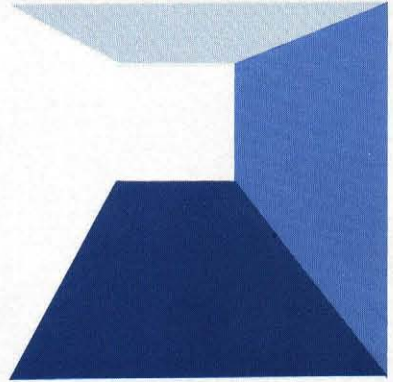
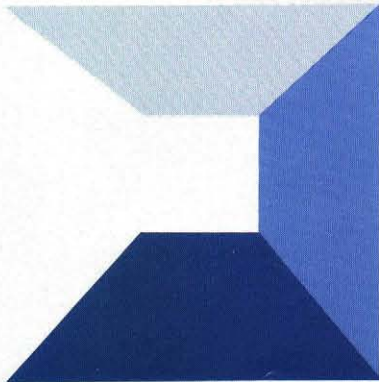
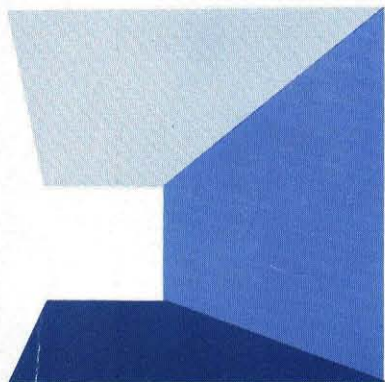
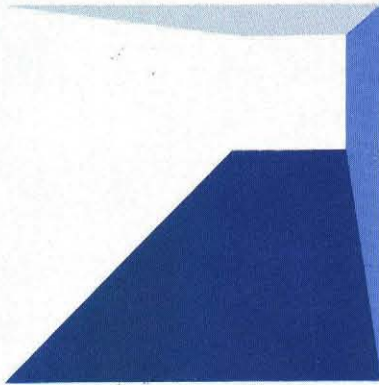
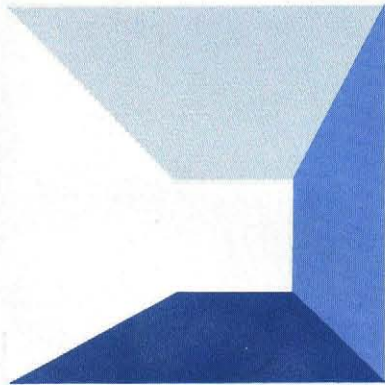
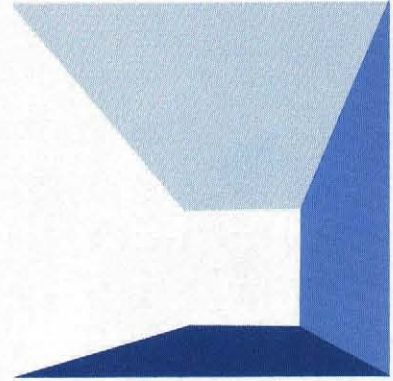
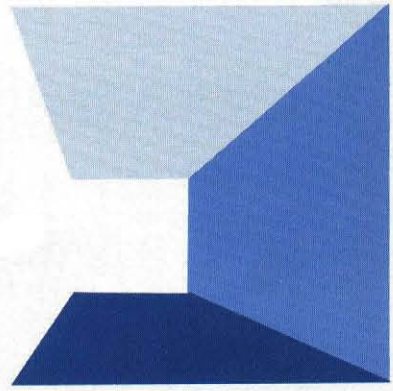


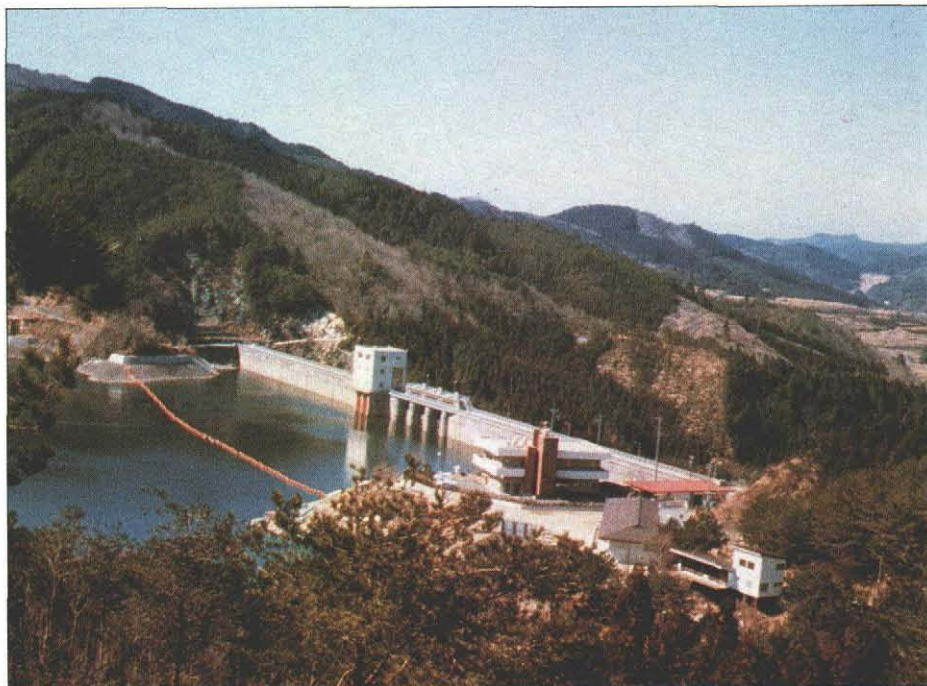
水 と 土

第 43 号

昭和55年12月号



管理システムの整備がすんだ 羽布ダム

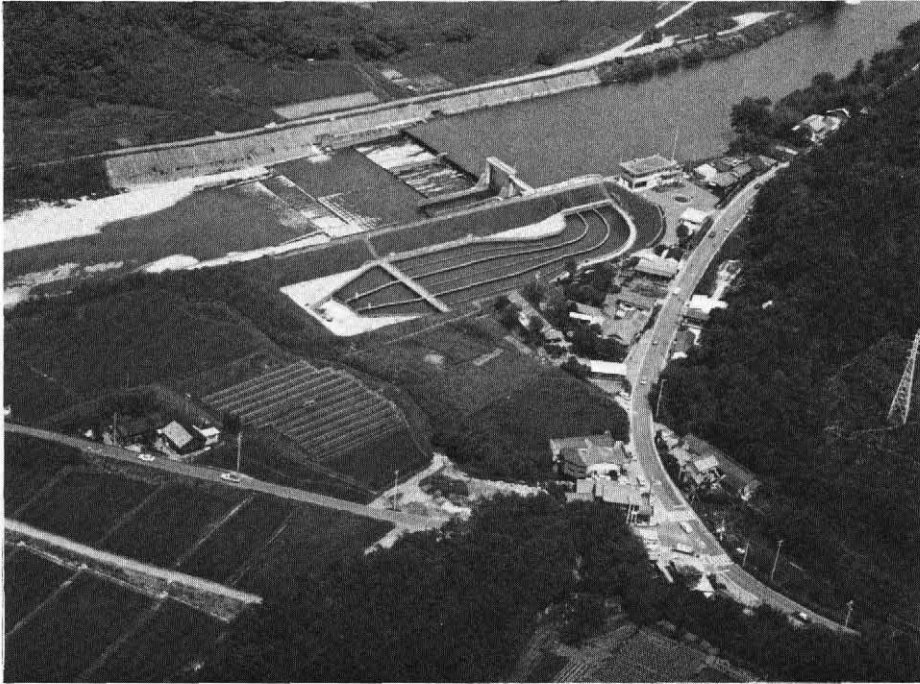


上流右岸から臨んだ羽布ダム
右岸の三階建の建物は新しい管理所



管理所ダム操作室における操作卓およびグラフィックパネル

(本文7ページ参照)



羽布ダム下流43kmの取水施設・細川頭首工全景



細川頭首工管理所の用水遠方監視制御装置
(幹線用水路主要分土工テレメータ・テレコン装置)

— 目 次 —

グラビア

管理システムの整備がすすんだ羽布ダム

報文内容紹介(1)

報 文

農林水産省訪中団に参加して
——農業土木事業の展望——

農林水産省訪中団.....(1)

羽布ダム水管理施設の概要と運用について

杉 山 茂 生.....(7)

ポンプバイブライン送水系における分水

次 田 勝 栄.....(18)

農村地帯の低水位発電装置

南 波 邦 夫
山 口 保 身.....(28)

明治用水頭首工護床改修工事について

胡桃坂 邦 雄.....(32)

湊地区用水改良事業の設計及び工事概要について

加 藤 健 一.....(38)

群馬用水の利水転用と予備取水工

稲 葉 延 寿.....(44)

ダムと活断層

磯 崎 義 正.....(54)

農用地開発に伴う土砂流出について

塩 田 克 郎
伊 藤 一 幸.....(65)

農業用水水利権の総取水量表示について(その2)

——事例及び今後の課題——

延 藤 隆 也
佐々木 勝.....(78)

県だより

栃木県土地改良事業における電子計算組織利用の現状と

今後の課題

栃木県農務部農政指導検査班.....(85)

沖縄県の農業基盤整備事業

沖縄県 根 間 武.....(86)

会 告

.....(88)

訂正記事

前号「農業土木設計積算業務オンライン化について
(岩手県の事例)」の一部訂正

.....(84)

水と土 第43号 報文内容紹介

羽布ダム水管理施設の概要と運用について

杉山 茂生

矢作川用水の水源、羽布ダム（有効貯水量18,461千m³）には国営事業で50～52年に水管理施設が設置された。

温水取水・余水吐・放流警報・情報処理監視施設等で構成する機器内容を、施設導入の検討経過をあわせて述べると共に、時期別の貯水目標と利水放流の要領、洪水放流に当たっての留意事項、水管理施設の運用状況等、ダム管理操作の要点、オフラインCPUの活用状況を県が管理する立場で報告する。（水と土 第43号 1980 P. 7）

群馬用水の利水転用と予備取水工

稲葉 延寿

稲作の減反政策に伴い農業用水に余裕が出てきた群馬用水の一部を前橋、高崎両市を中心とする17市町村の水道用水と、赤城西麓用水（国営事業として昭和56年度着工予定）の畑地かんがい用水に振り向ける。群馬用水の取水口は、東京電力佐久発電所のゲート操作により断水を予儀なくされているので、予備取水工を上水と農水の多目的施設として新設し、施設園芸を初め高度化して来た農業経営の安定と水道用水の取水の安定を計る。（水と土 第43号 1980 P. 44）

ポンプパイプライン送水系における分水

次田 勝栄

ポンプ、パイプラインによって農業用水を給水している事業で、「水の出の悪い給水栓」の報告を聞き、この原因がどこにあるかを考察した。それにもとづき、ポンプ、パイプラインによる大規模畑地かんがい事業である東総用水事業において、分水量が計画量より変動する原因を究明し、分水量規制の必要性を述べるとともに、計画分水量に規制する方法を検討し、現在採用している機構を紹介するものである。（水と土 第43号 1980 P. 18）

ダムと活断層（要約）

磯崎 義正

最近、活断層に対する土木工学的対応が問題となっている。本報文は、地質学的なタイムスケールで認定・評価されている活断層の意味を解説するとともに、土木工学的立場から活断層をどのように調査し認定・評価すべきかについて私見を述べたものである。

（水と土 第43号 1980 P. 54）

農村地帯の低水位発電装置

南場 邦夫 山口 保身

省エネルギーという一般の風潮を踏えて、農業の振興にあっても、地域のエネルギー資源をできるだけ有効に利用することが重要となってきている。一方多目的ホール等の生活関連施設、ハウス等の生産施設が整ってくるに従い、維持管理用のエネルギー問題がクローズアップされてきた。この点を農村地帯にふんだんに見られるかんがい水路を利用した発電という観点からとらえ、具体例を含みながら現場の実情を紹介する。（水と土 第43号 1980 P. 28）

農用地開発に伴う土砂流出について

塩田 克郎 伊藤 一幸

農用地開発事業の実施に当たって開発地の土砂流出防止対策の重要性がいわれている。本報文ではこれに関する調査結果により、土砂流出に関する実態を明らかにするとともに、土砂だめの容量を算定するための土砂流出量の推定式を提案した。また、ほ場内の土砂流出防止対策として仮畔水路の設置を提案した。

（水と土 第43号 1980 P. 65）

明治用水頭首工護床改修工事について

胡桃坂邦雄

矢作川の河床低下等により、機能低下を来たしている明治用水頭首工について、国営造成土地改良施設整備として、昭和53年度より矢作川総合農業水利事業所において実施中の、明治用水頭首工護床改修工事の設計、施工について紹介するものである。

（水と土 第43号 1980 P. 32）

農業用水水利権の総取水量表示について（その2）

延藤 隆也 佐々木 勝

農業用水水利権の総取水量表示について（その1）に続き、建設・農林両省で締結された覚書以降における総取水量表示地区の状況について概観し、処理された事例について紹介するとともに、総取水量表示の今後の課題について述べる。

（水と土 第43号 1980 P. 78）

湊地区用水改良事業の設計及び工事概要について

加藤 健一

本事業は着工以来10年を経過して今なお工事中であるが、既に完了したダムの建設と現在実施している用水路工の計画、設計、施工について比較、検討結果に言及しながらその概要を報告するものである。

（水と土 第43号 1980 P. 38）

農林水産省訪中団に参加して

——農業土木事業の展望——

農林水産省訪中団*

目 次

1. 目的……………(1)	3. 農業土木について……………(2)
2. 会議内容等の概略……………(1)	(1) 政府組織……………(2)
(1) 農林業政策等に関する意見交換……………(1)	(2) 政策上の位置……………(3)
(2) 国際協力事業団を通ずる技術協力……………(1)	(3) 水利建設事業概況……………(3)
(3) 政府ペースの短期視察団の交流……………(2)	(4) 中国側発言内容……………(3)
(4) 共同研究、高級研究者の派遣……………(2)	(5) 所感……………(4)
(5) 三江平原開発計画……………(2)	——見学地紹介——……………(4)
(6) その他……………(2)	

近くて遠い国のように思っていた中国に、7月末、思いがけなく訪問する機会を得た。

周知のように、中国はいま、まさに激動の中にあり、素人眼にもその大きく変わろうとする空気がよみとれた。とてつもなく大きく、懐の深い中国を、いまどう表現したらよいか、適切な言葉は見当らない。日本に比べ何十年遅れているとか、生活の状況はこうだ、などと言ってみてもそれはきわめて不正確な言い方になって了う。

多忙の日程をさいて会見してくれた万里副総理は「中国は100年前までは世界のなかでもそうひけをとらない国だったが、この100年、商業(?)にあまり関心をもたなかったためか遅れて了った。これからいろいろな面で交流してゆきたい」というような話をしてしたが、こんな表現に中国の今日の姿がよく出ているように思う。また、悠久の歴史をもつ中国にとって、100年前はつい昨日のように感じられもするようだ。

最近、堰を切ったように中国がいろいろな形で紹介され始めた。うんちくあるものも多い。僅かな期間の訪中であつたが、これは私に中国に対する関心をいやがうえにも高める結果となつた。

ただ不肖のいたすところで、ここに載せていただく報告は出張命令書のように、私見もきわめて少いものになつて了ったことをお詫びしたい。

1. 目 的

華国鋒前総理が5月来日した際、今秋に日中閣僚会議を開催することが合意されたことから、今後日中経済関係は一層緊密化してゆくことが期待されることとなつた。

農林業分野ではこれまで貿易分野で貿易混合委員会、生糸、絹製品貿易協議、また、農林技術の面においてはそれぞれ個別のテーマに基づく出張等両国農業関係政府関係者の意見交換、協議が行われてきた。しかしこれらはいずれも個別的問題についての意見交換、協議にとどまっていた。

従つて、今後農林業を含めて日中経済関係の緊密化に対処するためには、両国政府の農林業関係者がそれぞれの農政の基本的方向について理解を深め、この基本的方向に即して、農林業交流等について協力可能な分野を全体的視野に立って探究しておくことが緊要となつた。

このための意見交換、協議のための調査団派遣となつたものであり、この種の調査団は今回がはじめてである。

2. 会議内容等の概略

本訪中団は、7月22日から中国を訪問し、万里副総理兼国家農業委員会主任、何康同委員会副主任等への表敬訪問、臧同委員会科学教育局長を代表とする中国側政府関係者との意見交換、中国農林業事情の視察等を終え、8月1日帰国、10泊11日間の駆け足旅行であつた。

(1) 農林業政策等に関する意見交換

日中双方からそれぞれの農林業政策につき説明、意見交換が行われ、相互理解を深めることができた。中国側は、従来は資料配布を行うことはなかつたが、今回の会議では若干の資料の配布が行われた。

(2) 国際協力事業団を通ずる技術協力

我が方から国際協力事業団(JICA)を通ずる技術協力の仕組み等につき十分説明した。中国側はそれまでその仕組み等を理解していないようであつたが、我が方の説明に強い関心を示し、今後JICAを通ずる技術協

* 次頁参照

力を強化したい意向を示した。窓口は国家科学技術委員会であるが、今後農業委員会はこれと密接な連携を図りつつ、農林業技術協力を推進したい意向である。

(3) 政府ベースの短期視察団の交流

中国側は、米中間等の交流を引き合いに出しつつ、JICAを通ずる技術協力とは別に政府ベースの短期視察団の交流を大いに拡大したい意向を示した。我が方からは、予算上の制約があるものの、中国側要望についてはできる限り検討したい旨答えた。

(4) 共同研究、高級研究者の派遣

中国側は、共同研究、高級研究者の派遣に強い関心を示した。我が方はこれらの問題については研究者レベルにまで下して具体的検討を行う必要があるため、今後具体的に話し合いを積み重ねたい旨答えた。

(5) 三江平原開発計画

農業開発計画としてG—Gベースの最初の協力要請のあった三江平原開発計画（黒竜江省）については農業部農業工程局の担当であることが確認され、中国側からは大規模開発プロジェクトとしての第一番手として検討しているという説明があった。

(6) その他

○ 経費負担

政府視察団、研究者の派遣に当って、中国側は受入国が負担するという自己負担の原則を主張した。中国側は我が方の主張に弾力的に対応する姿勢はみせながらも、中国の伝統的考え方のほか、外貨事情から希望は強く、今後も検討課題として引き続くこととなる。

○ 両国農林業政府関係者の意見交換

今後も、今回のような両国農林業政府関係者の意見交換の会議を開くことで日中双方合意に達した。

団員、日程はつぎのとおりである。

日本農林水産省訪中団*

川嶋 良一	農林水産技術会議事務局長
田中 信成	大臣官房調査課長
浜口 義暉	経済局金融課長
大神 延夫	経済局国際企画課長
黒木 敏郎	経済局国際協力課長
須藤良太郎	構造改善局整備課長
兵藤 宗郎	農林水産技術会議事務局研究管理官
今村 清光	林野庁研究普及課長
横山 光弘	経済局国際企画課企画係長

日 程 (見学地)

7月22日～26日	北京	（四季青人民公社） （林業科学院） （十三陵ダム）
27日～29日	西安	（涇惠用水（関中平野）） （保全緑化（淳化县））
30日～8月1日	上海	（旺庄人民公社（無錫）） （農業展覧会） （木材加工所）

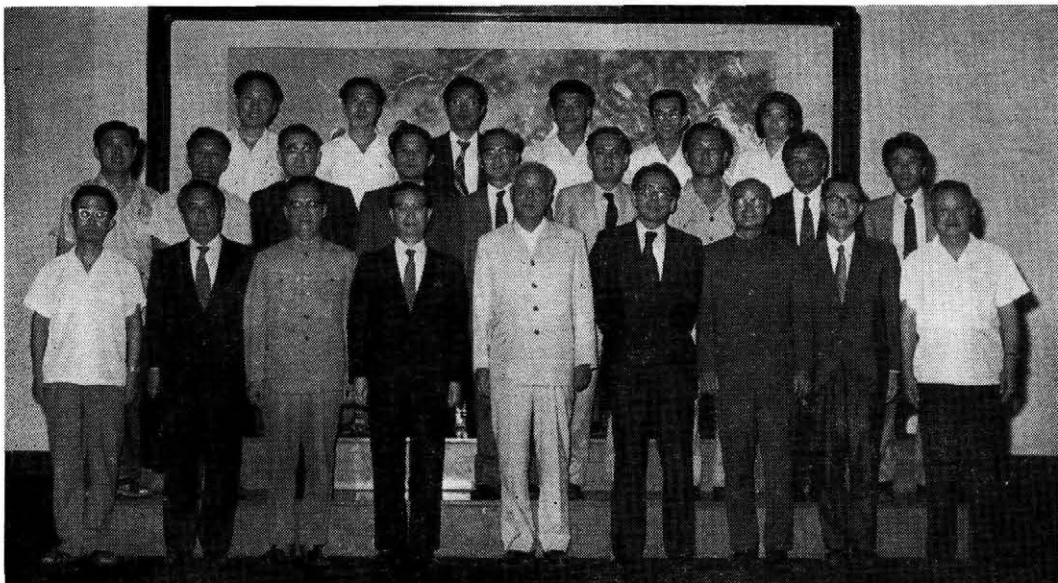
3. 農業土木について

(1) 政府組織

中国における土地改良事業は農業部、農墾部並びに水利部の各々が担当しているが、その主体は水利部である。

農業部は主として人民公社の行う土地改良事業の助成指導を担当しているようであり、農墾部は国营農場の一切を受持つことから、国营農場に關係する土地改良事業を所掌する。

水利部は、各省、自治区、直轄市の水利局を指導して



万里副総理（中央）を囲んで、すぐ左隣が川嶋団長

河川資源の利用、開発、管理を行なうと共に各省等にまたがる重要事業を地方の水利工程局によって直轄で実施している。

比較的小規模な工事は各省の水利局が、更に小規模なものは県、人民公社等で実施されている。

直轄で管理されたものは施設の性格によって必ずしも直轄管理されるとは限らず、各級行政機関に移管されている。

国家農業委員会の傘下には、農業部、農墾部、農業機械部、水利部及び林業部の5部があるが、治水も含む水利部（1978年水利電力部から独立）が農業委員会の傘下となったことは、中国の農業に重要な役割を果たすだけに高く評価できよう。

従って、今後農業部、農墾部並びに水利部の3部と国家農業委員会とに対し、我国の土地改良分野がどう対応していくかはきわめて重要な問題であろう。

なお、国家農業委員会の調整機能、海外技術協力の窓口としての今後の動きに注目する必要がある。

(2) 政策上の位置

四つの近代化、経済発展10ヶ年計画にみられるように中国の農業に寄せる関心は非常に大きく、人口の80%を占める農民への配慮は相当なものである。その中でも土地改良は最重要視されており、大型食糧生産基地の建設（12ヶ所）、国営農場の拡大等による食糧増産に努めると共に、農地開拓、土地改良、治水等の農地基本建設を強化することになっている。特に基本建設投資は総額を縮小する方針にも拘らず農地建設投資額は拡大していることから、その意図が明確に示されている。また、10ヶ年計画を実現するための具体的農業政策（9項目）には、土地改良に関するものがほとんどである。

今後問題になるのは、従来人海戦術で実施してきた事業をどう機械化していくか、工事の質的問題、更に地形条件等に恵まれない地域への対応であろう。いずれにしても、農業の近代化、発展を図るうえで土地改良がきわめて重要な施策として位置づけられていることに注目する必要がある。国家予算1979年総額1,120億（元≒160円）元のうち、農業分の基本建設支出54.6億元（4.9%）、農業事業支出174億元（15.5%）となっている。

(3) 水利建設事業概況

全国には合計8万4,000余の大小貯水池があり、全容量は4,000億 m^3 、付属の電動井戸は210万ヶ所にのぼる。全耕地面積に占める灌漑面積の比率は48%となっている。全国の水害多発地域は2,000万haであるが、約3分の2の地域は基本的に治水が行われている。建国以来、中小河川の治水を進めると同時に、揚子江、黄河、淮河、珠江等の水系に重点を置いて治水事業を行ってきた。現在、全国には2万ha以上の大型灌漑区が150ヶ所、667haから2万haの中型灌漑区が5,000ヶ所ある。灌

漑の水源はそれぞれの地域の特徴を活かし、貯水（池、ダム）の建設、掘削（地下水の開発利用）、引水（水系からの引き水）、汲上げ（機械汲上げ）、せきとめ（季節性のある河川の潜流をせきとめる）等のそれぞれ異なる方法を用いている。

(4) 中国側発言内容

水利部

○ 中国における水利事業は悠久の歴史をもつ。例えば長江～北京の大運河や都江堰

○ 解放前は洪水、早ばつに見舞われ大きな被害を受けた。2000年の歴史を振り返ると

早ばつに見舞われた回数 約1,000回

洪水 “ 約1,000回

従って毎年災害に見舞われていることになる。

○ 水利建設は大きなテーマである。解放後30年間にも黄河、長江、海河、珠江等すべて洪水に見舞われている。

○ しかし政府は強い措置をとりその被害は解放前より少なくなった。

○ かんがい面積は現在全耕地の48%である。

◎ 水利問題を徹底的に解決するため今後やるべきこと

① 基本的事項の強化

水利面における科学研究、教育の強化、水文資料調査の強化

例、解放前は教育面で専門の水利高等学校、大学はなく解放後総合大学の水利学部、水利学科を強化または独立した水利学院をつくった。水利科学研究所も全国22ヶ所、水文方面では各地にステーションをつくった。

② 資源に対する調査の強化

全国を10の農業地域に分けるがこのうち水利区画も極めて重要

③ 河川の治水計画の強化

主要河川流域の水利機構、管理機構

④ 以上、①、②及び③をふまえて毎年の計画をする

各省、各地区、各県との密接な連絡必要

特に大きなものは中央で扱いその他は出先に任せる。

◎ 重大な研究課題

① 水利資源

水利資源は大ざっぱに言って豊富であるが、人口、面積も大きく水利資源の分布が不均衡である。

関係部門と連絡し種々な問題を扱う。

例、河川流域、デルタの総合開発

工業、農業用水の検討

② 資料の調査、分析、計算

水分の調査、分析

水利プロジェクト建設に関する計算方法

③ プロジェクトの技術問題

堤防建設，電力建設，総合プロジェクトの施行等

④ 重大な水利建設プロジェクト

長江（中流と下流）

黄河

海河

平原地帯のかんがい

黄土高原（農業水利）

三江平原（重大な水利建設が含まれる）

⑤ 農地の小規模の水利かんがい問題

水路保持

かんがい，排水技術

地下水利用

小河川の利用問題

⑥ 水利プロジェクトの管理と利用

大小ダム 8 万個

魚の養殖，舟運を如何にするか

⑦ 水利環境問題

工業と農業の発展に伴って河川が汚染

水質保全，汚染防止方法等の検討

⑧ 水利経済問題

この30年間水利建設は随分やってきたが，まだまだこれから，洪水，排水，かんがい，水利エネルギーの利用，さらに水利に関する法律の制定。

⑨ 水利建設に如何に新しい技術を導入するか

コンピューター その他の利用

⑩ 基礎理論の強化

大学，研究所等が設立されたので，これを十分利用し，水利学，動力学，ダム建設等の理論強化勿論，事業は理論的のみでなく現地でテストを重ね，その上でより深い研究で目的を達する。

例，海河—アルカリ性土壌の改良（水利とのつながり）新しいかんがい技術
その他小河川，水路の保持問題

●国家農業委員会

国家農業委員会，国家科学委員会及び各部門で検討中の大規模プロジェクトは

① 黒竜江 三江平原開発 200万ha

② 黄河（中流，下流）

淮河

海河

} アルカリ性土壌の改良
330万ha

③ 黄土高原開発 50万km²

④ 赤土壌の改良 100万km²

⑤ 海南島，雲南省の開発 熱帯作物（ゴム，

パパイア）

⑥ 沿岸地域 養殖か水稲か（アルカリ性の改良）

⑦ 新疆 ウイグル地域の開発 綿花の栽培地

(5) 所感

中国では現在さかんに農田基本建設とか農地基盤整備

とか，さらに農業基本建設というような言葉が使われる。これらの内容については今後明確な定義がなされるであろうが，要するにわが国にある土地改良の各種事業を表現しているとみてよいであろう。即ち水利事業，ほ場整備事業，農用地造成事業等が水田にも畑にも活発に展開されている。勿論これらの事業には客土や土壌侵食防止も含まれるであろうし，またポンプの活用，特に地下水利用もさかに行なわれている。

大人口，大面積の中国における土地改良を簡単に要約することは不可能である。ただ，大規模な事業が各所に展開されると共に，今後，事業化すべき大中小さまざまな事業対象も非常に多い。

今迄の自力更生を基本にした実績にはそれなりにみるべきものが多いが近代技術への渴きは覆うべきもない。

特に今後の取組みについては，土地改良分野の技術交流をG—G，民間の両面から積極的に進めることを念頭に一つには日本国内の体制整備，特に外郭団体の活用，中国経験者の結集が緊急と痛感する。また中国に是非，農業土木のアタッシュを設置することが必要と思う。

なお，すでに200万ha余の三江平原農業開発の大事業が中国側の要請を受けて9月から調査の準備が進められたことは，わが国の農業土木陣と中国にとって一つのエポックとなるように思う。

—見学地紹介—

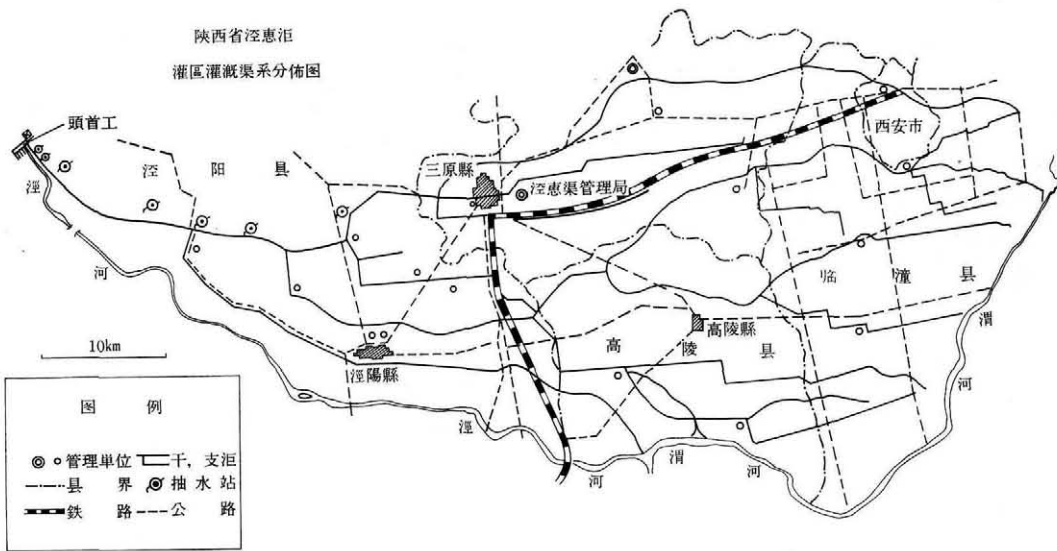
涇惠用水（陝西省，関中平野）

涇惠用水地域は，西安市を中心に広がる関中平野（耕地200万ha余）の中部に位置し，東西の長さ約70km，南北約20kmで，自然条件が比較的良好で，中国の穀類と綿花の重要な産地であり，また中国12の食糧生産基地の一つでもある。

涇惠用水路のかんがいは戦国時代に始められ，今日に至るまで2400年余の歴史をもつ。史書の記載によれば，戦国時代に秦が「鄭国用水路」を拓き，涇河を引き入れると共に，攔截治，清，石川等の河も引き入れて450万畝（ha=15畝）の流域の荒れた沢地をかんがいした。解放前の1930年に関中平原は大旱魃に見舞われ，堤防を築いて涇河からさらにかんがい用水路を引いた。1932年にそれが完成してから1949年までの間の実際のかんがい面積は50万畝である。

解放後，かんがい面積は絶え間なく拡大し，取水量は解放初期の16m³/sから52m³/sに増加し，年用水量は2億m³から6億m³（一部地下水を含む）に増加し，46の人民公社，416の生産大隊に属する135万5千畝の土地をかんがいするようになった。

涇惠用水地域は省管理のかんがい区に属し，専門家と大衆管理の結合を実施すると共に，民主管理委員会をかんがい区の県，人民公社，生産大隊の専門管理機構の責任者によって組織し，定期的に会議を召集し，かんがい



区の様々な重大問題について討論、研究、決定を行っている。泾惠用水管理局は、その下に13の管理ステーションを置き、さらにその下に分流ごとのブロックを細分化し、ブロック毎の責任者と技術員を置いている。細分化されたブロックの責任者は560人余りである。

若干のコメント

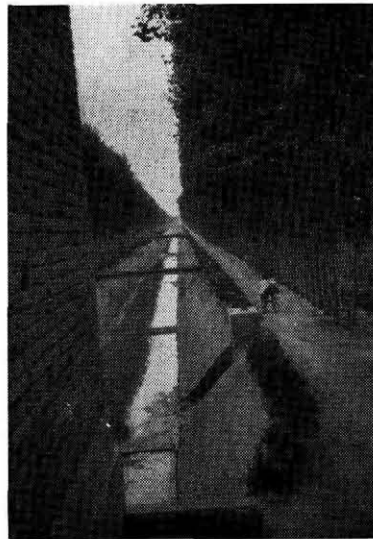
泾惠用水はその支配灌溉面積が135万畝にのぼるがこの関中平原にはこれと同規模程度と思われる用水がさらに鄭国用水、渭惠用水、洛惠用水などとひしめいているところをみると、なるほどこの地域は古来から農業の先進地域の一つであることが理解できる。

この地域は、年間平均雨量が590mmと少ない。しかし年間平均気温は15℃で、無霜期間は年間232日にのぼり、土壌は肥沃で農作に適している。作物は小麦とトウモロコシが主で、経済作物では綿花も普遍的に栽培されている模様である。古来からかんがいが発達していた土地柄にもかかわらず、やはり雨量と水量のせい水田はほとんどみかけなかった。

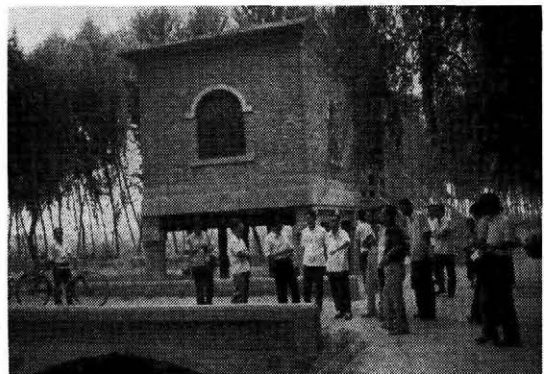
このプロジェクトは泾河から頭首工で取水する典型的な農業水利事業である。頭首工はコンクリート重力式溢流ダムで、堤長83m、堤高14mである。用排水路は幹支線を併せて数千kmにおよぶ。用水幹線（本流）だけでも81kmもある。

泾河は非常に含泥率の高い河で、40%以上の含泥率になった場合には取水を中止するという。52t/s (46t/sとも言われる)の取水が可能なのは一年のうち7~8月頃の約1ヶ月間であり、若干量の取水日数も含めて年間の総取水期間は280~290日間である。

2期作、3期作をするには用水は相当不足し、地下水汲み上げのポンプが多数存在する。このポンプは1台約5haを受けもつ規模である。地下水位は30~40mで綿作



写真一 泾惠用水路（支線）



写真二 泾惠用水分水工

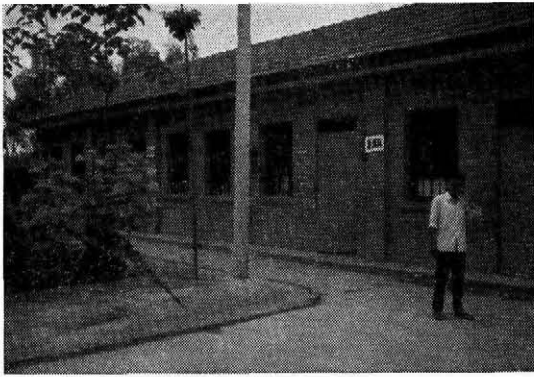


写真-3 灌漑科のある逕惠用水管理事務所

に地下水利用が多い。用水量は500ℓ/畝/年と見込んでいる。

水路は5段階(干、支、斗、分、引)に分類され、支は4~5万畝、斗は3,000畝、引は300~500畝の支配面

積をもつ。

逕惠用水管理事務所の年予算は130万円で、これは現在、すべて人民公社から徴収される。このうち、水利施設の改良に投資されるものは25万元程度である。工事施行時には国費が投入されたが、現在では人民公社の返済で余裕があり、すでに事務所に50~60万円のストックがあるという。負担区分はよく分らなかった。

コンクリート舗装を主体とした用水路は高い盛土部も多く、農道、区画整理もよくできている。中国全土にわたってのことと思うが緑化運動が徹底し、いずれの用排水路、道路、堤防などには見事な並木が繁っていた。(写真-1)。技術的には大分遅れている面もみられ、例えば大きな分水工のゲートも手動である(写真-2)。人力施工や現地調達材を使うにしても技術的に改良の余地は大きいように思う。

管理事務所には立派な展示室があり、また、灌漑科の看板を掲げた部屋がみられた(写真-3)。

電業社ポンプ



茨城県農地部鶴舞揚水機場
1,000ℓ PF-GM斜流ポンプ



株式会社 電業社機械製作所

本社 東京都大田区大森北1丁目5番1-309号
電話 東京(761) 3131(代)
営業所 大阪・名古屋・福岡
出張所 札幌・仙台・金沢・三島・広島・高松・沖縄

羽布ダム水管理施設の概要と運用について

杉 山 茂 生*

目 次

はじめに……………(7)	3. ダム管理と水管理施設の運用……………(12)
1. 水管理施設導入の背景……………(7)	むすび……………(17)
2. 羽布ダム水管理システムの概要……………(8)	

はじめに

農業用水としての利水目的で設置されたダムであっても、管理・操作においては治水面の要素を重視し、いかなる場合であっても安全な操作が要求される。河川法で基本的な条項が、操作規程に細部的な制限拘束が述べられる。これらの事項については河川管理上、ダムによって流域に危険感を招かないための大枠であり、最低限の遵守事項であって、具体的な日々刻々の操作については、その場の状況に応じた操作員の適切な判断が求められる。

このため操作員の知識と経験が、更に熱意と責任感が要求されるけれども、熟練に頼るといふ操作員への過重負担は極力避けたい。

情報化時代の今日においては、ダム操作についても、多くの数値情報を速やかに処理しながら、関連する諸条件を適確に判断し、安全な操作に当ると共に、危険防止の警報を行う等、適切な措置・操作のみならず、その結果については詳細に記録することが要求されている。

愛知県の中央を流れる矢作川の下流沿い、矢作川用水地区の水源として設置された羽布ダムは、建設翌年の昭和39年から県管理が行なわれているが、操作と情報処理の機械化能率化を目的として「ダム水管理施設」が昭和50年後半から52年に設置された。

近年の社会情勢の推移による公共施設の安全性に対する意識変化、水需給の逼迫等に対応するため、管理する立場において強く望んでいたこの施設が導入されてから2年半を経過した。ここに施設の概要と運用の状況を報告して、施設導入にあたりご尽力願った各位への御礼としたい。

1 水管理施設導入の背景

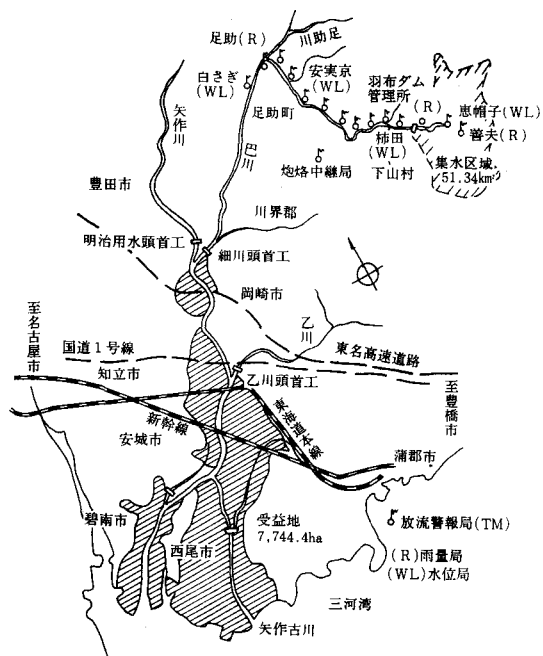
羽布ダム水管理施設は、先行して築造されたダムの管理・操作施設が15年後に一元集中監視制御化されたもので、まずこの経過から述べる。

1. 羽布ダムの建設

羽布ダムは矢作川下流沿い28ヶ所の井堰樋管でかんがいていた7,700余haの水田が、昭和19・22年と大旱魃を受けたため、水源として巴川上流4.3kmの下山村羽布に、国営矢作川農業水利事業として建設されたものである。

表一 羽布ダムの諸元

型式	直線重力式コンクリートダム、満水標高
	EL 467.0m
堤高	62.5m、堤長 398.5m、利用水深 35.0m
総貯水量	19,363,000m ³ 、有効貯水量 18,461,000m ³
集水面積	51.34km ² 、満水面積 1.065km ²
計画洪水量	546.4m ³ /s、最大利水放流量 17.4m ³ /s
事業費総額	3,223百万円、工期 昭和27～37年度



図一 羽布ダム受益地図

* 愛知県岡崎農地開発事務所

ダム建設にあたり、受益13土地改良区が矢作川沿岸土地改良区連合を設立し、管理する予定であったが、諸事情によって昭和39年から県が管理受託することとなった。

羽布ダムと受益地の概要は図一1のとおりである。

2. ダム完成時の管理・操作施設

ダム管理操作用の施設として、ダム水位計・温水取水ゲート4門・流量調整弁1門・余水吐ゲート3門の監視操作装置が取水塔部の操作室に、雨量計・風向風力計と停電時の自家用発電機が右岸管理室に、ダム漏水量・揚圧力計が現地に、ダム流入量の約3/4を検知する恵帽子流入河川水位計が3.8km離れた現地にそれぞれ設置されたが、各々独立状態にあって、操作室と管理室を結ぶ構内電話と公社電話が連絡法のすべてであった。

3. 管理上の問題と水管理施設導入の機運

日々刻々のダム管理上の気象・水象情報の収集・整理・記録のため操作員の労力は大きく割愛され、又ゲート操作にあたっては、操作室と管理室が200m余離れていることが大きな障害で、構内電話によって相互に連絡をとりながらの操作となり、水位・流量等の計算については手計算により、又記録についてもすべて手書きによらなければならない状態にあった。

特に洪水放流操作時の気象情報の収集・流入量の算定、ゲート放流量計算には並々ならぬ苦勞があり、前線の停滞・台風の襲来ともなれば数日間連続し、関係機関への通報、放流危険防止の警報連絡もあって、全職員が徹夜を重ねることも多く、肉体的精神的な負担軽減として、又数値計算・記録の正確さと簡素化のため、改善と対応について検討を余儀なくされた。

4. 県営事業による一部情報のテレメーター化

昭和44年8月4日から5日までの7号台風による降雨は443.4mm、日雨量348.2mmに達し、これともなう洪水被害が流域全体にあって、羽布ダムとしても雨量・流入量・放流量等監視精度を高め、より高度な操作記録の整理という管理の向上が強くのぞまれた。

これらの状況について関係部局と折衝の結果、流域雨量と流入放流河川水位監視のテレメーター(TM)化が県営施設整備補修事業として認められ、昭和48年3月、事業費20,940千円(国費1/3、県費2/3)で設置された。

善夫雨量局……集水区中心の雨量テレメーター(TM)

恵帽子水位局……流入河川(流域の76%)の水位テレメーター(TM)

柿田水位局……ダム直下流放流河川の水位テレメーター(TM)

ダム管理室に受信タイプライターを置いて観測値を自動記録する方式によって、雨量・流入量・放流量を確認し、安全な操作を図る基礎資料を得ると共に、ダム直下にITVカメラを設置してゲート作動状態を肉眼視する

施設も併設された。なお観測局の電源は太陽電池7.2Wを採用して停電障害の懸念にも対応された。

昭和48年8月、情報連絡施設として県消防防災課で所管する防災行政用無線電話が配置されて、県下に発表される各種の注意報・警報等が一齐放送によって連絡され、降雨を主とした適確な気象情報も得られることとなった。

5. 国営事業による水管理施設導入の検討

ダム管理の安全と円滑を期して管理者の立場において施設導入に努力したが、予算対応は容易でなく、施設設置者の国に対して集中監視制御装置、放流警報装置の事業化を強く要望した結果、矢作川第二農業水利事業として実施中のダム受益地合口水路事業に包含する計画変更の検討が48年から始められた。

既に10年におよび管理を担当し、今後も引続き管理する立場にたつて、管理上の好不都合を計画担当官と詳細に打合せ、又他地区の多くの事例も調査されて、3ヶ年に及ぶ準備の結果、50年後半から管理所の建設に着手されることとなった。

2 羽布ダム水管理システムの概要

羽布ダム水管理施設の導入にあたっては、前述のとおり、ダム建設時に比して数段と厳しくなったダム操作を適正に行うため、操作員に対する適確な判断資料の提供、心理的・肉体的負担の軽減を図るためのバックアップ施設の充実としての機械化が目的とされた。

これを施設別に区分し、各々の目的を①ダム操作の安全性、②水の有効利用、③操作員に対する援助、として挙げれば次のとおり整理される。

- ① ゲート操作の集中一元化は、①洪水時の適確な操作、②放流精度の向上、③肉体的精神的疲労の軽減と洪水時操作の危険防止、である。
- ② 水文情報等の収集処理は、①判断資料の充実により、操作の適否の判断の簡易化、②ダム下流域流量を確認することによる無効放流の防止、③判断ともなう心理的負担の軽減、である。
- ③ 放流警報施設は、①下流住民等の安全確保、②警報活動と、その際の精神的負担の軽減、である。

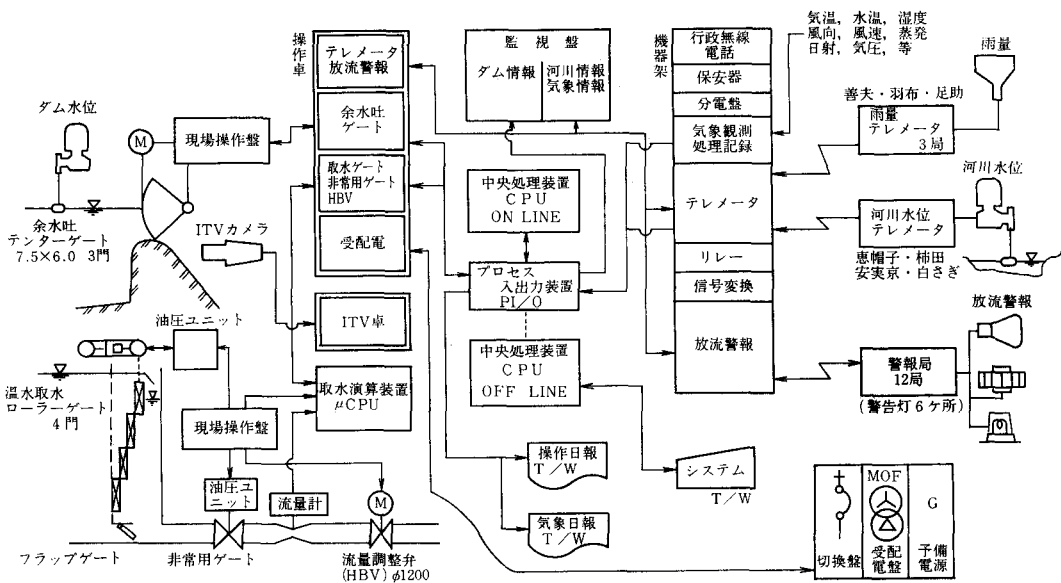
1. システムの全体構成

羽布ダム水管理施設の構成は、温水取水装置、余水吐装置、気象水象観測機器、放流警報装置、情報処理装置、電力施設からなり、これを図式化すれば、図一2のとおりで、構成各部の概要について以下に述べる。

2. 温水取水装置

温水取水装置は、取水ゲートをダム水面下に降下させ、適当な越流水深で表面水を塔内に導き、流量調整弁(HBV)で吐出流量を調整するものである。

このシステムには、取水塔操作室に8KBμCPU(8



図一 2 水管理システム構成図

キロビットマイクロコンピュータ)の自動制御装置が
あって、越流水深(0~5m)を設定することにより、
ダム水位の変動に追従してゲート(油圧駆動ローラー式
4門)が表面越流水深を保ちながら順次上段から自動開
閉する。又、吐出流量(0~17.4m³/s)を設定すること
によりHBVを自動開閉し、定吐出量が確保される。

中央管理室では、ゲート開度・水位・吐出流量を監視
するほか、手動によってゲートの制御が可能である。

3. 余水吐ゲート操作装置

余水吐ゲート(B=7.5m, H=6.0m)3門は、機側
盤・取水塔操作室制御盤の押釦操作のほか、中央操作卓
から集中監視手動制御が行われる。

このゲートは急激な放流変化を避けるため、ステップ
操作を原則とし、操作規程では3門の操作順序を次のと
おり定めている。

ゲートNo	Nq 1	Nq 2	Nq 3	開閉動作量は1分 30cmのため、10cm 20秒以内を基準と する。
操作順位	②	①	③	
(Nq)の順	⑤	④	⑥	
閉は逆順	:	:	:	

ゲート制御には、次の安全操作機構が付設されている。

- ① 各ゲートには、開小(5cm10秒)開大(10cm20秒)
閉小(5cm10秒)閉大(10cm20秒)開(最大30cm60秒)
閉(開に同じ)停止、の押ボタンがあって、コンピュ
ーター(CPU)のタイムプログラムにより過大誤動
作がロックされる。
- ② 各ゲートは開閉動作中を可視・可聴確認するため、
ランプ点滅とブザーが鳴動する。

- ③ 誤動作を防止するため、動力線回路は常時メインス
イッチ(SW)を断とし、操作時のみキーイン通電し
て万全を期する。

- ④ 操作員が次の指定数値を設定すれば、流入量に応じ
てコンピューター(CPU)からそれぞれの放流量に
必要なゲート開度が指示され、これを参考として操作
員が手動で①項の操作を行う。

- ① 定水位放流(設定したダム水位を維持する)
- ② 定比率放流(設定した〔放流量/流入量〕比を維持)
- ③ 定量放流(設定した放流量を維持する)

- ⑤ CPUモードとして予備放流水位以上にあるとき
は、CPUから流入量に対応して操作規程にもとづく
予備放流操作のゲート開度が、手動操作の判断資料と
して提供される。(10m³/sまでの時 $Q=Q_0$, 10~25
m³/sの時 $Q=2 \times Q_0$, 25m³/s以上の時 $Q=50m³/s$ の
ゲート開度)

