

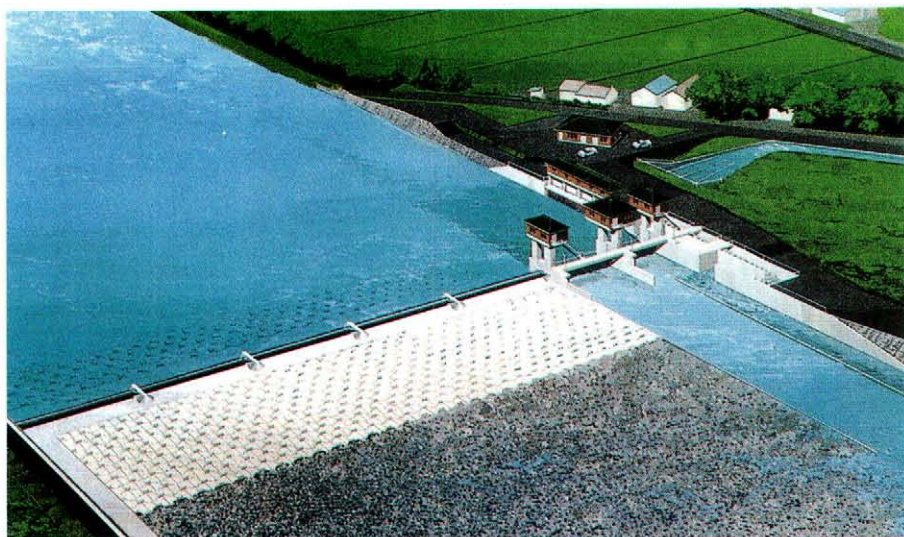
水と土

No.117
1999

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



北楯頭首工の設計概要(本文19頁)



北楯頭首工完成予想図



平成10年度工事完成写真
〈全景〉



平成10年度工事完成写真
〈ゴム環(倒伏時)〉



既存溜池群を利用した 水源施設計画について (本文46頁)

吉川南部工区整備状況

ルーマニアにおけるかんがい システム改善計画について (本文65頁)

揚水機場(フローティングタイプ)
台船にポンプを積載し
水位の変動に対応する



中世農業土木遺産 瓶原大井手の歴史 (本文69頁)

水環境整備事業の整備状況

水 と 土

— 目 次 —

グラビア
報文内容紹介

巻頭文

健康と環境に対応した新しい農地基盤整備システムの提言
勝山 達郎……(9)

報 文

関東農政局における設計 VE の試行について
— 国営農地開発「孀恋地区」万座川橋梁実施設計 —
山本 章浩 染谷 隆一 西塚 力……(11)

北橋頭首工の設計概要
野田 準二 宮崎 雅夫 松尾 貴充……(19)

小田股ダム連続地中壁の施工について
溝手 宗二……(29)

名蔵ダム左岸部の止水対策とその評価について
安次嶺 肇……(36)

既存溜池群を利用した水源施設計画について
藤井 修……(46)

低平部・泥炭区域における暗渠排水方式について
— 浅層暗渠方式の導入 —
山崎 幸三 田口 克己……(52)

幹線水路の防食調査について
中山 寛……(59)

ルーマニアにおけるかんがいシステム改善計画について
溝下 康之……(65)

歴史的土壌改良施設

中世農業土木遺産 みかのほら 瓶 原大井手の歴史 金子 明雄……(69)

技術情報紹介

農業農村整備事業における国際単位系 (SI) 移行
— 土地改良事業計画設計基準における SI 移行について —
伊藤 定由……(75)

投稿規定……(78)

会告……(79)

No. 117

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
「長野県 山口村」)

水と土 第117号 報文内容紹介

関東農政局における設計VEの試行について 一 国営農地開発「孺恋地区」万座川橋梁実施設計一 山本 章浩・染谷 隆一・西塚 力

農業農村整備事業のコスト縮減のため、平成9年度から目的物の機能を低下させずにコストを低減するための技術であるVE (Value Engineering) が導入された。今回、関東農政局では、山岳橋梁の基礎形式等の実施計画において設計VEを初めて導入したことから、その経緯、実施手法及び評価までの一連の内容を紹介する。一つのコスト縮減の技術としてこの手法が定着し、農業農村整備事業のより一層のコスト縮減が図られることを期待している。

(水と土 第117号 1999 P.11 設・施)

小田股ダム連続地中壁の施工について 溝手 宗二

小田股ダムの左岸鞍部には、湖成堆積物 Ld₂層 (変形係数 600~700, Lu'20~50) が存在する。グラウトテストの結果、二重管ダブルバッカー工法では改良困難と判断し、S.M.W工法による連続地中壁造成を計画した。原位置試料を用いた屋内配合試験と壁体の試験施工によって水理的安定性及び盛土荷重による安定性確認後、本体施工を実施した。この試験経緯と本体施工経過について報告する。

(水と土 第117号 1999 P.29 設・施)

既存溜池群を利用した水源施設計画について 藤井 修

狭小な山地流域に位置する受益地では、複数の溜池を水源としてかんがいを行っている事例が多い。本地区では、区画整理を計画するに際し、既存の水源施設である溜池群のみでは、施設容量に不足が生じた。このため、新設水源地 (調整池) の計画樹立にあたって、既存溜池群の空きポケットへ回復水を補給する方法を試み、新設する調整池容量の低減を図ったので、ここに紹介する。

(水と土 第117号 1999 P. 46 企・計)

幹線水路の防食調査について 中山 寛

経済の高度成長と共にあらゆる部門で金属の使用は著しく増加しており、これは同時に腐食による危険性の増大につながるものである。鋼管が農業用パイプラインに多量に使用され始めたのは昭和50年頃からで、防食対策としては一般に塗覆による方法が取られてきた。しかし最近、コンクリート構造付近のコンクリート/土壌マクロセルに腐食事故例が目につくようになったので、幹線水路の防食調査を実施した。その概要について報告する。

(水と土 第117号 1999 P.59 設・施)

〈歴史的土壌改良施設〉

中世農業土木遺産 みかのほら 瓶原大井手の歴史

金子 明雄

京都府相楽郡加茂町にある瓶原大井手は、今から約780年前に造営された井堰と用水路で、かんがい面積などからみれば特に大規模でないが、当時の用水管理機構は現在にも継承されていることから中世以来の伝統に伝える貴重な用水であり、また「はづし」、「船」、「横断河川からの取水」など水利技術面でも工夫が多い「農業土木の遺産」である。そこで、この大井手の水利構造や用水管理機構などについて報告する。

(水と土 第117号 1999 P.69 企・計)

北橋頭首工の設計概要

野田 準二・宮崎 雅夫・松尾 貴充

昭和23年に完成した既設北橋頭首工は、経年による施設の老朽化により、その維持管理に多大な労力を費やしている。このため、平成5年度に着工した国営最上川下流農業水利事業により既設頭首工下流約100m地点に、平成9年度から新しい頭首工の建設を行っている。完成すれば、ゴム堰を採用した頭首工としては、国内最大級となる。新しい北橋頭首工の建設にあたって、設計全般についての概要を報告する。

(水と土 第117号 1999 P.19 設・施)

名蔵ダム左岸部の止水対策とその評価について 安次嶺 肇

名蔵ダムは提高38.7m、堤長400m、総貯水量3,970千m³の中心遮水ゾーン型ロックフィルダムである。ダムサイトの地質は、第三紀中新世花崗岩類 (おもに花崗岩) を基岩とし、これを覆って第四紀更新統 (洪積堆積層) が厚く分布する。左岸部では透水性の高い名蔵層砂層、名蔵層礫層分布していることから、その止水処理が問題となり、止水工法として確実な止水を目的とし、止水路線をダム軸上流として、「掘削置換及び二重管式グラウト」を採用した。

本稿は、その止水対策について、設計・施工・試験湛水の結果を報告するものである。

(水と土 第117号 1999 P.36 設・施)

低平部・泥炭区域における暗渠排水方式について 一 浅層暗渠方式の導入一 山崎 幸三・田口 克己

泥炭区域における水田の汎用化を図るためには、暗渠排水は欠かすことができない工法であるが、従来の開削工法による暗渠排水では開削部が脆弱となり相当の期間、営農を行う上で支障を生じる恐れがあることに加え、被覆材の腐食による暗渠効果の低下が懸念される。

このため碎石等による被覆も行われているが、この様な対応を図ることにより工事費が高くなる傾向にある。この様なことから、東北農政局山元農地整備事業所では低コストで十分な暗渠効果が得られかつ営農上支障が出ない工法を検討した結果、浅層暗渠方式を導入したので今後暗渠工法として紹介するものである。

(水と土 第117号 1999 P.52 設・施)

ルーマニアにおけるかんがいシステム改善計画について 溝下 康之

ルーマニア国におけるかんがい排水に関する問題に対応するため、「圃場かんがい」「圃場水管理」「配水施設」を協力活動内容として長期専門家が派遣されている。巡回指導調査はプロジェクトの進捗状況を把握・評価し、今後の協力過程におけるプロジェクトの運営をより適切なものとするを目的として実施したものであり、担当分野の配水施設についてその概要について報告する。

(水と土 第117号 1999 P.65 企・計)

〈技術情報紹介〉

農業農村整備事業における国際単位 (SI) 移行 一 土地改良事業計画設計基準における SI 移行について一 伊藤 定由

計量法による本年10月1日からのSI単位完全移行に向けて、これまでも様々な対応を行ってきたが、基準・規格の改訂において、これまで併記してきた値と異なる“新たな数値”が示される事例が見られる。また数式までも変更となる場合があり、具体例を示し紹介した。

(水と土 第117号 1999 P.75 企・計)

【巻頭文】

健康と環境に対応した新しい農地基盤整備システムの提言

勝山達郎*
(Tatsuro KATSUYAMA)

【はじめに】

国民の健康に対する意識が高まる中で、「病気は診ても病人を見ない医学，金は作っても食べ物を作らない農業」と言われる。これには，病気に対しての西洋医学を中心とした対処療法と農業における生産性向上のみの追求への反省，そして，国民医療費の急激な増加（1995年が約27兆円）への危機感があると思う。そして，健康への対応として，東洋医学的な予防医学と医学だけではない総合性が求められ，その中で「食と健康」の関係の重要性が見直されたことによると考えられる。

中島常允農業科学研究所長は土中の亜鉛，銅，鉄などの微量元素に着目し，「生命はミネラルバランス」として，健康な土壌環境から作られた『食べ物で若返る』と提言している。食料に関する健康問題について，農薬等に絞られていた関心は，水と土から始まり，農産物，食，体，健康，そして美までの「一連の連鎖」に対しても注がれることになった。今まさに，「1日に30品目を食べなければ」と言われるなど，土壌環境と人間の体内環境の健康がミネラル等を通じて結びつけられている。まさしく，農業が21世紀の「未来産業」と言われる所以でもある。

【土壌環境から見た農地での問題点と課題】

現在，土壌診断による施肥指導など土づくりが取り組まれている。今後さらに，一層の健康な土壌環境の形成が必要で，農業生産活動の基礎となる農地基盤からのアプローチが強く求められている。これについて，次の5点から考えてみたい。

- ①土壌の命が旺盛であれば，作物にも旺盛な命が与えられる。そのためには，土壌で，窒素，リン酸，カリウム，石灰などの必須要素だけでなく，鉄，亜鉛，マンガン，銅など微量元素（ミネラル）のバランスが必要である。すなわち，人間の健康診断でのコレステロールや中性脂肪等の数値の同じように，過剰と欠乏問題が存在し，土壌における要素の濃度も適正値の範囲に入っていることが必要である。とくに，微量元素は酵素等を通じて人間の健康に深く係わりと言われ，その例として，銅の欠乏に伴う血管の動脈硬化や亜鉛の欠乏による味覚障害，精力減退が挙げられている。近年，農地では長年の化学肥料投入により窒素等の過剰が多く認められている。従って，フィットネス・クラブのように，農地でも過剰になっている要素の効果的な除去方法とそれを円滑化する基盤が求められている。
- ②これらの現象は，近年，とくに施設園芸で問題が顕在化している。塩類等の集積は大きな課題で，クーリング作物による処理もあるが，水を利用した1ヶ月程度の湛水処理又は代かき落水等の対応が一般化しつつある。しかし，規模が大きくなったときには，地下水や農地外での過剰要素の流出により，農地を越えた地域での環境保全上の問題が懸念される。また，天地返し又は客土によって過剰要素の希釈化を図る土木的な方法も採られるが，持続的な利用からの課題を抱えている。
- ③一方，健康な土壌環境に病害虫や微生物の生物性も大きく影響している。温暖化防止から臭化メチルの

*中国四国農政局設計課長

- 使用が2005年に全廃となる中で、連作障害の原因となる線虫に対して農地での湛水や散水が安全な防除方法として確立されている。また、水田の中干しが嫌気性と好気性微生物の調整に役立っている。今後は、水を活用した妨害虫の防除や微生物の生存環境の改善など化学を越えた物理的な対応も期待される。
- ④また、それぞれの作物が土壌に求める要素の濃度は異なる。例えば、稲作は窒素が多すぎると良くないが、野菜は高い濃度の窒素を必要とする。時期によっても異なる。このため、短期間での有効な土壌要素の調整が必要となっている。
- ⑤さらに、硝酸態窒素が耕盤を持つ水田での湛水で脱窒されるなど農地基盤は浄化機能を持つ。一方、流出する土壌要素が環境に影響を与えることもある。今後も、畑からの硝酸態窒素排水を水田の活用により再利用する広域的な対応、植物や木炭等による流末処理など、地域全体の環境への優しい対応が課題である。

【21世紀に向けた農地基盤の展開方向】

水田も含めた農地基盤は「作物を植えるための広がり」の2次元の農地に、「水田での減水深や地下水位など不可欠な水の管理」も加え、生産量や品質を安定的に与えてくれるための3次元の農地（汎用田化）として扱ってきた。

既に述べたように、国民の健康に関係している土壌環境への対応も重要である。作物の生育条件は、①光が適度、②空気が適当、③水が適当、④温度が適当、⑤養分が適量、⑥有害因子がないことの6条件が基本である。農地基盤で考えると、①と②と④は気象と農地の場所、③は資源の確保問題であるが、②と③の土壌の通気性や排水性という物理性、⑤と⑥の養分の過剰及び欠乏という化学性は土壌環境の問題である。今後、「土壌環境の調整も可能とする自由度の高さと、農地外の環境への優しさ」をも持つ『5次元の農地システム』の構築が必要ではないであろうか。

【新しい農地基盤整備システムの実証】

現在、宮崎県都城市において、裏作にレタス栽培を導入している水田で、健康診断土づくりシステムを平成9年度から新技術導入事業で実験をしている。この実験は、第1に、健康土壌の分析評価とその対応ソフトの確立、第2に、健康な土壌を形成するための堆肥化センターと自由度が高く要素が調整できる農地基盤の形成、第3に、排水の環境負荷の軽減など浄化施設の形成と、これらを一体的に連動させるシステムの構築に取り組んでいる。とくに、畜産廃棄物等の処理の視点ではなく「健康な土壌を形成する視点からの堆肥化センター」と、過剰な塩分等の除去などを「用水パイプラインの給水栓と排水パイプラインを持つ暗渠等により、耕盤上の根群域の土壌（耕土）で養分の幅広い調整を行うシステム」の確立、さらに、「土壌中での微量要素等の物質循環の解明に関する研究」が課題である。

今後、この実験を始めた一人として、「健康な土壌を持続する農地基盤システム」の具体化と、人気のあるレタスが現在作られているとのことだが、農業農村整備からの発信による、「健康と環境」がテーマになる21世紀への提言として国民から注目されることを期待している。

関東農政局における設計VEの試行について

— 国営農地開発「孀恋地区」万座川橋梁実施設計 —

山 本 章 浩*
(Shoji YAMAMOTO)

染 谷 隆 一**
(Kouchi SOMEYA)

西 塚 力***
(Rikiya NISHIZUKA)

目 次

1. 農業農村整備事業における設計VEの試行について ……………11	3. 設計VEの万座川橋梁実施設計への導入 ……………12
2. VE(Value Engineering: 価値工学)方式とは ……11	4. 万座川橋梁実施設計における設計VE ……………13
	5. 設計VEの評価 ……………17

1. 農業農村整備事業における設計VEの試行について

農林水産省は、従来から農業農村整備事業のコスト縮減について積極的に取り組んできていますが、コスト縮減をさらに徹底するために、目的物の機能を低下させずにコストを低減する手法であるVE(Value Engineering)を一昨年より試行的に導入しています。

平成9年度においては、入札時VEの試行的導入を図り、引き続き平成10年度は入札時VEの継続と契約後VE及び設計VEの試行的導入を図っています。

関東農政局としては、平成9年度以降入札時VEを2件、契約後VEを2件実施していますが、平成10年度には国営農地開発「孀恋地区」の万座川橋梁の実施設計において設計VEの試行を行いました。

なお、本試行は農林水産省として設計VE第1号となりました。

2. VE(Value Engineering: 価値工学)方式とは

(1) 誕生の背景

第2次世界大戦中、米国では主要資材不足のため、従来どおりの設計、施工方法及び材料を用いることができなくなり、やむを得ず代替案、代替材料を使用したところ、多くのケースで従

来より安価で良質な製品ができたことから、VEの概念が生まれました。

特に民間の1社が組織的にVEの手法を開発し、活用して大成果を納めたことから、VEは他の会社や政府機関に急速に拡大しました。

その後、内務省開拓局、NASA、交通省等の連邦政府機関が順次VEを採用し、1988年に行政予算管理局がVE通達を発出したことにより、VEの活用がさらに活発化しました。

(2) VEの活用形態と業務内容

VEとは、「工事目的物等の価値(Value)を改善、向上、保証するためのエンジニアリング」であり、機能を下げずにコストを縮減することが基本となっています。

具体的には、建設コストの節減が図られる代替案を作成することであり、建設コストの節減または機能の向上につながらない代替案はVEとは言いません。

VE業務の活用形態は、概略次表の形態に区分されます。

表—1 VEの活用形態

導入の段階	形 態
設計段階	設計段階におけるVE改善提案
入 札 時	VE提案付き入札(施工方法等提案型)
契 約 時	VE提案付き契約
契 約 後	VE奨励条項付き発注

*関東農政局孀恋開拓建設事業所 (Tel. 0279-97-3939)

**関東農政局建設部設計課 (Tel. 03-5252-8385)

***関東農政局土地改良技術事務所 (Tel. 048-254-0511)

3. 設計VEの万座川橋梁実施設計への導入

(1) 国営農地開発「孺恋地区」の概要

本地区は群馬県北西部孺恋村に位置し、浅間山、白根山、四阿山(あずまやさん)に囲まれた山岳高冷地帯です。

孺恋村は、昭和41年に産地指定された夏秋キャベツの生産を経営の柱として発展しており、首都圏の夏秋キャベツの大半を供給しているだけでなく、全国的にも一大産地として名声を博しています。

しかし近年、キャベツの連作による育成障害が発生し、農業経営が脅かされつつあるため、標高1,100~1,400mに広がる未墾地を活用した新たな農地の造成(約400ha)による経営規模の拡大と、輪作体系の確立により連作障害の解消を図り、併せて通作や農産物運搬のための道路網の整備を行い、キャベツ等農産物の品質向上と安定供給、並びに他作物の産地形成を図り、農業の振興と農業経営の安定を図ることを目的としています。

(2) 万座川橋梁の概要と設計VEの導入

万座川橋梁は、本地区の幹線道路(約20km)の中央部分に位置する主要な施設で、地区を東西に分断する万座川の左右岸を結び、日常の通作及び農産物出荷時間等の大幅な短縮を目的とする施設となっています。

本橋梁は山間部に架ける長さ約300m(橋脚高40~50m)の長大橋であるとともに、万座川の左右岸が急峻である等、厳しい施工条件の中、施工計画、基礎工形式においてVE提案を行うことにより、コスト縮減を図るべく設計VEを導入しました。

なお、橋梁形式は、基本諸元及び地形地質等の諸条件を考慮し、長所、短所から総合評価を行うとともに、万座川の特異性(万座川は上流に万座温泉及び硫黄鉱山跡があり、強酸性河川となっています。)に配慮する他、メンテナンス等を含めて検討し、最も経済的で安全性の高い4径間連続ラーメンPC箱桁橋に決定しました。橋梁の概要は表-2に示すとおりです。

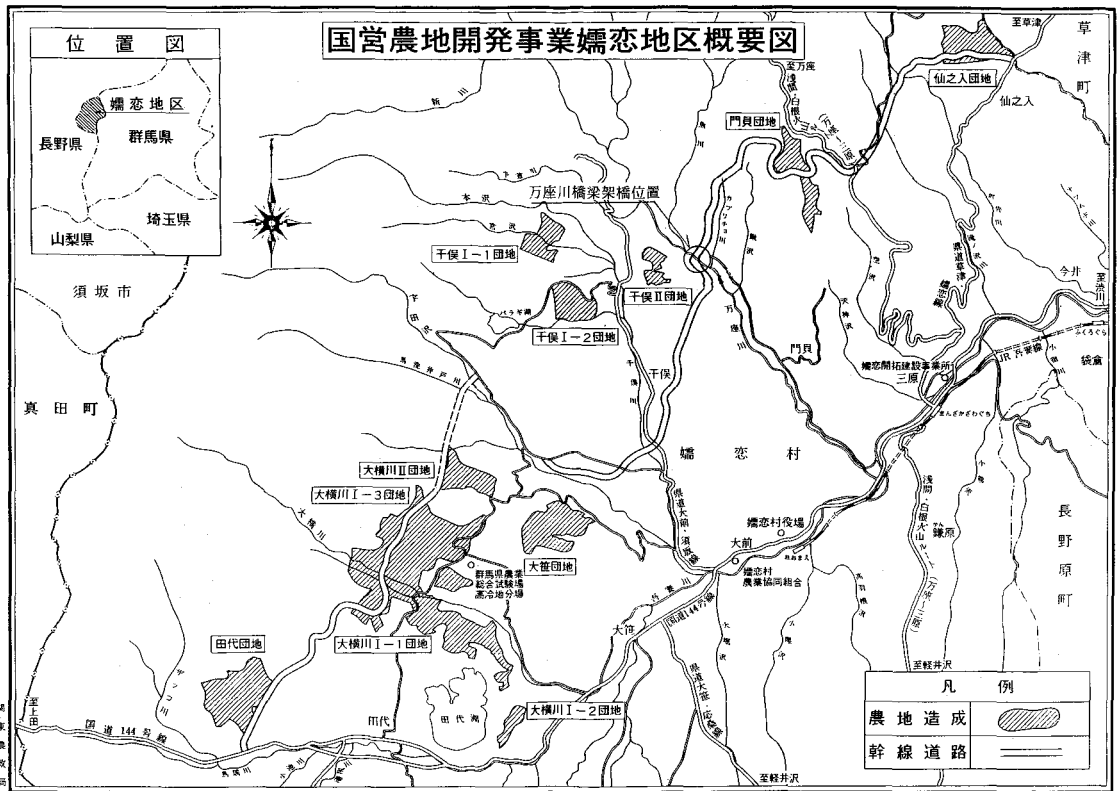


図-1 地区概要表

表-2 橋梁の概要

項目	内容
道路区分	道路構造令3種4級
計画交通量	II-2交通
活荷重	B活荷重
橋長	297.0m
支間割	60+110+78+47m (遊間1.0m×2)
幅員	車道幅員7.0m, 地覆0.6m×2
設計速度	40km/hr
上部工形式	4径間連続ラーメンPC箱桁橋
橋台形式	逆T式橋台(A1, A2)
橋脚形式	ラーメン式中空式橋脚(P1, P2), 中空式橋脚(P3)

4. 万座川橋梁実施設計における設計VE

(1) 実施フローと実施作業内容

実施フロー	実施作業内容
VE付き設計業務の契約	平成10年6月に「実施設計業務」を設計VE付きであることを明示し、コンサルタントと契約を締結しました。
設計VE参加希望者の公募(公示)	VE参加希望者を公募するため、設計VEを行う業務内容について関東農政局、嬬恋開拓建設事業所の掲示板及び日刊建設工業新聞ほか3紙に掲載し、公示をしました。
設計VE参加者の決定(技術審査会)	技術審査会を開催し、設計VE参加希望者から民間の技術者2名を選定すると共に内部参加者も選定し、設計VE参加者(VEメンバー)を決定しました。
VE検討会実施業務の委託	関東農政局土地改良技術事務所長は「設計VE検討会実施委託業務」を、豊富な経験と知識を持つ技術者を多数擁する(財)日本農業土木総合研究所に委託しました。
VE検討会の実施	(財)日本農業土木総合研究所の専門研究員をVEリーダーとして、計4回の検討会を実施し、VE提案項目のとりまとめを行いました。
VE提案の承認(技術審査会)	検討会でのVE提案について、技術審査会はその内容を検討し最終的に承認し、その内容を掲示板にて公表しました。
VE付き設計業務の完了	コンサルタントは上記VE提案に基づき、試算等の技術検討の精度を高める作業を行い、最終的なVE提案業務を完了しました。

(2) VE検討会での検討内容

VE検討会での検討対象項目は、実施設計段階で最もコスト縮減が可能となる基礎工形式及び施工計画とし、峡谷に於ける橋梁施工に造詣の深いゼネコン技術者等に参画願い、アイデアの発案を行い、最良案の選定を行いました。

基礎工形式は、基本設計案の直接基礎(段差フーチング)を原案とし、より経済的で施工性

の良い工法の選定を、また、施工計画については、より経済的で現場施工に即した橋梁架設計画及び下部工施工方法等についての検討を行いました。

今回の検討委員会の運営取りまとめは、(財)日本農業土木総合研究所に委託し、メンバー構成は、農林水産省農業工学研究所から1名、民間から2名、受託機関(総研)職員2名及び発

注機関（土技所、孀恋事業所）職員2名により組織しました。

検討委員会は計4回開催し、第1回は現地、既存の基本設計及び地質調査結果の内容と現地を照らし合わせながら検討項目、検討方法について確認をし、代替案の発議を行いました（代替案40案が提案されました）。第2回目は、各アイデアの施工性や概略工事費によるコスト縮減状況の比較等、各アイデアの評価・分類を行い、代替案を16案に絞り込みました。第3回検討会

では、機能・技術性・施工性・経済性について精度を上げた評価・検討を行い、代替案を定め、第4回検討会で詳細なコスト縮減額の算定及び評価を基に最終案を確定させました。

検討会で提案された工法・採用理由については表-3の通りです。

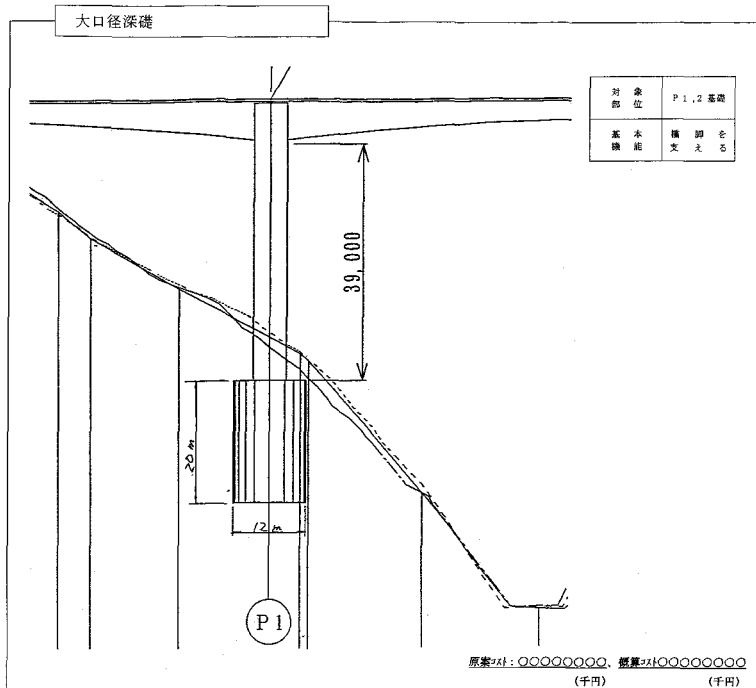
これは最終段階での検討内容であり、実際にはここに示した工法以外にも数多くの意見が提案されました。

表-3 VE検討会での提案事項と検討結果

検討項目	VE提案	検討内容	採用
橋脚基礎工形式 (P1及びP2)	大口径深礎杭	最も経済的であり、施工性にも優れているため今回の採用案となりました。	◎
	オープンケーソン基礎杭	法面工が少なく、環境、メンテナンス面で優位性があるが、コスト的に割高となります。	
	PCウエル杭	オープンケーソンと同様の優位性はあるが、コスト的には、オープンケーソンより割高となります。	
橋脚基礎工形式 (P3)	深 礎 杭	最も経済的であり、施工性にも優れているため今回の採用案となりました。	◎
	大口径深礎杭	経済性、施工性に優れているが、標準工法に比べコスト的に割高となります。	
	既 製 杭	基本設計より品質面で優位性はあるが、コスト的にかなり割高となり、また施工性にも難があります。	
施工計画 (栈橋・作業構台)	トラス橋+P1作業構台(川側に)設置	最も経済的であり、施工性にも優れ、河川区域内に構造物がなく協議を円滑に進めるためには有利であることから今回の採用案となりました。	◎
	2階建て栈橋	用地的には有利となるが、工事現場及び既存村道部との取り付け斜路の設置費用が高額となり経済的に割高となります。	
	砂防堰堤上に栈橋設置(架設地点から上流100m地点)	河川協議が困難。また、砂防堰堤を横断してからP1までの間に仮設道路が必要であり、経済的に不利となります。	

図-3 VE検討項目の評価表

代替案提案書



■提案の特徴

- (1) 岩掘削が少ない。
- (2) 経済性がよい。
- (3) P2 橋脚は土留工法を併用することにより寸法が供用できる。
- (4) 法面工が少なくなることにより、環境、メンテナンス面で優れている。

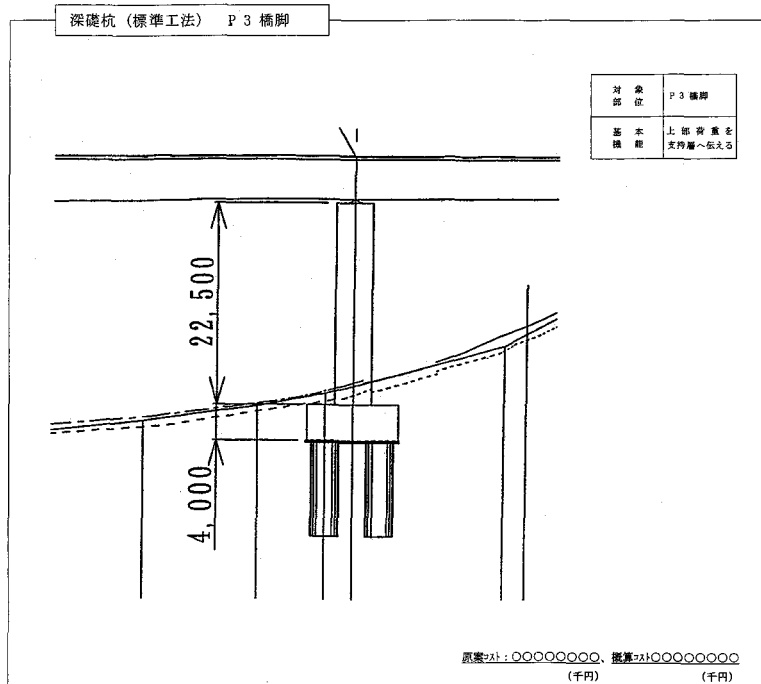
■概略評価 (指教評価)

項目	機能	技術性	施工性	経済性
提案				
原案	○	○	○	○
今回案	○	○	○	○

■コメント (採点上の留意点等)

・軟質岩盤の場合はライナープレート方式が経済的に優れ、工期も早いですがグラウトが必要になる。
 ・硬質岩盤の場合はナトム工法が経済的に優れておりグラウトも不要であるが、工期が若干長くなる。
 よって、岩質により両工法の併用も考えられるし、又どちらか一方の工法のみもあり、岩質による工法の検討を必要とする。

