

# 水と土

No. 116  
1999

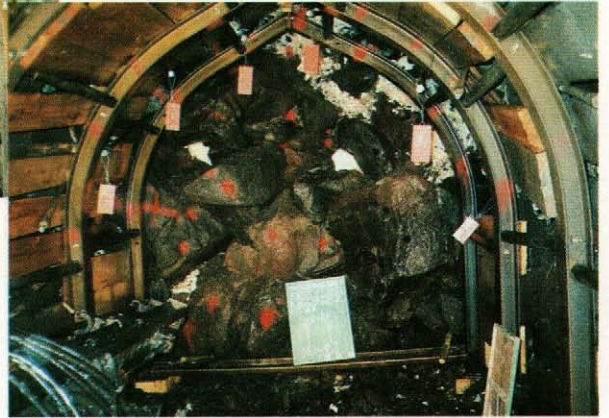
Japanese Association for  
the Study of Irrigation,  
Drainage and Reclamation  
Engineering



トンネル掘削工事の補助工法について(本文29頁)



No.36+122.25付近切羽



1パターン注入完了状況



佐賀平野における  
クリークの水質について(本文37頁)

佐賀平野の農業水利の状況



大島ダム of 設計施工(本文57頁)

建設中の大島ダム

高速道路化のボックスカルバート刃口  
推進工法の施工事例について(本文12頁)



パイプルーフ施工状況

南部排水機場建設工事における場所打ち杭工法について

(本文19頁)



スタンドパイプ建込み  
ハンマーグラブ中掘状況

鉄筋かご吊り込み状況



# 水 と 土

## 目 次

グラビア

報文内容紹介

### 巻 頭 文

理想の農業・農村

藤森 郁雄……(9)

### 報 文

高速道路下のボックスカルバート刃口推進工法の施工事例について

敦賀 利昌……(12)

南部排水機場建設工事における場所打ち杭工法について

—国営男鹿東部地区の事例より—

鈴木 昭彦……(19)

トンネル掘削工事の補助工法について

福丸 博文……(29)

佐賀平野におけるクリークの水質について

陣内 文仁 福田 敬 三好 利臣……(37)

排水トンネルの地下水位低下の評価

—計画と実施後の比較—

角井 好昭 北井 武司……(45)

管水路における管易水位計

服部 眞治 小林 勲 下平 達也……(53)

大島ダムの設計・施工について

—国営かんがい排水事業豊川総合用水地区—

野原 弘彦 岡部 光弘 石倉 毅典……(57)

塩田調整池の盛土材料の設計と施工

大野 孝男……(67)

投稿規定……(75)

会告……(76)

「水と土」に関するアンケート調査結果の概要 ……(78)

No. 116

1999

### 表紙写真

(写真提供・農林水産省むらづくり対策室 第7回美しい日本のむら景観コンテストより「神奈川県 開成町」)

# 水と土 第116号 報文内容紹介

## 高速道路下のボックスカルバート刃口推進工法の施工事例について

敦賀 利昌

本報文は、滋賀県が事業実施している白鳥川地区県営かんがい排水事業（排水改良）において工事中である名神高速道路横断工事の施工事例報告である。

H3600mm×B3500mmの大断面ボックスカルバートを推進工法により、高速道路下を延長60mにわたり推進施工するものであり、本体工事および仮設工事についてその設計過程や施工状況を紹介します。

(水と土 第116号 1999 P.12 設・施)

## 南部排水機場建設工事における現場打ち杭工法について —国営男鹿東部地区の事例より—

鈴木 昭彦

国営男鹿東部地区において、平成9年度から実施中の南部排水機場建設工事の中で、場所打ち杭（リバース工法）を施工しています。

農林水産省での施工事例については少ないと思います。本報では「設計～施工の手順」のみについて紹介します。

なお、現場打ち杭の施工は、平成9年度に完了しています。  
(水と土 第116号 1999 P.19 設・施)

## トンネル掘削工事の補助工法について

福丸 博文

国営都城盆地農業水利事業で建設した木之内川内導水路6工区工事において、施工延長の3分の2に相当する432.2mに渡り火山角レキ岩層が出現した。この火山角レキ岩層は、大小様々な岩塊がルーズな状態を呈し、トンネル掘削に際し地山の固結度が低いため切羽の崩壊が発生。このため補助工法に「ウレタン圧入式フォアパイリング工法」を採用する事によりトンネル掘削を完了することができた事例を紹介するものである。

(水と土 第116号 1999 P.29 設・施)

## 佐賀平野におけるクリークの水質について

陣内 文仁・福田 敬・三好 利臣

有明海に面する佐賀平野は重粘土質な土壌で、自然排水が困難である。このため古くからクリークと呼ばれる用排兼用の水路が発達してきた。近年、圃場整備とともにクリークも整備され、平成8年度から東部地域では筑後川から導水が可能となった。そこで佐賀平野の農業用水について、①東部（筑後川掛り）、②中部（北山ダム掛り）、③西部（溜池等）の3ブロックに区分し、クリークの水質と地域特性について調査・検討を行った。

(水と土 第116号 1999 P.37 企・計)

## 排水トンネルの地下水位低下の評価 —計画と実施後の比較—

角井 好昭・北井 武司

直轄地すべり対策事業板倉地区は、新潟県南西部の上越地方に位置する全国でも有数の地すべり多発地帯であり、長さ20km、幅1.0km、最大深度140mに及ぶ特筆すべき大規模地すべりの移動が認められている。

本報文は、大規模地すべり対策として既成している1号排水トンネルについて、その有効性評価について報告する。

(水と土 第116号 1999 P.45 設・施)

## 管水路における簡易水位計

服部 眞治・小林 勲・下平 達也

管水路における水位計は、大規模地区の中央監視制御施設の一部として設置される場合と、低圧水路の通気スタンドに透明パイプを設置する場合を除き、水位計が設置されることは少ないようである。

本稿は、中圧管水路に設置した安価な圧力計を水位計として利用した事例を報告するもので、管水路の“無監視運転”を解消し配水管理に有効である。

(水と土 116号 1999 P.53 設・施)

## 大島ダムの設計・施工について —国営かんがい排水事業豊川総合用水地区—

野原 弘彦・岡部 光弘・石倉 毅典

豊川用水が昭和43年に通水し、飛躍的な発展を遂げた東三河農業であるが、人口増加や営農形態の変化により水需要が増大したため、用水の安定的供給を目的として国営豊川総合用水事業が着工された。本事業で建設する施設は、大島ダムのみが残されており、本報告文ではこの大島ダムにおける堤体や仮設備等の設計経緯ならびに埋設計器等を活用した施工管理の一事例について報告するものである。

(水と土 第116号 1999 P.57 設・施)

## 塩田調整池の築堤材料の設計と施工

大野 孝男

国営芳賀台地農業水利事業の基幹施設である塩田調整池は、平成7年の着工以来、貯水池掘削、掘削土によるコア材ストック、基礎処理等の工事も順調に推移している。

本報告では、堤体各ゾーンの設計概要、盛立仕様並びに掘削土量の管理方法について報告する。

(水と土 116号 1999 P.67 設・施)

## 理想の農業・農村

藤森郁雄\*  
(Ikuo FUJIMORI)

### はじめに

昨年は間違いなく、農業農村整備事業の大きなターニングポイントであった。それは、中央省庁の再編、地方分権、農業基本法の見直しなど、大きな改革が私たちの構造を変えさせることを約束させた。この中で特筆されることは、中央省庁等再編基本法において農林水産省の所掌に「農村地域及び中山間地域の振興」が明記されたことである。このことは、今後の農業農村整備事業の展開の可能性を大きく広げるものであり、地域政策上極めて大きな意義を持つものと思われる。

かつて、「土地改良法」を制定した昭和24年当時、農村はその就業構造においても生産構造においても農業が太宗を占めていた。従って、農業の振興が農村そのものの振興であった。実際、規模の大きい開拓、干拓事業は、農村そのものを直接的に創出していった。

しかし、その後、産業構造が高度化し、工業、サービス業が急成長するのに伴い、農村においても農家人口・農業生産のシェアが必ずしも大きなものとは言えなくなり、農業の振興は農村の振興の重要な一部ではあるものの農村の大きな部分を支配するものではなくなった。農業生産基盤の整備を主としていた農業基盤整備事業は、農村のニーズを背景に次第に農村環境整備へとその軸足を移していったが、農林水産省設置法に農村の振興が規定されておらず、他省庁調整等もあり、必ずしも思い切った事業展開が図られなかった。

今回の中央省庁等再編基本法において、農林水産省の所掌に農村、中山間地域の振興が入り、農村振興局（仮称）が設置されることとなったことは、今まで農業生産基盤の延長線上でしか農村整備を考えられなかった制度の仕組みを幅広く、かつ柔軟に構築することを可能とした。特に、土地改良事業の仕組みの上から、その受益者はもちろんのこと、住民と絶えずきめ細やかな接触に努めてきた農業農村整備事業に携わる人の活躍の場は、地域住民の主体性が重視される今後の農村整備に強く求められることとなる。

### 北海道の都市農村を造った農業農村整備事業

次に、大きな転機を迎えようとしている北海道について、これまで農業農村整備事業の果たしてきた役割と今後の可能性に言及してみたい。北海道は、歴史的にみると、明治以降の国土政策において最も重要な地域の一つであった。明治19年に北海道庁が設置され、屯田兵制度を活用し、北海道の開拓は急激に拡大した。農地の大半は屯田兵によって切り開かれ、それと一体的に農村についても条里制を基調とした計画的な農村計画により建設された。

戦後まもなく、人口問題の解決、食糧増産、拓殖産業の振興等々我が国の喫緊の課題を解決する地域として北海道開発庁が設置された。そして、北海道開発計画の下に予算を一括計上し、重点的に公共事業を実施してきた。圃場整備事業、農道整備事業が、やがては農村整備事業が北海道の農村を形成していった。北海道を代表する178万都市の札幌市、38万都市の旭川市は、それぞれ農業農村整備事業により開発された不毛の泥炭地、或いは河川氾濫地を土台にしたものである。さらに、農用地整備公団が北海道東部で

\*北海道開発局農業水産部長

建設した新酪農村建設事業は、八郎潟と並んで農地と農村を大規模かつ計画的に実施した理想的な農村建設事業である。このように、農業農村整備事業が北海道の都市農村を創ってきたと言っても過言ではない。

### これからの北海道の農業農村整備事業

今般の中央省庁再編において北海道を、もはや特別な地方として扱う必要が薄らいだとして北海道開発庁から国土交通省の内部局として組織化されることとなった。また、今回の食料・農業・農村基本問題調査会における新法の検討作業の中においては、北海道の大半の課題がローカルな問題として扱われ、十分な言及がなされなかった。

しかし、農業農村分野に限って言えば、北海道を単なる一地方として捉えるにはあまりにも規模がかけ離れ、またその構造の違いからも都府県政策の中に内部化することは困難と考えられる。

これまで北海道農業は、当時の我が国の常識に挑戦し、理想を現実のものとしてきた。例えばかつて、大規模営農は我が国の風土に馴染まないとされてきた。しかし、現在では、本州の1戸当たり平均1ヘクタールの経営規模に対し15ヘクタールの経営規模を実現しているなど、畑作、酪農においては既にEUをフローにおいて凌駕しており、都府県と同じ政策体系のもとに事業を実施することは明らかに馴染まなくなってきている。また、稲作についても我が国では不適地と烙印が押されていたが、今では日本有数の米どころとなり、課題であった味覚においても「秋田こまち」と同水準の「ほしのゆめ」を一昨年商品化した。これは、官民学あわせた強い意識が困難を乗り越えるハードルとした成果である。

今、グローバル化の波の中で、我が国農業は厳しい選択を迫られている。確かに、都府県の構造を考えると、我が国特有の国内農業政策の実施は余儀なくされると考えられる。一方、北海道に目を転じるとき、経営規模においても農業所得においても、既にEUは射程距離内にある。さらに、これまで全くスケールにおいて競争できないと考えていたアメリカ、カナダ等についても、安全で安心な農産物、しかも持続的農業を前提とした場合、決して遠い世界でないように考えられる。

北海道の農業農村に求められている今後の課題は、今、既に北海道が手の届く範囲にきている都府県同様の課題の解決ではなく、今後日本が世界に発信していかなければならない課題に果敢に挑戦していくことである。そして、その課題に応える基礎体力は先人のたゆまぬ努力と理想を現実化する強い信念のもとに既に醸成されているといえる。勿論、極めて短い間に開発された歪みにより、これまでの投資にかかる負債、負担金という重い課題もある。しかし、これは将来の農業農村の大きな飛躍を考えたとき乗り越えられない課題とはいえない。

現在、北海道経済連合会の戸田会長の提唱のもとに農業クラスター育成（農業を基本にそれから派生する産業を積極的に育成する。）が官民学の間で実現されつつある。このことは、今まで、ややもすると、資材、機械、肥料、農薬等その開発の歴史の浅さから、結果的に農家が世界で最も高い生産費を余儀なくされた構造を根本から覆すきっかけとなっている。我が国の優秀さをもってこれを解決すれば世界の最も先導的地域となり得る可能性さえ秘めている。このとき、農業農村整備事業は、従来のマニュアル等にとどまるのではなく、土、水、肥料、病虫害等を高度に管理する圃場システムを構築する必要がある。

## おわりに

今回中央省庁の再編において、北海道開発法の改正も余儀なくされているが、この中で唯一人口問題の解決が十分な成果をあげないまま残されている。戦後まもなく、北海道が東京と匹敵する人口を有していたことを考えると、それからの伸びは北海道開発法に規定されている人口問題の解決を政策として実現できる社会基盤の欠如があったからと考えられる。

しかし、北海道においてもようやく基本的な社会資本ストックは整いつつあり、これからの誘導策次第では大きな人口の流動を受け入れられる極めて有望な地域となりつつある。

また、近年の経済社会の成熟に伴い、国民の価値観は、ものの豊かさから心の豊かさに、所得収入から余暇・自由時間に、生活の利便性から自然とのふれあいを大切にするように変わりつつある。この傾向は特に若年層に強く、北海道はまさにこれらを満たすフロンティアの地域といえる。

しかしながら、このようなとき、公共事業の効果、効率性に関する議論が特にマスコミを中心にステレオのように繰り返されている。特に、北海道においては、今の状態を前提に短期的な効果、効率を論じられるようになればその限りない可能性を奪われることとなる。その中でも特に、我が国の農村のように短期にその構造を変えられないものにあっては、今を論じることより将来を問題にするべきである。

このような考え方において、21世紀中盤に理想の農村建設を実現しようとするとき、急激なモータリゼーションを予期しないで建設された都府県の農村を大改造するより、恵まれたキャンパスに自由に計画的な農村が描ける北海道のほうが結果的に低コストで目的に到達できることは容易に想像できる。この観点から、北海道の農業農村整備事業の果たす役割は極めて大きいものと言える。



# 高速道路下のボックスカルバート刃口推進工法の施工事例について

敦 賀 利 昌\*  
(Toshimasa TSURUGA)

## 目 次

1. はじめに .....	12	5. 日本道路公団との協議 .....	15
2. 事業概要 .....	12	6. 各種工事の比較検討 .....	15
3. 工事概要 .....	12	7. 工事が始まって .....	17
4. 名神高速道路横断部の断面決定 (河川管理者との協議) .....	15	8. おわりに .....	18

## 1. はじめに

本稿は、滋賀県が白鳥川地区県営かんがい排水事業の一環として施工している排水路の名神高速道路横断工事について、その設計過程や施工状況について報告するものである。

## 2. 事業概要

本地区は琵琶湖の東部、湖東平野のほぼ中央部に位置し(図一1)、布施山、雪野山に囲まれた田園地帯である。地形勾配は約1/300、標高はE L

146.90~101.40mである。

白鳥川は蒲生町から八日市市を通り、近江八幡市を流れて琵琶湖に注ぐ一級河川であり、蒲生町~八日市市区間は農政水産部が改修し、近江八幡市区間は土木部が改修する計画となっている。農政水産部が施工する区間では、受益面積571ha、流域面積15.4km<sup>2</sup>、土木部との接続部での計画洪水量は70.65m<sup>3</sup>/secである。

本事業では、本流の白鳥川のほか、その支流である2本の一級河川平田大川、布引川の改修も行っている。

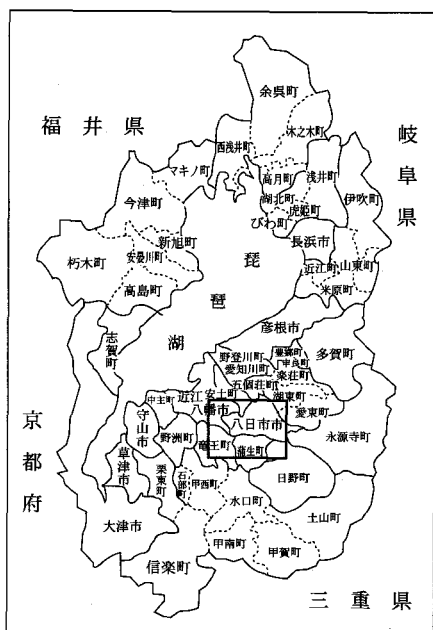
現況の白鳥川は未整備で河床は浅く、断面狭小で蛇行しており、洪水時には通水阻害を起し、周辺部水田の土羽崩壊や冠水被害をもたらしている。

本事業計画は、この排水不良の生じている地域に基幹排水路を設け、周辺のほ場整備事業と併せ、排水改良を行うものである。湿田の乾田化を図ることにより、水田の汎用性を高め、農業生産の向上と合理化を図ることができる。

また、最近叫ばれている生態系への配慮についても、恵まれた周辺自然環境を生かし、魚類の生息等を考慮し、一部区間について、魚巢ブロック、ホタルブロック、親水用階段等の整備を図っている。

## 3. 工事概要

名神高速道路横断工事は、工事名称を白鳥川地区平田大川第3工区工事と言い、平成9~10年度にかけて実施している。



図一1

\*滋賀県八日市県事務所土地改良第一課



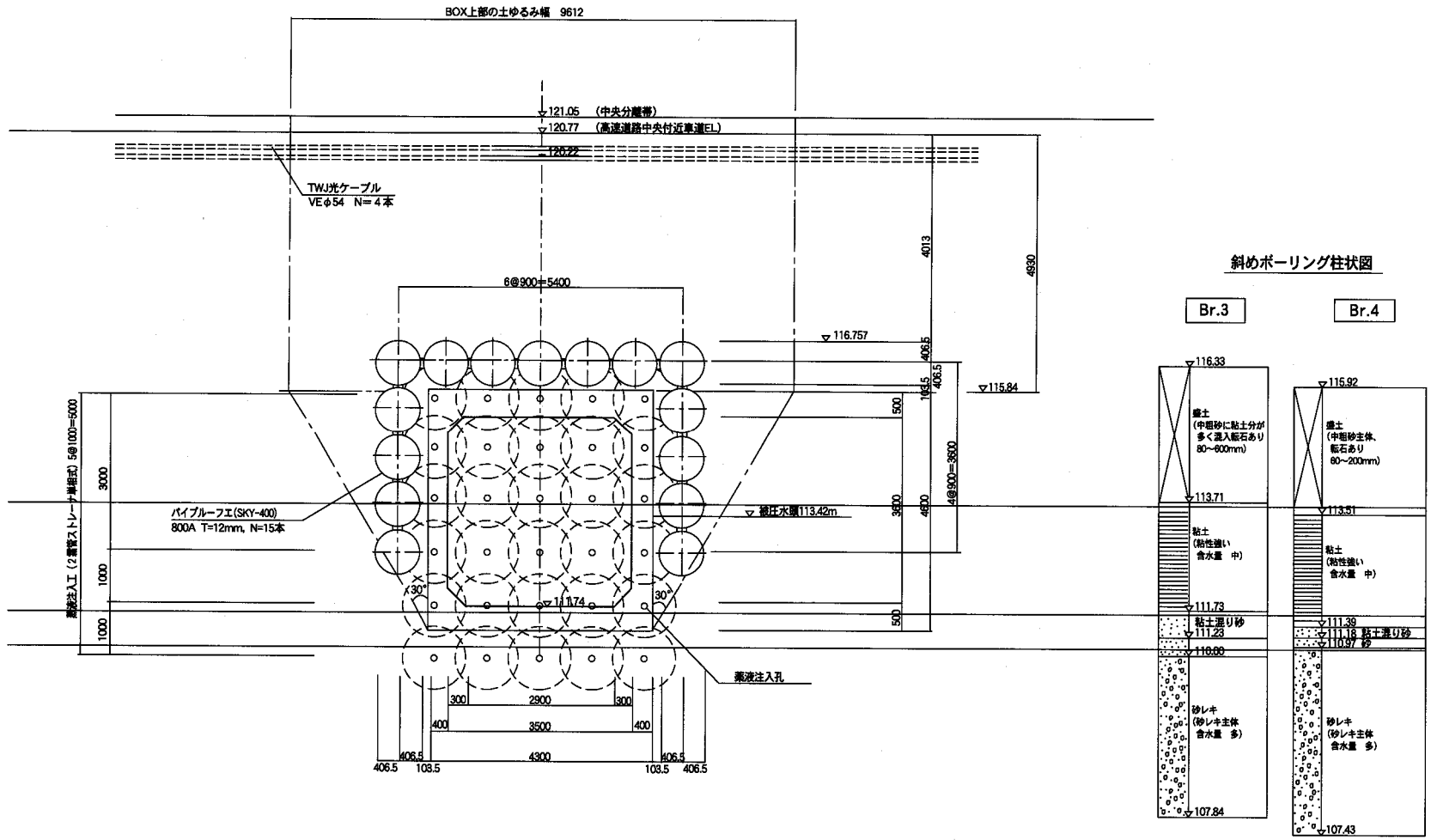


図-3 推進部標準断面図

工事箇所は、蒲生町木村・稲垂地先にあり、白鳥川の支流である平田大川が名神高速道路を横断するところで、工事区間は名神高速道路区間60mを含む、上流護岸工95m、下流護岸工33mの総延長188mの工事である。

名神高速道路区間は内寸法H3600 \* B3500の二次製品ボックスカルバートを60m推進施工するものであり、埋設深は土被り4.5m~5.5mである。

上下流の護岸工は河川改修で使用されているコンクリートブロック積工であり、上流部がH=1.5m, B=4.5m, 下流部がH=1.8m, B=6.0mである。

#### 4. 名神高速道路横断部の断面決定（河川管理者との協議）

本工事の平田大川は一級河川であり、河川法の適用を受けるため、土木部河港課との協議の結果、次のようになった。

建設省河川砂防技術基準に照らし、暗渠の延長が54mと長いことから、トンネル河川の取り扱いをされた。この場合、土木の基準により30年確率基準年の計画洪水量の130%流量を流下できる断面とし、さらに空断面を15%以上有する条件が付いた。

この条件で計算すると、土地改良事業における10年確率基準年の流量 $Q=9.17\text{m}^3/\text{sec}$ が $Q=50\text{m}^3/\text{sec}$ と5倍になり、断面算定をしたところ、H

3600mm \* B3500mmの非常に大きな断面となってしまう。

#### 5. 日本道路公団との協議

事業採択時に横断位置及び管径について公団との協議を行っているが、実際の施工時の協議は平成7年度から行っている。

調査設計においては、道路路床の土質調査（斜めボーリング）について公団から了承を取り付け、設計を行っている。また、その設計により施工計画を立て、施工時の協議を行い、工事発注後においても請負人から公団へ施工計画書を提出し、工事を進めている。

協議の結果道路本体に工事が及んでいるときは、毎日1回の路面標高観測を実施することとなっている。高速道路という道路としての機能上、平坦性や走行性が問題となるため、やむを得ないものとする。また、中央分離帯には光ケーブルが埋設されており、より慎重な作業を要求されている。

#### 6. 各種工事の比較検討

本体工事や仮設工事については、いろいろと工法があり、比較検討のうえ、工法を決定している。

##### (1) 工事全体の工法決定の経過

工事全体にわたる種々の工法から、本体工事、仮設工事の工法を選定したフローチャートを表-1に示す。

表-1 工事全体の工法選定フローチャート

	分類	工法原理	補助工法	工法名称
横断工法の検討	開削工法			迂回道路工
	非開削工法	けん引工法	パイプルーフ工法	フロンテジャッキング工法
			箱形ルーフ工法	BR工法 (R&C工法)
		推進工法	パイプルーフ工法	刃口推進工法
			箱形ルーフ工法	ESA工法
		メッセル工法		簡易メッセル工法
		シールド工法		手掘りシールド工法
判定要素	道路管理者との協議により非開削工法とする。	施工性・経済性によるタイプ選定	施工可能延長及び施工実績による判定	総合判断により決定

表-2 ボックスカルバート埋設工法の比較

	推 進 工 法	牽 引 工 法
概 要	発進立坑後部に支圧壁を打設し、油圧ポンプ等の推進設備機器を設置した後、油圧ジャッキにより刃口、推進函を押込む工法。	盛土部等立坑が浅く支圧反力取れないヶ所で到達側前部に反対壁を設け、牽引ジャッキにより引込む工法。
特 長	推進工法のオーソドックスな方法であり、中押し工法の採用により長距離の推進も可能である。	到達側から引っ張る片側牽引法と函体相互がそれぞれ相手方を反力として地中に貫入する相互牽引法がある。
支 圧 能 力	発進立坑後部にコンクリートを打設し、その背部の地盤反力を支圧能力とする。	支圧壁の形状が推進工法に比べ小さい為、支圧能力は低い
使用ジャッキ	元押し用 100~300t 中押し用 30~100t	フロンテジャッキ 150t フェースジャッキ 30t
そ の 他	・切羽の安全が必要であり、地盤によっては補助工法を必要とする。	・同左 ・牽引用の先進導抗が必要である。 ・推進延長に制限がある。(約40m程度)
経 済 性	○	×
評 価	本工事の場合、立坑及び支圧壁の築造が可能であることから推進工法で施工は可能である。牽引式工法は、工程並びに経済性については推進工法に劣りここでは推進工法の採用が良である。	

(2) 本体工事

推進工法および牽引工法について比較検討した。その結果、表-2のとおり推進工法を選定した。

(3) 仮設工事

ボックスカルバートの断面が大きい為、切羽を保持する仮設工法(防護工法)が必要となってくる。これについては、表-3のとおりパイプルーフ工法を採用した。

パイプルーフ工法についても、鋼管の推進方法(小口径管推進工法)が多種多様あり(表-4参照)、工法選定フローチャート(表-5参照)により比較検討を進めた。検討を進めるうえで、特に重要視したことは、転石が多いと言う土質調査結果である。その結果、オーガ方式一工程式(アイアンモール)を選定した。

また、パイプルーフ口径については、転石で機械推進が不可能になる事態も想定されるため、

表-3 防護工法の比較

	パイプルーフ工法	箱形ルーフ工法
工 事 概 要	推進函の外側に予め鋼管(φ300~600mm)を推進工法により布設し、その内側に函渠を推進する。函渠推進完了時、鋼管内はエアミルク等の充填を行う。	箱形ルーフと呼ばれる800×800mmの鋼管とFCプレートを予め推進函断面と同形状で推進し、函渠推進時箱形ルーフは到達側で回収する。FCプレートは函渠推進時発進立坑で固定し、上載土の移動防止につとめる。
特 長	小口径推進工法の採用によりあらゆる土質に対応は可能である。	パイプルーフ工法に比べ土被りが浅くできる。
安 全 性	パイプルーフ工法の精度により左右される。	箱形ルーフの形状は矩形であるが、掘削は円形の為、盛土地盤には適さない。
今後の問題点	予め鋼管で屋根を作る工法であることから切羽の地山が大きく崩れることはないが、鋼管自体のたわみによる地山のゆるみが生ずる恐れがある	盛土地盤の状況の把握が必要
評 価	施工方法は推進函上部の盛土層の状況に左右されることになり、地質調査結果からは、盛土層は中粗砂を主体とした岩砕であり、φ10~60mm程度の礫が多く混入している。また、GL-1.0m付近には玉石や転石が多く混入しており、φ500mm程度の転石を点在しているとの報告もある。 以上のことから、パイプルーフ工法が最適といえる。	

表-4 小口径推進工法の種類

分類方式		
高耐荷力方式	圧入方式	一工程式
		二工程式
	オーガ方式	一工程式
		二工程式
泥水方式	一工程式	
	二工程式	
泥土圧方式	一工程式	
低耐荷力方式	圧入方式	一工程式
		二工程式
	オーガ方式	一工程式
泥水方式	一工程式	
鋼製さや管式	圧入方式	一工程式
		さや管式
	ボーリング方式	一重ケーシング式
		二重ケーシング式

人力による転石の撤去が可能なように、人力掘削における最小口径であるφ800mmを採用した。

7. 工事が始まって

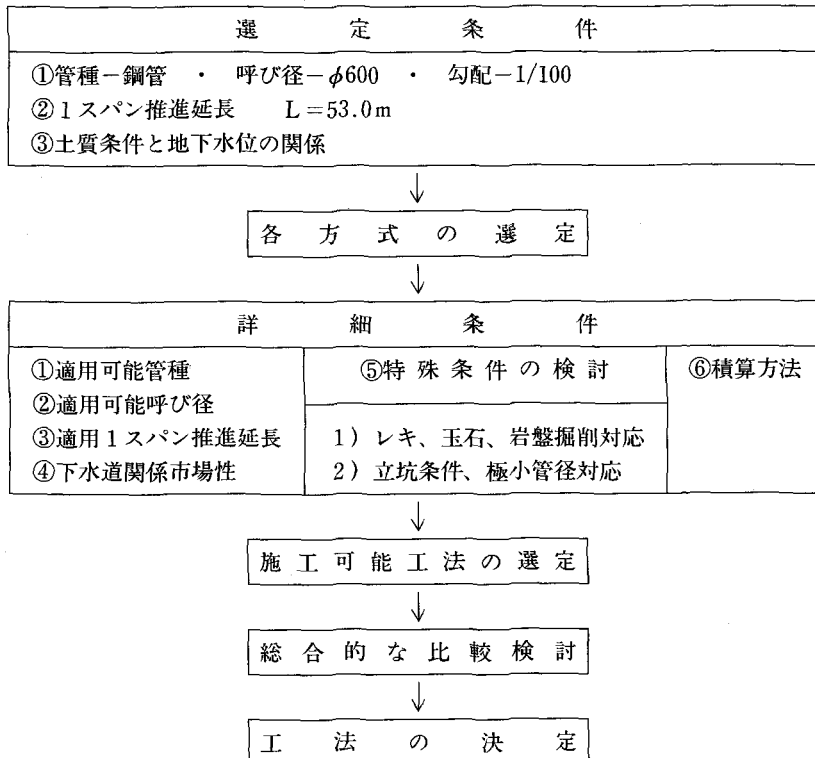
(1) 予想以上の転石の出現

名神高速道路路床の斜めボーリングの結果、路床には多少の転石があるとの想定はしていた。そのため、機械推進（オーガ掘削推進）の設計ではあるが、パイプルーフ中央の1本目は刃口推進を行い、転石状況を把握を行う方法を採用した。

刃口推進を始めたところ、切羽全面に口径（φ800）を上回る転石が出現した。管内が狭いため、一般のブレーカー（ピックハンマー）が使用できず、ダグダ、ルートハンマーと言った特殊な器具を使用しつつ、転石を破碎した。その破碎に予想以上の時間がかかり、日掘進長が0mの日もあった。

このパイロット用パイプルーフの結果、計画している転石径（φ44cm）以上の転石が多量に存在することが判明したため、オーガ掘削推進（機械推進）では施工できないことになり、急遽刃口推進（人力推進）に設計変更し、工事を進めることとなった。

表-5 小口径推進工法の選定フローチャート



## (2) 転石除去の反動

ようやく転石を破砕し、切羽部から撤去できたと思ったのも束の間、今度は名神高速道路の路面状況との戦いが始まった。転石が大きいと、それを取り去った後に大きな空洞ができ、パイプルーフと地山の間を埋める必要が発生した。土被りが4 m程度あると言っても、その空隙がなくなると、名神高速道路の路面に沈下が発生する。それを防止するために、ゲルタイムの短い(5秒程度)裏込材による注入を行い、名神高速道路路面の沈下の防止策を講じた。