4. 気象・水象等観測装置

ダム地点の気象・水象状況は表一2の項目について観
測し、記録紙に連続記録されると共に、コンピューター
(CPU)を経て監視盤(GP)に数値表示され、又毎
時値・日平均値等が観測日報タイプライター(T/W)に
整理印字される。

5. 放流警報・テレメータ装置

1) 必要性と位置の選定

放流警報装置はダムからの放流に際し、下流河川の水
位上昇による危険防止の措置として、放流に先立ちサイ
レン・スピーカー等により警告する装置である。

巴川は清流で都市近傍にあり、足助町香嵐溪の観光地・

表-2 気象・水象等観測表

項目	検出要領	測定範囲	記録計	GP表示	T/W日報
気温	白金抵抗体の温度抵抗変化	-30°+50°C	○	○	毎時値, 日平均
水温 (ダム表面)	防水管内白金抵抗体の温度抵抗変化	-30°~+50°C	○	○	毎時値, 日平均
水温 (ダム下流)	同上	-30°~+50°C	○	○	毎時値, 日平均
湿度	毛髪の湿度伸縮を差動トランス変化	0~100%	○	○	毎時値, 日平均
気圧	ペローズの気圧伸縮を差動T変化	940~1040mb	○	○	毎時値
蒸発	蒸発タンク(φ1.2m)の水位フロート変化	0~100mm	○	—	毎時値, 日量
日射, 日照	ガラスドーム熱電対の日射起電力変化	0~100cal/cm ² , 0.4 cal/cm ² ・分の時間	○	—	毎時値, 日照時分
風速	プロペラ回転の発電機電圧変化	0~60m/s	○	○	毎時値
風向	P尾翼回転のポテンシヨ抵抗変化	16方位	○	○	毎時向, 日最多向
漏水計 (左右2)	90°三角堰水位を2mm「触」針式水位変化	水位 0~200mm 量 cc/分	○	—	毎時値, 日平均
雨量	転倒マス(0.5mm「1P」)2パルス毎CPUへ		○	○	毎時値, 日計
ダム水位	φ600防波管水位フロート移動セルシン回転	0~40m 469~429	○ 二段式	○	毎時値
塔内水位	同上	同上	—	○	—

鮎釣・鮎築・水遊び場等と多くの人が集まるため、危害防止の警告は特に入念に行う必要がある。

このため警報装置の設置箇所は、羽布ダム放流に対する河川水位の上昇影響調査結果から、ダム流域51.34km²に比し足助川の合流によって4.5倍の230km²となりダム放流の影響が小さい足助町追分(白鷺警報局)までを警報範囲として、

①警報機器の出力値とサイレン・スピーカーの可聴範囲

②屈曲した巴川の地形に対して不可聴区域の除去

③人家密集地に対するサイレン公害の防止

④観光地釣場等人が多く集まり、又河川に入り易い箇所に対する特別の配慮

⑤電源引込工事に対する難易と負担額

等々の調査と、河川管理者との協議により12ヶ所が選定された。なお、河川沿い道路の要所6ヶ所にダム放流中を告知する警告灯を点灯し、視覚による警報を行うとともに、警報車による巡回によって周知徹底が図られる。テレメータ装置は降雨量・河川水位のデータを管理所に収集し、放流操作等の基礎資料として放流管理の効果的運用を図るものである。

2) 装置の構成

ダム管理所を監視制御局(親局)とし、ダム集水区域と下流河川の主要地点に設置した雨量局(流域中心の善夫・下流域中心の足助)、水位局(流入点の恵帽子・ダム直下流の柿田・下流域3.6倍の安実京・同4.5倍の白鷺)並びに放流警報群12局(ダム下流テレメーター(TM)局は兼用)を70MHz帯の無線回線で結ぶもので、ダム

下流局は地形上から炮烙山頂に中継局を設置している。構成概要は図-3、特色は次のとおりである。

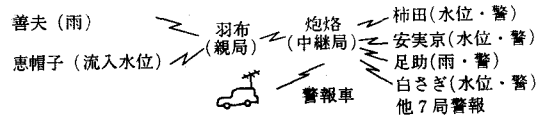


図-3 放流警報・TM局構成概要

① 放流警報局は停電時のバックアップとしてサイレン動作に換えてバッテリーを電源とするスピーカー(100W×4)によって擬似サイレンを吹鳴する。

② 雷対策として直撃雷は防禦できないが頻度も少ないため避雷針で対応し、数多い誘導雷に対しては対雷トランスの設置、夜間から夜明けの雷発生が少ない時間帯に電池を充電し、他の時間帯は商用電源を切って電池から供給する方式が組込まれている。

③ サイレン動力をとまわらないテレメーター(TM)局2局と中継局は太陽電池(7.2W, 30W)とアルカリ電池を組合せた電源が採用されている。

④ 管理所の警報卓から12警報局の局別にエンドレス・テープ放送、サイレン(2.2kW~5.5kW)吹鳴が可能であると共に、デジタル・タイムスイッチの設定により順次警報、及び一斉警報が可能である。

6. 電力施設

ダム水管理施設に要する管理所の電力は商用6,600V, 75kWで一括受電し、100KVA変圧器から200Vの低圧電力として各機器に供給される。

非常用発電設備としてディーゼルエンジン124PSの

70KVA発電機が停電と同時に自動起動し、安定供給される。

CPU用の無停電電源設備として入力AC220V、3φ出力DC130Vの充電器、86セルのアルカリ蓄電池で構成するCVCFバッテリー盤、これを出力AC100Vに変換するインバータ盤があって、容量は5KVA30分の停電対応が可能である。

これら電力設備は別棟に収納されているが、管理所の電力操作卓に状態が表示され、主要な手動切換操作も可能である。

7. 情報処理・監視装置

旧来、換算表を併用した手計算で処理していた諸数値の処理と記録を機械化することにより、正確・迅速・省力化し、有効適確な操作の判断資料を操作員に提供することを目的とするものである。

情報処理・集中監視装置は各種の施設・観測機器から伝送される多くの基礎データをCPUによりオンライン・リアルタイムで、ダム管理に必要な水位・流量・ゲート開度等デジタル数値に変換・加工して表示・記録するものであり、処理内容によって次のとおり区分される。

- ① ダム流入量、ダム放流量等を適確に表示するため、ダム水位・ゲート開度等の生データを加工し表示する。
- ② 洪水時に適確な操作を行うため①項のデータを利用して操作規程等に即した操作ゲート開度量を表示する。
- ③ 機器の運転状態、ダムに関する水文情報等を常時監視し、異常時には警報を発し、その項目状態をT/Wに印字記録して管理の適確を期する。
- ④ 管理上必要な情報を整理し、平常日報、洪水日報、ゲート操作状況、故障記録としてT/Wに作表印字する。
- ⑤ 日々の貯水状況、気象・水象観測値の主要項目については、月報・年報作成の資料としてオンラインで、CPUに付設された補助記憶機(FLD)補助記憶装置に保存する。洪水時の操作についても洪水日報としてFLDに保存される。
- ⑥ オンライン処理が不適当な降雨にともなう出水量予測計算、水文データの解析、月報、年報作成等は予備CPUを使用してオフライン処理する。

装置の構成を図化すれば、図一4のとおりである。

8. オンラインプログラムの概要

オンラインコンピューター(CPU)で処理される内容は各機器別にも述べたが、これを整理すると表一3のとおりである。

9. 管理所施設

集中監視制御装置を収納するにはダム右岸上流部にある旧来の管理所155.7㎡では狭小で、これを電力設備室として活用し、隣接して管理所は新設された。

鉄筋コンクリート造2階建、建築面積337.38㎡
 延床面積571.5㎡(一階280.5、二階274.5、塔上16.5㎡)

建築にあたり留意された点は次のとおりである。

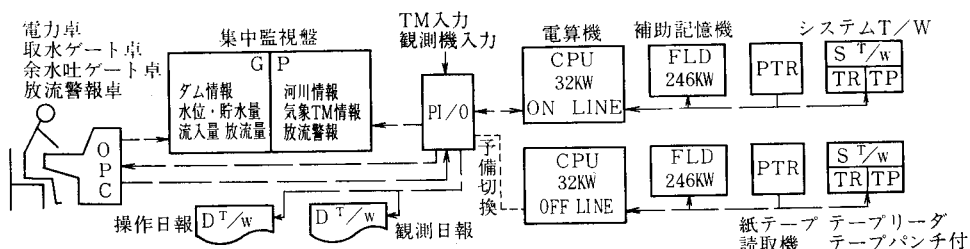
- ① ダム周辺は愛知高原国定公園に指定されており、景観をそこなわない外観であること
- ② 内部各室の配置は管理上の便を考慮して、二階に操作室、事務室を並べて一般事務と監視を容易にすると共に仮眠室を配置したこと
- ③ 一階に会議室、宿直室、厨房、倉庫、冷暖房空調機室等付属室を配置したこと
- ④ 操作室はアクセスフロアとして機器間の配線を使いにしたこと
- ⑤ 空調機は各室分離式として省エネが図られたこと
- ⑥ 窓は引違い式とし、二階にはベランダを付けて監視と清掃の便が図られたこと

等々で、日々の操作、管理を重視した配慮がはらわれた。

10. 水管理システム設置に要した経費と工期

水管理施設の施工年次は装置別に次のとおりである。
 管理所(管理所新設、既設建物整備改造)50~51年
 放流警報施設(12警報局・中継局TM施設)51年
 電力施設(受配電・予備動力・CVCF装置)51年
 ゲート整備(弁(HBV)余水吐・取水ゲート整備)50~51年
 情報処理・監視・制御施設(CPU、GP、操作卓)52年

施設導入に要した経費は775,671千円で、年次別には、50年13%、51年53%、52年34%である。



図一4 情報処理、監視装置構成図

表-3 情報処理内容一覧表

項	目	処 理 内 容	処 理 結 果
データ読み込み	T M情報 ダム情報 気象情報他	T M割込みデータ読込及び 100 ms 定周期読込	
データ検定	Fomat 検定	パリティ, B C D, スケール検定	アナウンスメント
	上限監視	雨量強度, 河川水位上限	
	情報更新検定	一定時間以上更新されない情報の監視	
演算処理	河川情報処理	雨量強度, 累加雨量, 水位流量演算	グラフィック パネル (G. P)
	ダム情報処理	貯水量, ゲート放流量, ダム流入量, 演算	G. P, ゲート 操作記録
	集計処理	最大, 最小, 平均演算	観測記録
オペレーション・ガイド	C P Uモード	ダム操作規程の最適放流量の算定, ゲート開度演算	操作卓
	手動モード	定水位・定量・定比率設定による放流量, ゲート開度指示値演算	
作表処理	ゲート操作記録	ゲート操作時, 定時作表	ロギング・タイプライタ (T/W)
	観測記録	気象, 受配電情報作成	
	洪水日報	洪水時のダム情報記録	
オペレータリクエスト	操作卓	デマンド印字, カレンダー修正, 選択データ表示	T/W, G. P
	システム タイプライタ	係数変更, データメンテナンス, 保守中設定	
アナウンスメント		機器故障, システム異常, 運転異常記録	システムT/W
データ保存		気象情報, ダム情報, 洪水日報	F L D

3 ダム管理と水管理施設の運用

農業用水の確保を目的として設置されたダムの管理としては、農業用水使用の時期にあわせて貯水し、水需要の要請に応じて円滑な補給放流を行うことである。利水のための貯水と放流であるが、あわせて降雨にともなう出水時等、不要な水の放流も必要で、ダム管理としてはこの部分が河川管理上特に重視され、又ダム管理者としても安全な操作としてこの点に細心の注意が要求される。

羽布ダムにおける貯水・放流操作にあたっての要領、要点、水管理施設の運用について述べる。

1. 羽布ダム貯水計画と利水放流の実態

羽布ダムは昭和25年受益地矢作川用水地区の稲作実態調査に基づき、昭和22年の早魃年を基準として不足量を確保するために築造された。しかし近年、稲作形態、耕地基盤状態等について種々の変化を生じ、あらたな利水運用による対応が要求されている¹⁾。

即ち、河床低下・用排水分離による減水深増、5月下旬の稚苗田植機による一斉田植、7月下旬中干後の水需要増加、下流水源河川の水質汚濁進行等によって、羽布

1) 水と土 32号 矢作川の水利利用と利水総合管理体制の確立をめざして P69

ダム貯水に対する受益農民の依存意識は特に強い。

細川頭首工と幹線水路の合口事業が進み、施設利用が図られるなかで、毎年のかんがい状態とダム流入量を調査解析し、必要期に貯水するダム運用要領が得られた。年々の降雨状態により貯水ラインは異なるけれども、貯水目標と利水放流の要点は次のとおりである。

1) 貯水目標

羽布ダムの貯水目標ラインをほぼ図-5のとおりとしているが、その要領について説明する。

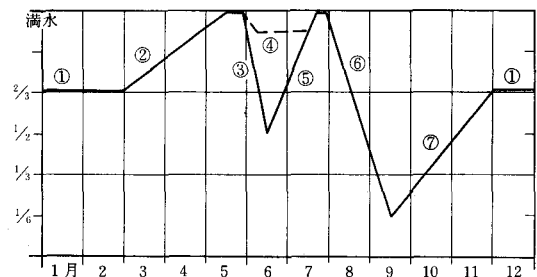


図-5 羽布ダム貯水目標図

なおダム貯水の条件は下流既設発電と漁業用水確保のため、責任放流量をQ、流入量をQ₀として次式による。

$$Q_0 \leq 1.513 \text{ m}^3/\text{s} \text{ のとき } Q = Q_0$$

$$Q_0 = 1.513 \sim 2.485 \text{ m}^3/\text{s} \text{ のとき } Q = 3.87 - 1.557 Q_0$$

且つ $Q \div 1.0$

$Q_0 \geq 2.485 \text{ m}^3/\text{s}$ のとき $Q \div 1.0$

- ① 冬期は流入量も少く、ほとんど $Q = Q_0$ となるが、HBV放流とした場合、飛沫水が凍結するため、2/3貯水してクレスト放流とする。
- ② 3月に入って貯水を開始し、5月下旬の代掻用水にそなえて5月中旬はほぼ満水とする。
- ③ 5月下旬から6月中旬まで、田植用水として放流する。6月下旬から7月上旬の梅雨期に貯水回復を図るが、から梅雨の懸念もあるため(1/8~1/10年程度か)約1/2~1/3量となった場合は中干後用水を確保するためにも節水による放流制限を検討する。
- ④ なお、河川自流量が多く、ダム補給放流を必要としない場合でも、梅雨時の出水放流操作運用として7~8%量を徐々に調整放流する。
- ⑤ 7月下旬からはじまる中干後の生殖成長期用水を確保するため、梅雨期を利用して7月中旬までに再度満水近い貯水を図る。
- ⑥ 7月下旬から9月中旬まで必要水量を補給するが、残量が1/6程度に減少すると沈泥が流入水によって洗掘搅拌され濁水化するため、減水状況に応じて放流量の制限調整を考慮する。
- ⑦ かんがい末期を迎えたときは、9月の台風秋雨前線出水等を貯溜し、2/3量のクレストまで貯水を回復させて冬期を迎え、流入量即放流量の状態におく。

以上は最近数年間の稲作実態による水需要と平均的な降雨によるダム流入量から画いたおおよその目標貯水パターンであるが、降雨の多寡により相当のずれを生じることが止むを得ぬことである。

2) 利水放流の留意点

羽布ダムの利水放流は、細川頭首工の取水量が巴川の自流量で不足する時に行われるが、利水放流量は水管理課企画調整担当から、日々の必要水量(申込水量)、自流取水可能量により不足水量を算定し指示される。

水管理課では年当初「年間用水別旬別基準配水計画表」を作成し、これをベースとして降雨と水稻生育状況について日々矢作川沿岸土地改良区連合、関係13土地改良区用水担当者と連絡調整しながら取水量、ダム放流量を決定している。

羽布ダムからの利水放流にあたって留意すべき事項は次のとおり挙げられる。

- ① ダムから細川頭首工までは43kmあって、1~2 m^3/s 放流時の到達時間は18時間、5~6 m^3/s 放流時は12時間を要するため、放流操作時間と取水時間にはタイムラグを適切に見込まなければならない。
- ② 利水放流を必要とする夏のかんがい期は、巴川で多くの魚釣り、子供の水遊びがあるため、安全放流の主旨からも昼間帯の河道増量変化は好ましくない。

放流にあたっては危険防止の警告サイレンを吹鳴すれば論はないことではあろうけれども、警告しなくてもよい程度の放流変化と、水位変化の時間帯を選択するべきであると思われる。

- ③ 1回のダム増量放流変化を2 m^3/s 以内とすれば、ダム直下流でも水位変化は20~10cm、23km地点では6~4cmに留まるため、利水増放流変化としては特別な場合を除き、1日1回2 m^3/s 以内とする。なお、2 m^3/s 以上の増放流を行う場合は、2時間以上の間隔をおいて放流し、急激な水位変化を避けるよう努める。
- ④ 利水放流の操作時間は昼間帯を避けて夕刻17~19時とすれば、深夜に増量変化が河道を通過し、早期細川頭首工に着水する。これによって河道の安全と、細川管理所の取水配水操作が円滑に行われるため、通常は夕刻の利水放流変化操作を原則としている。
- ⑤ 利水放流量の変化は申込量の日変化と、河川自流の日減少推定量により0.2~0.5 m^3/s の微小な単位で実施しているが、水管理施設はその計量と集中制御として、水の有効利用に活用されている。
- ⑥ ダムの利水放流中に降雨があったときは貯溜水の有効化を図るため、ダム放流量を減少する必要がある。ダムから細川までの残流域は296 km^2 あって、5mm程度の降雨量により1~2 m^3/s の流出増が見込まれる。このため残流域の雨量・河川流量の変化をTMで詳細に把握して放流量を調整しなければならない。
- ⑦ 降雨があった場合、放流量を調整するが、既に放流されて河道を流下中の水は無効となるものがある。約12時間の到達時間を見込み、気象情報に注目しながら放流量の調整に当る必要がある。

夏期は夕立の名で呼ばれる俄雨が多い。雷雨は15~19時頃が多く、「雷三日」と云われる気圧の不安定な日が続くことも利水放流について配慮すべき項目であり、天気図は水の有効利用上、目の離すことのできない重要事項である。

- ⑧ 羽布ダムでは田植期・幼穂形成期等水の最盛期に旱天が続けば、日放流量が8~10 m^3/s (日補給量80万 m^3)に及ぶことが多い。1,800万 m^3 の有効貯水も20日足らずでピンチとなるため、1/2~1/3量となったときは利水者と協議し、相応の節水を考慮しなければならない。
- ⑨ ダム貯水量が20~15%(約400万 m^3)となれば濁水化するため、これを多量に放流することは河川汚濁として問題になりかねない。沈澱を促進させ、少量放流に制限することを考慮することとなるが、何れにするダム貯水を全量放流し、ゼロとすることはかんがい末期以外は心理的な不安もあって至難である。

2. 降雨による出水時の操作

利水目的で設置された羽布ダムは洪水調整容量が見込まれていない。常時満水位=計画洪水位、で計画されて

いる。操作規程には常時満水位を超えて貯水してはならないと規定し、又出水時においては流入量を超えて放流してはならないことも条件としている。

利水上の立場においては常に利水容量を多くして渇水に備え、受益地に充分な補給を図りたい。しかしダム管理、特に出水時の放流操作からみると貯水量が多いほど緊張感は増大し、満水状態に近いほどシビアな操作を必要とする。

1) 出水時放流操作の要領

ダム水位は常時満水位を超えてはならず、出水時の過放流は禁止されているため、流入量を刻々頻繁に検知し、即刻放流ゲート操作を行なったとしても、流入量計算おくれによる、操作おくれによって水位は上昇する。ダム流入量は、放流量とダム水位の変化による貯溜変化量を、変化に要した時間秒数で除して算定するために、流入量を算定し検知したときには、既に流入量と放流量にアンバランスを生じているのである。

降雨出水の事前に貯水位を低下して適当な貯水余裕をもち、貯水位を徐々に上げながら、即ち流入量の一部をカットして貯溜しながらの放流操作を行なうことは、必然的に洪水調整が図られるため、下流河川に対する安全なダム操作ではあると考えられる。

しかし、降雨の連続性と強度、これにともなう流入量流入継続時間は不明で、適切な余裕容量は定められない。従って相当量の余裕がない時は初期流出から放流が必要となり、満水に近づけないためには貯水位の上昇率、降雨状況と恵帽子流入量の増加傾向をみながら、この増分を見込んだ総合判断により放流量を決定する必要があるけれども、結果として過放流となてはならないため、操作員に相当の経験、熟慮と適切な判断が要求される。

2) ダム下流河川住民と利水者との協調

ダム下流域の住民にとってダムは洪水調節が期待されている。利水目的で設置されたダムであっても流域全体の協調を図るためには洪水調節はできない、とは言い得ない。利水・治水両者の安心と信頼が確立できるよう貯水放流に細心の注意が要求されることである。

以上まとめれば、日々の気象状況を把握しながら、利水のために行う満水状態の期間は最大利水時直前に極力短かくし、5～10%程度は洪水調節の名目ではなく操作時間おくれによる貯溜であっても流入量をCutするのが適切であると思われる。この考え方に基づく貯水目標ラインが、前述の図一5に提起した内容である。

3) 予備放流

利水ダムは常時満水としながら、洪水に先立ち予備放流で調整容量を得ることとなっているが、流域が小さいダムでは1～2時間でピーク流出があらわれる。この間に必要な予備放流を完了するには迅速適切な判断対応が

必要で容易でない。特に急激な降雨の場合は困難で、この時期は平生から相当の態勢を必要とする。

3. 放流にともなう危害防止の措置

ダムからの放流は、①平時の発電漁業等に必要な責任放流及び貯水しない時の流入量に相当する放流、②農業用水の補給放流、③降雨による予備放流と出水時洪水時の放流、④その他ダムの運用、機器故障修理時等のやむを得ない放流、に大別される。

これらの放流は下流河川の水位上昇による危険がないよう、段階的な微小変化操作を基準としながら、利水量が増大し、或いは洪水により多量の放流を行う場合には、危険防止の措置として警報により万全を期している。

1) 危害防止の打合せ会開催

ダム放流に先立ち危害防止の措置を講じているが、警報連絡要領について徹底を期すため、毎年5月上旬打合せ会を開催し、関係機関に協力を要請している。

この打合せ会は「羽布ダム放流にともなう災害防除並びに水難事故防止対策打合せ会」として関係の市町村、警察署、県事務所、土木事務所、発電所、漁業組合等の担当者が出席されて、放流警報要領、連絡要領と各々の機関から更に住民への段階的な連絡機関、連絡方法についても確認され、地域の水として理解が深められている。

2) 放流警報の要領

ダムからの放流が次の流量以上のときは危険をともなうものとして、関係機関に通報し、一般住民にはサイレン・スピーカー等で警報を行なっているが、これは微小な変化でも対策を講じて万全を期するためである。

① 農業用水放流の場合は、 $2\text{ m}^3/\text{s}$ （2時間以内）を超えて増放流するとき、若しくは全放流量が $10\text{ m}^3/\text{s}$ を超えるときは全域に警報する。

② 降雨があり、又は降雨に関する注意報警報が発表されて放流する場合は、 $5\text{ m}^3/\text{s}$ 以上 $15\text{ m}^3/\text{s}$ 以下で $3\text{ m}^3/\text{s}$ （30分以内）を超えるとき、若しくは $15\text{ m}^3/\text{s}$ 以上のときは上流地区に、 $20\text{ m}^3/\text{s}$ を超える放流のときは下流地区にも警報する。

③ その他洪水時、又は必要な場合の放流については、全地区に警報する。

3) サイレン吹鳴・スピーカー放送の要領

サイレン吹鳴は、次の内容をスピーカー放送の後、50秒吹鳴、10秒休止を4回繰返し、終りにも再度放送する。

スピーカー放送の内容は、「ただいまから羽布ダムの放流を行います。川の中にいる人は危険です。急いで外に出てください。」或いは「ただいま上流の羽布ダムから放流をしておりますので、川の水が増えます。川に入っている人はただちに川から上ってください。」等で、ダム直下流地点は放流約10分前に、他の警報局では河川水位が上昇する前に警報を行うこととしている。

4. オフライン CPU 処理プログラム

羽布ダム水管理システムの計算処理の中核となるCPUは、オンラインでダム管理に関する数多くの情報を処理しているが、寸時もこれを停止することはできない。しかし故障を考慮したときCPUを完全二重系にするほどの設備も過大と思われ、平時はオフラインとして活用しながら、CPUに異常を生じたとき、即刻手動で簡単に切換えオンライン駆動できる予備機（文法はFORTRAN-E）が導入された。

ダム管理上オフライン処理するプログラムは、

- ① オンラインCPUプログラムの演算係数の修正計算
- ② オンライン補助記憶機（FLD）入力値から月報・年報等作表整理
- ③ 洪水時の補助記憶機（FLD）入力情報から洪水日報の作表整理
- ④ 降雨出水時のダム流入量の予測計算等々である。オフラインプログラムの開発は現在まだ充分であるとは云えないけれども、CPUを活用してダム管理資料の整理に逐次まとめられている。プログラムの主なものは次のとおりで、内容項目の概略を紹介する。

1) オンラインCPU演算係数修正等の技術計算

テレメーター(TM)による河川水位情報の流量換算、弁(HBV)・余水吐ゲート放流量の流量係数等を実測によってオフライン処理し、オンライン演算のパラメーターを設定変更して計算値を実測値にあわせるものである。

- ① 河川水位流量曲線式作成(最小自乗法)プログラム
恵帽子のダム流入量、柿田・安実京・白鷺の河川流量はそれぞれの河川水位に対応した流量を実測し、最小自乗法によってH—Q曲線式を求め演算している。河床変化、実測精度の向上等による変更H—Q曲線式を作成する。

② 河川水位流量表作成プログラム

前項の河川水位流量式プログラムによって求められた曲線式により、1cm単位の流量一覧表を作成する。

- ③ 流量調整弁(HBV)吐出量演算プログラム
ハウエルパンガーバルブ吐出量計算式中の係数 a_i, b_i

$$Q_H = \pi/4 \times D^2 \times \sqrt{2g} \times C_q \times \sqrt{H_{in}}$$

$$C_q = a_i + b_i \times \text{開度} + c_i \text{ (開度)}^2$$

c_i を実測吐出量によりオフライン検定し、オンラインのパラメーターを変更する。又バルブ開度と水位による吐出量一覧表を作成するプログラムである。

④ 余水吐ゲート放流量演算プログラム

テンターゲート放流量計算式中の係数 a, b を実測放

$$Q_r = 2/3 C_B \times \sqrt{2g} \times (H_1^{3/2} - H_2^{3/2}), C = b + a \log (H_1/D)$$

流量によりオフライン算定し、オンラインのパラメーターを変更する。又水位、ゲート開度、放流量一覧表を作成。

⑤ 集水溝漏水量算定プログラム

ダム漏水量は90°三角堰で測定しているが、その流量式 $Q = K H^{5/2}$ $K = a + b/H + (c + d/\sqrt{D})(H/W - e)^2$ の $a \dots e$ の係数を流量実測から算定し、オンライン係数を変更すると共に、2mm単位の流量表を作成する。

⑥ 貯水容量算定プログラム

貯水容量は5m毎の等高線面積を実測し、標高差を乗じて平滑容量曲線が求められている。堆砂、侵蝕崩壊による容量変化によって貯水量曲線を作成し、1cm標高単位の貯水量表を作成するプログラムである。

2) FLDオンラインデータのダム管理記録整理

FLD装置に入力保存された日々のダム管理記録(年報シートと呼ぶ)から、月報に作表し、又項目別に年間値を図・表に整理するものである。

① 水利月報作表プログラム

日々のダム水位・貯水量・雨量・流入量・放流量・河川水位流量等を旬・月計を算定して月報に整理する。

② 気象月報作表プログラム

日々の気温・湿度・蒸発・日照等気象観測値を月報に作成。

③ ダム流況作表プログラム

年間日々のダム流入量を大きさの順に並べる作表、その図化、豊水・平水・渇水量等を算定するプログラムである。

④ 漏水量検定プログラム

日々の貯水位、雨量、漏水量をグラフ化し、貯水位に対する漏水量を整理してダム漏水量の変化を検定する。

⑤ ダム貯水グラフ作成プログラム

日々の貯水量、流入量、放流量、雨量をグラフ化して年のダム貯水状況図を作成する。

⑥ その他、年間日々の保存された気象・水象データを月別集計し、平均し、又日々の変化をグラフ化する等各種に応用整理するプログラムが種々作成される。

3) 洪水日報作表プログラム

洪水発生が予想されるとき、FLD装置にディスクシートをセットすれば、オンラインで時々刻々のダム情報、洪水状況、ゲート操作状況等が記憶保存される。これをオフラインによって洪水日報として作表整理する。

4) 羽布ダム洪水流入量の実時間予測プログラム

このプログラムは過去に発生した多くの洪水記録から、時間雨量と時間平均流入量データを整理し、三重大学、田中雅史助教授に開発願ったプログラムでその要点を挙げる。

① プログラム構成の概要

ダム流入量 q と、降雨量 r の間に次の線形式を基礎とした関係を仮定する。

$$q_i = a_0 + a_1 \cdot r_{i-1} + a_2 \cdot r_{i-2} + \dots + a_m \cdot r_{i-m}$$

$$= a_0 + \sum_{j=1}^m a_j \cdot r_{i-j}$$

q_i は i 時間の平均流入量, r_{i-j} は i 時間から j 時間前の降雨量, a_0, a_1, \dots, a_m は係数として既往の注水データから m と共に決定する。

既往の洪水は何れも①の式で再現できるが、洪水毎に異なったパターンを示すため、既往の洪水予測式（構造式と云う）を記憶しておき、求めようとする流入予測値は、降りはじめから現在までの降雨量と流入量を刻々入力し、過去の出水パターンと類似のパターンを捜し出すことにより1時間先、2時間先の予測を行うものである。なお、既往洪水の構造式はGMDH法によって求められた。

② GMDH法による洪水構造式の作成

GMDH法による構造式の作成過程は図-6のフローチャートを挙げるにとどめるが、昭和49年から52年に発生した17回の降雨量と流入量データを解析し、構造式とその係数が決定された。

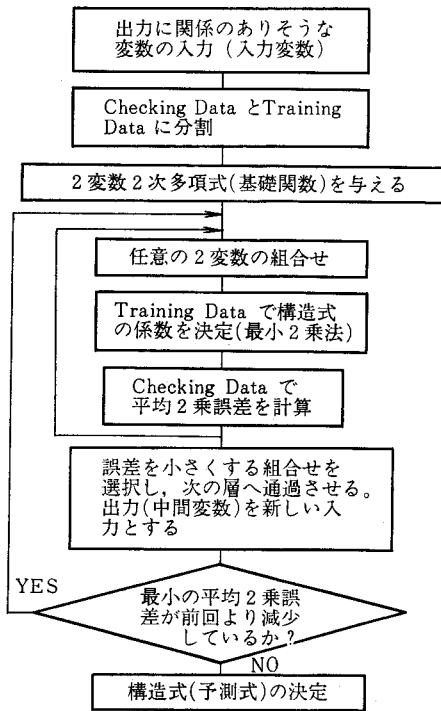


図-6 GMDH構造式計算流水図

③ 流入量予測の方針

洪水時の流入量予測は前項の構造式によって計算される予測流量のうち、現時点の降雨量・流入量を基準として最も適切と考えられる予測流量を選択する方式で、その判断基準は次のとおり既往17洪水の性質から定められたものである。

- i 現在の降雨量 $R \geq 10$ のとき, $\hat{q}_i (i=1, 2, \dots, 20)$ のうち, $|\hat{q}_i - (R + Q)|^2 \rightarrow \text{Min}$ となる \hat{q}_i を予測流量とする。

- ii $1 \leq R < 10$ のとき, $\hat{q}_i (i=1, \dots, 20)$ のうち $|\hat{q}_i - Q|^2 \rightarrow \text{Min}$ となる \hat{q}_i
- iii $R = 0$ のとき, $\hat{q}_i (i=1, \dots, 20)$ のうち $|\hat{q}_i - Q|^2 \rightarrow \text{Min}$ で, $0.7Q < \hat{q}_i < Q$ なる \hat{q}_i を予測流量とする。

なお、予測の方式としては、共通性をひろいだした基本的な式から、毎時のデータを逐次に入力し、式のパラメーターを改変する方法も考えられる²⁾。

④ 計算プログラム

プログラムのフローチャートは図-7のとおりで、現在までの時間降雨量と時間平均流入量を入力すれば、1時間先、2時間先の予測流入量が出力印字され、以後毎時雨量、流入量の入力で予測流入量が出力繰返される。

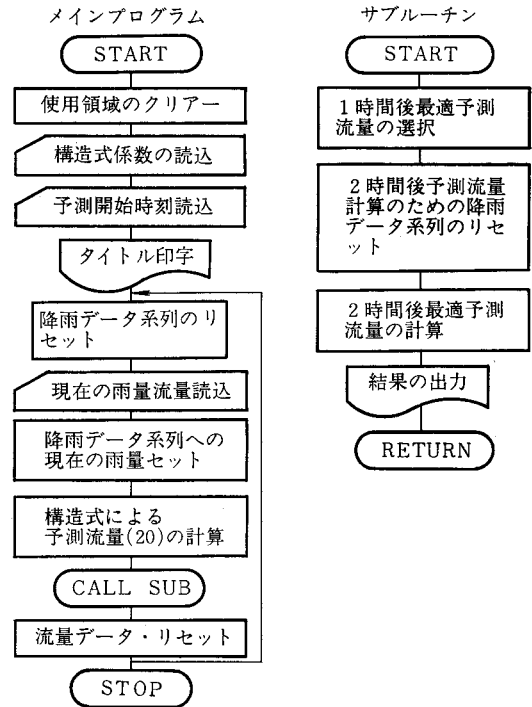


図-7 予測計算フローチャート

5. 施設の管理費と故障の対応

羽布ダムの管理費とその内に占める水管理施設の管理費は図-8のとおりで、53年からシステム全体の点検整備を実施している。

故障については設置後経過年数も浅く、資料としてまとめるに至っていないが、配線基板のIC等部品不良が年6~7回発生している。この復旧は予備カード等が納入されているため、メーカーサービス員によって速やかに回り円滑な運用に当るほか、テレメーター (TM) 施設には月3~4回アラーム信号が記録されるけれども、

2) 第36回農業土木学会京都支部研究発表会講演要旨集「洪水時の羽布ダム貯水池流入量の予測について」P22

	①	②	③	④
51年	総額31.4百万円	%77	22	1
52年	" 37.1	72	22	4
53年	" 39.7	74	12	4
54年	" 42.7	73	13	4

注) ①人件費 ②一般運営費 ③電力料 ④水管理施設点検整備費

図一 羽布ダム管理費と主要内訳

ノイズによるもので自然復旧し、又は職員の点検により整備されている。

6. 職員の勤務体制と管理内容

職員の勤務は平常勤務と出水時勤務に区分される。

- ① 平常勤務はダム管理基準による堤体と付帯設備の維持保全、気象・水象関係のデータ収集整理、漁業・発電の責任放流と利水放流等の操作等で、7名の職員がこれに当る。なお夜間、日曜日については男子職員6名が交替で宿日直の勤務に当たっている。
- ② 出水時の勤務は、降雨等に関する注意報・警報が発表され、又は出水にともなう放流操作の必要が見込まれる場合は警戒体制に入り、ゲート操作・夜間作業に必要な機器の点検、気象情報・降雨量・流入量・貯水位に注意しながら必要な操作に当ることとしている。

む す び

羽布ダムは愛知高原国定公園の玄関口にあたり、“三河湖”の愛称で親しまれ、新緑の春・キャンプの夏・紅葉の秋と観光客の来遊が多く、湖面では魚釣・ボート遊覧が楽しまれて緑と水の憩いの場となっている。

農業用水ダムにも洪水調整がのぞまれ、レジャーの場

としても注目される施設となって、管理にも各面に対する配慮が必要で、高度化複雑化してゆくダム管理には集中監視制御の水管理施設は必須のものとする。

これら水管理施設は社会情勢の変化、時代の要請に応じて導入されるが、設置された施設が充分活用されるためには使い易いものでなければならない。即ち管理する立場において全体構成はもとより、仔細な部分について充分な配慮が必要であり、設置に当たっての趣旨と要領を熟知し、熱意をもって運用に当らなければならない。

水管理施設は電子機器が主体となって構成されるが、導入に当たって、電気技術者に土木施設に対する認識が不足し、或いはその取扱い要領が管理者に明瞭を欠く場合がある、充分な活用が図られないケースがある。

農業土木施設の維持運営が主体で、その手段としての水管理施設はダムの場合、貯水と放流について詳細なデータを表示し、円滑な操作のための補助役として操作員に活用されることである。この面から農業土木設計者と電気技術者、管理者が一体となって協議を重ねることにより理想的な施設が完成すると思われる。

羽布ダム水管理施設には、設計担当官が管理者のこの意向を汲みとられ、機器の信頼性を考慮しながら、使い易く、故障の少い施設、管理費用の低廉な施設を目標に細部が計画された。この施設による情報処理と操作の一元化によって操作員の手足は拡大され、定常事項は機械に任せ、高度な判断を要するものを操作員が集中して担当できる体制が達成されたと考えられるのである。

羽布ダムHBV放流には50~20mの有効水頭があり、地域クリーンエネルギーの開発として発電利用も近く検討されようが、ダムの富栄養化、「水の華」の発生と湖沼水質も問題化しつつあり、ダム管理に各種の対応が求められている。

ポンプパイプライン送水系における分水

次 田 勝 栄*

目 次

1. はじめに……………(18)	3. フロート弁による最大分水量の規制……(23)
2. 分 水……………(19)	3-1. 分水量的変化……………(23)
2-1. 送水系の特徴……………(19)	3-2. 分水量の規制……………(23)
2-2. 分水に必要な機能と機構……………(20)	3-3. ディスクバルブを用いた分水規制……(24)
2-3. 分水弁の種類……………(20)	3-4. 管路途中での分水規制……………(26)
2-4. 東総用水での分水弁……………(22)	4. おわりに……………(27)

1. はじめに

最近造られる農業用水路と言え、パイプラインと早合点するほど、用水路パイプラインの採用される事例が多い。これは畑地かんがいの推進と田畑転換を可能にする用排分離を主体とした農業基盤整備の政策的な現れも一面あるが、実質的には

- ①傾斜や起伏にとらわれず容易に送水ができる。
- ②開水路に比べ水の配分が容易である。
- ③送水ロスが少ない。
- ④農業機械の使用に支障が少ない。
- ⑤用地費の節約が計れる。
- ⑥水管理が容易である。

など優れた機能を持っている。この他、パイプは既製管として、それぞれの用途に合った各種パイプが大量に比較的安価に供給可能になったこと、及び施工が容易で早く確実であることがあげられる。

しかし、このような利点を持つパイプラインが、使用された事業から「水の出の悪い地区」の発生報告があり、ところによっては幹線途中にブースターポンプの追加した報告等も聞いている。

この原因が何にあるかを検討すると、給水地点の標高差、送水地点からの遠近にも原因していると思われるが、直接的な原因としては、やはり給水栓から計画以上の分水が実施されることによる「水の出の悪い給水栓」を作っていることにある。

特に間断かんがいを計画している場合で、年間3～4週間程度しか発生しない最大消費水量に対して、平常からきめられたローテーションを守ることは、営農上からかなり困難である。(必要がない)常時実施しないものが、消費水量が増大して急ぎょローテーションを確立することも難しいと思われる。これに兼業農家の日曜農業

が加われば、必要時には計画以上の給水栓が開き、水の出なくなる地区は、増々出なくなり、大きな受益面積を持つ事業ほど給水栓での給水条件に大きな差がつき、こうした問題の生じることが多い。

これに対する最良の対策は、計画分水が実施できるように給水栓からの給水量を規制すれば良い。

普通は間断かんがいを計画して給水栓口径を決定しているの、給水量規制はローテーションが基礎となる。

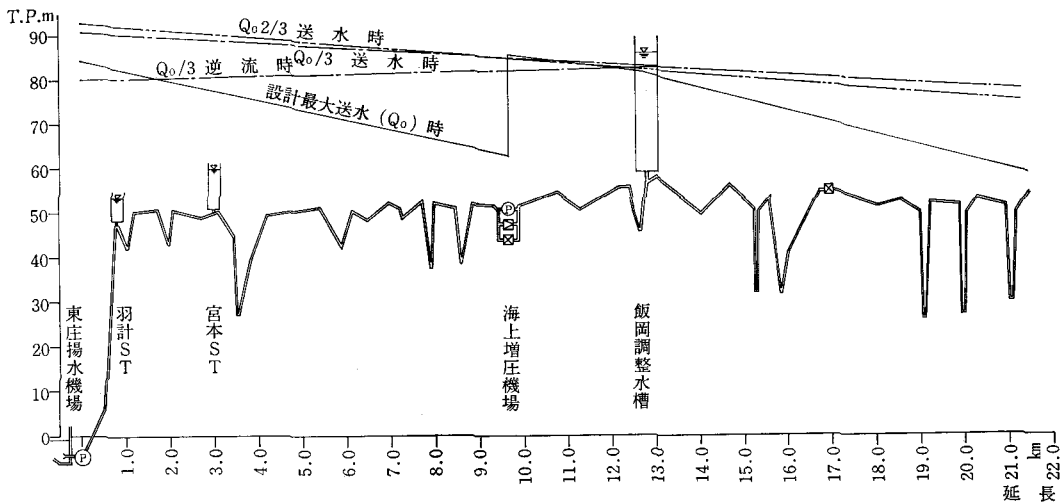
給水量規制は水圧によって、精度面、管理面、費用面で思わぬ障害に当ることが多い。土地所有の状態、農家階層の分布によってトラブルの発生しない、しかも給水栓での給水条件にあまり差がない単位で数ヶ所のローテーションを一括給水規制すれば、規制ヶ所数も減少し、あまり費用をかけずに「水の出の悪い給水栓」の解消が計れ、計画通りの給水が可能となる。

東総用水はポンプパイプラインによる大規模かんがい事業である。図-1のような管路縦断と動水勾配線を持っている。このため幹線施設からの分水にあたっては、次のような特徴がある。

- ① 直結二段送水で、増圧ポンプの動停を行なう機構を考えている。
- ② 受益地が丘陵地帯にあり、分水標高に最大10m程度の高低差がある。
- ③ 幹線延長が20kmを越え、非常に長い樹枝状パイプラインである。
- ④ 吐出水槽水位によるポンプ台数制御を計画している関係で、ポンプ設計流量を±20%程度上下する運転が生じ、ポンプ吐出揚程で20m程度変化する。
- ⑤ 水槽以降、及び支線はクロズド形式の管路となる。

以上の通り既設のパイプラインに比べ、さらに分水一次圧が不規則に、しかも大幅に変る管路となっている。このような送水機構で、分水一次圧に関係のない分水機

* 水資源開発公団東総用水建設所



図一 東総用水幹線縦断図

構が取れない場合は、水の出の悪い分水口の発生ばかりか、過大分水の発生する支線では許容管内流速を大幅に上まわる流れも発生し、送水管路の安全確保という面からも問題が出る。

この報告では、ポンプパイプラインによる大規模かんがい事業での基幹施設に設けられる分水口で、計画分水量に対して比較的差の生じない分水を実施し、容易に管理できる施設とし、しかも管路の安全性を高く維持するように配慮した施設についての報告である。

2. 分水

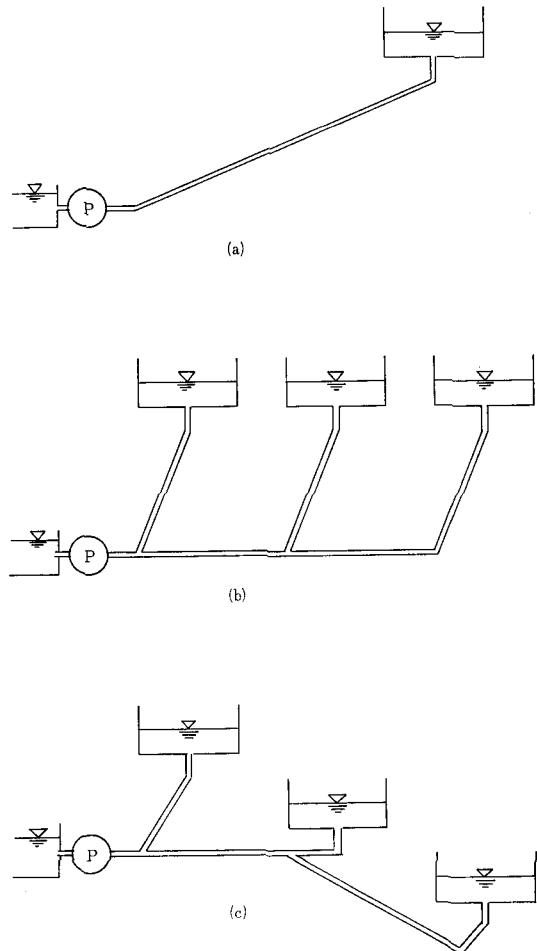
2-1. 送水の特徴

最も簡単なポンプパイプラインによる送水は、図一2 (a)の通りである。この場合、管路から流出する水量は、ポンプの送水量と同じである。

送水目的地が複数の場合は図一2 (b)(c)となる。(b)は流出水位が同じ場合、(c)は流出水位が異なる場合である。

(b)はポンプ地点から流出地点までの管路損失水頭が各分水口ごとに一定となるから、ポンプ吐出水位がそれぞれ変わっても常に分水比が一定となる。ただ各分水場に取り付けられる分水弁は同口径の弁が取り付けられることが多く、弁全開の場合を想定すれば、当然ポンプ場周辺は損失係数が少ないことから、全ての弁を同様に操作すれば、分水量に差が生じるのは当然である。このことを念頭において、流出水位が同じ場合でも、決められた分水量となるよう損失係数を与えるには、分水弁の口径、最大開度を当初から規制しておく必要がある。

(c)は流出標高がそれぞれ異なるので、ポンプ吐出水位が下ると、流出標高の高い分水口では分水量が極度に減少し、流出標高の低い分水口では、あまり分水量変化がない。さらにポンプ吐出水位が下ると、分水の方法にも



図一2 送水条件の差

よるが、ポンプ送水とは無関係に、標高の高い分水口から標高の低い分水口に送水される状態も発生する。

分水が不要になった場合について考えると、分水された水を余水吐から放流しなければ、何らかの送水制御が必要となる。

(a)あるいは、全ての分水が不要になれば、送水ポンプを止めれば、目的は達成できる。

複数の分水口を持つ(b)(c)では、一部の分水口が分水を必要としなくなった場合、普通吐出口に弁を設け、弁を閉塞することにより分水を止める方法が取られている。分水を停止する分水口の位置にもよるが、送水量の減少は管路損失水頭の減少となって表われ、動水位が上昇する。動水位の上昇は引き継ぎ分水を行なっている分水口の分水頭を増大させ、分水量が増加する。

2-2. 分水に必要な機能と機構

前述の通り東総用水の基幹管路では、分水一次圧が不規則にしかも大幅に変わるので、計画通りの分水を実施するには、確実に精度よく、しかも耐久性のある施設で、最大分水量を規制する必要がある。

これには量水器と分水（減圧）弁を組み合わせて規制する必要がある。量水方法には水位計と流量計があり、弁操作方法には水位式（水圧も含む）と電動式が考えられる。一般的な最大分水量を規制する組み合わせとしては、

① フロート弁を用いて二次水位一定制御弁とオリフィスを組み合わせて計画分水量に規制する。

② 電動弁を用い流量計測定流量によって電動弁を計画分水量に合うよう追従操作させる。

以上の2通りと考えられる。
次にファームポンドは、一般に受益地中央に設けられ、余水吐を設けるにしても、平坦な丘陵台地という地

表-1 分水弁の種類と特徴

バルブ名称	製作口径	作 動 原 理	特 徴	備 考
インターナルパイロットバルブ	φ40 } φ300	○二次側自由水面水位によるフロートの上下でインターナルパイロットバルブを開閉させる。 インターナルパイロットバルブの開閉により、一次側と二次側の圧力差を利用して主弁を開閉させる。	○施設費は安い。 ○他に動力がなくても二次側水位を一定に保てる。 ○小口径用弁である。 ○必要分水圧は大きい（5m以上）。 ○ポンプ送水系では、ポンプ揚程が上昇するので不利。	
オートバルブ	φ50 } φ1200	○バルブ、オリフィス、二次側自由水面水位などによって、パイロットバルブを開閉させ主弁を開閉させる。	○施設費は比較的安い。 ○パイロットバルブの使い方、1台のオートバルブによって、色々な使用目的が達成できる。 ○他の動力がなくても、二次側水圧位を一定に保てる。 ○必要分水圧が大きい。（5m以上）特に定流量弁として使用する場合は10m以上の分水圧が必要。 ○ポンプ送水系では、ポンプ揚程が上昇するので不利。	東総用水では、水田分水用の一部として採用。
デスクバルブ	φ32 } φ1000	○二次側自由水面に設けたフロートが水位によって上下するので、この力をテコの原理を使って大きな力として、主弁を開閉させる。	○必要分水圧が小さい。 ○弁損失係数が小さく、他の弁より小口径で済む。 ○他の動力がなくても、二次側水位を一定に保てる。 ○構造が簡単で、維持管理が簡単である。完全止水が困難である。 ○ポンプ送水系では、ポンプ揚程が上らないので有利。	東総用水では、ファームポンド分水用として採用
キャピレスバルブ	φ200 } φ1000	○キャビテーションの発生が少ない形状の開孔を設け、開孔面積をることにより、減圧量を変化させる。	○弁の減圧性能は良い。 ○自動制御を行なうには、目標値を他に求める必要があり作動に当っては、電力等の動力が必要である。 ○施設費としては、高いものになる。 ○分水口の多いパイプラインでは、一次圧変化が大きく、目的達成のための弁操作が必要になる場合は、遠方制御が必要となり、高額で管理のかかる施設となる。	バルブ名称は商品名で、会社によっては、スリーブバルブ、ノズルバルブなどと呼ばれる。

形上余水の末端処理のうえから*、設置困難となる場合が多い。こうした点から、分水口は、余水が生じない確実な制水機構が必要となる**。これよりフロート弁を使用する場合は漏水と故障に、電動弁を使用する場合は停電と故障の対策が必要である。

2-3. 分水弁の種類

東総用水の場合、基幹施設からの分水に使われる弁の使用条件は次の通りである。

分水量 50~200ℓ/s 使用静水頭 20~50m
 分水圧 1~40m 二次側圧 約1m

この条件に当てはまる弁としては、表一の通りである。ここで特に問題となるのは弁の耐久性である。これは必要分水量に規制する減圧分水によって、弁にキャビテーションが発生しない構造であること。

