業水利施設高度利用事業を実施しており、植栽やあづまや、展望台等を配置した公園の整備を行っているところです。この事業に対して、豊総側としては、万場調整池の堀削残土をそちらへ持っていきまして、公園用地の造成とか築山への流用などそういう面でサポートしています。

また、万場調整池側で公園との境界にフェンス

を設置したのですが、このフェンスも従来のようなただ人が入ってはいませんというものでなく、周辺の公園の景観に若干配慮したフェンスを使っているということもございます。

それから、芦ヶ池調整池という200万トンの調整池を工事中なのですが、その周辺に関しましても、地元の田原町が農業公園ということで、今計画しております。ここでも、万場調整池と同様に、歴史館等を建設する周辺の敷地の整備ということで協力しております。

以上が豊総事務所における実績ですが、自由に話すということでは、うちの事業は、先ほど述べましたとおり、ダム、調整池、頭首工という規模の大きい点物の施設ばかりなのですが、公園などをつくるための土地を残土で準備するとか、そんな範ちようばかりでなく、もっと積極的に国の方で、周囲の環境にマッチした公園の整備とか環境整備的な仕事ができるようになればいいと思えますし、また、やっていくべきではないかと思えます。

ちょっと地元の実務的な話になり過ぎて恐縮ですけれど、ダム水没者等と交渉を行っていく上でも、そういう制度があれば、さらに我々としても事業の推進がやりやすいと思っております。実際、私たちも水没地の方をダム先進地視察とか連れていったりしますと、建設省はそういう環境整備事業を行っていて、土地改良事業においても、規模の大きいダム等の周辺の環境整備ができればいいなと思っております。

中西 自分の地区の紹介ということですが、その前に、本日のテーマであります『美しい村づくりのための農業土木技術』ということについて少しお話をしたいと思います。このようなテーマは、まさに時代の流れかなという感じがしておりますまして、先ほど司会からもお話がありましたように、生産性一辺倒から地域における自然環境とか、そのようなものいろいろな配慮をしていかなければならない時代になってきていると思えます。ほぼ3年前に閣議決定されました四全総において、安全で美しい国土を21世紀に引き継いでいくことが国土計画におけ



る基本的な課題の1つに挙げられております。四全総では3つの大きな課題を上げておまして、そのうちの1つに美しい国土を21世紀に引き継いでいくことが大切であるというふうに述べているわけでありまして、これは大変重要な話ではないかと思っております。

そのような中で農村の現状を見ると、過疎化とか、高齢化とか、厳しい状況を迎えております。何とか農村活性化をしないといけないといったようなことがあるわけなのでしょうけれども、その時に、都市に対抗できるといいますか、農村の活性化のために必要なものといえますか、鍵を握りますのは、やはり農村景観とか、生活文化とか、そのようなものが大切になってくるのではないかという気がしております。

私どもの地区は茨城県の南部にありまして、昔から大変低平地でございまして、頻繁に水害が発生していました。逆に低平地であったがゆえに、いろいろ排水改良を重ねて、大変肥沃な水田が開け、現在広大な水稲単作地帯であります。今まで農業の生産性の向上とか、生活利便性とか、そのような取り組みにはさまざまな投資なり、努力がなされているところですが、美しい村づくりといえますか、アメニティ的なものに関して、私の見た限りでは悲しいかな少し取組みが遅れているのかなといった感じが、正直なところしなくてもございませぬ。

そのような状況なのですけれども、近年私どもの受益町村の1つで、河川の堤防に日本一の桜並木をつくらうという計画があります。これは具体的には自治省の例の『1億円事業』により行うみたいなのですが、河川の堤防に桜を植えようということで、堤防のすぐ脇が土地改良財産になっていることから、側面からではありますけれども、我々もできる範囲でお手伝いをしているような状況です。

また、ほかの町では、農業水利施設高度利用事業の人も高いみたいで、この事業を生かして、用水路の周りに親水空間をつくったり、植樹をしたり、そのようなことで美しい村をつくっていきこうというような動きが、徐々にではありますが、出てきているような次第です。

私どもの国営事業としまして、地域の風景を変える大きな要素としては、揚排水機場が挙げられ

ます。ちょっと役職を離れての話になってしまいますが、広大な水田が開けている中に、コンクリート構造物が忽然と姿を現してくるという状況なわけですが、そのようなものをもう少し農村景観にマッチさせるといいですか、例えば機場の周りに木を植え、機場を隠してしまいますとかそういうことが何とかできるようになればと個人的には思っているような昨今です。

尾川 私のところの霞ヶ浦用水事業はほとんど



地下に埋設されるパイプライン工事が主体で、地表に出る構造物としては調整池が6カ所、揚水機場が10カ所あるわけですが、現在調整池を何カ所か実施中、またはこれから実施するというところになってお

ります。その中で市町村及び地元の方から、やはりせっかく国でそういうのをやってもらうのですから、公園を一緒につくりたいという要望があり、何とか国営でできるものはどんどんやってくれという要望が出ていまして、制度上でできなくて困っているような状況です。

また、私のところの水源は霞ヶ浦ということで、水質が余りよくないのではないかという心配があるので、そういう水が調整池に入って調整池の中でしばらく滞留すると、ますます水が悪化する危険もあるというわけですね。調整池の流入口と取水口の位置を検討し、水が調整池の中のどの場所でも流れるように検討しようとしております。

県での美しい村づくり

司会 国営の現場はそのぐらいにしまして、県の方から茨城県の高野さん。

高野 ただいま、各現場のお話ということなのですが、茨城県は村づくりということで、いろいろな形での事業はあるわけですが、ご承知のように、村づくりの一環として農村総合整備事業を推進しております。そのうち実施している環境施設は、



センターとか、公園が主でございます。そのほかに本県は、土地改良施設でございます、ため池とか、農道、用水路、そういうものにつきまして、県単事業で62年度から事業を実施している、土地改良施設関連環境整備事業に特に力を入れております。本県は水田につきましては、60%以上整備されてきておりますので、生産基盤と環境基盤の調和ある整備を行いながら、農村空間の創造と施設の管理保全に力を入れております。

事例といたしましては、現在62年度から平成元年度まで、県単事業で11地区実施しておるわけですが、その中では主にため池の整備でございます。内容的には遊歩道、公園、水際、親水空間の整備を行い観光的な利用も含めての整備を推進しております。珍しいのでは、白鳥が飛んでくるため池を——冬の間白鳥がおるわけでございますけれども、その間のえさ場の設置を事業で行いまして、白鳥がどんどんふえてきているというような実態もございます。美しい村づくりということでございますので、「ムラ」づくり事業ということになりますと、私も土地改良事業による生産性の向上ということで、仕事を実施してきたので、憩いの場とか、触れ合いの場である豊かな自然環境をこれからどうするんだ。どういうふうな形で我々がそこに携わっていくんだということになりますと、非常に難しい面があるのではないかと。そういうふうに思っておるわけでございます。

司会 続いて、埼玉県的大海渡さん。

大海渡 実施事例を紹介させていただく前に、埼玉県がその事業を実施するに至った背景についてお話したいと思います。



埼玉県は可住地面積が2,534平方キロメートルということで、全国でもかなり高い可住地面積を持ちまして、全国平均の2倍も持っ

ているという県であります。それと同時に、大消費地である東京都に隣接しているという地域的特性を持っておりまして、古くから低地には水田、丘陵には畑が広がっている県であります。ところが、30年代後半から、高度経済成長期を中心に、急激な人口流入がありまして、放射線状に延びた道路、鉄道等の基幹輸送網に沿って都市化が進ん

でまいりました。そういった中で、県の62%に当たる県南の地域に、90%の人口が住むようになり、地域的に人口が偏在するといった県になりました。その中で当然農業を取り巻く環境も変化しております。

都市化の中の農業が持っている問題点を挙げてみたいと思います。第1に無秩序な開発が優良農地の荒廃や混住化を招き、同時に、二種兼業農家の増加や農地の潰廃等による賦課金等の減少で、改良区による施設管理が粗放化しているという実情があります。こういったことが原因で、地域の自然破壊と水循環の阻害をもたらしているということが言えると思います。

第2に、都市化に伴う混住化にあわせて、農村生活も当然都市並みになってきます。それによって、浄化しきれない汚濁負荷量が用水路等に排出されていると言った問題が出てきております。

第3に、洪水調節機能を持っていた農地が、宅地等になるに従って、降った雨が河川に急激に流れ、小さな雨でも洪水の被害をもたらすような状況も出てきております。

4点目としては、維持管理のための費用、労力を軽減させるということで、単目的な施設改修を進めてきた結果、そういう農業施設が人の近づき難い施設になってきております。

こういった背景の中で、埼玉県では、昭和59年度から、「見沼代用水環境整備事業」を進めております。

これは3つの事業から成っております。1つは水路の改修に当たって土地改良区や住民団体等との意見調整を図り、自然景観と調和した工法で実施している事業であります。見沼代用水路は下流部で、西縁と東縁に分かれておりますが、東縁の中流部に国昌寺がありまして、この上流約1.1キロメートル区間の水路は沿線の斜面林とよくマッチして、自然景観をよく残しているといった評価を受けているところから今まで上流でやってきたコンクリート三面護岸水路とは違う水路にしようということで、「見沼環境整備促進事業」により実施されました。すなわち擬木護岸、擬木フェンス、または魚巢ブロックとか、魚が住めるように非灌漑期になっても、50センチぐらいの湛水深が保てるような深みをつくったというような工事を実施しております。

2番目は「緑のヘルシーロード整備事業」であります。埼玉合口二期事業で80キロメートル近くにわたる水路を改修しており、この水路改修によってできた余剰地をサイクリング、散策等に利用する目的から車と分離した、人が歩き、自転車が走る道路をつくる事業であります。この事業は、利根大堰から川口グリーンセンターまで56.3キロメートルにわたる道路をつくっているもので、現在3年目に当たりまして、来年度には全線完了の予定で進められております。

3番目の水と緑のプロムナード21整備事業というのは、前に述べた緑のヘルシーロードと連携させながら、市町村の公園、その他の文化的史跡を結ぶサイクリングロードや公園における植え込み、ベンチのようなものができる事業であります。緑のヘルシーロードは100%県費なのですが、水と緑のプロムナードは市町村が事業主体となりまして、県が50%補助しております。市町村に事業を進めてもらうために、昭和60年には、「見沼代用水環境整備マニュアル」というようなものをつくり、市町村が事業に参画し易いよう配慮しているところであります。水と緑のプロムナード21は全体で12年間の計画を持っておりまして、今まだ始まったばかりですが、今後市町村が積極的に参画され、充実した事業が実施されることを期待したい事業であります。

ほかにも県内に幾つかの事例がありますが、たまたま私が今農業用水の関係に携わっているもので、実施事例としてこれを紹介させていただきました。

司 会 一応皆さんにご意見をお伺いしたわけですけれども、埼玉県はいろいろこれのような事業として実施しておるわけですけれども、これはこれなりに大変素晴らしいと思うわけです。ただ、我々が仕事をする上において、やはり環境問題というのは日頃から考えながらやっていかなければいけないのではないかという気がするわけです。私も平野さんのところの先輩ですけれども、あの辺の環境を随分壊したのではないかと、私はすごく反省しております。というのは、非常に美しいせせらぎがあったのをパチッとした三面張りにしてしまったところが随分ありますし、水車があったのを壊したのもあります。またパイプラインなんかにしますと、集落を流れていた昔の水路が涸れ

てしまいました、それがどぶ川みたいな格好になってしまうとか、そういうのは随所にあったはずでございます。

そういうことを考えながら、やはり何とかしなければいけないのではないかという気持ちで仕事をしなければと思っておるわけですが、千賀先生に来ていただいておりますので、今までのご意見の中で何か……。

張り子の自然

千賀 美しい環境をつくっていかうという心構



えが農林水産省を初め、農業土木関係に出てきたというのは、非常に喜ばしいことだと思うのですけれども、それが農業土木の技術として定着するには、多少時間がかかるだろうという実感を持っています。もちろん

県によって進んでいるところもあれば、遅れているところもあるのですが。実は私、農業水利施設高度利用事業検討委員会の委員長をさせていただいているのです。高度利用事業をやる地区の相談相手になるような委員会なのですけれども、そこで今いわゆる計画マニュアルみたいなものをつくっている最中で、その中で感じたことを少し申し上げておきたいと思います。

農業土木は、ご存じのとおり自然を変えるわけですね。地形を変え、地域を変えます。だから、どう変えるかということについて我々は大きな責任があると思うのです。今、景観ということを考えますと、3つの要素があると思うのです。1つは平面的なデザインといいますか、平面的な要素というのがあると思います。土地利用の秩序づけに代表されるものですね。第2は立体的なデザインといいますか、例えば木があるかないか、つくった構造物がどういう印象を与えるかとか、そういう面が1つありますね。第3は時間的な側面ですね。あるいは歴史や文化と言ってもいいのかもしれないけれども、構造物やそこにある樹木なんか、どれだけの歴史を持っているのかということ、景観を構成する非常に大きな要素だろうと思います。そのどれをも農業土木は変えますよね。どれをも、良くも悪くも変え得るという意味で、

非常に大きな責任を私どもは持っているのではないかと思うわけです。景観というと、ともすれば個人的な趣味の領域だというふうに思いがちなのですけれども、どうもそうではないというのが最近の世論です。やはり自然を大事にした景観の方がいいという合意がだんだんできてきていますね。これは深いところは、やはり都市型、工業型社会の歪みがかかなり強くなってきているところに起因すると思うのですけれども、そういう意味での自然が豊かな景観をどう農村につくっていくのか。

ところが具体的に事業をやろうとしますと、いろいろなネックが出てくると思うのです。例えば管理はなるべく安くなるようにしてください。手がかからないようにしてください。こういう要望がやはり市町村などから出てきます。しかし、我々が見てきた、今まで扱ってきた農村にある自然というのは、管理しないでいい自然というのはなかったはずなんですね。自然豊かな農村をつくろうとすれば、やはり管理をきちっとせざるを得ない。そこまで覚悟しなければいけないということだろうと思うのです。

例えば擬木でやりましたと、こうなるわけですね、フェンスなんかも。前よりは見栄えがいいでしょう。しかし、擬木でやって本当に自然豊かな景観になるのかどうか。人間の目が擬木を見たときに、本当に、“ああ、自然があるな”と思えるかどうかということですね。ちょっと車がぶつかったり、人が蹴飛ばしたりしますと、欠けたり、グラグラとなって、中の針金が出たり、すぐ、“ああ、これは張り子のトラカ”というのがわかってしまうわけですね。そういう張りぼてをつくるのはこれからよくないのではないかという気がしているわけです。あるいは同じ水路でも、ブロック積みになりました。コンクリートの三面張りではなくて、ブロック積みになりました。これも中途半端ですよ。本当にやるならやはり石積みや、あるいは土水路でやるべきですよ。しかし、それでは手間がかかる。だから、ブロック積みにした。前よりはいいでしょう。しかし、それで本当に前と比べてみて、自然豊かな景観ができたのかということ、そうではないだろうと思います。