日本の最も重要な幹線道路である名神高速道

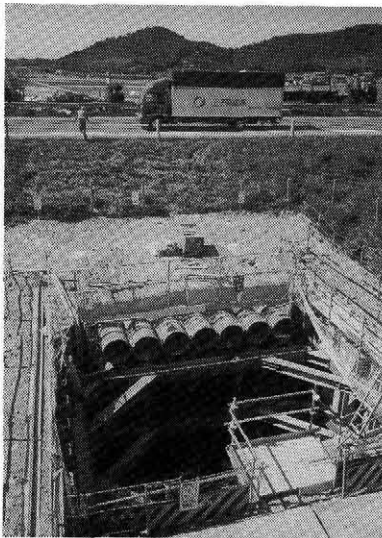


写真-1 パイプルーフ施工状況

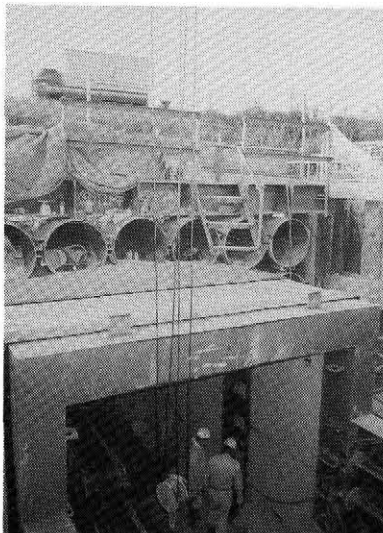


写真-2 ボックスカルバート推進状況

路であるため、路面の平坦性に起因する事故等による通行止めは絶対避ける必要があり、路面沈下を止める努力を続けた。路面の沈下とは逆に、裏込注入により予想外の部分(法面と中央分離帯)が隆起したこともあった。

そのような努力の結果、パイプルーフ15本(延長820m)は推進を完了できた。

## (3) ボックスカルバート刃口推進工

仮設工であるパイプルーフが完了すると、次は水平薬液注入工である。ボックスカルバートを推進する部分の土質改良を実施した。

これについても、転石が多く、普通のロータリーボーリングマシンでは、転石の破砕やボーリング方向の直進性に支障が生じるため、パークッションドリリングマシンを使用することとし、何とか作業を完了した。

続いて、本体工事であるボックスカルバート刃口推進工である。外寸法でH4600\*B4300の大断面の人力掘削である。掘削中は、土砂の中に直径1 mを越えるような転石が続出してきた。ベルトコンベアでは搬送できないため、ボックスカルバート内にバックホウを吊り込み、それにより搬出することとした。

転石は出現したものの、ボックスカルバート推進工は比較的順調に推移し、現在発進、到達立坑の撤去を進めている。

## 8. おわりに

上述のように、いろいろと設計変更を重ねつつ、工事の進捗を図ってきた。農業農村整備事業では珍しい、大断面、長区間のボックスカルバート推進工事であり、工事状況がこのまま推移し、無事工事完了を迎えたいものである。

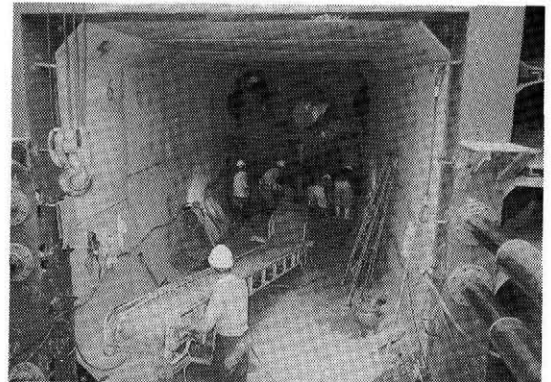


写真-3 ボックスカルバート管内掘削状況

# 南部排水機場建設工事における場所打ち杭工法について

—国営男鹿東部地区の事例より—

鈴木 昭彦\*  
(Akihiko SUZUKI)

## 目 次

1. はじめに .....	19	5. 試験杭の施工 .....	26
2. 工事概要 .....	19	6. 孔壁安定液処理の追加 .....	26
3. 基礎杭の設計 .....	19	7. 杭の鉛直載荷試験 .....	28
4. 施工概要 .....	23	8. おわりに .....	28

## 1. はじめに

国営男鹿東部農地防災事業は、秋田県の沿岸「なまはげ」で知られる男鹿半島の付け根に位置し、昭和32年～昭和51年の「国営八郎潟干拓事業」により干拓された農地12,810haの基幹水利施設のうち、昭和58年の日本海中部地震を契機として機能低下が著しい、防潮水門・南部排水機場及び北部排水機場の改修を行うものである。東北では初めての国営農地防災事業として平成8年度に着手し、平成19年度完了の予定で進められている。

改修する施設のうち、指定工事に位置づけられている南部排水機場を、平成9年度から5ヶ年の工期で工事を実施している。

そのうち、南部排水機場建設工事の本体（吸水槽）基礎工において、場所打ち杭工法を採用しており、その概要について記述する。

南部排水機場の概要

排水量	全揚程	排水機	台数
40m <sup>3</sup> /s	8.9m	2,200mm	2台
	8.9m	1,800mm	2台
10m <sup>3</sup> /s	2.0m	2,200mm	1台

## 2. 工事概要

南部排水機場については、南部排水機場建設工事（土木、H9～H13）と南部排水機場ポンプ設備建設工事（機械、H10～H13）を国債工事として実

施しており、平成11年度以降は関連工事の上屋建設工事（建築）、排水樋管工事（土木）等を予定している。

### 基礎工の概要

施工場所：秋田県大潟村地内

場所打ち杭概要：

- φ1000mm, L=11.00m, N=9本
- φ1100mm, L=11.00m, N=60本
- 〃 L=15.20m, N=18本
- 〃 L=17.20m, N=12本

## 3. 基礎杭の設計

機場の設計にあたって次の検討を行っている。

### 1) 地耐力の検討

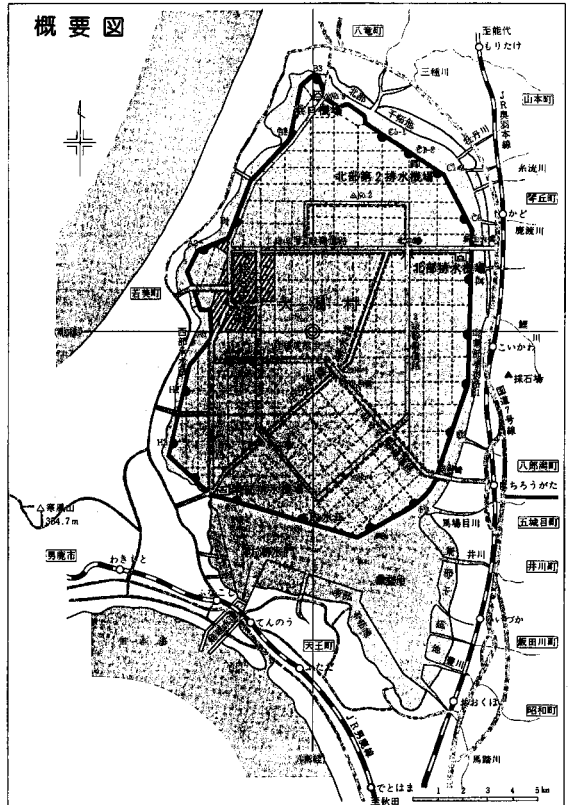
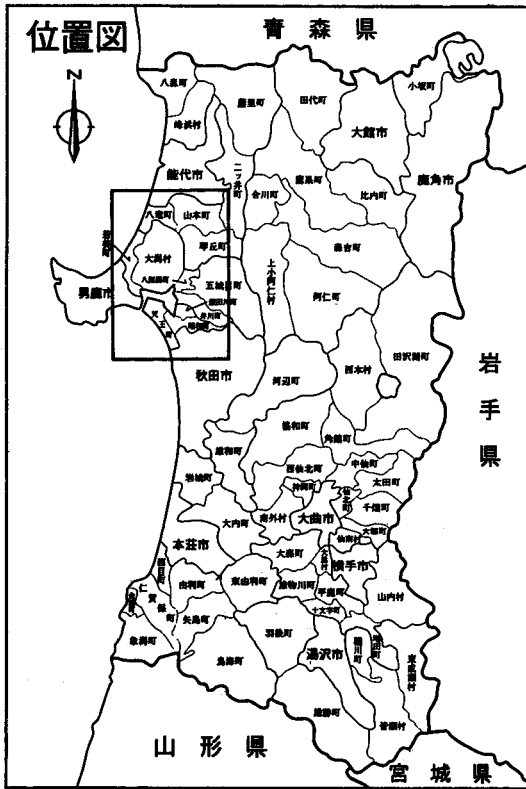
地耐力の検討は道路橋示方書・同解説に準じて行う。建設予定地点のボーリングデータによれば、深度5.00mよりN値が25～50の細砂層が深度35m付近まで続いている。この下層にはN値が5～15のシルト質粘土層がEL(-)53.00m付近まで続いている。吸水槽の根切面EL(-)13.30m付近はN値23程度の細砂層であり、計算による許容耐力 $q_a=127.15\text{t/m}^2$ は上載荷重 $26.50\text{t/m}^2$ に比べ大きくなる。

### 2) 液状化の検討

地耐力の検討は道路橋示方書・同解説に準じて行う。液状化の検討は吸水槽の根切面である(-)13.30mの地層で行う。計算の結果、液状化に対する抵抗率は $FL=0.789$ となった。抵抗率が1以下となることから液状化の可能性が生じることとなり、液状化対策を講ずる

\*東北農政局男鹿東部農地防災事業所





位置図及び概要図

必要がある。

### 3) 基礎処理工法の選定

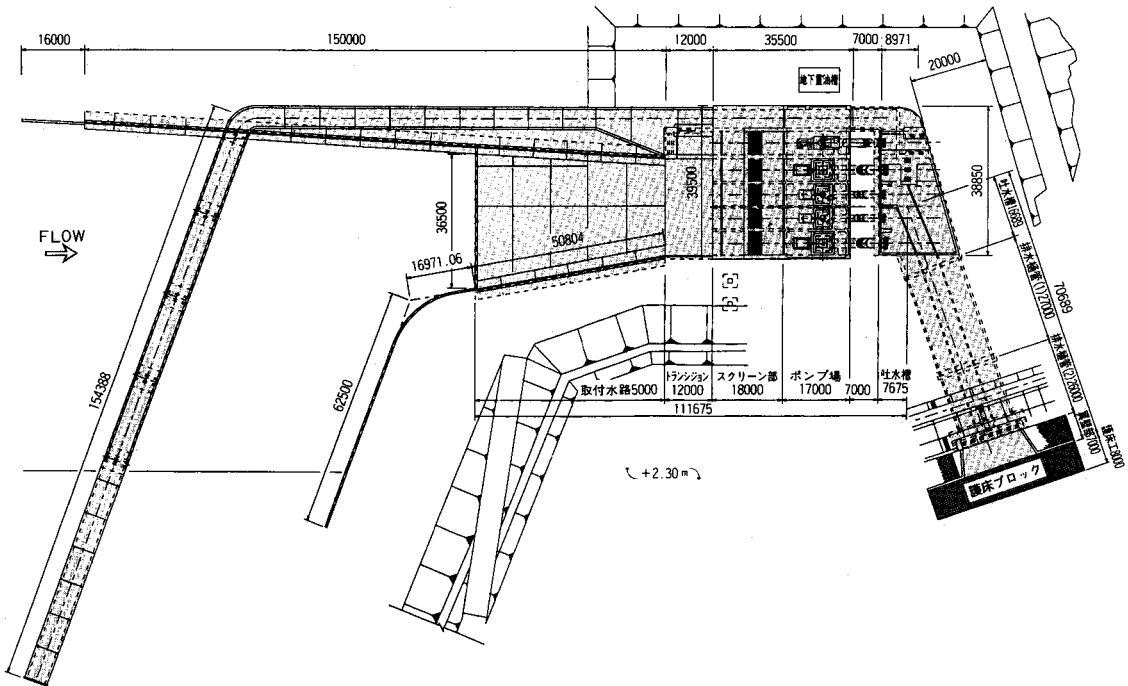
以上の検討の結果、地耐力は十分あるが、細砂層の液状化が懸念されるため、何らかの基礎処理工法を採用することとした。

基礎処理工法は大別して、①置換工法、②土質改良工法、③杭基礎工法に分類されるが

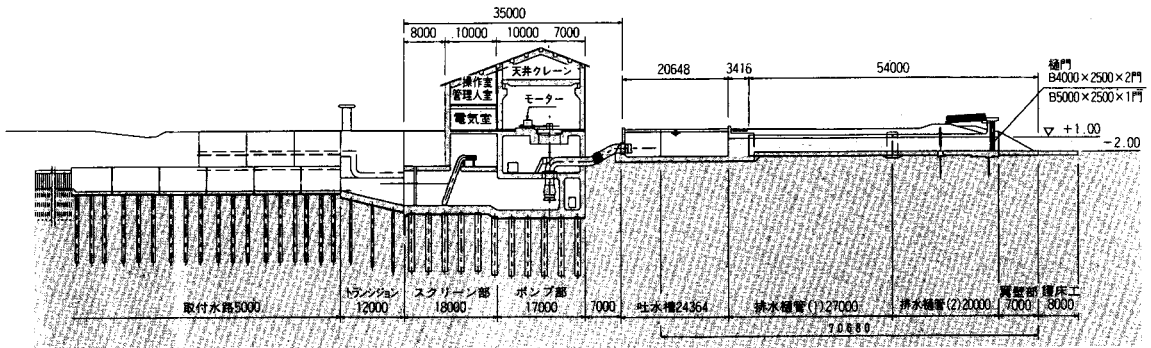
経済性、施工性に優れた杭基礎を計画した。

また、当機場の場合は、既設機場に隣接して設けるため、工事による施設への影響が少ないと考えられる無振動工法を採用することとし、施工基盤面からの深度が10m以上あることから、場所打杭工法（リバース工法）を採用した。

# 平面図



# 断面図



南部排水機場 平面図断面図

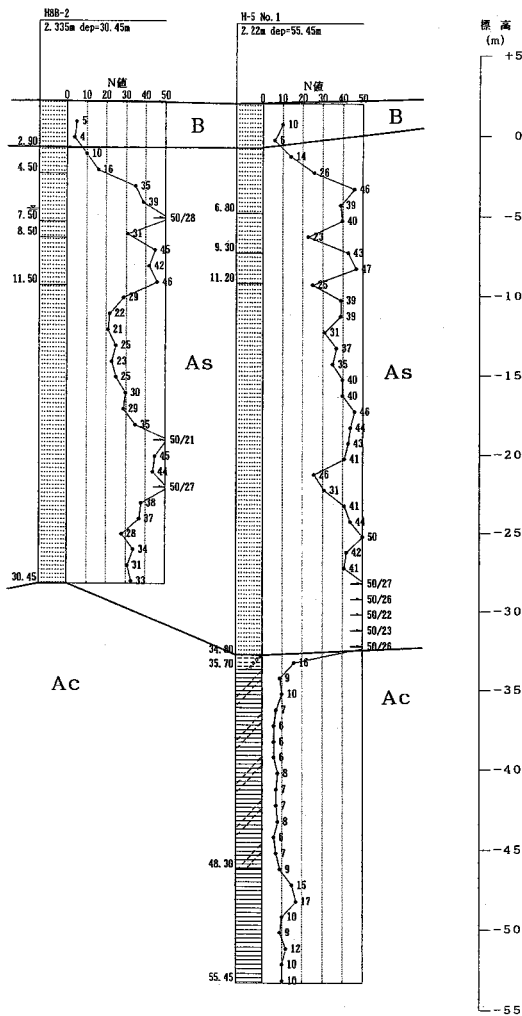
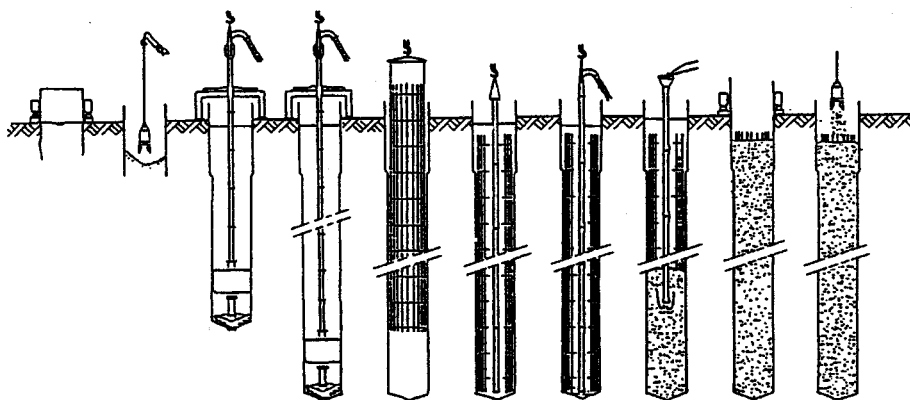


図-1 ボーリング柱状図



スタン  
ドパイ  
ブ建込  
み

先行中  
掘り

掘削  
前

掘削完  
了、一  
次孔底  
処理

鉄筋か  
ご建込  
み

トレー  
ミー挿  
入

二次孔  
底処理

コンク  
リート  
打設

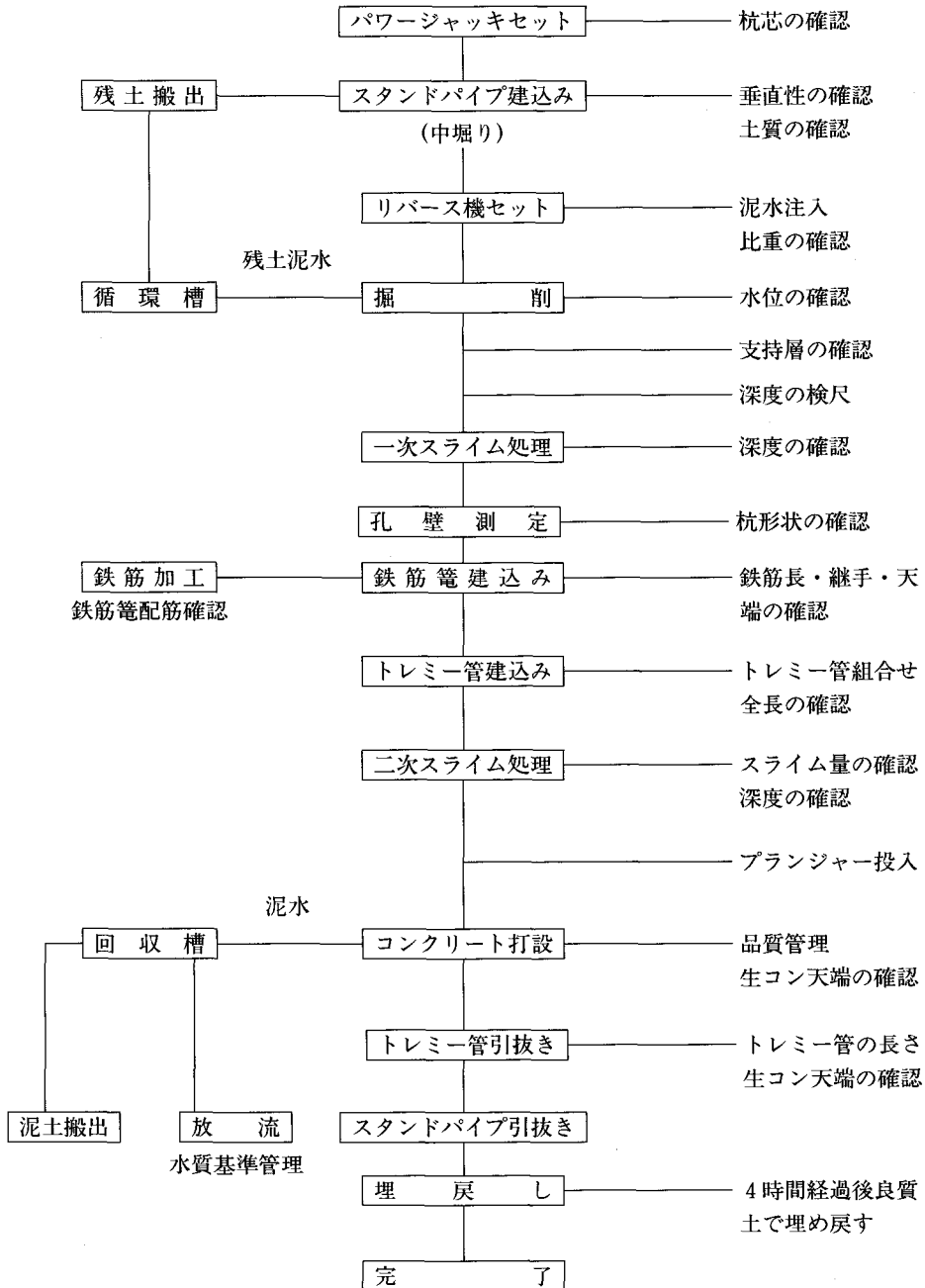
スタン  
ドパイ  
ブ引抜  
き、杭  
体完成

埋戻し

図-2 場所打ち杭工法の施工手順（リバース工法）

#### 4. 施工概要

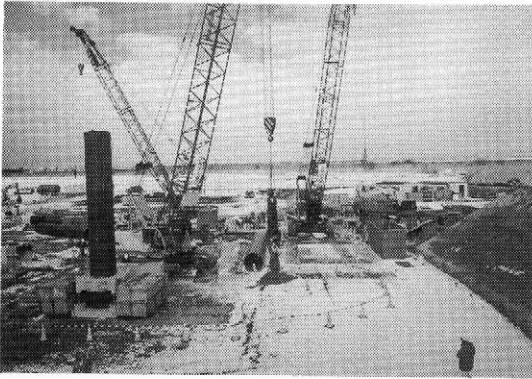
場所打杭工法（リバース工法）の施工フローは以下のとおりである。



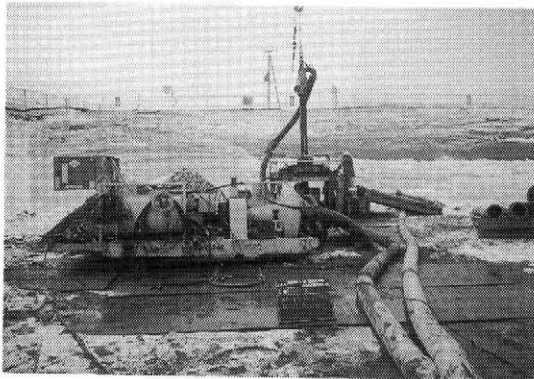
施工順序及び作業内容は以下のとおりである。

区分	手 順	施工ポイント及び検査事項
準備作業	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 図面仕様の確認をする。</li> <li>2. 仮設段取りの打合せをする。</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施工図の検討・施工位置・杭径</li> <li>・鉄筋加工要領の確認。</li> <li>・機械器具の配置の確認。</li> <li>・各確認事項を行う。</li> </ul>
スタンドパイプ建込	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. パワージャッキを杭芯に合わせ左右にウェートを乗せる。</li> <li>2. スタンドパイプの径は、杭径+200の物を使用とする。</li> <li>3. クレーンでスタンドパイプを建込みハンマグラフで中掘りしながらスタンドパイプを圧入する。(地上約1.0m迄)</li> <li>4. ウェート・パワージャッキを撤去する。</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施工地盤・布設鉄板状況の確認</li> <li>・杭芯・杭径確認。</li> <li>・パワージャッキ4辺のセンターから水糸等を張り交点を杭芯に合わせる。</li> <li>・スタンドパイプの傾斜値1/200以下。</li> <li>・中掘り深度の確認。</li> <li>・各確認事項を行う。</li> </ul>
掘削準備工	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ビットをスタンドパイプに降ろす</li> <li>2. ロータリーテーブルを杭芯に合わせ据付ける。</li> <li>3. 吸水管を取り付ける。</li> <li>4. ビットとケリーバーを接続する。</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スタンドパイプ位置の確認。</li> <li>・水平度・垂直度を確認する。</li> </ul>
掘削・検尺	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ロータリーテーブルを始動し、バキュームポンプを始動する。</li> <li>2. 循環槽から吸水しながら、掘削土砂をビット先端より汲み上げ循環槽へ送られる。</li> <li>3. 設計掘削深度までドリルパイプを接続しながら、掘削する。</li> <li>4. 予め測量した基準高より検尺テープを下ろし深度を測定する。</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・粘性及び比重試験を行い管理基準内にあることを確認する。(比重1.02~1.08の範囲になるように安定液を管理する。)</li> <li>・必要水頭差(地下水位+2.0m以上確保する。)</li> <li>・スタンドパイプ天端に基準点を設け天端と設計GLとスタンドパイプの関係寸法を把握する。</li> <li>・掘削深度の検測は検尺テープとドリルパイプで行う。</li> </ul>
スライム処理	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 掘削完了後ドリルビットをわずかに持ち上げ泥水を揚水循環させ処理する。</li> <li>2. 最終検尺を行う。</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・掘削後の深度と比較し確認する。</li> </ul>
架台撤去	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ケリーバー・ドリルパイプ・ビット・ロータリーテーブルの順序で取り外し、移動場所等へ移動する。</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・掘削中同様に崩壊防止のため、常に所定の水頭を維持する。</li> </ul>
孔壁測定	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. スタンドパイプ上に測定機(センサー)を杭芯センターにセットする。</li> <li>2. センサーを静かに孔底に下ろしながら測定する。</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・垂直精度・掘削断面の確認方法として、X・Y二方向を測定する。</li> </ul>
鉄筋建込	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 鉄筋加工場にて組立てた鉄筋籠をクローラークレーンを使用して下段筋より静かに吊り上げ孔内へ下ろす。</li> <li>2. 吊り込まれた鉄筋の上部補強筋で仮受けする。</li> <li>3. 第2鉄筋を吊り上げ第1鉄筋上に垂直に規定のラップ長まで下ろし番線にて結束する。</li> <li>4. 結束完了後、仮受け棒を外して孔内に下ろす。</li> <li>5. 以上の作業を繰り返して籠を杭底まで下ろしていく。</li> <li>6. 鉄筋籠を所定の位置に、吊り具を利用しセットする。</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鉄筋籠の長さ・主筋本数・配筋ピッチのチェックを行う。</li> <li>・鉄筋籠の垂直性に注意する。</li> <li>・鉄筋の高さを検尺テープで管理する。</li> </ul>

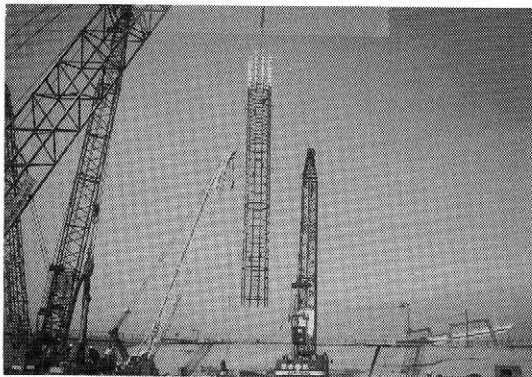
区分	手 順	施工ポイント及び検査事項
トレミーパイプ建込	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 前項完了後トレミー管の建て込みを行う。</li> <li>2. 第1トレミー管を予め取り付け付けた吊り金具にて吊り上げた鉄筋籠内に下ろし孔口の両端に渡した受け金具にて孔口で仮受けする。</li> <li>3. 第2トレミーを同様の方法で吊り上げ第1トレミーに合わせ接続し孔内に下ろす。</li> <li>4. 第3トレミー以下を同様に繰り返して孔底まで第1トレミーを下ろして行く。</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ジョイント部にゴムパッキン・ボルトを使用し孔底より20～30cm上まで建て込む。</li> </ul>
二次スライム処理	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. トレミー管の頭部とスライムポンプを接続する。</li> <li>2. スライムポンプを作動させる。</li> <li>3. 検尺テープを使用し再度検尺する。</li> <li>4. トレミー管頭部からスライムポンプを取り外す。</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最終掘削長と比較し最終掘削長と同等以上になるまで行う。</li> </ul>
生コン打設	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 生コン注文は前日にプラントに予告し、当日の掘削状況から詳細な到着時刻を連絡する。</li> <li>2. 打設準備完了後、生コン打設予定数量を確認の上、生コンを注文し打設作業を開始する。</li> <li>3. 生コン打設前にトレミー管内にプランジャーを投入する。</li> <li>4. 生コン車のシュートにより直接トレミーホッパーに生コンを打設する。</li> <li>5. 生コン打設に伴いトレミー管を引き抜く。</li> <li>6. 生コン打設に伴い上昇してくる孔内の泥水はポンプアップし回収槽に流入させる。</li> <li>7. 以上の作業を繰り返し所定の高さまで打設する。</li> <li>8. コンクリートの打ち止めは特に入念に行う。</li> <li>9. トレミー管を引き抜いて生コン打設を完了する。</li> <li>10. パワージャッキをスタンドパイプにセットする。</li> <li>11. スタンドパイプが打設した生コンへかぶらない位置まで引き上げる。</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生コンクリート現場試験にて品質を確認して使用する</li> <li>・トレミー管を引き抜く際はコンクリート高を検尺し、コンクリートとトレミー管のかぶり長が2m以上となるように管理する。</li> <li>・トレミー管を引き抜く際はコンクリートとトレミー管のかぶり長が2m以上となるように管理する。</li> <li>・余盛り高さが0.5m以上となるように施工する。</li> <li>・生コンの天端を再度確認する。</li> </ul>
埋戻し土	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 油圧ショベル、ハンマーグラブ等で埋め戻しを行う。</li> <li>2. 水中ポンプにて、泥水を回収する（1・2を繰り返し行う。）</li> <li>3. スタンドパイプ引き抜き後は敷鉄板で養生する。</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・杭の空掘り部分の埋め戻しは、掘削発生土にて行う。</li> <li>ただし生コン打設完了から4時間経過後に行う。</li> </ul>
スタンドパイプ引抜	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. パワージャッキをスタンドパイプにセットする。</li> <li>2. クレーンでスタンドパイプを吊りながらパワージャッキにて引き抜く。</li> <li>3. スタンドパイプを適当な場所へ仮置きする</li> <li>4. パワージャッキを撤去する。</li> </ol>	
残土処理	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 循環槽に沈殿した残土を、一旦残土ピットに仮置きする。</li> <li>2. 仮置きした残土を油圧ショベルにてダンプ車に積み込み所定の場所に運搬する。</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・泥水が飛散ないように、バケツにて水切りをしっかりと行う</li> <li>・積み込み時、過積載のないように注意する。</li> </ul>



写真一 1 スタンドパイプ建込み  
ハンマーグラブ中掘り状況



写真一 2 リバース機掘削状況



写真一 3 鉄筋かご吊り込み状況

## 5. 試験杭の施工

### 1) 試験杭の目的

本杭の施工に先立ち、本杭の1本目を試験杭として施工する。

杭施工箇所の土質の確認と施工順序・施工管理方法を確認し、本杭施工時の周知徹底を図る。さらに、自然泥水により孔壁を保持するマッドケーキの形成を確認し、孔壁が安定していることを確認する。

マッドケーキの形成ができず、孔壁が確保できない場合は、安定液使用による試験施工を実施し、本杭の安定液使用による掘削方法を確立する。

### 2) 試験杭のチェック項目

試験杭の施工に当たっては、以下の項目についてチェックする。

#### ①土質のサンプリング

ボーリング柱状図と対比し、土質のチェック及び支持層を確認する。

支持層の確認は、デリバリホースの末端から試料を採集して確認する。

#### ②スライム量の測定

掘削完了後のスライムの沈殿状況を測定する。

検測は掘削直後は孔内水が渦巻いているため、ビットが停止してから1～2分後に行うものとする。

#### ③杭の形状寸法の確認

超音波孔壁測定機により杭の断面・形状・垂直精度・孔壁の崩壊の有無を確認する。

#### ④その他

掘削所要時間、土砂量、孔内水位（逸水）、鉄筋籠の加工精度、生コン打設量、打設時間の確認及び場所打ち杭における一般管理事項の確認を行う。

## 6. 孔壁安定液処理の追加

施工に当たっては、当初、自然泥水による掘削計画としていたが、試験施工の結果、孔壁の安定性が困難であったため、人工泥水(安定液の使用)による掘削へ変更した。以下、安定液の管理処理方法について詳述する。

