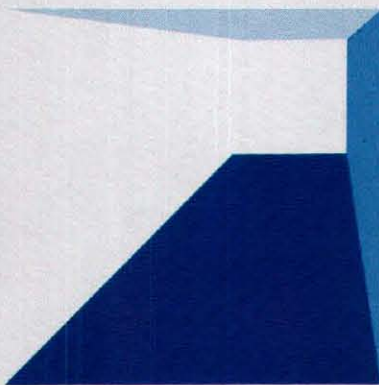
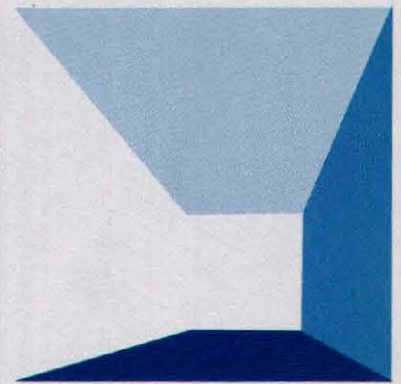
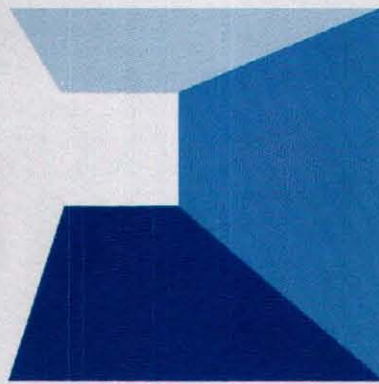
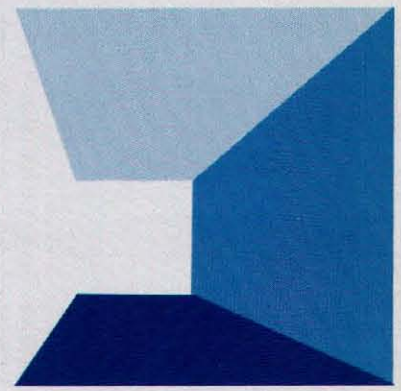


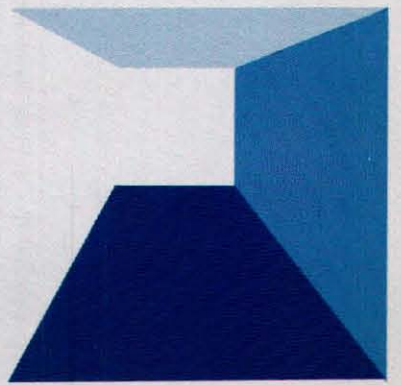
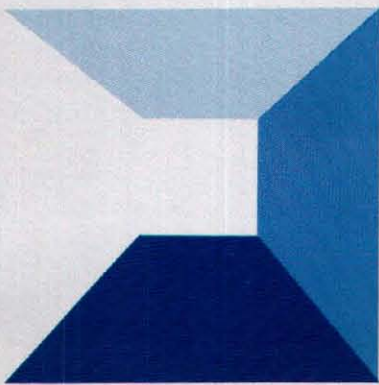
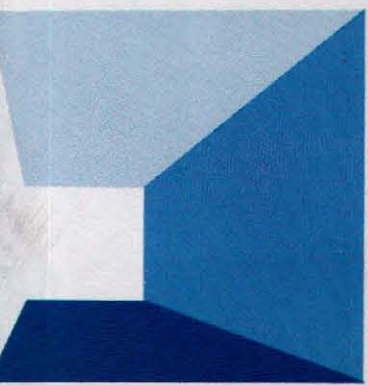
水と土

第 40 号

昭和55年 3 月号
農業土木技術研究会



十周年記念
特集号



農業土木技術研究会会賞正賞 写真集

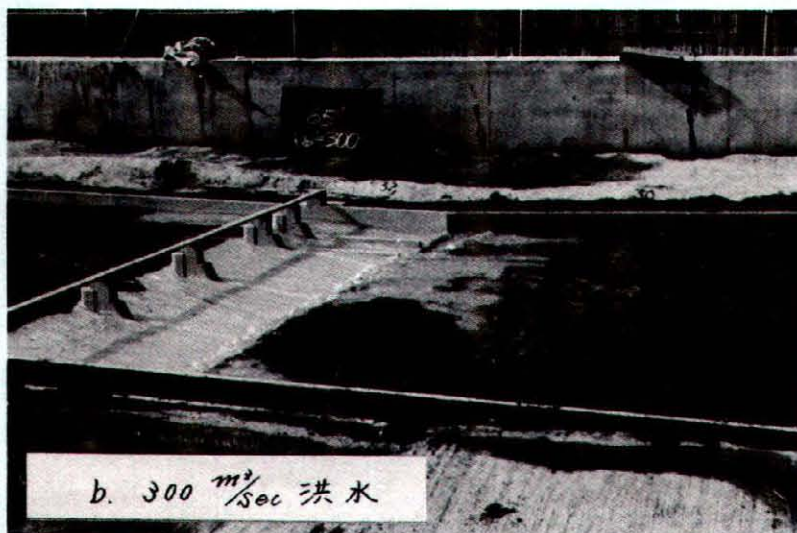


第一回(創刊号) 「阿讃トンネルのR.T.M工法について」

受賞時 水資源開発公団香川用水建設所

稲田長徳・西岡 公

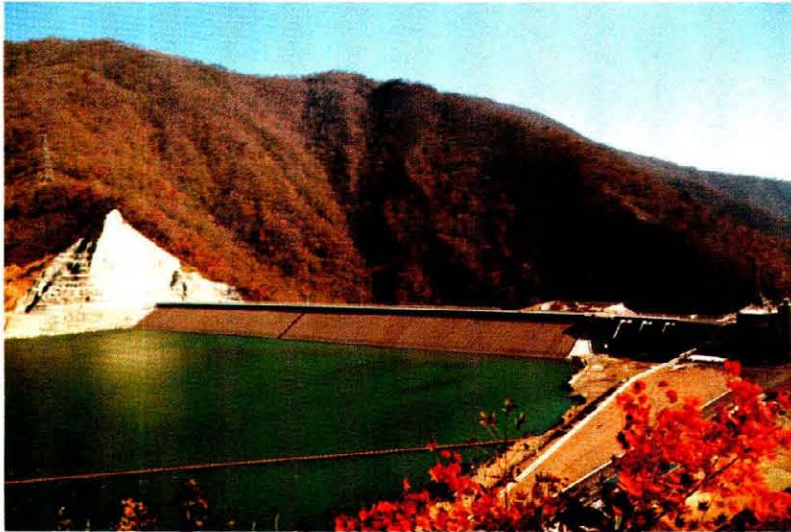
菊池正伍・大西康則



第二回(8号) 「頭首工の護床工に関する新しい水理設計法」

受賞時 農林水産省農業土木試験場

川合 亨・岩崎和己



第四回(16号) 「アスファルト遮水壁の設計と施工」

受賞時 農林水産省那須野原開拓建設事業所

谷山重孝・江口文夫

大成建設深山ダム作業所

加藤重男



第六回(24号) 「八郎潟における農地整備について」

受賞時 島根県耕地課

高野洋二

八郎潟新農村建設事業団工務部土木課

蓬田達郎

北海道開発局農業水産部農業調査課

笹井一男

秋田県立農業短期大学

土崎哲男



第七回(26号)

「柿園における畑地かんがいの必要性に関する実態的立証」

受賞時 近畿農政局京都施工調査事務所

総山信雄

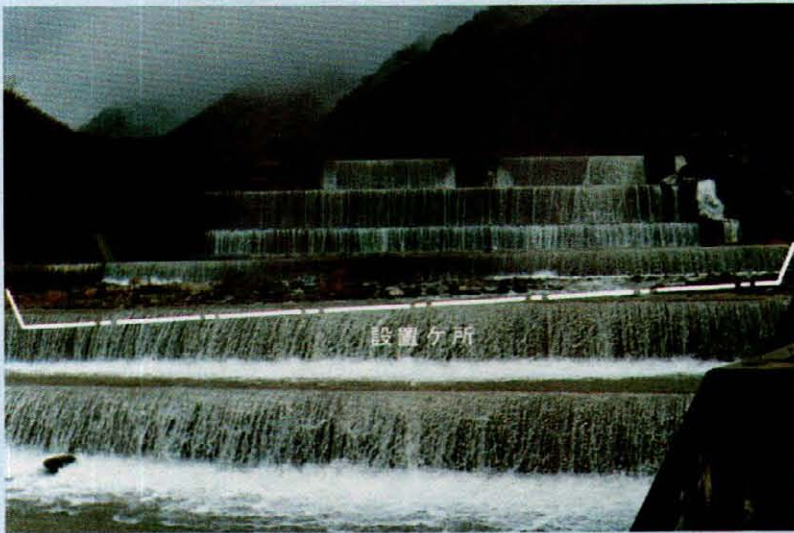


第八回(32号) 「ダム建設と自然保護」

— 笹ヶ峰ダムにおける緑化工の事例 —

受賞時 北陸農政局

竹内 魁・吉田祥一



第九回(34号) 「防砂と流量制御をもつ溪流取水工法」

受賞時 長野県農政部耕地第一課

大山 忠 清

長野県中信土地改良事務所大町支所

藤原 栄

農林水産省農業土木試験場水工部

川合 亨

水 と 土

— 目 次 —

グラビア

農業土木技術研究会会賞正賞

第9回農業土木技術研究会賞発表

……目次裏

巻頭文

試練の時

浅原辰夫……(1)

座談会

これからの技術の方向

主催 農業土木技術研究会……(3)

特 集

最近の技術進展の歩み

1. 農業土木'50~'80 ダム技術の歩み

勝 俣 昇……(25)

2. 頭首工

中 西 一 継……(36)

3. 水 路

坂 本 貞……(46)

4. 排水施設

中 村 和 也……(58)

報 文

限西地区広域農道の軟弱地盤対策について

大 沼 長 成
鈴 木 勝……(68)
小 関 昭 一

資 料

間違い易い水理設計

——水路工に関する事項——

石 野 捷 治……(80)

県だより

茨城県における溝型柵渠水路

茨城県農地建設課 黒 鳥 和 弥……(88)

長良川河口堰の建設と高須輪中地域の農業基盤整備

岐阜県農地計画課 松 久 勝……(89)

「水と土」創刊号～第40号総目次

……(91)

会 告

……(104)

昭和54年度研修会の報告

……(2)

No. 40

1 9 8 0

March

第9回農業土木技術研究会賞発表

第9回農業土木技術研究会賞は、第33号～36号に掲載された論文のうちから、任意に抽出された200名の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。

正賞（賞金5万円）

防砂と流量制御をもつ溪流取水工法

——長野県、平川地区、溪流取水工水理模型実験——

長野県中信土地改良事務所大町支所 大山 忠清
（現在 長野県農政部耕地第一課）

長野県中信土地改良事務所大町支所 藤原 栄
農業土木試験場水工部 川合 亨

副賞（賞金3万円）

複合管路を持つポンプ送水系管路の水撃圧解析

——特性曲線法の応用と計算例——

㈱三祐コンサルタンツ技術第3部 山田 雅弘
同 上 足立 英二

牧尾ダムの堤体挙動

水資源開発公団中部支社建設部 高橋 種之
（現在 イビデン工業株式会社営業推進本部）

受賞論文の選考にあたって

正賞「防砂と流量制御をもつ溪流取水工法」（長野県、平川地区、溪流取水工水理模型実験）は、超急流河川における取水工の水理設計について、水理模型実験の成果を中心に紹介したものである。

本論文では、取水位置の地形への適合性を考慮して採用したバースクリーン型溪流取水工について、設計の基本的な考え方、水理計算の方法及び実験結果の解析について詳細に記述するとともに、類似の水理構造に対する設計指針を示している。

本論文が正賞に選ばれたことは、構造物の設計に当たって自然条件への適合性を十分考慮し、また理論を裏付けるものとして実験に基づく実証的アプローチを行った筆者等の真摯な取り組みの姿勢に対し、読者から高い評価が与えられた結果であるといえよう。

次に副賞「複合管路をもつポンプ送水系管路の水撃圧解析」（特性曲線法の応用と計算例）は、複雑な管路システムにおける水撃圧解析の一手法として開発された特性曲線法の応用について解説したものである。

本論文では、特性曲線法をコンピューターに組みこむことによって管路システムの水撃圧現象を数理的に解析する手法を理論的に説明するとともに、この手法を用いた計算例を示している。この方法は、簡易図表を用いる従来の方法では困難とされてきた樹枝状管路や管網管路の水撃圧解析をも取り扱うことができる点で特筆に値しよう。

最後に、副賞「牧尾ダムの堤体挙動」は、完成後約16年を経た牧尾ダムの堤体挙動の解析結果をとりまとめたものである。本論文では、長期の観測資料を基に、中心コア式ロックフィルダムの堤体の経年変化を堤頂沈下、ダム軸方向移動、堤体斜面の沈下・水平移動等に区分して統計的に解析している。また、この解析結果を将来の重点測定箇所及び堤体異常の発見に役立てることを検討している。今日までダムの堤体観測結果を解析した例は少なく、本論文が、今後この方面の研究進展の契機となることを期待したい。

今回の受賞論文は、結果としてカンガイシステムの三要素ともいうべき取水工、水路、ダムをそれぞれの研究対象とするものとなった。しかも、それぞれの研究結果は、「溪流取水工」が水理模型実験、「水撃圧解析」が特性曲線法の応用、「牧尾ダム」が統計的解析と、三者三様の手法を駆使している点で興味深い。

農業土木技術は言うまでもなく応用を中心とする工学的分野であり、今後も種々の分野において今回の受賞論文にみられるような応用が試みられ、それらの成果が続々と本誌に投稿されることを期待してやまない。

（文責 事業計画課 太田信介）

試 練 の 時

浅 原 辰 夫*

昭和45年にダム研究会と水路研究会の発展的合併によって、農業土木技術研究会が発足してから10年がたった。それまでの技術誌「土とコンクリート」と「水路」に替って創刊された「水と土」も今回で40号を迎えるに至ったことは御同慶にたえない。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。

農業土木に関する学問、技術は本来土地改良という行政上の事業に密着した性格のものであり、その目的は従来農業土木事業によって実現され、それなりに社会的に高い評価をうけてきた。この実践的な意義は今後においても本質的には変わらないであろう。日進月歩の学問技術は農政の方向に即した今日の、また明日の農業土木事業を支えるところにこそ意義があるのである。

この10年間における農業土木事業の進展には誠にめざましいものがあつた。ちなみに55年度の農業基盤整備費を10年前のそれに較べると名目で5倍近くの伸びとなっており、今や国の公共事業の中でも農業基盤整備費は道路予算に次いで第二位の地位を堅持している。

70年代は60年代に引続く高度経済成長から石油危機を契機にして低成長への転換期となった。70年代半ばのいわゆる物価狂乱の一時期を除き長期的な不況に対処し景気の浮揚を図るため、一般に公共事業重点の施策が講じられ、これが農業基盤整備事業についても予算の大幅な伸びをもたらした一因であつたことは否めない。しかしこの時期にあつても他の公共事業に較べ総じて予算の伸び率が高く推移したことは、単に公共事業の一環であるためというよりも、農政の当面する緊急課題に対処するには農業基盤の整備が必要にして不可欠の条件であり、このことに対する社会一般の認識が深まったことによるものと考えられる。

70年代の農業をとりまく情勢は内外とも極めて厳しいものがあつた。米の構造的過剰、貿易自由化についての外圧の高まり、農業従事者の老齢化、農村の混住化に伴う環境の悪化など難問が山積していた。とりわけ70年代初期に顕在化した米の生産過剰問題は深刻であり、農政の最大の課題は稲作転換、水田利用の再編とされ、その基調は80年代にも継承されている。一方国民の食生活の多様化と高度化に伴って麦、大豆、飼料穀物の需要が増大し米の過剰傾向にも拘らず穀物全体としての自給率は低下の一途をたどるといふ過剰と不足が共存する矛盾が続いている。

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、耕地の汎用化を目的とした圃場整備・排水改良等を中心に推進されてきた。また高度経済成長がもたらした農村の生活水準の向上、都市との間の生活意識の平準化の進行にも拘らず現実の農村の生活環境は都市に較べて著るしく整備が遅れていることから、生産基盤の整備のみならず生活環境の整備が強調されるに至つた。特に農村においては生産基盤たる農地、農業水利施設、農道等の整備と一体的に生活環境を整備することが総合効果の発現のためにも必要であり、この点からも農業土木的な計画手法と技術が事業実施の中核的存在となっている。

このように時の政策課題に対応しつつ70年代の農業土木事業は著るしく発展を遂げてきたが、これを支えたのは農業土木の技術である。「水と土」に発表された数多くの論文、報告にも農業土木技術者のたゆまざる努力の跡が窺える。

80年代のわが国農業をめぐる情勢には一段と厳しいものがあり「日本農業は生き残れるか」といわれるほどの深刻な危機に直面している。こうした情勢を踏まえ、農林水産省は昨年来「農政の今後の在り方」について農政審議会に諮問するなど農政全般にわたる見直しを実施しているが、今後の農政の基調としては引続き稲作転換を軸とした生産の再編成と経営規模の拡大による生産性の向上が中核となることは疑いない。従つてその条件整備に不可欠な農業基盤の整備の重要性はますます高まりつつあるが、一方においては国の財政事情の逼迫から公共事業を抑制する傾向もなしとしない。現に財政再建の旗印のもとに編成された55年度予算の政府原案においては、公共事業費全体の対前年伸び率はゼロであり、農業基盤整備費についても0.1%の伸びに留まっている。しかも財政の将来展望についてはまた極

* 構造改善局建設部長

めて不透明の状況にある。

農業基盤整備事業は従来、常に農政の最重点施策として推進されてきた。現在行われている農政の見直し作業においても土地改良事業そのものは直接その対象とはなっていない。しかし農業が直面している深刻な危機と財政事情など諸般の情勢を考えると、これからの土地改良事業の在り方、進め方についても新しい対応を求められることになるかも知れない。その意味において80年代は農業土木にとってまさに試練の時である。わが国農業の百年の大計を誤らないためにも、われわれは社会情勢の変化に対応しつつ農業土木の輝かしい歴史と伝統を守り、長期的視点に立って土地改良事業の将来をしっかりと見極める必要がある。会員諸氏のますますの健闘を期待してやまない。

昭和54年度研修会の報告

農業土木技術研究会が研修会を昭和52年度に計画実施したところ会員の皆様に好評をいただきましたので、以来53年度54年度と研修会を実施してきました。

昭和54年度研修会は、風光明媚な琵琶湖が一望出来る大津市の大津商工会議所で実施しました。最初の計画は会場の都合もあり参加人員を250名と予定しておりましたが、参加申し込みがすぐ250名に達し、お断りするのに事務局職員もうれしい悲鳴を上げましたが最終的に287名となり、参加の会員の皆様に窮屈な思を掛け恐縮しております。

今年度の課題としては今問題になっております米の減反問題をテーマにとり、「水田利用再編と排水対策」と課題しました。

プログラムは1月24日(木) 10時より研修会

- (1) 滋賀県農林部耕地指導課長富永義一氏の開会挨拶で始まり、つづいて
- (2) 農林水産省構造改善局事業計画課課長補佐 中村和也氏が「転作と排水対策」と題し①転作とは(農政上の意味) ②排水対策等について約2時間講義された。次に
- (3) 京都大学農学部教授 丸山利輔氏が「汎用耕地」と題し①地表排水②ほ場排水③土壌構造④用水等について、13時より15時迄講義された。つづいて

- (4) 岐阜県岐阜土地改良事業所主任技術主査 松林徹郎氏が「岐阜県営ほ場整備事業糸貫地区の水田利用再編対策について」と題して①糸貫地区の概要②農業の動向③農業の目標④糸貫地区におけるほ場整備の特色⑤関連事業等について約1時間講義された。最後に
- (5) 16時より質疑応答を行い第1日目の研修会を終りました。

2日目は現地見学を実施する。参加者は172名で25日(金) 9時びわこ文化館前に集合、大型バス4台に分乗し、県の先導車に案内されて見学に出発する。見学ヶ所は

- (1)野州川改修工事事業(河道変更) (2)県圃野州地区 (3)大中の湖干拓地 (4)南郷洗堰を視察した。

ここでは建設省琵琶湖工事事務所の副所長瀬尾氏から懇切なる説明をしていただいた。

最後にびわ湖の名刹石山寺を見学し16時大津駅前で解散し、有意義な54年度研修会を終了しました。

最後にこの研修会の実施にあたり、近畿農政局建設部の方々および滋賀県農林部耕地指導課の方々の方々の多大なご援助により、無事会を成功させて戴きましたことを厚く御礼申し上げます。(研究会事務局)

座談会

これからの技術の方向



日時：昭和54年12月14日
場所：農業土木会館
主催：農業土木技術研究会

出席者（五十音順）

石坂仁兵 関東農政局土地改良技術事務所長
真田 聡 鹿島建設KK農林水産部次長
竹内昭八 佐藤工業KK取締役
西口信成 若鈴コンサルタントKK専務取締役
八木直樹 北陸農政局新津郷農業水利事業所長

伊藤 光 構造改善局建設部設計課農業土木専門官
白石英彦 農業土木試験場水利部第3研究室長
内藤克美 構造改善局建設部設計課農業土木専門官
増田明德 構造改善局建設部設計課農業土木専門官
好光 雅 関東農政局天竜川下流農業水利事業所長
司会 須田康夫 構造改善局建設部設計課課長補佐

司会 本日はお忙しいところお集まり頂きまして、どうもありがとうございました。

「これからの技術の方向」というテーマで座談会を始めたいと思います。農業土木の技術は、先人の御努力により現在までいくつかの段階を経て発展してきたわけがあります。そのようないくつかの段階の中で、特に愛知用水や八郎潟干拓などの大規模プロジェクトの実施は、農業土木技術の発展に大きく寄与したことは周知の事実であります。この機会に今迄の技術の進展の過去を振り返りながら、現状における問題点、検討課題を出して頂きまして、今後1980年代を見通した技術の発展の方向、技術開発の方策、技術維持向上対策さらに最近の課題として海外技術協力のあり方等について御議論頂きたいと思っております。では、皮切りに農林水産省で技術の統轄をしておられる内藤さんに農業土木技術の現状と問題等につきましてお願いします。

1. 技術の方向

(1) 農業基盤整備の現状

内藤 いま司会の方からいろいろお話がありましたが、まず、農業土木技術は農業の生産基盤の整備を実施する場合に、基本となる技術であることはいうまでもありませんが、我々のこの技術は、応用科学、応用技術であると良くいわれております。

さて一般に、技術の進歩というか、発展は、必要に迫られ、あるいは需要に応じて、進歩、改良されるものであるということ、よく知られております。

ですから我々の農業土木技術は、農業基盤整備事業を実施する場合にその真価が発揮されるわけですから、農業基盤整備の伸びというか、その社会の需要につれ、その技術も進歩発展してきたといえるのではないかと思います。

そういうことから、農業基盤整備事業の最近の発展をみますと、70年代の初め、昭和44～45年、オイルショック以前ですが、国の予算規模は、1,600～1,800億円、事業費ベースで2,500億円前後という水準でしたが、10年後の54年度予算は8,900億円、事業費ベースで1兆



3,000億円前後と、その額は10年間で約5倍、物価スライドを除いても約3倍近い伸びというが、需要になってきております。このことは、それだけ我々の技術に進歩の要請があったことと考えて良いのではないのでしょうか。

又、その農業基盤整備事業の内容ですが、これも又、日本の食糧事情の変化に従い、その中心となる事業は、戦後の食糧の緊急増産を目的にした開拓事業、30年代の用排水の組織の合理化をうたった大規模な用排水施設改良、新設事業、40年代の省力化農業の育成強化のためのは場整備、農道整備、更に最近の都市の生活環境に対応する、農村環境整備と、食糧の需要の変化、あるいは社会環境、経済情勢の変化に伴い、変遷してきたわけですが、それに応じて、我々の技術の対応もなされてきたわけです。

当面、最も重要な問題としては、80年代には当然かなり良い回答が得られるでしょうが。

米過剰から発生した、開田抑制、水田再編問題にからむ、農地整備のあり方、即ち水田の汎用耕地化への技術対応と、広域排水技術の組織化、により営農の自由度を高めること、畑を中心に需要の高まる新規の水資源の開発、特に自然条件、社会条件が困難さを増してきた現在、どうそれを解決にもちこむか、又都市化に伴う農業用水の利用調整技術の方策。

営農の自由度を高める畑地かんがい技術を、限られた水資源の中でどう対応して行くか。

大規模な用排水施設の善良な管理、有効適切な管理を可能にする管理施設の適切な導入。

更に、構改局にコンピューターが導入されたのは、44、5年ですが、それ以後急速に普及してきましたが、設計積算、その他ソフトでどのように位置づけ活用して行くかということ

等が挙げられますね。

我々の技術は、これらの問題を含め、調査、計画、設計、施工、管理に到る技術が一貫した流れの中で、可能な限り、技術水準が調和していなければならないわけです。

農業をとり巻く諸情勢は余り芳しくないわけですが、農業基盤については、早期に整備して欲しいという要望は非常に強いことが、ひしひしと感じるわけです。こういう強い要望に対して、我々は日本農業を守るという視点にたち、技術を向上させねばならないと考えております。

(2) 技術発展の推移

司会 どうもありがとうございました。これからの技術の方向をさぐるに当たりまして、過去を振り返ることも必要かと思えます。ここで竹内さんから、現役の頭を思い起して頂きまして、当時と現在との技術の推移につ

いてお話頂きたいと思えます。

竹内 私は、20年代の前半に農林省に入りましたが、愛知用水、豊川用水という大きなプロジェクトに参画させていただき、技術者として大変幸せに思っております。



愛知用水までの農業土木の技術は、どちらかといえば、個別的な体験というものをベースにした個々の技術が広がっていたという感じがします。

それが、愛知用水では、たとえば、水路についていえば、水路を1つの組織として、技術的な体系のなかで、これを考えていったというところに、進歩というか特色があり、その後の技術の進展に大きな役割を果たしたのではないのでしょうか。

個別的には、ロックフィルタイプとしての牧尾ダム、あるいは、開水路のうすいコンクリートライニングタイプなどすぐれた業績がみられます。しかし、私は愛知用水の技術的位置付けは、前述のように、技術体系的確立への過程にあるように思います。

たとえば、開水路の型式にしても、多くの方々が、その個人的な体験をもとにして、いろいろな考えを示されました。しかし、それらの意見は、夫々個別的なもので、種々の立地条件をもった長大な水路全体をカバーすることはむづかしく、また、討議、解明も統一的にすすめることが容易ではありませんでした。

それを超えていったのは、水路を1つの有機体として機能を発揮する組織と考え、所期の流れを安全に、そして如何に経済的に導くかを主眼とした統一的な技術体系であったのではないのでしょうか。それにより、水頭の経済的な配分を含む一貫した水理設計がすすめられ、放余水工、チェックゲートなどを含めた各種施設についてそれぞれの目的、機能を明確に理解したうえで、それぞれの配置、個別的な設計が統一的にすすめられました。

もう1つの大きな特色は、施工にかかわる仕様書と図面についてです。

工事は、仕様書のとおり施工し、図面のとおり構造物が出来ればよいわけです。しかし、当時わが国では、仕様書は、理想論みたいなものぞましいことというようなところがありました。これに対し、愛知用水では、施工するにあたって絶対に守らなくてはならないという立場で明確に規定し、図面においても同様、施工にあたって注意すべきことをきまこまかに記しました。甲側、乙側ともに、従来の慣習とちがって、大変とまどいました。この方途は、現在論議されている責任施工などの基礎的要件で、その出発点ともいえます。

この愛知用水について、工期計画が現在いろいろ検討されており、私も少し参画させていただいて、大変考え

させられたことが、2つあります。

1つは、技術の進歩についてです。愛知用水とそれにひきつづいて行われた豊川用水が、技術的な面では、実態上、かなりちがった様相をなしている点です。行政的ないろいろの問題がありますが、どちらかといえば、うまくゆかなかった点といえますか、失敗というようなものを前向きに分析して積みかさねていくのが、技術の進歩の推進力ではないでしょうか。愛知用水と、その経験のうえに立った豊川用水の実状が、それを物語っていることを痛感させられました。

もう1つは、非常にむづかしいことですが、私たちの技術に、将来の変化というものを予測したうえの技術というものがないだろうかということです。農業用水を主体とした愛知用水において、都市用水が今日ほど大きなウェイトを占めようとは予想もしなかったし、それに対処するための方途についての議論もしませんでした。私たちの工事、事業において、今後、その環境を含め、目的、用途なども変わってゆくことが予想されます。そのような変化を予測した技術といえますか手法といえますか、そのようなものが必要ではなかるうかと考えさせられました。

司会 西口さん、積算の電算化および標準設計の草創期に設計課におられたわけですが、当時の経緯をお話頂きたいと思います。

西口 一寸古い話から始まって恐縮ですが、今から、25～6年前、私は現場で頭首工を2つ続けて設計、施工していました。当時は今のように「設計基準」「積算基準」やまとまった資料もない時代で、断片的な資料、文献、実施例等をかき集め、分らぬところは自己流でまとめ上げたものです。特に積算は、当時は殆んど人力施工であったため総て諸経費込みの人役換算の歩掛で行っていたのですが、ショベル、ブル、スクレーパー等の重機が使用し始められるにつれ、設計技術者としても、また会検もこの点に着目し始めてきたので、それに対応した重機使用の積算を行いたいのですが諸経費、機械費積算の基準がないため非常に苦勞し、重機使用の我流の積算をバックデータとして人役換算の設計書につくりかえました。設計に施工に新しいことを一所懸命勉強し毎日おそくまで夜業して頑張っているのに会計検査でしぼられると「自分の構想を機械の中にほうり込むとうまく設計々算し、図面を書き、積算してくれ、会計検査でも文句のいわれない設計書が出てくるそんな便利な機械が出来ないだろうか？ ほしいなあ！」とよく夢をみたものです。現場で苦勞された方は、私に限らず、誰でも思ったことと思いますが……。

その後、今から10年前、たまたま本省設計課で積算



施工、標準設計を担当することになりました。当時本省設計課に電算機を導入する計画が着々進んでおり、民間の大きな電算センターでは構造計算を行い簡単な図面なら電算機で書けるようになりつつありましたが、積算の電算化についてはまだどこも手がけていませんでしたが積算基準を整備すれば可能であろうと思われた頃です。

設計、製図から積算まで自動的に電算機にやらせる自動設計は、むかし私が現場にいた四半世紀前の頃はそんな機械が出来るとは考えられなかったので夢として画いただけですが、15年後本省に赴任してみると電算機の利用により正夢としてもう手の届くところにきているではありませんか。何とか我々の時代にこの夢を実現させたいと強い願望をもつようになりました。

大きな構造物は与えられた条件により、整備された「設計基準」の順序に従い電算機で計算し、図面を書かせ、数量まで拾わせる。小さな構造物は個々に計算、製図させるのは不経済であるから「標準設計」を作成し、その選定表を電算機に記憶させ、与えられた条件により検索し図面番号、数量をアウトプットする。これに「積算の電算計算」をつなげば自動設計の一部が可能となる。

この考えをもとに「標準設計」は手始めとして「鉄筋コンクリートフレーム」に着手、昭和45年に施行されましたが、この間計算方法の基本的条件の洗い直しが必要となり「設計基準水路工」の改訂等多数の方々の御指導、御援助があったこと、また将来の自動設計への移行を考え、電算機による検索が可能のように、与条件の答は必ず一つになるよう選定表を作成したことは忘れられません。また「積算の電算化」は電算にのせるための積算基準、歩掛等の整備と、どのような形で電算にのせれば効率的であるかという模索が主体でした。

その後多くの方々の御努力により、構造物の標準設計も多数制定され特に積算については昭和48年度に実用化以来、現在総て電算で行われていることは周知のとおりです。

25年前には遠い夢であったものが10年前には手に届く目標となり、現在は既に各部門毎に活用されている。これから10年後には、いやもっと早い時期に自動設計システム——精度の高い航測図に設計条件を与えれば電算機によりルート選定、縦横断、構造物の設計々算製図等は検索、積算まで自動的にを行い設計図書としてアウトプットされる——が完成されるであろう。いやみなが努力すれば必ず実現すると確信し、期待しています。

(3) 各種技術の方向

司会 只今手づくりの時代から技術を体系化する時代における御苦勞話、また技術発展の方向に関する助言等を頂いたわけですが、この辺で各論に入りだすその他各工種別に技術的に進むべき方向についてふれて頂きたい

と思います。最初にダムについて好光さん如何でしょうか。

好光 私は10年を振り返りますと、10年前はダム現場におりました。ただいま、土地改良事業計画設計基準のダム編が改定作業中ですが、現在一つの節目にきていることがダムの計画、設計、施工についてもいえます。



農業用ダムの歴史は大変古いものですが、設計手法や施工の進歩は最近約20年間特に目を見張るものがあります。これは土質工学の発展、施工機械の大型化それに10年程以前から盛んに使用され始めた電算機が大きな力となっております。

岩洞ダム(1960年竣工、 $h=40.0\text{m}$)、牧尾ダム(1961年竣工、 $h=104.5\text{m}$)等の大型ダム築造の実績を踏まえ1961年に土地改良事業計画設計基準フィルダム編が大幅改定になり、1972年追補がなされ以後今日まで使用されております。このことは、私等先輩の幾多の技術集積の賜であり、今日の我々の技術を支えてくれているわけです。発行当時、あれ程の基準は他省庁には見当らず羨ましがられたものです。諸先輩の御努力に敬意を表するものです。

最近のダムサイトは、昔に較べ地形、地質等、適地が少なくなり、築堤材料も容易に得難くなりました。また、ダムはますます大型化の傾向です。このことから設計には従来以上の慎重な検討が要求される様になりました。土質工学の発展は、基礎的に不可欠の要件ですし、電算機利用は、困難な立地条件下のダムや新しいタイプのダムの安定解析に今や欠かすことのできないものとなりました。

フィルダムのような個性的で巨大構造物の設計については、簡単に標準規格化はむつかしく手づくりの状態です。取水工、放水工、減勢工等限定された工作物は、できるところから標準化、規格化することだと思います。また定められた工期における適正機械機種、規模の選定、配置計画には電算機の利用がより盛んになることでしょう。

ダム工事費の積算についても3年程前から、全国の農業用ダムの工事費を調査整理して、ダムタイプ、規模等から概算工事費を算定する方法が提案され、全計精度の事業費は算出できるとの評価でした。これも電算機を使用しての成果でした。この様な利用方法は非常に有効な方法です。

施工面では、あとからお話が出るとと思いますが、機械化により施工管理の容易さ、労務管理の軽減がはかられております。最近のダムは、施工機械の大型化により工期の短縮、工事費の低減が進みましたが反面震動、騒音

等の公害問題も出て参りました。

最近の動向ですが、フィルダムを例に申し上げれば、以前は築堤場所、材料の良否は工学上はあまり問題なくそれをいかに処理するかに重点があったように思います。しかし最近、場所や材料を従来以上に吟味して計画、設計することが要求されております。現在は反省期に入っております。これは安全に対する考え方が10年前と技術者及び社会全般を含めて変わって来たと思えます。洪水量、堤体安定率等従来にくらべて大きな値をとることが要求されるようになったことなどがその一例です。

このようなことから新工法の開発、新材料の発掘の必要性が痛感される次第です。

司会 ひきつづき増田専門員いかがでしょうか。

増田 ダムにつきましては、先ほど好光所長がおっしゃったように、ちょっと反省期にあるんじゃないかというふうなことです。というのは、いろいろと河川行政なんかを見てみますと、水が出てきて工作物が壊れたとか何とかといいますが、裁判ざたになり河川管理者なり、また設置者に対して非常によく訴訟の対象になるというようなことで、安全性とかそういうものが非常に叫ばれておる。



ダム関係では、51年10月にできました河川構造令では安全について、いままではダム本体というものについては安全をよく吟味しておったんですが、池敷といいますが、貯水池敷については、本体に比べれば大分考え方が甘かったといいますが、そうは余り詰めてなかったのではないかと。構造令では本体と同じような、同等のウェイトでもって考えるというのがダムの安全性の一つ。

それから、もう一つは均一型の場合の関係ですけれども、一応30m以上については、それをつくるにあたっては十分吟味して、設計施工しなければならないということで、大分技術という意味から言えば逆に退歩しているのかもわかりませんが、そういうような足かせが出てきているということで、昔はダムはどこへでもつくれると言っておりました。また、材料も問わないということであつたんですけども、そういうことでちょっと変わってきています。

最近のダム設計の傾向は、①地震波観測技術の急速な進歩・普及で、大きな地震動加速度が年々観測されたり、②材料試験法、特に動的材料試験の発展、③電算機のハード及びソフト面の発展で、むつかしい数値解析が容易になって、特に有限要素法による構造解析が実施されることが多くなっています。

フィルダムの安定計算は一般には円形すべり面法を採用していますが、これは、土の変形は伴わないで、極

限の強さが発揮するものとして、想定したすべり面に沿って働く土のせん断抵抗と荷重のつりあいを扱っております。しかし、フィルダム設計に有限要素法を適用するようになって、変形と破壊すなわち土の応力-ひずみレベルを考えるようになってきて、通常の応用力学に近づいたところです。

有限要素法のダムの応用としては、ダム築堤解析、貯水による変形解析、浸透水解析、地震応答解析など広範に利用されています。とくに構造物の局所応力と破壊の発生などの検討には非常に有効です。

また、農業用ダムは均一型ダムが多いものですから、とくにシラスだとか真砂を主体としたアースダムの耐震設計手法を開発するために農業土木試験場、農業土木総合研究所と協力して、静的物性試験、動的物性試験、振動模型実験、応答解析などを54年度から4カ年計画でとり組んでおります。

これによって、シラス、真砂の均一型アースダムの安全性の検討には、通常の設計手法を用いることはもちろんですけれども、それ以上、できれば定量的な検討の方法ができればいいんですけれども、できなければ定性的な何らかの方法ができればと思っています。

司会 次に農業用水路とくにパイプラインについてはいかがでしょうか。

石坂 豊川用水におけるパイプラインの技術経験をベースにしまして農業用水のパイプライン化が、急速に進んで来ております。これは最近の農村環境を反映して、用地の節約、ほ場における水利用の装置化の進展、水管理のし易さと、更に開発地域が傾斜地の畑地等へ拡大して来たなどによるニーズの増大と併せて、48年に設計基準が制定されて技術基準が明確にされると同時に、管体、ジョイントなど、材料工法が開発されて来た結果であると考えられます。今後の土地改良事業は、水田汎用化と併せて畑地帯の開発が更に進められる方向にあることを考えますと、農業用水のパイプラインは、ますます事業量が増大していくことが予想されます。同時に、ほ場における水利用も複雑化していく傾向にありますし、それに伴って水管理操作の高度化も必要となってきます。こういった情況は、すでに現在でも進行しているわけですので、このような高度化にどう対応して行くかということが、今後の方向ということになるわけです。現在事業実施の中で出ている検討課題は、大きくパイプライン系として考えなければならない問題、個々の技術的問題、そしてこれは技術的問題とはいえないかもしれませんが、施工体制の問題にわけられるのではないかと思います。第一の組織系として検討されなければならない問題として、末端の水利用の自由度の拡大にか



に対応してゆくかということがあります。従来われわれが進めてきました水利用計画は、一定の作付類型を前提とした用水計画を基にしてパイプラインの設計をして来ております。従って末端での水の使い方はこの計画の範囲内に制限をうけます。しかし現在では、末端での水の使い方はかなり複雑化して来ておりますし、この傾向は将来はもっと強くなるのではないかと思います。これに対して技術的にどのように対処していくか検討が必要であります。次に施設の管理の問題があります。管理の保守点検や管内の堆積物除去の場合に、現在の設計ではいろいろの不備点があります。大口径管路では、中に入ることができるのですが、安全に中に入れるように、設計上の配慮が必要です。例えば監査口のような。小口径管路のように中に入ることが出来ない場合は、外側から点検出来る器械の開発が必要です。例えば、胃カメラを大型にしたような。従来開水路ですと保守点検、維持補修が比較的容易に出来たわけですが、パイプラインについてはこの点非常に欠けている感じがします。

第二に、個々の技術的な問題についてみてみますと、現在設計基準によって、技術基準が示されておりますが、この基準の適用は、管径300mm~2,000mm、静水頭で100m以内と範囲が規定されておりますが、最近実施されております事業は、この範囲をはるかに超えるものが出て来ておりますし、将来はこの傾向は更に進んでいくことでしょう。従いまして、今後、技術基準の範囲の拡大が必要です。この他に、現在事業遂行の過程で、現在の設計基準に規定されていない事項で基準化が要求されているものが現場から上っております。こういった事については、技術事務所で設計マニュアル等を作成して対応しておりますが、これらの事項も当然基準化が検討されなければなりません。更に今後技術基準の範囲の拡大と併せて、パイプ本体、ジョイント構造、エアバント装置、バルブ等の諸資材や器械の開発も必要であります。特に農業用パイプラインの特色として、通水量の変動、満流、落水等がくり返され、管内の水理挙動がいろいろに変化し、また空気の混入が避けられないので、設計上エアバントについては、特に注意が必要であります。またジョイント構造についても、今後は地震時でも考慮した安全性の確認が必要であると考えます。ことに今後、山腹傾斜地等の地形の起伏の多いところでのパイプラインの施工が多くなって来ますと、ポンプ揚水等の機能も加わり、管内の水理挙動は更に複雑になって来ます。こういったことに対して安全、確実な設計でなければならぬと考えます。

第三の施工体制の問題について、これはパイプラインの施工技術の問題ですが、設計上パイプラインは一つの水路系として敏感な水理機能をもっております。一個所の事故は、系全体にすぐ影響します。更に一つの系の中

には、揚水、送水、危険防止、制御等各種機能とこのための施設が総合されて、一つのパイプラインとして設計されておりますが、実際にこれを施工する場合は、いくつかの工種毎に、更に延長の長い場合は各工区にわけてそれぞれの専門に応じて施工されます。このように区分して施工される場合に、個々の部分が全体として整合されていなければならないわけです。実態論として、この点で問題を生じることがしばしばあります。施工上の責任体制の明確化と、施工区分の整合性が検討される必要があります。

司会 水田利用再編対策の中心となる排水機場についてはどうでしょうか。

八木 私の所は目下排水改良事業を実施しているわけですが、この排水対策については水田汎用化推進のためにも今後その必要性が大きいことは言うまでもないと思います。私も現地で体験したことで、水田利用再編対策のスタートした昭和53年に、タイミング悪く新潟県下は6・26水害に見舞われ、農政に協力して畑転した直後にかん水し作物が全滅した所も多く、「水田のままだったら被害はずっと少なく済んだのに……」との嘆きを何回も耳にしました。このような悲劇を繰り返さないためにも排水改良をもっと推進すべきであり、そのための技術開発にもっと力を注ぐ必要があると考えています。



新津郷は不完全輪中の地域で昔から洪水に悩まされ、70年も前から逐次排水機を設置して来ていますが、土地改良区の維持管理が極めて良好で昭和ヒト桁年代のポンプがまだ活躍しているし、各所に散在する排水機場には戦前、戦中、戦後の各年代にわたる各種の型式のポンプが約30台ほど並んでおり、詳細に見て歩くと日本のポンプ技術発達の様子をたどることができます。

現在国営事業で実施中の大秋と覚路津の2排水機場とも、ポンプ型式にはチューブラ型軸流ポンプを採用しています。このチューブラポンプは比較的新しい型式ですが、大口径低揚程の排水ポンプには今後もこの型式が増加するのではないかと考えています。その理由としては、チューブラポンプはモーターを内蔵しており、ポンプがコンパクトで軽いため機場の面積と工費を節減できること、水中軸受がないため構造が簡単で故障が少ないこと、回転露出部がないため危険がないこと、管路の屈曲がないため損失水頭が少ないこと、起動時注水の必要がないため操作が簡単であること、などの利点があり、大口径低揚程の排水機場では最近良く使われています。一般に排水機場の位置は地質条件の悪い所が多いため、ポンプがコンパクトで機場の面積や基礎工を節減できることは最大のメリットであると考えています。

司会 これからは畑作振興に伴い、畑地かんがい技術のあり方が問題だと思えますが、伊藤さん、農業用水の計画も含めていかがでしょうか。

伊藤 最近、畑地かんがいでいまましても、従来からの畑地ばかりではなく水田転換によるものもあるわけで、非常に課題も多いと思えます。普通の畑かんについても、技術的、工学的な面で、今後つめて行かなければならないことが多いと思えます。畑地かんがいの配水組織は貴重ですから、これを多目的に利用することは当然のことだと思えます。実際にも播種や風食防止、液肥、防除、し尿かんがい、風霜害防止等、いろいろの目的のために利用されようとしています。しかし、まだ十分定着しているとはいえません。特に水以外のものを混入するシステムのもの、装置などにもっと研究を要すると思えます。畑かん施設は、散水器などの末端施設や導水路、ポンプ、パイプ、分水・減圧・量水施設、液肥や薬液の混入装置などですが、自動化、省力化と共にこれらは相互関連させて研究開発して行く必要があると思えます。農業土木としても、今後十分研究する必要がありますが、どんなによい施設であっても、農家に受け入れられないものは意味がありませんので、成功している事例等を調査して、新しい地域にとり入れていくことも必要でしょう。畜産等によるふん尿をどのようにしては場に返すか、技術的研究の余地は多いですね。



農業用水についてですが、他の分野から使い過ぎじゃないかとか、いろんな批判があるようですが、農業用水の側では、使いやすいようかっこうに施設を改良していく方向でかんがい事業をどんどん進めているわけです。今後ますますそういう方向に向っていくんじゃないかと考えます。

農業用水施設ですが、農林水産省が直接管理しているものは少ししかありません。一般には土地改良区が主体となって水管理をやっておるわけですが、管理施設や管理技術も含めた面、すなわち、そういう施設でよかったかというような面で、今後、今までと違った技術が必要とするようになってくるのではなかろうかと思っています。

調査計画を長くやってきた経験から言いますと、畑かんなんて本当に今後発展するだろうかと思ったこともありますけれども、今ではかなり浸透してまいりましたし、ほ場整備も非常に伸びてまいりました。水関係や水管理もある意味ではシビアになりましたが、非常に金のかかった水でございまして、有効に利用する施設と管理が重要だと思えます。

私は現在、本省で全体設計の審査をしているわけで

ざいませけれども、いろいろ迷いがあるわけです。たとえば、頭首工の設計基準が今回できておりますけれども、設計は同じようなパターンになってしまっている。果たして、これでいいんだろうかと思うことがあります。基準ができてまいりますと、余り創意工夫がない。過去につくられたものが本当にこれでよかったんだろうかという系統立てられたシステムがわれわれの技術の中に必要ではないかという気がしております。

増田 畑灌の場合によく集中管理ということが、主としてパイプラインですから出てくるんですけども、畑灌のみならず、たとえば大きい灌排事業ですと、頭首工が何か所かあり、したがって、水路も延々何10キロあるとか、ダムからの通水もあるというようなことで、頭首工、ダムのオペレーションとか、そういうものを含めまして、相当金をかけた管理システムをとり込んでおるんですけども、われわれ農業土木としてはそういう集中管理といいますか、これはまだ日が浅いわけで、本当に地区全体のメジャー・ループとしてそこまでやらなきゃいかんのかどうか各取水工のみのマイナー・ループだけで、おのおの自己完結した方が楽じゃないだろうかというようなことで、いろいろと疑問に思っているんですけども、いま機械指導班の方でもいろいろと事業協会等にも委託して、いろいろと検討中ですけども、やはりそういう管理というものにわれわれはいままででなれてないもんですから、そういう管理面に対するアプローチが非常に手薄じゃなかったかと。これについて、やはり相当いまから農業土木分野としては、まだまだアプローチすべき分野が相当あるんじゃないか。こういうようなことを、全計審査とか、また逆にダム委員会などで現地にお伺いしたとき、そういうような感じを持っておるんですけども。

白石 畑灌というのはいま増田さんがおっしゃったように、私もそうだと思うんです。いままでの水配りというのは水田がもうほとんど主体ですから、かけ流しでいいとか、水を分けるにしても、ある比例的に分けていけばいいという問題がほとんどだろうと思うんです。畑灌となりますとそうではなくて、必要なときに選択的にある個所に送らなければならない。よそはもう送らなくていいという、面的に選択し、かつ時間的に選択しなければいけないということが絡んできますから、管理は一層複雑になってくるわけでありまして。そういう面的に、あるいは時間的に選択するということからなっていくと管理が非常に複雑になるし、それによって一体どんな施設に対して負荷がかかるのか、あるいは施設をどう動かしたらいいのかということとは、今後、水田再編と絡みで大いにやっていくべきで、あるいは農業土木分野こそこれを解明しなければならぬ分野だろうという気がいたしますね。

司会 水管理システムに話が及んだわけですが、今後の技術の方向を考える場合、総合システムとしての水管理システムあるいは広域水管理システムということも重要な課題と思われます。そこで、この分野に取り組んでおられる白石さんをお願いしたいと思います。

白石 集中管理制御システムに関して、10年前をふりかえてみますと、丁度、新潟県西蒲原平野の新川排水の集中管理について委員会で検討していたことを思い出します。



この地区は、約3万haの排水を、およそ20カ所に散在する子排水機場で一たん新川本川に排水し、さらに新川本川河口の240m³/sの大規模な親ポンプで日本海に押し出すという二段がまえの排水系統になっているわけです。

そこで親機場に中央管理所を設け、子機場ポンプを集中管理しようというわけです。この委員会は東大の緒形先生をキャップにしおよそ3か年間にわたり、討議を重ねられたのを記憶しています。そして委員会の成果は、この種の集中管理システムの行き方を示唆していると、今になっても思っています。たとえば、私の参加しておりました水理解析という面からみますと、つぎにあげるような斬新な検討を行いました。①排水施設を一連の系としてモデル化した。②管理目標を明確にした。③水理解析に電算によるシミュレーションを用いた。④データの加工という考えを用いた。⑤予測管理の考え方を導入した。おおむねこのような項目をあげることができると思っています。もうすこし説明してみます。排水施設を電算による数理モデル化したことにより排水施設が系としてとらえることができるようになり、「どこの施設」を「どう操作する」とその「影響がどう及ぶ」ということが推測可能になりました。その結果、とかく不明確になりがちな管理目標というものをはっきりと定めることができました。すなわち、「どこの水位」を「この範囲に保つ」ためには、「どこのポンプ」を「どう操作」すればよいということが明らかにできるわけです。このような検討も電算によるシミュレーションによって求めました。シミュレーションによって解析した今一つの大きな問題は子ポンプの自動運転でした。この地区にもポンプの自動運転設備のある子ポンプ場がありましたがポンプの起動停止が激しく、どうしても手動運転をとりがちだということでした。そこで数理モデルをくみ、自動運転方式をいろいろ変えてポンプの稼動状況をシミュレーションによって求め、これにより出来るだけ平滑な稼動を行う方式を採用しました。システム解析によってあらかじめ発生する水理現象をよく把握し対処した例だと思えます。つぎにモデルにより現実の流況をできるだけ正確に推測あるいは再現できるには「どこの」、「どんな」デ

ータを観測・入手すればよいかという問題、いいかえればデータの質・量それから、それら生のデータを処理・加工してより有効な情報にグレードアップさせることを検討したことは、非常に大きな問題にとりこんだと思えます。

さらに、管理の最終目標とも考えられる予測制御もとり入れました。降雨観測データによるポンプの見込み運転や、境界点の水位変動による今後の流況変化の予測手法を開発したわけです。当時のこの委員会に専門委員として参加されていた中村武夫農土試元場長が、討議のあと「農業土木もずいぶん幅が広がったものだね。今後の状況を考えると、このような問題がますます多くなっていくのだろう」と、しみじみいわれたのを思い出します。また、昭和53年6月の集中豪雨に対する実態調査によって、この排水システムが所期の役割を果たしたことがわかり、委員会に参加した一人として大変嬉しく思いました。

司会 用水関係はどうでしょうか、それと今後の集中管理のあり方などいかがですか。

白石 用水についても水田中心から畑作導入に重点をおかれてくると水管理の考え方をかなり変えなくては、需要に応じられなくなります。たとえば水田の水配分は、どちらかといえば各取水点へ水量をある比率で分配すればよいわけです。それに対し、畑かんでは、特定取水点へ、選択的に送水しなければならないし、ポンプやパイプがどんどん用水系の中にとり入れられると、送水の時間的マッチングという問題が発生してきます。また畑かん施設に対する除じんあるいは、施肥防除による水質管理についても対応しなければならなくなります。以上をとりまとめますと、水利施設のクローズド化の進展による施設系のバッファー能力の欠如、畑かん対応によって水量水質の空間的・時間的な管理・制御など水管理に対する要望が多様化し、より高精度の水管理方式が必要になってきます。このような背景のもとに農林水産技術会議の中で農業土木試験場を中心に、大学の協力を得ながら昭和53年から5カ年計画で別枠研究「水管理のシステム化」というプロジェクト研究がタイムリーに現在進行しており、その成果が大いに期待されるわけです。

つぎに今後の展望ということになると大変むづかしいと思いますが、管理の面からみれば、①データ収集・監視、②データの加工・処理、③予測管理というような3つの段階に分けられると思います。これを中央管理センターで行えば集中管理の効果は大変大きいと思います。さきほど述べました新川では、この性能をもたせたわけで、これが計画どうり行っているかどうか、また欠陥があればこれを検討する、といった事後調査を行うことが大切だと考えます。つぎに水管理方式の設計にあたり、

土木的にみた反省をあげてみます。①土木的に解決できることはできるだけこれを採用する。よくみかけるのですが、水管理に対する土木的に無理な整合を管理機器によって解決しようとするとうとうとも複雑になり、また信頼性はというと断定できなくなります。②したがって、従来多いのは工事末期にきて管理はどうするかということにとりかかるわけですが、これが原因で①のことが発生することが多い。工事の途中しかもできるだけ早くこの問題の検討に入った方がよいといえます。③土木工事は10～20カ年の期間を要しますので、この完成をまって水管理が充分に行われるのでは不経済となります。したがって工事施工過程の水管理によって出来るだけ早く事業の効果が期待できるようにしてほしいと思います。またこの期間における水管理に関する経験の蓄積がシステムの改善に大いに役立つわけです。④集中管理にかかる予算は、工事全体の大小にそれほどかわらわらずかかるようです。これにはどの程度投資してもよいかという線が必要でしょう。この検討のためには、これまでのこの種の事業地区の追跡調査を行って、その効果を勘案しながらある程度の線を定める必要があると思います。

司会 どうもありがとうございました。このほかになにかございせんか。

八木 現場で事業を実施するにあたって、社会情勢や住民意識の変化から、地元対策や対外問題等ますます困難になっていることは申すまでもありませんが、そのため施工技術面で制約を受けることも多くなっております。

今は何処でも権利意識が発達して、公害問題が非常にやかましくなっております。昔だったら公共事業と言うことで、多少のことは我慢してくれたのですが、最近はそのも行かないで、特に、工事による騒音と振動、または水質汚濁などでしばしば問題がおきるので、これに対応できる施工法、つまり公害防止工法の開発に力を入れていただきたいと考えています。

元来、技術と言うものは、必要性が生じると、若干タイミングの遅れはありながらもそれに対応した進歩を遂げるはずですから、今後はこの方面の技術が発展するものと期待しています。

具体例を挙げますと、私達の事業は新潟平野の地盤が極めて軟弱な所で、現在は排水改良の工事を実施しているわけですが、軟弱地盤の排水路工事には、昔から矢板護岸が一般的に使用されており、矢板の打ち込みは昔どおりの工法でやっています。そのため、民家に近い場合には問題が生じまして、音がやかましくて困るとか、振動が激しくて建物がいたむとかの苦情が来て、工事を中断せざるをえないこともあるわけです。

そこで、私達のやっている事業の場合、事業実施上の技術面での最も切実な要望は、公害のない工法——ない

と言うことは不可能かも知れませんが、公害の少ない工法を開発することであると私は感じています。もちろん現在でも公害の少ない工法はあることはありますが、極端に能率が落ちるとか、あるいはコストが非常に高いとかの欠点があり全面的には採用しにくい状況にあります。

2. 技術開発の方策

司会 「これからの技術の方向」について工種別に具体的に話を頂きました。ここで話題をかえまして、どのようにすれば新しい技術の開発をすすめることができるのか、その方策についてそれぞれの御立場からお願いします。