そういう意味で、我々が農業土木技術として今まで何とかここまでやれば自然に近いような景観配慮をしてきたのではないかと思っているような

ことも、実は自然豊かな農村をつくるという尺度で考えたときに、まだまだ遅れているなという感じがしてしょうがないわけですね。しかし、それを乗り越えて、本当の土や本当の木を使うような農業土木の技術をこれからつくろう、あるいは復活させようとする、まだ相当抵抗があるだろうし、研究しなければいけない面も出てくるのではないかと思いますね。確かに昔のような石積みの技術も、今埋もれてしまっていますし、同じ土の土水路でも、きちっと叩いてかたくして、維持管理がそんなにかからないというような技術もなかなか掘り起こせないでしょう。しかし、そういうことも今後本当にやらないと、また『張り子の自然』をつくってしまったという誹りを免れないのではないかなという危惧を持っております。ちょっと厳しく言い過ぎたかもしれないけれども……。

司会 おっしゃるとおりなんです。ただ、擬木もまた1つの技術なんです。例えば嵐山の橋がありますね。遠方から見たら全然異質に感じないんです、昔から。実はあれ、擬木なんです。厳しく見れば、当然千賀先生の言われたような話になるのですけれども、そこまで……。昔のままが本当にいいのか、あるいは新しいまた環境というのをつくってもいいのではないかなという感じは持っているのですけれどもね。それを一概に昔のほうがいい、昔のほうがいいでは世の中進まないのではないかなと思うのです。張り子と言われると厳しいのですけれども、張り子も必要なのではないかなという感じは持っております。

高祖 用水路なり、農道とか、我々が作る施設は、例えば用水路ですと水を流すことの他に遊び場、洗い場あるいは農村の景観や生態系の構成要素としていろんな機能を持っていたと思うんですね。それを改修する時我々は経済性ですとか、あるいは水を流す機能、維持管理面ですとかを優先的に考えてやってきたかと思うのです。その結果、施設が従来持っていた多面的な機能が単一的なものになってきたのではないかな。美しい村づくりに取り組んでいく場合に、従来我々がやってきた水を流すという機能や経済性を求めていく技術と他の機能も保全し



ていく技術、そういうものの調和というんですかね。その辺が大事なところではないかなという感じがします。

平野 那須野原の話ですが、改修されていないある用水がありまして、非常にきれいなんですね。水もきれいだし、水底も非常にきれいなんです。「このまま残しておいてもいいじゃないですか」と言うんですが、ダメなんですね。土地改良区の方々にはこれは絶対三面張りにはしなければいけないというわけです。それはなぜかということ、やはり維持管理なんですね。しかし、その一方で、同じ西那須野町内なのですけれども、昔の景観を復活させましようというようなことを言っている。地域の中で非常にちぐはぐなんですね。ちぐはぐなのですけれども、それぞれちゃんとした論理を持っているわけです。だから、用水をめぐるは実際に管理してきた人の論理がありますし、美しい村づくりのいうのですか、景観をもう一回復活させようという側にも論理があるわけですね。用水を利用して新しい何か景観づくりをやりようと思えば、その2つの論理をどこかでガチャンコさせなければいけないわけですね。そのガチャンコさせるための制度的な整備、これが非常に遅れていると思うのです。

ところで、美しい村づくりということをいろいろ言われていますけれども、2種類あるのではないかなと思うのです。1つは純粋に公園的なもの。例えば調整池を使って、周りに木を植えたりするのは公園的なものだと思うのです。こういうものは制度が整備され、行政サイドがその気になれば、管理だって行政サイドがやりますし、結構やっていくのではないかなと思うんです。例えばうちの方で、戸田調整池というのをつくってしまして、早速黒磯市がその隣接地を買収しまして、将来公園をつくらうとしているわけです。ちなみに戸田調整池というのは、堀込式といいまして、景観を重視した構造にしたのですけれども、池を見ながら楽しむという公園づくりを市町村が中心にやりようとしているわけです。こういうものは恐らく市町村とか、県レベルがその気になれば、かなりできてくると思うのです。

もう一つは、地域、あるいはコミュニティに合った身近な用水というか、そういうものをどう取り扱っていくかということがあるように思いま

す。例えば私なんかも田舎育ちですから、子供の頃は家のすぐそばに用水路があって、そこでドジョウをとって暮らしたわけです。そういう思いが濃厚にあるわけですね。だけれども、今自分の子供なんかを見ると、そんなのは全然できない。周りの用水路を見ても、そんなもの見当たらない。何とかしてやりたいなという気持ちがあるわけです。もちろん、昔のような土水路を復活するという事は望めないし、仮に復活したとしても事は解決するわけではありません。ただ公園的なものではなくて、本当に日常生活に密着したような用水路の復活をするというのがあると思うのです。それはやはり制度的な詰めというか、考えというのはほとんど今のところないのではないかという感じがするんですね。

技術者の意識

司 会 制度面という話もありますけれども、制度以前の問題として、技術者それぞれが本当に考えているだろうか。それが問題じゃないかと思うんですね。例えば圃場整備をやると思ったら、必ず四角四面に切ってしまうとかね。なぜ等高線沿いにきれいにつくらないのかとか、思うわけです。そこら辺のやはり技術者としての意識の改革の方がまず第一じゃないかと思うんですね。そうなってくれば、制度は、大蔵省に要求すればできるものですから、そう難しい話ではないと思っておるんですけれどもね。そこで、計画を指導する方から宮本さんお願いします。

宮 本 圃場の話からいきますと、圃場整備の中でもいろいろなことができるわけで、景観を配慮したものというのは当然技術者としては考えていますし、県から上がってきたものを審査する中で、いろいろなものを考えてもらっているのは解ります。しかし、やはりそれは地域の持っているいろいろな要請から、維持管理とか、経費の関係、そういったものを考えながらどうしてもそうせざるを得ない面があります。景観に配慮して、土水路にして、きれいな景観にする、そのときの事業費ということに限って見れば、国なり、県なり、市町村なりで負担



るとか、そういうことはいろいろ工夫によって、制度の運用によってはできるわけですが、将来的なものを考えますと、草を刈るだけでも、金だけの問題ではなくて、中には人が集まらないから、どうしてもパイプラインにしてほしいとか、そういう要望も上がってくる訳です。一方では事業量の低コスト化なんていうことで、非常にほかから我々のところは要請が強い。単価は下げろ、生産性は上げろという形で出てきますと、どうしてもその辺の妥協点の中で、技術的にはある意味では良心を曲げざるを得ない面もあります。

そういった中で、私は楽観的に見ているのですが、基本的にはやはり地域の人たちの、農村でいえば連帯意識だと思うんですね。都会でいえば自治意識というのが、一番大事な、将来に向けての人間の活動の源泉だと思うのですが、そういうものを頼りに、我々自身も地域の実情に耳を傾けていくということで、かなり前向きに対処できるのではないかと思います。

先ほど出ていました那須野原についても、場所場所によって大分違うんですね。私が居た頃を思い出してみますと、石積みのをそのまま使ったところもありますし、非常に古いところで水車なんかも残さなければならないということで、これに便乗して、もともとあるように直してやろうということでもやる。ところが、一方では、草刈りも面倒だし、水はきれいな水の方がいい。それ一点張りで、三面張りにしないと、大事な深山の水を——あそこの地形を見ますと扇状地ですから、水は非常に貴重で、まさにため池なんか当たり前にはできないようなところですから——何としても1滴でもほかのところに漏らさないようにやろうということで、工事のときから見ているんですね。水路から漏れないようにやってくれなければ負担金は払わない。

そういうことですから、やはり基本的にはそこに住んでいる人たちの意識がだんだんに目覚めていくことで、地域に根ざした整備がやっていけるのではないかと。

ただ、我々として一番感じたのは、そういうものに対して将来的にも対応できるような1つのスペース、余地というもののあり方を考えていく。自分だけですべて完成するのではなくて、将来に向けてやはり人間が活動した反映が景観であり、

実際の建物なり施設なりの構造物だというような感じがしているものですから、余り構想をきっちりきっちりと詰めてしまわないで、少し余裕のある形でやっていけば、我々技術者の、あるいは地域に住む方の意思を十分反映していけば、いいものが長い時間をかけてできてくるのではないかというように考えています。

高野 私たち技術者は、いろいろな形で水空間なり、広場空間とか、道路空間というのは、ある程度自然空間にマッチするように整備していると思うんですね。ただ、美しい村づくりということになりますと、時間をかけて、違う分野の、例えば農村生態学や農村社会、農村経済学の諸先生と同じテーブルで手を組まなければ、その地域、村にマッチした整備を考えているつもりでも、村として1つの集落としてうまくいった村づくりになっているかどうかということになると、非常に疑問があると思うのです。村には屋敷林だとか、集落道路がございませうけれども、集落道路を改修するときに、従来からあった村の木だとか、生け垣とか、そういうものを排除してしまう事例があるわけですが、植生態が伝統を形態している時間と村づくりというのは、違う分野の先生も入っていただかないと、美しい村づくりに対しての方向性というのは見出すのが困難な感じがするわけですね。私たちもそれなりにやってきているわけですが、いろいろな施設をつくる場合には、できるだけ景観に合わせるようにするし、違和感があれば木を植えるようにやっているのですが、それが美しい村づくりになかなかつなげていけません。それには違う分野の先生と手を組み考える必要があると思います。

千賀 さっきから、そういう自然的な水路にしたら管理が大変だという話があって、一方で平野さんが、幹線水路レベルの大きな公園とは違って、支線レベルで、あるいは集落内での水路となると、ちょっとまた違った論理が働くのではないかと言われました。私は大変大事な話だと思ったのです。滋賀県の高月町という町に、雨の森という集落があるのですが、そこにやはり集落内に小さなせいぜい1メートル50ぐらいの幅の水路がたくさん入っているのです。そこが実に上手に水を利用し、あるいは管理をしているので、どうしたのかと思ったら、1つは各家の前の水路をスクリーンで区

切ったんですね。そこはコンクリート水路なんですよ。何でもない三面コンクリート張りなんですけれども、スクリーンで区切ったわけです。区切って、そこで鯉を飼い始めたんですね。冬の間は自分の庭に水を入れて、鯉をそこで過ごさせる。夏の間は自分の目の前の水路を10メートルとか、15メートルとか区切って鯉を飼う。そのことによって、水路に対する各家の関心がまるっきり違ってしまったわけですね。ごみは絶対投げない。誰かが投げればすぐ拾うし、自分の飼っている鯉はそこでもかわいがって育てる。

そこで思ったのは、水路の持っている多重性です。農業用水や防火用水を流すということは、ある意味で公共的な意味ですけれども、各家毎に区切って鯉を飼うということによって、その水路に私的な、プライベートな価値が加わったのだらうと思うのです。そして、その水路の個人的な、かつ個性的な利用ができるということが、その水路に対する親近感を格段に高めたのだらうと思います。そして、維持管理も自発的にやる。もちろんみんな泥さらいやする。しかも、泥さらいやするときには、単に泥さらいではなくて、だんだん水を落として行って鯉をとる楽しい遊びにするとか、子供たちの手づかみの遊びをするとか、そういうイベントを管理にかぶせることによって、楽しい管理にしていく。そういう方向になっていったというのが高月の例なのですけれどもね。何かそれは1つの参考になるのではないかという気がします。

そうすると、我々の計画も、単に自然な水路をつくればいいというのではない。そこで、どれだけその地域の人たちが個性的な利用ができるのか。実際に愛情を持って利用できるようなものをつくっていくのか。そして、それがイベントとも絡めて将来の管理をどう地域の人たちが興していくのか。そういう観点での計画論が我々に出てくれば……。さっき別の専門の先生も必要というのは、そういう意味も含めてだらうと思うのですけれどもね。そうすれば、先ほど言ったネックが僕は随分クリアされていくのではないかという気がしますね。

中西 今日においても、いろいろ地域によっては、県、あるいは市町村レベルで条例をつくったり、あるいは集落単位でいろいろ申し合わせ事項

なんかをつくって、自分達の地域づくりに積極的に取り組んでいるところがみられ、それはそれで大変結構なことで大切な話だし、よろしいかと思うのですが、現在の農村を見てみると、全ての地域がそういうような状況ではないと思うんですね。と申しますのは、産業構造が変化し、これだけ二次産業なり、三次産業が発達してきますと、まさに人口が、若い人が都市の方に集まって来る。逆に農村は過疎化なり高齢化なり、そのような状況が生じてくる。昔は農業を営むとか、林業を営むとか、一次産業を営むことによって、人の営為によって外部経済的にいろいろ地域の管理がなされていたようなところもあるかと思うのですが、そのようなことがこのような時代になってきて、だんだん薄れてくる。一般的な話なのですが、農村において地域自らの国土管理的なものが手薄になってくるような気がしているのです。全部が全部そういうわけではないのでしょうけれども……。

そのような地域については、確かに地域の自発性の高揚といったことを求めるのも大切なのでしょうけれども、地域の自発性ととも、もう少し国の方も積極的に、そして責任をもってかかわっていかないと、いろいろ大変な問題が起こってくるのではないかと最近考えています。国民全体が国土全体を考えていくといったことが必要なのではないでしょうか。

管理する側の論理、利用する側の論理

平野 先ほどの千賀先生のお話をお聞きしましてなるほどなと思ったのは、確かに管理ということを考えてときに、その水路が実際に管理している人たちによって、どういう意味を持つかというのは非常に大事だと思います。那須野原の場合でも、昔は用水というのは全部、田舎の家はみんなそうだったのですけれども、家の裏に用水があって、そこで鍋釜を洗って、以前には飲み水までとっていたわけですね——。こうした要素を生かした水路が1つあるのです。あるいはまた、別なところでは、地元の要望がありませんでしたので、そういうものを一切なくした水路があるのです。その2つの水路を見ますと、洗い場というんですか、そういうものを自分の家に残した水路がかりの農家の水に対する産識が全く違いますね。だから、

そういうものを計画の段階で、我々が事業計画をつくるときにできるだけ取り込むというのは、非常に貴重な指摘ではないかと思えます。

それから、私は美しい村づくりを進めるためにはまず、技術者の意識がまず重要だろうと思えます。しかし、地域からいっばい要望が出てくるようにも思うのです。事業所において関係市町村とか、県の人と話をしますと、結構意識が強いわけですが、何とかしたいという意識が。しかし、それをやろうとするための、実践に移すだけの受け皿がない。さっきから制度的な問題ではないか、制度的な問題ではないかと、同じことばかりを言っていますけれどもね（笑い）。

