

水と土

No.114
1999

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



軟弱地盤地域における大規模、大口徑（外径3,270mm） 推進工工事の設計及び施行について（本文22P）



推進機を立坑に降ろす。



発進立坑鏡切り



推進機押し込み状況（ゲージで確認）

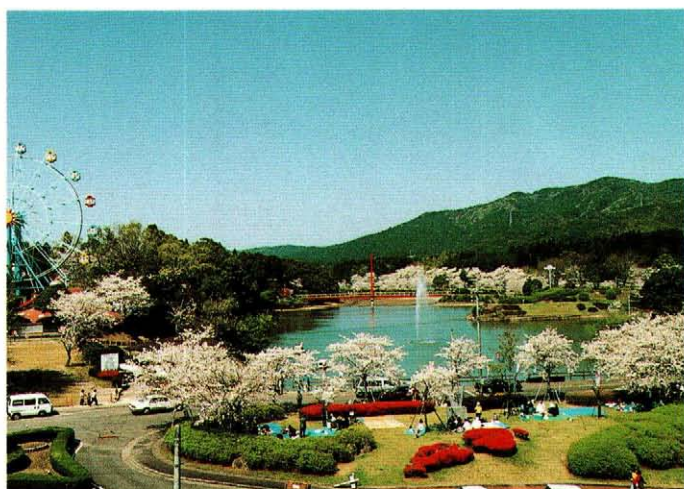


推進管内部の出来高確認

宮崎県における歴史的な土地改良施設 (本文65P)



松井水路



観音池



享保水路

水 と 土

— 目 次 —

グラビア

事務局からのおしらせ

平成10年度農業土木技術研究会研修会の開催案内

報文内容紹介

巻 頭 文

技術力の価値の再認識

中村 義文……(13)

報 文

フィルダムの総運土量について

西川 泰史 水口 正治 竹本 修

細川 信佳 中本 慶治 林田 裕興……(15)

軟弱地盤地域における大規模、大口径（外径3,270mm）

推進工工事の設計及び施工について

川口 透 大嶋 哲伸……(22)

複数のため池を水源とする多点注入パイプラインの水理解折

中武美保子 上月 良吾

相川 泰夫 島崎 昌彦……(33)

畑地かんがいのかん水時期判断手法の一提案（土壌水分予測）

宗宮 秀政 藤原 正之 橋本 諭……(41)

紀の川の農業利水について

岡村 成実……(49)

扇状地における用排水施設群の一元的管理について

霜鳥 岳……(60)

宮崎県における歴史的土壌改良施設

河野 善充……(65)

パイプルーフ工法について —清滝トンネル（農免農道）の例—

川口 義人……(69)

投稿規定……(76)

会告……(77)

No. 114

1999

表紙写真

(写真提供・農林水産省むらづくり対策室 第5回美しい日本のむら景観コンテストより「新潟県松之山町」)

〈農業土木技術研究会事務局からのおしらせ〉

1. 研修会の開催

農業土木技術研究会では、農業土木技術をめぐる今日的な課題をテーマとした研修会を年に1回開催しています。今年度の研修会は、「時代のニーズに即した土地改良施設の再整備」をテーマに平成11年1月26日（火）に開催することとしていますので、多数ご参加下さいますようお願い致します（詳細は研修会案内を参照願います）。

2. 「水と土」表紙写真の募集

農業土木技術研究会では、会誌「水と土」の表紙を飾る写真を募集しています。あなたが撮った「美しい農村や農業生産の風景」、「地域にとけこんだ農地、農業施設」、「水・土のふれあい」などを表紙に使わせていただきたいと思います。以下を参考に多数の写真を応募願います。

- ① 写真の種類：カラープリントでサービス版より大きいサイズで提出して下さい。
- ② 枚数：応募点数には制限がありませんが、未発表のものに限ります。
- ③ 応募先：〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4
農業土木会館内 農業土木技術研究会（担当：水口、永井）
Tel 03 (3434) 5407
- ④ その他
 - (1)応募写真の裏面にタイトル、コメント、住所、氏名、年齢、職業、性別、写真テーマ、撮影場所、撮影年月日を記入して下さい。
 - (2)原則として応募写真は返却しません。
 - (3)採用された写真の著作権は、農業土木研究会に属します。
 - (4)採否は、編集委員会で決定します。
 - (5)採用された場合は薄謝を進呈いたします。

平成10年度農業土木技術研究会研修会の開催案内

我が国の農業生産を支えている基幹的な農業施設のストックは、22兆円にも達していると言われています。21世紀に向け力強い農業の展開を図るためには、地域に根付いているこれらの農業施設の再整備の推進が必要不可欠です。そこで農業土木技術研究会では、「時代のニーズに即した土地改良施設の再整備」をテーマに下記の研修会を開催しますので、多数ご参加下さいますようお願い致します。

1. 開催日：平成11年1月26日（火）

2. 場 所：日本消防会館 ニッショウホール 03-3503-1486

東京都港区虎ノ門2-9-16（地下鉄銀座線「虎ノ門」下車 出口「3」）

3. プログラム

時間	プログラム	講演のポイント	講 師
10：00	開会挨拶		農業土木技術研究会 会長 黒澤正敬
10：10	農業水利施設の整備 の展開方向 (50分)	<ul style="list-style-type: none"> ●農業水利施設の整備状況（22兆円のストック） ●農業水利施設の計画的更新の必要性 ●農業水利施設の新たな整備手法（食料供給広域基盤確立対策） 	農林水産省 構造改善局水利課 課長補佐 室本隆司
11：00	地域の水需要の変化 に対応したかんがい 計画の策定 (50分)	<ul style="list-style-type: none"> ●過去に土地改良事業を実施した地区の水需要の変化要因 ●水需要の変化への対応手法 ●再整備計画における経済効果算定上の課題等 	農林水産省 構造改善局事業計画 課 課長補佐 田野井雅彦
13：00	研究会賞授与式		
13：30	ため池の改修に係る 技術的課題（45分）	<ul style="list-style-type: none"> ●ため池改修の必要性和改修技術の重要性 ●改修に当たっての技術的課題 	農業工学研究所 造構部上席研究官 谷 茂
14：15	トンネルやサイフォンの 改修技術 ～信濃川左岸二期地 区の事例～（45分）	<ul style="list-style-type: none"> ●トンネルやサイフォン改修技術の紹介 ●施設老朽化判定について ●具体的改修事例を用いた改修技術適用上の留意点 	北陸農政局 佐渡農業水利事業所 次長 吉田祥一
15：00	(休憩)		
15：15	用排水施設改修に係る 調査計画と設計施 工～矢作川流域地 区での事例～（45分）	<ul style="list-style-type: none"> ●混住化地域における用水路改修事業実施先進事例とその評価 ●施設改修計画上の留意点 ●具体的施工事例の紹介 	東海局農政局 防災課 課長補佐、 進藤孝巳
16：00	水管理施設の更新に 係る各種技術課題 (45分)	<ul style="list-style-type: none"> ●水管理施設（システム）改修，更新に当たっての技術的留意事項 ●改修，更新を考えた水管理施設（システム）の導入 	農林水産省 構造改善局設計課 施設機械企画係長 長嶋滋則
16：45	閉会挨拶		首席農業土木専門官 中條康朗

（注：プログラムは変更する場合があります。）

4. 参加費：農業土木技術研究会 会員 5,000円
非会員 8,000円

5. 参加人数：定員500名（会場の都合で定員になり次第締め切ります。）

6. 申込方法：別途関係機関に配布しましたパンフレット「研修会の御案内」により申し込み願います。

なお、本件に関する照会等があれば、次に連絡願います。

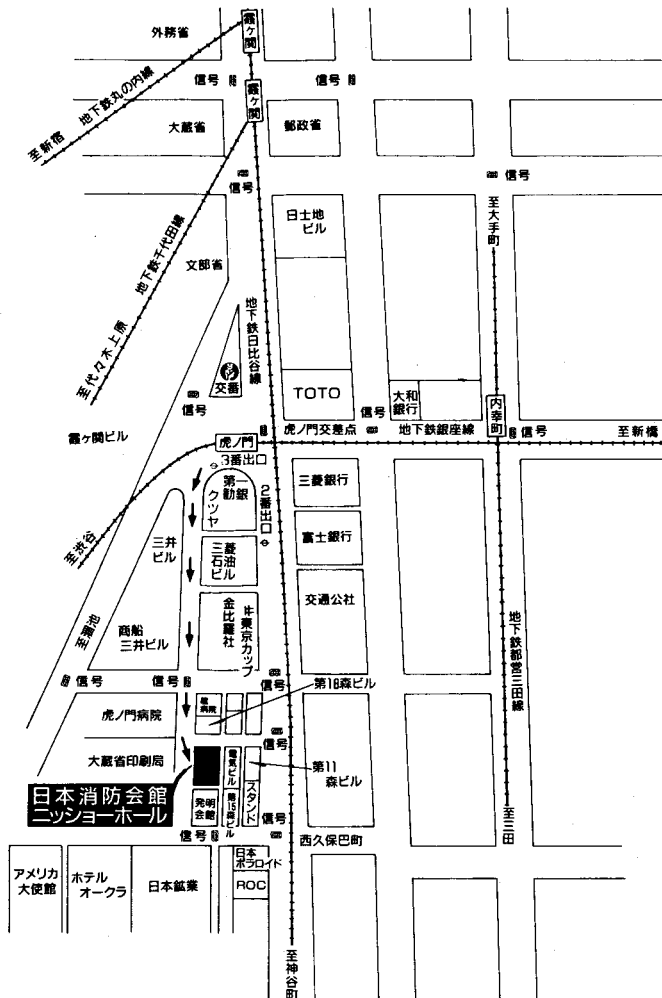
〒105-0004 東京都港区新橋5丁目34番地4号

農業土木会館内 農業土木技術研究会（(担当, 水口, 永井)

TEL 03-3434-5407

FAX 03-3578-7176

<会場案内>



水と土 第114号 報文内容紹介

フィルダムの総運土量について

西川 泰史・水口 正治・林田 裕興
細川 信佳・竹本 修・中本 慶治

フィルダムの特徴である現場発生材料で築堤することは、材料の効果的な組み合わせにより大幅な事業費の縮減が可能となる。しかし、自然材料であり使用数量も膨大であるために設計基準を満たさない廃棄材料が大量に発生し、事業費の増大や工期の延長の原因となっている。そこで、フィルダムの総運土量について計画と現状における実態を調査し考察を行った。

(水と土 第114号 1999 P.15 設・施)

軟弱地盤地域における大規模、大口径 (外径3,270mm)推進工工事の設計及び施工について

川口 透・大嶋 哲伸

本工事は平成9年度に国営射水郷農地防災事業地区で実施した農業用排水路では極めて希な事例となる大規模・大口径の推進工事である。

工事は補正予算対応であり緊急な発注が迫られたことと、土被りが浅くしかも地盤が軟弱である事等から難工事が懸念され、新概略発注として工事契約を結んだ。

発注後は、コスト縮減の視点から設計内容を見直し、併せて受注者の的確な施工管理で難工事を完成させたものである。
(水と土 第114号 1999 P.22 設・施)

複数のため池を水源とする多点注入 パイプラインの水理解析

中武美保子・上月 良吾
相川 泰夫・島崎 昌彦

中山間地域を中心として既存のため池等の見直しが行われているが、水源容量が小規模であるため、他の水源からも同時に取水を行う多点注入方式をとっている地区が多く見られる。多点注入のパイプラインにおいては、水理的干渉を及ぼす要因が多く存在するため、きめ細かな水管理が必要とされる。そこで、本報文では、多点注入パイプラインの施設容量の検討と用水不足時におけるため池の効率的な運用手法を見出すためにM県N地区を事例として解析を行った。

(水と土 第114号 1999 P.33 企・計)

畑地かんがいのかん水時期判断手法の一提案 (土壌水分予測)

宗宮 秀政・藤原 正之・橋本 諭

気象情報システムの普及により一般の農家が土壌水分予測を判断材料にかんがい計画を立てる技術手法が確立されつつあるが、国営畑地帯総合土地改良パイロット事業しらがね地区では、土壌水分と蒸発散に関わる気象観測を行い、そのデータを使用して土壌水分変化予測モデルを開発するとともに、農家に対して土壌水分予測を試験的に提供している。

本報では土壌水分予測の手法を紹介し、今後の課題を報告するものである。

(水と土 第114号 1999 P.41 企・計)

紀の川の農業利水について

岡村 成実

紀の川の利水について、農業利水中心から多種利水へと変化しようとしている中で、農業用水の有効利用及び円滑な水管理を図るため、水管理システムデータ及び流量実測データ等より、紀の川4頭首工のH~Q特性及び相関等検討を行い、表計算ソフトによる放流要請等実管理プログラムの開発を行った。(実施事業：農業水利再編調整組織整備事業 事業主体：紀の川土地改良区連合)

(水と土 第114号 1999 P.49 企・計)

扇状地における用排水施設群の一元的管理について

霜鳥 岳

当地区は霊峰白山を源とする1級河川手取川によって形成された扇状地の右岸に広がり、2市5町にまたがる面積約11,000haの地域であり、地域内を放射状に分布した用排水施設群(開水路約136km, 主要水門約200ヶ)を従来農業のためだけの管理体制下にあったものに農業だけでなく地域社会に対する公共的な管理を加味した一元的管理について

(水と土 114号 1999 P.60 企・計)

宮崎県における歴史的な土地改良施設

河野 善充

現在、農業農村整備事業において、農業生産基盤の整備として、井堰やため池、用水路などの土地改良施設の造成や改修を実施しているが、その多くの施設の基礎は先人の偉業によるものである。ここでは、「宮崎県における歴史的な土地改良施設」として、幾つかの施設を紹介し、先人の偉業を讃えるとともに、これからの農業農村整備事業の推進への活力とするものである。

(水と土 第114号 1999 P.65 企・計)

パイプルーフ工法について 一清滝トンネル(農免農道)の例一

川口 義人

農林漁業用揮発油税財源身替農道整備事業の清滝トンネル工事は兵庫泉城崎郡日高町で施工しているが、起点側坑口部上半盤部の地質が粘性が強く軟弱であり、掘削時に沈下及び切羽天端の崩壊が予想される。

このため、補助工法としてパイプルーフ工法を選定することとしたが、本報文では、選定理由、工法等について紹介する。

(水と土 114号 1999 P.69 設・施)

技術力の価値の再認識

中村 義文*
(Yoshihumi NAKAMURA)

技術力の価値とは、2つの意味がある。一つは、技術を持っている技術者に対する社会的評価。そして、2つ目は技術そのものの価値である。

海外で技術支援活動を行うと、技術についてあらためて考えさせられることが多々ある。日本の技術文献を英語と現地語で翻訳し、まとまった冊子として配布の上、セミナーやレクチャーで講演するのだが、会場には常々参加者が多かった。

海外の慣習として、高い給与を得て生活の質を上げるための手段として転職を繰り返していくが、技術は新たな職場に採用されるための重要な要素であり、履歴書は技術の経験知識を証明するため相当厚みのあるものとなる。したがって、セミナーに参加し、資料を得ることは、いずれ役立つかもしれない実績になるものとして、筆者の講演に参加したわけで、筆者の講演が魅力的ですばらしかった訳ではない。一方、現地の講演者の場合、そもそも技術はそれ相応の投資を行って得た財産と認識されているため、そうそう容易く人に譲ってしまうものではないという強い動機があり、資料なしで何時間でも滔々と自分の経験談や具体性のない抽象的なスピーチに終始する。

日本では、技術を考察した報告書は本誌のように直ちにオープンとなり、また日常の打ち合わせ、業務の中で多くの技術をいやがおうにも身につけていかざるを得ない。すなわち蓄積した技術を吐き出しても次から次へと新たな技術を持っていなければ通用しないこととなり、また、組織としてお互いに技術を共有することが組織全体の技術力の維持につながると認識されている。

本誌のような技術文献を、海外から帰国し再び見るにつけ、海外の技術者にとってみれば、一つ一つの文献が宝の山のように思える次第である。我々日本人技術者はそれら技術を評価する間もなく次々に新たな業務を処理しなければならないというのが実態であるが、海外で技術支援活動を行ってみたものとしては、個々の技術の価値を充分認識して身につけなければならないと実感しているところである。

さて、農業土木は「農地の土地生産性及び労働生産性を永続的に高めるための土木」として、弥生時代の頃から稲作技術の普及とともに全国に展開され日本の風土を形づくり、一例として挙げると、戦国時代には、司馬遼太郎氏によると「織田信長による楽市楽座による商業機構の普及と、武田信玄による農業土木の新領域への伝播現象とは、絶妙な対を持った革新的勢力であった」等の様々な歴史があり、長期にわたって多種多様の事業を実施することによって貴重な技術経験を蓄積し、技術体系を確立してきた。

つまり、これまでの農業農村整備事業の技術は、先人の歴史を踏まえつつ、近代的な理論の裏付けのもと、土地改良事業計画設計基準等に包含され、これを国営事業所を中心とする事業現場において適用されることによって、技術の普及、実践、検証、淘汰を積み重ね、この結果をさらに各種の基準の制改定に反映させるという循環によって変革、発展を遂げてきた。

しかしながら、近年著しく変化する社会条件や経済条件、進歩速度の速い科学技術に適合するため、これまでのシステムの単純な適用を見直さざるを得ない状況が生まれている。

例えば、コスト縮減、ISO、VE (VALUE ENGINEERING) 等の導入については、最近の社会情勢等

*近畿農政局建設部次長

の変化に伴って要請されているものであり、それらに的確に対応する必要がある。

コスト縮減については、農家負担を前提とした土地改良事業では、従来より取り組んできたところであるが、今後柔軟でより合理的で経済的な設計、施工技術の開発が不可欠とされ、新技術等を積極的に取り入れるほか、採用基準及び採用数値の成立の過程までさかのぼり、基準の考え方を踏み誤らない範囲でのコストを勘案した拡大解釈も行うなど、単なる固定的な計画設計基準の適用ではなく、技術へのより深い理解が必要となる。

ISOの導入については、民間の施工管理等の技術力が高度となることが予想され、ISOに対応した官側の技術力も同時に高めつつ、施工管理等に取り組む必要がある。

VEについては、請負業者等の民間の技術力や経験を活かした制度であり、つまりVEの提案事項についての確かな判断を下せるような技術力や経験が、官側の技術者に要求されることになる。

いずれの場合についても、多様化、複雑化する諸条件に適合し、最新の技術を導入して事業を推進していくためには、幅広い分野に関わる技術が、情報として必要な時に必要なだけ入手でき、利用できるような環境を整えることが重要であるとともに、個々の技術者のレベルアップも必要である。

すなわち、個人レベルにおいては、前述した通り海外において技術を得ることの困難性を省みれば、語学力は別として、一人で海外において自信を持って技術移転ができるぐらいの、それぞれの分野で価値ある技術者を養成することは、環境をさらに整えれば日本においては可能である。

現在技術士資格制度の普及活動も展開され、個人としての技術者への漠然とした評価を明確な社会的評価に位置づけ、技術者としての価値や誇りを持てる機会も提供されている。

また、コスト縮減やVEの導入等により、コストの縮減等が結果として示され、技術の価値を明確にする環境となってきたことを、今後は意識しつつ日常の業務に取り組む姿勢が必要となるであろう。

フィルダムの総運土量について

西川 泰史*
(Yasushi NISIKAWA)

水口 正治**
(Masaharu MIZUGUCHI)

竹本 修***
(Osamu TAKEMOTO)

細川 信佳****
(Nobuyoshi HOSOKAWA)

中本 慶治*****
(Keiji NAKAMOTO)

林田 裕興*****
(Hirooki HAYASHIDA)

目 次

1. はじめに	15	4. 考察	20
2. 運土計画の考え方	15	5. おわりに	21
3. 総運土量比の調査	17		

1. はじめに

ダムを築堤材料によって区分すると、コンクリートダムとフィルダムに大別される。

フィルダムとは、コンクリート以外の土や岩を堤体の主材料として築堤するダムのことであり、最大の特徴は現場にある自然の材料をその性状に応じて効果的に組み合わせて築堤することが可能なことである。

このため、経済的で合理的なフィルダムを造るためには、使用する材料の賦存量および性状等について適切な調査・試験等を実施することが重要であり、一般に材料の採取可能量は所要量の2倍程度確保する必要があるとされている。

しかしながら、実際の施工に際しては、工事着手前の使用材料の材料性状や採取可能量の調査を実施したにもかかわらず、工事の着手後に必要材料の不足や捨土量の増加に直面している現状が見受けられる。これは、フィルダムに使用する材料が、自然材料であるために材質的なバラツキが多いことや断層の存在、風化の度合い、シームの貫入などによる採取予定地の地質的不均一さが伴うことなどがあげられる。

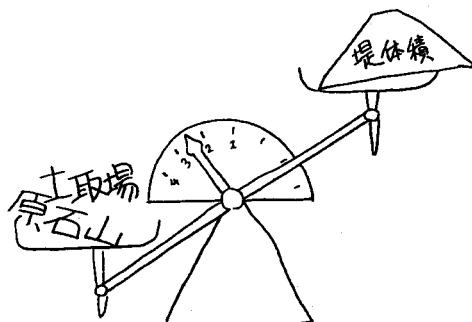
このことは、新たな原石山および土取場の確保を必要とするばかりでなく、新たな土捨場も併せて確保しなければならないことにつながり、追加

の用地交渉や使用材料の性状及び賦存量調査のために工事施工期間を延長させる要因となるばかりか、工事費の増大にもつながる。

そこで本報文においては、運土計画の考え方を示すとともに『フィルダムの総運土量』に着眼し、計画・建設中・完成したフィルダムの総運土量に関する実態を調査し、更に、総運土量が築堤量の2倍を越える計画・建設中のダムに対する聞き取り調査を行い、その結果を分析し、設計や施工計画を立案するに当たって今後どうあるべきかを提言する。

2. 運土計画の考え方

先に述べたように、フィルダムを経済的で合理的に造るためには、使用する材料の賦存量及び物性値について十分調査を行い、その材料の性状を活かしたゾーニングを行うことが重要である。施工時（材料の採取～運搬～盛土）においては、掘削土を盛立てに流用可能なように工程計画を立てる等捨土量を出来るだけ少なくする工夫が必要で



*近畿農政局新愛知川農業水利事業所永源寺支所
 **北陸農政局日野川用水農業水利事業所榑谷支所
 ***石川県珠洲農林総合事務所土地改良部
 ****岡山県高梁地方振興局
 *****山口県豊田農林事務所
 *****長崎県北振興局小値賀畑総事業所

ある。

そこで、運土計画を立てるにあたり留意すべき点について示す。

2-1 土取場の選定

使用材料としての所要の物理・力学特性を有し、量的にも十分な（一般に所要量の2倍）材料を採取できる土取場であることはもちろんのこと、材料の採取方法、運搬方法および周囲の環境への影響等の検討を行った後に最終的な土取場を決定する。

また、土取場より所要の材料を採取出来ない場合を想定し、第2・第3の採取場についても検討を行っておく。

a. ダムと土取場場の距離と位置

ダムと採取場が近い方が一般的に経済的であるが、近すぎるのは運搬道路が複雑となり好ましくない場合がある。

また、同一土取場から色々な材料を採取する場合、捨土が少なくなり経済的に有利であるが、要求する品質の材料を適時支障なく搬出するには、盛立工法と採取工程について十分検討を行う必要がある。

b. 人家など周囲の環境への影響

一般の道路や人家など他の施設に近い採取地は、採取時に種々制約を受けることが多い。よって、採取工法の制約のみならず、騒音、粉塵、振動、濁水などによる周辺への影響についても事前調査を実施し、あらかじめ対策工法等を検討しておく必要がある。

2-2 運搬計画

運搬方法としては、ダンプトラック運搬が一般的であるが、ベルトコンベヤー等を用いることもある。しかし、いずれの場合でも、運搬ルート、運搬量、設備の大きさ、使用台数などが作業状況に合ったものでなければならない。また、盛立作業が円滑に進められることを考慮して決める必要がある。

2-3 採取工程

一般的に土取場の作業の変更は堤体での盛立て作業の変更より容易であることから、盛立て作業に合わせた採取工程を考える必要がある。

掘削材料は可能な限り盛立て材料として流用するよう工程計画に組み入れておく必要がある。この場合、盛立て工程に支障がなければ直送を考

る。

2-4 材料の採取

a. 土質材料の採取

土質材料の採取は、土取場の地層の状況や含水比、地下水位、各層の粒度など堆積の状態、地形、運搬距離を考慮し適切な工法と機械を決定する。

特に、下記の点に留意して施工する。

- (1) 採取に先立ち、排水処理、伐開、除根、表土剥ぎを行う。
- (2) 十分な調査を行ったにもかかわらず、材料が不足することがあるため採取においては盛立条件に合致した材料をストックすることも考慮に入れておく必要がある。
- (3) 異なる粒度の層が互層になっている場合は、材料が均一に混合されるような採取方法を検討しておく必要がある。
- (4) 採取に伴い、下部になるほど粗い材料となる場合は、上部の細かい材料のみを最初に盛立ててしまうと所要の土質性状が満足出来ず、材料の不足を招くことがあるので注意が必要である。

b. ロック材の採取

原石山からのロック材料の採取は原石山の地形、岩質、表土の厚さ、周囲の状況、日施工量などを考慮して適当な工法を決定する。

特に下記の点に留意して施工する。

- (1) フィルダムにおいて、大きなウエイトを占めるロック材料の採取効率を高めることが、工程及び経済性からも重要である（採取計画の立案）。
- (2) 土質性状の劣った材料についても、ゾーン型フィルダムのメリットを生かし、使用できるようなゾーニングを行う。

2-5 材料の貯蔵及び調整

土質材料の場合、所要の品質（土質性状）が得られない恐れがあるので、工程上余裕がない場合（日射量の少ない秋から冬にかけての施工）や、材料の改良が必要な場合（含水量の改良、粒度の改良、材料の均一化）は、事前にヤード（仮置き場所）を確保し材料を調整ストックしておくことが必要である。

ただし、雨水の浸透等により土質性状の変化を防止するために、ストック材の天端の転圧または

ビニールシート被覆等を行う必要がある。

2-6 材料の品質と盛立ゾーン

原石山の調査結果に基づいて、ロックゾーンをいくつかのゾーンに分けて設計を行っておく（トランジションゾーンを設け、せん断強度がロック材より劣った材料をこのゾーンに使用する）。

2-7 材料の流用

フィルダムにおいては仮排水路、洪水吐、その他付帯構造物やダム本体の掘削土のうち、所要の性状を有する材料は、盛り立て材料として有効利用する。

- (1) 流用の計画として土砂掘削については土質材料、岩石掘削についてはフィルター及びロック材としての流用を検討する。しかし、流用比率があまり高い場合、実際の施工時において、掘削工程と運土工事が合致しなかったり、期待した土質性状が得られない場合、流用比率が下がり、運土計画に支障を及ぼす恐れがあるので、余裕を持った工程計画を立案しておく必要がある。
- (2) 掘削土の流用に当たっては、流用計画と廃棄（土捨場確保、捨土、跡地整備等含め）計画との経済比較を行い決定する。

2-8 跡地整備

採取場は工事完了後、切法面の落石とか崩壊又は人の転落等の事故が発生しないように対策を講じるとともに修景緑化を行い環境保全対策にも努める。

また、土捨場については沈下、盛土法面の崩壊の防止、排水処理等の対策を未然に行い事業完了後、土地所有者および周辺関係者との間にトラブルが発生しないようにする。

3. 総運土量比の調査

近年、事業費の高騰が問題視されるなかでダム建設における発生材とそれを効率的に利用するかが、重要なポイントと考えられる。そこで経済的なダム建設を客観的に評価するために、材料採取のための総掘削量と総築堤量との比（以下「総運土量比」という。）に着眼し、調査することにした。

3-1 総運土量比の定義

総運土量比 = (総掘削量 + 購入材料) ÷ 総築堤量

総掘削量：原石山、土取場、堤体および貯水数の掘削量

購入量：コア材、ロック材、フィルター材の購入量

総築堤量：コア材、ロック材、フィルター材の盛立量

ただし、掘削量は堤体の築堤に係る数量のみとし、付替道路等の道路建設に係るものは除くこととする。

3-2 総運土量比の調査方法

当初、ダム年鑑により数値を抽出し相当数のダムについて傾向をつかもうとしたが、完成後の堤体盛土量程度しか掲載されていなかった。

このために、農業工学研究所で所蔵しているダム工事誌等に運土計画集計表等が掲載されていたダムについてのデータを抽出した。また、当初計画と実施における運土計画の対比を調査するために、独自にアンケート調査を実施し、各事業所で記入できる範囲のダムについてデータを得た。

3-3 調査結果の注意事項

一般に、実際の施工にあたっては土量変化率及び損失量等を考慮して運土計画をたてるため、

総掘削量(地山量) + 購入量 = 総築堤量(盛土量) + 捨土量

という式は成り立たないが、本調査にあたっては、計算を簡略化するために細かな材料区分を行わないため、土量変化率および損失量等を考慮しないこととした。

このため、総運土量比は1割程度の誤差を含んでいるものと考えられる。

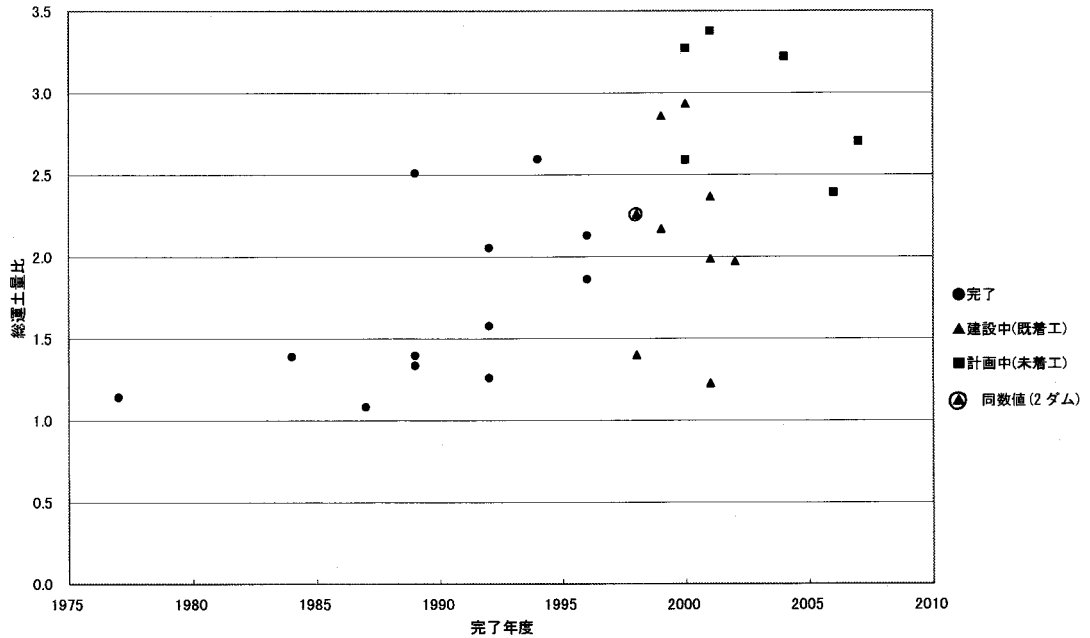
しかし、本調査で以下のとおり、ある程度の傾向は示されたと思われる。

3-4 総運土量比の傾向

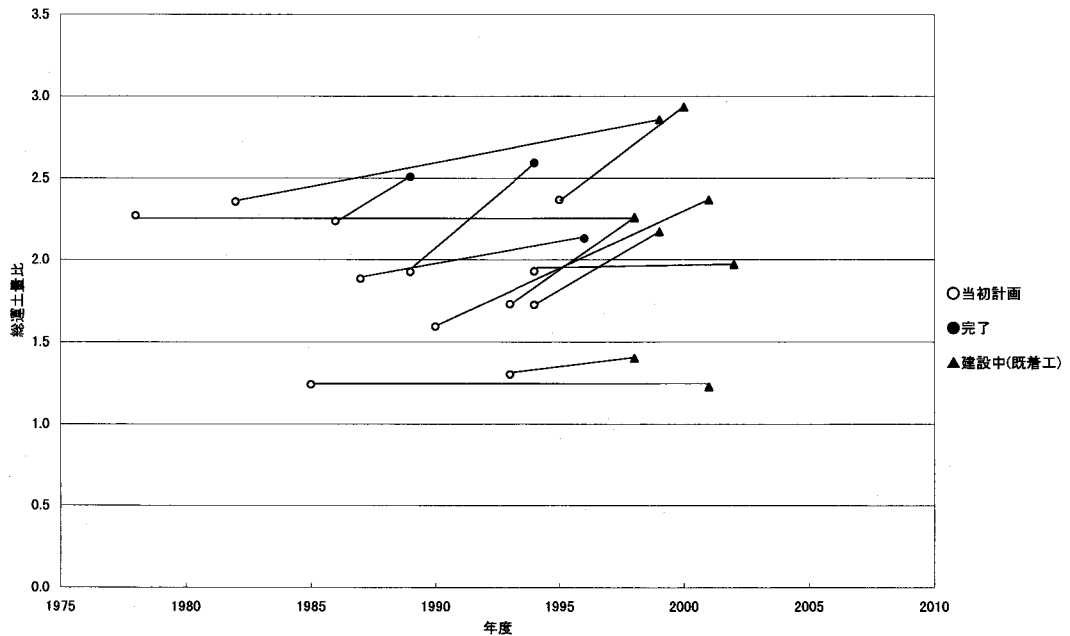
調査結果をそれぞれ下記の項目について整理したところ次のような傾向が見られた。

a. 年度別総運土量比について(図-1参照)