キャビテーションは、多くの書物で説明されているが、ここではベルヌーイの法則 ($Z+P/\rho+v^2/2g=一定$) を使って簡単に説明する。

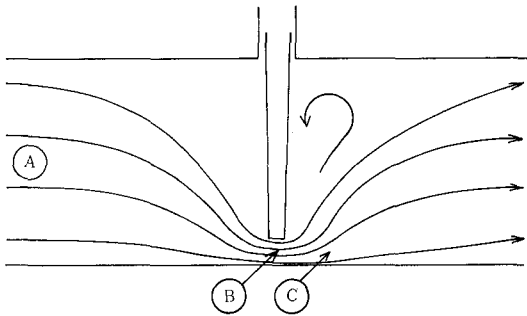


図-3 閉じかけた弁周辺の流れ

仮に標高Zが一定であると流速vは圧力Pの1/2乗に比例する。流れが何らかの原因、例えば図-3の閉じかけた弁であれば、A点よりB点は流速が大きくなり、この結果B点の圧力Pは小さくなる。B点の圧力がその水の温度に相当する飽和蒸気以下になれば、水は沸騰し気泡が生じる。この気泡をキャビティー (Cavity) と言う。実際は、まず水に溶けているガスが水の飽和蒸気圧に達する前に分離して気泡となる。こうして生じた気泡がC点にくると、周りの圧力によってつぶされる。このときに生じる圧力が100~200kg/cm²と言われ気泡消滅地点の部材を強く叩き、次の三現象を伴う。

- ①大きな騒音が発生する。
- ②大きな振動が発生する。
- ③周辺部材を侵食させる。

これらの現象によって施設機能を低下させ、次第に破壊に至る。

こうしたキャビテーションの発生を予測する方法に、

* 既設排水路まで遠い。区画整理に邪魔になる。

** 送水が自然流下の場合、導水のために要する動力費がないので多少余水路の工費が嵩んでも余水で処理することが有利な場合もある。

キャビテーション係数(σ)を求め判定する方法が取られている。

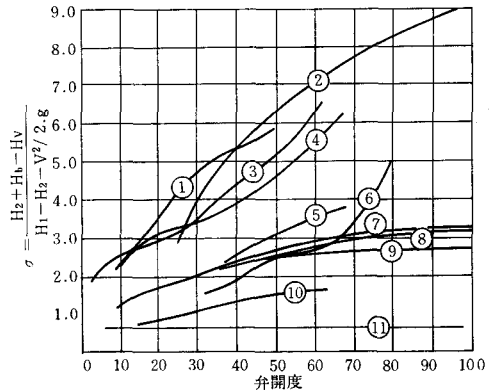
キャビテーション係数は次式で求められる。

$$\sigma = \frac{H_2 + H_b - H_v}{H_1 - H_2 - v^2/2g} \approx \frac{H_2 + 10}{\Delta H} \dots\dots\dots ①$$

σ : キャビテーション係数

- H₁ : 弁上流側圧 m
- H₂ : 弁下流側圧 m
- H_b : 大気圧 1気圧=10.33m
- H_v : 水の蒸気圧25℃で 0.33m
- v : 管内平均流速 m/s
- g : 重力の加速度 9.8m/s²
- ΔH : 弁前後の差圧 m

キャビテーションが発生しはじめる時のキャビテーション係数を初生キャビテーションと言い弁の構造と開度によって与えられるもので、図-4*が各種弁の一般的な初生キャビテーションの実測値である。使用時のキャビテーション係数σが、図-4の値以上であればキャビテーションは発生しないことを意味している。キャビテーションの発生する場合、弁を複数配置してキャビテーションの発生を防止する方法もあるが、複数配置の場合、式①より明らかな通り、二次圧が高いほど減圧量が大きい。これより効率よい制御を実施するには、上流側弁開度は小さくする必要が生じ、操作の難しい弁となる。また、弁設置台数によっては、設備費の高いものとなるから、管路口径を細くするか、弁設置位置を変えたり、弁機種を変えたりと工夫して操作弁を一台にするのが望ましい。ただし、一般的にはキャビテーションが発生したとしても、その程度が小さかったり、短時



- ① 仕切弁
- ② リニア玉形弁
- ③ バタフライ弁
- ④ スケルトンプラグ付ロート弁
- ⑤ スカーテッドプラグ付ロート弁
- ⑥ プラグ弁
- ⑦ Vボートスリーブ付玉形弁
- ⑧ 金属歯状ディスクリング付玉形弁
- ⑨ 穴アキシスリーブ付玉形弁
- ⑩ タンク放出ニードル弁
- ⑪ スリーブバルブ

図-4 各種弁の初生キャビテーション

* メーカーによって弁機能が改良され、表のキャビテーション値が必ずしもこの値ではない。検討に当たっては、メーカーの資料を調査すること。

間であれば弁の実質的損傷も少い。キャビテーション対策を特別配慮した弁以外は、初生キャビテーション係数より小さな σ 値でも、使用しているのが実情である。

2-4. 東総用水での分水弁

畑地かんがいの基幹施設からファームpondへの分水は、2-2.で述べた通り、最大分水量規制と完全止水の機能が必要である。これに使用する分水機構は大きく分けてフロート弁と電動弁の2通りで、それぞれの分水機構としては、次の2通りである。

フロート弁……概要 図-5

- ①最大分水量規制は、オリフィスと二次水位一定弁を設けて実施する。
- ②完全止水は、フロート弁故障時にファームpond異常水位の検知により、フロート弁上流に設けた電動

仕切弁を閉める。

電動弁……概要 図-6

- ①最大分水量規制は、流量計流量で追従開度制御を実施する。
- ②完全止水は、ファームpond水位により電動弁をしめる。
- ③停電、弁故障は遠方監視を実施し、安全を確認して送水する。

上記の条件で各種弁について①分水機構、②施設費、③必要最小分水頭等を比較した値が表-2である。

この表-2よりフロート弁と電動弁を比べ遠方制御に必要な電動弁は、遠刹施設の費用が追加になることから、弁本体はともかく、分水設備費及び管理費で相当差があることから、当事業の場合、採用が出来なかった。

表-2 分水弁の比較

バルブ名称	流量規制する方式	分水機構	必要最小分水頭	初生係数	施設費		
			損失係数	実用係数	口径	分水弁本体	総額
					mm	千円	千円
インターナルパイロットバルブ	○二次側水位を規制し、オリフィス水深と断面で流量を規制。	①積算流量計 ②電動弁 ③ストレーナ ④インターナルパイロットバルブ ⑤分水ボックスとオリフィス ⑥水位計	$\Delta h \geq 5m$ (ストレーナ+バルブ) $f=6+8.3=14.3$	$\sigma_0=1.0$ $\sigma_1=0.5$	$\phi 125$	300	2,800
					150	400	3,400
					200	600	3,900
					250	900	4,700
					300	1,400	6,000
オートバルブ	○二次側水位を規制し、オリフィス水深と断面で流量を規制。 ○管路途中に設けたオリフィス前後の最大差圧を弁を使って規制して、最大流量を規制。	①積算流量計 ②手動仕切弁 ③ストレーナ ④オートバルブ	$\Delta h \geq 5m$ (ストレーナ+バルブ) $f=6+8=14$	$\sigma_0=1.0$ $\sigma_1=0.5$	125	900	3,400
					150	1,000	4,000
					200	1,100	4,400
					250	1,500	5,300
デスクバルブ	○二次側水位を規制し、オリフィス水深と断面で流量を規制。	①積算流量計 ②電動弁 ③デスクバルブ ④分水ボックスとオリフィス ⑤水位計	$\Delta h = 0m$ バルブ $f=1.6$		125	1,500	3,900
					160	2,100	4,900
					200	2,200	5,200
					250	2,700	6,100
					315	3,400	7,500
キャビレスバルブ	○流量計測定流量でもって弁を追従制御し、最大流量を規制する。	①積算流量計 ②手動仕切弁 ③キャビレスバルブ ④水位計 ⑤テレメーター	$\Delta h = 0m$ バルブ $f=2.5$	$\sigma_0=0.6$ $\sigma_1=0.2$	(125)	(2,300)	(9,100)
					(150)	(2,700)	(9,900)
					200	3,800	11,200
					250	4,500	12,200
					300	5,400	13,700
備考	比較では、オートバルブの規制方式は、定流量弁形式とし管路にオリフィスを設けた形式とした。	機構としては、 ①積算流量計は設ける ②最大流量を規制する ③予備の制水機構を設ける	オートバルブを定流量弁とした場合 $\Delta h \geq 10m$ σ_0 初生キャビテーション係数 σ_1 実用キャビテーション係数 デスクバルブではキャビテーションの発生が確認されていない	総額の施設費は、同口径の弁及び機器を計上したが、コンクリート構造物及び管路は含まれていない。 テレメーターは1ヶ所500万円を見込んだ。実際には必ずしも分水口は同一口径とならない。 種類により比較検討する場合は注意。			

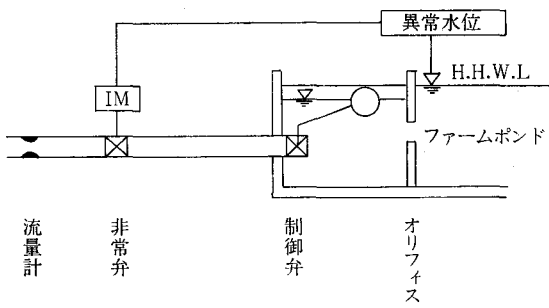


図-5 フロート弁による分水機構

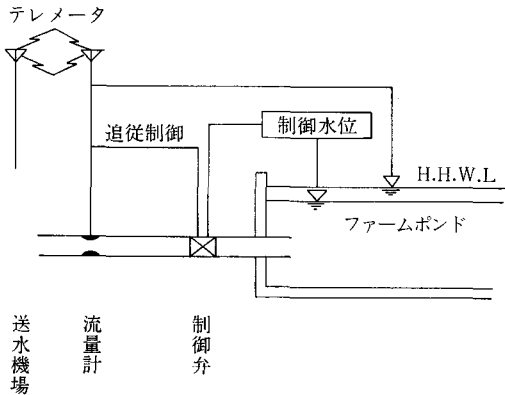


図-6 電動弁による分水機構

ただし、ポンプ送水で分水ヶ所数が少く、ポンプ運転制御に当って、管末端の圧力を取る必要がある場合に、遠制の費用があまりかからなければ、事情は変わる。

この他、同一口径の弁でも、弁の損失係数が異なる関係で、分水圧の少ない場合には、弁機種によって、使用口径にかなり差が生じること、必要最小分水圧に差があるので、これらを総合して、有利となる機種で統一するのが望ましい。

3. フロート弁による最大分水量の規制

3-1. 分水量的変化

弁からの分水量は、次式で与えられる。

$$Q = CA (2gHr)^{1/2} \dots\dots\dots ②$$

C : 弁の流量係数

A : 弁の断面積

Hr : 弁前後の圧力差 (分水圧)

これより、分水量Qは弁前後の圧力差によって変化する。その変化割合は、次式で与えられる。

$$Q/Q_0 = (Hr/Hr_0)^{1/2} \dots\dots\dots ③ *$$

この式から分水量が最も大きく変る分水口は、圧力変化の比が最も大きい分水口と解る。

分水量的変化を小さくするには、圧力変化の割合を小さくすれば良い。Hr と Hr₀ の関係は、一般に Hr-Hr₀

=一定であり、Hr₀を大きく取れば分水量的変化も少くなり、その結果、分水むらが生じにくくなる。

しかし、ポンプ送水の場合、Hr₀を大きくすれば、その値だけポンプ揚程が大きくなり、電力使用量が増大する。又、Hrが増大することから、減圧量も増大し、キャビテーション発生の危険性も高くなる。

ただHr₀は小さくしたい値であるが、弁の構造によって最小分水圧Hr₀はある程度決められる値である。

各フロート弁の最小分水圧 Hr₀ は表-2 の通りである。これから、仮に Hr₀=1 mで Hr=40mの分水口であると (40)^{1/2}=6.3となり、6倍を越える分水量的発生する。これに分水弁口径決定時に、規格口径に切り上げ選定を行なうことから、仮に算出口径 φ165mmを規格品に合せφ200mmを採用すれば、分水量は9.3倍と計画を大幅に上まわる。

この仮定を直視すれば、分水むらは送水管が難しくなる以外に、支線を予想もしなかった速い流れが発生し、管路の維持が難しくなると思われる。これらへの対策が充分でない限り一次圧が大幅に変る分水口でフロート弁を使用することは、難しい問題が残る。

3-2. 分水量の規制

フロート弁は、フロートの高さによって弁閉度が決る。弁閉度によって流量係数も変わる。分水量Qを一定にするには、式-②から Hr=k/C² (kは定数) となれば良い。Cは弁の構造によって与えられ、全開のC₀から全閉の0までの範囲にある損失係数である。

一方、流量測定は各種方法があるが、一定分水量に規制することは、やっかいな問題が多い。ただ多少の誤差を許せば案外容易である。例えば各種堰、オリフィスによる流量測定は、次式で与えられる。

矩形堰 $Q = KBH^{3/2}$ (越流堰、もぐり堰も含)

三角堰 $Q = KH^{3/2}$

オリフィス $Q = KA H^{1/2}$

ここで水深Hを一定に制御できるならば、分水量も一定に規制可能となる。ただフロート弁を使用してHを一定に規制することは困難であるが、ある範囲内にHを規制することは、比較的容易である。変化範囲が一定となれば、流量変化範囲も上式で決まる。上式での流量変化は、水深(H)の変化が少ない範囲では、近似的にHの乗数に比例することから、式の中で最も流量変化の少ない形式は、オリフィスとなる。オリフィスを使って、さらに分水精度を高めるには、オリフィスに与えられた分水頭Hを大きく取れば良い。

例えば、30cmの範囲で水位を規制できるフロート弁で、流出水深が1mと3mでは、流量変化は14%が5%に減少する。

ただし、流出水深を大きく取るとは、基幹施設のボ

* Q₀ Hr₀は計画値である。

ンブ総揚程を増大させることであり、望ましくない。又減勢槽よりファームポンド水位が低いことは、フロート弁において、通常完全制水が確保できないことから、採用は困難である。普通計画分水量時の分水圧が最小値であり、この水圧はかなりの精度で算定されることから、最初からフロートの最低高さを製品規格より上げ、所定の分水量となる弁開度として弁損失係数を規制すれば、弁種類にもよるが、かなり精度よく分水量の規制が可能となり、分水むらによる分水量が極端に変る分水口の発生は考えられない。

この他、分水が不要な分水口の発生により、分水圧が、大幅に上昇することも考えられるが、この場合は、多少分水量が増大しても、他の分水口に分水不足が発生するわけでもないから20%程度の過大分水を許すことにして、フリーボード50cm以内で処理出来るオリフィス水深を求めたら88cmとなった。これよりオリフィス水深1mとし、減勢槽の水位変化を40cm程度に規制するフロート弁を選定すれば、非常に優れた分水量規制が可能となり、過大分水からくる安全性低下から管路を守ることができる。

3-3. ディスクバルブを用いた分水規制

フロート弁の中で

- ① ゴミによる機能低下が最も少ない。
- ② 分水に必要な分水圧が最も少ない。
- ③ 弁開度調節が容易に精度よく実施できる。
- ④ キャビテーションが発生しにくい。
- ⑤ 騒音が比較的小さい。

等の長所があるサブマージドディスクバルブによる分水規制を具体的に検討する。

i) サブマージドディスクバルブ (S. D. 弁) の諸元

弁の概要は図-7の通りで、弁口径は ϕ で与えられる。最大開度は、ディスク面が 0.2ϕ 上部に離れた状態である。

この弁の流量係数は図-8で与えられる。減勢槽*の水位変化は、メーカー標示によれば、次式の通りである。

$$\Delta H = 0.2 \frac{b}{a} \phi + 1,000 \frac{a}{b} \left(\frac{\phi}{d} \right)^2 (1.6H_s - 1.15H_r) \dots \textcircled{4}$$

- ΔH : 弁全開時と弁全閉時の最大水位差 mm
- ϕ : 弁口径 mm
- a : 弁中心から支点までの水平距離 mm
- b : フロート中心から支点までの水平距離 mm
- H_s : 弁一次側の最大静水頭 m
- H_r : 計画分水量時の弁一次側動水頭 m

ただ力学的な釣り合いを考えた場合、次の通りである。

(i) 弁開度に必要なフロートの变化

$$\text{弁開度} \quad \Delta H_1 = 0.2\phi$$

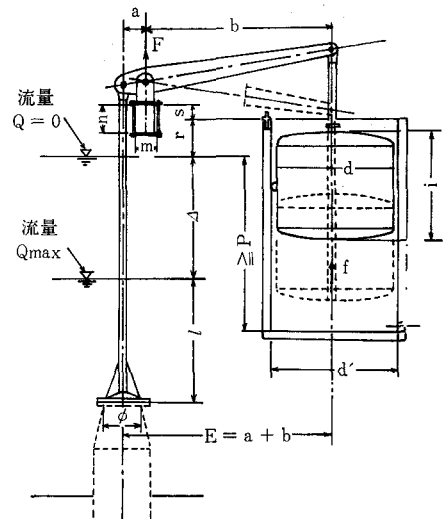


図-7 S. D. 弁の概要

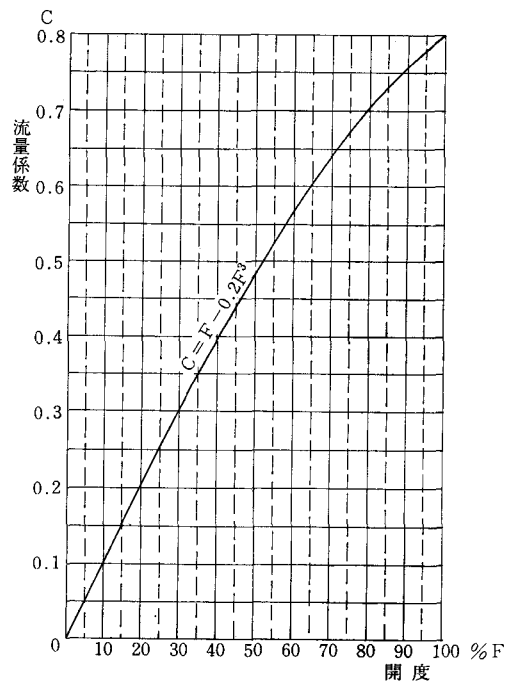


図-8 S. D. 弁の開度と流量係数

フロートの变化量 $0.2\phi : a = \Delta H_1 : b$
 $\Delta H_1 = 0.2\phi b / a$

- (ii) フロートに浮力が働いて弁を閉塞する力
 弁に働く力 $F_1 = \pi\phi^2 H a / 4$
 フロートに働く力 $F_2 = \pi d^2 \Delta H b / 4$
 釣り合うためには、 $F_1 = F_2$

$$\Delta H = \left(\frac{\phi}{a} \right)^2 \frac{a}{b} H$$

フロートに発生する浮力は、フロート室の水位変化と弁に働く圧力に釣り合うよう現われる。

* 一般に拡散水槽と言われている。

弁に働く最大圧Hs, 最小圧Hrであるから, 浮力をともなう最大水位変化*は次式で与えられる。

$$\Delta H_2 = \left(\frac{\phi}{d}\right)^2 \frac{a}{b} (H_s - H_r)$$

(v) 上記より, 最大水位変化量としては,

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 = 0.2\phi \frac{b}{a} + \left(\frac{\phi}{d}\right)^2 \frac{a}{b} (H_s - H_r) \dots\dots ⑤^{**}$$

ここで式④と⑤を比べると, 1.6 Hs - 1.15 Hr が Hs - Hr と減少した値となり, ΔHとしては小さい値となっている。これは, 弁操作力とか管路に発生する水撃圧などを配慮しての安全係数と思われる。一般に Hs は切り上げられた値が使われること, 水撃圧による分水を許しても, 増圧波としての水撃圧発生時間が短く, ファームポンド水面積が広いことなどから, 分水があったとしても全く問題になる量とはならず, 式⑤で求めた値を5cm単位程度で切り上げて使用すれば, 実用上問題ないと思われる。

ii) S. D. 弁による精度のよい分水量規制

S. D. 弁寸法表によるΔmaxは, フロートに全く浮力が働かない状態から最大水圧時の弁全閉水位の差をもって示しており, 式④で-1.15Hrの項を無視している。

しかし分水量を正確に制御するには, 前にも述べた通り Δmax をできるだけ小さくすることである。不用意に, Δmax を大きく取ると, 分水精度を落すことになる。このため, 最小分水圧で計画分水量を分水するオリフィス水深(本事業ではH=1m)になる水位が得られる弁開度にフロートがくるよう弁を設置するのが重要である。図-9で説明すれば, 弁自体ではフロート側モーメントが大きいので, これに釣り合うに必要な浮力容量Wと, 計画分水量時に, 弁に作用する分水圧によるモーメントに釣り合う必要フロート浮力容量W2が求められる。

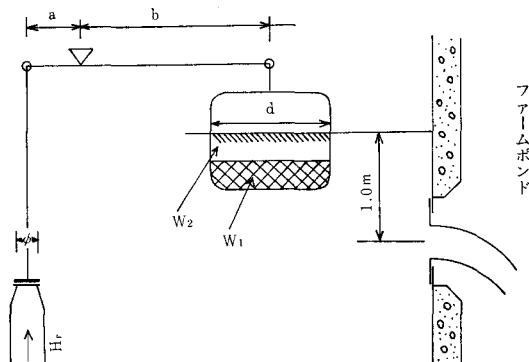


図-9 フロート弁の釣り合い

* フロートに働く水位変化によって弁が正常に作動する最大水深を表わす。

** この計算でのHs, Hrはmm単位とする。

このW1+W2の浮力を受けるときに, オリフィス水深が決められた値となるよう, 弁釣り棒の長さを正確に設定する必要がある。

iii) 具体的な規制例を紹介する。

条件 分水量100ℓ/s 分水圧4m 最大静水圧40m
オリフィス水深1m

S. D. 弁の口径は, 次式で与えられる。

$$\phi = C_f Q^{1/2} \left(\frac{1}{H_r}\right)^{1/4} = 19 \times 100^{1/2} \times \left(\frac{1}{4}\right)^{1/4} = 134.35 \text{mm}$$

この口径は規格品では, φ=160mmとなる。φ=160mmの弁を使って100ℓ/sの分水をする開度の流量係数は,

$$C_f = \phi (H_r/Q^2)^{1/4} = 160 \times (4/100^2)^{1/4} = 22.627$$

係数 Cf と流量係数 C の関係は,

$$C = 1000 / (C_f^2 \pi \sqrt{2g/4}) = 1000 / (22.627^2 \times \pi \sqrt{2 \times 9.8/4}) = 0.5617$$

流量係数 C と弁開度 F の関係は, C = F - 0.2F³ であることから, F = 0.606 となる。

必要なデスク面の最大開度は 0.2φF = 0.2 × 160 × 0.606 = 19.4mm となる。

分水圧 Hr によるフロートの水没水深 ΔH2 は

$$\Delta H_2 = 1000 \left(\frac{\phi}{d}\right)^2 \frac{a}{b} H = 1000 \times \left(\frac{160}{750}\right)^2 \times \frac{100}{1015} \times 4 = 84 \text{mm}$$

フロート自重によるフロートの水没水深 h は, 実測で求める。

以上より, オリフィスの設置中心から1m上に計画水位が保たれ, フロートはこの水位から ΔH2 + h 下った位置に設置される。設置方法は, 図-10の通りフロートガイド内にブロック等を置き, フロートの最低標高を規制する。この状態で先に求めた弁開度19.4mmを与えるよう, 弁釣り棒を調整すると, 計画分水圧時点に計画分水量が得られる。

次に, 水位変化を求める。

$$\Delta H = 0.2 \times \frac{1015}{100} \times 160 \times 0.606 + 1000 \times \frac{100}{1015} \times \left(\frac{160}{750}\right)^2 \quad (40-4) = 358 \text{mm}$$

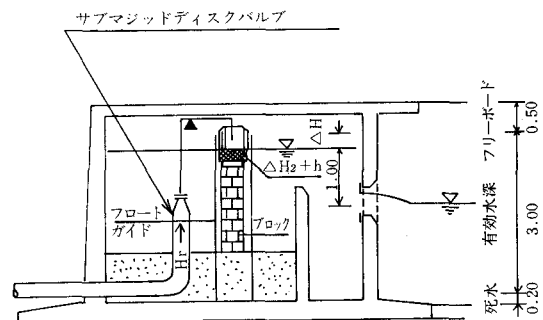


図-10 弁開度を規制した分水口

水位変化は358mmとなり、一次圧40mの状態での分水量としては、117ℓ/s*

iv) 水理実験

S. D. 弁を使った分水量規制装置で水理実験を実施した。実験は、口径50mmのS. D. 弁を使って、弁一次圧を1mから40mまで変化させると同時にオリフィス断面も変更させた。図-11は、それぞれの条件での分水量変化である。当然一次圧とオリフィス断面によって、分水量は大幅に変ったが、どの条件でも安定した分水状態が維持され、キャピテーションの発生も確認されなかった。

v) 期別最大流量の変化に対する対応

畑地かんがいの場合、年間通水であるが、夏期の水量に比べ冬期の水量は非常に少ない。(本事業ではさらに一部水田用水が加わるので、この比は約5:1となる。)これにともなう基幹施設の送水は、電力使用量軽減の目的で、送水量が減少した場合、増圧機場を休止するなどして小水量長時間揚水を行ない、管路損失水頭を極力小さくした送水が望まれる。本事業では、水使用の変化にともない次の3パターンによる送水を計画している。

- ①計画最大消費水量(Q₀)の1/3以下では、東庄揚水ポンプ1台で調整水槽を使って ON-OFF 運転をさせる。
- ②2 Q₀/3~Q₀/3 では、東庄揚水ポンプ2台で調整水槽を使って ON-OFF 運転させる。
- ③Q₀~2 Q₀/3 では、東庄揚水ポンプ3台と海上増圧

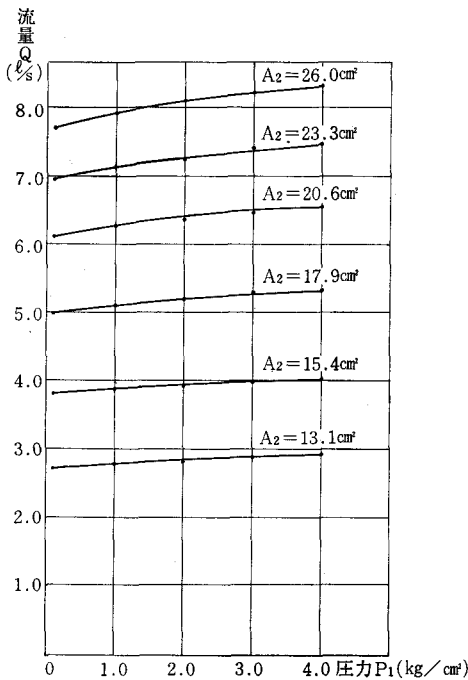


図-11 圧力と断面を変えたときの分水量

* 100×√1.358/1.000=117

ポンプ1台で調整水槽を使って ON-OFF 運転させる。

オリフィスの状態が計画最大分水量のままで、少量の揚水を行なえば、分水は条件の良い分水口から始まり、分水の必要な時間に分水がない状態も生ずる。逆に送水機構からすれば、水位によってポンプ台数が決定されることから、1日平均した送水流量より大きな流量で常時送水が実施され、特に配慮した電力使用量軽減が果せなくなる。このため、本事業では消費水量に合せ、分水を上記3パターンに分割した。

③は当然計画分水量を与えるオリフィス断面であり、②は③のオリフィス断面の2/3を与え、均等分水を実施する。ただ①については、水田分水もないこと、ファームpond容量が Q₀/3の消費水量時の1日容量を越えることから、1日のうち1度ファームpondを満杯にすれば全くかんがいに支障が生じないので、②断面のままとした。

オリフィスは誰にでも解るように、鉄板にて夏冬2組を作り、4月26日~8月31日を夏期断面として、オリフィスを取り替え、均等分水を実施することを計画している。

ただ年2回のオリフィス取り替え作業がともなうが、可動ゲートなどと比べれば、正確に規制ができ、分水トラブルが生じにくいというえ、電力節約が果せ、望ましい方式と考えられる。

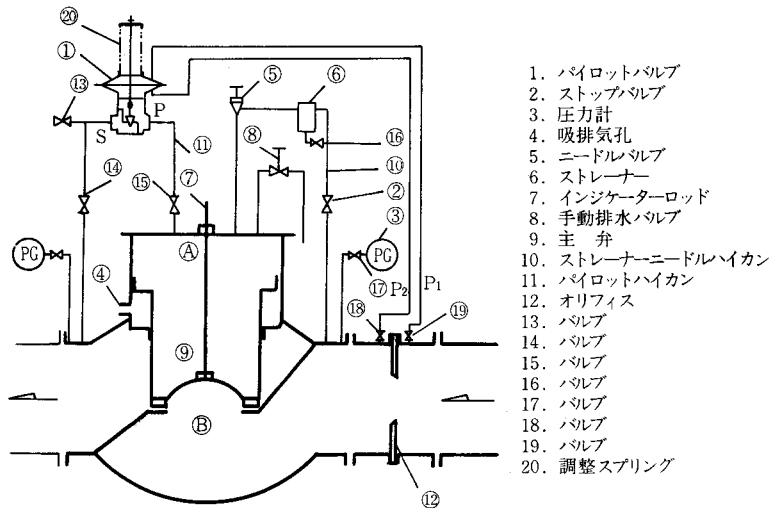
3-4. 管路途中での分水規制

本事業の水田かんがいは、終日行なわれ、基幹施設の送水と一致している。このため直接基幹施設から末端配管に接続しても通水は可能であるが、水田の給水栓がファームpondよりかなり低く、2-1.で説明した通り、代掻用水などを考慮して比較的大口径の弁が設置されることから、何らかの対策を取らない限り、水田側に分水が大きく片寄る恐れがある。このため計画通りの送水を維持するには、最大給水量等を水田分水始点で規制する必要がある。一般に分水口とは、異なった水路組織への分岐点を言うはずであるが、この場合、自由水面を与え、施設を切り離すことは、余水処理等、安全施設の追加及び、水田側の配水水頭が不足する*などの理由から、管路途中で最大分水量を規制する変則的な分水口が必要となった。

方式としては、遠方制御を取らないことから、管内圧を使用して規制する弁を考え、オートバルブの採用となった。この弁は図-12の構造を持ち、その特徴は表-2で述べた通りであるが、フロートの代わりにこの場合はパイロットバルブと、オリフィスが取り付け。

この弁の機能は、制御に必要な水頭が大きく、ポンプ

* 構造物の関係であり自由水面を高く維持できないことから。



1. パイロットバルブ
2. ストップバルブ
3. 圧力計
4. 吸排気孔
5. ニードルバルブ
6. ストレーナー
7. インジケータースタッド
8. 手動排水バルブ
9. 主弁
10. ストレーナーニードルハイカン
11. パイロットハイカン
12. オリフィス
13. バルブ
14. バルブ
15. バルブ
16. バルブ
17. バルブ
18. バルブ
19. バルブ
20. 調整スプリング

図-12 定流量オートバルブの構造

揚水系では電気料金が嵩み、流量規制の精度も多少落ちると思われるが、弁地点の管内水による自動制御が可能である。さらに1個パイロットバルブを追加することにより、最大二次圧を規制できる機能を備えている。以上の理由により畑地かんがい地区内に混在する水田かんがい地区への分水で、分水水頭がある場合について、施設が簡単で安く、しかも維持管理が容易なオートバルブを用いた管路途中での最大分水量を規制する機構の採用となった。

4. おわりに

この報告は、既設のポンプパイプラインによるかんがいで「水の出ない地区」の考察を行ない、大規模かんがい事業である東総用水事業で、ポンプ運転動力の軽減*を計りながら計画分水量を確保する分水口の設計を紹介した。当然施設規模と条件によって、その対策はそれぞ

れ異なると思われるが、パイプラインの水力設計を行なうに当たり、管路の水力計算のみに終らず、分水の水利的特質も考慮した一連の合理的な対策を施すことが、いかに大切であるかを痛感した。

末端施設で言えば、給水栓の使用口径を換えるとか給水栓の上流側に必要損失水頭を与えるオリフィスを配置するとか、簡単な方法の対策も考えられる。

我々現場で直接設計に携わる技術者として、こうして設計した施設が、どのくらい条件を満足するか、推論することも重要な仕事の一部であり、施設を造って、管理は受益者が行なうことの多い今のかんがい事業での技術進歩に必要なことではないだろうか。

参考文献

- 1) 東総用水 水位調節バルブ水力実験報告書 (1978.9) 水資源開発公団試験所

*「水と土」第41号参照

“農村地帯の低水位発電装置”

南 場 邦 夫*
山 口 保 身**

目 次

I まえがき.....(28)	II-2 効果.....(29)
II 低水位発電装置.....(29)	II-3 具体例.....(29)
II-1 発電の概要.....(29)	III あとがき.....(31)

I まえがき

われわれが日常何気なく見過ししていた自然のエネルギー源である、かんがい用水や小川の水をクリーンエネルギーである電気に換えて、農村地帯において農業や軽工業、その他一般家庭用にも利用し、エネルギーの高価格時代に備えたいという趣旨である。

いわゆる「水車発電」のように小規模な自家発電のアイデアはそれ自体は決して珍しいものではない。戦前にもあったし、現在でも鳥取県内で渓流水を使って自家発電を行っている人もある。ただし一定電圧が得られず、電灯の瞬き等の不便を生じている様である。そこで現在得られる技術で全く新しい小規模発電を考える必要があるわけである。この小論ではミニもミニ、超ミニの数キロワット程度の水力発電を論じるが、その前に現在世間で脚光を浴びている中小水力発電について見てみたい。

まず一般的に発電所というと近年では火力、原子力では百万キロワット以上、水力でも十万キロワット以上のものが考えられていたが、最近の原油値上りにより中小水力発電が見直されて、通産省でも今年度より出力5万キロワット以下の発電所に対し最高15%の補助金を出す「中小水力発電開発費補助金制度」を発足させる。今のところ予定ヶ所は20ヶ所程度のものであるが、このうち1/3がいわゆる“ミニ発電所”と呼ばれる出力5千キロワット以下の発電所で、なかには500キロワット以下の“超ミニ発電所”もあるという。なおこれらの小規模発電所の建設促進の契機となった理由のなかには、「電源立地促進対策交付金制度」の対象を5千キロワット以上から1千キロワット以上へと緩和したこともあげられる。

通産省が昨年見直した全国包蔵水力調査で、中小水力を中心に2千万キロワット近い未開拓資源があることが判明したといわれる。このため、民間の水力計画経験者

や現場の技術者を編成して「中小水力開発推進機構」(仮称)を発足、本年度から4ヶ年で国内の適地選定や技術開発課題等を洗い出す方針という。(55年4月日本経済新聞による。)

少し視点をかえて昭和20年代後半から主として農協が行なった小水力発電を見てみよう。農協経営の発電所は、全国で約200ヶ所、そのうち中国電力管内では62ヶ所の施設があり、出力11,000kW、年間約1億kWHの電力を消費者に送っている。中国五県では500kW以下の農協系発電所を統一し、中国小水力発電協会を組織して広島通産局の指導を受けながら、電力は一定の単価で中国電力に売り、電力の使用は各家庭で買う、いわゆる売電方式を採用しており、鳥取県内には21ヶ所の発電所がある。又同様規模の開発適地が十数ヶ所あるといわれている。(5月26日付日本海新聞、三朝町農協組合長徳田文助氏による。)

次に土地改良事業と小水力発電の関係については、本年6月の全国農業土木技術連盟機関紙「農業土木」に川尻裕一郎氏が「土地改良事業と小水力発電」と題して、農山漁村電気導入促進法に基づく、全国農山漁村電気導入計画に組み入れる方式について論じておられるのでそちらに譲ることにしたい。なおここで実例としてとりあげられている早月川発電導入事業についてはいろいろな新聞にもとりあげられているとおりでである。

更に言及しておかねばならない点は新農業構造改善事業促進対策要綱及び農村地域農業構造改善事業実施要領の一部改正である。(昭和55年4月4日付、55構改B第623号農林水産事務次官依命通達)これによると農村地域農業構造改善事業の類型は一般型と自然活用型に分類され、一般型においては、一般整備又は地域ぐるみの資源の総合利用等々に着目した生産から流通、加工等を通ずる地域農業の有機結合を推進する資源総合整備の方式により事業を実施するものとする、となっている。そしてこの資源総合整備にあっては補助事業おおむね20億円、単独融資事業おおむね8億円の用途を置いている。資源総合整備の具体例としては、バイオ・ガス生産

* 鳥取県農林水産部 (米子地方農村振興局耕地課課長補佐)

** " " (農村整備課長)

工場、風力発電、地熱、温泉熱、工場排熱、ソーラー・ハウス等があげられているが、なかでも重要なのは低落差水力発電であろう。

II 低水位発電装置

以上の考察によって、今後土地改良事業にとって、ほとんど無数ともいえる農業水路を利用した低水位発電の事業化はいかに重要であるかは明らかであるが、その前提条件として、安価で簡単に維持管理のし易い、安定した発電装置の開発が急務であろう。前出の日本経済新聞によると現在各社の新型水車の開発が進んでいるという。たとえばクロスフロー水車ははつかねずみの運動用ケージのような形をしたもので、10~200mの比較的幅広い落差に対応して小水量分野で強味を発揮する。構造が実に単純なので1,000キロワット以下の小水力でも十分採算に乗るとされている。昨年夏日本工営が初めて国産化。引続き明電舎が本年中にも標準化して売り出すという。水車専門メーカーの田中水力機械も来年度中に独自開発する。

低落差用を旨とした水車にはチューブラ・タービン型がある。発電機と増速歯車を内蔵したチューブラ・タービンを水車と直結して水底に設置したもので、わが国では富士電機製造が商品化、効率はやや低いが、土木工事費用が安い点が魅力である。

もう一つ水車と発電機を完全に一体化したビルトイン型もあり、明電舎と荏原製作所が来年度中の実用化を旨としている。落差20m以下のかんがい用ダムを多目的利用する狙いといわれている。

これらは小水力といっても土地改良事業で言えば県営クラスであるが、もっと小規模の一集落単位の発電を旨としたミニ発電機を旨とするところもある。そこで現在鳥取県で実験に供している低水位発電装置（特許出願中、鳥取県米子市、省エネルギー技術設計株式会社製）を紹介してみたい。この装置は、水車と発電機のほか、水量の変化で水車の回転数が変わっても、発電機の回転数の変わらないようセットし、電圧周波数を一定に保つようにIC回路を使用した自動調整機を組込んだものである。

II-1 発電の概要

発電装置の重さは標準で約300kgで、トラック等で運搬でき、据付も至極簡単である。

イ) 水車はステンレス鋼を使用し、水質による腐蝕を防ぐこととし、大きさは川の水量や設計出力に応じてかえる。即ち羽根の寸法、水車の径に関しては、水量、流速などにより羽根を最小に抑えて、水車の馬力を最大にするように設計する。

ロ) 水車を据付ける水路は、導水路部をコンクリート三方舗装、矩形断面とし、水深：水路幅は、水車羽根の効率が最も高くなるよう1：2となるよう設定

する。必要箇所には鉄板張りとして流速を増す。

ハ) 発電機は最も使い易い（電圧変換、直流変換）交流発電機を使用し、開放防滴形としている。

ニ) 自動調速機は水流が一定の場合、電気負荷の増大に伴い水車の回転数が低下するので、この発電機の回転数を一定に保ち、IC制御回路を使用し、設定回転数を保つ。

ホ) 発電機盤は電圧計、周波数計、電流計を装備し、全閉防水型とする。負荷種別により負荷配電盤を取付ける。

ヘ) 保護装置として異状出水警報並に水門自動制御装置の他、濁水時に常時過負荷防止装置をとりつける。

ト) 用地の取得と工費が許せば、水車据付けの上流部に固定洪水吐を設け、一定水位以上の流量は迂回水路を通して、下流に排除すれば安全である。

II-2 効果

効果の発現は多種多様であるが、分類すると次のようになろう。

イ) 動力源としての利用

農家・畜舎・ハウス等の冷暖房機器の運転
農業用機械の電動機の運転
車輻、農機具の電氣化に伴うバッテリー充電

ロ) 光源としての利用

農家・畜舎・ハウス等の点灯
集落の街灯
誘蛾灯等の農業用利用

ハ) 熱源としての利用

電力の蓄積については温水に変換して蓄熱するのが最も容易で、かつ効率が高い。ヒナのフ化、魚養殖用など用途は広い。

次に、一例としてハウスの熱源としての効果を計算する。製作会社の試算によると、ハウス栽培用暖房について20kWの発電設備により、15℃で5tonの水を24時間で温水T℃とするとき、これに要する熱量は

$$W=5,000 \times 1 \times (T-15) \text{ キロカロリー}$$

20kWを24時間ヒーターに加えた場合、電力量は

$$P=20\text{kW} \times 24\text{H}=480\text{kWH}$$

870キロカロリー/kWHとして

$$P=480 \times 870=417,600 \text{ キロカロリー}$$

灯油の発熱量は10,000K cal/ℓ

$$\text{従って油量換算で } 417,600 \div 10,000=41.8 \ell$$

$$\text{ボイラーの効率を80\%とすると } 52.2 \ell$$

1ℓ当り75円とすると1日約4,000円の節減となる。

II-3 具体例

(設置場所) 鳥取県西伯郡日吉津村地内

(地形) 米子市近郊にあって通称箕蚊屋平野と呼ばれる沖積扇状の平坦地で、水路は団体営土地改良

総合整備事業により改良済みである。設置水路は台形断面コンクリート三面張りであって、流速は実測の結果1.6~1.7m/secであった。(図1参照)

(使用目的) 学校給湯, 公民館照明用。(一基で不足する場合は連続設置する予定。)

イ) 水路への取付け

現在の水路を延長6mにわたり(上下流取付部各1mを含む)改修して水深:幅を最有利の1:2とする。又これに伴う流速を検討する。

$$\text{既設水路の流量 } Q = 1.62 \times \frac{1.00 + 1.40}{2} \times 0.5$$

$$= 0.972 \text{ m}^3/\text{s}$$

($V=1.62\text{m/s}$ 実測 水深 $H=0.50\text{m}$)

水路を改修した場合の単純計算による流速 V_1 は

$$V_1 = Q/A = \frac{0.972}{0.50 \times 1.00} = 1.9 \text{ m/sec}$$

但し実際には流入口水位が高くなるので、流速はこれよりやや低下する。

ロ) 発電能力計算(下掛水車)

羽根の寸法0.40×0.50の平列水車2台同軸運転した場合(図1参照)

$$\text{羽根一枚に受ける力 } S = 0.4 \times 0.5 \times 0.972 \times 2$$

$$= 0.3888 \text{ c/s} = 388.8 \text{ kg/s}$$

羽根4枚の受ける力 F は S の1.5倍とすると

$$F = 388.8 \times 1.5 = 583.2 \text{ kg/s}$$

これが1秒間になす仕事量 W は

$$W = 583.2 \times 1.9 = 1108 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 14.6 \text{ HHP}$$

$$= 10.9 \text{ kW}$$

水車効率 $\eta_w = 0.7$ 増速機効率 $\eta_D = 0.65$

発電効率 $\eta_G = 0.85$ とすれば 総合効率は0.4となり

発電能力 $P = 10.9 \times 0.4 = 5 \text{ kW}$ となる。

ハ) 負荷設備

負荷設備については調査のうえ決定する必要があるが、できる限り発電機の稼働率を上げる負荷設備に使用することが投資効率を高めることになる。

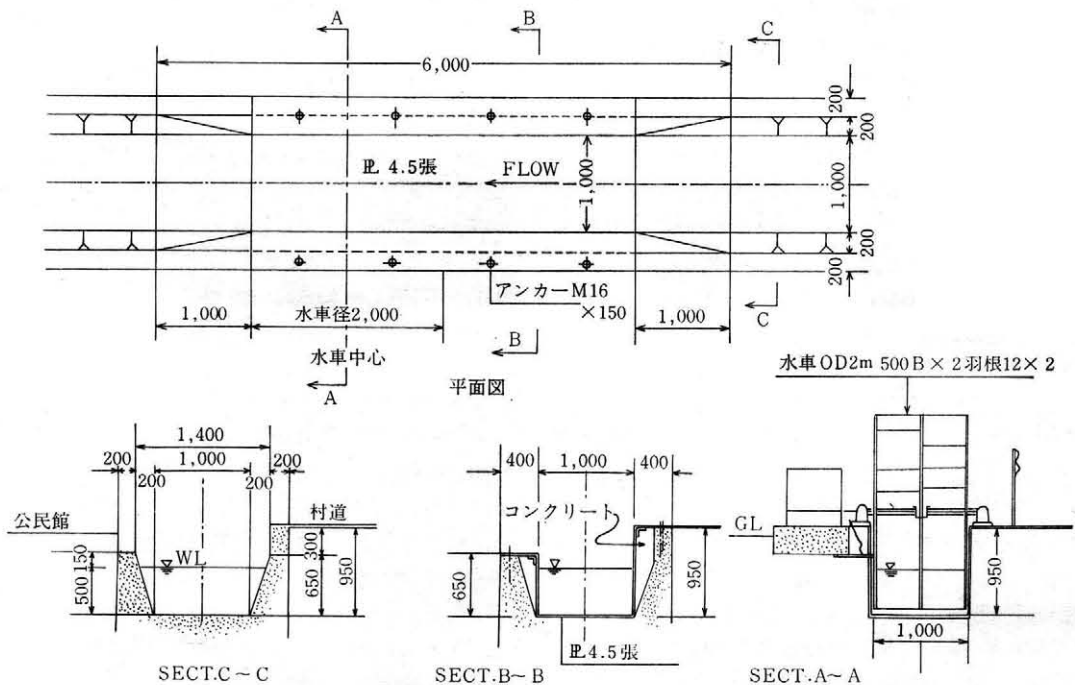
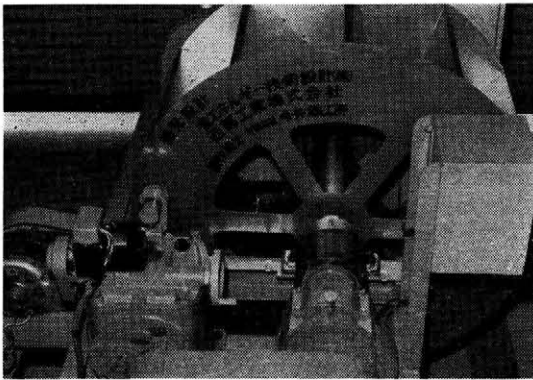
○学校給湯設備に使用した場合

15℃の水を45℃の温水にする場合、上記発生電力5kWで24時間加熱したとき、

$$24\text{時間発生電力量 } P = 5 \times 24 = 120 \text{ kWh}$$

この電力を熱エネルギーに換算すると

$$P_1 = 120 \times 860 = 103,200 \text{ キロカロリー}$$



この熱エネルギーで15℃の水が45℃になる湯量 $x \text{ m}^3$ は

$$W = 1,000 \times x \times C \times (45 - 15)$$

(Cは水の比熱で1)

$$= 30,000 x \text{ キロカロリー}$$

$$P_1 = W$$

故に $x = 103,200 \div 30,000 = 3.44 \text{ m}^3$

実際には温水機効率は95%であるので、実際に使用できる湯量は $3.44 \times 0.95 = 3.26 \text{ m}^3$ である。

○電灯に使用した場合

蛍光灯40ワットの消費電力は52ワットである。

従って本発電設備を使用した場合

$$5 \text{ kW} / 0.052 \text{ kW} = 314 \text{ 灯を点灯できる。}$$

○発電原価の概算

$$\text{年間使用電力量} = 120 \text{ kWh} \times 25 \text{ 日} \times 12 \text{ 月} = 36,000$$

kWh

建設費 4,000,000円

耐用年数 25年

残存価格 10%定格償却

金利 年8%

その他 (修繕消耗品) 2%/年

$$\text{毎年の減価償却費} = 4,000,000 \times \frac{1-0.1}{25}$$

$$= 144,000 \text{ 円}$$

毎年の金利 $4,000,000 \times 0.08 = 320,000 \text{ 円}$

その他 $4,000,000 \times 0.02 = 80,000 \text{ 円}$

年合計 544,000円

$$1 \text{ kWhの発電原価} = 544,000 \text{ 円} \div 36,000 \text{ kWh} = 15.1 \text{ 円}$$

Ⅲ あとがき

都市部の整備は近年目ざましいものがあるが、一方農村部に取り残されて生産はもとより生活環境の都市部との落差は年々拡大する一方である。近年この点を改善するため農林水産省において、農村総合整備モデル事業、農村基盤総合整備事業等いろいろな農村環境の改善事業が開始された。石油価格の高騰は経済成長に警鐘を打ちならし、今まで顧りみられなかった農村地帯を流れる自然のエネルギーを、環境を破壊することなく利用し、農業のエネルギー源として多角的に有効利用を行ない、農村の発展に寄与させることを考えなければならない時代である。今後検討を要する余地は多々あるもののこの小水力発電はこの時代の要請に即応した装置であり、農村の整備のため一考を要するものと思われる。上記のモデル事業やミニ事業の特認事業として取り上げられるのもよいだろうが、新しく独立の柱を設けることも考慮の価値があるかもしれない。県の行政に携わるものとして、国の担当者の御検討をお願いしたい。

営業品目 PSコンクリート橋梁設計施工・PSタンク設計施工
PSコンクリート橋桁・矢板・コンクリート各種製品
ボックスカルバートPC・RC・組立橋溝・U字溝・
生コンクリート製造販売

特定建設業 建設大臣許可(特53)第841号



昭和コンクリート工業株式会社

代表取締役 村瀬 賛一

本社 岐阜市明德町10番地 ☎ <0582> 65-5151(大代表)

支店 東 京、大 阪、名古屋、新潟、東北
 営 業 所 岐 阜、名 古 屋、三 重、大 阪、兵 庫、岡 山
 熊 本、福 岡、東 京、北 関 東、松 本、福 島
 新 潟、秋 田、青 森、岩 手、山 形
 出 張 所 西 濃、中 濃、東 濃、岡 崎、四 日 市、京 都
 滋 賀、松 山、徳 島、宮 崎、大 分、鹿 児 島
 沖 縄、静 岡、神 奈 川、東 京、千 葉、埼 玉
 茨 城、群 馬、長 野、甲 府、会 津、栃 木
 富 山、福 井、北 陸、鷹 巣、十 和田、盛 岡

製造工場 揖斐川(岐阜)、滋賀、熊本、相模、松本

生コン工場 福島、新潟、秋田、岩手、宮城
 大垣、多治見、加茂、松本、木曾、穂高
 機材管理所(岐阜)

明治用水頭首工護床改修工事について

胡桃坂 邦 雄*

目 次

1. まえがき……………(32)	4. 施 工……………(36)
2. 事業概要……………(32)	5. おわりに……………(37)
3. 護床改修計画……………(33)	