具体的にはどういうことかという、既に言いましたように管理する側の論理とそれを多目的に利用したい論理というのは、かなりの意識の開きがあるわけです。その中を中間的に取り持つような組織——千賀先生の本の中に書かれてあるのは、例えば市町村と地域住民と土地改良区と三者の中で、そういう管理組織をつくったらどうかとか、そういう1つの方向づけがなされているわけですが、そういう管理上の制度的な詰めですね。特に施設を多目的利用しようということになりますと、管理がそれだけ複雑になってきますから、その管理の配分をどうするかという責任範囲の分担を明らかにする必要があろうと思えます。

宮本 モニュメントみたいなものというのは、結構やりやすいんですね。ただ、実際の管理になると、立派なものをつくっても、人もいないし、例えば建設省のダムであっても、トイレ1つきれいになってない。外向けに管理されていない。多くの人が訪れたとしても悪い印象を持ったまま帰らなければいけないようになってしまいます。それだって人を雇えばできるじゃないかといっても、その管理というのは大変なものなんですね、自然の中につくるというものは。都市の中の便利さというのは、ある意味では非常に管理が集中していますから、やりやすい。農村ではそれが非常にやりにくい。地域の住民が進んで参加するような形じゃないと、なかなか国営事業と言っても、これからいろいろなものをやっていっても、最終的に管理の結果を見ると……。我々事業所側から見ると、後の管理の結果を見ませんから、非常に楽観的に考えるのですけれども——後の状況から

は、やはり我々はいろいろな人たちの意見を聞きながらやっていかないと、一遍にいろいものをつくってみても、かえって大変なものを背負い込むというのがかなりあるのではないだろうか。我々はどうも成功した例をたくさん見せられるものですから。那須野原でも周辺でよくいった、「りんどう湖」だとかね、うまくいったと言えるのですけれども……。

司 会 ああいう拠点的なでかいやつは、それはそれなんです。それよりもっと農村に密着した何かをやらなければいけないのではないかというところが問題なんですよ。

清 水 僕も来る前に、頭の中で、似たような整理をしていたと思うのですけれども、やはり大規模なダムの周辺とか、調整池の周りの話は、行政が出動して、いずれやらなければいけないというか、やるべきだと思うのですけれども、やはり美しい村づくりのためのという話になると、地域の人がいろいろな発想を出して行っていくというのが、一番大事だと思うんですよ。それが結局管理の問題とかにもおのずとつながっていくんだと思うのですけれども、町として、村として、うちの水路はどういうのがよいのか、ということについてやはりこれから農家あるいは地域住民の参加により、いろい知恵を引き出していくことが大切だと思いますし、と同時にそのためにまた我々農業土木技術者の意識改革ということもしていかないといけないのではないかと思います。

千 賀 そういう意味では、官だけしか相手にしてなかった、どうもね。例えば県とか、市町村のお役人さん。でも、例えば青年会議所とか、いろい文化団体とか、趣味の会だとか、あるいはもっと言うと自然保護団体とか、そういう人が物すごいエネルギーを持っているでしょう。

司 会 必ず反対されるんですよ（笑い）。

千 賀 彼らの要望を入れながら、それなりの水路をつくると、利用はするわ、管理はするわ、エネルギーを引き出せると思うんですね。そういう関係にいつ我々がなっていけるかね。

司 会 思い切って当たってみると。

千 賀 ええ。最近各地で「水辺づくり委員会」のようなものの活動が活発になっていますよ。決して行政と対決していくという姿勢でなく、行政を先取りし、行政を押し上げていくような、そう

いう行政と地域運動との関係がむしろ一般的であるような時代になってきましたよ。それともちろん行政的な、管理に対する補助ですね。これが引き金にならないと、そう簡単には動いてくれないと思いますけれども……。

大 海 渡 そういう意味では、埼玉県は先ほどお話ししたような状況で、何か農業の多機能的な面を評価しなければいけない立場に置かれているわけです。「春の小川」や「おぼろ月夜」の歌に唱われるような農村風景をつくっていくことが必要だと私は思っています。ただ、そのときに応分の負担はやはり必要だと思うんですね。もちろん金額の面もそうですが、むしろ意識的な面での応分の負担、これが重要だと思うのです。例えば大宮市に盆栽町という町があるのですけれども、そこで盆栽をつくっている人は、なるべく通る人が見えるように盆栽を置いておくんですね。それなのに、通る人が盆栽を持って行ってしまったならば、全てがぶちこわしです。同じ生活の場の中で、都市住民が混住しようが、住んでいるみんなが「環境は財産だ」というような意識にならなければいけない。即ち意識面での応分の負担が必要ではないかと思うのです。

それともう一点なのですが、先ほど農業土木というのは、国土をえらく変えてきたというようなことをおっしゃっていましたが、まさにそうだと思います。ただ、農業がやってきたことは、アスファルトやコンクリートで地表を被覆してきた都市側の改造と違って、ある意味では自然をつくってきたのではないか、このことに誇りを持つべきだと思うのです。今、米の値段も上がらない、管理も二種兼業で働きに行ってしまうから行き届かない、その中で自然環境を保全するような任務を農業が負わされている。それに対する何らかの行政的応分の負担も必要ですし、やはり地域住民の応分の負担があってしかるべきではないか。これを強く感じます。

ヨーロッパでは

司 会 去年、恵まれましてヨーロッパへ行かせていただきました。たまげたのですけれども、ヨーロッパはよく言われるように、本当にきれいなんですね。どうしてこんなにきれいなのかなと思って、いろい見たのですけれども、やはり自然に

マッチして町づくりができておるんですね。余計なものも全然ないんです。

例えば日本の農村に行くと、まず看板が目立ちますね(笑い)。あれがヨーロッパは全然ないんですよ。さらに店屋、これも日本の農村の店屋という、赤とか、青とか、原色でバンバン看板をつけて汚いですよね。向こうは質素に地味にやっています。それから、電柱がない。全部埋めているのかと思ったらそうでもないんですね。見えないところに電線を張っておたりしておるのです。ごみは当然ないですし、看板のかわりに花がいっぱいあるんですね。どこの家にも花が飾ってあって、みんなが見えるようになっていくわけですね。さらにカーテンなんか物すごくきれいなのです。カーテンが汚いと、隣の人が文句を言うそうですね。「お宅のカーテンが汚いですから、かえてください」と言う(笑い)。そのぐらい全員の人が環境に対して非常に興味というか、関心が深いわけですね。日本は汚いものは外へ出せというので、見えるところに汚いものを積んだりするでしょう(笑い)。農業廃棄物なんか、垣根のところへ積んでみたり、汚いわけです。そういうのは一切しないのです。出来上がっておるという点はあるのでしょうけれども、文化の高さをまざまざと見せつけられたという感じがしたのですけれどもね。

圃場にしたって、向こうはきれいに自然なりに開いてあるんですね。日本みたいに無理して四角に全部切ってしまうというようなことではなくて、なだらかに——畑ですから可能なのですけれども、全然違う。ブドウ畑にしたってちょっと違うんですね、日本のとは。効率だけではなくて、やはり何かちょっと違う美しさをつくっているような感じがしてしょうがないですね。

千賀 ただ、ヨーロッパでも1960年代までは圃場整備は真っすぐな道路、三面張りのコンクリートでやっていたのです(笑い)。それからものすごい反省が出てきて、それこそ自然保護団体からもものすごい圧力が出て、都市住民から、何だあれはと言われた。そして、しかも食糧が余ってしまったでしょう。生産性向上だけではないじゃないか、農村の価値というのは。というので、70年代ぐらいから自然生態系と歴史的景観重視にガラッと変わってきた。

司会 日本は20年遅れていますね。(笑い)

中西 例えばスイスあたりですと、最近コンクリート水路を逆に土水路につくりかえるとかね。我々が見ると、どっちが施工前でどっちが施工後かわからないような事例があるというように聞いたのですけれども、それはまさに成熟化社会になってきて、農村の人だけではなくて、国民全体の意識が変わってきて、このことを踏まえて行政も、そういったものを行うことができる。そういったことなんじゃないかな。

司会 目下農民は少数民族ですから、大きい方が勝つわけですね。大きい方がそういうことを言っているわけです。都市住民が農村を自然に返せというようなことをね。

中西 それと今日本で感じられるのは、逆に都市の方でそういった街並みを整備しようとか、環境を大切にしようとか、そのような動きが先に出てきてしまっている、そのような状況じゃないかと思うのですけれども。

平野 土地改良区とか、農業をやっている人だってもともとはそういう意識は持っているという気はしているのですけれどもね。特に先ほどヨーロッパの話が出ましたけれども、日本だって私がまだ子供の頃までの農村景観というのは、きれいという形容は当たりませんが、のどかな日本らしい景観であったような気がします。その前の江戸時代の頃までさかのぼったら、例えば東海道の松並木であるとか、江戸にあっては美しい武家屋敷の家並みを作ったというような歴史を持っているわけですね。決して日本人というのは、景観に対して鈍感ではなくて、むしろ基本的には非常に意識が強いのではないかな。

ただ、私が最近気になるのは、だんだん世代交代が進んできますと、かつての景観を知っている人が少なくなってくるわけですね。今何かしなないと本当にこれは大変なことになるのではないかとというようなことを非常に感じるわけです。そういう意味では、今回の話というのは非常に時宜を得たものであるし、この間千賀先生が出された「水資源のソフトサイエンス」という本は、本当に10年前に出てきてもおかしくないような……。

千賀 遅過ぎましたかね(笑い)。

司会 むしろ制度を活用するのではなくて、制度で義務づけるみたいなことをせんといかんのか

もしませんか。

大海渡 さっき、それぞれの都市住民も応分の負担をしろという話をしたのですけれども、やはりその地域の環境をつくっていくのは農業が主体だと思います。例えば都市住民がいろいろな発想をして、いろいろなアイデアを入るれのはいいですけれども、農業側が納得できるような施設をつくっていくということが必要で、それをやっておかないと、やはり一番困るのは農業であるし、いい景観づくりはできないということだと考えます。

例えば、農業の持っている別な効果ですが、治水効果も持っていました。治水効果についていえば、草加市の事例、千葉県の市川市の事例等があります。水田の治水効果を公共的に認めた場合に、そこでつくったお米に対しては、くず米をつくったにしても、一等米の値段を補償するというようなことで公共が負担していく。そういうようなものもある意味では1つの施策になるのではないかという気がするのです。しかし施策として展開する時は、土地を持って動かしているのは農業であり、農業の意見が重要視されなければいけないと思います。

尾川 自然を残せば管理費が高くなるということですが、私の地区の土地改良区も負担金と管理費の話はしょっちゅう言っております、負担金も安く、管理費も安くということです。そこで、土地改良区では管理費をできるだけ安くするために、国営でつくった施設をできるだけ受益者に、自分たちのものだ。自分たちで自由に使えるようにし、管理も自分たちでやれという方向に持っていこうとしております。やはり本当に自分のものだと思えば、管理も自主的にできるのではないか。そういう方向にしないと自然を残すことは難しいのではないかと思います。

司会 事業制度としても、管理というのは一番弱いところなのです。管理を何とか制度的に強くできないかという研究はしておるのですけれども。一番弱い点は何かと申しますと、やはりそれで受益を受ける人が管理するのが当然だ、そんなものにどうして補助金を出せるんだというのが前提にあるわけですね。いずれ打破して、何かやろうとは思っているのですけれども。やはり相当な犠牲を払って、何か壊して、スクラップ・アンド・ビルドでやるというような感じでいかざる

を得ないのではないかと考えているのですけれども、それはみんないろいろ考えていただきたいと思うのです。確かに我々は管理というものに対して弱いです。

PRとアイデア

柴田 去年の暮に、佐賀県の嘉瀬川沿いで熱気球の世界大会をやりました。熱気球の大会は、北海道の畑作地帯では前からやっていたのですけれども、嘉瀬川のようなクリーク地帯でそんなことができるのかと思いましたが、そこは非常に排水整備された水田なん



ですよ。整備された水田地帯と周囲の山並み、それに色どり豊かな熱気球とそれを見物する人々、これは都会では望めない農村風景だなと思いましたよ。水田地帯を残しておいて、冬場にそういうものに利用していくというのが、これから非常に大事なことだと思います。農業土木が水田の乾田化を行ってきた。冬場の農地をそういうスペースに使うということも美しい村づくりの1つの考え方になってくるのではないかと思います。

高野 整備にはいろいろな形が考えられるわけですが、先ほどから維持管理になりますと大変だ、じゃ、なぜみんなを引き込むことができないんだということになりますので、美しい村づくりに対する考え方を整理して整備すればこんな効果があるんですよ。そういう効果というものをいろいろな角度からPRしていただくような形での効果手引書のようなものを作って、例えば小学生には、この水路にはいろいろな植物なり、動物が住むためにこんな施策が必要なもので、みんな大切にしましょうとか、年配の方には並木通りとか伝統文化のイベントを実施し心のよりどころ的なものを残すような効果がこれから農村地域に必要なもので、いろいろの形で農村地域に残す必要がありますよ。そういう効果のPRなり、必要性の指標づくりをしていただければ、何とか各自自治体なり、集落体なりに、説得するだけの美しい村づくりができるのではないかとこの形で考えておるわけです。

高祖 河川のもつ多面的な機能というんですか、

これに関しては憩いの場だとか、レクリエーションの場にするとかということで事業が行われているのですけれども、それは河川の方でいろいろPRしてきてここまでやってきているのではないかと思うのです。そういう意味で我々サイドとしても、農地の国土保全機能などについてのPRというのはやっているのですけれども、今ここで話し合われているような農村景観ですとか、農業用水路の多面的機能ですとか、そういうものについてのPRももっと行うべきではないかと思えます。

大海渡 そういう意味では、国土庁が出している水資源白書に、環境用水に係る各省の施策というのが載っておりますが、農水省が載っているのは、「農業水利施設高度化事業」だけなんです。建設省は10も20も載っている。農水省もこういう事業をどんどん興していくことをお願いします。

千賀 全く高野さん達の話には賛成ですね。そして、PRばかりでなく計画プロセスの見直しが必要です。事業計画をつくりあげる段階で、地域のさまざまな人のアイデアを結集させるようにすることが大切だと思いますね。そうすると非農家の方にも「この事業は自分達の事業だ」という意識が培われて、地域のエネルギーが事業に向けて集中されてくると思いますよ。

司会 事業をつくるにはアイデアが必要なんです(笑い)。

大海渡 それじゃ、きょうが発端になれば……。

司会 現場の方々から出していただかないと、なかなか難しいわけですよ。

宮本 みんなが喜んで、人も集まるような事業であれば、事業をする側でも、そういうニーズを受けた事業というのが興ってくるんであって、できたから実施されるというものではないと思うのです。我々はその常に注意を払って、そういうものを吸い上げていかなければいけないわけですが、やはりそこにはそういうニーズというもの的高まりがないと。事業化でもいろいろな事業制度が毎年毎年出てきて、新しいニーズを興しているのですけれども、なかなかそこまで高まらない。先取りし過ぎますと、また事業としてはうまくいかない。死んだような形の事業が何年も続くような失敗もあるわけですから、やはりその辺は特に県の方あたりはアンテナを出していただいでですね。