### 1) 安定液による施工方法

#### ①安定液の配合

安定液の配合は、地質(砂地盤：N値=20以上)からの必要粘性やマッドケーキ厚さを考慮した上、試験施工の結果から下記のとおりとした。

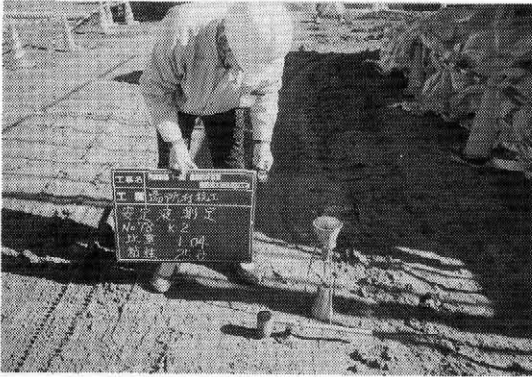


写真-4 安定液測定状況

名 称	材料名	濃度%	重 kg/m <sup>3</sup>	使用材料名
水		—	1,000	
安定液材	ベントナイト	5.00	50	クニゲルV1
増粘材		0.03		KC-1

### ②作泥方法

安定液は、20m<sup>3</sup>水槽にてジェットミキサーを用いて作泥し、泥水循環槽75m<sup>3</sup> (20m<sup>3</sup>+25m<sup>3</sup>+30m<sup>3</sup>)×2セットに送泥する。

掘削は、泥水タンク内の泥水を循環利用して行う。

安定液による泥水は、循環利用中の掘削土砂搬出、マッドケーキ形成、地盤浸透等による損失影響があるため、随時、作泥補充する。  
安定液の管理

### ①比重管理 (マッドバランス/比重計)

安定液は地下水と圧力差によって土圧や水圧を押さえ孔壁の安定を保っているが、比重はこの圧力差を保つ役割をしている。比重が高すぎると、ポンプの能力不足やコンクリートとの置換不良などの支障を生じる。

比重はマッドバランス (比重計) により測定管理する。

マッドバランスは支持台に載ったカップと支持台及びアームライダーにより成り立っている。

- ・測定する資料をカップ内に満杯に入れる。
- ・蓋を載せ、静かに押し完全にカップに密着させる。この時、蓋の上部にある穴から試料が漏れなければならない。
- ・カップの周りについている試料を素早く拭き取り、ナイフエッジを静かに支点上に載

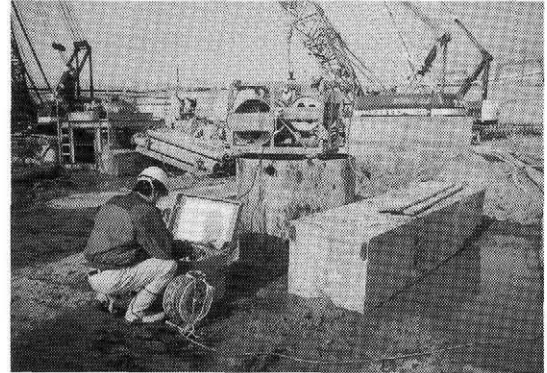


写真-5 孔壁測定状況

せ、水準器がバランスをとるまでライダーを移動させる。

- ・バランスがとれたら、ライダーの左端の目盛りが比重を表す。

管 理 値	測 定 頻 度
1.03~1.08	2回/日 (午前, 午後)

### ②粘性管理 (漏斗型粘土計/ファンネル粘性計)

粘性は漏斗型粘土計 (ファンネル粘性計) を用いて測定する。

- ・漏斗をスタンドの上に乗せ流出孔を指で押しさえ一定量の安定液を上から入れる。安定液は0.25mmの金網により流出孔に詰まる恐れのある固形物は除かれる。
- ・次に押さええてある指を離して一定量が流出し終わるまでの時間 (秒) をストップウォッチで測定する。

なお、水を漏斗に入れて流出させた時の時間は、18.5+0.5秒 (500/500CC) であるのでこれを参考にする。

管 理 値	測 定 頻 度
23~25秒以上	2回/日 (午前, 午後)

### 3) 残余安定液処理

安定液使用に伴い、工事終了時の残余安定液は産業廃棄物処分を行う。

ベントナイトを混入した残余安定液は、含水比が非常に高いため、専門業者のパキュムカーによって運搬処分する。

運搬に用いられるパキュムカーは、自らタンク内に吸引し、また排出はタンク後部の蓋を開けてダンプすることができるように



っている。

なお、処分時はマニフェストによる管理を行う。

## 7. 杭の鉛直載荷試験

施工した場所打ち杭については、杭の鉛直載荷試験を行い、鉛直許容支持力を確認する。

### ・試験内容

項目	試験内容
試験方法	杭の鉛直載荷試験方法・同解説に基づく多サイクル方式
試験最大荷重	$P_{max} = 1,000\text{tf}$
載荷装置	油圧ジャッキ500tf×4台
反力装置	反力杭4本を使用した反力杭方式
荷重管理	圧力変換器による自動管理

### ・測定項目

測定項目	目的
杭頭荷重及び杭頭沈下量	杭頭載荷荷重及び沈下量を測定することにより、杭頭部での荷重沈下特性を明確にする。
試験杭水平変位量	X・Y方向に2点変位計を取付け載荷試験時の偏心をチェックし安全に試験が出来るよう管理する。
反力杭浮上がり量	各反力杭に変位計を取付け、反力杭の安全をチェックする。
鉄筋応力計	深度方向に鉄筋応力計を設置し、杭体応力を測定する。

## 8. おわりに

今回の工法は、農林での施工事例が少ないようなので紹介させていただきました。

内容が設計・施工の手順の紹介のみとなったことをご了承願います。

なお、南部排水機場は現在、本体（吸水槽）のコンクリート工事を終えたところであり、併せてポンプの製作を行っているところであります。

引き続き、吐水槽・取付水路の施工を行っております。

最後に、工事の無事完工と早期の施設機能の回復を願うものであります。

参考文献：杭基礎施工便覧（社）日本道路協会

# トンネル掘削工事の補助工法について

福丸博文\*  
(Hirofumi FUKUMARU)

## 目 次

1. はじめに .....	29	6. 施工 .....	33
2. トンネル路線の想定地質 .....	29	7. 施工管理 .....	34
3. トンネル掘削時の施工状況 .....	31	8. 施工結果及びまとめ .....	35
4. 補助工法の比較検討 .....	31	9. 施工状況写真 .....	35
5. ウレタン圧入式フォアパイリング工法 .....	33		

### 1. はじめに

都城盆地農業水利事業は宮崎県都市と北諸県郡5町の受益面積4,310haの畑地を対象に、大淀川支流木之川内川に木之川内ダム並びに大淀川支流庄内川に田野頭首工を建設することにより新規水源を確保し、畑地かんがいの導入により畑作物の収穫量の高位安定及び品質向上、生産性の向上など畑作経営の安定を図ることを目的としている。

木之川内導水路は、田野頭首工にて取水したかんがい用水を木之川内ダムに送水する全長9.3kmの水路トンネル(3rホロ型, 2r=1.8m) (一部サイホン) であり、建設にあたっては、全体を8工区に分割し施工する計画である。本報告は、6工区工事において出現した固結度の低い火山角レキ岩層におけるトンネル掘削時の補助工法として採用した「ウレタン圧入式フォアパイリング工法」について述べる。

### 2. トンネル路線の想定地質

調査ボーリング結果等から、6工区路線の当初想定した地質概況等は以下のとおりである。

#### ①地質概況

木之川内導水路が貫く山岳の縦断地質において、主体をなすものは第四紀現世の高千穂峰溶岩である。同溶岩の下方には一時代古い第四紀更新世の入戸軽石流堆積物であるシラス層がある。基盤岩である古第三紀の四万十層砂岩質岩はシラス層の更に下層に存在するものと推定される。

#### ②ボーリング調査結果

本トンネルに関する地質調査としては、上流側坑口付近の2B-7と下流側坑口付近の2B-8、山頂部付近に3B-4の3本のボーリング調査が行われている。

2B-7; トンネル位置での地質はシラス。(N値は5~7)

2B-8; トンネル位置での地質は火山角レキ岩。安山岩塊の重なり合った空間を火山灰質砂が充填し、ところどころに空隙も見られる。トンネル計画高の下方約4.0mに亀裂の少ない新鮮な安山岩溶岩を把握している。

3B-4; 上方は火山角レキ岩であるが、地表からの深度25.0mから下方105mまでは安山岩でその下方は再び火山角レキ岩となる。

トンネル位置(地上約90m)での地質は、安山岩溶岩。

以上の調査結果から当初におけるこの山岳では、安山岩溶岩は火山角レキ岩の殻の中にアンコ状に貫入した状態にあるものと考えられる。

なお、3本のボーリングとも地下水は無い。

#### ③トンネル部地質

高千穂峰溶岩は一般に火山角レキ岩、凝灰角レキ岩、安山岩溶岩の三相よりなる。火山角レキ岩は安山岩の岩塊と岩塊の間を埋める脆弱な凝灰角レキ岩よりなる火山岩塊である。安山岩溶岩は岩盤状の多亀裂硬岩である。

本トンネルの山岳の内部は図-1のとおりほとんどが安山岩溶岩からなり、山岳から斜面中高位

\*九州農政局都城盆地農業水利事業所

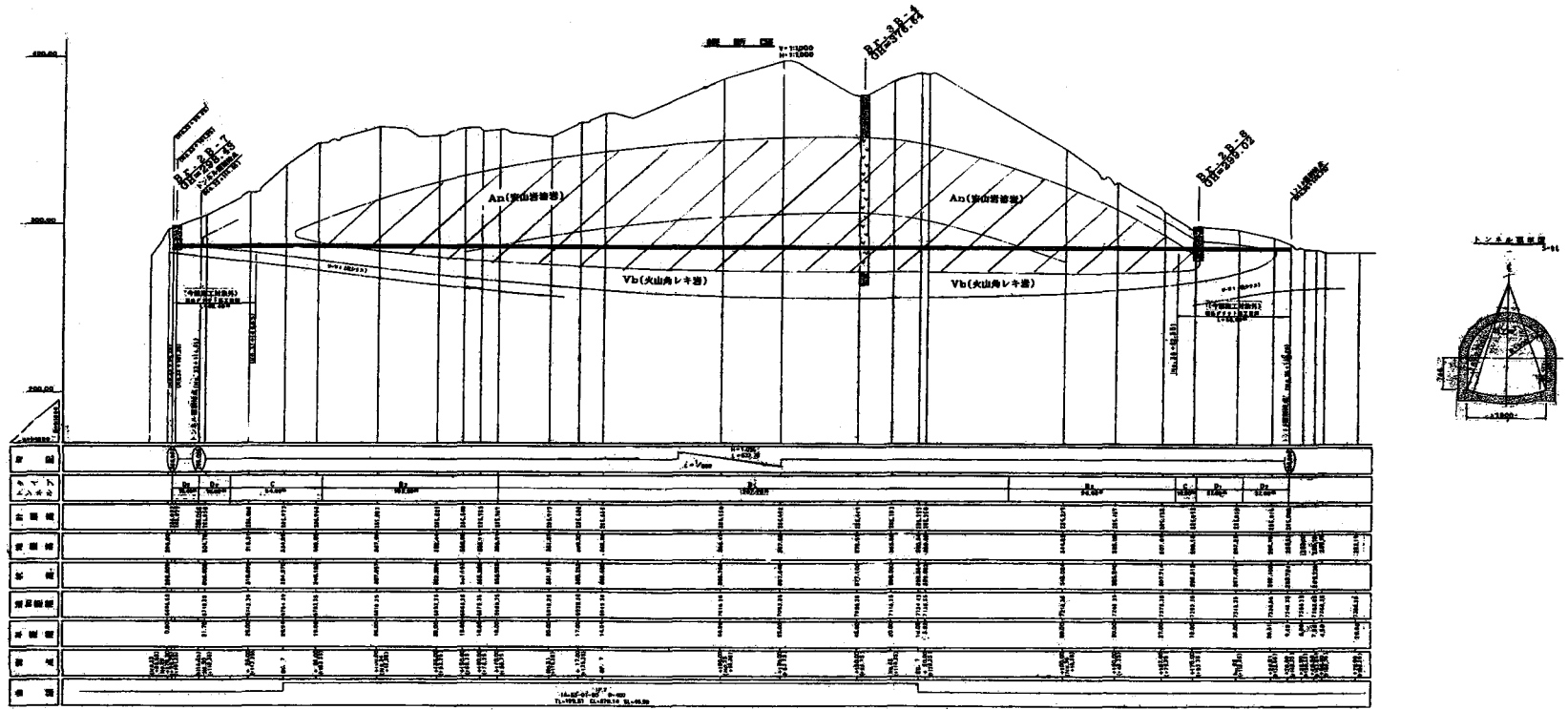
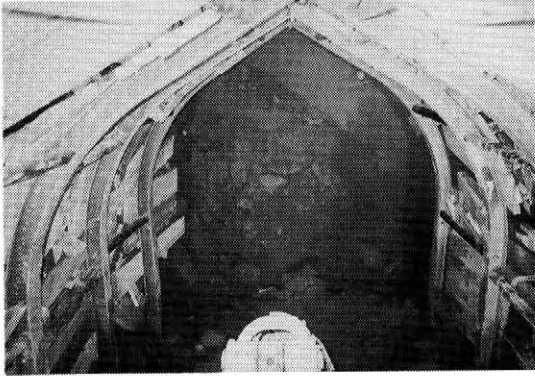
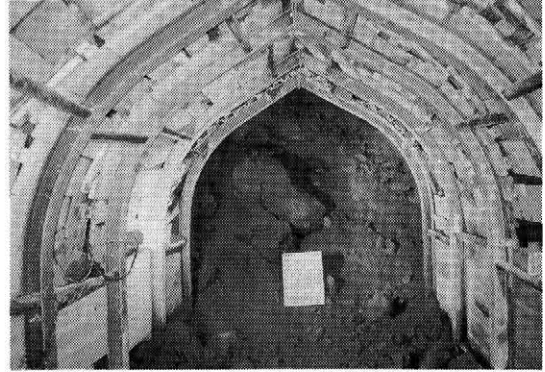


図-1 当初想定縦断面図

切羽状況



写真—1 No.36+143.35付近切羽



写真—2 No.36+122.25付近切羽

部にかけて火山角レキ岩がこれを覆っているものと推定した。

3. トンネル掘削時の施工状況

6工区工事の施工において、坑口より5m付近から切羽の左下部に出現した火山角レキ岩層が坑口より26m地点で切羽上部まで広がった。

この火山角レキ岩層は写真—1, 2のような状況である。火山角レキ岩単体は1~300cm程度の大ききで暗灰色を呈する角張った岩塊であり、不規則かつルーズに積み重なっている。岩塊の間は、暗褐色~暗灰色の砂層が充填した部分と空洞の部分が不規則に存在する。このようにルーズな積み重ねのため、切羽側面及び上部の掘削時には崩落する危険性がある。岩塊の大きいものは小割発破が必要であるが、発破の振動にて更に崩落を誘発することもあり、通常の矢板工法での施工は非常に困難な状況となった。

また、火山角レキ岩層の実際の出現範囲は当初想定よりも大幅に広がることとなった。(図—2)

4. 補助工法の比較検討

通常の矢板工法のみでの施工が困難となったため、切羽及び切羽上部を補強する補助工法の検討が必要となった。そのため、次の検討条件を基に比較検討を行うこととした。

検討条件

- ①トンネルタイプ：道路2車 線延長1,400m
- ②対象地質：崖錐~強風化安山岩
- ③対策工法の目的：切羽及び天端の安定

上記の比較検討の結果、1) 岩塊間の砂層及び空洞部を充分改良(浸透性・強度等)できること、2) 施工サイクルへの影響が小さいこと、3) 設備が簡易であること等を考慮し「ウレタン圧入式フォアパイリング工法」を採用することとした。

表—1 補助工法比較検討表

対象工法	効果	施工性	工期	総合評価
フォアパイリング工法	×	◎	◎	施工性、工期の面では特に問題はないが、効果の面で劣る。
ウレタン圧入式 フォアパイリング工法	◎	◎	○	確実な効果が期待でき、施工性や工期の面でも優れている。
薬液注入工法	△	△	△	効果の確実性に若干懸念が残る。工期の面でも劣る。
ミニパイプルーフ	△	△	△	効果が懸念される。工期の面でも劣る。
パイプルーフ	△	△	△	効果が懸念される。工期の面でも劣る。

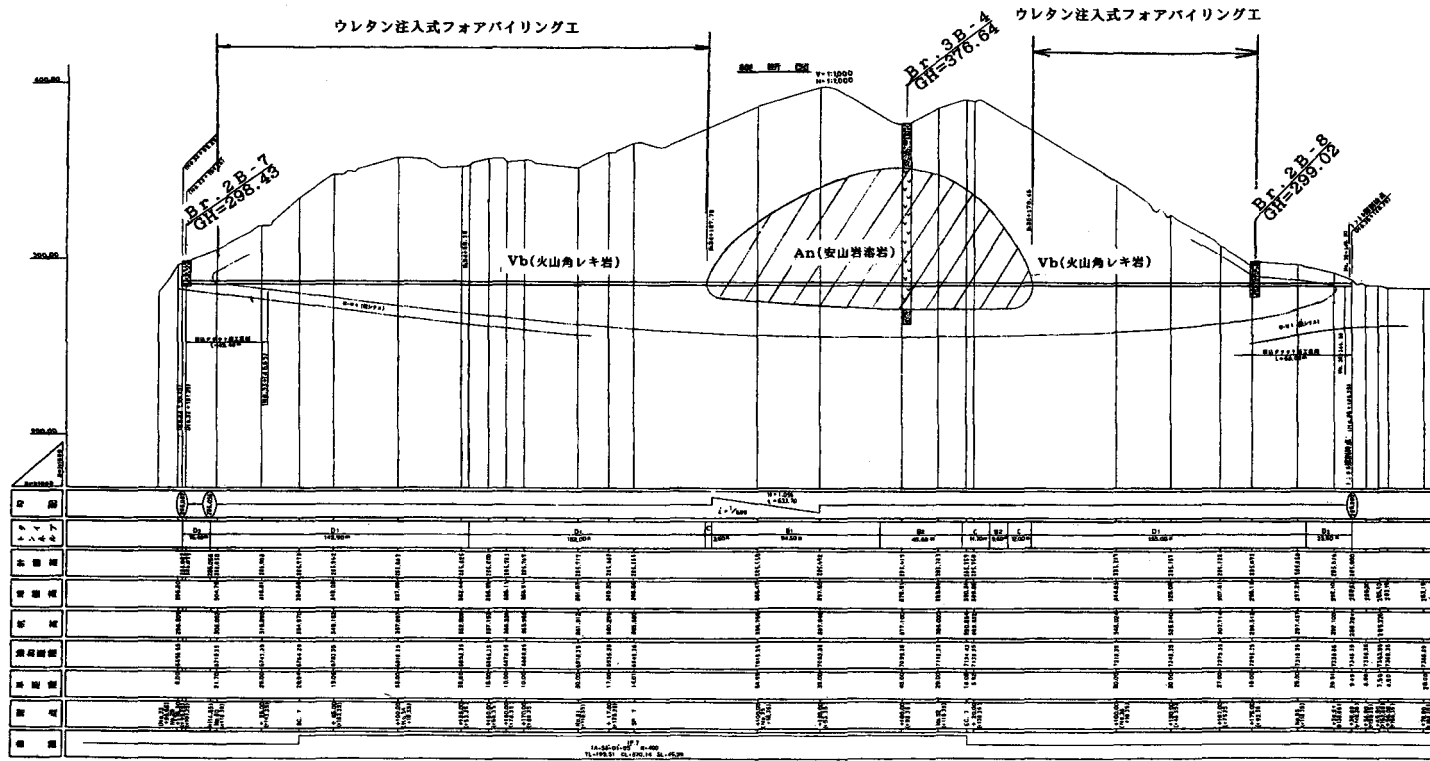


図-2 最終縦断面

## 5. ウレタン圧入式フォアパイリング工法

### ①工法の概要

ウレタン圧入式フォアパイリング工法は、山岳工法によるトンネル掘削において、切羽天端の崩壊防止やゆるみの拡大防止を目的とした、ウレタン系圧入材とボルト材を組み合わせて先受けを行う工法である。

なお、ウレタン圧入材をトンネル周辺の比較的広範囲にわたって圧入し、地山を固結改良させるケースもあるが、ここでは切羽外周に沿って配置したボルト周辺の比較的限定された範囲を固結改良させるものを対象としている。

### ②特徴（効果と施工性・安全性）

- ・圧入作業時間が比較的短く、効果の発現が早く、

圧入後直ちに掘削が可能である。

- ・特殊な作業員を必要とせず、坑内作業員のみによる施工が可能である。
- ・局所的な圧入が可能であり、材料の使用量が少ない。
- ・圧入作業がサイクルに組み込まれる為、工期に与える影響は小さい。
- ・再溶解時の有毒ガスの発生もなく、作業の安全性及び公害の問題もない。

## 6. 施工

### (1)注入量の決定

ロックボルト1本毎のウレタン注入量は、「技術資料 ウレタン圧入式フォアパイリング（ジェオフロンテ研究会発行）」及び現場の地質状況等から

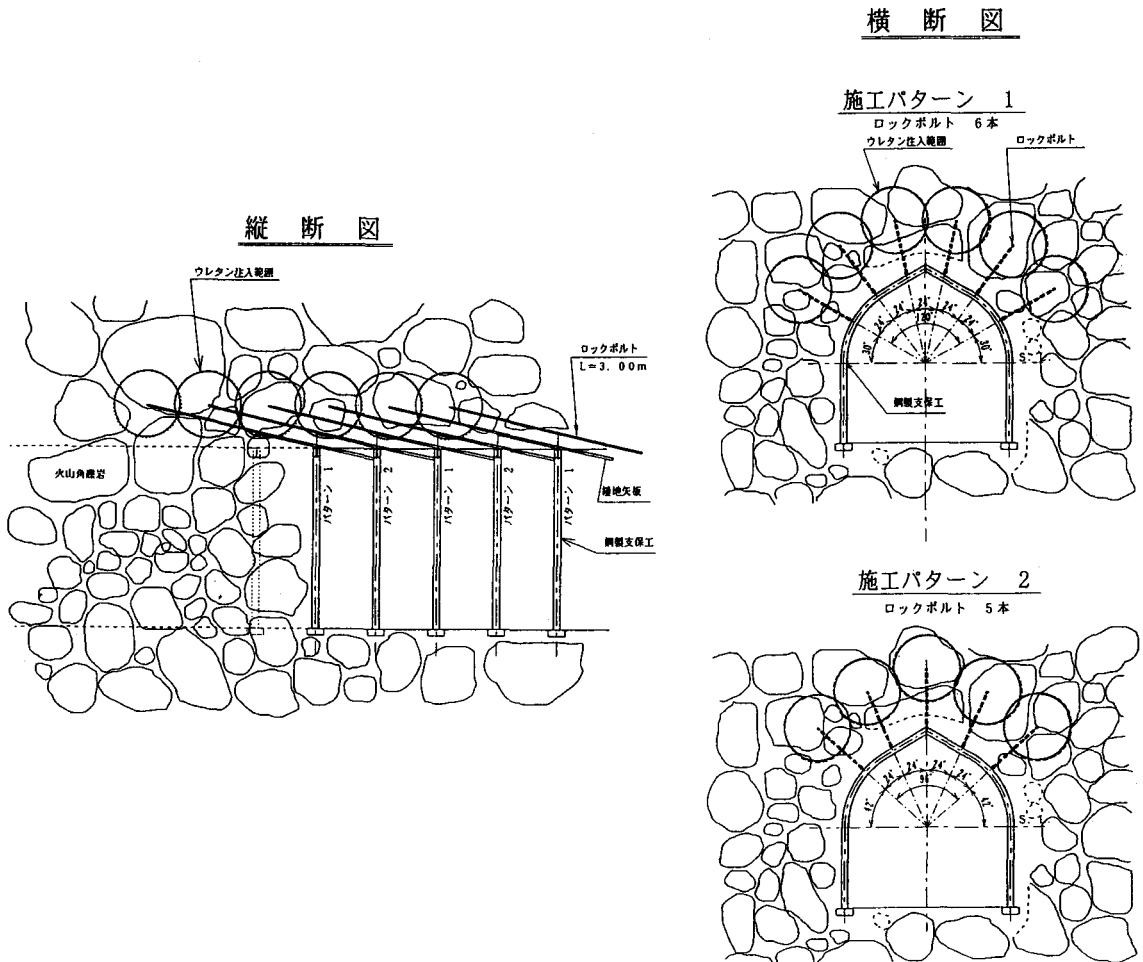


図-3 火山角レキ岩層ウレタン圧入式フォアパイリング施工図

判断し、標準の30kg/本を採用した。

当初、ウレタン注入量を標準の30kg/本として施工を実施したが、施工途中段階において注入量とその注入効果について試験施工を実施し、確認することとした。

試験施工では、注入量を標準の30kg/本からいかに少ない量で所要の注入効果が得られるのか、また標準の30kg/本の注入によって、所要の注入効果が得られているのか等の確認を行った。

試験施工の結果、注入量が20kg/本でも標準の30kg/本と同等の注入効果が得られることが確認できたため、本工事における標準注入量は20kg/本として施工を実施することとした。

## (2)施工方法

### ①ロックボルトの打設

支保工1基ごとに5本、6本のロックボルトを交互にアーチ部に打設する。通常掘削の際使用するドリルジャンボにロックボルト(L=3.0m)を取り付け、下側から交互に1孔おきに打設する。

### ②口元処理

穿孔作業を終了したロックボルトの口元に注入アダプターを取り付け、周辺孔壁の隙間に口元閉塞ホースを挿入して、ウエスを詰める。

### ③注入機の設置・接続

注入機(記録装置とポンプ)と、タンクを耐圧ホースで接続する。

### ④薬液投入

A, BタンクにそれぞれA, B液を投入する。(表-2)

A液は材料の分離が生じるため付属の攪拌機を始動させる。

### ⑤吐出状況

ホース先端の吐出状況を確認する。

### ⑥口元注入

口元閉塞ホースに接続して口元をシールする。

### ⑦本注入

隣接する孔壁を塞ぐ可能性があるため下側から交互に1孔おきに注入する。

### ⑧注入終了

次の項目の規定条件に達したら注入機のスイッチを止める。

- ・注入量
- ・注入圧力
- ・注入の影響による周辺の変化

## 7. 施工管理

施工管理は、ウレタン注入量とロックボルト本数を管理項目とし、特にウレタン注入量については図-4に示す注入量及び注入圧による管理を実施した。また、20kg/本の注入量を設定することにより、それを施工管理の基準値と位置付けた。

火山角レキ岩自体へロックボルトを打設しウレタンを注入した場合、圧力のみ上昇し標準注入量20kg/本での施工が不可能な場合も考えられることから、参考文献により注入圧25kgf/cm<sup>2</sup>を設定し、それ以上の圧力を示した段階で注入作業を終了した。

また、最終的な注入効果の確認については、掘削前に切羽周辺(リークの有無・切羽天端の崩落有無等)を目視により確認し、危険と判断した場合は追加施工によりロックボルトを打設しウレタンを注入することで再度確認を行い施工を実施した。

表-2 薬液(A液, B液)の成分表

薬液名	成分名	化学物名	配合比(%)
A液	ポリオール	ポリプロピレングリコール	67.0
	触媒	有機アミン類	3.0
	減粘剤	脂肪酸エステル類	28.0
	整泡剤	ジメチルポリシロキサン	1.0
	発泡剤	水	1.0
B液	イソシアネート	ポリメリックMD 1	90.0
	減粘剤	プロピレカーボネート	10.0

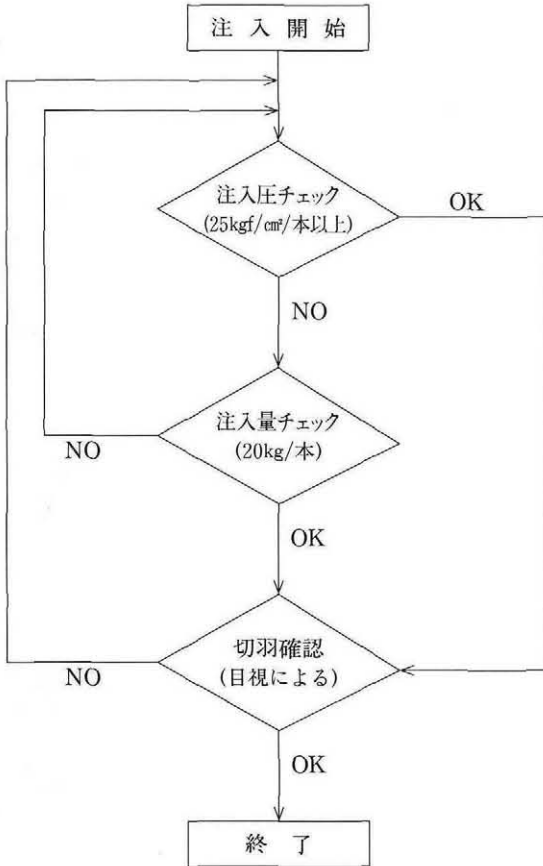


図-4 注入量・注入圧による管理フロー

## 8. 施工結果及びまとめ

全体施工延長(L=649.1m)の2/3にあたる火

山角レキ岩層区間について、このウレタン注入式フォアパイリング工法を採用することによりトンネル掘削を完了することができた。

これは、発泡性の高いウレタン系材料を充填材として使用することにより、材料の体積が約5倍程度に増加し、岩塊の間の砂が充填した部分及び空洞の部分が不規則に存在する地山状況に十分に対応することが可能となったことによるものである。総対的には当補助工法の採用が、切羽上部周辺地山の安定を図りつつ安全な掘削施工を行う上で、非常に効果的であったと評価している。

施工管理面については、試験施工を行うことにより地山の特性に適合した管理(注入量管理(20kg/本)+注入圧管理)が可能になったものと判断している。特に注入量に関しては、標準とされる注入量(30kg/本)よりも少ない注入量で安全な施工を行うことができた。補助工法の適用対象となる地山の状況は現場ごとに大きく異なることから、施工管理方法の決定に当たっては試験施工の実施が必要であると考えられる。

なお、同一工事内においても地山の状況が変化することを踏まえれば、補助工法施工区間全延長について20kg/本という一律の注入量管理を行ったことについては、さらに検討の余地がある。

今後の課題として、ウレタン材料の長期的な強度等について今後のデータの蓄積等を踏まえて、適切な評価を行っていく必要があると考える。

## 9. 施工状況写真

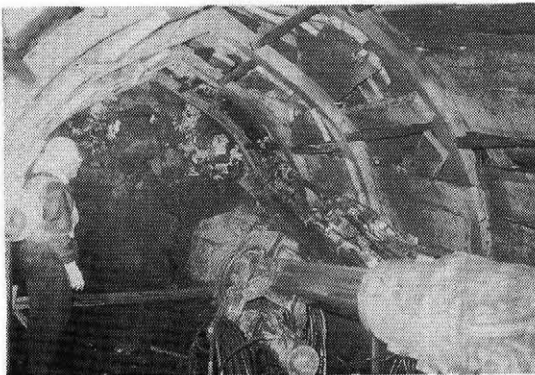
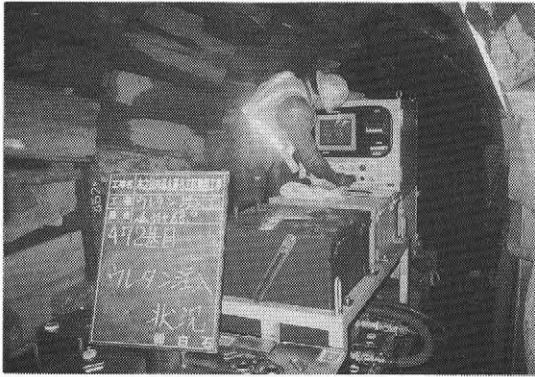


写真-3 穿孔作業



写真-4 ウレタン注入

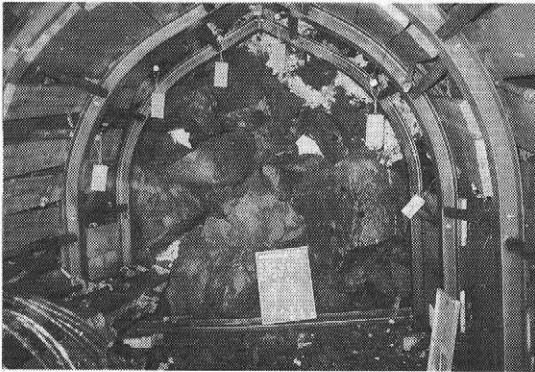




写真一五 圧送ポンプの運転状況



写真一六 ウレタン材料の搬入



写真一七 1パターン注入完了状況



写真一八 ウレタン注入断面詳細

# 佐賀平野におけるクリークの水質について

陣内文仁\*  
(Fumihito JINNOUCHI)