1. ま え が き

愛知県西三河地方の富豪、都築弥厚を始め、岡本兵松、伊予田与八郎等の血のにじむ努力の結果、豊田市水源町（現在名）の矢作川より不毛の荒野であった安城ヶ原に水を引く、明治用水が開削されて100余年の才月を経た今日、益々その真価を発揮し、西三河の人々の命の水として尊重されている。この明治用水の頭首工は、昭和26年～昭和32年に亘って、国営明治用水土地改良事業として改築されたが、20年余りの才月と矢作川の河床低下等の条件変化に抗し切れず、下流護床、護岸より損傷が発生し頭首工機能の低下及び防災上の面より補修が必要となり、昭和53年度より国営明治用水土地改良事業「施設整備」として着手したものである。

ここでは明治用水頭首工護床改修工事について報告するものである。

2. 国営明治用水土地改良事業（国営造成土地改良施設整備）の概要

(1) 目 的

明治用水頭首工について緊急に必要な補強工事を行うことにより、施設の機能維持及び安全性の確保を図るものである。

(2) 地域及び受益面積

愛知県安城市外7市3町
受益面積 9,331ヘクタール

(3) 明治用水頭首工の諸元

イ. 河川状況（セキ地点）

流域面積 1,005km²
計画洪水量 2,800m³/s（現在 3,500m³/s）

ロ. 堤長（全延長 167m）

洪水吐 133m, ローラーゲート 2.8m×16.5m×7
スパン
土砂吐 26.5m, ローラーゲート 5.3m×5.0m×4
スパン

ハ. 護床工

構造 改良沈床工
延長 土砂吐部 44.4m
洪水吐部 33.4m

ニ. 取水工

右岸取水工 スルースゲート Q=34.02m³/s
左岸取水工 スルースゲート Q= 8.17m³/s

(4) 施設整備計画

イ. 堤体工

エブロン補修 表面摩耗の補修としてコンクリート10cmの打ち直し

魚道改修 河床低下により魚道 120mを追加
門扉補修 洪水吐, 土砂吐, その他の門扉の腐蝕部の補修

予備門扉 不断水施設として, 洪水吐フローテングタイプ土砂吐角落し式の予備ゲート新設

護床工 コンクリートブロックによる改修

護岸工 左右岸の根固め工等

操作制御施設工 遠方操作制御のための施設一式。

その他 機側操作室上屋, 等

(5) 工事の着手及び完了予定

着手 昭和53年度
完了予定 昭和55年度（現在は昭和58年度）

(6) 受益者

明治用水頭首工建設時は明治用水地域のみの受益であったが、昭和45年度より着手した矢作川総合事業により新たに吉良町、幡豆町、幸田町にまたがる南部地域更に愛知県西三河水道用水が加わることとなった。

(7) 事業費

全て共同事業として仕組まれている。
全事業費 1,360百万円
農業用水 1,100百万円
都市用水 260百万円

(8) 土地改良法の手続

(イ) 施工申請 昭和53年7月10日

* 東海農政局建設部設計課

- (ウ) 計画決定 昭和53年10月30日
- (エ) 計画確定 昭和53年12月13日

3. 護床改修計画

(1) 計画洪水量

昭和32年建設当時は矢作川計画洪水量は $2,800 \text{ m}^3/\text{s}$ であったが、現在は $5,500 \text{ m}^3/\text{s}$ に改訂された。

護床計画決定のための洪水量については河川協議時、農水省は当時の $2,800 \text{ m}^3/\text{s}$ 、建設省は $5,500 \text{ m}^3/\text{s}$ と相方の意見が平行したが結局、現施設における洪水流下能力とすとして、 $3,500 \text{ m}^3/\text{s}$ を計画流量とした。

(2) 護床改修延長の決定

護床工長の検討は下流河床低下とそれに伴う高水量の流下能力の増大に対し、ブライ式及び水理学的検討の両方で行う。

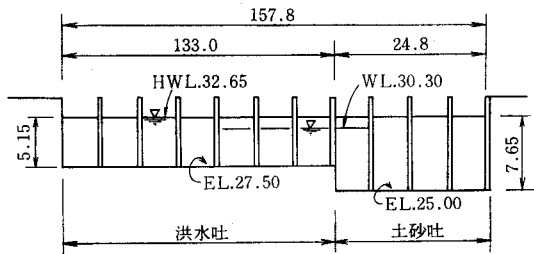


図-1 頭首工横断面図

(イ) ブライ式の公式

$$\ell_R = 1.5 \times 0.67C \sqrt{H \cdot q}$$

ここに C: ブライの係数12 (粗粒砂)

H: 上下流最大水位差 (m)

q: 単位幅高水量 ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$)

ℓ_R : エプロン長と護床工長との和

単位幅計画高水量の算定

$$\begin{aligned} \text{流積} : A &= (\text{H.W.L. } 32.65 - \text{EL. } 27.50) \times 16.50\text{m} \\ &\quad \times 7\text{ヶ} + (\text{H.W.L. } 32.65 - \text{EL. } 25.00) \times 5.00 \\ &\quad \times 4\text{ヶ} = 747.83\text{m}^2 \end{aligned}$$

単位幅流量

$$\text{土砂吐 } q_1 = \frac{3500}{747.83} \times 7.65 = 35.80\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$$

$$\text{洪水吐 } q_2 = \frac{3500}{747.83} \times 5.15 = 24.10\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$$

① 土砂吐

$$H = \text{EL. } 30.30 - \text{EL. } 23.00 = 7.30\text{m}$$

(常時湛水位 EL. 30.30, 土砂吐下流河床高 EL. 23.00)

$$\ell_R = 1.0 \times 12 \sqrt{7.30 \times 35.80} = 193.99\text{m}$$

従って土砂吐部必要護床長 $\ell = \ell_R - L$

$$\ell = \ell_R - L = 193.99 - 35.5 \div 159.0\text{m}$$

ここに L = 既設エプロン長 = 35.5m

② 洪水吐

$$H = \text{EL. } 30.30 - \text{EL. } 22.00 = 8.30\text{m} \quad \text{洪水吐下流}$$

河床高 EL. 22.00

$$\ell_R = 1.0 \times 12 \times \sqrt{8.3 \times 24.10} = 169.72\text{m}$$

従って洪水吐部護床長

$$\ell = \ell_R - L = 169.72 - 35.5 \div 135.0\text{m}$$

(ロ) 水理学的検討

水理学的検討は可動堰1門を開度して行く場合について検討した。

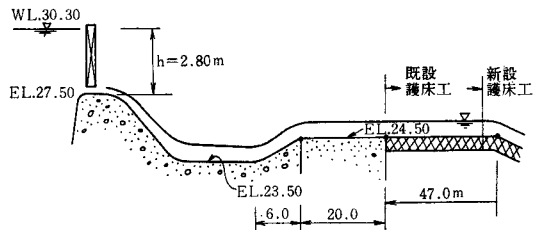


図-2 水理条件

$$\text{新設護床工長 } \ell = 58.60\text{m} \div 60.0\text{m}$$

(計算過程は省略)

(ハ) 追加護床工長の決定

ブライ式及び水理学的検討結果をまとめれば下表の通りとなる。

表-1

工種	検討方法	既設護床工長	必要護床工長	追加護床工長
洪水吐	ブライ式	33.40m	135.0	101.6
	水理学的	〃	93.4	60.0
土砂吐	ブライ式	44.40	159.0	114.6
	水理学的	〃	—	—

水理学的に求める方法には河床物質の性質、大きさについては考慮されないで、本河床の様に砂質であり、かつ現況の河床の洗掘状況等を総合的に判断しブライ式を採用して堰体の安全を期す。

(3) 護床工断面計画

既設エプロン面より旧護床末端までは水平とし、ここに護床止め擁壁を設置することによりエプロン直下部の護床の沈下、崩壊を防止する。

護床止め擁壁天端 EL. 24.50mより建設省河川計画河床高 EL. 22.00mに約1:15の勾配で取り付け。

(4) 護床ブロック型式の決定

(イ) 護床工としての条件

- a. 護床工全体の安全性 (連結性)
- b. 吸出し作用の防止
- c. 沈下適応性
- d. 減勢効果と局所洗掘防止 (流水抵抗の調節)

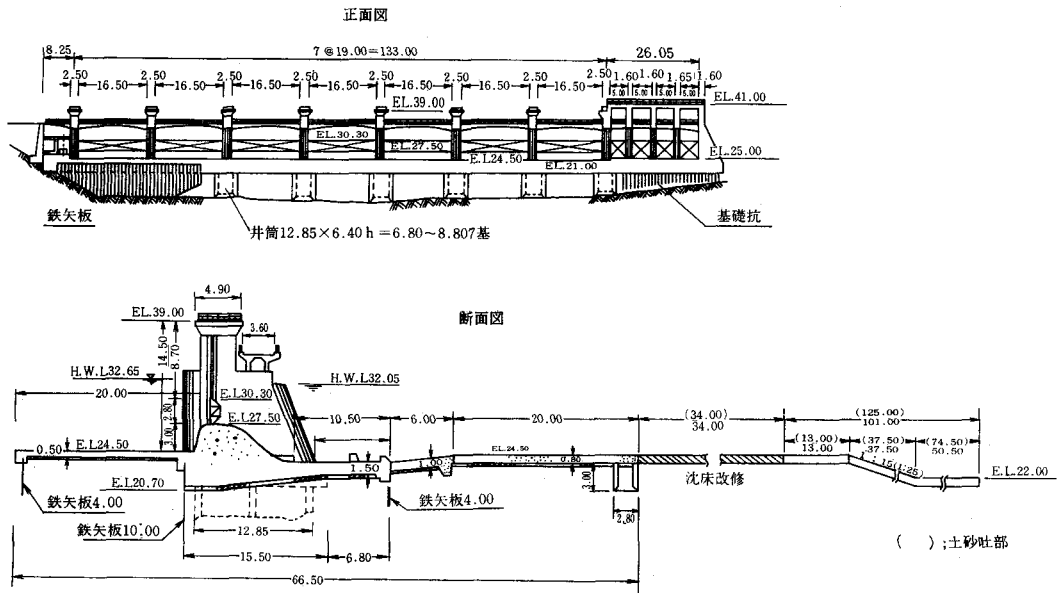


図-3 明治用水頭首工図

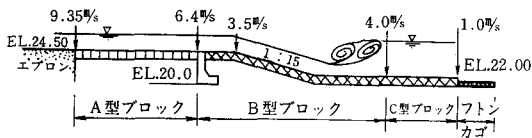


図-4 水理条件

(b) ブロックの選定

前記条件を満足するブロックとして

A型ブロック

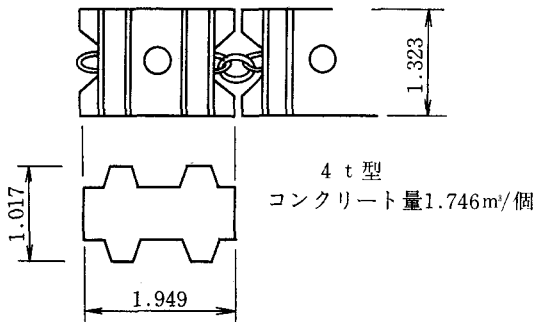


図-5 ビーハイブブロック

の各ブロックについて条件の検討すれば

a) 護床工全体の安全性に関して

ビーハイブは鉄筋で連結されているので安全性は良いとは云えないが、ブロック下流端で擁壁にて支持しているので安全性はよい。

コーケンブロックは横方向に連結しており連結性は良く1:15の傾斜地に設置しても個々の流出はな

B型ブロック

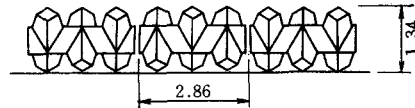
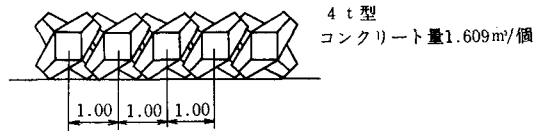


図-6 コーケンブロック

C型ブロック

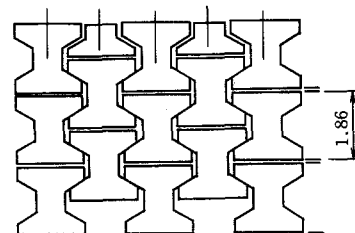
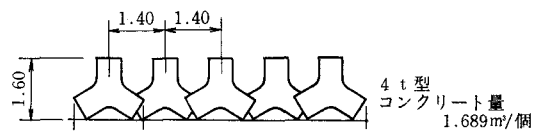


図-7 三連ブロック

い。

三連ブロックは縦横に連結しており連結性は最も良い。

最下流端護床は下流河床洗掘低下により護床が不安定となるため最下流端に三連ブロックを配置する。

b) 吸出し作用の防止に関して

吸出し作用の原因となるのはブロック自体の空隙率である。各ブロックの空隙率はビーハイブ20%, コーケン58%, 三連60%であるので上流より空隙率の小さいビーハイブ, コーケン, 三連の順に配列する。

c) 沈下適応性に関して

各ブロックとも単体であるので屈曲性及び沈下に対する適応性は良好である。

d) 減勢効果と局所洗掘防止に関して

高速流の流水を下流河川へ穏やかに変換させ護床工末端に於ける局所洗掘が生じないようにする。そのため流水抵抗の調節が必要となる。

流水抵抗を調節するためには護床工の粗度係数を変化させる事, 即ち突起の形状を変化させることである。

粗度係数の変化は上流から下流へと粗度を小さくすることである。

イボ型の護床工を使用した時の粗度係数を足立氏の実験式にて概算すれば次の如くなる。

$$n = \frac{Hm^{1/6}}{\sqrt{g} (10.6 \log 10 \frac{Hm}{k} + 5.4 \log 10 \frac{S}{F} - 5.47)} \quad \dots\dots\dots ①$$

- ここに n : 粗度係数
- g : 重力の加速度 9.8m/sec²
- Hm : 護床工上の平均水深 + k
- F : F = k · w
- S : 突起 1 個当りの支配面積
- k : 突起の高さ

d)ー1 ビーハイブブロックの粗度係数

①式の諸数値

$$k = 0.25 \times 0.75 = 0.19m$$

突起の摩耗及び死水域を考慮して突起高の75%

$$w = 1.323m \quad S = 2.00 \times 1.40 = 2.80m^2$$

$$F = 0.19 \times 1.323 = 0.25m^2$$

$$Hm = 0.70 + 0.19 = 0.89m$$

護床工上の平均水深0.70m

$$n_1 = 0.043$$

d)ー2 コーケンブロックの粗度係数

①式の諸数値

$$k = 0.2 \times 0.75 = 0.15m$$

$$w = 0.45 \times 0.65 = 0.29m$$

突起部の摩耗を考慮して65%とした。

$$S = 0.72 \times 1.00 = 0.72$$

$$F = 0.15 \times 0.29 = 0.045m^2$$

$$Hm = 0.50 + 0.15 = 0.65m$$

$$n_2 = 0.038$$

d)ー3 三連ブロックの粗度係数

①式の諸数値

$$k = 0.62 \times 0.5 = 0.31m$$

三連ブロックの配置は跳水後であるので滞砂等を考慮して50%とする。

$$w = 0.62 \times 0.65 = 0.40m$$

$$S = \frac{1}{2} \times 2.00 \times 2.80 = 2.80m^2$$

三連ブロックはチドリ配列であるので1/2とする。

$$F = 0.31 \times 0.40 = 0.12m^2$$

$$Hm = 1.50 + 0.31 = 1.81m$$

$$n_3 = 0.035$$

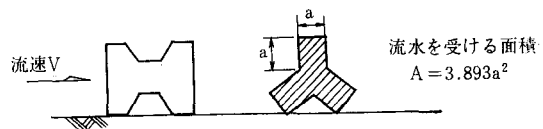
∴ビーハイブ 0.043, コーケン 0.038, 三連 0.035の順に上流から配置するのが妥当である。粗度係数については本工事の場合, 中詰栗石等の条件を考慮したがブロック自体の粗度係数は, ビーハイブ 0.056, コーケン 0.053, 三連 0.043程度と考えられる。

(5) ブロック重量の決定

ブロック重量の決定は基本的にブロック 1 個の安定性を検討し決定する。

ここでは三連ブロックの場合を示す。

イ) ブロックに働く流水力 F



図一 8

$$F = K W_0 A \frac{V^2}{2g}$$

- ここに k : ブロックの形状による抵抗係数 1.0
- W₀ : 水の単位体積重量 1.0t/m³
- A : 流水を受ける面積 3.893a²
- V : 河川内流速 3.85m/s (下流高水時流速)
- g : 重力の加速度 9.8m/sec²

$$F = 1.0 \times 1.0 \times 3.893 a^2 \times \frac{V^2}{19.6} = 0.199 a^2 V^2$$

ロ) 滑動について

滑動に対する抵抗力

$$R = \mu(W_s - W_0)V$$

ここに μ : 摩擦係数 0.75

W_s : コンクリート単位体積重量
2.35t/m³

V : ブロック体積 5.611a³

$$R = 0.75 \times (2.35 - 1.0) \times 5.611a^3 = 5.681a^3$$

従ってブロックが滑動しないためには $R \geq 1.2F$
であれば良い (1.2 は安全率)

$$5.681a^3 \geq 1.2 \times 0.199a^2 V^2$$

$$a \geq 0.042V^2 \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

ハ) 転倒について

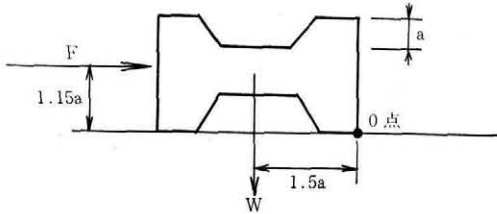


図-9

0点に関するモーメントを求める。

流水力Fによるモーメント

$$M_F = F \times 1.15a = 0.199a^2 V^2 \times 1.15a \\ = 0.229a^3 V^2$$

ブロック自重によるモーメント

$$M_W = (W_s - W_o) V \times 1.5a \\ = (2.35 - 1.0) \times 5.611a^3 \times 1.5a = 11.362a^4$$

ブロックが転倒しないためには $M_W \geq 1.2M_F$ であ
ればよい。

$$11.362a^4 \geq 0.229a^3 V^2$$

$$a \geq 0.020V^2 \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

ニ) ブロック重量

①, ②よりブロック重量は①の滑動により決定さ
れる。

従って三連ブロックタイプの重量は

$$a \geq 0.042V^2 = 0.042 \times 3.85^2 = 0.62\text{m} \text{ となり}$$

4t型の $a = 0.62\text{m}$ を使用する。

(6) 改修断面

護床施工に当っては建設省の河川計画に基づき最低河
床高を T.P. 22.00m とするが, 長い将来の予測は 困難
であり, 既設護床末端部に床止め擁壁を設けることとし
た。

また, ブロック基盤には吸出し防止シート及び栗石基
礎を施すとともに吸出し防止及びブロックの移動防止対
策としてブロック空隙部を栗石により充てんした。

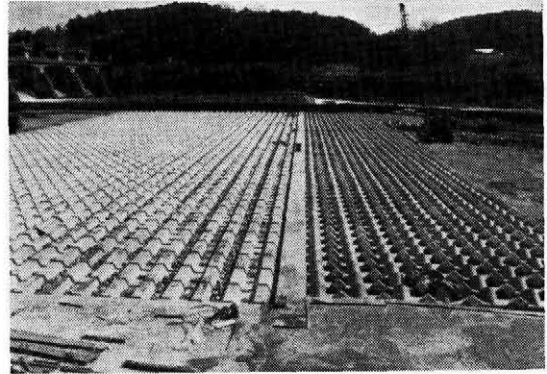


写真-1 護床上流部完成

4. 施 工

(1) 仮 締 切

護床施工に当っては矢作川の半川締切方式により施工
する。

a) 計画洪水量

最近 10ヶ年間 11月~3月の洪水流量の第3位,
80m³/s (流域 1,000km²) とする。

b) 仮締切

エプロン上部はコンクリート擁壁, 河川縦断部は
コンクリート護床兼用鋼矢板として工事完了後はコ
ンクリート面で切断する。

河川横断部は毎年打ち, 抜き方式とした。

(2) 水替施設

本河川の河床は表面より 15~20m は粗砂(0.2~2.5mm)

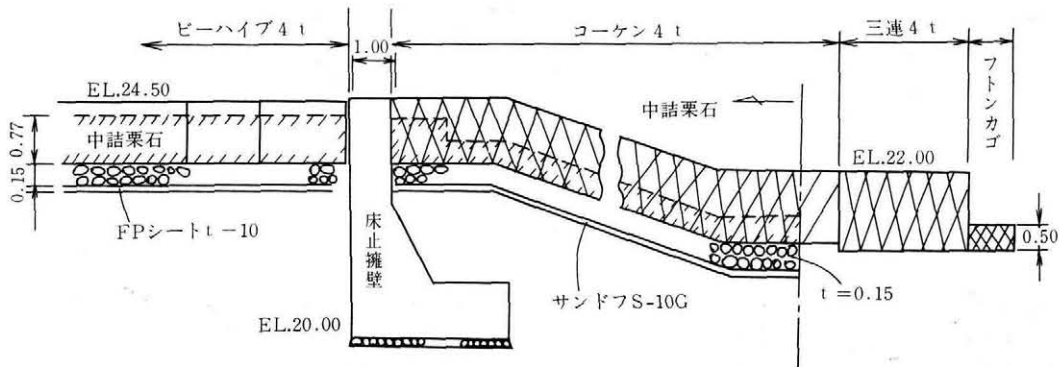


図-10 改修断面図

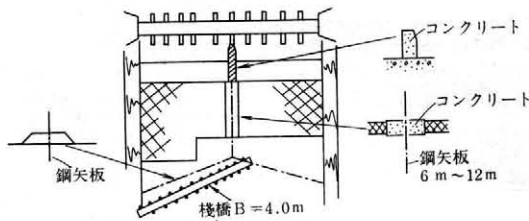


図-11 仮締切

で非常に透水性が大であり、頭首工の基礎もフローティングタイプであるため、当初は予測が困難であった。従って水替は指定仮設として実績で対応した。

昭和54年度の実績値は100m²当り0.27m³/minとなり、φ300mm×15kW、φ150mm×7.5kWの水中モータポンプにより24hr排水方式で施工した。

しかし、EL. 20.5m以下は水位低下が困難となり、護床擁壁インパートは水中コンクリートで施工せざるを得ない状態であった。

(3) ブロック製作ヤード

4tブロック約6,500個の製作は河川内中洲を利用し、その必要面積は仮設道路を含めて約4.0m²/個程度である。

(4) ブロック据付

製作ヤードよりトラック運搬されたブロックを据付す

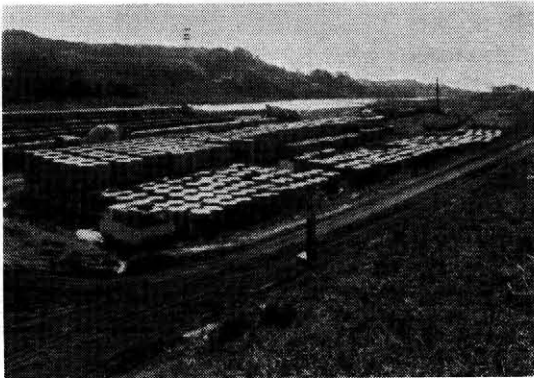


写真-2 ブロック製作ヤード

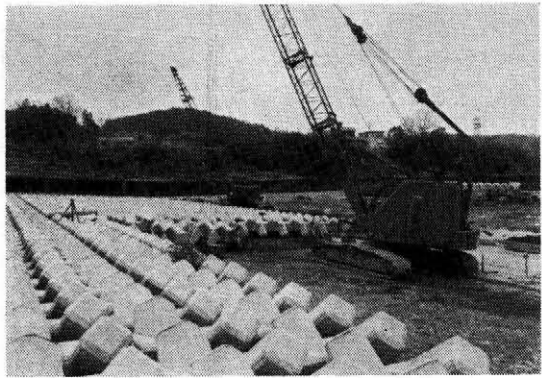


写真-3 ブロック据付

るには作業半径、現場の状況により異なるが、本工事の場合25t~30t吊クローラークレーンで施工した。据付作業には吊下げられたブロックの周りに作業員がとりつく事を考えれば作業条件にもよるが吊上げ物体重量の5~8倍程度のクレーンを用意する必要があると考えられる。

(5) 工事費

昭和54年度におけるブロック製作据付に要する工事費について参考を示せば下記のとおりであった。

イ) ブロック製作据付

ビーハイブ(4t)	41,136円/個,	1個当り2.801m ² , 14,686円/m ²
コーケン(4t)	41,716円/個,	1個当り2.915m ² , 14,311円/m ²
三連(4t)	41,724円/個,	1個当り2.674m ² , 15,604円/m ²

この工事費は直接工事費であり経費は含まれない。

おわりに

この報告に引用した明治用水頭首工護床改修工事は、東海農政局矢作川総合農業水利事業所で実施されたもので、設計及び工事実施に際し御指導頂いた事業所長、工事課長を始め、設計業務を担当された三祐コンサルタント、施工を担当された大成建設の関係者への御礼と、同種の工事を担当されている現場技術者の方々へ何かのお役に立てばと、あえて愚稿を御披露した次第であります。

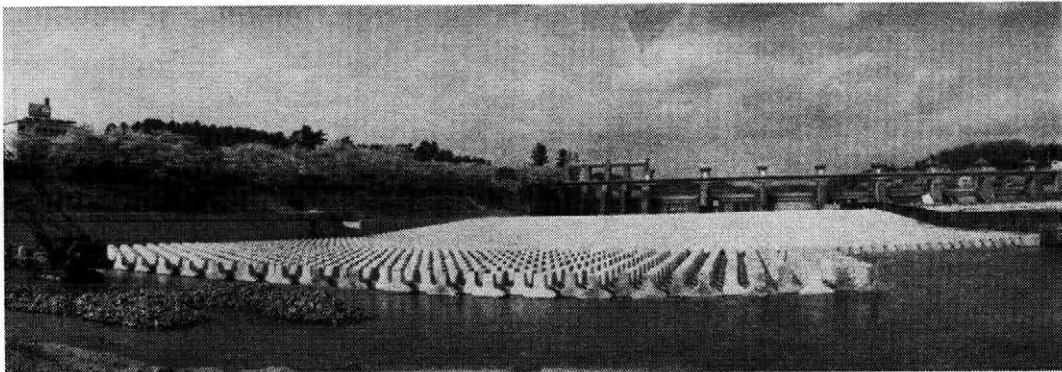


写真-4 護床右岸部完成

湊地区用水改良事業の設計及び工事概要について

加 藤 健 一*

目 次

1. はじめに……………(38)	5. 通水流量の観測……………(42)
2. 地区概要と事業目的……………(38)	6. 用地買収等補償関係……………(42)
3. ダムの設計と施工……………(39)	7. むすび……………(43)
4. 用水路の設計及び施工……………(42)	

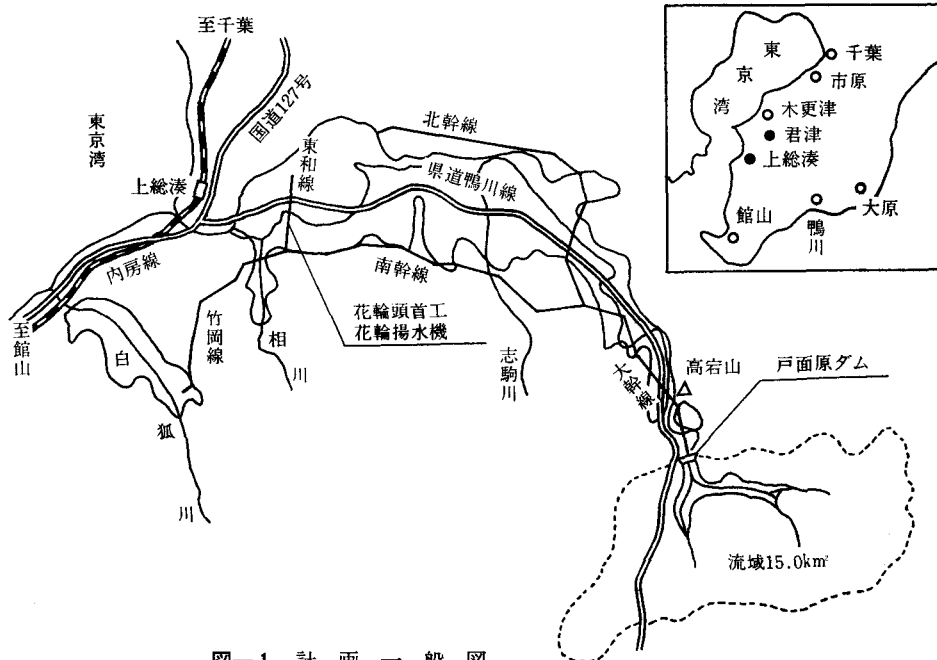
1. はじめに

県営湊地区用水改良事業は昭和45年に着工、以来10年を経過しダムの建設も終り現在は幹線用水路の施工を実施している段階である。小生は本事業を担当して二年目であるが、過去10ヶ年間に渡り本事業にたずさわった諸先輩方が残した部厚い資料をひもとくとき、その歩みを振り返りながら概要を報告するものである。

2. 地区概要と事業目的

本地区は、都市近郊農村地帯として脚光をあびてきた千葉県南房総の中間に位置し富津市(旧天羽町)の大部分を占める水田単作地帯である。本地帯は、水田単作から酪農、果樹、蔬菜を取り入れた総合農村地帯として新しい脱皮をはかっている。しかし、本地区の現状は水源施設の老朽化にあわせて、水源絶対量の不足のため夏期

には湊川筋に約50ヶ所ある揚水機も間断運転を余儀なくされ毎年用水不足に悩まされている。この水不足のために基盤整備事業の意欲を持ちながらその実施が出来ず都市近郊農村としても取り残される事態になっている。これらの諸問題を一挙に解決し、土地基盤の整備による乾田化、省力化を進めるために本地区を流れる湊川上流戸面原地先に溜池(中心コア型フィルダム、堤高30.5m、堤長115m、貯水量435万 m^3)を築造し最大1.163 m^3/s を取水して竹岡地区を含む全受益面積942.3haに対して大幹線、北幹線、南幹線の用水路を新設してかんがいする。更に、地区下流の面積324.9haについてはダム下流の花輪地先に頭首工(全自動堰、堰上高1.2m、堰長20m)を設けて揚水機(渦巻ポンプ、口径300mm 2台)で最大0.643 m^3/s を揚水し、更和線、竹岡線の2路線の用水路を新設して用水の適正配分を行うものである。



図一 計画一般図

* 千葉県木更津土地改良事務所 工務第一課長

3. ダムの設計と施工

(1) 必要水量と用水系統

本地区の受益面積は942.3haで、その必要水量は1,225万 m^3 である。用水系統の決定に当っては、水源を全量ダム依存の場合と河川水の取水を併用する場合とに分けて検討を行ったが、前者の場合はダム貯水量934万 m^3 、後者の場合は435万 m^3 となった。これに基づき前者の（ダム築造費+用水路費）と後者の（ダム築造費+頭首工+揚水機費+用水路費）との比較を行い、その結果（表-1参照）から後者のダムと河川水の取水を併用する計画を採用し設計施工に入った。ダムの諸元は表-2に示すとおりである。

表-1 用水系統別費用比較

用水系統	建設費の比	維持管理費の比	合計の比
全量ダム依存	1.41	0.35	1.29
河川取水併用	1.00	1.00	1.00

（注）維持管理費は、用水路の耐用年数を40年とし、その間の費用を計上。また、揚水機の耐用年数は20年として、1回の全面改修を見込んでいる。

表-2 ダムの概要表

ダム名	戸面原ダム
型式	中心コア型フィルダム
堤高	30.50m
堤頂長	115.00m
堤体積	147,100 m^3
満水面積	45ha
総貯水量	4,350,000 m^3
有効貯水量	3,860,000 m^3
斜樋型式	電動式 800mm×800mm5孔
斜樋取水量	Qmax 1.163 m^3/s
洪水吐型式	側溝流入式
計画洪水量	310 m^3/s
計画満水位	E L. 79.500m
洪水吐越流水位	E L. 80.840m

(2) ダム設計

ダムの位置決定に当っては、現在のダムサイトとその上流500mのダムサイトにおいて、重力型式とフィル型式とにより検討がなされ現在の位置に決定された。また、ダム型式については重力式コンクリートダムでは基礎岩盤の状態から支持力及びせん断力の不足をきたし、それを補うために底盤を広くするとコンクリートボリュームが増大し不経済となった。一方フィルダム案は用土調査の結果、良質なコア用土と抱土が近くにあり、不透水性用土が少ないことから中心コア型のフィルダムに決定した。

(3) ダムの施工

設計の結果、堤体積は147,100 m^3 でその内訳は、不透水性材料18,000 m^3 、透水性材料129,000 m^3 で0.12:0.88の割合となった。施工に際して最も重要な用土の確保とその含水比については、当時の担当者の一番苦勞を要した点でその状況の一端を記しておきたい。不透水性材料については、自然含水比が45%~60%と高く転圧時の最適含水比35%~47%に納めるため種々の方法を検討したが、その中で原始的ではあるが仮置をする工法によった。即ち、現場近くの土捨場を一時的に仮置場として利用し仮置場を原石山（透水性材料として使用、岩質は砂岩、泥岩、シルト岩凝灰岩の互層で、比重は2.72、圧縮強度は100kg/cm²程度）から採取した岩を敷均して排水を良好に保ち、土取場から20cm~30cm程度にブルドーザにより薄くはぎとった不透水性材料を選び込み、ブルドーザにより厚さ3m位に積み上げて転圧しカマボコ形に整形して雨水等の排除を容易にした。同時に雨水の侵入防止、凍結防止のため、大型のビニールシートを用意した。施工に当っては毎日行った含水比測定の結果が施工含水比以内であれば、ブルドーザにより薄くはぎとりトラクターショベルにより積み込みダンプトラックで堤体に運搬し転圧を行った。

本ダムの施工計画に当っては不透水性材料と透水性材料の月間施工日数をそれぞれ13日と20日で計画し、工期は当初昭和49年11月までとしたが天候にも恵まれ、不透水性材料の仮置法も大きな効果を上げて、予定より早く

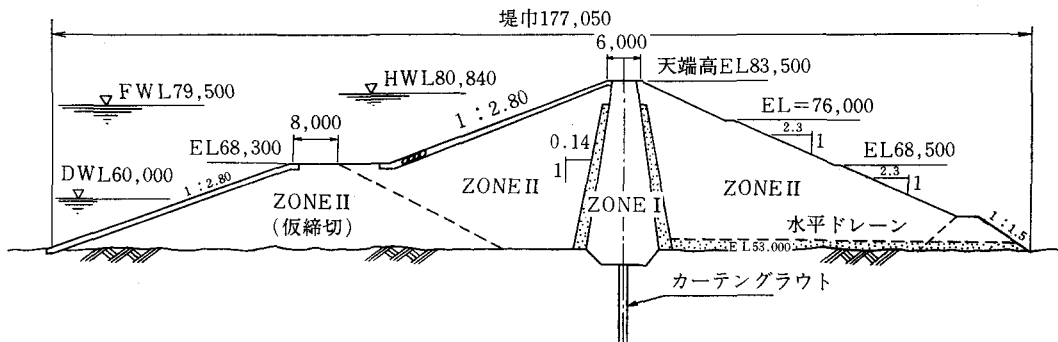
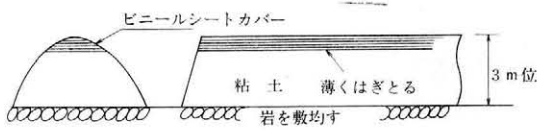
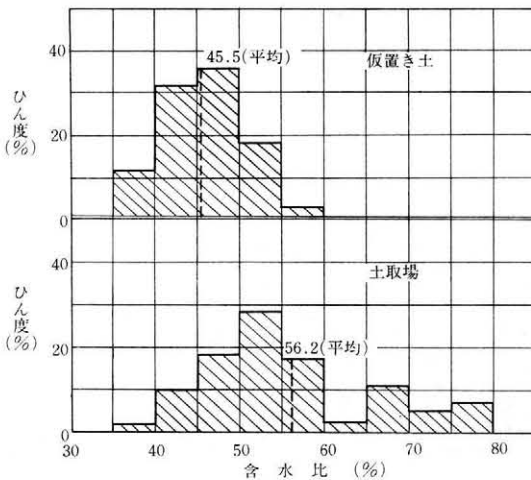


図-2 戸面原ダム堤体標準断面図



図一 3 コア土の仮置



図一 4 自然含水比と仮置含水比

昭和49年7月には盛立を完了した。また堤体上流斜面には波浪の作用による破壊防止として法面保護工が必要であるが、本ダムでは捨石保護工を行った。千葉県には強固な岩が産出されず風化に対しても弱いため、経済性も考えて隣接する君津市にある製鉄所から産出される鉱滓を捨石材として使用した。

(4) 洪水吐、取水施設

洪水吐の型式は側溝流入式として設計、施工を行った。その中で側壁等の構造の安定を図るため、異形棒鋼によるアンカー工法とグラウトロックボルトによる工法について供試体による引張試験を実施し、その結果から施工性及び安全性に優れたグラウトロックボルト工法を採用し実施した。現場においてはロックボルト定着後、全数について引張検査を行い所定の耐力があることを確認した。

取水設備については、斜樋と取水塔との比較を行って直接取水による斜樋とし、操作方式は電動式とした。また取水口は $Q_{max} 1.163 m^3/s$ から $800mm \times 800mm$ を5孔設置したがその間隔は躍層水深を検討し、3.20mとして温水の取水に配慮した。

(5) その他付帯設備

付帯設備の主なものとしては、流木防止網及びインクラインが上げられるがこれらは昭和54年度に実施した。流木防止網は鋼管ドラムを浮子とした鋼製網と合成樹脂を浮子とした化繊系網との二種類に限定されるため、近

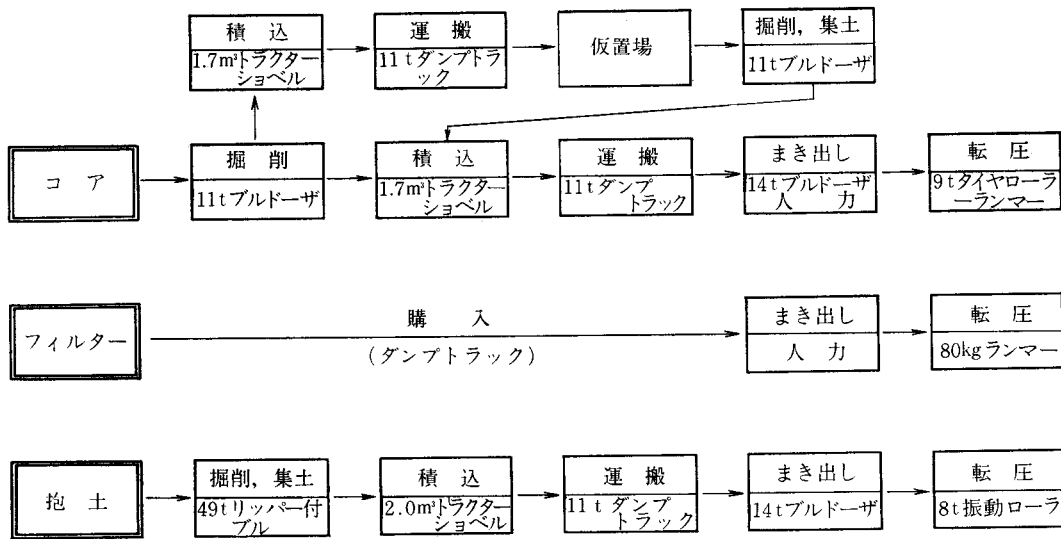


図-5 組合せ機械の流れ図

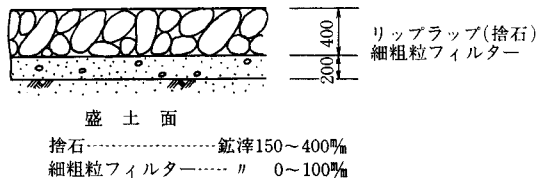
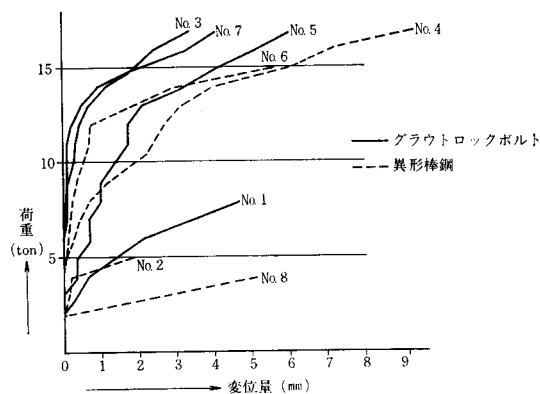


図-6 法面保護工

隣ダムの実績，地形，気候及び経済面（相当の違いがある）を検討して，後者を採用した。この流木防止網については全国各地のダムで実施されているにもかかわらず，設計基準的なものが整備されていないためメーカーサイドの経験的なものに頼らざるを得なかった。

インクラインではその設置場所に適地が少なく，位置決定に苦慮し角度は急(50°)であったが，斜樋のすぐ脇に設け台車の下部に集じん受けとして約2.2㎡のホッパーを組み込み多少の工夫をしてみた。



(注) 荷重はセンターホールジャッキにより載荷し、荷重上昇1.0tonピッチとした。又、変位は、荷重上昇1分後の変位を測定した。

図-7 引張試験結果

表-3 供試体の試験数

岩盤状態	供試体番号	供試体形状 (mm)	本数	備考
破 碎 部	No. 1	グラウトロックボルト $\phi 25 \times 2,500$	1本	グラウトロックボルト，異形棒鋼とも口径は $\phi 25\text{mm}$ とし，岩盤への埋込長は2.5m，3.0mの2種とした。
	No. 2	異形ボルト $\phi 25 \times 2,500$	1	
やや良	No. 3	グラウトロックボルト $\phi 25 \times 3,000$	1	
	No. 4	異形ボルト $\phi 25 \times 3,000$	1	
良 質	No. 5	グラウトロックボルト $\phi 25 \times 3,000$	1	
	No. 6	異形ボルト $\phi 25 \times 3,000$	1	
	No. 7	グラウトロックボルト $\phi 25 \times 2,500$	1	
	No. 8	異形ボルト $\phi 25 \times 2,500$	1	

(6) 管理用計器

ダム の 挙 動 観 測 と 維 持 管 理 に は 欠 か せ ない 設 備 で あ る が、本ダムでは間隙水圧、土圧及び地震計を堤体盛立時に埋設したが、一部観測不能なカ所も出て、計器類取扱いの不慣れによるものと反省し今後の計器埋設には十分な慎重が必要であると痛感した。また、昭和54年8月にはダムサイトの近くで落雷があり、埋設計器のチップの抵抗体に異常をきたしたので堤外部の集積回路で補充し、抵抗値に補正を加えることにより機能の回復を図った。最近の計器類はほとんどが電気抵抗体を利用したものが多いため落雷に対するより一層の改良が望まれる。

4. 用水路の設計及び施工

用水路工はダム掛り3路線、頭首工及び揚水機掛り2路線で計画しており、その内訳は表-4のとおりである。

工事はダム関係が一段落した昭和53年度から大幹線に着手し昭和55年度には南北への分水工も完了して、南北幹線の一部を施工することとしている。本地区の用水路は表-4でもわかる通り、隧道及びサイホンが多く両方

表-4 用水路工内訳表

工種	隧道	サイホン	開渠	暗渠	計
大幹線	1,299m	1,690m	—m	—m	2,989m
南幹線	2,125	1,692	402	234	4,453
北幹線	2,591	2,500	1,029	—	6,120
更和線	340	1,108	65	—	1,513
竹岡線	2,390	760	731	195	4,076
計	8,745m	7,750m	2,227m	429m	19,151m

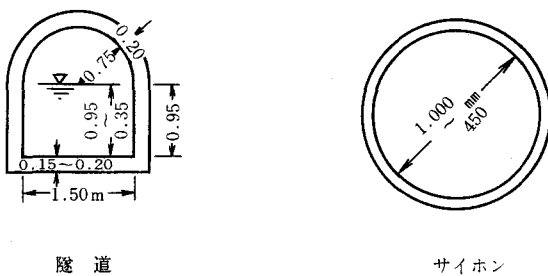


図-8 隧道及びサイホン断面図

で全体の86%占める状況で工事費的にはかなり割高の路線である。隧道の断面は図-8で示す様な構造で、各路線とも機械施工(ズリ出し作業等)の最小断面で施工している。掘削は発破により行っているが、55年度予定地域の地質調査結果から見ると一軸圧縮強度で60 kg/cm²以下と前年まで(160~303 kg/cm²)に比べかなり軟らかく、施工カ所も下流に行くに従って人家が多くなり、昼夜の発破による音と振動等社会的影響を考慮して、機械

(ロードヘッダー)による掘削を検討している。しかし内空断面が小さく、ミニロードヘッダーの使用となるため、その所有台数や過去の使用実績及び歩掛り決定等、諸問題を整理して使用の可否を決定したいと考えている。

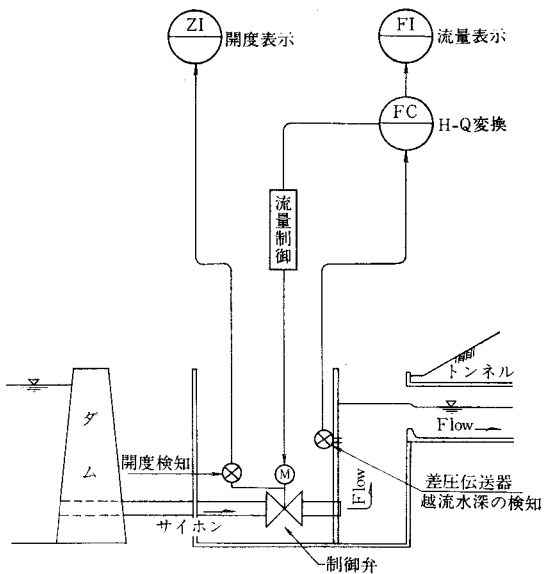
サイホン工については使用する管種により相当工事費が左右されることから、管種の決定に当っては種々の面から検討を加えた。検討対象管種としては、強化プラスチック複合管(FRP)、プレストレストコンクリート管(PCP)、石綿セメント管(ACP)及びロール転圧鉄筋コンクリート管(RCP)についてその優劣を比較した。その結果を要約すると強度的には高価であるがFRPがもっとも良く、経済的にはRCPが最も有利となった。さらに施工性及び将来の維持管理面を考慮しながら過去の施工例を見ると、RCPは不等沈下等による継手部からの漏水事故が多く、ACPに比較するとその継手部分の数も倍近く、長期間の使用には不安が生じた。そこでACPの機械的性質を見るとRCPに比べて継手部の「ぬけしろ」や許容曲げ角度が大きく不等沈下等に対する適応性が高く、水密性の保持に信頼度がある。これらのことを総合的に判断して、経済的には第2位であるが標準的な埋設深(耕地下0.60m、道路下1.20m)ではACPの使用とした。施工に当ってはメーカーからの指導工派遣を求め、施工に万全を期すと共に継手部全カ所の漏水テストを実施した。

5. 通水流量の観測

取水時の流量調整は、前述の斜樋ゲートの開度によることでは取水位等の関係から困難であるため、ダムに一番近いサイホンと隧道との取付部分に越流ゼキを設け、その水深を測定することによって、サイホン途中のパタフライバルブの開度を調整し必要流量が確保できる様にするべく現在検討を加えている。その概要を示すと図-9の様になるが、越流部での水深による理論流量値と実際とに誤差が生じた場合は図-9のFC部(フローコントローラー)に組込まれるH-Qカーブを変更できる様にする考えである。

6. 用地買収等補償関係

ダム建設には池敷となる用地の取得やそれに関連する各種補償が解決されることが当面の最大課題であり、本ダムも昭和45年8月にその作業に入ったが当時の担当者の話を聞くと困難を極めたという。水没戸数は8戸であったが強い反対に会い、また水没面積35haの約半分は水田であったのでほとんどの耕作農地を失う人も出て、ダム建設反対の声が上がった。しかし根気よく交渉を重ねる内に、関係者90人の代表15人による戸面原ダム対策委員会が設置され、補償交渉は対策委員会との間で進められ



図一 9 流量観測システム概要図

た。1年4ヶ月の期間を要して、昭和46年12月に交渉が妥結したのであるが、その対策委員会は現在も存続しており、ダム周辺の残工事については、対策委員会と協議して工事を実施している。

補償交渉を進めていく中で別途に対策委員会と市との間でダム周辺の開発事業について協議され、①簡易水道の設置、②集会所、公民館の建設、③集乳所施設の改良、④周辺市道の舗装を実施して行くこととなり、事業費1億1千万円は、県と市が負担し県は25%の補助を行うこととなった。ダム建設による水没周辺部落には、貯水によるメリットがなくこの様な事業で対応を図ることはやむを得ないことであろう。

用水路工については工事を開始する時点になって、隧道やサイホンの部分は地上権の設定を、分水工等構造物の出来る所は用地買収を行っているが、工事を実施する段階で路線に近隣する家で使用している井戸水への影響問題が出て来た。富津市では市営水道が実施されているが、それは街中のごく一部にすぎず、本事業の受益地内は水道施設は皆無といって良く、住民個々が生活用水の確保を行っている。その大部分は地下水に水源を求め

浅井戸(6m~8m)が多く深井戸(30m~40m)の所もある。また、山肌の岩の亀裂からしみ出して来る水をためたり、山自体に横穴ボーリングを行って有孔管で集水し、家まで延々と数百メートルも引水している場合もある。昭和53年、54年に用水路工を実施した地域は、少し日照りが続くと生活用水に支障をきたすほど水源にとぼしい地域で、隧道やサイホンの工事により地下水の流れを遮断するのではないかと近隣住民から不安の声が出て、事前に別途の水源を確保しないと工事の実施は“ストップ”とまで強硬な意見が出され、その対応に苦慮した。幸いにも以前から路線沿いの家庭用井戸の水位観測を行っていたのでそれらをもとに地下水調査を実施して、使用中の井戸水が枯渇するかどうか、地質的な面からも調査し工事による影響を判定した。枯渇すると思われる井戸や、岩の亀裂からのしみ出し水が枯渇する可能性が大きい所に対しては、工事による影響のない場所に新たに水源を確保してから工事に着工した。過去2年間では枯渇が予想された2ヶ所の内、1ヶ所は完全に枯渇したが他の1ヶ所は水量も減少することなく従来通り利用されている。

地下水の状況は目に見えないだけに改めてその流水の複雑さを知るとともに残り多い用水路工事の実施に当って貴重な体験をした思いである。

7. むすび

昭和45年に池敷の用地買収、補償からスタートした本事業は過去10ヶ年の間に数多くの人々の協力を得て実施され事業の中核をなすダムの建設も完了して、55年度に一部の周辺整備を行い、貯水を開始する予定である。ダム対策委員会も現在ではダムの早期満水による一区切りをのぞんでおり、貯水への準備は整った。55年度には大幹線用水路も完成するので貯水の状況を見ながら通水試験を実施したいと考えている。本事業は用水路工の残工事も多く、本文中ではふれなかった頭首工、揚水機工もこれから実施するので施工に際して種々の検討を必要とするであろう。これらの実施状況について別の機会を得て、報告したい。

