

水と土

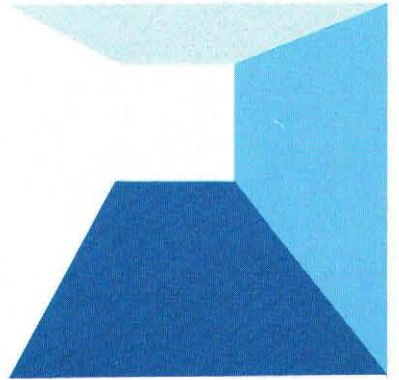
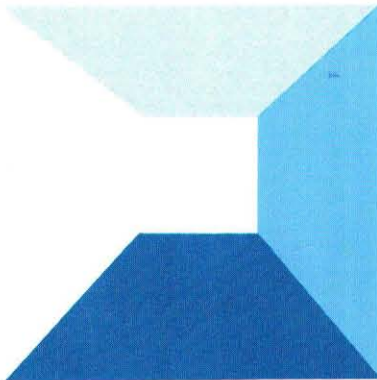
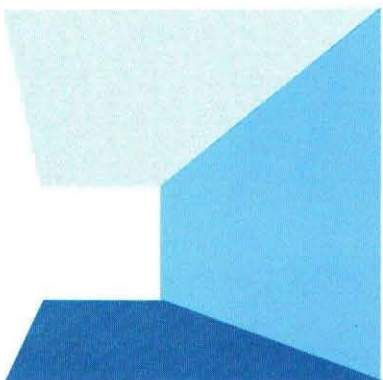
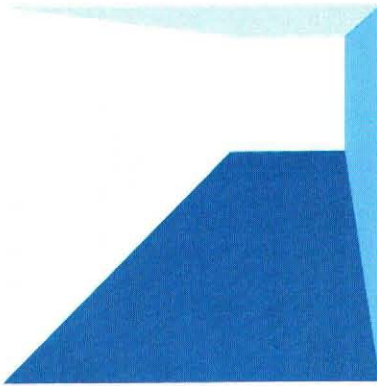
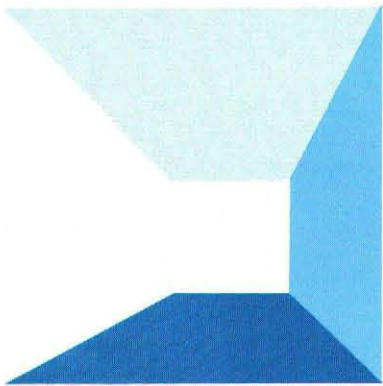
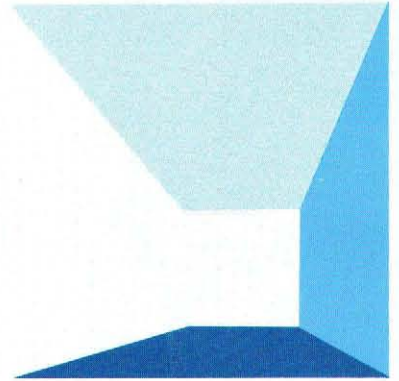
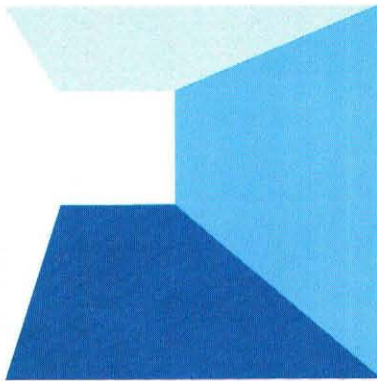
第 99 号

ISSN 0287-8593

平成 6 年 12 月号

農業土木技術研究会

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





北海道南西沖地震の被害状況
(上、右、下)
(本文2頁参照)





浚渫中の上野調整池 (本文18頁参照)



源内山調整池(上、着工前、
下、施工中) (本文27頁参照)

— 目 次 —

グラビア

北海道南西沖地震の被害状況
浚渫中の上野調整池
源内山調整池

平成6年度農業土木技術研究会研修会の御案内
報文内容紹介

巻頭文

地球の大きさ 佐藤 準……(1)

報 文

北海道南西沖地震による農業用施設の被災
林 嘉章……(2)

次世代型ほ場整備モデル事業について

—水田の水管理自動制御システム— 高橋 清隆……(11)

上野沼調整池建設工事における浚渫と埋立施工の検討

—軟泥土層における低水深浚渫—
首藤 正俊・山田 匡……(18)

源内山調整池の設計について

—緩傾斜部におけるダムの設計事例について—
斉藤 武志・中村 幹洋・茶志川 孝治……(27)

萩原中央用水の管理道の土留め工法について

伊藤 賢司・田中 源十郎……(38)

急傾斜地における農道の設計施工について

—最大斜度40°地帯の道路施工事例—
左右田 繁・梅田 全克・雑賀 薫
西窪 順吉……(45)

横田地区における水管橋凍結防止対策について

渡部 輝夫……(54)

パイプライントンネル工法におけるエアモルタルの温度管理につ
いて

—パイプライントンネルのよりよき施工管理—
徳田 優三・城戸内 勉・寺尾 和彦……(59)

観測ロボットによる農業水利情報の収集と用水管理の低コスト化・
合理化

後藤 眞宏……(65)

愛知用水の管理と二期事業

西井 武夫・森戸 久行・竹市 啓介……(72)

投稿規定……(80)

農業土木技術研究会入会手引き……(81)

会告・編集後記……(82)

平成6年度農業土木技術研究会研修会の御案内

農業土木技術研究会

農業土木技術研究会の平成6年度研修会を下記により開催しますので、多数御参加下さるよう御案内いたします。

1. 課題 「生態系保全に配慮した計画・設計技術」
2. 期日 平成7年1月26日(木)
3. 場所 科学技術館 サイエンスホール ☎03-3212-8471
交通・地下鉄東西線「竹橋」下車徒歩5分
東京都千代田区北ノ丸公園2-1 ・東京駅よりタクシーで約10分
4. プログラム

10:00~10:10	開会挨拶	農業土木技術研究会 会長	谷山重孝
10:10~10:30	研究会賞授与		
10:30~12:00	生態系保全をめぐる最近の動向	(財)自然環境研究センター常務理事	山瀬一裕
	(昼食)		
13:00~13:30	農業農村整備事業と生態系保全	農林水産省構造改善局事業計画課課長補佐	大澤賢修
13:30~14:30	生態系保全のための調査計画手法	(社)農村環境センター総括研究員	田中康一
14:30~15:00	事例紹介1	「希少淡水魚(カワバタモロコ)保護の取組みについて」 静岡県農政部農地整備課副主任	山下祐幸
15:00~15:30	事例紹介2	「国指定天然記念物“花輪提花菖蒲群落”の保全対策」 岩手県花巻土地改良事業所主任	小山春雄
	(休息)		
15:50~16:20	事例紹介3	「農地開発事業と環境保護の接点 ～天然記念物調査を踏まえた事業実施」 九州農政局徳之島開拓建設事業所	堀込英司
16:20~16:50	事例紹介4	「魚がのぼる浦土別川」 北海道開発局斜里地域農業開発事業所 第2建設班長	吉田英人
16:50~17:00	閉会挨拶	農業土木技術研究会編集委員長	江頭輝
5. 参加費等 (1) 研修会参加 会員 5,000円 非会員 8,000円
(2) テキストのみ 会員 2,000円 非会員 4,000円
6. 参加人数 定員400名 会場の都合で定員になり次第締め切ります。
7. 申込方法 (1)申込期日 平成6年1月17日(火)まで
(2)申込先 〒105 東京都港区新橋5丁目34番4号
農業土木会館内
農業土木技術研究会 ☎03(3436)1960 F A X 03(3578)7176

水と土 第99号 報文内容紹介

北海道南西沖地震による農業用施設の被災

林 嘉章

平成5年7月に発生した北海道南西地震はマグニチュード7.8と大規模なものであり、津波、斜面崩壊、液状化などにより大きな被害をもたらした。

本報文では、函館開発建設部管内の農業関連について、同地震による被害の状況および要因の調査を行なった結果を報告する。
(水と土 第99号 1994 P. 2)

次世代型ほ場整備モデル事業について

一水田の水管理自動制御システム一

高橋清隆

宮城県では大区画ほ場整備を強く推進しているが、そのためには営農時間の短縮が必要である。このため水管理の省力化を図るために「宮城県型水管理システム」のあり方について検討してきている。

本報文では、水管理自動制御システムの試験結果を踏まえ、今後の改善方向を検討した結果を報告する。

(水と土 第99号 1994 P. 11)

「上野沼調整池建設工事」における浚渫と埋立施工の検討 一軟泥土層における低水深浚渫一

首藤正俊 山田 匡

上野沼は国営電ヶ浦用水農業水利事業の調整池として利用する目的で浚渫を行うものであるが、軟泥土質と低水深のため浚渫土の送泥、埋立地の堆積等について、着手当初から種々検討を重ね、周辺の環境なども配慮しつつ浚渫を実施した。これらの施工過程について報告するものである。

(水と土 第99号 1994 P. 18)

源内山調整池の設計について 一緩傾斜部におけるダム設計事例について一

斉藤武志 中村幹洋 茶志川孝治

源内山調整池(貯水量40万 m^3 、堤高11.6M、傾斜遮水ゾーン型)は地形傾斜約25分の1のところに設置されている。このような場所に設置するダムの特徴的課題「築堤用土計画・遮水性材料の造成・地下水排除・排水路設計」について計画・設計事例として報告する。
(水と土 第99号 1994 P. 27)

はざわら

萩原中央用水の管理道の土留め工法について

伊藤賢司 田中源十郎

萩原中央用水は、大正年間に整備された農業用水路であり、萩原町内の農業用水路では最も規模が大きい。

しかし、管理道の幅が狭く、車の進入ができないため維持管理にあたっては人力に頼るほかに多大な労力を費やしている。このたび管理道の拡幅を計画するにあたり、その土留め工法として補強土壁工(ミニ・テールアルメ)を採用した。その経緯を報告する。
(水と土 第99号 1994 P. 38)

急傾斜地における農道の設計施工について

一最大斜度40°地帯の道路施工事例一

左右田繁 梅田全克 雑賀 薫 西窪順吉

国営五条吉野総合農地開発事業で造成する道路工は、幹線・支線道路あわせて33路線、延長56kmを実施する計画であり、現在までに路線の大半が実施済である。計画の内最難関と考えられていた本工区の実施に際し、地形・地質上の特徴や課題等を再三検討しその結果、当該地の自然環境への負荷を最小に留め、工学的見学地から現況斜面の安定性、工区の連続性、施工性、経済性を考慮し、親杭アンカー工法を実施した事例を報告する。
(水と土 99号 1994 P. 45)

横田地区における水管橋凍結防止対策について

渡部輝夫

本事業を実施している島根県仁多郡横田町は、標高300m~800mの山間部である。

この山間寒冷地におけるパイプラインの建設にはいくつかの技術上の課題があるが、本報文では水管橋の冷結防と対策について報告する。
(水と土 第99号 1994 P. 54)

パイプイントネル工法におけるエアモルタルの温度管理について

一パイプイントネルのよりよき施工管理一

徳田優三 城戸内勉 寺尾和彦

パイプイントネル工法において、トンネルの掘削断面内の空間をエアモルタルで充填していく場合、エアモルタルの硬化に伴う温度上昇の程度と、温度上昇が内挿管として使用するFRPM管(強化プラスチック複合管中 $\phi 1,200$)に与える影響について調査し適切な温度管理の方法について考察した。
(水と土 第99号 1994 P. 59)

観測ロボットによる農業水利情報の収集と水管理の低コスト化・合理化

後藤眞宏

水資源の有効利用、農業用水の効率的利用のためには、水位・雨量等の農業水利情報を収集・利用することが必要である。そこで農業水利情報を効率的に収集する低コストで簡易な観測ロボットを開発した。

そこで、観測ロボットの概要及びこの観測ロボットを用いた水管理の低コスト化・合理化について報告する。

(水と土 第99号 1994 P. 65)

愛知用水の管理と二期事業

西井武夫 森戸久行 竹市啓介

かつて“夢の用水”と呼ばれた愛知用水は昭和36年に完成し、木曾川から岐阜県及び愛知県に最大30 m^3/S の水を供給している。管理に移行すると、水利用形態の変化、施設機能の保持、管理余水、洪水導入体制、周辺環境整備などの幾多の問題に遭遇し、その都度的確な対応をしてきた。しかし、管理のみで対応しきれない問題が生じてきたため現在二期事業を実施している。今回、その問題点を整理したので報告する。
(水と土 99号 1994 P. 72)

地球の大きさ

佐藤 準*
(Hitoshi SATO)

近頃、子供の頃に比べなにかにつけ地球が小さく感じられるのは私一人であろうか。

1つは、日本中あるいは世界中どこにでも、飛行機を利用すれば短時間のうちに到達できることや、世界中の出来ごとが同時日に知ることができることなど、交通手段や情報手段の発達により、物理的距離は変わらずとも時間的距離が大巾に短縮したことがある。

このことは、人間生活の利便性という面から考えればそれなりに結構なことと思われるが、もう1つ心配なことは、この大きな地球でさえ、資源あるいは環境負荷許容量などに限界があることが実感されることである。従来は、有限ではあるが膨大な賦存量があると考えられていた森林や化石燃料、良質鉱石などが、大量消費の結果、枯渇する心配が感じらるることや、これまで無限に賦存し自由財と考えられてきた空気や海水も含めた水にしても、その自浄能力を超えた汚染により危機に晒される事態となってきたことと身近に感じられることなどである。

この背景としては、1900年代後半の世界人口、工業生産の幾何級数的な伸びに伴う食糧消費、エネルギー消費の同じく幾何級数的増大に他ならない。更に、このような事態の対応を難しくしている要因として、原因に対する結果が顕在化する迄に、かなりのタイムラグがあることである。即ち、フロンガスによるオゾンホール問題に見られるように、その顕在化に一定の期間を要するため、気付いた時にたとえ負荷を中止したとしても、その影響はかなり長期に渉り継続することとなる。

あるレポートによれば、現在のまま人口や工業生産などが成長を続けると、天然資源の窮乏と環境汚染防止のためのコスト増加などから、2020年頃には工業生産の加速的減退が始まり、人口扶養力の減少、蓄積された汚染物質による環境汚染の進行などから、2050年頃には世界人口1人当りの消費財、サービス、食糧などが現在の1/2程度迄低下せざるを得ないであろうと報告されている。そして、このような次世代へのつけを回避するためには、減速経済成長を甘受しながらも持続可能な発展を可能とする、共生型社会システム構築のための世界レベルでのルール作りが必要であると提案している。

これらのシミュレーションが果してどの程度正確なものであるかは定かではないが、このような地球的課題が身近なものと感じられるのは私一人ではないであろう。しかし、総論ではある程度理解できるとしても、個別具体的に何を為すべきかということになると、課題の大きさに比して、可能な行動の小ささに当惑してしまうのが現状ではなかろうか。

幸いにも、我々が携わっている農業農村整備事業は、地球にとって外部からの供給エネルギーである太陽エネルギーを、植物体を通じて有用化する作業である農業に関連し、素晴らしい自然が豊富に賦存する農村地域を対象とする事業であることから、我々技術者の工夫一つで、かなりの貢献が可能な立場にあるものと考えられる。

自らが担当する事業の中で、それぞれが地域の環境に配慮することによって、ささやかながらも地域の環境改善を図り、それらを連携させて、農村地域を都市住民も羨む環境を保持した地域に構築することを当面の目標としてゆけば、地球全体の環境保全への貢献につながってゆくのではなかろうか。道路や用排水路、ため池などの整備工事に附随した、生態系への配慮工法に関する技術の進展や、このような工種の制度事業への取り込みが図られるなど、近年、農業農村整備事業のこの方面への態勢が整えられてきていることは、時宜を得たものと考えられる。

しかしながら、地球環境に配慮しつつ地域の開発を進めるための整備技術は、世界的に見ても未だ緒についたばかりであり、当面は試行錯誤の取り組みとならざるを得ないものと思われるが、我々農業土木技術者のこれまでの技術の蓄積を踏まえ、更なる研鑽を重ねることにより、技術的にも、制度的にも更に充実が図られることを期待したい。

地球が小さくなり過ぎて人間を含めた生命体のはみ出してしまうことのないように。

*構造改善局施設管理室長

北海道南西沖地震による農業用施設の被災

林 嘉 章*

目	次
1. はじめに	2
2. 地震の概要	2
3. 農業関係の被害概要	3
4. 被害状況の調査	3
5. 農業用施設の被害状況について	4
6. 被害状況と要因について	6
7. 地震被災の今後の対応	8
8. あとがき	10

1. はじめに

平成5年7月12日の夜、北海道南西沖を震源とするマグニチュード7.8の地震が発生した。

この地震により、大規模な津波、斜面崩壊、地盤の液状化などが発生し、北海道奥尻島を中心とする北海道渡島半島および東北地方の日本海側に被害が生じた。

このため、農業関連施設について、関係機関の協力をえて被害調査をおこなった。

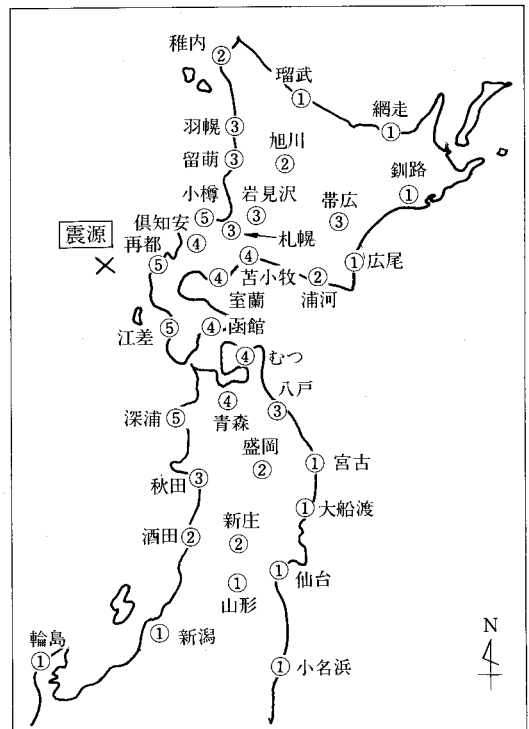
その結果、農業関連施設では、農業用道路・農地排水路・用排水路などにも被害が発生し、国営関連地区では継続地区6地区で33億円、完了地区3地区で27億円と合計9地区で60億円にも達した。

今回、函館開発建設部管内の農業関連施設についての被害の状況およびその要因などについて調査したので報告する。

2. 地震の概要

平成5年7月12日22時17分、北海道南西沖を震源とする強い地震が発生し、小樽・寿都・江差などで震度5の強震を記録するなど、北海道全域から東北地方北部にかけて広範囲に有感震度が確認された。震源地は北海道の南西沖合約50km、北緯42度47分、東経139度12分、震源の深さは34kmでマグニチュードは7.8と報告されている。気象庁は、この地震を「北海道南西沖地震」と命名している。

各地の震度は図一1に示すとおりである。



図一1 各地の震度（朝日新聞7月13日夕刊より）

地震発生後直ちに、北海道と東北地方の日本海側に大津波警報が出されたが、震源に近い奥尻島では地震発生後間もなく大津波が来襲し、また、北海道渡島半島西部の沿岸でも10分以内に第1波が来襲した。気象庁の地震機動観測班によると、特に奥尻島にあっては津波とその後発生した火災によって壊滅的な打撃を受けている。

この地震により、奥尻島を中心に北海道南西部では津波、地すべり、崖崩れ、盛土崩壊さらには

*北海道開発局函館開発建設部

地盤の液状化による亀裂、陥没、段差などにより、建物等各種構造物の損壊が随所に発生した。

また、死者・行方不明者が二百数十名にもおぼり、北海道における自然災害としては近年にない大災害となった。

3. 農業関係の被害概要

渡島・檜山地域の国営地区の農業施設被害状況は、表2-1に示す通りである（国営9地区のうち、継続6地区、完了3地区）。また、当建設部管内の事業地区と農業用ダムなどの位置については図-2に示す。

国営継続地区6地区での被害状況は、農業用道路24条2,896m、雑用水2式2,923m、排水路1条

140m、農地排水路93圃場12,991mなどであり被害額は約3,320百万円であった。また、完了2地区については、道路1条133m、用水路（パイプライン）1条2,339m、頭首工1式、用水路（開水路）2条13,927m、などであり被災額は約2,727百万円で合計6,047百万円に達した。

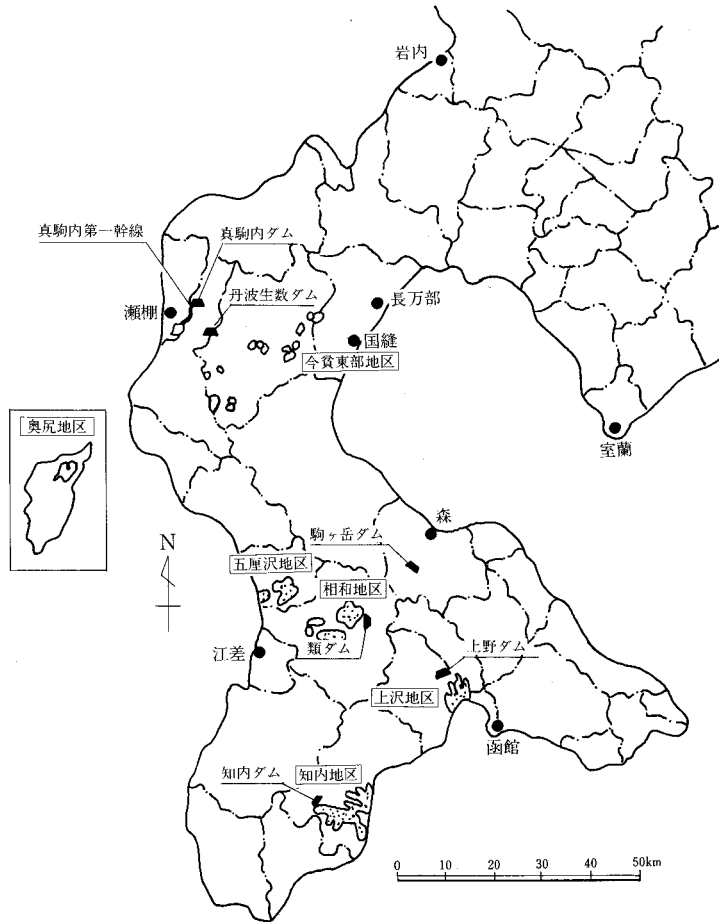
各工種とも被害ヶ所はかなりの数にのぼっているが、今回の地震では農地の農地開発事業で造成された農地排水路（造成面盛土部の最端部に設けられる路肩排水路〔承水路〕）の被害が大きかったことが特徴的である。

4. 被害状況の調査

農業用施設の被害は広範囲にわたり工種や施工

表-1 農業関連施設被害状況（直轄地区）

事業区分	地区名	関係町村	被害状況			備考
			工種	被害内容	数量	
国営かんがい排水事業	知内	知内町	道路 農地排水路	路体亀裂・路面陥没 亀裂・法面崩壊	5路線 1圃場	L=444m L=88m
農地開発事業	相和	厚沢部町	道路 農地排水路	法面崩壊・路面陥没 亀裂・法面崩壊	6路線 47圃場	L=734m L=4,528m
		五厘沢	江差町 乙部町	道路 農地排水路 雑用水施設	法面崩壊・路面陥没 亀裂・法面崩壊 浄水施設亀裂	7路線 38圃場 1式
	今金東部	今金町	道路 農地排水路	路面・舗装面亀裂 亀裂・法面崩壊	3路線 7圃場	L=909m L=1,541m
直轄明渠排水事業	駒ヶ岳西部	森町	排水路	浮上り・陥没	1路線	L=140m
草地開発事業	奥尻	奥尻町	道路 雑用水施設	路面・舗装面亀裂 排水管路破裂	1路線 1式	L=140m L=2,906m
合計 (継続地区)			道路 農地排水路 排水路 雑用水施設		24路線 93圃場 1路線 2式	L=2,896m L=12,991m L=140m L=2,923m
国営かんがい排水事業	北松山右岸	今金町 北松山町 横棚町	道路 用水路 頭首工	法面崩壊・路面陥没 水路浮上り・陥没 管理橋・土砂吐等破損	1路線 1路線 1式	L=133m L=2,339m
	大野	大野町 七飯町 上磯町 函館市	用水路	沈下・不等沈下・破壊	1路線	L=1,179m
	北松山右岸	今金町 北松山町	用水路	沈下・不等沈下・破壊	2路線	L=12,794m
合計 (完了)			道路 用水路 頭首工		1路線 3路線 1式	L=123m L=16,312m



図一 2 函館建設部管内の被災地区位置図

カ所数も多いことから、被害状況の調査には相当な困難を伴うことになった。特に農地排水路の施工ヶ所は150ヶ所にも達しており、被害の有無を確認するだけでも相当の日数がかかった。また、用水路（パイプライン）についても、埋設されている施設のため被災区間および管水路内の状況の確認には困難を極めた。

このため管水路については、まず地表踏査による地表状況（陥没・亀裂・段差・噴砂跡など）から被災区間を推定し調査を進めたが、地表に何ら現象の確認できない箇所については、空気弁を解体してそこから進入し可能なぎり目視により管水路内状況を調査した。これも管径が800mm以上であれば可能であるが、これ以下の管径の区間については数ヶ所開削して直接管水路内状況を調査した。また、管径が800mm以上であっても管水路の埋戻材の状況等も含め被害状況の確認が必要と

考えられた箇所については開削して調査を行った。

5. 農業用施設の被害状況について

(1) 農業用道路

管内の国営事業関連で建設された、幹線、支線、および管理道路の被害は、あわせて24路線43ヶ所で、延長2,896mに及んだ。

その被害状況は、舗装面の亀裂、路面の沈下、法面崩壊などである。法面崩壊のような大きな被害については、ほとんどが盛土部に発生している。

写真一1は、五厘沢地区の第9号支線道路の被害状況であるが、盛土の中央から崩壊している。被害を受けた箇所の大部分は沢を横断する凹面の盛土部分で、その要因としては盛土地盤である沢に、もともと軟弱な土砂や砂礫等が堆積していたことに起因するものと推測される。

(2) 農地排水路



写真一 五厘沢地区 第9号支線道路被災状況

農地排水路の被害は、主に法面の崩壊であり4地区で93圃場147ヶ所延長12,991mに被害が生じている。被害を受けた農地排水路は盛土高さが20~30mのものも多く、崩壊の規模が地すべり形態を示すものもあった(写真一2, 3)。

地区および圃場の中でも多数の箇所が被災している所もあり、盛土材料や転圧条件の違いによる影響も推定された。



写真二 相和地区 農地排水路被災状況



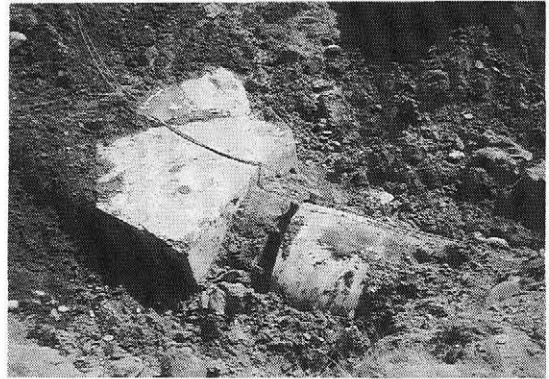
写真三 五厘沢地区 農地排水路被災状況

地震後、知内地区で比較のため被災をうけなかった農地造成箇所(地表から5m以内)と被災を受けた箇所(地表から5m以内)の法肩近くでのボーリング調査を比較した結果、その上位部のN値には前者でN=5~15、後者でN=2~5と有意な差が認められた。

現在の農地造成の工法では、盛土部の法面の締固めは法肩5~10m程度の区間だけブルドーザーによる5回程度転圧する工法で施工しており、このような締固めの条件が、法肩周辺のクラックの発生要因になったものと推定される。

(3) 用水路(パイプライン)

パイプラインの管種は可とう性のFRPM管(一部DCIP管)で地下1~3mに埋設されている。今回の地震でスラストブロックが水平方向に60~70cm程度移動し下流側のFRPM管(直径1100mm)短管の離脱、(写真一4)。FRPM管(直径1100mm)の埋設区間の空気弁工の上・下流管の浮上、更に、FRPM管(直径1000mm)が並列して埋設されていた区間ではエアーステッキが浮き上がる等の現象が確認された。



写真四 北桧山右岸地区 管水路スラストブロックの移動による管の離脱状況

その他に、FRPM管(直径1000mm・直径800mm)と放水路のDCIP管(直径500mm)の埋設区間では、地上の水田に深さ2m直径5~7mの陥没地(写真5)が数ヶ所生じていた。更にこの管の離脱などにより開口したところから基礎砂などが管内に堆積し、通水断面が1/3程度まで減少した区間が相当あった。

(4) 用排水路(開水路)

開水路は、現場打コンクリート、L型ブロック、



写真一5 北桧山右岸地区 管水路地表の陥没状況

積ブロック等で施工されていた。今回の地震では、積ブロック・L型ブロックは倒壊（写真一6）・不等沈下・破壊等の被害をうけた。不等沈下・破壊等の被害を受けた箇所は、泥炭地や盛土に多く発生した。とくに破壊の被害に至った箇所は沢を横断して盛土した箇所で、盛土自体のすべり破壊によるものであった。また、現場打コンクリートでは被害は殆ど受けていなかった。

排水路は、ブロック3面張りの底面部が隆起する等の被害を受けた。



写真一6 大野地区 中央幹線用水路のL型ブロック倒壊状況

(5) 農業用ダム

管内における国営で施工した農業用ダムは、真駒内・駒ヶ岳・上磯・知内の4ダム（表2）である。

震源に近い真駒内ダム（震央距離65km）は地震計は設置されていないことから正確な地震加速度は確認されていないが、近くの建設省の美利河ダム（震央距離89km）では142galを記録した。さらに、震央から150km程度離れた上磯・知内ダムでは、次の値を記録している。

上磯ダムは、地震計は左岸のダムサイトにある管理棟の一階コンクリート床上に設置されており、最大加速度は226galを記録している。知内ダムは、平成4年3月から試験湛水を開始し平成5年に完成した重力式コンクリートダムである。地震計は監査廊底部と天端の水位計室の2ヵ所に設置している。最大加速度は、監査廊底部で112gal水位計室で247galを記録した。

漏水量については、表一3に示すとおり、上磯・真駒内ダムとも漏水量が地震後に30～50 l/分増加したが、1～2週間後にはもとに戻った。

堤体表面の標的は、上磯・真駒内ダムとも天端に1測線、下流法面に2測線、また上流側面に1測線が設置されている。

知内ダムは、地震直後の測定では下流側に最大2～3mm変位したが、数日後もとに戻るとの傾向が認められた。

上磯ダムは、下流法面で下流方向に水平水位が最大7mm変位し、鉛直方向に最大4mm上昇した。また、天端では上流方向に最大3mm変位し、鉛直方向に最大2mm沈下した。

真駒内ダムは、下流法面で下流方向に水平変位が最大17mm変位し、鉛直方向に最大34mm上昇した。また、上流法面で下流方向に水平変位が最大21mm変位し、鉛直方向に最大100mm沈下した。

いずれも変位量としては小さい値であり、特に問題とはならない範囲であった。地震によるこの他の堤体の変状はなかった。

6. 被害状況と要因について

北海道南西沖地震による被災の状況と要因については、(財)日本農業土木総合研究所において「北海道南西沖地震に関する技術検討委員会」を設置

表一 2 当管内農業用ダムの諸元

ダム名	水系及び 河川名	所在地 管理団体	震央 距離	型式 目的	堤高 堤頂長 堤体積	流域面積	総貯水量	着手年度
						湛水面積	有効貯水量	
真駒内	後志利別川 (真駒内河)	瀬棚郡北松山町 字松岡 (北松山土地改良区)	65	中心遮水ゾーン型 フィルダム (かんがい)	H= 34.3m L=234.6m V=355 千m ³	km ²	千m ³	S44
						A=49.5 a=0.56	6,500 5,600	S56
駒ヶ岳	鳥崎川 (鳥崎川)	芽部郡森町 字栗ヶ丘地内 (森土地改良区)	140	動力式 コンクリートダム (かんがい)	H= 43.6m L= 72.0m V= 39 千m ³	A=48.8 a=0.25	2,100 3,300	S46 S60
上磯	戸切地川 (戸切地川)	上磯郡上磯町 (上磯町)	154	中心遮水ゾーン型 フィルダム (かんがい)	H= 32.0m L=408.0m V=527 千m ³	A=56.8 a=0.44	3,600 2,600	S46 H 2
知内	知内川 (ミナゴヤ川)	上磯郡知内町 字湯の里 (知内土地改良区)	159	動力式 コンクリートダム (かんがい)	H= 40.5m L=321.0m V=168 千m ³	A=15.1 a=0.48	6,500 6,000	S62 H 4

表一 3 地震前後における漏水量の変化

(単位: 1/min)

区分	上磯ダム		真駒内ダム		備考
	貯水位	漏水量	貯水位	漏水量	
7月 12日	67.56	271.1	73.78	104.9	※真駒内ダムは、A・Bルート の合計である。 ※7月12日は地震前の漏水 量であり、7月13日以降 は地震後の漏水量である。
7月 13日	67.47	299.0	73.52	148.9	
7月 15日	67.42	287.8	73.62	149.9	
7月 18日	67.50	265.7	72.88	157.7	
7月 20日	67.42	255.1	72.38	149.9	
7月 25日	67.16	244.9	70.96	109.9	
8月 10日	68.25	305.0	66.89	78.6	

して解析等検討しているところである。このため、農地排水路と農業用道路について、北海道開発局土木研究所農業土木研究室の「釧路沖地震および北海道南西沖地震における農業施設の被害」の報告書を参考にして次のとおり整理した。

(1) 農地排水路

農地排水路において、被災パターン・盛土地形条件・盛土高さ等の条件により被災の状況をとりとまとめたものが、表一 4 である。

この表からもわかるように、農地造成の被災圃場数93ヶ所にたいして、農地排水路の被災が147ヶ所にのぼっている。

被災パターンについては、法面の崩壊・沈下および地すべりのパターンが約70%を示めており、また被災延長も13kmにもおよび被災の大きさをうらづけている。

盛土高さの要因については被災ヶ所における最大盛土高さを表示したもの(地形及び排水条件は無視)で、これによれば、盛土高5.0m以上の被災箇所が114ヶ所と全体の約78%を占めている。

(2) 農業用道路

農業用道路についても、農地排水路と同様にその要因別被災状況をとりとまとめたのが表一 5 である。これからもわかるように、4地区の23路線で被災調査を行っているが、被災ヶ所数は40ヶ所で延長2,756mに達している。この被災パターンについては、法面の崩壊・沈下・亀裂等の被災要因が37ヶ所、全体の93%にのぼっている。盛土高の要因については、初土法面が崩落して路面に堆積または崩壊したヶ所もあるが、盛土高さ5.0m以上の被災ヶ所が約47%の18ヶ所を占めている。

また、地形的条件として腹付け盛土と沢地帯を

横断する盛土を比べると後者が全体の約60%以上を占めている。

(3) 地質的背景

表6に基礎地質を3分類して被災頻度をまとめてみた。この表により、新第三系の火山性堆積岩(区分B)地域に被災が集中しており141ヶ所と全体の75%以上を占めていることがわかる。これは新第三系の火山性堆積岩である館・厚沢部・瀬棚の各層は、主として軽石質凝灰岩・凝灰岩・凝灰質砂岩などの軟質岩で構成されており、すべり破壊に対する抵抗性が低いことや、これらの母材とする盛土は、場合によっては液状化の要因となる可能性を有していることからすれば当然のことと言える。

7. 地震被災の今後の対応

これまで北海道南西沖地震被害状況について記した。今後これら被災要因を踏まえ、設計技術および施工技術の改善を図る必要がある。

今回の地震で被害が大きかった農地排水路については、被災状況の把握・被災の程度とこれに影響を与える要因、盛土材料の母岩としての基礎地質、盛土高・地形条件の差異(平地・傾斜盛土・沢盛土)などについて抽出し、その関連を検討した。

その結果、現行の改良山成工は、耐震性のうえで十分安全な工法と言い切れない。

事業制度と事業効果の問題もあり、全てにわたり耐震性を考慮した工法を採用することは困難であるが、これらの工法を基本として、地域条件(設計震度・雨量・材料) 圃場条件(地形・圃場規模・