福田敬\*  
(Kei FUKUDA)

三好利臣\*  
(Toshiomi MIYOSHI)

## 目 次

1. はじめに .....37  
 2. 調査の概要 .....38  
 3. 調査結果 .....40

4. 考察 .....42  
 5. 水質保全の課題 .....43  
 6. おわりに .....43

### 1. はじめに

有明海沿岸地域は筑後川、嘉瀬川および六角川等の土砂運搬作用と有明海の大きな潮汐による干潟の進展が著しい。筑後川右岸から六角川右岸に広がる佐賀・白石平野（本稿では、「佐賀平野」）は、このような沖積作用に伴い発達した干潟の自然干陸化と干拓によって陸地化した約340km<sup>2</sup>の平野で、稲麦二毛作体系の全国有数の穀倉地帯である。

佐賀平野は、一般に「有明粘土」とよばれる微細な粘土で含水比が非常に高い重粘質な土壌で形成された低平地である。地形勾配は1/5,000~1/3,000と非常に緩やかで、そのため自然排水が困難で排水に多大の労力を必要とする。同時に、山地面積に対してアンバランスなまでに拡大してきた平野は慢性的な水不足に悩まされてきた<sup>1)</sup>。このため、古くから「クリーク」とよばれる貯水機能と通水機能を併せ持つ農業用の用・排水兼用水路(以下「農業用排水路」)が張り巡らされ、用水の配水や貯留と排水の一時貯留の機能を合わせ持つ水路として利用されてきた。また、その水は農業用水のみならず生活用水としても人々に利用され、クリークは地域住民の生活に密着した場であった。

現在、佐賀平野では県営ほ場整備事業が進められ、その整備率は要整備面積の約95%以上に達している。これに伴い米・麦作は大型機械の導入やカントリーエレベータ等の設置により営農労力の

大幅な省力化が図られ、一方水田の転換畑として施設を利用したイチゴやアスパラガス等の園芸作も盛んである。また、筑後川下流土地改良事業およびその関連事業によって、筑後川沿いの淡水取



図-1 位置図



写真-1 佐賀平野の農業用排水路の状況

\*佐賀県農業試験研究センター 土壌環境部 土壌・肥料研究室

水の合口やクリークの統廃合が実施されており、平成8年度からは佐賀平野の東部には筑後大堰からの導水が開始されるなど、佐賀平野の水利事情は変わろうとしている。

本報告では、平成9年度水質調査結果に基づきかんがい期における佐賀平野のクリークの水環境の現状を分析し、水質保全上の課題について述べる。

## 2. 調査の概要

### (1) 調査地域

佐賀平野の農業用水源の地域的特徴は図-2、表-1に示すように、筑後川右岸の筑後大堰導水地帯（以下、「東部」）、北山ダム・嘉瀬川・川上頭首工の水掛かり地帯（以下「中部」）および六角川

右岸のため池・地下水依存地帯（以下「西部」）の三つの地域に分類することができる。

東部は筑後川の筑後大堰から農業用水として取水された水が、大口径パイプラインによって地域の最上流へ導水されたあと、土水路の幹線用排水路、支線用排水路を通して受益地へ供給される。

中部では、国営嘉瀬川農業水利事業で北部の脊振山地に建設された北山ダムにかんがい水は貯留される。そして嘉瀬川を流下し平野の上流の川上頭首工から取水された水が、コンクリートの用水路によって下流へ送水され、土水路の支線用排水路を通して嘉瀬川の両岸の農地へと配水されている。

西部はかんがい水を取水できる河川が特に少なく、農業用水は山麓部に点在する小規模のため池や地下水に強く依存している。このため、佐賀平

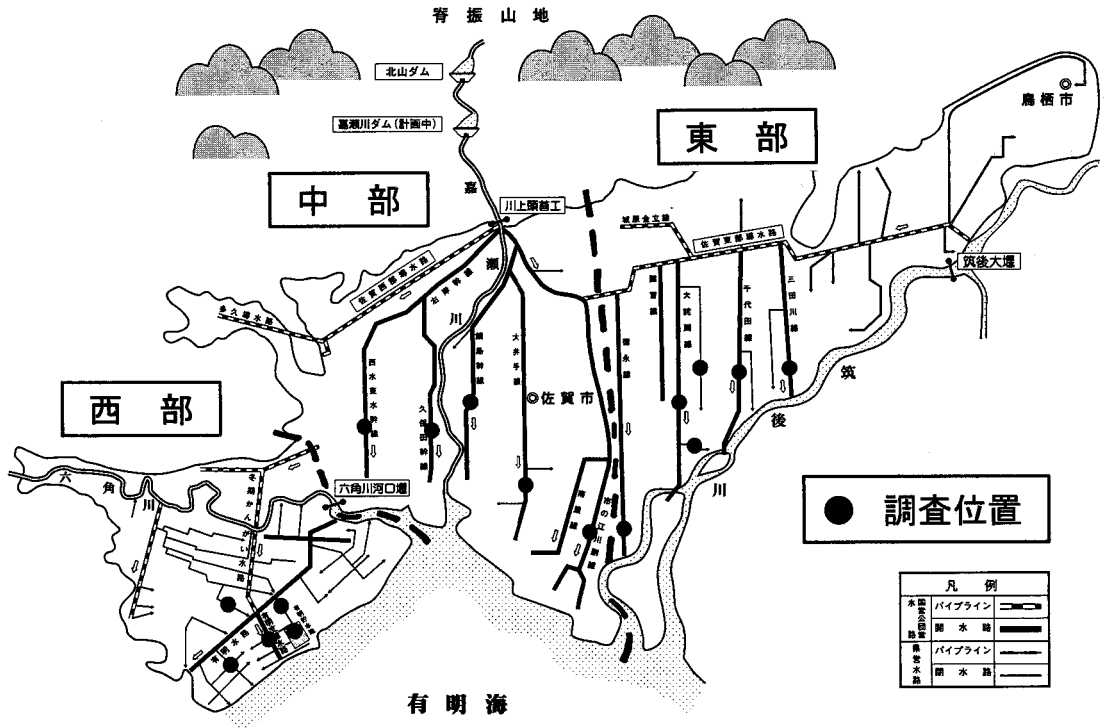


図-2 水質調査位置図

表-1 クリークの分類

地域名	主な用水源	水路の形態	
		幹線水路	末端水路
東部	筑後川	パイプライン導水, 用排兼用水路	用排兼用の土水路
中部	北山ダム	用排分離 (三面水路)	用排兼用の土水路
西部	溜池, 地下水	用排兼用 (コンクリート杭柵)	用排兼用の土水路

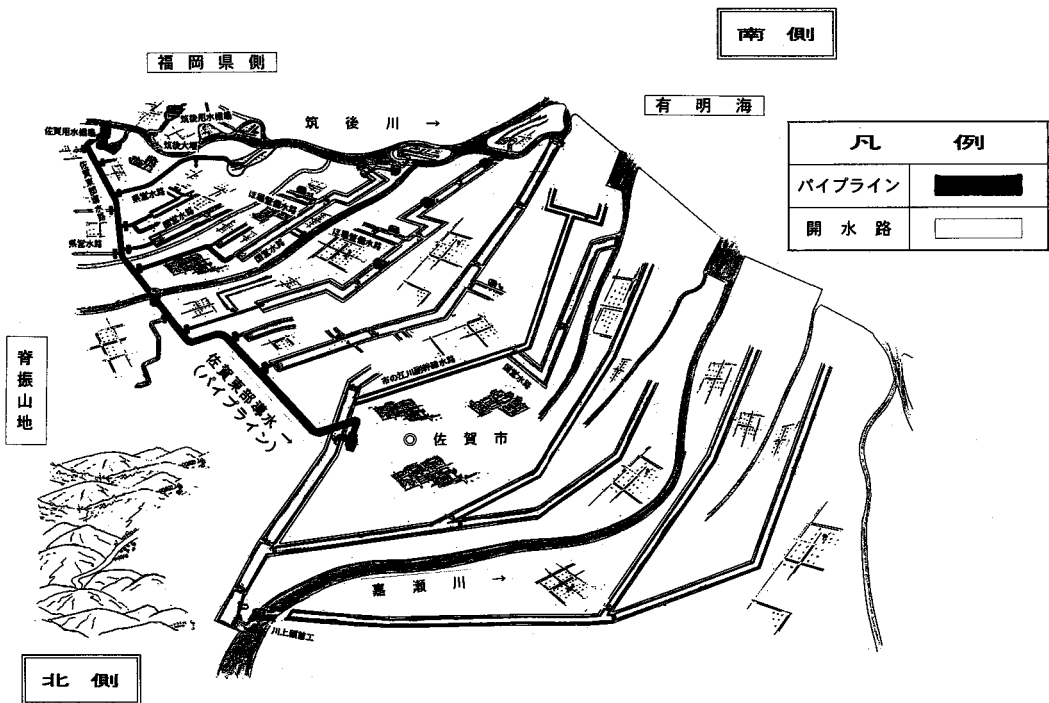


図-3 佐賀平野における農業用排水路やクリークの模式図

表-2 地域別の農業・農村の概要 (平成9年)

地区名	水田面積 (ha)	農家人口 (人)	人口密度 <sup>1)</sup> (人/km <sup>2</sup> )	集落排水 <sup>2)</sup> 進捗率 (%)	主な管内市町村
東部	8,370	29,329	350	20.9	鳥栖市, 千代田町他
中部	13,745	44,650	325	—	佐賀市, 川副町 他
西部	6,795	21,954	323	—	白石町, 福富町 他

(注1) 人口密度は農家人口/水田面積で表した。

(注2) 集落排水進捗率は、集落排水事業の供用にかかる人数が農家人口に占める割合。

野の中では他の地域に比べて用水不足が特に深刻であり、地域外への排水を極力抑え、農業用排水路の水位は常に高めに維持するなど用水の反復利用率を高くしている。佐賀平野の東部・中部の農業用排水路やクリークの模式図を図-3に示す。

地域別の農業・農村の概要<sup>2)</sup>を表-2に示す。

#### (2)調査方法

水質調査は表-3に示すように、平成9年のかんがい期を中心に稲作ステージ毎に無降雨日を選んで8回実施した。平成9年の年間降水量は2,352mm(佐賀市)で、平年値(約1,800mm)に比べて500mm程多雨であった。

表-3 水質調査の採水日 (平成9年)

稲作ステージ	採水日
代かき期	6月18日, 19日
田植え期	6月25日
分けつ期	7月15日, 16日
幼穂形成期	8月6日
穂ばらみ期	9月2日, 10日
登熟期	9月19日, 24日
落水期	10月8日, 14日
落水後	11月13日, 19日

(3)調査項目

調査項目は、かんがい水および生活環境の保全に関する評価の観点から、水素イオン濃度 (pH)、電気伝導度 (EC)、溶存酸素量 (DO)、浮遊物質量 (SS)、全窒素濃度 (T-N)、全リン濃度 (T-P) および水温とした。なお、生活環境の保全に関する基準では、佐賀平野の農業用排水路の滞留性を考慮し、有機性汚濁の指標としては化学的酸素要求量 (COD) とし、富栄養化に関する指標であるリン濃度の調査を行った。以下に農林水産省が定めた農業用水 (水稲) の水質基準および水質汚濁防止法に基づいた生活環境の保全に関する環境基準を一部抜粋して表-4~6 に示す。

また、調査は図-2 に示すように、東部6地点、中部5地点、西部5地点の幹線または支線の農業用排水路で行い、採水については大規模な排水流入箇所から十分遠い地点の表層水を採取した。

表-4 農業用水 (水稲) の水質基準 (抜粋)  
(農林水産省, 1970)

項目	基準値
pH (水素イオン濃度)	6.0~7.5
EC (電気伝導度)	300 $\mu$ S/cm以下
DO (溶存酸素量)	5 mg/L以上
COD (化学的酸素要求量)	6.0mg/L以下
SS (浮遊物質量)	100mg/L以下
T-N (全窒素)	1 mg/L以下

表-5 生活環境の保全に関する環境基準  
(湖沼その1, 抜粋)

項目	基準値
pH (水素イオン濃度)	6.0~8.5
DO (溶存酸素量)	2 mg/L以上
COD (化学的酸素要求量)	8.0mg/L以下
SS (浮遊物質量)	ごみ等の浮遊が認められないこと

(注) 基準値はC類型、利用目的の適応性は環境保全の基準値を用いた。

表-6 生活環境の保全に関する環境基準  
(湖沼その2, 抜粋)

項目	基準値
T-N (全窒素)	1 mg/L以下
T-P (全リン)	0.1mg/L以下

(注) 基準値はV類型、利用目的の適応性は環境保全の基準値を用いた。

3. 調査結果

(1)pH (図-4)

東部は代かき期で農業用水 (水稲) の水質基準値 (6.0~7.5) を若干上回るアルカリ性であったが、他の調査時期では基準値以内であった。pHは代かき期から分けつ期にかけて低下したが、幼穂形成期以降はほぼ中性で安定的に推移した。中部は、東部と同様の傾向を示したが、穂ばらみ期から登熟期にかけてpHが低下した。西部は、かんがい期間内の変動は東部と同様の傾向を示したが、値は他の地域に比べて高めに推移し、分けつ期および登熟期以外は7.5以上であった。

一般に、pHは植物プランクトンの増殖によって高くなる<sup>3)</sup>。この地域の栄養塩濃度、CODが高いことおよび滞留時間が長いことを考慮すればpHが高いのは、他の地域にくらべて富栄養化が進行し、植物プランクトンの増殖が著しいことが原因と考えられる。

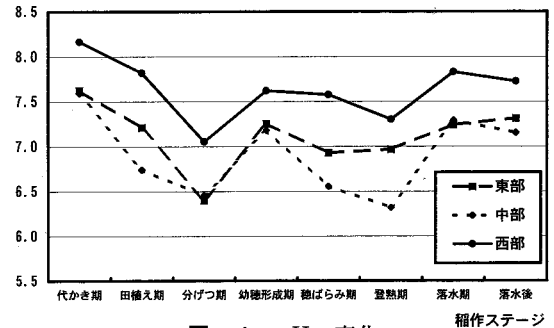


図-4 pHの変化

(2)EC (図-5)

東部および中部は代かき期、田植え期で高く、幼穂形成期まで次第に低下したが、その後ゆるやかに上昇した。西部は分けつ期を除き、かんがい期間を通して農業用水の水質基準値 (300 $\mu$ S/cm以下) を超過していた。

ECは、代かき期、田植え期、落水期および落水後に高く、これは農耕地からの排水の影響によるものと考えられる。

(3)DO (図-6)

東部および中部ともに全調査期間を通じて農業用水の水質基準値 (5 mg/L以上) を満足していた。西部は、幼穂形成期で基準値より若干低かったが、他の時期では基準値を満足していた。

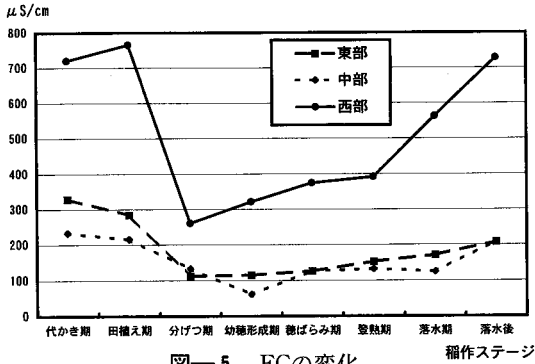


図-5 ECの変化

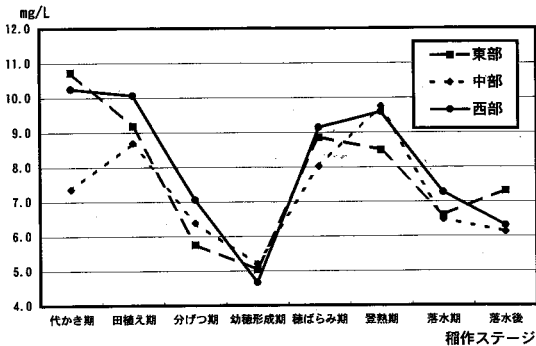


図-6 DOの変化

DOは三地域とも同様の傾向を示し、かんがい初期で高く、その後は低下し幼穂形成期で5 mg/Lと最も低くなった。また、穂ばらみ期から登熟期にかけて再び上昇し、落水期以降低下した。

(4)COD (図-7)

CODの濃度は中部、東部、西部の順に高く、特に西部は全期間を通じて農業用水の水質基準値(6 mg/L以下)を超過しており、幼穂形成期以外は全て10mg/L以上の高濃度で、かんがい初期では基準値の3倍以上を示した。

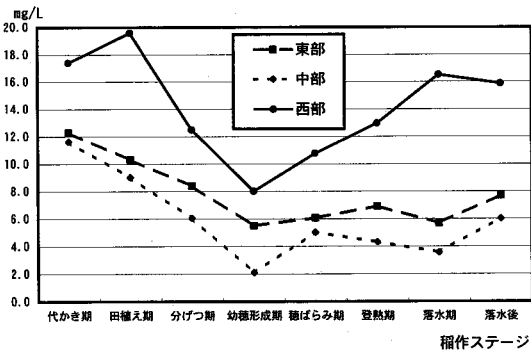


図-7 CODの変化

CODは代かき期、田植え期に濃度が高く、幼穂形成期にかけて低下するが、西部についてはその後大きく上昇し、落水期には16mg/L以上へ上昇した。

(5)SS (図-8)

三地域ともに全調査期間を通して農業用水の水質基準値(100mg/L以下)を満たしていた。

SSは、東部では分けつ期に若干高く36mg/Lであったが、他の時期は20mg/L程度で推移していた。中部では代かき期で最も高く48mg/Lであったが、他の時期は10~20mg/L程度の低濃度で推移した。西部では、幼穂形成期で一旦12mg/Lまで低下したものの、代かき期を除く他の時期では40mg/L以上であった。特に、かんがい期の後半から濃度が高くなる傾向を示し、落水後には97mg/Lまで高くなった。

(6)T-N (全窒素) (図-9)

東部および中部はかんがい期間を通じて1 mg/L前後で推移した。西部は全期間を通じて農業用水の水質基準値(1 mg/L以下)を超過しており、

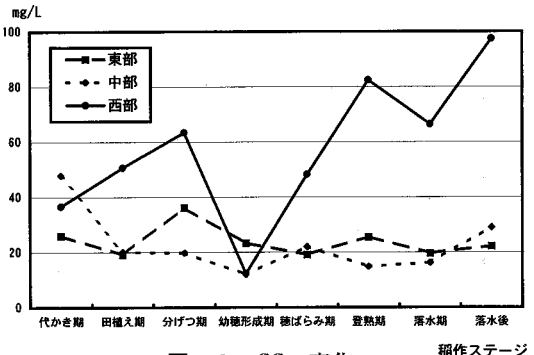


図-8 SSの変化

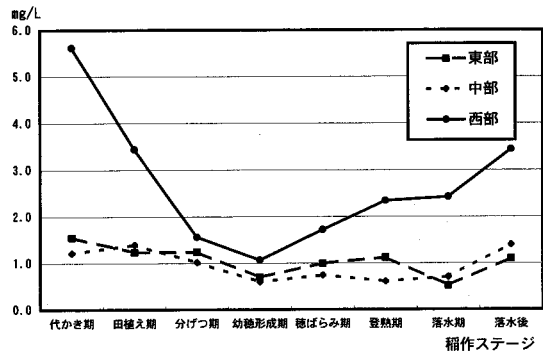


図-9 T-Nの変化

代かき期および田植え期で基準値の3倍以上の高濃度で、幼穂形成期では1.1mg/Lまで低下したものの、幼穂形成期以降は再び上昇する傾向を示した。

(7)T-P (全リン) (図-10)

三地域ともに全調査期間のほとんどで、生活環境の保全に関する環境基準値(湖沼その2, 環境保全) 0.1mg/Lを超過していた。

T-Pは、東部および中部ではかんがい期前半から後半にかけて0.4mg/Lから0.1mg/L程度へ徐々に低下した。西部の濃度は他の地域に比べて極めて高く、代かき期、田植え期に1.5mg/L以上で、その後徐々に低下して落水後には0.54mg/Lとなった。

(8)水温 (図-11)

三地域ともに代かき期から穂ばらみ期までの水温は、稲の発育に対する最低温度(かんがい初期で15~16°C, かんがい後期で15~20°C)から最高温度(かんがい期間で概ね40°C)までの範囲であり、かんがい水温としては問題なかった。<sup>4)</sup>

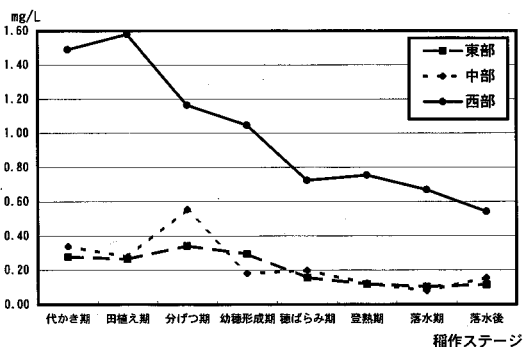


図-10 T-Pの変化

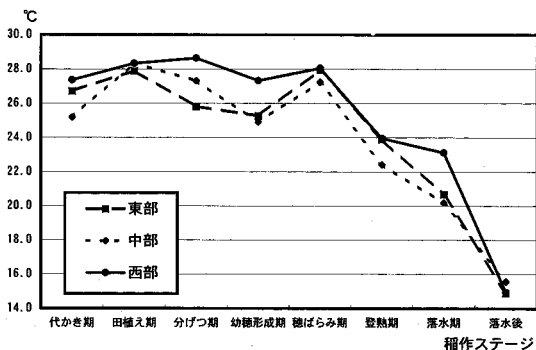


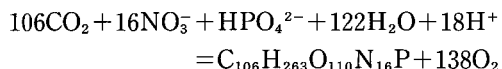
図-11 水温の変化

かんがい期間の水温の年平均値は西部, 東部, 中部の順に低く, 西部と中部の差は約1.4°Cとなった。この差はかんがい用水が大量に必要な中干し期から間断かんがい期にかけて顕著に表れており, 水の蒸発散や低下浸透が激しかったためと考えられる。このことは西部は用水の反復利用率が高くクリーク水の滞留時間が長いのに対し, 中部では常時幹線用水路から用水が供給されているため, 西部に比べてクリーク水の滞留時間が相対的に短く, その結果日射による水温上昇の作用時間が短かったためと考えられる。

4. 考察

水域の富栄養化は栄養成分が一定の濃度レベルを超えて豊富に存在するとき, 水中の藻類の光合成活動が刺激されて過度の増殖が進行し, 透明度の低下, 着色, 異臭, 養殖魚のへい死など2次的被害を与えるようになる場合に問題となる。すなわち, 有機性汚濁の原因(素因)として問題とされる。富栄養化の限界水質は, 多くの研究者によって提案されているが, 概ね夏期の平均水質についてT-Nで0.5~1.5mg/L, T-Pで0.02~0.1 mg/Lといわれている。

また, 富栄養化した水域が有機性汚濁につながる誘因は, 水域内滞留時間や水温, 日射などであるが, 素因となる栄養塩と有機性汚濁の発現特性の関係から制限因子を見ることは, 水質保全方策を考える上で重要である。有機性汚濁の実態を藻類の異常増殖と捉え, 藻類の増殖は次に示す植物プランクトン生産の化学組成式<sup>5)</sup>で表される。



この式から, 植物プランクトン体内の窒素とリンの重量比率はN/P≒7.2となる。したがって, 植物プランクトン増殖を制限する栄養塩は, この値より大きい場合にリン, 小さい場合に窒素となる。

佐賀平野の水質環境について, 西部はCOD, T-NおよびT-Pについて他の地域に比べて高濃度であり富栄養化が著しい。また, 東部, 中部ではT-Nが概ね富栄養化の限界水質程度であるものの, T-Pに関しては富栄養化レベルを大きく超えている。図-12にT-N:T-P比の時期別変動を示すが, いずれの地域も水稻のかんがい期間はT-N:T-P比が7.2より小さくなって

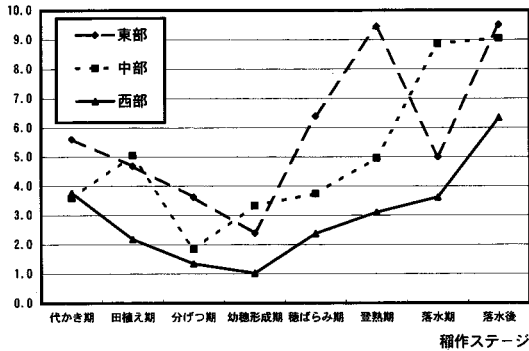


図-12 T-N/T-P比の変化

おり、全域的に窒素規制の水域であると考えられる。一般に、国内河川のT-N:T-P比は平均値で20といわれており、佐賀平野の農業用水はT-N:T-P比が特に低いという特徴がみられる。

地域別にT-N:T-P比をみると、東部および中部のT-N:T-P比が2~6であるのに比べて西部では1~4と小さい。この傾向は、東部地域において筑後大堰からの導水が開始される以前の結果<sup>6)</sup>と同様で、現時点では水環境に対する導水の影響はみられない。

西部のT-PおよびCOD濃度が他の地域に比べて高いことは、白谷や井上の報告<sup>6)</sup>やかんがい水の温度差から流域内の滞留時間との関係が考えられる。西部は水源に乏しく用水の反復利用率の高い地域であり、水域内の滞留時間が長く単位水塊に対する負荷(負荷率)が高いのに対し、東部および中部は用水施設が整備され筑後川や嘉瀬川からの用水が各路線別に農業用排水路まで送水されているので、単位水塊に対する負荷は低いといえる。特に中部では平野の末端まで排水の混入の少ない水が用水路から供給されており、他の二地域に比べ滞留時間が短いので、有機性汚濁は最も低くなった。

## 5. 水質保全の課題

水域の水質保全対策は大きく流入負荷削減対策と水域内対策に分けられる。佐賀平野の農業用排水路への主な負荷源は生活排水と農業排水である。そのうち、生活排水に関しては、今後地域内の水洗化のため小規模な合併浄化槽の整備や農業集落排水処理が拡大していくことが予想され、それにとめない農業用排水路への栄養塩の流入負

荷が増大することが懸念される。滞留性の強い佐賀平野の農業用排水路では、高い栄養塩濃度は有機性汚濁につながる可能性が高く、生活排水の処理についてはできる限り窒素、リン除去の機能を有する方式を採用する必要がある。

また、農業排水に関しては、施肥量の削減や肥効率の高い肥料の利用など施肥方法の改善が重要である。佐賀県農業試験研究センターで実施した20年間にわたる無窒素での水稻栽培試験の結果によると、平年気象年では化学肥料施用の標準田と比べて収量が60~70%との報告<sup>7)</sup>もある。

水域内対策には水中での有機物の分解、沈降、脱窒、水生植物への吸収などの水質浄化機能を活用する方法があるが、このうち水域内から負荷を排除することが期待されるのは脱窒と水生植物への吸収である。しかし、ホテイアオイやマコモなどによる栄養塩吸収作用は既往のいくつかの研究で明らかにされているものの、水域外への排除の困難性と年間総流入負荷量に対する吸収量が僅かであることから、栄養塩類の除去対策としては効果的とはいえない。むしろ、佐賀平野の農業用排水路の水質浄化は脱窒機能を適正に評価し活性化することであろう。脱窒の多くは水路における底質土表面の好気層と嫌気層の間で行われるため、水中を好氣的に維持することにより、水中の有機物の分解、硝化が速やかに行われ、脱窒の促進が期待される。好氣的なクリークの底質表面での脱窒速度は水田の脱窒能力と同等との報告<sup>8)</sup>もみられる。

また、上述のように佐賀平野の農業用排水路の富栄養化は地域内の農業用水の滞留と反復利用によって加速され、同時に有機性汚濁が進行し、その程度は滞留時間によって違いがみられる。このため、クリークの水質保全のためには地域内の水交換率を高めるとともに、窒素負荷の軽減を図ることが重要と考えられる。

## 6. おわりに

佐賀平野の水質環境について、三つの地域に分けてその特徴を分析した。その結果、全域内に農業用排水路の富栄養化の状態にあり、特に西部の白石平野では水質汚濁が著しく、栄養塩濃度およびCOD濃度が極めて高かった。これは、水域内の水の滞留時間の違いによるもので、用水源に



乏しい西部では用水の反復利用率が高く滞留時間が長時間となるためであると考えられた。

有機性汚濁の防止には窒素とともにリンの濃度を低くする必要がある。地域内の負荷削減のためには、農業集落排水の高度処理の推進と農地排水にともなう排出負荷管理が重要である。また、水質浄化機能の強化と水交換率を高める対策として、特に西部では新たな水源からの地域内への導水の早期実現が強く望まれる。

#### 謝辞

当報文の作成にあたっては、農林水産省農業工学研究所水環境保全研究室白谷栄作主任研究官には報文について校閲して頂いた。また、同省九州農業試験場生産環境部資源評価研究室の樽屋啓之室長、久保田富次郎研究員、宮本輝仁研究員、佐賀県農林部の農村計画課、農村整備課および農産普及課、出先機関の佐賀中部農林事務所、鳥栖農林事務所、武雄農林事務所の関係各位には様々なご意見、ご感想や参考資料等を頂いたことをここに記し、深謝いたします。

#### 参考文献

1) 松村 修・安中武幸・白谷栄作・上村春美・

山本徳司：筑後・佐賀平野の水利用と農地の発展，九州農試研究資料，73，pp.1-117，1988

- 2) 佐賀県：佐賀県農業の概要，1997
- 3) 白谷栄作：農村流域の水環境保全対策，平成9年度佐賀県農業土木技術職員技術研修資料，1997
- 4) 農林省農地局，土地改良事業計画設計基準第2部第1編カンガイ第5章水温水質，p1-3，1967
- 5) 田淵俊雄・安楽敏・中曽根英雄・柚山義人：地域環境工学シリーズ4，清らかな水のためのサイエンス—水環境学—，農業土木学会，1998
- 6) 白谷栄作・井上久義：クリーク水田地帯の富栄養化機構と水質保全方策，シンポジウム「流域環境保全と土・水資源の利用（日本学術会議・農業土木学会）」講演集，pp.36-43，1995
- 7) 佐賀県農業試験研究センター：平成9年度土壤保全対策事業成績抄録，1998
- 8) 塩福輝雄・井上久義・白谷栄作・久保田富次郎：流水式溶出試験法による底質からの溶出速度の推定について，農業土木学会大会講演要旨集，pp.472-473，1995

# 排水トンネルの地下水位低下の評価

—計画と実施後の比較—

角 井 好 昭\*      北 井 武 司\*  
(Yoshiaki KAKUI)      (Takeshi KITAI)

## 目 次

I. はじめに	45	IV. 地山地下水位の変化	47
II. 計画	45	V. 地下水流動解析の条件設定に際しての問題点	50
III. 排水状況及び水質	46	VI. おわりに	52

### I. はじめに

直轄地すべり対策事業板倉地区は新潟県南西部の上越地方に位置し、全国でも有数の地すべり多発地帯である東頸城丘陵にあり、標高200から600m、面積約500haの地区である。

このうち特に釜塚・段子差区域は、図1及び図2に示すとおり、丈ヶ山(標高571.6m)の麓を地すべり頭部とし大熊川(標高約150m)に向かって長さ1.7km、幅1.0km、最大深度140mにおよぶ特筆すべき大規模地すべりの移動が認められている。

この大規模地すべりの中には活発な二次地すべりがあって多くの被害を与えており、これらの要因としては、大規模地すべり上方の安山岩の貫入岩体よりなる丈ヶ山からの豊富な地下水供給が考

えられ、今後大規模地すべり末端部の二次地すべりの進行等により大規模地すべり塊自体も不安定化する可能性があると考えられている。

このことから、大規模地すべり対策として、3本の排水トンネルを主体とした地下水排除工を計画し安定性を確保することとした。

報文は、工事を実施した1号排水トンネル(平成4～6年施工、L=600m)における計画時の推定地下水位とトンネル施工後の地下水位変化を比較し、排水トンネルの有効性評価について報告するものである。