- ・年代を追うごとに総運土量比は増加する傾向が見られる。
- ・現在までに完了しているダムについては、おおむね2倍以内に収まっている。
- ・現在建設中(既着工)及び計画中(未着工)のダムについては、ほとんどのダムが2倍を越える傾向が見られる。



図一 1 年度別総運土量比グラフ



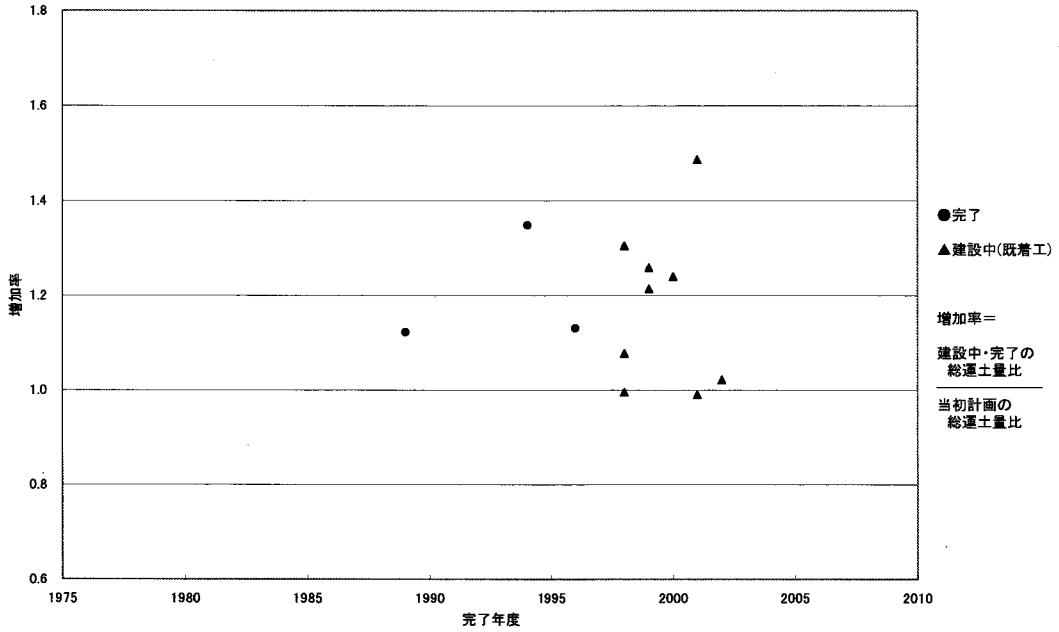
図一 2 総運土量比の変化グラフ

b. 当初計画と実施における総運土量比の推移について（図一 2 参照）

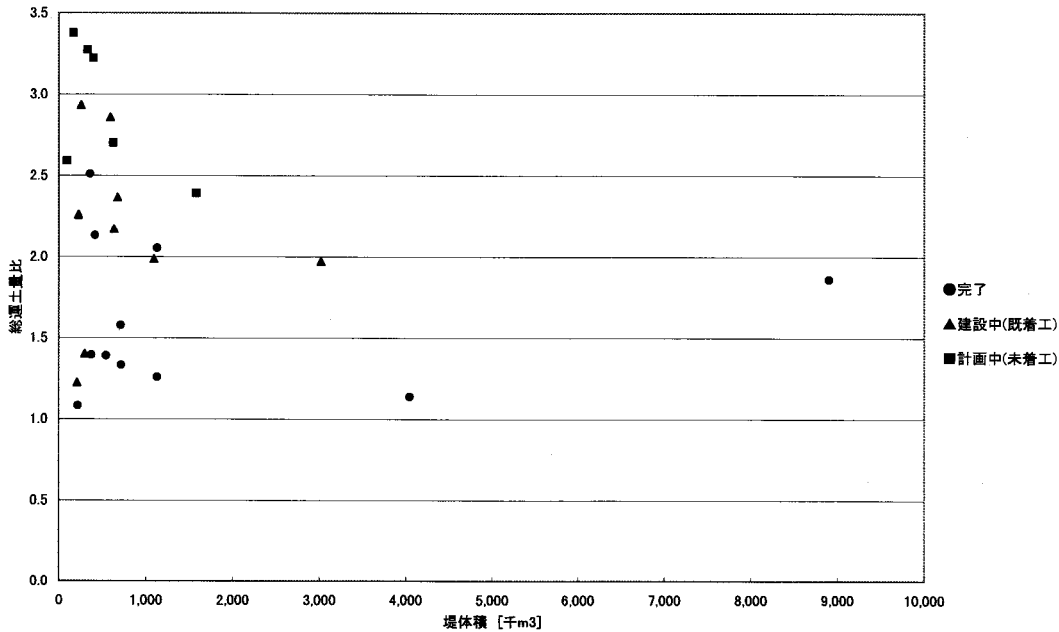
- ・当初計画に比べ実施においては増加する傾向が見られる。

c. 年度別当初計画と実施における総運土量比の推移について（図一 3 参照）

- ・年代と増加率には相関は見られない。



図一 3 総運土量比の増加率グラフ



図一 4 堤体積と総運土量比グラフ

- d. 堤体積別総運土量比について(図一 4 参照)
- ・堤体積と総運土量比には相関は見られない。

3-5 原因の分類

全調査地区数28ダム中、建設中(既着工)および計画中(未着工)のダムのうち、総掘削量が築堤量の2倍を越えているダムが12ダムあった。

内訳は、建設中のダムが6ダム、計画中のダムが6ダムであった。

これらの原因について聞き取り調査により分類を行った。

- a. 建設中で総運土量比が2を越えているダムについての分類
 - ①傾向：捨土量が多い
 - ②原因及び理由（全6ダム中）
 - (1) 所要の設計値を満足する材料を得るため廃棄量が増大した
 - ア. ロック材によるもの … 6ダム
 - イ. トランジション材によるもの… 0ダム
 - ウ. コア材によるもの … 0ダム
- b. 計画中で総運土量比が2を越えているダムについての分類
 - ①傾向：捨土量が多い
 - ②原因及び理由（全6ダム中）
 - (1) 所要の設計値を満足する材料を得るため廃棄量が増大した
 - ア. ロック材によるもの … 6ダム
 - イ. トランジション材によるもの… 0ダム
 - ウ. コア材によるもの … 0ダム
 - (2) 貯水容量を確保するため … 3ダム
 - (3) 洪水吐の掘削土が築堤材料の所要の設

計値を満足しないため … 1ダム

4. 考察

前章で分類した結果をもとに総掘削量が築堤量の2倍を越えた原因について分析を行った。

- a. 内部摩擦角 (ϕ) と総運土量比について

今回の調査で原因として「ロック材が所要の設計値を満足しなかったため」が最も多かった。

このために、各ダムのロック材の設計内部摩擦角と総運土量比の相関について分析したところ下図（図-5参照）のとおり、ロック材の設計内部摩擦角が大きくなれば総運土量比が大きくなる傾向が見られる。

- b. 貯水池容量の確保について

貯水池容量の確保のために貯水池内の掘削量が多量となるダムが3ダムあるが、原因としてダム立地適地が減少してきていると思われる。
- c. 施工工期について

近年、施工工期が短縮されているが、施工工期が短くなると総運土量比が大きくなる傾向が見受けられた（図-2参照）。
これは、工期が短い現場条件の変化に

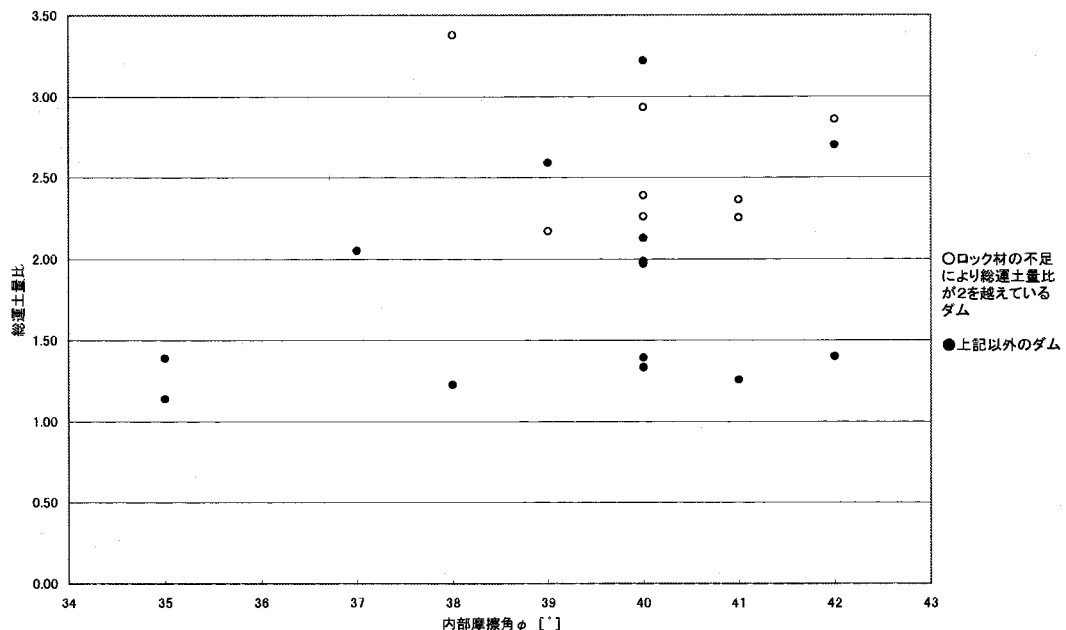


図-5 内部摩擦角と総運土量比グラフ

対しての十分な対応期間がとれないことが一因と思われる。

以上の分析結果から次の3点の提言を行うこととした。

1. 当初の堤体設計を行う場合、堤体積を減らす視点で設計を行っているが、この時に総運土量比の概算を行い、大きい場合は、法面勾配を緩くするなどして総運土量比を減らす方向の検討も行うべきである。
2. ロックゾーンのゾーニングに当たっては、原石山での掘削採取計画および盛立て計画を含む施工計画と十分に調整をとり、原石山の材料賦存状況に最も適合した堤体ゾーン設計を行うことが必要である。
3. 原石山、洪水吐き、堤体基礎などの地質調査結果から、ロックゾーンの盛立て可能量の把握が堤体設計および施工計画の基本となることから、精度の高い地質調査が特に重要である。

『調査にあたっては調査の目的や手順などとともに堤体の設計施工との関連など、ダム設計施工の核心になる事項を十分認識して調査計画をたてる。』

『材料の評価にあたっては、各材料がそれぞれダム堤体の中で果たす役割を考慮し、材料の性質と数量の両面から評価する必要がある。』

……（フィルダム技術ノートより引用）

5. おわりに

本報文は、農業工学研究所農業土木専門技術研

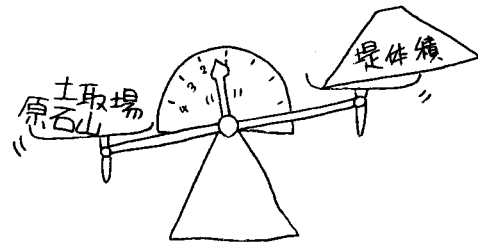
修（フィルダム）の設計事例研究においてとりまとめたものである。

『フィルダムの総運土量』については、元来より農業土木技術者の間では、まず第一に検討して当然で、かつ重要な項目の一つであったはずだが、昨今は建設技術論に重きが置かれ、運土経費は建設工事費の中で大きな割合を占めているにもかかわらず軽視されがちな分野となりつつある。

この、研究の対象ともなりにくかった分野のテーマを掘り下げるにあたり、本文の中でいくつかの提言を行った。

『土（材料）は金なり』の根本精神に立ち戻り、多少時間はかかっても常に材料を究極に利活用することを念頭に置き、また知恵を絞り、運土計画を見直すことが事業費縮減につながり、ひいては受益農家から歓迎されることではないだろうか。

最後に、本成果をとりまとめるにあたり、前農業工学研究所中島造構部長には、ご指導・ご助言を頂戴した。ここに深く感謝する次第である。



《参考文献・引用文献》

- 1) 宇梶文雄：フィルダム技術ノート—材料の基本と実際—
- 2) 土質工学会：フィルダムの調査・設計から施工まで
- 3) 日本大ダム会議：ダム施工マニュアル

軟弱地盤地域における大規模、大口径（外径3,270mm） 推進工工事の設計及び施工について

川 口 透* 大 嶋 哲 伸*
(Toru KAWAGUCHI) (Tetsunobu OHSHIMA)

目 次

1. はじめに	22	4. 工事の実施と施工中の対策	26
2. 工事区域の概要と工事内容	22	5. まとめ	31
3. 工事の発注方式と設計の見なおし	23		

1. はじめに

平成9年度に国営射水郷農地防災事業地区で実施した、農業用排水路では極めて希な事例となる大規模、大口径の推進工工事について報告する。

当地区は富山県の北西部に位置し、富山湾に面する新湊市他2市3町1村にまたがる受益面積3,320haの極めて低平な地域である。

つい数十年ほど前までは排水口より潮位が高い為自然排水が出来ないことと、排水施設の不備等から大湿地帯をなしており、こののどかな水郷景観もひとたび豪雨ともなれば一面湖沼と化し、腰まで浸かるつらい農作業に悩まされたところでもある。

これを抜本的に解消する目的で昭和38年度から51年度にかけて実施した国営射水平野農業水利事業で高岡市石丸地先に西部排水機場、新湊市七美地先に東部排水機場を建設した。

以降、この2機場で常時富山新港へ強制排水することにより悲願の乾田化が実現しこの地域は飛躍的に発展して来た。

しかし急速な地域開発等により道路、工場、住宅地等が増加した事から近年、小降雨時においても湛水が生じ、農地や農業用施設に被害がもたらされるようになった。

この様な現状を打破する為に平成3年度から農業用排水施設の機能回復と災害の未然防止を目的に、国営射水郷農地防災事業に着手している。

事業は平成13年度完了目途に順調に進み、東部、

西部排水機場の増設に続き、平成10年3月30日には、中央排水機場が完成しその通水式が行われた。

2. 工事区域の概要と工事内容

本工事は、当地区の中央部の排水を受け持つ中央排水機場（内径1,350mm立軸軸流ポンプ4台 $Q_{max}=17.0m^3/s$ ）から、その排出先となる富山新港迄の中央放水路（延長約0.67km内径2,800mmパイプライン）の新設区間の内、県道、及び新湊市道交差点下を推進工工事で施工するものである。

推進工工事の実施には通常管径の1.0~1.5倍以上の土被りを必要とするが、ここでは平均土被りが3.0m (0.9D)、最小土被り2.35m (0.7D)と極めて少ない。

また、推進管と直上の道路との間には、NTT光ファイバケーブル、ガス管、水道管が埋設され推進工を施工する地盤はN値が1から4と極めて軟弱である事に加えて腐植土層を挟み、地下水位が高く被圧水もあり当初から難工事が懸念されていた。

（工事内容）

工 事 名：北陸農政局射水郷農地防災事業中央放水路推進工他工事

工事場所：新湊市片口地内

工 期：平成9年3月31日～平成10年2月27日

工事内容：推進工 土圧式推進工事 96.5m(全体工事延長134.74m)内径2,800mm下水道推進工法用特殊継手鉄筋コンクリート管（以下鉄筋コンクリートダブルジョイント管と略す）

*北陸農政局射水郷農地防災事業所

取付水路工	水路工	13m
管路工	鋼管	12m
FRPM管		9.7m
発進立坑		1.0式
到達立坑		1.0式
地盤改良工		1.0式
付帯工		1.0式

3. 工事の発注方式と設計の見直し

本工事は年度末の補正予算対応の案件となったことから新概略発注とし、契約後3ヶ月の設計見直し期間を設けた。

設計の見直しに当たっては、公共工事に関するコストの縮減計画の視点から現場条件、施工性、経済性、工程計画等について総合的に検討を行った。

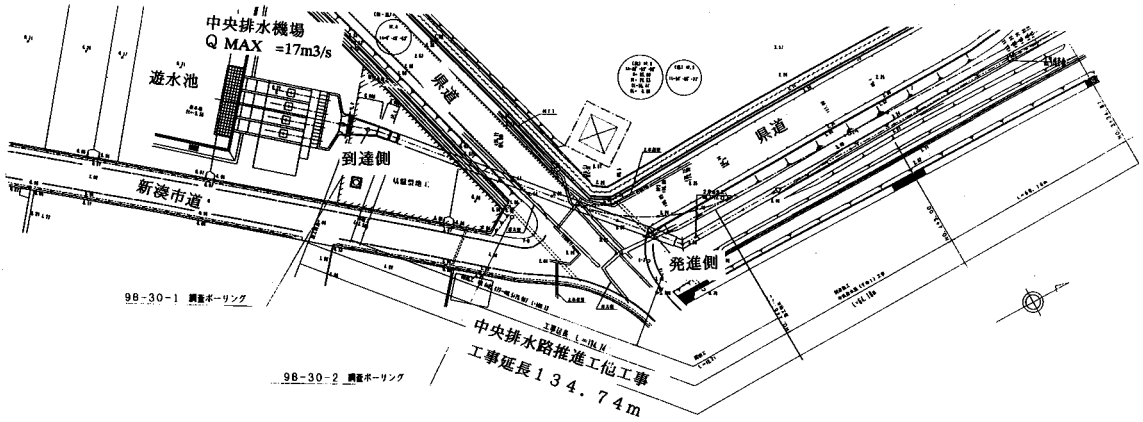


図-1 中央排水路推進工工事計画平面図

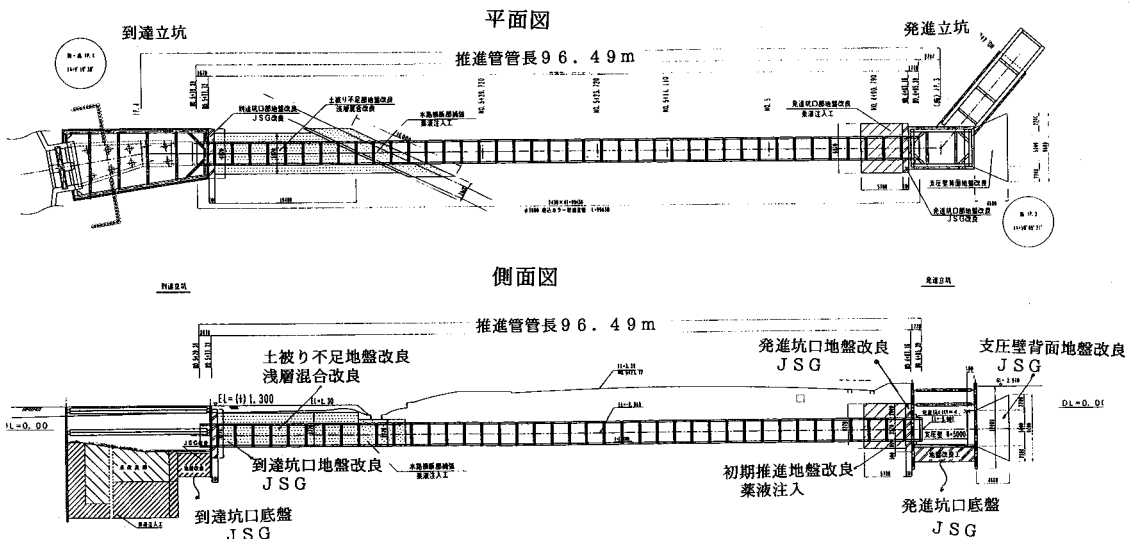


図-2 推進工構造図

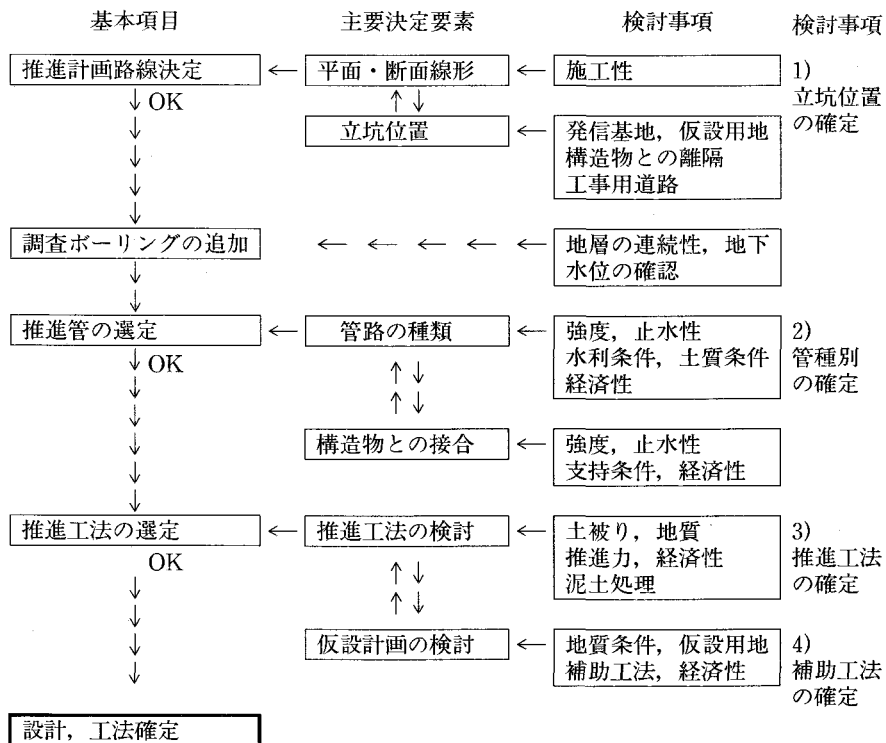


図-3 設計見直しフロー

本工事は富山新港埋立て地内の軟弱地盤で実施する外径3,270mm(推進機の重量が44トン)と極めて大規模、大口径の推進工工事である。

この軟弱地盤における推進機の沈下や推進管の不等沈下に対する検討と、管種の選定や工法見直しに資する為調査ボーリングを2孔追加し、そのデータ解析し総合的に設計及び施工計画の見直しを行った。(図-3)

この見直しの要点は次の4点である。

1) 立坑位置の変更

当初計画では、中央放水路の上流側の中央排水機場吐出水槽側に発進立坑を設ける事としたが、機場工事(機場土木工事、建築工事、ポンプ据付け工事)と施工時期が錯綜し推進工工事の仮設用地がとれなくなったことと、土被りが少なく(機場側では0.7D)推進工に必要な支圧壁の反力確保が難しいので、土被りが厚く背面を地盤改良する事で反力の確保が可能となる下流側を発進立坑とした。(図-1, 図-2)

2) 管種の変更(水道用推進鋼管から鉄筋コンクリートダブルジョイント管に)

仮設用地から立坑の規模(鋼管の場合は立坑が長くなる為)に制約があることと、前述の中央排水機場の供用開始が平成10年4月と定められていることから、継ぎ手部が現場溶接となる水道推進用鋼管では溶接日数(1本/2日、溶接部分の検査に半日)がかかり、機場の供用開始に間に合わない恐れがある。

本工事では埋設深が浅く管にかかる内圧が少ないことと、追加した調査ボーリングの結果から軟弱地盤でも鉄筋コンクリートダブルジョイント管による施工が可能となった。

この変更により水道用推進鋼管に比べ約3割の材料費の節減となり、また、連続的に推進作業が可能の為、約40日の工期が短縮となる検討結果となった。

3) 推進工法の変更(泥水加圧式工法から土圧式に)

工事区域は地盤が軟弱で土被りが少なく、また追加した調査ボーリングにより上層の腐食土が連続して層をなしていることが確認された為、(図-4地質断面図参照)泥水加圧方式では高压泥水が

腐植土層に吸収されることが想定され、また、本工事（推進距離約100m）では設計推進力が少ないことから、土圧式工法（元押し）でも施工が可能と判断された。

このことから、切り羽にかかる圧力が低く地下埋設物の影響の少ない土圧式工法に変更した。

この工法では、土砂と泥水を分離する処理施設が不要の為設備費や残土処理費が節減された。

4) 補助工法の変更

推進工の施工区間は、極めて地盤が軟弱で被圧水もあり盤ぶくれ対策も必要であった。

当然のことながら、土質条件により施工の難易度が大きく左右されるので、止水性、強度が要求される支圧壁背後、鏡壁、初期推進区間、土被り

不足区間等については補助工法を変更した。(図-2 構造図参照)

① 発進立抗

発進抗口防護(鏡壁) JSG工法(高压喷射攪拌工)
初期推進防護 薬液注入工法(二重管ストレーナー複相式)

推進反力強化(支圧壁) JSG工法(高压喷射攪拌工)

② 到達立抗

到達抗口防御(鏡壁) JSG工法(高压喷射攪拌工)

③ 土被り不足部

浅層混合改良及び3軸攪拌改良工法

その他発進及び到達立坑底盤は、地盤強化と盤ぶくれ対策からJSG工法を採用した。

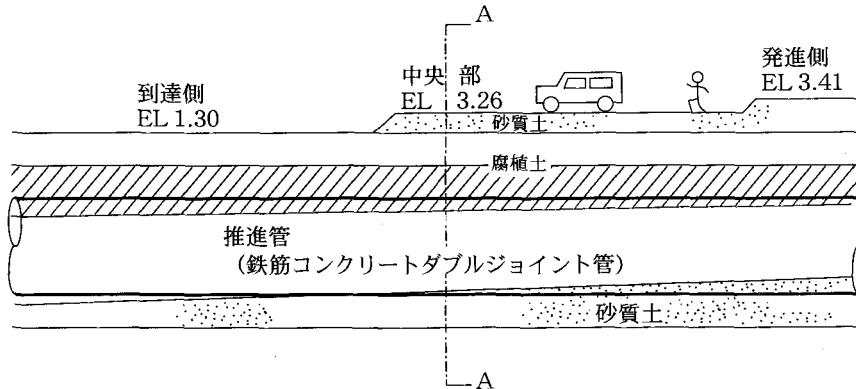


図-4 地質断面図

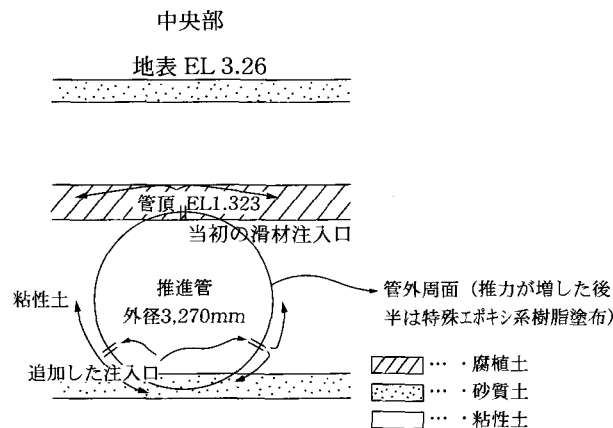


図-5 A-A断面

4. 工事の実施と施工中の対策

(1) 現地条件と仮設備

①埋設物との推進管の離隔

ガス管	1.5m
水道管	2.3m
NTT	3.0m
既設排水路下	は 0.3m

②推進区間の土質

表層は砂質土で盛土されている。推進管が通る層はN値が0～4と極めて軟弱で、上層には腐植土層が挟まれている。その下部はシルト質細砂と細砂を主体とする砂質土層となっており、この層は含水量が多く腐植物が混じり、相対密度は非常にゆるいから中位の状態にある。

③推進工事の仮設備は図-6及び以下のとおりであった。

立坑設備

門型クレーン...15ton, 2.8ton ホイスト
推進ジャッキ...1,600ton=200ton×8

連(3,000mmストローク(設計推力 1,570 ton))

加泥材プラント 1,283リットル/m

滑材プラント 207リットル/m

裏込材プラント 207リットル/m

掘削残土

コンテナダンプトラック直積み

(2) 工事施工の概要と対策

推進工工事の実施状況は次のとおりであった。

①初期推進 (N01～N04迄)...N0推進管番号(鏡切り)

抗口をJSG工法で補強したことにより鏡壁は十分な強度と自立性が保たれ、土砂の崩壊や溢水が無く推進機はスムーズに貫入した。

(初期推進)