表-4 農地排水路の要因別調査

工 種		農 地 排 水 路 の 要 因 別 調 査					合 計
		五 厘 沢 地 区		相 和 地 区	今 金 東 部	知 内 地 区	
地 区 名		乙 部 町	江 差 町	厚 沢 部 町	今 金 町	知 内 町	
関 係 市 町 村							
被 災 圃 場 数		32	6	47	7	1	93
被 災 箇 所 数		41	8	85	11	2	147
造 成 面 積		86.29	9.94	168.76			(264.99)
被 災 パ タ ー ン		①	12	3	22	6	43
		②	17	4	34	4	61
		③	12	1	29	1	43
被 災 延 長		2,982	3,852	4,528	1,541	88	12,991
基 礎 地 質		A	9	3	8	1	23
		B	32	5	77	1	115
		C	0	0	0	9	0
盛 土 高	2.5m以下	0	0	4	0	0	4
	2.5m~5.0m	0	1	26	2	0	29
	5.0m~7.5m	11	5	21	1	0	38
	7.5m~10.0m	12	1	15	2	0	30
	10.0m以上	18	1	19	6	2	46
地 形 ・ 条 件		腹盛土	30	7	74	7	118
		沢盛土	11	1	11	4	2
承 水 路 有 無		26	4	43	4	0	77

注 1) 被災のパターンの分類区分は、①法面の崩壊・沈下、②地すべり、③亀裂の発生パターンである。

(S=1/50,000地質図副参照) 詳細は表5-3を参照。

表一 5 農業用道路（幹線・支線・管理用道路および農道）の要因別調査

工 種		農業用道路（幹線・支線および管理用道路）					合 計
地 区 名		五 厘 沢 地 区		相 和 地 区	今 金 東 部	知 内 地 区	
関 係 市 町 村		乙 部 町	江 差 町	厚 沢 部 町	今 金 町	知 内 町	
被 災 路 線 数		6(0)	1(0)	6(0)	5(2)	5(3)	23
被 災 箇 所 数		8(0)	1(0)	15(0)	11(3)	5(3)	40
被 災 延 長	道 路	369	300	734	580	299	2,282
	農 道	0	0	0	329	145	474
被 災 パ タ ー ン	①	3	1	6	5	4	19
	②	1	—	—	1	1	3
	③	4	—	9	5	—	18
基 礎 地 質	A	0	0	2	1	1	4
	B	5	1	13	3	4	26
	C	3	0	0	7	0	10
盛 土 高	2.5m以下	1	—	7	4	—	12
	2.5m～5.0m	2	—	4	2	—	8
	5.0m～7.5m	1	1	2	4	1	9
	7.5m～10.0m	1	—	2	—	1	4
	10.0m以上	3	—	—	1	1	5
地 形 ・ 条 件	腹 盛 土	2	—	9	3	1	15
	沢 盛 土	6	1	6	8	2	23

注 1) 被災のパターンの分類区分は、①法面の崩壊・沈下、②地すべり、③亀裂の発生パターンである。
 2) 基礎地質の分類は、渡島地方の基礎地質を3区分に分類した。詳細は表5-3を参照。

表一 6 基礎地質別被災ヶ所

区 分	基 礎 地 質	農地排水路	道 路 等	計
A	第四系の沖積・崖堆・段丘堆積物	23	4	27
B	第三系の火山性堆積岩 (瀬棚・館・厚沢部層)	115	26	141
C	第三系の非火山性堆積岩 (鶉・瀬棚・黒松内層)	9	10	19
	計	147	40	187

法勾配・盛土高・承水路の配置・地下水等の処理)等において、より安全性を考慮することにより、間接的に耐震性を向上する様に配慮することも必要と考えられる。

その対応として

①大盛土高をとまなう法面、低塑性材料の改良山成工は、材料試験および安定計算を実施し耐

震設計を行う。

②承水路および流末工（集水柵）の、土砂流出等による通水断面の不足は、流水の地下浸透による盛土基礎の脆弱化を促し、法面の崩壊・沈下を誘発するので、入念な施工および良好な管理に十分配慮する必要がある。

③地形条件としては、沢地形の盛土区間などは、

湧水・地下水などの法面浸出により、法面崩壊の原因ともなるので、適切に排除しなければならない。

8. あとがき

北海道南西沖地震で体験したことについて、今後十分に配慮しながら農業関連施設についての設計および施工について検討するとともに、今後このような地震災害にも十分に対応施設整備を行い、被災が最小限におさまるように努めてゆきたいと思っている。

また、本地域では、このような大地震を経験することは非常に少なく、今後この経験をいかして災害に対する緊急的な対応方法についても留意していきたいと思っている。

最後に北海道南西沖地震災害に対して、農林水産省のご指導のもと、関係機関のご協力を得て実施して来た災害復旧工事も順調に進んでおり、平成6年12月頃までに完成する予定である。この紙

面をお借りしご協力を戴いた皆様方に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 北海道開発局開発土木研究所
釧路沖地震および北海道南西沖地震における農業施設の被害
- 2) 農林水産省農業工学研究所
1993年北海道南西沖地震によるパイプラインの被災について
- 3) ダム技術センター (ダム技術)
平成5年(1993年)北海道南西沖地震におけるダムの被害及び変状調査報告
- 4) 北海道開発局函館開発建設部
平成5年(1993年)北海道南西沖地震災害の概要(第1報)
- 5) 北海道開発局函館開発建設部
平成5年(1993年)北海道南西沖地震災害の概要(第2報)

電業社ポンプ。



茨城県農地部鶴舞揚水機場
1,000ℓ PF-GM斜流ポンプ



**株式
会社**

電業社機械製作所

本 社 東京都大田区大森北1丁目5番1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 横浜・千葉・三重・岡山・高松・沖縄

次世代型ほ場整備モデル事業について —水田の水管理自動制御システム—

高橋 清隆*

目 次

1. はじめに	11	4. 今後の展開方向	17
2. 水田の水管理自動制御（試み）	11	5. おわりに	17
3. 次世代型ほ場整備モデル事業の水管理	13		

1. はじめに

本県の水田農業における経営規模は、農業経営基盤の強化の促進に関する基本方針に基づき、個別経営体の場合は15haとしている。担い手農家が望ましい稲作営農を実現するためには、大区画ほ場を主体とした生産基盤の整備とそれを契機として優良な農地を担い手へスムーズに集積するとともに、営農時間の短縮が強く求められる。

本県では大区画ほ場の整備を加速的に推進しており、特に低平地帯のいわゆる穀倉地帯を中心として水田面積の約60%はパイプラインかんがい方式を採用している。基幹となるかんがい施設は国営事業として整備中であり、末端パイプラインシステムは60～100haを単位とした用水機場により自己完結する仕組みとなっている。

2. 水田の水管理自動制御（試み）

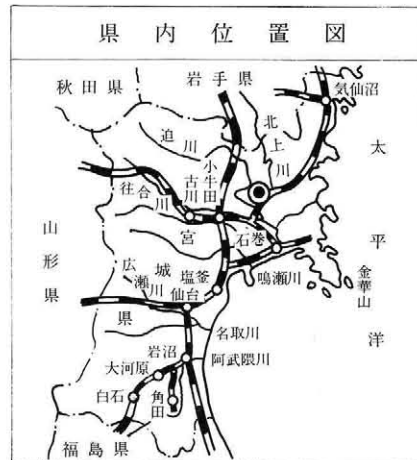
平成5年の全国的大冷害は、特に東北地方を中心に農作物に大きな被害をもたらし、本県においても戦後最悪の大凶作となり、水田における水管理がその作柄に大きく影響した。

このような大冷害を契機として、適正な水管理の重要性を再認識し、自動制御が可能となる水管理システムへの取組みを平成6年度県単独事業として実施することとなった。

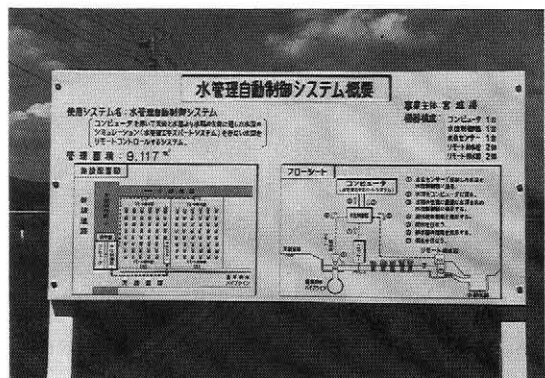
水田におけるかんがいの制御は、かんがい水位の任意設定方式（目標水位になれば給水が停止し、不足すれば再給水する。）が代表的なものである。

この水田かんがい水のコンピューター制御シス

テムは試験研究部門において、数件の事例がある。かんがい水位を気象状況のデータから理論的に、水稻の生育ステージに応じて制御する手法については、農林水産省東北農業試験場地域基盤研究部気象特性研究室長井上君夫博士の確立した、微気象モデルを用いたエキスパートシステムによる最



図一 位置図 ●印



写真一 1 システム概要図

*宮城県農政部農地整備課

適かんがい水深の算出結果に基づいた制御が安定しておりかつ効果も実証済みである。

平成6年5月19日に井上室長の現有システムを本県の登米郡豊里町豊里地区のS氏所有の水田2枚(9,112m²)に設置した。設置に先立ち、パイプラインからの給水口及び排水口の改良を行ない、AC100Vケーブルによりパソコンと接続することとした。

水管理自動制御システムのフローを図-2に示

す。図-3にはパソコン画面表示例として水位モニター画面を示す。この画面では指示水位20cmに対してかんがい水位が追従して行く様子がモニターできる。

この水管理自動制御システムをかんがい期間稼働させ、システム設置水田と設置されていない水田の水管理の状況を整理したのが表-1及び表-2である。今年は昨年の大冷害と対照的に早ばつとなったことから残念ながら深水管理シフトに入

天候と作物の生育に最適な水位の推論方法

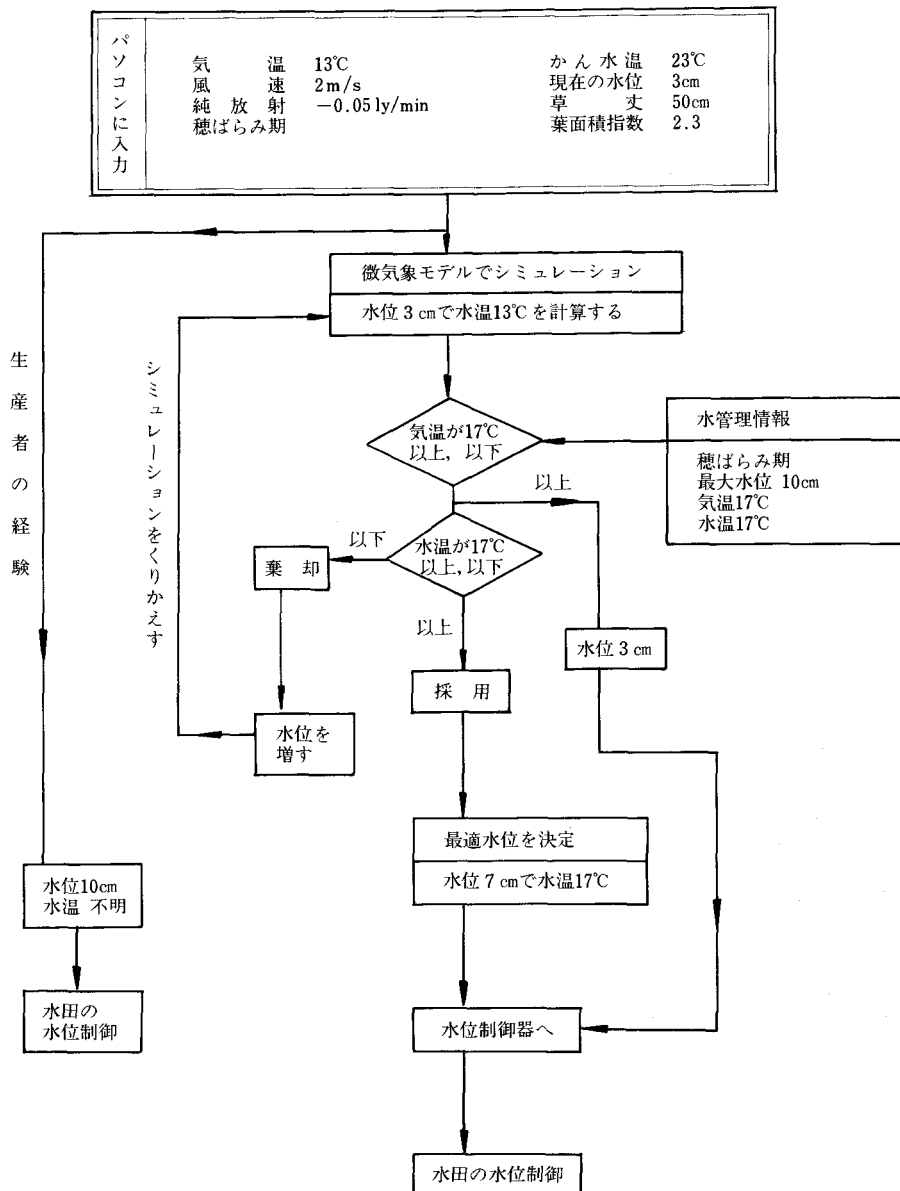


図-2 システムフロー

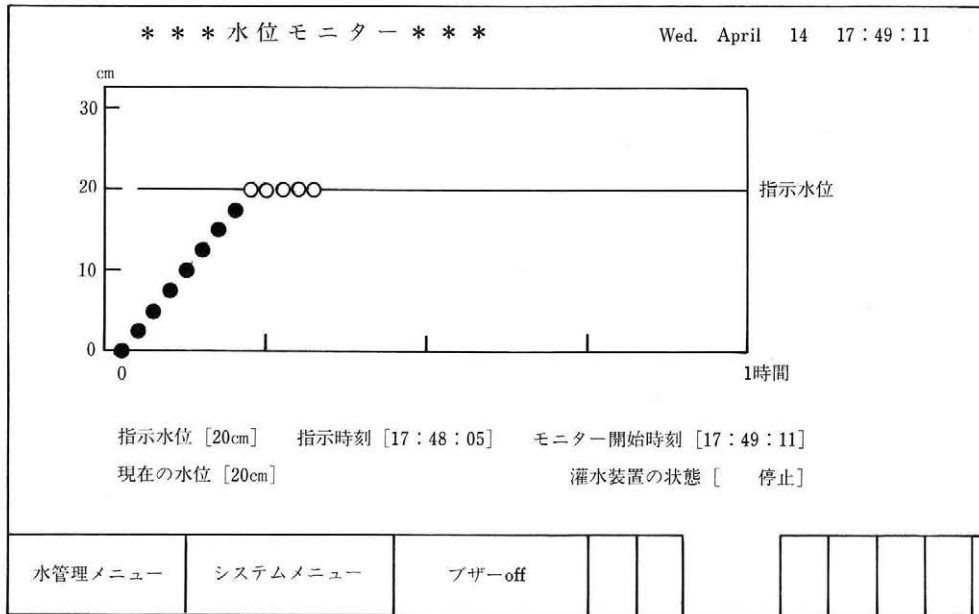


図-3 水位モニター画面



写真-5 コード埋設状況 (白い建物が操作室)

らなかったため結果を問うことは困難な状況であったが、次のような結果となった。

- ① システム対応水田は対照水田 (S氏の経験的水管理) と比して一定期間 (5月19日から8月3日まで) の使用積算かんがい水量は30%増となった。
- ② 水管理に要した時間はシステム入力が必要であったため51日間で49hrとなり、対照水田の42日間で12hrと大巾な差となった。
- ③ 反当り収量はシステム対応水田で681kgで対照水田で632kgであった。

3. 次世代型ほ場整備モデル事業の水管理

平成6年の5月から8月のかんがい期間に稼動した井上博士の水管理自動制御システムの結果を踏まえ、土地改良・農業改良・試験研究・大学等から構成される「次世代型ほ場整備モデル事業推進部会」において綿密な検討を実施し次のように水管理システムのバージョンアップを図った。

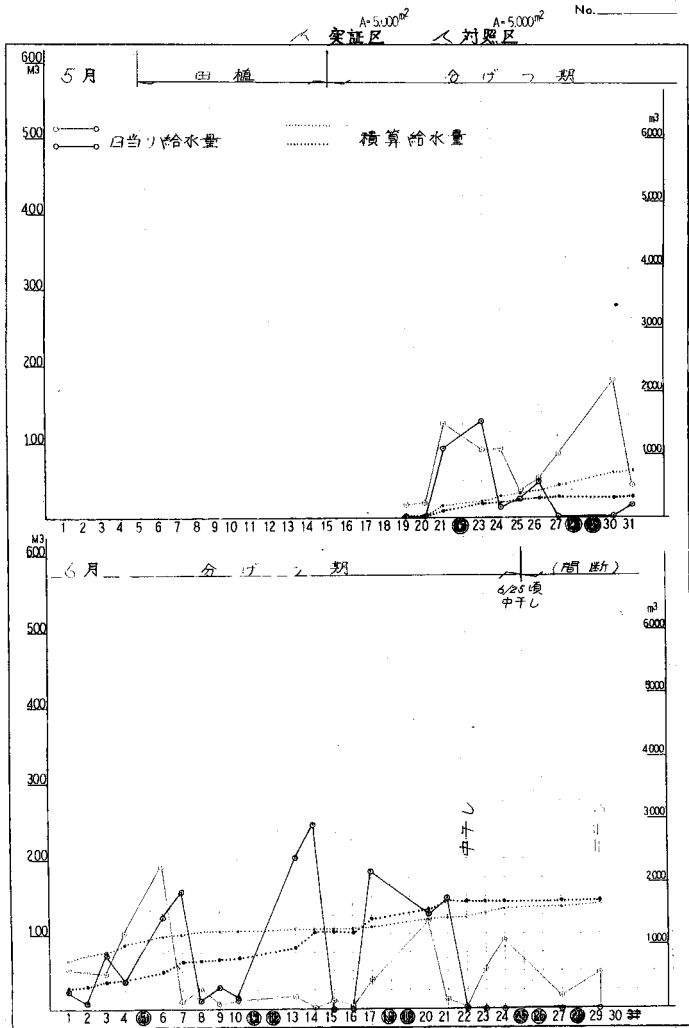
- (1) 次世代型ほ場整備モデル事業の制御内容
かんがい用水量の自動制御を主とし、施肥・防除のシステムは営農側との調整を行ない並行しながら組み込むもので従として扱うこととした。
- (2) モデル事業対象地区の選定
21世紀を目指した大区画ほ場の整備を実施しており併せて担い手農家への農用地利用集積を推進している次の2地区を対象とした。

- A 豊里地区 (登米郡豊里町)
- B 荒浜地区 (亶理郡亶理町)

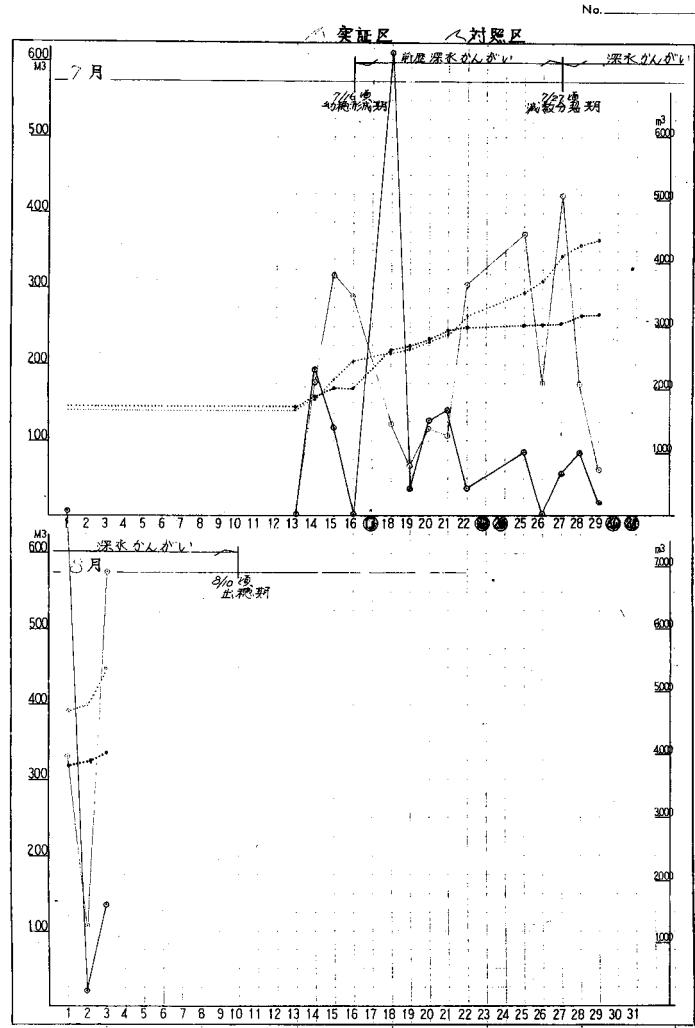
(3) システム構成について

図-4に示すとおりで、特長として

- ① ほ場空間を考慮 (営農上の支障や美観を考慮) し、操作の情達伝達は無線 (特定小電力無線回線) とする。
- ② 将来のシステム拡張を考慮した、ビルディングブロック方式を採用し、小規模 (数ha) から



表一 水管理状況 (その1)



表二 水管理状況 (その2)

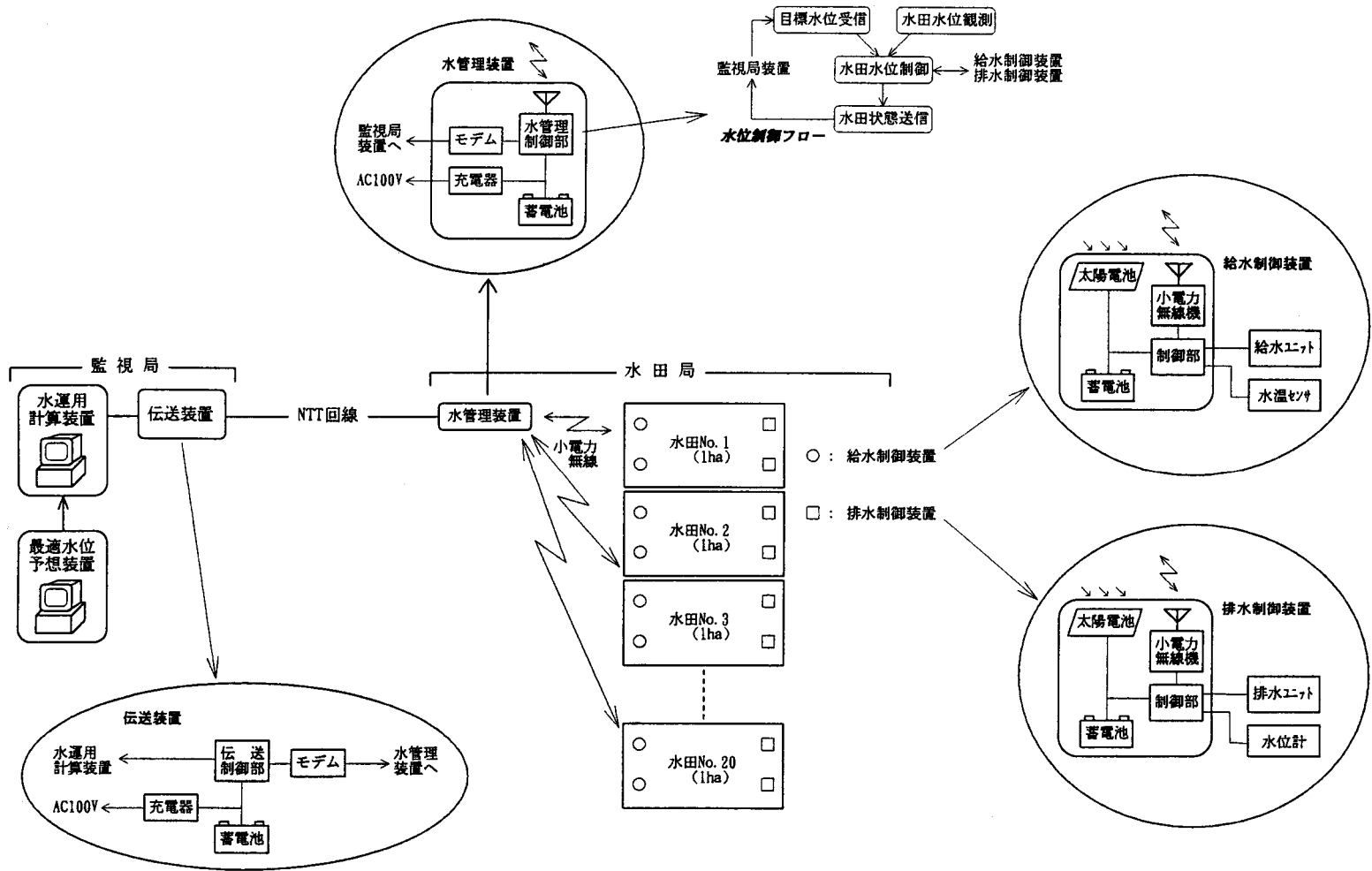


図-4 システム構成図

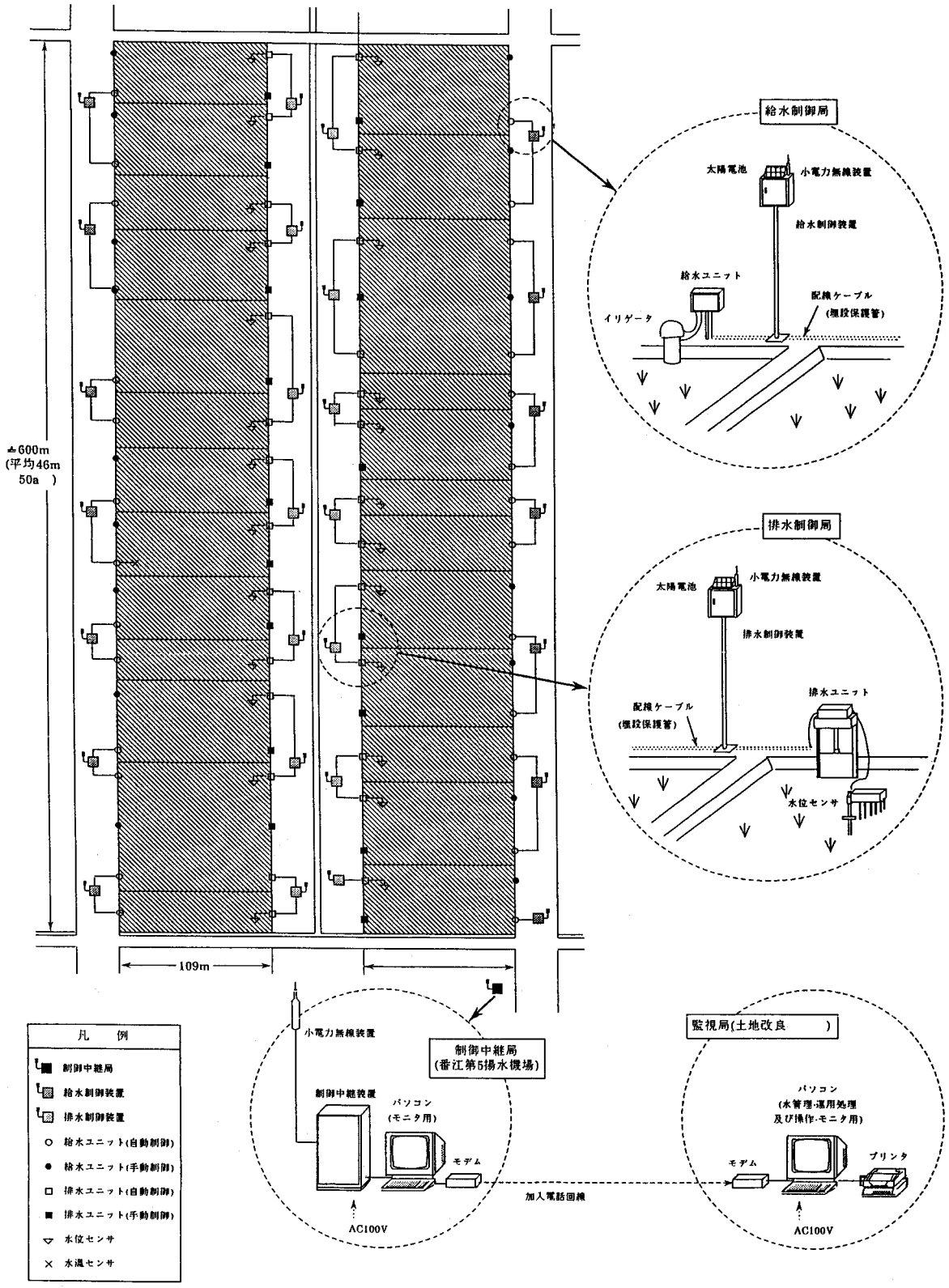


図-5 豊里地区システム構成 (12ha分)

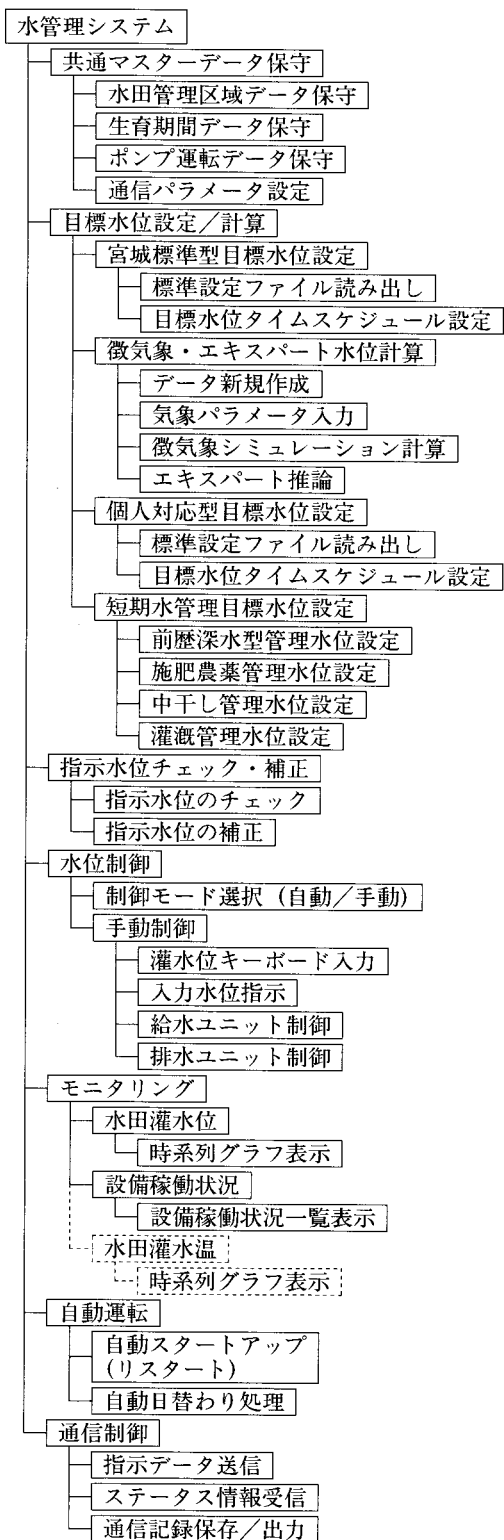


図-6 機能構成

大規模(1000ha)システムまでを可能とする。

③ 各水田に設置する給・排水制御局は太陽電池電源を採用しコードレスを極力考慮する。

④ 制御システムのソフトウェアは営農・地域性を十分反映できるものとし、メニュー方式によりかんがい期間のコントロールが柔軟性のある計画となるよう考慮する。

上記を踏えて豊里地区のシステムの内容を図-5、システムの機能について図-6に示すとおりとした。

4. 今後の展開方向

平成7年度は、本年度に設置する次世代型水管理システムの正常稼働と労力節減等の営農効果を把握するための営農調査を実施することとしている。システムの稼働については特に

- ① メニュー方式によるシステム構築上のマン・マシン・インターフェイス
- ② 小電力無線における伝達信号と保守・管理
- ③ 太陽電池の容量と耐久性

を主体とした調査を実施し、この結果を踏え、平成8年度には、ポンプ場を1単位とした全水田の水管理制御を、新技術導入促進ほ場整備事業等を活用して実施することを考えている。

このような、システムの拡張は地域全体を対象とした広域的な情報システム概念に到達するものであり、新たな水管理システムの実用化に向けて大きく前進出来るものと考えている。

5. おわりに

早いもので水田の水管理面の正確かつ迅速・超省力化のモデル事業に取り組んで一年が経過しようとしている。

この間、推進部会のスタッフの皆様には「宮城型水管理システム」のあり方について、それぞれの専門分野から貴重な意見を出して頂き、また迫土地改良事務所の皆様には地元の関係者との調整やマスコミ関係対応等のご苦勞に敬意を表し、特に井上博士には多忙の中再三現地まで足を運んで頂きましたこと、本紙をかりて感謝する次第です。

上野沼調整池建設工事における浚渫と埋立施工の検討

—軟泥土層における低水深浚渫—

首藤正俊* 山田 匡*

(Masatoshi SUTOU)

(Tadasu YAMADA)

目 次

1. はじめに	18	5. 施工	21
2. 上野沼の概要	18	6. 施工実施後の考察	26
3. 工事の概要	19	7. おわりに	26
4. 浚渫・埋立工法について	19		

1. はじめに

本工事の拠点となる上野沼は、今から約340年程前に築造された農業用のため池であり、茨城県中西部の岩瀬町に位置している。

「上野沼調整池建設工事」は、このため池を霞ヶ浦用水農業水利事業の調整池として利用する目的で底地盤の浚渫を行い、貯水容量を増大するものである。

また、これに伴う各施設（洪水吐・取水口・護岸）の改修施工も併せ、平成5～6年度にわたり実施する。

本稿では、上野沼の軟泥土層における低水深浚渫の施工実績について報告する。

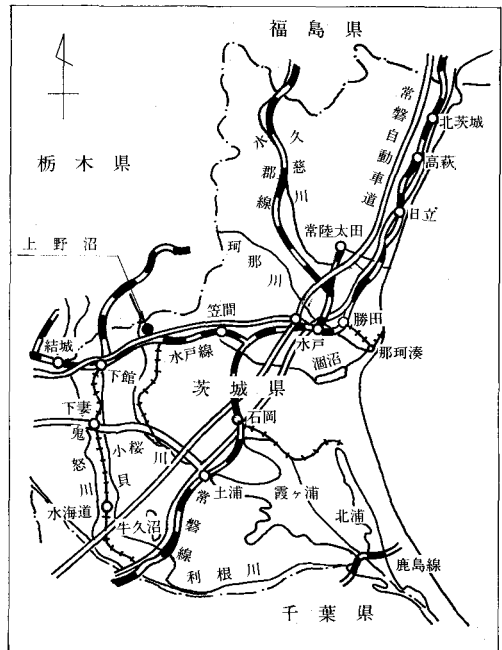
2. 上野沼の概要

上野沼は慶安年間（1648～1652年）に築かれ現在に至るまで、ため池として利用されている。また、周辺部も含めレジャー・スポーツ・公園等、地域住民の憩いの場として親しまれている。