司会 建設省は点と線しかないわけですよ。



我が省は土地と水、もっと広い広がりがあるわけですよ。だから、やりようによっては建設省以上のものが何でも出てくると思うのです。これをやはり活用していろいろ考えていかなければいけないと思っている

わけです。建設省はただでできるけれども、うちは負担金が要るといいますけれども、向こうだって国費は知れているんですよ。あとは県、市町村が金をもってやっているだけの話ですから、やりようによってはうちだってできないことはないわけです。だから、やはりそういうムードを高めていくということがまず第一ではないかと思えますし、先ほど言われましたように、もっとほかの分野の先生方も加えて、いろいろ技術的にデザインと申しますか、そういった面も研究していかないと追いつかないのではないかと思います。

千賀 その点で1つ申し上げておきたいのです。農業土木の事業対象が今急速に拡大しつつあると思うのですが、その動きに大学の先生が追いつけないのです。それが学生にも影響して、なんか農業土木の学生の元気が失われている。私は地方で、大学の先生方をもっと現場に引き出していただきたいのです。これまでも委託調査はありましたが、問題はその内容で、どうも狭い、部分的、技術的なものに限定されてきました。地域全体の計画を考えるような、もっと総合的な内容の委託調査をふやし、場合によっては他の専門分野と組み合わせ、若手を起用して先生方を育てていってほしいと思います。

清水 美しい村づくりのためということで、いろいろな施設をハード的につくっているところですが、やはりソフト面というか、利用の仕方とか、管理の仕方とかそういうこともセットで行っていくと、後々造りっ放しということも回避できていくのではないかと思います。今まで物をつくればいいという感じがなきにしもあらずだったと思いますので、何かそういうことを地域の人たちとよく話し合っ、ハードとソフトをセットにした計画の立案ということが重要になってくるのだと思います。

さらに、何のための美しい村づくりか、目的あるいは観点というところちょっとオーバーになるかもしれませんが、活性化のためのとか、定住促進のためのとか、そういうこととセットで良く地元の人、農家の人と話し合い、地域にあった事業を行っていけば、さらに後々のことも含めて良くなるのではないかと考えています。

大海渡 そういう意味では、今までの制度が対症療法的というんですか、例えば排水が困る、水路の維持管理が困るということに対して単目的な施策が実施されてきたということです。総合的に農村風景全体を構想して、問題としてとらえて、それぞれの施策をその中から派生させて考えていくというような思考方法がないと、やはり今までの対症療法が続いて、批判ばかり受けるような事業が出てきてしまうのではないかと気がします。

誰が計画をつくるか

司会 美しい農村といっても、それぞれ特色があっというと思うんですよね。というのは、昔型の農村もあってもいいし、変わったオランダ風の農村をつくってもいいし、新しい日本型を何か考えてつくってもいいし、それは歴史的にいろいろ変わってくると思うんですよね。何もかも昔がいいというのは、僕は絶対おかしいと思うのです。

平野 再び国営事業ということと美しい村づくりということにちょっと絞って話しますと、那須の場合は総合事業といいまして、末端までやりますから、私はちょっと末端の話を含めて今までお話ししましたけれども、普通の国営事業というのは、どうしてもやはり基幹的な部分ですから、これをもって何かしようと思えば、どうしても公園的なものにならざるを得ないのではないかと感じるのです。先ほど司会が言われましたように、1つの考え方として、これからそういう整備をやる時には、必ず公園的なものを最初から計画の中に取り入れていくんだというような制度をつくるというのも1つの案だろうと思うのです。例えば、アメリカなんかはみんなそうですね。ダムを造ったら必ず周辺に公園をつくる。

ただ、やはり景観というのは、国の職員ではなかなか考えられないのではないかと。やはり地域地域によって考えられてしかるべきだと思うんです

ね。国でいくと、どうしても木を植えて終わりぐらゐの感じになってしまうのではないかとという危惧があるわけです。だから、国直轄でやる時にも、今の土地改良事業というのは、どちらかというと国主導型で計画をつくるのですけれども、例えば、景観に配慮したものをつくるというときには、やはり地域主導型の計画をつくる。それを国側で取り組むという形での主従逆転みたいな形の発想が1つ必要ではないかと思うのです。

柴田 その関連なのですけれども、地域の計画は、地元の人、特によくわかった人に入っていたいてつくるべきなんですね。ただし、今までは国営事業ですとこれらの計画をコンサルに発注することになるんです。そうすると、結局中央の発想になってしまう傾向があるんです。ですから、地域の計画を作る時は農業土木の系統だけでやっていたら今までと同じなんです。これからは地域の、農業土木以外の他分野、今まではあまり接触もなかったり、反りの合わなかった人たちと一緒に考えていかないと独善的なものになってしまうんじゃないですかね。

司会 それは同じことを某氏に言われたんです。ジャーナリスト相手に地元から出てきた計画を重視してやりたいと言ったら、そんなこといったって、どこにそんな人があるんだと言うんですよね（笑い）。結局同じじゃないか。国が指導しなくて、そんなものができるはずがないと。そのとおりなんだよね。

平野 それは違うと思います。私が見ている限りにおきましては、やはり昔の景観を知っている人の経験というのは、随分重要だと思います。

司会 それは計画を提示して、意見を求めるというならいいと思いますよ。それで修正していくというならね。最初からはできないんですよ。それだけの計画力というのはあり得ないですよ。県で圃場整備をやろうといっても、全部県で線を引っ張って、どうだという話で持っていくでしょう。それは無理なんですよ。

中西 ちょっと話がそれでしまうかもしれないですけども、地域によってかなり差があると思うんです。それからすると、地域の中に核となる人がいるのといないのとではかなり違ってくる。

司会 推進派はいるけれども、そこまでデザインできる人はいないでしょう。

中西 デザインできる人がいるところも中にはあるのではないかとすることがあります。時々、地方の市町村へ行って、大変教えられて帰ってくるということがあって、この地域はすごいところだなと思う……。私の不勉強という面も多分にあるのですけれども……。

司会 意見をどんどん取り入れるという形になっていくんだと思うのですけれどもね。

宮本 市町村あたりでは限られた職員だから、なかなかそれだけの人を配置しておくというのは難しいと思いますね。たまにはいますけれども、それはそれだけゆとりがないとですね。我々、極端な話、市町村に行きますと、土木技術に全然門外漢な人が行政を決める担当者であったりする。市町村で本当に土木、建築とか、そういう人をある程度の人数確保して、適切なレベルに養成できるだけの財政力のあるところというのは、非常に限られていると思いますね。

柴田 県の方は、補助事業でいろいろ創意工夫されていると思いますよ。そんな大規模なものではないけれども、こんなことまでやっているかというようなのがあつた。やはり地元主導だと言いつながら、結局技術者がアイデアを出さないとだめなんです。先程言われたように技術者の心構えの問題になってきてしまうのではないかと気がするのですけれどもね。

宮本 だんだん自治意識が強くなっているし、都会あたりでは非常にそういうものをやるようになってきているし、これから農村もそういう面が出てくるということで、我々もそれに対応したことを考えておかないと、独善みたいな形で進んでいるとだめなんです。

司会 ぜひそうやってほしいんですよ。地元の本当の計画が出てくるような形になってほしいと思うけれども、難しいというのが実態じゃないかという感じですね(笑)。

千賀 私は今、北海道の十勝圏の地域づくりに係わっているのですが、北海道開発局帯広建設部の広瀬課長が素晴らしいコーディネーターとなって、地域づくりが盛り上がっています。地元の非農家の方がむしろ夢中になってアイデアを出しています。そういうところをたくさんつくりたいですね。

清水 ビシッと決まった制度だと、かなり頭が固まってしまっているところがあると思うのです

が、例えばモデル事業などで行われている特認事業とか、そういうフリーな発想で考えられる制度が拡充されれば、よいアイデアがどしどし出てくると思います。

私も、数年前にモデル事業を担当していたとき、特認ばかりでなく、集落内の排水路や集落道路などでいろいろと発想を生かした施設があったと記憶しております。

美しい村づくりのためのということになりますと、必ず地域に適合したということがついてくることになると思いますので、制度もそれだけフレキシブルなものとなりましょうし、そういうところから、この水路は、この道路は、どんなふうに整備していったらよいか、いろいろなアイデアが生まれてくると思います。

司会 残念なことに、市町村が考えても、県に上げたら、まず県の係長さんがビシッとやる(笑)。それが生き残ってきたとしても、今度農政局でビシッとやられる。ここで生き残っても、本省でビシッとやられる。何かどんどん消えていくんだよね(笑)。

宮本 これはカットの部分だな(笑)。我々も生かそうとはしているんですよ。

個別に計画を審査している場合、全部審査してから、よくよく考えてみると、今年の新規採択枠を超えているから、最後はしょうがない。エイヤーで2割減だと(笑)。そうせざるを得ない面を抱えていますね。何も担当者1人が決めるわけではないんで、非常にその辺は心苦しいところが……。

司会 大体時間がまいりました。きょうは本当にいろいろな自由な立場での御意見ありがとうございました。いずれにしろ、今我々がやっているのは、どちらかと申しますと、都会型の工事をやっておるのではないかとこの観点があるわけです。やはり農村には農村の技術というのがあつてしかるべきではないかという感じがしております。これを機会に、今後こういう議論を方々で深めていただければ幸いですと思っております。きょうはどうもありがとうございました。

「水と土」第41号～第80号総目次

特集号

水田パイプライン	44号
老朽ため池	50号
海外農業技術協力	53号
農業水利施設の管理	57号
湛水防除事業	64号
農用地開発事業と地域振興	68号
災害復旧事業	71号
地すべり防止対策	75号
土地改良事業の設計施工の創意工夫	79号
20周年特集(記念号)	80号

グラビア

完成近い末広ダム／満水した川西ダム／泥水加工シールド	41号
湛水開始した笹峰ダム／フレキシブル鉄筋コンクリート杭(鋼管付)の施工	42号
管理システムの整備がすすんだ羽布ダム	43号
農業土木技術研究会会賞(第10回)写真集	44号
長野県平尾地区集落排水処理施設／国営木曾岬干拓地区提防工事	45号
軟弱地盤基礎処理工法／重錘式掘削工法による施行中の新田原井堰	46号
農業土木技術者のためのリモートセンシング入門深礎工法による橋梁基礎工の設計施工について	47号
飯岡調整水槽の設計・施行について／鬼怒川水系における水利調整と水利組織について	48号
農業土木技術者のためのリモートセンシング／角来地区のほ場整備について	49号
老朽ため池特集	50号
急勾配斜面の立坑トンネルによるパイプラインの設計施工について／埼玉合口二期事業と農業用水の 合理化	51号
スラリー輸送工法による客土の施工について	52号
海外農業技術協力	53号
打上ダム／利根川水系における農業用水の合理化と有効利用について	54号
一ツ瀬ダム／真栄理ダム／農業集落排水事業	55号
最上川中流農業水利事業／大夕張ダム／見沼代用水路	56号
勝瓜頭首工・藤守排水機場／犬山頭首工・香川用水管理所操作室	57号
県営中島地区サンドコンパクションパイルの施工／吉野川北岸農業水利事業、断層破碎帯中のトンネ ル／オーバーフロー型スタンドの空気連行状態	58号
小規模排水対策特別事業／目谷ダム(広島中部台地)／土砂害監視システム	59号
土地改良事業と環境の保全整備	60号
目谷ダム／名取川頭首工／推進工法／十勝中央大橋	61号
愛知用水II期事業の計画変更の概要／農村地域の環境に適合した排水路工法について／荒川連絡水道 専用水路シールドトンネル工事設計概要	62号
ブロックマット完了直後状況・堤体模型写真／国東町大字富来・足付コンクリート打設	63号
新潟県における湛水防除事業／吉良町における湛水防除事業	64号
マルチプルアーチダム(多拱扶壁型堰堤)とその改善について-香川県豊稔池ダムから-／畑地かんが い地区における水管理施設の設計事例／NATMによる道路トンネルの設計、施工及び計測について	65号
新鶴子ダム取水塔基礎の設計について／白中ダム監査廊の設計と施工について／魚類の生息を考慮し た明渠排水路の整備について／ふるさとの水と魚とふれあう「水辺公園」	66号

鋼平板セル式仮締切工の設計施工について／泥水加圧シールド工事の施工管理について	67号
坂井北部地区における用水施設計画／夏子ダムの施工／大口径可とう性パイプの土中挙動	69号
総合保養地域整備法(リゾート法)と農村地域の活性化／戸田調整池の設計及び試験盛土について／国上隧道の盤膨れについて	70号
災害復旧事例(海岸保全施設)／直轄災害復旧事業(排水路、道路)	71号
ため池整備のススメ／泥岩地における農用地造成工	72号
石狩川流域内水排除事業計画の紹介／坂根ダム左岸高標高部斜面保護に関する検討／「中央構造線」上の水路トンネル施工について	73号
松ヶ房ダムの断層処理について／長柄ダムの斜面保護工／呼子大橋(PC斜張橋)の設計と施工／水質障害対策事業三ヶ牧地区回転円板法による農業用水の浄化	74号
山王海第二地区における地すべり状況について／衣川3号ダムにおける地すべり対策について／鋼製枠堰堤工の施工について／地すべり関連事業と地すべり防止対策	75号
横堰池の遮水工法について／角形PC吐水槽の設計・施工について／弱地盤における排水路護岸工法／琉球石灰岩から土壌を創る	76号
南椎尾調整池の施工状況／五位ダムの施工状況／長野県宮夜間瀬地区の溪流取水工／国上隧道建設工事の特殊工法	77号
赤坂ダムの監査廊全景／下車力排水機場／海底槽水管	78号
コンター方式によるほ場整備／小魚類の保護工法／断熱材を用いたアスファルト舗装工法／テールアルメ工法	79号
大川瀬ダム／完成間近の生居川ダム／楨谷ダム／岡本頭首工全景／新川用排水機場／吉野川北岸幹線用水路(パイプライン)／愛知用水の周辺状況	80号