(1) 行政の対応

増田 冒頭に一時代前における技術のお話がありました。当時は調査計画、設計、施工はすべて官側主導型でありましたから、新しい技術開発も官側が中心になっていたと思います。しかし、時代の推移とともに調査計画、設計は全面的にコンサルタントの活用が図られ、施工は建設業者の責任の度合いが大きくなるなどそれぞれが分担して技術の発展を図って行くように変わってきたと思います。このような状況において行政はどのように対応すべきかについて考えてみたいと思います。

先づ第一に、技術開発を図るための調査費の確保の問題があります。技術に関する調査費を確保することは仲々むづかしく、その技術に関し大きな社会的要請がないと取りにくいというのが現状です。しかし、このようなことではダム等の技術について建設省に立遅れることとなりますので、地区調査費、全体実施設計費、事業費の測量試験費などを一定枠以上確保しておくよう、最近では徐々に改善されてきましたがより一層努力する必要があると思います。

次に、増大する行政需要に対応していくために、簡単な設計は極力基準化、標準化して合理化を図る一方、技術的に高度なものについては、従来各地方におけるダム委員会として行っておりますように、大学、試験研究機関、コンサルタント、建設業者等が一致協力して「検討委員会」による技術開発研究に努めることが良いと考えております。この場合、日本農業土木総合研究所の活用を図ることも必要でしょう。

このような事例としては、本省設計課が中心となり、マサ土の耐震設計手法に関し、土質試験、模型実験等は農業土木試験場が行い、その試験結果を学識経験者による委員会の検討を経ながら日本農業土木総合研究所が最終報告書を取りまとめるという方式で実施しております。第三に、行政と試験研究機関とのタイアップを密接にすることが重要かと思えます。農業土木試験場の前身は設計課水理実験研修室であり、当時は行政と直結して

いたわけですが、現在は、農林水産技術会議に組み込まれ構造改善局の別組織となっています。

しかし、試験研究機関はあくまで行政を円滑に推進していくためのものですから、行政の要望に即した研究成果があげられ事業の推進に資することを大いに期待したいと思えます。

第四に、行政が手がけた色々な技術の集積を図るとともにこれらを幅広く活用することが必要かと思えます。もとより土木技術は経験的技術ですから数多くの経験の中から新しい技術が生まれるわけですが。そういった目的から国では土地改良技術事務所の中に技術情報管理を行う組織を設けて技術情報のサービスに努めているところでは。

最後に、ダム、頭首工大規模構造物に対する完成後の安全のための観測等について強化する必要があると思えます。

すなわち、これら構造物は、ある限られた条件の下で設計が行われているわけですが、たとえばダムでは地震や異常出水などの体験は色々なケースが考えられ、その時の観測データが机上での設計に対する貴重なチェックになるものと思われます。

このような観測やデータ解析などはこれまでは必ずしも十分とはいえなかったと思えますが、最近ようやく施設管理制度も強化されつつありますので、施工段階における観測計器の設置に万全を期するとともに、施設完成後の観測等についても十分な体制をとり、観測データを新しい設計にフィードバックしていくことが必要と思えます。

伊藤 私ずっと感じていたのは、一つの玉出しといえますか、プロジェクトとして成り立つためにはいろいろの要件が必要なわけですが、一番重要なのは事業として成り立つかという問題です。経済的なものもさることながら、ダムならダムの築造の可能性がそこにあるかという判断、あるいはプロジェクトとして成立するかという判断は、最初の調査が非常に重要な役割をするわけです。ところが、いまの制度では、最初はパーッとやっておってだんだん詰めていく、だんだん詰めていく段階で危なくなってくる。それで弱った、もうほかのダムサイトにも変えられないかというような状態になって始めてあたふたしていることもあるわけです。

それで、私は技術力の評価という問題があると思えますけれども、調査の段階で相当の技術料を払って、可能性の調査や事業全体に対する判断とかを調査計画、全体設計の段階でできるだけ金を注ぎ込むべきだというふう考えているわけです。一たん構想が固まってしまうと、どこにダムをつくって水路をつくってというようにプロジェクト内容が固まってしまうから、そう動かせられない。どんな優秀な所長さんでも、いまさら変

えられないわけです。恐らくそのままやっちゃうわけです。初期段階の技術報酬などは見直さなくちゃいかならうというふうに感じています。経験とか総合的な技術力が計画初期に非常に必要になってくるというふうに思っています。

(2) 試験研究機関の役割

司会 ひきつづき試験研究機関の立場から白石さんにお願ひしたいと思います。

白石 新技術開発における試験場の役割ということですが、限られた予算、スタッフでこの問題にどう対処するかを討議するには、私には任が重すぎます。ただ試験場の現状をみると研究室の数は漸増しているが研究スタッフは依然として現状維持でありしたがって研究分野は拡大されているがその反面研究密度はどうしても薄まらざるを得ないということに気がつきます。この体制で新技術開発の戦略といっても試験場だけではどうすることもできません。そこで土地改良技術事務所と日本農業土木総合研究所とがお互いに技術行政を分担するようにしてはどうでしょうか、たとえば私どもが研究しております水利計画のシステム化に限らせていただきますと、まず何を今後手がけて行くかという問題があります。研究者は一般に「井の中の蛙」的な思考になりがちで行政部局の生のニーズを身をもって体験する機会が少いわけです。そこで本省のヒヤリングが終った時点で研究側と本省のあいだで技術検討会を行い、今後どんな技術的問題を現場はかかえているということを話し合えば大変参考になります。そして研究対象としてとり上げて行く問題をセレクトします。また、設計審査の段階で代表的な事業については研究側の意見も参考にさせていただくわけです。このようにすれば新技術開発の素材も正鵠を得てきましようし、研究者の自発的セレクトの余地も残されているわけです。

さて課題が決ればつぎにそのスタッフですが、これは試験場と日本農業土木総研は共同研究の体制で研究を行うとします。このようにして開発された成果(システム)の事業所対応は技術事務所が分担する。毎年2回上級システム研修を行っており、主に技術事務所の研修生が多いのですが、わずか2カ月の間に、試験場で開発された、それぞれかなり難しいシステムを理解され、それを自分の課題に応用して立派な成果をもち帰られるのですが、これをみていると研修の効果の大きなことと、この技術をどんどん行政に生かしてもらえば、研究者の意気込みもますます高まるなど感じます。話しは変わりますが、システム開発にたずさわっていると、いつも気になるのは、性能のよい大きなコンピュータを使い易く利用できないかということです。今日のような社会情勢では、何か土木事業を計画すれば、やれ水管理・施設の維持はどうか、水質汚染あるいは浮泥拡散などの環境アセ

メントに関する問題などが山積し、工事そのものの検討よりこちらの解決の方が大変なことになってしまいます。まさに、土木工事も低成長期に入ったといえます。この種の問題は、工事を施工したらどうなるかという予測を行わなければなりませんのでただ現在のデータを眺めていても何んにもならないわけです。大きなコンピュータが自由に使えればかなりの問題がシミュレーションという手法を用いて対処できると思います。試験場にこの規模のコンピュータをというのはなかなか困難なようです。もう一つ今後の問題の提起をしたいと思います。それはシステムを開発しシミュレーションを行いその結果の信頼性を高めるには基礎データがしっかりしていなければいけませんし、また現地の現象を観測し、モデルの検証を行わなければなりません。これによってはシステム開発の段階までフィードバックしてモデルを改善しなければならないこともあるでしょう。現場で観測をすることもよくありますが、総花的になって舌足らずに終ることがあります。

そこで代表的な現地を選定し観測を集中的に行いデータを集積しシステムの検証、あるいは改良を加えて行く。

そしてその結果を全国的に利用して行くことにします。システムの良いところは地域特性がそれほどないわけですから全国的に分散してデータをとる効果はそれほどないと思われます。当時の愛知用水事業や八郎潟干拓事業が農業土木技術の発展に大きく貢献したことは周知のことでありまして、これに代る代表プロジェクトを選択しデータの収集を集約して行ってはどうかと思います。コンピュータのシステム開発はこの10年間で大きく進展したと思います。つぎには、このシステムの信頼性を高めるために現地データを集積しこれを今一度システムにフィードバックして検討して行けばつぎの10年のシステム開発の道は、おのずから開けていくと思います。

(3) 民間の役割と体制

司会 民間の役割及び体制について何かございませんか。

西口 現在設計は殆んどコンサルタントに外注され、計画の樹立も補助事業は大部分コンサルタントが担当しています。立派な計画、良い設計を行えば受注がふえ会社も発展しますから技術力の向上はコンサルタントの生命です。科学は日進月歩で特に電算機を利用した高度な計算、解析或は新材料、新工法の出現等による新技術を吸収して設計に応用していかなければなりませんし、また、農政の方向により事業計画の内容も、工種別ウエイトも変わってくるので——水田転換政策が強められるに従い水田地帯も汎用農地化のため排水計画の内容も変わり、排水関連工種が多くなる——これらに対応できるよう社内体制を整えなければなりません。各種の講習、見学に

社員を派遣すると共に情報收拾、内部研修、研究を行って農業土木技術発展に寄与すべく努力しているつもりですが、技術の進歩に追いつくのが精一ぱいで独自の研究までにはなかなか至っていません。

干拓堤防の波に対する検討業務を行ったときのことですが一般に使用されている基準、公式により検討のうえ堤防断面を定め、その後水理模型実験を行ったところ予想外の越波を生じ驚いて断面を修正したことがあります。実験式を用いる場合その条件を当然照合し、一致しない場合は実験を行うのが原則で、実験もできずに適当な計算方法がない場合は止むを得ずある範囲内であればその式によることがあります。安易に行ってはならないと痛感しました。この水理模型実験は農業土木試験場最大の施設である平面水槽と二次元水槽を使用し数カ月にわたって行なわれた大規模な実験ですが、試験場も職員が少く事業所よりの全面的な受託実験は不可能であったため、コンサルタントが試験場の指導を受けその施設を利用して実験を行うことになったものであり、事業所の早期成果、試験場の人手不足と施設活用、コンサルタントの技術向上というお互の希望をかなえたこの方式は今後のあり方の一つの方向を示すものではないでしょうか。また、技術事務所では非常に困難であった改良山成工の設計プログラムを一部コンサルタントに外注しながら多年の努力により開発され、現在国営事業の改良山成工の設計はすべて技術事務所の電算機とこのプログラムを使用させて頂いて設計を行っています。このように農業土木として先駆的で高度なプログラム開発は技術発展のため技術事務所が主体となりコンサルタントも参加させて頂いて開発し、更に設計に利用しているコンサルタントと現場を預っている事業所の意見をフィードバックして頂いてプログラムの修正改良を行う。このあたりまでは現在既に行われつつあり心から喜んでいますが、その成果を補助事業或は間接補助事業まで利用したい場合プログラムの取り扱いに問題があるかと思われれます。昭和43年「積算資料」に「農林省の積算方式」として土木工事、調査設計の積算要領、歩掛等一式をあえて公表したことがあります。その時上司に書いて頂いたまえがきの末尾に「なお本基準は特に秘扱いとはしていない。本基準の適用は直轄事業のほか補助事業、間接補助事業についても準用できるものとしているため現実的に秘扱いは困難であることと、工事価格の積算にはこの基準以外の相当の要因もあるのでこれによって直ちに予定価格が知れることにはならないと判断しているからであり、さらに各方面からの具体的な意見も得られるであろうと期待したからである。」とあります。農業土木のシンクタンクである技術事務所が開発され或は收拾された貴重なプログラム、資料、情報等をコンサルタントがたとえ間接補助事業であっても農業土木の事業に反映させるた

めのものであれば公に利用することが可能となれば農業土木事業の隅々までいきわたり、技術が飛躍的に向上することは勿論、会社で所有している僅かな情報等は進んで技術事務所に提供し総合利用を計る体制に移行するのではないのでしょうか。

真田 “これからの技術の方向” というテーマが非常にむずかしいので当惑しております。それから、本日御出席の方々は私を除いて全員が農林省関係の仕事に直接携わった経験のある方々であり、業界に直接入ったのは私だけですので、このたびは農業土木の素人という立場で、お話しさせていただきます。



そういう点で一般論になると思います。ここでは技術の範囲を国営事業の対象となる各工種についての調査、計画、設計、積算、施工管理に関するものと、定義されておられます。われわれ建設業者の立場から技術について申し上げますと、公けの工事を対象とした場合と、民間の工事を対象とした場合とでは、多少ニュアンスが異なります。

公けの工事の場合、設計と施工の分離が原則であり、施工を担当する建設業者は、企業主から設計図と仕様書を提供され、求められる構造物を工期内に完成する責任があります。

建設業者は、最も適切な施工法を検討し、施工計画を樹て、それに基づいて資材、機械、労務を調達し工事を施工いたしますので、建設業者の技術は当然これらの点が主体となります。

したがって、先に提示されました技術の定義から申しますならば官側は、プロジェクトの調査、計画、設計、それと発注のための積算を分担され、民側は、工事を施工する立場での積算（実行予算）と施工に関する技術を分担するということになると思います。

私も技術については、非常に深い関心を持っておりますが、本日、皆様の意見を聞きながら、公けの技術と、民間の技術はかなり性格が違うものがあると感じました。また、民間の技術の中でも、コンサルの技術と施工業者の技術にも相異があることを感じました。それから、技術は絶えず新しい進歩をとげるものでありますが、そのためには何らかのニーズがそれをモチベートする力として働く必要があります。農業土木の技術の今後の発展においてこのモチベートする力をどうするかは重要な問題と思います。

民間会社ですと、技術を進歩させる大きなニーズは2つあります。一つは、新しいマーケットを開発するというニーズ、もう一つは受注した工事をいかにして経済的に施工するかというコストダウンのためのニーズがあります。それから、最近ではとくに安全施工という面から

の技術の見直しや先ほど八木所長がおっしゃられた公害防止との絡みなど施工技術も非常に複雑化してきております。

そしてこれらの建設業サイドで進められてきた技術が今後の農業土木技術の全般的発展の中でいかに位置づけられていくべきかという問題は、今後に残されている課題であると思います。

竹内 真田さんと私とは、若干立場がちがうので、考えも少し差があるように思います。私は、会社へ入って3年余りで、営業をやっていますが、土木の技術的部門にも参画しております。私は、官庁に長くつとめていましたので、やはり、広い意味で、民間のいろいろな知恵を官側は、もっと活用していくことが必要ではないか。また、民間の方もそれに対応していくことが、これからますます要請されるだろうし、必要にもなってくるのではないかと思います。そして、官庁につとめた経験をもっている私たちは、そういうふうな考え方をもち、そのような方向に向けていくべきだろうと思っております。とくに、先ほど、八木さんや好光さんもおっしゃっていましたが、社会環境、公害の問題とかそういうものでいろいろな施工上の制約がますます大きくなってきます。そして、施工上のいろいろな制約が、逆に設計の内容を決めてゆくというような場合も多くなってくると思います。そういう意味では、施工技術についていえば、比較的知恵を多くもっている建設会社の知恵が、設計段階からうまく調和をとってすすめられていくというような方向にすすんでいくのがのぞましいのではないのでしょうか。

内藤 白石さんから農業土木事業が根本にあってということですが、それは結局、農業土木事業そのものはいま世の中で必要であるということが中心になってその事業が大きくなってきていることではないかと思えます。そうなれば、当然それに対する技術開発なり、新しい技術も出てくるのではないかと思うんですが、そういう点で、われわれの事業が発展するのはやはりそういうニーズがあるから、事業をやった結果、その経験によって、かなりいろんな点で発展してきたんだろうと知っているわけです。

戦後は官側で計画から施工まで一貫してやってきたわけですが、徐々に民間と官側に分化してきた。その辺はさっき真田さんがおっしゃいましたけれども、官側で分担するべきものをどうやって発展させるか。民間は民間でやはりニーズとしてどう発展させるかという点、両者がうまく合致しながら、お互いの発展の度合いをうまく利用し合って、結局、われわれの技術全体が発展していくのではないかと思うわけです。バランスが崩れてしまったら、これはどうも全体的なレベルアップはないんだろうと知っているわけです。やっぱり官側としてはそれ

の下支えになるというか、最も基礎的なものは、やっぱり試験研究だろうし、それとタイアップしながら、先ほどあった集中的な検討会なり研究というものがあるレベルアップにつながっていくのではないかと思います。

先ほど節があったとかいうような話もありますが、愛知用水だとか豊川、あるいは八郎潟という経験を経て、われわれの技術力は確かに飛躍的に上がってきた。一方、ほ場整備なんかは国営では比較的少ないけれども、しかしああいう非常に大きな事業をやっているんで、ほ場に対する考え方、とらえ方がだんだん変わってきて、完全にほ場の排水そのものでさえ、研究的にはかなりわかっておいても、実用面ではまだ問題があるというようなことがあるわけです。

特に、業界の方はとにかく先ほどのお話のように利潤追求もあるし、一方その技術開発によって新しい受注を得るとかいうような面があるわけですが、私どもとして一番心配なのは、技術を進歩させるには、やはりつくったものがどんなふうになっているか、どんなふう利用されているかということ余り自分でやっていないという点であろうと思います。そういう点でやっぱり調査が非常に重要になってくるんだらうという気がします。たとえば建築の分野で家をつくる場合に、いまは民間が非常に多いわけですが、計画から施工まで一貫でやり、その後の、要するに利便性とか居住性とか、コミュニティーとかいうようなものは、自分で直に研究解明ができるというような点が、建築技術を普及させ一般化したのではないかと思います。

我々農業土木でも、基礎はほ場だという点で、それらに対する調査をもっと重点的にやる必要があるのではないかという気はしているわけです。そういう点で、各分野の共同的なものを集中的にやるということは、先ほど御発言があったように非常に重要になってくるという気がいたします。

白石 いまのことをもうちょっと補足させていただきますと、たとえば試験場の現状を見てみますと、新しいニーズがあれば新しい研究室が実はできていっているわけですね。ではどういふのができているかというと、地域開発研究室とか、環境整備研究室とか、ちょっといえずぐ思い出しますが、あります。それは研究室長と室員と、もうそこまで行くと終わりなんです。まあ、もう1人、2人か3人ということなんです。それでは何もできないということになっちゃうわけですね。ですから、まあ私は農業土木試験場で土木をするという立場ではございませんけれども、もうそういうものに対しては、現在の室体制とか何とかということではどうにもならないんで、どうしてもこいつはやる必要があるという場合には、何かプロジェクトチームをつくって、研究室という、室長がいて何とかということではどうも対応で

きない。研究所の中でいきますと、試験場の中でいくとそういうことになりますし、それをもっと輪を広げますと、いま内藤専門官がおっしゃったように、試験場という枠も外して、何かプロジェクトチームをやるうじやないかというようなことになっていくんだろうと思いますけれどもね。

3. 現場技術の改善

(1) 設計・積算の合理化

司会 次の問題として年々増大する事業量をどのようにこなして行くかということがあります。その対策としては、設計・積算の合理化・省力化の一層の促進や施工管理の徹底化などがあるわけですが、先づこれらの点に直接たづさわっておられる石坂さんをお願いします。



石坂 現場実施業務の合理化が進められておりますが、今まで、およそ10年を振りかえって、現場技術業務、ここでは主に調査・設計・積算・施工管理・検査等ですが、最初にこれらの合理化・省力化がどのように進められて来たか概略述べてみたいと思います。

調査・設計業務は、従来からコンサルタント等への外注によって省力化が図られて来ましたが、昭和46年に施工調査事務所が各農政局単位に設置されて、統一した合理化手法を、施工調を通じて機能させるようになってから、合理化業務が全国組織的に進められるようになりました。それ以来、施工調の業務の活発な展開につれて、殆んど毎年施工調の機構が拡充され、また本省設計課に施工企画調整室が設置される等、合理化業務の推進体制が強化されて、現場業務の合理化が急速に進んで来ております。

今まで進められてきました合理化業務は、事業量の増大や、事業内容の多様化、あるいは社会情勢の変化、技術の発展等に対処して、設計積算等、各種技術の基準化・標準化・電算化・技術資料に関する情報化・技術向上の研修等を図ることを中心的な合理化の手法として、システムテイクに進められて来ております。

これら合理化手法の開発が現在どういう状態にあるか述べて見たいと思います。

基準化についてみますと、設計基準・積算基準・歩掛基準・機械損料・施工管理基準等がすでに制定されており、また情勢の変化に応じて必要な改訂がなされております。

標準化については、汎用構造物の標準設計、工種ごとに標準化した施工単価条件表、主要工種の工事費概算システム・ダム、頭首工、水路工、暗渠、道路工等が開発されておりますし、国債工事の積算システムについても

55年度から運用できるよう開発作業をすすめております。標準設計につきましては、すでに17工種について標準化されておりますが、適用の汎用化と作成過程の明確化、更には自動設計システムへの利用等から必要な改正がなされております。

積算関係の基準については、施工技術の進歩、社会環境の変化等に合せた、要綱要領の制定や改正が行われております。施工技術の基準では、土木施工管理基準や安全指針がそれぞれ制定され工事施工の適正化、能率化、安全化が図られております。

このように、設計積算、施工の各分野で基準化が図られました結果、これらの基準の運用によって工事は円滑、適正に施行されるようになり、さらに工事施工の結果、基準に関係するデータが収集・解析されまして、基準化作業の基礎資料としてフィードバックされて、基準の適正化が確保されるようになって来ております。

電算化につきましては、基準化・標準化・情報化とともに業務を迅速に処理して、合理化を図る上で最も有効な手段として、全体を包含する形で開発整備されて来ております。52年には工事の積算について、全国統一電算システムが確立されて、現場での積算業務について大幅な省力化が図られております。また、水収支、水理、構造計算等、各種技術計算のプログラムも開発されて、現場で利用されております。最近では、改良山成工について、現況地形の数値区分図作成から、造成計画標高決定土量計算、運土計画、法計算等一連のプログラムが開発されて実用化されております。

情報化につきましては、技術情報管理システムが開発されて、必要な各種技術資料のうち文献については自動検索システムが実施されて、資料提供の迅速化が図られております。

研修につきましては、技術力の向上を図るために不可欠のものであります。現在実施されている各種研修は、施工管理、システム化、基準の運用に関するもの、土地改良施設機械等があります。

このようにして、事業実施の合理化が進められて来たわけですが、結果としてどの位の省力化がなされたかということは大いに興味のあるところです。

54年3月にまとめられた、国営事業に関するある資料の中に、現場技術者の業務内容の変遷を示す資料があります。国営事業所の、全体業務に対する技術業務の割合を46年と50年の比較で示したのですが、これを見ますと46年に72.3%であったものが50年には59.5%に減っております。46年は施工調が発足した年で、50年は施工調の組織の体制がおおむね整った年に当ります。もう一つの例は農工定員と、一人当たり年間実質事業費の比較です。46年は3,494人、3,150万円、であったものが54年にはそれぞれ3,182人、4,840万円となっており、定員は91

%に、一人当たり事業費は1.53倍になっております。非常にラフな見方かもしれませんが、合理化が進められなかったとしたら54年の定員は、3,494人×1.53=5,345人で、実際よりも2,163人多く必要になります。これだけの要員が節減されたことになるという見方も出来るのではないのでしょうか。もちろんこれらの結果は、コンサルタントの活用や、発注態勢の省力化等総合的な結果として現われているのですが。

次に、今後どのような方向に進んでいくのかという点について、設計積算業務を中心に述べて見たいと思います。前段として、国営事業量が今後どのように推移していくだろうかということについて、資料の中から見てみますと、年間事業費が54年は1,533億であります。今後五年間のうちに2,000億を超えるものと推計されております。更にこれからの事業は、多様化、高度化がますます進みますし、定員はもっと減らされる傾向にあります。

こういった情勢を考えますと、今後はもっと業務の合理化を進めなければならないということになります。それではどのようにしてこれを進めていくかということになるわけです。この点については、いろいろ議論の余地があるわけですが、設計積算業務について見れば、今までやって来た合理化方策をどのようにおすすめるか、ということが問題になってくるわけです。

まず、基準化・標準化ということについて見ますと、今までに大分整備が進められ、今後必要な改訂が行われていくわけですが、まだ未制定の工種も相当残されております。新しい分野の設計基準、例えば耐震設計、管理制御装置、ポンプ場、鋼構造物製作などについて制定の作業を急がなければならない状態にあります。標準設計についても、今後、事業の多様化に伴って工種をどんどん増やしていかなければなりません。

基準化については、技術革新に合わせてそれぞれ改訂作業が続けられなければなりませんし、特に施工技術の革新に対応する、歩掛り基準、施工管理基準の制改訂は、工事の経済性、安全性、技術の向上等のために、即決的に実行される必要があります。また電算化につきましては、今までに積算、各種計算の汎用プログラムの開発等、単一積算システムはほぼ達成されまして、更に将来の設計積算総合システムへの第一歩として、パイプライン、農地造成工等について、自動設計システムの検討が行われている段階であります。従いまして今後は、今まで積み上げて来た各種手法の結果を充実しながら、これらを総合的に結びつけて、設計積算の総合化を進めていくことが必要になってくるわけでありまして。そのためには、当面自動設計システムの完成を急がなければなりませんし、また将来どのようにして設計積算の総合化をはかっていくかという将来の方向を正しく見極めるこ

とが重要なことでありまして、そのためには、現行の積算体系なり積算システムを、総合化していくためにどうする必要があるか分析してみる必要があります。現在の積算システムは、手計算を電算処理するカタチになっておりまして、総合システム化していくためには入力条件の整備が必要です。この入力条件の整備をどのようにするかということが大きな課題になってくるわけです。いずれ国営事業の実施体制もマン・マシンシステムの時代を迎えることになるわけでありまして、そのための準備が必要ではないかと考えております。

今後設計積算の総合化を進めていく過程で、どのような総合システムをつくるのか、入力条件をどう整備していくか、運用体制をどうするか、といった問題は今後の大きな課題だと思います。

内藤 54年8月に閣議決定をみた新経済社会7カ年計画(54~60年度)では、農業基盤整備を含めて農林関係の公共投資額は18兆円が計上されています。

このことは、農業基盤に対して今度もニーズがまだまだあるということの意味しており、向う10年ないし20年は相当の投資を必要としているわけです。

一方、これは民間会社でも同様だと思いますが、定員については増加を期待できない、むしろ合理化が時代のうす勢になると思います。

したがって、そういう点で非常に貴重な人員にいかん有効に働いてもらわなければいけないということが、当然でくるわけで、先ほど白石さんのお話の中で、非常にむずかしいものも要するに開発された技術というものを習得するのは比較的早いと、私はそう見たんです。開発する時間というのは非常にかかるけれども、開発された技術を習得するのは比較的早い。技術を高度に平準化するという意味では、研修というものは非常に重要になってくるであろう。

今後とも、そういう面での技術の先端をいくもの、先端技術が一般化するというのは非常に早く来るという点で、時代の流れはそうなっていくであろうと思います。ですから、要員は少なくなっても、そういう意味で先端に行く技術に対して十分な手当てをしながら、それを一般化していくということで対応していく以外にないんじゃないかという気がするのですけれども。

(2) 現場の対応策

司会 そういう面で一番御苦勞されておられる現場の所長のお立場から、今後どうあってほしいか、あるいはどうあるべきかということについて、もう一度八木さんからまず伺いたいと思います。

八木 いま内藤専門官から話がありましたように、将来の方向はそうなるであろうということはみんな予測できることと思います。そこで、それじゃあどういふ対応をするかということですが、私は原則的には事業量は増

加し、人間はまたその逆の方向になるということから考えた場合に、一つは省力化であり、一つは資質の向上で、この二つが基本的な対策ではないかと思えます。

省力化は先ほどから話がありましたように、この10年間、相当進んだと思えます。ということは、逆に言いますと、果たしてこれからどれだけやる余地があるだろうかということをご心配しております。たとえば、いろんな基準とか、そういう面の省力化の統一化はできておまして、今後やるとしたら、もう事業の実施方式の方を考えなければいけないのではないかと考えております。

それから、もう一つの技術の維持向上につきまして、農業土木技術の特色といえますのは、いわゆる官庁技術といえますか、もう一つの見方をすると、経験による技術だと考えております。技術の習得というのは、私どもの立場では実際の仕事面を通じての習得がまた一番身につく習得の方法でございます。研修も確かにいいんですが、やっぱり自分に直接関係のない話だと、そのときは覚えていてもまたすぐに忘れてしまっていて、やっぱり日常の業務を通じて習得したのがずっと後まで残りますし、一生涯を通じて身につくのではないかと考えております。

先ほどから話がありましたように、昔のように一貫して調査、計画から設計、施工までやった時代と変わってまいりまして、いまは設計面はコンサルに頼むのが大半でございまして、そちらの方での技術の習得をやる機会というのが確かに減ってきております。これは技術の高度化と事業量の増大、それから人間の数の減少、この三つによってやむを得ないものとは考えておりますが、この限られた枠の中で何とか技術の維持向上を図ることが必要と考えております。

私たちが、事業所で実際に聞く話は、たとえば若い技術者がコンサルに発注した設計の審査をやる場合に、審査能力がなくて困るということを本人たちも申しております。(笑声)これはコンサルはその専門の人がやるわけですし、それか審査する係長、係員クラスになりますと、はるかに経験も少ないですし、ある程度やむを得ないのではないかと考えておりますが……。

それで私、そういうことを聞いて思いますのは、これまた一つの非常に細かな話になりますが、農業土木の技術は経験の技術であるということから考えますと、たとえば工事課長クラスの人というのは大体50歳くらいの人が多いわけです。そういう人はかなり豊富な経験を持っているわけです。ただ問題は、そういう人は実際、それ以外のことに忙しくて、そういう具体的な技術の話にはあんまりタッチする時間がないことと、それからもう一つの点として、こういうことをこの席で申し上げていいかどうかわかりませんが、わりあいと、退職の時期が早く50歳をちょっと過ぎた時期で退職する人が大半です。

そういう人たちが退職のあいさつに来るたびに、私はもったいないなと思っているわけなんです。何とか、そういう人たちが30年くらいにわたって習得した技術を今後とも役に立てる方法がないだろうかと考えておりますが、そういう方でもコンサルに行く方は問題がないと思えます。問題はいわゆるゼネコンに行く場合でして、ゼネコンに行きますと普通は営業の方に参りますから、せっかく習得した技術を使う機会というのは非常に少ないと思えます。

そこで、私はこういうことができたらいいなと思っておりますことは、そういう退職したOBの方の技術を有効に活用し、またそれを後輩に伝えていくために、各農政局単位くらいである団体をつくりまして、そこに登録しておくわけです。たとえば、この人は頭首工が得意だとか、この人はポンプが得意だとか、そういうのを登録しておきまして、必要に応じて役所側からそこに頼めば、たとえば設計審査をする際、ポンプ場の設計だったらポンプ場に詳しい人に来ていただいて、アドバイザーですか、顧問みたいなかっこうで、役所側の後ろ盾となってやるような、なんかそんなふうなことができればいいなと思っております。

もちろん責任を持って審査するのは役所側の人間ですから、役所側の人間が主体になるのは当然ですが、それを後ろの方で支えてくれる人があれば、その人の発言を聞きますとわれわれ役所の人間も勉強になりますし、それから、そういうことによってまた若い人たちも技術の習得ができると思えます。そうは言いますが、OBの方は特定の会社に所属しているわけですから、特定の会社の人としては発言できないでしょうけれども、別の団体をつくってその立場で出席すればひもつきになることもなく発言できるのではないかと考えております。

まあ、そんなのもできればいいがなと、これも一つの夢みたいなお話ですけども、そういうことも考えております。

好光 私の事業所においても、仕事の省力化と技術職員の資質の向上は大きな課題です。

省力化のうち施工に関しましては、施工管理を一段と徹底して行うことではないでしょうか。品質管理については基準化されたものが本省、技術事務所等から出されております。

現在の工事契約書の内容は、まだ片務協定的なものが残っており、思っています。もっと大胆に監督業務、設計変更等を省力化しないと人員が減少してくるなかで対応し切れなくなると思っています。名実ともに責任施工に移行して行かざるを得ないのではないかと……、この場合どの程度まで役所側が現場に関与するか線引きの問題がいろいろ議論されるのだらうと思えます。

技術者の資質の向上ですが、最近では技術の内容も複雑

多岐にわたっておりますので、ますます経験豊富な人が要求されます。特定の場所に技術者を集めて行う研修は無論必要ですが、やはり仕事を通して修得する技術が一番身につく、また一番手近かな研修の場だと考えます。具体的にものをつくることの手ごたえ、責任の重さを感じずる時、与えられた研修とは異なったものが得られると思います。この時、工事課長、工務官等技術経験豊かな人達の指導があれば、学習効果はより高まるわけです。その意味で人事配置も重要な要素だと思います。工務官の増加などは観迎すべき一例です。

用地交渉などで感じますことは、豊かな経験と自己の技術に対する自信がなければ地元民との対話はできません。

技術の維持向上のことで一例をお話します。農業土木試験場が平塚にあった頃、われわれ年代のものはよく試験場に出掛けました。また試験場からも気楽に現場にきていただき直接指導を受けながら工事を進めたものです。恥ずかしいようなこともさらけ出して聞いてもらったものです。このように試験研究機関と現場の隔意なき生の交流が非常に貴重な体験としてあります。

白石さんも御指摘されましたが、技術事務所、試験研究機関が一体となって現場との交流ができれば、現場の技術水準の維持向上に大変有益で有難いことだと思います。

真田 八木所長さん、好光所長さんから50歳を超えただけのいわば、技術者としても一番脂の乗り切ったころ退職され、ゼネコンに入り多くは営業畑に配属されている人たちの立場についてお話がありましたが、その現状は否定いたしません。いまの建設業は多分に保守的な体質を持っております。いわゆる請負師、土建屋時代が長く続いておまして、建設業という立場で位置づけられたのはこの20年ほどのことで、1つの産業分野として社会的に認められるようになってからの歴史もまだ浅いわけです。現実の問題として公けの立場で身につけられた技術、能力が建設業界においてはそのままの形で役に立つ場が少く、手っとり早い所で、役所時代の人間的なつながりを重視し、営業面に回されることが多いのです。

私も、でき得るならば、建設業界に入っていたいただいた農業土木の技術者の方々が、その専門知識を生かせるように業界側も配慮すれば、国家的にもプラスであろうと考えております。

もう一つ別の立場から考えますと、公の立場と民間の立場というのは、中に入ってみないとわからないと思いますが非常に違うのですね。一方は発注者であり、一方は受注者である。立場が逆転してしまうので、受注者である民間の立場に籍を置いている人が、発注者である公の立場の方をサポートするということが、意識的になか

なかできないのではないかと思います。アメリカなどでは官庁の方が民間に行ったり、民間の方がまた官庁に行ったりするのが現実にありますから日本とは様子がかかなり違うと思います。現時点で考えますと、業界の体質自体にも問題があるように思えます。

西口 コンサルタントも発足して20年近くなり、技術者も農林OBのほか大学卒業とともに入社した若い人達も10~15年の経験をつみ一人前に育ってきています。私達の若い頃は現場で自分で測量し、設計し、工事監督までしていた関係上工事が始まれば、現地と合わない、設計に矛盾がある等の苦情がすぐはね返ってくる、建設業者の工法、仮設、段取が一番良いと考えた設計とは似つかぬ形で目の前に展開されてくる、施工し易い設計のところは工期内に構造物もきれいに仕上がるが、施工しにくい設計のところは手戻りで帳場は混乱し、工期はおくれ、出来上りはきたなく建設業者は赤字だとペソをかきおまけに上司、会計検査院からもお叱りを受けることになるので、「現地に合った、施工し易い、良い設計」をするよう常に肝に銘じていなければなりません。社内で育った技術者は学力、理解力、研究意欲も旺盛で計算、図面書きも上手であり作業能率も優秀ですが工事完成までの流れのうち前段の一部の設計部分だけしか分担してなく「現地に合った施工し易い良い設計」をしなければならぬことは十分承知していますが時折発注者からのお叱り以外は現場よりの切実なフィードバックに接しにくいので多少甘くなることは止むを得ないとしても設計が絵にかいた餅になればコンサルタントの生命にかかわる問題なので非常に心配しています。このため社内研修にも努めていますが百聞一見に如かずで自分の設計したところを施工中、完成後見ること、それも設計と異った形でできているところを探しその理由を考えるよう指導していますが更に突込んでコンサルタントは施工管理面に入り直接現場の実情を体験して設計にフィードバックさせることができるような体制をつくらなければならぬと痛感致します。

八木 いまコンサルのことにつきまして西口さんから話がありまして、若い方々が、計算は得意だけど施工面が暗い。確かにこれは昔から言われていることでございまして、この問題につきまして、私また個人的に考えていることがあるんですが、確かに計算はいまの若い方は得意なようです。私どもの農業土木の設計というのは、設計条件が大抵有効数字2けたぐらいしかないのですよね。2けたも2けた目は相当怪しい数字だと思いますが、そういう2けたの設計条件を使って、最後の答えは6けたも7けたも出すような特異な才能を持っていらっしゃる方もございまして、(笑声)そのように計算は大変得意なようですが、問題は施工面でして、施工計画がやっぱりやりにくいように外から見て思っております。

それじゃあどういふふうにして施工の経験をつけていったらいいか、コンサルの技術を向上することはとりもなおさず農業土木全体の技術の向上につながりますので極めて重要だと考えておりますが、いま制度としてありますのは御存じだと思いますけど、現場技術管理業務というのがありまして、これは現場監督ですね。施工管理は会計法の規定で役人が当然やるわけなんです、その補助としてコンサルの人を使うような制度は一応発足したわけですね。これは建設省なんかではかなり前からやっているんですよ。で、2～3年前から農林省でもそれは制度として発足しておりますが、実際問題としてはほとんど使っていないのが実情です。その制度をつくったねらいは二つあって、一つは農林省の人が足りないところを、現場監督の補助をコンサルの方に頼んで、たとえばデータの収集とか、あるいは設計変更の資料づくり等もやってもらう。もう一つは、それによってコンサルの方々が施工の勉強ができるのではないかという、その二つの意味があるわけですが、余りやっていないようです。

私、考えますのはそれをもっと拡充することと、もう一つはこれもまた思いつきみたいな話ですが、コンサルの社内の事情もいろいろあると思いますけれども、できたら自分が設計をやったものを、今度はコンサルとゼネコンとタイアップして、何かの契約を結びまして、コンサルの設計者に施工現場に行ってもらって、1カ月でも2カ月でも実際にやっていただければ、相当勉強になるのではないかと考えておりますが、そんなことも制度としてできたらいいなあと思っております。

(3) 施工管理方式の検討

両所長さんとも将来的には施工管理を一段と徹底して行う必要があるとの御意見でしたが、現場での施工管理の現状と今後の展望について石坂さんをお願いします。

石坂 施工管理業務は、現場技術業務の中でも大きなウエイトを占めております。

52年から土木工事施工管理基準が制定されて、これがすべての土地改良事業に適用されるようになってから、事業所の工事監督業務は、かなり合理化、省力化が出来たと思います。従来は監督員が随時目で確認しなければならなかったものが、施工者が作成する、施工管理データをチェックするだけで工事の進行具合が把握出来るようになりました。しかし施工途中の設計変更が何回も行われるので、監督員は設計変更に殆どかかりきりというのが実態のようです。昨年現場技術業務の委託を実施したのですが、その業務の中味は、殆ど設計変更業務で終わっております。

現在の工事施工体制の中では、施工管理は受注者が行うことになっておりますので、施工者が、この施工管理基準に従って施工管理を行えば実質的には責任施工ということになり監督業務は非常に軽減されます。しかし実

際には、土地改良事業の性格上、ローカルコントララーの受注もかなりあり、全部の施工者が、施工管理基準に従って施工出来るところまでいっていなかったわけです。そこで今まで技術事務所の業務の中で施工管理研修のコースを設けて、事業所の職員に研修を行う他、施工者に対しても普及徹底を図って来ました。最近はややぐく施工者まで徹底して来たのではないかと考えております。今後工事監督業務を更に省力化するとしますと、設計変更業務をどうするかということになるのですが、今のままですと、これを外注するしかないと思います。しかし、現在設計変更が多い原因をしらべて見ますと、図面と現地の不一致のケースが案外多いようです。従って当初の設計の段階で調査なり、現地との照合を入念にやっておれば、設計変更もぐっと少なくて済むのではないかという感じがします。そこで当初の路線測量なり、設計を発注する時に、前以って、現地の条件を確認すること、仕様書を適確に書けるように訓練すること、成果品に対しても要点は現地と照合すること、等基本的なことにもっと注意を払う必要があると思います。また実態として現在は、測量、設計業務は殆んどコンサルタントへ外注する方式がとられておりますので、コンサルサイドでも施工条件をよく考えた設計をして頂くよう努力していただかなければなりません。

司会 施工管理方式の検討の一環として、責任施工への移行というお話があったわけですが、真の意味での責任施工というのは、現時点で技術的にもまた法律的にも可能なかどうかお伺いしたいと思います。

好光 施工管理は工事請負契約書では相当以前から業者に義務づけられています。工事内容は土木工事等共通仕様書(50年3月)及び図面、特別仕様書で明示し、施工管理の内容については土木工事施工管理基準(52年4月)により実施されております。昔と変わった点は、施工管理に要する費用の計上が確実にこなわれ、仕様書、基準に盛り込まれた内容が経費で裏打ちされているわけです。

法的には現在の公共事業の仕組では、財政法、会計法、予決令、規則等にしばられておりますので、施工管理をすべて建設業者に任せることはできません。工事の内容によっては、コンサルタントに依頼して官側の業務を指導或は補完してもらうことしかないのが現状だと思います。そのような意味で、現状は業者の責任施工というよりも業者の自主的の施工といった方が妥当かと思えます。しかし、今の状況はいつまで持続できず何れ限界がくるのではないのでしょうか。そんなことから予決令以下規則等をぼつぼつ改正して行かないと、発展がないのではないかと、非常に大胆なことですが、一つの側面だけですが私はそんな感じが致しております。

真田 責任施工に関しましては、受ける側の建設会社の体制と能力に問題があります。現在、私の会社では、

民間工事についての設計施工の場合には、実際に総て責任施工でやっているわけですが、民間のかんりのレベルの技術力を持っているところは、皆、責任施工の能力はあると見ていいと思います。ただ、建設会社では技術レベルの差はかなり大きいですから、そのあたりをどう解決していくかに問題があります。

竹内 責任施工で議論する場合、責任施工の前提がどうなっているのかということが非常に問題ではないかと思ひます。本来、官側のあるべき姿と、民間会社のあるべき姿、これが両方相まった理想的な姿というのが1つの議論としてあるのでないかと思ひますが、その論議はさておいて、実際問題としては、官側としては、こうならざるを得ないという実態があつて、それを前提として、民間会社がどうすれば、全体がうまくゆくかという議論になつてゐるよふに思ひます。そうしますと、全体をうまくやるために、官側はこれだけしかできませんよ、民間会社は、あとの残りを全部埋めてくださいということになると思ひます。そうすると埋める側からいへば、それでは、もう少しこういうことは考へてもらえませんかというようなことになるのではないのでしょうか。建設会社は仕様書のとおり施工して、図面のとおり仕上げればよいわけですが、しかし、実際には、現地と図面が合わないというような問題がまず出てくるわけですが。

そうしますと、官側としては、本当に施工出来る、あるいは、建設会社が絶対に守らなくてはならない仕様書と現地に完全に合った図面というものが、最小限必要なこととなります。他方、施工業者の方については、仕様書による規定は完全に守つて施工し、図面のとおり、たとえば、コンクリートの最低の厚さとか、鉄筋のピッチとか、責任をもつて守る。こういうルールといひますかこれが最小限出来て、はじめてうまくいくのではないのでしょうか。先に、愛知用水についてのべましたよふに、日本では、仕様書についても、できればそうあつてほしいといひますか理想論みたいな感覚で考へられてきたよふな面がありますが、そうではなくて、最小限のことがきびしく決めてあるものと理解してゆくことが必要な第一歩でしょう。図面についても同様です。

出来型寸法関係は別にしましてコンクリートの品質とか、土の密度とか、そういうものに手を下さす機会が比較的少なくなったというよふにぼくは解釈してゐるんです。

増田 私、たまたま水窪ダムだとか浪岡ダムやつたとき、支所には試験係があつたんですけれども、比較的、多分ほかの事業所と比べるとめづらしいと思ひますけれども、試験係は設計書は全然持つて回つてなくて、試験係が判定したのもつて次の工程が進むということ、たとえばコアにしる、密度管理は業者は必ず朝9時なら9時にやつて、それでもつて $\bar{x} - \bar{R}_S - R_M$ などの密

度管理をするけれども、一連の施工管理データとしては施工業者が実施するけれども、それと同じときに、やっぱり役所側でも必ず取つて、それに対応させていくということで、管理データとして、しゅん工検査、会計検査に提示するものとしては業者の資料でもつて全部整理していただいて提示してゐますけれども、それに対応するものは必ず役所でもつておつたということで、その辺を余り現場の人が、まあ省力化するの結構なことなんだけれども、全くしないんでいいんだということじゃないと思ひてゐるんですね。その辺を一つ忘れてゐると、技技の向上よりももっとも退化するんじゃないかと思ひておひます。省力化にあつた一つの反省ですが。

竹内 要するに責任施工といひますか自主的の施工といひますか、そこで一番問題になるのは、設計変更の問題です。建設会社は、図面のとおり施工すればいいんだというのが、基本的にあるわけですが、実際には、地質などいろいろの条件が変わつたりするので、図面のとおり施工したら困る場合があるわけ、そのときに設計変更という問題が出てきます。その判断をだれがどういう形でやるのか、その辺に責任施工の非常にむづかしい点があるのではないのでしょうか。

4. 海外技術協力のあり方

(1) 現状と方向

司会 最近、海外技術協力における我々農業土木技術者のシェアはかなり増加してゐるわけですが、ここで海外技術協力に関する現状と今後の方向について内藤専門官からお話しいただきたいと思ひます。

内藤 海外の技術協力は、この10年間で非常に発展したと思ひます。それは、現在農林水産省関係の農業土木技術者の海外派遣職員は、実に40名を超える人数にのぼつてゐることで象徴されておひますが、その方々が中心になり非常な実績を挙げているわけですが。

海外の技術協力について簡単に申しますが、海外協力は何故必要かということですが、世界の諸国は、各国ともそれぞれ経済、社会、文化面で独自のものをもち、国は一定の秩序をもつて統治されてゐるわけですが、経済の発展面では、過去の歴史等から、その発展段階の差は非常に大きくなつてきてゐるわけで、GNPを基に作られた世界地図によれば、はるかに北が南より大きく画かれるといわれてゐます。そのことが、各所、地域で諸々の摩擦を起こす原因にもなつてゐると思ひます。いわゆる南北問題ですね。実にそれに石油問題がからみ、非常に複雑な問題をかかへてゐるのが、世界の経済の実情ではないかと思ひます。いずれにしても、世界の経済の調和ある発展には、先進国、開発途上国が共に、相互依存性をよく認識し、各国間、特に南北間の協調が必要であ

ると考えられており、各種の世界会議、例えば経済協力開発機構等が設けられて話し合いがなされているわけです。

特に経済の調和ある発展のためには、多額の投資、あるいはそれを支える人材の育成等が必要になるのですが、それには先進国の協力は是非必要なものであり、各先進国とも競って協力しているのが実情ではないかと思えます。特に食糧問題の解決ということから、農業開発の協力は、開発途上国から特に求められているようです。

司会 そういえば、去年の UNCTAD において、大平首相は農業開発には積極的に協力する旨の演説をしていましたね。

内藤 その発展途上国の農業の実情ですが、勿論各国の開発状況は異なるのですが、米食民族である東南アジアでは、例えばかんがい排水施設等の基幹施設の整備、普及が遅れていることが挙げられます。特に末端は場まで考えると我が国に比較してかなり遅れていると考えられます。その為に、安定した、管理された農業ができにくい実情にあり、米の反収をとりあげると、我が国の $\frac{1}{2}$ から $\frac{1}{3}$ 以下の国が多いわけですね。勿論栽培技術の問題もあるわけですが、そのことから基盤の整備を拡充することにより、農業生産が大いに発展する可能性を秘めているわけですね。

司会 基幹かんがい排水施設等の整備、拡充が必要となると、大規模な投資が必要となりますし、その計画は効果的に樹てられることが重要になろうかと思えます。開発途上国では、その資金、技術力も不足でしょうし、先進国の経済協力は是非共必要になってくるわけですね。

内藤 その通りだと思います。

海外の経済協力は民間、政府の両者があるようですが、政府の経済協力は、外務省を中心に、各省連絡協議をしながら実施されているようですが、その実施方法には開発途上国と直接協力方針について協定等結び実施する二国間方式と、世界銀行、アジア開発銀行等、経済協力を行なう国際機関に出資、拠出する方法があります。経済協力については、結果は、その量なり質なりが諸々いわれるのですが、

① 経済協力総額はGNPの1%にまで引あげる。

② 政府開発援助をGNPの0.7%まで拡大する。

等がよくいわれているようですが、54年度で我が国の政府開発援助は、GNPの0.2%を少し超えた程度であり、経済大国を看板にする日本であれば、当然今後の大いなる発展が期待されているようです。農業の開発協力は大きな増加が必須と思われる実情にあると思えますね。

司会 政府開発援助がGNPの0.7%ということであ

ると、日本は現在の水準の3倍ないし4倍ということになり、今後非常な伸展が必要なのわけですね。

内藤 政府の経済協力には、技術協力和資金協力があるのですが、我々と関係が深いのは技術協力面にあるのですが、もっとも、計画樹立のあとの実施については資金面での協力が必要になるのですから資金協力も相当に関係があることとなります。先程申した海外派遣者は現在派遣中の専門家数が40数名というのは勿論この技術協力の一環のもので相当の貢献をしていると聞いております。

技術協力の意味・内容ですが、これは、開発途上国の知識、技術上のノウハウないし、生産能力の水準を向上させること。即ち、知識資本蓄積を増加させるものであるといわれていますが、この技術協力の中味は、①専門家の派遣、②研修員の受け入れ、③機材供与等があるのですが、そのうち専門家の派遣は、相手国政府の要請に応じて、相手国政府、あるいは関係機関等で企画立案、調査研究、あるいは技術者に対する技術指導を行なうものです。開発途上国の農業開発のための技術協力は、その国の食糧問題を解決する、社会環境を良くする等、経済、社会的に最も重要なものの一つであることから、農業生産の基礎である、かんがい排水施設の新設、改善等を中心とした農業開発の協力要請が多いようです。特に最近着実に増加しており、今後ともこの傾向は続くと思われま

す。農林水産省の現在行っている技術協力について説明すると、まず、個別に相手国の政府機関等に入るケースと、ある開発プロジェクトの実施のためのプロジェクト方式により協力する二種の長期派遣専門家、一般に2～3年間派遣されていますが、それと、開発計画の実施計画調査等を実施する短期の調査団の派遣があり、その実績をみると、我々農業土木技術者が関係するものは、54年1月から12月についてみると派遣専門家では省全体の約 $\frac{1}{3}$ 30名を派遣しており、調査団のチーム数については、全体の $\frac{1}{2}$ 100名にも達しようとしている実情にあり、海外での我々の仕事の需要は益々高くなっているようです。こういうような情況に、我々農業土木技術者は囲まれているのであり、海外への長期、あるいは短期の派遣、又、外国の技術者の方々が我が国に研修に来られるということで、外国との接触は否応なしに増大するようになっていきますね。

司会 私も何回か技術協力の為外国に行きましたが、今後更に多くなるとなると、日本の国内の技術者の方々の協力の範囲を拡大する必要がでてきますね。

内藤 海外へ行く機会が多くなってきたので、若い技術者を中心に、外国アレルギーが少なくなっているのは嬉しく思います。いずれにしても、外国で農業開発の調査をする、相手国政府等の機関で技術協力をするという

ことは、我々にとって名誉なことですし、やり甲斐のあることだと思います。一般に外国は言葉が不自由でどうもという方も、一度海外へ出られると考え方が変わるようですね。大部自信というか、俺もやれるというか、言葉については努力さえすればある程度こなせるという確信ができるのではないかと思います。皆さん優秀な方が多いわけですから。海外の仕事は、広く、量も多いのですが、我々の技術協力の基本は何んといっても我々の技術力であると考えられます。我々に身についた調査、計画、設計、施工あるいは積算等の技術力、知識の量は相当なものをもっていると考えているのですが、それをいかに相手国の自然条件なり、社会、経済条件のなかでその国の実体に適合させるかということ念頭において協力するかということが重要だと思います。

語学力は多少不足でも、言葉ですから現地で勉強なり努力によりカバーできるのですから、技術力、知識の蓄積があれば大丈夫、あとは適応力の問題ですから、大いに海外協力に参加して貰いたいと思います。

兎に角、農業開発のための協力、は今後共大いに増大することは必須ですので、構造改善局から声をかけられたら奮って参加して戴きたいと思います。

(2) 協力で心構え

司会 皆様方も殆どの方が海外技術協力に関係してこられて、その体験から協力に際して留意すべき事柄についてお願いします。

石坂 JICA の開発計画調査に関係して今まで数回海外へ調査に出かける機会を与えられましたので、それらの経験から感じておりますことを述べさせていただきます。今まで現地調査に出かける度に感じました事は、発展途上国の農業開発の必要性和優先性です。急激な人口増加、食糧の増産、そのために必要なかんがい開発、このパターンは、私が参りました国は皆共通しております。また行った先で、日本からの専門家の派遣を希望したいという話を聞きます。その時相手の国の実情を聞いてみますと、日本に留学させるより、日本から専門家を招いた方が効果的だという国や、ローカルな技術者をせめて簡単な水路の設計ができるところまでレベルアップを図りたいと希望している国が案外多い感じを受けました。ただいま内藤専門官からお話がありましたように、農業土木の海外協力も人員も増え、また範囲も殆ど世界中に広がっておりますが、現地の要請はもっとも多いいのではないのでしょうか。そんな感じがいつもしております。

私は、海外技術協力を今後進めていくなかで、一番考えなければならないことは、月並みないい方ですが、要員の育成だと思います。その具体的な方法として、まず若い人に短期調査でもよいから従事する機会をどんどん与えて体験させることがよいと思っております。また大

学でそれなりの講座を設けるところがほしいと思います。

私は今までに、インドネシア、中米のホンジュラス、エジプトに行きましたが、同じかんがい計画を樹てるにしても、いろいろ条件が違って戸惑うことがしばしばありますが、高い技術力で判断しなければならないようなことは、少ないと思います。一番大事なことは、現地の条件や相手国の要望をよく理解して、現地の条件に一番合いそうなものを、自分が持っている技術で判断してやることだと思います。一番悪いのがそれをしないで教えてやる方式で自分の技術をおしつけること。とにかく、メニューはそろえてやるが、相手に選ばせるとゆう、これは技術協力の哲学だと思います。そうはいいいましても、相手もいろいろ盛沢山な要求を出してくることがしばしばありますから、相手のためになることを判断して、説得するとゆうことも大事な心構えだと思います。

つぎに技術協力ということに関連して少し感じていることを述べてみたいと思います。最近われわれの協力範囲は、殆んど世界中に及んでいるとゆうお話がありましたように、かんがい計画や、排水計画を樹てる場合にその基礎になります土壌条件や、作物、作付方式、用水量やかんがい方式等が、世界の各地域で大分異っております。とくに、中近東、アフリカの乾燥砂漠地帯などでは塩類の蓄積等が、かんがい排水計画に大きく影響して来ます。一般的に見まして、乾燥地農業に対しては、われわれはなじみがうすいわけですが、今後このような地域に対しても技術協力の輪を広げていかなければならなくなって来ております。従って、こういった地域の農業や、かんがい方式に対しても、知識を大いに養っておく必要があります。私は最近エジプトに調査に行って来まして、砂漠の低地の地下水が露出している周辺に、霧柱のように一面に塩が堆積しているのを見まして、砂漠の開発で一番大切な事は排水計画だと思いました。最近 JICA に参りまして図書館が整備された話を伺いました。そこに行きますと、おおよそ世界中の資料があるのではないかと感じております。こういった手近にある資料を大いに活用させてもらいたいものだと思っております。

それからもう一つ、カリマンタンのバリト河の河口の近くに行った時に感じたことですが、このバリト河の周辺に広大な低湿地があります。インドネシア政府は、この地域の開発をいづれやる意向のようですが、こうした低湿地の開発方式として、輪中とクリークと、タイダル・イリゲイションを組合わせた開発方式をやったら面白いと強く感じました。もしこれを実現するとしますと、高須輪中や、佐賀のクリークの昔の技術がよみがえることとなります。このバリト河は、河口で川巾が 500m 位