沼周辺の地域は長年にわたり人為的改変が行われなかったため、良好な自然環境が保全されており、昭和52年には茨城県の「上野沼自然環境保全地域」に指定されている。

(1) 地質条件

上野沼は谷地部を堰止めて築造されており、現況の流入河川はなく築造後ほとんど手を加えられていないことから、湖底には2～3mの有機質泥層が堆積している。



図一 位置図

今回浚渫対象とする土層の表面は、全体的に含水比が370～580%と大きく、ヘドロ状態の軟泥土である。

(2) 施工条件

前述のとおり、上野沼は自然環境保全区域であるため、自然環境との調和・社会条件への適応及びため池機能の維持を念頭に置いて施工計画を策定した。

①現在沼周辺に生息する動植物への影響及び利水状況（水田の代かき、田植時期と重なる）について事前調査が行われた。

*関東農政局霞ヶ浦用水農業水利事業所北部支所

この結果をもとに検討し、施工中の水面確保が必要と判断されたため、干陸（ドライ）した上での掘削案を見送り、可搬式小型ポンプ船による浚渫工法が採用された。

②沼周辺地域の住民生活に配慮するとともに、沈殿効果を高め戻り水の濃度を管理するため、夜間については作業を休止し、ポンプ船の運転時間を日中の9時間に制限した。

③環境汚染及び干陸期間の長期化が懸念されることから、排泥面では沈降剤（高分子凝集剤）を使用しないこととした。

④浚渫に伴う地盤攪拌及び埋立地からの濁水流下による生態系への影響を勘案し、汚濁防止膜（シルトプロテクター）を挺水植物保護目的の床止部及び浚渫船周辺に設置した。

3. 工事の概要

(1) 工事諸元

工事諸元は次に示すとおりである。

- ・ 浚渫土量 154,000m³
- ・ 沼床止工 5ヶ所
- ・ 本堤護岸工 240m
- ・ 護岸矢板補修工 250m
- ・ 洪水吐工 71m

(2) 施工方法

沼底の土を、浚渫船により所定の地盤高まで吸入し、送泥管により隣接する埋立地（耕地：約10ha）へ圧送・客土する。

また、浚渫後約半年の干陸期間をおき、乾燥収縮の安定を見計らい、客土面の再整備を行うものである。

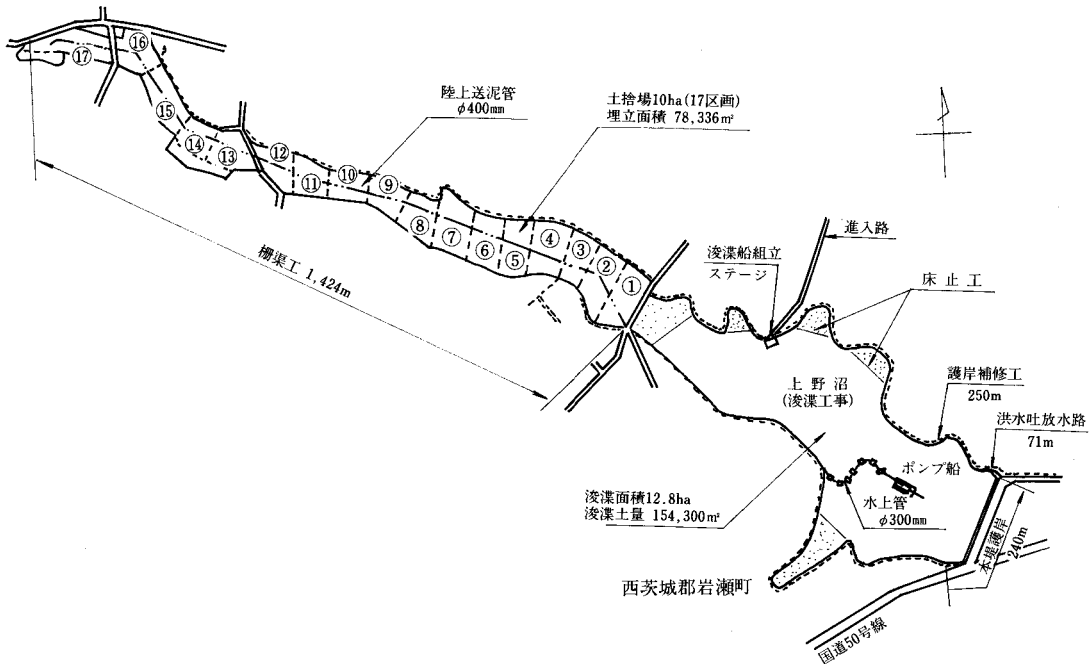
本地区のような軟泥地盤に対し、通常作業による浚渫を実施した場合、埋立地に圧送された泥水は攪拌～浮遊するため、堆積効率が非常に悪く、沈降不十分のまま下流の余水吐より沼へ再流下する。したがって、排泥部の堆積効果を高めるためには埋立地内での泥流の流下速度を落とし、滞留時間を長くすることがポイントとなる。

今回の工事実施にあたり、堆積効率の向上に関し以上の内容を踏まえて検討した。

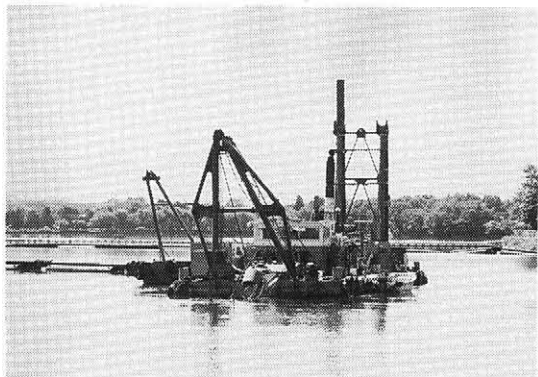
4. 浚渫・埋立工法について

(1) ポンプ浚渫船の機能

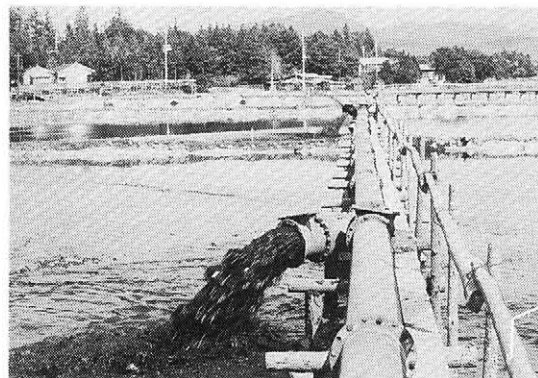
浚渫工には埋立地への送泥距離等から、カッター式ポンプ浚渫船（600馬力）が用いられた。船体は鋼製・箱型で船首にラダー（※1）、船尾にスパッド（※2）が設置されている。



図一 2 概要図



写真一 浚渫船



写真二 送泥状況

浚渫の工程は、ラダークの先端に取り付けてあるカッター（※3）をモーターで回転させながら左右にスイングし、湖底土砂を攪拌し泥水を主ポンプで吸い込み、所定の目的地までパイプ（送泥管）により圧送するものである。

泥水に含まれている土砂の量は、土質・送泥距離等の条件により多少異なるが、約10%である。

この土砂と水の比率を含泥率という。

【注釈】

（※1）ラダーク

先端に掘削用のカッター及び吸泥用の口を有し、浚渫深度に合わせて上下に動かせる装置。

（※2）スパッド

先端が尖った鉄製の円筒で海底に打ち込み、運転時本船を支え旋回運動の基点とする。

（※3）カッター

ラダークの先端に装着されており、海底の土砂を掘削攪拌し吸泥能力を助成する装置。

(2) 浚渫船の前進方法

浚渫船自体には自航装置が備わらないため、揚錨船により曳航される。

また浚渫時の移動は、船尾に設置された2本のスパッドを交互に打ち替え、所定の距離を前進する。

1スパッドの打ち替え工程は次のとおり（図-5参照）。

- ①センターより右舷a点までスイングする。
- ②仮スパッドを打つ。
- ③主スパッドを揚げる。
- ④左舷b点までスイングする。
- ⑤主スパッドを打つ。
- ⑥仮スパッドを揚げる。

以上で1スパッド工程が終了し、cが前進距離となる。なお、1回のスパッド打ち替えにより前進可能な距離は約80cm程度である。

(3) 送（排）泥管

浚渫船で加圧された浚渫泥水は、船体から水上管及び陸上管（鋼製管φ400、L=約2,000m）によ

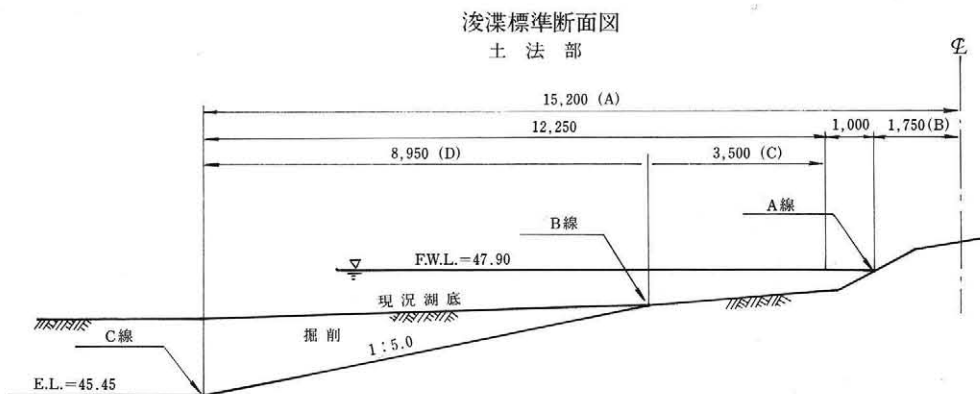


図-3 浚渫標準断面図

ポンプ船構造図

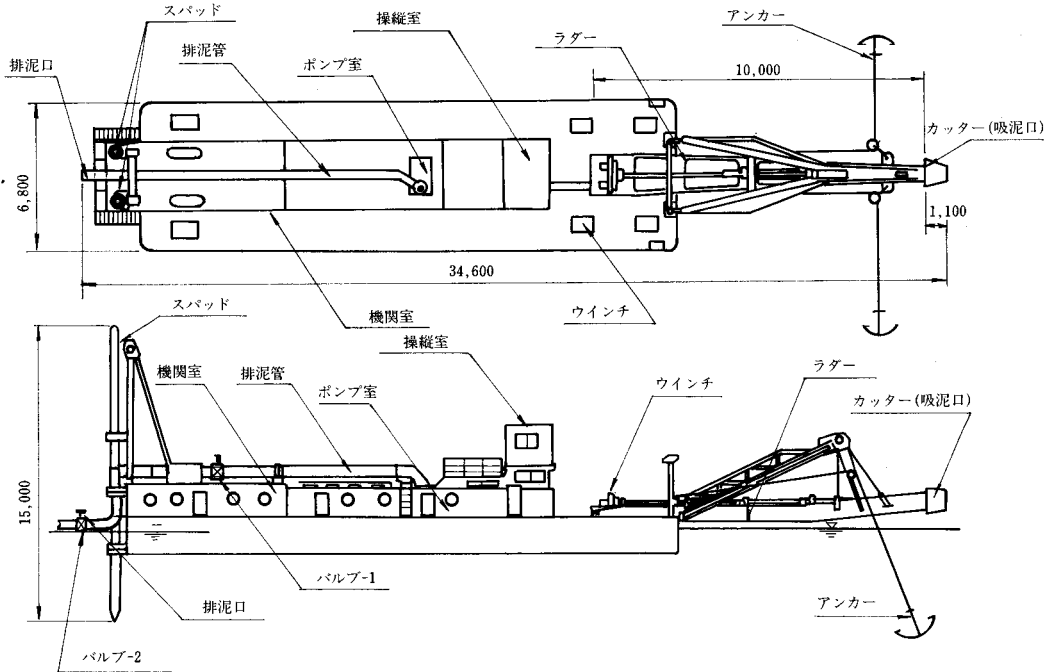


図-4 浚渫船各部名称模式図

ポンプ浚渫船(D-600ps)前進距離

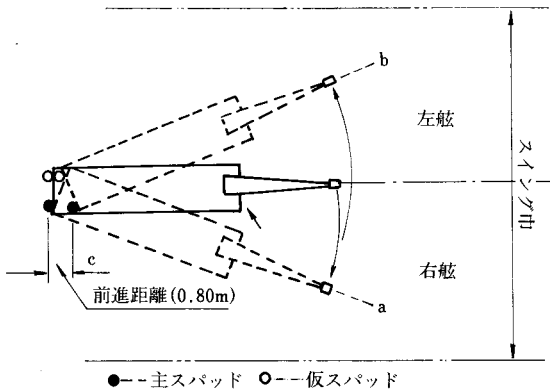


図-5 スパット打ち替え工程模式図

り、隣接する埋立地へ圧送する。

水上管は送水管専用のフロート上に設置し、水面上に浮かせて配管する。また、陸上管は組み上げられた木製の受枠に固定され、埋立地内の最上流区画まで布設配管する。

(4) 埋立施工

浚渫土の圧送は含泥率が10%程度であるため、約9割が送泥用の水となる。したがって、余水の

処理が埋立の良否に大きく影響する。

浚渫土砂は埋立地に圧送されることにより、沈降開始までの間、一時的に体積が膨脹(3~5倍)する。

この初期泥水の流出を抑える目的で、埋立地の外周に沿い「外郭築堤」と埋立地区画境に「区割築堤」を表土を利用し造成する。

また築堤の浸食及び崩壊防止のため、ポリエチレンシートを湛水側法面全面に布設する。

(5) 流下余水吐

各区割築堤には、沈降中の水位調節が容易に行える越流構造の余水吐を設け、下流区画へ流下させる。

また、沈降・排水効果を高めるため、埋立地に脱水管を埋設し、暗渠形式により隣接する排水柵渠へ流下させる。

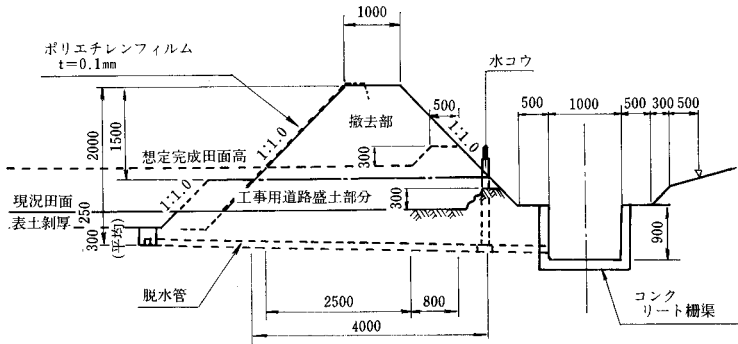
5. 施工

(1) 浚渫ラダーの改良

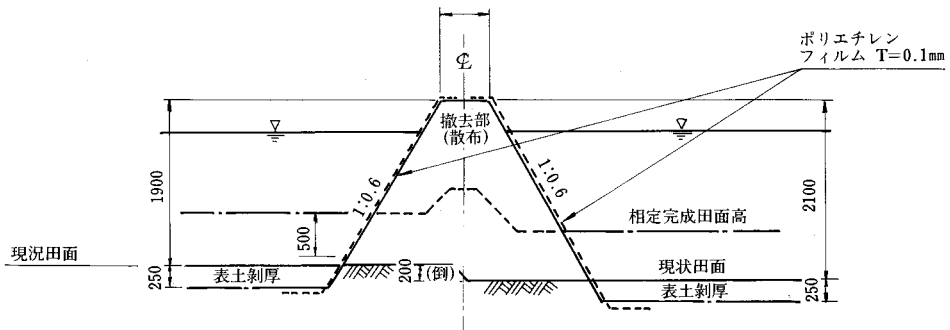
本地区の土質及び水深にあわせ、使用する浚渫船のラダーを改良(短縮化)した。

通常、浚渫船はラダーの上下により浚渫深度をコントロールし、一定の深さで浚渫する。したが

外 郭 築 堤

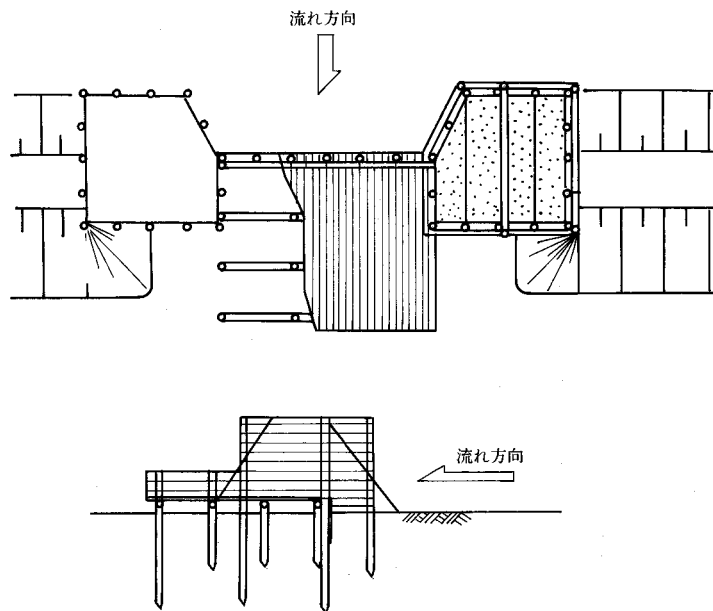


区 割 築 堤



図—6 浚渫築堤図面 (2枚を1枚にする)
(6-1, 6-2)

越流式余水吐



図—7 余水吐模式図

って浚渫深には限界（最大と最小の浚渫深度）があるが、本工事では低水深のため、特に最小深度が課題となった。

最小浚渫深度はラダーの形状及び構造的要素により異なるが、ラダー本体の一部がカッター掘削面より深い位置にあると、底地盤に接触するために浚渫が出来ない（一般的にアゴが当たるといわれる）。

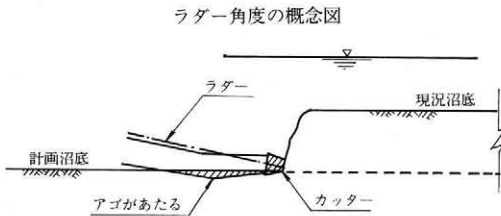


図-8 ラダー角度の概念図



写真-3 ラダー及びカッター

このアゴが当たらない境目が最小浚渫深となるが、標準的ポンプ船（600ps）の値は浚渫深度が2.5～15mとされている。上野沼では満水時を除き、2.5mの深度確保は不可能である。

また、水深に比して長尺なラダーを用いた浚渫は、カッター制御の工程が技術的に困難となる。

ラダーの短縮に伴い、より下向角度の作業が可能となるため、吸水量を極力少なくして作業効率を上げることが出来る。

(2) 浚渫施工方法の検討

前述の一般的な掘進方法を本工事に当てはめると、スパッドが水平に近い角度で掘進施工することになるため、水分の吸入が増加し結果的に含泥率の低下につながる。

前項でのスパッド長改良に伴い、含泥率向上を念頭に置いた掘進工法を検討した。

その結果、カッター先端を土中内に挿入したままの掘進作業を行った。

試行錯誤のうちに、この操作方法が実績をあげることとなり、水分の吸引を最小限に抑えることに成功した。

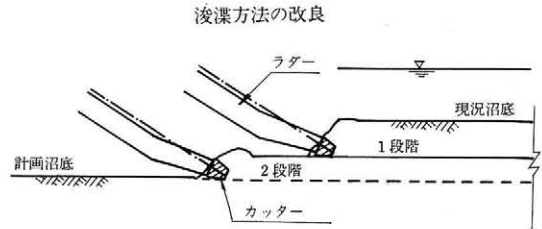


図-9 浚渫方法の改良

このような施工方法により埋立地への送水含泥率も増加し、結果的に沈殿脱水効果・余水処理・浚渫築堤の保全等の成果があった。

(3) 浚渫進捗順序

浚渫船は組立ステージより着水し、船体の吃水深を確保して移動する。

掘進する方向順序は、図-10のとおりであるが、⑥は本堤護岸及び洪水吐等構造物の工程に合わせている。また、⑧は埋立地よりの流下（循環）水による濁水とともに浮遊シルトの沈殿を考慮し、最後に浚渫するものである。

(4) ポンプ船浚渫土量の調整

排泥先である埋立地（17ブロック）は、各区画の面積が比較的狭く制約されている。

このため、ポンプ船側の揚水量を以下の手段で調節することにより、含泥率をコントロールし土量の割合を増加させる。

- ① ポンプ船の出力を抑える。
- ② 送泥量調節目的のためのバルブ取付け

・バルブ-1（遠隔操作）

スパッド打替時の埋立地に発生する無効送水を抑えるため、船体側にバルブを取り付け制御する。

これにより送水量を調節し、通常の管内流速3（m/秒）を1（m/秒）に変更し含泥率を向上させる。

このことは即ち全体水量の低減につながる。

・バルブ-2（手動操作）

送泥管は、船から登り勾配で埋立地側へ配管されているため、ポンプ停止時には管内の充満水が

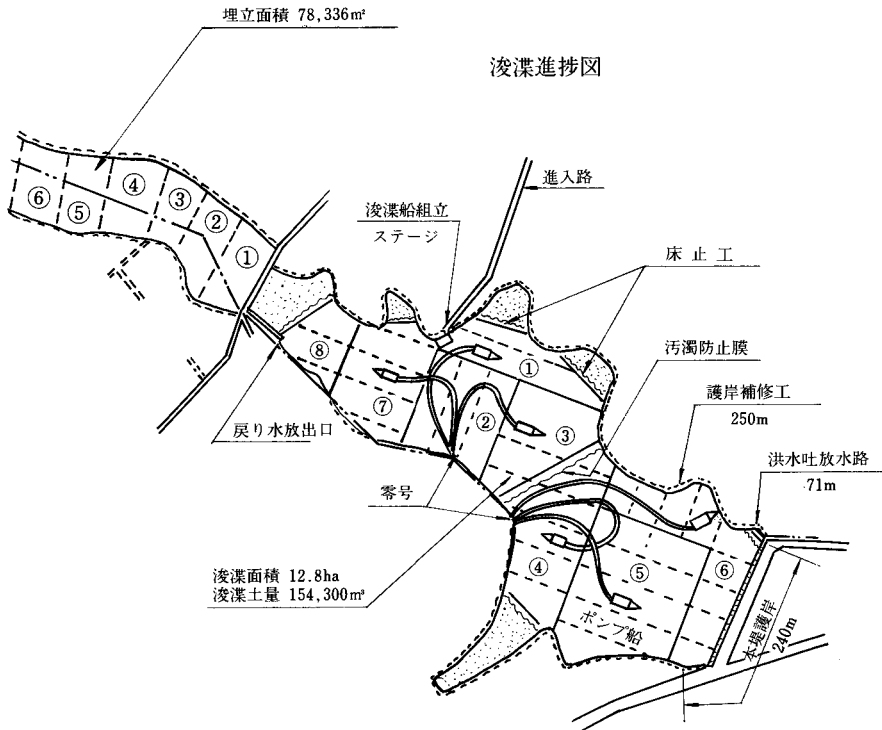
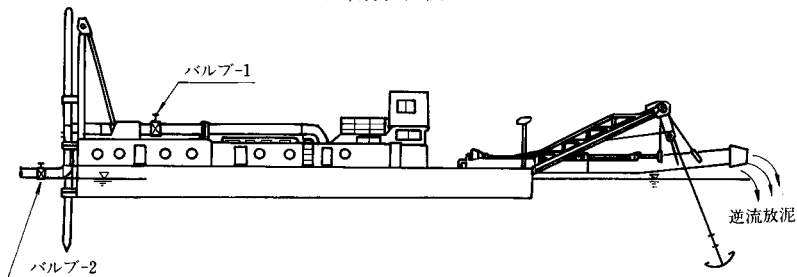


図-10 浚渫進捗図

バルブ取付位置模式図



バルブ-1は送水量調整するためのバルブ。
バルブ-2はポンプ停止時に閉め排泥管からの逆流を防止する。

図-11 バルブ取付位置模式図

沼側へ逆流する。この逆流を防止する目的でバルブを設置した。

(5) 埋立地の放水口の分散 (漏らし吹き方式)

排泥管の放水口については、極力泥水を分散させる目的から多点放水方式 (漏らし吹き) とした。

区画⑭ (区画番号は図-12参照) の埋立時には区画⑪⑫⑬の漏らし吹きを行う。順次、区画⑬の埋立時には、区画⑩⑪⑫の漏らし吹きを行う。

1回の放水では所定の土量を満たすことが出来ないため、これを2～3回程度繰り返し(図-13参

照) 実施する。

(6) 排泥～埋立を行う区画の順序

埋立地上流側からの余水は沼へ流下するため、土砂の堆積を勘案し、当初は下流側の埋区画②③④⑤を沈殿池目的として利用、この区画の排泥は最後に行う。

このため、区画⑥～⑯の埋立を上流側から先行して行い、前項の作業を繰り返しながら下流側へと進捗する。

最終的には最下流区画①を沈殿池として活用す

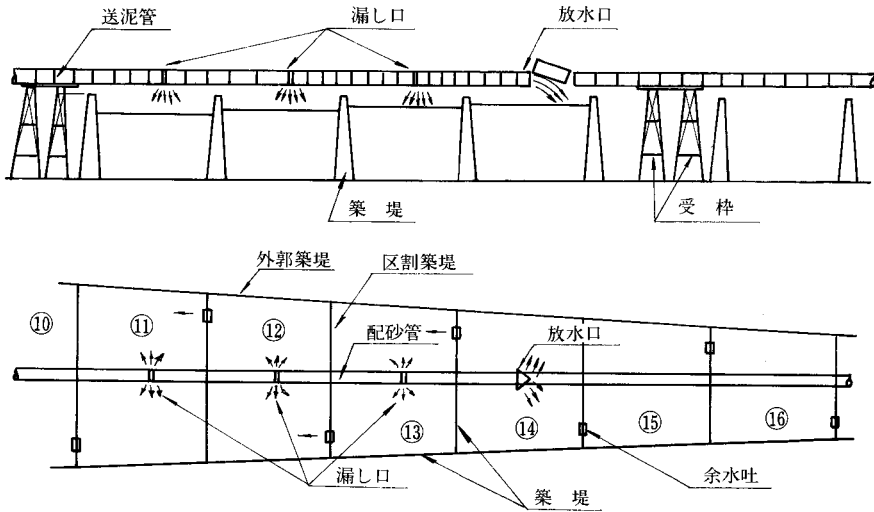


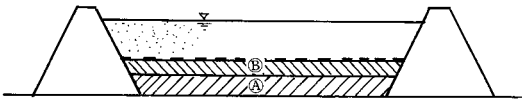
図-12 埋立地排泥模式図

くり返し埋立図

1 回目



2 回目



3 回目

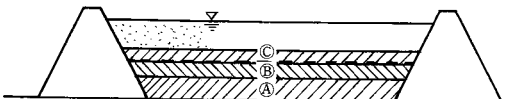


図-13 埋立工程概念図

る。

(7) 余水吐位置の検討

区割築堤の余水吐設置位置を検討すると、各区画とも同じ位置とした場合は、水流のみお筋が直線となるため沈殿効果が薄れるものと想定される。

このため、図12のとおり余水吐を区割築堤の左右側交互に設け、水流を蛇行させ滞留時間を長くすることにより沈殿効果を高める。

(8) 最下流埋立区画（最終沈殿池）の堆積土処理

埋立地区画①は、最終的な沈殿池として利用するため、上流区画を流下した余水中に存在する低比重の浮遊シルト分が集まり堆積する。

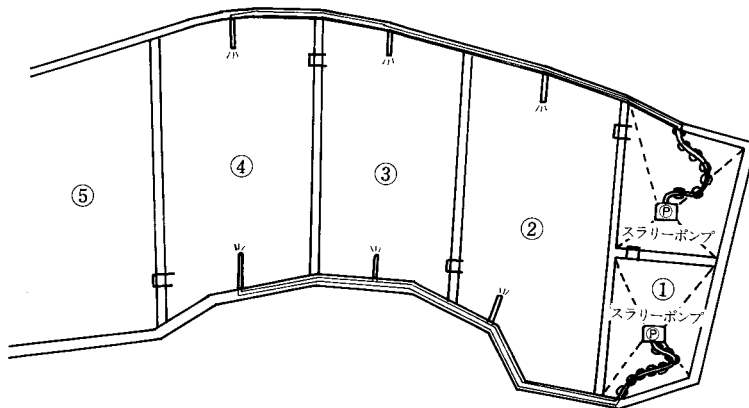


図-14 スラリーポンプ配置図

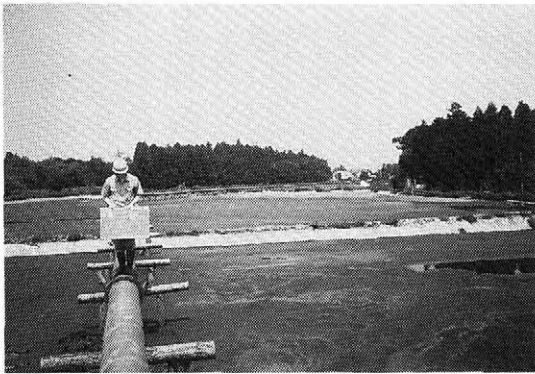
これら堆積土への対応として、区画①へ泥土用のスラリーポンプを設置し、泥土を上流区画④③②へ再循環した。

6. 施工実施後の考察

以上述べたとおり、上野沼特有の諸条件のため、浚渫期間中の水深確保及び環境へ与える影響等について懸念された。

また、施工計画の樹立にあたっては、浚渫工という関東局内においても稀有な工種であったため、多角的検討と判断を要する課題が多々存在した。

未だ干陸に時間を要してはいるものの、主たる浚渫作業実施に際しては、各種の対応策が功を奏し、8月下旬には概ね予定事業量を遂行した。



写真—4 埋立直後



写真—5 干陸状況

7. おわりに

このようにして行われた浚渫工事であるが、期間中の事故等トラブルもなく、現在は埋立土の収縮・沈下を観測中である。

このまま順調に干陸化が進むと2月下旬頃を目途に畦畔等を整備し、県営による面整備工事に引き渡す予定である。

以上のような、内陸部における低水深の軟泥浚渫はあまり例がないものと思われるが、類似の事業の参考になれば幸いである。

おわりに、本稿をまとめるにあたりご協力を頂いた、東亜建設工業(株)・株木建設(株)・日産建設(株)共同企業体の各位に深く感謝申し上げます

源内山調整池の設計について

—緩傾斜部におけるダムの設計事例について—

齊 藤 武 志*
(Takeshi SAITO)

中 村 幹 洋*
(Mikiyou NAKAMURA)

茶志川 孝 治*
(Takaharu CHASHIKAWA)

目 次

1. はじめに	27	5. 地下水排除について	35
2. 源内山調整池の概要	27	6. 排水路の改修について	35
3. 築堤用土計画について	30	7. あとがき	37
4. 遮水材利用の検討	32		

1. はじめに

源内山調整池は北陸農政局苗場山麓第二開拓建設事業の基幹水利施設として平成2年度に着工し、平成6年9月に本堤の築堤が完了したものである。

本調整池は上流に築造されている大谷内ダムの調整池として機能するよう地形勾配約25分の1のところに計画され、ダムとしての通常の設計検討がひとつおこなわれているが、今回はその中で緩傾斜部に設置するダムの特徴的課題について計画・設計事例として報告する。

計画・設計における課題は次の諸点である。

- ①1/30～1/20の緩傾斜部に設置するため、貯水容量を確保しかつ切盛バランスの取れた築堤用土計画が必要である。
- ②地山は透水係数が 1×10^{-4} cm/sと半透水性地盤であるため、貯水池全体を遮水する必要がある。このため大量の遮水材が必要となるが、単体で遮水材となる材料がないため混合設計が必要である。
- ③現況地盤の地下水位が高いことから、揚圧力による破壊を防止するため地下水の排除が必要である。
- ④調整池に隣接して排水路があるが、この排水路は調整池より高位部に位置しており、現況のままでは、洪水時に排水路が氾濫し調整池に流入するおそれがある。このため洪水量を安全に流下させるための排水路改修が必要である。

2. 源内山調整池の概要

(1)調整池諸元及び構造

源内山調整池の主要諸元及び標準断面図を表1、図1、図2、に示す。本調整池は堤高11.6m、有効貯水量40万 m^3 の傾斜遮水ゾーン型フィルダムである。

(2)地形・地質

本地域地形は信濃川右岸に発達した河岸段丘上に位置している。河岸段丘は東方で清津川の支流釜川により、西方では中津川の浸食を受け、急崖を成している。段丘面は平坦であり、標高約500m内外を示す。北方は信濃川への段丘崖、南方は笹葉峰の山腹斜面に続く緩傾斜地となっているが、ダムサイトは、この緩傾斜地が段丘頂部の平坦面へと変化する点に位置する。従って標高が高いにもかかわらず、地下水位が高く、湿地帯のごとき植生環境となっている。

ダムサイトの地質は、魚沼層群及び信濃川の段丘を形成する段丘堆積物（年度混り砂礫）と、この上位に乗る褐色の風成ローム層（信濃川ローム層）からなる。

また段丘堆積物の中位に粘性土層が挟在しており、これが広範囲に分布することが確認された。

(3)型式決定理由

貯水地の型式については、図3の各型式について検討した。

検討の条件としては、基礎地盤は魚沼層砂レキで半透水性地盤（透水係数 $= n \times 10^{-4}$ cm/s）であり、水を貯留するためには貯水池底に止水工が必要となること、また地盤は全般的にはN値50以上

*北陸農政局苗場開拓建設事業所

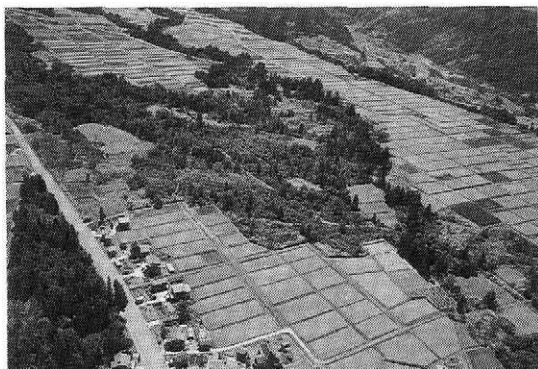


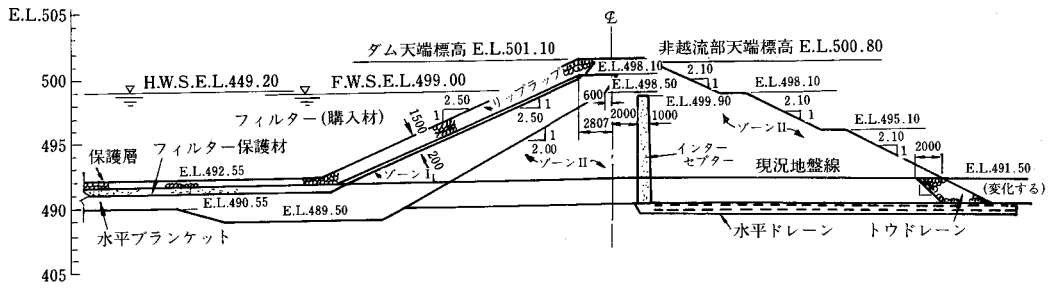
写真-1 着工前



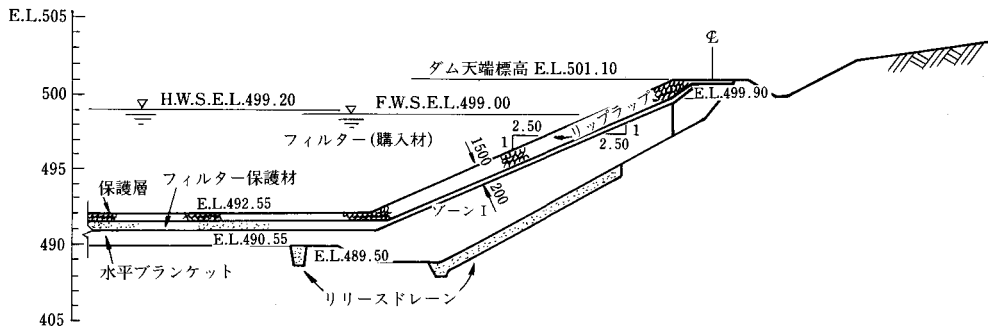
写真-2 盛立完了後

表-1 源内山調整池諸元

一般	位置	新潟県中魚沼郡 津南町大字中深見			型式	正面越流型			
	基礎	新生代三紀 魚沼層				設計洪水量	A.B.C, $Q=2.75\text{m}^3/\text{s}$		
貯水池	流域面積	0 千 km^2			洪水吐	越流堰長	L=18.00m		
	総貯水量	V=400千 m^3				越流水深	h=0.20m		
	有効貯水量	V=400千 m^3				越流係数	c=1.80		
	常時満水位	E L=499.00m				減勢型式			
	設計洪水位	E L=499.20m				ゲート型式			
取水施設	型式・延長	ドロップインレット型			堤体	型式	傾斜遮水ゾーン型		
	最大取水量	Q=1.61 m^3/s				堤高	H=11.60m		
	導水管口径	$\phi=900\text{mm}$				堤頂長	L=1,072.00m		
	流入流速	V=2.53 m^3/s				堤頂幅	B=5.0m		
						堤体積	V=353,000 m^3		
堤体材料	ゾーン区分	数量 千 m^2	ρd t/ m^2	ϕ 度	c t/ m^2				
	ゾーン I	92	1.510	10.0	5.0				
	ゾーン II	137	1.700	38.0	0				
	リップラップ	24	1.450	42.0	0				
	フィルター	4	1.700	38.0	0				
	トウドレーン	2	1.450	38.0	0				
	インターセプター	4							
	水平ブランケット	46							
	水平ブランケット保護層	5							
	水平ブランケットフィルター	6							
	池敷保護層	31							
	堤内道路	2							
	計	353							