巻頭文

乾田化の勤め	藤野 欣一	41号
農業土木技術	浅井喜代治	42号
農業土木技術者の夢	藤井 敏	44号
技術力思考	坂根 勇	45号
海外農業開発協力を思う	前田 芳郎	46号
行革談義	八木 直樹	47号
広い意味での農業土木工学の必要性	中島 保治	48号
農業土木在官技術者とコンサルタント技術者	山田 光敏	49号
政策, 技術, 組織	須藤良太郎	50号
「水路」と「水と土」	佐々木四郎	50号
“水と土”第50号の発行を祝す	松井 芳明	50号
臨調答申と農村整備	岡部 三郎	50号
農業土木技術者と「照千里・守一隅」	仲野 良紀	51号
安積疎水通水百周年に思う	城野 忠雄	52号
海外農業開発協力はなぜ必要か	池田 実	53号
技術を高める	嘉藤章太郎	54号
データベースについて	中村 和也	55号
季節	小林 俊昭	56号
“管理”を飛躍の手段に	国広 安彦	57号
農業土木技術の総合化	角田 勲	58号
会長就任にあたって	平井 公雄	59号
科学技術の進展と学術雑誌	尾崎 勲司	61号
「水と土」に想う	谷村 茂	62号
リサイクル	秋山 光	63号
より住みやすい国土に	山瀬 俊一	64号

事故と責任	石川 明	65号
これからの農業土木	武田 清	66号
情報化時代の土地改良事業	水野 好路	67号
多面的な役割をもった農地開発事業の推進	森本 茂俊	68号
佐賀平野の大改造	野方 良輔	69号
秋田県土地改良史年表発刊にあたって	能登屋 享	70号
災害と早期復旧	遠藤 紀寛	71号
21世紀を目指す湖国の農業基盤整備	岩嶋外代男	72号
農村景観の形成について	柳田 宏	73号
岡山県の土地改良事業	中川 保道	74号
農地地すべり対象の現状と方向	坂本 貞	75号
富山県の土地改良	堀田 稔	76号
ある着工記念碑のこと	川田 弘二	77号
大分県の土地改良	川野 裕司	78号
創意工夫と基準化	堀井 健次	79号
初心不忘	中川 稔	80号

論説・総説

技術力の維持向上と合理化について	阪田 剛一	65号
災害対策室の開設について	柴原 寿一	71号

寄稿

世界の「水と土」へ	志村 博康	80号
新世紀へ向けて	末松 雄祐	80号

かんがい排水

報文

	号	頁
多目的地畑地かんがい施設の設計と使用実態について	高須賀俊一, 角田逸郎	41 : 37
有明海沿岸の排水対策について	久我 尚久	41 : 46
東野田地区県営排水対策特別事業について	中本 達磨	41 : 72
湊地区用水改良事業の設計及び工事概要について	加藤 健一	43 : 38
農業用水合理化対策事業「芝原用水」地区の概要について	根守俊和, 小木照良, 池田康信	45 : 70
国見地区県営かんがい用水事業の概要について	平川 俊充	45 : 81
濃尾平野の農業用水(濃尾用水第二期農業水利事業を中心に)	中戸堅持, 中島克己, 北野実男	57 : 56
傾斜地帯畑における水需要の実態解析と用水量パターンの類型化	永石 義隆	58 : 15
小規模排水対策特別事業の概要	一川保夫, 佐藤浩蔵, 松田 眞	59 : 2
網走管内小清水地区の畑地かんがいと散水機	七戸 義一	59 : 27
寒冷砂丘地における畑地かんがい計画と今後の課題について—国営屏風山地区実施例—	大本保雄, 野呂敏文	61 : 61
愛知用水二期事業の計画変更について	中村義文, 三友 隆	62 : 21
重粘土地帯における牧草畑地かんがい	駒井 明	63 : 20
笠野原畑地かんがい事業について	中島 信雄	65 : 53
省力化が進む散水かんがい	千葉 孝	65 : 57
坂井北部における用水施設計画について(その1)—用水施設の概要—	久保田昭彦, 山本清磨, 小島 勉	69 : 15
坂井北部における用水施設計画について(その2)—ウォーターハンマーの発生とその対策—		

	号 頁
.....久保田昭彦, 山本清磨, 小島 勉	69 : 22
愛知用水二期事業について—主に二期事業としての特異点について—.....片桐克己, 森田保則	72 : 29
間断散水法による茶園の防霜.....黒岩 郁夫	72 : 43
石狩川流域内水排除事業計画の紹介.....名越 庸雄	73 : 14
筑後川下流用水事業における佐賀導水事業との合併施工について.....森戸久行, 大塚義隆	73 : 30
河川に水源を求める農業用水の水管理計画の策定手法について(十津川・紀ノ川地区を事例として)	
.....中島 義治	76 : 52
二次暗渠を利用した地下かんがい試験について.....竹田 和博	79 : 14

農 業 水 利

報 文

農業用水水利権の年間総主水量表示について(その1)—農業用水水利権とその特性—	
.....延藤隆也, 佐々木勝	42 : 82
群馬用水の利水転用と予備取水工.....稲葉 延寿	43 : 44
農業用水水利権の総取水量表示について(その2)—事例及び今後の課題—.....延藤隆也, 佐々木勝	43 : 78
利根川水系における水利調整と紛争について.....脇阪 銃三	45 : 2
流況調整河川と既得農業用水について—何が北千葉導水事業の問題か—.....大利根用水運営委員会	46 : 2
は場整備事業の水利状況と水利権について.....蘭 嘉宣, 脇阪銃三	46 : 30
重回帰モデルを用いた降雪・融雪期の流出解析について—岩手県胆沢地区石淵ダム流域を例として—	
.....高橋 正和	48 : 12
鬼怒川水系における水利調整と水利組織について.....脇阪銃三, 角田政明, 北尾輝夫	48 : 21
埼玉合口二期事業と農業用水の合理化.....脇阪 銃三	51 : 57
利根川水系における農業用水の合理化と有効利用について.....脇阪 銃三	54 : 2
利水ダムにおける洪水計画について.....中島 善治	72 : 71
大夕張地区の水利調整.....高橋 悦郎	73 : 36

シリーズ

河川協議について.....西野 明	67 : 59
-------------------	---------

水系シリーズ

淀川水系における水利開発の歴史と農業水利について.....山下 克巳	52 : 62
筑後川水系の水質源開発.....今吉 洋二	53 : 87
木曾川水系における農業水利開発の課題.....木村 勝, 吉野利廣	54 : 49
我が友, 坂東太郎—利根川水系開発の概要—.....吉野 秀雄	54 : 69
津軽平野農業開発の経緯と今後の課題.....高橋 正明	55 : 41
信濃川水系開発の全容.....久保田昭彦, 中村義文, 高橋信弘	55 : 57
石狩水系における農業水利.....田村孝六, 齊藤征右	56 : 62

研修報告

地下排水を考慮したタンクモデルによる排水解析のシステム化.....西原 博	51 : 104
---------------------------------------	----------

ダ ム

報 文

末広ダムの施工について.....佐藤 武俊	41 : 2
-----------------------	--------

川西ダムの工事経過と試験湛水	高橋 英	41 : 11
間隙水圧と堤体安定について	増田 明德	42 : 2
矢の目ダムの概要	小川正順, 高橋啓一	42 : 14
吞吐ダム崖錐部抑止工事について—フレキシブル鉄筋コンクリート杭工—		
.....山下克己, 百瀬輝久, 重森 篤, 浜坂英雄		42 : 21
ダムと活断層	磯崎 義正	43 : 54
フィルダムのコアに生じる亀裂の検討—破砕帯がコアに及ぼす影響—		
.....富山浩重, 山岸之雄, 白石幸久, 森 富雄		45 : 34
フィルダム設計, 施工上の留意点について—主として築堤材料に関して—	富山浩重, 西田武三	46 : 63
フィルダム設計に適用する解析レベル設定の一試案	勝俣 昇	47 : 2
中国四国地方における老朽ため池堤体盛土の鋼土について	高橋 博	48 : 62
都田川ダム監査廊工の設計と施工について	林 鉄男, 後藤武久, 斉藤康二	49 : 2
峰浜地区の計画と水沢ダムの基礎処理について	中野 普一	49 : 32
ため池整備と現状と課題	森田 昌史	50 : 7
男井間池の前刃金工法による改修について	長尾豊成, 三川幸雄	50 : 21
池の谷池の前刃金工法による改修について	窪田 進	50 : 26
久原中池のアスファルトパネルによる表面遮水工法について	石川 和紀	50 : 31
内町ため池の合成ゴムシートによる表面遮水工法について	川村浩一, 永野重信	50 : 37
大谷池の洪水吐の改修について	乙川 清	50 : 42
高雄池の洪水吐の改修について	下田 憲典	50 : 51
神之淵池の老朽斜樋の改修について	勝浦 孝治	50 : 57
比内沢ため池の老朽斜樋の改修について	佐藤 勇吉	50 : 63
入ヶ池の取水施設(堅樋)の改修について	大久保正良, 西村隆三	50 : 67
浪岡ダムの盛土施工について	増田 明德	51 : 19
農業用ダム水温調節について	北島春千代	51 : 32
御料ダムの設計について	前田 勝忠	51 : 91
打上ダムの堤体挙動について	安田昭彦, 首藤美能留	54 : 39
フィルダムにおける盛土の簡易透水試験	守屋 卓	55 : 29
真栄理ダムの試験貯水について	長友安章, 川田明宏, 平林栄裕	55 : 31
深田調整池の設計, 施工, 貯水計画についての報告	伊藤郁雄, 蛭名光明	56 : 2
フィルダムの監査廊の設計・施工に関する一考察	鈴木 重憲	58 : 32
目谷ダムの盛土施工管理について	岩井 孝道	59 : 11
白中ダムの堤体設計の基本的な考え方について	片山良春, 長谷川正助, 辻野 篤	61 : 9
目谷ダムの取水設備の放流減勢効果について	岩井 孝道	61 : 18
溶岩流を基礎地盤としたダムの基礎処理について—富士山麓畜産基地建設事業長瀬調整池の事例—		
.....籾倉克幹, 山崎紘一, 斉藤久夫		61 : 27
布喜川ダムの施工と試験湛水計画について	原田種雄, 松永哲治, 永瀬健次	61 : 87
フィルダムの位置の選定	中島賢二郎	62 : 2
深山ダムによる地下水涵養効果の検討(その1)—農業基盤整備事業の地域開発効果検証の—事例として—		
.....長束 勇, 加藤健司, 泉本和義		63 : 46
広沢ダムの洪水吐の設計	三本武津雄, 堀井 潔, 清水逸雄	63 : 64
マルチプルアーチダム(多拱扶壁型堰堤)とその改修について—香川県豊稔池ダムから—	泉川 利雄	65 : 15
エルムダム水室法による原位置変形試験について	高嶋敏時, 皆木 勇, 渋谷 斉, 津田 進	66 : 3
新鶴子ダム取水塔基礎の設計について	加藤史郎, 秋山賢二郎	66 : 12
白中ダム監査廊の設計と施工	長谷川正助, 辻野篤, 大橋雅樹	66 : 44
ダム堤体取付工の事例—伊方調整池左岸袖部工—	角田 豊, 山田長男, 本村正則	66 : 52
生居川ダムのトンネル型監査廊の設計	浜田清司, 須藤 寛	67 : 35
赤坂ダムの堤体設計について	井上 公一	67 : 39

夏子ダムの施工について—徳島県管かんがい排水事業夏子ダムのコンクリート打設工法を中心として—	松平賀津馬, 和田哲郎	69 : 47
フィルダム底設監査廊の構造解析について.....	中島賢二郎, 橋口幸正, 野村栄作	69 : 55
鉄筋応力計の温度補正について.....	中島賢二郎, 野村栄作	69 : 62
原位置岩盤の変形試験について.....	中島賢二郎	69 : 68
横堰池ゴムシート基盤層の安定工法について.....	森 袈裟男	70 : 9
ロックフィルダムはなぜ地震に強いのか—メキシコにおけるロックフィルダムの耐震セミナーに出席 して—.....	菊沢 正裕	70 : 19
戸田調整池の設計過程及び試験盛土について—国営邦須野ヶ原総合農地開発事業地区—大羽 泉 NATM 工法による合所ダム監査廊の設計・施工管理について	阪田剛一, 武富幸正, 山地昌親, 島先孝志	70 : 42
高水深下で使用するゴムシートの試験法.....	中島賢二郎, 篠田健吾	70 : 91
ため池整備のススメ.....	田中 康一	72 : 2
矢の目ダム取水塔基礎岩盤の平板載荷試験について.....	松島 薫, 高橋 剛, 和好好延	72 : 35
五位ダムにおける止水軸の検討について.....	中西一継, 塩浦孝郎, 島田敏夫	73 : 44
坂根ダム左岸高標高部斜面保護に関する検討.....	牧 省吾, 山本芳男	73 : 55
液体窒素を用いた大川瀬ダムのプレクーリング.....	大澤賢修, 福田信幸	73 : 65
千葉県東方沖地震における長柄ダムの状況について	木本悦郎, 山崎 晃, 福島 玲, 瀬古育二, 田中博良	73 : 89
松ヶ房ダムの断層処理について—左岸断層の状況とその処理—	高橋豊吉, 横江武夫, 松本紳治, 村松秀則	74 : 2
鍋倉ダムの基礎処理.....	牧 隆盛, 相田健男, 田中賢治	74 : 83
長柄ダムの斜面保護工.....	山崎 晃, 熊沢健二	74 : 97
菰野ダムの盛土施工について.....	瓜生 征二	76 : 2
マサ土地帯におけるため池の簡易改修法について.....	永石 義隆	76 : 16
横堰池の遮水工法について.....	北村 貢	76 : 35
南椎尾調整池の設計と施工について.....	坂上貞次, 菅原和雄, 井原一夫, 田中龍太	77 : 2
五位ダムロックゾーンに供用する泥岩盛土の風化特性と施工管理	豊田裕道, 内山弘英, 宮崎敏行, 島田敏夫	77 : 12
五位ダム遮水ゾーン内の土圧計及び間隙水圧計の埋設方法	豊田裕道, 内山弘英, 宮崎敏行, 島田敏夫	77 : 20
連続透水壁ドレーンによる地下水位低下工法について.....	片桐 正巳	77 : 39
ロックフィルダムの臨界勾配と限界震度に関する考察.....	菊沢 正裕	78 : 13
神居ダムの温度規制計画について.....	前仏 勉, 岡本 隆, 福井孝博, 前原裕史	78 : 20
赤坂ダムの監査廊について.....	長野 清, 河津宏志, 井上公一	78 : 29
双葉ダムアスファルトフェーシングの耐久性に関する追跡調査.....	川村 博之	78 : 41
吞吐ダム・大川瀬ダムの設計と施工について.....	宮崎 武美, 川田明宏, 八木正広, 丸田雅博	80 :
生居川ダムの設計と施工.....	石川幸生, 相沢雀志	80 :
楨谷ダムの設計と施工.....	魚谷了一, 金蔵法義, 原田良二, 加藤幸義, 深井勝己	80 :

特 集

農業用ダムの実態と最近のダム技術.....	柴田知広, 関口光司	80 : 6
-----------------------	------------	--------

取 水 施 設

報 文

犬山頭首工ゲートからの流出について.....	高井佐寿, 片山正巳	41 : 52
------------------------	------------	---------