あってはるか上流まで潮位の影響が及んでおります。

このように東南アジアの場合ですと、日本の今までの古い技術と思われるものの中に役立てられるものがあるのではないかと感じています。

伊藤 一つだけ、ちょっと感じているのは、今もお話があったんですけども、われわれが日本でいろいろ設計基準とか、技術書なんかをつくっているんですけども、だんだんレベルが高くなっていくわけですね。たとえば、きまりきったことは、大体標準化されていく。標準化されるのは非常にいいんですけども、そういうのが技術書になっていく。たとえば、これは計画論の話ですけども、畑の消費水量とか、その地域でどれだけ水が必要かとか、あるいは水路ロスですが、水田では、15%を見えていますけれども、そういうものは海外に行ったら通用しないですね。だからその点についても、やっぱり一般的な、あるいは国際的なものを考えて、今後われわれの技術を考えていかなければならないと思います。標準化するのはいいですけど、日本だけでしか使えないものじゃダメです。これは施工の面とか機械、材料調査、費用の面なども同じだと思います。

それからもう一つは、海外技術援助というのは、土地改良事業よりもずっと後から始まっていますので、ある意味では海外方式に学ぶ点もあろうかと思えます。たとえば私ども作業監理委員会のメンバーに属しておるわけですが、委員長がいて、それぞれの専門家がいてやっている。事前調査は、専門家を集めて調査し事前調査報告書をつくり、F/S（実施調査）とかD/D（細部設計）とかへ進んでいくわけです。（F/Sは計画調査、D/Dは全体実施設計に該当）こういう方式は、ある意味ではフィードバックして、日本国内でも今後考えていくべきだと思います。たとえばプロジェクト管理委員会のようなものがあって、調査段階からずっと全計、実施、施工に移る段階までタッチする。

海外への事前調査では役所の内部あるいはコンサルでも、相当の権威の方が委員長とか何かで行かれるわけですけども、日本国内ではまずそういうことはしていない。そういうルールもある程度必要なのじゃなからうかと思っています。

好光 私はフィリピンの駆け足旅行ですので、恐らく的外れではないかと思いますが……。やはり出かける前に行き先の状況を十分承知しておくことが大切で、さもないと日本の技術を転移することなどはおぼつかないことだと思います。それと、言葉の問題もありますが、最後に残るのは技術だとすれば、ある程度技術的経験の豊かな方が行かないと相手側の需要に応じられないと思います。従って適当な年代の方が行かれるのが効果的だと思います。また、その方が長期に亘り滞り後帰国した場合、国内の受入態勢がしっかりしていることも大切でし

よう。石坂所長のように帰国後バリバリ仕事をやってもらえるのですから取越苦勞なのかも知れませんが……今後ますます海外技術援助は発展することでしょうから考えておくべきことでしょう。それに外国アレルギーの少ない若い技術者を今から先輩につけて送り出すことにより量質共に今後ののびが期待されます。

それから海外に持って行く技術は、底辺から最高水準のものまであるわけです。国内における我々の技術は、標準化、規格化されるなかで、古いもの、一般的なものは除外されております。たまたま、フィリピンは、竹や材木が豊富で河川には石がごろごろしております。その時蛇籠、フトン籠、木工沈床の教示を求められましたが現在のハンドブックや設計基準には掲載されておられません。昭和20年代まで頭首工がわりに使用したこれ等の材料や工法が現在の日本ではほとんど使用されなくなったからです。当時の経済状況或いは河川状況から、治水、利水両面でそれなりに機能し効果をあげたものです。今フィリピンで日本の団体営事業規模の事業ではこのような簡単な取水施設が非常に多く参考になるのではないかと思います。このようなことから経験ゆたかな技術者が派遣されることが大切だと感じた次第です。

なお、このように日本ではしだいに消えて行く技術、工法はいたずらに棄却することなく、これを収録して保存できれば活用することもできるでしょう。

白石 一つの海外の問題で、私もちょっとビルマに行ったことがあるんですけど、そこでいろいろ話してみても、ビルマというのは英国とかあいう技術が入っているわけですね。ところが話していて、技術力を示すという示し方が、レポートなり何なりで向こうへ与えるということは、なかなか理解されがたいんですね。いろいろ話してみると、逆に彼らを招くという方法があると思うんです。日本に招いて研修をさせて、そういうシンパを育てていく。向こうはたとえば英国の教育を受けているとか、どこの教育ということで、じゃあどのプランを採用しますかという、どうしてもやっぱり自分が行ったところのコメントを採るとか、そういう方向に行くと、なかなか日本としてそのプロジェクトを取りがたいという場合があるんですね。

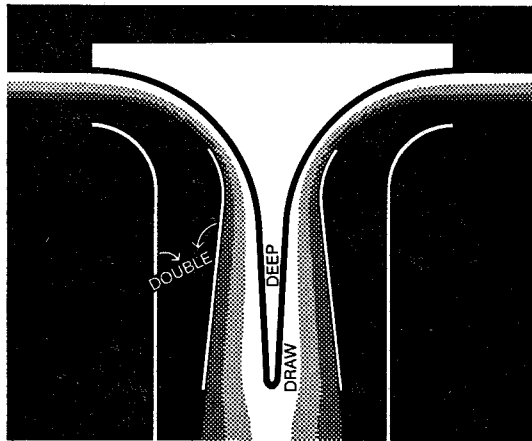
ですから、むしろ海外の人をうまく研修の中に乗せて、日本の技術を逆に招いて理解させるというような道をもっとやったらいいんじゃないかなと、ビルマの人と話して、そんな気がしたんですけどもね。

内藤 それは海外協力の場合、一つのプロジェクトをやれば、必ずそういう日本での研修は組み込まれてはおりますね。それとまた別に、組織的な研修も毎年やってはおります。ただ、やはり日本語というものが非常に制約があるせいかも知れませんが、よその、多分アメリカとか、ヨーロッパ諸国に行く人たちに比べればランクが

ちょっと違った面で来ているんじゃないかという気がするんですけども、何といても海外の協力はシンパをうんとつくるということは、絶対必要じゃないかと思えますね。そういうことをやりながらさらに発展するということだと思うし、いまはどうやら売り込みの時代になっておいて、経済協力はいま各国ともやっているわけですね。やっぱり援助国としては日本はそういう意味では後発ですから、出おくれがあるわけです。そんなことか

らも、非常にいい場所、比較的やりやすい場所というのはどうもよその国が先にやっておるというようなのが、どうも多いような感じがしますが、なお、かなり広い地域が東南アジア、あるいはその他に存在することは確かですから、そういう意味でもますますこれからは多くなることは確かだと思います。

司会 本日はどうも長時間ありがとうございました。この辺で終らせて頂きます。



3つのDで 決定的な取水性能

選択取水に威力。経済性も並はずれたMCゲート。

ダムの上層取水に、濁水放流に。決定的な選択取水性能を誇る、丸島のマルチ・シリンダゲート(MCゲート)。性能がよいため、独立塔径をぐっと縮小でき、経済性でも他を大きく引きはなします。

- ①DEEP 制流子をロート型にし、取水管内に深く(デュープ)さし込む設計になっています。
- ②DOUBLE 取水管を二重(ダブル)にし、表層水の流入を加速させました。
- ③DRAW ①と②によって強力な吸引(ドロー)現象がおこり、取水量が大幅に増加します。

丸島水門

株式会社丸島水門製作所

本社	大阪市生野区鶴橋1-6-15	〒544	TEL(06)716-8001
東京事務所	東京都中央区日本橋室町4-3(坂田ビル)	〒103	TEL(03)242-1972
福岡営業所	福岡市博多区博多駅東2-5(筑前ビル)	〒812	TEL(092)472-5336
仙台営業所	仙台市一番町1丁目12(星光堂ビル)	〒980	TEL(022)266-5497
札幌出張所	札幌市中央区大通西1丁目(大通ビル)	〒060	TEL(011)251-2862
奈良工場	奈良県大和郡山市丹後庄町300	〒639-11	TEL(07435)9-2121



ゲートのリーディングメーカー

——最近の技術進展の歩み——

1. 農業土木 '50 ~ '80 ダム技術の歩み

勝 俣 昇*

目 次

まえがき.....(25)	(2) 基礎処理.....(29)
第1章 ダム技術発展過程の展望.....(25)	(3) 築堤材料の選定.....(29)
(1) ダム技術一般.....(25)	(4) 堤体設計.....(31)
(2) コンクリートダム技術.....(28)	(5) 洪水吐設計.....(32)
(3) フィルダム技術.....(28)	(6) 取水・放流施設の設計.....(32)
第2章 最近におけるダム技術.....(28)	(7) 施工.....(33)
(1) 設計洪水流量の決定.....(28)	(8) 管理.....(35)

ま え が き

1980年に突入し、社会的に万事エポックを画す思考がみられる。多分に目標を求めた希望的なものと理解されるが、中にはエネルギー問題など事実画期的な年代を迎えるといった事例もない訳ではない。農業土木におけるダム技術についても「水と土」誌発刊10周年と技術革新の80年代を迎え、新しい技術体系が開かれる機運にあると考えられる。

折しも農林水産省構造改善局「土地改良事業計画設計基準・ダム篇」は従来のコンクリートダム篇とフィルダム篇とを合併統一し改訂作業中である。これはダム技術の革新に應えるものと認識され、80年代は新しいダム技術の萌芽が期待されるのである。

このような時に当り、戦後急速に近代工学的手法を導入し設計・施工を行ない発達してきたダム技術の歩みを振り返ってみることも意義があろう。なおこのような試みは既に農業土木工事図譜「フィルダム」篇¹⁾あるいは、農業土木史²⁾などでとり上げられているので、本稿では第1章においてダム技術の発達過程の展望を総括的に行うにとどめ、内容の詳細記述はそれらの文献に譲ることとし、第2章においてこれを補うかたちで、ダム技術の今日的問題を述べることにする。第2章の内容については、充分オーソライズされていない問題も含まれると考えられるが、最近におけるダム建設の急増をみるにつけ、またダムサイトの払底により立地条件の悪化をみるにつけ、その対応が急がれることを認識しこれらを加えることとした。

第1章 ダム技術発達過程の展望

(1) ダム技術一般

農業土木技術で、提高が50メートルを超えるようなハイダムを工学的手法で設計し、数多く築造するようになったのは、戦後である。しかしながらコンクリートダムとフィルダムとは、その技術的発達過程にかなり違いがみられる。戦前において15メートルを超えるダムは1,400個以上築造されていると推定されるが、そのほとんどが「土堰堤」と呼ばれる小規模なフィルダムであり、古来よりの経験をもとに設計・施工されたものである。1950年以降に導入された土質工学に基づく設計手法や重機械による施工技術とは明らかに異質の技術レベルにあったといえる。

一方コンクリートダムについては、戦前における実施例は農業土木分野において僅か数例に過ぎないが、先駆していた発電関係の技術革新の影響を受けて、すでに転倒・滑動・応力分布に関する解析手法は現在の技術の工学的手法の延長上にあつたといえる。

このように、両者のダム技術の発達過程が異なるのは、設計の基礎理論であるコンクリート工学と、土質工学の発達・導入と密接に関係している。コンクリートダムは、弾性体の力学の適用が容易でかつよく適合するため早くから基礎的な解析理論が確立していたと考えられる。一方フィルダムは、土の力学的性質の複雑さ故に土質工学そのものの発達とフィルダム技術への導入が遅れたこと、さらに農業土木技術以外に先駆する分野がわが国にはなかったことなどにより、技術的発達過程が異なっている。

* 近畿農政局東播用水農業水利事業所長

表-1 ダム 技

年 代	1930	1945	1950	1955	19
ダム技術の期別区分	従来の経験的フィルダム技術			新技術の導入期	ダム技術体系の確立
設計の基礎となった工学	発電関係のコンクリートダム技術の吸収			土質工学、水文学、水理学 機械工学	統計学、推計学 土木地質学
農業土木ハンドブック	1931・12創刊(I)				1957・6改訂(II)
土地改良事業計画設計基準				1953・2「上えん堤」編 1952・12「コンクリートえん堤」編	1956・6「アースダム」編改訂案
河川法構造令等	1935・5河川えん堤規則				
日本ダム会議ダム基準					1957・9刊行
安定解析理論(手法)	コンクリートダム	(Molesworth 公式断面設計) 応力解析 まさつ抵抗安定		(岩盤載荷試験) せん断滑り安全率 (ブロックせん断試験)	
	フィルダム	物理的釣合 (水平撓動安定計算)		静的せん断理論 (水平せん断安定) (円形すべり面法)	
設計洪水流量の決定	最大時雨量1時間排除または日雨量6~8時間排除			50年1位 降雨量	1956・6 1/200確率
施工方法	コンクリートダム	人力、索道、ミキサーエンジン、電力	クラッシャー、バッチャープラント ケーブルクレーン、クレーン機		
	フィルダム	人力 畜力	人力・畜力 小型機械(トロ、索道、機関車 トラック)	一般施工機械 (ブルドーザー、ベルトコンベア、ダンプ トラック、タンピングローラー、ランマー)	大型施工機械 (モータースクレーパー、大型ダンプ、 トラック、パワーショベル、バイブレイ ション、ローラー)
代表的なダムの実施例	コンクリートダム	'33大谷池'37十曾ダム'46 H=27.3 H=19.4	'47東條湖(鶴川ダム) H=42	'50北山ダム H=59.3	'57津風呂ダム H=54.3
	フィルダム	'29兒玉えん堤'37 H=27.5	'39(工事中止)'47野州川ダム H=55.7	'51(豊沢ダムサイト変更)	豊沢ダム H=59
(注) H:堤高		'34聖台ダム'37 H=26.1	'46山王海ダム H=37	'52'53相野々ダム H=40.8	'59愛 H=
		'35蛭沢ダム H=24.20	'48'49小淵ダム H=18.4	'53'56岩洞ダム'60 H=40	'57牧尾ダム H=105
		'40昭和池'42 H=19	'44羽鳥ダム(一時中止49年再開) H=35.8	'56'57青山ダ H=35.5	
		'33光明池'36 H=26	'45平和池'49 H=19.6	'50当麻ダム H=20.5	'61
ダム技術に関する特記事項	愛知池プランケット工法設計 青山ダム砂利玉石盛り立て・七面土圧計埋設 牧尾ダム修正フェレニウス安定解析適用 牧尾ダム本格的ロックフィルダム施工開始 (井川中空重力ダムSS完成) 岩洞ダム傾斜コア型ロックフィル採用 (佐久間ダムSS完成) 豊沢ダム質配合コンクリート採用 (上権業アーチダムSS完成) 豊沢ダム15トンダンプ・モータースクレーパー施工 相野々ダム堤体模型実験インテグレート設計 平和池欠漬(SS) 羽鳥ダム土質試験室・施工管理実施 小淵ダムコンクリート舗装フレキシブルジョイント 山王海ダムタンピングローラー開発 十曾ダム近代断面設計 大上ダム索道・バッチャープラント施工 昭和池側溝余水吐設計 蛭沢ダムホーリング調査グラウチング施工 聖台ダム土質試験グラウチング施工 大上えん堤水理模型実験 大谷池租石コンクリートダムSS完成 光明池鉄筋コンクリート取水塔設計 兒玉えん堤物部公式で設計ブロック施工				
(注) ()は 農業土木以外の 著名なダム事項					

以上のように、コンクリートダムとフィルダムとは、技術レベルの差と基礎理論を異にして発達してきた経緯はあるが、現在のダム技術として近代工学的技術体系を確立したのは、両者とも1960年前後の数多くのハイダムの施行経験であり、またその成果の現れと見られるのが、設計基準「コンクリートダム」「フィルダム」編である。さらに1970年頃より、ダム技術にもコンピュータが利用されるようになり、特に有限要素法 (Finite Element Method; F. E. M) を利用した各種解析の発達

により、両者は同じ解析理論の場で扱われる事例が多くなってきた。基礎および堤体の応力変形解析や滲透流解析、さらには地震時応答解析 (動的解析) などについて両種のダムが同じ手法で扱われ、かつ極めて有効な手法としてダム技術の新しい分野を形成しつつある。目下改訂作業中の設計基準「ダム」編が同一基準として両者のダム技術を規定するようになるのも、このような経緯を反映したとも言えるのである。

また、設計基準はダム技術の理論的バックボーンであ

術 年 表

1965		1970		1975		1980	
経済性比較		特殊条件の設計施工増加		コンピュータ利用			
基礎工学 (圧密理論)				(有限要素法) (F・E・M)		動的解析 システム工学	
		1969・4改訂(Ⅲ)				1979・4改訂(Ⅳ)	
1965・10 「コンクリートダム」編		1966・6 「フィルダム」編		1971・5 「フィルダム」1部改訂		「コンクリートダム」 「フィルダム」合併 1981改訂予定	
1964河川法改正						1976・10河川管理施設等構造令制定	
		1971・5第1次改訂 1973・11		ダム構造物管理基準刊行		1978・8第2次改訂	
応力解析(コンピュータ利用)(弾性解)(F・E・M)							
(Henny公式の適用)(ブロックせん断試験)							
(修正フェレニウス法でチェック)						F・E・M 応力変形、動的解析	
		1966・6 1/100×1.2又は既往最大×1.2(フィルダム×1.2)		左に同じ 及び比流量クリーガー式(フィルダム×1.2)		1976・10①、②、③の内最大(フィルダム×1.2) ①1/200確率②既往最大③クリーガー比流量	
超大型施工機械 { 20トンクブドローザ } { 30トンクダンプトラック } { 2mクトラクタショベル }		特殊工法機械 (パイプロコンポーザ、エルゼ機 斜面舗装機械)				同上 特殊作業機械 (アスファルトコア舗設機)	
'62 内の倉ダム		'74					
'60 刀利ダム H=101		'67 H=65(中空重力式)		'75 吞吐ダム H=75.5			
'60'61 大日川ダム		'68 H=59.9		'74 大迫ダム H=50.5			
'61 '62 水源寺ダム H=68(複合ダム)		'69					
'62 新小戸六ダム		'66 幌新ダム		'72 深田ダム		'76 大柿ダム H=84.5	
知池 '61 H=21.8		'64 煙山ダム H=27		'70 笹ヶ峰ダム (H=48.6)		'77 日中ダム H=101	
31 '62 厚真ダム H=38.2		'65 日新ダム		'73 早瀬野ダム H=56			
'61 '64 大塩ダム H=31.9		'69 H=29.5		'71 水窪ダム H=62.6		'78 新鶴子ダム H=93	
ム '63 '64 二の倉ダム H=37		'68 深山ダム		'73 浪岡川ダム H=48.9			
奥只見ダム H=157(1960完成)		愛知池工中異常間隙水発生滑動		(チルノブド地盤によるパンマンダム液状化発生等) 幌新ダム完成後設計基準改訂用各種安定解析		吞吐ダム破砕帯アーチジョイント設計 宮城県沖地盤経済ダム亀裂・深田ダム地震波記録 笹ヶ峰ダム基礎変形計測管理湛水成功 浪岡川ダム三次元透視解析(一部透水性基礎) 水窪ダム管理システム稼働開始 日中ダム(三日月型) J・V 発注着工 早瀬野ダム強酸性水・マンガンを排出 大柿ダム動的解析を実施・コア物性決定 深田ダム基礎変形説明 (アイトンダム欠損(1976))	

だったので設計基準改訂の歴史がダム技術発達の歴史でもある。しかしながら、一方においてダム技術発達の実際面を担ってきたのは、ダム構造に対する工夫や、新機能をもった施工機械、新施工技術、さらにはエレクトロニクス利用の計器類などにみられる新工法の発達である。各種の新工法はコンクリートダム、フィルダムを問わず、解析理論と両立してダム技術発達を支えてきた。

さらに、ダム技術に対し、より広範な面から慎重さを求め完全な安全性を求めたのは、いくつかのダムの事故

である。国の内外を問わずダムの事故が、ダム設計に完べきを期すことを厳しく求め、技術的にはもちろん行政的社会的対応をも求めた結果が、近年のダム技術発達の大きな要因となっている。

また、農業土木のダム技術発達の上で重要な役割を果たしてきたのは、農業土木学会等の各地区ダム設計施工検討委員会である。1950年頃の新技術導入期において、また最近における困難なダム立地条件や問題に対処するために委員会活動は極めて有効であった。とくに最近高い

技術レベルが要求された笹ヶ峰ダムの基礎対策、早瀬野ダムの水質対策、日中ダム地山の地這り対策、大柿ダムの地震応答解析の指導、吞吐ダム破碎帯の処理方針、温川ダムの基礎の判定など数多くの活動が挙げられる。

近年水資源の逼迫とともに、従来の水田かんがいと防災用のほか畑地かんがい、水質対策、多目的利水など、土地改良事業全般に亘って大小のダム築造数が急激に増大してきている。一方ダムサイトの立地条件は益々厳しさを増し調査から解析、設計、施工さらには管理に至るまで、広範にかつ一体的に技術レベルの向上が求められており、1980年代にはまた新しい技術体系が確立される機運にある。

(2) コンクリートダム技術²⁾

前述のとおり、農業土木におけるコンクリートダム技術は、先駆した発電関係の技術に学ぶところが大きであったが、1960年代までの期間において比較的良質な基礎に重力ダムを数多く築造し、この間に農業用ダムとしても設計施工の技術体系の確立が計られた。その後の時期には、ダムサイトの立地条件も徐々に悪化し、例えば困難な基礎処理を施工して完成した大日川ダムや津風呂ダムあるいは複合タイプを採用した永源寺ダムなどがある。またこの時期には世界的にも新しい設計施工技術が開発されており、その技術がわが国にも導入され、刀利・大迫ダムのアーチ式や内の倉中空ダムなどが新解析や新手法のモデルテストを重ね完成している。なお、ダム基礎の安定性を Henny の公式により解明し、基礎岩盤のブロックせん断試験を実施したのもこの頃からである。またダムの規模も急激に大型化し、発電関係の奥只見、黒部両ダムが堤高 150 メートルを超え、農業土木においても 50 メートルを超えるハイダムが建設されるようになった。アーチダムでは刀利ダムが 101 メートル、重力ダムでは永源寺ダムが 68 メートル、中空重力ダムでは内の倉ダムが 82.5 メートルである。

コンクリートダムの大規模化の背景には、解析手法の進歩と施工面では基礎処理工法の開発、施工設備の大型機械化と自動化、コンクリート配合設計の改良などがある。

なお近年良質基礎のダムサイトがすでに開発され、それとともに比較的悪い地質にも適応が可能なフィルダム技術の進歩もありコンクリートダムは極端に減少する傾向にあるが、中には厳しい地質条件に対処して建設中の吞吐ダムの例がある。

(3) フィルダム技術¹⁾

フィルダムの近代工学としての設計手法は、1953年刊行の設計基準「土堰堤」篇によって初期的な体系化が果された。例えば浸潤線解析、せん断滑り安全率、側溝式

余水吐の水理解析などである。1945年より着工された羽鳥ダム、山王海ダムは施工途次より設計基準の適用を受け、安全性をチェックし完成した。現在設計基準等で定着している円弧すべり面解析は1956年の設計基準改訂案「アースダム」篇によって手法的に確立された。相野々、岩洞、青山などのダムの設計がこの時期に当る。またこの時期の岩洞、牧尾両ダムは本格的ロックフィルダムの幕明けとなり設計施工技術の確立が計られフィルダムの大型化に入った。この時期の愛知用事業関係のダム技術は、以降のダム技術の指導的役割を果している。とくに牧尾ダムの修正フェレニウス法による堤体安定解析や、愛知池の透水性土質基礎の設計にベネットの手法によるブランケット工法を採用したこと、および築堤中の間隙水圧の発生についての圧密解析の重要性を提起したことなどが特筆される。

また北海道開発局の青山、暑寒、恵岱別などのダムにおける砂礫玉石の利用や厚真ダムにおける軟岩の利用、あるいはアスファルト舗装型としてシラスを盛り立てた青森県の二の倉ダム等築堤材料の多様化に進み、上記牧尾、愛知池などの技術革新とともに設計基準「フィルダム」篇の発刊につながった。この基準はフィルダムの調査、設計、施工、管理の全分野に亘り、また国内外の豊富な実施例を収録し、農業土木以外の分野まで含め指導書の立場で広く利用された。

さらにこの設計基準の完成と前後して新工法の開発が目立った。例えば軟弱地盤をサンドパイルで改良した大塩ダム、透水性地盤に連続地下壁を設けた日新ダム、世界最高のアスファルトフェイシングを行った深山ダム、堤軸を円弧とした日出生ダムなどである。

1970年後半に入ると、ダム築造数が急激に増加し、良好な条件のダムサイトの払底を来し、一方、フィルダムは一段と大型化がみられる。例えば日中ダムは堤高 101 メートル、堤体積 455 万立方メートルに対し貯水量 2,310 万立方メートルでダム効率(貯水量/堤体積)は 5.1 となっている。ダムの大型化とともに、新解析技術の導入も必要となり、大柿ダムでは動的解析による堤体の設計検討が進められた。一方ダムの大型化とも関連し 50 メートル以上のハイダムはほとんどロックフィルタイプとなり、堅硬なロック材を求め鉱化地帯の古生層の粘板岩を利用した結果、酸性水の排出を招いた早瀬野ダムの例もあり残念ながらきごとながらダム技術の上で貴重な経験となった。

第 2 章 最近におけるダム技術

(1) 設計洪水流量の決定

ダムの設計洪水流量は、1976年に河川法にもとづく河川管理施設等構造令によりダム設計の基本量として規定されたがこの適用は相当の期間不変なものとなろう。今

日までわが国において設計基準に基づいて築造されたダムでは洪水による頂部越流の事故は皆無である。しかし設計基準制定以前のダムについては、しばしば洪水時欠潰事故を発生している。最近では1951年の平和池の欠潰による大惨事や1977年集中豪雨による青森県寺沢川災害の例もあり、この種の老朽かつ基準適用外のダムに対する改修は急務であり、1977年より農林水産省建設部は全国1,700カ所の対象ダムの詳細調査に着手した。

なお設計洪水流量決定の基本的事項は上記構造令により規定されたとは言え、構造令第2条第3項の「当該地点において発生した最大の洪水の流量」(B項流量)の対象となる洪水実績は農業用ダムの場合調査数も極めて少なく、また同条の「200年につき1回の割合いで発生するものと予想される洪水の流量」(A項流量)についても降雨型、流出解析等についてなお検討を要する事項も多い。さらに「当該ダムに係る流域と水象若しくは気象が類似する流域のそれぞれにおいて発生した最大の洪水に係る水象若しくは気象の観測の結果に照らして当該地点に発生する恐れがあると認められる洪水の流量」(C項流量)については、建設省の提案するクリーガーカーブ($q = C \cdot A^{(A-0.05-1)}$)ただし q ;比流量 $m^3/sec/km^2$, A ;集水面積 km^2 , C ;地域係数)による比流量算出が利用される確率が最も高いにもかかわらず、なお地域係数の決定根拠、あるいは小流域に対する適用の可否などについてなお検討が必要とされている。

(2) 基礎処理

従来よりダム基礎として最も困難視されていた軟弱地盤や透水性地盤については、既に解析的にも工法的にも各種の手法が開発され、またわれわれは多くの経験を積んできた。最近における基礎処理に関する問題は、主として荷重による堤体基礎の変形である。

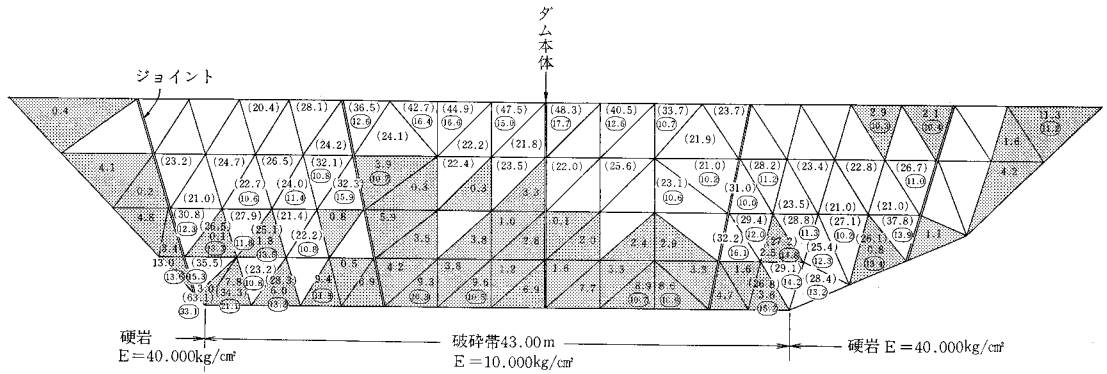
深田ダムではダム盛り立て中に、盛土面以上のダムアバットメントの閉合していた断層クラックが、盛土荷重による引張り応力のため開口したと考えられる現象を確認している。農業土木試験場造構部のF. E. Mによる解析でもこの現象を説明できたと報告されている。また笹ヶ峰ダムでは、ダム基礎掘削時に地山岩盤の一部滑動・崩落を生じ、その部位が洪水吐ウォール基礎に接続するところから、安全を期しロックアンカー工法により地山岩盤を締付けダム盛り立てを実施した。盛り立て中は、基礎と堤体および洪水吐ウォールの主要部に変位計、沈下計、間隙水圧計、土圧計等観測計器類を充分設置し慎重に挙動を観測しつつ施工管理を実施した。その結果盛り土荷重の履歴にともなう変形が認められ必要に応じ透水試験とグラウチング処理を行うなどの対策工事を実施し、さらにステップバイステップに湛水試験を重ね1979年貯水に成功している。

また岩盤変形は、ギャラリーを有するフィルダムの場合、築堤荷重によるギャラリーとその周辺の基礎岩盤の変形の関係からとくに注意を要する問題であることも指摘されており、農業用ダムでもギャラリーを設けるものが今後いくつか着工されるので、慎重な扱いが求められる。1976年のティトンダムの欠潰は、基礎処理の重要性を再認識させた事故であるが、政府調査団の結論として、各種の原因のうちに、Hydraulic Fracturingも考えられるとされ、ダム技術者の議論を呼んだ。これは、コア材料の有効圧縮力 δ' と引張強度 $|\delta_t|$ の和より大きい間隙水圧 P が生じた時($P \geq \delta' + |\delta_t|$)コアにクラックが入り急激に水みちが拡大されることとされているが、あるいは岩盤変形によるパイピングではないかとの説もある。いづれにしてもこれらの例から変形し易い軟岩やクラックの発達した岩盤基礎のダムについては、グラウチング完了後といえども盛り立て完成時、あるいは処女湛水時には入念な透水試験と漏水管理その他堤体と地山の挙動観測が必要である。

コンクリートダムの基礎処理については、すでに1961年完成の津風呂ダムのオープンカット工法による大規模置換、1965年完成の大日川ダムのブリッジ工法などによる断層処理や、1974年完成の大道ダムのロックアンカー工法によるスラスト部補強やダイビングアーチ理論を適用して断層を処理した例などがあるが、コンクリートダムの実施例の少ないこともあり、それ以降特筆するような事例はほとんどない状態であった。しかし極く最近に至り、基礎工事中の吞吐ダムでは、コンクリートダムとしてわが国で最大規模といわれる破碎帯に遭遇し種々検討が加えられている。破碎帯の幅は30~50メートルに及び置き換工法によることとしているが、その施工は図-1に示すように、破碎帯両側の堅硬な岩盤を利用し、ジョイントと掘削断面形状とからアーチアクションが起こるよう計画し、荷重が両側に伝達し破碎帯部に極端な応力や変形が生じないように配慮している。解析の結果最大引張り応力は、置換部をジョイントなしとした場合置換部底面中央で $29kg/cm^2$ 、また鉛直ジョイントありとした場合 $11kg/cm^2$ 、さらにアーチアクションを期待する傾斜したくさび形のジョイントを設けた場合には $10kg/cm^2$ 以下となり、一応の処理方針を得ている。このジョイントを Wedge block joint と名付けている。

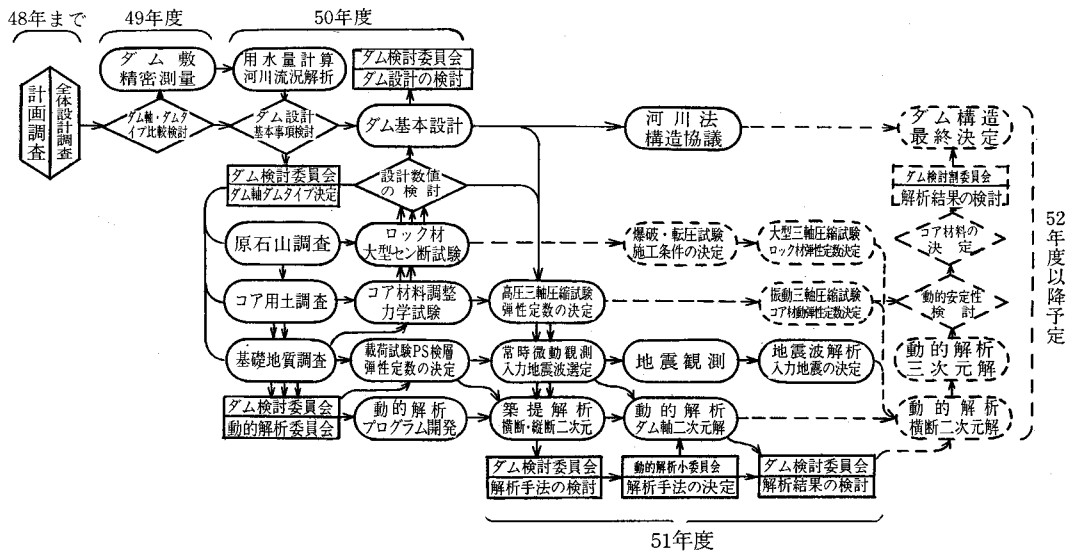
(3) 築堤材料の選定

フィルダムの築堤材料の調査、試験、選定、設計値の決定および施工は、近年においてはほとんど問題がないと考えられているが、最近のF. E. Mの利用によるダムの応力変形解析の進歩にともない、材料の弾性定数をいかに定め、かつその条件を満足するよういかに施工するかの問題がある。



注：1. 図中の薄墨部分に示す数字は各要素の最大引張応力(kg/cm²)を示す。
 なお20kg/cm²以上の最大圧縮応力(kg/cm²)をカッコ内に示した。
 2. 10kg/cm²以上の最大せん断応力が生じた要素は、○内に示す。

図一 呑吐ダム置換部の応力分布



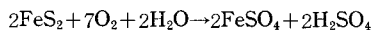
図二 大柿ダム地震応答解析(動的解析)のフローチャート⁴⁾

すでに、数十メートル以上のハイダムでは、弾性定数の低いコアを盛り立てると、上下流のトランジションまたはロックゾーンとの間に変形量の差を生じ、あるいは中間コア部にアーチアクションを生じコア内部にクラックを生ずることが指摘³⁾されている。しかしながらダム各ゾーンの弾性定数をどの程度にすべきかは未だ定説がない。

最近大柿ダムの設計例⁴⁾では、ダム軸が河川の湾曲部に設けられ一方のダムアバットメントが比較的薄い尾根であることから、地震時挙動が左右岸アバットメントと堤体や基礎とそれぞれ異なることが予想され、これに対応出来るように弾性定数の異なるコア3ケースを予備選定し、地震時応答解析を行って、最適の弾性定数をもつコアを決定した。初期弾性係数は約 500kg/cm² 程度の

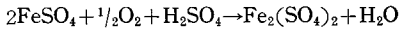
硬さのコアが適していることが分り、そのような弾性定数となるようコア材料をストックパイル工法により調整する計画としている。

また最近築堤材料については、力学的性状のみならず化学的性質についても検討する必要があることが指摘されている。早瀬野ダムのロック機は古生層粘板岩を利用して築堤したが、ロック機に含まれる黄鉄鉱 (FeS₂) が分解して強酸性水を排出し、また鉄バクテリアによる酸化の進行とマンガン²の溶出が発生した。その反応方程式は次式によるとされる。

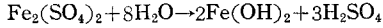


酸性が増すと鉄酸化バクテリアの活動が増し、また現地によく存在する水マンガン²のマンガンが、第1鉄イオンを第2鉄イオンに酸化し同時に自らがマンガンとに溶

出する。



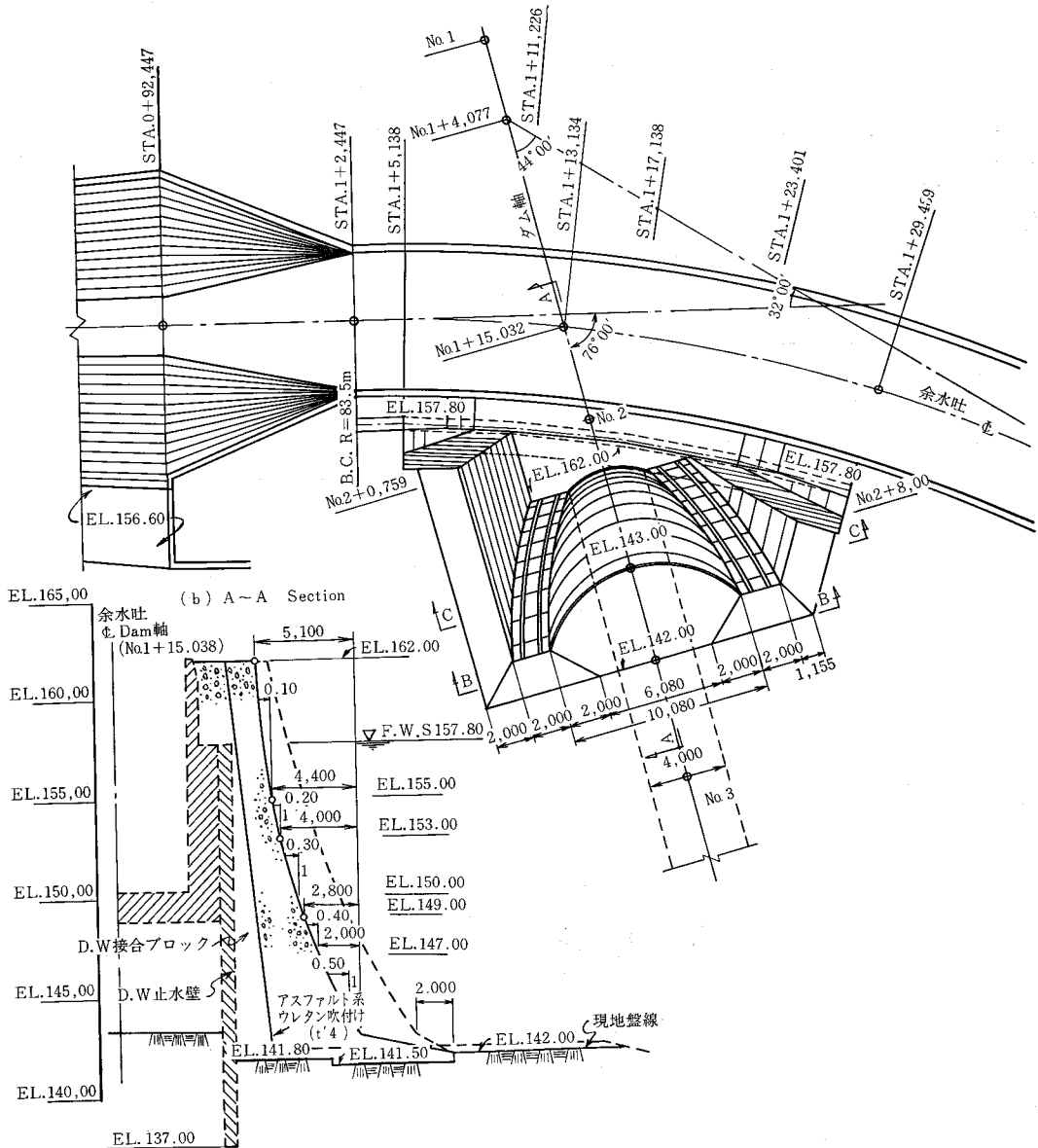
pH が上昇すると加水分解が進み水酸化鉄となり沈殿する。



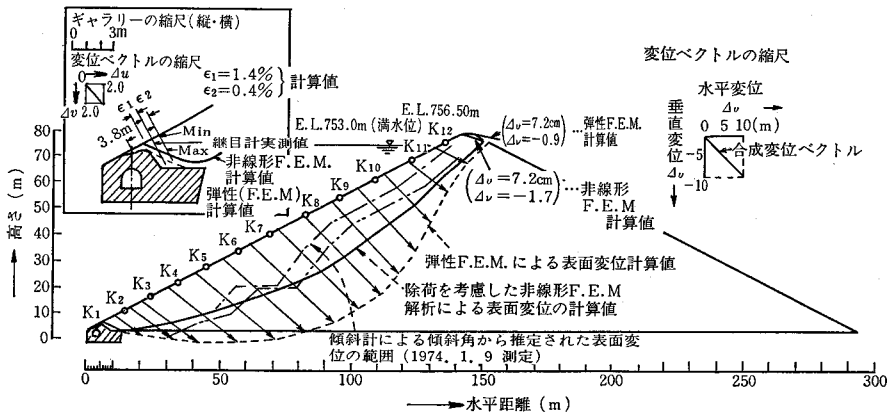
またこのほか一般的に断層粘土の中には、粘土鉱物が(OH)基を抱き易いものも存在し、アルカリ性水を排出することになる可能性があると言われ、材料のみならず、基礎岩盤あるいはダムサイト周辺の流水も含め化学的性質の調査試験は欠くことのできない課題となっている。

(4) 堤体設計

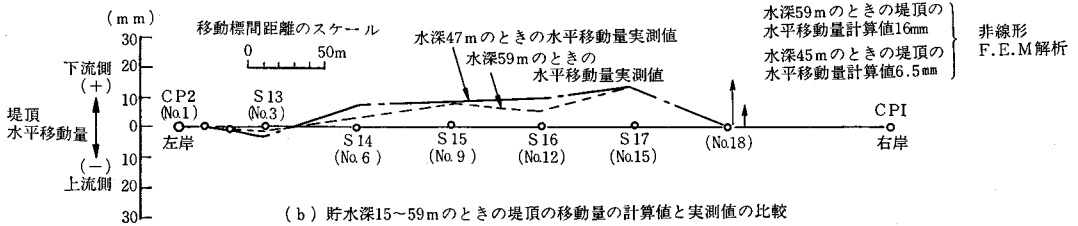
前述したようにF. E. Mによる応力変形解析は、コンクリートダム、フィルダムを問わず急速に進展し、堤体および基礎内の応力状態や変形量が静的動的に求まるようになった。しかしこの解析手法はダムとしては発展段階にあり、力学定数の決定方法、弾塑性領域の扱い、破壊の定義、安全率の表現および動的解析手法などについて定説化や基準化が遅れており、まだこの手法のみによりダム本体や基礎を設計するまでに至っていない。このような点について組織的に解明すべく、1979年度より農林水産省建設部において特殊材料を用いたフィルダムの耐震設計手法の開発費が初めて計上され、委員会(特殊



図—3 浪岡川ダムの洪水吐側アバットメントの形状



(a) 非線形性を考慮したF.E.M.解析およびL.T.S要素による弾性解析結果と実測値の比較



(b) 貯水深15~59mのときの堤頂の移動量の計算値と実測値の比較

図4 深山ダムの湛水時の変形のF.E.Mによる計算結果と実測値の比較⁹⁾

材料フィルダム設計手法開発委員会)が設けられ活動を開始している。

また、F.E.M.を利用し浸透流解析や圧密解析はすでに実用化の段階に入った。この結果を円弧すべり面安定解析に利用した例も多い。早瀬野ダムおよび浪岡川ダムでは、ダムアバットメントを含む浸透流の検討に三次元解析を行って浸透水処理に役立っている。さらに浪岡川ダムでは、洪水吐側のダムアバットメントのコンクリートウォール附近の堤体の変形状況を検査するためF.E.M.による応力変形解析を行なった。その結果永源寺ダムの複合タイプの接点についてかつて実験を行って決定した球形断面はこのような場合有効であることが改めて確認された。

F.E.M.利用による応力変形解析とダム完成後の湛水時変形量を比較した例として深山ダムの例⁹⁾がある。図4に示すようによく一致し、この手法が有効であることが確かめられている。

なおダムの新しいタイプとして建設省が施工中の大川ダムは、Roll Compacted Damと呼ばれわが国で初めて開発された貧配合コンクリートの転圧式ダムであるが、農業土木においては未だ実施されていない。

(5) 洪水吐設計

洪水吐の各種タイプの水理設計は、すでに実用的には完成されたものと見られる。特殊な条件については、水理模型実験を行って、洪水吐の形状や放水路の勾配を変えて

流況を改善している。

ゲート式洪水吐は、人工洪水の危険を完全に消去できないことから、従前からの設計基準では、流域面積の大きいダム、完全な維持管理、操作が期待されるようなでなければゲート洪水吐は設置しないこととしている。このため農業用ダムでは、自由越流型の洪水吐を設け、人為的調節機能を有しないダムが多くなってきている。例えば日中ダムはゲート式洪水吐の計画を側溝式洪水吐に変更して実施設計をとりまとめた。また大柿ダムについては、設計洪水流量が1,680m³/secと極めて大きく自由越流型洪水吐を設ける地形条件のないことから、ゲート式としたが洪水吐敷高を二種類とし、洪水期には高い敷高のゲートを全開し越流洪水吐とし、あるいは各ゲートの開け方の組合せていくつかの洪水時放流タイプが可能となるよう設計し人工洪水の発生を防ぐよう配慮した。

(6) 取水・放流施設の設計

温水取水あるいは選択取水のための取水施設は、種々のアイデアにより設けられている。実施例の多くは鋼製円筒形の取水塔である。とくに近年施設の大型化が進み、それに比例して塗装費等管理費の増大が問題となってきている。このため1950~1960年代と同じようにコンクリートの取水塔を採用する例が多くなってきている。

また、河川管理施設等構造令施行規則第10条第6項では、フィルダムには、ダムの堤体の点検、修理等のため貯水池の水位を低下させることが出来る放流設備を設け

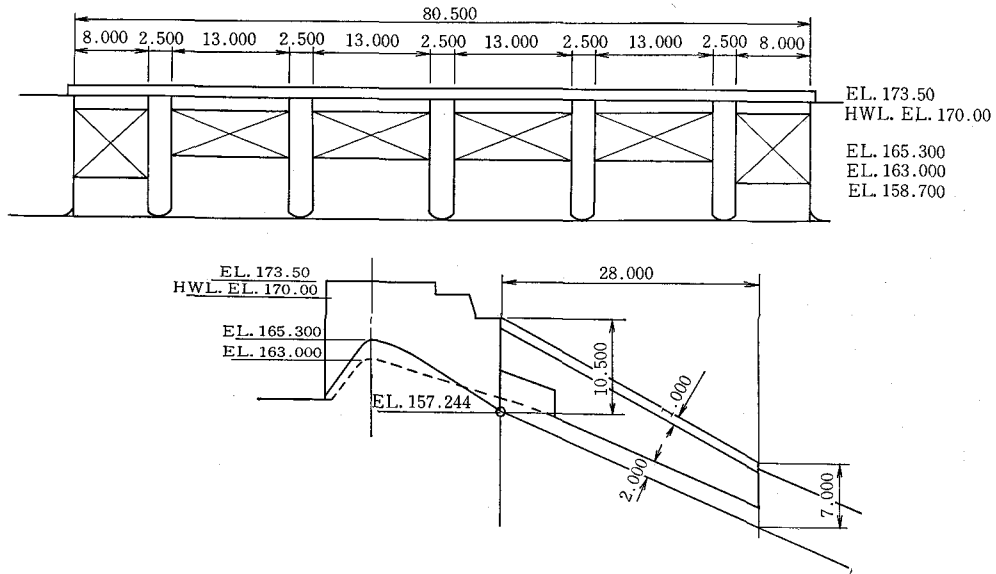


図-5 大柿ダムの洪水吐

るものとし、その規模は1週間程度で常時満水位から低水位まで排除できる能力が求められている。

このほか、構造上の問題として、取水施設や放流施設と接続するトンネルを1本とするか2本とするかについて、各ダムの特長性などから両案がある。大柿ダムでは国道バイパストンネルと取水トンネルを兼用することから仮排水トンネルを別に設け2本とした。また日中ダムでは、施工計画上有利なことから2本としている。一方新鶴子ダムでは内圧が大きく円形断面とし1本としている。トンネル閉塞や、将来の管理を考えると2本案が便利なが多い。

(7) 施工

フィルダム施工のための共通仕様書が、最近のダム技術の進歩に合せ1978年に東北農政局でまとめられた。またこの仕様書と一連の思想を盛り込んでダム工事費積算

の基準化と電算化が進み、1980年度より実用化の段階を迎えている。これは従来東北農政局管内で個々に実施されていたダム工事費積算方法を統一し新技術条項を加味し、かつ北海道開発局および建設省の積算基準との調整を計ったものである。

フィルダムの施工については、日中ダムで全堤体積455万立方メートルに対し年間最大160万立方メートルを盛り立てるため別表のような大型機械の導入を計画した例にみられるように、大規模機械施工は完全に定着した。1960年代までは、発注者において重施工機械を購入し貸付たことが多かったが、それ以降は施工業者が企業努力の範囲で大型化を計ってきている。

また近年ダム施工に伴う公害対策も種々用意されるようになってきた。とくに濁水処理には大規模な処理プラントを設ける例が多い。表-3に大柿ダムの処理プラントの例を示す。原石山跡地の緑化対策もその一つでと

表-2 日中ダムの施工機械 (1980年)

施工種別	機 械 名	規 格	台 数	備 考
積 込	トラクタショベル	5m ³	6台	
運 搬	ダンプトラック	32ton	18	
転 圧	タンピングローラ	20 "	1	コア用
"	振 動 ロ ー ラ	8 "	1	フィルター、トランスミッション用
"	"	19 "	1	ロック用
掘 削	ブルドーザ	32 "	23	内3台はリッパードーザ
原石採取	クローラードリル	CD6	6	

表-3 大柿ダムの濁水処理装置

記号	名称	型式	数量	摘要
①	液面制御スイッチ	LS-M ₁	1式	最大電圧30V
②	原水移送ポンプ	水中ポンプ	1台	200V×3φ×0.4kW 揚水量 7m-180ℓ/min
③	中和槽攪拌機		1 "	200V×3φ×295rpm 接液部 SUS-304
④	PH検出器		2 "	ホルダー部硬質塩ビ制 ガラス電極, 比較電極含む
⑤	薬品タンク	200ℓ	3基	ポリエチレン丸型
⑥	中和剤注入ポンプ		1台	200V×3φ×0.1kW×250cc/min 接液部テフロン硬質塩ビ
⑦	凝集剤 "		1 "	" "
⑧	高分子 "		1 "	200V×3φ×0.1kW×1,000cc/min "
⑨	高分子溶解攪拌機		1 "	200V×3φ×0.1kW×245rpm 接液部 SUS-304
⑩	清水揚水ポンプ		1 "	200V×3φ×0.75kW 揚水量 12m-180ℓ/min
⑪	凝集反応槽攪拌機		1 "	200V×3φ×0.4kW×51rpm 接液部 SUS-304
⑫	PH制御盤	屋外自立型	1式	PH指示調整計PH記録計 ON・OFF 1回制御
⑬	中和槽 凝集反応槽タンク	W L H 1,000×3,000×1,500	1基	

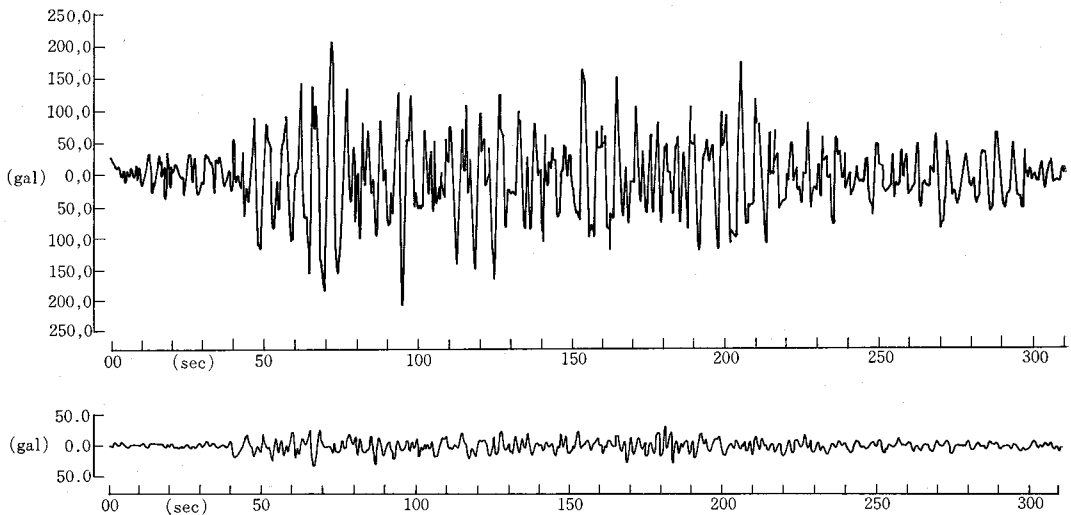


図-6 深田ダムの1978宮城県沖地震波形⁶⁾

くに国立公園内に建設した笹ヶ峰ダムの例は模範的である。

(8) 管理

米沢平野農業水利事業の水窪ダムでは、電算機利用による広域管理システムが採用され稼働を開始した。最近のほとんどのダムは管理システムにより貯水、利水、放流管理を行っている。しかしこれらの施設管理には高度な技術が必要であり、こういった事態に対処することを含め1979年度より基幹水利施設技術管理強化特別指導事業が農林水産省において新規に発足した。今後のダム管理上もこの充実が切望される。

1971年に農林水産省設計課を中心にフィルダムの耐震設計が検討されその結果全国各地のダムに地震計が設置されたが、1978年宮城県沖地震において深田ダム、千五沢ダムで地震波形をキャッチすることに成功した。とくに深田ダムでは、地盤とダム天端との加速度は約8倍に増幅される事実を記録するなど、今後のフィルダムの動

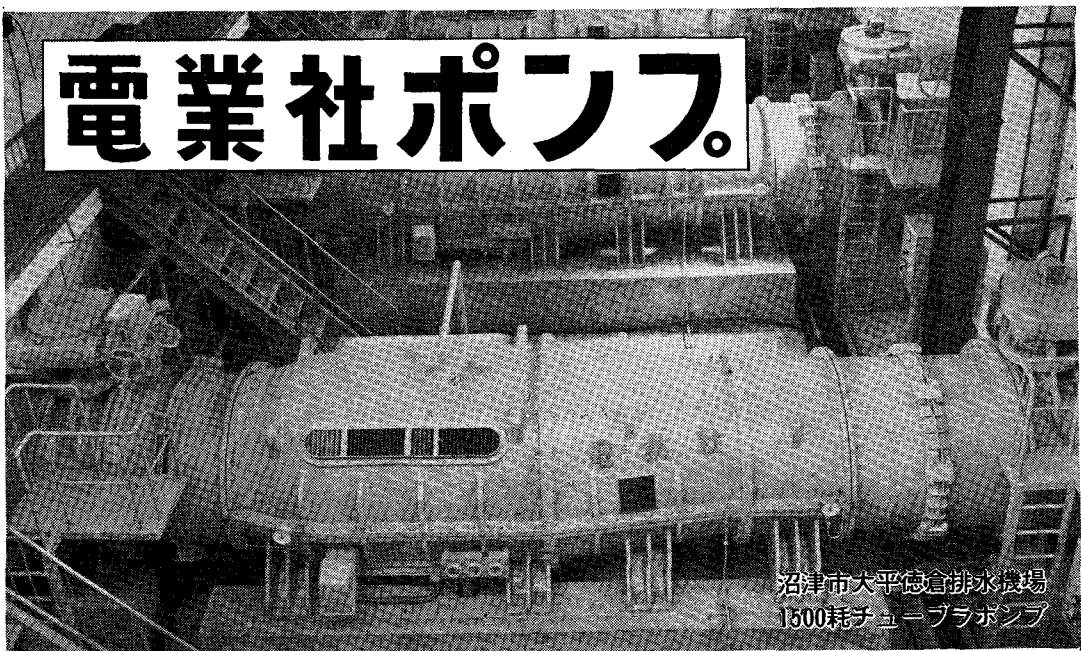
的設計に貴重なデータを提供した。

今後、ダムの貯水・利水・洪水管理、安全性管理、その他施設の維持管理は、技術的にも、管理費用面でも、また行政的社会的にも組織的対応が必要となろう。

参 考 文 献

- 1) 農業土木工事図譜「フィルダム」：農業土木学会，1973.
- 2) 農業土木史：農業土木学会，1979.
- 3) 仲野良紀：土質工学30年の歩み，土構造物の設計・施工—フィルダム，土と基礎，土質工学会，Vol. 27, No. 13 Ser. No. 263, 1979.
- 4) 勝俣 昇：大柿ダムの地震時応答解析とコア材料特性の検討について，農業土木学会誌，第47巻第9号，1979.
- 5) 仲野・田中・山下：有限要素法による深山ダムの応力・変形解析，土と基礎，土質工学会，Vol. 23, No. 1, Ser. No. 203, 1975.
- 6) 東北農政局：1978年宮城県沖地震，1979.