代替案提案書



■提案の特徴

- ・経済性が良い。
- ・1本あたりの杭耐力が大きい。
- ・杭本数が少ない。
- ・掘削量を抑えることができる。
- ・深い支持層に対応できる。
- ・掘削影響範囲が小さく、基盤に影響しない。

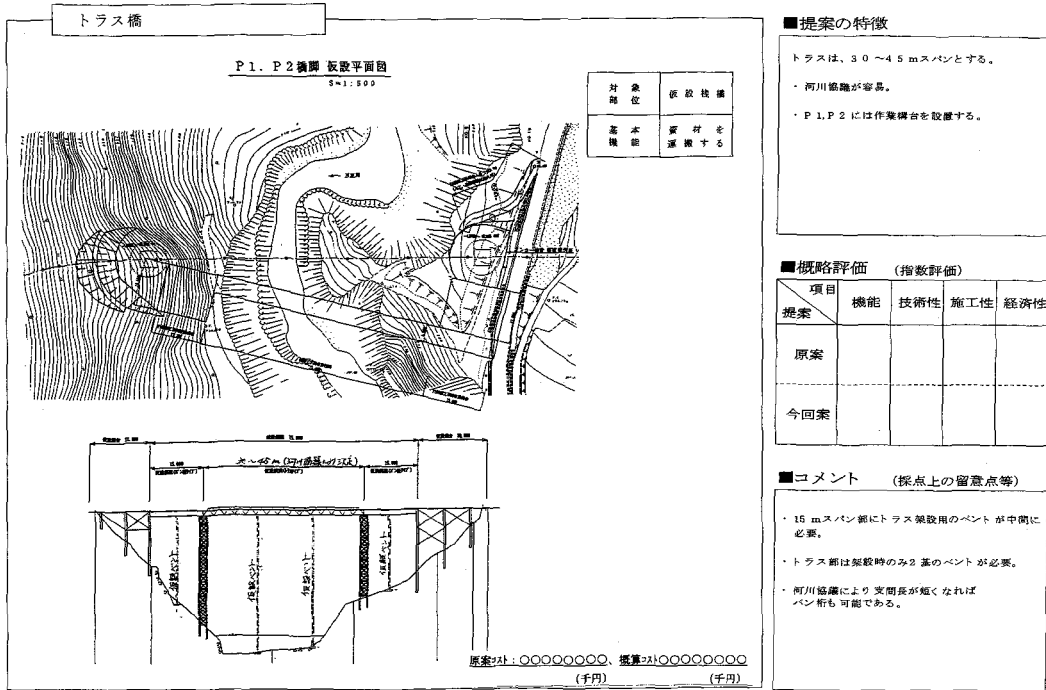
■概略評価 (指教評価)

項目	機能	技術性	施工性	経済性
提案				
原案	○	○	○	○
今回案	○	○	○	○

■コメント (採点上の留意点等)

・ライナーP.L、グラウト工法となる。
 ・地下水があれば排水を要す。
 ・フーチングが小さくなる。
 (原案に比して)

代替案提案書



5. 設計VEの評価

設計VEの導入は、農業農村整備事業のコスト削減(目的物の機能を低下させずにコストを低減)

のために導入したものであり、そのVE検討結果は表-4とおり基本設計段階に比べ約10%のコスト削減が見込まれ、初期の目的が達成できたと考えています。

表-4 VE検討結果

検討項目	原案内容	VE提案内容	提案の特徴	縮減率
橋脚基礎工形式 (P1及びP2)	段差フーチング	大口径深礎杭	<ul style="list-style-type: none"> ・既設村道の共用が可能 ・岩掘削量が少ない ・杭耐力を増すことができる ・狭い場所で施工可能 ・経済性に優れている ・法面工が少なく、環境、メンテナンスに優れている 	7%
橋脚基礎工形式 (P3)	段差フーチング	深礎杭	<ul style="list-style-type: none"> ・杭耐力が大きく、杭本数が少ない ・フーチングが小さくて済む ・掘削量が抑えられる ・深い支持層に対応できる ・経済性に優れている 	19%
施工計画 (栈橋・作業構台)	左岸から栈橋でP1まで作業構台	トラス橋設置+P1に作業構台を川側に設置	<ul style="list-style-type: none"> ・法面の切土量が大幅に節減でき、法面保護の数量が減る 	12%
計				10%

最後に、この結果を受け、VE付実施設計業務の請負業者は、VE検討会における結果を反映させた内容で設計を完了し、引き続き平成11年度の早期工事発注に向け、準備に入っています。

また、本橋梁は前後の幹線道路を含め営農上、作物出荷上重要な施設であることはもとより、当

地区を横断する道路が少ないために起こる渋滞の緩和、災害・緊急活動面でも地元から待望されている施設であることから、前後の幹線道路も含め一日も早く供用開始が出来るように事業所一丸となって頑張っています。

北楯頭首工の設計概要

野 田 準 二*
(Junji NODA)

宮 崎 雅 夫**
(Masao MIYAZAKI)

松 尾 貴 充***
(Takamitsu MATSUO)

目 次

1. はじめに	19	III. 堰柱	24
2. 位置	19	IV. 魚道	25
3. 地形及び地質	19	V. 基礎	26
4. 設計概要	21	VI. 仮締切	27
I. 頭首工位置の選定	21	5. おわりに	28
II. ゲート	21		

1. はじめに

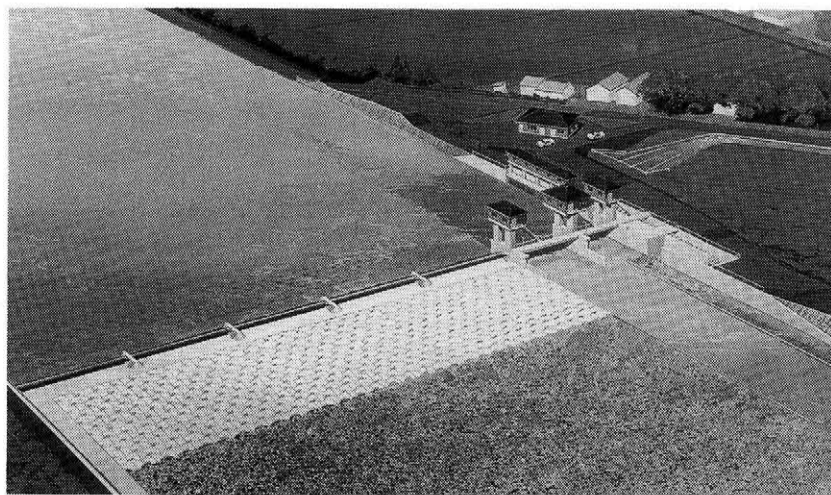
本頭首工は、山形県北西部庄内平野の最上川下流左右岸に展開し、12,920haの大水田地帯を受益地とする国営最上川下流農業水利事業で造成される主要施設の1つである。既設頭首工は、昭和23年に県営東田川郡北楯大堰用水改良事業により造成されたが、経年による老朽化により維持管理に多大な労力を費やしている。平成9年度に新しい北楯頭首工の建設に着工し、現在、左岸側を中心に工事を進めている。

2. 位置

本頭首工は、最上川水系立谷沢川の下流部にあり、最上川との合流点から上流約600mで、既設頭首工の下流約100mの地点に位置している。

3. 地形及び地質

頭首工付近の地形は、立谷沢川をはさんで東側が山地、西側が丘陵地からなっている。月山を源とする立谷沢川は、平均河床勾配が $I = 1/133$ と急流で、河床には玉石混じりの砂礫の堆積が見られる。



図一 北楯頭首工完成予想図

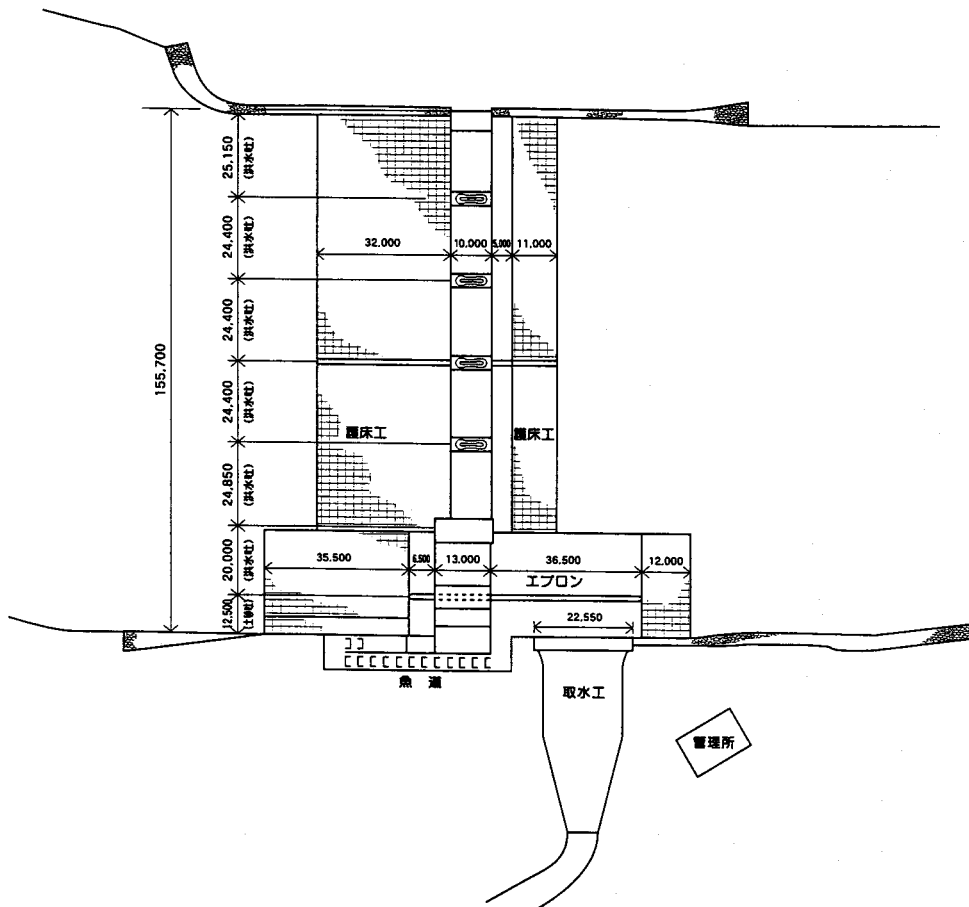
*東北農政局最上川下流農業水利事業所 (Tel. 0234-42-3612)
**元東北農政局最上川下流農業水利事業所現東北農政局設計課付
***東北農政局最上川下流農業水利事業所

地質は、上層が玉石混じり砂礫層（沖積層：右岸側で層厚約40m，左岸側で層厚約15mと層には傾斜が見られる）で、下層が泥岩（北俣層）から

なっている。地表から深度7～9 mまでの玉石混じり砂礫層は、深度によりボーリングロッド先端が礫に当たる部分はN値50以上を記録するもの

表一 北橋頭首工の基本諸元

位置	左岸：山形県東田川郡立川町大字肝煎字川原通60地先 右岸：山形県東田川郡立川町大字肝煎字石田95地先
形式	フローティングタイプ
堰長	155.7m
堰高	1.2m
取水量	最大10.8m ³ /S
ゲート	土砂吐：起伏ゲート付シェル構造ローラーゲート B=10.950m × H=2.20m × 1門 洪水吐：起伏ゲート付シェル構造ローラーゲート B=18.400m × H=2.20m × 1門 ゴム引布製起伏堰 B=22.000m × H=1.20m × 4門 ゴム引布製起伏堰 B=22.225m × H=1.20m × 1門 取水工：ローラーゲート B=4.500m × H=2.00m × 4門
魚道	形式：バーチカルスロット式 延長：70.3m 幅：4.8m



図一 北橋頭首工平面図

全体としてN値にばらつきがある。深度7～9m前後以後は、φ10cm～20cmの玉石を多く含む土層であり、細粒分の多いところでもN値の低下は認められない。

4. 設計概要

I. 頭首工位置の選定

頭首工位置の基本的な選定条件は次に示すとおりである。

- ①ミオ筋が取り入れようとする川岸近く安定している地点であること。
- ②確実な取水ができる地点であること。
- ③取水とともに著しい土砂の流入が生じない地点であること。
- ④堰上げによる上下流への影響が少ない地点であること。
- ⑤構造上の安定が得られ、工事費が安くできる地点であること。
- ⑥維持管理に便利な地点であること。

本頭首工の位置は、河川の状態、受益地を考慮し、取り入れ側である左岸側にミオ筋が寄っている以下の3案を選定し、比較検討の上決定した。

〔第1案〕

採石場に影響する位置ではあるが、既設頭首工を仮床固工として利用できる既設頭首工の下流約100m地点。

〔第2案〕

採石場に影響しない位置ではあるが、既設頭首工を仮床固工として利用できない既設頭首工の下流約40m地点。

〔第3案〕

既設頭首工の上流約420m地点。

以上のように第1～3案における利水上・治水上及び施工性・経済性について比較検討を行った結果、第1案の既設頭首工下流約100m地点に決定した。

II. ゲート

1) ゲート形式の選定

ゲート形式は、河川の状態・河川管理上の安全性・利水機能の信頼性及び経済性を考慮して選定する必要がある。ゲート形式は一般に、引き上げ式（ローラーゲート・スライドゲート）と起伏式（鋼製起伏ゲート・ゴム堰）がある。

表—2 北橋頭首工位置比較表

比較案 堰軸位置	第1案 NO.31 地点	第2案 NO.34 地点	第3案 NO.57 地点
利 水 上 の 検 討	①ミオ筋が取水工近くに安定しているか。○ 北橋大堰用水路が左岸側にあるため、左岸取水。ミオ筋は左岸側に寄っている。	○ 同左。	○ 同左。
②確実な取水ができるか。	○ 堰上げ取水のため確実に取水できる。	◎ 既設堰が40m程度と接近。既設堰からの落水による波立ちや取り入れ口への土砂流入が発生→既設堰の撤去が必要となる。	△ 堰上げ取水のため確実に取水できる。
③構造上の安定が得られるか。	○ 左岸側の基礎地盤はN値50の玉石混じり砂礫層。中央部から右岸側はゆるい砂礫層も見られる。	○ 基礎地盤はN値50の玉石混じり砂礫層である。	◎ 同左。
④維持管理を容易に行えるか。	◎ 県道に接続して管理道路を設置するため、維持管理に便利である。	◎ 同左。	◎ 同左。
⑤付帯施設を設ける用地が確保できるか。	○ 砂利採取業者との調整が必要である。	○ ほとんど現況用地内であるため問題ない。	◎ 導水路は新設となるため、用地交渉が必要である。
治水上の 検 討	①堰の平面形状は直線になっているか。○ 直線。	◎ 同左。	◎ 緩やかな曲線になっているが問題ない。
②方向は高水時の流水方向に直角か。	◎ 直角。	◎ 同左。	◎ 同左。
③堰上げによる上下流への影響はないか。	◎ なし。	◎ 同左。	◎ 同左。
施工性の検討	◎ 砂利採取場に近接する点を除けば既設堰を仮床固工として利用できるため、第2、3案より施工性が優れる。	○ “利水上の検討②”の関係より、既設堰を全面撤去し、それに伴い上流側の護岸及び町道生線沢橋の根入れ不足が生じることにより、上流側に床固工を設置する必要がある。また、本頭首工は通年取水のため工事期間中も取水する必要がある。	△ 頭首工工事では、既設堰を撤去し、流路工計画に合わせた河床掘削(下流約420m)と、それに伴う町道生線沢橋及び護岸の根入れ不足による補償や床固工を上流に設置する必要がある。導水路工事では、水路延長が約0.5km程度長くなり、町道横断工も必要となり、第1、2案に比較し相当不利である。
経済性の検討	◎ 砂利採取業者に移転補償が生じるが、既設堰を仮床固工として利用できること、導水路延長が短いことから第2、3案より工事費が安くなる。	◎ 既設堰の撤去、床固工の新設に多額の工事費を要する。導水路延長も長くなり、さらに工事期間中、暫定取水施設の設置が伴うことから、第1案より工事費が高くなる。	△ 既設堰の撤去、河床掘削420mとそれに伴う町道生線沢橋や上水道施設の補償、床固工の新設が生じる。導水路延長も一番長くなることから、工事費は3案中最も不利となる。
総合評価	◎ 利水上及び治水上の適応性が良く、施工性及び経済性でも第2、3案より有利である。	◎ 利水上及び治水上の適応性はよいが、施工性及び経済性では第1案より劣る。	◎ 利水上の適応性は3案中最も良いが、治水上の適応性では第1、2案に対しやや劣り、施工性及び経済性では3案中最も不利である。
判定	採用	不採用	不採用

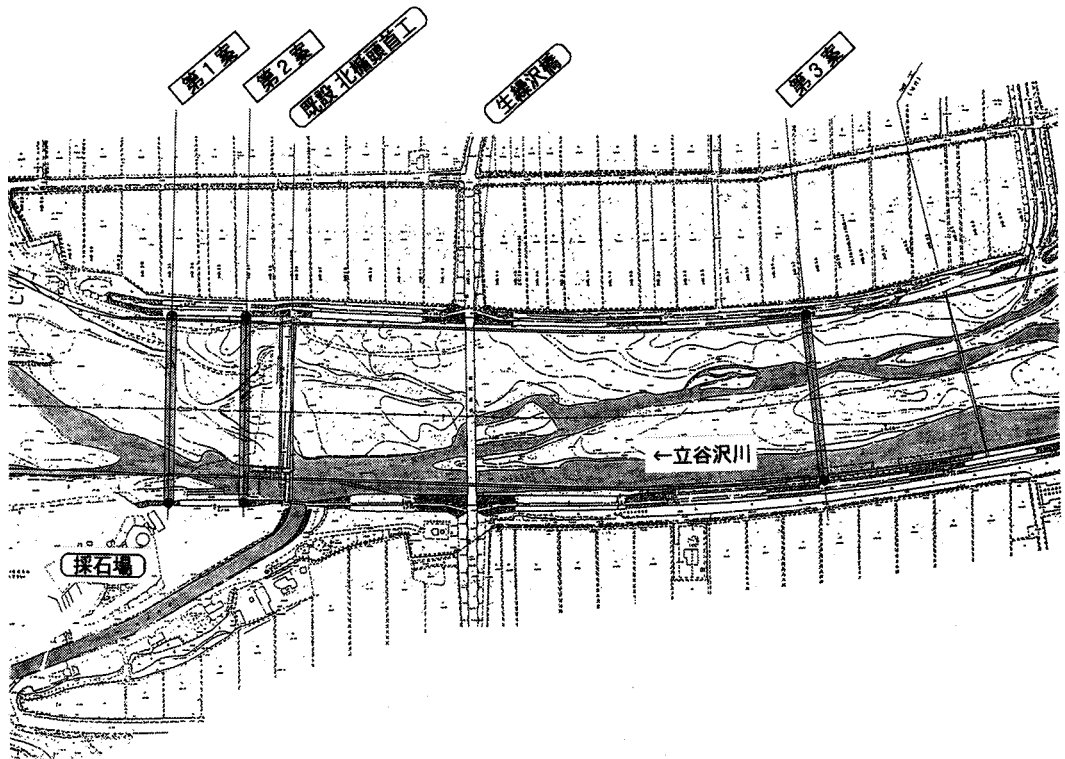


図-3 北橋頭首工比較案位置図

これらの形式のうち、河川の大小を問わずローラーゲートが採用されている実績が最も多いが、近年は経済性から中小河川を対象にゴム堰の採用が増加しており東北地方において100m以上の大規模なゴム堰として鳴瀬堰（宮城：建設省）、岩木川取水堰（青森：弘前市）、慶徳頭首工（福島：県）、最上川中流堰（山形：建設省）が施工済みで、今後増大の傾向にある。

本頭首工の設置位置等の現地の状況を踏まえ、ゲート形式について総合的に検討した結果、施工性に優れ、工事費及び維持管理費が安価であり、河川断面との取り合いが良好であること等からゴム堰を採用することとした。

さらに、ゴム堰のゴム厚を標準より厚くすることによる、土砂・転石による摩耗・損傷の防止、そして、重機で堆積土砂除去を行うための右岸河床部への道路の設置やゴム堰倒伏時の上流側堆積土砂の流下を容易にさせるためのゴム堰直下流への段差の設置など維持管理面も含めた工夫を凝らしている。

なお、ゴム堰の倒伏頻度を少なくするため、

洪水吐6門のうち1門は土砂吐ゲートと共に放流機能を兼ね備えた引き上げ式ゲートとした。形式はローラーゲートとし、取水の安定性を考慮して、上段に起伏ゲートを取り付けた2段式ゲートとした。

2) ゴム堰（起伏式）の構造

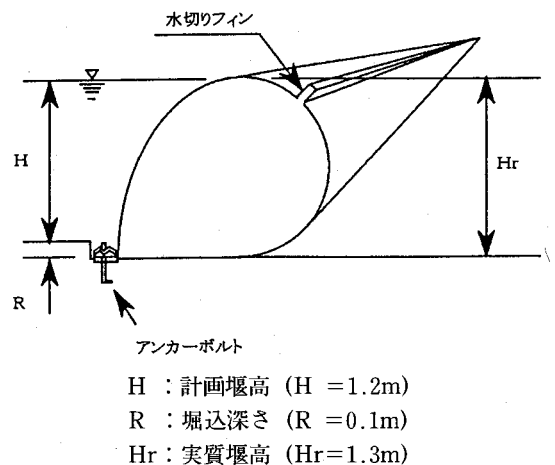


図-4 ゴム堰の形状

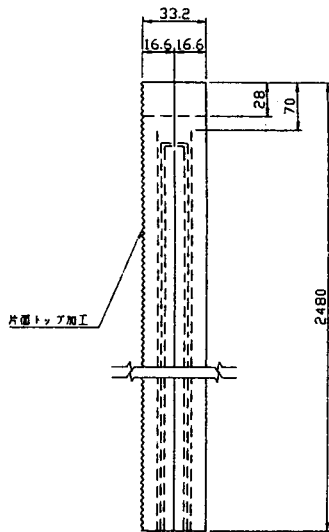


図-5 袋体断面図

ゴム堰は、ゴム製の袋体とこれを河床及び法面に固定する固定金具（上流側の1列で固定する1列固定方式）、袋体を膨張・収縮させるための操作設備（空気式）及び袋体と操作設備を結ぶ配管より構成される。

①起立装置

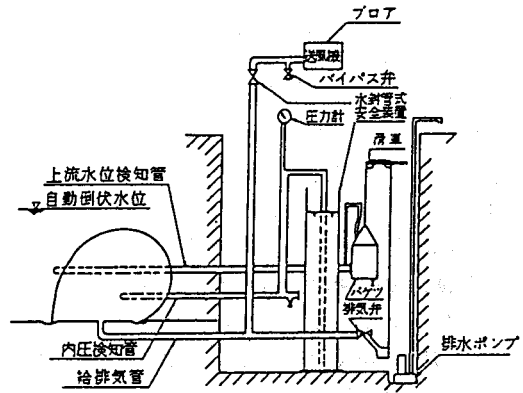
モーターで駆動するブローより空気を圧入し袋体を起立させる装置である。

起立に要する時間は、河川構造令の起伏堰に規定する数値を引用して30分以内とした。

②倒伏装置

ゴム堰は、越流水深が大きくなると袋体に振動が発生し、取水及び構造の安定上、危険な状態となるため許容最大越流水深が定められている。因みに、「ゴム引布製起伏堰技術基準（二次案）P40」によると、空気膨張式の場合、許容最大越流水深は堰高の20%となっており、本頭首工の場合、堰高は1.2mであるため、許容最大越流水深は $h = 0.24\text{m}$ ($1.2\text{m} \times 0.2$) である。

許容値を超える水深となった場合、袋体内の空気を排除して倒伏させる必要があるため、新頭首工では上流水位と連動する電動方式と機械方式（バケット方式）の2つの自動倒伏装置を備えている。電気式は、水位計により上流水深（堰高1.2m＋越流水深）を検知し上流水深が1.44mを超えると



<操作室内>

図-6 給排管設置図

電氣的にバルブを開放する方式である。バケット方式は、電気式倒伏装置が故障した場合の安全装置で、上流水位検知管を通じて河川水を操作室内に導き、バケットに流入した水の重量を利用して機械的にバルブを開放する方式である。

③材質

袋体には、ナイロン織布（3層構造）をEPDM (Ethylene Propylene Diene Monomer) 系合成ゴムで被覆したものをを用いている。外側表面には片面トップ加工（図-5参照）を施し維持管理の際の滑落防止対策を講じている。

④その他

振動防止装置として、ゴム堰にフィンを取り付け、越流水脈と袋体との間に十分な通気を確保し、越流水脈を袋体から剝離させることによって袋体振動を軽減させる対策を講じている。

3) 土砂吐ゲート（引上げ式）の構造

本ゲートは上段扉及び下段扉より構成される2段式ゲートである。

上段扉の形式は、越流による流量調節制御が容易な起伏ゲートとし、流水にさらされる部材が少なく、かつ捻れ剛性の高い魚腹形とし、越流水による振動防止のためのスポイラを設けた。

下段扉の形式は、本ゲート全屏高2.2mのうち上段扉（起伏ゲート）高が0.7mであるの

で、下段扉高は1.5m、径間が10.95mでその比は1/7.3と細長いこと、上段扉の受ける荷重が外力として作用することから高い剛性に耐えうるシェルゲートを採用した。

4) 洪水吐ゲート (引上げ式) の構造

洪水吐ゲートのうち1門も土砂吐ゲートと同様、上段扉及び下段扉より構成される2段式ゲートとした。土砂吐ゲートに比べ径間が18.4mと長く下段扉高との比は1/12.3と細長く、土砂吐ゲートと同じシェル構造とした。

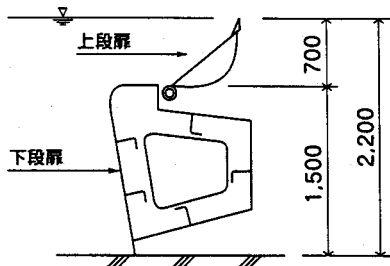


図-7 起伏ゲート付ローラーゲート断面図

III. 堰柱

堰柱は、ゲートの開閉の操作を容易にし、かつ力学的に安定したものであって、洪水流下の際の障害を極力少なくした断面構造とした。

1) 堰柱の高さ (「土改基準-頭首工P55」)

天端標高 = 設計洪水位 + 余裕高① + ゲート高 + 余裕高② + 頂版の厚さ

余裕高① = 設計洪水位とゲート下端との間で接近速度水頭より大きく、かつ、河川構造令に定められている数値以上とする。

$$F_{b1} = \text{接近速度水頭}$$

計画高水流量 ($Q=1,200\text{m}^3/\text{s}$) 及び流下断面より計画洪水位時の流速は $V=3.18\text{m/s}$ となる。

よって、

$$F_{b1} = hv = \frac{V^2}{2g} = \frac{3.18^2}{2 \times 9.8} = 0.52\text{m}$$

F_{b2} = 河川構造令 (「第20条第1項」) で定められている数値

$$= (Q=1,200\text{m}^3/\text{S}\text{時の余裕高}) +$$

(砂防河川としての余裕高)

$$= 1.0 + 0.5 \text{ 「砂防基準 計画編P179」}$$

$$= 1.5\text{ m}$$

$F_{b2} > F_{b1}$ より余裕高① = $F_{b2} = 1.5\text{m}$ とした。

余裕高② = ゲート引上げ時におけるゲート天端と頂版下端の間で、スプライアー、シーブ、休止フック等のゲート構造物及び巻上げの余裕高を含む

整流板の高さ (越流水深に10cm加えたもの) + 余裕 (50cm)

$$= 0.34 + 0.5$$

$$= 0.84\text{m}$$

「砂防基準P30」より1.0m以上であるがフラップゲートの関係より余裕高50cmを加え1.5mを採用した。

設計洪水位 = 31.321m, ゲート高 = 2.2m,

頂版の厚さ = 1.1m より、

$$\text{天端標高} = 31.321 + 1.5 + 2.2 + 1.5 + 1.1$$

$$= 37.621$$

敷高 = 27.871m であるから、

第1号・第2号・第3号堰柱の高さ

$$= 37.621 - 27.871 = 9.75\text{m}$$
 とした。

2) 堰柱の厚さ (「土改基準-頭首工P57」)

$$tp = 0.12(Dp + 0.2Bi) \pm 0.25\text{m}$$

tp : 堰柱の厚さ (m)

Dp : 堰柱の高さ (m)

Bi : 径間長 (m)

名称	堰柱の高さ(m)	径間長(m)	計算堰柱の厚さ(m)	決定堰柱の厚さ(m)
第1号堰柱	9.75	12.5	1.47±0.25	1.5
第2号堰柱	9.75	20.0	1.65±0.25	1.6
第3号堰柱	9.75	20.0	1.65±0.25	1.6

※堰柱の最小厚さは、通路幅0.6mと、部材厚 $0.45 \times 2 = 0.9\text{m}$ から1.5mとした。

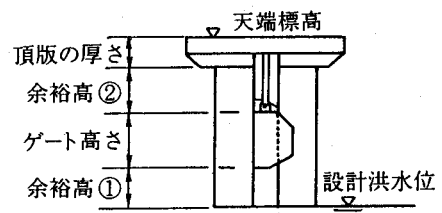
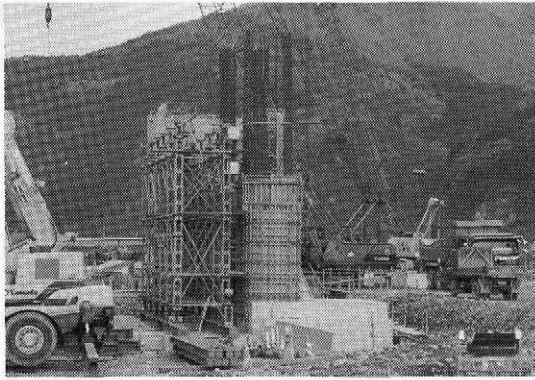


図-8 堰柱天端標高説明図



写真一 第3号堰柱

3) 堰柱の長さ

堰柱高さ及びゲート戸溝、操作室、管理橋、管理用階段等のスペースを考慮し、 $L=13.5$ mとした。

4) 水切りの高さ及び形状

水切りの高さは、通常上流側の設計洪水位に $0.3\text{m}\sim 0.5\text{m}$ の余裕をとる。

$$\begin{aligned} \text{上流水切り標高} &= \text{設計洪水位} + (0.3\text{m}\sim 0.5\text{m}) \\ &= 31.321 + (0.3\sim 0.5) \\ &= 31.621\sim 31.821\cdots \end{aligned}$$

EL=31.671とした。

水切りの形状については、洪水時の流水に渦流を生じさせないように、上下流に丸みをつけた。

5) 遮水工

遮水工として第1～3号堰柱とその中間床版に、上流側 $L=3.0\text{m}$ 、下流側 $L=2.0\text{m}$ の遮水矢板（鋼矢板Ⅱ型）を設けた。

IV. 魚道

1) 魚道の位置

既設頭首工は全面越流型の階段式魚道で、位置は流下断面内の土砂吐と固定堰の間に設けられている。

本頭首工の魚道の位置は、①河川構造令第37条の規定及び②ミオ筋が左岸側に形成されていることから、遡上経路を考慮して左岸側の流下断面外で土砂吐に隣接した位置とした。