### II. 計画

排水トンネルからの集水ボーリングは、旧すべり面I及びその周辺(大規模地すべりに関連する

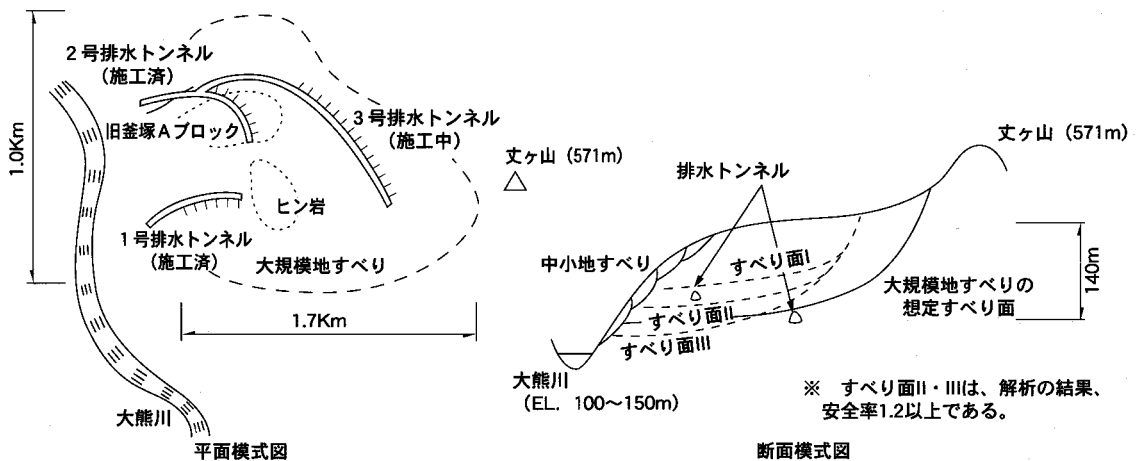


図1 大規模地すべり概念図

\*北陸農政局上越土地改良建設事業所

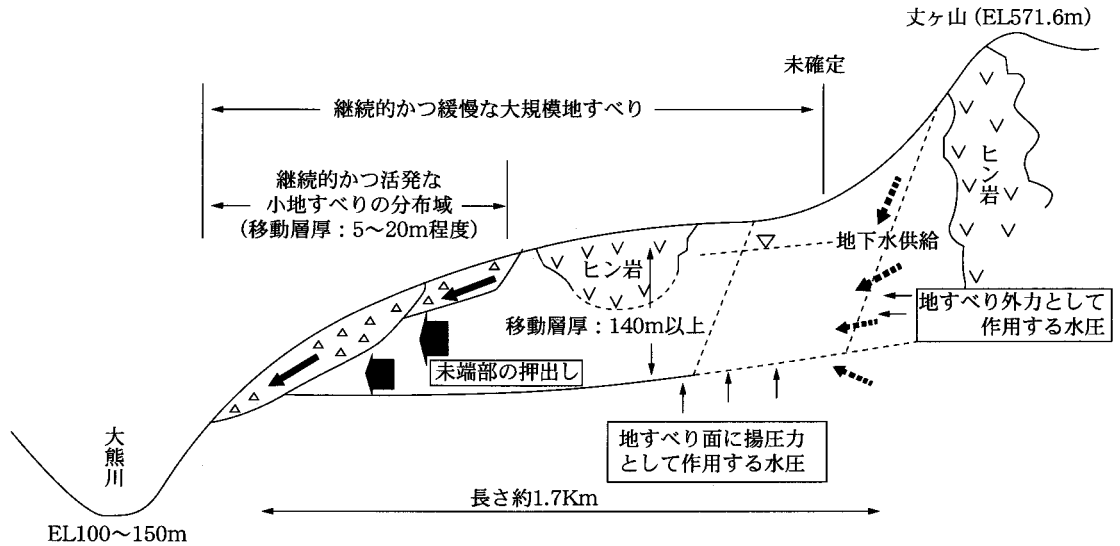
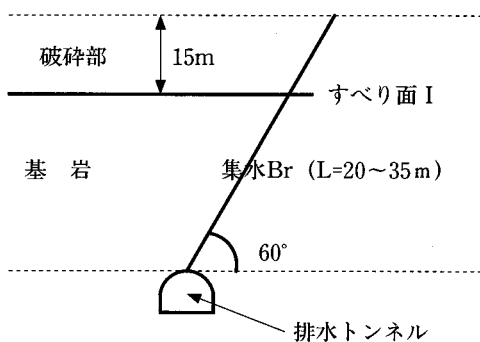


図2 釜塚・段子差大規模地すべり模式図

地下水帯水層は湧水圧試験，地下水検層及び孔内水位変化等の試験結果から，概ね地すべり面I周辺とその上部10~15mに分布している)の被圧されている地下水を排除し間隙水圧を低減することを目的として，トンネル上部の地下水流量の1/4を排出し，10~20m程度の地下水低下を図る計画とされていた。

- 計画排水量：40~50ℓ/min
- 集水ボーリング延べ延長：L=1,270m
- N=41孔 (L=25~35m)
- すべり面標高 +15mの位置まで
- 仰角：60°



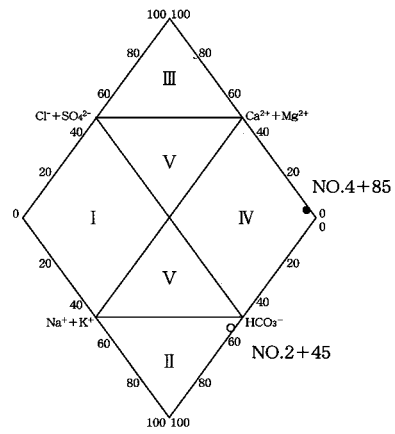
### III. 排水状況及び水質

排水トンネルの効果を評価するために月1回実施しているトンネル内の各種観測結果は以下のとおりである。

### (1) 水質

集水ボーリング孔からの排水量は凝灰岩部付近で多く，泥岩部では微量である。

このため，両者の排水量の相異要因が地下水の供給源の違いから来るものと想定されることから水質試験を行った。



- 領域 I：アルカリ土類重炭酸塩
- II：アルカリ重炭酸塩
- III：アルカリ土類非炭酸塩
- IV：アルカリ非炭酸塩
- V：中間的組成 (II、IIIに合併することもある)

I~IVの組成は，仮想的結合による塩類名で示し，IをCa(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>型，IIをNaHCO<sub>3</sub>型，IIIをCaSO<sub>4</sub>又はCaCl<sub>2</sub>型，IVをNa<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>又はNaCl型と呼ぶこともある。普通の淡水は，I、IIとこれらに接するVの領域にあり，IIIは鉱山、火山性の水に多くみられるタイプであり，IVの典型的なものが海水である。

図3 キーダイアグラム

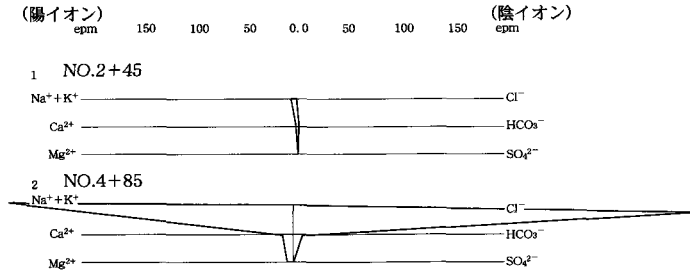


図4 ヘキサダイアグラム

表1 電気伝導度及びトリチウムレシオ  
(単位: ms/m, TR)

採取試料	電気伝導度	トリチウムレシオ
凝灰岩部 (NO.2+45)	50	15
泥岩部 (NO.4+85)	2,000	3

この結果を図3及び図4(凝灰岩部及び泥岩部から採水した試料のキーダイアグラム, ヘキサダイアグラム)に示す。

また,表1に電気伝導度及びトリチウムレシオを示す。

泥岩部(NO.4+85)の排水はアルカリ非炭酸塩に分類され,Na+とCl-の濃度が極端に高い,また,海水と同程度の電気伝導度を有しており,トリチウムレシオが3であることから化石水に近いものと考えられる。

凝灰岩(NO.2+45)の排水はアルカリ重炭酸塩に分類され,トリチウムレシオから概ね近年(5年以内)の降水と考えられる。

このように,集水ボーリング孔からの水質は,場所により著しく偏りがあることがわかる。

#### (2) 排水状況

排水量については,工事完成後の集水ボーリング水量と排水ドレーン水量を観測しており,図5に排水量経時変化図を示す。

集水孔とドレーンからの排水を合計すると10~45ℓ/min程度の排水量であり,冬季に多く夏季は少なく,また,凝灰岩中の集水ボーリングからの排水量は徐々に減少している一方で,泥岩中の集水ボーリングからの排水量はほぼ一定している。

以上,現時点で排水量という観点から評価すると排水量自体としては,10~45ℓ/min程度であり,計画での40~50ℓ/minを下回っている。

しかしながら,本トンネルは地すべりを引き起こす要因である間隙水圧の低減を目的としており,排水量のみで効果を判断することはその目的から妥当でないと考えられる。また,水質から見て表層部の降水に近い地下水ではなく,計画で対象とした深い地下水(泥岩中の化石水)を多く排水していることは明らかであり,この点では計画の通りと考えられる。

#### IV. 地山地下水水位の変化

1号排水トンネル付近においては,図6に示すように深層,浅層合わせて10孔で地下水水位の観測を行っている。

##### (1) 浅層地下水水位

浅層地下水水位観測は,トンネル設置に伴う地表付近の地下水水位への影響を把握するために行っているもので,1号排水トンネル周辺の,浅いストレーナーを有する(不圧地下水水位を観測できる)地下水観測孔の水位経年変化を図9に示す。

浅層地下水水位については,トンネル設置前後の変化は認められておらず,トンネル設置による影響はほとんどないと言え,降雨による変動は見られるもののトンネル施工による低下は見られない。

##### (2) 深層地下水水位

深層地下水が本地域の地すべりに対して影響を与えているものとして考えられており,1号排水トンネルは,旧大規模地すべりの想定すべり面Iの間隙水圧低減を目的としている。現状では,大深度にあるすべり面の間隙水圧を直接測定することは技術的に難しく,すべり面付近のストレーナーをもつ地下水観測孔の水位をもって,評価を行うこととした。

深いストレーナーを有する地下水観測孔について,トンネル設置前後の周辺地山地下水水位変化を図7に,観測孔毎の水位経年変化を図8に示す。

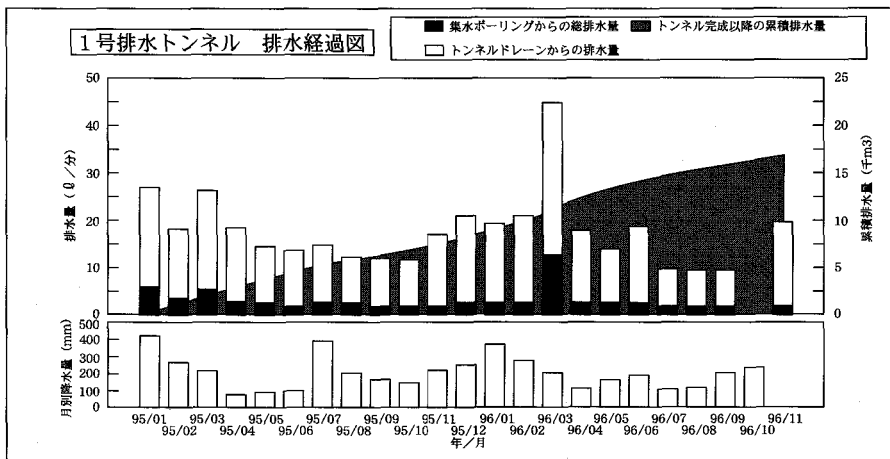
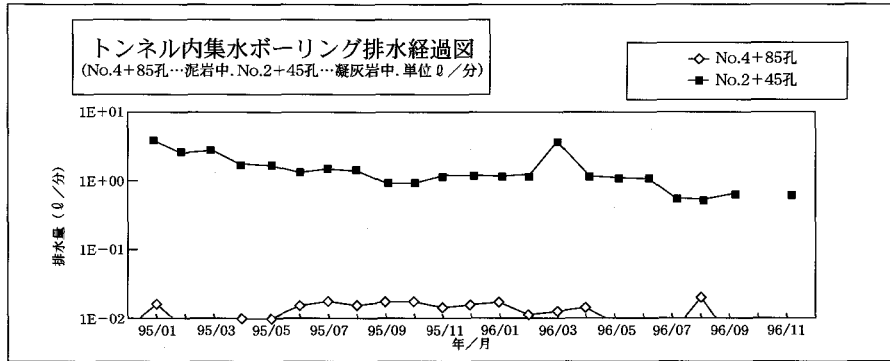


図5 排水量経時変化図

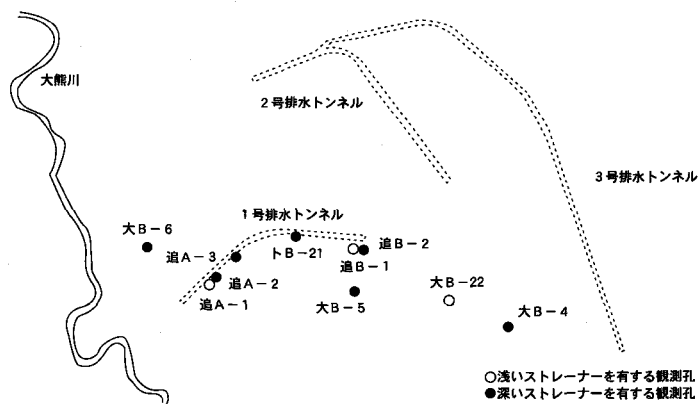
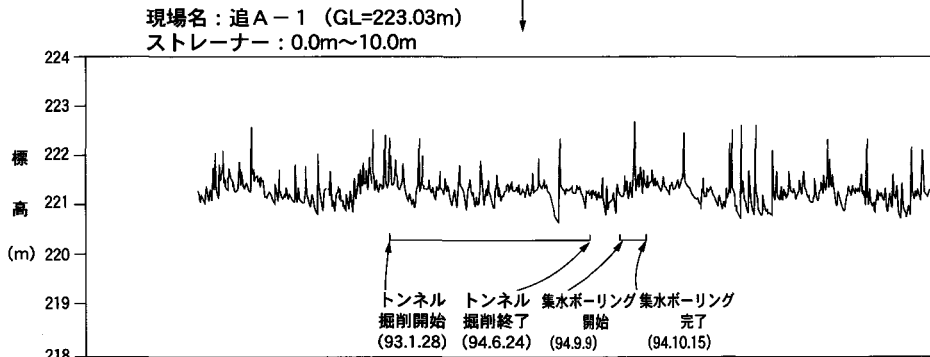
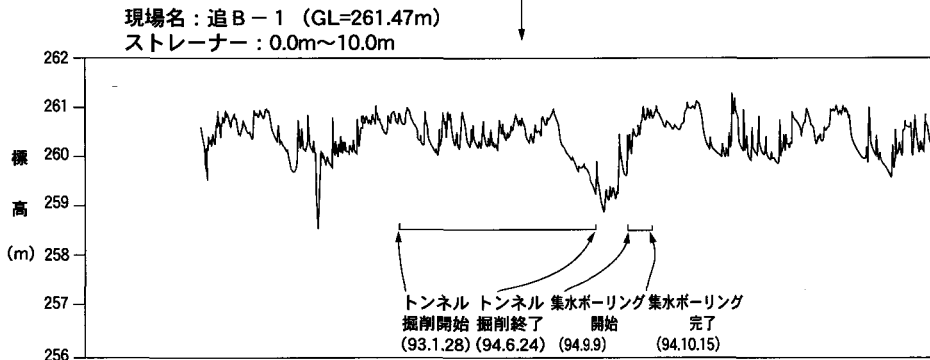
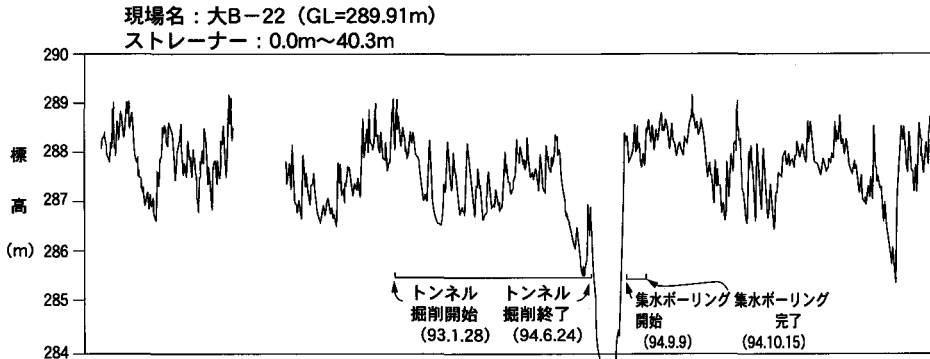


図6 地下水観測孔位置図



測線上の丈ヶ山方向



測線上の大熊川方向

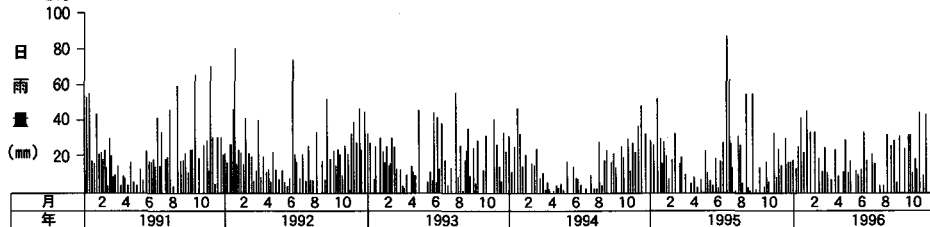


図9 浅層地下水位経年変化図

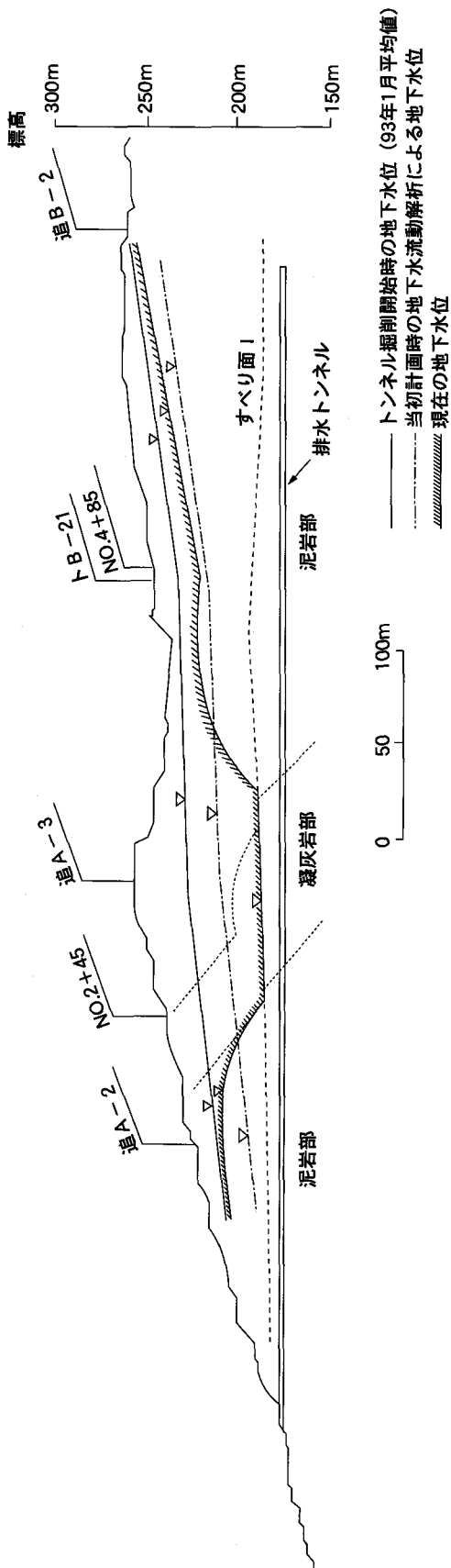


図7 排水トンネル施工前後の地下水位変化図

- ①凝灰岩部の地下水(追A-3)は30m程度低下している。
- ②しかし、追A-3付近の集水ボーリングからはほとんど排水がなく、同じ凝灰岩でも大熊川側からの排水が多いこと、水質が降水に近く若い地下水であることなどから考えて、計画時に想定していた山側から大熊川へという様な地下水の流れではないと考えられる。
- ③泥岩部の地下水(トB-21)は10m程度の低下しており、現在も継続低下中である。
- ④トンネル断面上における地下水位の低下量は一部の場所を除いて計画を下回っている。
- ⑤トンネル直上に位置する観測孔では水位低下が認められるが、近隣の観測孔では、必ずしもその影響がでていないようにも見える。当初計画に比べ、地下水位低下の影響範囲が非常に小さく、トンネル直上部付近の地下水位低下にとどまっている。(計画ではトンネルから約150m離れた大B-5孔で20mの水位低下が見込まれているが、現状では明らかな地下水低下は認められていない)

以上から、岩質の違いに起因するものと考えられるものの、泥岩内部の地下水涵養機構(流れ)と凝灰岩部の地下水涵養機構は根本的に異なることが判明したといえる。

また、泥岩部分については、排水量、その影響範囲、トンネル切羽状況から考えて、微少な潜在亀裂を通じての選択的かつ偏在的な地下水流動が考えられ、当初の想定よりも見かけの透水係数ははるかに小さいことが考えられる。

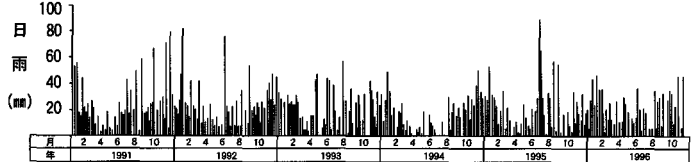
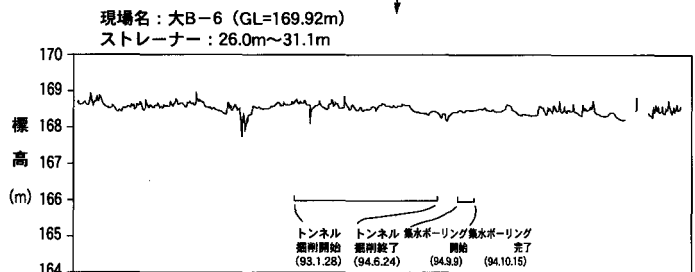
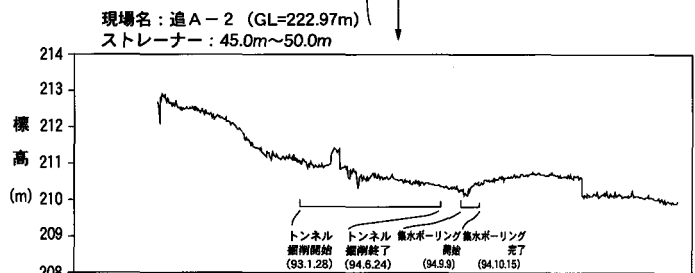
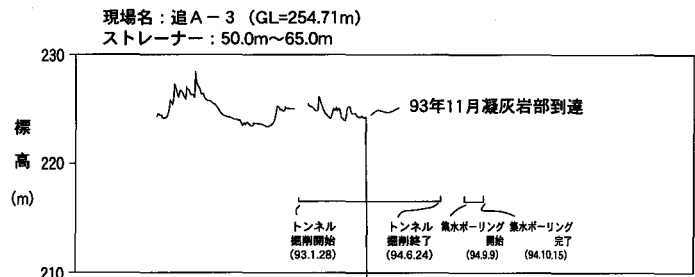
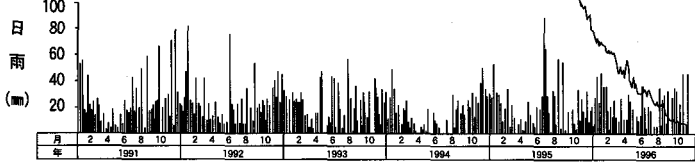
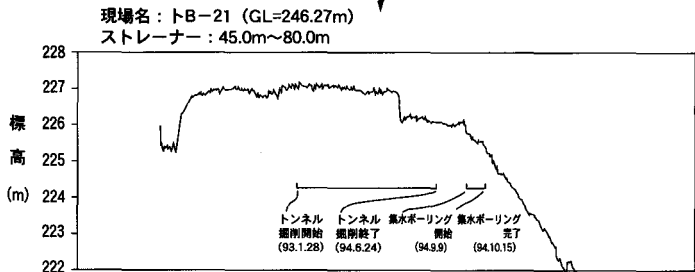
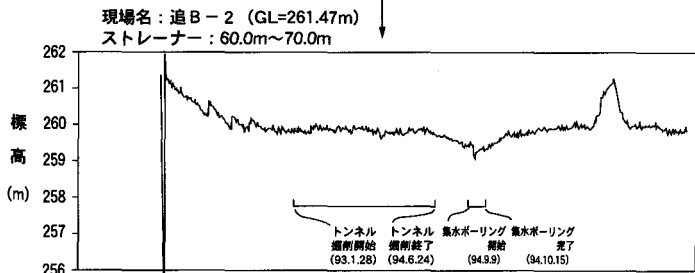
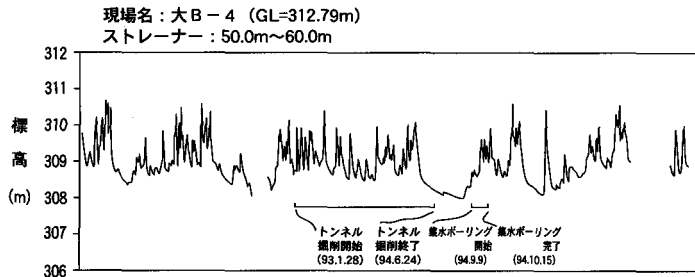
地山地下水位の低下という視点からの1号排水トンネルの評価は、すべり面付近の地下水位低下状況により計画と現況地下水位には差があり、現時点では所定の効果は得られているとは言えない。

#### V. 地下水流動解析の条件設定に際しての問題点

地下水流動解析は、平成元年度から平成3年度にかけて実施され、排水トンネルの有効性評価、路線決定の根拠として用いられている。

しかしながら、当時の解析結果とトンネル施工後の現実の地下水変化を比較すると以下の点が大きく相違している。

- ①既存解析では自由地下水位が大きく低下しているが、(この解析結果を根拠にしてトンネル終点を中央部ヒン岩帯手前に設定した)、実際の観測では



測線上の  
丈ヶ山方向  
↑  
↓  
測線上の  
大熊川方向

図8 深層地下水位経年変化図



全く水位変化が認められない。すなわち、実際には複雑な被圧形態となっている可能性が大きい。  
 ②解析ではトンネル周辺観測孔の深部地下（位）が10m以上も大きく低減することとされているが、実際の観測では（路線上の観測孔や一部凝灰岩部を除き）0～数m程度の小さな水頭低減にとどまっている。特に、水頭低減の影響範囲が非常に小さい。当時の解析で得られた水位低下量と実際の観測結果との比較を下表に示す。

表2 水頭低減量の比較 (単位: m)

孔名	当初解析	観測結果	水位の位置
大B-4	6.7	ほぼ0	泥岩中
大B-22	10.0	ほぼ0	ヒン岩中
大B-5	16.2	ほぼ0	ヒン岩最下部
追B-2	16.2	微少	泥岩中
トB-21	16.2	約10	
追A-3	18.2	約35	流紋岩中
追A-2	18.2	約1	泥岩中

(トB-21は、1.5m/年で継続低下中)

よって、既存解析条件の設定に際しての問題点として次の事項が挙げられる。

- ③トンネルの解析条件が「トンネルの鉛直上方を浸透する全浸透量の1/4を排水できる」として排水量を固定しているため、実際よりも過大な水頭低下計算となっている可能性がある。(トンネルの排水量が計算する前から設定されているのと同じである)
- ④涵養源はモデル山側(丈ヶ山)の側面のみで、地表面からの涵養は考慮されていない。
- ⑤電気伝導度等、地下水の水質が深層と浅層で大きく異なることに代表される鉛直方向の地下水機

構の違いが考慮されていない。(既存解析結果は、深層の地下水が自由地下水であるかのような結果となっているが、実際には浅層と深層で2オーダーの電気伝導度の差があり、地下水機構が大きく異なっていることが推定される)

⑥全体的に計算に用いている(見かけの)透水係数が大きすぎる。(透水係数はボーリング孔内の簡易揚水試験結果を参考としているが、簡易揚水試験結果は、孔壁の破碎状態に影響されるほか、原理的に鉛直方向の透水係数には反映されにくい。また、ごく一部の透水性亀裂の有無により結果が大きく影響されてしまう)

## VI. おわりに

このように、現時点では1号排水トンネルでの地下水位低下量は計画値を下回っている。

しかしながら、トンネル直上に位置する調査孔(トB-21, 追A-3, 追A-2)での地下水位は現在も低下中であり、今後の排水効果が期待されるものと考えられる。

なお、トンネル周辺への影響範囲が非常に小さいこと並びにトンネル終点付近(追B-2)の地下水低下量が微少であると、また、地下水涵養機構・透水係数が当初の想定と異なることなど、本地区のように広域かつ複雑である場合は地山地下水の流動を再現するためにはかなりの調査事項が必要であると考えられる。

よって、これまでに得られた各種調査結果により、地下水解析の水文モデルを修正し、効果的な追加集水ボーリング対策を図っていく予定である。

# 管水路における簡易水位計

服部 眞 治\*  
(Shinji HATTORI)

小林 勲\*\*  
(Isao KOBAYASHI)

下平 達也\*  
(Tatsuya SHIMODAIRA)

## 目 次

1. はじめに .....	53	5. 従来工法との比較 .....	55
2. 地区の概要 .....	53	6. 現地設置結果 .....	56
3. 簡易水位計の導入理由 .....	53	7. 今後の課題 .....	56
4. 簡易水位計の概要 .....	55		

### 1. はじめに

本稿は、平成10年3月度に土地改良事業設計基準「パイプライン」の改訂により、維持管理面を考慮した圧力計の取付方法が追加されたことから、平成7年度に県営かんがい排水事業明治用水地区の管水路22,969mに設置した簡易水位計について報告するものである。

### 2. 地区の概要

明治用水地区（昭和57年度～平成7年度）は愛知県の中央部に位置する西三河の安城市外5市にまたがる水田約2,100haを受益地としているが国営矢作川総合農業水利事業（昭和45年度～平成元年度）の下流の管水路化のため、実施されたものである。

この地区の水源は、矢作川に依存しているが、昭和29～41年に県営事業で改修された水路は老朽化が進み、かつ分土工が多く水利用が効率的ではないため、末端では用水不足を生じ、生産性の低下をきたしている。

このため、県営かんがい排水事業では4路線の開水路を3路線（2路線を菅網で実施）の管水路に改修して、水管理の合理化と水資源の有効利用を図り、事業経営の安定を図るものである。

### 3. 簡易水位計の導入理由

この地区の管水路は、表-1のとおり1路線が

約10～4kmの長大な延長を有するが、その下流水路も他事業により管水路化が進められており、最終的には3路線とも下流も含めて、全体が管水路化される計画であった。

平成4年度までの工事後の通水は、管水路から開水路への自由流出となり、また、有効水頭も約4～7mあることから、問題は生じなかった。しかし、平成5年度に西井筋用水路が下流の管水路と接続され、配水システム全体が管水路で構成された平成6年度において、計画流量が通水できない事態が発生した。

このため、早急な対策が必要となり、平成6年度のかんがい期間中に、通水時における動水位を調査し、原因を明らかにするとともに、平成7年度には対策工事を実施することとした。動水位の調査にあたっては、出来る限り多くの地点で測定するために、西井筋用水路に33箇所設置されている通気施設のうち17箇所を利用することとした。