電業社ポンプ。



沼津市大平徳倉排水機場
1500馬力チューブラポンプ



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1-309号
電話 東京 (761) 3 1 3 1 (代)
営業所 大阪・名古屋・福岡
出張所 札幌・仙台・広島・高松

2. 頭 首 工

中 西 一 継*

目 次

まえがき	(36)	5. 工事記録	(42)
1. 「頭首工」の語源と理論の確立	(36)	6. 設計基準	(42)
2. 頭首工設計施行の変遷	(36)	7. 河川管理施設等構造令との関連	(43)
3. 土砂掃流理論の確立	(41)	8. 今後の課題	(44)
4. 付帯工の変遷	(41)	あとがき	(45)

まえがき

頭首工は、溜池と共にその築造の歴史は古く、文献¹⁾によれば、和歌山県の岩出頭首工は、西暦274年に築造されたとある。溜池の築造は大和地方において3~4世紀に築造されたとされている。頭首工の築造に当っては、古来から幾多の先人が、その時代の最先端の技術力を駆使しており、その結晶が今日に引き継がれているといえよう。

頭首工の数は、農業土木史²⁾によれば、総数で11,593ヶ所、うち、コンクリート製取水ゼキ3,875ヶ所、石造取水ゼキ3,048ヶ所、木造取水ゼキ2,692ヶ所、自然流入1,980ヶ所とされている。また、一説によれば、河川の附帯工作物となっているものを含めればその総数は7~8万ヶ所ともいわれている。以下頭首工築造の歴史の概要及び設計基準が制定された以降の特筆すべき事項並びに今後の課題についてふれてみたい。

1. 頭首工の語源と理論の確立

「頭首工」の語源は、農業土木史に記述されているのが最も新しく、かつ、適切と思われるので引用する。

“1902年(明治35年)発刊の上野英三郎・有働良夫共著「土地改良論」によれば、「河深大に水量十分に且つ水位高きときは用水路の頭首に於て水門或は枳樋を設くるのみにして足る然れども多くの場合には低水量の多からざる為めえん堤を以て川をせき水を溜め水面を高むるを要す而してえん堤の上流に於て沈澱したる土砂を掃除するために掃除樋を要し此に加ふるに洪水の時に際しえん堤水門等の破損を防ぐために通樋を設け多量の水を放流せしむ此等の工事を総称して頭首工(Head Work)と云ふ」とある。

英語のHead Works, 独語のStauwerkの翻訳であるが、頭首という言葉を用いて定義づけたものは、この文献が最も古いと思われる。”

フローティングタイプのセキの水利設計の基本である必要浸透路長の考え方は、1910年ブライによって発表された、 $L=DH$ 並びに護床工の必要長 $L=10C\sqrt{\frac{H}{10}}\sqrt{\frac{q}{75}}$ (メートル換算して $L=0.66C\sqrt{HQ}$)に依存している。さらに、1934年レーンによって発表された、ブライのCに対して垂直浸透路長を1としたとき、水平浸透路長は $\frac{1}{3}$ とするいわゆる重みつきクリープ比の考え方が、第1回の設計基準³⁾に採用され、現在は、ブライとレーンの両者を充足しなければならないとしている。この考え方は、第1回改定設計基準⁴⁾(昭和42年10月26日付け、42年農地D第1586号)に引き継がれた。さらに第2回改定設計基準⁵⁾(昭和53年10月2日付け、53構改D第561号)の改定に当ってその理論の採否について論議されたが、現状ではこれに変わる理論がみあたらないこともあってそのまま採用されている。

しかし、この理論は固定ゼキを中心にした理論である。河川管理施設等構造令の運用によって、取水ゼキの大半が可動ゼキになるため、可動ゼキに対するより適切な理論の研究がまたれる。

2. 頭首工設計施行の変遷

古い時代の頭首工は、取水ゼキを設けず、自然取入れが可能な場所まで遡って取入れ口を設け導入する場合が多かった。また、水位のセキ上げを必要とする場合でも、かんがい期のみ一時的に役立つ仮設の取水ゼキを設けていた例が多いようであった。

古いセキの堤体材料は、牛ワク、蛇籠、ソダ等をそれぞれ単独に使用したり、またはこれらを組合せて、これに土砂等を被覆したものである。

一方、石材の豊富な地方では、積み石、張石等のセキ

* (財)日本農業土木総合研究所



写真一 田原堰（吉井川）

が見られる。（岡山県吉井川、田原セキ、1697年築造）いずれの工法でも、当時の技術では、現在のように河川に直角にセキを設けて洪水に対処することは困難であったため、ほとんどのセキは流心に対して斜に設け、単位幅当りの越流量を小さくし、欠陥を少なくするための努力が払われてきた。（岡山県吉井川、吉井セキ、1550年築造、前出田原セキ、熊本県球磨川、遙拝セキ、1608年築造）（写真参照）なお、遙拝セキは、加藤清正によって築造されたといわれており「八のセキ」として有名であったが、1973年国営事業で改修された。農業土木史にその改修前後の写真が記載されている。

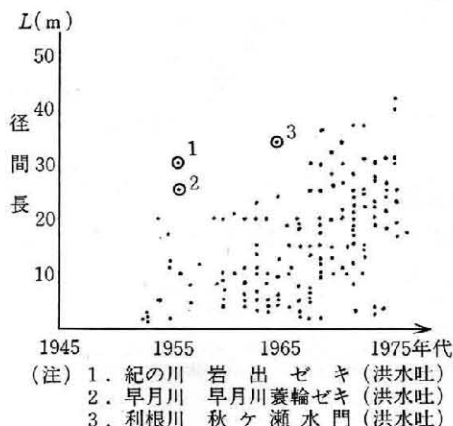
取水セキの構造に一大革命をもたらしたのはコンクリートである。20世紀に入ってから、コンクリートの使用が急進し、今日に至っている。

頭首工がコンクリートによって築造されることによって、洪水に対して耐久力が大きくなったため、セキは流心に対して直角に設置され、また従来の固定セキ主体の考え方が、可動セキの一部取込み、さらには全面可動セキの築造へと進歩した。全面可動セキタイプの頭首工の出現は、従来頭首工の築造が不可能とされていた箇所での築造を可能にした。

頭首工の洪水吐ゲートは、セキ上げ高さが比較的小さい割には径間長が長い特殊なゲートである。昭和初期までは幅員2～3mのゲートが多かった。この壁を超えるため採用されたのがローリングゲートであり、1932年に築造された富山県黒部川、愛本セキ（径間長24.3m）、1937年に築造された埼玉県六セキ（径間長12m）、に使用された。しかし、このタイプは重量的に大型化に限界があった。その後シェル構造の函形桁式のローラーゲート

トや、橋梁のトラスを横倒しにしたようなトラス型のローラーゲート等の発達によって、長径間ゲートが可能になってきた。表一に昭和31年以降に設置されたゲート（径間長25m以上）を示す。

引上げ式ゲートの発達とともに、一方では洪水時にセキの敷の上に転倒させる転倒ゲート（起伏式ゲートとも呼ばれている。）の研究開発が進み、高いセキ柱がないため洪水時、セキ上げ等による上流への影響が少なく、また頭首工全体の工費が安くなることもあって、全国的に採用された。和歌山県紀の川、新六箇頭首工（1956年改修）、長野県千曲川、埴科頭首工（1960年築造）等がある。しかし、河川の計画高水流量が増大し、計画横断形が現況の横断形より深くなる傾向の多い今日では、河川改修が終っており、かつ、計画河床高に大きな段差（0.5m以上）がある場合等頭首工の築造後下流側に滞



図一 ゲート長の経年変化(ローラーゲート)

表-1 長径間ゲートの実施例

製作年月	設置者	名称	目的	径間×扉高	門数	備考
昭31.3	金沢農地局	早月川堰堤	洪水吐	25.00×2.80	1	ボックスゲーター
34.12	名古屋農地局	犬山頭着工	〃	30.00×4.50	8	シエル
38.9	水資源開発	秋ヶ瀬取水堰	〃	34.00×6.40	3	〃
39.6	東北農政局	十三湖水門	〃	25.00×1.80	3	〃
10	北陸農政局	阿賀野川頭首工	〃	32.80×4.00	4	〃
40.10	水資源開発	利根大堰	調節	40.00×3.50	4	フラップ付シエル
	〃	〃	洪水吐	40.00×3.20	1	越流型シエル
	〃	〃	〃	40.00×2.39	3	〃
	〃	〃	土砂吐	25.00×3.50	2	フラップ付シエル
41.3	九州農政局	遙拝頭首工	洪水吐	25.00×2.80	2	シエル
42.1	東北農政局	赤川頭首工	〃	29.70×3.15	4	〃
43.7	関東農政局	勝瓜頭首工	〃	36.00×3.00	2	〃
10	北陸農政局	加治川第2頭首工	〃	31.80×4.77	2	〃
44.3	中国四国農政局	中海干拓中浦水門	排水	32.00×8.45	10	越流型2段シエル
45.5	東北農政局	成瀬頭首工	洪水吐	27.60×1.80	1	シエル
	〃	〃	〃	26.60×2.20	1	〃
	北海道開発	大雪頭首工	調節	28.00×3.04	2	〃
11	水資源開発	馬飼頭首工	洪水吐	40.00×4.30	3	〃
	〃	〃	〃	40.00×3.50	3	〃
	〃	〃	〃	40.00×2.70	6	〃
46.2	北陸農政局	新川河口堰	排水	26.00×5.00	2	〃
12	富山県	受本水門	洪水吐	37.00×3.50	1	〃
48.3	東海農政局	岡島頭首工	土砂吐	30.00×3.10	1	フラップ付シエル
	〃	〃	洪水吐	30.00×2.30	2	シエル
6	東北農政局	玉川頭首工	〃	25.00×3.20	3	〃
49.7	中・四国農政局	坂根堰	〃	42.00×4.90	5	〃
	〃	〃	土砂吐	30.00×5.15	1	〃
9	関東農政局	邑楽頭首工	〃	40.00×4.30	1	〃
	〃	〃	洪水吐	40.00×4.20	1	〃
50.2	岡山県	新堰ゲート	調節	43.25×5.10	1	〃
	〃	〃	洪水吐	43.25×5.60	1	〃
51.10	関東農政局	太田頭首工	〃	35.00×2.35	3	〃

参考

41.4	水資源開発	利根河口堰	洪水吐	45.00×7.50	9	越流型2段シエル
44.5	東北地建	北上大堰	調節	50.00×6.10	3	フラップ付シエル
	〃	〃	洪水吐	38.00×2.90	3	シエル
8	北陸地建	荒川取水堰	〃	43.60×5.03	5	〃
48.3	近畿地建	沈川大堰	調節	40.00×7.80	2	2段シエル
	〃	〃	洪水吐	55.00×7.80	4	シエル

砂が起きないことが確実な場合のほかは利用できなくなった。

なお、ローラーゲートの径間長の経年変化を図-1に示す。

頭首工は、河川工事であるため、一般に非洪水期に施工される。工事施工中仮締切内への溢水や治水上の配慮

から、半川締切りあるいは3~4ヶ所に区分した仮締切りによるのを一般としている。仮締切りの計画流量はこれらの諸条件を考慮して決められるが、一般には施工期間以前の最近10ヶ年間の流量の第2~3位を基準としている。仮締切り工法は、1950年(昭和25年)頃までは、木材と土砂レキを主体とした土砂堤、牛ワク、箱ワクお

よび木矢板等による工法が主であった。その後鋼矢板等のリース方式が一般化したためや、ディーゼルハンマーによる機械化施行の普及等によって鋼矢板と土砂による仮締切り工法が一般的となっている。

コンクリートは、古くは容積配合であったが、1950年頃からA Eコンクリートが実用化し、現場におけるパッチャープラントによる製造が行われ、運搬はケーブルクレーンが使用されるようになった。その後1960年代にはトラックミキサー車の普及等によって、生コンクリートが使用され、運搬打設は、クローラークレーン、トラッククレーンが使用されるようになった。なお特殊な例として、北海道石狩川頭首工（1961年築造）ではプレパクトコンクリート、白石ゼキ（1963年築造）では圧入コンクリートが使用された。

古い時代の頭首工は、基礎地盤の良い地点が選定され、また構造物の規模が小さかったためほとんどが直接基礎であった。基礎地盤の弱いヶ所に設置される場合は松丸太クイ等が使用された。その後可動部の規模が大きくなるにしたがって、岩出頭首工（1957年）、犬山頭首

工（1962年）等でニューマチックケーソンが、小田頭首工（1957年）ではオープンケーソンが使用された。

一方、1960年頃から、溶接技術の向上、ディーゼルハンマーの普及等で鋼グイの使用が一般化した。前出の石狩川頭首工ではH型グイ、利根大ゼキ（1967年）、邑楽頭首工（1975年）、坂根合同ゼキ（1973年）ではそれぞれ鋼管グイが、馬飼頭首工（1975年）では異形鋼管グイが使用されている。しかし、岡島頭首工（1973年）のように玉石まじり砂レキ層では鋼管の打込みが不可能であるためニューマチックケーソンが使用されている。また田原ゼキでは水平荷重が極めて大きい（ゲートの純径間長40.4m、高さ8.6m、橋脚が受ける水圧としては日本一大きな値となる）。場合も同様ニューマチックケーソンで計画されている。

取水ゼキのエプロンコンクリートの表面を土砂流による摩耗から守るため、各種の工法が研究され実施されてきた。その工法を表-2に示すが、現在も試行錯誤の段階であり今後さらに研究すべき課題である。なお、頭首工の分類別の年表を表-3に示す。

表-2 頭首工エプロンコンクリート表面保護工法

工 法	概 要	実 施 例
1. コンクリート表面に耐摩耗層を造る方法		
(1) 石張り	イ. 切石張、間知石張、野面石張などがある。 ロ. 耐久性は、最も秀れている。 ハ. 下地コンクリートからのハク離が問題である。 ニ. 良質の石材の入手が困難である。 ホ. 工費はかさむ。	1955年ごろまでは、全部この工法であった。 杉安堰（1934年） 上田頭首工（1953年） 愛本頭首工（1973年）
(2) I ビーム (古レール)	イ. I ビーム間のコンクリートがハク離しやすい。 ロ. 部分的補修困難。 ハ. 工費はかさむ。	八田頭首工（1964年）
(3) 鉄板張り	イ. 鋼板の摩耗量は、予想以上に大きい。 ロ. 施工は、溶接作業が多く容易でない。 ハ. 工費はかさむ。	養輪頭首工（1955年） 埴科頭首工（1959年） 西岩崎頭首工（1973年） 河合頭首工（1963年）
(4) アンビルトップ、マ スタープレート	イ. 特殊エポキシ樹脂と鉄粉質骨材を用いたもの。 ロ. 下地コンクリートからのハク離が難点。 ハ. 工費はかさむ。	
(5) エポキシ樹脂モルタル	イ. エポキシ樹脂とケイ砂を混合したもの。 ロ. 下地コンクリートからのハク離が難点。 ハ. 工費がかさむ。	十勝頭首工（1963年） 鵜川川東頭首工（1965年）
(6) 弾性板張	イ. ポリウレタン系の弾性板で、耐摩耗性、耐候性および衝撃吸収効果が大きい。 ロ. 下地コンクリートとの接着が問題である。 ハ. 工費は最もかさむ。	新木の又頭首工（1974年） 犬山頭首工補修（1977年）
2. コンクリートに耐摩耗材を混入する方法		
(1) 鉄粉コンクリート	イ. 生乾きのコンクリートの表面に、鉄粉をふりかけて、下地コンクリート一体となるようにする。 ロ. 下地コンクリートからハク離し易い。	犬山頭首工（1960年）
(2) スチールグリット	イ. 普通コンクリートの細骨材の一部を精選された鉄の粒子と置き換えたもの。	
(3) スチールリング	イ. ラセン状にした鉄筋を、エプロン内部に入れて、コンクリートを打設したもの。	佐貫頭首工（1963年） 八田頭首工（1964年）

3. コンクリートそのものの品質を向上させる方法

(1) 真空コンクリート	イ. 真空処理によって、コンクリートそのものの品質（強度）を向上させる。 ロ. 無処理コンクリートに比較して、強度および耐摩耗性とも20～30%位増大する。 ハ. 施工上の注意が、特に重要である。 ニ. 工費は低廉である。	1960年ごろから1970年ごろまで最も施工実績が多い。 犬山頭首工（1960年） 皆瀬頭首工（1963年） 利根大堰（1967年） 岡島頭首工（1974年） 愛本頭首工（部分補修） 梓川頭首工（1976年）
(2) グラノシックコンクリート	イ. 水セメント比を極度に小さくした、富配合のコンクリートである。 ロ. 従来、砂防ダム天バの耐摩耗工法、あるいは、エプロン補修用として用いられていた。 ハ. 耐久性は、優れている。 ニ. 施工上の注意が必要である。 ホ. 工費は比較的低廉である。	

* 農業土木史に記載されているものに一部加算した。

表一 頭首工の分類別年表⁶⁾

1. 取入れ方式による分類

- 片側取入れ……大部分のセキがこのタイプに属する。
- 両岸取入れ……鳴鹿堰（九頭竜川，昭和28年），明治頭首工（矢作川，昭和32年），岩出頭首工（紀の川，昭和32年），犬山頭首工（木曾川，昭和37年），遙拝頭首工（球磨川，昭和37年），坂根合同セキ（吉井川，昭和52年），田原セキ（吉井川，建設中）

2. セキ体材料による分類

- 木製セキ……旧瀧井堰（高梁川，715年），雲出川堰（雲出川1649年）
- 石塊セキ……田原堰（吉井川，1697年），山田堰（筑後川，1790年）
- コンクリートセキ
プレバクトコンクリート……石狩川頭首工（石狩川，昭和36年）

3. 可動部の形態による分類

- 角落しのみ……明正大谷川井堰（大野川，昭和28年），館前堰（鳴瀬川，昭和35年）
- 土砂吐ゲートのみ……船生堰（鬼怒川，昭和30年），大川頭首工（土器川，昭和34年），石狩川頭首工（石狩川，昭和36年），花立井堰（室見川，昭和37年）
- 全面可動のもの……最近の頭首工はほとんどの形態である。
鳴鹿堰（九頭竜川，昭和28年），岩出頭首工（紀の川，昭和32年），明治頭首工（矢作川，昭和32年），遙拝頭首工（球磨川，昭和37年），利根大堰（利根川，），大雪頭首工（石狩川，昭和45年），赤川頭首工（赤川，昭和45年），馬飼頭首工（木曾川，昭和49年），坂根合同堰（吉野川，昭和52年）

4. ゲートの構造による分類

- 引上げ式……一般にこのタイプが多い。
ローリングゲート……愛本堰堤（黒部川，昭和7年），元堰（荒川，昭和12年）
- 起伏式……新六箇井堰（紀の川，昭和31年），埴科頭首工（千曲川，昭和35年），神竜頭首工（石狩川，昭和37年），川東頭首工（鷄川，昭和42年），北海頭首工（空知川，昭和41年）
中間軸ゲート……住吉頭首工（後志利別川，昭和44年），恵利堰（筑後川）

5. 固定部断面形状による分類

- 越流部水脈型…固定セキの大部分はこの型に属する。
- 砂防ダム型……蓑輪堰（早月川，昭和32年）

6. 基礎地盤との関連による分類

- セキ体全体が岩盤に定着しているもの（Fixed Type）
……神竜頭首工（石狩川，昭和37年）
- 止水壁だけが岩盤に達するもの
……岩出頭首工（紀の川，昭和32年），犬山頭首工（木曾川，昭和37年）
- 浸透性地盤上に築造されたもの（Floating Type）
……大半の頭首工がこれに属する。

7. 平面形状による分類

- 直線セキ……コンクリート製のセキでは大半がこれに属する。
- 斜めセキ……古い時代のセキ，
吉井堰（吉井川，1550年），田原堰（吉井川，1697年），写真参照
- 弧形セキ……鳴鹿堰（九頭竜川，昭和28年），北空知頭首工石狩川，昭和30年），船生堰（鬼怒川，昭和30年），岩居堰（伯太川，昭和31年），犬山頭首工（木曾川，昭和37年）

8. 河川勾配による分類

○ $1/140$ より急勾配

……菱輪堰（早月川，昭和32年， $S=1/35$ ），
八色厚頭首工（信濃川水系，昭和35
年， $S=1/50$ ），杖川頭首工（手取川，
昭和43年， $S=1/45$ ），御勅使川取水工
（御勅使川，昭和48年， $S=1/40$ ）

○ $1/140 \sim 1/650$

……磯部堰（相模川，昭和8年），神流川
合口堰（利根川水系，神流川，昭和29
年）

○ $1/650$ より緩勾配

……利根大堰，馬銅頭首工，坂根合同堰，
石狩川頭首工

9. 貯留のあるもの

……坂根合同堰（1,600千 m^2 ），田原堰
（2,000千 m^2 ）

10. セキの高さの大きいもの

○高いセキ……大野頭首工（豊川，昭和36年， $H=$
24.20 m，扉高10.0 m），山部頭首工
（空知川，昭和44年， $H=13.65$ m，
扉高7.65 m），田原堰（吉井川，計画
中， $H=8.6$ m，扉高8.6 m）

11. 設置位置（セキ頂標高）による分類

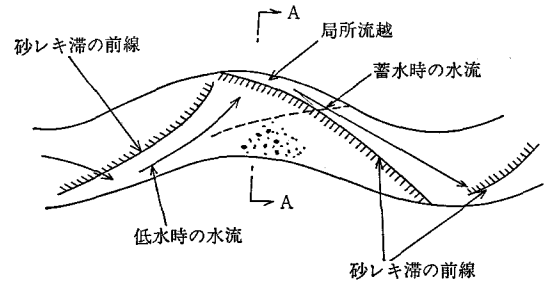
○高いもの……大沢取水口（信濃川水系，
 $EL=1,517.50$ m）
○低いもの……石狩川頭首工（ $EL=3.87$ m），馬銅
頭首工（ $EL=3.80$ m）

3. 土砂掃流理論の確立

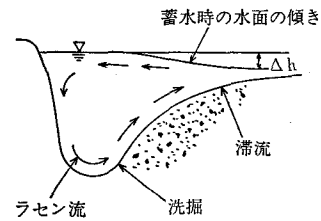
頭首工の設計における近年の理論の発達において特筆すべき事項の一つに土砂掃流理論の確立がある。

取水に当っては，土砂の流入を防止するため一般には取入れ口前面に土砂吐きを設け滞積土砂の掃流を図る。河川の濁水量は平水量のほぼ $1/2$ の場合が多い。このため取水期間中の排砂は一般的には平水量で行うことが多い。しかし，滞砂の激しい頭首工では，濁水量でも排砂ができるよう，平水量に基づいて決定された土砂吐きの幅員の $1/2$ の幅員の土砂吐きを2連設け，濁水量によって土砂吐きゲート1連を交互に開いて排砂を行うこともある。

土砂吐きは，①土砂をより早く流下させるため一定の区間にエプロンを設ける。②導流壁を取入れ口の前面に設ける。③この導流壁の高さは，取入れ口の敷高より高くしない。④土砂吐き床面に限界勾配を与える。⑤土砂



(a) 平面



(b) A-A断面図

図-2 頭首工取入れ口設置場所(川合亨氏による)

吐きゲートを開いたとき導流壁と取入れ口前面の壁の間に設けられた水路の流水が上流端から射流になるような条件を与える。ことによって取入れ口前面の滞砂はスムーズに掃流される。

しかし，適切な幅員の土砂吐きを適切な場所に設けることは，治水上からみれば，この場所が洪水時流束が集中する場所であるため適切とはいえないという議論が起き，河川管理施設等構造令の制定をめぐって最大の争点になった。河川管理者が設置する共同事業等のセキは河川の直線部に設けられる場合が多いが，これらのセキはセキ上げ高さが4～5 mであり土砂吐きの機能を必要としないセキであることを忘れてはならない。

また，土砂吐きは取入れ口の前面に設けられるが，図-2(a)のA-A断面直下左岸側は一般に洶をなし，このようなところに取入れ口を設けることができれば土砂吐を設けなくてもよい場合がある。

4. 付帯工

河川を締切る頭首工にあっては，魚道は，魚族保護の観点からは不可欠の施設である。沿岸漁業が200カイリ時代に入った昨今では特に留意すべき事項であろう。

わが国で最初に魚道が設けられたのは明治20年といわれている。構造的には近年研究が進み，施設の設置位置や構造等について種々の提案がなされている。* 吉井川の坂根合同堰ではセキに貯水機能を持たせているため上流側の水位が変動し従来の構造では対応できないので図-3のような鋼製のゲートを用いた魚道を設けている。

* 「つくる漁業」 監修 科学技術庁資源調査所

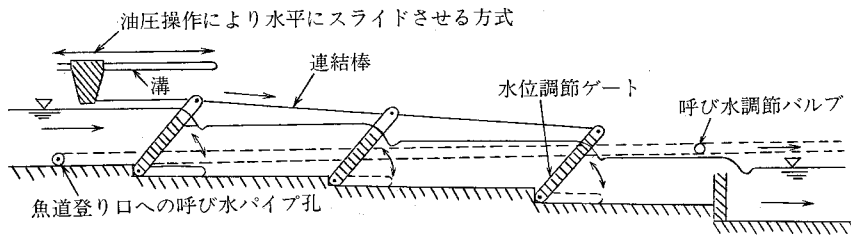


図-3 ゲートを開いた魚道

土砂吐きの掃流理論が確立するまでの間、取入れ口に沈砂池が設けられる機会が多かった。沈砂池の、水理構造が確立したのは、犬山頭首工羽島沈砂池であろう。その後、前述のように適切な幅員の土砂吐きを適切な位置に設け、洪水末期の管理を適切に行えば土砂の流入のおそれがなくなったため、沈砂池はほとんど姿を消した。

しかし、発電や上工水と共用で取水する場合で洪水時でも取水を停止できない場合や、大流域の河川の下流で取水する場合は上流部で降雨があっても下流では取水を停止できない場合がある。このような場合には当然沈砂池が必要である。

なお、河川管理施設等構造令との関連で適切な幅員の土砂吐きが設置されない場合も予想されるので沈砂池を必要とする機会が多くなることが予想される。

5. 工事記録

頭首工の工事記録としては、農業土木学会が1933年に発行した本邦灌漑排水工事図譜第1輯、1941年に発行した日本取入堰堤誌及び1965年に発行した農業土木工事図譜第1集取水施設編の三つである。

本邦灌漑排水工事図譜には大正11年から昭和8年までに築造された頭首工のうち21ヶ所の図面が記載されている。

日本取入堰堤誌には、旧藩時代から昭和17年3月完了予定のものを含めて、内地で133ヶ所及び韓国、北朝鮮で17ヶ所の施設について、諸元表、及び図面が記載されている。

農業土木工事図譜第1集取水施設編には、かんがい面積300ha以上の施設で、昭和38年度末までに完成した施設831ヶ所を記載している。これらのうち72の施設についてはさらに詳細な諸元表、写真、図面が添付されている。

なお、昭和39年度から昭和51年度までに完成した頭首工(かんがい面積300ha以上)は、430ヶ所築造されており、これらについても、諸元表、図面、及び写真が農業土木学会に保存されている。

6. 設計基準

(1) 頭首工の設計基準は、昭和27年10月1日に、土地

改良事業計画設計基準第3部第3編として発刊された。内容は第1章調査、測量、第2章一般設計、第3章固定堰、第4章可動堰、第5章取入口及び付属設備の5つの章から構成されている。しかし第4章可動堰は未完となっている。これは、この設計基準が制定された昭和27年以前に築造されたセキで洪水吐を有するものが前記工事図譜によれば831ヶ所中26ヶ所、またこのうち鋼製ゲートを有するセキは10ヶ所である等実施例が少なく基準として制定するに至らなかったものと思われる。なおこの基準には参考図面を添付されていることは印象的である。

(2) 第1回改定版は前述のように昭和42年10月に発行されている。構成は、総則、基礎および止水壁、施工及び維持管理の4章を加えて9章から成っている。

この基準によって頭首工の設計の基本が確立したといえるであろう。後述する第2回改定版も河川管理施設等構造令とのかかわり合うヶ所以外は原則にはこの基準がベースになっている。

この基準の主要な項目について以下概説する。

(i) 取水セキと流心の関係

取水位を安定させるために設ける取水セキは流心に直角に設けることを原則とした。

古いセキでは洪水に対する抵抗を少なくし、セキの流亡を防ぐため、用水の引き入れを容易にする等のため斜めに設けることがあったことは先に述べた。しかし、セキ体の材料、減勢方法、施行技術が進んだためその必要はなくなった。

(ii) 土砂吐の機能

土砂吐は、取入れ口の前面に設けられ、①水路への土砂流入を防止する沈砂池としての機能を持つ。②洪水時安定したミオ筋を保持できること。③平時取入れ口前面の滞砂をすみやかに排除できること。等の機能を持つよう設計することとした。

(iii) 可動セキの敷高

河川管理者が主張する画一的な敷高の考え方とつねに競合し、河川管理者との協議の段階で、しばしば問題となっていたが、治水、利水両面からみて最も得策と考えられる「河川に順応させるという大原則にたつて、河床になじみよく敷高を決定する」ことを原則とした。

(iv) 沈砂池の必要性

従来の沈砂池は、頭首工のアクセサリーのように、かならず設けなければならないという固定観念が強かったが、土砂吐、取入れ口の構造が、機能上確立されたので、設計に当っては、その必要性を十分検討して設置の可否を決定することとした。

(3) 第2回改定版は、昭和53年10月2日に発行された。この版から、基本事項については、事務次官名による通達の形をとっている。これを受けて構造改善局長が運用の細目を定めるといふ形がとられ、構成は第1回の改定版を根本的に変え、一般事項、調査、設計、施行及びその他の五つの章からなっている。なお、農地開発や草地開発等山間部で、かつ、少量の取水を行う場合に設置される溪流取水口は、当初基準の中にも含めることで検討が進められたが、実施例が少ないためとりあえず付録として発行し、実績の積重ねを持って基準としていくこととしている。

この改定は、昭和51年7月20日官報に告示された河川管理施設等構造令との関連で改定された部分が多い。その主要な部分については「7」で詳述する。なお、この基準の改定に当っては、建設省土木研究所の河川部長を委員として迎え、河川管理者に対して頭首工の持つ特殊性を理解して頂くよう努めた。

7. 河川管理施設等構造令との関連

頭首工の設計は、河川管理施設等構造令（以下「構造令」という。）の関連条文に適合しなければならない。このことは、昭和53年10月2日付け、53構改D第560号（設）で改定された、土地改良事業設計基準（設計、頭首工）の改定の主要な部分が構造令と関連する部分であることをみても明らかである。

構造令は、河川法（昭和39年法律第167号）第13条（河川管理施設等の構造の基準）第2項「河川管理施設または第26条の許可を受けて設置される工作物のうちダム、堤防その他の主要なものの構造について河川管理上必要とされる技術的基準は、政令で定める」に基づいて昭和51年7月16日閣議決定、51年7月20日官報に告示され適用されることとなった。

頭首工を設計する際、制約を受ける条項のうち特に影響の大きいのは次の三つである。

(i) 第1は、第37条（流下断面との関係）に規定する「可動堰の可動部（流水を流下させるためのゲート及びこれを支持する堰柱に限る。次条及び第39条において同じ。）以外の部分（堰柱を除く。）及び固定堰は、流下断面（計画横断面が定められている場合には、当該計画横断面に係る流下断面を含む。以下この条、第58条第1

項及び第61条第1項において同じ。）内に設けてはならない。ただし、山間狭窄部であること、その他河川の状況、地形の状況等により治水上の支障がないと認められるとき、及び河床の状況により流下断面内に設けることがやむを得ないと認められる場合において、治水上の機能の確保のため適切と認められる措置を講ずるときは、この限りではない」である。

この規定によって、①堤防のある区間では、頭首工の固定部（固定セキ及び可動部の固定部）は現況及び計画の横断面の中にくいこんで設けてはならないこととなっている。このため固定セキの築造はほぼ不可能となった。また、計画横断面は現況の横断面より低い位置に定められることが多いため、ゲートのタイプは引上げ式とならざるを得ないこととなるであろう。②ただし、山間狭窄部等堤防のない区間では、固定セキを設けたことによる影響（セキ頂から上流に向かって、セキを設置する前の河床勾配の $\frac{1}{2}$ の勾配で河床が形成されたものと考えて不等流計算を行う等の方法によって検討する。）*が、当該セキの上流側に存する堤防、家屋、農地等に及ばない場合は、この制限を解除しており、構造令施行後の河川協議において認められている。

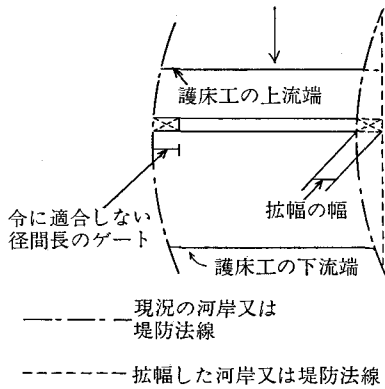
(ii) 第2は第38条（可動堰の可動部の径間長）第1項「可動堰の可動部の径間長（隣り合う堰柱の中心線間の距離をいう。以下この章において同じ。）は計画高水流量に応じ、次の表の下欄に掲げる値以上（可動部の全長（両端の堰柱の中心線間の距離をいう。次項において同じ。）が、計画高水流量に応じ、同欄に掲げる値未満である場合には、その全長の値）とするものとする。ただし、山間狭窄部であることその他河川の状況、地形の状況等により治水上の支障がないと認められるときは、この限りでない」である。

本条にはこの外に2～5項にわたって緩和条項が設けられており河川管理施設等施行規則（以下「規則」という。）に具体的に明示されている。この条項においてもただし書きによって、山間狭窄部等において治水上の支障がないと認められる場合においては、径間長の制限を適用除外としている。

(iii) 第3は、第39条（可動堰の可動部の径間長の特例）第1項「可動堰の可動部の一部を土砂吐き又は舟通しとしての効用を兼ねるものとする場合においては、前条第1項の規定にかかわらず、当該部分の径間長は、計画高水流量に応じ、次の表の第3欄に掲げる値以上とすることができる。この場合においては、可動部の径間長の平均値は、同条第2項に該当する可動堰の可動部を除き、同表の第4欄に掲げる値以上でなければならない。」と、

第2項「前項の規定によれば可動堰の可動部のうち土砂吐き又は舟通しとしての効用を兼ねる部分以外の部分

* 具体的な取扱いは、農業土木技術研究会編「土地改良事業のための河川関係工作物設計の手引き」（1977）等を参照されたい。



図一四 38条及び39条の規定に適合しない径間長のゲートを設ける場合の措置

の径間長が著しく大となり、当該部分のゲートの構造上適当でなく、かつ、治水上の支障がないと認められる場合においては、建設省令で定めるところにより、可動部の径間長を同項後段の規定によらないものとする事ができる。」である。

土砂吐きの設計はこの条項を適用して行うこととなり、38条の規定のはば $\frac{1}{2}$ の径間長のゲートを設置することができる。しかし、この規定によれば、大河川はともかくとして、小河川においては設計基準の規定に基づいて設計された土砂吐の幅員が小さいため規定に適合しないことが多い。このような場合はこの39条を適用しないで、37条の緩和規定のうち「治水上の機能の確保のため適切と認められる措置を講ずるときは、この限りでない」を適用して規定外の径間長のゲートを図一四のように設置することによって対応しなければならない。

頭首工の設計、特に基本設計の段階では構造令と密接な関連があるため設計基準の解説、関係文献**等を十分検討し頭首工として必要な機能を確保するよう設計しなければならない。

構造令が制定されるまでの経緯は、別表に示すように河川管理者において作成された案に対して関係各省が意見を出して修正するという形で進められた。治水と利水で最も利害の相反する「堰」については、その99%が農業用施設であることから、農林省と河川管理者との協議は43年4月の第1次案の当時から事前協議という形で行なわれている。残されている記録によれば、最初のうちは双方とも、治水、利水の立場にたつて原理原則の主張を繰り返していたようである。しかし、河川管理者はこれらの協議の結果にかかわらず、その都度の（案）を地建等に流し、許可工作物の審査の際の基準にしたため、

別表 河川管理施設等構造令制定の歩み

S 37年 5月	建設省河川占用工作物設置基準案
43年 4月	第1次案
43年 6月	第2次案
43年 9月	第3次案
43年10月 4日	第4次案
44年11月15日	第5次案
45年 4月27日	第6次案（河川局長通達）
45年 7月23日	第7次案
46年 4月	第8次案
49年 3月	第9次案原案
49年 6月	“ 各省協議
49年12月	“ 法制局持込
50年 4月	第9次中間案
51年 1月	“ “ 各省協議
51年 4月	第9次案作成法制局持込
51年 7月16日	政令閣議決定
51年 7月20日	政令官報告示

利水、治水の現場において幾多の問題を生じた。

その後昭和47年西日本一帯を襲った災害を契機として制定が急がれ、昭和49年6月には関係各省との正式協議が始まるまでに至った。この段階までに、前述の37条、38条のただし書きの追加、堰を設ける際ゲートの敷高を計画河床高より0.5~1.0m下げて設ける（下げ越しの思想）ことの撤回、39条による土砂吐きを設ける場合の径間長の特例等改善が図られた。

この案は、昭和49年9月1日に発生した多摩川災害によって1年以上足踏みし、多少の手直しを経て昭和51年1月各省協議、同年7月制定の運びとなった。

このように制定まで長年月を要したため、許可権を持つ河川管理者が新しく制定された構造令を理解せず、従来の（案）の段階の考え方で（治水側に有利な内容であるため）申請の内容を審査する、昭和47年頃に（案）の内容によって利水者が承諾し、施設が築造されたもの、さらには、47年頃の案の内容によって許可を受け施設が現在設置されようとしているもの等幾多の弊害を残している。

8. 今後の課題

(1) 河川管理施設等構造令の施行に伴って、頭首工の敷高は、計画横断形および現状の横断形にいくこんではならないこととなっている。このため、今後設置されるほとんどの頭首工の敷高は、現状の河床より低い位置に設けることとなる。一方河川改修工事は20~30年の長期にわたって段階的に施工されるため、頭首工の前後わずかな区間を暫定的に掘削することによって対応しなければならない場合が多い。このような場合、洪水の終了後

**・前出「土地改良事業のための河川関係工作物設計の手引き」
 ・農業土木学会編 頭首工の設計の手引き1980発刊予定
 ・河川管理施設等構造令研究会編「解説・河川管理施設等構造令」
 山海堂（1977）

ゲートの閉鎖時期が早い場合は、ゲートの前面に滞砂を起し、閉鎖時期が遅れるとゲートを閉鎖できない、という事態が発生する。ゲート管理には細心の注意を払う必要がある。

(2) 従来の土砂吐の幅員は、平水量の $\frac{1}{2}$ 又は濁水量を排砂基準流量として決定されていた。しかし、今後設計される頭首工では排砂基準流量を大きく設定しなければならない場合が起り、その結果土砂吐きの幅員が大きくなり、土砂吐きの機能が十分発揮できなくなり、取入れ口からの土砂の流入が多くなるおそれがある。このため近年設置されることが少なくなった沈砂池の必要性について検討する必要がある。

(3) 取水された用水が、畑地かんがい利用される場合は、従来の開水路を主体にした水路系で水田にかんがいがされているときに許容されていた用水中の土砂の粒径(0.3 mm)では、パイプ内に沈澱を起すおそれがあるため、沈澱池等の設置について検討する必要がある場合が予想される。

(4) フローテングタイプの頭首工の必要浸透路長の計算は、ブライ及びレーンの方法に依存しているが、これらはいずれも固定セキを中心に展開された理論である。今後設置される頭首工の大半が全面可動セキとなるため、これに則した新しい理論の研究がまたれる。

(5) 頭首工は、河床や河岸の一部をコンクリートで固めるため、セキを含めて上下流において流れが変化する。このため、セキの上下流の河川管理施設となじみよく接続するための取付護岸や、セキ本体に付属する護岸については、全体のバランスに十分留意して設計しなければならない。

(6) 施工面では、エプロンコンクリートの表面保護工

は、耐久性等種々の面で完全といえる工法はなく、いずれも試行錯誤の段階であり今後の研究成果がまたれる。

(7) 溪流取水工は、設計基準の第2回改定版に付録として添付されているが、実績の積重ねによって設計基準としなければならない。

(8) 河川管理施設等構造令が施工されて3年以上経過している。この間に設計された頭首工の中には、設計者が構造令の内容を十分理解せず、河川管理者の一方的な解釈に基づく要求を全面的に認めたものと思われるものがみうけられる。このようなことのないよう構造令の趣旨を十分理解し、利水施設としての頭首工が必要とする機能を確保するため不断の努力を払うべきであろう。

あとがき

以上、昭和30年代以降を中心に記述したが、調査の範囲が狭いため誤った記述も多いと思われる。また筆者の独断と偏見もあると思われる。読者のご批判を頂ければ幸いである。

参考文献

- 1) 農業土木学会編 農業土木工事図譜
第1集 取水施設編 1965
- 2) 農業土木学会編 農業土木史 1979
- 3) 農林省農地局編 土地改良事業計画設計
基準第3部 第3編頭首工 1952
- 4) " " 1968
- 5) " " 1979
- 6) 岩村 勉著 昭和52年度第1回農業土木
一般技術研修テキスト

3. 水 路

坂 本 貞*

目 次

1. 用水路工.....(46)	2. 施工.....(55)
(a) 開水路工.....(46)	3. 設計手法等.....(56)
(b) パイプライン工.....(51)	4. 排水路工.....(57)

1. 用水路工

用水路工に係る技術の戦後の歩みを今日の技術水準等を基点として辿ってみると、おおよそ次のように要約できよう。すなわち、①用水路システムとしてパイプライン化が進み、とくに近年顕著になってきた、②適正な用水の配分等合理的な水管理の要請と管理技術の高度化に伴い、用水制御が局部的なものから、末端ホ場を含めて全体を統括するシステムに移行してきた、③コンクリート2次製品等の開発、改良により用水路工の設計、施工に弾力性が生じてきた、④水理現象の解明等技術計算や自動設計等設計手法の開発にコンピューターの利用が大変大きな役割を果たした、などがあげられる。これらは技術の進歩そのものの投影とみられるもの、用水路工に係る技術体系としてみた場合、新しい工法、新しい手法等の出現を契機として再編成され、新たな体系を形成するといった画期的な発展過程を形造るまでには到っていない。従って記述も現時点の技術体系または技術水準を基点として過去にさかのぼるもの、時系列的に整然とした形での整理はされていない点をおことわりする。なお昭和30年代以前のこれらに関しては農業土木学会誌第37巻第4号の誌上に平井公雄氏*1) がまとめられているので参照されたい。

(a) 開水路工

(i) 開水路

開水路は農業用水の送水、配水的手段として古くから用いられ、戦前、戦後という区切りのなかでも技術的にきわだった進歩もないように思う。開水路は用水路系のなかでトンネルやサイホン等の局部的な変化点を除けば、断面構造も単純で、水理的にも構造的にもダムや頭首工等と比して難かしい点が少ない、また歴史的にも技術的蓄積が多いため、熟成度の高い技術とみなせることにもよるものと思われる。このようななかで、技術的な面から取り上げられる形式の水路として、愛知用水事業*2) で大々的に導入された薄いコンクリートライニン

グ水路にライトをあてることができよう。一般に開水路の形式は図-1のように分類されているが、これらはいわば大部分の形式が材料との関連で説明できるものである。従って戦後採用された開水路の形式の歴史は、薄いコンクリートライニング水路を除けば、まさに材料の供給体制の歴史そのものとの見方ができよう。(素掘水路、石積水路)→(ブロック積水路、ブロック張水路、鉄筋コンクリートフルーム水路、U字溝ブロック水路)→(鉄筋コンクリートフルーム水路、L型ブロックフルーム水路、U字溝ブロック水路)といった図式で開水路の形式を時系列的に整理できよう。勿論この図式は相対的なもので絶対的なものではない。さて、この図式のなかで薄いコンクリートライニング水路形式は、愛知用水事業で脚光をあびたタイプであることは先に述べたとおりである。この形式は、用地費を除いた建設費が安いこと、施工スピードが早いこと、フリーボードでの通水断面が大きいこと、等の有利な点を持っている一方、広い用地幅を必要とすること、構造上の安定が背面の土の安定に左右されるため長期的な安定性に不安があること、断面が台形であるため制御施設の取付等附帯施設の設置に工夫を要すること、などの欠点がある。用地費以外の建設費が安い要因は、構造上の安定を背面の土の安定に

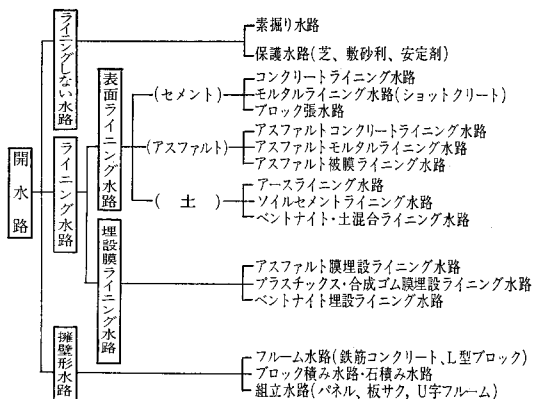


図-1 開水路の分類

*1) 設計課施工企画調整室長

*2) S. 30~S. 36

たよるためコンクリート材料は法面の侵食防止に必要とする厚さでよいことと、擁壁形水路では部材厚さもライニング水路に比して厚く、壁の両面を型枠を必要とし、土工は掘削と埋戻し工程を必要とするのに対し、このライニングタイプでは、型枠に相当する面は一面で、土工は背面の土を整形までの掘削工程のみでよいこと、等が考えられる。この形式は、スロープフォーム、スライドフォームと呼ばれる一種の移動型枠に施工上の最大の特徴がある（図-11参照）。

薄いコンクリートライニング水路は、愛知用水事業での導入を契機として、一時このタイプを採用する事業地区が各地にみられたが、昭和40年代に入って、わが国経済の発展歩調に呼応して、このタイプもだんだん姿を消していった。土地価格の高騰が、広い用地幅を必要とするこのタイプの欠点を増幅をさせたためである。また、技術的にも、とくに盛土区間の耐久性に問題がある点が指摘されてきている。

鉄筋コンクリートフルームタイプの開水路は、最も一般的である。構造的にも安定し、用地幅を必要に応じて制限できるなどいわば技術的合理性と時代の変化に即応できる柔軟性を持ち合せているタイプといえよう。近年このタイプも寒冷地を中心にL型ブロック（図-2）にとってかわられつつある。L型ブロックによるフルームは、構造的にも機能面においても鉄筋コンクリートフルームタイプと同じレベルを維持し、施工期間の短縮と品質の確保を容易にするなどの利点がある。従って、寒冷地など工期に制約を受ける地域やコンクリートの現場での品質管理が充分行えない地域での施行に有利に展開している。L型ブロックの規格は、未だJIS化されていないが、各メーカーごとの独自の規格を整理して、昭和53年に協会^{*1)}規格を制定し規格の統一が図られた。この規格は、構造改善局制定の標準設計^{*2)}にもとりいれられている。

開水路を一つの系とみる場合、局部的なサイホンやトンネル等も含めた路線計画上の手法も、技術的に重要なテーマである。開水路それ自体は、地形条件に制約を受

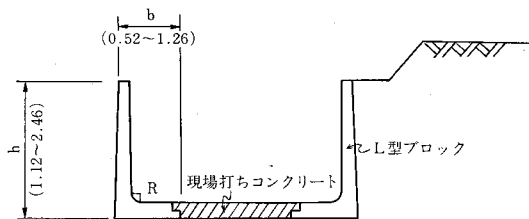


図-2 L型ブロックの標準断面

*1) 社団法人、農業土木事業協会；鉄筋コンクリート水路用L型規格、S. 53. 3. 15

*2) 構造改善局；土地改良事業標準図面集（その1）、S. 54. 4

*3) 九州農政局土地改良技術事務所長

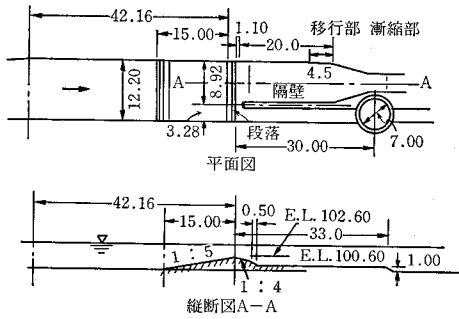
けて、等高線に沿った路線計画が一般的である。しかし受益地から遠く離れ、分水位等の影響を受けない地域を通過する場合は、開水路といえども路線選定の自由度は増加する。また、系のなかにトンネルやサイホン等があれば、系としての勾配配分は建設費に大きな影響を与える。このような観点から、系としての適正な勾配配分の手法についての研究が、昭和30年代中頃宍岐国男^{*3)}氏によって行われ、多大の成果が収められた。唯、この時の成果は、建設費を最小にするための勾配配分が主眼になっているため、建設費を構成する各種の要因によっては、時代の変化を排除し得ない部門が存在することもあって、現在そのままの形で適用できなくなっている。路線選定は、純粋に技術的に必要な条件が満たされれば、むしろ社会的要因によって左右されるケースが多くなってきているように思う。従って、開水路系における路線計画の手法は、トンネルやサイホンといった局部的な部分との関連における経済的な適正配置を除けば（これさえもフリーハンドとはいえないが）、社会的要因の制約を受けて、手法としての確立を期し難い事態に差しかかっていると考えられる。

(ii) 附帯施設

(i) 分水工

分水工は、開水路の附帯施設のなかでは極めて重要な施設である。用水の配分といういわば受益者の利害に直接係る機能を与えられ、これをめぐって血なまぐさい闘争の歴史が語り継がれている分水工の存在を知るにつけ、分水工の重要性を認識することができる。分水工は、上流優先取水、定比分水等諸々の慣行に支配され、構造もこの慣行を実行できるよう配慮されねばならなかったなど、受益者をとりまく社会条件に支配される面もあった。このため、分水工の歴史を技術的な観点から時代を区切り辿ることは非常に困難である。唯、戦後の一つの流れとしては、我が国の著しい経済発展に伴う水需要が、用水の需給関係をひっ迫させるに及んで、かつての排他的な取水に徐々に制限が加えられてきた結果、用水配分を全体系のなかで合理的に行わざるを得なくなり、この目的に即した機能が分水工に課せられてきていることを指摘できると思う。

分水工を機能目的から分類すると、分水比率に重点を置いた型式と、分水量に主眼を置いたタイプに大別できる。前者の代表的な型式としては背割り分水工、射流分水工および円筒分水工があげられ、これらは分水の技術としては古いもの属し、水田を対象とした水路において発達してきた。背割り分水工は、理論的には水位の変化によって流量比が変わるが、流れが通常常流状態であるため、制水ゲートの併設が有効で、現在でも制水ゲート併設のこのタイプの分水工がみられる。射流分水工は、セキ頂に完全越流の領域を確保する必要があるが、セキの

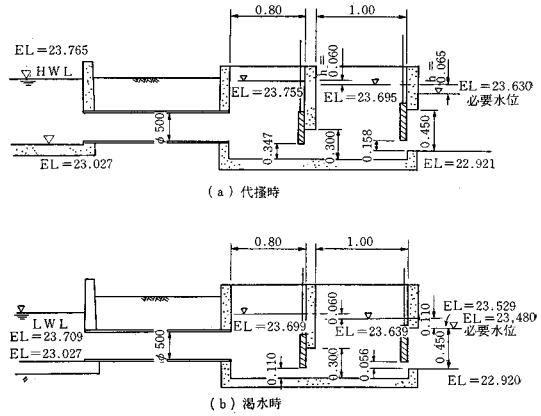


図一三 射流分水土工（静岡県大井川農業水利事業—農業土木ハンドブック）

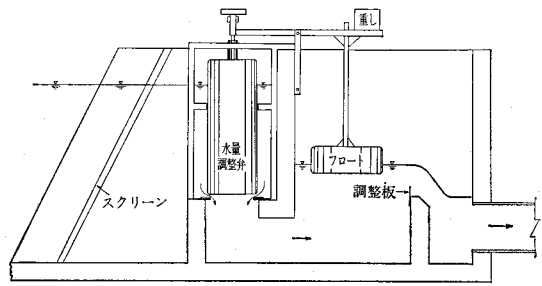
上下流での水位差が小さい個所での判定は容易でなかった。これに関する研究の成果が、昭和20年代後半から30年代前半に得られ、これによってほぼ技術的な確立をみたといえるであろう。唯、射流分水土工は、ゲートの併設によっても分水土工地点の水位の制御は不可能のうえ、下流への通水をシャ断することができないなど制御上の欠点もあって、昭和40年代に入ってから、設置個所も減少傾向を示し、最近ではあまり見られない。円筒分水土工は損失水頭が多いことや工事費が割高になるなどの欠点もあって、戦後の短い期間を除いて、その後の設置はあまり見られない。射流分水土工の実施例を図一三に示す。

分水量に主眼をおいたものとしては、いずれも何らかの形で分水量調整装置を持っている。代表的なものとして、ゲート分水土工、ダブルオリフィスゲート分水土工、水位調整ゲートと組合せたデストリビューターなどがあげられる。ここでいうゲート分水土工は、分水量を単一のゲートまたはバルブによって調節するもので、最も一般化している。規模、構造は多様で量水のためパーシャルフーム等の量水装置を併設するものが増加してきている。ダブルオリフィスゲート分水土工は、図一四に示すように2つのゲート間の水位差を約5cm程度に維持し、一定流量を確保するため、所要流量に見合う2つのゲートの開度をセットして行うもので、昭和30年代から現在に至るまで、広く採用されているタイプである。デストリビューターによる分水は、取水位（分水地点の水路上流側水位の意）を一定に保持し、デストリビューターと称するパネルの増減（これが開度の大小にあたる）によって行うもので、取水位を自動的に一定に維持できれば、管理の容易な分水形式である。開水路系の自動制御の一環として、自動水位調整装置の進展とともに、各所でみられるようになってきた。自動制御機構には、フロートが大きな役割を果しているが、このフロートを利用した自動定量分水装置の最新の例を図一五に示す。この例の特徴は、水量調整弁に作用する水圧が同じであるため、弁の上下動に大きな力が要らない点である。

(四) 水位調整装置



図一四 ダブルオリフィス分水土工の例（県営関川地区）



図一五 自動定量分水装置の例

分水管管理を容易にするためには、取水位を一定に保持することによって、その効果を高めることができる。取水位が一定であれば、分水量は分水ゲート等の開度の調節のみで所要量を分水することができ、適正な分水管管理を可能とする。

かつてはこの水位を確保するために、水路内に角落しや土俵等を設置して通水断面を調節していた。しかし、この方法は一旦出水があるとこれに即応できない弱点があるため、度々被害の原因となった。このような弱点を持ちながらも、この方法は簡便なため、戦後相当期間各地でみられたし、現在でも仮設的な意味あいの使用例はある。転倒ゲートやラジアル式のゲート等ゲートを人為操作または機械操作によって水位を一定に保とうとするいわゆる操作式施設が、土地改良事業に対する投資限界の上昇にともなって、各地で採用され始めた。昭和30年代中期頃からは、この傾向がさらに強まってきた。この方法は、基本的には機側操作であるため、操作そのものは確実に行うことができるが、異常出水に対しても完璧に操作を行うためには、46時中操作する者を張りつけておかなければならず、また水路内を流下するゴミの影響を排除できないなど、改善の余地を多く残していた。