図一 1 源内山調整池標準断面図



図一 2 地山ブランケット部標準断面図

工法	概要	概略規模
(A案) 逆T擁壁案		<p>400,000km²/78,320.2m²</p> <p>壁高は9.0m程度 (現ダム軸予定線上に設ける)</p>
(B案) ファイルダム案		<p>堤高約12.0m</p> <p>上流 1 : 2.5</p> <p>下流 1 : 2.1</p>
(C案) ファイルダム+人工しゃ水膜案		<p>堤高約12.0m</p> <p>上流 1 : 2.5</p> <p>下流 1 : 2.1</p>
(C'案) アスファルトフェージング		<p>堤高約12.0m</p> <p>上流 1 : 2.5</p> <p>下流 1 : 2.1</p>

図一 3 工法検討案

が期待できるが局部的にレンズ状に粘土層が狭在しておりこれらのN値は10～50までのばらつきのある値を示すこと、があげられる。

各工法の比較を表-2に示す。

①逆T雑壁等の構造物は基礎地盤中にレンズ状の粘土層が存在するため不等沈下の危険性がある。不等沈下対策を講じたとしても大規模なものとなるので経済性上のメリットはない。またこのような規模での施工例も見あたらない。

②フィルダム案とゴムシート案では経済性上フィルダム案が大きく優る。また揚圧力対策の面からも地山地下水位の高い当地区においては、フィルダム案がより信頼のおける工法である。

また、傾斜遮水ゾーン型としたのは次の理由による。

①遮水材としてのロームは高含水比のため盛土により間隙水圧が発生するが、露出表面積を大きくすることによりその消散速度が早まる。

(ブランケットの厚さは、ダム設計基準では水深の30～50%あれば安全となっており、本調整池では下幅で $6.5\text{m} \times 0.5 = 3.25\text{m}$ となるが施工性から最小厚を3m(上幅)とし図-4のとおりとした。)

②遮水ゾーンと水平ブランケットの接続が容易である。

③地山カット部との取付けを傾斜遮水ゾーンより上部側の形状をそのまま利用できる。

3. 築堤・用土計画

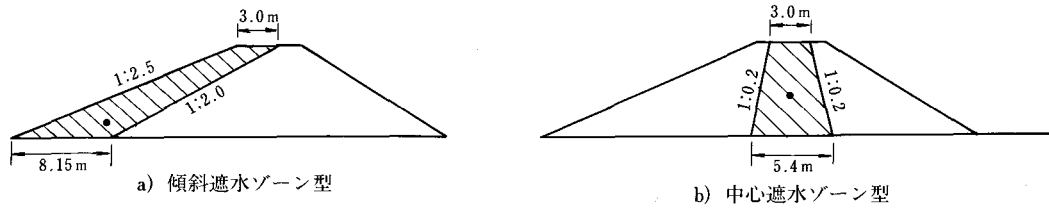
貯水池計画は「切盛バランスを図った切込型貯水池の構造」を基本に掘削発生材の有効利用を図ることとした。

ゾーン別流用計画及び流用計画概念図を表-3及び図-5に示す。

フィルダムの施工途中において適切な築堤材料が不足するトラブルが発生することがあり、この場合には新たな土取場調査、ゾーニングの変更が

表-2 各工法の比較

工 法	利 点	問 題 点	判 断
A 案	<ul style="list-style-type: none"> 掘削規模が小さくなる。 工事期間が短くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> 基盤中にレンズ状粘土層が存在。不等沈下の恐れがある。 支持力面で不安がある事より、杭基礎とする必要がある。 不等沈下が漏水につながった時に、パイピング破壊に対してもろい。 貯水深大きく、施工例がない。 誤って転落した場合に死亡事故となる可能性が高い。施設の安全性の面で問題がある。 	技術的にも施設の安全面でも問題があり、適当でない。
B 案	<ul style="list-style-type: none"> 全て現場発生材により施工できる。 捨土を最小限に押えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 広い仮置ヤードが必要。 火山灰質ロームは高圧縮性で強度が非常に劣る。しゃ水性材料と用いるには材質改良を必要とする。 	採用可能 火山灰質ロームの材質改良が問題。
C 案 C' 案	<ul style="list-style-type: none"> 全て半透水性～透水性材料による施工となるので、施工が簡単になり速い。 	<ul style="list-style-type: none"> 掘削発生土中の火山灰質ロームは捨土となる。 地山地下水位が高い。地山カット部に施工した際、バックプレッシャーに対処する方法を特別に考える事が必要である。 	採用可能



(注) ●は間隙水圧の消散経路が最大となる点

図-4 型式別遮水ゾーン図

表-3 ゾーン別流用計画

ゾーン名称	透水特性	機能	流用
ゾーン I	不透水性	遮水	砂レキ(-150mm), ロームストックパイル混合
ゾーン II	半透水性~透水性	堤体骨格	砂レキ直送
フィルター	半透水性	パイピング, 吸い出し防止	砂レキ(-150mm)直送及び仮置き流用
リップラップ	透水性	斜面浸触防止	砂レキ(+150mm) 同上
腰石ロック	〃	下流法尻保護	同リップラップ
インターセプター	〃	浸透流のキャッチ, 排出	(購入材 C-80ラン砕石)
水平ブランケット	不透水性	しゃ水機能	砂レキ(-150mm), ロームストックパイル混合
保護層	透水性	池敷保護	同リップラップ(砂レキ)

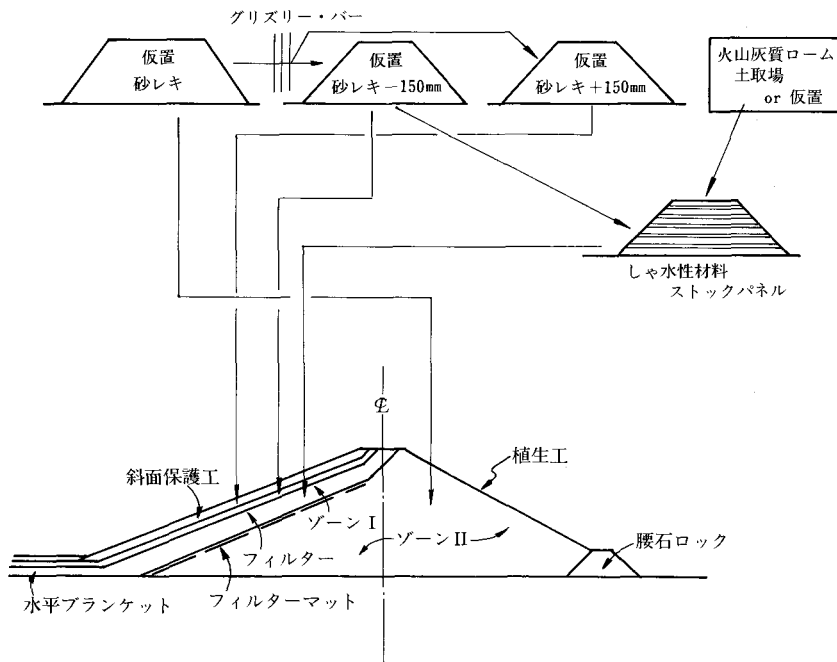


図-5 流用計画概念図

必要となる。ダムの設計基準でも予定数量の2～3倍が確保出来るよう調査区域の広さは余裕を持つこととなっている。

しかし、本調整池のように平坦部に一部掘込式

でその発生土を使用して築堤するような場合、近傍に適切な土取場・土捨場を求めることが困難である。築堤材料に不足が生じた場合は新たな土取場を捜すことが極めて困難であり、逆に余裕をも

った計画とした場合、その余裕分は不要土となり残土処理が必要となる。したがってゾーン毎に不足土が生じない範囲で極力残土の出ない計画を立てる必要がある。

本調整池では、総築堤量の約1.1倍の築堤材料がえられるように堀削計画を作成するとともに、残土が生じた場合には、調整池の外周に設置する外周道路の計画高を上げることで等により対応できるように計画を作成した。

実際の施工においては、堀削発生材は主に良質な砂礫であり築堤材として適当なものであったため、35万㎡の築堤に対し2万㎡弱の残土が出たにとどまり、しかもこの量は外周道路等への盛土で

消化出来るものであった。

なお、切盛土量収支のためには土量換算係数、流用ロス率が必要となるが、土量換算係数については土質試験及び盛土試験結果等から表-4のとおり、流用ロス率についてはフィルダム工事標準積算基準により図-6のとおりとした。

4. 遮水性材料の検討

池敷堀削により発生する火山灰ローム材を単独材で遮水ゾーン材に用いることは以下の理由により不適当と判断した。

- ①施工性が良好でないこと。すなわち自然含水比状態におけるコーン指数は2～5 kgf/cm²で重

表-4 土量換算係数

土質, ゾーン名	地山状態	掘りゆるめ状態	ストックパイル	締固め状態	備考
表土	1.00	1.30	—	1.00	
砂レキ	1.00	1.30	—	1.00	
ローム	1.00	1.30	—	1.00	
ゾーンI及び 水平ブランケット	ローム1.00 砂レキ1.00	1.30 1.30	1.00 1.05	* 0.91	*ストックパイル 1.0に対し0.91
ゾーンII	1.00	1.30	—	1.10	
フィルター (インターセプター)	1.00	1.30	—	1.05	
リップラップ, トウドレーン	1.00	1.70	—	1.25	

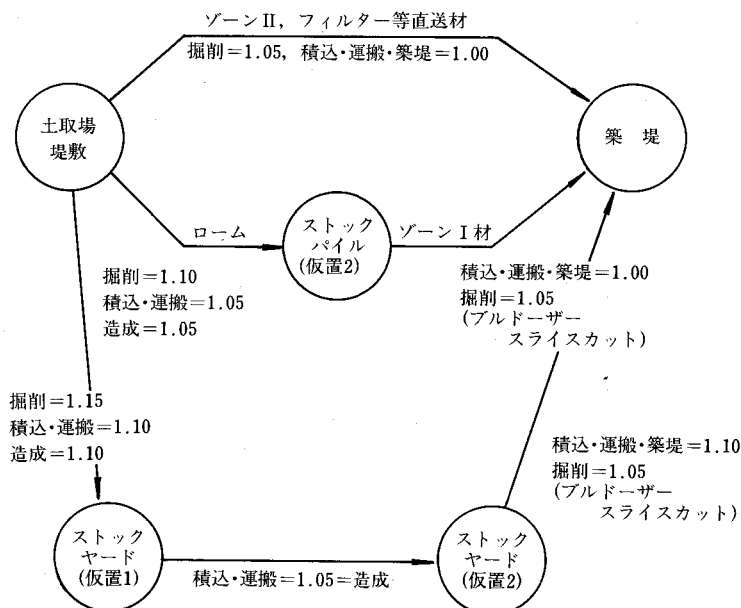


図-6 流用ロス率

機走行が困難である。

②粒度面については、0.074mm以下含有率が92%と極めて細粒であるため、乾燥収縮によるクラシックの発生の危険がある（収縮限界 $\mu_s \approx 30\%$ 、収縮比=0.53）。

③透水係数は $k = n \times 10^{-7} \sim 10^{-8} \text{cm/s}$ と不透水性を示しているが、せん断強度は三軸UU試験で $c = 0.2 \sim 0.4 \text{kgf/cm}^2$ 、 $\phi = 2^\circ$ と低い値を示しており、すべり破壊に対して安全率が確保できなかった。

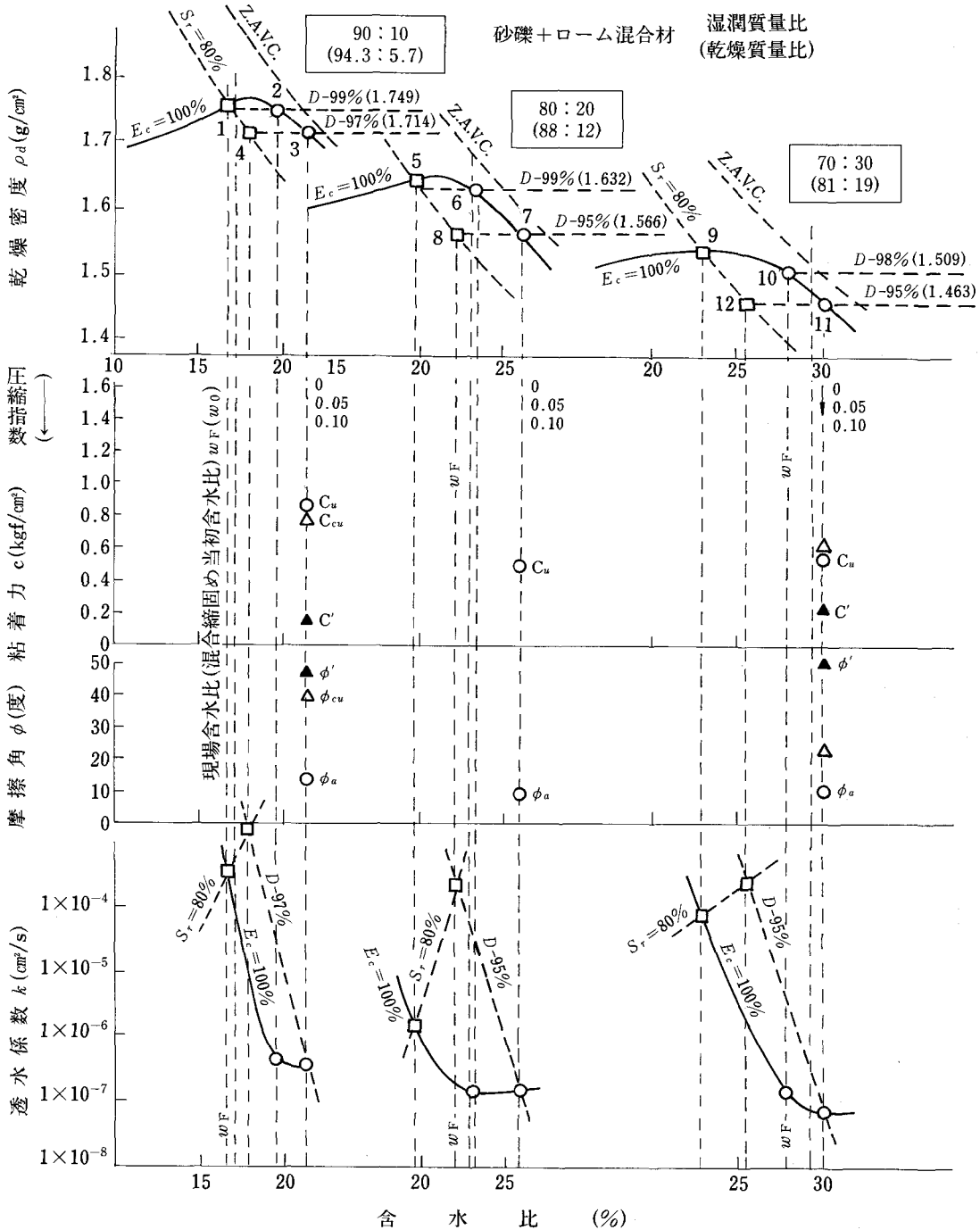


図-7 含水量比—乾燥密度，粘着力，摩擦角，透水係数曲線

これらの問題を解決するためにローム材と砂礫材を混合した材料を用いることとし、計画値・施工管理基準値を決定するため、混合比を変えた3種類について室内試験及び盛土試験を行った。

(1)室内試験

ローム材と砂礫材を各種比率で混合し力学的性質等について測定した結果を図-7に、また混合比別評価を表-5に示す。

混合時の自然含水比の突固め曲線上に占める位置から見て、70:30(湿潤重量比)のケースがローム含有率の上限である。つまり自然含水比の突固め曲線上の位置は、ロームの含有率が増えるにしたがって乾燥側に移動し、70:30以上では自然含水比がD値95%を満足しなくなる。また湿潤側となるため施工性も劣る。

透水係数は70:30での混合比のケースが最も透水係数が小さく、 10^{-5} ~ 10^{-6} となっている。

以上のことから施工精度つまり現場での施工に

は多少の余裕が必要であることを考えれば、80:20, 70:30両ケースの中間を目標とするのが妥当である。

(2)盛土試験

混合比70:30を目標に第1回盛土試験で行ったが、砂礫材に粘性分が計画時の3%ではなく、現地では8~13%と多く含まれていることが判明した。このためまき出し転圧作業能力が低下するので、施工性を確保するため下記の仕様に変更した。

①砂礫の増加によって含水比の低下を図るため、混合比を70:30から75:25, 砂礫の最大粒径を150mmから200mmに変更する。

②ストックヤードでの混合方法について、ブルドーザーによるスライスカット工法であったものを材料の練返しを避けるためバックホウによる混合とする。

③盛土現場でのまき出しは、材料分離を避けるためブルドーザーからレーキドーザーに変更す

表-5 混合比別評価

	混 合 比		材 料 別 評 価	判定
混	湿潤重量比 90:10	乾燥重量比 94.3:5.7 体積比 86.0:14.0	締固め密度は砂礫単独材よりも高く、強度面での安全性は十分 w_{opt} より湿潤側にて入念な施工をすれば不透水性になる。 現地盤の砂礫材の含水状態のままロームと混合する方法があれば、直ちに施工が可能である。 しかし、90%を占める砂礫そのものは排水性であるため、堀削~ストック過程での脱水を考慮に入れると、実施工時には他の混合タイプにはない<散水>処理が工程に加わり、この意味では不経済。	△
	湿潤重量比 80:20	乾燥重量比 88.0:12.0 体積比 73.3:26.7	締固めカーブに早くもロームの影響が現れており、なだらかなカーブが特徴的である。 EC=100%以上の転圧効果を与えれば、最適含水比の乾燥側でも不透水となり得る。 最大のメリットは、ブレンド当初含水比が最も不透水性の得られる最大<湿潤>密度対応含水比付近にあることである。 ストックヤードでの乾燥を必要とせず、ストックヤードの目的を2種類のブレンドにのみ絞ることができる。	◎
合	湿潤重量比 70:30	乾燥重量比 81.0:19.0 体積比 61.5:38.5	当初含水比がD-96%湿潤側にあり、ブレンド後直ちに転圧可能な含水比となる。 沈下量はロームの20%混合時と同じであり、問題ない。(C _c <0.1) 施工中の安定性も(UU試験)、ローム20%材と同じかそれを上回るほどである。 ローム土量が相対的に多くなるという点を除けば、80:20と比べ何ら遜色ない。	◎
	湿潤重量比 60:40		ブレンド当初含水比での施工は、著しい練返しを伴い、トラフィカビリティの確保が難しい。 安定域まで含水比を低下させるには、相当量の乾燥処理が必要で実用的には無理。	難

る。

上記の修正により密度、透水係数、締固め度が所定の設定値を満足する値が得られるかどうか試験を行った。表-5に盛立試験仕様、表-7に現場密度・透水試験結果を示す。

この結果から混合比75:25、まき出し厚さ30cm、転圧回数6回を採用することとした。

5. 地下水排除について

高位部の地山カット部の地山は地下水位が高くこのため当初から地山ブランケットの背面に面的にリリースドレーンを設置し地下水を排除することとしていた。

一方、池敷部においても、調整池に貯水され水平ブランケットの背面が地下水で飽和されている状態で貯水位が急低下した場合、背面の地下水が揚圧力として働く場合がある。

最危険の場合で計画満水位F.W.L99.0mの時ブ

ランケット底面EL490.5mで貯水水圧と地下水水圧がつり合っており、貯水水圧がなくなったと仮定した場合、8.5t/m²の揚圧力が働くこととなる。

このように、貯水深をそのまま揚圧力としてみるのは現実的ではないという見方もあるが、飽和状態であれば、このような方向と揚圧力が働くことは否定出来ない。

よって図-8のとおり排水ドレーンを設置した。

6. 排水路の改修について

源内山調整池は区画整理地区内に設けられるため、土地の有効利用という観点から、池内の堆砂及び洪水量を極力少なくし、堤体規模（堤高等）を小さく計画している。

このため、調整池背後地流域から流出する洪水をキャッチし、安全に地区外へ排除するための排水路を設ける必要がある。

排水路の機能としては以下のものとする。

表-6 盛土試験仕様

区 分	第1回盛土試験	第2回盛土試験
混 合 比	砂礫：ローム=70：30	砂礫：ローム=75：25
砂礫材の最大寸法	150mm	200mm
混 合 機 種	21 t 級ブルドーザー	1.2m ³ 級バックホー
まき出し機種	21 t 級ブルドーザー	21 t レーキドーザー
転 圧 機 種	11 t 級自走式振動タンピングローラー 11 t 級自走式振動ローラー	11 t 級自走振動タンピングローラー
まき出し厚 (仕上り厚)	20cm, 30cm	20cm, 30cm
転 圧 回 数	4 回, 6 回, 8 回	4 回, 6 回, 8 回

表-7 現場密度・透水試験結果一覧表

区 分	混合比 (砂礫： ローム)	まき出 し厚さ (cm)	転圧回数 (回)	含水比 (%)	乾燥密度 (t/m ³)	透水係数 (cm/s)
設置値	70：30	20	6	—	1.510	N×10 ⁻⁵
第1回	70：30	20	4	30.5	1.438	2×10 ⁻⁶
		20	6		1.503	2×10 ⁻⁸
		20	8		1.612	5×10 ⁻⁷
		30	4	30.3	1.457	2×10 ⁻⁸
		30	6		1.495	2×10 ⁻⁸
		30	8		1.605	3×10 ⁻⁸
第2回	75：25	20	6	27.3	1.522	6.0×10 ⁻⁸
		30	4	28.1	1.438	3.0×10 ⁻⁵
		30	6	24.6	1.526	4.1×10 ⁻⁸
		30	8	24.6	1.623	8.0×10 ⁻⁸

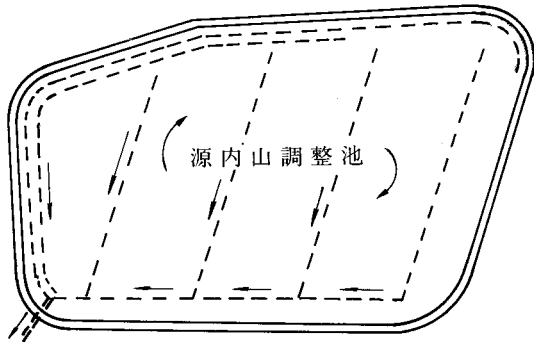


図-8 排水ドレーン配置図

- ①背後地の流出洪水をキャッチし、安全に地区外へ排除する。
- ②流出洪水による、堤体洗掘等の悪影響を防止する。

③調整池施工時の仮排水路

排水系統は図-9に示すとおりであるが、設計流量の設定にあたっては各区間ごとに次のように考えた。

- I, II区間 堤体計画高 (EL501.10) より、現地盤高が高いことから、1/200確率洪水量×1.2を全量流下できる断面とする (図-9)
- III区間 排水路よりも周辺地盤が高いため、コンクリート排水路は1/10確率洪水量にて断面計画を行なう。なお複断面水路として、1/200確率洪水量×1.2の流量を流せる構造とした。(図-10)

なお区間ごとの流域、各確率洪水吐を表-8, 9に示す。

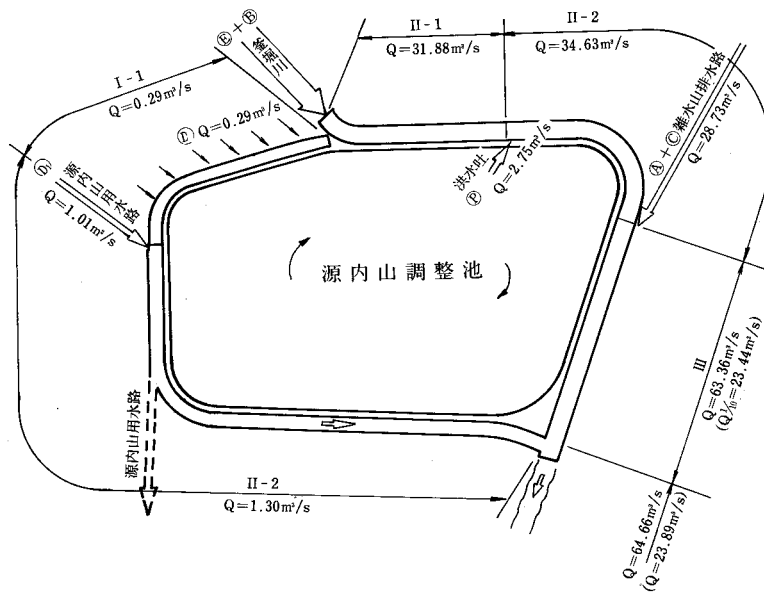


図-9 排水模式図

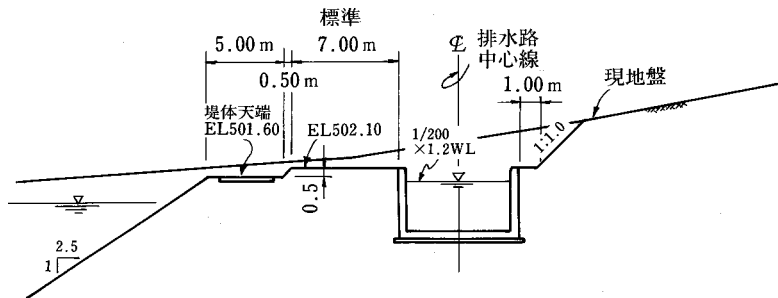


図-10 全流量水路流下断面図

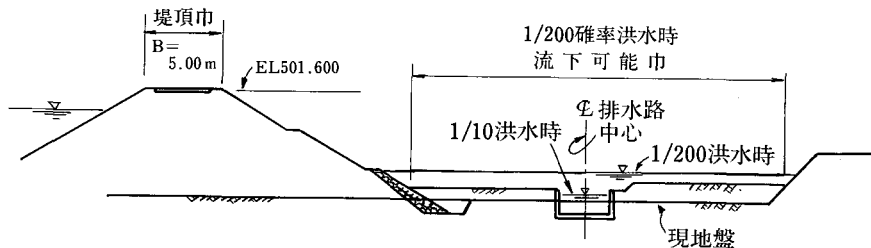


図-11 1/10確率流量下断面

表-8 流域別・確率別洪水量

項目 流域区分	流域面積 A ₀ km ²	設計洪水量(1/10確率)		異常洪水量(1/100確率×1.2)	
		比流量 m ³ /s/km ²	洪水量 m ³ /s	比流量 m ³ /s/km ²	洪水量 m ³ /s
A	1.59	5.000	7.95	14.362	22.84
B	1.78	"	8.90	"	25.56
C	0.41	"	2.05	"	5.89
D	D ₁	0.07	"	"	1.01
	D ₂	0.02	"	"	0.29
E	0.44	"	2.20	"	6.32

表-9 区間別・確率別洪水量

流量区分 区間名		流入ブロック (算式)	1/10確率洪水量 Q ₁ m ³ /s	1/100確率洪水量 Q ₂ m ³ /s	摘要
I	-1	D ₂	0.10	0.29	
	-2	D ₁ +D ₂	0.45	1.30	
II	-1	B+E	11.10	31.88	
	-2	B+E+P	13.44	34.63	
III		B+E+P+A+C	23.44	63.36	
末端		(B+E+P+A+C+D)	23.89	64.66	

注) 調整池放流量 : P m³/s

1/100確率洪水量 P_{1/100}=2.333m³/s≒2.34m³/s

1/100 " " P_{1/100}=2.745m³/s≒2.75m³/s

7. あとがき

今回は緩傾斜部に設置するダムとして特長があ

と思われるものを設計事例として報告した。今後の計画・設計検討の参考となれば幸いである。

萩原中央用水の管理道の土留め工法について

伊 藤 賢 司* 田 中 源 十 郎*
(Kenji ITO) (Genjuro TANAKA)

目 次

1. 地域及び事業の概要	38	4. 工法の決定	39
2. 管理道の基本計画	39	5. 設計上の留意点	41
3. 擁壁工を設計するための基本条件	39	6. おわりに	44

1. 地域及び事業の概要

萩原中央用水がある岐阜県益田郡萩原町は、岐阜県のほぼ中央の東側に位置し、面積は143.15平方キロメートルで、南北25キロメートル、東西5キロメートルと細長い地形をなしている。

町内は、国道41号線・J R高山線が走っており、富山市・高山市・岐阜市・名古屋市と結ばれていて、益田郡の中心的な位置を占めている。また本町は、下呂温泉～高山間の観光ルートにある。観光対象は天然記念物・名所・旧跡が主体である。宿泊消費型の観光施設はないが、レジャー関連では飛驒川のアユ釣りが有名である。年間入込客数は9万3千人となっている。近年、飛驒川と山之口川の美しさ、釣り場の好条件が見直されつつあり、徐々に観光客数が増加の傾向にある。

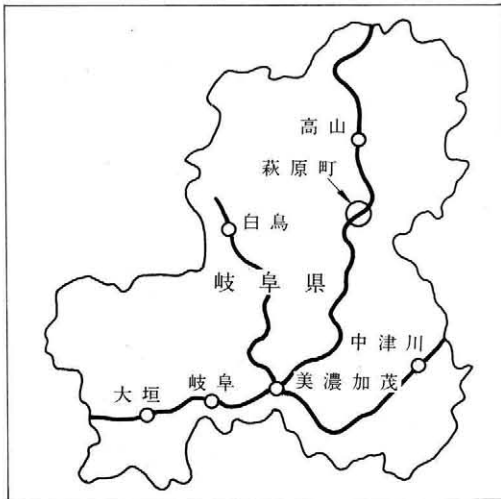


図-1 位置図

*岐阜県飛驒土地改良事業所

萩原中央用水路は、県営ため池等整備事業（土砂崩壊防止事業）等により水路本体の改修がなされており、約80ヘクタールの農地の用水源になっているが、管理道の整備が遅れており、農作業時の用水管理・水路の清掃・水路の補修等にあたり、管理者が入れず、人的作業を余儀なくされているほか、降雨の翌日など道路条件が悪い日に水路への転落の危険があるなどの不便を強いられている。また最近では用水上流部の宅地化、生活形態の高度化等に伴い、生活雑排水混入による水質の悪化やゴミなどの流入により農業用水としての機能が減退している状況にある。これらの問題解決のため管理道及び管理施設を整備し、それに併せて周辺の自然を活用した豊かで潤いのある快適な水辺空間の整備を行おうとするものである。

本事業は、萩原中央用水路全長 $l=11$ kmのうち、中流部 $l=2.5$ kmの区画を整備対象地域とし、用水路沿いの管理道の整備など農業水利施設の効率化を図るとともに、これらと一体的な施設周辺の優れた自然を活用した快適空間の創造をはかるものである。

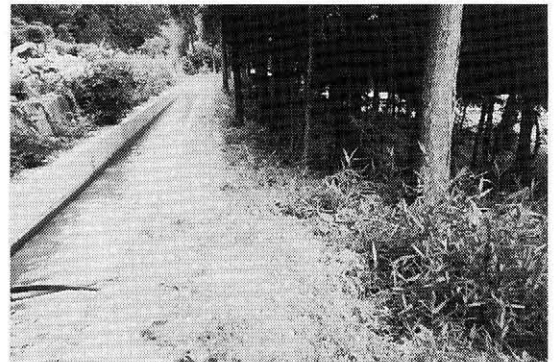


写真-1 狭くなっている現在の管理道



写真一 2 管理道（遊歩道）完成後は森林浴ができる

2. 管理道の基本計画

本計画の管理道は、萩原中央用水路の右岸側に取り付けられている現状の管理道を、原則的には拡幅した計画となっている。よって、線形は概ね萩原中央用水路に沿った線形を基本とするが、部分的には、用水路の左岸側（山側）に路線を配置している。道路幅員は、管理のために使用される軽自動車どおしが、すれ違い可能な幅員として、全員3.5m、車道幅員3.0mとする。また、本管理道の一般の利用者は、主に歩行者・自転車と想定され、用水路管理のための軽自動車がまれに通行すると思われる。従って、本管理道の舗装を歩行者用道路舗装とし、クラッシュヤランを計画している。

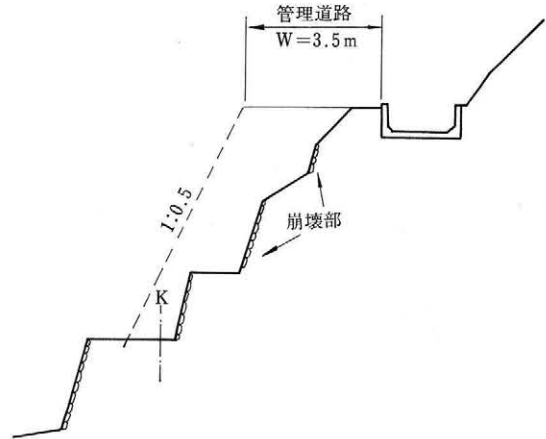
さらに、本地域は現状が急な地形をしているため、盛土を行うと盛土高が大きくなったり、道路用地も増大する。従って、各種の土留工を計画している。以下、各種の土留工のうち、本管理道に採用されている代表的な、補強土壁工（ミニ・テールアルメ）について紹介する。

3. 擁壁工を設計するための基本条件

本地域は図一 2 に示すとおり、路側部が崩壊しており急峻な地形であるため、ブロック積による土留めが不可能なことや、水路右側（山側）に落石防止柵を設置する余裕を設ける目的から、ブロック積に替わる擁壁工の計画を行う。

〈基本条件〉

- ① 擁壁の堀削影響線を既設水路右側の地山へ及ばせない。（施工中の地山の崩落を防ぐ）
- ② 地耐力は10tf/m²以下とする。（標準買入試験



図一 2

の結果からの推定値)

- ③ 施工場所が十分に確保できないため、バックホーによる製品の吊り込みが可能ないように、重量のある材料（1 t 以上）を扱う工法は避ける。
- ④ 事業の性格上、景観的に良いもの。

4. 工法の決定

以上の条件を踏まえて、各種擁壁について比較した。（表一 1 参照）

まず、ブロック積の場合は、高さが適用範囲を超えているため不採用としている。

次に、モタレ擁壁、逆T式擁壁、T型ブロック積の場合は、基本条件の①、②、③をそれぞれ満たさないため、これらも不採用としている。

したがって、上記の基本条件を満たす工法の一つに、補強土壁工法が挙げられるが、この工法について概略を紹介する。

この工法が普及した原因は、テールアルメ工法の開発によるところが大きい。①「テールアルメは、1963年にフランスにおいて開発され、わが国では1974年に技術導入されて以来、今日では、アメリカに次ぐ施工実績がある。ちなみに、テール（Terre）とはフランス語で「土」、アルメ（Armée）とは「補強」を意味し、英語ではReinforced Earthと呼ばれている。」これは、鉄筋コンクリート（Reinforced Concrete）と対比すると、テールアルメ工法に使用されている「ストリップ」は、鉄筋コンクリートの「鉄筋」に相当しているものと考えられる。

近年では、この工法に似た、ワイヤーウォール

表一 擁壁工法検討比較表 (補強土壁工以外の比較)

	ブロック積	モタレ擁壁
略 図		
採用不可能な理由	<ul style="list-style-type: none"> ・ブロック積高さがH=6.3mとなり適用範囲を超えてしまう。また、ブロック前面の土厚が不足する区間がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂タイプのモタレ擁壁では壁高が10mとなり、堀削が困難であると伴に不経済な工法となる。 ・現場打ちであるため工期が長くなる。 ・地耐力は30t/m²程度必要となる。
	逆 T 式 擁 壁	T 型 ブロック
略 図		
採用不可能な理由	<ul style="list-style-type: none"> ・壁高としては建設省設定の標準図の適用ができるが、堀削影響が地山まで及び施工が困難である。 ・仮設土留め必要となり不経済である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・1つのブロックが1t~2tであることからトラックレーンの11t~12t吊りが必要となるが、施工幅の確保ができない。

工法、セパレートウォール工法（多数アンカー式擁壁）等が考案され、しだいに施工実績も伸びてきている。また施工歩掛も、しだいに整ってきており、以前に言われていた「特殊工法」という言葉もあてはまらなくなっている。

そこで、本地区において施工可能な各種の補強土壁工法について比較検討した結果（表一 3 参照）、以下の理由によりミニ・テールアルメ工法（部分的にはテールアルメ工法）に決定した。

〈採用理由〉

① 路側に直擁壁を設置する効果は、単に盛土の土留めとしてのみならず、水路側（山側）の土留

め擁壁を縮小させる目的があるため、有効な土地利用ができる。

② 経済的に有利なミニ・テールアルメ工法を採用しているが、この工法の適用範囲を超える区間（H>5m）については、連続性、施工性等を考慮してテールアルメ工法とする。

③ 県営水環境整備事業としての性格上、景観的に優れている工法とする。

ミニ・テールアルメ工法は、テールアルメ工法と同様の土とストリップから構成される複合材料構造物である。特徴として仮想壁高5m以下に適用するために、壁面材の小形軽量化、補強材（ス