	号 頁
明治用水頭首工護床改修工事について……………胡桃坂邦雄	43 : 32
新田原井堰の重錘式掘削工法による鋼矢板止水壁の施工について ……………国光淑郎, 橋本 正, 米谷 聡, 赤木秀昭	46 : 10
将来計画河床高に敷高を合わせた頭首工の河床掘削計画—S用O頭首工の事例—……………三輪 弼	48 : 39
岡本頭首工の設計について……………平野勇二, 小林一成, 鈴木 武, 蘭 嘉宜	49 : 9
名取川頭首工の設計と施工について……………今野 久, 岡村利雄	61 : 42
杭式導流堤方式による取水工の水理模型実験(桑原用水地区) ……………名知和男, 加納喜明, 川出文男, 佐々木茂, 留田信治	65 : 29
頭首工護床ブロックの大きさや施工についての試案……………川合 亨	66 : 31
水質障害対策事業桑原用水地区取水工仮設計画について……………児玉敏夫, 留田信治	66 : 38
大径石礫が硫化する取水堰の構造と施工について……………桑野 定美	67 : 2
鋼矢板セル式仮締切工の設計施工について……………安本 徹, 小田智之	67 : 9
長良川取水池における河床の安定について(ブロック配置方法の水理模型実験) ……………児玉敏夫, 小林仁美, 飯田久穂	67 : 28
河川流量の簡易推定法(緩流河川における移動床)……………川合 亨	67 : 48
水とともに(県営かんがい排水事業夜間瀬地区の溪流取水工法について)……………鈴木 文雄	77 : 32
神竜頭首工エプロン部における耐摩耗性コンクリートの施工について ……………湯浅 明, 本山英明, 林 誠司, 草薙 忍	78 : 54
岡本頭首工の設計・施工について……………角田政明, 降旗元忠	80 : 70

特 集

近年における頭首工技術の歩みと課題……………植田昌明	80 : 15
----------------------------	---------

ポ ン プ 場

報 文

飯岡調整水槽の設計・施工について……………次田勝栄, 山根俊茂, 曾我美一	48 : 2
排水ポンプ選定の一事例—押込みタイプ横軸軸流ポンプの選定について—……………橋口省三, 中山 晃	49 : 45
ポンプの設計……………長尾 隆	64 : 19
ポンプ場上屋の計画……………渡辺 正夫	64 : 32
甲申川地区排水機場のポンプ設計について……………西坂利明, 渡辺祐典, 吉村幸一, 柳井 司	64 : 46
角形P C吐水槽の設計・施工について……………西川克彦, 橋本 晃, 小川勝應, 山県達弥	76 : 65
岩木川左岸地区の排水計画と下車力排水機場について……………田島明彦, 石岡尚毅, 高橋誠人	78 : 70
新川用排水機場の設計・施工……………原田一夫, 田野井雅彦	80 : 80

特 集

ポンプ設備の現状と課題……………橋本 政美	80 : 21
-----------------------	---------

水 路

報 文

東総用水農業専用区間の送水方式について……………奥村昭博, 次田勝栄	41 : 22
泥水加圧式セミシールド工法の施工例について……………高橋克美, 内田日出男	41 : 61
大型開水路におけるライニング工法の検討……………穴瀬 真, 白滝山二	42 : 48
ポンプパイプライン送水系における分水……………次田 勝栄	43 : 18
水田パイプラインの発展とその背景……………内藤 克美	44 : 2

	号 頁
水田パイプラインシステムの水理的問題点	内藤克美, 白石英彦 44 : 6
水田パイプラインの技術的問題点と対策	猿渡 良一 44 : 22
低平地におけるパイプラインについて	喜多輝昭, 緒方雄一郎 44 : 32
自然圧利用の水田パイプライン—県営ほ場整備事業般若地区の事例—	
.....	森田清三, 稲積登代治, 七沢 寛 44 : 39
ポンプ送水による水田パイプライン	山本 成夫 44 : 49
山形県(上山西部地区)の自然圧とポンプ送水による水田パイプラインの概要について	
.....	秋葉信蔵, 武田俊夫, 菅野信也, 渡辺謹吾 44 : 59
水田パイプラインにおける流量調節	稲葉忠, 海老原一司 44 : 68
泥炭地におけるパイプライン工法について(富良野地区の施工例)	田村 良男 44 : 79
水田パイプラインの水管理	小林 寿男 44 : 91
パイプラインを利用して	楯 重夫 44 : 97
東幡用水農業水利事業におけるトンネル工事のタイプ判定について	
.....	勝俣 昇, 西井武夫, 三好正夫, 今井 伸 45 : 49
湛水防除事業における河口構造物についての実例	南雲晴巳, 高野政文 46 : 38
水路工事における土留工の実施例について—CCP工法—	鈴木 寿, 辻井徳一 46 : 57
新幹線トンネル工事による水路の沈下復旧について(群馬用水における事例)	稲葉延寿, 稲田芳昭 47 : 8
一ツ瀬川農業水利事業 パイプライン水理解析と畑地かんがい計画について	
.....	阪野 彰, 穴見春樹, 井 敏春, 斉藤正樹 47 : 25
圧気推進工法による送水管布設について—国鉄東海道本線横断部分の施工例—	
.....	中川吉弘, 戸上訓正, 久保田正一 49 : 54
水田パイプラインの水管理方式についての設計上の留意点—S地区を例として—	加藤 稔 49 : 72
笹吹川地区のパイプラインの通水試験について	佐藤裕一, 毛井孝雄 51 : 2
急勾配斜面の立坑トンネルによるパイプラインの設計施工について(立坑のパーカッション工法による掘削を主として)	野沢武明, 春原富雄 51 : 9
一ツ瀬川農業水利事業 パイプラインの設計と施工について	穴見春樹, 井 敏春 51 : 71
群馬用水(トンネル部)の鉄道・国道交差部の施工(簡易メッセル工法, 薬液注入工法)	
.....	稲葉延寿, 小野宣昭, 西巻喜代志 52 : 10
霞ヶ浦用水埋設鋼管の挙動試験報告	青木三郎, 宮武 沖, 都築昭夫, 松本博嗣 52 : 35
潮見幹線排水路の河口閉塞処理について(第2報)	山岡敏三郎, 中野 勲, 日置綾人 54 : 33
市街地における農業用パイプラインの計画及び施工について—馬見ヶ崎川導水路工事—	
.....	沼田義春, 大沼岩男 56 : 22
見沼代用水路改修における大型ブロック護岸の設計施工について	福島満義, 翠川英男 56 : 33
北海道におけるパイプラインシステム—国営畑地帯総合土地改良パイロット事業北見地区—	
.....	毛利邦彦, 花山敏典 57 : 38
オーバーフロー型スタンドの空気連行防止と波立ち防止のためのスタンド水槽容量の決定法	
.....	山本徳司, 吉野秀雄, 丹治肇, 中村敏郎 58 : 2
中央構造線に伴う断層破碎中のトンネル施工について—吉野川北岸農業水利事業三野隧道(加茂野宮)建設工事—	末吉英夫, 安本厳, 中嶋達二, 木口隆文 58 : 39
小排水路の経済設計と安全性について	阪田剛一, 三塚敬之助 59 : 46
セミシールド工法による推進用鋼管推進の設計施工について	伊藤征義, 土屋 司 61 : 72
農村地域の環境に適した排水路の工法について 直轄明渠排水事業「止別川上流地区」での実施例	
.....	山本義弘, 高橋 勇, 片山利幸 62 : 10
急流用排水路の水理設計上の留意点—水理模型実験からの提案—	
.....	中 達雄, 吉野秀雄, 石野捷治, 岩崎和己 62 : 33
荒川連絡水道専用水路シールドトンネル工事設計概要	花房 実 62 : 40
軟弱地盤地帯の排水路におけるコンクリートブロックマット護岸工法の施工例について	馬場 義夫 63 : 7
愛知用水二期バイパス分合流工の水理特性について	吉野利広, 小林滋男, 田中博良, 裨園 寛 63 : 34

	号 頁
コンクリートマット工法による軟弱地盤上の排水路改修について……………大杉 昭二	63 : 56
既設トンネルの内巻き盤下げ工法について……………八幡 忠, 高橋信弘	63 : 75
魚類の生息を考慮した明渠排水路の整備について—畑地帯総合土地改良事業「増幌二期」での実施例— ……………尾崎 禎一	66 : 18
泥水加圧シールド工事の施工管理について……………小林邦輔, 手塚秀利, 富永 衛	67 : 19
パイプラインにおける混入空気が送水に及ぼす影響……………西山壮一, 長智男, 黒田正治	69 : 2
大口径可とう性パイプの土中挙動—矢板施工の場合—……………毛利栄征, 川端俊典	69 : 7
水田地帯の複合水路系における調整池(バッファープOND)の算定について ……………吉野秀雄, 後藤真宏, 石井正幸, 猿田春一	69 : 39
国営能代地区に於ける浅内調圧水槽の設計・施工について……………高橋政雄, 鎌田 真	70 : 2
国上隧道の盤膨れについて……………宮原 数雄	70 : 52
硬質塩化ビニル管の埋設試験結果について……………中島賢二郎, 川口徳忠	72 : 57
「中央構造線」上の水路トンネル施工について……………川合昌亮, 玉石勝次	73 : 2
中口径可とう性管たわみの実測例……………中島賢二郎, 大熊登紀雄, 松岡直之	74 : 75
軟弱地盤における排水路護岸工法—軽量鋼矢板の実施例—……………古澤清崇, 高橋 昇, 斉藤一彰	76 : 26
土砂トンネル(NATM工法)の設計……………前川昭, 林繁一, 所一志	77 : 45
トンネルにおける自然通気について……………中島賢二郎	77 : 54
国道隧道建設工事の特殊工法について……………宮原 数雄	77 : 60
海底送水管の設計と施工について—畑地帯総合土地改良事業牛窓地区の実施例— ……………魚谷了一, 金蔵法義, 佐藤和夫, 大月孝夫	78 : 61
珍魚「ウシモツゴ」奮戦記……………平田 正風	79 : 8
水質障害対策事業上の島地区の仮設土留工—たて込み簡易土留の施工事例—……………三輪 直之	79 : 70
排水路における鉄筋コンクリート大型フリュームの設計・施工例……………増田 清	79 : 79
県営かんがい排水事業杉安地区鉄筋コンクリート 大型フリューム水路の設計施工について ……………黒木信吾, 飛松二郎, 芝崎敏之	79 : 86
吉野川北岸農業水利事業と用水路等の設計・施工について ……………落合信義, 森 康彦, 根馬清志, 高市忠男	80 : 90
愛知用水二期事業と幹線水路等の設計・施工……………萩原宗作, 青木 昭, 前川 昭	80 : 100

特 集

昭和最後の10年間における水路技術の総括と展望……………岩崎 和巳	80号
-----------------------------------	-----

シリーズ

パイプラインの設計……………原田 義春	72 : 78
パイプラインの設計……………染谷 隆一	73 : 96
パイプラインの水力計算……………圓益 満久	74 : 107
パイプラインの構造設計……………染谷 隆一	76 : 93
パイプラインの付帯施設設計及び施工と管理……………圓山 満久	77 : 72

資 料

間違い易い水力設計—パイプラインの水力設計—……………久保 七郎	42 : 87
----------------------------------	---------

県だより

簡易鋼矢板組み立て水路の施工事例について……………吉田 良治	42 : 94
--------------------------------	---------

管理施設

報 文

	号 頁
豊川用水天伯支線の水管理改良事業について……………	光岡 史郎, 白井 伸洋, 加藤貞一郎 42 : 57
野洲川地区における送水路集中監視制御システムについて……………	瀬古良勝, 出原 均 42 : 67
県営かんがい排水事業大島下郷地区水管理改良施設について……………	諸橋 孝一 42 : 75
羽布ダム水管理施設の概要と運用について……………	杉山 茂生 43 : 7
一ツ瀬川農業水利事業の水管理システム……………	南部英男, 太田建蔵, 岩根真一 55 : 2
排水機場の集中管理システムについて(湛水防除事業川内川地区での設計例) ……………	徳永二六, 古嶺影二, 竹之内輝博 64 : 59
畑地かんがい地区における水管理施設の設計事例……………	中澤 功, 平井篤美, 春原富男 65 : 21

新工法紹介

土砂害監視システムについて……………	阿部京三, 竹内 勇 59 : 82
--------------------	--------------------

基 礎

報 文

河北潟区域農用地開発公団事業における農業用施設用地の軟弱地盤基礎処理について ……………	小林文雄, 杉山 明, 児玉勝美 46 : 18
深礎工法による橋梁基礎工の設計施工について……………	朝倉 吉男 47 : 14
地盤沈下の発生とその機構……………	相場 瑞夫 52 : 2
県営干拓事業中島地区における軟弱地盤上の堤防工事について……………	前川 秀樹 58 : 25
囲い矢板方式による浮基礎工法について……………	吉田瑞穂, 伊藤敏夫, 河野喬一 64 : 52
渦川排水機場のリバース工法による杭施工について……………	家合 庸倫 65 : 9
エクセル工法による橋梁基礎について……………	小林 勤 74 : 17

ほ 場 整 備

報 文

暗渠排水の施工管理の一方法について……………	尾口 毅 41 : 68
角来地区のほ場整備について……………	小林雅典, 小原 清 49 : 20
西津軽地区土地改良事業設計上の特徴(主としてほ場整備事業について)……………	佐藤隆太郎 54 : 22
水田の耕地組織の変遷と展望……………	須藤良太郎 60 : 1
圃場整備済水田の区画形状に対する農家の意識について ……………	須藤良太郎, 三好英幸, 中坪秀彰, 阿部暁洋 61 : 2
新しい水田耕地組織の提案……………	須藤良太郎, 三好英幸 65 : 2
高度利用集積圃場整備事業 三輪地区について……………	因来 富夫 67 : 50
圃場整備事業の完了した地域の意向調査結果……………	段本幸男, 足立元彦, 岡 篤雄 67 : 56
中山間地におけるほ場整備(コンター方式)の実施例……………	沢田 清一 79 : 16

農 村 整 備

報 文

号 頁

平尾地区(長野県佐久市)の農業集落排水処理……………	高見沢三郎, 堀籠秀幸, 飯島雅則	45 : 57
安全施設の設置と周辺環境の整備……………	中山幸雄, 小谷正浩	50 : 72
農業集落排水事業における汚水, 汚泥処理……………	笹沼 昭司	55 : 14
屯田の杜公園……………	田中 隆, 中村直人	60 : 19
県営圃場整備事業と集落環境整備事業の同事施工について……………	佐々木律男, 山中順二	60 : 37
山形県における農村環境に対応した土地改良事業……………	伊藤 久志	60 : 51
緑化推進事業「あじさい農道作り」……………	鈴木 国男	60 : 55
農道とさくら並木……………	白井 春雄	60 : 60
宇佐平野田園公園計画—田園のある近代都市をめざして—……………	竹林良宏, 朝倉 宏, 後藤陸郎	60 : 91
ふるさとの水と魚とふれあう「水辺公園」……………	鈴木 国男	66 : 34
集落地域整備法について……………	桜庭 光一	70 : 63
農業集落整備事業「片平」地区(郡山市)について……………	荒井 賢治	74 : 37