2) 魚道の形式・選定

魚道の形式は、一般的に次のように分類される。

本頭首工では、魚道の設計における代表魚種は、サケ及びアユであること、加えて大型

表一 3 魚道の形式

種類	形式	特徴
プールタイプ	階段式	平面水路に水制用の隔壁を設け、プール部分と越流部分とによって構成される形式である。全面越流型（従来型）、アイムバー型等がある。
	バーチカルスロット式	流勢を緩和するため、矩形水路を一定間隔の隔壁で仕切り、その隔壁に縦の溝（バーチカルスロット）を配したものである。
	潜孔式	矩形水路を一定間隔の隔壁で仕切り、その隔壁に穴をあけたものである。
水路タイプ	デニール式	傾斜水路中に阻流板を入れて流速分布をつけるものである。
	粗石付曲面式	斜面をひねって斜曲面としたものである。流れは曲面上の最急勾配部に集中し、その周辺に流速の遅い部分が生じるとされる。
	導流壁式	流速を抑えるために仕切壁（導流壁）を設けたものである。
	人工河川式	自然河川の流れに近い緩勾配の水路を造り、途中に休息プールを設けるなどして親水を考慮したものである。但し、河川敷を広く使うことが必要である。
オペレーションタイプ	リフト式（エレベータ）	呼び水等で魚を1ヶ所に集めた後、ホッパーやエレベータで垂直に移動させ、堰の上流側に放流するものである。
	開門式	上流側と下流側に2段ゲートを設置し、そのゲート操作により魚を遡上させるものである。一般に舟通し開門を兼用する場合が多い。
	フィッシュポンプ式	堰の直下に集結する魚をフィッシュポンプに連結された樋管に吸込み、堰の上流側に輸送するものである。
その他	ハブリッド式	低水位時には、アイムバー型として機能するが、水位が上昇すると隔壁が阻流板の役割を果たして、デニール式に変化する等複数の形式の機能を持ったものである。

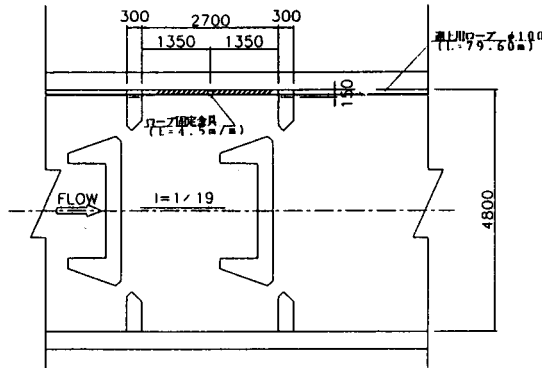


図-9 魚道平面図 (一部)

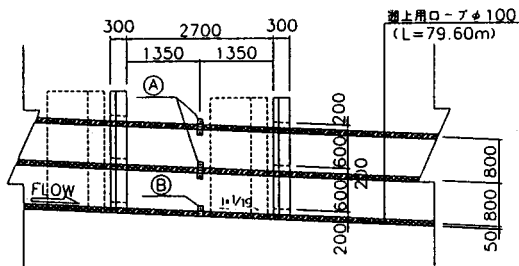


図-10 魚道縦断面図

魚から小型魚まで遡上が期待できること及び近隣における施工状況等からバーチカルスロット式を採用した。なお、モクズガニ遡上のためのロープ(φ100mm)を魚道壁面に沿って3段配置とした。

V. 基礎

1) 支持地盤の判定

本頭首工の基礎面標高は、引き上げ式ゲー

ト部でEL=26.271m, ゴム堰部でEL=27.571mとなるため、玉石混じり砂礫層が基礎地盤となる。砂層・砂礫層は、N値が30程度以上あれば良質な支持層とみなして良い(「道路橋示方書・同解説 (IV: 下部構造編) P232」)ことから、ボーリング調査結果のN値30を結んだ層を支持層とした。

2) 基礎形式の決定

・第1号～3号堰柱の基礎形式

第3号堰柱を含む左岸側の構造物基礎面はN値30以上と良好で、その下にも弱い層がないことから直接基礎とした。

・第3号～8号堰柱の基礎形式

第3号堰柱を除く右岸側は基礎面よりも支持地盤が深いため、杭基礎とした。

3) 杭種の決定

新頭首工の杭種については、以下の理由により鋼管杭を採用した。

①土質が平均10～15cm(最大径40cm)程度の玉石を混入する砂礫層のため、鋼管杭は中間層打抜きや支持地盤への貫入が可能であるが、コンクリート杭では困難である。

②N値30の支持地盤は、左岸側から右岸側に傾斜していること及び玉石の混入も見られることから、杭長の変化、杭の高止まりが予想される。この場合に鋼管杭は杭の継ぎ足しや杭頭切断を容易に行うことが可能で杭頭処理の点でも有利である。PHC杭は、

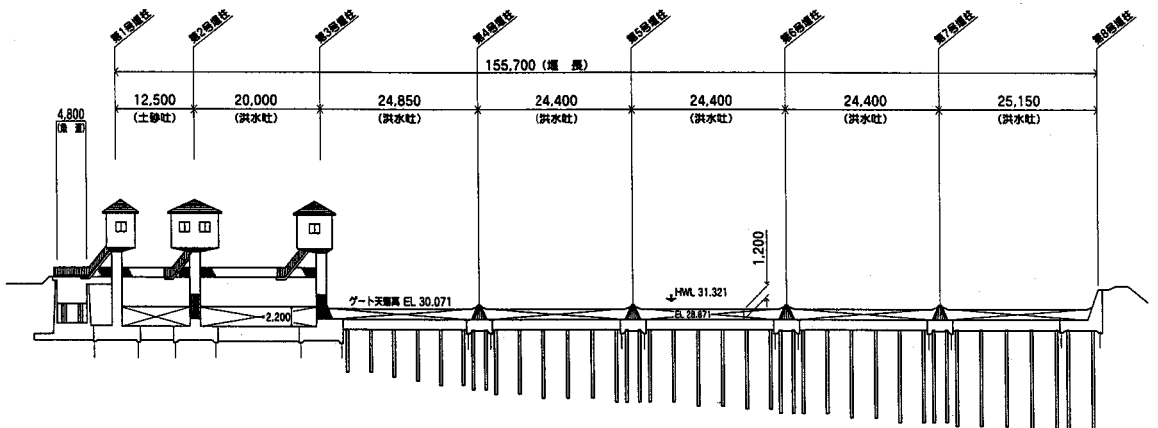
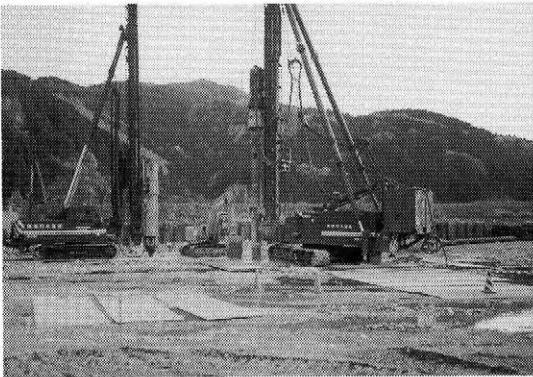


図-11 北橋頭首工断面図

このようなトラブルにより杭頭カットが生じた場合に、杭頭補強が必要となりPHC杭としての機能を果たさなくなり施工も複雑となる。

4) 杭打設工法の決定

打設工法は、油圧ハンマー打込工法、プレボーリング工法、ドーナツオーガー工法について現地で試験施工を行い、打ち込み時間、施工性を比較検討した結果、ドーナツオーガー工法を採用した。この工法は互いに逆転する内側スクリューと外側スクリューの二重スクリュー式で穿孔した後、空隙を砂で置換し、スクリュー及びケーシングを引き抜いた後、既製杭を自重又はこれに補足荷重を加えて挿入する工法である。



写真—2 鋼管杭施工状況

VI. 仮締切

1) 仮締切方式

仮締切方式は、河川の規模・現況堤防の有効利用等により半川締切方式とした。

2) 仮締切堤の構造形式

本仮締切堤の場合、設計水深が0.8~0.9mであることから仮締切形式は、土堤型と一重鋼矢板自立式が考えられるが、次の理由により一重鋼矢板自立式を採用した。

- ・土堤型は、止水性が悪い。
- ・土堤型は、本河川が砂防河川でもあることから洪水時の波浪等による仮締切堤の流出が懸念される。
- ・一重鋼矢板自立式は変形が大きいという短

所があるが、水深が小さいので問題はない。

3) 矢板打設工法の決定

矢板の打設工法として、パイプロハンマ工法、ウォータージェット工法(1連及び2連)について現地で試験施工を行った。地盤が玉石混じり砂礫層であることから、パイプロハンマ工法では打ち込み途中の段階で打ち込み不能となるため、打ち込み時間、施工性から判断した結果、ウォータージェット工法(1連)を採用した。この工法は矢板にノズル状の管であるウォータージェットを取り付け、矢板先端でジェット水流を発生しながらパイプロハンマにて打ち込みを行う工法である。

4) 仮締切施工計画

本頭首工の施工年数は、当河川の規模・頭首工の規模等を考慮し、平成10年度(I期)~平成11年度(II期)の2ヶ年で工事を行う計画であることから、工事の進捗に合わせた仮締切計画とする必要がある。

《I期工事の仮締切施工計画》

左岸側第5号堰柱までの工事を行うが、10月までの洪水期は、河積を確保するため、左岸から第3号堰柱までの締切とし、11月以降の非洪水期は第5号堰柱センターより右岸側10mの位置まで締切範囲を拡大し半川締切とした。なお、II期工事に備え、護床工区間ではII期工事分の仮締切の施工も行う。II期工事の仮締切位置は、I期工事の仮締切鋼矢板の引抜き作業を考慮し、I期工事の仮締切位置より左岸側10m(第5号堰柱位置)の位置とした。

《II期工事の仮締切施工計画》

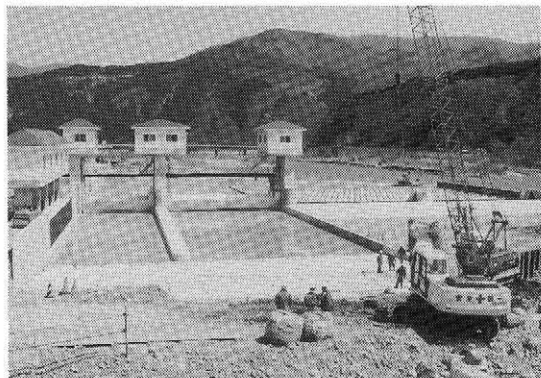
I期工事の残りの右岸側の工事を行うため、I期工事で施工済区間以外の区間にI期工事と同様、仮締切矢板の打設を行う。工事終了後は、鋼矢板を引抜くが護床工区間は本体に鋼矢板を建て込んでいるため、計画河床高より10cm下の部分で切断し、無筋コンクリートで埋め込む計画としている。

5. おわりに

平成10年3月に着工した北楯頭首工建設工事は、平成10年度に左岸側第5号堰柱まで、平成11年度

に残りの右岸側の工事を行い完成する予定である。工期内完成に向けて、関係職員一丸となって業務に励んでいる。

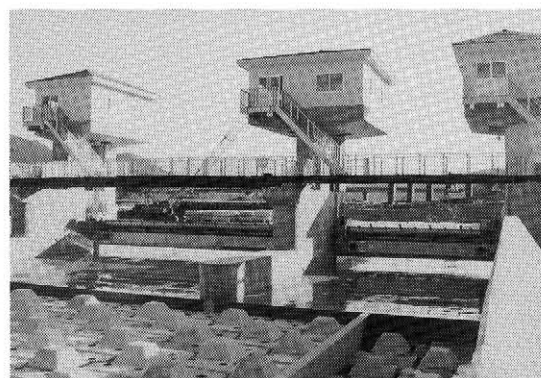
《平成10年度工事完成写真》



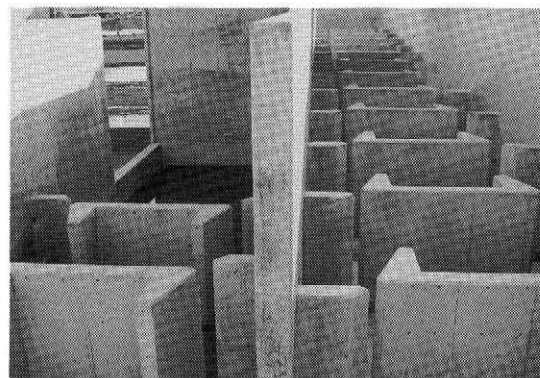
写真—3 全景



写真—4 ゴム堰（倒伏時）



写真—5 鋼製ゲート（下流側より）



写真—6 魚道（下流側折り返し部より）

こ だ ま た 小田股ダム連続地中壁の施工について

溝 手 宗 二*
(Souji MIZOTE)

目 次

1. はじめに	29	5. 試験施工	31
2. 基礎処理計画	29	6. 本施工	34
3. S. M. W. 工法による連続地中壁造成	30	7. おわりに	35
4. 室内配合試験	30		

1. はじめに

小田股ダムは、鳥取県東伯郡東伯町、大栄町、赤碕町の水田の用水補給と畑地かんがいを行うために東伯農業水利事業で計画されており、同事業で計画されている他の西高尾ダム及び船上山ダムと相まってこれらの農業用水を確保し、この地域の農業経営の安定化を図るものである。

これら3ヶ所のダムのうち、西高尾ダムについては平成4年度に完成し、平成5年度から供用開始しており、平成6年の未曾有の干ばつに大いに威力を発揮した。船上山ダムは平成4年度に工事に着手し建設中である。

小田股ダムは堤高50m、堤頂長347m、堤体積761千m³の中心遮水ゾーン型ロックフィルダムで、平成6年度に仮排水路工事に着手した後、平成7年12月に本体に着工しており現在建設の途上にある。

本報は、この小田股ダムの基礎処理工事の一部に導入した連続地中壁の工法について紹介するものである。

2. 基礎処理計画

小田股ダム一帯の地質は、大山の旧期火山活動に由来する第四期凝灰角礫岩類を中心に構成されている。このダムの基礎処理工事におけるカーテングラウトの施工には、すでに完成し供用している西高尾ダムでの施工実績を参考として、二重管ダブルパッカー工法を採用した。また、改良目標値は3Luの非超過確率85%以上、5Luの非超過確率100%程度としている。

しかし、左岸鞍部のLd2層(D級岩盤、変形係数600~700kgf/cm²、20~50Luの高透水帯)については過去のグラウトテストにおいて二重管ダブルパッカー工法による改良が困難と判断されたため、S. M. W. 工法による連続地中壁(L=80m、A=1,330m²)を構築することによって改良することとした。地中壁の下部に当たるLd2層以深については、グラウト改良が可能なため地中壁下端と1.0mラップさせて二重管工法によりグラウト注入を行うものとした。

表-1 小田股ダム諸元

貯水池	流域面積	8.1km ² (直接1.5km ² ・間接6.6km ²)	常時満水時 (F. W. L)	EL. 240.10m
	満水面積	0.14km ²	設計洪水位 (H. W. L)	EL. 241.30m
	総貯水容量	2,000,000m ³	最低水位 (D. W. L)	EL. 212.00m
	有効貯水量	1,950,000m ³	利用水深	28.10m
	設計堆砂容量	50,000m ³		
堤体	形式	中心遮水ゾーン型ロックフィルダム	堤頂長	347.0m
	堤高	50.00m	堤頂幅	9.00m
	総堤体積	761,000m ³ (左岸鞍部含む全体)	堤頂標高	EL. 244.00m

*中国四国農政局東伯農業水利事業所 (Tel. 0858-53-1703)

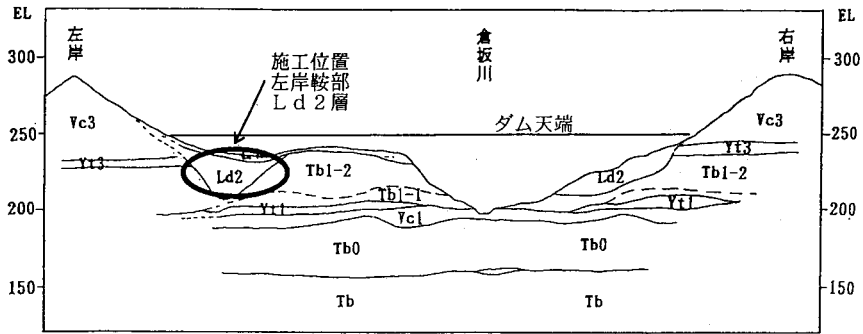


図-1 小田股ダム地質縦断面図と連続地中壁施工位置

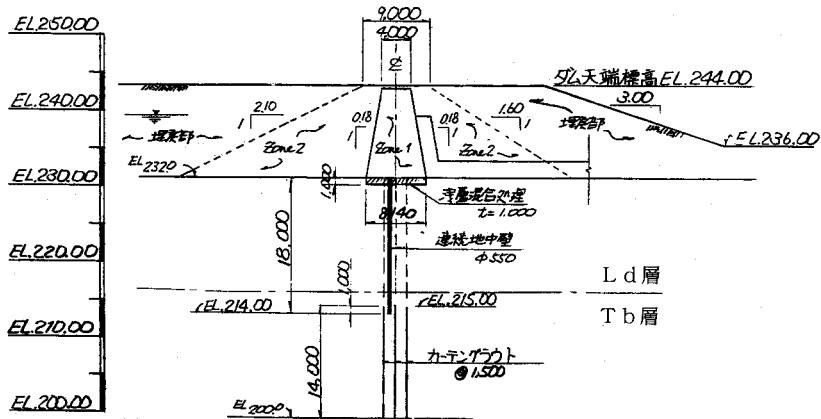


図-2 左岸鞍部標準縦断面図

3. S. M. W. 工法による連続地中壁造成

S. M. W. 工法とは、3軸混練オーガー機によってセメント系懸濁液を先端より地盤中に注入しつつ原位置において混合造成する工法で、混合造成されたソイルセメントは地下水を遮断する地中壁となる。(図-3参照)

4. 室内配合試験

(1) 配合試験

壁体の透水性及び変形特性を把握する目的で室内配合試験(一軸圧縮試験, 透水試験, 三軸圧縮試験)を実施した。供試体は施工位置近傍の調査竖坑内にて土砂を採取し、表-2の注入ミルクと混合攪拌して作製した。対象土1^mに対する注入ミルクの配合量は止水壁の透水性を10⁻⁶cm/sオーダー, 変形係数を1,500kgf/cm²とした他地区の例を参考にして、700リットル/m³とした。

1回目, 2回目の配合においてそれぞれベントナイト量を30kg/m³, 60kg/m³としたが、両者の透水係数は目標値10⁻⁶cm/sオーダーを挟んで100倍程度の差を生じた。その後3回目の45kg/m³にて満足する透水係数の値を得た。

変形係数は500~1,000kgf/cm²程度と低めの値であったが、対象地盤(Ld2層)の変形係数が600~700kgf/cm²であり、追従性の観点から対象地盤の変形係数に近い値となり、むしろ良好な結果が得られた。

(2) F. E. M. による築堤解析及び浸透流解析
室内配合試験の結果を用いて、F. E. M. による築堤解析及び浸透流解析を行い、連続地中壁の安全性を検証した。

解析断面は盛土高が最大で連続地中壁が最深となる横断面とし、パラメータは室内配合試験結果から、①変形係数を500, 1,000の2ケース, ②透水係数については最低でも10⁻⁶オーダーの改良が可能であることから1.0×10⁻⁵, 1.0×

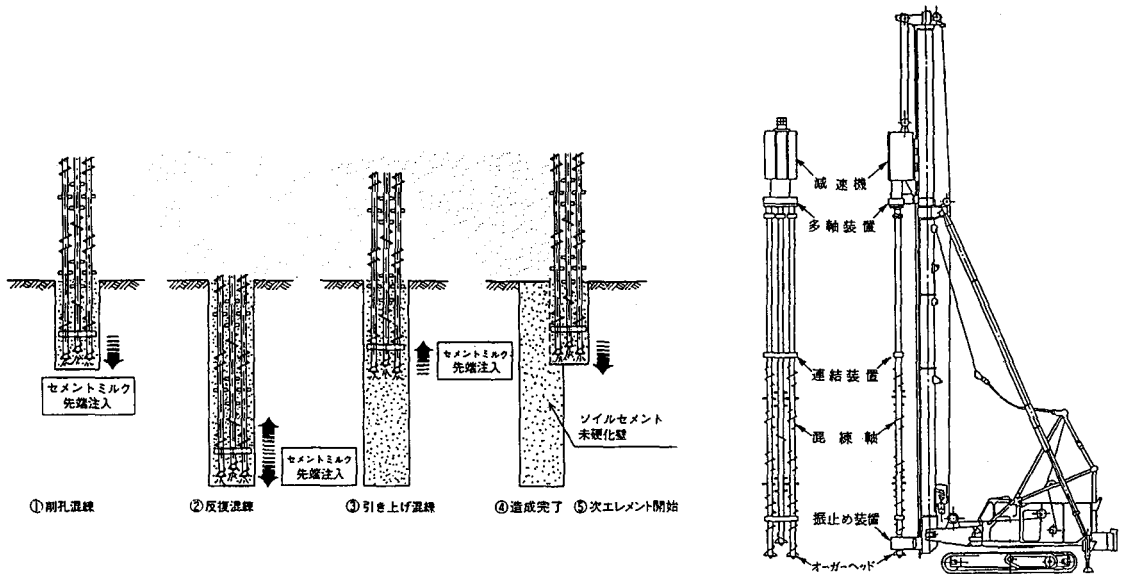


図-3 S. M. W. 工法施工順序及び削孔混練機構

表-2 室内配合試験結果 (σ_{28})

	配合 (対象土 1m ³ 当たり配合)	深度	透水係数 平均値 (cm/s)	変形係数 平均値 (kgf/cm ²)	セン断 強度	
					C (kgf/cm ²)	ϕ (°)
1 回目	セメント量 250kg ベントナイト量 30kg 水 606リットル	8m	2.9×10^{-6}	1.173	2.45	24° -00'
		14m	1.6×10^{-5}	472	1.10	24° -00'
2 回目	セメント量 250kg ベントナイト量 60kg 水 594リットル	8m	2.3×10^{-8}	978	3.15	21° -00'
		14m	1.8×10^{-7}	519	1.50	22° -30'
3 回目	セメント量 250kg ベントナイト量 45kg 水 600リットル	8m	1.3×10^{-7}	979	2.40	23° -30'
		14m	7.0×10^{-7}	522	1.40	27° -00'

10⁻⁶の2ケースを設定した。

・築堤解析結果

全体解析では①の両ケースとも変位状態において、基盤面（連続地中壁部も含む）は全体的にほぼ一様に沈下している。応力状態においては最大主応力の向きが鉛直方向であり、盛土荷重もほぼ一様に伝達されており、引張応力の発生も見られない。以上から両ケースとも安全であると判明した。

連続地中壁部の局所解析では両ケースとも、変位状態において基盤の変位と壁体の変位の差は少なく、壁体と基盤は一体となっているといえる。応力状態においては壁体内に引張

応力の発生はなく、局所破壊の発生は見られない。以上から安全であると判明した。

・浸透流解析結果

②の両ケースとも最大流速は限界流速以下であり、最大動水勾配も限界動水勾配以下で水理的破壊が生じないと判明した。

5. 試験施工

本施工に先立ち、室内試験の結果から決定した配合により、ダム軸下流20m付近において3軸混練オーガー機により3セット分（L=3.25m）の試験施工を実施した。（図-4及び5参照）

また、連続地中壁とグラウト注入の重複部（接

点部) の止水性を確認する意味から図-4 及び 5 に示す位置で試験施工を実施した。

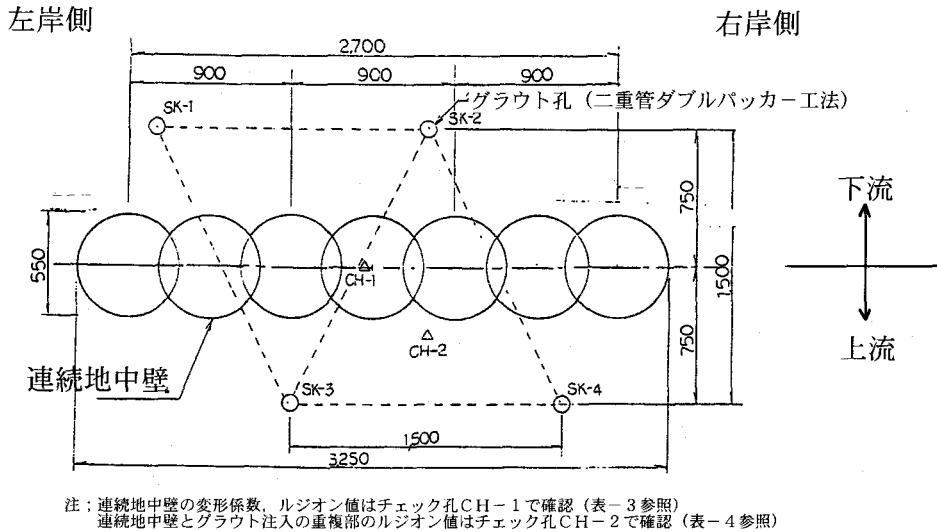


図-4 試験施工平面図

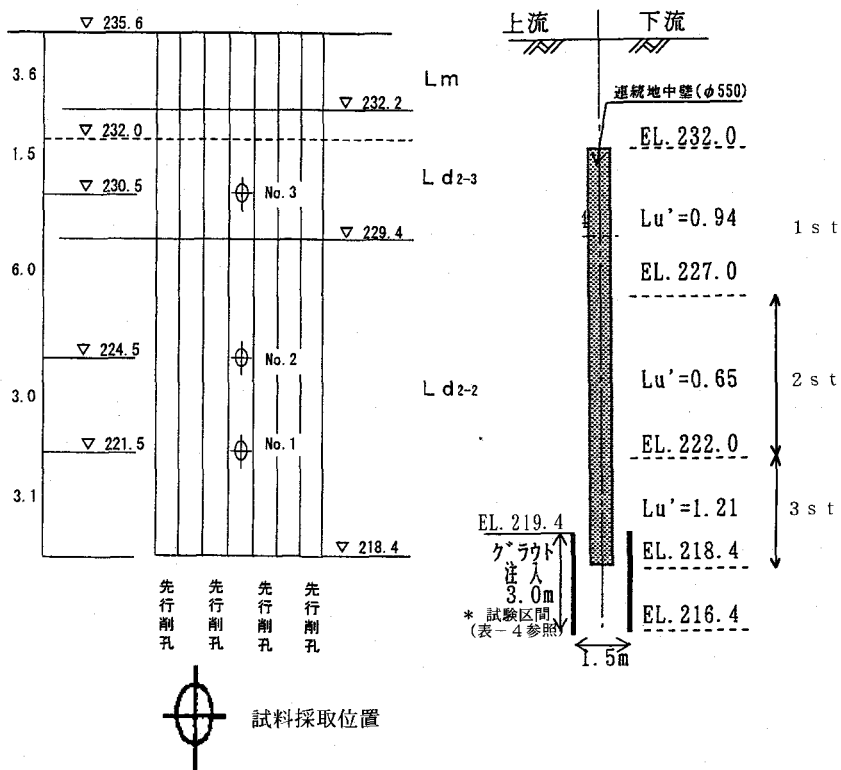


図-5 試験施工縦断面・横断面

表-3 試験施工試験結果 (σ28)

試験位置	硬化前サンプリング→室内養生供試体				原位置養生→壁体コアリング	
	変形係数 平均値 (kgf/cm ²)	粘着力 C (kgf/cm ²)	内部摩擦角 φ (°)	室内透水試験 平均値k (cm/s)	変形係数 平均値 (kgf/cm ²)	ルジオン値Lu' 換算透水係数k
EL. 230.5 試料No 3	2,330 (12.8)	4.35	21.058	3.52×10 ⁻⁶	800 (6.6)	Lu'=0.94 k=1.25×10 ⁻⁵
EL. 224.5 試料No 2	2,459 (13.0)	4.48	21.840	1.33×10 ⁻⁶	1,166 (8.3)	Lu'=0.65 k=8.65×10 ⁻⁶
EL. 221.5 試料No 1	1,422 (9.7)	3.40	21.495	2.69×10 ⁻⁶	1,303 (7.5)	Lu'=1.21 k=1.61×10 ⁻⁵
平均値	2,070 (11.8)	4.08	21.464	2.51×10 ⁻⁶	1,090 (7.5)	Lu'=0.93 k=1.23×10 ⁻⁵

注1；図-4, 5参照

注2；()内は一軸圧縮強度qu (kgf/cm²)

(1) 試験結果

①地中壁の連続性

3軸オーガの偏心量は先行削孔の偏心に大きく影響され、先端部では6.8~25.1cmの偏心量が計測されたが、セット間の重複厚は45.5cm~47.4cm確保されており、3軸オーガ内の重複厚10cmと比較すれば止水壁としての連続性に問題はない。

②地中壁の品質

表-3のとおり、透水係数は解析に用いた10⁻⁵~10⁻⁶のオーダとなり問題にはならなかったが、変形係数は室内配合試験時と比較すると2~3倍の値となった。

変形係数が2~3倍の値となったのは、施工時に深度10m付近の転石により三軸オーガの削孔速度が0.1m/minまで低下したため、オーガに過度の摩擦抵抗をかけないようにセメント注入量を最低30リットル/min確保する必要があった。そのため、この付近の注入セメント量が相対的に過多になったことが原因と思われる。

また、今回の試験の中で「室内養生」と「原位置養生」間で差が生じた原因は、次に示す供試体作製方法の違いからと思われる。

- ・室内養生：モールドにて供試体を作成し、木づちを用いて気泡を除去。
- ・原位置養生：φ86のミストボーリングにてコアを採取し供試体とした。しかし、礫周辺を削孔しているため緩みが見られた。

(2) 築堤解析

変形係数が以上のように室内配合試験時と比較して高い値となったため、再度F. E. M. 解析にて安定性を検証した。変形係数は試験施工結果より、800~2,500kgf/cm²であることから、解析に用いる変形係数は800, 2500を採用した。

また、変形係数の大小はLd 2層内の転石の有無に左右されること及び転石の位置は特定できないことから、図-6に示す2ケースのモデルを設定した。

計算の結果、両ケースともに基礎地盤内及び壁体内での局所破壊の発生は見られなかった。このことから、このように変形係数が当初計画していた値を超過しても安全であることが確認された。

(3) グラウト工の改良結果

連続地中壁とグラウト注入の重複部(接点部)

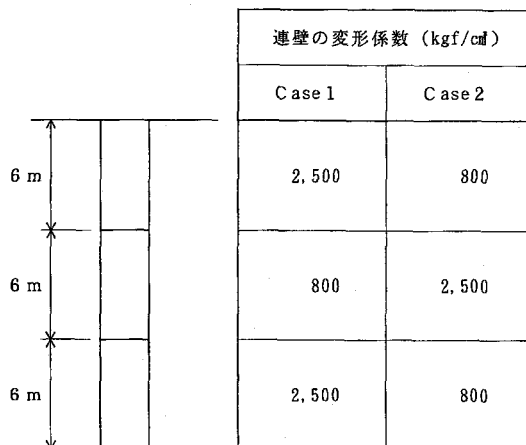


図-6 連続地中壁の変形係数モデル図

をグラウト注入後、重複部にて行ったルジオンテストの値は表-4のとおりで改良目標値に達していることを確認した。

①地中壁の連続性

造成時の計測結果から、セット間の重複厚は14.6~53.9cmあり、三軸オーガ内での重複厚10cmと比較すれば1.5倍程度以上重複しており、止水壁としての連続性は確保されている。

6. 本施工

(1) 施工結果

表-4 ルジオンテスト結果

試験位置	試験区間	ルジオン値	限界圧力(kgf/cm ²)
EL. 219.4~216.4	3.0(m)	Lu'=0.46	3.50

表-5 本施工試験結果 (σ28)

硬化前サンプリング→室内養生供試体				原位置養生→壁体コアリング
変形係数 平均値(kgf/cm ²)	粘着力 平均値C(kgf/cm ²)	内部摩擦角 φ(°)	室内透水試験 平均値k(cm/s)	変形係数 平均値(kgf/cm ²)
2.570 (2.070)	4.3 (4.1)	11.9 (21.5)	5.0×10 ⁻⁶ (2.5×10 ⁻⁶)	2.690 (1.100)