表一 2 テールアルメ工法の世界各国別施工実績 (壁面積: m²)

国名	1987	1987 (累計)	1988	1989	1990 (予測)
南アフリカ	10,100	160,500	14,800	15,500	18,500
西ドイツ	2,000	30,900	1,000	2,000	3,200
アルゼンチン	4,500	41,800	5,000	7,100	2,500
オーストラリア/ ニュージーランド	25,000	291,600	26,400	22,500	24,000
シンガポール/ マレーシア/ホンコン	14,400	68,800	10,400	29,500	23,500
ブラジル	19,750	168,250	18,000	21,000	13,800
カナダ	12,500	389,500	8,000	19,900	16,000
スペイン/ポルトガル	63,000	900,600	74,500	103,200	136,000
アメリカ	315,000	1,962,400	305,000	320,000	330,000
フランス (ベルギー・ オランダほか)	70,300	1,264,300	88,900	77,700	74,700
イタリー	25,000	101,060	39,000	43,000	68,000
日本	125,300	840,100	140,000	164,000	165,000
メキシコ	21,000	83,800	14,000	9,200	24,000
イギリス (アイルランド・ 北欧三国)	22,500	88,200	23,000	35,000	40,000
ベネズエラ	22,500	137,700	20,000	14,600	10,800
レバノン/イラン	5,000	63,000	2,000	1,000	3,000
サウジアラビア	5,000	13,000	—	—	—
スイス	—	800	—	—	—
合計	762,850	6,606,310	790,000	885,200	953,000

「テールアルメ工法の設計と施工」(理工図書)

トリップ) 断面形状の薄板化を行っている。また、壁高 5 m 以下となるため、地震時の検討は一般的には行っていない。

テールアルメ工法に用いる部材の比較を表一 4 に示す。

5. 設計上の留意点

(1) 土質定数について

土の粒度試験、現場単位体積重量試験、三軸圧縮試験、標準貫入試験、土の PH 試験等を行ったが、標準貫入試験を除いては試料採取位置が地表面以下 1~2 m 程度であったことから、施工の際に再度、調査をして、当初設定した土質定数の妥当性を検討するものとする。また、標準貫入試験に基づいた地耐力 10tf/m² も推定値であるため、載荷試験等により確認しなければならない。

(2) 耐久性の確保について

テールアルメの耐久年数はストリップの耐久性により決まり、一般的には 80~100 年とされている。したがって、そのストリップの耐久性を阻害するような行為である水道管の埋設に係る掘り返しがあっても対応できるような構造にしなければならない。この設計では、道路面から 1 m 程度までは、ストリップを入れないように考慮してある。(表一 2、図一 3 参照)

(3) 施工性の確保について

道路の縦断方向の施工となるため、盛土面が仮設道路となる。したがって、施工機械の通行を確保するためストリップの最低長にこだわらず、幅 4.0 m 程度を設ける。

この工法は、まだ設計が終了したばかりで、未施工である。施工歩掛についても、建設省から出ているが、テールアルメ工法に比べてスキンの大きさが小さい分だけ、日当たり施工量は少なくな

表-3 擁壁工法検討比較表 (補強土壁工)

	第1案-1 テールアルメ工法	第1案-2 ミニテールアルメ工法
略 図		
工法の特徴 及び用途範囲	<ul style="list-style-type: none"> 土と補強材から構成される複合材料構造物であり、粘着力のない粗粒土でできた盛土中に、補強材土の間に働く摩擦力により、あたかも粘着力が加わった様な材料として挙動させて構築される盛土である。 <p>可能盛土高 テールアルメ工法 Hmax=20m</p>	<ul style="list-style-type: none"> 工法原理は左記と同じであるが、本工法は盛土高5m以下の対象工法であり、従来のテールアルメ工法では使用部材の関係上不経済であったものを、5m以下の対象範囲として、経済的に開発されたものである。
施 工 性	<ul style="list-style-type: none"> 補強材の必要敷設長及び施工必要巾として、壁面から4mの確保が必要となり、掘削時に用水を取壊さなければならない。 裏込土の材料は試験結果より発生材の使用が可能と判断できる。 掘削断面が大きく地山を緩める恐れがある。 二次製品であるため均一な施工と工期が短縮できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 当該検討区間についてはミニテールアルメの施工可能限界高さである。 掘削影響については左記と同じである。 掘削断面が大きく地山を緩める恐れがある。 二次製品であるため均一な施工と工期が短縮できる。
経 済 性	<p>10m当たり</p> <ul style="list-style-type: none"> 材料費 45,000円/㎡ * 52.3㎡ = 2,354千円 施工費 6,300円/㎡ * 52.3㎡ = 329千円 嵩コン・基礎工 20,000円/㎡ * 10 m = 200千円 土工 69,000円/㎡ * 10 m = 690千円 排水工 7,100円/㎡ * 10 m = 71千円 合 計 3,644千円 	<p>10m当たり</p> <ul style="list-style-type: none"> 材料費 30,000円/㎡ * 40.0㎡ = 1,200千円 施工費 6,100円/㎡ * 40.0㎡ = 244千円 嵩コン・基礎工 21,600円/㎡ * 10 m = 216千円 土工 50,000円/㎡ * 10 m = 500千円 排水工 6,800円/㎡ * 10 m = 68千円 合 計 2,228千円
	第2案 ワイヤールウォール工法	第3案 セバレートウォール工法
略 図		
工法の特徴 及び用途範囲	<ul style="list-style-type: none"> 本工法は壁面部と補強材部が一体となったワイヤーマット(鉄製品)のみで構成される補強土工法。(壁面はコンクリートパネルを使用しない) 壁面はワイヤーマットの特長な組合せと目の細い裏付けマットを取り付ける事により土砂の崩落を防止する。ワイヤーマットを敷設、裏込土を入れ転圧工程の繰り返しで垂直壁を構築できる。 	<ul style="list-style-type: none"> L型擁壁を順次積み上げて土留壁を構築する。各壁体は分離独立させると共に各壁体の下位と上位にタイロット及びアンカープレートを連結して、壁体と盛土を一体化する補強土壁工法 <p>可能盛土高 Hmax=15m程度</p>
施 工 性	<ul style="list-style-type: none"> 本物件では施工幅及び掘削影響を考慮し、通常のワイヤーマット形状であるφ6mmをφ9mm使用とし、補強材を短くすることにより、掘削を既 設水路に及ばせないものとした。 必要地耐力は約6t/㎡ 人力施工が可能 直擁壁では表面を植生で被覆することは不可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> 補強材の必要敷設長及び施工必要巾として、壁面から4mの確保が必要となり、掘削時に用水を取壊さなければならない。 掘削断面が大きく地山を緩める恐れがある。 基礎の必要地耐力は約10t/㎡ 断面的な施工となるが可能である。
経 済 性	<p>10m当たり</p> <ul style="list-style-type: none"> 材料費 40,000円/㎡ * 40.5㎡ = 1,620千円 壁面組立費 2,500円/㎡ * 40.5㎡ = 101千円 補強材敷設費 150円/㎡ * 170 m = 26千円 基礎工 28,000円/㎡ * 24 m = 104千円 土工 45,000円/㎡ * 10 m = 450千円 合 計 2,869千円 	<p>10m当たり</p> <ul style="list-style-type: none"> 材料費 365,000円/2基 * 5 基 = 1,825千円 施工費 20,500円/基 * 10 基 = 205千円 基礎工 5,600円/ m * 10 m = 56千円 嵩コン 11,000円/ m * 10 m = 110千円 土工 56,400円/ m * 10 m = 564千円 合 計 2,760千円

表-4

工 法 部材名	ミニ・テールアルメ工法	テールアルメ工法
ストリップ	リップ付 厚さ3.0mm×幅50mm×長さLm	リップ付 厚さ5.0mm×幅60mm×長さLm
スキ ン	基本型 (重量0.27tf/枚) 縦1.0m×横1.0m×厚11cm	基本型 (重量1.0tf/枚) 縦1.5m×横1.5m×厚18cm
ボルトナット	(ジョイントバー) φ16	M16
コルクプレート	厚さ1.5cm×幅7cm×長さ85cm	厚さ2.0cm×幅10cm×長さ6cm
透 水 防 砂 材	厚さ4.0mm×幅30cm	厚さ4.0mm×幅42cm

施 工 順 序

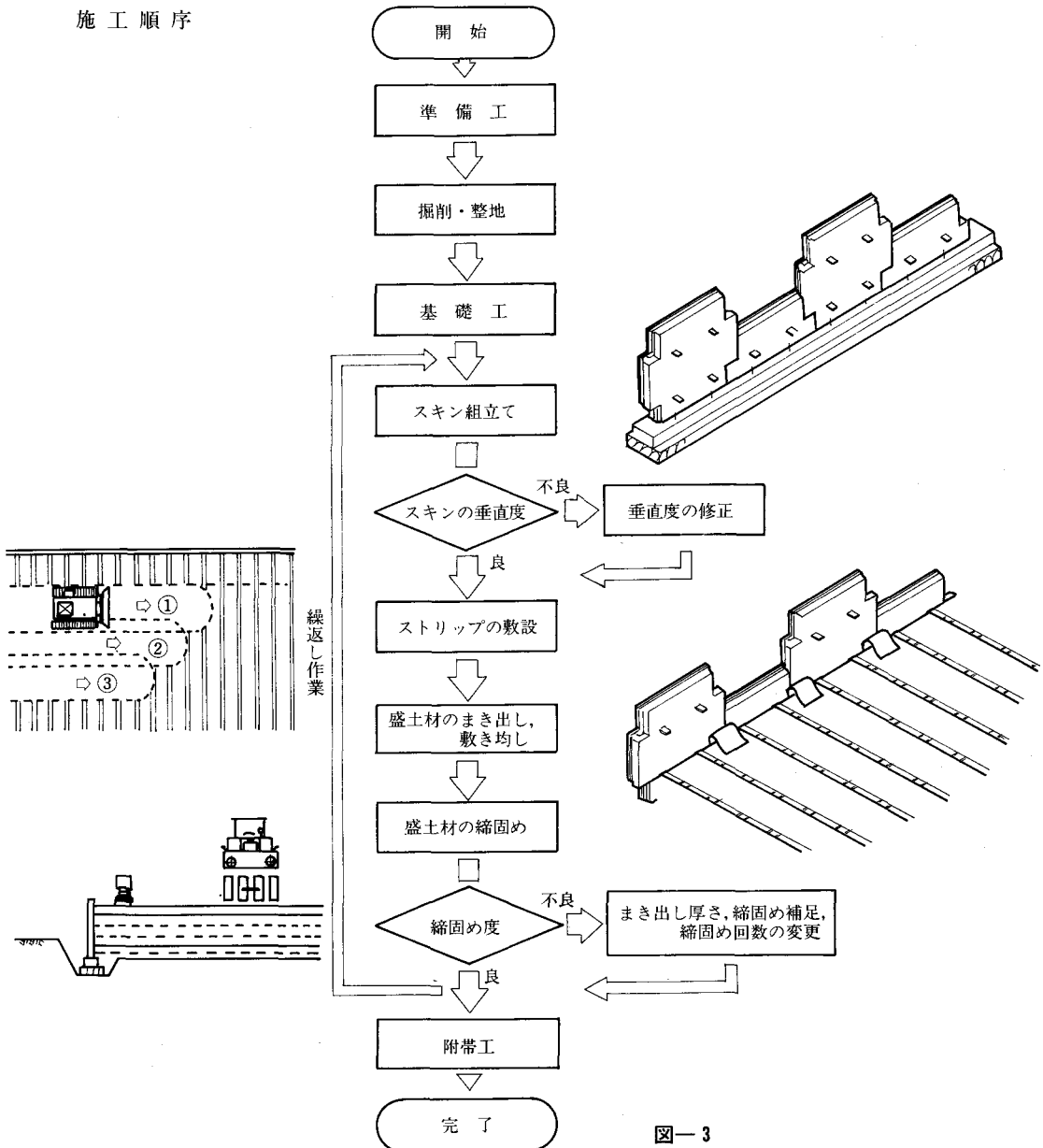


図-3

と思われる。したがって、施工の際には歩掛調査を行って、今後出てくるであろうこの工法に対して適正な歩掛を計上したいと思っている。

6. おわりに

岐阜県萩原町の第四次総合計画には、次の5つの基本目標があげられている。

1. 時の流れを超える活力と夢のまち
2. 心の豊かさとおふれあいのある福祉と長寿のまち
3. 自然と人とがとけあう住みよい環境のまち

4. ロマンと魅力にあふれる文化と教育のまち
 5. 明日をひらく出会いと交流のまち
- 萩原中央用水の改修及び、周辺環境整備の早期完成が、上記の5つの基本目標達成の一助となれば、我々農業土木技術者にとって、こんな嬉しいことはない。

最後に、この報文が今後の設計、施工、管理の参考になれば幸いである。

①引用文献 「テールアルメ工法の設計と施工」(理工図書)

98号(平成6年9月号)の訂正とお詫び

農業土木技術研究会編集委員会

前号の報文紹介において誤りがございました。深くお詫びを申し上げますと共に、下記のように訂正させていただきます。

位置	誤	正
目次	資料 地域整備の展開と住民の受け皿組織の役割 —岡山県美星町の自治公民館制度を事例として— 星野 敏	報文 地域整備の展開と住民の受け皿組織の役割 —岡山県美星町の自治公民館制度を事例として— 星野 敏
内容紹介		(追加) 地域整備の展開と住民の受け皿組織の役割 —岡山県美星町の自治公民館制度を事例として— 星野 敏 市町村自治体は、地域整備の推進に一義的な責任を負うが、その成否は首長のリーダーシップのみならず、事業の受け皿となる地域組織の優劣に少なからず左右される。そこで、本論では、岡山県美星町を地域整備の優良事例として選定し、当該自治体を実施してきた種々の地域整備事業の展開を時系列にそって整理するとともに、その推進にあたり、住民側の受け皿組織である自治公民館組織が果たしてきた役割について考察する。
P64 (1行目)	【資料】	【報文】

急傾斜地における農道の設計施工について ～最大斜度40°地帯の道路施工事例～

左右田 繁*
(Shigeru SOUDA)

梅田全克**
(Masathu UMEDA)

雑賀 薫***
(Kaoru SAIGA)

西窪順吉****
(Junkichi NISIKUBO)

目次

1. 事業の概要等	45	4. 施工	47
2. 地形・地質・地域の状況	46	5. おわりに	52
3. 工法選定	46	6. 施工状況写真	52

1. 事業の概要等

国営五条吉野総合農地開発事業は、奈良県五條市・吉野郡下市町及び西吉野村の3市町村に広がる山林等829haを開墾し、果樹畑594ha(柿とぶどう)を造成するとともに、既成畑1,647haに防除等を含む畑地灌漑を行って農家経営の安定・近代化を図ろうとするもので昭和49年に着手された。現在までに、農地造成はほぼ終了し、ダム・揚水機場・用水路等のかんがい施設も平成2年度より着手し、全体の事業完了を平成10年度予定として進

めている。

工事場所は、奈良県五條市大字大深で和歌山県との境に位置するところである。この地域は、近年まで和歌山県高野山より迂回して入ってくる以外交通体系が整っていなかったところである。以上のことから、地形・地質上の制約を受ける中で道路機能を確保できる設計施工上の留意点は、構造物を極力小規模な形状にすることにあわせ仮設備撤去後の現地復旧が容易なものを検討した。

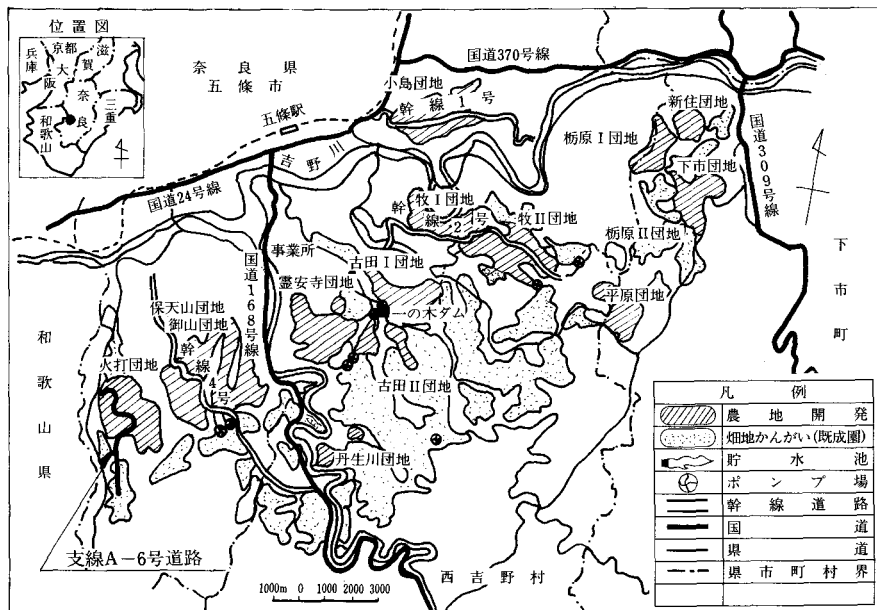


図1 位置図

*近畿農政局建設部整備課
 **近畿農政局淀川水系土地改良調査管理事務所
 ***近畿農政局土地改良技術事務所
 ****近畿農政局建設部開発課

2. 地形・地質・地域の状況

(1)地形及び地域状況

工事区域一帯は標高600m前後の急峻な山々が連なり、吉野川支流の東川の下刻作用が激しく深い谷を形成している。このため、大深町の主な集落付近に狭小な緩傾斜地が見られる他は、最大傾斜約40°の急傾斜地となっている。

今回の工事は、山腹斜面に散在する集落と造成団地を結ぶ現況道路（1.5～2.0m）を拡幅改良する支線A-6号（全長2,282.0m 全幅4.0mの内323.0mの区間）である。現道は、軽自動車や單車あるいは通学の生徒が通行する生活道路になっている。また、周辺の山腹は農地として手入れされ、当地特産のみょうがや柿が栽培されているとともに野鳥等小動物が生息し自然環境に恵まれた地域である。

(2)地質

地質的には秩父中・古成層細川帯に属し、主として千枚岩（広域変成岩）が分布する。この岩は、概ね東西方向に圧縮された構造を持ち、特に付近は東北東-西南西から北東-南西方向で北傾斜をなす片理構造に特徴づけられる。

工事区域の北側には三波川帯と秩父累帯を区分する御荷鉾構造線が接近しているため、基盤岩は構造運動の影響を受け当地全域にわたり破碎が進んでいる。ボーリング調査結果によれば、建設区域の表層には崖錐性堆積物が3m程度堆積し、緩くて崩れ易い。また、基盤岩である千枚岩は風化が著しく片理～片状構造が発達し、これに沿う亀裂も発達しているため剝離し易い。浅部の千枚岩風化層では一部粘土化し、風化もしくは破碎の影響を受けてコアは細片状となる。それ以深では、岩片状～短柱状コアとなるが、地表面下7m以深においても粘土化が進みD～E級と評価されている部分もある。

3. 工法選定

(1)設計条件

当地における構造物の基礎地盤としては、崖錐性堆積物が軟弱でN=2～5と支持力不足が予想されるため、その下位に分布する基盤岩に支持層を期待する必要がある。しかし、当地のように40°程度の急斜面で、しかも岩盤分布が急傾斜をな

す地域では、地盤崩壊やすべり等の懸念があり、基盤岩のうち上位の軟岩を支持地盤とするには不確定要素が多く信頼性が低い。したがって、節理、亀裂が発達しているものの、受け盤の傾斜を示す下位にある中硬岩を支持地盤とするのが妥当と考えられた。

なお、ボーリング調査では孔内水位や湧水などは観測されていないが、表面水の浸透や雨期の一時的な地下水位の上昇によって地盤の安定を欠くことも予想されるため、排水処理にも十分な配慮が必要であった。

表3-1 設計条件設定

<p style="text-align: center;"><u>工事地区の地形・地質・環境条件</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 周辺は樹木が豊富で、自然環境がすぐれている。周辺農地も良く手入れされている。 ・ 山腹斜面は40°前後の急傾斜地である。 ・ 現況の斜面は崖錐堆積物及び風化岩が厚く分布し、その安定度は低いものと考えられる。 ・ 拡幅予定の現里道は幅約2mと狭く、小型工事用重機械が円滑に通行、あるいは作業できる状況でない。
<p style="text-align: center;"><u>設計条件の整理</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 自然環境保全の見地から、施工用地幅を最小限にしたい。 ・ 現況地形を切土掘削して営農用道路を建設することは、短期あるいは長期にかかわらず法面補強が必要となり経済的でない。 ・ 盛土や大規模構造物を計画することは新たな荷重が加わり、斜面の安定に悪影響を及ぼすため、最小限とする必要がある。 ・ 公共道路として信頼性を確保しておく必要がある。
<p style="text-align: center;"><u>五条吉野地区標準設計手引</u> きによる道路構造仕様</p> <p>道路区分：道路構造令第3種5級準用 支線道路A</p> <p>幅員：道路幅員3.0m 路肩0.5m×2</p> <p>設計速度：20km/hr</p> <p>通行荷重：T-14</p>

(2)工法比較

里道拡幅計画にあたって、環境条件や設計条件を勘案し工法案の比較検討を行った。

表 3-2 工法案評価

比較工法案		特記事項	施工性	経済性	維持管理耐久	総合評価
1	擁壁工法 (杭基礎の場合も含む)	基礎掘削が深くなり、仮設切土法面崩落対策が必要。擁壁を含めたすべりを誘発しかねない。	×	△	○	×
2	壁面体+アンカープレート (ロックアンカー併用) 工法	アンカープレートの位置は主動崩壊線以深に定着させることが必要で、ここではロックアンカーとの併用になる	△	△	△	△
3	橋梁工法	鋼製橋では維持管理に難がある。道路直下の民家に威圧感を与える。	○	○	×	×
		R C橋でも道路直下の民家に威圧感を与える。	△	×	○	×
4	軽量盛土工法 (土留壁併用)	E P S 工法 ^{注1)} は軽量で載荷重の面で有利であるが、経済面で難がある。	○	×	△	×
		発泡モルタルも同様に荷重面で有利であるが、どちらの材料とも埋設管敷設時に問題となる。	○	×	△	×
5	親杭アンカー工法	現況斜面に新たな切土が発生しない。盛土載荷重を最小限にでき、それに見合うアンカー力で対処できる。	○	○	△	○ 採用

注 1) : 発泡スチロール(Expanded Polystrol)を用いた軽量盛土工法

工法の選定においては、工学的見地から斜面の安定性に与える影響を最小限にとどめ、隣接既施工区間との連続性を考慮し、要求される工期内に経済的に施工できる工法として親杭アンカー工法を採用した。また当地の自然環境に極力手をつけられないように配慮した。各工法のご概念図を図3.1に示す。

(3)設計

盛土高さや風化岩の深度により4タイプ(A~Dタイプ)に区分し、親杭アンカー工法の仕様について決定した。その仕様について、表3.3に示す。

4. 施工

実際の施工フロー図を図4-1に示す。

施工にあたっては、工事地域の自然環境保全を

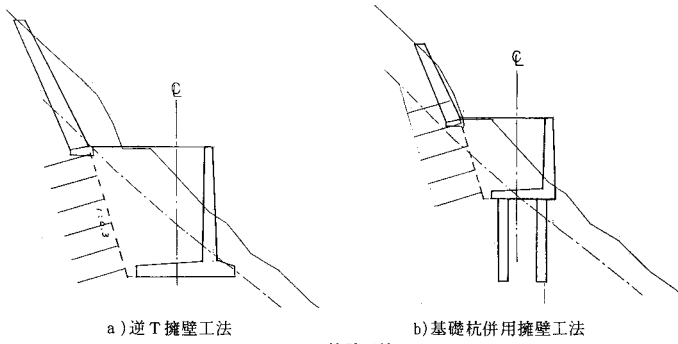
重視し、仮設備のための借地あるいは伐採はできずかぎり避けることとした。また、現里道が地域住民の生活道路となっていることを配慮し、安全な歩行者用通路を工事中も確保した。

(1)準備工

施工に先立ち、地区界杭、基準杭を立会確認し、工事中変位のないように保護しておいた。なお、各構造物の位置は基準杭から遣方丁張を設置し、これを基準に施工を進めた。

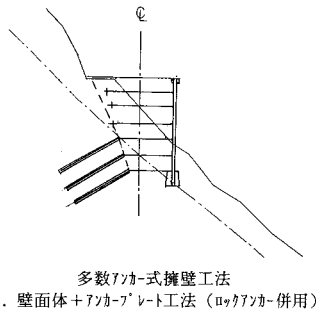
(2)仮設足場工

急傾斜地で且つ用地幅が狭い条件下であるため単管パイプ(φ48.6)を使用し、親杭及びアンカーの削孔機械、あるいは使用鋼材等の載荷量に耐えうる仮設足場を設置した。基本的にアンカー作業と親杭作業との兼用足場としたが、随時各作業に必要な機能にあわせて盛り替えを行った。

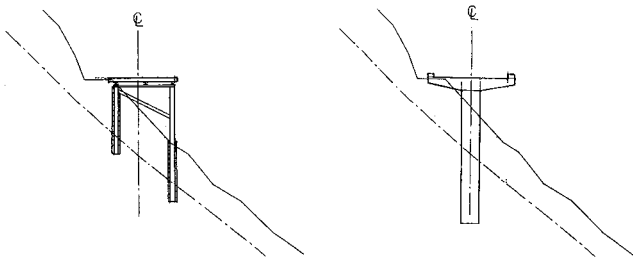


a) 逆T擁壁工法 b) 基礎杭併用擁壁工法

1. 擁壁工法



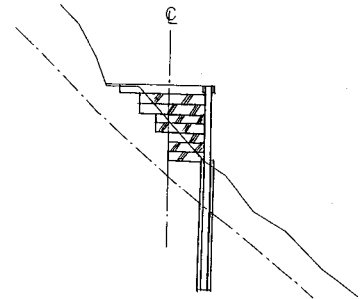
多数Tカー式擁壁工法
2. 壁面体+Tカープレート工法 (Tカー併用)



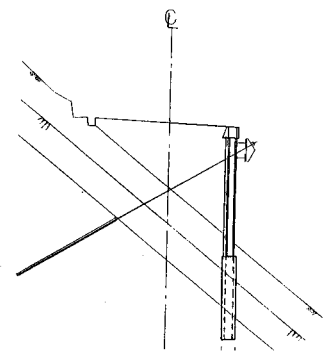
a) 鋼製橋梁工法 b) RC高架橋工法

3. 橋梁工法

図3-1 工法概念図 (その1)



ESPまたは発泡モルタル工法
4. 軽量盛土工法



5. 親杭Tカー工法

図3-1 工法概念図 (その2)

(3) アンカー工

予め測量明示したアンカー打設位置に軽量のボーリングマシン (自重約600kg) を設置し、ダウンザホールハンマにより所定の角度 (30°) で削孔した。削孔作業中は速度、削孔粉等を観察し地質の変化を判断することとした。所定の深度に定着層が確認できない場合はさらに削孔をすすめ定着させた。

削孔終了後、圧縮空気により孔内清掃を行ったのち、予め現地で加工したPC鋼より線アンカー tendon をケーシングパイプ内に挿入し、管内の空気を排除しながらプラントで練った所定の配合

のアンカーグラウトを注入した。この時ケーシングパイプを回収しながらグラウトを加圧補充し、アンカーを定着させた。

親杭及び復起し設置終了後、背面埋戻し前にアンカーを仮緊張し、埋め戻し終了後に再緊張固定を行った。

(4) 親杭工

削孔には大口径ボーリングマシン (自重約2000kg) を使用し、削孔径φ600mmのロータリーパーカッション方式のダウンザホールハンマを用いた。削孔作業中は削孔速度及び削孔粉等を確認しながら作業を行い、所定の支持地盤まで掘削を行った。

表 3-3 親杭アンカー工法仕様

設計条件					
土質定数	土砂崖錐	$c = 0.0\text{tf/m}^2$ $\phi = 30^\circ$ $\tau t = 1.8\text{tf/m}^2$ 変形係数 $E_0 = 1.40 \times 10^2 \text{kgf/cm}^2$			
	軟岩	$c = 2.0\text{tf/m}^2$ $\phi = 35^\circ$ $\gamma t = 2.0\text{tf/m}^2$ 変形係数 $E_0 = 1.00 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2$			
	中硬岩	$c = 12.0\text{tf/m}^2$ $\phi = 45^\circ$ $\gamma t = 2.0\text{tf/m}^2$ 変形係数 $E_0 = 3.00 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2$			
上載荷重	地表面上載荷重: $q = 1.0 \text{t/m}^2$				
地下水位	水圧は考慮しない。				
安定計算	ランキン・レザール式による土圧				
断面計算	断面決定用土圧				
根入長安全率	1.2				
基礎地盤傾斜の対応	基礎地盤の傾斜を考慮して(傾斜約40°)受働側の土圧を低減し、親杭の根入れを検討する。また、永久土留構造物であるため、弾塑性解析により水平方向の安定に対し照査を行い弾性領域内に根入れすることとした。				
調査測量	<ul style="list-style-type: none"> 各親杭打設箇所地形測量の実施 ボーリング調査により、地質断面の確認を行った。 				
土留工仕様(親杭アンカー工法)					
区分	Aタイプ	Bタイプ	Cタイプ	Dタイプ	
親杭	打設間隔	1.5m			
	鋼材規格	H-350*350*12*19			
	部材長	9.5m	9.5m	10.5m	9.0m
	岩盤定着長 (1.5m以上)	1.76m	2.48m	1.94m	2.135m
		※上記は計算上の必要根入長であるが左記の定着条件を満たしている			
	削孔径	φ600mm			
腹起し	鋼材規格	H-350*350*12*19			
	部材本数	2本			
アンカー	アンカーピッチ	3m			
	使用ストランド	φ12.7mm PCストランド 7本より			
	ストランド本数	11本	9本		
	グラウト強度	$\sigma_{ck} = 240 \text{kgf/cm}^2$			
	自由長	6.0m	6.5m	10.0m	8.0m
	定着長	6.0m	6.5m		
	削孔径	φ135mm			

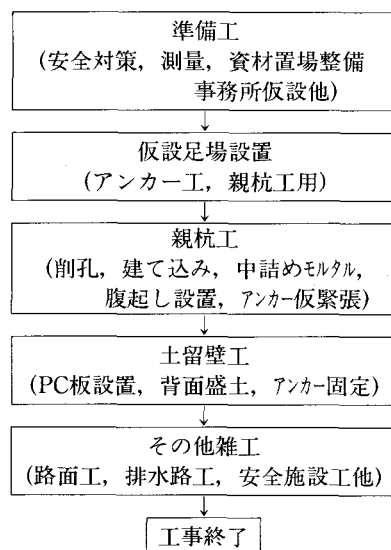


図 4-1 施工フロー図

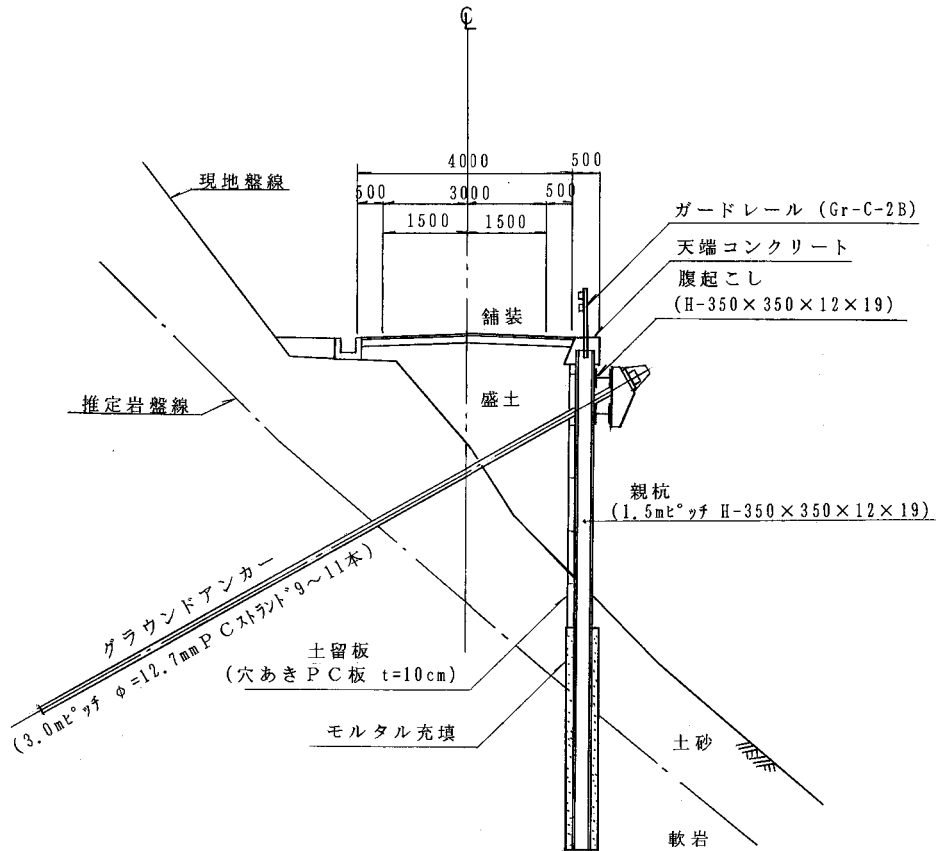


図 3-2 支線A-6号道路 (その7) 標準断面図

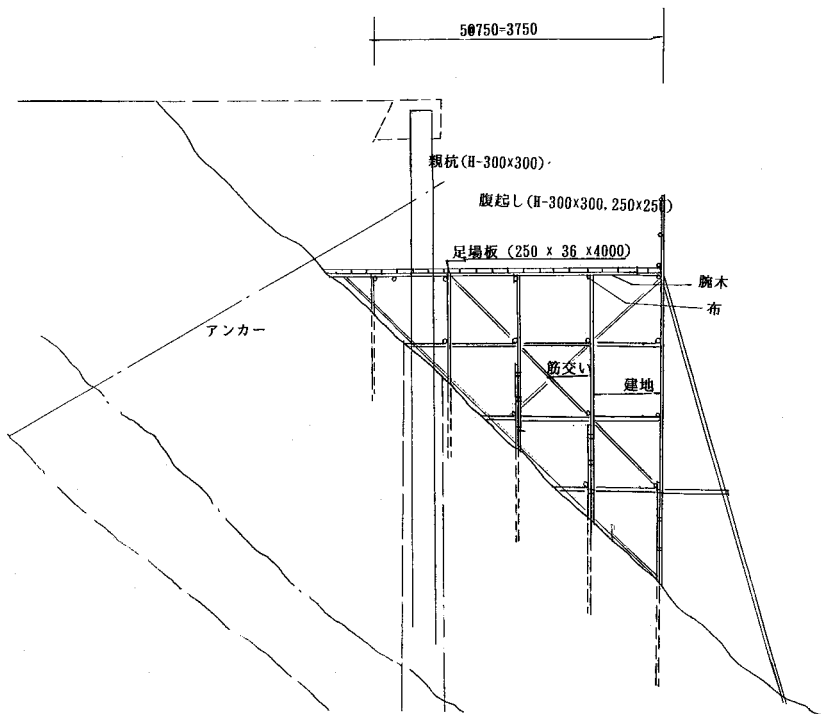


図 4-2 架設足場標準図

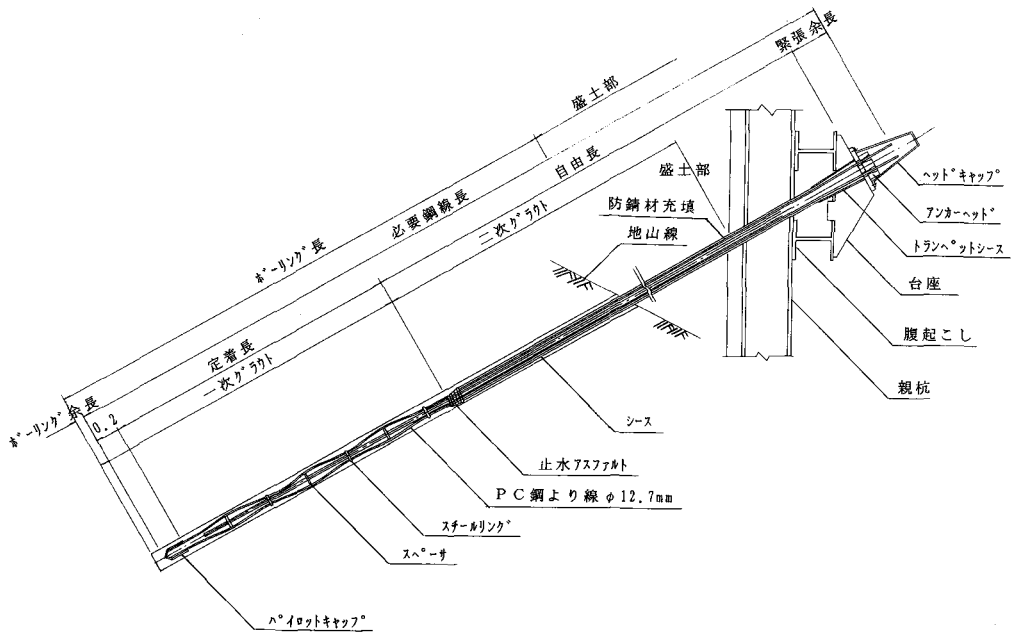


図 4-3 アンカー鋼材組立加工図

削孔完了後はH形鋼の建て込みに備えて圧縮空気により孔内清掃を十分に行った。

H形鋼の建て込みには、一部レッカー車を用いたが、大部分はボーリングマシン檣を用い、縦断方向の通りあるいは鉛直性を慎重に保ちながら行った。建て込み完了後、モルタル注入ポンプで中詰めモルタルの打設を行い根固めを行った。