初期推進では、推進機の沈下や推進勾配の確保や止水効果を図る為、坑口から6.5m区間まで薬液注入工法で改良し推進機の安定を図った。

しかし、初期推進から本掘進への後続設

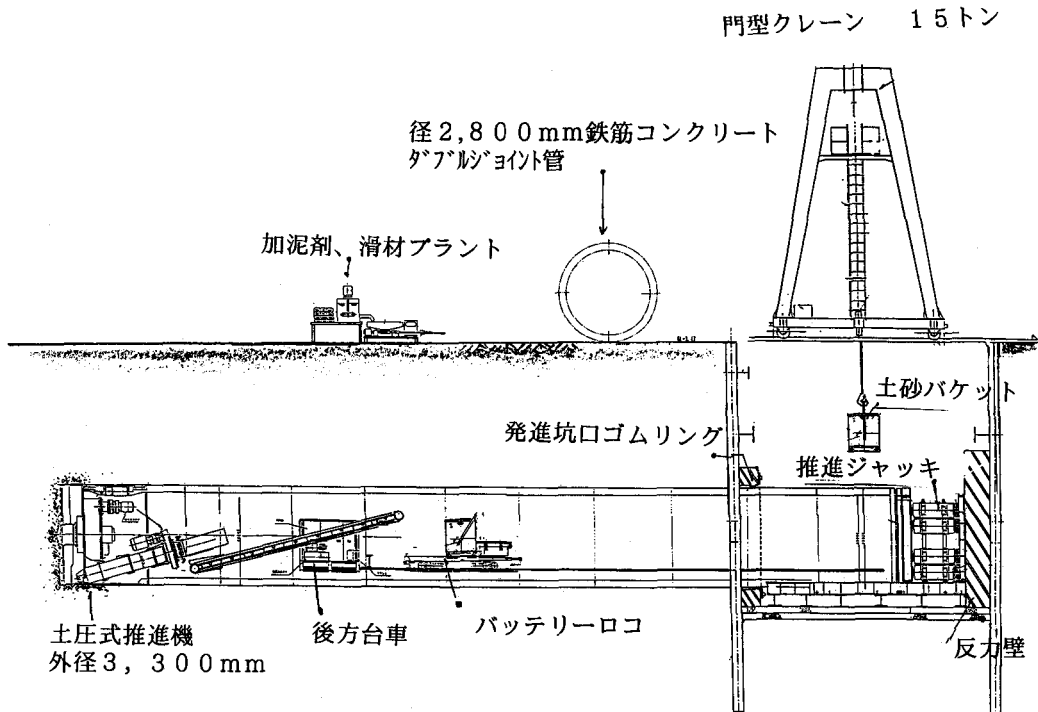
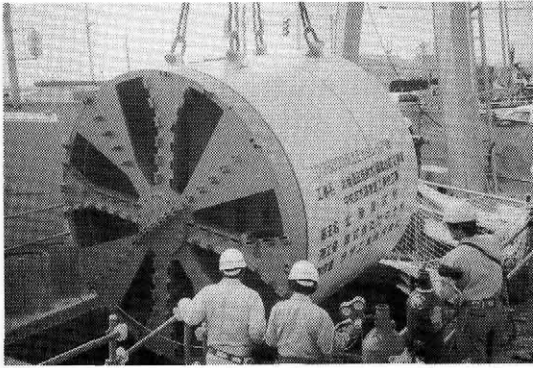


図-6 推進工構造図



写真一 1 H9 10/28 推進機を立坑に降ろす。



写真一 2 H9 10/27～28 発進立坑鏡切り

備の切り替え時に掘進を一日停止させた結果、推進機の先端及び後続管の勾配が逆勾配となった。(トータル沈下量30mm)

②本掘進初期 (N05～N015迄)

(推力)

加泥材、滑材の効果が発揮され、400トン前後の推力で施工することが出来た。

(加泥材の配合)

高吸収性樹脂 2.5kg
 界面活性剤 2.0kg
 潤滑剤 2.0kg
 掘削土量1m³当たり10%追加

(滑材)

1m当たりテールボイドの50%
 一液滑材 3kg

(排土状況)

粘性土主体であったが、腐植土が混じりこれがチャンバーの中で集積され、スクリーコンベアーが閉塞し排土されにくい時期があった。

(地上への影響)

推進中は地表面を10mmから15mm隆起させ、推進機が通過した後は、10mmから30mmの沈下が観測された。この傾向は土被りが少ないこと及び、上部に腐植土層を挟んでいるため、加泥材、滑材の注入圧に関連していると考えられたため切羽の前面土圧を越えない圧力で施工した。

③本掘進中期 (N016～N023迄)

(推力)

推力が急激に上昇し1,000トンを越え、

一時的に掘進困難となった。この要因として、チャンバーの閉塞により前面土圧が上昇したのか、滑材が地盤の変化に対応出来なかったのか、又は砂層、粘性土層の粘着力が想定値を上まわり推進管の周面摩擦が増加した事等が考えられた。

(対策)

- 1) チャンバー内の閉塞土は機械的に取り除く事はできないために、加泥材の注入孔及び土圧計を取り外して、その孔から高圧水を噴射し取り除いた。
- 2) 加泥材の配合を変えて注入量を増やした。

高吸収性樹脂 3.0kg
 界面活性材 3.0kg
 潤滑剤 3.0kg

掘削土量1m³当たり15から20%追加。

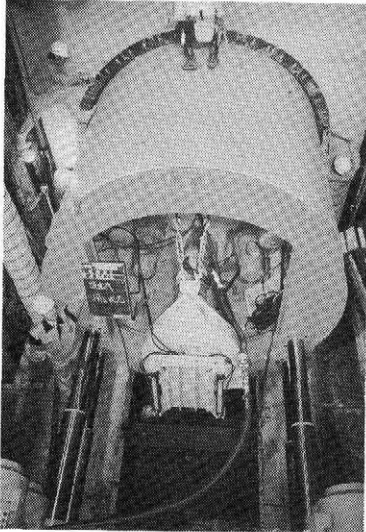
- 3) 推進管周囲の締付けに対して推進断面ルート上部の腐植土層に滑材が吸収され効果を上げていないと判断し、上部からの滑材注入だけでなく、側面からも注入できるように滑材の注入坑を追加設置(図-5)し、併せて注入材料を変えた。

滑材：1m当たりテールボイドの50%
 耐海水用滑材 3kg

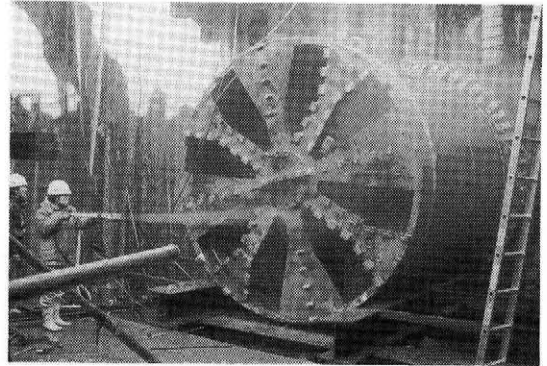
- 4) 推進管外周面に特殊エポキシ系樹脂を塗布する通称マニキュア加工(図-5)を施工し土との摩擦を軽減した。

(排土状況)

スクリーコンベアー内で腐植土が固まり閉塞して排土されず、スクリーの掃除の為時々推進作業が中断した。



写真一三 H9 10/29 推進機押し込み状況、ゲージで確認



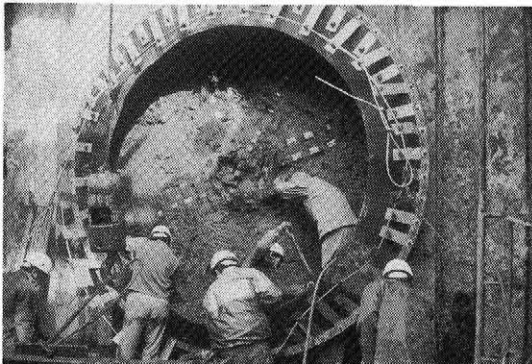
写真一六 H9 12/9 推進機先端部をきれいに洗淨する。



写真一四 農政局建設部他現地見学会



写真一七 推進管内部の出来高確認



写真一五 H9 12/9 ついに到達立坑に。前面のカッターや、チャンバー内には木片や腐植土が詰まっていた。

(地上への影響)

推進中の掘進は本掘進初期と大差ないが地表の道路舗装の亀裂から滑材、加泥材がしみだした。しかし舗装を持ち上げることは無かった。

(原因)

県道の路床の盛土が砂質土であるため、腐植土に吸収された滑材及び加泥材が路床材の隙間を通り舗装亀裂から地表部にしみだしたものと思われる。

④本掘進後期 (N024～N039迄)

(推力)

推力は1,300トンを越えたが以上の諸対策により安定していた。夜間の作業中止による地山の締め付けに対処するため昼夜連続作業とした。

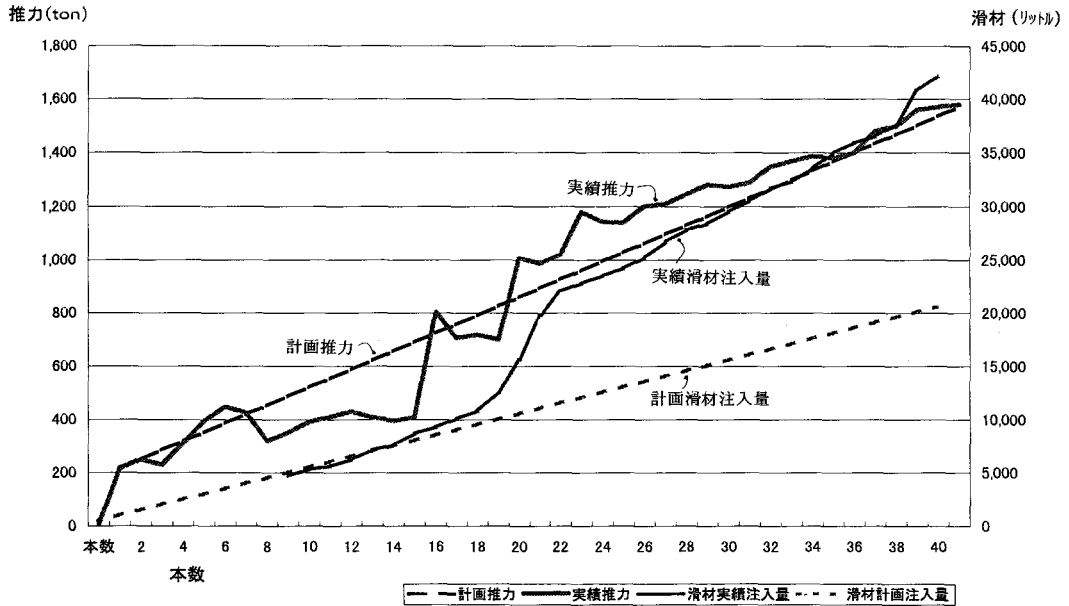


図-7 中央放水路推進工事施工実績

基準高 発進側 推進管理図

測点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
設計管底高	-4.408	-4.405	-4.403	-4.401	-4.398	-4.396	-4.394	-4.391	-4.389	-4.387	-4.384	-4.382	-4.380	-4.377	-4.374	-4.371
実績管底高	-4.416	-4.409	-4.410	-4.416	-4.410	-4.414	-4.414	-4.418	-4.413	-4.414	-4.412	-4.411	-4.410	-4.406	-4.407	-4.400
差	-8	-4	-7	-15	-12	-18	-20	-27	-24	-27	-28	-29	-30	-29	-30	-29

中心線のずれ

センター	右8	右6	右2	右5	右4	右5	右3	左8	左10	左18	左20	左28	左40	左42	左43	左39
許容値	180	80	60	40	20	0	-20	-40	-60	-80	-100	-120	-140	-160	-180	-180

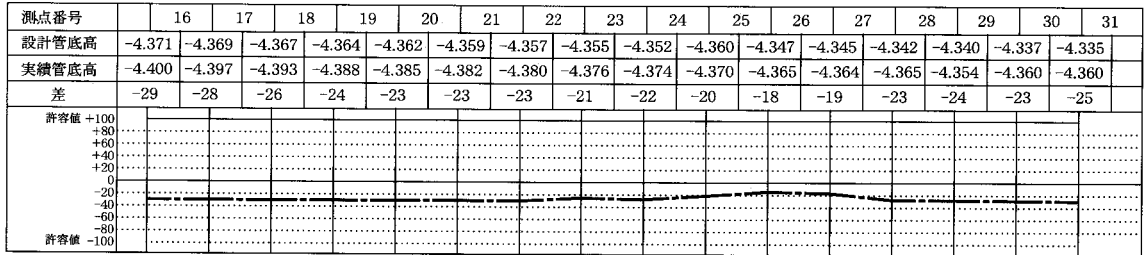
推進力

推進力 t	40	216	249	230	310	396	448	426	320	352	382	411	431	408	396	410	804
許容値	1600	1400	1200	1000	800	600	400	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0

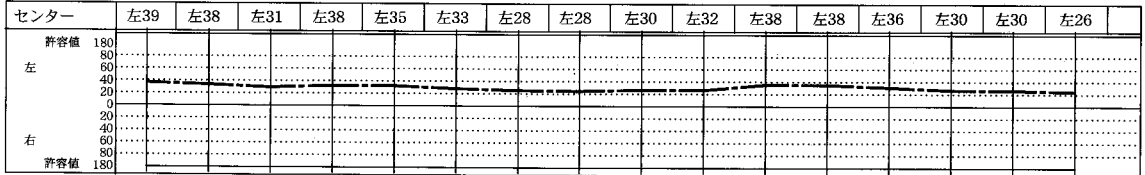
図-8-1 推進工管理図

基準高

推進管理図



中心線のずれ



推進力

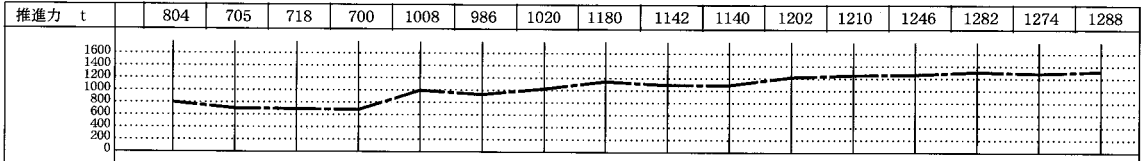
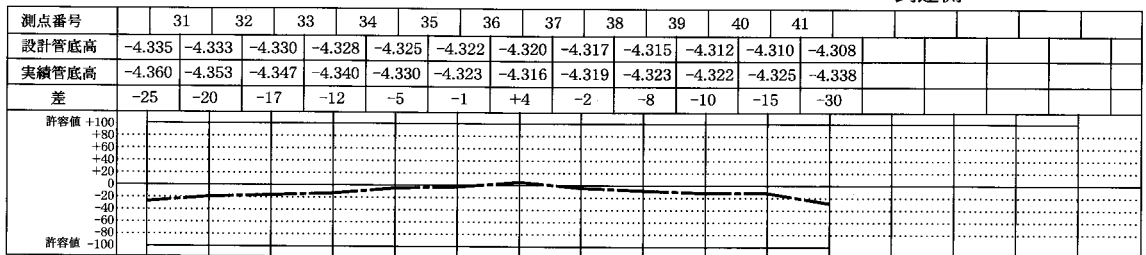


図-8-2 推進工管理図

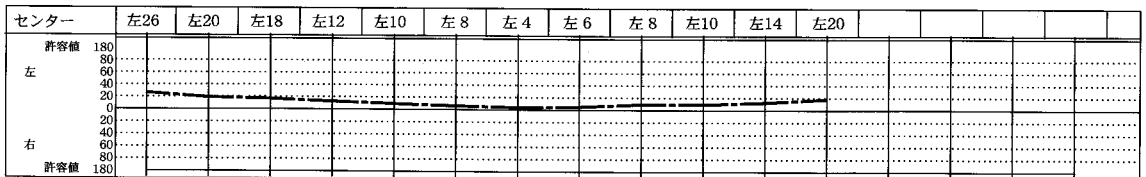
基準高

推進管理図

到達側



中心線のずれ



推進力

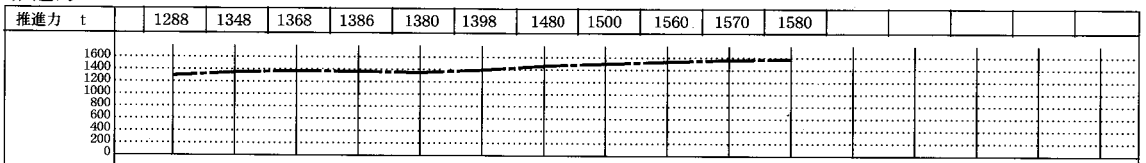


図-8-3 推進工管理図

(排土状況)

既設排水路横断箇所付近では、地山からの奮発（泥水が、スクリーコンベアー部に水圧を持って流出）があった。

(対策)

加泥材の配合を変えて注入量を増やした。

高吸収性樹脂 4.0kg

界面活性剤 3.0kg

潤滑剤 3.0kg

掘削土量1m³当たり20%追加した。

(地上への影響)

奮発した水は、水路のどぶ臭い匂いは無く地下水と考えられた。

水路横断部、土被り不足部の地表への影響は観測されなかった。

⑤推進機の到達 (N040～N041)

(鏡切り)

坑口防護と立坑底盤をJSG工法で改良した為立坑の変形がなく、推進機は正確に立坑に到達した。

(推力)

推進機を回収するために必要とした推進力は1580トンであった。支圧壁には亀裂が入り後方の山留め矢板が移動した。

(施工精度)

到達部の設計値に対する精度は水平方向で左20mm垂直方向で下30mmで十分管理基準値を満足した。(図-7, 図-8-1～図-8-3)

工事の経過は以上のとおりである。

振り返ると発進立坑の鏡切を10月27～28日に行い、28日夕方に推進機を立坑内に降ろし29日からは初期貫入を行う。

県道、市道交差点下では一時的に掘進困難に陥る等正に薄氷を踏む思いの施工であったが、以上述べた諸対策により、困難な状況を克服し平成9年12月8日に推進機は正確に到達立坑へ達した。

尚、実績日進量は2.7m/日であった。

5. まとめ

厳しい現場条件を克服して接続する管路工を含む全体工事は、平成10年2月27日に完成した。

この難工事を可能にしたのは

1) 適切な設計変更

①発進立坑、到達立坑の位置を変更した事により、発進側支圧壁後方を十分に盤改良した事で反力の確保が出来最後まで推進工事を進める事が出来た。

最終的な元押し推力は1,580トンにも達し支圧壁には亀裂が生じた事から、当初計画の様に発進立坑が機場側であったなら背後の吐出水槽や機場本体にも支障が出ていたことが想定される。

②鉄筋コンクリートダブルジョイント管は鋼管(L=4.0m)に比べ2.43mと短いことと節構造の為一本毎の方向修正が容易で正確な施工が出来た事。

③土圧式工法は仮設用地が少なく済み門型クレーンや加泥材、滑材プラント等諸設備にも少ない用地で対応できた。

尚、加泥材が道路舗装の亀裂から一部しみだしたことから、土被りの少ない本工事では、当初計画の様な泥水加工工法では高圧泥水が道路上に噴出したものではないかと想定される。

2) 適正な施工管理

推進管周面摩擦が増加して推力が急上昇し、推進困難に陥った時は土質に応じて加泥材や滑材等の配合を変え、また注入位置を追加したり、推進作業を昼夜連続作業に変えた。

また、管外周をマニキュア加工し土との摩擦を軽減するなど、適切な状況判断の基に施工管理を行った事等である。

また、本工事は、事前にPRしていた事から、推進作業を開始した平成9年10月27日から推進機を回収した12月10日までの短期間に、国、県他延べ300人の技術者が見学を訪れる等大いに注目を集める事となった。

工事を終えた今、この様に基本的事項を変えざるを得なかった事は、概略発注の宿命として避けたい面もあるが、この設計及び施工計画の見直しと優秀な施工技術により厳しい施工条件を克服し、我が国でも極めて希な事例となった農業用排水路での大規模、大口径の推進工事が完成し、併せて建設コストの大幅縮減が図られたものと確信している。

なお、この貴重な工事記録を、今後の同種工事の参考として役立たせる目的でビデオに編集し土地改良技術事務所に送付した。

中央排水機場から富山新港迄の中央放水路（約0.67kmパイプライン）は、この推進工工事を含む一連の工事が完成したので、平成10年3月5日から6日にかけて、工事監督職員及び各施工業者立ち会いの基に、通水試験（漏水試験）を実施した。管内を満水（約4,000トン）にするための初期充水に多少手間取ったが、この観測

記録で実測漏水量は許容漏水量をはるかに下回り、管理基準値を十分満足した事も併せて報告する。

最後にこの様な難工事にもかかわらず工事を立派に完成させた（株）竹中土木北陸営業所に紙面を借りて心から感謝申し上げます。

複数のため池を水源とする 多点注入パイプラインの水理解析

中 武 美保子*
(Mihoko NAKATAKE)

上 月 良 吾*
(Ryogo KOZUKI)

相 川 泰 夫**
(Yasuo AIKAWA)

島 崎 昌 彦**
(Masahiko SIMAZAKI)

目 次

1. はじめに	33
2. 地区の概要およびモデル設定	33
3. 施設容量の検討	35
4. 用水不足時のため池の効率的な運用	36
5. まとめ	40

1. はじめに

今日、農業用水路においては、灌漑効率の向上、水利用の利便性の確保、水質保全、維持管理の省力化などからパイプラインの導入が急速に進んでいる。一方、水資源としては中山間地域を中心として、既存のため池の活用等の見直しが図られている。しかし、ため池の水量は限られているため水源容量が小規模であり、単独では圃場の必要水量を確保できない場合、他の水源からも取水を行う必要がある。パイプラインにおいて、このような複数の水源を持つ場合（多点注水）は、水理的干渉を及ぼす要因が多く存在するため、水源水位、分水量、管径などいずれかが変化しても流況は異なったものとなる。そのため、設定流量を得るために配管条件やバルブの設置の検討が重要となっている。そこで本報文では、多点注入パイプラインの施設容量の検討と用水不足時におけるため池の効率的な運用手法を見出すためにM県N地区を事例として水理解析を行った。

2. 地区の概要およびモデル設定

事例地区は標高10～25mに位置する水田地帯であり、水源として6ヶ所のため池が存在する。これらは表-1に示すように規模にかなりの差があり、貯水位においても15m以上の差がみられる。本地区では、以前はため池がそれぞれ独立した用水系を成していたが、用水不足を解消するため、それぞれのため池を連結させ、給合的運用を図るためにパイプラインの導入が図られた。本来、配管は樹枝状、管網の両者を含む混在配管であるが、今回は、幹線部分を基に図-1に示す数理モデルを作成し解析を行った。解析には高桑氏により広範囲にわたる開発が行われた節点エネルギー位法による定常流解析プログラム¹⁾を用いたため、ため池の水位は一定とした。また、流速公式には、H-W公式を利用した。

なお管種は硬質塩化ビニル管とし、流速係数Cは次のように設定した。Dは管径である。

$$D \geq 200\text{mm} \dots\dots\dots C = 150$$

$$D < 200\text{mm} \dots\dots\dots C = 140$$

表-1 ため池の概要

ため池番号	かんがい面積 (ha)	有効貯水量 (m ³)	ため池貯水位 (m)	ため池面積 (m ²)	最大取水量 (m ³ /S)
ため池 1	86.90	398,000	29.00	47,600	0.2421
” 2	2.00	22,000	30.00	4,500	0.0060
” 3	1.40	22,000	24.50	7,800	0.0043
” 4	1.70	9,000	25.50	4,000	0.0046
” 5	20.75	85,000	14.50	18,800	0.0578
” 6	15.25	115,000	13.50	10,500	0.0417

*日本農業土木総合研究所
**農林水産省農業工学研究所

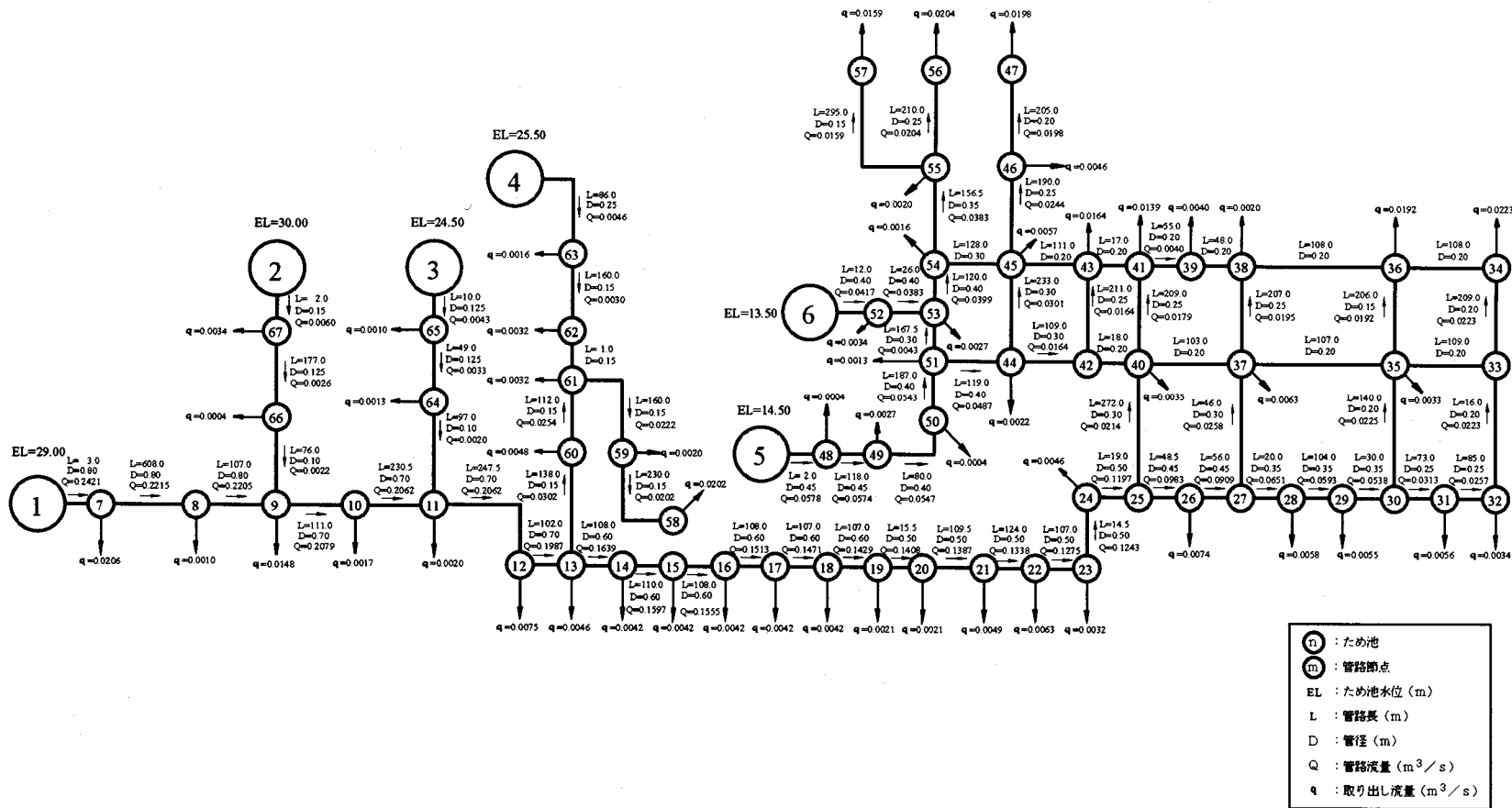
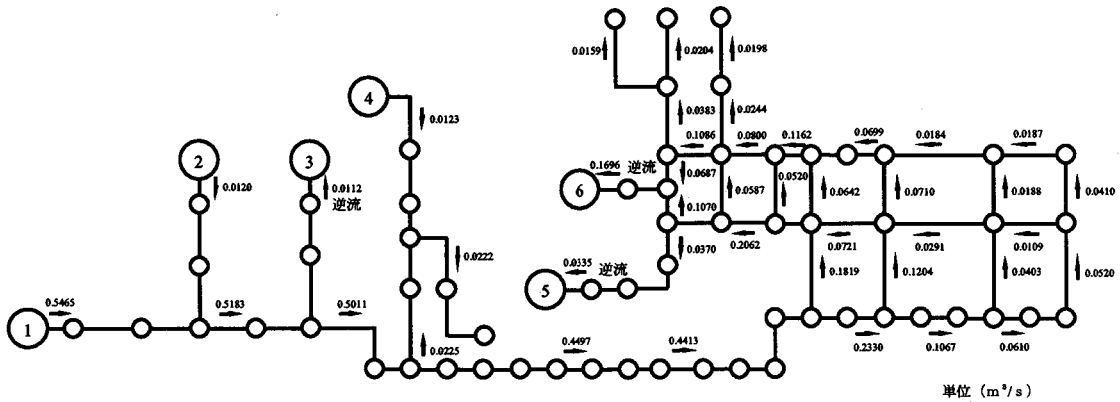


図-1 パイプラインモデルの概要 (計画上)

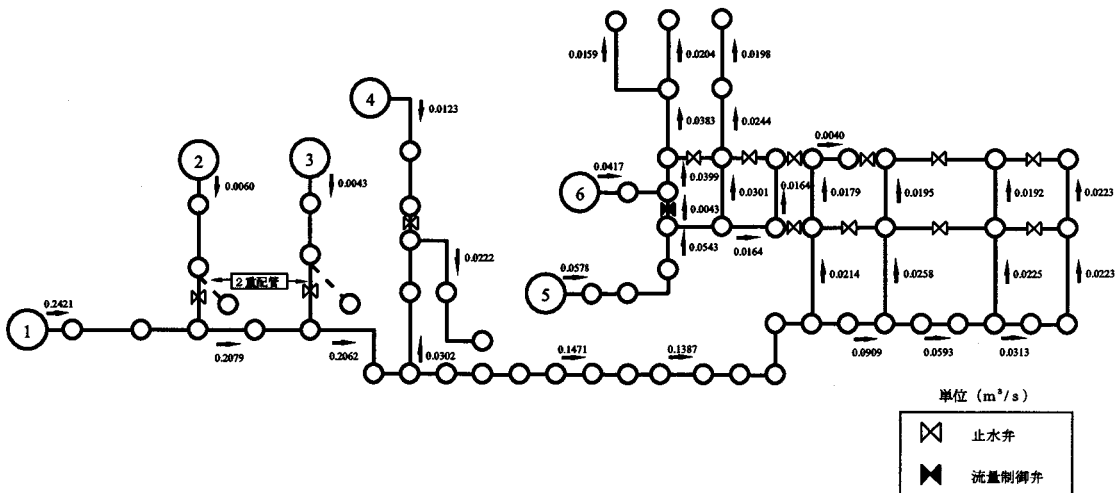
3. 施設容量の検討

水源であるため池に水位境界を、下流に流量境界として取り出し流量を与えて定常計算を行った。図一2に示す計算結果から、水位の高い1, 2, 4のため池から計画流量以上の用水が流出し、水位の低い3, 5, 6の池に流入するという結果となった。そこで設定流量に合わせるため設計上流量が設定されていない区間に止水弁を設置し再度計算を行った。この止水弁によって6つのため池は1・2・3の系, 4の系および5・6の系に分離された。よって各節点に影響を及ぼす要因も減少したものと考えられたが、設定流量は得られなかった。次に流量制御弁(バタフライ弁)の設置

を検討した。しかし、ため池3においては図一1より、ため池1と合流する流量が少量であるのでバルブ管理が困難であると判断し、通常時に用水を送水する管と濁水時など非常時に用水を送水する管とに分ける2重配管とした。ため池2においても同様である。ため池6においてはため池5からの流入を防ぐために2つの合流地点付近(節点51と53の中間地点)に流量制御弁を設置し、設定流量に合うように開度を下げていった。このときバルブの口径は管径と同じとし、バルブ損失は流速係数Cを低くすることにより摩擦損失に置き換えて与えることとした。その結果、バルブ開度約15%で設定流量が得られた。これらの計算結果を図一3に示す。



図一2 逆流



図一3 システム改善後

以上によるシステム改善後の各節点における圧力分布を図-4に示す。節点によって有効水頭にかなりの差が出た。ため池1が支配する節点の有効水頭が高いのに比べ、他の水源は水位と支配する各節点の地盤高の差が小さいため低い結果となった。特にため池5と6は全体的に有効水頭が低いのでため池の水位が下がった場合、取水ができなくなるおそれがあると考えられる。このように有効水頭が低いため池では水位が下がった場合における用水確保の検討も重要である。