注：()内は試験施工時

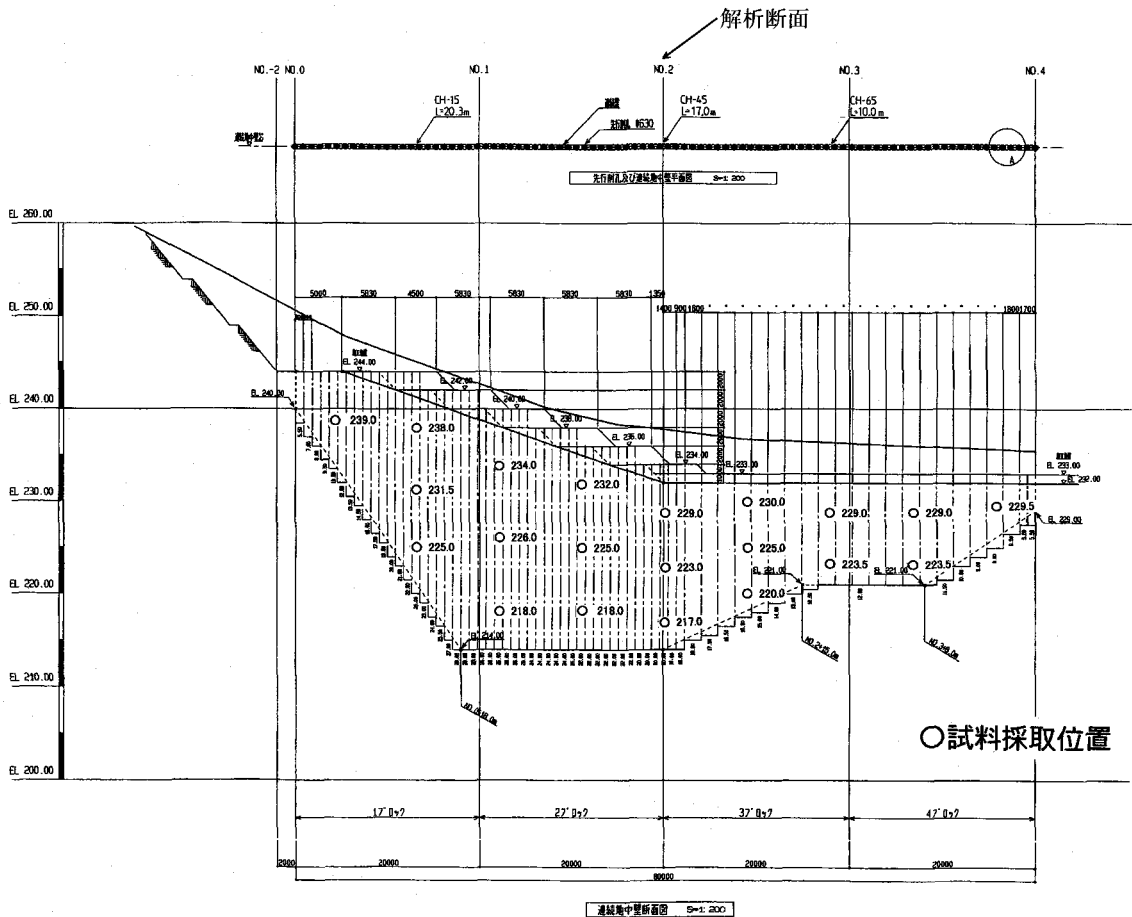


図-7 試料採取位置

②地中壁の品質

本施工時と試験施工時とを比較すると、室内養生試料については内部摩擦角が低く出たのを除き、変形係数、粘着力及び透水係数ともほぼ同程度の値が得られた。また、原位置養生試料を用いた変形係数は本施工時のほうが大きな値となった。(表-5)

(2) 築堤解析

本施工で構築された壁体のパラメータのうち、変形係数(原位置養生)及び内部摩擦角(室内養生)が試験施工時と比べ危険側の値が出ているため、再度F. E. M. 解析にて安定性を検証した。

変形係数については危険側である原位置養生試料の方を重視し、平均値である $2,700\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、粘着力、内部摩擦角も危険側である今回得られ

た室内養生試料の平均値 $C = 4.3\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、 $\phi = 11^\circ$ を採用した。解析断面は盛土高が最大で連続地中壁が最深となる横断面とダム軸縦断面の2断面とした。

計算結果は、両断面ともに基礎地盤内及び壁体内での局所破壊の発生は見られなかった。このことにより、今回施工した連続地中壁の安全性が確認された。

7. おわりに

現在小田股ダムは、平成13年4月堤体盛立開始をめぐして、鋭意基礎処理工の施工を進めている。

今後の施工にあたっては、西高尾ダム、船上山ダムの施工実績を反映して施工管理、安全管理に万全を期し、小田股ダムが早期に、安全に、かつ安価に完成できるよう努力していく所存である。

電業社ポンプ



茨城県農地部養魚場水機場
1,000ℓ PF-GM斜流ポンプ



株式会社 電業社機械製作所

本社 東京都大田区大森北1丁目5番1号
大森東京海上ビルディング
電話 東京(3298)5115
支店 大阪・名古屋・九州・東北・中国四国
北海道・静岡
営業所 関東・千葉・横浜・新潟・三重・岡山・高松・沖縄

名蔵ダム左岸部の止水対策とその評価について

安次嶺 肇*
(Hajime ASHIMINE)

目 次

1. はじめに	36	4. 試験湛水中の左岸部の挙動及び評価	43
2. 国営名蔵地区の概要と名蔵ダムの概要	36	5. おわりに	45
3. 左岸地山部の地質の特徴と止水対策	37		

1. はじめに

名蔵ダムの左岸地山部に厚く分布する洪積層である名蔵層は、透水性が高く、なおかつ、ダム軸の上下流で地下水位の差が大きいことから、地山部の止水対策と河床部の基礎処理に対する検討を慎重に行った。

その結果、上流側の名蔵砂層が分布する範囲を確実に止水することが必要と判断されたため、掘削置き換え工法及び二重管式グラウト工法で対処するとともに、本堤遮水ゾーン部と接続する地山プランケットにより透水路の止水対策と地山斜面の保護を行った。

本稿は、透水性の高い左岸地山部で実施した止水対策について、設計・施工・試験湛水の結果を報告するものである。

2. 国営名蔵地区の概要と名蔵ダムの概要

(1) 国営名蔵地区の概要

国営かんがい排水事業名蔵川地区は、石垣島の南西部に位置し、名蔵川流域に広がる丘陵地帯とこれに連なる低平地を受益とする地域（受益面積860ha）で、主としてさとうきび、パイナップル、水稲、牧草等が栽培されている。

しかし用排水施設は未整備で、干ばつの被害と低平地の湛水被害が恒常化していたことから、この対策として名蔵川に名蔵ダム、名蔵頭首工及び用水路を建設して農業用水を確保しかんがい用水を供給するとともに、排水路を整備する

ことにより低平地の排水改良を行い、農業の近代化と生産性の向上及び農業生産性の安定を図ることを目的とし実施されたものである（図-1）。

(2) 名蔵ダムの概要

①地形

名蔵ダムは、石垣島のほぼ中央に位置する沖縄県最高峰の於茂登岳（525.8m）に源を発する名蔵川の支流ブネラ川中流部に設けられた。流域は、数段の段丘と低湿地帯とからなり、北方は於茂登岳を中心にした300～500m級の山地であり、南～東部は茶山（202.8m）を代表とした200m級の山が弧状に連なる稜線を形成している。

ダムサイトは、左右両岸とも標高50m～60mの高位段丘と標高25m程度の低位段丘から

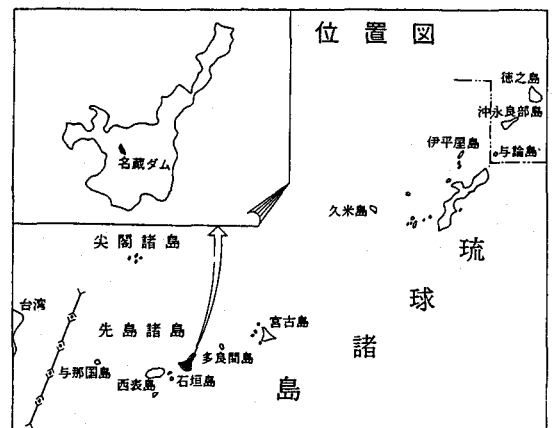


図-1 名蔵ダム位置図

*沖縄総合事務局（旧）石垣農業水利事業所（現）羽地大川農業水利事業所（Tel. 0980-58-1166）

なり、左岸で約30° 右岸では約25° の段丘崖を形成している。このため谷の形状係数は約12と大きな値となり低平な断面形を示す。ダムサイト右岸一帯は、谷地形を形成しており、崖錐の発達とともに巨礫も多く見られる。一方、左岸側には、谷の発達は乏しく、1 kmにも及ぶ段丘平坦面が形成されている。

②地質

ダムサイトの地質は、於茂登花崗岩（第三紀中新世花崗岩類）を基岩とし、これを覆って洪積堆積層（第四紀更新統）が厚く分布する。これらの洪積層は海進・海退により陸成の名蔵層及び海成のブネラ層に分類される。

③設計

ダムタイプは、ダム基礎を堤敷全般に厚く堆積している洪積層に求める必要があり、かつ提高が40m近くあることから、築堤後の基礎の変形に対処できるような遮水ゾーンの幅を貯水深程度に広く確保するとともに、堤体内に水平ブランケット有する中心遮水ゾーン型ロックフィルダムとした（図-2）。

ダムの諸元は、表-1の通りである。

3. 左岸地山部の地質の特徴と止水対策

(1) 左岸地山部の地質の特徴

左岸部の地質は、下位から花崗閃緑岩風化帯(Ms)、ブネラ層下部(BnL)、ブネラ層上部(BnU)の順に分布する。ブネラ層の上位には厚く段丘を形成する名蔵層砂層(Nglgs)～名蔵層礫層(Nglg)が分布しており、これらは、花崗岩、砂岩、チャート等の礫を含む砂礫層であり、透水性が高く地下水位が低いという特徴がある（図-3）。

名蔵層礫層(Nglg)は左岸側に広く分布し、左岸側では層厚50mの高位段丘を形成しており、N値20以下の軟質の地盤に属する。一方、ブネ

ラ層はブネラ川の河床～段丘下に分布し、名蔵層、沖積層に覆われており露出域は狭い。

分布する主な層の概略は表-2のとおりである。

(2) 名蔵層砂層(Nglgs)の分布とテストグラウトの結果

名蔵層礫層(Nglg)は、左岸低位段丘を中心として現河川とほぼ平行に分布し、その分布の限界は左岸方向には左岸段丘基底部に位置する。段丘斜面法尻からの距離は約90m以上に及ぶ。また、右岸方向は現河床部で消滅し、名蔵川の上下流方向についてはダム軸下流60m地点で消滅する。名蔵層砂層(Nglgs)は左岸高位段丘部で深く薄く、河床部にいくに従い浅く厚くなっており、ちょうど低位段丘中央部を中心としたレンズ状となっている（図-4）。

名蔵層礫層(Nglg)は、二重管式で行ったテ

表-1 名蔵ダム諸元

位 置		石垣市登野城
型 式	中心遮水ゾーン型ロックフィルダム	
流域面積	直 接	3.45km ²
	間 接	—
堤 高	38.7m	
堤 頂 長	400m	
堤 体 積	1,450,000m ³	
基礎地盤地質	花崗閃緑岩	
総貯水容量	3,970,000m ³	
有効貯水容量	3,820,000m ³	
洪水吐	形 式	側溝越流式
	設計洪水量	220m ³ /s
取水施設	形 式	斜樋
	取水量	0.761m ³ /s
放流施設	形 式	ジェットフローゲート
	放水量	6.82m ³ /s

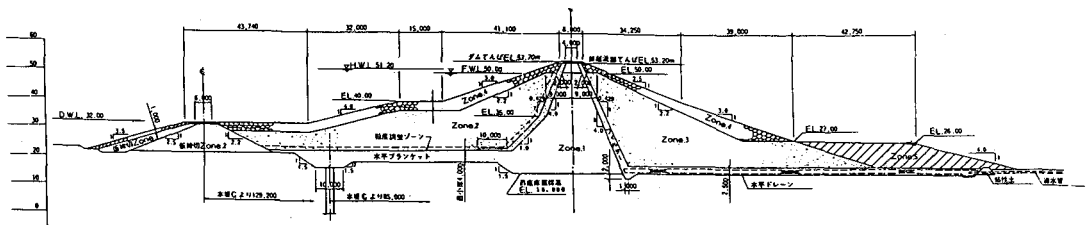


図-2 堤体標準断面図

名蔵ダム地質層序

時代	地層名		記号	
新第四紀	完新世	崖錐堆積物	dt	
		現河床堆積物	rd	
		低位段丘堆積物	Ltd	
	更新世	琉球名蔵層	砂礫質	Ng Ig
			マサ質	Ng Im
			粘土	Ng C
		ブネラ層	上部層	Bn U
			下部層	Bn L
		琉球マサ質	Ng Im	
		琉球名蔵層	礫質	Ng III
先第四系	火成岩類	花崗閃緑岩風化部	Ms	
		花崗閃緑岩	Gd	

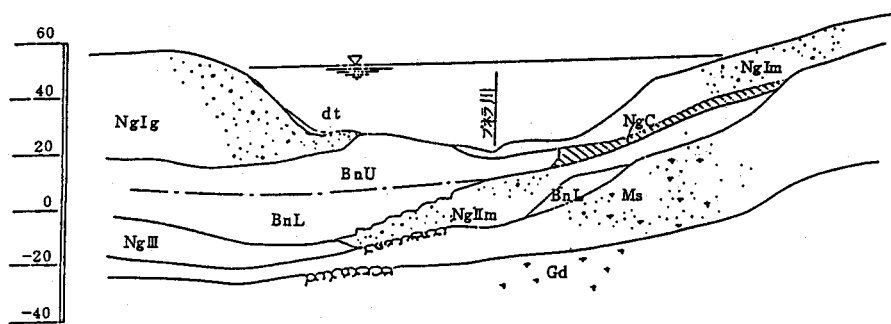


図-3 ダムサイトの地質模式図

表-2 名蔵ダム地質概要

花崗閃緑岩風化帯 (MS)	本ダムの基盤を成す花崗閃緑岩の風化部でいわゆる“マサ”と称される地質であり、砂質土を主体とするが透水係数は小さく大半は $k=1.0 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ を示す。
ブネラ層 ブネラ層下部 (BnL) ブネラ層上部 (BnU)	ブネラ層は海成の洪積層である。海進のサイクルで上下2層に大別でき、上層をブネラ層上部、下層をブネラ層下部と分類している。ブネラ層上部は海進相を示す化石を含有し、主として緑～緑灰色のある。ブネラ層下部は上部と全く同じ構造を示す輪廻層であり黒灰色有機物である。 ブネラ層は河床部側に厚く分布し、左岸側付近で尖滅する。粘質土を主体とし、透水性は上部、下部とも $k=1.0 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ 以下の難透水層である。
名蔵層 名蔵層礫層 (Nglg) 名蔵層砂層 (Nglgs)	名蔵層は地質の特徴から、砂礫の名蔵層礫層と砂質土の名蔵層砂層に分類している。花崗岩、砂岩、チャート等の礫を含む砂礫層であり、 $k=1.0 \times 10^{-3} \sim 1.0 \times 10^{-4} \text{cm/sec}$ の透水性を示す。

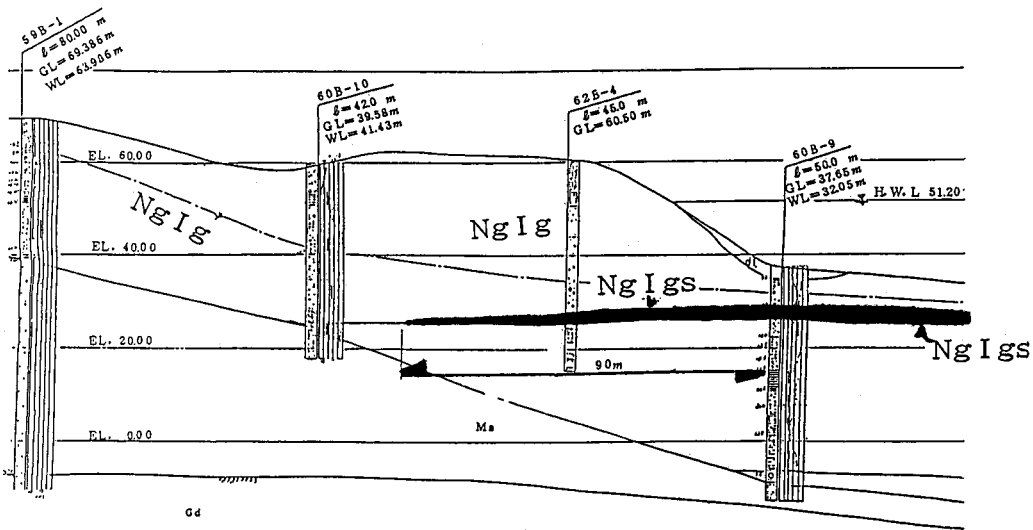


図-4 左岸部地質断面図

ストグラウトの結果、十分な改良効果が見られた。一方、名蔵層砂層 (Nglgs) の層が薄い箇所については、名蔵層礫層 (Nglg) と同様な十分な改良効果が見られたものの、層の厚い箇所については改良目標値には至らなかった。

除去し不透水性材 (コア材) に置き換える。高位段丘部は名蔵層砂層 (Nglgs) が薄いのが深部にあるためカーテングラウトで止水処理するものとし、「掘削置換と二重管式グラウト工法の組み合わせ」を採用した (図-5)。

(3) 左岸地山部の止水対策の工法選定

テストグラウトの結果を踏まえ、高透水性の名蔵層砂層 (Nglgs) ~名蔵層礫層 (Nglg) の止水対策工法として

- ① 「二重管グラウト工法」
- ② 「地下連続壁工法」
- ③ 「掘削置換と二重管グラウト工法の組み合わせ」
- ④ 「掘削置換と地下連続壁工法の組み合わせ」

の4工法について検討を行った。

検討の結果、

- ① 高位段丘部の名蔵層砂層 (Nglgs) の完全な掘削除去は地下水位以下の大々的な掘削を余儀なくされるばかりでメリットがない。
- ② 同様な基礎地盤を持つ底原ダムの施工実績より名蔵層砂層 (Nglgs) が薄い部分においては、グラウトによる改良効果が期待できる。との判断に至った。

このため、河床部の名蔵層砂層 (Nglgs) が厚い低位段丘部は名蔵層砂層 (Nglgs) を掘削

(4) グラウト計画

① 施工位置

止水処理路線は、左岸上流側の地下水位が高い点を考慮して上流側に設置することとし、上流側の地下水位が高い位置をめがけて、ダム常時満水位 (50.0M) と等しくなる地点に若干の余裕を見た地点とし、さらに、本堤遮水ゾーンと接続する斜面ブランケットを上流に延長して、地山斜面の保護を兼ねることとした。

② 施工内容

注入方法：二重管ダブルパッカー注入工法

改良目標値：5 Lu

孔配置：(図-7)

主カーテン 列間1.0m 孔間2.0m 3列

補助カーテン 列間2.0m 孔間3.0m

上下流各2列 計4列

③ 施工順序

砂層のグラウト対策として、注入効果を上げるために砂層の上位 (図-8 斜線部分) を先に改良止水し、次にこれをグラウトキャッ

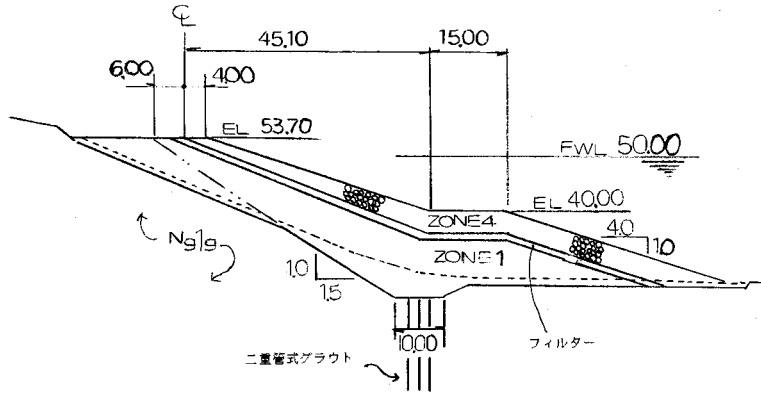


図-5 左岸ブランケット標準断面

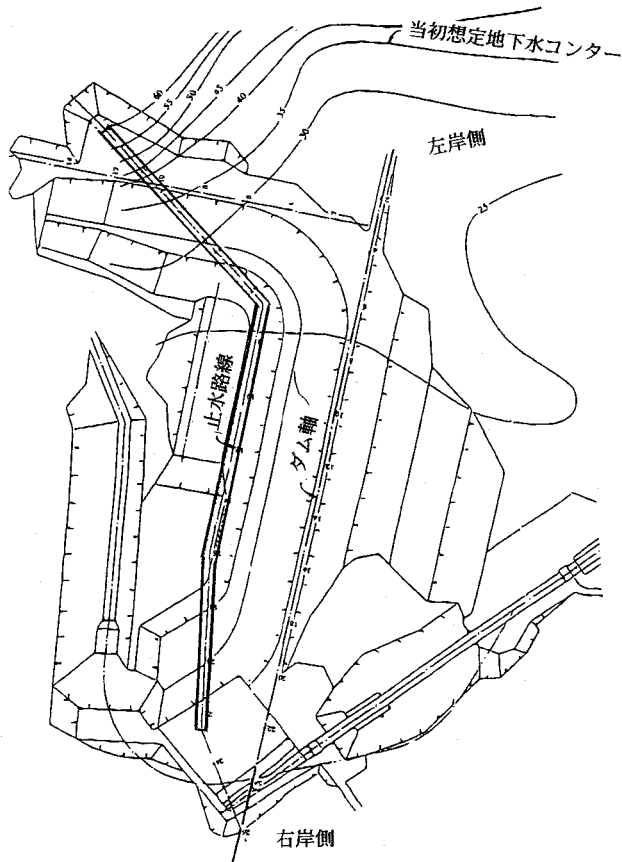


図-6 止水処理路線図

ブとして砂層 (図-8 格子部分) の改良を行うこととした。施工経緯は図-9のとおりである。

(5) 止水ライン上のブネラ層を対象とした補完グラウトの必要性

ブネラ層と名蔵層は整合一連の堆積物で漸移関係にあるが、その境界線は凹凸に富んでいる。(図-10)

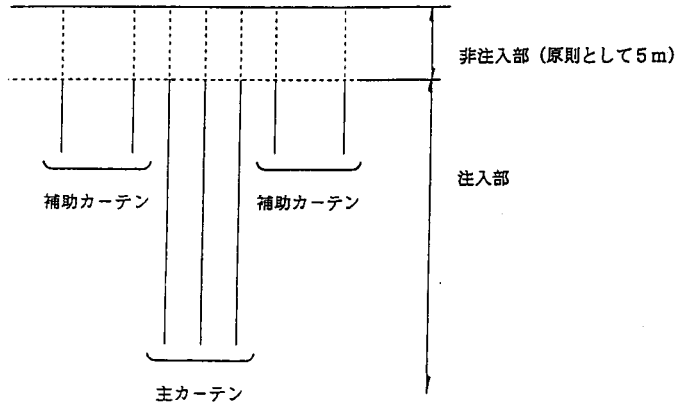
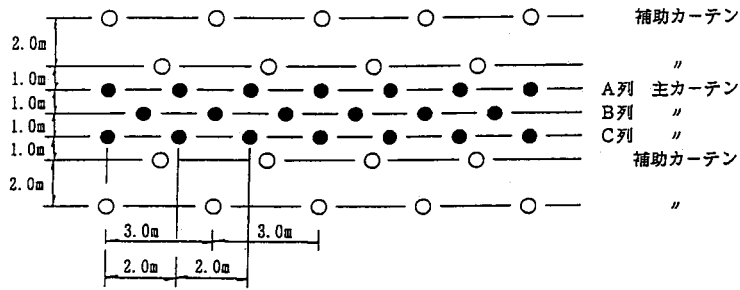


図-7 グラウト孔配置図

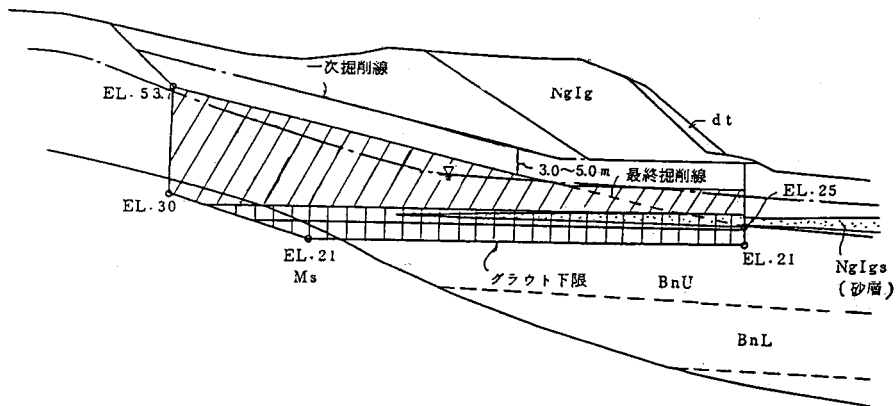


図-8 グラウト範囲図

このような地層状況のなかで、止水ライン部において、計画に沿って名蔵層とブネラ層の境界部を水平に掘削すれば、透水性の高い名蔵層礫層 (NgIg) が局所的に残る懸念が有り、その部分がパイピングホールとなる可能性が考えられる。このため本施工前に10m間隔のパイロットボーリングを行い、パイピングホールの存在が懸念される場所に対して補完グラウトを実施

した。

(6) カーテングラウトの施工結果

基礎処理改良効果の判定は、改良目標値に対する非超過確率85%以上を設定し管理に努めた。改良結果が全体に対する割合85%以上を満足していても、改良目標値に達してないステージが連続していたり、大幅な未達成ゾーンが残存す

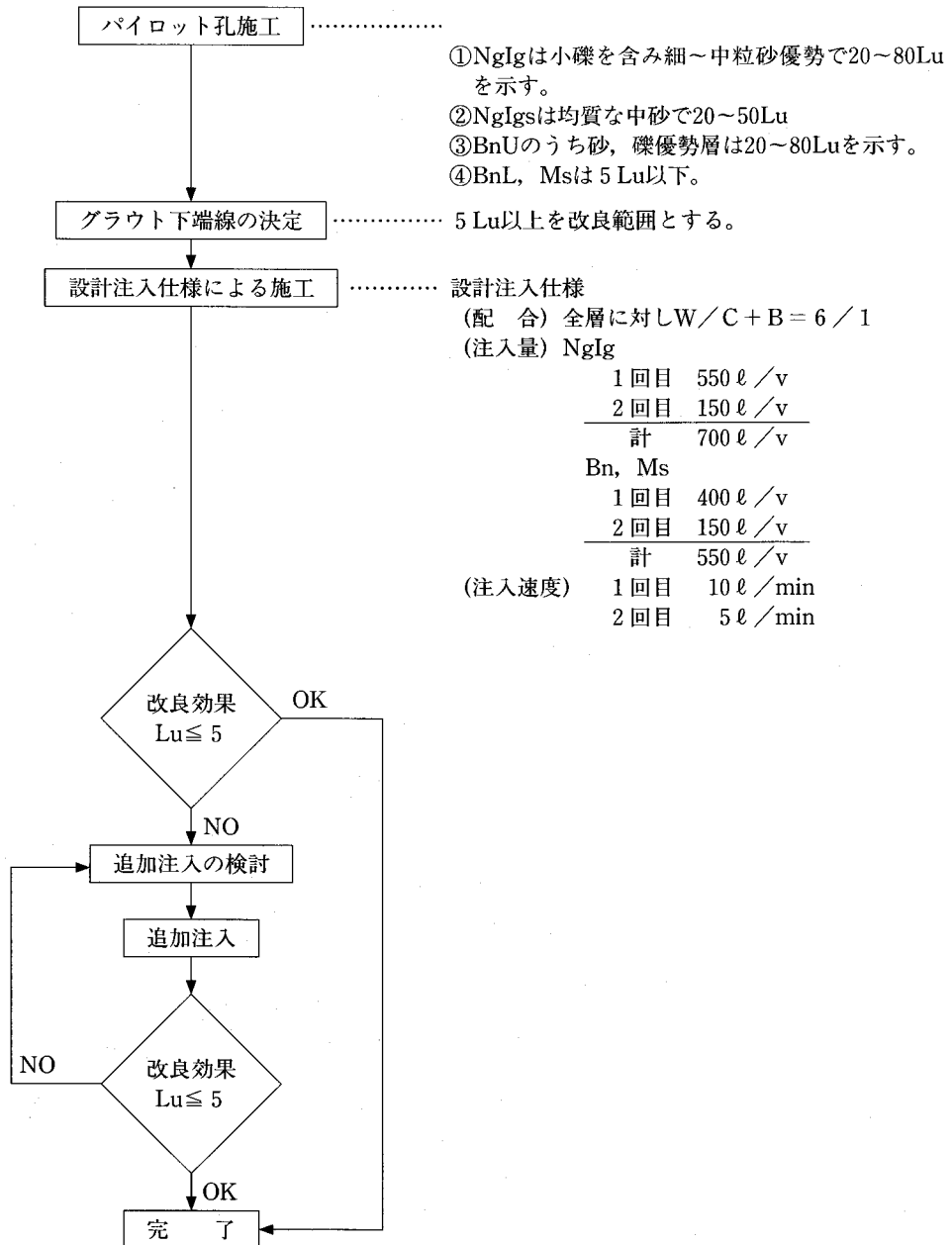


図-9 グラウト施工フロー図



図-10 地質境界図

表-3 ステージ毎の超過確率

ステージ数	個数	最小値	最大値	平均値	50%値	85%値
1	96	0.0	136.4	30.5	26.5	59.3
2	145	0.0	12.4	12.4	9.1	22.5
3	145	0.0	5.5	5.5	3.2	11.1
4	145	0.0	6.8	2.6	2.7	4.4

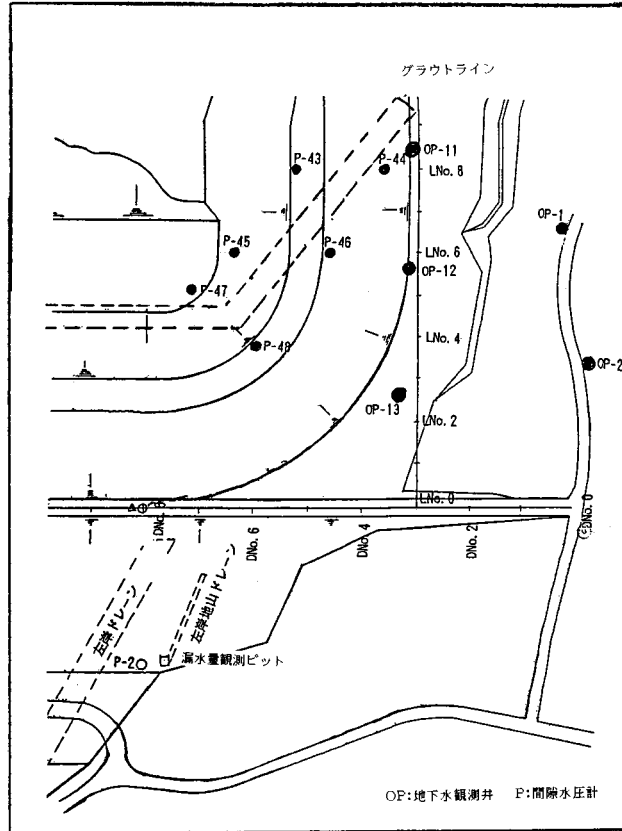


図-11 左岸部観測計器配置図

る場合は、追加グラウトを行って改良度を高めた。

その結果、最終チェックでのルジオン値は表-3のとおりであり、非超過確率90%の数値を得た。また、最終ステージ改良目標値5Luに対しては、4.4Luという結果であり、基礎処理グラウトは所期の目的を達成することができた。