本稿は事業の概要をいかつままで述べただけであるが工事施工中の状況を話していただいた担当者各位に対し、誌上から謝辞を申上げる次第である。

群馬用水の利水転用と予備取水工

稲 葉 延 寿*

目 次

I 群馬用水事業概要……………(44)	2. 断水実績……………(47)
II 転用の概要と背景……………(44)	3. 断水の影響……………(48)
III 変更用水計画……………(45)	4. 予備取水工の計画……………(48)
1. 受益面積……………(45)	(1) 予備取水量……………(48)
2. かんがい期間……………(45)	(2) 予備取水工の位置決定……………(48)
3. 変更用水計画の総括……………(46)	(3) 施設計画……………(51)
IV 新規利水の事業概要……………(46)	5. 予備取水工の負担割合……………(51)
V 予備取水工……………(47)	VI む す び……………(52)
1. 予備取水工の必要性……………(47)	

I 群馬用水事業概要

群馬用水の対象地域は関東平野の北西部にあたり、群馬県中央部の赤城山、榛名山、子持山の山ろくにひろがる南北 20km、東西 30km にわたる面積約 230km²の地域である。

そして、利根川を中心に標高 500m 以下の山ろく農地のうち、前橋市をはじめとする 3市 4町 10カ村におよぶ、およそ 10,000ha の区域を対象に、畑作安定のための畑地かんがい、地力維持増進を計る田畑りんかん、さらに常時用水不足を訴える既成水田に対する用水補給等の土地改良事業を実施することにより、この広大な山ろく農地を開発して、地域農業の高度化、近代化に寄与することを目標としている。

これに要する水源は利根川総合開発計画の一環として奥利根上流に築造された矢木沢ダム（多目的）に依存するもので、本ダムより放流された水と利根川河川自流を併せ、最大 19.68m³/sec、夏季灌漑期平均 13.60m³/sec、冬季灌漑期平均 2.72m³/sec を取水するものである。

この取水は沼田市岩本地先にある東京電力佐久発電所の綾戸取水ダムの上流 60m の右岸に取水工を設置し、これより導水幹線約 4 km、赤城幹線約 32.8km、榛名幹線約 23.6km を新設し、さらに支線水路・揚水機場等により受益地に用水を供給するものである。

本事業の早期完成を期待する地域農民の要望もあって、昭和 38 年、利根川水系水資源開発基本計画の一部変更により、水資源開発公団事業として実施することとなり、同年 10 月農林大臣からの事業実施方針の指示によって直ちに建設所を開設し、翌 39 年 10 月導水路幹線工事に着工し、その後、わずか 5 年余りのさい月を経て、昭

和 45 年 3 月に公団営群馬用水の全事業が、115 億円余りの費用をかけて完成した。

引続き管理に入り（昭和 45 年 4 月）、以来今日まで 10 年を経過し、地区内の県営かんばい、ほ場整備事業等の進捗も、その殆んどが完了の段階に至っている。

管理は、取水施設、幹線水路及び揚水機場は公団が担当し、公団営支線並びに県営支線水路は群馬用土地改良区が管理している。

II 転用の概要と背景

公団営事業の完成と同時に発生した開田抑制問題との関連から、本計画の開発の柱とも言うべき田畑りんかんの実施を中止せざるを得なくなり、併せて都市化の進展等も重なり、開発方針の再検討を余儀なくさせられた。

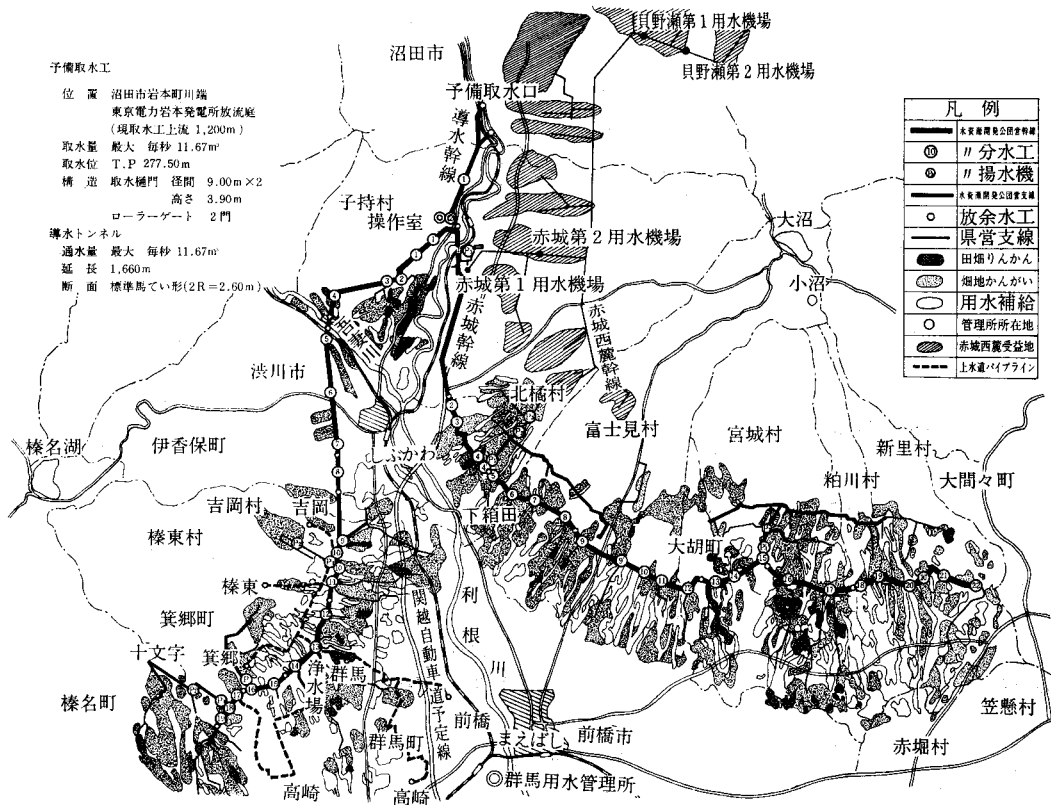
その結果、昭和 48 年度に県営かんがい排水事業、昭和 51 年度には県営大規模ほ場整備事業の計画変更が行なわれ、これにより事業の推進を行なってきたのである。

このような経緯から、当初計画をもって完成している公団営造成施設とその後の情勢変化に対応しながら進めてきた末端開発との間では、必然的に水と施設についての不整合が生じてきていることは否定できず、このことがひいては事業の償還計画、管理費の負担等を含めて、本事業全般に亘る問題としての課題とされてきたのである。

昭和 52 年度実施した群馬用水利水高度化調査は、このような背景と課題にもとづいて、群馬用水の最終的な農業用水計画を策定し、そのうえで造成された施設と水の有効な活用計画を検討することを目的として実施した。その結果当初の群馬用水計画によって取得している利水量に余裕が生じることが明らかになった。

一方、前橋市と高崎市を中心とする 17 市町村において

* 水資源開発公団群馬用水管理所



図一 群馬用水事業概要図

は、人口の増加、生活水準の向上、産業活動の拡大等に
 伴い都市用水の需要が増大しており、今後の水需要の増
 大に対する水源措置として、地下水に依存することが困
 難な現状においては、群馬用水の余剰水を転用して利用
 することになったものである。

また、赤城西麓地区約2,400haの畑作地帯は、台地上
 のため水利に恵まれず不安定な農業経営となっており、
 当該地域の農業振興をはかるため、関東農政局及び群馬
 県において大規模畑地かんがい事業を実施することにな
 っているが、当該事業のかんがい用水として群馬用水地
 域の余剰水を利用するものである。

III 変更用水計画

1. 受益面積

受益面積は附帯事業の実施過程において、逐次確定し
 たものを基礎とし、今後の実施予定面積については土地
 改良区、市町村を通じ確定したものであり、下表の通り
 である。田畑りんかん面積の減少に対し用水補給面積が
 大幅に増加した要因は、当初計画樹立以降の昭和35年、
 昭和36年の干ばつにより、農民自身が既成田の水源とす
 る地区内中小河川の水不足を体験したことによるもので
 ある。

2. かんがい期間

夏期かんがいの期間は稲作期間をもって決定している
 が、近年田植機の導入等により田植が早期化の傾向にあり、
 これまでの取水管理をみても冬期分の運用等により
 対応してきた実績から、下記の通りかんがい期間を変更
 する。

表一 開発種別受益面積

区 分	田畑りんかん ha	畑地かんがい ha	用 水 補 給		計 ha
			一部補給 ha	全量補給 ha	
当初計画	3,972	4,938	1,078	217	10,205
利水高度化調査	442	3,749	2,966	292	7,449

表-2 かんがい期間

区 分	夏 期 かん がい 期			冬 期かんがい期
	代 か き 期	普 通 期	計	
当 初 計 画	6月21日～7月5日 (15日間)	7月6日～9月25日 (82日間)	6月21日～9月25日 (97日間)	9月26日～6月20日 (268日間)
利水高度化調査	6月1日～6月30日 (30日間)	7月1日～9月25日 (87日間)	6月1日～9月25日 (117日間)	9月26日～5月31日 (248日間)

3. 変更用水計画の総括

表-3による。

関連事業 (イ) 県営畑地帯総合土地改良事業

(ロ) 群馬用水管理事業

IV 新規利水の事業概要

(1) 赤城西麓事業

地域及び面積 群馬県利根郡利根村外4村

約 2,400ha

用水計画 畑地かんがい 最大 1,667m³/s

平均かんがい期 0.87m³/s

非かんがい期 0.19m³/s

概算事業費 約 100億円

(2) 群馬県央第一水道

取水量 最大 2.0m³/s

計画一日最大給水量 日量 160,000m³

給水対象市町村 前橋市、高崎市外4町村

計画目標年次 昭和63年度

取水開始予定年月日 昭和56年7月

(3) 高崎市水道

取水量 最大 0.175m³/s

計画一日最大給水量 日量 15,000m³

表-3 変更用水計画(余利水配分)表

区 分	面 積	夏 期 (6月1日～9月25日)				冬 期(9月26日～5月31日)			年間容量 (千m ³)	
		容 量 (千m ³)	平均水量 (m ³ /s)	最大水量(m ³ /s)		容 量 (千m ³)	平均水量 (m ³ /s)	最大水量 (m ³ /s)		
				代かき期 (6.1～ 6.30)	普通期 (7.1～ 9.25)					
当 初 計 画	10,205 ^{ha}	(119,926) 114,139	(11.86) 13.60	19.60	19.68	(57,306) 63,093	(2.67) 2.72	4.80	177,232	
変 更	農業用水									
	群馬用水	7,449 ^{ha}	78,782	7.79	14.22	13.85	38,425	1.79	2.86	117,207
	赤城西麓用水	2,400 ^{ha}	8,796	0.87	0.82	1.67	4,041	0.19	0.63	12,837
	計	9,849 ^{ha}	87,578	8.66	15.04	15.52	42,466	1.98	3.49	130,044
差 引 水 量		32,348	3.20	4.56	4.16	14,860	0.69	1.94	47,208	
計 画	上水道用水									
	県央第一水道	6市町村	20,218	2.00	2.00		11,035 (42,854)	0.51 (2.00)	0.51 (2.00)	31,253 (63,072)
	その他市町村	15市町村	12,130	1.20	1.20		3,825 (25,713)	0.18 (1.20)	0.18 (1.20)	15,955 (37,843)
	計	16市町村	32,348	3.20	3.20		14,860 (68,567)	0.69 (3.20)	0.69 (3.20)	47,208 (100,915)
合 計		119,926	11.86	18.72		57,306 (111,033)	2.67	4.18	177,232 (230,919)	

註 (1) 当初計画の夏期は6月21日～9月25日、冬期は9月26日～6月20日

(2) 当初計画欄の()外の水量は、当初計画期間区分によるものであり、現水利権水量

(3) 当初計画欄の()内の水量は、変更計画期間区分に修正した水量であり、差引水量の算定に当たって用いた水量

(4) 変更計画欄の()外の水量は余剰水充当可能量

(5) 変更計画欄の()内の水量は水道計画所要水量

表一 4 市町村別上水道用水群馬用水依存水量

市町村名	総 量	内 訳		備 考
		一 般	県央第一水道	
赤 城 村	4,000	4,000	—	計画目標年次は、県央第一水道は昭和63年、一般は70年。 取水開始予定は県央第一水道は昭和56年、一般のうち、高崎市は昭和55年、その他は未定。
北 橋 村	3,800	3,800	—	
富 士 見 村	7,000	7,000	—	
前 橋 市	73,900	—	73,900	
大 胡 町	4,000	4,000	—	
宮 城 村	2,200	2,200	—	
粕 川 村	4,700	4,700	—	
新 里 村	5,200	5,200	—	
子 持 村	5,300	5,300	—	
渋 川 市	30,000	30,000	—	
吉 岡 村	7,400	1,500	5,900	
榛 東 村	4,900	500	4,400	
群 馬 町	22,800	13,500	9,300	
箕 郷 町	7,700	2,800	4,900	
高 崎 市	89,500	15,100	74,400	
榛 名 町	4,000	4,000	—	
合 計	276,400	103,600	172,800	

(1.20m³/s)

(2.00m³/s)

計画目標年次 昭和55年

取水開始予定年月日 昭和55年7月

(4) その他市町村(需要発生が昭和70年となっております事業化されていない。)

取水量 最大 1.02m³/s

V 予備取水工

1. 予備取水工の必要性

群馬用水は公団営事業が完了以来54年度をもって、10年間の維持管理をおこなって来たが、管理開始以来、東電綾戸ダムのゲート操作に伴う群馬用水の断水は最大の懸案事項となっている。綾戸ダムのゲートの放流は発電所の点検・整備に伴うものと、出水(500m³/s以上)に

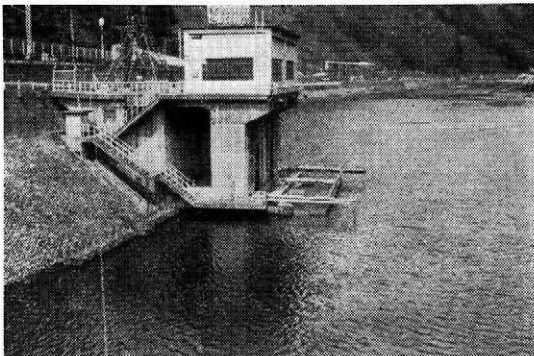
伴うものに大別されるが、何れも計画時点より予想されたものであった。当時は取水不能時は末端バルブを閉鎖して、パイプライン内の充水を保持するように関係者を督励指導することとして計画されたものであるが、実際の管理段階に入った断水時の対応状況は、約7,000ヶ所のバルブ閉鎖率50%余と想定される。このような状況は農家の経営規模、労働事情等々からみて、止むを得ないものと判断され、その対応策として綾戸ダムからの取水不能時にも保安用水を取水出来るよう予備取水口を設置すべきであるとの結論に達した。一方、群馬用水の一部上水道への転用、ならびに赤城西麓地区への畑地かんがい用水の供給の計画等を総合的に勘案し、水資源開発公団管理事業のなかで、当該取水口を上水と農水(群馬用水+赤城西麓用水)の多目的施設として建設することで、55年度から財政当局に認められたものである。

2. 断水実績

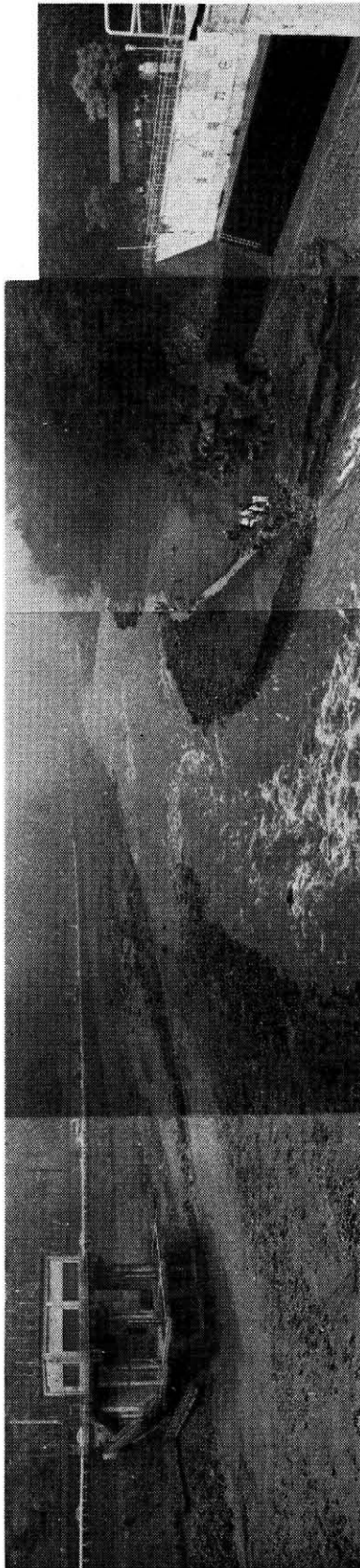
群馬用水取水口(沼田市岩本町大字巻518番の3地先)は東京電力佐久発電所綾戸取水工右岸から取水しているが、綾戸ゲート発電水路の点検補修及び洪水時に於けるゲート操作(綾戸地点で洪水量500m³/s以上になればゲート開放)等によりゲートが開放されると、取水口の構造上(綾戸取水工全可動敷高271.2m、群馬用水取水口敷高272.8m)断水を余儀なくされている。

取水口での断水実績は表一5の通りである。

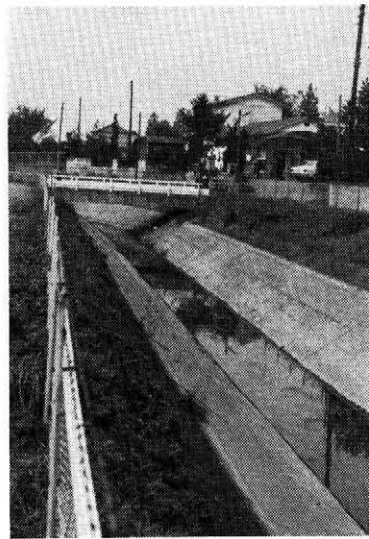
東京電力は上記断水実績のとおり、定期点検のため年2回のゲート開放及び洪水時の緊急放流を年1~2回行



写真一 1 群馬用水取水工(下流側より)
(ダム水位常満:取水中)



写真一 2 ダムゲート開放により取水不能の群馬用水取水工（下流側より）



写真一 3 断水により通水出来ない開水路

っている。

3. 断水の影響

- (1) 本地区末端用水施設は自然圧利用の管水路であり、断水発生後も末端ではかん水が続けられ、管路内は空白状態となり断水後の再通水作業には多大の労力と時間（断水日を加えて5～6日）を要する。このため、溪流水源を持つ一部補給田を除く田畑りんかん・畑地かんがい等は断水による影響を直接受けている。
- (2) 施設園芸等の年間水利用が普及定着した現在、断水による影響は営農上支障を来たしている。
- (3) 断水後の再注水時における管内水圧変化や空気混入によるパイプラインの故障が多く発生している。

4. 予備取水計画

(1) 予備取水量

図一 2 に期別取水パターンを示す。この取水量では群馬用水のうち溪流に水源を持つ一部補給田は除いている。ピーク取水量は次のとおりである。

- 群馬用水……6,807 m^3/s
 - 田畑りんかん 1,390+畑地かんがい 3,840+全量補給 1,577=6,807 m^3/s
- 赤城西麓……1,667 m^3/s
- 上水道……3,200 m^3/s
 - 県央第一……2.00 m^3/s その他市町村 1.20 m^3/s
- 合計………11,674 m^3/s

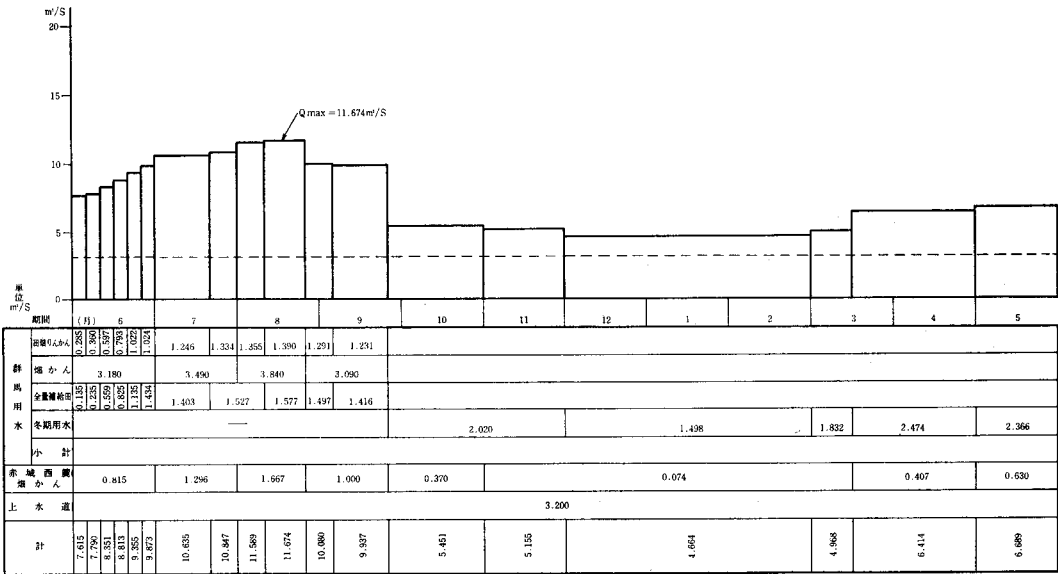
(2) 予備取水工の位置決定

取水地点の位置選定にあたっては、佐久発電所綾戸ダム上流から自然取水する案と、綾戸ダム及び導水路附近の利根川よりポンプアップして導水路に注水する案とが考えられ、それぞれ数案について比較検討した結果、岩本発電所テール取水案を採択した。

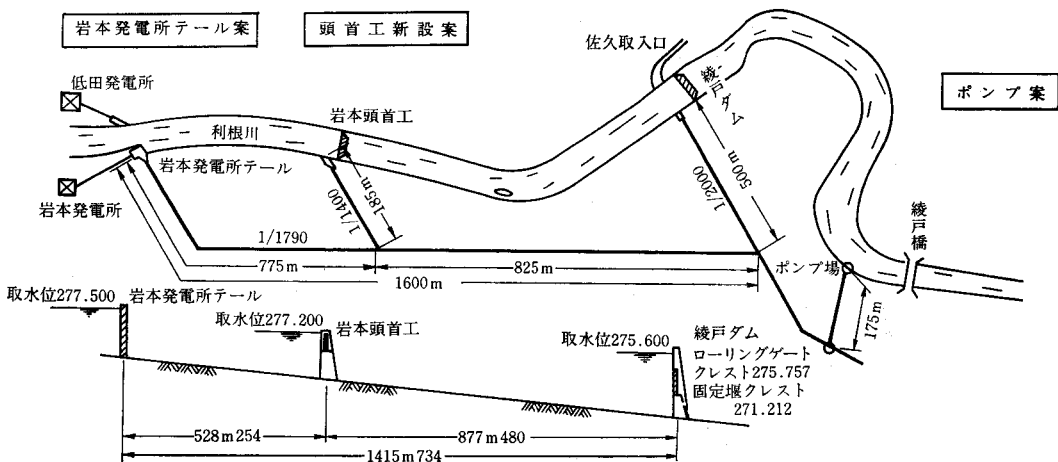
各案のうち主な案の概要と利点、欠点は次のとおりで

表一 断水実績表(原因別, 時期別)

年度	発電所点検		洪水時管理		補修工事		計		主かんがい期(6~9)		非かんがい期(10~5)	
	回数	延日数	回数	延日数	回数	延日数	回数	延日数	回数	延日数	回数	延日数
46	2	8	1	4	1	15	4	27	1	4	3	23
47	2	4	1	2	1	15	4	21	1	2	3	19
48	1	3	—	—	1	16	2	19	—	—	2	19
49	1	6	—	—	1	5	2	11	—	—	2	11
50	2	4	—	—	—	—	2	4	—	—	2	4
51	2	4	—	—	—	—	2	4	—	—	2	4
52	2	4	—	—	—	—	2	4	—	—	2	4
53	1	2	1	2	—	—	2	4	1	2	1	2
計	13	35	3	8	4	51	20	94	3	8	17	86



図一 計画取水量



図一 取水地点付近見取り図

ある。

i) 頭首工新設案

綾戸ダムと岩本テールの間に農業独自の頭首工を新設して取水する案で、頭首工は堤高、1.20m、固定堰2.60m、可動堰2.00mの3連である。

頭首工設置点は綾戸ダムの背水の影響を受けず、また上流岩本発電所テールに背水の影響を与えない範囲に限定され、綾戸ダムの上流 887m の地点に設置する。

本案の利点・欠点は次の通りである。

利点 a) 綾戸ダムより取水する場合と同様に取水条件が安定している。

b) 綾戸ダムは完成以来既に52年(昭和3年11月竣功)を経ており、その耐用年数を考慮すると独自の施設のほうが将来有効である。

欠点 a) 堤高が極めて低いため取水口は60cmの越流で幅25mを要する。

b) 取水口前面の水深が浅いため(水深1m)、土砂流入のおそれがある。

c) 可動堰が20m 3連となり維持管理費が嵩む。

d) 本地点の洪水量は 8,000 m^3/sec で下流綾戸ダムの影響で洪水位は非常に高く(EL 285.76m)、治水上頭首工を設置することは思わしくない。

e) 頭首工設置点はアユの漁場で漁業補償の問題がある。

f) 他の案に比較して工費が増大する。

ii) 岩本発電所テール取水案

綾戸ダムの上流 1,415m の利根川右岸にある岩本発電所の放水庭より取水する案である。

岩本発電所は昭和18年4月着工、昭和24年2月完成したもので、使用水量30.5 m^3/s 、常時12.8 m^3/s 、発電力最大27,300kW、全落差121.5m、水路延長14,620mである。

本案の利点・欠点は次のとおりである。

利点 a) 発電の放水をそのまま取水するため土砂の含有量が少ないから用水として適当であり、沈砂

池が不要となる。

b) 他の案に比し構造物設置のスペースがあるので、施工が容易である。

欠点 a) 発電所が運転休止した場合は取水が不可能となるので、他の案に比して取水条件が不安定であるが、佐久発電所と同時停止は殆んど考えられない。

しかし、東京電力によると岩本発電所が戦時中から戦後にかけて施工されたため、工事が良好とはいえないので、修理の頻度は増加することが予想されるとのことである。

b) 発電休止が佐久・岩本両発電所にわたる場合は河川より自然取入を必要とする。

また、自然取入の際に放水庭内に土砂の堆積があり、その排除を必要とする。

iii) ポンプ案

綾戸ダムの下流1,500m地点に約100mの集水路を利根川に設けて取水を行い、ポンプアップで第一横坑(導水路建設の際仮設トンネルとして設置)の改修水路により導水し、群馬用水の導水路に合流させるものである。

本案の利点・欠点は次の通りである。

利点 a) 機械取水であるので、取水条件が安定している。

b) 綾戸ダム下流の工事であり、施工が容易である。

c) 横坑を利用でき、また、延長が短かいので他案より工期が短い。

d) 発電所の操作に関係せず、独自に取水することができる。

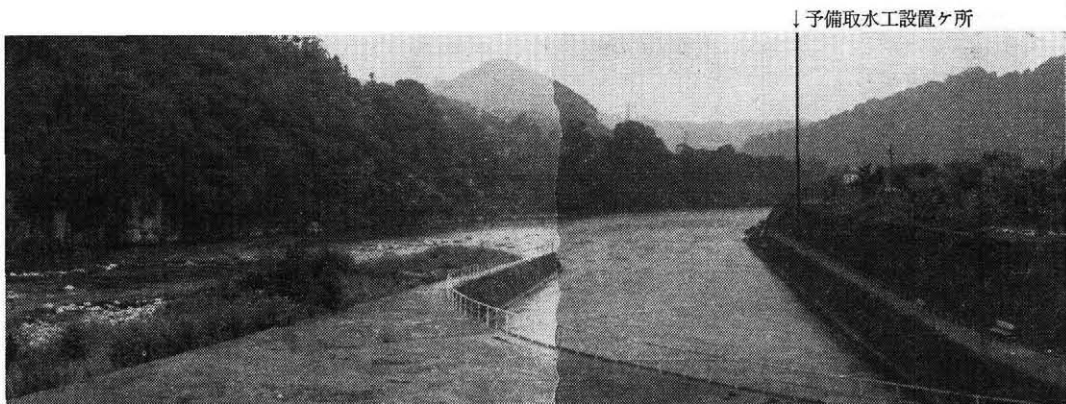
欠点 a) 他案に比し、維持管理が高額である。

b) ポンプ施設費が高額である。

c) 休止期間中の維持管理・試運転が必要である。

d) 洪水後の集水路内の滞砂掃流が必要である。

e) 河川敷内構造物であり、洪水の構造物に与える影響が大きい。



写真一4 予備取水工位置(左岸利根川本流, 右岸東電岩本発電所放水庭)

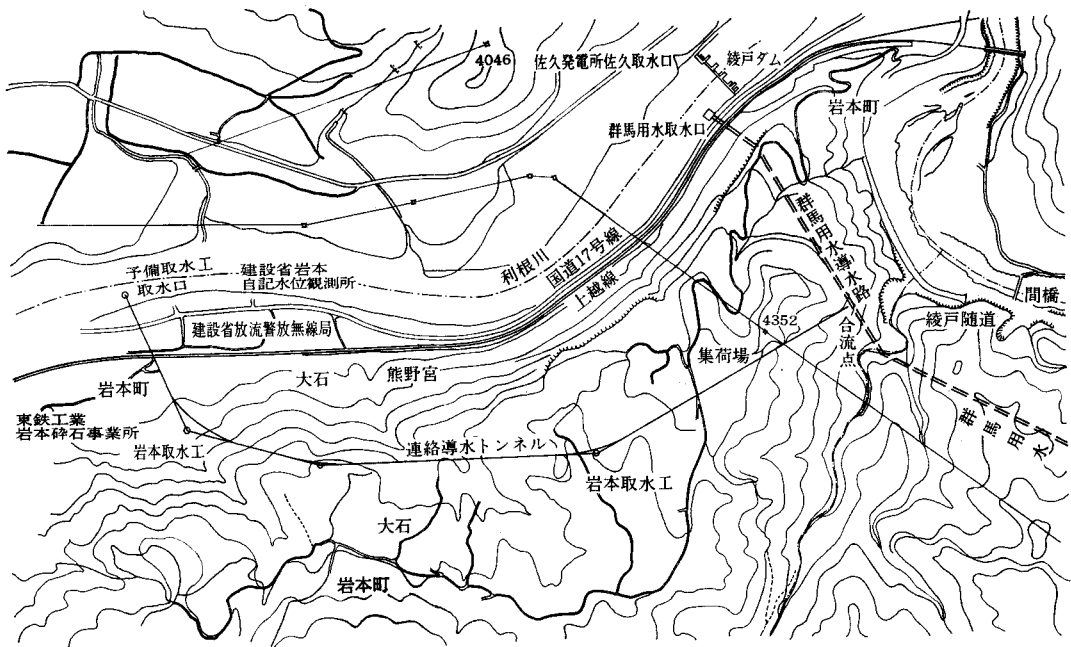


図-4 予備取水工一般平面図

(3) 施設計画

i) 取水地点

沼田市岩本町地先(東電岩本発電所放流庭)

ii) 施設

予備取水工 最大取水量 毎秒 11.674^m³
 取水位 T. P 277.50m
 構造 取水樋門 径間 9m×2
 高さ 3.9m
 ローラーゲート 2門

導水トンネル 最大通水量 毎秒 11.674^m³
 延長 1,660m
 断面 2R=2.60m 標準馬てい形
 勾配 1/650

5. 予備取水工の負担割合

予備取水工の負担割合の算出は通常管理費の負担割合にならって、使用水量割と最大通水量割の平均割合をもって決める。この値は分離費用方式の割合とも等しくな

った。

(1) 断水時使用水量と割合

イ) 農業用水

冬期発電所点検は河川量(発電量)の少ない11月～1月に集中して行っており、過去の実績により次のとおりとする。また夏期は洪水ゲート開放によるので随時発生とし、夏期平均水量を適用する。

ロ) 水道用水

5.375日×3.2^m³/s×86.4=1,486.1千^m³

ハ) 全取水量 2,570.9千^m³

ニ) 使用水量の割合

農業用水 $\frac{1,084.8}{2,570.9} = 42.20\%$

水道用水 = 57.80%

(2) 最大通水量と割合

イ) 農業用水 8.474^m³/s 割合 72.59%

ロ) 水道用水 3.200 " " 27.41%

ハ) 合計通水量 11.674 "

表-6 断水時使用水量表

期 別	月	8ヶ年発生日数	年平均発生日数	期間平均取水量	年間取水量
冬 期	11 月	13 日	1.625 日	1.802 ^m ³ /s	253.0 千 ^m ³
	12月～1月	22	2.750	1.464	347.9
	小 計	35	4.375		600.9
夏 期	6月～9月	8	1.000	5.601	483.9
計		43	5.375		1,084.8

(3) 最大通水量と使用水量の平均の割合

農業用水 $(42.20+72.59) \times 1/2=57.4\%$

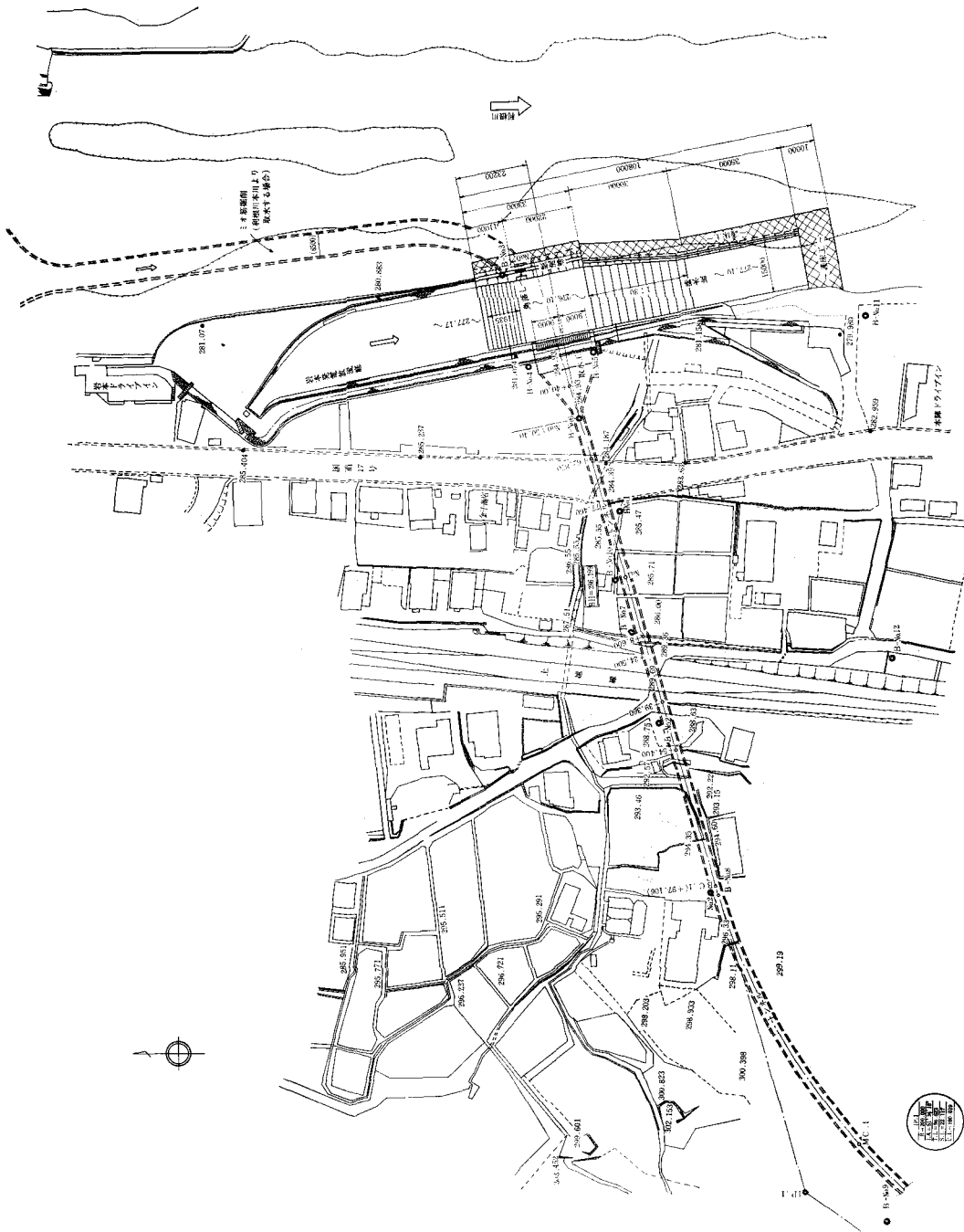
水道用水 $(57.80+27.41) \times 1/2=42.6\%$

VI むすび

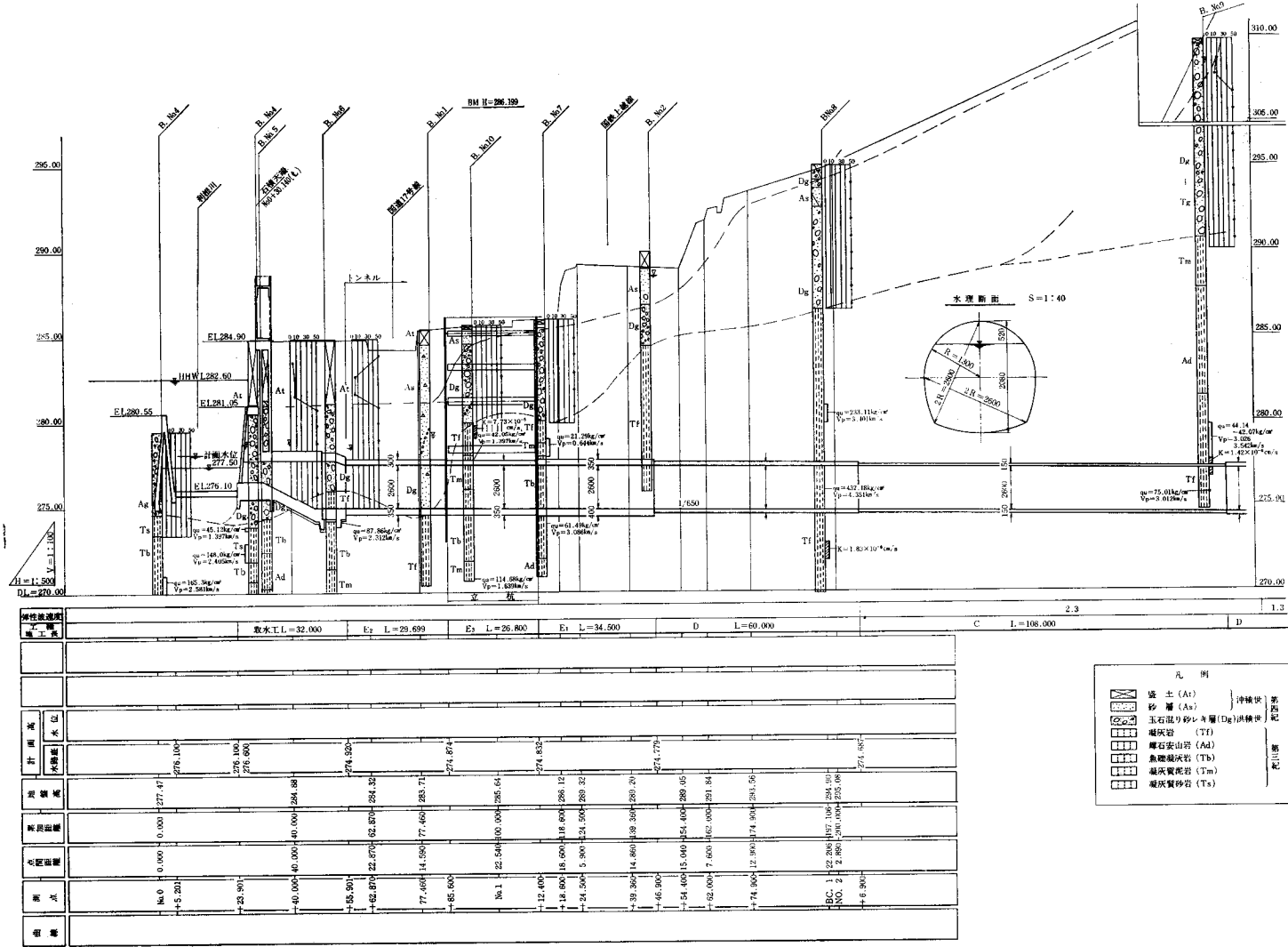
限りある水資源は自然条件に加え、人口、産業立地などの社会的条件によっても、利用条件が大きく異なりつつある。吾々の先輩が開発した農業用水も時代の流れと

共に都市用水に転用するなど、多様化と合理化が要求されている。一方、施設の利用もかんがい期間のみにとどまらず、年間通水出来る施設が要求され、かつ又、施設園芸、畜産用水などの利用が増えている現状から、1日たりとも断水のない用水施設が要求されつつある。

ここに述べた群馬用水の一例もこのような時代の要請に答え、管理費の農業側の軽減を計りつつ、限りある水資源の有効利用をもくろんだものである。



図一五 予備取水工付近一般平面図



图—6 予備取水工附近縦断图

ダムと活断層

磯崎 義正*

目 次

1. まえがき.....(54)	4. 活断層の調査.....(60)
2. 活断層について.....(54)	4-1. 資料調査.....(60)
2-1. 活断層の定義.....(54)	——活断層の存在の概定——
2-2. 活断層の運動.....(56)	4-2. 現地調査.....(61)
3. ダムと活断層.....(57)	——活断層の過去の履歴——
3-1. 活断層の評価.....(57)	4-3. 総合評価.....(63)
3-2. 活断層とダムの設計.....(59)	——活断層の将来活動の予測——
	5. あとがき——残された問題点——.....(63)

1. まえがき

近年ダム規模が巨大化するとともに、最近の震害の経験からダムの地震に対する安全性が重視され、地震による地盤や堤体の振動そのものをダムの設計に取入れる努力がなされている。

一方、最近の地震学会では、地震発生メカニズムを“地殻岩石のぜい(脆)性破壊**と考へ、その震源過程***の地表への反映が活断層である”とする考へが広まってきた。

したがって、ダムサイト及びその周辺に活断層が存在するかどうかは、ダムの安全性にとって非常に重要な問題となり、その断層の活動性や運動の規模などをどう評価するかが、ダム設計の重要な課題となってきた。

しかしながら、地質学的なタイムスケールで認定され評価された活断層を、土木工学の場で(人間の生活のスケールで)どうとらえるかが問題であるが、その検討はあまりなされていないのが現状のようである。

以下に、地質学的な活断層の意味について解説するとともに、土木工学的立場から活断層をどのように認定し、評価し、ダムの設計に反映させていくべきかについて私見を述べることにする。

2. 活断層について

2-1. 活断層の定義

最近、1/20万「日本の活断層図」を発表した活断層研究会(1980)¹⁾によると、「一般に、最近の地質時代にくりかえし活動し、将来も活動することが推定される断層を活断層という。」と定義されている。そして「……この場合、最近という年代は明確には限定されていない

が、……本書では地質年代の区切りである、第四紀、つまり約200万年前から現在までの間に動いたと見なされる断層を活断層として扱った」と述べている。

このように、最近という年代をどのように限定するかについては、研究者によってかなり違うようで、それが活断層に対する土木工学側からの対応を混乱させている大きな原因となっている。

そもそも「活断層」という用語は、active fault の和訳として1920年代頃から地形学者の論文に現れてきたもので、その当時から活断層の時代を第四紀全部とするか、第四紀後半以降とするか、あるいは完新世*だけに限るかは著者によって異っていた。その辺の時代についての最近の研究者の考へ方を次に紹介しておく。

金子史朗²⁾は、「断層の中で非常に新しい時代～更新世後期～完新世に活動したものを活(動)断層とよぶ」と定義し、地震予知という観点からは「完新世に活動したものに」に限ることが望ましいと述べている。

小出・山崎・加藤³⁾も、最近の研究では第四紀前半だけ活動し、後期には活動してない断層の例もみつかっており、それらを活断層というのはおかしい。したがって、第四紀後期に活動した証拠のある断層を活断層とする定義もある……と述べている。

活断層研究会のメンバーの1人でもある垣見俊弘⁴⁾は「第四紀に活動したことのある断層」というのは、認定のための作業上の目安であったが、それが1人歩きをして、定義となりかかっている。……と述べ、活断層の時代を第四紀全部とすることに暗に反対している。また、「日本の活断層」の編者の1人である藤田和夫⁵⁾は、「日本列島は、第四紀になって以降東北系と西南日本系の2つの独立した水平圧縮の造構歪系が存在した……」と強調しつつも、奈良盆地北部の約100万年以降何回も

* 農林水産省構造改善局資源課地質官

** 引張りをうけているせい性物質の破壊

*** 震源で起っているさまざまな過程、例えば破壊面(断層面)の拡がりやそのモーメントの状態。

* 完新世=沖積世, 更新世=洪積世という用法があるが、ここでは完新世, 更新世に統一した。

動いたと考えられる断層が、20万年前以降は活動を停止している例について述べ、このような断層は、一般的定義では活断層であるが、実際には活断層から除外してよい……と述べている。すなわち、運動の継続という意味からは、活断層ではないというわけである。

また、「日本の活断層」の中で杉村・岡田¹⁾は、いわゆる活断層は第四紀に活動した証拠の明瞭さによって、
 ③第四紀後期に形成された地形面や地層を切り、古いものほど大きく変位させているもの。
 ④第四紀初期の地層を切ってはいるが、後期の地形面や地層を変位させていないもの。
 ⑤火山地域などに多くみられるが、ある時期（例えば噴火期）に動き、以降全く活動していないもの。
 ⑥日本アルプスの稜線近くに多くみられる短い正断層で、山地上部の重力性のずれによって生じたと考えられるもの。の4つにわけ、このうち③は将来も活動する可能性が最も高く、活断層として最も注目すべきものである……としている。

最後に、1979年12月に開催された「地震を探る—地震学者と地質学者との対話—」と題する討論会の中から、活断層の時代に関する発言を要約して拾ってみよう²⁾。

新潟県下に広く分布する第四紀層の魚沼層群(220万～70万年前の地層といわれている)中には無数の断層があり、これを活断層とするとぼう大な量になる、それで70万年以降活動したものを活断層としたい(杉山隆二、東海大)。

せめて立川期、2万年以降ぐらいで活動したものを活断層とよべばよい。その前の断層を「新期断層」とよんだらどうか(藤田至則、新潟大)。

更新層は特殊な場合を除き年代が決めにくい。それで完新世(1万年以降)に活動したものをよんだらどうか(紺野義夫、金沢大)。

化石と現世生物の境界は1万年だ。また、アクティブとかアクチュアルという形容詞のつく地質現象は、すべて1万年以降だ。それで、一応1万年以降(完新世)に活

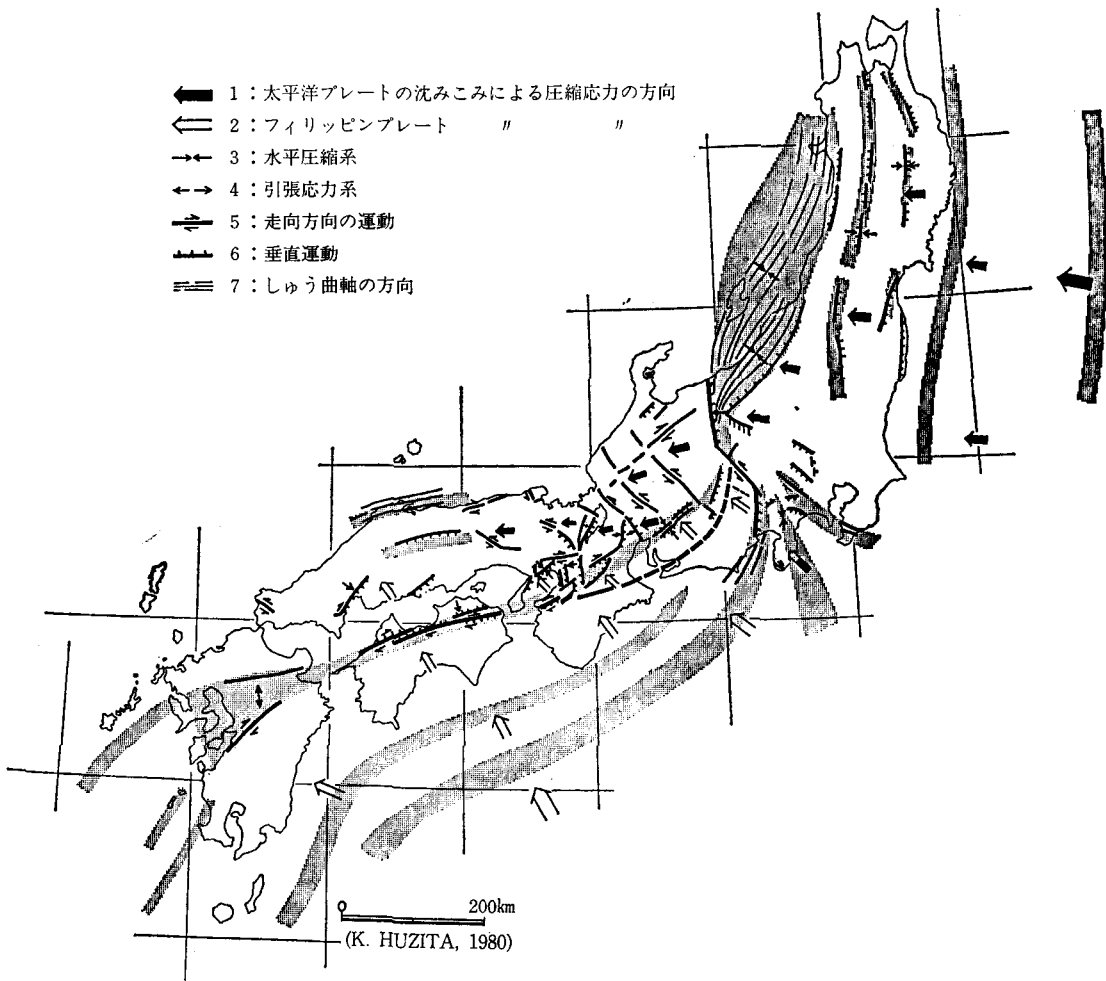


図-1 日本列島の第四紀造構運動 (藤田和夫—1980—による)