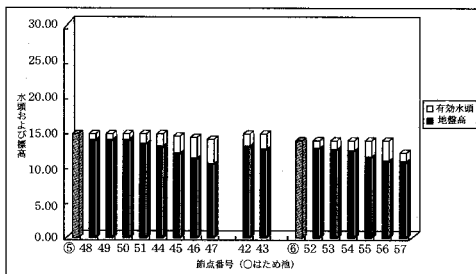
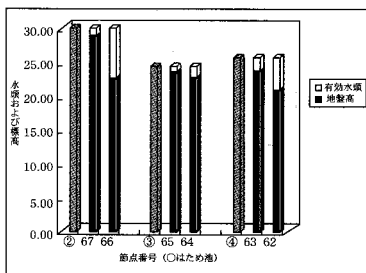
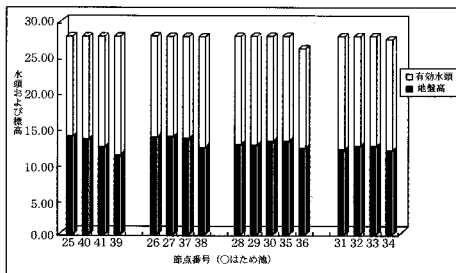
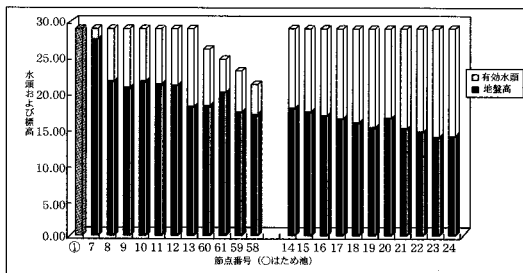


図-4 圧力分布

4. 用水不足時のため池の効率的な運用

解析の効率を高めるために、ここでモデルをさらに簡素化した。

用水が不足した場合において、他のため池からの給水について検討を行った。用水の給水元は有効貯水量の最も大きいため池1とし、途中取水を行わず、ため池からため池へと給水するものとした。

また、ため池2, 3, 4への給水経路は一つしかないため今回は経路が多数設定できるため池5と6を給水先として解析を行った。なお、止水弁および流量制御弁の操作は全開または全閉のみとし、ため池5に給水する場合、6に給水する場合、5と6同時に行う場合の3ケースを設定し、それぞれ①最短経路、②節点17~30を通る経路、③節点18~32を通る経路について解析を行い、給水する上での最適路線を検討した。結果を図-6および表-2に示す。

<CASE1: ため池5への給水>

給水される流量差からみると経路3が良いが、バルブ管理の面からは操作回数の少ない1が良いと言える。この2つの経路において給水元の水位の低下を考慮に入れ給水量を給水先の有効貯水量の1割とすると、給水時間は経路1で約11時間、経路3で約10時間と1時間ほどしか差がない。よって最短経路かつ、バルブ操作の少ない経路1が適当である。

<CASE2: ため池6への給水>

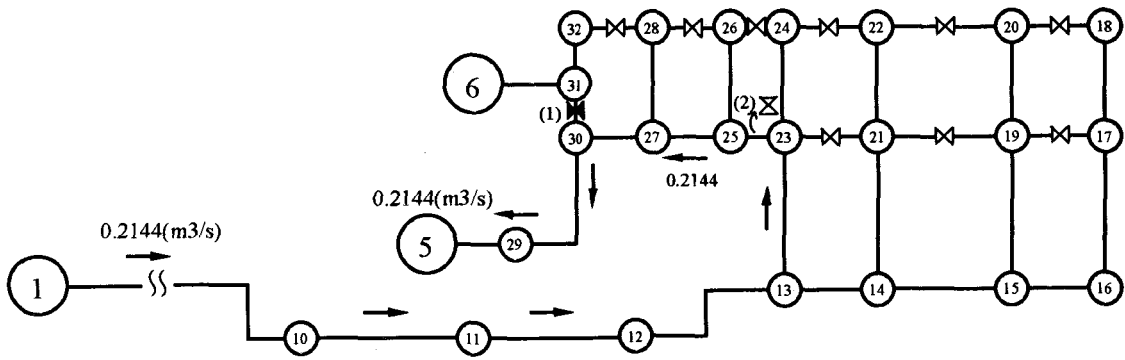
ため池6に給水を行う場合にはため池5に用水が流入しないようにバルブの一つ追加する必要がある。今回はため池5と節点30の間に止水弁を追加し解析を行った。

CASE1と同様に経路3の流量が多いがバルブ管理の面では経路1が良い。有効貯水量の1割の給水を考えても経路1が15時間、経路3が14時間と差が1時間ほどしかないため経路1が適当である。

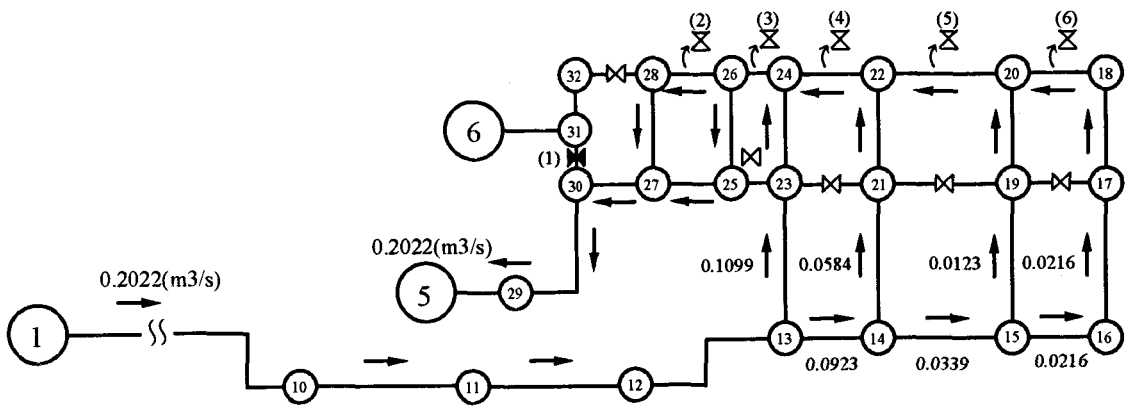
<CASE3: ため池5と6への給水>

3経路とも節点30と31の間にあるバルブを全開として解析を行った。

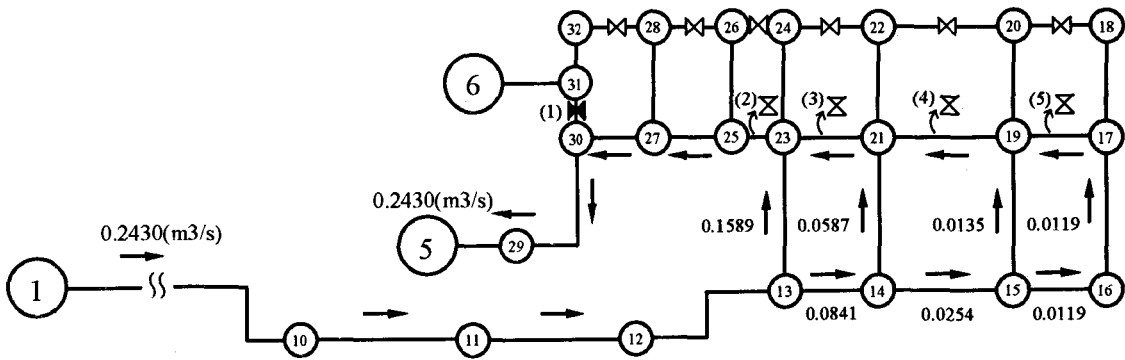
流量からみるとやはり経路3が良いが、この場合にはため池5と6に均等に給水される必要がある。そこで2つの有効貯水量の比により均等配分



(a) 経路 1



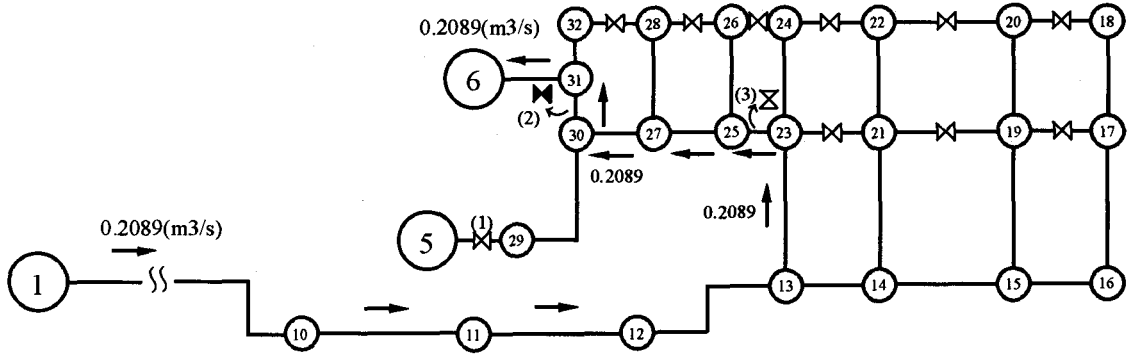
(b) 経路 2



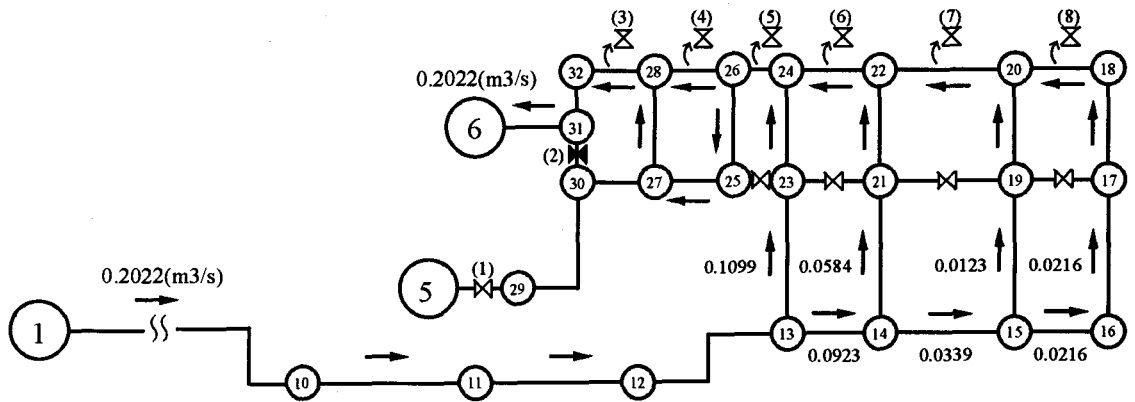
(c) 経路 3

(数字) : バルブ操作

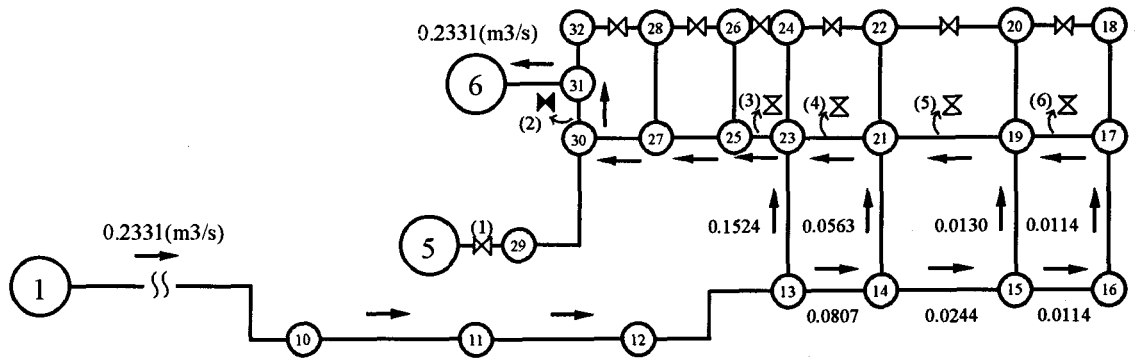
図-5.1 CASE 1 (ため池 5)



(a) 経路 1



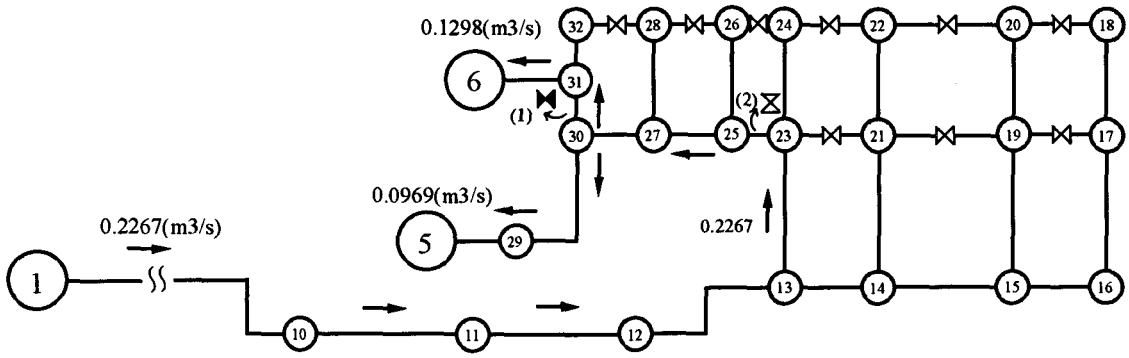
(b) 経路 2



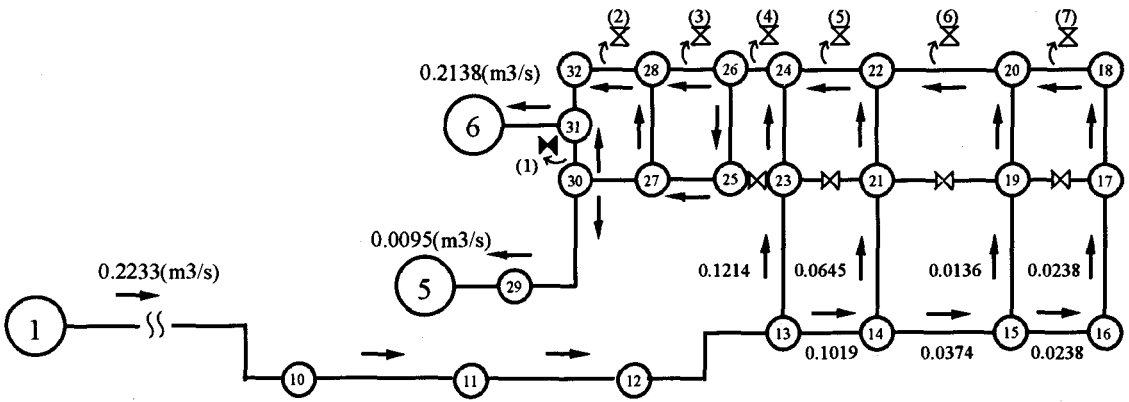
(c) 経路 3

(数字) : バルブ操作

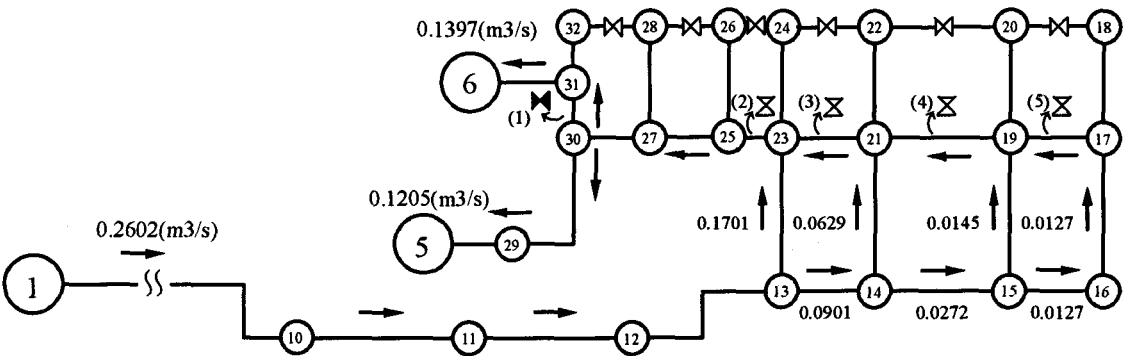
図-5.2 CASE 2 (ため池 6)



(a) 経路 1



(b) 経路 2



(c) 経路 3

(数字) : バルブ操作

図-5.3 CASE 3 (ため池 5・6)

表-2 ため池への給水量

	経路	給水量		バルブ 操作 (回)	備考
		ため池5			
		(m ³ /sec)	(m ³ /hr)		
CASE 1	1	0.2144	771.81	2	有効貯水量
	2	0.2022	727.92	6	85,000(m ³)
	3	0.2430	874.80	5	

	経路	給水量		バルブ 操作 (回)	備考
		ため池6			
		(m ³ /sec)	(m ³ /hr)		
CASE 2	1	0.2089	752.04	3	有効貯水量
	2	0.2022	727.92	8	115,000(m ³)
	3	0.2331	839.16	6	

	経路	給水量						バルブ 操作 (回)	備考
		ため池5		ため池6		合計			
		(m ³ /sec)	(m ³ /hr)	(m ³ /sec)	(m ³ /hr)	(m ³ /sec)	(m ³ /hr)		
CASE 3	1	0.0969	348.84	0.1298	467.28	0.2267	816.12	2	
	2	0.0095	34.20	0.2138	769.68	0.2233	803.88	7	
	3	0.1205	433.80	0.1397	502.92	0.2602	936.72	5	

を考えると経路1が妥当である。またバルブ操作の面からも経路1が良いと言える。

5. まとめ

本モデル地区のように水源が多数あり、その規模や水位にも差がある場合には水理的な干渉を与える要因が複雑に絡んでいるため、止水弁などを使い、系をいくつかに分離する必要が出てくる。また、圃場においては均等に必要水量を取水するために適切な水管理が必要となってくる。特に今回は幹線部分のみをモデル化して使用し、止水弁および流量制御弁等の設置も設定流量を基にした仮想的なモデルであったので、実際は支線部分が加わり、諸施設も増えるのでより複雑な水理的相

互関係が生じるものと思われる。そのような状況下で末端において均等配水を行うには慎重な解析を繰り返すことが望まれる。

なお、本解析は、著者の一人が農林水産省構造改善局主催「上級システム研修(コンピュータ解析コース)」において、検討した課題について、その後解析を加えて報文として取りまとめたものである。

参考文献

- 1) 吉野秀雄・田中玄太郎：管水路(パイプライン)の設計手法(その3)パイプライン定常水理計算, ARIC情報, 第40号, p40~p62.1996年

畑地かんがいのかん水時期判断手法の一提案 (土壌水分予測)

宗 宮 秀 政*
(Hidemasa SOUMIYA)

藤 原 正 之*
(Masayuki FUJIWARA)

橋 本 諭*
(Satoshi HASHIMOTO)

目 次

1. はじめに41
 2. 江花畑地かんがい試験圃場の概要
 および耕地気象観測41
 3. 土壌水分変化予測手法43

4. 土壌水分予測情報の提供45
 5. 今後の課題47
 6. おわりに47

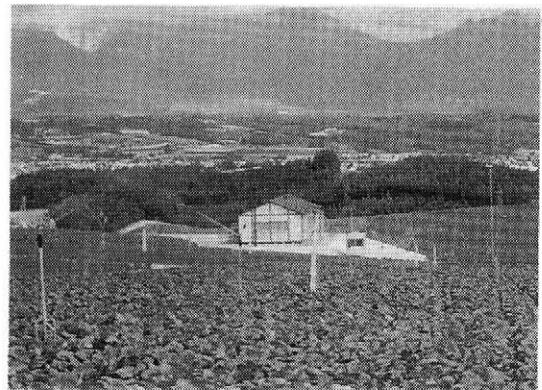
1. はじめに

北海道における畑作農業は年々大規模化が進んでおり、それにとまなう大規模な畑地かんがいも必要となってきた。しかし、実際の畑地かんがいにおけるかん水判断は個々の農家の経験に頼る面が多く、かん水判断の基準が必ずしも集約された営農情報として組織的に活用されていない。畑作農業において、適切なかんがいと水利用を行うことが営農上極めて有効な手段であり、農家および地域農業の安定と発展に寄与するという考えから、各地域に対応した気象予報と土壌水分変化予測情報を提供する試験圃場が、多数設けられることになった。試験圃場を使って行われるものは、①かんがい技術的調査(気象観測, 土壌調査, 土壌水分調査, かん水量調査), ②かんがい営農的調査(生育, 収量), ③かん水予報システムの開発(土壌水分予測手法, 情報伝達システムの構築)等であり、各試験圃場の目的に応じた開発形態をもっている。このような畑地かんがいに参考となる耕地気象の情報提供は網走がいち早くスタートし、また、帯広の札内川第一地区では土壌水分予測の試行がスタートしている。著者らは、国営畑地帯総合土地改良パイロット事業しろがね地区において「土壌水分予測システム」を構築し、農家に営農技術情報として提供した。先行の地区は、およそ低平な既耕地を対象とするのに対して、当地区は改良山成畑工で造成し、熟畑化が進んでいない

緩傾斜農地が多く、しかも容易有効水分量(RAM)が小さい火山灰土壌が広く分布する。このため、比較的少量・多頻度のかんがいが必要であり、また、地区の対象作物である露地野菜の生育管理に必要な土壌水分の情報化が望まれていた。本文では予測手法の概要を述べ、その応用性と今後の課題等を報告する。

2. 江花畑地かんがい試験圃場の概要および 耕地気象観測

しろがね地区(受益面積8,070ha, 受益戸数825戸)は、ダム・頭首工・用水路の基幹的水利施設の整備と農地造成・区画整理等の基盤整備により農家の経営安定化を図ろうとするもので、北海道のほぼ中央に位置する美瑛町・上富良野町・中富良野町にわたる。3町の主要販売品目は、米・野菜(たまねぎ, 人参)・馬鈴薯・甜菜・豆類・畜産・メロン等であり、このうち野菜等の生産管理技術



写真一 江花試験圃場全景

*北海道開発局旭川開発建設部美瑛地域農業開発事業所



図一 試験圃場の位置

の向上、かん水技術の確立を目指して江花試験圃場を設けた。

2.1 圃場の概要

試験圃場は上富良野町市街地の西北西約3kmに位置する江花区域(図一)の丘陵地を開墾して設けたもので、眼前に十勝岳がそびえる美しい圃場である(写真一)。表一に圃場施設の概要を記したが、暫定水源として地下水を利用し、多種・多様な配水に適応する配管方式と散水機器を配備した。しらがね地区の表層は、十勝火砕流を母材とする褐色森林土(砂質埴壤土や砂壤土)が広く分布し、表二の土壌物理性に特徴が示されると

おり、難有効水分・非有効水分孔隙量の大きい(RAMの小さい)火山灰性の層序が存在し、圃場のかん水管理を難しいものとしている。開畑した江花試験圃場も同様な砂壤土を主体とした堅密固結性の酸性褐色森林土である。(0~40cm土層のRAMは28.3mmであった。)

2.2 耕地気象等観測

耕地気象等の観測項目は気温・露点温度・風向・風速・日照時間・日射量・地温(15cm深)・降水量および土壌水分張力(5, 15, 25, 35, 50, 70cm深)である。これら観測データを直接データターミナルに収録し、一般電話回線を利用して受信するリ

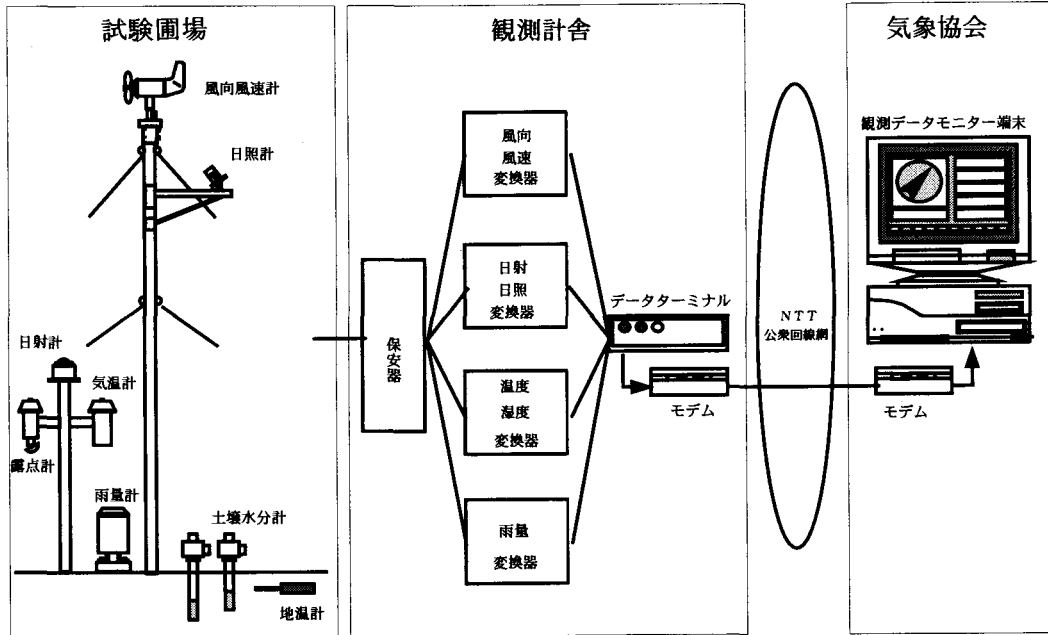
表一 試験圃場の施設概要

1. 水源施設	深井戸	鋼管φ200mm L=230m	揚水管 φ80mm L=70m
	揚水ポンプ	深井戸用水中ポンプ	
		口径φ80mm-1台	全揚程70m 出力11キロワット
		揚水量	0.60m ³ /min
	吸水槽	3.0 * 2.0 * 1.9m	容量=11.4m ³
配水ポンプ	主ポンプ	横軸片吸込三段渦巻ポンプ	口径φ80 * 65mm-1台
		全揚程125m	出力22キロワット 揚水量 0.60m ³ /min
	補助ポンプ	横軸片吸込七段渦巻ポンプ	口径φ40mm-1台
		全揚程130m	出力7.5キロワット 揚水量 0.15m ³ /min
2. 用水路	パイプライン全延長	1,791.09m (管径φ100~200mm)	
	取水栓	9ヶ所	
3. 散水機器	試験圃場	スプリンクラー#20	40個
	体験圃場	移動式散水機 (リールマシン) φ65mm	L=220m-2台
		スプリンクラー#30	38個

表一 2 しろがね地区 土壌の物理性 (褐色森林土 (母材:十勝火砕流))

層名	層厚 cm	土 性	容積重 g/cm ³	固相率 Vol%	孔隙率 Vol%	真比重	飽和透水係数 cm/s	孔 隙 量 (Vol%)			
								重力水	易有効水分	難有効水分	非有効水分
Ap1	0~17	砂質埴壤土	1.36	52.0	48.0	2.62	1.9×10^{-3}	17.9	6.9	7.9	15.3
Ap2	17~28	砂質埴壤土	1.60	60.9	39.1	2.63	2.3×10^{-5}	7.5	5.1	8.9	17.6
C1	28~41	砂壤土	1.03	41.1	58.9	2.51	1.1×10^{-3}	24.8	14.5	8.3	11.3
C2	41~	砂壤土	1.31	41.2	48.8	2.56	9.7×10^{-5}	7.4	11.5	10.0	19.9

* 重力水: <pF1.8, 易有効水分: pF1.8~3.0, 難有効水分: pF3.0~4.2, 非有効水分: >pF4.2



図一 2 江花試験圃場気象観測模式図

アルタイムモニター方式を採った。このことから、土壌水分予測に必要なデータ回収と耕地気象環境の監視を即時に行うことができた。現地での観測データは、「土壌水分予報」の業務を委託した(財)日本気象協会北海道本部旭川支部にも直接伝送した。(図一 2)

2.3 試験圃場の気象特性

北海道には梅雨がなく、6月から7月にかけての降水量は一般的に少ない。また、江花試験圃場は、内陸部に位置することから、北海道内においても降水量の比較的少ない地域と言える。図一 3、表一 3 に江花試験圃場の蒸発量と降水量について、1989年~1995年の旬別の平均値を示した。蒸発量は大型蒸発計の実測値である。なお、蒸発量は、気温・日射量・風速および湿度から求められるPen-

man式からおおむね推定できる。蒸発量と降水量の差は5月上旬から7月中旬まで12~23mmで推移し、この期間に乾燥が進行する傾向にある。また、8月中旬から9月にかけては、台風、低気圧、前線の通過等により降水量が蒸発量を上回っている。しかしながら作物栽培中の乾燥期間は長期にわたることから、畑地かんがいによる安定した水の供給が農業生産に大きく寄与するものと考えられる。

3. 土壌水分変化予測手法

土壌の水分変化を支配する蒸発散量を推定する手法として、多くの手法が提案されているが、Thorntwaite法、Mortonの補完公式の応用法では日蒸発散量の推定に難があり、また、Penman式、Priestly-Taylor式においても、植生状況の変

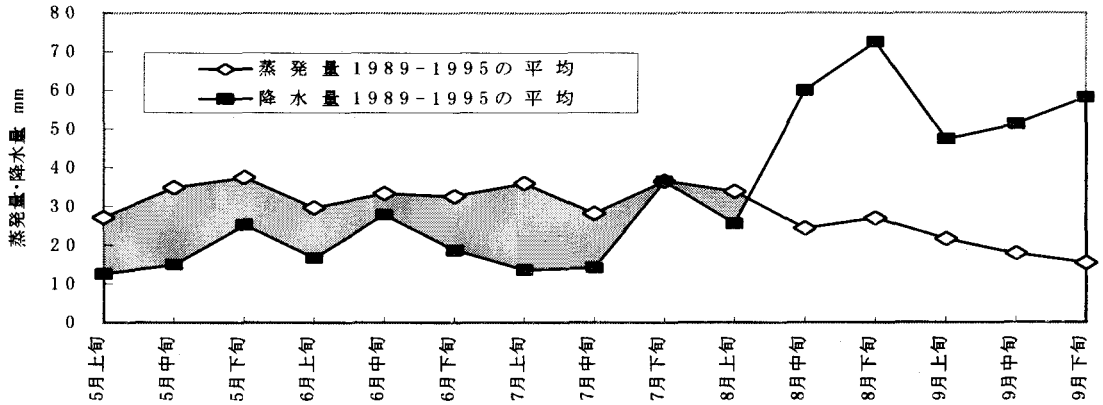


図-3 江花試験圃場における蒸発量と降水量 (1989-1995の平均)

表-3 江花試験圃場における蒸発量と降水量 (1989-1995の平均)

	5月上旬	5月中旬	5月下旬	6月上旬	6月中旬	6月下旬	7月上旬	7月中旬	7月下旬	8月上旬	8月中旬	8月下旬	9月上旬	9月中旬	9月下旬
蒸発量 mm	27.17	34.90	37.56	29.74	33.43	32.67	36.09	28.26	36.59	33.89	24.40	26.99	21.64	17.83	15.41
降水量 mm	12.58	14.93	25.29	16.71	10.00	18.71	13.57	14.21	36.50	25.57	59.93	72.50	47.36	51.21	58.14
蒸発-降水 mm	14.58	19.97	12.27	13.03	23.43	13.96	22.51	14.04	0.09	8.31	-35.53	-45.51	-25.71	-33.39	-42.73

化にともなう蒸発散量の違いをうまく表現する必要がある。このため、土壌水分変化の予測に使うモデルや手法は、気象学的に予測できる因子を用い、さらに、パラメータの数が少ない簡便なものほど有利である。本地区では、北海道の他地区でも適用性が検討されているSMDモデル (soil moisture deficit: 土壌水分欠損量) を改良・簡便化したモデルを用いた。

3.1 予測手法の概要

モデルの基本は、Penman式で求めた蒸発散位に土壌の水分状態、作物種および生育時期別に補正を行い日蒸発散量の推定を行うものとする。一般に土壌水分が十分であると蒸発散抑制が起こらないが、乾燥した状態では蒸発散抑制が生じてくる。すなわち、土壌中の水分欠損量 (SMD: ここでは根群域内 (40cm) の全有効水分量とその日の有効水分量 (pF1.8~pF3.0間) との差) に応じて蒸発散にブレーキがかかる。この蒸発散抑制を土壌水分量の関数として、指数関数的に表現するならば、土壌水分量の経時変化 (日変化) は、次の (1) 式で表される。

$$M_{i+1} = M_i - \beta \cdot E_i + P_i \dots\dots\dots (1)$$

ここに、

M: 有効土層の容易有効水分量 (RAM) であり、下添字は順序日数。

E: Penman式で計算した蒸発散位

P: 日降水量

β : 水分消費の抑制係数

また、 M_{i+1} の上限は圃場容水量の値である。(なお、根群域より下層からの上向き補給水量は無視する。)