4. 試験湛水中の左岸部の挙動及び評価

(1) 地下水位及び間隙水圧計値の挙動

間隙水圧計及び地下水位観測計は、図-11のとおり設置した。その観測挙動は以下のとおり

である。

- ①名蔵ダム試験湛水前においては、止水ライン上流に設置している間隙水圧計の値が、下流側に比べて小さく、グラウトによる止水効果が伺える(表-4)。
- ②満水時における左岸地山地下水は、貯水池側(止水ライン上流側, P43, 45, 47)では満水面付近ではほぼ貯水深分の間隙水圧上昇が見られたが、止水ライン下流側(P44, 46, 48)においては、約10mの水位上昇で明らかな水頭差が生じており、また、左岸地山部地下水位(OP-1,2)においても5m程度の水位上昇し

か観測されていない。これらのことからグラウトによる止水効果が伺える（表-4、表-5）。

表-4 間隙水圧計値の動き（水位換算値）
単位：EL.m

	上流側	水位換算値	下流側	水位換算値
満水前	P43	36.1	P44	42.6
	P45	33.7	P46	42.3
	P47	30.5	P48	44.7
満水時	P43	52.0	P44	52.5
	P45	50.9	P46	51.9
	P47	47.3	P48	49.5

表-5 地下水位の動き 単位：EL.m

	満水前	満水時
OP-1	42.9	49.7
OP-2	43.1	48.3

③満水時の貯水位保持中に、止水ライン下流側設置の間隙水圧計値P-44、P-46は貯水位より高い位置にある。

④水位降下時の地山地下水水位の変動は要約すると、以下のとおりである。

- ・水位低下時の地山地下水水位は、幾分のタイムラグはみられるものの、ほぼ湛水試験前の値に戻っている。

- ・プランケット底面に設置されている間隙水圧計は、止水ライン上流側においては貯水位と非常によく連動した動きがみられる。しかし、止水ラインより下流側部、地山プランケット背面間隙圧は貯水位の低下速度に比較し幾分タイムラグがみられる。また止水ラインより下流側（地山側）の地下水水位が貯水池内の値より高い位置にある（貯水位低下時止水ライン上下流で値の低下にタイムラグがあ

表-6 実測漏水量と予想漏水量の比較

年月日	貯水位 EL.m	右岸ドレーン			河床ドレーン			左岸ドレーン		
		計測 漏水量 l/min	予想 漏水量 l/min	予想比	計測 漏水量 l/min	予想 漏水量 l/min	予想比	計測 漏水量 l/min	予想 漏水量 l/min	予想比
H 9. 6. 2	32.0	19	33	0.58	19	78	0.24	96	107	0.90
H 9. 8. 2	36.7	18	47	0.38	19	98	0.19	96	131	0.73
H 9.11.14	41.8	18	75	0.24	19	121	0.16	90	185	0.49
H10. 4.12	45.9	24	132	0.18	22	140	0.16	105	255	0.41
H10. 7. 5	50.0	35	205	0.17	30	159	0.19	173	335	0.52
H10. 7.20	45.0	25	117	0.21	24	136	0.18	145	237	0.61
H10. 8. 4	40.0	19	65	0.29	19	117	0.16	122	166	0.73
H10. 8.17	34.8	16	40	0.40	19	90	0.21	107	118	0.91
H10. 8.30	32.0	15	33	0.45	19	78	0.24	96	107	0.90
年月日	貯水位 EL.m	堤体合計			注1) 基底漏水量を含んだ値である。					
		計測 漏水量 l/min	予想 漏水量 l/min	予想比						
H 9. 6. 2	32.0	134	218	0.61						
H 9. 8. 2	36.7	133	276	0.48						
H 9.11.14	41.8	127	381	0.33						
H10. 4.12	45.9	151	527	0.29						
H10. 7. 5	50.0	238	699	0.34						
H10. 7.20	45.0	194	490	0.40						
H10. 8. 4	40.0	160	348	0.46						
H10. 8.17	34.8	142	248	0.57						
H10. 8.30	32.0	130	218	0.60						

る)。

(2) 評価

これら観測計器の挙動及び左岸ドレーン漏水量(表一6)から総合的に判断すると、左岸ブランケット及びグラウトによる左岸地山部の止水効果が確認され、名蔵層礫層(Nglg)及び名蔵層砂層(Nglgs)の止水処理は、設計どおり行われたものと判断される。

5. おわりに

名蔵ダム築造後、試験湛水を実施しましたが、水位変動に伴うダムの挙動について、特に問題となる異常な動きもなく、ダムの安全性を検証する

ことが出来ました。また、本報告の対象とした左岸部に関しては、表面変位等も予測値の範囲内で何ら問題はなく、無事名蔵ダムの完成を見ることが出来ました。本ダムは、基盤をブネラ粘土層という洪積世に求めざるを得ず、コア敷きを広く確保する等の他に例を見ない構造を持ったダムです。このようなダムが完成し、試験湛水にも異常を示さなかったのは、農業土木技術の誇りであると思っております。

最後に名蔵ダムの調査・設計・施工にあたり、地形・地質性状をはじめとする現地条件を詳細に把握し貴重なご意見等を賜った関係各位に対し、この場をかりて深く感謝いたします。

既存溜池群を利用した水源施設計画について

藤 井 修*
(Osamu FUJII)

目	次
1. はじめに	46
2. 地区概要	47
3. 既存水源施設	47
4. 水収支計算	48
5. 新設調整池の計画	48
6. 既存溜池群への補給	49
7. 反復サイクルの形成	50
8. おわりに	51

1. はじめに

国営農地再編整備事業「頸城北部地区」は、区画整理554haと地目変換による開畑7haを実施するものである。

今回紹介する吉川南部工区は、受益面積A=109.1haで標準区画50a（二筆均平で将来は1.0ha）の高生産性ほ場が整備されたが、なかでも効率的な用水管理が実施できるよう、現況オープン水路をパイプライン方式に変更するとともに末端給水栓の自動化によって、維持管理費の節減を図って

いる。

本地区の現況水源は、狭小な山地流域に依存した溜池群であるが、区画整理による乾田化への移行にともなって単位用水量が増加し、現況の水源施設では用水不足が生じることとなった。

このため、新たな水源施設として3ヶ所の調整池を新設したが、新設する調整池容量の低減を図るため、一定要件を満たす既存溜池群の一部を第4の調整池と考えて容量決定を行うこととした。

このことについて、以下に述べる。

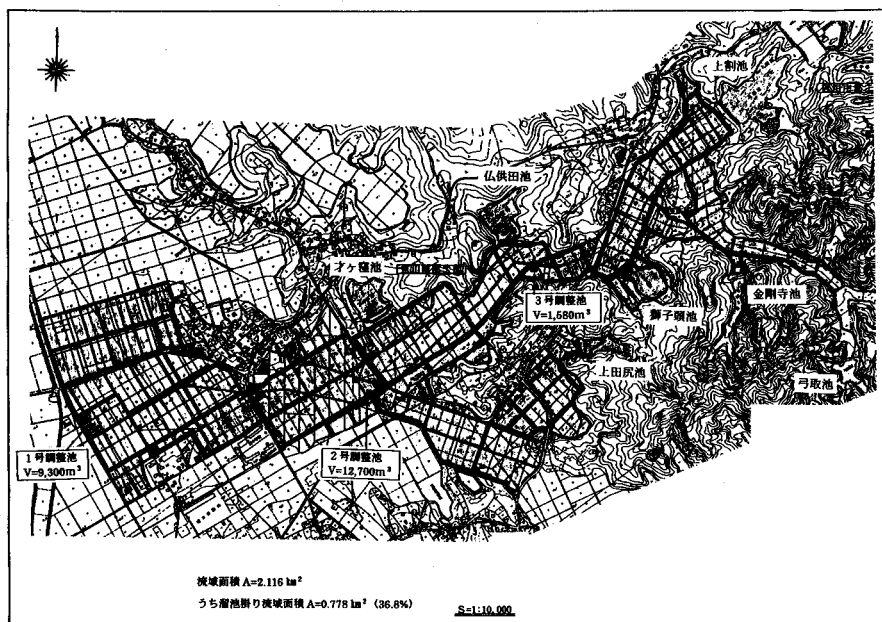


図-1 吉川南部工区 一般計画平面図

*構造改善局総務課公団監理室 (前)北陸農政局上越土地改良建設事業所 (Tel. 03-3501-6098)

2. 地区概要

本地区の吉川南部工区は、新潟県中頸城郡吉川町に位置し、周辺丘陵地に囲まれた地形は、上流部が狭長の谷地田であり、下流部に進むにつれて平野部に移行している。地形勾配は、 $I = 1/100 \sim 1/1,000$ で平坦地ないしは準平坦地である。

現況は、昭和10年代に10a区画で一次整備され、従前からの既存溜池に水源を依存し、末端用水路は開水路系の土水路となっている。

また、本地区は、郷土史によると沼地であったため、強グライ土壤に分類される軟弱地盤であり、機械化導入に多大な障害となっていた。

このため、効率的な高生産性農業を展開させるとともに、土地利用の整序化及び農地集積の促進を図り、併せて作業の共同化による機械化営農体系を確立することを目的とした。平成5年度に国営農地再編整備事業に着手した。なお、当該吉川南部工区は、平成7～8年度にかけて区画整理工事を実施した。

3. 既存水源施設

本地区には、(表-1)に示す大小7ヶ所の溜池が点在しており、各溜池ごとに関係集落にて用水施設の維持管理が行われている。

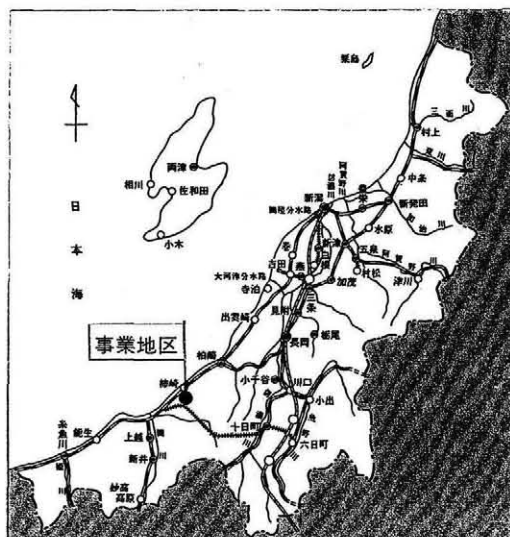


図-2 事業地区位置図

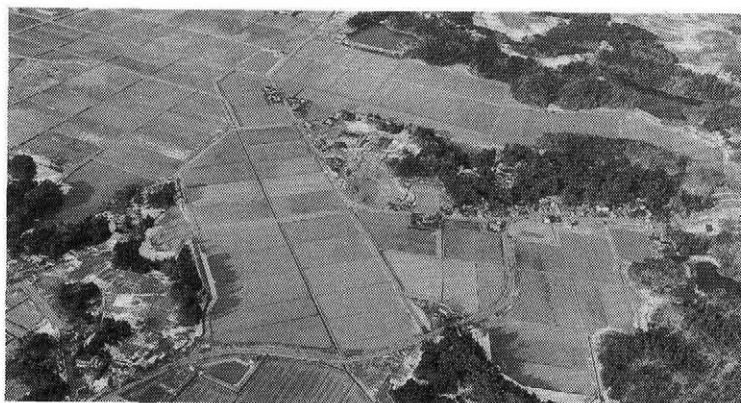


写真-1 吉川南部工区整備状況

表-1 既存溜池群一覧表

名称	有効貯水量 ^{m³}	築造年と改修状況
1. 上割池	63,200	明治初期 S48溜池等整備事業にて改修
2. 金剛寺池	15,800	〃 S42県単独事業にて改修
3. 獅子頭池	25,000	〃 S55溜池等整備事業にて改修
4. 仏供田池	25,300	〃 S46県単独事業にて改修
5. オヶ窪池	32,500	昭和初期 S46 〃
6. 弓取池	16,000	明治初期 S50溜池等整備事業にて改修
7. 上田尻池	17,000	〃 S50 〃
合計	194,800	

4. 水収支計算

計画基準年 (T=1/10) における計画水収支計算は、下記のとおりである。

1) 現況水利施設による計画水収支

山地からの流域流出量と農地からの反復水利用 (35%) を河川利用可能量とし、必要水量となる粗用水量を差し引き計算する。次に、不足量が生じた場合には、既存水源施設 (溜池群) からの取水とする。なお、計算上の取り扱いとしては7ヶ所の溜池の取水条件が複雑なため、1つの溜池群と仮定した。

その結果、(図-3) に示すとおり、ため池群で $V_{max}=60,860\text{m}^3$ の不足が生じる結果となり、新規に当該容量の水源施設を建設しなければならない結果となった。

2) 新設調整池による計画水収支

一般的に、新設する水源施設 (調整池) の容量決定にあたっては、上記1) の「現況水利施設による計画水収支」で得られた不足容量 $V_{max}=60,860\text{m}^3$ を確保する必要がある。

しかしながら、河川利用可能量から必要水量を差し引きした残り、すなわち河川余剰水と既存溜池容量の変動を期別に検討し、既存の溜池に空き容量が存在することに着目した。

このことから、河川に余剰水が存在し、溜池に空き容量がある場合に揚水機から溜池へポンプアップして補給する方法 (第4の調整池) を検討した。

河川余剰水を利用した溜池への補給量と、仮定した調整池容量をトライアルし水収支計算した結果が (図-4) である。

これによると、既存溜池の空きポケットを第4の調整池と考え貯水効率を向上したことによって、新設する調整池容量は、 $V_{max}=23,580\text{m}^3$ に軽減された。 (*貯水効率 $n=1.86 \rightarrow 2.18$)

なお、この際の既存溜池 (第4の調整池) への補給量は、 $V_{max}=10,370\text{m}^3$ となっている。
(※貯水効率: 年間総貯水量 / 計画貯水容量を示す)

5. 新設調整池の計画

必要となる調整池は、下記に示す事項から3ヶ

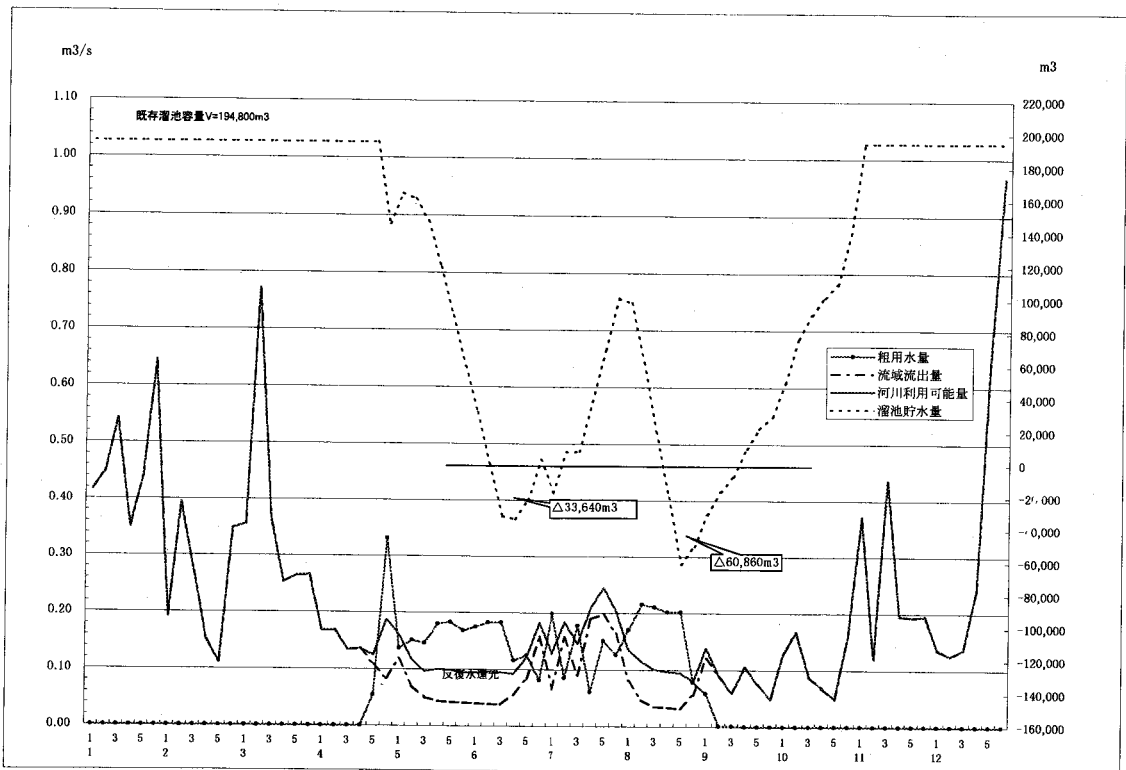
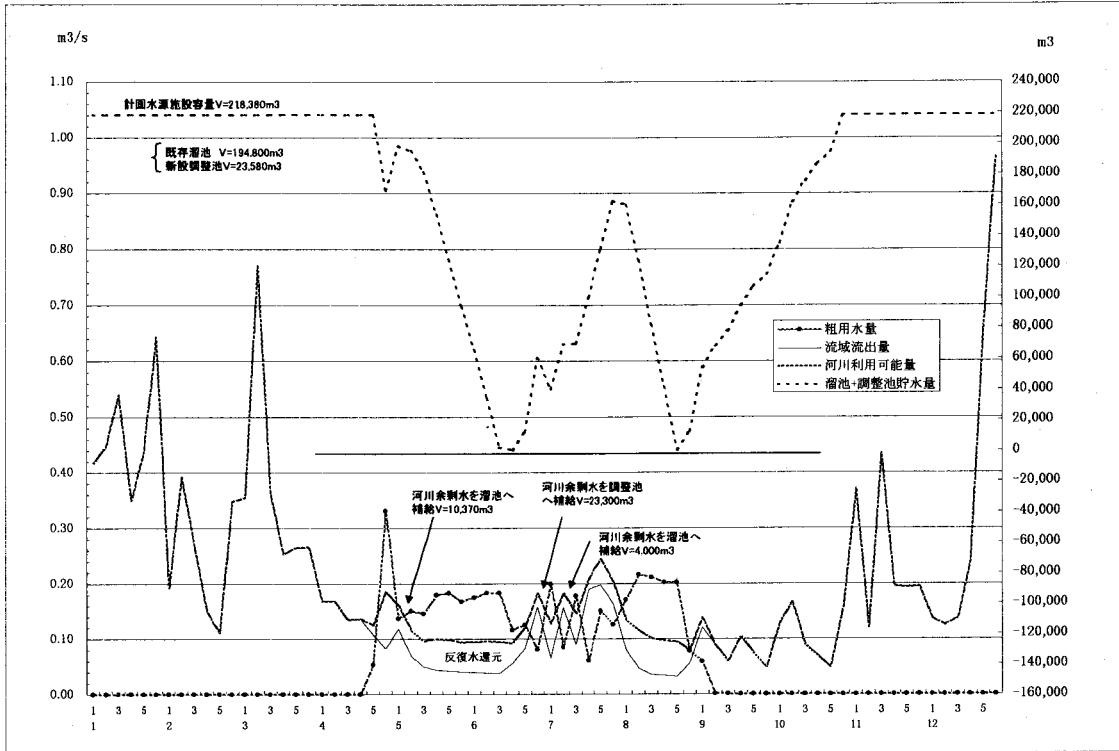


図-3 既存水利施設のみによる計画水収支 (既存溜池利用)



図一 4 計画水収支 (既存溜池利用+新設調整池)

表一 2 調整地の計画と揚水施設諸元

調整池名	受益面積ha	有効貯水量m³	揚水施設
第1号	49.9	9,300	φ250×2台 全揚程H=13.00m
第2号	37.7	12,700	φ200×2台 全揚程H=15.00m
第3号	21.5	1,580	φ150×2台 全揚程H=27.00m
合計	109.1	23,580	

所に計画することとした (表一 2)。

- ①従来からの集落ごとの用水管理体制を継承すること。
- ②揚水機場の受電方法をランニングコストが経済的な低圧受電とすること。
- ③効率的な河川水を利用できるよう幹線排水路沿いに敷地が確保できること。
- ④全量加圧方式によるパイプラインとなるため、揚水施設等の危険分散を考慮すること。

6. 既存溜池群への補給

既存溜池群への補給は、河川余剰水をむやみに還元するのではなく、必要最小限の補給にとどめるとともに、受け手である個々の溜池に空き容量があるかどうか検証した。

補給する溜池の選定

- ①ポンプアップによる補給のため、調整池に隣接していること。(全揚程が低いこと)
- ②防火用水、地区外受益分を含む等で空虚にできない等の制約を受ける溜池を優先すること。
- ③有効貯水量が大きいこと。

これらを踏まえ、7ヶ所のうち次に示す4ヶ所の溜池を補給対象に仮定する。

補給対象とする溜池 (オヶ窪池・仏供田池・上割池・獅子頭池)

次に、この4ヶ所の溜池について、補給量が最大値を示す (5月第1半旬) に、どれだけの空き容量があるのか試算した結果を (図一 5) に示す。

溜池補給量 $V_{max} = 10,370m^3 < 4ヶ所の溜池空き容量 V = 15,220m^3$ ok

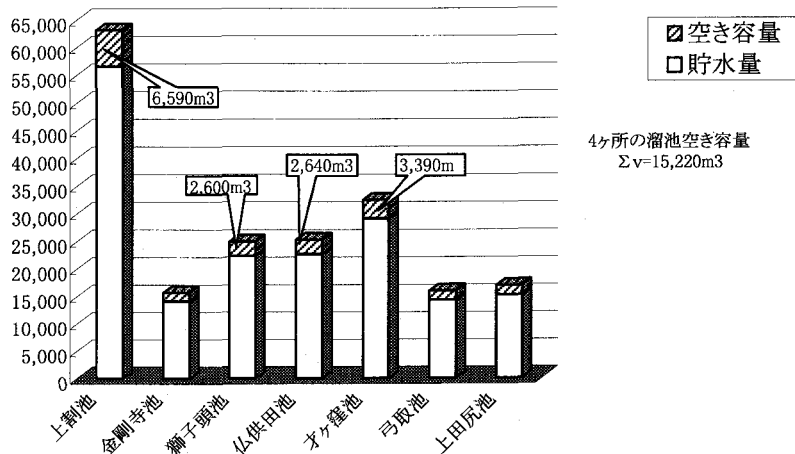


図-5 補給溜池の空き容量の検討
— 5月第1半旬 —

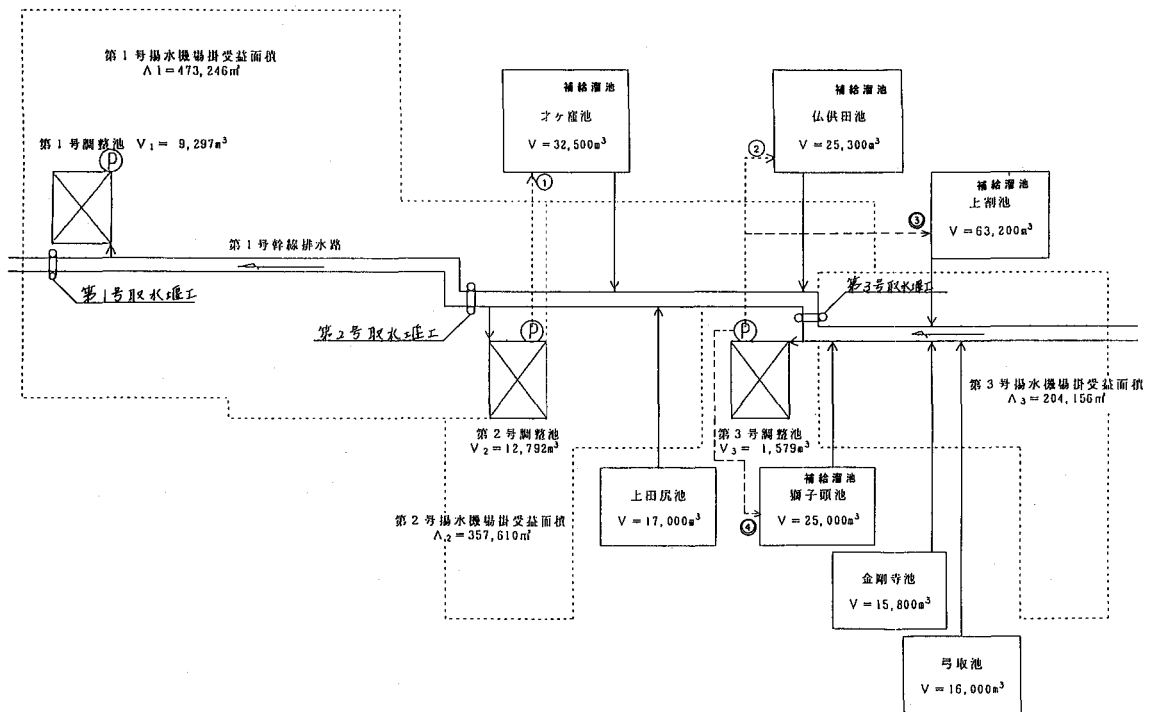


図-6 反復水貯留模式図
— 各調整池間をパイプラインで連結し一連の反復サイクルを形成 —

(7ヶ所の溜池貯水量は、取水条件が明確でないため各溜池の有効貯水量割合による均等と仮定し、空き容量を求めた。)

このことで、補給対象となる4ヶ所の溜池には、十分な空き容量が存在するものと思われる。

また、4ヶ所の溜池へ補給する方法は、末端パイプラインを溜池まで導水するシンプルな方法と

した。

7. 反復サイクルの形成

山地からの流域流出量及び受益地内からの反復水である河川利用可能量のほか、溜池群からの放流水は、地区内の幹線排水路へ集約され、3ヶ所の取水堰から各調整池へ貯留する。かんがい及び

溜池補給の方法は、各調整池に建設した揚水機場からポンプ圧送する。

また、(図-6)に示すとおり、地区内を3ブロックの配水系に分割しているが、受益地全域を一連の用水反復サイクルとなるよう各調整池間を連結している。

8. おわりに

本地区では、次に示す立地条件等から効率的な水源施設計画が可能となった。

- ①谷地田という地域特性から、地区に隣接して溜池が多く散在していたこと。
- ②ほ場勾配が、標高差の少ない比較的平坦地であり、管網パイプライン方式が採用でき反復

計画を得やすい条件にあったこと。

- ③河川法の適用を受けない普通河川であったことなど。

複数の溜池を水源とする用水地区では、用水管理が複雑で、かつ従来慣行に制約を受けて実態が明確につかめないのが現実であるが、今回、本事業によって、用水系統が一元化され効率的な水利使用形態が確立できるものと思われる。

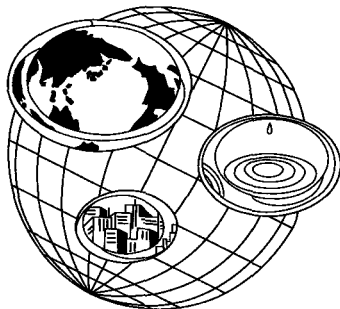
今後は、汎用農地の確保から暗渠排水を実施し、事業目的である高生産性ほ場を完成させ、早期の効果発現に努めて参りたい。

最後に、御協力を頂いたコンサルタントを始め、関係者の皆様方に深く感謝申し上げます。

 トリシマポンプ

おかげさまで

80周年



やすらぎのある
地球環境づくりが
トリシマのテーマです。

トリシマは、豊かな地球と美しい自然をテーマに、農業集落排水、かんがい排水、上・下水道環境などの分野で確かな技術でお応えしています。

トリ シマ
株式会社 西島製作所

東京支社/東京都品川区大崎1-6-1 TOC大崎ビルディング9F ☎(03)5437-0820(代) FAX(03)5437-0827
(支店)大阪・福岡・名古屋・札幌・仙台・広島・高松
(営業所)那覇・佐賀・横浜・長野・青森・和歌山

本社/大阪府高槻市宮田町一丁目1番8号 ☎(0726)95-0551(大代) FAX(0726)93-1288
ホームページ・アドレス <http://www.dairinkai.gr.jp/torisima/>

低平部・泥炭区域における暗渠排水方式について

—浅層暗渠方式の導入—

山 崎 幸 三* 田 口 克 己*

(Kouzo YAMAZAKI)

(Katsumi TAGUCHI)

目 次

1. はじめに	52	4. 浅層暗渠の効果	56
2. 浅層暗渠方式の導入経緯と工法の概要	52	5. 浅層暗渠方式採用に当たっての留意点	58
3. 浅層暗渠導入によるコスト縮減	56	6. おわりに	58

1. はじめに

作物から十分な恵みを受けるためには、作物が成育・成熟するために必要な条件を整えることが必要になります。

とりわけ、水分・養分の供給は欠かすことができません。

水分や養分は土壌を経由して作物に供給されることとなりますが、同じように水分や養分を与えても作物の成育に違いが見られることが多々あります。

この原因としてはいろいろのことが考えられますが、土壌や地下水の状態の違いによる影響が大きいと考えられます。

山元農地再編整備事業では平成8年度から区画整理事務を実施してきていますが、工事を実施した水田の状態を見た場合に、その状態に相当程度

の差が見られています。特に、区域の大半を占める低平部ではその半数の土壌が『泥炭土壌』又は『強グライ土壌』のため地表水の排除が困難となっており、田起こし時期や稲刈り時期にはトラクターやコンバイン等の農業機械が田面にめり込み、効率的な農作業ができないことに加え期待したほど収量が上がりませんでした(写真-1)。

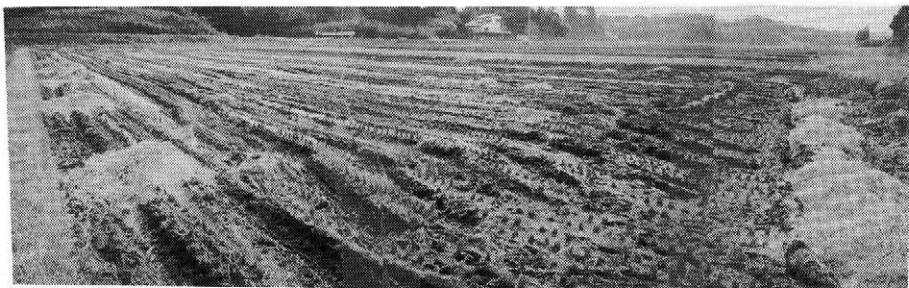
このため、本事業ではこれら『泥炭土壌』『強グライ土壌』水田の乾田化を図り、効率的な営農が可能となること等を目的に暗渠排水を実施することとしました。

本稿では、経済的な暗渠工法としての浅層暗渠方式の導入とその効果の概要について報告します。

2. 浅層暗渠方式の導入経緯と工法の概要

従来、暗渠排水方式は開削工法により有孔塩ビ管を布設する方法が一般的となっていますが、『泥

写真-1 平成10年の稲刈り後の田面状況



地下水の影響で田面が全体に巨り軟弱となっており、コンバインによる収穫作業を行った圃場では、コンバインの履帯が田面にめり込み、田面全体が不陸状態となっている。(写真-1-1)

*東北農政局山元農地整備事業所



周辺部からの地下水が滞留し圃場全体に亘って湛水している。(写真-1-2)

炭土壌』等の地域における暗渠排水では次のような問題が多く発生しています。

- ① 十分な暗渠効果を期待するためには、適切な暗渠間隔が必要である。
- ② 被覆材の腐食により、長期的な暗渠効果が期待できない場合がある。
- ③ 開削部が軟弱となり営農機械の走行に支障を来す場合がある。
- ④ 暗渠を比較的深く埋設するため、周辺水路の底高を下げる必要があり、潮位等の影響を受けるような低平地では、排水が困難となる場合がある。

このようなことから本地区における暗渠排水の実施に当っては、上記の問題が発生しないよう暗渠排水方式の検討を行ないました。

この結果、従来工法により暗渠排水を実施する場合には暗渠間隔を5m程度にすることが必要となり、このための工事費は10a当り約360千円とな

ることが判明しました。

本地区では約300haの水田に対して暗渠排水を行なう計画ですが、このために必要な工事費が約11億円と巨額になり農家負担を軽減させるため、経済的かつ十分な効果を期待できる工法の検討をしなければならない状況となりました。