動したものを活断層とよび、将来それで不都合が生じたときは変更すればよい。そして、証拠のあるものから登録制にすべきだ(湊正雄, 北海道大)。

以上のように、活断層の年代については、最近の研究者の間でも意見は必ずしも一致しないが、その考え方は、

①更新世中期(約50万年前)以降とするものと、②完新世(約1万年前)以降とするもの、とに2大別される。

①は更新世前期の地層と中期のそれとの間の不整合を重視し、その頃日本列島の現在の形を規制した大きな地殻変動があったと推定し、それ以後の日本列島に加えらるる応力場は変わっていない…とする立場にたつものである。したがって、この時代以降に発生した断層は、現在の日本列島の応力場と同じ条件で発生したものであるから、地殻歪が断層によって解放されると考えると、その断層は将来とも活動する可能性が十分あり、これを活断層とよぼうということなのである。

②は、人間生活のタイムスケールやいろいろな地質現象からみて、常識的な線は完新世という地質学的にもよくその性格が分かっている時代に活動した断層に限定しようとする考えである。すなわち、更新世の断層についてはその時代や地殻運動の性格についてまだ不明な部分が多く、実際的ではないという考えからである。

ここで、ダムなどの重要構造物を考慮して土木地質の立場から活断層を考えてみよう。確かに、ダムの耐用年数や人間生活のタイムスケールから考えれば、②のように考えるのが現実的である。また、1万年前以降という新しい時代の地質学的過程は、比較的良好に解明されており、断層の運動もよく解明されることであろう。したがって、その運動像を数値化しダム設計にとりこむこともある程度可能と思われる。しかし、一方、①に属するものでそれが完新世に入って活動した証拠がない場合でも、若しその断層が測地学的調査から、地殻歪が蓄積されている地域*であったとしたら、それでも活断層ではないといって放っておけるかどうか甚だ疑問である。

したがって、ダムに関しては②と考えられる断層は、無条件に活断層としてとらえ、必要な調査によって具体的な運動形態を知り、対策を講ずる必要がある。なお、この場合でも先述の杉村・岡田があげた③、④のようなものは区別しなければなるまい。また、②の断層については、さらに詳しい踏査やトレンチ調査によって、その活動度や反復性を明らかにするとともに、ダムサイトの地域的な地殻応力場の状態をも検討して対策を講ずべきであろう**。

このことは、サンアンドレアス断層で名高い米国カリフォルニア州の活断層規制法(1972)が完新世に活動し

* 坪井忠二⁸⁾によれば地殻の変形が 10^{-5} のオーダーを超えると地震断層が発生するという。

** 具体的な調査法については後述。

たものを active fault と定義し、それ以外の第四紀断層を potentially active fault と inactive fault と区別していることとよく対応する。

2-2. 活断層の運動

断層運動の多くは、地質学的なタイムスケールからみて、若干の休止期をはさんで間欠的に行われるのが自然のようである。すなわち、ある時間的頻度でくりかえされるのが断層運動の本質といえる。それで、活断層の定義では、将来もそこで断層活動がくりかえされるような条件がそろっているかどうかということの方がより重要な課題となる。したがって、現在でもなお地殻歪の蓄積が考えられる場合*で断層の活動史が長く、断層面が比較的新鮮なものなどは、たとえ完新世に活動した証拠がない場合でも要注意と考える必要がある。

次に、これまで定義した活断層の運動像…すなわち、その活断層をどのようにして識別し、どの程度の確実度で存在するのか、あるいは、その活動度はどのように評価されるのかなどについて、最近の活断層関係の諸著書¹³⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾などによって解説することとする。

活断層の確実度；活断層であるか否かの認定は、一般にまず空中写真によって地形上断層による変位を示唆するような異常地形が認められるリニアメントを抽出し、次にこれらのリニアメントについて地表調査を行い、地質学的・地形学的に第四紀に活動した断層であるかどうかを判別する。しかし、全国的な活断層図を作る場合実際には表一に示すような断層変位を示す基準地形の欠

表一 主な変位基準(松田, 1978)

地	地形面	段丘面・扇状地・平野などの平坦面、浸食小起伏面、火山斜面、その他の山腹斜面、段丘崖などの急崖。
	地形線	稜線、谷、段丘面上の旧流路、カルデラなどの特徴ある地形、2つの地形面の交線(旧汀線、山麓線など)、浜堤など。

除や性質の不確かさによって、次のような確実度によるランクづけが行われる。

確実度Ⅰ：活断層であることが確実なもの。具体的には地震時に活動したもの、第四紀層を変位させている露頭がみられるもの、及び地形学的に変位が明瞭なものなどをいう。

確実度Ⅱ：活動層であると推定されるもの。すなわち、変位の性質・方向とも推定できるが、Ⅰと判定できるような決定的資料に欠けるもの。

確実度Ⅲ：活断層の可能性があるが、変位の性質や方向が明確でなく、他の原因も考えられるもの。

活断層の確実度というのは、一般の活断層分布図を作

* 例えば、地震予知小委員会がだした「観測強化地域」「特定観測地域」など。

成する過程での分類であって、確実度ⅡやⅢのものでも将来調査が進めばⅠか非活断層にくり入れらるべきものである。

活断層の活動度；活断層の過去における活動の程度を活動度とよび、次式による平均変位速度であらわす。

$$S = D/T \quad \dots\dots(1)$$

ここで、 $\left\{ \begin{array}{l} D : \text{認定に用いた断層変位基準の変位量} \\ T : \text{断層変位基準の形成年代} \\ S : \text{平均変位速度} \end{array} \right.$

活動度は、松田¹⁰⁾によって次のように分類される。

活動度A …… $S = 10 \text{ m} \sim 1 \text{ m}/1000 \text{ 年}$

活動度B …… $S = 1 \text{ m} \sim 0.1 \text{ m}/1000 \text{ 年}$

活動度C …… $S = 0.1 \text{ m} \sim 0.01 \text{ m}/1000 \text{ 年}$

このような分類は、日本の活断層地形とよく調和し、活動度に応じて断層地形に明瞭なちがいが生じている。これは、日本の山地地形の変化の速度が断層の変位速度と似ているためといわれる。すなわち、日本の山地の平均侵食深は、 $0.1 \sim 1 \text{ m}/1000 \text{ 年}$ と、B級活断層の平均変位速度と等しい。したがって、これより1オーダー低いC級では山地に断層地形が残らず、逆にA級では明瞭な断層地形が現れるのだといわれている¹²⁾。そのため、C級断層を空中写真から抽出するのは非常に難しいことであり、その数は将来調査が進むにつれ増加する可能性がある。

3. ダムと活断層

これまで述べてきたように、活断層が地震を発生させると考えると、ダムの安全にとって活断層は極めてやっかいな存在となる。というのは、ダム設計に関して次のような2つの問題を解決しなければならないからである。すなわち、①活断層の活動によるダム基礎地盤の変位とその付近に生ずる地変をどう予測するか、ということと②活断層から発生する地震動をどう予測し、それを堤体の耐震設計にとりこむか、ということである。

この2つの基本的な問題に関連して、活断層をどう評価するか、その評価をどう設計に反映していくかについて述べることにする。

3-1. 活断層の評価

活断層の活動周期；日本の活断層は、ほとんどが間欠的な地震性の断層運動を示すことが知られている。したがって、1回の地震変位量（単位変位量）と平均変位速度がわかれば、それから断層運動のくり返し周期（再来周期）を知ることができる。すなわち、

$$R = d/s \quad \dots\dots(2)$$

ここで、 $\left\{ \begin{array}{l} R : \text{再来周期 (年)} \\ d : \text{単位変位量 (m)} \\ s : \text{平均変位速度 (mm/年)} \end{array} \right.$

また、松田¹⁰⁾¹¹⁾は、日本国内の地震断層について地震

のマグニチュードMと単位変位量dとの関係を調べ次式を提唱している。

$$\log d = 0.6M - 4.0 \quad \dots\dots(3)$$

(2)式と(3)式から

$$\log R = 0.6M - (\log S + 1.0) \quad \dots\dots(4)$$

この式は非常にばらつきの多いデータに基づいて作られたもので、この式で厳密な議論をすることはできないが、問題とする活断層から発生するであろう地震のおおよそのマグニチュードや再来周期を推定することができる。表-2は(4)式を用いて各活動度毎の活断層の再来周期を試算したものである。

表-2 活断層からの地震の再来周期の試算

活 動 度		地震の再来周期	
		M=8のとき	M=7のとき
A	S=10~1mm/年	630~6300年	158~1580年
B	S=1~0.1mm/年	6,300~63,000年	1,580~15,800年
C	S=0.1~0.01mm/年	63,000~630,000年	15,800~158,000年

$$\log R = 0.6M - (\log s + 1.0) \quad \text{による試算}$$

極くおおざっぱに言えば、A級の活断層がM8級の大地震をおこす間隔はおおよそ1,000年くらいと考えられる。活動度がより低いときは発生間隔がより長くなり、マグニチュードがこれより小さい場合は、それだけ地震はひんぱんにおこることになる。

活断層による地震の規模；上に述べたことから、活動度と大地震発生間隔との関係についてのおおよその目安はついたが、では発生する地震の規模や変位量はどう推定するのだろうか、以下、松田¹⁰⁾¹¹⁾によって解説しよう。地震のマグニチュードMと断層の長さLとの関係は日本の内陸地震（ほぼM>6.5）では次のように表わされる。

$$\log L = 0.6M - 2.9 \quad \dots\dots(5)$$

すなわち、M7の地震では長さ約20km、M8では約80kmということである。さらにこの式を用いて、長さL(km)の活断層から期待される地震の最大のマグニチュードM_Lは、

$$M_L = (\log L + 2.9)/0.6 \quad \dots\dots(6)$$

また、ある活断層が地震発生なしに経過した過去t年間に蓄積された地震エネルギーの量は、そのtと変位速度Sであらわされる歪み速度に比例すると考え、そのエネルギーをマグニチュードMtに換算し、(4)式の関係を用いて次式をうる。

$$Mt = \{\log(t \cdot S) + 4.0\}/0.6 \quad \dots\dots(7)$$

このように、活断層による地震規模は2つの方法で推定されるが、実際にはMtとM_Lの間にくる値が最も確か

らしい値であるとされている。

活断層による地震発生のばらつき；

上述の地震の再来周期の数値はあくまで平均値である。その数値のばらつきはどの程度なのであろうか。松田^{10,11)}によって述べよう。

南海道沖地震は、同じ断層からくりかえし発生した大地震の例として知られているが、その発生周期は 120 ± 30 年の範囲におさまっており、ばらつきは平均周期の値の約30%の範囲内にある。その他の実際の地震断層については、発生例が極めて乏しく明確な議論はできないが、実際の発生間隔と計算上の平均間隔とは調和的であることが知られている。また、地震によって生じた完新世の段丘の比高差から地震隆起の時間間隔が知られている例も多い。

このような諸例から、特定の断層からの地震発生の間隔や変位量のばらつきの範囲は、ほぼ平均値の2～1/2倍以内であるといえる。したがって、計算上求められる平均値と実際の地震のおこり方との間にもその程度のばらつきがあるものと考えられる。

活断層の危険度の推定；活断層の平均再来周期は、一応個々の断層について求めることが可能である。そして、その値のばらつきも1/2～2倍程度ということもわかっている。だが、そこで知りたいのはその活断層の最近の活動期以降現在の経過年数がどのくらいか、ということである。それは地震発生についての歴史史料がある場合は問題はないが、そうでない場合は、先史時代の地震や地形の資料からその断層の最も新しい活動時期を知る必要がある。そのためには、過去の堆積物である沖積層や火山灰層、あるいはその時代に形成された地形面と断層との関係を調べなければならない。そして、その断層で切られている新しい堆積物と、切られていない

最も古い堆積物の年代を知らねばならない。そのためには断層通過地点のトレンチによって、断層の存在を確認するとともに、後述するような諸調査を行うのが能率的である。

なお、これまですでに知られている活断層については、松田¹¹⁾は要注意の活断層系として図-2を示している。

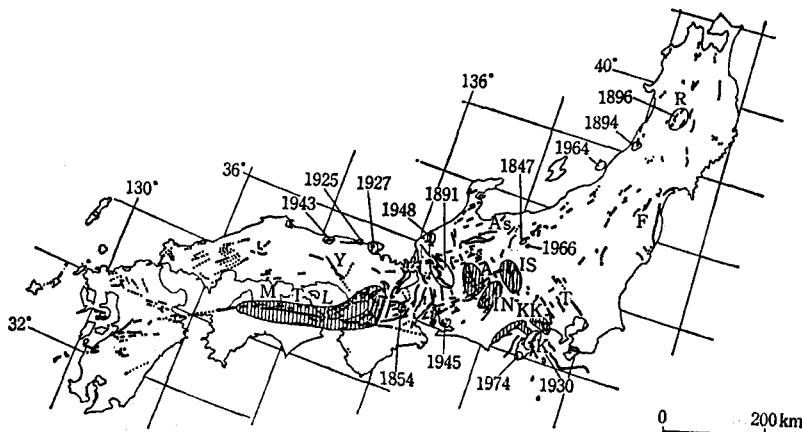
これは1本の活断層の再来周期を R 、現在までの地震空白期間を t として、 t/R の値で地震の危険度を推定したものである。図でアミ目をかけたものが $t/R > 0.5$ の要注意断層系である。つまり平均発生間隔の1/2をすでに過ぎていているものを要注意とした訳である。

このような資料から、当該活断層の危険度を予備的に判定することは、ダム計画などには当然必要となろう。

微小地震と活断層；微小地震(表-3参照)の観測は、1963年根尾谷断層とその周辺地域で微小地震研究グループによって行われたのが始めである。その後、各大学でも実施され、1972年11月までに総計約20,000個の震源が決定された。そしてその震源分布(図-3)をみると、短期間の観測にもかかわらず、その活動の空間分布は大きい地震のそれとよく一致し、かつ強調されていることがわかった¹²⁾。このことは、小さな地震でもそのおこり方は大きな地震と同じで、その活動特性も極めて類似し

表-3 地震の規模による区分
(地震予知計画研究グループ-1962-による)

大地震	$M \geq 7$
中地震	$7 > M \geq 5$
小地震	$5 > M \geq 3$
微小地震	$3 > M \geq 1$
極微小地震	$1 > M$



アミ目の地域は $(t/R) > 0.5$ の要注意断層を含む地域。数字は、その活断層から発生した地震断層の出現を伴った大地震の年代。

図-2 日本のおもな活断層の分布(松田-1978-による)



図一三 微小地震の震央分布 (高木—1978—による)

ていることを示している。しかも、地震がおこるときは、大きな地震から小さな地震まで1つの系列になっておこるといふ重要な事実も知られている。したがって、発生頻度の非常に高い、微小地震を観測することによって、大きな地震の発生や過程に関する情報をうるのが大いに期待される。一方、地殻の活動に対応する地震発生パターンは、その地域の地質構造特性に規制されると考えられるので、微小地震の分布はより精密な地域特性を表現しているとみてよい。

図一四は、京都大学微小地震研究グループによる微小地震分布図に藤田和夫らによる活断層図を重ね合せたものである。この資料から震源分布は活断層の分布と密接に関連し、また大規模な断層や構造線にそって、微小地

震の活発な地域と比較的静かな地域とが明瞭に区別される、というような興味ある情報がえられている¹³⁾。

その他にも、活断層と微小地震の発生についての研究は多いが、その目標とすることは、この空間的に等質でかつぼう大な資料を検討することによって、①活断層における地震のおこり方を調べ、その最大地震発生能力を推定すること、さらに②歪みエネルギー蓄積から解放にいたる各段階に対応する地震活動の時間空間分布および震源過程の特性を明かにすることである。

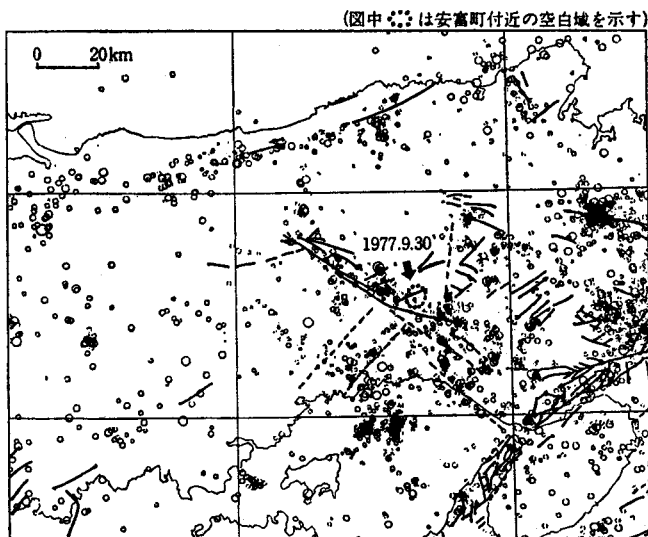
このことは、ある特定の活断層(群)とあるダムとの関係を調べる目的で微小地震を観測する場合も同じことである。しかしその場合は、活断層の位置、延長、地域の地質構造などを十分考慮した観測網の配置が必要である。

なお、前述の微小地震と活断層の分布状態などから分るように、微小地震は決して1本の活断層線上に並ぶものではなく、ある幅をもったゾーンとして配列する。このことは、地震による歪の解放が1本の主断層だけによって行われるものではなくて、それと平行あるいは枝分れた断層群によっても行われることを示している。したがって、ダムサイトにおける活断層調査では、この辺を考慮し小規模な潜在活断層の存在をも明らかにしておく必要がある。

3-2. 活断層とダムの設計

以上から活断層から発生する地震の様子がある程度明らかになったことと思う。しかしながら、問題はこのような活断層の特性をダム設計にどう反映さすかということである。

まず堤体の設計について考えてみよう。設



図一四 微小地震分布と活断層 (京都大学微小地震研究グループによる)

計サイドからいえば、最終的に問題の活断層からダムに将来どのような地震波が最も高い確率で入ってくるかが知りたいわけである。すなわち、設計入力地震波の選定の問題である。現状ではその手法として、適切なマグニチュードをもち、適当な距離で記録された過去の地震の加速度記録を予想地震動とする方法がとられている。その場合、ただ1つの地震記録だけでは問題が多いといわれているが、歴史地震のデータが少く定量的・統計的な評価に十分たえられないというのが現状のようである。それで、地震地帯構造を加味したその地域特有の最大入力地震動を推定する努力がなされている。

次に活断層の変位が、その上にのる構造物にどのような影響をおよぼすかについて考えてみよう。

一般に地震断層による地割れは、地表では小さくても地下深部まで続いていることが知られている。そのため、地表におよぼす影響は案外小さいが、変位している岩体はぼう大で、そのエネルギーは巨大なものであることがわかる。ところが、断層の動く速度は比較的ゆっくりしたもので、地震動の加速度（数100ガルといわれている）よりはるかに小さいということが、いろいろな地震断層の観察から知られている¹³⁾。

最近、断層がどのようなずれ方をすると、実際の地震計の波形にあら地震波を放出するかの研究が進んでおり、その試算によると日本の地震断層のずれの速度は0.3~1.3m/sec、時間は1~数秒、変位量は1~数m（変位の加速度は数10ガル）という結果がえられたという¹³⁾。

このように、断層の活動は比較的緩慢なので、瞬間的な破壊はさけられそうである。しかしながら、その応力は絶大で、いかに強度の大きいコンクリートダムであっても、その応力に抗することは不可能であろう。したがって、剪断やねじれがおこっても支障のないような「柔構造」の構造物を選ぶ必要がある。

ダムを活断層からどのくらい離れたらその影響から逃れられるであろうか、という問題がある。このことに関して、J.L. Sherard 他¹⁴⁾は安全側の考えとして次のような見解を示している。1つの目安にはなる。

① 断層から直角に測って0~16km以内の距離におい

ては、破壊的な振動は減少しない。

② 断層から約80kmの距離の破壊作用は、断層近くで予想される破壊作用の50~75%であろう。

③ 断層から約240kmの距離では、小さな破壊しか生じないだろう。

また、地震断層からの距離と地盤変動分布の関係についての諸研究¹⁵⁾によれば、断層から離れるにつれ、水平ずれの大きさは急激に減衰し、20~40kmでは地盤変動はほとんどなくなると考えられる。さらに、有名な San Andreas 断層付近の予想震度分布図¹²⁾などをみても、最も要注意地帯とされる地域は、断層を中心に数kmないし10km以内である。なお、この幅はあくまで震度の予想される範囲で、実際に地表変形が発生すると予想される地域は、さらに狭くなり、主断層に沿うすべての断層リニアメントを含む約100m程度の幅で示されている¹⁵⁾。このように、地震による地盤の破壊は、ある幅をもった断層帯のどこかで、応力によって決まるある一定の確率に従って発生すると考えてよい。

次にダム基礎を活断層の主要部が横切っているという米国の Coyote ダムの設計例を J.L. Sherard 他¹⁴⁾によって示しておく。

Coyote ダム (H=38m, 1936年完) の基礎を横切る Hayward 断層を解析した地質学者は、同ダムの寿命内に水平約20フィート、垂直数フィート、幅12インチのき裂の発生を予想した。これをうけたダム技術者の諮問会議では、このダムサイトに安全なダムができるとして、次の設計細目を勧告した。

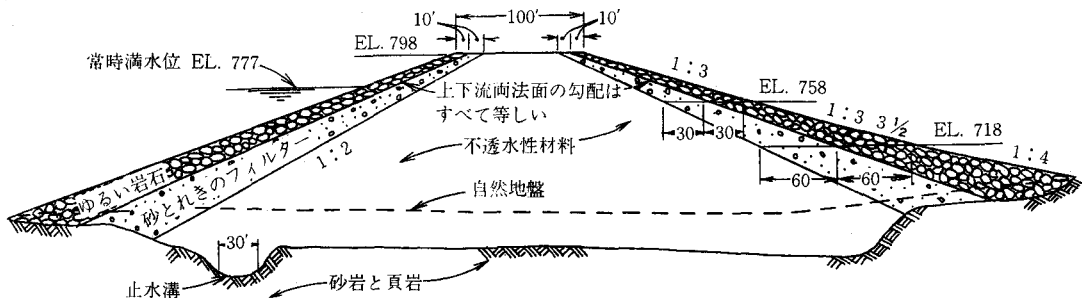
① 不透水部に破壊のおこらない型式にする。剛性のダムやコンクリートの遮水壁、コンクリート心壁、薄いねり土のコアなどを用いない。

② コアは、少くも水頭の5倍に等しい厚さの転圧した不透水材料でなければならない。

③ 余水吐に余分の余裕高を考慮しておかねばならない。

④ 間隙が生じたときでもそれを礫でふさいで浸食を防ぐように、礫層を転圧不透水性コアに直接接して置かななければならない。

図一5は勧告に従って造られたダムの断面である。



図一5 Hayward 断層に位置する Coyote ダムの横断面¹⁴⁾

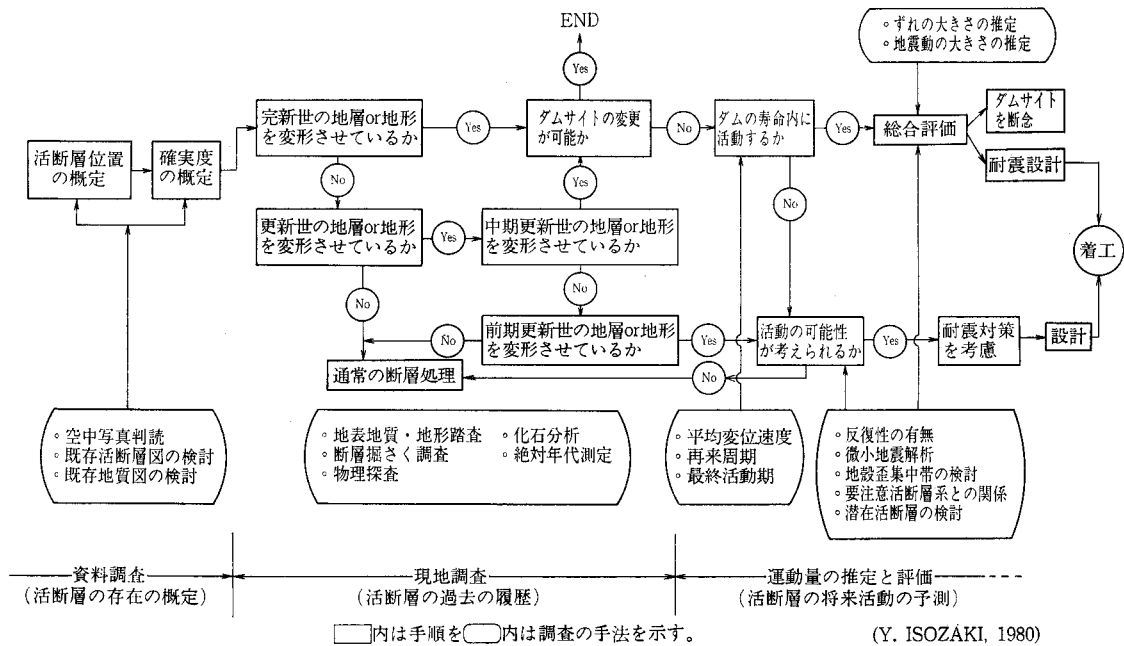


図-6 ダム計画における活断層調査の手順と項目

4. 活断層の調査

活断層の認定法については、すでに簡単にふれたが、ダムサイトの選定あるいはダム設計のための具体的な活断層の調査法、評価の仕方について次に述べることにする。図-6は、ダム計画のための活断層調査の手順を流れ図で示したものである。この図に従って説明しよう。

4-1. 資料調査—活断層の存在の概定—

まず、既存の活断層図によって、ダムサイトや貯水域に関係する活断層を拾いだす。その際、ダムからどの程度の範囲内の断層をチェックするかが問題であるが、前述の Sherard¹⁴⁾らの見解を参考にすれば、少なくとも10数km程度の範囲が必要であろう。

拾いだされた活断層について、より詳しいスケールの大きい地質図及び説明書などでその断層の規模・方向・時代などに関する情報を集める。

さらに、一般の全国的な活断層図は普通1/4万空中写真から判読しているので、より大スケールの空中写真で活断層位置を確認するとともに、断層の延長や枝分れについても検討する。すなわち、断層がくりかえし活動していれば、地表のくい違いが累積して特有な地形(断層地形)を作るということに着目して、表-1のような変位基準を用いて、空中写真から活断層を判読するのである。

なお、空中写真を用いた活断層地形の具体的な判読方法については、すぐれた参考書⁽¹⁵⁾などが沢山でい

るので、ここではふれないこととする。

4-2. 現地調査—活断層の過去の履歴—

空中写真から判読した活断層の疑いの濃いフオトリニアメントについて、現地踏査によって地形や地層のずれを確認し、断層であるか否かを判定する。それが断層と確認され、計画ダムサイトに直接関係する位置にあったり、ダムサイトから10数kmの範囲内にある場合は、その生じた時代、反復性の有無、規模などを知るための調査をやらねばならない。

掘さく調査；断層は地盤の弱所であるため土壌化され易く、植生や土砂に被われ断層の本体はかくされていることが多い。したがって、断層の明確な姿をつかむためには、表土や植生を掘さくして観察しなければならない。とくに、直接堤体や付属構造物にかかる断層については、それが必要である。

国内のあるダムサイトで、機械掘さくによる断層調査を行った。基盤の流紋岩質凝灰岩(中生代の地層)を切って何本かの断層粘土がみられるが、それが上にある段丘堆積層(更新世の地層)をも変位させているかどうか問題となった。この場合、断層粘土は明かに上部の段丘堆積層にはのびてないことがわかった。そしてこの更新世とした段丘堆積層は、広域的な地質調査結果からこの地域で中位段丘堆積層とされている約12万年前の地層であることがわかった。したがって、この断層は少なくとも12万年前から以降は活動していないと結論された。なお、その後この付近の高位段丘面(約50万年前の形成と

考えられている)と断層の関係を詳細に調査し、この断層は高位段丘面をも変形させていないことがわかり、活断層ではないと判定された。

このように掘さく調査は、活断層調査には非常に有効な手法であるが、表層堆積物が非常に厚い場合は、機械掘さくでも断層を掘り起すことが難しい場合がある。そのような場合は、地表からのボーリング、弾性波探査、電気探査などの手法を用いて、地下深部の断層の位置を推定せざるをえない。

地形・地層の年代；断層と地形や地層との関係が現場でうまく確認されても、それらの生成年代が推定されなければ断層の活動性を評価することはできない。次に、これまでの地形・地質学的研究成果から、第四紀の時代の目安について述べよう。

現在地表に残されている平坦な地形面は、ほとんどが段丘地形で、第四紀に生成されたものである。日本におけるこのような地形面は、一般に古いものから①高位段丘群、②中位段丘群、③低位段丘群、そして④沖積段丘と分けられている*。(表-4参照)

高位段丘群は、更新世中期、約50万年前～15万年前の間に形成されたものとされている。この時代の地形面・地層の対比・編年は、全国的には十分行われていない。また、地形面の形成過程も不明なことが多い。その下位に第三紀の鮮新世層あるいは鮮新～更新層(三浦層群、大阪層群など)をとめない、それらを不整合に切つてのようにみえることが多い。多摩丘陵にみられる数段の海成段丘は、この時代のものである。

中位段丘群は、更新世後期初めの間氷期の高海水準時代に形成された海成段丘と考えられている。この時代の地形面は、全国的な対比も比較的容易で、この時代の海成段丘群による海岸線の復元や地殻変動研究は数多く知られ、海進海退の様子もかなり分かってきている。とくに、約12万年前とされる下末吉面は、全国に広く分布し地層や地形対比のすぐれた指標となっている。

低位段丘群は、最後の氷期であるウルム期(約7万年～1万年前)の海面低下期に形成された河成段丘である。南関東の多摩川沿いでは、青柳・立川・武蔵野の3つの地形面に分けられ、それぞれ約1.5万年、2.0万年、5.0万年前の形成とされている。

沖積段丘は約0.6万年前の縄文時代前期にできた地形面で、東京の下町を形成する平坦面がそれである。

それぞれの地方に発達する地形面は、上記のような基準で分類対比されているので、それらの地形面と断層との関係からその活動時期についておよその見当をつけることができる。

また、地層や堆積物の生成年代の推定には、堆積物中

* この分け方や年数のあて方は、研究者によって異なることがあるが、ここでは表-4のように再定義しておく。

表-4 第四紀の編年

時代	氷期	編年	段丘	南関東の地形面と編年
完新世		万年	沖積段丘	下町面(0.6)
		1.0	↑	
更新世	後	W	↓ 低位段丘群	青柳面(1.5) 立川面(2.0) 武蔵野面(5.0)
		7.0	↑	
	期	R/W	↓ 中位段丘群	三崎面(6.0) 小原台面(8.0) 引橋面(10.0) 下末吉面(12.0)
新世	中	R	↑	
		M/R	↓	
	期	M	↑	多摩丘陵では数段の海成段丘
		G/M	↓	
	前	G	↑	
世		50	↓	
期		60	↑	
		200	↑	三大浦層群

W: ウルム氷期 R/W: リス～ウルム間氷期
R: リス M/R: ミンデル～リス
M: ミンデル G/M: ギュンツ～
G: ギュンツ ミンデル

の生物遺体(植物片、炭質物、ビートなど)に含まれる放射性炭素¹⁴Cの測定による方法がある。この方法は半減期5,730年で減少する¹⁴Cが試料の中に現在どれだけ残されているかを測定して年代を決めるもので、数100年から約3～4万年までの年代については、ほぼ10%以内の精度で測定可能といわれている¹⁵⁾。したがって、掘さく調査などで堆積物中に生物遺体が見つかったならば、その¹⁴C年代を測定することによって、かなり具体的な数字で断層活動の時期を推定できることになる。

なお、3～4万年より古い堆積物の年代測定にはフィッシュトラック法があり、数10万年程度まで測定できるといわれている。これは火山ガラス(軽石)に含まれるジルコンや燐灰石のようなウランを比較的少量に含む鉱物を選び出し、その結晶中に残された核分裂片の飛跡を利用して、その結晶の生成年代を測定しようとするものである。この方法によれば、火山灰層の年代測定が可能であり、実際関東ローマや大阪層群中の火山灰層の年代測定がなされている。しかしながら、この方法は一般に大量の試料を処理しなければならないこと、統計的な誤差が避けられないことなどの問題があり、この期間の直接的な年代測定は非常に難しいとされている。

このほか、歴史時代や先史時代の時間目盛としては、堆積物に埋もれた人類の住居跡や石器・土器などの考古学的遺跡がある。活断層として有名な山崎断層(兵庫県)を掘さく調査したところ、数枚のピート層を発見した。その最上部の2枚は断層の影響をうけていないのに、それより下位のものは明らかに断層によって切られていた。そして、その下位の地層からは8個の土器片が発見され、それが7世紀末から8世紀後半のものということがわかり、結局断層の活動は、868年の播磨地震(M=7.1)の時のものであることがわかったという⁵⁾。

以上のような手法を用いて、地層や堆積物の時代を推定し、それらと断層との関係を綿密に観察することによって、断層の過去の運動量、活動の時代、反復性の有無を検討する。

4-3. 総合評価—活断層の将来活動の予測—

活断層の運動量に関するいろいろな試算と評価は、現地調査でえられた事実をもとに行われるが、その具体的な方法についてはすでに3-1. でふれた。ここではこの段階における問題点のいくつかを拾いあげ、それに対する私見を述べることにする。

ダム寿命；ダムの寿命をどのくらいに考えるかは、甚だ難しいことである。耐用年数で割切る訳にはいかないことも自明のことであるが、先に用いた人間生活のタイムスケールという言葉も頗る漠然とした表現で心もとない。

世界で一番古いダムは、メソポタミア辺に造られたもので、紀元前3世紀頃のものといわれているが、現在も残ってダムとしての機能を十分果しているのは、紀元前約1300年頃造られたロックフィルダム(H=20フィート、L=6,560フィート)だといわれている¹⁶⁾。また、日本で一番古い溜池とされている奈良県の蛙股池(H=17m、L=260m)の完工年は、162年とされている¹⁷⁾。この辺の事情を考慮するとダムの寿命は、少なくとも数千年のオーダーと考えざるをえないのではなからうか。

そのように考えると、M=8~7の地震の再来周期が数千年のオーダーと試算されてる活動度A及びB級の活断層は、さしずめ要注意としなければならないだろう。

(表一2参)また当該断層が、このようなダムの平均寿命内に活動する恐れがあると判断された場合は、考えられるずれの大きさ、地震動の大きさを試算して、安全性を確保できる設計が可能かどうかを検討して、ダムサイトやダムタイプを決定することにならう。

要注意活断層；一方、ダムの寿命内に活動する可能性は少いが、取扱った数値のパラッキや安全性を考え、万が一の事態を考える必要があると判断した場合、次のような間接的な資料によって活動の危険性を検討することもできよう。すなわち、計画ダムサイトが①微小地震の活発な地帯にある場合、②同じ微小地震分布から推定さ

れる空白域に位置する場合、③要注意活断層系(図一2)に含まれる場合、④日本列島の地殻歪の集中帯と考えられる部分に位置している場合で、⑤断層の活動史が長く断層面が比較的新鮮なものなどは、何らかの耐震対策を考慮すべきであろう。

ダム近辺の活断層；ダムの寿命内に活動する可能性のある活断層が、ダムサイトからある距離をもって存在していた場合、その距離をどう評価するかについてはすでに3-2. でふれた。「断層から約16km以内は地震動の減衰はほとんどない……」という Sherard らの目安についてはその根拠も明確でなく、なお検討すべき余地があると思われる。しかし、今とりあえずそれを容認することにして、その範囲の活断層については調査を実施して、発生が予想される地震の活動周期や地震規模を検討して、その結果を設計に反映さすべきであろう。

一方、実際に、多数のダムがこれまで地震による重大な被害を受けることもなしに過してきている。これらのことを考え合せると、ダム周辺(10数m以内)にあってダム設計のために検討を要する活断層は、活動度A級のものに限定してもよいのではなからうか。

なお、その検討の仕方はダム規模やタイプによっても当然異なるものと思われるが、小規模なダムの場合は、10数kmの範囲内の活動度Aクラスの活断層に対しては、設計震度に余裕をもたせるなどの配慮が必要ではなからうか。

5. あとがき—残された問題点—

以上、活断層についてこれまで知られていることを解説し、ダムサイトの選定や設計上それをどう評価するかについて私見を述べた。しかし残された問題点も多い。それらの問題点を次に記してあとがきにかえたい。

① 本当に断層から地震が発生するのか、断層は地震の結果である、とする考えが地震や地質の研究者間にある。

② 活断層から発生する地震の状況についてはなお不明の点が多く、具体的に設計に反映さすことが難しい。今後の研究にまたねばならない。

③ 活断層の活動度の評価は—現在主として地形・地質学的方法でなされているが、時間目盛や変位量の精度に問題が多く、ダム設計に用いる数値としては満足すべきものとはいえない。今後、断層物質の研究などによる直接的な活動時期の推定法の開発がまたれる。

④ これまで発見されていない、いわゆる潜在活断層が多くあるものと思われる。とくに被覆層の厚い台地部や平野部では発見しにくい。今後その調査方法も含めて検討する必要があるだろう。

引用文献

1) 活断層研究会(1980)：日本の活断層，東京大学出

版会

- 2) 金子史朗 (1966) : 構造地形学, 古今書院
- 3) 小出仁, 山崎晴雄, 加藤碩一 (1979) : 地震と活断層の本, 国際地学協会
- 4) 垣見俊弘 (1979) : 活断層評価の現状と課題, 日本地質学会討論会要旨, 1979年4月
- 5) 藤田和夫 (1980) : 活断層に関する最近の知見, 応用地質学会講演原稿, 1980年5月31日
- 6) Kazuo Huzita (1980) : Role of the Median Tectonic Line in the Quaternary Tectonics of the Japanese Islands, The Memoirs of the Geol. Soc. of Japan, No. 18, 1980.
- 7) 杉山隆二, 早川正己, 星野通平編 (1980) : 地震—地震学者と地質学者との対話—, 東海大学出版会
- 8) 坪井忠二 (1967) : 新地震の話, 岩波新書
- 9) 星野一男, 橋本知昌, 松田時彦 (1978) : 伊豆半島活断層図説明書, 地質調査所
- 10) 松田時彦 (1975) : 活断層から発生する地震の規模と周期について, 地震28, pp. 269~283
- 11) 松田時彦 (1978) : 地震の痕, 地震予知の方法 (浅田編) 第3章, pp. 29~56, 東京大学出版会
- 12) 高木章雄 (1978) : 小地震のおこり方, 地震予知の方法 (浅田編) 第4章 pp. 57~77, 東京大学出版会
- 13) 尾池和夫 (1974) : 微小地震と地殻の活動, 自然, 1974年4月号, 中央公論社
- 14) J. L. Sherard 他著, 河上房義監訳 (1963) : アースダムとアースロックダム, 森北出版
- 15) 木越邦彦 (1978) : 年代を測る—放射線炭素法—, 中公新書, 中央公論社
- 16) A. K. Biswas 著, 高橋裕・早川正子訳 (1970) : 水の文化史—水文学入門—
- 17) 日本大ダム会議 (1968) : 日本ダム台帳
- 18) 宇佐美龍夫 (1974) : 地震と情報, 岩波新書
- 19) Radbruch Hall (1978) : Examples of Engineering Geologic Mapping in Seismically Active Areas of The United States, Bull. I. A. E. G, N°18, 1978.

農業開発・地域開発の総合建設コンサルタンツ

土と水 をデザインする……豊富な経験と優れた技術



株式会社

三祐コンサルタンツ

取締役会長 久野 庄太郎 専務取締役 渡辺 滋勝
 取締役社長 久野 彦一 東京支社長
 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

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)
支社海外部	東京都中央区八重洲2丁目2番1号 (住友生命八重洲ビル)	TEL (03) 274-1331(代)
支社技術部	東京都港区赤坂2丁目3番4号 (ランディック赤坂ビル)	TEL (03) 586-7341(代)
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
札幌出張所	札幌市中央区北三条西3丁目 (札幌大同生命ビル)	TEL (011) 222-3121
青森連絡所	青森市花園二丁目11番12号	TEL (0177) 41-2508
技術研究所	愛知県知多市八幡字中嶋121番地	TEL (0562) 32-1351

農用地開発に伴う土砂流出について

塩 田 克 郎*
伊 藤 一 幸**

目 次

I. まえがき	Ⅲ. 土砂流出量の解析
Ⅱ. 農用地開発地区における防災施設に 関するアンケート	Ⅳ. ほ場における土砂流出防止対策
	Ⅴ. むすび

I. ま え が き

農用地開発事業は主として山林原野等の未墾地の開発であるため土地の自然条件に変化をきたすこととなり、工事実施中又は工事完成直後の開発地が安定状態に至るまでの間は、地区の下流においては、土砂の流出又は雨水の流出機構の変化等が起生するため、農用地開発に伴う防災施設の設置の必要性が生ずる。

農用地開発防災施設としては承水路、集水路、排水路、柵工、土砂かん止林、土砂溜、砂防ダム等その種類も多く、防災施設計画は、これら一連の施設がそれぞれの防災機能を分担し、防災効果を十分発揮するように組み合わせ、配置、規模、構造等に配慮しつつ樹立する必要がある。しかるに、防災計画樹立の基礎となる土砂流出量は降雨、地形、地質、地被状態、造成工法等のほか造成後の経年により異なるなど、その算定は難しく確立された算定法はない。

このため、計画基準作成調査(計画基礎諸元動向調査)の一環として昭和52年度から昭和54年度まで3箇年にわたって農用地開発防災計画樹立最妥当法策定調査を実施し、土砂流出量等を左右する各要因と流出量との関連について農用地開発事業実施中の地区を中心に調査を行い、既存資料についても収集、分析し土砂流出量等算定法を策定するとともに、これらの結果をふまえて防災計画をより合理的に策定する手法を検討した。

本報文は、これらの検討事項のうち、紙数の関係で土砂流出に関する主要事項に限って述べるものである。この報告が、農用地開発事業の円滑な推進に少しでも役立つれば幸いである。

Ⅱ. 農用地開発地区における防災施設に関するアンケート

1. 調査目的及び調査対象地区

アンケート調査は以下の目的で行った。

①現在実施されている農用地開発地区における防災計画の基本的な考え方及び実際の土砂流出、土砂堆積の状況をは握すること。

②本調査を広範囲に実施することにより、防災計画上の地区条件の普遍性、特殊性を確認し、防災計画の樹立及び土砂流出量の解析の際の補助資料とすること。

このため、調査対象地区はできるだけ数多くの地区についてアンケートを行うべく、以下の地区に依頼して行った。

○内地(沖縄を含む。以下同じ。)

国営42地区(31地区)、県営等93地区(83地区)

○北海道

国営69地区(69地区)、道営65地区(65地区)

()書きは回答のあった地区数。なお、アンケート調査は54年6月～7月にかけて行った。

2. 調査結果

1) アンケート調査結果の概要

アンケート調査結果の概要を示すと次の通りである。

①林務、砂防との協議がある地区とない地区では、砂防施設等の計画方法(施設の有無、土砂堆積容量の決定根拠、容量算定値等)にかなりの差異がある。

②地形が極めて平坦(地形勾配が1/100以下)で、土壌も砂質系で浸透能の大きい地区(海岸付近の砂丘地、河川兩岸の平坦地等)又は水田の区画整理を含んだり開田等で水平工が多くを占め造成ほ場自体が土砂流出防止緩衝帯と思われる地区を除いては、量に差はあるにせよ砂防施設がない限り地区外への土砂流出は避けられない。この場合、一般的な傾向として次のようなことが言える。

ア. 降雨が少なければ土砂の流出は少ない。

イ. 土壌が粘質系の地区では土砂流出量は少ない。

ウ. 地被状態が工事中～裸地状態の時に土砂流出量は多い。

2) 調査地区の概要

造成工法は改良山成工が主体となっている地区が内地(沖縄を含む。以下同じ。)で約2/3を占め、特に東海

* 北陸農政局坂井北部開拓建設事業所(前構造改善局計画部)

** 構造改善局計画部

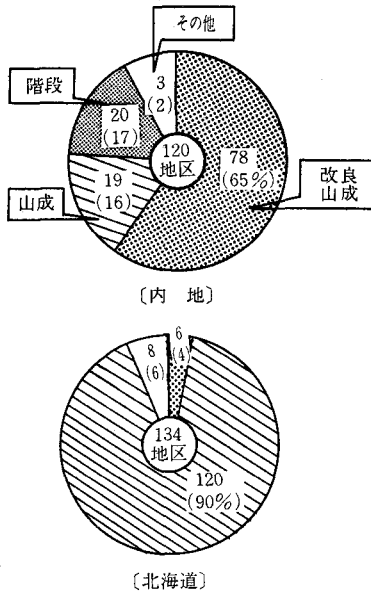
では80%を超えている。階段工は九州で比較的多い。これに対し北海道では山成工が90%を占めているのが特徴的である。(図-2(1)参照)。これは、北海道が酪農を主体とした草地開発事業が多く、作付作物も牧草が主体

であることによる。

山成工、改良山成工を造成工法の主体として用いている地区についてその標準造成勾配をみると、内地では4°~8°以下が約60%、4°以下も含め8°以下の地区全体についてみると約90%を占めている。(図-2(2)参照)。これは、一つには農業機械作業の安全性の限界としてほ場面の造成勾配は8°程度以下が一応の目安として示されていることから、部分的に地形条件等からどうしても8°以下にできない地区を除いて、8°以下を原則として計画していることによると思われる。局別では北陸、東海の地区が比較的緩やかなのが特徴的であるのに対し、近畿、関東、九州の地区では比較的急な標準造成勾配がとられている。北海道では内地に比べ8°以上の標準造成勾配が比較的多いが、これは草地開発事業が多く、山成工が主体を占めていることによると思われる。

扱い土量については、北海道は改良山成工を主体とした地区が極めて少ないので別として、内地での改良山成工における扱い土量の程度をみると、1,000m³/10a以下の地区が約40%、2,000m³/10a以下にすると約3/4となり、扱い土量が比較的少ないのは東北、多いのは近畿である。(図-2(3)参照)。これを標準造成勾配と併せてみると、東北は扱い土量が少ないにもかかわらず標準造成勾配は全国平均に近く、それに対して近畿では扱い土量が多いにもかかわらず標準造成勾配は比較的急である。これから、前者の地区は地形条件に恵まれた位置に比較的多く立地し、後者は地区の地形条件が比較的悪いということがうかがえる。

造成工事実施時期を原則として雨期又は融雪期をはずすこととしているかどうかについては、全国で半数以上の地区がはずすとしている。北海道では大部分の地区が降雪期(12月~4月)をはずしている。(図-2(4)参照)。雨期等をはずしていない理由としては、工事契約時期の問題、あるいは十分な防災施設を配備していることが考えられよう。



注1) 複数の造成工法を用いている地区については、主体となる造成工法を地区の代表工法とした。(複数の造成工法の比率がほぼ等しい場合は、それらすべてを代表工法とした。)
2) [内地]には沖繩を含む。以下同じ。

図-2(1) 主体となる造成工法

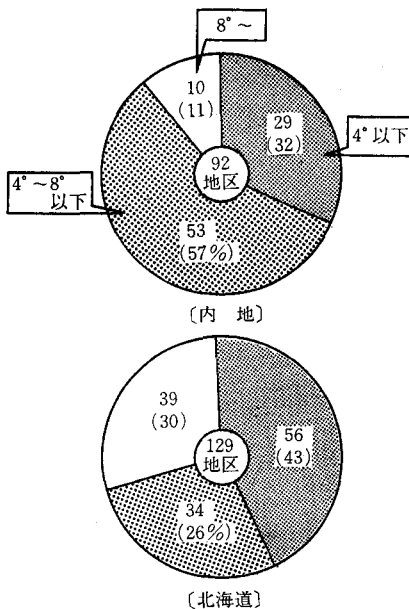
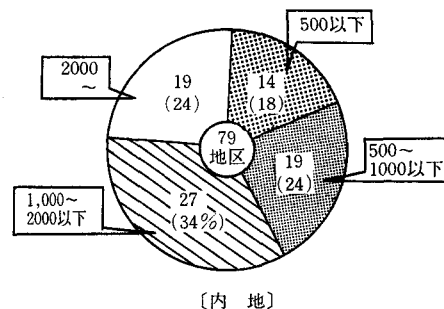
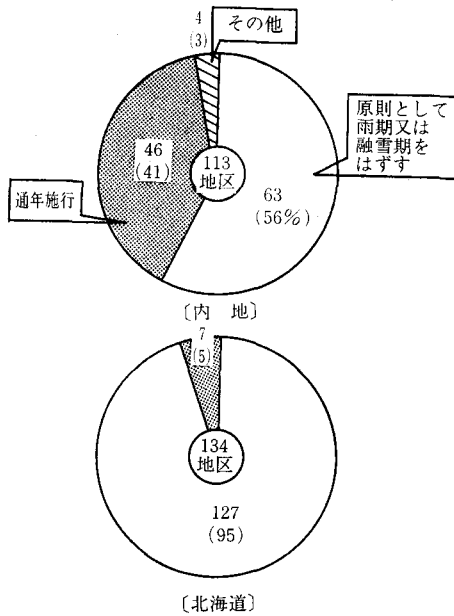


図-2(2) 造成勾配

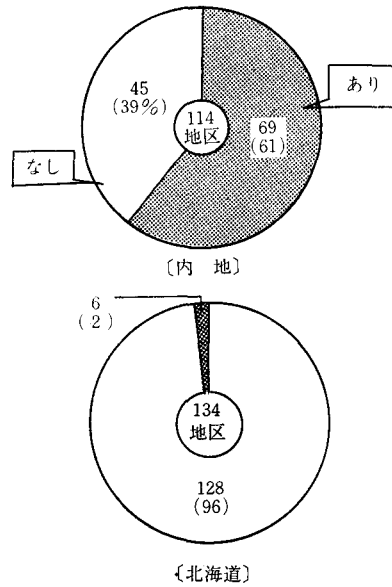


注) 改良山成工における扱い土量(m³/10a)の程度を示す。

図-2(3) 扱い土量



図一 2 (4) 造成工事实施時期



図一 2 (5) 砂防施設(砂防堰堤, 土砂溜等)の有無

3) 砂防施設及び土砂流出量に関する調査結果

砂防堰堤, 土砂溜等の砂防施設を地区内に設けているかどうかについては, 内地では約60%の地区が設けているという結果になった。しかし, 農政局によってかなり差があり, 東北, 北陸では砂防施設を設けている地区は少ない。この原因を東北についてみると次のようなことが考えられる。

ア. 林務, 砂防との協議を必要とする地区が少ない。

イ. 降雨量が少ないことと, 他局管内に比べて地区内の地形を大規模に改変させるような造成工法があまりとられていない(扱ひ土量が比較的少ない)ため, 地区外への土砂流出があまり考えられない。