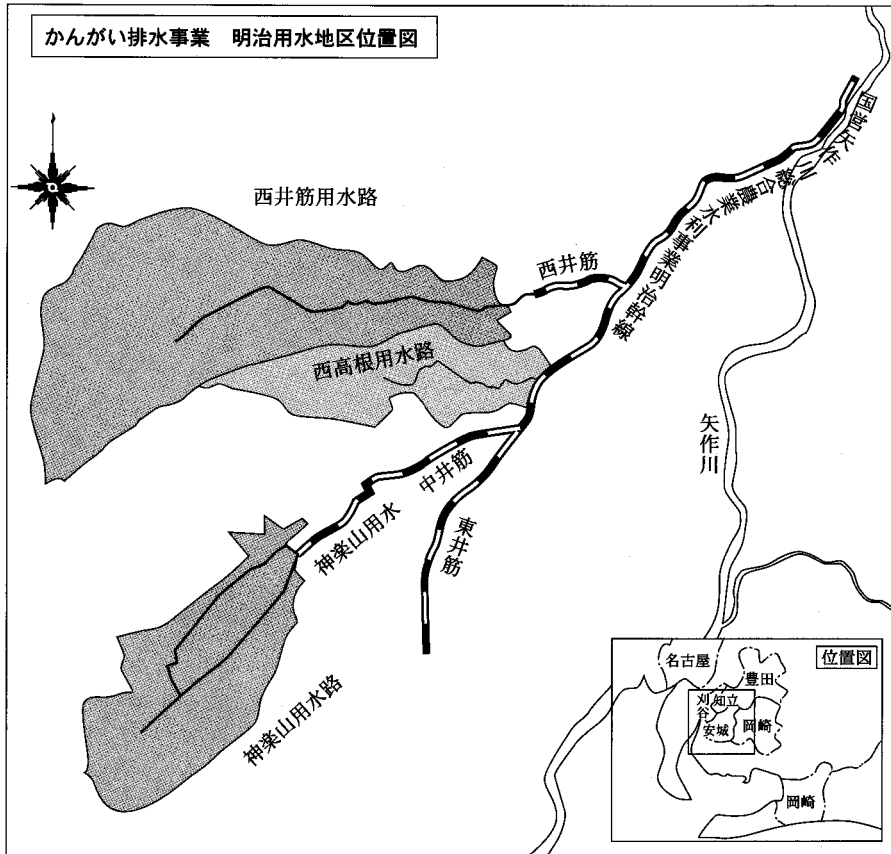
西井筋用水路は、静水圧が4.3～12.3m有効水頭が最大流量時に1.8～7.0m（平均5m程度）あることから、通気施設として空気弁が設置されておりこの空気弁の副弁を残して空気弁本体を外し、ポンプ場等でよく見られる圧量計を取付けて、動水位を測定した。（図-2）

調査した結果、通水障害の原因は、必要な箇所には空気弁が設置してあったが、

- ・サイホン部等布設勾配の急激な変化部
- ・片落管

等において、空気だまりができていたことであった。平成7年度の工事では、調査結果に基づく改

\*愛知県農地林務部農業用水課  
\*\*愛知県幡豆農地開発事務所基盤整備課



図一 一般平面図

表一 施設の概要

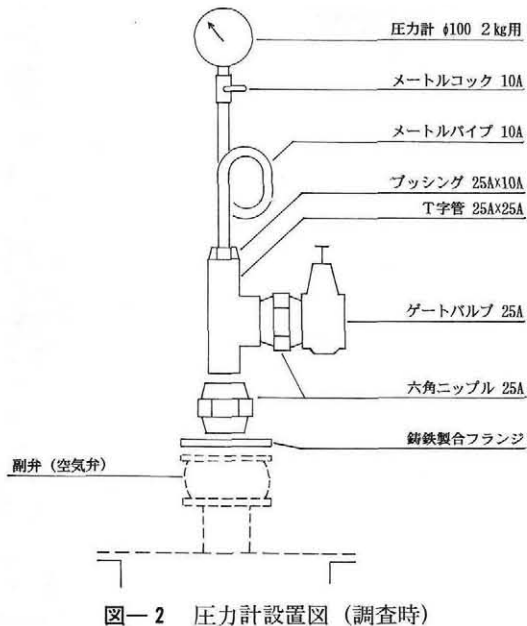
路線名	受益面積 ha	用水量 m <sup>3</sup> /s		延長 m	断面 mm	分土工 ヶ所	空気弁工 ヶ所	制水弁工 ヶ所	監査工 ヶ所	水位計 ヶ所
		代播期	普通期							
西井筋用水路	839.4	3.886 ~ 0.619	2.604 ~ 0.415	8,530	φ2,000 ~ φ 900	42	33	6	20	6
西高根用水路	364.7	1.569 ~ 0.865	0.933 ~ 0.514	4,244	φ1,800 ~ φ1,000	26	26	2	9	2
神楽山用水路	879.6	3.716 ~ 0.494	2.138 ~ 0.284	10,195	φ1,350 ~ φ 800	73	26	11	18	9
計	2,083.7	9.171 ~ 1.632	5.675 ~ 0.981	22,969		141	85	19	47	17

良工事と、調査に使用した圧力計の有効利用のため3路線に、水位管理用の簡易水位計として設置した。

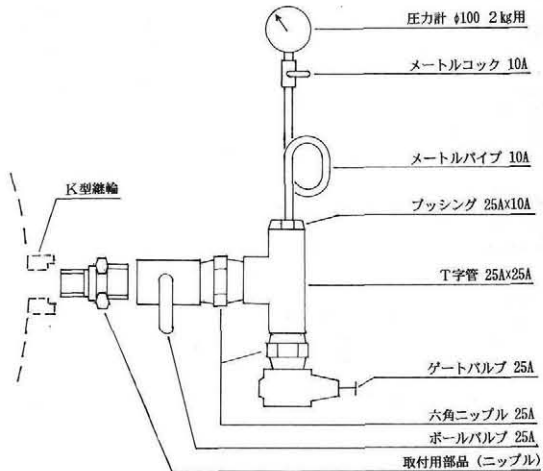
用水路の水管理にあたって、開水路の場合は

- ・水位が目で見える
- ・水量が適切かどうかの判断が可能

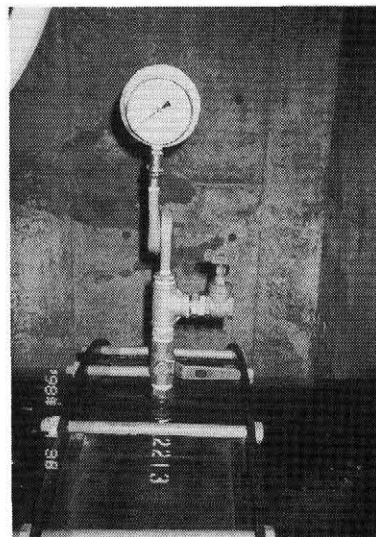
と、通水状況の把握が容易である。一方、管水路の場合、低圧パイプラインでは通気スタンドに透明パイプを設置し水位管理が可能であり、一般に多く用いられているが、愛知県内の県営事業において明治用水地区のようなクロードの中～高圧パイプラインの場合は空気弁が設置され、特別の



図一 2 圧力計設置図 (調査時)



図一 3 圧力計設置図 (制水弁室)



写真一 1 圧力計設置状況

場合を除き水位計が設置されることはなかった。

水位計等の水管理施設が設置されていない高圧の管水路の場合、

- ・必要な水位があるか不明
- ・流量の推定が困難
- ・流量調整が困難

等，“無監視運転”状態になり，管水路化の目的である“水資源の有効利用”，“管理の合理化”に逆行する可能性もある。

管水路の水管理にあたっては，多数の流量計を設置する方法もあるが，水位が確認出来れば通水状況が推定できるとの考え方で，安価な圧力計を水位計として利用したものである。

#### 4. 簡易水位計の概要

3路線の今後の水管理を考慮し，圧力計を水位計として設置する箇所として，幹線に設置されている制水弁工を選定した。これは，上下流間の流量調整のため幹線の制水弁操作をする場合に，動水位の変化を確認しながら作業ができるからである。

圧力計を制水弁工に設置するにあたっては，制水弁室のK型継輪のスペーサー用のねじ穴を利用して図一3により設置し，ねじ穴の位置によっては，T字管の向きを変えることにより，写真一1のように設置した。

#### 5. 従来工法との比較

管水路用の水位計としては，圧力変換器を利用した圧力計が一般的で，精度を要求される地点での利用には適しているが，本体は1個数万円程度の価格となる。

一方，それに比べ今回設定した圧力計は，精度として0.1m単位であるが，本体1個2千円程度と非常に安価であることから，精度をそれほど要しないような地点での積極的な利用を薦めたい。

## 6. 現地設置結果

平成6年は、この地域も5月30日から9月19日までの114日間、農業用水の節水率30～65%という非常に厳しい渇水に見舞われ、土地改良区は配水管理に苦労したが、特に西井筋用水路では、8月下旬からは調査用に設置した水位計により幹線水位が確認できたため、配水操作を円滑に行うことができ、作物被害はほとんど発生しなかった。

平成8年度以降の通水にあたっては、計画流量を流せたため、営農に支障を与えることはなかった。また幹線の制水弁を操作することは少なかったが、これは、

- ・地形勾配 約1,000分の1
- ・動水勾配 約1,000～800分の1

の管水路であり、各分水地点における水理条件におおきな差がないことによるものと考えられる。

しかし、西井筋用水路の最下流部約500m区間の支線水路で時期的に用水不足があるが、これは有効水頭が最大流量時に約2mとなるため、代播時期と中干し直後は、幹線制水弁により3m程度動水位を上昇させることで、円滑な水配分が可能となった。

受益農家から管理している土地改良区へ用水不足の苦情がある時は、まず幹線の水位に異常がないかを確認し、その後支線水路内（当地域はほぼ場整備事業等で殆どが末端まで管水路化）の調整をしている。

水位計を幹線水路に設置したことにより、

- ・幹線全体の流況把握が可能
- ・制水弁操作による動水位変化量の確認が可能
- ・用水不足の原因把握が可能

等、管理目標が明確となり、より管理しやすい施設となっている。

## 7. 今後の課題

今回の水位計の設置にあたっては、制水弁室内に下りて水位を確認しているが、今後設置する場合は、制水弁室に小穴を設け管理道路上から圧力計を確認できるようにする必要がある。

農業用水は、限られた水量での地域の需要を満たす水管理が必要となることから、今後の管水路の設置にあたっては、管理の立場からも、

- ・長大路線
- ・傾斜地の路線
- ・主要分水工
- ・幹線の制水弁工

等、管水路の主要地点には水位計を設置し、管理しやすい施設にする必要がある。

なお、既設管水路の空気弁を利用する場合は、空気弁直下にT字管を追加し、図-3を参考に設置可能である。

## 参考文献

土地改良事業計画設置基準・設計「パイプライン」  
基準書・技術書 平成10年3月

# 大島ダムの設計・施工について

## —国営かんがい排水事業豊川総合用水地区—

野原弘彦\*      岡部光弘\*      石倉毅典\*

(Hirohiko NOHARA)      (Mitsuhiro OKABE)      (Takayoshi ISHIKURA)

### 目 次

1. はじめに .....	4. 施工管理 .....
2. 豊川総合用水事業の概要 .....	5. おわりに .....
3. 大島ダムの設計 .....	60
59	66

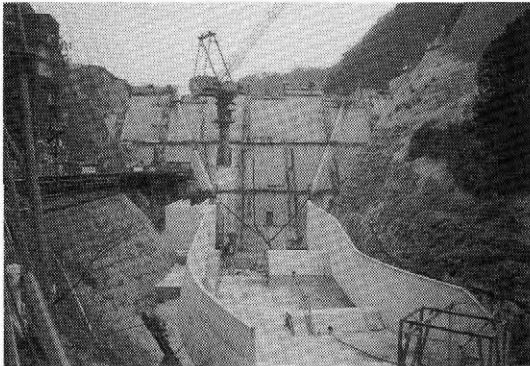


図-1 建設中の大島ダム（堤体下流側より）

して昭和24年から昭和43年にかけて建設された豊川用水施設は地域の暮らしを支え、地域産業の発展と併せ、農業の近代化・規模拡大に大きく貢献してきた。その後、農業技術の進歩、営農形態の急激な変化に伴い、農業用水需要が増大し、都市用水についても人口の増加・生活水準の向上等により、年々水需要が増大してきた。これらの増大する水需要に対処するため、豊川総合用水事業は新規水源の開発により、用水の安定供給を行い、農業生産性の向上と農業経営の安定を図ることを

### 1. はじめに

国営豊川総合用水事業は昭和55年に事業着工し、主要水源施設である大島ダムを残すのみとなった。

大島ダムは平成9年8月25日にコンクリート打設を開始し、本年1月末時点で152,380m<sup>3</sup>（進捗率87.4%）まで打設が進捗したところである。本年中にはコンクリート打設が完了し、また周辺道路等の整備も完成が見込まれる段階となっている。

本報告文は大島ダム建設工事にかかる設計及び施工について報告するものである。

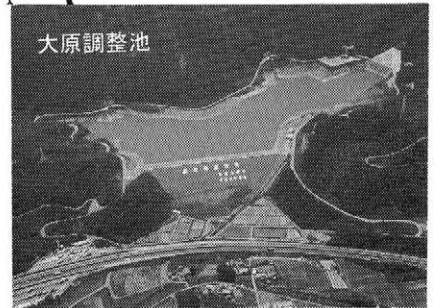
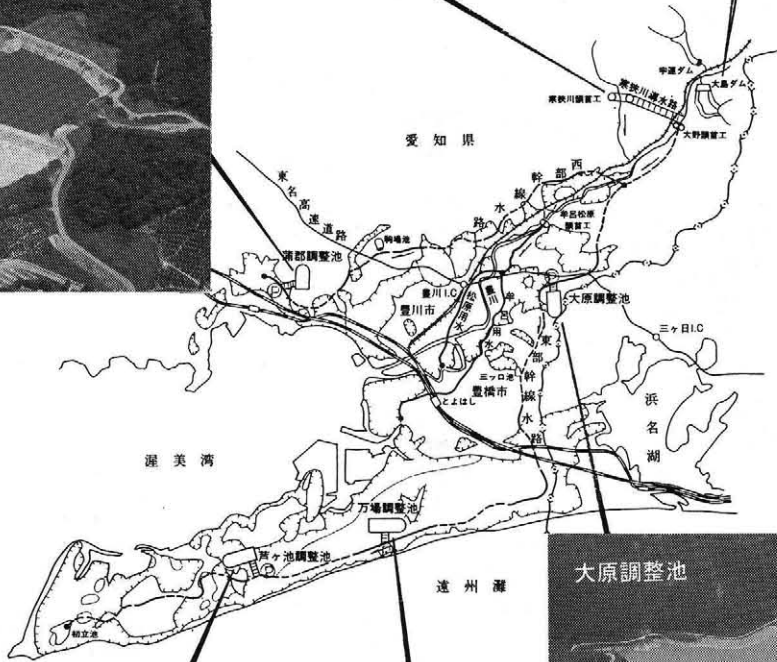
### 2. 豊川総合用水事業の概要

豊川総合用水事業は、愛知県の豊橋市を中心とする東三河地域及び静岡県湖西市の合計5市7町を対象としている。この地域の用水確保を目的と

区分	施設名称	概 要
流域変更施設	寒狭川頭首工	形式:可動堰(ローラーゲート,フィクストタイプ)
		堰長:58.0m
		ゲート高:3.9m
		流域面積:75.57km <sup>2</sup> 最大取水量:15.0m <sup>3</sup> /s 魚道:1門(右岸側)
寒狭川導水路	形式:2R標準馬蹄形 2R=3.2m	最大取水量:15.0m <sup>3</sup> /s
		延長:5.34km
		形式:中心遮水ゾーン型ロックフィルダム
地区内調整池	大原調整池	堰高:47.9m
		堤頂長:351.0m
		有効貯水量:2 000 000m <sup>3</sup>
	万場調整池	形式:表面遮水壁型フィルダム
		堰高:28.6m
		堤頂長:2733m(副堤を含む) 有効貯水量:5 000 000m <sup>3</sup>
	芦ヶ池調整池	形式:盛土+鋼矢板護岸
		堰高:5.0m
		堤頂長:2600m 有効貯水量:2 000 000m <sup>3</sup>
	蒲郡調整池	形式:中心遮水ゾーン型ロックフィルダム
堰高:43.2m		
堤頂長:178.0m 有効貯水量:500 000m <sup>3</sup>		

表-1 造成施設の概要（大島ダムを除く）

\*東海農政局豊川総合用水農業水利事務所



図一 2 造成施設位置図

目的に昭和55年に都市用水との共同事業で発足した。

事業内容としては、幹線水路の起点である大野頭首工の取水量を増強するため、豊川上流に寒狭川頭首工を設置し、寒狭川導水路により宇連川へ導水するとともに、宇連川支流の大島川に大島ダムを建設する。さらに豊川用水東部幹線水路沿いには大原・万場・芦ヶ池の各調整池を、西部幹線水路沿いには蒲郡調整池を建設するものである。表-1に造成施設の概要（大島ダムを除く）を示す。

### 3. 大島ダムの設計

#### 3-1 地形及び地質

##### (1) 地形及び地質

大島川流域の地形は、ダムサイトやや上流側を横切る中央構造線を境にして上流は緩斜面の多い隆起準平原、下流は急峻な壮年期山地地形に二分される。流域は、北東～南西方向で7.2km、北西～南東方向で3.8kmの細長い形状を呈している。

地質も地形同様、上流は古～中世代の黒色片岩や緑色片岩を主とする三波川変成岩類、下流は第三紀中新世の流紋岩や凝灰岩からなる設楽火山岩類が分布している。

ダムサイト周辺の地形は宇連川左岸に発達する標高500～600mの急峻な壮年期形状をなす山岳地形となっている。第三紀中新世の設楽火山岩類に属する熔結凝灰岩が分布し、これを覆うように第四紀の末固結被覆層である河岸段丘堆積物、崖錐堆積物、現河床堆積物がわずかに分布する。

基盤岩である熔結凝灰岩は、非常に堅硬な灰白色の流紋岩質熔結凝灰岩で、大島川兩岸及び山地尾根付近で急崖を形成している。河岸段丘堆積物は、ダム軸下流450m付近に分布している。

##### (2) 基礎地盤の透水特性

一般的にダム基礎岩盤として求められる水密性は、コンクリートダムの場合、1～2 Lu以下の値であるが、ボーリング調査の透水試験結果、2 Lu以下の値が全体の80%に達し、1 Lu以下でも70%まで達した。しかし、表層部の10m以浅及び左岸の高標高部で、20Lu程度の高透水ゾーンが分布していた。また左右岸の深部で透水性のやや高い箇所が確認されたが、左岸のルジオン値8.0Luが最高であり、他は5 Lu以下の値であったため、局所

的に存在する節理であると判断した。以上より、当ダムの基礎岩盤における水密性は局所的に節理が存在するものの、全体的には良好であると言える。

#### 3-2 堤体の設計

##### (1) 基礎の設計

基礎岩盤のせん断強度は、ダム軸上左右岩調査横坑で実施したブロックせん断試験の結果、

CH級岩盤

$$\tau = 26.4 \text{ kg/cm}^2 + \sigma \tan 55^\circ$$

CM～CH級岩盤

$$\tau = 22.2 \text{ kg/cm}^2 + \sigma \tan 45^\circ$$

となり、設計せん断強度を以下のとおりとした。

$$\tau = 22 \text{ kg/cm}^2 + \sigma \tan 45^\circ$$

##### (2) ダムの設計

##### ①コンクリート配合

表-2 大島ダムコンクリート示方配合表

項目		コンクリート種別	単位	A種	B種	C種
粗骨材の最大寸法			mm	150	150	60
スラブの範囲			cm	4±1	4±1	6±1
空気量の範囲			%	5±1	5±1	5±1
水セメント比(w/c)			%	50.0	65.8	48.5
細骨材率(S/a)			%	24.0	26.0	30.0
単位量 kg / m3	水(w)		kg	97	102	126
	セメント(c)		kg	194	155	260
	細骨材(S)		kg	497	543	581
	粗骨材	150-60	kg	625	615	-
		60-20	kg	494	486	781
		20-5	kg	527	518	639
混和剤	AE減水剤		L	1.94	1.55	2.60
	AE補助剤		L	2.33	1.86	2.60
使用区分				外部 コンクリート	内部 コンクリート	構造用 コンクリート

1)スラブ及び空気量は、40mmウエットスクリーニング後の値

2)混和剤は25%AE減水剤溶液(遅延型)及び1%AE補助剤溶液

##### ②コンクリートのせん断強度

コンクリートのせん断強度は、一般的に打継目の強度低下を考慮し、圧縮強度の1/7～1/10とし、内部摩擦係数は0.65～0.8の値としている。

当ダムでは、事前に各配合における室内試験を実施しており、その結果から上記を考慮してコンクリートの設計せん断強度を決定した。試験結果(表-3)より、内部コンクリートの値を採用し、せん断強度は以下のとおりとした。

$$\tau = 26 \text{ kg/cm}^2 + \sigma \tan 37^\circ$$

なお内部摩擦角については、内部摩擦係数0.75とした。



表—3 コンクリート室内試験結果

区 分	91日強度	補正強度	1/7～1/10	採用値
外部コンクリート	411.4kgf/cm <sup>2</sup>	330kgf/cm <sup>2</sup>	47～33kgf/cm <sup>2</sup>	40kgf/cm <sup>2</sup>
内部コンクリート	269.8kgf/cm <sup>2</sup>	215kgf/cm <sup>2</sup>	31～21kgf/cm <sup>2</sup>	26kgf/cm <sup>2</sup>

\* 補正強度は、現場でのバラツキ等を考慮し91日強度の80%とした。

$$\tan\phi=0.75より \quad \phi=37^\circ$$

### ③基本断面の検討

堤体の基本断面は、以下に示す条件を満足するものとし、有限要素法による検討結果と合わせ、最も経済的な断面となるように求めた。

#### 【安全に対する条件】

- i) 堤体上流端において引張応力が生じないこと
- ii) 滑動に対して安全であること(安全率4以上)
- iii) 堤体内の応力度が許容応力を超えないこと

なお一般的に重力式コンクリートダムの場合、最も経済的な断面は上流面勾配が鉛直の場合であるといわれていることから、本ダムにおいてもこれを参考に上流面勾配を鉛直として検討を行い、図-3に示す断面とした。

## 3-3 打設計画

### (1) 骨 材

一般的にコンクリートダムの場合、ダムサイト付近において骨材製造設備を造成し、近傍に原石山を求め、粒度調整を行いながら自前で生産する。しかし、当ダムサイト付近において原石調査を行った結果、基岩である熔結凝灰岩では、その性質から所定の比重に達しなかったため、骨材として使用した際には、ダム基本断面の変更が必要となり、経済性でも劣るため、別途近傍の採石場より骨材を購入することとした。購入骨材とする場合、ダム用骨材として必要な粒径、粒度分布等所要の品質を生産できる設備を有しており、工事期間中安定した品質の骨材の供給が可能であることが必須条件となるが、この採石場においても製造設備、品質管理状態等について十分であることを確認した。

### (2) コンクリート打設設備

コンクリート打設設備で、一般的に使用されるものとしては、①ジブクレーン(固定式or移動式)、②ケーブルクレーン(固定式or走向式)等がある。この2方式について検討した結果、以下のとおり

とした。

打設設備としては固定式ジブクレーン(ダム用タワークレーン:吊能力13.5t,作業半径75m)とする。設置位置は、クレーンのサービスエリア等を考慮し、堤体内7ブロックセンター、ダム軸下流33.5mの位置とする。(この場合、打設の進捗に従い、クレーン支柱部が堤体内に埋設されることとなるため、 $\phi 4,000\text{mm}$ のコレクター管により箱抜きを行い、クレーン撤去後に箱抜き部処理を実施することとした。)図-4に主要仮設備全体図を示す。

またバンカー線については①コンクリート製造設備(バッチャープラント)とクレーンの位置関係、②ジブクレーンの機能上打設中の起伏を極力ないようにすること等を基本的事項として設計を行った。

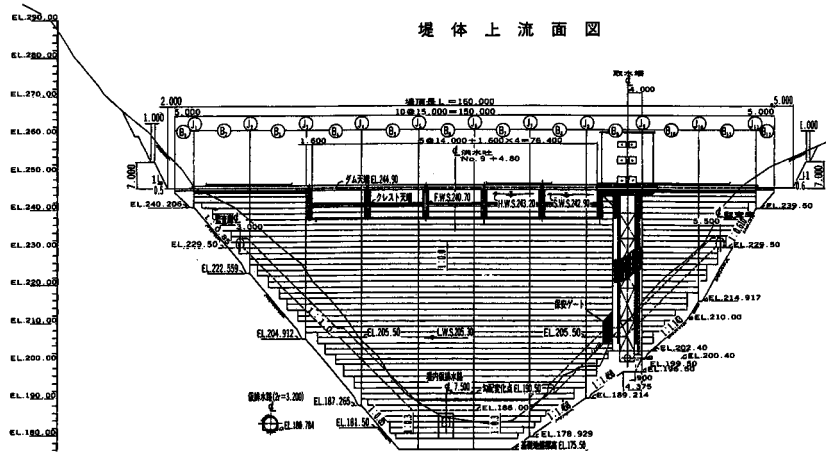
### (3) コンクリート打設工法

現在、コンクリートダムの打設工法としては、従来の柱状ブロック工法をはじめ、レーア(拡張)工法、RCD工法等さまざまな工法により施工されている。

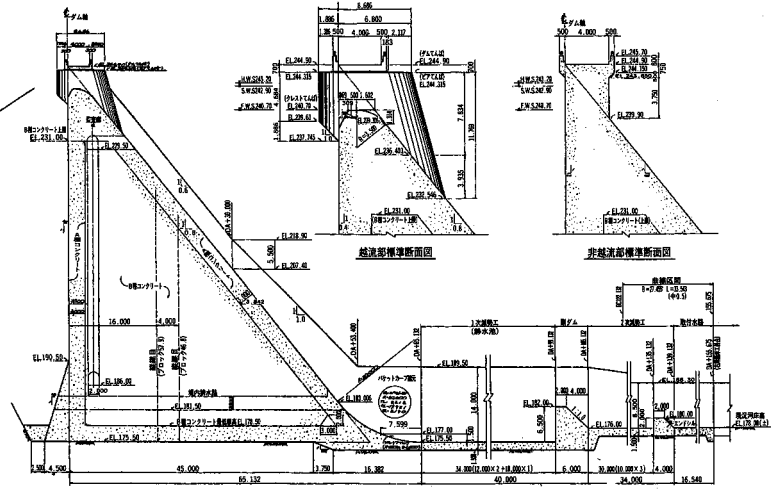
当ダムにおいては、現地の地形条件から、着岩部のレーア長が長くなり、コンクリートのひび割れ等の懸念が大きいことから、レーア長を極力小さくすることとし、柱状ブロック工法とした。

## 4. 施工管理

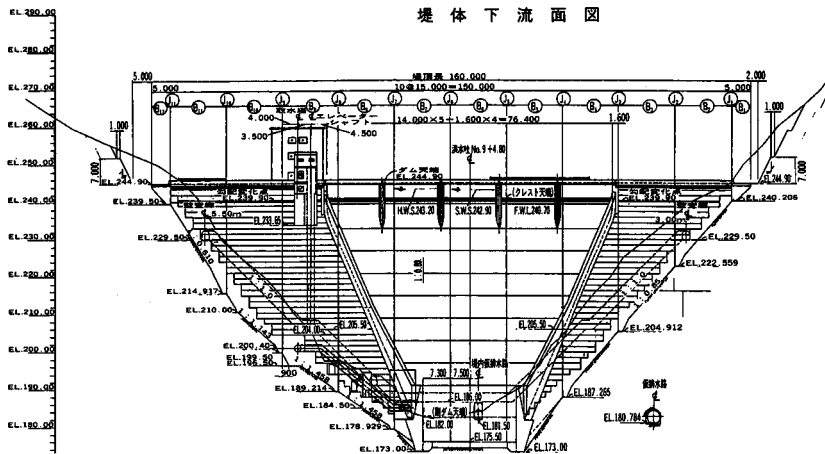
近年のダム建設は、施工の大型化が進み、またダムとしての適地が減少傾向にあることなどから、地質的に難しい施工を強いられるケースが少なくないという意味で、その施工及び品質管理が高度となりつつある。一方、コンクリートダムにおいては、材料・打込み・養生等によってコンクリート自体が影響され易いため、その品質管理には、豊富な経験と技術力が求められる。



堤体上流面図



堤体横断面図

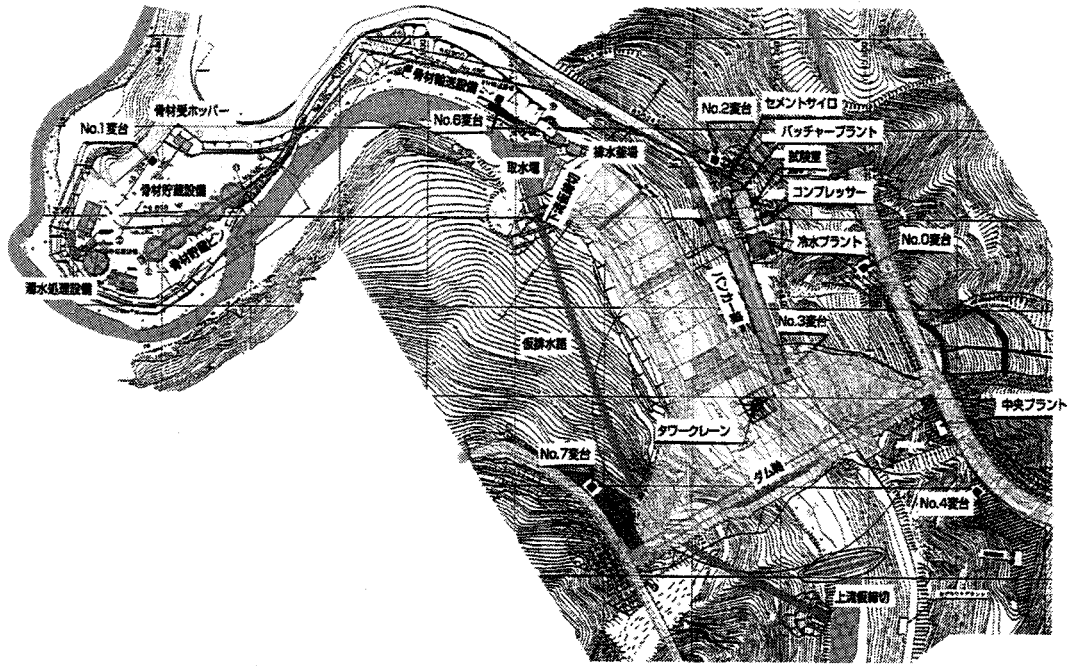


堤体下流面図

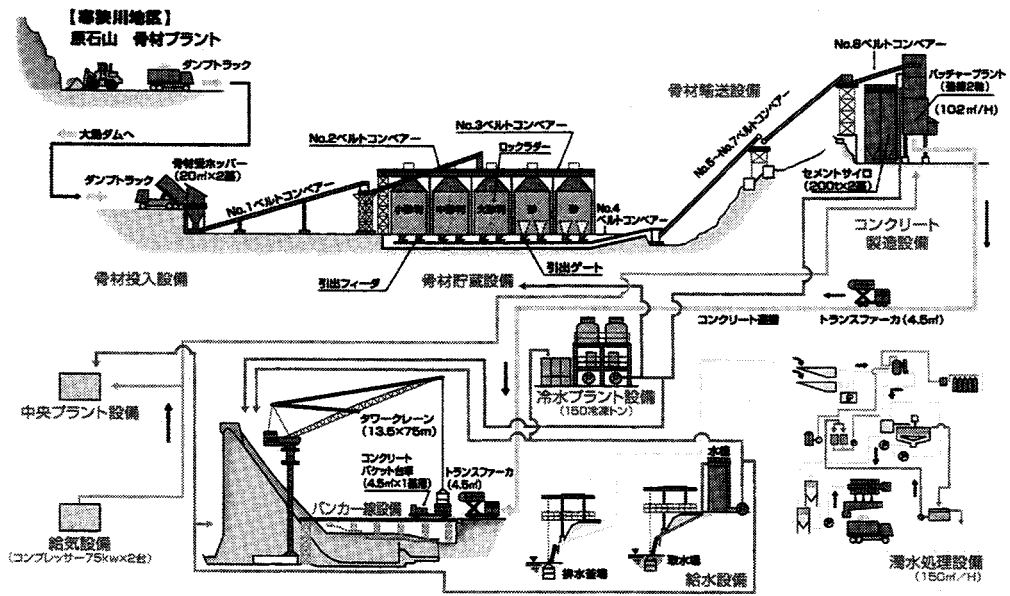
大島ダムの概要

位 置	愛知県南設楽郡鳳来町名号地内
ダム形式	直轄重力式コンクリートダム
流域	直接：18.4km <sup>2</sup>
開接	—
堤高	69.4m
堤頂長	160.0m
堤頂幅	4.0m
堤体積	175 500m <sup>3</sup>
基礎地盤標高	EL. 174.50m
非超流部標高	EL. 244.90m
超流部標高	EL. 240.70m
総貯水量	12 300 000m <sup>3</sup>
有効貯水量	11 300 000m <sup>3</sup>
洪水吐	非調節形自由超流方式 幅14m×5門
設計洪水量	550.0m <sup>3</sup> /s
減勢工	水平水叩き方式(副ダム式)
減勢工対象流量	455m <sup>3</sup> /s
取水設備	形式：堤体前面取水塔方式(選択取水式) ゲート形式：直轄多段式ローラゲート 最大取水量：19.0m <sup>3</sup> /s
放流設備	ゲート形式：ジェットフォローゲート 口径：φ1 400mm 最大放流量：19.0m <sup>3</sup> /s