蒸発散抑制効果を与える係数 β についてはその定義を (2) 式に示し、その変化を図-4 に示す。

$$\beta = \exp\{\gamma \cdot (M_i - RMc) / RMc\} \dots\dots\dots (2)$$

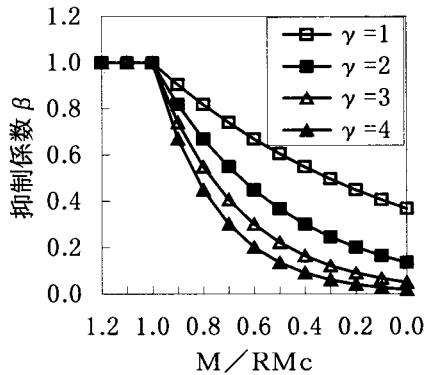
ここに、

γ : 標準係数

RMc: 抑制が始まる臨界の土壌水分量とし、

$M_i \geq RMc$ のとき $\beta = 1$ とする。本地区では、RMcをRAMの87%とした。

また、(2) 式中の標準係数 γ は、作物群、土壌の水分状態、月別によって異なるものと考え、その最適値を選択することで精度の高い予測が可能となる。全道の試験圃場の資料から得た作物群・



図一4 抑制係数 β の変化

RAM・月別の γ の値を表一4に示す。

また図一5に、上記方法による土壌水分量の試算例を示した。図一5によれば、実用的な精度をもって、土壌水分量の経時変化が再現されていることがわかる。

表一4 全道調査から得た標準係数 γ の値

作物群	RAM	6月	8月	8月
甜菜	< 25mm	4.0	3.0	2.0
	25-50mm	3.0	2.0	1.3
馬鈴薯	> 50mm	2.0	1.0	0.5
	< 25mm	4.5	3.5	3.0
人参	25-50mm	3.5	2.5	1.8
	> 50mm	2.5	1.5	0.5

3.2 予報作業の手順

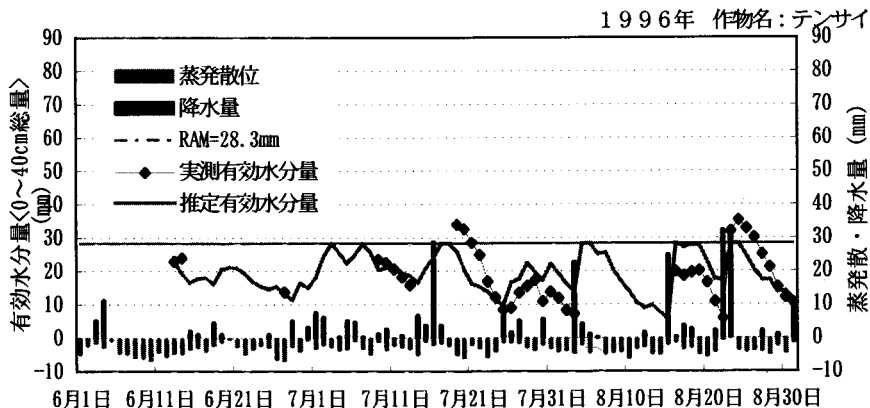
日々の蒸発散量（土壌水分減少量）は、圃場での気温、風速、相対湿度、土壌水分張力、降水量（および日射量）の実測観測値からPenman式により推算できる。また、(財)日本気象協会のポイント予報として、天気、気温、降水量 風速も得られる。直接予報の対象となっていない日射量と湿度は、晴れ、「曇り」等の予報天気のカテゴリー分類からその数値が定められ、予報天気と土壌水分量の動態の水収支モデルにより将来変化を予測することができた（図一6参照）。

4. 土壌水分予測情報の提供

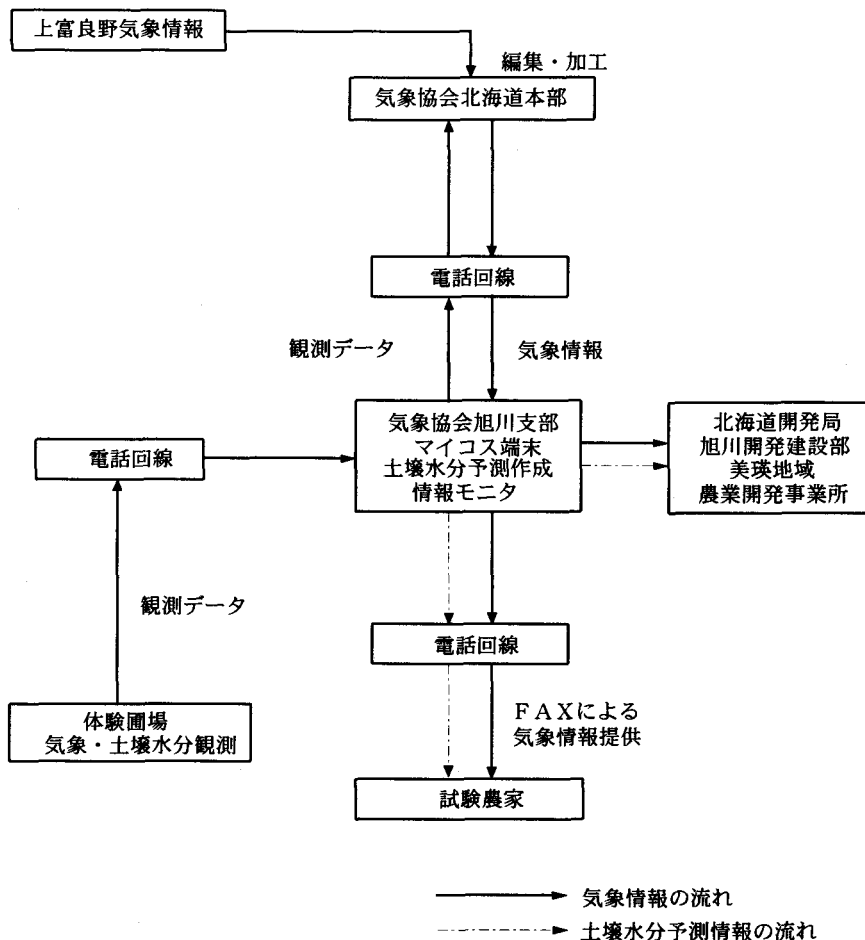
4.1 提供方法

1997年の6月上旬から試験圃場の関係農家6戸に土壌水分予測情報の提供を行った。図一6に気象情報の流れと土壌水分予測情報の流れを示す。土壌水分予測情報の適正判断の作業には当事業所があたり、提供の実務は(財)日本気象協会に依頼した。試験圃場の6農家には、すでに多機能FAXが導入されているので、そのFAXシステムを使って週2回（月曜日、木曜日）の土壌水分予測情報の提供を行った。図一7にそのフォーマットを例示する。図一7に示されるように、農家はむこう一週間までの気象概況や予報天気を表により得ることができた。さらに、グラフにより過去一週間の土壌水分量の変化状況や一週間先までの

しろうがね 江花体験圃場 無かん水区
RAM=28.3mm RMc/RAM=0.87
標準係数 γ (6月:3.0 7月:2.0 8月:1.3)



図一5 土壌水分量の経時変化計算例



図一6 気象情報等の流れ

予測値を知ることができ、かん水管理に供することができた。このように、農家にわかりやすい表現で土壌水分情報を提供したことが、当試験圃場での特徴である。

4.2 予測値の検証

土壌水分量の変化予測は、(1)式でわかるように、予報降水量の精度に大きく支配される。降水量の予報精度は3日先までは相対的に精度が高いといわれている。このため、予測情報は週2回の配信により、より情報精度が高いものを提供することとした。

気象予測の誤差も含めて、次頁(3)式で定義する土壌水分量の観測値および予測値の日量の平均誤差は約2mmであった。予測誤差は小さく、実用的な精度を有していた。図一8に土壌水分量の

観測値の経時変化(図中太線の計算土壌水分量)と予報日に配信した予測値の対比を示した。各予測期間に降水日が出現したものでは、降水量の予報誤差のため、両者の一致の状況は良くないが、無降雨日が続いた期間では、両者の差は小さくなっていることがわかる。

$$\text{平均誤差} = \sum_{i=1}^n | M_{\text{est}(i)} - M_{\text{obs}(i)} | / n \dots\dots\dots(3)$$

ここに、

Mest：予報気象値による土壌水分量

Mobs：観測気象値による土壌水分量

n：日数(予報前半3日)

4.3 農家の利用

土壌水分情報提供後に、土壌水分予測情報の活用性や改良点について農家にアンケート調査等を

試験圃場 週間気象情報

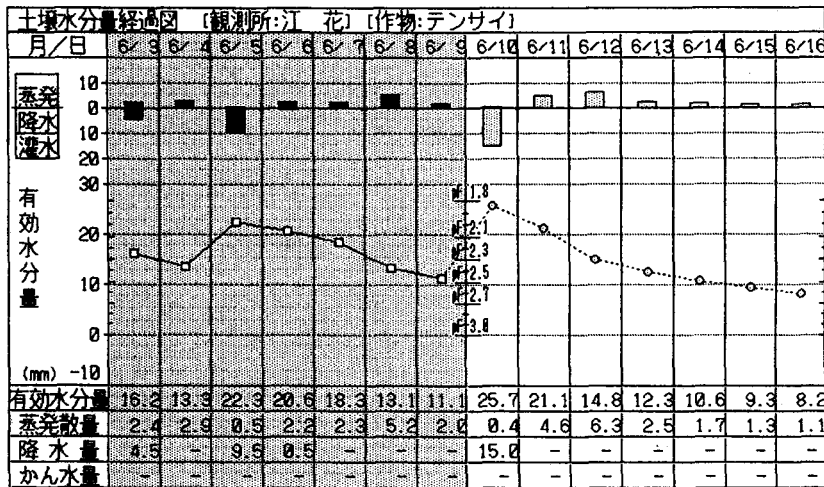
【 気象概況 】

6月9日16時30分 発表

10日から向こう一週間は、曇りの日が多く、始めに雨が降る。
 10日は雨で夕方には曇りとなる。11日は曇り、12日から14日は曇りの日が続き、晴れ間も出る。15日は晴れ間が多くなるが、16日には曇る。降水量は10日にやや多い。この期間曇りが多く、霧の恐れは少ない。
 日中の気温は10日～16日にかけてはほぼ平年並み。朝の気温は15日は平年より2～3度低く、その他の日はほぼ平年並み。

予 測 地 域 【 江 花 地 区 】

日	曜	天 気	平均 気温 ℃	最高 気温 ℃	最低 気温 ℃	最大風速及び その風向 m/s	降水量 mm
10	火	雨後曇り	13	19	8	南南西	4
11	水	曇り	15	21	9	南南西	3
12	木	曇り時々晴れ	17	23	11	南西	3
13	金	曇り時々晴れ	16	22	11	南東	3
14	土	曇り時々晴れ	15	20	10	北北東	3
15	日	晴れ時々曇り	13	20	7	東北東	3
16	月	曇り時々晴れ	15	20	10	東北東	3



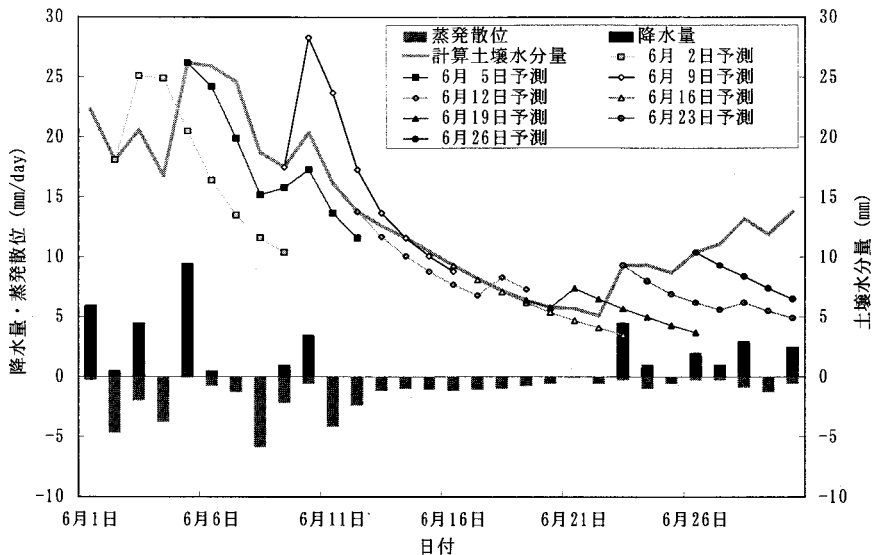
図一 7 土壌水分予測情報のFAXフォーマット

実施した。1997年の天候概況は、7月中・下旬にかけて晴天が続いたが、8月には降雨日が高い頻度で出現した。このため、かんがい期間を通じて、平年よりかん水の回数は少なかった。このような概況のなか、関係受益者6戸全員が、かん水の必要性の判断や農作業のスケジュールの立案に図一7の気象情報を利用し、一部の方はかんがい開始時期の判断や参考として同図の土壌水分情報を利用したことがわかり、全員が引き続きこの土壌水分予測情報が必要とすることが明らかとなった。

5. 今後の課題

甜菜圃場の気象観測値等を使った土壌水分予測システムの実運用は、おおむね良好な結果を得た。

一方、当地ではかん水予報提供を開始したばかりであり、試験圃場の土壌水分の情報を各農家がどのように役立てていくか啓蒙する必要がある。特に当地域では、排水（暗渠）整備状況等が異なる圃場で構成されていることを理由に、試験圃場の情報をいかに各圃場の条件に適用していくかが重要である。これらの課題については、農家への技術指導等を進めることとする。さらに、地域の特産化を狙う野菜作物については、予測式の標準係数の再検証や最適化が今後とも必要と考えられ、また、地域に合った手法への改良を検討したい。最終的には、近年利用価値の高まったインターネットといったオンライン情報システムを利用することにより、各農家のかん水状況にも合った土壌



図一八 土壌水分量の観測値と予測値の対比

水分情報の提供を目指していきたい。

6. おわりに

地域の特徴に応じた気象情報システムの構築と、また、この情報を加工した土壌水分予測の提供は北海道全域の課題と考える。施設の建設に限らず、施設をどのように利用したら良いかといった技術検討の機会を得たこと、さらに、農家とのコミュニケーションが深まったことに技術者としての実感を得た。将来も土壌水分予測の提供を続けるが、受け手側がより理解しやすいように情報の改良を検討したい。

最後に、実務的分野でご助力をいただいた(財)日本気象協会にお礼を申しあげると同時に、関係機関の諸氏にも感謝の意を表します。

参考文献

1) 駒井文広, 中島和宏, 平田善二(1994): 農業気象値からの土壌水分量推定手法について,

第37回(平成5年度)北海道開発局技術研究発表会概要集(4), pp135-140.

2) 高田邦彦, 牧野敏雄, 中井敦, 秀島好昭, 青木正敏, 丸谷聖一(1997): 熱収支法による圃場水分管理について—営農に役立つ畑地かんがい情報—農業土木北海道第19号(全国農業土木技術連盟北海道支部), pp95-103.

3) 平成4年度堅密固結性土壌に対する砂質土壌の客土効果調査(土壌調査報告書しろがね地区)(1992): 開発土木研究所土壌保全研究室

4) 平成8年度畑地かんがい事業地区水管理情報システム検討業務報告書(1997): (財)日本気象協会北海道本部, pp54.

5) 猪迫耕二, 中野芳輔, 黒田正治(1993): 畑地における土壌水分欠損状態の推定モデル, 農土論集 165, pp55-64.

6) 三浦健志, 奥野林太郎(1993): ペンマン式による蒸発散位計算方法の詳細, 農土論集 164, pp157-163.

紀の川の農業利水について

岡村 成美*
(Narumi OKAMURA)

目 次

1. 地域の概要	49	4. 農業用水再編調整組織整備事業	51
2. 農業利水の経緯	49	5. 課題	59
3. 農業利水の管理	50	6. 今後の展開	59

1. 地域の概要

紀伊平野地域は、和歌山県最大の農業地帯で、地域の中央を東西に流れる紀の川を中心に南北に広がる段丘農地約16,000ha(内、水田6,000ha)となっている。

営農状況は、水稻中心で裏作に野菜(キャベツ、白菜、タマネギ、いちご他軟弱野菜)、米の生産調整対策の施策にあわせて永年作物である果樹(柑橘特に桃、柿、八朔、スモモ等)、ハウスによる花卉(バラ、菊、カーネーション、ストック等)、野菜(トマト、キュウリ、なす、チンゲンサイ等)へ転換されている。

農家は兼業農家が大部分を占めており、専業農家は約20%であり、農業従事者年齢は60才以上が40%をこえている。

経営農地面積は1戸当たり、平均0.86ha(水田0.3ha、果樹園他0.56ha)となっている。

2. 農業利水の経緯

紀伊平野の農業利水を水源に分類すると、紀の川直接掛かり、ため池掛かり、及び紀の川支流貴志川と山田ダム掛かりに分けられる。

紀の川については、流域面積1,750km²、流路延長135.0kmの一級河川であり、その流域は奈良県、和歌山県にまたがっており、水源を日本有数の多雨地帯である大台ヶ原としているが、河況係数(=最大流量÷最小流量)が3,500程度であり流域の地

形、河川勾配等から一時貯留期間が短く流出が速く、大出水となり、災害を起こす一方、減水も速く晴天が続けばすぐに濁水が始まるといった、安定利水がしにくい河川である。

紀の川流域の農業利水は、徳川時代にはほぼ現在の用水路網に近い姿が出来上がっていたと考えられる。

紀伊平野の用水路開削は、紀州藩二代藩主徳川光貞の時代に始まり、元禄9年(1696年)、紀の川右岸のかんがい用水路として藤崎井(那賀町の約24km)が開削され、さらに、宝永4年(1707年)吉宗の頃に小田井(高野口町から岩出町の約33km)が開削された他、主要な用水路が次々と整備されていった。

これら水路開削において才能を発揮したのが井沢弥惣兵衛、大畑才蔵の両名である。

井沢弥惣兵衛は「水盛法」という水準測量法を考案し、一方、大畑才蔵は、事前に緻密な施工計画をたて、用水路を工区割にして、各工区で必要な資材量や土量を算出し、それに要する人数を割り当て、各工区を同時に着工させることにより工期短縮を図った。

この様にして用水路整備は進められたが、紀の川本流からの取水施設となると、「木工沈床」という木製井堰のままであり、洪水の度に流失し、復旧は農家の大きな負担(労働提供等)であるとともに、安定的な用水確保に支障を来し、農民間での水争いが絶えなかった。

また、中山間部においては用水の確保は困難であり、水田用水としてはため池に依存しており、

*和歌山県農林水産部耕地課

結果、みかんや柿等の果樹が普及することになった。

一方、大和平野においても平野内に大河川が無いこと、また、年間降水量も少ないことから慢性的水不足に悩んでおり、吉野川（紀の川：奈良県内では吉野川という）分水を強く希望していた。

この様な水不足の状況下において、第2次世界大戦後の経済復興5ヶ年計画が策定される中、大和紀伊平野の農業用水の不足を補うほかに、電力開発をも考える十津川・紀の川総合開発事業計画の一環として、十津川・紀の川土地改良事業が昭和27年より実施された。

大和平野、紀伊平野合わせて約2万haの農地へのかんがい用水の安定供給等を図るため、紀の川に大迫ダム（有効貯水量約26,700千 m^3 ）、津風呂ダム（同約24,600千 m^3 ）を農水省が建設し、十津川上流に猿谷ダム（同約17,300千 m^3 ）を建設省がかんがい期農業用水専用ダムとして建設し、紀の川に流域変更された。また、吉野川から大和平野に新たに分水するための下瀬頭首工、紀伊平野における紀の川本川にある12の旧来の取水堰（口）（小田、七郷、三谷、藤崎、荒見、安楽川、六箇、小

倉、宮井、四箇、新四箇、新六箇）を統合した小田、藤崎、岩出、新六ヶの4頭首工、支流に西吉野頭首工及び山田ダムがそれぞれ建設された。

国営附帯県営事業として紀伊平野では、従来の土水路、石積水路の一部がコンクリート水路に整備された。

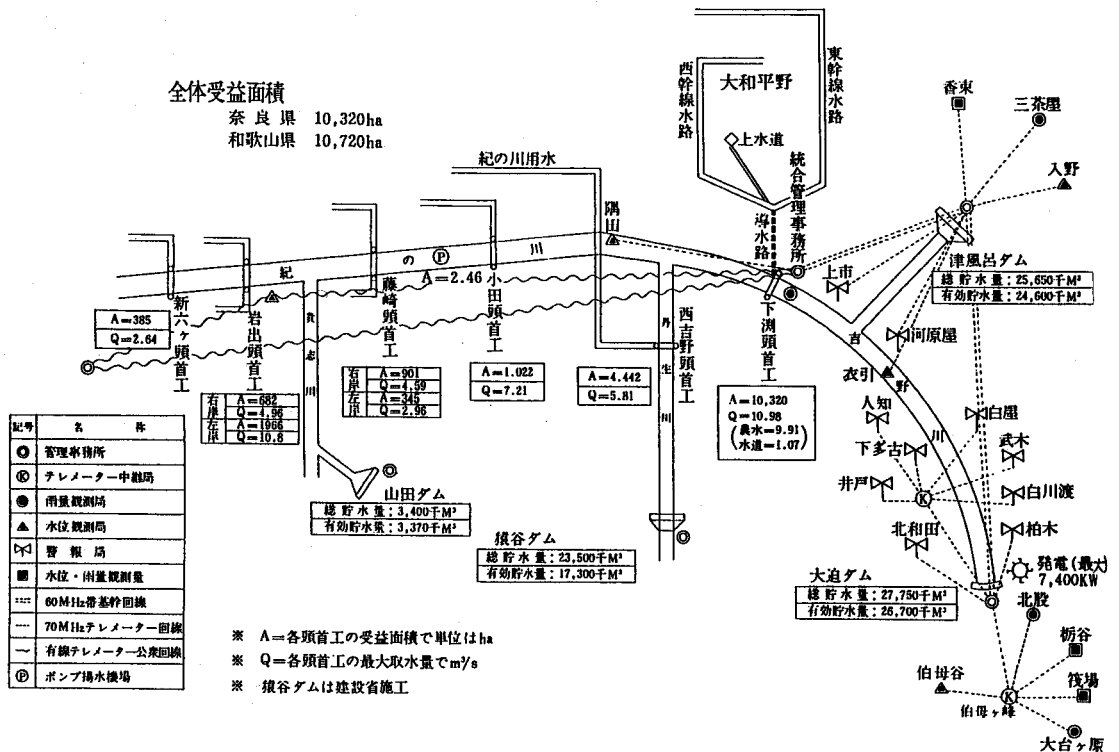
十津川紀の川土地改良事業については、一部畑かん工事を除いて昭和59年度に完了し、両平野の深刻な水不足は解消された。

昭和58年からは、大迫ダム、津風呂ダムおよび下瀬頭首工については、両県にまたがる重要施設ということで水管理を含めて国による直轄管理が行われている。

3. 農業利水の管理

紀の川の農業利水の管理は、前述のとおり昭和58年より国直轄管理施設として大迫ダム、津風呂ダム及び下瀬頭首工があり、また、その他の国営造成施設等（頭首工、水路）は関係改良区が国から委託を受けて管理を行っている。

現在、ダム貯水状況、各頭首工での取水状況等の利水情報については、平成5年度に完了した国



図一 全体用水及び管理システム系統図

営造成施設整備事業により管理システム(図-1)が構築されており、南近畿土地改良調査管理事務所において管理するとともに、紀の川土地改良区連合にデータ表示され改良区においても管理を行っている。

紀の川においては、農業用水が全体の許可水利権水量に対して約80% (但し、かんがい期) を占めており、また、十津川紀の川土地改良事業により造成されたダム以外の水源施設がないため、利水調整の主導権を握ってきた。

しかし、現在、大滝ダム、紀の川大堰が建設中で、紀伊丹生川ダムが実施計画調査中となっており、今後独自の水源施設を持つ多種利水(上工水)との共存をしていく必要がある。

一方、最近の農業形態の変化による田植えの早期化、土日集中等事業計画時とは異なった水利用になってきている。

そのため、農業者自らが水源情報、河川流況を理解把握するとともに、取水計画に基づき適時適切な放流要請を行えるようにしていく必要がある。

今回、紀の川土地改良区連合が事業主体となっており、平成7年度から9年度にかけて農業用水再編調整組織整備事業により「紀の川4頭首工利水解析業務」として、紀の川4頭首工にかかる有効水利用及び円滑な水管理のために、前述の水管理システムデータに係る諸係数の決定及び実管理に用いる地点必要流量の検討を行った。

以下、検討内容・結果について述べる。

4. 農業用水再編調整組織整備事業

(1) 経緯と作業内容

(平成7年度)

1) 概要

各検討項目における方法を比較検討し、今後の方向性及び問題点についての整理を行う。

2) 作業項目と内容

① 各頭首工地点の流量算定式の検討

各頭首工構造図及び水位計設置地図から、各地点の流量算定式を検討し、算定結果よりH~Q表の作成を行う。

② 新六ヶ井地点水位~小田地点流量の相関検討

上記①で選定した水位観測データを基に最下流に位置する新六ヶ井頭首工地点水位

に対する小田地点流量を整理し相関関係を検討した上で、新六ヶ井水位~小田地点流量表を作成する。

③ 上流地点から4頭首工地点までの用水到達遅れ時間の検討

水位観測データを基に、上流ダム地点から4頭首工地点までの実績に基づく用水到達遅れ時間の検討を行う。

3) 検討課題

① 頭首工地点直下流の流量観測実測値を用いて、H~Q式の妥当性をチェックし、精度を向上させる。

② 小田頭首工地点の内水位計の設置位置を変更し、取水量の精度を向上させる。

(平成8年度)

1) 概要

前年度に算定したH~Q式の精度を向上させるため、頭首工下流の流量観測実測値との比較検討を行い、計算式の補正方法について検討を行った。

2) 作業項目と内容

① 流量観測実測値と計算流量の誤差の分析
流量観測実測値と計算流量値を比較検討し、原因及び補正方法について検討した。

② 水位計観測水位と実測水面標高の分析
現地にて水位計設置地点の水面標高を実測し、観測水位との比較分析を行った。

③ 藤崎頭首工の越流部標高の実測
流量観測値と計算流量値に大きな誤差が生じた藤崎頭首工の越流部標高を実測した。

④ 補正式の検討

上記の分析をふまえ、計算式の補正式を検討した。

3) 次年度への検討課題

① 平成8年度の観測データ及び次年度実施する流量観測値を基に、更にH~Q式の精度を向上させる。

② 小田、岩出頭首工についても越流部標高を実測する。新六ヶ井頭首工については、水量が多く実測が困難であるため除外する。

(平成9年度)

1) 概要

平成8年度実測値と今年度行った流量実測値を加え、H~Q式、小田~新六ヶ井頭首工の

相関、用水到達遅れ時間をまとめた。

2) 作業項目と内容

- ① 現地測量の実施
小田頭首工及び岩出頭首工の越流部標高の実測を行った。
- ② 補正式の再検討
平成8年度観測値及び流量観測実測値を加え、H～Q計算補正式を再検討した。
- ③ H～Q式の補正
上記の補正式から、H～Q表の補正を行った。
- ④ 新六ヶ頭首工外水位と小田頭首工流量の相関式
平成6, 7, 8年の観測記録から、新六ヶ頭首工外水位と小田頭首工流量の相関式を算定した。
- ⑤ 用水到達遅れ時間の算定
平成6, 7, 8年の観測記録から、上流ダムから各頭首工までの用水到達遅れ時間を算定した。
- ⑥ プログラム開発
実管理を踏まえた表計算ソフトによる計算プログラムを開発した。

(2) 各頭首工のH～Q特性

《概要》

各頭首工のH～Q特性は、水利公式を用いて求めた計算流量と河川流量観測値から補正を行い算

出する。

検討のフローチャートは図-2のとおりである。

各頭首工の構造寸法を基に、各越流部構造別に水利公式によりH～Q特性を求めた。(表-1)

次に、平成8,9年度において各頭首工下流で実施された流量観測結果と計算流量との比較を行ったところ、藤崎頭首工及び新六ヶ頭首工については実測流量と計算流量との差が大きくなっている。

そのため、水面標高を実測することで水位計観測外水位との比較を行った。

結果、水位計観測値には、小田頭首工で-0.041m、藤崎頭首工で+0.173m、岩出頭首工で+0.011m、新六ヶ頭首工で+0.006mの誤差があると考えられた。

この水位観測誤差を補正值として水位計観測値に加算し、その外水位の時の計算流量を実測流量と比較すると流量差が減少したが、依然、実測流量と大差が生じているため、実測流量と水位計補正計算流量から相関式を求め、計算流量を補正する。

以上、「水位計観測水位流量」、「水位計補正水位計算流量」、「水位計補正水位補正流量」と計算流量の補正を行ったが、これらの流量と実測流量との食い違いの程度を評価するために、関数の一つとして、相対誤差を用いた。(表-2)