ウ. 一部の県の多くの地区では扱ひ土量も多く, 比較的多量の土砂流出が想定されるが, (実際に, 土壌がマ

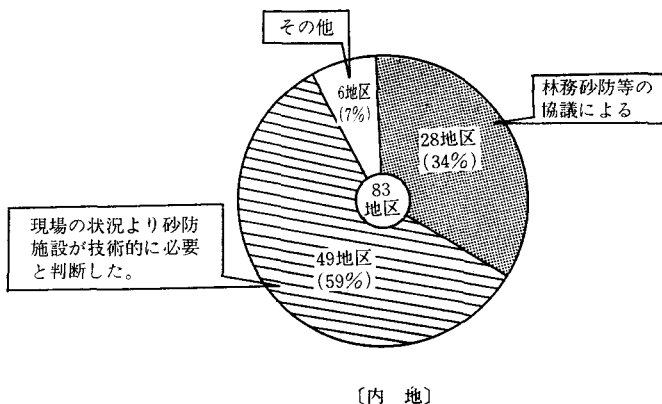
サ土である地区では多量の地区外流出がみられる。)大規模な砂防施設を計画するための土砂流出量の実測資料等がなく苦慮している。現在では流末にじゃかご工, 小規模な土留壁工等を設け対処している実情にある。

北海道では砂防施設を設置している地区は極めて少ない。これは山成工が造成工法の主体であることによると思われる。(図一 2(5) 参照)。

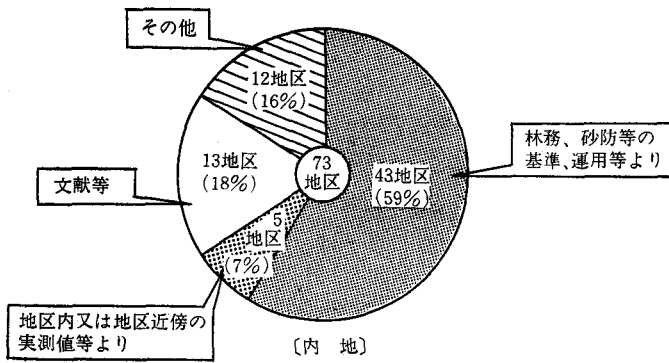
(1) 砂防施設ありとした地区に対する調査結果

砂防施設を設置した理由をみると, 「林務, 砂防等の協議による」が30%強, 「現場の状況より砂防施設が技術的に必要と判断した」が約60%である。(図一 2(6) 参照)。また, 砂防施設の土砂堆積容量の決定根拠は, 約60%の地区が林務, 砂防等の基準, 運用等によっている。この決定根拠を更に林務, 砂防等との協議がある地区とない地区に分けてみると, 協議がある地区では80%以上が林務, 砂防等の基準, 運用等を用い, 容量算定値として

300^m3/ha/年 程度の値を用いているのに対し, 協議のない地区においても, 半数近くが林務, 砂防等の基準, 運用等を用いているほか, 1/4程度の地区が文献等を, 10%程度の地区が地区又は近傍の実測値を用いており, 容量決定に苦慮していることがうかがえる。なお, 容量算定値も地区によりかなり差があり, 全般的には協議地区よりそうでない地区が少なめな値を用いている。(図一 2(7) 参照)。



図一 2 (6) 砂防施設を計画し設置した理由



実際の土砂堆積量が計画値と比較してどうかについては、回答内容が分散しており、施設容量算定に当たって土砂流出量を的確には握ることの困難性がうかがえる。(図-2(8)参照)。図では詳細な内容は分からないが、この内訳をみると、一般的に計画値より少ないとしている地区は、林務、砂防等の基準、運用等によっているものが多い。また、砂防施設ごと、あるいは時期別に異なり一概に言えないという回答が多いのは、土

	土砂堆積容量の決定根拠 (73地区)	容量算定値 (最大值) (69地区)																		
林務砂防等との協議あり	<table border="1"> <tr><td>全地区数</td><td>29地区</td></tr> <tr><td>24地区 (83%)</td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> </table>	全地区数	29地区	24地区 (83%)	2		3	<table border="1"> <tr><td>全地区数</td><td>28地区</td></tr> <tr><td>23地区 (82%)</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>2</td></tr> </table>	全地区数	28地区	23地区 (82%)	3		2						
全地区数	29地区																			
24地区 (83%)	2																			
	3																			
全地区数	28地区																			
23地区 (82%)	3																			
	2																			
協議なし	<table border="1"> <tr><td>全地区数</td><td>44地区</td></tr> <tr><td>19地区 (43%)</td><td>5</td></tr> <tr><td></td><td>11</td></tr> <tr><td></td><td>9</td></tr> </table>	全地区数	44地区	19地区 (43%)	5		11		9	<table border="1"> <tr><td>全地区数</td><td>41地区</td></tr> <tr><td>20地区 (49%)</td><td>5</td></tr> <tr><td></td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> </table>	全地区数	41地区	20地区 (49%)	5		10		2		4
全地区数	44地区																			
19地区 (43%)	5																			
	11																			
	9																			
全地区数	41地区																			
20地区 (49%)	5																			
	10																			
	2																			
	4																			
	<table border="1"> <tr> <td>林務、砂防等の基準、運用等より</td> <td>地区又は近傍の実測値より</td> <td>文献等より</td> <td>その他</td> </tr> </table>	林務、砂防等の基準、運用等より	地区又は近傍の実測値より	文献等より	その他	<table border="1"> <tr> <td>50m³/ha/年以下</td> <td>50~200まで</td> <td>201~400まで</td> <td>401以上</td> <td>その他</td> </tr> </table>	50m ³ /ha/年以下	50~200まで	201~400まで	401以上	その他									
林務、砂防等の基準、運用等より	地区又は近傍の実測値より	文献等より	その他																	
50m ³ /ha/年以下	50~200まで	201~400まで	401以上	その他																

注：土砂堆積容量の決定根拠でその他の内容は、経験値によった場合、宅地開発等に関する指針によった場合等である。

注：容量算定値(最大值)でその他の内容は、実験式(雨、勾配等の関数)等を用いている場合。

図-2(7) 設置した砂防施設の土砂堆積容量の決定根拠

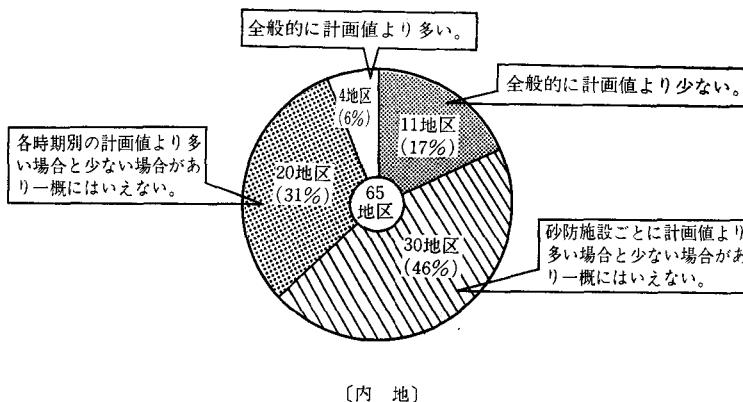
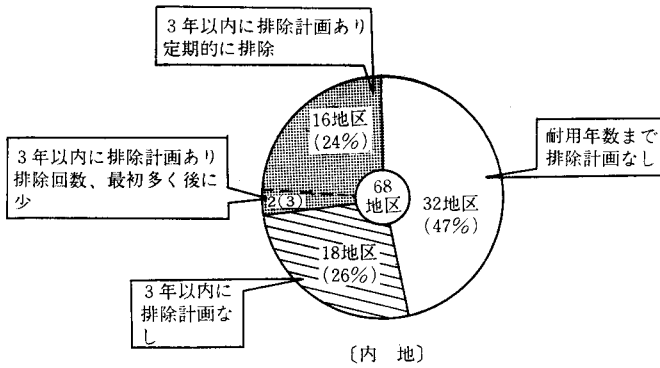


図-2(8) 実際の土砂堆積量と計画値の比較



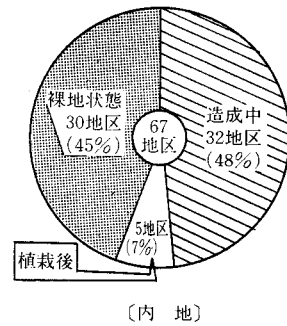
図一2(9) 砂防施設の堆積土砂の基本的考え方

砂流出量は砂防施設が支配している地区の条件（造成工法，造成勾配，扱い土量，土の性質，地区内での土砂流亡抑制工の有無等）及び時期（工事中，裸地状態，植栽後）によって異なることを示している。したがって土砂流出量の推定は，これら条件別に検討しなければならないと言える。

砂防施設の堆積土砂排除の基本的な考え方は，1/2程度の地区が施設耐用年数まで，1/4程度の地区が3年以上の施設容量を持っており，施設規模は比較的大きいものが多いと推定できる。3年以内に排除する計画を持つ地区は施設規模が比較的小さく，九州，沖縄に多くみられ，年間排除回数1～3回程度が一般的である。（図一2(9)参照）。砂防施設に洪水調整容量を持たせているかどうかについては，約90%の地区が持たせていない。（図一2(10)参照）。

砂防施設に土砂が最も多く流入したときの地区の状態は，造成中あるいはほ場造成後の裸地状態が全地区の90%以上であり，またその時期は6～7月の梅雨期，9～10月の台風期が一般的である。一部積雪地域では融雪期に最も多い地区もみうけられる。（図一2(11)参照）。

砂防施設に流入した土砂の発生源のほとんどは法面もしくはほ場面からである。ほ場面の侵食防止は農地保全



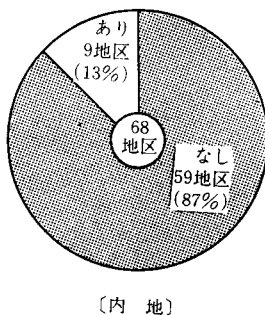
図一2(11) 砂防施設に土砂が最も多く流入した時の地区状態のうち一番大きな要因

上かなり配慮される傾向にあるが，法面の崩壊，侵食に対しても十分な配慮が必要であることが分かる。このことは，ほ場，排水施設，道路施設等に対する二次災害を防ぐ意味でも重要である。（図一2(12)参照）。

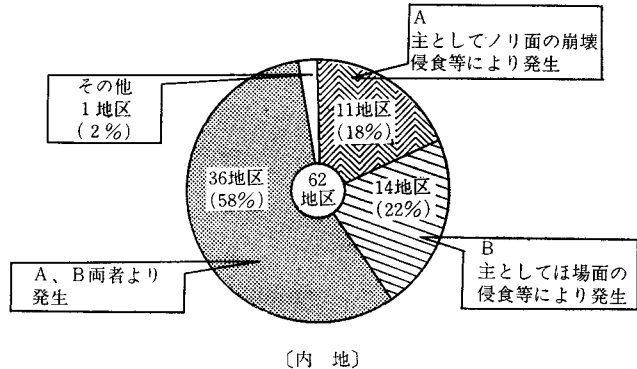
(2) 砂防施設なしとした地区に対する調査結果

内地についてみると，「土砂の流出が予想されたが，その量は下流に対して被害を与えない程度の軽微なものと技術的に判断した。」，「土砂の流出はないと技術的に判断した。」，「流出土砂を地区内に抑制させるための工法（柵工類，土砂かん止林，グリーンベルト，排根線の設置，ほ場面での畦畔，法面保護工等）を採用した。」などを砂防施設を計画しなかった理由に上げている地区が80%を占めているが，（図一2(13)参照），造成中及び裸地状態における地区外への土砂流出状況は，かなりの土砂が流出している地区（下流に被害を発生させる程多い地区，下流に被害はないがかなりの土砂流出が推定される地区）が約20%，そのほかに量的には少ないが地区外へ流出していると推定される地区も合わせると80%になる。（図一2(14)参照）。これを，砂防施設を設置しなかった理由と併せて検討すると次のようなことが推定できる。

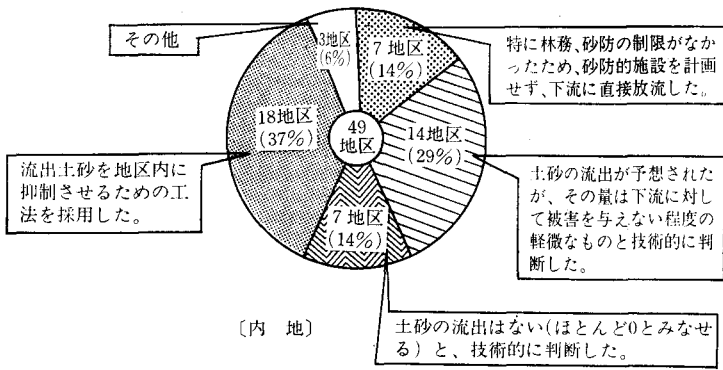
ア．特に，林務，砂防等の制限がなくとも，かなりの



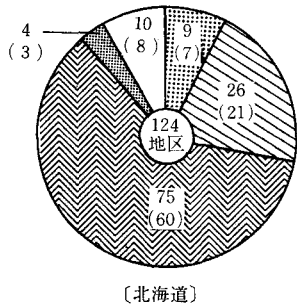
図一2(10) 砂防施設で洪水調整容量を持たせたものの有無



図一2(12) 砂防施設に流入した土砂の主たる発生源



図一 2 (13) 砂防施設を計画しなかった理由



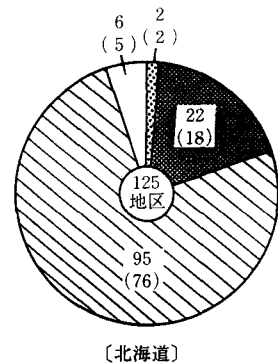
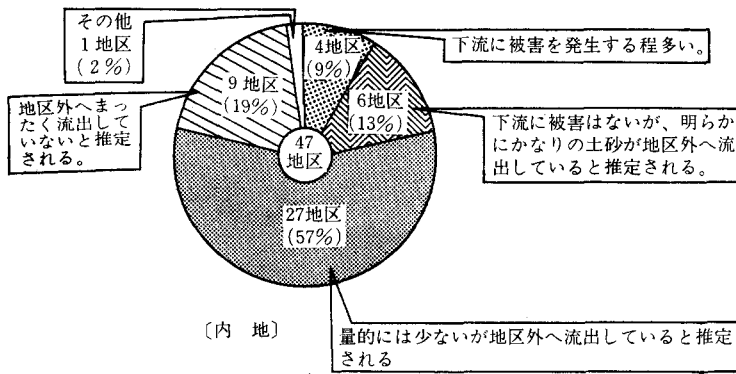
量の土砂が流出する恐れがある。

イ. 流出土砂を地区内に抑制させる工法をとっても、必ずしも地区外への土砂流出を防止することはできない。

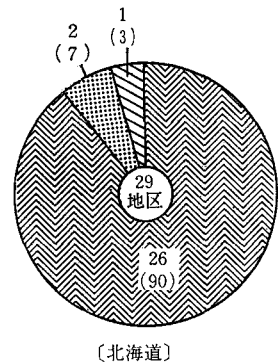
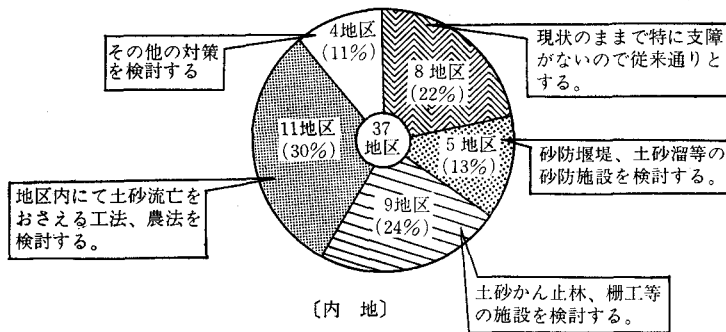
ウ. 条件によっては土砂の地区外への流出はないと推定できる地区もある。この条件としては、地形が平坦で砂質系の土壌であること。造成工法が水平工であり、造成は場自体が土砂流出防止緩衝帯となること。東北の地区に多いなどの特徴があげられる。

今後の土砂流出防止対策については、地区外への土砂流出があると推定される地区のうち80%近くがなんらかの方法で土砂流出を防止することを検討中、又は検討を考慮しているとしている。ちなみに、「流出土砂により下流に被害が発生する程多い」地区では、すべての地区でなんらかの対策を検討しようとしている。(図一 2 (14) 参照)。

一方、北海道の砂防施設を計画しなかった理由をみると、「土砂の流出が予想されたが、その量は下流に対して被害を与えない程度の軽微なものと技術的に判断した。」が20%強、「土砂の流出がないと判断した。」が60%であ



図一 2 (14) 造成中及び裸地状態における地区外への土砂流出状況



図一 2 (15) 土砂流出防止対策の今後の検討方針

る。後者の比率が内地のに比べて非常に高くなっているのが特徴的である(図-2(13)参照)。このように判断した理由を調べてみると、

ア. 造成後すぐに播種するため多雨期には植生しており、裸地期間が短い。

イ. 排根線の設置で防ぐ。

ウ. 沢地及びその付近を自然のまま残すため、これにより地区外流出を防ぐ。

エ. 地形勾配が緩い。

など北海道の特殊性がうかがえる。造成中及び裸地状態における地区外への土砂流出状況をみると「地区外へまったく流出していないと推定される。」としている地区が3/4を占めており(図-2(14)参照)、したがって、今後、土砂流出防止対策としてどのようなことを検討するか又は検討すべきかについては、「現状のままで特に支障がないので従来通りとする。」が90%と高くなっている(図-2(15)参照)。

土砂流出量が最も多い時の地区の状態及び流出土砂の発生源は、当然と思われるが砂防施設がある地区とほぼ同様の結果を示している。ただし、北海道では土砂の発生源として、ほ場面の侵食によるものが法面の崩壊、侵食によるものよりかなり高い比率を示している。これは造成工法として山成工が主体を占めていることによると思われる(図-2(16)、図-2(17)参照)。

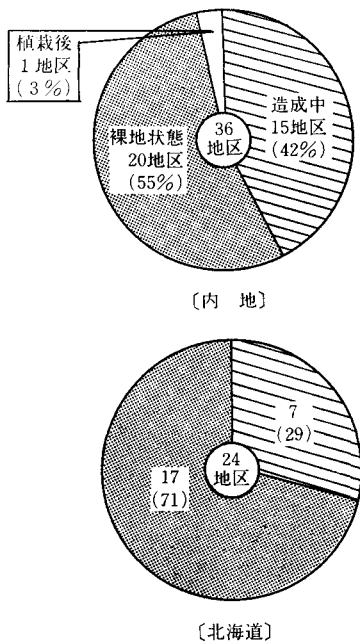


図-2(16) 砂防施設に土砂が最も多く流入した時の地区の状態のうち一番大きな要因

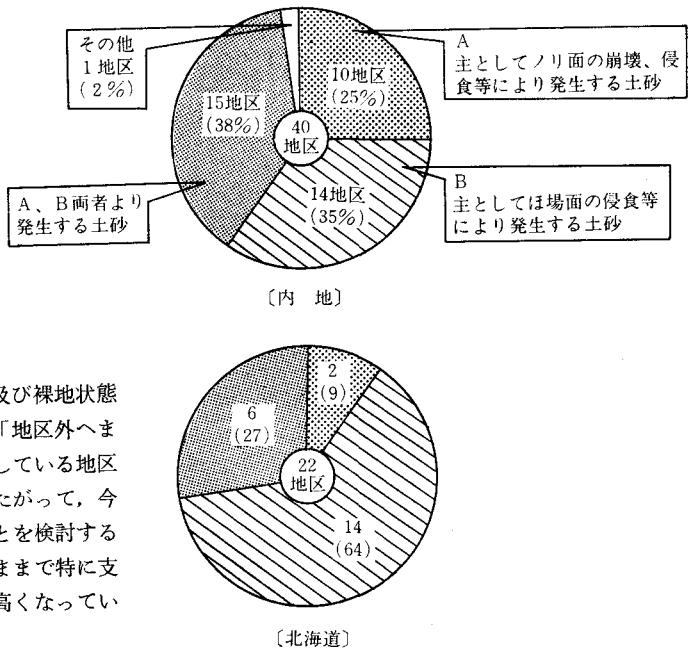


図-2(17) 流出する土砂の主たる発生源

III. 土砂流出量の解析

1. 調査方法

農用地開発地区において工事中又は工事完成直後に生じる土砂流出状況をは握するために、北海道を除く国、県営(一部団体営も含む)農用地開発地区から次の選定条件のもとに昭和52, 53年度36地区、昭和54年度31地区の調査地区を選定した。

- ①昭和52年度から昭和54年度まで事業が継続している地区
- ②マサ土等、一般に土砂流出が著しいとされている地区
- ③気象条件等より地域的バランスを考慮

調査は調査地区の事業所等の協力を得て、次のような事項について実施した。

土砂出現象は、多くの要因の相乗作用の結果として生じると考えられるため、測定可能な地点(例えば砂防ダム等)での堆積土砂量のほかに、気象、地形、土壌、地被、排水、造成工法等の諸条件を併せて調査した。

なお北海道については、同様な調査方法を用いて、7農用地開発地区にて、昭和53, 54年度にわたって、調査を実施した(本調査の解析内容については紙数の都合により割愛した)。

2. 解析方法

土砂出現象は雨水出現象と比べると、いまだ定性的に不明点が多い。したがって本解析は、土砂流出量に大きな影響を与える要因を多量のデータより抽出することを基本方針に行った。

多くの要因とある目的の数値（本解析の場合は土砂流出量）との関係を明らかにする解析方法としては、重回帰分析や共軸相関法等があるが、本解析では電算機を用いて多量のデータを迅速に統計学的に処理できる重回帰分析法を用いた。

本解析では土砂流出量Yと他の要因 X_1, \dots, X_n との相関々係をまず検討し、相関の高い要因（ある水準の相関性がある要因）とYとの回帰式を求めた。この場合、n個の変数のどのような部分集合をいかに選ぶべきかが問題となる。本解析では逐次選択法（変数を一定基準により逐次選択していく方法）の変数増減法*を用いた。この方法は各変数を順次、取り込み、掃き出し操作を行いながら、F値**を算定し一定基準値***以上ならばその変数を採用することに特徴がある。

なお、解析に用いた変数は、以下に示すように現場で本解析の結果を利用する場合に比較的簡易に判定あるいは数値化できるものを選定した。

① 地被状態の層別化

地被状態を数値化するのには困難であるので次のように層別化した。

- ア. 工事中
- イ. 施工直後から植栽前の裸地状態
- ウ. 植栽後3年程度まで

② 土の性質の層別化

土の性質は比較的広域に分布し、受食性であるマサ土を特に層別化し、その他については土性により層別化を行った。

- ア. マサ土
- イ. 植土～植壤土（細粒質土）
- ウ. 壤土（中粒質土）
- エ. 砂壤土～砂土（粗粒質土）

③ 気象に関する要因

- X_1 : 期間総降雨量 (mm) ……土砂堆積量観測期間中の総降雨量 (雨量(1))
- X_2 : 期間強降雨総量* (mm) ……土砂堆積量観測期間中の日降雨量20mm以上の総計 (雨量(2))
- X_3 : 降雨強度指数 (mm) ……日雨量を表一3(1)のように層別化し、各層別の降雨量に異なる定数**を乗じて総計を求める。(雨量(3))

* 詳細は奥野・久米・芳賀・吉沢共著「多変量解析法」日技連出版社、等を参照されたい。
 ** F値とは有意水準の値（回帰の値が偶発的ならばりのためにたまたま得られたものか否かがある水準の下で判定する値）をいう。
 *** $F_{in} = F_{out} = 2.0$ とした。同上文献を参考とした。

* 20～30mm以上の降雨から土砂流出が顕著になるとのアンケート調査結果に基づく。

** 日雨量が大きい程土砂流出量が多い傾向にあることを考慮し、表一3(1)に示す定数を各層別日雨量の重みとした。各層別の定数の比率は表に示す値の前後で変化させても、土砂流出量Yとの相関係数に与える影響を与えなかった。

④ 流域に関する要因

- X_4 : 土砂堆積量観測地点での流域面積 (ha)
- X_5 : 同上地点での流域面積内の造成部分 (ha)

⑤ 造成工法に関する要因

- X_6 : 10a 当たり扱い土量 ($m^3/10a$)
- X_7 : 標準造成勾配 (度)

⑥ 施工前の地形に関する要因

- X_8 : 施工前の平均地形勾配 (度) (傾斜区分面積を加重平均した値)

⑦ 土砂流出量Y: 観測期間内の土砂堆積量を観測地点内の造成面積1haあたりに換算した値 (m^3/ha)

表一3 (1) 降雨強度指数

① 層別	20～50mm/日	50～100mm/日	100mm/日以上
② 観測期間中の①の総計	Σr_1	Σr_2	Σr_3
③ 定数	0.1	0.5	1.0
④ 降雨強度指数	$0.1\Sigma r_1 + 0.5\Sigma r_2 + 1.0\Sigma r_3$		

3. 解析結果の検討

重回帰分析結果は表一3(2)に示す通りであった。解析の目標としては各条件下で、重相関係数が概ね0.8以上となるような要因を選定し、それらを説明変数とする重回帰式を得ることであったが、表一3(2)に示すように、重相関係数は概ね0.5～0.7であり、ある程度の相関が認められるものの重回帰式をそのまま利用するのは危険である。重相関係数が低い理由としては、造成方法の違い（例えば同程度の扱い土量の改良山成工でも、谷埋立て方式で盛土法面が少ない造成方法と地区境界部がほとんど盛土になる場合では土砂流出の危険性は異なる。）、土砂流達経路の条件、は場内での農地保全対策等の違い等、本解析に用いた要因以外で定量化困難な要因が、地区境界まで達する土砂流出量に大きな影響を与えているためと考えられる。

一方、層別化の方法及び選定された要因について検討してみると次のように考えられる。

層別化の方法は層別化を行った場合の重相関係数が高くなっていることから、基本的にはほぼ妥当と考えられる。ただし工事中のサンプル数が少ないので、裸地状態のサンプルと合わせて再解析を行った。（工事中の多くのサンプルは運土工事がほぼ終了し、実質的には裸地状態に近い状態のものである。）また土の性質としては、当初、中粒質土を一つの層別として解析を行ったが、サンプル数が少なく、検討の結果中粒質土～粗粒質土という層別にまとめた。（中粒質土～細粒質土とすると重相関係数が著しく低下する。）

選定された要因としては工事中を除いていずれの層別下でも雨量の要因が選定され、特に降雨強度指数；雨量

表-3 (2) 重回帰分析結果の総括

区分	サ** ンプル 数	重相関係数		重回帰式	Y: 流出土砂量 m ³ /10 a
		選定された要因	R		
工事	区分なし	44/44	X ₁ : 雨量(1) X ₂ : 雨量(2) X ₃ : 雨量(3) X ₄ : 流域面積 X ₅ : 造成地内流域面積 X ₆ : 施工前平均地形勾配	0.627	$\log Y = 1.542 \log X_1 - 1.749 \log X_2 + 0.903 \log X_3 - 0.953 \log X_4 + 0.589 \log X_5 + 1.257 \log X_6 - 1.108$
	マサ土	9/9	相関低く F=2.0 に達しなかったが次の要因にて算定 X ₃ : 雨量(3) X ₆ : 扱い土量	* 0.201	* $\log Y = 0.058 \log X_3 + 0.009 \log X_6 + 1.630$
	細粒質土	18/19	X ₅ : 造成地内流域面積	0.666	$\log Y = 1.030 \log X_5 + 0.237$
	中粒質土～粗粒質土	17/19	X ₅ : 造成地内流域面積 X ₆ : 扱い土量	0.783	$\log Y = -1.068 \log X_5 + 0.626 \log X_6 - 3.724$
	粗粒質土	4/4	データ数が少ないので次の要因にて算定 X ₃ : 雨量(3) X ₆ : 扱い土量	* 0.970	* $\log Y = 2.914 \log X_3 + 0.236 \log X_6 - 5.092$
裸地	区分なし	145/145	X ₁ : 雨量(1) X ₂ : 雨量(2) X ₃ : 雨量(3) X ₇ : 標準造成勾配	0.497	$\log Y = 1.140 \log X_1 - 1.107 \log X_2 + 0.597 \log X_3 - 0.815 \log X_7 + 0.205$
	マサ土	45/45	X ₃ : 雨量(3)	0.613	$\log Y = 0.634 \log X_3 + 0.315$
	細粒質土	68/77	X ₁ : 雨量(1) X ₆ : 扱い土量	0.401	$\log Y = 0.377 \log X_1 - 0.717 \log X_6 + 1.988$
	中粒質土～粗粒質土	32/32	X ₃ : 雨量(3) X ₇ : 標準造成勾配 X ₈ : 施工前平均地形勾配	0.789	$\log Y = 0.738 \log X_3 - 1.272 \log X_7 + 2.218 \log X_8 - 1.915$
	粗粒質土	28/28	X ₂ : 雨量(2) X ₅ : 造成地内流域面積 X ₇ : 標準造成勾配	0.848	$\log Y = 1.256 \log X_2 + 0.497 \log X_5 - 0.598 \log X_7 - 1.699$
植栽	区分なし	179/179	X ₂ : 雨量(2) X ₆ : 扱い土量 X ₇ : 標準造成勾配 X ₈ : 施工前平均地形勾配	0.517	$\log Y = 0.575 \log X_2 + 0.481 \log X_6 - 2.409 \log X_7 + 0.738 \log X_8 - 1.560$
	マサ土	60/67	X ₁ : 雨量(1) X ₆ : 扱い土量	0.686	$\log Y = 1.085 \log X_1 + 3.013 \log X_6 - 11.894$
	細粒質土	93/93	X ₂ : 雨量(2) X ₃ : 雨量(3) X ₄ : 流域面積 X ₅ : 造成地内流域面積 X ₆ : 扱い土量 X ₇ : 標準造成勾配	0.620	$\log Y = 1.600 \log X_2 - 0.850 \log X_3 - 1.977 \log X_4 + 1.717 \log X_5 + 0.664 \log X_6 - 1.425 \log X_7 - 2.384$
	中粒質土～粗粒質土	26/26	X ₁ : 雨量(1) X ₃ : 雨量(3) X ₄ : 流域面積 X ₇ : 標準造成勾配	0.777	$\log Y = -0.816 \log X_1 + 0.819 \log X_3 + 0.912 \log X_4 - 1.378 \log X_7 + 1.015$
	粗粒質土	19/19	X ₃ : 雨量(3) X ₅ : 造成地内流域面積 X ₇ : 標準造成勾配	0.829	$\log Y = 0.386 \log X_3 + 1.999 \log X_5 + 7.180 \log X_7 - 8.389$

注: *は参考値

**例えば 60/67 はまず全要因のそろっている60サンプルにより逐次選択法を行い、選定された要因がそろっている66サンプルにて一般の重回帰分析を行ったことを意味する。

(3)が多く選定されている。この結果は「降雨、特に強降雨ほど土砂流出をもたらす。」という定性をよく表わしている。そのほかには標準造成勾配、扱い土量等の要因が多く選定されている。しかし、現地調査によれば* 造成工法、扱い土量がほぼ同様であっても、各地区あるい

は各団地の地形及び地形によって制約される造成方法の違いにより、土砂流出の危険性がかなり異なることが判明した。すなわち現場の地形、造成方法を考慮せずに単に標準造成勾配あるいは扱い土量等の絶対量をもって土砂流出量を推定することは好ましくない。

以上からすると本解析結果から土砂流出量を推定するのに各層別化のもとで明らかに有効な要因としては、雨

* 全調査地区のうち14地区について同一調査担当者が現地踏査を行い、各地区を比較検討した。

量の要因のみと考えられる。

4. 土砂流出量の算定方法

解析結果に基づき土砂流出量の算定方法を次のように考案した。

地被状態、土の性質を層別化し、降雨条件（原則として降雨強度指数R）と土砂流出量Sとの関係を図-3(1)～図-3(6)*に示した。図中、上側の直線は実測サンプルの95%が確率的に直線以下に包括される直線である。また下側の直線は回帰直線であり、分布する実測サンプルの中間的な値を示す直線と考えられる。

この図から、土砂流出量は地被状態、土の性質によってかなり異なることが分かった。中粒質～粗粒質の土砂流出量は、工事中～裸地状態では数10m³/ha以下、植栽後には数m³/ha以下と1オーダー低下する。細粒質は工事中～裸地状態では50m³/ha程度以下、植栽後には30m³/ha程度以下に低下するものの相当量流出することが分かった。マサ土は土砂流出量が前二者より多く、工事中～裸地状態では300m³/ha程度以下であり、植栽後にはかなり減少するが、それでも100m³/ha程度以下と多い。

図を使用する場合、図中に示すように実測サンプルの分布にはかなりのばらつきがあり、防災という観点からすると回帰直線上の値を土砂流出量推定値としてすべての条件下で用いるのは危険である。よつて土砂流出量推定値は現場条件を考慮して95%包括線と回帰直線との間で求めるのが妥当であろうと考えた。以下に土砂流出量の算定手順を示す。

- ① 最近10箇年以上の日降雨量記録から降雨強度指数を算定し、月別に合計し整理する。
- ② 月別の降雨状況、施工条件及び植栽計画等より、工事開始から裸地状態までの期間を設定する。
- ③ 各年の同期間の降雨強度指数より、所定の確率年の降雨強度指数を求める。（確率は地区の条件により決定）また、植栽後3年程度については各年の総降雨強度指数より、平年の降雨強度指数を求めて適用する。
- ④ 求めた工事開始～裸地状態、植栽後3年程度のそれぞれの期間の降雨強度指数確率値を用いて図-3(1)～図-3(6)より土砂流出量を推定する。なお図の適用に当たっては表-3(3)の条件を勘案して、2直線間より推定値を決定する。
- ⑤ ④で得られた土砂流出量から砂防施設計画地点の計画土砂流出量は、一例として表-3(4)、表-3(5)のように求めることができる。表-3(4)は土砂排除計画を植栽後1年目に最初の排除、以降3年ごとに排除するものとして計画した場合であり、表-3(5)は根栽前に1度排除し、以降は植栽後の土砂流出量によって土砂排除期間を設定する場合である。

* 図-3(6)については、降雨強度指数の相関が負となったので期間総降雨量を用いた。

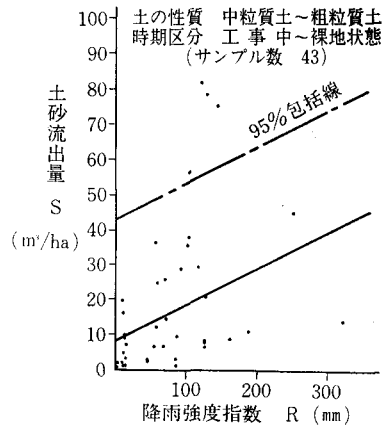


図-3(1) 土砂流出量の推定(その1)

注) 図-3(1)～3(6)の使用範囲は概ね図示されている値までとする。

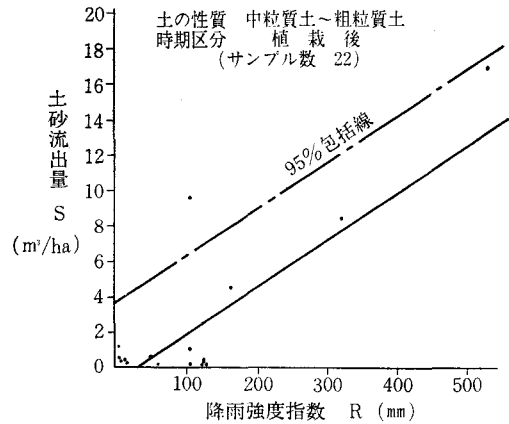


図-3(2) 土砂流出量の推定(その2)

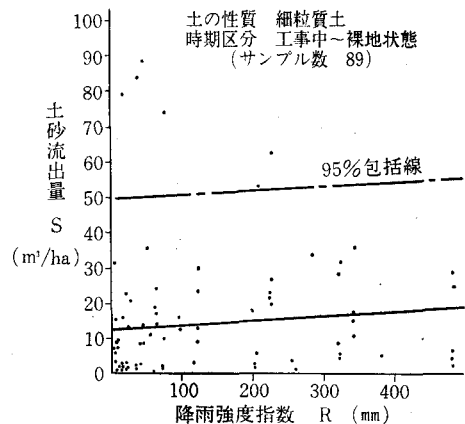


図-3(3) 土砂流出量の推定(その3)

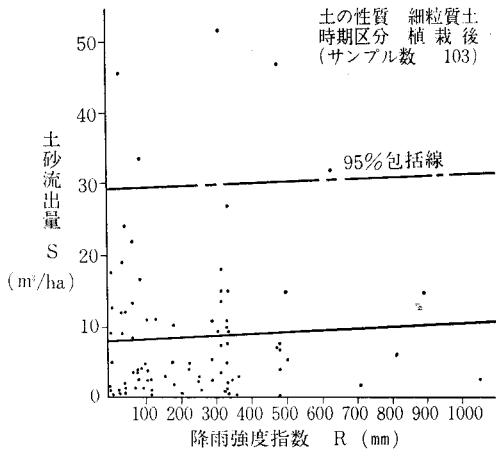


図-3(4) 土砂流出量の推定(その4)

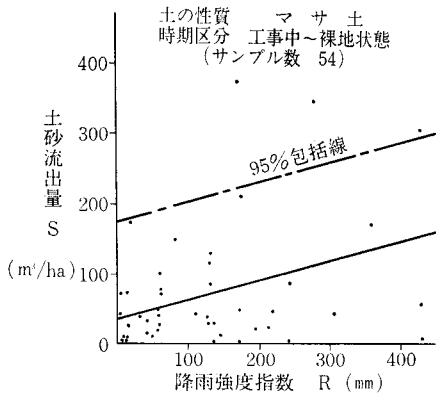


図-3(5) 土砂流出量の推定(その5)

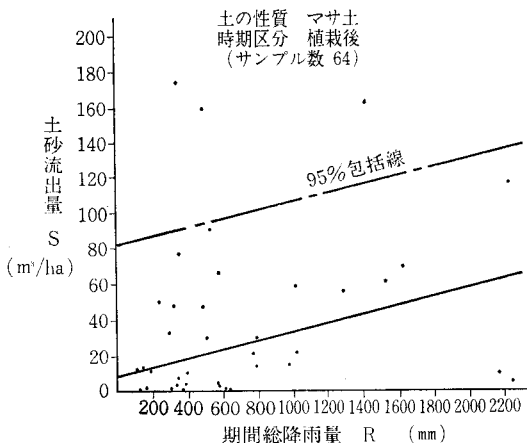


図-3(6) 土砂流出量の推定(その6)

表-3(3) 土砂流出量推定図使用上の留意点

条 件	土砂流出量に対する影響
造 成 工 法	改良山成工は、他工法に比べて土砂流出量が多い傾向にある。
造 成 方 法	盛土ノリ面部分が多くなる地形、造成方法では土砂流出量が多い傾向にある。
扱 い 土 量	扱い土量が多いと土砂流出量が多い傾向にある。現在、改良山成工の標準的な扱い土量は概ね1500 m³/10 a 程度である。ただし造成方法ともあわせて検討する。
中粒質土と粗粒質土	中粒質土と粗粒質土を同一の層別(図-3(1)、図-3(2))としているが、粗粒質土のほうが土砂流出量が多い傾向にある。
栽 培 作 物	植栽後にあっては永年作物栽培で密植の場合、土砂流出量が少ない傾向にある。

なお植栽後、長期間経過すると、土砂流出量は著しく低下するので、植栽後の排除計画を主体として計画土砂流出量を決定するのではなく、現地の条件を考慮した経済比較を実施し、計画土砂量及び維持管理計画を決定しなければならない。(本調査の植栽後土砂流出量は概ね植栽後3~4年までの実測値である。)植栽後3~4年程度以降の土砂流出量を推定する場合には、過去、多くの地区で調査されている農地保全を目的とした土壌侵食試験結果等を適用することが妥当と考えられる。

IV. ほ場における土砂流出防止対策

前章までは主として農用地開発地区における団地外あるいは地区外へ流出する土砂量の推定方法等について述べた。しかし可能な限り、ほ場内での土砂流出を抑制することが農地保全上あるいは防災上有用なことは言うまでもない。

本調査では調査の一環として、ほ場内での土砂流出状況をは握するために、国営青蓮寺地区(三重県)にて、昭和53、54年度の2箇年間、土砂流出詳細調査を実施した。以下にその概要*を示す。

1. 昭和53年度土砂流出詳細調査の概要

調査は青蓮寺地区、上出団地(造成面積約50ha)等で実施された。上出団地内の地質は主としてマサ土層、三紀層(砂とシルトの互層)に大別され、調査はこの2地質に層別して実施された。

調査団地内の侵食状況は航空写真の解析結果に基づき解析した。(現地調査との対比から幅10cm程度の洗掘部分まで識別可能、また撮影時刻から太陽の位置と侵食部

* 詳細は松木康夫、五十崎恒：開畑に伴う侵食の発生形態について(農土論集85 P.19~27 (1980))

表-3 (4) 計画土砂流出量の算定 その1

土の性質	適用値	工事中～裸地計画強度指数	左記期間中土砂流出量①	植栽後計画強度指数	左記期間中土砂流出量②	計画土砂流出量A①+②	計画土砂流出量B②×3.2ha×3年	採用した計画土砂流出量	備考
砂礫土 (中粒質土～粗粒質土)	上限値 中間値	104.0mm "	54m ³ /ha 36	181.1mm "	8m ³ /ha 6	199m ³ 135	77m ³ 58	200m ³ 140	○工事中～裸地は10月～5月 ○土砂排除計画は植栽後1年目に最初の排除,以降3年ごと ○造成地内流域面積3.2ha ○マサ土植栽後は年間総降雨量を算定に用いた。
細粒質土	上限値 中間値	" "	51 32	" "	29 19	256 164	279 183	280 190	
マサ土	上限値 中間値	" "	205 135	1,504.3 "	118 82	1,034 695	1,134 788	1,200 800	

表-3 (5) 計画土砂流出量の算定 その2

土の性質	適用値	工事中～裸地計画強度指数	左記期間中土砂流出量①	植栽後計画強度指数	左記期間中土砂流出量②	計画土砂流出量①×3.2ha	採用した計画土砂流出量③	植栽後計画土砂排除期間③÷(②×3.2)	備考
中粒質土～粗粒質土	上限値 中間値	191.0mm "	62m ³ /ha 45	181.1mm "	8m ³ /ha 6	199m ³ 144	200m ³ 150	(7.8) 7年 (7.8) 7	○工事中～裸地は10月～7月
細粒質土	上限値 中間値	" "	52 33	" "	29 19	167 106	170 110	(1.8) 1 (1.8) 1	○造成地内流域面積 3.2ha
マサ土	上限値 中間値	" "	230 160	1,504.3 "	118 82	736 512	800 600	(2.1) 2 (2.3) 2	○マサ土植栽後は年間総降雨量を算定に用いた。

分の影の長さから浸食深さを推定。)

検討結果の概要を示すと次の通りである。

- ① 単位面積当たり流亡土砂量とガリ密度* との間にはマサ土層, 三紀層とも相関がある。
- ② ほ場勾配とガリ密度との間には基盤整地を終えた状態ではマサ土層, 三紀層とも相関がある。
- ③ 三紀層のは場造成直後の裸地状態にあっては, ブルドーザ基盤整地, リッパー耕起, ディスクハロー砕土の順で侵食を受けやすい。このため, 5°未満の緩傾斜のは場では可能な限り砕土段階まで施工することが土砂流出防止上有効となる。
- ④ マサ土層は三紀層に比べて土砂流出量が多い。
- ⑤ ほ場造成直後の裸地状態にあっては, 仮畦畔水路**を設けることが, ほ場からの土砂流出防止対策上有効と考えられる。

2. 昭和54年度土砂流出詳細調査の概要

昭和54年度調査は, 現地ほ場における土壌侵食(主にガリ侵食)の時間的動向, 流亡土砂の移動等を詳細に追跡するために行った。また昭和53年度調査で不備であった仮畦畔水路の効果の検討, 斜面長, 傾斜の異なるほ場での流亡土砂量の評価を併せて行った。

調査は青蓮寺地区, 予野第2団地(昭和53年度に基盤整地終了, 造成傾斜4°, 土質は一部のシルト層を除き砂土ないし砂質ローム)内に約1haの試験ほ場を設け(図-4(1)参照), ほ場内に仮畦畔水路を築立して各ほ場内

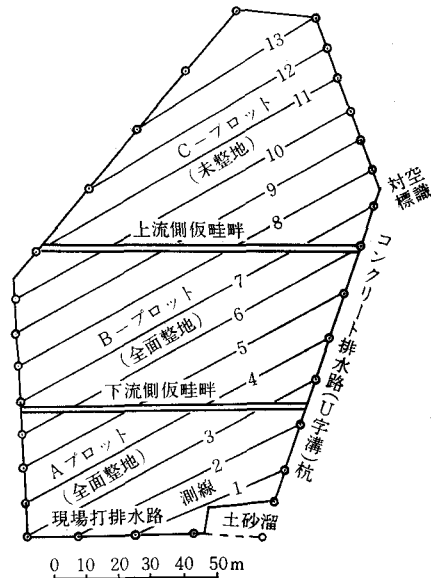


図-4(1) 54年度調査試験ほ場

* ある集水ほ場で発生したガリの総延長をその集水面積で除した値 (m/m²)

** 高さ40~50cm, 敷幅約120cm, 天端幅70~80cmの畦畔型で等高線方向に若干の勾配をつけて配置する。

のガリ発生状況、仮畦畔水路沿いの堆砂の進行状況、ほ区外に流出する土砂の粒度組成等について重点的に調査した。

検討結果の概要を示すと次の通りである。

- ① ほ場勾配4°程度では、ほ場面のガリは堆砂域と共存している。
- ② ほ場面整地後の状態では、不陸が雨水の流出により均される過程で細粒土が流出すると考えられる。
- ③ 流亡土砂量は10 a 当たり約10m³のオーダーである。(ほ場勾配4°の場合)
- ④ 本試験における仮畦畔水路の効果は、豪雨時の流亡土砂の一時貯留として認められる。
- ⑤ 流出土砂は砂土成分が多く、初期にはほ場内と同じ組成の土砂が流出し、豪雨に伴って礫が流出する。
- ⑥ 0.074 mm 以下のシルト・粘土は浮遊して地区外に流出しやすい。
- ⑦ 堆砂が起こる仮畦畔水路の上限勾配はほ場勾配の5～6割である。
- ⑧ 仮畦畔水路の勾配が約1°以下になると、堆砂により逆勾配になったり、仮畦畔水路のスベリ崩壊が起きやすい。
- ⑨ 仮畦畔水路の下流部の堆砂は、一様に1.8°に漸近した。(ほ場勾配4°の場合)
- ⑩ ⑦～⑨により設定当初の仮畦畔水路沿いの堆砂容量の範囲内で地表排水と堆砂を効率的に行うには、仮畦畔水路勾配をほ場勾配の3～5割程度にすることが妥当である(その値は堆砂容量、流亡土砂量、土砂あげなどの管理体制の3条件から決まる)。

なお、この章の詳細な解析結果は、別途農業土木学会誌に掲載される予定である。

V. む す び

本報文で述べた内容をまとめると次のようになる。

- ① 農用地開発地区における土砂流出に関する実態をアンケート結果より明らかにした。
- ② 土砂流出量の算定を造成地区の土の性質及び地被状態別に降雨強度を変数として算定する方法を提案した。
- ③ ほ場内の土砂流出機構を調査し、防止対策として仮畦畔水路を設けることを提案した。

一般的に、土砂出現象及びその量を的確には握ることの困難性が更に浮き彫りにされた形となったが、砂防施設を計画するに当たり、地区ごとの諸条件を加味した検討の方向性及び数値、方法はある程度示し得たと考える。今後これらの内容について、現地での検証も含め更に検討していくことが必要である。

今回、防災施設のうち砂防施設を中心に調査を実施したが、農用地開発地区では土砂流出のほか、雨水流出も重要な問題である。このための調査を特定地区において実施したところであるが、更に地区数を拡大させて引き続き55年度から全国の類似した造成前と造成後の地区において、雨量及び流出量の測定、解析を主体とした「農用地造成に伴う流出変化量調査」を実施しているところである。

以上、報告の内容及び今後の流出変化量調査に対する読者諸兄の御批判及び助言をいただければ幸いである。

終わりに、本調査に御協力していただいた事業所、事務所及び委員の方々並びに東海農政局前計画基準係長片山英雄氏、太陽コンサルタンツ株式会社田久保晃氏に記して深謝の意を表する。

農業用水水利権の総取水量表示について（その2）

— 事例及び今後の課題 —

延 藤 隆 也*
佐々木 勝*

目 次

I. はじめに……………(78)	あって、かつ、新規利水に係るもの…………(81)
II. 年間総取水量表示地区の状況……………(78)	4. 農業用水合理化事業に係るもの…………(81)
III. 年間総取水量表示に係る事例……………(79)	IV. 今後の課題について……………(82)
1. 施設等の新築又は改築に係るもので あって、かつ、流域変更に係るもの…………(79)	1. 当面の懸案事項……………(82)
2. 施設等の新築又は改築に係るもので あって、かつ、流水の貯留施設等によ り補給されるもの……………(80)	2. 総取水量表示の水利調整上の 位置づけ……………(83)
3. 施設等の新築又は改築に係るもので	3. 表示すべき総取水量の性格について…(83)
	4. 今後の対応について……………(84)
	V. おわりに……………(84)

I. はじめに

前編では、農業用水水利権についての年間総取水量の一般的な表示について、その表示に至る経緯、農業用水の特性、総取水量表示に反対する基本的立場及び応ずる基本的立場を述べてきた。

本稿は、その後編として、現在に至るまでの年間総取水量表示の状況及びそれらに係る事例並びに今後の課題について述べることにする。

II. 年間総取水量表示地区の状況

前編で述べてきたように、年間総取水量の一般的な表示については、昭和50年10月に基本的な事項を、また、昭和51年12月にはその解釈運用の一部について、建設、農林両省間で合意している。ここで其の後の状況を知るために、河川法第35条協議^(注)の処理件数及び年間総取水量表示地区の最近10ヶ年の状況についてみると表一1

のとおりになっている。

表一1の35条協議の処理状況の経緯をみると、その処理件数は昭和50年度に向けて徐々に少なくなり、覚書が締結された昭和50年度には7件と最も少なくなった後、昭和51、52年には回復している。これらのことは、その間の事情を如実に物語っていると思われる。

この年間総取水量の表示された地区は、全体処理件数（S.50～S.54）113件に対し52件とほぼ半数近くを占めている。また年間総取水量が表示されたものについて、その表示理由をみると表一2のとおりとなっている。

表一2によれば、表示理由のほとんどが施設等の新築又は改築に係るものであり、更に全表示件数52のうちダム等流水の貯留施設により補給を受けるものが40件と約8割を占めている。また、新規利水に係るもの24件のうちほとんどがダム等流水の貯留施設からの補給を受ける畑かん等となっており、農業用水の新規利水は今やダム等によらなければならないようになってきているのである。なお、

表一1 35条協議処理件数

種 別	年 度											計
	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54		
35条協議処理件数	63	35	54	30	16	7	30	41	24	11	(50~54) 113 311	
上記のうち総取水量表示件数	—	—	—	—	—	4	17	17	11	3	52	