この検討過程において、近年泥炭地帯で多く実施されている『浅層暗渠工法』が経済的かつ効果も十分に期待できると見込まれたため試験実施施工を行なった結果、従来型の『開削式暗渠工法』と比較しても同等以上の効果を十分に期待できると判明したことから『浅層暗渠工法』を採用することとしました。

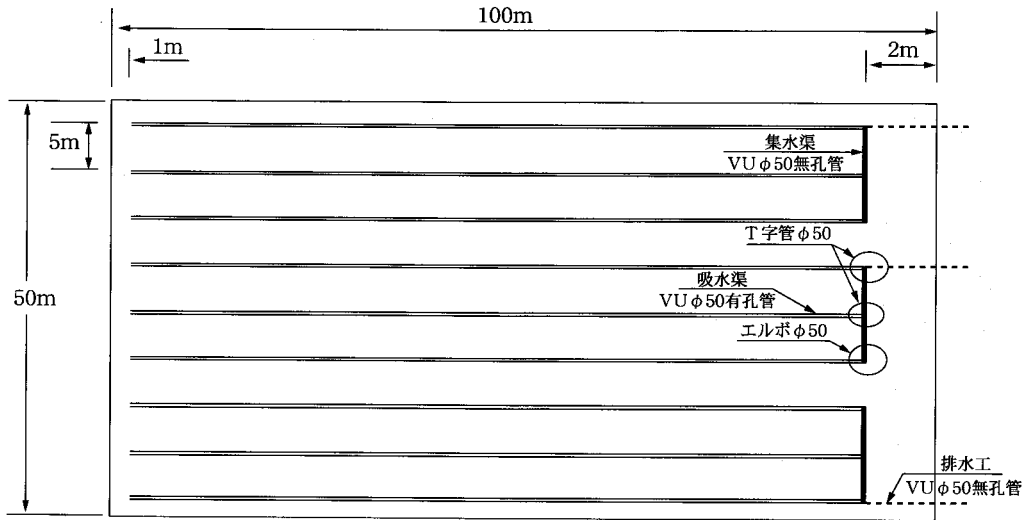
従来の開削暗渠工式と浅層暗渠方式の比較を(表-1)、(図-1-1~3)及び(図-2-1~3)にまとめています。

また、当地区における浅層暗渠方式の施工状況を(写真-2)に整理しました。

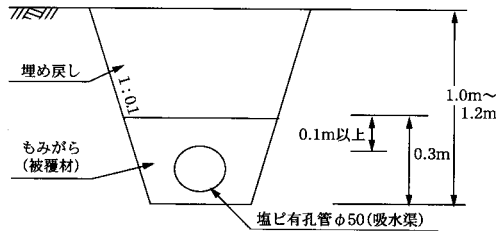
表-1 開削暗渠工法と浅層暗渠工法の特徴の比較

型 式 項 目	開削暗渠工法(従来型)	浅層暗渠工法(新技術)
吸水渠の布設	・開削後に有孔塩ビ管を布設	・弾丸暗渠を利用した引込み工法
吸 水 渠	・φ50mm有孔塩ビ管	・φ50mmシートパイプ
埋 設 深	・1.0m~1.2m	・0.4m
被 覆 材	・モミ殻	・なし
埋 戻 し	・掘削土の埋戻し	・なし
水 孔	・水平水孔	・キャップ式水孔or水平水孔
集 水 渠	・塩ビ管	・なし
通 気 孔	・なし	・φ50mm
接続排水路底高	・田面より-1.6m	・田面より-0.8m
10a 当り工事費	・368千円 (直接工事費 230千円)	・230千円…全面暗渠 (直接工事費 144千円)

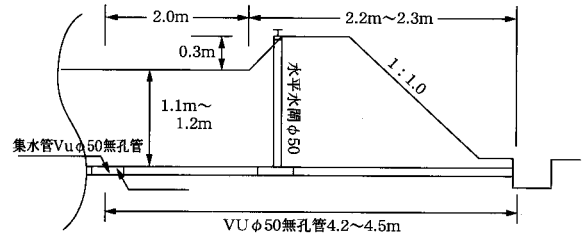
* 諸経費率は工事規模が余り大きくならないことを考慮して1.6としました。



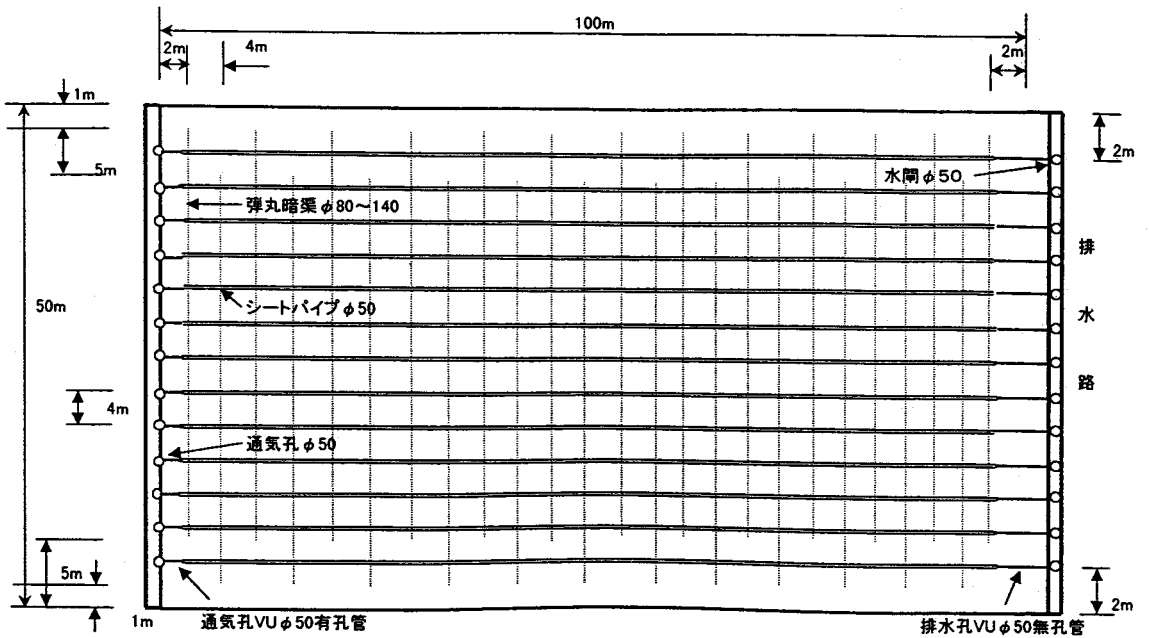
図一 1 - 1 開削暗渠工法(従来型)標準平面図



図一 1 - 2 開削暗渠工法(従来型)標準断面図



図一 1 - 3 開削暗渠工法(従来型)排水部標準断面図



図一 2 - 1 浅層暗渠工法(新技術型)標準平面図

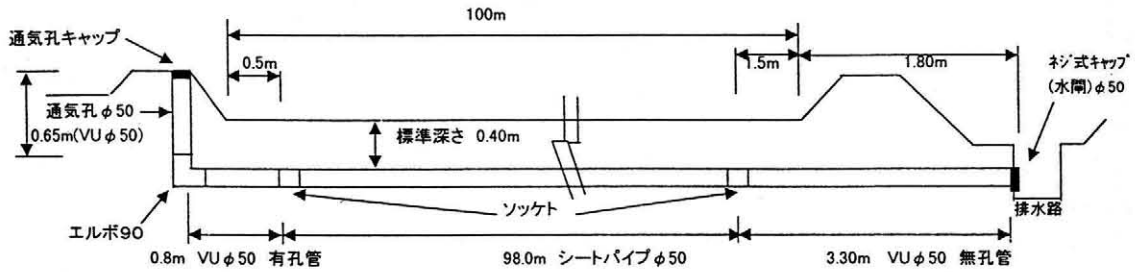


図-2-2 浅層暗渠工法(新工法型)標準断面図

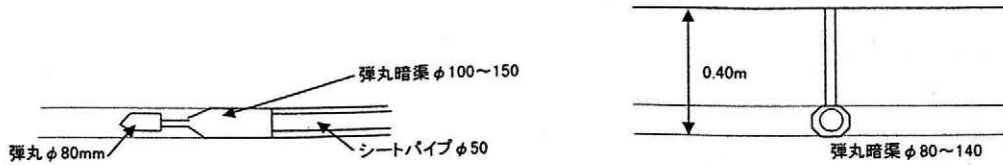
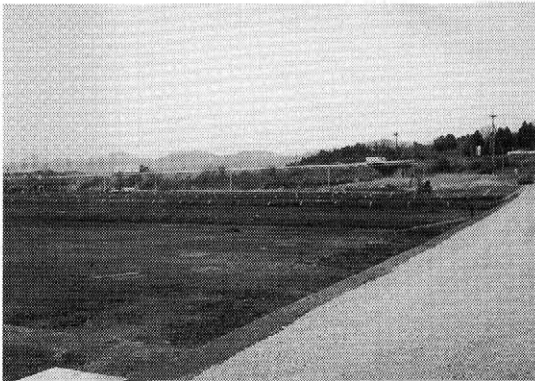
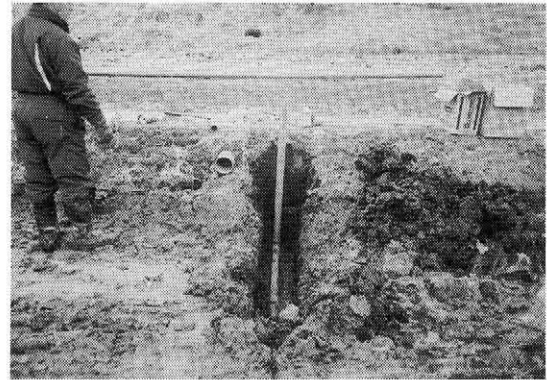


図-2-3 浅層暗渠工法(新工法型)標準詳細図

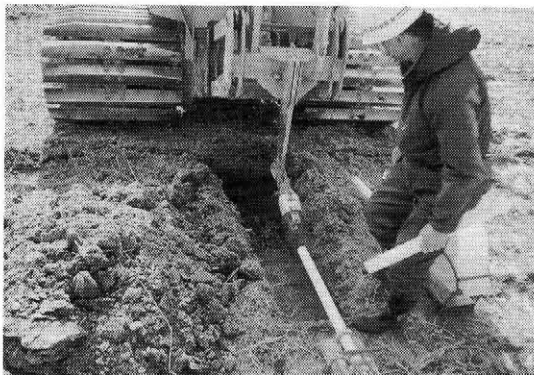
写真-2 浅層暗渠施工状況写真



暗渠施工位置を現地に墨出しする(写真-2-1)



通気孔の設置(写真-2-3)



ブルに装着された弾丸にシートパイプを接続し所定の深さにセットして引込みを行う(写真-2-2)



排水孔の設置(写真-2-4)

3. 浅層暗渠導入によるコスト縮減

浅層暗渠方式導入によるコスト縮減額の概算額を平成10年度に施工した坂元換地区を例に算定します。坂元換地区では平成10年度に坂元換地区暗渠排水(その1)～(その3)工事の3件を実施しており、全体で209枚のほ場に対して暗渠排水を実施しています。

坂元換地区は、地形条件が悪いため各ほ場の形は必ずしも標準区画(30a区画)となっていないため、暗渠排水の配置は各ほ場の形に合わせて施工しています。このため浅層暗渠方式導入によるコスト縮減額を標準区画に対する従来型の暗渠排水との比較で算出したところ、従来型暗渠排水方式で工事を実施した場合には230,736千円の工事費が見込まれるのに対して、浅層暗渠方式では144,210千円の工事費となり、86,526千円の工事費が縮減でき、縮減率で37%となりました。

従来型暗渠排水工事費

$$\frac{1,104}{30a区画標準工事費} \times 209 = 230,736 \text{千円}$$

全面浅層暗渠排水工事費

$$\frac{690}{30a区画標準工事費} \times 209 = 144,210 \text{千円}$$

なお、浅層暗渠方式を採用することによって暗渠排水に接続するほ場周辺の排水路底高を田面より-1.6mから-0.8mに上げることが可能となり、区画整理工事で実施する排水路工事費が縮減され

ますが、この縮減額は含めておりません。

また、同じ『泥炭土壌』や『強グライ土壌』でも、田面の状況は必ずしも同一ではなく部分的な湿田状態から田面が軟弱となっているものも確認されました。

このため、部分的な湿田状態の田面の状況を詳しく調査した結果、特にトラクターやコンバイン等の農業機械が旋回する部分において田面が軟弱化し農作業に支障を与えていることが判明しました。

この様なことから、本事業において暗渠排水を実施する場合、田面の状況に応じて暗渠排水計画を立てることとし、具体的には圃場における暗渠排水の施工範囲により・全面暗渠方式及び・部分暗渠方式の2方式により実施することとしました。

先の坂元換地区で現地調査を実施した結果、全体209枚のほ場のうち、97枚が部分暗渠方式によって施工され、コスト縮減が図られました(表-2)。

4. 浅層暗渠の効果

暗渠施工後における降雨後の田面状態から暗渠排水の効果は一別できる状態にあります。

例えば、暗渠を施工した圃場では降雨後短時間に雨水が排水されるため湛水時間が短くなっていますが、暗渠排水を施工しない圃場では長時間にわたって湛水状態にあります、このことから暗渠排水の効果は確認できます(写真-3)。

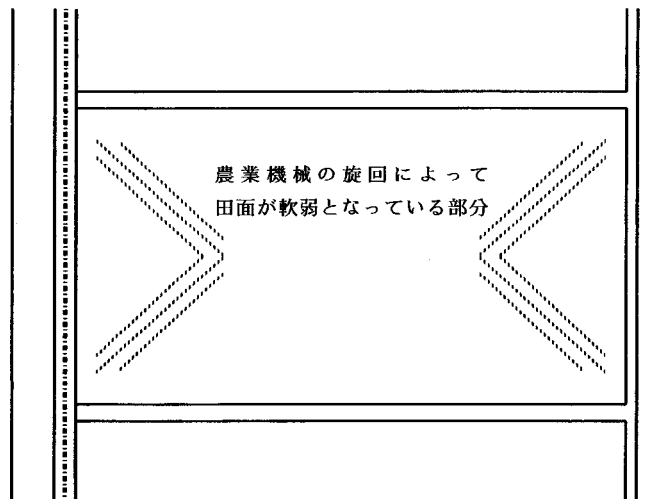


図-3 部分的な対応が必要な田面のイメージ

表一 2 坂元換地区暗渠排水方式ほ場数

単位：枚・%

工 事 名	全体数量	全面暗渠方式	部分暗渠方式	全体に占める部分暗渠の割合
暗渠排水（その1）工事	58	58	—	—
暗渠排水（その2）工事	95	34	61	64%
暗渠排水（その3）工事	56	20	36	64%
合 計	209	112	97	46%

写真一 3 浅層暗渠からの排水状況

これらの写真は工事期間中に撮影した写真のため暗渠が未完成の状態のものがあります。



平成11年3月15日の降雨（32mm）後の状況
（写真一 3-1）

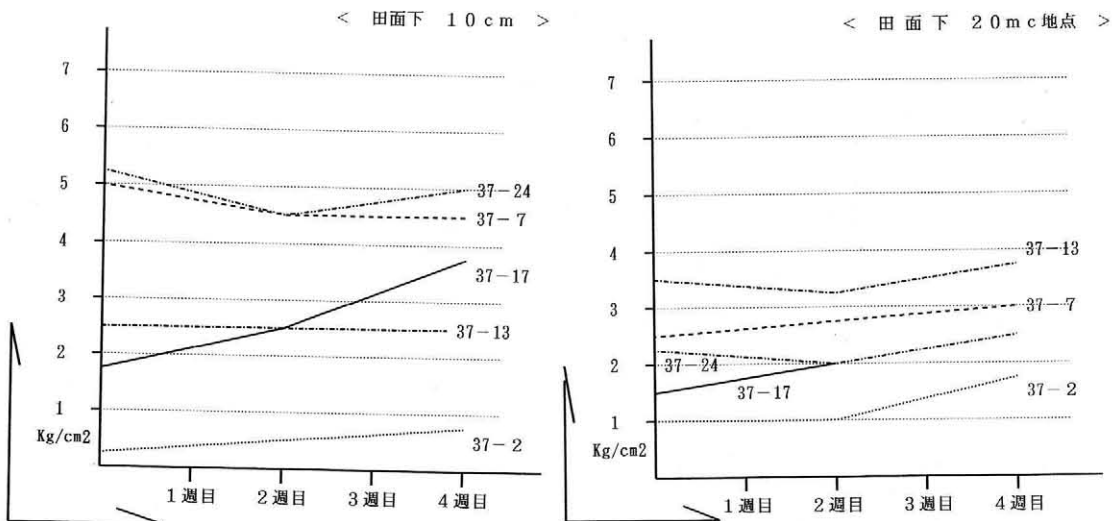


平成11年3月19日の降雨（10mm）後の状況
（写真一 3-2）

しかし、効果を数値的に把握することも重要なため、その一方法としてコーンペネトロメーターを用いて田面の地耐力を5ヶ所のほ場で経時的に調査し、深さ10cm, 20cmの地耐力の変化を（図一

4）にまとめました。

この調査結果から地体力に変化が見られます。しかしながら、改善効果は地耐力の低いほ場での改善の傾向が見られるものの全体として不明瞭です。この要因として考えられるのは調査地点が全く同一の地点でできないことによるものと見られます。



注) グラフ右の番号は団地一ほ場No.

図一 4 地耐力の経時的变化グラフ

暗渠の効果の確認のため、昨年度と今年度の稲刈り時におけるコンバイン履帯の田面へのめり込み状況を調査すると共にコーンペネトロメータにより地盤支持力を追加調査し、暗渠効果を把握することとしています。

5. 浅層暗渠方式採用に当たりの留意点

浅層暗渠方式を採用するか否かを決定するためには、経済性は勿論ですが暗渠の効果や耐久性についても留意する必要があります。

特に、浅層暗渠工法では弾丸によって土中に形成される孔壁が長期にわたり自立するか否かが浅層暗渠の効果や耐久性に大きく影響するため、事前に十分な土質調査を実施し土質に応じた施工方法（弾丸の口径決定等）を検討し、孔壁が長期にわたり自立できるようにすることが重要です。

また、今後の圃場整備は大区画圃場整備が主流

になると考えられますが、大区画圃場では現在より大型の農業機械が使用されると見込まれるため、大型農業機械の使用によって土中の孔壁に影響が与えることも懸念されるので、このような場合には暗渠の埋設深についても検討することが重要です。

6. おわりに

山元農地再編整備事業には要暗渠排水区域が約300haあり、平成10年度から浅層暗渠方式によって実施を行ない事業費の節減に一定の成果が得られたと考えています。

本地区では残された約230haの要暗渠排水区域を浅層暗渠方式で実施し事業費の節減を行って行きたいと考えております。

本報告文が今後本地区と同様の施工条件の地区における参考になれば幸いです。

潤いのある大地

魅力あるアース・デザインを提案する

株式会社 **日本農業土木コンサルタンツ**

JIRCO Japan Irrigation and Reclamation Consultants CO.,LTD.

代表取締役社長 池田 實
専務取締役 藤根 與兵衛

本社／〒105-0004 東京都港区新橋 5 丁目34番 4 号 農業土木会館 4 階 Tel.03(3434)3821(代表)
分室／〒105-0004 東京都港区新橋 5 丁目35番10号 森ビル新橋アネックス3階 Tel.03(5404)0745(代表)
事務所／札幌・青森・仙台・福島・茨城・千葉・長野・金沢・岡山・熊本

幹線水路の防食調査について

中山 寛*
(Hiroshi NAKAYAMA)

目 次

1. はじめに	59	5. 調査結果	62
2. 目的	59	6. 腐食対策について	62
3. 調査方法	61	7. おわりに	62
4. 調査結果の判定方法	61		

1. はじめに

大淀川左岸事業は、宮崎市外3町にまたがる1,664haの耕地の新規水源として、宮崎県の中心部を流れる大淀川水系の浦之名川（1級河川）に広沢ダム（堤高63m, 堤長199m, 有効貯水量3,800千 m^3 のコンクリートダム）を築造し地域内に用水路を新設（導水路7km, 幹支線送水路63km）するものであり、これによって畑地かんがい（820ha）及び水田の用水補給（A=844ha）を行い、干ばつの防止と用水不足の解消を図るとともに関連事業として区画整理等を実施し、農業生産基盤の改善、農業の近代化を進め、農業経営の合理化と安定を図るものである。

本地区の幹支線送水路工事は、70km中33kmが施工されている状況である。

本報文では、岩前頭首工（H9～10改修）・トンネル（S59～H2改修）・調整池（S57～58）・パイプライン（S57～H2）を経て導水してる漆野原1号（ $\phi 900 \sim 500$ L=6.7km）・2号（ $\phi 500 \sim 300$ L=3.4km）・3号（ $\phi 350 \sim 300$ L=3.4km）幹線水路の一部（FRPM管 $\phi 900 \sim 300$ L=4.2km）において防食調査及び対策を実施した結果をとりまとめている（図-1参照）。なお、調査対象路線は、最初に関連事業を実施した地区（ほ場整備A=138ha, S56～H5年）に既に導水しており、事業効果を発現している。

2. 目的

経済の高度成長と共にあらゆる部門での金属の使用は著しく増加しており、これは同時に腐食による危険性の増大につながるものである。腐食は発生形態により図-2のように大別される。この防護のための対策も船舶、港湾、化学工業部門において発展してきており、特にガス、石油部門では腐食事故がそのまま人命に関する重大事故に及ぶ可能性もあって、早くから腐食対策が重要視されてきた。

農業用水利施設にあっては、大規模パイプラインが昭和50年代から急速に建設されるようになり、鋼管の腐食対策としては一般に塗覆装による方法が取られてきた。

しかし最近、コンクリート構造物付近でマクロセル腐食の一つであるコンクリート/土壌マクロセル（以下C/Sマクロセルと言う）に腐食事故例が目につくようになった。C/Sマクロセル腐食は、コンクリートと土壌との間に電位差が発生することにより起こる。

コンクリートは、強アルカリ性（pH12程度）であるため、その中の鉄の自然電位は酸化皮膜の形成（不動態化）に伴い、中性環境の土壌中に比べて0.2～0.3V貴（プラス側）となる。

このため埋設配管が土壌中からコンクリートを貫通して構造物中に引き込まれている場合に、土壌/コンクリート境界部で埋設管の土壌中部分をアノード（マイナス極）、コンクリート部分をカソード（プラス極）とするマクロセルが形成される

*九州農政局宮崎農業水利事務所

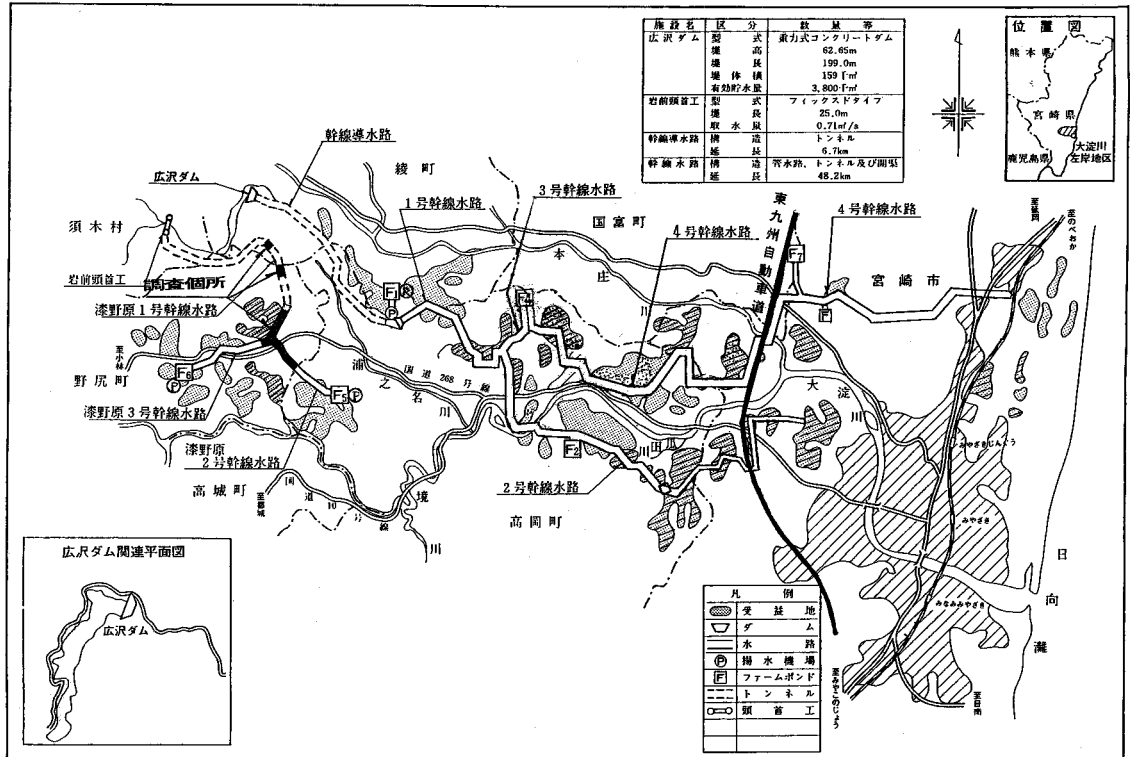


図-1 大淀川左岸農業水利事業一般計画平面図

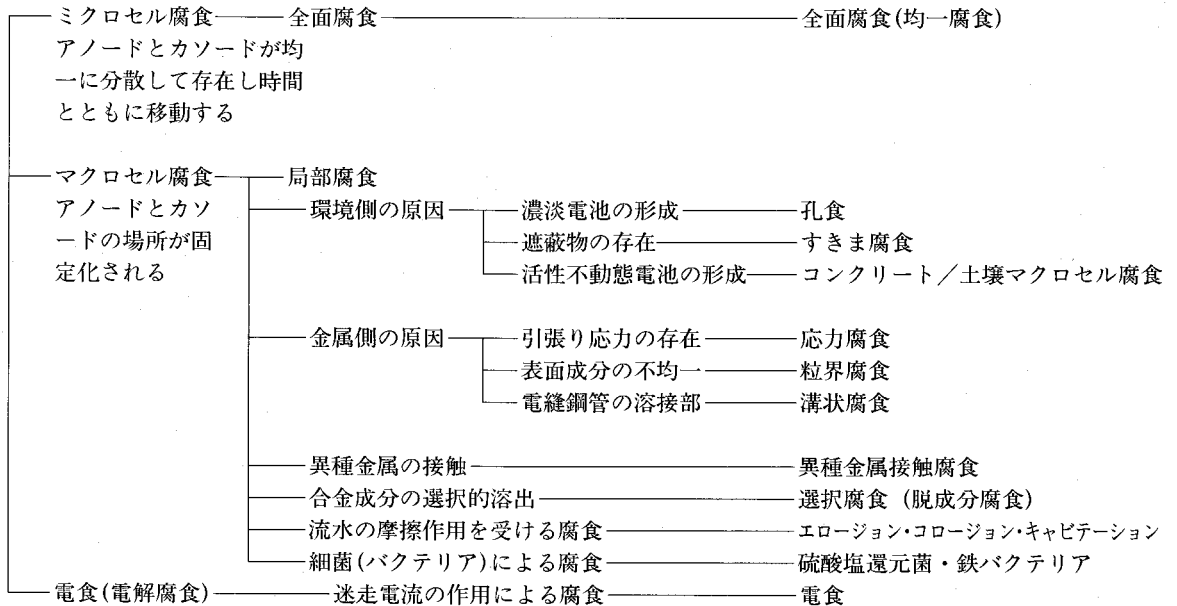
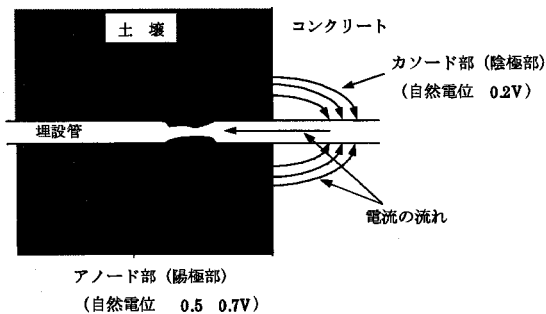


図-2 腐食の形態による分類

ため、埋設管が腐食する(図-3)。

このような状況を踏まえ、幹線水路の防食調査を平成7年2月に実施したものである。



図一 3 C/Sマクロセル腐食の発生メカニズム

3. 調査方法

(1) 腐食環境の判定

① 土壌抵抗率

4 電極法で土壌抵抗を測定することにより、土壌抵抗率の解析を行った。

土壌の腐食性については、この解析結果により管が埋設されている付近の（値が小さい方の）土壌抵抗率を採用して、表一 1 に示す「土壌の抵抗率と腐食性の関係」から判定した。

表一 1 土壌の抵抗率と腐食性の関係

腐食性	抵抗率($\Omega \cdot \text{cm}$) *	腐食度(mm/年) #
激しい	0~1000	>0.125
やや激しい	1000~5000	0.04~0.125
中	5000~10000	0.01~0.004
小	10000~100000	0.025~0.01
極めて小	>100000	<0.0025

* : L.M.Applegate # : Rosenqvistの分類による
(新版 電食・土壌腐食ハンドブック 電気学会P. 31,32)

(2) C/Sマクロセル形成の判定

① 管対地電位

管対地電位は各コンクリート構造物の貫通部から配管に沿って地表面上を照合電極（飽和甘汞電極）を1m間隔にて移動しながら測定しており、貫通部近傍にC/Sマクロセルが形成されているか否かを判定するために実施した。

また、マクロセル電流の影響を受けない場合の電位を測定するために、照合電極を遠方地点に設置した測定も実施した。

もし、C/Sマクロセルが形成されていれば、コンクリート貫通部近傍ほど貴な（プラス側）値を示し、一般的な管の自然電位 $-400\text{V} \sim -600\text{V}$ （飽和甘汞電極基準）よりも 200mV 程度貴な（プラス側）方向に変化する。

(3) 鉄筋との接触の判定

① 地表面電位勾配

地表面電位勾配は、管に防食電流を通电した状態でコンクリート構造物の貫通部から配管に沿って地表面上を1m間隔にて移動した照合電極（飽和甘汞電極）と遠方点に設置した照合電極間の電位差を測定したもので、流入電流が大きいほど地表面電位差は大きくなり、ピークを形成する。

このピークの形成箇所は、防食電流が集中する箇所であり、鉄筋との接触状況や、塗覆装の欠陥部の存在を推測することができる。

② 仮通電試験

仮通電試験は、管に防食電流を通电して、その時の電流量と管対地電位の変化量（分極量）の関係から所要防食電流を求めるために行った。

所要防食電流は、防食対象全体を目標電位（防食電位は、 -770mV （飽和甘汞電極基準）より卑 [マイナス側] であるが、余裕をみて -1000mV とした。）にするために必要な防食電流値であり、同時にその大きさから対象物の大きさ等（鉄筋との接続の有無等）も判断することができる。

4. 調査結果の判定方法

調査結果の判定は以下の通り行った。

(1) C/Sマクロセル形式の判定

- ① 有り：管対地電位がコンクリートの影響で貴化（プラス側に変化し、 -300mV より貴）しており、鉄筋との接触が予想される箇所
- ② 僅かに有り：管対地電位がコンクリートの影響で貴化（プラス側に変化し、 -300mV より貴）しているが、鉄筋との接触はない箇所

- ③無し：管対地電位はほぼ自然電位を示し、鉄筋との接触もない箇所

(2) 鉄筋との接触の判定

以下の場合、鉄筋との接触が有りと判定して総合的に判定した。

- ①所要防食電流の計算結果、対象延長に対して異常に大きい（例えば、対象管の延長が10mと短いのに対し、所要防食電流が1Aと大きい）
- ②地表面電位勾配が、コンクリート貫通部で大きなピークを形成する（防食電流がコンクリート貫通部に集中して流入していることを示す）。

5. 調査結果

調査の結果は表-2に示す通りとなった。

幹線水路のルートは、大淀川下流域左岸に沿って、低平部の水田地帯と標高10~220mの畑地帯を通り、南九州特有の特殊土壌（シラス・ボラ・コラ・アカホヤ等特殊な火山噴出物）に覆われているので、腐食環境は場所によりかなり相違（土壌の抵抗率、通気性、土質、含水率、pH等）することが予想される。