図-3 大島ダムの位置図



図—4 主要仮設備全体図



図—5 仮設備配置フロー図

4-1 工程管理

工程管理において重要なことは、各種工事の進度及び施工状況を的確に把握することである。ダム工事は多種の工事が組み合わせられているので、一部の工事の遅延も全工事に重大な影響を与える。よって各種工事の進度及び施工状況の記録整理を

行って、工事の実態を知り、計画と実績に差異を認めるときは施工設備、作業法等を検討する必要がある。

当ダムにおいては、打設量や気象条件による順延等を逐次電算機に入力し、工程計算プログラムによる工程調整を毎週実施することにより当初計

画どおり遅延することなく進めている。

#### 4-2 品質管理

##### (1) コンクリートの品質管理について

コンクリートダムにおいてコンクリートの品質を管理することは施工の重要課題の一つである。特にコンクリートは練り混ぜ直後に発熱・膨張を開始し、硬化するにしたがって温度が低下し収縮する。このとき発生した温度応力が、コンクリートの引張強度を越えるとクラックが発生することとなる。よって通常堤体内には温度応力を観測するための計器を設置している。

コンクリートダムの品質管理では、骨材及びセメントの品質管理はもちろんのこと、コンクリートが練り上がると同時にコンシステンシー・空気量等の管理を行い、また温度規制計画に基づいた温度管理が必要になる。コンクリート強度については打設28日後の圧縮強度試験の結果をもって判断することとなるため、仮に不十分であると認められた場合、すでに上部リフトの打設が完了している場合が多く、補修や施工のやり直しが不可能に近い場合、あらかじめ求めた規制値等を満たしているか随時監視し、規制値から逸脱することのないよう打設後のコンクリート温度等を管理していくことが重要となる。しかしながら、従来のダムにおいては観測手法を手動で行うことが多く、また観測箇所が多数存在することもあってダム完成後に観測したデータを整理し、堤体内応力を解析・評価するのが実態である。

そこで当ダムにおいては、各種計器を自動計測することによりコンクリート打設後の経過を監視

できるシステムを導入し、施工管理の判断材料とした。

##### (2) コンクリート品質及び施工管理の手法

当ダムにおいては、従来施工中においては十分に活用されていなかった埋設計器のデータをより迅速に計測並びに検証することにより施工及び品質管理に反映させることを目的に大島ダム技術検討委員会（委員長：浅井東京農業大学教授）及び農業工学研究所の指導を受け、施工管理手法の検討並びにその確立をはかった。

観測計器としては、下記の計器を図-7・8に示すとおり設置した。

- ①温度計・継目計—堤体全体の温度履歴を把握することやジョイントグラウチング時期の決定。  
グラウトリフト中央及び各縦横継目中央に設置。
- ②熱電対・ひずみ計・無応力計—打設中のコンクリート温度ならびに温度応力の変化、各種物性値を検証する。先行打設する5ブロックの該当リフト表面と中央部に設置。

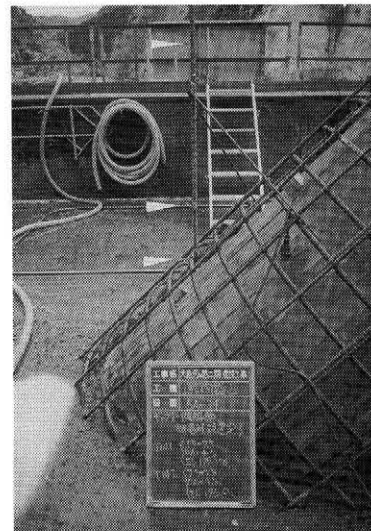
また、当ダムにおけるコンクリート施工管理フローを図-9に示す。

##### (3) 施工へのフィードバック

上記の計器によって、温度やひずみの履歴を観測することで、打設時の現場条件や打込み温度、また打設後の気温変化による影響等を総合的に判断し、当初設定していた各種物性値や規制値が妥

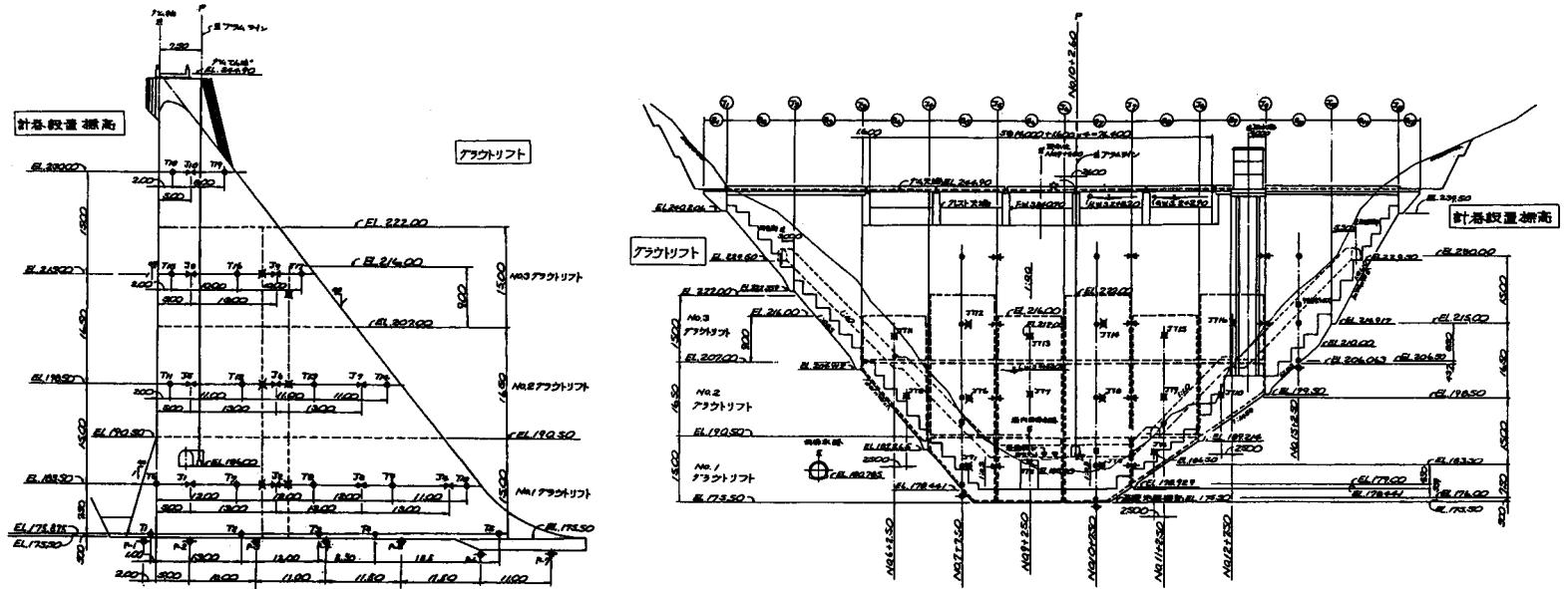


(ひずみ計・無応力計)



(熱電対)

図-6 埋設計器設置状況

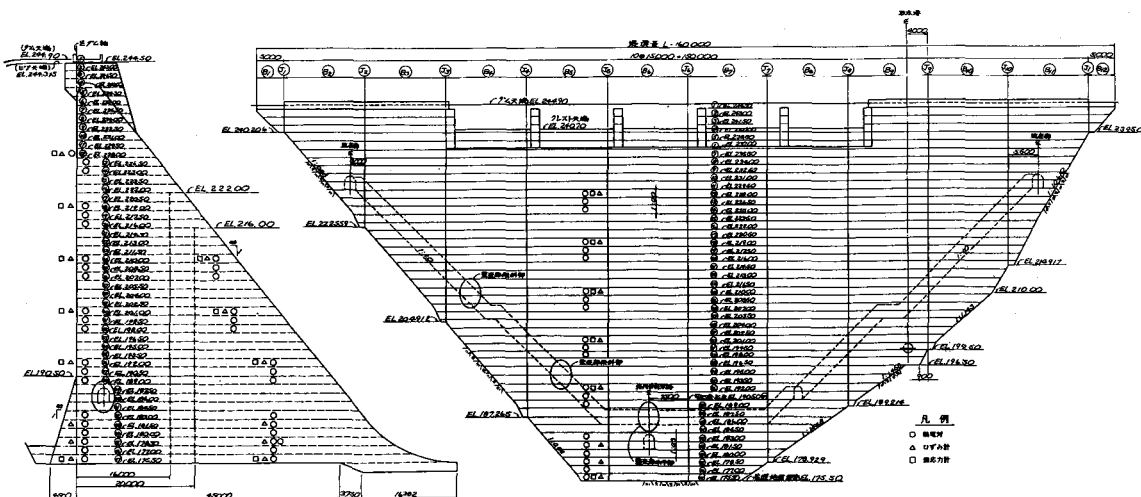


埋設計器一覧表

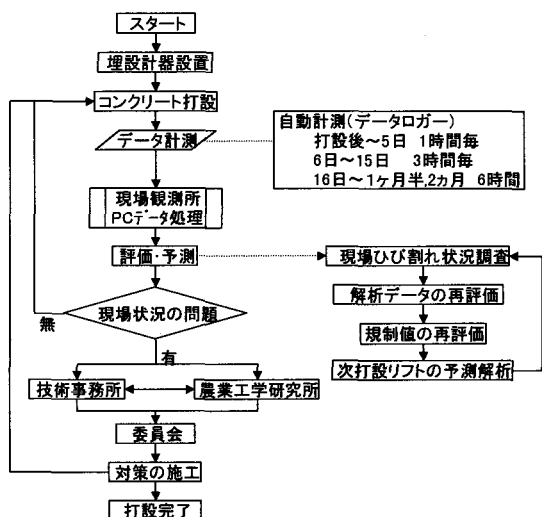
記号	計器名	埋設位置	数量	備 考
▽	流量計	アロツク76号断面	27	漏水量の計測(三角セキ)
⊙	フレトン管	堰脚部P150号断面(堰水圧測定)	24	漏水量及び揚圧力の計測
⊕	周縁圧計	アロツク5210号断面	17	揚圧力の計測
P	アラムライソ	NO10+260	1	変形量の計測
●	温度計	アロツク5210号断面	46	堤体内温度の計測
⊗	埋設計(埋設器)	アロツク57号次	76	縦横埋設器の埋設の計測
⊕	・ (埋設器)	埋込571号次	23	縦横埋設器の埋設の計測
☆	埋設計	NO9+20号断面(堰脚部)	3	地震動の計測
□	中継ボックス	アロツク5210号断面内	3	各アロツクに中継点を設ける

注) 埋設器内非水管及び基礎部水孔(フレトン管設置)位置は別途断面計器図及び基礎埋設計器図に示す。

図一七 堤体管理用埋設計器位置図



図一 8 施行管理用埋設計器位置図



図一 9 大島ダムコンクリート施行管理フロー

当であったか検証を行った。通常、これら規制値を求める場合、近傍の事例や経験に基づく場合が多く、個々の現場条件によって変化するばかりでなく、施工時での不確定要素が起因となって規制値内でもひび割れ等が発生することがある。よってこれらの作業は、規制値の確認的な意味合いが強く、不可欠なものといえる。

当ダムの現在までの施工時におけるコンクリート打設後の品質状況や観測されたデータにより、前述の施工管理フローによる検証を行い、コンクリート打設時及び打設後における温度規制に則した施工の見直しを実施した。主な内容を以下に示す。

### 【当初設計における施工方法】

1. コンクリートの最高温度を抑制するため、練り混ぜ水に冷水を使用するとともに、骨材貯留ビンの内部散水によるプレクーリングを実施する。
2. コンクリート内外温度差を抑制するため、湛水養生を行う。
3. コンクリート最高温度を抑えるため（ピークカット）、パイプクーリング（16リットル/分）を実施する。

### 【見直し後の施工方法】

1. コンクリート最高温度を抑制するため、骨材貯留ビンの外部散水及び骨材投入時の冷水散布等プレクーリングを追加実施する。
2. コンクリート内外温度差を抑制するため、湛水養生深を10cm程度以上とする。
3. パイプクーリングの通水量調整による温度管理を追加する。
4. 打設側面は断熱ボード型枠による施工とし、打設面についてはシート等で覆い、湛水する。
5. 打設間隔はハーフリフト3日、フルリフト5日を原則とし、間隔が延びる場合は保温養生を施工する。

### 4-4 環境対策

近年、環境に対する国民意識も向上し、ダム建設工事においても如何に環境対策を行うかということとは不可欠なものであり、さらにはどれほど環境に対してやさしいかというレベルでの対応が求

められる。

当ダムでは、ダム周辺地域の環境（水質・動植物等）とダム建設による影響及び保全対策等について調査を実施し、地元鳳来町やダム周辺集落及び関係漁業協同組合等にその結果を説明し、十分理解を得ながら建設を進めているところである。特にダムを建設している豊川は、愛知県内でも有数の鮎釣りの盛んな河川であり、良好な水質を確保する必要がある。よって、ダム建設により発生する濁水の処理は、以下の環境基準に示されている中で最も厳格なAA類型とし、細心の注意を払った。処理方法としては炭酸ガスによる中和処理及び高分子凝集剤等による凝集沈殿方式とし、排水基準についても以下のとおりとした。

表—4 生活環境に係わる環境基準(公害対策基本法)

類型	利用目的の適応性	基準値(河川)	
		pH	SS
AA	水道1級.自然環境保全およびA以下の欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	25ppm以下
A	水道2級.水産1級.およびB以下の欄に掲げるもの	"	"
B	水道3級.水産2級.およびC以下の欄に掲げるもの	"	"
C	水道3級.工業用水1級.およびD以下の欄に掲げるもの	"	50ppm以下
D	工業用水2級.農業用水およびEの欄に掲げるもの	6.0以上 8.5以下	100ppm以下
E	工業用水3級.環境保全	"	ごみ等の浮遊が認められないこと

なお、濁水処理施設により発生する脱水ケーキについては、地区内での再利用を行い、また処理水についても排水量を極力少なくするため、現場内でのリサイクルにも取り組み、現在99%の再利用率となっている。

## 5. おわりに

当地区は、昭和43年の豊川用水の完成により飛躍的な発展を遂げ、農業分野においても全国で有数の農業生産額を誇るまでに成長し、地域の水として根付いている。しかし近年では毎年のように節水を余儀なくされるなど、大島ダムの早期完成・運用開始は切実な願いとなっている。

大島ダムは現在まで、地元の方々の多大なるご理解とご協力があり、またダム技術検討委員会の諸先生方をはじめとする関係機関のご指導により、順調に進捗しています。今後、平成12年度から試験湛水を開始し平成13年度末の完成を目指し、これからも精進してまいります。

最後となりましたが、今後の事業推進並びにダム完了後の管理・運営におきましてもより一層のご教示いただきますよう重ねて申し上げます。

## 参考文献

- 1) 建設省河川局監修：多目的ダムの建設，施工編
- 2) 農業土木学会：農業土木ハンドブック
- 3) 豊田高司編著：ダム工事ポケットブック，228，1991

# 塩田調整池の盛土材料の設計と施工

大 野 孝 男\*  
(Takao OHNO)

## 目 次

1. はじめに .....	67	4. 遮水ゾーンの盛立仕様 .....	69
2. 塩田調整池の概要 .....	67	5. おわりに .....	74
3. 堤体の設計 .....	67		

## 1. はじめに

国営芳賀台地農業水利事業の基幹施設である塩田調整池は、平成7年に4ヶ年国債工事（一期工事）として着工以来、工事も順調に推移し、平成10年12月には築堤工事が完了する予定である。

本調整池は低丘陵地を掘削して調整池容量を確保する、いわゆる「掘込式」のダムである。このため、透水性材料及びフィルター材料を除く築堤材料については、経済性を考え可能なかぎり現場掘削土を利用する計画である。

本報文では、堤体各ゾーンの設計概要、盛立仕様、掘削土量管理方法について報告する。

## 2. 塩田調整池の概要

### (1) 塩田調整池諸元

塩田調整池は、栃木県芳賀郡市貝町塩田地先に建設している傾斜遮水ゾーン型フィルダムである。

本調整池は一級河川那珂川水系荒川支流の塩田川の支沢を形成している標高150m程度の低丘陵地帯を掘削することによって貯水容量を確保する計画である。

ダムタイプは、基礎岩盤が新第三紀の軟質な泥岩・凝灰岩類であること、及び池敷を掘削することによって発生する大量の掘削土の有効利用がダムの経済性に大きく係わることからゾーン型フィルダムを選定した。

また、ダムサイトは、やせ尾根の張り出し部

にあり、グラウチングによる改良が困難な粘性の低い細砂層を介在することから、地山からの漏水によるパイピング等に対する対策工としてアースブランケット工法を採用し、遮水ゾーンについてはアースブランケットとの接続を考慮し傾斜遮水型とした。

塩田調整池諸元及び標準断面図を表一1、図一1に示す。

## 3. 堤体の設計

### (1) 築堤材料の材質

ダムサイト周辺の地質は新第三紀中新世荒川層群の凝灰質砂岩、凝灰質砂質泥岩、硅藻質泥岩を基盤岩とし、これを第四紀洪積世川崎層群の境林礫層等が覆っている。地質層序を表一2に示すが、築堤材料として利用可能な材料は、Ak層、Su層、Sl層である。

境林礫層は上部層(Su)と下部層(Sl)に区分されほぼ水平に堆積している。

Su層は、4.76mm以上の礫分を50%前後含んだ砂礫～礫混じり粘土で、統一分類ではGc～Scに属する。また、セン断特生( $\phi > 30$ 以上)、施行性(自然含水比 平均17%)も良好であり、遮水性材料以外にも使用できる。なお、一部砂層を含んでいるため、採取材料のバラツキが予想されることから、遮水性材料として利用するには、均質性に若干不安が残る材料である。

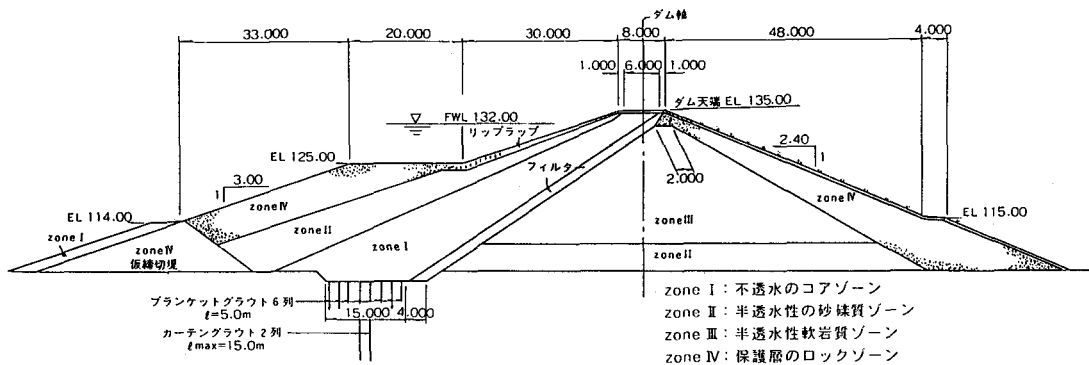
一方、Sl層は、細粒のシルト・粘土層で74 $\mu$ 通過率が50%以上あり、細粒分主体であるため遮水性は十分に得られるもののセン断強度が小さく、圧縮変形量が大きい。また含水比が高く

\*芳賀台地農業水利事業所森田支長



表一 塩田調整池諸元

一般	ダム名	塩田調整池		
	ダム所在地	栃木県芳賀都市貝町大字塩田地先		
貯水池	基礎地盤地質	新第三紀荒川層群砂岩, 泥岩, 及び凝灰岩	ダム目的	かんがい
	流域面積	直接: 0.25K <sup>m</sup> <sup>2</sup> 間接: —	合計: 0.25km <sup>2</sup>	
	貯水量	総貯水量: , 1,580千m <sup>3</sup> ,	有効貯水量:	1,577千m <sup>3</sup>
	設計堆砂量	3千m <sup>3</sup> ( 100m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /年)		
洪水吐	形式	直線シュート式	設計洪水量	15m <sup>3</sup> /S (根拠A項・C項)
	ゲート	なし	減勢工形式	副ダム式
堤体	形式	傾斜遮水ゾーン型フィルダム		
	堤体規模	堤高: 29m, 堤頂長: 460m, 堤体積:	508千m <sup>3</sup>	
その他	仮排水路	形式: トンネル式 (開水路流) 設計流量:	8.0m <sup>3</sup> /S	
	設計震度	0.15 (区分: 強震帯)	監査廊	形式: なし
	取水設備	形式: 斜樋	最大取水量:	1.70m <sup>3</sup> /S



図一 標準断面図

表二 地質層序

地質時代	地層名	記号	岩相	
新第四紀	沖積世	沖積層	Al 表土, 崖錐, 谷埋め堆積物	
		段丘構成層	Td シルト, ピート, 礫	
	洪積世	田原ローム層	Lm ローム, 軽石	
		川崎層群	館ノ川凝灰岩層	Tk 石英安山岩質凝灰岩
			境林礫層上部	Su 砂礫
				境林礫層下部
	Sl <sub>1</sub> 細礫混じり凝灰質砂~砂質シルト, 砂礫層			
新第三紀	荒川層群 (小埧層)	Ak 凝灰質砂岩, 凝灰岩, 凝灰質砂質泥岩, 珪質泥岩		

( $W_f \approx 30 \sim 40\%$ ) 施行性が悪いことから遮水性材料として単独で流用するのは、不可能と判断された。

Ak層は、耐久性が低くスレーキングしやすい材料であることから、風化を受けないよう配慮する必要がある。

(2) 各ゾーンの設計

ア. ゾーン I (遮水ゾーン)

Su層とSl層は、単独で遮水性材料として利用することは不可能と判断されたため、混合比率  $Su : Sl = 2 : 1$  (体積比) で利用することにした。遮水ゾーンの厚さは、貯水深の40%以上を確保する断面とした。

イ. ゾーン II

遮水ゾーンの上面には斜面保護のリップ (粗粒ロック) との中間にSu材を用いたゾーンを設け、遮水ゾーンの保護ゾーンとした。

ウ. ゾーン III

Ak材は耐久性の低い材料であるため、貯水による乾湿の影響を受けない下流側のゾーンIIIに使用することにした。なお、基礎岩盤上に直接Ak材を盛立てた場合、基礎岩盤とAk材の間に間隙ができ、地下水や迂回浸透水によりスレーキングする可能性が高いことからAk材と基礎の間にはSu材料を盛立て、極力間隙が生じないように配慮した。

エ. ゾーンIV及びフィルターゾーン

本調整池近傍には耐久性及び強度のある岩石材料・フィルター材料が入手出来ないことから購入材料とした。

なお、各ゾーンの設計密度及び設計強度を表-3に示す。

4. 遮水ゾーンの盛立仕様

本堤築堤に先立ち盛立試験を行い、使用する材料の強度等を確認するとともに、各ゾーンの盛立仕様、施工管理基準を定めた。

なお、盛立試験は本堤築堤にさきがけて施工される仮締切堤の一部がゾーンIVとなることから、ゾーンIV材の試験を平成8年8月に開始し、その後順次各ゾーンの試験を行った。なお、ゾーンI (遮水ゾーン) の試験は、盛立時の気象条件を考慮し、真夏を避けて10月に行った。

ここでは遮水ゾーンの盛立試験結果を報告する。

(1) 遮水性材料の混合

遮水性材料の混合は、調整池に隣接したストックヤードに、池敷掘削材のSu材とSl材を交互に運搬・敷均し、互層 (Su材: 45cm; Sl材: 30cm) に積上げストックした後、21t級ブルドーザーによりスライスカットして混合した。

(2) 混合材の物性値

混合後の自然含水比は約22%であり、粒度組成は礫分30%、砂分34%、シルト分15%、粘土分21%、細粒分含有率Fcは36%と高い。コンシステンシー特性は、液性限界WL $\approx$ 68%、塑性限界WP $\approx$ 24%、塑性指数IP $\approx$ 44であり、高塑性な材料である。

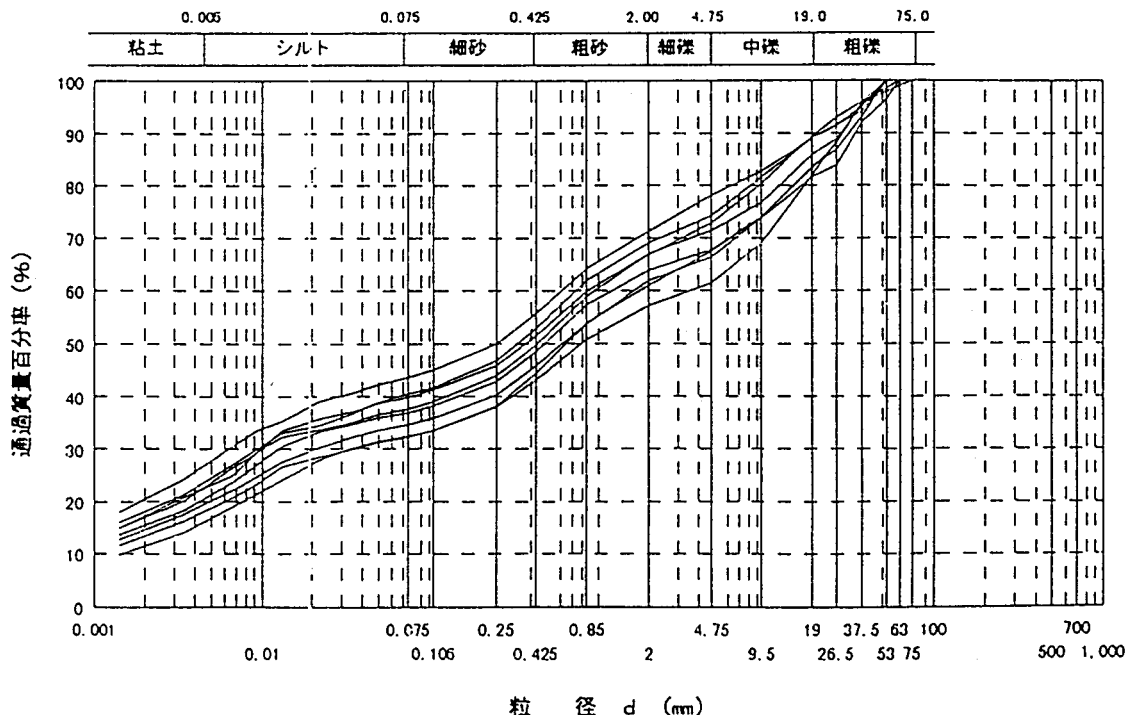
(3) 混合材の締固め特性

最大乾燥密度  $P_{dmax} \approx 1.692t/m^3$ 、最適含水比  $W_{opt} \approx 19.2\%$  である。

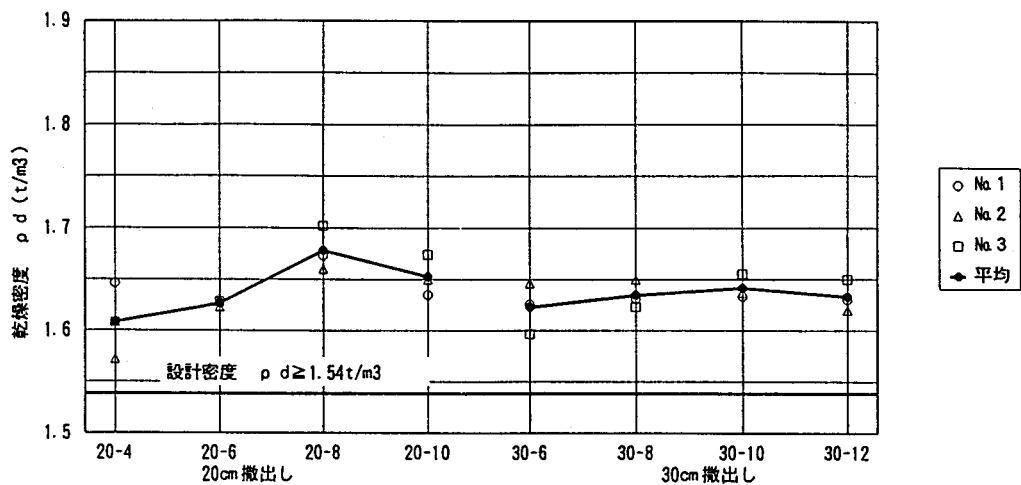
自然含水比  $W_n$  (平均値21.9%) - 最適含水比  $W_{opt}$  (平均値19.2%)  $\approx 3\%$  であり湿潤側の材料である。自然含水比  $W_n$  状態で  $E_c = JIS \times 100\%$  締固め後のコーン指数  $q_c$  は約  $7 kgf/cm^2$  である。

表-3 塩田調整池 設計数値一覧表

ゾーン区分	設 計 密 度						設 計 強 度			
	比重 G	乾燥密度 $\rho_d$ ( $t/m^3$ )	湿潤密度 $\rho_t$ ( $t/m^3$ )	飽和密度 $\rho_{psat}$ ( $t/m^3$ )	水中密度 $\rho_{sub}$ ( $t/m^3$ )	間隙比 c	完成直後		完成経年後	
							Cu ( $t/m^3$ )	$\phi_u$ (deg)	C° ( $t/m^3$ )	$\phi^\circ$ (deg)
Zone. I	2.67	1.54	1.91	1.97	0.97	0.73	4.5	2.0	3.5	22.0
Zone. II	2.69	1.73	2.03	2.09	1.09	0.55	5.0	20.0	2.0	35.0
Zone. III	1.97	1.36	1.67	1.82	0.82	0.18	0.0	31.0	0.0	31.0
Zone. IV	2.61	1.88	1.92	2.16	1.16	0.36	0.0	42.0	0.0	42.0
フィルター	2.60	2.00	2.10	2.20	1.20	0.30	0.0	35.0	0.0	35.0



図一 2 混合材の粒度試験結果



図一 3 試験ブロックと乾燥密度の関係 (26.5mm以下)