小田頭首工を除く頭首工では相対誤差が減少していることから、補正を行ったことにより、計算

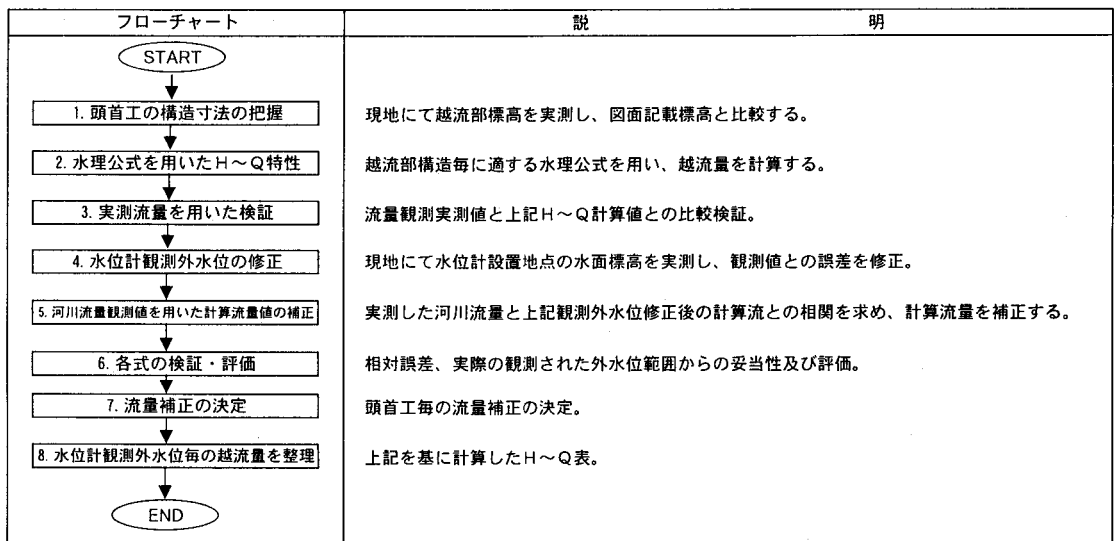


図-2 頭首工 H～Q特性検討フローチャート

表一 1 頭首工構造寸法及び適用水理公式

頭首工名	区分	名称	項 目					流下状態	適用水理公式
			堰天EL	敷高EL	堰長	堰幅	堰高		
小田頭首工	固定部	固定堰1	66.26	63.80	1.55	99.90	2.46	越流	Beresinski
		固定堰2	66.27	63.80	1.55	11.50	2.47	越流	Beresinski
		流筏路	66.37	66.10	0.30	4.00	0.27	越流	Govinda-Rao
	可動部	洪水吐1	66.40	64.00	1.50	20.00	2.40	越流	Beresinski
		洪水吐2	66.40	64.00	1.50	20.00	2.40	自由流出	自由流出 (流量係数: ヘンリーの実験曲線)
		洪水吐3	66.40	64.00	1.50	20.00	2.40		
		土砂吐	66.50	63.00	1.50	60.00	3.50	越流	Beresinski
	魚道	右岸魚道	66.30	62.80	1.15	0.50	3.50	越流	Govinda-Rao
		右岸切欠部	66.00	62.80	1.15	1.50	3.20	越流	Govinda-Rao
		中央魚道	66.27	63.80	0.50	1.00	2.47	越流	Govinda-Rao
中央切欠部		66.17	63.80	0.50	1.00	2.37	越流	Govinda-Rao	
藤崎頭首工	固定部	固定堰1	36.87	35.30	1.00	86.20	1.57	越流	Beresinski
		固定堰2	36.89	35.30	0.05	60.00	1.59	越流	Govinda-Rao
		流筏路	36.90	35.30	0.05	4.00	1.60	越流	Govinda-Rao
	可動部	右岸土砂吐1	36.98	34.48	0.80	10.00	2.50	越流	Beresinski
		右岸土砂吐2	36.98	34.48	0.80	10.00	2.50		
		左岸土砂吐3	36.98	34.48	0.80	10.00	2.50	自由流出	自由流出 (流量係数: ヘンリーの実験曲線)
		左岸土砂吐4	36.98	34.48	0.80	10.00	2.50		
	魚道	右岸魚道	37.28	34.48	0.50	2.30	2.80	越流	Govinda-Rao
		右岸切欠部	36.67	34.48	0.10	1.70	2.19	越流	Govinda-Rao
		左岸魚道	36.80	35.30	0.50	1.50	1.50	越流	Govinda-Rao
左岸切欠部		36.10	35.30	0.30	1.50	0.80	越流	Govinda-Rao	
岩出頭首工	固定部	固定堰	17.70	15.20	0.53	10.10	2.50	越流	Beresinski
	可動部	洪水吐1	17.70	15.70	1.80	30.00	2.00	越流	Beresinski
		洪水吐2	17.70	15.70	1.80	30.00	2.00		
		洪水吐3	17.70	15.70	1.80	30.00	2.00	自由流出	自由流出 (流量係数: ヘンリーの実験曲線)
		洪水吐4	17.70	15.70	1.80	30.00	2.00		
		土砂吐1	17.80	14.80	1.04	10.00	3.00	越流	Beresinski
		土砂吐2	17.80	14.80	1.04	10.00	3.00	自由流出	自由流出 (流量係数: ヘンリーの実験曲線)
	魚道	右岸魚道	17.60	15.80	0.20	5.10	1.80	越流	Beresinski
		右岸魚道欠口部						完全もぐり流出	もぐり流出 (流量係数: 0.61)
								自由流出	自由流出 (流量係数: 0.61)
								等流	マニング
		左岸魚道	17.70	16.70	0.30	1.50	1.00	越流	Govinda-Rao
		左岸切欠部	17.45	16.70	0.30	0.50	0.75	越流	Govinda-Rao
左岸魚道欠口部							完全もぐり流出	もぐり流出 (流量係数: 0.61)	
						自由流出	自由流出 (流量係数: 0.61)		
						等流	マニング		
新六ヶ井頭首工	可動部	洪水吐1	3.50	2.80	0.32	34.75	0.89	越流	Beresinski
		洪水吐2	3.50	2.80	0.32	34.75	0.89		
		洪水吐3	3.50	2.50	0.32	30.00	1.20		
		洪水吐4	3.50	2.50	0.32	30.00	1.20		
		洪水吐5	3.50	2.50	0.32	40.00	1.20	自由流出	自由流出 (流量係数: ヘンリーの実験曲線)
		洪水吐6	3.50	2.80	0.32	38.50	0.89		
		洪水吐7	3.50	2.80	0.32	38.50	0.89		
		洪水吐8	3.50	2.80	0.32	38.50	0.89		
	土砂吐	3.50	1.30	0.40	10.00	2.20	越流	Beresinski	
							自由流出	自由流出 (流量係数: ヘンリーの実験曲線)	
	魚道	右岸魚道	3.52	1.30	0.30	2.55	2.22	越流	Govinda-Rao
		右岸切欠部	3.27	1.30	0.363	1.66	1.97	越流	Govinda-Rao
		左岸魚道	3.40	2.80	0.30	5.00	0.60	越流	Govinda-Rao
中央魚道		3.40	2.80	0.30	5.00	0.60	越流	Govinda-Rao	

表一 2 4 頭首工 流量観測値・計算流量比較表

頭首工	年月日	時	水位 = 水位計観測値					水位 = 現地調査結果による水位計観測値の修正					実測流量と水位計補正計算流量の相関式による計算流量の修正						
			観測値		相対誤差			流量修正値		相対誤差計算			水位差 α (EL. m)	流量修正値		相対誤差計算			
			外水位 (EL. m)	実測流量 ① (m ³ /s)	計算流量 ② (m ³ /s)	流量差 ③= ①-②	③'/①	外水位 (EL. m)	実測流量 ① (m ³ /s)	計算流量 ②' (m ³ /s)	流量差 ③'= ①'-②'	③'/①'		外水位 (EL. m)	実測流量 ① (m ³ /s)	計算流量 ②' (m ³ /s)	流量差 ③'= ①'-②'	③'/①'	
小田頭首工	96-08-09	10:05	66.330	3.630	6.086	2.456	0.677	66.289	3.630	3.567	0.063	0.017	-0.041	66.289	3.630	3.434	0.196	0.054	
	96-08-27	9:50	66.360	11.000	11.349	0.349	0.032	66.319	11.000	8.152	2.848	0.259	-0.041	66.319	11.000	8.269	2.731	0.248	
	96-09-12	9:55	66.290	11.820	11.552	0.268	0.023	66.249	11.820	10.506	1.314	0.111	-0.041	66.249	11.820	10.828	0.992	0.084	
	96-09-26	10:00	65.660	5.600	6.076	0.476	0.085	65.619	5.600	6.022	0.422	0.075	-0.041	65.619	5.600	5.993	0.393	0.070	
	97-08-21	-	66.380	11.870	17.327	5.457	0.460	66.339	11.870	13.713	1.843	0.155	-0.041	66.339	11.870	14.372	2.502	0.211	
	97-08-28	-	66.320	7.390	9.053	1.663	0.225	66.279	7.390	6.806	0.584	0.079	-0.041	66.279	7.390	6.825	0.565	0.076	
	97-08-29	-	66.320	3.930	7.382	3.452	0.878	66.279	3.930	5.144	1.214	0.309	-0.041	66.279	3.930	5.068	1.138	0.290	
						2.380						1.005	0.144					1.033	0.148
藤崎頭首工	96-07-30	15:50	36.920	32.490	4.779	27.711	0.853	37.093	32.490	31.625	0.865	0.027	0.173	37.093	32.490	31.255	1.235	0.038	
	96-08-08	16:20	36.740	6.440	1.508	4.932	0.766	36.913	6.440	4.225	2.215	0.344	0.173	36.913	6.440	9.266	2.826	0.439	
	96-08-26	15:35	36.740	7.780	1.508	6.272	0.806	36.913	7.780	4.225	3.555	0.457	0.173	36.913	7.780	9.266	1.486	0.191	
	96-09-11	14:10	36.840	25.220	2.110	23.110	0.916	37.013	25.220	16.201	9.019	0.358	0.173	37.013	25.220	20.867	4.353	0.173	
	96-09-25	16:45	36.780	9.620	1.731	7.889	0.820	36.953	9.620	8.131	1.489	0.155	0.173	36.953	9.620	13.760	4.140	0.430	
	96-10-17	16:00	36.910	33.870	4.007	29.863	0.882	37.083	33.870	29.473	4.397	0.130	0.173	37.083	33.870	29.953	3.917	0.116	
	97-08-28	-	36.700	9.270	1.315	7.955	0.858	36.873	9.270	2.376	6.894	0.744	0.173	36.873	9.270	6.545	2.725	0.294	
97-08-29	-	36.680	7.660	1.230	6.430	0.839	36.853	7.660	2.204	5.456	0.712	0.173	36.853	7.660	6.255	1.405	0.183		
						6.740						2.927	0.366					1.864	0.233
岩出頭首工	96-07-30	13:30	17.960	25.830	32.275	6.445	0.250	17.971	25.830	34.392	8.562	0.331	0.011	17.971	25.830	34.920	9.090	0.352	
	96-08-26	12:15	17.730	5.540	1.666	3.874	0.699	17.741	5.540	2.373	3.167	0.572	0.011	17.741	5.540	4.803	0.737	0.133	
	96-09-11	11:40	17.900	42.240	21.527	20.713	0.490	17.911	42.240	23.365	18.875	0.447	0.011	17.911	42.240	26.212	16.028	0.379	
	96-09-25	12:20	17.830	14.600	11.177	3.423	0.234	17.841	14.600	12.634	1.966	0.135	0.011	17.841	14.600	16.610	2.010	0.138	
	97-08-21	-	17.830	14.860	11.177	3.683	0.248	17.841	14.860	12.634	2.226	0.150	0.011	17.841	14.860	16.610	1.750	0.118	
	97-08-29	-	17.700	1.830	0.432	1.398	0.764	17.711	1.830	0.726	1.104	0.603	0.011	17.711	1.830	1.995	0.165	0.090	
						2.685						2.238	0.373					1.210	0.202
新六頭首工	96-07-30	10:45	3.640	43.970	27.754	16.216	0.369	3.646	43.970	29.619	14.351	0.326	0.006	3.646	43.970	67.575	23.605	0.537	
	96-08-26	10:45	3.560	36.870	8.336	28.534	0.774	3.566	36.870	9.478	27.392	0.743	0.006	3.566	36.870	35.416	1.454	0.039	
	96-09-11	10:50	3.630	88.460	24.756	63.704	0.720	3.636	88.460	26.536	61.924	0.700	0.006	3.636	88.460	63.492	24.968	0.262	
	96-09-25	10:45	3.550	44.160	6.567	37.593	0.851	3.556	44.160	7.608	36.552	0.828	0.006	3.556	44.160	31.267	12.893	0.292	
	97-08-21	-	3.530	17.100	3.528	13.572	0.794	3.536	17.100	4.362	12.738	0.745	0.006	3.536	17.100	22.809	5.709	0.334	
						3.508						3.342	0.668					1.484	0.297

流量が実測流量に近づいていることになる。小田頭首工で「水位計補正水位補正流量」で相対誤差が増加しているのは、実管理において土砂吐ゲートを操作していることから、単純に水位と流量の相関が求められないためと考えられる。

次に、H～Q特性の適用範囲の妥当性についての検討も加える。

検討に用いた外水位範囲が、実際に水位計で観測された外水位範囲と比較してどの程度なのかを把握するために、平成6，7，8年の各頭首工の水位計で観測された外水位を集計した。

かんがい期と非かんがい期とは、ゲートの開閉状態の違いにより突出する外水位が異なるが、かんがい期における頭首工の実管理を目的とすることから、かんがい期の外水位を対象として、検討の対象とした外水位範囲と、かんがい期の水位計観測最多水位範囲を比較すると、観測水位の殆どが検討対象水位の範囲内に存在しており（表-3）、今回検討成果により実管理することについて支障ないと考えられる

以上の検討結果より、各頭首工の補正については、以下のとおりとする。

1) 小田頭首工

水位計の観測水位から計算した流量が最も相対誤差が小さくなっていることから、水位補正のみ行う。

- ・水位補正值： $H' = -0.041\text{m}$
 （水位計の観測水位から、0.041mを減じて、H～Q表にて越流量を（Q1）を算出する。）

2) 藤崎頭首工

水位修正・流量修正を行うことにより、相対誤差が小さくなっている。また、水位計で観測された外水位の殆どが、検討対象の水位範囲に含まれていることから、全ての水位デ

ータに対して修正を行う。

- ・水位計補正值： $H' = +0.173\text{m}$
 （水位計の観測水位に0.173mを加算し、H～Q表にて越流量を（Q1）を算出する。）
- ・流量補正式： $Q2 = \exp\{1.356 + 0.604 \times \text{Ln}(Q1)\}$
 （水位補正越流量Q1を補正する。）

3) 岩出頭首工

藤崎頭首工と同様な状況であるので、全ての水位データに対して修正を行う。

- ・水位計補正值： $H' = +0.011\text{m}$
 （水位計の観測水位に0.011mを加算し、H～Q表にて越流量を（Q1）を算出する。）
- ・流量補正式： $Q2 = \exp\{0.928 + 0.742 \times \text{Ln}(Q1)\}$
 （水位補正越流量Q1を補正する。）

4) 新六ヶ頭首工

新六ヶ頭首工は以下の理由により、河川流量観測値からの修正は行わないこととする。

- ① 新六ヶ頭首工地点は紀の川下流に位置し、大阪湾の背水の影響を受けている。従って、これまで河川流量観測値（実測値）を用いて修正を行って来たが、実測値と実際の流量値との誤差が大きいと考えられる。
 - ② 第1段階補正（水位計観測水位補正）後の流量と実測値との誤差が他の頭首工（藤崎、岩出）に比べて大きい。
- ・水位補正值： $H' = +0.006\text{m}$
 （水位計の観測水位に、0.006mを加算して、H～Q表にて越流量を（Q1）を算出する。）

(3) 小田頭首工流量～新六ヶ頭首工水位の相関《目的》

小田頭首工～新六ヶ頭首工区間の各頭首工取水が行われている状態において、最上流の小田頭首

表-3 検討水位内観測データ数

頭首工	検討対象水位 (EL.m)	左記水位範囲内データ数 (個)	観測データ総数に対する割合 (%)	備考
小田頭首工	65.6～66.4	4,820	88.7	観測水位の殆どが、検討対象水位範囲内に存在す
藤崎頭首工	36.7～37.0	4,977	91.5	観測水位の殆どが、検討対象水位範囲内に存在す
岩出頭首工	17.6～18.0	3,593	83.8	観測水位の殆どが、検討対象水位範囲内に存在す
新六ヶ頭首工	3.5～3.7	2,985	55.8	観測水位が、EL=3.50m以下のものも存在する。

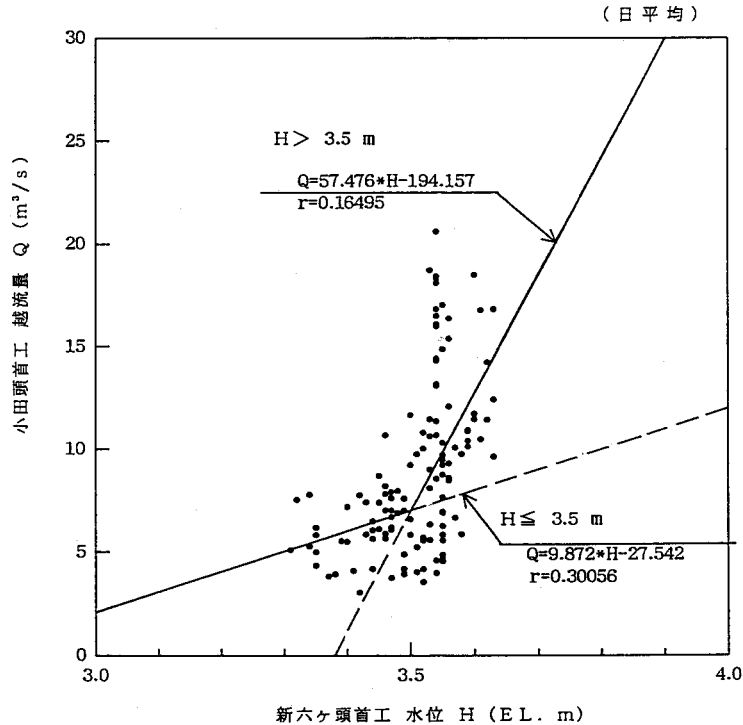


図-3 新六ヶ頭首工外水位～小田頭首工越流量相関図

工流量に対する新六ヶ頭首工の水位を推定する相関式を作成し、実管理における基礎資料とする。

《対象期間の選定》

相関式を検討する期間は下記条件により選定する。

- ①農水の取水が大であるかんがい期（6月～9月）を対象とする。
- ②最大必要量の推定を前提に考え、区間流出が少ない期間（渇水期）を対象とする。従って、降雨日は検討対象外とする。
- ③全頭首工の取水が行われている期間を対象とする。
- ④出水後の流出が逓減する期間は、流域流入が大であることから対象外とする。
- ⑤平成6年の渇水期で河川水域が減少し、必要水量が満たされていないと思われる7月から8月前半期は、水田の河川還元水も極端に少ないと考えられることから検討の対象外とする。
- ⑥検討に用いるデータは、日平均値データを用いる。

《結果》

- 1) 小田頭首工流量～新六ヶ頭首工水位相関式
新六ヶ頭首工については、堰天端高がEL. 3.50mであり、これを越えると流量増加割合が大となるので算式の境界条件とする。(図-3)

・ $H \leq \text{EL. } 3.50\text{m}$

$Q = 9.872 \times H - 27.542$

($r = 0.301$)

・ $H > \text{EL. } 3.50\text{m}$

$Q = 57.476 \times H - 194.157$

($r = 0.165$)

但し、H：新六ヶ頭首工水位 (EL.m)

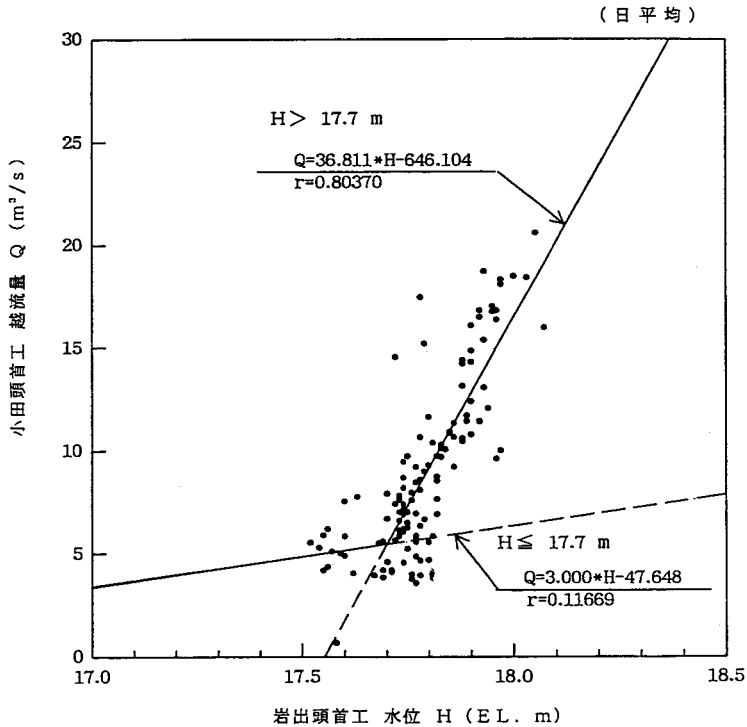
Q：小田頭首工流量 (m^3/s)

r：相関係数

- 2) 小田頭首工流量～岩出頭首工水位相関式
岩出頭首工については、堰天端高がEL.17.70mであり、これを越えると流量増加割合が大となるので算式の境界条件とする。(図-4)

・ $HI \leq \text{EL. } 17.70\text{m}$

$Q = 3.000 \times HI - 47.648$



図一 4 岩出頭首工外水位～小田頭首工越流量相関図

($r = 0.117$)

・ $HI > EL. 17.70m$

$$Q = 36.811 \times HI - 646.104$$

($r = 0.804$)

但し, HI : 岩出頭首工水位 (EL.m)

Q : 小田頭首工流量 (m^3/s)

r : 相関係数

- 3) 新六ヶ地点と岩出地点における水位の関係
前記の2式を用いて, 小田頭首工地点流量
に対する両地点必要水位の関係式を導くと,
 $9.872 \times H - 27.542 = 36.811 \times HI - 646.104$

$$36.811 \times HI = 9.872 \times H + 618.562$$

$$HI = 0.268 \times H + 16.804$$

新六ヶ頭首工水位 $H = 3.50m$ の時の岩出水
位を想定すると,

$$HI = 0.268 \times 3.50 + 16.804 = 17.74m$$

($5.856m^3/s$) $> 17.70m$ となる。

従って, 新六ヶ水位 $3.50m$ を確保すれば岩
出地点においても, 必要流量は確保されると
考えられる。

- 4) 実管理への適用

新六ヶ水位をベースに相関式を実管理への

適用を行うについては, 下記留意事項が上げ
られる。

- a) 小田頭首工流量については, 流下量 (堰
越流量) となっており, 頭首工地点流量
とするには流下量に小田頭首工取水量を
加える必要がある。
- b) 相関式として, 4 頭首工間で取水が行わ
れていることが前提条件であるため, い
ずれかの頭首工で取水が行われていない
場合には, 取水停止相当分の新六ヶ井水
位上昇を招く。
- c) 相関式の前提として, 渇水期データに基
づいていることから, 比較的豊水期にお
いては, 新六ヶ水位が上昇する。
- d) 相関式を作成したデータには水田還元
水が含まれているため, 代かき初期や中
干し後取水期においては, 水田還元水が
減少しており新六ヶ水位は低下する。

- (4) 用水到達遅れ時間

《目的》

上流ダムの放流水の各取水施設への到達時間の
把握が利水管理において放流要請時期決定等重要

表-4 実測流量に基づく用水到達時間の算定

区間	検討対象日数	削除日数(日)	検討日数(日)	区分	到達時間(hr)	流速(m/s)	流量(m ³ /s)	粗度係数
黒淵ダム 西吉野頭首工	5	4	1	最大	9.0	0.346	0.830	0.036
				最小	9.0	0.346	0.830	0.036
				平均	9.0	0.346	0.830	0.036
西吉野頭首工 小田頭首工	7	4	3	最大	12.0	0.478	5.165	0.053
				最小	9.0	0.359	4.756	0.033
				平均	11.0	0.399	4.989	0.046
下淵頭首工 小田頭首工	35	23	12	最大	18.0	0.988	94.736	0.057
				最小	7.0	0.384	5.610	0.026
				平均	11.3	0.682	24.163	0.040
大迫ダム 下淵頭首工	24	10	14	最大	18.0	1.327	29.655	0.081
				最小	9.0	0.664	4.470	0.028
				平均	14.3	0.881	9.664	0.054
津風呂ダム 下淵頭首工	24	11	13	最大	6.0	1.065	9.075	0.082
				最小	3.0	0.532	2.815	0.025
				平均	4.1	0.848	5.208	0.045
小田頭首工 藤崎頭首工	97	82	15	最大	12.0	1.435	112.868	0.096
				最小	3.0	0.359	7.915	0.025
				平均	7.2	0.663	28.859	0.036
藤崎頭首工 岩出頭首工	47	31	16	最大	7.0	0.764	57.104	0.058
				最小	4.0	0.437	16.204	0.025
				平均	5.8	0.545	35.393	0.038
岩出頭首工 新六ヶ頭首工	28	18	10	最大	12.0	0.448	69.512	0.079
				最小	7.0	0.262	12.516	0.028
				平均	9.6	0.338	30.444	0.049

表-5 平均用水到達時間及び区間流量～用水到達時間相関式

表-5: 平均用水到達時間及び区間流量～用水到達時間相関式

区間	延長(km)	勾配	時間(hr)	流速(m/s)	流量(m ³ /s)	相関式	相関係数
① 黒淵ダム～西吉野頭首工	11.2	1/220	9.0	0.346	0.830		
② 西吉野頭首工～小田頭首工	15.5	1/450	11.0	0.399	0.499		
③ 下淵頭首工～小田頭首工	24.9	1/380	11.3	0.682	24.163	$T = \exp(-0.010 \times Q + 2.598)$	0.68436
④ 大迫ダム～下淵頭首工	43.0	1/210	14.3	0.881	9.664	$T = \exp(-0.022 \times Q + 2.850)$	0.64004
⑤ 津風呂ダム～下淵頭首工	11.5	1/200	4.1	0.848	5.208	$T = \exp(-0.088 \times Q + 1.824)$	0.52148
⑥ 小田頭首工～藤崎頭首工	15.5	1/560	7.2	0.663	28.859	$T = \exp(-0.010 \times Q + 2.227)$	0.81636
⑦ 藤崎頭首工～岩出頭首工	11.0	1/1040	5.8	0.545	35.393	$T = \exp(-0.006 \times Q + 1.944)$	0.42397
⑧ 岩出頭首工～新六ヶ頭首工	11.3	1/1710	9.6	0.338	30.444	$T = \exp(-0.004 \times Q + 2.378)$	0.36385

T: 到達時間
Q: 区間流量

な要素であるため、上流に位置するダムから中下流部に位置する頭首工までの用水到達遅れ時間を算定し、基礎資料とする。

《検討の流れ》

用水到達遅れ時間算定までの流れは、まずダム地点から最下流の新六ヶ頭首工までの間に位置する水利施設ごとの流量(放流量, 流量(頭首工地点流量は前記検討のH～Q表を使用), 取水量, 地点流量)を整理し、対象区間の上下流施設流量の突出地点を選抜する。

その後、時間差及び河川幅, 勾配から粗度係数を算出し、河川の粗度係数を $n = 0.025 \sim 0.100$ と考えて範囲外となる不良データを削除した上で適用データより到達時間を求める。

実測流量に基づく用水到達時間の算定表は表-4のとおりである。

また、流量が増加すると流速が大きくなり、用水到達時間は短くなることから、各区間ごとに流量と到達時間の相関も求める。(表-5)

(5) 実管理のためのソフト開発

各頭首工のH～Q特性, 小田頭首工流量～新六ヶ頭首工水位の相関及び用水到達遅れ時間について検討を行った。これらの成果を基に実際の農業利水に適用していくために、次の2ケースでの表計算ソフトによるプログラム開発を行った。

① 計画放流量管理

希望する頭首工の取水開始時刻に対するダムの放流量及び放流開始時刻を算出

②現況放流量管理

上流ダム放流開始時刻及び流量に対する各頭首工の取水開始時刻を算出

5. 課題

実管理に向けての検討作業は完了したが、各検討項目ともに実績データ数が少ない点もあり、かなりの誤差が含まれている可能性がある。そのため、今後とも実管理における観測データ等を加えて各検討項目の精度を向上させていく必要がある。

また、今回の検討においては各頭首工地点での農業利水にかかる観測値を基に検討を進めたが、河川管理者が観測している河川流況データ（観測地点は異なる。）との相関等についても検討を進め、対外的にも説得力のある内容に仕上げていくことも必要である。

6. 今後の展開

前述の精度を向上させていく上では観測データの管理、保存、加工が重要な作業になってくる。

また、農業利水者自らが河川の流況及び水源情報を把握・管理し、適切な利水計画をたてることにより、無効放流を減じる等の利水安全度を高めることが必要となってくる。

一方、農業利水の実態の透明性を確保することで他種利水者との調整が円滑に進めることが可能となるとともに、広く一般に農業利水の理解が得られるものと考えている。

そのため、今後、河川流況（頭首工地点観測データ）、水源情報（ダム情報）等利水管理に必要な現況観測データを保存・活用が可能なように施設の整備をしていく予定である。（平成10年度農業用水水源情報施設整備事業）

扇状地における用排水施設群の 一元的管理について

霜 鳥 岳*
(Takeshi SHIMOTORI)

目 次

1. はじめに	60	4. 地区施設の一元的管理計画	62
2. 地区の概要	60	5. むすび	63
3. 地区の現状と施設管理の課題	61		

1. はじめに

今日、農業農村整備事業を取り巻く下記に示すような社会的環境の変化から「農業用施設の地域としての管理に対する取り組み」「農業用施設管理の合理化(一元的管理)」などが緊急的な課題となってきたなか、

①都市化、混住化の進展が著しい。

②配水計画が複雑化したことや施設への巡回操作に多大な労力を費やしている。

本稿では扇状地内におけるその課題への取り組みの一例として紹介するものである。

2. 地区の概要

地区の対象である手取川扇状地は、石川県金沢市と小松市間に広がる霊峰白山を源とする1級河川手取川によって形成された扇状地の右岸、松任市を中心とした2市5町にまたがる水田地帯である。

その等高線は扇頂部を中心にほぼ同心円形であり、海岸線は南西から北東へ直線に走っている。扇頂からの扇央稜線は西北の方向へ海岸線とはほぼ直角で、その扇端部は海岸線まで張り出しており、半径約13km、開度は約110度、面積は約11,000ha、地区内の地形勾配としては1/300~1/800を有し、その規模や形状の完全さなどから我国の代表的な扇状地となっている。(図-1、写真-1)

この地域は古くからかんがい用水を手取川に求め、上流より富樫、郷、中村、山島、大慶寺、中

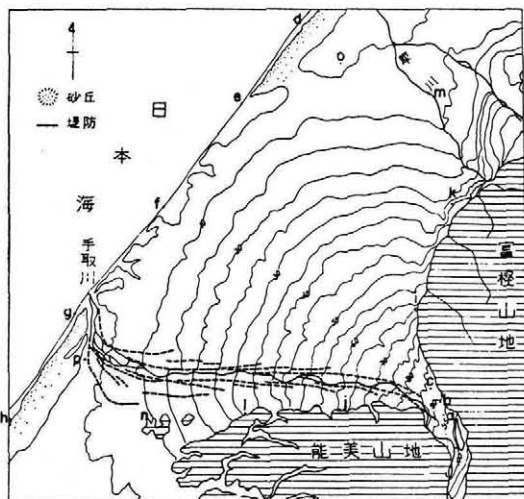


図-1 手取川扇状地の地形図

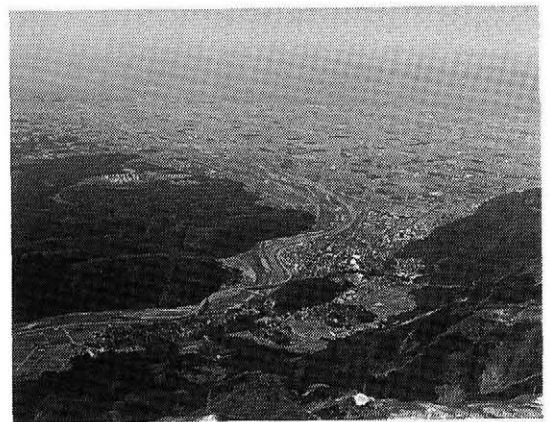
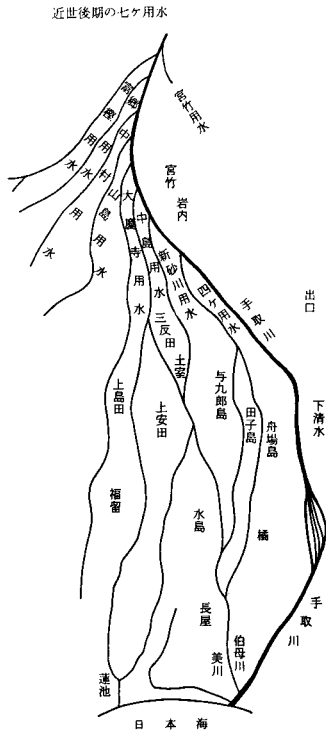