腹起こしの取り付けは、H形鋼の間隔保持等のため建込後仮止めをし、中詰めモルタルの強度発現後に行った。

(5)土留壁工及び背面盛土工

建て込み固定した親杭間には、土留壁として順次PC板(10×100×150cm)を現地盤から所定の高さまで設置し、背面に盛土を施工した。盛土(埋

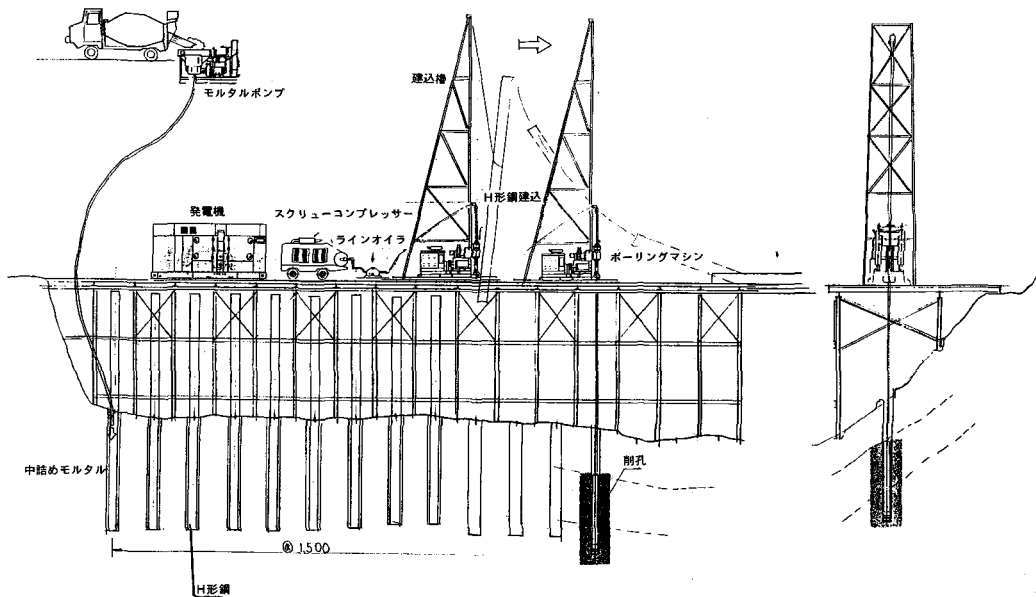


図 4-4 親杭施工図

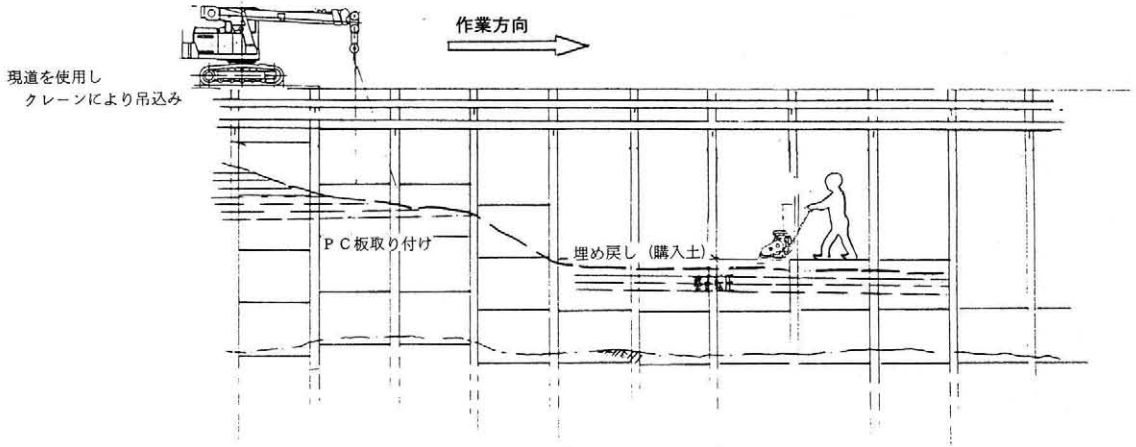


図4-5 PC板取付及び埋戻し

戻し) 材料は購入材とし、一層の仕上がり厚さを30cmとして構造物、アンカーに損傷を与えないように慎重にランマを用いて人力転圧施工した。

5. おわりに

日本の農業・農村は、ガット・ウルグアイラウンド合意により、また、来る21世紀に向けて国際化が益々進展する中で大きな転換を求められている。特に農業の体質強化を図るためには、地域の特性を生かした農業を展開することを基本に農村地域の生活環境を整備し、地域全体の活性化を図り、ゆとりと、うるおいのある農村社会の実現に

努めることが必要である。

本地域は、本事業地域の中でも特に自然がその開発を阻止してきたと言っても過言ではないほど険しい地形の山間集落であるが、今、国営五条吉野総合農地開発事業により実施される支線A-6号道路の完成により、大型車両の進入が可能となり、生産品等の搬入出が容易となる。また市街地と造成地と集落を連絡するアクセス道路として、利活用されることによって本地域が今後、開かれた農山村として発展することを大いに期待するものである。

6. 施工状況写真

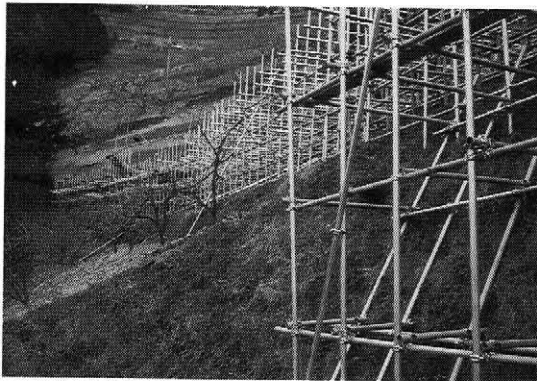


写真-1 最大斜度40°地帯の道路施工事例

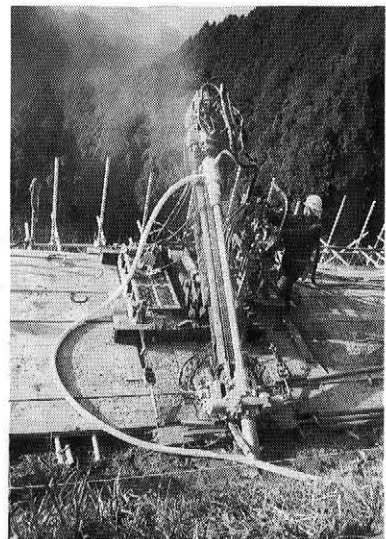


写真-2



写真-3

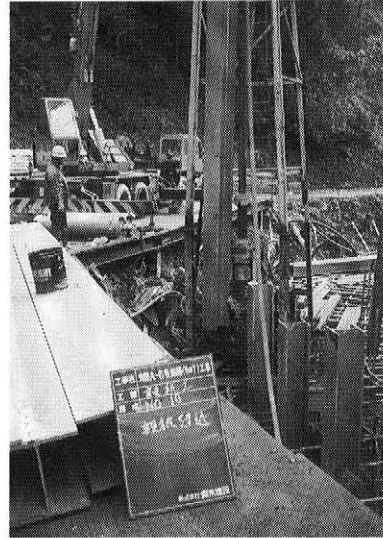


写真-4

うるおいのある豊かな生活環境づくりに

トリシマ 農業集落排水の総合技術

トリシマは、農業農村整備における各種ポンプ設備をはじめ、汚水の流送システム／農業集落排水処理施設など農村の生活環境の保全や向上に、トータルエンジニアリングでお応えしています。



農業集落排水処理施設
(鳥取県淀江町本宮処理場)



トリ シマ
株式会社 西島製作所

東京支社／東京都千代田区丸の内1-5-1 新丸ビル ☎(03)3211-8661(代) FAX(03)3211-2668
 <支店>大阪・名古屋・福岡・札幌・仙台・広島・高松 <営業所>横浜・佐賀・那覇
 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

横田地区における水管橋凍結防止対策について

渡 部 輝 夫*
(Teruo WATABE)

目 次

1. はじめに	54	4. 露出配管の凍結対策	55
2. 気象条件	54	5. むすび	57
3. 凍結深から定まる最小土被り	55		

1. はじめに

島根県仁多郡横田町は、東は鳥取県、南は広島県に接する標高300m~800mの山間地である。このような寒冷地における埋設管及び露出配管の建設には、温暖地域にみられないいくつかの技術上の課題があるが、そのうち凍結防止対策は最も重要な課題のひとつである。

この報文は、国営農地開発事業横田地区における水管橋の凍結防止対策について述べるものである。

2. 気象条件

横田町の気温は既存の気温資料により次表のとおりである。

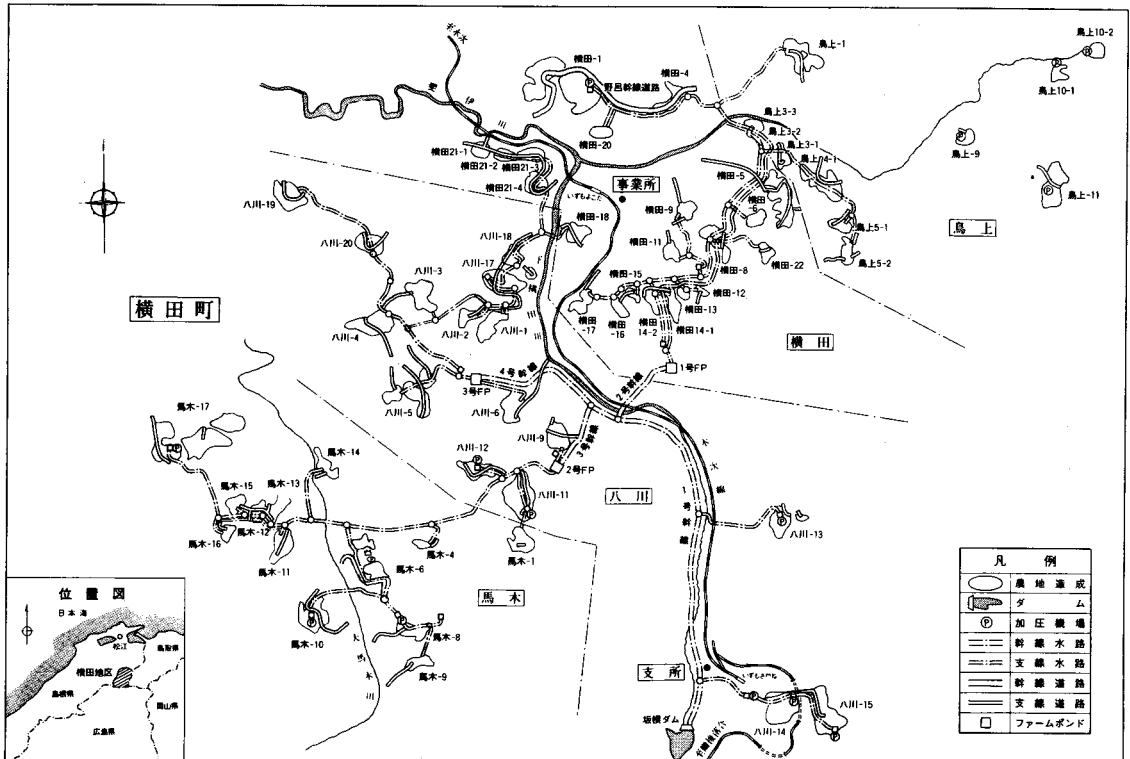


図-1 地区概要表

*中国四国農政局横田開拓建設事業所

表-1 最低気温一覧表

	最低気温	3日連続最低	5日連続最低	最大連続最低
昭和54年度	-7.2°	-5.0°	-4.6°	(12日) -4.1°
55	-12.2°	-7.8°	-5.5°	(6日) -5.4°
56	-11.2°	-7.4°	-6.4°	(8日) -4.7°
57	-7.9°	—	—	(2日) -3.3°
58	-9.5°	-5.8°	-5.4°	(8日) -4.7°
59	-10.7°	-3.6°	-3.0°	(5日) -3.0°
60	-12.1°	-4.3°	—	(3日) -4.3°
61	-7.9°	—	—	(2日) -3.5°
62	-7.9°	—	—	(1日) -5.5°
63	-7.9°	—	—	(1日) -3.4°
※ 連続最低気温は、日最高気温が0℃以下 連続日数時の平均気温。				

3. 凍結深から定まる最小土被り

寒冷地における埋設管の埋設深は、凍結深以上でなければならない。

凍結深 (Z) は、理論最大凍結深 (F) から求められる。

$$Z = C \sqrt{F} \quad : C \text{は定数で } 3 \sim 5$$

F = 既知凍結指数 ± 0.5 × 凍結期間 (日) × 標高差 (m) ÷ 100

横田町の観測地点の標高は340m, 凍結期間76日 (S60.12.9 ~ S61.3.4), 凍結指数160, 受益地の標高が577.3mであり, C = 4として,

$$F = 160 + 0.5 \times 76 \times (577.3 - 340) \div 100 = 250$$

$$Z = 4 \sqrt{250} \approx 0.7$$

となり、当事業所では最小土被りを0.7mとしている。

4. 露出配管の凍結対策

露出配管 (水管橋) については、管に保温材料を取り付けるか、管内で凍結しないように流水させるか、何れかの方法によらざるを得ない。

(1) 保温工法の種別

① 現場保温工法

現場保温工法は、配管後に現場において保温材料を取り付けるものであり、工場で予め保温材料を取り付ける工場プレハブ保温工法に比べ安価であるが、継ぎ目が円周方向、軸方向にあるため、取り付け時に隙間が生じることがあり、水分、湿気分の進入による保温効果の劣化が懸念される。

② 工場プレハブ保温工法

工場プレハブ保温工法は、現場保温工法に比べ高価であるが、工場で本管表面と外製管内面の間にウレタンフォームを注入発泡して製作するため

表-2 水管橋 諸元一覧表

本 数		架 設 済	設 計 済
		4 本	24 本
形 式	逆三角形ワーレントラス補剛形式	1	—
	一端固定一端自由支持	2	5
	両端固定パイプビーム支持	—	14
	添架橋	1	5
管 種	STPY41	1	2
	STPG38	3	17
	SGP	—	3
	DCIP	—	2
呼 径	450	1	5
	400	—	—
	350	—	1
	300	2	2
	250	—	5
	200	—	—
	150	—	8
	100	—	3
	80	1	—
支 間 長		7.1~45.0m	1.87~30.0m
付 属 施 設		空気弁 可撓管 リングガーター 歩行防止欄 タラップ ブラケット	空気弁 可撓管 リングガーター 歩行防止欄 ブラケット

品質の安定性で優れている。

現場接合部の保温は、工場プレハブと同様に現地注入発泡方式が最も望ましいが、谷部の水管橋が多く、積雪地帯であることから、作業環境（高所作業、足場設置が困難）、気象条件を考慮すると、原液の温度管理が非常に困難であるため、成形保温筒によるものがJIS規格されていることからも妥当と思われる。

(2)水管橋の凍結計算

水管橋は凍結計算にあたって、先ず、冬期に管内で凍結しないよう流水させる方法の検討を行う。

①流水により凍結防止を図る方法の検討

ア) 凍結計算の区間及び条件

凍結防止に必要な流水の算定にあたっては、水源地から上流10kmは管径450mmであることから、当該区間で外気温が昭和54年度からの最低気温（-12.2℃）時でも水管橋部において凍結しない流量

を算定する。水管橋管内への流入水の水温は地温を考慮して5℃とする。

イ) 管内水の凍結防止に必要な流量

水管橋入口部の初期水温が管内を流下することにもなって、円管の放射熱量と管内流水の放射熱量との比により温度低下が起きることから、管出口での水温は次式で求められる。

$$T_o = T_i - \frac{Q_1}{Q_2}$$

T_o : 管出口温度, T_i : 管入口温度

Q_1 : 円管の放出熱量

Q_2 : 管内流出による放出熱量

このとき、 $Q_2 = 3600 \cdot q \cdot 1000 \cdot W_o$

q : 流量 (m³/s), W_o : 水の比重 (t/m)

であることから、管出口の温度 $T_o = 0^\circ\text{C}$ とすると、

$$q = 282 \text{ l/s}$$

が得られ、流量として282l/sを与えれば、幹線水路の凍結防止が可能との結果が得られた。

ただし、得られた値は管内の凍結防止に必要な最小流量を計算したものであり、流下水量の水源についての対策は検討中である。

②保温工法の検討

次に、管内水が移動しない場合に、保温工法を施した場合の効果について検討を行う。条件として、各水管橋の管径毎に、外気温が昭和54年度からの最低気温(-12.2℃)、3日連続最低気温(-7.8℃)、5日連続最低気温(-6.4℃)、最大連続最低気温(12日、-4.1℃)とし、管内水の初期温度を5℃とする。

保温材はポリスチレフォームを想定する。

ア) 管内水が凍結に至るまでの時間の算出

管内水が凍結に至るまでの所要時間は、次式で求められる。

$$H = -R \cdot W \cdot L_n \frac{T - TP}{Tl - TP}$$

H：所要時間, R：総合熱抵抗, W：保有熱量
T：凍結開始温度, TP：外気温, Tl：管内水

温

イ) 保温材による効果

外気温が-12.2℃の場合は、計算の結果8時間以内に凍結する場合は保温材を施工することとし、凍結防止するための必要最低保温厚を算定した。このとき管径が300mm以上にあつては、最低でも10mmの保温材が必要であり、管径が80mmの場合は、50mmの保温材が必要との結果が得られた。

また、連続最低気温時の凍結計算においては、3日連続最低気温に対しては40mm、5日連続最低気温に対しては50mm、最大連続最低気温に対しては100mmの保温材の施工を想定し凍結計算を行った。結果を表-3に示す。

この結果から、過去10年間の気象条件では、管内水が停止している状態では保温厚は100mmとしても凍結は防止できないことが示される。

5. むすび

現在パイプラインの通水区間は全体の約5分の1程度(約20km)であり、非かんがい期は事業所と土地改良区職員で水を排泥工より抜いているが、

表-3 凍結開始時間

管内初期水温 5℃ (日)

呼 径	8hr最低気温 (-12.2℃)	3日連続最低 (-7.8℃)	5日連続最低 (-6.4℃)	最大連続最低 12日 (-4.1℃)
	(保温厚) 凍 結 日 数	(保温厚) 凍 結 日 数	(保温厚) 凍 結 日 数	(保温厚) 凍 結 日 数
450	(10) 0.6	(40) 3.1	(50) 4.4	(100) 11.2
400	(10) 0.5	(40) 2.7	(50) 3.9	(100) 9.8
350	(10) 0.4	(40) 2.4	(50) 3.0	(100) 8.4
300	(10) 0.4	(40) 2.1	(50) 3.0	(100) 7.3
250	(15) 0.5	(40) 1.7	(50) 2.4	(100) 5.9
200	(15) 0.4	(40) 1.4	(50) 1.9	(100) 4.6
150	(20) 0.4	(40) 1.0	(50) 1.4	(100) 3.2
100	(30) 0.4	(40) 0.6	(50) 0.9	(100) 2.0
80	(50) 0.4	(40) 0.5	(50) 0.6	(100) 1.4

将来、改良区に管理を委託すると、横田地区の地形上凸凹が多く水を抜く箇所が多いことから、現在の改良区の職員では排水及び通水作業に無理が生じる。

通水即ち凍結防止に必要な流量を与えることは、設備費はもちろんのこと、維持管理費用も不要で

最も経済的である。

前項までに凍結防止対策として保温材によるもの及び流水によるものを述べてきた。今後、通水試験の完了した区間に対して試験的に凍結防止対策として流水による方法と現場保温工（保温筒）の施工を予定している。

【資料】

パイポイントンネル工法におけるエアモルタルの温度管理について
—パイポイントンネルのよりよき施工管理—

徳田優三* 城戸内勉* 寺尾和彦*
(Yuzou TOKUDA) (Thutomu KIDOUCHI) (Kazuhiko TERAO)

目 次

1. はじめに	59	5. 調査結果	61
2. 本地区の概要	59	6. 結果の考察	61
3. 調査対象工事の概要	59	7. まとめ	63
4. 調査の概要	59	8. おわりに	63

1. はじめに

国営曾於南部（一期）地区では水源の輝北ダムから調整池に送水する野方導水路にFRPM管を使用している。一般にFRPM管は60°Cを超えない範囲で耐熱性に留意した施工が必要とされているが、本地区で採用したパイポイントンネル工法では管と堀削断面の空間をエアモルタルで充填することから、エアモルタルの硬化に伴う温度上昇によって、施工中の管体温度が60°Cを超えることが予想された。

本報では、パイポイントンネル工法における温度上昇の程度と管体への影響を調査し、温度管理の方法について考察した結果を報告する。

2. 本地区の概要

本地区は、鹿児島県の大隅半島のほぼ中央部に位置し、志布志湾に向かう南向きの標高20~370mの丘陵地に当たる。事業は輝北町・有明町及び大崎町の畑地4,000haにかんがいを行うもので、平成元年度から基幹的施設である輝北ダム、揚水機場2ヶ所、導水路10.5km、幹線水路7.3km及び調整池1カ所を基幹かん排制度により曾於南部（一期）事業として先行整備することになっている。

3. 調査対象工事の概要

(1)施工延長

パイポイントンネル（3号トンネル）：
L = 387.6m

(2)施工方法

トンネル堀削及び底盤コンクリート打設後に、トンネル内にFRPM管（φ1200mm）を搬入・布設後、浮上り防止用バンドで固定し、トンネルとパイプの間の空隙にエアモルタルを充填する。（図-1、図-2 参照）

4. 調査の概要

(1)測定位置

3号トンネル到達口付近（第1回測定）及び発進口付近（中間地点・第2回測定）で測定。（図3-1、2 参照）

(2)測定内容

温度測定はエアモルタルの充填開始直前から、

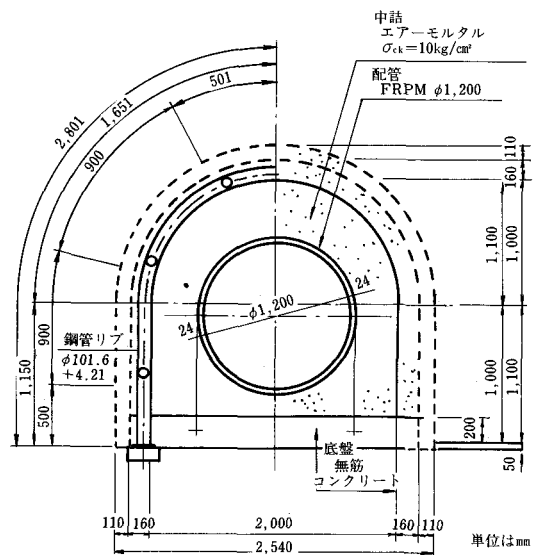


図-1 標準断面図

*九州農政局曾於農業水利事業所

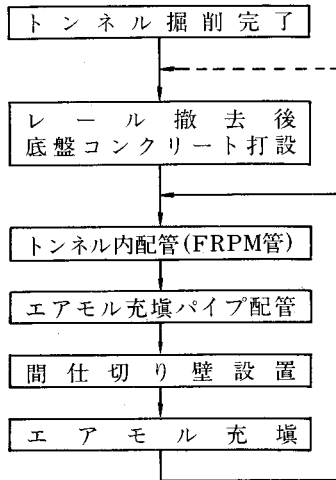


図-2 施工工程

充填が完了し温度上昇のピークを観測後24時間以上経過するまで1時間毎に行った。なお、エアモタルの充填は第1回では5層に、第2回では3層に分割して施工した。また、第1回と第2回でエアモタルの配合を表-1のように変化させて施工した。

(3)測定器具

データロガー(分解能:0.1°C, 精度:表示値の±0.5%)

熱電対(感度 -20~200°C)

(4)測定期間

第1回: H5年11月30日

~12月7日

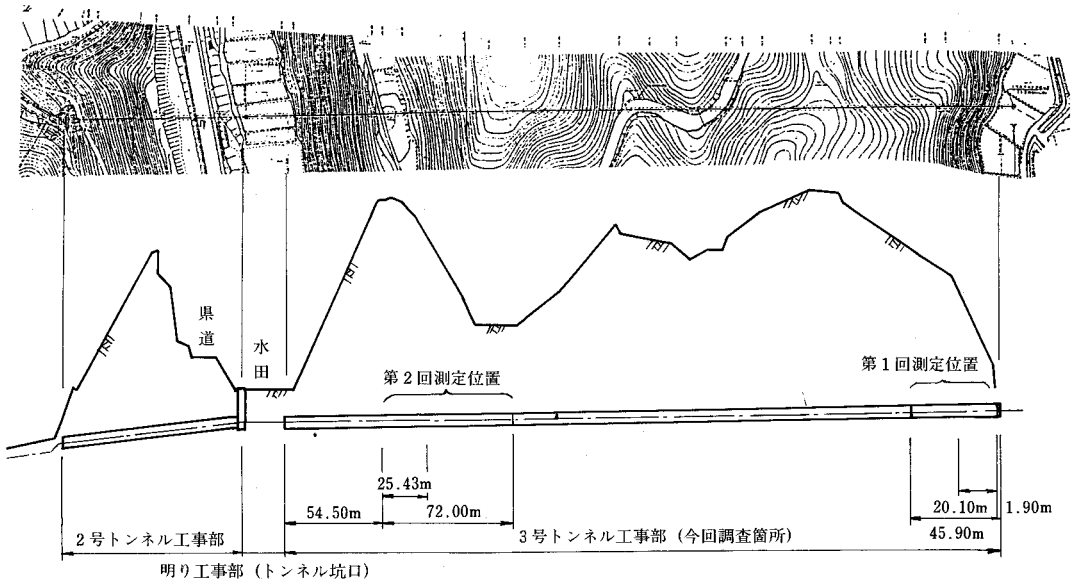
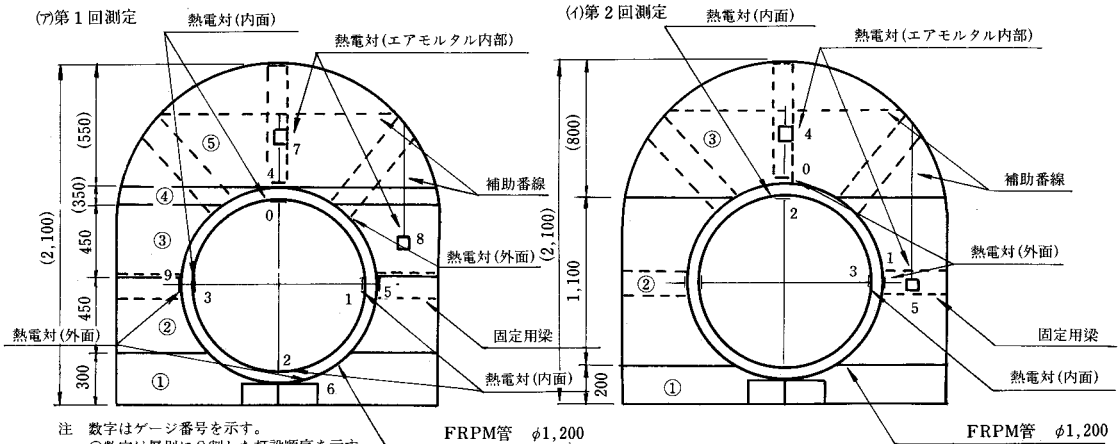


図-3-1 測定位置縦断平面図



注 数字はゲージ番号を示す。
○数字は層別に分割した打設順序を示す。

図-3-2 測定位置横断面図(熱電対設置箇所及び打設順序)

第2回：H6年1月7日
～1月14日

表-1 中詰エアモルタルの配合

第1回測定区間 配合比(1:2)5層分割充填

セメント	細骨材	水	起 泡 材	備 考
235kg	470kg	169kg	28.5kg	m ² 当たり

第2回測定区間 配合比(1:3)3層分割充填

セメント	細骨材	水	起 泡 材	備 考
200kg	600kg	186kg	25.7kg	m ² 当たり

5. 調査結果

調査した温度変化状況を図4-1, 2に示す。

6. 結果の考察

(1) 温度変化の状況

① 測定温度の最高値

・管体表面

第1回(管外面上部) 41.0°C

第2回(管外面上部) 35.2°C

・モルタル内部

第1回(管上側) 75.0°C

第2回(管上側) 57.0°C

第1回, 第2回とも管体表面の温度は, 60°Cより低く, また目視による観察でも管体に異常は認められなかった。

② 分割充填の効果

第1回, 第2回とも, 既に充填し硬化途中のエアモルタルの層に次層のエアモルタル(低温)を充填すると, 先に注入した層の水と熱が低下する傾向を示した。また, 最終の層は他の層に比べて, ピーク温度が高く, ピーク到達までの時間が長く, ピーク到達後の温度降下が遅い。これは, 放射条件が最も悪くなること及び第1回, 第2回の測定とも最終層でモルタル容量が最大になったことが原因と考えられる。

しかし, 最終の層の影響は熱電対8(第1回)及び熱電対5(第2回)のデータを見る限り, 前層には及んでいない。

(2) 管内への注水, 送風の効果

第1回測定位置において管内への注水, 送風を行ったところ, 次のような結果が得られ, 注

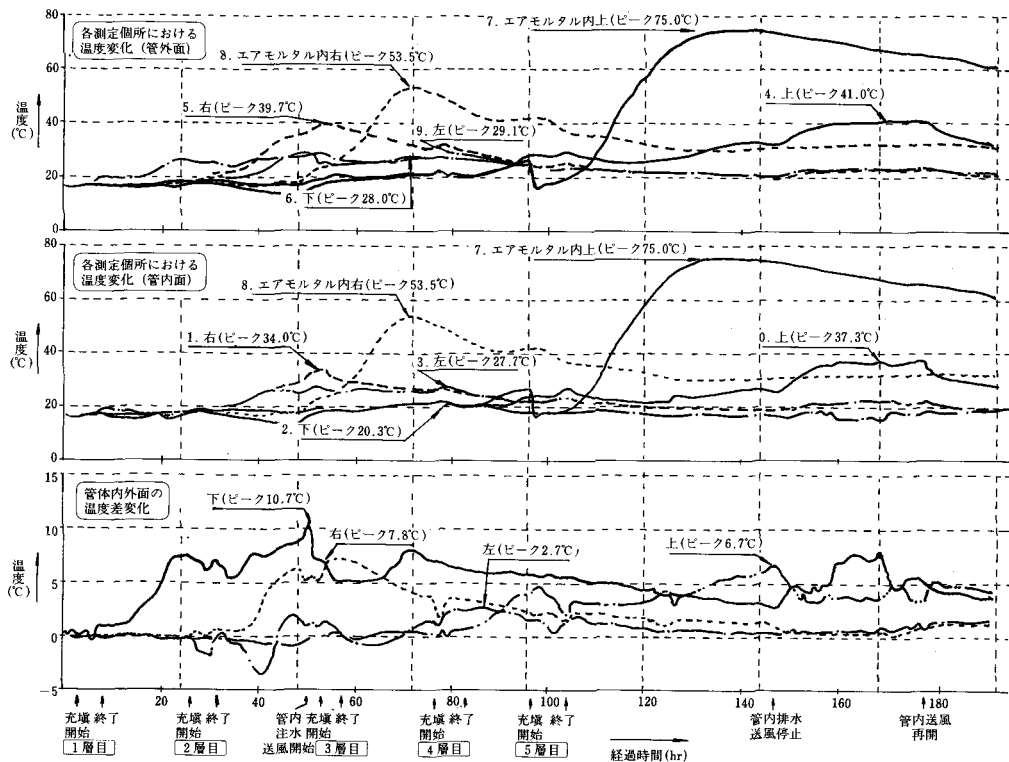


図4-1 エアモルタル充填時の温度変化状況：第1回

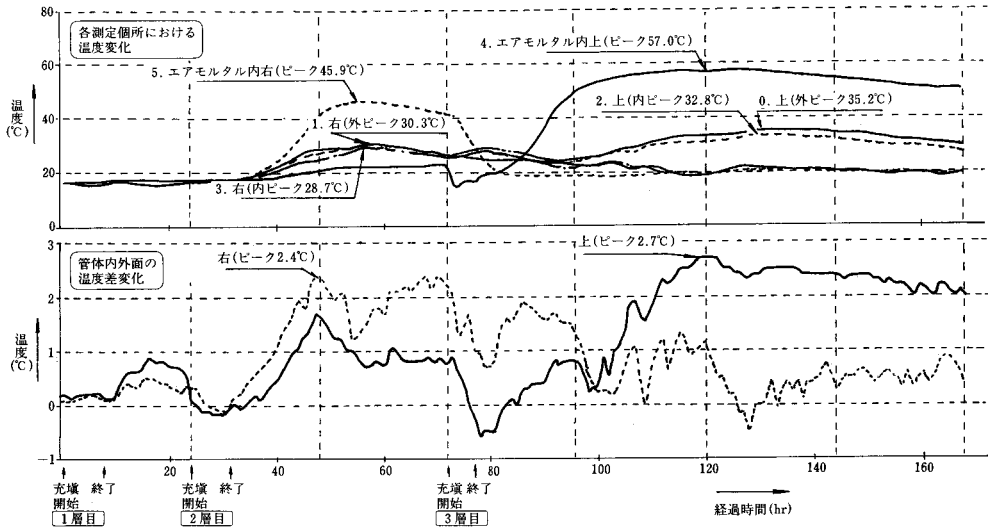


図4-2 エアモルタル充填時の温度変化状況：第2回

水、送風が温度上昇の抑制に効果的であると考えられる。

- ① 2層目充填18時間後に注水（水量約10m³、平均水深30cm）、及び送風を開始した。結果、管体の温度が1～3°C低下した。
- ② 5層目の充填後、管内水を排水し送風を停止すると、降下しつつあった管上部の温度が再び上昇した。
- ③ その後、送風のみ再開すると温度の低下が加速された。
- ④ 4層目の充填までに注水、送風の影響を直接受ける測定点の温度は比較的安定している。
(注：第2回測定位置では管内への注水、送風は行っていない。)

(3) 管の内外面の温度差

- ① 第1回で管の内外面温度に最大差が生じているのは、下・右位置での管内への注水及び送風直後であり、この時点を除くと最大差はそれぞれ下：8.0°C、右：7.0°Cであった。また管上部では、注水、送風時で最大6.7°C、平均4.7°Cとなり、送風停止時には最大5.0°C、平均3.8°Cと外面の温度に近づいた。
- ② 第2回では、比較的溫度差が小さいが、管内への注水、送風を行えば第1回と同様に温度差が増大すると考えられる。
- ③ 表-2の平均差は、全データを単純平均した

表-2 管内外面の温度差

第1回

位置	最大差°C		平均差°C
上	6.7	5層目充填後43時間	2.4
右	7.8	2層目充填後23時間	2.0
下	10.7	2層目充填後19時間	5.1
左	3.6	2層目充填後10時間	1.0
	2.7	4層目充填後8時間	

第2回

位置	最大差°C		平均差°C
上	2.7	3層目充填後42時間	1.9
右	2.4	2層目充填後16時間	0.9

値であり、ピーク温度時の前後30時間程度の範囲のデータから平均差を求めると表-2の約2倍の値となる。

- ④ これらの結果から、管体の温度を管内面で管理する場合、目標温度にある程度余裕をみて管理するのが良いと考えられる。

(4) 外気温と水温の影響

表-3から外気温と水温はモルタル内温度に影響を与えると考えられる。ただし、同表のモルタル内温度は、打設完了時の値であり、練混直後の値ではない。

表一 3 外気温、水質、モルタル内温度の比較
第1回

充 填	外 気 温	水 温	モルタル内温度
1層目	9.0	11.0	20.3
2層目	12.0	11.0	21.4
3層目	19.0	11.0	26.4
4層目	13.0	11.0	21.3
5層目	2.0	9.5	19.2