各コンクリート構造物近傍で測定した土壌抵抗率の値は5,600~43,000Ω・cmの範囲にあり、土壌の腐食性は「中」~「小」に分類され、19箇所の内「小」が17箇所、「中」が2箇所であり、ほとんどの箇所で他に腐食要因がなければ腐食速度は緩慢であることが予想される。

C/Sマクロセルの形成状況は19箇所の内「有り」が8箇所、「わずかに有り」が4箇所、「無し」が7箇所、約6割がコンクリート貫通部での鉄筋との接触によりC/Sマクロセルを形成していることが判明し、腐食の促進が懸念される。

6. 腐食対策について

防食対策は、管と鉄筋が電氣的に導通状態とならないようゴム等の絶縁物を間に挟む等の絶縁処置と電気防食法に区分される。

電気防食法には防食電流の供給方式により電流陽極法と外部電源法があり、それぞれ腐食対策にはその目的により完全防食法（飽和甘汞電極基準で-770mV以下を目標とする）と近接陽極法（部分的な危険電位の解消を目的とし、飽和甘汞電極

基準で-500mV以下又は、300mV以上卑に変化させることを目標とする）の二通りがある（表-3）。

完全防食を目的とする場合は、外部電源方法となるが、大電流を必要とし経済性に劣る。コンクリート構造物周辺のC/Sマクロセル解消を目的とする場合は、施工範囲を限定（コンクリート貫通部より10m程度）してマグネシウム合金陽極を用いた近接陽極法が一般的である。

防食工法の選定に当たっては、各方法の特質を十分理解し、防食対象の重要度及び規模、施工性、経済性、維持管理費等により決定する必要がある。

今回の調査路線における防食対策工法は、土壌の腐食性とマクロセルの形成状況をA~Cの3ランクに区分し、それぞれのマクロセルの発生状況や施工性等を勘案し表-4に示す対策工法を選定した。なお、本路線は、水圧が小さくFRPM管を使用しておりボックス取付部のみが鋼管使用なので、Aランクに区分された箇所については、防食の完全性、経済性を勘案し、コンクリートボックス部の手直し工事による絶縁処置を基本として採用した。

7. おわりに

C/Sマクロセル腐食は腐食事例の62%（1979~1984.公表事例42件のうち）を占めておりその特徴から比較的短期間のうちに、腐食損傷を起こすので、設計・施工に当たり十分注意することが必要である。

(1) 設計上の留意点

- ①金属的に一体化した配管系統においては、コンクリート壁の貫通部、配管支持金具、各種の設備の設備機器の基礎アンカー等がコンクリート中の鉄筋と接触（ゴム等の絶縁物を間に挟む）しないようにする。
- ②メタルタッチ検査用ターミナルを設置する。

(2) 施工管理上の留意点

- ①コンクリート中の鉄筋と接触する可能性のある箇所は、特に注意し接触させないようにする。
- ②コンクリート貫通部の管はテスターにより鉄筋との絶縁状態を確認し、導通状態であれば再度絶縁措置を改善する。
- ③コンクリート貫通部より約10mまでの土中

表-2 腐食調査結果

No.	構造物名称 (現場打RC)	延長 (m)	壁厚 (m)	土壌抵抗率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	土壌の 腐食性	管対地電位 (mV)	マクロセル の形成	所要防食 電流(A)	評 価	ランク
1	2号サイホン (呑口工, 排泥工, 吐口工)	3.0	0.3	14,800	小	-225 ~ -420	有り(コン クリート巻の為 影響は小)	13.2	コンクリートの中性化が 進行すれば、C/Sマク ロセル腐食が懸念される。	A
2	3号サイホン (呑口工)	3.6	0.3	22,000	小	-40 ~ -60	有り	0.30	コンクリート貫通部での 鉄筋との接触が予想され C/Sマクロセル腐食が 懸念される。	A
3	3号サイホン (排泥工)	3.0	0.3	5,600	中	-550 ~ -570	無し	0.25	コンクリート貫通部での 鉄筋との接触はなく、自然 電位を示す。	C
4	3号サイホン (吐口工)	3.6	0.3	13,000	小	-20 ~ -80	有り	0.93	コンクリート貫通部での 鉄筋との接触が予想され、 C/Sマクロセル腐食が 懸念される。	A
5	超音波流量計	2.7	0.3	32,000	小	-80 ~ -130	有り	1.22	コンクリート貫通部での 鉄筋との接触が予想され、 C/Sマクロセル腐食が 懸念される。	A
6	山城第2分水工	1.0	0.2	7,300	中	-230 ~ -280	僅かに有り	0.11	コンクリート貫通部での 鉄筋との接触はなく、 C/Sマクロセルの影響 は小さいと思われる。	B
7	漆野原分水工	2.1	0.25	31,000	小	-210 ~ -260	僅かに有り	0.15	コンクリート貫通部での 鉄筋との接触はなく、 C/Sマクロセルの影響 は小さいと思われる。	B
8	2-1号排泥工	3.75	0.25	39,000	小	-280 ~ -340	僅かに有り	0.05	コンクリート貫通部での 鉄筋との接触はなく、 C/Sマクロセルの影響 は小さいと思われる。	B
9	2-2号空気弁	1.9	0.2	18,000	小	+20 ~ +60	有り	0.54	コンクリート貫通部での 鉄筋との接触が予想され、 C/Sマクロセル腐食が 懸念される。	A
10	新村第1分水工	1.9	0.2	20,500	小	-500 ~ -550	無し	0.01	コンクリート貫通部での 鉄筋との接触はなく、自然 電位を示す。	C
11	2-1号制水弁	2.1	0.2	16,700	小	-230 ~ -300	無し	0.019	コンクリート貫通部での 鉄筋との接触はなく、自然 電位を示す。	C
12	2-3号空気弁	1.9	0.2	15,300	小	-280 ~ -300	無し	0.002	コンクリート貫通部での 鉄筋との接触はなく、自然 電位を示す。	C
13	3-1号制水弁	2.5	0.2	37,000	小	-240 ~ -320	僅かに有り	0.027	接触はなく、C/Sマク ロセルの影響コンクリート 貫通部での鉄筋との響は 小さいと思われる。	B
14	新村第2分水工	1.9	0.2	43,000	小	-600	無し	0.022	コンクリート貫通部での 鉄筋との接触はなく、自然 電位を示す。	C
15	1号空気弁	1.9	0.2	16,700	小	-510 ~ -550	無し	0.0004	コンクリート貫通部での 鉄筋との接触はなく、自然 電位を示す。	C
16	城原第1分水工	3.3	0.25	18,000	小	-50 ~ -140	有り	5.26	コンクリート貫通部での 鉄筋との接触が予想され、 C/Sマクロセル腐食が 懸念される。	A
17	城原第2分水工	3.4	0.25	21,000	小	-60 ~ -200	有り	0.57	コンクリート貫通部での 鉄筋との接触が予想され、 C/Sマクロセル腐食が 懸念される。	A
18	1号排泥工	3.75	0.25	20,000	小	-100 ~ -190	有り	0.29	城原第2分水工コンクリ ート構造物の影響による C/Sマクロセル腐食が 懸念される。	A
19	2号空気弁	2.0	0.2	16,700	小	-280 ~ -360	無し	0.005	コンクリート貫通部での 鉄筋との接触はなく、自然 電位を示す。	C

表一 3 各防食法の概略施工方法とその特徴

		概略施工法	特徴
流電陽極方式	完全防食法	一般にマグネシウム合金陽極が用いられ、所要防食電流と設計寿命に合った陽極形状・数量を設置し電線で接続する。	①完全防食が目的 ②所要防食電流が小さい箇所に適用される。
	近接陽極法	防食対策範囲を限定し、その対象管に近接して、陽極を設置し電線で接続する。	①マクロセルの解消のみが目的 ②防食範囲は陽極設置近傍のみに限定される。
外部電源方式	完全防食法	土中に埋設した不溶性電極と対象管との間に直流電源装置を挿入し、所要防食電流に合った防食電流を通电する。	①完全防食が目的 ②所要防食電流が大きい箇所に適用される。 ③近接陽極法よりコストが大
	近接陽極法	完全防食法と同様であるが電極を対象管に近接して設置しマクロセルが解消されるだけの防食電流を通电する。	①マクロセルの解消のみが目的 ②防食範囲は電極設置近傍のみに限定される。

表一 4 防食対策ランク付け

ランク	調査結果	対策工法
Aランク	土壌の腐食性(小) マクロセルの形成有り	鉄筋との絶縁、外部電源方式(近接陽極法) 流電陽極方式(近接陽極法)
Bランク	土壌の腐食性(小・中) マクロセルの形成僅かに有り	流電陽極方式(完全防食法、近接陽極法)
Cランク	土壌の腐食性(小・中) マクロセルの形成無し	流電陽極方式(完全防食法)

埋設される鋼管については、埋戻し前にホリデーディテクターによるピンホール検査を行い損傷部は必ず補修し、更にポリエチレンスリーブで被覆する。

また、ダクタイル鋳鉄管については管1

本分の範囲をポリエチレンスリーブで被覆する。

④埋戻しに際しては管外面の塗覆装を損傷しないよう、注意し施工する。

ルーマニアにおけるかんがいシステム改善計画について

溝 下 康 之*
(Yasuyuki MIZOSHITA)

目 次

1. はじめに	65	4. かんがい施設の概要	65
2. ルーマニアの概要	65	5. かんがい施設分野	66
3. 農業の概要	65	6. おわりに	68

1. はじめに

ルーマニア国では、旧体制の時代からかんがいに対する認識が高く、ドナウ河沿岸を中心に大規模農業に対するかんがい網が整備されてきた。しかし、施設の維持管理に関する認識が低く、また、その後の経済状況の悪化から、導入された施設・装置は更新されないまま老朽化が進み、新しい施設や装置を導入することもできないため、かんがいの効率が悪化している。このようなかんがい排水に関する問題に対応するため、世界銀行の協力によって全土を対象としたかんがい排水に関する総合的調査を実施し、「かんがい・排水10カ年計画」が作成された。その計画の一環として「ルーマニアかんがいシステム改善計画」プロジェクトが位置づけられている。

1996年3月のプロジェクト開始から約2年半が経過し、協力実施期間の折り返し地点に当たることから、プロジェクトの進捗状況を把握・評価し、計画内容の軌道修正の必要性や実施体制の問題点を指摘し、今後の協力過程におけるプロジェクトの運営をより適切なものとするを目的として、「ルーマニアかんがいシステム改善計画巡回指導調査」を（平成10年10月5日～10月17日）実施したものであり、担当分野の配水施設について概要を報告する。

2. ルーマニアの概要

ルーマニアは、中央ヨーロッパの南東に位置し、

バルカン半島の北部に位置している。その国土は楕円形に近い形をしており、面積は238,391km²である。ルーマニアの中央部を山脈が弓状に走っており国土の31%は山岳、36%が丘陵地と台地、33%が平地からなっている。気候は中央ヨーロッパ特有の温暖な移動性大陸気候帯に属しており、年間の平均気温は、南部は11℃、北部は8℃である。国土の年間平均降水量は637mmである。行政単位として県、市及び町、郡からなり、現在41の県と県相当のブカレスト首都圏があり、人口は2,260万人でそのうち、89.4%がルーマニア人であり10.6%が少数民族である。

3. 農業の概要

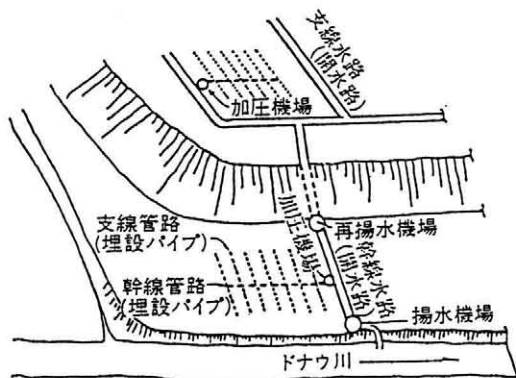
総農用地面積1,480万haの内訳は、耕地940万ha、放牧地360万ha、採草地150万ha、果樹園・ぶどう園が30万haである。土壌は肥沃で多くの種類の作物の栽培に適しているものの、7月と8月に雨が少ないためにかんがいの必要が高い。農業就業人口は約310万人であり、総人口の約13%、総就業人口の約29%に当たる。主な作物は、小麦、ライ麦、裸麦、トウモロコシ、ヒマワリ、大豆である。

4. かんがい施設の概要

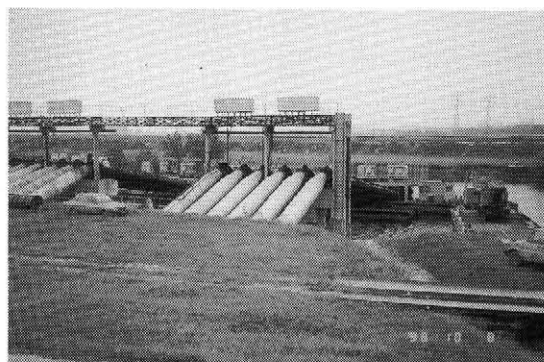
農用地1,480万haのうちの550万haが経済的に有利にかんがいを行えるとされ、1950～1980年の間に約100地区のかんがい事業が実施された。1970年以降は、年間約20万haの割合で急速に開発が進められた結果、約300万haにかんがい施設が整備された。一般的な配水施設は水源（ドナウ川もし

*九州農政局土地改良技術事務所 (Tel. 096-367-0411)

くはその支線)から取水する「揚水機場」、段丘高位部への「再揚水機場」及びかんがいに必要な水圧を確保するための「加圧機場」、さらに揚水機場間を結ぶ「開水路」加圧機場と圃場を結ぶ「パイプライン」から構成されており、1地区当たりの平均受益面積は3万haである。



かんがいシステムの概念図



揚水機場 (フローティングタイプ)
台船にポンプを積載し水位の変動に対応する



開水路

5. かんがい施設分野

1) 活動目標設定の背景

かんがいシステム改善計画の施設についての対象は、ドナウ川の取水地点揚水機場から開水路を経て第1～3段再揚水機場、更に平坦部の開水路を経てパイプラインへの水圧を加える加圧機場の吐口までである。これらのシステムは、社会主義時代に安いエネルギーが供給され、また、作物についても政府で計画したとおりの作付けがなされることを前提として豊富な国家資金を短期間に投じて構築された。

しかしながら、社会主義の崩壊と共に、エネルギー価格の上昇、作付けの多様化・自由化及び国家レベルでの資金の枯渇といった事態に陥り、これらに対処するため、かんがいシステムの更なる効率化の必要性が高まってきた。

本プロジェクトの対象地区であるジュルジュかんがい区は、受益面積10万4千haを管轄しており、モデル圃場のある場所までは、一段の再揚水機場を経由している。当初、施設面での課題は主として漏水防止対策にあり、これに対する改良工法の検討が期待されていた。

また、情報分野においては現在、水需要や開水路水位などは肉声による無線連絡によって行われており、情報伝達が迅速かつ正確に伝わらないことも多く、効率的な配水運用が困難となっているため、配水管理に係る情報伝達の高度化が必要となっている。現在の配水管理やポンプ運転に係る情報伝達・操作指示等を改善するためには、かんがい区全体をカバーするようなコンピューターを使った情報管理システムや水理解析システムの構築が想定されていた。

一方、技術協力が開始されると揚水機や水位調整施設にも大きな問題があることが分かってきた。特に、機場の操作の安全性向上は急務であることが明らかになった。また、情報管理システムについては、常に施設の状態を中央管理所で集中監視するといった当初想定したような大規模なものについては、ルーマニアの経済情勢等を考えると整備することが困難であると判明した。

2) これまでの活動状況とその評価 ・配水施設の改善

「かんがい・排水10カ年計画」に基づく暫定実施計画であるTSIの作成にあたっては、(a)要望の強かった開水路の漏水・損失の把握、(b)老朽化のために所定の機能が損なわれているものが多い水位調整施設（ゲート）及びオペレーターの経験による運転が行われている揚水機場の実態調査を実施した上で改善策の検討を行うこととした。

漏水・損失量の把握については、水路状況の調査により、コンクリートパネルの施工目地が脱落している箇所が多く、目地からの漏水が多いものと予想された。ただし、昨年度は降雨量が多く、ほとんどかんがいが行われず予定どおりの調査が出来なかったため、引き続き調査を行うこととしている。

水位調整施設と揚水機場の実態調査についても、設計計算書や電気系統図等の書類の保存状況が悪いため、現地調査結果と比較ができないことから、調査期間を延長する必要が生じた。現段階では、設備は全体として老朽化が進んでおり、故障も多く発生していることが明らかになった。また、電気系統では特高用しゃ断器として汎用的に使用されている油しゃ断器を使用しており、火災の危険性がある。ポンプ運転制御機器では、エネルギー効率の観点から現状のポンプ特性を計測した上で算出した最適な稼働方法でポンプ制御を行うことが望ましいと考えられるが、既存のポンプでは対応できない等の問題がある。これらはRAIF(土地改良公社)の乏しい予算の中で修繕が行われてきており、昨年にはドナウ川からの揚水ポンプの更新も行われたが、必要な水準には達していない。

本プロジェクトでは、揚水機場等の大規模施設においては、特に安全面を重視した維持管理技術に重点を置くことが全体の効率化に最も寄与するとの考えのもとに、これまでプロジェクト基盤整備費を用いて電気系統の安全性向上やバルブの交換を行うと共に、非常時の自動OFF作動のための自動システムの導入も活動として加えられている。また、加圧機場においては、電力使用量節減のためのインバーターによる自動制御も導入し、現状の少ない水需要と大規模な設備容量とのギャップを埋めていく試みも行っている。しかしながら、他圃場への試行運用はこれからであるため、現段階での評価は困難であるが、安全面の重視という視点は極めて重要であり、今後カウンターパート

に対してその思想の徹底を図っていく必要がある。また、加圧機場のうちポンプ施設の改良については、電気周波数可変器の導入により運転監視による効率的運転の経済面での妥当性を十分に検証する活動が今後必要となる。

・情報管理システムの改善

既存の配水施設は単位ごとのかんがい面積が大きく、対象を数万haとしているが、これらの施設管理及び水管理のための情報伝達手段のレベルが低く、特に水需要及び開水路水位などは肉声による無線連絡によって行われており、無線施設を持つ数カ所の加圧機場を通して配水指示センターに伝達される。そのため、加圧機場にオペレーターが居ない場合や、電波状況が悪い場合には、伝達が迅速かつ正確に伝わらないことが多い。従って、これらの伝達手段について検討する必要がある。

具体的内容としては、監視・運転指示方法の実態調査を実施し、既存施設の機能に応じた監視運転指示方法の検討を行った。また、水位調整施設及び揚水機場のための集中監視システムの検討と設計については、ICITID(農業工学研究所)に試験的に設置されている集中監視システムを参考にして提案を行った。その提案とは、パソコンを使用してゲート等の遠隔操作を行い、施設の稼働状況等をモニタリングするものであり、これをモデル的に試行実施することとした。このモデルシステムの試行を通じて有効性の検証を行うとともに経済的かつ安全性を重視したシステムを構築することが望まれる。

・配水技術研修の改善

過去に派遣された短期専門家によるプレゼンテーションを研修用にビデオ収録しており、新たに試行的に適用しているシステムについての仕組み及び取扱いについて、カウンターパートへの研修を行っており、供用機材の円滑な活用について随時講習を行っている。

これまでの活動の中で、可能な限りカウンターパートの主体性を尊重し、活動内容はもちろんスケジュールリング、それに沿った作業段取りも任せるとしてきたため、カウンターパートもかんがい排水の改善計画に対して自主性を持つようになった。今後も引き続き、カウンターパートに積

極的に業務に取り組むような、意志啓発を引き続き行いながら指導していく必要がある。

3) 今後の活動と課題

・配水施設の改善

漏水防止対策については、当初からルーマニア側の要望も強く、また水搬送効率の向上の点からも重要な課題である。漏水量の測定について問題となるのは、開水路の流速が極めて緩やかであるため、流速計による計測が困難であり、一定区間の流量の差をもって漏水量とするという手法がとれないことである。本来これらの水路は全面積がかんがいされることを前提として断面が決定されているにもかかわらず、使用実態はその1～2割程度であるため、流速は極めて緩やかであるのが現状である。

この現状において、この圃場では既存の水位調整ゲートを閉じて閉塞区間を作りその減水量を測る方法がある。あるいは、水路の断面形状のゲートを製作し、それで水路をせき止め、これを越流量を測定することで流量を算出する等の方法が考えられる。漏水量の測定は、ルーマニアの現場技術者にとって極めて重要な技術となるものであり、様々な工夫をして測定技術を開発する必要がある。

次に、漏水防止対策であるが、現在のルーマニアの経済状態から見て、現況のライニングを取り除き防水シートを張る等の工事を行うと考えるのは現実的でない。現在、対応可能であるのは、目地の補修であり、その配合方法や施工方法を検討する必要がある。目地詰め工法の効果を確実に分析することだけでも、限られたRAIFの予算の中でも重点的に補修工事を行うことができ、水搬送効率の向上を可能とする。あるいは、世銀等への借款要請の際の基礎資料となるなど極めて重要な活動結果となると考えられる。

・情報管理システムの改善

現在、情報伝達が迅速かつ正確に伝わらないことが多いことため、効率的な配水運用が困難となっており、改善を図るには現況の監視及び操作システムの実態を把握し、モニタリングシステムの試行的適用によりその有効性の検証を行い、経済

的かつ効率的なかんがいをするための情報伝達システム及び操作手法を確立することが必要である。今後も引き続き、開水路の水位制御やポンプ運転制御の実態調査を行い、配水施設の監視・制御システムの検討を実施し、監視・制御システムの構築を行う。

・配水技術研修の改善

改良した施設の操作方法と維持管理方法のマニュアルの作成及びポンプ効率を計測するためのマニュアルを作成しオペレーター技術者を対象として研修を実施する。今後はルーマニア側が自発的に、マニュアル及び研修計画作成、研修の実施を行っていくことが望まれる。

4) 留意事項

配水施設分野は、基幹的の水利施設である揚水機場、再揚水機場、開水路及び加圧機場を対象に、その配水効率等の改善を目的としている。プロジェクトを進めるに当たって、必要に応じ土木、電気、機械、システム設備の短期専門家の派遣を配慮する必要がある。

6. おわりに

ルーマニアの農業を取り巻く情勢は予想以上に厳しいものがある。以前の集合農場の解体及びその農地を小間切れにして返還したことにより、生産性の大幅な低下を招いている。このような中で、かんがい農業を望む農家は少なくまた、かんがいをすべき組織も同時に解体されてしまったために、かんがい施設の稼働率は1割ないし2割程度と見られる。また施設の老朽化が確実に進行している一方これを適切に維持補修していくための政府資金も不足している。

ルーマニア農業においては、かんがいは引き続き重要な位置を占めることから、本プロジェクトの目的であるかんがい効率の向上は今後も高い優先度がある。

また、今後の農業においては、現在増加しつつある農業経営を目的とした私企業が重要な役割を果たすと見られることから、これを末端水利用者と位置付けて技術の開発・普及方法について重点的にプロジェクトを推進していく必要がある。

中世農業土木遺産 みかのはら 瓶原大井手の歴史

金子明雄*
(Akio KANEKO)

目次

I はじめに	69	3 土木技術の才 大井手	71
II 瓶原大井手	69	4 大井手を守る十六善神 井手守	73
1 水の歴史の伝統 瓶原大井手とは	69	5 平成の「歴史文化の水辺」づくり	74
2 用水開鑿の祖 慈心上人	70	III おわりに	74

I はじめに

近年、世界遺産、土木遺産など人々が造り上げてきた施設が注目を浴びつつあるが、その中には農業土木に関する施設も多い。

歴史的に水田耕作が中心であった我が国において農業用水の安定供給と排水の適切な管理は古来からの切実な問題で、水を得るため、そして水を排除するために知恵をこらして築造された水利施設などは、水文化の象徴として、また、美しい景観を演出している「農業土木遺産」なのである。このような先達が残してくれた「農業土木遺産」には、知的技術も多く、現在農業土木に関わる者が、後世に伝えていかなければならないと考えている。

京都府においても、“農業土木”という言葉を広く知ってもらうため、歴史的土壌改良施設の紹介を兼ねて、平成11年3月に『京・ふりかえれば水と土 鎌倉から平成に流れる・農業土木遺産 南山城瓶原大井手』という冊子を作成するなど、PRの取り組みを始めている。

今回取り上げる瓶原大井手が位置する京都府南部の相楽郡加茂町（瓶原郷）は、奈良時代聖武天皇が平城京から都を一時移した地域（「恭仁京」）であり、藤原兼輔が『新古今和歌集』で「みかのはら原わきて流るるいづみ河 いつ見きとてか恋しかるらん」と詠みあげた地でもある（図-1）。瓶原大井手は、この地において約780年前に造営された水路であり、現在も約150haの水田をうるおして

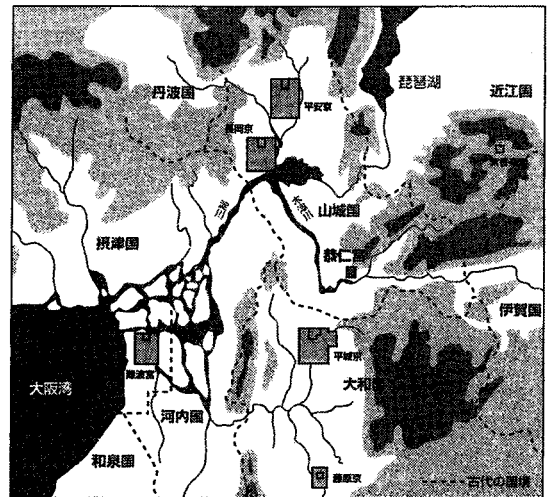


図-1 古代都城位置図

いる。その内容を報告したい。

II 瓶原大井手

1 水の歴史の伝統 大井手とは

瓶原大井手とよばれるかんがい水路は、鎌倉時代中期の貞応元年（1222）、出水（泉）荘（東大寺領）、現在の加茂町瓶原の海住山寺の覚真（慈心上人）という僧が、和東郷石寺の和東川に井手枕と呼ばれる堰堤を設け、それから幅1.81m（1間）、勾配約1,250分の1、水深0.3m（1尺）の水路を右岸側に導いて、奈良時代に恭仁京が造営された瓶原郷の農業用水不足を救うために造られた農業用水路をいう。その延長は6,755mにも及んでおり、いまでも瓶原郷の基幹的農業用水となっている（図-2）。

当時、瓶原郷は、口畑、仏生寺、登大寺、岡崎、

*京都府亀岡土地改良事務所（Tel. 0771-24-7654）

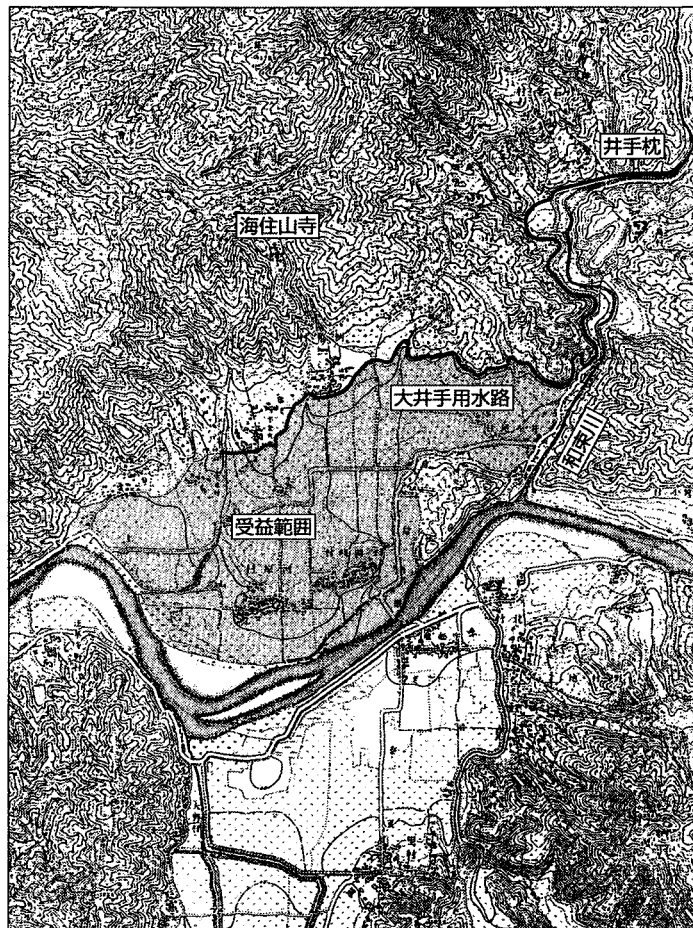


図-2 瓶原大井手概要図

東、西の6つの村からなり、集落の南には木津川の段丘が広がっているが、この段丘は水利に恵まれず、毎年干ばつの被害をうけ、農家は困窮していたところであったと言われている。6か村で米の石高も600余石(約90トン)に過ぎなかったが、大井手の完成により多くの野原が次第に水田に変わり、以来用水は約180町歩の水田をうるおし、石高も2,500石余(約375トン)となり、人口も次第に増え、集落も9か村となり郷はますます繁栄したという。

2 用水開鑿の祖 慈心上人

聖武天皇の時に造られた恭仁京(740~745)の荒廃後、辛うじてその法灯を維持してきた海住山寺は、鎌倉期承元2年(1208)に至って笠置から藤少納言通憲(藤原信西)の孫左中辨貞憲の子である解脱上人(藤原貞慶, 1155~1213, 享年58歳)

の来住によって再興の気運を得、ついで高弟で後継者の慈心を迎えるに至った。

再興後の海住山寺は学侶、行人の多数を擁し、洛南の一勢力を形成した。このような中で大井手水路が建設されたのである。

慈心(覚真, 藤原長房, 1170~1243, 享年75歳)は、甘露寺光長の嫡男で、参議正三位兼民部卿の地位に在ったもので、海住山寺に承元4年(1210)に移って後、41歳の時、瓶原の地域が畑地ばかりで稲の生育しない事情に着目し、民を憐れんで井手(用水路)の開削を志し、自ら地形を踏査し、貞応元年(1222)、3,753間の疏水を完成したと伝えられている。

瓶原の伝説によると、慈心上人が瓶原の丘の痩せ地に和東川から水を引き美田にしようと計画したとき、当時は今と違い全て人力であり、瓶原の人々は鋤をも受けつけぬ峡谷に水路を引くことは、

凶人のしわざとして笑ったという。しかし、上人は、「土地が豊かになることは、今の皆の喜びでなく、子や孫のため」と説き回り、十数年の歳月の難工事を完成させたと言われる。

工事中、昼は錫杖しやくじょうをもって工事の見回り、毎夜御堂で工事完成祈願をされていた上人の御姿に村民は心を打たれ、何度か想いを新たにしている険しい山肌を拓き、岩盤を穿ったという。

のちに村民が相談して、大正2年5月7日「慈心上人之功德之碑」を和東川の井手枕近くの川岸の検見岩の巨岩に建てている。

3 土木技術の才 大井手

(1) 井手枕の概要

大井手は、比較的小規模な井堰、水路であるとはいえ、約780年前に建設されたものでありながら、今日においても基本的な仕組みを何ら変える必要がなく、当時の土木技術の優秀さを物語っている。

築造当時の井堰(井手枕という。)は、和東川も川幅が狭く、幅数間の小さなもので、全て土俵でつくられていたという。その後、松丸太、松の枝葉むしろうと筵などで造られていたことから、毎年造り替える必要があったとのこと。井手枕の補修のため、井手守*(管理人)は、和東川の中に入り井手山で切った松の丸太を堰に組み、松の枝葉と筵をあて、その上にみぞ淵から運んできた芝草をあてて水漏れを防いだ。