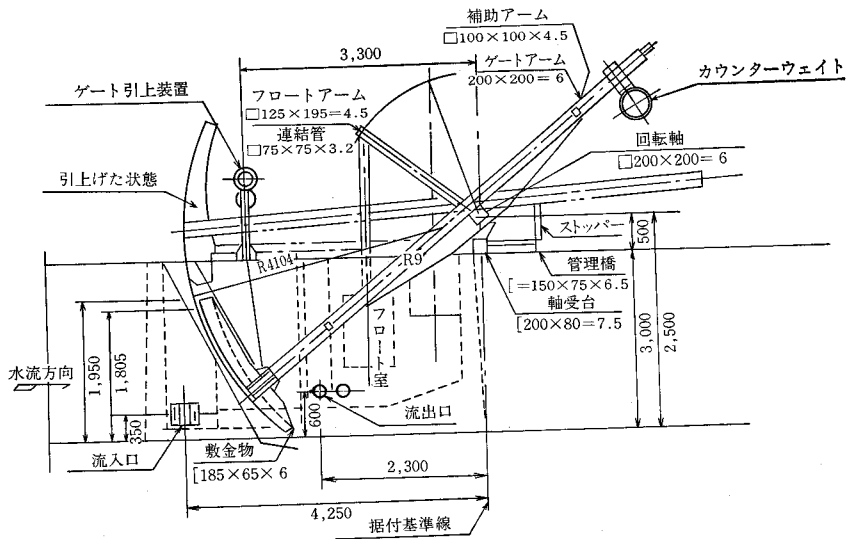
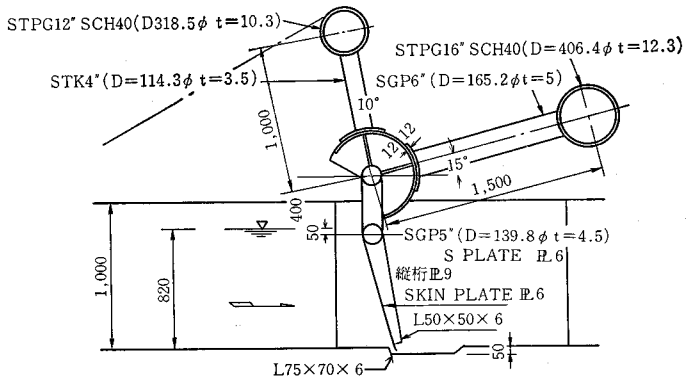
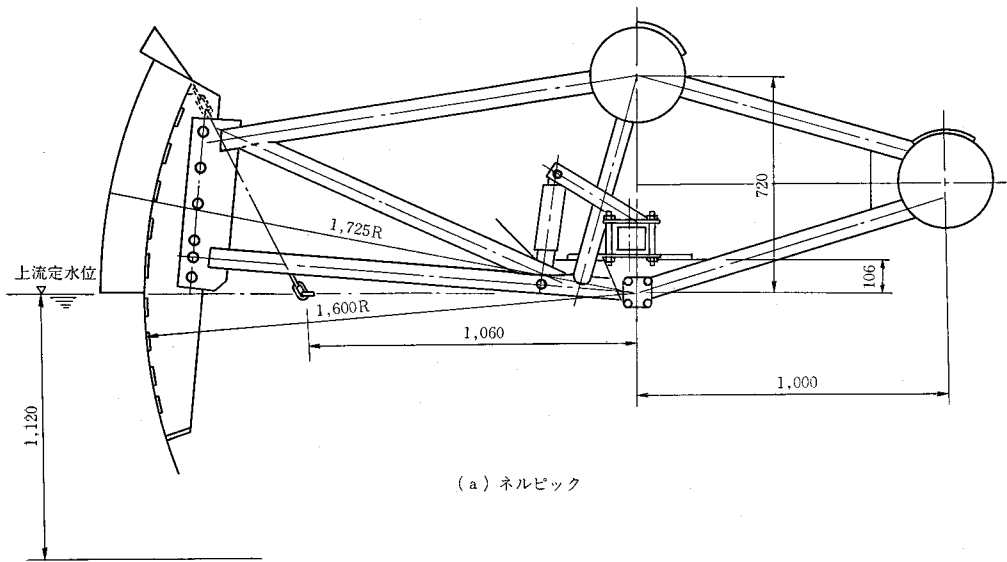
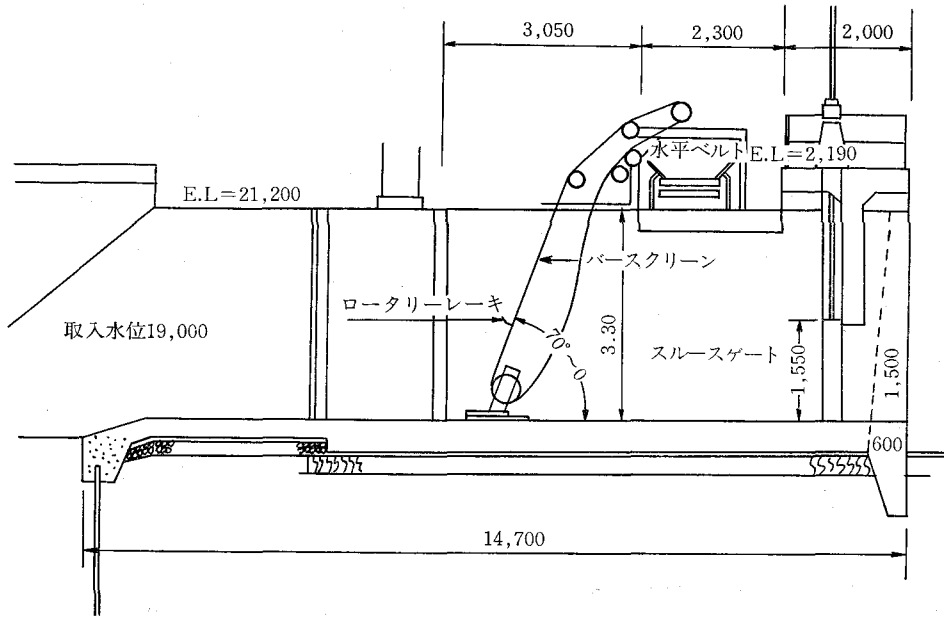


図-6 水位自動調整装置の例



図一七 除じん機の例 (県菅田地区)

水位調整装置が具備すべき条件は、時代的要因を完全には無視できないが、一般には、①高精度の自動制御が可能であること、②ゴミによる機能低下を来さないこと、③出水時を含めた制御範囲が広いこと、④経費が安いこと、等である。

操作式の欠点を補う方式として登場したのが、ネルビック社のアミルゲートである (図一六(a))。このゲートは愛知用水事業で脚光をあび、その後各地で数多く採用された。このゲートは、自動的に水位を所定の位置に維持するもので、ゲートの上下流の水位差から生ずる浮力機構と重しとのバランスでこの目的を達しようとするものである。このタイプも、構造上ゴミの影響を完全には排除できないし、費用も割高感を与えるなど、新たなタイプの開発に期待が寄せられていた。その後いろいろなタイプが開発されたが、そのいずれのタイプも未だ未だ改善を要する。水位自動調整装置の例を図一六(a)~(c)に示す。

(イ) 除じん機

分水工等の施設が装置化され、末端にまで及ぶに従ってゴミ処理は非常に大きな課題になってきている。フェンス等の設置によって開水路内へのゴミの投入は、かつてより少なくなってきたにはいるが、開水路に流入している排水流入工から流入するゴミの流入防止にまでは手が届かないこともあって、ゴミの流入は依然として多い。

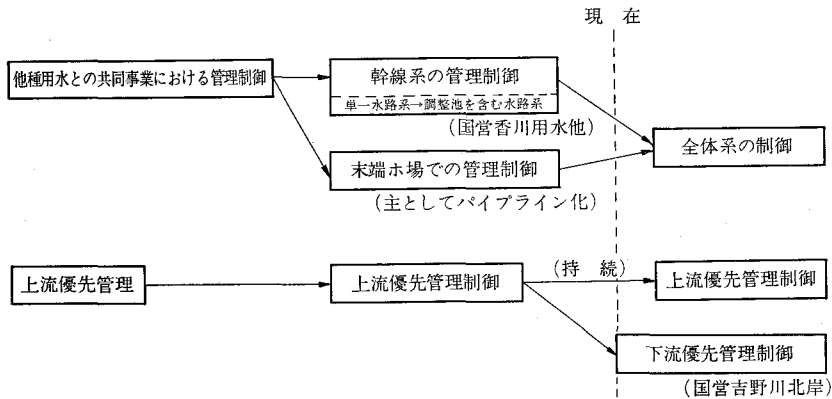
かつてのスクリーンとくま手によるゴミ処理は、労力事情や分水工等の装置の近代化傾向によって非現実的な方法となりつつある。最近では、スクリーンの構造やゴミの取出しおよび搬出機構に工夫が加えられ、新たな形

式の除じん機が開発されてきている。しかし、決定的なものではなく開発途上にあるものと思われる。除じん機の一例を図一七に示す。

(iii) 管理制御

開水路系における管理制御は、開水路自体がそれなりの歴史を有するものが多く、このため水管理の秩序、つまり上流優先の慣行が形造られている場合が多い。しかし、我が国経済の発展に呼応した水需供のひっ迫が、従来比較的抵抗なく行なってきた余裕のある取水に制限が加えられ、従来の水利慣行による管理では、末端に用水が届かない事態を生じるようになってきた。一方、ホ場整備事業の実施を契機とし、受益農民のあいだに末端ホ場での水管理の合理化への志向が高まってきた。このような状況を背景として、管理制御のシステム化と高度化が図られてきた。管理制御の発展過程を図一八に示す。

この図が示すように、制御システムは幹線系における他種用水との適正配分の必要性からスタートした。その後幹線系においては、前述したように水資源のひっ迫が深刻化するに従い、また他の要因も加わって、農業単独事業でも管理制御がシステム化されるようになり、とくにこの数年ピッチがあがるとともに、支配規模が大きくなってきている。一方、末端ホ場では、水田を中心とする整備が進み、パイプライン化による水管理の合理化が顕著になってきている。しかし、現時点では全体系を完全にシステム化するまでにはいたっていない。なお、現在のシステムのなかで開水路系における制御の方式として、下流水位一定制御方式が取り入れ始めている点は、大いに注目する必要がある。下流水位一定制御方式



図一 8 管理制御の歩み

は、いわば上流優先取水に対座する方式で、下流優先となるため、従来の慣行とは異なるものである。また、全体系のなかに、水管理損失の軽減と管理制御の弾力性を得るため、調整池の適正な配置を含めた系に関する研究が進められている。調整池は、非定常的な流況を、水管理損失の軽減等機能目的に即して、合理的に吸収できるなど水管理上大きな役割を担っている。

(b) パイプライン工

農業用水の送水、配水的手段として、パイプラインシステムを用いる事例が最近とくに目立って多くなってきた。この背景として畑地の基盤整備の促進という政策的な側面も考えられるが、水路用地の取得難、大型耕作機械の走行、水質汚染および農業労働力の質、量両面の低下など農業をとりまく環境の変化や農業経営構造の変化がパイプライン化に拍車をかけてきたものと思われる。とくに、パイプラインシステムは、従来の開水路方式に比べて送水、配水の制御の合理化の手段として有利で、しかも施肥や薬剤散布等多目的利用ができるなど水利用を軸とする農業経営の近代化に結びつく点が重視されているものと考えられる。

パイプライン化は、その歴史が浅いにもかかわらず、成長著しい。パイプライン化の歩みを事業化された形態に沿って時系列的におおよその整理をすると図一9になる。

幹線系においては、単純な系から複雑かつ大規模な系に向けて、また末端ホ場では、水管理を中心として営農面での近代化を志向しているといえよう。現時点での主要な事業におけるパイプライン化の状況を要因別に示すと表一1のようになる。

(i) 管路系

*1) 中村良太; 用排水系操作基本諸量の詳結合即理論の実際の系への適用-用排水系の非定常的な管理操作の構造について (II), 農土論集, S. 51. 10, 他

パイプラインは、その主体をなす管路部分のほか、取水施設、揚水、加圧施設、配水槽、調整池、分水施設、通気施設、安全施設、調整池および管理制御施設などが適所に配置され、それぞれの施設がほぼ同じレベルの機能性や安全性を有することによって、組織としてのパイプラインの機能が発揮されるものである。

パイプラインは、路線計画上の自由度が高く地形的な制約をあまり受けないという利点があるため、路線選定に関する課題は少ない。

パイプラインの形式を機構上、系として分類すれば、オープンタイプとクローズドタイプに大別され、さらにクローズドタイプを完全クローズドタイプとセミクローズドタイプの3つの形式に分類される(図一10)。

パイプラインの系としての発展過程の特徴は、大規模な全体系を一気にパイプライン化した事例もないわけではないが、全体の流れとしては、末端ホ場の小面積を対象としたクローズドタイプから、一つの系の面積が徐々に拡大していき、さらにこの系が複数に発展して大規模化されていく過程を迎える一方、全体系のなかで幹線系をオープンタイプのパイプラインとする事例が示すように、パイプライン化が末端ホ場での系と幹線系とで、それぞれ配水系と送水系として別々に行われてきたことがあげられよう。クローズドタイプでの支配面積は、30~50ha程度が適当とされているため、全体系として大規模化されていく過程では、いわゆるセミクローズドタイプがとり入れられた。系としての考え方として、支配面積の大きいクローズドタイプの系をシビアな情報収集と制御によって発展させていこうとするものと、パイプラインといえども系のなかに余裕を十分持たせるため、適切な調整池を設けようとする考え方に大別できる。地形的な制約が当然加わるので、いずれか一方のみに限定した計画は現実的ではないが、営農の複雑化や多様化傾向を考慮すると、調整池の機能を十分に評価した系が有

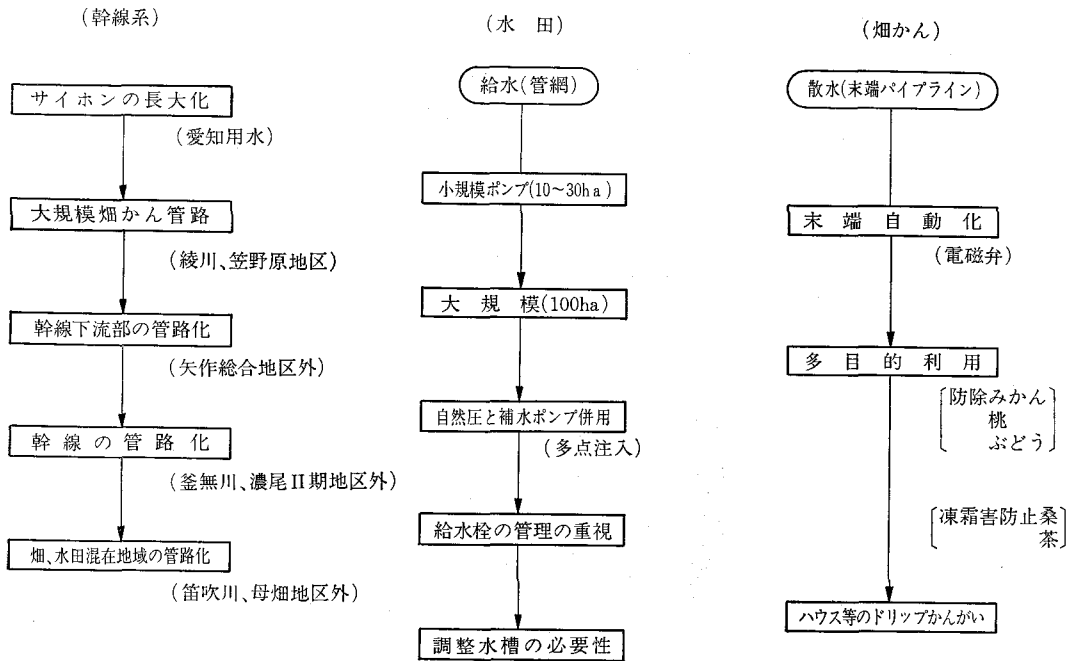


図-9 パイプライン化の歩み

表-1 パイプライン化の現状

種別	事業区分	地区数 (A)	パイプラインの実施地区数			パイプライン化率 (B/A)×100	パイプラインシステム採用の理由						計
			地区全体	地区の一部	計 (B)		散水かんがい	水管理の合理化	地価高	水質確保	*建設コスト	その他	
国営	かんがい排水	81	16	19	35	43.2	10	21	8	6	9	16	70
	農用地発	43	13	5	18	41.9	14	10	1	—	6	4	35
県営	かんがい排水	483	66	26	92	19.0	23	64	8	5	36	16	152
	農用地発	107	10	5	15	14.0	8	5	—	—	5	1	19
	畑地帯総合土地改良事業	129	51	14	65	50.4	63	34	—	1	9	—	107
	ほ場整備事業	844	143	58	201	23.8	9	176	7	11	50	73	326
計		1,687	299	127	426		(17.9%) 127	(43.7%) 310	(3.4%) 24	(3.2%) 23	(16.2%) 115	(15.6%) 110	(100.0%) 709

(54.11. 設計課調べ)

- 注 1) 地区数は昭和54年度時点での事業実施地区数
 2) パイプラインシステム採用の理由は、2つ以内の項目の選択という形式で調査した。
 3) *は建設コストが地価以外の要因が大きい場合を示す。

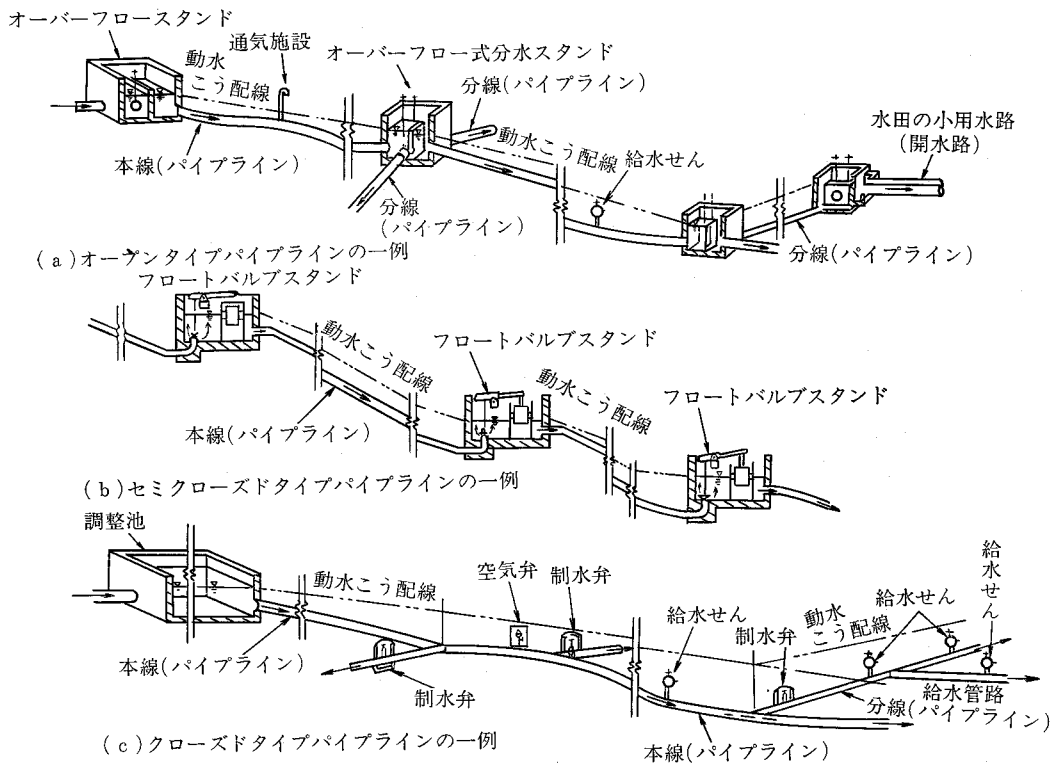


図-10 パイプラインの形式（機構上の分類）

表-2 農業用向け管使用実績

（単位：千トン）

管種	年度										摘要
	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	
塩化ビニール管	25	27	31	40	38	30	30	34	37	44	
石綿セメント管	26	22	19	20	18	12	15	18	19	20	
ヒューム管	196	237	261	269	246	234	207	209	255	283	
P C 管	22	28	35	46	54	57	92	73	80	128	
ダクタイル 鋼管	5	3	4	5	5	4	7	9	17	18	
鋼管	0	1	3	6	7	6	5	6	10	15	
強化プラスチック複合管	—	—	1	1	3	3	4	6	6	10	

- 注 1) 上表は関係協会、メーカーから提出されたデータをそのまま集計したものである。
 2) 集計単位をトン表示としているが、各管種ごとの単位長当りの重量が異なるので、このまま延長対比はできない。
 3) ヒューム管には送水以外の農業用向けの使用実績も含む。
 4) ダクタイル鋼管及び鋼管は異形管を含む。

力になるように思う。

(ii) 管体

管体に要求される耐圧強度も当初は外圧条件が、管種を選択を左右したため、RC管の使用が比較的多かったが、パイプライン化が進むとともに、内圧条件によって選択されるケースが多くなってきた。これに伴い、管種

もPC管、石綿管、ダクタイル管、鋼管等耐内圧強度の大きい管が内圧の大きさに応じて使用されるようになった。末端ホ場では、塩化ビニールタイプ等石油化学製品としての管が使用されているが、これらは管の低コスト化と施工の容易さ（冷結継手など）等によって、一種の寡占状態を呈している。上述したいわゆる在来管に加え

表-3 口径による単位断面当りの価格

区分 径	断面 面積	PC管 (内圧3種)			鋼管 $\ell \cdot 6,000$		
		$\ell \cdot 4,000$		A断面当り 単価	鋼管		B断面当り 単価
		1本当り単価	m当り単価		1本当り単価	m当り単価	
m/m	m ²	円/本	円/m	円/m ²	円/本	円/m	円/m ²
ϕ 500	0.196	48,300	12,075	61,607	97,750	16,292	83,122
1,000	0.785	123,000	30,750	39,171	229,980	38,330	48,828
1,500	1.767	269,000	67,250	38,058	468,410	78,068	44,181
2,000	3.142	463,000	115,750	36,839	856,660	142,776	45,441

(54.11. 設計課調べ)

て、昭和46年に強化プラスチック複合管が出現した。軽量という特長を生かして、在来管の搬入が困難な場所での施工や軟弱地盤等足場の悪い個所での施工に有利に用いられている。農業用向け管の使用実績を表-2に示す。

管径が2,000mmを越す大型管の生産が、とう性管、不とう性管双方の管で一般化してきた。管径が大きくなれば、単位内径当りの送水量が大きくなるのは当然として、管の価格も下らなければ、使用者にとって大口径化のメリットは少ない。現在の市場価格をベースに代表的な管種について、口径と価格の関係を表-3に示す。この表によれば、現在の製管技術の面よりは、むしろ生産コストの面で、大口径化の限界を示しているとも言えよう。

JIS化は、製品の品質確保に大きく貢献した。管の分野でも例外ではなく、製品のJIS化と工場のJIS指定によって、管体自体の品質は確保されたこととみてよいであろう。しかし、管の継手部は、パイプラインにおいて、技術的に課題の多い部門である。溶接継手は、継手部の強度としては十分としても、ラインとして柔軟性を欠く点にどう対応するかという問題点を指摘できるが、とくに継手部の課題としては、主として不とう性管における継手の耐圧強度が管体自体のそれに比して小さい点をどのように改良していくかであったし、依然として今後の課題でもある。管体と継手部の耐圧強度の差があればあるほど、ラインとしての経済性は損われる。メーカーサイドでもこの部門の研究、開発に力を入れ、この差幅の縮小に向けて改良が加えられてきたが、まだまだ改良の余地を残している。ゴム輪継手の機能維持には、ゴム輪の圧縮率に偏りを来たさないこと、離脱防止ができる構造であること等が大変重要である。表-4に不とう性管の1つであるPC管の継手部の改良過程を示す。

(iii) バルブ

バルブは、パイプラインの所要の機能を確保するために不可欠の附帯施設で、用途により放流用、シャ断用、制御用、安全管理用その他に、分類される。このうち、パイプラインの通常機能の維持に重要なバルブとして、制御用バルブと安全管理用として用いられる空気弁をあ

げることができる。

制御用バルブは、流量調節や圧力調整の機能を持つもので、電気、油圧等の外力によって駆動するバタフライバルブ等や、フロートまたは管内の圧力バランスで作動するいわゆるオートバルブなどがある。農業用パイプラインでは、路線上にバルブスタンドを配置し、フロートバルブによってスタンドの水位を一定範囲に保ついわゆるセミクローズドタイプが多く用いられてきた。とくに、自然落差を地形に沿って利用した管路系では、この形式の採用により圧力調整がほぼ完全で、構造が簡単ならうえに保守管理に手数が少なくて済み、また比較的耐久性に富んでいることによるものである。地形が急峻で、変化に富んだ地点では、通常何らかの減圧調整を必要とする。上述のスタンド形式は、分木工の機能を兼ねる場合や、地形が比較的緩い一定の傾斜をなしている場合の減圧に効果的であるが、分木工を兼ねず、また地形が急峻な場合には、スタンド形式の減圧施設では経費がかかり過ぎるきらいがある。このような系においては、キャビテーションの発生が少ない低コストの減圧バルブが有効である。とくに、キャビテーションは、材料の劣化の最大の原因でもあるので、極力その発生を防がねばならない。スリーブバルブは、キャビテーションの発生が少なく、従って騒音の少ないバルブとして登場したが、パイプライン化の弾力性を強めていくことになろう。

空気弁は、管の安全確保に大変重要なバルブである。農業用水には管理上空気混入は避けられないのが実態である。従って、管内に滞留した空気を速やかに排出するために、適切な位置に空気弁を設置する必要がある。最初のころは、とくに空気弁の位置の不適切や量的な不足によって、管の破裂等の事故が数多く発生した。これらの事故の教訓、かつ、空気弁の適切な位置として次の各点をあげている。すなわち、①路線中の高位部（凸部）、平坦部から下り勾配に移る点など空気のたまりやすい場所または空気を吸入しやすい場所、②水槽から管路への流入口の直下流等圧力低下を生じやすい箇所、③制水弁の中間に凸部がないときは高い方の制水弁の直下、④路線の起伏のない直線区間でも、延長が大きいときは数百m間隔。

表一４ PC管の継手構造の変遷 (PC管協会提供)

項目	期間	回転式	滑動式
基本形	1960～1970		
	1970～現在		
離脱防止装置 (一般形)	1965～現在		
	1975～現在		
	1970～現在		
	1970～現在		
離脱防止装置 (メカニカルタイプ)	1965～1974		
	1975～現在		

バルブ類にとって最大の敵は、用水に含まれる微細な砂や浮遊物である。農業用水からこれらの小異物を除去することは、農業用水として必要以上の水質を要求することにもなり、かつ農業投資の限界を極端に低下させるなど、非現実的である。従って、これらの小異物を許容した施設計画は、とくにバルブ類にあっては大変重要な課題である。パイプラインの歴史は浅いこともあって、バルブ類の耐久性を正確に見極めることができない。正確な耐用年数の把握と耐久性の増強に対する努力が必要である。

(iv) 水管理制御施設

バルブ類の構造、機能が改善され、流況検出の精度を含めた制御技術は、近年高度に進歩したが、このことは水管理を合理化し、営農改善を図るため用水システムをパイプライン化しようとする動機をさらに強めることとなった。そもそもパイプライン内の流況の制御は、それ自体、開水路に比して有利な点を持っているうえに、制御技術が高度に発達したことによって、パイプラインシステムそのものが、すでに制御を伴ったシステムと見なせる段階にきている。パイプラインは、初期の段階から施設の設備内容が高度化したものが多く、水利施設自体が素朴な構造で、人力による操作を主体とした管理は少なかった。農業用水の使用形態が複雑多様化し、またホ場整備に伴う水田ホ場でのパイプライン化が顕著になるなど、管理制御の手法も近年一段と複雑さを増してきた。これに伴い制御技術もポンプやバルブの自動運転をはじめ、畑地かんがいにもみられる末端散水の自動化から、ミニコンを装置した水系の総合集中管理にいたるまで、その対象、内容に応じた制御を可能とした。つまり、制御技術水準そのものは柔軟性に富み非常に高いレベルに達しているといえよう。課題は、それぞれの管理主体、営農形態に応じた適当な制御レベルをどの点にセットするかということであろう。

2. 施工

施工面では、作業の機械化をあげることができる。昭和30年前後から土工機械の大型化が進み、土の大量移動が容易になっ

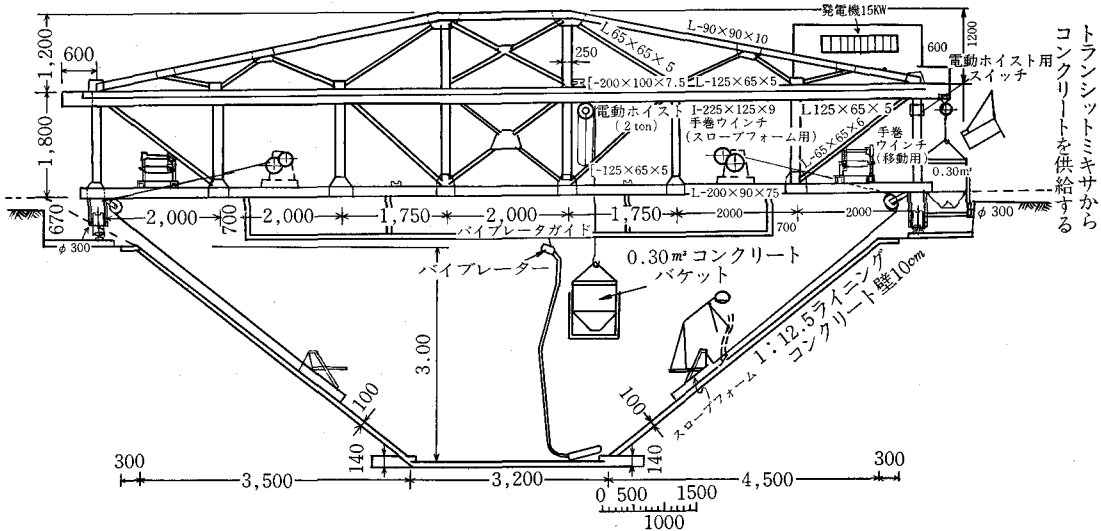


図-11 スローホーム構造図(両ノリ面打設)の1例

た。水路工においては、大断面の長大水路に威力を発揮した。一方、小型の掘削機械の製作も、ホ場整備事業等末端ホ場の整備の進展に伴い、行われ小水路の掘削作業の効率化に寄与した。

水路本体工では、特殊型枠の開発が注目された。薄いコンクリートライニングのコンクリート打設に用いられたスローフォーム(図-11)、スライドフォーム、また現場打ち長大サイフォン工に用いられた移動式スチールフォーム等をあげることができる。これらは、工事費の低廉化、工事の迅速化に大きく貢献した。コンクリートは、昭和30年代前半までは夫々の現場にプラントを設置して製造されたが、30年代後半から生コンクリートの生産体制が整い始め、最近ではダム現場等特殊な工事現場を除き、殆んど生コンクリートが使用されている。生コンクリートの品質も当初は工場によるバラツキが大きく、トラブルを起していたが、これも製品のJIS化や工場のJIS指定によって殆んど問題がなくなった。

所定の工期内に、所定の品質と出来形を確保するため、土木工事施工管理基準^{*1)}が昭和50年10月に定められた。いささか遅きに失した感がないわけではないが、これによって、施工管理の手法や管理基準値等管理の目標値の設定等施工管理の体系化が図られた。水路工においては、品質管理、出来形管理等夫々の部門で、必要な規定がなされているが、就中、パイプラインの継手部の施工については、関係工種の所要の精度を規定することによって、必要な継手間隔を確保し、Oリングの適正な圧縮率を維持することとし、パイプラインがいわゆるラインとしての機能を高めるための注意が払われている。

*1) 構造改善局制定; 土方工事施工管理基準

3. 設計手法等

設計基準は、農業土木技術の集大成的な内容を持ち、かつ、この基準にもとづいて土地改良事業が実施されているため、設計基準制定の歴史が農業土木技術の発展の歴史とみることができる。水路工の設計基準は、昭和27年(この頃が設計基準制定のスタート時期である)に初めて制定され、昭和45年に1回目の改定を行い、現在2回目の改定準備を進めている。水路工の設計基準は、他の工種を含めた共通の事項を取扱っていることもあって、大変重要な設計基準であるが、開水路工を中心としていわば在来技術の体系的な整理を主たる内容としている。合理的な水管理制御における水理設計や施設設計を含め、新たな部門の技術は現在改定準備を進めている2回目の改定に反映されることになる。

パイプラインの設計基準は、水路工その2として昭和48年に初めて制定され、昭和52年に早くも1回目の改定をみている。このことは、パイプライン技術の歴史が浅く、いわば手探りの状態でパイプライン化が進められてきた事実を物語っているといえよう。この基準は、現時点で最先端の技術基準といえるが、耐震設計手法に課題を残している。内容的には最近の、①パイプラインの長大化、大口径化、高圧化などの利用技術の高度化、②新しい管種の普及、製管および塗装技術の進展、③水理解析手法の進展、④構造設計手法の進展、等を背景として作成された。開水路における水理現象に比べてパイプラインにおけるそれには、未解明の部分が多かった。このため、当初のパイプラインでは不測の水理現象が原因で、管の破裂といった事故が続発した。また、末端ホ場

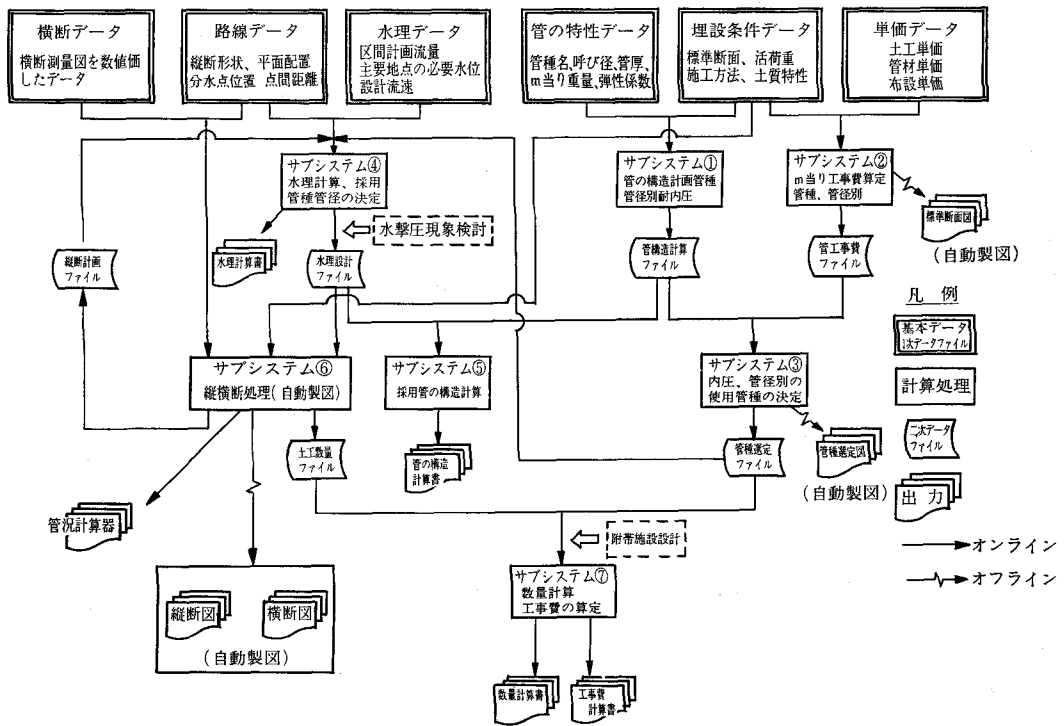


図-12 パイプライン自動設計の手順

では、圧力不足により所要の水量が確保できなくて問題化した事例も数多く報告されている。しかし、これらの事象も昭和40年代後半にかけての多方面の研究^{*1)}により、適切な対応が可能となった。

コンピューターの出現は、多くの分野に図り知れない影響を与えた。水理解析手法の進展に大きく寄与したのを始め、構造計算の分野における省力化、積算体系の合理化等に多大の貢献をした。かつては水理計算、作図等は手計算で行われ、これを少しでも省力化するために水理計算図表^{*2)}、標準設計^{*3)}等図表化が行われた。この間の努力は高く評価されるが、これらも省力化という領域を越えるものではなく、新たな分野の開発の手段とはなり得なかった。コンピューターの利用技術が発展するにつれ、設計手法も大きな変化を示してきた。すでに述べたように、技術計算は勿論のこと、積算部門も極く一部の工種を除いて電算化を実施し、県営事業等にまで普及してきている。今後は図化を本格的に行わせると同時に、路線選定→水理設計→構造設計→数量計算→積算→作図という一連の作業を、少数の入力条件を与えることによって一気に行ういわゆる自動設計手法の開発を急ぎ

現実のものにする必要がある。もっとも、この手法がすべての工種に適用するためには、積算面におけるいわゆる複合単価システムの採用、構造物の思い切った標準化等が前提となる。現在開発を進めているパイプラインの自動設計のトータルシステムを図-12に示す。

4. 排水路工

排水路は、送水の目的が異なる点を除けば、用水路と極めて類似している。従って、排水路工における技術の発展過程も用水路に似た側面を持っている。その中で特徴的な事項は、①排水路の断面は台形が多く、ライニングはかつての無ライニング水路からライニング水路に移行しつつある。この場合でも、排水路の使用頻度や投資限界の見極めが、ライニングを行うかどうかのベースになっている。勢い、ライニング形式もより廉価な形式を求める傾向が強い。②排水路系としてのシステム化の必要性が認識され、組織的な制御システムの設置が増加しつつある、の各点をあげることができる。排水路系のシステム化については、4.排水施設を参照されたい。

*1) 白石英彦, 岩崎和巳; 数値モデルによる管水路系の非定常現象の解析, 農業土木試験場報告第11号, S. 48. 3, 他

*2) 中原通夫; 水理計算図表, アテネ出版, S. 37

*3) 農林省農地局; 鉄筋コンクリート標準設計, S. 45. 10 (S. 53. 4 改定)

4. 排水施設

中村和也*

目次

はじめに……………(58)	2. 機械技術の進展……………(61)
1. 排水技術の展開過程……………(60)	3. 土木施工技術の進展……………(66)

はじめに

土地改良の工種の中で、とりわけ排水は、予測しがたい自然現象の制約をより強く受ける工種である。古来、排水は、自然に対する挑戦の過程で逐次その技術を集積してきたと考えられる。成功と失敗のくりかえしの中で、その時々ででき得るかぎりの努力がはらわれ、その努力の結果として技術の進展があった。また、その時々々の技術、経験の範囲内で、可能な限りの挑戦を試み、自然環境にさからわず、それへの適応を図ろうとする計画理念も定着していった。戦後の排水改良の技術はこの過程の延長線上にある。戦後における土地改良と排水技術のあゆみを振り返るとき、新潟県新川流域の排水改良事業にその典型をみることができる。この事業が実施された新川流域は、その大部分の面積を西蒲原平野が占め、今日、日本でも有数の穀倉地帯として知られている。もともと、この流域は、信濃川のデルタ低平地帯であったものが、信濃川の河川改修事業によって、独立した流域となったもの（信濃川に対して内水化した流域）である。現在、縦横に走る排水路や点在するポンプ場群に、先覚者のたゆみない努力のあとがうかがえる。

この流域における土地改良は、まず信濃川を治めることが、その第一段階であった。すなわち信濃川のはらん地帯であったこの地域を、外水（信濃川の水）による洪水の脅威から開放することであった。従って、信濃川の改修工事そのものがこの地域にとって、土地改良であった。図一に示す信濃川、中の口川の堤防の築造、大河津分水路の開削による信濃川の洪水の日本海へのショートカットなどの河川改修工事及び、これら河川工事によって内水化される新川流域の排水のための新川の開削（図一に示されている新川は新規に開削されたものである。）によって、この地域は常習的な洪水の恐れから一応開放された。蛇足になるが、新川の開削工事において、西川との立体交叉（暗渠）になみなみならぬ努力が払われたと言われている。しかし、この期の排水の考え方は内水排除（新川の排水）を新川による自然排水に

ゆだねることとしたため、流域内の湿田（湿地も含くむ）を半湿田ないしは乾田化し、より高い土地の生産力を確保するにはいまだ十分ではなかった。ここに、土地改良の第二段階がひきつづき登場する必然性が残されていた。

時あたかも戦後の食糧増産施策による国家的な要請と重なり、この地域の土地改良の第二段階ともいふべき、国営新川第一期事業が、この期（昭和22年）に発足している。

開発の順序からみて、当然のことながら、第二段階の目的すなわち国営新川第一期事業の目的は、流域内の地形条件の差（主として高低差）によって生じる自然排水機能の地域差を解消することであった。そしてこの段階で、ポンプによる大規模な排水改良事業が仕組まれることとなった。今少し詳しく述べると、新川下流域には、その上流域の排水が大通川を通じて流入し、これが依然として自然排水を阻害する外水として残ったため、下流域におけるこの外水を防禦する対策が実行されなければならなかった。この外水防禦の対策としては、第一段階において、信濃川の河川改修工事とった方法と同様に、この場合も新川に堤防を築いて外水の浸入を防ぐほか、同時に、その堤防によって隔絶される地域の内水はポンプによって外水側（新川）に排除するしか方法がなかったからである。

このような対策の実施によって、第一段階でそれ自体が巨大な輪中を形成した新川水系流域は、内部の土地利用をより高度なものとするため、さらに小規模な輪中をその内部にもつこととなった。

一般的に、「限られた技術によって自然に適応する術は、自然がもつ強大なエネルギーに対し、それを分散する方法が得策である。」と考えられている。平たく言えば、当たりを軟らげて自然に適応することである。新川第一期事業でとった方策は、ポンプで対応できる限度（当時におけるポンプ技術で対応できる限度）を考慮して、下流低平部をいくつかの排水ブロックに細分し、この地域への洪水の集中を分散させる方法であった。

洪水を集中して受けるか、分散して受けるかはその時

* 構造改善局計西部事業計画課課長補佐

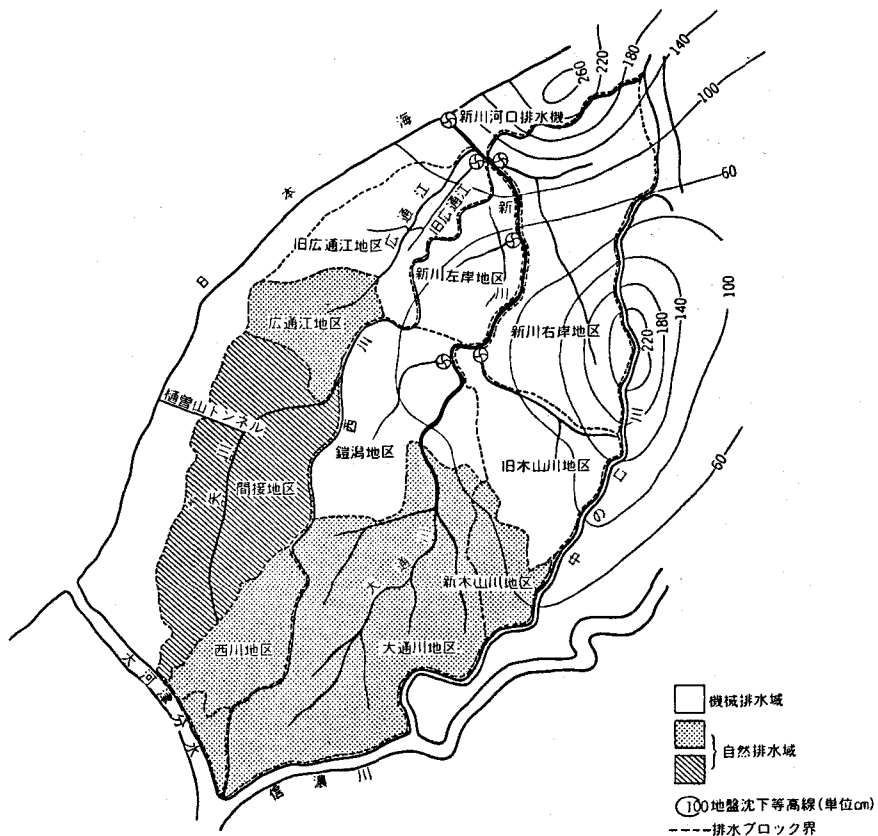


図-1 新川水系流域

々の排水施設の技術水準にのみよって決められるものではなく、事業の経済性等その他の要素も加味されなければならないが、いずれの方式をとるかは、排水計画上の大きな命題であり、その検討の条件としてその時々技術水準がかなり大きなウェイトを占めることにはちがいない。新川一期事業は、小規模な輪中方式による開発手法をとった。

農地開発の色彩が極めて強い第一段階の排水改良事業（信濃川の河川改修事業）を経て、農地のより高い生産力の確保を指向した第二段階の排水改良事業（国営新川第一期事業）へと、輪中の細分化の形をとりながら、新川流域の土地改良事業は進められていった。

ところが、一期事業の実施途上で困った事態が顕在化した。古くからこの地域は天然ガスの産地として知られていたが、天然ガスの採取の際、汲み上げられる地下水（水溶性天然ガスのため、地下水を汲み上げて天然ガスを分離採取する）が原因となって、信濃川下流域の地盤沈下が進行し、特に新川下流域のポンプ排水地区に影響が表われた。排水計画は、一般に受益地域の最低田面の高さを基準としてすべての排水施設の諸元が定められ、最低田面の高さを重要な計画数値の一つとしている。地盤沈下はこの重要な計画数値の変更を余儀なくした。特

にポンプ排水地区（下流輪中地域）ではこの影響が大きい。日本海に吐出する新川の河川水の高さは地盤沈下に関係なく変わらないから、地盤沈下によって最低田面の高さが低くなれば、その低くなった高さの分だけポンプの揚程が大きくなり、結果としてポンプの排水能力の低下を生じる。

一方、新川の堤防も同時に沈下しているから、堤防の余裕高さも不足する。このような事態に対処するため、国営新川第二期事業が一期事業の施行途上で新たに発足した。（昭和42年）

地盤沈下に対しては、その原因を究明して、できる限りその進行を抑制する処置（地下水の汲み上げ規制、汲み上げた地下水を再び地下へ圧入還元するなど）をとる必要があることはもちろんであるが、すでに沈下した地域の排水対策は、その沈下量（大きいところで2.2m）からみて、ポンプに頼る他はなかった。

この場合、小輪中ごとに対策を講じるか、それとも新川水系全体として対策を講じるかのいずれを選ぶかが、二期事業の基本的な課題となった。すなわち分散方式（前者）か、集中方式（後者）かがここでも命題となったのである。新川二期事業は後者すなわち集中方式を選んだ。そして新川河口に大排水機場（口径4,200mm×

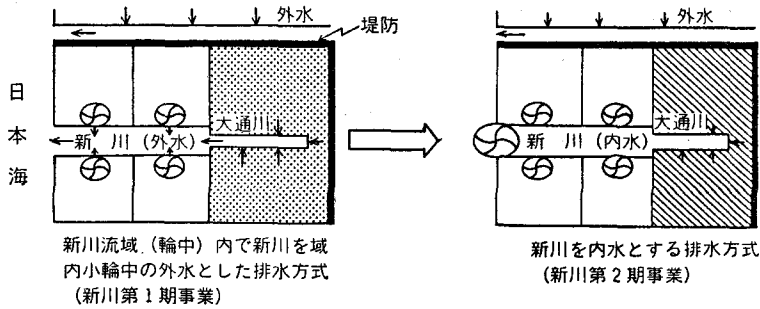


図-2 排水方式の変せん

6台、 $Q=240\text{m}^3/\text{sec}$) を設けることとした。河口の大排水機によって、新川の水位を、地盤沈下の沈下量だけ下げれば、それぞれの小輪中のポンプの揚程が当初どおりとなり、また堤防も同様に必要な余裕高さが確保できることとなる。

新川水系流域は、その河口に大排水機場をもつことにより、全域内水化されることとなった。そして、排水技術の面でもエポックとも言うべき超大型のポンプ（口径4,200mm、チューブポンプ6台、 $240\text{m}^3/\text{sec}$ ）の完成をみた。

またさらに、内水化によって、分散化していた流域内小輪中は、流域の内水位、すなわち河口排水機によって制御される新川の水位に対応して、連带的に排水行動をせざるを得なくなり、河口の排水機を中心とした結合力の作用を受けることとなった。このため、河口の大排水機場を要とする排水制御システムが組まれている。排水制御システムは、このような新川水系全域の内水化あるいは集中化の帰結として登場するわけであるが、同時に、数多く存在するポンプ場のうち主なもの17カ所を対象とする集中管理方式（無人化して中央管理所で遠隔制御するものA級機場、一人制御として制御情報を中央管理所から指示するものB級機場など）による機場の運転、保守の合理化も目的としたものであった。

なお最近では、第三期事業とも言うべき、広域排水計画が検討されている。この計画は、農地防災を目的とするもので、従来の計画基準値をレベルアップするものである。

このようにみえてくると、排水技術は、その時々社会的な強い要請を受けて飛躍的に進展する時期があって、その展開過程に跳躍台に相当する部分を持ち、段階的に進展していくものと考えられる。そして、跳躍台に相当する部分は、社会的な強い要請の中で、排水を集中的に受けとめるか、分散して受けとめるかを安全性、経済性の面から極限まで検討する場合ではないかと考える。これがまさに自然への挑戦であるとも考える。

このような観点から、まず、排水技術が展開して行く仕組みを、排水の必要性（社会的要請）、排水施設の機

能、排水技術の三つの要素の相互関係で整理し、このような仕組みを念頭に、機械技術、土木技術の両面から過去から現在までの間エポックとなった排水技術をひろってみたい。

1. 排水技術の展開過程

排水技術は、図-3に示すように、排水の必要性又は社会的要請というはたらきかけを、排水技術が受けとめ、その応答あるいはリアクションとして展開すると考える。はたらきかけは、排水施設の機能の拡充あるいは改善といった形で事業計画面に直接的に作用し、事業計画の検討の中で具体化されて、排水技術の面に要請される。排水技術は、具体的な要請に、研究、開発で対応し、その結果を応答あるいはリアクションする。この一連の行為によって、排水施設の機能の拡充、改善が行われ、排水施設の機能の水準が押し上げられる。

従って、排水技術は、その技術がもつ公共性によって当然のことではあるが社会的要請の展開すなわち社会開発の過程と歩を一つにして展開していくものであると考えられる。たとえば、はたらきかけを受け、跳躍台に相当するのが排水の技術革新であると言える。

社会的要請を終戦直後から現在までたどってみると、大きく三期に分けられる。すなわち、その第一期は終戦直後から昭和30年代中頃までの食糧増産時代、第二期は第一期の終りから昭和40年代中頃までの農業基本法に言う農業の選択的拡大、端的に言えば労働生産性の向上の時代、そして第三期は第二期の終りから現在までの米過剰を中心課題とする農業再編成の時代で、農地の高度利用あるいはその前提となる汎用農地化の時代である。

このような社会的要請に対応させて排水の必要性を考えると、第一期では、図-3に示した㉗と㉘すなわち、洪水防御、干拓、乾田化がその主要な内容であり、基幹排水施設の整備が主体である。また、第二期では、㉙すなわち地耐力の確保がメインテーマとなり、末端は場レベルの排水施設が主体である。この場合は区画形質の変更、交換分合による農地の集団化と併せてその整備が行われる。さらに第三期のテーマは、㉚、㉛すなわち土壌

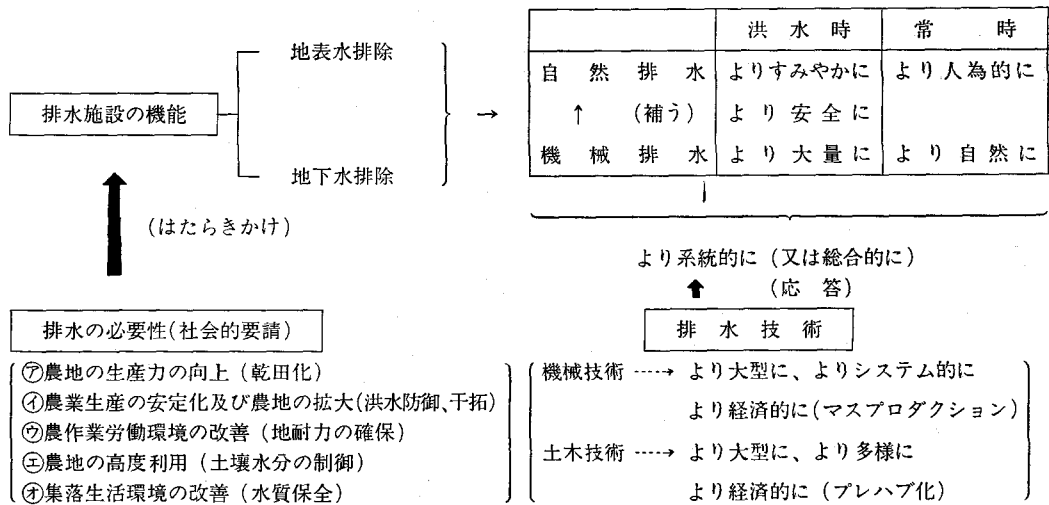


図-3 排水技術の展開の仕組み

水分の制御、水質の保全であり、排水施設のより総合的な整備が必要とされる。

排水施設の機能の面及び排水技術の面では、第一期では洪水時における排水施設の機能確保が主要な部分を占め、よりすみやかに、より安全に、より大量に排水処理が行えることが要求され、排水技術もより大型を指向する。

第二期では、常時排水が主要な部分となり、いわば面的な広がりをもった排水施設の整備が主体となるため、排水技術は、より経済的な施設の工法等の開発を指向する。排水施設の標準化(標準設計、製品の規格化など)によるマस्पログクシオン、プレハブ化が大きく進展する。

第三期では、農地の高度利用及び農村集落環境の改善という要請をうけて、排水施設の機能に、より系統的な、より総合的な部分が付加される。排水管理がより厳密に行えるよう施設の機能の拡充改善が要求される。

排水技術の面ではより系統的な、より多様な対応が大きなウエイトを占める。

2. 機械技術の進展

表-1は、我が国における機械排水面積と排水機場のカ所数の実態を示したものである。表からよみとれるように、全水田面積の約18%を機械排水面積がカバーし、地域によっては50%弱(東海)、30%強(北陸)をカバーしている。このような機械排水面積の大半は、戦後土地改良の第一期に集中して計画された地区の面積である。(表-2、表-3参照)

機械技術の進展では、まずこの期が跳躍台となった排水機の技術開発をあげなければならない。

① 新機種の登場

斜流ポンプ及びチューブラーポンプが新しく登場した。

(a) 斜流ポンプ

斜流ポンプが開発された経緯について、農業土木史⁽¹⁾は次のように述べている。

「1950年代前半、火力発電用コンデンサー循環ポンプとして米国から輸入されたのを契機として、にわかに注目され開発が進められたが、水量が大きく、揚程は比較的小さいが変化の多いかんがい排水用としては非常に適したタイプである。在来の軸流ポンプでは揚程の変化に伴う負荷変動を抑制するのに可動翼機構が開発されたが、構造的にはやや複雑となり、特に横軸では可動機構の保守が面倒であった。また一方渦巻ポンプでは低揚程の場合回転もおそく、形態も大きくなって不経済であるが、この両者の欠点を補い、中間揚程に適用できると同時に広範囲な水量・揚程の変化に対して可動翼軸流ポンプの特性を満たすことを可能にしたものが斜流ポンプであった。」

代表的な事例は、1954年(昭和29年)、巨椋池に設置された口径1,400mm横軸斜流ポンプ(大型第1号とされている。)、その後、八郎潟干拓の南部機場(立軸渦巻胴型斜流ポンプ口径2,200mm×2台、同1,800mm×2台)、北部機場(同2,200mm×2台、1,800mm×2台)のものがある。いづれも干拓事業に採用されていることが注目される。大規模な干し上げ式干拓技術がこれによって大きく進展したと言っても過言ではあるまい。

(b) チューブラーポンプ

このポンプは、特に大口径の場合が有利とされている。すなわち、このポンプは、「ポンプと原動機部分を一体化して内蔵させ、吸・吐出管と直線にポンプを装着

(1) 農業土木史、科学技術編、II設計施工技術 p.960(小樽康雄・郡混)