注 1. 上記数値は年度内で処理された件数である。

2. 総取水量表示件数は、両省間で合意（S.50.10）した以降のものである。

* 構造改善局計画部地域計画課計画調整室

(注) 建設大臣は特定水利使用（かんがいにあつては取水量1.0m³/s以上又はかんがい面積300ha以上のもの）の水利権の許可に当たっては河川法第35条に基づき関係行政機関の長（農林水産大臣）へ協議しなければならないこととなっている。

表一 2 総取水量表示件数の理由別内訳

総取水量表示理由	年度	50	51	52	53	54	計
1. 施設等の新築又は改築に係るもの	(1) 流域変更に係るもの	—	2	3	—	—	5
	(2) ダム等流水の貯留施設により補給されるもの	3	11	13	10	3	40
	(3) 新規利水に係るもの	2	13	2	4	3	24
2. 農業用水合理化事業に係るもの		—	2	—	—	—	2
対象地区数		4	17	17	11	3	52

注 上記表の50年度処理件数4件の中には、従前の利水者間による調整のものが1地区含まれているが、覚書に該当しないので内訳としてはカウントしていない。

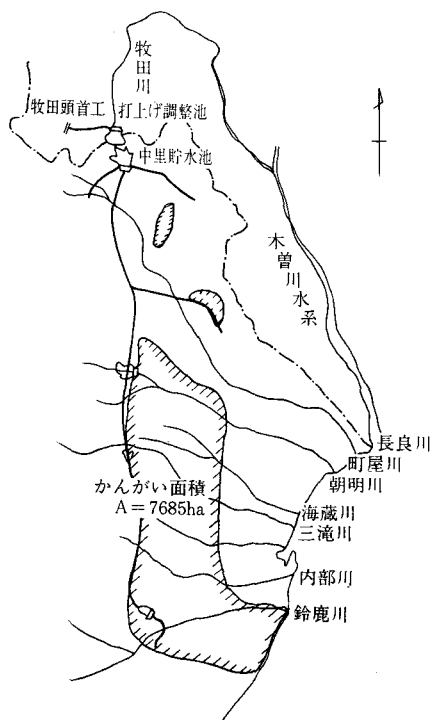
農業用水合理化事業に係るものは2地区と少ないが、これは農業用水合理化対策事業による水利権処分がまだ少ないことと符合している。

III. 年間総取水量表示に係る事例

ここで、今後の河川協議の実務の参考とするために、昭和50年度以降処理された地区について、年間総取水量表示の理由をあげ、それらにかかわる事例等を挙げることにする。なお紙面の都合もあり事業の概要は割愛させていただいた。

1. 施設等の新築又は改築に係るものであって、かつ、流域変更に係るもの

この理由により年間総取水量が表示されているものは



図一 1 三重用水事業

表一2よりわかるように5件である。これらの地区は次の2つのケースに分けることができる。

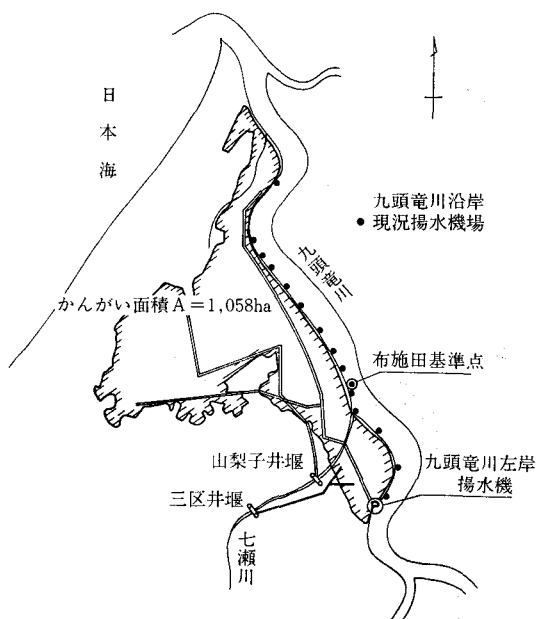
(1) 新たに異なる水系（流域）から取水する場合又は異なる水系へ分水する場合（図一1）

この地区は、従来は鈴鹿川等の水系内での水利用であったが、当事業によって新たに木曾川水系から導水してくるものであり「流域変更に係るもの」として総取水量を表示している。

(2) 取水後の水が取水した河川に還元しないもの（利水の基準点に影響を及ぼす場合）（図一2）

この地区は、従来九頭竜川沿いの14ヶ所でポンプ取水していたものであるが県営九頭竜川左岸農業用水事業によりそれらを針ノ木地点の九頭竜川左岸揚水機場へ合口するものである。

この水系の利水基準点は、布施田地点であり九頭竜川左岸揚水機場より下流に位置している。従って利水基準



図一 2 九頭竜川左岸農業用水事業

点より下流で取水していたものを利水基準点より上流に合流するため「同一水系内であっても利水基準点に影響を及ぼすもの」として総取水量表示している。

2. 施設等の新築又は改築に係るものであって、かつ、流水の貯留施設等により補給されるもの

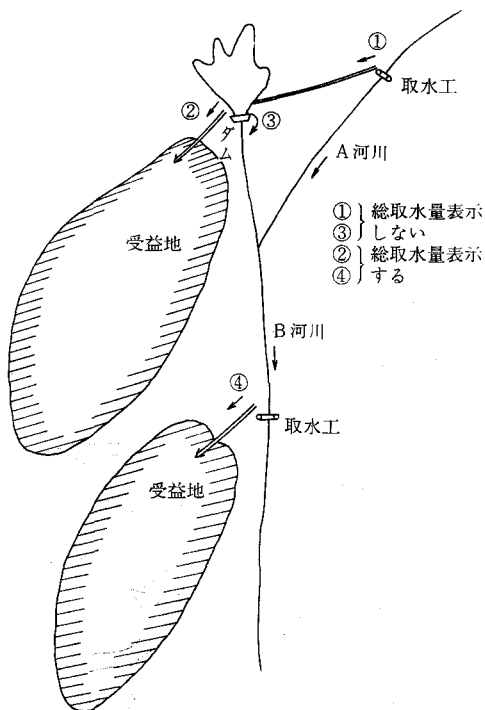
既に述べたように、年間総取水量を表示している地区は、ほとんどこの理由によるものである。即ち、ダムにより補給されるものであるがこれらは次のように整理することができる。

(1) 流水の貯留施設が自己ダム（共同施設を含む。）の場合

この場合の表示を要するのは、図一三に示すように新たにダムを造成しダムの貯水池から直接取水する場合及びダムの下流においてダム貯水量の補給を受ける場合である。これらの場合を模式的に図一三に整理して示しておく。

(2) 流水の貯留施設等が特定多目的ダム等の場合

特定多目的ダム等を建設して水を開発するに当たっては、下流かんがい地域の既得用水等が当該ダムの計画基準年（通常は1/10確率の渇水年）の流況において充足されていない場合には、それを充足（補償）させ、しかるのち新規用水が開発されることとなっている。この場合、既得用水がかんがいに係るものを一般的に「不特定かんがい」（慣用語）といっており、また、新規に農業用水として、特定多目的ダム等に直接経費を負担して参



図一三

画している場合を「特定かんがい」としている。この特定かんがいの場合の総取水量表示は(1)の図一三と同様の取扱いとなる。しかし、不特定かんがいの場合、一般的にはダムからの補給量が明確でないので総取水量は表示しないこととしているが、特定多目的ダムの水収支計算等で補給量が数量的に明確になっている場合もあり総取水量を表示しているケースもある。ここでは、それらの場合の総取水量表示の取扱い事例を示すこととする。

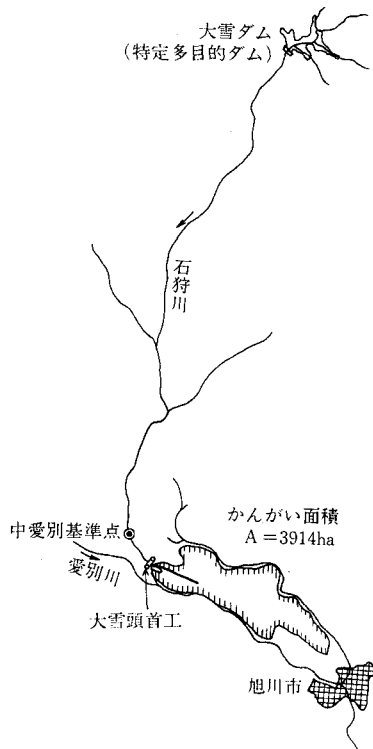
① 総取水量表示されていない地区（図一四）

昭和44年に着工された大雪頭首工の上流には大雪ダム（特定多目的ダム、S.43年着工）が建設されており、この地区も大雪ダムの補給を受けている。

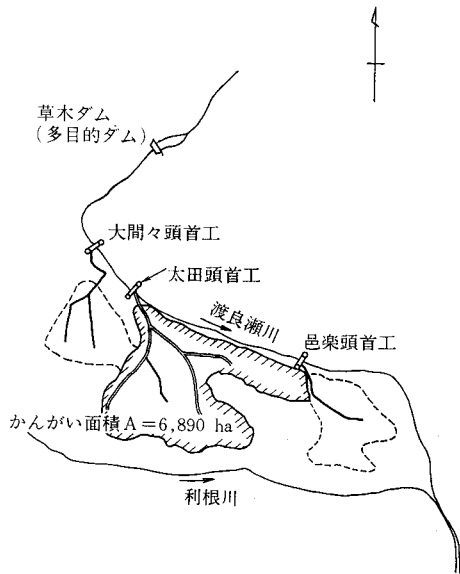
大雪ダムの不特定かんがい補給範囲は、旭川市金星橋地点より上流に位置する8ヶ所の取水口に係る既得農業用水が対象となっている。その補給計画によれば、利水基準点を既設取水口のうち最上流の取水口の中愛別地点におき、この地点の基準流量を期別に定めその基準点流量を維持するように大雪ダムから放流する計画となっている。このため下流の各取水口に対する大雪ダムの補給関係が明確にできないことから大雪頭首工の水利使用においても総取水量を表示しないこととしたものである。

② 総取水量表示されている地区（図一五）

当地区は、国営渡良瀬川沿岸農業水利事業として実施されている大間々頭首工、太田頭首工及び邑楽頭首工の



図一四 当麻永山地区（大雪頭首工）



図一五 渡良瀬川沿岸農業水利事業

うち太田頭首工に係るものであるが、上流の草木ダム(水資源開発公団事業、昭和40年着工)に対しては既得利水であり、不特定かんがい扱となっている。しかし、当事業としては上流の大間々頭首工に係る地区は畑かん等を含めた特定かんがい扱となっているため、それらを含めて草木ダムが計画されている。従ってその際の水収支計算において草木ダムからの補給を受けることが現在数量的に明確になっていること等から特例的に総取水量を表示している。

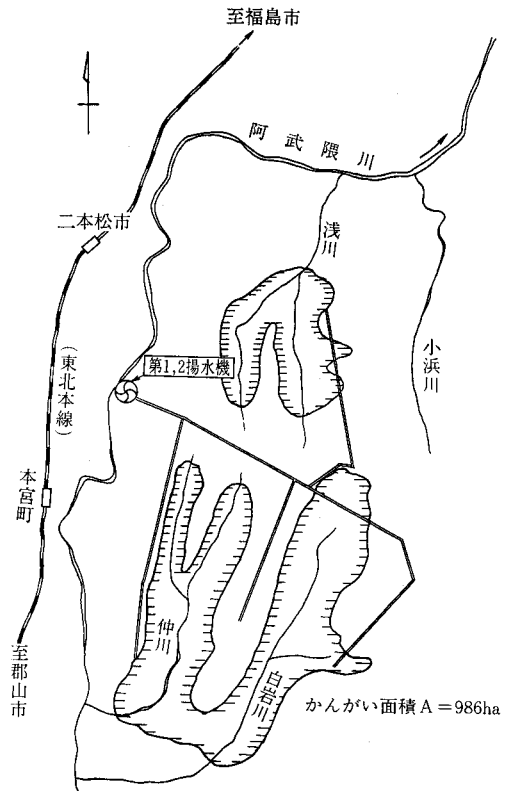
なお、このようなケースの場合、水利使用規則には必ずダム等により補給されることを明示しておく必要がある。この地区の場合は、水利使用規則第3条第2項に「前項の取水量を確保するため、草木ダムによる流水の貯留が利用されるものとする。」と明記されている。

3. 施設等の新築又は改築に係るものであって、かつ、新規利水に係るもの

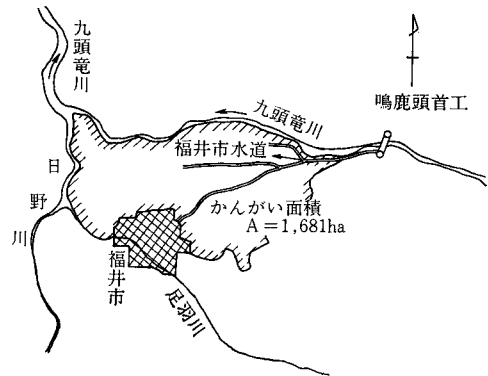
一般的には、畑地かんがい等の新規利水がこれに相当する。しかし、総取水量の取扱いで問題となるのは既得用水に係る取水口等を改築する場合、新たに畑かん等の面積を追加して増改築する場合や、取水源の振り替え等に係るものであるため、この事例を示すこととする。

(図一六)

この地区は、従来から取水していた地域に加え周辺地域をとり込んで福島県営かんがい排水事業として取水施設の改築等を実施するもので、最大取水量が0.167 m³/sから0.827 m³/sと2倍以上に増えること、本川依存総量においても従来の2倍以上になることから「新規利水に係るもの」に該当するものとして総取水量を表示している。



図一六 県営かんがい排水事業(白沢地区)



図一七 農業用水合理化対策事業(芝原用水)

4. 農業用水合理化事業に係るもの

(1) 総取水量表示している事例(図一七)

この地区は、既に実施された国営九頭竜川農業水利事業で設置された鳴鹿頭首工の左岸より取水している地域であって地区内の農地面積が都市化によりスプロールの減少しており水管理も相当困難を極めていた。このため、農地の集団化を図り合理的な水管理が実施できる施策が望まれていた。一方福井市では人口の増加に伴い上

水道用水も毎年夏場になると相当な水不足に悩んでおり新規水源の開発が望まれていたが水資源の開発は一朝にして出来ることではなかった。

このような事から、福井県の耕地課では両者の要望を同時に満足できる県営農業用水合理化対策事業を企画したものであり、この事業によりは場整備を実施するとともに合理的な水管理が行えるように水利施設の整備を実施し、それらによって合理化された農業用水を上水道用水に転用せんとするものである。従って、当地区は「農業用水合理化事業に係るもの」に該当するものとして総取水量が表示されている。

なお、この地区の総取水量は、土地改良事業計画の基準年のものではなく上流の笹生川に建設されている笹生川ダム（県営多目的ダム）の基準年のもので表示されている。この理由は、当初笹生川ダムは当地区の水源として農業用ダムとして計画された経緯があり、ダム計画では不特定かんがいとしているが本来は特定かんがいとして取扱うべきであったことなどからこのように処理したものである。（昭和55年度処理地区より）

(2) 総取水量表示していない事例（図-8）

この地区では昭和45年から昭和47年にかけて地区内の一部の区域のは場整備と幹線水路のライニングが実施されている。今回の水利権の更新に当たりその際の面積の整理を行ったところ面積は若干の増であったが、水路ロ

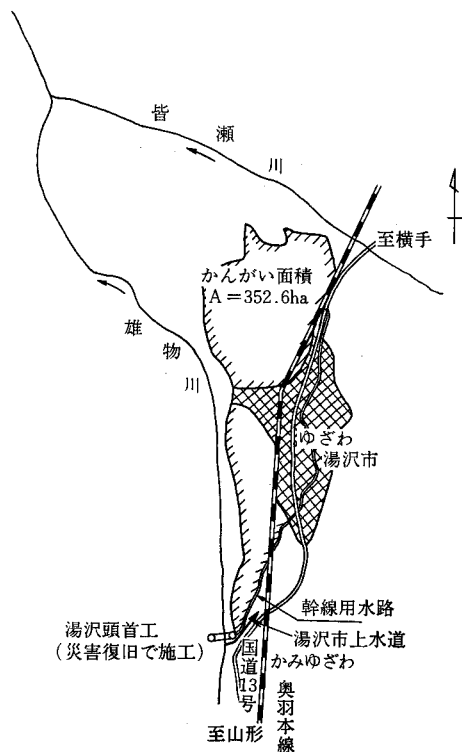


図-8

スが25%から15%に減少し全体として取水量が減ったことに伴い頭首工地点において既得水利権水量の一部（旧最大取水量 $2.15\text{m}^3/\text{s}$ 、新最大取水量 $1.855\text{m}^3/\text{s}$ の差 $0.295\text{m}^3/\text{s}$ ）を湯沢市の上水道へ転用するものである。ところで覚書にいうところの「合理化事業」とは、農業地域内において地区内の配水を水道化する等高度な水管理を可能とする農業用水合理化対策事業等をいうものであり、一般的には他種利水からのインパクトによる動機があり、かつ、事業に要する費用のうちの地元負担分はそれらによって負担され、事業によって生み出された用水を他種利水へ転用するものである。従って「農業用水合理化事業に係るもの」とは合理化事業を実施しそれによって生み出された用水を上水道等に転用する場合をいうのであって、この地区のようには場整備も一部の区域しか行われなく、かつ、余剰水を生み出すことを目的とした事業でもなく、転用とは別途に事業が行われているような、いわば単純転用に係るものは該当しない。故に総取水量は表示されていないものである。

IV. 今後の課題について

1. 当面の懸案事項

農業用水水利権の総取水量表示については、前編で述べてきた経緯等を通じて以上のように実施されてきている。しかし、覚書及びその運用の解釈については、その大要において合意されているものの未だ両省間で完全に合意に達していない部分があることも事実である。これらの部分は現在次のような懸案事項となっている。

- (1) 総取水量表示を、限られた条件の下ではあるが、特定水利使用以外の取水口について表示しようとしていること。

これは、複数の取水口を持つ土地改良事業地区について、事業全体として特定水利使用に該当するならば、特定水利使用に係る取水口のほか、特定水利使用以外の取水口についても総取水量を表示しようとしているものである。特定水利使用の定義は、「取水量が1秒につき最大1立方メートル以上又はかんがい面積が300ヘクタール以上のかんがいのためにするもの」（河川法施行令第2条第1項3号の二）とされており、この取水量及びかんがい面積の解釈は当然「権利」としての各々の取水口に係るものであり、土地改良事業に係るものではないと判断される。もし、事業に対して付与されるとすれば、国営付帯事業として実施される県営、団体営事業の水利権及び国営事業地域に係る既存の水利権はどんな小規模のものでも全て特定水利使用となることになり、水利権主体も全て国としなければならなくなる等過去の取扱い及び実態とも掛け離れたこととなる。さらに事業を実施した取水口と事業に係らない取水口ではその取扱いが異なることにもなる。このように、従来の農業用水水利権、

即ち、最大取水量は取水口毎に付与されてきているので、総取水量は水利権の内容であると位置づけるとすれば、当然最大取水量同様総取水量も個々の取水口毎に付与されなければならないことになる。従って、特定水利使用であるか否かの判断は、個々の取水口毎に判断されるべきであって事業として判断すべき根拠はないと思われる。なお、複数の取水口から取水し地区内がパイプラインとなって水利使用が混然一体となっているようなケースについては、総取水量表示の方法は水利使用の実態等を勘案の上、別途配慮しなければならないケースもあると思われる。

(2) 総取水量表示を夏期及び冬期等の期別に分けて表示しようとしていること。

これは、河川法施行規則及び建設省河川局長の通達等(注)でも「年間」総取水量としていること及び農林水産省としては、総取水量表示に応ずる前提としては「年間」であったこと並びに一担夏期、冬期等に細分するといずれ最大取水量の期別と同様に期別細分され農業用水の水使用に支障が生ずる恐れがあること等から期別細分は受け入れられるものではない。なお、建設省の主張しているとりあえずの理由は、冬期における営農用水等は水利使用の目的が「かんがい」と異るとのことであろうが、目的が異なることで総取水量を分けるのであれば当然水利使用の目的をも内容に見合うものにならなければ説得力のないものになるだろう。従来かんがい及び営農用水等の水利使用の目的は「かんがい」(河川法施行令第2条)として処理されてきた。もし、ここで水利使用の目的が異るとの判断で総取水量も別扱いにするとすれば、施行令の目的も当然変更してからでなければならないだろう。

(3) 地区内の調整池、溜池等への送水量を年間総取水量とは別に表示しようとしていること。

土地改良事業地区内に溜池及び調整池等がある場合、年間総取水量を表示していても、その内数を別途にそれらへの送水量として逐一表示しようとしているものである。地域内に溜池及び調整池等があることは通常のかんがい形態であり、それらはいずれも年間総取水量の内訳にすぎず、二重の縛りをする必要性はないと思われる。

(4) 取水口における総取水量をいくつかに分けて表示しようとしていること。

これは配水の形態として、ダム、河川等から取水した後幹線水路等を経てかんがいしながら一部を一担河川に注水し、さらにその下流において注水された水を取水す

るような場合、頭初における総取水量をかんがいに係る部分と河川へ注水する部分とに分けて表示しようとしているものである。これは農業用水路等河川区域外施設の河川管理者による検査等の主張と軌を一にしたものであり、いわゆる公水論を背景としたものであろう。しかしこれらは全く法的根拠はなく単に農業用水の水利利用の規制の意味しか持たないものである。何故なら、河川から新規に取水する場合には、原則として常にその水量が1/10渇水基準年において十分取水が可能であることを確認された上許可されるものであり、また取水地点において下流への責任放流量及び取水制限流量等が常に示され取水の条件が付されることとなる。従ってそれぞれの取水地点における取水量及び取水条件が明確になっておれば、権利調整上も河川管理上も支障ないと考える。規制の目的は、総取水量を表示していることで十分達していると思われる。

2. 総取水量表示の水利調整上の位置づけ

総取水量表示の主張は、権利の保護及び水利権の明確化並びに水利調整のためとのことであった。権利の保護については最大取水量で十分であり総取水量表示は規制の意味しかない。権利の明確化及び水利調整については河川開発の利便、すなわち水資源の極限的な開発の可能性であろう。さらにまた節水の期待は或る程度できよう。しかし、実際の問題として水使用を1/10確率渇水年で計画しても現実の水使用では何時が1/10渇水年の流況に遭遇しているか判断基準はなく、いずれにしても渇水時は利水者相互による水利調整によらざるを得ない訳で、この場合、各利水者の権利量の主張の根拠は当該日の必要水量(最大取水量)が基準とされ、総取水量は特に基準とはならないであろう。何故なら通常渇水はかんがい期の途中において起り、この場合その時期までの総取水量が表示量の半分ぐらいであっても水利調整(節水)は必要であり、総取水量の表示量全体を取水していないことをもって水利調整に応じないことはできないのである。つまり水利調整上は主として農業用水の利用量を最大取水量から総取水量を表示することによる余剰水を新規の利水に振り向けることが可能となることであるが、このような「バケツの水」の極限的な開発方式は河川水の利用形態及び農業用水の水利利用の実態にかんがみ将来の水利調整を憂慮させるものといえよう。

3. 表示すべき総取水量の性格について

従来からの総取水量の取扱いは、表示するかしないかが問題とされてきた。しかし、どのような性格の数値が表示されたらよいかについては深く議論がなされているとはいえない。ここでは、総取水量はどのような性格の数字を以て表示したらよいかを簡単に考えることとする。従来の表示されているもの等からその考え方を整理してみると次のようになる。

(注) 河川法施行規則第11条第1項の別期様式第8乙の1、「河川法の施行について」(S.40.6.29 河川局長通達)の中の標準水利使用規則第3条河川法逐法解説第23条の項の水利権の内容となるべき事項及び水利権実務1問1答「農業用水の水利利用において最大総取水量の表示はどのように扱われるか」等において総取水量はいずれも「年間」であることを明記している。

- (1) 取水実績の包絡線量
- (2) 事業計画の基本必要水量（溜池等の固定的な地区内利用量を除き有効雨量を考慮しない純用水量）
- (3) (2)より有効雨量を控除したもの（雨量のとり方は、基準年のもの、計算期間のうち最少のもの及び多目的ダム基準年によるもの等がある）。

これらのうち、従来から取水していた地域がいわば受身の形で総取水量を表示する場合は(1)により表示すべきであると考えられる。また、ポンプ取水の場合及び畑地かんがいのように新規にダム等に直接依存する場合は(3)により表示してもよいであると考えられるし、実際上も支障ない。また、総取水量の権利性一すなわち1/10確率渇水基準年は時代によって常に変動すること等一及び水利調整上から最も基本的と考えられるのは、既に前号で述べた葛西用水の場合(注)のように(2)により表示し、「ただし、有効雨量を考慮して取水するものとする。」との取水条件を付すことであろう。

具体的な総取水量の表示に当たっては、以上のことを念頭に置き、地区の実情に応じて表示量を決定すべきであろう。

4. 今後の対応について

以上のように年間総取水量表示には、①両省間の覚書の細部運用が明確になっていないこと、②未だ明確な表示方法がないこと、③総取水量表示をしてからの期間が短く実際の水利用にどの程度の影響があるのか明確になっていないこと、等表示量の性格及び表示することについてまだ基本的な問題が存在している。

このため、河川協議の実務者としては、①河川法を始

め水利調整の制度及び過去の事例等について熟知すること、②当該土地改良事業計画の趣旨及び実際の水利用の実情を十分理解して実水利用に将来共支障を来さない水利権とするとともに、③既土地改良事業における取水量の実績及びこれに関連する降雨量、河川流量資料の収集を図るとともにそれらを整理の上今後の検討の素材とすべきである。

また、河川協議の指導者或は土地改良事業計画者として早急に検討しなければならないのは、水利権協議実務者のための基本的な「手引書」等の作成又は土地改良事業計画書参考資料等において水利権取得及び実運用等のための「水利用運用計画」的なものを位置づけておくことであろう。

V. おわりに

本稿は、これまでに農業用水の総取水量の表示に関連して議論がなされてきた多くの資料を整理し、筆者の意見を加えて取りまとめたものであり、勿論公式見解ではない。しかし、今後河川協議を進めて行く中で依然総取水量が重要な懸案事項として取扱われることが予想されるので、総取水量の一般的な表示に至る経緯及び総取水量の表示に関連した基本的考え方等を明らかにするとともに、現在までに取扱われてきた事例及び今後の課題を紹介することが最も必要と考えた次第である。

これらのことが、河川協議関係者にとって今後の河川協議を進める上で少しでも役立てば幸甚であり、またこれらに対して諸兄の御意見、御叱正をお願いする。

訂正記事

編集の手違いにより前号の中に誤りがありましたので、下記のとおり訂正していただきたく、お詫びしてお願い申し上げます。

記

前号（第42号）の報文「農業土木設計積算業務オンライン化について（岩手県の事例）」37頁図—5電算処理実績（累計件数）中、概算設計は実施設計、実施設計は概算設計とする。

(注) 水と土 第42号 P.83参照

栃木県土地改良事業における 電子計算組織利用の現状と今後の課題

栃木県農務部農政課指導検査班

本県における電算機は昭和45年に導入がなされ、その後機種の変遷がありました。業務量の増加に伴い、現在 FACOM・M160AD を利用しております。またシステム開発は情報管理課内部で行なうことが一般的でありましたが、業務主管課で開発することが多くなってきている現状です。さらに本年より日本語処理が可能な体制になり、飛躍的に発展しようとしているところであります。

このような中で土地改良行政事務で主に関係ある業務は、表一1 のようになり、順を追って御紹介します。

1. 工事設計積算業務

積算方式の改善・統一・標準化等積算事務の質的向上、事務のスピード化、高度な設計への対応を実現化するため開発されました。

(1) 基礎データファイルメンテナンス

単価、名称、機械損料、施工単価条件表等マスターファイルの修正、追加、削除等の作業と各ファイルを利用して配布用基礎データ表の印刷をします。各ファイルは情報管理課で永年の保管されます。

(2) 統一単価表

単価や歩掛の改訂があった時に、配布用統一単価表を

印刷します。この処理は入力データを読み、必要なマスターファイルから施工単価を計算し印刷するものです。配布用の統一単価表は施工単価の数にして2,000個と施工単価条件表の全部は印刷せず、使用頻度の高いものみにとどめております。

(3) 設計書作成

現在は設計書のうち、工事価格積算のみ行っております。本処理は大きくわけて、入力データ順ならば、チェック、積算、印刷のステップからなっています。チェックは記入されたデータをコードで判断し、関連チェック、大小チェック等を条件チェックファイルを使用して行っております。積算は、農林水産省の要綱、要領に準拠した県の積算要領に基づき、各基礎データファイルを使用して積上げにより計算しております。印刷は、従来の手作業による時のイメージで出力しております。異なるものは、各資材・機械・労務の集計表をも合わせて印刷しているところです。また、本処理の特徴としては、合わせて30工事まで一括して処理できること、入力データを累積管理（世代ファイル）していること等があります。ちなみに、昭和54年度では、178工事を処理しております。

表一1 土地改良事業の電子計算組織利用

システム名	処 理 名	開発年	業 務 主 管 課
土地改良設計積算	基礎データファイルメンテナンス	昭50年	農務部農政課
	統一単価表	50	
	設計書作成	50	
	舗装単価一覧表	54	
	統計一覧表	53	
	特約条項による調書作成	55	
	設計資料作成	55	
建設情報	工事台帳メンテナンス	48	土木部監理課 農務部土地改良課 林観部林政課 企業局
	業者台帳メンテナンス	48	
	指名処理	48	
換 地	換地経費処理	50	農務部圃場整備課
	確定測量経費処理	53	

(4) 舗装単価一覧表

交通区分、CBRによりしゃ断層、下層路盤、上層路盤、基層・表層を厚さごとの単価、全厚の単価を一覧表にする処理です。同一交通区分における、設計CBR値ごとの単価比較により、舗装構成の厚さが求められます。処理手順は、入力データチェック、単価計算、作表から成ります。入力データチェックのステップでは、合わせて作表用テーブルファイルにより、多量の施工単価を計算できるように入力データの展開を行っております。単価計算のステップでは展開された計算諸元を統一単価表作成プログラムによって処理しております。本処理の補足的な処理として地区別（県内を地域割にして単価を決めている）の舗装単価表が出力できるようになっております。

(5) 統計一覧表

設計書処理で作成された統計ファイルと基礎データファイルの一つである名称ファイルをもとに統計一覧表を印刷します。

(6) 請負契約特約条項による変更請負額調査作成

特定資材の価格変動による変更請負額を前述の設計書作成処理時に必要な諸元を記憶しておき実勢単価ファイル（設計単価ファイルと異なる）により、各資材の変動率、あるいは変動額を算定し合計する変更請負額を調査として印刷する処理です。実勢単価ファイルは月ごとにメンテナンスして配布をしています。

(7) 設計資料作成

約50種類の技術計算プログラムを使用して高度解析するシステムで多岐にわたる有用な設計資料が作成されます。

II. 建設情報システム

県および企業局の行う建設工事の指名、入札に際し、指名すべき建設業者の選定資料を作成しております。

(1) 工事マスター（台帳）メンテナンス

工事請負の契約・変更契約・修正等帳票、検査復命書等の入力データにより管理しています。

(2) 業者マスター（台帳）メンテナンス

業者の代表者名、所在地の変更・修正・指名停止、入札結果報告等により年間約9,000件が管理され、また工事マスターによる業者の業種別、部局別の契約実績を算出し、業者マスターに記憶させています。

(3) 指名処理

指名要求データの要求所属コード・工事箇所・工事等級・工事工種と業者マスターの業者の格付・所在地・入札参加工種による工事に対する業者の地理的条件を算出し、その他前年度の工事成績・優良建設業者表彰の有無前年度の契約件数・当該年度の契約率等を加味して総合数値を求め、1工事に対して上位20業者を出力しております。

以上が処理概要ですが、入力データは工事の執行ごとに土木部監理課や農務部土地改良課等の主管課、並びに各出先機関で作成し、各部局別の窓口担当課がとりまとめ電算処理され、出力も同じルートを通して送付されます。しかし、プログラム管理・処理日程作成等の管理は、土木部監理課で一括して行っています。本システムは別システムの建設業許可管理システム・経営事項審査システムとの関連情報の有効利用を図っております。

III. 換地システム

換地事務の省力化を目標に換地経費算定と確定測量経費算定を機械化しております。

(1) 換地経費処理

地区別・換地工区別の入力データを基に「換地業務の経費算定基準」（昭49農林省通達）により、工区・地区を集計した積算書及び内訳書を出力しております。

(2) 確定測量経費処理

各々の条件を記入した入力帳票を基に「換地を伴う土地改良事業の確定測量業務の経費算定基準」（昭46農林省通達）により設計書鏡・総括表・内訳表が出力されます。計算時単価等の記録されているマスターファイルを利用しております。

本換地システムは昭和55年情報管理課による5年に一度の見直し対象業務になっており漢字化してシステム修正する予定です。

以上が本県における土地改良事業の電算利用状況であります。今後農業用水データバンクシステムを開発したいと考えております。また上記三システムはコード体系や利用方法で関連はなく今後ファイルの互関性を考慮したトータル的なシステム化にしたいと考えております。

おわりに本稿のため御協力をいただいた監理課・情報管理課の担当者に感謝の意を表します。

沖 縄 県 の 農 業 基 盤 整 備 事 業

根 間 武

I. はじめに

戦後、長期にわたりわが国の施政権外に置かれた沖縄

県だより

は、昭和47年5月15日をもって本土に復帰し、新生沖縄県としてわが国発展の一翼を担うことになった。

農業部門においても、復帰に伴う本土との経済圏の一体化により市場が拡大し、わが国唯一の亜熱帯農業の確立をめざしつつあり、最近における厳しい経済環境の中において農業の振興に対する県民の期待が高まっている。また復帰後強力に推進している農業基盤の整備が、漸次その効果を現すとともに農作物価格上昇による収益性の向上、移出農作物の県外市場における高い評価等を反映して、農業内部においても積極的に農業に取り組む意欲が醸成されつつある。

II. 本県農業の特性

1 耕地の現況と自然条件

本県はわが国最南及び最西端に位置し、南北400km、東西1,000kmに及ぶ広大な海域に点在する70余の島しょう（うち有人島45島）から成るわが国唯一の亜熱帯海洋地域である。

県土は総面積は約2,250km²で、そのうち農用地20%、森林原野が60%となっている。また米軍施設区域が260km²もあって県土面積の12%を占めている。

本県の年間平均気温は摂氏22～23度、冬期の月平均気温が高く、わが国で最も温暖で降霜、降雪がなく、植物は周年盛育している。夏期は高温多湿であるが、冬期には、北々東の季節風が強い。また台風の進路と転向点に位置し、夏秋期には台風が常襲する。年間降水量は2,000から2,400mmで多雨地域であり、島しょうからなるため河川の流路延長が短かく、傾斜が急で、かつ貯留施設が立ち遅れていることもあって、豊富な降水がほとんど活用されていない状況にあり、しばしば干ばつが起っている。

本県の耕地面積は、昭和40年代前半までは、さとうきび、パイナップル栽培面積の拡大を中心に増加を示し、昭和43から45年には、53,000haの耕地があったが、昭和40年代後半に入ると一転して減少を示し、昭和51年には40,700haと大きく落ち込んだ。

しかし、昭和52年以降は、経済成長の鈍化、雇用情勢の悪化の中で省エネ時代に対応した野菜、花き、肉用牛の県外出荷の拡大、さとうきび価格の上昇、農業生産基盤の整備等により、農業見直し機運が高まり、併せて各種農業施策の推進による荒ぶ地解消、農地、草地開発等が進んだ結果、昭和54年度には42,900haと増加しつつある。また、耕地利用率も集約的農業の増加を通じて昭和52年以降上昇に転じ、昭和53年には99.3%にまで回復している。

一方、農家当りの耕地面積は耕地面積、農家数とも減少しながら、耕地面積を上廻る農家数の減少があり、また耕地面積が拡大方向に転じるなかで、農業経営も機械

化の進展、農用地の保全、確保及び流動化施策の促進等によって着実に規模拡大を示し、昭和46年の80aから昭和54年には94aと拡大している。

III. 農業基盤整備事業の推進

本県の農業基盤整備事業は、昭和47年度の復帰前までは、乏しい財政事情（日本両政府の援助資金、琉球政府の自己資金）から、農業基盤整備に対する公共投資も極めて少く、また水田を主体とした土地改良事業が多かったため、生産条件が大きく変わった今日では、その機能を発揮するのが少く、大部分が再整備を必要としている。

沖縄県の土地改良事業が本格的に計画、実施されるようになったのは、復帰の年の昭和47年度以降である。

本土との格差是正を図るため、復帰と同時に沖縄振興開発特別措置法、並びに沖縄復帰特別措置法により、農業基盤整備事業に対しては、高率補助及び採択基準の緩和の制度が設けられた。昭和47年度から昭和56年度までの沖縄振興開発計画では、農業の振興開発計画の構想として、「沖縄県の農業は、一般に技術水準が低く、農業生産の基礎条件の整備も立ち遅れているため、本土農業との生産格差が著しいものとなっている。今後の沖縄農業の発展方向としては、合理的かつ計画的な土地利用により優良農地確保し、わが国唯一の亜熱帯農業の確立をめざしつつ、主要作物であるさとうきび、パイナップルの生産性の向上を図るとともに畜産、野菜、花き等を振興し、作目の多様化をすすめることによって農業経営の安定化を図る。そのため、土地基盤整備、経営規模の拡大等の構造政策の拡充等を効果的に推進する。また農業後継者の育成と農村生活環境の整備につとめる。」ことを基本方針として実施されている。

振興開発計画の中で沖縄県がめざしている基盤整備事業は、生産性の向上をはかるためのかんがい排水事業や、機械化農業を推進するためのほ場整備、農道整備を積極的にすすめることになっている。農業基盤関係の予算は、復帰後年々拡大し、昭和47年度が33億円であったのが昭和55年度は6倍の200億円と急速に伸びている。しかし、基盤整備の達成率は、54年度現在で要整備量47,000haに対しほ場整備が9%、かんがい排水整備が10%と非常に低い状況となっている。

あとがき

このようなことから、沖縄県においては、当面の重要な課題として、56年度でされる「復帰特別措置法」並びに「沖縄振興開発計画」の延長である。

それ等を延長することにより、57年度から66年度の10年間で、食糧需要動向に対応出来る経営基盤の確立を図るため、沖縄県の農業基盤整備事業の推進に努める。

会

告

農業土木技術研究会役員名簿（昭和55年度）

会 長	中川 稔	構造改善局建設部長
副 会 長	白井 清恒	東京大学教授
理 事	須藤良太郎	構造改善局設計課長
	長野 孝夫	水利課長
	内藤 克美	農業土木専門官
	金津 昭二	関東農政局建設部長
	高須 俊行	農業土木試験場長
	八木 直樹	新潟県農地部長
	石川 明	水資源開発公団第二工務部長
	松井 芳明	(社)農業土木事業協会専務理事
	牧野 俊衛	(社)土地改良建設協会専務理事
	渡辺 滋勝	㈱三祐コンサルタンツ専務取締役
	久徳 茂雄	西松建設㈱常務取締役
	内藤 正	大豊建設㈱副社長
	宮城 好弘	三井建設㈱取締役
監 事	岡本 勇	㈱日本農業土木コンサルタンツ常務取締役社長
	坂根 勇	構造改善局施工企画調整室長
常任顧問	浅原 辰夫	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	中川 一郎	参議院議員
	山崎平八郎	衆議院議員
	梶木 又三	参議院議員
	岡部 三郎	参議院議員
	小林 国司	(財)日本農業土木総合研究所理事長
	福田 仁志	東京大学名誉教授
	佐々木四郎	(社)海外農業開発コンサルタンツ協会々長
	高月 豊一	京都大学名誉教授
	緒形 博之	新潟大学教授
	永田 正董	土地改良建設協会顧問
幹 事	田中 順	構造改善局防災課課長補佐
	岩崎 和巳	農林水産省農業土木試験場水利第三研究室主任研究官
	小木曾徳三郎	構造改善局開発課係長
	太田 信介	事業計画課係長
	河田 正治	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
	遠藤 紀寛	構造改善局設計課課長補佐
	杉浦 英明	事業計画課課長補佐
	寺尾 雅人	施工企画調整室係長

幹 事	中西 一継	(財)日本農業土木総合研究所調査研究部長
	金井太二郎	水資源開発公団第二工務部副参事
	協阪 銃三	構造改善局整備課課長補佐
	風間 彰	設計課農業土木専門官
	松本 政嗣	水利課係長
	大串 和紀	開発課係長
	森本 一生	水利課係長
	鮫島 信行	整備課係長
	吉田 与吉	関東農政局設計課農業土木専門官
常任幹事	協阪 銃三	構造改善局整備課課長補佐
	遠藤 紀寛	設計課課長補佐
	風間 彰	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	㈱ 荏原製作所	3口
	㈱ 大林 組	〃
	㈱ 熊 谷 組	〃
	佐藤工業㈱	〃
	大成建設㈱	〃
	㈱電業社機械製作所	〃
大 阪	㈱西島製作所	〃
東 京	西松建設㈱	〃
	(財)日本農業土木総合研究所	〃
	㈱日本農業土木コンサルタンツ	〃
	㈱ 間 組	〃
	㈱ 日立製作所	〃
千 葉	福本鉄工㈱	〃
愛 知	玉野測量設計㈱	〃
東 京	㈱青木建設	2口
	株 木 建 設 ㈱	〃
大 阪	㈱奥村組	〃
東 京	勝村建設㈱	〃
大 阪	㈱栗本鉄工所	〃
東 京	三幸建設 ㈱	〃
	住友建設 ㈱	〃
	大豊建設 ㈱	〃
	前田建設工業㈱	〃
	三井建設 ㈱	〃
青 森	田中建設 ㈱	〃
愛 媛	安藤工業 ㈱	〃
東 京	久保田鉄工㈱	1口
	丸誠重工業㈱東京営業所	〃
大 阪	久保田鉄工㈱	〃
山 形	前田製管 ㈱	〃

愛知	㈱三祐コンサルタンツ	1口	宮城	北越ヒューム管㈱	1口
東京	旭コンクリート工業㈱	〃	山形	伊藤工業㈱	〃
大分	梅林建設㈱	〃	〃	佐藤興業㈱	〃
東京	技研興業㈱	〃	〃	菱和建设(山形営業所)	〃
〃	久保田建設㈱	〃	茨城	茨城県調査測量設計研究所	〃
〃	五洋建設㈱	〃	栃木	第一測工㈱	〃
大分	㈱後藤組	〃	群馬	大和設備工事㈱	〃
〃	㈱佐藤組	〃	〃	高橋建設㈱	〃
三重	㈱塩谷組	〃	埼玉	㈱古郡工務所	〃
東京	世紀建設㈱	〃	千葉	堀内建設㈱	〃
〃	㈱田原製作所	〃	〃	京葉重機開発㈱	〃
香川	大成建設㈱高松支店	〃	〃	㈱舛ノ内組	〃
大分	高山総合工業㈱	〃	東京	前沢工業㈱	〃
東京	中央開発㈱	〃	〃	日本大学生産工学部図書館	〃
岡山	アイサワ工業㈱	〃	〃	新光測量設計㈱	〃
香川	㈱チェリーコンサルタンツ	〃	神奈川	神奈川農業土木建設協会	〃
東京	東急建設㈱	〃	山梨	峡中土地改良建設協会	〃
秋田	東邦技術㈱	〃	長野	小林建設工業㈱	〃
栃木	東洋測量設計㈱	〃	〃	㈱木下組	〃
神奈川	㈱土木測器センター	〃	静岡	(社)静岡県畑地かんがい事業協会	〃
茨城	中川ヒューム管工業㈱	〃	新潟	山崎ヒューム管㈱	〃
東京	日本舗道㈱	〃	〃	新潟ヒューム管㈱	〃
〃	日本国土開発㈱	〃	富山	㈱婦中興業	〃
〃	日本プレスコンクリート工業㈱	〃	〃	八田工業㈱	〃
〃	日本エタニットパイプ㈱	〃	石川	㈱豊蔵組	〃
〃	ボゾリス物産㈱	〃	福井	福井県土地改良事業団体連合会	〃
〃	日兼特殊工業㈱	〃	岐阜	岐阜県ベンチフリューム協議会	〃
福岡	藤増総合化学研究所	〃	岡山	㈱大本組	〃
東京	㈱マルイ	〃	広島	金光建設	〃
〃	㈱丸島水門製作所	〃	〃	農林建設	〃
石川	真柄建設㈱	〃	香川	青葉工業㈱	〃
東京	水資源開発公団	〃	〃	宮本建設㈱	〃
愛知	若鈴コンサルタンツ㈱	〃	高知	須崎工業㈱	〃
東京	I NA新土木研究所	〃	福岡	福岡県農林建設企業体岩崎建設㈱	〃
福岡	新日本コンクリート㈱	〃	〃	㈱古賀組	〃
茨城	日本電信電話公社茨城県電気通信研究所	〃	佐賀	農業土木試験場佐賀支場	〃
東京	日本技術開発㈱	〃	熊本	佐藤企業㈱	〃
北海道	(財)農業近代化コンサルタンツ	〃	〃	旭測量設計㈱	〃
岩手	菱和建设㈱	〃	群馬	水資源開発公団奈良俣ダム建設所	〃
〃	丸伊工業㈱	〃	東京	東京コーケン㈱	〃
〃	高弥建設㈱	〃	岡山	岡山土地改良技術事務所	〃
〃	東北ブルドーザー工業㈱	〃	北海道	エスケー札幌産業㈱	〃
宮城	丸か建設㈱	〃			
〃	上田建設㈱	〃			

116社 156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	農水省	学校	法人	団体	個人	合計	会社	口数		県	農水省	学校	法人	団体	個人	合計	会社	口数
北海道	202	228	7	105	11	20	573	2	2	近畿	31	11	-	5	5	1	53	-	-
東	青森	101	56	3	2	-	162	1	2	滋賀	67	65	8	17	4	3	164	-	-
	岩手	95	21	6	4	8	135	4	4	大阪	44	-	4	33	3	6	90	4	8
	宮城	69	80	6	60	1	230	3	3	兵庫	70	32	4	1	-	2	109	-	-
	秋田	167	31	-	25	-	228	1	1	奈良	63	18	-	-	-	2	83	-	-
	山形	73	42	5	3	-	124	4	4	和歌山	54	13	-	-	-	1	68	-	-
	福島	92	46	-	2	11	152	-	-	小計	329	139	16	58	12	15	567	4	8
北	小計	597	276	20	96	20	1031	13	14	中国	31	9	4	-	-	2	46	-	-
関	茨城	119	39	5	1	8	180	3	3	鳥島	40	27	6	2	-	1	76	-	-
	栃木	86	26	5	1	-	119	2	2	取根	58	77	5	3	-	1	144	3	3
	群馬	50	9	1	-	3	63	3	3	岡山	52	9	-	2	-	2	65	2	2
	埼玉	53	25	1	6	22	120	1	1	岡口	43	4	1	-	-	1	49	-	-
	千葉	87	21	1	3	30	156	4	6	山島	35	16	-	-	-	-	51	-	-
	東京	1	206	8	261	55	557	44	74	徳川	32	5	5	15	4	3	64	4	4
	神奈川	37	-	-	2	-	62	2	2	香愛	37	14	4	3	-	4	62	1	2
	山梨	12	15	-	-	-	28	1	1	高知	21	-	2	-	-	1	24	1	1
	長野	81	5	4	-	3	93	2	2	小計	349	161	27	25	4	15	581	11	12
	静岡	105	36	-	2	-	147	1	1	九州	43	26	8	54	41	5	177	4	4
北	新潟	275	59	2	8	-	350	2	2	福賀	47	17	2	-	-	2	68	1	1
	富山	76	5	1	2	-	87	2	2	佐崎	20	3	1	-	-	1	25	-	-
	石川	47	83	3	12	-	145	2	2	熊本	82	55	-	10	3	2	152	2	2
	福井	85	9	-	-	-	94	1	1	大分	58	4	-	3	-	-	65	4	4
	小計	483	156	6	22	-	676	7	7	宮崎	44	21	2	1	-	-	68	-	-
	陸	鹿儿	65	8	-	-	-	73	-	-	児島	6	13	2	1	2	-	24	-
東	岐阜	33	5	4	5	6	59	1	1	小計	365	147	15	69	46	10	652	11	11
	愛知	55	85	1	113	32	298	3	5	内地計	3095	1609	123	774	265	201	6067	116	156
	三重	51	30	2	7	13	105	1	1	外国	21	-	-	-	-	-	21	-	-
海	小計	139	120	7	125	51	462	5	7	総計	3116	1609	123	774	265	201	6088	-	-

編 集 後 記

本号の巻頭文には、「一農業土木技術者の夢」と題して、藤井さんに汎用耕地に関する夢を御披露いただきましたが、会員の皆様は、農業土木技術者として、どのような夢をお持ちでしょうか。

個々には、各々の仕事の分野で、大小様々な夢を描いて、仕事に励んでおられることと思いますが、農業土木全体としてみた場合、今日、関係者全員の関心を喚起するような夢に欠けているような気も致します。

農業と農業基盤整備事業をとりまく情勢が一段と厳しくなった昨今、私達の技術力に裏付けされた、大きな夢物語を想定してみることも意義深いことかもしれません。

本誌の編集に当っては、新しい技術情報等を、できるだけ早く、会員の皆様へ紹介できるようにと心がけております。

本誌の積み重ねが、私達の技術の進歩の記録となり、さらに大きな夢を生む礎となれば幸いに思います。

(大串 記)

農業土木技術研究会 共催「研修会テキスト」頒布 農業土木学会関東支部

昭和56年1月30日に当農業土木技術研究会が農業土木学会関東支部と共催で下記の議題により研修会を開催したところ3百余名の参加を得て好評を得ました。この研修会の「テキスト」に余部がありますので下記によりお申込下さい。

記

研修会議題

- | | |
|----------------------|--|
| 第1章 水利協議について | 講師
農林水産省地域計画課
課長補佐 延 藤 隆 也 |
| 第2章 水理設計に関する問題点と解決事例 | |
| (1) ダムと頭首工 | 講師
農業土木試験場
施設水理第1研究室長
川 合 亨 |
| (2) 水路工関係 | 講師
農業土木試験場
施設水理第2研究室長
石 野 捷 治 |
| (3) パイプライン | 講師
農業土木試験場
企画科長 久 保 七 郎 |

頒 布 価 格 1,500円 (送料込み)

申 込 方 法

申 込 先 〒105 東京都港区新橋5-34-4
農業土木会館内

農業土木技術研究会

(電話03-436-1960)

送 金 先

第一勧業銀行新橋支店
店番号 051 口座番号 1133246 普通預金
研修会 野 村 利 秋

水 と 土

第 43 号

昭和55年12月30日発行

発 行 所 〒105 東京都港区新橋 5-34-4

農業土木会館内

農 業 土 木 技 術 研 究 会

TEL (436) 1960 振替口座 東京 8-2891

印 刷 所 〒161 東京都新宿区下落合 2-6-22

一 世 印 刷 株 式 会 社

TEL (952) 5651 (代表)