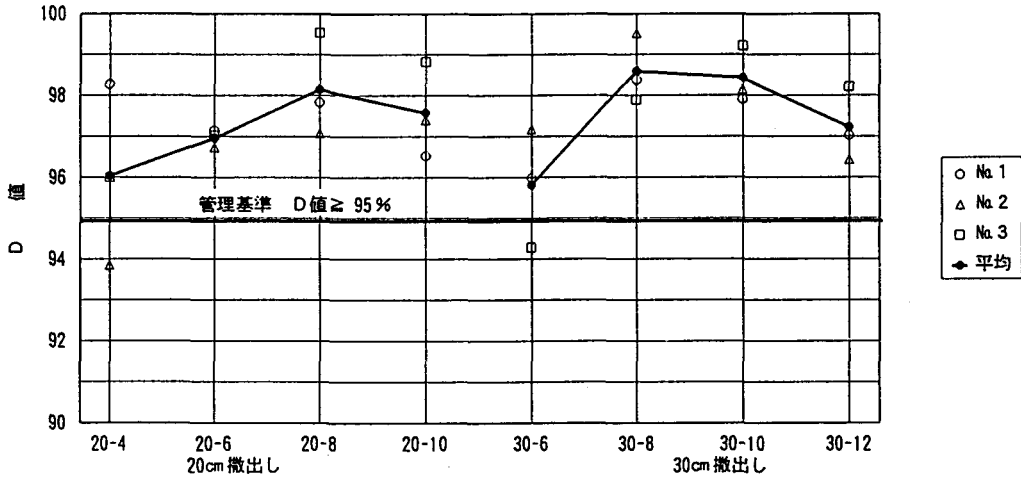
(4) 盛立試験結果

ア. 盛立仕様

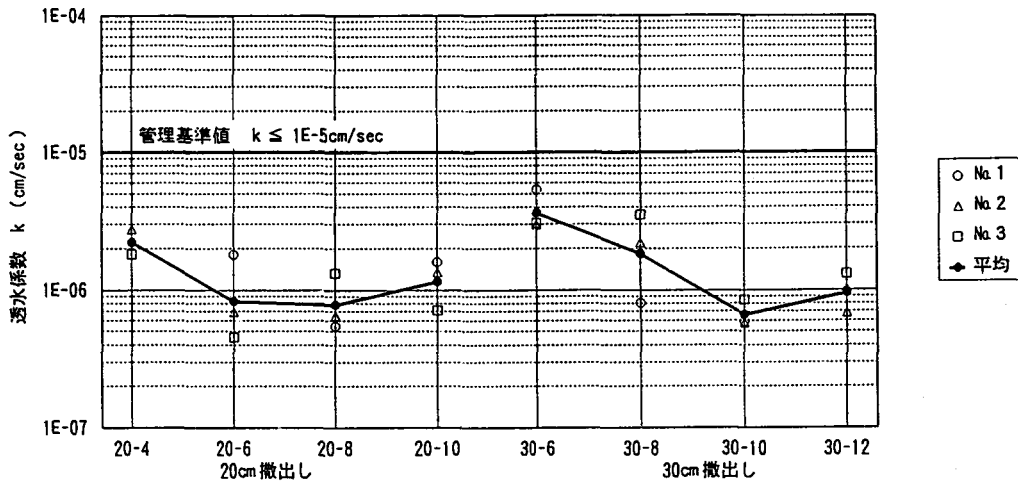
盛立試験は、21ton級ブルドーザにより20cm又は30cmで撤出し、11ton級タンピングローラにより転圧した。なお、転圧回数は、20cm撤出しほ場において、4、6、8、10回、30cm撤出しほ場において6、8、10、12回を採用した。なお、試験結果を図一3～5に示す。粒径26.5mm以下

の乾燥密度は、概ね1.6～1.7t/m<sup>3</sup>であり、すべての転圧仕様において、設計密度1.54t/m<sup>3</sup>を満足した。また、管理基準のD値95%を上回るための転圧回数は20cm撤出しで6回以上、30cm撤出しで8回以上との結果であった。現場透水試験の結果は基準値である透水係数 $K \leq 1 \times 10^{-5}$  cm/secをすべての転圧仕様において満足した。

このことから、遮水ゾーンの盛立は30cm撤出し



図一四 試験ブロックとD値の関係



図一五 試験ブロックと透水係数の関係

し、11t級タンピングローラ 8 回転圧により施工することとした。

#### イ. 設計強度の確認

盛立試験にあわせて実施した三軸圧縮試験では、粘着力  $C_u = 4.5 \sim 5.0 \text{ tf/m}^2$  内部摩擦角  $\phi_u = 2.0^\circ \sim 3.0^\circ$  の結果となり、粘着力、内部摩擦角ともに設計数値 ( $C_u = 5.0 \text{ tf/m}^2$ ,  $\phi_u = 10.0^\circ$ ) を満足しない事となった。この理由として、調査段階の含水比と比べて盛立試験時の含水比は幾分高かったこと、S $\ell$ 材が練り返しにより強度低下を起こしたことが考えられた。

このため、堤体の安定計算を試験結果数値の最低値粘着力  $C_u = 4.5 \text{ tf/m}^2$ 、内部摩擦角  $\phi_u =$

$2.0^\circ$  を用いて試算した結果、上流側では  $F_{\min} = 1.304$ 、下流側では  $F_{\min} 1.449$  の結果が得られた。

このことから設計数値を  $C_u = 4.5 \text{ tf/m}^2$ 、 $\phi_u = 2.0^\circ$  に変更することとした。

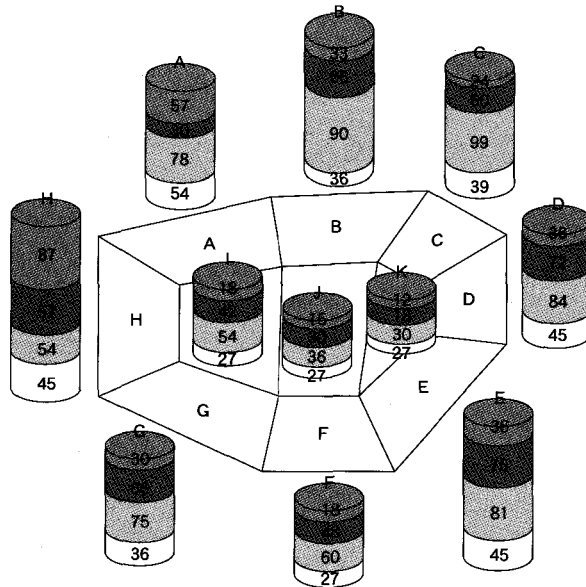
なおCU試験結果は設計値の粘着力  $C' = 3.5 \text{ tf/m}^2$  内部摩擦角  $\phi' = 22.0^\circ$  を満足している数値となっている。

盛立試験の結果決定された各ゾーンの盛立仕様を表一四、施工管理基準を表一五に示す。

- (5) GPS測量と3次元CADによる掘削土量管理  
本調整池は前述したように「堀込式」の調整池であることから、当初設計において、約1,500千 $\text{m}^2$ の掘削土のうち本堤築堤に約500千 $\text{m}^2$ の掘

表一 4 塩田調整池 盛立仕様一覧表

		撒 出 し		転 圧			
		機 種	撒出し厚	機 種	転圧回数	転圧スピード	最大粒径
Zone. I	コンタクトクレイ	人力	5cm以上	人 力	—	—	20mm
	コンタクトコア	人力	15cm以下	1 ton級振動ローラ	8回以上	3 km/hr以下	50mm
	一般コア	21ton級ブルドーザ	30cm以下	11ton級タンピングローラ	8回以上	4 km/hr以下	150mm
Zone. II	着岩	1.0m級バックホウ	20cm以下	1 ton級振動ローラ	6回以上	3 km/hr以下	100mm
	標準	21ton級ブルドーザ	40cm以下	11ton級振動タンピングローラ	6回以上	3 km/hr以下	200mm
Zone. III	着岩	1.0m級バックホウ	30cm以下	1 ton級振動ローラ	8回以上	3 km/hr以下	150mm
	標準	21ton級ブルドーザ	60cm以下	11ton級振動タンピングローラ	8回以上	3 km/hr以下	300mm
Zone. IV	着岩	1.0m級バックホウ	40cm以下	1 ton級振動ローラ	10回以上	3 km/hr以下	200mm
	標準	21ton級ブルドーザ	80cm以下	11ton級振動ローラ	10回以上	3 km/hr以下	500mm
フィルター	着岩	0.6m級バックホウ	15cm以下	1 ton級振動ローラ	4回以上	3 km/hr以下	75mm
	標準	11ton級ブルドーザ	30cm以下	11ton級振動ローラ	4回以上	3 km/hr以下	75mm
ドレーン	標準	11ton級ブルドーザ	30cm以下	11ton級振動ローラ	4回以上	3 km/hr以下	150mm
周辺盛土	着岩	21ton級ブルドーザ	30cm以下	20ton級タンピングローラ	8回以上	4 km/hr以下	100mm
	標準			20ton級タンピングローラ	8回以上	4 km/hr以下	200mm



注 1) A~Kは掘削場所を示す。

注 2) 棒グラフの色の違いは岩種を，数値は岩種毎の賦存量を示す。

図一 6 地層別土量管理システムの出力例

削土 (Su材, S材, Ak材) を流用する計画である。

また，池敷掘削作業面積は約20haであり最大掘削標高差は約41mとなっている。

このため，掘削土層の的確な把握と賦存量管

理を目的として，GPS (全地球測位システム) と 3次元CADを組み合わせた「地層別土量管理システム」を開発・導入し，効率的な流用土計画の立案に効果をあげている。

このシステムは，市販の汎用 3次元CADシス

表一 5 塩田調整池 盛立施工管理基準

ゾ ー ン 名		材 料 管 理 基 準 (土取場, ストックヤード)										盛 立 管 理 基 準 (盛立場)						
		(注1) 含水比 W (%)	最大粒径 D <sub>max</sub> (mm)	(注2) 礫率 P (%)	(注3) 75μm通過率 Fc (%)	(注4) タルボット指数 n 均等係数 Uc	絶対比重 Gd	吸水率 Q (%)	(注5) コーン指数 qu (kgf/m <sup>2</sup> )	せん断強度				密度 (tf/m <sup>3</sup> )	透水係数 k (cm/sec)	(注1) 含水比 W (%)	コーン 指数 qu (kgf/m <sup>2</sup> )	
										UU (全応力)		CU,CD (有効応力)						
		粘着力 (tf/m <sup>2</sup> )		内部摩擦角 (°)		粘着力 (tf/m <sup>2</sup> )		内部摩擦角 (°)										
Zone. I	コンタクトクレイ	—	20	—	Fc ≥ 40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	コンタクトコア	Wopt ≤ W ≤ Wwet	50	20 ≤ P ≤ 50	20 ≤ Fc ≤ 45	—	—	—	qc ≥ 7	—	—	—	—	D値 ≥ 95% pd ≥ 1.54	k ≤ 1 × 10 <sup>-5</sup>	Wopt ≤ W ≤ Wwet	—	
	土 取 場	Su	—	150	—	5 ≤ Fc ≤ 30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		SI	—	150	—	Fc ≥ 40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	標準部	Wopt ≤ W ≤ Wwet	150	20 ≤ P ≤ 50	20 ≤ Fc ≤ 45	—	—	—	qc ≥ 7	Cu ≥ 4.5	φ <sub>u</sub> ≥ 2.0	C* ≥ 3.5	φ* ≥ 22.0	D値 ≥ 95% pd ≥ 1.54	k ≤ 1 × 10 <sup>-5</sup>	Wopt ≤ W ≤ Wwet	qc ≥ 7	
Zone. II	Wdry ≤ W ≤ Wwet	200	45 ≤ P ≤ 80	Fc ≤ 20	—	—	—	—	Cu ≥ 5.0	φ <sub>u</sub> ≥ 20.0	C* ≥ 2.0	φ* ≥ 35.0	D値 ≥ 95% pd ≥ 1.73	—	Wdry ≤ W ≤ Wwet	—		
Zone. III	—	300	50 ≤ P ≤ 85	6 ≤ Fc ≤ 20	—	—	—	—	—	—	—	φ* ≥ 31.0	E値 ≥ 85% pd ≥ 1.20	—	—	—		
Zone. IV	—	500	—	Fc ≤ 7	n ≥ 0.4	Gd ≥ 2.50	Q ≤ 3.0	—	—	—	—	φ <sub>d</sub> ≥ 42.0	pd ≥ 1.88 ed ≥ 0.24	k ≥ 1 × 10 <sup>-3</sup>	—	—		
フィルター	細粒	—	75	40 ≤ P ≤ 85	Fc ≤ 8	—	Gd ≥ 2.50	Q ≤ 3.0	—	—	—	φ <sub>d</sub> ≥ 35.0	pd ≥ 2.00 ed ≥ 0.30	1 × 10 <sup>-4</sup> ≤ k ≤ 1 × 10 <sup>-2</sup>	—	—		
	粗粒	—	75	4 ≤ P ≤ 85	Fc ≤ 8	—	Gd ≥ 2.50	Q ≤ 3.0	—	—	—	φ <sub>d</sub> ≥ 35.0	pd ≥ 2.00 ed ≥ 0.30	k ≥ 2 × 10 <sup>-3</sup>	—	—		
ドレーン	—	許容粒度参照			—	Gd ≥ 2.50	Q ≤ 3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
周辺盛土	Wopt-3 ≤ W ≤ Wwet	—	—	—	Uc ≥ 50	—	—	—	qc ≥ 7	Cu ≥ 5.0	φ <sub>u</sub> ≥ 4.0	C* ≥ 3.0	φ* ≥ 18.0	D値 ≥ 95%	k < 1 × 10 <sup>-3</sup>	Wopt-3 ≤ W ≤ Wwet	qc ≥ 7	

(注1) Wopt: 最適含水比

Wdry: 締めめカーブとD95%密度の交点の乾燥側含水比

Wwet: 締めめカーブとD95%密度の交点の湿潤側含水比

(注2) 礫率P: 粒径4.75mm残留率

(注3) 75μm通過率Fc: 粒径0.075mm通過率

(注4) タルボット指数n:  $P = \left(\frac{D}{D_{max}}\right)^n$ ここに、  
D: 任意の粒径  
D<sub>max</sub>: 最大粒径  
P: 粒径Dの加積通過率

均等係数Uc:  $Uc = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ ここに、  
D<sub>60</sub>: 60%通過率粒径  
D<sub>10</sub>: 10%通過率粒径

(注5) コーン指数qc: 19.0mm以下の試料をEc=100%で締め付けた時のコーン指数

テムをベースに開発したもので、本調整池の土工事向けに改良したものである。基本となる画像は発注時の設計図(1/1000)をもとに、予め地表の3次元モデルを作成し、これにGPS測量の2000点のデータを合わせた。GPS測量データは直接、入力可能となっている。

この基本図に地質データ及び調整池構造データを加え、全体モデルを作成している(図-6)。

掘削場所は複数のブロックに分割され、各ブロック毎に掘削土の種類と量がグラフで表示される。このため掘削場所や掘削深度による土量管理(賦存量管理)が容易になり、流用土計画がより効率的に行えるようになった。

また、結果を数値だけでなくグラフ等で視覚的に表現できることから、全体イメージがわか

りやすくなっている(図-7)。

従来、賦存量把握に3週間程度の期間を要していたが、このシステムを導入することにより、1/5程度の4日間程度に短縮でき、省力化・迅速化を図っている。

## 5. おわりに

本調整池は平成9年の5月から本堤築堤に着手し、平成10年8月現在の盛立量は41,0000m<sup>3</sup>(総盛立量の73%)である。

今後は、平成10年12月盛立完了を目的に築堤工を実施し、流入工・取水工・池敷内斜面保護工等(二期工事)を実施して、平成12年には試験灌水を行う予定である。

# 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箇所を欄外に指定し, 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  $\alpha$  (アルファ)

$r$  (アール) と  $\gamma$  (ガンマ)  $k$  (ケイ) と  $\kappa$  (カッパ)

$w$  (ダブルユー) と  $\omega$  (オメガ)  $x$  (エックス) と  $\chi$  (カイ)

1 (イチ) と 1 (エル)  $g$  (ジー) と  $q$  (キュー)

$E$  (イー) と  $\epsilon$  (イプシロン)  $v$  (バイ) と  $\nu$  (ウプロシン)

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

#### 5. 「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ズ版より大きいサイズで提出して下さい。
- ② 枚数：応募点数には制限がありませんが、未発表のものに限ります。
- ③ 応募先：研修会テキスト申し込み先と同じ
- ④ その他
  - (1) 応募写真の裏面にタイトル、コメント、住所、氏名、年齢、職業、性別、写真テーマ、撮影場所、撮影年月日を記入して下さい。
  - (2) 原則として応募写真は返却しません。
  - (3) 採用された写真の著作権は、農業土木研究会に属します。
  - (4) 採否は、編集委員会で決定します。
  - (5) 採用された場合は薄謝を進呈いたします。

#### 6. アンケート調査結果について

平成10年度に発行した112号、113号で実施したアンケート調査結果の概要を別添資料にまとめましたのでご一読頂ければ幸いです。

[注：本誌の記事、写真等の無断複写・複製を禁じます]

# 「水と土」に関するアンケート調査結果の概要

## I. アンケート調査内容

### 1. アンケート調査の趣旨

農業土木技術研究会の会誌「水と土」は、昭和28年のコンクリートダム研究会発足以来、平成10年度には115号を越える発行実績となり、事業現場等における技術・研究の成果、施工事例などを掲載し、農業土木技術職員の技術交流の場を提供してきました。

一方、最近の農業農村整備事業展開において、①新技術の導入、②コストの縮減、③環境への配慮等に的確に対応していく必要があり、様々な技術的知見を活用して実施される各地での工事の施工例や技術的な工夫・検討事例等を、現場で活躍する農業土木技術者へ広く紹介・普及していくことが一層重要となっています。

このような状況の下、会員から「水と土」に関する意見を徴収し、会誌「水と土」の一層の充実を図るため、会誌112号と113号でアンケート調査を実施しました。

### 2. 調査要領

#### (1) 調査項目

- ① 回答者データ：所属，年齢，役職，氏名
- ② 会誌基本事項：発刊回数，報文数，ページ数，規格
- ③ 会誌の利活用状況：読まれ方（頻度），興味ある内容・分野，活用方法
- ④ 会誌内容に対する意見：報文内容，特集号，会誌構成等に対する意見
- ⑤ その他：その他意見

（質問事項は、112号と113号を参照して下さい。）

#### (2) 調査方法

- ① 調査対象：農業土木技術研究会会員
- ② 調査方法：会誌にアンケート用紙を添付，会員の自主回答により結果を回収する（技術研究会あてはがき又はFAX送付）。
- ③ 調査分析方法：回答の集計・解析は，研究会事務局で実施。
- ④ 調査スケジュール
  - 調査票の配布：H10.7月～10月（112号，113号に調査票添付）
  - 調査票の回収：H10.11月まで

## II. アンケートデータ解析結果の概要

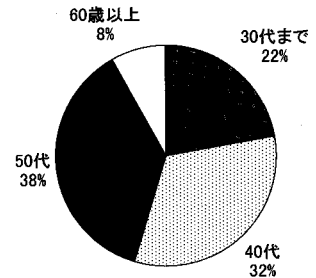
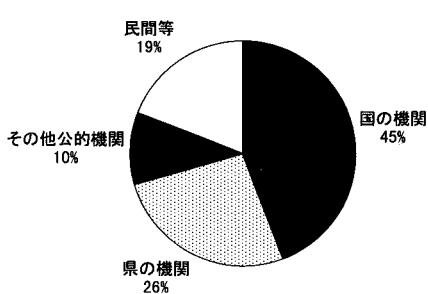
### 1. 調査回答結果

#### (1) 解析データ数

会員からFAX送信又は郵送された調査票は、215通ありましたが、うち、解析に活用できる有効回答は、197通でした。

#### (2) 解析データの内容

- ① 有効回答197通のうち、国、県からの回答数が大半を占めています(71%：図一1)。(回答数：国87、県52、土改連、土地改良区、公団等のその他公的機関20、コンサルタント等民間機関38)
- ② 年齢別には、50代が最も多く、続いて40代、30代まで、60才以上となっていて、50代と40代が全体の70%を占めています(図一2)。(回答数：30才代まで44、40代64、50代73、60才以上16)



(図一2) 年代別別調査回答数

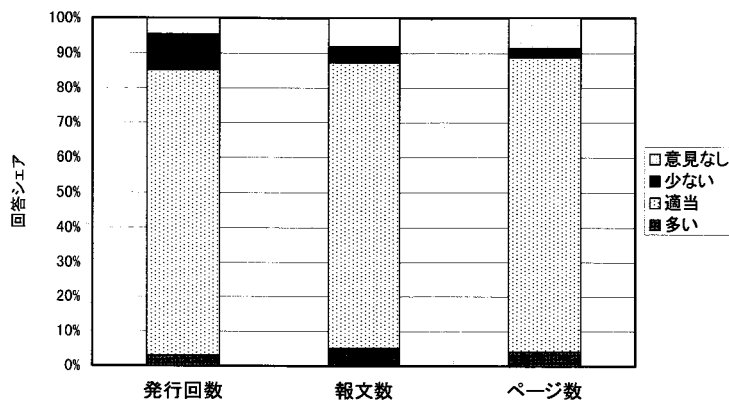
- 注) 1. その他公的機関は、大学・学校、土改連、土地改良区、公団、公益法人  
 2. 民間等には所属機関不明が含まれる

(図一1) 機関別調査回答数

### 2. 「水と土」の基本事項に関する調査結果

#### (1) 一般事項

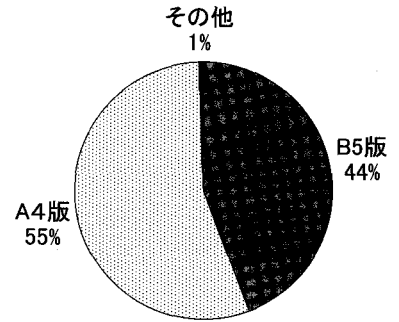
「水と土」に関する発行回数(4回/年間)、報文数(8本/1巻程度)、ページ数(90~100ページ)について調査してところ、概ね現行どおりの発行が適当との回答を得ました(図一3)。



(図一3) 会誌基本事項調査結果

(2) 会誌規格

一方、会誌規格については、現行のB5版サイズよりA4版サイズが適当とする意見が多い結果となりました（図-4）。

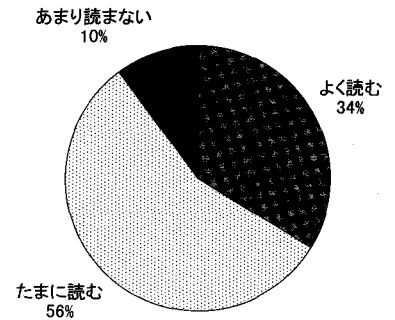


(図-4) 会誌サイズ調査結果

3. 会誌の活用状況

(1) 会誌を読む頻度

- ① 「水と土」を読む頻度は、「たまに読む」が太宗を占め(56%, 回答数110), 「よく読む」(34%, 回答数66), 「あまり読まない」(10%, 回答数20)と続いています(図-5)。
- ② 会誌をあまり読まないと回答した20名にその理由を聞いたところ、忙しい(回答数10), 難しい(回答数6), その他(回答数4)となりました。

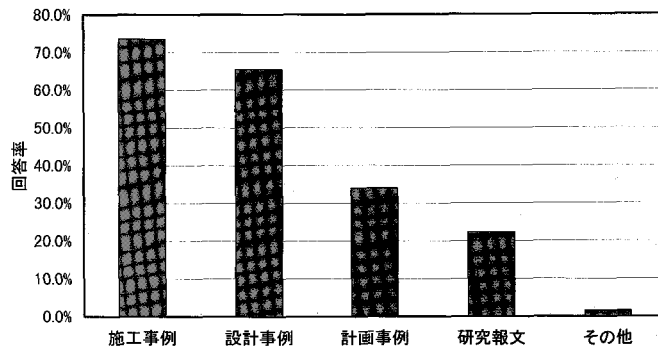


(図-5) 会誌を読む頻度

(2) 興味ある報文内容

興味のある報文の内容は、施工事例が回答率70%を、設計事例が回答率60%を超えているのが特徴的です(図-6)。

なお、この質問は、複数回答となっていますので、回答率=全有効回答における当該項目回答の割合として整理しています。(回答率については以下同じ)。

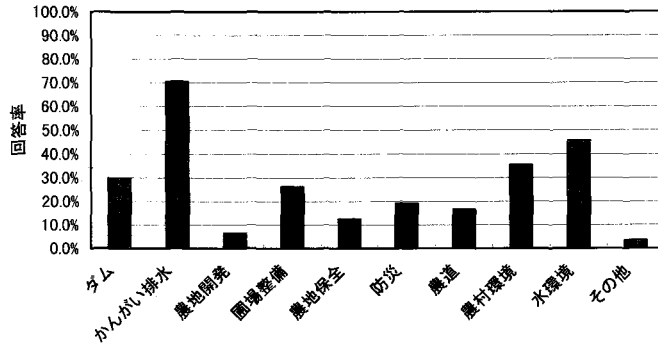


注) 回答率は、当該項目回答数/全有効回答数(197データ) %

(図-6) 興味のある報文の内容

### (3) 興味ある技術分野

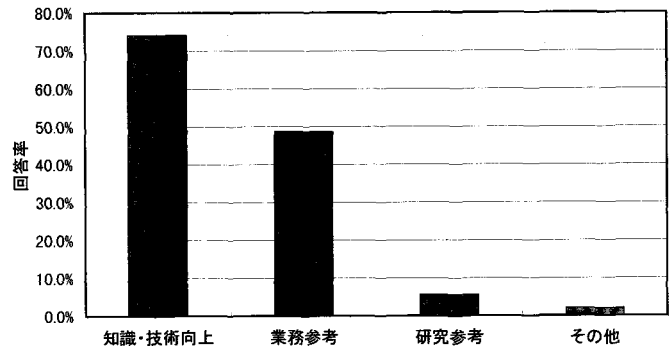
興味ある技術分野は、かんがい排水（回答率：71%）、水環境（46%）、農村環境（36%）、ダム（30%）などの工種に興味が持たれている結果となりました（図一七）。



(図一七) 興味のある技術分野

### (4) 会誌の活用状況

会誌の活用状況については、知識・技術向上（回答率74%）、業務参考（48%）が高い回答率を示しています（図一八）。

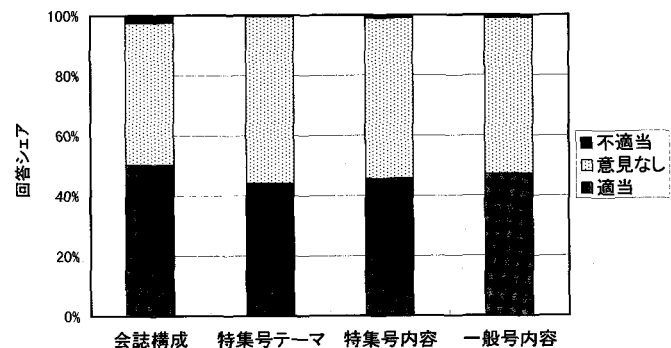


(図一八) 会誌活用状況

## 4. 会誌内容に関する意見

### (1) 会誌内容への回答

会誌構成、特集号テーマ・内容、一般号の内容に対する意見を徴収したところ、不相当との回答はほとんどなく、「意見なし」、「適当」との回答がほぼ同数程度の結果となりました（図一九）。



(図一九) 会誌内容に関する意見

### (2) 会誌内容の改善に向けた意見

- ① アンケート調査項目「4.」で改善に向けた意見の記述をした回答者は72名で全体の37%でした。
- ② 複数の意見を提出している回答者がいるため、意見数は81となりました。
- ③ 意見を表一に区分し整理しました。

(表-1) アンケート調査における改善意見集約表

意見区分	主 な 意 見 の 概 要
①業務の参考となる。 17件	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 技術力向上に役立ち有益</li> <li>● 現場技術者にとっては読みやすく有益</li> </ul>
②会誌分量等に関する意見 5件	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ページ数を少なくして</li> <li>● A4版への変更を希望</li> <li>● 報文の分量を減らして数多くの事例を掲載して</li> </ul>
③会誌構成に関する意見 28件	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 学会誌，NDRとの区分の明確化</li> <li>● 技術課題ごとのシリーズを組めないか</li> <li>● 初歩的な技術講座等のコーナーを設けて</li> <li>● 現場技術だけでなく事業全体をとらえた会誌内容を希望</li> <li>● 時のキーワード，Q&amp;A等一休みできるコーナーを設けて</li> <li>● 会員の交流コーナーを設けては</li> <li>● 報文のD/B化を望む</li> <li>● 写真を多くして（施工前，施工後の対比等数件）</li> <li>● 各種資格に関する記事掲載を</li> <li>● 発行月，キーワードを記載して</li> </ul>
④報文内容，執筆者に関する意見 26件	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 多様な工種の報文掲載の希望（中山間開発，集排，海外，維持管理，軟弱地盤対策，新技術，コスト縮減，環境配慮，自然エネルギー等）</li> <li>● ダムに報文が集中している。</li> <li>● 閲読不足で内容がこなれていない報文あり</li> <li>● 特定の人が執筆している</li> <li>● 執筆者の紹介を</li> <li>● 話題性のある報文の掲載を</li> <li>● より多くの施工事例の掲載を</li> <li>● 難解な報文多し</li> <li>● 失敗事例も掲載して</li> <li>● コンサルタントの報文も掲載して</li> </ul>
⑤その他の意見 5件	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 会員の交流を希望</li> <li>● 名簿を作成して</li> <li>● 研修会は2日として</li> </ul>

なお、上記アンケート調査結果については、今後の「水と土」編集の参考として活用させて頂きたいと考えています。 アンケート調査へのご協力ありがとうございました。

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	㈱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	(社)土地改良建設協会専務理事
〃	近藤 勝英	(社)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㈱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㈱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	
〃	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 常任幹事	國光 洋二	〃 事業計画課
〃	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 幹 事	野口 哲秋	構造改善局地域計画課
〃	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 宏康	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	㈱日本農業土木総合研究所

賛 助 会 員 A

(株) 荏原製作所	日本技研(株)
(株) 大林組	(株)日本水工コンサルタント
(株) 熊谷組	(株)日本農業土木コンサルタンツ
(株)三祐コンサルタンツ	㈱日本農業土木総合研究所
大成建設(株)	(株) 間 組
玉野総合コンサルタント(株)	(株) 日立製作所
太陽コンサルタンツ(株)	(16社)
(株)電業社機械製作所	
(株) 西島製作所	
西松建設(株)	

賛 助 会 員 B

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)  
 青葉工業(株)  
 旭コンクリート工業(株)  
 旭測量設計(株)  
 アジアプランニング(株)  
 茨城県農業土木研究会  
 上田建設(株)  
 (株)ウォーター・エンジニアリング  
 梅林建設(株)  
 エスケー産業(株)  
 (株)大本組  
 神奈川県農業土木建設協会  
 技研興業(株)  
 (株)クボタ建設  
 (株)クボタ(大阪)  
 (株)クボタ(東京)  
 (株)古賀組  
 (株)後藤組  
 五洋建設(株)  
 佐藤企業(株)  
 (株)さとうベネック  
 (株)塩谷組

昭栄建設(株)  
 新光コンサルタンツ(株)  
 (株)ジオテック  
 (株)シャトーシーピー  
 須崎工業(株)  
 世紀東急工業(株)  
 大成建設(株)四国支店  
 大和設備工事(株)  
 高橋建設(株)  
 高弥建設(株)  
 (株)田原製作所  
 中国四国農政局土地改良技術事務所  
 (株)チェリーコンサルタンツ  
 中央開発(株)  
 東急建設(株)  
 東邦技術(株)  
 東洋測量設計(株)  
 (株)土木測器センター  
 日本国土開発(株)  
 日本ヒューム管(株)  
 日本鋪道(株)  
 中川ヒューム管工業(株)  
 福井県土地改良事業団体連合会  
 (株)婦中興業

古郡建設(株)  
 (株)豊蔵組  
 北海道土地改良事業団体連合会  
 (株)北海道農業近代化コンサルタント  
 前田製管(株)  
 前沢工業(株)  
 真柄建設(株)  
 (株)舛ノ内組  
 丸か建設(株)  
 (株)丸島アクアシステム  
 丸誠重工業(株)東京本社  
 水資源開発公団  
 水資源開発公団沼田総合管理所  
 // 三重用水管理所  
 宮本建設(株)  
 ミサワ・ホーバス(株)  
 (株)水建設コンサルタント  
 (株)峰測量設計事務所  
 山崎ヒューム管(株)  
 菱和建設(株)  
 若鈴コンサルタンツ(株)  
 (67社)  
 (アイウエオ順) 計 96社

編集後記

農政改革大綱、新農業基本法案等により、農政の新たな展開方向が示されているところですが、環境保全への配慮、都市・農村交流の促進、農村の伝統・文化の継承等、農業農村整備事業に対するニーズはますます多様化してきています。同時に、多様なニーズに対応した施策が必要となり、事業制度等も複雑化しています。

我々農業土木技術者にとっても、様々な条件下での技術検討が求められることとなり、頭を悩ませることも多々あることかと思えます。しかし、逆の発想をすれば、このような「大変な時代」の中で自分の技術力を試すことができるということは、ある意味幸せなことではないでしょうか。

目まぐるしく変化する諸情勢の中、従来の「常識」にとらわれない、柔軟かつ新たな発想が必要となります。これは、ひとえに若手技術者の手にかかっていると思います。単に「モノをつくる」、「設計・積算をする」のではなく、まわりの状況を見渡し、「誰のために、何のために」を常に考えながら仕事を進めることがこれまで以上に重要となってくるのではないのでしょうか。

課せられた使命は重責ではありますが、明るい農業農村を目指してがんばりましょう。

構造改善局整備課 小泉亘司

水と土 第116号

発行所 〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4  
 農業土木会館内

印刷所 〒161-8558 東京都新宿区下落合2-6-22

農業土木技術研究会  
 TEL 03(3436)1960 振替口座 00180-5-2891

一世印刷株式会社  
 TEL 03(3952)5651