写真-1 手取川扇状地

*石川県石川農林総合事務所



(資料) 金沢市立図書館所蔵の天保11年(1840)の「加賀国細密絵図」により作成。

図-2

島, 新砂川の七つの用水でそれぞれ手取川より直接堰を設けて取水していた。その用水ごとの開削年は不明であるが、寛永年間(1630年代)にはその水利行政に対し、既に管理体制が施かれていた。(図-2)

その用水源である手取川は県内最大の河川であるが、渇水することが多く、渇水時においての上下流の水紛争が絶えなかったため、七つの用水取入口を合併する工事が明治28年に計画され、明治36年に合口が完成している。その後、地区内では大型ほ場整備による用水量の増を見込み、更に大型区画化の推進を図るため、用排水兼用水路約136 km, 水門約200基が昭和20年代から50年代にかけて整備された。

3. 地区の現状と施設管理の課題

3-1. 地区の現状

当地区の用排水施設の形態は、図-3に示す通り扇頂に位置する白山頭首工から取水(最大64m³/s)導水し、途中手取川左岸に分水(最大14m³/s)された後、発電にも利用しながら、ほぼ1 kmの間隔で樹枝状に7本の幹線から24本の支線に分水し、

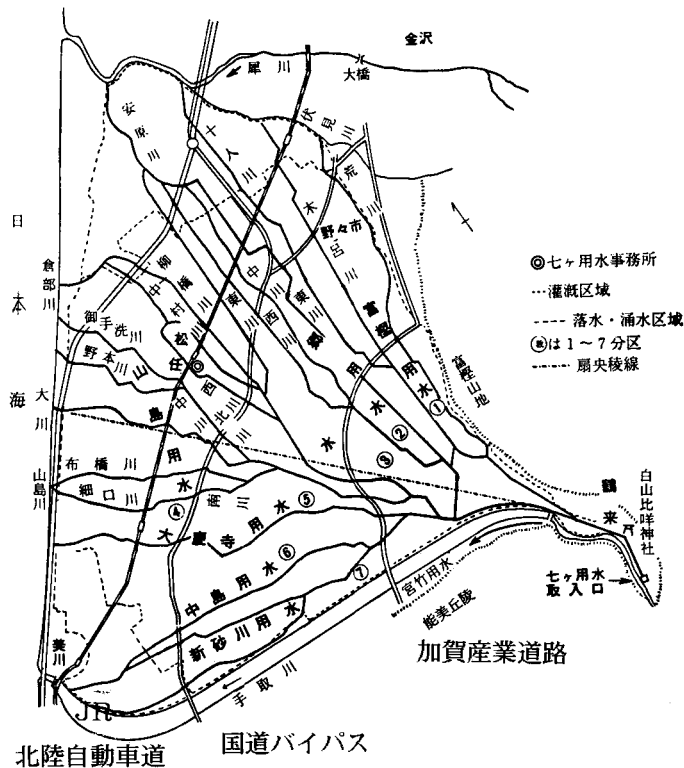


図-3 用水水系図

地区内を10km程度縦断しながら日本海に注ぐというものである。

地区内は日本海に平行して扇頂の方から加賀産業道路、国道バイパス、JR、北陸自動車道が横断しており、それらで大きく4つのブロックに分断されている。

また、県都金沢市に近接しているという地域性や扇状地という立地条件の良さから、近年、都市化が急激に進展したことや営農形態の多様化に起因し（昭和50年から平成7年までの20年間で地区の人口が約1.5倍に増加、それに伴い耕地面積が約14%宅地化（表一1、2、3））、ピーク出水量が大きくなったことや出水時間が短くなり、施設操作の遅れから溢水被害が急増している状況にある。

3-2. 施設管理の課題

現在、施設の管理はかんがい期(最大取水64m³/

s(50m³/s, 14m³/s)), 非かんがい期(最大取水19m³/s(14m³/s, 5m³/s))を問わず、施設を巡回するというで行っている。しかし、前述したように都市化が急激に進展したことや営農形態の多様化したことから、施設の流況が路線毎に大きく変化し、配水計画が複雑化したことなどから施設操作が難しくなっている。洪水時には施設操作の遅れから溢水被害を防止するために施設を取り壊すという事態も発生するなど施設管理に多大な労力を費やし、その対応に苦慮している状況にある。

4. 地区施設の一元的管理計画

当地区では、前述した施設管理の課題に対処するため、アメダス情報や地区内に設置する水位計・雨量計からの情報をNTT回線等を利用し、集中制御装置で読み取り、分散している主要施設をテレコントロール化し、扇頂に位置する施設管理

表一1 人口の推移

市町村	S50年	S55年	S60年	H2年	H7年	備考
松任市	①36,170	43,766	52,585	58,142	②62,990	②/①174%
川北町	4,261	4,266	4,271	4,553	4,514	105%
美川町	12,055	12,321	12,321	12,021	11,803	98%
鶴来町	15,252	17,159	19,271	20,266	20,860	137%
野々市町	23,752	31,817	36,080	39,769	42,945	181%
計	91,490	109,215	124,528	134,752	143,112	156%

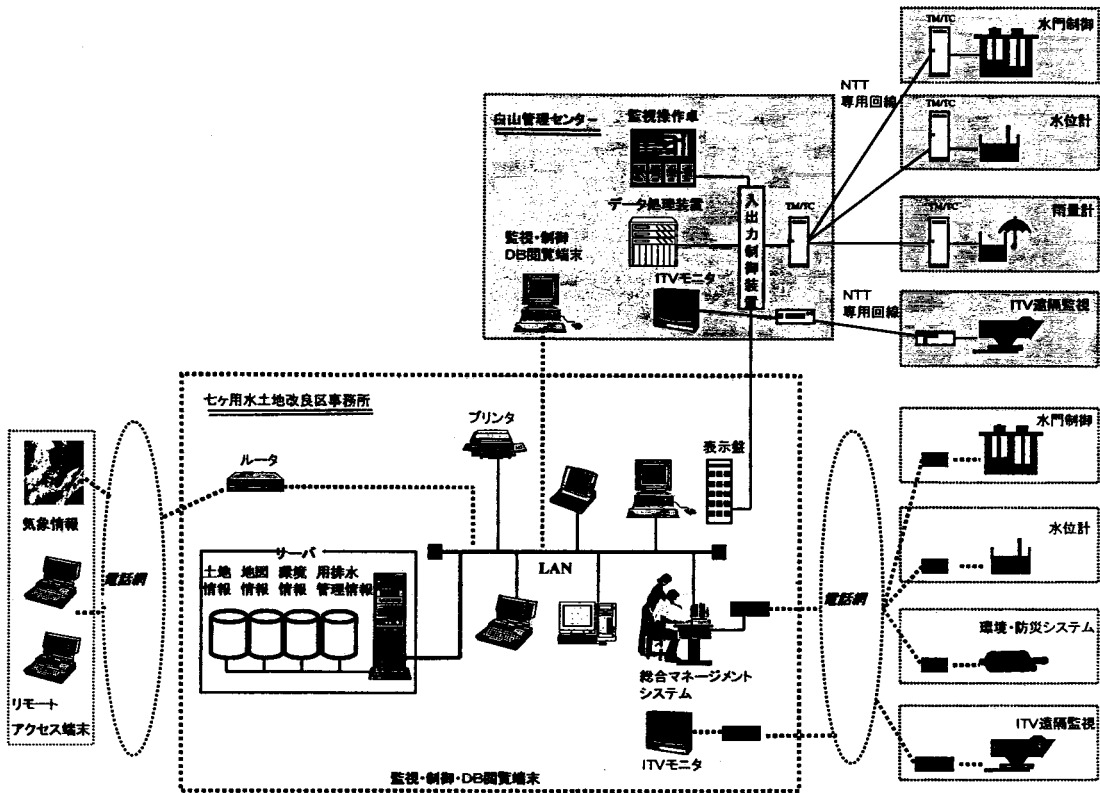
表一2 農家数の推移

市町村	S50年	S55年	S60年	H2年	H7年	備考
松任市	① 2,987	2,719	2,483	2,009	② 1,738	②/① 58%
川北町	702	674	613	543	494	70%
美川町	333	322	287	239	191	57%
鶴来町	900	860	812	650	550	61%
野々市町	664	611	569	514	448	67%
計	5,586	5,186	4,764	3,955	3,418	56%

表一3 耕地面積の推移

市町村	S50年	S55年	S60年	H2年	H7年	備考
松任市	① 4,029	3,905	3,762	3,667	② 3,480	②/① 86%
川北町	914	910	882	868	854	93%
美川町	360	358	349	350	338	94%
鶴来町	1,008	966	923	834	810	80%
野々市町	703	649	586	549	523	74%
計	7,014	6,788	6,502	6,268	6,005	86%

(注. 上記1市4町で地区内を9割以上占めている)



図一 4 システム全体構成概要図

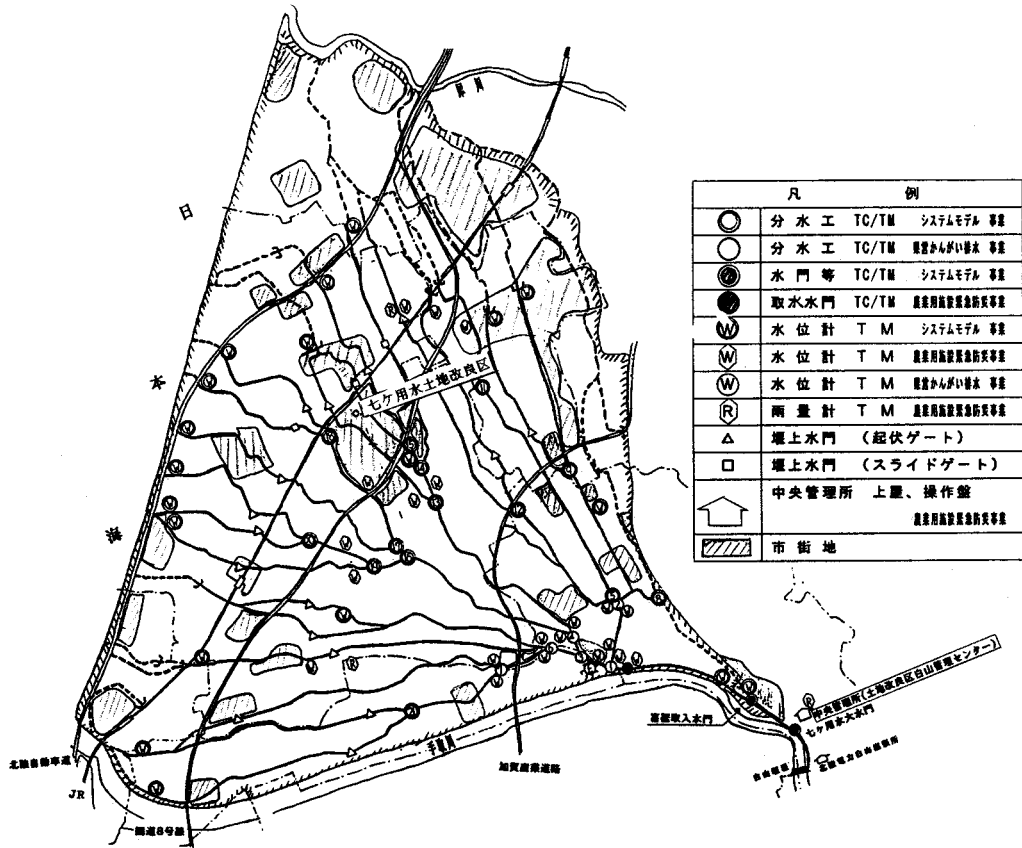
事務所（白山管理センター）において一元的に管理することにより、用水上や防災上の施設管理を迅速に行うと共に地区内の地番図，土地台帳，施設管理図をデータベース化することにより，合理的な施設管理を行うことが可能となり，民生の安定と施設管理労力の節減を図る計画である。（図一 4， 5）

5. むすび

当地区においては用排水施設群を一元的に管理することで，民生の安定と施設の管理労力の節減を図るとともに，近年，地元青年会議所が農業従事者だけでなく都市住民を含めた市民団体を組織し，3つのキーワード（誇りのもてる環境，調和

のとれた開発，家族で楽しむ親水域）のもと，よりよい地域づくりのため，従来，施設が持っていたかんがい用水としての機能の他に生活用水としての機能，水質浄化機能，地下水安定機能，生態系保全機能等を見直そう，考えようという会議を毎年開催するようになってきていることから，改修の必要な水路については地域用水機能を増進させることを重視しつつ，施設の管理については土地改良区だけでなく地域住民も参加する組織づくりを図っていきたいと考えています。

今後，当地区ような扇状地内ばかりでなく，多くの地域において施設の一元的管理の必要性がますます叫ばれると思いますが，その場合の一助になれば幸いです。



図—5 施設管理概略図

宮崎県における歴史的土壌改良施設

河野善充*
(Yoshimitsu KOUNO)

目	次
I. はじめに	65
II. 歴史的土壌改良施設	65
1. 松井水路	65
2. 観音池	66
3. 享保水路	66
4. 杉安井堰	67
5. 岩熊井堰	68
III. おわりに	68

I. はじめに

宮崎県は、九州の東部に位置し、総面積7,734km²のうち森林が75.9%を占め、農用地は9.7%である。また、土壌は火山灰性不良土壌が広く分布しており、台風、集中豪雨などの厳しい自然条件や大消費地から遠隔であるなどの不利な条件にあるが、一方では、「太陽と緑の国」で象徴されるように温暖な気候に恵まれており、快晴日数、日照時間は全国トップクラスにあり、また、標高0mから1,000mまで農地が広がるなど優れた自然条件も有している。

このような優れた自然条件を活かし、米やピーマン、きゅうりなどの農産物、また、肉用牛やブロイラーなどの畜産物の生産が盛んであり、平成8年の農業粗生産額は、全国第8位の3,365億円と「我が国の食料供給基地」として、また、地域を支える基幹産業として、大変重要な役割を果たしている。

しかし、これら農業生産の基盤となる土壌改良施設は、近年造成された施設もあるものの、多くの施設の基礎は、その昔、先人の並々ならぬご尽力により造成されたものである。そこで「宮崎県における歴史的土壌改良施設」と称して、平成9年5月に本県で発行した「碑が語りかける・水と土」の中から先人の偉業により造成された土壌改良施設の幾つかを紹介することとする。

II. 歴史的土壌改良施設

1. 松井水路

寛永年間(1624~1643)旧飢肥藩清武郷おびはんきよたけごうに属していた旧赤江町の八ヶ村(中恒久、上恒久外六ヶ村)は、およそ220haの水田を有していたが、水利に乏しくその殆どは天水田であった。このため、小かんぱつにもたちまち水枯れを生じ満足に収穫を得ることが少なく、年によっては収穫が皆無の状態が続いていた。これを知った飢肥藩清武郷の松井五郎兵衛は深くこれを憂え、困窮する農民たちの救済のため、私財をなげうって井堰建設と用水路開削に身命を賭したのである。

飢肥で生まれ育った五郎兵衛は、寛永の初め清武郷に移り住み、まず清武川に井堰を設け、清武川左岸流域である岩切村へ水を引くことに成功し、50ha余りの水田を開発した。その後、寛永16年12月には、次田木丘を掘り切り、赤江方面へ用水路



井 堰

*宮崎県農政水産部農政企画課

を開削し、寛永17年3月に延長11kmにおよぶ長大な用水路を完成させた。また、五郎兵衛は、用水路建設のみに止らず、その余剰水をもって新田約200haを開発したのである。

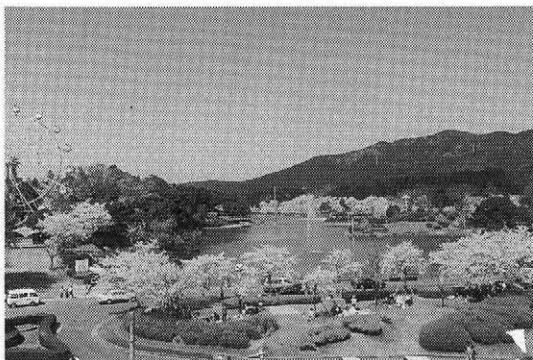
この用水路工事の中で最も難工事であったとされる延長500m、深さ10mの次田木丘の掘り割りにあたっては、まず、清武川と大淀川の水位差について数年をかけて調査し、この水位差を知ることによって次田木丘開削に確信を得たのである。また、清武川に設けた井堰は、五郎兵衛考案の堰で、「杭打粗朶がらみ三段式木砕石張堰」と呼ばれる延長147mの斜堰であった。この堰は昭和9年にコンクリート堰に改築されるまでおよそ300余年も続いたのである。

この堰の特徴は斜めに堰止めているため、洪水時の水の衝撃を緩和し、災害を少なくしている。反面、取水口に土砂が堆積するなど不利な面もあったが井堰の流出を考えれば軽少であったと言える。

この松井用水路と井堰の完成により農民達は飢餓の生活から免れ、旧赤江町の八ヶ村は、豊穰の地となったのである。なお、老朽化が進んだため、現在、県営農業用河川工作物応急対策事業で井堰の改修を行っているところである。

2. 観音池

嘉永6年(1853)12月3日薩摩藩主島津斉彬の視察に際して、藩主に呈上された「御道中記」によると「街道東に深溝あり石山村八百石余を養う用水溝なり。水源定満と申す所の溜池より流れ来り申し候。右池年久しく何年御普請の訳相知れ申さず……。 (略)」



観音池

定満池は、現在の観音池。漠然とした言い伝えはあっても、それを裏付ける文書は残っておらず、改修次第を刻した水神碑と放水路閉鎖のために建ててあった石柱1本だけで、それには、天保12年(1841)辛丑3月と彫られている。定満池は「周廻36町余り、取水尺八20孔」と書かれている。池の周縁の西南の台地からは縄文、弥生の土器片が出土し、原始から古代社会にかけて、高城で最も大きな集落となっていたのは、定満池周辺と思われる。

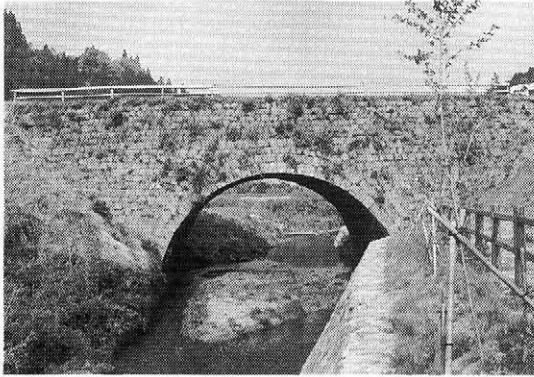
現在、池は周辺を含めて、観音池公園となり、面影を一新して、桜やつつじの名勝となって、四季を通じて行楽の人出で賑わっている。また、築堤を踏み締めるために始まった、水神奉納の数え七歳の男の子が土俵に上がる花相撲は今も行われている。

池畔に立つ水神碑は風雨に傷んで刻字もかすれているが、こう判読できよう。「夫れ定満^{じょうまん}の池は日向諸県郡高城石山邑の公田数十町を養う水源として……。 (略) 年毎に破滅して民の歎き少なからず、民投の労費止む時なく上貢も亦安からざるなり。天保十一亥春、郡奉行町田次郎九郎なる人、官に乞い奉り、許多の米銭を賜り、修築すべき命之れ有り……。 (略) 今は千世迄早損破滅の憂なく安く草きり耕して年の貢も安からんと、百民賢き実りに泰平とぞ歌いける。」

碑文はなお続いて、この修復工事のために、7年間貢祖の7割を免じた藩の仁政を讃えてこれも霊池のおかげと記されている。この修復工事については、郡奉行の町田次郎九郎の尽力によるところが大きであった。金額はその当時の33両と思われ、池の水位と用水路の落差を見ても、築堤が修築中にも破損した、困難な大工事であったことが推測される。

3. 享保水路

享保水路は、川内川上流に井堰を設け取水し、飯野平野一帯の美田を潤すものである。地元につながる話では、享保の昔、端山寺のある僧が、飯野平野は広大な土地を有しながら用水の便が悪いばかりに、天与の資源も放置されているのを残念がって、水利計画を思い立った。彼は飯野平野を一望に見渡せる野坂峠にのぼり、七日七夜じっと平野の起伏、地勢を観察し、水利構想がまとまる



太鼓橋（用水路兼農道）

と自分の計画を村民に説明し、賛成を得られたので、村民の総意として藩主にかんがい水利の願書を出した。幸い当時は八代將軍徳川吉宗の時代であり、産業の開発奨励をはかっていたところなので直ちに藩主の許可が下りた。

工事は即時に実行に移されることとなったが、当時は測量器具もなく、夜間に提灯をあちこちに配置し、土地の高低を苦心して測量したといわれている。総延長680m、幅2.1m。山麓沿いに設けられた水路だけに、途中には隧道が5ヶ所もあり、予想以上に難工事であり、はじめはすすんで協力していた農民達も次第に工事現場を去るようになった。

そこで工費支払いの方法としてノルマ制をしき、石くず1升いくらというようにして支払ったと言われている。こうしてさしもの難工事でも3年3ヶ月の年月を経て、享保17年（1732）4月、完成をみるに至った。

端山寺跡は飯野町大字大河平にあり、里坊といわれている。この南約100mの処に五輪塔形の墓石があり、端山寺の開山九世頼盛法印らの墓が10幾つか残っている。墓碑から推察すると、創設者は元文元年（1736）8月に逝くなっている15世秀有ではないかといわれているが、発案者は先代泰恒ではないかとの説もある。秀有上人の墓が端山寺の歴代僧の墓石中もっとも貧弱であるのは、あるいはこの大事業に私財を投入した結果とも考えられる。

今日もまた、飯野平野をつつ走る農業の大動脈、享保水路は、名も知れぬ義人の夢を秘め、260年にわたる伝統の水を満々とたたえながら流れている。

4. 杉安井堰

杉安井堰は、西都市役所から国道219号線を北に約5kmの一ツ瀬川の中流にあります。

本地域は、かつて穂北郷ほきたごうと呼ばれ、天領に属しており、延岡藩の支配下にあり元禄時代に時の藩主は幕府の命により、年貢をそれまでの金納から米納に改めたが、この一帯は水利の便が悪く、産米だけでは年貢が足らず、農家は泣く泣く先祖代々のこの地を去っていった。



旧井堰（昭和10年3月完成）

これを見かねた児玉久右衛門は、米良川（現一ツ瀬川）より水を引き、用水路の開削によって水田の造成を企てようと考えたが、蓄財がなく、有志の説得も無謀の拳として協力が得られなかった。

このため、相撲に事よせて、今の宮崎市上野町の素封家日高六右衛門に近づき家宝の陣羽織を贈り、工事への出費を承諾させた。出費の目途のついた久右衛門は、藩の許可を得て、享保5年（1720）に水路及び堰築造に着手した。しかし、不運にもその夏の洪水で再三、堰は流出し、その失敗は出資家の六右衛門の耳にも入り、資金は途絶するに至ったが、南方村の黒木弥能右衛門が援助に乗り出し、享保7年第1期工事を終え、14町歩を潤し、寛延3年（1750）第2期工事を終え水田80町余をかんがいた。後に水田は600余町歩に達した。

その後、昭和8年に頭首工及び一部用水路が改修され、また、昭和48年から昭和52年にかけては、県営用水障害対策事業により、近代的装備の頭首工が完成した。

久右衛門の大事業に村民は深く感謝し、毎年米36俵を永代子孫に寄贈していたが、現在では奉賛金として霊前にお供えし、11月には児玉久右衛門

翁をしのび、慰霊祭がとり行われている。

5. 岩熊井堰

岩熊井堰は、延岡市の中心部を流れる五ヶ瀬川の右岸側下三輪町と左岸側貝の畑町を結ぶ全長261.55mの井堰であります。本地域は、かつて恒富村大字出北村と呼ばれ、畑や荒地が多く水田が乏しく米の収穫が極めて少ないため、貧困にあえいでいた。



井 堰

このため、当時の家老藤江監物ふじえけんもつが郡奉行江尻喜多右衛門えじりきに命じ、五ヶ瀬川に井堰と、そこから水田に引く用水路を作らせることにした。工事は初め順調に進んだが、五ヶ瀬川の水をせき止めるという困難な作業の上、台風や洪水によって堰が流され、工事のやり直しが度重なり、資金が底をついてきた。また、井堰をつくるために働いていた農民にけが人や病人が増え、工事が進まなくなった。

さらに、日ごろ、監物の権勢に対して快く思っていない重臣達が、領主の度重なる江戸参府によ

る滞在旅費や井堰工事の支出等での藩の財政が窮迫の時に、監物が遊興に浪費し、贅沢乱費を極めていると罪状をこしらえ、監物と三人の息子達を投獄した。その結果、嫡子図書ずしよは入牢後3ヶ月、監物はその1ヶ月後にその生涯を終えたのであった。

その後、当初より現場の責任者であった郡奉行江尻喜多右衛門が村を激励し、享保19年(1734)に完工した。着工後、実に11年もの月日が流れた。完工後は工事前に150石しかなかった米の収穫量も755石にまで伸びた。

その後も、幾多の補修、改修を繰り返し、昭和46年に改修したものが現在の姿となっている。今日でも地域の人々は、毎年旧暦8月17日に、監物の遺徳を偲び、日之影町船の尾の墓所に参拝し、法要を営み、感謝の意を尽くしている。

この井堰は、現在、北幹線は吉野町から岡富町、南幹線は下三輪町から下伊形町までの広大な水田地帯へ水を与え、延岡の農業に貢献している。

III. おわりに

本県においては、現在、第四次農業振興長期計画(後期計画)に基づき、「みやざきブランド」の確立や企業の先進経営体を中心とした担い手の育成など、足腰の強い農業の振興と活力ある農村づくりに積極的に取り組んでおり、農業生産基盤及び農村生活環境基盤の整備についても、現在5地区の国営かんがい排水事業をはじめ各種農業農村整備事業に取り組んでいるところであり、これらにより造成された土地改良施設が、後生の人々に先人の偉業とまでは言わないものの、喜ばれる施設となることを念願するところである。

パイプルーフ工法について

—清滝トンネル(農免農道)の例—

川 口 義 人*
(Yoshihito KAWAGUCHI)

目 次

1. まえがき	69	5. パイプルーフ工法の概要	72
2. 清滝トンネル工事概要	69	6. パイプルーフ工事の概要	72
3. 地形・地質の概要	69	7. パイプルーフ工事の施工方法	72
4. パイプルーフ工法の採用経過	69	8. あとがき	75

1. まえがき

兵庫県城崎郡日高町清滝地域の農作物は、国道482号を利用し、国道312号を経由して京阪神の市場へと搬出されている。しかし、キャベツ等の集出荷場は狭小で集落ごとに分散しているため、効率も悪く、搬出路である国道482号においても部分的に狭小な所があるため渋滞を起し、スムーズな搬出を行えていない。このため、点在するこれらの集出荷場を統合整理した大規模な集出荷場を計画すると同時に農作物等の円滑な搬出及び農作業時間の短縮化を図るべく、「農林漁業用揮発油税財源身替農道整備事業」により太田集落と頃垣集落とを結ぶ幹線農道3.6kmを計画し、平成4年度に事業採択され、平成6年度から工事を実施している。

ここでは、本事業で実施している清滝トンネル起点側坑口部の補助工法について記述する。

2. 清滝トンネル工事概要

工 事 名：清滝トンネル工事
 施工業者：大成建設株式会社
 工 期：平成9年3月～平成10年8月
 工事内容：トンネル延長 L=321m
 幅員 B=8.75m
 断面 2R馬蹄型 (R1=4.85m,
 R2=9.70m)
 施工法 NATM工法 (New
 Austrian Tunneling Method)

3. 地形・地質の概要

清滝トンネルは、ブリ山北側に位置し、周辺には大机山、ブリ山、神鍋山等の第四紀の火山が分布する。これらの火山は神鍋火山群と呼ばれており、ブリ山は神鍋火山群の中の西気火山について活動した火山であり、降下火山灰、降下火山礫(スコリア)、溶岩流により構成される。

起点側の上半盤部の地質は、弾性波速度 $VP=0.31\sim 0.35\text{km/sec}$ 層の砂、礫混じり土及び砂礫は低N値 ($N=1\sim 4$ 程度) で粘性が強く軟弱で、弾性波速度 $VP=0.73\sim 0.77\text{km/sec}$ 層の砂岩、泥岩(不規則互層)は全体に風化作用を激しく受け、砂礫状及び粘土質砂礫状となり、 $N=4\sim 28$ とバラツキのある値となっている。

4. パイプルーフ工法の採用経過

本トンネルの坑口部で予想される現象のひとつとして

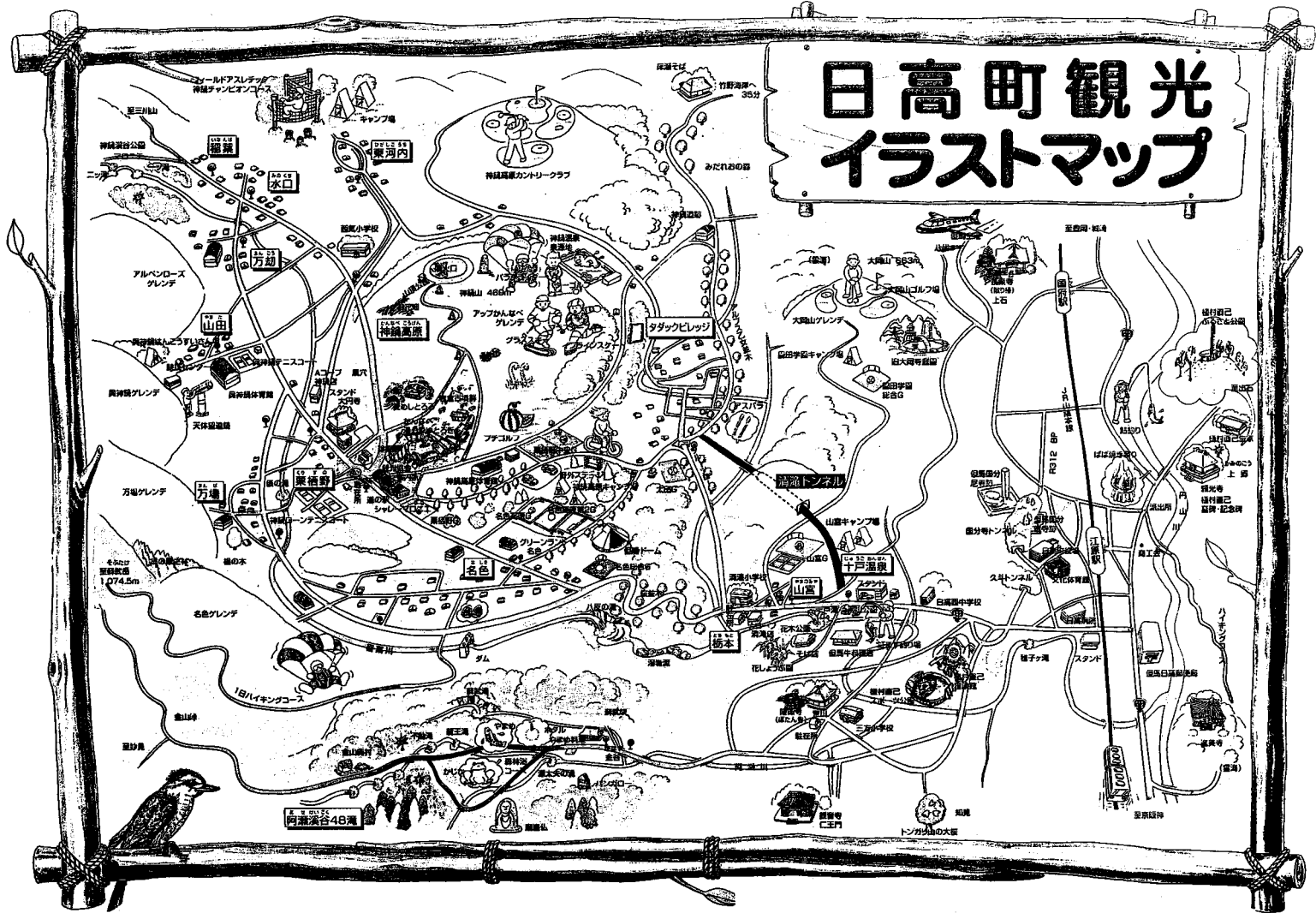
「掘削によるトンネル周辺に形成される力学的不安定領域による地表面の斜面崩壊よ地すべり、沈下及び切羽天端の崩壊」