第2回

充 填	外 気 温	水 温	モルタル内温度
1層目	7.3	7.0	—
2層目	5.0	7.0	17.5
3層目	4.0	7.0	18.7

7. まとめ

- ① エアモルタルの配合によって、上昇温度は異なる。

また水温や骨材等の温度はエアモルタル硬化時の温度に影響するので夏期に施工する場合には本報の測定結果よりも高いピーク温度を示すことが考えられる。

- ② エアモルタルの施工は全断面を連続して行う方法に比べて数層に分けて充填する方が温度上昇を抑制する効果が高いと考えられる。この場合、作業及び管体管理上支障がなければ管頂部付近の打設層（図3-2の(ア)の④層あるいは(イ)の②層）は水和熱の放射条件を良くし、しかも最終の層の充填量を少なくすることを考慮して管体頂部を薄く覆う形で仕上げる方が効果的である。
- ③ 両端部が閉塞されている場合、温度がピークへ到達する時間とその後の低下速度は閉塞されていない場合と比べて遅くなることが認められた。従って、最後の層の温度管理は長く行うことが望ましい。
- ④ 温度の低下には管内への注水や送風が効果的であり管内部からの温度管理の手段として利用可能である。この場合、注水や送風の開始温度をあらかじめ例えば40～45℃と設定しておけば温度抑制対策がより効果的となる。
- ⑤ 温度抑制対策の有無と内容によって管内外面の温度差は変化するが、管内部から温度管理を行う場合には目標温度に余裕を見込んで10℃程

度低い50℃を管内面温度の上限におけば十分であると考えられる。

- ⑥ 管内部からの直接測定によらない温度管理方法としては、セメントの水和熱を計算により求める方法がある。これを調査結果（最終の層）と比較してみると以下ようになる。

$$\text{上昇温度} = C \times W_3 / \{ (C + G) \times C_1 + (W_1 + W_2) \times C_2 \}$$

W_3 : セメントの水和熱 (90^{kJ}/g)

C, G : 各単位セメント量及び骨材量 (kg/m³)

W_1, W_2 : 練混水及び起泡剤量

C_1 : セメント及び骨材の比熱 (0.2)

C_2 : 水の比熱 (1.0)

(第1回)

$$\begin{aligned} \text{上昇温度} &= 235 \times 90 / \{ (235 + 470) \times 0.2 + (169 + 28.5) \times 1.0 \} \\ &= 62.5^\circ\text{C} \end{aligned}$$

到達温度は、練混温度が19.2℃（表一3のモルタル内温度より）であったので19.2+62.5=81.7℃となる。

(第2回)

$$\begin{aligned} \text{上昇温度} &= 200 \times 90 / \{ (200 + 600 \times 0.2 + (186 + 25.7) \times 1.0) \} \\ &= 48.4^\circ\text{C} \end{aligned}$$

到達温度は、練混温度が18.7℃（表一3のモルタル内温度より）であったので18.7+48.4=67.1℃となる。

実際の測定結果は第1回75℃、第2回57℃であったことから近似している。よって、練混時の温度で管理する場合、使用材料（セメント・砂）及び水温に留意した練混直後の温度の値で推定することが可能ではないかと考えられる。

今後測定例を増やしていけば小口径管や多少困難な大口径管内部からの管理は改良されエアモルタルの練混直後の温度だけで管理する手法が確立されるかもしれない。

8. おわりに

FRPM管には、製造方法の違いにより2つのタイプがある。

- ① フィラメントワインディング成形法による管は、“使用中にたびたび60℃以上の温度になれば耐食性等の点で問題があるが、施工後の数10時間だけ70℃程度になることに対しては問題はな

い”とされている。

- ② 遠心力成形法による管は、“温度による劣化は樹脂の種類により左右されるものの、100°C以下においてはほとんどみられない。”ということである。

しかしながら、どちらのタイプの管においても、同条件下での試験結果の公表は無く、今回の調査のようにパイプイントネル工法を採用した場合、前述「7. まとめ」に基づく施工方法、

施工管理を行えば設定した管理温度をクリアすることは十分可能であることが確認できた。この場合、管体以外の例えば接合のゴム、目詰材及び管端部の処理状況等に対しても影響がないように管理温度を設定することが重要である。

最後に施工を行ったアイサワ工業(株)九州支店及び測定調査に御協力を戴いた(株)クボタ九州支社の各関係者の方々に厚く御礼申しあげます。

農業開発・地域開発の総合建設コンサルタント

土と水 をデザインする……豊富な経験と優れた技術



株式会社 **三祐コンサルタント**

取締役会長 久野彦一

取締役社長 渡辺滋勝

本社	〒460 名古屋市中区錦2丁目15番22号(あさひ銀名古屋ビル)	TEL(052)201-8761(代)
東京支社	〒104 東京都中央区八重洲2丁目2番1号(大和銀行新八重洲口ビル)	TEL(03)3274-5655(代)
仙台支店	TEL(022)263-1857	北陸事務所 TEL(0762)23-5411
九州支店	TEL(096)354-5226	鹿児島事務所 TEL(0992)81-1657
札幌支店	TEL(011)222-3121	佐賀事務所 TEL(09546)5-3554
四国事務所	TEL(0888)24-4425	埼玉事務所 TEL(0485)43-1261
中国事務所	TEL(0862)82-6351	静岡事務所 TEL(054)250-0038
長野事務所	TEL(0265)53-4026	技術研究所 TEL(0562)32-1351
青森事務所	TEL(0177)88-3793	海外事務所 マニラ・バンコク
山形事務所	TEL(0236)53-8103	

観測ロボットによる農業水利情報の収集と 用水管理の低コスト化・合理化

後 藤 眞 宏*

目 次

1. はじめに	65	4. 用水管理と水利情報ネットワーク	69
2. 農業水利情報の現状と今後の課題	65	5. まとめ	71
3. 観測ロボット	66		

1. はじめに

1994年は全国で猛暑による異常渇水で、農業用水の不足、上工水の長期間断水等の被害が生じ、愛媛県松山市では10月以降も給水が制限される事態が生じた。

このような状況下で水資源に関して、流域を越えた地域、あるいは全国レベルでの管理、農業用水の在り方、見直し等の要求が高まっている。

一方、農業内部の状況を見ると、用水の管理に関しては、兼業化、農家戸数の減少、都市化、混住化などによって、土地改良区、水利組合への努力、費用等の負担が増加している。

こうした現状に対応するためには、まず農業用水の現状の把握、それに基づいた問題点の抽出が必要である。

しかし、現在農業用水の現状を把握するために最も重要となる実際の使用量、需給量などの農業水利に関する情報の収集、蓄積が不足している。

そこで、多くの地点の水位、雨量等の水利情報の正確なデータを効率的に長期間観測でき、用水管理のためにリアルタイムで観測可能な簡易なロボットを開発した。ここではこの観測ロボットの概要及びロボットを用いた用水管理の低コスト化と合理化について報告する。

2. 農業水利情報の現状と今後の課題

兼業化、パイプライン化による用水需要の集中、

施設の大型化、地域社会のつながりが弱まることにもなう管理の粗放化等により、用水管理は複雑化、高度化している。また、水資源の有効利用、農業用水の効率的利用が求められている。

これらの問題の解決には、農業水利情報の情報化が必要である。農業水利情報の現状と今後の課題として次のことが考えられる。

(1) 農業水利情報の現状と問題点

現在、水位、雨量、取水量等の水利情報が収集されているのは、ダム、頭首工等基幹水利施設である。これらの水利情報収集は以下に述べる現状と問題点がある。

① 観測地点数

現在、ダム、頭首工等の基幹水利施設において、ダム貯水位、貯水量、放流量、幹線水路水位、主要分水工ゲート開度等が集中管理されている。

ダム、頭首工等に近い幹線の水路の監視に比べ、支線水路、排水路等遠融地の監視には、NTT専用回線の布設、無線施設の設置など多額の費用を要するため、これらの地点の水利情報を収集している地点は少ない。

通常このような遠融地や主要な地点は、巡回や水番などで対応しており、土地改良区や水利組合への負担となっている。

② 経済性

現在の水利情報の収集システムが設置されているのは、ダム、頭首工等防災面が重視される施設であるため、テレコン・テレメータ、監視カメラ、警報装置、予備システム等が備えられ、システムも大型で非常に高額である。

* 農業工学研究所

また、システムの点検、修理等には専門知識を必要とし、維持管理、更新時には多額の費用を要することから、土地改良区、水利組合、農家に大きな負担となっている。

③観測データ

取水管理、ゲート操作などの水管理システムは、地区により機種も違うため、システム毎にデータの保存形式が異なり、システム間でデータ転送、相互利用ができていく状況にある。

また、ダム、頭首工等基幹水利施設において、貯水位、貯水量、取水水位、雨量等の水利情報が収集されている。しかし、これらの情報は、各観測地点ごとに帳票に印刷された形で保管されており、データの加工、解析等利用に際して、すぐに利用できる状態にない(表-1)。

表-1 保存されている帳票

ダム管理日報								
1983年10月10日								
時刻	A地点			B地点			Cダム	
	雨量 mm	水位 m	流入量 m ³ /sec	雨量 mm	水深 m	貯水量 10 ³ m ³	流入量 m ³ /sec	取水量 m ³ /sec
10:00	0	0.60	1.1	0	32.65	3714	0.73	1.42
11:00	0	0.60	1.1	0	32.64	3710	0.94	1.42
12:00	0	0.60	1.1	0	32.62	3701	0.72	1.43
13:00	1	0.60	1.1	0	32.61	3797	0.88	1.45
14:00	1	0.60	1.1	1	32.59	3789	0.75	1.43
15:00	4	0.62	1.2	8	32.56	3776	1.02	1.42
16:00	11	0.63	1.1	10	32.55	3771	0.82	1.45
17:00	11	0.65	1.1					
18:00	12							

④用水管理のための水利情報

特に基幹水利施設においては、独自の観測施設に加えて、アメダス、河川情報センター等から提供される情報を利用し、用水管理を行っている。

しかし、アメダスデータは平均18km²に1カ所、河川情報センターからの情報も限られることから、効率的な用水管理、小流域の管理のためには、必要な地点に独自の観測計器を設置することが求められる。

(2)今後情報化に必要な課題

農業水利情報に関する現状と問題点から、今後情報化に必要な課題について述べる。

①観測地点数

面的広がりを持った農業用水路系において、用水管理の軽減、水資源の有効利用を図るためには、多くの地点での水利情報の収集が必要となる。

②低コスト化

従来の観測システムは大型で維持管理、更新に多額の費用が必要であることから、観測システムが低コスト、簡易なシステム、すなわち現在低価格化が進み一般に普及が進んでいるパソコンレベルで制御可能なものが必要である。

また、より多くの観測地点を設けるためには、一地点の設置コスト、運用コストを低くすることが必要である。

③観測データ

帳票に保管されている観測データを利用可能な形式、すなわちデジタルデータに変換しなければならない。観測の時点でデジタルデータとして観測、保管することにより、観測データの加工、分析、地区間のデータの相互利用等が容易に行える。

④システムの拡張性

現在の水管理システムは、観測地点の増設や観測項目の追加、他のネットワークとの連結が困難であったり、多額の費用を要することから、拡張性が高く低コストなシステムが必要となる。

3. 観測ロボット

(1)装置の概要と特徴

以上述べたような問題点、課題をもとに、農業水利情報を観測するロボットを開発した(写真-1)。この観測ロボットは、水位と雨量を観測するロボット(水位・雨量観測ロボット)で、NTTの一般電話回線を用いて、データの収集、保管、さらに、オンラインで監視が可能な、低コストでコンパクトな水利情報観測ロボットである。観測ロボットの仕様を表-2に示す。

この観測ロボットを用いた観測システムを利用するには、観測地点に公衆電話回線、モデム、観

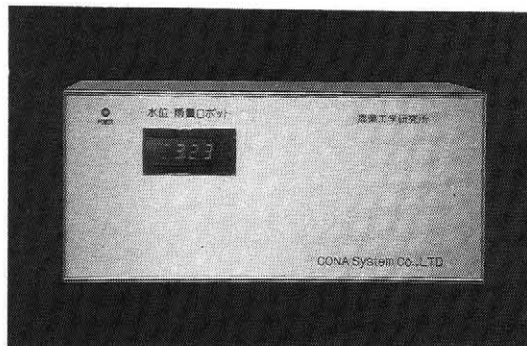


写真-1 観測ロボットの外観

表-2 水位・雨量観測ロボット仕様

水位	測定方式	半導体圧力式 (精度±1cm)
	データ記録	毎正時の10分前から1秒間隔で600回サンプリングし、その平均値を毎正時の値として記憶 時間最大水位と発生時刻を記憶
雨量	測定方式	転倒マス式 (雨量0.5mm/一転倒)
	データ記録	一時間の積算雨量として記憶
記憶容量	1ヶ月分 (メモリスクロール方式)	
データ出力	RS-232Cシリアルインターフェイス (EIA規格準拠)	
通信速度	2,400BPS	
適用回線	電話回線 (全二重調歩同期式) 規格 (CCITT MNP5)	
データ保持	タイマ、データは、停電後30日間記憶保持	
使用電源	AC100V	
動作環境	周囲温度 (0~45℃)、 湿度 (30~90% : 結露しないこと)	

測ロボット、水位計、雨量計、無停電電源装置(図-1)を設置し、土地改良区、水利組合等基地となる地点に公衆電話回線、モデム、パソコンが必要となる。

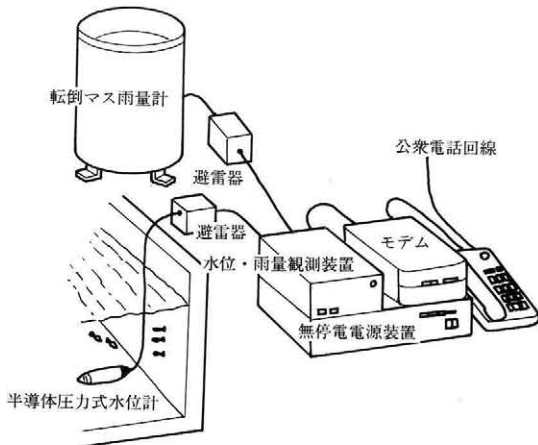


図-1 観測ロボットの構成

この観測ロボットのコストは、観測地点に設置されるロボット、モデム、無停電電源装置等の収納庫、電話回線工事費、電気工事、水位計・雨量計の設置費等を含めて、一地点当たり100万円程度である。これに加えて基地局のパソコン (メモリ640KB以上)、モデム (通信速度2,400bps) 等の費用が必要となる。

維持管理費用として、観測ロボット等の電気代と電話料金が必要である。電気料金は、消費電力が観測ロボットとモデムで約7Wと少なく、基本料金とわずかな使用料金で済み、電話料金は観測地点から通話しないため基本料金のみとなり、非常に低コストである。

(2)操作方法

観測ロボットでデータを収集するためのソフトウェアも開発した。このソフトウェアは、MS-DOS上で実行可能なソフトである。

ソフトウェアの操作は、ソフトウェアを起動すると、写真-2に示した画面がディスプレイに表示される。この画面の上部に表示された各機能に対応したファンクションキーを押すことにより行う。操作方法を以下に示す。

①設定機能

観測地点の電話番号、通信方法 (ダイヤル回線、プッシュ回線) 等通信を行うための各種環境の設定を行う (写真-3)。

②通信機能

基地局から観測局を呼び出すときに用いる。観測局と回線がつながると、現地の観測データをリアルタイムで見ることができる。

また、観測ロボットに収録されている観測データを基地局に転送するときにも用いる (写真-4)。



写真-2 ソフトウェア起動画面

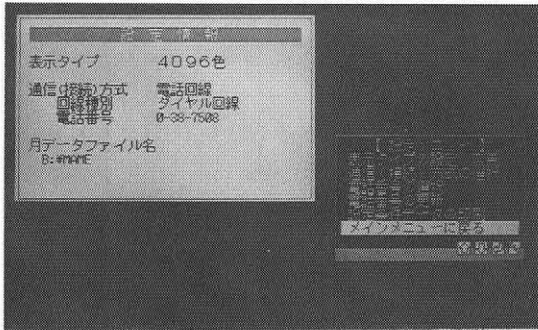


写真-3 設定機能画面



写真-4 通信機能画面

③表示機能

観測ロボットから基地局に転送された一時間毎の累加雨量，水位，最大水位等観測データをディスプレイ画面に表示する（写真-5）。

④グラフ機能

収録されたデータから，ディスプレイ画面に水

位グラフ，雨量グラフ，水位と雨量の複合グラフを表示する(写真-6)。また，表示されたグラフの印刷もできる(図-2)。

⑤帳票機能

収録された月データから，水位月報，雨量月報，気象月報を印刷する機能(表-3，4)。

DATE	TIME	RAI	WATER LEVEL	MAX WATER LEVEL	TRU
93-07-01	01:00	1.0	0.40	0.41	0
93-07-01	02:00	1.5	0.40	0.40	0
93-07-01	03:00	3.5	0.40	0.40	0
93-07-01	04:00	3.5	0.40	0.40	0
93-07-01	05:00	3.5	0.40	0.40	0
93-07-01	06:00	3.0	0.40	0.41	23
93-07-01	07:00	1.0	0.40	0.40	0
93-07-01	08:00	1.5	0.40	0.40	1
93-07-01	09:00	0.0	0.40	0.40	0
93-07-01	10:00	0.5	0.40	0.40	0
93-07-01	11:00	3.5	0.40	0.40	59
93-07-01	12:00	2.0	0.40	0.40	2
93-07-01	13:00	0.0	0.40	0.40	0
93-07-01	14:00	1.5	0.40	0.40	0
93-07-01	15:00	2.5	0.40	0.40	46
93-07-01	16:00	1.5	0.40	0.40	0
93-07-01	17:00	1.5	0.40	0.40	0
93-07-01	18:00	2.0	0.40	0.40	0
93-07-01	19:00	1.5	0.40	0.40	0
93-07-01	20:00	1.5	0.40	0.40	42

写真-5 表示機能画面

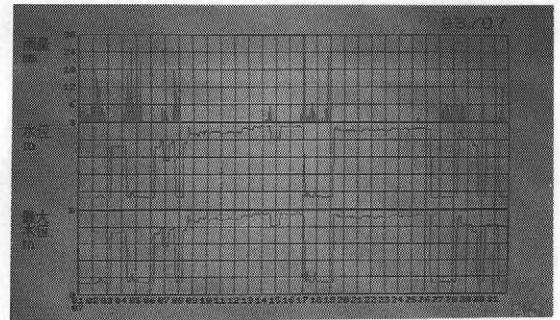


写真-6 グラフ機能画面

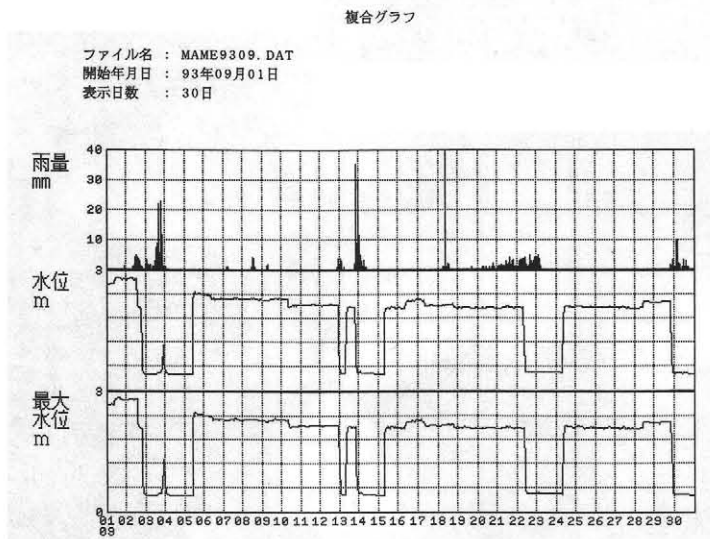


図-2 複合グラフの出力例

表-3 水位・雨量月報

雨量月報																											
期 間 : 1993年09月																											
データファイル名: MAME9309.DAT																											
単位: mm																											
日\時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	合計	最大	
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	1.0	4.0	1.5	4.5	4.0	3.0	3.5	2.5	0.0	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	26.0	4.5	
3	1.5	3.0	1.5	1.0	1.0	1.5	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	2.5	1.5	7.0	8.5	22.0	7.0	5.5	22.5	12.5	11.5	1.0	0.5	0.5	113.5	22.5	
4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
14	11.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

水位月報																											
期 間 : 1993年09月																											
データファイル名: MAME9309.DAT																											
単位: m																											
日\時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	平均	最大	起時
1	2.63	2.63	2.63	2.64	2.65	2.65	2.65	2.65	2.67	2.79	2.81	2.80	2.82	2.82	2.81	2.80	2.78	2.76	2.76	2.78	2.77	2.77	2.76	2.73	2.83	14:43	
2	2.75	2.77	2.78	2.79	2.79	2.80	2.80	2.80	2.77	2.76	2.79	2.76	2.79	2.24	2.09	2.07	2.05	2.04	2.04	0.85	0.51	0.43	0.41	0.41	2.14	2.82	08:54
3	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.41	0.41	0.41	0.42	0.44	0.44	0.44	0.46	0.45	0.54	1.11	0.72	0.53	0.47	1.28	23:23	
4	0.45	0.44	0.42	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.40	0.40	0.41	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.41	0.53	01:00	
5	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.20	0.41	0.45	0.43	0.39	0.40	0.39	0.41	0.41	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
6	2.37	2.38	2.39	2.37	2.38	2.37	2.35	2.36	2.37	2.27	2.26	2.26	2.29	2.25	2.28	2.27	2.27	2.27	2.26	2.27	2.30	2.28	2.27	2.28	2.31	2.40	03:34
7	2.27	2.26	2.26	2.26	2.26	2.27	2.26	2.26	2.27	2.28	2.27	2.26	2.26	2.29	2.30	2.29	2.27	2.29	2.28	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26	2.32	2.32	15:44
8	2.26	2.27	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28	2.27	2.28	2.29	2.30	2.28	2.29	2.28	2.28	2.27	2.28	2.26	2.25	2.25	2.26	2.26	2.24	2.27	2.31	11:45
9	2.25	2.25	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.25	2.26	2.25	2.25	2.27	2.28	2.27	2.30	2.30	2.29	2.28	2.28	2.28	2.28	2.27	2.27	2.27	2.32	16:37
10	2.28	2.28	2.27	2.27	2.28	2.28	2.28	2.27	2.13	2.06	2.06	2.09	2.10	2.11	2.11	2.10	2.12	2.11	2.10	2.11	2.12	2.12	2.13	2.13	2.16	3.30	02:55
11	2.13	2.13	2.13	2.12	2.12	2.11	2.11	2.11	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.13	2.14	2.14	2.14	2.14	2.12	2.13	2.13	2.13	2.13	2.12	2.13	2.16	15:45
12	2.12	2.10	2.10	2.11	2.12	2.12	2.13	2.12	2.12	2.12	2.13	2.13	2.14	2.14	2.13	2.13	2.13	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	1.13	0.60	2.02	16:42
13	0.47	0.44	0.44	0.43	0.43	0.43	0.42	0.42	1.88	2.02	2.05	2.07	2.09	2.06	2.06	2.05	2.07	2.05	2.08	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	1.22	2.13	14:05
14	0.45	0.50	0.45	0.43	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
15	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	1.85	2.02	2.04	2.05	2.06	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04
16	2.04	2.03	2.03	2.04	2.03	2.03	2.14	2.19	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21

表-4 気象月報

気 象 月 報 (93年09月)

データファイル名: MAME9309.DAT

日 付	降 水 量		水 位		
	mm	最大	日平均	最大	起 時
		1時間		瞬間	
	mm	mm	m	m	Time
1	1.0	1.0	2.73	2.83	14:43
2	26.0	4.5	2.14	2.82	08:54
3	113.5	22.5	0.47	1.28	23:23
4	0.5	0.5	0.41	0.53	01:00
5	0.0	0.0	1.56	2.47	13:43
6	0.0	0.0	2.31	2.40	03:34
7	1.0	0.5	2.27	2.32	15:44
8	8.5	4.0	2.27	2.31	11:45
9	2.5	1.5	2.26	2.32	16:37
10	0.0	0.0	2.16	2.30	02:55
11	0.0	0.0	2.13	2.16	15:45
12	7.5	3.5	2.02	2.16	14:28
13	106.5	35.0	1.22	2.13	14:05
14	28.0	11.5	0.42	0.50	02:39
15	0.0	0.0	1.56	2.13	16:51
16	0.0	0.0	2.16	2.29	22:47
17	0.0	0.0	2.14	2.29	04:07
18	50.0	40.0	2.10	2.18	17:08
19	0.5	0.5	2.05	2.11	08:26
20	5.0	2.0	2.05	2.09	13:07
21	34.0	4.0	2.05	2.12	12:40
22	60.5	4.5	1.02	2.09	01:50
23	17.0	4.5	0.46	0.48	02:13
24	0.0	0.0	1.52	2.15	12:42
25	0.0	0.0	2.07	2.14	03:25

26	0.0	0.0	2.06	2.11	16:49
27	0.0	0.0	2.05	2.13	11:06
28	0.0	0.0	2.13	2.25	13:51
29	8.5	3.0	1.92	2.25	11:31
30	41.5	10.0	0.42	0.43	04:42
上旬	153.0	*	1.86	2.16	*
中旬	197.5	*	1.78	2.00	*
下旬	161.5	*	1.57	1.82	*
合計	512.0	*	*	*	*
平均	17.1	*	1.74	1.99	*
MAX	113.5	40.0	2.73	2.83	14:43
MIN	*	*	0.41	0.43	04:42

⑥終了機能

ソフトウェアを終了するとき用いる。

収録された水位・雨量等のデータは、MS-DOSのテキスト形式のデジタルデータなので、エディター等を用いて加工すれば、種々の解析に利用でき、また表計算ソフト等でグラフ、表の作成等が可能である。

4. 用水管理と水利情報ネットワーク

ここでは、水位・雨量観測ロボットを利用した用水管理及び水利情報収集ネットワークの考え方について述べる。

(1)観測ロボットによる用水管理

本観測ロボットを利用することにより、国営、県営事業の大規模な施設から取水堰と用水路といった小規模の水路系、水利施設においても、効率的な用水管理、管理労力の軽減が図られる。

ここでは、いくつかの例をもとに、本観測ロボットの利用方法について述べる。

①たとえば、ポンプで揚水している地区では、維持管理費のうち電気代が大きなウェイトを占めている。しかし、ポンプ機場で降雨がなくても、給水地点で降雨があり、無効な送水を行っている場合が多い。雨量計を地区内に設置することにより、

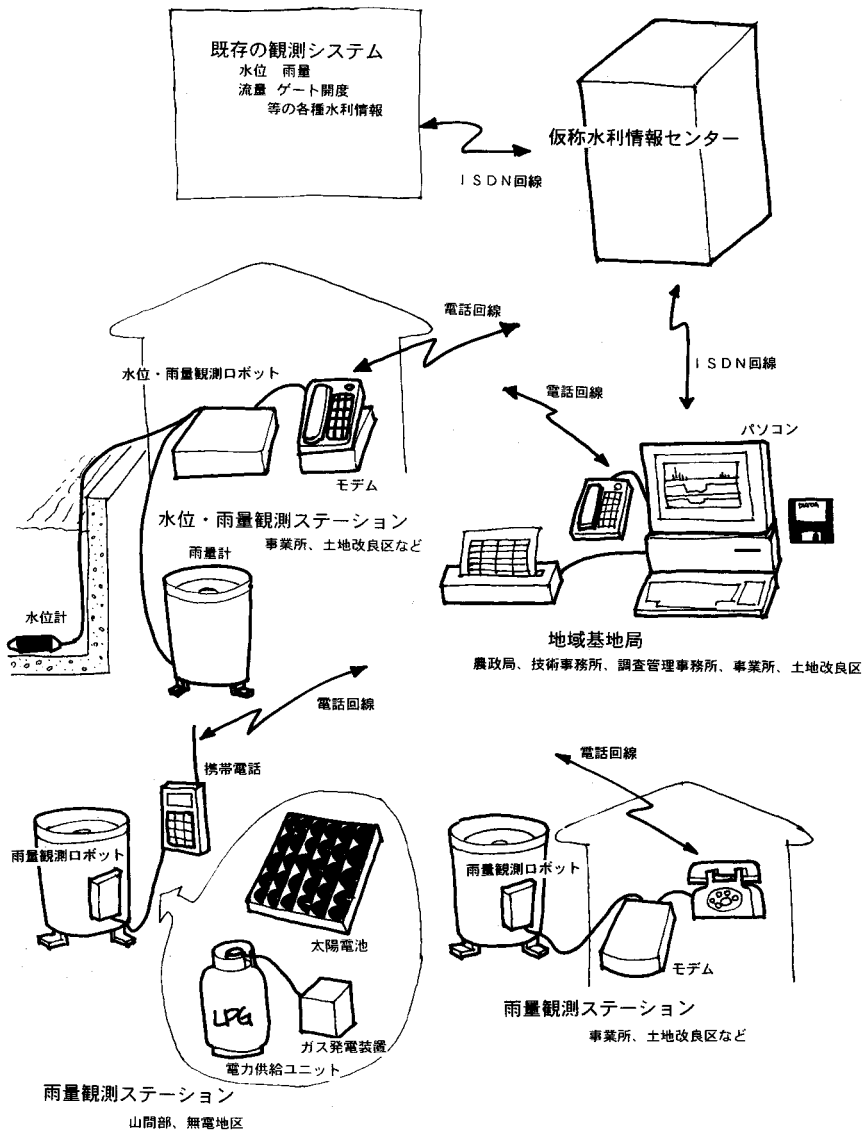
事前に雨量を計測でき、ポンプの運転管理、水資源の有効利用に役立つ。

本観測ロボットは、電話回線によりデータを収集できるので、既存の観測システムに関係なく必要な場所に増設できる。

そこで、本観測ロボットを既存のシステムと組み合わせることによって、多くの水利情報が得られ、効率的な用水管理が行える。

②土地改良区の規模によっては、改良区の職員、あるいは嘱託された管理人が、経験をもとに用水管理している地区も多い。

このような地区において、本観測ロボットを導



図一三 水利情報ネットワークの概要

入することにより、具体的な数値としてゲート操作の方法、水使用の実態等用水管理に関するデータが得られ、効率的な用水管理方法が明らかになる。

③渇水時には、通常と比べ複雑で、高度な用水管理が必要となり、既設の水管理システムでは十分な対応が難しくなる。

このような場合、本観測ロボットを設置することにより、水使用の状況、用水管理の記録が残され、それを分析することで以後の用水管理に役立つ。

以上、本観測ロボットの特徴である拡張性、機動性を活かした用水管理の例を示したが、この他にも、調査、計画段階での情報収集等各地区で様々な利用法が考えられる。

(2)水利情報ネットワーク

1994年の異常渇水を例にとっても水資源の有効利用、農業用水の効率的利用、流域を越えた地域レベルあるいは全国レベルでの管理の必要性が求められている。

また、農業用水や水利権の必要性を問われたときに、それに答えるためには、また必要な権利を確保するためには、正確なデータを持ち自ら理論武装しなければならない。

以上のような問題に対して、農業水利に関する独自の観測施設による流量、水位、雨量等の水利情報の長期間の蓄積が急務といえる。

現在、電話回線は全国どこでも利用できる状況にある。電話回線のない地域や山間地の無電地帯においても、携帯電話と太陽電池や燃料電池等の電源供給を合併することにより観測ステーション

の設置も可能である。また、パソコン及び周辺機器の低コスト化、通信回線の高速化が図られている。そこで、パソコン等の機器、電話回線、ISDN回線を利用した新たな水利情報ネットワークを検討中である(図-3)。このネットワークにおいて、観測ロボットからの情報を基地局、水利情報センターへと集積することにより、水利情報の一元管理、共有が可能となる。

最近マルチメディア、ネットワークと情報に関する話題が多いが、農業においても、パソコンを利用した農業情報ネットワークが各地で構築されている。これらネットワークでは、気象、市況、営農等の情報の提供だけでなく、会員相互の情報交換も行われ、まさにネットワークとして機能している。

同じように水利情報ネットワークは、水利情報の集積による機能発現に加えて、観測ロボットは独立した情報発信源であり、これを利用者が有機的に結び付けることにより、様々な情報を提供するものに発展することが期待される。

5. まとめ

今回開発した観測ロボットの実用上の問題を摘出するために、九州農政局土地改良技術事務所、M土地改良区の協力を受けて、実証試験を行った。

一年間の実証試験の結果、現時点で実用上の問題点はないが、ソフトウェアの改良、観測ロボットの増設等システムの拡張性の問題、長期間使用における問題等について検討を進めたい。

なお、本研究は構造改善局建設部設計課施工企画調整室からの依頼研究結果である。

愛知用水の管理と二期事業

西 井 武 夫*
(Takeo NISHII)

森 戸 久 行**
(Hisayuki MORITO)

竹 市 啓 介**
(Keisuke TAKEICHI)

目 次

1. はじめに	72
2. 施設の保全	72
3. 水の高度利用	77

4. 施設管理の合理化	78
5. 施設の高度利用	79
6. おわりに	79

1. はじめに

かつて“夢の用水”とまで呼ばれた愛知用水は、昭和36年に完成し、木曾川の水を農業用水として岐阜県から名古屋市東部の平野及び知多半島一帯の農地へ、水道用水として尾張旭市を始めとする6市15町へ、最大30m³/Sを供給している。

愛知用水事業の特色は、当時日本のT・V・Aと呼ばれた、日本で最初の国土総合開発事業であったこと、また、日本で最初に外資を導入した事業であったこと、さらにわずか5ヶ年という短い期間にこの大事業を完成しえたこと等があげられる。

この大事業を進める技術に関しては、米国の協力により新しい工法が積極的に採用された。薄いコンクリートライニング水路、自動調整ゲート、高圧大口径サイホンの現場打施工等、日本で初めての技術が次々と採用された。開水路全線にわたる幅3.5mの管理用道路は当時としては画期的なものであり、愛知用水を取り巻く様々な環境の変化に、管理上機敏に対応することができたものとなっている。さらに、これらの新しい技術に魅せられ全国から集まった若き技術者は、米国の技術を日本の自然に適應する技術に高めていった。これらの技術が全国的に広く採用され、全国の用水事業に多大な貢献をもたらしたものと思料される。

しかし、この愛知用水も管理に移行すると、水利用形態の変化、施設機能の保持、管理余水、洪水導入体制、周辺環境整備等々の当初想定しえない幾多の問題に遭遇した。その都度、的確な対応をしてきたが、都市用水の増大、施設の老朽化等、

管理のみでは対処しきれない大きな問題が生じてきたため、現在二期事業が実施されている。

二期事業の施設計画の策定に当たっては、30余年の水管理、施設管理上の問題等を管理からのフィードバックという観点から積極的に提起し、より管理し易い施設計画の樹立に寄与した。

今回、これらの問題点を整理する機会を得たので、全国の類似する水利事業関係者のご意見、ご批判を賜わりたく報告することにした。このため、可能な限りその実態を記すよう努めた。

2. 施設の保全

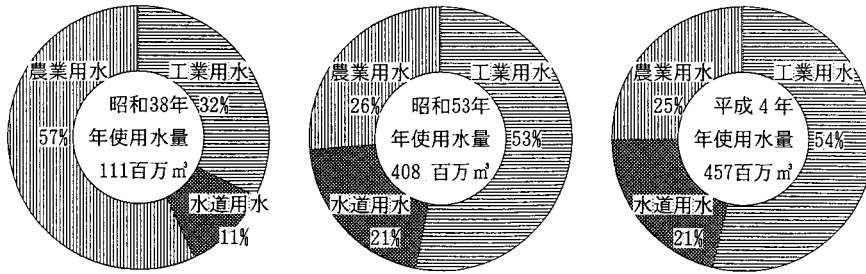
(1) 水利用形態の変化

愛知用水事業は当初、約3万ha(完成時2万3千ha)の受益地に農業用水を供給することを主目的とし、都市用水を併せ供給するとともに発電を行うこととして着工した。しかし、日本経済の高度成長に伴う社会情勢の著しい変化によって農業用水の都市用水への転用が、昭和39年以降3回にわたって行われる等、農業中心の用水路から中部地域の産業を担う大動脈として体質を変え、今日に至っている。