大正の頃になると枕の構造は木工沈床となり、以前に比較して維持管理は楽になった(写真-1)。

昭和になり28年南山城の大水害時に、井手枕のみならず右岸水路も根こそぎ流されたことから、

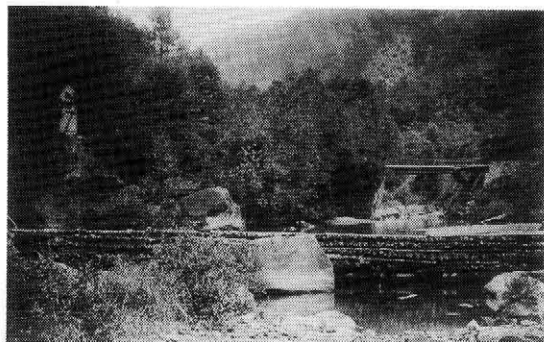


写真-1 大正の井手枕

復旧に当たって井堰を下流に移してコンクリート製のものとした。

現在の井手枕は、平成5年(1993)に大補修されたもので、魚道等も設けられている。

*「井手守」とは、慈心上人が定めた井堰、水路の管理する者の呼称。後述。

(2) 水利慣行

他郷である和東郷内に取り入り、井堰をもち、加えて瓶原郷内に入るまで相当の間流路を和東郷内をとり、しかも「他郷よりいささか水路に妨げなす事不得」と誇称した大井手は、井手枕の位置の安全を確保するため、井手枕の左岸にその幅約100mで面積5~6反歩の山林を瓶原郷の飛地とした。

その代わり、瓶原郷は、和東郷石寺に寺を建立するとともに、西和東白栢村へ年々小豆3升、白紙10帖を持参する慣例があった。

大永4年(1524)に作られたという『瓶原揚水記写』によると、

①和東領之内の大井手筋破損のときは、瓶原郷諸村が修復する。

②毎年正月の“井手祭”には、瓶原郷より赤餅、洗米、米、酒、肴を差し出す。

などの取り決めが、和東郷石寺村と瓶原郷との間で取り交わされ、この水利慣行は明治ごろまで行われたと伝えられている。

かんがい用水を取り入れている下流の村々が、上流取水源の村に用水料を支払うこのような水利慣行は、水田農業の日本において各地で見られる。

(3) 大井手の仕組み

井手枕から取り入れられた用水は、幅1間の水路となって導かれるが、枕より下流2~3mの水路中に第1の水秤石があり、その下流わずかの所にさらに2箇所の水秤石がある。『瓶原井手之記』にいう上流から数えて「頭巾石、烏帽子石、牛が鼻」であり、「此の石を以て水五分より十分の増減を量り堤之崩壊を知る事、上人以来の教え也」とされている。水量が水秤石の頂にまで達するのを以て一升とし、これが十分な水量であり、洪水で水秤石を越すようになれば、一升二合、一升五合等と称した。原始的かつ単純な装置によって水路への取水量が量れる点は巧妙である。

水秤石から約100m下ると、「一之はづし」があり、以下流末までに同様の「はづし」が11箇所(二之はづし、穴のはづし、仏師谷、岩のはづし、人

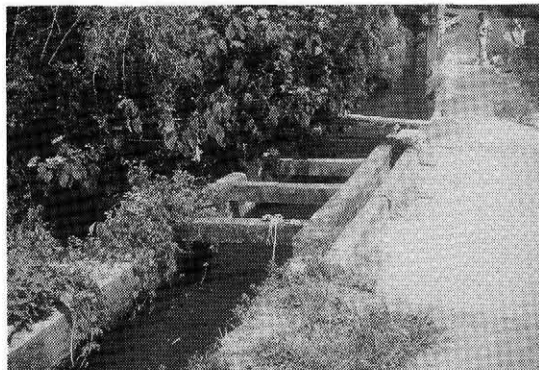
宿里，下田，水尾，芦田，金市坂，畑川）あり，増水時には，和東川にその増水を放流する役目を果たすとともに，秋の彼岸以後，用水が不用となった時は，この「はづし」をはづして井手の破損を防止するようにされた。

「はづし」の管理は総て井手守の役目であり，それぞれ担当が決まっていた。「はづし」は，水路底より場所が少し低くしてあり，三之はづしが一番大きく，はづしの部分は石畳で，豪雨の時は一番上の横木をはづすことにより，大水は一度に流せるように工夫されていた。

五之はづしから下流になると蛇吉川，青木谷川などと用水が交差する地点に俗称「船」と呼ぶ寛が五箇所設けられている。船は，建設当時は川に浮かぶ船の前後のないものを使用されていたということから「船」と呼ばれ，後には長さ約2mの野辺石を並べて造られていたが，災害等で横断する河川が広がったため，現在はコンクリート造りの構造物となっている（写真－2）。

大井手が瓶原郷内に入り登大路村地内に達すると，井手は既に末流で，最後の分水箇所になる。その分水路の一つは西村及び東村へ，他は河原，岡崎を潤すが，この分水箇所には千本杭と称するものが設けられている。径1寸，長さ4～5寸の松杭千本を溝底に建て並べ，その杭の抵抗を利用することによって，2本の水路への分水量を均等ならしめるよう考案されたものである（図－3）。

さらに，西村，東村への分水路が，大井谷川の河床を横断する箇所には，大井谷川の河床に当たる暗渠の天井には野辺石を少し間隔をあけて配置し，大井谷川の水が少ないときは全量が大井手水路に流れ落ち，洪水時には大井谷川を流れ下り大



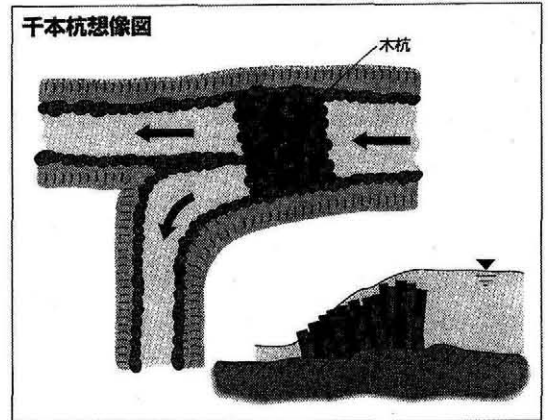
写真－2 現在の「船」

井手水路には洪水の影響がないように工夫されていた（図－4）。

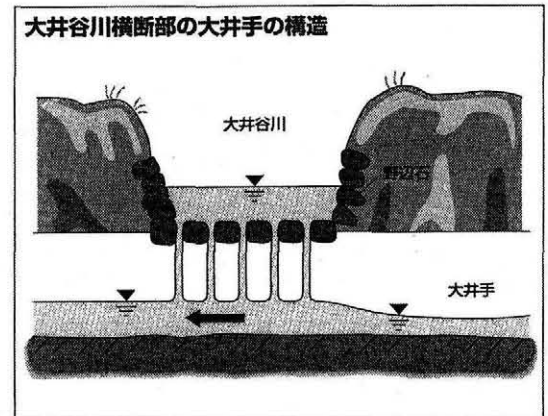
(4) 昭和28年南山城水害

大井手は昭和初期まで大過なく利用されてきたが，昭和28年8月14～15日の南山城地域の大水害（総雨量 東和東680mm，人的被害死者221人他）で，井手枕と和東川に沿った約1.8kmの用水路が根こそぎ崩壊し，農民はぼう然となった。

この復旧工事の準備に5か月間を要し，昭和29年2月復旧工事に着手した。この工事で，井堰を下流に移して高さ7m（うち4mはコンクリート製），水路はこれまでとは反対の左岸に取り，深さ6.4m，長さ67mのサイフォン（伏越水路）で，和東川の底をくぐって右岸に至たり，その下流に新たに250mのトンネルを掘ることで，これまでの水路を300mも短くした。延長1,176m，横・深さ2mの水路の復旧工事は，1日平均400人の地元農家も参加して行われ，水害の翌年には無事田植え



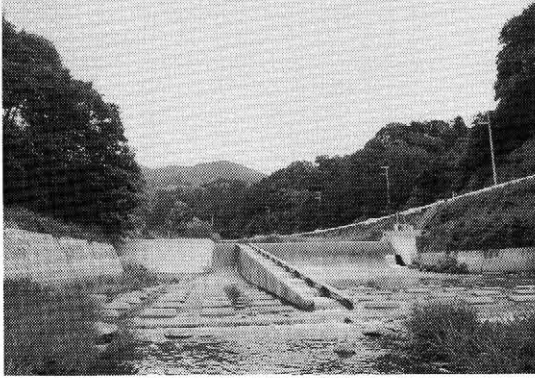
図－3 千本杭想像図



図－4 河川横断大井手の構造想像図

をすましている。

その後、サイフォンや平成5年の瓶原大井手頭首工（井手枕）の大補修など主要な施設を改修するとともに（写真－3）、壁面が崩壊する水路区間は部分的な改修が行われ、また、千本杭は溝底を石敷とし、その間隙はコンクリートで埋められた。



写真－3 現在の井手枕（瓶原大井手頭首工）

4 大井手を守る十六善神 いでもり 井手守 いとど

大井手が完成したとき、16人の井手守（井頭人）が選ばれ、以後は、その子孫が中心となって維持管理が行われ、現在でも同様に管理が続けられている。

井手守の起こりは、大井手の完成に当たって常にその保護管理に任じるため慈心上人によって、付置し定められた。16人は、十六羅漢にちなんでおり、十六善神とも呼ばれ、井平尾4人、岡崎2人、河原2人、登大路1人、仏生寺2人、口畑2人、奥畑1人、西村2人の8か村から選ばれている。また井手守は世襲で、給田三町三反が与えられ、諸役は免除されていた。

この“大井手”の由緒や管理については、文禄4年（1595）『瓶原井手之記』が最も古い記録であり、承応2年（1653）『瓶原大井手之覚』のほか、宝暦9年（1759）『瓶原郷大井手由因記』などがある。

大井手は、海住山寺と深いつながりを持ち、1月16日の慈心上人の命日にはじまり10月20日の報恩講に終わる“井手祭”という行事があり、当時から今日に至るまで受け継がれている。

この行事は、毎年正月の吉日に井手守が集り、用水取入口の井手枕に三重の棚をこしらえ、御幣、白餅、神酒を供えて、井手祭を行う。井手守は、

春より16回会合を持ち、破損個所の修理普請につとめた。もし、井手守だけで手がおえないときは、郷中から人足を求めた。

田植えは、井手守の田地よりはじめて、5月には、瓶原郷の各家々より人夫として出て、井堰から大井手の末端の水路まで草刈りを行った。そして、海住山寺の僧が8人でて用水の無事と五穀豊稔を祈禱した。

6月の田植え以降は、用水が用水路から漏水のないよう毎日2人ずつ交替で見回りをしている。また瓶原郷中全部の田植えが終わると、巳の日を選び、その日は農作業を休んで、各家1人ずつ井手枕の大岩（靈石）に参り、豊作を祈るとともに、海住山寺奥の院や慈心上人のお墓にお参りをする。

7月には用水取入口の杭打ち、ひでりの時は3日に一度ずつ枕入りをし、大干ばつの時は、雨乞いも行う。

10月には、虫供養を海住山寺で行い報恩講が終わる。

11月は井手枕で祈年祭がある。

なお、豪雨の時は、奥畑の井手守は、井手枕で水を切り落とす任務を持っていたので、大井手からの洪水などの被害は全くみられない。

大井手の管理費用にも様々な取決めがある。例えば5箇所「船」は、毎年1箇所ずつ新調されるが、その費用は地頭守護人が負担した。そのため、奥畑村等5か村に下付された大井谷山と、岡崎村等四か村に対する年貢米の控除とが合わせて算代や幣料に見合うものとされていた。

なお、井手守の機能は、井手の維持管理に終始しており、用水の問題で最も重要であり、紛争の生じやすい用水の分配に関する規定が少ないことは珍しい事例である。これは、大井手の水量が比較的豊富で、他郷のような著しい干ばつの経験も少なく、また、水口に溝幅の定めもないため分配に関する争論もまれで、用水配分について井手守の関与を要しなかったためではないだろうか。このことは、大井手の絶大な効果が見て取れるものであり、慈心上人以来の掟が今に信奉せられ、上人の偉大さがわかる。

ただ、杭打ち以外に番水の慣行もあり、『大井手之覚』に唯一次のような条項がみられる。「一、日照之時ハ番水ニ仕、河原村、岡崎村、西村此三ヶ村へ水ヲ取流之末ヨリ次第ニ入り申候」。これは、

下流救済のための手段であり、稲の植付け終了後、河原村、岡崎村、西村、は「水もらい」といって午後1時ごろから4時ごろまで上流部に当たる井手沿いの分水口をふさぎ、その全水量を3か村の水田に注ぐ慣習があり、上流の村々は下流の困難を認識し、「貰い水」を容認してこの慣行を続けている。

現在は、この大井手用水の管理は、井手守から瓶原土地改良区に委ねられているが、井手祭などの伝統行事については、土地改良区と井手守合同により続けられ、慈心上人はじめ先人への報恩を忘れないようにしている。このことが、全国各地の水利慣行を調べ上げた京都大学喜多村俊夫教授に「瓶原大井手を・・・あえて用水管理の中世的遺構とよびたい。」と言わしめたのである。

5 平成の「歴史文化の水辺」づくり

大井手水路は、前述のように今から約780年前に築造された歴史的な水利施設で、はづし、船、千本杭、洗い場などもあり、地域住民の“水文化”の象徴となっている。

さらに、水路の周辺には恭仁京跡や海住山寺などの歴史的文化的遺産が立地し、現在水路沿いの道路はそれらへの散策道となっている。

このようなことから、平成に入り、地域において「子孫に誇れる瓶原をめざして」と集落整備を考えるワークショップが取り組まれ、当時の仕組みの復元も考えた「歴史文化の水辺づくり」構想が策定された。

この構想の具現化として、現在、府営水環境整備事業瓶原地区では、親水水路や水路橋などの整備が進められている（写真-4）。

III おわりに

瓶原大井手は、かんがい面積などからみれば特に大規模でないが、大井手の用水管理機構は現在にも継承され、中世以来の伝統を明確に伝える貴重な用水として注目され、また、水利技術面では、「はづし」、「船」そして「横断河川からの取水」などの工夫も多い。

昭和28年8月南山城地域を襲った集中豪雨がここ大井手にも壊滅的な打撃を与えたため、全面的な改修が必要であったが、直ちに工事が始められ昭和29年復旧した。大井手は、井手枕、水路とも

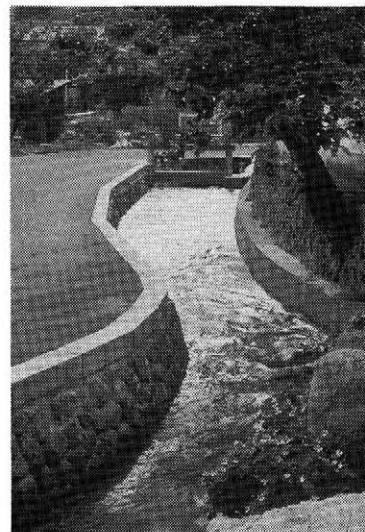


写真-4 水環境整備事業の整備状況

現代のコンクリート技術で復旧され、旧大井手と大きく異なったものとなったが、慈心上人の志は現在にも受け継がれている。

施設を作る際に、管理する体制等を明確にしておくことは、現代にも通じることである。

瓶原大井手が建設された中世において管理体制の重要性が意識され、井手守による適正な水路の維持管理が今日まで継続され、そのことが昭和の大水害をも乗り越えた礎になっていたのではないだろうか。

しかし、地元の人が上人の遺徳を偲んで大正2年に「功德之碑」を建立したのは、上人の名前を知らないものが増えてきたからともいわれ、碑文には、日本土木技術の先達である行基、道昭、寛朝が記され、慈心上人の偉大さを強調しようとした趣がある。いつの時代もPRが必要なのだと今回この大井手の歴史を調べた中で知った次第である。

これからも、地域にのこる農業土木遺産について紹介していきたいと考えている。そのことが、農業農村への応援歌となり、支援になれば幸いである。

参考資料

- 1) 喜多村俊夫「日本灌漑水利慣行の史的研究各論篇」(1973) 岩波書店
- 2) 加茂町「加茂町史第1～3巻」(1988～1994) 加茂町
- 3) 和束町「和束町史第1巻」(1995) 和束町

農業農村整備事業における国際単位系 (SI) 移行 —土地改良事業計画設計基準におけるSI移行について—

伊藤 定由*
(Sadayoshi ITO)

1. はじめに

1992年の計量法改正による計量単位のSI移行は、1993年の新法施行後、本年の9月30日まで移行猶予期間が設けられ、10月1日から取引又は証明に用いる計量単位の非SIの使用が禁止されることとなっています。公共事業の事業現場では、本年4月1日から原則としてSI単位での表示を開始しています。

農林水産省構造改善局では、新法施行以降、建設省、運輸省等関係省庁と歩調を合わせ、SI移行に対して様々な検討や広報を行い、平成9年5月には、各地方農政局に対して平成11年4月1日からのSI移行を通知するとともに、設計基準改定においても従来単位とSIの併記やSI換算表の掲載等の対応を行ってきました。

しかし、設計基準における完全移行に際しては、算定式の変更や数値の丸め方など記載事項の個別に取り扱いを定める必要があることから、「設計基準等におけるSI単位系移行の当面の取り扱い」を関係機関に通知し、SI移行内容の周知を図ることとしています。

	H11.4.1 (建設事業におけるSI化)	H11.10.1 (計量法に基づくSI化)
ケース1	契約 SI単位を使用 (従来単位併記可) 完了	
ケース2	契約 SI単位を使用 (従来単位併記可)	完了
ケース3		契約 SI単位のみを使用 完了

図-1 建設事業におけるSI移行のケース

2. SI完全移行による新たな表示法と旧単位の換算

SI完全移行に伴い、従来から慣れ親しんできた単位が、設計図面、仕様書等の契約図書で使用できなくなります。計量法上使用できなくなるおもな単位は表-1のとおりです。

表-1では、厳密な換算のための係数を記していますが、実際の取り扱いでは関連基準・規格における取り扱いも参考にして下記の方法により、SI換算した数値を定めることとなります。

- ①換算前の数値の有効数字の桁数により換算係数を定め、JIS Z 8401により数値を丸める。
- ②JISや参照している他の基準、規格等で決まっている数値を用いる。
- ③数値の根拠となっている数式に対して、重力単位系の影響や数値の精度、誤差、工学的意義を考慮し、新たな数値を設定する。

*構造改善局建設部設計課施工企画調整室

表一 1 計量法上使用できなくなるおもな単位

量	計量法上使用できなくなる計量単位		国際単位での表示
力	重量キログラム	1 kgf	9.80665N
	重量トン	1 tf	9.80665kN
力のモーメント	重量キログラムメートル	1 kgf・m	9.80665N・m
	重量トンメートル	1 tf・m	9.80665 kN・m
応力, 圧力	重量キログラム毎平方メートル	1 kgf/m ²	9.80665N/m ² (=Pa)
	重量トン毎平方メートル	1 tf/m ²	9.80665kN/m ² (=kPa)
	重量キログラム毎平方センチメートル	1 kgf/cm ²	98.0665kN/m ² (=kPa)
	重量キログラム毎平方ミリメートル	1 kgf/mm ²	9.80665MN/m ² (=MPa)
単位体積重量	重量グラム毎立方センチメートル	1 gf/cm ³	9.80665kN/m ³
	重量トン毎立方メートル	1 tf/m ³	9.80665kN/m ³
仕事	重量キログラムメートル	1 kgf・m	9.80665J
工率	重量キログラムメートル毎秒	1 kgf・m/s	9.80665W
熱量	カロリー	1 cal	4.18605J
熱伝導率	カロリー毎秒毎メートル毎度	1 cal/(s・m・°C)	4.18605W/ (m・k)
比熱	カロリー毎キログラム毎度	1 cal/(kg・°C)	4.18605 J/ (kg・K)

3. 設計基準でのSI移行の取り扱い

猶予期間中に改定した設計基準における表示は、旧単位との併記及び換算表の掲載により対応し、他基準の動向を参考に取り扱いを定めることとしていました。

しかし、JIS等他機関の基準及び規格の間で、一部の規格数値の取り扱いに差異が生じたことから、各工種の関係基準・規格を参考に工種別に数値や数式を定め、4月1日以降「当面の間の設計基準での取り扱い」として通知しました。このため、設計基準でも各工種間において一部の数値で異なる換算を行っているものがあります(表一2参照)。これは事業現場における他機関との協議の円滑な推進を図る観点から準拠したもので、使用に当たっては関係する他の基準・規格の取り扱い等を確認し、混乱しないように留意する必要があります。

また、SI取り扱いでは数値の丸め方のみならず、数式の係数が変更したのものがあります。これは、cmからmm又はmへの変更による桁数の変更の他、単位系の変換の影響を受けている係数があるためであり、設計計算やプログラム修正においては、この点に十分に注意する必要があります。ここでは代表的な事例を下記に示します(表一3、4参照)。

表一 2 SI換算数値が基準間で異なる例

項目	鉄筋許容応力度 σ_{sa} SD295AB (N/mm ²)	
基準名称	水路工(その1)	農道
数値	176	180
関連基準	コンクリート標準示方書	道路橋示方書 (SI移行に関する参考資料)

表一 3 数式をSI変更した例（桁数の相違による変更例）

基準名称	設計基準「パイプライン」 P276 数式9.3.17	
項目	現行単位での表示	SIでの表示
数式	$W_w = \frac{P \cdot \beta}{W} = \frac{P \cdot \beta}{20 + 2h}$	$W_w = \frac{P \cdot \beta}{W} = \frac{P \cdot \beta}{0.2 + 2h}$

表一 4 数式をSI変更した例（重力単位の影響により係数を変更した例）

基準名称	設計基準「パイプライン」 P422 数式10.9.1	
項目	現行単位での表示	SIでの表示
数式	$Q = \frac{C_v \cdot \sqrt{\Delta P}}{1.167 \sqrt{\rho}}$	$Q = \frac{C_v \cdot \sqrt{\Delta P}}{0.366 \sqrt{\rho}}$

この他、ダムに係るSI移行には、まだまだ検討要素が多く、今後設計基準の改定作業と平行して整理していき、当面は他の設計基準及び（社）地盤工学会「地盤調査法」等から参照し、運用を図ることとしています（ルジオン値は0.98MN/m²に相当する単位長さ当たりの注水量 ℓ /min/mで求められます）。

4. 今後の対応

SI移行に対しては、他機関の各基準を始めJIS等の規格においても取り扱いに相違があり、近年制改定されたものは、新たな数値を用いる例が多く見られます。

このため、農林水産省構造改善局では、現在改正中のものや未対応のものも含め、土地改良事業の設計基準で参照又は引用している基準・規格が変更された場合、随時その取り扱いを関係機関に通知する予定です。

また、今後関係機関と調整を図り、設計基準における各工種での数値や数式の整合化の検討を進めることとしており、設計基準の制改定や取り扱い変更の通知により対応すると共に、説明会や学会の地方講習会等様々な機会でも広報することとしています。

5. おわりに

前述のように、本年10月1日からのSI完全移行を前に、基準・規格の改定においてこれまで併記してきた値と異なる“新たな数値”が示される事例が多く見られることから、「換算すればいい」という認識を改めなければなりません。

また、SI取り扱いでは、数式までも変更となる場合があり、計算結果にまで影響が及ぶものと考えられます。つまり、同じ条件下にあってもSI移行により異なる計算結果が導かれ、許容値を満足しない事もあり得る訳です。このようなケースでは、従来単位による計算過程の検証を行う等、信頼のおける計算結果であることを確認する必要があります。今後の構造物の設計等における基準の利用では、これらの点に十分留意するようお願いいたします。

※参考文献

「建設事業における国際単位系（SI）移行のガイド」（財）先端建設技術センター（平成9年8月）

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（ダブリュー）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（バイ）と ν （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：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. 平成11年度理事会の開催

平成11年度農業土木技術研究会の理事会が5月15日に開催され、平成10年度事業報告並びに収支決算、平成11年度事業計画（案）並びに収支予算（案）、役員改選等が決定しました。また、会員の皆様のご協力を得て取りまとめたアンケート調査結果（116号に掲載）とそれに基づく会誌「水と土」の改善が大きなテーマとして取り上げられ、活発な討議の結果、117号から「歴史的な土地改良施設」、「技術情報」の各コーナーを設けるとともに、会誌充実のための体制整備として地方編集委員会を設置するなど、魅力ある「水と土」を目指して編集を進めることとなりました。

以下に平成10年度決算及び平成11年度予算案についてご報告致します。

平成10年度決算額

H11. 3. 31

収入の部

単位：円

科 目	予 算 額	決 算 額	比較増減(△)	摘 要
会 費	10,400,000	10,826,515	426,515	2,300円×4,089名, 過年度未収金 10,000×142口 5,000円×178名 8,000円×280名, テキスト 「水と土」 預金利子, 「水と土」頒布等
通常会費	9,000,000	9,406,515	406,515	
賛助会費	1,400,000	1,420,000	20,000	
研修会会費収入	3,000,000	3,130,000	130,000	
広告収入	1,900,000	1,722,000	△178,000	
雑収入	195,946	96,356	△99,590	
小計	15,495,946	15,774,871	278,925	
前年度繰越金	11,504,054	11,504,054	0	
合計	2,700,000	27,278,925	278,925	

支出の部

単位：円

科 目	予 算 額	決 算 額	比較増減(△)	摘 要	
会誌発行費	15,000,000	12,619,749	△ 2,389,251	「水と土」111,112,113,114号	
印刷費	10,600,000	8,950,649	△ 1,649,351		
原稿料	1,760,000	1,720,000	△ 40,000		
編集費	440,000	164,345	△ 275,655		
運賃送料	2,200,000	1,775,755	△ 424,245		
事業費	2,850,000	1,897,247	△ 952,753		
研究会費	250,000	130,000	△ 120,000		第27回研究会賞 会場借料, 講師謝金, テキスト代金等
研修会諸費	2,500,000	1,767,247	△ 732,753		
資料費	100,000	0	△ 100,000		賃金等 「水と土」
会議費	400,000	249,997	△ 150,003		
事務費	3,900,000	2,849,877	△ 1,050,123		
委託費	2,000,000	1,871,000	△ 129,000		
通信費	400,000	217,737	△ 182,263		
旅費交通費	200,000	1,320	△ 198,680		
広告手数料	570,000	516,600	△ 53,400		
事務室費	130,000	130,000	0		
消耗品費	300,000	21,000	△ 279,000		
雑費	300,000	92,220	△ 207,780		
小計	22,150,000	17,607,870	△ 4,542,130		
予備費	4,850,000	9,671,055	4,821,055		
計	27,000,000	27,278,925	278,925		

平成11年度予算額

収入の部

単位：円

科 目	前年度 予算額	平成11年度 決算額	比較増減(△)	摘 要
会 費	10,400,000	10,900,515	500,000	2,300円×4,100名, 過年度未収金 10,000×147口 95% 5,000円×200名 8,000 円×275名, テキスト 「水と土」 預金利子等
通常会費	9,000,000	9,500,000	500,000	
賛助会費	1,400,000	1,400,000	0	
研修会会費収入	3,000,000	3,200,000	200,000	
広告収入	1,900,000	1,800,000	△ 100,000	
雑収入	195,946	100,000	△ 95,946	
小計	15,495,946	16,000,000	504,054	
前年度繰越金	11,504,054	9,671,055	△ 1,832,999	
合計	27,000,000	25,671,055	△ 1,328,945	

支出の部

単位：円

科 目	前年度 予算額	平成11年度 予算額	比較増減(△)	摘 要	
会誌発行費	15,000,000	16,000,000	1,000,000	「水と土」115～120号	
印刷費	10,600,000	11,300,000	700,000		
原稿集料	1,760,000	1,900,000	140,000		
編集費	440,000	470,000	30,000		
運賃送料	2,200,000	2,330,000	130,000		
事業費	2,850,000	2,200,000	△ 650,000		
研究会費	250,000	200,000	△ 50,000		第28回研究会費 会場借料, 講師謝金, テキスト代金等
研修会諸費	2,500,000	1,900,000	△ 600,000		
資料費	100,000	100,000	0		賃金@7,000円×22日 6 月×2, 手当等
会議費	400,000	400,000	0		
事務費	3,900,000	3,600,000	△ 300,000		
委託費	2,000,000	2,000,000	0		
通信費	400,000	400,000	0		
旅交通費	200,000	200,000	0		
広告手数料	570,000	570,000	0	1,900千円×0.3=570,000	
事務室費	130,000	130,000	0		
消耗品費	300,000	200,000	△ 100,000		
雑費	300,000	100,000	△ 200,000		
小計	22,150,000	22,200,000	50,000		
予備費	4,850,000	3,471,055	△ 1,378,945		
計	27,000,000	25,671,055	△ 1,328,945		

農業土木技術研究会役員名簿（平成11年度）

会 長	黒澤 正敬	水資源開発公団理事
副 会 長	佐藤 準	構造改善局建設部長
理 事	中村 良太	（勸）農業土木総合研究所技術顧問
	太田 信介	構造改善局建設部設計課長
	中條 康朗	構造改善局建設部水利課長
	安村 廣宣	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
	金蔵 法義	北海道開発庁農林水産課長
	富久尾育雄	茨城県農地局長
	高野 政文	新潟県農地部長技監
	安部 優吉	兵庫県農林水産部長
	小林英一郎	水資源開発公団第二工務部長
	上田 一美	（社）土地改良建設協会顧問
	近藤 勝英	（社）農協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）竹中土木常務取締役
	杉浦 英明	日本国土開発（株）取締役
監 事	角田 豊	関東農政局建設部設計課長
	藤根興兵衛	（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	須藤良太郎	参議院議員
	佐藤 昭郎	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11年度）

編集委員長	安村 廣宣	構造改善局設計課
常任幹事編集委員	國光 洋二	事業計画課
	菊池 由則	設計課
	津谷 康宣	整備課
	渡辺 博之	設計課
幹 事	水口 将弘	技術連盟
編集委員	鈴木 豊志	構造改善局地域計画課
	志田麻由子	資源課
	土井 貴志	事業計画課
	谷口 宏文	設計課
	桑原 一登	設計課
	村岡 宏	水利課
	大畠 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 直樹	防災課
	常住 直人	農業工学研修所
	前田 健次	国土庁計画調整局
	高橋 定行	水資源第二工務部設計課
	古川 和夫	農用地整備公団計画部実施計画課
	宮崎 敏行	農業土木総合研究所
地 方	堀内 正之	東北農政局設計課
編集委員	伊藤 友次	関東農政局設計課
	中村 幹洋	北陸農政局設計課
	落合 弘	東海農政局設計課
	北川 啓三	近畿農政局設計課
	堀山 誠一	中国四国農政局設計課
	中園 利廣	九州農政局設計課
	武岡 康夫	北海道開発局農業設計課
	八木 康夫	沖縄総合事務局土地改良課

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	（勸）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）	
（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)
日本国土開発(株)
日本ヒューム管(株)
日本舗道(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
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ツ
(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)
(64社)
(アイウエオ順) 計 93社

編集後記

先般実施したアンケート調査結果では、①幅広い技術分野の投稿促進するとともに、②高度な技術的レベルのものばかりでなく、基礎的な内容や現場での工夫事例等に関する報文を掲載すること等の意見が寄せられていました。

「水と土」編集委員会では、これらの意見も踏まえて会誌改善に向けて各種の改善方策を検討しており、今後、「魅力ある」「親しまれる」会誌に向けて、益々会員皆様のニーズに答えるべく取組む予定です。

そこで会員皆様へ投稿のお願いを一言。

事業実施上の身近な現場技術等に関する情報を、節目節目毎に文章化して取り纏めることを“習慣”にすることは如何でしょうか。頭の中で理解できても、いざ文章となるとなかなか旨くないのが常ですが、まずは“トライ&トライ”の精神で。

事業担当者には、計画変更、再評価、景気対策に係る早期発注等、種々の課題処理で日々忙しいとは思いますが、是非実行して積極的に会誌への投稿を!!

会員皆様方から各種の話題提供から、会誌の内容を変えていくというのは如何でしょうか。

(防災課 木下幸弘)

水と土 第117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