表一 機械排水面積と施設カ所数

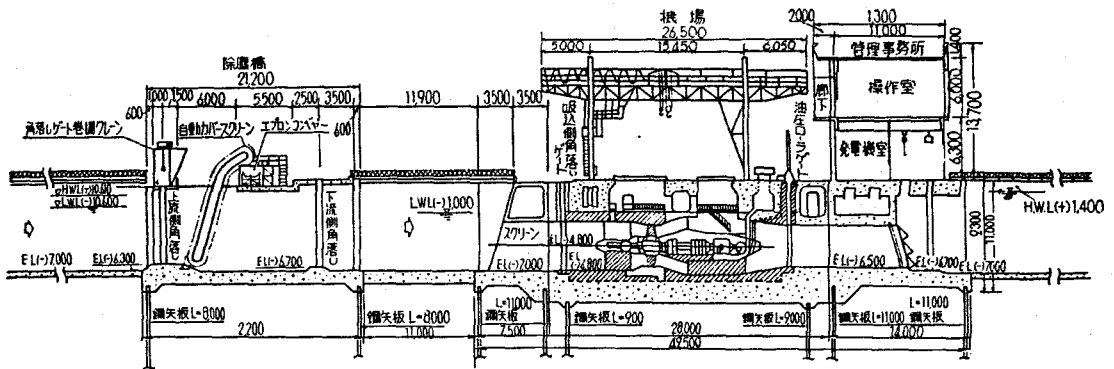
地域	施設カ所数	排水面積 (A) (ha)	排水面積合計に対する割合 (%)	水田面積 (B) (ha)	A/B (%)	施設1カ所当たり排水面積 (ha)
北海道	50	69,043	12	280 ^{×103}	24.6	1,380
東北	183	81,107	14	701	11.5	443
関東	399	148,476	26	584	25.3	372
北陸	221	124,421	22	362	34.2	563
東海	350	90,538	15	197	46.2	259
近畿	57	16,303	3	253	6.3	286
中・四国	131	25,849	5	405	6.4	192
九州	47	16,592	3	414	4.1	353
合計	1,438	572,329	100	3,196	17.9	397(平均)

(注) 1) 排水面積はかんがい排水便覧(1976. 構造改善局水利課監修)による。
 2) 施設カ所数は、昭和50年かんがい期において使用(使用可能を含む)したもの(各県悉皆調査)
 3) 水田面積は、農業基盤整備水準研究会編「我が国における農地の実態」による。(昭和52年)

表二 戦前、戦後における機械排水面積

事項	国営(内地)		国営(北海道、沖縄)		補助		計	
	受益面積	最大排水量	受益面積	最大排水量	受益面積	最大排水量	受益面積	最大排水量
	ha	m ³ /s						
49年まで完了	181,606	914.0	45,134	383.0	301,141	2,611.0	527,881	3,908.0
戦前	—	—	—	—	8,330	55.2	8,330	55.2
戦後	181,606	914.0	45,134	383.0	292,811	2,555.8	519,551	3,852.8
実施中	123,364	3,512.5	9,673	98.8	231,576	1,920.1	364,604	5,531.4
計	304,970	4,426.5	54,807	481.8	532,717	4,531.1	892,485	9,439.4

(注) 農水省構造改善局水利課監修「かんがい排水便覧」1976による。



図一 新川河口排水機場断面図(チューブローポンプ)

できるので、在来の軸流系横型ポンプにおけるサイホン状据付けと比較した場合、機場、基礎、建屋が非常に簡略化されるばかりでなく、基礎荷重を軽減することが可能である。⁽¹⁾ので、ポンプの規模が大きいのほど工事費等が節減できるからである。従って、土木技術の対応とも考えあわせて、超大型のポンプ場の建設を可能としたといえる。1966年、国営十三湖干拓に設置された口径1,200mm×100kw×1台、800mm×50kw×2台が最初とさ

れ、1970年国営新川河口排水機場(口径4,200mm×6台、可変翼軸流形、総排水量240m³/sec)のような東洋一と言われている記録的な機場が完成している。その後、新潟県刈谷田川右岸排水機場(1976年)で横軸斜流形(口径2,800mm×3台、口径2,000mm×2台)のものが設置され、その他湛水防除事業において利用が目立っている。

② 大型化を可能とした技術

表-3 口径別、形式別排水機の実態

(単位：台数)

型 式	口 径	20年以前完成				21～50年完成				工 事 中				そ の 他				計				
		水田	畑	農地造成	計	水田	畑	農地造成	計	水田	畑	農地造成	計	水田	畑	農地造成	計	水田	畑	農地造成	計	
渦 巻	100mm 未 満																					
	100 ～ 500	4			4	58		58										62				62
	500 ～ 1,000	12			12	104	2	106					1			1	117	2				119
	1,000mm 以上	8			8	92	1	93					3			3	103	1				104
	計	24			24	254	3	257					4			4	282	3				285
斜 流	100mm 未 満																					
	100 ～ 500					65	2	67	1	1		2	9		9	75	3					78
	500 ～ 1,000					202	8	210	27	2		29	44		44	273	10					283
	1,000mm 以上	2			2	344	10	354	86	9		95	79		79	511	19					530
	計	2			2	611	20	631	114	12		126	132		132	859	32					891
軸 流	100mm 未 満																					
	100 ～ 500					86	1	87	4			4	7		7	97	1					98
	500 ～ 1,000	4			4	553	6	559	69			69	81		81	707	6					713
	1,000mm 以上	1			1	488	12	500	91			91	100		100	680	12					692
	計	5			5	1,127	19	1,146	164			164	188		188	1,484	19					1,503
そ の 他	100mm 未 満																					
	100 ～ 500																					
	500 ～ 1,000																					
	1,000mm 以上					7		7	12			12	5		5	24						24
	計					7		7	12			12	5		5	24						24
計	100mm 未 満																					
	100 ～ 500	4			4	209	3	212	5	1		6	16		16	234	4					238
	500 ～ 1,000	16			16	859	16	875	96	2		98	126		126	1,097	18					1,115
	1,000mm 以上	11			11	931	23	954	189	9		198	187		187	1,318	32					1,350
	計	31			31	1,999	42	2,041	290	12		302	329		329	2,649	54					2,703

(注) 農水省構改局水利課監修「かんがい排水便覧」1976による。

(a) 立軸ポンプと同期電動機の採用

ポンプの口径が大きくなると、横軸形のものでは吸込み実揚程が大きくなり、ある限度以上ではキャビテーションが避けられなくなる。特に横軸形軸流ポンプでは口径2,000mm程度が限界とされている。国営新川第一期事業で建設された新川右岸排水機場および国営阿賀野川排水事業の新井郷川排水機場で立軸形軸流ポンプが設置された。これらでは、大型立軸軸流系ポンプと機場下部コンクリート構造を一体化する初めての試みが行われ、さらに原動機でも三相交流同期電動機が初めて採用された。同期電動機は電力消費効率がよくポンプのランニングコストの節減をねらったものである。郡湜氏の言によれば、同期電動機の採用に当たって、「ポンプの運転特性に対し同期電動機のそれが支障なく対応できるかどうか」に苦労があった。」が以後大型ポンプと言えば同期電動機が常識となった。これら両機場は、排水機場の大型化について、一つの方向をつけた典型といえる。

(b) 減速機の進歩

斜流または軸流ポンプのように、低揚程のものは回転数が比較的小さくなる。したがって高速回転をする原動機とこれらポンプとの連結には減速機が介在する。従来、小型のポンプではベルト掛けによる減速が、また大型ポンプでは平行歯車又はかさ形歯車減速機が使用されていた。しかし、ポンプ設備を大型化するには、従来の方法では、原動機軸とポンプ軸が一直線にならないために必要となる余分のスペースが問題となること、さらに、立軸の大型ポンプでは、この他、機器類の支持方法、振動の防止など技術的にもむづかしいことなどのため、限界があった。1966年に完成した大和田排水機場では、口径3,600mm立軸可動翼軸流ポンプ（水量30m³/s, 2,000kw同期電動機直結）×2台と口径2,500mm立軸

固定翼軸流ポンプ（水量15m³/s, 1,600PSディーゼル機関）×4台が設置されたが、ディーゼル機関使用のポンプについて、1台当りの水量をモータ直結のものにくらべて半分にしたのは、減速カサ歯車装置の製作技術の信頼度を考慮したからであるといわれている。

このような減速機の制約を受けて、原動機、減速機及びポンプの駆動軸を直線で連結したい要求から遊星歯車減速機が使用されるようになった。遊星歯車減速機は、減速効率がよいこととあいまって、急速に一般化した。

遊星歯車を使用する方法は、さらに管路中に原動機、減速機及び羽根車を組み込んだチューブラーポンプに発展したといわれている。新川河口排水機場のチューブラーポンプにも遊星歯車減速機が組み込まれている。

(c) 自動制御技術の進歩

ポンプ本体の大型化にともなって、その補器類も大型になりかつ複雑になるが、これに対し、自動制御技術の進歩が大きく寄与し、その操作、管理の面で合理化が進んだ。1954年に完成した新井郷排水機場は、中央操作室における完全な一人制御システムが採用された代表的な機場である。

その他可動翼軸流ポンプの翼の制御技術の進歩は、大型軸流ポンプの使用範囲を大幅に広げた。印旛沼安食排水機場（立軸、口径2,800mm）、大和田排水機場（立軸、口径3,600mm）、新川河口排水機場（チューブラー、口径4,200mm）などが代表的なものである。

またさらに、自動制御技術の進展により、直・並列切換運転方式、回転数制御方式も一般化した。代表的な機場として、手賀沼（木下）排水機場（1956年）、印旛沼（安食）排水機場（1960年）があげられる。また、1935年頃に完成している岐阜県鶯森排水機場（口径1,700mm、横軸可動翼軸流ポンプ2台）がこの方式の最初の

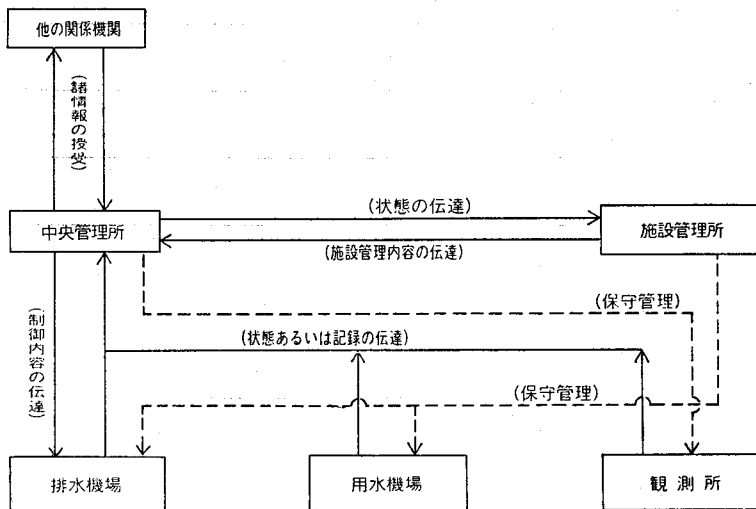


図-5 新川システム機構概念図

新川排水制御システム

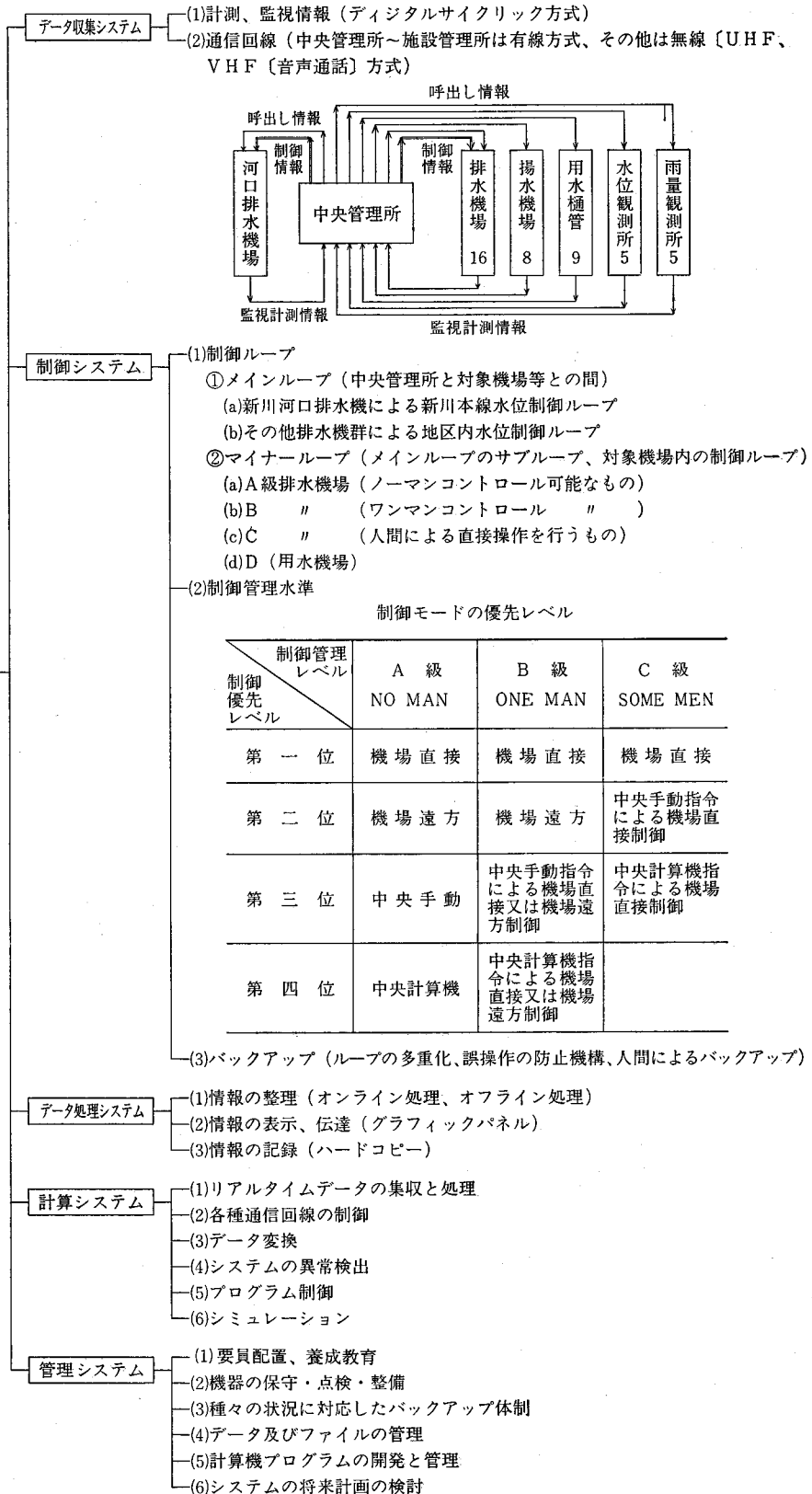


図-6 新川排水制御システム

ものとされている。

③ 排水のシステム化

同一流域内の排水機場群を対象としたポンプの運転、保守等必要な機場管理業務を集中化するシステム、いわゆる排水制御システムが、国営新川二期事業で導入されている。国営新川排水事業の概要は先に述べたとおりであるが、この事業において、排水制御システムを導入した直接的な動機は、新川河口排水機の設置によって、流域全体が内水化され、その内部の排水機場群が、新川河口排水機を中心に連動作用を受けることになったためである。

すなわち、流域全体をあたかも一個のポンプ場とみなしたポンプの運転、保守等のシステム化が必要となったからである。

システム化に当たっては、排水業務の合理化、システムの最適稼働による災害の防止と安全性の確保及び地域社会の共同利用の三つの側面から技術的可能性の限界、管理上の制約、投資限界等を検討し、システムを比較的単純な内容から出発させ、技術集積と管理体制の整備を図りながら積み上げてゆく方式が採用された。

しかし、排水のシステム化はまだ一般化するには検討を要する事柄が多く、土地改良の今後の主要課題の一つとなる。

新川排水制御システムの概要を紹介しておく。

(a) システムのハードの部分

システムに含まれるべきハードの部分は次のとおりである。

i 中央管理所（システム全体の監視および制御指令の発令の機能を有する。）

ii 施設管理所（システムの保守管理にあたるもの。）

iii 排水機場（新川水系内の河口機場を含む排水機場群。）

iv 用水機場（新川の流量に影響を与える又は依存する用水機場群）

v 雨量観測所（新川およびその支線、ならびに排水機場群の支配流域の洪水予測に役立てるもの。）

vi 水位観測所（新川およびその支線、ならびに排水機場群の支配流域の流出量の計測、流出モデルの作成、水理シュミレーションの確立に役立てる。）

vii 巡回サービスカー（排水機場群の管理人の節減、あるいは無人化に対応して、機場群の定期巡回、システムの異常事態に対処するもの。）

viii 予備機器の保管所（システム内の故障発生に際し、応急的にバックアップ出来る備品の保管所。）

ただし、システムに組み入れた機場群は、百数十カ所にも及ぶ機場群全部を対象とすることが経済性の立場から不可能に近いので、主な排水機場18カ所、用水機場7カ所の計25カ所とした。

(b) システムのソフトの部分

システムの目標を(i)データの収集、(ii)データ解析、(iii)集中管理、(iv)安全性の確保とし、システムのソフトの部分は図-6に示すとおりである。

3. 土木施工技術の進展

排水施設は、一般に、流域の低位部に設けられる場合が多いため、その基礎地盤の土質条件がよくないケースが多い。排水施設の大規模化の要請に対応して、その基礎工法に各種の施工技術が導入され、一般化したことを先ずあげなければならない。

導入された施工技術は、くい基礎、ケーソン基礎等の構造物の各種基礎工と、主に基礎工事の途上発生するボイルングやヒービングなどのトラブルを抑え、かつ地盤の支持力を増強し、地盤の変形を抑制する地盤改良工（ウエルポイント工法、パイロフロウテーション工法、パイロコンポーザ工法、サンドドレーン工法など）とに大別される。

これら施工技術は、基礎地盤の土性に応じた物理特性の解明、土質調査法の進歩、土木材料及び施工機械の開発・改良など、我が国の土木技術の水準が高くなっていく中で、主にそれらを応用し、導入する形で進んだ。

土質調査は、1955年頃からボーリング調査に合わせて標準貫入試験等のサウンディング、現場透水試験を行うようになり、基礎工の選定に当たってより適正な判断を可能とし、また、施工においても、試験施工による現地地盤の土質特性の検証と併せて基礎工事を進める方式や施工管理の中に一体的に組み入れられるようになった。

土木材料では鋼管の導入、セメントの品質の向上、コンクリートの施工管理水準の向上によるコンクリートパイルの長尺ものの実用化、地盤改良用のケミカルな材料の実用化などが進んだ。

また土木施工機械では、掘削、くい打ち、コンクリート打設等各種の工事用の機械が国産化した。特にくい打ち機械については、ディーゼルハンマーの国産化が1954年（昭和29年）に始まり、以来年をおってこれが大型化し、1960年ころには、ラム重量5～6tのものが開発され、さらにアースドリル、ペント、RCDなど場所打ちの施工機械が1955年前後において欧米諸国から導入されるなど、目覚ましい進展があった。

場所打ちの施工については、大口徑、長尺の施工が可能であり、支持層が相当深い地盤に適用ができる長所のほか、無騒音、無振動の施工も可能であることから、特に、昭和43年12月に騒音規制法が施行されて以来、広範囲に施工されるようになった。

また、地盤改良に関するものについても、そのノウハウといっしょに各種の機械が導入された。

一般に基礎工は、直接基礎、くい基礎、ケーソン基礎

の三つに大別され、地盤の状況により適正なものが選定される。そして、選定に当たっては支持層の深さ、地下水面の高さが特に大きな条件となる。

排水施設では、くい基礎を採用するケースが多いが、くい基礎に必要なフーチングの施工に際し、軟弱地層の場合、特に地下水位が高いと根堀りに困難がともなう。またこの場合、たとえ施工が可能であったとしても、支持層が深いと地盤の圧密沈下によって、フーチングの下にすき間ができる恐れが避けられず、さらに支持ぐいに対しても無視できないネガティブな摩擦力が働くことになるなど、好ましくない結果となることがある。

ウェルポイント工法など地盤改良工法は土中の水を排除し、あるいは振動によって締め固め、地盤を強制圧密して、地盤の支持力を改善する方法である。

この工法の導入によって、従来、ばけもの丁場と呼ばれた難工事現場が改善され、基礎工事が確実に実施できるようになった。

土木技術の進展で、いま一つ大きな柱として、コンクリート二次製品及び生コンクリートが普及したことをあげなければならない。

整備された工場で、厳密な工程管理、品質管理が行われ、品質に信頼がおけ、建設作業が省力化でき、かつ天候に左右されることが少なく、養生期間が不要など工期の短縮ができるコンクリート二次製品の普及は、排水施設の品質を向上させ、その工事の施工スピードを大きく伸ばした。

セメント協会のセメント需要部門別販売実績をみてもこのことがうかがえる。同実績によると、生コン、二次製品の割合が、年間総販売量の約80%（生コン60%、二次製品20%）を占めている。

さらに、コンクリート二次製品については、その需要が伸びる中で、規格（JIS）化も進み、現在では約50種類にのぼるJIS製品が市販されるまでに一般化した。

排水路の護岸には、従来の石積み、そだ柵などにかわって、コンクリートブロック、コンクリート柵渠、コンクリート矢板が広く使われ、は場整備事業等で行う支線、末端排水路の改修工事は、その施工延長が飛躍的に伸びたと言える。

その他、地下排水施設については、暗キョ埋設機械の開発がすすんだ。

暗キョ排水施設は、営農の機械化を容易にするための地下排水（必要な地耐力の確保）を主な目的とした段階から、近年のような水田汎用化のための地下排水へと、

その目的の拡大が要請され、今後、その機能の面での研究が望まれている。

おわりに

水田利用再編対策に対応した、土地改良の課題は、水田の汎用化である。すなわち、水田への畑作物の導入が可能となる土地基盤の整備である。水田を汎用化するための指標として、①地表水排除、②地下水位の制御、③区画の形状、④耕土深・土性、⑤水管理の独立性などがあげられるが、とりわけ、①地表水排除、②地下水位の制御が必須条件である。

現時点で、水田の整備状況を、水田の汎用化の整備指標に照してみると、全水田面積 3,021千ha（市街化区域内の水田 175千ha を除く）のうち、乾田面積（冬期地下水面が田面下 70cm 以深の面積）1,774千ha、湿田又は半湿田面積（乾田以外の水田面積）1,247千ha であり、乾田面積のうち汎用水田としての①②の条件を満足するものは 656千ha である。すなわち排水対策に重点を置いた土地改良が要請されている。

従って、排水施設の整備では、単位排水量の増強と地下水位のより人為的な制御を可能とすることが必要となる。

一方、農業排水は、本来、農地排水と併せて農村集落排水もその圏域にもつ。農村から排出される家庭雑排水が、その地域の自然浄化作用と調和のとれていた時代には両者を区別して考える必要がなかった。しかし、農村の生活様式の近代化がすすみ、その水準が向上すると後者の異質性が表に出てくる。農業排水は、その内部に両者を再編成しなければならなくなってきた。排水管理がこれらに対しより複雑になっていくこととなるだろう。

排水のシステム化が今後ますます必要となろう。排水施設は、このシステム化の中で、それぞれの機能が規定され、その機能確保のため開発・改良が加えられていくこととなる。

参考文献

- 1) かんがい排水便覧, 1976, 農林省構造改善局水利課監修
- 2) 農業土木史, 1979, 農業土木学会
- 3) 排水制御のシステム化, 1976, 農業土木機械化協会
- 4) 基礎の施工法(テキスト), 1974, 総合土木研究所
- 5) 現場技術者のための土質工学, 1968, 鹿島出版会
- 6) 農村排水, 1979, 岡部三郎監修
- 7) 国営かんがい排水事業要覧, 1971, 農地局かんがい排水課監修

隈西地区広域農道の軟弱地盤対策について

大沼長成* 鈴木 勝*
小関昭一**

目 次

1. はじめに.....(68)	4. 対策と検討.....(71)
2. 地区概要と事業目的.....(68)	(1) 試験盛土の解析.....(71)
3. 現況地盤に対する盛土.....(68)	(2) 対策工法の検討.....(72)
(1) 地層形成及び土質諸常数.....(68)	5. 施工計画.....(76)
(2) 限界盛土.....(70)	(1) 補助工法の施工.....(76)
(3) 盛土の安定.....(70)	(2) 盛土施工方法.....(78)
(4) 沈下量及び沈下速度.....(70)	(3) 工事工程表.....(78)
(5) 無処理地盤の考察.....(70)	6. おわりに.....(78)

1. はじめに

県営隈西地区広域営農団地農道整備事業は、道路延長10.4kmの新設農道を施工するものであるが、総延長の約50%に当たる5.2kmは水田部の盛土区間である。水田部はスクモ層を上層に深さ5~20mの軟弱地盤で構成されており、その施工に先立ち試験盛土の施工並びに動態観測を行って、軟弱地盤対策を検討しようとして過去4カ年間現況観測を試みた。その軟弱地盤の対策及び施工に対する検討を農道一般の問題として参考に供し、また御批判を得たい点も多々あるので報告する。

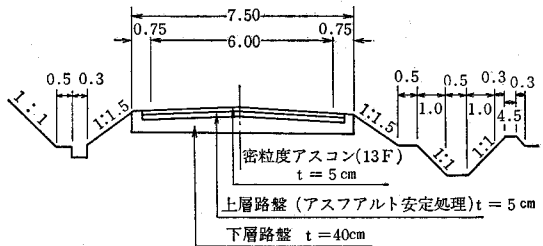
2. 地区概要と事業目的

本地区は宮城県南部角田市と丸森町に位置し、東および南方を阿武隈川で区切られた平地農村地帯である。本地区の土地利用状況を見ると、水田2,310ha、普通畑451ha、草地743ha、樹園地436ha、採草放牧地38ha、計3,978haである。生産物の集出荷の機能は道路構成の不備なため有機的に結ぶことができず農業生産の流通を阻害し、零細小規模農業を余儀なくされている。従って、これら地域の流通機構を改善し、併せて未開発地帯の高度利用、農村環境の総合的整備と広域的営農団地の組織化、集団化及び生産から流通加工施設の整備を計り、高生産農業の展開を図るため各団地間を合理的に結ぶ基幹農道を設け、生産から流通までの一元化を計るものである。

主要工事内容

路床(盤)工 L=10,440m

舗装工 A=71,093m²
橋梁工 4カ所



図一 標準断面図

3. 現況地盤に対する盛土

本地区の軟弱地盤は、谷あい発達した扇状地で第4系沖積地堆積物である。軟弱層の形成は9ブロックに分けることができるが、いずれも上部はピート層で占められ、下部はシルト層又は粘土層となっており基盤の風化岩に直接のっている。これらはいずれも含水比が高く100~400%を示しており、一軸圧縮強度(q_u)も平均で0.06+0.16Zと低く、初期間ゲキ比も浅層で5~8、深層でも3~5を程している。これは過去に土中水の排除が行なわれることなく堆積したものと思われ、浅層、深層とも典型的な軟弱層といえる。したがって道路盛土の安定及び沈下による土の挙動を細部にわたって検討する必要があるため、現況の地盤に無処理のまま盛土をした場合の安全性を考えてみる。

(1) 地層形成及び土質諸常数

地層は図2に示すとおり稲置、笠島に深い軟弱層があり、他のブロックは2~6m程度の軟弱層で構成さ

* 宮城県大河原土地改良事務所

** (株)三祐コンサルタント

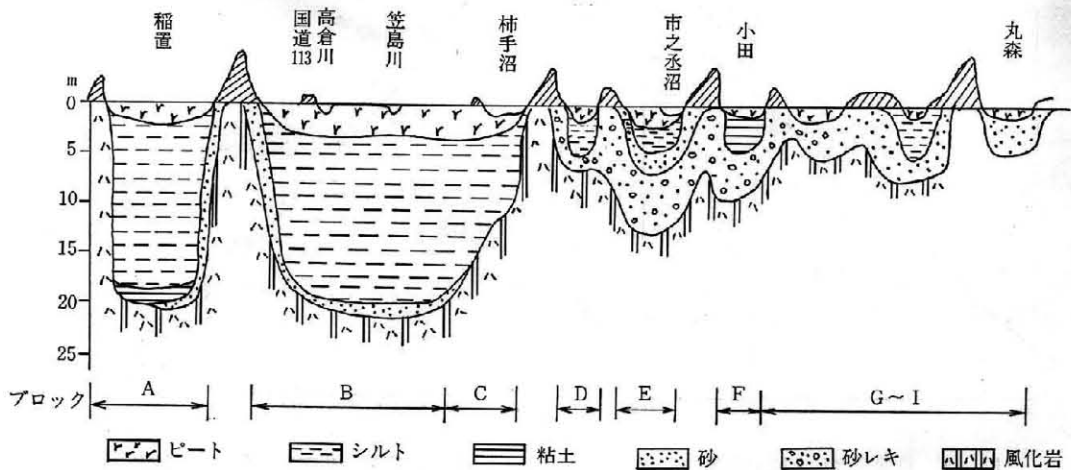


図-2 路線地層図



写真-1 ビート層の状況

れ、底部は基盤面に直接のっている。しかし浅い層の部分は基盤に砂レキがあるにもかかわらず排水が悪い地形となっており排水効果はまったくないといってよい。

土質常数は含水比にほぼ比例した関係を示し、含水比は深層部でも高い傾向を見せている。含水比はビート層で300~400%と高く、中間層で100~200%、下層部で200%前後となっている。

又、 $e \sim \log P$ 曲線はビート層で含水比が高くなるにつれて上昇しており荷重の増加にS字形を描く、中間層及び下部層は100%~200%の含水比でその差が比較的小さく増加荷重に対しても緩やかなカーブを描いている。

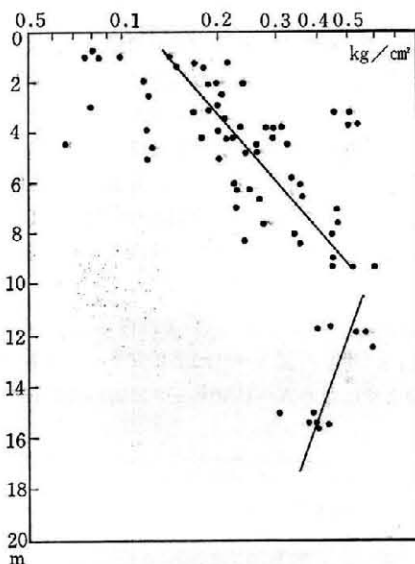


図-3 深さと q_u の関係

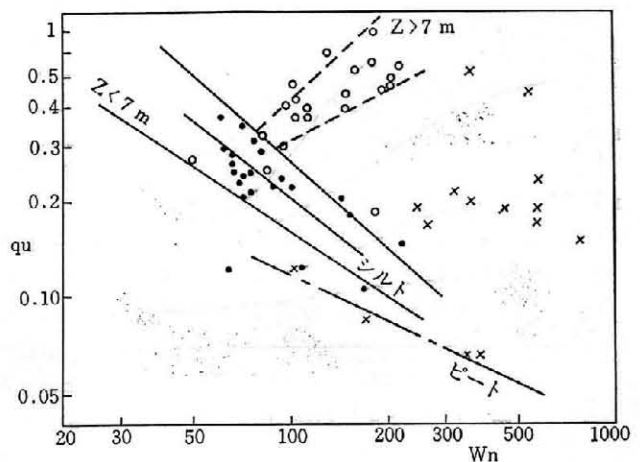


図-4 自然含水比と q_u

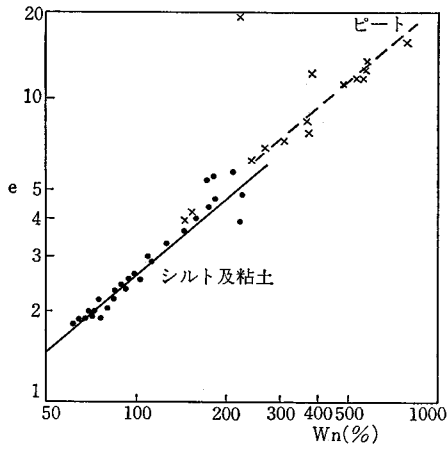


図-5 自然含水比と間ゲキ比

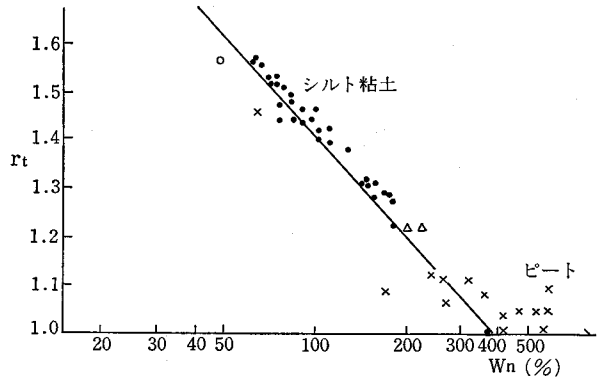


図-6 湿潤単位体積重量と自然含水比

表-1 代表的な土質常数

深さ(m)	0.50					1.50					3.50					7.50					15.00				
	Pt	SiML	SiCL	SiMH	CH	Pt	SiML	SiCL	SiMH	CH	Pt	SiML	SiCL	SiMH	CH	Pt	SiML	SiCL	SiMH	CH	Pt	SiML	SiCL	SiMH	CH
土質																									
土粒子の比重	1.89	2.17	2.45	2.38	2.61	1.89	2.17	2.45	2.38	2.61	1.89	2.17	2.45	2.38	2.61	1.89	2.17	2.45	2.38	2.61	1.89	2.17	2.45	2.38	2.61
含水比 %	366	247	171	182	95	366	247	171	182	95	366	247	171	182	95	366	247	171	182	95	366	247	171	182	95
湿潤単体重量 g/cm³	1.08	1.11	1.29	1.22	1.43	1.08	1.11	1.29	1.22	1.43	1.08	1.11	1.29	1.22	1.43	1.08	1.11	1.29	1.22	1.43	1.08	1.11	1.29	1.22	1.43
初期間ゲキ比	8.34	4.73	5.15	5.21	2.55	8.34	4.73	5.15	5.21	2.55	8.34	4.73	5.15	5.21	2.55	8.34	4.73	5.15	5.21	2.55	8.34	4.73	5.15	5.21	2.55
液性限界 %	61	103	86	99	107	61	103	86	99	107	61	103	86	99	107	61	103	86	99	107	61	103	86	99	107
塑性限界 %	56	86	63	56	41	56	86	63	56	41	56	86	63	56	41	56	86	63	56	41	56	86	63	56	41
qu kg/cm²	0.20	0.09	0.10	0.18	0.34	0.20	0.09	0.10	0.18	0.34	0.20	0.09	0.10	0.18	0.34	0.20	0.09	0.10	0.18	0.34	0.20	0.09	0.10	0.18	0.34
Cu kg/cm²	0.09	0.05	0.06	0.11	0.17	0.09	0.05	0.06	0.11	0.17	0.09	0.05	0.06	0.11	0.17	0.09	0.05	0.06	0.11	0.17	0.09	0.05	0.06	0.11	0.17
φ 度	16	1	1	1		16	1	1	1		16	1	1	1		16	1	1	1		16	1	1	1	
Cc	3.37	1.98	2.16	2.36	1.00	3.37	1.98	2.16	2.36	1.00	3.37	1.98	2.16	2.36	1.00	3.37	1.98	2.16	2.36	1.00	3.37	1.98	2.16	2.36	1.00

表-2 限界盛土高

ブロック	位置	Cu	qd	re	H _{EC}	必要盛土高
A	No. 32	0.4	1.44		0.82	2.00
"	No. 65	0.3	1.29		0.74	2.30
B	No. 108	0.65	2.34		1.34	6.10
"	No. 150	0.3	1.29		0.74	1.70
C	No. 173	0.3	1.08	1.75	0.62	2.00
D	No. 218	0.5	1.80		1.03	2.30
E	No. 246	2.0	7.20		4.11	2.10
F	No. 320	1.5	5.40		3.08	2.20
G	No. 358	1.5	5.40		3.08	2.80
H	No. 456	2.6	13.26		7.60	2.50
I	No. 490	0.7	3.01		1.72	2.40

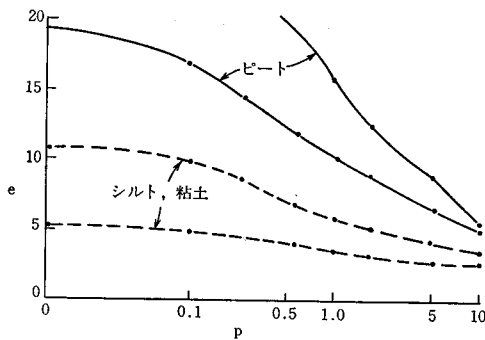


図-7 e~log P 曲線

(2) 限界盛土

$$H_{EC} = \frac{q_d}{r_E} \quad q_d = 3.6 C_u \sim 5.1 C_u$$

限界盛土高の範囲内で計画盛土高を決定することが妥

当であるが、道路構造より軟弱地盤上の盛土は、良質材を1.0m以上盛土して路床とすることになるので計画盛土高は舗装厚さを加えて1.5m以上となる。又、沈下を想定し輪荷重分をサーチャージするとさらに0.5m上乘せしなければならない。地形的な制約も加えると切土、盛土のバランスをとるために接点部においては2.0m以上の盛土が必要となる。これに対し限界盛土高は半分にも満たない。

(3) 盛土の安定

計画盛土高に対し円弧スベリによる安全率を計算すると表-3のようになりA~Cブロックにおいては許容安全率1.2を下まわっている。

(4) 沈下量及び沈下速度

$$S_C = \frac{e_0 - e_1}{1 + e_0} \cdot H$$

$$t = \frac{D^2}{C_{V0}} \cdot T_V$$

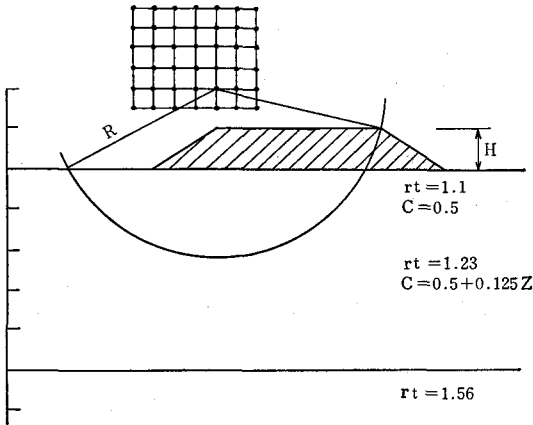


図-8 円弧スベリ計算

表-3 安全率

位置	盛土高	最小安全率
No. 36	1.50m	0.84
No. 65	1.80	0.92
No. 108	5.60	0.53
No. 150	1.20	0.82
No. 173	2.00	0.69
No. 246	1.60	3.00
No. 320	1.70	2.70
No. 358	2.30	1.83
No. 490	1.90	1.50

表-4 沈下量と沈下速度

ブロック	位置	盛土高 m	沈下量 cm	沈下速度 年	許容残留 量に至る 期間 年
A	No. 32	2.00	284	35	14
	No. 45	1.76	231	33	17
	No. 65	1.80	190	17	10
B	No. 105	5.10	331	177	77
	No. 130	1.80	185	45	15
	No. 150	1.55	184	44	14
	No. 165	1.46	160	40	13
C	No. 174	2.15	213	2	1
E	No. 242	2.13	121	4	0.4
F	No. 318	1.67	38	4	0.1
G	No. 355	2.00	106	2	0.6
H	No. 430	4.20	52	2	0.2
I	No. 486	2.18	59	0.4	0.1

無処理の沈下量は A~C ブロックにおいて 160~331 cm に達し、沈下速度も 17 年以上もかかることになるが、許容沈下量は道路土工の規準で 10~30cm であり、本地

区の軟弱地盤の場合沈下量が非常に大きいことから施工中に起る不同沈下が原因で地盤破壊を誘発する可能性がある。従って、沈下量が 1.0m 以上になる時は何らかの地盤処理が必要となってくる。

(5) 無処理地盤の考察

計画盛土高の決定に際し、軟弱地盤の低盛土は将来路床の破壊を起す危険性が大きいので盛土路体のセン断破壊を防ぐためにも高盛土を必要とするが、盛土材の確保又は、用地巾の問題等で必ずしも特策ではない。又、農道の機能の面から見ても高盛土は適切ではなく、切土部との接点を除けば、道路構造より制約される 1.5m 前後を基準とせざるを得ない。

軟弱地盤の性質は上層ピート質が全域に広がっており 300% 以上の高含水水となっており。又下層シルト、粘土質は A~D ブロックで 6~17m と厚く 100~200% の含水比を示し、粘着力が小さい。E~I ブロックは比較的浅く 2~4m で含水比は 100% 前後を示し粘着力も安定している。限界盛土高においては A~D ブロックが計画盛土高さを確保できず、E~I ブロックでも安全率は 0.7~1.9 で 50% は計画高さを確保できない。路体の安定は A~D ブロックで満足せず、E~I ブロックでは良好な値を示している。しかし沈下量は全体の 70% が 1.0m を超えており施工時の不同沈下はまぬがれない。沈下速度も A~B ブロックで 17 年以上を示し、C~H ブロックでも 2~4 年となっている。

以上の考察のとおり無処理の地盤に盛土することは不可能なブロック (A~D) と適切でないブロック (E~I) に分けられるが、いずれも地盤の改良は必須条件となるので、軟弱地盤の対策を考える。

4. 対策と検討

軟弱地盤の対策を適切なものにするために過去 3 年間にわたり盛土試験を行い、その結果に基づき検討した。なお検討結果については B ブロックの低盛部と高盛土部及び G~I ブロックを報告する。

(1) 試験盛土の解析

試験盛土は 4 つの試験体を初年度 1.20m まで盛土し 3 年目に更に 1.10m 嵩上げして計 2.30m の盛土試験体を施工した。

試験盛土の沈下傾向は無処理、サンドマット、土木安定シート各々が違ったものとなっており、緩速載荷施工法を採用しても無処理盛土の不同沈下が避けられないことがはっきりしている。図-9 で示した横断方向の沈下と縦断的な沈下状況を見れば不同沈下の様子がはっきりしている。

沈下速度は各試験体ともバラツキはあるが沈下傾向が同じであるので地中の土質のバラツキが原因しているものと思える。しかし幸いなことに実測値が理論値とほぼ

試験盛土縦断

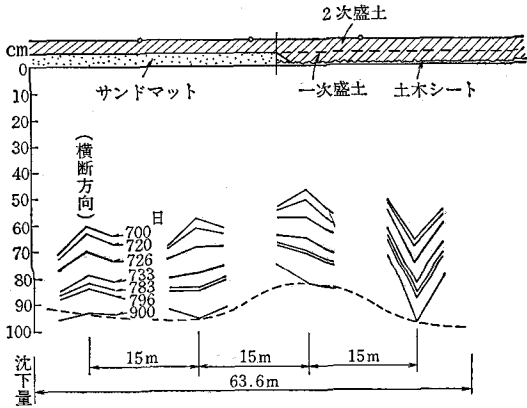
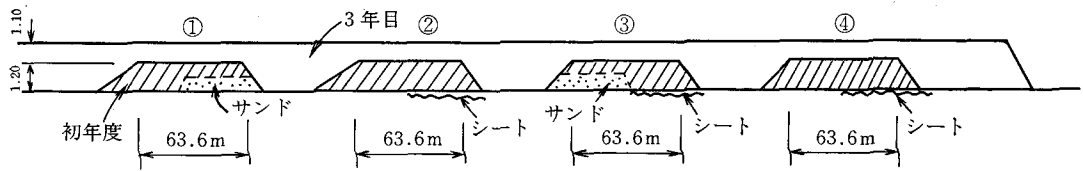


図-9 試験盛土の沈下量

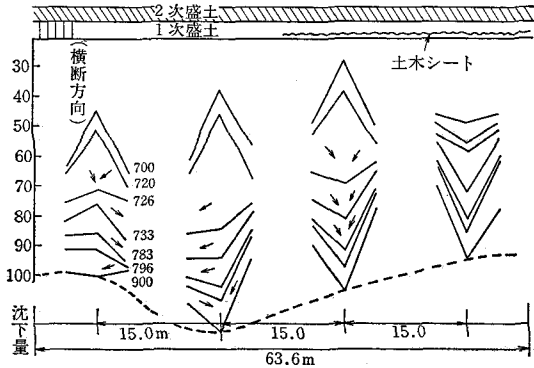


図-10 試験盛土の沈下

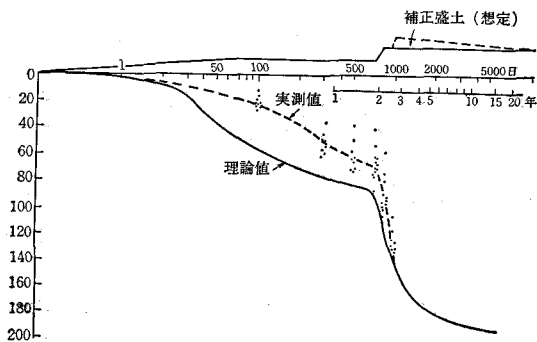


図-11 沈下曲線

合致していることより理論値のデータの精度が良いと判断できる。

(2) 対策工法の検討

軟弱地盤対策工の目的は沈下対策と安定対策に区別される。

- 沈下対策
 - 圧密沈下の促進
 - 全沈下量の減少
- 安全対策
 - セン断変形の抑制
 - 強度低下の抑制
 - 強度増加の促進
 - すべり抵抗の付与
 - 液状化の防止

現況地盤に合った対策工法を選定すると次のようになる。

表-5 現況地盤条件

ブロック	軟弱層厚	限界盛土高	盛土条件	スベリ安全率	沈下量
	m	m	m		cm
A	16 ~20	0.74	1.5~2.0	0.84	231
B	15 ~20	0.74	1.5~5.6	低0.82 高0.53	184 331
C	6 ~10	0.62	1.5~2.4	0.69	213
D	6 ~10	1.03	1.7~2.0		
E	2 ~5	4.11	1.6~2.0	3.00	121
F	2 ~4	3.08	1.6~2.0	2.70	38
G	2 ~4	3.08	1.5~2.0	1.83	106
H	3	7.60	2.0		52
I	0.5~2	1.72	1.5~1.9	1.50	59

表-6 目的別対策工法の選定

工法の目的	A	B高	B低	C	E	F	G	H・I
圧密沈下の促進	○	○	○					
全沈下量の減少	○	○	○	○	○		○	
セン断変形の抑制	○	○	○	○				
強度低下の抑制								
強度増加の促進	○	○	○	○				
すべり抵抗の付与	○	○	○	○	○	○	○	○
液状化の防止		○	○					

工法の目的に適する工法別に選定すると次のようになる。

表-7 工法別の選定表

工 法	A	B高	B低	C	E	F	G	H・I
表層処理工法	補	補	補	補	○	○	○	○
置換工法					○	○	○	○
押え盛土工法	○	○	○	○				
緩速載荷工法	補	補	補	補	○		○	
載荷重工法						○		○
パーチャルドレン工法	○		○	○	○		○	
サンドコンパクション工法	○	○	○	○				
固結工法	○	○	○	○				
構造物による工法	○	○	○	○				

補：補助工法

A～Cブロックは限界盛土高さが小さいので表層処理工法および緩速載荷工法は補助工法として必要であるが、沈下量の大きいこのブロックでは圧密沈下に対応できない。したがってパーチャルドレン工法、サンドコンパクション工法、固結工法、構造物による工法が選定される。しかし経済的な比較においてはドレン工法が最も有利である。パーチャルドレン工法の中でも泥炭質土に有効なサンドドレン工法が選定される。よって対策工法はサンドドレン工法及びサンドコンパクションを採用することにした。

工事費の比較

サンドドレン工法	154,588円/m
サンドコンパクション工法	158,678 //
固結工法（薬液注入工法）	882,104 //
（石灰パイル工法）	343,704 //

又、E～Iブロックの適する工法は、沈下量が少く、限界盛土高にも問題がないことから安価な表層処理工法（土木安定シート、サンドマット）を採用する。

(3) 対策工事の設計

設計条件の地盤常数及び計画盛土高を各ブロックに分けて整理し交通荷重の対策、沈下量の計算、残留沈下量の計算を行い対策工事の設計とするが、本文ではBブロックの設計内容を報告する。Bブロックの設計条件は、次に示すとおりである。

交通荷重による荷重の増分はT-20による地中応力係数により沈下量を計算し、その沈下に見合う盛土高をサーチャージとして余盛する。(Bovssinesqの式による)

$$\delta_z = \frac{3Q}{2\pi Z^2} \cos^3 \phi = \frac{3}{2\pi} \left\{ \frac{1}{1 + \left(\frac{r}{Z}\right)^2} \right\}^{\frac{5}{2}}$$

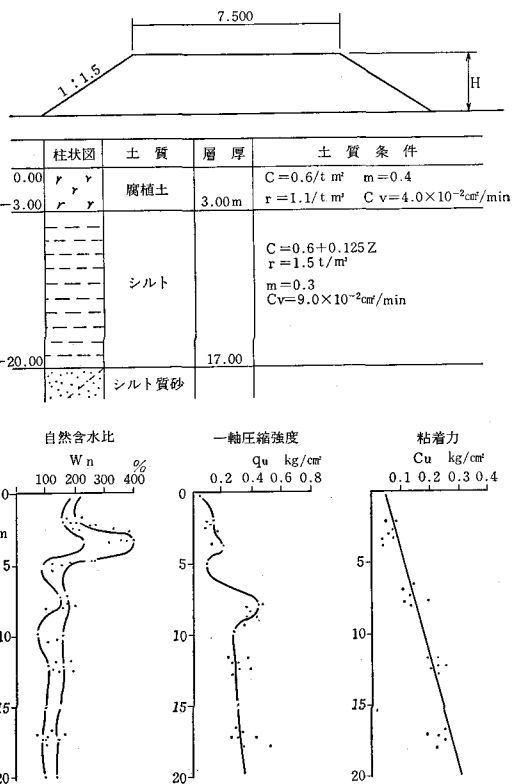
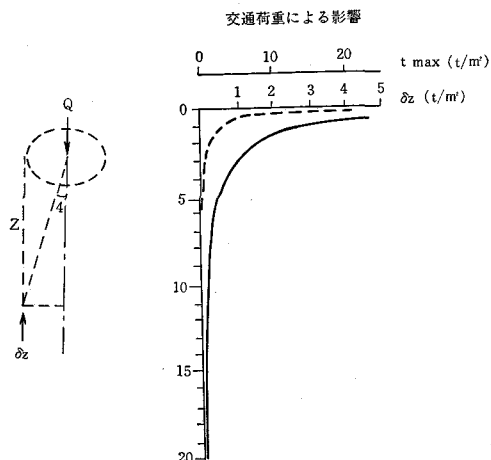


図-12 Bブロックの条件



$$S = \text{交通荷重を含んだ沈下量} - \text{交通荷重を含まない沈下量}$$

$$= 186\text{cm} - 138\text{cm} = 48\text{cm}$$

交通荷重分の余盛高としては

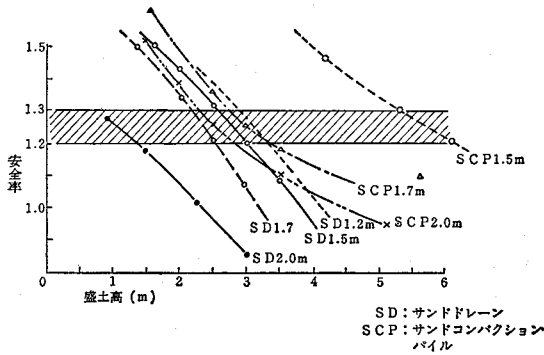
$$h = qa/r_t = \frac{1.0}{1.75} = 0.57\text{m}$$

となりほぼ沈下量と見合うことからサーチャージは50 cm を考える。

盛土の安定については円弧スベリによる安全率を1.2～1.3まで改良することを目的にサンドパイル及びサンドコンパクションで置換させるが、その置換率を試算にて決定する。

表一八 置換率と安全率

盛土高	無処理	サンドパイル	サンドコンパクションパイル	区分
2.0	0.90	(1.7m□) 1.38	(—)	低盛土
3.0	0.56	(1.7m□) 1.07	(1.7m□) 1.27	
2.8	1.08		(0.1) 1.69	高盛土
4.3	0.88		(0.1) 1.34	
5.6	0.72		(0.1) 1.14	
			(0.2) 1.34	



図一三 配置と安全率

置換率と安全率を試算後対比できる置換率の経済性を比較し、計画盛土高に対し適正な配置を決定する。

低盛土区間(サーチャージを含み2.0～2.5m)はサンドドレーンパイル1.7m□が有利であるが高盛土区間(サーチャージを含み2.5～5.6m)は沈下量が200cmを越

表一九 杭配置と工事費 (ℓ=10.0m)

区別	杭径	配置	m ² 当工事費	適用範囲
S.D	400	m□ 1.7	6,920	~2.5
		1.5	8,880	2.2~3.0
		1.2	13,880	3.0~3.3
Scp	700	2.0	7,300	2.3~2.8
		1.7	10,100	2.8~3.3
		1.5	12,960	~5.7

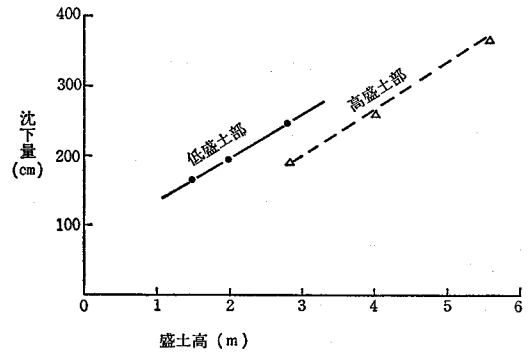
えるので沈下のい減を考慮しサンドコンパクションパイルを採用することにした。

SD(サンドドレーンパイル)とSCP(サンドコンパクションパイル)について沈下速度及び沈下い減率を計算し、残留沈下量を求めてパイルの長さを決定する。

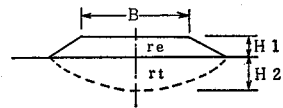
各盛土高に対する沈下量は

$$S_i = \frac{e_0 - e_1}{1 + e_0} \cdot H$$

e_1 に相当する q は



図一四 沈下量



表一〇 沈下量計算

盛土高	層別	層厚 H	仮定沈下量 H ₂	盛土荷重 q	荷重影響係数 I _r	増加重荷 ΔP	土かぶり圧 P ₀	P ₀ + ΔP	e ~ log P 適用線	初期間ゲキ比 e ₀	P ₀ + ΔP に対する間ゲキ比 e ₁	沈下量 S _i
2.90m	1	300	250	0.695	0.990	0.688	0.015	0.703		8.40	5.03	107.6
	2	300			0.825	0.573	0.105	0.678		4.26	2.83	81.6
	3	400			0.620	0.431	0.280	0.711		3.15	2.94	20.2
	4	500			0.450	0.313	0.505	0.818		3.05	2.87	22.2
	5	500			0.360	0.250	0.755	1.005		2.22	2.10	18.6
合計		2,000										250.2

$$q = 1.75 \cdot H_1 + 0.75 \cdot H_2$$

H_1 : 地下水面より上にある盛土高 (m)

H_2 : 沈下して地下水面の下になった盛土高 (m)

圧密沈下に要する時間は、改良部分と未改良部分に分けて計算する。

○改良地盤の場合

$$t = \frac{d_e^2 \cdot T_h}{C_v} \quad (\text{Barron の理論})$$

d_e : パイル有効円の直径 (cm)

$$= 1.128 d$$

d : パイル間隔

$$\lambda = d_e / d_w$$

d_w : パイル直径

U_A と T_h の関係は高木俊介氏の表による。

○未改良地盤の場合

$$t = \frac{D^2 \cdot T_v}{C_v} \quad (\text{Terzaghi の圧密理論})$$

D : 排水距離

T_v : 時間係数

C_v : 圧密係数

換算層厚 H の計算は

$$H = \sqrt{\frac{C_{v0}}{C_{v1}} \cdot H_1} + \sqrt{\frac{C_{v0}}{C_{v2}} \cdot H_2} \cdots + \sqrt{\frac{C_{v0}}{C_{vn}} \cdot H_n}$$