が考えられ、これに対して過去の実績及び現有技術で対応可能な工法について検討並びに選定を行った。

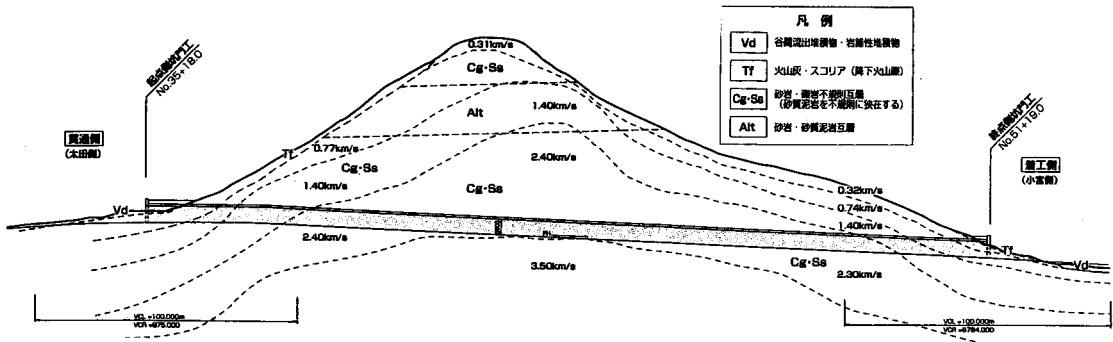
切羽天端崩壊、斜面崩壊や地すべりへの対策として、切羽前方の先行変位を抑制することが絶対条件であり、補助工法の選定にあたっては、

*兵庫県豊岡土地改良事務所

日高町観光イラストマップ

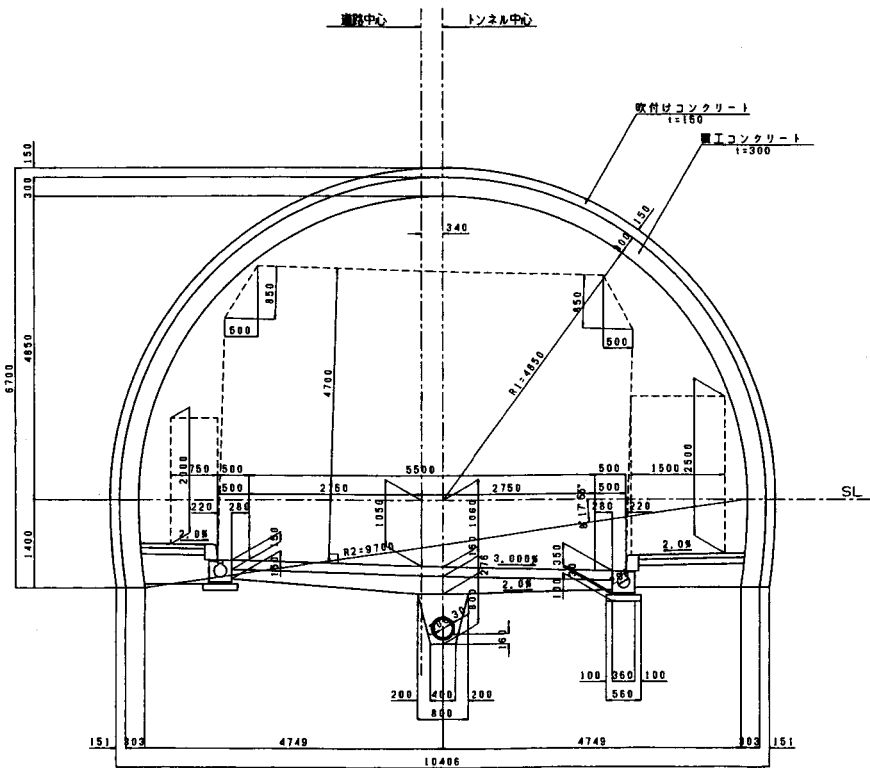


日高町観光イラストマップ

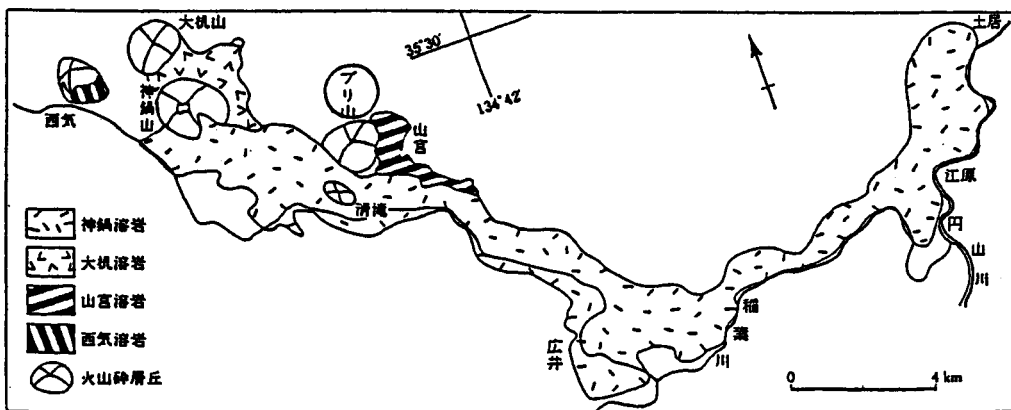


トンネル断面図

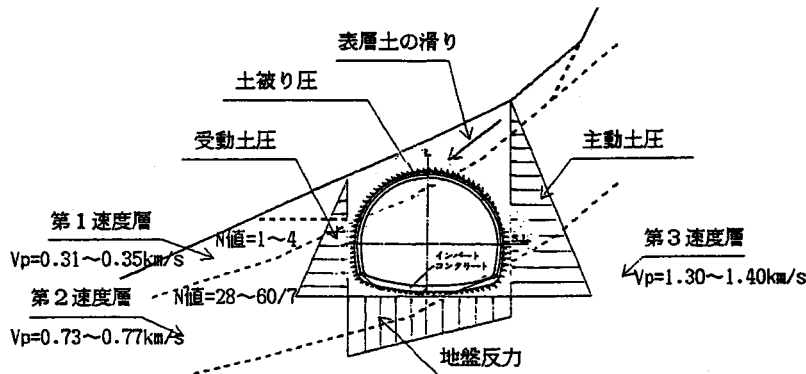
D1 断面



標準断面図



神鍋火山群の地質図



*トンネルに対しては偏土圧が発生する。*表層土砂の移動に伴う土圧の発生。
 *トンネル部には全土被り荷重がかかる。*地盤反力は台形分布(山側と谷側で異なる)
 *インポート部で山側と谷側との支持力が異なる。*自立性の低い第1速度層、第2速度層偏土圧の発生。*第2速度層の谷側での支持力不足。

起点側坑口部の状況

- 第1案 薬液注入工法 (坑外施工)
- 第2案 パイプルーフ工法 (坑外施工)
- 第3案 注入式フォアポーリング工法(坑内施工)
- 第4案 AGF工法 (坑内施工)

の4案を抽出し比較検討を行なった検討の結果、
 起点側坑口部では、

- ①先受け長が長い為、先行変位が抑制でき、地山の緩み防止及び斜面崩壊の防止効果も高い。
- ②坑外施工となるため、トンネル工程に与える影響は少ない。

の理由により、パイプルーフ工法を採用するものとした。

5. パイプルーフ工法の概要

山岳トンネルにおいては坑口取付地盤が不良地山層で崩壊を伴う危険な箇所は、坑口取付補助工法とし、また、都市部においては、地中構造物(トンネル、地下道、上下水道)を構築する場合、上部構造物及び地下埋設物への沈下防止対策工として、パイプルーフ工法が用いられている。

パイプルーフ工は、トンネル及び地中構造物を安全かつ迅速に施工するために掘削断面外周に沿って鋼管を一定間隔又は連続的に挿入設置することで、鋼管によるルーフ(防護屋根)を構築して鋼管外周の地山のせん断強度を増し、或は、土留

矢板をも兼ねることである。

6. パイプルーフ工法の概要

(1) 主要材料

- ・鋼管(STK400, $\phi 139.8\text{mm}$, $t=6.6\text{mm}$, $L=30\text{m}$, ストレーナー加工) 27本
- ・グラウト材 (早強セメント) 22,680kg
- ・減水材 (ポゾリス NO.70) 57.2kg

(2) 主要機械

- ・アンブレラ専用削孔機械 (28t) 1台
- ・削孔ポンプ (横型2連復動タイプ, $Q_{\text{MAX}}=210\text{l/min}$) 1台
- ・クローラークレーン(4.8t) 1台
- ・グラウトポンプ (横型2連復動タイプ, $Q_{\text{MAX}}=70\text{l/min}$) 1台
- ・グラウトミキサ (縦型2槽ミキサー) 1台

7. パイプルーフ工法の施工方法

(1) ガイド支保工の設置

トンネルの支保工を用いて、2.0m区間に対して、ガイド支保工を設置する。

(2) 支保工定規取り付け

ガイド支保工を設置後、トランシットを使用し、パイプルーフ施工位置の測量を行い、マーキングをする。

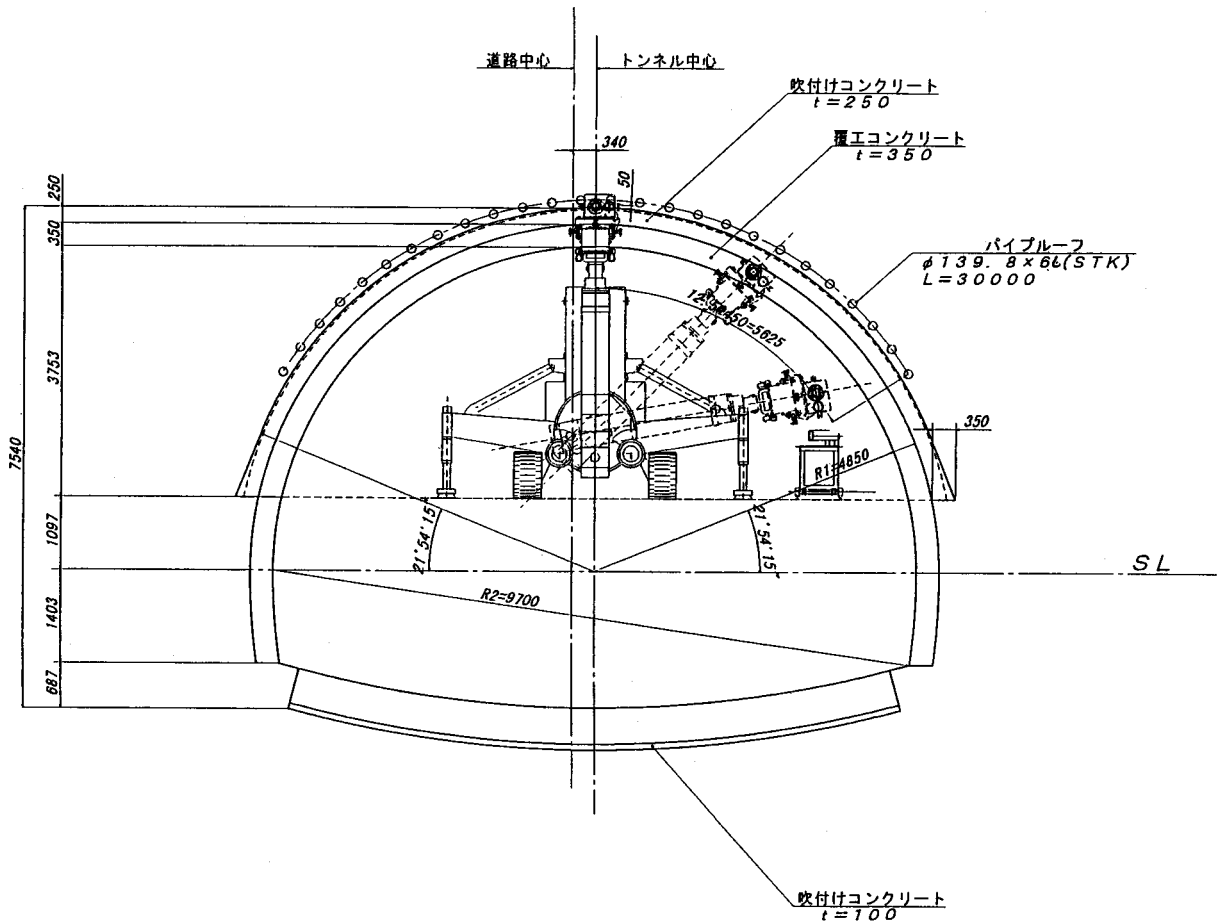
ガイド支保工に施されたマーキングに従い、支保工定規を溶接にて取付ける。

(3) 機械組立

対策工法比較表

	坑		内	
	第①案 薬液注入工法	第②案 パイプルーフ工法	第③案 注入式フォアボーリング	第④案 AGF工法
概要図				
工法概要	坑口部の天端周辺に3～4段の長尺ボーリングをし二重管複合薬液注入により地山改良を行い緩みの拡大、天端崩落防止を図る。	坑口より掘削断面外周に沿って剛性の高いパイプ($t=30\text{mm}$, $\phi 150\text{mm}$ 程度)をボーリングマシン等を使って、ある一定間隔に穿孔配置し、支保工で受けながら掘進する。	天端付近に油圧式ジャンボで中空式ボルトを打設し、30kg/孔程度の注入材を注入して、地山を固結改良する。	拡張ビットを使って2重管方式で $\phi 100\text{mm}$ 程度のAGF鋼管を打設する。シリカゼン等を注入し周辺地山を改良する。削孔機として油圧式ジャンボを使用する。
効果	<ul style="list-style-type: none"> ・ 確実な注入ができれば効果はあるが、当該地山の性状から判断すると性状向上に問題がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ パイプを支保工で確実に受けていくため沈下防止効果は高く、斜面崩壊も防止できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ トンネル横断方向の変形抑制効果は高いが、先受け長が短く先行変位を抑制することができず確実性に欠ける。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鋼管と注入材により、切羽周辺地山を確実に改良できるが粘性土を呈する地山では確実な注入材の選定が必要である。 ・ 先受け長が長いので、先行変位を抑制することができ、地山の緩み防止ならびに斜面崩壊防止効果が高い。
施工性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 注入範囲の把握に難があるほかボーリング時に水を使用する場合には地山を荒らすことがある。 ・ 注入効果の判定、注入管理が難しい。 ・ 設備が大規模となる。 ・ 作業足場が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 穿孔用のボーリングマシンを必要とする。 ・ パイプルーフの段取りや施工にかなりの工期がかかるが、貫通側の坑外施工となるためトンネル工程に与える影響は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 専用機械を必要とせず、削岩用の油圧式ジャンボを使用できる。 ・ 施工設備は簡易で施工性は良い。 ・ 施工サイクルに組み込み、トンネルの進行に与える影響は少ない。 ・ 先行変位を抑制することができず、掘削断面の細分化を要し、工期がかかる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 専用機械を必要とせず、削岩用の油圧式ジャンボを使用できる。 ・ 特別な施工設備を必要とせず、施工サイクルに与える影響も少ない。
直接工事費	205,200千円 (5,547千円/m)	98,500千円 (2,663千円/m)	76,200千円 (2,059千円/m)	120,700千円 (3,262千円/m)
総合評価		○	◎	△

注) 直接工事費の対象延長はL=37.0mとした。



パイプルーフ施工図 (φ139.8mm)

機械は、機械本体、ブーム、マスト等に解体され搬入される。25tクレーンを用い、削孔機を組立てる。

(4) 機械調整

組立完了後、削孔機を動かし、計器関係の調整を行う。

(5) 機械セット

機械調整が完了した後、機械を削孔位置に移動させ、支保工定規に合わせパイプルーフ位置に鋼管をセットする。

鋼管は、5本継ぎとし、ネジ加工と先端部にストレーナー加工を施す。

(6) 位置の確認

機械の方向性をトランシットにより確認を行う。

削孔角度設定に際して計画地盤高坑口 (NO. 35+18.9m) から最も高い地点削孔長21.1m

(NO.37) を地盤改良の効果を最大にすることを目標とする。21.1mにて地盤改良の効果を最大にするため、地盤改良範囲を半径450mmの円と考え、隣の地盤改良範囲と交差し最大限地盤改良を行い、かつ計画地盤高を確実に超える角度より削孔角度を奇数孔2.5、偶数孔1.5°と設定する。

(7) 削孔開始

給水量、給進速度、排泥水量の確認を行い、孔内洗浄を十分行う。

(8) 鋼管継ぎ足し

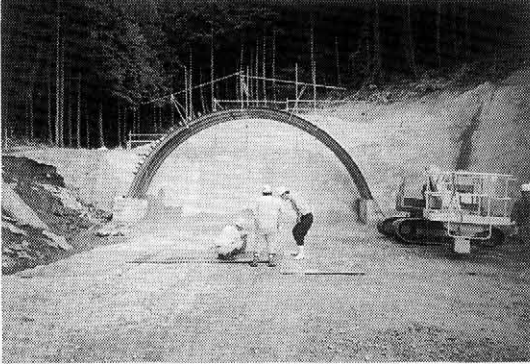
高所作業車を使用し、レンチ等を使用し、インナーロッドを切離す。切離し後ブームを倒し、鋼管をセットする。

(9) 削孔完了

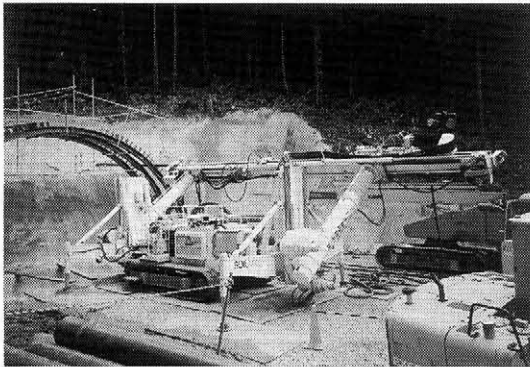
所定深度削孔完了後、インナーロッドを回収し、鋼管をセットし次孔に移る。

(10) 注入開始

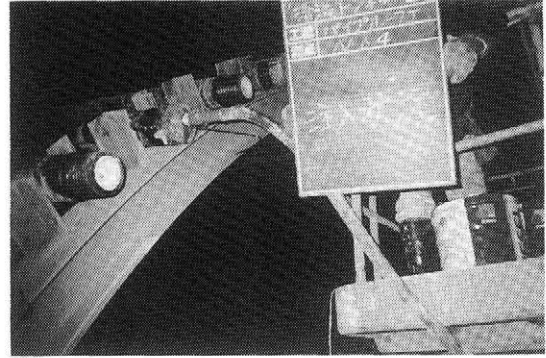
口元に止水処理を施し、注入ホースより注入を行う。リークの有無を確認しながら注入圧、注入量により管理を行う。



ガイド支保工設置



掘削状況



注入状況

8. あとがき

当工事は掘削の補助工法（パイプルーフ工法）を採用したことにより、地表沈下量が3mm以内におさまり、平成10年2月に無事貫通することができた。当トンネルでは坑口の対策としてのパイプルーフ工法を紹介したが、その他地耐力不足による上半支保工の沈下等が予測されたため、側壁導坑先進工法を併用している。坑口部分についてはグラウンドアーチが形成されにくく掘削時に崩壊の危険性が高いため、十分な事前調査が必要である。また、補助工法にはたくさんの種類があり、各々の山の状況に応じた適切な補助工法を選択することが重要であると思われる。

投 稿 規 定

- 1 原稿には次の事項を記した「投稿票」を添えて下記に送付すること
〒105-0004 東京都港区新橋3-34-4 農業土木会館内, 農業土木技術研究会
- 2 「投稿票」
 - ① 表 題
 - ② 本文枚数, 図枚数, 表枚数, 写真枚数
 - ③ 氏名, 勤務先, 職名
 - ④ 連絡先 (TEL)
 - ⑤ 別刷希望数
 - ⑥ 内容紹介 (200字以内)
- 3 1回の原稿の長さは原則として図, 写真, 表を含め14,500字程度 (ワープロで作成の場合, A4版10枚程度) までとする。
- 4 原稿はなるべくワープロで作成し, 漢字は当用漢字, 仮名づかいは現代仮名づかいを使用, 術語は学会編, 農業土木標準用語辞典に準じられたい。数字はアラビア数字 (3単位ごとに, を入れる) を使用のこと。
- 5 ワープロで作成した原稿については, プリントアウトした原稿とともにフロッピーディスクに文字データをテキストスタイルに変換し提出すること。
- 6 手書きの原稿については, 当会規定の原稿用紙を用い作成すること (原稿用紙は, 請求次第送付)
- 7 写真, 図表はヨコ7cm×タテ5cm大を242字分として計算し, それぞれ本文中の挿入個所を欄外に指定し, 写真, 図, 表は別に添付する。(原稿中に入れない)
- 8 原図の大きさは特に制限はないが, B4判ぐらいまでが好ましい。原図はトレーサーが判断に迷わないよう, はっきりしていて, まぎらわしいところは注記をされたい。
- 9 文字は明確に書き, 特に数式や記号などのうち, 大文字と小文字, ローマ字とギリシャ文字, 下ツキ, 上ツキ, などで区別のまぎらわしいものは鉛筆で注記しておくこと, たとえば,
C, K, O, P, S, U, V, W, X, Zの大文字と小文字
O (オー) と 0 (ゼロ) a (エー) と α (アルファ)
r (アール) と γ (ガンマ) k (ケイ) と κ (カッパ)
w (ダブルユー) と ω (オメガ) x (エックス) と χ (カイ)
l (イチ) と 1 (エル) g (ジー) と q (キュー)
E (イー) と ϵ (イプシロン) v (ブイ) と ν (ウプロシソ)
など
- 10 分数式は2行ないし3行にとり余裕をもたせて書くこと。
- 11 数表とそれをグラフにしたものとの併載はさけ, どちらかにすること。
- 12 本文中に引用した文献は原典をそのまま掲げる場合は引用文に『 』を付し引用文献を本文中に記載する。孫引きの場合は, 番号を付し, 末尾に原著者名: 原著論文表題, 雑誌名, 巻: 頁~頁, 年号, 又は“引用者氏名, 年・号より引用”と明示すること。
- 13 投稿の採否, 掲載順は編集委員会に一任すること。
- 14 掲載の分は稿料を呈す。
- 15 別刷は, 実費を著者が負担する。

1. 農業土木技術研究会の変遷

本研究会は、全国の農業土木技術者の自主的な研究会です。本研究会の歴史は古く、昭和28年の「コンクリートダム研究会」の発足以来、事業の展開方向に即して変遷してきましたが、いずれの時代においても会誌や研修会を通じて、事業地区の計画・設計・施工事例や技術的検討内容などについての会員間の情報交換を図り、技術力の向上に資することを目的として継承されてきました。

農業土木技術研究会の変遷

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

2. 会誌「水と土」の発刊

「水と土」は、職員自らの手で行うという観点から、農林水産省構造改善局設計課に編集事務局を置き、地方農政局や都道府県の協力を得て、事業地区から報文の投稿をお願いしています。年間4回の「水と土」を会員の皆様にお届けしています。

3. 会員の募集

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

入会の手続きは、研究会へ直接又は各職場の連絡員に会費を添えて申し込んで下さい。申し込み様式は任意ですが、以下を参考に所属、氏名を明記したものとして下さい。

入会申込書

平成 年 月 日

私は農業土木技術研究会に入会します。

氏名：

所属：

4. 報文投稿の募集

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

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

以上、会員の皆様には、いろいろとお願いをしましたが、全国の農業土木技術者の自主的な研究会である農業土木研究会が将来にわたって発展していくことを目指して、編集事務局もがんばっていきたいと考えています。皆様のご理解とご協力をお願いいたします。

[注：本誌の記事、写真等の無断複写・複製を禁じます]

農業土木技術研究会役員名簿（平成10年度）

会 長	黒澤 正敬	水資源開発公団理事
副 会 長	松浦 良和	構造改善局建設部長
〃	中村 良太	勸日本農業土木総合研究所技術顧問
理 事	太田 信介	構造改善局建設部設計課長
〃	中澤 明	構造改善局建設部水利課長
〃	中條 康朗	構造改善局建設部設計課首席農業土木専門官
〃	川嶋 久義	関東農政局建設部長
〃	岩崎 和己	農業工学研究所長
〃	戸上 訓正	北海道開発庁農林水産課長
〃	藤井 徹	茨城県農地局長
〃	高野 政文	新潟県農地部技監
〃	安部 優吉	兵庫県農林水産部次長
〃	小林英一郎	水資源開発公団第二工務部長
〃	坂根 勇	(株)土地改良建設協会専務理事
〃	近藤 勝英	(株)農業土木事業協会専務理事
〃	山下 義行	太陽コンサルタンツ(株)常務取締役
〃	中島 均	(株)竹中土木取締役
〃	杉浦 英明	日本国土開発(株)取締役
監 事	平野 達男	関東農政局建設部設計課長
〃	藤根與兵衛	(株)日本農業土木コンサルタンツ常務取締役
常任顧問	森田 昌史	構造改善局次長
〃	中道 宏	全国農業土木技術連盟委員長
顧 問	岡部 三郎	参議院議員
〃	須藤良太郎	参議院議員
〃	梶木 又三	全国土地改良事業団体連合会会長
〃	福田 仁志	東京大学名誉教授

編集委員会（平成10年度）

編集委員長	中條 康朗	構造改善局設計課
編集委員	國光 洋二	〃 事業計画課
常任幹事	渡辺 昭弘	〃 設計課
〃	津谷 康宣	〃 整備課
〃	渡辺 博之	〃 設計課
〃	水口 将弘	全国農業土木技術連盟総務部長
編集委員	野口 哲秋	構造改善局地域計画課
幹 事	鈴木 豊志	〃 資源課
〃	菊地 英博	〃 事業計画課
〃	谷口 宏文	〃 設計課
〃	桑原 一登	〃 設計課
〃	久保 弘	〃 水利課
〃	大島 学人	〃 水利課
〃	小泉 亘司	〃 整備課
〃	山根 伸司	〃 開発課
〃	野田 英亨	〃 開発課
〃	木下 幸弘	〃 防災課
〃	伊藤 友次	関東農政局設計課
〃	小林 広泰	農業工学研究所
〃	前田 健次	国土庁計画調整局
〃	羽田野義勝	水資源開発公団第2工務部設計課
〃	大尾 峰雄	農用地整備公団計画部実施計画課
〃	宮崎 敏行	(株)日本農業土木総合研究所

賛 助 会 員 A

(株) 荏原製作所
 (株) 大林 組
 (株) 熊 谷 組
 (株)三祐コンサルタンツ
 大成建設(株)
 玉野総合コンサルタント(株)
 太陽コンサルタンツ(株)
 (株)電業社機械製作所
 (株) 西島製作所
 西松建設(株)

日本技研(株)
 (株)日本水工コンサルタント
 (株)日本農業土木コンサルタンツ
 (株)日本農業土木総合研究所
 (株) 間 組
 (株) 日立製作所

(16社)

賛 助 会 員 B

(株) 青木建設
 (株) 奥村組
 勝村建設(株)

株木建設(株)
 (株) 栗本鉄工所
 三幸建設工業(株)
 住友建設(株)
 住友金属工業(株)
 大豊建設(株)
 (株) 竹中土木
 田中建設(株)
 前田建設工業(株)
 三井建設(株)

(13社)

賛助会員 C

アイサワ工業(株)	昭栄建設(株)	古郡建設(株)
青葉工業(株)	新光コンサルタンツ(株)	(株) 豊蔵組
旭コンクリート工業(株)	(株) ジオテック	北海道土地改良事業団体連合会
旭測量設計(株)	(株) シャトーシーピー	(株) 北海道農業近代化コンサルタント
アジアプランニング(株)	須崎工業(株)	前田製管(株)
茨城県農業土木研究会	世紀東急工業(株)	前沢工業(株)
上田建設(株)	大成建設(株) 四国支店	真柄建設(株)
(株) ウォーター・エンジニアリング	大和設備工事(株)	(株) 舛ノ内組
梅林建設(株)	高橋建設(株)	丸か建設(株)
エスケー産業(株)	高弥建設(株)	(株) 丸島アクアシステム
(株) 大本組	(株) 田原製作所	丸誠重工業(株) 東京本社
神奈川県農業土木建設協会	中国四国農政局土地改良技術事務所	水資源開発公団
技研興業(株)	(株) チェリーコンサルタンツ	水資源開発公団沼田総合管理所
(株) クボタ建設	中央開発(株)	〃 三重用水管理所
(株) クボタ(大阪)	東急建設(株)	宮本建設(株)
(株) クボタ(東京)	東邦技術(株)	ミサワ・ホーバス(株)
(株) 古賀組	東洋測量設計(株)	(株) 水建設コンサルタント
(株) 後藤組	(株) 土木測器センター	(株) 旬峰測量設計事務所
五洋建設(株)	日本国土開発(株)	山崎ヒューム管(株)
佐藤企業(株)	日本ヒューム管(株)	菱和建设(株)
(株) さとうベネック	日本舗道(株)	若鈴コンサルタンツ(株)
(株) 塩谷組	中川ヒューム管工業(株)	(67社)
	福井県土地改良事業団体連合会	(アイウエオ順) 計 96社
	(株) 婦中興業	

編集後記

今回各々の報文においても読み取れるように、農業土木の技術はこれまでに大きく進歩してきており、今後も新たな技術の開発・導入がなされ、更なる向上が図られていくであろう。

石器時代の人々は狩猟生活の傍ら山や野を焼いたあとを木や石などの道具で耕し種を播き収穫をあげた。これが我が国の農業の始まりである。主に弥生時代には大陸から伝わった水稲作や青銅器、鉄器が広まり、人々の生活は農業中心の生活へと移り変わった。奈良時代、鎌倉時代～江戸時代には農地の開発や水をひくなどの土木工事の技術が進み、特に江戸時代には新田開発、湖・海の干拓工事が行われた。明治時代以降は開墾工事（特に

北海道の開墾施策）が進められる一方で、土地に関する法制等が序々に整えられた。第二次世界大戦後は、国の緊急開拓事業により、食糧増産と引揚者等の帰農促進を目的とし、国をあげて開墾を強力に推進した。その後、土地改良法、農業基本法が制定されるとともに、広範な土地改良技術の研究、農業土木技術の進展が図られ、現在の農業基盤が確立されている。

将来の農業土木を展望する場合、このような先人達の偉業を振り返ることは重要である。特に、若い会員の方々は自分たちが造った土地改良施設が農業にとってどのような役割を果たすのかを認識しながら、日々の業務を行えば、自分の仕事に誇りがもてるのではないかと考える。

構造改善局開発課 山根伸司

水と土 第114号

発行所 〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4

農業土木会館内

農業土木技術研究会

TEL 03(3436)1960 振替口座 00180-5-2891

印刷所 〒161-8558 東京都新宿区下落合2-6-22

一世印刷株式会社

TEL 03(3952)5651