農 用 地 造 成

報 文

農用地開発に伴う土砂流出について……………	塩田克郎, 伊藤一幸	43 : 65
木曾岬干拓堤防沈下対策工について……………	喜井克己, 田村 亮, 鈴木 智	45 : 38
農地造成に伴う流出状況の変化について……………	川上有喜男	47 : 43
改良山成工設計システムについて……………	福田 守, 本田賢三	48 : 32
阿蘇久住飯田地域における簡易機械造成工法について(その1) ……	川尻裕一郎	51 : 85
農用地開発事業の現状と課題……………	飛田 義裕	68 : 2
農用地開発の経済的社会的効果とその実現策……………	熊谷 宏	68 : 13
中山間地帯における農地開発の効果……………	永田 明	68 : 20
都市近郊における農用地開発の効果……………	青木 和幸	68 : 26
農用地開発による地域活性化方策—特に中山間地帯における活性化について—……………	永嶋 善隆	68 : 36
農用地開発事業と豊の国ムラおこし—国営駅館川総合開発事業駅館川地区—……………	佐藤正義, 溝口一昭	68 : 45
婦恋西部に見る地域の活性化……………	黒岩 常夫	68 : 53
横田町にみる急激な過疎化と農用地開発……………	末吉 貞信	68 : 58
都市と農用地開発のつながり—郡山東部—……………	西橋 順二	68 : 62
公団事業で東北一の酪農郷へ変身—広域農用地開発事業葛巻区域—……………	姥浦 敬一	68 : 72
泥岩地における農用地造成工……………	正木 純彦	72 : 21
琉球石灰岩から土壌を創る(スタビライザー工法による草地造成技術)……………	西田 研	76 : 45
急傾斜地における合理的流末処理対策の検討……………	山本徳司, 原 喬	78 : 80

道 路

報 文

農道における踏切道の改良について……………	菊池 修二	45 : 17
農道整備事業にかかる踏切改良協議事例について……………	杉浦哲夫, 浅井 勉	45 : 29
国立公園内における道路整備計画と自然環境の保全に関する協議について……………	伊藤正康, 佐藤忠広	60 : 46

	号 頁
長大複合斜長橋「十勝中央大橋」の設計, 施工……………横山 一, 秋本 修, 小林光男, 成田正則	61 : 52
佛の里の未来を拓くオレンジロード……………台野弘美, 富田勝美, 赤坂和雅	63 : 2
斜張橋の風洞実験について……………秋本 修, 小林光男	65 : 38
NATMによる道路トンネルの設計, 施工及び計測について—県道付替第3号トンネル— ……………金沢貞行, 照井敏弘	65 : 44
農道空港構想について……………山下 正, 中尾誠司	70 : 81
呼子大橋(PC斜張橋)の設計と施工……………片渕弘晃, 久我尚弘	74 : 53
農道の配置類型に基づく機能分類……………有田博之, 今井敏行, 金蔵法義, 宗岡一正	76 : 85
断熱材を用いたアスファルト舗装……………立花 貴男	79 : 24
転圧コンクリート舗装工法について……………吉田 良治	79 : 33
有明粘土上の特殊石灰(Fe石灰)処理工法による舗装工の特性……………田中 利磨	79 : 43
農地開発事業ダム付替道路工事に伴う補強土壁工について……………佐藤俊孝, 及川武美	79 : 91
農道工におけるテールアルメ工と地盤改良工を実施して……………内村研二, 上野博明	79 : 97

シリーズ

道路等関係協議……………井野 栄	61 : 96
------------------	---------

県だより

益田管内における広域営農団地農道整備事業……………小豆沢正久	42 : 93
--------------------------------	---------

農地防災

報 文

北海道における8月豪雨と農業災害について—昭和56年8月3日から6日にかけての前線と 台風12号による北海道の大雨—……………高屋敷尚利	46 : 78
区画整理施工農地の台風被害とその復旧……………内山 秀之	47 : 49
都市汚水処理のための土壌式接触循環曝気法について(三重県営水質障害対策事業田丸地区) ……………森本 繁史	56 : 43
奈良尾地区地すべりの排水工法(グラベルパイルによる排水工)……………藤沢 久吾	59 : 58
市街地における水質障害事業の実施について……………水越 一男	60 : 95
湛水防除事業の現状と課題……………斉藤 健	64 : 2
湛水防除事業計画の策定……………斉藤 健, 小泉 健	64 : 36
湛水防除事業「中浜田地区」の水計算手法について……………宗像四郎, 松本伸治, 末永 博	64 : 12
災害と復旧対策の沿革……………小林 一成	71 : 4
災害の現状と対策……………沼田 義春	71 : 8
災害復旧事業の法制度……………大山 弘	71 : 21
災害発生から災害復旧事業完了までの実務の流れ……………赤倉 正弘	71 : 30
災害復旧事業の原則と補助率の算定方法……………西澤宗夫, 枅林貞義	71 : 36
災害復旧に対する財政金融措置について……………大橋 翻	71 : 41
水質障害対策事業三ヶ牧地区回転円板法による農業用水の浄化……………渡辺喜久男, 鳥飼壽一	74 : 27
地すべり対策事業の制度について……………森井 徹, 尾崎保雄	75 : 12
地すべり防止対策の調査について ……………和田温之, 榎並信行, 山本昭夫, 高橋禎一, 友野武男, 中山 康, 川本 治, 竹内睦雄	75 : 22
地すべり防止対策の計画について……………本間 新哉	75 : 39
地すべり防止施設の設計・施工について……………関口 光司	75 : 48
直轄地すべり対策事業「板倉地区」の事業計画について……………堀井 潔, 掛上信昭	75 : 59
衣川3号ダムにおける地すべり対策について……………菊池 正悦	75 : 70

	号 頁
地すべり防止工事における有圧地下水の対策について……………田中 修	75 : 84
アンカー工について—太田戸地区—……………江口 清水	75 : 94
地すべり地における排水トンネル工法—特に奈良尾地区における立体排水工法— ……………西沢英夫, 代田雅夫	75 : 99
地すべり抑制杭の設計と施工—山形県鬼坂峠地区の施工事例— ……百瀬 清喜	75 : 106
鋼製枠堰堤工の施工について—地すべり対策事業柱道追加地区の例— ……和久井和彦	75 : 114
地すべり関連事業と地すべり防止事業の調整 ……坂口 光男	75 : 122
農業用ダムの治水効果 63.8.集中豪雨に対する貢献度—雨竜川水系— ……………水島隆二, 猪野東候, 江田一之, 山岡敏彦	76 : 76

寄稿

地すべりの機構と地すべり調査・対策の諸問題……………岸本良次郎	75 : 2
---------------------------------	--------

報告

災害復旧事例……………飯坂 昌則	71 : 48
------------------	---------

資料

土壌の侵食と保全(要約)……………大串和紀(訳)	59 : 76
--------------------------	---------

ニュース

「農地地すべり研究会」が発足……………	65 : 73
---------------------	---------

話題

日本海中部地震—農地・農業用施設の災害と復旧— ……澁谷 公晟	71 : 82
宮城県61年災の話題……………佐々木敦夫	71 : 86
桜島降灰の記録と対応について……………児島 末雄	71 : 90
島根県三隅町の水害と対策本部の話題—しまね58年災・60年災から— ……百田 正義	71 : 93

施工材料

報文

新しい構造のコンクリート管について……………中島賢二郎	70 : 99
農業土木分野におけるジオテキスタイルの利用について……………山下 恒雄	79 : 48

新製品の紹介

相関式漏水発見装置について—相関法による漏水検出技術—……………阿部京三, 小林 孝	54 : 95
--	---------

施設管理

報文

八郎瀧干拓の管理について……………石川 計二	48 : 45
兵庫県におけるため池管理について……………石川洋太郎	50 : 78
岡山県におけるため池の管理について……………佐藤 直之	50 : 82
羽鳥ダムの管理記録……………加藤 昌平	51 : 45
管理総投資額からみた水集中管理システムに関する考察……………宋 志延	52 : 45
農業水利施設の管理主体と組織……………岡部 守	57 : 2

	号 頁
農業水利施設の水管理システムについて……………橋本 政美	57 : 9
土地改良施設管理問題解決への確かなステップ—国営造成施設技術管理調査の スタートと管理技術班の新設—……………佐藤 昭郎	57 : 28
国営鬼怒川南部造成施設の管理について……………関井 仁	57 : 49
木曽川用水の管理計画及び管理システムについて……………新井秀雄, 立松 功, 松本弘幸	57 : 64
香川用水の管理現況について……………島村 睦昭	57 : 74
安積疏水の生い立ちと用水管理の変遷……………赤松 正頼	57 : 85
(新潟県営かんがい排水事業)大島下郷地区における農業水利施設の管理状況と問題点…宮本 宏	57 : 88
農業水利施設の管理計画と管理状況(県営湛水防除事業, 志太南部地区)……………福田 稔	57 : 92
都市化土地改良区の施設管理の実態について……………佐々木 中	57 : 98
吉良町における湛水防除事業により設置された施設の維持管理について……………浅井 勉	64 : 75
新潟県における湛水防除事業等による排水機場の管理の実態と課題について……………宮本 宏	64 : 83
注水管理を伴う貯水運用の一手法—北檜山右岸地区真駒内ダムの事例— ……………渡辺正治, 穂刈達夫, 吉田 宏	69 : 31
筑後川下流用水のバイブラインシステムについて……………益田和範 吉岡敏幸	78 : 2

環 境

報 文

利根川下流の塩分について……………藤井 秀人	45 : 88
大柿ダムの濁水処理について……………道久義美, 亀田昌彦, 金蔵法義	49 : 66
農村環境の保全・整備と土地改良事業……………今井 敏行	60 : 13
ほ場整備と源氏ボタル保護……………菅原 邦雄	60 : 26
老朽ため池の改修と景観……………佐々木律男, 高橋 甚	60 : 30
土地改良施設の文化的環境整備……………堀田 稔	60 : 62
排水路の一部を魚が住める構造にしたもの……………佐野 芳彦	60 : 68
琵琶湖国定公園内の景観とほ場整備……………奥山 史朗	60 : 73
よみがえれ源氏ボタルの里……………平田 章朗	60 : 78
農村環境と文化—「文化のための1パーセント事業」の紹介—……………吉田 良治	60 : 81
消える川に安らぎよ場を—都市部を流れる農業用水の景観整備を行った明治用水の事例— ……………田中 覚	60 : 86
農地開発事業にかかるサケ・マス漁業影響調査について……………河畑俊明, 喜島純一	74 : 64

シリーズ

環境関係協議等……………萩野 英明	63 : 88
-------------------	---------

資 料

水質保全の最近の動き……………月山 光夫	55 : 89
----------------------	---------

電算機の利用

講 座

OAのための例題中心 BASIC 講座(第1回)……………丹治 肇, 山本徳司	51 : 113
OAのための例題中心 BASIC 講座(第2回)……………丹治 肇, 山本徳司, 永井安正	52 : 80
OAのための例題中心 BASIC 講座(第3回)……………丹治 肇, 山本徳司	53 : 97
OAのための例題中心 BASIC 講座(第3回の追加)……………丹治 肇, 山本徳司	54 : 86

OAのための例題中心 BASIC 講座(第4回)ファイルの使い方と水文データファイル作成プログラム	丹治 肇, 山本徳司	55 : 78
OAのための例題中心 BASIC 講座(第5回)	丹治 肇, 山本徳司	56 : 74
OAのための例題中心 BASIC 講座(第6回・最終回)XYプロッターによる作図	丹治 肇, 山本徳司	58 : 58

県だより

設計・積算の合理化計画	藤野欣一, 佐々木蔵, 小野 宏	41 : 75
兵庫県における土地改良事業積算システムについて.....	寺西恒美	41 : 76
栃木県土地改良事業における電子計算組織利用の現状と今後の課題...栃木県農務部農政指導検査班		43 : 85
農業基盤整備事業のシステム化の動向.....	宗像四郎	45 : 94
佐賀県における土地改良事業情報管理システム化について.....	土師清介	45 : 95

海外協力

報 文

農林水産省訪中団に参加して一農業土木事業の展望.....	農林水産省訪中団	43 : 1
我が国の海外農業開発技術協力.....	設計課海外技術班	53 : 2
海外における用水量算定手法と問題点.....	真勢 徹	53 : 18
かんがい・農業開発事業効果の評価.....	中原 通夫	53 : 42
韓国における圃場整備の現状と今後の展望.....	協阪 銃三	53 : 51
東南アジアにおける沿岸農地の開発と沿岸保全.....	植田 昌明	53 : 63
タイ国王室かんがい局：RID(その組織と技術).....	木村 克彦	53 : 72
中国のフィルダム設計基準及び安定計算について.....	勝俣 昇, 藪亀淳夫, 毛受享政	53 : 81
我々の見たイギリス・フランスのダム.....	山瀬俊一, 山下義行, 守谷正博, 岡田 茂	56 : 50
タイ・チャオプラヤ河下流感潮域の流出解析.....	井上 京, 佐々木勝, 松尾和重	73 : 22
フランスの畑地かんがい専用取水栓.....	千葉 孝	73 : 81

資 料

国際協力と農業土木一拓かれる広大な海外分野.....	木村 克彦	29 : 98
国際シンポジウム“Polder of the World”論文集について.....	工藤 浩	54 : 90

そ の 他

報 文

農村地帯の低水位発電装置.....	南波邦夫, 山口保身	43 : 28
スラリー輸送工法による客土の施工について.....	葉 虎平	52 : 26
技術向上対策講習会のノートから一施工及び施工管理.....	加藤 昌平	52 : 41
太陽エネルギー灯を導入して.....	久貝 元雄	60 : 93
中山間地帯における町づくり(藤沢地区国営農地開発事業とともに).....	佐藤 守	61 : 81
熱映像による土壌含砂量調査.....	石黒 悟	62 : 29
中山間地帯における農業振興を核とした地域産業おこしのあり方について	牧 勝史, 勝山達郎, 義村利秋	62 : 55
地域づくりの課題と姿勢.....	阿部 統	68 : 9
総合保養地域整備法の制定と農山村地域の開発.....	川嶋久義	70 : 69
大分県の小水力発電一稼動している三つの事例.....	阿部 征史	72 : 8
重荷重を受ける水利構造物におけるダウエルバーの設計について.....	中島賢二郎, 篠田健吾	72 : 48