C_{v0} : 基準圧密係数

$C_{v1} \cdots C_{vn}$: 各層の圧密係数

$H_1 \cdots H_n$: 各層の厚さ

により圧密時間と圧密度の関係は次のようになる。

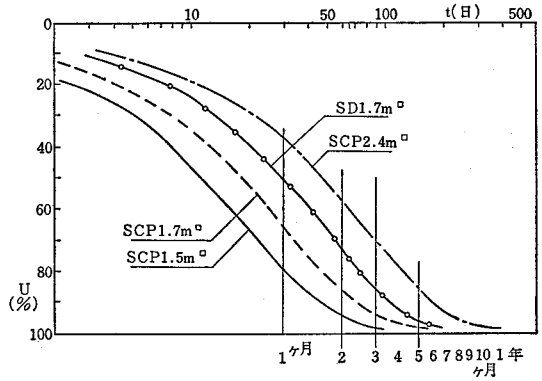


図-15 改良層の $U \sim t$ 表

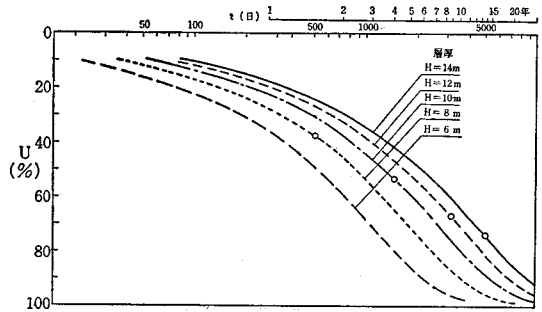


図-16 未改良層の $U \sim t$ 表

改良層及び未改良層の $U \sim t$ 表により残留沈下量は次式により計算される。

表-11 残留沈下量の計算例

盛土高 H_1 (m)	サーチャージ高 H_2 (m)	層構成	層厚 (m)	改良深度 (m)	改良良度 (m)	改良種別及び改良ピッチ (m□)	沈下率 β	沈下量 S_{i1} (cm)	改良後沈下量 S' (cm)	施工期間1年の		
										圧密度 U (%)	残留沈下量 S' (cm)	
1.50	0.50	1~2 3~5	8.0	8.0	SD	1.7	—	162.1	162.1	99	1.6	
			12.0	—	—	—	33.2	33.2	16	27.9	Σ 29.5	
		1~3 3~5	10.0	10.0	SD	1.7	—	—	169.3	169.3	99	1.7
			10.0	—	—	—	26.0	26.0	22	20.9	Σ 22.6	
5.60	0.50	1~4 5	14.0	14.0	Scp	1.5	0.661	312.3	206.5	99	2.1	
			5.0	—	—	—	50.4	50.4	58	21.2	Σ 23.3	
		1~4 5	15.0	15.0	Scp	1.5	0.661	—	322.4	213.1	99	2.1
			4.0	—	—	—	40.3	40.3	72	11.3	Σ 13.4	
		1~4 5	16.0	16.0	Scp	1.5	0.661	—	332.5	218.9	99	2.2
			3.0	—	—	—	30.2	30.2	87	3.9	Σ 6.1	

$$\Delta S = S \cdot (1 - U)$$

ΔS : 残留沈下量

S : 沈下量

U : 任意の期間に達する圧密度

工事の進捗率から見て、工事期間と圧密放置期間の合計が1年～1年6カ月を目安にした圧密度を考える。この段階で許容残留沈下量を上まわらない改良深さを与えれば良いことになる。又この時にサンドコンパクションパイルは沈下の多い減率が加味されてくるので次式により計算する。

$$S' = S_{i1} \cdot \beta$$

S' : てい減された沈下量

S_{i1} : 改良部分の沈下量

β : 沈下てい減率

$$\beta = \frac{1}{1 + (n-1)F_V}$$

F_V : 置換率 = A_V/A_0

n : n 角配置

Scp 1.5m□ のとき $\beta = 0.661$

Scp 1.7m□ のとき $\beta = 0.715$

Scp 2.4m□ のとき $\beta = 0.833$

施工期間に対する残留沈下量は改良深さ毎に計算して表-12に示してある。

表-12 残留沈下量の一覧表

盛土区分	盛土高 H (m)	改良厚土 \bar{l} (m)	改良ピッチ d (m)	残留沈下量 S_i (cm)	許容沈下量 S_0 (cm)	適用工法	適否 ○×
低盛土部	1.50	6		37.1			×
		8	1.70	29.5	30.0	SD	×
		10		22.6			○
	2.40	6		42.9			×
		8	1.70	34.0	30.0	Scp	×
		10		24.9			○
高盛土部	3.0	10		31.1			×
		12	2.40	19.9	20.0	Scp	○
		14		10.6			○
	4.3	10		44.9			×
		12	1.70	29.5	10~20	Scp	×
		14		14.9			○
	5.6	14		23.3			×
		15	1.50	13.4	10	Scp	×
		16		6.1			○

以上対策工を検討したが、第1に施工中の交通荷重に対応させる方法としてサーチャージを50cm考える。第2に地盤の安定及び地盤強度の増加を目的にサンドドレーンパイル又はサンドコンパクションパイルを計画す

る。許容安全率は低盛土部及び高盛土部とも $F \geq 1.20$ とし、その安全率を満足するサンドパイル置換率にてパイル配列を決めた。第3に残留沈下量によりパイルの長さを決定するが、許容安全率10~30cmの考え方を次のように表した。

農道の規模からして盛土区間の連続するところは30cm未満とし、切盛土接点部及び橋梁等構造物取付区間のうち構造物に近いところは10cmとし暫時20cmから30cmに移行することにした。

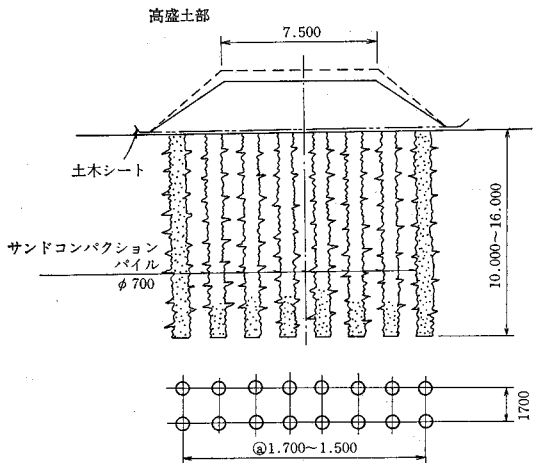
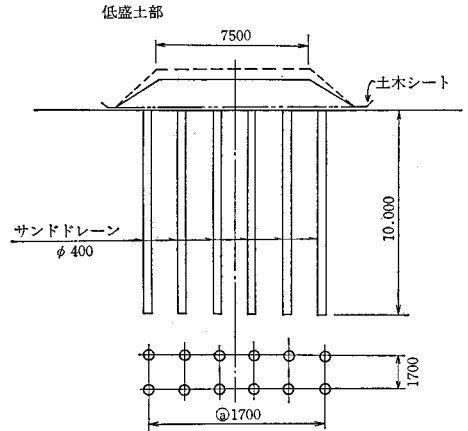


図-17 施工標準断面図

5. 施工計画

(1) 補助工法の施工

限界盛土高が0.74mの地盤状況から見て現地盤に盛土することは困難であるため、サンドマット及び土木安定シートの敷設等の補助工法を用いるが、各々の施工仕様は次のように計画する。

サンドマットは盛土自体のトラフカブリチーを良好にすることと、軟弱層の圧密のための上部排水層を形成す

ることを役割とするが、トラフカビリチーを保つためには土木安定シートと併用で施工することが効果的である。サンドマットの標準厚さは使用する機械の接地圧と地盤の支持力により決定され、その厚さは通常 50~120 cm である。

盛土に使用する機械とその接地圧は

ブルドーザー 11 t 級	$q = 0.58 \text{ kg/cm}^2$
トラクタショベル 1.2 m ³ 級	$q = 0.80 \text{ //}$
砂杭打機	$q = 0.80 \text{ //}$
ダンプトラック 8 t 級	$q = 5.87 \text{ //}$

であるが、Bブロックの $q_u = 0.1 \text{ kg/cm}^2$ に対しサンドマットの必要厚さは、ブルドーザー、トラクタショベル、砂杭打機で 80cm で済むがダンプトラックは 120cm では足りない。したがって土木シートを併用してダンプトラックの通行を可能にしたい。

$$F_s = Q_d / \delta_n \quad F_s \geq 1.0$$

$$Q_d = 5.14 C_u$$

$$\delta_n = \frac{q_c}{\{a + 2(h+d) \times \tan \theta\}^2 + r \cdot h}$$

F_s : 地盤の安全率

Q_d : 地盤の支持力 (t/m²)

δ_n : 土木シートを使用した時の地表面に働く荷重 (t/m²)

q_c : 機械の接地圧 (t/m²)

a : 接地圧の基準巾 (m)

h : サンドマットの厚さ (m)

d : 土木シートの強化換算厚 (m)

θ : サンドマットのセン断抵抗角

r : サンドマットの湿潤単位重量

C_u : 地表面付近の粘着力 (t/m²)

$$Q_d = 5.14 \times 0.50 = 2.57 \text{ t/m}^2$$

$$\delta_n = \frac{11.88}{\{0.30 + 2(0.80 + 0.70) \times \tan 45^\circ\}^2}$$

$$+ 1.80 \times 0.80$$

$$= 2.53 \text{ t/m}^2$$

$$F_s = 2.57 / 2.53 = 1.02$$

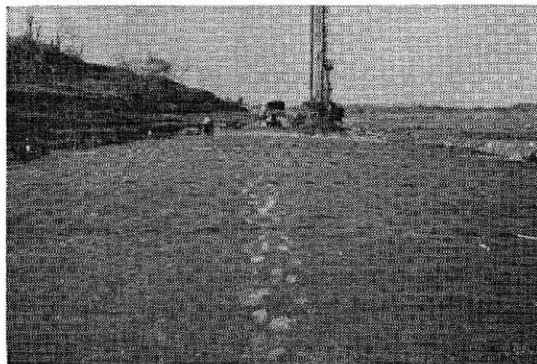


写真-2 土木シート敷設

サンドマット厚さは 0.80m で良いことになるが、排水層としての必要厚さは、施工中に路体のトラフカビリチーを低下させないような圧密排水水頭を持たせることにある。

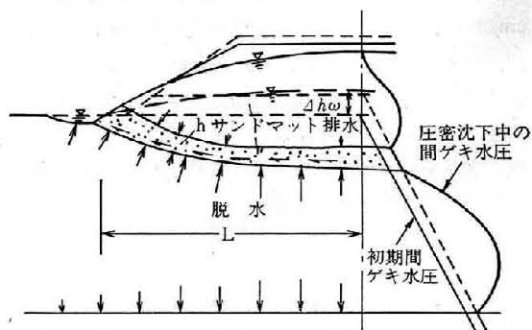


図-18 サンドマットの排水効果

$$\Delta h_w = \frac{L^2 \cdot S}{2 \cdot k \cdot h}$$

L : 道路敷巾の $1/2$ (cm)

S : 盛土の平均沈下速度 (cm/day)

k : サンドマットの透水係数 (cm/day)

h : サンドマットの厚さ (cm)

Δh_w : 圧密排水水頭 (cm)

$H = 1.00\text{m}$ の場合 $L = 6.00\text{m}$, $k = 40.09\text{cm/day}$, $S = 1.50\text{cm/day}$ (50日の場合であって100日の時は $S = 1.06\text{cm/day}$ である。)の時、 h を 100cm, 80cm, 50cm について計算すると、

$$h = 100\text{cm} \text{ のとき } \Delta h_{w,50} = 67.3\text{cm}$$

$$(\Delta h_{w,100} = 47.6\text{cm})$$

$$h = 80\text{cm} \text{ のとき } \Delta h_{w,50} = 84.2\text{cm}$$

$$(\Delta h_{w,100} = 59.5\text{cm})$$

$$h = 50\text{cm} \text{ のとき } \Delta h_{w,50} = 134.7\text{cm}$$

$$(\Delta h_{w,100} = 95.2\text{cm})$$

となり、サンドマット厚さは 80~100cm が良い。

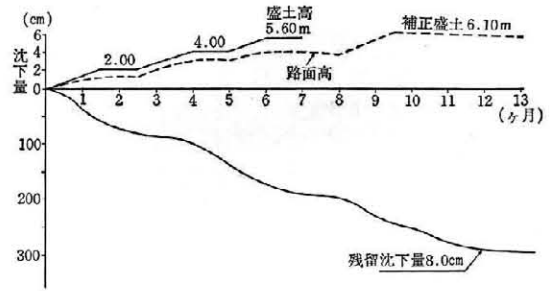


写真-3 サンドマット施工

以上により補助工法はサンドマット (厚さ 80cm) と土木安定シート (ネトロンネット Z-30) を施工する。

(2) 盛土施工方法

盛土施工は低盛土の場合サンドマットを含め $H=1.00$ mの盛土後に基礎処理を施工し沈下量が 1.00 mに達した時、サーチャージを含めた補足盛土を行って残留沈下量 30 cmまで放置する。高盛土部は緩速載荷法を用い、 3 cm/day以下の盛土施工速度で載荷して行くが、基礎処理は盛土高 1.0 m（サンドマット厚 80 cmを含む）の位置で施工する。この載荷工法で進行すれば、盛土高 5.60 mまでは 8 カ月で施工が終り、その後 1.5 カ月かけて補正盛土を施工すると 12 カ月間で残留沈下量 8.0 cmまで到達させることができる。



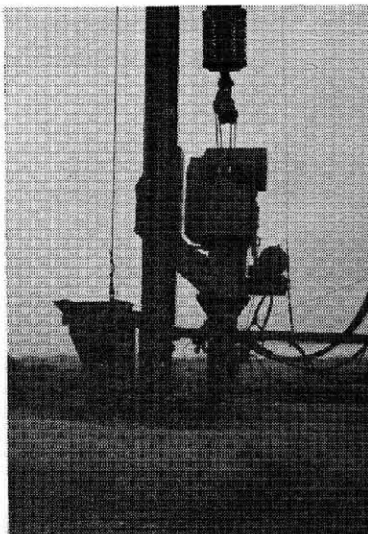
図一19 緩速載荷と沈下量



写真一4 サンドパイル打設



写真一6 緩速盛土施工



写真一5 サンドパイル打設

(3) 工事工程表

今後の施工予定は、年間の事業費配分から予定を建て、盛土施工法及び基礎処理工程を考慮した上で図一20の工程表のように施工したいと考えている。

6. おわりに

以上、軟弱地盤に対する農道の基礎対策設計例として、限西地区の現況地盤及び無処理地盤に対する盛土の検討、基礎処理工法の設計例を紹介したが、今まで述べてきたとおり限西地区では軟弱地盤の道路盛土沈下を防止するために可能な方法を探り入れてその対策を講じている。しかし地中の挙動はまだまだ不明な部分が多く、種々雑多な技術的問題があり、計画当初から現在に至るまで試行錯誤の域をでていない。当地区における施工時の動態観測を主たる要素として常に工程、施工法、残留沈下量、斜面の安定、施工管理の基準値などを再検討しなければならない状態にある。諸兄の助言とご指導のほどをお願いする次第である。

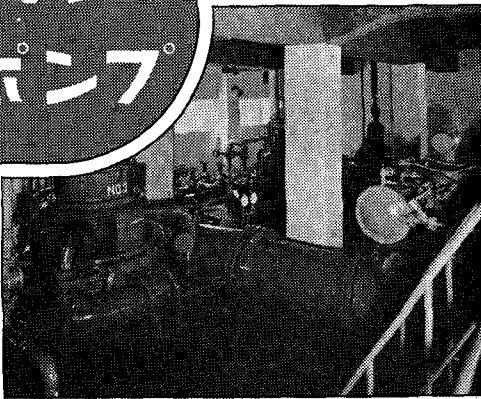
ブロック	過年度	1年目					
		4	7	10	1	3	6
A					-----	-----	-----
B			高倉川 高倉川を除く	-----	-----	-----	-----
C				-----	-----	-----	-----
D				-----	-----	-----	-----
E				-----	-----	-----	-----
F				-----	-----	-----	-----
G				-----	-----	-----	-----
H				-----	-----	-----	-----
I				-----	-----	-----	-----

-----基礎処理 ----- 暫定盛土 (補正盛土) ----- 完盛盛土 ○-----○ 放置期間 ===== ホ装

図-20 工程表

トリシマ ポンプ

揚水用立軸うず巻ポンプ
口径：1200×800mm、
2000kW



農業用水の安定供給と効率的な利用にポンプは欠かせません。

トリシマは農業用の散水、灌漑、排水ポンプをはじめ上下水道、工業用水道、建築設備、化学、淡水化、火力・原子力発電用などの小形から大形・大容量ポンプまであらゆるニーズにお応えしています。

営業品目

- 各種ポンプ、メカニカルシール
- ラッピングマシン
- 除塵機
- 鋳鉄鋼品
- マルチスタッドテンショナ
(原子炉圧力容器開閉用油圧装置)
- コンデンサチューブ、クリーニング装置
(西独タブロゲ社との製作提携品)
- ポンプステーションの設計・施工・アフターサービス



株式会社 西島製作所
西島ケエスビ商事株式会社
西島サービス株式会社

取締役社長 原田 龍平

資本金 10億320万円

本社・工場 大阪府高槻市富田町1-1-8 ☎0726-95-0551(大代)
営業所 大阪 ☎06-344-6551(代) 札幌 ☎011-241-8911(代)
東京 ☎03-211-8661(代) 仙台 ☎022-23-7292・3971
東京分室 ☎03-255-4371(代) 広島 ☎0822-43-3700(代)
名古屋 ☎052-221-9521(代) 高松 ☎0878-22-2001(代)
福岡 ☎092-771-1381(代) 沖縄 ☎0988-63-7011(那覇)

間違い易い水理設計

——水路工に関する事項——

石野捷治*

目 次

1. まえがき.....(80)	波立ち.....(82)
2. 沈砂池内に設置する余水吐.....(80)	8. 消波工前面に設置する波返し.....(83)
3. 沈砂池内の沈砂溝の横断面形状.....(80)	9. 完全越流の流況におけるセキ上流側の
4. 沈砂溝と排砂路との接合部.....(81)	水位.....(85)
5. 排砂路内の合流形状.....(82)	10. 分水工の構造.....(86)
6. 沈砂池流出部の形状.....(82)	11. あとがき.....(87)
7. 落差工の連続設置による下流水路内の	

1. まえがき

今回は、水路工に関する部門を取扱った。ここで述べる主要な事項は、水理模型実験によって、その水理構造を決定する過程の中で筆者が経験したいくつかの点を挙げた。

この報文の内容は、主として沈砂池と落差工に関連した事項を扱ったものである。

2. 沈砂池内に設置する余水吐

農業用水の取水工の計画と設計については、取入れ口前面での土砂の滞積や幹線水路への土砂の流入がないように配慮しなければならない。これは当然のことであるが、農業用水以外の上水道や発電などと共用する取水工の場合には、一定流量を常時通水しなければならないために、洪水時でも取水を行うため土砂の流入が生ずる。このような場合には、流入した有害な土砂粒子を沈積し、これを排除するために沈砂池を設置する必要がある。

一方、取入れ口からの過剰な流入量を排除するため、沈砂池の一部に余水吐を設置する場合がある。すなわち、沈砂池の流入部に側流型の余水吐を設ける事例(図-1参照)を見受けるが、このような設計は誠に好ましくない。

この理由は、側流型余水吐を設置した沈砂池流入部では、余水吐が作用する場合には余水吐方向に向かう、横方向の流れが生じ、沈砂池の流入拡大移行部に要請されるところの均等に分散し、偏流や逆流が起こらないような流れとなる機能を破壊してしまうからである。

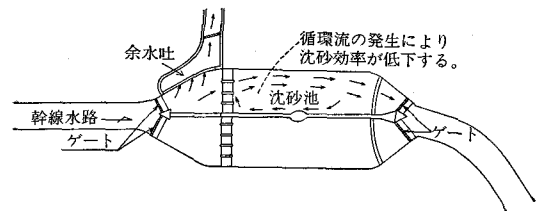


図-1 流入部に余水吐を設置した沈砂池略図

目的が異なる水理構造物を思い付きで一緒にすることは避けた方が無難であろう。それぞれの構造物の目的を十分理解し、その設計を誤らないようにしなければならない。

3. 沈砂池内の沈砂溝の横断面形状

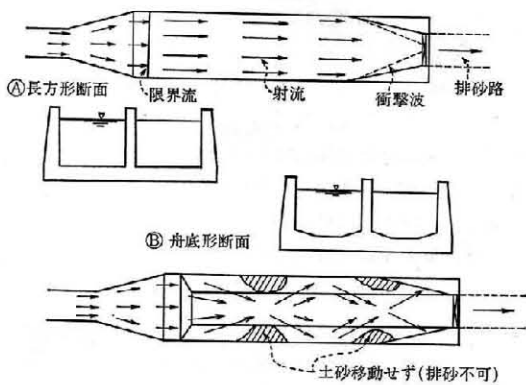
発電、上水道及び工業用水などと共用している導水路内に沈砂池を設計する場合には、一定流量を常時通水しなければならないので、一部で排砂を行いながら他の部分では通水可能となるような沈砂溝の区割りを行わなければならない。要するに、沈砂溝は2連以上ある方がよいわけである。

また、沈砂池の形状は築造地点の地形に適合させ、かつ、左右対称とする。沈砂溝は一様長方形断面(図-2の④)とするのがよい。

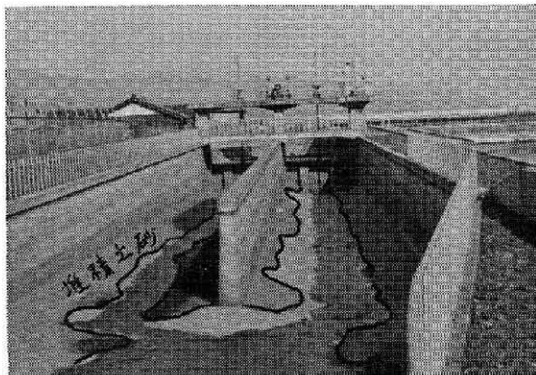
正確には、沈積させる粒子の大きさ、流入土砂量及び排砂時の掃砂流量などから検討すべきである。一般に、沈砂溝の断面形は幅員に比べて水深が大きく、十分長いものが沈砂効果は大きい。

沈積した土砂を排除する場合には、可能な限り自然排砂が行えるように計画する。その沈砂溝の底コウ配は排砂すべき有害粒子の移動限界流速以上の流速を与えるこ

* 農業土木試験場水工部



図一 沈砂溝の横断面形状と排砂時の流況



写真一 舟底型沈砂池の落水後の状況

とが要求される。

このことから、排砂時には沈砂溝内の流れが射流の状態になるように設計すると、大きな流速が得られ、排砂を良好にする。

ところで、排砂時に沈砂溝内の流れを射流とすると、従来の沈砂池に見られたような舟底型の沈砂溝断面(図一2のB)では、良好な排砂効果が得られない。すなわち、図でもわかるように、沈砂溝内の流れは集中と分散を繰り返す。この結果、流れが集中する沈砂溝の両側には排砂不可能な場所ができる。さらに、沈砂溝から排砂路への流れの連続性にもかなりの問題が生ずるおそれがある。(写真一参照)

4. 沈砂溝と排砂路との接合部

沈砂溝内の流れを射流の状態になるように設計すると、大きな流速が得られ排砂を良好にする。同様に、排砂路の底コウ配も排砂路内の流れが、沈砂溝内の流速よりさらに大きな流速となる射流の状態になるように設計を行う場合がある。

一般に、排砂路の幅員のほうが沈砂溝の幅員より小さい事例が多い。このような場合、両者の底コウ配がほぼ等しく、かつ、同一流量を流下させる水理量計算を行う

と、流れの比エネルギーの値は排砂路内のほうが沈砂溝内の値より大きくなることもある。これは単位幅流量が排砂路の方が大きくなるためである。

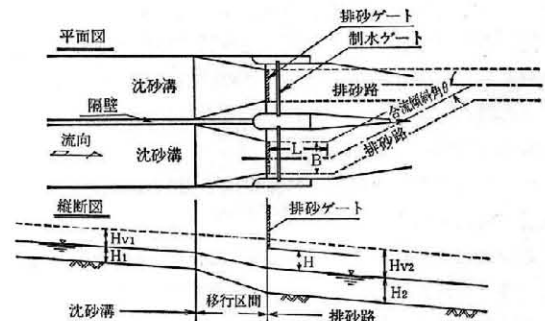
このため、沈砂溝下流から排砂路流入部の流れにおいて、排砂路側のエネルギーが高くなり、沈砂溝内の流れが停滞し、十分な排砂が出来なくなる場合が生ずる。

このような不都合な現象を防止するため、沈砂溝の下流側に $1/10$ 程度の急コウ配部分を設けることがある。このほか、沈砂溝末端に移行部を設けて衝撃波を生起させて完全排砂を行う方法がある。後者の設計については、土地改良事業計画設計基準、設計、頭首工に詳述されている。

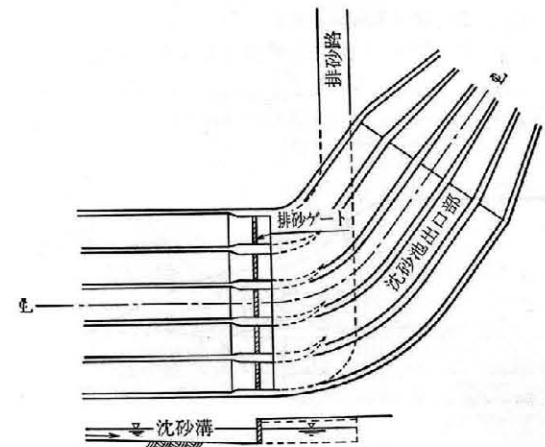
また、沈砂溝から排砂路へ流入する位置に設置される排砂ゲートを引き揚げた時に、流れの水面上の余裕(図一3の縦断面における H) を十分に確保する構造であることが必要である。

排砂路流入部は暗渠の形状となることから、上部の沈砂池出口の形状と関連し、排砂路流入部の高さが低く計画される傾向があり、設計の際に十分注意する個所と考える。

なお、排砂路の方向が沈砂池の中心線に対し、大きく左右いずれかの方向に屈折する形状(図一4参照)の場合



図一 沈砂溝から排砂路への移行形状例



図一 排砂路が沈砂池中心線に対し、直角方向になっている事例

合には、接合部における流れは、方向や速度が複雑に変化し、排砂機能を十分に予知することは困難である。それゆえ、このような形状の場合には水理模型実験を実施して機能を確認することが望ましい。

5. 排砂路内の合流形状

沈砂溝が2連以上あって、直線方向の排砂路に他の排砂路が合流する場合の形状(図-3参照)には十分注意しなければならない。

排砂路内の流れは射流の状態であり、図-3に示すような合流傾斜角 Q は、できるだけ小さい角度で合流する形状のほうが流況を良好にする。

また、図-3に示した右岸側排砂路の直線区間 L は、長くすることはよいが、これを短かくすると排砂に不都合な流れとなる。

実験的に調べた結果では L の延長は排砂路の幅 B の2倍以上を与えることが必要である。

6. 沈砂池流出部の形状

沈砂池末端流出部から下流側幹線水路への取付移行形状を決定する場合、下流側の幹線水路が大きく屈曲する形状になっていると、次のような不都合な現象が発生するので十分注意する必要がある。

図-5の点線に示すように、沈砂溝部分が大きく2つに分かれて末端流出部から下流側の幹線水路に移行する形状の場合、末端ゲートから流出する流れが下流側水路の屈曲に影響される。

なお、この図-5に示したものは筆者が実施した水理模型実験例である。

この計画は、点線で示すような形状の既設沈砂池構造物の所に通水流量を増加(計画流量の変更による)して流下させるため、沈砂池の右岸側を実線のように拡幅し、あわせて下流幹線水路をも実線のように改造した。この際、当然取水工も改造されている。

計画変更当初は、取水工の改善によって流入土砂を防止できるものと推察されたことから、既設沈砂池部分の沈砂溝などについては、工費の軽減を考慮し、できるだ

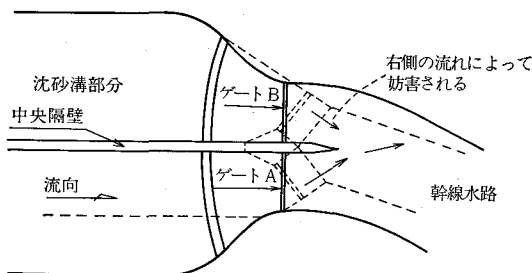


図-5 沈砂池流出部

け改造しない方針をとった。

そこで、沈砂池末端の制水ゲートも既設の状態(点線で示した形状)をそのまま利用することで実験を始めたものである。ところが、既設の構造(点線)における実験によって観察された現象は次のとおりである。

先づ、末端ゲートAから流出する直進しようとする流れのために、屈曲部の左岸側沿いの流れが妨害されるようになり、末端ゲートBからの流出が抑えられる。このため、沈砂池の左岸側は貯留され水位が上昇する。流出停滞に伴ってある程度内水位が上昇すると、位置のエネルギーが大きくなり、末端ゲートBからの流出が行われる。今度は、末端ゲートAからの流出が抑えられ、沈砂池の右岸側の内水位が上昇する。そして、一定時間の流出停滞の後、末端ゲートAからの流出が行われる。

このように、沈砂池内の水位が交互に上下するサージ現象を示した。このような流れは、沈砂溝内の沈砂機能や、下流幹線水路内の流速の平均化に悪影響を及ぼす。

この現象を防止するため、最終的に決定された施工実施案としては、下流側の水路中心線に対してゲートの方向が直角になるよう(図-5において実線で示した方向)に修正することに決定した。

7. 落差工の連続設置による下流水路内の波立ち

水クッション型落差工の水クッション規模が適切でないため、落下水の減勢が不十分で下流水路に大きな波立ちを発生させることがある。このほかに、1個所の落差工に関しては、水クッション規模はほぼ妥当であるが、100~300m程度の間隔で落差工が連続して設置されているために、波立ちが増幅され、障害となるような大きな波を発生させることがある。

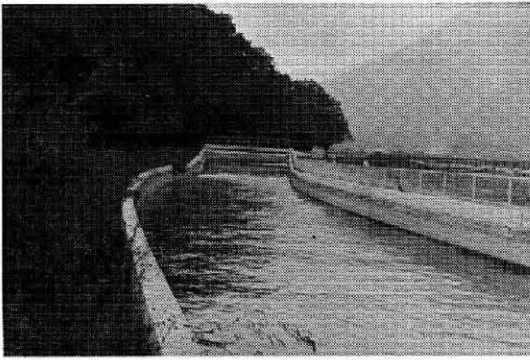
この理由としては、次のように考えられる。

開水路においては、①材料や形状の異なる水路を接続させる場合の取付け移行区間の不備、②調整ゲートや分水ゲートの操作、③落差工の落下水脈裏側への空気供給の不完全現象に伴う水脈の振動、及び④水路の直線区間での同一方向に対する風向と風力などの原因による波高等である。

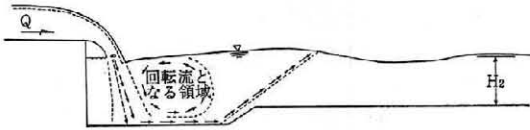
水路幅が6~8mの水路における波高5~10cmの波成ちは写真-2に見るように、水面が穏やかな安定した流れと観察される。

しかしながら、波高5~10cm程度の波でも減衰されずに下流側に設置された落差工の落ち口に到達する。

落ち口では、段落ちの低下現象のために水面変動は多少、小さくはなるが、上流からの波の影響をうけて落ち口水深は周期的に変動する。落ち口水深が周期的に変動すると、落下水脈の初速が周期的に変動し、落下水脈の下流水面への到達位置や水中への突入速度及び、水中に



写真一 水路内の流況，水路幅は8.0mである。



図一 6 落下水脈の流況説明図

突入した後の水脈中心部の水クッション底に衝突する位置での流速に違いを生ずる。(図一6参照)

このため、下流移行部の底コウ配に沿って下流水路に押出される流勢は、上流側の水路内で生じた水面変動の山と谷に関連して、周期的な流勢の強弱変動を繰り返す。この現象は、下流水路に対する造波運動であり、上流水路で生じていた波立ちよりも大きな波立ちに発達させる。

落差工の連続によって、順次、下流への波立ちを増幅させる現象を防止するためには、1~2箇所おきに水クッション規模に余裕を持たせた落差工を設置する必要がある。

8. 消波工前面に設置する波返し

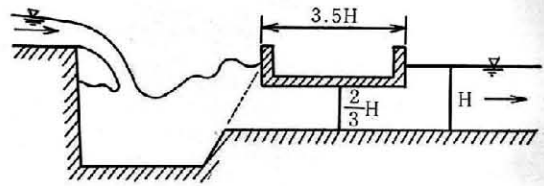
先に、水と土第37号において川合室長が説明したように、落差工の下流側水路内の波立ちが激しい場合に消波工を設けることがある。

このような場合、図一7に示すような従来型の消波工を設置すると、消波工の前面に流水が衝突して、側壁から越波するような事例がある。(写真一3参照)。

そこで、側壁からの飛び出しを防止するため、消波工の前面に1m程度の波返しを取付けた。この場合、兩岸寄りに大きな三角波が立つ傾向が認められたため、両側壁沿いに曲げた形状とした。

施工された実例を写真一4に示す。

なお、従来型の消波工を落差工の直下流ではなく水路の中間に設置する場合、消波工設置に伴う上流側水路内の水位上昇高を検討するため、次のような簡単な実験を行った。



図一 7 従来の消波工 (水と土第37号 p.68 に掲載したもの)



写真一 3 波返しの無い消波工における流況，流れは右下の方に向かう。消波工の上に見えるのは角材などの諸材料を置いている。



写真一 4 波返しを取付けた消波工の一事例 (上流側から見る)

① 水理実験の条件と実験の方法

水路の上流側は落差工、下流側が分水工の模型が設置されている水路幅 $B=58.3\text{cm}$ 、水路底コウ配 $1=1/1500$ 、延長60mの開水路のほぼ中央に消波工を設置した。消波工の上・下流側の水位測定位置は図一8に示す通りである。

消波工の延長 L は実験番号 A の場合は 29.5cm 、 B が 27.0cm である。流量 $Q=33.42\text{ l/sec}$ の一定量を流し、水路底から消波工水平部の底面までの高さ D を変えた実験を行った。(写真一5参照)

② 実験の結果とその考察

実験の結果を表一1に示すとともに、 D/H_2 と $\Delta H/hv_2$

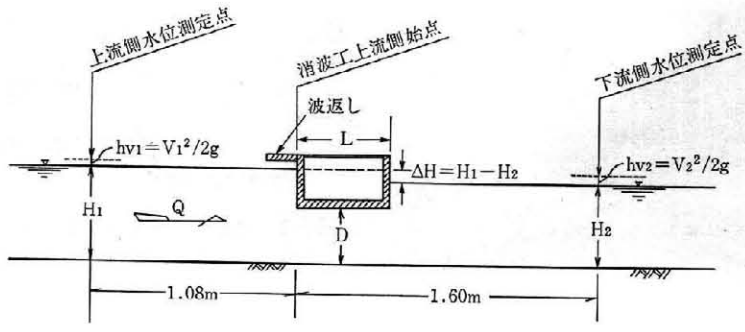


図-8 消波工を設置した場合の実験説明図

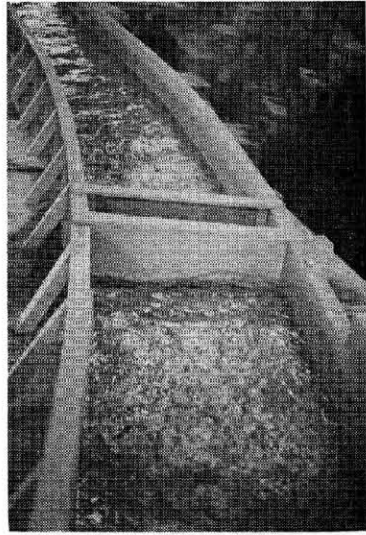


写真-5 消波工の実験状況(上流から下流を見る)

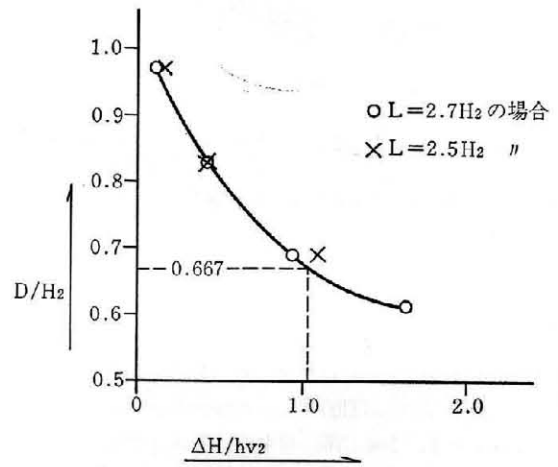


図-9 D/H_2 と $\Delta H/h_{v2}$ との関係

表-1 消波工による上流側水位の上昇高

実験番号	Dの値 cm	上流側	下流側	$\Delta H = H_1 - H_2$ cm
		水深 H_1 cm	水深 H_2 cm	
A-1	6.6	13.15	10.80	2.35
	7.5	12.17	"	1.37
	9.0	11.40	"	0.60
	10.5	10.95	"	0.15
B-1	7.5	12.38	10.80	1.58
	9.0	11.41	"	0.61
	10.5	11.02	"	0.22

との関係を図-9に示した。

消波工を設置していない状態における流れのフルード数は0.52であり、開水路の流れでは早いほうと考えられる。このような流れの中に、設置深さDを、下流側水深 H_2 の $\frac{2}{3}$ となるように消波工を設置すると、 $\Delta H/h_{v2}$ の値は約1.0の値になることが分った。(図-9参照)

このことは、消波工の設置深さDを当初水深の $\frac{2}{3}$ とす

れば、当初の水深で保有していた速度水頭程度、消波工上流側水位が上昇するということである。

なお、水位の記録は取らなかったが消波工の延長Lに関しては、 $1.6H_2$ 、 $2.0H_2$ 、 $2.5H_2$ 及び $2.7H_2$ のそれぞれの状態における実験を行った。その結果、Lが大きい方が消波効果も大きくなることを目視により確認した。ただ、 $2.5H_2$ と $2.7H_2$ とでは明確な差は認められなかった。

この実験ではフルード数が一種類のみであること、断面の急縮、急拡等の損失について十分なる検討がなされていないので今後の詳細なる研究が必要であろう。

注意：

- ① 等流水路の中に消波工を設けた場合には消波工によるエネルギー損失によって、これの上流側はセキ上げ背水現象となる。したがって、消波工直上流の水位を基準として、これより上流では不等流の水面追跡が必要となる。
- ② 等流水路のフルード数は0.44以下のとき、上流にある落差工の減勢不良に伴う波立ちなどのような不都合な現象がない限り、水路表面には波立ちが発生しないので、このような場合には消波工が必要では

ない。

9. 完全越流の流況におけるセキ上流側の水位

ここでは、水の流れの原則について述べ、ついで、特別（例外）な水理現象について説明しよう。

まず、水の流れの原則としては次のことを念頭に入れておかねばならない。

- ① 開水路においては常流の流れが射流へ移行する場合には必ず限界流（限界水深）が発生する。この限界流の発生する点はいわゆる支配断面であり、計算の起点である。
- ② 流量一定としたとき最小比エネルギーは支配断面に発生し、その値は限界水深の1.5倍である。
- ③ ある区間の流れを考えた場合、上流側のエネルギーはその区間の下流側のエネルギーより常に高い。これに対して、特別（例外）の場合は越流セキにおける完全越流の水理現象にみる事ができる。これが、ここでの重要な問題である。

まず、完全越流セキの流量公式は一般に

$$Q = C \cdot B \cdot H^{3/2} \dots \dots \dots (1)$$

として表される。ここに Q : 流量, H : 越流水深, B : セキ幅, C : 流量係数である。

つぎに、セキ幅が限界流となるとき C の値について検討しよう。

$$F_r = \frac{V}{\sqrt{gH}} = \frac{Q}{\sqrt{g \cdot B \cdot H^{3/2}}} \dots \dots \dots (2)$$

この式において、 F_r はフルード数であり、限界流の流れにおいては $F_r = 1$ である。いま、 $F_r = 1$ としたときの $H = H_c$ とすれば

$$Q = \sqrt{g \cdot B \cdot H_c^{3/2}} \dots \dots \dots (3)$$

また、(1)式と同様な形とするために、 $H_c = H/1.5$ とすれば

$$Q = B \cdot \sqrt{g} \left(\frac{1}{1.5} \right)^{3/2} H^{3/2} = 1.7 B H^{3/2} \dots \dots (4)$$

となる。すなわち、越流セキ頂が限界流となるためには $C = 1.7$ でなければならない。

ところが、一般の越流セキにおいて、完全越流状態の

流量係数は $C \approx 2$ 程度となる。いま(1)式を書きかえると、

$$H = \left(\frac{Q}{C \cdot B} \right)^{2/3} = \left(\frac{1}{C} \right)^{2/3} \left(\frac{Q}{B} \right)^{2/3} \dots \dots \dots (5)$$

この(5)式は C の大きさに H が逆比例する関係を示している。

すなわち、セキ上流側の接近流速を無視することができる。完全越流セキにおいては、セキ頂における最小比エネルギーより小さなエネルギーで越流することができる。

すなわち、 $C = 2$ のときは、その越流水深は理論上の最小比エネルギーより約1割小さい値となる。

この理由は越流頂においては流れの回転流により遠心力が働く。この結果、水路底面に働く水圧は静水圧より小さくなるためである。

結論として、完全越流セキを起点として、これより上流側の水面追跡を行う場合には、セキ公式を用いて、セキ上流側の水位を求めねばならない。

セキ公式の流量係数 C は実験結果から与えられている。

したがって、流量係数 C を用いる場合には、その実験条件を十分理解しておく必要がある。適用外の C 値を絶対に用いてはならない。

計算例：水路幅 $B = 10.0\text{m}$, 水路底コウ配 $I = 1/1000$, マンニングの粗度係数 n の値が 0.015 と考えられる三方コンクリートライニングの長方形断面水路に流量 $Q = 30.64\text{m}^3/\text{sec}$ が流れている。

この水路内にセキの高さ $D = 1.10\text{m}$ の図-10に示すような形状のセキを設けた場合の流況を検討する。

① 水路内の等流水深 H_0

等流水深 $H_0 = 1.380\text{m}$ と仮定すると、通水断面積 $A = B \times H_0 = 10.0 \times 1.380 = 13.80\text{m}^2$, 潤辺 $P = 10.0 + (1.380 \times 2) = 12.76\text{m}$, 径深 $R = A/P = 13.80 \div 12.76 = 1.082\text{m}$

マンニング公式を用いて平均流速 V_0 を計算すると、

$$V_0 = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} = (1/0.015) \times (1.082)^{2/3} \times (0.001)^{1/2}$$

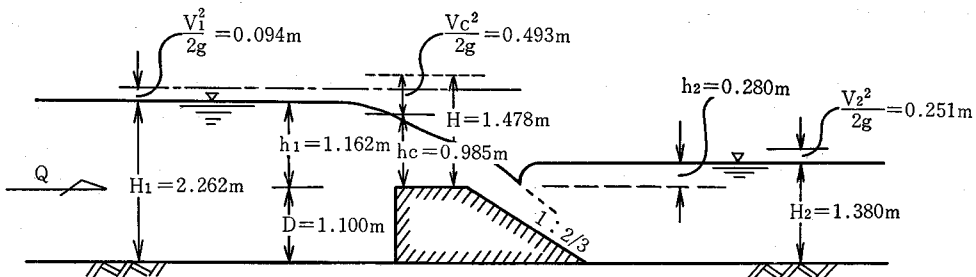


図-10 セキを設けた場合の流況説明図

$$=2.220\text{m/sec}$$

$$\text{流量 } Q = A \cdot V_0 = 13.80 \times 2.22 = 30.64\text{m}^3/\text{sec}$$

この結果、等流水深 H_0 は当初仮定した 1.380m でよいことが分かった。

$H_0 = 1.380\text{m}$ で流れる時の速度水頭 $V_0/2g$ の値は $(2.220)^2/19.6 = 0.251\text{m}$ である。

② 限界水深 h_c の値

水路が直方形断面であるから、限界水深 h_c は

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{gB^2}}$$

と

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{(30.64)^2}{98 \times (10.2^2)}} = \sqrt[3]{0.9577} = 0.985\text{m}$$

となる。したがって、図-10の条件から $h_c = 0.985\text{m} > h_2 = 0.28\text{m}$ となり、流れの状態は完全越流であることがわかる。次にセキの上流側水深を求めるために本間公式（本間・米元・米屋共著，水利学入門 p.67 森北出版）を使用する。セキ上の流況が完全越流となる場合の本間公式は次式で示される。

$$Q = m \cdot b \cdot h_1 \sqrt{2g \cdot h_1}$$

ここに、 m ：流量係数

b ：セキの幅

流量係数 m は、セキの上流側コウ配 $n_1 = 0$ 、下流側コウ配 $n = 2/3$ であることから、 $m = 0.31 + 0.23 \frac{h_1}{D}$ で与えられる。

引き続き、 h_1 の値の推定計算を行う。

$$h_1 = 1.162\text{m} \text{ と仮定すると}$$

$$m = 0.31 + 0.23 \times \frac{1.162}{1.100} = 0.31 + 0.243 = 0.553$$

$$Q = 0.553 \times 10.0 \times 1.162 \times \sqrt{2 \times 98 \times 1.162} = 30.66 \approx 30.64$$

となり、 $h_1 = 1.162\text{m}$ を得る。

この結果、セキ上流側水深 $H_1 = h_1 + D = 1.162 + 1.100 = 2.262\text{m}$ を得る。そこで、上流側水路内の平均流速 V_1 は $V_1 = Q / (BH_1) = 30.64 / (10.0 \times 2.262) = 1.355\text{m/sec}$
 $V_1^2/2g = (1.355)^2/19.6 = 0.094\text{m}$

$$E_1 = H_1 + \frac{V_1^2}{2g} = 2.262 + 0.094 = 2.356\text{m}$$

これらの値を図-10に記入した。

一方セキ上において最小エネルギーを考えた場合にはこれのエネルギー標高を E_0 とすれば

$$E_0 = D + h_c + \frac{U_c^2}{2g} = D + 1.5h_c = 1.10 + 1.5$$

$$\times 0.985 = 2.578\text{m}$$

となる。この結果、 $E_1 < E_0$ であり、明らかに、完全越流セキ上の流水は最小比エネルギーより小さなエネルギーで流去することが可能であることを意味している。

10. 分水路の構造

近年、水路の改修工事に際して、水利構造物を設置するための用地取得が困難になったため、水の流れ方よりも既存の水路用地内に収まる形状を優先させた水理設計を行う傾向が見受けられる。

このため、分水路内の流れに偏流を生じ、大きな波立を伴う障害を発生させることがある。

図-11に示す分水路は、最大通水量が約 $16.7\text{m}^3/\text{sec}$ で幹線水路側に $8.5\text{m}^3/\text{sec}$ を通水させる計画である。

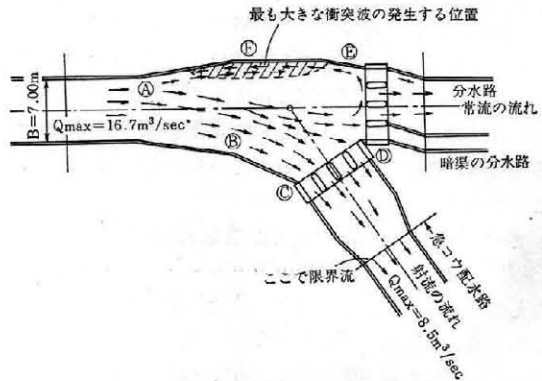


図-11 分水路内の流況図

この事例の場合には、最大通水量の6割程度の通水段階で、分水路内の波立ちの大きいことが判明し、水理模型実験を行って対策を検討したものである。

模型は縮尺を1/12に製作した。最大通水量に相当する模型流量を流した場合、図-11に最も大きな波が立つ範囲として示した領域では、模型値での波立（測定した水位の最高と最低との差）は $5.0 \sim 6.5\text{cm}$ 程度にもなり（写真-6参照）、それ以外の側壁沿いでも $3.0 \sim 4.5\text{cm}$ の波立ちとなった。

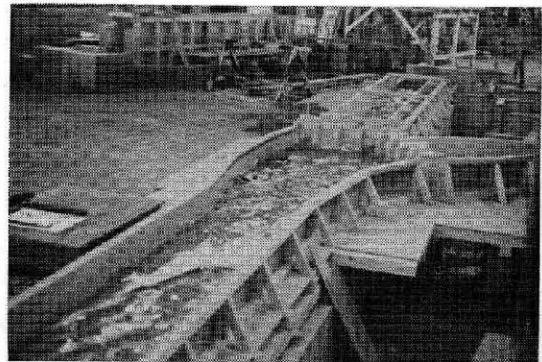


写真-6 分水路の水理模型実験の状況（計画最大通水量 $16.7\text{m}^3/\text{sec}$ に相当する流量を流している。）

この水理現象を詳細に観察するとつぎのように説明されるであろう。

- ① B点より下流において断面の拡大が非対象となること。
- ② C点で幹線水路側への流入が先に生ずること。
- ③ C—D区間は水理的に横越流に似ていること。
- ④ 分水路への流速が遅いため、一部の流れがE点に向うこと。
- ⑤ A点の流れは上流にある落差工の波動の影響を受けて不安定であり、左右に振れる。
- ⑥ 以上の結果、F地点においてA点からの流れとE点からの流れによる衝突流が断続的に発生することとなる。

この衝突流は側壁を越えて越流する。

水理現象は以上であるが種々、検討の結果、分水工の上流側に消波工を設けた。

この結果、最も大きな波が立つ領域における波高が1.5~2.0cm、それ以外は0.8~1.5cm程度の波高に収

まるようになった。

しかし、これは最善の工法とはいえない。

このように、施工がかなり進んだ段階で、その対策を問題とするのでは遅すぎるわけである。

分水工や落差工などのような水理模型実験は、比較的簡単に短時間で終了することができる。したがって、水理設計が行われた段階で、不審な点を発見したならば、早期に、水理模型実験を行って、最適の水理設計を行うことをお勧めする。

11. あとがき

水路工関係の水理設計上の注意事項を述べてきたが、書き上げたものをみると、極めてあたりまえの事をいっているだけのような気がする。しかし、設計に熱中している時には、案外、当然と思われるような大事な点が忘れられることがある。本文が少しでも参考になれば幸いである。

農業開発・地域開発の総合建設コンサルタント

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

三祐コンサルタント

取締役会長 久野 庄太郎
取締役副社長 長柄 要
常務取締役 山田 光敏
国内事業本部長

取締役社長 久野 彦一
専務取締役 渡辺 滋勝
東京支社長

本社	名古屋市中区錦二丁目15番22号(協銀ビル)	TEL(052)201-8761(代)
東京支社	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	東京都港区赤坂2丁目3番4号 (赤坂パークビル)	TEL(03)586-7341(代)
仙台支店	仙台市上杉一丁目6番10号(仙台北辰ビル)	TEL(0222)63-1857(代)
熊本出張所	熊本市紺屋今町1番25号(ロータリービル)	TEL(0963)54-5226
札幌連絡所	札幌市西区発寒5条7丁目579番地	TEL(011)662-1296
技術研究所	愛知県知多市八幡字中嶋121番地	TEL(0562)32-1351

茨城県における溝型柵渠水路

茨城県農地建設課 黒鳥和弥

溝型柵渠水路（組立コンクリート柵渠水路）は、圃場整備事業が始まった昭和39年より使用され、事業の拡大に伴って逐年その使用量が増加し、昭和51年からは景気浮揚のため一段と増加し53年まで毎年10万tの柵渠を使用している。これは柵柱で25万本、柵板で120万枚に達するものでメーカーも県内だけでも10数社に達しセメント製品業界での主力製品になっている。柵渠水路の中で溝型柵渠水路がこのような増加したのは、打込柵渠水路、ブロック張護岸水路に比べてその施工の簡便性、低価格にあります。特に施工の簡便性にあり圃場整備事業の水路護岸にはピッタリの材料と言えます。圃場整備事業は広い水田を数社の建設業者によって工事が進められるので幹支線排水路の柵渠は、建設業者がそれぞれ別々のセメント製品メーカーより柵材を購入し敷設するため接続点において若干水路断面、形状が異なり外観が悪いこと、柵材の使用が年度下期に集中して製造が需要に追いつかない場合型が違うので他社の応援を受けられないことなどが原因で工事が遅れることがみられたので、県は昭和49年よりセメント製品協同組合と型の統一について協議を重ね昭和55年1月よりこれが完全実施することにした。

柵高 60cm, 90cm, 120cm の3通りと柵幅 60cm, 80cm, 100cm, 120cm, 150cm, 200cm, 250cm, 300cm の8通りの組合せで18種類に統一した。柵幅の規定は柵柱上端の内幅とし柵柱は裏垂直、表傾斜とし柵柱には幅4cm、高2cmの振れ止を付けている。柵渠の型として面一とせず柵板に屈曲部があって柵柱に狭み込まれて水路面で柵柱部と柵板部が同じ面となり柵柱が柵板より水路内に出張している普通型に統一したのは面一に比べて価格が安い、曲線水路での敷設が簡単にできることなどのためである。また柵材の強度については抵抗モーメントで表示し、柵柱60cmでは0.19t-m、90cmでは0.37t-m、120cmでは0.755t-mとし柵板では厚5cmの場合0.0587t-m、厚6cmの場合0.0904t-mとしている。柵板の表示は、JISの規定による土圧側面取りは作業労務者が農家の出人夫が多く間違いが多く敷設後も上段だけは表裏判定出来るが下段は判定出来ないで柵板の土側に(⊕)のゴム印径7cmを押すことにしている。6cm厚は水路側に(⊙)のゴム印を押すことで間違いの起らぬようにしている。

次に茨城県での溝型柵渠工事仕様書を示す

溝型柵渠工事仕様書

1. 溝型柵渠材料はコンクリート標準示方書に基づき製作するものとし、小河川、排水路等に用いる工事に適用する。
2. 製品の運搬に当っては損傷を与えないようその断面等の特性を考えて大きなタワミが生じないように注意するものとする。現場搬入する製品は工場検査に合格したものである。
3. 現場の保管に当っては製品の積み重ねその他重量物等の積み重ねをしてはならない。特に柵板は表裏の表示に注意して、横方向に垂直置きとし、その断面等の特性を考え、タワミ、損傷を与えてはならない。柵柱は打込んだ杭に立掛け転倒による事故を防ぐこと。
4. 掘削は水路底面までは機械掘削とするも、柵柱横梁部は水路底以下となるので人力床掘とし丁寧に仕上げを行ない過掘りをしないこと。
掘削に際し湧水のある所は排水を行ない仮排水路は柵渠を敷設する場所の外に設けること。
掘削幅は柵板の張立てが出来る作業幅とし、仮排水路が必要なときは適宜広げること。
掘削勾配は法くずれを起さない程度に土質及び掘削深より決定すること。
5. 掘削土は掘削面に影響を及ぼさないよう充分な余裕をとった場所に仮置すること。
6. 柵柱は専用の吊り具により柵柱に傷を付けないよう吊り所定の場所に吊り込むものとする。この場合水糸等により高さ、線形を正しくし、横梁は中心線に対し直角になるようにする。また施工伸び縮みのないよう所定の間隔に建て込むものとする。
柵柱の横梁下側は掘削面と密着させること。
7. 柵板の張立ては表裏に注意して所定の面に合わせると共に柵柱と密着するよう張立てるものとする。また左右岸同じ高さ順次張立て土圧による移動を起さないようにすること。柵柱への柵板の掛りは20mm以上とする。
8. 埋戻しは柵板の張立てをしながら順次上部に至るものとし人力により柵板と柵柱の密着を確認しながら入念に踏み固めるものとする。
9. 曲線部は曲線内側の柵板を短くすることで形成し、外側の掛りを小さくすることで曲線形成をしてはならない。柵板を切断するときは切断面を平滑にし亀裂が

あつてはならない。

以上の通りですがこの外に、1. 溝型柵渠の背後土質別選定図表。2. 曲線部敷設の際の曲線諸表。3. 合流工用柵

渠及び施工法。4. 急流用柵渠の適用範囲。5. 砂地用柵渠。6. 暗渠出口部用柵板。7. 溝型柵渠の終点捲込工。等がありますが紙面の都合で項目だけ紹介します。

長良川河口堰の建設と高須輪中地域の農業基盤整備

岐阜県農地計画課 松 久 勝

長良川計画洪水量は従来 4,170 m³/sec が 7,500 m³/sec に改訂され、これに必要な河川改修計画として、1. 堤防を高くする、2. 川幅をひろげる、3. 河道をしゅんせつする、の三案が検討された結果、3. の河道しゅんせつが採用された。河道をしゅんせつすると河口より潮が逆流して長良川沿いの低湿地は地下水が塩水化し、井戸水から飲料水は取水できなくなり農作物は塩害を受けることになるのでこれを防ぐ為に河口堰が設けられたものである。このため河口より上流 25km 余まで常時水位が T. P. 1.30m に保たれることとなった。