水利使用の変化は、愛知用水の管理に少なからず影響を及ぼした。即ち建設当時においては通水の中心が主に夏期の農業用水の供給にあったことから、冬期に随時断水して機能維持のための点検補修・改良工事等を行う計画であった。しかし、冬期の畑地かんがいや都市用水の供給量の大幅な増大に伴い、年間を通じて多量の通水が必要になり長期間の断水は地域社会に多大な影響を及ぼすことから、抜本的な補修・改良が行えず、水路の安全性と通水能力を阻害する要因を除去すること

* 前愛知用水総合事業部部長

** 水資源開発公団愛知用水総合事業部



(百万㎡)

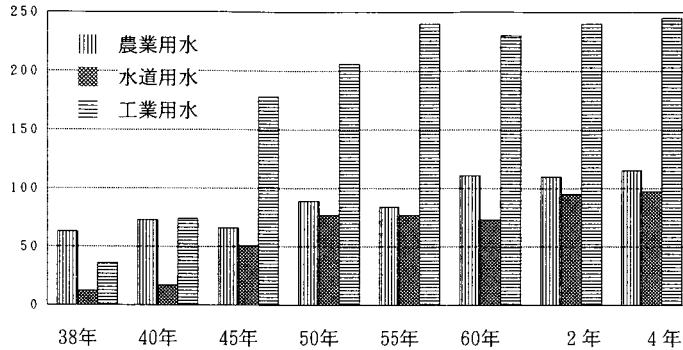


図-1 年間使用水量の変化

が極めて困難となった。

このため、日常の管理において水路巡視を強化して、災害等の未然防止に努めるとともに、集中豪雨による災害時には応急措置を講じて通水を確保したり、復旧工事では愛知池・佐布里池を十分活用して断水を起こすことのないよう綿密な施工計画のもと細心の注意を払いつつ可能な範囲で実施してきた。

二期事業においては年間通水に備えて、通水しながらの水路の点検及び補修・改良が行えるように2連系水路の施設計画としている。すなわちトンネル、サイホンの新設し、開水路区間は中央に隔壁を設けた鉄筋コンクリート矩形複断面水路と

し、片方の断面で冬期用水の通水を可能にしている。これにより、施設機能の安全性は数段改善される。

(2) 施設保全上の問題の顕著化

愛知用水施設は築後30年余を経過し、薄いコンクリートライニング水路におけるクラックの増加や目地材の剝離等による漏水、サイホンにおける継ぎ目からの漏水等水路施設の老朽化による施設保全上の問題が目立ってきた。

① 薄いコンクリートライニング水路

薄いコンクリートライニング水路は、構造的には土水路であり、浸食防止等のため10cmのコンクリートでライニングしているが、管理当初からラ

表-1 近年の主な事故例

施設名	発生日月	被害の状況
東郷第4開水路	昭和46年8月	雨により隣接山の送りでライニング破壊 (44m)
坂森第1開水路	昭和47年7月	集中豪雨で水路内に土砂流入 (270㎡)
上野間第3開水路	昭和47年7月	集中豪雨によりライニング破壊 (28m)
青山第3開水路	昭和53年3月	地下水圧上昇によりライニング亀裂 (32m)
城東第1開水路	平成3年9月	台風18号により法面崩壊 (270㎡)
海老池開水路	平成3年9月	台風18号により法面崩壊 (500㎡)

ライニングにクラックが発生し、表-2のとおり年数の経過とともに増加し、昭和53年度の点検では、全線を通じ3枚に1枚の割合で発生していた。これらのクラックは、特に切土面側に多く、盛土面側では比較的少なかった。

表-2 年度別クラック発生率

点検年度	点検枚数	発生枚数	発生率
昭和36年	8,411	1,310	16%
昭和49年	25,131	7,206	29%
昭和53年	29,204	9,470	33%

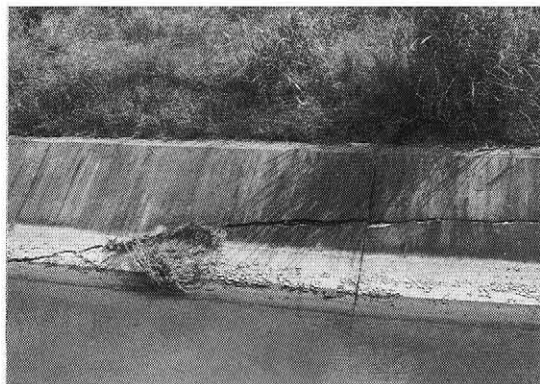


写真-1 不等沈下により段差がついている。数年経過しているが、豪雨時に不安な区間である。

通水に支障をきたす大きなライニング破壊事故は21件であるが、幸いにして水路の決壊事故にはいたらなかった。これらの破壊は、すべて切土面側で発生しており、盛土面側では皆無である。その原因は、(ア)隣接地の開発に起因するもの (イ)砂質系区間におけるライニング背面の空洞化によるもの (ウ)ウィーブホルの劣化、ドレーン目づまり等の機能低下によるもの (エ)それらの複合作用によるものと思料される。

薄いコンクリートライニング水路におけるクラックの発生は、ライニングの破壊、水路からの漏水、水路の決壊に進行する可能性があり、降雨時及降雨後の水路巡視にはクラックの進行、漏水量の増加等に特に注意を払っている。

二期事業では、薄いコンクリートライニング構造を見直し、原則として鉄筋コンクリート矩形構造とするとともに、法崩れの危険個所については暗渠にして水路の安全性の向上を図っている。

② サイホン

幹線水路の50箇所の現場打サイホンの大半で量の多少はあるが漏水している。これらは多年に亘る管体の不等沈下、あるいは継目止水板の老朽化等によるものと思われるが、特に管体とトランシジョンの継目、出入口の急勾配付近の継目からの漏水が目立って多い。

例えば高蔵寺サイホンでは、3箇所からの漏水が確認され、その総量は約3.5 l/Sと建設時の許容漏水量の約15倍となっている。これらの漏水防止対策は、管体の内部を空虚にして、管体内部から補修することが最も望ましいが、断水の許されないことから応急措置として、外部からその漏水を盲暗渠により地区外に誘導し、漏水量を観測するとともにパイピングによる土砂流出等の二次災害が起きないようにしている。

最近地域開発がサイホン管体の周辺にまで及んできていることから、漏水が原因で大事故につながる可能性も高まっており、管体内部からの抜本的な対策を講ずる必要がある。二期事業ではバイパスサイホンを設置するとともに、既設サイホンの内部点検をし、補修を行う。また管理移行後も冬期に断水し定期的な保守・点検をするなど必要に応じた管体内部からの補修が可能となり、施設の安全度が高められることとなる。

(3) 通水機能の低下

① コンクリートライニングの粗度係数の増大

幹線水路には、各所にチェックゲートがあるため、水の流れが堰上げられ不等流となることから、粗度係数の正確な数値を計測することは難しいが、過去の調査結果は表-3のとおりである。これを設計値0.015と比較すれば、通水能力は7~10%低下していることになる。

この原因は、ライニングの摩耗と細かい藻の付着によるものと思われる。特に高蔵寺サイホンから東郷調整池の間では、コンクリートライニングに細い藻が全面的に付着しており、粗度係数は0.018、又はそれ以上と思慮される。

表-3 粗度係数の経年変化

調査年度	点検枚数
昭和36年	0.014~0.015
昭和46年	0.015~0.016
昭和56年	0.016~0.018

② 塵芥及び土砂の堆積

幹線水路のサイホン入口には、除塵のため固定式スクリーンが設置されている。スクリーンの除塵作業はすべて、職員がレーキにより人力で行うが、通水しながらの作業は危険が伴うばかりか、水流が強く固定スクリーンの上部8割程度しか除塵できない。また、スクリーン下部に残積した塵芥により、低部の流速が減少するため、その上流部に土砂が堆積して通水断面が20～30%縮小しているところもある。



写真-2 この型式のスクリーンは、41ヶ所あり、下部は除塵できない。草木・ビニール類で通水断面は、20～30%縮小されている。

また、夏期には多く発生した藻が、洪水導入(木曾川の増水時、自流水を愛知池等へ流域外貯留すること)時に早い流れで根切れし、スクリーンにべったりと付着し、著しい通水阻害になるばかりか上流側の水位上昇の原因となるので、水路から溢水が生じないようにこまめに除塵をしている。更に最近水路周辺の住宅化が進み、周辺住民からのゴミや異物の不法投棄も増加してきている。このため逐次、可動式スクリーンの設置を実施しているが、今なお固定式スクリーンの個所も多い。

これらの対応策として二期事業では、幹線水路の要所に除塵と焼却を連続して行える自動除塵設備を設置し、除塵作業の省力化を図るとともに、通水断面の縮小の原因となっているスクリーン低部の除塵が可能な施設を検討している。また、横断橋梁には1.5m以上の高さのフェンスを設け、ゴミの投棄を防ぐ措置を講じている。

また、水路底の土砂の堆積による通水機能の低下も大きい。特に下流部の農業専用区間では流速

も遅く、水路わん曲部の内側に30～40cm堆積している所もある。またサイホンの入口スクリーン前部、出入口のベント部などに40～50cm堆積しているところがある。



写真-3 サイホン出口ベント部の堆積状況
堆積深 約40cm

塵芥と土砂の排除は、農業用水の断水可能な時間(6～8時間)内に行わなければならないため、限られた区間において綿密な計画のもとに局部的に行っているが、堆砂範囲が広く毎年多大な労力と費用を費やしている。

また、ポンプ場の吸水槽においても堆砂が多く、揚水機への吸水障害、ポンプ故障の原因にもなりかねないことから、毎年堆砂処理を実施している。

二期事業では土砂の堆積が比較的顕著な下流部の水路及びポンプ場の吸水槽についての堆砂対策として幹線水路組織内に排砂、もしくは沈砂施設の構造等を検討している。

(4) その他施設の機能上の問題

① 放余水工

幹線水路には豪雨時の流入水の放水、分土工閉鎖時における一時的な余剰水の放水、水路断面縮小相当分の放水、水路の被災時等における一部又は全量の緊急放水、水路の清掃もしくは補修時の放水等を目的として余水吐18箇所と放水工8箇所が設置されている。放余水工は水路の安全性からも極めて重要な施設であるが、放流する下流連絡河川が安全に利用できる放余水工は4箇所程度であり、水管理上大きな問題となっている。

これらの下流河川には計画当初から、田、畑などが水没する河川も少なくなく、放流するには河口にまで及ぶ膨大な河川改修が必要とされたが当

時この処理は不可能であった。また、放流により下流ノリ養殖への影響がある河川もあり、補償問題を解決しなければ放流できなかった。

このため現在は、大きな河川に放流する放余水工に限り使用しているほか、調整池（愛知池・佐布里池）機能を有効に活用することにより対応している。しかし、愛知池の余水吐すら利用に制限があり、現在は多量の降雨があることを想定し、有効貯水位上限まで目一杯貯め込まず余水が生じないように運用している。

また地震等の防災時において水路の保全と地区内の二次災害の防止のため、いつでもこの区間でも水路の水を放水せざるを得ないので、全ての放水工の実質的な使用が望まれる。なお、現在の余水吐はネルピックゲートで調節しているが、安全性と維持管理面から見ると、固定堰による越流方式が適切と思われる。

したがって、二期事業においては、これらの問題点を解決すべく余水吐・放水工の計画を見直して、余水吐は固定越流堰型式に、放水工は機側操作ゲートとしている。また、現在放流河川に問題があり使用していない放余水工については、二期事業のなかで整理統合し、バイパス施設とあわせ関係機関との協議を進めている。

② 横断排水暗渠

幹線水路の横断排水暗渠は、多年のうちにパイプ周辺の微粒子が流出し、幹線水路のインバートと横断排水暗渠との間に空洞が生じてインバートが沈下し幹線水路から漏水している事例が多い。

また周辺の開発や都市化等に伴い流域の地形、地目、流出率が変化し、降雨による流出量が増加している箇所がある。この増加流出量を適切に流下させるための断面の拡大、もしくは、排水暗渠の併設が必要となってきている。

したがって、二期事業における横断構造物の断面は、流域状況の調査結果に基づく設計流出量で

計画するとともに維持管理面から最小断面を800mmとしている。

③ ドレーンインレット

幹線水路の山手側からの流出水の排除は、②で述べたように横断排水暗渠により流下させるほかドレーンインレットを通じ一旦水路内に流入させ余水吐からまとめて放流させる場合がある。建設当時、水路の沿線は山間地帯であり、ドレーンインレットによる流入水の水質には何ら問題はなかった。しかし、地域開発が進むにつれ家庭雑排水がドレーンインレットにより幹線水路内に流入することが多く、その対応に頭を悩ませている。現在は、隣接協議された案件については、排水の流末処理について十分審査し、幹線水路に入れなよう指導している。

しかし、水質をこのまま保全することは非常に難しくなっており、二期事業ではドレーンインレットは極力取り止めて流末変更を基本とし、また流末変更が地形上できないところでは、ドレーンインレットをオーバーシュート等へ変更している。

(5) トンネル上の開発行為

愛知用水の水路延長112kmのうち約28kmがトンネルである。トンネルの坑口部分の用地は買収されているが、坑口以外については地上権等の権利設定がされていない。

近年トンネルの上部において宅地開発等が進みトンネルの保全が危ぶまれている。愛知用水のトンネルのほとんどが「無筋トンネル」であり、土圧バランスでトンネルが保全されていることから、宅地開発等による土圧の変化は大きな問題となっている。

現在は、開発者と隣接工事もしくは交差工事として協議しているが、権利設定が何もなされていないもとは協議に限界があり、公団へ通知されないまま開発行為が行なわれるものもある。これ

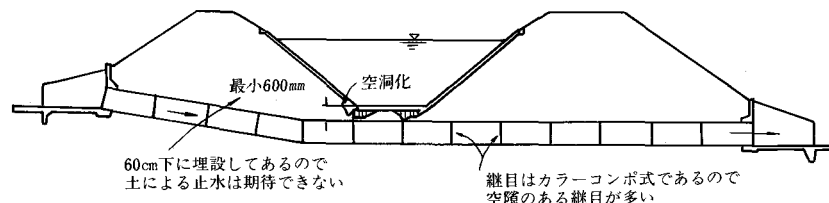


図-2 横断排水暗渠状況

らの問題に対処するために、トンネル上の開発行為を行う際に協議対象となるように地上権等の権利設定が必要である。二期事業においては、新設されるバイパストンネル同様、既設のトンネルについても必要に応じ地上権を設定することとし、その範囲等についてはトンネルの保全を「無筋トンネル」であることを考慮した上で検討し、頂部3Dを区分地上権としている。

3. 水の高度利用

(1) 管理余水の有効利用

愛知用水では、関係土地改良区から農業用水の取水量 (m^3/S) と取水時間を、水道事業者から1日の平均取水量 (m^3/S) を毎日聞き取り、これらを満足するよう配水操作している。

こうした配水操作から、都市用水が昼間の需要に応じて不規則に取水量を変動させると、他の支線分水口の幹線水位が変動するため、下流部では適正取水が困難となる。また希望取水量を取水しないときは、その差の水量は無効となって、下流に流下することとなる。

一方農業用水は、計画では24時間通水を原則としているにもかかわらず、いくつかの支線が朝7時から夕方6時までの時間給水となっている。

こうした時間取水支線の取水にあわせて朝夕2回愛知池から放流量の変更操作を行うとともに、佐布里池地点において再調整のためのゲート操作を行っている。しかし時間取水支線が同時に取水若しくは停止するときには、幹線水路の水位保持が難しく、愛知池からの到達時間の差による水位変動は避けられない。最末端に位置する豊丘分水口は支線引継水位に水頭の余裕が少なく、上流部のゲート操作に神経を使っているにもかかわらずその影響による水位低下がしばしば発生し、取水不能となることが少なくない。

一方、降雨時等の分水口の減量操作に伴う余水も、末端から無効放流することとなる。幹線水路末端の大川余水吐からの放流量の日最大は、昭和

51年に約100千 m^3 を記録している。

長大な用水路を管理運用するにあたっては、管理余水は必然的に発生するものであり、余水の有効利用を図るためには、これを受け入れることができる容量を持った余水池を幹線水路の末端に計画することが必要である。

二期事業においては幹線水路末端に貯水量10万 m^3 の美浜調整池を新たに築造し、一時的に貯留された余水を師崎支線に供給することで、大川余水吐からの年間無効放流量約325万 m^3 のうち約200万 m^3 が有効に活用可能となる。

(2) 洪水導入への対応

愛知用水は、現在降雨により木曾川の河川流量が増加した際、兼山地点で200 m^3/S を超えた量を限度として地区内の愛知池・佐布里池等に導水貯留している。

近年の実績は、表-4のとおりである。

洪水導入が可能となったら直ちに導入可能量を取水できる態勢を夜間・休日を問わず整える必要がある。しかし、幹線に設置してあるラジアルゲートは機側操作ゲートであるため、洪水導入時には、その都度現地に行き水位及び流量確認をして到達流量にあわせたゲート操作を行うため、各ゲートの操作員の張り付いた後でなければ洪水導入の開始ができない。また流量の変更操作は安全上1回1時間当たり3~4 m^3/S を上限としているので、例えば10 m^3/S の変更操作時は、現地において3時間張り付くことになる。また、交通渋滞や事故などで到着が遅れ操作が間にあわなかった場合には、水路からの溢水など重大な事故を起こす危険性も十分あり、また将来の人員確保の困難さからも遠方監視、遠隔操作等集中監視制御システムの導入が必要であり、二期事業では現在その方向で検討が進められている。

(3) ため池利用の実態

水利用計画では、ため池等地区内の利用可能量を最大限利用し、不足分を補給水として愛知用水に依存することとなっている。しかし、実態はた

表-4 洪水導入実績

	S 58	59	60	61	62	63	H 1	2	3	4
洪水導入可能日数	115	32	101	50	39	63	88	73	108	44
洪水導入実施日数	42	22	44	30	32	28	55	41	36	24

め池の水を優先的に利用している池はほとんどない。その要因としては、ため池からの水利用が不便なこと、自己水源の渇水時への温存、ため池の防火用水としての利用等が考えられる。

二期事業においては、将来の年間総取水量の規制も視野に入れ、利水計画上のため池の位置づけを十分理解してもらい、ため池の運用の計画を明確にするとともにユーザーが利用しやすく、利水計画に合った運用ができるよう施設を整備していくこととしている。

また、近年個人が所有している関連ため池の地価が高騰し、財産価値が高まったことから転売されたり、埋め立てられるものがある。公団に協議がある場合は保全もしくは代替施設をお願いしているが管理段階での対応には限りがあり、計画段階から対応策を講じる必要がある。

(4) ダムの操作

牧尾ダムは利水ダムであるが、ダムを造ったことにより下流の洪水流量が著しく増加するとして、河川管理者からその増加流量を調整するため操作規定上予備放流を義務付けられている。

牧尾ダムの予備放流水位は、洪水(400m³/S)が始まる時点で必ずそれ以下にあるべき水位EL877.5mで常時満水位より2.50m低い。ゲート放流開始から放流量が400m³/Sになるまでに3時間50分を要し、さらにその1時間前には下流へ通知義務があることから、約5時間前には洪水流出を予測する必要がある。しかし、ダム地点での洪水到達時間は降雨パターンにより差異があるものの2～3時間程度であり、降雨後の判断でなく気象予報により適切に予測し、操作しなければ操作規定を満足しえない場合があるので、降雨期には、気象予報の不確かさからEL876.5m程度を貯留上限水位として運用している。

このような条件のもとで一類(河川法第2章第3節第3款等の規定の運用についての分類)に属

する利水ダムを造ることは、将来の管理において非常に高度な、かつ熟練した判断が必要になる。

現在牧尾ダムでは流域の特殊気象を含めた短時間降雨予測の精度を向上させ、ダム貯水容量のより効率的な運用を図る検討を進めている。

4. 施設管理の合理化

(1) チェック操作

幹線水路の水位調節等のため設置されたチェック35箇所のうち17が自動ゲート、18がラジアルゲートである。前者は、専ら上流水位を一定に維持することを目的とし、後者は、上流水位の調節と流量調節とを目的とする場合に設置している。

現在機側操作のラジアルゲートについては、かんがい期で週2～5回、非かんがい期で週1～2回開度を調整している。これは原則として水路巡視の際に分水口のバルブ開度調整作業等と併せて行うが、洪水導入時及び分水口閉塞時の緊急出動等一日2回以上行う場合も多い。ラジアルゲートの操作に相当な時間と労力を要しており改善が望まれる。

二期事業においては支線水路がパイプライン化するのに伴い幹線水路も供給主導型から需要主導型に変更するので、これまでのような公団主導的な開度調整ではなく需要量の変動に即応した頻繁な開度調整が必要になる。また洪水導入のためには、夜間・休日等時間帯を問わない開度調整が求められる。

このため、現在のラジアルゲートの構造や操作方法では適切な対処ができないことから水位維持機能と流量調整機能を併せ持つ自動ゲートもしくは、遠隔操作ゲートに更新する計画である。

(2) 分水口操作

幹線水路から取水する分水口のゲートやバルブの操作は、原則として配水量が変更される都度、機側操作によって対応している。水路巡視と兼ね

表一5 近年におけるため池の効用廃止協議(昭和62年以降)

協 議 内 容	件 数
全面効用廃止(受益地廃止に伴うもの)	1
当該ため池を廃止し代替池を作ったもの	6
当該ため池を廃止し不足量を他のため池を改修して補ったもの	4
ため池の一部を埋め立て不足量を残りの池を掘削して補ったもの	3

て操作する場合もあるが、農業専用区間では昼夜の水利用の変動幅が大きいため1日に早朝・夕方の2回操作する場合も多い。また降雨時には閉塞操作を行っている。

二期事業では、農業用水の支線水路が原則としてパイプラインに改築される計画である。パイプラインの構造上の特質から、分水口で分水量を調節することは施設障害を引き起こす危険性があることから、これをせず分水量の遠方監視のみとしている。

(3) 揚水機場操作

幹線水路から直接揚水する揚水機場17箇所の操作については、早朝に、しかも運転開始時間が一時に集中すること等から業務委託し、各機場に1人づつ従事者をはりつけている。業務受託の高年齢化が進みその確保も困難になると思われるのでポンプ運転の自動化等が必要である。

二期事業においては、全機場について吸水槽、吐水槽の水位変動に連動する自動運転とし、ポンプの作動状況を遠方監視することとしている。

5. 施設の高度利用

愛知用水の施設用地約200haの1/3は都市化地域にある。

公団施設が地域発展の障害とならないよう横断橋の設置や安全対策に配慮してきたが、周辺住民及び関係市町村から管理用道路や施設の多目的な利用の要望がでてきている。

二期事業においては、水資源開発施設の生み出す良好な環境を活用し、併せて地域経済の活性化を図るため水路周辺の環境整備を促進している。例えば、NTT-A型事業を活用して水路を有蓋化し、施設の安全確保、ゴミ投棄等による水質の悪化を防止するとともに、駐車場、レクリエーション施設等の用に供するオープンスペースを提供したり、管理用道路をサイクリングロード等と共用して、地域の発展と潤いのある町づくりに積極的に対応している。

6. おわりに

愛知用水の水路は、1000km以上に及ぶ我が国で例を見ない巨大なものである。

この膨大な施設の管理は、管理機器、管理精度、人的組織のバランスにより実施されているが、愛知用水をとりまく社会環境は、人間が考える以上のスピードで刻々と変化しており、そのバランスも時代の要請により、変遷していくものと思料される。

また、愛知用水施設は、その管理計画を前提として施設設計されているが、30年の管理の実績からのフィードバックが、二期施設のより管理しやすい設計に寄与することは幸いである。

現時点における愛知用水の最大の検討事項は、木曾川からの年間総取水量の制限に対応できる管理システムの構築であり、とりわけ農業用水においては、支線水路のパイプライン化に伴う管理システムが、末端の人的な管理組織そのものの変革まで伴わなければ、より有効な活用がなし得ないものと思料される。

愛知用水では、学識経験者等による水管理検討委員会を設け平成5年度までに幹線水路並びに支線水路の管理基本計画(案)を取りまとめた。また、平成6年度にはモデル支線を選定し、計画的な水管理を実践試行していく計画である。

公団に課せられた使命が、十分な水の供給の時代から、必要かつ安定な水の供給の時代へと変わろうとしている今、管理ロスのより少ない水路形態を構築していく必要がある。

また、水管理検討委員会のほかに水路設計検討委員会、周辺環境整備検討部会等を組織し、愛知用水を様々な視点から検討を加え、先輩の遺産であるこの愛知用水を、より使い易い親しみのある施設に生まれ変わらせ、後世に残すことを技術者の誇りとして愛知用水の二期事業に携わってきたい。

投 稿 規 定

- 1 原稿には次の事項を記した「投稿票」を添えて下記に送付すること
東京都港区新橋5-34-3 農業土木会館内, 農業土木技術研究会
- 2 「投稿票」
 - ① 表 題
 - ② 本文枚数, 図枚数, 表枚数, 写真枚数
 - ③ 氏名, 勤務先, 職名
 - ④ 連絡先 (TEL)
 - ⑤ 別刷希望数
 - 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, 表を含め研究会原稿用紙(242字)60枚までとする。
- 4 原稿はなるべく当会規定の原稿規定用紙を用い(請求次第送付), 漢字は当用漢字, 仮名づかいは現代仮名づかいを使用, 術語は学会編, 農業土木標準用語事典に準じられたい。数字はアラビア数字(3単位ごとに, を入れる)を使用のこと
- 5 写真, 図表はヨコ7cm×タテ5cm大を242字分として計算し, それぞれ本文中のそう入個所を欄外に指定し, 写真, 図, 表は別に添付する。(原稿中に入れない)
- 6 原図の大きさは特に制限はないが, B4判ぐらいまでが好ましい。原図はトレーサーが判断に迷わないよう, はっきりしていて, まぎらわしいところは注記をされたい。
- 7 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 (ガンマー) 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l(エル) g(ジー)とq(キュー)
E(イー)と ϵ (イプシロン) v(ブイ)と ν (ウプシロン)
など
- 8 分数式は2行ないし3行にとり余裕をもたせて書くこと
数字は一マスに二つまでとすること
- 9 数表とそれをグラフにしたものとの併載はさけ, どちらかにすること
- 10 本文中に引用した文献は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。
- 11 投稿の採否, 掲載順は編集委員会に一任すること
- 12 掲載の分は稿料を呈す。
- 13 別刷は, 実費を著者が負担する。

農業土木技術研究会入会の手引

1. 入会手続

- ① 入会申込みは研究会事務局へ直接又は職場連絡員へ申し込んで下さい。申込書は任意ですが、氏名、所属を明示下さい。
- ② 入会申込みはいつでも結構ですが、年度途中の場合の会費は会誌の在庫状況により決定されます。
- ③ 入会申込みと同時に会費を納入していただきます。

2. 会費の納入方法

- ① 年会費は2,300円です。入会以後は毎年6月末までに一括して納入していただきます。

3. 農業土木技術研究会の活動内容

- ① 機関誌「水と土」の発行……年4回（季刊）
- ② 研修会の開催……年1回（通常は毎年2～3月頃）

4. 機関誌「水と土」の位置づけと歴史

- ① 「水と土」は会員相互の技術交流の場です。益々広域化複雑化していく土地改良事業の中で各々の事業所等が実施している多方面にわたっての調査、研究、施工内容は貴重な組織的財産です。これらの情報を交換し合って技術の発展を図りたいものです。
- ② 「水と土」の歴史

（農業土木技術研究会は以下の歴史をもっており組織の技術が継続されています。）

- ・ S28年……コンクリートダム研究会の発足

『コンクリートダム』の発刊

- ・ S31年……フィルダムを含めてダム研究会に拡大

『土とコンクリート』に変更

- ・ S36年……水路研究会の発足

『水路』の発刊

- ・ S45年……両研究会の合併

農業土木技術研究会の発足 ←

『水と土』

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：

農業土木技術研究会役員名簿（平成6年度）

会 長	谷山 重孝	水資源開発公団理事
副 会 長	上田 一美	構造改善局建設部長
理 事	志村 博康	日本大学農獣医学部教授
	岡本 芳郎	構造改善局設計課長
	船野 龍平	水利課長
	江頭 輝	首席農業土木専門官
	的場 泰信	関東農政局建設部長
	川尻裕一郎	農業工学研究所長
	嶋田 誠	北海道開発庁農林水産課長
	古賀 清司	茨城県農地局長
	風間 彰	水資源開発公団第二工務部長
	坂根 勇	(株)土地改良建設協会専務理事
	中島 哲生	(株)農業土木事業協会専務理事
	北村 純一	(株)三祐コンサルタンツ常務取締役
	伊東 久彌	西松建設(株)常務取締役
	塚原 真市	大豊建設(株)専務取締役
監 事	金蔵 法義	関東農政局設計課長
	池田 実	(株)日本農業土木コンサルタンツ社長
常任顧問	黒沢 正敬	構造改善局次長
	内藤 克美	全国農業土木技術連盟委員長
顧 問	岡部 三郎	参議院議員
	須藤良太郎	
	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
編集委員長	江頭 輝	構造改善局設計課
常任幹事編集委員	大澤 賢修	事業計画課
	米山 元紹	設計課
	土岐 昭義	整備課
	永嶋 善隆	設計課
総務部長	久郷 徳壽	全国農業土木技術連盟総務部長
幹事編集委員	西野 徳康	構造改善局地域計画課
	瀬戸 太郎	資源課
	親泊 安次	事業計画課
	村岡 宏	施工企画調整室
	高田 進	水利課
	馬場 範雪	
	加藤 公平	総合整備推進室
	川村 文洋	開発課
	岡野 光男	

幹 事
編集委員

馬籠 剛一	防災課
吉池 一孝	関東農政局設計課
田中 秀明	農業工学研究所地域資源工学部
佐藤 具揮	国土庁調査課
坂野 一平	水資源開発公団第2工務部設計課
尾崎 保雄	農用地整備公団業務部業務課
室本 隆司	(株)日本農業土木総合研究所

賛 助 会 員

(株) 荏原製作所	3口
(株) 大林 組	
(株) 熊谷 組	
佐藤工業(株)	
(株)三祐コンサルタンツ	
大成建設(株)	
玉野総合コンサルタント(株)	
太陽コンサルタンツ(株)	
(株)電業社機械製作所	
(株) 西島製作所	
西松建設(株)	
日本技研(株)	
(株)日本水工コンサルタント	
(株)日本農業土木コンサルタンツ	
(株)日本農業土木総合研究所	
(株) 間 組	
(株) 日立製作所	
Fe石灰工業技術研究所	
(18社)	
(株) 青木建設	2口
(株) 奥村組	
勝村建設(株)	
株木建設(株)	
(株) 栗本鉄工所	
三幸建設工業(株)	
住友建設(株)	
住友金属工業(株)	
大豊建設(株)	
(株) 竹中土木	
田中建設(株)	
前田建設工業(株)	
三井建設(株)	
(13社)	

(株)アイ・エヌ・エー	1口	日本舗道(株)	1口
アイサワ工業(株)	//	西日本調査設計(株)	//
青葉工業(株)	//	福井県土地改良事業団体連合会	//
旭コンクリート工業(株)	//	福岡県農林建設企業体岩崎建設(株)	//
旭測量設計(株)	//	(株)婦中興業	//
アジアプランニング(株)	//	古郡建設(株)	//
茨城県農業土木研究会	//	(株)豊蔵組	//
上田建設(株)	//	北海道土地改良事業団体連合会	//
(株)ウォーター・エンジニアリング	//	(財)北海道農業近代化コンサルタント	//
梅林建設(株)	//	堀内建設(株)	//
エスケー産業(株)	//	前田製管(株)	//
(株)大本組	//	前沢工業(株)	//
大野建設コンサルタント(株)	//	真柄建設(株)	//
神奈川県農業土木建設協会	//	(株)舩ノ内組	//
技研興業(株)	//	丸伊工業(株)	//
岐阜県土木用ブロック工業組合	//	丸か建設(株)	//
(株)クボタ建設	//	(株)丸島アクアシステム	//
(株)クボタ(大阪)	//	丸誠重工業(株)東京支社	//
(株)クボタ(東京)	//	水資源開発公団	//
(株)古賀組	//	水資源開発公団沼田総合管理所	//
(株)後藤組	//	〃 三重用水管理所	//
小林建設工業(株)	//	宮本建設(株)	//
五洋建設(株)	//	ミサワ・ホーバス(株)	//
佐藤企業(株)	//	(株)水建設コンサルタント	//
(株)佐藤組	//	(有)峰測量設計事務所	//
(株)塩谷組	//	山崎ヒューム管(株)	//
昭栄建設(株)	//	菱和建设(株)	//
新光コンサルタンツ(株)	//	若鈴コンサルタンツ(株)	//
ジオスター(株)	1口		(75社)
須崎工業(株)	//	(アイウエオ順)	計 106社 155口
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	//		
中川ヒューム管工業(株)	//		
日兼特殊工業(株)	//		
日本国土開発(株)	//		
日本ヒューム管(株)	//		

農業土木技術研究会会員数

地方名	通 常 会 員								地方名	通 常 会 員							
	県	農水省 関係	公団 等	学校	個人	法人	外国	県		農水省 関係	公団 等	学校	個人	法人	外国		
北海道	73	375	24	7	32			近畿	滋賀	33	6	1	1	4			
東	青森 岩手 宮城 秋田 山形 福島	森手	49	37		2		賀都	京都	42	42		5	3			
		城田	59	34	10	1	4		阪	17		1	4	5			
		形島	64	74		5	18		庫	35	5		3	3			
			117	7		1	5		長	44	26		1	5			
			28	5		1	1		山	32	3						
北	小計	377	186	11	10	29		畿	小計	203	82	2	14	20			
関	茨城 栃木 群馬 埼玉 千葉 東京都 神奈川県 山梨 長野	取根	73	43	4	2	12	中国	鳥取	20	5		2	5			
		山島	77	19	1		2		岡	58	5		5	1			
		徳島	20	14	2				賀	81	38	5	4	3			
		香川	52	17	8	1	21		崎	49	8			3			
		愛媛	29	17	8	8	18		本	49	4	1		1			
東	奈良 和歌山 長門 静岡	京川	3	161	63	10	27	四国	山徳	15	8	2	6	5			
		梨野	24			4	20		香島	41	5		2	2			
		野岡	48	8		2	1		愛高	82	12		5	3			
			83	13			6			高知	49	6		1			
		小計	444	292	86	19	107			小計	444	91	8	23	19		
北	新潟 富山 石川 福井	福佐	66	58		3	3	九州	岡賀	39	18	23	6	16			
		熊本	46	3		1	2		長崎	44	11			3			
		大宮	42	53		1	8		分	43	7	7		1			
陸	岐阜 愛知 三重	鹿島	40	10		1	1	州	児島	18	29			3			
		沖繩							縄	36	4			1			
		小計	194	124		5	14			23	19	2	1				
東	岐阜 愛知 三重	阜知	21	15		2	5	合 計	2,196	1,387	211	92	267	700	15		
		重	130	114	45	1	12										
海	小計	160	129	48	4	22		総 合 計	4,868名								

編 集 後 記

年の瀬を迎え、皆様にはますます多忙な日々をお過ごしのことと思います。

私事で恐縮ですが、現職の国土庁で、他省庁等への出向が3回を数えることとなりました。出向する度に思うことは、最初は聞き慣れなかった単語がいつの間にか皆知っていて当然だと思ってしまうことです。例えば、「〇〇国土軸」とか「多極分散型国土」というような一般的には馴染みの薄い言葉が、今ではまるでこれが世の中全てを決しているかのような感を抱いている自分に気がつきます。

農業農村整備の世界ではポピュラーな「ほ場整備」も一般的にはどれだけ知られているのでしょうか。例えばこれを私のワープロで入力すると「補助う整備」と変換してしまいます。「中山間」も「中三巻」とか「注参観」といった具合です。

今年には、農業政策の大変革期になりました。世の中の変化のスピードは早まるばかりです。今までの常識が常識でなくなる時代です。今まで以上に広い視野で固定観念に捕らわれず物事を進めなければならないようです。

国土庁 調整課 佐藤 具揮

水 と 土 第 99 号

平成 6 年 12 月 20 日 発行

発行所 〒105 東京都港区新橋5-34-4

農業土木技術研究会

農業土木会館内

TEL03 (3436) 1960 振替口座 00180-5-2891

印刷所 〒161 東京都新宿区下落合2-6-22

一世印刷株式会社

TEL03 (3952) 5651