地中探査レーダー	阿部 京三, 松本 功	73 : 74
畜舎の低コスト化工法について	松原敏春, 佐々木正昭	74 : 44
技術基準と設計施工の創意工夫	岩瀬 俊幸	79 : 3
創意工夫のための参考設計指針	櫻井 睦	79 : 57

座 談 会

美しい村づくりのための農業土木技術		80 : 110
-------------------	--	----------

講 座

農業土木技術者のためのリモートセンシング入門(第1回)	増本 新, 淵本正隆	47 : 54
農業土木技術者のためのリモートセンシング入門(その2)	増本 新, 淵本正隆	48 : 72
農業土木技術者のためのリモートセンシング入門(第3回)	増本 新, 淵本正隆	49 : 82
農業土木技術者のためのリモートセンシング入門(第4回)	増本 新, 淵本正隆	50 : 87

シリーズ

保安林と解除手続き	丸山千代松	62 : 63
電気設備工事の手続	長尾 隆	64 : 89
鉱業権との調整	田口 高士	66 : 60

資 料

土地改良事業計画設計基準(耐震設計指針)の概要について	鈴木 正彦	55 : 83
-----------------------------	-------	---------

研修報告

Two Step Lax-Wendroff スキームを用いた不定流解析手法について	榎 晃秀	52 : 52
---	------	---------

県だより

沖縄県の農業基盤整備事業	根間 武	43 : 86
--------------	------	---------

ニュース

「共同研究」制度の発足について	笹野 伸治	51 : 101
-----------------	-------	----------

〔備考〕

今回総目次を作成するに当たり、新しい工種の報文が増えたため創刊号～第40号の場合とは次のように項目区分を変えました。

1. 排水機場に関する報文が増えたため、従来「取水施設」に含まれていた用水機場と合わせて「ポンプ場」の項目を新設した。
2. 従来「計画」「その他」に含まれていたほ場整備、農用地造成の報文が増えたため、「ほ場整備」「農用地造成」の項目を新設した。
3. 上記2に伴い、従来の「計画」がかんがい排水主体になるため、これを「かんがい排水」に変更した。

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
東京都港区新橋5-34-3 農業土木会館内, 農業土木技術研究会
- 2 「投稿票」
 - ① 表 題
 - ② 本文枚数, 図枚数, 表枚数, 写真枚数
 - ③ 氏名, 勤務先, 職名
 - ④ 連絡先 (TEL)
 - ⑤ 別刷希望数
 - ⑥ 内容紹介 (200字以内)
- 3 1回の原稿の長さは原則として図, 写真, 表を含め研究会原稿用紙(242字)60枚までとする。
- 4 原稿はなるべく当会規定の原稿規定用紙を用い(請求次第送付), 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, 農業土木標準用語事典に準じられたい。数字はアラビア数字(3単位ごとに, を入れる)を使用のこと
- 5 写真, 図表はヨコ7cm×タテ5cm大を242字分として計算し, それぞれ本文中のそう入個所を欄外に指定し, 写真, 図, 表は別に添付する。(原稿中に入れない)
- 6 原図の大きさは特に制限はないが, B4判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。
- 7 文字は明確に書き, 特に数式や記号などのうち, 大文字と小文字, ローマ字とギリシャ文字, 下ツキ, 上ツキ, などで区別のまぎらわしいものは鉛筆で注記しておくこと,
たとえば
C, K, O, P, S, U, V, W, X, Zの大文字と小文字
O(オー)と0(ゼロ) a(エー)とα(アルファ)
r(アール)とγ(ガンマー) k(ケイ)とκ(カッパ)
w(ダブルユー)とω(オメガ) x(エックス)とχ(カイ)
l(イチ)とl(エル) g(ジー)とq(キュー)
E(イー)とε(イプシロン) v(バイ)とυ(ウプシロン)
など
- 8 分数式は2行ないし3行にとり余裕をもたせて書くこと
数字は一マスに二つまでとすること
- 9 数表とそれをグラフにしたものとの併載はさけ, どちらかにすること
- 10 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。
- 11 投稿の採否, 掲載順は編集委員会に一任すること
- 12 掲載の分は稿料を呈す。
- 13 別刷は, 実費を著者が負担する。

農業土木技術研究会入会の手引

1. 入会手続

- ① 入会申込みは研究会事務局へ直接又は職場連絡員へ申し込んで下さい。申込書は任意ですが、氏名、所属を明示下さい。
- ② 入会申込みはいつでも結構ですが、年度途中の場合の会費は会誌の在庫状況により決定されます。
- ③ 入会申込みと同時に会費を納入していただきます。

2. 会費の納入方法

- ① 年会費は2,300円です。入会以後は毎年6月末までに一括して納入していただきます。

3. 農業土木技術研究会の活動内容

- ① 機関誌「水と土」の発行……年4回（季刊）
- ② 研修会の開催……年1回（通常は毎年2～3月頃）

4. 機関誌「水と土」の位置づけと歴史

- ① 「水と土」は会員相互の技術交流の場です。益々広域化複雑化していく土地改良事業の中で各々の事業所等が実施している多方面にわたっての調査、研究、施工内容は貴重な組織的財産です。これらの情報を交換し合って技術の発展を図りたいものです。

- ② 「水と土」の歴史

（農業土木技術研究会は以下の歴史をもっており組織の技術が継続されています。）

- S28年………コンクリートダム研究会の発足
『コンクリートダム』の発刊
- S31年………フィルダムを含めてダム研究会に拡大
『土とコンクリート』に変更
- S36年………水路研究会の発足
『水路』の発刊
- S45年………両研究会の合併
農業土木技術研究会の発足 ←
『水と土』

入 会 申 込 書

平成 年 月 日

私は農業土木技術研究会に入会します。

氏 名：

所 属：

会 告

農業土木技術研究会役員名簿（平成元年度）

会 長	中川 稔	全国農業土木技術連盟委員長
副 会 長	末松 雄祐	構造改善局建設部長
理 事	志村 博康	東京大学教授
	中道 宏	構造改善局設計課長
	黒澤 正敬	水利課長
	岡本 芳郎	首席農業土木専門官
	古屋 修	関東農政局建設部長
	白石 英彦	農業工学研究所長
	遠藤 紀寛	北海道開発庁農林水産課長
	川田 弘二	茨城県農地部長
	那須 丈士	水資源開発公団第二工務部長
	牧野 俊衛	(社)土地改良建設協会専務理事
	中島 哲生	(社)農業土木事業協会専務理事
	渡辺 滋勝	(株)三祐コンサルタンツ副社長
	伊東 久彌	西松建設常務取締役
	塚原 真市	大豊建設常務取締役
監 事	荒井 聡	関東農政局設計課長
	西岡 公	(株)日本農業土木コンサルタンツ副社長
常任顧問	谷山 重孝	構造改善局次長
	福沢 達一	(株)農業土木会館代表取締役社長
顧 問	岡部 三郎	参議院議員
	須藤良太郎	
	小林 国司	(社)畑地農業振興会会長
	梶木 又三	(社)土地改良測量設計技術協会会長
	福田 仁志	東京大学名誉教授
	緒形 博之	東京大学名誉教授
	永田 正薫	土地改良政治連盟耕隆会会長
編集委員長	岡本 芳郎	構造改善局設計課
常任幹事編集委員	宮本 泰行	事業計画課
	柴田 知広	設計課
	吉永 健治	整備課
	高祖 幸晴	設計課
総務部長	久郷 徳壽	全国農業土木技術連盟総務部長
幹事編集委員	山田 耕士	構造改善局地域計画課
	合屋 善之	資源課
	印藤 久喜	事業計画課
	島田 敏夫	施工企画調整室
	窪 豊則	水利課
	小林 隆信	
	森 淳	整備課

幹事編集委員	渡辺 巧	開発課
	志野 尚司	開発課
	谷 省治	構造改善局防災課
	篠原 行雄	関東農政局設計課
	安中 正実	技術会議事務局
	佐藤 勝彦	国土庁調整課
	仰木 文男	水資源公団第2工務部設計課
	竹内 紘一	農用地整備公団工務部工務課
	松富 恒雄	(財)日本農業土木総合研究所

賛 助 会 員

(株)荏原製作所	3口
(株)大林組	"
(株)熊谷組	"
佐藤工業(株)	"
(株)三祐コンサルタンツ	"
大成建設(株)	"
玉野総合コンサルタント(株)	"
(株)電業社機械製作所	"
(株)西島製作所	"
西松建設(株)	"
日本技研(株)	"
(株)日本水工コンサルタント	"
(株)日本農業土木コンサルタンツ	"
(財)日本農業土木総合研究所	"
(株)間 組	"
(株)日立製作所	"
	(16社)
(株)青木建設	2口
(株)奥村組	"
勝村建設(株)	"
株木建設(株)	"
(株)栗本鉄工所	"
三幸建設工業(株)	"
住友建設(株)	"
大豊建設(株)	"
(株)竹中土木	"
田中建設(株)	"
日石合樹製品(株)	"
前田建設工業(株)	"
三井建設(株)	"
	(13社)
I N A新土木研究所	1口
アイサワ工業(株)	"
青葉工業(株)	"
旭コンクリート工業(株)	"
旭測量設計(株)	"

伊藤工業(株)	1口	東洋測量設計(株)	1口
茨城県調査測量設計研究所	"	(株)土木測器センター	"
上田建設(株)	"	中川ヒューム管工業(株)	"
(株)ウォーター・エンジニアリング	"	日兼特殊工業(株)	"
梅林建設(株)	"	日本技術開発(株)	"
エスケー札幌産業(株)	"	日本国土開発(株)	"
(株)大本組	"	日本大学生産工学部図書館	"
大野建設コンサルタント(株)	"	日本ヒューム管(株)	"
神奈川県農業土木建設協会	"	日本プレスコンクリート工業(株)	"
技研興業(株)	"	日本舗道(株)	"
(株)木下組	"	西日本調査設計(株)	"
岐阜県土木用ブロック工業組合	"	八田工業(株)	"
久保田建設(株)	"	福井県土地改良事業団体連合会	"
久保田鉄工(株)(大阪)	"	福岡県農林建設企業体岩崎建設(株)	"
久保田鉄工(株)(東京)	"	福本鉄工(株)	"
京葉重機開発(株)	"	(株)婦中興業	"
(株)古賀組	"	(株)豊蔵組	"
(株)古郡工務所	"	北海道土地改良事業団体連合会	"
(株)後藤組	"	(財)北海道農業近代化コンサルタント	"
小林建設工業(株)	"	堀内建設(株)	"
五洋建設(株)	"	前田製管(株)	"
佐藤企業(株)	"	前沢工業(株)	"
(株)佐藤組	"	真柄建設(株)	"
(株)塩谷組	"	(株)舛ノ内組	"
昭栄建設(株)	"	丸伊工業(株)	"
新光コンサルタンツ(株)	"	丸か建設(株)	"
新日本コンクリート(株)	"	(株)丸島水門製作所	"
須崎工業(株)	"	丸誠重工業(株)東京営業所	"
世紀東急工業(株)	"	水資源開発公団	"
大成建設(株)高松支店	"	水資源開発公団奈良俣ダム建設所	"
大和設備工事(株)	"	宮本建設(株)	"
高橋建設(株)	"	ミサワリゾート(株)	"
高弥建設(株)	"	山崎ヒューム管(株)	"
(株)田原製作所	"	菱和建設(株)	"
中国四国農政局土地改良技術事務所	"	若鈴コンサルタンツ(株)	"
(株)チェリーコンサルタンツ	"		
中央開発(株)	"		(79社)
東急建設(株)	"	(アイウエオ順)	計 108社
東邦技術(株)	"		153口

農業土木技術研究会会員数

2.3 現在

地方名	通 常 会 員								地方名	通 常 会 員							
	県	農水省 関係	公団 等	学校	個人	法人	外国	県		農水省 関係	公団 等	学校	個人	法人	外国		
北海道	113	169	10	8	22			近畿	滋賀	33	12	5	1	3			
東	青森 岩手 宮城 秋田 山形 福島	44	43		2			京都	42	57	1	6	6				
		67	24	7	3	4		大阪	23		1	5	5				
		40	71		5	20		兵庫	40	15		4	4				
		116	11		1	5		奈良	53	23			5				
		26	13	2	2	1		和歌山	41	9							
北	小計	351	208	10	13	31		小計	232	116	7	16	23				
関東	茨城 群馬 埼玉 千葉 東京 山梨 長野 静岡	87	69	6	2	10		中国 四国	鳥取	23	9		2	4			
		80	29		4	2			島根	16	11		5				
		24	13	2	1				岡山	49	36		4	5			
		62	20	11	1	15			広島	52	6			2			
		46	20	10		12			山口	24	2			1			
		5	190	41	14	52			徳島	20	5	1		1			
		22			3	17			香川	22	1		5	3			
		39	15						愛媛	67	10		5	4			
		40		3	3	2			高知	29	4		1	1			
		91	12			6			小計	302	84	1	22	21			
北	小計	496	368	73	28	116		九州	福岡	23	14	29	7	8			
陸	新潟 富山 石川 福井	83	47	4	2	6			佐賀	11	11			3			
		63	20			4			熊本	20	7			1			
		56	63		2	6			大分	30	35	7		4			
		48	4			1			宮崎	28	5	17					
小計	250	134	4	4	17		鹿児島	28	9		3	1					
東海	岐阜 愛知 三重	20	8		4	6		鹿儿岛	66	6							
		38	68	44	1	9		沖縄	32	23	1	1					
		16	10	7	2	6		小計	238	110	54	11	17				
小計	74	86	51	7	21		合計	2,056	1,275	210	109	268	793	18			
総合計														4,729名			

編集後記

1990年代の我国の政治動向を決める第39回衆議院総選挙は、2月18日行なわれ、その方向が決定した。事前の新聞各社の大方の子測でも、自民党の過半数、もしくは安定多数を報じていたが、新しい勢力分野のもと、山積する諸課題解決のため、精力的な国会審議を望みたい。一方、農業基盤整備事業の分野においても、近年、負担金の問題や事業の進め方等について見直しが進んでおり、今後の長期的な展望の上に立って、特に、国営事業の再編整理や中山間地域整備、総合償還対策等が

進められつつある。これらの施策は、1990年代の農業基盤整備事業を推進していくために欠くことの出来ないものである。

しかし、このような中であっても、農業土木技術者の人ひとりの技術の研鑽と蓄積はすべての基盤であり、その意味において、農業土木技術誌「水と土」への期待は極めて大きいものがあると考えている。

今回の20周年特集を契機に、新たな気持ちで更なる発展を期待したい。

(構造改善局水利課 窪 豊則)

水と土 第80号

平成2年3月26日発行

発行所 〒105 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
TEL (436) 1960 振替口座 東京 8-2891

印刷所 〒161 東京都新宿区下落合2-6-22

一世印刷株式会社
TEL (952) 5651 (代表)