河口堰が建設されると、岐阜県の最南端高須輪中地域(海津町、平田町、及び羽島市の1部)、の長良川の右岸で河口より約 14km~30km の間にありしかも田面の標高は南部の低いところは-0.50m内外で常時外水位はこれより1.80m内外高いところにあることになり、その影響は大なるものがある。このため、水資源開発公団ではこれに対して補償工事を実施することとして地元住民の同意を取り付け55年度から本体工事に着工の運びとなったものである。

しかし高須輪中地域は昭和48年水資源開発公団より岐阜県知事に実施計画協議がなされて以来実に6年の間抵抗を続け漸く同意したのであるがその反対してきた理由は高須輪中の有史以来の水との闘いを振りかえって見なければ理解し難いものである。

岐阜県の地勢は飛山飛水といわれるように北部は山岳地帯でありそこを水源とする大小 200 余の河川が南流し肥沃なる濃尾平野を形成している。しかしそのうちでも大河川である木曾、長良、揖斐の三大河川は何れも美濃西部、養老山脈の山すそを南流してこの高須輪中の両側を通り伊勢湾に注いでいるのである。地形的に濃尾平野は東から西に向って傾斜している上に徳川幕府の軍事的背景及び洪水を運ぶ川は尾張藩領をさけて西に固定したため今日のように河川が整備される以前の岐阜県の西南濃地域は常に洪水の恐怖にさらされてきたわけで、その自衛手段として古くから輪中堤を築き夫々の地域毎に洪水を防いできたのであり高須輪中もその一つである。

明治以降着々河川改修工事も進みこの輪中地域は漸く安定した生活ができるようになり戦後いち早くこれらの

地域は農業基盤整備を全面的に実施し、名実共に岐阜県の穀倉地帯として発展してきたのである。

このように洪水と悪戦苦闘の末今日を得た高須輪中地域に河口堰を建設して水位を高くするという話を持ちかけても容易に同意が得られないのは当然といわねばならない。

輪中地域は低いという地形的条件から水田を造るにしても少しでも土地を高くする必要があり、堀田といって水路を掘って土を盛上げて水田とし、その水路には舟を通して農耕をいとんできた結果交通機関のない時代には肥料農作物を運搬するのに非常に便利であった。しかし、その堀田は水田地帯に櫛の歯状に散在し、その面積は高須輪中の農地面積 3,000ha 余に対して 400ha 余にも及び戦後農業機械が使用されるようになると大きな障碍であることに気付いた地域の指導者達は反対する農家を説得して、このクレークを埋立て、ほ場整備を進めると共に地域の主命線である排水機の増改築及び排水幹線の改修、更に従来冷い地下水に頼っていた用水を河川取水に切り替えこれに伴う施設の新設を行う等全面的に農業基盤の近代化を推進、昭和40年始めには一通りの整備を終えたのである。

この間本省にあって土地改良事業の関係部局にあった方々には蔭に陽に御指導を賜りそのお蔭で今日の高須輪中を見ることができたもので紙上を借りて地域住民と共に厚く御礼申し上げます。

此処にきて河口堰建設の補償工事を実施するためには漸く終ったばかりの農業基盤整備に広範囲にわたり大幅に手を加える必要が生じたのであり、関係地域の農家は前に述べた水に対する恐怖と重なり容易に納得できなかったのである。

現在地域の農家は水田利用再編対策に対応するため及び農業地域として生きて行くためには一応整備を終った農地を再度金をかけて整備をしなければならぬという気持ちと河口堰のためにやらねばならぬという気持ちが入り交り複雑なものがあると思われる。

しかし地域の指導者(殆んどが前回の整備を進めてきた人達)は河口堰建設を機にその補償工事も併せて高須輪中全域に亘り時代を先取りした再整備を進める決意を

県だより

しているがこの内容は農業基盤に止まらず河川道路の整備から生活環境の整備まで含めて行なうというもので大変なことである。

吾々戦後の高須輪中整備に関係してきた者にとっても複雑な気持である、というのは遅いものは昭和40年を過ぎてから完成したもので、当時吾々はこれが一番良い計画であるとして関係農家を説得し、事業を進めてきた同じ者が「これは時代遅れだからやり直す必要がある」と言って回らなければならないからである。

日本の発展は余りにも急で社会の変化は早くて大きいということはあるが、一方では岐阜県内に大化の改新による条理制の跡が多くあったが最近ほ場整備により姿を消しつつあるのは残念であるが、この条理制は実施され

た当時から1300年後の今日まで立派にその効用を果してきたものであり、当時これを実施した人々の偉大さに敬意を表するものでありこれと比較して戦後吾々が実施してきた農業基盤整備事業はこれでよかったのかと反省させられるものがある。

何れにしても高須輪中は岐阜県の代表的な農業地域でありこの地域の再整備を進める立場にある農業土木関係者の1人として責任を感じており今度こそは心残りのない事業を実施し、全国に誇り得る農村としたいものであると考えている。そのためには岐阜県内の農業土木技術者の力を結集することは勿論であるが農林水産省の関係各位を始め全国の先輩諸兄の絶大なる御支援を期待申し上げこの稿を終ります。



農業土木専門技術機関

※ 農業開発事業の調査計画設計及び施工管理に関する業務

一般土木建築事業の調査計画及び設計に関する業務

前各号に付帯関連する一切の業務

株式会社 **日本農業土木コンサルタンツ**

代表取締役社長 岡 本 勇

常務取締役 西 岡 公

本 社 東京都港区新橋5丁目34番4号 農業土木会館4階

TEL 03 (434) 3831~3

仙台事務所 仙台市本町2丁目13番10号 菊田屋ビル3階

TEL 0222 (63) 7595~6

「水と土」創刊号～第40号総目次

特集号

ダムについて.....	第7号
海外技術協力.....	第9号
土地改良施設の管理.....	第10号
環境問題.....	第13号
特殊工法.....	第15号
深山ダム.....	第16号, 第17号
自動管理施設.....	第18号
八郎潟干拓事業.....	24号
農村総合整備事業.....	36号
十週年特集(記念号).....	第40号

グラビヤ

	号
永源寺ダム.....	2
北海幹線用水路.....	2
下流水位制御用ゲート.....	3
大口径ポリエチレンパイプの施工.....	3
完成した岩尾内ダム取水塔.....	4
ロサンゼルス地震におけるファン・ノーマンダム欠潰.....	4
新川河口排水機場全景.....	5
釜無川農業水利事業工事写真.....	5
中海干拓事業.....	6
天竜下流農業水利事業工事写真.....	6
大迫ダムの打設状況.....	7
完成近い“幌新ダム”.....	7
内の倉中空ダム.....	7
水資源開発公団両筑平野用水事業(江川ダム).....	8
勝浦ダムコンクリート吹付工事.....	8
利根導水路.....	10
愛知用水.....	10
利根川河口堰.....	11
完成近い農業用ダム.....	11
高峰地区地すべり災害と復旧.....	12
完成近い農業用ダム(2).....	12
農業用水路の汚染状況.....	13
河北潟干拓事業.....	14
本号記載の新工法.....	15
深山ダム.....	16, 17
釜無川地区の配水管理自動化施設.....	18
完成した取水塔.....	19
石灰杭の打設状況.....	19
排水管の伏設状況.....	19
完成したパイプ橋の全景.....	19
完成した香川用水の取水口.....	20

	号
貯水を目前にした池田ダム(上流より).....	20
木曽川総合用水(上流部)白川取入口.....	20
完成した吉野川北岸取水口.....	20
邑楽頭首工.....	21号
船明ダム.....	22号
木曽川大堰.....	23号
八郎瀧の姿.....	24号
水窪ダム.....	25号
坂根合同堰の建設状況.....	26号
ティートンダム(決壊前、後).....	27号
完成した邑楽頭首工.....	//
建設中の新堰.....	28号
農用地開発公団事業根室区域.....	//
空から見た細川頭首工全景.....	29号
完成間近い笹ヶ峰ダム.....	29号
月形ダム.....	30号
舗装が進む双葉ダム.....	//
銚子ダム.....	31号
完成近い大秋排水機場.....	//
盛立が完了した笹ヶ峰ダム.....	32号
完成した海部幹線水路.....	33号
完成した小田川ダム.....	34号
給水を開始した大樹地区営農用水事業.....	35号
農村基盤総合整備事業.....	36号
広域農道整備事業.....	37号
完成間近い浪岡ダム.....	38号
完成間近な双葉ダム.....	39号

接 摺

	号・頁
あいさつ.....	杉田 栄司 創刊号：1

巻 頭 文

TERRA・ROXA.....	住吉 勇三 9：1
愛知豊川用水その後.....	佐々木四郎 10：1
水利権協議についての雑感.....	内山 則夫 14：1
最近の基礎工の動向と今後の課題.....	山田伴次郎 15：1
多目的畑カンの現況と将来.....	竹中 肇 18：1
八郎瀧干拓事業の回顧.....	小川 泰恵 24：1
環境への適応.....	緒形 博之 32：2
農村総合整備事業による村づくりに期待する.....	岡部 三郎 36：2
農業土木技術と定住構想.....	中川 稔 37：2
筑波での農土試.....	高須 俊行 38：1
地域農業と土地改良行政.....	沢内 公男 39：1
	浅原 辰夫 40：1

論 説

農村地域の再開発について.....	中川稔, 谷山重孝, 山本勝三 創刊号：3
-------------------	-----------------------

	号・頁
水田農業の改造	石川 英夫 2: 1
環境問題と農業	川村 浩一 3: 1
農業水利合理化の問題点	斉藤 文郎 4: 1
農林省における電子計算機の共同利用と今後の問題	築林 昭明 5: 1
海外技術協力を考える	坂本 正 9: 2
農業水利施設管理の基本問題	佐竹 五六 10: 2

計 画

報 文

水資源の開発とその利用について一紀の川の事例を中心として	中嶋 善治 4: 45
農村環境整備とシステムアナリシス	笹野 伸治 5: 5
広域農業開発調査地域における農業開発適地選定の手法について	塚本 真一 5: 13
かんがい受益地の決定と面積の分類集計について	伊藤 光 8: 5
有効雨量の算定法について	戸原義男, 伊藤 光 11: 11
畑地かんがいの計画日消費量について	伊藤 光 12: 30
かんがいの計画基準年について—かんがい計画技術のシステム化—	伊藤 光 13: 71
水路の適正管理基本計画手法について	寺沢 貢 14: 5
畑地かんがいの多目的利用(静清庵・牧之原両地区の計画から)	鈴木 譲 14: 10
土地改良施設の多目的利用	羽木 朗 20: 1
水田用水量の新算定方式(五要素法)と現地適用事例	中谷 強 21: 1
集水暗渠の取水量について	伊藤 恒雄 21: 8
ダム放流がある場合の低水流出解析について	小口 恭徳 22: 1
利根川水系及び荒川水系における水資源開発基本計画について	細谷 信行 25: 62
雨総用水施設の多目的利用と増改築	大武 守 26: 36
海岸暗渠閉塞排除施設について	山下 神路 26: 45
柿園における畑地かんがいの必要性に関する実証的立証	総山 信雄 26: 1
急傾斜地帯のは場整備と水利用の一事例 (排水路のないは場整備とは場内雨水の再利用)	佐藤 全良 27: 22
香川用水の管理について	田丸 優 28: 67
野田地区畑地かんがい計画について	佐藤英明, 村上 武 33: 2
山間急傾斜地の水田は場整備指針(案)について	石塚菊次郎 34: 41
道管五区地区畑地かんがい計画について	吉岡 秀明 34: 52
尾張西部地区排水計画について	高井佐寿, 田村 亮, 菊池英秋 35: 41
北海道の酪農と営農用水について	林 正, 浅倉 暹, 清水昭雄 35: 66
中海干拓事業淡水湖化計画について	三本武津雄, 西川克彦, 笹沼昭司 39: 15

資 料

地表排水計画のたて方	緒形 博之 12: 73
第三次全国総合開発計画(三全総)国土庁試案について	岡本 芳郎 30: 78

ダ ム

報 文

深山ダムの設計および施工計画	村田定彦, 井上幸一 創刊号: 43
----------------	--------------------

永源寺ダム基礎グラウトについて	近畿農政局愛知川農業水利事業所	2 : 9
厚真ロックフィルダムの設計と施工結果	黒木 建	2 : 23
建設中のアースダム内の間げき庄の解析方法	鳥山 昶司	3 : 7
最近におけるフィルダム設計上の問題点	勝俣 昇	4 : 9
取水塔結氷防止試験について	成田保彦, 成用彰雄	4 : 21
大迫ダムの設計施工について	内山 則夫	7 : 17
深山ダムの設計施工について	井上 幸一	7 : 33
日新ダムの地下しゃ水壁の施工について	荻原 成元	7 : 41
幌新ダムの施工と堤体安定計算について	手島 茂	7 : 47
西原ダムの設計施工について	渡辺 恭雄	7 : 55
フィルダムの安定解析(コンピューターによる)について	堀部 孝一	8 : 23
泥岩および未固結砂岩からなるフィルダム基礎のカーテングラウト 施工について—川西ダムにおける1例—	鎌田正夫, 坂口 正	21 : 11
銚子ダムの余水吐と放水路について	桑野定美, 戒能 治, 久保 譲, 武智利勝	22 : 35
Rock 材 Transition 材料の粒度分布とせん断強度の関係について	山崎芳夫, 増田明徳, 樋渡明信	22 : 77
水窪ダムの施工について —水としてコア稼働日数および機械歩掛り—	増田 明徳	23 : 72
フィルダムの堤体積を推定する概算式	稲葉忠雄, 富山浩重, 河地宏明, 日置晴夫	23 : 90
水窪ダム施工管理について	増田 明徳	25 : 31
フィルダムコア材の乾燥工法 —茂沢ダムの実例—	青井 隆, 鈴木 武, 数納由男, 畠中 進	26 : 15
フィルダム土質材料の力学試験点決定に際しての一提案	森 彦治, 西田武二, 鈴木 修	26 : 22
ティートンダム決壊事故調査報告と決壊原因についての考察	仲野 良紀	27 : 10
中里ダムの施工について	竹村良孝, 西尾泰一	27 : 49
幹線水路中に設けた調整池について	井戸隆弥, 嶋田 誠, 小林森雄	27 : 62
ロックアンカー工法について(早瀬野ダム余水吐の場合)	奥村 勤, 風間 彰, 野呂敏文	28 : 8
水窪ダム盛土施工管理について	森島 勲, 阿部純一, 巽 勝弘	28 : 30
ダムの堆砂問題について		
—中勢用水地区安濃ダムの事例を中心として—	千賀裕太郎, 今吉洋二, 山本勝三, 山下義行	30 : 2
洪水調節工を併設する特殊型側溝余水吐の水利設計について	川合 亨, 松本良男, 加藤敬	30 : 13
ダム建設と自然保護(笹ヶ峰ダムにおける緑化工の事例)	竹内 魁, 吉田祥一	32 : 6
野花南ダム設計と施工の概要	葛西 勤	32 : 17
小田川ダム貯水試験について	山田悟郎, 金野芳徳, 小山内英夫	34 : 2
牧尾ダムの堤体挙動	高橋 種之	34 : 24
赤田調整池の計画と設計	高橋 渡, 半田 仁	35 : 2
高川ダムにおけるコンソリデーショングラウトの測定効果について	保澤 與	35 : 10
又木戸ダムの施工について	中田健造, 藤島良司, 桜井美治	35 : 17
滝畑ダムの設計について		
—特に洪水吐の構造とその考え方について—	吉岡孝信, 角野俊郎, 石黒 清, 五味智夫	37 : 12
宮古島における地下ダムの技術開発	相場瑞夫, 黒川陸生	37 : 45
浪岡川農業水利事業ユア接合ブロックの設計について	山崎芳夫, 山村宗仁, 巽 勝弘	38 : 2
国宮かんがい排水事業, 双葉ダムアスファルト フェーシングの施工	中村孝明, 森本浩之, 山本義弘, 松永和彦, 古川啓介	39 : 2
呑吐ダムの施工設備について	松本幹男, 百濟輝久, 土川豊男, 重森 篤	39 : 72

資 料

ブチルシートと農業用貯水池	米戸 靖彦	6 : 51
不透水性材料により舗装された池敷の貯水による変形について	沢田敏男, 篠 和夫	8 : 59

ティートンダム決壊についての中間報告
 アメリカ合衆国内務省ティートンダム決壊事故調査団……………27： 1
 工事費概算式(その2)
 II. ダム工事費概算式について
 東北農政局仙台施工調査事務所技術情報課……………33： 69
 間違い易い水理設計(その2)
 ーダムに関する事項ー……………川合 亨 38： 72

座 談 会

最近のダム技術について…………… 7： 1
 八郎瀧干拓事業を顧みて…………… 24： 2
 農村総合整備事業に携って…………… 36： 3

取 水 施 設

報 文

サイフォン式取水工について……………大月洋三郎, 沢井亮治, 宮田貞生 2： 43
 頭首工の魚道に関する水理設計について……………川合 亨 6： 25
 取水施設等の門扉の自動制御操作について……………塩谷 泰文 11： 1
 十津川紀の川農業水利事業下淵頭首工について……………日置克己, 四方田穆, 上川豊男, 藤井洋治 11： 37
 愛本頭首工改築事業について……………堀田 稔 11： 45
 小櫃堰地下連続壁の設計と施工……………宮崎雄二, 梅木敏弘 11： 54
 災害における頭首工復旧計画について……………高野政文, 斉藤三代吉 14： 32
 シールド工法による取水施設の設計施工について(東郷調整池から東郷浄水場へ)……………
 早乙女昭三, 平松道良 14： 52
 サイホン式取水による魚野川水管橋工事について……………野崎 正, 米山勝男, 小谷 俊 19： 12
 白川取水口の設計と施工について……………武藤 肇 20： 43
 渓流取水工の設計について(山梨県宮かんがい排水事業御勅川地区)……………古屋 千人 20： 32
 無堰頭首工(急流河川頭首工の1タイプについて)……………佐藤 全良 20： 23
 呂楽頭首工の地盤改良について……………荒ヶ田国和, 坂本 貞, 吉池一孝 21： 18
 秋ヶ瀬取水堰の電気防蝕工について……………永井 正 21： 25
 返田揚水機場の送水機構について……………田窪 久夫 21： 47
 軟弱地盤上のサイホン式取入工について……………青木 登, 横田正夫, 畠山信雄, 吉永健治 22： 84
 木曾川大堰の設計と施工の概要……………保崎 彰吾 23： 1
 今切川河口堰, 旧吉野川河口堰の計画と施工……………小野重雄, 宮本 巖, 前田 晋 23： 16
 新江導水路取水施設の水利模型実験について
 一大規模な分水工の設計例……………石野捷治, 木下昌之, 田辺逸郎 23： 42
 チューブラポンプ場の設計について……………野崎 春磨 23： 65
 坂根堰の設計施工について……………三木武津雄, 松本精一 26： 26
 呂楽頭首工の設計と施工……………荒ヶ田国和, 宮本和美, 滝口恒男 27： 39
 ▶旭川新堰の改築工事について……………高杉杜雄, 中川保道, 野崎芳彦, 藤井保治 28： 39
 旭川新堰の改築工事について……………高杉杜雄, 中川保道, 野崎芳彦, 藤井保治 29： 26
 水位調節ゲート(ウォッチマン)の問題点の処置について……………
 神崎昭一郎, 渡辺昇二, 市野吉造, 松下勝輝, 弘中 透 29： 34
 笹川揚水機場の設計について……………木村隆重, 樋渡明信, 田中研一 30： 24
 笹川揚水機場の設計について……………木村隆重, 樋渡明信, 田中研一 31： 3

	号・頁
石手川北部揚水機場の設計と施工	阿部光夫, 松友 等, 米子 稔, 高橋 豊 31 : 13
静清庵蒲原揚水機場における大型ケーソンの施工について	八木橋弘, 北尾輝夫, 高橋 昇 31 : 33
▶ 呂染頭首工の設計と施工	荒ヶ田国和, 宮本和美, 滝口恒男 28 : 53
防砂と流量制御をもつ溪流取水工法	大山忠清, 藤原 栄, 川合 亨 34 : 15
河川の砂レキ堆と頭首工	三輪 式 37 : 54
温水取水装置の表層取水特性に関する研究	上田幸彦, 荻原国広 38 : 58
面洞第一承水堰復旧計画と設計	宮内 護 39 : 31

資 料

頭首工の護床工に関する新しい水理設計法	川合 亨, 岩崎和巳 8 : 41
塩ビ管と強化プラスチック管の水撃作用	村上 康蔵 23 : 83
埋設とう性管に対する土の反力係数について	村上康蔵(訳) 30 : 66
垂直スリーブバルブ減勢池	広瀬慎一(訳) 31 : 79
開水路工事概算式について(その1)	中四国農政局岡山施工調査 事務所技術情報課 32 : 76
開水路における流水の安定条件	川合 亨 32 : 83
塩ビ管と強化プラスチック管の水撃作用	村上康蔵(訳) 32 : 85
工事費概算式(その2)	
Ⅲ 頭首工工事費概算式について	関東農政局東京施工調査事務所技術情報課 33 : 69
工事費概算式(その3)	
I ポンプ場工事費概算式について	北陸農政局, 金沢施工調査事務所技術情報課 34 : 70
間違易い水理設計(その2)	
一頭首工に関する事項	川合 亨 39 : 101

水 路 (トンネル, サイホン, 暗渠等)

報 文

阿讃トンネルのRTM工法について	稲田長徳, 菊地正伍, 大西康則, 西岡 公 創刊号 : 17
泥炭地帯における開水路ライニング工法について(道営かんがい排水事業幌向地区開水路 のコルゲートシートライニング施行例)	太田 豊治 創刊号 : 37
北海幹線通水能力調査報告(大流量水路の水理特性)	斉藤三哲, 赤池勇作, 田村 亮 2 : 35
湧水地帯におけるトンネル工法について	中嶋 善治 3 : 19
下流水位制御方式による水路組織の設計例(石岡台地地区)	風間 彰, 辻井徳一, 樋口隆志 3 : 29
大口径ポリエチレンパイプの施工方法	丸山武志, 西沢三男 3 : 35
落差工下流水路における流速測定の一事例(模型と実物との流水の比較)	石野捷治, 中山駿男, 本田勲夫, 田村亮造, 早川 智 4 : 35
フルーム型水路にかかる土圧の現場試験	仲野 良紀 6 : 11
HRP, HpR および RRP, RpP の管種選定について	藤原 福男 6 : 39
吹付コンクリートライニングの設計と施工事例について	近藤秀次郎, 霞 恒, 山口 武, 杉山茂樹 8 : 31
フロンテジャッキング工法による暗渠の施工について	田窪久夫, 森川正雄, 木村陽一 11 : 63
北海道における水路の凍上対策について	宗 好秀, 山本義弘 12 : 1
管理上からみた設計施工上の留意点(管水路について)	塩谷 泰文 12 : 37
現場打ち鉄筋コンクリートフルームの施工法	小野 英雄 14 : 65
泥水圧推進工法によるサイホン管の伏設について	大竹宏祐, 半田 勇 15 : 6
土砂トンネルの機械掘きと湧水処理工法	稲葉延寿, 加川 清 15 : 44

ペーパーナイ導水路トンネルの掘削工法について……………	杉井 勲	19 : 22
管水路埋設工事における生石灰杭による地盤改良工法……………	宮下公正, 谷 宏則, 木村陽一	19 : 44
長大水路の自動堰の1工夫(バイパスをもつ AMIL ゲートチェックシステム)……………	渡辺光史, 寺沢 貢, 西岡 公	20 : 7
開水路の途中に設置する機場吸水槽の調整容量決定について……………	杉谷 彰	21 : 34
トンネル工事のショートベンチカット工法……………	益田 和範	21 : 52
溪流取水吐と放水路について……………	川合 亨, 加藤 敬	22 : 50
線形化法による管網計算……………	福間 順, 為井清司	22 : 57
逆サイホン型小分工の水理に関する二, 三の検討……………	前川勝朗, 及川富美男, 西脇 遙, 遠田実雄	22 : 67
チェックゲートおよびその一利用法……………	重田 恵, 新井 勇	23 : 50
東部排水路施設補強工事について (土質安定処理ソイルウォール工法)……………	吉田信夫, 萩原泰朗, 山下 登, 金田幸治	28 : 58
絶対粗度による平均流速公式の使用区分と Hazen-Williams 公式 の流速係数Cの決定について……………	村上 康蔵	29 : 2
朝穂地区隧道ブロック巻立設計工法について……………	伊藤 芳男	29 : 41
土かぶりの小さいトンネルの設計施工について……………	天野景敏, 那須丈士, 白戸哲法	29 : 51
成田用水送水系統と機器仕様について……………	福村 清, 川原秀夫	31 : 22
計量セキ上流にスルースゲートを設置する場合の水理的特性について……………	関谷 剛, 石野捷治	32 : 28
国営総合かん排事業天塩川上流地区和寒サイホン工事報告 (その1予備設計について)……………	塚原陞三, 東海林盛夫, 荒木義恭, 山中 修	32 : 40
海部幹線水路の施工について……………	長野 惇, 本家昇一	33 : 22
トンネルの土かぶりが極部的に少ない場合の設計施工例について……………	松本 勇	35 : 27
潮見幹線排水路の河口閉塞処理について……………	木村良策, 鶴島治夫, 佐藤 修, 渡辺欣哉	35 : 33
複合管路を持つポンプ送水管水路の水撃圧解折……………	山田雅弘, 足立英二	35 : 56
暗渠の無振動, 無騒音工法による施工例について……………		
一湛水防除事業逆川二期地区の場合一……………	野崎春磨, 内田日出男	35 : 73
無振動無騒音工法(スラストアンドプラウト工法+ウォータージェット 工法)による仮設鋼矢板打設工事について……………	兵頭 明, 米本国男, 岡田二郎, 長沢春男	38 : 27
鋼製柵渠工法(MD I工法)について……………	泉 昭夫, 上村 潔, 小野英雄	38 : 43
朝霞水路基礎工の設計……………	保崎 彰吾	38 : 49
泥炭地における用水路工法について……………	奥野喜久, 柳川 弘	39 : 43
神川トンネル工事に伴うパイプルーフ工法……………	五十嵐以正, 栗田 亘, 新海敬三, 佐藤恒人, 秦 久昭	39 : 52

資 料

鉄筋コンクリートフレーム標準設計について……………	西口信成, 柴原寿一	創刊号 : 67
等流水深計算図表……………	農地局設計課	6 : 59
塩ビ管と強化プラスチック管の水撃作用……………	村上 康蔵	28 : 83
埋設とう性管に対する土の反力係数について……………	村上康蔵(訳)	30 : 66
垂直スリーブバルブ減勢池……………	広瀬慎一(訳)	31 : 79
開水路工事概算式について(その1)……………	中四国農政局岡山施工調査 事務所技術情報課	32 : 76
開水路における流水の安定条件……………	川合 亨	32 : 83
塩ビ管と強化プラスチック管の水撃作用……………	村上康蔵(訳)	32 : 85
工事費概算式(その2)		
I 暗渠工事費概算式について……………	東海農政局名古屋施工調査事務所技術情報課	33 : 69
埋設とう性管に対する土の反力係数について……………	村上康蔵(訳)	33 : 84
流水による管水路からの空気除去……………	村上康蔵	37 : 58
間違え易い水理設計 —水理量およびその現象の正しい評価のために—……………	川合 亨	37 : 66

自動管理施設

報 文

新川排水制御システム	堀 俊郎, 中村和也, 岩崎 豊	5:39
釜無川畑地かんがい事業について(自動制御方式をとりいれたパイプラインシステム)	茂野啓一, 松島武司	5:47
水田用自動給水弁(流体素子利用)について	渡辺清六, 加藤達郎	8:1
かんがい用水管理の自動化	井上 美彦	12:27
自動管理施設の現状と問題点	久保 七郎	18:3
水管理システムの一手法	早乙女昭三	18:10
矢作川第二地区用水遠方監視制御システムの概要について	福岡 忠宏	18:15
矢作川総合地区北部幹線水路遠方監視制御装置について	大竹 宏治	18:22
出水平野農業水利事業の水管理施設について	中野 藤登	18:38
埋設管水路取水の遠方集中制御	武上成比古	18:46
配水管理の自動化施設の事例(釜無川地区)	長谷川 隆	18:53
静岡県における配水管理の自動化多目的の事例について	鈴木和可, 太田建寿, 大沢芳男, 石井崎夫	18:61
県営下津地区の配水管理の自動化施設について	西村 恵次	18:75
根室区域農用地開発公団事業における農業用水について	西田 研	28:2
香川用水の管理について	田丸 優	28:67
かん水施設の多目的利用とその自動化の実施例について	天野昭和, 山下敏彦	33, 44

基 礎

報 文

軟弱な砂質地盤の締固め杭工法(河北潟干拓・内灘橋基礎工について)	田仲喜一郎, 山本寅吉	14:44
刈谷田川右岸排水機場の基礎について(基礎地盤の流動化問題と載荷試験を中心にして)	高林 稔, 田内 堯, 村松雄介	15:25
軟弱地盤の基礎処理矢板かこい工法	斉木一雄, 末永 博, 瓶子敏行	15:35
軟弱地盤におけるCCP工法の施工例について	斎藤哲哉, 杉下伸二, 渡辺博之, 川口宏示	23:94
排水機場の地盤改良について 一島根県出東地区新中央排水機場	宇和 幸吉	29:17
金崎橋下部工事の施工について	青野俊一, 国富猪三夫, 八幡 忠	31:40
軟弱地盤における頭首工の基礎処理について		
一生石灰パイル工法の一事例	井深, 佐々木, 藤田, 山田,	33:11
中掘工法による基礎クイの設計・施工例について		
	石坂仁兵, 八木橋弘, 川上和夫, 藤井秀人, 鈴木 孝	35:83
印旛沼堤防における軟弱地盤の設計施工に対する考察	佐藤典夫	37:21
木曾岬干拓堤防沈下対策について	喜井克己, 野口 治	38:12
圧密沈下量の計算方式に関する一考察	伊藤恒雄, 米沢源次	39:84

資 料

飽和砂質地盤の液状化について	川口徳忠	25:72
----------------	------	-------

道 路

報 文

	号・頁
サンドアスファルト廃材利用の道路舗装.....	桜井 滋郎 3 : 45
三和地区農免事業の橋渠工事について.....	国府 新治 20 : 32
大維 2 号橋の上部工設計及び架設工法.....	江藤 満 23 : 81
近畿地方における設計 CBR 値について.....	林 稔, 神原 徹 22 : 72
北海道の泥炭地帯における農道整備.....	藤田 公也 26 : 54
蒲刈大橋の設計と施工.....	正木武徳, 鎧坂雄三, 杉原征朗, 若宮勝行 37 : 3
北陸地方におけるアスファルト加熱混合物について.....	村山 昇 37 : 33
限西地区広域農道の軟弱地盤対策について.....	大沼長成, 鈴木 勝, 小関昭一 40 : 68

資 料

農業交通における荷重の舗装のあり方.....	B, クレムペルト, H. メーゼル 訳増本 新 3 : 61
湿潤密度による盛土の施工管理方法(現場技術者のための指針).....	荒ヶ田国和 4 : 53
土の化学的安定処理について.....	河野 成 4 : 61
土地改良事業計画設計基準農道舗装の改訂.....	中村和也, 亀田昌彦 30 : 72
工事費概算式(その 3)	
Ⅱ 道路工事費概算式について.....	近畿農政局京都施工調査事務所技術情報課 34 : 78

環 境

報 文

農業用水の水質問題について.....	平野 昌三 6 : 1
中海干拓における水理, 水質調査(水質汚濁を中心として).....	古屋 修 6 : 29
農業土木技術者のための公害ノート.....	岡本 雅美 13 : 1
水質管理の現状と問題点.....	駒村 三義 13 : 6
土壌汚染について.....	戸塚 理光 13 : 10
土地改良と水質.....	掛川 正司 13 : 21
農村環境と水質保全.....	山内 一郎 13 : 27
都市近郊の農業と基盤整備について.....	吉岡 孝信 13 : 43
水路コンクリートの腐食と防食について.....	中谷三郎, 尾崎毅司, 葛上 久 13 : 51
水質調査の実例(都市近郊の水質汚染).....	許斐健次郎 13 : 63
長崎南部地域総合開発事業の環境問題について.....	高須賀俊一, 西井武夫 25 : 1
農村工業導入に係る環境アセスメント実施指針についての解説.....	中沢 功 33 : 52

電 算 機 の 利 用

報 文

工事価格積算電算化.....	北陸農政局設計課 5 : 25
宮城県における工事積算のシステム化について.....	広島和夫, 斉藤克己, 三浦誠一 19 : 60

電 算 機 の 利 用

DEMOS-E による工事積算システムについて.....	黒川義孝, 小沢 勇 21 : 81
DEMOS-E による工事積算システムについて.....	" " 22 : 99

DEMOS-Eによる工事積算システムについて……………黒川義孝, 小沢 勇 23 : 102

資 料

農地局のプログラム開発とその体制……………貝通丸 明 5 : 59

農 業 水 利

資 料

河川協議—水利権取得の事例紹介と解説(その1)……………川又政圀, 荻原恒躬, 千賀裕太郎, 大尾峰雄 29 : 92
 河川協議 “ (その2)…………… “ “ “ “ 30 : 88
 河川協議 “ (その3)…………… “ “ “ “ 31 : 87
 河川協議 “ (その4)…………… “ “ “ “ 32 : 87
 河川協議 “ (その5)……………川尻裕一郎, 荻原恒躬, 千賀裕太郎, 大尾峰雄 33 : 62
 河川協議—農業水利と水利調整の動向について(その6)
 川尻裕一郎, 千賀裕太郎, 谷萩真一, 原田義春 34 : 60

農 村 整 備

報 文

農村総合整備モデル事業による集落排水施設について(新研究会分野の紹介)……………国井 豊 23 : 57
 農村整備—その研究体制と研究方向……………笹野 伸治 25 : 25
 鹿追地区肥培かんがい(ふん尿)施設について……………黒岩 茂治 25 : 27
 営農飲雑用水施設の施工事例について
 (農村総合整備モデル事業柴田地区)……………福田国雄, 菊地 昭, 真藤正博 26 : 64
 農村総合整備モデル事業における農道及び農業集落道の整備について……………深津 俊一 31 : 51
 農村基盤総合整備パイロット事業, 阿武地区について……………大田 正登 36 : 21
 農村総合整備モデル事業, 羽黒地区の概要と実施状況について……………草島 登 36 : 31
 農村基盤総合整備事業, 波賀地区の概要について……………廣峰義昭, 縄手 崇 36 : 41
 農村総合整備モデル事業における農業集落道の整備について……………
 一克雪をめざす新潟県湯之谷村の事例— 富永虎良, 高橋文司 36 : 50
 農村における汚水処理について 一兵庫県和田山町久世田地区の事例—……………牛島 真一 36 : 60
 営農飲雑用水施設の整備について……………
 (農村総合整備モデル事業, 福島県中島村の事例) 瓦吹豊彦, 高橋豊吉 36 : 71
 農村公園, 緑地整備について……………
 (農村基盤総合整備事業, 山梨県若草町三恵地区の事例) 雨宮正行, 今村治生 36 : 80
 農村環境改善センターの整備について……………
 (農村総合整備モデル事業, 宮崎県川南地区の事例) 河野 寛一 36 : 87

農 地 防 災

報 文

防災事業について……………棚橋正治, 池田一朝 22 : 7
 農地海岸における侵食対策について……………植田 昌明 22 : 22
 原町市の地盤沈下の実態と対策について……………佐藤英明, 瓶子敏行 31 : 58

草地開発における防災対策—葛巻区域の実施例—	伊藤 靖, 原田祥文	32 : 57
大鞘樋門の改修計画について	藤木 茂, 宮崎司郎, 林田孝利	38 : 34
手樽地区宮城県沖地震災害の復旧について	大内俊治, 大山憲一, 大本久信	39 : 62

施工材料

報 文

コンクリートの圧縮強度はどの程度あればよいか (レデーミクストコンクリートの場合)	林 稔, 神原 徹	21 : 72
頭首工エプロン保護の試験施工について	落合 信義	25 : 25

施設管理

報 文

わが国の農業水利の管理の現況と問題点	太田 更一	10 : 33
用水管理に関するいくつかの問題点	岡本 雅美	10 : 43
管理面からみた水利用計画のあり方	宮野 能典	10 : 46
愛知用水・豊川用水における水路施設管理からみた設計上の問題点について	野崎 伸也	10 : 51
土地改良施設の維持管理の現況	石堀 俊夫	10 : 60
ダムの管理基準について	八木 直樹	10 : 66
大夕張ダム管理について	中川 秀夫	10 : 74
利根大堰の管理について	永井 正	10 : 88
群馬用水の管理について	長浜 通夫	10 : 93
広域管理事業方式の課題と展望	早乙女昭三	10 : 102
利根川河口堰の管理について	君塚 昂	11 : 25
山形県(日向川地区)の水田におけるパイプラインとの水管理施設について	末松雄祐, 橋 肅, 秋葉信蔵, 佐藤 晋	21 : 63
統計的方法による施設管理の実態分析について		
一排水機場の維持管理費を対象とした分析事例一	国広安彦, 西出定雄, 好光 雅, 中村和也	29 : 61
香川用水における農業用水の配水管理について	佐藤正直, 脇谷 武, 和田昭二	31 : 69
矢作川の水利用と利水総合管理体制の確立をめざして	山口新太郎, 高木勘二, 杉山茂生, 福田 昇	32 : 64

講 座

講 座

有限要素法の利用(I)	萩原靖之	創刊号 : 61
〃 (II)	萩原 靖之	2 : 55
最適化手法の考え方(第1回)	中道 宏, 山口保身	4 : 73
〃 (第2回)	中道 宏, 山口保身	5 : 69
〃 (第3回)	中道 宏, 山口保身	6 : 67

測 量

知っておくべき測量技術のポイント(その1)	山下源彦, 高橋久雄	25 : 80
知っておくべき測量技術のポイント(その2)—航空写真測量の概説—	山下源彦, 高橋久雄	26 : 77
知っておくべき測量技術のポイント—その水準測量の概説—	山下源彦, 高橋久雄	27 : 86

知っておくべき測量技術のポイントー基準点測量(三角, 多角測量)の概説ー	山下源彦, 高橋久雄	28 : 76
知っておくべき測量技術のポイントー基準点測量(三角, 多角測量)の解説ー	山下源彦, 高橋久雄	29 : 69
改訂設計基準「パイプライン」について(その1)	渋市 徹	31 : 93
〃	(その2)	岩崎 和己 32 : 95
〃	(その3)	山本 敏雄 33 : 89
農道アスファルト舗装(1)	構造改善局農道班土地改良舗装研究会	33 : 96
〃 (2)	〃	34 : 82
〃 (3)	〃	35 : 95
〃 (4)	〃	37 : 70
〃 (5)	〃	38 : 64
〃 (6)	〃	39 : 88

トピックス

52年度予算におけるトピックス	設計課	28 : 89
-----------------	-----	---------

海外協力

報 文

A D Bから日本農業土木への注文	高瀬 国雄	9 : 8
O T C Aの紹介とその活動ー海外を志す人のためにー	木村隆重, 田内 堯	9 : 14
熱帯農業研究センターの活動	八島 茂夫	9 : 22
インドネシアの土地改良事業と技術協力	北村 純一	9 : 30
フィリピンナウハン地区の技術協力について	大久保善隆	9 : 39
セイロン国デワフワ・プロジェクトの実施状況について	堀江 実信	9 : 47
ラオス, タゴン地区の技術協力について	近藤 莊	9 : 59
インド・ダンドカラニヤ地区技術協力について	大口美喜男	9 : 64
日韓技術協力をめぐる話題	石川 明	9 : 73
タンザニアにおけるかんがい排水技術に協力して	井上 淳二	9 : 80
トリニダードのかんがい開発	平井 慎介	9 : 85
日本政府主催F A O協力かんがい排水セミナー	農林省農地局設計課	9 : 93
世界銀行に勤務して2年	的場 泰信	30 : 54

資 料

国際協力と農業土木ー拓かれる広大な海外分野	木村 克彦	29 : 98
-----------------------	-------	---------

そ の 他

報 文

水利構造物におけるコンクリートの劣化および破損の実態	行方文吾, 白滝山二	4 : 25
境水道における副振動の解明について	伊勢村正治, 福田 守	12 : 48
高峰地区地すべり災害に対する復旧工法について	林 忠一	12 : 55
布製型わくによるコンクリート法覆工について	鶴見 充, 原 紀男	15 : 54
地すべり抑止工としての鋼管杭工法について	緒方 斎	19 : 31
ほ場整備施工の一事例(小排水路の菅による排水について)	南場 邦夫	19 : 38
石炭さいくつに伴う土地の異動現象	芝田 精一	20 : 58

	号・頁
でん粉廃液の肥培かんがいについて……………	阪本 一之 25 : 9
校下用水県営災害復旧事業……………	猿渡 良一 25 : 43
パイプラインの通水試験について……………	塚本 駿, 本田勲夫, 山口保身, 滝沢弘文 川中良雄, 本郷隆雄, 高橋利也 27 : 28
橋梁塗装(渡海橋の防錆塗装)……………	新田 智也 27 : 73
鋼構造物の塗装管理について……………	花井 建治 27 : 81

資料

航空写真測量の水文学への応用について……………	田浦 秀春 3 : 51
その他	
ピラミッドの建設の謎をめぐる新たな論争……………	抄訳 武田 建策 3 : 17
土質工学関係の情報検索……………	4 : 71
河川管理施設等構造令と局長覚書について……………	山下義行, 中西一継 26 : 71

文献紹介

海外専門誌の紹介 —Wasser and Boden— ……	増本 新 3 : 34
土木材料学……………	浅井喜代治 20 : 84

新製品の紹介

新しい時代の新しいパイプ FRPM 管テカイトパイプについて……………	18 : 83
軟弱地盤における遮水工法について……………	20 : 85
「最近の技術進展の歩み」	
1. ダム……………	勝俣 昇 40 : 25
2. 頭首工……………	中西 一継 40 : 36
3. 水路……………	坂本 貞 40 : 46
4. 排水施設……………	中村 和己 40 : 58

県だより

石川県における基盤整備事業のシステム構想……………	中川 健 38 : 78
新潟県における「標準設計」の活用について……………	谷山 重孝 38 : 79
愛知県における農業土木研究機関について……………	鈴木 唯志 38 : 81
工事費積算の電算化システム利用について……………	木下雅道, 森 和男 38 : 84
青森県における骨材の品質特性と耐久性試験計画について……………	青森県農林土木試験室 39 : 109
ブドウ園における多目的利用(防除)の実施例について……………	山梨県笛吹川沿岸土地改良事業所 39 : 111
業務電算化への或る試み……………	岡山県農林部 高杉朴雄 39 : 112
茨城県における溝型柵渠水路……………	茨城県農地建設課 黒鳥和弥 40 : 88
長良川河口堰の建設と高須輪中地域の農業基盤整備……………	岐阜県農政部農地計画課 松久 勝 40 : 89

会

告

農業土木技術研究会役員名簿（昭和54年度）

会 長	浅原 辰夫	構造改善局建設部長
副 会 長	緒形 博之	社団法人農業土木学会々長
理 事	中川 稔	構造改善局設計課長
〃	伊東 久称	〃 水利課長
〃	内藤 克美	〃 設計課農業土木専門官
〃	長野 孝夫	関東農政局建設部長
〃	高須 俊行	農業土木試験場々長
〃	北村 純一	新潟県農地部長
〃	後藤 孝	水資源開発公団第二工務部長
〃	松井 芳明	農業土木事業協会専務理事
〃	永田 正董	土地改良建設協会顧問
〃	渡辺 滋勝	三祐コンサルタンツ専務取締役 技師長東京支社長
〃	久徳 茂雄	西松建設株式会社常務取締役
〃	内藤 正	大豊建設株式会社副社長
〃	宮城 好弘	三井建設株式会社取締役営業部 第二部長
監 事	坂根 勇	関東農政局設計課長
〃	岡本 勇	(株)日本農業土木コンサルタンツ 代表取締役社長
常任顧問	岡本 克巳	構造改善局次長
〃	井元 光一	全国農業土木技術連盟委員長
顧 問	小川 泰恵	新農村開発センター代表取締役
〃	梶木 又三	参議院議員
〃	金子 良	日本大学教授
〃	小林 国司	参議院議員
〃	佐々木四郎	(社)海外農業開発コンサルタンツ 協会々長
〃	清野 保	岐阜大学名誉教授
〃	高月 豊一	京都大学名誉教授
〃	田村徳一郎	明治大学講師
〃	中川 一郎	衆議院議員
〃	野知 浩之	
〃	福田 仁志	東京大学名誉教授
〃	山崎平八郎	衆議院議員
幹 事	浅井喜代治	農工大学助教授
〃	寺尾 雅人	施工企画調整室係長
〃	荒木 正栄	構造改善局防災課課長補佐
〃	池田 文雄	〃 地域計画課係長
〃	岩崎 和己	農業土木試験場水利3研研究員
〃	太田 信介	構造改善局事業計画課係長
〃	小木曾徳三郎	〃 開発課係長
〃	川尻裕一郎	構造改善局地域計画課課長補佐

幹 事	河田 正治	構造改善局防災課係長
〃	古賀 猷規	国土庁計画調整局調整課専門 調査官
〃	塩田 克郎	構造改善局計画部資源課係長
〃	須田 康夫	〃 設計課課長補佐
〃	杉浦 英明	〃 事業計画課課長補佐
〃	中西 一継	(財)日本農業土木総合研究所 調査研究部長
〃	鈴木 康夫	水資源開発公団第二工務部 副参事
〃	藤森不二夫	農用地開発公団工務第一係長
〃	福岡 忠宏	構造改善局整備課課長補佐
〃	本郷 尚文	〃 水利課係長
〃	増田 明德	〃 設計課農業土木専門官
〃	松本 政嗣	〃 水利課係長
〃	宮本 幸一	〃 開発課係長
〃	山崎 隆信	〃 整備課係長
常任幹事	福岡 忠宏	構造改善局整備課課長補佐
〃	須田 康夫	〃 設計課課長補佐
〃	増田 明德	〃 設計課農業土木専門官
〃	野村 利秋	全国農業土木技術連盟事務局長
編 集 員	内藤 克美	構造改善局設計課農業土木専門 官
編集委員	幹事及常任幹事	

賛 助 会 員

東 京	(株) 荏原製作所	3口
〃	(株) 大林組	〃
〃	(株) 熊谷組	〃
〃	佐藤工業(株)	〃
〃	大成建設(株)	〃
〃	(株)電業社機械製作所	〃
大 阪	(株) 西島製作所	〃
東 京	西松建設(株)	〃
〃	(財)日本農業土木総合研究所	〃
〃	(株) 日本農業土木コンサルタンツ	〃
〃	(株) 間組	〃
〃	(株) 日立製作所	〃
千 葉	福本鉄工(株)	〃
愛 知	玉野測量設計(株)	〃
東 京	(株) 青木建設	2口
〃	株木建設(株)	〃
大 阪	(株) 奥村組	〃
東 京	勝村建設(株)	〃
大 阪	(株)栗本鉄工所	〃
東 京	三幸建設(株)	〃
〃	住友建設(株)	〃
〃	大豊建設(株)	〃
〃	前田建設工業(株)	〃
東 京	三井建設(株)	〃
青 森	田中建設(株)	〃

愛媛	安藤工業(株)	2口	宮城	丸か建設(株)	1口
山形	前田製管(株)	1口	〃	上田建設(株)	〃
愛知	(株)三祐コンサルタンツ	〃	〃	北越ヒューム管(株)	〃
大阪	久保田鉄工(株)本社	〃	山形	伊藤工業(株)	〃
東京	旭コンクリート工業(株)	〃	〃	佐藤興業(株)	〃
大分	梅林建設(株)	〃	〃	菱和建設山形営業所	〃
東京	技研興業(株)	〃	茨城	茨城県調査測量設計研究会	〃
〃	久保田建設(株)	〃	栃木	第一測工(株)	〃
〃	五洋建設(株)	〃	群馬	大和設備工事(株)	〃
大分	(株)後藤組	〃	〃	高橋建設(株)	〃
〃	(株)佐藤組	〃	埼玉	(株)古郡工務所	〃
三重	(株)塩谷組	〃	千葉	堀内建設(株)	〃
東京	世紀建設(株)	〃	〃	京葉重機開発(株)	〃
〃	(株)田原製作所	〃	〃	(株)舛ノ内組	〃
香川	大成建設(株)高松支店	〃	東京	前沢工業(株)	〃
大分	高山総合工業(株)	〃	〃	日本大学生産工学部図書館	〃
東京	中央開発(株)	〃	〃	新光測量設計(株)	〃
岡山	アイサワ工業(株)	〃	神奈川	神奈川農業土木建設協会	〃
香川	(株)チェリーコンサルタンツ	〃	山梨	峡中土地改良建設協会	〃
東京	東急建設(株)	〃	長野	小林建設工業(株)	〃
秋田	東邦技術(株)	〃	〃	(株)木下組	〃
栃木	東洋測量設計(株)	〃	静岡	社団法人静岡県畑地かんがい事業協会	〃
神奈川	土木測器センター	〃	新潟	山崎ヒューム管(株)	〃
茨城	中川ヒューム管工業(株)	〃	〃	新潟ヒューム管(株)	〃
東京	日本舗道(株)	〃	富山	(株)婦中興業	〃
〃	日本国土開発(株)	〃	〃	八田工業(株)	〃
〃	日本プレスコンクリート工業(株)	〃	石川	(株)豊蔵組	〃
〃	日本エタニットパイプ(株)	〃	福井	福井県土地改良事業団体連合会	〃
〃	ポゾリス物産(株)	〃	岐阜	岐阜県ベンチフリューム協議会	〃
〃	日兼特殊工業(株)	〃	岡山	(株)大本組	〃
東京	久保田鉄工(株)東京本社	〃	広島	金光建設(株)	〃
〃	丸誠重工業(株)東京営業所	〃	〃	農林建設(株)	〃
〃	藤増総合化学研究所	〃	徳島	佐々木建設(株)	〃
〃	(株)マルイ	〃	香川	青葉工業(株)	〃
大阪	(株)丸島水門製作所	〃	〃	宮本建設(株)	〃
石川	真柄建設(株)	〃	高知	須崎工業(株)	〃
東京	水資源開発公団	〃	福岡	福岡県農林建設企業体岩崎建設(株)	〃
愛知	若鈴コンサルタンツ(株)	〃	〃	(株)古賀組	〃
東京	I N A新土木研究所	〃	佐賀	農業土木試験場佐賀支場	〃
福岡	新日本コンクリート(株)	〃	熊本	佐藤企業(株)	〃
茨城	日本電信電話公社茨城県電気通信研究所	〃	〃	旭測量設計(株)	〃
東京	日本技術開発(株)	〃	群馬	水資源開発公団奈良良ダム調査所	〃
北海道	(財)農業近代化コンサルタンツ	〃	東京	日本コーケン(株)	〃
岩手	菱和建設(株)	〃	岡山	岡山土地改良技術事務所	〃
〃	丸伊工業(株)	〃	北海道	札興産業(株)	〃
〃	高弥建設(株)	〃			
〃	東北ブルドーザー工業(株)	〃			

116社157口 (順序不同)

農業土木技術研究会会員数

地方名	通 常 会 員							賛助会員		地方名	通 常 会 員							賛助会員		
	県	農林省	学校	法人	団体	個人	合計	会社	口数		県	農林省	学校	法人	団体	個人	合計	会社	口数	
北海道	206	231	7	112	12	19	587	2	2	近畿	33	10	-	7	4	1	56	-	-	
東 北	青森	99	57	2	2	-	160	1	2	滋 賀	59	71	8	17	5	2	161	-	-	
	岩手	95	21	6	5	10	138	4	4	大 阪	48	-	4	33	4	5	94	5	9	
	宮城	74	76	6	58	-	224	3	3	庫 良	78	34	4	1	-	1	118	-	-	
	秋田	154	31	-	23	-	212	1	1	山 和	64	19	-	-	-	3	86	-	-	
	山形	91	49	5	4	-	150	4	4	讃 岐	54	12	-	-	-	2	68	-	-	
福 島	105	46	-	1	13	166	-	-	小計	336	146	16	58	13	14	583	5	9		
小計	618	280	19	93	23	17	1050	13	14	中 央	36	8	4	-	-	1	49	-	-	
東 北	茨城	119	42	5	1	33	5	174	3	3	島 取	41	27	6	2	-	1	76	-	-
	栃木	86	31	5	1	-	2	125	2	2	岡 山	60	80	5	3	-	1	149	3	3
	群馬	50	10	1	-	2	-	62	3	3	広 島	56	8	-	3	-	2	69	2	2
	埼玉	53	26	-	9	20	11	119	1	1	徳 島	45	4	1	-	-	1	51	-	-
	千葉	94	23	1	2	40	13	173	5	6	香 川	37	18	-	-	1	-	56	1	1
神奈川	-	204	7	251	49	27	538	44	74	愛 媛	41	7	4	15	3	3	73	4	4	
山梨	37	-	1	3	-	18	59	2	2	高 知	36	22	4	3	-	5	70	1	2	
長野	15	14	-	-	-	1	30	1	1	小計	26	-	2	-	-	1	29	1	1	
山 梨	79	6	4	-	-	-	89	2	2	九 州	43	32	8	56	44	7	190	3	3	
静 岡	112	37	-	2	-	5	156	1	1	福 岡	52	18	2	-	-	1	73	1	1	
小計	645	393	24	267	114	82	1525	62	95	長 崎	21	3	1	-	-	1	26	-	-	
東 北	新 潟	221	63	1	9	-	7	301	2	2	熊 本	89	55	-	7	3	3	157	2	2
	富 山	75	5	1	3	-	3	87	2	2	大 分	61	5	-	3	-	1	70	4	4
	石 川	46	89	3	14	-	-	152	2	2	宮 崎	58	19	2	1	-	-	80	-	-
	福 井	85	7	-	1	-	-	93	1	1	鹿 児 島	64	9	-	-	-	-	73	-	-
	小計	427	164	5	27	-	10	633	7	7	沖 縄	-	21	3	1	1	-	26	-	-
東 海	岐 阜	32	7	2	4	5	3	53	1	1	内 地 計	3142	1673	117	758	265	187	6142	116	157
	愛 知	56	86	1	98	34	11	286	3	5	外 国	22	-	-	-	-	-	22	-	-
	三 重	56	30	1	5	12	4	108	1	1	総 計	3164	-	-	-	-	-	6164	116社	157口
小計	144	123	4	107	51	18	447	5	7											

編 集 後 記

本号は、農業土木技術研究会発足10周年の記念号として、これからの技術の方向をテーマとした座談会や最近のかんがい排水技術進展の歩みについての各報告文のほか、創刊号から39号までの会誌目次録を併せ掲載するなど特集企画を中心にした編集となっています。

本誌「水と土」は、昭和45年に、農業土木技術の新たな展開と発展を期してダム研究会および水路研究会を発展的に統合して農業土木技術研究会が発足したことに伴い、この新しい研究会の技術誌として、旧研究会の技術

誌であった「土とコンクリート」と「水路」の輝やかな成果を受け継ぎ、両誌の特色ある編集方針にならないながら、さらに新しい時代の要請にふさわしいユニークな技術誌とならんとし創刊されたものです。

今回、10周年の記念号を発刊するに当たって、会員諸兄にもあらためて創刊当時の初心をおもいおこしていただき、現場や農村に密着した報文や資料の投稿並びに、会の運営、編集についての積極的な御意見を頂き、研究会及び本誌のより一層の躍進を願うものです。

(山崎隆信 記)

水 と 土 第 40 号

昭和55年3月31日発行

発行所 〒105 東京都港区新橋5-34-4

農業土木技術研究会

農業土木会館内

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)

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
- 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 (300字) 65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300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。
写真は白黒を原則とする。
- 7 文字は明確に書き、とく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 ν (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番号を付し、末尾に文献名、引用ページなどを記載すること
- 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。